ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΠΑΤΡΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΝΙΚΗΣ – ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΔΥΝΑΜΙΚΗΣ

ΟΛΟΚΑΙΝΙΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΑΠΟΘΕΣΗΣ ΚΑΙ Η ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΒΟΙΩΤΙΚΟΥ ΚΗΦΙΣΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

που υποβλήθηκε στο τμήμα Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Πατρών
από τον

ΑΛΕΞΑΝΔΡΟ ΠΑΝ. ΚΑΡΚΑΝΑ



649 σελ., 205 πιν., 252σχ., 66 εικ., 1χαρ..

ΠΑΤΡΑ, ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2006

ΟΛΟΚΑΙΝΙΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΑΠΟΘΕΣΗΣ ΚΑΙ Η ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΒΟΙΩΤΙΚΟΥ ΚΗΦΙΣΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

που υποβλήθηκε στο τμήμα Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Πατρών
από τον

ΑΛΕΞΑΝΔΡΟ ΠΑΝ. ΚΑΡΚΑΝΑ

649 σελ., 205 πιν., 252σχ., 66 εικ. 1χαρ..

ΠΑΤΡΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2006

Στη μνήμη

του πατέρα μου
Παναγιώτη Αθαν. Καρκάνα

και του δασκάλου μου
Παναγιώτη Νικ. Νικολάου

... ΟΥΤΟΙ ΜΕΝ ΟΥΝ ΕΚ ΤΩΝ ΦΩΚΙΚΩΝ ΟΡΩΝ ΟΙ ΠΟΤΑΜΟΙ ΚΑΤΑΦΕΡΟΝΤΑΙ
ΩΝ Ο ΚΗΦΙΣΟΣ ΕΚ ΛΙΛΑΙΑΣ ΦΩΚΙΚΗΣ ΠΟΛΕΩΣ ΤΗΝ ΑΡΧΗΝ ΛΑΜΒΑΝΕΙ
ΚΑΘΑΠΕΡ ΚΑΙ ΟΜΗΡΟΣ ΦΗΣΙΝ
«ΟΙ ΤΕ ΛΙΛΑΙΑΝ ΕΧΟΝ ΠΗΓΗΣ ΕΠΙ ΚΗΦΙΣΟΙΟ».
ΔΙ ΕΛΑΤΕΙΑΣ ΔΕ ΡΥΕΙΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΤΩΝ ΕΚ ΦΩΚΕΥΣΙ ΠΟΛΕΩΝ
ΚΑΙ ΔΙΑ ΠΑΡΑΠΟΤΑΜΙΩΝ ΚΑΙ ΦΑΝΟΤΕΩΝ
ΟΜΟΙΩΣ ΦΩΚΙΚΩΝ ΠΟΛΙΣΜΑΤΩΝ
ΕΙΣ ΧΑΙΡΩΝΕΙΑΝ ΤΗΣ ΒΟΙΩΤΙΑΣ ΠΡΟΕΙΣΙΝ
ΕΙΤΑ ΔΙΑ ΤΗΣ ΟΡΧΟΜΕΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΚΟΡΩΝΕΙΑΚΗΣ
ΕΙΣ ΤΗΝ ΚΩΠΑΙΔΑ ΛΙΜΝΗΝ ΕΞΙΗΣΙ.

ΣΤΡΑΒΩΝΟΣ «ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ»
ΒΙΒΛΙΟΝ Θ΄, 19

«Η έγκριση της παρούσης διδακτορικής διατριβής από το τμήμα της Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Πατρών δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνωμών του συγγραφέως».

(Νόμος 5343/1932, άρθρο 202, παράγραφος 2)

Τα μέλη της Τριμελούς Επιτροπής

1. Καθηγητής Νικόλαος Κοντόπουλος (Επιβλέπων Καθηγητής) - Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Γεωλογίας.
2. Καθηγητής Σωτήριος Βαρνάβας - Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Γεωλογίας.
3. Αναπληρωτής Καθηγητής Αβραάμ Ζεληλίδης - Κοσμήτωρ Σχολής Θετικών Επιστημών - Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Γεωλογίας.

Τα μέλη της Επταμελούς Εξεταστικής Επιτροπής

1. Καθηγητής Νικόλαος Κοντόπουλος - Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Γεωλογίας.
2. Καθηγητής Σωτήριος Βαρνάβας - Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Γεωλογίας.
3. Αναπληρωτής Καθηγητής Αβραάμ Ζεληλίδης - Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Γεωλογίας.
4. Καθηγητής Σταύρος Παπαμαρινόπουλος - Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Γεωλογίας.
5. Καθηγήτρια Παναγιώτα Τσώλη-Καταγά - Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Γεωλογίας.
6. Καθηγητής Ανδρέας Παυλόπουλος - Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
7. Επίκουρος Καθηγητής Γεώργιος Παπαθεοδώρου - Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Γεωλογίας.

Πίνακας περιεχομένων

	Πίνακας περιεχομένων…….	i
	Πρόλογος……	xvii
1.	**Εισαγωγή……**	**1**
1.1.	Γεωγραφική θέση, έκταση και όρια της περιοχής μελέτης……..	1
1.2.	Σκοπός και στόχος της μελέτης……	1
1.3.	Στάδια και μέθοδοι έρευνας…….	4
1.3.1.	Γεωφυσική…….	4
1.3.2.	Ιζηματολογία συγχρόνων αποθέσεων ……..	5
1.3.3.	Τοπογράφηση της κοίτης του ρεύματος ……	5
1.3.4.	Ιζηματολογία ολοκαινικών αποθέσεων…….	5
2.	**Γεωλογική επισκόπηση……**	**7**
2.1.	Γεωτεκτονικές ζώνες…….	7
2.2.	Γεωτεκτονική τοποθέτηση της περιοχής έρευνας…….	10
2.2.1.	Παλαιογεωγραφική και γεωτεκτονική θέση της ζώνης Ανατολικής Ελλάδας…….	10
2.2.2.	Παλαιογεωγραφική και γεωτεκτονική θέση της Βοιωτικής ζώνης……	11
2.2.3.	Παλαιογεωγραφική και γεωτεκτονική θέση της ζώνης Παρνασσού-Γκιώνας…….	11
2.3.	Στρωματογραφία……	11
2.3.1.	Προαλπικά πετρώματα…….	11
2.3.2.	Λιθοστρωματογραφική εξέλιξη της ζώνης Ανατολικής Ελλάδας……	11
2.3.3.	Λιθοστρωματογραφική εξέλιξη της Βοιωτικής ζώνης …….	13
2.3.4.	Λιθοστρωματογραφική εξέλιξη της ζώνης Παρνασσού-Γκιώνας…….	13
2.3.5.	Σχηματισμοί του Νεογενούς…….	15
2.3.6.	Οι τεταρτογενείς σχηματισμοί……..	15
2.4.	Τεκτοορογενετική εξέλιξη στην ευρύτερη περιοχή του Βοιωτικού Κηφισού. …….	16
3.	**Γεωφυσική έρευνα……**	**21**
3.1.	Εισαγωγή ……	21
3.1.1	Αντικείμενο και σημασία της γεωφυσικής έρευνας……..	21
3.1.2.	Αρχές των βασικών μεθόδων γεωφυσικής διασκόπησης. ……	21
3.1.3.	Μέθοδοι γεωηλεκτρικής διασκόπησης……..	23
3.2.	Γεωηλεκτρική μελέτη του πεδίου του Βοιωτικού Κηφισού…….	24
3.2.1.	Επιλογή της μεθόδου εργασίας……..	24

3.2.2.	Εφαρμογή της μεθόδου εργασίας ……..	25
3.2.3.	Μέσα που χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση των μετρήσεων. ……	25
3.2.4.	Πραγματοποίηση και καταγραφή των μετρήσεων……	26
3.2.5.	Επεξεργασία των παρατηρήσεων…….....	29
3.2.6.	Γεωφυσική ερμηνεία των γεωηλεκτρικών παρατηρήσεων…….....	29
3.3.	Δεδομένα και επεξεργασία των παρατηρήσεων…….....	32
3.4.	Κατασκευή γεωηλεκτρικών τομών……	39
3.5.	Χάρτες ειδικών αντιστάσεων…… ……..	39
3.6.	Γεωλογική ερμηνεία των αποτελεσμάτων……..	39
3.7.	Μεταβολές της κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού με βάση τη γεωφυσική έρευνα.....	53
3.8.	Συμπεράσματα……	55
4.	**Υδρογραφία - Υδρογεωλογία – Υδρολογία……**	**59**
4.1.	Υδρογραφία……	59
4.1.1.	Υδρογραφικό δίκτυο…….	59
4.1.2.	Πηγές τροφοδοσίας του ποταμού…….……	62
4.2.	Υδρογεωλογία……..……	63
4.2.1.	Υδρολιθολογία. ……..……	63
4.2.1.1.	Ανθρακικά υδροφόρα πετρώματα…….	64
4.2.1.2.	Τα πετρώματα της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης, του φλύσχη και της Βοιωτικής ζώνης.. ……..	64
4.2.1.3.	Σχηματισμοί του Νεογενούς……..…….	65
4.2.1.4.	Τεταρτογενείς αποθέσεις…….	65
4.2.2.	Η κίνηση των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων της λεκάνης. ……	65
4.3.	Υδρολογία……..…….	67
4.3.1.	Κλιματικά στοιχεία……..……	67
4.3.2.	Θερμοκρασία, άνεμοι, σχετική υγρασία, εξάτμιση……	67
4.3.3.	Παγετοί – χιονοπτώσεις……..……	68
4.3.4.	Ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα……..……	68
4.4.	Συμπεράσματα…….	70
5.	**Γεωμορφολογία……**	**73**
5.1.	Γενικά……..…….	73
5.2.	Γεωμορφολογικά στοιχεία της ευρύτερης περιοχής της λεκάνης…….	73
5.2.1.	Κλίσεις των πρανών, ράχες και κορυφές της λεκάνης……..……	73
5.2.2.	Κοιλαδικές μορφές της περιοχής έρευνας…….....	75
5.2.2.1.	Διάκριση κοιλάδων ανάλογα με το στάδιο της εξέλιξής τους…….....	75

5.2.2.2.	Διάκριση κοιλάδων ανάλογα με την γεωλογική τους κατάσταση……	77
5.2.2.3.	Διάκριση κοιλάδων ανάλογα με τη μεταβολή του βασικού επιπέδου……....	78
5.2.3.	Συστήματα διάβρωσης…….....	78
5.2.3.1.	Παλαιές επιφάνειες διάβρωσης ή ισοπέδωσης (Peneplains) ……...	78
5.2.4.	Καρστικές μορφές……..	79
5.2.4.1.	Γλυφές…….....	79
5.2.4.2.	Δολίνες……	82
5.2.4.3.	Ουβάλες……...	84
5.2.4.4.	Καρστικά φρέατα και καταβόθρες……...	84
5.2.4.5.	Σπήλαια……	85
5.3.	Αποθέσεις υλικών μεταφοράς ρευμάτων……...	86
5.3.1.	Πεδία προσχώσεως μέσα στα όρη……	86
5.3.2.	Πεδία προσχώσεως στις εξόδους των ρευμάτων (αλλουβιακά ριπίδια) ……	87
5.4.	Συμπεράσματα……	90
6.	**Ιζηματογενείς αποθέσεις ποτάμιου ρεύματος……**	**93**
6.1.	Απόθεση υλικών κατά μήκος της κοίτης του κύριου ρεύματος του Κηφισού……..	93
6.2.	Αποθέσεις στην αύλακα ροής του Κηφισού ποταμού……	93
6.2.1.	Υπολειμματικές αποθέσεις κοίτης……...	93
6.2.2.	Ενδιάμεσοι φραγμοί……..	94
6.3.	Αποθέσεις περιθωρίων κοίτης του κύριου ρεύματος του Κηφισού ποταμού……..	95
6.3.1.	Ακραίοι φραγμοί……	95
6.3.2.	Πλευρικοί φραγμοί σε ευθεία τμήματα του ρεύματος……..	95
6.4.	Αποθέσεις πεδιάδας πλημμύρας του Βοιωτικού Κηφισού……	96
6.4.1.	Ποτάμιες (αλλουβιακές) αναβαθμίδες……	96
6.4.2.	Ολοκαινικά πεδία……...	97
6.5.	Δελταϊκοί σχηματισμοί……..	97
6.6.	Ιζηματογενείς δομές……...	98
6.6.1.	Προσανατολισμός των κλαστικών συστατικών της κοίτης……	98
6.6.2.	Βοτρυοειδείς δομές (Clusters)… …….....	99
6.6.3.	Πεταλοειδείς δομές……	101
6.6.4.	Συγκέντρωση κροκαλών σε θύλακες……..	101
6.6.5.	Νερόλακκοι……..……	101
6.6.6.	Ρυτιδώσεις σε αμμώδεις αποθέσεις……...	102
6.6.7.	Επιφάνειες ξηρασίας με πολυγωνικές διαρρήξεις……	103
6.7.	Συμπεράσματα……	104

7.	**Κοκκομετρικό μέγεθος και μορφομετρικά χαρακτηριστικά των υλικών μεταφοράς της κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού**……	**105**
7.1.	Γενικά……	105
7.2.	Χαρακτηριστικά του ιστού των ιζηματογενών αποθέσεων……	105
7.2.1.	Κοκκομετρικό μέγεθος. ……	105
7.2.1.1.	Επιλογή κλίμακας και όρων κοκκομετρικού μεγέθους. ……..	105
7.2.1.2	Προσδιορισμός του κοκκομετρικού μεγέθους……..	106
7.2.2.	Σχήμα κόκκων……	107
7.2.2.1.	Μορφή κόκκων……..	107
7.2.2.2.	Σφαιρικότητα ……	108
7.2.2.3.	Στρογγύλωση……	109
7.3.	Εργασία υπαίθρου……..	110
7.3.1.	Θέσεις δειγματοληψίας και κριτήρια επιλογής των θέσεων……..	110
7.3.2.	Μεθοδολογία δειγματοληψίας……	112
7.3.2.1.	Επιφανειακή δειγματοληψία……...	113
7.3.2.2.	Ογκομετρική υποεπιφανειακή δειγματοληψία…….....	116
7.4.	Εργαστηριακές μέθοδοι……...	122
7.5.	Ανάλυση και περιγραφή των χαρακτηριστικών των επιφανειακών και υποεπιφανειακών κλαστικών ιζημάτων μεταφοράς στους σταθμούς δειγματοληψίας του ποτάμιου ρεύματος……	125
7.5.1	Ανάλυση ιζημάτων του σταθμού δειγματοληψίας Σ1……..	125
7.5.1.1.	Αποτελέσματα ανάλυσης του λιθολογικού χαρακτήρα των κροκαλών της επιφάνειας του σταθμού δειγματοληψίας Σ1…….	126
7.5.1.2.	Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ1……..	127
7.5.1.3.	Αποτελέσματα ανάλυσης της στρογγύλωσης των κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας Σ1…….	128
7.5.1.4.	Αποτελέσματα ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ1…….	129
7.5.1.5.	Αποτελέσματα ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ1……..	130
7.5.1.6.	Αποτελέσματα ανάλυσης των συλλογών ογκομετρικής δειγματοληψίας του σταθμού δειγματοληψίας Σ1……..	133
7.5.1.7.	Συμπεράσματα από την ανάλυση των επιφανειακών και υποεπιφανειακών ιζημάτων μεταφοράς του σταθμού δειγματοληψίας Σ1……..	136
7.5.2.	Ανάλυση ιζημάτων του σταθμού δειγματοληψίας Σ2……..	138
7.5.2.1.	Αποτελέσματα ανάλυσης του λιθολογικού χαρακτήρα των κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας Σ2…… ……..	139
7.5.2.2.	Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ2…….	140
7.5.2.3.	Αποτελέσματα ανάλυσης της στρογγύλωσης των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ2……...	141
7.5.2.4.	Αποτελέσματα ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ2……	141

7.5.2.5.	Αποτελέσματα ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ2……..	142
7.5.2.6.	Αποτελέσματα ανάλυσης της ογκομετρικής δειγματοληψίας του σταθμού Σ2……..	145
7.5.2.7.	Συμπεράσματα από την ανάλυση των επιφανειακών και υποεπιφανειακών ιζημάτων μεταφοράς του σταθμού δειγματοληψίας Σ2……	146
7.5.3.	Ανάλυση ιζημάτων σταθμού δειγματοληψίας Σ3…….	148
7.5.3.1.	Αποτελέσματα ανάλυσης της λιθολογίας των κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας Σ3…….	149
7.5.3.2.	Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου των κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας Σ3…..	150
7.5.3.3.	Αποτελέσματα ανάλυσης της στρογγύλωσης των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ3……..	151
7.5.3.4.	Αποτελέσματα ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ3……	151
7.5.3.5.	Αποτελέσματα ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ3……	152
7.5.3.6.	Αποτελέσματα ανάλυσης της ογκομετρικής δειγματοληψίας του σταθμού Σ3……..	155
7.5.3.7.	Συμπεράσματα από την ανάλυση των επιφανειακών και υποεπιφανειακών ιζημάτων μεταφοράς του σταθμού δειγματοληψίας Σ3……..	157
7.5.4.	Ανάλυση ιζημάτων σταθμού δειγματοληψίας Σ4…….	159
7.5.4.1.	Αποτελέσματα ανάλυσης του λιθολογικού χαρακτήρα των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ4.	160
7.5.4.2.	Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ4……..	161
7.5.4.3.	Αποτελέσματα ανάλυσης της στρογγύλωσης των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ4……..	163
7.5.4.4.	Αποτελέσματα ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ4……..	164
7.5.4.5.	Αποτελέσματα ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ4……..	164
7.5.4.6.	Αποτελέσματα ανάλυσης της ογκομετρικής δειγματοληψίας του σταθμού Σ4……..	169
7.5.4.7.	Συμπεράσματα από την ανάλυση των επιφανειακών και υποεπιφανειακών ιζημάτων μεταφοράς του σταθμού δειγματοληψίας Σ4……	170
7.5.5.	Ανάλυση ιζημάτων σταθμού δειγματοληψίας Σ5……	174
7.5.5.1.	Αποτελέσματα ανάλυσης του λιθολογικού χαρακτήρα των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ5.	175
7.5.5.2.	Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ5…….	177
7.5.5.3.	Αποτελέσματα ανάλυσης της στρογγύλωσης των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ5…….	179
7.5.5.4.	Αποτελέσματα ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ5…….	180
7.5.5.5.	Αποτελέσματα ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ5……..	182
7.5.5.6.	Αποτελέσματα ανάλυσης της ογκομετρικής δειγματοληψίας του σταθμού Σ5……..	187
7.5.5.7.	Συμπεράσματα από την ανάλυση των επιφανειακών και υποεπιφανειακών ιζημάτων μεταφοράς του σταθμού δειγματοληψίας Σ5……	190
7.5.6.	Ανάλυση ιζημάτων σταθμού δειγματοληψίας Σ6……	193
7.5.6.1.	Αποτελέσματα ανάλυσης του λιθολογικού χαρακτήρα των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ6.	194
7.5.6.2.	Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ6……	194
7.5.6.3.	Αποτελέσματα ανάλυσης της στρογγύλωσης των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ6……..	196
7.5.6.4.	Αποτελέσματα ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ6……..	197

7.5.6.5.	Αποτελέσματα ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ6……..	198
7.5.6.6.	Αποτελέσματα ανάλυσης της ογκομετρικής δειγματοληψίας του σταθμού Σ6…….....	201
7.5.6.7.	Συμπεράσματα από την ανάλυση των επιφανειακών και υποεπιφανειακών ιζημάτων μεταφοράς του σταθμού δειγματοληψίας Σ6……	202
7.5.7.	Ανάλυση ιζημάτων σταθμού δειγματοληψίας Σ7…….	206
7.5.7.1.	Αποτελέσματα ανάλυσης του λιθολογικού χαρακτήρα των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ7.	206
7.5.7.2.	Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ7…….	208
7.5.7.3.	Αποτελέσματα ανάλυσης της στρογγύλωσης των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ7……..	209
7.5.7.4.	Αποτελέσματα ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ7……..	210
7.5.7.5.	Αποτελέσματα ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ7……	211
7.5.7.6.	Αποτελέσματα ανάλυσης της ογκομετρικής δειγματοληψίας του σταθμού Σ7……..	215
7.5.7.7.	Συμπεράσματα από την ανάλυση των επιφανειακών και υποεπιφανειακών ιζημάτων μεταφοράς του σταθμού δειγματοληψίας Σ7…….....	216
8.5.8.	Ανάλυση ιζημάτων σταθμού δειγματοληψίας Σ8…….	219
7.5.8.1.	Αποτελέσματα ανάλυσης του λιθολογικού χαρακτήρα των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ8.	220
7.5.8.2.	Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ8…….	220
7.5.8.3.	Αποτελέσματα ανάλυσης της στρογγύλωσης των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ8…….	221
7.5.8.4.	Αποτελέσματα ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ8……	222
7.5.8.5.	Αποτελέσματα ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ8……..	222
7.5.8.6.	Αποτελέσματα ανάλυσης της ογκομετρικής δειγματοληψίας του σταθμού Σ8……..	225
7.5.8.7.	Συμπεράσματα από την ανάλυση των επιφανειακών και υποεπιφανειακών ιζημάτων μεταφοράς του σταθμού δειγματοληψίας Σ8……..	226
7.5.9.	Ανάλυση ιζημάτων σταθμού δειγματοληψίας Σ9…….	229
7.5.9.1.	Αποτελέσματα ανάλυσης του λιθολογικού χαρακτήρα των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ9.	229
7.5.9.2.	Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ9……	231
7.5.9.3.	Αποτελέσματα ανάλυσης της στρογγύλωσης των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ9……	232
7.5.9.4.	Αποτελέσματα ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ9…….	233
7.5.9.5.	Αποτελέσματα ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ9…….	234
7.5.9.6.	Αποτελέσματα ανάλυσης της ογκομετρικής δειγματοληψίας του σταθμού Σ9……	238
7.5.9.7.	Συμπεράσματα από την ανάλυση των επιφανειακών και υποεπιφανειακών ιζημάτων μεταφοράς του σταθμού δειγματοληψίας Σ9……	239
7.5.10.	Ανάλυση ιζημάτων σταθμού δειγματοληψίας Σ10……...	241
7.5.10.1.	Αποτελέσματα ανάλυσης του λιθολογικού χαρακτήρα των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ10	242
7.5.10.2.	Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ10……	244
7.5.10.3.	Αποτελέσματα ανάλυσης της στρογγύλωσης των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ10……	245
7.5.10.4.	Αποτελέσματα ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ10……	246

7.5.10.5. Αποτελέσματα ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ10..... 247
7.5.10.6. Αποτελέσματα ανάλυσης της ογκομετρικής δειγματοληψίας του σταθμού Σ10..... 251
7.5.10.7. Συμπεράσματα από την ανάλυση των επιφανειακών και υποεπιφανειακών ιζημάτων μεταφοράς του σταθμού δειγματοληψίας Σ10..... 253
7.5.11. Ανάλυση ιζημάτων σταθμού δειγματοληψίας Σ11..... 257
7.5.11.1. Αποτελέσματα ανάλυσης του λιθολογικού χαρακτήρα των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ11 257
7.5.11.2. Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ11..... 258
7.5.11.3. Αποτελέσματα ανάλυσης της στρογγύλωσης των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ11..... 258
7.5.11.4. Αποτελέσματα ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ11..... 258
7.5.11.5. Αποτελέσματα ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ11..... 259
7.5.11.6. Αποτελέσματα ανάλυσης της ογκομετρικής δειγματοληψίας του σταθμού Σ11..... 261
7.5.11.7. Συμπεράσματα από την ανάλυση των επιφανειακών και υποεπιφανειακών ιζημάτων μεταφοράς του σταθμού δειγματοληψίας Σ11..... 262
7.5.12. Ανάλυση ιζημάτων σταθμού δειγματοληψίας Σ12..... 263
7.5.12.1. Αποτελέσματα ανάλυσης του λιθολογικού χαρακτήρα των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ12 264
7.5.12.2. Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ12..... 264
7.5.12.3. Αποτελέσματα ανάλυσης της στρογγύλωσης των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ12..... 265
7.5.12.4. Αποτελέσματα ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ12..... 266
7.5.12.5. Αποτελέσματα ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ12..... 266
7.5.12.6. Αποτελέσματα ανάλυσης της ογκομετρικής δειγματοληψίας του σταθμού Σ12..... 268
7.5.12.7. Συμπεράσματα από την ανάλυση των επιφανειακών και υποεπιφανειακών ιζημάτων μεταφοράς του σταθμού δειγματοληψίας Σ12..... 270
7.5.13. Ανάλυση ιζημάτων σταθμού δειγματοληψίας Σ13..... 271
7.5.13.1. Αποτελέσματα ανάλυσης της ογκομετρικής δειγματοληψίας του σταθμού Σ13..... 271
7.5.13.2. Συμπεράσματα από την ανάλυση των ιζημάτων μεταφοράς του σταθμού Σ13..... 272
7.5.14. Ανάλυση ιζημάτων σταθμού δειγματοληψίας Σ14..... 273
7.5.14.1. Αποτελέσματα ανάλυσης της ογκομετρικής δειγματοληψίας του σταθμού Σ14..... 273
7.5.14.2. Συμπεράσματα από την ανάλυση των ιζημάτων μεταφοράς του σταθμού Σ14..... 274
7.5.15. Ανάλυση ιζημάτων σταθμού δειγματοληψίας Σ15..... 274
7.5.15.1. Αποτελέσματα ανάλυσης του λιθολογικού χαρακτήρα των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ15 275
7.5.15.2. Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ15..... 275
7.5.15.3. Αποτελέσματα ανάλυσης της στρογγύλωσης των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ15..... 276
7.5.15.4. Αποτελέσματα ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ15..... 277
7.5.15.5. Αποτελέσματα ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ15..... 278
7.5.15.6. Αποτελέσματα ανάλυσης της ογκομετρικής δειγματοληψίας του σταθμού Σ15..... 281
7.5.15.7. Συμπεράσματα από την ανάλυση των επιφανειακών και υποεπιφανειακών ιζημάτων μεταφοράς του

σταθμού δειγματοληψίας Σ15..... 283
7.6. Σύγκριση του κοκκομετρικού μεγέθους και των μορφομετρικών χαρακτηριστικών των επιφανειακών κλαστικών ιζημάτων κατά μήκος της ενεργής κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού..... 285
7.6.1. Αποτελέσματα ανάλυσης της λιθολογίας των κροκαλών της επιφάνειας της ενεργής κοίτης..... 285
7.6.2. Αποτελέσματα ανάλυσης του μεγέθους των κόκκων της επιφάνειας της ενεργής κοίτης..... 289
7.6.3. Αποτελέσματα ανάλυσης της στρογγύλωσης των κόκκων της επιφάνειας της ενεργής κοίτης..... 292
7.6.4. Αποτελέσματα ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων της επιφάνειας της ενεργής κοίτης..... 293
7.6.5. Αποτελέσματα ανάλυσης του σχήματος των κόκκων της επιφάνειας της ενεργής κοίτης..... 294
7.6.6. Συμπεράσματα από την ανάλυση της λιθολογίας και των ιστολογικών χαρακτηριστικών των επιφανειακών κροκαλών κατά μήκος της ενεργής κοίτης..... 295
7.7. Σύγκριση του κοκκομετρικού μεγέθους και των μορφομετρικών χαρακτηριστικών των επιφανειακών κλαστικών ιζημάτων των συνόλων των συλλογών των σταθμών κατά μήκος της κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού..... 296
7.7.1. Αποτελέσματα ανάλυσης του λιθολογικού χαρακτήρα των επιφανειακών κροκαλών της κοίτης..... 296
7.7.2. Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου των κόκκων της επιφάνειας της κοίτης..... 301
7.7.3. Αποτελέσματα ανάλυσης της στρογγύλωσης των κόκκων της επιφάνειας της κοίτης..... 302
7.7.4. Αποτελέσματα ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων της επιφάνειας της κοίτης..... 304
7.7.5. Αποτελέσματα ανάλυσης του σχήματος των κόκκων της επιφάνειας της κοίτης..... 305
7.7.6. Συμπεράσματα από την ανάλυση της λιθολογίας και των ιστολογικών χαρακτηριστικών των συνόλων των συλλογών των επιφανειακών κροκαλών κατά μήκος της κοίτης..... 306
7.8. Σύγκριση του κοκκομετρικού μεγέθους και των στατιστικών παραμέτρων της κοκκομετρικής ανάλυσης των υποεπιφανειακών κλαστικών ιζημάτων κατά μήκος της κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού..... 307
7.8.1. Σύγκριση του κοκκομετρικού μεγέθους και των στατιστικών παραμέτρων της κοκκομετρικής ανάλυσης των υποεπιφανειακών κλαστικών ιζημάτων κατά μήκος της ενεργής κοίτης..... 307
7.8.1.1. Αποτελέσματα ανάλυσης της διαμέσου των δειγμάτων υποεπιφανειακής δειγματοληψίας κατά μήκος της ενεργής κοίτης..... 308
7.8.1.2. Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου των δειγμάτων υποεπιφανειακής δειγματοληψίας κατά μήκος της ενεργής κοίτης..... 309
7.8.1.3. Αποτελέσματα ανάλυσης της σταθερής απόκλισης, της ασυμμετρίας και της κύρτωσης δειγμάτων υποεπιφανειακής δειγματοληψίας κατά μήκος της ενεργής κοίτης..... 311
7.8.2. Σύγκριση του κοκκομετρικού μεγέθους και των στατιστικών παραμέτρων της κοκκομετρικής ανάλυσης των υποεπιφανειακών κλαστικών ιζημάτων του συνόλου των συλλογών των σταθμών κατά μήκος του ρεύματος..... 315
7.8.2.1. Αποτελέσματα ανάλυσης της διαμέσου του συνόλου των δειγμάτων υποεπιφανειακής δειγματοληψίας κατά μήκος του ποτάμιου ρεύματος..... 315
7.8.2.2. Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου του συνόλου των δειγμάτων υποεπιφανειακής

	δειγματοληψίας κατά μήκος του ποτάμιου ρεύματος……	317
7.8.2.3.	Αποτελέσματα ανάλυσης της σταθερής απόκλισης, της ασυμμετρίας και της κύρτωσης δειγμάτων υποεπιφανειακής δειγματοληψίας κατά μήκος της κοίτης του ρεύματος……	319
7.8.3.	Συμπεράσματα από την ανάλυση των στατιστικών παραμέτρων των δειγμάτων υποεπιφανειακής δειγματοληψίας κατά μήκος της υγρής κοίτης και του συνόλου των δειγμάτων κατά μήκος της κοίτης.	322
7.9.	Παραγοντική ανάλυση……..	323
7.9.1.	Παραγοντική ανάλυση των μεταβλητών των ασβεστολιθικών κόκκων……	324
7.9.2.	Παραγοντική ανάλυση των μεταβλητών των ψαμμιτικών κόκκων……	325
7.9.3.	Παραγοντική ανάλυση των μεταβλητών των κερατολιθικών κόκκων……	326
7.9.4.	Παραγοντική ανάλυση των μεταβλητών των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων…….	327
7.9.5.	Συμπεράσματα παραγοντικής ανάλυσης……..	328
8.	**Μεταβολές της κοίτης του ρεύματος…….**	**345**
8.1.	Μεταβολές της κοίτης του ποτάμιου ρεύματος μετά 1945……..	345
8.1.1.	Μεταβολές του ρεύματος στον άνω ρου του ποταμού……	346
8.1.1.1.	Μεταβολές του ρεύματος στη διαδρομή ΑΒ, μεταξύ γέφυρας Λιλαίας και Άνω Καλυβιών……..	346
8.1.1.2.	Μεταβολές του ρεύματος στη διαδρομή ΒΓ, βόρεια του οικισμού Άνω Καλύβια……..	349
8.1.1.3.	Μεταβολές του εγκιβωτισμένου μαιανδρικού ποτάμιου τμήματος ΓΔ, βόρεια της Αμφίκλειας……	351
8.1.2.	Μεταβολές του μέσου ρου του ποτάμιου ρεύματος…….	351
8.1.2.1.	Μεταβολές στη διαδρομή ΔΕ, μεταξύ της γέφυρας Κάμπου και της γέφυρας Μοδίου……..	351
8.1.2.2.	Μεταβολές στη διαδρομή ΕΖ, μεταξύ της γέφυρας Μοδίου και της Αγίας Παρασκευής……..	354
8.1.2.3.	Μεταβολές στη διαδρομή ΖΗ, μεταξύ της Αγίας Παρασκευής και της γέφυρας Λευκοχωρίου……	357
8.1.2.4.	Μεταβολές στη διαδρομή ΗΘ, μεταξύ της γέφυρας Λευκοχωρίου και της γέφυρας Κουκούλι……	359
8.1.2.5.	Μεταβολές στη διαδρομή ΘΙ, μεταξύ της γέφυρας Κουκούλι και του Σ. Σ. Δαύλειας……	360
8.1.3.	Μεταβολές του κάτω ρου του ποτάμιου ρεύματος……..	360
8.1.3.1.	Μεταβολές στη διαδρομή ΙΚ, μεταξύ του Σ. Σ. Δαύλειας και της συμβολής Μαυρονερίου…….	360
8.1.3.2.	Μεταβολές στη διαδρομή ΚΛ, μεταξύ της συμβολής Μαυρονερίου και του οικισμού Ακόντιο……..	360
8.1.3.3.	Μεταβολές στη διαδρομή ΛΜ, μεταξύ του οικισμού Ακόντιο και του φράγματος ΒΟΟΤ…….	362
8.2.	Εξέλιξη της κοίτης του ποταμού σε επιλεγμένες θέσεις……..	364
8.3.	Συμπεράσματα……..	379
9.	**Ιζηματολογία ολοκαινικών αποθέσεων……**	**383**
9.1.	Υπαίθρια εργασία……..	383
9.1.1.	Γενικά……..	383
9.1.2.	Μεθοδολογία δειγματοληψίας……..	383
9.1.3.	Επιλογή θέσεων δειγματοληψίας……..	385
9.2.	Εργαστηριακές μέθοδοι έρευνας……..	385

9.2.1.	Προετοιμασία των δειγμάτων…….....	385
9.2.2.	Καθορισμός της λιθολογίας και των παραμέτρων της κατανομής των δειγμάτων των πυρήνων, όπως αυτές προέκυψαν από την κοκκομετρική ανάλυση……..	389
9.2.2.1.	Καθορισμός της λιθολογίας και ονοματολογία…….....	389
9.2.2.2.	Καθορισμός των στατιστικών παραμέτρων κατανομής……..	404
9.2.3.	Ανάλυση ανθρακικού ασβεστίου των δειγμάτων των γεωτρήσεων και η σημασία της παρουσίας του.	413
9.2.4.	Ανάλυση και ποσοτικός προσδιορισμός του οργανικού άνθρακα των δειγμάτων των γεωτρήσεων και η σημασία της παρουσίας του…….....	416
9.2.5.	Ορυκτολογική ανάλυση αργιλικού κλάσματος. Ποιοτικός και ημιποσοτικός προσδιορισμός των αργιλικών ορυκτών……..	420
9.2.5.1.	Γενικά…….....	420
9.2.5.2.	Παραγωγή ακτίνων Χ…….....	421
9.2.5.3.	Συνθήκη ανάκλασης των ακτίνων Χ. Νόμος του Bragg……..	421
9.2.5.4.	Προετοιμασία των δειγμάτων…….....	422
9.2.5.5.	Ποιοτικός προσδιορισμός των αργιλικών ορυκτών…….....	423
9.2.5.6.	Ημιποσοτικός προσδιορισμός των αργιλικών ορυκτών……	427
9.2.6.	Προσδιορισμός ρυθμού ιζηματογένεσης…….....	431
9.2.6.1.	Χρονολόγηση δειγμάτων της ευρύτερης περιοχής…….....	431
9.2.6.2.	Χρονολόγηση δείγματος φυτικού λειψάνου της γεώτρησης Γ5……	431
9.2.7.	Προσδιορισμός μικροαπολιθωμάτων…….....	431
9.3.	Περιβάλλοντα απόθεσης των υλικών των ολοκαινικών πεδίων του Βοιωτικού Κηφισού……	433
9.3.1.	Γενικά……..	433
9.3.2.	Χρήση των στατιστικών παραμέτρων……	433
9.3.3.	Χρήση γραφικών παραστάσεων με συνδυασμούς των στατιστικών παραμέτρων……..	435
9.3.3.1.	Διαγράμματα προσδιορισμού ιζημάτων……	435
9.3.3.2.	Διαγράμματα προσδιορισμού του ενεργειακού δυναμικού……	436
9.3.3.3.	Διαγράμματα προσδιορισμού του τρόπου μεταφοράς……	437
9.3.3.4.	Σύγκριση των γεωτρήσεων των λιθοστρωματογραφικών τομών εγκάρσια των κοιλάδων……...	442
9.4.	Περιγραφή και περιβάλλοντα απόθεσης των γεωτρήσεων της τομής ΑΑ΄ (περιοχή Σ. Σ. Λιλαίας)……	443
9.4.1.	Περιγραφή της γεώτρησης Α1……	443
9.4.1.1.	Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (490cm-435cm)……	443
9.4.1.2.	Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης……	443
9.4.1.3.	Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (435cm-66cm)……	447
9.4.1.4.	Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης……	449
9.4.1.5.	Περιγραφή των στρωμάτων της 3ης λιθοφάσης (66cm-0cm) ……	450
9.4.1.6.	Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 3ης λιθοφάσης ……..	451

9.4.2.	Περιγραφή της γεώτρησης Α2	452
9.4.2.1.	Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (570cm-165cm)	452
9.4.2.2.	Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης	456
9.4.2.3.	Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (165cm-0cm)	459
9.4.2.4.	Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης	460
9.4.3.	Περιγραφή της γεώτρησης Α3	461
9.4.3.1.	Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (595cm-385cm)	461
9.4.3.2.	Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης	463
9.4.3.3.	Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (385cm-313cm)	465
9.4.3.4.	Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης	465
9.4.3.5.	Περιγραφή των στρωμάτων της 3ης λιθοφάσης (313cm-132cm)	466
9.4.3.6.	Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 3ης λιθοφάσης	467
9.4.3.7.	Περιγραφή των στρωμάτων της 4ης λιθοφάσης (132cm-0cm)	467
9.4.3.8.	Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 4ης λιθοφάσης	468
9.4.4.	Περιγραφή της γεώτρησης Α4	470
9.4.4.1.	Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της γεώτρησης Α4	472
9.4.5.	Περιγραφή της γεώτρησης Α5	474
9.4.5.1.	Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (503cm-126cm)	474
9.4.5.2.	Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ηςλιθοφάσης	477
9.4.5.3.	Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (126cm-0cm)	478
9.4.5.4.	Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ηςλιθοφάσης	479
9.4.6.	Περιγραφή της γεώτρησης Α6	480
9.4.6.1.	Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της γεώτρησης Α6	483
9.4.7.	Περιγραφή της γεώτρησης Α7	485
9.4.7.1.	Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της γεώτρησης Α7	487
9.4.8.	Σύγκριση αποτελεσμάτων περιβαλλόντων απόθεσης της τομής ΑΑ΄	489
9.5.	Περιγραφή και περιβάλλοντα απόθεσης των γεωτρήσεων της τομής ΒΒ΄ (περιοχή Παλαιοθηβών)	490
9.5.1.	Περιγραφή της γεώτρησης Β1	490
9.5.1.1.	Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (494cm-430cm)	490
9.5.1.2.	Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης	490
9.5.1.3.	Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (430cm-285cm)	492
9.5.1.4.	Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης	493
9.5.1.5.	Περιγραφή των στρωμάτων της 3ης λιθοφάσης (285cm-127cm)	493
9.5.1.6.	Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 3ης λιθοφάσης	494
9.5.1.7.	Περιγραφή των στρωμάτων της 4ης λιθοφάσης (127cm-0cm)	494
9.5.1.8.	Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 4ης λιθοφάσης	495

9.5.2. Περιγραφή της γεώτρησης Β2…… 495
9.5.2.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (503cm-335cm) …… 495
9.5.2.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης…….. 497
9.5.2.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (335cm-0cm) …… 497
9.5.2.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης……... 500
9.5.3. Περιγραφή της γεώτρησης Β3…… 501
9.5.3.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (530cm-478cm) …… 501
9.5.3.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης…… 501
9.5.3.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (478cm-85cm) …….. 503
9.5.3.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης…… 504
9.5.3.5. Περιγραφή των στρωμάτων της 3ης λιθοφάσης (85cm-0cm) ……... 504
9.5.3.6. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 3ης λιθοφάσης…… 505
9.5.4. Περιγραφή της γεώτρησης Β4…… 507
9.5.4.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (234cm-148cm) …… 507
9.5.4.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης…….. 507
9.5.4.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (148cm-0cm) …… 508
9.5.4.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης……... 510
9.5.5. Περιγραφή της γεώτρησης Β5…… 512
9.5.5.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (220cm-144cm) …… 512
9.5.5.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης…….. 512
9.5.5.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (144cm-0cm) …… 512
9.5.5.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης……... 515
9.5.6. Περιγραφή της γεώτρησης Β6…… 516
9.5.6.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (415cm-50cm) …… 516
9.5.6.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης…… 518
9.5.6.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (50cm-0cm) …….. 520
9.5.6.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης……... 520
9.5.7. Περιγραφή της γεώτρησης Β1΄…… 521
9.5.8. Περιγραφή της γεώτρησης Β2΄…… 522
9.5.9. Περιγραφή της γεώτρησης Β6΄…… 523
9.5.10. Σύγκριση αποτελεσμάτων περιβαλλόντων απόθεσης της τομής ΒΒ΄…… 525
9.6. Περιγραφή και περιβάλλοντα απόθεσης των γεωτρήσεων της τομής ΓΓ΄ (περιοχή Χαιρώνειας)……. 526
9.6.1. Περιγραφή της γεώτρησης Γ1…….. 526
9.6.1.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (500cm-310cm) …….. 526
9.6.1.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης…….. 528
9.6.1.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (310cm-192cm) …… 530

9.6.1.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης..... 531
9.6.1.5. Περιγραφή των στρωμάτων της 3ης λιθοφάσης (192cm-0cm) 531
9.6.1.6. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 3ης λιθοφάσης..... 532
9.6.2. Περιγραφή της γεώτρησης Γ1΄..... 532
9.6.3. Περιγραφή της γεώτρησης Γ2..... 535
9.6.3.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (340cm-280cm) 535
9.6.3.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης..... 535
9.6.3.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (280cm-173cm) 538
9.6.3.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης..... 538
9.6.3.5. Περιγραφή των στρωμάτων της 3ης λιθοφάσης (173cm-0cm) 538
9.6.3.6. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 3ης λιθοφάσης..... 539
9.6.4. Περιγραφή της γεώτρησης Γ2΄..... 540
9.6.5. Περιγραφή της γεώτρησης Γ3..... 541
9.6.5.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (480cm-272cm) 541
9.6.5.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης..... 541
9.6.5.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (272cm-170cm) 544
9.6.5.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης..... 544
9.6.5.5. Περιγραφή των στρωμάτων της 3ης λιθοφάσης (170cm-0cm) 545
9.6.5.6. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 3ης λιθοφάσης..... 545
9.6.6. Περιγραφή της γεώτρησης Γ3΄..... 546
9.6.7. Περιγραφή της γεώτρησης Γ4..... 547
9.6.7.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (450cm-430cm) 547
9.6.7.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης..... 547
9.6.7.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (430cm-320cm) 547
9.6.7.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης..... 549
9.6.7.5. Περιγραφή των στρωμάτων της 3ης λιθοφάσης (320cm-193cm) 549
9.6.7.6. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 3ης λιθοφάσης..... 550
9.6.7.7. Περιγραφή των στρωμάτων της 4ης λιθοφάσης (193cm-0cm) 550
9.6.7.8. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 4ης λιθοφάσης..... 551
9.6.8. Περιγραφή της γεώτρησης Γ4΄..... 552
9.6.9. Περιγραφή της γεώτρησης Γ5..... 553
9.6.9.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (625cm-545cm) 553
9.6.9.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης..... 556
9.6.9.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (545cm-466cm) 557
9.6.9.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης..... 558
9.6.9.5. Περιγραφή των στρωμάτων της 3ης λιθοφάσης (466cm-122cm) 558

9.6.9.6. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 3ης λιθοφάσης..... 559
9.6.9.7. Περιγραφή των στρωμάτων της 4ης λιθοφάσης (122cm-0cm) 559
9.6.9.8. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 4ης λιθοφάσης..... 560
9. 6.10. Περιγραφή της γεώτρησης Γ6..... 561
9.6.10.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (478m-262cm) 561
9.6.10.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης..... 561
9.6.10.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (262m-0cm) 563
9.6.10.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης..... 565
9.6.11. Περιγραφή της γεώτρησης Γ6΄..... 565
9.6.12. Περιγραφή της γεώτρησης Γ7..... 568
9.6.12.1. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης..... 568
9.6.13. Περιγραφή της γεώτρησης Γ7΄..... 570
9.6.14. Περιγραφή της γεώτρησης Γ8..... 571
9.6.14.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (270cm-117cm) 571
9.6.14.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης..... 572
9.6.14.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (117cm-0cm) 574
9.6.14.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης..... 574
9.6.15. Περιγραφή της γεώτρησης Γ8΄..... 575
9.6.16. Περιγραφή της γεώτρησης Γ9..... 577
9.6.16.1. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της γεώτρησης Γ9..... 579
9.6.17. Περιγραφή της γεώτρησης Γ9΄..... 580
9.6.18. Περιγραφή της γεώτρησης Γ10..... 581
9.6.18.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (446cm-305cm) 581
9.6.18.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης..... 581
9.6.18.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (305cm-0cm) 583
9.6.18.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης..... 584
9.6.19. Περιγραφή της γεώτρησης Γ11..... 585
9.6.19.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (580cm-464cm) 585
9.6.19.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης..... 585
9.6.19.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (464cm-395cm) 585
9.6.19.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης..... 587
9.6.19.5. Περιγραφή των στρωμάτων της 3ης λιθοφάσης (395cm-0cm) 588
9.6.19.6. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 3ης λιθοφάσης..... 590
9.6.20. Σύγκριση αποτελεσμάτων των περιβαλλόντων απόθεσης της τομής ΓΓ΄..... 590
9.7. Συμπεράσματα..... 593

10. Εξέλιξη της κοίτης του ποτάμιου ρεύματος στη διάρκεια του χρόνου…… 595
10.1. Εισαγωγή…… 595
10.2. Εξέλιξη της κοίτης του ποτάμιου ρεύματος από την Παλαιολιθική Εποχή μέχρι το 1945…….. 595
10.3. Γεωαρχαιολογικά δεδομένα της περιοχής έρευνας…… 601
10.3.1. Ευρήματα στην τομή ΑΑ΄…… 601
10.3.2. Ευρήματα στην τομή ΒΒ΄…… 601
10.3.3. Ευρήματα στην τομή ΓΓ΄…….. 603
10.4. Συμπεράσματα…….. 604

11. Συμπεράσματα…… 607

12. Synopsis..... 615

13. Βιβλιογραφία…… 621

Πρόλογος

Η ανάθεση της παρούσας διδακτορικής διατριβής με θέμα «Ολοκαινικά Περιβάλλοντα απόθεσης και η Σύγχρονη Ιζηματολογία του Βοιωτικού Κηφισού Ποταμού», έγινε μετά από απόφαση της Γενικής Συνέλευσης με Ειδική Σύνθεση του Τμήματος Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Πατρών στις 08.02.2001, και η παρουσίαση της πραγματοποιήθηκε ενώπιον επταμελούς εξεταστικής επιτροπής και κοινού στις 10.11.2006.

Στην εργασία αυτή επιδιώκεται η ποιοτική και ποσοτική περιγραφή των ιστολογικών χαρακτήρων των σύγχρο-νων ποτάμιων ιζημάτων της αύλακας ροής του Κηφισού ποταμού, η εξέταση των μεταβολών των ιστολογικών αυτών χαρακτήρων κατά μήκος της κοίτης του ποταμού και τα αίτια που τις προκαλούν, η χαρτογράφηση και η μελέτη των δομών της μεσοκλίμακας και οι αλλαγές που υφίστανται αυτές, η μελέτη της μετανάστευσης της κοί-της, σε επί μέρους τμήματά της, τα τελευταία 60 χρόνια και τα αίτια που την προκάλεσαν και η περιγραφή και η ερμηνεία της εξέλιξης των περιβαλλόντων απόθεσης των ιζημάτων της λεκάνης κατάκλισης στην ύστερη ολο-καινική εποχή και η προσπάθεια καθορισμού των θέσεων μετανάστευσης της κοίτης στην περίοδο αυτή. Σκοπός της έρευνας είναι η εφαρμογή των αποτελεσμάτων της στην αγροτική οικονομία, στην αρχαιολογική έρευνα, στον τομέα προστασίας του περιβάλλοντος, στη χωροταξία και στην πολιτική αποφυγής φυσικών καταστροφών, στην υδρογεωλογία, στην ανάπτυξη των σύγχρονων οικισμών και στον προσδιορισμό θέσεων απόληψης υλικών από κατάλληλα σημεία της κοίτης, ώστε να αποφεύγονται ανεπιθύμητες αλλαγές της πορείας του ποταμού ή αντίθετα να επιτυγχάνονται επιθυμητές μεταβολές προς ορισμένες κατευθύνσεις.

Για την ανάθεση του θέματος της διατριβής αυτής ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα την εργασία αυτή Καθηγητή και Διευθυντή του Εργαστηρίου Ιζηματολογίας του Τμήματος Γεωλογίας κ. Νικόλαο Κοντόπουλο. Οφείλω να τον ευχαριστήσω για την αμέριστη συμπαράσταση, το ενδιαφέρον και την ηθική στήριξη που μου προσέφερε, για την καθοδήγηση και τις χρήσιμες υποδείξεις του κατά τη διάρκεια της υπαίθριας εργασίας, των εργαστηριακών αναλύσεων, της συγκέντρωσης της βιβλιογραφίας, της συγγραφής της παρούσας διατριβής και τη βοήθειά του στην επίλυση των προβλημάτων που κατά καιρούς ανέκυπταν, αλλά κυρίως για την εμπιστοσύνη με την οποία με περιέβαλλε καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Ευχαριστώ τον κ. Σωτήριο Βαρνάβα, Καθηγητή Γεωχημείας, μέλος της τριμελούς Επιτροπής και Διευθυντή Μεταπτυχιακών Σπουδών του Τμήματος Γεωλογίας, για τις χρήσιμες και εύστοχες υποδείξεις του στη διαμόρφωση του τελικού κειμένου, ειδικά στα θέματα σύγκρισης της περιοδικότητας των στατιστικών παρα-

μέτρων και των αναλύσεων του ανθρακικού ασβεστίου και του οργανικού άνθρακα και για τους τόσο εποικοδομητικούς διαλόγους που είχαμε σε θέματα τόσο της συγκεκριμένης μελέτης, όσο και της φιλοσοφίας της Επιστήμης γενικότερα.

Ευχαριστώ επίσης τον Αναπληρωτή Καθηγητή Ιζηματολογίας του Τμήματος Γεωλογίας, μέλος επίσης της τριμελούς επιτροπής και Κοσμήτορα της Σχολής Θετικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Πατρών κ. Αβραάμ Ζεληλίδη, για την επιστημονική και υλικοτεχνική υποστήριξη, που μου παρείχε κατά τη διάρκεια των εργαστηριακών αναλύσεων, για τη βοήθεια που μου προσέφερε στην επίλυση απορίων που δημιουργούνταν και στη συγκέντρωση της βιβλιογραφίας, για τις χρήσιμες και εύστοχες υποδείξεις του στη συγγραφή του κειμένου και κυρίως στη γεωλογική ερμηνεία των αποτελεσμάτων της γεωφυσικής έρευνας αλλά πρωτίστως για την ηθική στήριξη που μου προσέφερε.

Αισθάνομαι μεγάλη υποχρέωση, να ευχαριστήσω για τις θετικές τους κριτικές προς το έργο μου, τα υπόλοιπα μέλη της επταμελούς εξεταστικής επιτροπής:
Τον Καθηγητή Γεωφυσικής του Τμήματος Γεωλογίας και Διευθυντή του Τομέα Εφαρμοσμένης Γεωλογίας κ. Σταύρο Παπαμαρινόπουλο, για τις επωφελείς του επισημάνσεις, κυρίως αυτές, που αφορούν τη Γεωφυσική έρευνα και τα ιστορικά-αρχαιολογικά στοιχεία, που χρησιμοποιήθηκαν στις μεταβολές του ποτάμιου ρεύματος.
Την Καθηγήτρια Ορυκτολογίας του Τμήματος Γεωλογίας κ. Παναγιώτα Τσώλη-Καταγά για τις πολύ χρήσιμες παρατηρήσεις και υποδείξεις της στα θέματα ανάλυσης του αργιλικού κλάσματος, για τη βοήθειά της στην εξαγωγή συμπερασμάτων των αναλύσεων αυτών και για την έκφραση κρίσεων για τη γενικότερη δομή και χρησιμότητα της εργασίας αυτής.
Τον Καθηγητή Γεωλογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών κ. Ανδρέα Παυλόπουλο για τις εύστοχες παρατηρήσεις και επισημάνσεις του στα θέματα Γεωμορφολογίας, Ιζηματογενών δομών του ποτάμιου ρεύματος και Περιβαλλόντων Απόθεσης των Ιζημάτων της περιοχής έρευνας.
Τον Επίκουρο Καθηγητή Γεωλογίας του Τμήματος Γεωλογίας κ. Γεώργιο Παπαθεοδώρου για τη χρήσιμη παρέμβασή του στο θέμα της Παραγοντικής Ανάλυσης, για τις εύστοχες και χρήσιμες παρατηρήσεις του στη Στατιστική Ανάλυση γενικότερα.

Τις ευχαριστίες μου επίσης εκφράζω σε όλους εκείνους τους ανθρώπους, που χωρίς τη βοήθειά τους θα ήταν αδύνατη η συγκέντρωση του απαραίτητου υλικού ώστε να διεκπεραιωθεί η διατριβή αυτή και συγκεκριμένα:
Την κ. Έλενα Κουντούρη, προϊσταμένη της Εφορείας Προϊστορικών Αρχαιοτήτων Θηβών και την αρχαιολόγο κ. Ελένη Ζιαζιά, για τα στοιχεία που μου παρείχαν και αφορούσαν την περιοχή ενδιαφέροντος.

Τον διευθυντή της Ν. Α. Βοιωτίας κ. Τριαντάφυλλο Μελετίου, τον γεωπόνο της Ν. Α. Βοιωτίας κ. Μάρκο Τσαμπά, τον δήμαρχο Χαιρώνειας κ. Νικόλαο Παπαγγελή και την υπάλληλο του Δήμου Χαιρώνειας κ. Αμαλία Καραμπόγια, την διευθύντρια της Κτηματικής Υπηρεσίας Λιβαδειάς κ. Έφη Σακελλαρίου-Φράγκου και τον υπάλληλο του δήμου Αμφίκλειας κ. Αθανάσιο Φαρδέλα για τη βοήθειά τους, στη συγκέντρωση μελετών, που αφορούν την περιοχή έρευνας, τοπογραφικών χαρτών, ορθοφωτοχαρτών, χαρτών αναδασμού, χαρτών διέλευσης του υπόγειου αγωγού φυσικού αερίου και καυσίμων, τοπογραφικών διαγραμμάτων διαμόρφωσης της κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού και πληροφοριών, σχετικών με τις πλημμύρες του ποταμού.

Για την πραγματοποίηση και ολοκλήρωση των εργασιών υπαίθρου ευχαριστώ όσους συνεργάστηκαν μαζί μου και συγκεκριμένα:
Τα παιδιά μου Πάνο και Δημήτρη Καρκάνα, φοιτητές του Πανεπιστημίου Πατρών για τη συμβολή τους στην επιφανειακή συλλογή κροκαλών, στην ογκομετρική δειγματοληψία στην πραγματοποίηση των γεωφυσικών διασκοπήσεων και στη χαρτογράφηση των σταθμών δειγματοληψίας.
Τους φίλους μου Κώστα Σκουρογιάννη και Άννα Κωτσαδάμ, για την προσφορά τους στην επιφανειακή δειγματοληψία κόκκων και στη χαρτογράφηση των σταθμών δειγματοληψίας.
Τους φίλους μου Γιάννη Μακρή και Παναγιώτη Ιωάννου και τον εξάδελφό μου Δημήτρη Τόγια για την μεγάλη προσπάθεια που κατέβαλλαν στην ογκομετρική δειγματοληψία και στη διεκπεραίωση των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων και για τα αυτοκίνητα και τους χώρους, που διέθεσαν, για την μεταφορά και αποθήκευση των πυρήνων και του γεωτρυπάνου.
Τα μέλη του Ελληνικού Χιονοδρομικού Ορειβατικού Συλλόγου Λιβαδειάς Παναγιώτη Κούσουλα και Γιάννη Καράμπελα για την καθοδήγησή τους στον εντοπισμό γεωμοφολογικών στοιχείων στους ορεινούς όγκους της περιοχής έρευνας.

Για τις ανάγκες της δειγματοληψίας κρίθηκε απαραίτητη η χρήση οργάνων και εργαλείων, πλην των ήδη υπαρχόντων στο εργαστήριο, η κατασκευή των οποίων πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια, που προσέφεραν ευγενικά οι παρακάτω τεχνίτες και κατασκευαστές, τους οποίους ευχαριστώ θερμά:
Τον κατασκευαστή μεταλλικών κατασκευών και φίλο Τριαντάφυλλο Καγιά για τη βοήθεια, που προσέφερε στη μετατροπή του δειγματοληπτικού γεωτρυπάνου, ώστε να είναι δυνατή η λήψη αδιατάρακτων πυρήνων, στην κατασκευή του μεριστήρα υλικού της ογκομετρικής δειγματοληψίας, καθώς επίσης και για την επί μακρό χρονικό διάστημα παραχώρηση τμήματος του μηχανουργείου του, για τη συντήρηση του γεωτρυπάνου και των στελεχών του.
Τους τεχνίτες και φίλους Ιωσήφ Κωνσταντινίδη και Ηλία Καλομοίρη για την προσφορά τους στην κατασκευή τελάρων επιφανειακής δειγματοληψίας και κοσκίνων μεγάλης διαμέτρου για την ογκομετρική δειγματοληψία.

Τον τεχνίτη ξυλοκατασκευών και φίλο Γιάννη Καλομοίρη για τη βοήθειά του στην κατασκευή του κροκαλομέτρου.
Τον φίλο Κώστα Σακελλαρίου για τη φωτογράφηση από αέρος, με τη χρήση μηχανοκίνητου αλεξιπτώτου, των σταθμών δειγματοληψίας.
Τον φωτογράφο και φίλο Δημήτρη Ματσώτα για την ευγενική του προσφορά στη φωτογράφιση των οργάνων και των ευρημάτων των πυρήνων.

Κατά τη διάρκεια πραγματοποίησης των εργαστηριακών αναλύσεων, της επεξεργασίας των δεδομένων των αναλύσεων, της κατασκευής χαρτών και της συγγραφής της εργασίας, χρειάστηκε συχνά η βοήθεια, η ανταλλαγή απόψεων και η συμπαράσταση των παρακάτω συναδέλφων, τους οποίους επίσης ευχαριστώ θερμά, περισσότερο για τον πολύτιμο χρόνο, που δαπάνησαν για τις ανησυχίες και τους προβληματισμούς μου:
Το συνάδελφο γεωλόγο Μιχάλη Παγώνα για τη βοήθειά του σε θέματα, που αφορούσαν τη χρήση Η/Υ και ιδιαίτερα στην κατασκευή του γεωλογικού χάρτη, του υδρογραφικού δικτύου και των σταθμών δειγματοληψίας.
Το συνάδελφο διδάκτορα γεωλόγο Γιάννη Ηλιόπουλο, για τη βοήθεια που προσέφερε στην ακτινοσκόπηση αργιλικών ορυκτών με το περιθλασίμετρο του Τομέα Ορυκτολογίας.
Τον Τοπογράφο Μηχανικό Γιώργο Κερασιά, για τη βοήθειά του στην επεξεργασία των αεροφωτογραφιών και στην κατασκευή των λιθοστρωματογραφικών στηλών.
Τους συναδέλφους, διδάκτορες γεωλόγους Παύλο Αβραμίδη και Κοσμά Γκέτσο, τους συναδέλφους γεωλόγους Όλγα Παναγιωτακοπούλου, Γιάννη Τσόδουλο και Χριστίνα Γαλούση και τον αρχαιολόγο Ασημάκη Κούτσιο με τους οποίους βρισκόμουν σε διαρκή επαφή και η ανταλλαγή απόψεων μαζί τους, συνέβαλλε στην επίλυση προβλημάτων που κατά διαστήματα ανέκυπταν.
Τέλος οφείλω να ευχαριστήσω τη σύζυγό μου Βασιλική Χρηστίδη για την υπομονή της καθ' όλη τη διάρκεια των ετών που απαιτήθηκαν για την ολοκλήρωση της διατριβής αυτής και να ζητήσω συγγνώμη από την κόρη μου Μαρία - Νεφέλη για το χρόνο που της στέρησα, ενώ ήταν δικαιωματικά δικός της.

1. Εισαγωγή.

1.1. Γεωγραφική θέση, έκταση και όρια της περιοχής μελέτης.

Ο Βοιωτικός (ή/και Φωκικός) Κηφισός ποταμός έχει σχεδόν σε όλο το μήκος του μόνιμη ροή και είναι ο κύριος ρευματικός κλάδος και αποδέκτης των επιφανειακών υδάτων της ομώνυμης υδρογεωλογικής λεκάνης. Κάνοντας μια διαδρομή συνολικού μήκους 102km, με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, μέσα από τις λεκάνες Γραβιάς-Μπράλου-Αμφίκλειας, Τιθορέας-Ελάτειας και Δαύλειας-Χαιρώνειας, διασχίζει σήμερα μέσω τεχνητών διωρύγων την αποξηρανθείσα λίμνη της Κωπαΐδας και εκβάλλει, μέσω της σήραγγας Καρδίτσας της περιοχής Ακραιφνίας, στη λίμνη Υλίκη.

Η περιοχή μελέτης περιλαμβάνει τα πεδία Γραβιάς-Μπράλου-Αμφίκλειας, Τιθορέας-Ελάτειας και Δαύλειας-Χαιρώνειας και συγκεκριμένα από τη θέση του Σ. Σ. Λιλαίας, όπου ο Βοιωτικός Κηφισός εμφανίζεται ως ένας ενιαίος κλάδος μετά τη συμβολή των παραποτάμων του άνω ρου, μέχρι την περιοχή των φυσικών του εκβολών στη θέση του φράγματος αναρρύθμισης ΒΟΟΤ Ορχομενού, στο δυτικό άκρο του Κωπαϊδικού πεδίου. Καταλαμβάνει το κεντρικό τμήμα της Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας (σχ. 1.1) και υπάγεται διοικητικά στους νομούς Φθιώτιδας, Φωκίδας και Βοιωτίας.

Οριοθετείται δυτικά από τα όρη Γκιώνα (2.510m) και Οίτη (2.152m), νοτιοδυτικά και νότια από τα όρη Παρνασσός (2.457m) και Ελικώνας (1.747m), νοτιοανατολικά από το όρος Θούριο (511m), βόρεια και βορειοανατολικά από το όρος Καλλίδρομο (1.402m) και Σφίγγειο (842m) και ανατολικά από τα όρη Χλωμό (1.081m), Υφάντειο (544m) και Ακόντιο (441m). Η περιοχή αυτή βρίσκεται μεταξύ των μεσημβρινών 22^0 30΄ και 22^0 58΄ανατολικά του Greenwich και των παραλλήλων 38^0 28΄ και 38^0 46΄ βορείου πλάτους, ενώ τα πιο απομακρυσμένα σημεία του τμήματος του ποταμού που μελετήθηκε χαρακτηρίζονται ανάντη από τις συντεταγμένες 38^0 40΄ 4΄΄ 51,89 βόρεια και 22^0 32΄ 55΄΄ 16,13 ανατολικά και κατάντη από τις συντεταγμένες 38^0 29΄ 21΄΄ 4,87 βόρεια και 22^0 57΄ 34΄΄ 24,52 ανατολικά, καλύπτεται δε χαρτογραφικά από τα φύλλα γεωλογικών χαρτών του Ι.Γ.Μ.Ε. σε κλίμακα 1:50.000, Άμφισσα, Αμφίκλεια, Ελάτεια, Δελφοί, Αταλάντη και Λιβαδειά. Η συνολική έκταση, που περικλείεται από την υδροκριτική γραμμή της ερευνώμενης περιοχής, έχει έκταση περίπου 1.158 km^2.

Από γεωλογική άποψη η περιοχή μελέτης βρίσκεται μεταξύ των γεωτεκτονικών ζωνών Ανατολικής Ελλάδας (Υποπελαγονική) και Παρνασσού-Γκιώνας, πάνω στην οποία είναι επωθημένη η πρώτη, ενώ παρεμβάλλονται και πετρώματα της ενότητας Βοιωτίας. Περιλαμβάνει ασβεστόλιθους, κερατόλιθους, σχηματισμούς του φλύσχη και της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης, ηφαιστίτες και σύγχρονα ιζήματα.

1.2. Σκοπός και στόχος της μελέτης.

Η λεκάνη απορροής του Βοιωτικού Κηφισού είναι η μεγαλύτερη υδρολογική λεκάνη της Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας αλλά και η σημαντικότερη από οικονομικής πλευράς. Με τη διαχείριση των επιφανειακών και


ΠΑΓΑΣΗΤΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ
ΔΙΑΥΛΟΣ ΤΡΙΚΕΡΙΟΥ
Ν. ΣΚΙΑΘΟΣ
ΒΟΡΕΙΟΣ ΕΥΒΟΪΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ
ΟΡΙΝΘΙΑΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ
Ν. ΦΘΙΩΤΙΔΟΣ
Ν. ΒΟΙΩΤΙΑΣ
Ν. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ
Ν. ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ
Ν. ΑΤΤΙΚΗΣ
Ν. ΦΩΚΙΔΟΣ
Ν. ΑΧΑΪΑΣ
Ν. ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ
ΛΑΜΙΑ
ΘΗΒΑΙ
ΛΕΒΑΔΕΙΑ
Αταλάντη
Χαλκίδα
Καρπενήσι
Άμφισσα
Δελφοί
Ιτέα
Ρίο
Αντίρριο
Πάτρα
Αίγιο
Ακράτα
Ξυλόκαστρον
Κόρινθος
Λουτράκι
Αλεποχώρι
Θήβα
Λιβαδειά
Χαλκίδα
Αγία Μαρίνα
Αχλάδιον
Στυλίς
Μώλος
Καμένα Βούρλα
Αγία Παρασκευή
Μόδιον
Ελάτεια
Αμφίκλεια
Λίλαια
Παρνασσός Όρος
Γκιώνα Όρος
Ελικώνας Όρος
Πτελεός
Αγία Κυριακή
Σούρπη
Αμαλιάπολις
Άλμυρος
Μικρόδηβαι
Μαυρόλοφος
Νέον Μοναστήριον
Σοφιάδα
Καστρίον
Υπάτη
Κωσταλέξης
Καστράκι
Κωφοί
Κοκκωταί
Γερακοβούνιον
Όρος
Παλαιοκερασέα
Πελασγία
Γλύφα
Καραβόμυλος
Καστανιώτισσα
Αίδηψός
Λιχάς
Γιάλτρα
Λουτρά Αιδηψού
Κάτω Ηλιο
Τελέδειον Όρος
Μαρούλιον
Δρυμώνα
Ιστιαία
Ορεοί
Μανοκαρυά
Κανατάδικα
Αγιος Κωνσταντίνος
Αρκίτσα
Χρόνια
Λίμνη
Μύλοι
Παλαιοχώριον
Λιβανάται
Αγνάντη
Καλλιτόδιον
Τραγάνα
Μαλεσίνα
Μαρτίνον
Λάρυμνα
Λούτσιον
Πύργος
Κάστρον
Κόκκινον
Στροβίκιον
Κάτω Υλίκη
Αβαις
Θούριον
Δαύλεια
Αράχοβα
Δελφοί
Βουνίχωρα
Δεσφίνα
Γαλαξίδιον
Ερατεινή
Αντίκυρα
Κυριάκιον
Άγιος Γεώργιος
Κορώνεια
Πέτρα
Άλιαρτος
Ευαγγελίστρια
Μαυρομμάτιον
Βάγια
Λεαντάριον
Κούκουρα
Ρεβυθαίικα
Πρόδρομος
Δόμβρενα
Λεύκτρα
Μελισσοχώριον
Ξηρονομή
Πλαταιαί
Ερυθραί
Καλαμάκιον
Άλυκή
Δομβρένης
Κιθαιρών Όρος
Αιγόσθενα
Βίλια
Πατέρας Όρος
Κάτω Αλεποχώριον
Αγία Σωτήρα
Περαχώρα
Πλαία Γεράνεια Όρη
Κάτω Διμηνιόν
Άκ. Μελαγκάβι
Ζευγενόν
Ρέβιον
Καρυά
Χαλκιάνικα
Σελιάνα
Βαλιμή
Πύργος
Εδρασίνα
Καμάριον
Λουζαΐκα
Λυκοπριά
Στόμιον
Ροδέα
Πεταλόν
Κράθιον
Παραλία
Τράπεζα
Πορσίτσης
Άκ. Ακράτα
Άκ. Ψαρομήτα
Άκ. Ανδρομάχη
Άκ. Άγ. Παγκάλος
Άκ. Άγια
Άκ. Τράκιλα
Άκ. Πούντα
Άκ. Θεολόγος
Άκ. Σταυρός
Άκ. Χιλιομίλι
Άκ. Σέπια
Προμύριον
Μηλίνα
Πλατανιά
Κουκουλαίικα
Κοτταί
Πηγάδιον
Αγιτροδότανον
Άκ. Τριπιά
Ν. ΠΥΘΙΟΝ
Ν. ΠΑΛΑΙΟΝ ΤΡΙΚΕΡΙΟΝ
Ν. ΑΛΑΤΑΣ
Ν. ΑΤΑΛΑΝΤΗ
Ν. ΓΑΪΔΑΡΟΣ
Ν. ΜΟΝΟΛΙΑ
Ν. ΤΕΑΡΟΥΣΙ
Ν. ΔΑΣΚΑΛΕΙΟ
Ν. ΒΡΟΜΑ
Ν. ΦΩΡΝΙΑΣ ΜΑΚΡΟΝΗΣΟΙ
Ν. ΔΑΚΣΑΛΕΙΟ
ΓΛΑΡΟΝΗΣΙΑ
Ν. ΖΟΟΔΟΧΟΣ ΠΗΓΗ
Κάτω Διμηνιόν
Κανάλι Ευβοϊκού
Διαύλος Κηπιάδος
Διαύλος Βαθύ
Διαύλος Χαλκίδος
Διαύλος Αλμυρού
Διαύλος Χαρέων
Διαύλος Ευρίπου
Διαύλος Αυλίδος
Διαύλος Κάλαμος
Διαύλος Κάλαμος
Διαύλος Κάλαμ

υπόγειων υδάτων της (υδρογεωτρήσεις, υδατοφράγματα, αρδευτικά κανάλια, αγωγοί μεταφοράς νερού, υπόγεια δίκτυα), αρδεύονται περί τα 300.000 στρέμματα και τροφοδοτείται η λίμνη Υλίκη, που αποτελεί δεξαμενή μετάγγισης πόσιμου νερού προς την Αθήνα, στα νότια δε και δυτικά περιθώριά της υπάρχουν τα μεγαλύτερα κοιτάσματα βωξίτη της χώρας. Επί πλέον, στις παρυφές των ολοκαινικών της πεδίων και στις όχθες του ποταμού υπάρχουν σημαντικά ευρήματα, που αποδεικνύουν την ύπαρξη όλων σχεδόν των πολιτισμών που αναπτύχθηκαν στον Ελλαδικό χώρο από την παλαιολιθική εποχή μέχρι σήμερα και προκαλούν το ενδιαφέρον της αρχαιολογικής έρευνας.

Εξ αιτίας του οικονομικού ενδιαφέροντος αλλά και του καθαρά επιστημονικού, λόγω της επώθησης της ζώνης Ανατολικής Ελλάδας πάνω στο ύβωμα Παρνασσού-Γκιώνας και της αποδοχής ύπαρξης της Βοιωτικής Ζώνης τα τελευταία χρόνια, η λεκάνη αυτή αλλά και η ευρύτερη περιοχή έχει αποτελέσει αντικείμενο μελέτης πολλών Ελλήνων και ξένων ερευνητών, κυρίως στους τομείς της Κοιτασματολογίας, Στρωματογραφίας, Τεκτονικής και Υδρογεωλογίας. Οι πληροφορίες όμως, που είναι διαθέσιμες σε θέματα περιβαλλόντων απόθεσης των ποτάμιων ιζημάτων είναι λιγοστές, όπως λιγοστές, εμπειρικές και ανεπαρκείς είναι οι διαθέσιμες πληροφορίες που είναι απαραίτητες για τη χάραξη στρατηγικών και προτεραιοτήτων σε θέματα προστασίας των οικοσυστημάτων, τα οποία έχουν μεγάλη οικολογική αξία για την περιοχή έρευνας αλλά και δευτερευόντως οικονομική (αλιεία και τουρισμός).

Η παρούσα μελέτη έχει σκοπό να συμβάλλει στην έρευνα των μετατοπίσεων της κοίτης του Κηφισού ποταμού στο παρελθόν και στο πρόσφατο παρόν, στην Ιζηματολογία των σύγχρονων αποθέσεων της ενεργής κοίτης και στον προσδιορισμό των περιβαλλόντων απόθεσης κατά τη διάρκεια του Ολοκαίνου.

Ειδικότερα, οι στόχοι της έρευνας είναι:

1) Η περιγραφή, ποιοτικά και ποσοτικά, των ιστολογικών χαρακτήρων των σύγχρονων ποτάμιων ιζημάτων της αύλακας ροής.
2) Η εξέταση των μεταβολών των ιστολογικών αυτών χαρακτήρων κατά μήκος της κοίτης του ποταμού και τα αίτια, που τις προκαλούν, κάτω από μια μαθηματική θεώρηση.
3) Η χαρτογράφηση και η μελέτη των δομών της μεσοκλίμακας και οι αλλαγές που υφίστανται αυτές.
4) Η μελέτη της μετανάστευσης της κοίτης σε παλαιότερες γεωλογικές περιόδους, στους ιστορικούς χρόνους και σε επί μέρους τμήματά της τα τελευταία 60 χρόνια, καθώς και τα αίτια που την προκάλεσαν.
5) Η περιγραφή και η ερμηνεία της εξέλιξης των περιβαλλόντων απόθεσης των ιζημάτων της λεκάνης κατάκλυσης στην ύστερη ολοκαινική εποχή και η προσπάθεια καθορισμού των θέσεων μετανάστευσης της κοίτης στην περίοδο αυτή.

Η υλοποίηση των στόχων αυτών θα επιβεβαιώσει το ρόλο της Ιζηματολογίας του Τεταρτογενούς ως εφαρμοσμένης επιστήμης και θα μπορέσουν να φανούν χρήσιμοι:

1. Στην αγροτική οικονομία, εφ' όσον μελετάται το είδος, η προέλευση και η εξέλιξη των εδαφών μιας περιοχής, η οποία καλλιεργείται συστηματικά.

2. Στην αρχαιολογική έρευνα, εφ' όσον οι μεταβολές της κοίτης του ποταμού και οι παλαιοεπιφάνειες μπορούν να δώσουν στοιχεία προσδιορισμού παλαιών επιπέδων κατοίκησης ή να αποτρέψουν ανασκαφές σε λάθος θέσεις.
3. Στον τομέα προστασίας του περιβάλλοντος, στη χωροταξία και στην πολιτική αποφυγής φυσικών καταστροφών. Οι αλλαγές της κοίτης επηρεάζουν το ιδιοκτησιακό καθεστώς των αγροτεμαχίων και συχνά είναι δυνατό να προκαλέσουν καταστροφικά φαινόμενα, όπως είναι οι πλημμύρες. Η γνώση της τάσης κατεύθυνσης της κοίτης προς διαπιστωμένες διευθύνσεις σε ορισμένες θέσεις είναι καθοδηγητική για την προστασία των θέσεων αυτών, από τους αρμόδιους φορείς, με την κατασκευή μικρής οικονομικής κλίμακας τεχνικών έργων.
4. Στην Υδρογεωλογία, εφ' όσον μπορούν να υπολογιστούν οι θέσεις των παλαιών κοιτών του ποταμού και να χρησιμοποιηθούν, ως περιοχές άντλησης νερών από ρηχούς υδροφόρους ορίζοντες με χαμηλό οικονομικό κόστος.
5. Στην ανάπτυξη των σύγχρονων οικισμών, καθ' όσον στα πλαίσια της Τεχνικής Γεωλογίας είναι απαραίτητη η γνώση των αποθέσεων του Τεταρτογενούς.
6. Στην κατασκευή τεχνικών έργων, εφ' όσον καταγράφεται η μηχανική συμπεριφορά των υλικών απέναντι στη διαβρωτική δράση.
7. Στον προσδιορισμό θέσεων απόληψης υλικών από κατάλληλα σημεία της κοίτης, ώστε να αποφεύγονται ανεπιθύμητες αλλαγές της πορείας του ποταμού ή αντίθετα να επιτυγχάνονται επιθυμητές μεταβολές προς ορισμένες κατευθύνσεις.

1.3. Στάδια και μέθοδοι έρευνας.

Για την επίτευξη των στόχων της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκαν μέθοδοι, που αφορούν τη Γεωφυσική διερεύνηση της περιοχής κατά μήκος του ποτάμιου ρεύματος, την Ιζηματολογία των σύγχρονων υλικών μεταφοράς της κοίτης του ποτάμιου ρεύματος, την επίγεια αποτύπωση με χρήση αεροφωτογραφιών της κοίτης του ποτάμιου ρεύματος και την Ιζηματολογία των Ολοκαινικών αποθέσεων.

1.3.1. Γεωφυσική.

Για την καλύτερη κατανόηση της γεωλογικής δομής κατά μήκος της αύλακας ροής του Βοιωτικού Κηφισού έγινε καταγραφή των κυριοτέρων υδρογεωτρήσεων και πραγματοποιήθηκε γεωφυσική έρευνα με τη μέθοδο της γεωηλεκτρικής βαθοσκόπησης σε διάταξη Sclumberger, με σκοπό τη αποκάλυψη της στρωματογραφίας της περιοχής και των μεταβολών του πάχους των ιζημάτων, την προσπάθεια αναγνώρισης των ρηγμάτων και της τεκτονικής δομής και το ρυθμό της πιθανής ανύψωσης ή βύθισης της τάφρου με στόχο την προσπάθεια ανίχνευσης της μετανάστευσης του ποταμού.

Οι γεωηλεκτρικές τομές και οι γεωηλεκτρικοί χάρτες, που κατασκευάστηκαν με βάση τα δεδομένα υπαίθρου και οι γεωλογικές τομές, που προέκυψαν από τα δεδομένα των υπαρχόντων γεωτρήσεων και από τις βιβλιογραφικές αναφορές, συνέβαλλαν στην προσπάθεια κατανόησης της αρχιτεκτονικής των αποθέσεων της τάφρου του Βοιωτικού Κηφισού.

1.3. 2. Ιζηματολογία συγχρόνων αποθέσεων.

Για τη μελέτη των σύγχρονων ιζημάτων εξετάστηκαν λεπτομερειακά οι ιδιότητες του ιστού των επιφανειακών και υποεπιφανειακών κλαστικών ιζημάτων της ενεργού κοίτης του ποταμού.

Ειδικότερα, για τις επιφανειακές σύγχρονες αποθέσεις μετρήθηκαν και οι τρεις άξονες των κροκαλών σε επιλεγμένους σταθμούς δειγματοληψίας και εξετάστηκαν η λιθολογία, το κοκκομετρικό μέγεθος και οι στατιστικές παράμετροι που προέκυψαν από την κοκκομετρική ανάλυση, η σφαιρικότητα και η στρογγύλωσή τους.

Τα υποεπιφανειακά ιζήματα κοκκομετρήθηκαν και υπολογίστηκαν οι στατιστικές τους παράμετροι.

Η μαθηματική επεξεργασία, στην οποία υποβλήθηκαν τα αποτελέσματα των παραπάνω αναλύσεων, οδήγησαν στη διαπίστωση αλλαγών, που αφορούν τις προαναφερθείσες ιδιότητες κατά μήκος της κοίτης και έγινε προσπάθεια να ερμηνευτούν.

1.3.3. Τοπογράφηση της κοίτης του ρεύματος.

Οι αλλαγές της κοίτης του ποταμού μέσα στο χρόνο εντοπίστηκαν μετά από επεξεργασία σειράς αεροφωτογραφιών της Γ.Υ.Σ. διαφόρων ηλικιών μετά από διορθώσεις, που υπέστησαν και τοποθέτησή τους πάνω στους αντίστοιχους ψηφιοποιημένους χάρτες και με τη χρήση ειδικού λογισμικού προγράμματος. Η διαδικασία αυτή έγινε περισσότερο αποτελεσματική με τη χρήση υλικού που συγκεντρώθηκε και που αφορά την εξέλιξη του ποταμού τα τελευταία 60 χρόνια.

Επί πλέον παρακολουθήθηκαν και χαρτογραφήθηκαν επί τριετία επιλεγμένες θέσεις της κοίτης του ποταμού, ώστε να αποκαλυφτεί ο τρόπος και ο ρυθμός μετακίνησης της. Στις θέσεις αυτές έγινε καταγραφή των ιδιαιτέρων γεωμορφών.

1.3.4. Ιζηματολογία ολοκαινικών αποθέσεων.

Πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία με τη βοήθεια τριάντα πέντε (35) γεωτρήσεων, σε τρεις διαφορετικές τομές κάθετες στον άξονα του ποταμού.

Οι πυρήνες των γεωτρήσεων περιγράφηκαν και τα δείγματα, που επελέγησαν από αυτούς, αναλύθηκαν κοκκομετρικά και υπολογίστηκε ο οργανικός άνθρακας και το ανθρακικό ασβέστιο. Επί πλέον εξετάστηκε πετρογραφικά το αδρόκοκκο κλάσμα των δειγμάτων και καταγράφηκαν τα απολιθώματα στα κλάσματα της άμμου.

Σε επιλεγμένα δείγματα μιας εκ των γεωτρήσεων (Γ5) πραγματοποιήθηκε ακτινογράφηση του κλάσματος της αργίλου με τη χρήση ακτίνων Χ, με σκοπό τον ποιοτικό και ημιποσοτικό προσδιορισμό των αργιλικών ορυκτών. Οι απεικονίσεις των γεωτρήσεων, η περιβαλλοντική τους ερμηνεία και ο στρωματογραφικός μεταξύ τους συσχετισμός με τη βοήθεια των προαναφερθεισών αναλύσεων είχε ως αποτέλεσμα να διαπιστωθεί η ανίχνευση μετανάστευσης του Βοιωτικού Κηφισού μέσα στο χρόνο και την περιγραφή της γεωλογικής εξέλιξης της λεκάνης κατάκλυσης στο Ολόκαινο.

Τέλος προσδιορίστηκε, βάσει της ραδιοχρονολόγησης δείγματος με τη μέθοδο του C^{14} και αρχαιολογικών δεδομένων, ο ρυθμός ιζηματογένεσης του ολοκαινικού πεδίου των αποθέσεων του Βοιωτικού Κηφισού.

2. Γεωλογική επισκόπηση.

2.1. Γεωτεκτονικές ζώνες.

Οι Ελληνικές οροσειρές αποτελούν τη συνέχεια του Διναρικού κλάδου του Αλπικού ορογενετικού συστήματος και υποδιαιρούνται σε γεωτεκτονικές ζώνες, γνωστές σαν «Ελληνίδες ζώνες».

Ο όρος «ζώνη» δόθηκε αρχικά από τον Kober (1929), στην προσπάθειά του να διαχωρίσει τις Ελληνίδες, ενώ αργότερα ο Renz (1955), προκειμένου να στηρίξει τον διαχωρισμό στις αποθετικές φάσεις των ιζημάτων της κάθε ζώνης, χρησιμοποίησε τον όρο «ισοπική ζώνη».

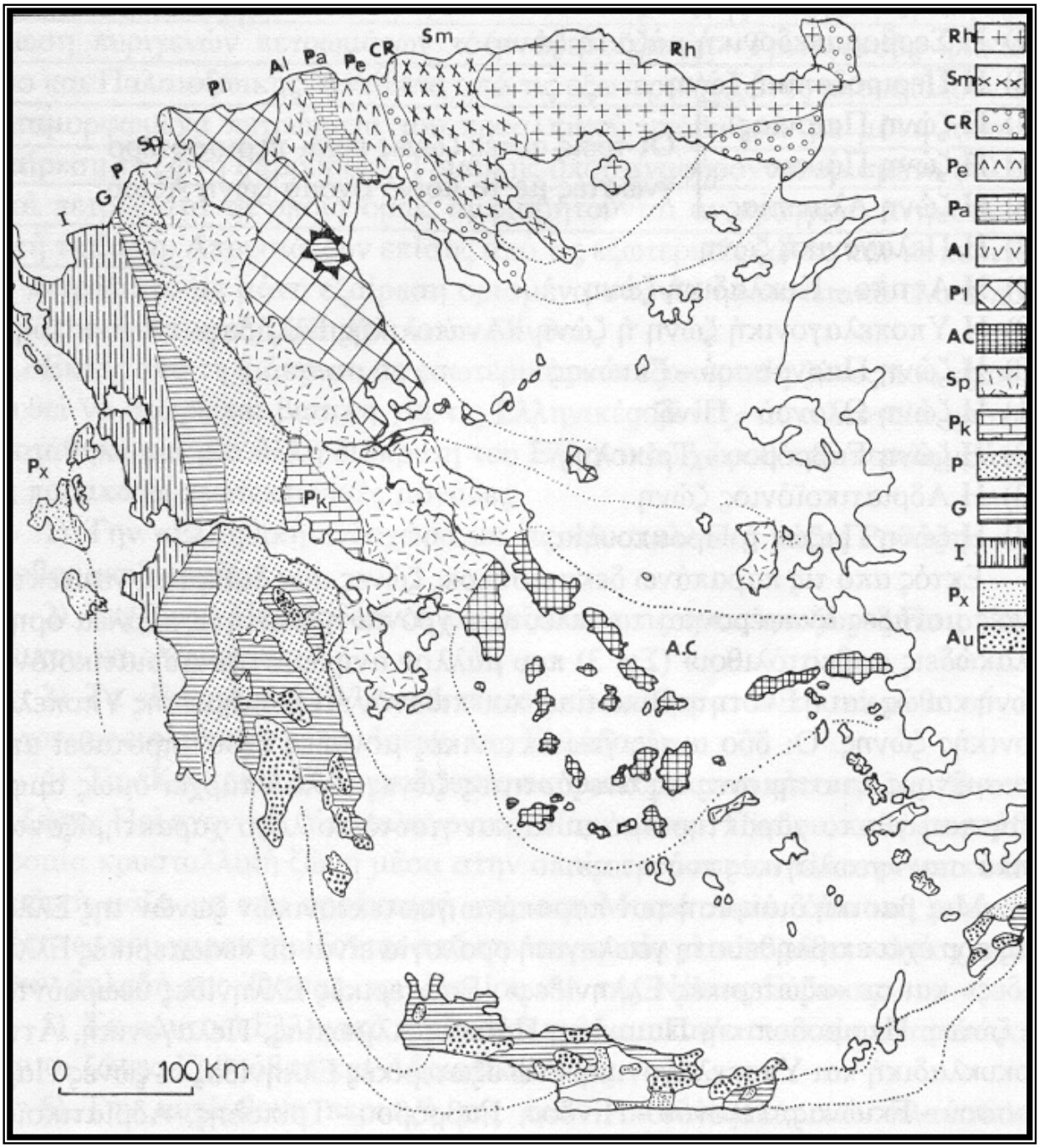
Στη συνέχεια κυριάρχησε το πρότυπο των Ελληνίδων, όπως άρχισε να διαμορφώνεται από τον Aubouin (1959a, 1959b) και ολοκληρώθηκε από τον ίδιο (Aubouin, 1965), το οποίο στηρίχτηκε στην υπόθεση της ύπαρξης ενός υποθαλάσσιου εναλλασσόμενου συστήματος αυλάκων και ράχεων, ως συνέπεια των Ερκύνιων πτυχώσεων, που συνέβησαν στο τεράστιο αλπικό γεωσύγκλινο. Η υποθαλάσσια αυτή διαμόρφωση υπέστη σειρά τροποποιήσεων κατά τη διάρκεια της αλπικής ιζηματογένεσης, από τη δράση ενδογενών δυνάμεων, που πολλές φορές είχαν ως αποτέλεσμα την προσωρινή ανάδυση τμημάτων του πυθμένα της Τηθύος. Σύμφωνα με το πρότυπο αυτό, ο Ελληνικός χώρος διακρίθηκε σε ισοπικές ζώνες, διάκριση που αντανακλά στην παλαιογεωγραφική κατάσταση κάθε μιας ζώνης και στηρίζεται στα αλπικά ιζήματα.

Με την ανάπτυξη της θεωρίας της Νέας Παγκόσμιας Τεκτονικής, αναμορφώθηκαν οι κλασικές απόψεις περί γεωσυγκλίνου σύμφωνα με τη θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών και ο όρος ισοπική ζώνη αντικαταστάθηκε από τον όρο «γεωτεκτονική ζώνη», χωρίς αυτό να σημαίνει ότι ο διαχωρισμός είναι πάντοτε σαφής για την ίδια ακολουθία πετρωμάτων (Παπανικολάου, 1986).

Κάθε γεωτεκτονική ζώνη συνίσταται από μια ορισμένη στρωματογραφική διαδοχή των ιζημάτων της, από τους ιδιαίτερους λιθολογικούς χαρακτήρες της και από την ιδιαίτερη τεκτονική της συμπεριφορά, στοιχεία που εξαρτώνται γενικά από την παλαιογεωγραφική της θέση. Περιοχές που ανήκουν στην ίδια ζώνη έχουν τις παραπάνω έννοιες ταυτόσημες ή παραπλήσιες (Μουντράκης, 1985).

Με βάση τα δεδομένα αυτά των σύγχρονων αντιλήψεων, η Ελλάδα διακρίνεται σήμερα σε 14 γεωτεκτονικές ζώνες που φαίνονται στο σχήμα 2.1 (Mountrakis et al.,1983). Εκτός από τις ζώνες αυτές, από πολλούς συγγραφείς αναφέρονται ως ζώνες και οι ενότητες Βοιωτίας, που κατ' άλλους αποτελεί τμήμα της Υποπελαγονικής ζώνης και η ενότητα «Τάλαια όρη–πλακώδεις ασβεστόλιθοι», που θεωρείται ότι ίσως αποτελεί τμήμα της Αδριατικοϊόνιας ζώνης.

Οι Ελληνίδες γεωτεκτονικές ζώνες διακρίνονται στις μάζες της ελληνικής ενδοχώρας, στις εσωτερικές Ελληνίδες και στις εξωτερικές Ελληνίδες ζώνες. Η διάκρισή τους στηρίζεται στο γεγονός ότι στις εσωτερικές ζώνες διακρίνονται δυο ορογενετικές περίοδοι, μια παλαιοαλπική κατά τη διάρκεια του ανώτερου Ιουρασικού-



Σχήμα 2.1: Χάρτης των γεωτεκτονικών ζωνών της Ελλάδας (Mountrakis et al.,1983). Rh: Μάζα της Ροδόπης, Sm: Σερβομακεδονική μάζα, CR: Περιροδοπική ζώνη, (Pe: Ζώνη Παιονίας, Pa: Ζώνη Πάϊκου, Al: Ζώνη Αλμωπίας) = Ζώνη Αξιού, Pl: Πελαγονική ζώνη, Ac: Αττικοκυκλαδική ζώνη, Sp: Υποπελαγονική ζώνη, Pk: Ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας, P: Ζώνη Πίνδου, G: Ζώνη Γαβρόβου-Τρίπολης, I: Ιόνιος ζώνη, Px: Ζώνη Παξών, Au: Ενότητα «Τάλαια όρη – πλακώδεις ασβεστόλιθοι», πιθανόν της Ιόνιας ζώνης.

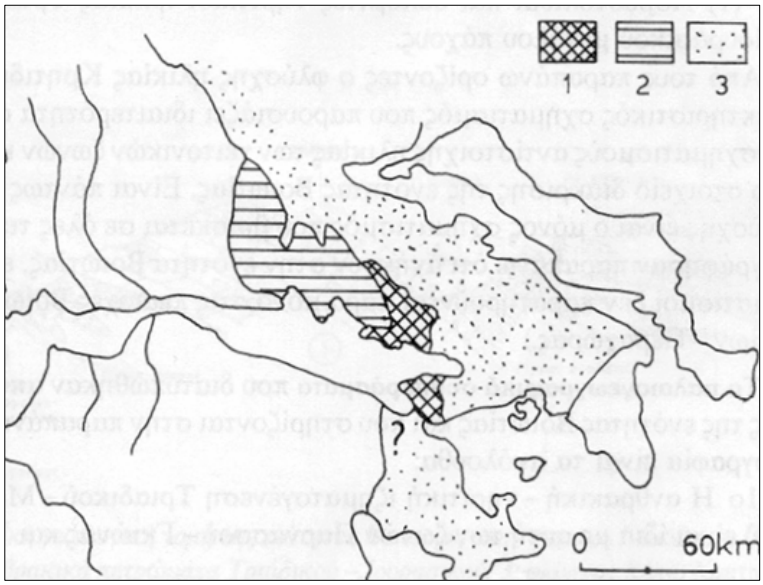
κατώτερου Κρητιδικού και μια αλπική κατά το ανώτερο Ηώκαικο-Ολιγόκαινο, ενώ μεσολάβησε η Κενομάνια επικλυσιγενής ασυμφωνία. Αντίθετα στις εξωτερικές ζώνες, που εμφανίζονται στην περιφέρεια του ελληνικού τόξου, παρατηρείται συνεχής ιζηματογένεση, καθ' όλη τη διάρκεια του Μεσοζωικού έως το τέλος του Ηωκαίνου. Οι εξωτερικές ζώνες υπέστησαν ένα μόνο ορογενετικό τεκτονισμό κατά τη διάρκεια της κύριας αλπικής φάσης του Ηωκαίνου-Μειοκαίνου.

Οι γεωτεκτονικές ενότητες, που συγκροτούν τον Ελλαδικό χώρο από ανατολικά προς τα δυτικά είναι:

- Οι μάζες της Ελληνικής ενδοχώρας, οι οποίες θεωρείται ότι προέρχονται από την πλάκα της Λαυρασίας και είναι η μάζα της Ροδόπης, ανατολικά (Kober, 1931 και Brunn, 1964) και η Σερβομακεδονική μάζα, δυτικά (Mercier, 1966 και Kockel & Walther, 1968). Η τελευταία έχει εφιππεύσει προς τα δυτικά, πάνω στους αλπικούς σχηματισμούς της ηπειρωτικής κατωφέρειάς της, αυτής της Περιροδοπικής ζώνης, η οποία καθιερώθηκε στη γεωτεκτονική διαίρεση της Ελλάδας από τον Kauffmann et al. (1976).
- Τα επωθημένα προς τα δυτικά πάνω στο Πάϊκο, τεκτονικά λέπια της ζώνης της Παιονίας, το σύνθετο ημιαντίκλινο της ζώνης Πάϊκου, που βρίσκεται σε τεκτονική επαφή με ανάστροφα ρήγματα με την Αλμωπία και τα τεκτονικά λέπια του καλύμματος και του υποβάθρου της ζώνης της Αλμωπίας, που επωθούνται πάνω στην Πελαγονική ζώνη. Οι τρεις αυτές ζώνες συνιστούν τη ζώνη Αξιού, όπως αυτή καθορίστηκε από τους Kossmat (1924), Osswald (1938) και Kober (1952) και διαχωρίστηκε αρχικά από τους Aubouin (1959b) και Brunn (1961) ενώ την οριστική διαίρεση της ζώνης έδωσε ο Mercier (1966).
- Τις ζώνες Πελαγονική (Kossmat 1924, Brunn 1956 και Aubouin, 1958), με την προς νότο συνέχειά της Αττικοκυκλαδική (Lepsus, 1893 και Petrascheck & Marinos, 1971), Υποπελαγονική (Aubouin, 1957) ή Ανατολικής Ελλάδας (Renz, 1955 και Μαρίνος, 1957) καθώς και την ενότητα Βοιωτίας (Celet et al, 1976 και Clement, 1977), των οποίων το τεκτονισμένο κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο και το κάλυμμα με τις ανθρακικές ακολουθίες έχουν επωθηθεί πάνω στις εξωτερικές Ελληνίδες, προς τα δυτικά.
- Τις εξωτερικές Ελληνίδες (Brunn, 1956), οι οποίες από ανατολικά προς τα δυτικά είναι η ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας, η ζώνη Ωλονού-Πίνδου, η ζώνη Γαβρόβου-Τρίπολης, η Αδριατικοϊόνια ζώνη, η ενότητα Τάλαια όρη-πλακώδεις ασβεστόλιθοι και η ζώνη Παξών ή Προαπούλια ζώνη. Η ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας αποτελούσε σύμφωνα με τον Renz (1940), ύβωμα στην κατωφέρεια της Υποπελαγονικής ζώνης. Η ζώνη Ωλονού-Πίνδου (Philippson, 1898) ή Πίνδου κατά τον Aubouin (1959a), χαρακτηρίστηκε ως «το Ελληνικό ευγεωσύγκλινο» κατά τη διάρκεια του Μεσοζωϊκού και θεωρήθηκε η πιο βαθιά Ελληνική αύλακα μεταξύ των υβωμάτων της Πελαγονικής ζώνης και της ζώνης Γαβρόβου. Η ζώνη Γαβρόβου (Aubouin, 1959a) ή Γαβρόβου-Τρίπολης (Dercourt, 1964), καθορίστηκε σαν ένα ύβωμα, που χώριζε το ευγεωσύγκλινο της προηγούμενης ζώνης από το μειογεωσύγκλινο της Αδριατικοϊόνιας (Renz, 1940) ή Ιόνιας (Philippson, 1898) ζώνης, δυτικά. Μεταξύ των δυο αυτών ζωνών μεσολαβεί η ενότητα των Ταλαίων ορέων-πλακωδών ασβεστολίθων (Plattenkalk). Η τελευταία δυτική ζώνη των Παξών (Renz, 1940, 1955) ή Προαπούλια ζώνη (Aubouin, 1959a) χαρακτηρίζεται από μια συνεχή ανθρακική ιζηματογένεση με απουσία αποθέσεων φλύσχη, σε αντίθεση με τις άλλες εξωτερικές Ελληνίδες ζώνες, όπου η παρουσία των φλυσχικών αποθέσεων είναι σημαντική.

2.2. Γεωτεκτονική τοποθέτηση της περιοχής έρευνας.

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στα όρια μεταξύ εσωτερικών και εξωτερικών ελληνίδων γεωτεκτονικών ζωνών (σχ. 2.2). Συγκεκριμένα οι πετρογραφικοί σχηματισμοί, που εμφανίζονται στο ΒΑ τμήμα της υδρογεωλογικής λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού, ανήκουν στη ζώνη Ανατολικής Ελλάδας (Υποπελαγονική), το ΝΑ τμήμα της λεκάνης καλύπτεται από σχηματισμούς της ζώνης Παρνασσού-Γκιώνας, ενώ σε διάφορες ενδιάμεσες θέσεις



Σχήμα 2.2: Γεωτεκτονικό σκαρίφημα της Κεντρικής Στερεάς Ελλάδας με τη θέση της Βοιωτικής ζώνης (1) μεταξύ των γεωτεκτονικών ζωνών Παρνασσού-Γκιώνας (2) και Ανατολικής Ελλάδας (3) (Μουντράκης, 1986).

(υπολεκάνη Τσουκαλάδων, κάλυμμα Γερολέκα, Τούφας και Επταλόφου), εμφανίζονται πετρώματα της ενότητας Βοιωτίας. Τα όρια των γεωτεκτονικών ζωνών είναι τεκτονικής φύσης. Η πεδινή περιοχή της κοιλάδας του Βοιωτικού Κηφισού είναι τεκτονικό βύθισμα και καλύπτεται από νεογενείς και τεταρτογενείς σχηματισμούς, οι οποίοι εμποδίζουν την πλήρη αναγνώριση των ορίων επαφής των παραπάνω ζωνών, όπως φαίνεται και στο γεωλογικό χάρτη του σχήματος 2.8.

2.2.1. Παλαιογεωγραφική και γεωτεκτονική θέση της ζώνης Ανατολικής Ελλάδας.

Το βόρειο και βορειοανατολικό τμήμα της περιοχής έρευνας, που περιλαμβάνει τα όρη Καλλίδρομο, Σφίγγειο, Ηδύλειο, Χλωμό, Υφάντειο, Ακόντιο, καθώς και τμήμα του όρους Θούριο και τα επωθημένα πάνω στον Παρνασσό τεκτονικά καλύμματα Γερολέκα, Επταλόφου και Τούφας ανήκουν στη ζώνη Ανατολικής Ελλάδας.

Η ζώνη αυτή χαρακτηρίστηκε με το όνομα αυτό, αρχικά από τους Renz (1940,1955) και Μαρίνο (1957). Ο όρος Υποπελαγονική δόθηκε από τον Aubouin (1957), για να υπογραμμιστεί η σχέση της ζώνης αυτής με την Πελαγονική, εφ' όσον καθορίστηκε παλαιογεωγραφικά ως η δυτική κατωφέρεια της, προς την αύλακα της ζώνης Πίνδου, κατά μήκος της οποίας πραγματοποιήθηκε η έκχυση των οφιολίθων. Επειδή οι οφιόλιθοι καθώς και η σχιστοκερατολιθική διάπλαση τοποθετούνται άλλοτε πάνω σε πελαγικά ιζήματα και άλλοτε πάνω σε νηριτικά πετρώματα με τεκτονική επαφή, αρκετοί ερευνητές ενσωματώνουν την Υποπελαγονική στην

Πελαγονική. Οι Celet & Ferriere (1978) πρότειναν προς αντικατάσταση του όρου Υποπελαγονική, τον όρο «μη μεταμορφωμένη Πελαγονική».

2.2.2. Παλαιογεωγραφική και γεωτεκτονική θέση της Βοιωτικής ζώνης.

Η Βοιωτική ζώνη βρίσκεται στο όριο μεταξύ εσωτερικών και εξωτερικών Ελληνίδων, αλλά η παλαιογεωγραφική και τεκτονική της εξέλιξη δείχνει να προσομοιάζει με αυτή των εσωτερικών ζωνών, στις οποίες φαίνεται να ανήκει (Celet et al, 1976 και Clement, 1977). Στην περιοχή έρευνας εμφανίσεις πετρωμάτων της Βοιωτικής ζώνης ανευρίσκονται στο νότιο μέρος και συγκεκριμένα στην περιοχή Τσουκαλάδων, καθώς επίσης και στο υπόβαθρο των επωθημένων, στη ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας, ανθρακικών καλυμμάτων της Υποπελαγονικής ζώνης (Finsterwalder & Sowa 1981, Schwan 1981, Rimpel & Rothenhöfer 1983).

2.2.3. Παλαιογεωγραφική και γεωτεκτονική θέση της ζώνης Παρνασσού–Γκιώνας.

Το δυτικό, νότιο και νοτιοδυτικό τμήμα της περιοχής ανήκει στη γεωτεκτονική ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας, όπως αυτή καθορίστηκε αρχικά από τον Renz (1940) και περιλαμβάνει τμήμα του όρους Γκιώνα, το βόρειο και ανατολικό τμήμα του όρους Παρνασσός και το βόρειο τμήμα του όρους Ελικώνα.

Στο δυαδικό Αλπικό σύστημα εναλλασσόμενων αυλάκων και ράχεων η ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας θεωρήθηκε σαν τοπικά παρεμβαλλόμενο υποθαλάσσιο ύβωμα στην κατωφέρεια της Υποπελαγονικής ζώνης προς την αύλακα της Πίνδου. Η παρουσία της περιορίζεται μόνο στην περιοχή της Κεντρικής Στερεάς Ελλάδας και η ιζηματογένεση είναι συνεχής, από το ανώτερο Τριαδικό έως το Πριαμπόνιο, εκτός από βραχείας διάρκειας διακοπές.

2.3. Στρωματογραφία.

2.3.1. Προαλπικά πετρώματα.

Τα πετρώματα του γεωλογικού υποβάθρου δεν αναδύονται στην επιφάνεια της περιοχής μελέτης. Η παρουσία τους όμως, έχει διαπιστωθεί γεωτρητικά σε θέσεις της ευρύτερης υδρογεωλογικής λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού, όπως βόρεια του όρους Χλωμό και στον Ελικώνα (Παγούνης κ.α., 1986). Πρόκειται για ασβεστόλιθους, χλωριτικούς ασβεστόλιθους, και κροκαλοψαμμιτικούς σχιστόλιθους με κόκκους χαλαζία, ηλικίας ανώτερου Παλαιοζωϊκού. Επιφανειακές εμφανίσεις στρωμάτων του απολιθωματοφόρου Περμίου βρέθηκαν στην παραλιακή περιοχή της βόρειας Λοκρίδας και συγκεκριμένα στη θέση Λιθαριά του οικισμού Μελιδόνι (Μαρίνος & Reichel, 1958).

2.3.2. Λιθοστρωματογραφική εξέλιξη της ζώνης Ανατολικής Ελλάδας.

Η Υποπελαγονική ζώνη (Jacobshagen 1986, Αγγελίδης 1992) παρουσιάζει τρεις στρωματογραφικές–τεκτονικές διαδοχές των πετρωμάτων της, ανάλογα με το αν η οφιολιθική ακολουθία με τα συνοδά της ιζήματα

βαθιάς θάλασσας είναι τοποθετημένη πάνω σε πελαγικά ανθρακικά πετρώματα ή είναι επωθημένη πάνω σε νηριτικά ανθρακικά πετρώματα ηπειρωτικού περιθωρίου, είτε ακόμη χωρίς την ύπαρξη τεκτονικού υποβάθρου.

Περιλαμβάνει στα παλαιότερα, νηριτικά ανθρακικά πετρώματα, ηλικίας από το άνω Τριαδικό έως το κάτω Ιουρασικό, που συνιστούν μέλη μιας ασβεστολιθικής πλατφόρμας, η οποία διακόπτεται από δυο σχιστοκερατολιθικές διαπλάσεις και από εκχύσεις εκρηξιγενών πετρωμάτων.

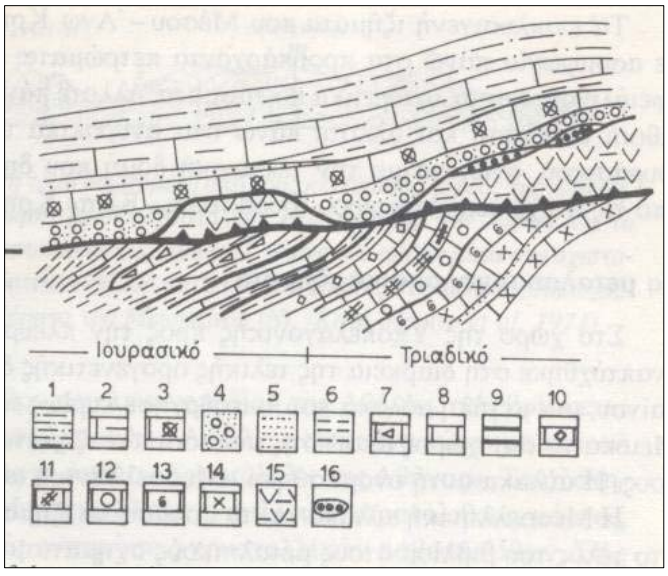
Τα εκρηξιγενή πετρώματα του άνω Τριαδικού έως το κάτω Ιουρασικό αντιπροσωπεύονται από περιδοτίτες, δουνίτες, γάββρους, διαβάσες κ.α.. Τα ανθρακικά πετρώματα της ηλικίας αυτής είναι και οι αρχαιότεροι επιφανειακοί σχηματισμοί, οι οποίοι επικάθονται στα πετρώματα του ανώτερου Παλαιοζωϊκού και συνίστανται από τεφρούς έως μελανότεφρους ασβεστόλιθους, δολομιτικούς ασβεστόλιθους και δολομίτες μεγάλης ανάπτυξης, που είναι διερρηγμένοι και στα ανώτερα τουλάχιστον στρώματα, καρστικοποιημένοι.

Η κατώτερη σχιστοψαμμιτοκερατολιθική διάπλαση είναι ένα σύμπλεγμα οφιολίθων, κερατολίθων και σχιστολίθων με φακούς και στρώσεις ασβεστόλιθων.

Στο άνω Ιουρασικό έως το κάτω Κρητιδικό σχηματίζονται ασβεστόλιθοι άστρωτοι, οι οποίοι σήμερα είναι έντονα καρστικοποιημένοι και διερρηγμένοι και η ανώτερη σχιστοψαμμιτοκερατολιθική διάπλαση που συνίσταται από αργιλομαργαϊκούς σχιστόλιθους, ψαμμίτες και οφιόλιθους, που περιέχουν κερατολίθους και ασβεστόλιθους. Η διάπλαση αυτή παίρνει τη μορφή τεκτονικού μίγματος (mélange), που υπόκειται του καλύμματος των οφιολίθων.

Στο ανώτερο Ιουρασικό (Κιμμερίδιο) εμφανίζονται ένας ή δυο βωξιτικοί ορίζοντες κάτω από ασβεστόλιθους με Cladocoropsis mirabilis.

Κατά τη διάρκεια του ανώτερου Κρητιδικού (Κενομάνιο) εμφανίζεται το κροκαλοπαγές της ανωκρητιδικής επίκλυσης (σχ. 2.3).



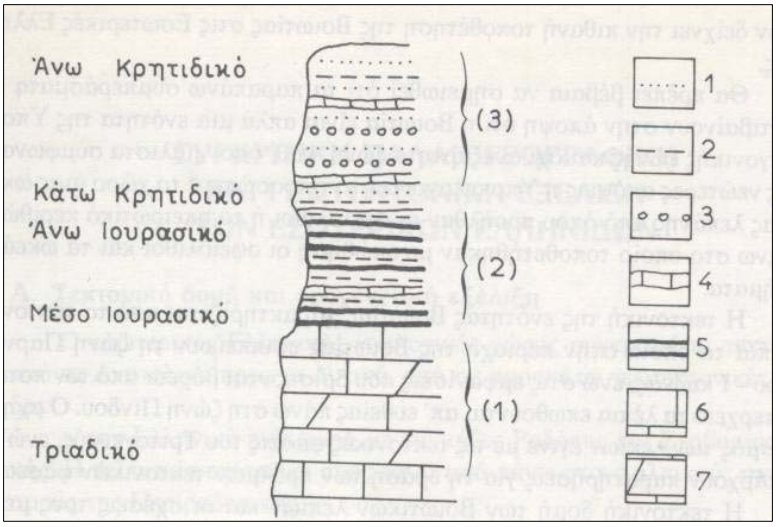
Σχήμα 2.3: Σκαρίφημα, που δείχνει τις παλαιογεωγραφικές συνθήκες της μέσο-ανωκρητιδικής επίκλυσης στο χώρο της Υποπελαγονικής ζώνης (Μουντράκης, 1985).
1:φλύσχης άνω Μαιστριχτίου, 2:μαργαϊκοί ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι, 3:ρουδιστοφόροι ασβεστόλιθοι, 4:επικλυσιγενές κροκαλοπαγές βάσης του Κενομανίου, 5:ψαμμίτες, 6:μάργες και αργιλικοί σχιστόλιθοι, 7:λατυποπαγείς ασβεστόλιθοι μέσου-άνω Ιουρασικού, 8:πλακώδεις ασβεστόλιθοι, 9:κερατολιθικές ενστρώσεις, 10:ασβεστόλιθοι Λιασίου, 11:ασβεστόλιθοι με φύκη, 12:ωολιθικοί ασβεστόλιθοι, 13:μέσο-ανωτριαδικοί ασβεστόλιθοι της φάσης Ammonitico Rosso, 14:κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι. 15.οφιόλιθοι και συνοδά ιζήματα, 16:λατεριτικά σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα και 17:τεκτονική τοποθέτηση των οφιολίθων και των συνοδών ιζημάτων πριν την επίκλυση.

Στο άνω Κρητιδικό σχηματίζονται επίσης κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι, συχνά δολομιτικοί, οι οποίοι σε ορισμένες θέσεις αποτελούν το κάλυμμα σιδηρονικελιούχων κοιτασμάτων. Είναι ισχυρά διερρηγμένοι και καρστικοποιημένοι.

Μέχρι το κατώτερο Τριτογενές (κάτω Ηώκαινο) σχηματίζονται ασβεστόλιθοι, κατά τόπους μαργαϊκοί, πλακώδεις, με κερατολιθικούς κονδύλους, που είναι επίσης έντονα διερρηγμένοι και καρστικοποιημένοι. Η απόθεση του φλύσχη, που περιλαμβάνει αργιλομαργαϊκές αποθέσεις, κροκαλοπαγή, ψαμμίτες και ασβεστολιθικούς φακούς, συντελείται μέχρι το κατώτερο Τριτογενές (ανώτερο Παλαιογενές, Ολιγόκαινο).

2.3.3. Λιθοστρωματογραφική εξέλιξη της Βοιωτικής ζώνης.

Από το Τριαδικό μέχρι το μέσο Ιουρασικό αποτίθενται ασβεστόλιθοι και δολομίτες νηριτικής φάσης. Στο άνω Ιουρασικό έως το κάτω Κρητιδικό αποτίθενται λεπτοστρωματώδεις ασβεστόλιθοι με ραδιολαριτικούς κερατολίθους και πελίτες και δολομιτικοί ασβεστόλιθοι με ερυθρούς σχιστοκερατόλιθους κατά θέσεις (σχ. 2.4). Κατά τη διάρκεια του άνω Κρητιδικού (Κενομάνιο) δημιουργείται μια κλαστική ακολουθία (Celet & Clement, 1971 και Clement, 1971), που περιλαμβάνει μαργαϊκούς σχιστόλιθους και μικρολατυποπαγείς ασβεστόλιθους, με κονδύλους και στρώσεις πυριτόλιθων και έδωσε αφορμή για την εισαγωγή του όρου «Βοιωτική ζώνη», από τους Celet et al. (1976) και Clement (1977). Η ιζηματογένεση συνεχίστηκε με αποθέσεις υποθαλασσίων ριπιδίων (φλύσχης), μέχρι το ανώτερο Κρητιδικό (Παπασταματίου κ.α., 1971 και Μουντράκης, 1985).



Σχήμα 2.4: Σχηματική λιθοστρωματογραφική στήλη της ενότητας Βοιωτίας (Μουντράκης, 1985). 1:ψαμμίτες, 2:πελίτες, μάργες, αργιλικοί σχιστόλιθοι, 3:κροκαλοπαγή και λατυποπαγή, 4:ασβεστολιθικές ενστρώσεις, 5:κερατόλιθοι, 6:νηριτικοί ασβεστόλιθοι, 7:δολομίτες.

2.3.4. Λιθοστρωματογραφική εξέλιξη της ζώνης Παρνασσού-Γκιώνας.

Το βασικότερο στοιχείο, που χαρακτηρίζει τη ζώνη αυτή, είναι η ύπαρξη των τριών διαφορετικών βωξιτικών οριζόντων, που παρεμβάλλονται στην συνεχή ανθρακική ακολουθία (σχ. 2.5). Οι βωξίτες σχηματίστηκαν σε περιόδους χέρσευσης της περιοχής, που σημαίνει ότι έγιναν τρεις διακοπές της ιζηματογένεσης, που συνδέονται αντίστοιχα με τρεις ορογενετικές περιόδους. Η ιζηματογένεση στη ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας (Renz 1955, Μαράτος 1971 και 1972, Keupp 1976, Nöth 1979, Παπασταύρου 1986) άρχισε στο Τριαδικό, με

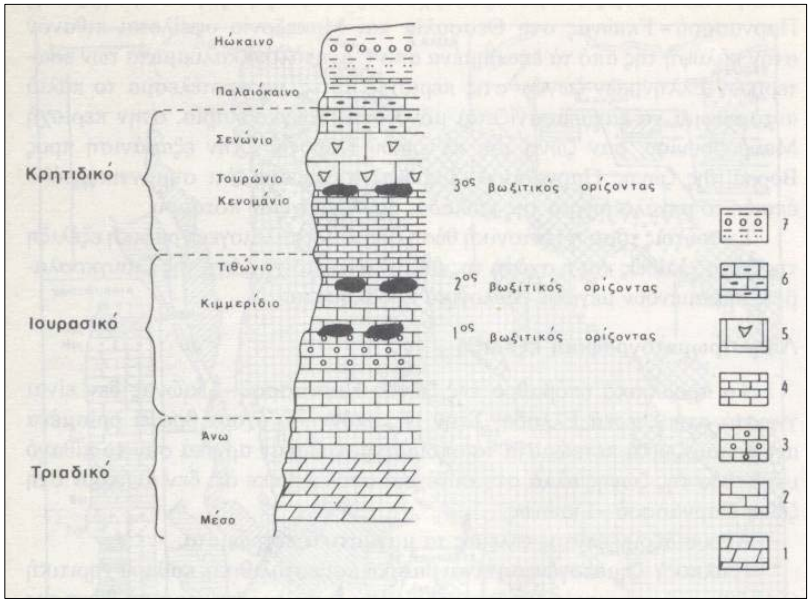
την απόθεση στιβάδας μεγάλου πάχους, αποτελούμενης από εναλλαγές δολομιτών, ασβεστόλιθων και δολομιτικών ασβεστόλιθων, τεφρού έως λευκού χρώματος και συνεχίστηκε στο μέσο και κάτω Ιουρασικό με την απόθεση ασβεστόλιθων βιτουμενούχας οσμής, συχνά ωολιθικών στα ανώτερα στρώματα και σε εναλλαγές με δολομίτες στα κατώτερα, όπου μεταβαίνουν βαθμιαία στο Τριαδικό.

Οι ωολιθικοί ασβεστόλιθοι του μέσου-άνω Ιουρασικού αποτελούν το πάτωμα του πρώτου (κατώτερου) βωξιτικού ορίζοντα, ο οποίος καλύπτεται από ασβεστόλιθους του ανώτερου Ιουρασικού (Κιμμερίδιο), που είναι σκοτεινόχρωμοι έως μαύροι, μερικές φορές ωολιθικοί και σπανιότερα κλαστικοί. Ο βωξίτης αυτός είναι ερυθρόχρωμος, πισσολιθικός, διασπορικού τύπου.

Πάνω στους ασβεστόλιθους του ανώτερου Ιουρασικού (Κιμμερίδιο), βρίσκεται ο δεύτερος (μεσαίος) βωξιτικός ορίζοντας, που περιέχει ερυθρόφαιους, βαιμιτικού τύπου βωξίτες. Ο μεσαίος ορίζοντας καλύπτεται από λευκούς ή τεφρούς ασβεστόλιθους (ενδιάμεσοι ασβεστόλιθοι), ηλικίας ανώτατου Ιουρασικού (Τιθώνιο)-ανώτερου Κρητιδικού (Κενομάνιο), οι οποίοι υπόκεινται του πρώτου (ανώτερου) βωξιτικού ορίζοντα. Οι βωξίτες του ορίζοντα αυτού είναι ερυθροκαστανόχρωμοι, πισσολιθικοί και κυρίως διασπορικού τύπου.

Το υπερκείμενο στρώμα του ανώτερου βωξιτικού ορίζοντα αποτελείται από ρουδιστοφόρους ασβεστόλιθους του ανώτερου Κρητιδικού (Τουρώνιο).

Η ιζηματογένεση συνεχίζεται προς τα πάνω, με σκοτεινόχρωμους ρουδιστοφόρους ασβεστόλιθους του ανώτερου Κρητιδικού (Σενώνιο) και λευκοφαίους ασβεστόλιθους πελαγικής φάσης του Μαιστριχτίου (ανώτατο Κρητιδικό) και φτάνει μέχρι το κάτω Τριτογενές (Παλαιόκαινο).



Σχήμα 2.5: Σχηματική στρωματογραφική στήλη της ζώνης Παρνασσού-Γκιώνας (Μουντράκης, 1985).
1:δολομίτες, 2:ασβεστόλιθοι παχυστρωματώδεις σκοτεινού τεφρού χρώματος, 3: ωολιθικοί ασβεστόλιθοι, 4: ενδιάμεσοι λευκοί ασβεστόλιθοι, 5:ρουδιστοφόροι ασβεστόλιθοι, 6:κονδυλώδεις ασβεστόλιθοι, 7:φλύσχης.

Τέλος, πραγματοποιείται η απόθεση των κλαστικών ακολουθιών του φλύσχη, κατά τη διάρκεια του κατώτερου Τριτογενούς (Παλαιογενές), ο οποίος στα κατώτερα στρώματα αποτελείται από κίτρινους και ερυθροβυσινόχρωμους αργιλικούς σχιστόλιθους, ψαμμίτες, μάργες και μαργαϊκούς ασβεστόλιθους και μεταβαίνει στα ανώτερα σε ψαμμιτοπηλίτες και ασβεστολιθικά κροκαλοπαγή.

2.3.5. Σχηματισμοί του Νεογενούς.

Οι νεογενείς σχηματισμοί είναι κυρίως πλειοκαινικά ιζήματα λιμναίας προέλευσης. Αποτελούνται από μάργες και μαργαϊκούς ασβεστόλιθους μικρού συνήθως πάχους, κροκαλοπαγή κατά βάση ασβεστολιθικά με ασβεστομαργαϊκό συνδετικό υλικό, ψαμμίτες, άμμους και αργίλους με λιγνιτικές διαστρώσεις. Επικάθονται άμεσα είτε στο φλύσχη είτε στους ασβεστόλιθους και στους οφιόλιθους. Οι σχηματισμοί αυτοί εμφανίζονται σε αρκετές θέσεις στα βόρεια περιθώρια των πεδίων Γραβιάς- Μπράλου–Αμφίκλειας, Τιθορέας–Ελάτειας και στις νοτιοδυτικές πλευρές των ορέων Καλλίδρομο και Σφίγγειο, στο λόφο του Προφήτη Ηλία και προφανώς σε πολλές περιοχές της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού, οι οποίες καλύπτονται από τις αποθέσεις του Τεταρτογενούς (σχήμα 2.8). Τα απολιθώματα που έχουν εντοπιστεί στους σχηματισμούς αυτούς είναι: *Viviparus achatinoides grovovensis, Zagrabica reticulata, Bulimus (Daciella) carinatus valdecarinatus, Valvata serpens, Lithoglyphus acutus acutus, Neritina micans micans, Planorbis cornu, Limnaea, Melanopsis, Vivipata.* (Παπασταματίου κ.α. 1960 και 1962, Μαράτος κ.α. 1965, 1967 και 1972, Αρώνης κ.α. 1964, Rontogianni-Tsiambau 1984, Παπαδοπούλου-Βρυνιώτη 1990).

Στις περιοχές Σ. Σ. Λιλαίας, Κάτω Καλυβιών Αμφίκλειας και Κάτω Τιθορέας, διαπιστώθηκε γεωτρητικά η παρουσία μάργας, γκρίζου κατά κύριο λόγο χρώματος, νεογενούς ηλικίας, που επικάθηται απ' ευθείας σε ασβεστόλιθους του υποβάθρου (Παγούνης, 1993).

2.3.6. Οι τεταρτογενείς σχηματισμοί.

Κατά τη διάρκεια του Πλειστοκαίνου αποτίθενται στην περιοχή έρευνας πετρώματα διαφόρων τύπων, όπως συνεκτικά, κυρίως ασβεστολιθικά κροκαλοπαγή χειμαρρώδους προέλευσης και χειμαρρώδεις αποθέσεις ερυθροπηλών, ψαμμιτών και κροκαλοπαγών (Παπασταματίου κ.α. 1960, 1962 και 1967, Μαράτος κ.α.1965 και 1967, Αρώνης κ.α. 1964).

Στο Ολόκαινο εμφανίζονται τόσο στην περιοχή ενδιαφέροντος, όσο και στο σύνολο της περιοχής της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού, δευτερογενή βωξιτικά κοιτάσματα, τα οποία προέκυψαν από μεταφορά, λόγω διάβρωσης των πρωτογενών, χαλαρά και συνεκτικά πλευρικά κορήματα, κώνοι ριπιδίων, σύγχρονες αλλουβιακές προσχώσεις, που συνίστανται λιθολογικά από αργίλους, πηλούς, άμμους και χαλίκια κυρίως ασβεστολιθικής σύστασης αλλά και κερατολιθικής και εκρηξιγενούς και προϊόντα διάλυσης ασβεστόλιθων (terra rossa), κυρίως μέσα σε ασβεστολιθικά έγκοιλα. Στη έξοδο της λεκάνης, στην περιοχή Ρωμέϊκου, εμφανίζονται εκτός από τις ποτάμιες και οι λιμναίες αποθέσεις του Κωπαϊδικού πεδίου (Παπασταματίου κ.α. 1960, 1962 και 1967, Αρώνης κ.α. 1964, Μαράτος κ.α.1965 και 1967, Κουμαντάκης 1968, Παπαδοπούλου-Βρυνιώτη 1990).

Οι τεταρτογενείς αποθέσεις, που καλύπτουν το Κωπαϊδικό πεδίο αποτελούνται από λιμναία ιζήματα μεγάλου πάχους.

Από γεωτρήσεις που πραγματοποίησε το Ι.Γ.Μ.Ε., διαπιστώθηκε ότι τα ιζήματα της αποξηραμένης λίμνης περιλαμβάνουν αργίλους με λεπτές στρώσεις τύρφης, μάργας και λιγνίτη μέχρι το βάθος των 220m τουλάχιστον (Παπαδοπούλου-Βρυνιώτη 1990) και σύμφωνα με τα αποτελέσματα παλυνολογικών αναλύσεων, που πραγματοποίησε η Ιωακείμ (1984) σε δείγματα πυρήνα γεώτρησης του ανατολικού τμήματος της Κωπαΐδας, πρέπει να δημιουργήθηκαν κατά το κατώτερο Πλειστόκαινο.

Παλυνολογικές αναλύσεις, που πραγματοποίησε ο Tzedakis (1999), σε δείγματα γεώτρησης του κεντρικού τμήματος της λίμνης, έδειξαν ότι η ακολουθία η ιζημάτων μέχρι το βάθος των 60m άρχισε να αποτίθεται από την τελευταία μεσοπαγετώδη εποχή (ανώτερο Πλειστόκαινο). Στη θέση αυτή, τα ιζήματα περιλαμβάνουν ασβεστιτικούς πηλούς και αργίλους με ορίζοντες θραυσμάτων κελυφών (Griffiths et al., 2002). Η μελέτη των οστρακωδών, που πραγματοποίησε η Griffiths et al. (2002) σε δείγματα του πυρήνα της ίδιας γεώτρησης, έδειξε ότι η απόθεση των ιζημάτων αυτών έγινε σε συνθήκες χαμηλής ενέργειας.

Στο ανατολικό του άκρο, το Κωπαϊδικό πεδίο περιλαμβάνει μέχρι το βάθος των 120m, μάργες λιμναίας προέλευσης, η απόθεση των οποίων διακόπτεται από τρία λιγνιτικά στρώματα (Okuda et al., 2001). Παλυνολογικές αναλύσεις που πραγματοποίησε ο ίδιος, έδειξαν ότι η απόθεση των υλικών αυτών άρχισε στο μέσο προς από το ανώτερο Πλειστόκαινο.

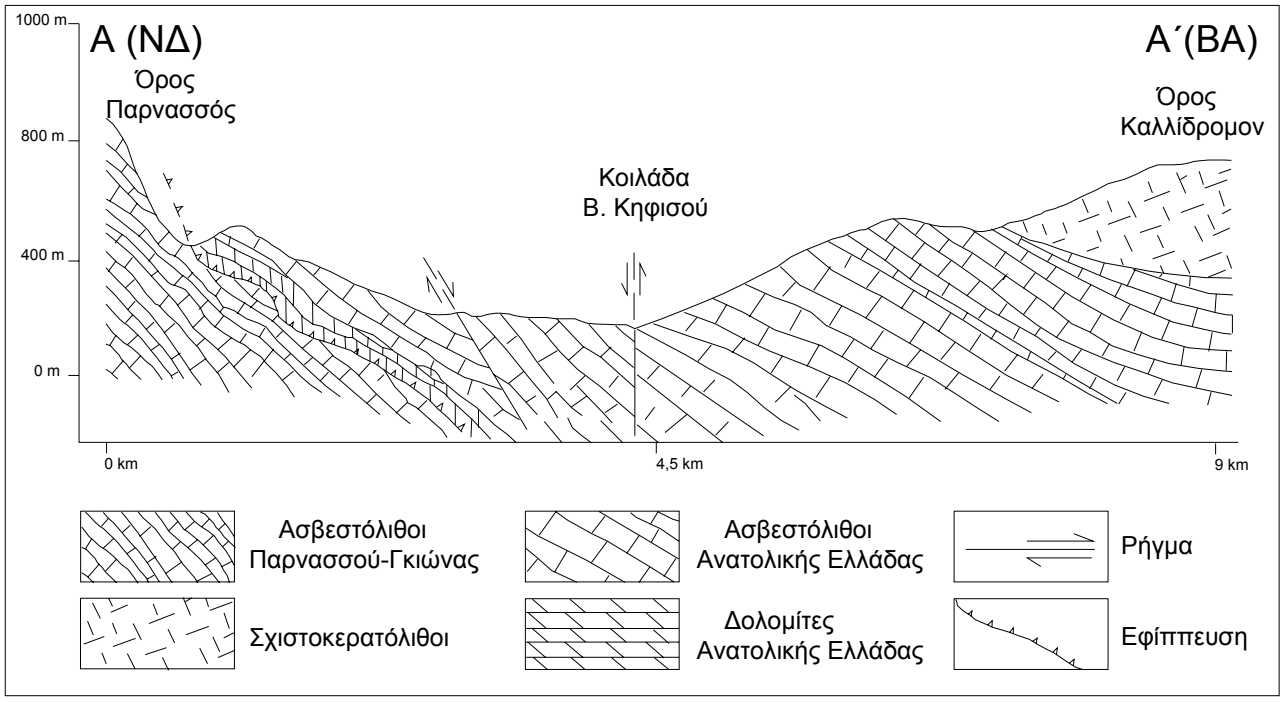
Ο ρυθμός ιζηματογένεσης των ολοκαινικών αποθέσεων του κεντρικού και ανατολικού τμήματος της αποξηραμένης λίμνης υπολογίστηκε από την Griffiths et al. (2002) σε 0,86mm/έτος-0,96mm/έτος (Tzedakis, 1999), από τον Okuda et al. (1999) σε 0,62-1,20mm/έτος και από τον Tzedakis (1999) σε 0,58 και 0,61mm/έτος (Allen, 1986 και 1990).

2.4. Τεκτοορογενετική εξέλιξη στην ευρύτερη περιοχή του Βοιωτικού Κηφισού.

Η τεκτονική δομή της περιοχής έρευνας είναι περίπλοκη, καθότι βρίσκεται ακριβώς στα όρια δυο γεωτεκτονικών ζωνών της Υποπελαγονικής και της ζώνης Παρνασσού-Γκιώνας και στα όρια των εσωτερικών και εξωτερικών ελληνίδων, με ότι αυτό συνεπάγεται, όσον αφορά την ακριβή τοποθέτησή τους, ενώ παρεμβάλλονται επί πλέον τα στρώματα της Βοιωτικής ζώνης.

Η ζώνη Ανατολικής Ελλάδας (Υποπελαγονική), δέχτηκε την επίδραση των ορογενετικών κινήσεων της πρώιμης ανωιουρασικής-κατωκρητιδικής περιόδου, η οποία προκάλεσε την ανάδυση των προκρητιδικών σχηματισμών και τη χέρσευσή τους, μέχρι την επίκλυση του Κενομανίου (ανώτερο Κρητιδικό). Η επίδραση αυτή ήταν πιθανώς συνιζηματογενής και εν μέρει βαρυτικά εξαρτώμενη και προκάλεσε πτυχώσεις, επωθήσεις και εφιππεύσεις, προς το ΒΑ τμήμα τη ζώνης Παρνασσού-Γκιώνας (σχ. 2.6). Η οριστική ανάδυση της ζώνης πραγματοποιήθηκε στο Ηώκαινο-Ολιγόκαινο, με τη λήξη της απόθεσης του φλύσχη (Schwan, 1976).

Η Βοιωτική ζώνη δεν φαίνεται να έχει δεχτεί τη δράση των πρώιμων τεκτονικών φάσεων. Η τεκτονική της χαρακτηρίζεται από τα τεκτονικά λέπια, τα οποία σχηματίστηκαν κατά τη διάρκεια των τεκτονικών φάσεων του Τριτογενούς και εφιππεύουν τη ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας.



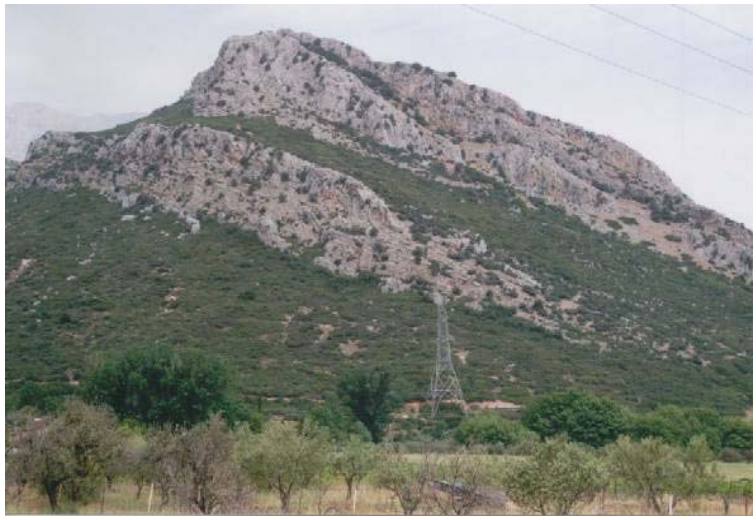
Σχήμα 2.6: Γεωλογική τομή (ΑΑ΄, σχ.2.8) κάθετα στον άξονα της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού, όπου φαίνεται η επώθηση της ζώνης Ανατολικής Ελλάδας στη ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας (Παγούνης, 1993).

Για τη ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας, μόνο έμμεσες ενδείξεις υπάρχουν για τη δράση των πρώιμων τεκτονικών κινήσεων (Ηωελληνική φάση), στα όρια του Ιουρασικού και του Κρητιδικού (Jacobshagen et al., 1976 και Keupp, 1976). Η ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας δέχτηκε ίσως τη μακρινή επίδραση των πρώιμων ορογενετικών κινήσεων των εσωτερικών ζωνών. Αποτέλεσμα αυτών των κινήσεων ήταν οι ελαφρές ανοδικές κινήσεις, που δημιούργησαν παραλιακό περιβάλλον, κατά τη διάρκεια της Αγκασιζικής, της Νεοκιμμερικής και της Υποερκυνικής φάσης. Το περιβάλλον αυτό ήταν το κατάλληλο για τη γένεση των βωξιτών και εξηγεί τη μικρή ασυμφωνία μεταξύ των υποκειμένων και υπερκειμένων ασβεστόλιθων και τη μη διακοπή της συνέχειας της ιζηματογένεσης. Κατά τη διάρκεια της ανωκρητιδικής-κατωτριαδικής περιόδου, φαίνεται να έδρασε μια γερμανοτυπική τεκτονική (Bruchtektonik), που πιθανώς αντιστοιχεί στη Λαμαρική φάση των παλαιοαλπικών κινήσεων (Richter & Mariolakos 1975, Finsterwalder & Sowa 1981) και προκάλεσε ορίζοντες διαβρώσεων και προφλυσχικές μετατοπίσεις στους ανωκρητιδικούς ασβεστόλιθους. Η οριστική ανάδυση της ζώνης έγινε στο ανώτερο Ηώκαινο (Πριαμπόνιο), κατά τη διάρκεια της Πυρηναϊκής παροξυσμικής φάσης. Συγχρόνως, τα στρώματα της ζώνης πτυχώθηκαν και πάνω τους επωθήθηκαν στρώματα της Υποπελαγονικής και της Βοιωτικής ζώνης (Rimpel & Rothenhöfer 1983, Finsterwalder & Sowa 1981, Schwan 1976,1978 και 1981). Στα στρώματα της ζώνης Παρνασσού-Γκιώνας δημιουργήθηκαν, ως αποτέλεσμα της βαρέως τύπου τεκτονικής, πτυχές μεγάλου μήκους, με γενική αξονική διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ. Αποτέλεσμα αυτών των πτυχώσεων είναι ο σχηματισμός μεγα-συγκλίνων (εικ. 2.1) και μεγα-αντικλίνων, που δεσπόζουν σήμερα στα όρη Παρνασσό, Γκιώνα και Ελικώνα (Μαράτος, 1971 και Μουντράκης, 1985). Η μελέτη του κωνικού Κάρστ στην περιοχή

Καλυβιών Παρνασσού έδειξε ότι η απόσπαση του Ελικώνα από τον Παρνασσό πραγματοποιήθηκε εξ αιτίας ενός τέτοιου σύγκλινου και ολοκληρώθηκε πριν από το μέσο Μειόκαινο (Μονόπωλης, 1971).

Μετά από τις παραπάνω τεκτοορογενετικές κινήσεις, ακολούθησε ένα στάδιο ανωτριτογενών και τεταρτογενών νεοαλπικών ηπειρωτικών κινήσεων, που κατά τον Schwan (1976), είναι συνέχεια των κινήσεων της Πυρηναϊκής φάσης, που τοποθετείται στα όρια Ηωκαίνου-Ολιγοκαίνου. Οι κινήσεις αυτές είχαν σαν χαρακτηριστικό τη διάρρηξη των στρωμάτων και την κατακόρυφη μετατόπιση μεγάλων τμημάτων της περιοχής της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού.

Από το Ολιγόκαινο και μετά, αρχίζει η δημιουργία κλειστών λεκανών ή λιμνών, σε διάφορες περιοχές αυτής της ζώνης (Μαράτος, 1972). Κατά τη περίοδο αυτή, μετά από μια περίοδο πτυχώσεων, ακολούθησε ανοδική τάση των ιζημάτων, η οποία δεν ήταν ενιαία γιατί κάποια τμήματα υστέρησαν σε σχέση με τους ρυθμούς ανόδου. Τα τμήματα αυτά αποτέλεσαν το αρχικό στάδιο δημιουργίας των νεογενών λεκανών, εντός των οποίων σχηματίστηκαν λίμνες (Lüttig, 1966), οι οποίες δέχτηκαν υλικά αποσάθρωσης από τα γύρω πετρώματα.



Εικόνα 2.1: Ασβεστόλιθοι του ανώτερου Κρητιδικού (Μαιστριχτίου) που εξέχουν του φλύσχη ως τεκτονικό κέρας, στο διερρηγμένο σύγκλινο-τάφρο του βόρειου τμήματος του Ελικώνα.

Ερευνητές, που προσπάθησαν να εξηγήσουν τη δημιουργία λιμνών με τη σύγχρονη τεκτονική, υποστήριξαν ότι οι νεογενείς λεκάνες δεν είναι αποτέλεσμα ορογενετικών διαδικασιών αλλά αποτέλεσμα σύνθλιψης ή εφελκυστικών τάσεων στους γεωλογικούς σχηματισμούς (Dercourt, 1970 και Μαριολάκος, 1978).

Η μικροτεκτονική ανάλυση που πραγματοποίησαν στην περιοχή Λοκρίδας ο Mercier (1976) και η Rontoyanni-Tsiambaou (1984), έδειξε ότι στο ανώτερο Τριτογενές και στο Τεταρτογενές έλαβαν χώρα έντονες εφελκυστικές τάσεις, με διευθύνσεις ΒΑ-ΝΔ και ΒΔ-ΝΑ, που είχαν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία πολλών κανονικών ρηγμάτων.

Η πρώτη εφελκυστική τάση, με κύρια διεύθυνση επέκτασης ΒΑ-ΝΔ, τοποθετείται κατά τη διάρκεια του Πλειοκαίνου και μετά. Αποτέλεσμα αυτής της τάσης ήταν η δημιουργία των πλειοκαινικών λεκανών, εντός των οποίων σχηματίστηκαν λίμνες ή ίσως μια εκτεταμένη λίμνη. Η συνέχεια αυτής της δράσης είχε ως αποτέλεσμα τον κατακερματισμό της περιοχής, την εξαφάνιση των λιμνών και την ανύψωση ή καταβύθιση των τμημάτων της, έτσι ώστε σήμερα να βρίσκονται σε διάφορες θέσεις και υψόμετρα (Παπαδοπούλου-Βρυνιώτη, 1990). Σε αυτό το σύστημα ρηγμάτων οφείλεται η δημιουργία του βυθίσματος του Βοιωτικού Κηφισού, το οποίο πρέπει να άρχισε στις αρχές του Πλειοκαίνου, εφ' όσον το βύθισμα έχει πληρωθεί από πλειοτεταρτογενείς αποθέσεις (Υδρογαία, 1974 από Παπαδοπούλου-Βρυνιώτη, 1990). Την ίδια εποχή αρχίζει

και η ανάπτυξη της λεκάνης της Κωπαΐδας, ως η προς τα ανατολικά συνέχεια αυτού του βυθίσματος. Τα ρήγματα, που δημιουργήθηκαν εξ αιτίας αυτής της εφελκυστικής τάσης, είναι στην πλειοψηφία τους ενεργά (Παυλίδης κ.α., 2004) και έχουν διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και Δ-Α. Οι διευθύνσεις αυτές συμπίπτουν με τη διεύθυνση του σύγχρονου εφελκυσμού στο χώρο του Αιγαίου (Lemeille 1977, Ganas et al. 1996, Papazachos and Kiratzi 1996, Παυλίδης κ.α. 1999, Pantosi et al. 2001 και Παυλίδης κ.α., 2004).

Στην ευρύτερη περιοχή του Βοιωτικού-Φωκικού βυθίσματος (Goldsworthy & Jackson, 2001), διακρίνονται τρία συστήματα ρηγμάτων ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης (σχ. 2.7), που οφείλουν το σχηματισμό τους σε αυτή την εφελκυστική τάση:

α) Ένα παράκτιο σύστημα ρηγμάτων (ρήγματα Σπερχειού, Θερμοπυλών, Καμένων Βούρλων-Αγίου Κωνσταντίνου, Αρκίτσας, Αταλάντης), που οριοθετεί το Βόρειο Ευβοϊκό Κόλπο και την κοιλάδα του Σπερχειού ποταμού. Η οροφή του ρήγματος αυτού, που βρίσκεται ΒΑ, αποτελεί το βύθισμα του Ευβοϊκού κόλπου, ενώ η βάση του, που αποτελεί την παράκτια ζώνη, ανυψώνει το Μεσοζωικό ασβεστόλιθο και τα νεογενή ιζήματα της λεκάνης του Ρεγκινίου (Roberts & Jackson, 1991, Collier et al., 1995 και Eliet & Gawthorpe, 1995, Παυλίδης κ.α., 2004).

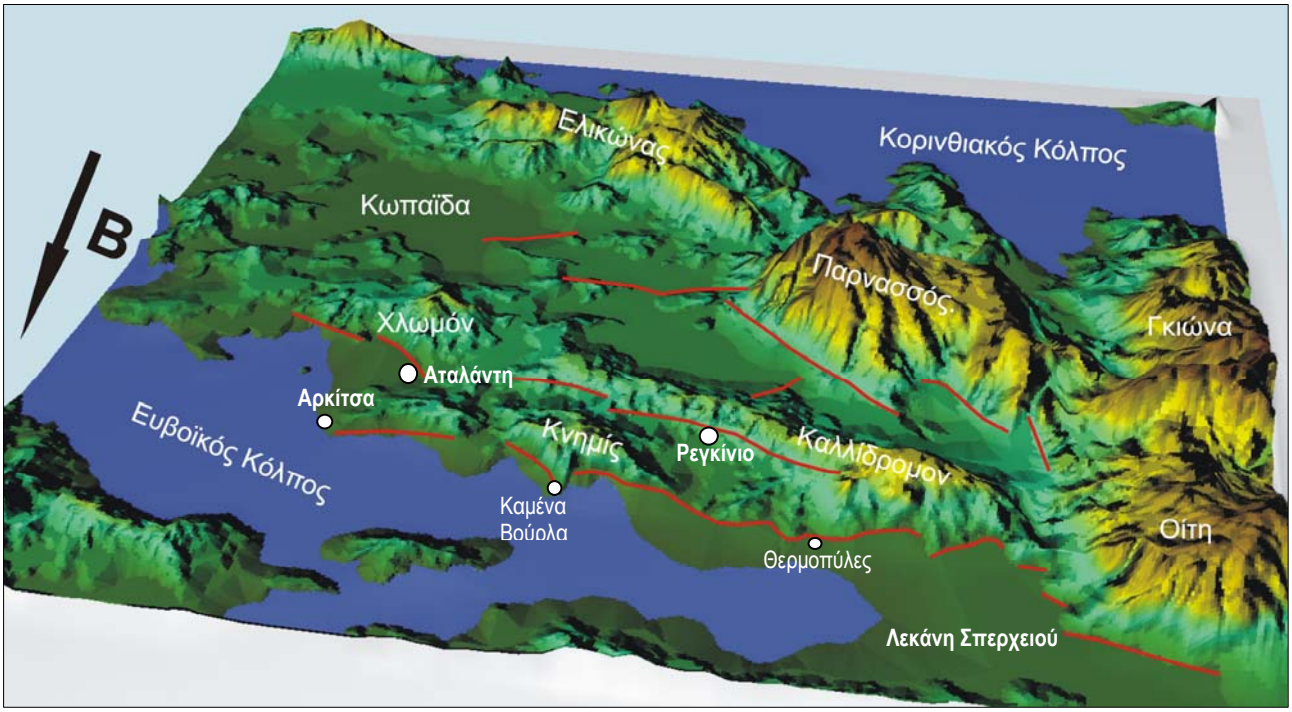
β) Ένα σύστημα ρηγμάτων (ρήγμα Καλλιδρόμου) παράλληλο με το προηγούμενο, που βρίσκεται στους ΒΑ πρόποδες του Καλλιδρόμου όρους και απέχει περίπου 8km από αυτό. Στο ρήγμα αυτό παρατηρείται ανύψωση της βάσης κατά περίπου 600m-700m, πάνω από τα νεογενή ιζήματα της λεκάνης του Ρεγκινίου, που αποτελεί την οροφή του ρήγματος. Το ρήγμα αυτό είναι ενεργό τουλάχιστον από το κάτω Τεταρτογενές (Ioakim & Rontoyianni, 1988 και Collier et al., 1995).

γ) Ένα σύστημα ρηγμάτων με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, που βρίσκεται στους ΒΑ πρόποδες του όρους Παρνασσός, το οποίο μαζί με το προηγούμενο σύστημα ρηγμάτων του Καλλιδρόμου είναι υπεύθυνο για το σχηματισμό του βυθίσματος του Βοιωτικού Κηφισού. Το βύθισμα του Βοιωτικού Κηφισού, είναι το μεγαλύτερο συγκρινόμενο με το βύθισμα του Ρεγκινίου αν και οι βάσεις και των τριών συστημάτων ρηγμάτων έχουν σχηματιστεί σε Μεσοζωικούς ασβεστόλιθους (Goldsworthy & Jackson, 2001). Στο δυτικό άκρο του ρηγματογενούς συστήματος του Παρνασσού, στην περιοχή Μπράλου, η οροφή του ρήγματος του Παρνασσού κόβεται, εξ αιτίας της ανύψωσης της βάσης του παράκτιου ρήγματος του Σπερχειού (Leeder & Jackson, 1993), δείχνοντας ότι από τα δυο ρήγματα, το παράκτιο ρήγμα του Σπερχειού είναι περισσότερο ενεργό και καθορίζει τη γεωμορφολογία της περιοχής. Η δημιουργία των ποτάμιων αναβαθμίδων του Βοιωτικού Κηφισού στην περιοχή Μπράλου-Γραβιάς-Αμφίκλειας οφείλεται στις ανυψωτικές κινήσεις της βάσης του ρήγματος αυτού, παρά στη βύθιση της οροφής του ρήγματος του Παρνασσού.

Η δεύτερη εφελκυστική τάση έχει διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και έλαβε χώρα στο Βοιωτικό-Φωκικό βύθισμα κατά το Τεταρτογενές (Mercier, 1976 και Rontoyanni-Tsiambaou, 1984). Σε αυτή οφείλεται η επαναδραστηριοποίηση παλαιότερων ρηγμάτων, η δημιουργία νέων πιθανών ενεργών ρηξιγενών ζωνών ΝΔ-ΒΑ διεύθυνσης (Kranis, et al., 2001) και ο σχηματισμός του βόρειου Ευβοϊκού Κόλπου, ο οποίος κατά τη διάρκεια του άνω

Πλειστόκαινου κατακλύστηκε από τη θάλασσα. Το βύθισμα του Βοιωτικού Κηφισού τεμαχίστηκε εξ αιτίας αυτής της ρηξιγενούς τεκτονικής σε μικρότερα τεκτονικά τεμάχη, μετατοπισμένα διαδοχικά σε διαφορετικά υψόμετρα (σχ. 2.7). Τα τμήματα αυτά αντιστοιχούν από βορειοδυτικά προς τα νοτιοανατολικά στον άνω, μέσο και κάτω ρου του Βοιωτικού Κηφισού, καθώς επίσης και στις λεκάνες των λιμνών Κωπαΐδας, Υλίκης και Παραλίμνης.

Στο γεωλογικό χάρτη του σχήματος 2.8 αποτυπώνονται τα ρήγματα της περιοχής έρευνας, βάσει των γεωλογικών χαρτών της περιοχής.



Σχήμα 2.7: Τρισδιάστατο μοντέλο της περιοχής του Βοιωτικού-Φωκικού βυθίσματος, στο οποίο διακρίνονται τα τρία συστήματα ρηγμάτων, που δημιούργησαν το βύθισμα και τα κάθετα ρήγματα, που το τεμάχισαν.

ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΒΟΙΩΤΙΚΟΥ ΚΗΦΙΣΟΥ

ΚΑΛΛΙΔΡΟΜΟΝ ΟΡΟΣ
ΟΙΤΗ ΟΡΟΣ
ΜΠΡΑΛΟΣ
ΠΕΔΙΟ ΓΡΑΒΙΑΣ-ΜΠΡΑΛΟΥ-ΑΜΦΙΚΛΕΙΑΣ
ΓΡΑΒΙΑ
ΣΦΙΓΓΕΙΟΝ ΟΡΟΣ
ΑΜΦΙΚΛΕΙΑ
ΚΑΛΥΜΜΑ ΓΕΡΟΛΕΚΑ
ΚΑΛΥΜΜΑ ΤΟΥΦΑΣ
ΠΕΔΙΟ ΕΛΑΤΕΙΑΣ-ΤΙΘΟΡΕΑΣ
ΕΛΑΤΕΙΑ
ΧΛΩΜΟΝ ΟΡΟΣ
Κ. ΤΙΘΟΡΕΑ
ΓΚΙΩΝΑ ΟΡΟΣ
ΚΑΛΥΜΜΑ ΕΠΤΑΛΟΦΟΥ
ΥΦΑΝΤΕΙΟΝ ΟΡΟΣ
ΠΑΡΝΑΣΣΟΣ ΟΡΟΣ
ΦΙΛΟΒΟΙΩΤΟΣ ΟΡΟΣ
ΗΔΥΛΕΙΟΝ ΟΡΟΣ
ΑΚΟΝΤΙΟΝ ΟΡΟΣ
ΔΑΥΛΕΙΑ
ΠΕΔΙΟ ΔΑΥΛΕΙΑΣ-ΧΑΙΡΩΝΕΙΑΣ
ΧΑΙΡΩΝΕΙΑ
ΤΣΟΥΚΑΛΑΔΕΣ
ΘΟΥΡΙΟΝ ΟΡΟΣ
ΕΛΙΚΩΝ ΟΡΟΣ
A
A'
N
W
E
S
0
5
10 km

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Σύγχρονες προσχώσεις (Ολόκαινο)
- Πλευρικά κορήματα, κώνοι κορημάτων και κροκαλοπαγή (Ολόκαινο)
- Κροκαλοπαγή και ερυθροπηλοί (Πλειστόκαινο)
- Λιμναίες αποθέσεις και κλαστικά ιζήματα (Νεογενές)
- Φλύσχης
- Πετρώματα της ζώνης Παρνασσού - Γκιώνας
- Πετρώματα της ζώνης Ανατολικής Ελλάδας

- Ρήγμα ορατό
- Ρήγμα πιθανό
- Ανώμαλη τεκτονική επαφή
- Γραμμή επώθησης
- Γραμμή εφίππευσης
- Ποτάμια αύλακα
- Όρια υδρογεωλογικής λεκάνης
- Πόλεις - οικισμοί

Σχήμα 2.8: Γεωλογικός χάρτης της περιοχής έρευνας.

3. Γεωφυσική έρευνα.

3.1. Εισαγωγή.

3.1.1. Αντικείμενο και σημασία της γεωφυσικής έρευνας.

Η εδαφική κάλυψη των ολοκαινικών αποθέσεων της περιοχής έρευνας περιορίζει τη γεωλογική παρατήρηση και καθιστά δύσκολη έως αδύνατη την εξαγωγή συμπερασμάτων σε θέματα που αφορούν τη γεωλογική δομή των υποεπιφανειακών στρωμάτων. Σε μια τέτοια περίπτωση, προκειμένου να συνεχιστεί η περαιτέρω διερεύνηση των γεωλογικών δομών του υπεδάφους, επιστρατεύονται οι μέθοδοι γεωφυσικής διασκόπησης.

Γεωφυσική διασκόπηση, είναι η μελέτη της δομής των απρόσιτων στην άμεση παρατήρηση επιφανειακών στρωμάτων του γήινου φλοιού, με βάση τις μετρήσεις γεωφυσικών μεγεθών και με την εφαρμογή θεμελιωδών νόμων της Φυσικής (Παπαζάχος 1986).

Βασικός σκοπός της γεωφυσικής διασκόπησης είναι ο εντοπισμός γεωλογικών συνθηκών οικονομικής σημασίας, συνθηκών δηλαδή που ευνοούν το σχηματισμό υγρών, αερίων ή στερεών κοιτασμάτων. Η σημασία της οφείλεται στο ότι προσδιορίζονται οι πιθανές γεωλογικές δομές, που φιλοξενούν οικονομικώς συμφέρουσες συγκεντρώσεις, όπως κοιτάσματα πετρελαίου και φυσικού αερίου, μεταλλεύματα, ορυκτούς άνθρακες, υδροφόρους ορίζοντες, γεωθερμικά πεδία κ.α. κι έτσι αυξάνεται η πιθανότητα επιτυχούς ανεύρεσης αυτών και μειώνονται ανεπιτυχείς ενέργειες, οι οποίες κοστίζουν οικονομικά και χρονικά.

Στόχος της γεωφυσικής έρευνας στην παρούσα εργασία είναι η αξιοποίηση των γεωφυσικών δεδομένων ώστε να αποκαλυφθεί, όπου είναι δυνατό, η κατεύθυνση μετακίνησης της κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού, μέσω της μελέτης της γεωλογικής δομής του υποβάθρου, όπως αυτή προέκυψε από τα δεδομένα αυτά.

3.1.2. Αρχές των βασικών μεθόδων γεωφυσικής διασκόπησης.

Η εφαρμογή των μεθόδων γεωφυσικής διασκόπησης στηρίζεται στη μέτρηση ορισμένων φυσικών μεγεθών, όπως είναι οι χρόνοι διαδρομής των τεχνητά παραγόμενων ελαστικών κυμάτων, η ένταση του γήινου βαρυτικού και μαγνητικού πεδίου, το δυναμικό και η ένταση ηλεκτρικών ρευμάτων κ.λ.π.. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται ειδικά κατασκευασμένα όργανα, όπως σεισμόμετρα, βαρυτόμετρα, μαγνητόμετρα, βολτόμετρα, αμπερόμετρα κ.α., που τίθενται σε λειτουργία σε ορισμένη απόσταση από τη δομή η οποία πρόκειται να μελετηθεί. Με βάση τις τιμές των φυσικών ποσοτήτων, που μετρώνται και με τη χρήση μαθηματικών εξισώσεων, που εκφράζουν θεμελιώδεις νόμους της φυσικής, όπως οι νόμοι της ανάκλασης και διάθλασης των κυμάτων, ο νόμος της παγκόσμιας έλξης, οι βασικοί νόμοι του μαγνητισμού και του ηλεκτρισμού κ.λ.π., προσδιορίζονται άλλες φυσικές ποσότητες, όπως είναι η ταχύτητα διάδοσης των ελαστικών κυμάτων, η πυκνότητα, η μαγνητική επιδεκτικότητα, η ειδική ηλεκτρική αντίσταση κ.λ.π.. Τα νέα φυσικά μεγέθη περιγράφουν καλύτερα τις ιδιότητες των πετρωμάτων του υπεδάφους κι έτσι καθίσταται

δυνατή η ιχνογράφηση των γεωλογικών δομών του στερεού φλοιού της γης, αφού συγκριθούν τα γεωφυσικά μοντέλα που κατασκευάζονται με βάση την κατανομή των φυσικών παραμέτρων στο χώρο, με τα γεωλογικά αναμενόμενα ή δεδομένα της περιοχής. Στη γεωφυσική βιβλιογραφία εμφανίζονται πίνακες φυσικών σταθερών, οι οποίοι χρησιμεύουν στη γεωλογική ερμηνεία των γεωφυσικών μοντέλων. Πάντως σαφής αντιστοιχία μεταξύ των τιμών των γεωφυσικών παραμέτρων και των γεωλογικών σχηματισμών δεν υπάρχει, λόγω επικάλυψης των τιμών των φυσικών παραμέτρων των διαφόρων τύπων πετρωμάτων (Θανάσουλας, 1983 και Παπαζάχος, 1986).

Κατά την επεξεργασία των δεδομένων που προκύπτουν από την εφαρμογή των μεθόδων γεωφυσικής διασκόπησης, το ενδιαφέρον στρέφεται όχι στις απόλυτες τιμές των φυσικών μεγεθών αλλά στις μεταβολές τους, οι οποίες οφείλονται στις ανωμαλίες της δομής του φλοιού που συνυπάρχουν με τη ζητούμενη συγκέντρωση.

Οι βασικές μέθοδοι γεωφυσικής διασκόπησης διακρίνονται σε πέντε κατηγορίες. Αυτές είναι: οι σεισμικές, οι βαρυτομετρικές, οι μαγνητικές, οι ηλεκτρικές και οι ηλεκτρομαγνητικές. Επίσης, σε ειδικές περιπτώσεις, εφαρμόζονται και άλλες μέθοδοι όπως είναι η ραδιομετρική και η θερμική μέθοδος.

Σεισμική μέθοδος: Κατά την εφαρμογή της επιδιώκεται η μέτρηση του χρόνου διαδρομής ενός τεχνητά παραγόμενου σεισμικού κύματος σε γνωστή απόσταση, με σκοπό τον υπολογισμό της μεταβολής της ταχύτητας διάδοσης του ελαστικού κύματος μέσα στα πετρώματα από τα οποία διέρχεται. Η γνώση της μεταβολής της ταχύτητας αυτής οδηγεί στον προσδιορισμό των δομών του υπεδάφους. Οι σεισμικές μέθοδοι διακρίνονται στις μεθόδους ανάκλασης και διάθλασης και βασίζονται στις αρχές που διέπουν τη διάδοση των κυμάτων, όπως είναι η αρχή του Huygens, η αρχή του Fermat κ.α..

Βαρυτομετρική μέθοδος: Κατά την εφαρμογή της μεθόδου αυτής, επιδιώκεται η μέτρηση της έντασης του πεδίου βαρύτητας της γης στην επιφάνεια της ζητούμενης δομής ή κοντά σ' αυτή, με σκοπό τον υπολογισμό της κατανομής των οριζόντιων μεταβολών της πυκνότητας στο χώρο αυτό. Οι οριζόντιες ανωμαλίες της πυκνότητας, που προκαλούν αντίστοιχες ανωμαλίες στο πεδίο βαρύτητας της γης οφείλονται σε γεωτεκτονικά αίτια και εκφράζουν γεωλογικές συνθήκες, που συχνά φιλοξενούν εκμεταλλεύσιμα κοιτάσματα. Βάση των μεθόδων της βαρυτομετρικής διασκόπησης αποτελεί ο νόμος έλξης των μαζών του Newton**.**

Μαγνητική μέθοδος: Στόχος της μεθόδου είναι ο υπολογισμός της κατανομής της μαγνητικής επιδεκτικότητας σε κάποιο πέτρωμα του υπεδάφους, μέσω μετρήσεων στην επιφάνεια, της έντασης του γεωμαγνητικού πεδίου και του προσδιορισμού μαγνητικών ανωμαλιών μικρής κλίμακας. Οι μαγνητικές μέθοδοι είναι παρόμοιες με τις βαρυτομετρικές, η εφαρμογή τους είναι περισσότερο πολύπλοκη, αλλά η γεωλογική τους ερμηνεία είναι απλούστερη από την ερμηνεία των βαρυτομετρικών μεθόδων. Η εφαρμογή τους στηρίζεται στο νόμο του Coulomb για τον μαγνητισμό.

Ηλεκτρική μέθοδος: Κατά την εφαρμογή της μεθόδου αυτής επιδιώκεται ο καθορισμός των ηλεκτρικών ιδιοτήτων και κυρίως ο προσδιορισμός της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης των υπεδάφιων στρωμάτων, μέσω

μετρήσεων της ηλεκτρικής τάσης και έντασης, είτε φυσικών ρευμάτων και πεδίων, είτε ρευμάτων που διοχετεύονται τεχνητά μέσα στη γη.

Ηλεκτρομαγνητική μέθοδος: Κατά την εφαρμογή της ηλεκτρομαγνητικής μεθόδου επιδιώκεται ο καθορισμός της κατανομής της ειδικής αγωγιμότητας των επιφανειακών στρωμάτων του φλοιού της γης με βάση τις ιδιότητες του δευτερεύοντος ηλεκτρομαγνητικού πεδίου, που παράγεται μέσα στα στρώματα αυτά σε σχέση με τις ιδιότητες του πρωτογενούς πεδίου, οι οποίες είναι γνωστές είτε αυτό παράγεται από φυσικά αίτια είτε παράγεται τεχνητά.

Από τις παραπάνω γεωφυσικές μεθόδους επιλέχτηκε να εφαρμοστεί για λόγους που αναλύονται παρακάτω (§ 3.2.1) η ηλεκτρική μέθοδος διασκόπησης, με στόχο τον προσδιορισμό της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης των στρωμάτων.

3.1.3. Μέθοδοι γεωηλεκτρικής διασκόπησης.

Το μεγαλύτερο ενδιαφέρον στις γεωηλεκτρικές μεθόδους γεωφυσικής διασκόπησης παρουσιάζει η ειδική αντίσταση (ρ), η οποία ορίζεται ως εξής: ΄Αν ένα κομμάτι ομογενούς πετρώματος, που έχει σχήμα κυλίνδρου με διατομή S και μήκος L, παρουσιάζει ηλεκτρική αντίσταση R, τότε από το νόμο της αντίστασης ενός αγωγού επιλύνοντας ως προς ρ προκύπτει:

$$R = \rho \frac{L}{S} \Leftrightarrow \rho = R \frac{S}{L}$$

Η μονάδα μέτρησης της ειδικής αντίστασης στο S.I. είναι 1 Ωm.

Τα διάφορα πετρώματα και οι γεωλογικοί σχηματισμοί παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορές στο μέτρο της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης, το φάσμα των τιμών του οποίου κυμαίνεται από 10^{-6} στο γραφίτη έως 10^{15} σε ορισμένα χαλαζιακά πετρώματα. Όταν, επομένως, είναι γνωστή η κατανομή των τιμών της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης στα επιφανειακά στρώματα του φλοιού της γης, καθίσταται δυνατή η διάκριση των γεωλογικών σχηματισμών που αντιστοιχούν στις τιμές αυτές της ειδικής αντίστασης και η απόκτηση πληροφοριών, που αφορούν το είδος των γεωλογικών σχηματισμών, την οριζόντια έκτασή τους, το πάχος τους, το βάθος στο οποίο βρίσκονται και την τεκτονική της περιοχής.

Βασική προϋπόθεση για τη γεωλογική ερμηνεία της κατανομής των τιμών της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης, είναι η γνώση των τιμών της ειδικής αντίστασης των διαφόρων ορυκτών και πετρωμάτων η οποία εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως είναι το πορώδες του υλικού διέλευσης του ρεύματος, η ύπαρξη ή όχι νερού στη μάζα του, η λιθολογία και η ηλικία του πετρώματος, το περιβάλλον ιζηματογένεσης, το είδος του υπερκειμένου και υποκειμένου στρώματος, η ανισοτροπία και η ανομοιογένεια του σχηματισμού και η θερμοκρασία του.

Υπάρχουν πίνακες (Dobrin, 1976), που αναγράφουν ειδικές ηλεκτρικές αντιστάσεις διαφόρων πετρωμάτων και μάλιστα για τις διάφορες ηλικίες σχηματισμού τους. Όμως λόγω της μεγάλης επικάλυψης τιμών, επειδή

αυτές καλύπτουν ευρέα φάσματα, επιβάλλεται η πραγματοποίηση δοκιμαστικών μετρήσεων στα πετρώματα της κάθε περιοχής έρευνας, ώστε να διαμορφωθούν οι σχετικές τιμές της ειδικής αντίστασης.

Για την πραγματοποίηση των γεωηλεκτρικών μετρήσεων, τα ηλεκτρόδια τοποθετούνται σε διάφορες διατάξεις στο χώρο, ανάλογα σκοπό της διασκόπησης. Οι κυριότερες από τις γεωηλεκτρικές διατάξεις είναι: η διάταξη Wenner, η διάταξη Palmer, η διάταξη Schlumberger, η διάταξη τριών σημείων (pole-dipole), η διάταξη διπόλου-διπόλου (dipole-dipole), η διάταξη Lee, η τετραγωνική διάταξη (διάταξη Square) και η δίδυμη ηλεκροδιακή διάταξη (pole-pole array).

Η γεωηλεκτρική μέθοδος στηρίζεται στη μέτρηση της διαφοράς δυναμικού ΔV, που αναπτύσσεται σε δυο ηλεκτρόδια (ηλεκτρόδια δυναμικού), εφ‘ όσον μέσω δυο άλλων ηλεκτροδίων (ηλεκτρόδια ρεύματος) έχει διοχετευτεί στο έδαφος ρεύμα έντασης I. Τα ηλεκτρόδια δυναμικού και ρεύματος τοποθετούνται σε καθορισμένες αποστάσεις μεταξύ τους και η ποσότητα που υπολογίζεται

$$\rho_\alpha = \kappa \frac{\Delta V}{I} \Leftrightarrow \rho_\alpha = \kappa R$$

ονομάζεται φαινόμενη ειδική αντίσταση. Ο συντελεστής κ ονομάζεται γεωμετρικός συντελεστής και εξαρτάται από τον τρόπο διάταξης των ηλεκτροδίων στο χώρο και από τις αποστάσεις μεταξύ των ηλεκτροδίων.

3.2. Γεωηλεκτρική μελέτη του πεδίου του Βοιωτικού Κηφισού.

3.2.1. Επιλογή της μεθόδου εργασίας.

Για την πραγματοποίηση της γεωφυσικής έρευνας στη λεκάνη του Βοιωτικού Κηφισού, επελέγη η μέθοδος γεωηλεκτρικής βαθοσκόπησης σε διάταξη Schlumberger. Η διάταξη αυτή χρησιμοποιείται περισσότερο από όλες τις γεωμετρικές διατάξεις για τα εξής κυρίως πλεονεκτήματα που παρουσιάζει (Θανάσουλας, 1983 και Παυλόπουλος, 1995):

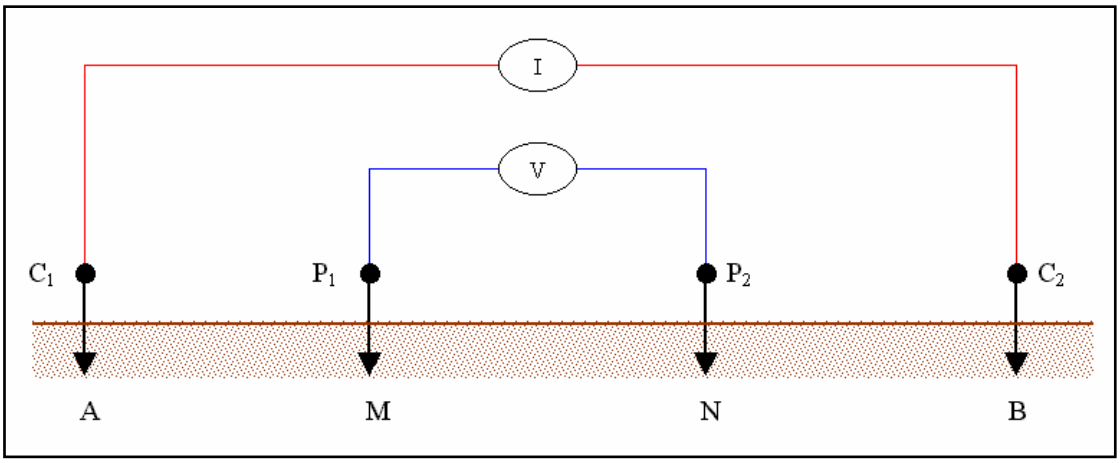
1. Με τη χρήση σταθερού διπόλου διαφοράς δυναμικού, αποφεύγονται ανεπιθύμητες επιδράσεις πάνω στις μετρήσεις, οι οποίες συνήθως προκαλούνται από πλευρικές γεωλογικές ασυνέχειες και ανομοιογένειες κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, που οφείλονται σε κατά θέσεις υγρασία, διαβρώσεις, θύλακες κ.λ.π.. Όλοι αυτοί οι παράγοντες προκαλούν σταθερή επίδραση για όλες τις μετρήσεις και επιφέρουν το ίδιο σφάλμα.
2. Κατά την εκτέλεση των μετρήσεων στην ύπαιθρο, απαιτείται η ανάπτυξη μόνο των δυο καλωδίων της γραμμής ρεύματος, καθότι τα ηλεκτρόδια του δυναμικού παραμένουν σταθερά για αρκετές μετρήσεις και σε μικρή απόσταση από το κέντρο της διάταξης.
3. Για την ερμηνεία της μεθόδου αυτής προορίζεται το μεγαλύτερο μέρος του διαθέσιμου βοηθητικού ερμηνευτικού υλικού (βοηθητικές καμπύλες, προγράμματα ηλεκτρονικών υπολογιστών).

3.2.2. Εφαρμογή της μεθόδου εργασίας.

Το σχήμα 3.1 δείχνει τον τρόπο διάταξης των ηλεκτροδίων κατά την εφαρμογή της μεθόδου γεωηλεκτρικής διασκόπησης Schlumberger. Το ρεύμα έντασης I διοχετεύεται μέσω των ηλεκτροδίων C_1 και C_2 στις προκαθορισμένες θέσεις A και B που ισαπέχουν από το κέντρο της διάταξης και προσδιορίζουν το μήκος της γραμμής AB. Ένα μικρό δίπολο τάσης με ηλεκτρόδια P_1, P_2 και μήκος MN βρίσκεται ομοίως στο κέντρο της διάταξης ρεύματος της γραμμής AB και καταγράφει τη διαφορά δυναμικού ΔV που εμφανίζεται σε κάθε διοχέτευση ρεύματος.

Η φαινόμενη αντίσταση ρ_α υπολογίζεται από τη σχέση $\rho_\alpha = kR$ που αναφέρθηκε παραπάνω (§ 3.1.2) και ο γεωμετρικός συντελεστής κ της διάταξης Schlumberger υπολογίζεται για αποστάσεις ηλεκτροδίων AB και MN, από τη σχέση:

$$K = \frac{(AB/2)^2 - (MN/2)^2}{MN}\pi$$



Σχήμα 3.1: Διάταξη ηλεκτροδίων για τη μέτρηση της ειδικής αντίστασης, σύμφωνα με τη μέθοδο Schlumberger.

Για τη μελέτη της κατακόρυφης κατανομής των ειδικών αντιστάσεων (Vertical Electrical Sounding = VES) μιας περιοχής το ρεύμα, που διοχετεύεται στο έδαφος, πρέπει να περνά διαδοχικά από όλο και βαθύτερους σχηματισμούς. Αυτό επιτυγχάνεται με τη σταδιακή αύξηση του μήκους της γραμμής AB. Για μια σειρά τιμών AB/2 και για δεδομένα MN/2, υπολογίζονται οι συντελεστές κ και μετρώντας την ένταση του ρεύματος και την αντίστοιχη τάση ΔV, υπολογίζεται η ποσότητα ρ_α.

3.2.3. Μέσα που χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση των μετρήσεων.

Για την πραγματοποίηση των γεωηλεκτρικών βαθοσκοπήσεων σε διάταξη Schlumberger στη λεκάνη του Βοιωτικού Κηφισού, χρησιμοποιήθηκαν τα εξής όργανα:

- Συσκευή μέτρησης της αντίστασης των στρωμάτων. Πρόκειται για τη συσκευή ABEM TERRAMETER SAS 300 C, η οποία αποτελείται από ένα ελαφρύ, αδιάβροχο, μεταλλικό κιβώτιο στο οποίο είναι

ενσωματωμένα τόσο ο πομπός του ηλεκτρικού ρεύματος όσο και ο δέκτης του σήματος που δημιουργεί το ηλεκτρικό ρεύμα. Έχει τη δυνατότητα λήψης είτε μιας είτε του μέσου όρου πολλών (4, 16, 64) μετρήσεων του λόγου ΔV/I.

- Μπαταρία ξηρών στοιχείων των 12 Volts, η οποία προσαρμόζεται στη βάση του κιβωτίου.
- Συσκευή φόρτισης της μπαταρίας.
- Ηλεκτρόδια ρεύματος και δυναμικού με υλικό κατασκευής duraluminium.
- Δυο ζεύγη καλωδίων ρεύματος με δυνατότητα ανάπτυξης της γραμμής ρεύματος ΑΒ μέχρι τα 400m και τα 1280m, με σημειωμένες τις αποστάσεις ΑΒ/2 πάνω σ' αυτά, ώστε να ελέγχεται η ακριβής τοποθέτηση των ηλεκτροδίων.
- Ένα ζεύγος καλωδίων δυναμικού με δυνατότητα ανάπτυξης του διπόλου ΜΝ έως 80 m.
- Ένα ζεύγος σχοινιών συνολικού μήκους 260 m με σημειωμένες τις αποστάσεις ΑΒ/2 πάνω σ' αυτά, ώστε να εξασφαλίζεται τόσο η ευθυγράμμιση, όσο και η ακριβής τοποθέτηση των ηλεκτροδίων.

3.2.4. Πραγματοποίηση και καταγραφή των μετρήσεων.

Για την πραγματοποίηση και παρουσίαση των μετρήσεων των γεωηλεκτρικών διασκοπήσεων ακολουθήθηκαν τα εξής βήματα:

Επιλογή της θέσης του κέντρου της διάταξης. Τη θέση του κέντρου της διάταξης καθόριζε κάθε φορά κατ' αρχήν η δυνατότητα προσπέλασης και πρόσβασης στο σημείο, του τεχνικού συνεργείου. Καταβλήθηκε προσπάθεια αποφυγής θέσεων που βρίσκονται κοντά σε οικοδομές ή οικίσκους υδρογεωτρήσεων, δίπλα σε μεταλλικά αντικείμενα ή εγκαταλελειμμένα παρελκόμενα γεωργικών ελκυστήρων, κάτω από πυλώνες ρεύματος υψηλής τάσης, πάνω ή πλησίον της επιφάνειας από την οποία διέρχονται αγωγοί καυσίμων και νερού προς άρδευση και ο νεοκατασκευασθείς αγωγός φυσικού αερίου και πάνω σε επιφάνειες που καλύπτουν εντοπισμένες αρχαιότητες. Σκοπός της προσπάθειας αποφυγής των θέσεων αυτών, ήταν η αποφυγή των κάθε είδους θορύβων που μπορεί να προκληθούν στο ηλεκτρικό σήμα κατά τη μέτρηση και να οδηγήσουν πιθανώς σε εσφαλμένα συμπεράσματα κατά την επεξεργασία των δεδομένων.

Εντοπισμός της θέσης του κέντρου της διάταξης στο χάρτη. Η θέση που επελέγη σημειωνόταν με ακρίβεια σε τοπογραφικό χάρτη κλίμακας 1: 5.000 με την κατάλληλη αρίθμηση. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν τοπογραφικοί χάρτες της Γ.Υ.Σ., ορθοφωτοχάρτες του Υπουργείου Γεωργίας σε κλίμακα 1:5.000 και χάρτες και τοπογραφικά διαγράμματα αναδασμού διαφόρων περιοχών σε διάφορες κλίμακες.

Ανάπτυξη μαρκαρισμένου σχοινιού. Στο επιλεγμένο, ως κέντρο της διάταξης, σημείο τοποθετούνταν πάσσαλος, στον οποίο δένονταν οι άκρες δυο μη εκτατών σχοινιών, μήκους 130m το καθένα στα οποία ήταν σημειωμένες (μαρκαρισμένες) οι αποστάσεις ΑΒ/2 και ΜΝ/2. Τα σχοινιά τεντώνονταν σε αντίθετες ημιευθείες και δένονταν σε πασσάλους (ηλεκτρόδια) στο τέλος τους. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλιζόταν η απόλυτη ευθυγράμμιση της γραμμής ρεύματος και η τοποθέτηση όλων των ηλεκτροδίων στην ίδια ευθεία. Η διεύθυνση της

γραμμής ρεύματος, που είχε πλέον σαν οδηγό το μαρκαρισμένο σχοινί, επιλέχτηκε να είναι παράλληλη με τη γενική διεύθυνση ροής του ποταμού, ώστε το ηλεκτρικό ρεύμα καταδυόμενο να συναντά όσο το δυνατόν οριζόντιες διαχωριστικές επιφάνειες στρωμάτων και η ερμηνεία των αποτελεσμάτων να είναι ορθότερη.

Εγκατάσταση του κυκλώματος και λήψη των μετρήσεων. Τοποθετούνταν τα ηλεκτρόδια δυναμικού στις αποστάσεις MN/2=1m και τα ηλεκτρόδια ρεύματος στη μικρότερη χρησιμοποιούμενη απόσταση AB/2=3,2m, γινόταν τροφοδοσία της γραμμής με ρεύμα έντασης I και καταγραφόταν στην ψηφιακή οθόνη του δέκτη της συσκευής ο λόγος ΔV/I=R. Διακοπτόταν το ρεύμα, άλλαζαν θέση τα ηλεκτρόδια ρεύματος (από τα 3.2m στα 4m) και επαναλαμβανόταν η ίδια εργασία. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβανόταν μέχρι να γίνει πολύ μικρή η τιμή του λόγου ΔV/I=R, οπότε άλλαζαν θέση τα ηλεκτρόδια δυναμικού από MN/2=1m σε MN/2=5m, αυξανόταν η τιμή στο δίπολο της τάσης και επομένως ο λόγος ΔV/I. Οι αλλαγές αυτές πραγματοποιούνταν στα ηλεκτρόδια του διπόλου δυναμικού, όταν οι αποστάσεις AB/2 ήσαν 16m, 50m και130m οι δε αντίστοιχες αποστάσεις των MN/2, γίνονταν 5m, 10m, 40m σε μια αναλογία AB/MN περίπου ίση με 3/1 έως 5/1. Για το σωστό έλεγχο της συνέχειας της καμπύλης ρ_α= f(AB/2) σε κάθε αλλαγή των ηλεκτροδίων του διπόλου δυναμικού λαμβάνονταν διπλές μετρήσεις, για δυο σημεία της γραμμής ρεύματος AB/2. Επί πλέον σε κάθε διοχέτευση, χρησιμοποιώντας τη δυνατότητα του οργάνου, λαμβανόταν ως τιμή του λόγου ΔV/I=R ο μέσος όρος 16 μετρήσεων.

Καταγραφή των μετρήσεων και σχεδιασμός της καμπύλης υπαίθρου. Οι μετρούμενες τιμές καταγράφονταν σε έντυπο (σχ. 3.2). Στην πρώτη στήλη του εντύπου αυτού αναγράφονται οι τιμές των αποστάσεων AB/2 σε μέτρα. Έχει ληφθεί πρόνοια ώστε οι διαδοχικές τιμές AB/2 να ισαπέχουν σε λογαριθμική κλίμακα, να είναι δηλαδή σταθερός ο λόγος των τιμών log(AB/2) και να δίνουν δέκα μετρήσεις ανά δεκάδα σημείων. Στη δεύτερη στήλη αναγράφονται οι τιμές MN/2 σε μέτρα, που χρησιμοποιήθηκαν. Για κάθε αντίστοιχο ζεύγος τιμών (AB/2, MN/2) έχει υπολογιστεί, βάσει της σχέσης της §3.2.2, ο γεωμετρικός συντελεστής κ ο οποίος αναγράφεται στην τρίτη στήλη. Η τέταρτη στήλη αφορά το λόγο ΔV/I και συμπληρώνεται αμέσως μετά από κάθε μέτρηση. Το γινόμενο αυτού του λόγου επί την αντίστοιχη τιμή του κ μας δίνει την τελικώς ζητούμενη τιμή της φαινόμενης αντίστασης ρ_α.

Οι μετρήσεις που λήφθηκαν με τον τρόπο αυτό αποτελούν μια ομάδα μετρήσεων μιας κατακόρυφης κατανομής των ειδικών αντιστάσεων (Vertical Electrical Sounding) σε ένα σημείο και χαρτογραφούνται στη συνέχεια σε διλογαριθμικό χαρτί, στον κατακόρυφο άξονα του οποίου τοποθετούνται οι τιμές της φαινόμενης αντίστασης (ρ_α) και στον οριζόντιο οι αποστάσεις (AB/2). Έτσι κατασκευάζεται η καμπύλη υπαίθρου. Στο σχήμα 3.3 φαίνεται η καμπύλη υπαίθρου που αντιστοιχεί στις τιμές που προέκυψαν από τις μετρήσεις της διασκόπησης 94 (σχ. 3.2).

ΔΕΛΤΙΟ ΓΕΩΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΒΑΘΟΣΚΟΠΗΣΗΣ

ΕΡΓΟ: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΕΣΗΣ ΣΤΟΝ ΚΗΦΙΣΟ ΠΟΤΑΜΟ

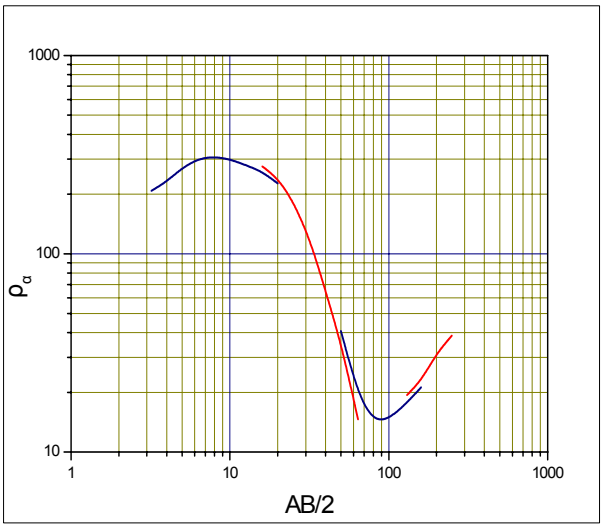
Περιοχή:.....*Κάτω Καλύβια*..... Αριθμός τομής:.....*ΞΞ1* .....
Θέση: .....*Βρίλια*..... Αριθμός βυθομ.:.....*94*.....
Υψόμετρο:.....*181,20 m*..... Δ/νση γραμμής:.....*Α-Δ* .....
Ημερομηνία:....*07.09.2001*.....

AB/2	MN/2	K (m)	R (Ω)	ρ_α (Ωm)	AB/2	MN/2	K (m)	R (Ω)	ρ_α (Ωm)
3,2	1	14,5	*14,31*	*207,5*	32	5	313,8	*0,375*	*117,7*
4	1	23,6	*9,82*	*231,8*	40	5	494,8	*0,1306*	*64,6*
5	1	37,7	*7,19*	*271,1*	50	5	777,5	*0,0457*	*35,5*
						10	377	*0.1082*	*40,8*
6,4	1	62,8	*4,82*	*302,7*	64	5	1279	*0,0114*	*14,6*
						10	627,7	*0,0311*	*19,5*
8	1	99,0	*3,12*	*308,9*	80	10	989,6	*0,0144*	*14,3*
10	1	155,5	*1,931*	*300,3*	100	10	1555	*0,0094*	*14,6*
13	1	263,9	*1,050*	*277,1*	130	10	2639	*0,0067*	*17,7*
						40	600,8	*0,0323*	*19,4*
16	1	400,6	*0,647*	*259,2*	160	10	4005,5	*0,0053*	*21,2*
	5	72,6	*3,8*	*275,9*		40	942,5	*0,0243*	*22,9*
20	1	626,7	*0,361*	*226,2*	200	40	1508	*0,0208*	*31,4*
	5	117,8	*2,04*	*240,3*					
25	5	188,5	*0,978*	*184,4*	250	40	2391,5	*0,0162*	*38,7*

ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΠΑΝ. ΚΑΡΚΑΝΑΣ

Παρατηρήσεις:.....
.....
.....Σύγκριση...με...τις...γεωτρήσεις...ΥΜΡ$_\Sigma$2...και...ΕΜΡ2...του...Ι.Γ.Μ.Ε......
.....

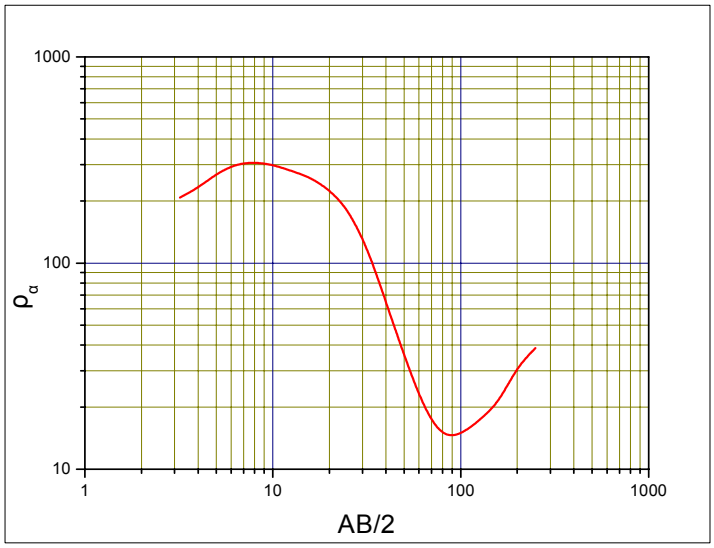
Σχήμα 3.2: Έντυπο καταγραφής των μετρήσεων γεωηλεκτρικής βαθοσκόπησης.



Σχήμα 3.3: Καμπύλη υπαίθρου της γεωηλεκτρικής διασκόπησης 94 που αντιστοιχεί στις τιμές του πίνακα 3.1, της τομής ΞΞ1.

3.2.5. Επεξεργασία των παρατηρήσεων.

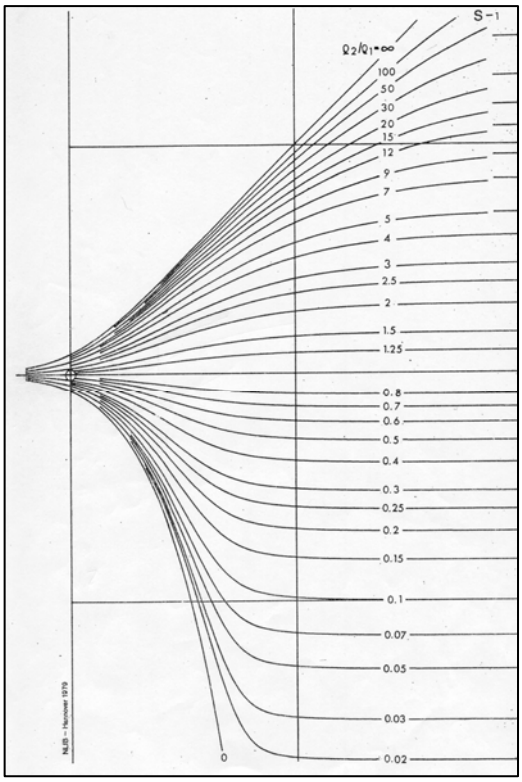
Οι τιμές της φαινόμενης αντίστασης (ρ_α) που υπολογίστηκαν, διακρίνονται σε ομάδες ανάλογα με το μήκος ΜΝ του διπόλου τάσης (σχ.3.3). Οι κλάδοι των καμπυλών που προκύπτουν υφίστανται παράλληλη μετατόπιση, ώστε να αποτελέσουν τελικά μια συνεχή καμπύλη. Όταν κατά την προσπάθεια διαμόρφωσης της καμπύλης εμφανίζονται μεμονωμένες τιμές, που δίνουν σημεία μη υπάκουα προς το σύνολο των σημείων της καμπύλης, που οφείλονται προφανώς στους λόγους που αναπτύχθηκαν στην §3.2.4, οι τιμές αυτές διορθώνονται σύμφωνα με τη γενική μορφή της καμπύλης, ώστε να είναι συμβατές με αυτή. Έτσι οι παρεμβάσεις στην καμπύλη του σχήματος 3.3 έδωσαν τελικά την καμπύλη που φαίνεται στο σχήμα 3.4.

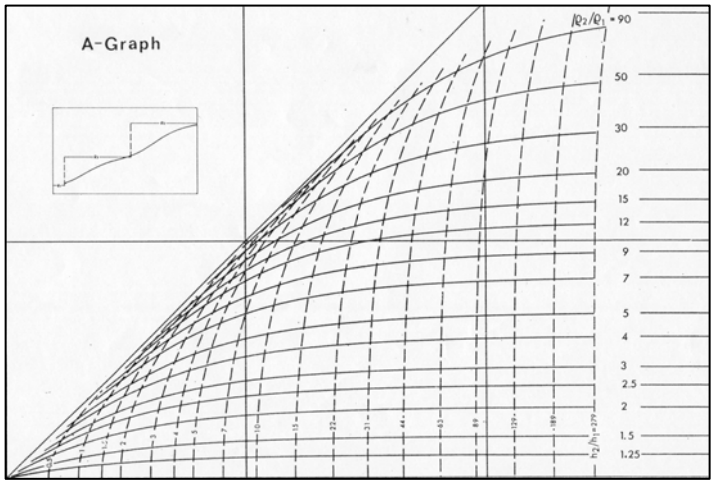


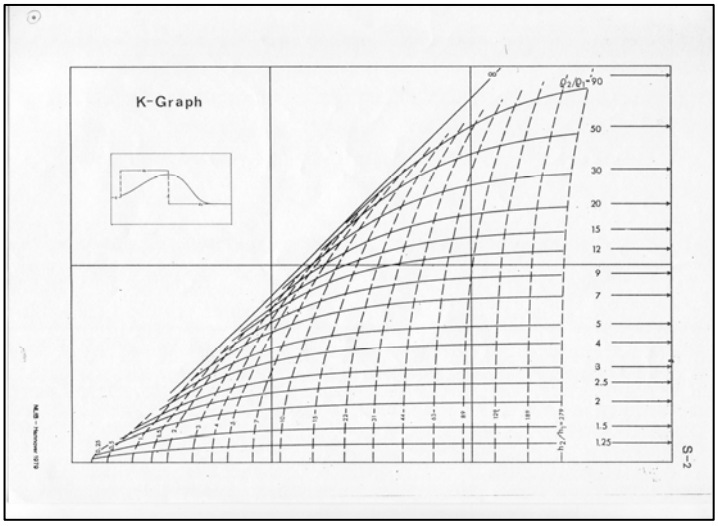
Σχήμα 3.4: Διορθωμένη καμπύλη της διασκόπησης 94.

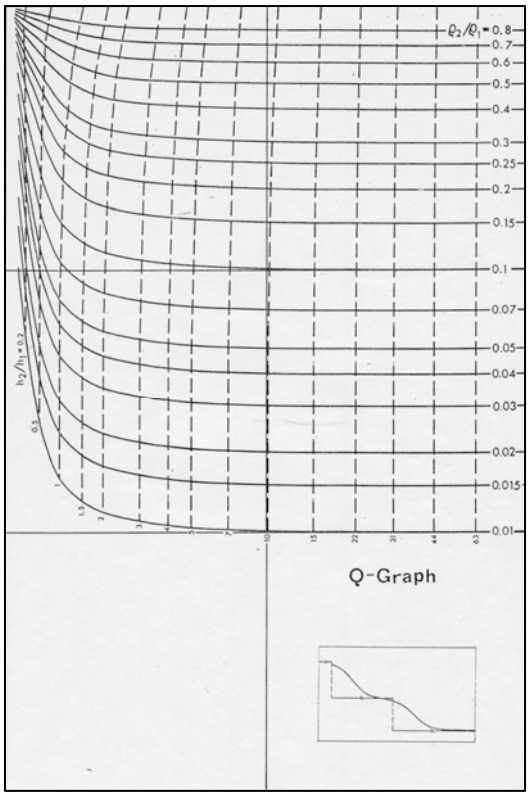
3.2.6. Γεωφυσική ερμηνεία των γεωηλεκτρικών παρατηρήσεων.

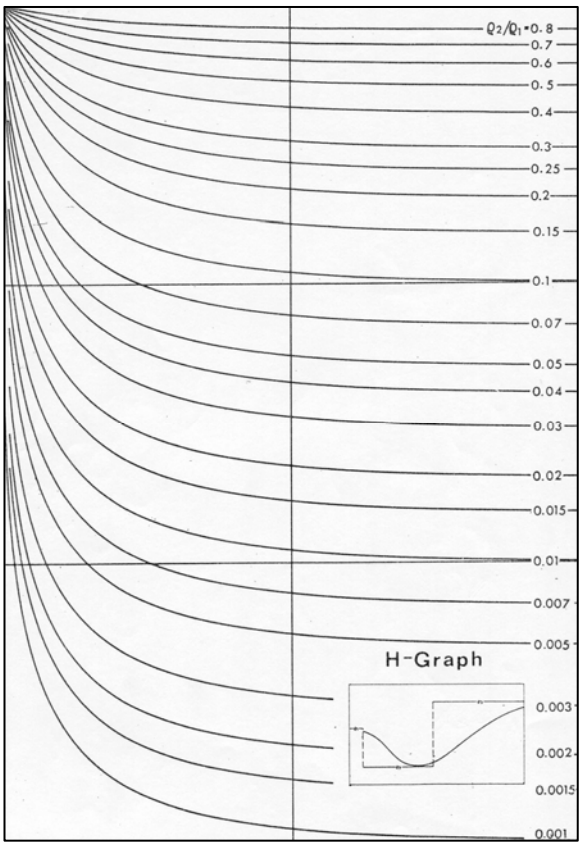
Για την ερμηνεία των γεωηλεκτρικών καμπυλών και τη μετατροπή τους στα αντίστοιχα γεωηλεκτρικά μοντέλα χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της σύγκρισης της καμπύλης φαινόμενης αντίστασης με οικογένειες θεωρητικών καμπυλών, για γνωστές σχέσεις στρωματογραφίας και ειδικών αντιστάσεων. Στο σχήμα 3.5 φαίνονται οι διαφόρων τύπων θεωρητικές καμπύλες που χρησιμοποιούνται για τη διάταξη Schlumberger στη διεθνή βιβλιογραφία (Parasnis 1979, Koefoed 1979, Bhattacharya & Patra 1968). Συγκεκριμένα, για κάθε μια βαθοσκόπηση ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία:











Σχήμα 3.5 : Η κύρια βοηθητική καμπύλη (Master curve) και οι βοηθητικές καμπύλες τύπου A (A Graph), τύπου H (H Graph), τύπου K (K Graph) και τύπου Q (Q Graph).

Η καμπύλη υπαίθρου διορθωμένη και απαλλαγμένη από πιθανές λανθασμένες μεμονωμένες μετρήσεις (σχ. 3.4) μεταφέρεται σε διαφανές διλογαριθμικό χαρτί ίδιας κλίμακας και ίδιων διαστάσεων, που είναι χαραγμένες οι βοηθητικές καμπύλες.

Το αριστερό τμήμα της καμπύλης εφαρμόζεται, όσο το δυνατόν ακριβέστερα, στην κύρια ομάδα βοηθητικών καμπυλών S_1 (master curve) του σχήματος 3.5, ενώ οι άξονες διατηρούνται παράλληλοι. Κατά την εφαρμογή αυτή, το κέντρο της S_1 δίνει απ' ευθείας πάνω στο διαφανές διλογαριθμικό χαρτί το πάχος h_1 και την ειδική αντίσταση ρ_1 του πρώτου επιφανειακού στρώματος. Επειδή συγχρόνως αυτή η εφαρμογή αντιστοιχεί σε κάποιο λόγο $\rho_2/\rho_1=\mu$, υπολογίζεται άμεσα και η ειδική αντίσταση ρ_2 του δεύτερου στρώματος.

Η καμπύλη βυθομέτρησης μεταφέρεται στην κατάλληλη βοηθητική καμπύλη τύπου A (A Graph), τύπου H (H Graph), τύπου K (K Graph) ή τύπου Q (Q Graph) του σχήματος 3.5, έτσι ώστε το προηγούμενο σημείο να εφαρμόζει στο κέντρο των αξόνων, ενώ διατηρείται κι εδώ η παραλληλία τους. Σχεδιάζεται πάνω στο διαφανές χαρτί η καμπύλη που αντιστοιχεί στον ίδιο λόγο $\rho_2/\rho_1=\mu$.

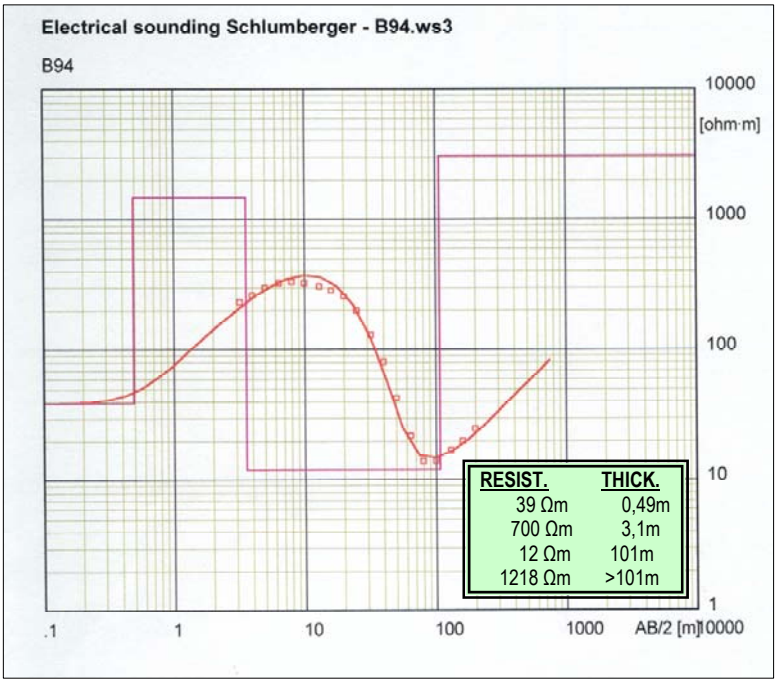
Επαναφέρεται η καμπύλη υπαίθρου στη βασική βοηθητική καμπύλη S_1 και πραγματοποιείται εφαρμογή του τρίτου μέρους της καμπύλης υπαίθρου επάνω σ' αυτή. Εμφανίζεται ένας νέος λόγος $\rho_3/\rho_{1,2}=\mu'$.

Μεταφέρονται παράλληλα οι άξονες, ώστε να συμπέσει η προηγουμένως σχεδιασθείσα στο διαφανές χαρτί καμπύλη $\rho_2/\rho_1=\mu$ με το κέντρο της S_1. Το σημείο που προκύπτει δίνει την ειδική ηλεκτρική αντίσταση των δυο πρώτων στρωμάτων $\rho_{1,2}$, το οποίο πολλαπλασιαζόμενο επί μ' δίνει την ειδική ηλεκτρική αντίσταση του τρίτου στρώματος ρ_3. Το ίδιο σημείο μεταφερόμενο στην αντίστοιχη βοηθητική καμπύλη προσδιορίζει το λόγο h_2/h_1 από τον οποίο υπολογίζεται το πάχος h_2 του δεύτερου στρώματος. Όταν τα γεωηλεκτρικά στρώματα είναι περισσότερα των τριών, επαναλαμβάνεται η ίδια διαδικασία.

Βασικό πλεονέκτημα της χρήσης των θεωρητικών καμπυλών είναι η γρήγορη ερμηνεία τους ακόμη και κατά τη διάρκεια της υπαίθριας εργασίας, ενώ ο όγκος του υλικού και η δυσκολία εξαγωγής συμπερασμάτων για πολλά στρώματα συγκαταλέγονται στα μειονεκτήματα της μεθόδου.

Με τον τρόπο που περιγράφηκε παραπάνω, δημιουργήθηκε ένα γεωηλεκτρικό μοντέλο. Οι παράμετροι του μοντέλου αυτού δίνονταν στη συνέχεια σε ειδικό πρόγραμμα (WinSev 5 της W-Geosoft) σε ηλεκτρονικό υπολογιστή, το οποίο έχει τη δυνατότητα σύγκρισης της καμπύλης αυτής με τη θεωρητική καμπύλη ενός μοντέλου, του οποίου οι παράμετροι αλλάζουν μέχρι την επίτευξη ικανοποιητικής ταύτισης των δυο καμπυλών. Έτσι η καμπύλη του σχήματος 3.4 μετά την επεξεργασία στον Η/Υ έδωσε την καμπύλη και τα αποτελέσματα (πάχη στρωμάτων και ειδικές ηλεκτρικές αντιστάσεις), που φαίνονται στο σχήμα 3.6. Η τελική λύση, που δίνεται με τη χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή εξαρτάται από το μέγεθος των αποκλίσεων των παραμέτρων του αρχικού μοντέλου από τις πραγματικές παραμέτρους, που αντιστοιχούν στην καμπύλη υπαίθρου. Ο αριθμός των επαναληπτικών προσεγγίσεων εξαρτάται από το μέγεθος της αρχικής απόκλισης. Κατά συνέπεια, είναι σημαντικό να χρησιμοποιούνται σαν αρχικές τιμές οι παράμετροι ενός αρχικού μοντέλου, το οποίο πλησιάζει όσο το δυνατό περισσότερο την υπό εξέταση πραγματική γεωφυσική δομή. Για

τους λόγους αυτούς λήφθηκε κατά το μέγιστο δυνατό υπόψη η γεωλογία της περιοχής έρευνας καθώς και τα δεδομένα των γεωτρήσεων που έχουν πραγματοποιηθεί, έτσι ώστε να αποκλειστούν λύσεις που προκύπτουν από την αρχή της ισοδυναμίας (Parasnis 1979, Koefoed 1979).



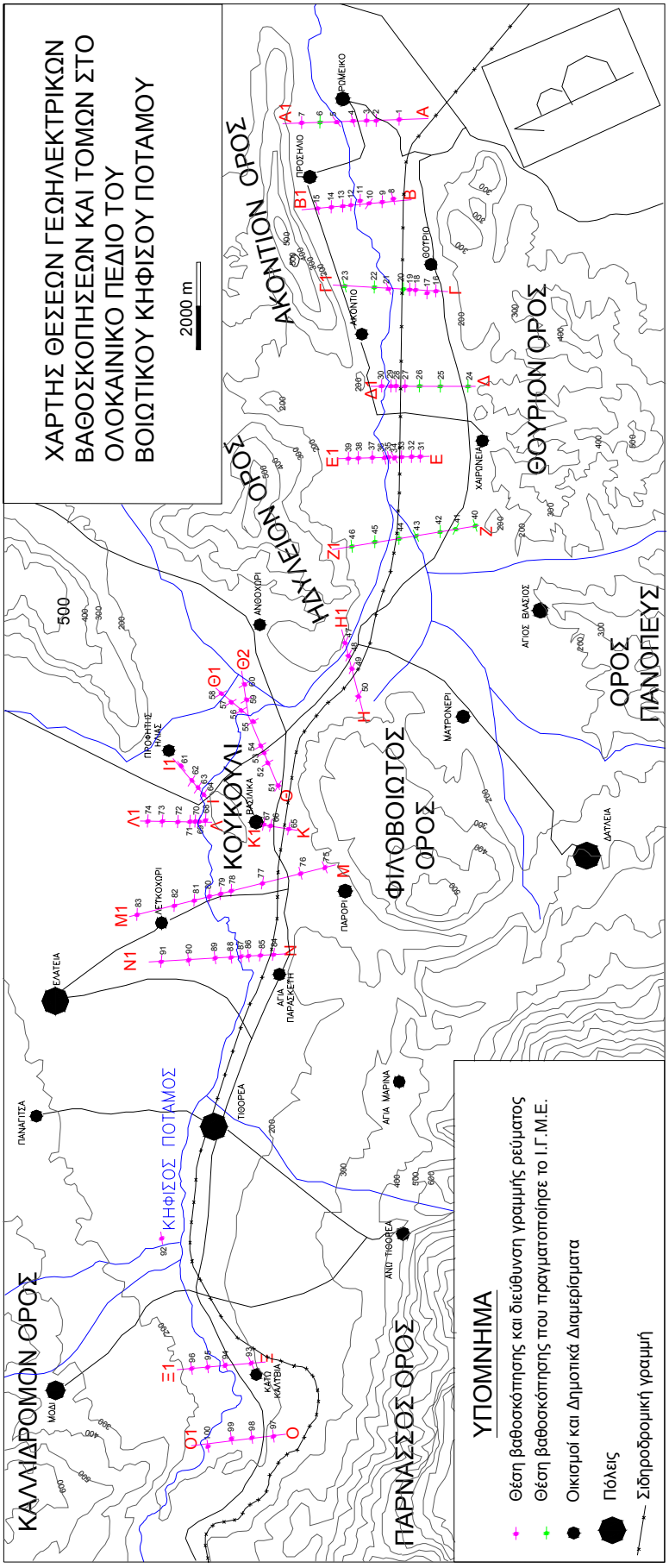
Σχήμα 3.6: Η καμπύλη της διασκόπησης 94, μετά από σύγκριση του αρχικού γεωηλεκτρικού μοντέλου με πρόγραμμα σε Η/Υ και οι τιμές που προέκυψαν από την προσέγγιση αυτή.

3.3. Δεδομένα και επεξεργασία των παρατηρήσεων.

Για την όσο το δυνατό καλύτερη κάλυψη της περιοχής έρευνας πραγματοποιήθηκαν 86 γεωηλεκτρικές βαθοσκοπήσεις και χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα παρατηρήσεων 14 γεωηλεκτρικών βαθοσκοπήσεων του Ι.Γ.Μ.Ε. (Τσουγιάννης 1988, Βασιλειάδης 1988). Για την κατασκευή των γεωηλεκτρικών μοντέλων έχουν ληφθεί υπόψη και τα αποτελέσματα 10 γεωηλεκτρικών βαθοσκοπήσεων, που είχαν πραγματοποιηθεί για λογαριασμό της πρώην Κοινότητας Ρωμέϊκου Βοιωτίας για ανεύρεση υπόγειου νερού προς άρδευση (Καρκάνας 1990).

Πριν την έναρξη των εργασιών πραγματοποιήθηκαν δυο δοκιμαστικές μετρήσεις σε περιοχές με διαπιστωμένη στρωματογραφία και έγινε η επεξεργασία τους, ώστε να είναι από την αρχή γνωστές οι τιμές των ειδικών ηλεκτρικών αντιστάσεων των διαφόρων πετρωμάτων.

Οι μετρήσεις, που πραγματοποιήθηκαν, είναι διατεταγμένες σε 15 τομές, οι περισσότερες κάθετες προς τη διεύθυνση ροής του κύριου άξονα του Βοιωτικού Κηφισού ποταμού. Στο χάρτη του σχήματος 3.7 φαίνονται οι ακριβείς θέσεις των γεωηλεκτρικών διασκοπήσεων με συνεχή αρίθμηση καθώς και οι διευθύνσεις των γραμμών ρεύματος. Στους πίνακες 3.1 έως 3.10 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι τιμές της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης ρ_α, σε συνάρτηση με τα βάθη στα οποία αντιστοιχούν.



Σχήμα 3.7: Χάρτης θέσεων γεωηλεκτρικών διασκοπήσεων και τομών.

AB/2	MN/2	ΤΙΜΕΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΗΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΓΕΩΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΕΩΝ 1-10									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3,2	1	9,7	14,4	11,9	14,5	16,5	10,2	7,6	12,8	10,0	14,7
4,0	1	9,1	16,5	11,7	13,8	15,7	7,2	7,8	12,9	10,2	13,9
5,0	1	9,7	18,7	11,9	13,1	15,3	9,3	8,9	13,0	10,9	13,2
6,4	1	11,0	21,7	12,1	12,8	14,7	9,9	9,5	14,1	11,6	13,4
8,0	1	12,3	23,6	12,4	13,4	15,3	10,3	10,4	14,4	12,3	14,0
10,0	1	13,5	25,2	13,0	14,0	15,8	11,0	11,5	14,7	13,4	14,4
13,0	1	14,8	28,0	13,9	15,6	16,3	12,8	12,9	16,1	14,6	16,0
16,0	1	15,9	28,4	14,8	17,0	16,8	14,7	13,9	17,3	15,6	17,0
16,0	5	14,9	28,7	14,9	16,1	16,2	12,7	15,8	16,3	14,2	16,5
20,0	1	16,5	28,2	15,6	18,2	17,9	17,2	15,0	20,0	16,1	17,5
20,0	5	16.1	28,6	15,9	17,7	17,1	15,1	17,2	17,2	15,1	17,0
25,0	5	18,4	28,8	16,2	18,4	17,9	16,7	18,4	18,1	16,9	17,3
32,0	5	19,0	27,9	16,7	19,0	18,6	17,4	19,1	18,9	17,2	16,8
40,0	5	19,5	25,9	17,0	19,6	19,1	16,2	20,3	19,9	18,3	17,3
50,0	5	20,6	24,3	17,0	21,6	20,0	18,7	21,7	21,1	19,1	18,6
50,0	10	20,0	24,8	17,1	20,7	20,0	18,2	22,4	21,3	19,3	18,9
64,0	5	21,1	24,6	17,2	22,7	21,6	21.2	24,2	23,0	20,5	19,3
64,0	10	20,6	24,8	17,4	21,9	21,7	20,8	24,2	23,2	20,5	19,5
80,0	10	21,8	24,8	17,6	23,7	22,7	19,8	25,9	24,1	22,0	21,7
100,0	10	22.2	25,7	18,0	25,7		22,1	28,6	27,5	25,0	23,3
130,0	10			18,9	29,8		20,3	31,4			25,6
130,0	40			-			20,9				
160,0	10			20,0			20,8				
160,0	40						21,5				
200,0	40						22,2				
250,0	40						22,5				
320,0	40						27,3				

Πίνακας 3.1: Τιμές της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης ρ_α (σε Ωm) των γεωφυσικών διασκοπήσεων 1-10. Οι τιμές της διασκόπησης 6 λήφθηκαν από τον Βασιλειάδη (1988).

AB/2	MN/2	ΤΙΜΕΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΗΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΓΕΩΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΕΩΝ 11-20									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3,2	1	29,4	13,2	13,1	7,2	16,3	15,1	9,7	11,9	15,6	17,5
4,0	1	34,0	10,5	14,6	7,5	16,8	14,4	9,6	12,6	14,8	16,7
5,0	1	37,4	9,6	16,5	7,8	17,6	12,6	9,6	12,9	14,0	15,5
6,4	1	39,8	9,5	18,8	9,0	19,8	12,1	9,5	13,3	13,6	14,6
8,0	1	40,9	10,0	20,0	9,8	22,0	12,6	9,7	13,4	13,0	14,1
10,0	1	40,9	10,8	19,7	11,2	22,6	13,4	10,2	13,2	-	13,7
13,0	1	33,8	12,0	19,2	12,6	22,1	14,7	11,5	13,5	12,1	13,2
16,0	1	29,2	13,0	18,1	13,9	21,3	15,7	11,9	14,0	12,5	13,1
16,0	5	28,5	12,0	18,5	14,8	23,1	14,1	12,0	13,9	12,6	12,8
20,0	1	23,6	14,4	17,1	15,4	20,6	16,8	13,2	14,0	13,0	12,9
20,0	5	21,0	13,2	17,5	16,1	22,4	15,1	13,2	14,3	13,5	12,6
25,0	5	18,5	14,6	16,7	17,4	21,1	15,9	14,1	14,9	13,7	12,9
32,0	5	17,7	15,8	16,7	18,4	19,2	16,4	15,3	15,6	14,7	14,1
40,0	5	17,3	16,3	17,4	19,1	18,7	17,1	16,3	16,3	16,1	15,5
50,0	5	17,3	16,6	18,5	20,0	19,2	17,6	16,7	17,5	17,7	17,1
50,0	10	-	16,9	18,9	19,6	19,6	17,6	16,9	17,8	-	16,7
64,0	5	17,9	17,1	20,0	-	-	17,8	17,9	19,0	20,0	19,9
64,0	10		17,5	20,5	21,0	21,5	17,9	18,3	19,3		19,1
80,0	10		18,7	22,4	21,5	24,3	18,5	18,5	21,2		22,0
100,0	10		20,1		22,1	26,1	19,4	19,7	24,0		25,7
130,0	10						22,0				31,7
130,0	40						25,1				38,6
160,0	10										46,1
160,0	40										44,0
200,0	40										55,4
250,0	40										53,6
320,0	40										66,3

Πίνακας 3.2: Τιμές της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης ρ_α (σε Ωm) των γεωφυσικών διασκοπήσεων 11-20.

AB/2	MN/2	ΤΙΜΕΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΗΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΓΕΩΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΕΩΝ 21-30									
		21	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
3,2	1	18,0	12,8	21,3	33,5	22,3	13,9	15,3	18,2	21,0	21,3
4,0	1	17,4	11,5	17,4	32,0	22,5	14,9	15,6	18,7	19,8	23,5
5,0	1	18,0	11,8	14,9	30,7	21,0	14,7	14,0	18,9	16,8	25,8
6,4	1	17,4	13,5	14,5	29,8	20,3	14,9	13,7	19,0	14,9	29,1
8,0	1	17,3	15,6	14,7	31,0	19,4	15,9	13,3	19,3	13,0	33,8
10,0	1	17,9	17,9	15,9	33,9	18,8	16,9	13,3	18,6	12,7	37,9
13,0	1	17,8	21,4	18,0	36,0	17,9	18,3	14,0	18,7	12,9	40,6
16,0	1	17,8	25,2	19,5	37,3	17,1	18,3	15,1	18,6	13,6	41,1
16,0	5	17,9	24,1	17,4	37,5	18,6	18,7	15,3	18,6	13,0	40,3
20,0	1	18,7	30,5	21,2	39,0	16,5	18,2	16,4	19,2	14,6	41,0
20,0	5	18,5	29,5	19,5	39,8	17,7	18,8	16,5	19,2	13,9	40,9
25,0	5	20,0	36,2	20,4	39,9	17,5	18,8	18,2	19,9	15,6	39,5
32,0	5	22,2	44,2	21,5	37,0	17,6	18,3	19,7	21,4	18,0	36,4
40,0	5	24,3	52,0	22,2	36,0	18,3	18,0	20,9	22,5	20,1	39,9
50,0	5	26,7	56,4	23,9	37,1	19,0	18,2	22,4	24,1	22,3	45,6
50,0	10	28,7	56,3	24,0	34,3	18,7	18,1	22,1	24,0	22,1	-
64,0	5	30,7	66,2	25,6	39,0	20,5	18,6	23,5	26,5	25,2	55,1
64,0	10	33,5	66,4	27,3	36,5	19,7	18,4	23,0	26,5	24,8	
80,0	10	40,0	72,8	30,7	42,1	20,9	18,7	24,1	27,9	26,8	
100,0	10	48,7	81,3	36,1	50,5	22,7	19,1	24,6	29,4	29,4	
130,0	10		92,6	46,4	56,7	25,7	19,5		31,6		
130,0	40		100,2	56,5	67,3	29,2	20,0		32,6		
160,0	10		112,2	70,0	75,2	33,2	20,6		34,0		
160,0	40		119,0	72,1	72,3	33,2	19,2		34,4		
200,0	40		122,0	80,0	87,2	38,0	21,5		35,0		
250,0	40		130,0	87,1	83,5	38,4	21,0		35,4		
320,0	40		140,0	102,0	92,6	42,3	22,4		37,0		

Πίνακας 3.3: Τιμές της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης ρ_a (σε Ωm) των γεωφυσικών διασκοπήσεων 21-30. Οι τιμές των διασκοπήσεων 20, 22-26 και 28 λήφθηκαν από τον Βασιλειάδη (1988).

AB/2	MN/2	ΤΙΜΕΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΗΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΓΕΩΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΕΩΝ 31-40									
		31	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**
3,2	1	13,0	14,4	24,9	19,5	24,6	20,9	13,8	14,0	16,3	25,0
4,0	1	13,0	14,7	23,5	16,6	19,8	17,3	14,3	14,2	14,8	21,1
5,0	1	12,9	14,8	22,1	15,5	17,2	15,7	15,4	14,7	13,9	19,9
6,4	1	12,3	15,1	20,5	15,4	15,2	15,2	17,0	15,5	14,2	18,8
8,0	1	12,4	15,8	18,9	16,2	14,4	15,1	19,0	16,4	14,4	18,6
10,0	1	12,1	16,9	18,7	17,3	15,0	15,5	20,6	18,0	14,8	18,7
13,0	1	12,3	18,7	19,2	19,1	16,6	16,5	22,3	19,8	16,1	18,8
16,0	1	12,5	18,9	20,1	20,3	17,4	17,9	23,4	19,7	16,8	19,5
16,0	5	13,5	18,4	19,0	20,2	16,8	17,1	22,2	20,9	18,7	19,7
20,0	1	12,7	19,4	22,2	21,2	18,9	19,7	23,9	22,6	17,0	20,6
20,0	5	14,3	18,7	20,7	21,7	18,5	18,9	23,7	22,4	19,5	20,9
25,0	5	15,0	18,9	21,9	23,2	19,9	20,6	25,3	23,2	20,4	23,2
32,0	5	15,8	18,5	22,1	23,6	21,2	22,9	26,1	24,7	21,5	25,4
40,0	5	16,7	18,1	22,8	23,5	22,4	25,5	26,4	26,3	22,6	26,4
50,0	5	17,3	17,7	22,9	24,2	24,6	27,7	27,4	28,1	24,4	27,3
50,0	10	16,9	17,0	22,9	24,3	24,3	-	27,3	25,8	24,8	26,7
64,0	5	18,9	18,0	23,7	24,4	26,2	29,0	29,3	28,9	29,5	26,9
64,0	10	17,5	16,8	23,1	24,1	25,7		27,1	28,1	28,7	26,3
80,0	10	18,0	17,5	22,8	24,4	26,8		26,6	31,2	34,4	26,4
100,0	10	18,7	17,7	23,6	24,6	26,0		26,8	32,6	41,5	27,1
130,0	10										26,2
130,0	40										24,2
160,0	10										21,5
160,0	40										21,8
200,0	40										20,0
250,0	40										20,3
320,0	40										18,8

Πίνακας 3.4: Τιμές της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης ρ_a (σε Ωm) των γεωφυσικών διασκοπήσεων 31-40.

AB/2	MN/2	ΤΙΜΕΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΗΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΓΕΩΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΕΩΝ 41-50									
		41	**42**	**43**	**44**	**45**	**46**	**47**	**48**	**49**	**50**
3,2	1	66,8	43,2	29,3	12,5	17,2	95,8	36,1	16,9	15,3	32,8
4,0	1	61,6	35,8	31,2	13,8	15,4	97,7	43,0	18,0	14,6	30,7
5,0	1	45,9	29,3	31,7	13,1	14,0	107,0	51,7	17,9	14,0	28,6
6,4	1	33,5	25,9	31,7	13,8	14,6	111,5	64,4	18,8	13,9	24,3
8,0	1	29,3	26,2	30,5	14,4	15,4	115,0	77,3	20,5	15,1	19,3
10,0	1	27,8	26,1	27,9	15,3	16,7	120,0	93,5	21,3	16,1	16,6
13,0	1	27,9	22,6	25,1	15,7	18,2	125,0	115,1	20,8	17,7	16,5
16,0	1	27,0	23,7	23,2	17,1	19,3	132,0	133,4	20,1	19,4	17,0
16,0	5	23,0	24,5	25,3	17,8	21,5	143,0	121,0	21,6	18,2	16,6
20,0	1	26,5	25,0	21,7	18,4	20,6	145,0	157,0	21,2	21,1	19,2
20,0	5	22,7	25,7	23,4	19,4	23,2	156,0	143,7	22,7	20,1	18,7
25,0	5	23,1	25,0	22,1	20,6	25,2	187,0	168,7	22,9	22,2	20,4
32,0	5	23,4	24,1	21,6	21,6	26,5	219,0	193,6	24,0	25,0	22,6
40,0	5	23,8	24,7	21,7	23,6	27,5	253,0	210,8	26,1	28,3	24,4
50,0	5	23,0	25,5	21,9	24,7	29,2	281,0	214,6	28,2	32,2	26,8
50,0	10	23,4	23,6	21,6	23,3	28,6	282,0	212,6	32,5	31,9	-
64,0	5	22,5	26,0	21,9	26,0	31,6	302,0	-	-	-	29,5
64,0	10	23,0	24,0	21,5	24,6	31,0	305,0	215,9	36,8	36,5	
80,0	10	23,1	24,2	21,4	24,8	33,1	314,0	248,4	41,2	40,9	
100,0	10	22,0	23,8	21,0	25,0	34,8	306,0	263,7	47,3	46,2	
130,0	10	21,6	24,0	20,6	26,0	37,8	306,0				
130,0	40	21,0	23,2	19,4	25,4	38,9	298,0				
160,0	10	21,3	22,2	19,4	25,2	40,6	281,0				
160,0	40	21,2	22,8	20,0	24,8	40,3	296,0				
200,0	40	22,8	22,5	20,4	25,2	44,0	244,0				
250,0	40	22,5	23,2	20,5	24,8	43,3	256,0				
320,0	40	24,2	25,9	22,3	26,3	50,1	239,0				

Πίνακας 3.5: Τιμές της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης ρ_a (σε Ωm) των γεωφυσικών διασκοπήσεων 41-50. Οι τιμές των διασκοπήσεων 40-46, λήφθηκαν από τον Βασιλειάδη (1988).

AB/2	MN/2	ΤΙΜΕΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΗΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΓΕΩΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΕΩΝ 51-60									
		51	**52**	**53**	**54**	**55**	**56**	**57**	**58**	**59**	**60**
3,2	1	16,7	25,8	13,9	39,4	23,4	562,6	19,9	22,4	48,1	8,4
4,0	1	16,0	20,3	12,7	43,0	18,1	601,8	13,1	17,7	52,8	8,3
5,0	1	14,6	17,6	11,7	42,9	15,5	603,9	10,3	16,2	54,2	8,4
6,4	1	14,2	15,6	10,8	38,6	13,8	535,7	9,8	16,0	55,6	8,9
8,0	1	14,4	14,3	11,6	34,1	13,5	433,6	9,2	17,4	52,1	9,4
10,0	1	14,2	14,6	11,7	29,0	13,6	308,4	9,9	18,4	51,6	9,7
13,0	1	14,4	15,2	11,6	25,5	14,4	165,7	10,9	18,3	45,5	10,5
16,0	1	14,7	16,4	13,1	27,0	16,0	86,9	11,9	18,6	41,7	11,4
16,0	5	15,5	18,3	16,3	25,1	14,9	93,4	11,5	18,0	52,0	11,1
20,0	1	14,5	18,0	15,3	28,4	18,6	44,1	-	17,8	36,1	12,0
20,0	5	15,6	19,4	18,3	26,2	17,2	48,1	12,6	17,2	44,1	11,9
25,0	5	16,1	22,1	20,1	31,4	19,4	29,8	14,0	16,8	39,4	12,1
32,0	5	16,5	23,9	22,0	35,7	22,3	27,2	16,0	16,9	33,8	13,2
40,0	5	17,1	24,5	23,5	40,0	25,3	29,1	17,8	17,9	29,7	14,0
50,0	5	19,1	24,3	24,2	44,1	28,5	31,0	19,1	18,7	27,2	14,9
50,0	10	17,9	25,0		40,2	27,9	25,3	19,9	17,9	30,2	14,8
64,0	5	19,4	24,0		44,4	32,6	38,0	20,7	19,1	-	15,5
64,0	10	18,3	24,6		41,2	32,1	33,2	21,5	18,5	26,7	15,5
80,0	10	17,1	24,4		38,9	35,2	34,5	23,5	18,7	24,3	16,7
100,0	10	16,8	22,1		42,0	36,8	34,4	24,9	18,6	23,2	18,3
130,0	10		19,5								
130,0	40										
160,0	10										
160,0	40										
200,0	40										
250,0	40										
320,0	40										

Πίνακας 3.6: Τιμές της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης ρ_a (σε Ωm) των γεωφυσικών διασκοπήσεων 51-60.

AB/2	MN/2	ΤΙΜΕΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΗΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΓΕΩΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΕΩΝ 61-70									
		61	**62**	**63**	**64**	**65**	**66**	**67**	**68**	**69**	**70**
3,2	1	24,0	13,1	31,7	30,7	14,5	83,5	77,9	17,8	32,2	21,5
4,0	1	20,4	12,5	26,2	27,8	13,3	76,7	73,4	15,3	25,5	18,2
5,0	1	18,9	12,4	23,4	27,6	13,0	64,9	68,4	14,8	19,7	15,7
6,4	1	19,2	12,6	24,4	32,1	12,8	48,5	67,9	15,6	22,5	14,9
8,0	1	19,5	13,1	27,4	39,8	12,4	37,3	56,2	16,5	25,3	15,6
10,0	1	19,9	14,0	31,1	49,8	13,0	28,9	48,0	18,0	26,2	17,3
13,0	1	20,9	15,3	36,4	65,4	12,9	23,7	42,1	18,5	29,2	20,3
16,0	1	22,6	16,7	35,7	80,1	13,5	23,5	39,2	18,8	33,7	22,5
16,0	5	18,7	16,6	35,7	79,5	13,4	23,6	39,8	21,6	30,3	21,5
20,0	1	23,1	18,7	38,9	102,2	13,7	24,3	-	20,5	37,9	25,5
20,0	5	21,4	18,7	39,0	102,0	14,1	24,3	39,0	22,2	35,1	24,6
25,0	5	24,4	20,9	42,8	126,7	14,8	26,0	42,2	25,8	40,2	27,6
32,0	5	28,5	23,3	48,9	153,7	16,5	28,9	46,3	31,0	44,9	30,7
40,0	5	32,4	26,0	56,3	182,6	19,3	30,5	50,0	37,0	48,8	34,2
50,0	5	38,1	29,5	64,1	209,1	20,3	32,7	54,7	44,9	49,5	37,4
50,0	10	36,1	29,3	-	-	22,4	32,0	53,3	-	48,2	35,8
64,0	5	44,4	34,5	76,1	216,9	26,1	35,8	61,0	55,1	49,4	39,8
64,0	10	43,2	34,4			26,3	35,4	62,2	-	48,2	37,9
80,0	10	52,6	40,6			31,0	39,5	71,1	66,1	48,6	39,8
100,0	10	63,3	47,8			36,8	47,6	85,7			43,2
130,0	10					46,6	61,2	104,8			
130,0	40					45,7	-	125,1			
160,0	10					59,2	74,1				
160,0	40					58,5					
200,0	40					79,4					
250,0	40					95,9					
320,0	40					130,8					

Πίνακας 3.7: Τιμές της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης ρ_α (σε Ωm) των γεωφυσικών διασκοπήσεων 61-70.

AB/2	MN/2	ΤΙΜΕΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΗΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΓΕΩΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΕΩΝ 71-80									
		71	**72**	**73**	**74**	**75**	**76**	**77**	**78**	**79**	**80**
3,2	1	15,7	19,0	14,7	16,6	14,0	52,2	36,0	20,9	17,1	24,5
4,0	1	17,6	17,5	14,3	14,8	13,0	50,4	33,8	20,1	15,6	20,7
5,0	1	20,3	16,1	13,9	13,6	13,2	40,5	32,6	19,1	15,1	18,5
6,4	1	24,2	14,6	13,0	13,1	14,2	31,4	29,9	19,3	14,6	18,2
8,0	1	29,1	14,5	12,3	13,6	15,9	22,9	28,5	19,5	15,4	19,7
10,0	1	32,5	14,0	12,1	14,1	18,0	18,9	28,3	19,8	16,5	22,6
13,0	1	37,1	14,1	11,8	14,5	19,7	16,8	29,5	21,2	18,1	26,4
16,0	1	39,5	14,3	11,9	14,7	20,5	16,0	31,6	22,2	19,7	29,9
16,0	5	44,3	14,5	12,0	15,1	20,5	17,2	31,4	19,1	23,4	29,8
20,0	1	50,6	14,8	12,0	14,6	22,8	16,6	33,9	23,4	22,1	34,1
20,0	5	47,7	15,1	12,2	15,2	22,7	17,1	32,9	20,7	25,8	34,6
25,0	5	51,5	15,6	12,5	14,6	24,5	19,0	34,8	22,0	28,2	39,6
32,0	5	49,7	16,4	12,8	14,2	26,2	20,2	37,0	24,2	29,7	44,5
40,0	5	44,9	17,4	13,2	14,4	28,2	21,1	34,9	25,6	31,4	49,2
50,0	5	41,0	18,5	13,8	14,9	31,9	20,9	34,5	26,3	32,1	56,5
50,0	10	41,7	18,3	12,4	15,0	32,3	21,2	34,4	29,6	32,1	-
64,0	5	35,3	19,3	16,1	15,1	33,7	21,5	30,2	26,2	32,8	69,7
64,0	10	34,7	19,1	14,8	15,2	34,2	21,8	30,0	29,6	32,9	
80,0	10	29,8	20,9	15,0	16,3	40,3	22,2	23,9	28,1	33,0	
100,0	10	27,4	23,0	15,5	18,0	52,5	23,6	23,8	26,1	32,8	
130,0	10					73,8	25,1	20,1	20,1		
130,0	40					70,1	28,1	20,9			
160,0	10					94,8	30,0	20,0			
160,0	40					93,1	29,6	19,9			
200,0	40					130,4	36,0	22,2			
250,0	40					186,0	47,3	26,0			
320,0	40							34,4			

Πίνακας 3.8: Τιμές της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης ρ_α (σε Ωm) των γεωφυσικών διασκοπήσεων 71- 80.

AB/2	MN/2	ΤΙΜΕΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΗΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΓΕΩΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΕΩΝ 81-90									
		81	**82**	**83**	**84**	**85**	**86**	**87**	**88**	**89**	**90**
3,2	1	12,8	15,8	10,8	13,9	16,5	84,5	21,9	24,7	30,5	21,7
4,0	1	12,5	15,4	9,6	15,5	16,8	75,8	21,9	22,8	26,2	18,7
5,0	1	12,6	15,5	9,6	16,6	17,2	67,4	22,7	21,3	26,2	18,4
6,4	1	13,9	16,0	10,2	17,6	18,5	51,2	22,5	21,7	26,9	19,3
8,0	1	16,4	15,8	10,7	18,3	20,0	40,2	22,6	23,3	28,1	19,5
10,0	1	18,1	15,9	11,9	20,1	23,2	31,6	23,8	26,6	28,2	21,5
13,0	1	20,8	16,3	13,3	23,3	27,2	28,0	26,3	31,0	29,4	24,5
16,0	1	22,8	16,9	14,0	26,3	31,8	29,0	29,1	34,9	32,0	27,6
16,0	5	22,0	16,3	12,9	26,9	31,8	3705	31,3	32,9	30,5	28,2
20,0	1	26,1	18,0	15,2	31,4	38,9	32,1	31,7	41,8	34,5	30,9
20,0	5	24,5	17,1	13,5	30,9	38,9	39,0	33,8	39,9	33,6	32,5
25,0	5	28,0	18,4	14,1	35,0	46,6	46,0	38,8	46,0	36,9	37,0
32,0	5	32,7	20,1	15,1	39,5	55,3	52,7	44,9	53,6	42,6	41,5
40,0	5	36,1	21,9	16,4	44,0	63,9	59,3	48,5	59,0	43,9	45,0
50,0	5	39,0	23,4	17,0	46,3	73,2	65,5	51,3	63,1	44,6	46,5
50,0	10	35,7	22,7	16,8	47,7	71,1	65,2	51,6	62,4	47,1	49,7
64,0	5	38,8	25,4	18,1	49,0	81,1	63,1	49,7	65,4	43,8	45,1
64,0	10	36,1	25,0	17,9	49,4	79,2	63,0	50,2	63,8	47,2	50,2
80,0	10	34,5	26,1	17,8	50,3	83,2	5407	47,5	64,0	43,3	47,4
100,0	10	34,0	26,8	17,7	50,7	79,5	48,0	42,0		37,3	43,7
130,0	10				52,1		38,5	32,0		30,1	
130,0	40						34,0	24,9			
160,0	10										
160,0	40										
200,0	40										
250,0	40										
320,0	40										

Πίνακας 3.9: Τιμές της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης ρ_α (σε Ωm), των γεωφυσικών διασκοπήσεων 81-90.

AB/2	MN/2	ΤΙΜΕΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΗΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΓΕΩΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΕΩΝ 91-100									
		91	**92**	**93**	**94**	**95**	**96**	**97**	**98**	**99**	**100**
3,2	1	41,2	8,3	80,2	207,5	58,3	109,0	22,9	17,4	39,6	140,6
4,0	1	37,4	9,9	97,0	231,8	68,4	122,0	20,4	16,0	40,6	12203
5,0	1	40,7	9,7	112,0	271,1	77,7	134,2	17,3	15,3	43,4	114,6
6,4	1	47,2	14,6	136,9	302,7	88,3	141,3	16,4	15,8	44,4	112,3
8,0	1	55,6	17,8	161,2	308,9	94,8	143,4	16,7	16,6	46,2	107,1
10,0	1	66,2	22,3	191,3	300,3	96,3	148,5	17,7	18,8	45,6	96,7
13,0	1	78,4	28,8	230,6	277,1	91,3	146,2	19,3	21,3	38,4	69,4
16,0	1	87,7	32,9	259,6	259,2	80,5	136,2	21,0	22,9	31,8	48,1
16,0	5	-	31,9	232,3	275,9	87,1	125,3	21,2	22,7	28,1	64,0
20,0	1	-	43,9	289,0	226,2	59,3	115,3	23,4	23,2	24,5	32,5
20,0	5	88,5	39,5	263,9	240,3	63,4	98,9	23,7	22,9	22,4	40,8
25,0	5	92,4	48,1	287,1	184,4	45,8	63,5	26,5	24,8	16,2	23,0
32,0	5	67,0	55,5	269,1	117,7	33,0	40,6	28,1	25,9	12,3	13,0
40,0	5	97,7	56,9	190,0	64,6	24,7	26,8	28,6	27,5	10,3	11,2
50,0	5	92,7	66,1	116,0	35,5	18,7	17,9	29,8	27,1	10,3	11,9
50,0	10	85,2	63,7	79,2	40,8	20,7	16,6	28,5	25,7	9,8	11,2
64,0	5	89,3	69,1	68,6	1406	13,7	13,2	28,7	25,2	10,0	14,3
64,0	10	63,0	66,5	63,4	19,5	14,6	12,8	27,6	23,6	9,6	13,3
80,0	10	79,7	65,3	34,6	14,3	12,7	12,1	24,4	21,7	10,5	15,8
100,0	10	69,4	52,8	20,6	14,6	13,1	12,9	23,8	18,9	12	20,4
130,0	10			20,3	17,7	15,6	15,4			3	28,2
130,0	40			-	19,4	-	-				-
160,0	10			24,1	21,2	18,7	18,5				34,1
160,0	40				22,9						
200,0	40				31,4						
250,0	40				38,7						
320,0	40										

Πίνακας 3.10: Τιμές της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης ρ_α (σε Ωm) των γεωφυσικών διασκοπήσεων 91-100.

3.4. Κατασκευή γεωηλεκτρικών τομών.

Η διάταξη των γεωηλεκτρικών βαθοσκοπήσεων σε ομάδες, ώστε να αποτελούν τομές (σχ. 3.7), επιτρέπει την κατασκευή γεωηλεκτρικών τομών, που είναι πλέον μια προσέγγιση της αναγνώρισης της αρχιτεκτονικής της τάφρου. Μια γεωηλεκτρική τομή κατασκευάζεται με σύνδεση των κατακόρυφα τοποθετημένων γεωηλεκτρικών στρωμάτων στην κατάλληλη κλίμακα μήκους και βάθους, που έχουν ίδια ή πολύ κοντινή τιμή ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης (Erdélyi & Gálfi 1998, Θανάσουλας 1983, Βασιλειάδης 1988, Μέμου 1986 και 1988). Με τον τρόπο αυτόν προέκυψαν οι δεκαπέντε (15) γεωηλεκτρικές τομές, που φαίνονται στα σχήματα 3.8, 3.9 και 3.10 και στο χάρτη μετατοπίσεων της κοίτης (παράρτημα). Στα σχήματα αυτά, η κλίμακα του βάθους είναι εμφανώς διογκωμένη για καλύτερη απεικόνιση. Κάθε τομή περιλαμβάνει από 4 έως 10 γεωηλεκτρικές βαθοσκοπήσεις, δίκτυο σχετικά πυκνό, ώστε οι πληροφορίες να είναι επαρκείς για την ιχνογράφηση του υπεδάφους, αλλά και να εντοπίζονται με ακρίβεια οι πλευρικές ασυνέχειες.

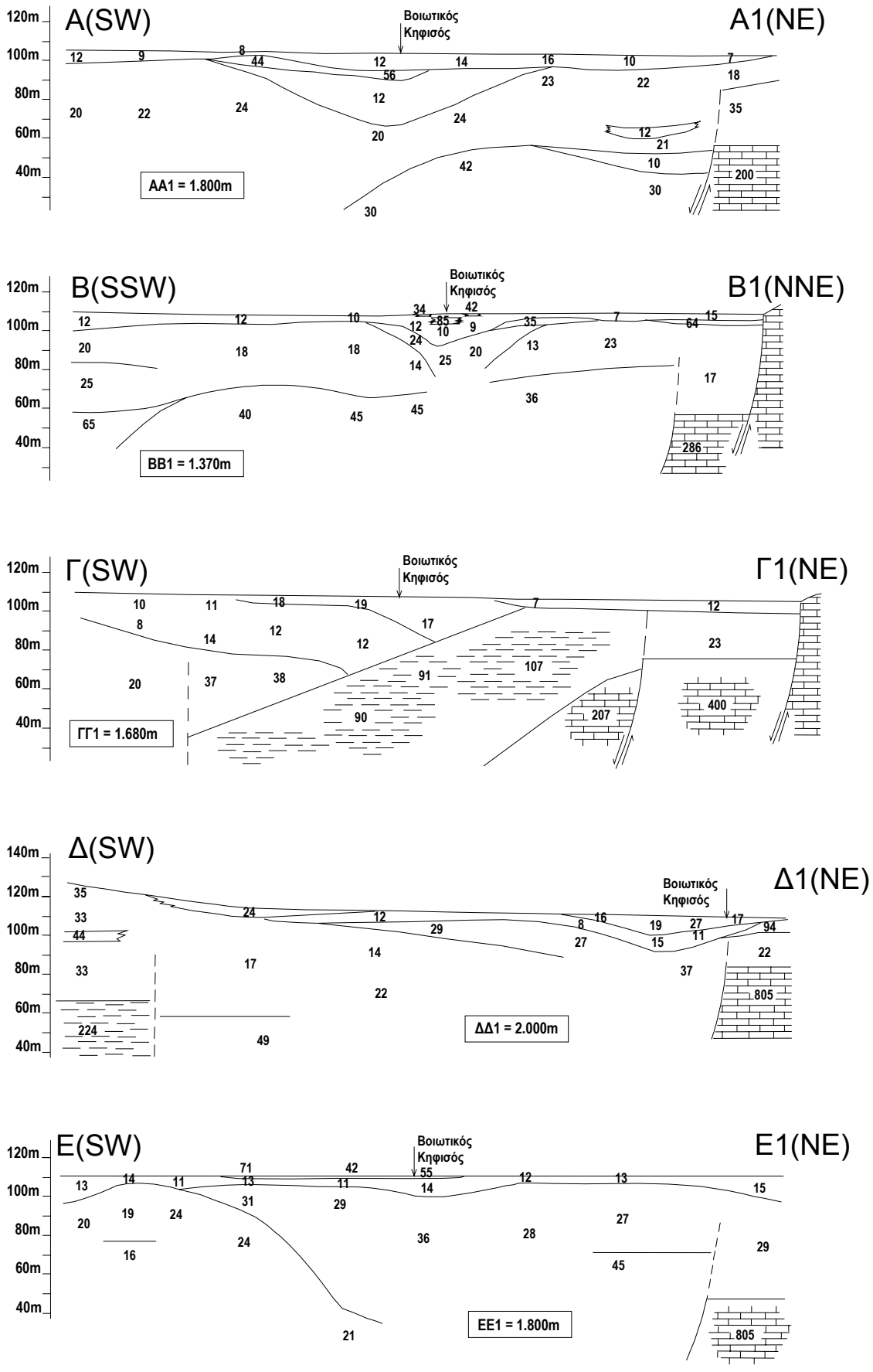
3.5. Χάρτες ειδικών αντιστάσεων.

Εφόσον είναι γνωστές οι τιμές της ειδικής αντίστασης των στρωμάτων με το βάθος, δίνεται η δυνατότητα κατασκευής διαφόρων τύπων γεωηλεκτρικών χαρτών, όπως αυτοί περιγράφονται από τους Erdélyi & Gálfi (1988), Θανάσουλα (1983), Βασιλειάδη (1988), Μέμου (1986 και 1988). Κατασκευάστηκαν χάρτες (σχ. 3.11, 3.12, 3.13 και 3,14) οριζόντιας έκτασης των γεωηλεκτρικών στρωμάτων για τα βάθη των 10m, 20m, 40m και 60m, για το τμήμα της περιοχής έρευνας μεταξύ των οικισμών Αγία Παρασκευή και Λευκοχώρι (βορειοδυτικά) και Ρωμέϊκο (νοτιοανατολικά). Στους χάρτες αυτούς φαίνεται η οριζόντια εξάπλωση των στρωμάτων παρόμοιας ειδικής αντίστασης.

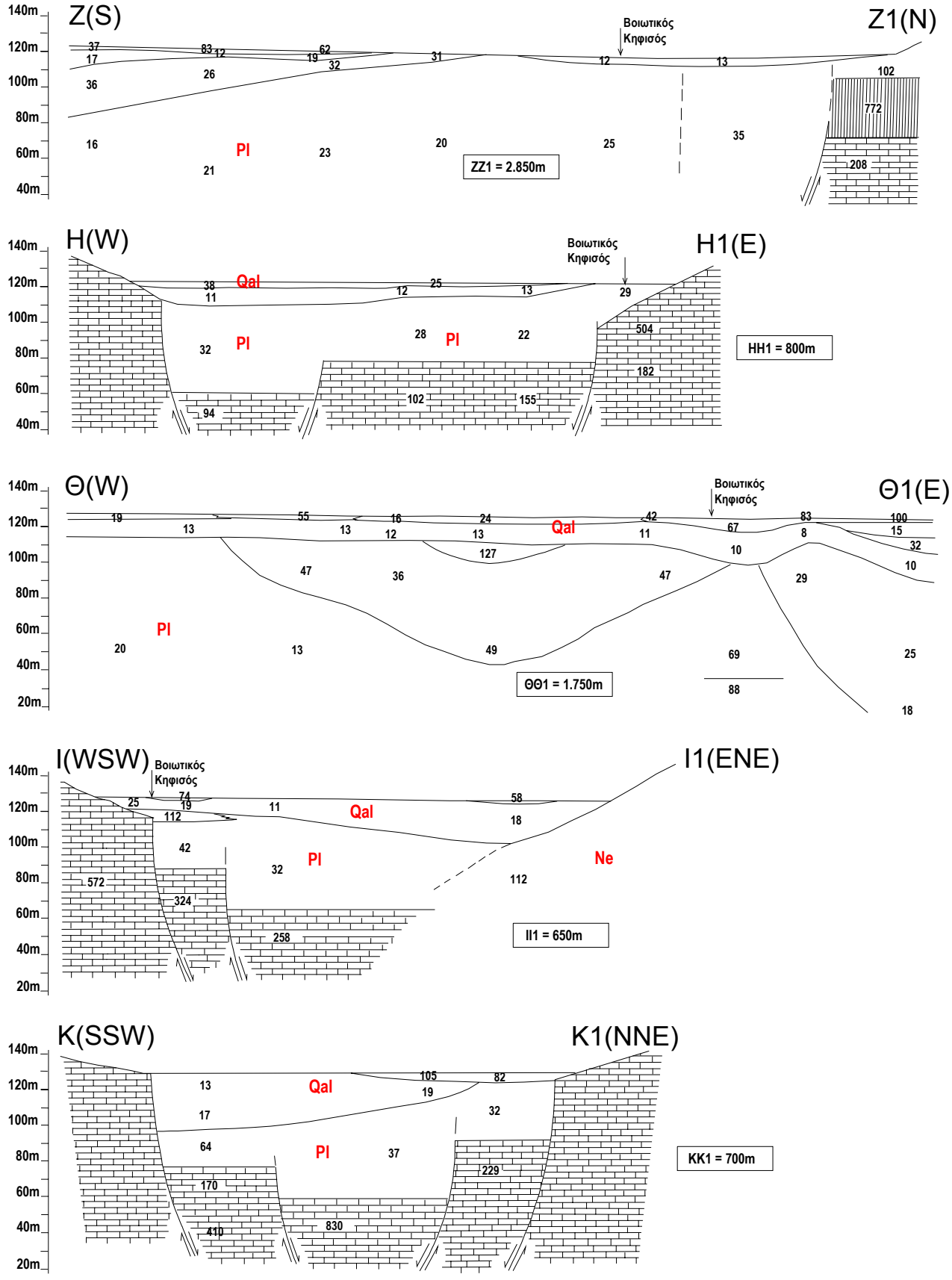
3.6. Γεωλογική ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Εξετάζοντας τις τιμές των ειδικών ηλεκτρικών αντιστάσεων, όπως αυτές προέκυψαν από τις δοκιμαστικές μετρήσεις σε περιοχές γνωστής υπεδάφιας δομής, από μετρήσεις που βρίσκονται πλησίον γεωτρήσεων με καταγεγραμμένη στρωματογραφική στήλη (Παγούνης κ.α., 1986β και Παγούνης, 1993) αλλά και με βάση τη λιθολογία της περιοχής μελέτης και συγκρίνοντας τα με τα γενικότερα βιβλιογραφικά δεδομένα (Βουτεκάκης 1969, Dobrin 1976, Παπαγιαννοπούλου-Οικονόμου 1986, Erdélyi & Gálfi 1988, Carpenter et al. 1990) και ειδικότερα με τα δεδομένα των Μέμου (1986 και 1988) και Βασιλειάδη (1988), που αφορούν στην περιοχή ενδιαφέροντος, οι τιμές των ειδικών ηλεκτρικών αντιστάσεων που αντιστοιχούν στα διάφορα στρώματα της περιοχής έρευνας έχουν ως εξής:

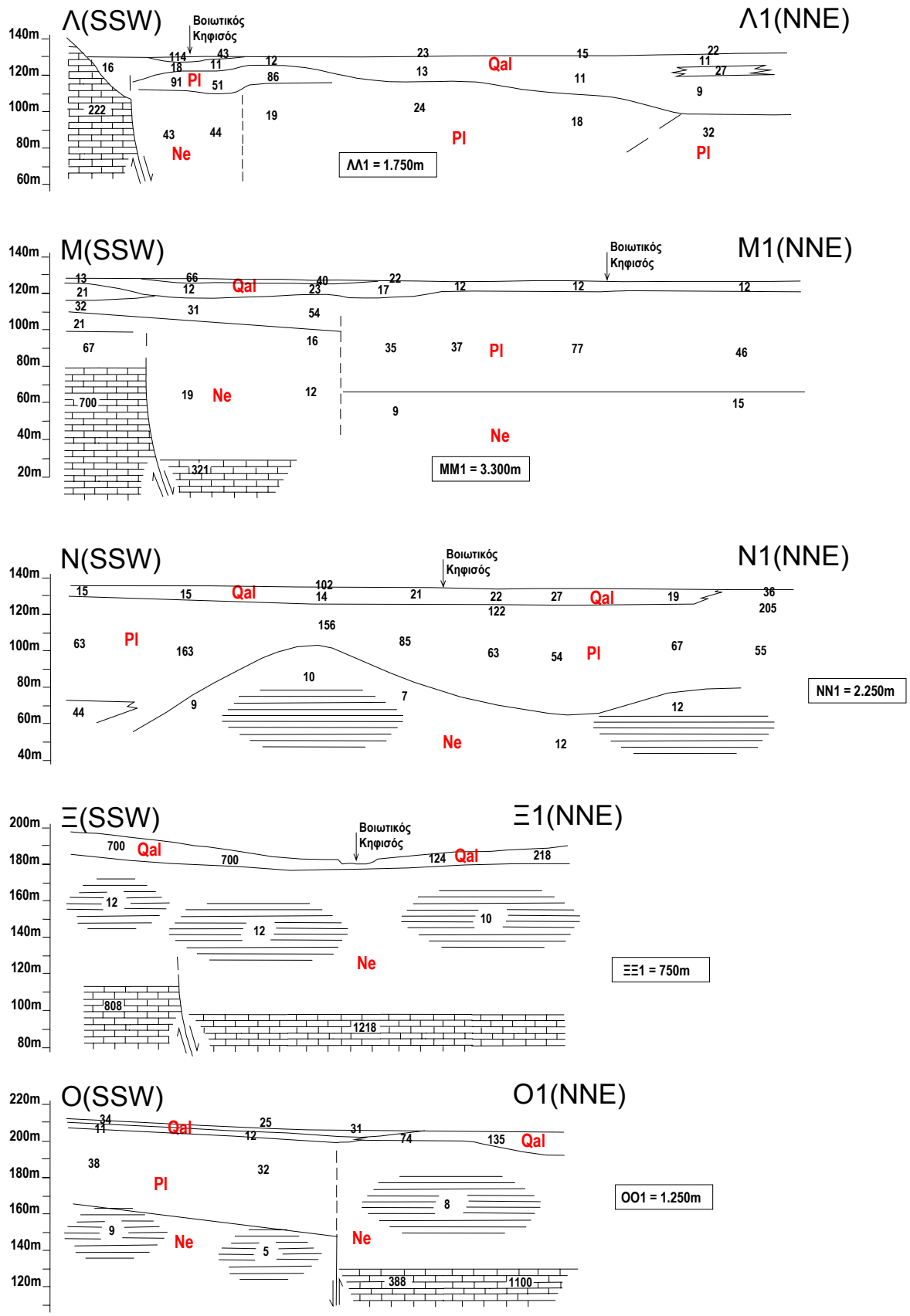
- Άργιλοι, πηλοί, μάργες χωρίς ή με ελάχιστο χονδρόκοκκο υλικό: 7-14 Ωm.
- Άργιλοι και πηλοί, με ελάχιστο έως λίγο χονδρόκοκκο υλικό: 17-20 Ωm.
- Άργιλοι και πηλοί, με λίγο έως αρκετό χονδρόκοκκο υλικό: 20-27 Ωm.
- Άργιλοι και πηλοί, με αρκετό χονδρόκοκκο υλικό: 30-40 Ωm.



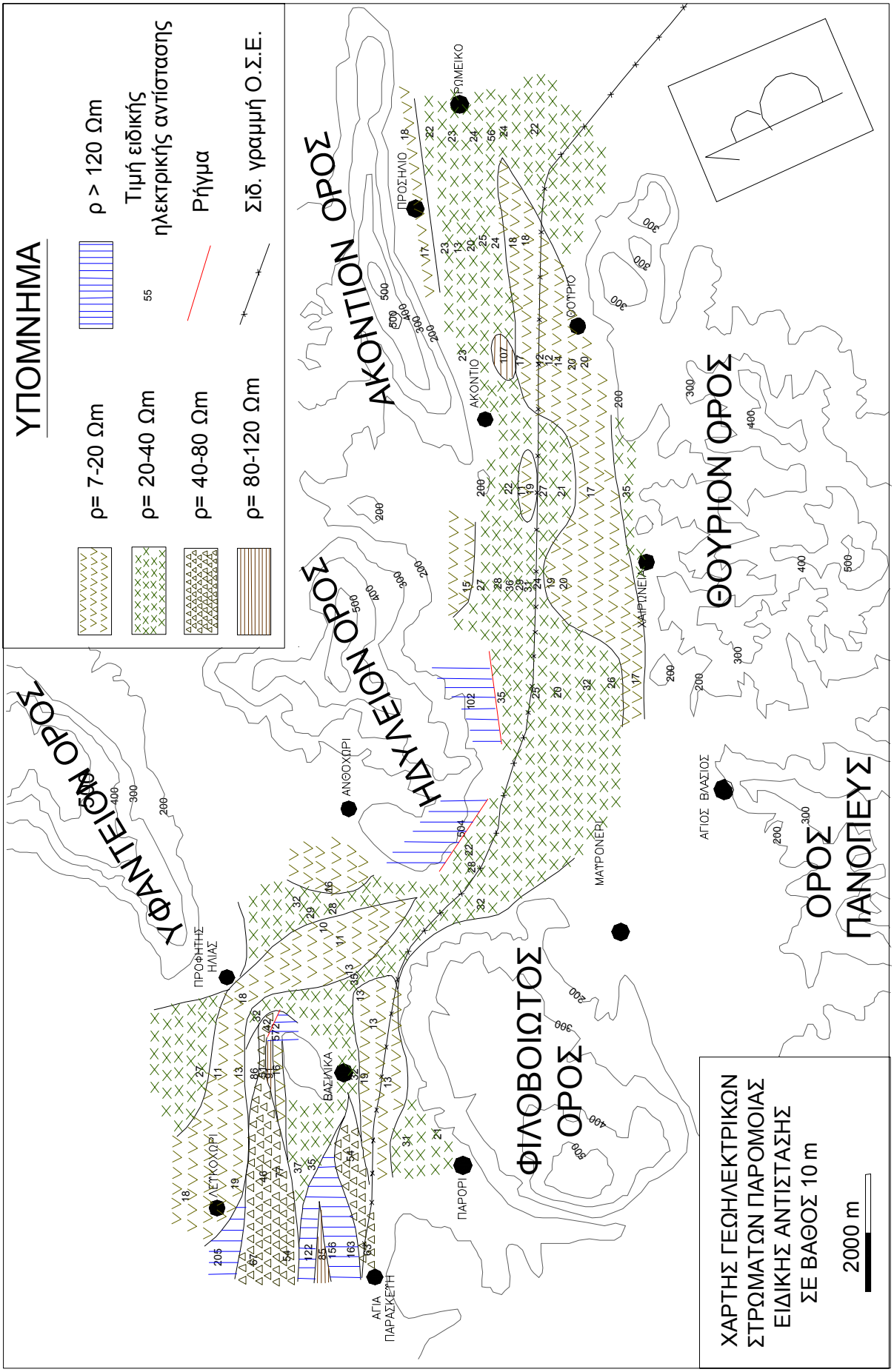
Σχήμα 3.8: Γεωηλεκτρικές τομές ΑΑ1-ΕΕ1. Οι αριθμοί εντός των γεωηλεκτρικών τομών συμβολίζουν την ειδική ηλεκτρική αντίσταση των στρωμάτων σε Ωm. Η κλίμακα του βάθους εκφράζει το απόλυτο υψόμετρο.



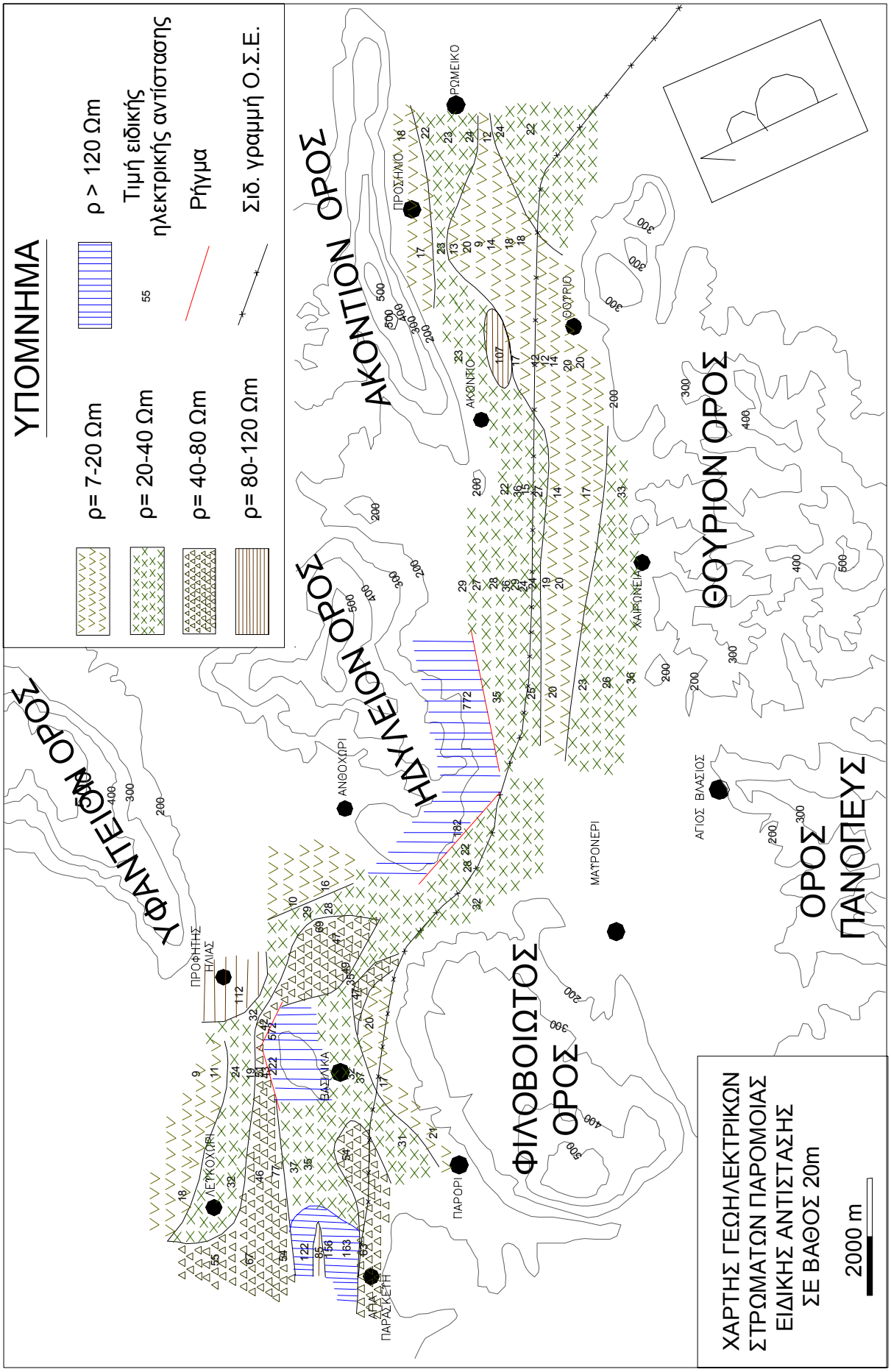
Σχήμα 3.9: Γεωηλεκτρικές τομές ΖΖ1-ΚΚ1. Οι αριθμοί εντός των γεωηλεκτρικών τομών συμβολίζουν την ειδική ηλεκτρική αντίσταση των στρωμάτων σε Ωm. Οι συμβολισμοί Qal, Pl, Ne αφορούν τις ολοκαινικές, πλειστοκαινικές και νεογενείς αποθέσεις αντίστοιχα. Η κλίμακα του βάθους εκφράζει το απόλυτο υψόμετρο.



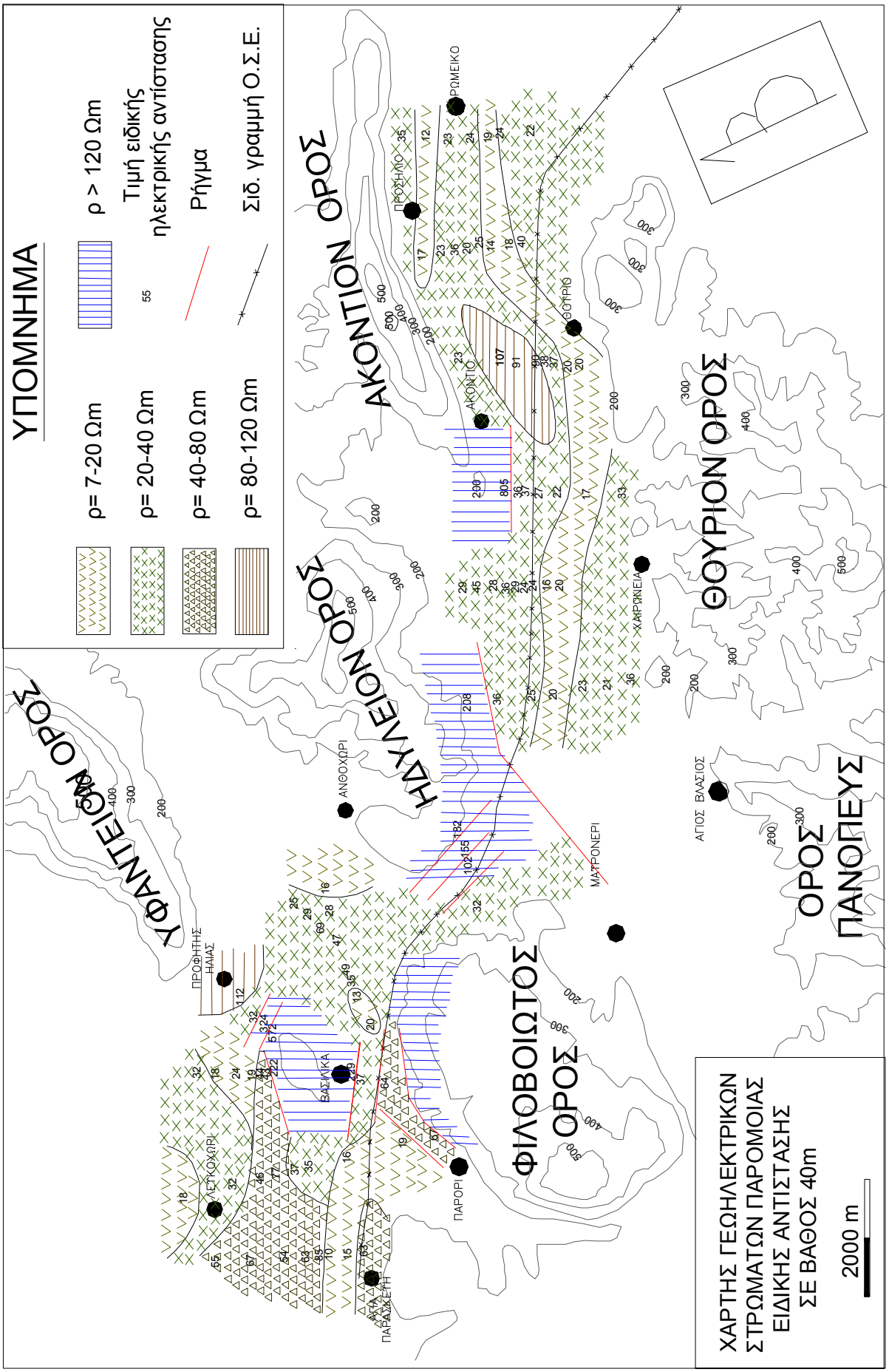
Σχήμα 3.10: Γεωηλεκτρικές τομές ΛΛ1-ΟΟ1. Οι αριθμοί εντός των γεωηλεκτρικών τομών συμβολίζουν την ειδική ηλεκτρική αντίσταση των στρωμάτων σε Ωm. Οι συμβολισμοί Qal, Pl, Ne αφορούν τις ολοκαινικές, πλειστοκαινικές και νεογενείς αποθέσεις αντίστοιχα. Η κλίμακα του βάθους εκφράζει το απόλυτο υψόμετρο.



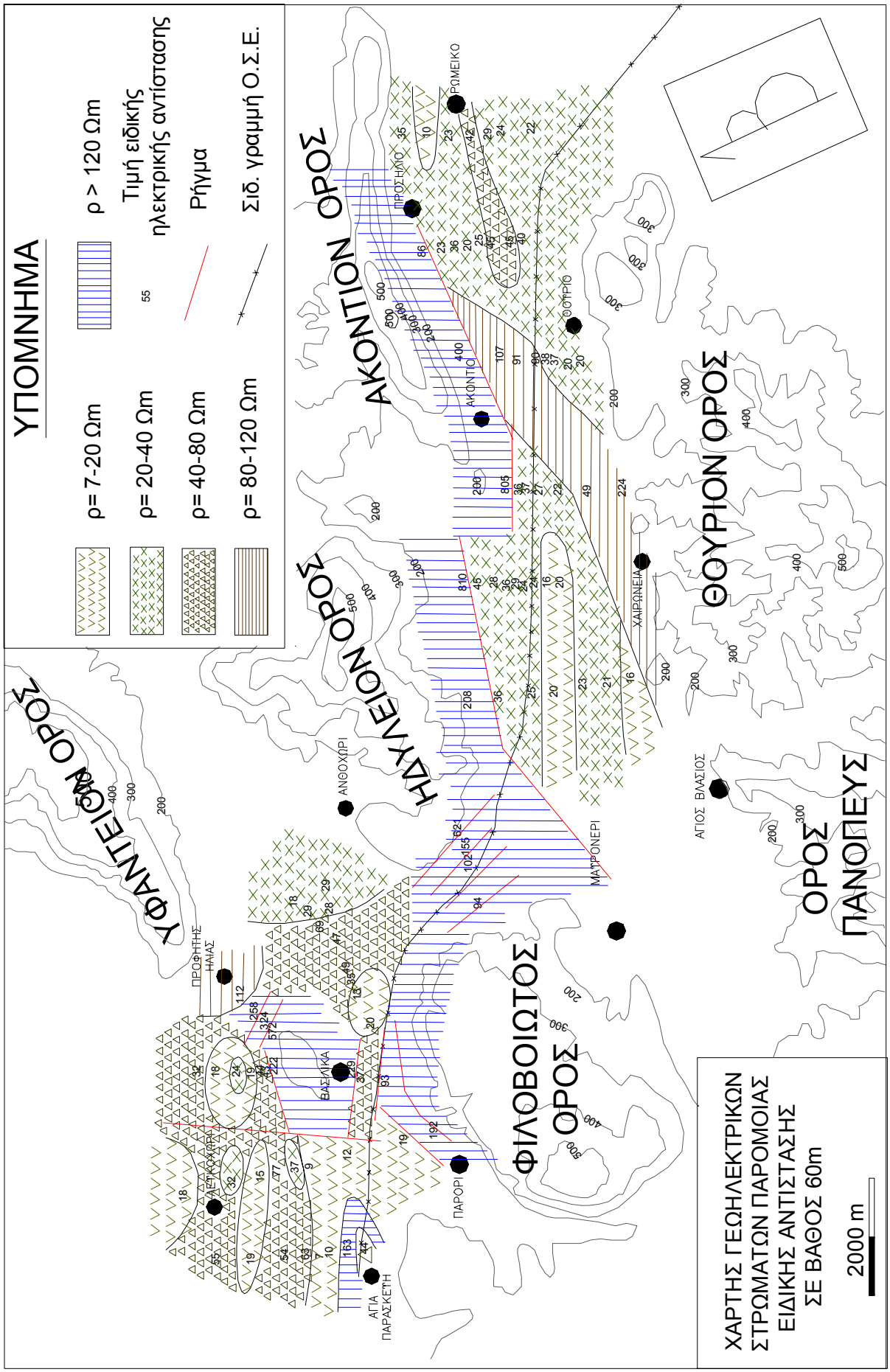
Σχήμα 3.11: Γεωηλεκτρικός χάρτης βάθους 10m.



Σχήμα 3.12: Γεωηλεκτρικός χάρτης βάθους 20m.



Σχήμα 3.13: Γεωηλεκτρικός χάρτης βάθους 40m.



Σχήμα 3.14: Γεωηλεκτρικός χάρτης βάθους 60m.

- Εναλλαγές πηλών και ψαμμιτών του φλύσχη ή της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης: 50-70 Ωm.
- Άμμοι και κροκάλες χωρίς ή με ελάχιστο αργιλικό υλικό: 80-100 Ωm.
- Ασβεστόλιθοι: >200 Ωm.

Σε ολόκληρη την έκταση της περιοχής έρευνας, η ειδική ηλεκτρική αντίσταση των επιφανειακών στρωμάτων (βάθους 0m-1,5m) εμφανίζει πολύ μεγάλο εύρος τιμών, που κυμαίνεται από 2,1Ωm μέχρι και 675Ωm. Οι μεγάλες αυτές αποκλίσεις οφείλονται στη διαφορετική κατάσταση στην οποία βρισκόταν ο εδαφικός ορίζοντας τη στιγμή της μέτρησης, όσον αφορά την υγρασία λόγω άρδευσης, την κοκκομετρική σύσταση, το πορώδες ανάλογα με το στάδιο καλλιέργειας ή εξ αιτίας άλλων αιτίων, που οφείλονται σε ανθρωπογενείς παρεμβάσεις.

Στη γεωηλεκτρική τομή ΑΑ1 (σχ. 3.7 και 3.8), που βρίσκεται στην περιοχή Ρωμέϊκου, φαίνεται πως κυριαρχούν σε γενικές γραμμές λεπτόκοκκα υλικά σε όλο σχεδόν το βάθος του πεδίου. Στο βόρειο τμήμα της πεδιάδας πλημμύρας της περιοχής Προσηλίου εντοπίζεται γεωηλεκτρικό στρώμα με τιμή ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης 200Ωm, το οποίο αντιστοιχεί στο ασβεστολιθικό υπόβαθρο, σε βάθος 45m, που είναι και το άλμα ρήγματος του βόρειου τμήματος της τεκτονικής τάφρου, το μέγιστο βάθος της οποίας ανέρχεται σε 300m, στο μέσον περίπου και ανατολικά της τομής ΑΑ1 (Καρκάνας, 1990). Νότια του ασβεστόλιθου και σε επαφή με αυτόν εμφανίζεται στο ίδιο βάθος γεωηλεκτρικό στρώμα, του οποίου η κατά μήκος εξάπλωση φτάνει περίπου μέχρι το κεντρικό τμήμα της τομής, με τιμές ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης 30Ωm-42Ωm. Το στρώμα αυτό φαίνεται πως περιλαμβάνει υλικά με αρκετά μεγάλη περιεκτικότητα σε χονδρόκοκκο υλικό.

Στο ίδιο περίπου βάθος (52m) από την επιφάνεια εντοπίζεται η οροφή του ίδιου τεμάχους του ρήγματος της τάφρου και στη γεωηλεκτρική τομή ΒΒ1 (σχ. 3.7 και 3.8), που βρίσκεται μεταξύ της περιοχής ανατολικά του οικισμού Θούριο και δυτικά του οικισμού Προσήλιο. Το μέγιστο βάθος της τάφρου παραμένει σταθερό στα 300m περίπου, γεγονός που αποκλείει την ύπαρξη ρήγματος κάθετα προς την κοιλάδα. Στην τομή αυτή, η παρουσία χονδρόκοκκου υλικού αυξάνεται με το βάθος. Το γεωηλεκτρικό στρώμα, που δηλώνει χονδρόκοκκο υλικό και εντοπίστηκε στην προηγούμενη γεωηλεκτρική τομή, νότια του ασβεστόλιθου, αναπτύσσεται εδώ σε ολόκληρο το μήκος της κοιλάδας, εμφανίζοντας τιμές ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης 36Ωm-45Ωm.

Στην γεωηλεκτρική τομή ΓΓ1 (σχ. 3.7 και 3.8), που βρίσκεται μεταξύ των οικισμών Θουρίου-Ακοντίου, τα λεπτόκκοκα υλικά περιορίζουν την κατά βάθος ανάπτυξή τους μόνο στο νότιο τμήμα της περιοχής, φτάνοντας στο βάθος των 100m, υπερκείμενα του ασβεστολιθικού υποβάθρου (Βασιλειάδης, 1988) στο χαμηλότερο τμήμα της τεκτονικής τάφρου. Στο κεντρικό και βόρειο τμήμα της κοιλάδας, κάτω από λεπτού πάχους ολοκαινικά στρώματα και επάνω στο ασβεστολιθικό υπόβαθρο εντοπίζεται γεωηλεκτρικό στρώμα με τιμές ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης, που κυμαίνονται από 90Ωm-107Ωm, που πιθανώς να αντιστοιχεί σε στρώματα φλύσχη, που υπέρκεινται του ασβεστόλιθου. Εν τούτοις το στρώμα αυτό δεν καταγράφεται ως υπερκείμενο του ασβεστολιθικού υποβάθρου στο βόρειο τελικό άκρο της γεωηλεκτρικής τομής, αφού η

παρατηρηθείσα τιμή ηλεκτρικής αντίστασης (22Ωm), δηλώνει μη φλυσχικά ιζήματα. Επομένως καταγράφεται στο κεντρικό τμήμα της πεδιάδας της Χαιρώνειας, η ύπαρξη φλυσχικού υβώματος.

Στο βόρειο τελικό άκρο της τομής ΔΔ1 (σχ. 3.7 και 3.8) στην περιοχή Χαιρώνειας-Καράμουσας και ακριβώς βόρεια, της σημερινής κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού, εντοπίζεται ξανά σε βάθος 30m το ασβεστολιθικό υπόβαθρο. Στο μέσον της πεδιάδας η βάση της τάφρου βρίσκεται σε βάθος 300m (Βασιλειάδης, 1988). Στο νότιο τελικό άκρο της γεωηλεκτρικής τομής, ανατολικά της πόλης της Χαιρώνειας, καταγράφεται σε βάθος περίπου 70m ή κατά τον Βασιλειάδη (1988) σε βάθος 45m-80m, η παρουσία του στρώματος του φλύσχη που εντοπίστηκε και στην προηγούμενη γεωηλεκτρική τομή. Το γεγονός αυτό, υποδηλώνει τελικά την παρουσία υβώματος του φλύσχη, που ξεκινά ανατολικά του οικισμού Ακόντιο και φτάνει αμέσως ανατολικά της πόλης Χαιρώνειας. Επί πλέον μεταξύ του φλύσχη, στο ένα άκρο της γεωηλεκτρικής αυτής τομής και του ασβεστόλιθου στο άλλο άκρο της, σε βάθος μεγαλύτερο περίπου των 70m τα πετρώματα εμφανίζουν τιμές ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης, που κυμαίνονται από 37Ωm-49Ωm (χαλαρά υλικά), ενώ στα μικρότερα βάθη απαντούν στρώματα με μικρότερη περιεκτικότητα σε χονδρόκοκκο υλικό (ρ_{α}=8Ωm-29Ωm).

Στη γεωηλεκτρική τομή ΕΕ1 (σχ. 3.7 και 3.8), που βρίσκεται μεταξύ της περιοχής βορειοανατολικά της Χαιρώνειας και του Ηδυλείου όρους, προσδιορίζονται εναλλαγές μεταξύ στρωμάτων που περιέχουν λιγότερο ή περισσότερο χονδρόκοκκο υλικό, ενώ στο τελικό βόρειο άκρο της τομής και σε βάθος 63m εντοπίζεται ασβεστόλιθος, που αποτελεί την οροφή ρήγματος του ασβεστολιθικού Ηδυλείου όρους. Αμέσως νότια του ασβεστόλιθου στη γεωηλεκτρική αυτή τομή και πιθανώς σε τεκτονική επαφή με αυτόν, εντοπίζεται γεωηλεκτρικό στρώμα με τιμή ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης 40Ωm.

Το ασβεστολιθικό υπόβαθρο της γεωηλεκτρικής τομής ΖΖ1 (σχ. 3.7 και 3.9), είναι ρηγματωμένο και βρίσκεται σε βάθος μεγαλύτερο των 260m, όπως δείχνουν οι διασκοπήσεις 42-46 και όπως φαίνεται στις γεωηλεκτρικές τομές του Βασιλειάδη (1988). Στο βορειότερο άκρο της τομής εντοπίζεται στρώμα με ειδική ηλεκτρική αντίσταση 770Ωm, που υπόκειται λεπτού στρώματος κορημάτων του Ηδυλείου όρους (ρ_{α}=102Ωm), πάχους 11m και υπέρκειται του ασβεστολιθικού υποβάθρου, που βρίσκεται σε βάθος 36m. Το στρώμα αυτό αποτελείται από πετρώματα της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης, σύμφωνα με τον Βασιλειάδη (1988).

Στη γεωηλεκτρική τομή ΗΗ1, που βρίσκεται στην περιοχή των Παραποταμίων μεταξύ του Ηδυλείου όρους και του όρους Φιλοβοιωτός, οι υπερκείμενες αποθέσεις του διερρηγμένου ασβεστολιθικού υποβάθρου έχουν πάχος, που κυμαίνεται μεταξύ 33m-56m (σχ. 3.7 και 3.9). Η υψομετρική διαφορά, που εμφανίζει το ασβεστολιθικό υπόβαθρο μεταξύ των γεωηλεκτρικών τομών ΖΖ1 (260m) και ΗΗ1 (33-56m), πιστοποιεί την ύπαρξη του μεγάλου ρήγματος της Δαύλειας, που δημιούργησε το βύθισμα του κάτω ρου του Βοιωτικού Κηφισού (§ 2.4). Το ασβεστολιθικό υπόβαθρο καλύπτεται από χαλαρά στρώματα με χωρίς έως αρκετό χονδρόκοκκο υλικό, που εμφανίζουν τιμές ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης 11Ωm-32Ωm και ανήκουν τα μεν κατώτερα πιθανώς στο Πλειστόκαινο, τα δε ανώτερα στο Ολόκαινο.

Στην περιοχή της γεωηλεκτρικής τομής ΘΘ1 (σχ. 3.7 και 3.9, κεντρικό τμήμα της πεδιάδας Ανθοχωρίου), εντοπίζονται στρώματα με τιμές ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης που κυμαίνονται μεταξύ των ορίων 8Ωm-13Ωm, 36Ωm-49Ωm, 13Ωm-28Ωm. Στο υπέδαφος της θέσης, που βρίσκεται ο Βοιωτικός Κηφισός εμφανίζονται στρώματα με μεγαλύτερες τιμές ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης (ρ_α= 69Ωm-88Ωm). Στη θέση της διασκόπησης 54 και σε βάθη 1,1m-2,4m και 10m-18m εμφανίζονται στρώματα με τιμές ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης 113Ωm και 127Ωm. Οι αρκετά μεγάλες τιμές των στρωμάτων αυτών σε συνδυασμό με ευρήματα ανθρώπινης κατοίκησης στην επιφάνεια, όπως κεραμικά θραύσματα, μεγάλοι ασβεστομαργαϊκοί ογκόλιθοι σχήματος ακρογωνιαίων λίθων, διαστάσεων 70cm x 80cm x 50cm, δείχνουν πιθανώς τη μη φυσική διαδικασία απόθεσης υλικών στην περιοχή ή αποτελούν υλικά της παλαιοαύλακας του ποταμού. Τα βαθύτερα στρώματα αποτελούν πιθανώς πλειστοκαινικές αποθέσεις.

Στη γεωηλεκτρική τομή ΙΙ1 (σχ. 3.7 και 3.9) και στο δυτικό άκρο της εντοπίστηκαν οι αναβαθμίδες ρήγματος του ασβεστόλιθου του βόρειου τμήματος του λόφου Κουκούλι Βασιλικών σε βάθη 28m και 46m. Στο ανατολικό τμήμα της τομής εντοπίζεται το υπόβαθρο του νεογενούς λόφου του Προφήτη Ηλία, το οποίο υπέρκειται του ασβεστολιθικού υποβάθρου και έχει τιμή ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης 112Ωm. Οι αποθέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ των δυο λόφων έχουν μικρότερες τιμές ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης στα ανώτερα τμήματα (ρ_α=11Ωm-25Ωm) και αντιστοιχούν στο Ολόκαινο και υψηλότερες στα κατώτερα τμήματα (ρ_α=32Ωm-42Ωm), που είναι πιθανώς πλειστοκαινικές.

Η περιοχή μεταξύ του Φιλοβοιωτού όρους και του οικισμού Βασιλικά, στην οποία βρίσκεται η γεωηλεκτρική τομή ΚΚ1 (σχ. 3.7 και 3.9), απεικονίζει πλήρως την τεκτονική τάφρο, το δάπεδο της οποίας φτάνει σε βάθος 70m. Και στην τομή αυτή οι υπερκείμενες αποθέσεις έχουν μικρότερες τιμές ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης στα ανώτερα τμήματα (ρ_α=13Ωm-17Ωm) και υψηλότερες στα κατώτερα τμήματα (ρ_α=32Ωm-64Ωm) και έχουν ολοκαινική και πλειστοκαινική ηλικία αντίστοιχα.

Η γεωηλεκτρική τομή ΛΛ1 βρίσκεται βόρεια του λόφου Κουκούλι μέχρι τη θέση Αμμούδες (σχ. 3.7 και 3.10) και περιλαμβάνει, τουλάχιστον μέχρι το βάθος των 150m, στρώματα άμμου με παρεμβολές λεπτών στρωμάτων ιλύος, με μικρές τιμές ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης (ρ_α=9Ωm-18Ωm) και στρώματα κροκαλών, με διάμετρο συνήθως 2cm-5cm και τιμές ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης που κυμαίνονται μεταξύ 32Ωm και 91Ωm, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα ανορύξεων αρδευτικών υδρογεωτρήσεων της περιοχής.

Η γεωηλεκτρική τομή ΜΜ1 βρίσκεται στην περιοχή των οικισμών Παρόρι και Λευκοχώρι (σχ. 3.7 και 3.10) και έχει κατασκευαστεί με βάση τα αποτελέσματα των επτά από τις εννέα γεωηλεκτρικές διασκοπήσεις. Στο νότιο τμήμα της τομής εντοπίστηκε σε δυο διαφορετικά επίπεδα, λόγω ρηγμάτωσης, το ασβεστολιθικό υπόβαθρο σε βάθη 47m και 104m. Το υπόλοιπο τμήμα της τομής αποτελείται, όπως προέκυψε από σύγκριση των γεωηλεκτρικών στρωμάτων με τις στρωματογραφικές στήλες παραγωγικών υδρογεωτρήσεων (γεώτρηση $ΥΜΡ_Σ$ 9, Ι.Γ.Μ.Ε., Παγούνης, 1993) από χαλαρά υλικά αποτελούμενα από πηλούχα στρώματα, άμμο και λεπτόκοκκο χαλίκι. Η οροφή του ασβεστολιθικού ρήγματος καλύπτεται μάλλον από νεογενείς αποθέσεις, οι οποίες

υπόκεινται πλειστοκαινικών αποθέσεων, οι οποίες με τη σειρά τους καλύπτονται από υλικά της πεδιάδας πλημμύρας του Βοιωτικού Κηφισού.

Η γεωηλεκτρική τομή ΝΝ1 βρίσκεται μεταξύ του οικισμού Αγία Παρασκευή και της αρχαιολογικής τούμπας Μαγούλα (σχ. 3.7 και 3.10). Στην επιφάνεια εντοπίζεται γεωηλεκτρικό στρώμα πάχους 3m-9m με τιμές ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης που κυμαίνονται μεταξύ 12Ωm και 23Ωm και αντιστοιχεί σε λεπτόκοκκα υλικά της πεδιάδας πλημμύρας. Κάτω από αυτό και μέχρι βάθος 33m-66m, κυριαρχούν πλειστοκαινικά υλικά αποτελούμενα από λεπτή άμμο και κροκάλες και συνιστούν ένα γεωηλεκτρικό στρώμα με τιμές ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης 44Ωm-156Ωm. Τα αδρόκοκκα αυτά υλικά επικάθονται σε γεωηλεκτρικό στρώμα μικρής ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης (ρ_α=7Ωm-19Ωm) που αντιστοιχεί στη μάργα, πιθανώς Νεογενούς ηλικίας. Το ασβεστολιθικό υπόβαθρο εντοπίστηκε από τη γεώτρηση ΕΜΡ10 του Ι.Γ.Μ.Ε. (Παγούνης, 1993) και κατά πληροφορίες, από γεωτρήσεις ιδιωτών και βρίσκεται σε βάθος περίπου 150m. Οι μεγάλες τιμές ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης, που έδειξε η διασκόπηση 91, οφείλονται μάλλον στη μη φυσική εδαφική κατάσταση της περιοχής Μαγούλας, εξ αιτίας ανθρώπινης παρέμβασης τόσο κατά την αρχαιότητα, όσο και στους νεότερους χρόνους.

Η γεωηλεκτρική τομή ΞΞ1, βρίσκεται μεταξύ της περιοχής Κάτω Καλυβιών Τιθορέας και της θέσης Βρίλια (σχ. 3.7 και 3.10). Στην ευρύτερη περιοχή έχουν πραγματοποιηθεί και οι υδρογεωτρήσεις ΕΜΡ2 και ΥΜΡ_Σ2 (Ι.Γ.Μ.Ε., Παγούνης, 1993). Στην επιφάνεια και μέχρι βάθους 14m εντοπίζεται γεωηλεκτρικό στρώμα πολύ μεγάλης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης (ρ_α=124Ωm-700Ωm), που οφείλεται στα υλικά του ριπιδίου της Τιθορέας, που έχουν ενισχύσει τις ποτάμιες αποθέσεις που αποτελούνται από άμμο, χαλίκια και άργιλο. Κάτω από αυτό και μέχρι το βάθος των 88m νότια και 96m βόρεια εντοπίζεται γεωηλεκτρικό στρώμα με πολύ μικρή ειδική ηλεκτρική αντίσταση (ρ_α=10Ωm-12Ωm), που αντιστοιχεί στα μαργαϊκά στρώματα του Νεογενούς. Από τα βάθη αυτά και κάτω συναντάται ο ασβεστόλιθος του υποβάθρου, ρηγματωμένος με άλμα περίπου 20m (Ι.Γ.Μ.Ε., Παγούνης, 1993).

Η γεωηλεκτρική τομή ΟΟ1 βρίσκεται μεταξύ της περιοχής Παλαβίτσα Καλυβιών Τιθορέας και της περιοχής Καλογερικό Μαντρί (σχ. 3.7 και 3.10). Νότια της τελευταίας διασκόπησης (100) έχει πραγματοποιηθεί η υδρογεώτρηση ΕΜΡ12 (Ι.Γ.Μ.Ε., Παγούνης, 1993). Το επιφανειακό στρώμα, βάθους 4,5m-7m, αποτελείται από αργιλικά υλικά, που περιέχουν άμμο και κροκάλες και εμφανίζει ειδική ηλεκτρική αντίσταση 12Ωm, που αυξάνεται προς την κατεύθυνση του ποταμού (βόρεια) σε 135Ωm, εξ αιτίας της αύξησης του αδρόκοκκου υλικού. Κάτω από αυτό το γεωηλεκτρικό στρώμα, εντοπίζεται στο νότιο τμήμα της περιοχής γεωηλεκτρικό στρώμα, πιθανώς πλειστοκαινικό, με ειδική ηλεκτρική αντίσταση 32Ωm-38Ωm, που περιλαμβάνει πιθανώς υλικά του νότια ευρισκόμενου ριπιδίου της Τιθορέας και φτάνει σε βάθος 54m. Το στρώμα αυτό καθώς και το επιφανειακό γεωηλεκτρικό στρώμα του βόρειου τμήματος της τομής ΟΟ1 επικάθονται στη μάργα του Νεογενούς, που εμφανίζει πολύ μικρή ειδική ηλεκτρική αντίσταση (ρ_α=5Ωm-9Ωm), η οποία με τη σειρά της, υπέρκειται του ασβεστολιθικού υποβάθρου, το οποίο εντοπίστηκε μόνο στο βόρειο τμήμα (διασκοπήσεις 99

και 100) σε βάθος 70m. Το βόρειο τμήμα της περιοχής στην επιφάνεια του οποίου ρέει σήμερα ο Βοιωτικός Κηφισός, εμφανίζεται τοπογραφικά ψηλότερα από το νότιο κατά 40m περίπου.

Η παρατήρηση των γεωηλεκτρικών χαρτών που κατασκευάστηκαν για τα βάθη των 10m (σχ. 3.11), 20m (σχ. 3.12), 40m (σχ. 3.13) και 60m (σχ. 3.14), δείχνει ότι:

Στο βάθος των 60m (σχ. 3.14), καταγράφεται το ασβεστολιθικό υπόβαθρο που εντοπίστηκε στην περιοχή νότια του Ακοντίου όρους, νότια του Ηδυλείου όρους, στην περιοχή του στενού των Παραποταμίων, βόρεια του Φιλοβοιωτού όρους και στην περιφέρεια του λόφου Κουκούλι Βασιλικών. Οι επαφές του ασβεστόλιθου με τα υπόλοιπα γεωηλεκτρικά στρώματα είναι τεκτονικές. Στο σχήμα 3.14 σχεδιάζονται τα ρήγματα, που εντοπίστηκαν, από τα οποία ιδιαίτερη σημασία έχει το ρήγμα νότια του Ηδυλείου και του Φιλοβοιωτού όρους που είναι τμήμα του μεγάλου ρήγματος της Δαύλειας, το οποίο προκάλεσε στη διάρκεια του Τεταρτογενούς τον τεμαχισμό του βυθίσματος του Βοιωτικού Κηφισού και προκάλεσε την αλλαγή του βασικού επιπέδου και το διαχωρισμό της περιοχής σε δυο τμήματα, εκ των οποίων το κατάντη αποτέλεσε τον κάτω ρου του ποταμού, ενώ το ανάντη τον μέσο ρου. Στην κεντρική περιοχή της πεδιάδας της Χαιρώνειας εντοπίζεται σε αρκετά μεγάλη έκταση το γεωηλεκτρικό στρώμα με τιμές ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης, που επιτρέπουν την αντιστοίχησή του με φλύσχη, ο οποίος εκτείνεται από την περιοχή μεταξύ του οικισμού του Αγίου Βλασίου και της πόλης της Χαιρώνειας, μέχρι την περιοχή μεταξύ των οικισμών Προσηλίου και Ακοντίου, με διεύθυνση γενικά ΔΝΔ-ΑΒΑ. Ο φλύσχης αυτός αποτελεί προφανώς στο νότιο τμήμα του συνέχεια των φλυσχικών αποθέσεων του Θουρίου όρους, ενώ στο Βορρά η επαφή του με τον ασβεστόλιθο είναι τεκτονικής φύσης. Στην περιοχή του Προφήτη Ηλία το γεωηλεκτρικό στρώμα, που εντοπίζεται δυτικά του λόφου, αντιστοιχεί σε νεογενείς αποθέσεις, που επικάθονται στο ασβεστολιθικό υπόβαθρο. Αδρόκοκκα υλικά με τιμές ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης μεταξύ 40Ωm-80Ωm, που όμως δεν περιλαμβάνουν υλικά του φλύσχη, εμφανίζονται στην περιοχή δυτικά του οικισμού Ρωμέϊκο σαν λεπτή ζώνη και περιβάλλουν το λόφο Κουκούλι Βασιλικών, εκτός από την δυτική του πλευρά. Βόρεια και νότια του λόφου η επαφή του με τον ασβεστόλιθο είναι τεκτονικής φύσης. Τα πηλούχα και αργιλικά στρώματα, που περιέχουν λίγο έως αρκετό χονδρόκοκκο υλικό (ρ_{α}=20Ωm-40Ωm), καλύπτουν σε βάθος 60m την περιοχή βόρεια και ανατολικά του οικισμού Θούριο μέχρι το ρήγμα του Ακοντίου όρους και την περιοχή Βόρεια της Χαιρώνειας μέχρι το ρήγμα του Ακοντίου όρους και του μεγάλου ρήγματος της Δαύλειας. Επίσης εντοπίζονται στην περιοχή βορειοδυτικά της πεδιάδας Ανθοχωρίου και σε μικρές εμφανίσεις μεταξύ του λόφου Κουκούλι και του οικισμού Λευκοχωρίου. Τα πηλούχα και αργιλικά υλικά, χωρίς ή με μικρή περιεκτικότητα σε χονδρόκοκκα υλικά (ρ_{α}=7Ωm-20Ωm), εντοπίζονται σε μικρής έκτασης εμφανίσεις βόρεια του οικισμού Προσήλιο, βόρεια της πόλης της Χαιρώνειας μέχρι το ρήγμα της Δαύλειας, δυτικά της Χαιρώνειας προς την περιοχή του οικισμού του Αγίου Βλασίου, νοτιοανατολικά του οικισμού Βασιλικά, μεταξύ των οικισμών Αγίας Παρασκευής, Παρορίου και του βορειοδυτικού ρήγματος του λόφου Κουκούλι, βόρεια, δυτικά και ανατολικά του οικισμού Λευκοχώρι.

Στο βάθος των 40m (σχ. 3.13), στην περιοχή της πεδιάδας της Χαιρώνειας, το ασβεστολιθικό υπόβαθρο της περιοχής μεταξύ των οικισμών Ακοντίου και Προσηλίου καθώς και το νότιο τμήμα της επιφάνειας του φλύσχη έχουν καλυφτεί από τα γεωηλεκτρικά στρώματα ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης 20Ωm-40Ωm και 7Ωm-20Ωm. Το πρώτο από αυτά εκτείνεται προς Βορρά μέχρι τον ασβεστολιθικό όγκο του Ακοντίου όρους και βόρεια και δυτικά της πόλης της Χαιρώνειας. Το δεύτερο, στην περιοχή του οικισμού Προσήλιο, εκτείνεται προς τα βορειοδυτικά και η λεπτή ζώνη, που εντοπίστηκε βόρεια της Χαιρώνειας μέχρι το ρήγμα της Δαύλειας στο βάθος των 60m, αποτελεί στο βάθος αυτό επιμήκη λεπτή ζώνη σιγμοειδούς σχήματος, που εκτείνεται από το ρήγμα της Δαύλειας στη περιοχή Μαυρονερίου μέχρι τον νότιο μέρος του οικισμού Ρωμέϊκο. Τμήμα του ασβεστολιθικού υποβάθρου, νότια του Ηδυλείου όρους και του δυτικού τμήματος του στενώματος των Παραποταμίων, καθώς και το μέγιστο τμήμα της περιοχής που καλύπτεται στα 60m από το γεωηλεκτρικό στρώμα των 40Ωm-80Ωm, γύρω από το λόφο Κουκούλι, καλύπτεται τώρα από το γεωηλεκτρικό στρώμα ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης 20Ωm-40Ωm, ενώ το στρώμα αυτό καλύπτεται στην πεδιάδα δυτικά του Ανθοχωρίου από το γεωηλεκτρικό στρώμα με ρ_{α}=7Ωm-20Ωm. Το τελευταίο αυτό γεωηλεκτρικό στρώμα παύει να εμφανίζεται νότια του οικισμού Λευκοχώρι, μειώνεται σε έκταση στην περιοχή νοτιοανατολικά του οικισμού Βασιλικά, αυξάνει σχετικά ανατολικά του Λευκοχωρίου και εξακολουθεί να εμφανίζεται στις ίδιες διαστάσεις στα βόρεια του οικισμού αυτού καθώς και στην περιοχή μεταξύ των οικισμών Αγίας Παρασκευής, Παρορίου και του βορειοδυτικού ρήγματος του λόφου Κουκούλι. Τα νεογενή στρώματα του λόφου του Προφήτη Ηλία, στο βάθος αυτό δε βρίσκονται πλέον σε επαφή με τον ασβεστόλιθο παρά με το γεωηλεκτρικό στρώμα με ειδική αντίσταση ρ_{α}=20Ωm-40Ωm.

Στο βάθος των 20m (σχ. 3.12), στην περιοχή της πεδιάδας της Χαιρώνειας, το γεωηλεκτρικό στρώμα με ειδική αντίσταση ρ_{α}=20Ωm-40Ωm καλύπτει το ασβεστολιθικό υπόβαθρο της περιοχής δυτικά του οικισμού Ακόντιο (Καράμουσα) που δεν είχε καλυφτεί στο βάθος των 40m. Το γεωηλεκτρικό στρώμα με ειδική αντίσταση ρ_{α}=7Ωm-20Ωm μετατοπίζεται προς Βορρά στην περιοχή του οικισμού Προσήλιο, καλύπτοντας τις αποθέσεις του στρώματος με ρ_{α}=20Ωm-40Ωm και καλυπτόμενο από αυτές στην προηγούμενη θέση του. Το ίδιο αυτό στρώμα αυξάνει τα εξωτερικά όριά του στο κεντρικό τμήμα της πεδιάδας της Χαιρώνειας, περιορίζοντας κατά πολύ σε έκταση την επιφάνεια του φλύσχη, ο οποίος αποτελεί πλέον ένα μικρής έκτασης και ύψους λόφο μέσα στο ολοκαινικό πεδίο. Το ρήγμα της Δαύλειας στην πεδιάδα του Αγίου Βλασίου και το μέγιστο τμήμα της τάφρου του στενού των Παραποταμίων εξαφανίζονται λόγω της απόθεσης υλικών του στρώματος ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης 20Ωm-40Ωm. Παραμένουν μόνο τα ρήγματα της πρώτης αναβαθμίδας των ρηγμάτων νότια και δυτικά του Ηδυλείου όρους. Ο ασβεστόλιθος του λόφου Κουκούλι Βασιλικών και ο νεογενής λόφος Προφήτη Ηλία περιορίζονται ακόμη περισσότερο από την απόθεση των νεότερης ηλικίας υλικών. Τα πηλούχα και αργιλικά υλικά, χωρίς ή με μικρή περιεκτικότητα σε χονδρόκοκκα υλικά (ρ_{α}= 7Ωm-20Ωm) δε μεταβάλλονται ιδιαίτερα στην περιοχή της πεδιάδας βόρεια του Ανθοχωρίου, ενώ αναπτύσσονται στο βόρειο τμήμα του Φιλοβοιωτού όρους καλύπτοντας τον ασβεστόλιθο του υποβάθρου, επεκτείνονται ανατολικά του

οικισμού Λευκοχώρι μέχρι σχεδόν το λόφο Προφήτη Ηλία και εξαφανίζονται από την περιοχή των οικισμών Αγίας Παρασκευής και Παρορίου. Στην τελευταία αυτή θέση, αποτίθενται υλικά του γεωηλεκτρικού στρώματος με ειδική αντίσταση ρ_α=40Ωm-80Ωm, το οποίο επεκτείνεται και στη βόρεια και ανατολική πλευρά του λόφου Κουκούλι. Σε δυο θέσεις βόρεια του οικισμού Αγία Παρασκευή εντοπίζονται στρώματα μεγάλης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης, που αντιστοιχούν σε χαλαρές αποθέσεις κροκαλών.

Στο βάθος των 10m (σχ. 3.11) στην πεδιάδα της Χαιρώνειας το γεωηλεκτρικό στρώμα με ειδική ηλεκτρική αντίσταση 7Ωm-20Ωm επεκτείνεται σημαντικά σε βάρος του φλύσχη και του γεωηλεκτρικού στρώματος με ειδική ηλεκτρική αντίσταση 20Ωm-40Ωm, κυρίως στο κεντρικό τμήμα της κοιλάδας, ενώ εμφανίζεται με μικρή έκταση και σε νέα θέση, βόρεια της σιδηροδρομικής γραμμής μεταξύ της Χαιρώνειας και του οικισμού Ακόντιο. Νέα εμφάνιση του στρώματος αυτού παρατηρείται επίσης νότια του όρους Ηδύλειο. Σημαντική ανάπτυξη του ίδιου στρώματος παρατηρείται και στο δυτικό τμήμα της περιοχής, που απεικονίζεται στο χάρτη του σχήματος 3.11. Επεκτείνεται στην πεδιάδα Ανθοχωρίου και στην περιοχή μεταξύ Βασιλικών και Φιλοβοιωτού όρους σε βάρος του γεωηλεκτρικού στρώματος με ρ_α = 20Ωm-40Ωm και στην περιοχή ανατολικά του λόφου Κουκούλι σε βάρος του γεωηλεκτρικού στρώματος με ειδική ηλεκτρική αντίσταση 40Ωm-80Ωm. Το γεωηλεκτρικό στρώμα, που αντιστοιχεί στις χαλαρές αποθέσεις κροκαλών της περιοχής Αγίας Παρασκευής, μετατοπίζεται ελαφρά από τις θέσεις που κατείχε στο βάθος των 20m.

3.7. Μεταβολές της κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού με βάση τη γεωφυσική έρευνα.

Στην περιοχή Ελάτειας-Τιθορέας (χάρτης παραρτήματος) η κύρια τεκτονική δραστηριότητα οφείλεται στο ρήγμα της Άνω Τιθορέας, που διέρχεται με διεύθυνση ΝΑ-ΒΔ από τους βορειοανατολικούς πρόποδες του Παρνασσού.

Στην περιοχή μεταξύ του οικισμού Κάτω Καλυβιών και της πόλης της Τιθορέας υπάρχει ένα δεύτερο ρήγμα παράλληλο με το ρήγμα της Άνω Τιθορέας, όπως φαίνεται στις γεωηλεκτρικές τομές ΟΟ1 και ΞΞ1 του σχήματος 3.10 και στο χάρτη του παραρτήματος. Αν και η κύρια τεκτονική δραστηριότητα στην περιοχή αυτή βρίσκεται νότια, όπως προαναφέρθηκε, η αύλακα περιορίζεται στο βόρειο τμήμα της περιοχής, που σημαίνει ότι ο ρυθμός ιζηματογένεσης στην περιοχή αυτή είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό βύθισης και ο Βοιωτικός Κηφισός αγγίζει το υπόβαθρο στο βόρειο τμήμα του. Η θέση του κύριου ρεύματος του ποταμού καθορίζεται από την ανάπτυξη του αλλουβιακού ριπιδίου της Τιθορέας.

Από τη γεωηλεκτρική τομή ΝΝ1 (περιοχή Αγίας Παρασκευής, σχ. 3.10) προκύπτει ότι, η κοίτη του ποταμού θα πρέπει να ήταν βορειότερα. Όμως ο παραπόταμος Φελόρεμα, που εκβάλλει στη βόρεια όχθη του Βοιωτικού Κηφισού, φαίνεται ότι μετέφερε τόσο ίζημα, ώστε οι προσχώσεις του τον ανάγκασαν να μετατοπιστεί προς Νότο. Το γεγονός αυτό συνδυάζεται με την έλλειψη παροχής υλικού από την περιοχή Αγίας Παρασκευής.

Οι μεταβολές αυτές του κύριου ρεύματος του ποταμού μεταξύ της περιοχής Κάτω Καλυβιών και της περιοχής Αγίας Παρασκευής οφείλονται στην έντονη ανάπτυξη των αλλουβιακών ριπιδίων της Τιθορέας και της

Ελάτειας. Το αλλουβιακό ριπίδιο της Τιθορέας ωθεί το Βοιωτικό Κηφισό προς Βορρά και το αλλουβιακό ριπίδιο της Ελάτειας νότια προς την Αγία Παρασκευή. Με βάση το σκεπτικό αυτό και σύμφωνα με τις γεωηλεκτρικές τομές ΜΜ1, ΛΛ1 και ΚΚ1 της περιοχής μεταξύ του οικισμού Παρόρι και του λόφου Κουκούλι Βασιλικών (σχ. 3.9, 3.10) θα αναμενόταν ότι, ο Βοιωτικός Κηφισός έπρεπε να διέλθει από την τάφρο της τομής ΚΚ1, νότια του ασβεστολιθικού λόφου Κουκούλι και όχι βόρεια αυτού, όπου διέρχεται σήμερα. Αυτό δεν συνέβη, διότι συνδέεται πιθανώς με την ύπαρξη ρηγμάτων δυτικά και βόρεια του λόφου, που προσδιορίστηκαν (σχ. 3.14 και χάρτης παραρτήματος). Έτσι ο λόγος του ρυθμού βύθισης προς το ρυθμό ιζηματογένεσης στην περιοχή Αμμούδες βορειοδυτικά του λόφου Κουκούλι είναι μεγαλύτερος της μονάδας και για το λόγο αυτό ο ποταμός δε μεταναστεύει προς Νότο, όπως στην περιοχή της Αγίας Παρασκευής αλλά παραμένει στο βόρειο τμήμα της λεκάνης.

Από τη γεωηλεκτρική τομή ΙΙ1 (σχ. 3.9) στην περιοχή μεταξύ των λόφων Κουκούλι και Προφήτη Ηλία προκύπτει ότι, η κύρια ιζηματογένεση στο παρελθόν λάμβανε χώρα κοντά στο λόφο του Προφήτη Ηλία, αν και προσδιορίστηκαν δυο ρήγματα κοντά στο λόφο Κουκούλι, όπου και περιορίζεται σήμερα η ιζηματογένεση. Σε συνδυασμό με τα παραπάνω προκύπτει ότι, τα ρήγματα αυτά είναι πρόσφατα και εξ αιτίας αυτών ο ποταμός παραμένει κοντά στο λόφο Κουκούλι. Στην περίπτωση αυτή δεν φαίνεται ότι, η αλλαγή της κοίτης συνδέεται με ιζηματογενείς αλλά με τεκτονικές παραμέτρους.

Από τη γεωηλεκτρική τομή ΘΘ1 (σχ. 3.9) της περιοχής βόρεια του στενού των Παραποταμίων φαίνεται ότι, όλη η περιοχή δέχεται προσχώσεις και ο ποταμός αποκτά μαιανδρικό σχήμα, ενώ στο παρελθόν ήταν ευθύς και κινούταν δυτικότερα. Οι μεταβολές της κοίτης στην περιοχή αυτή οφείλονται πιθανώς στη συσσώρευση υλικού επειδή αυτή αποτελούσε το στόμιο της λεκάνης.

Η γεωηλεκτρική τομή ΗΗ1, που βρίσκεται στο στενό των Παραποταμίων μεταξύ Ηδυλείου και Φιλοβοιωτού όρους δείχνει ότι η παλιά κοίτη του ποταμού βρισκόταν δυτικά στη θέση ενός υπολειμματικού ρεύματος. Οι μεγαλύτεροι ρυθμοί βύθισης περιορίζονται δυτικά (Η) παρά ανατολικά (Η1) και ο μόνος λόγος, που μπορεί να ερμηνεύσει τη σημερινή θέση του ποταμού είναι ότι οι ρυθμοί ιζηματογένεσης από τον ίδιο τον ποταμό ξεπέρασαν τους ρυθμούς βύθισης του δυτικού τμήματος (Η) με αποτέλεσμα ο Βοιωτικός Κηφισός να εκτραπεί και να κινηθεί βορειοδυτικά, στη σημερινή του θέση.

Στη θέση της τομής ΖΖ1 (σχ.3.9) μεταξύ Θουρίου και Ηδυλείου όρους δεν δικαιολογείται η σημερινή θέση της κοίτης του ποταμού. Αντίθετα θα αναμενόταν ότι, ο ποταμός θα διερχόταν κοντά στη θέση Ζ (νότια, χάρτης παραρτήματος). Επί πλέον από την ίδια τομή προκύπτουν αρκετά καθαρά οι δυο διαφορετικές κοίτες των σημερινών ποταμών (Μαυρονέρι και Κηφισός) σε δυο ανεξάρτητα βυθίσματα, που χωρίζονται πιθανώς από ένα κέρας. Εκτιμάται ότι, η παλιά ενεργή κοίτη του ποταμού, όπως έχει σημειωθεί από την τομή ΗΗ1 θα προσέγγιζε περισσότερο το σημείο Ζ και όχι το σημείο Ζ1. Όμως η σημερινή θέση της κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού ποταμού δείχνει ότι, πιθανώς το ύβωμα αυτό να δημιουργήθηκε κατά τη διάρκεια της ιζηματογένεσης. Από τη μελέτη των χαρτών ειδικών αντιστάσεων (σχ. 3.11, 3.12, 3.13 και 3.14) προκύπτει ότι το

υπόβαθρο στην κοίτη του ποταμού ελέγχεται από ρήγματα και επηρεάζει τη ροή του. Έτσι αυτό το ενδολεκανικό κέρας φαίνεται ότι στο νότιο τμήμα του προσχώνεται σταδιακά εξ αιτίας των παραποτάμων, ενώ αντίθετα στο βόρειο τμήμα του ο ρυθμός βύθισης είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό ιζηματογένεσης. Σύμφωνα με τα παραπάνω εκτιμάται ότι, αν δεν υπήρχε ανθρώπινη παρέμβαση, ο Βοιωτικός Κηφισός θα μετανάστευε σταδιακά βόρεια και οι δυο παραπόταμοι (Μεραναίος και Πλατανιάς) θα προέλαυναν βόρεια μέχρι να συναντήσουν τον Κηφισό ποταμό.

Από τις γεωηλεκτρικές τομές ΕΕ1, ΔΔ1, ΓΓ1 και ΒΒ1 (σχ. 3.8, περιοχή μεταξύ Χαιρώνειας και Προσηλίου) προκύπτει ότι η παλαιά κοίτη συμπίπτει με τη σημερινή, γεγονός που σημαίνει ότι οι συνθήκες ιζηματογένεσης στο παρελθόν και σήμερα είναι ίδιες, δηλαδή υπάρχει μια ισορροπία μεταξύ των τεκτονικών και των ιζηματολογικών διεργασιών. Από τη μελέτη των χαρτών βάθους (σχ. 3.11, 3.12, 3.13 και 3.14) μπορεί ανεξάρτητα του πότε, να εκτιμηθεί πως ξεκίνησε η λειτουργία του Βοιωτικού Κηφισού. Η παρουσία του φλύσχη στο βάθος των 60m (τομή ΓΓ1, σχ. 3.8) έρχεται να επιβεβαιώσει ότι, κατά τη διάρκεια της εξέλιξης του ποταμού, μέσα στο πεδίο του αναπτύχθηκαν νέα ενεργά ρήγματα και τροποποίησαν το πεδίο του ποταμού. Έτσι εκτιμάται ότι, κάποια χρονική στιγμή υπήρξε φραγμός στην περιοχή της τομής ΓΓ1 και μετατροπή του δυτικού τμήματος σε λίμνη με έντονη όμως παροχή αδρομερούς ιζήματος από τα περιθώρια και παρουσία της ενεργής λίμνης στο κέντρο της λεκάνης. Αν ο ρυθμός ιζηματογένεσης, που υπολογίστηκε με βάση τη ραδιοχρονολόγηση απανθρακωμένου φυτικού λειψάνου από κοντινή θέση (§ 9.2.6.2) θεωρηθεί σταθερός, τότε εκτιμάται ότι χρειάστηκαν περίπου 12.000 έτη για να υπερνικήσει ο ποταμός το ύβωμα και να συνεχίσει την αρχική του πορεία του μέχρι τη λίμνη της Κωπαΐδας. Αν τα ρήγματα είναι παλαιότερα της ανάπτυξης του ποταμού τότε, όπως προκύπτει από το χάρτη ειδικών αντιστάσεων στο βάθος των 60m (σχ. 3.14), φαίνεται ότι υπήρχαν πολλές απομονωμένες λεκάνες, όπως αυτή της Χαιρώνειας.

Στη θέση της τομής ΑΑ1 φαίνεται ότι, η παλαιότερη ροή ήταν νότια του οικισμού Ρωμέϊκο και στη συνέχεια ο ποταμός μετακινήθηκε βόρεια του οικισμού πιθανώς είτε εξ αιτίας υλικών πρόσχωσης της κοίτης, είτε γιατί το ρήγμα της τομής ΑΑ1 δημιούργησε συνθήκες βύθισης μεγαλύτερες από το ρυθμό ιζηματογένεσης.

3.8. Συμπεράσματα.

Τα αποτελέσματα της γεωφυσικής έρευνας σε συνδυασμό με τα γεωλογικά δεδομένα της περιοχής (κεφ. 2), τα λιθοστρωματογραφικά δεδομένα μεγάλου αριθμού αρδευτικών κυρίως υδρογεωτρήσεων και τα βιβλιογραφικά δεδομένα, οδηγούν στα παρακάτω συμπεράσματα:

Στην περιοχή Κάτω Καλυβιών Τιθορέας εντοπίστηκε το ρήγμα, άλματος περίπου 105m, που έδρασε κάθετα στο βύθισμα της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού ποταμού και προκάλεσε μαζί με άλλα τον τεμαχισμό της και την ταπείνωση του βασικού επιπέδου, με αποτέλεσμα τη δημιουργία της επιγενετικής κοιλάδας της Αμφίκλειας ανάντη του ρήγματος και τον εγκιβωτισμό του ποτάμιου ρεύματος σ' αυτήν. Το ρήγμα αυτό είναι υπεύθυνο για το διαχωρισμό του άνω από τον μέσο ρου του ποταμού.

Το ασβεστολιθικό υπόβαθρο στην περιοχή της Αγίας Παρασκευής βρίσκεται ακόμη 100m χαμηλότερα, σχηματίζοντας έτσι, σε συνδυασμό με τα παράλληλα στη λεκάνη ρήγματα, το μεγάλο βύθισμα της λεκάνης Τιθορέας-Ελάτειας, που προκάλεσε και το σχηματισμό των εκατέρωθεν της λεκάνης αλλουβιακών ριπιδίων. Το ασβεστολιθικό υπόβαθρο της λεκάνης αυτής ανυψώνεται σταδιακά μέχρι την περιοχή Παρορίου-Βασιλικών, ενώ ένα δεύτερο βύθισμα εμφανίζεται στην περιοχή της πεδιάδας Ανθοχωρίου, που εκτείνεται μεταξύ του Υφαντείου και του Ηδυλείου όρος. Ο ασβεστολιθικός λόφος Κουκούλι Βασιλικών, που είναι τεκτονικό κέρας, λειτουργεί ως φυσικό χώρισμα μεταξύ της λεκάνης αυτής και της προηγούμενης.

Στο νότιο άκρο του στενού των Παραποταμίων και στην πεδιάδα του Αγίου Βλασίου εντοπίστηκε το δεύτερο μεγάλο ρήγμα, της Δαύλειας, που προκάλεσε τη βύθιση της οροφής του, με αποτέλεσμα το σχηματισμό της νέας βαθιάς λεκάνης του κάτω ρου του ποταμού και της λίμνης Κωπαΐδας. Το ασβεστολιθικό υπόβαθρο στην περιοχή της πεδιάδας Αγίου Βλασίου βρίσκεται σε βάθος μεγαλύτερο από 260m, ενώ στην έξοδο της κοιλάδας βρίσκεται σε βάθος περίπου 300m, δηλαδή 200m χαμηλότερα από τον πυθμένα της λεκάνης της Ελάτειας.

Εκτός από τα ρήγματα αυτά εντοπίστηκαν και αρκετά μικρότερα ρήγματα τοπικής σημασίας, παράλληλα με τη διεύθυνση του Βοιωτικού βυθίσματος. Τα ρήγματα αυτά βρίσκονται νότια του Ακοντίου όρους, στο στενό των Παραποταμίων, μεταξύ του Φιλοβοιωτού όρους και του λόφου Κουκούλι, μεταξύ του λόφου Κουκούλι και του Υφαντείου όρους, δυτικά του λόφου Κουκούλι και στην περιοχή μεταξύ Κάτω Καλυβιών και Τιθορέας.

Στην περιοχή Κάτω Καλυβιών Τιθορέας και στο υπέδαφος της Αγίας Παρασκευής εντοπίστηκε κάτω από πλειστοκαινικά στρώματα και υλικά του ριπιδίου της Τιθορέας η μάργα του Νεογενούς, που υπέρκειται του ασβεστολιθικού υποβάθρου. Υλικά του Νεογενούς, που επικάθονται στο ασβεστολιθικό υπόβαθρο, εντοπίστηκαν επίσης στην περιοχή μεταξύ των λόφων Κουκούλι και Προφήτη Ηλία. Στον ασβεστόλιθο του δυτικού τμήματος της περιοχής αυτής, επικάθονται επίσης και αποθέσεις πλειστοκαινικής πιθανόν ηλικίας.

Στις τεκτονικές τάφρους, που σχηματίζονται στην περιοχή μεταξύ του λόφου Κουκούλι Βασιλικών και του Φιλοβοιωτού όρους και στο στενό των Παραποταμίων, εντοπίστηκαν πλειστοκαινικά στρώματα κάτω από τα λεπτόκοκκα υλικά της πεδιάδας πλημμύρας, που έχουν αποτεθεί απ' ευθείας πάνω στον ασβεστόλιθο του υποβάθρου. Η πιθανή απουσία των νεογενών αποθέσεων στις θέσεις αυτές οφείλεται είτε την απομάκρυνσή τους λόγω διάβρωσης μετά τη δημιουργία των ρηγμάτων που τεμάχισαν το Βοιωτικό βύθισμα στη διάρκεια του Τεταρτογενούς, είτε στο γεγονός ότι πιθανώς οι τάφροι αυτές δεν αποτελούσαν κατά το Νεογενές τον πυθμένα λίμνης, αλλά βρίσκονταν ψηλότερα από την επιφάνειά της και ίσως να αποτελούσαν τα νοτιοανατολικά όριά της.

Στο κεντρικό τμήμα του βυθίσματος της Χαιρώνειας εντοπίστηκε στρώμα φλύσχη, το οποίο είναι υπερκείμενο των ασβεστόλιθων του υποβάθρου και λειτούργησε ως φυσικό χώρισμα μεταξύ του βυθίσματος της Δαύλειας και του βυθίσματος της Κωπαΐδας. Η κορυφή του φλυσχικού αυτού υβώματος βρίσκεται νοτιοανατολικά του οικισμού Ακόντιο, σε βάθος μόλις 5m.

Μετά τον κατακερματισμό του Βοιωτικού βυθίσματος, ακολούθησε διάβρωση του μεγαλύτερου μέρους των λιμναίων αποθέσεων, που προϋπήρχαν, και μεταφορά τους στο Κωπαϊδικό βύθισμα και στη συνέχεια σταδιακή πλήρωση των βυθισμάτων με ποτάμια και χειμαρρώδη υλικά. Στο ανώτερο τμήμα του μέσου ρου του Βοιωτικού Κηφισού ποταμού (περιοχή Κάτω Καλυβιών), οι ποτάμιες αποθέσεις έχουν μικρό πάχος και είναι γενικά λεπτόκοκκες, διότι έχουν προκύψει κατά τη διάρκεια πλημμύρων. Χαμηλότερα και μέχρι την περιοχή Αγίας Παρασκευής οι αποθέσεις του ποταμού έχουν μεγαλύτερο πάχος, ενώ οι αποθέσεις της λεκάνης ενισχύονται παράλληλα και από τα υλικά των ριπιδίων του Παρνασσού και του Καλλιδρόμου όρους. Τα υλικά του νότιου τμήματος του βυθίσματος της Τιθορέας-Ελάτειας είναι κατά πολύ αδρομερέστερα από τα υλικά του βόρειου τμήματος, εφ' όσον το βόρειο τμήμα τροφοδοτείται από τα ριπίδια του Καλλιδρόμου, που αποτελείται από μαλακά γενικά πετρώματα, ενώ το νότιο τμήμα του βυθίσματος τροφοδοτείται από τα ασβεστολιθικά ριπίδια του Παρνασσού. Τα υλικά μεταφοράς που έχουν αποτεθεί στο κατώτερο τμήμα του μέσου ρου και στην περιοχή του κάτω ρου είναι γενικά λεπτότερα από των άλλων βυθισμάτων.

Η πορεία του Βοιωτικού Κηφισού ποταμού στη λεκάνη Τιθορέας-Ελάτειας καθορίστηκε εν πολλοίς από τον ανταγωνισμό της προέλασης των ριπιδίων του Παρνασσού και του Καλλιδρόμου όρους προς το κέντρο της κοιλάδας.

Στην περιοχή μεταξύ Κάτω Καλυβιών και Τιθορέας ο ρυθμός ιζηματογένεσης είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό βύθισης και ο ποταμός μετακινήθηκε εξ αιτίας και της ανάπτυξης του ριπιδίου της Τιθορέας προς Βορρά.

Στην περιοχή βόρεια της Αγίας Παρασκευής η κοίτη του ποταμού μετακινήθηκε προς Νότο, εξ αιτίας των προσχώσεων, που μεταφέρθηκαν στη βόρεια όχθη του ποταμού από το Φελόρεμα και γενικά από την ανάπτυξη του αλλουβιακού ριπιδίου της Ελάτειας, σε συνδυασμό με την έλλειψη παροχής υλικού από το Νότο.

Στην περιοχή Βασιλικών ο ποταμός κινείται βόρεια του ασβεστολιθικού λόφου Κουκούλι λόγω πιθανώς της ύπαρξης ρήγματος δυτικά του λόφου, με αποτέλεσμα ο ρυθμός βύθισης να είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό ιζηματογένεσης και ο ποταμός να μη δύναται να μεταναστεύσει νότια, όπως στην περιοχή της Αγίας Παρασκευής.

Στην περιοχή μεταξύ των λόφων Κουκούλι και Προφήτη Ηλία η ιζηματογένεση συνέβαινε στο παρελθόν κοντά στο λόφο του Προφήτη Ηλία, η ύπαρξη όμως δυο νέων ρηγμάτων στο λόφο Κουκούλι υποχρεώνει τον ποταμό να κινείται δυτικά, στη σημερινή του θέση.

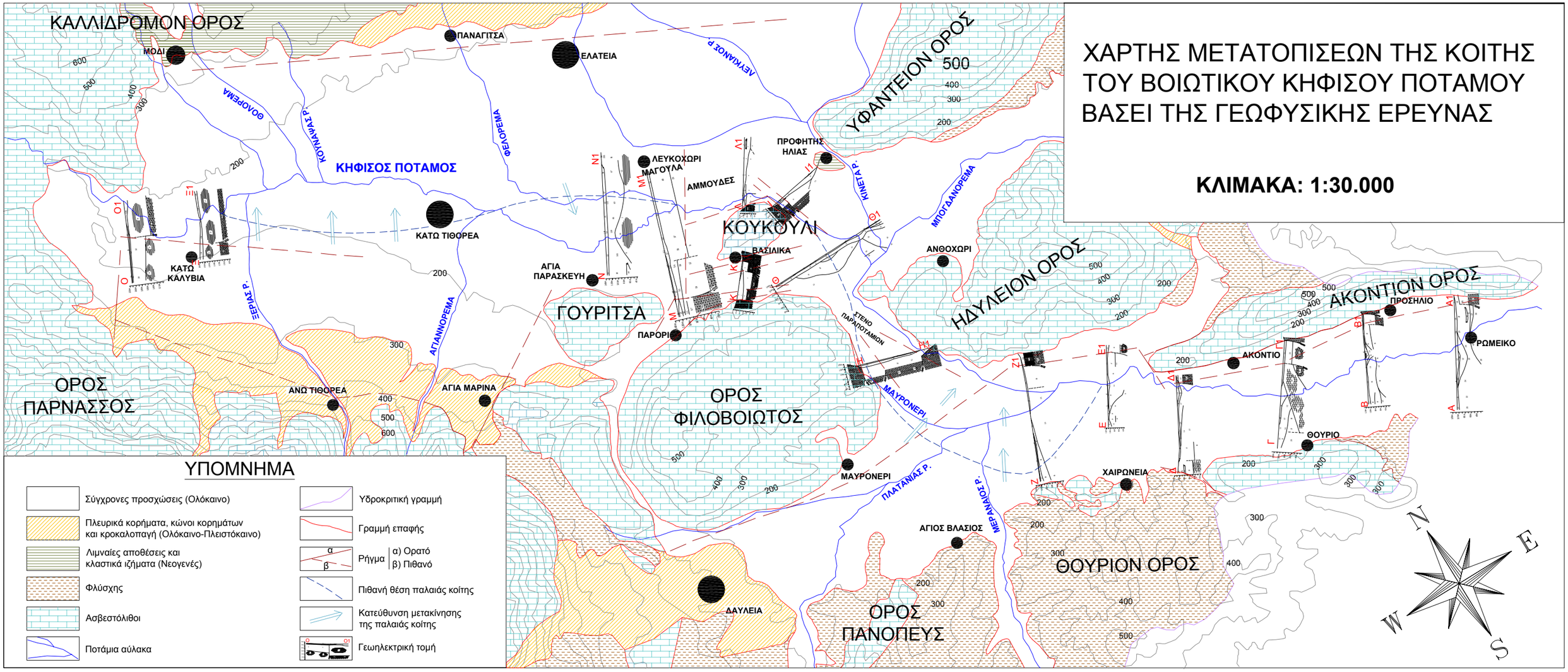
Στην περιοχή βόρεια του στενού των Παραποταμίων η κοίτη του ποταμού μετατοπίστηκε ανατολικότερα από την αρχική του θέση και απέκτησε μαιανδρικό σχήμα, εξ αιτίας της συσσώρευσης προσχωματικών ιζημάτων στο στόμιο της λεκάνης.

Το στενό των Παραποταμίων αποτελεί αναγκαστικά τη μοναδική οδό διέλευσης του ρεύματος, το οποίο όμως έχει μετατοπιστεί βορειοανατολικά λόγω του μεγαλύτερου ρυθμού ιζηματογένεσης από το ρυθμό βύθισης του δυτικού τμήματος της τάφρου.

Στην περιοχή της πεδιάδας Αγίου Βλασίου μεταξύ Θουρίου και Ηδυλείου όρους ο Βοιωτικός Κηφισός ποταμός και ο παραπόταμος Μαυρονέρι κινούνται σε δυο ανεξάρτητα βυθίσματα, που χωρίζονται πιθανώς από ένα κέρας, που δημιουργήθηκε κατά τη διάρκεια της ιζηματογένεσης. Το ενδολεκανικό αυτό κέρας προσχώνεται στο νότιο τμήμα του σταδιακά, εξ αιτίας των παραποτάμων Πλατανιά και Μεραναίου, ενώ αντίθετα στο βόρειο τμήμα του ο ρυθμός βύθισης είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό ιζηματογένεσης. Ο ποταμός στην περιοχή αυτή μετακινήθηκε προς Βορρά και θα έπρεπε ίσως να βρίσκεται ακόμη βορειότερα από τη σημερινή του θέση αν εξέλειπαν οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις.

Στην περιοχή μεταξύ Χαιρώνειας και Προσηλίου οι συνθήκες ιζηματογένεσης και τεκτονισμού βρίσκονται σε ισορροπία με αποτέλεσμα να μην παρατηρείται μετατόπιση της κοίτης του ποταμού. Στο ανατολικό τμήμα της περιοχής αυτής εμφανίζεται ένα φλυσχικό ύβωμα, το οποίο στο παρελθόν λειτούργησε ως φραγμός ροής του ρεύματος, με αποτέλεσμα το σχηματισμό λίμνης στο δυτικό τμήμα με έντονη παροχή αδρομερούς ιζήματος από τα περιθώρια. Εκτιμάται ότι ο ποταμός χρειάστηκε περίπου 12.000 έτη για να υπερνικήσει το ύβωμα και να συνεχίσει την αρχική του πορεία του μέχρι τη λίμνη της Κωπαΐδας. Ο ποταμός έχει κινηθεί πιθανώς και από τις δυο πλευρές του υβώματος του φλύσχη.

Στην περιοχή Ρωμέϊκου, η παλαιότερη ροή του Κηφισού ήταν νότια του οικισμού και στη συνέχεια μετακινήθηκε βόρεια αυτού είτε εξ αιτίας πλήρωσης της κοίτης, είτε γιατί λόγω τεκτονικής δημιουργήθηκαν συνθήκες ιζηματογένεσης με ρυθμό μεγαλύτερο από το ρυθμό βύθισης.



ΧΑΡΤΗΣ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΕΩΝ ΤΗΣ ΚΟΙΤΗΣ ΤΟΥ ΒΟΙΩΤΙΚΟΥ ΚΗΦΙΣΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΒΑΣΕΙ ΤΗΣ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

ΚΛΙΜΑΚΑ: 1:30.000

4. Υδρογραφία - Υδρογεωλογία - Υδρολογία.

4.1. Υδρογραφία.

Η υδρογραφία της περιοχής εξαρτάται από τη λιθολογία και την τεκτονική των πετρωμάτων, από τις κλιματολογικές συνθήκες και από το μορφολογικό χαρακτήρα των ορεινών όγκων. Οι παράγοντες αυτοί δεν είναι ευνοϊκοί, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη ενός φτωχού γενικά επιφανειακού υδρογραφικού δικτύου στην περιοχή έρευνας (Παγούνης κ.α., 1986β). Οι περισσότεροι ρευματικοί κλάδοι δε διατηρούν νερό στην κοίτη τους, εκτός των περιόδων των έντονων βροχοπτώσεων και μόνο για μικρό χρονικό διάστημα μετά το πέρας της βροχής. Χαρακτηριστικό είναι, ότι και το κύριο ρεύμα του Βοιωτικού Κηφισού ποταμού σε ορισμένες θέσεις, όπως στη χαράδρα βόρεια της Αμφίκλειας μέχρι τη γέφυρα Μοδίου στην περιοχή Παλαιοθηβών, τους θερινούς μήνες δεν εμφανίζει επιφανειακή ροή, λόγω έντονης διήθησης του νερού. Στο φαινόμενο αυτό συντελεί σε μεγάλο βαθμό και η άντληση υπόγειου νερού από εκατοντάδες αρδευτικές υδρογεωτρήσεις που λειτουργούν, αναλόγως των καιρικών συνθηκών, από τα μέσα Μαΐου, που συμπίπτει με την έναρξη της ξηρής περιόδου, μέχρι τα τέλη του μηνός Αυγούστου, με αποτέλεσμα την πτώση στάθμης του υπόγειου νερού.

Αντίθετα με το επιφανειακό δίκτυο, οι υπόγειοι υδροφορείς διαθέτουν τεράστια υδατικά αποθέματα. Αυτό υποδηλώνεται από την ύπαρξη πολλών καρστικών πηγών, που αποφορτίζουν τους ορεινούς όγκους σε διάφορες θέσεις, τόσο μέσα στη λεκάνη, όσο και στα εξωτερικά περιθώριά της στις ακτές του Κορινθιακού και του Ευβοϊκού Κόλπου και από τις αποδόσεις των αρδευτικών υδρογεωτρήσεων της περιοχής έρευνας.

4.1.1. Υδρογραφικό δίκτυο.

Ο Βοιωτικός Κηφισός ποταμός είναι το κύριο υδατόρευμα της λεκάνης. Πηγάζει από τα όρη Γκιώνα, Καλλίδρομο και Παρνασσό και εκβάλλει τελικά στη λίμνη Υλίκη, αφού διανύσει συνολική απόσταση 102km.

Στη λεκάνη Μπράλου-Γραβιάς-Αμφίκλειας ρέουν τα υδατορεύματα του άνω ρου του ποταμού. Οι βασικές πηγές, που τροφοδοτούν το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης αυτής, προέρχονται από τον άνω Μπράλο Καλλιδρόμου, την Καλοσκοπή στις βορειοανατολικές υπώρειες της Γκιώνας, από τη Γραβιά και τη Βάργιανη, μεταξύ του Παρνασσού και Γκιώνας και από τη Λιλαία, τον Πολύδροσο και τον Επτάλοφο του Παρνασσού. Τα ρεύματα αυτά συνενώνονται στην περιοχή του Σ. Σ. Λιλαίας και συνεχίζουν σαν ένας ενιαίος κλάδος, ο οποίος αφού δέχεται και τα νερά ορισμένων παραποτάμων καταλήγει μετά από μικρή διαδρομή στη μεγάλη χαράδρα βόρεια της Αμφίκλειας, το κάτω μέρος της οποίας σηματοδοτεί και τα όρια του άνω ρου του ποταμού. Η συνολική μέση απορροή των παραπάνω πηγών ανέρχεται σε 81,5 hm^3/έτος (Κουτσογιάννης κ.α.,2004).

Ο μέσος ρους του Κηφισού διασχίζει τη λεκάνη Ελάτειας-Τιθορέας και φτάνει μέχρι τη γέφυρα Ανθοχωρίου, στην περιοχή των Παραποταμίων. Δέχεται τα νερά αρκετών παραποτάμων του Παρνασσού και του Καλλιδρόμου, όπως το Θολόρεμα, ο Λευκιανός, η Κινέτα, το Μπογδανόρρεμα, ο Άσσος, κ.α.. Τα ρέματα αυτά είναι κατά το πλείστον εποχιακής ροής και η δίαιτά τους εξαρτάται άμεσα από τις βροχοπτώσεις. Από το σύνολο των πηγών του μέσου ρου του ποταμού απορρέουν 29,45 x10^6 m^3/έτος (Παγούνης κ.α., 1986α).

Ο κάτω ρους του ποταμού, αποτελείται από το τμήμα του ποταμού που διασχίζει τη χαράδρα των Παραποταμίων και τροφοδοτείται από τα νερά της πηγής Μαυρονερίου που αποδίδει ετησίως περί τα 51,7 x10^6 m^3 και από τις πηγές της Δαύλειας και των Τσουκαλάδων, ρέει μέσα από την λεκάνη Δαύλειας-Χαιρώνειας και οδεύει προς το δυτικό περιθώριο του Κωπαϊδικού πεδίου. Από εκεί και συγκεκριμένα από τη θέση του φράγματος αναρρύθμισης ΒΟΟΤ της περιοχής Ρωμέϊκο, συνεχίζει την πορεία του προς τη λίμνη Υλίκη, ακολουθώντας τις τεχνητές διώρυγες που διανοίχτηκαν στα πλαίσια του έργου αποξήρανσης της λίμνης της Κωπαΐδας.

Από μετρήσεις και υπολογισμούς, που πραγματοποίησε το Ι.Γ.Μ.Ε. (Παγούνης κ.α., 1986β) στη διώρυγα Καρδίτσας της περιοχής Ακραιφνίας, η μέση ετήσια παροχή των υδάτων που απορρέουν στη λεκάνη του Βοιωτικού Κηφισού και οδεύουν προς τη λίμνη Υλίκη, είναι 376x10^6 m^3/έτος. Από αναλύσεις των υδρομετρικών δεδομένων (Κουτσογιάννης κ.α.,2004) προκύπτει, ότι ο Βοιωτικός Κηφισός προσφέρει το 46% της ποσότητας αυτής, ενώ το υπόλοιπο προέρχονται από άλλους ποταμούς (Έρκυνα, Μέλας, Πολυγύρα, Πόντζα κ.α.). Συνεπώς η ετήσια ποσότητα νερού που διέρχεται από το φράγμα αναρρύθμισης ΒΟΟΤ της περιοχής Ρωμέϊκου, σύμφωνα με τα στοιχεία που προαναφέρθηκαν είναι περίπου 173x10^6 m^3/έτος. Οι εξισώσεις που διέπουν τις σχέσεις μεταξύ των παροχών σε διάφορες θέσεις του Βοιωτικού Κηφισού είναι οι εξής:

$Q_{ΒΟΟΤ} = 0,46Q_{ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ}$ $r^2 = 0,911$

$Q_{ΧΑΙΡΩΝΕΙΑΣ} = 0,999Q_{ΒΟΟΤ}$ $r^2 = 0,902$

$Q_{ΔΑΥΛΕΙΑΣ} = 0,694\ Q_{ΧΑΙΡΩΝΕΙΑΣ} – 0,70$ $r^2 = 0,900$

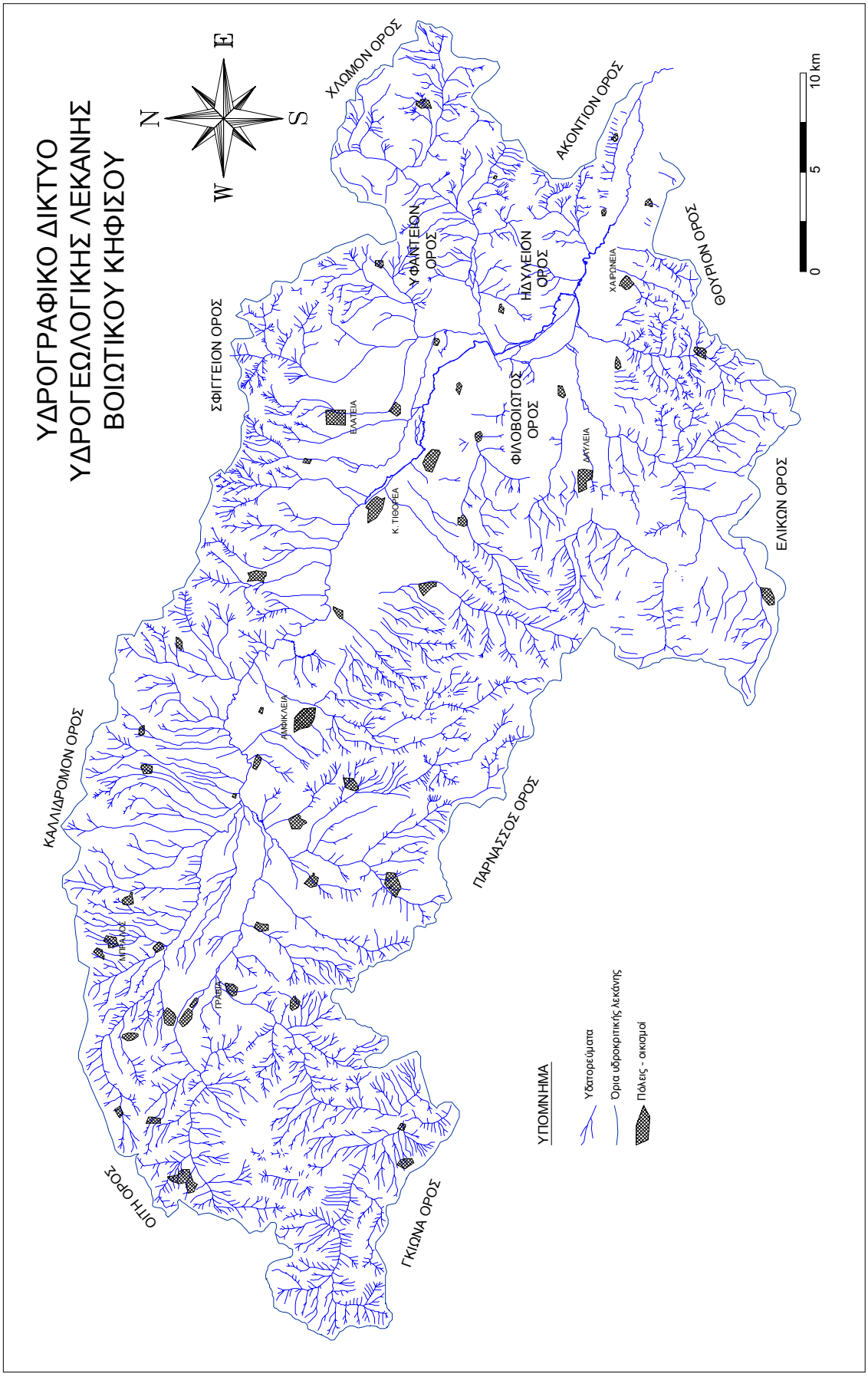
$Q_{ΑΝΘΟΧΩΡΙΟΥ} = 0,856Q_{ΔΑΥΛΕΙΑΣ} – 0,38$ $r^2 = 0,903$

$Q_{ΜΟΔΙΟΥ} = 1,223Q_{ΑΝΘΟΧΩΡΙΟΥ} + 0,23$ $r^2 = 0,921$

$Q_{ΠΑΠΑΛΟΥΚΑ} = 1,198Q_{ΜΟΔΙΟΥ}$ $r^2 = 0,875$

Με Q παριστάνεται η παροχή νερού στους σταθμούς μετρήσεων, που αναφέρονται ως δείκτες και με r^2 ο συντελεστής συσχέτισης εκθετικής προσαρμογής των εξισώσεων.

Τα υδρογραφικά δίκτυα των υπολεκανών, που συνιστούν την κύρια λεκάνη (σχ. 4.1) έχουν μορφές χαρακτηριστικές των πετρωμάτων, των κλίσεων και της τεκτονικής της λεκάνης. Παρατηρούνται παράλληλες μορφές δικτύων, κυρίως στις εσωτερικές υπώρειες των οροσειρών, διευθυνόμενες και ρηξιγενείς κλιμακωτές μορφές στις ασβεστολιθικές περιοχές, υποδενδριτικές μορφές σε περιοχές του φλύσχη και κεντρομόλες μορφές δικτύων σε θέσεις, που σχηματίζουν κλειστές ορεινές λεκάνες, χωρίς απορροή.



Σχήμα 4.1: Υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού.

4.1.2. Πηγές τροφοδοσίας του ποταμού.

Ο Βοιωτικός Κηφισός ποταμός, όπως αναφέρθηκε, τροφοδοτείται από πληθώρα πηγών. Οι περισσότερες από αυτές βρίσκονται στις υπολεκάνες του άνω ρου του ποταμού και αρκετές είναι μόνιμης (συνεχούς) ροής. Είναι καρστικές πηγές επαφής ή υπερχείλισης, όπου ο ασβεστόλιθος υπέρκειται στεγανών σχηματισμών, κυρίως πετρωμάτων του φλύσχη, λόγω τεκτονικών αιτίων, ή φράσσεται από φλύσχη ή από αποθέσεις του Τεταρτογενούς.

Εμφανίζονται, βεβαίως, και πολλές μικρότερης σημασίας πηγές σημειακής και σπανιότερα διάσπαρτης ανάβλυσης, εποχιακές ή διαλείπουσες. Οι περισσότερες από αυτές τις πηγές είναι προσπελάσιμες και ανάλογα με τη γεωγραφική τους θέση διακρίνονται σε πηγές κλιτύος, κοίτης χειμάρρων και ρηξιγενείς. Σε πολλές από αυτές τις πηγές πραγματοποιείται μερική ή πλήρης υδρομάστευση, με σκοπό κυρίως την κάλυψη αναγκών ύδρευσης, άλλες πάλι παραμένουν ανεκμετάλλευτες.

Στον πίνακα 4.1 αναφέρονται οι πηγές μόνιμης ροής με τα στοιχεία τους όπως αυτά καταγράφηκαν από το Ι.Γ.Μ.Ε. (Παγούνης κ.α., 1986α, Κουρμούλης, 1987 και Κουτσογιάννης κ.α.,2004).

α/α Πηγής	Ονομασία Πηγής	Θέση-Περιοχή	Υψόμετρο (m)	Τύπος πηγής	Μέση παροχή (m^3/h)	
					Ιούλιος 1976	1985-1986
1	Κεφαλόβρυσο	Καλοσκοπή	1075	Επαφής	642	214
2	Κρύα Βρύση	Καλοσκοπή	1120	Επαφής	35	87
3	Ανάβυσσος	Λιλαία	302	Υπερχείλισης	240	274
4	Άνω Κεφαλόβρυσο	Λιλαία	296	Υπερχείλισης	1194	1967
5	Μικρό Κεφαλόβρυσο	Λιλαία	299	Υπερχείλισης		1585
6	Γούρνα	Λιλαία	296	Υπερχείλισης	383	122
7	Αγία Ελεούσα	Πολύδροσος	306	Υπερχείλισης	555	2000
8	Αγία Παρασκευή	Σφάκα	125	Υπερχείλισης		1107
9	Πλάτανος	Πολύδροσος	625	Επαφής	182	80
10	Αγία Βαρβάρα	Πολύδροσος	1140	Επαφής	34	119
11	Μάνα	Επτάλοφος	860	Υπερχείλισης	120	1124
12	Τρούπα	Βάργιανη	708	Επαφής	50	
13	Μάνα	Δαύλεια	460	Υπερχείλισης	40	45
14	Προφήτης Ηλίας	Δαύλεια	329			145
15	Ρέμα	Δαύλεια	191	Υπερχείλισης	99	190
16	Καβαθάς	Δαύλεια	112			130
17	Φλέβα	Δαύλεια	325	Υπερχείλισης	50	191
18	Κάτω Βρύση	Δαύλεια	290	Υπερχείλισης	52	
19	Μαυρονέρι	Μαυρονέρι	122	Υπερχείλισης	>3500	9405
20	Τσουκαλάδες	Τσουκαλάδες				8
21	Καρακόλιθος	Δίστομο	234			64
22	Άγιοι Ανάργυροι	Επτάλοφος	806	Υπερχείλισης		75
23	Γραβιά	Γραβιά		Υπερχείλισης		15

Πίνακας 4.1. Οι κυριότερες πηγές του άνω και μέσου ρου του Βοιωτικού Κηφισού (Παγούνης κ.α., 1986α, Κουρμούλης, 1987 και Κουτσογιάννης κ.α., 2004).

Σε πολλές από τις παραπάνω πηγές πραγματοποιήθηκαν συστηματικές δειγματοληψίες νερών από το Ι.Γ.Μ.Ε.. Οι αναλύσεις των νερών αυτών τοποθετημένες σε διάγραμμα C. Waterlot έδειξαν ότι η ποσιμότητα των πηγαίων νερών της περιοχής έρευνας χαρακτηρίζεται καλή (1ης τάξης) έως ικανοποιητική (2ης τάξης). Σε όλες τις πηγές η συγκέντρωση των ανθρακικών ιόντων CO_3^{2-} είναι ελαφρά αυξημένη λόγω της αυξημένης διαλυτότητας των ανθρακικών πετρωμάτων και κυμαίνεται μεταξύ 280mg/l και 360mg/l. Η συγκέντρωση των

ιόντων μαγνησίου είναι επίσης ελαφρά αυξημένη σε ορισμένες πηγές, εξ αιτίας της διάλυσης των οφιολίθων και των δολομιτών και φτάνει μέχρι 18mg/l. Η ολική σκληρότητα κυμαίνεται από 10 έως 28 γαλλικούς βαθμούς (Παγούνης κ.α., 1986α και Κουρμούλης, 1987) και εξαρτάται από το υψόμετρο της πηγής δειγματοληψίας. Οι πηγές μεγάλου υψομέτρου έχουν μικρότερη σκληρότητα, από τα νερά των πηγών των πεδινών περιοχών.

Στο κύριο ρεύμα του Βοιωτικού Κηφισού και στους υπόγειους υδροφορείς των πεδινών περιοχών δεν ρέει νερό του ίδιου χημισμού με αυτό των πηγών, εξ αιτίας των ανθρωπογενών επιδράσεων, που είναι αποκλειστικά υπεύθυνες για τις μολύνσεις που προκαλούνται. Εναποθέσεις έκθετων απορριμμάτων επάνω σε ασβεστολιθικές περιοχές, χρήση λιπασμάτων και παρασιτοκτόνων καθώς και μεμονωμένες αρνητικές προς το περιβάλλον ανθρώπινες δράσεις είναι ορισμένες από τις αιτίες μόλυνσης του ρέοντος και του υπόγειου νερού, χωρίς όμως οι επιδράσεις αυτές να έχουν καταστήσει ακόμη το νερό ακατάλληλο για τις εφαρμοζόμενες χρήσεις.

Τα υπόγεια νερά εμφανίζουν αυξημένη ενεργό οξύτητα (pH=7,5-7,8), αυξημένη σκληρότητα που κυμαίνονται από 33 έως 238 γαλλικούς βαθμούς, θειϊκά ιόντα με συγκέντρωση 3,84-9,61mg/l και συγκέντρωση νιτρικών ιόντων 1,24-3,84mg/l (στοιχεία από Ι.Γ.Μ.Ε., Ευθυμιάδης και Κόζαρης, 2002).

Αναλύσεις, που πραγματοποιήθηκαν από τον Βαρνάβα (2001), στην έξοδο της λεκάνης προς το Κωπαϊδικό πεδίο έδειξαν αυξημένες τιμές ορισμένων μεταλλικών ιόντων, με ιδιαίτερα ανησυχητική αύξηση στην περιεκτικότητα σε νικέλιο και τον σημαντικό εμπλουτισμό των νερών σε μαγγάνιο και σίδηρο κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου.

4.2. Υδρογεωλογία.

Τα υδρογεωλογικά δεδομένα, που παρατίθενται, προέκυψαν από την επιτόπια έρευνα, από ιδία άποψη, από καταγραφή στοιχείων γεωτρήσεων και των τριών λεκανών του Βοιωτικού Κηφισού, από τα γεωλογικά και τα γεωφυσικά δεδομένα (κεφ. 2 και 3) και από βιβλιογραφικές αναφορές των Μάστορη (1968), Παγούνη κ.α. (1986α και 1986β), Κουρμούλη (1987), Δάνδολο (2003), Παναγόπουλο κ.α. (2004) και Κουτσογιάννη κ.α. (2004).

4.2.1. Υδρολιθολογία.

Το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής έρευνας καλύπτουν τα ανθρακικά πετρώματα και οι σύγχρονες αποθέσεις, ενώ ο φλύσχης, το φλυσχοειδές της ενότητας Βοιωτίας και το σύμπλεγμα της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης με τους οφιόλιθους και τους περιδοτίτες καταλαμβάνουν μικρή σχετικά έκταση. Οι ασβεστόλιθοι και τα υδροπερατά στρώματα των σύγχρονων αποθέσεων διαδραματίζουν βασικό ρόλο στην υδρογεωλογία της περιοχής διότι μέσα στη μάζα τους συγκεντρώνεται και κινείται το υπόγειο νερό. Τα στεγανά πετρώματα και κυρίως ο φλύσχης, λειτουργούν σαν ρυθμιστικοί παράγοντες στην κίνηση και την κατανομή των υπόγειων

νερών και στη διαμόρφωση υπόγειων υδροφόρων οριζόντων, χωρίς να παραβλέπεται ο σημαντικός ρόλος της τεκτονικής των πετρωμάτων.

4.2.1.1. Ανθρακικά υδροφόρα πετρώματα.

Τα ανθρακικά πετρώματα θεωρούνται, από υδρολιθολογικής πλευράς, γενικά υδροπερατοί σχηματισμοί και εμφανίζουν καλή έως ισχυρή υδροφορία, ανάλογα με το βαθμό διάρρηξης και αποκάρστωσης που έχουν υποστεί. Αυτό υποδηλώνεται τόσο από τις παροχές των πηγών, που αποστραγγίζουν τους ασβεστολιθικούς όγκους των μεγάλων καρστικών συστημάτων, που έχουν διαμορφωθεί, όσο και από τις παροχές των υδρογεωτρήσεων, που έχουν πραγματοποιηθεί από διάφορους φορείς σε καρστικούς σχηματισμούς.

Στους ασβεστολιθικούς σχηματισμούς τόσο της ζώνης Ανατολικής Ελλάδας, όσο και της ζώνης Παρνασσού-Γκιώνας, η ποσότητα των υδάτων που κατεισδύουν είναι πολλαπλάσια αυτών που απορρέουν επιφανειακά.

Από τους ασβεστόλιθους τη μεγαλύτερη υδροφορία παρουσιάζουν οι κρητιδικοί ασβεστόλιθοι, που έχουν αναπτύξει μεγαλύτερα καρστικά συστήματα από τους ασβεστόλιθους άλλων ηλικιών.

Η αποκάρστωση και η υδροφορία των ασβεστόλιθων της ζώνης Παρνασσού–Γκιώνας βαίνει μειούμενη, από τους κρητιδικούς ασβεστόλιθους προς τους βαθύτερα ευρισκόμενους ιουρασικούς ασβεστόλιθους και τους τριαδικούς δολομίτες. Μεγάλες ποσότητες του νερού των συστημάτων αυτών εκφορτίζεται μέσω καρστικών πηγών, ενώ ένα μέρος του νερού των Κρητιδικών ασβεστόλιθων κατεισδύει, μέσω ρηγματογόνων ζωνών ή ασυνεχειών των βωξιτικών οριζόντων, προς τους βαθύτερους ορίζοντες.

Οι Κρητιδικοί ασβεστόλιθοι της ζώνης Ανατολικής Ελλάδας είναι επίσης σε μεγάλο βαθμό αποκαρστωμένοι και εμφανίζουν ισχυρή υδροφορία. Η τεκτονική τους θέση και η μορφολογία της περιοχής, που εμφανίζονται δεν επιτρέπει την αποφόρτισή τους μέσω αξιόλογων πηγών μέσα στη λεκάνη, αλλά τη μετάγγισή τους στους υποκείμενους δολομιτικούς ασβεστόλιθους. Στους ιουρασικούς και τριαδικούς ασβεστόλιθους και δολομίτες αναπτύσσονται καρστικά συστήματα μεγάλης υδροδυναμικότητας, κυρίως σε ρηγματογενείς ζώνες, τα οποία εκφορτίζονται μέσω παραθαλάσσιων πηγών προς τον Ευβοϊκό Κόλπο.

4.2.1.2. Τα πετρώματα της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης, του φλύσχη και της Βοιωτικής ζώνης.

Τα αργιλικά, αργιλομαργαϊκά και οφιολιθικά μέλη των πετρωμάτων του φλύσχη, της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης και της Βοιωτικής ζώνης είναι στεγανοί σχηματισμοί. Τα ασβεστολιθικά κροκαλοπαγή του φλύσχη, οι ασβεστόλιθοι, οι οφιόλιθοι με πρωτογενές ή δευτερογενές πορώδες και οι τεκτονισμένοι ψαμμίτες, επιτρέπουν εν μέρει την κίνηση του νερού μέσα από τη μάζα τους και χαρακτηρίζονται ως ημιπερατοί σχηματισμοί.

Ο σημαντικός ρόλος των πετρωμάτων αυτών σε συνδυασμό με την τεκτονική είναι η συμβολή τους στη διαμόρφωση του υδρογραφικού δικτύου, στη διαμόρφωση και την οριοθέτηση των καρστικών συστημάτων, στο

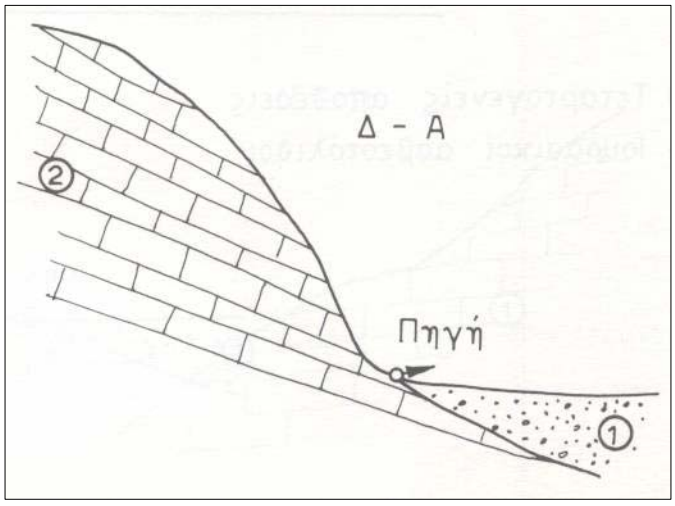
διαχωρισμό της περιοχής σε υδρογεωλογικές ενότητες, στην διακίνηση των υπόγειων υδάτων και στην εκφόρτιση των καρστικών νερών προς το εσωτερικό της λεκάνης ή προς τη θάλασσα.

4.2.1.3. Σχηματισμοί του Νεογενούς.

Οι νεογενείς σχηματισμοί αποτελούνται από αργιλομαργαϊκά κυρίως στρώματα, που από υδρολιθολογικής άποψης είναι αδιαπέρατα. Ορισμένες μόνο στρώσεις των σχηματισμών αυτών είναι ημιπερατές. Πάντως γενικά στη μάζα τους δεν είναι δυνατό να αναπτυχθούν υδροφόρα στρώματα πρακτικής σημασίας, αντίθετα λειτουργούν ως φυσικά υδραυλικοί φραγμοί του καρστικού υδροφόρου συστήματος.

4.2.1.4. Τεταρτογενείς αποθέσεις.

Οι τεταρτογενείς αποθέσεις καταλαμβάνουν τις μεγάλες πεδινές εκτάσεις των λεκανών Αμφίκλειας, Τιθορέας και Δαύλειας. Επειδή η λιθολογική τους σύσταση ποικίλει, ανάλογα με τα ποσοστά συμμετοχής λεπτόκοκκων και αδρόκοκκων υλικών, αντίστοιχη είναι και η υδρογεωλογική τους συμπεριφορά. Οι άμμοι, οι κροκάλες, τα χαλίκια και τα υλικά των αλλουβιακών κώνων και ριπιδίων είναι υδροπερατοί σχηματισμοί, ενώ οι άργιλοι, οι πηλοί και τα ερυθροχώματα είναι στεγανοί σχηματισμοί.



Σχήμα 4.2: Σχηματική γεωλογική τομή της πηγής Μαυρονερίου (Κουρμούλης, 1987). 1: τεταρτογενείς αποθέσεις, 2: ασβεστόλιθοι Ιουρασικού.

Στις λεκάνες Αμφίκλειας και Τιθορέας κυριαρχούν τα αδρομερή υλικά και οι σχηματισμοί σε πολλές θέσεις είναι σχετικά υδροπερατοί. Στις θέσεις των ασβεστολιθικών αλλουβιακών ριπιδίων αναπτύσσονται ισχυρά υδροφόρα στρώματα, όπως προκύπτει από τις παροχές των υδρογεωτρήσεων, που έχουν ανορυχτεί. Στη λεκάνη της Δαύλειας, όπου τα υλικά είναι λεπτότερα, η περατότητά τους μειώνεται και οι σχηματισμοί συμπεριφέρονται σαν ημιπερατοί. Τα λεπτομερή υλικά στην περιοχή του κάτω ρου, όταν βρίσκονται σε επαφή με ανθρακικούς σχηματισμούς λειτουργούν συχνά ως υδρολογικοί φραγμοί με συνέπεια την εμφάνιση πηγών όπως η πηγή Μαυρονερίου (σχ. 4.2).

4.2.2. Η κίνηση των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων της λεκάνης.

Το περιβάλλον, μέσα στο οποίο κινούνται τα υπόγεια νερά της περιοχής της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού, συνιστούν κατά κύριο λόγο οι αποκαρστωμένοι και έντονα διερρηγμένοι ασβεστόλιθοι και τα αδρομερή στρώματα του Τεταρτογενούς, ενώ όπως ήδη αναφέρθηκε τα στρώματα του φλυσχοειδούς της Βοιωτικής

ζώνης, του φλύσχη και της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης λειτουργούν ως στεγανοί φραγμοί που ανακόπτουν ή μεταβάλλουν την πορεία των υπόγειων νερών.

Οι τεκτονικές κινήσεις, που έλαβαν χώρα στην περιοχή της λεκάνης, προκάλεσαν τη σχετική μετακίνηση των πετρωμάτων, τον τεμαχισμό της περιοχής και την κλιμακωτή τοποθέτηση των τμημάτων της. Αποτέλεσμα αυτών των κινήσεων είναι η παρεμβολή στεγανών σχηματισμών μεταξύ των ασβεστολιθικών τεμαχών.

Αυτή η γεωλογική και τεκτονική δομή της περιοχής οδήγησε στη δημιουργία πολλαπλών γεωμορφολογικών δομών και στο σχηματισμό πολλών υδρογεωλογικών ενοτήτων, που είτε είναι ανεξάρτητες είτε επικοινωνούν ατελώς ή πλήρως μεταξύ τους. Οι υδρογεωλογικές αυτές ενότητες διαμορφώνονται σε διάφορα επίπεδα και μεταγγίζουν τα νερά τους ολοένα και χαμηλότερα, με τελική κατάληξη τη λίμνη Υλίκη και τον Ευβοϊκό Κόλπο.

Το νερό των κατακρημνισμάτων στις ασβεστολιθικές περιοχές κατεισδύει αρχικά γρήγορα, ακολουθώντας κατακόρυφη πορεία, μέχρι να συναντήσει τον υδροφόρο ορίζοντα κάποιας υδρογεωλογικής ενότητας. Στη συνέχεια ανακόπτει ταχύτητα και αλλάζει πορεία ανάλογα με την υδραυλική κλίση του υδροφόρου ορίζοντα κάθε ενότητας.

Στη βορειοδυτική περιοχή του Παρνασσού, η διεύθυνση κίνησης που ακολουθούν τα υπόγεια νερά είναι σε γενικές γραμμές βόρεια. Κινούνται μέσα στην ασβεστολιθική μάζα, μέχρι να συναντήσουν το ρήγμα Πολυδρόσου-Λιλαίας-Γραβιάς και αποφορτίζονται στην επαφή του με τις τεταρτογενείς αποθέσεις, δημιουργώντας πολλές πηγές υπερχείλισης (Αγίας Ελεούσα, Πολυδρόσου, Λιλαίας), κατά μήκος του ρήγματος.

Βόρεια πορεία ακολουθούν και τα υπόγεια νερά των ασβεστολιθικών καλυμμάτων Γερολέκα, Επταλόφου, Αμφίκλειας και Φιλοβοιωτού της Υποπελαγονικής ζώνης πάνω στον Παρνασσό, τα οποία αφού αποφορτίζονται στις επαφές ασβεστόλιθου-φλύσχη δημιουργώντας σημαντικές πηγές, κατεισδύουν στη συνέχεια στον ασβεστόλιθο της αυτόχθονης σειράς Παρνασσού και τροφοδοτούν χαμηλότερες υδρογεωλογικές ενότητες.

Στο βόρειο κεντρικό τμήμα του Παρνασσού τα υπόγεια νερά ακολουθούν βορειοανατολική πορεία και είτε αποφορτίζονται μέσω των αλλουβιακών ριπιδίων της περιοχής Τιθορέας, είτε συνεχίζοντας υπόγεια διαδρομή, συναντούν το κύριο ρεύμα του Βοιωτικού Κηφισού.

Στο νοτιοανατολικό τμήμα του Παρνασσού τα υπόγεια νερά ακολουθούν πορεία ανατολική και τροφοδοτούν εν μέρει τις καρστικές πηγές της Δαύλειας και του Μαυρονερίου, εν μέρει δε κινούνται προς βαθύτερους ορίζοντες, τροφοδοτώντας χαμηλότερες υδρογεωλογικές ενότητες.

Η κλίσεις των ασβεστόλιθων του δυτικού Καλλιδρόμου ευνοούν τη διαφυγή των νερών, του τοπογραφικά υψηλότερου τμήματος του ορεινού όγκου, προς το βόρειο εξωτερικό περιθώριο της λεκάνης του Κηφισού, ενώ τα υπόγεια νερά του νότιου τμήματος οδεύουν προς Νότο με τελικό αποδέκτη τον Κηφισό ποταμό.

Η κίνηση των νερών του ανατολικού Καλλιδρόμου όρους έχει επίσης νότια κατεύθυνση, ενώ του Σφίγγειου όρους ανατολική.

Η ροή των υπόγειων υδάτων στο όρος Χλωμό γίνεται προς διάφορες διευθύνσεις, που καθορίζονται από τη δομή της περιοχής. Μεγάλο μέρος της περιοχής βόρεια και βορειοδυτικά του όρους Χλωμό αποστραγγίζεται προς τα βόρεια εκτός της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού.

4.3. Υδρολογία.

4.3.1. Κλιματικά στοιχεία.

Το κλίμα της περιοχής έχει χαρακτήρα ηπειρωτικό-μεσογειακό (Ευθυμιάδης και Κόζαρης, 2002). Οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής έρευνας χαρακτηρίζονται από εναλλαγή μιας υγρής-ψυχρής περιόδου, που αρχίζει τον Οκτώβριο και μιας θερμής-ξηρής περιόδου, που αρχίζει περί τα μέσα Μαΐου, όπως προκύπτει από τις τιμές του ύψους των βροχοπτώσεων και της θερμοκρασίας (Δάνδολος, 2003). Ο όγκος και η κατανομή των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, η θερμοκρασία και τα θερμοκρασιακά εύρη, η ηλιοφάνεια, η απόλυτη και σχετική υγρασία, η εξάτμιση και οι άνεμοι είναι οι καιρικοί παράγοντες που διαμορφώνουν το κλίμα της περιοχής και επηρεάζουν το υδατικό δυναμικό της. Τα υδρολογικά χαρακτηριστικά κάθε περιοχής εξαρτώνται από τις κλιματικές συνθήκες και τη γεωλογική της δομή.

4.3.2. Θερμοκρασία, άνεμοι, σχετική υγρασία, εξάτμιση.

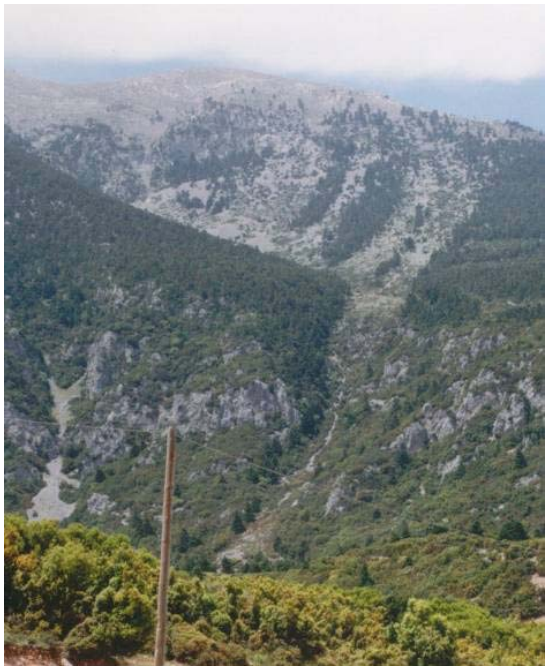
Τα διαθέσιμα στοιχεία για τις θερμοκρασίες της ευρύτερης περιοχής προέρχονται από τον Μετεωρολογικό Σταθμό Αλιάρτου και Ακραιφνίου. Οι μέσες και ακραίες τιμές θερμοκρασίας των σταθμών αυτών ακολουθούν κανονική ετήσια πορεία με μέγιστες τιμές τον Ιούλιο (27,2 ^{0}C στην Αλίαρτο και 28,2 ^{0}C στο Ακραίφνιο), ελάχιστες τιμές τον Ιανουάριο (7,4 ^{0}C στην Αλίαρτο και 7,2 ^{0}C στο Ακραίφνιο) και μέσες τιμές 17,0 ^{0}C για την Αλίαρτο και 17,4 ^{0}C για το Ακραίφνιο (Λαδόπουλος και Χωραφάς, 1974). Κατά τους ίδιους μελετητές, η σχετική υγρασία στην Αλίαρτο είναι 72,5% και στο Ακραίφνιο 74,2%, ενώ η μέση μηνιαία εξάτμιση ακολουθεί κανονική κατανομή και για την Αλίαρτο ανέρχεται σε 231,5mm τον Ιούλιο και 20,8mm τον Ιανουάριο.

Οι τιμές αυτές είναι φανερό πως δεν εκφράζουν απόλυτα την περιοχή μελέτης, στα ορεινά τμήματα της οποίας οι θερμοκρασίες μειώνονται σημαντικά, λόγω αύξησης του απολύτου υψομέτρου (Παγούνης κ.α., 1986β).

Εντός της περιοχής μελέτης και από στοιχεία, που αφορούν τη δημοτική περιφέρεια της Δαύλειας και είναι αντιπροσωπευτική για όλη τη λεκάνη, επειδή περιλαμβάνει και ορεινούς όγκους με πολύ μεγάλα υψόμετρα και πεδινές περιοχές, σύμφωνα με τον Δάνδολο (2003): Κατά την ξηρή περίοδο, ο καιρός είναι αίθριος με λίγες ασθενείς βροχές κυρίως στα ορεινά, οι άνεμοι είναι λίγοι, η ηλιοφάνεια και η θερμοκρασία αέρα είναι υψηλή και η διαπνοή και η εξάτμιση έχουν υψηλούς συντελεστές. Κατά τη διάρκεια της υγρής περιόδου, ο καιρός είναι άστατος, με συχνές και πυκνές νεφώσεις, έντονες βροχοπτώσεις, ανέμους μεγάλων εντάσεων, θερμοκρασία αέρα ~15 ^{0}C, μικρή υγρασία αέρα και μικρή εξάτμιση.

4.3.3. Παγετοί-χιονοπτώσεις.

Οι παγετοί στην περιοχή της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού είναι φαινόμενο, που συμβαίνει αρκετά συχνά και με μεγάλη ένταση, κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου. Αρκετά συχνά παρατηρούνται επίσης ολικοί παγετοί. Χιονοπτώσεις παρατηρούνται στην περιοχή της λεκάνης συνήθως από τον Οκτώβριο μέχρι τον Μάρτιο. Στα πεδινά τμήματα εμφανίζονται με σχετικά μικρή συχνότητα, ενώ στους ορεινούς όγκους του Παρνασσού, της Γκιώνας και του Ελικώνα είναι συχνότερες και ανέρχονται σε 25 περίπου ημέρες ετησίως. Το ύψος του χιονιού στα μεγάλα υψόμετρα ξεπερνά συχνά τα 2m. Η κορυφογραμμή του Παρνασσού και κυρίως το βόρειο τμήμα της που δεν είναι πλήρως εκτεθειμένο στην ηλιακή ακτινοβολία, διατηρεί το χιόνι συχνά μέχρι τα τέλη Μαΐου.



Εικόνα 4.1: Καταστροφή του ελατοδάσους, εξ αιτίας χιονοστιβάδας στη ΒΑ πλευρά του Παρνασσού(Ι. Μ. Ιερουσαλήμ, Δαύλεια).

Στα βόρεια πρανή του Παρνασσού, όπου οι κλίσεις των πρανών είναι πολύ απότομες και συχνά το ύψος του χιονιού πολύ μεγάλο, αποσπώνται ενίοτε χιονοστιβάδες, οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν καταστροφές μεγάλης έκτασης στο φυσικό περιβάλλον (εικ. 4.1). Οι χιονοστιβάδες αποσπώνται, όταν το χιονώδες κάλυμμα μιας κεκλιμένης επιφάνειας, που αποτελείται από ανομοιογενή στρώματα προερχόμενα από διαφορετικές χιονοπτώσεις, χάνει την ισορροπία του, επειδή η δύναμη αντίδρασης του ασθενέστερου στρώματος γίνεται μικρότερη από την παράλληλη προς το επίπεδο κλίσης, συνιστώσα του βάρους του υπερκείμενου στρώματος. Για να πραγματοποιηθεί χιονοστιβάδα πρέπει η κλίση της πλαγιάς να είναι μεγαλύτερη από τη γωνία εσωτερικής τριβής της χιονώδους μάζας και η πρόκλησή της συμβαίνει είτε από το βάρος του ίδιου του χιονιού, είτε από εξωτερικά συμβάντα. Οι χιονοστιβάδες προκαλούνται σε πλαγιές με κλίση $>28^0$, ενώ όταν η κλίση είναι πάνω από 45^0 προκαλούνται κατά τη διάρκεια της χιονόπτωσης, εφ' όσον σε αυτές τις κλίσεις δεν είναι εφικτή η συσσώρευση του χιονιού (Airoldi et al., 1985).

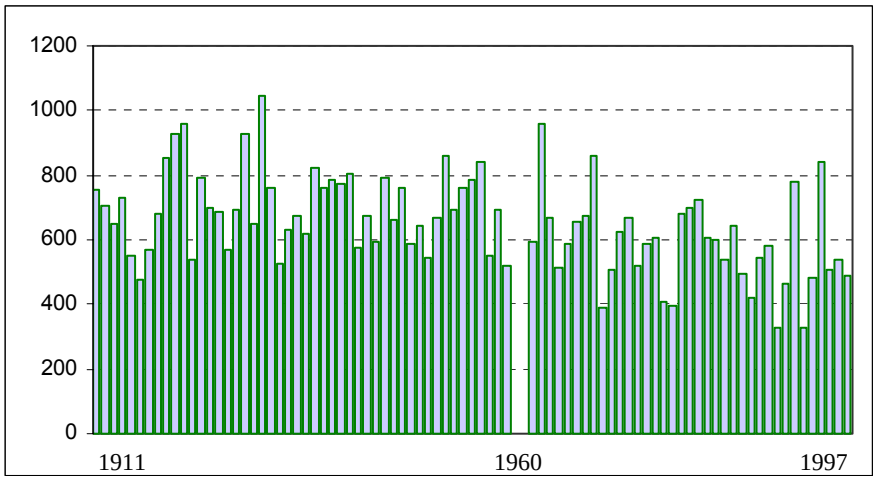
4.3.4. Ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα.

Τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα παίζουν το σπουδαιότερο ρόλο στη διαμόρφωση του επιφανειακού υδρογραφικού δικτύου και των υπόγειων νερών μιας υδρογεωλογικής λεκάνης.

Στο τμήμα της λεκάνης, που συμπίπτει με την περιοχή έρευνας, τα βροχομετρικά στοιχεία, που συγκεντρώθηκαν, προέρχονται από έντεκα βροχομετρικούς σταθμούς, ενώ υπάρχουν στοιχεία από άλλους εννέα σταθμούς, που βρίσκονται επίσης μέσα στη λεκάνη αλλά εκτός περιοχής έρευνας.

Η διακύμανση των βροχοπτώσεων της λεκάνης μπορεί να παρατηρηθεί μόνο από το βροχομετρικό σταθμό Αλιάρτου, που διαθέτει στοιχεία σχεδόν για όλη τη διάρκεια του περασμένου αιώνα (1911-1998). Οι ετήσιες ποσότητες των βροχοπτώσεων, τοποθετημένες σε διάγραμμα, φαίνονται στο σχήμα 4.3.

Η επεξεργασία των στοιχείων αυτών ανά δεκαετία από τον Κουτσογιάννη κ.α. (2004) έδειξε ότι προκύπτει μια σαφής μείωση του ύψους βροχόπτωσης από τις αρχές προς τα τέλη του 20ου αιώνα.



Σχήμα 4.3: Ραβδόγραμμα βροχοπτώσεων του σταθμού Αλιάρτου για τα έτη 1911-1998, με εξαίρεση τα έτη 1960,1961.

Οι βροχοπτώσεις στις ορεινές περιοχές είναι κατά πολύ μεγαλύτερες από αυτές των πεδινών περιοχών και μεταξύ των ορεινών περιοχών, στο νοτιοδυτικό τμήμα της περιοχής Παρνασσού, Γκιώνας και Ελικώνα παρατηρούνται μεγαλύτερες ποσότητες βροχοπτώσεων από ότι στα βορειοανατολικά (Καλλίδρομο, Χλωμό).

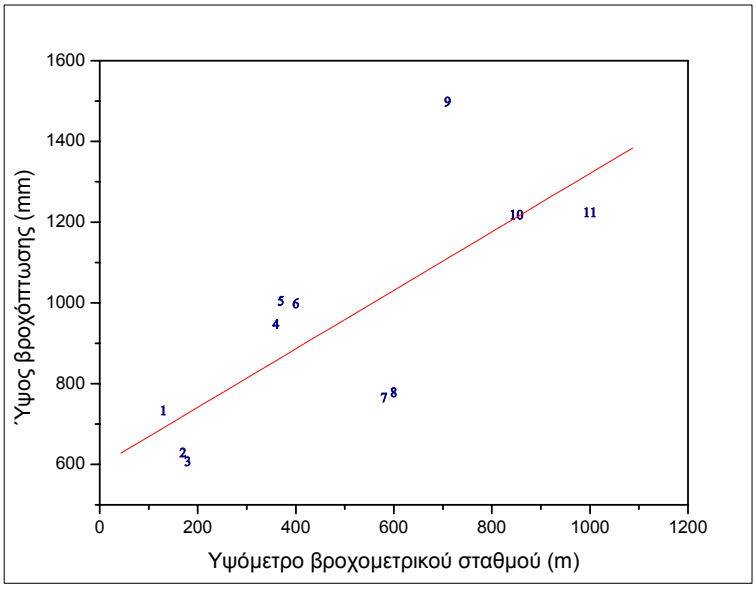
Στον πίνακα 4.2, που ακολουθεί, παρατίθενται τα μέσα ετήσια ύψη βροχής των σταθμών παρατηρήσεων, που βρίσκονται μέσα στην περιοχή έρευνας.

α/α	Βροχομετρικός σταθμός	Υψόμετρο σταθμού (m)	Μέσο ετήσιο ύψος βροχής(mm)	Περίοδος παρατηρήσεων
1	Λιβαδειά	130	736,5	1967-1983
2	Κάτω Τιθορέα	170	631,8	1963-1983
3	Ελάτεια	180	610	1962-1969
4	Λιλαία	360	950,3	1970-1983
5	Δαύλεια	370	1007,6	1963-1983
6	Γραβιά	400	1001	1954-1969
7	Δρυμαία	580	768	1962-1969
8	Άνω Μπράλος	600	780,8	1971-1983
9	Άνω Πολύδροσος	710	1501	1962-1969
10	Επτάλοφος	850	1221,3	1970-1983
11	Καλοσκοπή	1000	1227	1962-1969

Πίνακας 4.2: Μέσα ετήσια ύψη βροχής των βροχομετρικών σταθμών της περιοχής έρευνας.

Οι τιμές αυτές, τοποθετημένες σε διάγραμμα σχέσης υψομέτρου-ύψους βροχόπτωσης, παράγουν ένα σύνολο σημείων τα οποία ακολουθούν γραμμική κατανομή (σχ. 4.4). Με τη χρήση της μεθόδου ελαχίστων τετραγώνων βρέθηκε ότι η γραμμή ακολουθεί την εξίσωση Ψ=0,72Χ+596, που εκφράζει τη σχέση υψομέτρου με το ύψος βροχόπτωσης. Ο συντελεστής συσχέτισης για την κατανομή αυτή είναι r^2 = 0,74 και η τυπική απόκλιση 197,6. Οι τιμές αυτές, ελάχιστα απέχουν από τις αντίστοιχες, που υπολογίστηκαν από τον Παγούνη κ.α. (1986β), για ολόκληρη την υδρογεωλογική λεκάνη και με τη χρήση δεδομένων από 20 βροχομετρικούς

σταθμούς, βάσει των οποίων σχεδιάστηκε ο βροχομετρικός χάρτης της υδρογεωλογικής λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού. Η εξίσωση που βρέθηκε και χρησιμοποιήθηκε από τους συγγραφείς αυτούς, είναι Ψ=0,76Χ+514, ενώ ο συντελεστής συσχέτισης r^2 = 0,72.



Σχήμα 4.4: Διάγραμμα σχέσης υψομέτρου- ύψους βροχής της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού. Οι αριθμοί παραπέμπουν στον α/α των βροχομετρικών σταθμών του πίνακα 4.2.

Από τη μελέτη του βροχομετρικού χάρτη που συνέταξαν οι Παγούνης κ.α. (1986β), προκύπτει ότι:

Οι βροχοπτώσεις στη λεκάνη του Βοιωτικού Κηφισού κυμαίνονται, μεταξύ των τιμών 550mm και 2200mm.

Η πεδινή περιοχή της λεκάνης Μπράλου-Γραβιάς-Τιθορέας δέχεται βροχοπτώσεις ύψους από 700mm μέχρι 800mm, ενώ οι λεκάνες Ελάτειας-Τιθορέας και Δαύλειας-Χαιρώνειας περικλείονται από την ισοϋετή των 600mm.

Στο Καλλίδρομο και στο Χλωμό όρος το ύψος βροχής ξεπερνά παντού τα 700mm και φτάνει μέχρι 1000mm στο όρος Χλωμό και μέχρι 1400mm στο βορειοδυτικό τμήμα του όρους Καλλίδρομο.

Στους ορεινούς όγκους του νοτιοδυτικού τμήματος της περιοχής το ύψος βροχής είναι περίπου 700mm στους πρόποδες των βουνών και φτάνουν μέχρι τα 1400mm στον Ελικώνα, μέχρι τα 1600mm στα υψηλότερα σημεία της Γκιώνας, ενώ στον Παρνασσό το ύψος βροχής φτάνει μέχρι 2200mm.

4.4. Συμπεράσματα.

Το μέσο ετήσιο ύψος βροχοπτώσεων στη λεκάνη του Βοιωτικού Κηφισού κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 550mm και 2200mm. Τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα στις ορεινές περιοχές είναι πολύ περισσότερα από αυτά των πεδινών περιοχών και μεταξύ των ορεινών περιοχών, στο νοτιοδυτικό τμήμα της περιοχής (οροσειρά Παρνασσού-Γκιώνας-Ελικώνα) παρατηρούνται μεγαλύτερες ποσότητες βροχοπτώσεων από ότι στα βορειοανατολικά (Καλλίδρομο, Χλωμό).

Τα ανθρακικά πετρώματα των ορεινών όγκων, είναι υδροπερατά και επιτρέπουν την κατείσδυση του νερού. Ο φλύσχης, τα πετρώματα της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης και οι σχηματισμοί του Νεογενούς είναι στεγανοί σχηματισμοί. Οι τεταρτογενείς αποθέσεις, που καλύπτουν τις πεδινές κυρίως περιοχές, είναι

ημιπερατές. Το νερό που κατεισδύει, τροφοδοτεί τους υπόγειους υδροφορείς, οι οποίοι αποφορτίζονται εν μέρει από καρστικές πηγές, μεγάλης παροχής, που τροφοδοτούν κλάδους του υδρογραφικού δικτύου του Βοιωτικού Κηφισού ποταμού.

Το υδρογραφικό δίκτυο, που αναπτύσσεται στην υδρολογική λεκάνη του Βοιωτικού Κηφισού, είναι χαρακτηριστικό των πετρωμάτων, της μορφολογίας και της τεκτονικής της περιοχής. Μέσω αυτού μεταφέρεται το νερό της άμεσης απορροής και των καρστικών πηγών προς την έξοδο της λεκάνης, στην περιοχή Ορχομενού. Ο συνολικός όγκος νερού, που μεταφέρεται ετησίως και διέρχεται από το φράγμα αναρρύθμισης ΒΟΟΤ στην έξοδο της λεκάνης της περιοχής έρευνας, είναι περίπου $173x10^6$ m^3/έτος.

Οι ποσότητες του νερού, που απορρέουν, σε συνδυασμό με τα υπόλοιπα υδρογραφικά, υδρολογικά και υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά είναι υπεύθυνες για τη μεταφορά των ιζημάτων από τους ορεινούς όγκους και τα υψηλότερα πεδία της λεκάνης προς το Κωπαϊδικό πεδίο. Από το νοτιοδυτικό τμήμα της περιοχής έρευνας προέρχεται μεγαλύτερο μέρος ιζημάτων μεταφοράς από ότι από το βορειοανατολικό μέρος και σε αυτό συντελούν:

1. Οι βροχοπτώσεις, που είναι πολύ περισσότερες και με μεγαλύτερο ετήσιο ύψος από αυτές της οροσειράς του Καλλιδρόμου και των πεδινών περιοχών. Οι παρατεταμένες βροχοπτώσεις προκαλούν πλημμύρες, με αποτέλεσμα τη μεταφορά υλικών προς τη λεκάνη.
2. Οι παγετοί, που αποτελούν σύνηθες φαινόμενο με μεγάλη ένταση στη διάρκεια της ψυχρής περιόδου και συντελούν στη διάβρωση των πετρωμάτων μέσω διαρρήξεων, που προκαλούν στη μάζα τους.
3. Οι χιονοπτώσεις, που καλύπτουν τους ορεινούς όγκους του νοτιοδυτικού τμήματος της περιοχής έρευνας επί μακρό χρονικό διάστημα στη διάρκεια του υδρολογικού έτους και προκαλούν τη διάβρωση των πετρωμάτων. Με τις χιονοστιβάδες, που αποσπώνται κατά καιρούς από τις βόρειες κυρίως πλαγιές του Παρνασσού, προκαλείται απότομη και γρήγορη μεταφορά των υλικών προς τα χαμηλότερα σημεία της λεκάνης.
4. Η επικράτηση της έντονης κατακόρυφης διαβρωτικής δράσης, σε αντίθεση με το βορειοανατολικό τμήμα όπου κυριαρχεί η οριζόντια διάβρωση (κεφ.5). Τα πεδία προσχώσεως υλικών στα όρη και στις εξόδους των ρευμάτων (ριπίδια και ριπιδιακοί κώνοι), που δημιουργούνται εξ αιτίας αυτού του γεγονότος προσφέρουν υλικά, τα οποία στη συνέχεια μεταφέρονται με τη δράση του νερού προς τις τοπογραφικά χαμηλότερες περιοχές.
5. Ο συνδυασμός των βροχοπτώσεων, όταν αυτές μεταφέρονται από θερμές αέριες μάζες, με την ύπαρξη χιονιού στα ορεινά, όπου προκαλείται μεγάλη ροή νερού προς τα κάτω, με αποτέλεσμα τη δημιουργία μεγάλων πλημμυρών και μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων υλικών προς τη λεκάνη. Μια τέτοια μεγάλης έντασης πλημμύρα συνέβη, κατά πληροφορίες, το Νοέμβριο του έτους 1958 και προκάλεσε μεγάλες καταστροφές, λόγω ισχυρής διάβρωσης και μεταφοράς υλικών.

5. Γεωμορφολογία.

5.1. Γενικά.

Η περιοχή έρευνας είναι κατά το μέγιστο μέρος της ορεινή και αποτελείται, σε γενικές γραμμές, από δυο οροσειρές και μια κοιλάδα, αυτή που σχηματίζει το βύθισμα του Βοιωτικού Κηφισού.

Η μια οροσειρά είναι η οροσειρά Γκιώνας-Παρνασσού-Ελικώνα, που καταλαμβάνει το νοτιοδυτικό τμήμα της περιοχής έρευνας και η άλλη είναι η οροσειρά Καλλιδρόμου–Σφιγγείου-Χλωμού, που καταλαμβάνει το βορειοδυτικό τμήμα της περιοχής. Οι οροσειρές αυτές διατρέχουν την περιοχή από τα βορειοδυτικά προς τα νοτιοανατολικά και διατάσσονται σχεδόν παράλληλα μεταξύ τους (σχ. 1.1, σχ. 2.8 και σχ. 5.1).

Η κοιλάδα του Βοιωτικού Κηφισού διατρέχει την περιοχή παράλληλα με τις δυο οροσειρές, βρίσκεται ενδιάμεσα σ' αυτές και χαρακτηρίζεται από την ήπια και ομαλή επιφάνεια του εδάφους της. Περιλαμβάνει σχηματισμούς του Τριτογενούς και Τεταρτογενούς, οι οποίοι καλύπτουν στη μεγαλύτερη έκταση τους τα όρια των ζωνών Ανατολικής Ελλάδας και Παρνασσού-Γκιώνας.

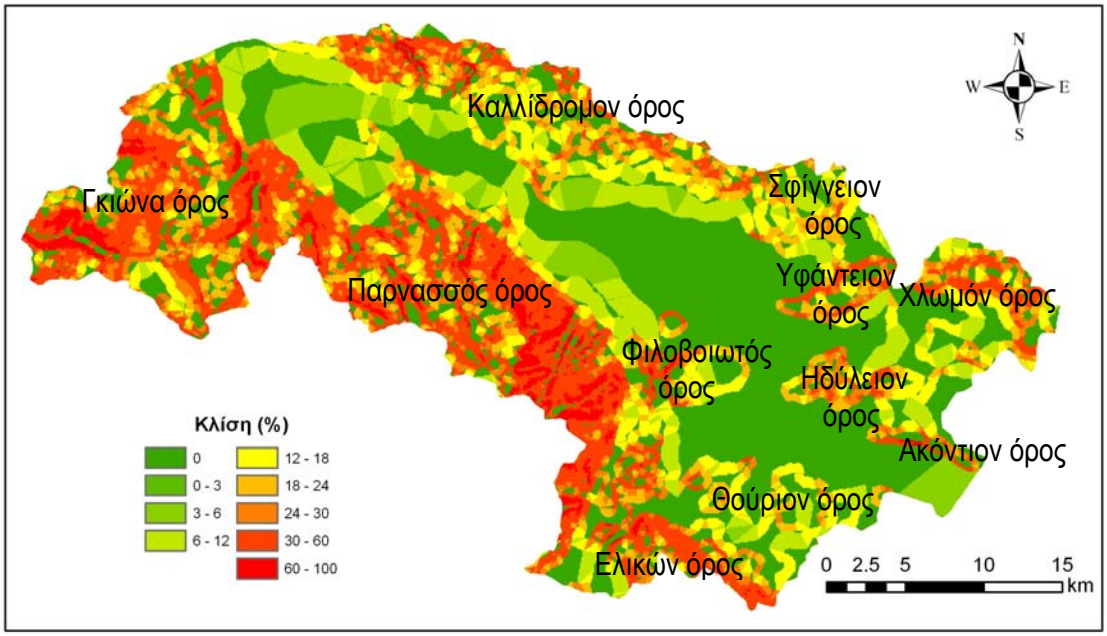
Ο Βοιωτικός Κηφισός ποταμός είναι ο βασικός μεταφορέας των υλικών διάβρωσης της λεκάνης. Τα υλικά που μεταφέρει, εκτός από αυτά που ο διαβρώνει ίδιος, είναι και τα υλικά των παραποτάμων και των αλλουβιακών ριπιδίων, που εισρέουν σ' αυτόν. Τα υλικά μεταφοράς ανάλογα με το μέγεθός τους και με τις υδροδυναμικές συνθήκες αποτίθενται είτε μέσα στην κοίτη, είτε στα περιθώριά της, είτε σε χαμηλότερες πεδινές περιοχές μέχρι το Κωπαϊδικό πεδίο.

5.2. Γεωμορφολογικά στοιχεία της ευρύτερης περιοχής της λεκάνης.

Στην περιοχή της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού αναπτύσσεται, σε όλους τους πετρολογικούς σχηματισμούς, μεγάλη ποικιλία γεωμορφών. Παρακάτω επιχειρείται η περιγραφή των σημαντικότερων γεωμορφολογικών στοιχείων, που παρατηρήθηκαν και συγκεντρώθηκαν, με επέκταση μόνο σε αυτά που κρίθηκε ότι ήταν χρήσιμα για τις ανάγκες της συγκεκριμένης μελέτης.

5.2.1. Κλίσεις των πρανών, ράχες και κορυφές της λεκάνης.

Η οροσειρά Γκιώνας-Παρνασσού-Ελικώνα, στο νοτιοδυτικό τμήμα της περιοχής έρευνας καθώς και τμήμα της οροσειράς Καλλιδρόμου-Σφιγγείου-Χλωμού, στο βορειοανατολικό, συνίστανται επί το πλείστον από ανθρακικά πετρώματα. Οι περιοχές αυτές φέρουν όλα τα χαρακτηριστικά των ασβεστολιθικών όγκων, όπως είναι η ανώμαλη επιφάνεια του εδάφους και οι απότομες πλαγιές, όπου οι κλίσεις του εδάφους είναι μεγάλες, συνήθως μεγαλύτερες από 25^0 (σχ. 5.1). Σε δεκάδες θέσεις, όπου υπάρχουν κατακόρυφα ρήγματα με κατοπτρικές επιφάνειες, η κλίση φτάνει σχεδόν και τις 90^0.

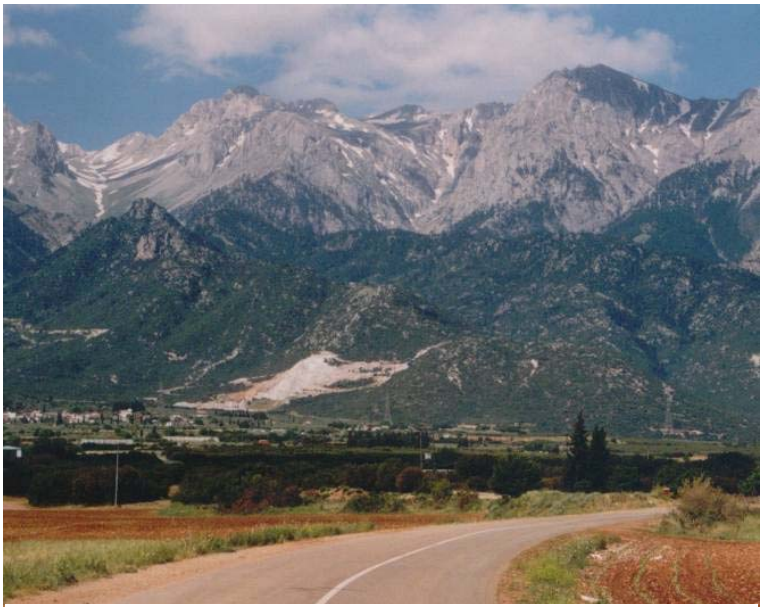


Σχήμα 5.1: Χάρτης κλίσεων της υδρογεωλογικής λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού.

Εμφανίζονται όμως και περιοχές, μικρής σχετικά έκτασης, που καταλαμβάνονται από σχηματισμούς του φλύσχη, από οφιόλιθους, από πετρώματα της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης και από προσχωματικά υλικά, όπου οι κλίσεις είναι μικρότερες και κυμαίνονται μεταξύ 7^0 - 25^0. Τέλος, στις πεδινές περιοχές, στις καρστικές κοιλάδες, στις παλαιές επιφάνειες ισοπέδωσης, στις επιφάνειες υπωρειών και στα πεδία προσχώσεως μέσα στα όρη, οι κλίσεις είναι από πολύ μικρές έως μηδενικές σε ορισμένες θέσεις.

Οι ράχες των βουνών και των λόφων των ορεινών όγκων, χωρίζονται ανάλογα με το σχήμα τους σε δυο κατηγορίες:

Η μια κατηγορία περιλαμβάνει ομαλές ράχες με αποστρογγυλωμένες κορυφές και παρατηρείται κυρίως στο φλύσχη, στους νεογενείς λόφους του δυτικού τμήματος της λεκάνης που εξέχουν του ολοκαινικού πεδίου, σε ασβεστολιθικούς λόφους των χαμηλότερων υψομέτρων και κυρίως στο κεντρικό τμήμα της λεκάνης, που βρίσκεται στα όρια των νομών Βοιωτίας και Φθιώτιδας, ακόμη και στην πλειοψηφία των ασβεστολιθικών κορυφών της οροσειράς Καλλιδρόμου-Χλωμού. Τέτοιου είδους χαρακτηριστικές ράχες είναι τα όρη Θούριο, Φιλοβοιωτός, Ηδύλειο και οι λόφοι Κουκούλι, Γουρίτσα, και Προφήτης Ηλίας.



Εικόνα 5.1: Οξύληκτες κορυφές στη ΒΑ πλευρά του Παρνασσού

Η δεύτερη κατηγορία, περιλαμβάνει απότομες ράχες, που καταλήγουν σε οξύληκτες

κορυφές, οι οποίες συνήθως αναπτύσσονται σε μεγάλα υψόμετρα κυρίως των ασβεστολιθικών όγκων αλλά και όγκων άλλων πετρογραφικών σχηματισμών (εικ. 5.1). Σε αυτή την κατηγορία ανήκει η πλειοψηφία των κορυφών των ορέων Γκιώνας, Παρνασσού και Ελικώνα.

Το σχήμα των κορυφών εξαρτάται από το στάδιο της εξελικτικής πορείας, στην οποία βρίσκονται και υποδηλώνει το βαθμό και το χαρακτήρα της διάβρωσης. Περιοχές, στις οποίες ο βαθμός διάβρωσης είναι μεγάλος ή κυριαρχεί η διάβρωση κατά την οριζόντια διεύθυνση οι κορυφές είναι αποστρογγυλωμένες, ενώ σε περιοχές όπου το ανάγλυφο ανανεώνεται και κυριαρχεί η κατακόρυφη διάβρωση, οι κορυφές είναι οξύληκτες.

5.2.2. Κοιλαδικές μορφές της περιοχής έρευνας.

Οι κοιλάδες διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες και για την ταξινόμησή τους χρησιμοποιούνται διάφορα κριτήρια. Τα κριτήρια αυτά στηρίζονται στον τρόπο δημιουργίας τους, στο στάδιο του γεωμορφολογικού εξελικτικού κύκλου, στον οποίο βρίσκονται, στη γεωλογική και τεκτονική τους δομή και στη μετατόπιση του βασικού επιπέδου τους (Σωτηριάδης,1978 και Small, 1978).

5.2.2.1. Διάκριση κοιλάδων ανάλογα με το στάδιο της εξέλιξής τους.

Σύμφωνα με την ταξινόμηση αυτή, οι κοιλάδες διακρίνονται σε νεαρές, ώριμες και ηλικιωμένες, διαχωρισμό που έδωσε πρώτος ο Davis (1909) και αναφέρονται στα στάδια του κύκλου διάβρωσης. Οι μορφές του υδρογραφικού δικτύου, σε σχέση με το στάδιο εξέλιξης που εντοπίστηκαν στην περιοχή έρευνας, είναι οι παρακάτω:

Ρυάκια. Αποτελούν τις πιο σύγχρονες μορφές της ποτάμιας διάβρωσης, όπως αποδεικνύεται από την προτίμηση της ανάπτυξής τους σε ολοκαινικές αποθέσεις, γεγονός που υποδηλώνει, ότι είναι μορφές τουλάχιστον ολοκαινικές. Βρίσκονται σε ολόκληρη την περιοχή και σε όλους τους πετρογραφικούς σχηματισμούς. Η κλίση τους είναι γενικά ίδια με την κλίση των κλιτύων, που διαβρώνουν και αναλογούν στις «προκύπτουσες κοιλάδες», που περιέγραψε ο Powell (1875).

Κοιλάδες με οξύληκτο πυθμένα (τύπου V). Είναι διαβρωσιγενείς κοιλάδες πρόσφατης διάβρωσης, αντιστοιχούν πλήρως στο στάδιο της νεότητας και εξελίσσονται κατά βάθος παράλληλα με την αποκομιδή των υλικών διάβρωσης από τις κλιτείς (εικ. 5.2). Όταν μια περιοχή ανυψώνεται



Εικόνα 5.2: Σύστημα κοιλάδων με οξύληκτο πυθμένα στην ορεινή περιοχή του ΝΑ τμήματος του όρους Παρνασσός.

πιο γρήγορα από την κατά βάθος διάβρωση και από την αποκομιδή των κλιτύων, τότε οι κοιλάδες τύπου V είναι κυρτές, ενώ όταν η ταχύτητα ανύψωσης της περιοχής είναι μικρότερη από την κατά βάθος διάβρωση, οι κοιλάδες είναι κοίλες (Penck, 1924). Σύμφωνα με αυτά, οι κυρτές διατομές των κοιλάδων αποτελούν ένδειξη έντονης ανύψωσης της περιοχής ή αυξημένης προσφοράς νερού. Κοιλάδες με οξύληκτο πυθμένα εμφανίζονται σε πολλές θέσεις, στα μεγάλα κυρίως υψόμετρα, όπου επικρατεί η κατακόρυφη διαβρωτική δράση και αυτό υποδηλώνεται από το νεαρό ανάγλυφο και το μεγάλο πάχος των υλικών διάβρωσης στους βορειοανατολικούς πρόποδες του Παρνασσού και του Ελικώνα, καθώς και στη Γκιώνα.

Κοιλάδες με αποστρογγυλωμένο πυθμένα (τύπου U). Οι κοιλάδες αυτές δημιουργούνται, όταν το υδάτινο ρεύμα δεν είναι σε θέση να απομακρύνει τα υλικά αποσάθρωσης των κλιτύων τους. Τέτοιες κοιλάδες εμφανίζονται κυρίως σε περιοχές του φλύσχη, όπως είναι η κοιλάδα της Φτερόλακκας της περιοχής Τσουκαλάδων, σε περιοχές μεταξύ φλύσχη και ασβεστόλιθου, όπως είναι η κοιλάδα νότια της Δαύλειας, στους νεογενείς σχηματισμούς του άνω ρου του Βοιωτικού Κηφισού και σε ασβεστολιθικούς σχηματισμούς, όπως στις κοιλάδες που σχηματίζονται μεταξύ των ορέων Ακόντιο, Υφάντειο, Ηδύλειο και Χλωμό, στην περιοχή Σφάκας, κ.α.. Οι κλίσεις των πρανών των κοιλάδων αυτών είναι ήπιες. Σε ορισμένες θέσεις εμφανίζονται κοιλάδες αυτού του τύπου που είναι υπολείμματα παλαιότερων υδρογραφικών δικτύων.

Χαράδρες και φαράγγια. Στις ασβεστολιθικές περιοχές των ορεινών όγκων της λεκάνης εντοπίζεται μεγάλος αριθμός χαραδρών, οι οποίες σε μερικές περιπτώσεις εμφανίζουν χαρακτήρα φαραγγιών. Έχουν απότομες κλιτείς και μεγάλο βάθος. Οι σημαντικότερες χαράδρες βρίσκονται μέσα στους ασβεστολιθικούς όγκους των περιοχών Αγίας Μαρίνας, Άνω Τιθορέας, Πολυδρόσου, Αμφίκλειας, Μαριολάτας, Λιλαίας και Ξυλικών Καλλιδρόμου. Είναι ρηγματογενείς κοιλάδες (§ 5.2.2.2) ή διαβρωσιγενείς, που αντιπροσωπεύουν στις περισσότερες των περιπτώσεων οπισθοδρομούσα διάβρωση. Μέσα σε αυτές εμφανίζονται συχνά υδατοπτώσεις και μικροί καταρράκτες με ύψος πτώσης νερού μέχρι 3m. Στη χαράδρα της Άνω Τιθορέας, βόρεια της θέσης Τρύπη, εντοπίζονται καταρράκτες ύψους έως και 7m, ενώ στη χαράδρα της Αμφίκλειας το ύψος υδατόπτωσης φτάνει σε ορισμένες περιπτώσεις τα 12m.

Επιγενετικές κοιλάδες και εγκιβωτισμένοι μαίανδροι. Τον ορισμό των επιγενετικών κοιλάδων έδωσε πρώτος ο Richthofen (1886). Πρόκειται για κοιλάδες, που αναπτύσσονται μέσα στο ανθιστάμενο υγιές πέτρωμα ενός παλαιότερου ανάγλυφου, αφού πρώτα διαβρώθηκαν οι νεότερες μαλακές αποθέσεις, που το είχαν καλύψει. Κλασική περίπτωση επιγενετικής κοιλάδας είναι αυτή, που εμφανίζεται στο κεντρικό τμήμα της περιοχής έρευνας, στην περιοχή βόρεια της Αμφίκλειας. Ο επιγενετικός της χαρακτήρας οφείλεται στην επαναδραστηριοποίηση της κατά βάθος διάβρωσης, η οποία ήταν αποτέλεσμα της μετατόπισης του βασικού της επιπέδου. Το βασικό επίπεδο της κοιλάδας αυτής θα πρέπει να ήταν η περιοχή Ελάτειας-Τιθορέας. Η περιοχή αυτή καταβυθιζόταν σταδιακά, λόγω τεκτονικών αιτίων (κεφ. 2 και 3) κατά την περίοδο του ανώτερου Πλειστοκαίνου, όπως κατ' αναλογία συνέβη και στη λεκάνη Δαύλειας και Κωπαϊδας (Rontoyanni -Tsiambaou, 1984). Για την ανανέωση αυτής της κατά βάθος διάβρωσης, σημαντικό ρόλο διαδραμάτισαν οι κλιματικές

αλλαγές κατά τη διάρκεια των παγετικών περιόδων. Συνεπώς, οι επιγενετικές κοιλάδες θα πρέπει να δημιουργήθηκαν κατά την τέταρτη τουλάχιστον μεσοπαγετώδη περίοδο (κεφ.2). Στην περίπτωση της κοιλάδας βόρεια της Αμφίκλειας παρατηρείται μαιανδρική πορεία του Βοιωτικού Κηφισού ποταμού, μέσα στο παλαιότερο σκληρό ασβεστολιθικό πέτρωμα του Ιουρασικού. Η πορεία αυτή καθορίστηκε αρχικά από την εποχή, που η κοιλάδα αναπτύχθηκε στις νεότερες μαλακές αποθέσεις και στη συνέχεια η ανύψωση της περιοχής δημιούργησε τον εγκιβωτισμό του μαιάνδρου. Τα τοιχώματα της κοιλάδας φτάνουν μέχρι το ύψος των 70m περίπου. Αν και κατά μήκος των μαιανδρισμών παρατηρούνται μικρά ρήγματα διαφόρων διευθύνσεων, δε δικαιολογείται η τεκτονική προέλευση του χαρακτήρα αυτής της κοιλάδας. Οι μαίανδροι δημιουργήθηκαν κατά την εποχή, που η περιοχή ήταν καλυμμένη με χαλαρά ιζήματα, βρισκόταν κοντά στο βασικό επίπεδο και επικρατούσε τεκτονική ηρεμία. Αργότερα, οι κλιματικές αλλαγές και η ανύψωση της περιοχής εξ αιτίας τεκτονικών αιτίων, συνέβαλλαν στο να αρχίσει ο ποταμός να εκβαθύνει κοίτη του, η οποία είχε ήδη μαιανδρική μορφή. Τελικά, ο ποταμός, αφού διέβρωσε το χαλαρό υπερκείμενο, εγκιβωτίστηκε στο υγιές υπόβαθρο το οποίο διαβρώνει ακόμη και σήμερα.

5.2.2.2. Διάκριση κοιλάδων ανάλογα με την γεωλογική τους κατάσταση.

Η γεωλογική και τεκτονική κατάσταση των στρωμάτων είναι συχνά υπεύθυνη για τη δημιουργία κοιλάδων, αλλά και για την παραπέρα εξέλιξής τους. Οι κατηγορίες των κοιλάδων, που εντοπίστηκαν στη λεκάνη του Βοιωτικού Κηφισού με βάση αυτή τη διάκριση είναι οι εξής:

Ρηγματογενείς: Είναι κοιλάδες, που οφείλουν την ύπαρξή τους στη δράση ρηγμάτων και εντοπίζονται σε πολλές περιοχές, που επικρατούν κυρίως ανθρακικά πετρώματα. Συνήθως είναι οξύληκτες και συχνά ασύμμετρες, όπως συμβαίνει στην κοιλάδα Στενής Διστόμου, Αμφίκλειας, Άνω Τιθορέας κ.α.. Η διεύθυνση ροής των υδάτων τους είναι παράλληλη με τα ρήγματα που ανανέωσαν το ανάγλυφο.

Κατατμησιογενείς: Εμφανίζονται σπανιότερα ή τουλάχιστον είναι δύσκολο να ελεγχθεί η προέλευσή τους, ότι δηλαδή ο σχηματισμός και η εξέλιξή τους οφείλεται στο σύστημα διακλάσεων των πετρωμάτων.

Κατακλινείς και ανακλινείς: Οι κοιλάδες του νοτιοδυτικού τμήματος της περιοχής έρευνας είναι σε γενικές γραμμές κατακλινείς, εφ' όσον ακολουθούν τη διεύθυνση της κλίσης των πετρωμάτων ενώ πολλές από τις κοιλάδες, που αναπτύσσονται στους ασβεστόλιθους του βορειοανατολικού τμήματος καθώς και σε αρκετές θέσεις των ασβεστολιθικών όγκων, που έχουν εφιππεύσει στη ζώνη Παρανασσού-Γκιώνας είναι γενικά αντικλινείς καθόσον η διεύθυνσή τους αντίκειται της κλίσης των πετρωμάτων. Το αίτιο της δημιουργίας αυτών των κοιλάδων πρέπει να αναζητηθεί στην κλίση των στρωμάτων, εξ αιτίας της επώθησης της ζώνης Ανατολικής Ελλάδας προς τα πετρώματα της ζώνης Παρνασσού-Γκιώνας και στις τεταρτογενείς εφελκυστικές τάσεις, που τεμάχισαν το βύθισμα του Βοιωτικού Κηφισού σε διευθύνσεις ΒΑ-ΝΔ.

Εγκάρσιες: Είναι κοιλάδες, που έχουν διεύθυνση κάθετη προς τη διεύθυνση διάφορων γεωλογικών δομών, όπως είναι τα ρήγματα και οι πτυχές. Μεμονωμένα εντοπίζονται σε διάφορες θέσεις, σε γενικές γραμμές όμως

η πλειοψηφία των ρηγμάτων έχει διεύθυνση κάθετη ή σχεδόν κάθετη προς το κύριο βύθισμα του Βοιωτικού Κηφισού.

5.2.2.3. Διάκριση κοιλάδων ανάλογα με τη μεταβολή του βασικού επιπέδου.

Στην περίπτωση αυτή περιλαμβάνεται η περίπτωση του εγκιβωτισμένου μαιάνδρου της περιοχής βόρεια της Αμφίκλειας, που περιγράφηκε στις επιγενετικές κοιλάδες της § 5.2.2.1.

5.2.3. Συστήματα διάβρωσης.

5.2.3.1. Παλαιές επιφάνειες διάβρωσης ή ισοπέδωσης (Peneplain).

Είναι περιοχές με σχεδόν επίπεδη επιφάνεια, που έχουν προκύψει σαν το τελικό αποτέλεσμα μετά την ολοκλήρωση του κύκλου απογύμνωσης (Davis, 1899, 1909 και 1922). Σύμφωνα με τον Louis (1957) οι επιφάνειες διάβρωσης δημιουργούνται σε περιοχές με τεκτονική ηρεμία, όπου επικρατούν κλιματικές συνθήκες τροπικές ή υποτροπικές, επομένως οι παλαιές επιφάνειες διάβρωσης χαρακτηρίζουν και το παλαιοκλίμα της εποχής που δημιουργήθηκαν.

Επιφάνειες διάβρωσης εμφανίζονται σε πολλές θέσεις και σε διάφορα υψόμετρα. Σε υψόμετρο 560m-580m στην περιοχή βορειοδυτικά της Δαύλειας, στα 500m-520m στις θέσεις Βέτριζα, Παλιοβούνα και Ακόντιο, στα 450m-500m στις περιοχές Ισώματα Κουκουλόραχης ΒΔ των Ξυλικών, Σαρμινίτσα Ηδυλείου όρους και στο όρος Ακόντιο.

Σε υψόμετρο 160m-180m εμφανίζονται μικρές επιφάνειες διάβρωσης στο λόφο των Παραποταμίων, στο δυτικό τμήμα του Ακοντίου όρους, στο Παρόριο κ.α.. Από τις παλαιές επιφάνειες διάβρωσης ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα υπολείμματα αυτών, που εμφανίζονται στο λόφο Κουρπαΐϊκα, τον ανατολικότερο λόφο που οριοθετεί το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης στο νοτιοανατολικό άκρο της εξόδου (Παπαδοπούλου, 1990), στο ανατολικό και βόρειο μέρος του όρους Ακόντιο και στο φλύσχη, βόρεια του ίδιου όρους, στα όρη Φιλοβοιωτός και Ηδύλειο (εικ. 5.3) και στην ασβεστολιθική περιοχή βόρεια της Αμφίκλειας. Αναπτύσσονται σε κρητιδικούς ασβεστόλιθους και σε φλύσχη, έχουν πολύ μικρή κλίση (3^0 - 7^0) και δεν καλύπτονται από νεότερα ιζήματα. Το υψόμετρο των υπολειμματικών αυτών επιφανειών είναι περίπου 300m, όσο δηλαδή και το υψόμετρο στο



Εικόνα 5.3: Επιφάνεια διάβρωσης στο λόφο των Παραποταμίων της ΝΔ πλευράς του όρους Ηδύλειο, στο κεντρικό τμήμα της περιοχής έρευνας..

οποίο βρίσκονται και τα ίχνη κοιλάδων με αποστρογγυλωμένο πυθμένα, που εντοπίζονται στην περιοχή Αμφίκλειας και στην περιοχή ανατολικά και δυτικά του Σ. Σ. Δαύλειας (όρη Φιλοβοιωτός και Ηδύλειο), πάνω σε ιουρασικούς ασβεστόλιθους και όσο είναι περίπου το υψόμετρο της σημερινής ροής του ποταμού στην περιοχή της λεκάνης Γραβιάς–Μπράλου–Αμφίκλειας. Οι παρατηρήσεις αυτές οδηγούν στο συμπέρασμα, ότι το υψόμετρο των 300m περίπου αντιστοιχεί στο υψόμετρο, στο οποίο έρεε ο Βοιωτικός Κηφισός και διέσχιζε το Βοιωτικό βύθισμα σε παλαιότερες γεωλογικές περιόδους, όταν προσπαθούσε να βρει διέξοδο προς την περιοχή των λιμνών Υλίκης και Παραλίμνης, προτού πραγματοποιηθεί η σύλληψή του από την Κωπαΐδα. Ο ποταμός την εποχή αυτή διέσχιζε με μαιανδρική πορεία τις νεογενείς λιμναίες αποθέσεις, που προέκυψαν μετά από τον τεμαχισμό του Βοιωτικού βυθίσματος (Maul, 1921) και τις διέβρωσε, μέχρι την αποκάλυψη του ασβεστολιθικού υποβάθρου. Στο υπόβαθρο αυτό ο Βοιωτικός Κηφισός διαμόρφωσε τις U-οειδείς κοιλάδες της περιοχής Δαύλειας και τις διαβρωσιγενείς κοιλάδες του λόφου Κουρπαίικα καθώς και της περιοχής Μύτικα (Παπαδοπούλου, 1990), στο ανατολικό άκρο της Κωπαΐδας. Εφ' όσον η διαμόρφωση αυτή έλαβε χώρα μετά από την απομάκρυνση των νεογενών σχηματισμών, εξάγεται το συμπέρασμα ότι οι μορφές αυτές είναι σαφώς μετανεογενείς. Η παρουσία μετανεογενών επιφανειών διάβρωσης στην ανατολική και δυτική πλευρά της Κωπαΐδας δείχνει, ότι η σύλληψη του Βοιωτικού Κηφισού από το βύθισμα της Κωπαΐδας πραγματοποιήθηκε στο Πλειστόκαινο, κατά τη διάρκεια του οποίου η λίμνη της Κωπαΐδας είχε ήδη αρχίσει να δημιουργείται μέσα σ' αυτό.

5.2.4. Καρστικές μορφές.

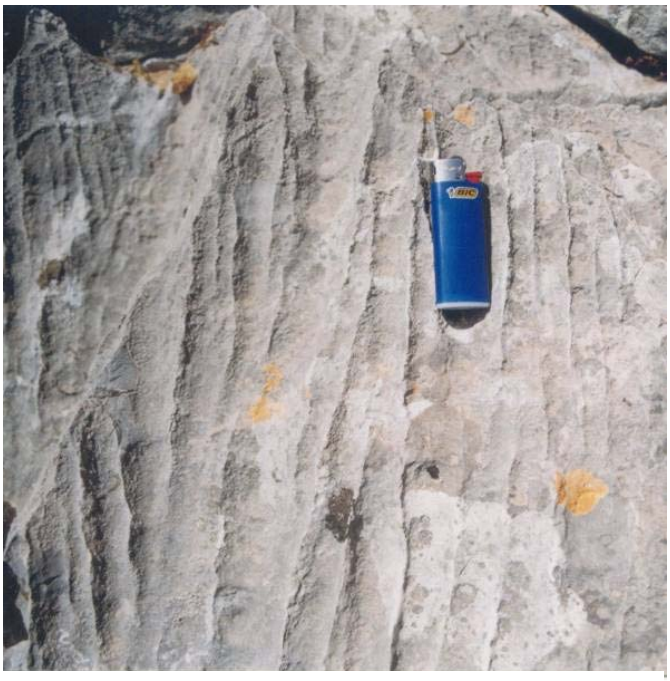
Καρστικές μορφές είναι οι γεωμορφές, που οφείλουν το σχηματισμό τους στην καρστική διάβρωση, η οποία προκαλείται από τη διάλυση των ανθρακικών πετρωμάτων, κυρίως των ασβεστόλιθων, εξ αιτίας της χημικής δράσης του νερού σε συνδυασμό με τη μηχανική αποσάθρωση. Στην περιοχή έρευνας, που δομείται κατά το μέγιστο μέρος της από ασβεστολιθικά πετρώματα, απαντάται πλήθος καρστικών μορφών του μεσογειακού κάρστ, οι οποίες συχνά είναι αποκαλυπτικά χρήσιμες για εξαγωγή συμπερασμάτων, όσον αφορά την εξελικτική πορεία της περιοχής κατά τη διάρκεια του Νεογενούς και του Τεταρτογενούς.

5.2.4.1. Γλυφές.

Είναι η πιο συνηθισμένη μορφή επιφανειακών καρστικών μορφών. Αναφέρεται σε ένα σύμπλεγμα μικρού γενικά μεγέθους καρστικών μορφών, που δημιουργούνται στα ασβεστολιθικά πετρώματα, ανεξάρτητα με το αν αυτά είναι γυμνά ή καλυμμένα από φυτά ή από το έδαφος. Σύμφωνα με τον διαχωρισμό, που πρότειναν οι Bauer (1958) και Bögli (1960), οι γλυφές διακρίνονται σε ελεύθερες, ημιελεύθερες και καλυμμένες.

Οι μορφές των ελεύθερων γλυφών (Freie Karren), που εντοπίστηκαν στο ορεινό τμήμα της περιοχής έρευνας είναι :

Οι μικρές γλυφές (δακτυλογλυφές, Rillenkarren). Δημιουργούνται στο επάνω, συνήθως κεκλιμένο τμήμα ασβεστολιθικών όγκων, που βρίσκονται άμεσα εκτεθειμένοι στη βροχή. Έχουν το σχήμα μικρών αυλακιών, που χωρίζονται μεταξύ τους από ράχες και δίνουν την εντύπωση νευρώσεων των φύλλων ή αποτυπωμάτων δακτύλων, που σύρθηκαν πάνω στον ασβεστόλιθο σαν αυτός να βρισκόταν σε πλαστική κατάσταση. Το μήκος των δακτυλογλυφών, σύμφωνα με τον Bögli (1978) αυξάνεται με την αύξηση της κλίσης του πετρώματος, με την αύξηση της συχνότητας των βροχοπτώσεων και με τη θερμοκρασία. Αναπτύσσονται πολύ γρήγορα και δημιουργούνται ακόμη και σήμερα, όπως αποδεικνύεται από την ύπαρξή τους στις μαρμάρινες στήλες της Κνωσού και σε άλλες ανθρώπινης δραστηριότητας ασβεστολιθικές κατασκευές. Στην περιοχή έρευνας απαντώνται σχεδόν σε όλες τις θέσεις, που δικαιολογείται η ύπαρξή τους και σε όλα τα υψόμετρα (εικ. 5.4). Το μέγιστο μήκος δακτυλογλυφών, που συναντήθηκε ήταν περίπου τα 60cm, το βάθος τους από ελάχιστα χιλιοστά μέχρι περίπου 3cm και το πλάτος τους από 1-3cm.



Εικόνα 5.4: Μικρές γλυφές (Δακτυλογλυφές)

Οι μεγάλες γλυφές (Rinnenkarren). Σχηματίζονται σε διαφόρων κλίσεων και υψομέτρων ασβεστολιθικές βραχώδεις επιφάνειες. Η ανάπτυξή τους ευνοείται στην περίπτωση, που το νερό δεν φτάνει απ' ευθείας στο πέτρωμα αλλά προέρχεται από εδαφικό στρώμα, το οποίο επειδή διατηρεί κάποια υγρασία ακόμη και στις ξηρές περιόδους, διαβρώνει συνεχώς το ευδιάλυτο πέτρωμα (Haserodt, 1965). Εντοπίστηκαν σε διάφορες θέσεις και σε διάφορα υψόμετρα κυρίως του Παρνασσού, της Γκιώνας του Ελικώνα, του Καλλιδρόμου και του Χλωμού αλλά και στα άλλα χαμηλότερα ασβεστολιθικά όρη (εικ. 5.5).



Εικόνα 5.5: Μεγάλες γλυφές στην περιοχή Δαύλειας

Τεκτονικές αυλακώσεις (Αμαξοτροχιές, Kluftkarren). Δημιουργούνται κατά μήκος των τεκτονικών διακλάσεων των ασβεστολιθικών πετρωμάτων. Είναι μορφές μεγα-

λύτερες από τις γλυφές και προέρχονται από τη βαθμιαία διεύρυνση των τεκτονικών ασυνεχειών του πετρώματος. Αναπτύσσονται σε ασβεστόλιθους μεγάλου πάχους. Συνήθως είναι πληρωμένες με λεπτομερές εδαφικό υλικό, στο οποίο αναπτύσσεται χλωρίδα, που διευκολύνει την περαιτέρω διάλυση του πετρώματος. Στη περιοχή έρευνας απαντώνται σε θέσεις, που υπάρχουν εμφανώς ασθενείς τεκτονικές ζώνες σε διάφορα υψόμετρα, με μικρές όμως κλίσεις πρανών. Η ηλικία των τεκτονικών αυλακώσεων, καθώς και των προηγούμενων μορφών γλυφών για την περιοχή της ανατολικής Μεσογείου υπολογίζεται ότι είναι μεταπαγετική (Güldali, 1970 και Σωτηριάδης, 1978).

Χοανοειδείς ή ιχνοειδείς γλυφές (Trittkarren, Trichtenkarren, Nischenkarren). Είναι δομές, που σχηματίζονται στο κάτω συνήθως τμήμα ενός βραχώδους όγκου και συναντώνται σε πολλές θέσεις κυρίως του βορειοδυτικού τμήματος της περιοχής έρευνας. Αναπτύσσονται σε επιφάνειες πετρωμάτων με διάφορες κλίσεις με προτίμηση όμως στις μικρές. Ευνοούνται, όταν υπάρχει δυνατότητα συγκέντρωσης νερού ή χιονιού, γι αυτό αναπτύσσονται καλύτερα στα χαμηλά τμήματα των πετρωμάτων, σε όσο το δυνατό επίπεδες επιφάνειες και σε θέσεις που συγκλίνουν οι δακτυλογλυφές. Πρόκειται για μικρά βυθίσματα στην επιφάνεια του πετρώματος που μοιάζουν αρκετά έως καθόλου με ίχνη βαδίσματος χήνας, ή με αβαθείς χοάνες (Bögli, 1951).

Από τις ημιελεύθερες μορφές, εντοπίστηκαν στην περιοχή έρευνας τα μικρά καρστικά φρεάτια ή χύτρες και οι σύνθετες γλυφές:

Μικρές επιφανειακές χύτρες. Συναντώνται συνήθως στα χαμηλά υψόμετρα των ασβεστολιθικών όγκων της Υποπελαγονικής ζώνης. Αναπτύσσονται σε θέσεις διασταύρωσης στρώσεων και διακλάσεων των ασβεστολιθικών πετρωμάτων. Σε αυτές τις επιφάνειες, η ανάπτυξη λειχήνων ευνοεί τη διατήρηση της υγρασίας και την ανανέωση του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) και επομένως την οριζόντια χημική διάλυση (Pfeffer, 1978).

Σύνθετες μορφές γλυφών. Είναι γλυφές πολύπλοκης δομής, που οφείλουν τη δημιουργία τους στην εξέλιξη άλλων απλούστερων μορφών. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν, σύμφωνα με τη διάκριση που πρότεινε ο Bögli (1960), οι θρυμματισμένες γλυφές, οι πυραμιδοειδείς γλυφές, οι τραπεζοειδείς γλυφές κ.α.. Ευνοούνται στις θέσεις, όπου το ασβεστολιθικό πέτρωμα χαρακτηρίζεται από πλήθος ρηγματώσεων, διακλάσεων και κατάκλάσεων. Τέτοιες μορφές, σε μικρό ή μεγάλο βαθμό, εντοπίζονται σε πολλές θέσεις.

Από τις καλυμμένες μορφές, εντοπίστηκαν αυτές με αποστρογγυλωμένα άκρα και οι καρστικές οπές.

Καλυμμένες γλυφές με αποστρογγυλωμένα άκρα. Σχηματίζονται κάτω από το εδαφικό κάλυμμα, στο οποίο διατηρείται ένα ποσοστό υγρασίας ακόμη και κατά τους θερινούς μήνες, έτσι ώστε η χημική διάλυση να είναι συνεχής και η επίδραση της στο πέτρωμα να δρα κατά κάποιο τρόπο περιφερειακά (εικ. 5.6). Μετά τη διάβρωση του εδαφικού μανδύα, οι γλυφές εμφανίζονται στην επιφάνεια (Zwittkovits, 1966). Επομένως το σημερινό τους ύψος, πάνω από την επιφάνεια του εδάφους, είναι ενδεικτικό του πάχους του αλλουβιακού

μανδύα πριν από τη διάβρωση. Οι ηλικία των μορφών αυτών σύμφωνα με τις απόψεις των Bögli (1960) και Hagedorn (1969) είναι πλειστοκαινική.



Σχήμα 5.6: Καλυμμένες μορφές γλυφών στην ανατολική πλευρά του όρους Φιλοβοιωτός.

Καρστικές οπές. Ο Bögli (1960) χαρακτήρισε, σαν καρστικές οπές τις καλυμμένες διαλυσιγενείς μορφές διαφόρων σχημάτων, οι οποίες παρατηρούνται συνήθως σε θέσεις που καλύπτονται σήμερα ή παλαιότερα από ερυθροχώματα. Ο Zwittkovits (1966) θεωρεί ότι οι καρστικές οπές, καθώς και οι υπεδάφιες τεκτονικές αυλακώσεις, είναι οι κύριες μορφές αποκάρτωσης του μεσογειακού χώρου που καλύπτονται από terra rossa. Οι καρστικές οπές στην περιοχή έρευνας (εικ.5.7) είναι μορφή πολύ συνηθισμένη. Έχουν κυκλικό έως ελλειπτικό σχήμα διαμέτρου περίπου 2-15cm και βάθους που φτάνει μέχρι και 1m. Ο άξονας του κυλίνδρου ή του ελλειψοειδούς εκ περιστροφής, που σχηματίζει η οπή, σπάνια είναι ευθύγραμμος.



Εικόνα 5.7: . Καρστικές οπές στον ασβεστόλιθο

5.2.4.2. Δολίνες.

Οι δολίνες είναι μονάδες της καρστικής επιφανειακής διάβρωσης μεγαλύτερες από τις γλυφές και τα καρστικά φρέατα. Είναι κλειστές, κοίλες μορφές, κυκλικού ή ελλειπτικού σχήματος, με σχήμα χοάνης ή λεκάνης είτε ακόμη και λέβητα (Fink, 1973). Η διάμετρος των δολινών φτάνει από είκοσι έως εκατοντάδες μέτρα και είναι πάντα μεγαλύτερη από το βάθος τους, που μπορεί να φτάσει από δυο έως εκατό μέτρα.

Όταν οι δολίνες δημιουργούνται από χημική διάλυση των μητρικών τους πετρωμάτων, τότε το σχήμα τους είναι λεκανοειδές και ονομάζονται διαλυσιγενείς. Οι διαλυσιγενείς δολίνες αναπτύσσονται σε Μεσοζωϊκούς ασβεστόλιθους και σε διάφορα υψόμετρα. Όταν δημιουργούνται από κατάρρευση της οροφής υπόγειων σπηλαίων, που σχηματίστηκαν από υπόγεια διάλυση, τότε το σχήμα τους είναι λεβητοειδές και ονομάζονται εγκατακρημνισιγενείς. Τέλος, όταν δημιουργούνται από καθίζηση καρστικοποιημένων πετρωμάτων, τα οποία βρίσκονται κάτω από εδάφη ή επιφανειακές αποθέσεις, ονομάζονται δολίνες καθίζησης και έχουν σχήμα χοανοειδές (Small, 1978 και Σωτηριάδης,1979).

Αρχική αιτία της δημιουργίας των δολινών είναι το σύστημα διακλάσεων, που αναπτύσσεται στους ασβεστόλιθους, μπορεί όμως να δημιουργηθεί, όταν ο ασβεστόλιθος είναι καλυμμένος με στρώμα χώματος (εδαφική κάλυψη, καλυμμένες γλυφές). Η εξέλιξη μιας δολίνης εξαρτάται από την πυκνότητα των διακλάσεων, από τη διαλυτότητα του ασβεστόλιθου, από το πάχος του, από την ύπαρξη υδροφόρου ορίζοντα και από τις κλιματικές συνθήκες.

Στην περιοχή έρευνας οι δολίνες είναι ένα σύνηθες φαινόμενο. Εμφανίζονται διάσπαρτες σχεδόν σε όλους τους ασβεστολιθικούς όγκους, κυρίως σε ασβεστόλιθους Ιουρασικής ηλικίας. Είναι χαρακτηριστική η επικράτηση των δολινών, η κύρια ανάπτυξη των οποίων είναι ΒΔ-ΝΑ (Μπέλλος 2000, Παπαδοπούλου-Βρυνιώτη & Μπέλλος, 2001). Στην περιοχή μεταξύ του ρέματος της Άνω Τιθορέας και των καλυμμάτων Τούφας και Επταλόφου εντοπίζονται δεκάδες δολίνες, μικρού συνήθως βάθους (4-10m), των οποίων ο πυθμένας είναι συνήθως καλυμμένος με terra rossa. Οι περισσότερες από αυτές δεν είναι πολύ καλά αναπτυγμένες και είναι διαλυσιγενείς. Στα χαμηλότερα υψόμετρα και κυρίως στους ορεινούς όγκους της ζώνης Ανατολικής Ελλάδας εντοπίζονται λίγες αλλά καλά αναπτυγμένες εγκατακρημνισιγενείς δολίνες. Μια χαρακτηριστική δολίνη που παρουσιάζει εξαιρετικό ενδιαφέρον βρίσκεται στο όρος Φιλοβοιωτός, δυτικά του Σ. Σ. Δαύλειας (εικ. 5.8). Βρίσκεται σε υψόμετρο 317m και έχει διαστάσεις 250mx175m. Είναι εγκατακρημνη-



Εικόνα 5.8: Δολίνη στο όρος Φιλοβοιωτός, στην περιοχή των πηγών Μαυρονερίου

σιγενής, με κατακόρυφα τοιχώματα, στη βάση των οποίων τα πρανή είναι κεκλιμένα, το βάθος της δε ανέρχεται περίπου σε 40m. Τα εσωτερικά πρανή καλύπτονται από υλικά διάλυσης των ασβεστόλιθων (terra rossa) αλλά και μηχανικής αποσάθρωσης αυτών. Στο εσωτερικό της δολίνης έχει αναπτυχθεί αρκετά πυκνή δεντροβλάστηση. Ο πυθμένας της δολίνης είναι επίπεδος και εντελώς κυκλικός με διάμετρο 75m, το κέντρο δε του πυθμένα καλύπτεται από υλικά διάλυσης των ασβεστόλιθων (terra rossa). Στο κέντρο του πυθμένα συγκρατείται λιγοστό νερό κατά την χειμερινή περίοδο, που δημιουργεί τέλμα. Στα κατακόρυφα τοιχώματα της δολίνης αναπτύσσονται καρστικές σπηλαιώδεις μορφές. Στον ασβεστόλιθο της περιοχής αναπτύσσεται ισχυρός υδροφόρος ορίζοντας. Από τη βάση του λόφου αυτού πηγάζει μια από τις σημαντικότερες πηγές του Βοιωτικού Κηφισού, το Μαυρονέρι.

5.2.4.3. Ουβάλες.

Οι ουβάλες είναι κοίλες καρστικές μορφές, οι οποίες προκύπτουν από συνένωση, λόγω προέκτασης της διάλυσης ή της κατακρήμνισης γειτονικών λεκανοειδών δολινών. Οι ουβάλες αποτελούν ευρέα βυθίσματα ή κλειστές λεκάνες, συνήθως χωρίς κανονικό περίγραμμα αν και γενικά το σχήμα τους είναι ελλειψοειδές, από την άποψη ότι το μήκος τους είναι πολύ μεγαλύτερο από το πλάτος τους. Στην περιοχή έρευνας οι ουβάλες που εντοπίζονται είναι ελάχιστες και βρίσκονται κυρίως στους ασβεστολιθικούς λόφους του κεντρικού τμήματος της περιοχής έρευνας όπως στο όρος Φιλοβοιωτός, Ηδύλλειο και Σφίγγειο.

5.2.4.4. Καρστικά φρέατα και καταβόθρες.

Τα καρστικά φρέατα είναι μικρές ή μεγάλες κοιλότητες διαφόρων σχημάτων μερικές φορές και στρόγγυλου, που ανήκουν στις μορφές της επιφανειακής καρστικής διάβρωσης. Μέσα σε αυτά συγκεντρώνονται τα προϊόντα της καρστικής διάλυσης. Προέρχονται από τη διαλυτική ενέργεια του νερού στην μάζα των ασβεστόλιθων. Συναντώνται στον πυθμένα κλειστών επιφανειών αλλά και σε διάφορες θέσεις της ασβεστολιθικής μάζας. Έχουν συνήθως κάθετα τοιχώματα και το βάθος τους ποικίλει. Πολλές φορές συνδέονται με το υπόγειο καρστ και συγχέονται με τις καταβόθρες, γι αυτό και από πολλούς ερευνητές εξετάζονται μαζί. Στην περιοχή έρευνας εντοπίζονται αρκετά καρστικά φρέατα στο δυτικό μέρος του Ελικώνα, στη θέση Κάρκαρος της ανατολικής Γκιώνας, στην περιοχή Τρύπη βόρεια της Λυκώρειας Παρνασσού, στη θέση Μεγάλη Βρύση και Μαυροκαλλή περίπου 4km νότια του Επταλόφου, στην περιοχή του Μεγάλου Ελάτου, στη θέση Καταβόθρα της περιοχής Αγία Βαρβάρα ΒΑ της Ελάτειας κ.α..

Καταβόθρες με την απόλυτη βιβλιογραφική έννοια δεν ανευρίσκονται στην περιοχή έρευνας. Αντίθετα πολλές τυπικές καταβόθρες υπάρχουν στα περιθώρια του Κωπαϊδικού πεδίου, όπου οι μορφολογικές συνθήκες ευνόησαν την δημιουργία τους, εμφανίζονται σε διάφορα υψόμετρα που δείχνουν την αλλαγή της στάθμης της λίμνης της Κωπαϊδας και συνέβαλλαν κατά τη διάρκεια των ετών στην αποστράγγιση της λίμνης (Παπαδοπούλου, 1990).

5.2.4.6. Σπήλαια.

Σε πολλές θέσεις της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού εντοπίστηκαν διάφορες σπηλαιώδεις μορφές. Βρίσκονται αποκλειστικά και μόνο σε ασβεστολιθικά πετρώματα και οφείλουν τη δημιουργία τους δευτερογενώς στη μηχανική και χημική δράση του νερού, που κινείται και διευρύνει τις ασυνέχειες (ρήγματα, διακλάσεις, χάσματα, ρωγμές, οπές έγκοιλα κ.λ.π.) των πετρωμάτων αυτών. Τα κυριότερα σπήλαια εντοπίστηκαν στο όρος Παρνασσός και δευτερευόντως στο όρος Ακόντιο, Ελικώνα και Καλλίδρομο.

Στον Παρνασσό τα περισσότερα σπήλαια βρίσκονται κατά ομάδες αλλά και σποραδικά σχεδόν σε όλη τη μάζα του ορεινού ασβεστολιθικού όγκου:

Στην περιοχή νότια του οικισμού Αγία Μαρίνα, στη βόρεια πλευρά του Παρνασσού, και μεταξύ των θέσεων Κούμπα και Κρεβάτα, εντοπίζεται σε υψόμετρο 1300m σπήλαιο στη βάση κατοπτρικού ρήγματος και στην επαφή του ασβεστολιθικού όγκου με τους κώνους ριπιδίων. Αρκετός αριθμός σπηλαίων που φαίνονται στην εικόνα 5.9 βρίσκεται σε υψόμετρο περί τα 800m, νότια του οικισμού της Άνω Τιθορέας, όπου βρίσκεται και η γνωστή «Δρακοσπηλιά» του Οδυσσέα Ανδρούτσου (Σταματόπουλος, 1979). Τα σπήλαια αυτά βρίσκονται στη βάση του κατακόρυφου ρήγματος Τιθορέας ή και πάνω στην επιφάνεια του ανάντη τμήματός του. Ακόμη ψηλότερα και προς τη νότια συνέχεια αυτού του ρέματος, στη θέση Σέσι της περιοχής Νύψη, βρίσκεται σε υψόμετρο περίπου 1600m ένα μεγάλης διαμέτρου και άγνωστου βάθους σπηλαιοβάραθρο το οποίο ονομάζεται Χιονοκάρκαρος. Το χαρακτηριστικό αυτού του σπηλαιοβαράθρου είναι η χρησιμότητά του, διότι τροφοδοτούσε με πάγο τους ποιμένες κατά τους θερινούς μήνες επί πολλές εκατονταετίες.



Σχήμα 5.9: Σπήλαια στην δυτική πλευρά του ρήγματος Άνω Τιθορέας. Το τελευταίο αριστερά είναι το σπήλαιο στο οποίο είχε καταφύγει ο Οδυσσέας Ανδρούτσος το έτος 1822, όταν εδιώκετο κατά τη διάρκεια της ελληνικής επανάστασης.

Στο Κακόρεμα, μεταξύ Λιλαίας και Μαριολάτας και σε υψόμετρο από 600m-1200m, υπάρχουν δεκάδες σπήλαια, το μεγαλύτερο και εντυπωσιακότερο από τα οποία είναι η Μπαρουτοσπηλιά. Στην προέκταση του ρέματος αυτού προς το Νότο και στην περιοχή του ρέματος Αργοστυλιά βρίσκεται μεγάλων διαστάσεων σπηλαιοβάραθρο σε υψόμετρο περί τα 1400m.

Σειρά μικρών σπηλαίων και βαράθρων βρίσκεται επίσης και στις θέσεις Κρυσταλλάκι, δυτικά του καλύμματος της Τούφας, Ρωμέϊκο Αλώνι, Καρκάνι Λυρίτσας στη Γκιώνα και αλλού. Επίσης λίγο νοτιότερα της υδροκριτικής γραμμής και νοτιοδυτικά του καλύμματος της Άμπλιανης βρίσκεται το γνωστό από τους προϊστορικούς χρόνους Κωρύκειο Άντρο.

Στο όρος Ελικώνας βρίσκονται διάσπαρτα λίγα, μικρής σημασίας σπήλαια. Στα όρια της λεκάνης, στη θέση βορειοδυτικά της Λούτσας Μοναστηρίου, βρίσκεται ένα αρκετά μεγάλο σπηλαιοβάραθρο, σε υψόμετρο περίπου 1200m.

Στο όρος Ακόντιο εντοπίζονται καρστικά έγκοιλα κυρίως στη θέση Κοκκινόβραχος, σε υψόμετρο περίπου 300m.

Στο Καλλίδρομμο όρος βρίσκονται λίγα γνωστά σπήλαια, λόγω και της μικρής έκτασης των ανθρακικών πετρωμάτων που καταλαμβάνουν την περιοχή. Εντοπίστηκε ένα μικρό σπήλαιο στην κοίτη του Τρανού ρέματος Ξυλικών και ένα σπηλαιοβάραθρο στον Ιουρασικό ασβεστόλιθο νότια των Ξυλικών στη θέση Τρύπα Μπαλντά.

Σειρά μικρών συνήθως σπηλαίων βρίσκονται επίσης στα πρανή του Ιουρασικού ασβεστόλιθου, στα στενά του εγκιβωτισμένου μαιάνδρου, βόρεια της Αμφίκλειας και μεταξύ του Καλλιδρόμου και του Παρνασσού.

5.3. Αποθέσεις υλικών μεταφοράς ρευμάτων.

5.3.1. Πεδία προσχώσεως μέσα στα όρη.

Πρόκειται για περιοχές, στις οποίες έχουν συγκεντρωθεί διάφορα υλικά αποσάθρωσης από τους γύρω ορεινούς όγκους, παρά την έντονη απογύμνωση την οποία υφίστανται (εικ. 5.10). Οι περιοχές αυτές μοιάζουν με μικρές πεδιάδες και συχνά έχουν σχήμα περίπου ελλειψοειδές. Μια κατηγορία αυτών των κοιλάδων είναι και οι κοιλάδες, οι οποίες σχηματίστηκαν από κλειστά ακτινωτά υδρογραφικά δίκτυα και δεν έχουν τη δυνατότητα απομάκρυνσης των υλικών τους, λόγω έλλειψης απόληξης του υδρογραφικού δικτύου. Τα υλικά πρόσχωσης είναι αλλουβιακά.

Τέτοια μικρά πεδία συναντώνται στη Λάκκα Λυρίτσα (1750m) νότια της κορυφής Λυρίτσα Γκιώνας, στην Αγία Τριάδα (500m) ανατολικά του οικισμού Προσηλίου Γκιώνας, δυτικά της κορυφής Αλέφαντος Γκιώνας (500m), στην περιοχή Διστόμου μεταξύ Ελικώνα και Παρνασσού (410m), στην περιοχή Καρακόλιθου Ελικώνα (300m) και βόρεια του οικισμού Μόδι στο Καλλίδρομο (400m). Σε ορισμένα από τα πεδία αυτά η οπισθοδρομούσα διάβρωση, που έχει προκληθεί από ρεύματα γειτονικών λεκανών, προκάλεσε πειρατεία στο υδρογραφικό δίκτυο και μέσω της αλλαγής του βασικού επιπέδου συνέβαλλε στην άρση της

απομόνωσης των κοιλάδων, με αποτέλεσμα την καταστροφή των κλειστών υδρογραφικών δικτύων και την αποκομιδή των υλικών προς χαμηλότερα σημεία.



Εικόνα 5..10: Πεδίο πρόσχωσης υλικών σε κλειστή κοιλάδα βόρεια του Επταλόφου Παρνασσού.

5.3.2. Πεδία προσχώσεως στις εξόδους των ρευμάτων (αλλουβιακά ριπίδια).

Τα αλλουβιακά ριπίδια είναι αποθέσεις κλαστικών ιζημάτων, που σχηματίζονται στις παρυφές των βουνών και εντοπίζονται στις εξόδους των ρευμάτων, από τα οποία μεταφέρονται προς ταπεινότερες τοπογραφικά περιοχές, που συνήθως είναι πεδιάδες. Είναι πάντοτε χερσαίες στρωματογραφικές μονάδες και το σχήμα τους έχει τη μορφή κυκλικού τομέα, του οποίου η κορυφή είναι στο ψηλότερο σημείο, ενώ το τόξο του αναπτύσσεται στις χαμηλές επιφάνειες. Η κλίση της επιφάνειας είναι συνήθως μικρότερη από 10^0 και βαίνει μειούμενη από την κορυφή προς την περιφέρεια. Ανάλογα με το εύρος τους τα ριπίδια διακρίνονται σε μεγάλου εύρους, όταν οι κλίσεις είναι πολύ μικρές ($<1^0$) και μετρίου εύρους, όταν οι κλίσεις κυμαίνονται μεταξύ 4^0 - 6^0. Όταν η κλίση του ριπιδίου είναι μεγαλύτερη από 15^0, χαρακτηρίζεται από τον όρο αλλουβιακός κώνος (Σωτηριάδης,1978 και Ψιλιβίκος,1981).

Το φαινόμενο της δημιουργίας τους οφείλεται στο γεγονός ότι με την ελάττωση της ταχύτητας του ρέοντος ύδατος προς την κατάντη επιφάνεια, δεν υπάρχει δυνατότητα παραπέρα μετακίνησης των φερτών υλικών, με αποτέλεσμα αυτά να φράσσουν την κοίτη του ρεύματος το οποίο αναγκάζεται να αλλάξει πορεία, στρεφόμενο δεξιά και αριστερά, ώστε να αποφεύγει τις διαρκώς δημιουργούμενες νέες εμφράξεις. Τελικά οι σχηματισμοί, που συσσωρεύονται δίνουν ριπιδιακούς σωρούς, τα αλλουβιακά ριπίδια. Στην περίπτωση των αλλουβιακών κώνων, το νερό αποστραγγίζεται από τα κλαστικά υλικά, με αποτέλεσμα την απόθεση του συνόλου των μεταφερόμενων υλικών. Όταν συμβαίνει πολλά αλλουβιακά ριπίδια να ενώνονται μεταξύ τους στη βάση επειδή είναι πολύ κοντά τα ρεύματα, που τα δημιουργούν, σχηματίζεται ένα σύνθετο αλλουβιακό ριπίδιο (bajada) (Σωτηριάδης, 1978 και Small, 1978).

Οι απόψεις για την ανάπτυξη των αλλουβιακών ριπιδίων δε συγκλίνουν σε μια θεωρία. Σύμφωνα με τον Davis (1922), τα αλουβιακά ριπίδια εντάσσονται στο γενικότερο πλαίσιο της μορφογένεσης, όπως δίνεται στον εξελικτικό κύκλο. Σχηματίζονται στις παρυφές των βουνών από τεκτονικά αίτια και περνώντας από τα στάδια της νεότητας της ωριμότητας και του γήρατος καταλήγουν σε ομαλή μορφολογία, αποτελώντας τμήματα του πανεπιπέδου. Οι Blissenbach (1954), Bull (1964), Bluck (1964), Lustig (1965) και Hooke (1967), υποστήριξαν την άποψη, πως τα αλλουβιακά ριπίδια αναπτύσσονται σε περιοχές με έντονο ανάγλυφο και προσφορά κλαστικού υλικού. Τέτοια περιβάλλοντα απόθεσης δημιουργούνται σε ξηρές ή ημίξηρες περιοχές, με φτωχή φυτοκάλυψη, έντονη διάβρωση και σποραδικές αλλά σφοδρές βροχοπτώσεις. Η άποψη αυτή δεν εξηγεί όμως τη δημιουργία αλλουβιακών ριπιδίων σε υγρά θερμά κλίματα, όπου το ανάγλυφο είναι κατάλληλο και η προσφορά κλαστικών ιζημάτων επαρκής ή τη μη δημιουργίας αλλουβιακών ριπιδίων σε όλες τις εξόδους των ρευμάτων σε ξηρές ή ημίξηρες περιοχές.

Ο Beaumont (1972) διατύπωσε την άποψη, ότι τα αλλουβιακά ριπίδια σχηματίστηκαν κατά τη διάρκεια του Τεταρτογενούς εξ αιτίας των εναλλαγών των παγετωδών με τις μεσοπαγετώδεις περιόδους. Με τη θεωρία αυτή ερμηνεύεται η μεγάλη παραγωγή κλαστικού υλικού, κατά την εποχή των παγετικών περιόδων με την έντονη δράση κρυογενετικών φαινομένων και οι έντονοι μηχανισμοί μεταφοράς και απόθεσης των υλικών αυτών σε περιβάλλον έλλειψης προστατευτικής βλάστησης. Τα διαβρωτικά φαινόμενα στα ριπίδια λειτούργησαν στις μεσοπαγετώδεις περιόδους, όπου ευνοούνταν λόγω έλλειψης κρυογενετικών φαινομένων, πυκνής βλάστησης και ομαλής ροής των ρευμάτων.

Τέλος, οι Eckis (1928), Strahler (1952), Dury (1958), Leopold & Langbein (1962), Chorley (1962), Denny (1965) και Hooke (1967), ερμήνευσαν το μηχανισμό δημιουργίας και εξέλιξης των αλλουβιακών ριπιδίων βάσει της αρχής των δυναμικών συστημάτων. Θεωρούν δηλαδή, ότι τα αλλουβιακά ριπίδια αποτελούν ανοικτά δυναμικά συστήματα, στα οποία ο ρυθμός παραγωγής και μεταφοράς υλικού στις λεκάνες απορροής, βρίσκεται σε δυναμική ισορροπία με το ρυθμό απόθεσης των υλικών στις πεδιάδες, ανεξάρτητα από τον παράγοντα χρόνο. Με αυτό τον τρόπο η μορφή, που έχει το ριπίδιο σε κάποια δεδομένη φάση, εξαρτάται από τη διατάραξη της δυναμικής ισορροπίας, δηλαδή από το ποιος από τους παραπάνω παράγοντες επικρατεί σε βάρος του άλλου. Ο αντίλογος στην άποψη αυτή είναι το απίθανο της συσσώρευσης υλικού σε κάποια φάση και η διάβρωσή του σε κάποια άλλη χρονική στιγμή, ενώ θα ήταν περισσότερο δικαιολογημένη μια



Εικόνα 5.11: Αλλουβιακός κώνος στο ΒΔ άκρο του όρους Ελικώνας.

ταυτόχρονη συνύπαρξη παραγωγής-μεταφοράς υλικού και απόθεσης αυτών.

Στην περιοχή της υδρογεωλογικής λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού, εμφανίζονται αλλουβιακοί κώνοι, ριπίδια και σύνθετα αλλουβιακά ριπίδια.

Αλλουβιακοί κώνοι. Συναντώνται σε δεκάδες θέσεις στους ασβεστολιθικούς ορεινούς όγκους του Παρνασσού, του Ελικώνα (εικ. 5.11) και της Γκιώνας, ενώ είναι σπάνιοι στους ασβεστόλιθους του Καλλιδρόμου και του Χλωμού. Εντυπωσιακοί είναι οι κώνοι που σχηματίζονται κάθετα στα μεγάλα ρήγματα, που τέμνουν το υδρογραφικό δίκτυο. Οι διαστάσεις τους είναι από αρκετά μικρές μέχρι πολύ μεγάλες. Το μήκος τους μπορεί να φτάσει τα 300m, ενώ το πλάτος τους εξαρτάται από την κλίση του ριπιδιακού κώνου. Συχνά οι κώνοι συνδέονται στη βάση, όταν το υδρογραφικό δίκτυο είναι πυκνό ή όταν ο πυθμένας των κοιλάδων δεν είναι αρκετά μεγάλου βάθους. Η κλίση τους είναι συχνά πολύ μεγάλη φτάνοντας μέχρι τις 60^0.

Αλλουβιακά ριπίδια. Η τεκτονική διαμόρφωση της περιοχής έρευνας και οι κλιματικές συνθήκες του παρελθόντος συνέβαλλαν ώστε στις λεκάνες Μπράλου-Γραβιάς-Αμφίκλειας και Ελάτειας-Τιθορέας να αναπτυχθούν πολλά αλλουβιακά ριπίδια, τα οποία ιδιαίτερα στη δεύτερη λεκάνη καλύπτουν τα πρανή ολόκληρης της περιφέρειας. Στη λεκάνη Δαύλειας-Χαιρώνειας δεν παρατηρείται ανάπτυξη αλλουβιακών ριπιδίων.

Τα αλλουβιακά ριπίδια του νοτιοδυτικού τμήματος της περιοχής, που προέρχονται κατά κύριο λόγο από τον Παρνασσό, αποτελούνται κατά το μέγιστο ποσοστό τους από ασβεστολιθικά υλικά, μιας και τέτοια μπορούν να προσφέρουν οι περιοχές αποσάθρωσης. Στα ριπίδια του βορειοανατολικού τμήματος εμφανίζονται υλικά, που προέρχονται από περιοχές, που επικρατούν διάφορες λιθολογίες, όπως τα νεογενή ιζήματα, οι ασβεστόλιθοι και οι ψαμμίτες αλλά και τα εκριξηγενή πετρώματα της ζώνης της Ανατολικής Ελλάδας.

Το σπουδαιότερο ριπίδιο με τη μεγαλύτερη ανάπτυξη αλλά και υποδειγματική γεωμετρία είναι το ριπίδιο της Τιθορέας (Pope, 2000, εικ. 5.12), το οποίο άρχισε να σχηματίζεται μάλλον κατά τη διάρκεια του πρώιμου έως μέσου Βουρμίου. Έχει το ανώτατο σημείο του στα νότια, στην περιοχή του ρήγματος της Άνω Τιθορέας σε



Εικόνα 5.12: Άποψη της βόρειας πλευράς του Παρνασσού, όπου διακρίνεται το αλλουβιακό ριπίδιο της Τιθορέας.

υψόμετρο περίπου 600m. Καλύπτει συνολικά έκταση περί τα 30 km^2 και εκτείνεται περίπου 5 km βόρεια από τους πρόποδες του Παρνασσού φτάνοντας μέχρι το Βοιωτικό Κηφισό. Έχει σχήμα σχεδόν πλήρους τεταρτημορίου με γωνία κυκλικού τομέα που πλησιάζει τις 90^0. Η κλίση της επιφάνειας στο ανώτερο τμήμα του ριπιδίου είναι $7,4^0$ ενώ στο κατώτερο $2,6^0$. Στο ριπίδιο αυτό, το ποτάμιο ρεύμα που μεταφέρει τα υλικά αποκομιδής βρίσκεται σήμερα στη βορειοδυτική πλευρά του ριπιδίου και εκβαθύνει διαρκώς την κοίτη του, εγκιβωτισμένο από τα δικής του προέλευσης κλαστικά ιζήματα δεβριτικής ροής.

5.4. Συμπεράσματα.

Η παρατήρηση των κλίσεων των πρανών, των ράχεων και των κορυφών καθώς και η μελέτη των κοιλαδικών μορφών οδηγούν στα συμπεράσματα, ότι:

- Στο νοτιοδυτικό τμήμα της περιοχής έρευνας (Γκιώνα, Παρνασσός, Ελικώνας) κυριαρχεί η διάβρωση κατά την κατακόρυφη έννοια, όπως δείχνει η μορφή των κλίσεων των πρανών, των ράχεων και των κορυφών. Η επικράτηση των κοιλάδων τύπου V με οξύληκτο πυθμένα και με κυρτή διατομή, των χαραδρών και των ρηγματογενών κοιλάδων, δείχνουν την έντονη ανύψωση της περιοχής και την κυριαρχία της κατακόρυφης διάβρωσης. Οι κοιλάδες με οξύληκτο πυθμένα και με κοίλη διατομή δηλώνουν μείωση της ανυψωτικής κίνησης της περιοχής.
- Στο βορειοανατολικό τμήμα της περιοχής (οροσειρά Καλλιδρόμου–Χλωμού) σοβαρό ρόλο διαδραματίζει η διάβρωση κατά την οριζόντια διεύθυνση και αυτό διαπιστώνεται από το σχήμα των κορυφών και των κοιλάδων με πεπλατυσμένο πυθμένα (τύπου U) και από τις επιφάνειες ισοπέδωσης, οι οποίες βρίσκονται σε πετρώματα της ζώνης Ανατολικής Ελλάδας στο κεντρικό και ανατολικό τμήμα της περιοχής έρευνας.
- Πολλές χαράδρες και φαράγγια αντιπροσωπεύουν μορφές της οπισθοδρομούσας διάβρωσης.
- Η εξελικτική πορεία της επιγενετικής κοιλάδας της περιοχής βόρεια της Αμφίκλειας έχει ως εξής: Κατά το Πλειόκαινο πραγματοποιήθηκε η απόθεση των λιμναίων ιζημάτων σε πολλές ή σε μια εκτεταμένη λίμνη, που κάλυπτε την περιοχή έρευνας. Μετά από το Πλειόκαινο, ρήγματα ΒΔ–ΝΑ κατεύθυνσης δημιούργησαν το βύθισμα του Βοιωτικού Κηφισού με αποτέλεσμα και το σχηματισμό της υδρογεωλογικής λεκάνης με τον Βοιωτικό Κηφισό ποταμό, ως κύριο αποδέκτη των επιφανειακών νερών. Ο Βοιωτικός Κηφισός κινούμενος πάνω σε πλειο-πλειστοκαινικές αποθέσεις προκάλεσε τη διάβρωσή τους και τη μεταφορά των υλικών προς το Κωπαϊδικό βύθισμα, το οποίο είχε ήδη αρχίσει να σχηματίζεται. Η περιοχή, κατά την περίοδο αυτή, βρισκόταν σε κατάσταση τεκτονικής ηρεμίας και ο ποταμός απέκτησε μαιανδρική πορεία. Οι εφελκυστικές τάσεις κατά τη διάρκεια του Τεταρτογενούς προκάλεσαν ρήγματα ΝΔ-ΒΑ διεύθυνσης, τα οποία προκάλεσαν τον τεμαχισμό του βυθίσματος του Βοιωτικού Κηφισού. Αποτέλεσμα του τεμαχισμού αυτού ήταν η βύθιση της λεκάνης της Ελάτειας-

Τιθορέας και η ταπείνωση του βασικού επιπέδου του Κηφισού ποταμού. Η ταπείνωση αυτή προκάλεσε τον εγκιβωτισμό του μαιάνδρου κατά τη διάρκεια του ανώτερου Πλειστόκαινου, ο οποίος αφού διέβρωσε τις χαλαρές αποθέσεις άρχισε να διαβρώνει τον ασβεστόλιθο του Ιουρασικού, δίνοντας έτσι στην κοιλάδα επιγενετικό χαρακτήρα. Η ύπαρξη μαιάνδρων στη λεκάνη Ελάτειας-Αμφίκλειας δείχνει ότι η περιοχή βρίσκεται σήμερα ξανά σε περίοδο τεκτονικής ηρεμίας.

Η διαπίστωση ύπαρξης παλαιών επιφανειών διάβρωσης (Κουρπαΐϊκα, Ακόντιο, Ηδύλειο, Φιλοβοιωτός κ.λ.π.) σε υψόμετρο περίπου 300m, που δημιουργήθηκαν μετά από το Πλειόκαινο, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι:

- Ο Βοιωτικός Κηφισός, που την εποχή αυτή έρεε επιφανειακά στο ενιαίο Βοιωτικό–Φωκικό βύθισμα, διέβρωσε τις νεογενείς αποθέσεις, που προέκυψαν μετά από τον τεμαχισμό του Βοιωτικού βυθίσματος και σχημάτισε τις επιφάνειες αυτές, όπως και τις U-ειδείς κοιλάδες της Δαύλειας μετά από το Νεογενές. Η σύλληψη του Κηφισού από τη λίμνη της Κωπαϊδας πραγματοποιήθηκε συγχρόνως με την απαρχή της δημιουργίας της κατά το Πλειστόκαινο.

Η συγκέντρωση και η μελέτη των στοιχείων, που αφορούν τις καρστικές μορφές, οδήγησε στην εξαγωγή των παρακάτω συμπερασμάτων:

- Οι νεότερες καρστικές μορφές, που χαρακτηρίζουν την περιοχή έρευνας, είναι οι μικρές γλυφές, οι οποίες δημιουργούνται μέχρι σήμερα. Οι παλαιότερες είναι οι καλυμμένες μορφές γλυφών και η ηλικία τους τοποθετείται στο Πλειστόκαινο. Οι τεκτονικές αυλακώσεις και οι μεγάλες γλυφές θεωρούνται μεταπαγετικές καρστικές μορφές.
- Οι κύριες μορφές αποκάρστωσης στις ασβεστολιθικές επιφάνειες που είναι καλυμμένες με terra-rossa είναι οι καρστικές οπές και οι υπεδάφιες τεκτονικές αυλακώσεις.
- Οι μεγάλες καρστικές μορφές, που εντοπίστηκαν, είναι οι δολίνες, οι ουβάλες, και τα σπήλαια. Βρίσκονται σε διάφορα υψόμετρα και η ανάπτυξή τους ποικίλει, ανάλογα με το είδος και τον τύπο τους.

Τα υλικά αποσάθρωσης μεταφέρονται από τα ρεύματα και αποτίθενται σε πεδία προσχώσεων μέσα στα όρη ή στις εξόδους των ρευμάτων με τη μορφή αλλουβιακών ριπιδίων. Η ύπαρξη σωρείας αλουβιακών κώνων και ριπιδίων με σχετικά μεγάλη κλίση στο νοτιοδυτικό τμήμα της περιοχής έρευνας (Γκιώνα, Παρνασσός, Ελικώνας), δείχνει το νεαρό του αναγλύφου στο τμήμα αυτό, την επικράτηση της κατακόρυφης διάβρωσης και το μεγαλύτερο βαθμό ανύψωσης αυτών των ορεινών όγκων σε σχέση με την οροσειρά Καλλιδρόμου-Σφιγγείου-Χλωμού, όπου επικρατεί περισσότερο η οριζόντια διάβρωση σε ένα παλαιότερο ανάγλυφο. Το ριπίδιο της Τιθορέας άρχισε να σχηματίζεται κατά τη διάρκεια της πρώιμης έως μέσης Βούρμιας παγετώδους περιόδου, κατά το ανώτερο Πλειστόκαινο.

6. Ιζηματογενείς αποθέσεις ποτάμιου ρεύματος

Ο Βοιωτικός Κηφισός ποταμός είναι το κύριο μέσο μεταφοράς των υλικών διάβρωσης της ομώνυμης υδρογεωλογικής λεκάνης προς την πρώην λίμνη και σημερινή ενδοηπειρωτική πεδιάδα της Κωπαΐδας (ενδοροϊκός ποταμός). Όσα υλικά, από αυτά που παράγονται από τον κύκλο απογύμνωσης των ορεινών όγκων που συνιστούν τη λεκάνη, δεν φτάνουν στην πρώην λίμνη, αποτίθενται εξ αιτίας της δράσης της ποτάμιας διεργασίας σαν χερσαία ιζήματα στο ολοκαινικό πεδίο, που καλύπτει την περιοχή μεταξύ των δυο οροσειρών της λεκάνης. Με τον τρόπο αυτό ο Βοιωτικός Κηφισός λειτουργεί όχι μόνο ως μέσο διάβρωσης και μεταφοράς αλλά και απόθεσης ιζημάτων.

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται οι μορφές απόθεσης ιζημάτων, που εμφανίζονται κατά μήκος του άξονα του Βοιωτικού Κηφισού ποταμού και συγκεκριμένα οι γεωμορφές, που δημιουργούνται εξ αιτίας των αποθέσεων των υλικών εντός της κοίτης, στα περιθώριά της και στα πεδία πλημμύρας καθώς και οι ιζηματογενείς δομές, που δημιουργούνται από διάφορες αιτίες κατά τη διαδικασία της απόθεσης εντός της κοίτης του ρεύματος.

6.1. Απόθεση υλικών κατά μήκος της κοίτης του κύριου ρεύματος του Κηφισού.

Η μετακίνηση των υλικών σε ένα ποτάμιο ρεύμα πραγματοποιείται λόγω της δύναμης, που ασκεί πάνω τους το νερό, όταν αυτό είναι σε θέση να ασκεί δυνάμεις, που υπερνικούν τις βαρυτικές δυνάμεις και τις δυνάμεις συνοχής μεταξύ των κόκκων. Ανάλογα με το βάρος και το μέγεθος των κόκκων η μετακίνηση των υλικών πραγματοποιείται με αιώρηση (ιλύς, άργιλος), αναπήδηση (άμμος) και κύλιση-σύρσιμο (χαλίκια). Όταν το νερό δεν είναι σε θέση να μετακινήσει άλλο τα υλικά, τότε αυτά αποτίθενται σχηματίζοντας διάφορες γεωμορφές. Το μέγεθος και η μορφή των γεωμορφών αυτών εξαρτώνται πάντοτε από την υδραυλική του ρεύματος, από την κλίση της κοίτης και από το αν τη ροή του ποταμού είναι μόνιμη ή παροδική. Χωρίζονται, ανάλογα με το περιβάλλον απόθεσής τους σε ιζηματογενείς αποθέσεις της αύλακας ροής, σε αποθέσεις περιθωρίων κοίτης, σε αποθέσεις πλημμύρας και σε δελταϊκές αποθέσεις. Τις περισσότερες φορές οι γεωμορφές αυτές καταστρέφονται, όταν αλλάζουν οι υδραυλικές συνθήκες ροής στο ίδιο ή σε επόμενα υδρολογικά έτη, άλλοτε πάλι διατηρούνται, όταν συμβεί αλλαγή της θέσης της κοίτης και οι δομές αυτές παραμένουν για μεγάλο χρονικό διάστημα ή για πάντα στο περιθώριο της κοίτης, στη όχθη ή στην πεδιάδα πλημμύρας.

6.2. Αποθέσεις στην αύλακα ροής του Κηφισού ποταμού.

6.2.1. Υπολειμματικές αποθέσεις κοίτης.

Κατά τη μεταφορά των υλικών μέσα στην υγρή κοίτη τα χονδροκλαστικά υλικά (λιθάρια, κροκάλες) αποτίθενται νωρίτερα από την άμμο, σχηματίζοντας ασυνεχείς φακοειδείς λωρίδες (channel lag deposits) στα

βαθύτερα τμήματα του πυθμένα. Συχνά οι φακοί αυτοί αποκτούν κάλυμμα από λεπτότερο υλικό και διατηρούνται. Όταν δεν είναι διαθέσιμο αδρόκοκκο υλικό, τότε συχνά σχηματίζονται υπολειμματικές αποθέσεις από λεπτόκοκκο υλικό στα χαμηλότερα τμήματα του πυθμένα ή και σε ακραίους φραγμούς. Οι αποθέσεις αυτές σε παλιές καταγραφές δείχνουν τη βάση της κοίτης (Κοντόπουλος, 2000).

6.2.2. Ενδιάμεσοι φραγμοί.

Οι ενδιάμεσοι φραγμοί (midbars) δημιουργούνται μέσα στην ενεργή κοίτη, ακόμη και σε εφήμερα ρεύματα (Hasan, 2005) και αποτελούν αποθέσεις αύλακας ροής. Σχηματίζονται αρχικά από αδρόκοκκα υλικά, που κινούνται με πολύ μικρή ταχύτητα ή που δε μετακινούνται, όταν πάνω σε αυτά αποτίθενται διαρκώς νέα υλικά. Μετά από την αρχική απόθεση το νερό της κοίτης αναγκάζεται να κινείται δεξιά και αριστερά της νησίδας, οπότε διευρύνεται η κοίτη, η στάθμη του νερού κατεβαίνει και ο φραγμός αναδύεται. Όταν η βάση του φραγμού είναι σταθερή, πολύ συχνά αποτίθεται πάνω από τα αδρόκοκκα υλικά, λεπτό υλικό κατά τη διάρκεια υψηλών ροών, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη φυτικής κάλυψης, η οποία σταθεροποιεί περαιτέρω το φραγμό και τον προφυλάσσει από διαβρώσεις. Ο τρόπος αυτός δημιουργίας ενός ενδιάμεσου φραγμού επιβεβαιώθηκε πειραματικά από τους Leopold & Wolman (1957).



Εικόνα 6.1: Ενδιάμεσος παροδικός φραγμός στην κοίτη του Κηφισού ποταμού, στο ύψος του Σ .Σ. Δαύλειας.



Εικόνα 6.2: Μικροί διαγώνιοι φραγμοί που προέκυψαν από καταστροφή ενός ακραίου φραγμού, στην περιοχή Κάτω Καλυβιών Τιθορέας.

Στην κοίτη του Βοιωτικού Κηφισού υπάρχουν αρκετοί ενδιάμεσοι φραγμοί διαφόρων διαστάσεων και τύπων σχεδόν σε ολόκληρο το μήκος του από τον άνω ρου μέχρι την πεδιάδα της Χαιρώνειας. Εμφανίζονται επιμήκεις φραγμοί (εικ.6.1), ημισεληνοειδούς σχήματος, εγκάρσιοι και διαγώνιοι (εικ. 6.2), σύμφωνα με την ονοματολογία των Church & Jones (1982). Πολλοί από τους φραγμούς αυτούς δεν είναι σταθεροί και καταστρέφονται εύκολα, ενώ δημιουργούνται διαρκώς νέοι. Υπάρχουν όμως και φραγμοί, στους οποίους έχει αναπτυχθεί φυτική κάλυψη, σε βαθμό που αυτή να μην επιτρέπει την καταστροφή των φραγμών. Αυτό συμβαίνει στο αναστομωμένο τμήμα του ποτάμιου ρεύματος, στη θέση Μύλος Παπαλουκά της περιοχής Άνω Καλυβιών Αμφίκλειας.

6.3. Αποθέσεις περιθωρίων κοίτης του κύριου ρεύματος του Κηφισού ποταμού.

6.3.1. Ακραίοι φραγμοί.

Οι ακραίοι φραγμοί (point bars) είναι αποθέσεις στα περιθώρια της κοίτης και θεωρούνται οι πιο σημαντικοί γεωμορφολογικοί χαρακτήρες των μαιανδρικών ρευμάτων, ενώ συγχρόνως η απόθεση πάνω σε αυτούς είναι η σημαντικότερη διαδικασία απόθεσης σε ένα ποτάμιο κανάλι (Κοντόπουλος, 2000 και Hasan, 2005).

Το σχήμα και το μέγεθος των ακραίων φραγμών ποικίλει ανάλογα με το μέγεθος του ποταμού. Σχηματίζονται στην κυρτή πλευρά των μαιάνδρων και κλίνουν ελαφρά προς την απέναντι πλευρά.

Η δημιουργία ενός ακραίου φραγμού οφείλεται αρχικά στη δημιουργία μιας ρευματικής νησίδας κοντά στην κυρτή πλευρά του μαιάνδρου και στη συνέχεια στη μετατόπιση του ρεύματος προς την απέναντι πλευρά με σύγχρονη απόθεση στρώσεων υλικών πάνω στην αρχική κεκλιμένη νησίδα (Shantzer, 1951). Η κοκκομετρική σύσταση ενός ακραίου φραγμού αλλάζει κατά την οριζόντια διεύθυνση και κατακόρυφα και περιλαμβάνει από πολύ αδρά υλικά μέχρι λεπτόκοκκη άμμο, ενώ στην επιφάνειά τους εμφανίζονται συχνά μικρού πάχους φακοί ιλύος.

Το πάχος των ακραίων φραγμών είναι όσο και το βάθος του πυθμένα της κοίτης του ποταμού. Σε περιόδους υψηλής ροής πραγματοποιείται απόθεση νέων υλικών στην επιφάνειά τους και πολύ συχνά αναπτύσσεται βλάστηση.

Σε όλους σχεδόν τους μαιάνδρους του Βοιωτικού Κηφισού σχηματίζονται ακραίοι φραγμοί, πολλοί από τους οποίους παραμένουν σταθεροί για πολλά χρόνια, άλλοι αλλάζουν το σχήμα και τις διαστάσεις τους διαρκώς, ενώ σε αρκετές περιπτώσεις ακραίοι φραγμοί βρίσκονται πλέον εκτός της κοίτης και αποτελούν τμήματα των πεδιάδων, πολλά από τα οποία καλλιεργούνται. Στις περιπτώσεις αυτές η κοίτη του ποταμού έχει μεταφερθεί στις απέναντι πλευρές διαβρώνοντας τις ολοκαινικές αποθέσεις. Στην εικόνα 6.3, φαίνεται ένας ακραίος φραγμός, φωτογραφημένος από ψηλά, με τις αλλαγές που έχει υποστεί και τη μερική καταστροφή του ανάντη τμήματός του σε διάρκεια δυο ετών. Σε αρκετές περιπτώσεις, μετά από την καταστροφή του ανάντη συνήθως τμήματος ενός ακραίου φραγμού, παραμένουν μικροί υπολειμματικοί ενδιάμεσοι φραγμοί, που διατάσσονται διαγώνια στην κοίτη του ρεύματος (εικ. 6.2).

6.3. 2. Πλευρικοί φραγμοί σε ευθεία τμήματα του ρεύματος.

Σε αρκετές θέσεις του ποτάμιου ρεύματος εμφανίζονται πλευρικοί ακραίοι φραγμοί σε τμήματα του ποταμού, που δεν εμφανίζονται μαιανδρώσεις αλλά είναι ευθύγραμμα. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται και στο χαλικώδες τμήμα του ποταμού, αν και είναι περισσότερο συνηθισμένο στα τμήματα τα χαμηλότερα από την περιοχή του Σ. Σ. Δαύλειας. Ο σχηματισμός τους οφείλεται στην αναγκαστική πορεία του νερού προς την απέναντι πλευρά εξ αιτίας κάποιας προηγούμενης κατάστασης στο ανάντη τμήμα του ρεύματος. Ένας νερόλακκος, συρματοκιβώτια προστασίας πρανών, ένα εμπόδιο ανθρωπογενούς ή ποτάμιας προέλευσης και



Εικόνα 6.3: Ακραίος φραγμός του Κηφισού στην περιοχή Βρίλια Κάτω Καλυβιών Τιθορέας, φωτογραφημένος από μηχανοκίνητο αλεξίπτωτο κατά το έτος 2002 (αριστερά) και 2004 (δεξιά).

διαφορά σκληρότητας των πετρωμάτων του πυθμένα είναι μερικές από τις αιτίες σχηματισμού στροβιλώδους κίνησης του νερού και δημιουργίας πλευρικών φραγμών σε ευθεία τμήματα του ποταμού. Υπάρχουν όμως και πλευρικοί φραγμοί σε ευθύγραμμα τμήματα του ποταμού, που δεν έχουν σχηματιστεί από απόθεση υλικών μεταφοράς αλλά οφείλουν τη δημιουργία τους κατ' αρχήν σε κατάρρευση τμήματος της παρακείμενης όχθης και που αντιστοιχούν στους φραγμούς ίχνους (Church & Jones, 1982).

6.4. Αποθέσεις πεδιάδας πλημμύρας του Βοιωτικού Κηφισού.

6.4.1. Ποτάμιες (αλλουβιακές) αναβαθμίδες.

Παρουσιάζονται στις πλευρές των λεκανών του ποταμού και χαρακτηρίζονται από σχεδόν επίπεδες επιφάνειες, ενδεικτικές της θέσης στην οποία βρισκόταν ο πυθμένας των κοιλάδων και συνεπώς τα επίπεδα διάβρωσης σε παλαιότερες εποχές. Δημιουργούνται επομένως από τη διάβρωση των πυθμένων των κοιλάδων, οπότε σχηματίζονται βαθύτερα επίπεδα. Μπορούν να δημιουργηθούν και από την απόθεση υλικών μεταφοράς εξ αιτίας της δράσης του ρέοντος ύδατος στις πλευρές των κοιλάδων. Ο σχηματισμός τους οφείλεται συνήθως στη συνδυασμένη δράση ανοδικών κινήσεων και ποτάμιας εκβάθυνσης (Σωτηριάδης, 1978).

Στην περιοχή έρευνας εμφανίζονται ποτάμιες αναβαθμίδες, που οφείλουν το σχηματισμό τους στη διάβρωση, στις αποθέσεις των υλικών μεταφοράς και στην τεκτονική της ευρύτερης περιοχής.

Στα συνεκτικά πλειστοκαινικά κροκαλοπαγή της περιοχής Μπράλου (Παπασταματίου κ.α., 1960) εμφανίζονται αναβαθμίδες ύψους 5-8m. Στις πλειστοκαινικές χειμαρρώδεις αποθέσεις ερυθροπηλών, ψαμμιτών και κροκαλοπαγών της ίδιας περιοχής οι αναβαθμίδες φτάνουν στα 15-20m. Στα συνεκτικά κροκαλοπαγή του Πλειστοκαίνου της περιοχής βόρεια της Αμφίκλειας έχει σχηματιστεί αναβαθμίδα 20m (Παπασταματίου κ.α., 1962). Αναβαθμίδες στα σύγχρονα ιζήματα σχηματίζονται στην περιοχή Σ. Σ. Λιλαίας και δυτικά της γέφυρας Μοδίου, στην περιοχή του Σ. Σ. Παλαιοθηβών. Η μεταβολή της κοίτης των μαιάνδρων στην περιοχή των Κάτω Καλυβιών Τιθορέας έχει προκαλέσει το σχηματισμό μεμονωμένων αναβαθμίδων, σαν αποτέλεσμα της διάβρωσης του εξωτερικού τμήματος της όχθης και της παραμονής των ακραίων φραγμών της εσωτερικής πλευράς του μαιάνδρου. Τυπικές, τέλος, αναβαθμίδες σχηματίζονται στην κοιλάδα του εγκιβωτισμένου μαιάνδρου της περιοχής Άνω Καλυβιών Αμφίκλειας και Κάτω Καλυβιών Τιθορέας, που έχουν προκύψει από συνδυασμένη δράση ανοδικών κινήσεων των πρανών της όχθης και διαρκούς εκβάθυνσης της κοίτης.

Ο σχηματισμός των αναβαθμίδων της λεκάνης Μπράλου-Γραβιάς-Αμφίκλειας οφείλεται στις ανυψωτικές κινήσεις, που έλαβαν χώρα στο σύστημα των παράκτιων ρηγμάτων του Βόρειου Ευβοϊκού Κόλπου (κεφ.2). Σύμφωνα με τους Leeder & Jackson (1993), ο σχηματισμός των αναβαθμίδων αυτών οφείλεται στο γεγονός ότι ο ρυθμός ανύψωσης της βάσης των παράκτιων ρηγμάτων είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό βύθισης της οροφής του ρήγματος στους πρόποδες του Παρνασσού.

6.4.2. Ολοκαινικά πεδία.

Οι αποθέσεις των ολοκαινικών πεδίων του Βοιωτικού Κηφισού εξετάζονται λεπτομερώς στο κεφάλαιο 9.

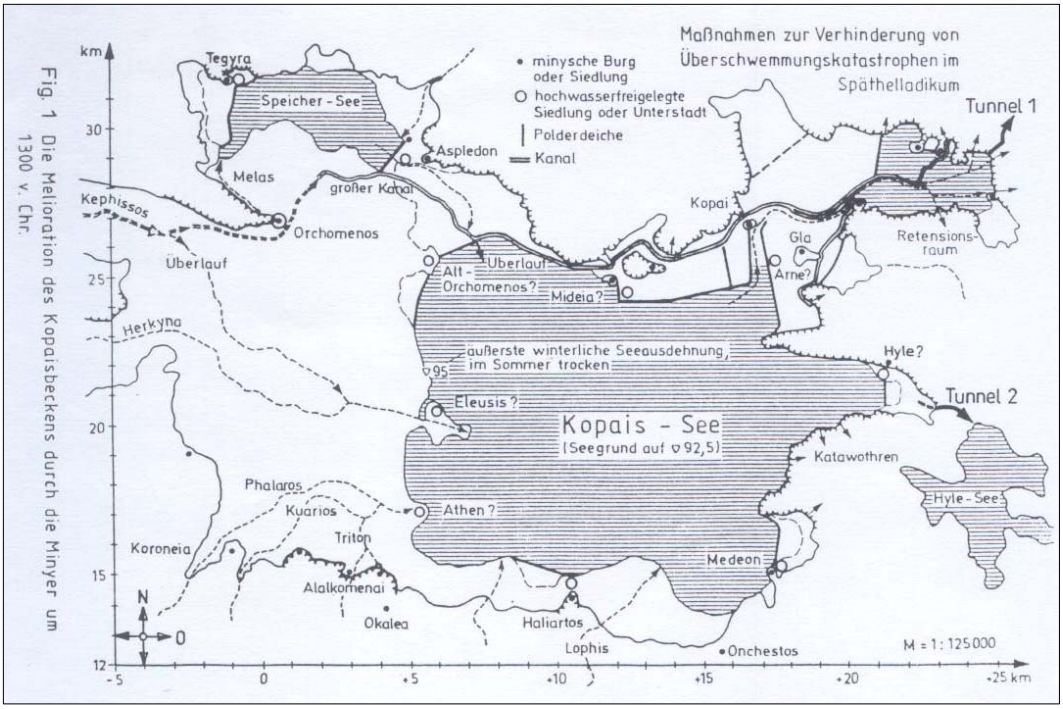
6.5. Δελταϊκοί σχηματισμοί.

Ο Κηφισός ποταμός από την εποχή της δημιουργίας της λίμνης της Κωπαΐδας, κατά τη διάρκεια του Κατώτερου Πλειστόκαινου, συνελήφθη από αυτήν και από τότε τουλάχιστον είναι ενδοροϊκός ποταμός. Μέχρι την εποχή της αποξήρανσή της λίμνης ο Κηφισός εξέβαλε στο δυτικό άκρο της λίμνης, δημιουργώντας ένα μεγάλο δελταϊκό κώνο (Παπαδοπούλου, 1990).

Από τις στρωματογραφικές στήλες υδρογεωτρήσεων, που έχουν πραγματοποιηθεί στην περιοχή αυτή, από το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. (Παντζαρτζής,1993), προκύπτει ότι στη περιοχή αυτή εναλλάσσονται συχνά λιμναίες και ποτάμιες αποθέσεις, αργιλοϊλύες, αμμοϊλύες και κροκάλες, που δείχνουν πιθανώς ότι στην περιοχή εξόδου του Κηφισού προς την Κωπαΐδα, είχε δημιουργηθεί δελταϊκό περιβάλλον.

Το ίδιο συμπέρασμα προκύπτει και από ιστορικά στοιχεία (Ησίοδος, Παυσανίας, Στράβων, βλ. κεφ. 9), εφ' όσον ο Βοιωτικός Κηφισός φαίνεται να έχει πραγματοποιήσει διαδρομή τόσο παράλληλη με τις νότιες παρυφές του Κωπαϊδικού πεδίου, όσο και προς τα βορειοανατολικά μέσω της περιοχής Ορχομενού, μέχρι

πριν από την αποξήρανση της λίμνης. Σημαντικές πληροφορίες, για την ύπαρξη δελταϊκού σχηματισμού, δίνουν οι χάρτες που σχεδίασαν οι Knauss et al. (1984), Heinrich (1988) και Knauss (1995) στην προσπάθεια αναπαράστασης των αποξηραντικών τεχνικών έργων, που πραγματοποιήθηκαν την εποχή της κυριαρχίας των Μινύων στην περιοχή (σχ. 6.1).



Σχήμα 6.1: Η βελτίωση της λεκάνης της Κωπαΐδας την εποχή των Μινύων (Knauss, 1995). Στο δυτικό άκρο της λεκάνης φαίνεται η ροή του Κηφισού ποταμού προς τα βορειοανατολικά (Ορχομενός) και προς τα νοτιοανατολικά (Ελευσίνα).

6.6. Ιζηματογενείς δομές.

6.6.1. Προσανατολισμός των κλαστικών συστατικών της κοίτης.

Συχνά ο προσανατολισμός των κόκκων, που αποτίθενται στην επιφάνεια της κοίτης του ποτάμιου ρεύματος, δεν είναι τυχαίος. Η πιο συνήθης μορφή προσανατολισμού είναι η κεραμιδωτή διάταξη (imbrication).

Η κεραμιδωτή διάταξη (εικ. 6.4) είναι ένας σχηματισμός στην επιφάνεια της κοίτης, που αναφέρεται στη συνοχή κόκκων με παραπλήσιο μέγεθος και προσδιορίζεται ευκολότερα στους μεγάλους κόκκους. Είναι μια απόθεση, κατά την οποία το ανάντη κομμάτι επικαλύπτει εν μέρει το αμέσως



Εικόνα 6.4: Κεραμιδωτή διάταξη κροκαλών σε ακραίο φραγμό της κοίτης.

κατάντη ευρισκόμενο. Περισσότερο κατάλληλοι για το σχηματισμό μιας τέτοιας διάταξης είναι οι πεπλατυσμένοι κόκκοι.

Ο τρόπος απόθεσης των κροκαλών στην κεραμιδωτή διάταξη προσδιορίζεται από τη θέση των τριών αξόνων, σε σχέση με τη ροή (Johanson, 1965 και Todd,1996). Οι κόκκοι κινούμενοι με την επίδραση των δυνάμεων, που προκύπτουν από τη ροή, περιστρέφονται γύρω από τον μεγάλο τους άξονα (άξονας a) ευρισκόμενοι πάντα σε επαφή με τον πυθμένα και επικάθονται πάνω στο μπροστινό τους κομμάτι. Αν η ροή είναι σχετικά χαμηλή, τότε ο κόκκος αποτίθεται με τον μεγάλο άξονα κάθετα στη ροή και τον μεσαίο άξονα (άξονας b) να κλίνει ανάντη. Αντίθετα σε υψηλότερη ροή, ο άξονας a κλίνει κατάντη, ενώ ο άξονας b είναι κάθετος στη ροή του ρεύματος.

Ο Johanson (1965) υποστήριξε, ότι η κεραμιδωτή διάταξη είναι ο πιο αξιόπιστος οδηγός για τον προσδιορισμό της διεύθυνσης ροής των σημερινών ποταμών. Κατά τον Johanson (1965) η κλίση των κροκαλών στη διάταξη αυτή κυμαίνεται ανάλογα, με το πόσο πεπλατυσμένη είναι η κροκάλα και ανάλογα με τις υδροδυναμικές συνθήκες, μεταξύ 10^0 - 30^0 αντίθετα προς τη διεύθυνση ροής.

Συχνά μεταξύ των κόκκων, που συνιστούν ένα σχηματισμό κεραμιδωτής διάταξης, παρεμβάλλεται λεπτομερές υλικό.

Στην κοίτη του Βοιωτικού Κηφισού παρατηρήθηκε κεραμιδωτή διάταξη των κροκαλών (εικ. 6.4) στο τμήμα του ποταμού από τη θέση του Σ .Σ. Λιλαίας μέχρι τη γέφυρα Κουκούλι Βασιλικών. Η διάταξη αυτή εμφανίζεται μέσα στην κοίτη και επάνω σε ακραίους και ενδιάμεσους φραγμούς. Η κεραμιδωτή διάταξη παρατηρήθηκε, είτε στην περιφέρεια των βοτρυοειδών δομών, είτε σαν τμήμα ενός γραμμικού σχηματισμού, είτε ακόμη και μεμονωμένα να καλύπτει μεγάλη περιοχή ενός τμήματος της κοίτης.

6.6.2. Βοτρυοειδείς δομές (Clusters).

Οι βοτρυοειδείς δομές είναι συνιζηματογενείς δομές χαρακτηριστικές για την περιγραφή της μικροτοπογραφίας των χαλικωδών ποταμών (Brayshaw 1984, Laronne & Carson 1976, Naden and Brayshaw 1987, De Jong, 1992 και Reid et al., 1992), που για το σχηματισμό τους είναι απαραίτητη η ύπαρξη ενός εργαλείου, το οποίο μετά από μια διαδρομή στην κοίτη του ποταμού, θα σταθεροποιηθεί σε κάποιο σημείο του πυθμένα.

Ως τέτοιου είδους εργαλείο μπορεί να λειτουργήσει ένα λιθάρι, ένας τρόχμαλος, ένα τεμάχιο κορμού



Εικόνα 6.5: Βοτρυοειδής δομή, που βρίσκεται στο στάδιο σχηματισμού της, μέσα στην υγρή κοίτη του ποταμού.

δέντρου ή ένας μικρός, αλλά ανθεκτικός στη ροή, θάμνος.

Το εργαλείο αυτό, μετά τη σταθεροποίησή του στον πυθμένα, λειτουργεί ως εμπόδιο στη ροή του νερού και είναι υπεύθυνο για τη συσσώρευση διαφόρων υλικών γύρω του, ώστε τελικά να προκύψει μια δομή που ονομάζεται βοτρυοειδής. Στην ανάντη πλευρά του εμποδίου συσσωρεύονται συνήθως κροκάλες μικρότερου μεγέθους από το εμπόδιο, τοποθετημένες με κεραμιδωτή διάταξη, ενώ μικρότεροι κόκκοι καλύπτουν τα μεταξύ τους κενά. Άλλοι κόκκοι επίσης μικρότερου μεγέθους τοποθετούνται τοξοειδώς δεξιά και αριστερά και κατάντη του εμποδίου, ενώ στον ενδιάμεσο κατάντη χώρο αποτίθεται υλικό κατά πολύ λεπτότερο, συνήθως άμμος. Αυτές οι βοτρυοειδείς δομές θεωρούνται πλήρεις (Brayshaw 1984, Naden and Brayshaw 1987 και Reid et al., 1992).

Εάν το εργαλείο, που δημιουργεί τη βοτρυοειδή δομή είναι αιχμηρό προς τα κατάντη μετά από την σταθεροποίησή του στην κοίτη, τότε πραγματοποιείται η συσσώρευση κροκαλών στα ανάντη, ενώ δεν συσσωρεύεται υλικό στο κάτω μέρος και η βοτρυοειδής δομή είναι ελλιπής (De Jong, 1992).

Άλλες μορφές τέτοιων δομών είναι οι βοτρυοειδείς δομές δυο τεμαχίων, οι πολλαπλές βοτρυοειδείς δομές, οι μεγα-βοτρυοειδείς δομές κ.α., των οποίων μια ταξινόμηση πρότειναν οι De Jong & Ergenzinger (1995).

Το μήκος της κατάντη απόθεσης αυξάνεται, όσο αυξάνεται το πλάτος του εργαλείου.

Η αιτία δημιουργίας των σχηματικών αυτών μορφών είναι η αλλαγή της ταχύτητας του νερού, εξ αιτίας της αναγκαστικής αλλαγής της πορείας του, με αποτέλεσμα το σχηματισμό ζωνών διαφορετικής ταχύτητας στο κάτω τμήμα του εμποδίου. Έτσι, στο κεντρικό τμήμα αποτίθεται λεπτό υλικό, εφ' όσον κοντά στον πυθμένα η ταχύτητα του νερού είναι μικρή, ενώ στην περιφέρεια υπάρχει η δυνατότητα απόθεσης μεγαλύτερων κόκκων. Ακριβώς στην κατάντη βάση του εμποδίου το λεπτό υλικό είναι πάντοτε λιγότερο αν δε λείπει εντελώς. Αυτό οφείλεται στη στροβιλώδη κίνηση του νερού αμέσως μετά την υπερπήδηση του εμποδίου.

Ο προσανατολισμός των βοτρυοειδών δομών, που εντοπίζονται επάνω σε φραγμούς, σε απονεκρωμένους ποτάμιους κλάδους και σε παλαιοεπιφάνειες, δίνει τη διεύθυνση ροής του ρεύματος κατά τη διάρκεια λειτουργίας του ποτάμιου ρεύματος (Diepenbroek & Jong, 1994).

Στην περιοχή έρευνας εμφανίζονται βοτρυοειδείς δομές στο μεγαλύτερο τμήμα του ποτάμιου ρεύματος, από το Σ. Σ. Λιλαίας μέχρι τη γέφυρα Βασιλικών, όπου ο πυθμένας είναι χαλικώδης (εικ 6.5). Πολλές από αυτές καταστρέφονται όταν δυναμώνει η ροή του ποταμού, άλλες παραμένουν και διατηρούνται και την περίοδο της ξηρασίας. Πολλές και μεγάλες βοτρυοειδείς δομές εμφανίζονται πάνω στους ενδιάμεσους και στους ακραίους φραγμούς, επειδή συνήθως εκεί τα εργαλεία, που είναι υπεύθυνα για τη δημιουργία τους, είναι τεμάχια κορμών δέντρων και θάμνοι. Συνηθισμένη περίπτωση είναι επίσης οι βοτρυοειδείς δομές, που σχηματίζονται από δυο κόκκους, που λειτουργούν ως εμπόδια και συναντώνται κυρίως σε φραγμούς (two particle clusters).

6.6.3. Πεταλοειδείς δομές.

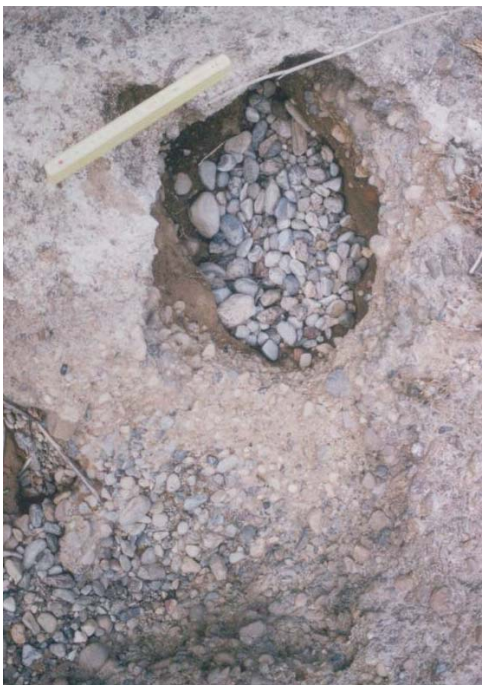
Οι πεταλοειδείς δομές (horseshoe vortex scour) σχηματίζονται, όταν τα υλικά των μικρών εκσκαφών, που δημιουργούνται στο ανάντη τμήμα ενός σταθερού αντικειμένου, αποτίθενται στο κατάντη τμήμα αυτού. Συνήθως το σταθερό αντικείμενο είναι μια κροκάλα που έχει σταθεροποιηθεί σε αμμώδη πυθμένα.

Ο τρόπος σχηματισμού των πεταλοειδών δομών, όπως εξηγήθηκε από τους Bunte & Poesen (1994), έχει ως εξής:

Με την αύξηση της ροής πάνω από κάποιο όριο αναπτύσσονται στην ανάντη πλευρά του αντικειμένου στροβιλοειδείς κινήσεις του νερού, οι οποίες δημιουργούν στη θέση αυτή μια μικρή ημισεληνοειδή τάφρο λόγω της απομάκρυνσης λεπτού υλικού από τη θέση αυτή. Το υλικό αυτό μεταφέρεται και αποτίθεται στο εσωτερικό ίχνος του στροβίλου στην κατάντη πλευρά του σταθεροποιημένου αντικειμένου.

6.6.4. Συγκέντρωση κροκαλών σε θύλακες.

Σε ορισμένες περιπτώσεις μέσα σε θύλακες, που σχηματίζονται μεταξύ αμετακίνητων ογκολίθων ή άλλων εμποδίων, αποτίθενται κροκάλες (gravel sheltered in pockets), οι οποίες προστατεύονται από τη ροή και εμφανίζουν πολύ μικρή κινητικότητα (Barta et al., 1993 και 1994). Κατά μήκος της κοίτης της ποτάμιας αύλακας της περιοχής έρευνας εντοπίστηκαν τέτοιοι θύλακες συγκέντρωσης κροκαλών κυρίως στην περιοχή του εγκιβωτισμένου μαιάνδρου της περιοχής Αμφίκλειας, όπου η εμφάνιση ογκολίθων είναι συχνή. Σε σημεία όπου τα στρώματα της κοίτης είναι συμπαγή (θωρακισμένα), συμβαίνει από διάφορες αιτίες, σε κάποια σημεία, να καταστρέφεται η επιφανειακή τους θωράκιση και η τριβή να προκαλεί τη διάβρωση και τη δημιουργία θυλάκων. Στους θύλακες αυτούς αποτίθενται στη συνέχεια αδρά υλικά δημιουργώντας συγκεντρώσεις, όπως φαίνεται στην εικόνα 6.6. Παρόμοιοι θύλακες εμφανίζονται επίσης αρκετά συχνά και στις θέσεις εντός της κοίτης, όπου εξ αιτίας υψηλής ροής παρατηρείται το φαινόμενο να ξεριζώνονται δέντρα.



Εικόνα 6.6: Συγκέντρωση κροκαλών σε θύλακα του πυθμένα της συμπαγούς κοίτης, που έχει διαβρωθεί μέχρι το αργιλικό της υπόβαθρο. Στο κάτω μέρος της εικόνας διακρίνεται η καταστροφή του θωρακισμένου στρώματος.

6.6.5. Νερόλακκοι.

Οι νερόλακκοι (pools) δημιουργούνται στις περισσότερες περιπτώσεις από διάβρωση, που προκαλεί το ρέον ύδωρ στον πυθμένα της κοίτης. Έχουν τη μορφή ελλειψοειδούς, κυκλικής ή επιμήκους τάφρου, βυθίσματος,

νεροφαγώματος εξ αιτίας κάθετης διάβρωσης ή πλευρικής εκσκαφής. Μικρότερου μεγέθους νερόλακκοι σχηματίζονται σε ορισμένες περιπτώσεις σε θέσεις, όπου συμβαίνει οπισθοδρόμηση (back-water) των υδάτων (Church, 1992).

Στην κοίτη του Βοιωτικού Κηφισού εντοπίστηκαν σχεδόν όλοι οι τύποι των νερόλακκων, σε όλη τη διαδρομή του άνω και μέσω ρου του ποταμού (εικ. 6.7), ενώ στο διευθετημένο τμήμα της κοίτης, στην περιοχή κατάντη του Σ. Σ. Δαύλειας, εντοπίζονται σε ελάχιστες θέσεις.



Εικόνα 6.7: Νερόλακκος με μορφή ελλειψοειδούς τάφρου στην κοίτη του ποταμού, στην περιοχή Κάτω Τιθορέας.

6.6.6. Ρυτιδώσεις σε αμμώδεις αποθέσεις.

Οι ρυτιδώσεις (sand ripples) σχηματίζονται συνιζηματογενώς σε λεπτόκκοκες αμμώδεις αποθέσεις μέσα στην κοίτη του ποτάμιου ρεύματος, σαν αποτέλεσμα ασθενών ρευμάτων σύρσεως. Η μετανάστευση των ρυτιδώσεων αυτών προκαλεί διασταυρωμένη ελασμάτωση (Hamblin, 1961).

Η γεωμετρία των ρυτιδώσεων, σε τομή παράλληλη με τη διεύθυνση του ρεύματος, αντιστοιχεί με αυτή των κυμάτων. Μια ρυτίδωση περιλαμβάνει την ανάντη προς το ρεύμα πλευρά, η οποία έχει ασθενή κλίση και εκτίθεται στη διάβρωση και την κατάντη, μεγαλύτερης κλίσης, πλευρά. Χαρακτηρίζεται από κορυφές και κοιλάδες, η απόσταση και η υψομετρική διαφορά των οποίων παράγουν τους γεωμετρικούς δείκτες της ρυτίδωσης.

Διακρίνονται σε συμμετρικές και ασύμμετρες ρυτιδώσεις (Allen, 1969), ανάλογα με το αν δημιουργούνται από ταλάντωση του ρευστού με απουσία καθαρής οριζόντιας κίνησης του ιζήματος, που μεταφέρεται από το ρεύμα ή από ρεύματα έλξης αντίστοιχα.

Σε κάτοψη οι ρυτιδώσεις εμφανίζουν ποικιλία σχημάτων, που χαρακτηρίζονται από τη μορφή των κορυφογραμμών τους. Εμφανίζονται ρυτιδώσεις με ευθύγραμμες κορυφογραμμές, όταν το μήκος των κορυφογραμμών είναι πολλαπλάσιο του μήκους κύματος, ελικοειδείς ρυτιδώσεις, στις οποίες οι κορυφογραμμές είναι συνεχείς αλλά ελαφρά κυματοειδείς, τοξοειδείς ρυτιδώσεις, με τις κορυφογραμμές να διατάσσονται τοξοειδώς, με την κύρτωση να κατευθύνεται ανάντη ή κατάντη και οι σύνθετες ρυτιδώσεις, που δημιουργούνται από ρεύματα διαφόρων κατευθύνσεων (Allen 1969, Mckee 1938 &1939, Potter & Pettijohn 1963).

Στην κοίτη του Βοιωτικού Κηφισού εντοπίστηκαν σε πολλές θέσεις και σε όλο το μήκος του ποταμού ρυτιδώσεις, σε αποθέσεις λεπτής άμμου ή και χοντρού πηλού μέσα στην υγρή κοίτη και στα περιθώρια των μεσαίων και ακραίων φραγμών (εικ. 6.8). Η διεύθυνση των κορυφογραμμών των ρυτιδώσεων έχει διάφορες διευθύνσεις κάθετα κάθε φορά με την κατεύθυνση ροής του νερού.



Εικόνα 6.8: Ρυτιδώσεις στην υγρή κοίτη του Κηφισού ποταμού στην περιοχή Προσηλίου.

6.6.7. Επιφάνειες ξηρασίας με πολυγωνικές διαρρήξεις.

Οι επιφάνειες ξηρασίας με πολυγωνικές διαρρήξεις (mud cracks) σχηματίζονται είτε στον ιλυούχο πυθμένα των νερόλακκων, που σχηματίζονται μέσα στην κοίτη όταν αυτοί στερεύουν τους ξηρούς μήνες, είτε στα λεπτομερή υλικά, που καλύπτουν την άμμο στα περιθώρια της κοίτης του ποταμού.

Προϋπόθεση για τον σχηματισμό επιφανειών ξηρασίας είναι η απόθεση λεπτού υλικού στη επιφάνεια των γεωμορφών, που προαναφέρθηκαν και εν συνεχεία η αποχώρηση του νερού. Τότε η αφυδάτωση, που υφίστανται με την άνοδο της θερμοκρασίας ο πηλός και η άργιλος, προκαλεί συρρίκνωση της μάζας τους, με αποτέλεσμα τη χάραξη (διάρρηξη) της επιφάνειας σε όλο το βάθος του λεπτομερούς υλικού.

Επιφάνειες ξηρασίας εντοπίστηκαν τους ξηρούς μήνες στη πλειοψηφία των νερόλακκων της κοίτης του ποταμού, που ήταν καλυμμένες με ιλυούχα υλικά και σχεδόν σε όλο το μήκος του, εκτός από τις θέσεις που δεν εκτίθενται άμεσα στην ηλιακή ακτινοβολία ή όπου η βλάστηση αναπτύσσεται γρήγορα. Επίσης εντοπίστηκαν σε διάφορες θέσεις στα περιθώρια της κοίτης στην περιοχή της λεκάνης Ελάτειας-Τιθορέας και κυρίως στους μαιανδρικούς σχηματισμούς της Αγίας Παρασκευής και της περιοχής Βασιλικών (εικ. 6.9).



Εικόνα 6.9: Επιφάνεια ξηρασίας με πολυγωνικές διαρρήξεις που δημιουργήθηκε στο περιθώριο της κοίτης του ποταμού στην περιοχή Αμμούδες Λευκοχωρίου.

6.7. Συμπεράσματα.

Κατά μήκος της κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού εντοπίστηκε πληθώρα διαφορετικών ιζηματογενών αποθέσεων σε τμήματα ή σε ολόκληρο το μήκος του ρεύματος και συγκεκριμένα:

Από τις αποθέσεις αύλακας ροής εντοπίστηκαν υπολειμματικές αποθέσεις κοίτης σχεδόν σε ολόκληρο το μήκος του ρεύματος και ενδιάμεσοι φραγμοί σχεδόν όλων των τύπων (επιμήκεις, ημισεληνοειδείς, διαγώνιοι και εγκάρσιοι), με ή συνήθως χωρίς φυτοκάλυψη. Οι ελεύθεροι φυτοκάλυψης ενδιάμεσοι φραγμοί, μεταβάλλουν διαρκώς το σχήμα τους μέχρι την μερική ή ολοκληρωτική καταστροφή τους, ενώ δημιουργούνται διαρκώς νέοι.

Από τις αποθέσεις περιθωρίων κοίτης εντοπίστηκαν ακραίοι φραγμοί στο τμήμα του ποταμού, από τη Λιλαία μέχρι την περιοχή του Σιδηροδρομικού Σταθμού Δαύλειας. Στο κατάντη της περιοχής αυτής τμήμα του ποταμού, που έχει διευθετηθεί, παρατηρήθηκε η ύπαρξη ενός μόνο πλευρικού φραγμού στην περιοχή Καράμουσα Χαιρώνειας.

Από τις αποθέσεις πεδιάδας πλημμύρας εντοπίστηκαν αναβαθμίδες στο τμήμα του άνω ρου του ποταμού και μεμονωμένα σε τοπικό επίπεδο σε ορισμένες θέσεις του μέσου ρου.

Ιζηματογενείς δομές που παρατηρήθηκαν είναι:

- Κεραμιδωτή διάταξη κροκαλών και βοτρυοειδείς δομές στο χαλικώδες τμήμα του άνω ρου του ποταμού και του μέσου ρου, μέχρι τη γέφυρα Βασιλικών.
- Πεταλοειδείς μορφές σε διάφορες θέσεις, όπου κυριαρχούν αμμούχες αποθέσεις.
- Συγκέντρωση κροκαλών σε θύλακες μεταξύ ογκολίθων στο εγκιβωτισμένο τμήμα του ποταμού, που βρίσκεται στην περιοχή της Αμφίκλειας και στις θέσεις, που το επιφανειακό στρώμα της χαλικώδους κοίτης είναι θωρακισμένο και έχει προκληθεί μερική καταστροφή του, κυρίως σε θέσεις του μέσου ρου, όπως στις περιοχές Κορομπίλι Αμφίκλειας, Αγίας Παρασκευής, Βασιλικών κ.α..
- Νερόλακκοι σε όλη σχεδόν τη διαδρομή του άνω και μέσου ρου του ποταμού και σε ελάχιστες θέσεις του κάτω ρου.
- Ρυτιδώσεις σε όλες τις θέσεις, όπου υπάρχουν αποθέσεις λεπτόκοκκης άμμου ή λεπτού πηλού.
- Επιφάνειες ξηρασίας με πολυγωνικές διαρρήξεις, που συναντήθηκαν κυρίως στο μαιανδρικό τμήμα του ποταμού της περιοχής Αγίας Παρασκευής και σε πολλές θέσεις του κάτω ρου.

7. Κοκκομετρικό μέγεθος και μορφομετρικά χαρακτηριστικά των υλικών μεταφοράς της κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού.

7.1. Γενικά.

Στο κεφάλαιο αυτό εξετάζονται λεπτομερώς οι ιδιότητες του ιστού των επιφανειακών και υποεπιφανειακών κλαστικών ιζημάτων των υλικών της κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού ποταμού, βάσει δειγματοληψίας που πραγματοποιήθηκε σε 15 επιλεγμένους σταθμούς κατά μήκος της ποτάμιας αύλακας.

Ειδικότερα, εξετάζονται η λιθολογία, το κοκκομετρικό μέγεθος και οι στατιστικές του παράμετροι, η στρογγύλωση, η σφαιρικότητα και το σχήμα των κόκκων των υλικών της ενεργής κοίτης και των φραγμών του ρεύματος. Εξετάζονται επίσης οι μεταβολές των χαρακτηριστικών αυτών μεταξύ των διαφόρων συλλογών ενός εκάστου σταθμού δειγματοληψίας καθώς και μεταξύ των σταθμών.

Τέλος καταβάλλεται προσπάθεια ερμηνείας των μεταβολών αυτών κατά μήκος της κοίτης και προσπάθεια μαθηματικής θεώρησης των δεδομένων, που προκύπτουν από την έρευνα αυτών των χαρακτηριστικών.

7.2. Χαρακτηριστικά του ιστού των ιζηματογενών αποθέσεων.

7.2.1. Κοκκομετρικό μέγεθος.

7.2.1.1. Επιλογή κλίμακας και όρων κοκκομετρικού μεγέθους.

Για τη μέτρηση του μεγέθους των κλαστικών συστατικών ενός κλαστικού ιζήματος έχουν κατά καιρούς προταθεί διάφορες κλίμακες, που σκοπό έχουν την όσο το δυνατόν ορθότερη απεικόνιση του φάσματος μεγέθους των κόκκων, που αρχίζει από τη λεπτομερή άργιλο και φτάνει μέχρι τους ογκόλιθους.

Στην παρούσα εργασία, για όλα τα μεγέθη των θραυσμάτων των συστατικών ενός κλαστικού ιζήματος, χρησιμοποιήθηκε η κλίμακα των Udden (1898), Wentworth (1922), Lane et al. (1947) και του Krumbein (1934), όπως αυτή επαναπροσδιορίστηκε από τον McManus (1963). Η κλίμακα αυτή είναι παγκόσμια αποδεκτή για την Ιζηματολογία, εφόσον καλύπτει επαρκή αριθμό κλάσεων για κοκκομετρική ανάλυση και για στατιστική συμπερασματολογία (Κοντόπουλος, 2000). Είναι κλίμακα γεωμετρική, μη κυκλική, μη δεκαδική, με λόγο γεωμετρικής προόδου 2 και ενδιάμεσο όρο της ακολουθίας τα 2mm, που αποτελεί και το μέγιστο όριο της άμμου.

Η κλίμακα φι (phi) που πρότεινε ο Krumbein (1934), προς άρση των μειονεκτημάτων της κλίμακας των Udden-Wentworth-Lane, όπως είναι η εμφάνιση άρρητων αριθμών σε ενδιάμεσες κλάσεις κατά την στατιστική επεξεργασία των στοιχείων, ορίζει ότι το κάθε κοκκομετρικό μέγεθος είναι ο αρνητικός δυαδικός λογάριθμος του μετρούμενου άξονα του κόκκου:

$$\Phi = -\log_2 D,$$ όπου D είναι η μετρούμενη διάμετρος

Ο McManus (1963) επαναπροσδιόρισε την κλίμακα Krumbein (1934) με ένα τρόπο, που να προκύπτουν αδιάστατοι αριθμοί διαιρώντας τη διάμετρο με την μοναδιαία γραμμική ποσότητα:

$$\Phi = -\log_2 D/D_0 \text{ , όπου } D_0 = 1mm$$

Εκτός από τις προαναφερθείσες κλίμακες και για τον περιγραφικό καθορισμό κοινών όρων μεγέθους, χρησιμοποιήθηκαν οι προτάσεις της Επιτροπής Ιζηματογένεσης του Εθνικού Ερευνητικού Συμβουλίου των Η.Π.Α. (Wentworth and Williams, 1932, Wentworth 1935, Allen 1936, Twenhofel 1937) σύμφωνα με τις οποίες:

- Σαν ογκόλιθος ή τρόχμαλος (boulder), καθορίζεται μια «αποκολλημένη πέτρινη μάζα» κάπως αποστρογγυλωμένη ή κατ' άλλο τρόπο παραμορφωμένη εξ αιτίας της τριβής κατά τη μεταφορά της, με ελάχιστο μέγεθος 256mm.
- Ο όρος λιθάρι (cobble), καθορίζεται όπως και ο όρος ογκόλιθος με τη διαφορά ότι χαρακτηρίζει μεγέθη μεταξύ 64mm και 256mm.
- Ο όρος κροκάλα (pebble), αφορά θραύσμα πετρώματος μεγαλύτερο από τους κόκκους της χονδρόκκοκκης άμμου (coarse sand) ή και μιας ψηφίδας (granule) και μικρότερο από ένα λιθάρι και το μέγεθός του καλύπτει ένα εύρος μεταξύ 4mm και 64mm.
- Ο όρος χαλίκι ή ψηφίτης (gravel), αφορά γενικά μια ασύνδετη συγκέντρωση υλικών, που μπορεί να περιλαμβάνει κόκκους κροκαλών, λιθαριών και ογκόλίθων.
- Ο όρος ψηφίδα (granule), προτείνεται για υλικό μεγέθους 2mm έως 4mm.
- Το υλικό από 1/16mm έως 2mm χαρακτηρίζεται σαν άμμος (sand).
- Το εύρος μεταξύ 1/16mm και 1/256mm καλύπτει ο πηλός (silt), ενώ το ακόμη λεπτότερο από 1/256mm υλικό χαρακτηρίζεται σαν άργιλος (clay). Ο πηλός και η άργιλος μαζί αναλόγως των ποσοστών συμμετοχής τους χαρακτηρίζονται, σύμφωνα με το ταξινομικό σχήμα του Folk (1954), ως ιλύς (mud).

7.2.1.2. Προσδιορισμός του κοκκομετρικού μεγέθους.

Το κοκκομετρικό μέγεθος των συστατικών ενός κλαστικού ιζήματος είναι ένα σπουδαίο στοιχείο του ιστού του. Το μέγεθος των θραυσμάτων του κλαστικού πετρώματος αποτελεί εν μέρει τη βάση της ονοματολογίας του ως κροκαλοπαγές, ψαμμίτη, σχιστή άργιλο κ.λ.π. και την απόσταση της πηγής προέλευσης, αυτό δε σε συνδυασμό με την ταξινόμηση αποτελεί και μέτρηση της ικανότητας μεταφοράς του μεταφορικού μέσου, αποκαλύπτοντας συγχρόνως τα μέσα και τους τρόπους μεταφοράς (Κοντόπουλος, 2000).

Στην ανάλυση του κοκκομετρικού μεγέθους, εμπλέκονται οι τρεις άξονες (διάμετροι) ενός κόκκου οι οποίοι προσδιορίζουν το τρισδιάστατο σχήμα του κόκκου: Ο μέγιστος (longest, a), ο ενδιάμεσος (intermediate, b) και ο ελάχιστος (shortest, c).

Για τον προσδιορισμό των τριών αξόνων των χαλικιών χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του εφαπτομενικού ορθογωνίου κατά Griffiths (1967), σύμφωνα με την οποία, ως μέγιστος άξονα a εκλαμβάνεται η μεγάλη

πλευρά του ελάχιστου ορθογωνίου, που εφάπτεται στη μεγάλη επιφάνεια του κομματιού, ενώ η μικρή πλευρά του ορθογωνίου αντιστοιχεί στον άξονα b. Ο άξονας c είναι η μέγιστη διάμετρος δια μέσου του κομματιού, κάθετη στη μεγάλη επιφάνεια.

Για τον προσδιορισμό του άξονα b των κόκκων της άμμου χρησιμοποιήθηκε η διάμετρος από κόσκινο (sieve diameter), η οποία είναι γραμμική και εκφράζει το ελάχιστο εύρος ενός ανοίγματος σχήματος τετραγώνου μέσα από το οποίο μπορεί να διέλθει ο κόκκος. Η σχέση, που συνδέει το μέγεθος του άξονα b και το μέγεθος ανοίγματος (D_s) των οπών του πλέγματος ενός κόσκινου, έχει ως εξής:

$$\frac{D_S}{b} = \sqrt{\frac{1}{\sqrt{2}} \cdot 1 + \left(\frac{c}{b}\right)^2}$$

7.2.2. Σχήμα κόκκων.

Το σχήμα ενός κόκκου προσδιορίζεται από τρεις παράγοντες: τη μορφή, τη σφαιρικότητα και τη στρογγύλωση.

7.2.2.1. Μορφή κόκκων.

Η μορφή ενός κόκκου εκφράζει την εξωτερική του μορφολογία (Gary et al., 1972) και για ορισμένους συγγραφείς είναι συνώνυμο του σχήματος, αναφέρεται δε στις αναλογίες μεταξύ των μηκών των τριών αξόνων του. Ανάλογα με τους λόγους, που παράγονται από τους άξονες ο Zingg (1935), πρότεινε ένα ταξινομικό σχήμα, που περιλαμβάνει 4 κλάσεις: δισκοειδείς, σφαιροειδείς, πλατυσμένες (λεπιδοειδείς) και ραβδοειδείς (κυλινδρικές) κροκάλες. Το ταξινομικό σχήμα του Zingg (1935) τροποποίησαν οι Krumbein (1941) και Brewer (1964).

Οι σφαίρες έχουν μήκη αξόνων, που είναι αρκετά έως σχεδόν όμοια. Οι λόγοι αξόνων b/a και c/b είναι μεγαλύτεροι από 2/3. Στους δίσκους ο μεγάλος και ο ενδιάμεσος άξονας είναι παραπλήσιου μεγέθους, ενώ ο μικρός άξονας είναι κατά πολύ μικρότερος. Επί πλέον οι αναλογίες των τριών αξόνων, που ισχύουν είναι: b/a>2/3 και c/b<2/3. Στους ραβδόμορφους κόκκους ο μέγιστος άξονας είναι κατά πολύ μεγαλύτερος από τους άλλους δυο και οι σχέσεις αναλογιών, που ισχύουν μεταξύ των μηκών των αξόνων είναι: b/a<2/3 και c/b<2/3. Τέλος, οι λόγοι αξόνων των πλατυσμένων κόκκων ικανοποιούν τις ανισώσεις: b/a<2/3 και c/b>2/3.

Οι Sneed & Folk (1958), συνδυάζοντας τη σφαιρικότητα της μέγιστης επιφάνειας με τις αναλογίες S=c/a και F=a-b/a-c, δημιούργησαν ένα τριγωνικό σχήμα με 4 κύριες και άλλες 6 ενδιάμεσες κατηγορίες μεταξύ αυτών. Οι 10 συνολικά κατηγορίες, που προκύπτουν χαρακτηρίζονται ως: C (Compact), CP (Compact-Platy), CB (Compact-Bladed), CE (Compact-Elongate), P (Platy), B (Bladed), E (Elongate), VP (Very Platy), VB (Very Bladed), VE (Very Elongate).

Ο διαχωρισμός του σχήματος των κόκκων σε τέσσερις μόνο κλάσεις κατά Zingg (1935) χαρακτηρίζει σε κάποιο βαθμό καλύτερα τις κατανομές του σχήματος των κόκκων (Howard, 1992), σε σχέση με την ταξινόμηση κατά Sneed & Folk (1958). Επί πλέον η ταξινόμηση κατά Zingg (1935) ευνοεί την απεικόνιση σε διάγραμμα ακόμη και μικρών συλλογών ή συλλογών, όπου κάποια από τις λιθολογίες εμφανίζει επί τοις % ποσοστά πολύ μικρά, σε αντίθεση με την ταξινόμηση κατά Sneed & Folk (1958), που περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό κλάσεων. Για το λόγο αυτό, στην παρούσα εργασία, απεικονίστηκαν σε διαγράμματα Zingg (1935) όλες οι συλλογές των κόκκων της κοίτης και των φραγμών ανά λιθολογικό τύπο, ενώ στα ταξινομικά διαγράμματα κατά Sneed & Folk (1958) οι απεικονίσεις έγιναν ανά συλλογή για το σύνολο των λιθολογικών τύπων.

7.2.2.2. Σφαιρικότητα.

Η σφαιρικότητα (sphericity, S) αναφέρεται στο κατά πόσο το σχήμα ενός κλαστικού θραύσματος προσεγγίζει το σχήμα της σφαίρας, δηλαδή πόσο σχεδόν ίσες είναι οι τρεις διαστάσεις ενός κλαστικού κομματιού ή πόσο ισοδιαμετρικό είναι το κομμάτι.

Η μελέτη της σφαιρικότητας των κόκκων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένδειξη για την απόσταση της ποτάμιας μεταφοράς καθώς και για τον προσδιορισμό της υδραυλικής συμπεριφοράς του μέσου. Οι παράγοντες, από τους οποίους εξαρτάται η σφαιρικότητα είναι ο εσωτερικός ανισοτροπισμός (στις περισσότερες περιπτώσεις είναι αποτέλεσμα της στρώσης, της σχιστότητας του σχισμού και της προσανατολισμένης σκληρότητας) και το αρχικό σχήμα του κομματιού (Κοντόπουλος 2000, Bunte & Abt 2001).

Ποσοτικές μελέτες για τη σφαιρικότητα των κλαστικών θραυσμάτων πραγματοποίησε πρώτος ο Wentworth (1919), ορίζοντας τη σφαιρικότητα ως το ένα τρίτο του αθροίσματος των τριών αξόνων του και προτείνοντας τον τύπο:

$$S= a+b+c/3$$

Ο Wadell (1935) όρισε ποσοτικά τη σφαιρικότητα σαν την τρίτη ρίζα του λόγου του όγκου του κομματιού προς τον όγκο της περιγεγραμμένης στο κομμάτι σφαίρας, δίνοντας τον τύπο:

$$S= (V_p/V_{cs})^{1/3}$$

Ο τύπος του Wadell (1935) καθώς και ο τύπος που πρότεινε ο Krumbein (1941) και οι Pye & Pye (1943):

$$S= (bc/a^2)^{1/3}$$

που καθορίζει χοντρικά τη σφαιρικότητα, αν και έχουν ευρεία χρήση δε λαμβάνουν υπόψη τη συμπεριφορά του κλαστικού κομματιού μέσα στο ρευστό, στο οποίο κινείται και δίνουν παράδοξα αποτελέσματα. Για παράδειγμα, στον τύπο του Wadell (1935), επειδή ο όγκος της περιγεγραμμένης σφαίρας (V_{cs}) ενός ραβδοειδούς κομματιού είναι μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο όγκο ενός δισκοειδούς, ο δίσκος φαίνεται να είναι πιο σφαιρικός και επομένως αποτίθεται νωρίτερα από τη ράβδο ενώ στην πράξη συμβαίνει το αντίθετο. Ο Folk (1955) και οι Sneed & Folk (1958) προς άρση αυτών των αδυναμιών πρότειναν έναν άλλο τύπο, ο

οποίος λαμβάνει υπόψη τη δυναμική συμπεριφορά του κομματιού μέσα στο ρευστό και ονομάστηκε «σφαιρικότητα της μέγιστης επιφάνειας (maximum projection sphericity)» και ο οποίος είναι:

$$S = (c^2/ab)^{1/3}$$

Η εξέταση του φαινομένου της μεταβολής της σφαιρικότητας κατά μήκος της κοίτης ενός ποταμού κατά τάξη μεγέθους δίνει πιο διαφοροποιημένα αποτελέσματα. Μελέτες των Sneed & Folk (1958) και Κοντόπουλου-Πανάγου (1979) έδειξαν ότι, για καλύτερη εικόνα του φαινομένου της μεταβολής της σφαιρικότητας πρέπει να εξετάζεται σε σημαντικό αριθμό ιδιαιτέρων κλάσεων κοκκομετρικού μεγέθους. Ο Richter (1959) χρησιμοποιώντας διάγραμμα προβολής ανάμεσα στη σφαιρικότητα και τη στρογγύλωση, πρότεινε τη διάκριση των περιβαλλόντων απόθεσης των κροκαλών.

Για την ποσοτική επεξεργασία της σφαιρικότητας των κόκκων, στην παρούσα εργασία, χρησιμοποιήθηκε ο τύπος των Sneed & Folk (1958).

7.2.2.3. Στρογγύλωση.

Ο όρος στρογγύλωση (roundness,angularity) περιγράφει το πόσο καλά είναι αποστρογγυλευμένες οι γωνίες ενός κλαστικού κομματιού και είναι ανεξάρτητος από τη σφαιρικότητα, εφόσον ακόμη και ένα ραβδοειδές κομμάτι μπορεί να έχει άριστη στρογγύλωση. Η στρογγύλωση, δηλαδή το πόσο στρογγυλό ή γωνιώδες είναι ένα κλαστικό κομμάτι καταδεικνύει και την απόσταση μεταφοράς του κομματιού αυτού κατά μήκος ενός ρεύματος.

Προσπάθειες ποσοτικού καθορισμού της στρογγύλωσης καταβλήθηκαν αρχικά από τον Wentworth (1919), ο οποίος όρισε σαν στρογγύλωση την ποσότητα:

$$R = 2r_i/a$$

όπου r_i είναι η ακτίνα καμπυλότητας της πιο κοφτερής γωνίας και a η μέγιστη διάμετρος. Αργότερα, ο ίδιος ερευνητής αντικατέστησε το ήμισυ της μέγιστης διαμέτρου με τη μέση ακτίνα του κόκκου a+b/4 προτείνοντας έτσι ένα νέο μέγεθος που ονόμασε «αναλογία στρογγύλωσης» και δίνεται από τον τύπο:

$$R = 4r_i/ a+b$$

Ο Wadell (1932) όρισε ποσοτικά το «βαθμό στρογγύλωσης» σαν τη μέση ακτίνα καμπυλότητας των κορυφών του κόκκου διαιρούμενης με την ακτίνα του μέγιστου εγγεγραμμένου κύκλου, προτείνοντας τον τύπο:

$$R = \Sigma r_n/nR$$

όπου r είναι η ακτίνα καμπυλότητας κάθε κορυφής, n ο αριθμός των κορυφών και R η ακτίνα του μέγιστου εγγεγραμμένου κύκλου.

Ο «δείκτης αποστρογγύλωσης» είναι μια άλλη παράμετρος που προτάθηκε από τον Cailleux (1947):

$$R = 2r_i/L$$

όπου r_i είναι η ακτίνα της πιο μικρής κορυφής και L το πιο μεγάλο μήκος.

Ο Swan (1974) συγκέντρωσε ένα αριθμό από διάφορους βαθμούς στρογγύλωσης που έχουν κατά καιρούς προταθεί.

Εκτός των παραπάνω αναφερόμενων, έχουν προταθεί και χάρτες οπτικής σύγκρισης για τη στρογγύλωση ενός κλαστικού κομματιού. Οι Russel & Taylor (1937) έδωσαν ένα οπτικό χάρτη με 5 κλάσεις στρογγύλωσης: (γωνιώδεις, υπογωνιώδεις, υποστρόγγυλοι, στρόγγυλοι και πολύ στρόγγυλοι) με 5 κλάσεις σφαιρικότητας.

Ο Krumbein (1941) ανέπτυξε, στη βάση των αποτελεσμάτων του Wadell (1933), ένα χάρτη με μια ποικιλία 9 βαθμών στρογγύλωσης από 0.1 (πολύ γωνιώδη) έως 0.9 (πολύ στρογγυλά) και 3 κλάσεις σφαιρικότητας. Ο Pettijohn (1949) πρότεινε έναν οπτικό χάρτη που περιλαμβάνει 5 κλάσεις στρογγύλωσης, οι οποίες μαζί με τις τιμές σφαιρικότητας στις άκρες τους είναι οι εξής: 1) γωνιώδεις 0-0.15, 2) υπογωνιώδεις 0.15-0.25, 3) υποστρόγγυλοι 0.25-0.40, 4) στρόγγυλοι 0.40-0.60, 5)πολύ στρόγγυλοι 0.60-1.0. Τα μέσα των κλάσεων της κλίμακας αυτής είναι 0.125, 0.200, 0.315, 0.500, 0.800 και αποτελούν γεωμετρική πρόοδο. Οι Pettijohn et al. (1975) πρόσθεσαν στην παραπάνω κλίμακα και την κλάση «πολύ γωνιώδες». Ο Powers (1953) πρότεινε ένα χάρτη με 6 κλάσεις στρογγύλωσης με 2 κλάσεις σφαιρικότητας σε φωτογραφίες κόκκων. Το 1982 εξεδόθη η κλίμακα με 5 κλάσεις σφαιρικότητας. Την κλίμακα του Powers (1953) μετέτρεψε σε λογαριθμική ο Folk (1955). Κλίμακα με 5 κλάσεις σφαιρικότητας εξέδωσαν επίσης οι Krumbein & Sloss (1963). Ο Crofts (1974) πρότεινε έναν οπτικό χάρτη συγχωνεύοντας 6 κλάσεις στρογγύλωσης με 6 κλάσεις σφαιρικότητας, στηριζόμενος σε προηγούμενες μελέτες. Εκτενής περιγραφή για τη στρογγύλωση των κλαστικών θραυσμάτων γίνεται από τους Diepenbrock, Bartoloma & Ibbeken (1992).

7.3. Εργασία υπαίθρου.

7.3.1. Θέσεις δειγματοληψίας και κριτήρια επιλογής των θέσεων.

Μετά από αναγνωριστική έρευνα, μέσω επανειλημμένων μεταβάσεων στην περιοχή ενδιαφέροντος, επελέγησαν 15 σταθμοί δειγματοληψίας κατά τη διεύθυνση ροής του ποταμού, που αναγράφονται στον πίνακα 7.1 με τις αποστάσεις μεταξύ τους και από τον πρώτο σταθμό, τα υψόμετρα στις όχθες των σταθμών, και την ονομασία της θέσης και της περιοχής, στην οποία ανήκουν και απεικονίζονται στην εικόνα 7.1. Οι παράμετροι, που λήφθηκαν υπόψη για την επιλογή και το μέγεθος των σταθμών είναι οι παρακάτω:

Σαν σταθμός δειγματοληψίας επιλέχθηκε ένα τμήμα του ποτάμιου ρεύματος, του οποίου το μήκος καθορίζεται από το κοκκομετρικό του μέγεθος και τον γεωμορφολογικό του τύπο (Rosgen, 1994 και 1996) και καλύπτει μια απόσταση περίπου 5-7 φορές μεγαλύτερη από το πλάτος μέγιστης ροής του ρεύματος, είτε το μήκος ενός μαιανδρικού κύματος, είτε τουλάχιστον μια ακολουθία επαναλαμβανόμενων μορφολογικών στοιχείων βάθυνσης-ρήχευσης (pool-riffle) (Bunte & Abt, 2001).

Κατά την επιλογή των σταθμών δειγματοληψίας έχουν αποφευχθεί οι θέσεις εκβολής των παραποτάμων στο κύριο ρεύμα (επιμολύνσεις του κύριου ρεύματος). Επελέγησαν θέσεις ανάντη και κατάντη των επιμολύν-

σεων, ώστε να ελέγχεται η επήρεια στο κοκκομετρικό μέγεθος, στη λιθολογία, στη σφαιρικότητα και στη στρογγύλωση των ιζημάτων της κοίτης εξ αιτίας της εισροής νέου υλικού στο κύριο ρεύμα.

Κατεβλήθη προσπάθεια, ώστε οι επιλεγμένοι σταθμοί να περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα μακροδομών. Έτσι, εξετάστηκαν δείγματα κλαστικών θραυσμάτων από ακραίους και ενδιάμεσους φραγμούς, από περιοχές που επικρατούν αδρόκκοκα και λεπτόκοκκα κλαστικά υλικά και από διάφορες ιζηματογενείς δομές όπως νερόλακκοι (pools), θυλακοειδείς συγκεντρώσεις (feinsediment pockets), θυλακοειδείς δομές (clusters) και αποθέσεις λεπτόκοκκων υλικών σε θέσεις οπισθοχώρησης υδάτων (waterback feinsediment).

Αποφεύγονταν περιοχές, στις οποίες η κοίτη ήταν δύσκολα προσπελάσιμη είτε λόγω της ύπαρξης στάσιμων βαθέων υδάτων, όπως αυτά των φραγμάτων συγκράτησης νερού για άρδευση, είτε λόγω πυκνής φυτοκάλυψης, είτε λόγω επικινδυνότητας.

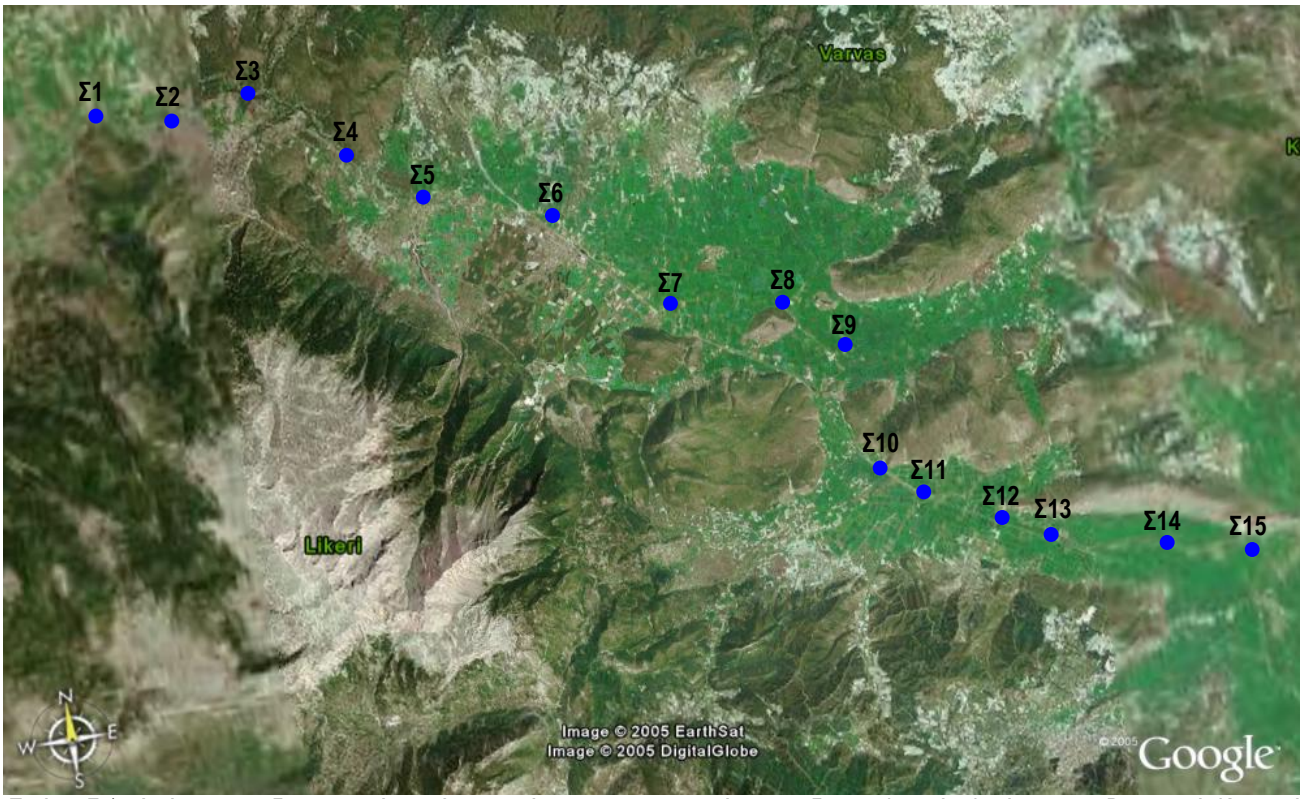
Αποφεύγονταν θέσεις, όπου ήταν εμφανής η παραβίαση της ποτάμιας διεργασίας εξ αιτίας ανθρωπογενών παρεμβάσεων και δραστηριοτήτων, όπως πρόσφατες εκσκαφές, κατασκευές νέων γεφυρών, δρόμοι διέλευσης οχημάτων μέσα από την κοίτη, παρόχθιες αποθέσεις έκθετων δομικών υλικών, κ.λ.π.. Υλικά των οποίων η προέλευση αναγνωριζόταν, ότι προέρχονται από ανθρώπινες δραστηριότητες (θραύσματα κεραμιδιών, κ.α. αλλόχθονα υλικά) δε συλλέγονταν.

Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε προς την κατεύθυνση του άνω ρου του ποταμού και κάλυψε θέσεις από την περιοχή του φράγματος BOOT του οικισμού Ρωμέϊκο, νοτιοανατολικά, όπου ο ποταμός εκβάλλει στο Κωπαϊδικό πεδίο (σταθμός δειγματοληψίας Σ15) έως το Σιδηροδρομικό Σταθμό Λιλαίας βορειοδυτικά, από όπου ο ποταμός ρέει ως ένας ενιαίος πλέον κλάδος μετά τη συνένωση των ρευμάτων του άνω ρου (σταθμός δειγματοληψίας Σ1).

Η κατεύθυνση προς τις πηγές του ποταμού, καθορίζει την αριστερή και τη δεξιά όχθη του ρεύματος τους αριστερά και δεξιά ευρισκόμενους φραγμούς το αριστερό και δεξιό τμήμα της κοίτης κ.λ.π..

ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ (km)	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΤΑΘΜΟΥ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΡΧΗ (km)	ΑΠΟΛΥΤΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΣΤΑΘΜΟΥ (m)	ΘΕΣΗ - ΠΕΡΙΟΧΗ
Σ1	0,000	0,000	+278,00	Σιδηροδρομικός Σταθμός Λιλαίας
Σ2	3,100	3,100	+272,00	Κορομπίλι Άνω Καλυβιών Αμφίκλειας
Σ3	4,030	7,130	+216,00	Λιθόπυργος Αμφίκλειας
Σ4	4,690	11,820	+198,00	Κάμπος Κάτω Καλυβιών Τιθορέας
Σ5	3,100	14,920	+183,10	Βρίλια Κάτω Καλυβιών Τιθορέας
Σ6	7,050	21,970	+157,20	Κορομηλίτσα Κάτω Τιθορέας
Σ7	6,250	28,220	+138,90	Μαγούλα Αγίας Παρασκευής
Σ8	5,620	33,840	+128,30	Κουκούλι Βασιλικών
Σ9	3,150	36,990	+125,00	Παραποτάμιοι Ανθοχωρίου
Σ10	4,630	41,620	+119,00	Σιδηροδρομικός Σταθμός Δαύλειας
Σ11	1,750	43,370	+116,10	Χιλιαδού Χαιρώνειας
Σ12	2,750	46,120	+112,20	Καράμουσα Ακοντίου
Σ13	1,930	48,050	+109,10	Φλωραίικα Ακοντίου
Σ14	4,360	52,410	+105,60	Γέφυρα Προσηλίου
Σ15	2,640	55,050	+103,90	Φράγμα BOOT Ρωμέικου

Πίνακας 7.1: Συμβολισμοί, αποστάσεις, υψόμετρα και θέσεις των σταθμών δειγματοληψίας κατά μήκος του ρεύματος του Βοιωτικού Κηφισού.



Εικόνα 7.1: Απόσπασμα δορυφορικής εικόνας, τμήματος της περιοχής της υδρογεωλογικής λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού ποταμού, στην οποία φαίνονται οι θέσεις των σταθμών δειγματοληψίας (Σ1 έως Σ15) κατά μήκος της κοίτης του κύριου ρεύματος

Το συνολικό μήκος της ενεργής κοίτης, στην οποία πραγματοποιήθηκε η δειγματοληψία είναι 55,050 km. Οι αποστάσεις μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας υπολογίστηκαν από τοπογραφικούς χάρτες κλίμακας 1:5.000 (Γ.Υ.Σ.) και από τα τοπογραφικά διαγράμματα (κλ: 1:1.000) της οριστικής μελέτης αντιπλημμυρικών έργων της λεκάνης Βοιωτικού Κηφισού (Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., 1991). Τα αναγραφόμενα υψόμετρα αντιστοιχούν στα υψόμετρα της όχθης του ποταμού και στο μέσον του σταθμού δειγματοληψίας.

7.3.2. Μεθοδολογία δειγματοληψίας.

Επειδή το μέγεθος και η οριζόντια έκταση των επί μέρους προαναφερθεισών ιδιαιτέρων θέσεων δειγματοληψίας των κλαστικών υλικών διαφέρει για κάθε τμήμα του ποταμού, όπως διαφέρει και το κοκκομετρικό μέγεθος, η μέθοδος λήψης δειγμάτων δεν ήταν ίδια για όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας. Επί πλέον, ο αριθμός των εξεταζόμενων δειγμάτων καθώς και ο τρόπος λήψης τους διέφερε ανάλογα με το κοκκομετρικό μέγεθος και την έκταση των ιδιαιτέρων θέσεων δειγματοληψίας του σταθμού. Η επιλογή πάντως των μεθόδων δειγματοληψίας έγινε με τρόπο, ώστε αυτές να είναι συμβατές μεταξύ τους και τα αποτελέσματα της ανάλυσης των δειγμάτων συγκρίσιμα (Diplas & Sutherland 1988, Bunte & Abt 2001 και Fraley, 2004).

Πριν την έναρξη της δειγματοληψίας και για κάθε σταθμό πραγματοποιήθηκε αναγνωριστική έρευνα στο τμήμα του ποταμού, από το οποίο θα πραγματοποιούταν η λήψη των δειγμάτων των κλαστικών υλικών,

καταγράφονταν το πλήθος και ο τύπος των φραγμών, η παρουσία ή απουσία ανενεργούς αύλακας κ.λ.π.. Στη συνέχεια επιλέγονταν οι θέσεις δειγματοληψίας και γινόταν χαρτογράφηση του σταθμού.

Για τον καθορισμό του ελάχιστου αριθμού εξεταζόμενων δειγμάτων μιας θέσης δειγματοληψίας, ο οποίος είναι διαφορετικός για κάθε μέθοδο, χρησιμοποιήθηκε είτε η μέγιστη διάμετρος (D_{max}) είτε η διάμετρος κατ' όνομα (D_{nom}). Ο προσδιορισμός της D_{max} ή της D_{nom} πραγματοποιήθηκε σε κάθε θέσης δειγματοληψίας με τη μέθοδο που πρότεινε ο Surlyk (1978). Μετρήθηκαν τα 12 μεγαλύτερα κλαστικά κομμάτια κάθε θέσης και προσδιορίστηκε η μέση τιμή τους χωρίς να ληφθούν υπόψη το μεγαλύτερο και το μικρότερο από αυτά.

Η λήψη δειγμάτων από την επιφάνεια της κοίτης του ποταμού πραγματοποιήθηκε για τα τμήματα του ποταμού, στα οποία το κυρίαρχο κλαστικό υλικό είναι μεγέθους μεγαλύτερου των 8mm, καλύπτει δηλαδή ένα εύρος μεγέθους από την μεσόκοκκη κροκάλα έως τον ογκόλιθο. Οι μεθοδολογίες, που ακολουθήθηκαν περιγράφονται αμέσως παρακάτω:

7.3.2.1. Επιφανειακή δειγματοληψία.

Α. Δειγματοληψία σε ομοιογενή τμήματα του ρεύματος.

Στους σταθμούς δειγματοληψίας, οι οποίοι μακροσκοπικά δείχνουν μια ιστολογική ομοιογένεια (homogeneous bed material) χρησιμοποιήθηκαν οι εξής τρόποι δειγματοληψίας:

- Προσχεδιασμένη για τα μεγάλου μήκους τμήματα του ποταμού, ή τυχαία για τα μικρού μήκους τμήματα του ποταμού, ζιγκ-ζαγκ συμμετρική διαδρομή από τη μια ως την άλλη όχθη και 1 έως 2 λήψεις δειγμάτων σε κάθε βήμα (Bevenger and King,1995). Το ελάχιστο βήμα δειγματοληψίας προσδιορίζεται από τον τύπο:

$$L_p = (w^2 + 4w^2)^{1/2} L_t / n_s 2w$$

όπου με L_p παριστάνεται το βήμα δειγματοληψίας, με w το πλάτος του ρεύματος, με L_t το μήκος της κοιλάδας και με n_s ο αριθμός των δειγμάτων.



Εικόνα 7.2: Συστηματική δειγματοληψία κατά μήκος μαρκαρισμένου σχοινιού και με τη βοήθεια τελάρου δειγματοληψίας (σταθμός δειγματοληψίας Σ1).

Ο αριθμητής του κλάσματος στον παραπάνω τύπο παριστάνει το μήκος της διαγώνιας διαδρομής δειγματοληψίας μέσα στην κοίτη του ποταμού και κατά την εφαρμογή του προκύπτουν 1 ή 2 λήψεις δειγμάτων σε κάθε βήμα (0,6m). Για μια συλλογή 400 κόκκων, το μήκος του ρεύματος που πρέπει να εξεταστεί είναι 5-7 φορές μεγαλύτερο από το πλάτος του. Η λήψη των δειγμάτων γίνεται

τυφλά, άλλως υπάρχει κίνδυνος επιλογής του κόκκου, λόγω ανθρώπινου παράγοντα, με βάση το σχήμα του, το μέγεθός του, τη λιθολογία ή το χρωματισμό του.

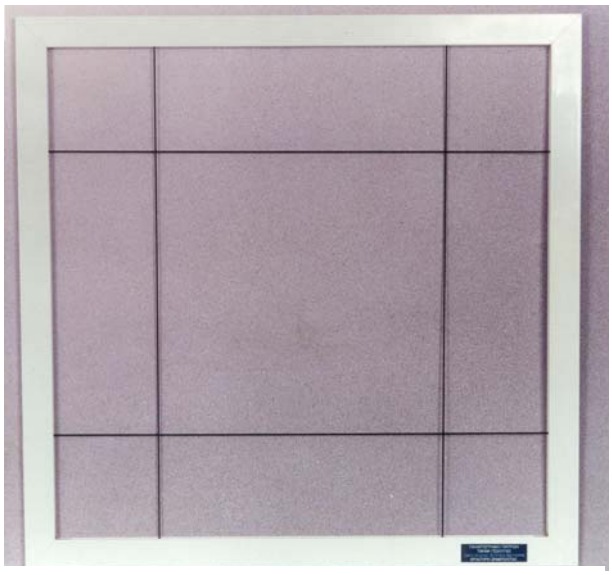
- Συστηματική δειγματοληψία κατά μήκος παράλληλων τομών εγκάρσια της κοίτης (transects) ή γραμμική δειγματοληψία (line sampling), η οποία πραγματοποιείται είτε βηματηδόν με τυφλή δια χειρός λήψη 1 ή 2 κόκκων σε κάθε βήμα (Wolman,1954), είτε κατά μήκος τεντωμένης μετροταινίας ή μαρκαρισμένου σχοινιού (Leopold, 1970) από τη μια ως την άλλη όχθη του ποταμού (εικ. 7.2). Στη δεύτερη περίπτωση η απόσταση μεταξύ των λήψεων είναι 1 ή 2 φορές μεγαλύτερη από τη μέγιστη διάμετρο (D_{max}) των κόκκων της περιοχής δειγματοληψίας, αναλόγως του μεγέθους του ρεύματος και του επιθυμητού αριθμού κόκκων.

  Η προκαθορισμένη απόσταση τηρείται με αυστηρότητα και για τη συλλογή των κόκκων χρησιμοποιείται είτε το χέρι ή αν ο κόκκος είναι μικρός, λαβίδα. Με τη μέθοδο αυτή συλλέγονται και μικρότεροι κόκκοι, πάντως μεγαλύτεροι από το κοκκομετρικό μέγεθος της άμμου.

Β. Δειγματοληψία σε ετερογενή τμήματα του ρεύματος.

Στα ετερογενή ρεύματα, που παρουσιάζουν πολυπλοκότητα στην κατανομή των φραγμών στην κοίτη τους (inhomogeneous bed material), ακολουθήθηκαν στρωματογραφικές μέθοδοι δειγματοληψίας, δηλαδή πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία σε κάθε φραγμό χωριστά καθώς και στην ενεργή κοίτη. Οι τρόποι δειγματοληψίας, που χρησιμοποιήθηκαν, είναι οι παρακάτω:

- Συστηματική δειγματοληψία δικτύου (Grid sampling). Η λήψη των κόκκων πραγματοποιείται με ένα σχετικά πυκνό δίκτυο σημείων, των οποίων η απόσταση είναι προκαθορισμένη με βάση τη μέγιστη διάμετρο (D_{max}) και λαμβάνεται ίση με αυτή ή το διπλάσιό της και στις δυο οριζόντιες διαστάσεις. Για την εφαρμογή της μεθόδου αυτής χρησιμοποιήθηκε, όπου κρίθηκε απαραίτητο, πλαίσιο δειγματοληψίας από αλουμίνιο με ελαστικές ταινίες, οι οποίες απέχουν μεταξύ τους όσο και το βήμα δειγματοληψίας (εικ. 7.2 και 7.3) και του οποίου η κατασκευή είναι παραλλαγή των πλαισίων, που ανέπτυξαν οι Marcus et al. (1995) και Bunte & Abt (2001). Η λήψη των δειγμάτων γίνεται ακριβώς κάτω από τα σημεία, που διασταυρώνονται οι ελαστικές ταινίες, οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να αλλάζουν θέση ανάλογα με την επιθυμητή απόσταση δειγματοληψίας. Το πλαίσιο, που έχει εσωτερικές διαστάσεις 60cmx60cm μετακινείται κατά μήκος μετροταινίας ή μαρκαρισμένου σχοινιού, το οποίο μετά τη λήξη της δειγματοληψίας μετα-



Εικόνα 7.3: Πλαίσιο δειγματοληψίας επιφανειακών κόκκων με ελαστικές ταινίες

κινείται παράλληλα στην επόμενη θέση. Η μέθοδος είναι κατάλληλη για κοίτες με κοκκομετρικό μέγεθος μεγαλύτερο της ψηφίδας (Wolman 1954, Kellerhals & Bray 1971, Diplas & Sutherland 1988). Σε ορισμένες περιπτώσεις, όπου το περιβάλλον απόθεσης (φραγμός ή ενεργή κοίτη) είναι μεγάλης έκτασης, τότε στα τμήματά του που παρουσίαζαν σχετική ομοιογένεια, αραίωναν αναλόγως οι παράλληλες τομές πάνω στις οποίες γινόταν η δειγματοληψία, σύμφωνα με τις παραλλαγές της μεθόδου που περιέγραψαν οι Wolman (1954) και Leopold (1970).

- Περιοχική δειγματοληψία (Areal sampling). Η μέθοδος αυτή είναι κατάλληλη για θέσεις, στις οποίες επικρατούν κλαστικά υλικά από το μέγεθος της άμμου μέχρι τη χονδρόκοκκη κροκάλα, σε θέσεις που δεν καλύπτονται από νερό (εικ. 7.4). Συλλέγονται όλα τα κλαστικά κομμάτια σε μια έκταση από 0,1m^2 έως 1m^2 ανάλογα με τη μέγιστη διάμετρο (D_{max}). Εφαρμόζεται όταν η ενότητα είναι μικρής έκτασης και το κλαστικό υλικό σχετικά λεπτό. Για τη συλλογή των κόκκων εφαρμόστηκαν διάφορες τεχνικές, κυρίως η χειροσυλλογή, όταν το μέγεθος του υλικού είναι μεγαλύτερο από μια μεσόκοκκη κροκάλα (Billi & Paris, 1992) και η συλλογή με λαβίδα, όταν η χειροσυλλογή είναι ανέφικτη λόγω μικρού κοκκομετρικού μεγέθους.
  Συχνά και για τις δυο παραπάνω περιπτώσεις χρωματίζεται ελαφρά με αεριογράφο η τελαρωμένη περιοχή δειγματοληψίας, ώστε να μη συλλεγούν κόκκοι κάτω από αυτούς που έχουν ήδη συλλεγεί (Lane & Carlson, 1953).



Εικόνα 7.4: Περιοχική δειγματοληψία κόκκων με τη χρήση λαβίδας.Οι κόκκοι έχουν βαφεί με κοινό αεριογράφο.

Γ. Δειγματοληψία λεπτόκοκκου υλικού.

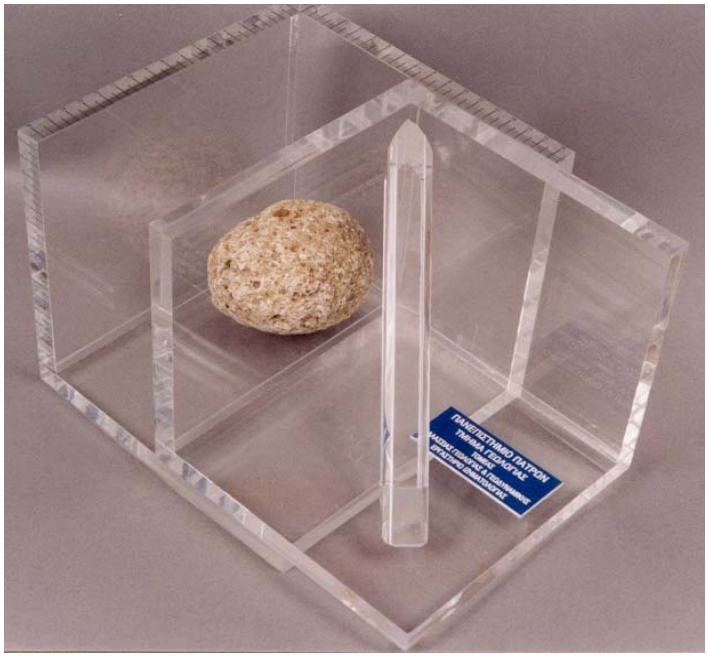
Σε περιοχές των σταθμών δειγματοληψίας, που καλύπτονταν από λεπτόκοκκο υλικό, είτε σε θύλακες άμμου πάνω στους φραγμούς, είτε μέσα στην κοίτη ροής, η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε απλά με τη λήψη μιας μικρής φτυαριάς υλικού από διάφορες θέσεις (Ashmore et al, 1988) για κοκκομετρική ανάλυση με κόσκινα και πιπέττα. Στις θέσεις αυτές δεν υπάρχει διαφοροποίηση στην κοκκομετρική σύσταση μεταξύ των υλικών της επιφανειακής και υποεπιφανειακής λήψης.

Δ. Όργανα και τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό του κοκκομετρικού μεγέθους.

Οι τεχνικές, που χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό του κοκκομετρικού μεγέθους προσδιορίστηκαν από την όποια διάμετρο έμμεσα ή άμεσα έπρεπε να μετρηθεί. Τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν επελέγησαν με βάση το κοκκομετρικό μέγεθος και ανάλογα με το είδος της ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε:

Για τη μέτρηση των τριών αξόνων των κροκαλών χρησιμοποιήθηκαν: α) μεταλλική μετροταινία στους κόκκους της τάξης μεγέθους πάνω από 40cm β) παχύμετρα ανοίγματος 40cm και 25cm και γ) αυτοσχέδιο τρισδιάστατο κροκαλόμετρο (pebble-box) για κόκκους μικρότερους των 15cm. Το τρισδιάστατο κροκαλόμετρο (εικ.7.5) κατασκευάστηκε κατ' αναλογία, με αυτό που ανέπτυξαν οι Ibbeken & Denzer (1988). Αποτελείται από δυο ορθογώνια τρίεδρα από Plexi-glass, εκ των οποίων το ένα, που φέρει τη λαβή, εφαρμόζει απόλυτα μέσα στο άλλο, του οποίου οι ακμές φέρουν μετροταινίες με υποδιαιρέσεις σε cm και mm και είναι τοποθετημένες με τέτοιο τρόπο ώστε η τιμή μηδέν να βρίσκεται στην κορυφή του τριέδρου. Για τη λήψη της μέτρησης αρκεί να τοποθετηθεί η κροκάλα στην εξωτερική τρίεδρη γωνία και να μετακινηθεί το τρίεδρο με τη λαβή έτσι ώστε να κλείνεται ο κόκκος μεταξύ δυο παραλλήλων εδρών.

Η ανάγνωση της τιμής της μέτρησης για τον αντίστοιχο άξονα γίνεται στο σημείο τομής της ακμής της έδρας, που δεν εφάπτεται με άλλη και της μετροταινίας που συναντά. Στο συγκεκριμένο κροκαλόμετρο το μήκος των ακμών είναι 18 cm.



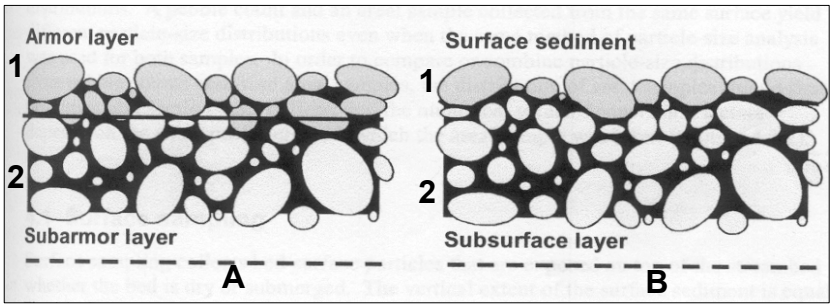
Εικόνα 7.5: Τρισδιάστατο αυτοσχέδιο κροκαλόμετρο

Τα κροκαλόμετρα δυο διαστάσεων, που προτάθηκαν και κατασκευάστηκαν κατά καιρούς, όπως αυτά των Hey & Thorne (1983), Hydro Scientific (Great Britain), FISP (Mississippi) κ.α., δίνουν μετρήσεις, που αντιστοιχούν καλύτερα με αυτές των κοσκίνων, αλλά έχουν πρακτικά τη δυνατότητα μέτρησης μόνο του ενδιάμεσου άξονα (b) και μάλιστα ασυνεχώς, εφ' όσον οι τετραγωνικές τους οπές έχουν συγκεκριμένες διαστάσεις, γι αυτό και δε χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία αυτή, αν και δοκιμάστηκε η χρήση τους.

7.3.2.2. Ογκομετρική υποεπιφανειακή δειγματοληψία.

Α. Γενικά.

Η ογκομετρική υποεπιφανειακή δειγματοληψία συνίσταται στη λήψη δείγματος τριών διαστάσεων, σε αντίθεση με την επιφανειακή δειγματοληψία, κατά την οποία η λήψη δείγματος των κόκκων πραγματοποιείται μόνο στην επιφάνεια της κοίτης του ρεύματος (επιφανειακό στρώμα), η οποία έχει δυο διαστάσεις, και ως εκ τούτου δε μπορεί να συλλεγεί ογκομετρικά, παρά μόνο με τις τεχνικές επιφανειακής δειγματοληψίας (§ 7.3. 2.1). Το δείγμα στην ογκομετρική δειγματοληψία επιλέγεται να ληφθεί από τα υποστρώματα (σχ. 7.1), που συνιστούν τη στρωματογραφική ακολουθία, η οποία είναι δύο τύπων, που έχουν ως εξής:



Σχήμα. 7.1: Στρωματογραφία ενός θωρακισμένου και ενός επιφανειακού στρώματος με τα αντίστοιχα υποεπιφανειακά τους στρώματα. (Lopez & Falcon, 1999 και Bunte & Abt, 2001).

Τύπος Α

1. Στρώμα θωράκισης (armor layer), το οποίο ορίζεται ως το τρισδιάστατο συμπαγές επιφανειακό στρώμα, του οποίου το βάθος ισούται:
   - -είτε με τον άξονα *c* του μέγιστου κόκκου της επιφάνειας, που έχει επιλεγεί για δειγματοληψία (Ettema, 1984),
   - -είτε με τον άξονα *b* του ίδιου κόκκου (Diplas, 1992),
   - -είτε με το διπλάσιο του D_{90} του κοκκομετρικού μεγέθους της επιλεγμένης επιφάνειας (Simons and Sentürk, 1992),
   - -είτε με το βάθος επίχωσης του επικρατούντος κοκκομετρικού μεγέθους, D_{nom} (Winema National Forest, 1998),
   - -είτε με το βάθος επίχωσης του μέγιστου κόκκου, D_{max}, πάντοτε στην επιλεγμένη επιφάνεια.
2. Υπόστρωμα του στρώματος θωράκισης (subarmor layer), το οποίο ορίζεται ως το στρώμα που βρίσκεται ακριβώς κάτω από το επίπεδο, που έχει επιλεγεί να χαρακτηρίσει το στρώμα θωράκισης και του οποίου το βάθος ισούται με άλλο τόσο.

Τύπος Β

1. Δισδιάστατο χαλαρό επιφανειακό στρώμα (surface sediment).
2. Υπόστρωμα του επιφανειακού στρώματος (subsurface sediment), το οποίο ορίζεται ως το στρώμα που βρίσκεται ακριβώς κάτω από το δυο διαστάσεων επιφανειακό στρώμα, χωρίς να προκαθορίζεται το βάθος του.

Τα δυο υποστρώματα έχουν ουσιαστικά την ίδια κοκκομετρική κατανομή (Bunte and Abt, 2001) και έτσι συχνά ο όρος «υποεπιφανειακό στρώμα» χαρακτηρίζει και τα δυο. Τα ιζήματα, που περιλαμβάνουν, είναι συνήθως λεπτότερα από τα αντίστοιχα υπερκείμενά τους (Rice, 1996 & Bunte and Abt, 2001).

Σε περίπτωση απουσίας των δυο τύπων Α και Β, εξ αιτίας της αδυναμίας διάκρισης του επιφανειακού στρώματος και υποστρώματος, λαμβάνει χώρα ογκομετρική μη στρωματογραφική δειγματοληψία, που περιλαμβάνει και τα δυο στρώματα, είτε το επιφανειακό και το υπόστρωμά του, είτε το στρώμα θωράκισης και το υπόστρωμά του.

Β. Μεθοδολογία δειγματοληψίας.

Ογκομετρική δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε συνολικά σε 44 θέσεις (ακραίοι και μεσαίοι φραγμοί, υγρή κοίτη) και των 15 σταθμών δειγματοληψίας. Για τη λήψη των δειγμάτων ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία:

i. Υπολογισμός της πυκνότητας του υλικού.

Η συλλογή του δείγματος της ογκομετρικής υποεπιφανειακής δειγματοληψίας προϋποθέτει τη λήψη αρκετών υποσυλλογών. Επομένως η γνώση του μεγέθους της πυκνότητας του υλικού δειγματοληψίας είναι απαραίτητη για τον υπολογισμό του επιθυμητού βάρους και κατ' επέκταση του παραγόμενου όγκου των θέσεων δειγματοληψίας των υποσυλλογών. Για τον υπολογισμό της πυκνότητας χρησιμοποιήθηκε, σύμφωνα με την τεχνική που πρότεινε ο Milhus (2001), τελάρο σχήματος τετραγώνου και ακμής 30cm, το οποίο τοποθετήθηκε στην επιφάνεια δειγματοληψίας, απαλλαγμένης από το επιφανειακό στρώμα, ως προστατευτικό πιθανών επιμολύνσεων και ως στήριγμα της μεμβράνης συγκράτησης του νερού (εικ. 7.6).



Εικόνα 7.6: Μέτρηση της πυκνότητας του υλικού συλλογής ογκομετρικής δειγματοληψίας

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε εκσκαφή του πυθμένα μέχρι βάθους ίσου με το βάθος λήψης του δείγματος, ζύγιση του υλικού εκσκαφής (ξηραμένου) και κάλυψη της κοιλότητας με λεπτή αλλά ισχυρή πλαστική μεμβράνη. Ογκομετρώντας την κοιλότητα με νερό του ποταμού, γίνεται γνωστός ο όγκος του υλικού, οπότε υπολογίζεται και η πυκνότητά του. Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις πυκνότητας σε όλους τους σταθμούς και στα υψηλότερα απαντώμενα σημεία των φραγμών, ώστε να περιέχεται η μικρότερη δυνατή υγρασία στο υλικό. Οι τιμές των πυκνοτήτων, που μετρήθηκαν κυμαίνονταν από 1.910 έως 2.360 kg/m^3.

ii. Βάθος λήψης δείγματος ογκομετρικής δειγματοληψίας.

Μετά την προσεκτική απομάκρυνση του υπερκείμενου επιφανειακού στρώματος μέχρι το βάθος επίχωσης του μέγιστου κόκκου στη θέση δειγματοληψίας, όπως πρότειναν οι Church et al. (1987), λαμβάνεται το δείγμα από το υποεπιφανειακό στρώμα σε βάθος ίσο με το βάθος του στρώματος που απομακρύνθηκε. Στις περιπτώσεις, που είναι αδύνατη ή ανέφικτη η απομάκρυνση του επιφανειακού στρώματος μέχρι το βάθος

επίχωσης του μέγιστου κόκκου, πραγματοποιήθηκε μη στρωματογραφική δειγματοληψία. Το βάθος της δειγματοληψίας προσδιορίστηκε από τον τύπο που πρότειναν οι Diplas and Fripp (1992):

$$d_{min} = 0,71\ D_{max}^{0,78}$$

όπου d_{min} είναι το ελάχιστο βάθος δειγματοληψίας σε cm και D_{max} ο άξονας b του μέγιστου κόκκου σε mm στη θέση της δειγματοληψίας. Ο τύπος αυτός προτάθηκε προς άρση των αδυναμιών του τύπου των Diplas and Fripp (1992) και Simons and Sentürk (1992):

$$d_{min} = 2\ D_{max}$$

που αφορά αδρόκοκκα υλικά κοίτης των οποίων η μέγιστη διάμετρος κινείται στο εύρος των λιθαριών (D_{max}> 64mm) καθώς και του τύπου των Diplas and Fripp (1991 και1992)

$$d_{min} = 0,48\ D_{max}^{2,10}$$

ο οποίος στην πράξη είναι εφαρμόσιμος για ένα μικρό εύρος κροκαλών διαμέτρου περί τα 4mm.

iii. Υπολογισμός του βάρους του δείγματος.

Για τον υπολογισμό του ελάχιστου βάρους του δείγματος της ογκομετρικής δειγματοληψίας έχουν κατά καιρούς προταθεί διάφοροι τρόποι υπολογισμού. Η μάζα του προς συλλογή υλικού, αν αυτή θεωρηθεί ότι ισούται με τη κυβική ρίζα του ενδιάμεσου άξονα του μέγιστου κόκκου (D^3_{max}), δίνεται από τύπους που έχουν προτείνει οι Neumann-Mahlkau (1967), De Vries (1970), Church et al. (1987), Diplas (1992), Diplas & Fripp (1992), Fripp & Diplas (1993), Ferguson & Paola (1997). Σε διαφορετική περίπτωση, για μη κυβική λειτουργία της διαμέτρου του μέγιστου κόκκου, έχουν υιοθετηθεί επί μέρους εθνικά στάνταρντς, όπως οι Βρετανικοί (British Standars 812), οι Αμερικανικοί (ASTM D75-71) και οι Γερμανικοί (DVWK 1988) πίνακες τιμών (Mosley & Tindale, 1985), τα Ελβετικά στάνταρντς (Anastasi, 1984 και Fehr, 1987), τα Αμερικανικά (ASTM C136-71, Church et al., 1987) και τα Καναδικά (Church et al., 1987).

Το ελάχιστο βάρος των δειγμάτων των υποεπιφανειακών συλλογών, που λήφθηκαν από την κοίτη του Βοιωτικού Κηφισού για τις διάφορες τιμές της μέγιστης διαμέτρου, υπολογίστηκε με τη χρήση των κριτηρίων, που πρότεινε ο Church et al. (1987). Με βάση τα κριτήρια αυτά, όταν η διάμετρος του μέγιστου κόκκου είναι μικρότερη των 32mm, τότε ο κόκκος αυτός πρέπει να αντιπροσωπεύει ποσοστό 0,1% του συνολικού βάρους του δείγματος. Όταν η διάμετρος του κόκκου είναι μεταξύ 32mm και 128mm, αντιπροσωπεύει ποσοστό 1% του βάρους του δείγματος και όταν είναι μεγαλύτερο από 128mm, αντιστοιχεί σε ποσοστό 5% του συνολικού βάρους του δείγματος. Ο τύπος που δίνει το ελάχιστο βάρος δειγματοληψίας όταν D_{max}< 32 mm, είναι:

$$m = 2,87\ D_{max} - 44,8$$

όπου η μάζα του δείγματος υπολογίζεται σε kg και η διάμετρος του κόκκου λογίζεται σε mm.

Ο όγκος του δείγματος υπολογίζεται με διαίρεση του βάρους αυτού δια της πυκνότητας, που έχει από πριν μετρηθεί. Επειδή ο όγκος του υλικού, που προκύπτει υπολογιστικά, είναι συχνά πολύ μεγάλος, είναι προφανές ότι δεν είναι δυνατή η λήψη δείγματος από μια μόνο θέση. Για το λόγο αυτό η λήψη του συνολικού δείγματος προέκυψε από ένα άθροισμα επί μέρους υποσυλλογών σε μια δεδομένη δομή της κοίτης του

ρεύματος. Επειδή ο όγκος του υλικού κάθε υποσυλλογής είναι από την αρχή γνωστός εφ' όσον το τελάρο δειγματοληψίας έχει συγκεκριμένες διαστάσεις και το βάθος του υποεπιφανειακού στρώματος εξαρτάται κάθε φορά από τη μέγιστη διάμετρο, είναι εύκολο να υπολογιστεί ο αριθμός υποσυλλογών που απαιτείται για κάθε δειγματοληψία.

iv. Εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία υπαίθρου.

Για την διεκπεραίωση της διαδικασίας της ογκομετρικής δειγματοληψίας είναι απαραίτητη η μεταφορά αρκετών εργαλείων και οργάνων στις θέσεις συλλογής υλικού στην κοίτη του ποταμού. Τα εργαλεία, που χρησιμοποιήθηκαν εν προκειμένω είναι:

1. Ηλεκτρονικός ψηφιακός ζυγός με ακρίβεια γραμμαρίου για τη ζύγιση του υλικού εκσκαφής και των κλασμάτων της επί τόπου κοκκομετρικής ανάλυσης.
2. Σκαπτικά εργαλεία όπως φτυάρι, σκεπάρνι, μυστρί, κουτάλα, σέσουλα, για την απομάκρυνση του επιφανειακού στρώματος, την εκσκαφή και τη λήψη υλικού.
3. Δυο ξύλινα τελάρα σχήματος τετραγώνου ακμών 30cm και 60cm για προστασία της κοιλότητας λήψης υλικού από επιμολύνσεις και για την επιτόπια μέτρηση της πυκνότητας του υποεπιφανειακού υλικού.
4. Καρότσι οικοδομής και μεταλλικοί ή πλαστικοί κουβάδες για τη μεταφορά του υλικού.
5. Πλαστικοί σάκοι για την αποθήκευση του υλικού.
6. Αυτοσχέδια κόσκινα σχήματος τετραγώνου και ακμής 30cm, κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα με ξύλινα πλευρικά τοιχώματα ύψους 12 cm. Το άνοιγμα των οπών των κοσκίνων είναι 256mm, 181mm, 128mm, 90,5mm, 64mm, 45,3mm και 32mm. Το σχήμα των οπών είναι τετραγωνικό για να υπάρχει πλήρης αντιστοίχιση με τα κόσκινα του εργαστηρίου. Η κατασκευή είναι παραλλαγή των κοσκίνων που περιγράφει ο Ibbeken (1974).
7. Κιβώτιο συλλογής του υλικού που δεν συγκρατείται από τα κόσκινα, ίδιων διαστάσεων με αυτά και ύψους 50 cm, επίσης παραλλαγή του κιβωτίου που περιγράφει ο Ibbeken (1974).
8. Αυτοσχέδιος μεταλλικός μεριστής υλικού λεπτότερου από 32mm με τρία στόμια εξόδου διαστάσεων 74 x 74mm προς κάθε κατεύθυνση (εικ. 7.7), που δίνει τη δυνατότητα διαίρεσης της συλλογής σε μικρότερα κλάσματα. Η κατασκευή του πραγματοποιήθηκε βάσει της αρχής λειτουργίας του τεταρτομεριστή, που



Εικόνα 7.7: Μεριστής υλικού συλλογής ογκομετρικής δειγματοληψίας

περιγράφει ο Ibbeken (1974) και των παρατηρήσεων στις οποίες προέβη ο Batel (1964) για παρόμοιες κατασκευές.

9. Βαρέλι συλλογής υλικού από την υγρή κοίτη χωρίς βάσεις, διαμέτρου 46 cm και ύψους 60cm. Η κάτω περιφέρειά του είναι αιχμηρή και πριονωτή για να εισέρχεται με μεγαλύτερη ευκολία στα στρώματα της κοίτης. Οι διαστάσεις του και ο τρόπος κατασκευής του είναι παραλλαγή του «CSU barrel sampler» που ανέπτυξαν οι Hogan et al. (1993) και Milhous et al. (1995).

v. Διαδικασία συλλογής.

Χρησιμοποιώντας τελάρα σχήματος τετραγώνου ακμών 30cm και 60cm για την αποτροπή των επιμολύνσεων και για την οριοθέτηση της επιφάνειας του δείγματος (εικ. 7.8), απομακρύνεται προσεκτικά το υπερκείμενο επιφανειακό στρώμα μέχρι το βάθος επίχωσης του μέγιστου κόκκου στη θέση δειγματοληψίας, όπως πρότειναν οι Church et al. (1987).

Η λεπτομερειακή απομάκρυνση του στρώματος θωράκισης συνιστά πιο εύχρηστη και ταχύτερη τεχνική απ' ότι η απομάκρυνση όλων των κόκκων του επιφανειακού στρώματος καθότι η λήψη όλων των κόκκων είναι εργασία επίπονη, χρονοβόρα και απαιτεί τη χρήση διαφορετικών κάθε φορά τεχνικών και εργαλείων (§ 7.3.2.1).

Το υλικό, που συγκεντρώνεται από τον καθαρισμό του επιφανειακού στρώματος χρησιμεύει στον προσδιορισμό της μέγιστης διαμέτρου (D_{max}) με υπολογισμό του άξονα b των 30 μεγαλύτερων κόκκων (πλην των καθ' εξαίρεση πολύ μεγάλων) και εξαγωγή του μέσου όρου αυτών (Bunte & Abt, 2001). Με βάση τη μέγιστη διαμέτρο (D_{max}) υπολογίζεται στη συνέχεια το επιθυμητό βάρος του υλικού δειγματοληψίας.



Εικόνα 7.8: Διαδικασία λήψης υλικού ογκομετρικής δειγματοληψίας σε ακραίο φραγμό.

Το δείγμα λαμβάνεται από το υποεπιφανειακό στρώμα σε βάθος ίσο ή και λίγο μεγαλύτερο από το βάθος του στρώματος που απομακρύνθηκε. Εάν τα τοιχώματα της εκσκαφής δεν είναι δυνατό να κοπούν κατακόρυφα, οπότε η κοιλότητα παίρνει ένα κωνικό σχήμα, τότε αυξάνεται κατά τι το βάθος, ώστε να αντισταθμίζεται η προκύπτουσα μείωση του όγκου του δείγματος.

Το υλικό, που συγκεντρώνεται από την εκσκαφή, κοσκινίζεται απ' ευθείας στα αυτοσχέδια κόσκινα, παραλαμβάνονται όλα τα κλάσματα τα μεγαλύτερα από 32mm, ζυγίζονται, καταγράφεται το βάρος τους και απομακρύνονται, ενώ το λεπτότερο υλικό συγκεντρώνεται στο κιβώτιο συλλογής. Το υλικό αυτό στη συνέχεια ομογενοποιείται με προσεκτικό ανακάτεμα και τεταρτομερίζεται με τη βοήθεια του μεριστή. Τα ¾ ή αναλόγως τα $^{7}/_{8}$ του υλικού απομακρύνονται επίσης, ενώ το ¼ ή αντίστοιχα το $^{1}/_{8}$ αποθηκεύεται και μεταφέρεται στο εργαστήριο για να συνεχιστεί η κοκκομετρική του ανάλυση με κόσκινα και πιπέττα, εφ' όσον το ποσοστό πηλού και αργίλου μετά από τις αναγωγές βρεθεί ότι είναι μεγαλύτερο από 5% του συνολικού βάρους του δείγματος.

Το υλικό, που παραλαμβάνεται από την υγρή κοίτη υφίσταται τις ίδιες διεργασίες με τη διαφορά ότι μεταφέρεται κατ' αρχήν όλο μέσα σε πλαστικούς σάκους των 20l σε αποθηκευτικό χώρο και αφήνεται να στεγνώσει σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

7.4. Εργαστηριακές μέθοδοι.

Για τον προσδιορισμό του σχήματος των κροκαλών χρησιμοποιήθηκαν τα ταξινομικά σχήματα κατά Zingg (1935) και Sneed & Folk (1958). Για τον προσδιορισμό της σφαιρικότητας χρησιμοποιήθηκε ο τύπος $(c^2/ab)^{1/3}$ κατά Sneed και Folk (1958). Η ποσοτικοποίηση της στρογγύλωσης των κόκκων στηρίχτηκε στον οπτικό χάρτη που ανέπτυξε ο Krumbein (1941).

Το υλικό το λεπτότερο από 32mm που κατακρατήθηκε μετά τον τεταρτομερισμό κατά τη διαδικασία της ογκομετρικής δειγματοληψίας, καθώς και τα δείγματα του λεπτού υλικού, κοκκομετρήθηκαν με κόσκινα και όπου ήταν απαραίτητο με πιπέττα.

Για τη μαθηματικοποίηση των σχέσεων, που συνδέουν τα επί τοις % ποσοστά των ιστολογικών χαρακτήρων κάθε λιθολογίας με την απόσταση από τον πρώτο σταθμό δειγματοληψίας, ερευνήθηκε η πιθανότητα υπακοής των σχέσεων αυτών σε εξισώσεις γραμμικής και εκθετικής συμμεταβολής (Φασούλας, 1964 και Αναστασιάδης, 1978), με τους άξονες είτε της απόστασης (οριζόντιος άξονας), είτε της μεταβλητής, δηλαδή της λιθολογίας, του αριθμητικού μέσου και των στατιστικών του παραμέτρων, της στρογγυλότητας και της σφαιρικότητας (κατακόρυφος άξονας) σε γραμμική ή σε λογαριθμική κλίμακα. Από τις τιμές, που προέκυψαν χρησιμοποιήθηκαν βεβαίως αυτές που δείχνουν την καλύτερη προσαρμογή.

Συγκεκριμένα επιδιώχτηκε η εύρεση των συντελεστών a και b, καθώς και ο συντελεστής συσχέτισης των εξισώσεων:

$Y = a + bX$ για την απλή ευθύγραμμη συμμεταβολή και

$$Y = aX^b \text{ η } \log y = \log a + b \log X \text{ για την εκθετική συμμεταβολή}$$

Οι συντελεστές a και b για την κάθε εξίσωση προσδιορίζονται από τους τύπους:

$b = [(\Sigma XY - \Sigma X\Sigma Y)/n] / [\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2/n]$ και

$a = [\Sigma Y – b\Sigma X] /n$, για την πρώτη εξίσωση και

$b = [(\Sigma(\log X \log Y) - \Sigma \log X \Sigma \log Y)/n] / [\Sigma(\log X)^2 - (\Sigma \log X)^2/n]$ και

$a = \log[\Sigma \log Y – b\Sigma \log X] /n$, για τη δεύτερη εξίσωση.

Ο συντελεστής συσχέτισης είναι ένα μέτρο, που επιτρέπει τον προσδιορισμό της ωφελιμότητας μιας εξίσωσης, δηλαδή την εκτίμηση της καταλληλότητάς της, χωρίς την προϋπόθεση εξεύρεσης της εξίσωσης. Κυμαίνεται από -1 έως +1 και όσο αυτός πλησιάζει στη μονάδα τόσο το μέγεθος της συσχέτισης είναι πιο μεγάλο. Σε αυτές τις περιπτώσεις η χρήση της εξίσωσης δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα. Όταν ο συντελεστής συσχέτισης απομακρύνεται προς τα κάτω από την τιμή +1, η χρήση της εξίσωσης είναι επισφαλής και σε αυτή την περίπτωση αναζητείται άλλης μορφής εξίσωση που να δίνει μεγαλύτερο συντελεστή.

Ο συντελεστής συσχέτισης δίνεται από τον τύπο:

$$r = [(\Sigma XY - \Sigma X\Sigma Y)/n] / \{[\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2/n] \ [\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2/n]\}^{1/2}$$

Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων των αναλύσεων, λήφθηκαν υπ΄ όψιν οι τρόποι στατιστικής επεξεργασίας και παρουσίασης που αναφέρονται στις εργασίες των Barndorff-Nielsen (1977), Church & Kellerhals (1978), Κοντόπουλου και Πανάγου (1979), Brierley & Hickin (1984), Rice & Church (1996), Petrie & Diplas (2000), Bevenger & King (2001), Potyondy & Bunte (2002) και για πιο σύγχρονη προσέγγιση χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS 11.0.

Για τον έλεγχο των αποτελεσμάτων της στρογγύλωσης και του σχήματος των κόκκων μεταξύ των δειγμάτων ενός σταθμού και μεταξύ διαφορετικών σταθμών δειγματοληψίας, πραγματοποιήθηκε ο έλεγχος χ^2 (chi square test). Με τον έλεγχο αυτό, διαπιστώνεται αν οι διαφορές που εμφανίζουν τα αποτελέσματα των αναλύσεων μεταξύ διαφορετικών πληθυσμών είναι στατιστικά σημαντικά (Φασούλας 1964, Spiegel 1975, Αναστασιάδης 1978, Lindholm 1987, Γκιώνης κ.α. 1996, Davis 2002). Ο έλεγχος χ^2 πραγματοποιήθηκε για επίπεδο εμπιστοσύνης 0,05 (95%).

Η σύγκριση των τιμών των αριθμητικών μέσων και των μέσων όρων της σφαιρικότητας των κροκαλών, που προσδιορίστηκαν, πραγματοποιήθηκε με τη χρήση της z-δοκιμασίας για τα μεγάλα δείγματα και αντίστοιχα της t-δοκιμασίας για τα μικρά δείγματα (Φασούλας 1964, Spiegel 1975, Γκιώνης κ.α. 1996, Davis 2002) και για επίπεδο εμπιστοσύνης 0,05 (95%). Ο έλεγχος με τη μέθοδο αυτή συνίσταται στον υπολογισμό της τιμής z ή t και στη σύγκρισή της με την κρίσιμη τιμή που είναι 1,96, για αμφίπλευρο έλεγχο. Όταν οι τιμές που υπολογίζονται είναι μικρότερες από την κρίσιμη τιμή ($z<1,96$ ή $z>-1,96$), οι διαφορές που προκύπτουν δεν είναι στατιστικά σημαντικές.

Η σύγκριση των επί τοις % ποσοστών της λιθολογικής κατανομής πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο σύγκρισης ποσοστών (έλεγχος αναλογίας) για επίπεδο εμπιστοσύνης 0,05 (95%). Ο έλεγχος, που πραγματοποιήθηκε ήταν αμφίπλευρος στην περίπτωση της σύγκρισης των ποσοστών λιθολογικής κατανομής των συλλογών εντός των σταθμών ($z_{κρ}$=1,96) και μονόπλευρος στην περίπτωση της σύγκρισης ποσοστών μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας ($z_{κρ}$=1,64).

Οι μέσοι όροι όλων των αναλύσεων του αριθμητικού μέσου, της στρογγύλωσης, της σφαιρικότητας και του σχήματος των κόκκων ανά δειγματοληψία και για κάθε λιθολογικό τύπο ξεχωριστά κατά μήκος της κοίτης του ποτάμιου ρεύματος, χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση παραγοντικής ανάλυσης (Factor Analysis), όπως περιγράφεται από τον Παπαθεοδώρου (2001) και με τη χρήση των στατιστικών πακέτων SPSS 11.0 και 12.0 σε Η/Υ. Σκοπός της ανάλυσης αυτής είναι η ομαδοποίηση των δεδομένων, όταν σε αυτά συσχετίζονται ισχυρά, κάποια από τα εξεταζόμενα χαρακτηριστικά. Η παραγοντική ανάλυση υπολογίζει τον αριθμό των ομάδων (παράγοντες), που περιλαμβάνουν τα ισχυρά συσχετιζόμενα χαρακτηριστικά, τη σύσταση της κάθε ομάδας και περιγράφει τα δείγματα των ιζημάτων, σύμφωνα με τη συμμετοχή των ισχυρά συσχετιζόμενων χαρακτηριστικών σε αυτά. Εφαρμόστηκε ο R τύπος (R-mode facror analysis), που ανιχνεύει τις εσωτερικές σχέσεις (συντελεστές συσχέτισης) μεταξύ των μεταβλητών και ο Q τύπος (Q-mode facror analysis), που ανιχνεύει τις εσωτερικές σχέσεις (συντελεστές ομοιότητας) μεταξύ των δειγμάτων.

7.5. Ανάλυση και περιγραφή των χαρακτηριστικών των επιφανειακών και υποεπιφανειακών κλαστικών ιζημάτων μεταφοράς στους σταθμούς δειγματοληψίας του ποτάμιου ρεύματος.

7.5.1. Ανάλυση ιζημάτων του σταθμού δειγματοληψίας Σ1.

Ο πρώτος σταθμός δειγματοληψίας (Σ1) βρίσκεται στην παλαιά γέφυρα, κοντά στο Σ.Σ. Λιλαίας (πίν. 7.1, εικ. 7.1 και σχ.7.5). Έχει μήκος 80m και πλάτος, που κυμαίνεται μεταξύ 12m και 15m. Αποτελείται από μια πλήρη ακολουθία βάθυνσης-ρήχευσης (pool-riffle) και περιλαμβάνει ένα πλευρικό (Φ1) και έναν ακραίο φραγμό (Φ2). Ιζηματογενείς δομές, που παρατηρήθηκαν στην κοίτη του ρεύματος, είναι ρυτιδώσεις στην κατάντη πλευρά του φραγμού Φ2 και βοτρυοειδείς δομές στο κατάντη τμήμα της ενεργής κοίτης του. Απέναντι από τον ακραίο φραγμό Φ2, υπάρχει νερόλακκος (pool 1), στο κατάντη τμήμα του οποίου υπάρχει μικρός αριθμός ογκολίθων ανθρωπογενούς προέλευσης (σχ. 7.5Α).

Η επιφανειακή δειγματοληψία στην κοίτη του ρεύματος, πραγματοποιήθηκε κατά μήκος 10 τομών κάθετων προς τη διεύθυνση ροής και σχεδόν παράλληλων μεταξύ τους. Τα χαλίκια των φραγμών συλλέχτηκαν με συστηματική δειγματοληψία δικτύου. Για την ογκομετρική δειγματοληψία, συλλέχτηκε υλικό από 12 υποσυλλογές μέσα από την ενεργή κοίτη, από 11 υποσυλλογές του φραγμού Φ1 και από 5 υποσυλλογές του φραγμού Φ2. Επί πλέον συλλέχτηκε λεπτομερές υλικό προς ανάλυση, από δυο θέσεις εντός της ενεργής κοίτης (F1 και F2) και από τρεις θέσεις (f1,f2 και f3) του φραγμού Φ2 (σχ. 7.5Α). Συνολικά συλλέχτηκαν 1.239 κόκκοι από την επιφάνεια και 149,79kg υλικού ογκομετρικής δειγματοληψίας.

Το υλικό, που μεταφέρεται από τα ρεύματα του άνω ρου του ποταμού και καταφτάνει στο σταθμό Σ1 είναι πολύμεικτο και προέρχεται (γεωλογικοι χάρτες Ι.Γ.Μ.Ε, φύλλα: Λαμία, Στυλίδα, Άμφισσα, Αμφίκλεια):

- Από τις διαβρώσεις των υλικών των ολοκαινικών αποθέσεων του πεδίου Γραβιάς-Μπράλου.
- Από τα πλευρικά κορήματα και τους κώνους κορημάτων των ριπιδίων της περιοχής μεταξύ Παλαιοχωρίου-Δρυμαίας και του ΒΔ τμήματος του Παρνασσού (Πολύδροσος, Λιλαία, Γραβιά) καθώς και της περιοχής Καλοσκοπής της ανατολικής Γκιώνας.
- Από κλαστικά ιζήματα μολασικού τύπου, που βρίσκονται στην ασβεστολιθική μάζα του Καλλιδρόμμου όρους και συνίστανται κυρίως από κροκαλοπαγή με ενστρώσεις γαγάτη, ψαμμιτών και ασβεστολίθων.
- Από πλειστοκαινικά στρώματα της περιοχής Μπράλου-Καστελλίου, τα οποία συνίστανται κυρίως από συνεκτικά, κατά το μάλλον ασβεστολιθικά κροκαλοπαγή χειμαρρώδους προέλευσης και από χαλαρές αποθέσεις ερυθροπηλών, ψαμμιτών και κροκαλών επίσης χειμαρρώδους προέλευσης.
- Από πλειοκαινικές λιμναίες αποθέσεις μαργών, αργίλων, ψαμμιτών και κροκαλοπαγών της περιοχής μεταξύ Μπράλου και Παλαιοχωρίου.
- Από τις φλυσχικές αποθέσεις της περιοχής Καλοσκοπής και Καστελλίου καθώς και αυτές του ΒΔ τμήματος του Παρνασσού, στις οποίες είναι επωθημένα από τη ζώνη της Ανατολικής Ελλάδας τα καλύμματα του Γερολέκα, του Επταλόφου και της Τούφας.

- Από τα ανθρακικά πετρώματα της ανατολικής Γκιώνας, του ΒΔ μέρους του Παρνασσού και του ΝΔ τμήματος του Καλλιδρόμου όρους.
- Από σερπεντίνες και κερατολίθους της επωθημένης στον Παρνασσό ζώνης της Ανατολικής Ελλάδας (Υποπελαγονική).

7.5.1.1. Αποτελέσματα ανάλυσης του λιθολογικού χαρακτήρα των κροκαλών της επιφάνειας του σταθμού δειγματοληψίας Σ1.

Ο λιθολογικός χαρακτήρας των κροκαλών του ρεύματος στο σταθμό δειγματοληψίας Σ1 καθορίζεται από τα υλικά, που δέχεται από τα ρεύματα του άνω ρου του Βοιωτικού Κηφισού (§ 7.5.1). Στο σύνολο των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας κυριαρχούν οι ασβεστολιθικοί κόκκοι με ποσοστό 55,36% και ακολουθούν σε συχνότητα οι ψαμμιτικοί κόκκοι με ποσοστό συμμετοχής 35,51%. Οι κερατολιθικές κροκάλες και οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων συμμετέχουν με μικρότερα ποσοστά που είναι 7,02% και 2,09% αντίστοιχα. Οι διαφορές των συχνοτήτων, που εμφανίζονται μεταξύ των διαφόρων λιθολογικών τύπων βρέθηκε, με τη χρήση της δοκιμασίας χ^2, ότι είναι στατιστικά σημαντικές, τόσο για το σύνολο των κροκαλών του σταθμού (χ^2= 31,91>7,82=$\chi^2_{κρ}$), όσο και για τις επί μέρους δειγματοληψίες (χ^2=18,06>12,39=$\chi^2_{κρ}$). Στον πίνακα 7.2 αναγράφονται ο αριθμός και η εκατοστιαία κατανομή των κροκαλών όλων των λιθολογικών τύπων, που συλλέχτηκε στους δυο φραγμούς και στην ενεργή κοίτη του πρώτου σταθμού δειγματοληψίας.

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ1	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ		ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ	
	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Φ1	206	53,64	133	34,63	34	8,85	11	2,86	384	100,00
Φ2	212	50,96	172	41,30	28	6,73	4	0,96	416	100,00
Κοίτη	268	61,14	135	30,75	25	5,60	11	2,50	439	100,00
Σύνολο Σ1	686	55,36	440	35,51	87	7,02	26	2,09	1239	100,00

Πίνακας. 7.2: Λιθολογική κατανομή και εκατοστιαία συμμετοχή των κροκαλών όλων των συλλογών του σταθμού δειγματοληψίας Σ1.

Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης του λιθολογικού χαρακτήρα προκύπτει ότι, το ποσοστό των ασβεστολιθικών κόκκων στην ενεργή κοίτη του πρώτου σταθμού δειγματοληψίας είναι 61,14% και εμφανίζεται αυξημένο σε σχέση με τα ποσοστά των ασβεστολιθικών κόκκων των ακραίων φραγμών, στους οποίους είναι 53,64% στο φραγμό Φ1 και 50,96% στο φραγμό Φ2. Η σύγκριση των % ποσοστών των ασβεστολιθικών κόκκων έδειξε ότι τα ποσοστά των ασβεστολιθικών κροκαλών, που συλλέχτηκαν από τους φραγμούς του ρεύματος δεν εμφανίζουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους (z=0,75<1,96=$z_{κρ}$) σε αντίθεση με τις διαφορές μεταξύ της ενεργής κοίτης και των φραγμών Φ1 και Φ2, που είναι στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους (z=2,17>1,96=$z_{κρ}$ και z=2,99>1,96=$z_{κρ}$ αντίστοιχα) για επίπεδο εμπιστοσύνης 0,05 (95%).

Οι ψαμμιτικοί κόκκοι εμφανίζουν ποσοστό συμμετοχής 41,30% στο φραγμό Φ2, 34,63% στο φραγμό Φ1 και 30,75% στην ενεργή κοίτη του σταθμού δειγματοληψίας. Από τα ποσοστά αυτά, το ποσοστό των ψαμμιτικών κόκκων του φραγμού Φ2 διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τα ποσοστά συμμετοχής της ενεργής κοίτης και του φραγμού Φ1 (z=3,21>1,96=$z_{κρ}$ και z=-1,98<-1,96=$z_{κρ}$). Η διαφορά μεταξύ των ποσοστών του φραγμού Φ1

και της ενεργής κοίτης ($z=1,18<1,96=z_{κρ}$) δεν είναι στατιστικά σημαντική. Επομένως μπορεί να θεωρηθεί ότι, η παρουσία των ψαμμιτών είναι αυξημένη στο φραγμό Φ2 σε σχέση με την ενεργή κοίτη και το φραγμό Φ1 του σταθμού δειγματοληψίας.

Οι κερατολιθικές κροκάλες συμμετέχουν με επί τοις % ποσοστό 5,60% στην ενεργή κοίτη και φαίνεται να αυξάνονται ελαφρά στο φραγμό Φ2 (6,73%) και στο φραγμό Φ1 (8,85%). Η στατιστική επεξεργασία όμως έδειξε, πως αυτές οι φαινομενικές διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές, εφ' όσον οι τιμές z, που υπολογίστηκαν είναι $z=1,12<1,96=z_{κρ}$ μεταξύ των φραγμών Φ1 και Φ2, $z=1,80<1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ενεργής κοίτης και φραγμού Φ1 και $z=0,68<1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ενεργής κοίτης και φραγμού Φ2.

Τα ποσοστά συμμετοχής των κροκαλών των εκρηξιγενών πετρωμάτων είναι 2,50% στην ενεργή κοίτη, 0,96% στο φραγμό Φ2 και 2,86% στο φραγμό Φ1. Η σύγκριση των ποσοστών αυτών έδειξε ότι, η διαφορά ποσοστών των εκρηξιγενών κόκκων μεταξύ των φραγμών είναι στατιστικά σημαντική ($z=1,97>1,96=z_{κρ}$). Οι τιμές z, που υπολογίστηκαν μεταξύ των ποσοστών της ενεργής κοίτης και του φραγμού Φ1 είναι $z=0,31<1,96=z_{κρ}$, και $z=-1,71>-1,96=z_{κρ}$ μεταξύ της ενεργής κοίτης και του φραγμού Φ2. Οι δυο τελευταίοι υπολογισμοί παρατίθενται με επιφύλαξη, λόγω του πολύ μικρού ποσοστού συμμετοχής των εκρηξιγενών κροκαλών στο φραγμό Φ2.

7.5.1.2. Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ1.

Στον πίνακα 7.3 αναγράφονται οι υπολογισθείσες τιμές του αριθμητικού μέσου των κροκαλών και των τεσσάρων λιθολογικών τύπων, των συλλογών του σταθμού δειγματοληψίας Σ1.

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ1	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ (mm)	Μ.Ο. ΣΤΑΘΜΟΥ (mm)
Φ1	25,52	25,93	22,00	27,72	25,41
Φ2	24,76	20,64	17,60	11,90	22,33
Κοίτη	21,95	24.44	19.25	16.18	22,23
Σύνολο	23,89	23,44	18,97	18,81	23,24

Πίνακας 7.3: Τιμές αριθμητικού μέσου (σε mm) για όλους τους λιθολογικούς τύπους του σταθμού δειγματοληψίας Σ1.

Στην επιφάνεια του σταθμού δειγματοληψίας κυριαρχούν υλικά, των οποίων το μέσο μέγεθος για το σύνολο των κόκκων του σταθμού είναι 23,24mm, τιμή που βρίσκεται γενικά εντός των ορίων του χονδρόκοκκου χαλικιού, ενώ στο φραγμό Φ2, στο τμήμα της ενεργής κοίτης μπροστά από αυτόν και στο νερόλακκο, εμφανίζονται επιφάνειες, που καλύπτονται από λεπτόκοκκο υλικό μέσου μεγέθους <8mm. Από τις κροκάλες, οι μεγαλύτερες είναι οι ασβεστολιθικές και οι ψαμμιτικές με αντίστοιχους αριθμητικούς μέσους 23,89mm και 23,44mm, που δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους ($z=0,39<1,96=z_{κρ}$). Οι κερατολιθικές κροκάλες και οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων είναι μικρότερες από τις προηγούμενες, έχουν αριθμητικούς μέσους 18,97mm και 18,81mm αντίστοιχα και είναι στατιστικά ίσες μεταξύ τους ($z=0,39<1,96=z_{κρ}$).

Από τις μονάδες του σταθμού δειγματοληψίας, το πιο αδρομερές υλικό (25,41mm) εντοπίζεται στο φραγμό Φ1, ενώ ο φραγμός Φ2 και η ενεργή κοίτη καλύπτονται από κατά τι λεπτότερο υλικό (22,33mm και 22,23mm αντίστοιχα). Με τη χρήση όμως της δοκιμασίας z αποδεικνύεται ότι οι τιμές αυτές των αριθμητικών μέσων δε

διαφέρουν μεταξύ τους, εφ' όσον οι τιμές z που προσδιορίστηκαν για όλα τα ζεύγη των ελέγχων, είναι μικρότερες της κρίσιμης τιμής $z_{κρ}$. Συγκεκριμένα, η τιμή z μεταξύ των τιμών των αριθμητικών μέσων των φραγμών Φ1 και Φ2 υπολογίστηκε σε $z=0,63<1,96=z_{κρ}$, μεταξύ του φραγμού Φ1 και της ενεργής κοίτης σε $z=0,64<1,96==z_{κρ}$ και μεταξύ του φραγμού Φ2 και της ενεργής κοίτης σε $z=0,02<1,96==z_{κρ}$.

Ο αριθμητικός μέσος των ασβεστολιθικών κροκαλών στο φραγμό Φ1 ανέρχεται σε 25,52mm, στο φραγμό Φ2 σε 24,76mm και στην ενεργή κοίτη του ρεύματος σε 21,95mm. Με τη χρήση της δοκιμασίας z, βρέθηκε ότι οι διαφορές, που εμφανίζει ο αριθμητικός μέσος των ασβεστολιθικών κροκαλών μεταξύ των φραγμών Φ1 και Φ2 είναι στατιστικά ασήμαντες ($z=0,53<1,96=z_{κρ}$). Τα ποσοστά συμμετοχής όμως των ασβεστολιθικών κροκαλών στους φραγμούς Φ1 και Φ2 εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε σχέση με το ποσοστό συμμετοχής των κροκαλών στην ενεργή κοίτη του ρεύματος ($z=2,79>1,96=z_{κρ}$ και $z=2,12>1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα).

Οι ψαμμιτικές κροκάλες έχουν αριθμητικό μέσο 25,93mm στο φραγμό Φ1, 24,44mm στην ενεργή κοίτη του ρεύματος και 20,64mm στο φραγμό Φ2. Η μικρή διαφορά, που εμφανίζουν οι τιμές μεταξύ του φραγμού Φ1 και της ενεργής κοίτης δεν είναι στατιστικά σημαντική ($z=0,88<1,96=z_{κρ}$) και επομένως μπορεί να θεωρηθεί, ότι το μέσο μέγεθος των ψαμμιτών της ενεργής κοίτης και του φραγμού Φ1 είναι ίσο. Αντίθετα, οι τιμές των αριθμητικών μέσων μεταξύ των φραγμών Φ1 και Φ2 και μεταξύ του φραγμού Φ2 και της ενεργής κοίτης, διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους ($z=3,88>1,96=z_{κρ}$ και $z=-2,55<-1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα).

Οι κερατολιθικές κροκάλες φαινομενικά είναι μεγαλύτερες στο σταθμό Φ1 με αριθμητικό μέσο 22,00mm, μικρότερες στην ενεργή κοίτη (19,25mm) και ακόμη μικρότερες στο φραγμό Φ2 (17,60mm). Οι διαφορές αυτές όμως αποδείχτηκε πως είναι στατιστικά ασήμαντες, εφ΄ όσον όλες οι τιμές του z, που υπολογίστηκαν για όλους τους δυνατούς συνδυασμούς είναι μικρότερες της κρίσιμης τιμής και συγκεκριμένα: z(Φ1-Φ2)=1,17, z(Φ1-κοίτη)=0,81 και z(Φ2-κοίτη)=-0,46.

Οι κόκκοι των εκρηξιγενών πετρωμάτων είναι μεγαλύτεροι στο φραγμό Φ1 (27,72mm) και μικρότεροι στην ενεργή κοίτη (16,18mm) και η διαφορά τους αυτή είναι στατιστικά σημαντική ($z=3,26>1,96=z_{κρ}$). Σημαντική διαφορά σημειώνεται επίσης μεταξύ των αριθμητικών μέσων των φραγμών Φ1 (27,72mm) και Φ2 (11,9mm), για τους οποίους ισχύει: $z=4,45>1,96=z_{κρ}$. Οι τιμές όμως των αριθμητικών μέσων μεταξύ της ενεργής κοίτης και του φραγμού Φ2 δεν είναι στατιστικά διαφορετικές, εφ όσον υπολογίστηκε ότι: $z=-1,75>-1,96=z_{κρ}$.

Στο χάρτη του σχήματος 7.5Β απεικονίζεται η κατανομή του αριθμητικού μέσου των κροκαλών στην επιφάνεια του σταθμού δειγματοληψίας Σ1.

7.5.1.3. Αποτελέσματα ανάλυσης της στρογγύλωσης των κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας Σ1.

Στον πίνακα 7.4 αναγράφονται οι τιμές του βαθμού στρογγύλωσης των κροκαλών όλων των λιθολογικών τύπων και για κάθε μονάδα συλλογής του πρώτου σταθμού δειγματοληψίας. Οι τιμές στρογγύλωσης προέκυψαν μετά από σύγκριση με τον οπτικό χάρτη του Krumbein (1941).

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ1	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ ΜΟΝΑΔΑΣ
Φ1	0,56	0,74	0,31	0,40	0,60
Φ2	0,61	0,74	0,34	0,35	0,64
Κοίτη	0,63	0,80	0,28	0,42	0,66
Σύνολο Σ1	0,60	0,76	0,31	0,39	0,64

Πίνακας 7.4: Τιμές στρογγύλωσης των κόκκων όλων των λιθολογικών τύπων του σταθμού δειγματοληψίας Σ1

Όπως φαίνεται από τις τιμές στρογγύλωσης, που προσδιορίστηκαν, το σύνολο των κόκκων του πρώτου σταθμού δειγματοληψίας έχει μέση τιμή στρογγύλωσης 0,64. Οι κόκκοι της ενεργής κοίτης στο σύνολο των λιθολογιών, με μέσο όρο βαθμού στρογγύλωσης 0,66, δείχνουν να είναι πιο στρογγυλοί από τους κόκκους του ακραίου φραγμού Φ2 (0,64) και ακόμη πιο στρογγυλοί από τους κόκκους του ακραίου φραγμού Φ1 (0,60). Με τη δοκιμασία όμως χ^2, που εφαρμόστηκε για όλους του δυνατούς συνδυασμούς, αποδείχτηκε πως οι τιμές στρογγύλωσης μεταξύ των κόκκων του φραγμού Φ1 και του φραγμού Φ2 δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (χ^2=7,22<9,49=$\chi^2_{κρ}$), όπως και οι τιμές στρογγύλωσης μεταξύ των κόκκων του φραγμού Φ2 και της ενεργής κοίτης (χ^2=4,56<9,49= $\chi^2_{κρ}$). Αντίθετα, οι τιμές στρογγύλωσης των κόκκων του φραγμού Φ1 και της ενεργής κοίτης διαφέρουν πράγματι στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (χ^2=14,96>9,49=$\chi^2_{κρ}$).

Οι ασβεστολιθικοί κόκκοι εμφανίζουν για την ενεργή κοίτη και τους φραγμούς Φ1 και Φ2 τιμές στρογγύλωσης με μικρές αποκλίσεις μεταξύ τους (0,63, 0,56 και 0,61 αντίστοιχα) και μέσο όρο 0,60, τιμές που αντιστοιχούν γενικά σε υποστρόγγυλους κόκκους. Οι τιμές στρογγύλωσης των ασβεστολιθικών κόκκων μεταξύ των δυο φραγμών και της κοίτης δεν εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους (χ^2=10,78<15,51=$\chi^2_{κρ}$).

Οι ψαμμίτες της ενεργής κοίτης εμφανίζουν στρογγύλωση 0,80 και είναι πιο στρογγυλοί από τους ψαμμίτες των φραγμών, που εμφανίζουν τιμή στρογγύλωσης 0,74, γεγονός που φαίνεται και από την τιμή χ^2 της δοκιμασίας ελέγχου (χ^2=25,05>15,51=$\chi^2_{κρ}$). Ο μέσος όρος του βαθμού στρογγύλωσης όλων των ψαμμιτών του σταθμού δειγματοληψίας είναι 0,76 και μπορούν γενικά να χαρακτηριστούν ως στρογγυλοί.

Οι κερατολιθικοί κόκκοι και οι κόκκοι των εκρηξιγενών πετρωμάτων εμφανίζουν μέσους όρους βαθμού στρογγύλωσης 0,31 και 0,39 αντίστοιχα και χαρακτηρίζονται ως υπογωνιώδεις. Οι μικρές αποκλίσεις, που παρουσιάζονται μεταξύ των συλλογών δεν είναι στατιστικά σημαντικές (χ^2=5,40<12,59=$\chi^2_{κρ}$ για τους κερατολιθικούς κόκκους και χ^2=7,02<12,59=$\chi^2_{κρ}$ για τους εκρηξιγενείς κόκκκους).

7.5.1.4. Αποτελέσματα ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ1.

Η σφαιρικότητα των κροκαλών φαίνεται πως ποικίλει ελαφρά μεταξύ των διαφόρων λιθολογικών τύπων. Οι κερατολιθικές κροκάλες, οι ασβεστολιθικές κροκάλες και οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων δείχνουν καλύτερη σφαιρικότητα απ' ότι οι ψαμμιτικές κροκάλες. Συγκεκριμένα οι ασβεστολιθικές κροκάλες έχουν μια μέση τιμή 0,69, οι ψαμμιτικές 0,63, οι κερατολιθικές 0,70 και οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων 0,71.

Ο μέσος όρος της σφαιρικότητας του συνόλου των κροκαλών είναι 0,67. Ο έλεγχος της z δοκιμασίας, που πραγματοποιήθηκε για όλες τις τιμές σφαιρικότητας, έδειξε ότι η σφαιρικότητα των ψαμμιτικών κροκαλών, των κερατολιθικών κροκαλών, των κροκαλών των εκρηξιγενών πετρωμάτων και του συνόλου των κόκκων ανά

δειγματοληψία, δεν εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Μόνο οι ασβεστολιθικές κροκάλες του φραγμού Φ1, φαίνεται πως είναι πιο σφαιρικές από τις κροκάλες του φραγμού Φ2 και της ενεργής κοίτης ($z=1,97>1,96=z_{κρ}$). Τα αποτελέσματα της ανάλυσης των τιμών σφαιρικότητας των κροκαλών του πρώτου σταθμού δειγματοληψίας, αναγράφονται στον πίνακα 7.5.

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ1	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ
Φ1	0,70	0,64	0,72	0,74	0,68
Φ2	0,68	0,63	0,70	0,68	0,66
Κοίτη	0,68	0,63	0,68	0,70	0,66
Σύνολο Σ1	0,69	0,63	0,70	0,71	0,67

Πίνακας 7.5: Σφαιρικότητα των κόκκων κάθε λιθολογίας καθώς και του συνόλου των κροκαλών για κάθε γεωμορφολογική μονάδα του πρώτου σταθμού δειγματοληψίας.

7.5.1.5. Αποτελέσματα ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ1.

Στην ενεργή κοίτη του πρώτου σταθμού δειγματοληψίας κυριαρχούν, για τις ασβεστολιθικές κροκάλες, σύμφωνα με το ταξινομικό σχήμα κατά Zingg (1935), οι κόκκοι δισκοειδούς σχήματος με ποσοστό 36,57% και ακολουθούν οι σφαιροειδείς, οι ραβδόμορφοι και οι πλατυσμένοι με αντίστοιχα επί τοις % ποσοστά 26,87%, 22,76% και 13,81%. Οι ψαμμιτικοί κόκκοι αποτελούνται κατά το ήμισυ σχεδόν (48,15%) από δισκοειδείς κροκάλες και σε ποσοστά 18,52%, 19,26% και 14,07% από κροκάλες σφαιροειδείς, ραβδόμορφες και πλατυσμένες αντίστοιχα. Μεγάλο ποσοστό δίσκων (44,00%) περιλαμβάνουν και οι κερατολιθικές κροκάλες, ενώ τα αντίστοιχα ποσοστά σφαιρών, ράβδων και πλατυσμένων είναι αντίστοιχα 28,00%, 16,00% και 12,00%. Στις κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων κυριαρχούν οι σφαίρες με ποσοστό 54,55% και ακολουθούν σε συχνότητα οι πλατυσμένες κροκάλες με ποσοστό 27,27% και οι δισκοειδείς με ποσοστό 18,18%. Στο σύνολο των κόκκων της ενεργής κοίτης οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 40,09%, οι σφαιροειδείς με 25,06%, οι ραβδόμορφες με 20,73% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 14,12%.

Στον ακραίο φραγμό Φι οι ασβεστολιθικές κροκάλες έχουν σε ποσοστά 35,44% και 34,47% δισκοειδές και σφαιρικό σχήμα αντίστοιχα, ενώ οι ραβδόμορφες και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με αντίστοιχα ποσοστά 21,36% και 8,74%. Το μεγαλύτερο μέρος των ψαμμιτικών κροκαλών του φραγμού Φ1 (42,11%) έχει δισκοειδές σχήμα, ενώ 20,30%, 15,79% και 21,80% είναι τα αντίστοιχα ποσοστά συμμετοχής των σφαιρικών, των ραβδοειδών και των πλατυσμένων κροκαλών. Οι κερατολιθικοί κόκκοι αποτελούνται από 38,24% από δίσκους, από 35,29% από σφαίρες, από 23,53% από ράβδους και μόλις σε ποσοστό 2,94% από πλατυσμένες κροκάλες. Στους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων κυριαρχούν οι σφαιρικές κροκάλες με ποσοστό συμμετοχής 45,45% και ακολουθούν οι δισκοειδείς με ποσοστό 36,36% και οι ραβδόμορφες με ποσοστό 18,18%. Στο σύνολο των κόκκων του κατάντη στο σταθμό δειγματοληψίας ευρισκόμενου φραγμού Φ1, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 38,02%, οι σφαιροειδείς με 29,95%, οι ραβδόμορφες με 19,53% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 12,50%.

Οι ασβεστολιθικές κροκάλες του φραγμού Φ2 παρουσιάζουν μεγάλη αναλογία ως προς το σχήμα των κόκκων με αυτές του φραγμού Φ1. Αποτελούνται σε ποσοστό 34,43% από κροκάλες δισκοειδούς σχήματος, από

32,55% από σφαιροειδείς, από 20,75% από ράβδους και από 12,26% από πλατυσμένες κροκάλες. Στους ψαμμίτες, οι δισκοειδείς κροκάλες κατέχουν ποσοστό συμμετοχής 48,19%, ενώ οι σφαιροειδείς, οι ραβδοειδείς και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 12,65%, 18,07% και 21,08% αντίστοιχα. Στους κερατολίθους κυριαρχούν οι σφαίρες και οι δίσκοι με ποσοστά 42,86% και 39,29%, ενώ οι ράβδοι συμμετέχουν με ποσοστό 17,86%. Στους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων τα ποσοστά συμμετοχής των δισκοειδών, σφαιροειδών, ραβδοειδών και πλατυσμένων κροκαλών είναι 30%, 40%, 10% και 20% αντίστοιχα. Στο σύνολο των κόκκων του φραγμού Φ2, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 40,38%, οι σφαιροειδείς με 25,24%, οι ραβδόμορφες με 19,23% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 15,14%.

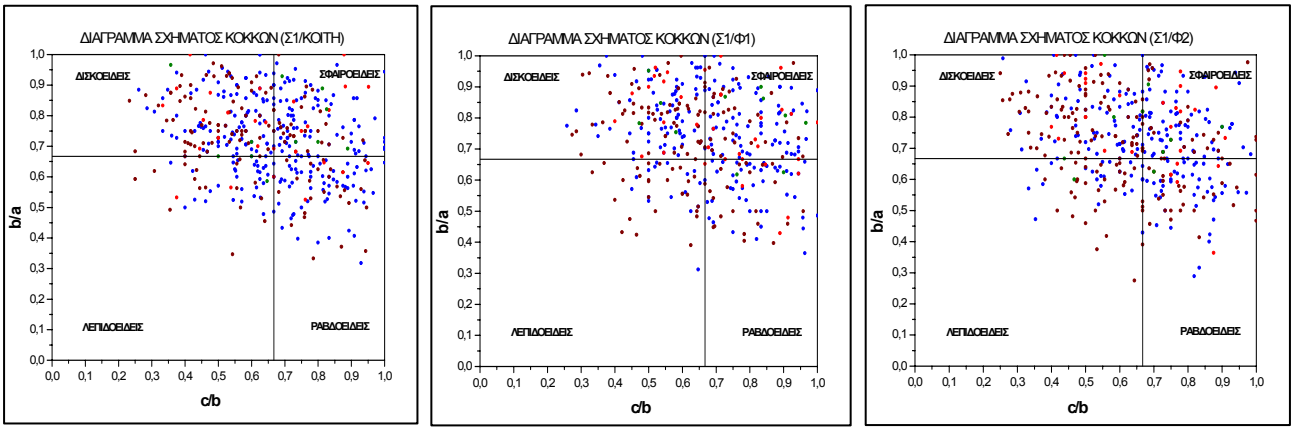
Το σύνολο του σταθμού δειγματοληψίας περιλαμβάνει 39,81% δίσκους, 26,81% σφαίρες, 19,50% ράβδους και 13,89% πλατυσμένες κροκάλες.

Ο έλεγχος της δοκιμασίας χ^2 έδειξε ότι για κάθε λιθολογικό τύπο, τα ποσοστά συμμετοχής των δισκοειδών, των σφαιρικών και των ραβδοειδών κροκαλών, τόσο στην ενεργή κοίτη του ρεύματος και στους φραγμούς, όσο και στο σύνολο των κόκκων ανά δειγματοληψία, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Οι τιμές χ^2, που υπολογίστηκαν για τις ασβεστολιθικές κροκάλες είναι 5,42, για τις ψαμμιτικές 6,74 και για τις κερατολιθικές 5,58, όλες μικρότερες της κρίσιμης τιμής $\chi^2_{κρ}$=12,59. Η δοκιμασία χ^2 δεν εφαρμόζεται στην περίπτωση των εκρηξιγενών κροκαλών, διότι οι τιμές της αναμενόμενης συχνότητας δεν πληρούν τους προβλεπόμενους περιορισμούς.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του πρώτου σταθμού δειγματοληψίας, κατά Zingg (1935), ανά λιθολογία και ανά δειγματοληψία, φαίνονται στον πίνακα 7.6 και απεικονίζονται στα διαγράμματα του σχήματος 7.2.

ΣΥΛΛΟΓΗ	ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ		ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ	
		ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Κοίτη	Δίσκοι	98	36,57	65	48,15	11	44,00	2	18,18	176	40,09
	Σφαίρες	72	26,87	25	18,52	7	28,00	6	54,55	110	25,06
	Ράβδοι	61	22,76	26	19,26	4	16,00	0	0,00	91	20,73
	Πλατυσ.	37	13,81	19	14,07	3	12,00	3	27,27	62	14,12
	Σύνολο	268	100,00	135	100,00	25	100,00	11	100,00	439	100,00
Φ1	Δίσκοι	73	35.44	56	42.11	13	38.24	4	36.36	146	38,02
	Σφαίρες	71	34.47	27	20.30	12	35.29	5	45.45	115	29,95
	Ράβδοι	44	21.36	21	15.79	8	23.53	2	18.18	75	19,53
	Πλατυσ.	18	8.74	29	21.80	1	2.94	0	0.00	48	12,50
	Σύνολο	206	100,00	133	100,00	34	100,00	11	100,00	384	100,00
Φ2	Δίσκοι	73	34,43	80	48,19	12	42,86	3	30,00	168	40,38
	Σφαίρες	69	32,55	21	12,65	11	39,29	4	40,00	105	25,24
	Ράβδοι	44	20,75	30	18,07	5	17,86	1	10,00	80	19,23
	Πλατυσ.	26	12,26	35	21,08	0	0,00	2	20,00	63	15,14
	Σύνολο	212	100,00	166	100,00	28	100,00	10	100,00	416	100,00
Σύνολο Σ1	Δίσκοι	244	35,57	201	46,53	36	41,38	9	28,13	490	39,81
	Σφαίρες	212	30,90	73	16,90	30	34,48	15	46,88	330	26,81
	Ράβδοι	149	21,72	77	17,82	17	19,54	3	9,38	240	19,50
	Πλατυσ.	81	11,81	81	18,75	4	4,60	5	15,63	171	13,89
	Σύνολο	686	100,00	432	100,00	87	100,00	32	100,00	1231	100,00

Πίνακας 7.6. Το σχήμα των κόκκων, κατά Zingg (1935), για κάθε λιθολογία και συλλογή του σταθμού δειγματοληψίας Σ1.



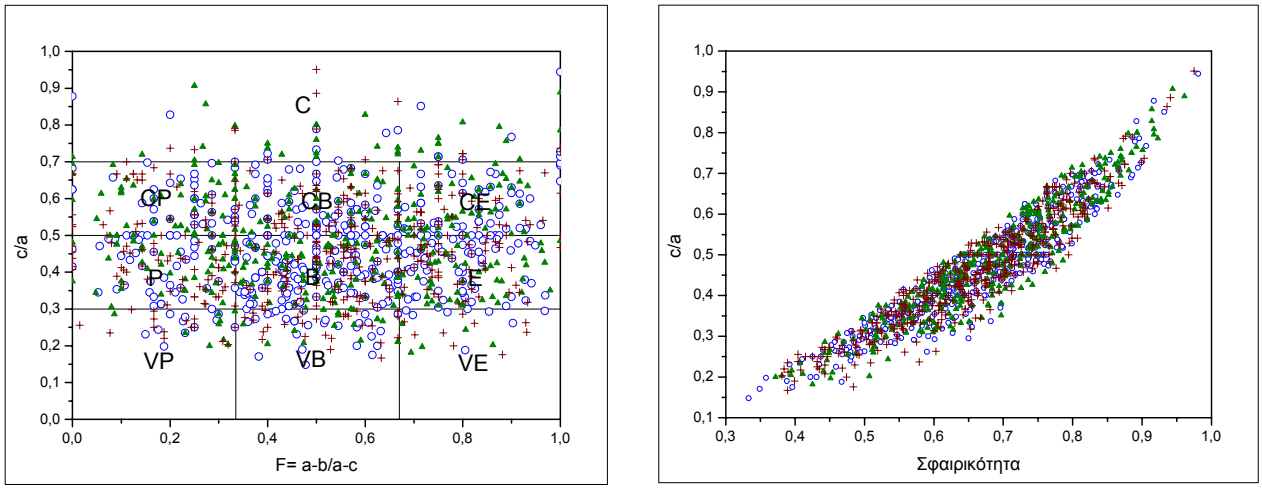
Σχήμα 7.2: Απεικόνιση των λόγων b/a και c/a των αξόνων των κροκαλών της κοίτης του σταθμού δειγματοληψίας Σ1 (αριστερά) και των φραγμών Φ1 (κέντρο) και Φ2 (δεξιά) σε διάγραμμα κατά Zingg (1935). Οι ασβεστολιθικές κροκάλες παριστάνονται με γαλάζιο χρώμα, οι ψαμμιτικές με καφέ, οι κερατολιθικές με κόκκινο και οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων με πράσινο.

Στον πίνακα 7.7 φαίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του πρώτου σταθμού δειγματοληψίας, σύμφωνα με το ταξινομικό σχήμα που πρότειναν οι Sneed & Folk (1958) και στο σχήμα 7.3 απεικονίζεται το σύνολο των κόκκων σε διαγράμματα c/a-F και c/a-σφαιρικότητας επίσης κατά Sneed & Folk (1958).

	ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΚΟΚΚΩΝ ΣΤΑΘΜΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ Σ1							
ΣΥΛΛΟΓΗ	**Σ1/ΚΟΙΤΗ**		**Σ1/Φ1**		**Σ1/Φ2**		**ΣΥΝΟΛΟ**	
ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**
C	17	3,85	31	8,07	15	3,61	63	5,07
CP	34	7,69	44	11,46	37	8,89	115	9,26
CB	58	13,12	43	11,20	57	13,70	158	12,72
CE	41	9,28	45	11,72	36	8,65	122	9,82
P	49	11,09	52	13,54	59	14,18	160	12,88
B	132	29,86	87	22,66	103	24,76	322	25,93
E	62	14,03	52	13,54	58	13,94	172	13,85
VP	12	2,71	9	2,34	15	3,61	36	2,90
VB	29	6,56	16	4,17	27	6,49	72	5,80
VE	8	1,81	5	1,30	9	2,16	22	1,77
ΣΥΝΟΛΟ	442	100,00	384	100,00	416	100,00	1242	100,00

Πίνακας 7.7: Διάκριση των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ1 ανάλογα με το σχήμα τους και σύμφωνα με την ταξινόμηση κατά Sneed & Folk (1958).

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης σύμφωνα με την ταξινομική διάκριση του σχήματος των κόκκων κατά Sneed & Folk (1958), έδειξαν ότι για όλους τους λιθολογικούς τύπους και στο σύνολο των συλλογών του πρώτου σταθμού δειγματοληψίας, οι κροκάλες τύπου “B” κατέχουν το μεγαλύτερο επί τοις % ποσοστό συμμετοχής (25,93%) και ακολουθούν οι κροκάλες τύπου “E” με ποσοστό 13,85%, οι κροκάλες τύπου “P” με ποσοστό 12,88% και οι κροκάλες τύπου “CB” με ποσοστό συμμετοχής 12,72%. Τα υπόλοιπα σχήματα συμμετέχουν με μικρότερα ποσοστά, που είναι 9,82% για τις κροκάλες τύπου “CE”, 9,26% για τις κροκάλες τύπου “CP”, 5,80% για τις κροκάλες τύπου “VB”, 5,07% για τις κροκάλες τύπου “C”, 2,90% για τις κροκάλες τύπου “VP”, ενώ το μικρότερο ποσοστό συμμετοχής εμφανίζουν οι κροκάλες τύπου “VE” με ποσοστό μόλις 1,77%.



Σχήμα 7.3: Αριστερά: Απεικόνιση των λόγων c/a, F=a-b/a-c των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ1 σε διάγραμμα κατά Sneed & Folk (1958). Δεξιά: Απεικόνιση του λόγου c/a σε σχέση με τη σφαιρικότητα. Με γαλάζιο κύκλο απεικονίζονται οι κόκκοι της κοίτης του σταθμού δειγματοληψίας, με πράσινα τρίγωνα οι κόκκοι του φραγμού Φ1 και με καφέ σταυρούς οι κόκκοι του φραγμού Φ2.

Οι "Β" κροκάλες κυριαρχούν και στις επί μέρους συλλογές της ενεργής κοίτης και των φραγμών Φ1 και Φ2 με ποσοστά συμμετοχής 29,86%, 22,66% και 24,76% αντίστοιχα, ενώ τα μικρότερα ποσοστά κατέχουν σε όλες τις συλλογές οι κροκάλες τύπου "VE", που είναι 1,81%, 1,30% και 2,16% αντίστοιχα.

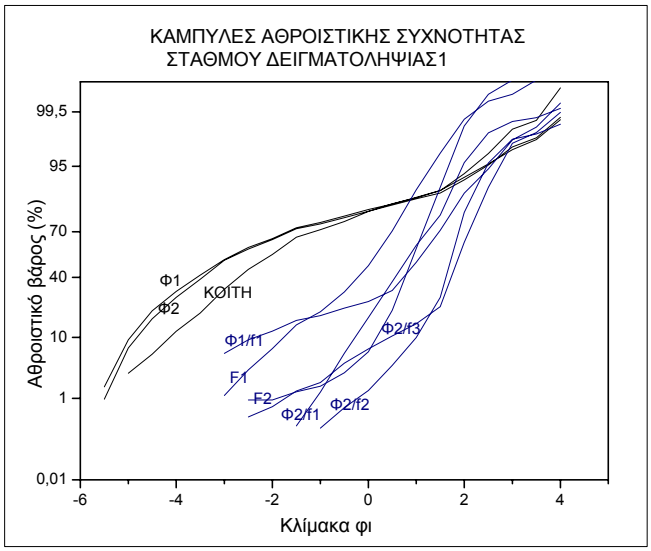
Ο έλεγχος χ^2 έδειξε ότι τόσο στις τρεις συλλογές (Φ1, Φ2 και ενεργή κοίτη), όσο και στο σύνολο του σταθμού οι διαφορές, που εμφανίζονται στις αναλογίες των σχημάτων των κόκκων, δεν είναι στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους, δηλαδή η κατανομή των κόκκων ανά σχήμα παραμένει περίπου σταθερή (χ^2=27,15<28,87= $\chi^2_{κρ}$).

7.5.1.6. Αποτελέσματα ανάλυσης των συλλογών ογκομετρικής δειγματοληψίας του σταθμού Σ1.

Από την κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων της υποεπιφανειακής δειγματοληψίας, που συλλέχτηκαν από την ενεργή κοίτη και από τους φραγμούς του σταθμού δειγματοληψίας Σ1 καθώς και των δειγμάτων της ογκομετρικής δειγματοληψίας του λεπτόκοκκου υλικού, που συλλέχτηκε από διάφορες θέσεις, προσδιορίστηκαν οι στατιστικές παράμετροι του κάθε δείγματος, μέσω της εύρεσης των εκατοστημορίων Φ_5, Φ_{16}, Φ_{25}, Φ_{50}, Φ_{75}, Φ_{84} και Φ_{95}, που υπολογίστηκαν από τις κοκκομετρικές καμπύλες (σχ. 7.4) αθροιστικής συχνότητας με κλίμακα τεταγμένης πιθανότητας και με τη βοήθεια των τύπων των Folk & Ward (1957). Τα αποτελέσματα των αναλύσεων αυτών φαίνονται στον πίνακα 7.8.

ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (gr)	ΔΙΑΜΕΣΟΣ (Md)	ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ (Mz)	ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (σi)	ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑ (SKi)	ΚΥΡΤΩΣΗ (K_G)
Σl/ Κοίτη	28.094,19	-2,28	-1,82	2,07	0,32	1,03
Σ1/Φ1	76.753,83	-3,07	-2,40	2,46	0,42	0,97
Σ1/Φ2	43.493,49	-3,03	-2,32	2,41	0,44	0,97
Σ1/Φ1/f1	359,66	1,00	0,45	1,70	-0,48	1,45
Σ1/ Φ2/f1	95,31	0,76	0,78	0,79	-0,01	0,90
Σ1/ Φ2/f2	98,60	1,70	1,66	0,50	-0,15	1,52
Σ1/ Φ2/f3	474,75	1,84	1,76	0,78	-0,30	2,00
Σ1/F1	319,70	0,04	-0,16	1,08	-0,28	1,09
Σ1/F2	100,46	0,89	0,87	0,52	-0,11	1,14

Πίνακας 7.8: Τα βάρη (σε g) και οι στατιστικές παράμετροι (φι) των δειγμάτων των ογκομετρικών συλλογών του σταθμού Σ1.



Σχήμα. 7.4: Κοκκομετρικές καμπύλες αθροιστικής συχνότητας με κλίμακα τεταγμένης πιθανότητας των δειγμάτων ογκομετρικής δειγματοληψίας του λεπτόκοκκου υλικού (γαλάζιες γραμμές) και των δειγμάτων υποεπιφανειακής δειγματοληψίας του αδρόκοκκου υλικού των φραγμών και της ενεργής κοίτης (μαύρες γραμμές) των συλλογών του πρώτου σταθμού δειγματοληψίας.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 7.8, ο αριθμητικός μέσος των υλικών της κοίτης είναι -1,82φι και αντιστοιχεί σε πολύ λεπτόκοκκο χαλίκι, ενώ οι αριθμητικοί μέσοι των υλικών των ακραίων φραγμών Φ1 και Φ2 είναι -2,40φι και -2,32φι αντίστοιχα και αντιστοιχούν σε λεπτόκοκκο χαλίκι. Τα αδρόκοκκα υλικά, τόσο της ενεργής κοίτης όσο και των φραγμών, είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα και οι καμπύλες τους είναι πλατύκυρτες και δείχνουν πολύ θετική ασυμμετρία.

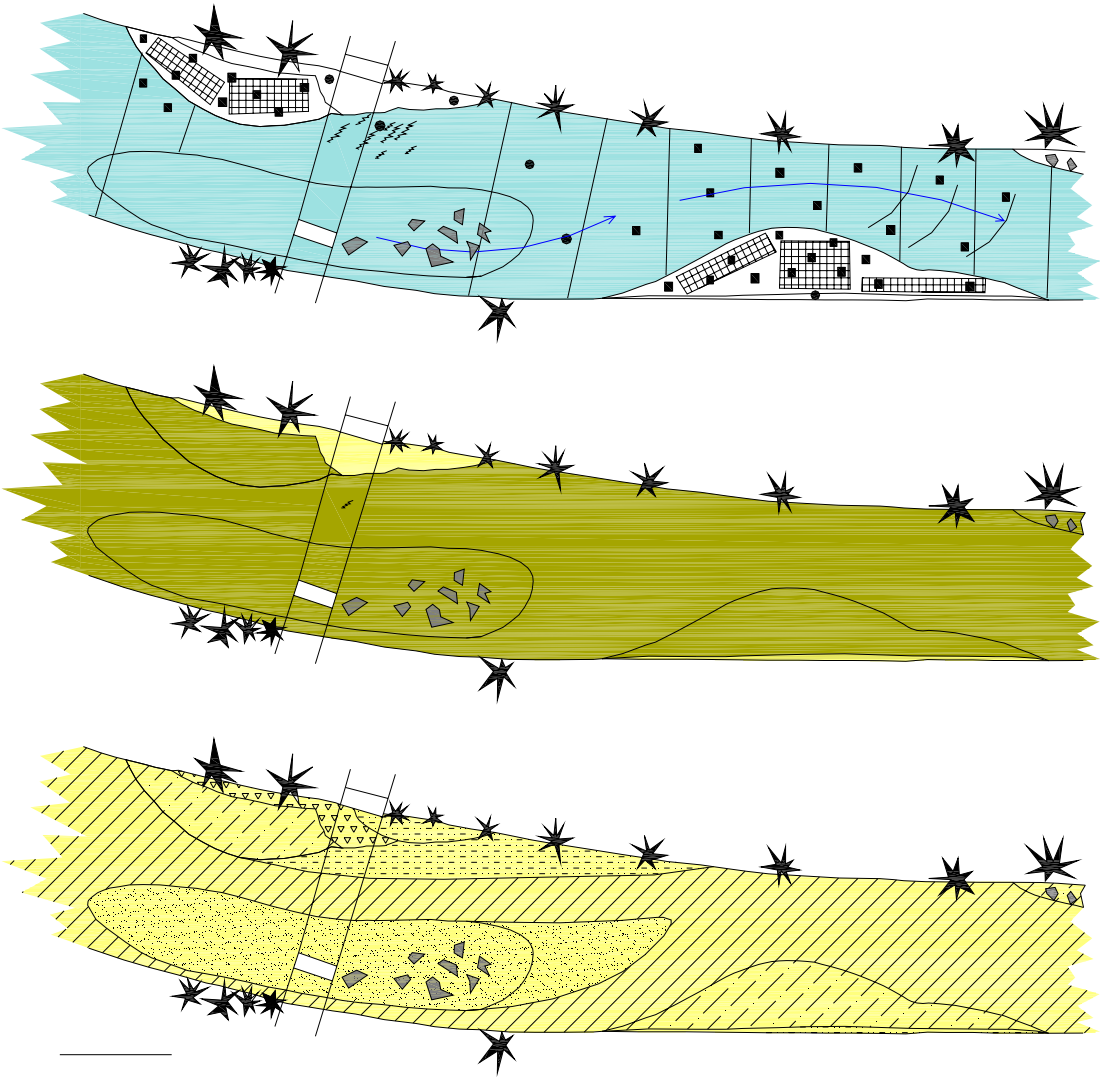
Το λεπτόκοκκο υλικό, που συλλέχτηκε από το πίσω μέρος του φραγμού Φ1, στην επαφή του με την όχθη (δείγμα Φ1/f1) έχει αριθμητικό μέσο 0,45φι, που βρίσκεται εντός των ορίων της χονδρόκοκκης άμμου, είναι φτωχά ταξινομημένο και η καμπύλη του είναι λεπτόκυρτη με πολύ αρνητική ασυμμετρία.

Στο κατάντη τμήμα του φραγμού Φ2 και προς την όχθη (δείγμα Φ2/f1), το λεπτόκοκκο υλικό με αριθμητικό μέσο 0,78φι, αντιστοιχεί σε χονδρόκοκκη άμμο, που είναι μέτρια ταξινομημένη και η καμπύλη του είναι σχεδόν συμμετρική και μεσόκυρτη.

Τα δείγματα Φ2/f2 και Φ2/f3 έχουν αριθμητικούς μέσους 1,66φι και 1,76φι αντίστοιχα και ανήκουν στην κλάση της μεσαίας σε μέγεθος άμμου, δείχνουν μετρίως καλή και μέτρια ταξινόμηση αντίστοιχα και οι καμπύλες τους είναι πολύ λεπτόκυρτες με αρνητική ασυμμετρία.

Τα δείγματα Φ2/F1 και Φ2/F2, που έχουν ληφθεί μέσα από την ενεργή κοίτη αντιστοιχούν στις κλάσεις της πολύ χονδρόκοκκης και χονδρόκοκκης αντίστοιχα άμμου, είναι φτωχά και μετρίως καλά ταξινομημένα αντίστοιχα και οι καμπύλες τους δείχνουν αρνητική ασυμμετρία. Το δείγμα Φ2/F1 ορίζει μεσόκυρτη καμπύλη, ενώ το δείγμα Φ2/F2 λεπτόκυρτη.

Με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης της ογκομετρικής και υποεπιφανειακής δειγματοληψίας, οι τιμές του αριθμητικού μέσου απεικονίζονται στο χάρτη του σχήματος 7.5Γ.



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Ενεργή κοίτη - ροή νερού

Νερόλακκος

Φραγμός

Δειγματοληψία δικτύου

Δειγματοληψία σε τομές

Ογκομετρική δειγματοληψία

Δειγματοληψία λεπτό-κοκκου υλικού

Περιοχή ρήχευσης

Ρυτιδώσεις

Δένδρα

Ανθρωπογενείς αποθέσεις

Χονδρόκοκκα χαλίκια

Λεπτόκοκκο υλικό (d<8mm)

Λεπτόκοκκα χαλίκια

Πολύ λεπτόκοκκα χαλίκια

Πολύ χονδρόκοκκη άμμος

Χονδρόκοκκη άμμος

Μεσόκοκκη άμμος

Σχήμα 7.5: Σταθμός δειγματοληψίας Σ1. Α: χαρτογράφηση του σταθμού με τις θέσεις δειγματοληψίας. Β: απεικόνιση του αριθμητικού μέσου των συλλογών της επιφανειακής δειγματοληψίας. Γ: απεικόνιση του αριθμητικού μέσου των συλλογών της ογκομετρικής δειγματοληψίας.

7.5.1.7. Συμπεράσματα από την ανάλυση των επιφανειακών και υποεπιφανειακών ιζημάτων μεταφοράς του σταθμού δειγματοληψίας Σ1.

1. Ο πρώτος σταθμός δειγματοληψίας περιλαμβάνει μια πλήρη ακολουθία βάθυνσης-ρήχευσης (pool-riffle) με ένα πλευρικό και έναν ακραίο φραγμό (Φ1 και Φ2).
2. Στην ενεργή κοίτη παρά το κατάντη τμήμα του ακραίου φραγμού Φ2, σχηματίζονται ρυτιδώσεις.
3. Απέναντι από το φραγμό Φ2 βρίσκεται νερόλακκος (σχ.7.5), που έχει τη μορφή βαθιάς ελλειψοειδούς τάφρου. Η δημιουργία του νερόλακκου οφείλεται σε νεροφάγωμα εξ αιτίας πλευρικής και κάθετης διάβρωσης και σε συνδυασμό με το εμπόδιο, που δημιουργεί η βάση της υπάρχουσας παλαιάς γέφυρας. Στο τμήμα της κοίτης απέναντι από το φραγμό Φ1 και πάνω στην περιοχή ρήχευσης (riffle) το νερό, λόγω αυξημένης ταχύτητας ροής, έχει την ικανότητα μεταφοράς και απόθεσης μεγάλων θραυσμάτων, τα οποία προέρχονται από τις ανθρωπογενείς αποθέσεις, που παρατηρούνται στο κατάντη τμήμα του προαναφερθέντος νερόλακκου και αποτελούν, τα θραύσματα αυτά, εργαλεία σχηματισμού βοτρυοειδών δομών. Μεγάλο μέρος των ογκόλιθων αυτών αποτίθενται τελικά αμέσως κατάντη του σταθμού δειγματοληψίας, σε πλευρικό φραγμό του δεξιού τμήματος της κοίτης (σχ. 7.5Α).
4. Ο λιθολογικός χαρακτήρας των κροκαλών του σταθμού (πιν. 7.2) καθορίζεται από τα υλικά, που δέχεται από τα ρεύματα του άνω ρου του Βοιωτικού Κηφισού. Στο σύνολο των κόκκων του σταθμού και στις επί μέρους συλλογές κυριαρχούν οι ασβεστολιθικοί κόκκοι και ακολουθούν σε συχνότητα οι ψαμμιτικοί κόκκοι, οι κερατολιθικοί κόκκοι και οι κόκκοι των εκρηξιγενών πετρωμάτων. Το ποσοστό συμμετοχής των ασβεστολιθικών κόκκων είναι αυξημένο στην ενεργή κοίτη του ρεύματος, σε σχέση με τα ποσοστά των φραγμών Φ1 και Φ2, στους οποίους είναι στατιστικά ίσα. Το μεγαλύτερο ποσοστό ψαμμιτικών κόκκων έχει ο φραγμός Φ2, ενώ στην ενεργή κοίτη του ρεύματος και στο φραγμό Φ1 τα ποσοστά δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Οι κερατολιθικοί κόκκοι δεν εμφανίζουν διαφοροποίηση των ποσοστών συμμετοχής τους στις συλλογές της ενεργής κοίτης και των φραγμών. Οι εκρηξιγενείς κόκκοι κατέχουν μεγαλύτερο ποσοστό συμμετοχής στο φραγμό Φ1, σε σχέση με το ποσοστό του φραγμού Φ2.
5. Στην επιφάνεια του σταθμού δειγματοληψίας κυριαρχούν υλικά, των οποίων το μέσο μέγεθος βρίσκεται γενικά εντός των ορίων του χονδρόκοκκου χαλικιού (πιν. 7.3), ενώ σε τμήμα της ενεργής κοίτης και σε θέσεις επάνω στους φραγμούς εμφανίζονται επιφάνειες, που καλύπτονται από λεπτόκοκκο υλικό μέσου μεγέθους <8mm. Από τις κροκάλες, οι μεγαλύτερες είναι οι ασβεστολιθικές και οι ψαμμιτικές, που εμφανίζουν μεταξύ τους το ίδιο μέσο μέγεθος, ενώ οι κερατολιθικές κροκάλες και οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων είναι λίγο μικρότερες και έχουν επίσης μεταξύ τους ίδιο μέσο μέγεθος. Στις τρεις μονάδες του σταθμού δειγματοληψίας (φραγμός Φ1, φραγμός Φ2 και ενεργή κοίτη) το μέσο μέγεθος των κροκαλών δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά. Οι ασβεστολιθικές κροκάλες της κοίτης έχουν μικρότερο αριθμητικό μέσο από τον αριθμητικό μέσο των φραγμών Φ1 και Φ2. Οι ψαμμιτικοί κόκκοι της κοίτης και του φραγμού Φ1 έχουν παρόμοιο μέσο μέγεθος και είναι σαφώς μεγαλύτεροι από τους ψαμμιτικούς κόκκους του φραγμού

Φ2. Οι κερατολιθικοί κόκκοι δεν εμφανίζουν διαφοροποίηση ως προς το μέσο μέγεθός τους σε καμιά δειγματοληψία. Οι κόκκοι των εκρηξιγενών πετρωμάτων του φραγμού Φ2 και της κοίτης έχουν παρόμοιο μέγεθος, εμφανώς μικρότερο, από το μέγεθος, που έχουν οι κόκκοι αυτοί στο φραγμό Φ1.

6. Από τους επιφανειακούς κόκκους την καλύτερη στρογγύλωση (πιν. 7.4) εμφανίζουν οι ψαμμιτικοί, σε όλες τις συλλογές και χαρακτηρίζονται γενικά ως στρογγυλοί. Οι ασβεστολιθικές κροκάλες είναι σε γενικές γραμμές υποστρόγγυλες, ενώ οι κερατολιθικές κροκάλες και οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων χαρακτηρίζονται γενικά ως υπογωνιώδεις. Στο σύνολό τους, οι κροκάλες της κοίτης έχουν καλύτερη στρογγύλωση από τις κροκάλες του φραγμού Φ1, οι οποίες με τη σειρά τους δεν εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές από τις κροκάλες του φραγμού Φ2. Οι ασβεστολιθικές, οι κερατολιθικές και οι εκρηξιγενείς κροκάλες δεν εμφανίζουν διαφορές στρογγύλωσης στις διάφορες συλλογές. Αντίθετα οι ψαμμιτικές κροκάλες της κοίτης είναι περισσότερο στρογγυλές από αυτές των φραγμών. Στο σύνολό τους οι κροκάλες του σταθμού δειγματοληψίας Σ1 μπορούν να χαρακτηριστούν ως υποστρόγγυλες, εφ' όσον έχουν μέσο όρο βαθμού στρογγύλωσης 0,64. Οι κροκάλες του σταθμού δειγματοληψίας Σ1 έχουν κληρονομήσει τη στρογγύλωσή τους, από τη διαδρομή τους στα ρεύματα του άνω ρού του ποταμού.
7. Οι ασβεστολιθικές, οι κερατολιθικές και οι εκρηξιγενείς κροκάλες, εμφανίζουν την ίδια σφαιρικότητα (πιν. 7.5), ανεξάρτητα της θέσης δειγματοληψίας (ενεργή κοίτη και φραγμοί Φ1 και Φ2), ενώ οι ψαμμιτικές κροκάλες είναι λιγότερο σφαιρικές. Το σύνολο των κροκαλών της ενεργής κοίτης και των φραγμών του σταθμού δειγματοληψίας έχουν την ίδια ακριβώς σφαιρικότητα, ενώ οι ασβεστολιθικές κροκάλες του φραγμού Φ1 είναι ελάχιστα πιο σφαιρικές από τις ασβεστολιθικές κροκάλες της ενεργής κοίτης και του φραγμού Φ2.
8. Από τα σχήματα των κροκαλών (πιν. 7.6) και σύμφωνα με την ταξινόμηση κατά Zingg (1935) οι δισκοειδείς κροκάλες κυριαρχούν σε όλες τις δειγματοληψίες και για όλους τους λιθολογικούς τύπους και ακολουθούν σε συχνότητα πρώτα οι σφαιρικές κροκάλες, κατόπιν οι ραβδόμορφες και τέλος οι πλατυσμένες. Εξαίρεση αποτελούν οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων, στις οποίες κυριαρχούν οι σφαίρες και ακολουθούν οι δίσκοι, οι πλατυσμένες κροκάλες και οι ράβδοι. Στην ταξινόμηση κατά Sneed & Folk (1958), το μεγαλύτερο ποσοστό συμμετοχής εμφανίζουν οι "B" κροκάλες και το μικρότερο οι κροκάλες τύπου "VE" (πιν. 7.7). Χαρακτηριστικό και για τα δυο ταξινομικά σχήματα είναι το γεγονός ότι οι αναλογίες συμμετοχής των διαφόρων μορφών σχημάτων ανά λιθολογία, παραμένει σταθερό σε όλες τις δειγματοληψίες και στο σύνολο των κροκαλών του σταθμού.
9. Από τις αναλύσεις των δειγμάτων της ογκομετρικής δειγματοληψίας προκύπτει ότι:

   Στην κοίτη του ρεύματος του σταθμού δειγματοληψίας Σ1 επικρατούν τα πολύ λεπτόκοκκα χαλίκια και στο αδρομερές υλικό των φραγμών επικρατούν τα λεπτόκοκκα χαλίκια. Τα υλικά αυτά είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι πλατύκυρτες, με θετική ασυμμετρία.

Το υλικό του τμήματος της κοίτης κατάντη του νερόλακκου (δείγμα F1) αποτελείται από πολύ χονδρόκοκκη άμμο, με μέτρια ταξινόμηση και λεπτόκυρτη κοκκομετρική καμπύλη, με αρνητική ασυμμετρία. Στο πίσω τμήμα του φραγμού Φ1 (δείγμα Φ1/f1) αποτίθεται χονδρόκοκκη άμμος, φτωχά ταξινομημένη, με πολύ αρνητική ασυμμετρία και λεπτόκυρτη κοκκομετρική καμπύλη. Στο κατάντη τμήμα του φραγμού Φ2 το δείγμα Φ2/f1 αποτελείται από χονδρόκοκκη άμμο, μετρίως ταξινομημένη, με σχεδόν συμμετρική πλατύκυρτη κοκκομετρική καμπύλη, το δε δείγμα Φ2/f2 αποτελείται επίσης από χονδρόκοκκη άμμο, μετρίως καλά ταξινομημένη, με αρνητική ασυμμετρία και πολύ λεπτόκυρτη κοκκομετρική καμπύλη. Τέλος, το πίσω τμήμα του φραγμού Φ2 (δείγμα Φ2/f3) και η προέκτασή του προς την κοίτη καλύπτεται από μεσόκοκκη άμμο μέτριας ταξινόμησης, με πλατύκυρτη κοκκομετρική καμπύλη, αρνητικής ασυμμετρίας.

7.5.2. Ανάλυση ιζημάτων του σταθμού δειγματοληψίας Σ2.

Ο δεύτερος σταθμός δειγματοληψίας (Σ2) βρίσκεται στη θέση Κορομπίλι της περιοχής Άνω Καλυβιών Αμφίκλειας (πίν. 7.1, εικ. 7.1 και σχ. 7.9). Έχει μήκος 112m, ενώ το πλάτος του κυμαίνεται μεταξύ 20m και 52m. Το τμήμα αυτό του ποτάμιου ρεύματος, που αντιστοιχεί στο σταθμό δειγματοληψίας, έχει όλα τα στοιχεία, που είναι ικανά να το χαρακτηρίσουν ως αναστομωμένο (anastomosing) ή αναβαπτισμένο (anabranching) ποτάμιο τύπο, σύμφωνα με τους Lane (1957), Smith (1976), Brice (1964), Schumm (1985) και Nanson & Knighton (1996). Αποτελείται από ένα σύστημα πολλαπλών καναλιών που διαχωρίζονται από βλάστηση ή με άλλο τρόπο από αλλουβιακές νησίδες, που διαιρούν τη ροή μέχρι επάνω, στο όριο πλημμύρας. Υπάρχουν 2 ακραίοι και 10 ενδιάμεσοι φραγμοί, που καλύπτονται από δενδρώδη βλάστηση (εικ. 7.8). Επίσης υπάρχει ένας μεγάλος νερόλακκος στην έναρξη του ανάντη τμήματος του σταθμού δειγματοληψίας και άλλοι τρεις στον αριστερό κλάδο της κοίτης (Κ2).



Εικόνα 7.8: Φραγμός με δενδρώδη βλάστηση στο κατάντη τμήμα του σταθμού δειγματοληψίας Σ2. Στο πίσω μέρος διακρίνεται η ανενεργός, κατά τη θερινή περίοδο κοίτη 2, στο σημείο συμβολής της με την κοίτη 1 (υγρή κοίτη).

Η επιφανειακή συλλογή κόκκων στην κοίτη του ρεύματος πραγματοποιήθηκε με συστηματική δειγματοληψία δικτύου, αφού η κοίτη χωρίστηκε σε δυο τμήματα (Κ2= ο αριστερός κλάδος και Κ1= οι υπόλοιποι κλάδοι ροής), τα οποία έδειχναν μακροσκοπικά διαφορές στο κοκκομετρικό μέγεθος. Για την ογκομετρική δειγματοληψία συλλέχτηκε υλικό από 14 υποσυλλογές. Συνολικά συλλέχτηκαν 748 κόκκοι από την επιφάνεια και

204,397kg υλικού υποεπιφανειακής δειγματοληψίας. Δε συλλέχτηκαν κόκκοι από τις επιφάνειες των αλλουβιακών νησίδων, λόγω αδυναμίας, εξ αιτίας της πυκνής φυτοκάλυψης (εικ. 7.8).

Στο σταθμό αυτό, εκτός από τα υλικά του κύριου ρεύματος, καταφτάνουν υλικά, που εισρέουν στο κύριο ρεύμα μέσω των παραποτάμων Κάτω Ρέμα, Καλανόρεμα και Λευκόρεμα (γεωλογικός χάρτης Ι.Γ.Μ.Ε, φύλλο: Αμφίκλεια), οι οποίοι εισβάλλουν από Βορρά και συναντούν το Βοιωτικό Κηφισό μεταξύ των δυο πρώτων σταθμών και εμπλουτίζουν τα υλικά της κοίτης με κόκκους, που προέρχονται από περιοχές, που καλύπτονται από μάργες, αργίλους, ψαμμίτες και κυρίως ασβεστολιθικά κροκαλοπαγή. Η κοίτη εμπλουτίζεται επίσης από κροκάλες κυρίως ασβεστολιθικές, που προέρχονται από διάβρωση των πλειστοκαινικών κροκαλοπαγών της κοίτης και των όχθων του ποταμού στην περιοχή του σταθμού Σ2 και πριν από αυτόν.

Πριν από το δεύτερο σταθμό δειγματοληψίας, μεταξύ των δυο πρώτων σταθμών και συγκεκριμένα στη γέφυρα της σιδηροδρομικής γραμμής της θέσης «Κορομπίλι», πραγματοποιείται ευκαιριακή απόληψη του αδρομερούς υλικού, που συσσωρεύεται ως μεσαίος φραγμός στον κεντρικό πυλώνα της γέφυρας. Η απόληψη αυτή, επειδή δεν είναι συστηματική και εκτεταμένη, δεν προκαλεί σημαντικές αλλαγές στη γεωμορφολογία του ποταμού η στην κατ' άλλους τρόπους παραβίαση της ποτάμιας διεργασίας (Brown et al., 1998).

7.5.2.1. Αποτελέσματα ανάλυσης του λιθολογικού χαρακτήρα των κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας Σ2.

Στον πίνακα 7.9 φαίνεται ο αριθμός των κροκαλών, που συλλέχτηκε στις δυο περιοχές της κοίτης του δεύτερου σταθμού δειγματοληψίας, η κατανομή του κάθε λιθολογικού τύπου ανά συλλογή καθώς και τα επί τοις % αντίστοιχα ποσοστά.

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ2	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ		ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ	
	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Κοίτη 1	363	81,20	62	13,87	14	3,13	8	1,79	447	100,00
Κοίτη 2	205	68,10	61	20,26	27	8,97	8	2,67	301	100,00
Σύνολο Σ2	568	75,93	123	16,44	41	5,48	16	2,14	748	100,00

Πίνακας 7.9: Λιθολογική κατανομή και εκατοστιαία συμμετοχή των κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας Σ2 για τις δυο συλλογές.

Οι ασβεστολιθικοί κόκκοι, στο σύνολο του σταθμού δειγματοληψίας Σ2, συμμετέχουν με ποσοστό 75,93%, ενώ τα ποσοστά συμμετοχής των ψαμμιτικών, των κερατολιθικών και των εκρηξιγενών κόκκων είναι 16,44%, 5,48% και 2,14% αντίστοιχα. Οι διαφορές των συχνοτήτων, που εμφανίζονται μεταξύ των διαφόρων λιθολογικών τύπων βρέθηκε, με τη χρήση της δοκιμασίας χ^2, ότι είναι στατιστικά σημαντικές ($\chi^2=8,55> 7,82=\chi^2_{κρ}$).

Οι ασβεστολιθικές κροκάλες είναι περισσότερες σε εκατοστιαία σύσταση στην κοίτη Κ1, συμμετέχοντας με ποσοστό 81,20% και μειώνονται στον αριστερό κλάδο της κοίτης (Κ2) σε 68,10%. Η εμφανιζόμενη διαφορά είναι στατιστικά σημαντική, όπως προκύπτει από τον έλεγχο των ποσοστών ($z=4,10>1,96=z_{κρ}$).

Αντίθετα, το ποσοστό συμμετοχής των ψαμμιτικών και των κερατολιθικών κόκκων είναι μεγαλύτερο στην κοίτη Κ2 (20,26% και 8,97% αντίστοιχα) σε σχέση με το ποσοστό συμμετοχής τους στην κοίτη Κ1 (13,87% και

3,13% αντίστοιχα). Οι διαφορές αυτές είναι στατιστικά σημαντικές ($z=2,31>1,96=z_{κρ}$ για τους ψαμμιτικούς κόκκους και $z=13,82>1,96=z_{κρ}$ για τους κερατολιθικούς κόκκους).

Τα ποσοστά συμμετοχής των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων είναι1,79% στην κοίτη Κ1 και 2,67% στην κοίτη Κ2 και είναι στατιστικά όμοια μεταξύ τους ($z=-0,81>-1,96=z_{κρ}$).

7.5.2.2. Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ2.

Στον πίνακα 7.10 δίνονται οι τιμές του αριθμητικού μέσου των κροκαλών και των τεσσάρων λιθολογικών τύπων των συλλογών του σταθμού δειγματοληψίας Σ2.

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ2	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ (mm)	Μ.Ο. ΜΟΝΑΔΑΣ (mm)
Κοίτη 1	57,39	30,62	55,14	33,25	53,18
Κοίτη 2	25,54	24,98	24,96	14,38	25,08
Σύνολο Σ2	45,90	27,83	35,26	23,81	41,87

Πίνακας7.10: Τιμές αριθμητικού μέσου (σε mm) για όλους τους λιθολογικούς τύπους του σταθμού δειγματοληψίας Σ2.

Από τις τιμές του πίνακα αυτού προκύπτει ότι, ο αριθμητικός μέσος όλων των κόκκων του δεύτερου σταθμού δειγματοληψίας είναι 41,87mm, που αντιστοιχεί στο επίπεδο των πολύ χονδρόκοκκων χαλικιών. Από τις κροκάλες, οι μεγαλύτερες είναι οι ασβεστολιθικές με αριθμητικό μέσο 45,90mm και ακολουθούν οι κερατολιθικές (35,26mm), οι ψαμμιτικές (23,89mm) και οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων (23,44mm). Η διαφορά μεταξύ των αριθμητικών μέσων των ψαμμιτικών και των εκρηξιγενών κόκκων δεν είναι στατιστικά σημαντική ($z=0,76<1,96=z_{κρ}$). Οι υπόλοιποι αριθμητικοί μέσοι διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους ($z=7,75>1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και ψαμμιτικών κόκκων, $z=1,99>1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και κερατολιθικών κόκκων, $z=3,49>1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και εκρηξιγενών κόκκων, $z=-6,43<-1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ψαμμιτικών και κερατολιθικών κόκκων και $z=3,48>1,96=z_{κρ}$ μεταξύ κερατολιθικών και εκρηξιγενών κόκκων).

Ο αριθμητικός μέσος των ασβεστολιθικών κροκαλών είναι μεγαλύτερος στην κοίτη Κ1 (57,39mm) και πολύ μικρότερος στον αριστερό κλάδο της κοίτης Κ2 (25,54mm). Η διαφορά των τιμών αυτών είναι στατιστικά σημαντική, εφ' όσον η τιμή z, που προσδιορίστηκε, είναι $z=13,87>1,96=z_{κρ}$ για τα ποσοστά των ασβεστολιθικών κροκαλών μεταξύ της κοίτης Κ1 και της κοίτης Κ2.

Οι ψαμμιτικές κροκάλες έχουν αριθμητικό μέσο 30,62mm στην κοίτη Κ1 και 24,98mm στην κοίτη Κ2. Η διαφορά, που εμφανίζουν τα ποσοστά των ψαμμιτικών κόκκων δεν είναι σημαντική, αφού η στατιστική δοκιμασία έδωσε τιμή z μικρότερη από την κρίσιμη τιμή και συγκεκριμένα $z=1,67<1,96=z_{κρ}$.

Οι κερατολιθικές κροκάλες είναι μεγαλύτερες στην κοίτη Κ1 (55,14mm) και αρκετά μικρότερες στην κοίτη Κ2 (24,96mm). Η διαφορά των ποσοστών μεταξύ των δυο συλλογών (κοίτη Κ1 και κοίτη Κ2) είναι στατιστικά σημαντική ($z=2,18>1,96=z_{κρ}$).

Στο σύνολο του σταθμού δειγματοληψίας οι εκρηξιγενείς κόκκοι έχουν αριθμητικό μέσο 23,81mm και είναι επίσης μεγαλύτεροι στην κοίτη Κ1 (33,25mm) και μικρότεροι στην κοίτη Κ2 με αριθμητικό μέσο 14,38mm, τιμές, που και σε αυτή την περίπτωση εμφανίζουν στατιστικά σημαντική διαφορά ($z=2,12> 1,96=z_{κρ}$).

Η κατανομή του αριθμητικού μέσου των κόκκων της επιφανειακής δειγματοληψίας του σταθμού Σ2, αποτυπώνεται στο χάρτη του σχήματος 7.9Β.

7.5.2.3. Αποτελέσματα ανάλυσης της στρογγύλωσης των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ2.

Στον πίνακα 7.11 αναγράφονται οι τιμές του βαθμού στρογγύλωσης των κροκαλών όλων των λιθολογικών τύπων και για τις δυο δειγματοληψίες του δεύτερου σταθμού, που προέκυψαν μετά από σύγκριση με τον οπτικό χάρτη του Krumbein (1941).

Το σύνολο των κόκκων του δεύτερου σταθμού δειγματοληψίας έχει βαθμό στρογγύλωσης 0,60 και χαρακτηρίζονται σαν υποστρόγγυλοι. Οι κόκκοι της κοίτης Κ1 με μέσο όρο βαθμού στρογγύλωσης 0,61 είναι ελάχιστα πιο στρογγυλοί από τους κόκκους της κοίτης Κ2 που έχουν βαθμό στρογγύλωσης 0,58 (χ^2=12,09> 9,49=$\chi^2_{κρ}$).

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ2	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ ΜΟΝΑΔΑΣ
Κοίτη 1	0,58	0,85	0,28	0,58	0,61
Κοίτη 2	0,56	0,78	0,34	0,42	0,58
Σύνολο Σ2	0,57	0,81	0,30	0,50	0,60

Πίνακας 7.11: Τιμές στρογγύλωσης των κόκκων όλων των λιθολογικών τύπων του σταθμού δειγματοληψίας Σ2

Οι ασβεστολιθικοί κόκκοι εμφανίζουν για την κοίτη Κ1 και την κοίτη Κ2 τιμές στρογγύλωσης 0,58 και 0,56 αντίστοιχα, που αντιστοιχούν γενικά σε υποστρόγγυλους κόκκους. Η μικρή αυτή απόκλιση, που εμφανίζουν δεν είναι στατιστικά σημαντική (χ^2=5,78<9,49=$\chi^2_{κρ}$).

Οι ψαμμιτικοί κόκκοι της κοίτης Κ1 είναι περισσότερο στρογγυλοί (στρογγύλωση=0,85) από τους ψαμμιτικούς κόκκους της κοίτης Κ2, που εμφανίζουν τιμή στρογγύλωσης 0,78 (χ^2=18,81>7,82=$\chi^2_{κρ}$). Ο μέσος όρος του βαθμού στρογγύλωσης όλων των ψαμμιτικών κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας είναι 0,81. Με βάση τις τιμές αυτές, οι ψαμμιτικές κροκάλες των δυο συλλογών και του συνόλου του σταθμού δειγματοληψίας μπορούν να χαρακτηριστούν ως στρογγυλές.

Οι κερατολιθικοί κόκκοι είναι γενικά υπογωνιώδεις και εμφανίζουν μικρότερο βαθμό στρογγύλωσης (0,28) στην κοίτη Κ1 και μεγαλύτερο (0,34) στην κοίτη Κ2 (χ^2=21,0>5,99=$\chi^2_{κρ}$).

Οι κόκκοι των εκρηξιγενών πετρωμάτων εμφανίζουν μέσους όρους βαθμού στρογγύλωσης 0,58 για την κοίτη Κ1 (υποστρόγγυλοι), 0,42 για την κοίτη Κ2 (υπογωνιώδεις) και 0,50 για το σύνολο του σταθμού δειγματοληψίας. Οι τιμές αυτές δε μπορούν να συγκριθούν στατιστικά μεταξύ τους, λόγω των μικρών τιμών των αναμενόμενων συχνοτήτων.

7.5.2.4. Αποτελέσματα ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ2.

Η σφαιρικότητα του συνόλου των κροκαλών των δυο συλλογών αλλά και του συνόλου του δεύτερου σταθμού δειγματοληψίας είναι 0,70. Οι ασβεστολιθικές και οι κερατολιθικές κροκάλες στο σύνολό τους, με βαθμό σφαιρικότητας 0,71, φαίνονται να είναι πιο σφαιρικές από το σύνολο των κροκαλών των εκρηξιγενών πετρω-

μάτων (0,68) και ακόμη πιο σφαιρικές από το σύνολο των ψαμμιτικών κροκαλών, που έχουν βαθμό σφαιρικότητας 0,64. Ο στατιστικός έλεγχος έδειξε ότι, οι ασβεστολιθικές και οι κερατολιθικές κροκάλες, είναι πράγματι περισσότερο σφαιρικές από τις ψαμμιτικές ($z=6,47>1,96=z_{κρ}$ και $z=3,65>1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα), ενώ οι διαφορές των τιμών σφαιρικότητας μεταξύ ψαμμιτικών και εκρηξιγενών κροκαλών ($z=-1,37>-1,96=z_{κρ}$), μεταξύ ασβεστολιθικών και εκρηξιγενών κροκαλών ($z=0,79<1,96=z_{κρ}$) και μεταξύ κερατολιθικών και εκρηξιγενών κροκαλών ($z=0,79<1,96=z_{κρ}$) δεν είναι στατιστικά σημαντικές.

Η σφαιρικότητα των ασβεστολιθικών κόκκων είναι ίδια (0,71) και στις δυο κοίτες.

Στις ψαμμιτικές κροκάλες, φαίνεται πως η σφαιρικότητα των κόκκων της κοίτης Κ1 (0,62) είναι ελαφρώς μικρότερη από τη σφαιρικότητα των κόκκων της κοίτης Κ2 (0,65), εν τούτοις ο στατιστικός έλεγχος έδειξε ότι δεν προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($z=-1,54>-1,96=z_{κρ}$).

Οι κερατόλιθοι εμφανίζουν μεγαλύτερη σφαιρικότητα στην κοίτη Κ1 (0,76) απ' ότι στην κοίτη Κ2 (0,69), όπως προέκυψε και από το στατιστικό έλεγχο ($z=1,99>1,96=z_{κρ}$).

Η σφαιρικότητα των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων είναι 0,71 στην κοίτη Κι και 0,66 στην κοίτη Κ2, τιμές που δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους ($z=2,02>1,96=z_{κρ}$).

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων του δεύτερου σταθμού δειγματοληψίας, παρουσιάζονται συνοπτικά στον πίνακα 7.12.

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ2	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ
Κοίτη 1	0,71	0,62	0,76	0,71	0,70
Κοίτη 2	0,71	0,65	0,69	0,66	0,70
Σύνολο Σ2	0,71	0,64	0,71	0,68	0,70

Πίνακας 7.12: *Σφαιρικότητα των κόκκων κάθε λιθολογικού τύπου καθώς και του συνόλου των κροκαλών για τις συλλογές του δεύτερου σταθμού δειγματοληψίας.*

7.5.2.5. Αποτελέσματα ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ2.

Στις ασβεστολιθικές κροκάλες της κοίτης Κ1 του δεύτερου σταθμού δειγματοληψίας κυριαρχούν, σύμφωνα με την ταξινομική διάκριση κατά Zingg (1935), οι κόκκοι σφαιρικού σχήματος με ποσοστό 40,50% και ακολουθούν οι δισκοειδείς, οι ραβδόμορφες και οι πλατυσμένες κροκάλες με αντίστοιχα επί τοις % ποσοστά 39,67%, 14,33% και 5,51%. Οι ψαμμιτικοί κόκκοι αποτελούνται σε ποσοστό μεγαλύτερο από το μισό (54,84%) από δισκοειδείς κροκάλες και σε ποσοστά 12,90%, 9,68% και 22,58% από σφαιροειδείς, ραβδόμορφες και πλα-τυσμένες κροκάλες αντίστοιχα. Στις κερατολιθικές κροκάλες κυριαρχούν οι σφαίρες με ποσοστό 64,29%. Τα ποσοστά των δίσκων και των ράβδων είναι αντίστοιχα 21,43%, 14,29%, ενώ στη συλλογή αυτή δεν υπάρ-χουν πλατυσμένες κροκάλες. Το 50% των κροκαλών των εκρηξιγενών πετρωμάτων, έχουν σφαιρικό σχήμα, το 25% δισκοειδές και 12,50% είναι το ποσοστό των ράβδων και των πλατυσμένων κόκκων. Στο σύνολο των κόκκων της κοίτης Κ1, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 40,94%, οι σφαιροειδείς με 37,58%, οι ραβδόμορφες με 13,65% και οι πλατυσμένες με 7,83%.

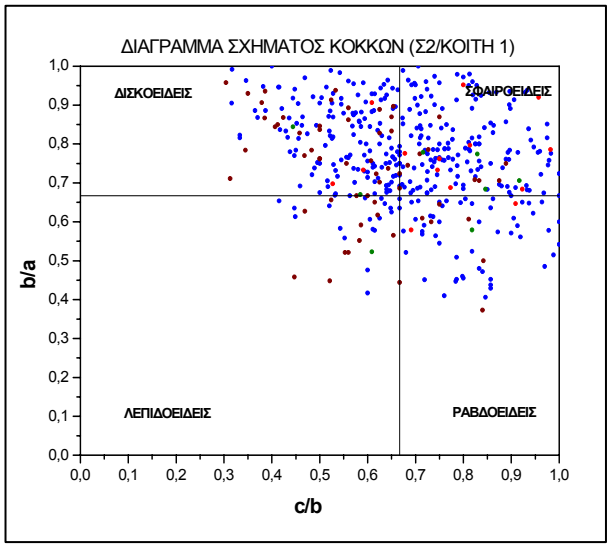
Στην κοίτη Κ2, οι ασβεστολιθικές κροκάλες έχουν σε ποσοστά 32,68% και 34,63% δισκοειδές και σφαιρικό σχήμα αντίστοιχα, ενώ οι ραβδόμορφες και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 21,95% και 10,73%. Το μεγαλύτερο μέρος των ψαμμιτικών κροκαλών (37,70%) έχει δισκοειδές σχήμα, ενώ 21,31%, 16,30% και 24,50% είναι τα ποσοστά συμμετοχής των σφαιρικών, των ραβδοειδών και των πλατυσμένων κροκαλών. Οι κερατολιθικοί κόκκοι αποτελούνται σε ποσοστό 55,56% από δίσκους, 25,93% από σφαίρες, 14,81% από ράβδους και σε ποσοστό 3,70% από πλατυσμένες κροκάλες. Στους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων κυριαρχούν οι δισκοειδείς κροκάλες με ποσοστό συμμετοχής 37,50% και ακολουθούν οι ραβδόμορφες και οι πλατυσμένες με ποσοστό 25% και οι σφαιρικές με ποσοστό 12,50%. Στο σύνολο των κόκκων της κοίτης Κ2, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 35,88%, οι σφαιροειδείς με 30,56%, οι ραβδόμορφες με 20,27% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 13,29%. Το σύνολο του δεύτερου σταθμού δειγματοληψίας περιλαμβάνει 38,90% δίσκους, 34,76% σφαίρες, 16,31% ράβδους και 10,03% πλατυσμένες κροκάλες.

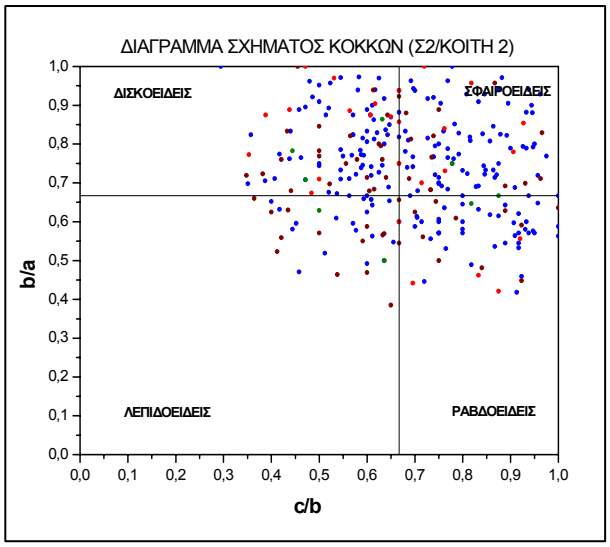
Η αναλογία δισκοειδών, σφαιροειδών, ραβδοειδών και πλατυσμένων κροκαλών, στις ασβεστολιθικές κροκάλες, είναι στατιστικά σταθερή για τις δυο συλλογές (κοίτη Κ1 και κοίτη Κ2) καθώς και για το σύνολο του σταθμού δειγματοληψίας, όπως έδειξε ο στατιστικός έλεγχος (χ^2=4,57<7,82=$\chi^2_{κρ}$). Η αναλογία αυτή παραμένει στατιστικά όμοια και στην περίπτωση των ψαμμιτικών κροκαλών (χ^2=2,32<7,82=$\chi^2_{κρ}$), των κερατολιθικών κροκαλών (χ^2=5,11<7,82=$\chi^2_{κρ}$) και του συνόλου των κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας (χ^2=5,72 <7,82=$\chi^2_{κρ}$). Σταθερή φαίνεται να παραμένει η αναλογία αυτή και στην περίπτωση των εκρηξιγενών κροκαλών αν και αυτό δε διαπιστώνεται στατιστικά λόγω του μικρού αριθμού των συλλεγομένων εκρηξιγενών κροκαλών.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του σχήματος των κόκκων κατά Zingg (1935) του σταθμού δειγματοληψίας Σ2 ανά λιθολογία και ανά δειγματοληψία, φαίνονται στον πίνακα 7.13. Το σύνολο των κόκκων των συλλογών της κοίτης του δεύτερου σταθμού δειγματοληψίας απεικονίζεται σε ταξινομικό διάγραμμα κατά Zingg (1935), στο σχήμα 7.6.

ΣΥΛΛΟΓΗ	ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ		ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ	
		ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Κοίτη 1	Δίσκοι	144	39,67	34	54,84	3	21,43	2	25,00	183	40,94
	Σφαίρες	147	40,50	8	12,90	9	64,29	4	50,00	168	37,58
	Ράβδοι	52	14,33	6	9,68	2	14,29	1	12,50	61	13,65
	Πλατυσ.	20	5,51	14	22,58	0	0,00	1	12,50	35	7,83
	Σύνολο	363	100,00	62	100,00	14	100,00	8	100,00	447	100,00
Κοίτη 2	Δίσκοι	67	32,68	23	37,70	15	55,56	3	37,50	108	35,88
	Σφαίρες	71	34,63	13	21,31	7	25,93	1	12,50	92	30,56
	Ράβδοι	45	21,95	10	16,30	4	14,81	2	25,00	61	20,27
	Πλατυσ.	22	10,73	15	24,50	1	3,70	2	25,00	40	13,29
	Σύνολο	205	100,00	61	100,00	27	100,00	8	100,00	301	100,00
Σύνολο Σ2	Δίσκοι	211	37,15	57	46,34	18	43,90	5	31,25	291	38,90
	Σφαίρες	218	38,38	21	17,07	16	39,02	5	31,25	260	34,76
	Ράβδοι	97	17,08	16	13,01	6	14,63	3	18,75	122	16,31
	Πλατυσ.	42	7,39	29	23,58	1	2,44	3	18,75	75	10,03
	Σύνολο	568	100,00	123	100,00	41	100,00	16	100,00	748	100,00

Πίνακας 7.13: Το σχήμα των κόκκων για κάθε λιθολογία των συλλογών του δεύτερου σταθμού δειγματοληψίας.



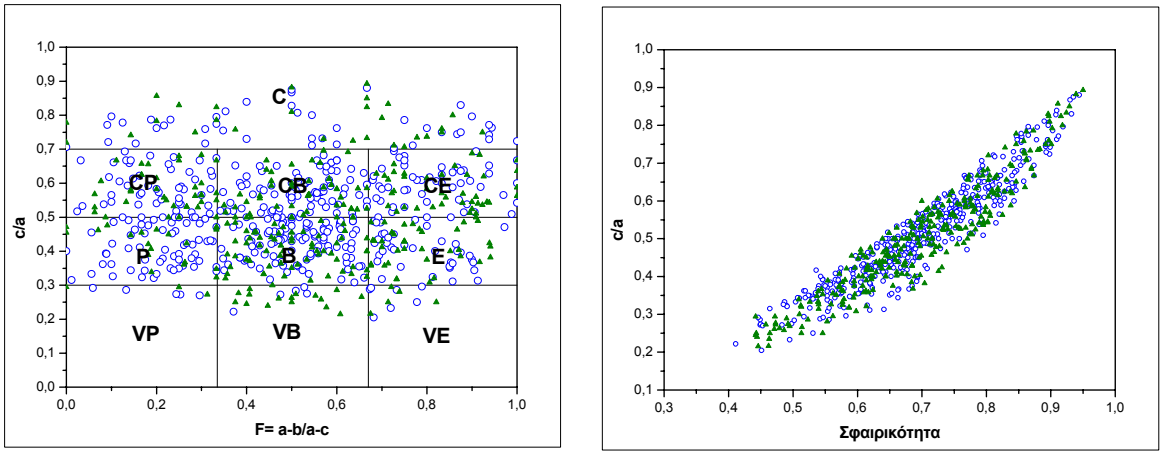


Σχήμα 7.6: Απεικόνιση των λόγων b/a και c/a των αξόνων των κροκαλών της κοίτης Κ1 (αριστερά) και της κοίτης Κ2 (δεξιά), του σταθμού δειγματοληψίας Σ2 σε διάγραμμα κατά Zingg (1935). Οι ασβεστολιθικές κροκάλες παριστάνονται με γαλάζιο χρώμα, οι ψαμμιτικές με καφέ, οι κερατολιθικές με κόκκινο και οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων με πράσινο.

Στον πίνακα 7.14 φαίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του δεύτερου σταθμού δειγματοληψίας, σύμφωνα με το ταξινομικό σχήμα που πρότειναν οι Sneed & Folk (1958) και στο σχήμα 7.7 απεικονίζεται το σύνολο των κόκκων σε διαγράμματα c/a -F και c/a-σφαιρικότητας, επίσης κατά Sneed & Folk (1958). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής, για όλους τους λιθολογικούς τύπους και στο σύνολο των συλλογών του δεύτερου σταθμού δειγματοληψίας, οι κροκάλες τύπου "B" κατέχουν το μεγαλύτερο επί τοις % ποσοστό συμμετοχής (23,53%) και ακολουθούν οι κροκάλες τύπου "CB" με ποσοστό 16,18%, οι κροκάλες τύπου "P" με 12,03%, οι κροκάλες τύπου "CE" με 11,90%, οι κροκάλες τύπου "CP" με 10,70%, οι κροκάλες τύπου "E" με 10,56% και οι κροκάλες τύπου "C" με ποσοστό συμμετοχής 9,49%. Τα υπόλοιπα σχήματα συμμετέχουν με μικρότερα ποσοστά, που είναι 2,94% για τις κροκάλες τύπου "VB", 1,60% για τις κροκάλες τύπου "VE" και 1,07% για τις κροκάλες τύπου "VP".

	ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΚΟΚΚΩΝ ΣΤΑΘΜΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ Σ2					
ΣΥΛΛΟΓΗ	**Σ2/ΚΟΙΤΗ 1**		**Σ2/ΚΟΙΤΗ 2**		**ΣΥΝΟΛΟ**	
ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**
C	43	9,62	28	9,30	71	9,49
CP	47	10,51	33	10,96	80	10,70
CB	79	17,67	42	13,95	121	16,18
CE	48	10,74	41	13,62	89	11,90
P	66	14,77	24	7,97	90	12,03
B	106	23,71	70	23,26	176	23,53
E	41	9,17	38	12,62	79	10,56
VP	5	1,12	3	1,00	8	1,07
VB	5	1,12	17	5,65	22	2,94
VE	7	1,57	5	1,66	12	1,60
ΣΥΝΟΛΟ	447	100,00	301	100,00	748	100,00

Πίνακας 7.14: Διάκριση των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ2 ανάλογα με το σχήμα τους και σύμφωνα με την ταξινόμηση κατά Sneed & Folk (1958).



Σχήμα 7.7: Αριστερά: Απεικόνιση των λόγων c/a, F=a-b/a-c των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ2 σε διάγραμμα κατά Sneed & Folk (1958). Δεξιά: Απεικόνιση του λόγου c/a σε σχέση με τη σφαιρικότητα των κόκκων. Με γαλάζιο κύκλο απεικονίζονται οι κόκκοι της κοίτης Κ1 του σταθμού δειγματοληψίας και με πράσινα τρίγωνα οι κόκκοι της κοίτης Κ2.

Οι κροκάλες τύπου "Β" κυριαρχούν και στις επί μέρους συλλογές, με παραπλήσια ποσοστά συμμετοχής 23,71% και 23,26% για τις κοίτες Κ1 και Κ2 αντίστοιχα, ενώ τα μικρότερα ποσοστά συμμετοχής κατέχουν οι κροκάλες τύπου "VE", οι κροκάλες τύπου "VP" και οι κροκάλες τύπου "VB" με ποσοστά συμμετοχής που κυμαίνονται μεταξύ των τιμών 5,65% και 1,00%.

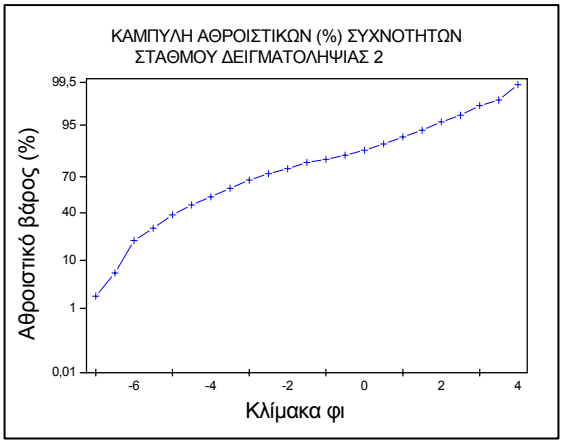
Οι αναλογίες πάντως των σχημάτων των κόκκων στις δυο συλλογές (Κ1 και Κ2), που προκύπτουν από το ταξινομικό σχήμα κατά Sneed & Folk (1958), δεν είναι στατιστικά όμοιες. Ο έλεγχος χ^2 έδωσε τιμή μεγαλύτερη από την κρίσιμη, για επίπεδο σημαντικότητας 0,05 και εννέα (9) βαθμούς ελευθερίας (χ^2=24,37>16,92=$\chi^2_{κρ}$).

7.5.2.6. Αποτελέσματα ανάλυσης της ογκομετρικής δειγματοληψίας του σταθμού Σ2.

Η κοκκομετρική ανάλυση δείγματος συνολικού βάρους 204.379,2gr, που λήφθηκε από 14 υποσυλλογές της υποεπιφανειακής δειγματοληψίας της κοίτης του σταθμού δειγματοληψίας Σ2, έδωσε τα αποτελέσματα, που αναγράφονται στον πίνακα 7.15. Στο σχήμα 7.8, φαίνεται η κοκκομετρική καμπύλη αθροιστικής συχνότητας με κλίμακα τεταγμένης πιθανότητας του συνολικού δείγματος του υλικού της κοίτης.

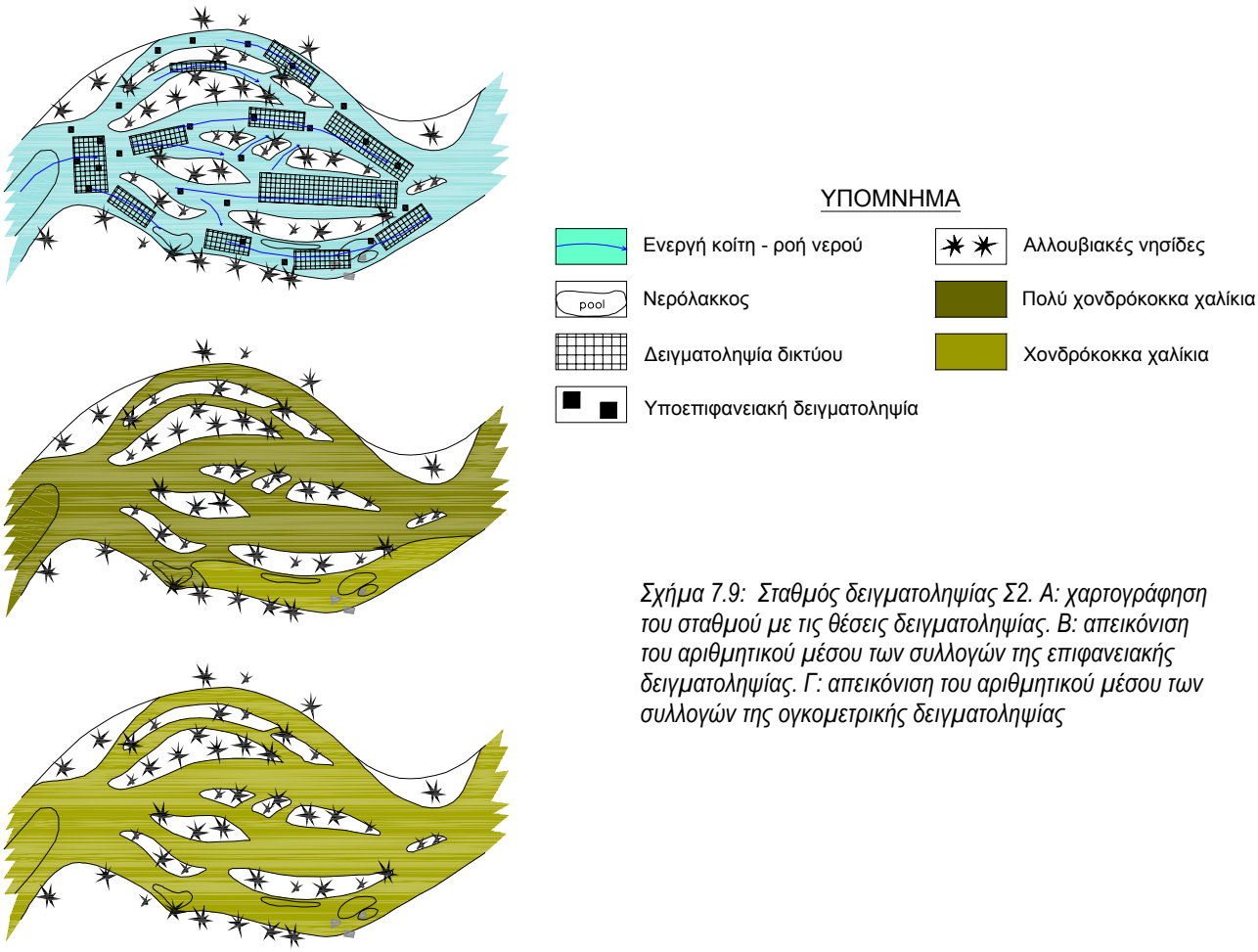
ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (gr)	ΔΙΑΜΕΣΟΣ (Md)	ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ (Mz)	ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (σi)	ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑ (SKi)	ΚΥΡΤΩΣΗ (K_G)
Σ2/ Κοίτη	204.379,2	-4,28	-3,63	2,67	0,40	0,97

Πίνακας 7.15: Το βάρος και οι στατιστικές παράμετροι (φι) του δείγματος της υποεπιφανειακής δειγματοληψίας του σταθμού Σ2.



Σχήμα: 7.8: Κοκκομετρική καμπύλη αθροιστικής συχνότητας με κλίμακα τεταγμένης πιθανότητας του υλικού υποεπιφανειακής συλλογής του δεύτερου σταθμού δειγματοληψίας

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 7.15, ο αριθμητικός μέσος των υλικών της κοίτης είναι -3,63φι, που αντιστοιχεί σε μεσοχονδρόκοκκο χαλίκι, πολύ φτωχά ταξινομημένο (σi=2,67). Η κοκκομετρική καμπύλη εμφανίζεται μεσόκυρτη (K_G=0,97) και δείχνει πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=0,40). Τα αποτελέσματα της ανάλυσης της υποεπιφανειακής δειγματοληψίας του δεύτερου σταθμού παρουσιάζονται στο σχήμα 7.9Γ.



Σχήμα 7.9: Σταθμός δειγματοληψίας Σ2. Α: χαρτογράφηση του σταθμού με τις θέσεις δειγματοληψίας. Β: απεικόνιση του αριθμητικού μέσου των συλλογών της επιφανειακής δειγματοληψίας. Γ: απεικόνιση του αριθμητικού μέσου των συλλογών της ογκομετρικής δειγματοληψίας

7.5.2.7. Συμπεράσματα από την ανάλυση των επιφανειακών και υποεπιφανειακών ιζημάτων μεταφοράς του σταθμού δειγματοληψίας Σ2.

1. Ο δεύτερος σταθμός δειγματοληψίας περιλαμβάνει ένα αναστομωμένο τμήμα του ποτάμιου ρεύματος, μηκους 112m. Περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό ενδιάμεσων φραγμών, που διαιρούν, μέχρι το όριο πλημμύρας, σε πολλαπλούς κλάδους τη ροή.
2. Ο νερόλακκος, που βρίσκεται στο εντελώς άκρο του ανάντη τμήματος του σταθμού δειγματοληψίας, έχει μορφή βαθιάς ελλειψοειδούς τάφρου. Ο νερόλακκος, που βρίσκεται στο ανάντη άκρο της κοίτης 2 έχει προέλθει από νεροφάγωμα εξ αιτίας κάθετης διάβρωσης. Οι υπόλοιποι δυο νερόλακκοι, που βρίσκονται μέσα στον κλάδο της κοίτης Κ2 έχουν τη μορφή ρηχών τάφρων, ο πρώτος είναι επιμήκης και ο δεύτερος ελλειψοειδής και οφείλουν τη δημιουργία τους σε φυσικά εμπόδια (κροκαλοπαγείς ογκόλιθοι μεγάλης

διαμέτρου προερχόμενοι από κατάπτωση από την όχθη και κορμοί δέντρων), που παρεμβάλλονται στη ροή του ύδατος.

3. Το μεγαλύτερο ποσοστό συμμετοχής, από τις επιφανειακές κροκάλες του σταθμού δειγματοληψίας Σ2, κατέχουν οι ασβεστολιθικοί κόκκοι και ακολουθούν κατά σειρά οι ψαμμιτικοί, οι κερατολιθικοί και οι εκρηξιγενείς. Το ποσοστό συμμετοχής των ασβεστολιθικών κροκαλών είναι μεγαλύτερο στο δεξιό τμήμα της κοίτης (Κ1) και μικρότερο στο αριστερό (Κ2), σε αντίθεση με τα ποσοστά συμμετοχής τω ψαμμιτικών και των κερατολιθικών κροκαλών, που είναι μεγαλύτερα στην κοίτη Κ1 και μικρότερα στην κοίτη Κ2. Τα ποσοστά συμμετοχής των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων παραμένουν στατιστικά σταθερά μεταξύ των δυο αυτών θέσεων δειγματοληψίας.

   Στο σταθμό αυτό παρατηρείται εντυπωσιακή, διαπιστωμένη και στατιστικά ($z=9,20>1,64=z_{κρ}$), αύξηση των ασβεστολιθικών κόκκων σε σχέση με τον πρώτο σταθμό δειγματοληψίας και σχετική μείωση μεγαλύτερη από το ήμισυ του ποσοστού των ψαμμιτικών κροκαλών ($z=9,13>1,64=z_{κρ}$). Οι μεταβολές των ποσοστών συμμετοχής των κερατολιθικών κροκαλών από τον πρώτο στο δεύτερο σταθμό δεν είναι στατιστικά σημαντικές ($z=1,35<1,64=z_{κρ}$), το ποσοστό δε συμμετοχής των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων παραμένει σχεδόν σταθερό ($z=0,07<1,64=z_{κρ}$). Οι μεταβολές αυτές οφείλονται στην εισροή νέου, κυρίως ασβεστολιθικής σύστασης υλικού, που προέρχεται από τους παραποτάμους Κάτω Ρέμα, Λευκόρεμα και Καλανόρεμα, που συμβάλλουν από Βορρά στη δεξιά όχθη του κύριου ρεύματος, μεταξύ των δυο πρώτων σταθμών. Η παροχή εκρηξιγενούς υλικού απουσιάζει.

5. Στην ίδια αιτία πρέπει να αναζητηθεί η εντυπωσιακή αύξηση του αριθμητικού μέσου των ασβεστολιθικών κροκαλών, σε σχέση με το σταθμό δειγματοληψίας Σ1, η οποία διαπιστώνεται και στατιστικά ($z=-13,29<-1,96=z_{κρ}$) και οι μικρότερες προς τα πάνω μεταβολές στο κοκκομετρικό μέγεθος των ψαμμιτικών κροκαλών ($z=-2,40<-1,96=z_{κρ}$) και των κερατολιθικών κροκαλών ($z=-3,02<-1,96=z_{κρ}$). Η μεταβολή στο μέσο μέγεθος των εκρηξιγενών κροκαλών δεν είναι στατιστικά σημαντική ($z=-0,98>-1,96=z_{κρ}$), αφού απουσιάζει η προσθήκη νέου υλικού, εκρηξιγενούς σύστασης.

   Το κατά πολύ μικρότερο κοκκομετρικό μέγεθος των ασβεστολιθικών, των κερατολιθικών και των εκρηξιγενών κροκαλών και το σχετικά μικρότερο μέγεθος των ψαμμιτικών κροκαλών του αριστερού τμήματος της κοίτης (Κ2), σε σχέση με το αντίστοιχο κοκκομετρικό μέγεθος των λιθολογιών της κοίτης Κ1 εξηγείται από το γεγονός ότι, το αριστερό τμήμα της κοίτης βρίσκεται τοπογραφικά υψηλότερα και καθίσταται ενεργό μόνο κατά τη διάρκεια υψηλότερης ροής από τη συνήθη (εικ. 7.8), με αποτέλεσμα να αποτίθενται σε αυτή υλικά μικρότερου βάρους.

6. Η στρογγύλωση των ασβεστολιθικών κόκκων είναι ίδια και στις δυο θέσεις δειγματοληψίας. Οι ψαμμιτικοί κόκκοι εμφανίζουν καλύτερη στρογγύλωση στην κοίτη Κ1 από ότι στην κοίτη Κ2, ενώ οι κερατολιθικοί κόκκοι είναι πιο στρογγυλοί στην κοίτη Κ2.

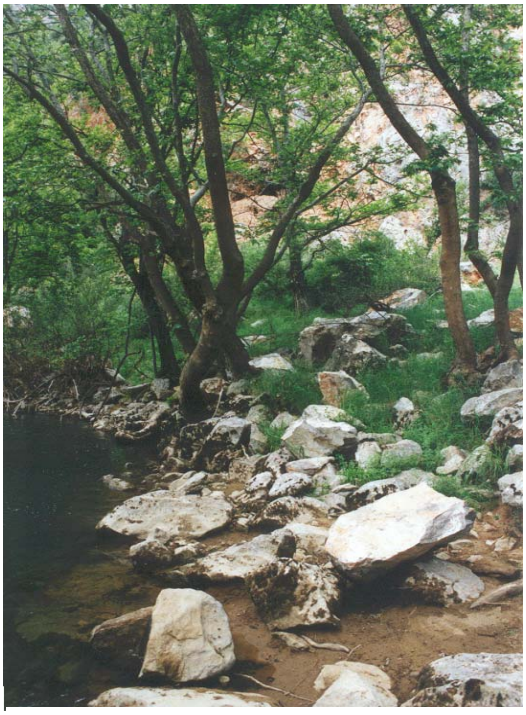
Η παρατηρούμενη μικρότερη τιμή στρογγύλωσης, που εμφανίζουν οι ασβεστολιθικές κροκάλες του σταθμού δειγματοληψίας Σ2 σε σχέση με τις ασβεστολιθικές κροκάλες του σταθμού Σ1, που διαπιστώνεται και στατιστικά (χ^2=10,53>9,49=$\chi^2_{κρ}$) οφείλεται κυρίως, επειδή το μέγιστο μέρος του ποσοστού των ασβεστολιθικών κόκκων προέρχεται από εισροή νέου υλικού από τους παραποτάμους, που προαναφέρθηκαν. Οι διαφορές, που εμφανίζουν στην τιμή στρογγύλωσης σε σχέση με τον προηγούμενο σταθμό δειγματοληψίας οι ψαμμιτικές (χ^2=7,96 <9,49=$\chi^2_{κρ}$), οι εκρηξιγενείς (χ^2=4,35<9,49=$\chi^2_{κρ}$) και κυρίως οι κερατολιθικές (χ^2=0,05<9,49=$\chi^2_{κρ}$) κροκάλες, είναι στατιστικά ασήμαντες.

7. Μεταξύ των δυο θέσεων δειγματοληψίας του σταθμού Σ2, μόνο οι κερατολιθικές κροκάλες εμφανίζουν διαφορετική σφαιρικότητα και συγκεκριμένα μεγαλύτερη στην κοίτη Κ1 και μικρότερη στην κοίτη Κ2.
   Η μέση τιμή σφαιρικότητας, που εμφανίζουν οι ασβεστολιθικές κροκάλες στο σταθμό δειγματοληψίας Σ2, είναι ελάχιστα μεγαλύτερη από την αντίστοιχη τιμή σφαιρικότητας των κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας Σ1. Η μικρή αυτή διαφορά είναι στατιστικά σημαντική (z=-3,21<-1,96=$z_{κρ}$) και αυτό δε σχετίζεται κατ' ανάγκη με την απόσταση μεταφοράς, παρά με την ενίσχυση των υλικών της επιφάνειας του σταθμού με κροκάλες, που προέρχονται από πλευρική τροφοδοσία. Οι υπόλοιποι λιθολογικοί τύποι εμφανίζουν μικρές διαφορές στη σφαιρικότητά τους μεταξύ των δυο σταθμών δειγματοληψίας, οι οποίες όμως δεν είναι στατιστικά σημαντικές (z=-0,91>-1,96=$z_{κρ}$ για τους ψαμμίτες, z=-0,48>-1,96=$z_{κρ}$ για τους κερατόλιθους και z=0,89<1,96=$z_{κρ}$ για τις κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων).
8. Όσον αφορά το σχήμα των κροκαλών, παρατηρείται μια αύξηση των σφαιρικών κροκαλών του συνόλου του σταθμού δειγματοληψίας Σ2 κατά ποσοστό 7,95% σε σχέση με τον σταθμό Σ1, μηδαμινή μείωση του ποσοστού των δισκοειδών κροκαλών κατά 0,91% και μικρή, περίπου κατά 3%, μείωση των ποσοστών συμμετοχής των υπόλοιπων σχημάτων. Στο σύνολο των κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας, η αναλογία μεταξύ δίσκων, σφαιρών, ράβδων και πλατυσμένων κροκαλών μεταβάλλεται σε σχέση με τον προηγούμενο σταθμό κατά τρόπο στατιστικά σημαντικό (χ^2=18,14>7,82=$\chi^2_{κρ}$).
9. Από τις αναλύσεις των δειγμάτων της υποεπιφανειακής δειγματοληψίας προκύπτει ότι, στην κοίτη του ρεύματος του δεύτερου σταθμού δειγματοληψίας επικρατούν τα μεσαίου μεγέθους χαλίκια (Mz=-3,63 φι). Τα υλικά της κοίτης είναι αδρομερέστερα από τα υλικά του πρώτου σταθμού δειγματοληψίας και είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα (σ_i=2,67) με μεσόκυρτη κοκκομετρική καμπύλη (K_G=0,97), που εμφανίζει πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=0,40). Η αύξηση του αριθμητικού μέσου των υλικών υποεπιφανειακής δειγματοληψίας, οφείλεται στους ίδιους λόγους που οφείλεται και η αύξηση του αριθμητικού μέσου των επιφανειακών ιζημάτων.

7.5.3 Ανάλυση ιζημάτων του σταθμού δειγματοληψίας Σ3.

Ο τρίτος σταθμός δειγματοληψίας (Σ3) βρίσκεται μέσα στον εγκιβωτισμένο μαίανδρο, στη θέση Λιθόπυργος Αμφίκλειας, περίπου 1000m ανάντη της γέφυρας Ξυλικών (πίν. 7.1, εικ. 7.1 και σχ. 7.13). Το μήκος του σταθ-

μού είναι περίπου 150m ενώ το πλάτος του ποτάμιου ρεύματος κυμαίνεται μεταξύ 10m και 12m. Αποτελείται από δυο πλήρης ακολουθίες βάθυνσης-ρήχευσης (pool-riffle) σε τμήμα του μαιάνδρου και περιλαμβάνει δυο ακραίους φραγμούς (Φ1, Φ2) και δυο νερόλακκους (pool 1 και pool 2). Η επιφανειακή συλλογή των κόκκων των φραγμών πραγματοποιήθηκε με συστηματική δειγματοληψία δικτύου. Από την ενεργή κοίτη δε συλλέχτηκαν κροκάλες, επειδή το μέγιστο τμήμα της αποτελείται από ογκόλιθους μεγάλου έως μεσαίου μεγέθους. Για την ογκομετρική δειγματοληψία, συλλέχτηκε υλικό από 6 υποσυλλογές μέσα από την ενεργή κοίτη και από 4 υποσυλλογές από τους φραγμούς Φ1 και Φ2. Επίσης συλλέχτηκε λεπτομερές υλικό προς ανάλυση από δυο θέσεις (μια σε κάθε φραγμό, σχ. 7.13 Α). Συνολικά συλλέχτηκαν 576 κόκκοι από την επιφάνεια και 944,44kg υλικού ογκομετρικής δειγματοληψίας για κοκκομετρική ανάλυση.



Εικόνα.7.9. Εισροή ασβεστολιθικών ογκολίθων στην κοίτη του Βοιωτικού Κηφισού από την δεξιά όχθη του σταθμού δειγματοληψίας Σ3 που προέρχονται από καταπτώσεις βράχων από τα πρανή.

Το υλικό μεταφοράς, που καταφτάνει στο σταθμό Σ3, εκτός από αυτό που μεταφέρεται από το κύριο ρεύμα, προέρχεται (γεωλογικός χάρτης Ι.Γ.Μ.Ε, φύλλα: Λαμία, Αμφίκλεια): 1) Από την άμεση τροφοδοσία της κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού με υλικό προερχόμενο από τα πρανή της όχθης του εγκιβωτισμένου μαιάνδρου με τη μορφή ογκόλιθων ασβεστολιθικής κυρίως σύστασης, σε όλη τη διαδρομή μεταξύ των σταθμών Σ2 και Σ3 (εικ. 7.9) και 2) από την εισροή νέου υλικού, που μεταφέρεται από το Σκαλόρεμα (Καβρόρεμα), το οποίο εκβάλλει από Βορρά στη δεξιά όχθη του ρεύματος στη θέση «Μύλος Παπαλουκά» και προέρχεται από περιοχές, που κυριαρχούν ολοκαινικές αποθέσεις, ασβεστόλιθοι και εκρηξιγενή πετρώματα του όρους Καλλίδρομο.

7.5.3.1. Αποτελέσματα ανάλυσης της λιθολογίας των κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας Σ3.

Στον πίνακα 7.16 φαίνεται ο αριθμός των κροκαλών, που συλλέχτηκε στους δυο φραγμούς του σταθμού δειγματοληψίας Σ3 καθώς και η επί τοις % ποσοστιαία κατανομή του κάθε λιθολογικού τύπου.

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ3	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ		ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ	
	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Φ1	347	86,75	23	5,75	16	4,00	14	3,50	400	100,00
Φ2	135	76,70	21	11,90	13	7,30	7	3,97	176	100,00
Σύνολο Σ3	482	83,68	44	7,64	29	5,03	21	3,65	576	100,00

Πίνακας 7.16: Λιθολογική κατανομή και εκατοστιαία συμμετοχή των κροκαλών των φραγμών του σταθμού δειγματοληψίας Σ3.

Οι ασβεστολιθικοί κόκκοι, στο σύνολο του σταθμού, συμμετέχουν με ποσοστό 83,68%, που είναι μεγαλύτερο από τα ποσοστά συμμετοχής των ψαμμιτικών (7,64%), των κερατολιθικών (5,03%) και των εκρηξιγενών

κόκκων (3,65%). Οι παρατηρούμενες διαφορές συχνοτήτων, μεταξύ των διαφόρων λιθολογικών τύπων είναι στατιστικά σημαντικές (χ^2=10,45>7,82=$\chi^2_{κρ}$).

Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης της λιθολογίας προκύπτει ότι, το ποσοστό των ασβεστολιθικών κόκκων είναι μεγαλύτερο στον κατάντη φραγμό Φ1 με ποσοστό 86,75% και μικρότερο στον ανάντη φραγμό Φ2 με ποσοστό 76,70%, η διαφορά δε αυτή, που εμφανίζεται μεταξύ των δυο φραγμών είναι στατιστικά σημαντική όπως προκύπτει από τον έλεγχο των ποσοστών(z=3,00>1,96=$z_{κρ}$).

Οι ψαμμιτικοί κόκκοι έχουν αντίθετα μεγαλύτερο ποσοστό (1,90%) στο φραγμό Φ2, ενώ είναι εμφανώς λιγότεροι στο φραγμό Φ1, με ποσοστό 5,75%, η προκύπτουσα δε διαφορά είναι στατιστικά σημαντική (z=-2,31<-1,96=$z_{κρ}$).

Οι κερατολιθικοί κόκκοι εμφανίζονται με ποσοστά 4,00% στο φραγμό Φ1 και 7,30% στο φραγμό Φ2. Τα αντίστοιχα ποσοστά των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων είναι 3,50% και 3,97%. Οι διαφορές, που εμφανίζουν μεταξύ τους τα ποσοστά των των κερατολιθικών κροκαλών (z=-1,66>-1,96=$z_{κρ}$) και των κροκαλών των εκρηξιγενών πετρωμάτων (z=-0,28>-1,96=$z_{κρ}$), μεταξύ των δυο συλλογών, δεν είναι στατιστικά σημαντικές.

7.5.3.2. Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου των κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας Σ3.

Οι τιμές του αριθμητικού μέσου των κροκαλών και των τεσσάρων λιθολογικών τύπων των συλλογών του σταθμού δειγματοληψίας Σ3 αναγράφονται στον πίνακα 7.17.

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ3	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ (mm)	Μ.Ο. ΣΤΑΘΜΟΥ (mm)
Φ1	58,03	22,69	27,31	29,42	53,77
Φ2	77,27	35,33	33,46	30,85	67,18
Σύνολο	63,42	28,72	30,06	29,90	57,86

Πίνακας 7.17: Τιμές αριθμητικού μέσου (σε mm) για όλους τους λιθολογικούς τύπους των φραγμών του σταθμού Σ3.

Από τις τιμές του πίνακα αυτού προκύπτει ότι ο αριθμητικός μέσος όλων των κόκκων του τρίτου σταθμού δειγματοληψίας είναι 57,86mm, που βρίσκεται εντός των ορίων των πολύ χονδρόκοκκων χαλικιών. Στον ακραίο φραγμό Φ1 το κοκκομετρικό μέγεθος όλων των λιθολογιών είναι 53,77mm και αντιστοιχεί στα πολύ χονδρόκοκκα χαλίκια, ενώ το μέσο μέγεθος των αντίστοιχων λιθολογικών τύπων του ανάντη ευρισκόμενου φραγμού Φ2 είναι 67,18mm, που αντιστοιχεί στα πολύ μικρά λιθάρια.

Από τις κροκάλες, οι μεγαλύτερες είναι οι ασβεστολιθικές με αριθμητικό μέσο 63,42mm, ενώ οι κερατολιθικές κροκάλες (30,06mm), οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων (29,90mm) και οι ψαμμιτικές κροκάλες (28,72mm) είναι αρκετά μικρότερες και στατιστικά ίσες μεταξύ τους (z=0,02<1,96=$z_{κρ}$ για τους κερατολιθικούς και εκρηξιγενείς κόκκους και z=-0,17>-1,96=$z_{κρ}$ για τους ψαμμιτικούς και εκρηξιγενείς κόκκους).

Ο αριθμητικός μέσος των ασβεστολιθικών κροκαλών στους φραγμούς Φ1 και Φ2 είναι 58,03mm και 77,27 mm αντίστοιχα. Οι αντίστοιχες τιμές για τις ψαμμιτικές κροκάλες είναι 22,69mm και 35,33mm, για τις κερατολιθικές 27,31mm και 33,46mm και για τις κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων 29,42mm και 30,85mm. Οι

διαφορές στα ποσοστά των ασβεστολιθικών κόκκων μεταξύ των φραγμών Φ1 και Φ2 πιστοποιείται και στατιστικά εφ' όσον η τιμή z, που υπολογίστηκε είναι -2,94<-1,96=$z_{κρ}$. Οι διαφορές, που παρατηρούνται στις υπόλοιπες λιθολογίες δεν είναι στατιστικά σημαντικές (z=-1,23>-1,96=$z_{κρ}$ για τις ψαμμιτικές κροκάλες, z=-0,59>-1,96=$z_{κρ}$ για τις κερατολιθικές κροκάλες και z=-2,94<-1,96=$z_{κρ}$ για τις εκρηξιγενείς κροκάλες).

Η κατανομή του αριθμητικού μέσου των κόκκων της επιφανειακής δειγματοληψίας του σταθμού Σ3 απεικονίζεται στο σχήμα 7.13Β.

7.5.3.3. Αποτελέσματα ανάλυσης της στρογγύλωσης των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ3.

Στον πίνακα 7.18 αναγράφονται οι τιμές του βαθμού στρογγύλωσης των κροκαλών όλων των λιθολογικών τύπων και για κάθε μονάδα συλλογής του τρίτου σταθμού δειγματοληψίας, που προέκυψαν μετά από σύγκριση του κάθε κόκκου με τον οπτικό χάρτη του Krumbein (1941).

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ3	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ ΜΟΝΑΔΑΣ
Φ1	0,50	0,73	0,26	0,42	0,50
Φ2	0,50	0,80	0,23	0,36	0,51
Σύνολο Σ1	0,50	0,76	0,25	0,40	0,50

Πίνακας 7.18: Τιμές στρογγύλωσης των κόκκων όλων των λιθολογικών τύπων του σταθμού δειγματοληψίας Σ3

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 7.18, η μέση τιμή της στρογγύλωσης του συνόλου των κόκκων του τρίτου σταθμού δειγματοληψίας είναι 0,50 και βάσει της τιμής αυτής χαρακτηρίζονται σαν υποστρόγγυλοι.

Οι ασβεστολιθικοί κόκκοι εμφανίζουν στρογγύλωση 0,50 τόσο στους φραγμούς Φ1 και Φ2, όσο και στο σύνολο του σταθμού δειγματοληψίας.

Οι ψαμμιτικοί κόκκοι του φραγμού Φ2 αν και δείχνουν να είναι περισσότερο στρογγυλοί (στρογγύλωση=0,80) από τους ψαμμιτικούς κόκκους του φραγμού Φ1, που εμφανίζει τιμή στρογγύλωσης 0,73, εν τούτοις η διαφορά αυτή δεν είναι στατιστικά σημαντική ($χ^2$=6,03<7,82=$χ^2_{κρ}$). Ο μέσος όρος του βαθμού στρογγύλωσης όλων των ψαμμιτικών κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας είναι 0,76 και με βάση τις τιμές αυτές, μπορούν να χαρακτηριστούν ως στρογγυλές.

Οι κερατολιθικοί κόκκοι είναι γωνιώδεις, με μέσες τιμές στρογγύλωσης 0,26 και 0,23 για τους φραγμούς Φ1 και Φ2 αντίστοιχα και μέση τιμή 0,25 για το σύνολο της δειγματοληψίας. Οι μικρές διαφορές, που εμφανίζουν οι τιμές αυτές της στρογγύλωσης δεν είναι στατιστικά σημαντικές ($χ^2$=0,53<5,99=$χ^2_{κρ}$).

Οι κόκκοι των εκρηξιγενών πετρωμάτων εμφανίζουν βαθμούς στρογγύλωσης 0,42 και 0,36 για τους φραγμούς Φ1 και Φ2 αντίστοιχα και 0,40 για το σύνολο της δειγματοληψίας. Οι διαφορές μεταξύ των τιμών αυτών δε μπορούν να ελεγχθούν στατιστικά, επειδή η αναμενόμενες συχνότητες είναι μικρές.

7.5.3.4. Αποτελέσματα ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ3.

Η μέση τιμή σφαιρικότητας των κροκαλών (πιν. 7.19) των δυο συλλογών και του συνόλου της δειγματοληψίας είναι σχεδόν ίδια, εφ΄ όσον με έλεγχο της δοκιμασίας z αποδείχτηκε, ότι οι μικρές παρατηρούμενες διαφορές

δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Στο φραγμό Φ1 η σφαιρικότητα του συνόλου των κροκαλών είναι 0,69, και στο φραγμό Φ2 όπως και στο σύνολο του σταθμού δειγματοληψίας, 0,70 ($z=-1,05>-1,96=z_{κρ}$).

Οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων, με τιμή σφαιρικότητας 0,72 δείχνουν να είναι περισσότερο σφαιρικές από τις ασβεστολιθικές και τις κερατολιθικές κροκάλες, που εμφανίζουν σφαιρικότητα 0,70, ενώ οι ψαμμιτικές κροκάλες είναι οι λιγότερο σφαιρικές. Ο στατιστικός έλεγχος όμως έδειξε ότι, οι μικρές διαφορές των παραπάνω τιμών σφαιρικότητας δεν είναι στατιστικά σημαντικές ($z=1,04<1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και ψαμμιτικών κόκκων, $z=0,69<1,96=z_{κρ}$ μεταξύ κερατολιθικών και ψαμμιτικών κόκκων, $z=1,45<1,96=z_{κρ}$ μεταξύ εκρηξιγενών και ψαμμιτικών κόκκων, $z=-0,67>-1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και εκρηξιγενών κόκκων και $z=-0,63>-1,96=z_{κρ}$ μεταξύ κερατολιθικών και εκρηξιγενών κόκκων).

Οι ασβεστολιθικές κροκάλες εμφανίζουν τιμές σφαιρικότητας 0,69 στο φραγμό Φ1 και 0,71 στο φραγμό Φ2. Η μικρή παρατηρούμενη διαφορά είναι στατιστικά ασήμαντη ($z=-1,87>-1,96=z_{κρ}$).

Οι ψαμμιτικές κροκάλες και οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων δείχνουν να εμφανίζουν ελαφρώς καλύτερη σφαιρικότητα στο φραγμό Φ2 απ' ότι στο φραγμό Φ1 σε αντίθεση με τις κερατολιθικές κροκάλες, η σφαιρικότητα των οποίων δείχνει να είναι μεγαλύτερη στο φραγμό Φ1 (0,73) και μικρότερη στο φραγμό Φ2 (0,66). Η στατιστική επεξεργασία όμως έδειξε ότι όλες αυτές οι διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές ($z=-0,80>-1,96=z_{κρ}$ για τις ψαμμιτικές κροκάλες, $z=1,62<1,96=z_{κρ}$ για τις κερατολιθικές κροκάλες και $z=-0,56>-1,96=z_{κρ}$ για τις κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων). Επομένως θα πρέπει να θεωρηθεί ότι η σφαιρικότητα των κροκαλών του κάθε λιθολογικού τύπου, παραμένει σταθερή στις συλλογές και των δυο φραγμών.

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ3	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ
Φ1	0,69	0,66	0,73	0,71	0,69
Φ2	0,71	0,69	0,66	0,74	0,70
Σύνολο Σ1	0,70	0,68	0,70	0,72	0,70

Πίνακας 7.19: Σφαιρικότητα των κόκκων κάθε λιθολογίας των κροκαλών των φραγμών του σταθμού δειγματοληψίας Σ3.

7.5.3.5. Αποτελέσματα ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ3.

Στον ακραίο φραγμό Φι, σύμφωνα με την ταξινομική διάκριση του σχήματος των κροκαλών κατά Zingg (1935), οι ασβεστολιθικές κροκάλες έχουν σε ποσοστά 40,63% και 30,26% δισκοειδές και σφαιρικό σχήμα αντίστοιχα, ενώ οι ραβδόμορφες και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με μικρότερα ποσοστά (19,02% και 10,09% αντίστοιχα). Το μεγαλύτερο μέρος των ψαμμιτικών κροκαλών (52,17%) έχει δισκοειδές σχήμα, ενώ 26,09% και 21,74% είναι τα ποσοστά συμμετοχής των σφαιρικών και των πλατυσμένων κροκαλών. Οι κερατολιθικοί κόκκοι αποτελούνται σε ποσοστό 37,50% από δίσκους και σφαίρες και σε ποσοστά 18,75% και 6,25% από ράβδους και πλατυσμένες κροκάλες. Στους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων κυριαρχούν οι σφαιρικές και οι δισκοειδείς κροκάλες με ποσοστό συμμετοχής 42,86%, ενώ οι ραβδόμορφες συμμετέχουν με ποσοστό 14,29%. Στο σύνολο των κόκκων του φραγμού Φ1, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 41,25%, οι σφαιροειδείς με 30,75%, οι ραβδόμορφες με 17,75% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 10,25%.

Οι ασβεστολιθικές κροκάλες του φραγμού Φ2 αποτελούνται σε ποσοστό 36,30% από δίσκους, από 34,81% από σφαίρες, από 20,00% από ράβδους και από 8,89% από πλατυσμένες κροκάλες. Στις ψαμμιτικές κροκάλες οι δισκοειδείς κατέχουν ποσοστό συμμετοχής 52,38%, οι σφαιροειδείς συμμετέχουν με ποσοστό 28,57%, ενώ οι ραβδοειδείς και οι πλατυσμένες κροκάλες με ίδιο ποσοστό 9,52%. Στις κερατολιθικές κροκάλες κυριαρχούν οι σφαίρες και οι δίσκοι με ποσοστά 46,15% και 30,77% και ακολουθούν σε συχνότητα οι κόκκοι πλατυσμένου σχήματος με ποσοστό συμμετοχής 15,38% και οι ραβδόμορφοι κόκκοι με 7,69%. Στους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων τα ποσοστά συμμετοχής των δισκοειδών, σφαιροειδών, ραβδοειδών και πλατυσμένων κροκαλών είναι αντίστοιχα 14,29%, 57,14%, 28,57% και 0,00%. Στο σύνολο των κόκκων του φραγμού Φ2, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 38,07%, οι σφαιροειδείς με 34,66%, οι ραβδόμορφες με 18,18% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 9,09%.

Το σύνολο του δεύτερου σταθμού δειγματοληψίας περιλαμβάνει 40,28% δίσκους, 31,94% σφαίρες, 17,88% ράβδους και 9,90% πλατυσμένες κροκάλες.

Για όλες τις δειγματοληψίες ανά λιθολογία και για το σύνολο των κόκκων η δοκιμασία χ^2 έδειξε ότι η αναλογία δισκοειδών, σφαιροειδών, ραβδόμορφων και πλατυσμένων κροκαλών παραμένει σταθερή, εφ' όσον οι τιμές χ^2, που υπολογίστηκαν είναι αντίστοιχα $\chi^2=0,37<7,82=\chi^2_{κρ}$ για τους ασβεστολιθικούς κόκκους, $\chi^2=2,79<7,82=\chi^2_{κρ}$ για τους ψαμμιτικούς, $\chi^2=1,01<7,82=\chi^2_{κρ}$ για τους κερατολιθικούς, $\chi^2=0,92<7,82=\chi^2_{κρ}$ για τους κόκκους των εκρηξιγενών και $\chi^2=0,34<7,82=\chi^2_{κρ}$ για το σύνολο των κόκκων.

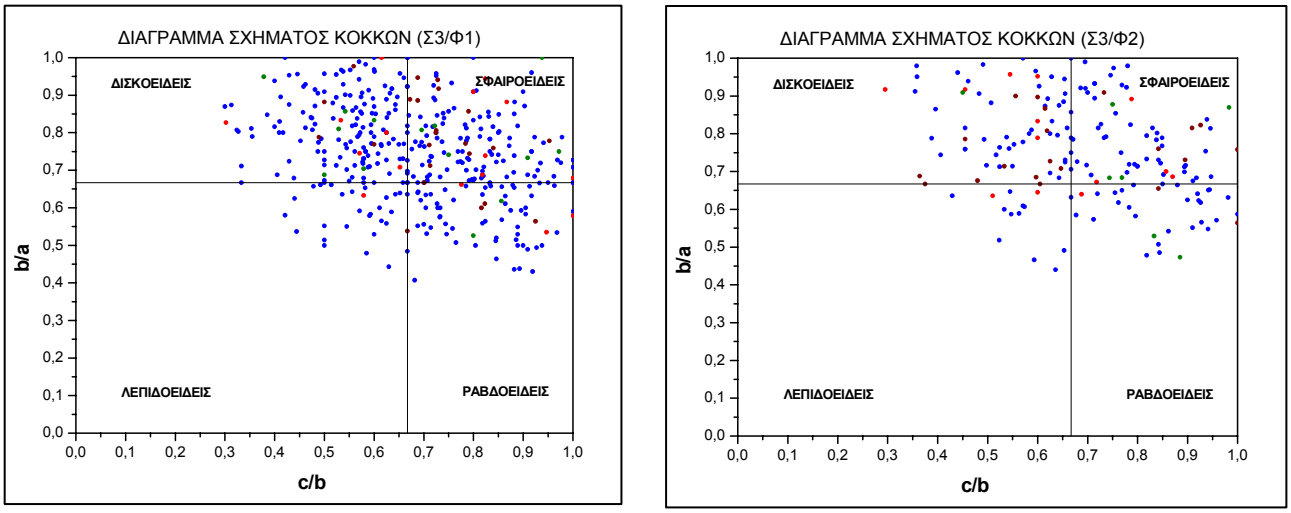
Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ3 ανά λιθολογία και ανά δειγματοληψία, φαίνονται στον πίνακα 7.20. Το σύνολο των κόκκων των φραγμών του δεύτερου σταθμού δειγματοληψίας απεικονίζεται σε διάγραμμα κατά Zingg (1935), στο σχήμα 7.10.

ΣΥΛΛΟΓΗ	ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ		ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ	
		ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Φ1	Δίσκοι	141	40,63	12	52,17	6	37,50	6	42,86	165	41,25
	Σφαίρες	105	30,26	6	26,09	6	37,50	6	42,86	123	30,75
	Ράβδοι	66	19,02	0	0,00	3	18,75	2	14,29	71	17,75
	Πλατυσ.	35	10,09	5	21,74	1	6,25	0	0,00	41	10,25
	Σύνολο	347	100,00	23	100,00	16	100,00	14	100,00	400	100,00
Φ2	Δίσκοι	49	36,30	11	52,38	6	46,15	1	14,29	67	38,07
	Σφαίρες	47	34.81	6	28,57	4	30,77	4	57,14	61	34,66
	Ράβδοι	27	20,00	2	9,52	1	7,69	2	28,57	32	18,18
	Πλατυσ.	12	8.89	2	9,52	2	15,38	0	0.00	16	9,09
	Σύνολο	135	100,00	21	100,00	13	100,00	7	100,00	176	100,00
Σύνολο Σ3	Δίσκοι	190	39,42	23	52,27	12	41,38	7	33,33	232	40,28
	Σφαίρες	152	31,54	12	27,27	10	34,48	10	47,62	184	31,94
	Ράβδοι	93	19,29	2	4,55	4	13,79	4	19,05	103	17,88
	Πλατυσ.	47	9,75	7	15,91	3	10,34	0	0,00	57	9,90
	Σύνολο	482	100,00	44	100,00	29	100,00	21	100,00	576	100,00

Πίνακας 7.20: Το σχήμα των κόκκων (Zingg, 1935) για κάθε λιθολογία του φραγμού Φ1και Φ2, του σταθμού δειγματοληψίας Σ3.

Στον πίνακα 7.21 εμφανίζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του τρίτου σταθμού δειγματοληψίας, σύμφωνα με το ταξινομικό σχήμα που πρότειναν οι Sneed & Folk (1958) και στο σχήμα 7.11 απεικονίζεται το σύνολο των κόκκων σε διαγράμματα c/a-F και c/a-σφαιρικότητα επίσης κατά Sneed & Folk

(1958). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής, για όλους τους λιθολογικούς τύπους και στο σύνολο των συλλογών του τρίτου σταθμού δειγματοληψίας, οι κροκάλες τύπου "B" κατέχουν το μεγαλύτερο επί τοις % ποσοστό συμμετοχής (25,87%) και ακολουθούν οι "CE" κροκάλες με ποσοστό 15,10%, οι "CB" κροκάλες με 14,93%, οι "CP" κροκάλες με 11,63%, οι "P" κροκάλες με 11,28%, οι "E" κροκάλες με ποσοστό 9,20 % και οι "C" κροκάλες με ποσοστό συμμετοχής 6,94%. Τα υπόλοιπα σχήματα έχουν πολύ μικρά ποσοστά, που είναι 2,78% για τις "VB"κροκάλες, 1,39% για τις "VP" κροκάλες και 0,87% για τις "VE" κροκάλες.



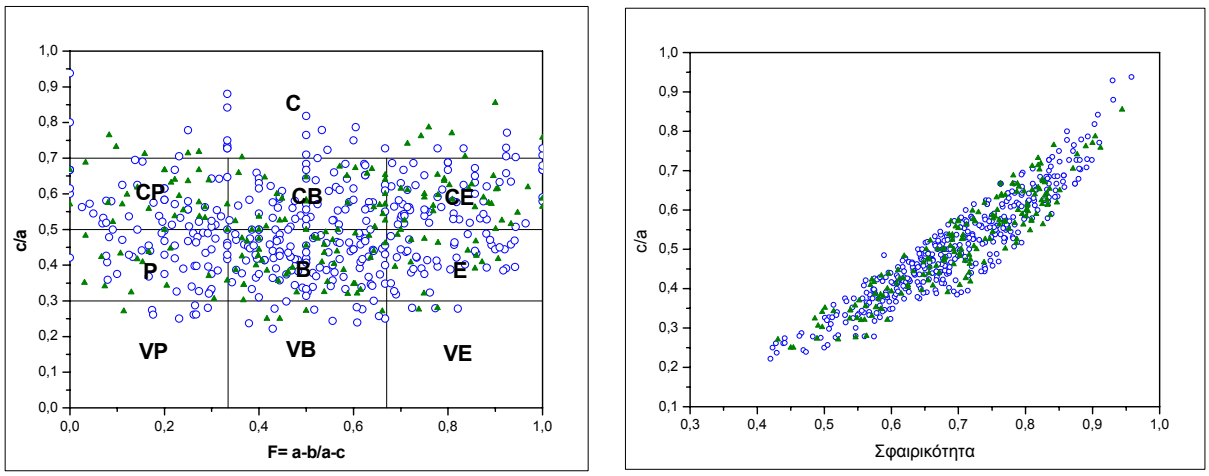
Σχήμα 7.10: Απεικόνιση της σφαιρικότητας των κροκαλών των φραγμών Φ1 (αριστερά) και Φ2 (δεξιά) του σταθμού Σ3 σε διάγραμμα κατά Zingg (1935). Οι ασβεστολιθικές κροκάλες παριστάνονται με γαλάζιο χρώμα, οι ψαμμιτικές με καφέ, οι κερατολιθικές με κόκκινο και οι εκρηξιγενείς με πράσινο.

Οι "B" κροκάλες κυριαρχούν και στις επί μέρους συλλογές των δυο φραγμών με ποσοστά συμμετοχής 26,00% για το φραγμό Φ1 και 25,57% για το φραγμό Φ2, ενώ τα μικρότερα ποσοστά συμμετοχής κατέχουν οι "VE" κροκάλες του φραγμού Φ1 με ποσοστό 0,75% και οι "VP" κροκάλες του φραγμού Φ2 με ποσοστό συμμετοχής 0,57%.

Οι αναλογίες των σχημάτων των κόκκων για τις δυο δειγματοληψίες, είναι στατιστικά ίδιες, όπως προκύπτει από την στατιστική επεξεργασία με τη δοκιμασία χ^2 (χ^2=0,34<7,82=$\chi^2_{κρ}$).

Πίνακας 7.21: Διάκριση των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ3 ανάλογα με το σχήμα τους και σύμφωνα με την ταξινόμηση κατά Sneed & Folk (1958).

	ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΚΟΚΚΩΝ ΣΤΑΘΜΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ Σ3					
ΣΥΛΛΟΓΗ	Σ3/Φ1		Σ3/Φ2		ΣΥΝΟΛΟ	
ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
C	27	6,75	13	7,39	40	6,94
CP	43	10,75	24	13,64	67	11,63
CB	58	14,50	28	15,91	86	14,93
CE	58	14,50	29	16,48	87	15,10
P	49	12,25	16	9,09	65	11,28
B	104	26,00	45	25,57	149	25,87
E	39	9,75	14	7,95	53	9,20
VP	7	1,75	1	0,57	8	1,39
VB	12	3,00	4	2,27	16	2,78
VE	3	0,75	2	1,14	5	0,87
ΣΥΝΟΛΟ	400	100,00	176	100,00	576	100,00



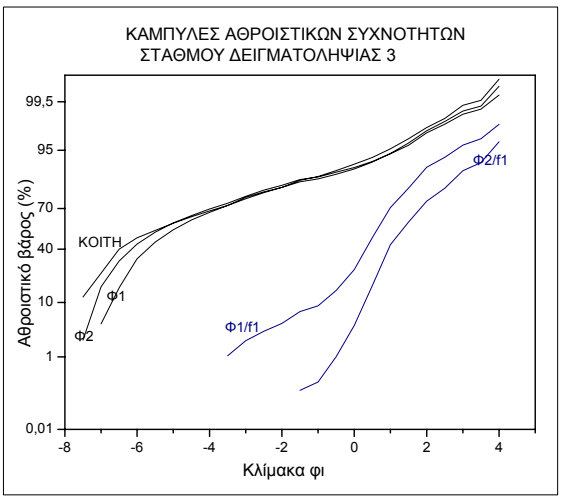
Σχήμα 7.11: Αριστερά: Απεικόνιση των λόγων c/a, F=a-b/a-c των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ3 σε διάγραμμα κατά Sneed & Folk (1958). Δεξιά: Απεικόνιση του λόγου c/a σε σχέση με τη σφαιρικότητα των κόκκων. Με γαλάζιο κύκλο απεικονίζονται οι κόκκοι του φραγμού Φ1 και με πράσινα τρίγωνα οι κόκκοι του φραγμού Φ2.

7.5.3.6. Αποτελέσματα ανάλυσης της ογκομετρικής δειγματοληψίας του σταθμού Σ3.

Στον τρίτο σταθμό δειγματοληψίας συλλέχτηκαν δείγματα υποεπιφανειακού υλικού από τους δυο φραγμούς και από το κατάντη τμήμα της κοίτης, όπου ήταν εφικτή η λήψη. Πραγματοποιήθηκε επίσης ογκομετρική δειγματοληψία στο λεπτόκοκκο υλικό των φραγμών. Η κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων, συνολικού βάρους 944.440,54gr, που λήφθηκε από 12 συνολικά υποσυλλογές υποεπιφανειακής δειγματοληψίας της κοίτης και των φραγμών του σταθμού δειγματοληψίας Σ3, έδωσε τα αποτελέσματα, που φαίνονται στον πίνακα 7.22. Στο σχήμα 7.12 απεικονίζονται οι κοκκομετρικές καμπύλες αθροιστικής συχνότητας όλων των δειγμάτων των υλικών συλλογής του σταθμού.

ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (gr)	ΔΙΑΜΕΣΟΣ (Md)	ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ (Mz)	ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (σi)	ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑ (SKi)	ΚΥΡΤΩΣΗ (K_G)
Σ3/Κοίτη	281.666,24	-5,85	-4,97	2,75	0,50	0,96
Σ3/Φ1	300.045,28	-5,24	-4,48	2,42	0,53	1,11
Σ3/Φ2	361.945,19	-5,64	-4,84	2.57	0,54	1,03
Σ3/Φ1/f1	689,90	0,52	0,56	1.22	0,01	1.63
Σ3/ Φ2/f1	93,93	1,20	1,43	1,10	0,36	1,16

Πίνακας 7.22: Τα βάρη και οι στατιστικές παράμετροι (φι) των δειγμάτων των ογκομετρικών και υποεπιφανειακών συλλογών του τρίτου σταθμού δειγματοληψίας

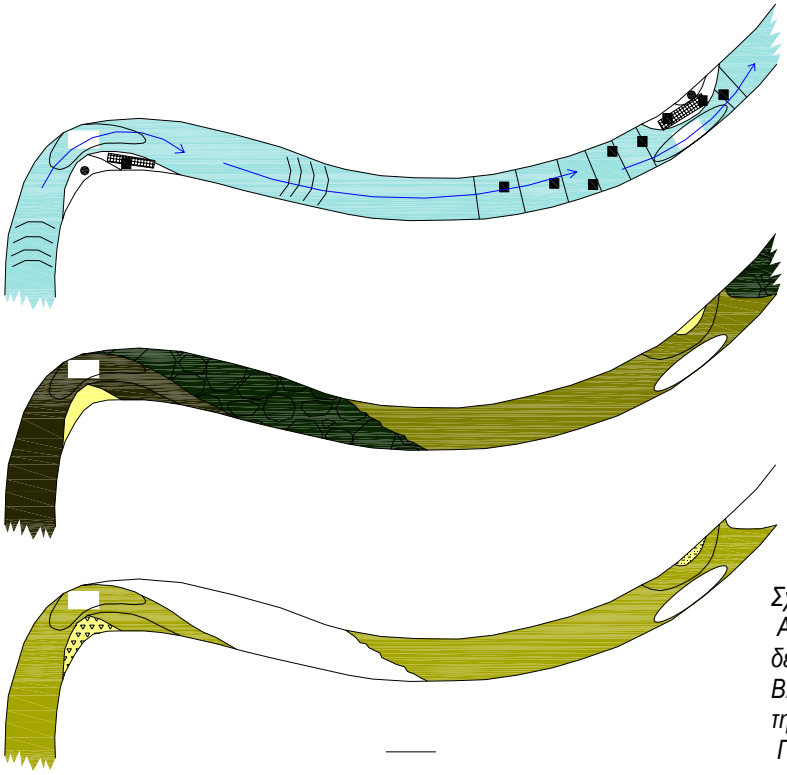


Σχήμα 7.12: Κοκκομετρικές καμπύλες αθροιστικής συχνότητας των δειγμάτων ογκομετρικής δειγματοληψίας των υλικών της κοίτης και των φραγμών (μαύρες γραμμές) και της δειγματοληψίας του λεπτόκοκκου υλικού (γαλάζιες γραμμές) των συλλογών του σταθμού Σ3.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα ανάλυσης του πίνακα 7.22 ο αριθμητικός μέσος των υλικών της κοίτης ανέρχεται σε -4,97φι και οι αριθμητικοί μέσοι των υλικών των ακραίων φραγμών Φ1 και Φ2 είναι -4,48φι και -4,84φι αντίστοιχα και αντιστοιχούν σε χονδρόκοκκο χαλίκι. Τα υλικά της κοίτης και των φραγμών είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα και οι καμπύλες τους είναι μεσόκυρτες και δείχνουν πολύ θετική ασυμμετρία.

Το λεπτόκοκκο υλικό, που συλλέχτηκε από το πίσω μέρος του φραγμού Φ1 (δείγμα Φ1/f1), έχει αριθμητικό μέσο 0,56φι, που αντιστοιχεί στα όρια της χονδρόκοκκης άμμου, είναι φτωχά ταξινομημένο και η καμπύλη του είναι πολύ λεπτόκυρτη και σχεδόν συμμετρική. Στο ανάντη τμήμα του φραγμού Φ2 (δείγμα Φ2/f1), το λεπτόκοκκο υλικό με αριθμητικό μέσο 1,43φι, αντιστοιχεί σε μεσόκοκκη άμμο, που είναι φτωχά ταξιθετημένη και η καμπύλη του είναι λεπτόκυρτη, με πολύ θετική ασυμμετρία.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης της ογκομετρικής και υποεπιφανειακής δειγματοληψίας φαίνονται στο χάρτη του σχήματος 7.13Γ.



Σχήμα 7.13: Σταθμός δειγματοληψίας Σ3.
Α: χαρτογράφηση του σταθμού με τις θέσεις δειγματοληψίας.
Β: απεικόνιση του αριθμητικού μέσου των συλλογών της επιφανειακής δειγματοληψίας.
Γ: απεικόνιση του αριθμητικού μέσου των συλλογών της ογκομετρικής δειγματοληψίας



7.5.3.7. Συμπεράσματα από την ανάλυση των επιφανειακών και υποεπιφανειακών ιζημάτων μεταφοράς του σταθμού δειγματοληψίας Σ3.

1. Ο τρίτος σταθμός δειγματοληψίας περιλαμβάνει δυο πλήρεις ακολουθίες βάθυνσης-ρήχευσης (pools-riffles) με δυο ακραίους φραγμούς και δυο νερόλακκους απέναντι απ' αυτούς. Ο νερόλακκος, που βρίσκεται απέναντι από το φραγμό Φ1 έχει τη μορφή επιμήκους ελλειψοειδούς τάφρου και ο νερόλακκος, που βρίσκεται απέναντι από τον φραγμό Φ2, έχει τη μορφή νεροφαγώματος εξ αιτίας κάθετης διάβρωσης και πλευρικής εκσκαφής, το βάθος του δε φτάνει μέχρι το ασβεστολιθικό υπόβαθρο. Χαρακτηριστικό του σταθμού είναι η τροφοδοσία της κοίτης του ρεύματος, η οποία εκτός από τα υλικά μεταφοράς, ενισχύεται και με ογκόλιθους, που εισρέουν απ' ευθείας από τα πρανή των γειτονικών ορεινών όγκων.
2. Η εισροή νέου, κυρίως ασβεστολιθικού υλικού, συντελεί στην μεγάλη αύξηση του ποσοστού των ασβεστολιθικών κροκαλών σε σχέση με τον προηγούμενο σταθμό δειγματοληψίας Σ2, που διαπιστώνεται και στατιστικά ($z=3,45>1,64=z_{κρ}$) και στη συνακόλουθη μείωση του ποσοστού συμμετοχής των ψαμμιτικών κροκαλών ($z=4,78>1,64=z_{κρ}$). Οι διαφορές, που δείχνουν να εμφανίζουν τα ποσοστά των υπόλοιπων λιθολογικών τύπων, μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας Σ2 και Σ3, δεν είναι στατιστικά σημαντικές ($z=0,36<1,64=z_{κρ}$ για τους κερατολιθικούς κόκκους και $z=1,55<1,64=z_{κρ}$ για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων).

   Το ποσοστό συμμετοχής των ασβεστολιθικών κροκαλών, στη λιθολογική σύσταση των επιφανειακών ιζημάτων του συνόλου της δειγματοληψίας του σταθμού Σ3 είναι μεγαλύτερο από τα ποσοστά των άλλων λιθολογικών τύπων. Ακολουθούν σε συμμετοχή οι ψαμμιτικές κροκάλες, οι κερατολιθικές κροκάλες και οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων.

   Το ποσοστό συμμετοχής των ασβεστολιθικών κροκαλών στο φραγμό Φ1 είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο ποσοστό του φραγμού Φ2, σε αντίθεση με τις ψαμμιτικές κροκάλες που συμμετέχουν με μεγαλύτερο ποσοστό στο φραγμό Φ2 και μικρότερο στο φραγμό Φ1. Οι υπόλοιποι λιθολογικοί τύποι εμφανίζουν στατιστικά ίδια ποσοστά συμμετοχής στους δυο φραγμούς.
3. Το υλικό, που εισέρχεται στην κοίτη του κυρίως ρεύματος του ποταμού είναι μεγάλου μεγέθους, λόγω του ότι κατά το μέγιστο ποσοστό του προέρχεται απ' ευθείας από τα πρανή του εγκιβωτισμένου μαιάνδρου και η δράση της τριβής και του θραυσμού λόγω κύλισης είναι σχετικά περιορισμένες. Είναι επομένως αναμενόμενη η παρατηρούμενη μεγάλη αύξηση του κοκκομετρικού μεγέθους των ασβεστολιθικών κροκαλών, σχετικά με τον προηγούμενο σταθμό δειγματοληψίας Σ2, η οποία διαπιστώνεται και με τη χρήση της στατιστικής δοκιμασίας ($z=5,69>1,96=z_{κρ}$). Οι ψαμμιτικές και οι εκρηξιγενείς κροκάλες δείχνουν αναλογικά μικρότερη αύξηση του κοκκομετρικού μεγέθους, η οποία όμως δεν είναι στατιστικά σημαντική ($z=0,17<1,96=z_{κρ}$ και $z=-0,72>-1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα). Ο αριθμητικός μέσος των κερατολιθικών κροκαλών φαίνεται πως παρουσιάζει μικρή μείωση, η παρατηρούμενη όμως διαφορά είναι επίσης στατιστικά ασήμαντη ($z=0,93<1,96=z_{κρ}$).

Από τις κροκάλες του σταθμού δειγματοληψίας Σ3, οι ασβεστολιθικές είναι μεγαλύτερες από τις κροκάλες των υπόλοιπων λιθολογιών, οι οποίες είναι στατιστικά ίσες μεταξύ τους. Οι ασβεστολιθικές κροκάλες του φραγμού Φ2 έχουν μεγαλύτερο μέσο μέγεθος από τις ασβεστολιθικές κροκάλες του φραγμού Φ1, ενώ το κοκκομετρικό μέγεθος των κροκαλών των υπόλοιπων λιθολογικών τύπων δε διαφέρει στατιστικά μεταξύ των δυο φραγμών.

4. Η στρογγύλωση των ασβεστολιθικών κόκκων παρουσιάζει εμφανή μείωση στο σύνολο των συλλογών του σταθμού Σ3 σε σχέση με το σταθμό Σ2 (χ^2=44,26>9,49=$\chi^2_{κρ}$). Η εξήγηση πρέπει να αναζητηθεί στο εν πολλοίς σχετικά ακατέργαστο, λόγω μικρής διαδρομής κίνησης, ασβεστολιθικό υλικό, που εισρέει στο ενεργό ρεύμα από το Σκαλόρεμα και από τα πρανή του εγκιβωτισμένου μαιάνδρου. Οι μικρές προς τα κάτω διαφορές στη στρογγύλωση των υπόλοιπων λιθολογικών τύπων δεν είναι στατιστικά σημαντικές (χ^2=3,45< 7,82=$\chi^2_{κρ}$ για τους ψαμμιτικούς κόκκους,, χ^2=1,70<9,49=$\chi^2_{κρ}$ για τους κερατολιθικούς κόκκους και χ^2=3,00< 9,49=$\chi^2_{κρ}$ για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων).

   Στο σύνολο του σταθμού δειγματοληψίας, την καλύτερη στρογγύλωση εμφανίζουν οι ψαμμιτικές κροκάλες και ακολουθούν οι ασβεστολιθικές, οι εκρηξιγενείς και οι κερατολιθικές. Οι βαθμοί στρογγύλωσης, που εμφανίζουν όλοι οι λιθολογικοί τύποι στους δυο φραγμούς δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους.

5. Η σφαιρικότητα του συνόλου των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ3, παραμένει η ίδια σε σχέση με τη σφαιρικότητα του συνόλου των κόκκων του προηγούμενου σταθμού. Η ελάχιστη μείωση στη μέση τιμή της σφαιρικότητας, που φαίνεται να εμφανίζουν οι ασβεστολιθικοί και οι κερατολιθικοί κόκκοι και η μικρή αύξηση που εμφανίζουν οι ψαμμιτικοί και οι εκρηξιγενείς κόκκοι, σε σχέση πάντα με τις αντίστοιχες τιμές του σταθμού δειγματοληψίας Σ2, δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Οι τιμές z, που υπολογίστηκαν είναι z=-1,50>-1,96=$z_{κρ}$, z=1,92<1,96=$z_{κρ}$, z=-0,35>-1,96=$z_{κρ}$ και z=1,18>1,96=$z_{κρ}$ για τους ασβεστολιθικούς, τους ψαμμιτικούς, του κερατολιθικούς και τους εκρηξιγενείς κόκκους αντίστοιχα.

   Η σφαιρικότητα των κροκαλών, όλων των λιθολογικών τύπων, στο σύνολο του σταθμού δειγματοληψίας είναι στατιστικά ίδια. Ίδιες είναι επίσης και οι τιμές σφαιρικότητας των κροκαλών όλων των λιθολογικών τύπων μεταξύ των δυο φραγμών.

6. Όσον αφορά το σχήμα των κόκκων, σύμφωνα με την ταξινομική διάκριση κατά Zingg (1935), οι δισκοειδείς κροκάλες, εμφανίζουν μια σχετικά μικρή αύξηση σε σχέση με το ποσοστό των δίσκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ2, με αντίστοιχη μείωση του ποσοστού των σφαιρικών κροκαλών. Οι διαφορές αυτές δεν είναι όμως στατιστικά σημαντικές (χ^2=0,79<7,82=$\chi^2_{κρ}$). Τα ποσοστά των πλατυσμένων και των ραβδοειδών κροκαλών παραμένουν επίσης σχεδόν σταθερά. Στο σύνολο των κροκαλών του σταθμού η αναλογία δίσκων, σφαιρών, ράβδων και πλατυσμένων κροκαλών δε μεταβάλλεται στατιστικά σημαντικά συγκρινόμενη με αυτή του προηγούμενου σταθμού δειγματοληψίας Σ2 (χ^2=1,40<7,82=$\chi^2_{κρ}$).

7. Από τις αναλύσεις των δειγμάτων της ογκομετρικής δειγματοληψίας προκύπτει ότι, στο κατάντη τμήμα της κοίτης του ρεύματος του τρίτου σταθμού δειγματοληψίας, όπως και στο αδρομερές υλικό των φραγμών

επικρατούν τα χονδρόκοκκα χαλίκια. Τα υλικά αυτών των συλλογών είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι μεσόκυρτες και δείχνουν πολύ θετική ασυμμετρία.

Το λεπτομερές υλικό του φραγμού Φ1 αποτελείται από φτωχά ταξινομημένη χονδρόκοκκη άμμο, με πολύ λεπτόκυρτη και σχεδόν συμμετρική κοκκομετρική καμπύλη. Στο ανάντη τμήμα του φραγμού Φ2, αποτίθεται μεσόκοκκη άμμος, επίσης φτωχά ταξινομημένη με λεπτόκυρτη κοκκομετρική καμπύλη και πολύ θετική ασυμμετρία. Η απόθεση του λεπτομερούς υλικού των φραγμών πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια της υποχώρησης της υψηλής ροής. Στο φραγμό Φ2, η απόθεση της άμμου πραγματοποιείται μόνο στο ανάντη τμήμα του φραγμού.

7.5.4. Ανάλυση ιζημάτων σταθμού δειγματοληψίας Σ4.

Ο τέταρτος σταθμός δειγματοληψίας (Σ4) βρίσκεται λίγο πριν από την έξοδο του ρεύματος από την περιοχή εγκιβωτισμού του, στη θέση Κάμπος Κάτω Καλυβιών Τιθορέας (πίν. 7.1, εικ. 7.1, εικ. 7.10 και σχ. 7.17). Έχει μήκος περίπου 200m, ενώ το πλάτος του ποτάμιου ρεύματος στη θέση του σταθμού δειγματοληψίας κυμαίνεται μεταξύ 12m και 25m. Αποτελείται από ακολουθίες βάθυνσης-ρήχευσης (pools-riffles) και περιλαμβάνει τέσσερις φραγμούς (Φ1, Φ2, Φ3, Φ4), εκ των οποίων ο φραγμός Φ2 είναι ενδιάμεσος, ενώ οι άλλοι τρεις ακραίοι. Στο τμήμα της ενεργής κοίτης στο ύψος του φραγμού Φ3, παρατηρούνται μικρές υδατοπτώσεις. Απέναντι από το ανάντη και το κατάντη τμήμα του φραγμού Φ1 και απέναντι από το φραγμό Φ4 υπάρχουν νερόλακκοι.



Εικόνα 7.10: Άποψη του κατάντη τμήματος του σταθμού δειγματοληψίας Σ4 κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου. Αριστερά φαίνεται τμήμα του ακραίου φραγμού Φ1 και η απόθεση της άμμου και δεξιά η διάβρωση των χαλαρών υλικών της όχθης.

Η επιφανειακή δειγματοληψία της κοίτης του ρεύματος πραγματοποιήθηκε κατά μήκος 16 τομών κάθετων προς τη διεύθυνση ροής. Τα χαλίκια των φραγμών συλλέχτηκαν με συστηματική δειγματοληψία δικτύου. Για την ογκομετρική δειγματοληψία συλλέχτηκε υλικό από 13 υποσυλλογές μέσα από την υγρή κοίτη, από 5 υποσυλλογές του φραγμού Φ1, από 2 υποσυλλογές του φραγμού Φ2 και Φ4 και από 4 υποσυλλογές του φραγμού Φ3. Επί πλέον συλλέχτηκε λεπτομερές υλικό προς ανάλυση από δυο θέσεις του φραγμού Φ1 (f1, f2) από μια θέση (f1) του φραγμού Φ4 και από το νερόλακκο απέναντι από το φραγμό Φ4 (pool 1) (σχ. 7.17Α). Συνολικά συλλέχτηκαν 1.561 κόκκοι από την επιφάνεια και 1.232,27 kg υλικού ογκομετρικής δειγματοληψίας.

Στο σταθμό δειγματοληψίας Σ4 εκτός από τα υλικά του κύριου ρεύματος μεταφέρονται και τα υλικά που εισρέουν (γεωλογικός χάρτης Ι.Γ.Μ.Ε, φύλλο: Αμφίκλεια):

- Από το Βορρά και από περιοχές, που κυριαρχούν ασβεστόλιθοι, εκρηξιγενή πετρώματα και σε μικρότερο βαθμό κλαστικά ιζήματα μολασσικού τύπου (κροκαλοπαγή, ψαμμίτες και ασβεστόλιθοι) και αποθέσεις του Τεταρτογενούς της περιοχής Ξυλικών του Καλλιδρόμου όρους, μέσω των ρεμάτων Πλατανόρεμα και Παλιαμπελόρεμα, τα οποία συμβάλλουν ανατολικά του όρους Τιθρώνιον και ως ένας κλάδος εκβάλλουν, μέσω της δεξιάς όχθης, στο κυρίως ρεύμα του Βοιωτικού Κηφισού.
- Από το Νότο, ανατολικά της Αμφίκλειας, όπου ασβεστολιθικό υλικό του ριπιδίου της Αμφίκλειας μεταφέρεται από το Μεγάλο Ρέμα και εισρέει από την αριστερή όχθη στον Κηφισό, στη θέση «Καλογερικό Μαντρί».
- Από τα πρανή του μαιανδρικού τμήματος του ποταμού, ο οποίος διέρχεται από ασβεστολιθικά πετρώματα και συνεκτικά, κυρίως ασβεστολιθικά κροκαλοπαγή του Τεταρτογενούς.

7.5.4.1. Αποτελέσματα ανάλυσης του λιθολογικού χαρακτήρα των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ4.

Στον πίνακα 7.23 φαίνεται ο αριθμός των κροκαλών, που συλλέχτηκε από την ενεργή κοίτη και τους φραγμούς του τέταρτου σταθμού δειγματοληψίας καθώς και ο αριθμός των κροκαλών του κάθε λιθολογικού τύπου και τα επί τοις % αντίστοιχα ποσοστά.

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ4	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ		ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ	
	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Φ1	308	90,32	21	6,15	6	1,76	6	1,76	341	100,00
Φ2	127	83,00	7	4,58	6	3,92	13	8,50	153	100,00
Φ3	356	82,40	38	8,80	20	0,69	18	4,17	432	100,00
Φ4	186	82,30	17	7,52	3	1,32	20	8,85	226	100,00
Κοίτη	356	87,04	14	3,42	9	2,20	30	7,33	409	100,00
Σύνολο Σ4	1333	85,39	97	6,21	44	2,82	87	5,57	1561	100,00

Πίνακας 7.23: Λιθολογική κατανομή και εκατοστιαία συμμετοχή των κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας Σ4 για κάθε δειγματοληψία στις διάφορες στρωματογραφικές μονάδες.

Στο σύνολο του σταθμού δειγματοληψίας Σ4, επικρατούν οι ασβεστολιθικοί κόκκοι με ποσοστό 85,39% και ακολουθούν οι ψαμμιτικοί κόκκοι (6,21%), οι κόκκοι των εκρηξιγενών πετρωμάτων (5,57%) και οι κερατολιθικοί (2,82%). Η μικρή διαφορά, που εμφανίζεται μεταξύ των ποσοστών των ψαμμιτικών και των εκρηξιγενών κροκαλών δεν είναι στατιστικά σημαντική ($\chi^2=0,54<3,84=\chi^2_{κρ}$).

Το ποσοστό των ασβεστολιθικών κόκκων στην ενεργή κοίτη του τέταρτου σταθμού δειγματοληψίας και στον ακραίο φραγμό Φ1 εμφανίζει τιμές 87,04% και 90,32% αντίστοιχα, οι οποίες στατιστικά δε διαφέρουν μεταξύ τους ($z=1,40<1,96=z_{κρ}$). Τα ποσοστά των ασβεστολιθικών κόκκων των φραγμών Φ2 (83,00%), Φ3 (82,40%) και Φ4 (82,30), είναι μικρότερα και ίσα μεταξύ τους, όπως προκύπτει από τον στατιστικό έλεγχο ($z=0,16<1,96=z_{κρ}$ για τους φραγμούς Φ2 και Φ3, $z=0,17<1,96=z_{κρ}$ για τους φραγμούς Φ2 και Φ4 και $z=0,03<1,96=z_{κρ}$

για τους φραγμούς Φ3 και Φ4). Η διαφορά, που εμφανίζουν τα ποσοστά μεταξύ των φραγμών Φ1 και Φ2 είναι στατιστικά σημαντική ($z=2,31>1,96=z_{κρ}$), όπως και οι διαφορές των ποσοστών μεταξύ των φραγμών Φ1 και Φ3 ($z=3,14>1,96=z_{κρ}$) και μεταξύ των φραγμών Φ1 και Φ4, που είναι επίσης σημαντική ($z=2,79>1,96=z_{κρ}$). Τέλος, οι διαφορές, που εμφανίζονται μεταξύ των ποσοστών της ενεργής κοίτης και των φραγμών Φ2, Φ3, και Φ4 είναι στατιστικά ασήμαντες ($z=1,22<1,96=z_{κρ}$, $z=1,86<1,96=z_{κρ}$ και $z=1,61<1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα).

Οι ψαμμιτικοί κόκκοι εμφανίζουν το μικρότερο ποσοστό τους (3,42%) στην ενεργή κοίτη και μεγαλύτερο κατά σειρά στους ακραίους φραγμούς Φ2 (4,58%), Φ1 (6,15%), Φ4 (7,52%) και Φ3 (8,80%). Από τα ποσοστά αυτά μόνο τα ποσοστά μεταξύ της κοίτης και των φραγμών Φ3 και Φ4 διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($z=3,23>1,96=z_{κρ}$ και $z=2,29>1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα). Οι διαφορές, που εμφανίζονται μεταξύ των ποσοστών των υπολοίπων ζευγών συλλογών δεν είναι στατιστικά σημαντικές, όπως προκύπτει από τις τιμές z, που υπολογίστηκαν, οι οποίες είναι: z=0,69 (Φ1-Φ2), z=-1,37 (Φ1-Φ3), z=-0,63 (Φ1-Φ4), z=-1,68 (Φ2-Φ3), z=-1,15 (Φ2-Φ4), z=0,56 (Φ3-Φ4), z=1,76 (Φ1-κοίτη) και z=0,64 (Φ2-κοίτη).

Τα ποσοστά των κερατολιθικών κόκκων κυμαίνονται μεταξύ των τιμών 0,69% (Φ3) και 3,92% (Φ2). Ο έλεγχος z, που πραγματοποιήθηκε, έδειξε ότι οι διαφορές μεταξύ των ποσοστών όλων των ζευγών των συγκρινόμενων συλλογών είναι στατιστικά ασήμαντες και επομένως τα ποσοστά των κερατολίθων σε όλους τους φραγμούς και στην ενεργή κοίτη είναι ίσα. Οι τιμές z, που υπολογίστηκαν είναι z=-1,44 (Φ1-Φ2), z=0,81 (Φ1-Φ3), z=0,41 (Φ1-Φ4), z=-0,42 (Φ1-κοίτη), z=-1,66 (Φ2-Φ3), z=1,63 (Φ2-Φ4), z=1,12 (Φ2-κοίτη), z=-0,41 (Φ3-Φ4), z=-1,19 (Φ3-κοίτη) και z=-0,77 (Φ4-κοίτη).

Οι κόκκοι των εκρηξιγενών πετρωμάτων εμφανίζονται σχετικά ενισχυμένοι στην κοίτη του ρεύματος και στους φραγμούς Φ2 και Φ4 με αντίστοιχα ποσοστά 7,33%, 8,50% και 8,85%, και λιγότεροι στο φραγμό Φ3 (4,17%) και στο φραγμό Φ1 με ποσοστό συμμετοχής 1,76%. Οι διαφορές, που εμφανίζουν τα ποσοστά αυτά μεταξύ των συλλογών Φ1-Φ2 ($z=-3,60<-1,96=z_{κρ}$), Φ1-Φ4 ($z=-3,95<-1,96=z_{κρ}$), Φ1-κοίτη ($z=-3,53<-1,96=z_{κρ}$), Φ2-Φ3 ($z=-2,05<-1,96=z_{κρ}$), Φ3-Φ4 ($z=-2,44<-1,96=z_{κρ}$) και Φ3-κοίτη ($z=-1,99<-1,96=z_{κρ}$) είναι στατιστικά σημαντικές, ενώ οι διαφορές μεταξύ των ποσοστών των συλλογών Φ1-Φ3 ($z=-1,91>-1,96=z_{κρ}$), Φ2-Φ4 ($z=-0,11>-1,96=z_{κρ}$), Φ2-κοίτη ($z=0,46<1,96=z_{κρ}$), και Φ4-κοίτη ($z=0,68<1,96=z_{κρ}$) δεν είναι στατιστικά σημαντικές.

7.5.4.2. Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ4.

Στον πίνακα 7.24 δίνονται οι τιμές του αριθμητικού μέσου των κροκαλών και των τεσσάρων λιθολογικών τύπων των συλλογών του σταθμού δειγματοληψίας Σ4.

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ4	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ (mm)	Μ.Ο. ΣΤΑΘΜΟΥ (mm)
Φ1	72,04	48,00	29,50	27,83	69,02
Φ2	31,33	25,42	26,67	15,54	29,54
Φ3	97,18	51,47	57,55	47,05	89,24
Φ4	43,66	17,53	46,00	14,50	39,15
Κοίτη	87,21	42,86	74,67	57,40	83,24
Σύνολο	74,97	39,81	52,22	37,10	70,14

Πίνακας 7.24: Τιμές αριθμητικού μέσου (σε mm) για όλους τους λιθολογικούς τύπους του σταθμού δειγματοληψίας Σ4.

Ο αριθμητικός μέσος όλων των κόκκων του τέταρτου σταθμού δειγματοληψίας είναι 70,14mm, που αντιστοιχεί στο επίπεδο των μικρών λιθαριών. Ο αριθμητικός μέσος των ασβεστολιθικών κροκαλών στο σύνολο του σταθμού δειγματοληψίας είναι 74,97mm και είναι πολύ μεγαλύτερος από τους αριθμητικούς μέσους των κερατολιθικών κροκαλών (52,22mm), των ψαμμιτικών κροκαλών (39,81mm) και των κροκαλών των εκρηξιγενών πετρωμάτων (37,10mm). Το μέσο μέγεθος των ψαμμιτικών και εκρηξιγενών κροκαλών δεν εμφανίζει διαφορά στατιστικά σημαντική ($z=0,52<1,96=z_{κρ}$). Οι κόκκοι του συνόλου των λιθολογικών τύπων είναι γενικά μεγαλύτεροι στο φραγμό Φ3 (89,24mm), λίγο μικρότεροι στην κοίτη (83,24mm) και στο φραγμό Φ1 (69,02mm) και αρκετά μικρότεροι στους φραγμούς Φ2 και Φ4, όπου οι αριθμητικοί μέσοι είναι κατά μέσο όρο 29,54mm και 39,15mm αντίστοιχα.

Οι ασβεστολιθικοί κόκκοι είναι μεγαλύτεροι στο φραγμό Φ3 (97,18mm) και στην κοίτη του ρεύματος (87,21 mm), λίγο μικρότεροι στο φραγμό Φ1 (72,04mm) και αρκετά μικρότεροι στους φραγμούς Φ4 και Φ2 με αντίστοιχους αριθμητικούς μέσους 43,66mm και 31,33mm. Η μικρή διαφορά, που παρατηρείται στο μέσο μέγεθος των ασβεστολιθικών κόκκων του φραγμού Φ3 και της κοίτης δεν είναι στατιστικά σημαντική ($z=1,75<1,96=z_{κρ}$), ενώ οι έλεγχοι, που πραγματοποιήθηκαν για όλα τα υπόλοιπα ζεύγη συλλογών έδειξαν ότι, όλες οι διαφορές, που εμφανίζει το μέσο μέγεθος των ασβεστολιθικών κόκκων είναι στατιστικά σημαντικές. Συγκεκριμένα οι τιμές z, που υπολογίστηκαν για τις συλλογές, ανά δυο συγκρινόμενες είναι: $z=11,76>1,96=z_{κρ}$ (Φ1-Φ2), $z=-4,73<-1,96=z_{κρ}$ (Φ1-Φ3), $z=7,65>1,96=z_{κρ}$ (Φ1-Φ4), $z=-3,22<-1,96=z_{κρ}$ (Φ1-κοίτη), $z=-14,03<-1,96=z_{κρ}$ (Φ2-Φ3), $z=-4,48<-1,96=z_{κρ}$ (Φ2-Φ4), $z=-13,95<-1,96=z_{κρ}$ (Φ2-κοίτη), $z=10,96>1,96=z_{κρ}$ (Φ3-Φ4) και $z=-10,31<-1,96=z_{κρ}$ (Φ4-κοίτη).

Οι ψαμμιτικοί κόκκοι έχουν μέσο μέγεθος 51,47mm στο φραγμό Φ3, 48,00mm στο φραγμό Φ1, 42,86mm στην κοίτη και είναι αρκετά μικρότεροι στους φραγμούς Φ2 και Φ4 με αντίστοιχους αριθμητικούς μέσους 25,42mm και 17,53mm. Η διαφορά του αριθμητικού μέσου μεταξύ του φραγμού Φ1 και της κοίτης δεν είναι στατιστικά σημαντική ($z=0,58<1,96=z_{κρ}$), όπως και οι διαφορές μεταξύ των αριθμητικών μέσων των ζευγών Φ1-Φ3 ($z=-0,39>-1,96=z_{κρ}$), Φ2-Φ4 ($z=0,87<1,96=z_{κρ}$) και Φ3-κοίτης ($z=1,05<1,96=z_{κρ}$). Όλες οι άλλες διαφορές, που εμφανίζονται μεταξύ των υπόλοιπων ζευγών συλλογών είναι στατιστικά σημαντικές. Οι τιμές, που υπολογίστηκαν είναι: $z=3,11>1,96=z_{κρ}$ (Φ1-Φ2), $z=2,78>1,96=z_{κρ}$ (Φ1-Φ4), $z=-4,07<-1,96=z_{κρ}$ (Φ2-Φ3), $z=-2,74<-1,96=z_{κρ}$ (Φ2-κοίτη), $z=3,28>1,96=z_{κρ}$ (Φ3-Φ4) και $z=-2,44<-1,96=z_{κρ}$ (Φ4-κοίτη).

Οι μεγαλύτεροι κερατολιθικοί κόκκοι εμφανίζονται στην κοίτη του ρεύματος (74,67mm), είναι μικρότεροι στους φραγμούς Φ3 (57,55mm) και Φ4 (46,00) και αρκετά μικρότεροι στους φραγμούς Φ1 και Φ2 με αριθμητικούς μέσους 26,67mm και 29,50mm αντίστοιχα, οι οποίοι είναι στατιστικά ίσοι μεταξύ τους ($z=0,35<1,96=z_{κρ}$). Ομοίως στατιστικά ίσοι είναι και οι αριθμητικοί μέσοι των ζευγών Φ3-Φ4 ($z=1,31>1,96=z_{κρ}$), Φ3-κοίτη ($z=-0,73>-1,96=z_{κρ}$) και Φ4-κοίτη ($z=-1,28>-1,96=z_{κρ}$).

Οι κόκκοι των εκρηξιγενών πετρωμάτων στην κοίτη του ρεύματος έχουν αριθμητικό μέσο 57,40mm, στο φραγμό Φ3 47,05mm και στους φραγμούς Φ1, Φ2, και Φ4, 27,83mm, 15,54mm και 14,50mm αντίστοιχα. Οι

αριθμητικοί μέσοι των εκρηξιγενών κόκκων των φραγμών Φ2 και Φ4 δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους ($z=0,40<1,96=z_{κρ}$). Όλες οι άλλες συγκρίσεις, έδειξαν στατιστικές διαφορές μεταξύ των αριθμητικών μέσων των υπόλοιπων ζευγών. Στο σχήμα 7.17Β φαίνεται χαρτογραφημένη η κατανομή του αριθμητικού μέσου των κόκκων της επιφανειακής δειγματοληψίας του σταθμού Σ4.

7.5.4.3. Αποτελέσματα ανάλυσης της στρογγύλωσης των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ4.

Στον πίνακα 7.25 αναγράφονται οι τιμές του βαθμού στρογγύλωσης των κροκαλών όλων των λιθολογικών τύπων και για κάθε μονάδα συλλογής του τέταρτου σταθμού δειγματοληψίας, σύμφωνα με τον οπτικό χάρτη του Krumbein (1941).

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ4	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ ΜΟΝΑΔΑΣ
Φ1	0.49	0.76	0.32	0.28	0.50
Φ2	0.45	0.72	0.22	0.49	0.45
Φ3	0.57	0.73	0.30	0.49	0.57
Φ4	0.44	0.79	0.35	0.49	0.46
Κοίτη	0.53	0.82	0.26	0.53	0.53
Σύνολο Σ4	0.51	0.76	0.29	0.48	0.52

Πίνακας 7.25: Τιμές στρογγύλωσης των κόκκων όλων των λιθολογικών τύπων του σταθμού δειγματοληψίας Σ4

Όπως φαίνεται στον πίνακα αυτό, η μέση τιμή στρογγύλωσης του συνόλου των κόκκων του τέταρτου σταθμού δειγματοληψίας είναι 0,52 και χαρακτηρίζονται σαν υποστρόγγυλοι. Οι ασβεστολιθικοί κόκκοι εμφανίζουν στο σύνολό τους μέση τιμή στρογγύλωσης 0,51 (υποστρόγγυλοι), οι ψαμμιτικοί 0,76 (στρόγγυλοι), οι κέρατολιθικοί 0,29 (γωνιώδεις) και οι κόκκοι των εκρηξιγενών 0,48 (υπογωνιώδεις).

Οι περισσότερο στρογγυλοί ασβεστολιθικοί κόκκοι βρίσκονται στο φραγμό Φ3 (0,57) και οι λιγότερο στρογγυλοί στο φραγμό Φ4 (0,44). Ο έλεγχος, που πραγματοποιήθηκε για το σύνολο των συλλογών έδειξε ότι, οι βαθμοί στρογγύλωσης των ασβεστολιθικών κόκκων εμφανίζουν διαφορές στατιστικά σημαντικές ($χ^2=102,66>26,30=χ^2_{κρ}$). Στατιστικά σημαντικές είναι και οι διαφορές, που εμφανίζουν οι ασβεστολιθικοί κόκκοι μεταξύ των συλλογών όταν αυτές ελέγχονται ανά δυο. Συγκεκριμένα οι τιμές $χ^2$, που υπολογίστηκαν είναι: $χ^2=15,59>9,49=χ^2_{κρ}$ (Φ1-Φ2), $χ^2=32,15>9,49=χ^2_{κρ}$ (Φ1-Φ3), $χ^2=10,91>9,49=χ^2_{κρ}$ (Φ1-Φ4), $χ^2=13,11>9,49=χ^2_{κρ}$ (Φ1-κοίτη), $χ^2=45,84>9,49=χ^2_{κρ}$ (Φ2-Φ3), $χ^2=22,52>9,49=χ^2_{κρ}$ (Φ2-Φ4), $χ^2=28,96>9,49=χ^2_{κρ}$ (Φ2-κοίτη), $χ^2=24,68>9,49=χ^2_{κρ}$ (Φ3-Φ4) και $χ^2=32,91>9,49=χ^2_{κρ}$ (Φ4-κοίτη). Εξαίρεση αποτελεί η μικρή διαφορά, που εμφανίζεται στη στρογγύλωση των κόκκων μεταξύ του φραγμού Φ3 και της κοίτης και δεν είναι στατιστικά σημαντική ($χ^2=9,13<9,49=χ^2_{κρ}$).

Οι ψαμμιτικοί κόκκοι είναι γενικά στρογγυλοί, με τιμές που κυμαίνονται για τις διάφορες συλλογές μεταξύ 0,72 (Φ2) και 0,82 (κοίτη). Αντίθετα, οι κερατολιθικοί κόκκοι είναι γενικά γωνιώδεις και έχουν βαθμούς στρογγύλωσης μεταξύ 0,22 (Φ2) και 0,35 (Φ4). Οι τιμές του βαθμού στρογγύλωσης για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων κυμαίνονται μεταξύ 0,28 (Φ1) και 0,53 (κοίτη). Οι διαφορές, που εμφανίζουν οι τιμές της στρογγύλωσης, μεταξύ των συλλογών για τους παραπάνω λιθολογικούς τύπους δε μπορούν να ελεγχθούν στατιστικά λόγω των μικρών αναμενόμενων συχνοτήτων που εμφανίζουν.

7.5.4.4. Αποτελέσματα ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ4.

Οι διάφοροι λιθολογικοί τύποι του σταθμού δειγματοληψίας Σ4 εμφανίζουν σχεδόν ίδια σφαιρικότητα. Οι ασβεστολιθικές κροκάλες έχουν μια μέση τιμή 0,69, οι ψαμμιτικές 0,67, οι κερατολιθικές και οι εκρηξιγενείς 0,71. Ο στατιστικός έλεγχος έδειξε ότι, όλες αυτές οι τιμές σφαιρικότητας δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους ($z=1,43<1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και ψαμμιτικών κόκκων, $z=-1,07>-1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και κερατολιθικών κόκκων, $z=-1,89>-1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και εκρηξιγενών κόκκων, $z=-1,74>-1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ψαμμιτικών και κερατολιθικών κόκκων και $z=-1,76>-1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ψαμμιτικών και εκρηξιγενών κόκκων).

Ο μέσος όρος της σφαιρικότητας του συνόλου των κροκαλών είναι 0,69 (πιν. 7.26). Στο σύνολο των κροκαλών ανά δειγματοληψία, σε όλους τους φραγμούς η σφαιρικότητα έχει τιμή 0,69 και η κοίτη 0,70.

Οι ασβεστολιθικές κροκάλες εμφανίζουν σε όλους τους φραγμούς την ίδια τιμή σφαιρικότητας (0,69), ενώ οι κροκάλες της κοίτης, έχουν σφαιρικότητα 0,70.

Οι ψαμμιτικές κροκάλες είναι περισσότερο σφαιρικές στο φραγμό Φ2 με μέση τιμή σφαιρικότητας 0,76, ενώ η σφαιρικότητα των κόκκων των υπόλοιπων συλλογών κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0,66 και 0,67. Ο στατιστικός έλεγχος έδειξε όμως ότι, οι διαφορές που εμφανίζονται για όλα τα ζεύγη των συλλογών δεν είναι στατιστικά σημαντικές και επομένως μπορεί να θεωρηθεί ότι οι ψαμμιτικοί κόκκοι σε όλες τις συλλογές εμφανίζουν την ίδια σφαιρικότητα. Οι τιμές z, που προσδιορίστηκαν είναι: $z=-1,68>-1,96=z_{κρ}$ (Φ1-Φ2), $z=0,29<1,96=z_{κρ}$ (Φ1-Φ3), $z=0,21<1,96=z_{κρ}$ (Φ1-Φ4), $z=1,95<1,96=z_{κρ}$ (Φ2-Φ3), $z=1,65<1,96=z_{κρ}$ (Φ2-Φ4), $z=1,53<1,96=z_{κρ}$ (Φ2-κοίτη), $z=-0,23>-1,96=z_{κρ}$ (Φ3-κοίτη) και $z=-1,88>-1,96=z_{κρ}$ (Φ4-κοίτη).

Η σφαιρικότητα των κερατολιθικών κόκκων του φραγμού Φ1 και της κοίτης είναι 0,75, ενώ των φραγμών Φ2, Φ3, Φ4, είναι 0,58, 0,72 και 0,66 αντίστοιχα. Από αυτές τις τιμές, μόνο οι τιμές μεταξύ των φραγμών Φ1-Φ2 και Φ2-Φ3 διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($z=2,94>1,96=z_{κρ}$ και $z=-2,79<-1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα), ενώ στους ελέγχους των υπόλοιπων ζευγών συλλογών βρέθηκε ότι, οι διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές.

Οι τιμές σφαιρικότητας των εκρηξιγενών κόκκων κυμαίνεται μεταξύ 0,67 και 0,73, χωρίς όμως να είναι στατιστικά διαφορετικές μεταξύ τους.

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ4	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ
Φ1	0,69	0,67	0,75	0,69	0,69
Φ2	0,69	0,76	0,58	0,67	0,69
Φ3	0,69	0,66	0,72	0,73	0,69
Φ4	0,69	0,66	0,66	0,72	0,69
Κοίτη	0,70	0,67	0,75	0,71	0,70
Σύνολο Σ4	0,69	0,67	0,71	0,71	0,69

Πίνακας 7.26: *Σφαιρικότητα κόκκων κάθε λιθολογίας καθώς και του συνόλου των κροκαλών για κάθε γεωμορφολογική μονάδα του τέταρτου σταθμού δειγματοληψίας.*

7.5.4.5. Αποτελέσματα ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ4.

Στον πίνακα 7.27 φαίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ4 ανά λιθολογία και για όλες τις δειγματοληψίες, σύμφωνα με την ταξινομική διάκριση που πρότεινε ο Zingg (1935).

Στην κοίτη του τέταρτου σταθμού δειγματοληψίας κυριαρχούν οι κόκκοι δισκοειδούς σχήματος για τις ασβεστολιθικές κροκάλες με ποσοστό 38,48% και ακολουθούν οι σφαιροειδείς οι ραβδόμορφες και οι πλατυσμένες με αντίστοιχα επί τοις % ποσοστά 34,27%, 19,66% και 7,58%. Οι ψαμμιτικοί κόκκοι αποτελούνται σε ποσοστό 35,71% από κροκάλες δισκοειδείς και σε ποσοστά 21,43%, 28,57% και 14,29% από κροκάλες σφαιροειδείς, ραβδόμορφες και πλατυσμένες αντίστοιχα. Οι κερατολιθικές κροκάλες περιλαμβάνουν μεγάλο ποσοστό δίσκων και σφαιρών (44,00%), ενώ το ποσοστό των ράβδων είναι 11,11%. Πλατυσμένες κερατολιθικές κροκάλες δεν εμφανίζονται. Στις κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων, κυριαρχούν οι κροκάλες σχήματος σφαίρας με ποσοστό 43,33% και ακολουθούν σε συχνότητα οι δισκοειδείς σε ποσοστό 40,00%, οι ραβδοειδείς σε ποσοστό 16,67%, ενώ δεν εμφανίζονται πλατυσμένες κροκάλες. Στο σύνολο των κόκκων της κοίτης, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 38,63%, οι σφαιροειδείς με 34,72%, οι ραβδόμορφες με 19,56% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 7,09%.

Στον ακραίο φραγμό Φ1, οι ασβεστολιθικές κροκάλες έχουν σε ποσοστά 38,64% και 28,90% δισκοειδές και σφαιρικό σχήμα αντίστοιχα, ενώ οι ραβδόμορφες και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με αντίστοιχα ποσοστά 21,10% και 11,36%. Το μεγαλύτερο μέρος των ψαμμιτικών κροκαλών (38,10%) έχει δισκοειδές σχήμα, ενώ 28,57%, 19,05% και 14,29% είναι τα ποσοστά συμμετοχής των σφαιρικών, των ραβδοειδών και των πλατυσμένων κροκαλών. Οι κερατολιθικοί κόκκοι αποτελούνται κατά το ήμισυ (50%) από σφαίρες, κατά 33,33% από ράβδους και σε ποσοστό 16,67% από δίσκους, ενώ δεν υπάρχουν πλατυσμένες κροκάλες. Στους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων κυριαρχούν οι σφαιρικές και οι ραβδόμορφες κροκάλες με ποσοστά συμμετοχής 33,33% και ακολουθούν οι δισκοειδείς και οι πλατυσμένες με ποσοστά 16,67%. Στο σύνολο των κόκκων του φραγμού Φ1, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 37,83%, οι σφαιροειδείς με 29,33%, οι ραβδόμορφες με 21,41% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 11,44%.

Οι ασβεστολιθικές κροκάλες του φραγμού Φ2 αποτελούνται σε ποσοστό 44,88% από κροκάλες δισκοειδούς σχήματος, από 33,86% από σφαίρες, από 11,81% από ράβδους και από 9,45% από πλατυσμένες κροκάλες. Στους ψαμμιτικούς κόκκους οι δισκοειδείς κροκάλες κατέχουν ποσοστό συμμετοχής 14,29%, ενώ οι σφαιροειδείς, οι ραβδοειδείς και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 42,86%, 28,57% και 14,29% αντίστοιχα. Στις κερατολιθικές κροκάλες, λείπουν οι σφαίρες, ενώ τα ποσοστά συμμετοχής των άλλων σχημάτων είναι ίδια (33,33%). Στους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων λείπουν οι πλατυσμένες κροκάλες ενώ τα ποσοστά συμμετοχής των δισκοειδών, σφαιροειδών και ραβδοειδών κροκαλών είναι 46,15%, 30,77% και 23,08% αντίστοιχα. Στο σύνολο των κόκκων του φραγμού Φ2, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 43,14%, οι σφαιροειδείς με 32,68%, οι ραβδόμορφες με 14,38% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 9,80%.

Στους ασβεστολιθικούς κόκκους της συλλογής του φραγμού Φ3 επικρατούν οι δίσκοι και οι σφαίρες με ποσοστά συμμετοχής 37,64 % και 33,99% αντίστοιχα, ενώ οι ράβδοι και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 18,54% και 9,83% αντίστοιχα. Στους ψαμμιτικούς κόκκους, το ποσοστό συμμετοχής

των δίσκων είναι 36,84%, ενώ τα ποσοστά των σφαιρών, των ράβδων και των πλατυσμένων κροκαλών είναι 21,05%, 23,68% και 18,42% αντίστοιχα. Στους κερατολιθικούς κόκκους κυριαρχούν οι σφαίρες με ποσοστό 45,00%, οι δίσκοι και οι ράβδοι συμμετέχουν με ποσοστά 30,00% και 25,00% αντίστοιχα, ενώ απουσιάζουν οι πλατυσμένες κροκάλες. Τα αντίστοιχα ποσοστά δίσκων , σφαιρών, ράβδων και πλατυσμένων κροκαλών των εκρηξιγενών κόκκων είναι 33,33%, 38,89%, 22,22% και 5,56%. Στο σύνολο των κόκκων του φραγμού Φ3, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 37,04%, οι σφαιροειδείς με 33,56%, οι ραβδόμορφες με 19,44% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 9,95%.

Στους ασβεστόλιθους του φραγμού Φ4 επικρατούν οι δίσκοι με ποσοστό 40,86%. Οι σφαίρες, οι ράβδοι και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 29,03%. 20,97% και 9,14% αντίστοιχα. Στους ψαμμιτικούς κόκκους κυριαρχούν οι σφαίρες με ποσοστό 47,06%. Οι δίσκοι, οι ράβδοι και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 23,53%, 17,65% και 11,76% αντίστοιχα. Στους κερατολιθικούς κόκκους λείπουν οι ράβδοι και ισοκατανέμονται οι σφαίρες, οι δίσκοι και οι πλατυσμένες κροκάλες με ποσοστό 33,33%. Στους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων οι ράβδοι κυριαρχούν με ποσοστό 45,00%, οι σφαίρες συμμετέχουν με 25,00% και οι δισκοειδείς και οι πλατυσμένες κροκάλες με ποσοστό 15,00%. Στο σύνολο των κόκκων του φραγμού Φ4, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 37,17%, οι σφαιροειδείς με 30,09%, οι ραβδόμορφες με 22,57% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 10,18%.

Το σύνολο του τέταρτου σταθμού δειγματοληψίας περιλαμβάνει 38,24% δίσκους, 32,35% σφαίρες, 19,86% ράβδους και 9,55% πλατυσμένες κροκάλες.

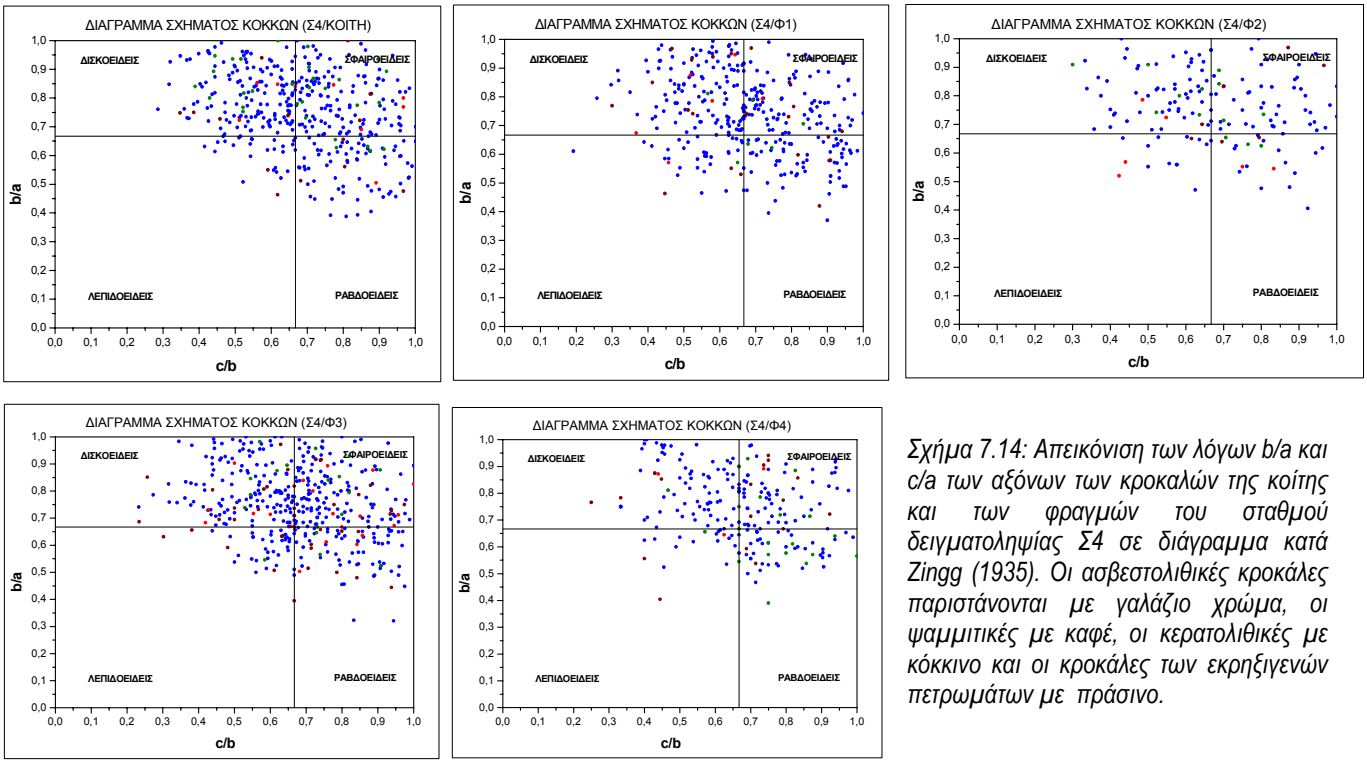
Ο στατιστικός έλεγχος των συχνοτήτων εμφάνισης των δίσκων, των σφαιρών, των ράβδων και των πλατυσμένων κροκαλών, για τους ασβεστολιθικούς κόκκους έδειξε ότι, σε όλα τα ζεύγη των συλλογών μεταξύ των φραγμών, οι διαφορές συχνοτήτων δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Οι τιμές χ^2, που προσδιορίστηκαν για τα ζεύγη αυτά είναι: $\chi^2=6,12<7,82=\chi^2_{κρ}$ (Φ1-Φ2), $\chi^2=2,32<7,82=\chi^2_{κρ}$ (Φ1-Φ3), $\chi^2=0,69<7,82=\chi^2_{κρ}$ (Φ1-Φ4), $\chi^2=3,78<7,82=\chi^2_{κρ}$ (Φ2-Φ3), $\chi^2=5,43<7,82=\chi^2_{κρ}$ (Φ2-Φ4) και $\chi^2=1,69<7,82=\chi^2_{κρ}$ (Φ3-Φ4).

Αντίθετα οι διαφορές, που παρατηρούνται στις συχνότητες εμφάνισης των σχημάτων, μεταξύ της κοίτης και των φραγμών είναι στατιστικά σημαντικές και οι τιμές χ^2, που υπολογίστηκαν για τα ζεύγη συλλογών Φ1-κοίτη, Φ2-κοίτη, Φ3-κοίτη και Φ4-κοίτη είναι $\chi^2=19,52>7,82=\chi^2_{κρ}$, $\chi^2=20,10>7,82=\chi^2_{κρ}$, $\chi^2=16,77>7,82=\chi^2_{κρ}$ και $\chi^2=17,26>7,82=\chi^2_{κρ}$ αντίστοιχα.

Με τη χρήση της δοκιμασίας χ^2, φαίνεται πως οι συχνότητες εμφάνισης των διαφόρων σχημάτων, για τους ψαμμιτικούς κόκκους του τέταρτου σταθμού δειγματοληψίας είναι ίδιες στις συλλογές των τριών φραγμών και της κοίτης του ρεύματος ($\chi^2=6,12<7,82=\chi^2_{κρ}$). Ο μικρός αριθμός συλλεγομένων κερατολιθικών και εκρηξιγενών κόκκων, δεν επέτρεψε τη χρήση στατιστικών μεθόδων ελέγχου των συχνοτήτων τους, είτε των ποσοστών συμμετοχής τους στα δείγματα. Το σύνολο των κόκκων των φραγμών και της κοίτης του τέταρτου σταθμού δειγματοληψίας απεικονίζεται ανά συλλογή (Φ1, Φ2, Φ3, Φ4, κοίτη), σε διάγραμμα σύμφωνα με την ταξινόμηση κατά Zingg (1935), στο σχήμα 7.14.

ΣΥΛ-ΛΟΓΗ	ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ		ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ	
		ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Κοίτη	Δίσκοι	137	38.48	5	35.71	4	44,44	12	40.00	158	38,63
	Σφαίρες	122	34.27	3	21.43	4	44.44	13	43.33	142	34,72
	Ράβδοι	70	19.66	4	28.57	1	11.11	5	16.67	80	19,56
	Πλατυσ.	27	7.58	2	14,29	0	0,00	0	0.00	29	7,09
	Σύνολο	356	100,00	14	100,00	9	100,00	30	100,00	409	100,00
Φ1	Δίσκοι	119	38.64	8	38.10	1	16.67	1	16.67	129	37,83
	Σφαίρες	89	28.90	6	28.57	3	50.00	2	33.33	100	29,33
	Ράβδοι	65	21.10	4	19.05	2	33.33	2	33.33	73	21,41
	Πλατυσ.	35	11.36	3	14.29	0	0.00	1	16.67	39	11,44
	Σύνολο	308	100,00	21	100,00	6	100,00	6	100,00	341	100,00
Φ2	Δίσκοι	57	44.88	1	14.29	2	33.33	6	46.15	66	43,14
	Σφαίρες	43	33.86	3	42.86	0	0.00	4	30.77	50	32,68
	Ράβδοι	15	11.81	2	28.57	2	33.33	3	23.08	22	14,38
	Πλατυσ.	12	9.45	1	14.29	2	33.33	0	0.00	15	9,80
	Σύνολο	127	100,00	7	100,00	6	100,00	13	100,00	153	100,00
Φ3	Δίσκοι	134	37.64	14	36.84	6	30.00	6	33.33	160	37,04
	Σφαίρες	121	33.99	8	21.05	9	45.00	7	38.89	145	33,56
	Ράβδοι	66	18.54	9	23.68	5	25.00	4	22.22	84	19,44
	Πλατυσ.	35	9.83	7	18.42	0	0.00	1	5.56	43	9,95
	Σύνολο	356	100,00	38	100,00	20	100,00	18	100,00	432	100,00
Φ4	Δίσκοι	76	40.86	4	23.53	1	33.33	3	15.00	84	37,17
	Σφαίρες	54	29.03	8	47.06	1	33.33	5	25.00	68	30,09
	Ράβδοι	39	20.97	3	17.65	0	0.00	9	45.00	51	22,57
	Πλατυσ.	17	9.14	2	11.76	1	33.33	3	15.00	23	10,18
	Σύνολο	186	100,00	17	100,00	3	100,00	20	100,00	220	100,00
Σύνολο Σ4	Δίσκοι	523	39,23	32	32,99	14	31,82	28	32,18	597	38,24
	Σφαίρες	429	32,18	28	28,87	17	38,64	31	35,63	505	32,35
	Ράβδοι	255	19,13	22	22,68	10	22,73	23	26,44	310	19,86
	Πλατυσ.	126	9,45	15	15,46	3	6,82	5	5,75	149	9,55
	Σύνολο	1333	100,00	97	100,00	44	100,00	87	100,00	1561	100,00

Πίνακας 7.27: Το σχήμα των κόκκων για κάθε λιθολογία της κοίτης και των φραγμών του τέταρτου σταθμού δειγματοληψίας.

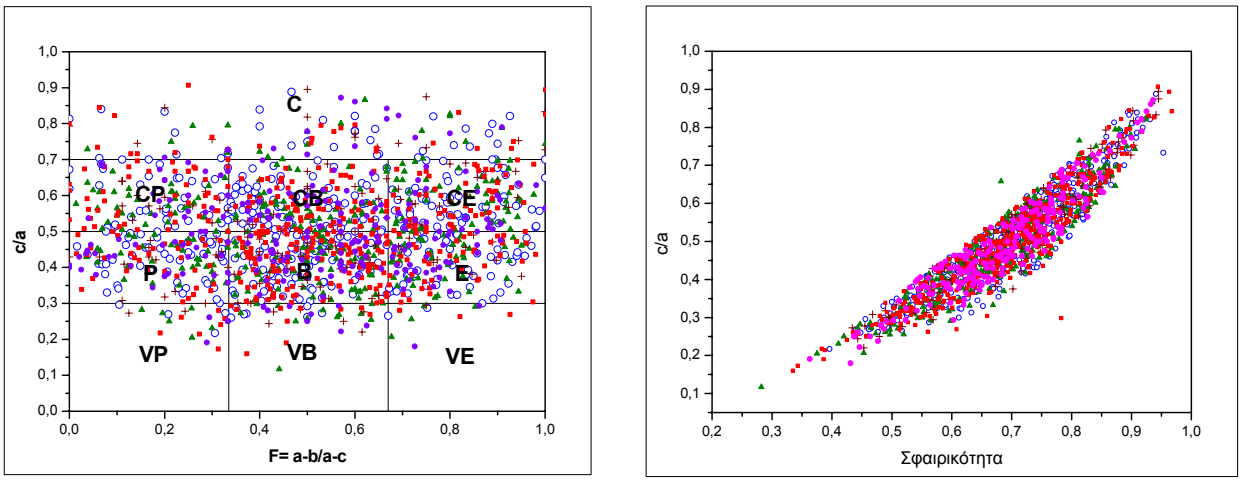


Σχήμα 7.14: Απεικόνιση των λόγων b/a και c/a των αξόνων των κροκαλών της κοίτης και των φραγμών του σταθμού δειγματοληψίας Σ4 σε διάγραμμα κατά Zingg (1935). Οι ασβεστολιθικές κροκάλες παριστάνονται με γαλάζιο χρώμα, οι ψαμμιτικές με καφέ, οι κερατολιθικές με κόκκινο και οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων με πράσινο.

Στον πίνακα 7.28 φαίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του τέταρτου σταθμού δειγματοληψίας και στο σχήμα 7.16 απεικονίζεται το σύνολο των κόκκων σε διαγράμματα c/a-F και c/a-σφαιρικότητα σύμφωνα με το ταξινομικό σχήμα, που πρότειναν οι Sneed & Folk (1958).

	ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΚΟΚΚΩΝ ΣΤΑΘΜΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ Σ4											
ΣΥΛΛΟΓΗ	**Σ4/ΚΟΙΤΗ**		**Σ4/Φ1**		**Σ4/Φ2**		**Σ4/Φ3**		**Σ4/Φ4**		**ΣΥΝΟΛΟ**	
ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**
C	33	8,07	20	5,87	16	10,46	28	6,48	14	6,19	111	7,11
CP	39	9,54	35	10,26	14	9,15	48	11,11	22	9,73	158	10,12
CB	74	18,09	53	15,54	21	13,73	72	16,67	37	16,37	257	16,46
CE	59	14,43	53	15,54	18	11,76	52	12,04	24	10,62	206	13,20
P	51	12,47	35	10,26	17	11,11	39	9,03	33	14,60	175	11,21
B	87	21,27	76	22,29	43	28,10	122	28,24	49	21,68	377	24,15
E	51	12,47	46	13,49	13	8,50	50	11,57	32	14,16	192	12,30
VP	5	1,22	6	1,76	3	1,96	7	1,62	5	2,21	26	1,67
VB	7	1,71	13	3,81	7	4,58	10	2,31	8	3,54	45	2,88
VE	3	0,73	4	1,17	1	0,65	4	0,93	2	0,88	14	0,90
ΣΥΝΟΛΟ	409	100	341	100	153	100	432	100	226	100	1561	100

Πίνακας 7.28: Διάκριση των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ4 ανάλογα με το σχήμα τους και σύμφωνα με την ταξινόμηση κατά Sneed & Folk (1958).



Σχήμα 7.15: Αριστερά: Απεικόνιση των λόγων c/a, F=a-b/a-c των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ4 σε διάγραμμα κατά Sneed & Folk (1958). Δεξιά: Απεικόνιση του λόγου c/a σε σχέση με τη σφαιρικότητα των κόκκων. Οι κόκκοι της κοίτης απεικονίζονται με γαλάζιους κύκλους, ενώ των φραγμών Φ1, Φ2, Φ3 και Φ4 παριστάνονται με πράσινα τρίγωνα, καφέ σταυρούς, κόκκινα τετράγωνα και μώβ κυκλικούς τομείς αντίστοιχα.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής, για όλους τους λιθολογικούς τύπους και στο σύνολο των συλλογών του τέτερτου σταθμού δειγματοληψίας, οι κροκάλες τύπου "B" κατέχουν το μεγαλύτερο επί τοις % ποσοστό συμμετοχής (24,15%) και ακολουθούν οι "CB" κροκάλες με ποσοστό 16,46%, οι "CE" κροκάλες με 13,20%, οι "E" κροκάλες με ποσοστό 12,30%, οι "P" κροκάλες με 11,21%, οι "CP" κροκάλες με 10,12%, και οι "C" κροκάλες με ποσοστό συμμετοχής 7,11%. Τα υπόλοιπα σχήματα συμμετέχουν με πολύ μικρά ποσοστά, που είναι 2,88% για τις "VB" κροκάλες, 1,67% για τις "VP" κροκάλες και 0,90% για τις "VE" κροκάλες. Οι "B" κροκάλες κυριαρχούν και στις επί μέρους συλλογές της κοίτης και των φραγμών με

ποσοστά συμμετοχής, που κυμαίνονται μεταξύ 21,27% (κοίτη) και 28,24% (φραγμός Φ3), ενώ τα μικρότερα ποσοστά συμμετοχής κατέχουν οι "VE" κροκάλες με ποσοστά συμμετοχής, που κυμαίνονται μεταξύ 0,65% (φραγμός Φ2) και 1,17% (φραγμός Φ1).

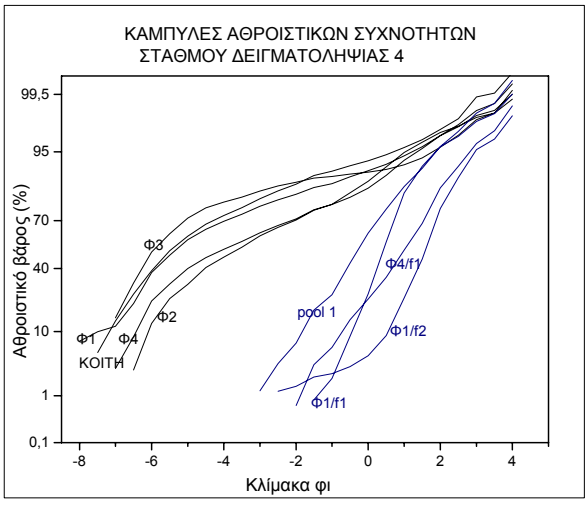
Η δοκιμασία χ^2 έδειξε ότι στους φραγμούς και στην κοίτη του ρεύματος, οι συχνότητες εμφάνισης των 10 τύπων σχημάτων των κόκκων διατηρούνται σταθερές, αφού η τιμή που υπολογίστηκε είναι 29,64<43,77= $\chi^2_{κρ}$.

7.5.4.6. Αποτελέσματα ανάλυσης της ογκομετρικής δειγματοληψίας του σταθμού Σ4.

Στον τέταρτο σταθμό δειγματοληψίας συλλέχτηκε υποεπιφανειακό υλικό από την κοίτη και τους τέσσερις φραγμούς. Πραγματοποιήθηκε επίσης ογκομετρική δειγματοληψία στο λεπτόκοκκο υλικό των φραγμών και συγκεκριμένα από δυο θύλακες άμμου του φραγμού Φ1, από ένα του φραγμού Φ4 και από το ανάντη τμήμα του νερόλακκου απέναντι από το φραγμό Φ4 (σχ 7.19Α). Η κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων συνολικού βάρους 1.232.267,53gr που λήφθηκε από συνολικά από 13 υποσυλλογές υποεπιφανειακής δειγματοληψίας της κοίτης και 15 υποσυλλογές των φραγμών του σταθμού δειγματοληψίας Σ4, έδωσε τα αποτελέσματα που φαίνονται στον πίνακα 7.29. Στο σχήμα 7.16, φαίνονται η κοκκομετρικές καμπύλες αθροιστικής συχνότητας όλων των δειγμάτων των υλικών συλλογής του σταθμού, με άξονα τεταγμένων συχνότητας πιθανότητας.

ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (gr)	ΔΙΑΜΕΣΟΣ (Md)	ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ (Mz)	ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (σi)	ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑ (SKi)	ΚΥΡΤΩΣΗ (K_G)
Σ4/Κοίτη	329.209,49	-5,53	-4,97	2,33	0,45	1,22
Σ4/Φ1	298.363,43	-5,39	-4,64	2,71	0,40	1,34
Σ4/Φ2	140.549,93	-3,78	-3,34	2,44	0,28	0,79
Σ4/Φ3	236.230,36	-6,02	-5,33	2,39	0,61	1,94
Σ4/Φ4	227.110,51	-4,20	-3,52	2,73	0,36	0,78
Σ4/Φ1/f1	90,68	0,39	0,39	0,70	0,08	1,29
Σ4/Φ1/f2	86,66	1,56	1,54	0,81	-0,04	1,29
Σ4/Φ4/f1	136,54	0,97	0,86	1,18	-0,11	1,05
Σ4/pool 1	489,93	-0,32	-0,33	1,24	-0,03	1,16

Πίνακας 7.29: Τα βάρη και οι στατιστικές παράμετροι (φι) των δειγμάτων των ογκομετρικών και υποεπιφανειακών συλλογών του τέταρτου σταθμού δειγματοληψίας



Σχήμα 7.16: Κοκκομετρικές καμπύλες αθροιστικής συχνότητας των δειγμάτων λεπτόκοκκου υλικού (γαλάζιες γραμμές) και της υποεπιφανειακής δειγματοληψίας (μαύρες γραμμές) των συλλογών του σταθμού Σ4. Ο κατακόρυφος άξονας είναι σε κλίμακα συχνότητας πιθανότητας.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 7.25, ο αριθμητικός μέσος των υλικών της κοίτης και του φραγμού Φ1 είναι -4,97φι και -4,64φι αντίστοιχα, που αντιστοιχούν σε χονδρόκοκκο χαλίκι. Οι αριθμητικοί μέσοι των

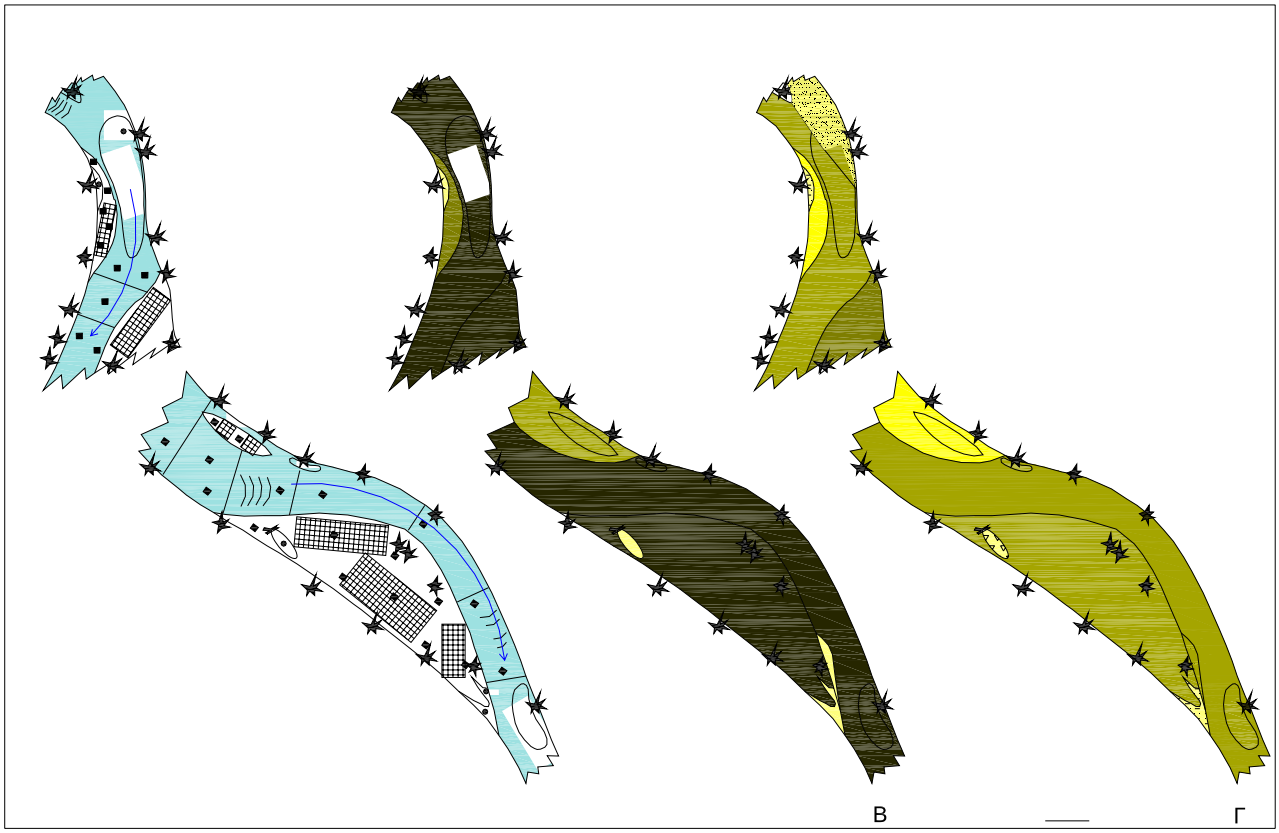
υλικών των ακραίων φραγμών Φ2, Φ3 και Φ4 είναι -3,34φι, -5,33φι και -3,52φι, που ισοδυναμούν σε μεσόκοκκο χαλίκι, πολύ χονδρόκοκκο χαλίκι και μεσόκοκκο χαλίκι αντίστοιχα. Τα υλικά της κοίτης και των φραγμών, είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα. Οι καμπύλες της κοίτης και των φραγμών Φ1, Φ3 και Φ4 παρουσιάζουν πολύ θετική ασυμμετρία, ενώ η καμπύλη του φραγμού Φ2 παρουσιάζει θετική ασυμμετρία. Οι καμπύλες της κοίτης και του φραγμού Φ1 είναι λεπτόκυρτες, του φραγμού Φ3 πολύ λεπτόκυρτη και των φραγμών Φ2 και Φ4 πλατύκυρτες.

Το λεπτόκοκκο υλικό των δειγμάτων Σ4/Φ1/f1 και Σ4/Φ1/f2, που συλλέχτηκε από το πίσω μέρος του φραγμού Φ1 έχει αριθμητικό μέσο 0,39φι και 1,54φι αντίστοιχα, που αντιστοιχούν στα όρια της χονδρόκοκκης και της μετρίως χονδρόκοκκης άμμου, είναι μετρίως καλά και μέτρια ταξινομημένα, και οι καμπύλες του είναι λεπτόκυρτες ως σχεδόν κανονικές και συμμετρικές. Το λεπτόκοκκο υλικό του φραγμού Φ2 (δείγμα Σ4/Φ2/f1) με αριθμητικό μέσο 0,86φι, αντιστοιχεί σε χονδρόκοκκη άμμο, που είναι φτωχά ταξινομημένη και η καμπύλη του είναι σχεδόν συμμετρική με μεσόκυρτο χαρακτήρα. Το δείγμα, που συλλέχτηκε από το νερόλακκο απέναντι από το φραγμό Φ4 (δείγμα Σ4/pool 1), αποτελείται από πολύ χονδρόκοκκη άμμο (-0,33φι), φτωχά ταξινομημένη, με λεπτόκυρτη και σχεδόν συμμετρική κοκκομετρική καμπύλη.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης της ογκομετρικής και υποεπιφανειακής δειγματοληψίας χαρτογραφήθηκαν και απεικονίζονται στο σχήμα 7.17Γ.

7.5.4.7. Συμπεράσματα από την ανάλυση των επιφανειακών και υποεπιφανειακών ιζημάτων μεταφοράς του σταθμού δειγματοληψίας Σ4.

1. Ο τέταρτος σταθμός δειγματοληψίας περιλαμβάνει ακολουθίες βάθυνσης-ρήχευσης (pools-riffles) με τρεις ακραίους και έναν ενδιάμεσο επιμήκη παροδικό φραγμό. Ο νερόλακκος, που βρίσκεται απέναντι από τον ακραίο φραγμό Φ4, έχει τη μορφή ελλειψοειδούς τάφρου, ενώ οι υπόλοιποι έχουν τη μορφή επιμήκων τάφρων. Στο τμήμα της ενεργής κοίτης απέναντι από το φραγμό Φ1, εμφανίζονται πλήρεις, ελλιπείς και πολλαπλές βοτρυοειδείς δομές. Ως εργαλεία σχηματισμού των δομών αυτών λειτουργούν οι ογκόλιθοι, οι οποίοι ακινητοποιούνται όταν μειώνεται η μεταφορική ικανότητα της ροής.
2. Ο λιθολογικός χαρακτήρας των κροκαλών του σταθμού καθορίζεται από τα υλικά, που δέχεται από το κύριο ρεύμα του Βοιωτικού Κηφισού, από τη λιθολογία των υλικών, που εισρέουν στο κύριο ρεύμα μέσω των παραποτάμων Πλατανόρεμα, Παλιαμπελόρεμα και Μεγάλο Ρέμα Αμφίκλειας, που εκβάλλουν στη διαδρομή μεταξύ των σταθμών Σ3 και Σ4 καθώς και από τη λιθολογία των υλικών, που εισέρχονται στο κύριο ρεύμα από καταπτώσεις, από τα πρανή του εγκιβωτισμένου μαιάνδρου. Οι παρατηρούμενες διαφορές στα ποσοστά συμμετοχής των λιθολογικών τύπων από τον τρίτο μέχρι τον τέταρτο σταθμό δειγματοληψίας δεν είναι στατιστικά σημαντικές για τους ασβεστολιθικούς ($z=0,98<1,64=z_{κρ}$) και για τους ψαμμιτικούς κόκκους ($z=1,18<1,64=z_{κρ}$), ενώ η μείωση του ποσοστού των κερατολιθικών κόκκων ($z=2,49>1,64=z_{κρ}$) και η αύξηση του ποσοστού των εκρηξιγενών κόκκων ($z=1,79>1,64=z_{κρ}$) είναι σημαντικές.



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Ενεργή κοίτη - ροή νερού
- Νερόλακκος (pool)
- Φραγμός (Φ1)
- Δειγματοληψία δικτύου
- Περιοχική δειγματοληψία
- Δειγματοληψία σε τομές
- Υποεπιφανειακή δειγματοληψία
- Δειγματοληψία λεπτόκοκκου υλικού (f1, f2)
- Περιοχή ρήχευσης
- Εργαλεία - εμπόδια
- Δένδρα
- Μικρά λιθάρια
- Πολύ χονδρόκοκκα χαλίκια
- Χονδρόκοκκα χαλίκια
- Μεσόκοκκα χαλίκια
- Λεπτόκοκκο υλικό (d<8mm)
- Πολύ χονδρόκοκκη άμμος
- Χονδρόκοκκη άμμος

Σχήμα 7.17: Σταθμός δειγματοληψίας Σ4. Α: χαρτογράφηση του σταθμού με τις θέσεις δειγματοληψίας. Β: απεικόνιση του αριθμητικού μέσου των συλλογών της επιφανειακής δειγματοληψίας. Γ: απεικόνιση του αριθμητικού μέσου των συλλογών της ογκομετρικής δειγματοληψίας

Στο σταθμό δειγματοληψίας Σ4, το μεγαλύτερο ποσοστό συμμετοχής κατέχουν οι ασβεστολιθικοί κόκκοι και ακολουθούν οι ψαμμιτικοί και οι εκρηξιγενείς, που δε διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά. Οι κερατολιθικοί κόκκοι εμφανίζουν το μικρότερο ποσοστό συμμετοχής.

Από τις συλλογές του σταθμού δειγματοληψίας, οι ασβεστολιθικοί κόκκοι έχουν το μεγαλύτερο ποσοστό συμμετοχής τους στο φραγμό Φ1, που είναι στατιστικά ίσο με το ποσοστό συμμετοχής τους στην ενεργή κοίτη. Τα ποσοστά συμμετοχής των ασβεστολιθικών κόκκων στους φραγμούς Φ2, Φ3 και Φ4 είναι ίσα μεταξύ τους, αλλά μικρότερα από το ποσοστό συμμετοχής στο φραγμό Φ1. Οι ψαμμιτικοί κόκκοι έχουν

στατιστικά το ίδιο ποσοστό συμμετοχής στους τέσσερις φραγμούς, ενώ είναι είναι λιγότεροι στην ενεργή κοίτη από ότι στους φραγμούς Φ3 και Φ4. Οι κερατολιθικοί κόκκοι δεν εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα ποσοστά συμμετοχής μεταξύ των διαφόρων συλλογών του σταθμού. Οι εκρηξιγενείς κόκκοι έχουν τα ίδια ποσοστά συμμετοχής στους φραγμούς Φ1 και Φ3, που είναι μικρότερα από τα επίσης ίσα μεταξύ τους, ποσοστά της ενεργής κοίτης και των φραγμών Φ2 και Φ4.

3. Κατά την εισροή νέου υλικού, πριν από το σταθμό δειγματοληψίας Σ4, εισέρχονται στον κύριο άξονα του ρεύματος κροκάλες όλων των λιθολογικών τύπων, εφ' όσον οι αριθμητικοί μέσοι και των τεσσάρων λιθολογιών δείχνουν αυξημένοι σε σχέση με τους αντίστοιχους αριθμητικούς μέσους του σταθμού Σ3. Η αύξηση αυτή είναι στατιστικά σημαντική για τους ασβεστολιθικούς ($z=2,96>1,96=z_{κρ}$), για τους ψαμμιτικούς ($z=1,97>1,96=z_{κρ}$) και για τους κερατολιθικούς ($z=2,21>1,96=z_{κρ}$) κόκκους, ενώ δεν είναι σημαντική για τους εκρηξιγενείς κόκκους ($z=0,70<1,96=z_{κρ}$). Η παρατηρούμενη αύξηση του μέσου μεγέθους των κροκαλών οφείλεται στην εισροή νέου υλικού περιορισμένου φάσματος κοκκομετρικού μεγέθους, που αντιστοιχεί όμως σε κοκκομετρική κλάση αυξημένου μεγέθους. Κατά συνέπεια, ενώ αυξάνεται στο σταθμό δειγματοληψίας Σ4 σημαντικά ο αριθμητικός μέσος του συνόλου των λιθολογιών σε σχέση με το σταθμό δειγματοληψίας Σ3, συγχρόνως η εισροή νέου υλικού με αδρομερέστερο μόνο υλικό συνεπάγεται τελικά την παροχή ενός πρόσθετου ιζηματογενούς φορτίου, το οποίο όμως αδυνατεί να υπερκαλύψει την απώλεια κόκκων μικρότερου μεγέθους, που μετακινούνται από το σταθμό Σ4 προς τους επόμενους σταθμούς δειγματοληψίας. Έτσι η ποσοστική παρουσία των ασβεστολιθικών και των ψαμμιτικών κόκκων παραμένει η ίδια μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας Σ3 και Σ4.

   Οι μικρότεροι αριθμητικοί μέσοι εμφανίζονται στον επιμήκη ενδιάμεσο φραγμό Φ2. Ο φραγμός αυτός είναι στην ουσία μια ρευματική νησίδα, η οποία εξελίσσεται σταδιακά σε ακραίο φραγμό (Shantzer, 1951) και συντελεί στη μετατόπιση του ρεύματος προς την απέναντι πλευρά της κοίτης. Αυτό φάνηκε στα επόμενα υδρολογικά έτη, όπου ο μεν ενδιάμεσος φραγμός Φ2 έπαιρνε τη μορφή ακραίου φραγμού, το δε ανάντη τμήμα του ακραίου φραγμού Φ1 καταστρέφετο εν μέρει, λόγω μετατόπισης της ροής του νερού (§ 8.2). Η μετατόπιση του ρεύματος προς την απέναντι πλευρά και η αύξηση του υψομέτρου, που αποκτά ο φραγμός Φ2, συντελούν στο να καλύπτεται από κροκάλες μικρότερου κοκκομετρικού μεγέθους.

   Στο σύνολο του σταθμού δειγματοληψίας, οι ασβεστολιθικές κροκάλες είναι μεγαλύτερες από τις κερατολιθικές και αυτές με τη σειρά τους μεγαλύτερες από τις ψαμμιτικές, το μέσο μέγεθος των οποίων δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το μέσο μέγεθος των εκρηξιγενών κροκαλών.

   Το μέσο μέγεθος των ασβεστολιθικών κροκαλών του φραγμού Φ3 είναι στατιστικά ίσο με το μέσο μέγεθος των ασβεστολιθικών κροκαλών της κοίτης και μειώνεται κατά σειρά στους φραγμούς Φ1, Φ4 και Φ2.

   Οι αριθμητικοί μέσοι των ψαμμιτικών κροκαλών είναι στατιστικά ίσοι στην κοίτη του ρεύματος και στους φραγμούς Φ1 και Φ3. Οι αριθμητικοί μέσοι των ψαμμιτικών κροκαλών στους φραγμούς Φ2 και Φ4 είναι επίσης στατιστικά ίσοι, αλλά μικρότεροι από τους προηγούμενους.

Οι κερατολιθικοί κόκκοι είναι μεγαλύτεροι στην κοίτη του ρεύματος, μικρότεροι στο φραγμό Φ3 και ακόμη μικρότεροι στο φραγμό Φ4. Στους φραγμούς Φ1 και Φ2 είναι ακόμη μικρότεροι και στατιστικά ίσοι μεταξύ τους.

Οι κόκκοι των εκρηξιγενών πετρωμάτων έχουν στατιστικά το ίδιο μέσο μέγεθος στους φραγμούς Φ2 και Φ4 και είναι μεγαλύτεροι, κατά σειρά, στο φραγμό Φ1, στο φραγμό Φ3 και στην κοίτη του ρεύματος.

4. Η στρογγύλωση και η σφαιρικότητα των κόκκων του συνόλου του σταθμού, όπως και για κάθε λιθολογικό τύπο ιδιαιτέρως δεν εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές μεταβολές σε σχέση με τους βαθμούς στρογγύλωσης και σφαιρικότητας του προηγούμενου σταθμού. Οι τιμές χ^2 και z , που προσδιορίστηκαν για τη στρογγύλωση και τη σφαιρικότητα είναι $\chi^2=3,02<9,49=\chi^2_{κρ}$ και $z=1,79<1,96=z_{κρ}$ για τους ασβεστολιθικούς κόκκους, $\chi^2=2,59<9,49=\chi^2_{κρ}$ και $z=0,43<1,96=z_{κρ}$ για τους ψαμμιτικούς κόκκους, $\chi^2=0,10<9,49=\chi^2_{κρ}$ και $z=-0,34>-1,96=z_{κρ}$ για τους κερατολιθικούς κόκκους, $\chi^2=3,24<9,49=\chi^2_{κρ}$ και $z=0,41<1,96=z_{κρ}$ για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων.

   Στον τέταρτο σταθμό δειγματοληψίας η στρογγύλωση των ψαμμιτικών κροκαλών είναι καλύτερη από τη στρογγύλωση των ασβεστολιθικών κροκαλών, η οποία με τη σειρά της είναι καλύτερη από τη στρογγύλωση των εκρηξιγενών κροκαλών. Η μικρότερη στρογγύλωση εμφανίζεται στις κερατολιθικές κροκάλες. Η σφαιρικότητα και των τεσσάρων λιθολογικών τύπων στο σταθμό δειγματοληψίας Σ4 είναι ίδια.

5. Από την άποψη του σχήματος, σύμφωνα με την ταξινομική διάκριση κατά Zingg (1935), οι δισκοειδείς κροκάλες κυριαρχούν στο σύνολο των συλλογών με ποσοστό 38,24% και ακολουθούν σε συχνότητα συμμετοχής οι σφαιρικές κροκάλες με ποσοστό συμμετοχής 32,35%, οι ραβδοειδείς κροκάλες με 19,86% και οι πλατυσμένες κροκάλες με ποσοστό 9,55%. Στην κοίτη του σταθμού δειγματοληψίας και στους τέσσερις φραγμούς ακολουθείται η ίδια σειρά επικράτησης σχήματος κόκκων με αυτή του συνόλου. Στο σύνολο των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας, η αναλογία μεταξύ δίσκων, σφαιρών, ράβδων και πλατυσμένων κροκαλών δε μεταβάλλεται στατιστικά σημαντικά ($\chi^2=1,37<7,82=\chi^2_{κρ}$) σε σχέση με τον προηγούμενο σταθμό.

6. Οι αναλύσεις των δειγμάτων της ογκομετρικής δειγματοληψίας και η σύγκρισή τους προς τα υποεπιφανειακά ιζήματα του προηγούμενου σταθμού έδειξαν ότι, το κοκκομετρικό μέγεθος των υλικών της κοίτης παραμένει ακριβώς ίδιο αλλά και στους αριθμητικούς μέσους των συλλογών των φραγμών οι μικρές διαφορές, που παρατηρούνται δεν είναι αξιόλογες.

   Τα πιο χονδρόκοκκα υλικά των υποεπιφανειακών συλλογών του σταθμού δειγματοληψίας Σ4, εμφανίζονται στην ενεργή κοίτη και στους φραγμούς Φ1 και Φ3, ενώ τα υλικά των φραγμών Φ2 και Φ4 είναι λεπτότερα. Τα υλικά των συλλογών της κοίτης και των φραγμών, είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα. Οι κοκκομετρικές καμπύλες της κοίτης και του φραγμού Φ1 είναι λεπτόκυρτες με πολύ θετική ασυμμετρία, η καμπύλη του δείγματος του φραγμού Φ3 είναι πλατύκυρτη με θετική ασυμμετρία και οι καμπύλες των φραγμών Φ2 και Φ4 είναι πολύ λεπτόκυρτη η πρώτη και πλατύκυρτη η δεύτερη με πολύ θετική ασυμμετρία.

Από τις αναλύσεις των δειγμάτων των λεπτόκοκκων υλικών προκύπτει ότι, στο κατάντη τμήμα του φραγμού Φ1 και στο φραγμό Φ4 αποτίθεται λεπτόκοκκη άμμος, ενώ στο ανάντη τμήμα του φραγμού Φ1 αποτίθεται μεσοχονδρόκοκκη άμμος. Η απόθεση των φακών της άμμου στο ανάντη τμήμα του φραγμού Φ1 οφείλεται σε φυτικά εμπόδια. Η άμμος του κατάντη τμήματος του ίδιου φραγμού αποτίθεται εξ αιτίας οπισθοχώρησης των υδάτων στο κατάντη άκρο του φραγμού Φ1. Στην άμμο αυτή εμφανίζονται ρυτιδώσεις. Το λεπτόκοκκο υλικό του φραγμού Φ4 αποτίθεται κατά τη διάρκεια οπισθοχώρησης των υψηλών ροών.

7.5.5 Ανάλυση ιζημάτων σταθμού δειγματοληψίας Σ5.

Ο πέμπτος σταθμός δειγματοληψίας (Σ5) βρίσκεται λίγο μετά την έξοδο του ρεύματος από την περιοχή εγκιβωτισμού του, στη θέση Βρίλια Κάτω Καλυβιών Τιθορέας (πίν. 7.1, εικ. 7.1, εικ. 7.11 και σχ. 7.21). Έχει μήκος περίπου 400m και πλάτος, που κυμαίνεται μεταξύ 25m και 50m. Αποτελείται από ακολουθίες βάθυνσης-ρήχευσης (pools-riffles) και περιλαμβάνει δυο πλήρεις μαιάνδρους και επτά φραγμούς (Φ1 έως Φ7), εκ των οποίων οι φραγμοί Φ3 και Φ5 είναι ενδιάμεσοι, ενώ οι άλλοι πέντε ακραίοι.



Εικόνα 7.11: Άποψη του σταθμού δειγματοληψίας Σ5. Η διεύθυνση ροής του νερού σημειώνεται με γαλάζιο τοξοειδές βέλος (σύνθεση φωτογραφιών που λήφθηκαν τον Μάιο του 2002 από αέρος).

Η επιφανειακή δειγματοληψία στην κοίτη του ρεύματος πραγματοποιήθηκε κατά μήκος 17 τομών κάθετων προς τη διεύθυνση ροής (σχ. 7.21Α). Τα χαλίκια του φραγμού Φ3 συλλέχτηκαν με περιοχική δειγματοληψία, ενώ των υπόλοιπων φραγμών με συστηματική δειγματοληψία δικτύου. Στους φραγμούς Φ2, Φ4, Φ5, Φ6 και Φ7 πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες ανεξάρτητες για διάφορα τμήματα της επιφάνειας των φραγμών (Φ2/Δ1 και Δ2, Φ4/Δ2, Δ3 και Δ4, Φ5/Δ1 και Δ2, Φ6/Δ1+Δ3 και Δ4, Φ7/Δ1 και Δ2), λόγω εμφανούς μακροσκοπικά διαφοράς του κοκκομετρικού μεγέθους των χαλικιών της επιφάνειας των φραγμών αυτών. Για την ογκομετρική δειγματοληψία, συλλέχτηκε υλικό από 48 συνολικά υποσυλλογές της

υγρή κοίτης και των 7 φραγμών. Επί πλέον συλλέχτηκε λεπτομερές υλικό προς ανάλυση από είκοσι διαφορετικές θέσεις των φραγμών και της κοίτης (Σ5/Φ1/f1,f2,f3,f4,f5, Σ5/Φ2/Α,Β, Σ5/Φ3/Β,Γ, Σ5/Φ4/Δ1/Α,Β,f, Σ5/Δ2, Σ5/f2, Σ5/Φ6/Δ2/Α,Β, Γ,Δ, Σ5/Φ7/Δ4,Δ5).

Συνολικά συλλέχτηκαν 3.734 κόκκοι από την επιφάνεια και 1.910,22 kg υλικού ογκομετρικής δειγματοληψίας.

Στο δυτικό τμήμα του πεδίου της Τιθορέας και ανάντη του σταθμού δειγματοληψίας υπάρχει από το Νότο (αριστερή όχθη) πλευρική τροφοδοσία του κυρίως ρεύματος σε ασβεστολιθικό υλικό από ρεύμα μικρής δυναμικότητας (ρέμα Αγ. Τρύφωνα). Από Βορρά εισρέουν στη δεξιά όχθη του κύριου άξονα μικρά ρεύματα, που μεταφέρουν ασβεστολιθικό υλικό από τον ασβεστολιθικό όγκο Βουρλόραχη (εικ. 6.3, § 6.3.1).

Μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας Σ4 και Σ5 και αμέσως κάτω από το σταθμό Σ4 πραγματοποιείται κατά διαστήματα καθαρισμός του υλικού κάτω από υπάρχουσα γέφυρα για την προστασία της και ευκαιριακή απόληψη υλικού για τις ανάγκες της αγροτικής οδοποιίας.

7.5.5.1. Αποτελέσματα ανάλυσης του λιθολογικού χαρακτήρα των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ5.

Στον πίνακα 7.30 φαίνεται ο αριθμός των κροκαλών και η κατανομή τους για κάθε λιθολογικό τύπο, που συλλέχτηκε από θέσεις της ενεργής κοίτης και των φραγμών του πέμπτου σταθμού δειγματοληψίας καθώς και τα επί τοις % αντίστοιχα ποσοστά.

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ5	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ		ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ	
	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Κοίτη	417	78,24	42	7,88	34	6,38	40	7,50	533	100,00
Φ1	360	82,38	54	12,36	22	5,,30	1	0,23	437	100,00
Φ2/Δ1	160	78,05	25	12,20	11	5,37	8	3,90	205	100,00
Φ2/Δ2	87	85,29	9	8,82	4	3,92	2	1,96	102	100,00
Φ3	252	74,34	15	4,42	28	8,26	44	12,98	339	100,00
Φ4/Δ2	124	78,48	15	9,49	10	6,33	9	5,70	158	100,00
Φ4/Δ3	161	84,89	18	9,42	8	4,19	3	1,57	191	100,00
Φ4/Δ4	67	82,71	12	14,81	0	0,00	2	2,47	81	100,00
Φ5/Δ1	212	80,92	32	12,21	12	4,58	6	2,29	262	100,00
Φ5/Δ2	221	77.27	40	13,99	10	3,50	15	5,24	286	100,00
Φ6/Δ1+Δ3	226	71,75	57	18,10	14	4,44	18	5,71	315	100,00
Φ6/Δ4	203	84,58	34	14,17	3	1,25	0	0,00	240	100,00
Φ7/Δ1	223	83,52	28	10,49	9	3,37	7	2,62	267	100,00
Φ7/Δ2	262	82,39	20	6,29	15	4,72	21	6,60	318	100,00
Σύνολο Σ5	2.976	79,70	402	10,77	180	4,82	176	4,71	3.734	100,00

Πίνακας 7.30: Λιθολογική κατανομή και εκατοστιαία συμμετοχή των κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας Σ5 για κάθε δειγματοληψία στις διάφορες στρωματογραφικές μονάδες.

Στο σύνολο του σταθμού δειγματοληψίας Σ5 κυριαρχούν οι ασβεστολιθικοί κόκκοι με ποσοστό 79,70% και ακολουθούν οι ψαμμιτικοί (10,77%), οι κερατολιθικοί (4,82%) και οι κόκκοι των εκρηξιγενών πετρωμάτων (4,71%). Η μικρή διαφορά, που εμφανίζεται μεταξύ των ποσοστών συμμετοχής των κερατολιθικών και εκρηξιγενών κόκκων είναι στατιστικά ασήμαντη ($\chi^2=0,01<3,84=\chi^2_{κρ}$).

Το μικρότερο ποσοστό των ασβεστολιθικών κόκκων (71,75%) παρατηρείται στη δειγματοληψία Δ1+Δ3 του φραγμού Φ6, ενώ το μεγαλύτερο (85,29%) στη δειγματοληψία Δ2 του φραγμού Φ2. Τα ποσοστά συμμετοχής των ψαμμιτικών κόκκων κυμαίνονται μεταξύ των ποσοστών 4,42% (φραγμός Φ3) και 18,10% (Φ6/Δ1+Δ3). Οι κερατολιθικοί κόκκοι συμμετέχουν με ποσοστά, που κυμαίνονται μεταξύ 0,00% (Φ4/Δ4) και 8,26% στον ενδιάμεσο φραγμό Φ3. Τα μεγαλύτερα ποσοστά κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων εμφανίζονται επίσης στον ενδιάμεσο φραγμό Φ3 (12,98%), ενώ μηδενίζονται στη δειγματοληψία Δ4 του φραγμού Φ6.

Για τον έλεγχο της σημαντικότητας της διαφοράς του ενός ποσοστού από το άλλο για κάθε δειγματοληψία και για όλους τους λιθολογικούς τύπους, χρησιμοποιήθηκε η δίπλευρη στατιστική δοκιμασία ποσοστών. Η δοκιμασία πραγματοποιήθηκε για όλα τα προκύπτοντα (364) ζεύγη συλλογών. Από τον έλεγχο αυτό προέκυψε ότι, οι διαφορές, που εμφανίζει η πλειοψηφία των δυνατών ζευγών των ασβεστολιθικών, ψαμμιτικών, κερατολιθικών και εκρηξιγενών κόκκων δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν στα παρακάτω ζεύγη συλλογών των ασβεστολιθικών κροκαλών: Κοίτη-Φ4/Δ3 ($z=-1,97<-1,96=z_{κρ}$), κοίτη-Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=2,13>1,96=z_{κρ}$), κοίτη-Φ6/Δ4 ($z=-2,04<-1,96=z_{κρ}$), Φ1-Φ3 ($z=2,72>1,96=z_{κρ}$), Φ1-Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=3,46>1,96=z_{κρ}$), Φ2/Δ2-Φ3 ($z=2,30>1,96=z_{κρ}$), Φ2/Δ2-Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=2,74>1,96=z_{κρ}$), Φ3-Φ4/Δ3 ($z=-2,81<-1,96=z_{κρ}$), Φ3-Φ6/Δ4 ($z=-2,96<-1,96=z_{κρ}$), Φ3-Φ7/Δ1 ($z=-2,72<-1,96=z_{κρ}$), Φ3-Φ7/Δ2 ($z=-2,49<-1,96=z_{κρ}$), Φ4/Δ3-Φ5/Δ2 ($z=2,04>1,96=z_{κρ}$), Φ4/Δ3-Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=3,37>1,96=z_{κρ}$), Φ4/Δ4-Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=2,00>1,96=z_{κρ}$), Φ5/Δ1-Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=2,56>1,96=z_{κρ}$), Φ5/Δ2-Φ6/Δ4 ($z=-2,11<-1,96=z_{κρ}$), Φ6/Δ4-Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=3,57>1,96=z_{κρ}$), Φ7/Δ1-Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=3,37>1,96=z_{κρ}$) και Φ7/Δ2-Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=3,18>1,96=z_{κρ}$), στα παρακάτω ζεύγη ψαμμιτικών κροκαλών: Κοίτη-Φ1 ($z=-2,32<-1,96=z_{κρ}$), κοίτη–Φ2 ($z=2,01>1,96=z_{κρ}$), κοίτη–Φ4/Δ4 ($z=-2,05<1,96=z_{κρ}$), κοίτη–Φ5/Δ1 ($z=-1,97<1,96=z_{κρ}$), κοίτη–Φ5/Δ2 ($z=-2,78<1,96=z_{κρ}$), κοίτη–Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=-4,47<1,96=z_{κρ}$), κοίτη–Φ6/Δ4 ($z=-2,72<1,96=z_{κρ}$), Φ1-Φ3 ($z=3,85>1,96=z_{κρ}$), Φ1-Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=-2,19<-1,96=z_{κρ}$), Φ1-Φ7/Δ2 ($z=2,77>1,96=z_{κρ}$), Φ2/Δ1-Φ3 ($z=3,36>1,96=z_{κρ}$), Φ2/Δ1-Φ7/Δ2 ($z=2,35>1,96=z_{κρ}$), Φ2/Δ2-Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=-2,23<-1,96=z_{κρ}$), Φ3-Φ4/Δ2 ($z=-2,21<-1,96=z_{κρ}$), Φ3-Φ4/Δ3 ($z=-2,28<-1,96=z_{κρ}$), Φ3-Φ4/Δ4 ($z=-3,42<-1,96=z_{κρ}$), Φ3-Φ5/Δ1 ($z=-3,52<-1,96=z_{κρ}$), Φ3-Φ5/Δ2 ($z=-4,20<-1,96=z_{κρ}$), Φ3-Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=-5,58<-1,96=z_{κρ}$), Φ3-Φ6/Δ4 ($z=-4,15<-1,96=z_{κρ}$), Φ3-Φ7/Δ1 ($z=-2,88<-1,96=z_{κρ}$), Φ4/Δ3-Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=-2,66<-1,96=z_{κρ}$), Φ4/Δ4-Φ7/Δ2 ($z=2,52>1,96=z_{κρ}$), Φ5/Δ1-Φ7/Δ2 ($z=2,48>1,96=z_{κρ}$), Φ5/Δ2-Φ7/Δ2 ($z=3,15>1,96=z_{κρ}$), Φ6/$Δ_{1+3}$-Φ7/Δ1 ($z=2,59>1,96=z_{κρ}$), Φ6/$Δ_{1+3}$-Φ7/Δ2 ($z=4,54>1,96=z_{κρ}$), Φ6/Δ4-Φ7/Δ2 ($z=3,11>1,96=z_{κρ}$), στα παρακάτω ζεύγη κερατολιθικών κόκκων: Κοίτη-Φ4/Δ4 ($z=2,33>1,96=z_{κρ}$), κοίτη-Φ6/Δ4 ($z=3,09>1,96=z_{κρ}$), Φ1-Φ4/Δ4 ($z=2,17>1,96=z_{κρ}$), Φ1-Φ6/Δ4 ($z=2,67>1,96=z_{κρ}$), Φ2/Δ1-Φ4/Δ4 ($z=2,12>1,96=z_{κρ}$), Φ2/Δ1-Φ6/Δ4 ($z=2,48>1,96=z_{κρ}$), Φ3-Φ4/Δ4 ($z=2,67>1,96=z_{κρ}$), Φ3-Φ5/Δ2 ($z=2,48>1,96=z_{κρ}$), Φ3-Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=1,99>1,96=z_{κρ}$), Φ3-Φ6/Δ4 ($z=3,69>1,96=z_{κρ}$), Φ3-Φ47Δ1 ($z=2,49>1,96=z_{κρ}$), Φ4/Δ2-Φ4/Δ4 ($z=2,31>1,96=z_{κρ}$), Φ4/Δ2-Φ6/Δ4 ($z=2,79>1,96=z_{κρ}$), Φ4/Δ4-Φ7/Δ2 ($z=1,99>1,96=z_{κρ}$), Φ5/Δ1-Φ6/Δ4 ($z=2,19>1,96=z_{κρ}$), Φ6/Δ4-Φ7/Δ2 ($z=-2,29<-1,96=z_{κρ}$) και στα παρακάτω ζεύγη κόκκων εκρηξιγενών πετρωμάτων: Κοίτη-Φ1 ($z=5,99>1,96=z_{κρ}$), κοίτη-Φ2/Δ2 ($z=2,06>1,96=z_{κρ}$), κοίτη-Φ3 ($z=-2,67<-1,96=z_{κρ}$), κοίτη-Φ4/Δ3 ($z=2,97>1,96=z_{κρ}$), κοίτη-Φ5/Δ1 ($z=2,95>1,96=z_{κρ}$), κοίτη-Φ6/Δ4 ($z=4,35>1,96=z_{κρ}$), κοίτη-Φ7/Δ1 ($z=2,76>1,96=z_{κρ}$), Φ1-Φ2/Δ1

($z=-3,68<-1,96=z_{κρ}$), Φ1-Φ2/Δ2 ($z=-2,11<-1,96=z_{κρ}$), Φ1-Φ3 ($z=-7,53<-1,96=z_{κρ}$), Φ1-Φ4/Δ2 ($z=-4,58<-1,96=z_{κρ}$), Φ1-Φ4/Δ4 ($z=-2,44<-1,96=z_{κρ}$), Φ1-Φ5/Δ1 ($z=-2,64<-1,96=z_{κρ}$), Φ1-Φ5/Δ2 ($z=-4,47<-1,96=z_{κρ}$), Φ1-Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=-4,72<-1,96=z_{κρ}$), Φ1-Φ7/Δ1 ($z=-2,90<-1,96=z_{κρ}$), Φ1-Φ7/Δ2 ($z=-5,13<-1,96=z_{κρ}$), Φ2/Δ1-Φ3 ($z=-3,49<-1,96=z_{κρ}$), Φ2/Δ1-Φ6/Δ4 ($z=3,08>1,96=z_{κρ}$), Φ2/Δ2-Φ3 ($z=-3,19<-1,96=z_{κρ}$), Φ2/Δ2-Φ6/Δ4 ($z=2,17>1,96=z_{κρ}$), Φ3-Φ4/Δ2 ($z=2,44>1,96=z_{κρ}$), Φ3-Φ4/Δ3 ($z=4,43>1,96=z_{κρ}$), Φ3-Φ4/Δ4 ($z=2,72>1,96=z_{κρ}$), Φ3-Φ5/Δ1 ($z=4,70>1,96=z_{κρ}$), Φ3-Φ5/Δ2 ($z=3,29>1,96= z_{κρ}$), Φ3-Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=3,17>1,96= z_{κρ}$), Φ3-Φ6/Δ4 ($z=5,80>1,96= z_{κρ}$), Φ3-Φ7/Δ1 ($z=4,56>1,96=z_{κρ}$), Φ3-Φ7/Δ2 ($z=2,73>1,96=z_{κρ}$), Φ4/Δ2-Φ4/Δ3 ($z=2,10>1,96=z_{κρ}$), Φ4/Δ2-Φ6/Δ4 ($z=3,74>1,96=z_{κρ}$), Φ4/Δ3-Φ5/Δ2 ($z=-2,06<-1,96=z_{κρ}$), Φ4/Δ3-Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=-2,26<-1,96=z_{κρ}$), Φ4/Δ3-Φ7/Δ2 ($z=-2,59<-1,96=z_{κρ}$), Φ4/Δ4-Φ6/Δ4 ($z=2,44>1,96=z_{κρ}$), Φ5/Δ1-Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=-2,04<-1,96=z_{κρ}$), Φ5/Δ1-Φ6/Δ4 ($z=2,35>1,96=z_{κρ}$), Φ5/Δ2-Φ6/Δ4 ($z=3,59>1,96=z_{κρ}$), Φ6/Δ4-Φ7/Δ1 ($z=-2,52<-1,96=z_{κρ}$), Φ6/Δ4-Φ7/Δ2 ($z=-4,05<-1,96=z_{κρ}$) και Φ7/Δ1-Φ7/Δ2 ($z=-2,24<-1,96=z_{κρ}$).

7.5.5.2. Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ5.

Στον πίνακα 7.31 δίνονται οι τιμές του αριθμητικού μέσου των κροκαλών και των τεσσάρων λιθολογικών τύπων όλων των συλλογών του σταθμού δειγματοληψίας Σ5.

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ5	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ (mm)	Μ.Ο. ΣΤΑΘΜΟΥ (mm)
Κοίτη	70,97	35,71	37,47	43,30	63,98
Φ1	56,95	33,09	30,02	20,00	52,56
Φ2/Δ1	58,89	38,16	24,00	22,00	54,98
Φ2/Δ2	34,80	24,88	24,50	16,43	32,19
Φ3	12,62	13,40	12,29	11,25	12,45
Φ4/Δ2	23,88	14,40	27,40	22,22	23,11
Φ4/Δ3	56,37	34,44	46,12	19,50	53,00
Φ4/Δ4	62,31	32,50	0,00	13,75	51,54
Φ5/Δ1	45,18	30,53	29,00	17,67	42,01
Φ5/Δ2	32,80	25,75	25,10	16,13	30,67
Φ6/Δ1+Δ3	23,22	21,16	15,00	15,50	22,03
Φ6/Δ4	89,30	43,97	47,30	0,00	82,35
Φ7/Δ1	67,96	44,11	47,56	41,71	64,08
Φ7/Δ2	27,13	20,65	14,93	18,00	25,54
Σύνολο Σ5	47,93	29,93	27,16	22,76	43,80

Πίνακας 7.31: Τιμές αριθμητικού μέσου (σε mm) για όλους τους λιθολογικούς τύπους του σταθμού δειγματοληψίας Σ5

Ο αριθμητικός μέσος όλων των κόκκων του πέμπτου σταθμού δειγματοληψίας είναι 43,80mm και αντιστοιχεί στο επίπεδο των πολύ χονδρόκοκκων χαλικιών. Ο αριθμητικός μέσος των ασβεστολιθικών κροκαλών στο σύνολο του σταθμού δειγματοληψίας είναι 47,93mm και είναι πολύ μεγαλύτερος από τους αριθμητικούς μέσους των κερατολιθικών κόκκων (29,93mm), των ψαμμιτικών κόκκων (27,16mm) και των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων (22,76mm). Η μικρή διαφορά μεταξύ των αριθμητικών μέσων των ψαμμιτικών και κερατολιθικών κροκαλών δεν είναι στατιστικά σημαντική ($z=1,86<1,96=z_{κρ}$). Οι κόκκοι όλων των λιθολογικών τύπων είναι γενικά μεγαλύτεροι στην ενεργή κοίτη της ποτάμιας αύλακας (63,98mm), μικρότεροι στις δειγματοληψίες των κατάντη τμημάτων των φραγμών και ακόμη μικρότεροι στον ενδιάμεσο φραγμό Φ3 (12,45mm).

Οι μεγαλύτεροι ασβεστολιθικοί κόκκοι (89,30mm) εμφανίζονται στη συλλογή Φ6/Δ4 και οι μικρότεροι στο φραγμό Φ3 (12,62mm). Οι περισσότερες από τις διαφορές, που εμφανίζουν οι αριθμητικοί μέσοι των διαφόρων συλλογών μεταξύ τους, είναι στατιστικά σημαντικές. Η σύγκριση ανά δυο των μέσων τιμών με τη δοκιμασία z έδειξε ότι σε 12 μόνο ζεύγη συλλογών από τους 91 προκύπτοντες συνδυασμούς οι διαφορές, που εμφανίζονται μεταξύ των αριθμητικών μέσων είναι στατιστικά ασήμαντες και εμφανίζονται μεταξύ: της κοίτης και των συλλογών Φ4/Δ4 ($z=1,08<1,96=z_{κρ}$) και Φ7/Δ1 ($z=0,60<1,96=z_{κρ}$), μεταξύ του φραγμού Φ3 και των συλλογών Φ2/Δ1 ($z=-0,49>-1,96=z_{κρ}$), Φ4/Δ3 ($z=0,16<1,96=z_{κρ}$) και Φ4/Δ4 ($z=-0,72>-1,96=z_{κρ}$), μεταξύ της συλλογής Φ2/Δ1 και των συλλογών Φ4/Δ3 ($z=0,58<1,96=z_{κρ}$), Φ4/Δ4 ($z=-0,44>-1,96=z_{κρ}$) και Φ7/Δ1 ($z=-1,93>-1,96=z_{κρ}$) και μεταξύ των ζευγών συλλογών Φ2/Δ2-Φ5/Δ2 ($z=0,67<1,96=z_{κρ}$), Φ4/Δ2-Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=0,51<1,96=z_{κρ}$), Φ4/Δ3-Φ4/Δ4 ($z=-0,77>-1,96=z_{κρ}$) και Φ4/Δ4-Φ7/Δ1 ($z=-0,71>-1,96=z_{κρ}$).

Σε 37 από 91 συνδυασμούς ζευγών συλλογών των ψαμμιτικών κόκκων, οι διαφορές είναι στατιστικά σημαντικές και εμφανίζονται μεταξύ της κοίτης και των συλλογών Φ3 ($z=5,90>1,96=z_{κρ}$), Φ4/Δ2 ($z=5,46>1,96=z_{κρ}$), Φ5/Δ2 ($z=2,33>1,96=z_{κρ}$), Φ6/Δ1+3 ($z=3,82>1,96=z_{κρ}$) και Φ7/Δ2 ($z=2,88>1,96=z_{κρ}$), μεταξύ του φραγμού Φ1 και των συλλογών Φ3 ($z=5,16>1,96=z_{κρ}$), Φ4/Δ2 ($z=4,75>1,96=z_{κρ}$), Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=3,11>1,96=z_{κρ}$) και Φ7/Δ2 ($z=2,37>1,96=z_{κρ}$), μεταξύ της συλλογής Φ2/Δ1 και των συλλογών Φ3 ($z=3,48>1,96=z_{κρ}$), Φ4/Δ2 ($z=3,31>1,96=z_{κρ}$), Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=2,39>1,96=z_{κρ}$) και Φ7/Δ2 ($z=2,20>1,96=z_{κρ}$), μεταξύ της συλλογής Φ2/Δ2 και των συλλογών Φ3 ($z=2,15>1,96=z_{κρ}$), Φ6/Δ4 ($z=-2,84<-1,96=z_{κρ}$) και Φ7/Δ1 ($z=1,96=1,96=z_{κρ}$), μεταξύ του φραγμού Φ3 και των συλλογών Φ4/Δ3 ($z=-5,26<-1,96=z_{κρ}$), Φ5/Δ1 ($z=-3,52<-1,96=z_{κρ}$), Φ5/Δ2 ($z=-4,59<-1,96=z_{κρ}$), Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=-4,12<-1,96=z_{κρ}$), Φ6/Δ4 ($z=-6,86<-1,96=z_{κρ}$) και Φ7/Δ1 ($z=-3,65<-1,96=z_{κρ}$), μεταξύ της συλλογής Φ4/Δ2 και των συλλογών Φ4/Δ3 ($z=-4,83<-1,96=z_{κρ}$), Φ5/Δ1 ($z=-3,25<-1,96=z_{κρ}$), Φ5/Δ2 ($z=-3,97<-1,96=z_{κρ}$), Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=-3,19<-1,96=z_{κρ}$), Φ6/Δ4 ($z=-6,48<-1,96=z_{κρ}$) και Φ7/Δ1 ($z=-3,51<-1,96=z_{κρ}$), μεταξύ της συλλογής Φ4/Δ3 και των συλλογών Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=3,27>1,96=z_{κρ}$) και Φ7/Δ2 ($z=2,54>1,96=z_{κρ}$), μεταξύ των συλλογών Φ5/Δ1 και Φ6/Δ4 ($z=-2,12<-1,96=z_{κρ}$), μεταξύ της συλλογής Φ5/Δ2 και των συλλογών Φ6/Δ4 ($z=-3,73<-1,96=z_{κρ}$) και Φ7/Δ1 ($z=-2,12<-1,96=z_{κρ}$), μεταξύ της συλλογής Φ6/$Δ_{1+3}$ και των συλλογών Φ6/Δ4 ($z=-5,09<-1,96=z_{κρ}$) και Φ7/Δ1 ($z=-2,72<-1,96=z_{κρ}$), μεταξύ των συλλογών Φ6/Δ4 και Φ7/Δ2 ($z=4,06>1,96=z_{κρ}$) και τέλος μεταξύ των συλλογών Φ7/Δ1 και Φ7/Δ2 ($z=2,56>1,96=z_{κρ}$).

Οι μεγαλύτερες κερατολιθικές κροκάλες εμφανίζονται στις συλλογές Φ7/Δ1 (47,56mm), Φ6/Δ4 (47,30mm) και Φ4/Δ3 (46,12mm), ενώ οι μικρότερες στο φραγμό Φ3 (12,29mm). Στη δειγματοληψία Φ4/Δ4 δε συλλέχτηκαν κερατολιθικές κροκάλες.

Οι περισσότερες από τις διαφορές, που εμφανίζουν οι μέσες τιμές των κερατολιθικών κόκκων στις διάφορες συλλογές, δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Η σύγκριση ανά δυο των μέσων τιμών με τη δοκιμασία z έδειξε ότι σε 22 από τα 91 ζεύγη συλλογών, οι διαφορές μεταξύ των αριθμητικών μέσων είναι στατιστικά σημαντικές και εμφανίζονται μεταξύ: της κοίτης και των συλλογών Φ2/Δ1 ($z=2,74>1,96=z_{κρ}$), Φ3 ($z=7,37>1,96=z_{κρ}$), Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=6,14>1,96=z_{κρ}$) και Φ7/Δ2 ($z=6,06>1,96=z_{κρ}$), μεταξύ του φραγμού Φ1 και των συλλογών Φ3

($z=4,35>1,96=z_{κρ}$), Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=3,51>1,96=z_{κρ}$) και Φ7/Δ2 ($z=3,48>1,96=z_{κρ}$), μεταξύ της συλλογής Φ2/Δ1 και των συλλογών Φ3 ($z=3,18>1,96=z_{κρ}$), Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=2,30>1,96=z_{κρ}$) και Φ7/Δ2 ($z=2,29>1,96=z_{κρ}$), μεταξύ του φραγμού Φ3 και των συλλογών Φ4/Δ2 ($z=-3,12<-1,96=z_{κρ}$), Φ4/Δ3 ($z=-3,08<-1,96=z_{κρ}$), Φ6/Δ4 ($z=-3,01<-1,96=z_{κρ}$) και Φ7/Δ1 ($z=-2,63<-1,96=z_{κρ}$), μεταξύ της συλλογής Φ4/Δ2 και των συλλογών Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=2,46>1,96=z_{κρ}$) και Φ7/Δ2 ($z=2,45>1,96=z_{κρ}$), μεταξύ της συλλογής Φ4/Δ3 και των συλλογών Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=2,81>1,96=z_{κρ}$) και Φ7/Δ2 ($z=2,81>1,96=z_{κρ}$), μεταξύ της συλλογής Φ6/$Δ_{1+3}$ και των συλλογών Φ6/Δ4 ($z=-2,76<-1,96=z_{κρ}$) και Φ7/Δ1 ($z=-2,41<-1,96=z_{κρ}$), μεταξύ των συλλογών Φ6/Δ4 και Φ7/Δ2 ($z=2,76>1,96=z_{κρ}$) και μεταξύ των συλλογών Φ7/Δ1 και Φ7/Δ2 ($z=-2,42<-1,96=z_{κρ}$).

Από τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων τη μικρότερη τιμή αριθμητικού μέσου εμφανίζει η συλλογή του φραγμού Φ1 (11,25mm), ενώ από τη δειγματοληψία Φ6/Δ4 δε συλλέχτηκαν κόκκοι εκρηξιγενών πετρωμάτων. Οι μεγαλύτερες τιμές αριθμητικών μέσων εμφανίζονται στην κοίτη του ρεύματος (43,30mm) και στη συλλογή Φ7/Δ1 (41,71mm), που δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους ($z=0,12<1,96=z_{κρ}$), ενώ διαφέρουν σημαντικά με όλες τις τιμές των υπόλοιπων συλλογών (οι τιμές z, που υπολογίστηκαν κυμαίνονται μεταξύ 2,95 και 5,50). Από τις υπόλοιπες συγκρίσεις, που πραγματοποιήθηκαν, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε 14 ζεύγη συλλογών, που εμφανίζονται: μεταξύ του φραγμού Φ1 και των συλλογών Φ3 ($z=17,22>1,96=z_{κρ}$), Φ4/Δ4 ($z=5,00>1,96=z_{κρ}$) και Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z= 2,17>1,96=z_{κρ}$), μεταξύ της συλλογής Φ2/Δ1 και των συλλογών Φ3 ($z=21,16>1,96=z_{κρ}$), Φ4/Δ4 ($z=6,59>1,96=z_{κρ}$), Φ5/Δ2 ($z=2,58>1,96=z_{κρ}$), Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=3,14>1,96=z_{κρ}$) και Φ7/Δ2 ($z=2,38>1,96=z_{κρ}$), μεταξύ του φραγμού Φ3 και των συλλογών Φ4/Δ2 ($z=-2,60<-1,96=z_{κρ}$), Φ5/Δ1 ($z=-1,99<-1,96=z_{κρ}$), Φ5/Δ2 ($z=-2,09<-1,96=z_{κρ}$), Φ6/$Δ_{1+3}$ ($z=-1,99<-1,96=z_{κρ}$) και Φ7/Δ2 ($z=-3,84<-1,96=z_{κρ}$) και μεταξύ των συλλογών Φ7/Δ2 και Φ4/Δ4 ($z=-2,03<-1,96=z_{κρ}$).

Στα κατάντη τμήματα των ακραίων φραγμών Φ2, Φ4, Φ6 και του ενδιάμεσου φραγμού Φ5 αποτίθενται λεπτότερα υλικά, που είναι χαρακτηριστικό και για τμήματα δικτυωτών ποταμών (Ashworth et al., 1992).

Στο σχήμα 7.21Β απεικονίζεται χαρτογραφημένη η κατανομή του αριθμητικού μέσου των κόκκων της επιφανειακής δειγματοληψίας του σταθμού Σ5.

7.5.5.3. Αποτελέσματα ανάλυσης της στρογγύλωσης των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ5.

Οι τιμές του βαθμού στρογγύλωσης των κροκαλών όλων των λιθολογικών τύπων και για κάθε μονάδα συλλογής του πέμπτου σταθμού δειγματοληψίας αναγράφονται στον πίνακα 7.32. Ο προσδιορισμός της στρογγύλωσης κάθε κόκκου έγινε με σύγκριση με τον οπτικό χάρτη του Krumbein (1941).

Όπως φαίνεται από τις τιμές στρογγύλωσης, που προσδιορίστηκαν, το σύνολο των κόκκων του πέμπτου σταθμού δειγματοληψίας έχουν μέση τιμή στρογγύλωσης 0,50 και μπορούν να χαρακτηριστούν σαν υποστρόγγυλοι. Οι ασβεστολιθικοί κόκκοι εμφανίζουν στο σύνολό τους τιμή στρογγύλωσης 0,50 (υποστρόγγυλοι), οι ψαμμιτικοί 0,61 (υποστρόγγυλοι), οι κερατολιθικοί 0,24 (γωνιώδεις) και οι κόκκοι των εκρηξιγενών 0,48 (υπογωνιώδεις).

Οι περισσότερο στρογγυλοί ασβεστολιθικοί κόκκοι βρίσκονται στην κοίτη (0,56) και οι λιγότερο στρογγυλοί στο φραγμό Φ3 (0,44). Οι μικρές διαφορές στο βαθμό στρογγύλωσης, που φαίνεται να παρουσιάζονται μεταξύ των φραγμών Φ1, Φ4, Φ5 και Φ6 δεν είναι στατιστικά σημαντικές (χ^2=15,99<21,05=$\chi^2_{κρ}$), όπως και οι διαφορές μεταξύ των φραγμών Φ2 και Φ7 (χ^2=7,91<9,49=$\chi^2_{κρ}$). Η διαφορά στρογγύλωσης μεταξύ της κοίτης και του φραγμού Φ1 είναι στατιστικά σημαντική (χ^2=27,29>9,49=$\chi^2_{κρ}$), όπως και η διαφορά μεταξύ των φραγμών Φ2 και Φ3 (χ^2=25,28<9,49=$\chi^2_{κρ}$).

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ5	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ ΜΟΝΑΔΑΣ
Κοίτη	0,56	0,81	0,19	0,51	0,55
Φ1	0,52	0,60	0,26	0,35	0,51
Φ2	0,47	0,55	0,16	0,37	0,46
Φ3	0,44	0,72	0,31	0,47	0,45
Φ4	0,51	0,54	0,31	0,46	0,50
Φ5	0,50	0,61	0,24	0,40	0,50
Φ6	0,52	0,57	0,20	0,34	0,51
Φ7	0,45	0,60	0,26	0,34	0,45
Σύνολο Σ5	0,50	0,61	0,24	0,43	0,50

Πίνακας 7.32: Τιμές στρογγύλωσης των κόκκων όλων των λιθολογικών τύπων του σταθμού δειγματοληψίας Σ5.

Οι ψαμμιτικοί κόκκοι είναι γενικά στρογγυλοί με τιμές, που κυμαίνονται για τις διάφορες συλλογές μεταξύ 0,54 (Φ4) και 0,81 (κοίτη). Η στατιστική δοκιμασία χ^2 έδειξε ότι οι βαθμοί στρογγύλωσης όλων των φραγμών του σταθμού (Φ1 έως Φ7) εμφανίζουν μεταξύ τους διαφορές, που είναι στατιστικά ασήμαντες (χ^2=34,95<36,42 =$\chi^2_{κρ}$). Επίσης ο βαθμός στρογγύλωσης της ενεργής κοίτης δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το βαθμό στρογγύλωσης του φραγμού Φ3 (χ^2=6,19<7,82=$\chi^2_{κρ}$), διαφέρει όμως σημαντικά από το βαθμό στρογγύλωσης του φραγμού Φ1 (χ^2=18,70>9,49=$\chi^2_{κρ}$).

Οι κερατολιθικοί κόκκοι είναι γενικά γωνιώδεις και έχουν βαθμούς στρογγύλωσης μεταξύ 0,16 (Φ2) και 0,31 (Φ3 και Φ4). Οι διαφορές στους βαθμούς στρογγύλωσης, που φαίνεται να εμφανίζονται, δε μπορούν να ελεγχθούν στατιστικά, λόγω των μικρών τιμών των αναμενόμενων συχνοτήτων, που προκύπτουν κατά την εφαρμογή της μεθόδου χ^2.

Οι τιμές του βαθμού στρογγύλωσης για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων κυμαίνονται μεταξύ 0,34 (Φ6 και Φ7) και 0,51 (κοίτη). Οι μικρές τιμές αναμενόμενων συχνοτήτων, δεν επέτρεψαν το στατιστικό έλεγχο όλων των δυνατών συνδυασμών. Οι διαφορές στους βαθμούς στρογγύλωσης μεταξύ της κοίτης και των φραγμών Φ3 και Φ5, που ελέγχθηκαν, δεν είναι στατιστικά σημαντικές (χ^2=8,83<15,51=$\chi^2_{κρ}$).

7.5.5.4. Αποτελέσματα ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ5.

Οι διάφοροι λιθολογικοί τύποι του πέμπτου σταθμού δειγματοληψίας εμφανίζουν σχεδόν ίδια σφαιρικότητα. Οι ασβεστολιθικές, οι κερατολιθικές και οι εκρηξιγενείς κροκάλες έχουν ίσες μέσες τιμές σφαιρικότητας (0,70, 0,70 και 0,71 αντίστοιχα), ενώ οι ψαμμιτικές κροκάλες έχουν τιμή σφαιρικότητας 0,67, που είναι στατιστικά μικρότερη από τις προηγούμενες (z=-2,80<-1,96=$z_{κρ}$ σε σύγκριση με τη σφαιρικότητα των κερατολιθικών κροκαλών). Ο μέσος όρος της σφαιρικότητας του συνόλου των κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας είναι

0,70 (πιν. 7.33). Στο σύνολο των κροκαλών ανά δειγματοληψία, η μέση τιμή της σφαιρικότητας κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0,69 και 0,71.

Η σφαιρικότητα των ασβεστολιθικών κροκαλών κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0,68 και 0,71. Από τις εμφανιζόμενες διαφορές των μέσων τιμών της σφαιρικότητας στα 91 ζεύγη συλλογών, μόνο οι 8 είναι στατιστικά σημαντικές και εμφανίζονται μεταξύ: της κοίτης και των συλλογών Φ2/Δ1 ($z=2,20>1,96=z_{κρ}$), Φ3 ($z=2,21>1,96=z_{κρ}$) και Φ6/Δ4 ($z=2,08>1,96=z_{κρ}$) και μεταξύ της συλλογής Φ5/Δ2 και των συλλογών Φ2/Δ1 ($z=-2,6<-1,96=z_{κρ}$), Φ3 ($z=-2,61<-1,96=z_{κρ}$), Φ4/Δ2 ($z=-2,04<-1,96=z_{κρ}$) Φ6/Δ4 ($z=-2,51<-1,96=z_{κρ}$) και Φ4/Δ4 ($z=2,25<-1,96=z_{κρ}$).

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ5	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ ΜΟΝΑΔΑΣ
Κοίτη	0,71	0,65	0,74	0,72	0,71
Φ1	0,70	0,68	0,60	0,75	0,70
Φ2/Δ1	0,69	0,74	0,67	0,68	
Φ2/Δ2	0,71	0,69	0,77	0,71	0,71
Φ3	0,69	0,63	0,67	0,71	0,69
Φ4/Δ2	0,68	0,68	0,67	0,67	
Φ4/Δ3	0,71	0,71	0,76	0,77	0,69
Φ4/Δ4	0,68	0,65	-	0,71	
Φ5/Δ1	0,71	0,69	0,72	0,74	
Φ5/Δ2	0,72	0,66	0,69	0,70	0,71
Φ6/Δ1+3	0,71	0,67	0,71	0,71	
Φ6/Δ4	0,69	0,65	0,63	-	0,69
Φ7/Δ1	0,71	0,65	0,78	0,66	
Φ7/Δ2	0,70	0,67	0,72	0,71	0,70
Σύνολο Σ5	0,70	0,67	0,70	0,71	0,70

Πίνακας 7.33: Σφαιρικότητα κόκκων κάθε λιθολογίας καθώς και του συνόλου των κροκαλών για κάθε γεωμορφολογική μονάδα του πέμπτου σταθμού δειγματοληψίας.

Οι διαφορές, που φαίνονται να εμφανίζονται μεταξύ των τιμών σφαιρικότητας των ψαμμιτικών κροκαλών δεν είναι στατιστικά σημαντικές στα 90 από τα 91 εξεταζόμενα ζεύγη. Εξαίρεση αποτελεί μόνο η διαφορά των τιμών σφαιρικότητας μεταξύ της ενεργής κοίτης και της συλλογής Φ4/Δ3 ($z=-2,03<-1,96=z_{κρ}$).

Η σφαιρικότητα των κερατολιθικών κόκκων παρουσιάζει το μεγαλύτερο εύρος, που κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0,60 (Φ1) και 0,74 (Φ7/Δ1). Στατιστικά σημαντικές διαφορές εμφανίζονται μόνο μεταξύ της τιμής σφαιρικότητας του φραγμού Φ1 και των συλλογών: κοίτης ($z=4,09>1,96=z_{κρ}$), Φ2/Δ2 ($z=-2,14<-1,96=z_{κρ}$), Φ4/Δ3 ($z=-3,08<-1,96=z_{κρ}$), Φ5/Δ1 ($z=-3,03<-1,96=z_{κρ}$), Φ5/Δ2 ($z=-2,58<-1,96=z_{κρ}$), $Φ6/Δ_{1+3}$ ($z=-2,83<-1,96=z_{κρ}$), Φ7/Δ1 ($z=-2,66<-1,96=z_{κρ}$) και Φ7/Δ2 ($z=-3,44<-1,96=z_{κρ}$).

Οι τιμές σφαιρικότητας των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων κυμαίνεται μεταξύ 0,66 (Φ7/Δ1) και 0,77 (Φ4/Δ3). Από τα εξεταζόμενα ζεύγη τιμών σφαιρικότητας, στατιστικά σημαντικές διαφορές εμφανίζονται μεταξύ των τιμών σφαιρικότητας: της κοίτης και της συλλογής Φ2/Δ1 ($z=2,66>1,96=z_{κρ}$), της συλλογής Φ2/Δ1 και των συλλογών Φ3 ($z=-2,10<-1,96=z_{κρ}$), Φ4/Δ3 ($z=-3,48<-1,96=z_{κρ}$) και Φ5/Δ1 ($z=-2,08<-1,96=z_{κρ}$) και μεταξύ της συλλογής Φ4/Δ3 και των συλλογών Φ3 ($z=-20,3<-1,96=z_{κρ}$), Φ4/Δ2 ($z=-2,34<-1,96=z_{κρ}$), Φ5/Δ2 ($z=2,38>1,96=z_{κρ}$) και Φ7/Δ1 ($z=2,81>1,96=z_{κρ}$).

7.5.5.5. Αποτελέσματα ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ5.

Στον πίνακα 7.34 φαίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του σχήματος των κόκκων των συλλογών του σταθμού δειγματοληψίας Σ5, σύμφωνα με την ταξινομική διάκριση που πρότεινε ο Zingg (1935).

Στην κοίτη του σταθμού δειγματοληψίας Σ5 κυριαρχούν οι κροκάλες σφαιροειδούς σχήματος για τους ασβεστόλιθους, με ποσοστό συμμετοχής 38,61% και ακολουθούν οι δισκοειδείς, οι ραβδόμορφες και οι πλατυσμένες κροκάλες με αντίστοιχα επί τοις % ποσοστά, 32,37%, 21,10% και 7,91%. Οι ψαμμιτικοί κόκκοι αποτελούνται σε ποσοστό 45,24% από δισκοειδείς κροκάλες και σε ποσοστά 19,05%, 26,19% και 9,52% από κροκάλες σφαιροειδείς, ραβδόμορφες και πλατυσμένες αντίστοιχα. Οι κερατολιθικοί κόκκοι περιλαμβάνουν μεγάλο ποσοστό σφαιρών (55,88%), ενώ το ποσοστό των ράβδων είναι 23,53%, των δίσκων 14,71% και των πλατυσμένων κόκκων 5,88%. Στις κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων, οι σφαιρικές έχουν ποσοστό 40,00%, οι δίσκοι 30,00%, οι ράβδοι 22,50%, και οι πλατυσμένες 7,50%. Στο σύνολο των κόκκων της κοίτης, το ποσοστό των δίσκων είναι 32,08%, των σφαιρών 38,27%, των ράβδων 21,76% και των πλατυσμένων κροκαλών 7,88%.

Στον ακραίο φραγμό Φι οι ασβεστολιθικές κροκάλες έχουν σε ποσοστά 36,67% και 37,78% δισκοειδές και σφαιρικό σχήμα αντίστοιχα, ενώ οι ραβδόμορφες και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με αντίστοιχα ποσοστά 18,08% και 7,50%. Το μεγαλύτερο μέρος των ψαμμιτικών κροκαλών (42,59%) έχει δισκοειδές σχήμα, ενώ 35,19%,12,96% και 9,26% είναι τα ποσοστά συμμετοχής των σφαιρικών, των ραβδοειδών και των πλατυσμένων κροκαλών. Οι κερατολιθικοί κόκκοι αποτελούνται κατά 45,450% από σφαίρες, 36,36% από δίσκους, 4,55% από ράβδους και13,64% από πλατυσμένες κροκάλες. Από τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων συλλέχτηκε ένας μόνο κόκκος σφαιρικού σχήματος. Στο σύνολο των κόκκων του φραγμού Φ1 το ποσοστό των δίσκων είναι 37,30%, των σφαιρών 37,99%, των ράβδων 16,70% και των πλατυσμένων κροκαλών 8,01%.

Οι ασβεστολιθικοί κόκκοι του φραγμού Φ2 αποτελούνται σε ποσοστό 41,13% από κροκάλες δισκοειδούς σχήματος, από 29,94% από σφαιροειδείς, από 22,58% από ράβδους και από 6,45% από πλατυσμένες κροκάλες. Στους ψαμμιτικούς κόκκους, το ποσοστό συμμετοχής των δισκοειδών κροκαλών είναι 32,35%, ενώ οι σφαιροειδείς, οι ραβδοειδείς και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 35,29%, 14,71% και 17,61% αντίστοιχα. Στους κερατολιθικούς κόκκους, κυριαρχούν οι δίσκοι και οι σφαίρες με ποσοστά συμμετοχής 46,67% και 40,00%, ενώ το ποσοστό συμμετοχής των άλλων σχημάτων είναι ίδιο (6,67%). Στους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων λείπουν οι πλατυσμένες κροκάλες ενώ τα ποσοστά συμμετοχής των δισκοειδών, σφαιροειδών και ραβδοειδών κροκαλών είναι 50,00%, 30,00% και 20,00% αντίστοιχα. Στο σύνολο των κόκκων του φραγμού Φ2 το ποσοστό των δίσκων είναι 40,72%, των σφαιρών 30,94%, των ράβδων 20,85% και των πλατυσμένων κροκαλών 7,49%.

Οι δίσκοι και οι σφαίρες, στους ασβεστολιθικούς κόκκους της συλλογής του φραγμού Φ3, κατέχουν ποσοστά 42,06% και 30,56%. Οι ράβδοι και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 17,46% και 9,92%

αντίστοιχα. Στους ψαμμιτικούς κόκκους, το ποσοστό συμμετοχής των δίσκων είναι 46,67%, ενώ τα ποσοστά των σφαιρών, των ράβδων και των πλατυσμένων κροκαλών είναι 20,00%, 13,33% και 20,00% αντίστοιχα. Στους κερατολιθικούς κόκκους κυριαρχούν οι σφαίρες με ποσοστό 42,86%, οι δίσκοι και οι ράβδοι συμμετέχουν με ποσοστά 25,00% και 17,86% αντίστοιχα, ενώ οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 14,29%. Τα αντίστοιχα ποσοστά δίσκων, σφαιρών, ράβδων και πλατυσμένων κροκαλών των εκρηξιγενών κόκκων είναι 43,18%, 27,27%, 27,27% και 2,27%. Στο σύνολο των κόκκων του φραγμού Φ3 το ποσοστό των δίσκων είναι 42,48%, των σφαιρών 29.20%, των ράβδων 18,58% και των πλατυσμένων κροκαλών 9,73%.

ΣΥΛ-ΛΟΓΗ	ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ		ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ	
		ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Κοίτη	Δίσκοι	135	32,37	19	45,24	5	14,71	12	30,00	171	32,08
	Σφαίρες	161	38,61	8	19,05	19	55,88	16	40,00	204	38,27
	Ράβδοι	88	21,10	11	26,19	8	23,53	9	22,50	116	21,76
	Πλατυσ.	33	7,91	4	9,52	2	5,88	3	7,50	42	7,88
	Σύνολο	417	100,00	42	100,00	34	100,00	40	100,00	533	100,00
Φ1	Δίσκοι	132	36,67	23	42,59	8	36,36	0	0,00	163	37,30
	Σφαίρες	136	37,78	19	35,19	10	45,45	1	100,00	166	37,99
	Ράβδοι	65	18,08	7	12,96	1	4,55	0	0,00	73	16,70
	Πλατυσ.	27	7,50	5	9,26	3	13,64	0	0,00	35	8,01
	Σύνολο	360	100,00	54	100,00	22	100,00	1	100,00	437	100,00
Φ2	Δίσκοι	102	41,13	11	32,35	7	46,67	5	50,00	125	40,72
	Σφαίρες	74	29,94	12	35,29	6	40,00	3	30,00	95	30,94
	Ράβδοι	56	22,58	5	14,71	1	6,67	2	20,00	64	20,85
	Πλατυσ.	16	6,45	6	17,65	1	6,67	0	0,00	23	7,49
	Σύνολο	248	100,00	34	100,00	15	100,00	10	100,00	307	100,00
Φ3	Δίσκοι	106	42,06	7	46,67	12	42,86	19	43,18	144	42,48
	Σφαίρες	77	30,56	3	20,00	7	25,00	12	27,27	99	29,20
	Ράβδοι	44	17,46	2	13,33	5	17,86	12	27,27	63	18,58
	Πλατυσ.	25	9,92	3	20,00	4	14,29	1	2,27	33	9,73
	Σύνολο	252	100,00	15	100,00	28	100,00	44	100,00	339	100,00
Φ4	Δίσκοι	139	39,49	18	39,13	8	44,44	4	28,57	169	39,30
	Σφαίρες	112	31,82	12	26,09	7	38,89	3	21,43	134	31,16
	Ράβδοι	62	17,61	7	15,22	2	11,11	6	42,86	77	17,91
	Πλατυσ.	39	11,08	9	19,57	1	5,56	1	7,14	50	11,63
	Σύνολο	352	100,00	46	100,00	18	100,00	14	100,00	430	100,00
Φ5	Δίσκοι	134	30,95	32	44,44	11	50,00	10	47,62	187	34,12
	Σφαίρες	176	40,65	21	29,17	5	22,73	4	19,05	206	37,59
	Ράβδοι	88	20,32	10	13,89	5	22,73	4	19,05	107	19,53
	Πλατυσ.	35	8,08	9	12,50	1	4,55	3	14,29	48	8,76
	Σύνολο	433	100,00	72	100,00	22	100,00	21	100,00	548	100,00
Φ6	Δίσκοι	182	42,42	39	42,86	8	47,06	8	44,44	237	42,70
	Σφαίρες	144	33,57	23	25,27	2	11,76	5	27,78	174	31,35
	Ράβδοι	66	15,38	15	16,48	5	29,41	5	27,78	91	16,40
	Πλατυσ.	37	8,62	14	15,38	2	11,76	0	0,00	53	9,55
	Σύνολο	429	100,00	91	100,00	17	100,00	18	100,00	555	100,00
Φ7	Δίσκοι	186	38,35	21	43,75	9	37,50	15	53,57	231	39,49
	Σφαίρες	146	30,10	13	27,08	7	29,17	8	28,57	174	29,74
	Ράβδοι	106	21,86	8	16,67	5	20,83	4	14,29	123	21,03
	Πλατυσ.	47	9,69	6	12,50	3	12,50	1	3,57	57	9,74
	Σύνολο	485	100,00	48	100,00	24	100,00	28	100,00	585	100,00
Σύνολο Σ5	Δίσκοι	1116	37,50	170	42,29	68	37,78	73	41,48	1427	38,22
	Σφαίρες	1026	34,48	111	27,61	63	35,00	52	29,55	1252	33,53
	Ράβδοι	575	19,32	65	16,17	32	17,78	42	23,86	714	19,12
	Πλατυσ.	259	8,70	56	13,93	17	9,44	9	5,11	341	9,13
	Σύνολο	2976	100,00	402	100,00	180	100,00	176	100,00	3734	100,00

Πίνακας 7.34: Το σχήμα των κόκκων για κάθε λιθολογία της κοίτης και των φραγμών του πέμπτου σταθμού δειγματοληψίας.

Στους ασβεστολιθικούς κόκκους του φραγμού Φ4 το ποσοστό των δίσκων είναι 39,49%. Οι σφαίρες, οι ράβδοι και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 31,82%. 17,61% και 11,08% αντίστοιχα. Στους ψαμμιτικούς κόκκους κυριαρχούν οι δίσκοι με ποσοστό 39,13%. Οι σφαίρες, οι ράβδοι και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 26,09%. 15,22% και 19,57% αντίστοιχα. Στους κερατολιθικούς κόκκους το ποσοστό των δίσκων είναι 44,44%, ενώ τα ποσοστά των σφαιρών, των ράβδων και των πλατυσμένων κροκαλών είναι αντίστοιχα 38,89%, 11,11% και 5,56%. Στους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων οι ράβδοι κυριαρχούν με ποσοστό 42,86%, οι δίσκοι συμμετέχουν με 28,57%, οι σφαίρες με 21,43% και οι πλατυσμένες κροκάλες με ποσοστό 7,14%. Στο σύνολο των κόκκων του φραγμού Φ4 το ποσοστό των δίσκων είναι 39,30%, των σφαιρών 31,16%, των ράβδων 17,91% και των πλατυσμένων κροκαλών 11,63%.

Στους ασβεστολιθικούς κόκκους του φραγμού Φ5 επικρατούν οι σφαίρες με ποσοστό 40,65%. Οι δίσκοι, οι ράβδοι και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 30,95%. 20,32% και 8,08% αντίστοιχα. Στους ψαμμιτικούς κόκκους κυριαρχούν οι δίσκοι με ποσοστό 44,44%. Οι σφαίρες, οι ράβδοι και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 29,17%. 13,89% και 12,50% αντίστοιχα. Στους κερατολιθικούς κόκκους, οι δίσκοι συμμετέχουν με ποσοστό 50,00%, οι σφαίρες και οι ράβδοι ισοκατανέμονται με ποσοστό 22,73% και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 4,45%. Στους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων οι δίσκοι κυριαρχούν με ποσοστό 47,62%, οι σφαίρες και οι ράβδοι συμμετέχουν με 19,05% και οι πλατυσμένες κροκάλες με ποσοστό 14,29%. Στο σύνολο των κόκκων του φραγμού Φ5 το ποσοστό των δίσκων είναι 34,12%, των σφαιρών 37,59%, των ράβδων 19,53% και των πλατυσμένων κροκαλών 8,76%.

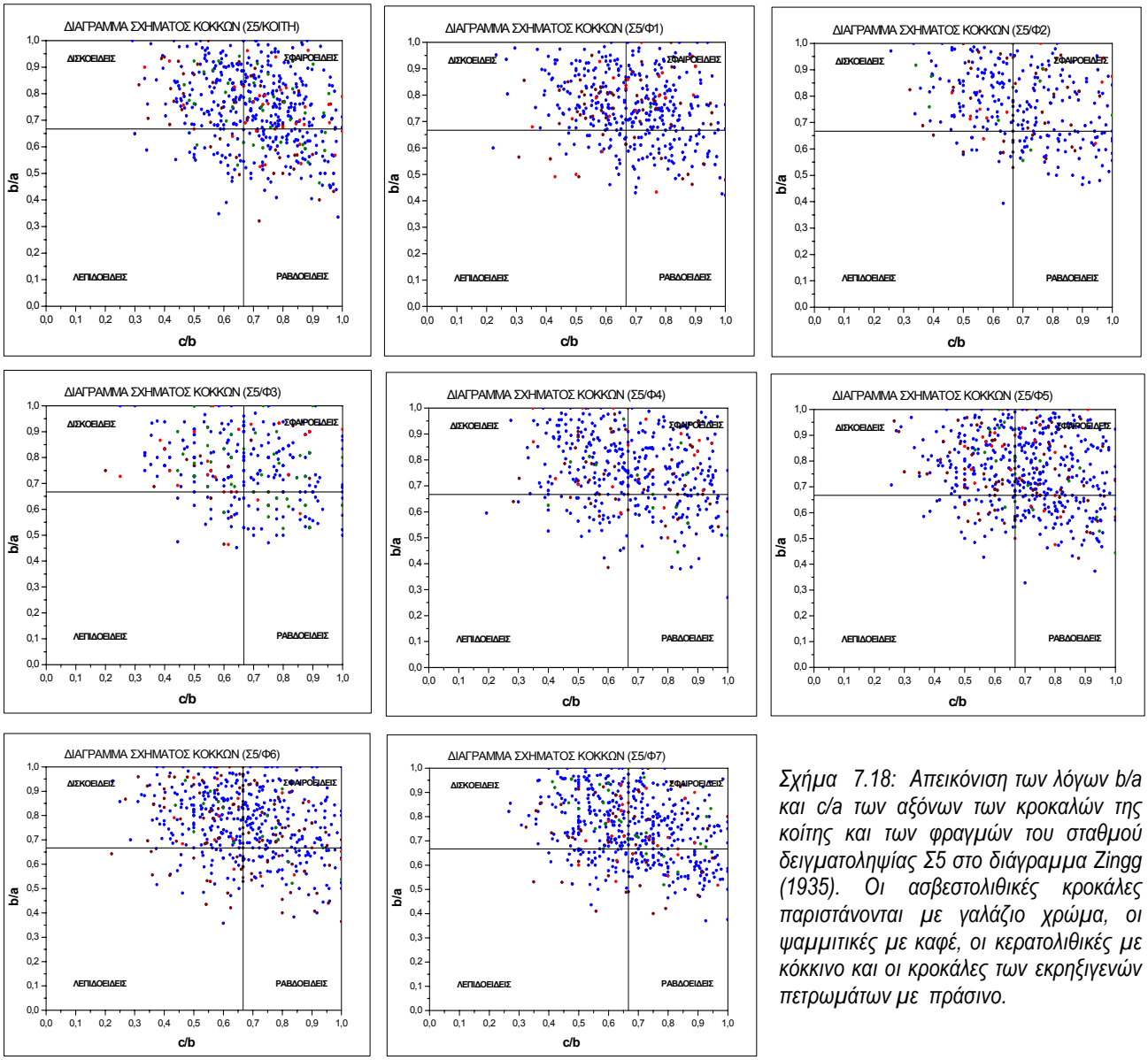
Στους ασβεστολιθικούς κόκκους του φραγμού Φ6 επικρατούν οι δίσκοι με ποσοστό 42,42%. Οι σφαίρες, οι ράβδοι και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 33,57%, 15,38% και 8,62% αντίστοιχα. Στους ψαμμιτικούς κόκκους κυριαρχούν επίσης οι δίσκοι με ποσοστό 42,86%. Οι σφαίρες, οι ράβδοι και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 25,27%. 16,48% και 15,38% αντίστοιχα. Στους κερατολιθικούς κόκκους, οι δίσκοι συμμετέχουν με ποσοστό 47,06%, οι ράβδοι με ποσοστό 29,41%, ενώ οι σφαίρες και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 11,76%. Στους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων οι δίσκοι κυριαρχούν με ποσοστό 44,44%, οι σφαίρες και οι ράβδοι συμμετέχουν με 27,78%, ενώ λείπουν οι πλατυσμένες κροκάλες. Στο σύνολο των κόκκων του φραγμού Φ6 το ποσοστό των δίσκων είναι 42,70%, των σφαιρών 31,35%, των ράβδων 16,40% και των πλατυσμένων κροκαλών 9,55%.

Στους ασβεστολιθικούς κόκκους του φραγμού Φ7 επικρατούν οι δίσκοι με ποσοστό 38,35%. Οι σφαίρες, οι ράβδοι και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 30,10%. 21,86% και 9,69% αντίστοιχα. Στους ψαμμιτικούς κόκκους, κυριαρχούν επίσης οι δίσκοι με ποσοστό 43,75%. Οι σφαίρες, οι ράβδοι και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 27,08%, 16,67% και 12,50% αντίστοιχα. Στους κερατολιθικούς κόκκους, το ποσοστό των δίσκων ανέρχεται σε 37,50%, των σφαιρών σε 29,17%, των ράβδων σε 20,83% και των πλατυσμένων κροκαλών σε 12,50%. Στους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων οι δισκοειδείς κροκάλες κυριαρχούν με ποσοστό 53,57%, οι σφαίρες συμμετέχουν με 28,57%, οι ράβδοι με 14,29% και οι

πλατυσμένες κροκάλες με ποσοστό 3,57%. Στο σύνολο των κόκκων του φραγμού Φ7 το ποσοστό των δίσκων είναι 39,49%, των σφαιρών 29,74%, των ράβδων 21,03% και των πλατυσμένων κροκαλών 9,74%.

Ο στατιστικός έλεγχος έδειξε ότι οι συχνότητες εμφάνισης δίσκων, σφαιρών, ράβδων και πλατυσμένων ασβεστολιθικών κροκαλών μεταξύ των συλλογών της κοίτης και των φραγμών Φ1 και Φ5, είναι όμοιες (χ^2=3,55 <12,59=$\chi^2_{κρ}$), όπως και μεταξύ των φραγμών Φ2, Φ3, Φ4, Φ6 και Φ7 (χ^2=13,55<21,03=$\chi^2_{κρ}$). Οι ψαμμιτικοί κόκκοι εμφανίζουν στατιστικά ίδιες αναλογίες δίσκων, σφαιρών, ράβδων και πλατυσμένων κροκαλών σε όλες τις συλλογές (χ^2=11,60<32,67=$\chi^2_{κρ}$). Οι συχνότητες αυτές δε μπορούν να ελεγχθούν για τις κερατολιθικές και εκρηξιγενείς κροκάλες, λόγω των μικρών τιμών αναμενόμενων συχνοτήτων.

Το σύνολο των κόκκων ανά συλλογή των φραγμών και της κοίτης του πέμπτου σταθμού δειγματοληψίας απεικονίζεται σε ταξινομικό διάγραμμα κατά Zingg (1935) στα σχήματα 7.18.



Σχήμα 7.18: Απεικόνιση των λόγων b/a και c/a των αξόνων των κροκαλών της κοίτης και των φραγμών του σταθμού δειγματοληψίας Σ5 στο διάγραμμα Zingg (1935). Οι ασβεστολιθικές κροκάλες παριστάνονται με γαλάζιο χρώμα, οι ψαμμιτικές με καφέ, οι κερατολιθικές με κόκκινο και οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων με πράσινο.

Στους πίνακες 7.35Α και 7.35Β φαίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ5, σύμφωνα με το ταξινομικό σχήμα που πρότειναν οι Sneed & Folk (1958) και στο σχήμα 7.19 απεικονίζεται το σύνολο των κόκκων σε διαγράμματα c/a-F και c/a-σφαιρικότητα επίσης κατά Sneed & Folk (1958). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής, για όλους τους λιθολογικούς τύπους και στο σύνολο των συλλογών του σταθμού δειγματοληψίας Σ5, οι "Β" κροκάλες κατέχουν το μεγαλύτερο επί τοις % ποσοστό συμμετοχής (19,83%) και ακολουθούν οι "CB" κροκάλες με ποσοστό 16,28%, οι "P" κροκάλες με 12,77%, οι "CE" κροκάλες με 12,47%, οι "E" κροκάλες με ποσοστό 11,97%, οι "CP" κροκάλες με 11,81%, και οι "C" κροκάλες με ποσοστό συμμετοχής 9,71%. Τα υπόλοιπα σχήματα συμμετέχουν με πολύ μικρά ποσοστά, που είναι 2,87% για τις "VB" κροκάλες, 1,46% για τις "VP" κροκάλες και 0,83% για τις "VE" κροκάλες.

Οι "Β" κροκάλες κυριαρχούν και στο σύνολο των επί μέρους συλλογών της κοίτης και των φραγμών με ποσοστά που φτάνουν μέχρι 25,96% (Σ5/Φ3), ενώ τα μικρότερα ποσοστά συμμετοχής κατέχουν οι "VE" κροκάλες με ποσοστά συμμετοχής που κυμαίνονται μεταξύ 0,33% (Σ5/Φ2) και 1,16% (Σ5/Φ4).

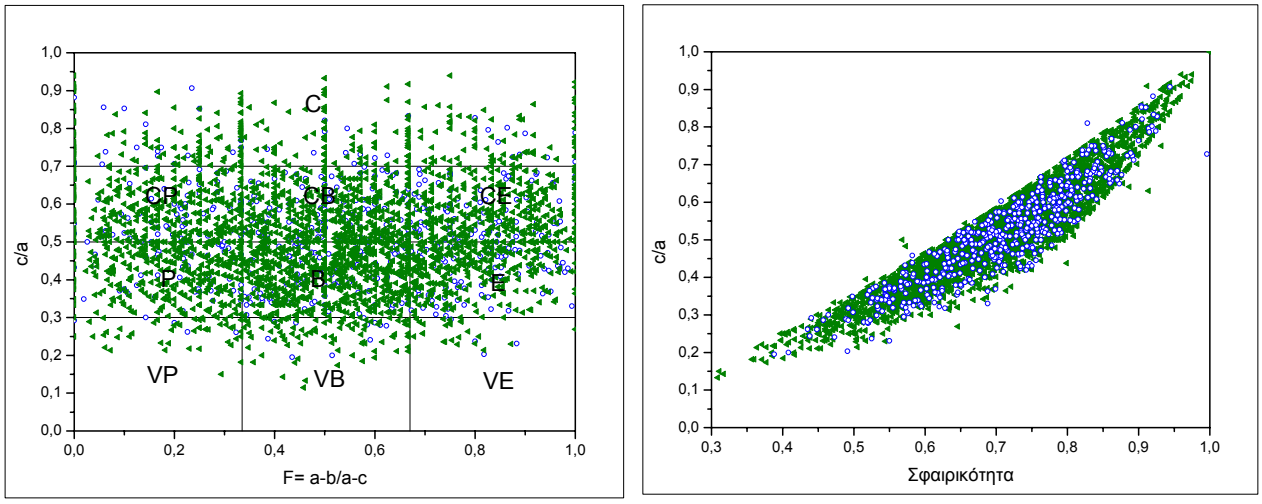
Η αναλογία των σχημάτων αυτής της διάκρισης, παραμένει σταθερή σε όλες τις συλλογές, εφ' όσον η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι οι εμφανιζόμενες διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές (χ^2=75,99 <79,08=$\chi^2_{κρ}$).

ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ ΚΑΘΕ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΑΝΑ ΣΥΛΛΟΓΗ ΤΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ Σ5									
ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ	**Σ5 ΚΟΙΤΗ**	**Σ5/Φ1**	**Σ5/Φ2**	**Σ5/Φ3**	**Σ5/Φ4**	**Σ5/Φ5**	**Σ5/Φ6**	**Σ5/Φ7**	**ΣΥΝΟΛΟ**
C	42	36	37	30	46	70	47	44	352
CP	58	44	42	35	41	63	72	73	428
CB	109	85	41	50	53	85	87	80	590
CE	81	44	40	34	60	63	59	71	452
P	49	48	41	47	64	56	88	70	463
B	96	109	64	88	97	115	106	44	719
E	78	53	29	37	39	70	61	67	434
VP	5	5	3	10	3	8	10	9	53
VB	11	11	9	5	22	14	18	14	104
VE	4	2	1	3	5	4	7	4	30
ΣΥΝΟΛΟ	533	437	307	339	430	548	555	476	3625

Πίνακας 7.35Α: Διάκριση των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ5 ανάλογα με το σχήμα τους, σύμφωνα με την ταξινόμηση κατά Sneed & Folk (1958).

ΠΟΣΟΣΤΑ ΚΟΚΚΩΝ (%) ΚΑΘΕ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΑΝΑ ΣΥΛΛΟΓΗ ΤΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ Σ5									
ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ	**Σ5 ΚΟΙΤΗ**	**Σ5/Φ1**	**Σ5/Φ2**	**Σ5/Φ3**	**Σ5/Φ4**	**Σ5/Φ5**	**Σ5/Φ6**	**Σ5/Φ7**	**ΣΥΝΟΛΟ**
C	7,88	8,24	12,05	8,85	10,70	12,77	8,47	9,24	9,71
CP	10,88	10,07	13,68	10,32	9,53	11,50	12,97	15,34	11,81
CB	20,45	19,45	13,36	14,75	12,33	15,51	15,68	16,81	16,28
CE	15,20	10,07	13,03	10,03	13,95	11,50	10,63	14,92	12,47
P	9,19	10,98	13,36	13,86	14,88	10,22	15,86	14,71	12,77
B	18,01	24,94	20,85	25,96	22,56	20,99	19,10	9,24	19,83
E	14,63	12,13	9,45	10,91	9,07	12,77	10,99	14,08	11,97
VP	0,94	1,14	0,98	2,95	0,70	1,46	1,80	1,89	1,46
VB	2,06	2,52	2,93	1,47	5,12	2,55	3,24	2,94	2,87
VE	0,75	0,46	0,33	0,88	1,16	0,73	1,26	0,84	0,83
ΣΥΝΟΛΟ	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Πίνακας 7.35Β: Εκατοστιαία κατανομή των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ5 ανάλογα με το σχήμα τους και σύμφωνα με την ταξινόμηση κατά Sneed & Folk (1958).



Σχήμα 7.19: Αριστερά: Απεικόνιση των λόγων c/a, F=a-b/a-c των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ5 σε διάγραμμα κατά Sneed & Folk (1958). Δεξιά: Απεικόνιση του λόγου c/a σε σχέση με τη σφαιρικότητα των κόκκων. Με γαλάζιο κύκλο απεικονίζονται οι κόκκοι της κοίτης του σταθμού δειγματοληψίας και με πράσινα τρίγωνα οι κόκκοι του συνόλου των φραγμών.

7.5.5.6. Αποτελέσματα ανάλυσης της ογκομετρικής δειγματοληψίας του σταθμού Σ5.

Στο σταθμό δειγματοληψίας Σ5, συλλέχθηκε υλικό από 48 συνολικά θέσεις υποσυλλογών, για την υποεπιφανειακή δειγματοληψία της κοίτης του ρεύματος και των επτά φραγμών. Πραγματοποιήθηκε επίσης ογκομετρική δειγματοληψία στο λεπτόκοκκο υλικό των φραγμών και τμημάτων της κοίτης, συνολικά σε είκοσι θέσεις (πίν. 7.36 και σχ. 7.21Α). Η κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων, συνολικού βάρους 1.910.215,47gr, έδωσε τα αποτελέσματα, που φαίνονται στον πίνακα 7.36. Στο σχήμα 7.20, φαίνονται η κοκκομετρικές καμπύλες αθροιστικής συχνότητας με την κλίμακα τεταγμένης συχνότητας πιθανότητας, όλων των δειγμάτων των υλικών συλλογής του σταθμού.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 7.36, ο αριθμητικός μέσος των υλικών της κοίτης και των φραγμών Φ1, Φ2, Φ4, Φ5 και Φ6 κυμαίνονται μεταξύ των τιμών -4,06φι και -4,69φι, που αντιστοιχούν σε χονδρόκοκκο χαλίκι. Οι αριθμητικοί μέσοι των υλικών των φραγμών Φ3 και Φ7 είναι -1,72φι και -3,15φι, που ισοδυναμούν σε πολύ λεπτόκοκκο κα μεσόκοκκο χαλίκι αντίστοιχα. Τα υλικά της κοίτης και των φραγμών παρουσιάζουν τυπικές αποκλίσεις μεταξύ των τιμών 2,14φι και 2,80φι και επομένως είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα. Οι καμπύλες της κοίτης και των φραγμών Φ1, Φ2, Φ4 και Φ6 είναι μεσόκυρτες και δείχνουν πολύ θετική ασυμμετρία, η καμπύλη του φραγμού Φ3 είναι πλατύκυρτη με θετική ασυμμετρία, η καμπύλη του φραγμού Φ5 είναι λεπτόκυρτη και δείχνει πολύ θετική ασυμμετρία και η καμπύλη του φραγμού Φ7 είναι πλατύκυρτη και δείχνει πολύ θετική ασυμμετρία.

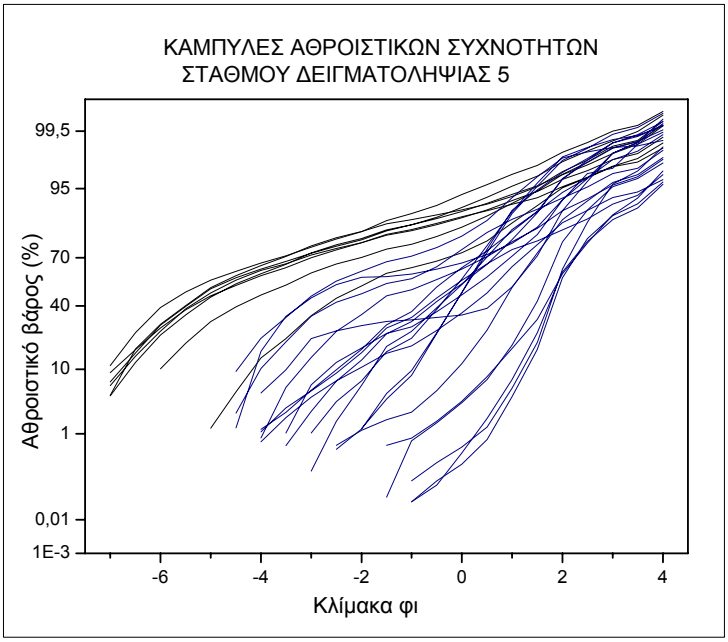
Τα δείγματα του λεπτόκοκκου υλικού, που συλλέχτηκαν από τις διάφορες θέσεις της κοίτης και των φραγμών του σταθμού δειγματοληψίας Σ5, εμφανίζουν τιμές αριθμητικού μέσου, που κυμαίνονται μεταξύ –2,25φι (Σ5/Φ7/Δ5) και 2,03φι (Σ5/Φ1/f5), που αντιστοιχούν σε λεπτόκοκκο χαλίκι έως λεπτή άμμο και είναι μέτρια έως πολύ φτωχά ταξινομημένα. Οι κοκκομετρικές καμπύλες των αναλυθέντων δειγμάτων του λεπτόκοκκου

υλικού είναι πολύ πλατύκυρτες έως πολύ λεπτόκυρτες και παρουσιάζουν από πολύ θετική ασυμμετρία μέχρι σχεδόν συμμετρική λοξότητα (πίν. 7.36).

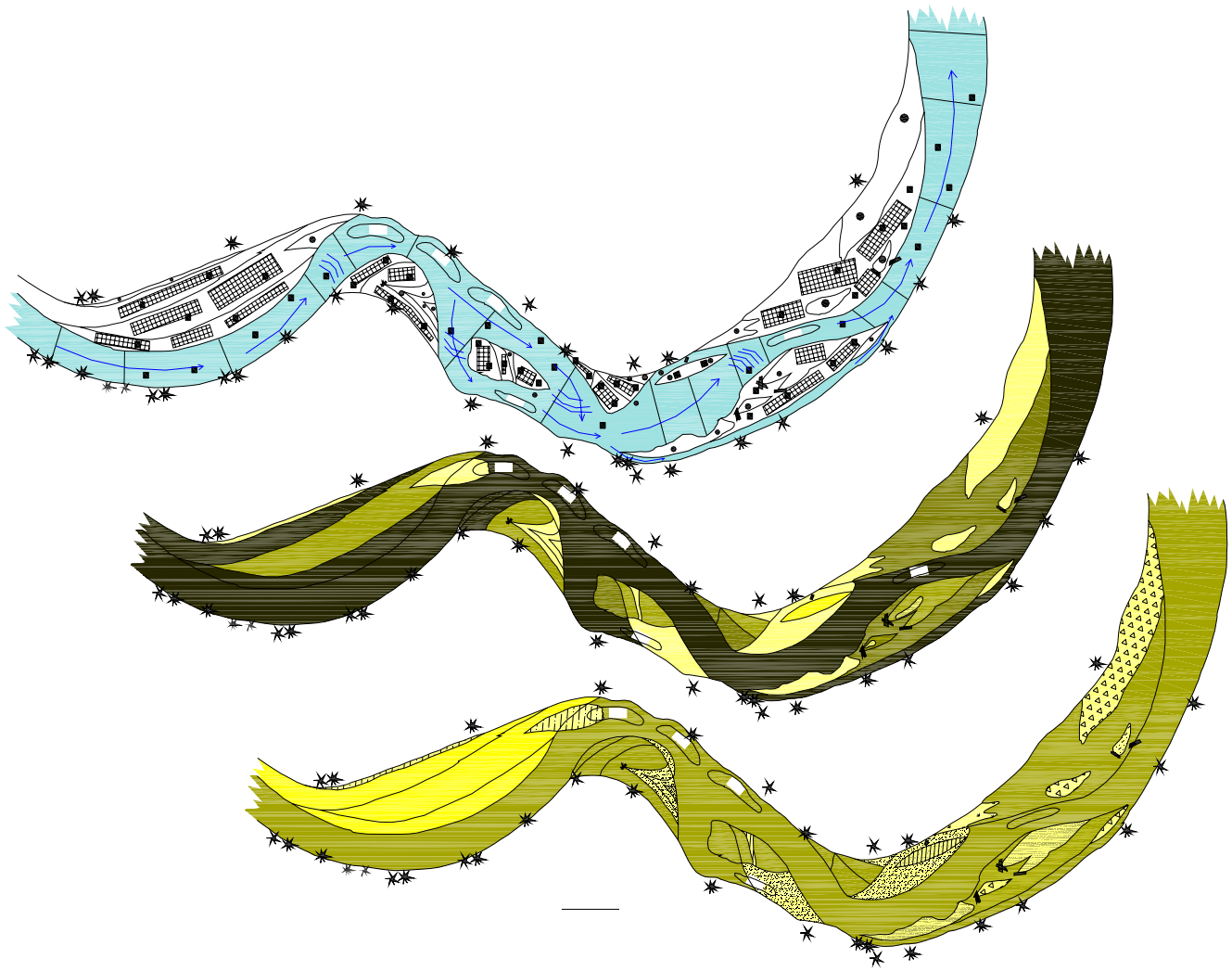
Στο σχήμα 7.23Γ φαίνεται χαρτογραφημένη η κοίτη του σταθμού δειγματοληψίας Σ5 με βάση τις τιμές του αριθμητικού μέσου των δειγμάτων της ογκομετρικής και υποεπιφανειακής δειγματοληψίας που υπολογίστηκαν από την κοκκομετρική τους ανάλυση.

ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (gr)	ΔΙΑΜΕΣΟΣ (Md)	ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ (Mz)	ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (σi)	ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑ (SKi)	ΚΥΡΤΩΣΗ (K_G)
Σ5/Κοίτη	344.025,33	-5,43	-4,69	2,40	0,47	0,92
Σ5/Φ1	378.909,42	-4,72	-4,08	2,80	0,39	1,04
Σ5/Φ2	218.484,48	-4,73	-4,13	2,47	0,42	1,07
Σ5/Φ3	17.839,44	-2,16	-1,72	2,14	0,28	0,75
Σ5/Φ4	234.959,61	-5,01	-4,27	2,50	0,45	0,96
Σ5/Φ5	259.350,11	-5,03	-4,48	2,44	0,45	1,14
Σ5/Φ6	261.556,60	-4,90	-4,06	2,70	0,48	1,01
Σ5/Φ7	181.635,40	-3,76	-3,15	2,62	0,33	0,87
Σ5/Φ1/f1	69,72	1,59	1,57	0,74	-0,03	1,41
Σ5/Φ1/f2	90,97	0,97	1,00	0,93	0,09	1,28
Σ5/Φ1/f3	98,77	1,85	1,97	0,84	0,29	1,43
Σ5/Φ1/f4	83,58	1,85	1,89	0,56	0,11	1,25
Σ5/Φ1/f5	71,93	1,91	2,03	0,73	0,34	1,52
Σ5/Φ2/Δ2/Α	105,86	1,82	1,84	0,97	0,05	1,26
Σ5/Φ2/Δ2/Β	856,55	-1,00	-0,80	2,07	0,17	0,80
Σ5/Φ3/Β	591,07	-0,10	-0,21	1,28	-0,04	1,03
Σ5/Φ3/Γ	147,43	0,01	0,02	0,80	0,04	1,20
Σ5/Φ4/Δ1/Α	851,64	-0,17	-0,27	1,44	-0,10	0,82
Σ5/Φ4/Δ1/Β	854,66	-0,26	-0,07	2,01	0,16	1,05
Σ5/Φ4/f (Κοίτη)	172,74	0,03	0,03	0,83	-0,01	1,16
Σ5/Φ5/Δ2	829,65	-1,81	-1,61	2,10	0,21	0,83
Σ5/Φ5/ f2(Κοίτη)	481,17	-0,17	-0,31	1,14	-0,18	1,16
Σ5/Φ6/Δ2/Α	1.274,03	0,13	-0,13	1,72	-0,21	0,85
Σ5/Φ6/Δ2/Β	943,39	0,91	-0,16	2,21	-0,59	0,63
Σ5/Φ6/Δ2/Γ	1.300,50	-0,57	-0,54	1,52	0,01	0,92
Σ5/Φ6/Δ2/Δ	1.037,41	0,55	0,34	1,79	-0,12	1,39
Σ5/Φ7/Δ4	1.741,63	-2,71	-1,75	2,35	0,53	0,60
Σ5/Φ7/Δ5	1.842,38	-2,78	-2,25	2,02	0,35	0,75

Πίνακας 7.36: Τα βάρη και οι στατιστικές παράμετροι (φι) των δειγμάτων των ογκομετρικών και υποεπιφανειακών συλλογών του πέμπτου σταθμού δειγματοληψίας.



Σχήμα 7.20: Κοκκομετρικές καμπύλες αθροιστικής συχνότητας των δειγμάτων του λεπτόκοκκου υλικού (γαλάζιες γραμμές) και του υλικού των φραγμών και της κοίτης (μαύρες γραμμές) της ογκομετρικής δειγματοληψίας των συλλογών του σταθμού Σ5. Ο κατακόρυφος άξονας είναι σε κλίμακα συχνότητας πιθανότητας.



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Ενεργή κοίτη - ροή νερού
- Νερόλακκος (pool)
- Φραγμός (Φ1)
- Δειγματοληψία δικτύου
- Περιοχική δειγματοληψία
- Δειγματοληψία σε τομές
- Υποεπιφανειακή δειγματοληψία
- Δειγματοληψία λεπτόκοκκου υλικού (f1, f2)
- Περιοχή ρήχευσης
- Εργαλεία - εμπόδια
- Δένδρα
- Μικρά λιθάρια
- Πολύ χονδρόκοκκα χαλίκια
- Χονδρόκοκκα χαλίκια
- Μεσόκοκκα χαλίκια
- Λεπτόκοκκο υλικό (d<8mm)
- Λεπτόκοκκα χαλίκια
- Πολύ λεπτόκοκκα χαλίκια
- Πολύ χονδρόκοκκη άμμος
- Χονδρόκοκκη άμμος
- Μεσόκοκκη άμμος
- Λεπτόκοκκη άμμος

Σχήμα 7.21: Σταθμός δειγματοληψίας Σ5. Α: χαρτογράφηση του σταθμού με τις θέσεις δειγματοληψίας. Β: απεικόνιση του αριθμητικού μέσου των συλλογών της επιφανειακής δειγματοληψίας. Γ: απεικόνιση του αριθμητικού μέσου των συλλογών της ογκομετρικής δειγματοληψίας.

7.5.5.7. Συμπεράσματα από την ανάλυση των επιφανειακών και υποεπιφανειακών ιζημάτων μεταφοράς του σταθμού δειγματοληψίας Σ5.

1. Ο πέμπτος σταθμός δειγματοληψίας περιλαμβάνει τμήμα του ποτάμιου ρεύματος, που ισοδυναμεί με ένα πλήρες μαιανδρικό κύμα και συνίσταται από ακολουθίες βαθύνσεων-ρηχεύσεων (pools-riffles) με πέντε ακραίους και δυο ενδιάμεσους φραγμούς.

   Περιλαμβάνει πέντε νερόλακκους, οι οποίοι έχουν σχήμα επίμηκες. Οι δυο νερόλακκοι, που βρίσκονται απέναντι από τον ακραίο φραγμό Φ6 έχουν δημιουργηθεί από νεροφαγώματα εξ αιτίας κάθετης διάβρωσης και πλευρικής εκσκαφής, που φτάνει μέχρι το υπόβαθρο, το οποίο αποτελείται από μετρίως συνεκτικά κροκαλοπαγή παλαιότερης κοίτης. Ο νερόλακκος, απέναντι από τον ενδιάμεσο φραγμό Φ5 έχει τη μορφή ρηχής τάφρου και έχει σχηματιστεί εξ αιτίας πλατάνου, ο οποίος κατέπεσε λόγω διάβρωσης τμήματος της δεξιάς όχθης στο ύψος των δυο προηγούμενων νερόλακκων και μεταφέρθηκε σε απόσταση περίπου 40m κατάντη. Ρηχή επιμήκης τάφρος είναι και ο νερόλακκος της αριστερής όχθης δίπλα στον ενδιάμεσο φραγμό Φ5. Ο νερόλακκος, που βρίσκεται μεταξύ των φραγμών Φ1 και Φ2, έχει τη μορφή επιμήκους τάφρου.

   Στην επιφάνεια των μεγάλης έκτασης φραγμών Φ1, Φ2 και Φ7 καθώς και σε θέσεις εντός της ενεργής κοίτης εμφανίζεται μεγάλος αριθμός ελλιπών, πλήρων και πολλαπλών βοτρυοειδών δομών καθώς και βοτρυοειδών δομών δυο τεμαχίων. Εργαλεία σχηματισμού τους αποτέλεσαν λιθάρια και μικροί τρόχμαλοι, οι οποίοι σταθεροποιήθηκαν στον πυθμένα λόγω μείωσης της ταχύτητας ροής του νερού ή άλλα εμπόδια.

   Στην επιφάνεια του ακραίου φραγμού Φ7 και σπανιότερα στην κοίτη του ρεύματος παρατηρούνται σχηματισμοί κεραμιδωτής διάταξης των κροκαλών, που δείχνουν με τον πιο αξιόπιστο τρόπο την κατεύθυνση ροής του νερού (Johanson, 1965).

2. Στο σταθμό δειγματοληψίας Σ5 κυριαρχούν σε ποσοστό συμμετοχής οι ασβεστολιθικές κροκάλες και ακολουθούν οι ψαμμιτικές και οι κερατολιθικές, οι οποίες με τη σειρά τους κατέχουν στατιστικά το ίδιο ποσοστό συμμετοχής με τις εκρηξιγενείς κροκάλες.

   Από λιθολογικής πλευράς, στο σύνολο των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας ανά λιθολογικό τύπο, παρατηρείται στατιστικά σημαντική μείωση των ποσοστών των ασβεστολιθικών κροκαλών, σε σχέση με τον προηγούμενο σταθμό δειγματοληψίας Σ4 ($z=4,84>1,64=z_{κρ}$). Μείωση εμφανίζει και το ποσοστό συμμετοχής των εκρηξιγενών κόκκων, η παρατηρούμενη όμως διαφορά δεν είναι στατιστικά σημαντική ($z=1,31<1,64=z_{κρ}$). Τα ποσοστά των ψαμμιτικών και των κερατολιθικών κροκαλών εμφανίζονται ενισχυμένα σε σχέση με τα αντίστοιχα ποσοστά του προηγούμενου σταθμού, με στατιστικά σημαντικές διαφορές ($z=5,17>1,64=z_{κρ}$ και $z=3,29>1,64=z_{κρ}$ αντίστοιχα). Η ποσοτική μείωση των ασβεστολιθικών κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας Σ5 σε σχέση με το σταθμό δειγματοληψίας Σ4 και η συνακόλουθη αύξηση των ψαμμιτικών και κερατολιθικών κροκαλών οφείλεται σε σημαντικό βαθμό στην απομάκρυνση αδρομερούς υλικού από την κοίτη του ρεύματος, στο ύψος της γέφυρας Κάμπου (κατάντη του σταθμού δειγ-

ματοληψίας Σ4), παρά στο γεγονός μιας μικρής προσφοράς νέου υλικού από τα ρέματα Αγίου Τρύφωνα και Βουρλόραχης πριν από το σταθμό δειγματοληψίας Σ5.

3. Οι ασβεστολιθικές κροκάλες έχουν το μεγαλύτερο μέσο μέγεθος στο σταθμό δειγματοληψίας Σ5. Ακολουθούν σε μέγεθος οι ψαμμιτικές και οι κερατολιθικές κροκάλες, οι αριθμητικοί μέσοι των οποίων δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά. Οι μικρότερες σε μέγεθος κροκάλες του σταθμού είναι οι εκρηξιγενείς.

   Οι αριθμητικοί μέσοι των επιφανειακών κροκαλών στο σύνολο των συλλογών και για όλους τους λιθολογικούς τύπους εμφανίζεται κατά πολύ μειωμένος σχετικά με τις αντίστοιχες τιμές αριθμητικών μέσων των συλλογών του προηγούμενου σταθμού δειγματοληψίας. Το γεγονός αυτό πιστοποιείται και στατιστικά, εφ' όσον οι τιμές z που υπολογίστηκαν είναι $z=12,79>1,96=z_{κρ}$ για τους ασβεστολιθικούς κόκκους, $z=2,81>1,96=z_{κρ}$ για τους ψαμμιτικούς κόκκους, $z=4,02>1,96=z_{κρ}$ για τους κερατολιθικούς κόκκους και $z=3,24>1,96=z_{κρ}$ για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων. Σαν κύρια αιτία αυτού του γεγονότος, εκτός από την τριβή και τη θραύση, η συμβολή των οποίων πρέπει να θεωρηθεί πολύ μικρή, είναι πιθανώς η κατά διαστήματα απόληψη αδρομερούς υλικού από την περιοχή κατάντη του προηγούμενου σταθμού δειγματοληψίας (§ 7.5.5) και η πρόσθετη τροφοδοσία με υλικό μικρού κοκκομετρικού μεγέθους από ρεύματα μικρής σχετικά δυναμικότητας, που εισβάλλουν στο ρεύμα μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας Σ4 και Σ5. Στο φραγμό Φ2, το κοκκομετρικό μέγεθος των επιφανειακών υλικών της δειγματοληψίας Φ2/Δ2 είναι στατιστικά πολύ πιο μικρό από το κοκκομετρικό μέγεθος των κροκαλών της δειγματοληψίας Φ2/Δ1, διότι οι κόκκοι της έχουν συλλεχτεί από δυο επιφάνειες, που συνιστούν το εσωτερικό μέρος αντίστοιχων μεγαβοτρυοειδών δομών, οι οποίες δημιουργήθηκαν εξ αιτίας μεγάλων κορμών δέντρων, που λειτουργούν ως εργαλεία σχηματισμού τους. Στους φραγμούς Φ4, Φ5 και Φ6, το κοκκομετρικό μέγεθος του συνόλου των κόκκων μειώνεται από την ανάντη προς την κατάντη πλευρά των φραγμών. Στα κατάντη τμήματα όλων των φραγμών του σταθμού και στις περιοχές της κοίτης, που βρίσκονται κατάντη των φραγμών αποτίθεται λεπτόκοκκο υλικό. Στο φραγμό Φ7 εμφανίζονται τρεις κατά μήκος διαδοχικές ζώνες με κροκάλες διαφορετικού κοκκομετρικού μεγέθους. Η μεσαία ζώνη με το μικρότερο κοκκομετρικό μέγεθος αποτελεί πρόσκαιρη αύλακα ροής στη διάρκεια υψηλών ροών, στην οποία αποτίθεται το πλέον λεπτομερές υλικό σε σχέση προς τις γειτονικές ζώνες, στη διάρκεια των χαμηλών ροών.

4. Η στρογγύλωση των ψαμμιτικών κροκαλών του πέμπτου σταθμού δειγματοληψίας είναι καλύτερη από τη στρογγύλωση, που εμφανίζουν οι ασβεστολιθικές κροκάλες και ακόμη καλύτερη από τη στρογγύλωση των εκρηξιγενών κροκαλών. Τη μικρότερη στρογγύλωση εμφανίζουν οι κερατολιθικές κροκάλες.

   Η στρογγύλωση του συνόλου των κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας Σ5 είναι μικρότερη από τη στρογγύλωση του προηγούμενου σταθμού Σ4 και αυτό προκύπτει και από τον στατιστικό έλεγχο ($\chi^2=53,61>9,49=\chi^2_{κρ}$). Οι μειωμένες τιμές στρογγύλωσης, που εμφανίζουν οι ασβεστολιθικές, οι κερατολιθικές και οι εκρηξιγενείς κροκάλες του σταθμού δειγματοληψίας Σ5 σε σχέση με το σταθμό Σ4 δεν είναι στατι-

στικά σημαντικές (χ^2=2,86<9,49=$\chi^2_{κρ}$, χ^2=6,24<9,49=$\chi^2_{κρ}$ και χ^2=5,15<9,49=$\chi^2_{κρ}$ αντίστοιχα), ενώ η μείωση, που εμφανίζουν οι ψαμμιτικές κροκάλες είναι στατιστικά σημαντική (χ^2=22,61> 9,49=$\chi^2_{κρ}$).

5. Οι ασβεστολιθικές, οι κερατολιθικές και οι εκρηξιγενείς κροκάλες του σταθμού δειγματοληψίας Σ5, έχουν στατιστικά ίδιες τιμές σφαιρικότητας, οι οποίες είναι μεγαλύτερες από τη μέση τιμή σφαιρικότητας των ψαμμιτικών κροκαλών.

   Οι μέσες τιμές της σφαιρικότητας των ψαμμιτικών και των εκρηξιγενών κροκαλών είναι απολύτως ίσες με τις αντίστοιχες τιμές σφαιρικότητας του προηγούμενου σταθμού δειγματοληψίας Σ4. Οι τιμές σφαιρικότητας των ασβεστολιθικών και των κερατολιθικών κροκαλών, μεταξύ των δυο σταθμών, εμφανίζουν πολύ μικρές διαφορές, που όπως προκύπτει από το στατιστικό έλεγχο, δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Οι τιμές, που προσδιορίστηκαν για τους ασβεστολιθικούς κόκκους είναι z=1,41<1,96=$z_κ$ και για τους κερατολιθικούς z=-0,49>-1,96=$z_κ$.

6. Στο σύνολο του σταθμού δειγματοληψίας και σύμφωνα με την ταξινόμηση κατά Zingg (1935) επικρατούν οι δισκοειδείς κροκάλες με ποσοστό συμμετοχής 38,22% και ακολουθούν οι σφαιρικές, οι ραβδοειδείς και οι πλατυσμένες με αντίστοιχα ποσοστά συμμετοχής 33,53%, 19,12% και 9,13%. Η ίδια σειρά ποσοστιαίας συμμετοχής εμφανίζεται και στις επί μέρους συλλογές του σταθμού δειγματοληψίας εκτός από την κοίτη και τον ακραίο φραγμό Φ1, όπου τα ποσοστά των σφαιρικών κροκαλών είναι μεγαλύτερα από αυτά των δισκοειδών. Στο σύνολο των κόκκων του σταθμού η αναλογία δίσκων, σφαιρών, ράβδων και πλατυσμένων κροκαλών δε μεταβάλλεται, σε σχέση με τον προηγούμενο σταθμό Σ4 (χ^2=0,97< 7,82=$\chi^2_{κρ}$).

7. Από την ανάλυση των δειγμάτων της ογκομετρικής δειγματοληψίας φαίνεται ότι, ο αριθμητικός μέσος των υποεπιφανειακών υλικών της ενεργής κοίτης αλλά και του συνόλου των συλλογών του σταθμού δειγματοληψίας Σ5 είναι ελάχιστα μικρότερος από τους αντίστοιχους αριθμητικούς μέσους της κοίτης και του συνόλου των συλλογών του προηγούμενου σταθμού δειγματοληψίας. Η μικρή μείωση του κοκκομετρικού μεγέθους οφείλεται κυρίως στην απόληψη αδρομερούς υλικού από την περιοχή μεταξύ του σταθμού αυτού και του προηγούμενου σταθμού δειγματοληψίας (§ 7.5.5).

   Το κοκκομετρικό μέγεθος των υποεπιφανειακών υλικών για τους φραγμούς του σταθμού, αυξάνεται σχετικά από το φραγμό Φ7 έως τον φραγμό Φ5 και στη συνέχεια μειώνεται μέχρι το φραγμό Φ1 (εκτός από τον ενδιάμεσο παροδικό φραγμό Φ3). Οι αριθμητικοί μέσοι πάντως όλων των φραγμών και της κοίτης βρίσκονται στα όρια του χονδρόκοκκου χαλικιού, εκτός από τον αριθμητικό μέσο του φραγμού Φ7, που αντιστοιχεί σε μεσόκοκκο χαλίκι και τον αριθμητικό μέσο του φραγμού Φ3 που αντιστοιχεί σε πολύ λεπτόκοκκο χαλίκι. Τα τμήματα της κοίτης κατάντη των φραγμών καλύπτονται από λεπτόκοκκα υλικά μεγέθους από λεπτόκοκκο χαλίκι (Σ5/Φ7/Δ5), έως λεπτόκοκκη άμμο (Σ5/Φ1/f1).

7.5.6. Ανάλυση ιζημάτων σταθμού δειγματοληψίας Σ6.

Ο έκτος σταθμός δειγματοληψίας (Σ6) βρίσκεται στη θέση Κορομηλίτσα, βόρεια της Κάτω Τιθορέας (πίν. 7.1, εικ.7.1 και σχ. 7.25). Έχει μήκος περί τα 200m, ενώ το πλάτος του ποτάμιου ρεύματος κυμαίνεται μεταξύ 17m και 50m. Αποτελείται από συνεχόμενες ακολουθίες βάθυνσης-ρήχευσης (pools-riffles) και περιλαμβάνει δυο ακραίους φραγμούς (Φ1 και Φ2) και έξι νερόλακκους.

Η επιφανειακή δειγματοληψία στην κοίτη του ρεύματος πραγματοποιήθηκε κατά μήκος 14 τομών κάθετων προς τη διεύθυνση ροής. Τα χαλίκια των φραγμών συλλέχτηκαν με συστηματική δειγματοληψία δικτύου.

Για την ογκομετρική δειγματοληψία συλλέχτηκε υλικό από 14 υποσυλλογές της ενεργής κοίτης, από 8 υποσυλλογές του φραγμού Φ1 και από 4 υποσυλλογές του ακραίου φραγμού Φ2. Επί πλέον συλλέχτηκε λεπτομερές υλικό προς ανάλυση από 4 διαφορετικές θέσεις του φραγμού Φ1, από 2 θέσεις του κατάντη τμήματος του φραγμού Φ2 και από το νερόλακκο του ανάντη τμήματος του σταθμού δειγματοληψίας (pool 1). Συνολικά συλλέχτηκαν 1.064 κόκκοι από την επιφάνεια και 746,41kg υλικού ογκομετρικής δειγματοληψίας.

Στη διαδρομή μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας Σ5 και Σ6 το κυρίως ρεύμα του Βοιωτικού Κηφισού ποταμού ενισχύεται από τους εξής παραποτάμους:

- Παναγιτσόρεμα και Θολόρεμα, τα οποία προερχόμενα από το βόρειο τμήμα της λεκάνης μεταφέρουν υλικό από περιοχές που κυριαρχούν πλειοκαινικές και ολοκαινικές αποθέσεις καθώς και εκρηξιγενή πετρώματα του Καλλιδρόμου όρους και εισβάλλουν στη δεξιά όχθη του ρεύματος.
- Το ρέμα της Άνω Τιθορέας, το οποίο πηγάζει στο νότιο τμήμα της λεκάνης, στο όρος Παρνασσό και μεταφέρει στο κύριο ρεύμα, μέσω της αριστερής όχθης, ασβεστολιθικό υλικό από το ριπίδιο της Τιθορέας.

Στο κάτω τμήμα του σταθμού Σ5 πραγματοποιείται ευκαιριακή αμμοληψία από τους προσπελάσιμους ακραίους ή μεσαίους φραγμούς (εικ.7.12). Μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας Σ5 και Σ6 και λίγο κάτω από το σταθμό Σ5, στη θέση «Κάτω Καλύβια», πραγματοποιείται κάθε χρόνο διάνοιξη της κοίτης του ποταμού με σκοπό τη δημιουργία προσωρινής αγροτικής οδού διέλευσης των γεωργικών ελκυστήρων. Λίγο πριν το σταθμό Σ6, έχει κατασκευαστεί ανάχωμα από οπλισμένο σκυρόδεμα, κάθετα στο ρεύμα του ποταμού, με σκοπό προφανώς την προστασία της κοίτης και τη συγκράτηση των μεταφερόμενων υλικών. Η απόληψη υλικών, όταν αυτή είναι συστηματική και εκτεταμένη και η κατ' άλλους τρόπους παραβίαση της ποτάμιας διεργασίας, προκαλεί σημαντικές αλλαγές στη γεωμορφολογία του ποταμού (pools, riffles κ.λ.π.), στη δυναμική μεταφοράς του λεπτότερου υλικού, στον τρόπο ροής του νερού και στις βιοκοινότητες (Brown et al., 1998).



Εικόνα 7.12: Ευκαιριακή αμμοληψία από το κατάντη τμήμα του φραγμού Φ1 του σταθμού δειγματοληψίας Σ5 κατά την περίοδο της ξηρής περιόδου.

7.5.6.1. Αποτελέσματα ανάλυσης του λιθολογικού χαρακτήρα των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ6.

Στον πίνακα 7.37 φαίνεται ο αριθμός των κροκαλών και η κατανομή τους για κάθε λιθολογικό τύπο, που συλλέχτηκε από την ενεργή κοίτη και τους φραγμούς του έκτου σταθμού δειγματοληψίας καθώς και τα επί τοις % αντίστοιχα ποσοστά συμμετοχής.

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ6	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ		ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ	
	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Κοίτη	391	87,27	14	3,14	17	3,79	26	5,80	448	100,00
Φ1	198	88,39	12	5,35	4	1,78	10	4,46	224	100,00
Φ2	341	86,99	24	6,12	10	2,25	17	4,34	392	100,00
Σύνολο Σ6	930	87,40	50	4,70	31	2,91	53	4,98	1.064	100,00

Πίνακας 7.37: Λιθολογική κατανομή και εκατοστιαία συμμετοχή των κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας Σ6 για κάθε δειγματοληψία στις διάφορες στρωματογραφικές μονάδες.

Στο σταθμό δειγματοληψίας Σ6 κυριαρχούν στο σύνολό τους οι ασβεστολιθικοί κόκκοι με ποσοστό 87,40% και ακολουθούν οι κόκκοι των εκρηξιγενών πετρωμάτων (4,98%), οι ψαμμιτικοί κόκκοι (4,70%) και οι κερατολιθικοί κόκκοι (2,91%). Η διαφορά μεταξύ των ποσοστών των εκρηξιγενών και των ψαμμιτικών κόκκων δεν είναι στατιστικά σημαντική (χ^2=0,09<3,84=$\chi^2_{κρ}$), ενώ η διαφορά των ποσοστών μεταξύ αυτών και των κερατολιθικών κόκκων είναι σημαντική (χ^2=6,38>5,99=$\chi^2_{κρ}$).

Τα ποσοστά συμμετοχής των ασβεστολιθικών κροκαλών εμφανίζουν μικρές διαφορές μεταξύ τους και κυμαίνονται μεταξύ των στενών ορίων τιμών 86,99% και 88,39%. Οι διαφορές αυτές δεν είναι σημαντικές, όπως προκύπτει από το στατιστικό έλεγχο (z=0,41<1,64=$z_{κρ}$ μεταξύ των κροκαλών της κοίτης και του φραγμού Φ1, z=0,12<1,64=$z_{κρ}$ μεταξύ της κοίτης και του φραγμού Φ2 και z=0,50<1,64=$z_{κρ}$ μεταξύ των δυο φραγμών).

Τα ποσοστά συμμετοχής των ψαμμιτικών κόκκων κυμαίνονται μεταξύ των ποσοστών 3,14% (κοίτη) και 6,12% (Φ2). Οι διαφορές μεταξύ των ποσοστών των κροκαλών της κοίτης και του φραγμού Φ1 καθώς και μεταξύ των ποσοστών των δυο φραγμών δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά (z=1,40<1,64=$z_{κρ}$ και z=0,39<1,64=$z_{κρ}$ αντίστοιχα), ενώ μεταξύ της κοίτης και του φραγμού Φ2 η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική (z=2,07>1,64=$z_{κρ}$).

Οι κερατολιθικοί κόκκοι συμμετέχουν με ποσοστά, που δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά και κυμαίνονται μεταξύ 1,78% (Φ1) και 3,79% στην ενεργή κοίτη (z=1,41<1,64=$z_{κρ}$ μεταξύ της κοίτης και του φραγμού Φ1, z=1,26<1,64=$z_{κρ}$ μεταξύ της κοίτης και του φραγμού Φ2 και z=0,37<1,64=$z_{κρ}$ μεταξύ των δυο φραγμών).

Τα μεγαλύτερα ποσοστά κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων εμφανίζονται επίσης στην κοίτη του σταθμού (5,80%) και τα μικρότερα στο φραγμό Φ2 (4,34%). Οι μικρές διαφορές και σε αυτή την περίπτωση δεν είναι στατιστικά σημαντικές (z=0,72<1,64=$z_{κρ}$ μεταξύ των κροκαλών της κοίτης και του φραγμού Φ1, z=0,95 <1,64=$z_{κρ}$ μεταξύ της κοίτης και του φραγμού Φ2 και z=0,07<1,64=$z_{κρ}$ μεταξύ των δυο φραγμών).

7.5.6.2. Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ6.

Στον πίνακα 7.38 δίνονται οι τιμές του αριθμητικού μέσου των κροκαλών και των τεσσάρων λιθολογικών τύπων των συλλογών του σταθμού δειγματοληψίας Σ6.

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ6	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ (mm)	Μ.Ο. ΣΤΑΘΜΟΥ (mm)
Κοίτη	63,40	36,50	52,76	41,65	60,89
Φ1	64,73	59,17	59,25	19,10	62,29
Φ2	39,90	27,67	26,00	21,18	37,98
Σύνολο Σ6	55,06	37,70	44,97	30,83	52,74

Πίνακας 7.38: Τιμές αριθμητικού μέσου (σε mm) για όλους τους λιθολογικούς τύπους του σταθμού δειγματοληψίας Σ6.

Ο αριθμητικός μέσος του συνόλου των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ6, είναι 52,74mm, τιμή που αντιστοιχεί στο πολύ χονδρόκοκκο χαλίκι. Από τις τρεις δειγματοληψίες επιφανειακών κόκκων οι μεγαλύτεροι συναντώνται στο φραγμό Φ1 με αριθμητικό μέσο 62,29mm. Ο αριθμητικός μέσος των κόκκων της κοίτης είναι 60,89mm, ενώ ο αριθμητικός μέσος των κόκκων του φραγμού Φ2 είναι αρκετά μικρότερος (37,98mm).

Στο σύνολο των κροκαλών του σταθμού οι ασβεστολιθικοί κόκκοι είναι οι μεγαλύτεροι (55,06mm) και ακολουθούν σε μέγεθος οι κερατολιθικοί κόκκοι (44,97mm), οι ψαμμιτικοί κόκκοι (37,70mm) και οι εκρηξιγενείς κόκκοι (30,83mm). Όλες οι διαφορές, που εμφανίζονται μεταξύ των αριθμητικών μέσων και των τεσσάρων λιθολογικών τύπων είναι στατιστικά σημαντικές ($z=6,64>1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και ψαμμιτικών κόκκων, $z=6,24>1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και κερατολιθικών κόκκων, $z=11,32>1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και εκρηξιγενών κόκκων, $z=4,98>1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ψαμμιτικών και κερατολιθικών κόκκων, $z=5,07>1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ψαμμιτικών και εκρηξιγενών κόκκων και $z=4,09>1,96=z_{κρ}$ μεταξύ κερατολιθικών και εκρηξιγενών κόκκων).

Οι μεγαλύτεροι ασβεστολιθικοί κόκκοι (64,73mm) εμφανίζονται στο φραγμό Φ1 και οι μικρότεροι στο φραγμό Φ2 (39,90mm). Η διαφορά μεταξύ των αριθμητικών μέσων της κοίτης και του φραγμού Φ1 είναι στατιστικά ασήμαντη ($z=-0,38>-1,96=z_{κρ}$), ενώ οι διαφορές, που εμφανίζονται μεταξύ των μέσων τιμών των ασβεστολιθικών κροκαλών της κοίτης και του φραγμού Φ1 με τη μέση τιμή του φραγμού Φ2 διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους ($z=9,46>1,96=z_{κρ}$ και $z=7,77>1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα).

Οι αριθμητικοί μέσοι των ψαμμιτικών κόκκων είναι 59,17mm στο φραγμό Φ1, 36,50mm στην κοίτη και 27,67 mm στο φραγμό Φ2. Οι σχετικά μεγάλες διαφορές, που φαίνεται να εμφανίζουν οι τιμές αυτές μεταξύ τους, δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Οι τιμές z, που υπολογίστηκαν για τους συνδυασμούς κοίτη-Φ1, κοίτη-Φ2 και Φ1-Φ2 είναι $z=-1,27>-1,96=z_{κρ}$, $z=0,84<1,96=z_{κρ}$ και $z=1,94<1,96=z_{κρ}$, αντίστοιχα.

Από τους κερατολιθικούς κόκκους, οι μεγαλύτεροι εμφανίζονται στη δειγματοληψία του φραγμού Φ1 με αριθμητικό μέσο 59,25mm, ενώ στην κοίτη είναι σχετικά μικρότεροι (52,76mm) και στο φραγμό Φ2 αρκετά μικρότεροι, με αριθμητικό μέσο 26,00mm. Η διαφορά, που εμφανίζεται μεταξύ των τιμών των αριθμητικών μέσων της κοίτης και του φραγμού Φ1 είναι στατιστικά ασήμαντη ($z=-0,23>-1,96=z_{κρ}$), ενώ οι διαφορές τους με τον αριθμητικό μέσο του φραγμού Φ2, είναι στατιστικά σημαντικές $z=0,21<1,96=z_{κρ}$ μεταξύ κοίτης–Φ2 και $z=2,17>1,96=z_{κρ}$ μεταξύ Φ1-Φ2).

Ο αριθμητικός μέσος των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων της κοίτης είναι 41,65mm και διαφέρει κατά πολύ από τους αριθμητικούς μέσους των φραγμών Φ1 (19,10mm) και Φ2 (21,18mm). Οι διαφορές μεταξύ του

αριθμητικού μέσου της κοίτης και των φραγμών Φ1 και Φ2, είναι στατιστικά σημαντικές ($z=3,34 > 1,96=z_{κρ}$ και $z=3,62>1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα), ενώ η διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών των δυο φραγμών είναι ασήμαντη ($z=-0,49>-1,96=z_{κρ}$).

Στο σχήμα 7.25Β απεικονίζεται σε χάρτη η κατανομή του αριθμητικού μέσου των κόκκων της επιφανειακής δειγματοληψίας του σταθμού Σ6.

7.5.6.3. Αποτελέσματα ανάλυσης της στρογγύλωσης των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ6.

Στον πίνακα 7.39 αναγράφονται οι τιμές του βαθμού στρογγύλωσης των κροκαλών όλων των λιθολογικών τύπων και για κάθε μονάδα συλλογής του έκτου σταθμού δειγματοληψίας σύμφωνα με τον οπτικό χάρτη του Krumbein (1941).

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ6	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ ΜΟΝΑΔΑΣ
Κοίτη	0,61	0,76	0,29	0,43	0,60
Φ1	0,53	0,80	0,15	0,31	0,53
Φ2	0,53	0,65	0,33	0,26	0,52
Σύνολο Σ6	0,57	0,72	0,28	0,35	0,55

Πίνακας 7.39: Τιμές στρογγύλωσης των κόκκων όλων των λιθολογικών τύπων του σταθμού δειγματοληψίας Σ6.

Όπως φαίνεται από τις τιμές του πίνακα 7.39, το σύνολο των κόκκων του έκτου σταθμού δειγματοληψίας έχουν στρογγύλωση 0,55 και μπορούν να χαρακτηριστούν σαν υποστρόγγυλοι. Οι ασβεστολιθικοί κόκκοι εμφανίζουν στο σύνολό τους τιμή στρογγύλωσης 0,57 (υποστρόγγυλοι), οι ψαμμιτικοί 0,72 (στρόγγυλοι), οι κερατολιθικοί 0,28 (γωνιώδεις) και οι κόκκοι των εκρηξιγενών 0,35 (υπογωνιώδεις).

Οι περισσότερο στρογγυλοί ασβεστολιθικοί κόκκοι βρίσκονται στην κοίτη (0,61) και οι λιγότερο στρογγυλοί στους φραγμούς Φ1 και Φ2, στους οποίους η στρογγύλωση είναι απολύτως ίδια (0,53). Οι διαφορές, που εμφανίζονται μεταξύ των βαθμών στρογγύλωσης της κοίτης και των φραγμών Φ1 και Φ2, είναι στατιστικά σημαντικές ($\chi^2=56,81>9,49=\chi^2_{κρ}$ και $\chi^2=212,19>9,49=\chi^2_{κρ}$ αντίστοιχα).

Οι ψαμμιτικοί κόκκοι είναι γενικά στρογγυλοί, με τιμές που κυμαίνονται για τις διάφορες συλλογές μεταξύ 0,65 (Φ2) και 0,80 (Φ2). Οι βαθμοί στρογγύλωσης μεταξύ των φραγμών Φ1 και Φ2 δεν εμφανίζουν διαφορά στατιστικά σημαντική ($\chi^2=4,42<9,49=\chi^2_{κρ}$). Οι διαφορές, που εμφανίζονται μεταξύ των υπόλοιπων ζευγών συλλογών δεν μπορούν να συγκριθούν μεταξύ τους λόγω των πολύ μικρών αναμενόμενων συχνοτήτων.

Οι κερατολιθικοί κόκκοι είναι γενικά γωνιώδεις και εμφανίζουν βαθμούς στρογγύλωσης μεταξύ 0,15 (Φ1) και 0,33 (Φ2). Οι τιμές του βαθμού στρογγύλωσης για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων κυμαίνονται μεταξύ 0,26 (Φ2) και 0,43 (κοίτη). Οι μικρές αναμενόμενες συχνότητες, που προκύπτουν για όλα τα ζεύγη συλλογών των κερατολιθικών και εκρηξιγενών κροκαλών, δεν επιτρέπουν τη σύγκριση των διαφορών μεταξύ των βαθμών στρογγύλωσης.

Από τις διάφορες μονάδες του σταθμού δειγματοληψίας, η κοίτη περιλαμβάνει τις πλέον στρογγυλές κροκάλες (0,60), ενώ οι λιγότερο στρογγυλές βρίσκονται στους φραγμούς Φ1 και Φ2 με τιμές στρογγύλωσης 0,53 και 0,52 αντίστοιχα.

7.5.6.4. Αποτελέσματα ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ6.

Οι διάφοροι λιθολογικοί τύποι του έκτου σταθμού δειγματοληψίας εμφανίζουν στο σύνολό τους μέση τιμή σφαιρικότητας 0,68 (πιν. 7.40).

Οι ασβεστολιθικές κροκάλες εμφανίζουν σφαιρικότητα 0,68, οι ψαμμιτικές κροκάλες έχουν μια μέση τιμή 0,67, ενώ οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων και οι κερατολιθικές 0,71. Οι διαφορές μεταξύ των τιμών αυτών, όπου εμφανίζονται, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους ($z=0,56<1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και ψαμμιτικών κόκκων, $z=-1,94>-1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και κερατολιθικών κόκκων, $z=-1,74>-1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ψαμμιτικών και κερατολιθικών κόκκων και $z=-1,54>-1,96 =z_{κρ}$ μεταξύ ψαμμιτικών και εκρηξιγενών κόκκων). Εξαίρεση αποτελούν οι τιμές σφαιρικότητας μεταξύ ασβεστολιθικών και εκρηξιγενών κόκκων, που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους ($z=11,32>1,96=z_{κρ}$).

Στο σύνολο των κροκαλών ανά ιδιαίτερη θέση δειγματοληψίας, η μέση τιμή της σφαιρικότητας κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0,69 (κοίτη και φραγμός Φ2) και 0,67 (φραγμός Φ2).

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ6	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ ΜΟΝΑΔΑΣ
Κοίτη	0,69	0,70	0,71	0,71	0,69
Φ1	0,67	0,61	0,78	0,70	0,67
Φ2	0,69	0,67	0,69	0,72	0,69
Σύνολο Σ6	0,68	0,67	0,71	0,71	0,68

Πίνακας 7.40: Σφαιρικότητα κόκκων κάθε λιθολογίας καθώς και του συνόλου των κροκαλών για κάθε γεωμορφολογική μονάδα του έκτου σταθμού δειγματοληψίας.

Η σφαιρικότητα των ασβεστολιθικών κροκαλών της κοίτης είναι απολύτως ίση με αυτή του φραγμού Φ2. Οι διαφορές σφαιρικότητας μεταξύ κοίτης και φραγμού Φ1 και μεταξύ των δυο φραγμών είναι στατιστικά σημαντικές ($z=2,29>1,96=z_{κρ}$ και $z=-2,19<-1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα).

Οι ψαμμιτικές κροκάλες φαίνεται να είναι περισσότερο σφαιρικές στην κοίτη του σταθμού δειγματοληψίας, με τιμή σφαιρικότητας 0,70, ενώ η σφαιρικότητα των κόκκων του φραγμού Φ1 είναι 0,61 και του φραγμού Φ2 είναι 0,67. Η στατιστική επεξεργασία όμως έδειξε ότι, οι εμφανιζόμενες διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Οι τιμές z, που υπολογίστηκαν είναι: $z=1,86<1,96=z_{κρ}$ μεταξύ κοίτης-Φ1, $z=0,73<1,96=z_{κρ}$ μεταξύ κοίτης-Φ2 και $z=-1,40>-1,96=z_{κρ}$ μεταξύ Φ1-Φ2.

Η σφαιρικότητα των κερατολιθικών κόκκων της κοίτης είναι 0,71, του φραγμού Φ1 0,78 και του φραγμού Φ2 0,69. Από τις τιμές αυτές, στατιστικά σημαντική διαφορά εμφανίζεται μόνο μεταξύ της σφαιρικότητας των κροκαλών στους δυο φραγμούς ($z=2,45>1,96=z_{κρ}$). Ο έλεγχος των τιμών της σφαιρικότητας μεταξύ της κοίτης και των φραγμών Φ1 και Φ2, έδωσε τιμές $z=-1,91>-1,96=z_{κρ}$ και $z=0,58<1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα, δείχνοντας, ότι οι διαφορές αυτές δεν είναι στατιστικά σημαντικές.

Οι τιμές σφαιρικότητας των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0,70 και 0,72. Οι μικρές διαφορές, που εμφανίζονται είναι στατιστικά ασήμαντες, όπως έδειξαν και οι τιμές z που προσδιορίστηκαν ($z=0,09<1,96=z_{κρ}$ μεταξύ κοίτης και φραγμού Φ1, $z=-0,33>-1,96=z_{κρ}$ μεταξύ κοίτης και φραγμού Φ2 και $z=-0,17>-1,96=z_{κρ}$ μεταξύ των δυο φραγμών.

7.5.6.5. Αποτελέσματα ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ6.

Στον πίνακα 7.41 φαίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του σχήματος των κόκκων της κοίτης του σταθμού δειγματοληψίας Σ6, σύμφωνα με την ταξινομική διάκριση κατά Zingg (1935) και στο σχήμα 7.22 απεικονίζεται το σχήμα των κόκκων σε διαγράμματα b/a-c/b.

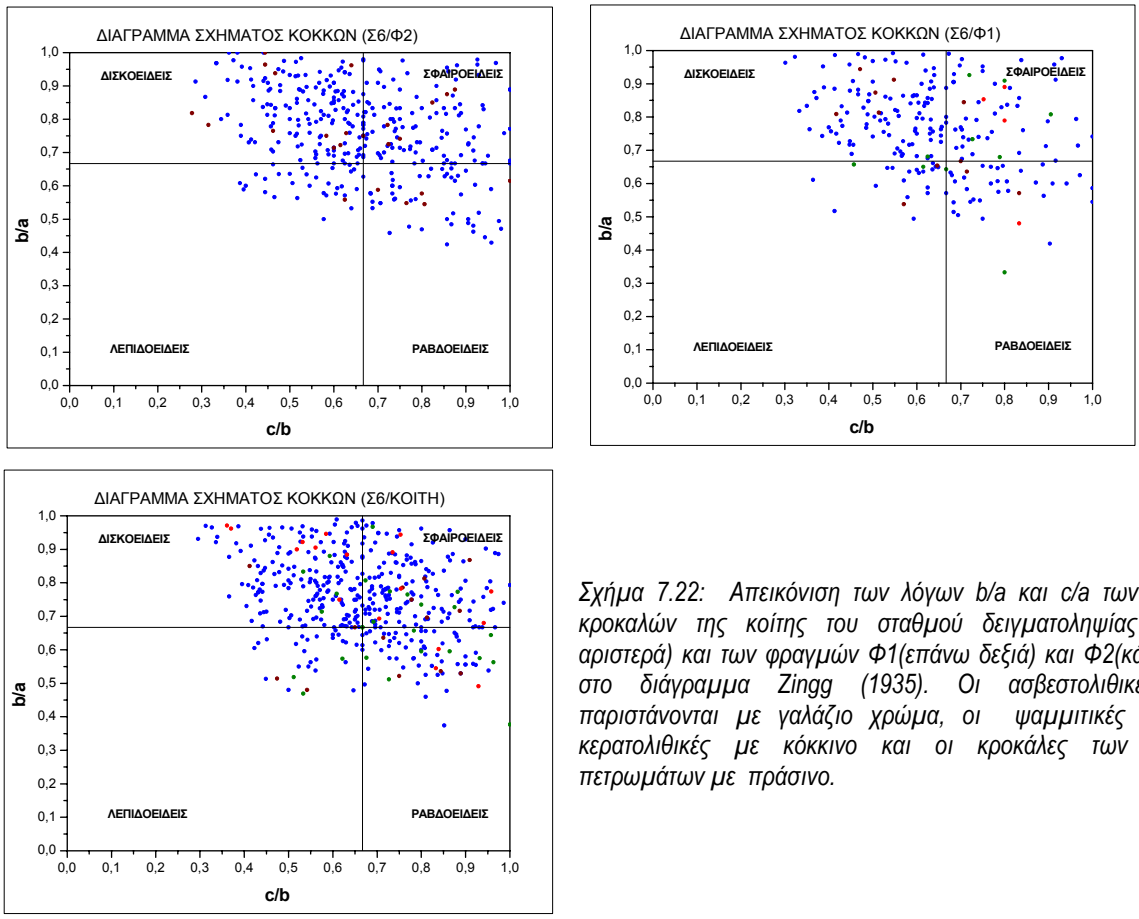
Στην κοίτη του έκτου σταθμού δειγματοληψίας κυριαρχούν οι κόκκοι δισκοειδούς σχήματος για τις ασβεστολιθικές κροκάλες, με ποσοστό 44,50% και ακολουθούν οι σφαιροειδείς, οι ραβδόμορφες και οι πλατυσμένες με αντίστοιχα επί τοις % ποσοστά, 32,23%, 15,60% και 7,67%. Οι ψαμμιτικοί κόκκοι αποτελούνται σε ποσοστό 42,86% από σφαιροειδείς κροκάλες και σε ποσοστά 28,57%, 21,43% και 7,14% από ραβδόμορφες, πλατυσμένες και δισκοειδείς κροκάλες αντίστοιχα. Οι κερατολιθικές κροκάλες περιλαμβάνουν ποσοστό δίσκων 47,06%, ενώ το ποσοστό των σφαιρών είναι 35,29% και των ράβδων 17,65%. Στις κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων, οι κροκάλες σχήματος σφαίρας έχουν ποσοστό 30,77%, οι δισκοειδείς 15,38%, οι ράβδοι 34,62%, και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 19,23%. Στο σύνολο των κόκκων της κοίτης το ποσοστό των δίσκων είναι 41,74%, των σφαιρών 32,59%, των ράβδων 17,19% και των πλατυσμένων κροκαλών 8,48%.

Στον ακραίο φραγμό Φι οι ασβεστολιθικές κροκάλες έχουν σε ποσοστά 53,03% και 21,72% δισκοειδές και σφαιρικό σχήμα αντίστοιχα, ενώ οι ραβδόμορφες κροκάλες και οι πλατυσμένες συμμετέχουν με αντίστοιχα ποσοστά 15,86% και 9,60%. Το ήμισυ των ψαμμιτικών κροκαλών (50,00%) έχει δισκοειδές σχήμα, ενώ 8,33%, 25,00% και 16,67% είναι τα ποσοστά συμμετοχής των σφαιρικών, των ραβδοειδών και των πλατυσμένων κροκαλών. Οι κερατολιθικοί κόκκοι αποτελούνται κατά 75,00% από σφαίρες και κατά 25,00% από ράβδους. Από τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων, οι δίσκοι και οι ράβδοι συμμετέχουν με ποσοστό 10,00%, ενώ 50,00% και 30,00% είναι τα ποσοστά συμμετοχής των σφαιρών και των πλατυσμένων κροκαλών. Στο σύνολο των κόκκων του φραγμού Φ1 το ποσοστό των δίσκων είναι 50,00%, των σφαιρών 23,21%, των ράβδων 16,07% και των πλατυσμένων κροκαλών 10,71%.

Οι ασβεστολιθικές κροκάλες του φραγμού Φ2 αποτελούνται σε ποσοστό 45,45% από δίσκους, από 28,15% από σφαίρες, από 16,13% από ράβδους και από 10,26% από πλατυσμένες κροκάλες. Στους ψαμμιτικούς κόκκους, οι δισκοειδείς κροκάλες κατέχουν ποσοστό συμμετοχής 50,00%, ενώ οι σφαιροειδείς, οι ραβδοειδείς και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 25,00%, 20,83% και 4,17% αντίστοιχα. Στους κερατολιθικούς κόκκους, κυριαρχούν οι δίσκοι με ποσοστό συμμετοχής 60,00%, οι σφαίρες συμμετέχουν με ποσοστό 20,00%, ενώ το ποσοστό συμμετοχής των άλλων σχημάτων είναι ίδιο (10,00%). Στους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων τα ποσοστά συμμετοχής των δισκοειδών, σφαιροειδών, ραβδοειδών και πλατυσμένων κροκαλών είναι 23,53%, 35,29%, 35,29% και 5,88% αντίστοιχα. Στο σύνολο των κόκκων του φραγμού Φ1 το ποσοστό των δίσκων είναι 45,15%, των σφαιρών 28,06%, των ράβδων 17,09% και των πλατυσμένων κροκαλών 9,69%.

ΣΥΛΛΟΓΗ	ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ		ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ	
		ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Κοίτη	Δίσκοι	174	44,50	1	7,14	8	47,06	4	15,38	187	41,74
	Σφαίρες	126	32,23	6	42,86	6	35,29	8	30,77	148	32,59
	Ράβδοι	61	15,60	4	28,57	3	17,65	9	34,62	77	17,19
	Πλατυσ.	30	7,67	3	21,43	0	0,00	5	19,23	38	8,48
	Σύνολο	391	100,00	14	100,00	17	100,00	26	100,00	448	100,00
Φ1	Δίσκοι	105	53,03	6	50,00	0	0,00	1	10,00	112	50,00
	Σφαίρες	43	21,72	1	8,33	3	75,00	5	50,00	52	23,21
	Ράβδοι	31	15,66	3	25,00	1	25,00	1	10,00	36	16,07
	Πλατυσ.	19	9,60	2	16,67	0	0,00	3	30,00	24	10,71
	Σύνολο	198	100,00	12	100,00	4	100,00	10	100,00	224	100,00
Φ2	Δίσκοι	155	45,45	12	50,00	6	60,00	4	23,53	177	45,15
	Σφαίρες	96	28,15	6	25,00	2	20,00	6	35,29	110	28,06
	Ράβδοι	55	16,13	5	20,83	1	10,00	6	35,29	67	17,09
	Πλατυσ.	35	10,26	1	4,17	1	10,00	1	5,88	38	9,69
	Σύνολο	341	100,00	24	100,00	10	100,00	17	100,00	392	100,00
Σύνολο Σ6	Δίσκοι	434	46,67	19	38,00	14	45,16	9	16,98	476	44,74
	Σφαίρες	265	28,49	13	26,00	11	35,48	19	35,85	308	28,95
	Ράβδοι	147	15,81	12	24,00	5	16,13	16	30,19	180	16,92
	Πλατυσ.	84	9,03	6	12,00	1	3,23	9	16,98	100	9,40
	Σύνολο	930	100,00	50	100,00	31	100,00	53	100,00	1064	100,00

Πίνακας 7.41: Το σχήμα των κόκκων για κάθε λιθολογία της κοίτης του έκτου σταθμού δειγματοληψίας.



Σχήμα 7.22: Απεικόνιση των λόγων b/a και c/a των αξόνων των κροκαλών της κοίτης του σταθμού δειγματοληψίας Σ6 (επάνω αριστερά) και των φραγμών Φ1(επάνω δεξιά) και Φ2(κάτω αριστερά) στο διάγραμμα Zingg (1935). Οι ασβεστολιθικές κροκάλες παριστάνονται με γαλάζιο χρώμα, οι ψαμμιτικές με καφέ, οι κερατολιθικές με κόκκινο και οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων με πράσινο.

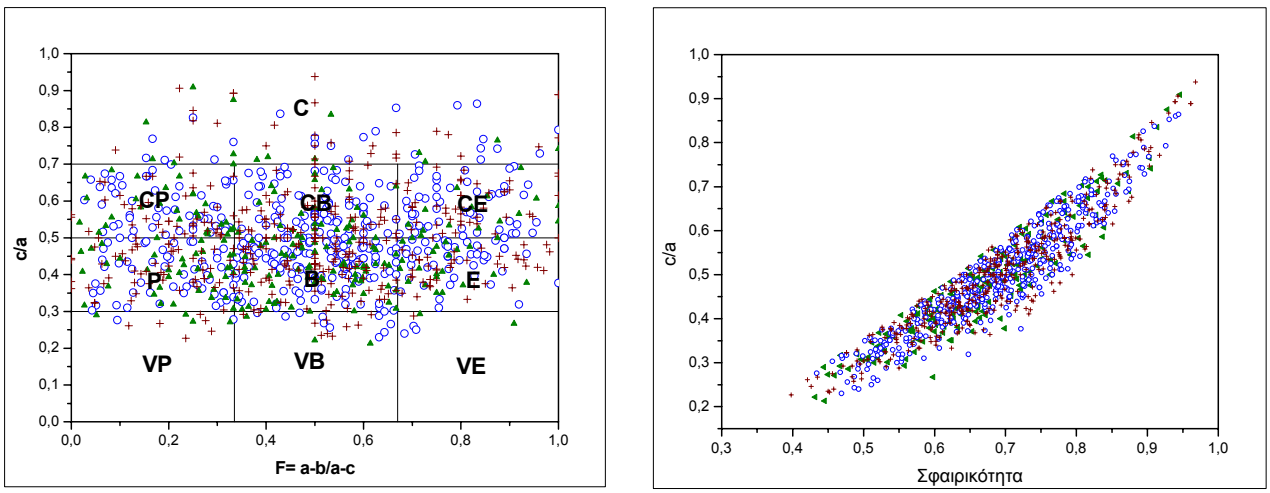
Στο σύνολο του σταθμού δειγματοληψίας το μεγαλύτερο ποσοστό (44,74%) κατέχουν οι κροκάλες δισκοειδούς σχήματος και ακολουθούν οι σφαιροειδείς κροκάλες με ποσοστό συμμετοχής 28,95%, οι ραβδοειδείς με ποσοστό 16,92% και οι πλατυσμένες με 9,40%.

Η αναλογία συχνοτήτων εμφάνισης των δίσκων, σφαιρών ράβδων και πλατυσμένων κροκαλών σε όλες τις συλλογές, διατηρείται σταθερή στις ασβεστολιθικές κροκάλες (χ^2=8,81<12,59=$\chi^2_{κρ}$), ενώ δεν είναι εφικτή η σύγκριση για τις συλλογές των ψαμμιτικών, κερατολιθικών και εκρηξιγενών κροκαλών, λόγω των μικρών τιμών που εμφανίζουν οι αναμενόμενες συχνότητες, κατά την εφαρμογή της δοκιμασίας χ^2. Η ίδια αυτή αναλογία συχνοτήτων παραμένει σταθερή και στη σύγκριση των συνόλων των κόκκων όλων των συλλογών (χ^2=8,46<12,59=$\chi^2_{κρ}$).

Στον πίνακα 7.42 φαίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ6, σύμφωνα με το ταξινομικό σχήμα κατά Sneed & Folk (1958) και στο σχήμα 7.23 απεικονίζεται το σύνολο των κόκκων σε διαγράμματα c/a-F και c/a-σφαιρικότητα επίσης των Sneed & Folk (1958).

	ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΚΟΚΚΩΝ ΣΤΑΘΜΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ Σ6							
ΣΥΛΛΟΓΗ	Σ6/ΚΟΙΤΗ		Σ6/Φ1		Σ6/Φ2		ΣΥΝΟΛΟ	
ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
C	23	5,13	14	6,25	29	7,40	66	6,20
CP	52	11,61	30	13,39	41	10,46	123	11,56
CB	76	16,96	24	10,71	58	14,80	158	14,85
CE	50	11,16	15	6,70	43	10,97	108	10,15
P	56	12,50	39	17,41	56	14,29	151	14,19
B	128	28,57	70	31,25	104	26,53	302	28,38
E	47	10,49	22	9,82	44	11,22	113	10,62
VP	2	0,45	4	1,79	6	1,53	12	1,13
VB	11	2,46	4	1,79	10	2,55	25	2,35
VE	3	0,67	2	0,89	1	0,26	6	0,56
ΣΥΝΟΛΟ	448	100,00	224	100,00	392	100,00	1064	100,00

Πίνακας 7.42: Διάκριση των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ6 ανάλογα με το σχήμα τους κατά Sneed & Folk (1958).



Σχήμα 7.23: Αριστερά: Απεικόνιση των λόγων c/a, F=a-b/a-c των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ6 σε διάγραμμα κατά Sneed & Folk (1958). Δεξιά: Απεικόνιση του λόγου c/a σε σχέση με τη σφαιρικότητα των κόκκων. Με γαλάζιο κύκλο απεικονίζονται οι κόκκοι της κοίτης του σταθμού δειγματοληψίας, με πράσινα τρίγωνα οι κόκκοι του φραγμού Φ1 και με καφέ σταυρούς οι κόκκοι του φραγμού Φ2.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής, για όλους τους λιθολογικούς τύπους και στο σύνολο των συλλογών του έκτου σταθμού δειγματοληψίας, οι "B" κροκάλες κατέχουν το μεγαλύτερο επί τοις % ποσοστό συμμετοχής (28,38%) και ακολουθούν οι "CB" κροκάλες με ποσοστό 14,85%, οι "P" κροκάλες με 14,19%, οι

"CP" κροκάλες με 11,56%, οι "E" κροκάλες με ποσοστό 10,62%, οι "CE" κροκάλες με 10,15%, και οι "C" κροκάλες με ποσοστό συμμετοχής 6,20%. Τα υπόλοιπα σχήματα συμμετέχουν με πολύ μικρά ποσοστά, που είναι 2,35% για τις "VB" κροκάλες, 1,13% για τις "VP" κροκάλες και 0,56% για τις "VE" κροκάλες.

Οι "CB" κροκάλες κυριαρχούν και στο σύνολο των επί μέρους συλλογών της κοίτης και των φραγμών με ποσοστά συμμετοχής που φτάνουν από 26,53% (Σ6/Φ2) μέχρι 31,25% (Σ6/Φ1), ενώ τη μικρότερη συμμετοχή έχουν οι "VE" κροκάλες με ποσοστά συμμετοχής, που κυμαίνονται μεταξύ 0,26% (φραγμός Φ2) και 0,89% (φραγμός Φ1).

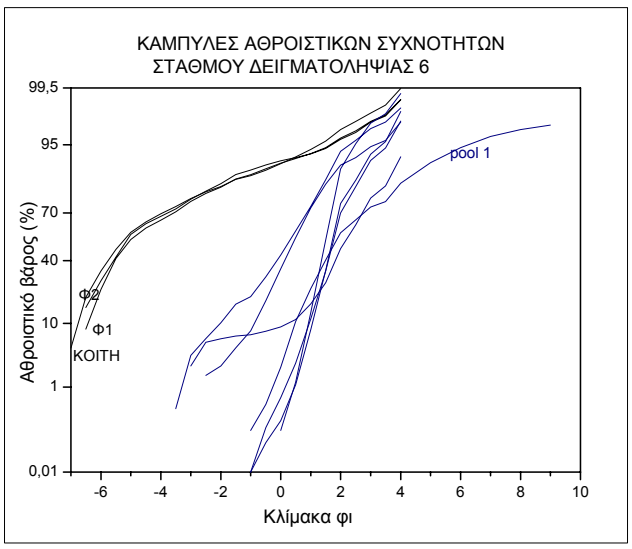
Οι αναλογίες εμφάνισης συχνοτήτων των διαφόρων σχημάτων, στην ταξινόμηση αυτή, εμφανίζουν μικρές διαφορές, που δεν είναι στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους (χ^2=18,86<28,87=$\chi^2_{κρ}$).

7.5.6.6. Αποτελέσματα ανάλυσης της ογκομετρικής δειγματοληψίας του σταθμού Σ6.

Στο σταθμό δειγματοληψίας Σ6 συλλέχθηκε υλικό από 31 συνολικά θέσεις υποσυλλογών για την υποεπιφανειακή δειγματοληψία της κοίτης του ρεύματος και των δυο φραγμών. Πραγματοποιήθηκε επίσης ογκομετρική δειγματοληψία στο λεπτόκοκκο υλικό των φραγμών και τμημάτων της κοίτης, συνολικά σε επτά θέσεις (πίν. 7.43 και σχ. 7.25Α). Η κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων, συνολικού βάρους 746.408,87gr, έδωσε τα αποτελέσματα που φαίνονται στον πίνακα 7.43. Στο σχ. 7.24 φαίνονται οι κοκκομετρικές καμπύλες αθροιστικής συχνότητας όλων των δειγμάτων των υλικών συλλογής του σταθμού.

ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (gr)	ΔΙΑΜΕΣΟΣ (Md)	ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ (Mz)	ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (σi)	ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑ (SKi)	ΚΥΡΤΩΣΗ (K_G)
Σ6/Κοίτη	255.474,70	-5,38	-4,60	2,42	0,56	1,15
Σ6/Φ1	223.631,35	-5,14	-4,40	2,35	0,57	1,21
Σ6/Φ2	265.915,83	-5,23	-4,60	2,44	0,50	1,24
Σ6/Φ1/f1	67,58	2,07	2,16	1,67	-0,13	1,88
Σ6/Φ1/f1΄	67,37	1,71	1,79	0,78	0,23	1,43
Σ6/Φ1/f2	165,28	0,37	0,43	1,21	0,15	1,39
Σ6/Φ1/f3	74,86	1,46	1,46	0,47	0,10	1,23
Σ5/Φ2/f1	851,51	0,20	0,03	1,48	-0,17	1,16
Σ6/Φ2/f2	84,52	1,68	1,76	0,68	0,27	1,66
Σ6/Φ2/pool 1	75,87	1,78	2,17	1,73	0,42	1,09

Πίνακας 7.43: Τα βάρη και οι στατιστικές παράμετροι (φι) των δειγμάτων των ογκομετρικών και υποεπιφανειακών συλλογών του έκτου σταθμού δειγματοληψίας.



Σχήμα 7.24: Κοκκομετρικές καμπύλες αθροιστικής συχνότητας των δειγμάτων υποεπιφανειακής δειγματοληψίας (μαύρες γραμμές) και δειγματοληψίας λεπτόκοκκου υλικού (γαλάζιες γραμμές) των συλλογών του σταθμού Σ6.

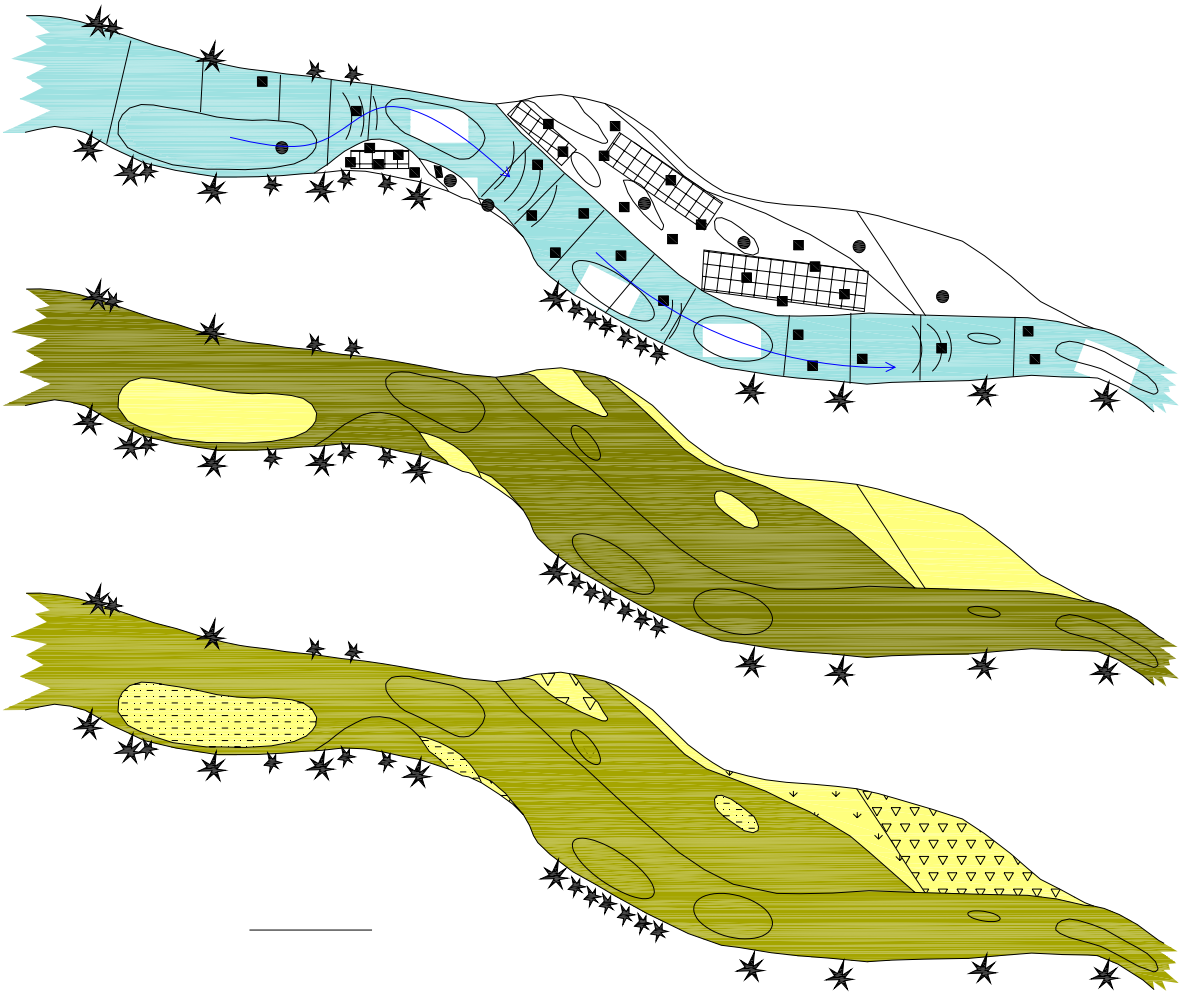
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 7.43, ο αριθμητικός μέσος των υλικών της κοίτης και του φραγμού Φ2 είναι -4,60φι, ενώ του φραγμού Φ2 είναι -4,40φι που αντιστοιχούν σε χονδρόκοκκο χαλίκι. Τα υλικά της κοίτης και των φραγμών, παρουσιάζουν βαθμούς ταξινόμησης μεταξύ των τιμών 2,35φι και 2,44φι και είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα. Οι καμπύλες της κοίτης και των φραγμών είναι λεπτόκυρτες με πολύ θετική ασυμμετρία. Τα δείγματα του λεπτόκοκκου υλικού, που συλλέχτηκαν από τις διάφορες θέσεις της κοίτης και των φραγμών του σταθμού δειγματοληψίας Σ5, εμφανίζουν τιμές αριθμητικού μέσου που κυμαίνονται μεταξύ 2,17φι (Σ6/pool 1) και 0,03φι (Σ6/Φ2/f1) και αντιστοιχούν σε λεπτόκοκκη έως χονδρόκοκκη άμμο, που είναι καλά έως φτωχά ταξινομημένα. Οι κοκομετρικές καμπύλες των αναλυθέντων δειγμάτων του λεπτού υλικού είναι μεσο- έως πολύ λεπτόκυρτες και παρουσιάζουν πολύ θετική μέχρι αρνητική ασυμμετρία. (πίν. 7.43).
Στο σχήμα 7.25Γ φαίνεται χαρτογραφημένη η κοίτη του σταθμού δειγματοληψίας Σ6 με βάση τις τιμές του αριθμητικού μέσου των δειγμάτων της ογκομετρικής και υποεπιφανειακής δειγματοληψίας που υπολογίστηκαν από την κοκκομετρική τους ανάλυση.

7.5.6.7. Συμπεράσματα από την ανάλυση των επιφανειακών και υποεπιφανειακών ιζημάτων μεταφοράς του σταθμού δειγματοληψίας Σ6.

1. Ο έκτος σταθμός δειγματοληψίας περιλαμβάνει επαναλαμβανόμενες ακολουθίες βαθύνσεων-ρηχεύσεων (pools-riffles) και δυο ακραίους φραγμούς. Οι δυο νερόλακκοι, που βρίσκονται ανάντη και απέναντι από τον ακραίο φραγμό Φ2, έχουν τη μορφή ελλειψοειδούς τάφρου με αρκετά μεγάλα βάθη, ενώ οι υπόλοιποι τρεις νερόλακκοι, που βρίσκονται απέναντι από το φραγμό Φ1, έχουν τη μορφή νεροφαγώματος εξ αιτίας κάθετης διάβρωσης.
2. Στο σταθμό δειγματοληψίας Σ6, κυριαρχούν σε εκατοστιαία συμμετοχή οι ασβεστολιθικοί κόκκοι και ακολουθούν οι ψαμμιτικοί και οι εκρηξιγενείς, τα ποσοστά των οποίων δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους, ενώ το μικρότερο ποσοστό συμμετοχής εμφανίζουν οι κερατολιθικοί κόκκοι. Τα ποσοστά συμμετοχής του καθενός λιθολογικού τύπου είναι στατιστικά ίδια, τόσο στην ενεργή κοίτη του ρεύματος όσο και στους δυο φραγμούς, εκτός από το ποσοστό των ψαμμιτικών κόκκων του φραγμού Φ2, που είναι μεγαλύτερο από το ποσοστό συμμετοχής του στην ενεργή κοίτη.

   Από τους λιθολογικούς τύπους της επιφανειακής δειγματοληψίας το ποσοστό συμμετοχής των ασβεστολιθικών κροκαλών εμφανίζεται σαφώς αυξημένο σε σχέση με τον προηγούμενο σταθμό δειγματοληψίας, ενώ τα ποσοστά συμμετοχής των ψαμμιτικών και των κερατολιθικών κροκαλών μειώνεται. Το γεγονός αυτό πιστοποιείται και βάσει της στατιστικής σύγκρισης, που έδωσε τιμές $z=5,69>1,64=z_{κρ}$ για τους ασβεστολιθικούς κόκκους, $z=5,97>1,96=z_{κρ}$ για τους ψαμμιτικούς κόκκους και $z=2,68>1,96=z_{κρ}$ για τους κερατολιθικούς κόκκους. Τα ποσοστά συμμετοχής των κροκαλών των εκρηξιγενών πετρωμάτων φαίνονται ελάχιστα διαφοροποιημένα, η προκύπτουσα διαφορά όμως δεν είναι στατιστικά σημαντική ($z=0,36<1,64=z_{κρ}$). Η αύξηση του ποσοστού των ασβεστολιθικών κροκαλών σε βάρος των ψαμμιτικών και των κερα-

τολιθικών κροκαλών, οφείλεται στην εισροή ασβεστολιθικού κυρίως υλικού από το ριπίδιο της Τιθορέας, ενώ η διατήρηση του ποσοστού των εκρηξιγενών πετρωμάτων οφείλεται στην εισροή νέου ανάλογου υλικού από τα ρεύματα Παναγιτσόρεμα και Θολόρεμα, που συμβάλλουν από Βορρά στον κύριο άξονα του ποταμού.





Σχήμα 7.25: Σταθμός δειγματοληψίας Σ6. Α: χαρτογράφηση του σταθμού με τις θέσεις δειγματοληψίας. Β: απεικόνιση του αριθμητικού μέσου των συλλογών της επιφανειακής δειγματοληψίας. Γ: απεικόνιση του αριθμητικού μέσου των συλλογών της ογκομετρικής δειγματοληψίας.

3. Οι μεγαλύτερες κροκάλες του έκτου σταθμού δειγματοληψίας είναι οι ασβεστολιθικές και ακολουθούν κατά σειρά σε μέγεθος οι κερατολιθικές, οι ψαμμιτικές και οι εκρηξιγενείς κροκάλες. Οι ασβεστολιθικές και οι κερατολιθικές κροκάλες έχουν το ίδιο μέσο μέγεθος στην ενεργή κοίτη και στο φραγμό Φ1, ενώ είναι μικρότερες στο φραγμό Φ2. Οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων είναι μεγαλύτερες στην ενεργή κοίτη, απ' ότι στους δυο φραγμούς, στους οποίους το μέσο μέγεθος δε διαφέρει στατιστικά. Οι ψαμμιτικές κροκάλες έχουν το ίδιο μέσο μέγεθος και στις τρεις συλλογές (ενεργή κοίτη και φραγμοί Φ1 και Φ2).

   Το κοκκομετρικό μέγεθος του συνόλου των κροκαλών του έκτου σταθμού δειγματοληψίας είναι μεγαλύτερο από το κοκκομετρικό μέγεθος του συνόλου των κροκαλών του προηγούμενου σταθμού. Το ίδιο συμβαίνει και με τους αριθμητικούς μέσους ενός εκάστου λιθολογικού τύπου. Οι αυξήσεις, που διαπιστώνονται στους ασβεστολιθικούς, στους κερατολιθικούς και στους εκρηξιγενείς κόκκους είναι στατιστικά σημαντικές ($z=-4,49<-1,96=z_{κρ}$, $z=-2,41<-1,96=z_{κρ}$ $z=-2,76<-1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα), ενώ η αύξηση του κοκκομετρικού μεγέθους των ψαμμιτών δεν είναι στατιστικά σημαντική ($z=-1,34>-1,96=z_{κρ}$). Η ερμηνεία της αύξησης των αριθμητικών μέσων πρέπει να αναζητηθεί στην εισροή νέου υλικού στον κύριο άξονα και στις ανθρωπογενείς παρεμβάσεις, που πραγματοποιούνται σε ενδιάμεσες θέσεις μεταξύ των δυο σταθμών (απόληψη λεπτομερούς υλικού).

   Οι επιφανειακοί κόκκοι της κοίτης και του φραγμού Φ1 είναι αρκετά μεγαλύτεροι από τους κόκκους του φραγμού Φ2, πάντως όλοι βρίσκονται στα όρια του πολύ χονδρόκοκκου χαλικιού.

4. Οι ψαμμιτικοί κόκκοι είναι οι περισσότερο στρογγυλοί κόκκοι του σταθμού δειγματοληψίας Σ6 και ακολουθούν οι ασβεστολιθικοί και οι εκρηξιγενείς, ενώ οι κερατολιθικοί κόκκοι είναι οι λιγότερο στρογγυλοί. Οι ψαμμιτικοί κόκκοι εμφανίζουν την ίδια στρογγύλωση στην ενεργή κοίτη και στους φραγμούς Φ1 και Φ2. Η στρογγύλωση των ασβεστολιθικών κόκκων είναι ίδια στους δυο φραγμούς και μεγαλύτερη στην ενεργή κοίτη του ρεύματος.

   Οι τιμές στρογγύλωσης των κροκαλών εμφανίζονται αυξημένες σε σχέση με τον προηγούμενο σταθμό, για τις ασβεστολιθικές, ψαμμιτικές και κερατολιθικές κροκάλες και οι αυξήσεις αυτές είναι στατιστικά σημαντικές ($χ^2=46,11>9,49=χ^2_{κρ}$ για τους ασβεστολιθικούς κόκκους, $χ^2=44,81>9,49=χ^2_{κρ}$ για τους ψαμμιτικούς και $χ^2=18,77>7,82=χ^2_{κρ}$ για τους κερατολιθικούς). Αντίθετα οι εκρηξιγενείς κροκάλες δείχνουν μείωση της στρογγύλωσης, σε σχέση με τον προηγούμενο σταθμό, που όμως δεν είναι στατιστικά σημαντική ($χ^2=7,86<9,49=χ^2_{κρ}$). Η αύξηση του βαθμού στρογγύλωσης σε σχέση με τον προηγούμενο σταθμό οφείλονται στο γεγονός ότι εκτός από την τριβή και το θραυσμό, που συμβαίνει κατά τη μεταφορά των κόκκων κατά μήκος της κοίτης, οι κόκκοι που προέρχονται από πλευρικές εισροές, έχουν ήδη αποκτήσει μεγάλες τιμές στρογγύλωσης πριν από τη συμβολή των ρευμάτων.

5. Στον έκτο σταθμό δειγματοληψίας, οι ασβεστολιθικές, οι κερατολιθικές και οι ψαμμιτικές κροκάλες εμφανίζουν στατιστικά ίδιες τιμές σφαιρικότητας. Η σφαιρικότητα των ασβεστολιθικών κροκαλών είναι μεγαλύτερη από τη σφαιρικότητα των εκρηξιγενών κροκαλών. Οι ασβεστολιθικές κροκάλες είναι περισσότερο

σφαιρικές στην ενεργή κοίτη και στο φραγμό Φ2, συγκρινόμενες με τη σφαιρικότητα των κροκαλών του φραγμού Φ1. Οι ψαμμιτικές κροκάλες έχουν στατιστικά ίδιες τιμές σφαιρικότητας στην ενεργή κοίτη και στους φραγμούς Φ1 και Φ2. Η σφαιρικότητα των κερατολιθικών κροκαλών είναι μεγαλύτερη στο φραγμό Φ2, από ότι στο φραγμό Φ1.

Η σφαιρικότητα των ψαμμιτικών και των εκρηξιγενών κροκαλών παραμένει αμετάβλητη, σε σχέση με το σταθμό δειγματοληψίας Σ5. Οι κερατολιθικές κροκάλες εμφανίζουν μια πολύ μικρή αύξηση, που δεν είναι στατιστικά σημαντική ($z=-0,57>-1,96=z_{κρ}$). Στις ασβεστολιθικές κροκάλες, παρατηρείται στατιστικά σημαντική μείωση της σφαιρικότητας ($z=5,07>1,96=z_{κρ}$). Η μείωση της σφαιρικότητας των ασβεστολιθικών κροκαλών, σε συνδυασμό με την αύξηση του ποσοστού συμμετοχής τους στο σταθμό Σ6 και την αύξηση του κοκκομετρικού τους μεγέθους, οφείλεται προφανώς στο γεγονός ότι στο ρεύμα εισρέει νέο ασβεστολιθικό υλικό, που προέρχεται από το ριπίδιο της Τιθορέας. Οι ασβεστολιθικές κροκάλες του ριπιδίου θα πρέπει να είναι λιγότερο σφαιρικές από τις κροκάλες του ρεύματος λόγω μικρής σχετικά απόστασης μεταφοράς εντός του ριπιδίου.

6. Από την άποψη του σχήματος σύμφωνα με τη διάκριση κατά Zingg (1935), οι δισκοειδείς κροκάλες κυριαρχούν στο σύνολο των κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας με ποσοστό 44,74% ενώ τα ποσοστά συμμετοχής των σφαιρικών κροκαλών είναι 28,95%, των ραβδόμορφων 16,92% και των πλατυσμένων κροκαλών 9,40%. Το ποσοστό συμμετοχής των δίσκων, στο σταθμό δειγματοληψίας Σ6, είναι σχετικά αυξημένο σε σχέση με τον προηγούμενο σταθμό, ενώ το ποσοστό των σφαιρών μειώνεται. Η διαφορά στις αναλογίες μεταξύ δίσκων, σφαιρών, ράβδων και πλατυσμένων κροκαλών μεταξύ των δυο σταθμών είναι στατιστικά σημαντική ($\chi^2=16,45>7,82=\chi^2_{κρ}$) και αυτό οφείλεται στην εισροή νέου υλικού, όπως έχει προαναφερθεί.
7. Από τις αναλύσεις των δειγμάτων της ογκομετρικής δειγματοληψίας προκύπτει ότι, οι αριθμητικοί μέσοι της κοίτης του ρεύματος του έκτου σταθμού δειγματοληψίας και του συνόλου των συλλογών του σταθμού είναι ελαφρώς μικρότεροι από τους αντίστοιχους αριθμητικούς μέσους του προηγούμενου σταθμού. Ο πυθμένας του νερόλακκου του ανάντη τμήματος του σταθμού (pool 1), καλύπτεται από χονδρόκοκκη άμμο, αντίθετα από το λεπτόκοκκο υλικό (Φ2/f1, f2), που αποτίθεται στο κατάντη τμήμα του φραγμού Φ2. Οι θύλακες άμμου, που βρίσκονται στο φραγμό Φ1 (Φ1/f2, f3), δημιουργούνται εξ αιτίας θάμνων που λειτουργούν ως εμπόδια στη ροή και δημιουργούν κατάντη ζώνες απόθεσης λεπτόκοκκου υλικού, λόγω αλλαγής της ταχύτητας του νερού. Η έκταση κατάντη του φραγμού Φ1 (Φ1/f1, f1΄) που καλύπτεται από άμμο, αντιστοιχεί σε παλαιότερο πεδίο πλημμύρας. Η κοίτη κατά μήκος του φραγμού Φ1 μετατοπίζεται διαρκώς εις βάρος της αριστερής όχθης και εκβαθύνεται (ύπαρξη τεσσάρων νερόλακκων), εγκαταλείποντας το φραγμό Φ1, ο οποίος δέχεται πλέον νερό κατά τη διάρκεια υψηλής ροής μόνο στο ανάντη τμήμα του και σταδιακά απονεκρώνεται.

7.5.7. Ανάλυση ιζημάτων σταθμού δειγματοληψίας Σ7.

Ο έβδομος σταθμός δειγματοληψίας (Σ7) βρίσκεται στο μαιανδρικό τμήμα του ποταμού βορειοανατολικά του οικισμού Αγία Παρασκευή, στη θέση Μαγούλα (πίν. 7.1, εικ. 7.1 και σχ. 7.29). Έχει μήκος 220m και πλάτος, που κυμαίνεται μεταξύ 15m και 21m. Αποτελείται από ακολουθίες βαθύνσεων-ρηχεύσεων (pools-riffles) και περιλαμβάνει τρεις ακραίους φραγμούς (Φ1, Φ2, Φ3). Στο κατάντη τμήμα του σταθμού και στη δεξιά πλευρά της κοίτης βρίσκονται αποτεθημένοι ογκόλιθοι δομικών υλικών, ανθρωπογενούς προέλευσης.

Η επιφανειακή δειγματοληψία στην κοίτη του ρεύματος πραγματοποιήθηκε κατά μήκος 10 τομών κάθετων προς τη διεύθυνση ροής. Τα χαλίκια των φραγμών συλλέχτηκαν με συστηματική δειγματοληψία δικτύου. Για την ογκομετρική δειγματοληψία συλλέχτηκε υλικό από 14 υποσυλλογές μέσα από την ενεργή κοίτη, από 7 υποσυλλογές στο φραγμό Φ1 και από 3 υποσυλλογές στο φραγμό Φ2. Επί πλέον συλλέχτηκε λεπτομερές υλικό προς ανάλυση από επτά θέσεις των φραγμών και από δυο νερόλακκους (σχ.7.29Α). Συνολικά συλλέχτηκαν 1.170 κόκκοι από την επιφάνεια και 535,2 kg υλικού ογκομετρικής δειγματοληψίας.



Εικόνα 7.13. Ο πυθμένας του νερόλακκου στο ανάντη τμήμα του σταθμού δειγματοληψίας Σ7 (pool 2),κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου. Διακρίνονται οι πολυγωνικές διαρρήξεις, που έχουν αναπτυχθεί στις επιφάνειες ξηρασίας του αργιλικού υλικού.

Μεταξύ του σταθμού αυτού και του προηγούμενου, το κυρίως ποτάμιο ρεύμα ενισχύεται από τους παραποτάμους Διπόταμο και Αγγιαννόρεμα, τα οποία προερχόμενα από το Νότο μεταφέρουν στο κύριο ρεύμα, μέσω της αριστερής όχθης, ασβεστολιθικό υλικό από το ριπίδιο της Τιθορέας. Στην περιοχή της Κάτω Τιθορέας και βόρεια της πόλης, το ποτάμιο ρεύμα διακλαδίζεται μέσω τεχνητού καναλιού εκτόνωσης, για την αποφυγή έντονων διαβρώσεων, πλημμύρων και μετακίνησης της κοίτης κοντά στον Σ.Σ. Τιθορέας.

7.5.7.1. Αποτελέσματα ανάλυσης του λιθολογικού χαρακτήρα των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ7.

Στον πίνακα 7.44 φαίνεται ο αριθμός των κροκαλών, που συλλέχτηκε στην ενεργή κοίτη και στους φραγμούς του έβδομου σταθμού δειγματοληψίας καθώς και ο αριθμός των κροκαλών του κάθε λιθολογικού τύπου και τα επί τοις % αντίστοιχα ποσοστά.

Στο σύνολο του σταθμού δειγματοληψίας Σ7, επικρατούν οι ασβεστολιθικοί κόκκοι με ποσοστό συμμετοχής 90,94% και ακολουθούν οι κόκκοι των εκρηξιγενών πετρωμάτων (5,13%), οι ψαμμιτικοί (2,74%) και οι κερατολιθικοί (1,20%). Οι διαφορές μεταξύ των ποσοστών συμμετοχής των εκρηξιγενών, των ψαμμιτικών και των κερατολιθικών κόκκων είναι μεταξύ τους στατιστικά σημαντικές ($\chi^2=30,41> 5,99=\chi^2_{κρ}$), όπως και οι διαφορές μεταξύ των ποσοστών συμμετοχής των ψαμμιτικών και των κερατολιθικών κόκκων ($\chi^2=7,01>3,84=\chi^2_{κρ}$).

Το ποσοστό των ασβεστολιθικών κόκκων στην κοίτη του έβδομου σταθμού δειγματοληψίας ανέρχεται σε 86,53% και είναι μικρότερο από το αντίστοιχο ποσοστό των φραγμών Φ1, Φ2 και Φ3, στους οποίους είναι ιδιαίτερα αυξημένο και ανέρχεται σε 90,97%, 91,15% και 93,19% αντίστοιχα. Η διαφορά μεταξύ των ποσοστών της ενεργής κοίτης και του φραγμού Φ3 είναι στατιστικά σημαντική ($z=-2,15<-1,96=z_{κρ}$), ενώ οι υπόλοιπες διαφορές, που εμφανίζονται δεν είναι σημαντικές. Οι τιμές z, που προσδιορίστηκαν είναι: μεταξύ της κοίτης και των συλλογών Φ1 και Φ2, $z=-1,51>-1,96=zκρ$ και $z=-1,54>-1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα, μεταξύ του φραγμού Φ1 και των φραγμών Φ2 και Φ3, $z=-0,08>-1,96=z_{κρ}$ και $z=-0,99>-1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα και μεταξύ των φραγμών Φ2 και Φ3, $z=-0,89>-1,96=z_{κρ}$.

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ7	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ		ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ	
	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Κοίτη	122	86,53	7	4,96	2	1,42	10	7,09	141	100,00
Φ1	383	90,97	13	3,09	5	1,19	20	4,75	421	100,00
Φ2	340	91,15	7	1,88	5	1,34	21	5,63	373	100,00
Φ3	219	93,19	5	2,13	2	0,85	9	3,83	235	100,00
Σύνολο Σ7	1.064	90,94	32	2,74	14	1,20	60	5,13	1.170	100,00

Πίνακας. 7.44: Λιθολογική κατανομή και εκατοστιαία συμμετοχή των κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας Σ7 για κάθε δειγματοληψία στις διάφορες στρωματογραφικές μονάδες.

Οι ψαμμιτικοί κόκκοι εμφανίζουν το μεγαλύτερο ποσοστό τους (4,96%) στην κοίτη του ρεύματος, ενώ είναι λιγότεροι στον φραγμό Φ1 με ποσοστό συμμετοχής 3,09% και ακόμη λιγότεροι στους φραγμούς Φ3 και Φ2 με αντίστοιχα ποσοστά συμμετοχής 2,13% και 1,88%. Τα ποσοστά αυτά δε διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά. Οι τιμές z, που προσδιορίστηκαν είναι: μεταξύ της κοίτης και των συλλογών Φ1, Φ2, Φ3, $z=1,03<1,96=zκρ$, $z=1,91<1,96=z_{κρ}$ και $z=1,51<1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα, μεταξύ του φραγμού Φ1 και των φραγμών Φ2 και Φ3, $z=1,08<1,96=z_{κρ}$ και $z=0,72<1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα και μεταξύ των φραγμών Φ2 και Φ3 $z=-0,21>-1,96=z_{κρ}$.

Τα ποσοστά των κερατολιθικών κόκκων είναι αρκετά μικρά, κυμαίνονται μεταξύ των τιμών 0,85% στο φραγμό Φ3 και 1,42% στην κοίτη του ρεύματος και δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά. Οι τιμές z, που προσδιορίστηκαν είναι: μεταξύ της κοίτης και των συλλογών Φ1, Φ2, Φ3, $z=0,21<1,96=zκρ$, $z=0,07<1,96=z_{κρ}$ και $z=0,32<1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα, μεταξύ του φραγμού Φ1 και των φραγμών Φ2 και Φ3, $z=-0,18>-1,96=z_{κρ}$ και $z=0,40<1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα και μεταξύ των φραγμών Φ2 και Φ3, $z=0,55>1,96=z_{κρ}$.

Οι κόκκοι των εκρηξιγενών πετρωμάτων συμμετέχουν με ποσοστό 7,09% στην κοίτη του ρεύματος, με 4,75% στο φραγμό Φ1, με 5,63% στο φραγμό Φ2 και με 3,83% στο φραγμό Φ3, ποσοστά τα οποία επίσης δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά. Οι τιμές z, που προσδιορίστηκαν είναι: μεταξύ της κοίτης και των συλλογών Φ1, Φ2, Φ3, $z=1,07<1,96=zκρ$, $z=0,62<1,96=z_{κρ}$ και $z=1,31<1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα, μεταξύ του φραγμού Φ1 και των φραγμών Φ2 και Φ3, $z=-0,55>-1,96=z_{κρ}$ και $z=0,54<1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα και μεταξύ των φραγμών Φ2 και Φ3, $z=0,99>1,96=z_{κρ}$.

7.5.7.2. Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ7.

Στον πίνακα 7.45 δίνονται οι τιμές του αριθμητικού μέσου των κροκαλών και των τεσσάρων λιθολογικών τύπων των συλλογών του σταθμού δειγματοληψίας Σ7.

Ο αριθμητικός μέσος όλων των κόκκων του έβδομου σταθμού δειγματοληψίας είναι 39,10mm, που αντιστοιχεί στο επίπεδο των πολύ χοντρών χαλικιών. Ο αριθμητικός μέσος των ασβεστολιθικών κροκαλών στο σύνολο του σταθμού δειγματοληψίας είναι 40,51mm και είναι μεγαλύτερος από τους αριθμητικούς μέσους των κερατολιθικών κόκκων (34,43mm), των ψαμμιτικών κόκκων (23,09mm) και των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων (23,73mm). Οι διαφορές, που εμφανίζονται μεταξύ των αριθμητικών μέσων και των τεσσάρων λιθολογικών τύπων είναι στατιστικά σημαντικές ($z=8,03>1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και ψαμμιτικών κόκκων, $z=6,09>1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και κερατολιθικών κόκκων, $z=6,26>1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και εκρηξιγενών κόκκων, $z=3,39>1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ψαμμιτικών και κερατολιθικών κόκκων, και $z=2,29>1,96=z_{κρ}$ μεταξύ κερατολιθικών και εκρηξιγενών κόκκων). Εξαίρεση αποτελεί η διαφορά μεταξύ των αριθμητικών μέσων των ψαμμιτικών κόκκων και των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων, η οποία δεν είναι στατιστικά σημαντική ($z=1,26<1,96=z_{κρ}$).

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ7	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ (mm)	Μ.Ο. ΣΤΑΘΜΟΥ (mm)
Κοίτη	49,02	17,00	16,00	21,90	45,04
Φ1	38,91	30,30	24,80	23,50	37,75
Φ2	40,74	14,86	50,80	25,52	39,54
Φ3	38,17	24,40	36,00	22,11	37,24
Σύνολο Σ7	40,51	23,09	34,43	23,73	39,10

Πίνακας 7.45: Τιμές αριθμητικού μέσου (σε mm) για όλους τους λιθολογικούς τύπους του σταθμού δειγματοληψίας Σ7.

Το μέγεθος των κόκκων όλων των λιθολογικών τύπων είναι γενικά μεγαλύτερο στην κοίτη του ρεύματος (45,04mm), λίγο μικρότερο στο φραγμό Φ2 (39,54mm), και αρκετά μικρότερο στους φραγμούς Φ1 και Φ3, όπου οι αριθμητικοί μέσοι είναι κατά μέσο όρο 37,75mm και 37,24mm αντίστοιχα.

Οι ασβεστολιθικοί κόκκοι είναι μεγαλύτεροι στην κοίτη του ρεύματος, όπου έχουν αριθμητικό μέσο 49,02mm και μικρότεροι στους φραγμούς Φ1, Φ2 και Φ3 με αντίστοιχους αριθμητικούς μέσους 38,91mm, 40,74mm και 38,17mm. Οι διαφορές, που εμφανίζει ο αριθμητικός μέσος της κοίτης με τους αριθμητικούς μέσους των φραγμών Φ1, Φ2 και Φ3 είναι στατιστικά σημαντικές, ενώ οι διαφορές που εμφανίζονται μεταξύ των φραγμών δεν είναι σημαντικές. Οι τιμές z, μεταξύ της κοίτης και των συλλογών Φ1, Φ2, Φ3 είναι $z=3,80>1,96=z_{κρ}$, $z=3,05>1,96=z_{κρ}$ και $z=3,97>1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα, μεταξύ του φραγμού Φ1 και των φραγμών Φ2 και Φ3 είναι $z=-1,23>-1,96=z_{κρ}$ και $z=1,59<1,96=z_{κρ}$ και μεταξύ των φραγμών Φ2 και Φ3 είναι $z=-1,58>-1,96=z_{κρ}$.

Οι ψαμμιτικοί κόκκοι είναι μεγαλύτεροι στο φραγμό Φ1 (30,30mm), λίγο μικρότεροι στο φραγμό Φ3 (24,40 mm) και αρκετά μικρότεροι στην ενεργή κοίτη (17,00mm) και στο φραγμό Φ2 όπου ο αριθμητικός μέσος είναι 14,86 mm. Οι διαφορές μεταξύ των αριθμητικών μέσων του φραγμού Φ1 με την κοίτη και το φραγμό Φ2 είναι στατιστικά σημαντικές ($z=-3,61<-1,96=z_{κρ}$ $z=4,61>1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα), ενώ οι διαφορές μεταξύ της κοίτης και

των φραγμών Φ2 και Φ3 (z=0,74<1,96=$z_{κρ}$ και z=-1,92>-1,96=$z_{κρ}$), μεταξύ των φραγμών Φ1 και Φ3 (z=1,40< 1,96=$z_{κρ}$) και μεταξύ των φραγμών Φ2 και Φ3 (z=-2,70<1,96=$z_{κρ}$) δεν είναι σημαντικές στατιστικά.

Οι μεγαλύτεροι κερατολιθικοί κόκκοι εμφανίζονται στο φραγμό Φ2 με αριθμητικό μέσο 50,80mm, ενώ στους φραγμούς Φ3, Φ1 και στην ενεργή κοίτη του ρεύματος οι αντίστοιχοι αριθμητικοί μέσοι είναι 36,00mm, 24,80mm και μόλις 16,00mm. Εκτός από τη διαφορά του μέσου μεγέθους μεταξύ των κροκαλών της κοίτης και του φραγμού Φ2, που δεν κατέστη δυνατό να συγκριθεί στατιστικά, όλοι οι αριθμητικοί μέσοι διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Οι τιμές z, που υπολογίστηκαν μεταξύ της κοίτης και των συλλογών Φ1 και Φ2 είναι z=1,95>1,96=zκρ και z=5,13>1,96=$z_{κρ}$ αντίστοιχα, μεταξύ του φραγμού Φ1 και των φραγμών Φ2 και Φ3 είναι z=-3,19<-1,96=$z_{κρ}$ και z=-2,48<-1,96=$z_{κρ}$ και μεταξύ των φραγμών Φ2 και Φ3, z=-2,18<-1,96=$z_{κρ}$.

Οι κόκκοι των εκρηξιγενών πετρωμάτων στην κοίτη του ρεύματος έχουν αριθμητικό μέσο 21,90mm, στο φραγμό Φ1 23,50mm και στους φραγμούς Φ2, και Φ3, 25,52mm και 22,11mm αντίστοιχα. Όλες αυτές οι τιμές εμφανίζουν μικρές διαφορές, που δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Οι τιμές z, μεταξύ της κοίτης και των συλλογών Φ1, Φ2, Φ3 είναι z=-0,32>-1,96=$z_{κρ}$, z=-0,68>-1,96=$z_{κρ}$ και z=-0,04>-1,96=$z_{κρ}$ αντίστοιχα, μεταξύ του φραγμού Φ1 και των φραγμών Φ2 και Φ3 είναι z=-0,60>-1,96=$z_{κρ}$ και z=0,52<1,96=$z_{κρ}$ και μεταξύ των φραγμών Φ2 και Φ3 είναι z=1,03<1,96=$z_{κρ.}$

Στο σχήμα 7.29Β έχει απεικονιστεί η κατανομή του αριθμητικού μέσου των κόκκων της επιφανειακής δειγματοληψίας του σταθμού Σ7.

7.5.7.3. Αποτελέσματα ανάλυσης της στρογγύλωσης των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ7.

Στον πίνακα 7.46 αναγράφονται οι τιμές του βαθμού στρογγύλωσης των κροκαλών όλων των λιθολογικών τύπων και για κάθε θέση συλλογής του έβδομου σταθμού δειγματοληψίας σύμφωνα με τον οπτικό χάρτη του Krumbein (1941).

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ7	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ ΜΟΝΑΔΑΣ
Κοίτη	0,69	0,78	0,35	0,57	0,68
Φ1	0,62	0,80	0,19	0,51	0,62
Φ2	0,63	0,58	0,31	0,44	0,61
Φ3	0,61	0,87	0,25	0,35	0,60
Σύνολο Σ7	0,63	0,80	0,26	0,47	0,62

Πίνακας 7.46: Τιμές στρογγύλωσης των κόκκων όλων των λιθολογικών τύπων του σταθμού δειγματοληψίας Σ7.

Το σύνολο των κόκκων του έβδομου σταθμού δειγματοληψίας έχουν μέση τιμή στρογγύλωσης 0,62 και μπορούν να χαρακτηριστούν σαν υποστρόγγυλοι. Οι ασβεστολιθικοί κόκκοι εμφανίζουν στο σύνολό τους τιμή στρογγύλωσης 0,63 (υποστρόγγυλοι), οι ψαμμιτικοί 0,80 (στρόγγυλοι), οι κερατολιθικοί 0,26 (γωνιώδεις) και οι κόκκοι των εκρηξιγενών 0,47 (υπογωνιώδεις).

Οι περισσότερο στρογγυλοί ασβεστολιθικοί κόκκοι βρίσκονται στην κοίτη του σταθμού δειγματοληψίας (0,69), ενώ στους φραγμούς Φ1, Φ2 και Φ3 οι τιμές στρογγύλωσης των ασβεστολιθικών κόκκων είναι 0,62, 0,63 και 0,61 αντίστοιχα. Οι μικρές διαφορές, που εμφανίζουν μεταξύ τους οι βαθμοί στρογγύλωσης των

τριών φραγμών δεν είναι στατιστικά σημαντικές (χ^2=8,51<15,51=$\chi^2_{κρ}$), ενώ οι διαφορές μεταξύ της στρογγύλωσης της ενεργής κοίτης και των φραγμών Φ1, Φ2 και Φ3, είναι σημαντικές (χ^2=14,00>9,49=$\chi^2_{κρ}$, χ^2=12,03>9,49=$\chi^2_{κρ}$ και χ^2=16,07>9,49=$\chi^2_{κρ}$ αντίστοιχα).

Η τιμή στρογγύλωσης των ψαμμιτικών κόκκων είναι 0,78 για την κοίτη του σταθμού, 0,80 για το φραγμό Φ1, 0,58 για το φραγμό Φ2 και 0,87 για το φραγμό Φ3. Οι κερατολιθικοί κόκκοι είναι γενικά γωνιώδεις έως υπογωνιώδεις και έχουν βαθμούς στρογγύλωσης μεταξύ 0,19 (Φ1) και 0,35 (κοίτη). Οι τιμές του βαθμού στρογγύλωσης για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων κυμαίνονται μεταξύ 0,35 (Φ3) και 0,57 (κοίτη). Οι διαφορές μεταξύ των βαθμών στρογγύλωσης των τριών αυτών λιθολογικών τύπων δεν είναι δυνατό να ελεγχθεί, λόγω του μικρού αριθμού παρατηρούμενων και αναμενόμενων συχνοτήτων.

7.5.7.4. Αποτελέσματα ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ7.

Ο μέσος όρος της σφαιρικότητας του συνόλου των κροκαλών είναι 0,69 (πιν. 7.47). Στο σύνολο των κροκαλών ανά δειγματοληψία, η σφαιρικότητα των κροκαλών της κοίτης έχει τιμή 0,69, των φραγμών Φ1 και Φ3, 0,68 και του φραγμού Φ2, 0,71.

Οι ασβεστολιθικές κροκάλες και οι κροκάλες εκρηξιγενών πετρωμάτων του έβδομου σταθμού δειγματοληψίας έχουν μέση τιμή σφαιρικότητα 0,69, οι ψαμμιτικές 0,66 και οι κερατολιθικές 0,76. Οι διαφορές μεταξύ των ασβεστολιθικών και των ψαμμιτικών κόκκων (z=1,59<1,96=$z_{κρ}$) και μεταξύ των ψαμμιτικών και των εκρηξιγενών κόκκων (z=-0,098>-1,96=$z_{κρ}$) δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους, σε αντίθεση με τις διαφορές μεταξύ ασβεστολιθικών και κερατολιθικών κόκκων (z=-2,74<-1,96=$z_{κρ}$), μεταξύ ψαμμιτικών και κερατολιθικών κόκκων (z=-3,18<-1,96=$z_{κρ}$) και μεταξύ κερατολιθικών και εκρηξιγενών κόκκων (z=4,04>1,96=$z_{κρ}$), οι οποίες διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά.

Η σφαιρικότητα των ασβεστολιθικών κροκαλών της κοίτης είναι 0,69, του φραγμού Φ2, 0,71 και των φραγμών Φ1 και Φ3, 0,68. Από τις τιμές αυτές της σφαιρικότητας, οι διαφορές που εμφανίζονται μεταξύ της ενεργής κοίτης και των φραγμών Φ1, Φ2 και Φ3 δεν είναι στατιστικά σημαντικές (z=0,91<1,96=$z_{κρ}$, z=-1,82>-1,96=$z_{κρ}$ και z=0,85<1,96=$z_{κρ}$ αντίστοιχα), ενώ οι διαφορές των βαθμών σφαιρικότητας μεταξύ του φραγμού Φ2 και των φραγμών Φ1 και Φ3 είναι σημαντικές (z=3,93>1,96=$z_{κρ}$ και z=3,46>1,96=$z_{κρ}$ αντίστοιχα).

Οι ψαμμιτικές κροκάλες είναι περισσότερο σφαιρικές στο φραγμό Φ2 με τιμή σφαιρικότητας 0,71, ενώ η σφαιρικότητα των κόκκων των φραγμών Φ1 και Φ3 είναι 0,64 και της κοίτης 0,66. Όλες αυτές οι τιμές σφαιρικότητας, συγκρινόμενες ανά δυο δείχνουν ότι δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά. Οι τιμές z, μεταξύ της ενεργής κοίτης και των συλλογών Φ1, Φ2, Φ3 είναι z=0,46<1,96=$z_{κρ}$, z=-0,95>-1,96=$z_{κρ}$ και z=0,38<1,96=$z_{κρ}$ αντίστοιχα, μεταξύ του φραγμού Φ1 και των φραγμών Φ2 και Φ3 είναι z=-1,24>-1,96=$z_{κρ}$ και z=0,00<1,96=$z_{κρ}$ και μεταξύ των φραγμών Φ2 και Φ3 είναι z=1,15<1,96=$z_{κρ}$.

Η σφαιρικότητα των κερατολιθικών κόκκων της κοίτης είναι 0,72, των φραγμών Φ1 και Φ2 είναι 0,74 και του φραγμού Φ3 0,91. Η στατιστική σύγκριση των τιμών αυτών έδειξε ότι, στατιστικά σημαντικές διαφορές εμφα-

νίζονται μεταξύ των τιμών σφαιρικότητας των κροκαλών του φραγμού Φ3 και των φραγμών Φ1 και Φ2 ($z=-2,72<-1,96=z_{κρ}$ και $z=-2,40<-1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα). Οι συγκρίσεις των υπόλοιπων ζευγών συλλογών δείχνουν ότι, μεταξύ της κοίτης και των φραγμών Φ1, Φ2 και Φ3, οι διαφορές των βαθμών σφαιρικότητας δεν είναι σημαντικές ($z=-0,19>-1,96=z_{κρ}$, $z=-0,18>-1,96=z_{κρ}$ και $z=-1,60>-1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα).

Οι τιμές σφαιρικότητας των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων για την κοίτη του σταθμού δειγματοληψίας και για τους φραγμούς Φ1, Φ2, Φ3 και Φ4 είναι 0,74, 0,69, 0,71 και 0,60. Οι διαφορές είναι στατιστικά σημαντικές μεταξύ των τιμών σφαιρικότητας των κροκαλών του φραγμού Φ3 και των φραγμών Φ1 και Φ2 ($z=2,05>1,96=z_{κρ}$ και $z=2,40>1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα), καθώς και μεταξύ της κοίτης και του φραγμού Φ3 ($z=2,87>1,96=z_{κρ}$). Οι συγκρίσεις των υπόλοιπων ζευγών συλλογών, δείχνουν ότι μεταξύ της κοίτης και των φραγμών Φ1 και Φ2 οι διαφορές των βαθμών σφαιρικότητας δεν είναι σημαντικές ($z=1,62<1,96=z_{κρ}$ και $z=0,89<1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα), όπως και μεταξύ των φραγμών Φ1-Φ2 ($z=-0,76>-1,96=z_{κρ}$).

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ7	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ
Κοίτη	0,69	0,66	0,72	0,74	0,69
Φ1	0,68	0,64	0,74	0,69	0,68
Φ2	0,71	0,71	0,74	0,71	0,71
Φ3	0,68	0,64	0,91	0,60	0,68
Σύνολο Σ7	0,69	0,66	0,76	0,69	0,69

Πίνακας 7.47: Σφαιρικότητα κόκκων κάθε λιθολογίας καθώς και του συνόλου των κροκαλών για κάθε γεωμορφολογική μονάδα του έβδομου σταθμού δειγματοληψίας.

7.5.7.5. Αποτελέσματα ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ7.

Στον πίνακα 7.48 φαίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ7 ανά λιθολογία και ανά δειγματοληψία, σύμφωνα με την ταξινομική διάκριση Zingg (1935).

Στην κοίτη του έβδομου σταθμού δειγματοληψίας κυριαρχούν οι κόκκοι δισκοειδούς σχήματος για τις ασβεστολιθικές κροκάλες με ποσοστό 36,89% και ακολουθούν οι σφαιροειδείς, οι ραβδόμορφες και οι πλατυσμένες, με αντίστοιχα επί τοις % ποσοστά 32,79%, 18,85% και 11,48%. Οι ψαμμιτικοί κόκκοι αποτελούνται σε ποσοστό 57,14% από κροκάλες δισκοειδείς και σε ποσοστά 28,57%, 14,29% και 0,00% από κροκάλες σφαιροειδείς, ραβδόμορφες και πλατυσμένες αντίστοιχα. Οι κερατολιθικές κροκάλες αποτελούνται σε ποσοστό 50,00% από σφαίρες και πλατυσμένες κροκάλες. Στις κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων, κυριαρχούν οι κροκάλες σχήματος σφαίρας με ποσοστό 50,00% και ακολουθούν σε συχνότητα οι δισκοειδείς και οι ραβδόμορφες με ποσοστό 20,00%, ενώ οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 10,00%. Στο σύνολο των κόκκων της κοίτης, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 36,17%, οι σφαιροειδείς με 34,04%, οι ραβδόμορφες με 18,44% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 11,35%.

Στον ακραίο φραγμό Φι οι ασβεστολιθικές κροκάλες έχουν σε ποσοστά 42,82% και 27,42% δισκοειδές και σφαιρικό σχήμα αντίστοιχα, ενώ οι ραβδόμορφες κροκάλες και οι πλατυσμένες συμμετέχουν με αντίστοιχα ποσοστά 17,49% και 12,27%. Το μεγαλύτερο μέρος των ψαμμιτικών κροκαλών (46,15%) έχει δισκοειδές σχήμα, ενώ 23,08% είναι τα ποσοστά συμμετοχής των σφαιρικών και των ραβδοειδών κροκαλών και 7,69%

των πλατυσμένων κροκαλών. Οι κερατολιθικοί κόκκοι αποτελούνται από ποσοστό 40% από δίσκους και ράβδους, από 20,00% από σφαίρες, ενώ δεν υπάρχουν πλατυσμένες κροκάλες. Στους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων κυριαρχούν οι δίσκοι και οι σφαίρες, με ποσοστά συμμετοχής 40,00% και 30,00% αντίστοιχα, ενώ τα ποσοστά συμμετοχής των ραβδόμορφων και των πλατυσμένων κροκαλών είναι 15,00%. Στο σύνολο των κόκκων του φραγμού Φ1 οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 42,76%, οι σφαιροειδείς με 27,32%, οι ραβδόμορφες με 17,81% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 12,11%.

Οι ασβεστολιθικές κροκάλες του φραγμού Φ2 αποτελούνται σε ποσοστό 36,76% από δίσκους, 37,94% από σφαίρες,16,76% από ράβδους και 8,53% από πλατυσμένες κροκάλες. Στους ψαμμιτικούς κόκκους οι δισκοειδείς κροκάλες κατέχουν ποσοστό συμμετοχής 14,29%, ενώ οι σφαιροειδείς, οι ραβδοειδείς και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 28,57%, 42,86% και 14,29% αντίστοιχα. Στους κερατολιθικούς κόκκους, λείπουν οι ράβδοι και οι πλατυσμένες κροκάλες, ενώ τα ποσοστά συμμετοχής των σφαιρών είναι 80,00% και των δίσκων 20,00%. Στους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων τα ποσοστά συμμετοχής των δισκοειδών, σφαιροειδών, ραβδοειδών και πλατυσμένων κροκαλών είναι 23,81%, 38,10%, 23,81% και 14,29% αντίστοιχα. Στο σύνολο των κόκκων του φραγμού Φ2, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 35,39%, οι σφαιροειδείς με 38,34%, οι ραβδόμορφες με 17,43% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 8,854%.

Στους ασβεστολιθικούς κόκκους της συλλογής του φραγμού Φ3 επικρατούν οι δίσκοι με ποσοστά 42,47% . Το ποσοστό συμμετοχής των σφαιρών είναι 27,85%, ενώ οι ράβδοι και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 16,89% και 12,79% αντίστοιχα. Στους ψαμμιτικούς κόκκους, το ποσοστό συμμετοχής των δίσκων είναι 40,00%, ενώ τα ποσοστά των σχημάτων των υπόλοιπων λιθολογικών τύπων είναι 20,00%. Στους κερατολιθικούς κόκκους το 100% των κόκκων έχουν σφαιρικό σχήμα. Τα επί τοις % ποσοστά δίσκων , σφαιρών, ράβδων και πλατυσμένων κροκαλών των εκρηξιγενών κόκκων είναι 33,33%, 22,22%, 11,11% και 33,33%. Στο σύνολο των κόκκων του φραγμού Φ3, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 41,70%, οι σφαιροειδείς με 28,09%, οι ραβδόμορφες με 16,60% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 13,62%.

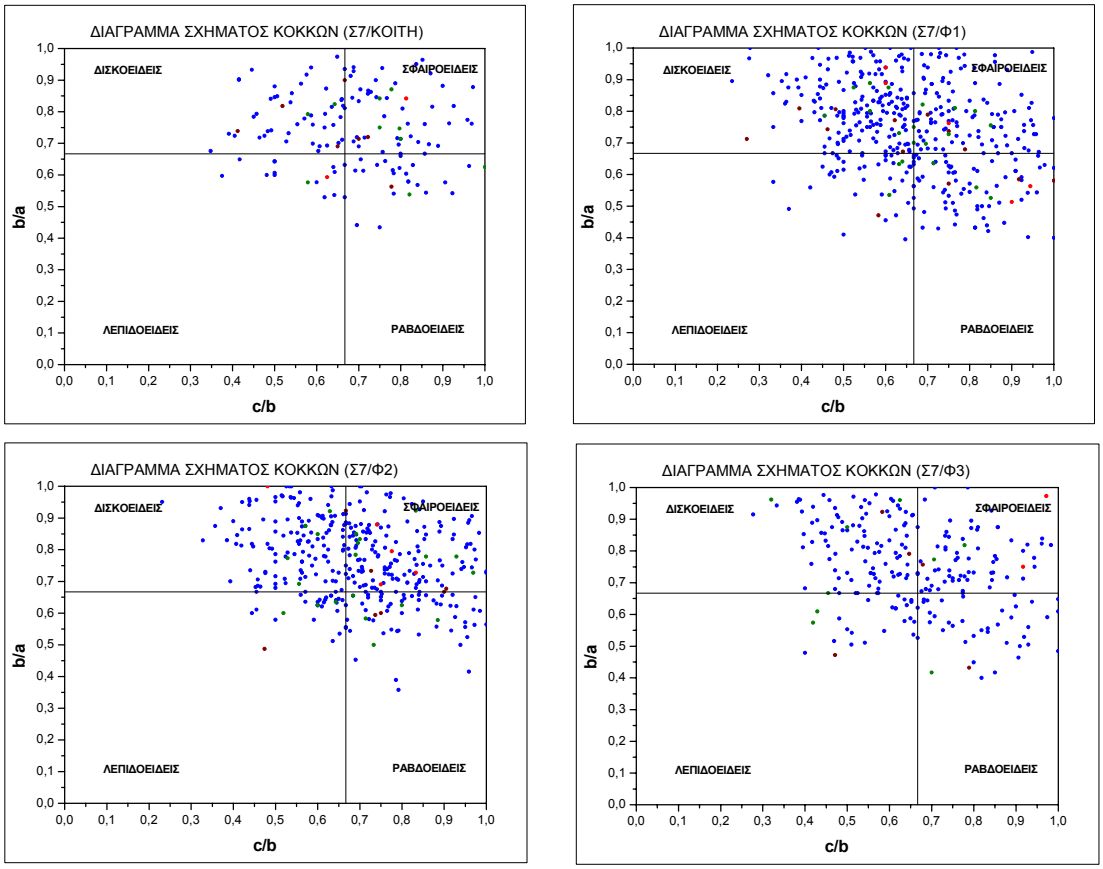
Το σύνολο του έβδομου σταθμού δειγματοληψίας περιλαμβάνει 39,40% δίσκους, 31,79% σφαίρες, 17,62% ράβδους και 11,28% πλατυσμένες κροκάλες.

Η αναλογία συχνοτήτων εμφάνισης των δίσκων, σφαιρών ράβδων και πλατυσμένων κροκαλών σε όλες τις συλλογές, διατηρείται σταθερή στις ασβεστολιθικές κροκάλες (χ^2=13,27<16,92=$\chi^2_{κρ}$), ενώ δεν είναι εφικτή η σύγκριση για τις συλλογές των ψαμμιτικών, κερατολιθικών και εκρηξιγενών κροκαλών, λόγω των μικρών τιμών, που εμφανίζουν οι παρατηρούμενες και οι αναμενόμενες συχνότητες, κατά την εφαρμογή της δοκιμασίας χ^2. Η ίδια αυτή αναλογία συχνοτήτων παραμένει σταθερή και στη σύγκριση των συνόλων των κόκκων όλων των συλλογών (χ^2=16,04<16,92=$\chi^2_{κρ}$).

Το σύνολο των κόκκων ανά συλλογή των φραγμών και της κοίτης του έβδομου σταθμού δειγματοληψίας απεικονίζεται σε ταξινομικό διάγραμμα κατά Zingg (1935) στο σχήμα 7.26.

ΣΥΛ-ΛΟΓΗ	ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ		ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ	
		ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Κοίτη	Δίσκοι	45	36,89	4	57,14	0	0,00	2	20,00	51	36,17
	Σφαίρες	40	32,79	2	28,57	1	50,00	5	50,00	48	34,04
	Ράβδοι	23	18,85	1	14,29	0	0,00	2	20,00	26	18,44
	Πλατυσ.	14	11,48	0	0,00	1	50,00	1	10,00	16	11,35
	Σύνολο	122	100,00	7	100,00	2	100,00	10	100,00	141	100,00
Φ1	Δίσκοι	164	42,82	6	46,15	1	40,00	8	40,00	180	42,76
	Σφαίρες	105	27,42	3	23,08	2	20,00	6	30,00	115	27,32
	Ράβδοι	67	17,49	3	23,08	0	40,00	3	15,00	75	17,81
	Πλατυσ.	47	12,27	1	7,69	0	0.00	3	15,00	51	12,11
	Σύνολο	383	100,00	13	100,00	5	100,00	20	100,00	421	100,00
Φ2	Δίσκοι	125	36,76	1	14.29	1	20,00	5	23,81	132	35,39
	Σφαίρες	129	37,94	2	28.57	4	80,00	8	38,10	143	38,34
	Ράβδοι	57	16,76	3	42.86	0	0,00	5	23,81	65	17,43
	Πλατυσ.	29	8,53	1	14.29	0	0,00	3	14,29	33	8,85
	Σύνολο	340	100,00	7	100,00	5	100,00	21	100,00	373	100,00
Φ3	Δίσκοι	93	42,47	2	40,00	0	0,00	3	33,33	98	41,70
	Σφαίρες	61	27,85	1	20,00	2	100,00	2	22,22	66	28,09
	Ράβδοι	37	16,89	1	20,00	0	0,00	1	11,11	39	16,60
	Πλατυσ.	28	12,79	1	20,00	0	0,00	3	33,33	32	13,62
	Σύνολο	219	100,00	5	100,00	2	100,00	9	100,00	235	100,00
Σύνολο Σ7	Δίσκοι	427	40,13	13	40,63	3	21,43	18	30,00	481	39,40
	Σφαίρες	335	31,48	8	25,00	8	57,14	21	35,00	372	31,79
	Ράβδοι	184	17,29	8	25,00	2	14,29	11	18,33	205	17,62
	Πλατυσ.	118	11,09	3	9,38	1	7,14	10	16,67	132	11,28
	Σύνολο	1.064	100,00	32	100,00	14	100,00	60	100,00	1170	100,00

Πίνακας 7.48: Το σχήμα των κόκκων για κάθε λιθολογία της κοίτης και των φραγμών του έβδομου σταθμού δειγματοληψίας.

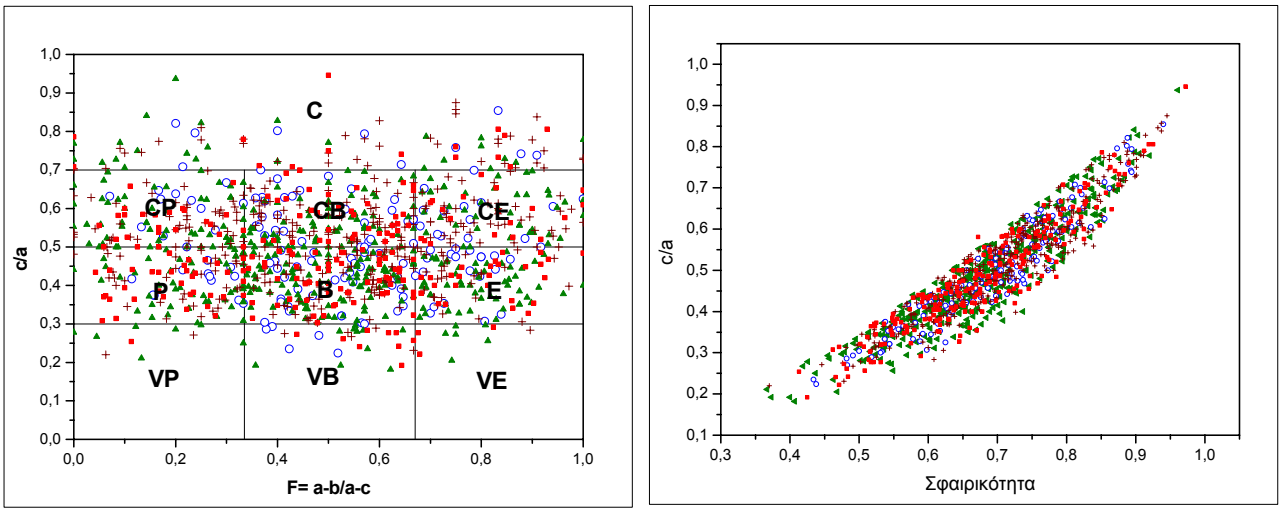


Σχήμα 7.26: Απεικόνιση των λόγων b/a και c/a των αξόνων των κροκαλών της κοίτης του σταθμού δειγματοληψίας Σ7 (επάνω αριστερά) και των φραγμών Φ1(επάνω δεξιά), Φ2 (κάτω αριστερά) και Φ3 (κάτω δεξιά) στο διάγραμμα Zingg (1935). Οι ασβεστολιθικές κροκάλες παριστάνονται με γαλάζιο χρώμα, οι ψαμμιτικές με καφέ, οι κερατολιθικές με κόκκινο και οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων με πράσινο.

Στον πίνακα 7.49 φαίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του έβδομου σταθμού δειγματοληψίας, σύμφωνα με το ταξινομικό σχήμα κατά Sneed & Folk (1958) και στο σχήμα 7.27 απεικονίζεται το σύνολο των κόκκων σε διαγράμματα c/a-F και c/a-σφαιρικότητα επίσης των Sneed & Folk (1958).

	ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΚΟΚΚΩΝ ΣΤΑΘΜΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ Σ7									
ΣΥΛΛΟΓΗ	Σ7/ΚΟΙΤΗ		Σ7/Φ1		Σ7/Φ2		Σ7/Φ3		ΣΥΝΟΛΟ	
ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
C	10	7,09	25	5,94	37	9,92	16	6,81	88	7,52
CP	11	7,80	47	11,16	47	12,60	22	9,36	127	10,85
CB	29	20,57	59	14,01	71	19,03	37	15,74	196	16,75
CE	14	9,93	39	9,26	47	12,60	19	8,09	119	10,17
P	13	9,22	57	13,54	44	11,80	40	17,02	154	13,16
B	36	25,53	114	27,08	86	23,06	62	26,38	298	25,47
E	21	14,89	57	13,54	33	8,85	26	11,06	137	11,71
VP	0	0,00	7	1,66	2	0,54	1	0,43	10	0,85
VB	7	4,96	10	2,38	5	1,34	9	3,83	31	2,65
VE	0	0,00	6	1,43	1	0,27	3	1,28	10	0,85
ΣΥΝΟΛΟ	141	100,00	421	100,00	373	100,00	235	100,00	1170	100,00

Πίνακας 7.49: Διάκριση των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ7 ανάλογα με το σχήμα τους κατά Sneed & Folk (1958).



Σχήμα 7.27: Αριστερά: Απεικόνιση των λόγων c/a, F=a-b/a-c των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ7 σε διάγραμμα κατά Sneed & Folk (1958). Δεξιά: Απεικόνιση του λόγου c/a σε σχέση με τη σφαιρικότητα των κόκκων. Με γαλάζιο κύκλο απεικονίζονται οι κόκκοι της κοίτης του σταθμού δειγματοληψίας, με πράσινα τρίγωνα οι κόκκοι του φραγμού Φ1 με καφέ σταυρούς οι κόκκοι του φραγμού Φ2 και με κόκκινα τετράγωνα οι κόκκοι του φραγμού Φ3..

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής, για όλους τους λιθολογικούς τύπους και στο σύνολο των συλλογών του έβδομου σταθμού δειγματοληψίας, οι "B" κροκάλες κατέχουν το μεγαλύτερο επί τοις % ποσοστό συμμετοχής (25,47%) και ακολουθούν οι "CB" κροκάλες με ποσοστό 16,75%, οι "P" κροκάλες με 13,16%, οι "E" κροκάλες με ποσοστό 11,71%, οι "CP" και οι "CE" κροκάλες με αντίστοιχα ποσοστά 10,85% και 10,17% και οι "C" κροκάλες με ποσοστό συμμετοχής 7,52%. Τα υπόλοιπα σχήματα συμμετέχουν με πολύ μικρά ποσοστά, που είναι 2,65% για τις "VB" κροκάλες και 0,85% για τις "VP" κροκάλες και για τις "VE" κροκάλες. Οι "B" κροκάλες κυριαρχούν και στο σύνολο των επί μέρους συλλογών της κοίτης και των φραγμών, με ποσοστά συμμετοχής που κυμαίνονται από 23,06% (Σ7/Φ2) μέχρι 27,08% (Σ7/Φ1), ενώ τα

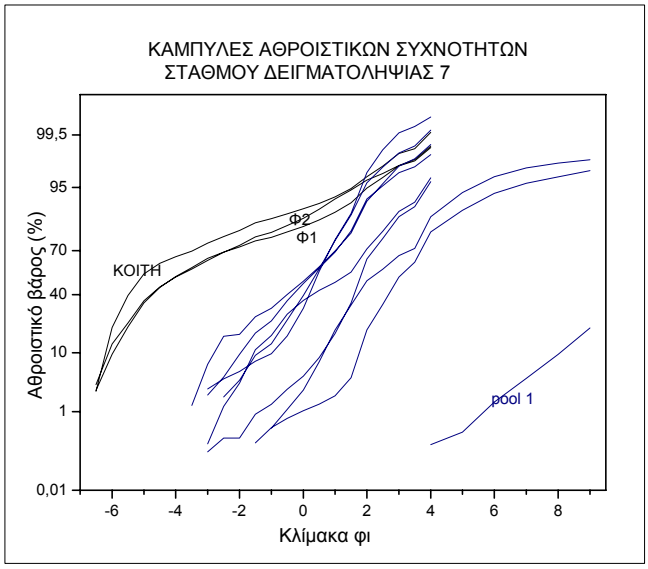
μικρότερα ποσοστά συμμετοχής κατέχουν οι "VE" κροκάλες με ποσοστά συμμετοχής, που κυμαίνονται από 0,00% (κοίτη) έως 1,28% (φραγμός Φ3). Οι αναλογίες εμφάνισης συχνοτήτων των διαφόρων σχημάτων στην ταξινόμηση αυτή εμφανίζουν μικρές διαφορές, που δεν είναι στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους (χ^2=4,79< 40,11=$\chi^2_{κρ}$).

7.5.7.6. Αποτελέσματα ανάλυσης της ογκομετρικής δειγματοληψίας του σταθμού Σ7.

Στον έβδομο σταθμό δειγματοληψίας λήφθηκαν υποεπιφανειακές συλλογές από την ενεργή κοίτη και τους φραγμούς Φ1 και Φ2. Πραγματοποιήθηκε επίσης ογκομετρική δειγματοληψία σε όλες τις εμφανίσεις λεπτόκοκκου υλικού των φραγμών και των νερόλακκων. Η κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων συνολικού βάρους 535.200,25gr που λήφθηκε από 14 συνολικά υποσυλλογές υποεπιφανειακής δειγματοληψίας της κοίτης και 10 υποσυλλογές των φραγμών του σταθμού δειγματοληψίας Σ7 έδωσε τα αποτελέσματα, που φαίνονται στον πίνακα 7.50. Στο σχήμα 7.28, φαίνονται η κοκκομετρικές καμπύλες αθροιστικής συχνότητας όλων των δειγμάτων των υλικών συλλογής του σταθμού.

ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (gr)	ΔΙΑΜΕΣΟΣ (Md)	ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ (Mz)	ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (σi)	ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑ (SKi)	ΚΥΡΤΩΣΗ (K_G)
Σ7/Κοίτη	196.955,67	-5,15	-4,26	2,31	0,64	1,11
Σ7/Φ1	162.234,50	-4,16	-3,23	2,71	0,48	0,91
Σ7/Φ2	172.567,88	-4,18	-3,47	2,56	0,43	0,91
Σ7/f1	490,16	0,11	0,04	1,53	-0,05	0,92
Σ7/f2	81,63	2,03	2,27	1,50	0,28	0,87
Σ7/f3	441,48	0,03	-0,27	1,86	-0,18	0,81
Σ7/f4	200,29	0,29	0,25	1,11	-0,09	1,08
Σ7/f5	497,63	1,10	0,92	1,78	-0,09	0,83
Σ7/f6	78,86	2,94	3,08	1,37	0,31	1,29
Σ7/Φ1,2/f	1306,38	1,76	1,85	1,04	0,14	1,35
Σ7/pool 1	10,96	0,37	0,39	1,04	0,12	1,42
Σ7/pool 2	334,81	10,88	10,86	2,05	-0,07	0,84

Πίνακας 7.50: Τα βάρη και οι στατιστικές παράμετροι (φι) των δειγμάτων των ογκομετρικών και υποεπιφανειακών συλλογών του έβδομου σταθμού δειγματοληψίας.



Σχήμα 7.28. Κοκκομετρικές καμπύλες αθροιστικής συχνότητας των δειγμάτων υποεπιφανειακής δειγματοληψίας (μαύρες γραμμές) και της δειγματοληψίας λεπτόκοκκου υλικού (γαλάζιες γραμμές) των συλλογών του σταθμού Σ7.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 7.50 ο αριθμητικός μέσος των υλικών της ενεργής κοίτης του σταθμού δειγματοληψίας Σ7 είναι -4,26φι, που αντιστοιχεί σε χονδρόκοκκο χαλίκι, ενώ οι αριθμητικοί μέσοι των φραγμών Φ1 και Φ2 είναι -3,23φι και -3,47φι αντίστοιχα και αντιστοιχούν σε λεπτόκοκκο χαλίκι. Τα υλικά της ενεργής κοίτης και των φραγμών, είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες παρουσιάζουν πολύ θετική ασυμμετρία με μεσόκυρτο χαρακτήρα.

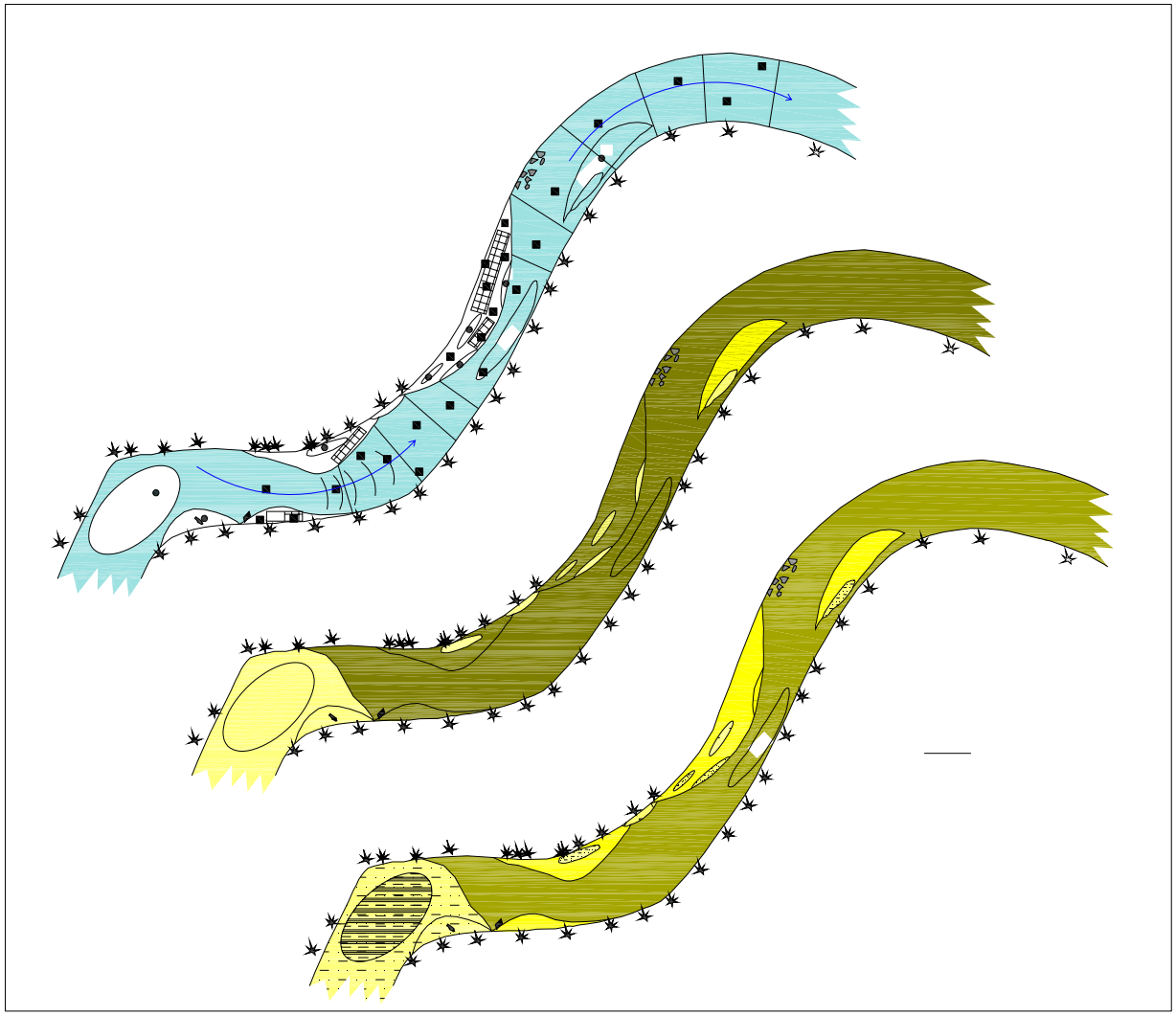
Το λεπτόκοκκο υλικό των δειγμάτων Σ7/f1, f4, f5, pool 1 αποτελείται από χονδρόκοκκη άμμο, φτωχά ταξινομημένη. Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων Σ7/f1 και Σ7/f4, είναι σχεδόν συμμετρικές και μεσόκυρτες, η καμπύλη Σ7/f5 είναι σχεδόν συμμετρική και πλατύκυρτη και η καμπύλη Σ7/pool 1 είναι λεπτόκυρτη με θετική ασυμμετρία.

Το υλικό του δείγματος Σ7/f2 είναι λεπτόκοκκη άμμος, φτωχά ταξινομημένη με κοκκομετρική καμπύλη πλατύκυρτη, με θετική ασυμμετρία. Το υλικό του δείγματος Σ7/f3 αντιστοιχεί σε πολύ χονδρόκοκκη άμμο, φτωχά ταξινομημένη με πλατύκυρτη κοκκομετρική καμπύλη και αρνητική ασυμμετρία. Το υλικό του δείγματος Σ7/f6 αντιστοιχεί σε πολύ λεπτόκοκκη άμμο, φτωχά ταξινομημένη με κοκκομετρική καμπύλη λεπτόκυρτη και πολύ θετική ασυμμετρία. Το λεπτόκοκκο υλικό του δείγματος Σ7/Φ1,2/f, που βρίσκεται μεταξύ των φραγμών Φ1 και Φ2 αντιστοιχεί σε μεσόκοκκη άμμο, φτωχά ταξινομημένη με κοκκομετρική καμπύλη λεπτόκυρτη και με θετική ασυμμετρία. Τέλος ο νερόλακκος, που βρίσκεται στο ανάντη τμήμα του σταθμού (Σ7/ pool 2), καλύπτεται από αργιλικό υλικό με αριθμητικό μέσο M_Z=10,86φι, πολύ φτωχά ταξινομημένο και με κοκκομετρική καμπύλη με σχεδόν κανονική ασυμμετρία και πλατύκυρτη. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης της υποεπιφανειακής δειγματοληψίας και της ογκομετρικής δειγματοληψίας του λεπτόκοκκου υλικού χαρτογραφήθηκαν και παρουσιάζονται στο σχήμα 7.29Γ.

7.5.7.7. Συμπεράσματα από την ανάλυση των επιφανειακών και υποεπιφανειακών ιζημάτων μεταφοράς του σταθμού δειγματοληψίας Σ7.

1. Ο έβδομος σταθμός δειγματοληψίας περιλαμβάνει ένα πλήρες μαιανδρικό κύμα με ακολουθίες βαθύνσεων-ρηχεύσεων (pools-riffles) και τρεις ακραίους φραγμούς. Ο νερόλακκος, που βρίσκεται στο ανάντη τμήμα του σταθμού (pool 2) έχει τη μορφή βαθιάς ελλειψοειδούς τάφρου, ενώ οι νερόλακκοι του κατάντη τμήματος του σταθμού έχουν μορφή νεροφαγώματος εξ αιτίας κάθετης διάβρωσης.
2. Από τους διάφορους λιθολογικούς τύπους, οι ασβεστολιθικοί κόκκοι κυριαρχούν με ποσοστό 90,94% στο σύνολο των κόκκων του σταθμού και ακολουθούν σε συχνότητα οι κόκκοι των εκρηξιγενών πετρωμάτων με ποσοστό συμμετοχής 5,13%. Οι ψαμμιτικές και οι κερατολιθικές κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά, που είναι μόλις 2,74% και 1,20% αντίστοιχα. Οι συχνότητες εμφάνισης των κροκαλών όλων των λιθολογικών τύπων παραμένουν σταθερές στις συλλογές της ενεργής κοίτης και των τριών φραγμών. Εξαίρεση αποτελεί το ποσοστό συμμετοχής των ασβεστολιθικών κόκκων της ενεργής κοίτης, που είναι στατιστικά μεγαλύτερο από το ποσοστό συμμετοχής στο φραγμό Φ3.

Τα ποσοστά συμμετοχής των ασβεστολιθικών κροκαλών εμφανίζονται αυξημένα σε σχέση με τα ποσοστά του προηγούμενου σταθμού δειγματοληψίας και η διαφορά, που προκύπτει είναι στατιστικά σημαντική ($z=2,69>1,64=z_{κρ}$). Αύξηση, που δεν είναι στατιστικά σημαντική εμφανίζουν και τα ποσοστά συμμετοχής των εκρηξιγενών κροκαλών ($z=0,16<1,64=z_{κρ}$), ενώ οι ψαμμιτικές και οι κερατολιθικές κροκάλες μειώνονται στατιστικά σημαντικά ($z=2,46>1,64=z_{κρ}$ και $z=2,87>1,64=z_{κρ}$ αντίστοιχα).



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Ενεργή κοίτη - ροή νερού
- Νερόλακκος (pool)
- Φραγμός (Φ1)
- Δειγματοληψία δικτύου
- Δειγματοληψία σε τομές
- Υποεπιφανειακή δειγματοληψία
- Δειγματοληψία λεπτόκοκκου υλικού (f1, f2)
- Περιοχή ρήχευσης
- Εργαλεία - εμπόδια
- Δένδρα
- Πολύ χονδρόκοκκα χαλίκια
- Χονδρόκοκκα χαλίκια
- Μεσοχονδρόκοκκα χαλίκια
- Λεπτόκοκκο υλικό (d<8mm)
- Πολύ χονδρόκοκκη άμμος
- Χονδρόκοκκη άμμος
- Μεσοχονδρόκοκκη άμμος
- Άργιλος

Σχ.7.29: Σταθμός δειγματοληψίας Σ7.
Α: χαρτογράφηση του σταθμού με τις θέσεις δειγματοληψίας.
Β: απεικόνιση του αριθμητικού μέσου των συλλογών της επιφανειακής δειγματοληψίας.
Γ: απεικόνιση του αριθμητικού μέσου των συλλογών της ογκομετρικής δειγματοληψίας.

Η αύξηση των ασβεστολιθικών κροκαλών σε βάρος των ψαμμιτικών και των κερατολιθικών κροκαλών, σε σχέση με τον προηγούμενο σταθμό δειγματοληψίας, οφείλεται στην εισροή ασβεστολιθικού υλικού από τα ρεύματα που προέρχονται από το ριπίδιο της Τιθορέας.

3. Στον έβδομο σταθμό δειγματοληψίας οι ασβεστολιθικοί κόκκοι έχουν το μεγαλύτερο μέσο μέγεθος και ακολουθούν κατά σειρά οι κερατολιθικοί, οι ψαμμιτικοί και οι εκρηξιγενείς κόκκοι.

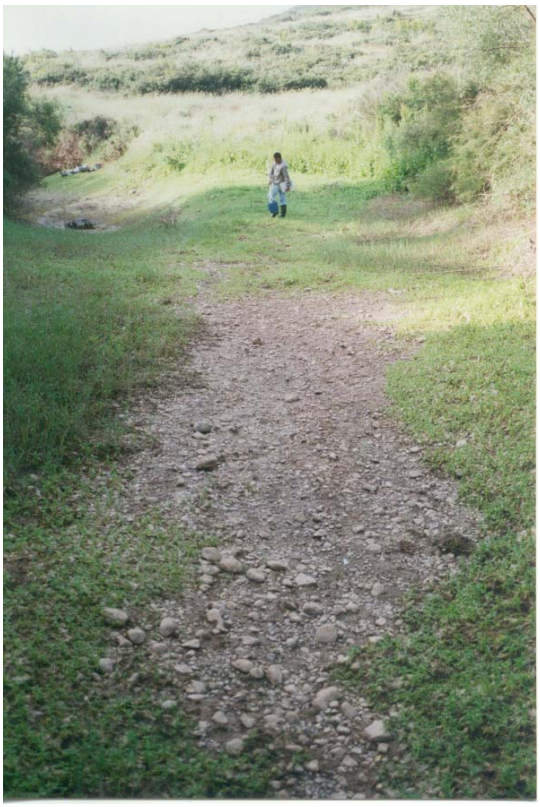
   Οι αριθμητικοί μέσοι των κροκαλών των διάφορων λιθολογικών τύπων καθώς και του συνόλου των κόκκων, όλων των συλλογών, είναι μικρότεροι από τους αντίστοιχους αριθμητικούς μέσους των κροκαλών του προηγούμενου σταθμού. Οι διαφορές, που προκύπτουν είναι στατιστικά σημαντικές για τους ασβεστολιθικούς κόκκους ($z=10,81>1,96=z_{κρ}$), για τους ψαμμιτικούς κόκκους ($z=2,56>1,96=z_{κρ}$) και για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων ($z=2,50>1,96=z_{κρ}$), όχι όμως και για τους κερατολιθικούς κόκκους ($z=1,40<1,96=z_{κρ}$). Σημαντικό ρόλο για τη μείωση αυτή παίζει πιθανώς η μείωση της ικανότητας του ρεύματος να μεταφέρει πολύ μεγάλες κροκάλες, λόγω μείωσης της κλίσης του και εξ αιτίας της ύπαρξης ρευματικού κλάδου εκτόνωσης στην περιοχή βόρεια της Τιθορέας, κατασκευασμένου για αντιπλημμυρικούς λόγους, ο οποίος μειώνει την ταχύτητα του νερού.
4. Η στρογγύλωση των ασβεστολιθικών και των εκρηξιγενών κόκκων του έβδομου σταθμού δειγματοληψίας είναι ασθενώς καλύτερη από τη στρογγύλωση των αντίστοιχων λιθολογιών του προηγούμενου σταθμού, οι διαφορές δε που προκύπτουν είναι στατιστικά σημαντικές ($χ^2=77,45>9,49=χ^2_{κρ}$ για τους ασβεστολιθικούς και $χ^2=18,92> 9,49=χ^2_{κρ}$ για τους εκρηξιγενείς κόκκους). Η στρογγύλωση των κερατολιθικών κροκαλών δείχνει να μειώνεται ελάχιστα, η μείωση αυτή όμως δεν είναι σημαντική ($χ^2=1,09<5,99=χ^2_{κρ}$). Οι ψαμμιτικές κροκάλες δείχνουν μια καλύτερη στρογγύλωση, οι μικρές τιμές όμως των παρατηρούμενων και αναμενόμενων συχνοτήτων δεν επιτρέπουν τη σύγκριση της στρογγύλωσης αυτής με την αντίστοιχη τιμή του σταθμού δειγματοληψίας Σ6. Η ασθενής βελτίωση της στρογγύλωσης των ασβεστολιθικών και των εκρηξιγενών κόκκων οφείλεται στη συνδυασμένη δράση τριβής λόγω απόστασης μεταφοράς και εισροή νέου υλικού.
5. Οι μικρές διαφορές στη σφαιρικότητα, που εμφανίζονται μεταξύ των διαφόρων λιθολογικών τύπων από το σταθμό δειγματοληψίας Σ6 στο σταθμό Σ7, δεν είναι στατιστικά σημαντικές ($z=1,93<1,96=z_{κρ}$ για τους ασβεστολιθικούς κόκκους, $z=-0,39>-1,96=z_{κρ}$ για τους ψαμμιτικούς κόκκους, $z=1,69<1,96=z_{κρ}$ για τους κερατολιθικούς κόκκους και $z=1,08< 1,96=z_{κρ}$ για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων) και επομένως μπορεί να θεωρηθεί ότι η σφαιρικότητα διατηρείται σταθερή μεταξύ των δυο σταθμών.
6. Από την άποψη του σχήματος σύμφωνα με τη διάκριση κατά Zingg (1935), οι δισκοειδείς κροκάλες κυριαρχούν στο σύνολο των κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας με ποσοστό 39,40% ενώ τα ποσοστά συμμετοχής των σφαιρικών κροκαλών είναι 31,79%, των ραβδόμορφων 17,62% και των πλατυσμένων κροκαλών 11,28%. Η διαφορά στις αναλογίες μεταξύ δίσκων, σφαιρών, ράβδων και πλατυσμένων κροκαλών μεταξύ των δυο σταθμών (Σ6 και Σ7) δεν είναι στατιστικά σημαντική ($χ^2=5,06<7,82=χ^2_{κρ}$).

7. Από τις αναλύσεις των δειγμάτων της ογκομετρικής δειγματοληψίας προκύπτει ότι, οι αριθμητικοί μέσοι της κοίτης του ρεύματος του έβδομου σταθμού δειγματοληψίας και του συνόλου των συλλογών του σταθμού είναι ελαφρώς μικρότεροι από τους αντίστοιχους αριθμητικούς μέσους του προηγούμενου σταθμού. Το κοκκομετρικό μέγεθος των υλικών της κοίτης του σταθμού δειγματοληψίας Σ7είναι μεγαλύτερο από το κοκκομετρικό μέγεθος των υλικών των φραγμών.

   Ο πυθμένας των νερόλακκων του κατάντη τμήματος του σταθμού καλύπτεται από υλικό κοκκομετρικού μεγέθους άμμου. Ο πυθμένας του νερόλακκου, που βρίσκεται στο ανάντη τμήμα του σταθμού (pool 2), καλύπτεται από αργιλικό υλικό (εικ. 7.13), στο οποίο κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου εμφανίζονται πολυγωνικές διαρρήξεις. Το ίδιο φαινόμενο είναι πολύ συχνό σε όλο το μήκος του μαιανδρικού τμήματος του ποταμού στην περιοχή Αγίας Παρασκευής.

7.5.8. Ανάλυση ιζημάτων σταθμού δειγματοληψίας Σ8.

Ο όγδοος σταθμός δειγματοληψίας (Σ8) βρίσκεται βόρεια του ασβεστολιθικού λόφου Κουκούλι και ακριβώς ανάντη της γέφυρας Βασιλικών (πίν. 7.1, εικ. 7.1 και σχ. 7.33). Έχει μήκος 130m, ενώ το πλάτος της κοίτης κυμαίνεται μεταξύ 8m και 15m. Ο σταθμός περιλαμβάνει ένα πλήρες μαιανδρικό κύμα, είναι εν μέρει χαλικώδης και εν μέρει αμμώδης (εικ. 7.14) και περιλαμβάνει έναν ακραίο φραγμό στο αριστερό μέρος της κοίτης και ένα νερόλακκο στο ανάντη τμήμα του. Η επιφανειακή δειγματοληψία στην ενεργή κοίτη του ρεύματος και στο φραγμό πραγματοποιήθηκε με συστηματική δειγματοληψία δικτύου. Για την ογκομετρική δειγματοληψία, συλλέχτηκε υλικό από 10 υποσυλλογές μέσα από την ενεργή κοίτη και από 3 υποσυλλογές στο φραγμό Φ1. Συνολικά συλλέχτηκαν 816 κόκκοι από την επιφάνεια και 32,6 kg υλικού ογκομετρικής δειγματοληψίας.



Εικόνα 7.14: Τμήμα της χαλικώδους κοίτης του σταθμού δειγματοληψίας Σ8 κατά την ξηρή περίοδο. Στο βάθος διακρίνεται ο νερόλακκος του ανάντη τμήματος του σταθμού.

Μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας Σ7 και Σ8, στην περιοχή Αμμούδες Λευκοχωρίου πραγματοποιείται ευκαιριακή αμμοληψία από τη δεξιά πλευρά της κοίτης του ποταμού. Στο κατάντη τμήμα της κοίτης του σταθμού, το επιφανειακό στρώμα των κροκαλών είναι συμπαγές (θωρακισμένο) και όπου αυτό συμβαίνει να καταστρέφεται, δημιουργούνται θύλακες συγκέντρωσης κροκαλών (εικ. 6.6, § 6.6.4). Στην κατάντη πλευρά του σταθμού διαπιστώνεται απόθεση έκθετων απορριμμάτων ανθρωπογενούς προέλευσης.

7.5.8.1. Αποτελέσματα ανάλυσης του λιθολογικού χαρακτήρα των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ8.

Στον πίνακα 7.51 φαίνεται ο αριθμός των κροκαλών, που συλλέχτηκε στην ενεργή κοίτη και στο φραγμό του όγδοου σταθμού δειγματοληψίας καθώς και ο αριθμός των κροκαλών του κάθε λιθολογικού τύπου και τα επί τοις % αντίστοιχα ποσοστά.

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ8	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ		ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ	
	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Κοίτη	322	75,59	43	10,09	30	7,04	31	7,28	426	100,00
Φ1	284	72,82	33	8,46	23	5,90	50	12,82	390	100,00
Σύνολο Σ8	606	74,26	76	9,31	53	6,50	81	9,93	816	100,00

Πίνακας 7.51: Λιθολογική κατανομή και εκατοστιαία συμμετοχή των κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας Σ8 για κάθε δειγματοληψία στις διάφορες στρωματογραφικές μονάδες

Στο σύνολο του σταθμού δειγματοληψίας Σ8 επικρατούν οι ασβεστολιθικοί κόκκοι με ποσοστό 74,26% και ακολουθούν οι κόκκοι των εκρηξιγενών πετρωμάτων (9,93%), οι ψαμμιτικοί (9,31%), και οι κερατολιθικοί (6,50%). Τα ποσοστα συμμετοχής των εκρηξιγενών και των ψαμμιτικών κόκκων, δε διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά (χ^2=0,16<3,84=$\chi^2_{κρ}$), ενώ το ποσοστό συμμετοχής των κερατολιθικών κόκκων, είναι πράγματι μικρότερο από αυτά (χ^2=6,37>5,99=$\chi^2_{κρ}$).

Το ποσοστό των ασβεστολιθικών κόκκων στην ενεργή κοίτη του όγδοου σταθμού δειγματοληψίας εμφανίζεται σχετικά αυξημένο (75,59%) σε σχέση με τα ποσοστά των ασβεστολιθικών κόκκων του ακραίου φραγμού Φ1 στον οποίο είναι 72,82%. Οι ψαμμιτικοί κόκκοι συμμετέχουν με ποσοστό συμμετοχής 10,09% στην κοίτη και με ποσοστό συμμετοχής 8,46% στο φραγμό Φ1. Τα ποσοστά των κερατολιθικών κόκκων είναι 7,04% στην κοίτη του σταθμού δειγματοληψίας και 5,90% στο φραγμό Φ1. Το ποσοστό των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων είναι μικρότερο στην κοίτη (7,28%) και μεγαλύτερο στο φραγμό Φ1 (12,82%,).

Οι διαφορές, που εμφανίζονται στα παραπάνω ποσοστά συμμετοχής δεν είναι στατιστικά σημαντικές για τους ασβεστολιθικούς κόκκους (z=0,90<1,96=$z_{κρ}$), για τους ψαμμιτικούς κόκκους (z=0,80<1,96=$z_{κρ}$) και για τους κερατολιθικούς κόκκους (z=0,66<1,96=$z_{κρ}$), ενώ η διαφορά μεταξύ των ποσοστών συμμετοχής των εκρηξιγενών κόκκων στην ενεργή κοίτη και στο φραγμό είναι στατιστικά σημαντική (z=-2,64<-1,96=$z_{κρ}$).

7.5.8.2. Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ8.

Στον πίνακα 7.52 δίνονται οι τιμές, που υπολογίστηκαν για τον αριθμητικό μέσο των κροκαλών και των τεσσάρων λιθολογικών τύπων των συλλογών του σταθμού δειγματοληψίας Σ8.

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ8	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ (mm)	Μ.Ο. ΣΤΑΘΜΟΥ (mm)
Κοίτη	23,23	19,14	22,70	18,52	22,44
Φ1	16,43	16,94	17,39	14,66	16,31
Σύνολο Σ8	20,05	18,18	20,40	16,14	19,51

Πίνακας 7.52: Τιμές αριθμητικού μέσου (σε mm) για όλους τους λιθολογικούς τύπους του σταθμού δειγματοληψίας Σ8.

Ο αριθμητικός μέσος του συνόλου των κόκκων του όγδοου σταθμού δειγματοληψίας είναι 19,15mm, που αντιστοιχεί στο επίπεδο των χονδρόκοκκων χαλικιών. Ο αριθμητικός μέσος των ασβεστολιθικών κροκαλών στο σύνολο του σταθμού δειγματοληψίας είναι 20,05mm, των ψαμμιτικών 18,18mm, των κερατολιθικών 20,40mm και των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων 16,14mm. Ο στατιστικός έλεγχος έδειξε ότι, οι εκρηξιγενείς κόκκοι είναι οι μικρότεροι όλων ($z=-5,68<-1,96=z_{κρ}$ σε σύγκριση με τους ασβεστολιθικούς κόκκους, $z=-2,03<-1,96=z_{κρ}$ σε σύγκριση με τους ψαμμιτικούς κόκκους και $z=-3,53<-1,96=z_{κρ}$ σε σύγκριση με τους κερατολιθικούς κόκκους), οι ασβεστολιθικοί κόκκοι είναι μεγαλύτεροι από τους ψαμμιτικούς ($z=2,16>1,96=z_{κρ}$), ενώ δε διαφέρουν στατιστικά από τους κερατολιθικούς ($z=-0,32>-1,96=z_{κρ}$), όπως και οι ψαμμιτικοί κόκκοι από τους κερατολιθικούς ($z=-1,68>-1,96=z_{κρ}$).

Οι κροκάλες για κάθε λιθολογικό τύπο είναι μεγαλύτερες στην κοίτη του σταθμού δειγματοληψίας με αριθμητικούς μέσους 23,23mm, 19,14mm, 22,70mm και 18,52mm αντίστοιχα, ενώ οι αντίστοιχοι αριθμητικοί μέσοι στο φραγμό Φ1 είναι: 16,43mm, 16,94mm, 17,39mm και 14,66mm. Οι διαφορές, που εμφανίζονται είναι στατιστικά σημαντικές για τους ασβεστολιθικούς κόκκους ($z=10,45>1,96=z_{κρ}$), για τους κερατολιθικούς κόκκους ($z=2,53>1,96=z_{κρ}$) και για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων ($z=3,10>1,96=z_{κρ}$), όχι όμως και για τους ψαμμιτικούς κόκκους ($z=1033<1,96=z_{κρ}$).

Στο σχήμα 7.33Β απεικονίζεται η κατανομή του αριθμητικού μέσου των κόκκων της επιφανειακής δειγματοληψίας του σταθμού Σ8.

7.5.8.3. Αποτελέσματα ανάλυσης της στρογγύλωσης των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ8.

Στον πίνακα 7.53 αναγράφονται οι τιμές του βαθμού στρογγύλωσης των κροκαλών όλων των λιθολογικών τύπων και για κάθε μονάδα συλλογής του όγδοου σταθμού δειγματοληψίας σύμφωνα με τον οπτικό χάρτη του Krumbein (1941).

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ8	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ ΜΟΝΑΔΑΣ
Κοίτη	0,58	0,71	0,28	0,54	0,57
Φ1	0,61	0,77	0,29	0,53	0,59
Σύνολο Σ8	0,59	0,74	0,29	0,54	0,59

Πίνακας 7.53: Τιμές στρογγύλωσης των κόκκων όλων των λιθολογικών τύπων του σταθμού δειγματοληψίας Σ8.

Όπως φαίνεται από τις τιμές στρογγύλωσης που προσδιορίστηκαν, το σύνολο των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ8 έχει στρογγύλωση 0,59, που χαρακτηρίζει υποστρόγγυλους κόκκους. Οι ασβεστολιθικοί κόκκοι εμφανίζουν στο σύνολό τους τιμή στρογγύλωσης 0,59 (υποστρόγγυλοι), οι ψαμμιτικοί 0,74 (στρόγγυλοι), οι κερατολιθικοί 0,29 (γωνιώδεις) και οι κόκκοι των εκρηξιγενών 0,54 (υποστρόγγυλοι).

Στο φραγμό Φ1 οι ασβεστολιθικοί κόκκοι είναι περισσότερο στρογγυλοί (0,61) απ' ότι στην κοίτη (0,58) και η διαφορά μεταξύ των δυο αυτών τιμών στρογγύλωσης είναι στατιστικά σημαντική ($\chi^2=17,45>9,49=\chi^2_{κρ}$).

Οι ψαμμιτικοί κόκκοι του φραγμού Φ1 έχουν βαθμό στρογγύλωσης 0,77, ενώ της κοίτης 0,71, η διαφορά αυτή όμως δεν είναι στατιστικά σημαντική ($\chi^2=2,04<9,49=\chi^2_{κρ}$).

Οι κερατολιθικοί κόκκοι είναι γωνιώδεις και έχουν βαθμούς στρογγύλωσης 0,28 στην κοίτη και 0,29 στο φραγμό Φ1. Οι τιμές του βαθμού στρογγύλωσης για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων είναι 0,54 στην κοίτη και 0,53 στο φραγμό Φ1. Οι μικρές διαφορές, που εμφανίζονται δεν είναι στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους (χ^2=2,50<9,49=$\chi^2_{κρ}$ για τους κερατολίθους και χ^2=1,94<9,49=$\chi^2_{κρ}$ για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων).

7.5.8.4. Αποτελέσματα ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ8.

Ο μέσος όρος της σφαιρικότητας του συνόλου των κροκαλών του όγδοου σταθμού δειγματοληψίας είναι 0,69 (πιν. 7.54). Στο σύνολο των κροκαλών ανά δειγματοληψία, η μέση τιμή σφαιρικότητας του φραγμού έχει τιμή 0,70, και της ενεργής κοίτης 0,68.

Στο σύνολο των κόκκων, οι ασβεστολιθικές κροκάλες και οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων έχουν μέση τιμή σφαιρικότητας 0,70, οι ψαμμιτικές 0,66 και οι κερατολιθικές 0,68. Από τις παρατηρούμενες τιμές, ο αριθμητικός μέσος των ψαμμιτικών κροκαλών διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τον αριθμητικό μέσο των ασβεστολιθικών (z=-3,26<-1,96=$z_{κρ}$) και των εκρηξιγενών (z=-2,22<-1,96=$z_{κρ}$) κροκαλών. Οι διαφορές των αριθμητικών μέσων μεταξύ των υπόλοιπων λιθολογικών τύπων δεν είναι στατιστικά σημαντικές (z=1,05< 1,96=$z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και κερατολιθικών κόκκων, z=-0,92>-1,96=$z_{κρ}$ μεταξύ ψαμμιτικών και κερατολιθικών κόκκων και z=-1,06>-1,96=$z_{κρ}$ μεταξύ κερατολιθικών και εκρηξιγενών κόκκων).

Οι ασβεστολιθικές κροκάλες εμφανίζουν μεγαλύτερη σφαιρικότητα στην κοίτη (0,71) και μικρότερη στο φραγμό Φ1 (0,68) και αυτό φαίνεται και από το αποτέλεσμα της στατιστικής σύγκρισης (z=3,59>1,96=$z_{κρ}$).

Οι ψαμμιτικές και οι κερατολιθικές κροκάλες δείχνουν μεγαλύτερους βαθμούς σφαιρικότητας στην κοίτη (0,67 και 0,69 αντίστοιχα) σε σχέση με το φραγμό (0,64 και 0,68 αντίστοιχα), οι διαφορές όμως δεν είναι στατιστικώς σημαντικές (z=1,33<1,96=$z_{κρ}$ για τους ψαμμίτες και z=0,31<1,96=$z_{κρ}$ για τους κερατολίθους). Οι τιμές σφαιρικότητας των εκρηξιγενών κόκκων είναι σταθερή και στις δυο συλλογές και ίση προς 0,70.

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ8	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ
Κοίτη	0,71	0,67	0,69	0,70	0,70
Φ1	0,68	0,64	0,68	0,70	0,68
Σύνολο Σ8	0,70	0,66	0,68	0,70	0,69

Πίνακας 7.54: Σφαιρικότητα κόκκων κάθε λιθολογίας καθώς και του συνόλου των κροκαλών για κάθε γεωμορφολογική μονάδα του όγδοου σταθμού δειγματοληψίας.

7.5.8.5. Αποτελέσματα ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ8.

Στον πίνακα 7.55 φαίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ8 ανά λιθολογία, σύμφωνα με την ταξινομική διάκριση κατά Zingg (1935) και για τις δυο συλλογές.

Στην ενεργή κοίτη του όγδοου σταθμού δειγματοληψίας κυριαρχούν οι σφαιρικές ασβεστολιθικές κροκάλες με ποσοστό 33,23% και ακολουθούν οι δισκοειδείς, οι ραβδόμορφες και οι πλατυσμένες με αντίστοιχα επί τοις

% ποσοστά 29,61%, 27,95% και 9,01%. Οι ψαμμιτικές κροκάλες αποτελούνται σε ποσοστό 34,88% από δισκοειδείς κροκάλες και σε ποσοστά 25,58%, 27,91% και 11,63% από κροκάλες σφαιροειδείς, ραβδόμορφες και πλατυσμένες αντίστοιχα. Οι κερατολιθικές κροκάλες περιλαμβάνουν μεγάλο ποσοστό δίσκων και σφαιρών (43,33% και 30,00% αντίστοιχα), ενώ το ποσοστό των ράβδων και των πλατυσμένων κροκαλών είναι 13,33%. Στις κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων κυριαρχούν οι κροκάλες σχήματος δίσκου με ποσοστό 48,39% και ακολουθούν σε συχνότητα οι σφαιροειδείς σε ποσοστό 25,61%, οι ράβδοι σε ποσοστό 19,35% και οι πλατυσμένες κροκάλες σε ποσοστό 6,45%. Στο σύνολο των κόκκων της κοίτης, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 32,63%, οι σφαιροειδείς με 31,69%, οι ραβδόμορφες με 26,29% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 9,39%.

Στον ακραίο φραγμό Φι οι ασβεστολιθικές κροκάλες έχουν σε ποσοστά 42,25% και 27,82% δισκοειδές και σφαιρικό σχήμα αντίστοιχα, ενώ οι ραβδόμορφες και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με αντίστοιχα ποσοστά 14,44% και 15,49%. Το μεγαλύτερο μέρος των ψαμμιτικών κροκαλών (48,48%) έχει δισκοειδές σχήμα, ενώ 18,18%, 15,15% και 18,18% είναι τα ποσοστά συμμετοχής των σφαιρικών, των ραβδοειδών και των πλατυσμένων κροκαλών. Οι κερατολιθικοί κόκκοι αποτελούνται σε ποσοστό 52,17% από δίσκους, σε ποσοστό 21,74% από ράβδους και σφαίρες και σε ποσοστό 4,35% από πλατυσμένες κροκάλες. Στους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων κυριαρχούν οι σφαιρικές και οι δισκοειδείς κροκάλες με αντίστοιχα ποσοστά συμμετοχής 40,00% και 36,00% και ακολουθούν οι ραβδόμορφες και οι πλατυσμένες με ποσοστά 18,00% και 6,00%. Στο σύνολο των κόκκων του φραγμού Φ1, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 42,56%, οι σφαιροειδείς με 28,21%, οι ραβδόμορφες με 15,38% και οι πλατυσμένες με 13,85%.

Το σύνολο των ασβεστολιθικών κροκαλών αποτελείται σε ποσοστό 35,64% από κροκάλες δισκοειδούς σχήματος, από 30,69% από σφαίρες, από 21,62% από ράβδους και από 12,05% από πλατυσμένες κροκάλες. Στο σύνολο των ψαμμιτών οι δισκοειδείς κροκάλες κατέχουν ποσοστό συμμετοχής 40,79%, οι σφαιροειδείς και οι ραβδοειδείς συμμετέχουν με ποσοστό 22,37%, ενώ οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 14,47%. Στους κερατολίθους, τα ποσοστά συμμετοχής των δίσκων, των σφαιρών, των ράβδων και των πλατυσμένων κροκαλών είναι 47,17%, 26,42%, 16,98% και 9,43% αντίστοιχα. Στους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων τα αντίστοιχα ποσοστά συμμετοχής των δίσκων, των σφαιρών, των ράβδων και των πλατυσμένων κροκαλών είναι 40,74%, 34,57%, 18,52% και 6,17%.

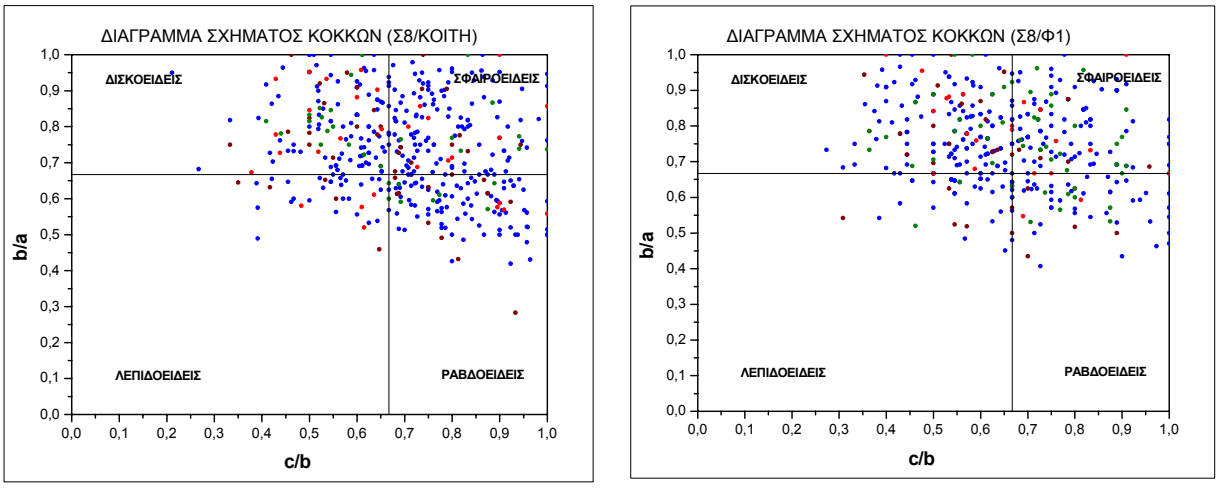
Στο σύνολο των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ8, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 37,38%, οι σφαιροειδείς με 30,02%, οι ραβδόμορφες με 21,08% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 11,52%.

Η αναλογία συχνοτήτων εμφάνισης των δίσκων, σφαιρών ράβδων και πλατυσμένων κροκαλών, δεν διατηρείται σταθερή στις ασβεστολιθικές κροκάλες ($\chi^2=26,01>7,82=\chi^2_{κρ}$), ενώ η σύγκριση για τις συλλογές των ψαμμιτικών, κερατολιθικών και εκρηξιγενών κροκαλών, δεν είναι εφικτή λόγω των μικρών τιμών, που εμφανίζουν οι παρατηρούμενες και οι αναμενόμενες συχνότητες, κατά την εφαρμογή της δοκιμασίας χ^2. Η ίδια αυτή αναλογία συχνοτήτων είναι διαφορετική και στη σύγκριση των συνόλων των κόκκων όλων των

συλλογών (χ^2=21,20>7,82=$\chi^2_{κρ}$). Το σύνολο των κόκκων ανά συλλογή, της κοίτης και του φραγμού του όγδοου σταθμού δειγματοληψίας, απεικονίζεται σε ταξινομικό διάγραμμα κατά Zingg (1935) στο σχήμα 7.30.

ΣΥΛ-ΛΟΓΗ	ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ		ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ	
		ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Κοίτη	Δίσκοι	96	29,81	15	34,88	13	43,33	15	48,39	139	32,63
	Σφαίρες	107	33,23	11	25,58	9	30,00	8	25,81	135	31,69
	Ράβδοι	90	27,95	12	27,91	4	13,33	6	19,35	112	26,29
	Πλατυσ.	29	9,01	5	11,63	4	13,33	2	6,45	40	9,39
	Σύνολο	322	100,00	43	100,00	30	100,00	31	100,00	426	100,00
Φ1	Δίσκοι	120	42,25	16	48,48	12	52,17	18	36,00	166	42,56
	Σφαίρες	79	27,82	6	18,18	5	21,74	20	40,00	110	28,21
	Ράβδοι	41	14,44	5	15,15	5	21,74	9	18,00	60	15,38
	Πλατυσ.	44	15,49	6	18,18	1	4,35	3	6,00	54	13,85
	Σύνολο	284	100,00	33	100,00	23	100,00	50	100,00	390	100,00
Σύνολο Σ8	Δίσκοι	216	35,64	31	40,79	25	47,17	33	40,74	305	37,38
	Σφαίρες	186	30,69	17	22,37	14	26,42	28	34,57	245	30,02
	Ράβδοι	131	21,62	17	22,37	9	16,98	15	18,52	172	21,08
	Πλατυσ.	73	12,05	11	14,47	5	9,43	5	6,17	94	11,52
	Σύνολο	606	100,00	76	100,00	53	100,00	81	100,00	816	100,00

Πίνακας 7.55: Το σχήμα των κόκκων για κάθε λιθολογία της κοίτης και του φραγμού, του όγδοου σταθμού δειγματοληψίας.



Σχήμα 7.30: Απεικόνιση των λόγων b/a και c/a των αξόνων των κροκαλών της κοίτης του σταθμού δειγματοληψίας Σ8 (αριστερά) και του φραγμού Φ1(δεξιά) στο διάγραμμα Zingg (1935). Οι ασβεστολιθικές κροκάλες παριστάνονται με γαλάζιο χρώμα, οι ψαμμιτικές με καφέ, οι κερατολιθικές με κόκκινο και οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων με πράσινο.

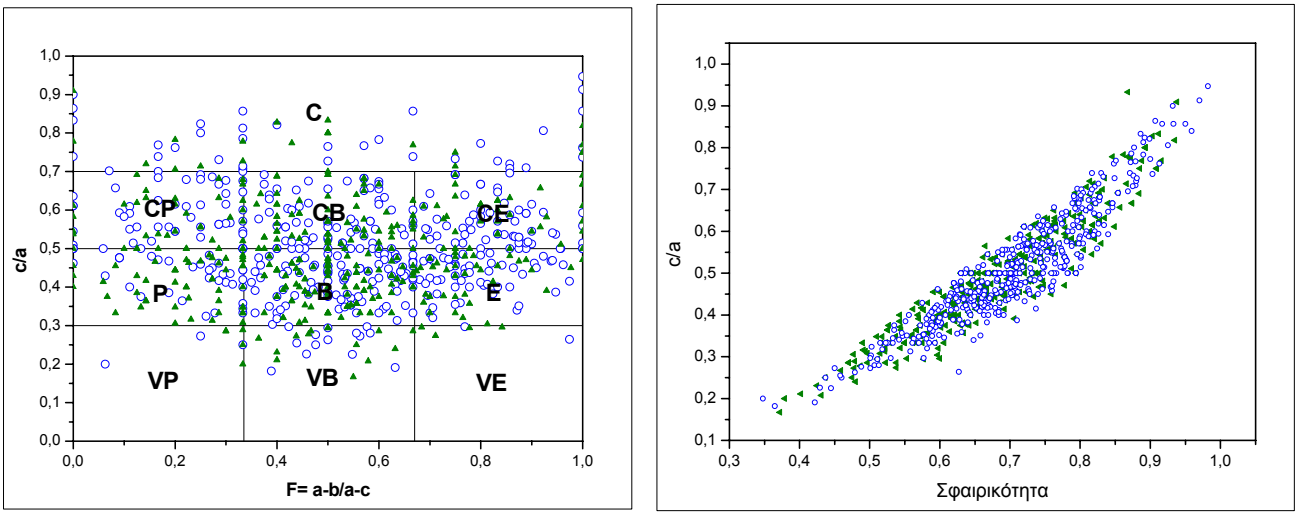
Στον πίνακα 7.56 φαίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του όγδοου σταθμού δειγματοληψίας, σύμφωνα με το ταξινομικό σχήμα που πρότειναν οι Sneed & Folk (1958) και στο σχήμα 7.31 απεικονίζεται το σύνολο των κόκκων σε διαγράμματα c/a-F και c/a-σφαιρικότητα επίσης των Sneed & Folk (1958).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής, για όλους τους λιθολογικούς τύπους και στο σύνολο των συλλογών του όγδοου σταθμού δειγματοληψίας, οι "B" κροκάλες κατέχουν το μεγαλύτερο επί τοις % ποσοστό συμμετοχής (27,45%) και ακολουθούν "CB" κροκάλες με ποσοστό 15,32%, οι "E" κροκάλες με ποσοστό 12,87%, οι "P" κροκάλες με 12,38%, οι "CE" και οι "CP" κροκάλες με αντίστοιχα ποσοστά 10,66% και 9,19 % και οι "C" κροκάλες με ποσοστό συμμετοχής 6,99%. Τα υπόλοιπα σχήματα συμμετέχουν με πολύ μικρά ποσοστά, που είναι 3,43% για τις "VB" κροκάλες, 0,98% για τις "VP" κροκάλες και 0,74% για τις "VE"

κροκάλες. Οι "Β" κροκάλες κυριαρχούν και στο σύνολο των επί μέρους συλλογών της κοίτης και του φραγμού, ενώ τα μικρότερα ποσοστά συμμετοχής κατέχουν οι "VE" κροκάλες. Οι αναλογίες όμως εμφάνισης συχνοτήτων των διαφόρων σχημάτων, γενικότερα στην ταξινόμηση αυτή, εμφανίζουν διαφορές, που είναι στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους (χ^2=20,39>16,92=$\chi^2_{κρ}$).

	ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΚΟΚΚΩΝ ΣΤΑΘΜΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ Σ8					
ΣΥΛΛΟΓΗ	**Σ8/ΚΟΙΤΗ**		**Σ8/Φ1**		**ΣΥΝΟΛΟ**	
ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**
C	36	8,45	21	5,38	57	6,99
CP	46	10,80	29	7,44	75	9,19
CB	59	13,85	66	16,92	125	15,32
CE	54	12,68	33	8,46	87	10,66
P	42	9,86	59	15,13	101	12,38
B	107	25,12	117	30,00	224	27,45
E	63	14,79	42	10,77	105	12,87
VP	3	0,70	5	1,28	8	0,98
VB	14	3,29	14	3,59	28	3,43
VE	2	0,47	4	1,03	6	0,74
ΣΥΝΟΛΟ	426	100,00	390	100,00	816	100,00

Πίνακας 7.56: Διάκριση των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ8 ανάλογα με το σχήμα τους και σύμφωνα με την ταξινόμηση κατά Sneed & Folk (1958).



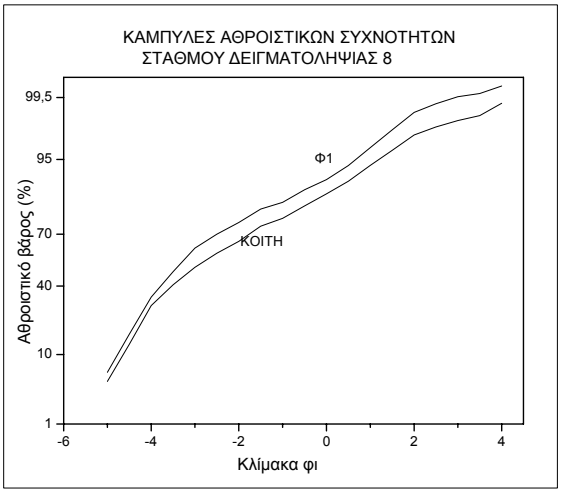
Σχήμα 7.31: Αριστερά: Απεικόνιση των λόγων c/a, F=a-b/a-c των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ8 σε διάγραμμα κατά Sneed & Folk (1958). Δεξιά: Απεικόνιση του λόγου c/a σε σχέση με τη σφαιρικότητα των κόκκων. Με γαλάζιο κύκλο απεικονίζονται οι κόκκοι της κοίτης του σταθμού δειγματοληψίας και με πράσινα τρίγωνα οι κόκκοι του φραγμού Φ1.

7.5.8.6. Αποτελέσματα ανάλυσης της ογκομετρικής δειγματοληψίας του σταθμού Σ8.

Στον όγδοο σταθμό δειγματοληψίας πραγματοποιήθηκαν συλλογές υποεπιφανειακής δειγματοληψίας στην κοίτη και στον ακραίο φραγμό (σχ 7.33Α). Η κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων συνολικού βάρους 32.617,94gr που λήφθηκε συνολικά από 10 υποσυλλογές υποεπιφανειακής δειγματοληψίας της κοίτης και 3 υποσυλλογές του φραγμού του σταθμού δειγματοληψίας Σ8, έδωσε τα αποτελέσματα που φαίνονται στον πίνακα 7.57. Στο σχ. 7.32, φαίνονται η κοκκομετρικές καμπύλες αθροιστικής συχνότητας των δειγμάτων των υλικών συλλογής του σταθμού.

ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (gr)	ΔΙΑΜΕΣΟΣ (Md)	ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ (Mz)	ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (σi)	ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑ (SKi)	ΚΥΡΤΩΣΗ (K_G)
Σ8/Κοίτη	19.316,83	-3,02	-2,59	1,91	0,35	0,92
Σ8/Φ1	13.301,11	-3,45	-3,00	1,73	0,41	1,07

Πίνακας 7.57: Τα βάρη και οι στατιστικές παράμετροι (φι) των δειγμάτων των ογκομετρικών και υποεπιφανειακών συλλογών του όγδοου σταθμού δειγματοληψίας.



Σχήμα 7.32: Κοκκομετρικές καμπύλες αθροιστικής συχνότητας των δειγμάτων υποεπιφανειακής δειγματοληψίας των συλλογών του σταθμού Σ8.

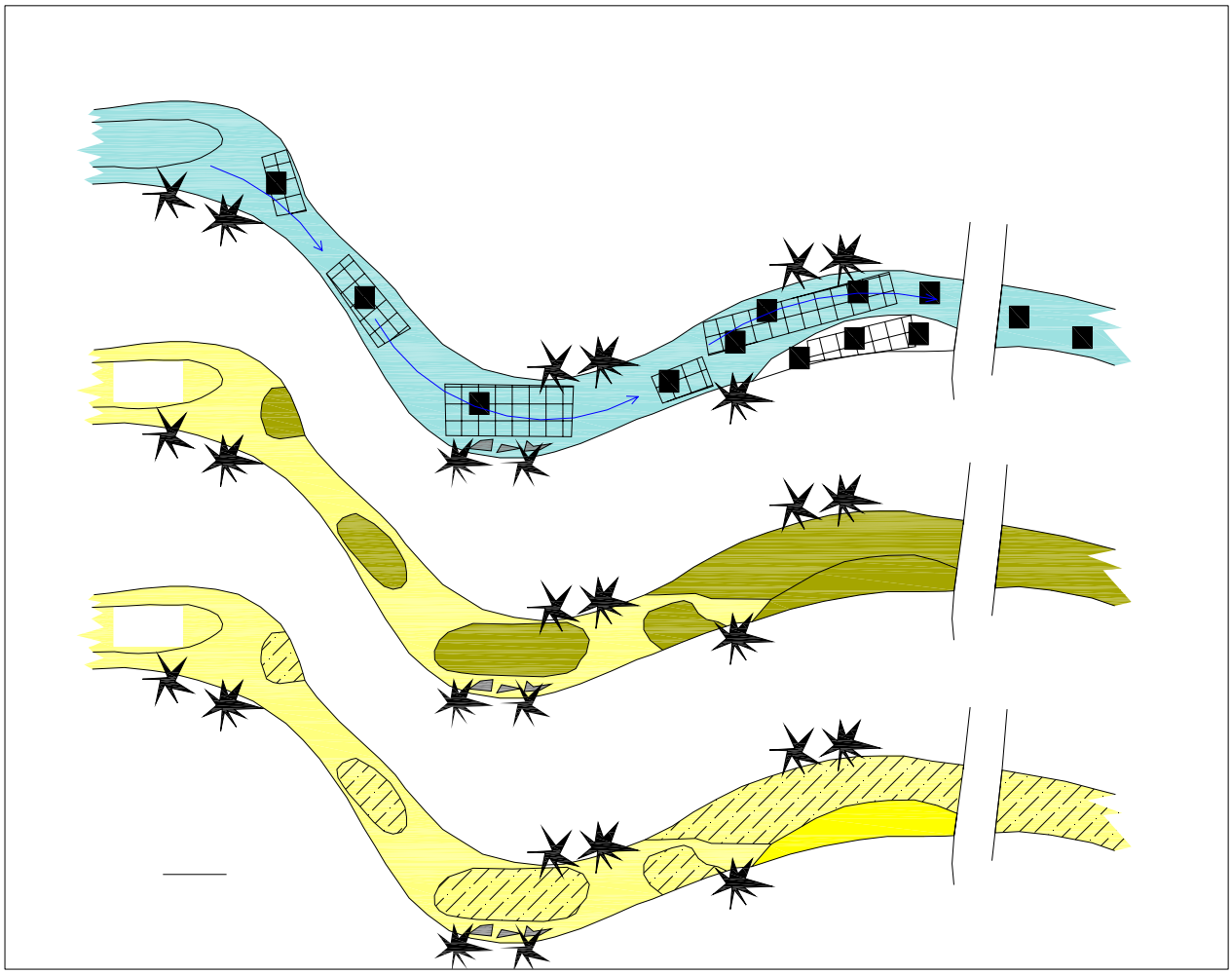
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 7.55, ο αριθμητικός μέσος των υλικών της κοίτης και του φραγμού Φ1 είναι -2,59φι και -3,00φι αντίστοιχα, που αντιστοιχούν σε λεπτόκοκκο και μεσόκοκκο χαλίκι αντίστοιχα. Τα υλικά της κοίτης και του φραγμού είναι φτωχά ταξινομημένα. Οι καμπύλες της κοίτης και του φραγμού Φ1 είναι μεσόκυρτες και παρουσιάζουν πολύ θετική ασυμμετρία.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης της ογκομετρικής και υποεπιφανειακής δειγματοληψίας χαρτογραφήθηκαν και απεικονίζονται στο σχήμα 7.33Γ.

7.5.8.7. Συμπεράσματα από την ανάλυση των επιφανειακών και υποεπιφανειακών ιζημάτων μεταφοράς του σταθμού δειγματοληψίας Σ8.

1. Η ενεργή κοίτη του όγδοου σταθμού δειγματοληψίας είναι εν μέρει χαλικώδης και περιλαμβάνει έναν ακραίο φραγμό. Τα επιφανειακά χαλίκια είναι ασύνδετα στο ανάντη τμήμα του σταθμού και θωρακισμένα στο κατάντη, όπου και εμφανίζονται θύλακες συγκέντρωσης κροκαλών, απέναντι από το φραγμό Φ1. Ο νερόλακκος στο ανάντη τμήμα του σταθμού έχει τη μορφή βαθιάς ελλειψοειδούς τάφρου, που σχηματίζεται στο λεπτόκοκκο υπόβαθρο του πυθμένα της κοίτης.
2. Το μεγαλύτερο ποσοστό συμμετοχής, στην επιφάνεια του σταθμού δειγματοληψίας κατέχουν οι ασβεστολιθικές κροκάλες και ακολουθούν οι εκρηξιγενείς και οι ψαμμιτικές, τα ποσοστά των οποίων είναι στατιστικά ίσα. Οι κερατολιθικές κροκάλες κατέχουν το μικρότερο ποσοστό συμμετοχής. Τα ποσοστά συμμετοχής των ασβεστολιθικών, των ψαμμιτικών και των κερατολιθικών κροακλών είναι στατιστικά ίδια στην ενεργή κοίτη και στον ακραίο φραγμό. Οι κόκκοι των εκρηξιγενών πετρωμάτων έχουν μεγαλύτερο και στατιστικά σημαντικό ποσοστό συμμετοχής στην ενεργή κοίτη σε σχέση με το φραγμό Φ1.

Στο σταθμό αυτό παρατηρείται μια αρκετά μεγάλη και στατιστικά σημαντική μείωση του ποσοστού των ασβεστολιθικών κροκαλών ($z=9,99>1,64=z_{κρ}$) σε σχέση με τον προηγούμενο σταθμό και συνακόλουθες στατιστικά σημαντικές αυξήσεις των ποσοστών των υπόλοιπων λιθολογικών τύπων ($z=6,35>1,64=z_{κρ}$ για τους ψαμμιτικούς κόκκους, $z=6,43>1,64=z_{κρ}$ για τους κερατολιθικούς κόκκους και $z=4,09>1,64=z_{κρ}$ για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων).



Σχήμα 7.33: Σταθμός δειγματοληψίας Σ8.
Α: χαρτογράφηση του σταθμού με τις θέσεις δειγματοληψίας.
Β: απεικόνιση του αριθμητικού μέσου των συλλογών της επιφανειακής δειγματοληψίας.
Γ: απεικόνιση του αριθμητικού μέσου των συλλογών της ογκομετρικής δειγματοληψίας.

3. Το κοκκομετρικό μέγεθος των ασβεστολιθικών, ψαμμιτικών και κερατολιθικών κροκαλών του συνόλου του σταθμού δειγματοληψίας είναι περίπου το ίδιο, ενώ οι εκρηξιγενείς κροκάλες είναι σαφώς μικρότερες. Στην ενεργή κοίτη οι ασβεστολιθικές, οι κερατολιθικές και οι εκρηξιγενείς κροκάλες εμφανίζουν μεγαλύτερο μέσο

μέγεθος απ' ότι στον ακραίο φραγμό, ενώ οι ψαμμιτικές κροκάλες είναι μεγαλύτερες στο φραγμό και μικρότερες στην ενεργή κοίτη.

Στην επιφάνεια του σταθμού δειγματοληψίας κυριαρχούν υλικά, των οποίων το μέσο μέγεθος είναι 19,51 mm και είναι κατά πολύ μικρότερο από το μέσο μέγεθος του προηγούμενου σταθμού που είναι 39,10mm. Η μείωση του κοκκομετρικού μεγέθους συμβαίνει σε όλους τους λιθολογικούς τύπους και οι διαφορές, που προκύπτουν είναι στατιστικά σημαντικές ($z=28,11>1,96=z_{κρ}$ για τους ασβεστολιθικούς κόκκους, $z=3,23>1,96=z_{κρ}$ για τους ψαμμιτικούς κόκκους, $z=5,31>1,96=z_{κρ}$ για τους κερατολιθικούς κόκκους και $z=4,98>1,96=z_{κρ}$ για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων). Το γεγονός αυτό οφείλεται στην εκλεκτική ταξινόμηση (selective transport), η οποία μπορεί να δικαιολογήσει και τη μείωση του ποσοστού των ασβεστολιθικών κροκαλών, που αναφέρθηκε παραπάνω.

4. Οι περισσότερο στρογγυλοί κόκκοι του σταθμού δειγματοληψίας Σ8 είναι οι ψαμμιτικοί και ακολουθούν σε βαθμό στρογγύλωσης οι ασβεστολιθικοί, οι εκρηξιγενείς και οι κερατολιθικοί. Οι ασβεστολιθικοί κόκκοι είναι περισσότερο στρογγυλοί στο φραγμό απ' ότι στην ενεργή κοίτη, ενώ οι υπόλοιποι λιθολογικοί τύποι δεν εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη στρογγύλωσή τους μεταξύ ενεργής κοίτης και ακραίου φραγμού.

   Οι μέσες τιμές της στρογγύλωσης των κόκκων εμφανίζουν διαφορές σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές στρογγύλωσης των κόκκων του προηγούμενου σταθμού δειγματοληψίας, που για το σύνολο των κόκκων είναι στατιστικά σημαντικές ($χ^2=22,56>9,49=χ^2_{κρ}$). Η μείωση της στρογγύλωσης των ασβεστολιθικών κόκκων είναι επίσης σημαντική ($χ^2=20,23>9,49=χ^2_{κρ}$), ενώ οι διαφορές της στρογγύλωσης των υπόλοιπων λιθολογικών τύπων δεν είναι σημαντικές ($χ^2=4,49<9,49=χ^2_{κρ}$ για τους ψαμμίτες, $χ^2=0,64<7,82=χ^2_{κρ}$ για τους κερατολίθους και $χ^2=7,35<9,49=χ^2_{κρ}$ για τις κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων). Η παρατηρούμενη μείωση της στρογγύλωσης των ασβεστολιθικών κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας Σ8 σε σχέση με το σταθμό Σ7οφείλεται πιθανώς στην ταυτόχρονη μείωση του αριθμητικού μέσου των κροκαλών αυτών.

5. Οι ασβεστολιθικοί κόκκοι του όγδοου σταθμού δειγματοληψίας έχουν μεγαλύτερη τιμή σφαιρικότητας στην ενεργή κοίτη του ρεύματος και μικρότερη στον ακραίο φραγμό. Η σφαιρικότητα των υπόλοιπων λιθολογιών δε διαφέρει στατιστικά μεταξύ των δυο συλλογών της κοίτης και του φραγμού.

   Η μέση τιμή σφαιρικότητας του συνόλου των κροκαλών του σταθμού παραμένει σταθερή σε σχέση με τον προηγούμενο σταθμό. Οι ασβεστολιθικές κροκάλες και οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων εμφανίζουν ελαφρώς μεγαλύτερη σφαιρικότητα από τις αντίστοιχες τιμές του σταθμού Σ7, που όμως δεν είναι στατιστικά σημαντικές, σε αντίθεση με τους κερατολίθους οι οποίοι είναι λιγότερο σφαιρικοί με διαφορά στατιστικά σημαντική ($z=-1,91>-1,96=z_{κρ}$ για τους ασβεστόλιθους, $z=2,62>1,96=z_{κρ}$ για τους κερατολίθους και $z=0,59<1,96=z_{κρ}$ για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων). Η σφαιρικότητα των ψαμμιτών παραμένει αμετάβλητη μεταξύ των δυο σταθμών.

6. Από τα σχήματα των κροκαλών, στο σύνολο των κόκκων του σταθμού κυριαρχούν οι δισκοειδείς κροκάλες με ποσοστό 37,38% και ακολουθούν σε ποσοστά συμμετοχής οι σφαιρικές κροκάλες με 30,02%, οι ραβδόμορφες με 21,08% και οι πλατυσμένες με ποσοστό συμμετοχής 11,52%. Η διαφορά στις αναλογίες μεταξύ δίσκων, σφαιρών, ράβδων και πλατυσμένων κροκαλών μεταξύ του σταθμού δειγματοληψίας Σ8 και του προηγουμένου δεν είναι στατιστικά σημαντική ($\chi^2=5,28<7,82=\chi^2_{κρ}$).
7. Από τις αναλύσεις των δειγμάτων της ογκομετρικής δειγματοληψίας προκύπτει ότι, οι αριθμητικοί μέσοι των υλικών της κοίτης και του φραγμού Φ1 είναι -2,59φι και -3,00φι αντίστοιχα και είναι αρκετά μικρότεροι από τους αριθμητικούς μέσους των υλικών της κοίτης και των φραγμών του σταθμού δειγματοληψίας Σ7.

7.5.9. Ανάλυση ιζημάτων σταθμού δειγματοληψίας Σ9.

Ο ένατος σταθμός δειγματοληψίας (Σ9) βρίσκεται στην πεδιάδα της περιοχής Ανθοχωρίου, βόρεια του λόφου των Παραποταμίων του Ηδυλείου όρους. (πίν. 7.1, εικ. 7.1 και σχ. 7.37). Έχει μήκος 100m και πλάτος κοίτης που κυμαίνεται μεταξύ 10m και 14m. Περιλαμβάνει τρεις ακραίους φραγμούς (Φ1, Φ2, Φ3) και ένα νερόλακκο, που βρίσκεται στο ανάντη τμήμα του σταθμού και προς την αριστερή όχθη, η οποία προστατεύεται από συρματοκιβώτια, με σκοπό να εμποδιστεί η διάβρωσή της.

Η λήψη των κόκκων από την κοίτη του ρεύματος πραγματοποιήθηκε με προσχεδιασμένη ζιγκ-ζαγκ διαδρομή από τη μια ως την άλλη όχθη (Bevenger and King,1995). Τα χαλίκια των φραγμών συλλέχτηκαν με συστηματική δειγματοληψία δικτύου. Για την ογκομετρική δειγματοληψία, συλλέχτηκε υλικό από 11 υποσυλλογές μέσα από την υγρή κοίτη, από 3 υποσυλλογές στο φραγμό Φ1 και από 8 υποσυλλογές στο φραγμό Φ2. Επί πλέον συλλέχτηκε λεπτομερές υλικό προς ανάλυση από δυο θέσεις του φραγμού Φ2 (f1,f2). (σχ. 7.37Α). Συνολικά συλλέχτηκαν 1.076 κόκκοι από την επιφάνεια και 65,95 kg υλικού ογκομετρικής δειγματοληψίας.

7.5.9.1. Αποτελέσματα ανάλυσης του λιθολογικού χαρακτήρα των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ9.

Στον πίνακα 7.58 φαίνεται ο αριθμός των κροκαλών, που συλλέχτηκε στην κοίτη και στους φραγμούς του ένατου σταθμού δειγματοληψίας καθώς και ο αριθμός των κροκαλών του κάθε λιθολογικού τύπου και τα επί τοις % αντίστοιχα ποσοστά.

Στο σύνολο του σταθμού δειγματοληψίας Σ9 επικρατούν οι ασβεστολιθικοί κόκκοι με ποσοστό 73,23% και ακολουθούν οι κόκκοι των εκρηξιγενών πετρωμάτων (12,36%), οι κερατολιθικοί (7,99%) και οι ψαμμιτικοί (6,41%). Το ποσοστό συμμετοχής των εκρηξιγενών κόκκων είναι στατιστικά μεγαλύτερο από τα ποσοστά συμμετοχής των κερατολιθικών και των ψαμμιτικών κόκκων ($\chi^2=22,90>5,99=\chi^2_{κρ}$), τα οποία μεταξύ τους είναι στατιστικά ίδια ($\chi^2=1,86<3,84=\chi^2_{κρ}$).

Το ποσοστό των ασβεστολιθικών κόκκων στην ενεργή κοίτη του ένατου σταθμού δειγματοληψίας και στους ακραίους φραγμούς Φ2 και Φ3 εμφανίζεται αυξημένο (76,88%, 73,89% και 78,06% αντίστοιχα) σε σχέση με

το ποσοστό των ασβεστολιθικών κόκκων του φραγμού Φ1 (64,78%). Οι διαφορές αυτές είναι στατιστικά σημαντικές και συγκεκριμένα οι τιμές z, που υπολογίστηκαν είναι: z=2,71>1,96=$z_{κρ}$ (κοίτη-Φ1), z=-2,47<-1,96=$z_{κρ}$ (Φ1-Φ2) και z=-3,22<-1,96=$z_{κρ}$ (Φ1-Φ3). Οι διαφορές, που παρατηρούνται μεταξύ των υπολοίπων ζευγών συλλογών δεν είναι στατιστικά σημαντικές (z=0,77<1,96=$z_{κρ}$ μεταξύ της κοίτης και του φραγμού Φ2, z=-0,28>-1,96=$z_{κρ}$ μεταξύ της κοίτης και του φραγμού Φ3 και z=-1,18>-1,96=$z_{κρ}$ μεταξύ των φραγμών Φ2 και Φ3).

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ9	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ		ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ	
	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Κοίτη	143	76,88	14	7,53	10	5,38	19	10,21	186	100,00
Φ1	160	64,78	24	9,72	22	8,91	41	16,60	247	100,00
Φ2	300	73,89	18	4,43	41	10,10	47	11,58	406	100,00
Φ3	185	78,06	13	5,48	13	5,48	26	10,97	237	100,00
Σύνολο Σ9	788	73,23	69	6,41	86	7,99	133	12,36	1.076	100,00

Πίνακας 7.58: Λιθολογική κατανομή και εκατοστιαία συμμετοχή των κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας Σ9 για κάθε δειγματοληψία στις διάφορες στρωματογραφικές μονάδες.

Οι ψαμμιτικοί κόκκοι εμφανίζουν το μεγαλύτερο ποσοστό τους (9,72%) στον ακραίο φραγμό Φ1 και μικρότερο στην κοίτη (7,83%) και τους φραγμούς Φ2 (4,43%) και Φ3 (5,48%). Η διαφορά μεταξύ των ποσοστών στους φραγμούς Φ1 και Φ2 είναι στατιστικά σημαντική (z=2,67>1,96=$z_{κρ}$), ενώ οι υπόλοιπες διαφορές, που εμφανίζονται μεταξύ των ποσοστών στις τέσσερις συλλογές, δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Οι τιμές z, που προσδιορίστηκαν μεταξύ της κοίτης και των συλλογών Φ1, Φ2, Φ3 είναι: z=-0,79>-1,96=$z_{κρ}$, z=1,54<1,96=$z_{κρ}$ και z=0,85<1,96=$z_{κρ}$ αντίστοιχα, μεταξύ των φραγμών Φ1 και Φ3 είναι: z=1,75<1,96=$z_{κρ}$ και μεταξύ των φραγμών Φ2 και Φ3 είναι z=-0,59>-1,96=$z_{κρ}$.

Τα ποσοστά των κερατολιθικών κόκκων στην κοίτη του σταθμού και στους φραγμούς Φ1, Φ2 και Φ3 είναι 5,38% , 8,91% , 10,10% και 5,48% αντίστοιχα. Το ποσοστό συμμετοχής των κερατολιθικών κόκκων στο φραγμό Φ2 είναι μεγαλύτερο, με διαφορές στατιστικά σημαντικές, από τα ποσοστά της ενεργής κοίτης (z=-1,99<-1,96=$z_{κρ}$) και του φραγμού Φ3 (z=2,03>1,96=$z_{κρ}$). Οι διαφορές, που εμφανίζονται μεταξύ των ποσοστών των υπολοίπων ζευγών συλλογών δεν είναι στατιστικά σημαντικές . Οι τιμές z, που προσδιορίστηκαν είναι: μεταξύ της ενεργής κοίτης και των συλλογών Φ1 και Φ3, z=-1,38>-1,96=$z_{κρ}$ και z=-0,04>-1,96=$z_{κρ}$ αντίστοιχα και μεταξύ του φραγμού Φ1 και των φραγμών Φ2 και Φ3, z=-0,50>-1,96=$z_{κρ}$ και z=1,45<1,96=$z_{κρ}$ αντίστοιχα.

Οι κόκκοι των εκρηξιγενών πετρωμάτων εμφανίζονται σε γενικές γραμμές σχετικά ενισχυμένοι στην κοίτη του ρεύματος και στους φραγμούς Φ1, Φ2 και Φ3 με αντίστοιχα ποσοστά 10,21%, 16,60%, 11,58% και 10,97%. Οι διαφορές, που εμφανίζονται δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Οι τιμές z, που προσδιορίστηκαν μεταξύ της κοίτης και των συλλογών Φ1, Φ2, Φ3 είναι: z=-1,90>-1,96=$z_{κρ}$, z=-0,49>-1,96= $z_{κρ}$ και z=-0,25>-1,96=$z_{κρ}$ αντίστοιχα, μεταξύ του φραγμού Φ1 και των φραγμών Φ2 και Φ3 είναι: z=1,82< 1,96=$z_{κρ}$ και z=1,79<1,96=$z_{κρ}$ αντίστοιχα και μεταξύ των φραγμών Φ2 και Φ3 είναι z=0,23<1,96=$z_{κρ}$.

7.5.9.2. Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ9.

Στον πίνακα 7.59 δίνονται οι τιμές του αριθμητικού μέσου των κροκαλών και των τεσσάρων λιθολογικών τύπων των συλλογών του σταθμού δειγματοληψίας Σ9.

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ9	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ (mm)	Μ.Ο. ΣΤΑΘΜΟΥ (mm)
Κοίτη	19,76	18,21	17,60	14,68	19,00
Φ1	19,09	15,25	15,77	13,49	17,49
Φ2	19,89	14,56	20,49	17,02	19,38
Φ3	20,32	20,46	16,30	16,96	19,74
Σύνολο Σ9	19,80	16,65	18,31	15,59	18,96

Πίνακας 7.59: Τιμές αριθμητικού μέσου (σε mm) για όλους τους λιθολογικούς τύπους του σταθμού Σ9.

Ο αριθμητικός μέσος όλων των κόκκων του ένατου σταθμού δειγματοληψίας είναι 18,96mm, που αντιστοιχεί στο επίπεδο των χονδρόκοκκων χαλικιών. Ο αριθμητικός μέσος των ασβεστολιθικών κροκαλών στο σύνολο του σταθμού δειγματοληψίας είναι 19,80mm και φαίνεται να είναι μεγαλύτερος από τους αριθμητικούς μέσους των κερατολιθικών κόκκων (18,31mm), των ψαμμιτικών κόκκων (16,65mm) και των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων (15,59mm). Ο στατιστικός έλεγχος έδειξε ότι οι ασβεστολιθικές κροκάλες είναι πράγματι μεγαλύτερες από τις ψαμμιτικές και τις εκρηξιγενείς ($z=4,47>1,96=z_{κρ}$ και $z=4,47>1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα), όχι όμως και από τις κερατολιθικές ($z=1,87<1,96=z_{κρ}$). Οι κερατολιθικές κροκάλες έχουν επίσης μεγαλύτερο αριθμητικό μέσο από τις εκρηξιγενείς ($z=3,14>1,96=z_{κρ}$), οι διαφορές όμως του μέσου μεγέθους αυτών των κροκαλών με το μέσο μέγεθος των ψαμμιτικών κροκαλών δεν είναι στατιστικά σημαντικές ($z=1,72<1,96=z_{κρ}$ και $z=-1,35>-1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα).

Οι κόκκοι όλων των λιθολογικών τύπων είναι γενικά μεγαλύτεροι στο φραγμό Φ3 (19,74 mm) και μικρότεροι στο φραγμό Φ2 (19,38mm), στην ενεργή κοίτη (19,00mm) και στο φραγμό Φ1 (17,49mm).

Οι ασβεστολιθικοί κόκκοι είναι μεγαλύτεροι στο φραγμό Φ3 (20,32mm), ενώ στην ενεργή κοίτη του ρεύματος και στους φραγμούς Φ1 και Φ2, οι αντίστοιχοι αριθμητικοί μέσοι είναι 19,76mm, 19,09mm και 19,89mm. Οι διαφορές αυτές δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε κανένα ζεύγος συλλογών. Οι τιμές z, που προσδιορίστηκαν μεταξύ της κοίτης και των συλλογών Φ1, Φ2, Φ3 είναι: $z=0,66<1,96=z_{κρ}$, $z=-0,14>-1,96=z_{κρ}$ και $z=-0,50>-1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα, μεταξύ του φραγμού Φ1 και των φραγμών Φ2 και Φ3 είναι: $z=-1,08>-1,96=z_{κρ}$ και $z=-0,24>-1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα και μεταξύ των φραγμών Φ2 και Φ3 είναι $z=-0,48>-1,96=z_{κρ}$.

Οι ψαμμιτικοί κόκκοι είναι επίσης μεγαλύτεροι στο φραγμό Φ3 (20,46mm), λίγο μικρότεροι στην κοίτη (18,21mm) και ακόμη μικρότεροι στο φραγμό Φ1 και Φ2 με αντίστοιχους αριθμητικούς μέσους 15,25mm και 14,56mm. Από τα έξι ζεύγη συλλογών, που προκύπτουν, μόνο οι αριθμητικοί μέσοι μεταξύ των φραγμών Φ1-Φ3 και Φ2-Φ3 διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($z=-3,68<-1,96=z_{κρ}$ και $z=-3,48<-1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα). Οι υπόλοιπες διαφορές μεταξύ της κοίτης και των συλλογών Φ1 ($z=1,51<1,96=z_{κρ}$), Φ2 ($z=1,68<1,96=z_{κρ}$) και Φ3 ($z=-1,10>-1,96=z_{κρ}$) δεν είναι στατιστικά σημαντικές, όπως και η διαφορά μεταξύ των φραγμών Φ1-Φ2 ($z=1,68<1,96=z_{κρ}$).

Οι μεγαλύτεροι κερατολιθικοί κόκκοι εμφανίζονται στο φραγμό Φ2 (20,49mm), ενώ στην κοίτη του ρεύματος και στους φραγμούς Φ1 και Φ3 οι αριθμητικοί μέσοι είναι 17,60mm, 15,77mm και 16,30mm αντίστοιχα. Από τις τιμές αυτές, μόνο η διαφορά μεταξύ των αριθμητικών μέσων στους φραγμούς Φ1 και Φ2 είναι στατιστικά σημαντική ($z=-4,24<-1,96=z_{κρ}$). Οι υπόλοιπες διαφορές μεταξύ της κοίτης και των συλλογών Φ1 ($z=0,67<1,96=z_{κρ}$), Φ2 ($z=-1,01>-1,96=z_{κρ}$) και Φ3 ($z=0,38<1,96=z_{κρ}$) δεν είναι στατιστικά σημαντικές, καθώς και οι διαφορές μεταξύ των φραγμών Φ1-Φ3 ($z=-0,20>-1,96=z_{κρ}$) και Φ2-Φ3 ($z=1,61<1,96=z_{κρ}$).

Οι κόκκοι των εκρηξιγενών πετρωμάτων στην κοίτη του ρεύματος έχουν αριθμητικό μέσο 14,68mm, στο φραγμό Φ1 13,49mm και στους φραγμούς Φ2 και Φ3 είναι μεγαλύτεροι με αριθμητικούς μέσους 17,02mm και 16,96mm αντίστοιχα. Οι διαφορές μεταξύ των αριθμητικών μέσων των συλλογών της κοίτης με τις συλλογές Φ1 και Φ3 και μεταξύ των συλλογών Φ2 και Φ3 δεν είναι στατιστικά σημαντικές ($z=1,12<1,96=z_{κρ}$, $z=-1,33>-1,96=z_{κρ}$, και $z=0,04<1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα), ενώ οι διαφορές μεταξύ της κοίτης και του φραγμού Φ2 ($z=-1,97<-1,96=z_{κρ}$), και μεταξύ του φραγμού Φ1 με τους φραγμούς Φ2 και Φ3 ($z=-3,56<-1,96=z_{κρ}$ και $z=-2,29<-1,96=z_{κρ}$) είναι στατιστικά σημαντικές.

Στο χάρτη του σχήματος 7.37Β απεικονίζεται η κατανομή του αριθμητικού μέσου των κόκκων της επιφανειακής δειγματοληψίας του σταθμού Σ9.

7.5.9.3. Αποτελέσματα ανάλυσης της στρογγύλωσης των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ9.

Στον πίνακα 7.60 αναγράφονται οι τιμές του βαθμού στρογγύλωσης των κροκαλών όλων των λιθολογικών τύπων και για κάθε θέση συλλογής του ένατου σταθμού δειγματοληψίας, σύμφωνα με τον οπτικό χάρτη του Krumbein (1941).

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ9	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ ΜΟΝΑΔΑΣ
Κοίτη	0,67	0,76	0,31	0,56	0,65
Φ1	0,55	0,71	0,34	0,55	0,55
Φ2	0,59	0,74	0,30	0,49	0,55
Φ3	0,57	0,80	0,33	0,48	0,56
Σύνολο Σ9	0,59	0,74	0,32	0,51	0,57

Πίνακας 7.60: Τιμές στρογγύλωσης των κόκκων όλων των λιθολογικών τύπων του σταθμού δειγματοληψίας Σ9.

Όπως φαίνεται από τις τιμές στρογγύλωσης, που προσδιορίστηκαν, το σύνολο των κόκκων του ένατου σταθμού δειγματοληψίας έχει μέση τιμή στρογγύλωσης 0,57 και μπορούν να χαρακτηριστούν σαν υποστρόγγυλοι. Οι ασβεστολιθικοί κόκκοι εμφανίζουν στο σύνολό τους τιμή στρογγύλωσης 0,59 (υποστρόγγυλοι), οι ψαμμιτικοί 0,74 (στρόγγυλοι), οι κερατολιθικοί 0,32 (υπογωνιώδεις) και οι κόκκοι των εκρηξιγενών πετρωμάτων 0,51 (υποστρόγγυλοι).

Οι περισσότερο στρογγυλοί ασβεστολιθικοί κόκκοι βρίσκονται στην κοίτη του σταθμού (0,67) και οι λιγότερο στρογγυλοί στο φραγμό Φ1 (0,55). Οι διαφορές του βαθμού στρογγύλωσης των κόκκων της κοίτης με των φραγμών Φ1, Φ2 και Φ3 είναι στατιστικά σημαντικές ($\chi^2=29,98>9,49=\chi^2_{κρ}$, $\chi^2=17,07>9,49=\chi^2_{κρ}$ και $\chi^2=21,33>9,49=\chi^2_{κρ}$ αντίστοιχα), όπως και η διαφορά μεταξύ της στρογγύλωσης των φραγμών Φ2 και Φ3 ($\chi^2=16,79>$

$9,49=\chi^2_{κρ}$). Η διαφορά των βαθμών στρογγύλωσης μεταξύ των φραγμών Φ1 και Φ3 είναι ασήμαντη ($\chi^2=8,76<9,49=\chi^2_{κρ}$).

Οι κερατολιθικοί κόκκοι είναι υπογωνιώδεις και έχουν βαθμούς στρογγύλωσης που κυμαίνονται μεταξύ 0,30 (Φ2) και 0,34 (Φ1). Οι παρατηρούμενες διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές ($\chi^2=9,08<16,92=\chi^2_{κρ}$).

Οι ψαμμιτικοί κόκκοι είναι γενικά στρογγυλοί με τιμές, που κυμαίνονται για τις διάφορες συλλογές μεταξύ 0,71 (Φ1) και 0,80 (Φ3). Οι τιμές του βαθμού στρογγύλωσης για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων κυμαίνονται μεταξύ 0,48 (Φ3) και 0,56 (κοίτη). Οι διαφορές μεταξύ των τιμών στρογγύλωσης στις διάφορες συλλογές των ψαμμιτικών και των κερατολιθικών κόκκων, δε μπορούν να συγκριθούν, λόγω των μικρών αναμενόμενων συχνοτήτων, που προκύπτουν.

7.5.9.4. Αποτελέσματα ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ9.

Ο μέσος όρος της σφαιρικότητας του συνόλου των κροκαλών του ένατου σταθμού δειγματοληψίας είναι 0,70 (πιν. 7.61). Στο σύνολο των κροκαλών ανά δειγματοληψία, στην κοίτη και σε όλους τους φραγμούς η σφαιρικότητα έχει τιμή 0,70.

Οι διάφοροι λιθολογικοί τύποι εμφανίζουν στατιστικά την ίδια σφαιρικότητα. Οι ασβεστολιθικές κροκάλες και οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων έχουν μέση τιμή σφαιρικότητας 0,70, οι ψαμμιτικές 0,68 και οι κέρατολιθικές 0,69. Οι τιμές z, που υπολογίστηκαν για τα διάφορα ζεύγη, που συγκρίθηκαν είναι: $z=1,56<1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και ψαμμιτικών κόκκων, $z=0,79<1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και κερατολιθικών κόκκων, $z=0,00<1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και εκρηξιγενών κόκκων, $z=-0,59>-1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ψαμμιτικών και κερατολιθικών κόκκων, $z=-1,47>-1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ψαμμιτικών και εκρηξιγενών κόκκων και $z=-0,79>-1,96=z_{κρ}$ μεταξύ κερατολιθικών και εκρηξιγενών κόκκων.

Οι ασβεστολιθικές κροκάλες εμφανίζουν σε όλες τις συλλογές σφαιρικότητα μεταξύ 0,69 και 0,71, τιμές που δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά. Οι τιμές z, που προσδιορίστηκαν μεταξύ της κοίτης και των συλλογών Φ1, Φ2, Φ3 είναι: $z=-0,83>-1,96=z_{κρ}$, $z=-0,75>-1,96=z_{κρ}$ και $z=0,87<1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα, μεταξύ του φραγμού Φ1 και των φραγμών Φ2 και Φ3 είναι: $z=0,00<1,96=z_{κρ}$ και $z=1,90<1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα και μεταξύ των φραγμών Φ2 και Φ3 είναι $z=1,68<1,96=z_{κρ}$.

Οι ψαμμιτικές κροκάλες δείχνουν να είναι είναι περισσότερο σφαιρικές στο φραγμό Φ3 με τιμή σφαιρικότητας 0,72, ενώ η σφαιρικότητα των ψαμμιτικών κόκκων των υπόλοιπων συλλογών κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0,65 και 0,69. Ο στατιστικός έλεγχος όμως έδειξε ότι όλες οι εμφανιζόμενες διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Οι τιμές z, που προσδιορίστηκαν μεταξύ της κοίτης και των συλλογών Φ1, Φ2, Φ3 είναι: $z=1,33<1,96=z_{κρ}$, $z=0,34<1,96=z_{κρ}$ και $z=-0,86>-1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα, μεταξύ του φραγμού Φ1 και των φραγμών Φ2 και Φ3 είναι: $z=-0,87>-1,96=z_{κρ}$ και $z=-1,78>-1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα και μεταξύ των φραγμών Φ2 και Φ3 είναι $z=-1,04>-1,96=z_{κρ}$.

Η σφαιρικότητα των κερατολιθικών κόκκων στην ενεργή κοίτη του σταθμού είναι 0,72 ενώ σε όλους τους φραγμούς είναι σταθερή και ίση με 0,69. Οι διαφορές της σφαιρικότητας μεταξύ των συλλογών της κοίτης και των φραγμών Φ1, Φ2 και Φ3 δεν είναι στατιστικά σημαντικές ($z=0,83<1,96=z_{κρ}$, $z=0,89<1,96=z_{κρ}$ και $z=0,70<1,96=z_{κρ}$).

Οι τιμές σφαιρικότητας των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων κυμαίνονται μεταξύ 0,69 και 0,71. Οι διαφορές που εμφανίζονται μεταξύ όλων των ζευγών συλλογών, δεν είναι και σε αυτή την περίπτωση στατιστικά σημαντικές, όπως έδειξε ο στατιστικός έλεγχος. Οι τιμές z, που προσδιορίστηκαν μεταξύ της κοίτης και των συλλογών Φ1, Φ2, Φ3 είναι: $z=-0,79>-1,96=z_{κρ}$, $z=-0,40>-1,96=z_{κρ}$ και $z=-0,76>-1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα, μεταξύ του φραγμού Φ1 και των φραγμών Φ2 και Φ3 είναι: $z=0,49<1,96=z_{κρ}$ και $z=0,00<1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα και μεταξύ των φραγμών Φ2 και Φ3 είναι $z=-0,47>-1,96=z_{κρ}$.

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ9	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ
Κοίτη	0,70	0,69	0,72	0,69	0,70
Φ1	0,71	0,65	0,69	0,71	0,70
Φ2	0,71	0,68	0,69	0,70	0,70
Φ3	0,69	0,72	0,69	0,71	0,70
Σύνολο Σ9	0,70	0,68	0,69	0,70	0,70

Πίνακας 7.61: Σφαιρικότητα κόκκων κάθε λιθολογίας καθώς και του συνόλου των κροκαλών για κάθε γεωμορφολογική μονάδα του ένατου σταθμού δειγματοληψίας.

7.5.9.5. Αποτελέσματα ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ9.

Στον πίνακα 7.62 φαίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ9 ανά λιθολογία και ανά συλλογή, σύμφωνα με την ταξινόμηση κατά Zingg (1935).

Στην κοίτη του ένατου σταθμού δειγματοληψίας κυριαρχούν οι κόκκοι δισκοειδούς και σφαιρικού σχήματος για τους ασβεστόλιθους με ποσοστό 34,97% και ακολουθούν οι ραβδόμορφοι και οι πλατυσμένοι με αντίστοιχα επί τοις % ποσοστά 20,28% και 9,79%. Οι ψαμμιτικοί κόκκοι αποτελούνται σε ποσοστό 35,71% από δισκοειδείς κροκάλες και σε ποσοστά 28,57%, 14,29% και 21,43% από σφαιροειδείς, ραβδόμορφες και πλατυσμένες κροκάλες αντίστοιχα. Οι κερατολιθικές κροκάλες περιλαμβάνουν 10,00% δίσκους, 40,00% σφαίρες, 30,00% ράβδους και 20,00% πλατυσμένες κροκάλες. Στις κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων, κυριαρχούν οι κροκάλες δισκοειδούς σχήματος με ποσοστό 42,11% και ακολουθούν σε συχνότητα οι σφαίρες με ποσοστό 36,84%, οι ράβδοι με ποσοστό 15,79% και οι πλατυσμένες κροκάλες με ποσοστό 5,26%. Στο σύνολο των κόκκων της κοίτης, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 34,41%, οι σφαιροειδείς με 34,95%, οι ραβδόμορφες με 19,89% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 10,75%.

Στον ακραίο φραγμό Φι οι ασβεστολιθικές κροκάλες έχουν σε ποσοστά 34,38% και 35,63% δισκοειδές και σφαιρικό σχήμα αντίστοιχα, ενώ οι ραβδόμορφες κροκάλες και οι πλατυσμένες συμμετέχουν με αντίστοιχα ποσοστά 21,88% και 8,13%. Το ήμισυ των ψαμμιτικών κροκαλών (50,00%) έχει δισκοειδές σχήμα, ενώ 20,83 %, 12,50% και 16,67% είναι τα ποσοστά συμμετοχής των σφαιρικών, των ραβδοειδών και των πλατυσμένων κροκαλών. Οι κερατολιθικοί κόκκοι αποτελούνται κατά 45,45% από δίσκους, κατά 13,64% από σφαίρες και

σε ποσοστά 27,27% και 13,64% από ράβδους και πλατυσμένες κροκάλες. Στους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων τα ποσοστά των δίσκων, των σφαιρών των ράβδων και των πλατυσμένων κροκαλών είναι 41,46%, 36,59%, 19,51% και 2,44% αντίστοιχα. Στο σύνολο των κόκκων του φραγμού Φ1, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 38,06%, οι σφαιροειδείς με 32,39%, οι ραβδόμορφες με 21,05% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 8,50%.

Οι ασβεστολιθικές κροκάλες του φραγμού Φ2 αποτελούνται σε ποσοστό 39,33% από κροκάλες δισκοειδούς σχήματος, από 28,33% από σφαιροειδείς, από 22,33% από ράβδους και από 10,00% από πλατυσμένες κροκάλες. Στους ψαμμίτες οι δισκοειδείς κροκάλες κατέχουν ποσοστό συμμετοχής 22,22%, οι σφαιροειδείς και οι ραβδοειδείς 33,33% και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 11,11%. Στους κερατόλιθους, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 36,59%, οι σφαιροειδείς με ποσοστό 29,27%, οι ραβδοειδείς με 19,51% και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 14,63%. Στους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων τα ποσοστά συμμετοχής των δισκοειδών, σφαιροειδών, ραβδοειδών και πλατυσμένων κροκαλών είναι 40,43%, 34,04%, 17,02% και 8,51% αντίστοιχα. Στο σύνολο των κόκκων του φραγμού Φ2, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 38,42%, οι σφαιροειδείς με 29,31%, οι ραβδόμορφες με 21,92% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 10,34%.

Οι δίσκοι επικρατούν στους ασβεστόλιθους της συλλογής του φραγμού Φ3 με ποσοστό συμμετοχής 41,62%. Οι σφαίρες, οι ράβδοι και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 27,57%, 21,08% και 9,73% αντίστοιχα. Στους ψαμμιτικούς κόκκους, το ποσοστό συμμετοχής των δίσκων είναι 23,08%, ενώ τα ποσοστά των σφαιρών, των ράβδων και των πλατυσμένων κροκαλών είναι 38,46%, 15,38% και 23,08% αντίστοιχα. Στους κερατολίθους κυριαρχούν οι σφαίρες και οι ράβδοι με ποσοστό 30,77%, ενώ οι δίσκοι και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 23,08% και 15,38%. Τα αντίστοιχα ποσοστά δίσκων, σφαιρών, ράβδων και πλατυσμένων κροκαλών των εκρηξιγενών κόκκων είναι 30,77%, 46,15%, 19,23% και 3,85%. Στο σύνολο των κόκκων του φραγμού Φ3, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 38,40%, οι σφαιροειδείς με 30,38%, οι ραβδόμορφες με 21,10% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 10,13%.

Στο σύνολο των ασβεστολιθικών κόκκων του σταθμού επικρατούν οι δίσκοι με ποσοστό 38,07%. Οι σφαίρες, οι ράβδοι και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 30,84%, 21,57% και 9,52% αντίστοιχα. Στο σύνολο των ψαμμιτικών κόκκων το ποσοστό των δίσκων είναι 34,78%. Οι σφαίρες, οι ράβδοι και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 28,99%, 18,84% και 17,39% αντίστοιχα. Στο σύνολο των κερατολιθικών κόκκων επικρατούν οι δίσκοι με ποσοστό 33,72%. Οι σφαίρες, οι ράβδοι και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν αντίστοιχα με ποσοστά 26,74%, 24,42% και 15,12%. Στο σύνολο των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων το ποσοστό των δίσκων είναι 37,64%, των σφαιρών 37,59%, των ράβδων 18,05% και των πλατυσμένων κροκαλών 5,26%.

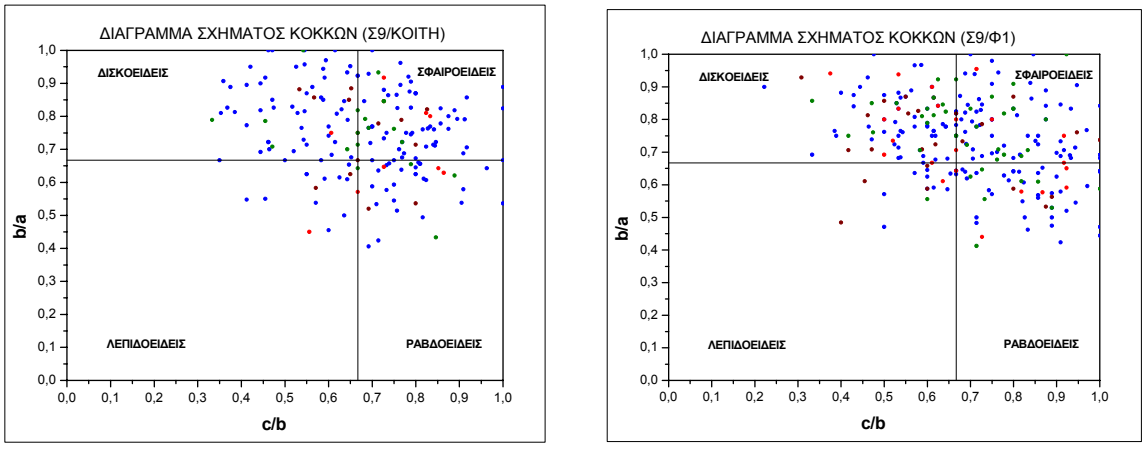
Στο σύνολο των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ9, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 37,64%, οι σφαιροειδείς με 31,23%, οι ραβδόμορφες με 21,19% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 9,94%.

Η αναλογία συχνοτήτων εμφάνισης των δίσκων, σφαιρών ράβδων και πλατυσμένων κροκαλών, διατηρείται σταθερή στη σύγκριση των συνόλων των κόκκων όλων των συλλογών (χ^2=2,96<16,92=$\chi^2_{κρ}$), όπως και στις ασβεστολιθικές κροκάλες (χ^2=5,54<16,92=$\chi^2_{κρ}$), ενώ η σύγκριση για τις συλλογές των ψαμμιτικών, κερατολιθικών και εκρηξιγενών κροκαλών δεν είναι εφικτή λόγω των μικρών τιμών, που εμφανίζουν οι παρατηρούμενες και οι αναμενόμενες συχνότητες, κατά την εφαρμογή της δοκιμασίας χ^2.

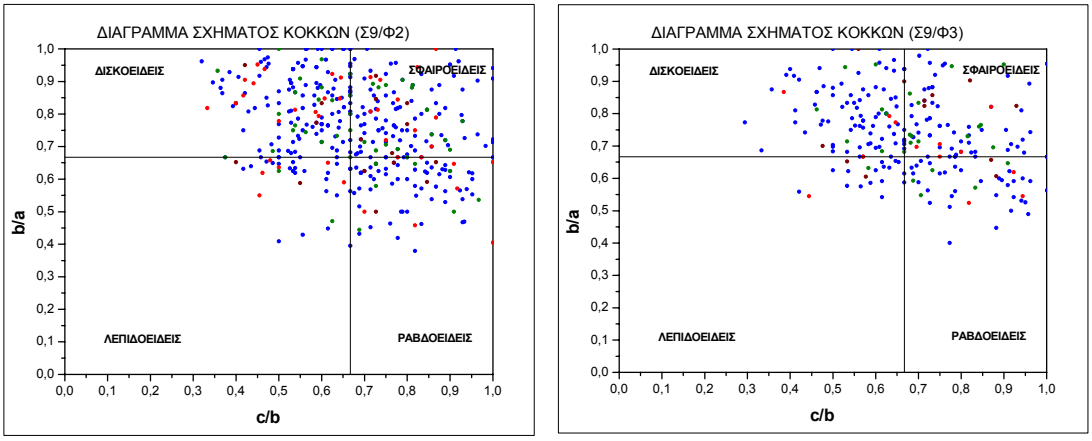
Το σύνολο των κόκκων ανά συλλογή των φραγμών και της κοίτης του ένατου σταθμού δειγματοληψίας απεικονίζεται σε ταξινομικό διάγραμμα κατά Zingg (1935) στα σχήματα 7.34α και 7.34β.

ΣΥΛ-ΛΟΓΗ	ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ		ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ	
		ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Κοίτη	Δίσκοι	50	34,97	5	35,71	1	10,00	8	42,11	64	34,41
	Σφαίρες	50	34,97	4	28,57	4	40,00	7	36,84	65	34,95
	Ράβδοι	29	20,28	2	14,29	3	30,00	3	15,79	37	19,89
	Πλατυσ.	14	9,79	3	21,43	2	20,00	1	5,26	20	10,75
	Σύνολο	143	100,00	14	100,00	10	100,00	19	100,00	186	100,00
Φ1	Δίσκοι	55	34,38	12	50,00	10	45,45	17	41,46	94	38,06
	Σφαίρες	57	35,63	5	20,83	3	13,64	15	36,59	80	32,39
	Ράβδοι	35	21,88	3	12,50	6	27,27	8	19,51	52	21,05
	Πλατυσ.	13	8,13	4	16,67	3	13,64	1	2,44	21	8,50
	Σύνολο	160	100,00	24	100,00	22	100,00	41	100,00	247	100,00
Φ2	Δίσκοι	118	39,33	4	22,22	15	36,59	19	40,43	156	38,42
	Σφαίρες	85	28,33	6	33,33	12	29,27	16	34,04	119	29,31
	Ράβδοι	67	22,33	6	33,33	8	19,51	8	17,02	89	21,92
	Πλατυσ.	30	10,00	2	11,11	6	14,63	4	8,51	42	10,34
	Σύνολο	300	100,00	18	100,00	41	100,00	47	100,00	406	100,00
Φ3	Δίσκοι	77	41,62	3	23,08	3	23,08	8	30,77	91	38,40
	Σφαίρες	51	27,57	5	38,46	4	30,77	12	46,15	72	30,38
	Ράβδοι	39	21,08	2	15,38	4	30,77	5	19,23	50	21,10
	Πλατυσ.	18	9,73	3	23,08	2	15,38	1	3,85	24	10,13
	Σύνολο	185	100,00	13	100,00	13	100,00	26	100,00	237	100,00
Σύνολο Σ9	Δίσκοι	300	38,07	24	34,78	29	33,72	52	39,10	405	37,64
	Σφαίρες	243	30,84	20	28,99	23	26,74	50	37,59	336	31,23
	Ράβδοι	170	21,57	13	18,84	21	24,42	24	18,05	228	21,19
	Πλατυσ.	75	9,52	12	17,39	13	15,12	7	5,26	107	9,94
	Σύνολο	788	100,00	69	100,00	86	100,00	133	100,00	1076	100,00

Πίνακας 7.62: Το σχήμα των κόκκων για κάθε λιθολογία της κοίτης και των φραγμών του ένατου σταθμού δειγματοληψίας.



Σχήμα 7.34α: Απεικόνιση των λόγων b/a και c/a των αξόνων των κροκαλών της κοίτης του σταθμού δειγματοληψίας Σ9 (αριστερά) και του φραγμού Φ1(δεξιά), στο διάγραμμα Zingg (1935). Οι ασβεστολιθικές κροκάλες παριστάνονται με γαλάζιο χρώμα, οι ψαμμιτικές με καφέ, οι κερατολιθικές με κόκκινο και οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων με πράσινο.



Σχήμα 7.34β: Απεικόνιση των λόγων b/a και c/a των αξόνων των κροκαλών των φραγμών Φ2 (αριστερά) και Φ3 (δεξιά), του σταθμού δειγματοληψίας Σ9 στο διάγραμμα Zingg (1935). Οι ασβεστολιθικές κροκάλες παριστάνονται με γαλάζιο χρώμα, οι ψαμμιτικές με καφέ, οι κερατολιθικές με κόκκινο και οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων με πράσινο.

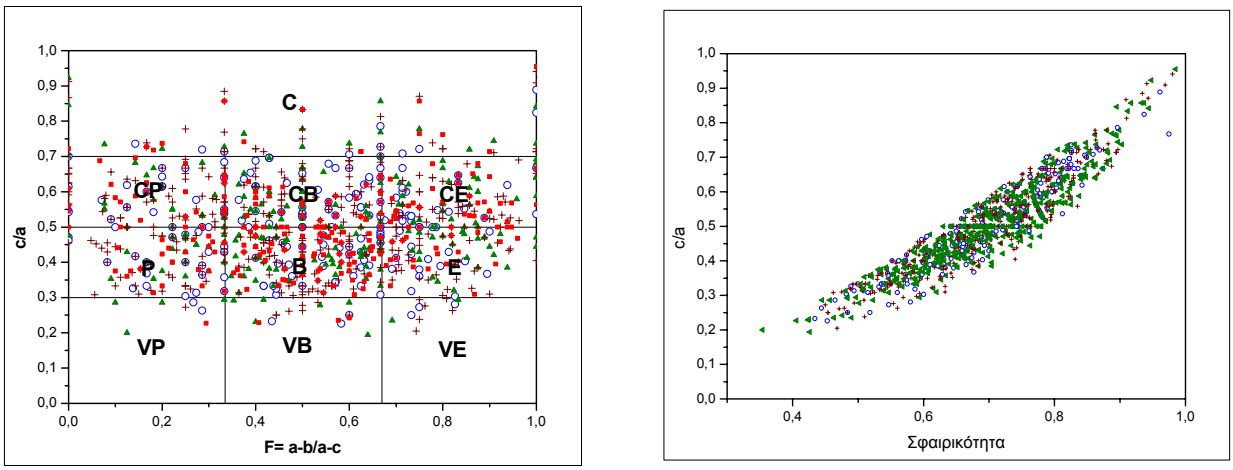
Στον πίνακα 7.63 φαίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του ένατου σταθμού δειγματοληψίας, σύμφωνα με το ταξινομικό σχήμα των Sneed & Folk (1958) και στο σχήμα 7.35 απεικονίζεται το σύνολο των κόκκων σε διαγράμματα c/a-F και c/a-σφαιρικότητα επίσης των Sneed & Folk (1958).

	ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΚΟΚΚΩΝ ΣΤΑΘΜΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ Σ9									
ΣΥΛΛΟΓΗ	**Σ9/ΚΟΙΤΗ**		**Σ9/Φ1**		**Σ9/Φ2**		**Σ9/Φ3**		**ΣΥΝΟΛΟ**	
ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**
C	10	5,38	16	6,48	31	7,64	14	5,91	71	6,60
CP	20	10,75	18	7,29	56	13,79	24	10,13	118	10,97
CB	43	23,12	41	16,60	60	14,78	30	12,66	174	16,17
CE	21	11,29	34	13,77	49	12,07	33	13,92	137	12,73
P	25	13,44	27	10,93	56	13,79	27	11,39	135	12,55
B	40	21,51	71	28,74	97	23,89	79	33,33	287	26,67
E	19	10,22	28	11,34	43	10,59	26	10,97	116	10,78
VP	2	1,08	4	1,62	1	0,25	1	0,42	8	0,74
VB	3	1,61	6	2,43	7	1,72	3	1,27	19	1,77
VE	3	1,61	2	0,81	6	1,48	0	0,00	11	1,02
ΣΥΝΟΛΟ	186	100,00	247	100,00	406	100,00	237	100,00	1076	100,00

Πίνακας 7.63: Διάκριση των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ9 ανάλογα με το σχήμα τους και σύμφωνα με την ταξινόμηση κατά Sneed & Folk (1958).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής, για όλους τους λιθολογικούς τύπους και στο σύνολο των συλλογών του ένατου σταθμού δειγματοληψίας, οι "B" κροκάλες κατέχουν το μεγαλύτερο επί τοις % ποσοστό συμμετοχής (26,67%) και ακολουθούν οι "CB" κροκάλες με ποσοστό 16,17%, οι "CE" κροκάλες με ποσοστό 12,73%, οι "P" κροκάλες με 12,55%, οι "CP" κροκάλες με 10,97%, οι "E" κροκάλες με ποσοστό 10,78% και οι "C" κροκάλες με ποσοστό συμμετοχής 6,60%. Τα υπόλοιπα σχήματα συμμετέχουν με πολύ μικρά ποσοστά, που είναι 1,77% για τις "VB" κροκάλες, 1,02% για τις "VE" κροκάλες και 0,74% για τις "VP" κροκάλες. Οι "B" κροκάλες κυριαρχούν και στο σύνολο των επί μέρους συλλογών της κοίτης και των φραγμών, ενώ τα μικρότερα ποσοστά συμμετοχής κατέχουν οι "VE" κροκάλες και οι "VP" κροκάλες. Οι αναλογίες εμφάνισης

συχνοτήτων των διαφόρων σχημάτων, γενικότερα στην ταξινόμηση αυτή, εμφανίζουν μικρές διαφορές, που δεν είναι στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους (χ^2=34,60<40,11=$\chi^2_{κρ}$).



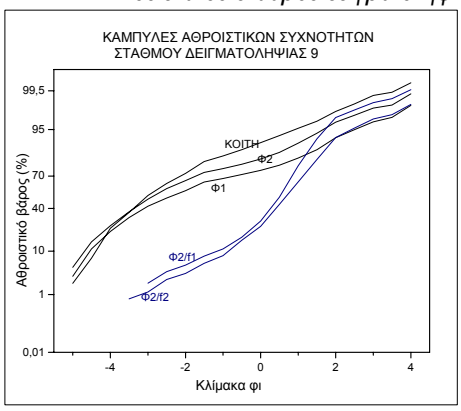
Σχήμα 7.35: Αριστερά: Απεικόνιση των λόγων c/a, F=a-b/a-c των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ9 σε διάγραμμα κατά Sneed & Folk (1958). Δεξιά: Απεικόνιση του λόγου c/a σε σχέση με τη σφαιρικότητα των κόκκων. Οι κόκκοι της κοίτης απεικονίζονται με γαλάζιους κύκλους, ενώ των φραγμών Φ1, Φ2 και Φ3 παριστάνονται με πράσινα τρίγωνα, καφέ σταυρούς και κόκκινα τετράγωνα αντίστοιχα.

7.5.9.6. Αποτελέσματα ανάλυσης της ογκομετρικής δειγματοληψίας του σταθμού Σ9.

Στον ένατο σταθμό δειγματοληψίας πραγματοποιήθηκαν συλλογές υποεπιφανειακής δειγματοληψίας στην κοίτη και σε δυο φραγμούς (Φ1, Φ2). Πραγματοποιήθηκε επίσης ογκομετρική δειγματοληψία από δυο θύλακες άμμου του φραγμού Φ2 (σχ 7.37Α). Η κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων συνολικού βάρους 65.948,96gr που λήφθηκε από συνολικά από 11 υποσυλλογές υποεπιφανειακής δειγματοληψίας της κοίτης και 11 υποσυλλογές των φραγμών του σταθμού δειγματοληψίας Σ9, έδωσε τα αποτελέσματα που φαίνονται στον πίνακα 7.64. Στο σχήμα 7.36, φαίνονται η κοκκομετρικές καμπύλες αθροιστικής συχνότητας όλων των δειγμάτων των υλικών συλλογής του σταθμού.

ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (gr)	ΔΙΑΜΕΣΟΣ (Md)	ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ (Mz)	ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (σi)	ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑ (SKi)	ΚΥΡΤΩΣΗ (K_G)
Σ9/Κοίτη	22.529,97	-3,08	-2,78	1,61	0,36	1,10
Σ9/Φ1	19.606,37	-2,48	-1,87	2,43	0,35	0,78
Σ9/Φ2	22.818,51	-2,94	-2,39	2,15	0,37	0,95
Σ9/Φ2/f1	477,41	0,49	0,36	1,01	-0,29	1,45
Σ9/Φ2/f2	516,70	0,64	0,58	1,12	-0,10	1,33

Πίνακας 7.64: Τα βάρη και οι στατιστικές παράμετροι (φι) των δειγμάτων των ογκομετρικών και υποεπιφανειακών συλλογών του ένατου σταθμού δειγματοληψίας



Σχήμα 7.36: Κοκκομετρικές καμπύλες αθροιστικής συχνότητας των δειγμάτων λεπτόκοκκου υλικού (γαλάζιες γραμμές) και υποεπιφανειακής δειγματοληψίας (μαύρες γραμμές) των συλλογών του σταθμού Σ9.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 7.64 ο αριθμητικός μέσος του υλικού της κοίτης είναι -2,78φι, που αντιστοιχεί σε φτωχά ταξινομημένο μεσοχονδρόκοκκο χαλίκι, με κοκκομετρική καμπύλη μεσόκυρτη και με πολύ θετική ασυμμετρία.

Οι αριθμητικοί μέσοι των υλικών των φραγμών Φ1 και Φ2 είναι -1,87φι και -2,39φι, που αντιστοιχούν σε πολύ λεπτόκοκκο και μεσόκοκκο χαλίκι αντίστοιχα. Τα υλικά των φραγμών είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες δείχνουν πολύ θετική ασυμμετρία και είναι η μεν καμπύλη του φραγμού Φ1 πλατύκυρτη, η δε καμπύλη του φραγμού Φ2 μεσόκυρτη.

Το λεπτόκοκκο υλικό που συλλέχτηκε από τις θέσεις Σ9/Φ2/f1 και Σ9/Φ2/f2 του φραγμού Φ2, έχει αριθμητικό μέσο 0,36φι και 0,54φι αντίστοιχα, που αντιστοιχούν στα όρια της χονδρόκοκκης άμμου, είναι φτωχά ταξινομημένα, και η καμπύλες τους είναι λεπτόκυρτες με αρνητική ασυμμετρία.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης της ογκομετρικής και υποεπιφανειακής δειγματοληψίας παρουσιάζονται στο χάρτη του σχήματος 7.37Γ.

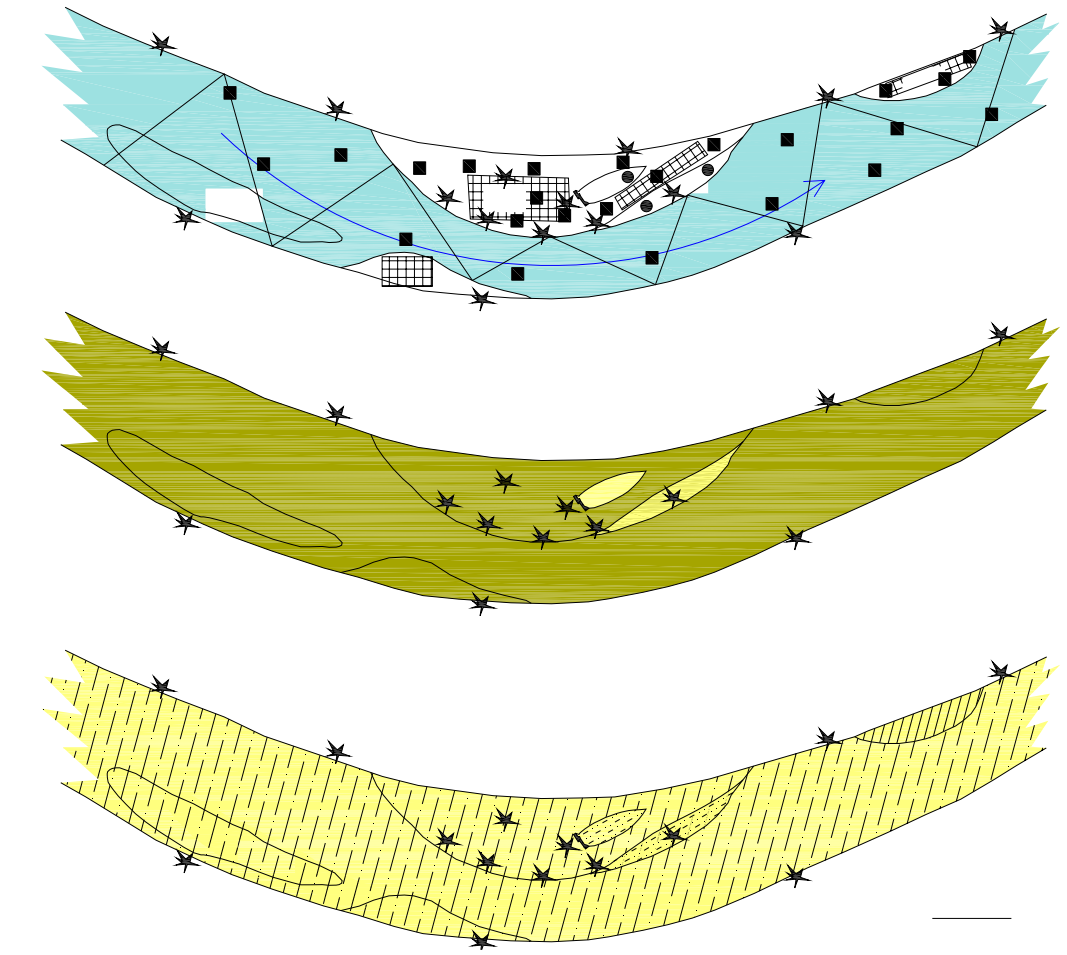
7.5.9.7. Συμπεράσματα από την ανάλυση των επιφανειακών και υποεπιφανειακών ιζημάτων μεταφοράς του σταθμού δειγματοληψίας Σ9.

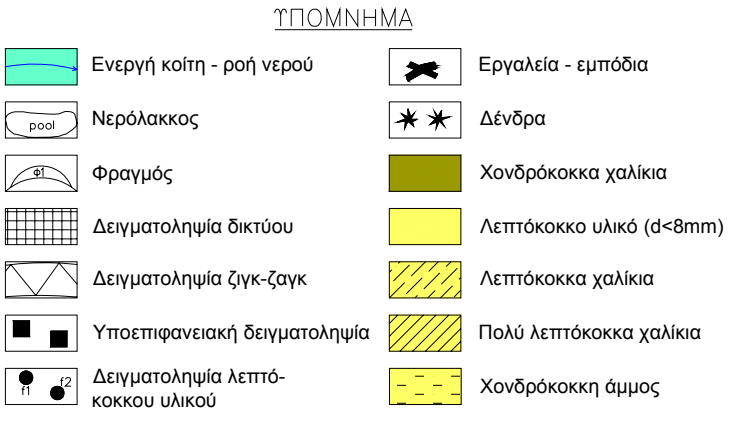
1. Ο ένατος σταθμός δειγματοληψίας περιλαμβάνει μια πλήρη ακολουθία βάθυνσης-ρήχευσης (pool-riffle) με τρεις φραγμούς. Στο ανάντη τμήμα του σταθμού υπάρχει επιμήκης νερόλακκος που έχει τη μορφή τάφρου εξ αιτίας κάθετης και πλευρικής διάβρωσης, η εξέλιξη της οποίας όμως επιβραδύνεται λόγω αντιστήριξης των πρανών της όχθης με συρματοκιβώτια.
2. Το μεγαλύτερο ποσοστό συμμετοχής στο σύνολο του σταθμού δειγματοληψίας Σ9 κατέχουν οι ασβεστολιθικοί κόκκοι και ακολουθούν με μικρότερο ποσοστό οι εκρηξιγενείς και οι κερατολιθικοί κόκκοι, το ποσοστό των οποίων δε διαφέρει στατιστικά από το ποσοστό συμμετοχής των ψαμμιτικών κόκκων.

   Οι ασβεστολιθικοί κόκκοι εμφανίζουν στατιστικά τα ίδια ποσοστά στην ενεργή κοίτη και στους φραγμούς Φ2 και Φ3, ενώ είναι λιγότεροι στο φραγμό Φ1. Το ποσοστό συμμετοχής των ψαμμιτικών κόκκων είναι μεγαλύτερα στο σταθμό Φ1 σε σχέση με το σταθμό Φ2, το ποσοστό συμμετοχής των κερατολιθικών κόκκων είναι μεγαλύτερο στο φραγμό Φ2 σε σχέση με τα ποσοστά των φραγμών της ενεργής κοίτης και του φραγμού Φ3, ενώ τα ποσοστά συμμετοχής των εκρηξιγενών κόκκων δε διαφέρουν μεταξύ των συλλογών της ενεργής κοίτης και των φραγμών.

   Τα ποσοστά συμμετοχής των διάφορων λιθολογικών τύπων του σταθμού Σ9, διαφέρουν ελάχιστα από τα αντίστοιχα ποσοστά του σταθμού Σ8. Η μείωση, που εμφανίζουν οι ασβεστολιθικοί κόκκοι και η αύξηση, που εμφανίζουν οι κερατολιθικοί κόκκοι δεν είναι στατιστικά σημαντικές ($z=0,50<1,64=z_{κρ}$ και $z=1,23<1,64=z_{κρ}$ αντίστοιχα). Αντίθετα η μείωση των ποσοστών των ψαμμιτικών κόκκων ($z=2,34>1,64=z_{κρ}$) και η αύξηση των εκρηξιγενών κόκκων ($z=2,75>1,64=z_{κρ}$), είναι στατιστικά σημαντικές.

3. Οι ασβεστολιθικοί κόκκοι έχουν μεγαλύτερο μέσο μέγεθος από τους ψαμμιτικούς και τους εκρηξιγενείς κόκκους και είναι στατιστικά ίσου μεγέθους με τους κερατολιθικούς κόκκους. Οι κερατολιθικοί κόκκοι έχουν ίδιο μέσο μέγεθος με τους ψαμμιτικούς, μεγαλύτερο όμως από τους εκρηξιγενείς. Ο αριθμητικός μέσος των ψαμμιτικών και των εκρηξιγενών κόκκων είναι στατιστικά ο ίδιος. Αν και οι κερατολιθικοί κόκκοι θα έπρεπε στατιστικά να έχουν το μέσο μέγεθός τους μεγαλύτερο από αυτό των ψαμμιτικών κροκαλών, εν τούτοις αυτό δεν παρατηρείται από την εφαρμογή του στατιστικού ελέγχου, πιθανώς λόγω σημαντικής διαφοράς των διακυμάνσεων.





Σχήμα 7.37: Σταθμός δειγματοληψίας Σ9.
Α: χαρτογράφηση του σταθμού με τις θέσεις δειγματοληψίας.
Β: απεικόνιση του αριθμητικού μέσου των συλλογών της επιφανειακής δειγματοληψίας.
Γ: απεικόνιση του αριθμητικού μέσου των συλλογών της ογκομετρικής δειγματοληψίας.

Οι ασβεστολιθικές κροκάλες έχουν το ίδιο μέσο μέγεθος στην ενεργή κοίτη και στους τρεις φραγμούς. Οι ψαμμιτικές κροκάλες είναι μεγαλύτερες στο φραγμό Φ3 σε σχέση με τους φραγμούς Φ1 και Φ2. Το μέσο μέγεθος των κερατολιθικών κόκκων του φραγμού Φ2 είναι μεγαλύτερο από το μέσο μέγεθος του φραγμού Φ1. Οι εκρηξιγενείς κόκκοι της ενεργής κοίτης είναι μικρότεροι από του φραγμού Φ2, ενώ το μέσο μέγεθος των κόκκων αυτών στο φραγμό Φ1 είναι μικρότερο από το μέσο μέγεθος στους φραγμούς Φ2 και Φ3.

Το κοκκομετρικό μέγεθος των επιφανειακών κόκκων, όλων των λιθολογικών τύπων καθώς και των υλικών υποεπιφανειακής δειγματοληψίας εμφανίζεται σχετικά μειωμένο σε σχέση με το κοκκομετρικό μέγεθος των αντίστοιχων υλικών του προηγούμενου σταθμού δειγματοληψίας, χωρίς η μείωση αυτή να είναι στατιστικά σημαντική ($z=-0,54>-1,96=z_{κρ}$ για τους ασβεστόλιθους, $z=-1,50>-1,96=z_{κρ}$ για τους ψαμμίτες, $z=-1,65>-1,96=z_{κρ}$ για τους κερατολίθους και $z=-0,72>-1,96=z_{κρ}$ για τους εκρηξιγενείς κόκκους).

4. Οι τιμές στρογγύλωσης των ασβεστολιθικών και των ψαμμιτικών κόκκων του σταθμού Σ9 είναι απολύτως ίσες με τις αντίστοιχες τιμές του προηγούμενου σταθμού δειγματοληψίας. Η στρογγύλωση των κερατολιθικών κόκκων φαίνεται λίγο αυξημένη, ενώ των εκρηξιγενών δείχνει να μειώνεται, χωρίς όμως οι διαφορές αυτές να είναι στατιστικά σημαντικές ($\chi^2=4,10<7,82=\chi^2_{κρ}$ για τους κερατολίθους και $\chi^2=5,85<9,49=\chi^2_{κρ}$ για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων).

   Στο σταθμό αυτό, οι ψαμμιτικές κροκάλες είναι οι περισσότερο στρογγυλές και ακολουθούν κατά σειρά βαθμού στρογγύλωσης οι ασβεστολιθικές, οι εκρηξιγενείς και οι κερατολιθικές κροκάλες. Οι ασβεστολιθικές κροκάλες είναι πιο στρογγυλές στην ενεργή κοίτη, λιγότερο στο φραγμό Φ2 και ακόμη λιγότερο στο φραγμό Φ3. Η στρογγύλωση των ασβεστολιθικών κροκαλών στους φραγμούς Φ1 και Φ3 είναι ίδια.

5. Οι τιμές σφαιρικότητας των ασβεστολιθικών κόκκων και των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων παραμένουν αμετάβλητες μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας Σ8 και Σ9. Οι διαφορές, που εμφανίζουν οι τιμές σφαιρικότητας των ψαμμιτικών και των κερατολιθικών κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ9 σε σχέση με το σταθμό Σ8 δεν είναι στατιστικά σημαντικές ($z=-0,46>-1,96=z_{κρ}$ και $z=-0,29>-1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα).

   Όλοι οι λιθολογικοί τύποι του σταθμού Σ9 εμφανίζουν την ίδια σφαιρικότητα μεταξύ τους καθώς και μεταξύ της ενεργής κοίτης και των φραγμών.

6. Στο σύνολο των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ9, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 37,64%, οι σφαιροειδείς με 31,23%, οι ραβδόμορφες με 21,19% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 9,94%. Οι αναλογίες των ποσοστών αυτών μεταξύ του σταθμού αυτού και του σταθμού Σ8 δεν εμφανίζουν διαφορές στατιστικά σημαντικές ($\chi^2=1,31<7,82=\chi^2_{κρ}$).

7.5.10. Ανάλυση ιζημάτων σταθμού δειγματοληψίας Σ10.

Ο δέκατος σταθμός δειγματοληψίας (Σ10) βρίσκεται ανατολικά του σιδηροδρομικού σταθμού Δαύλειας και αμέσως πριν από το διαμορφωμένο από το έτος 1992 τμήμα του κάτω ρου του ποταμού. (πίν. 7.1, εικ. 7.1, εικ. 7.15 και σχ. 7.41). Έχει μήκος 140m, ενώ το πλάτος της κοίτης είναι περίπου 20m. Αποτελείται από ακο-

λουθίες βαθύνσεων-ρηχεύσεων (pools-riffles) και περιλαμβάνει τρεις φραγμούς (Φ1, Φ2, Φ3), εκ των οποίων ο φραγμός Φ2 είναι ενδιάμεσος, ενώ οι άλλοι δυο ακραίοι. Στο κατάντη τμήμα του φραγμού Φ1 δημιουργούνται ρυτιδώσεις στο λεπτό υλικό της ενεργής κοίτης. Στην αριστερή όχθη του κάτω τμήματος του σταθμού βρίσκονται αποτεθημένοι ογκόλιθοι ανθρωπογενούς παρέμβασης, προφανώς για προστασία του αριστερά ευρισκόμενου αγροκτήματος. Στο ανάντη τμήμα του σταθμού και στη δεξιά όχθη η κοίτη του σταθμού δειγματοληψίας συνδέεται με απονεκρωμένο κλάδο της παλιάς κοίτης, στον οποίο συγκεντρώνεται νερό από οπισθοδρόμηση της ροής της κύριας κοίτης.

Η επιφανειακή δειγματοληψία στην κοίτη του ρεύματος πραγματοποιήθηκε με συστηματική λήψη κατά μήκος 11 τομών κάθετων προς τη διεύθυνση ροής. Τα χαλίκια των φραγμών Φ2 και Φ3 συλλέχτηκαν με συστηματική δειγματοληψία δικτύου, ενώ στο φραγμό Φ1 πραγματοποιήθηκε περιοχική συλλογή από τρεις διαφορετικές θέσεις. Για την ογκομετρική δειγματοληψία, συλλέχτηκε υλικό από 16 υποσυλλογές μέσα από την υγρή κοίτη, από 7 υποσυλλογές στο φραγμό Φ1, από 10 υποσυλλογές στο φραγμό Φ2 και από 12 υποσυλλογές από το φραγμό Φ3. Επί πλέον συλλέχτηκε λεπτομερές υλικό προς ανάλυση από 4 θέσεις πάνω και έξω από το φραγμό Φ1 (f1, f2, f3, f4), από 4 θέσεις πάνω και έξω από το φραγμό Φ2 (f1, f2, f3, f4), από 4 θέσεις πάνω και έξω από το φραγμό Φ3 (f1, f2, f3, f4) και από τους νερόλακκους (σχ. 7.41Α). Συνολικά συλλέχτηκαν 1.581 κόκκοι από την επιφάνεια και 110,86kg υλικού ογκομετρικής δειγματοληψίας.



Εικόνα 7.15:Το κατάντη τμήμα του σταθμού δειγματοληψίας Σ10, στο οποίο διακρίνεται ο ενδιάμεσος φραγμός Φ2 (δεξιά) και ο ακραίος φραγμός Φ1 (αριστερά). Το γαλάζιο βέλος δείχνει την κατεύθυνση ροής του νερού.

Στο σταθμό δειγματοληψίας Σ10 εκτός από τα υλικά, που μεταφέρονται από το κύριο ρεύμα, εισρέουν στην περιοχή μεταξύ των σταθμών Σ9 και Σ10 και υλικά (γεωλογικός χάρτης Ι.Γ.Μ.Ε, φύλλο: Ελάτεια) από το Μπογδανόρεμα, που έχοντας διεύθυνση γενικά ΒΑ-ΝΔ συμβάλλει με τον Λευκιανό ποταμό στην περιοχή Ανθοχωρίου και εκβάλλουν μαζί στον Κηφισό στην περιοχή Κάστρου Ανθοχωρίου μεταφέροντας υλικά από περιοχές, που καλύπτονται από ανθρακικά, νεογενή και ολοκαινικά πετρώματα.

7.5.10.1. Αποτελέσματα ανάλυσης του λιθολογικού χαρακτήρα των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ10.

Στον πίνακα 7.65 φαίνεται ο αριθμός των κροκαλών, που συλλέχτηκε στην ενεργή κοίτη και στους φραγμούς του δέκατου σταθμού δειγματοληψίας καθώς και ο αριθμός των κροκαλών του κάθε λιθολογικού τύπου και τα επί τοις % αντίστοιχα ποσοστά.

Στο σύνολο του σταθμού δειγματοληψίας Σ10 κυριαρχούν οι ασβεστολιθικοί κόκκοι με ποσοστό 72,27%. Ακολουθούν οι ψαμμιτικοί κόκκοι, οι κερατολιθικοί κόκκοι και οι κόκκοι των εκρηξιγενών πετρωμάτων με ποσοστά συμμετοχής 11,20%, 9,49% και 9,04% αντίστοιχα, τα οποία δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (χ^2=4,12<5,99=$\chi^2_{κρ}$).

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ10	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ		ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ	
	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Κοίτη	286	67,45	52	12,64	52	12,26	34	8,02	424	100,00
Φ1	290	76,31	38	10,00	22	5,79	30	7,89	380	100,00
Φ2	259	68,70	45	11,94	37	9,81	36	9,55	377	100,00
Φ3	276	69,00	42	10,50	39	9,75	43	10,75	400	100,00
Σύνολο Σ10	1.111	72,27	177	11,20	150	9,49	143	9,04	1.581	100,00

Πίνακας 7.65: Λιθολογική κατανομή και εκατοστιαία συμμετοχή των κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας Σ10 για κάθε δειγματοληψία στις διάφορες στρωματογραφικές μονάδες.

Το ποσοστό των ασβεστολιθικών κόκκων στον ακραίο φραγμό Φ1 του δέκατου σταθμού δειγματοληψίας εμφανίζεται αυξημένο (76,31%) σε σχέση με τα ποσοστά των ασβεστολιθικών κόκκων της κοίτης και των φραγμών Φ2 και Φ3, που είναι 67,45% (κοίτη), 68,70% (Φ2) και 69,00% (Φ3) αντίστοιχα. Οι εμφανιζόμενες διαφορές μεταξύ των ποσοστών της συλλογής Φ1 και των συλλογών της ενεργής κοίτης και των φραγμών Φ2 και Φ3 είναι στατιστικά σημαντικές (z=2,78>1,96=$z_{κρ}$, z=2,34>1,96=$z_{κρ}$ και z=2,28>1,96=$z_{κρ}$ αντίστοιχα). Οι μικρές διαφορές, που εμφανίζονται μεταξύ των υπολοίπων ζευγών συλλογών (κοίτη-Φ2, κοίτη-Φ3 και Φ2-Φ3), δεν είναι σημαντικές (z=-0,37>-1,96=$z_{κρ}$, z=-0,47>-1,96=$z_{κρ}$ και z=-0,09>-1,96=$z_{κρ}$ αντίστοιχα).

Οι ψαμμιτικοί κόκκοι εμφανίζουν ποσοστό 12,64% στην κοίτη, 10,00% στο φραγμό Φ1, 11,94% στο φραγμό Φ2 και 10,50% στο φραγμό Φ3. Οι διαφορές, που εμφανίζονται μεταξύ των ποσοστών αυτών στις τέσσερις συλλογές δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Οι τιμές z, που προσδιορίστηκαν μεταξύ της κοίτης και των συλλογών Φ1, Φ2, Φ3 είναι: z=1,18<1,96=$z_{κρ}$, z=0,30<1,96=$z_{κρ}$ και z=0,96<1,96=$z_{κρ}$ αντίστοιχα, μεταξύ του φραγμού Φ1 και των φραγμών Φ2 και Φ3 είναι: z=-0,85>-1,96=$z_{κρ}$ και z=-0,23>-1,96=$z_{κρ}$ αντίστοιχα και μεταξύ των φραγμών Φ2 και Φ3 είναι z=0,63<1,96=$z_{κρ}$.

Τα αντίστοιχα ποσοστά συμμετοχής των κερατολιθικών κόκκων για την κοίτη και τους φραγμούς Φ1, Φ2 και Φ3 είναι 12,26%, 5,79%, 9,81% και 9,75% και οι εμφανιζόμενες διαφορές μεταξύ του φραγμού Φ1 και της ενεργής κοίτης και των φραγμών Φ2 και Φ3 είναι στατιστικά σημαντικές (z=3,16>1,96=$z_{κρ}$, z=-2,06<-1,96=$z_{κρ}$ και z=-20,05<-1,96=$z_{κρ}$ αντίστοιχα), ενώ οι διαφορές μεταξύ της κοίτης και των συλλογών Φ2 και Φ3 (z=1,10< 1,96=$z_{κρ}$ και z=1,14<1,96=$z_{κρ}$ αντίστοιχα) και μεταξύ των φραγμών Φ2 και Φ3 (z=0,03<1,96=$z_{κρ}$) δεν είναι στατιστικά σημαντικές.

Οι κόκκοι των εκρηξιγενών πετρωμάτων συμμετέχουν με ποσοστό 8,02% στην κοίτη του ρεύματος, με 7,89% στο φραγμό Φ1, με 9,55% στο φραγμό Φ2 και με ποσοστό 10,75% στον ακραίο φραγμό Φ3. Η στατιστική επεξεργασία έδειξε ότι οι διαφορές μεταξύ των ποσοστών συμμετοχής των εκρηξιγενών κόκκων στις διάφορες συλλογές δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Οι τιμές z μεταξύ της κοίτης και των συλλογών Φ1, Φ2, Φ3 είναι:

$z=0,06<1,96=z_{κρ}$, $z=-0,76>-1,96=z_{κρ}$ και $z=-1,34>-1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα, μεταξύ του φραγμού Φ1 και των φραγμών Φ2 και Φ3 είναι: $z=-0,80>-1,96=z_{κρ}$ και $z=-1,37>-1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα και μεταξύ των φραγμών Φ2 και Φ3 είναι: $z=-0,55>-1,96=z_{κρ}$.

7.5.10.2. Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ10.

Στον πίνακα 7.66 δίνονται οι τιμές του αριθμητικού μέσου των κροκαλών και των τεσσάρων λιθολογικών τύπων των συλλογών του σταθμού δειγματοληψίας Σ10.

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ10	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ (mm)	Μ.Ο. ΣΤΑΘΜΟΥ (mm)
Κοίτη	20,82	19,85	19,83	18,29	20,38
Φ1	14,90	14,97	17,27	13,53	14,94
Φ2	16,80	16,96	15,51	14,67	16,49
Φ3	18,47	21,09	15,28	15,35	18,10
Σύνολο Σ10	17,75	18,36	17,21	15,50	17,57

Πίνακας 7.66: Τιμές αριθμητικού μέσου (σε mm) για όλους τους λιθολογικούς τύπους του σταθμού δειγματοληψίας Σ10.

Ο αριθμητικός μέσος όλων των κόκκων του δέκατου σταθμού δειγματοληψίας είναι 17,57mm, που αντιστοιχεί στο επίπεδο των χονδρόκοκκων χαλικιών. Οι κόκκοι όλων των λιθολογικών τύπων είναι γενικά μεγαλύτεροι στην κοίτη του σταθμού (20,38mm), λίγο μικρότεροι στο φραγμό Φ3 (18,10mm) και στο φραγμό Φ2 (16,49 mm), ενώ στο φραγμό Φ1 είναι αρκετά μικρότεροι με μέσο όρο 14,94mm που αντιστοιχεί στο μέγεθος του μεσόκοκκου χαλικιού.

Ο αριθμητικός μέσος των ασβεστολιθικών κροκαλών στο σύνολο του σταθμού δειγματοληψίας είναι 17,75 mm, των ψαμμιτικών κόκκων 18,36mm των κερατολιθικών κόκκων 17,21mm και των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων 15,50mm. Οι μικρές διαφορές που εμφανίζουν οι αριθμητικοί μέσοι των ασβεστολιθικών, των κερατολιθικών και των ψαμμιτικών κροκαλών δεν είναι στατιστικά σημαντικές, ενώ οι διαφορές αυτές σε σχέση με τον αριθμητικό μέσο των εκρηξιγενών κροκαλών είναι στατιστικά σημαντικές. Οι τιμές z, που υπολογίστηκαν είναι: $z=-1,13>-1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και ψαμμιτικών κόκκων, $z=1,09<1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και κερατολιθικών κόκκων, $z=5,14>1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και εκρηξιγενών κόκκων, $z=1,65<1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ψαμμιτικών και κερατολιθικών κόκκων, $z=4,36>1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ψαμμιτικών και εκρηξιγενών κόκκων και $z=2,76>1,96=z_{κρ}$ μεταξύ κερατολιθικών και εκρηξιγενών κόκκων.

Οι ασβεστολιθικοί κόκκοι στην κοίτη του σταθμού δειγματοληψίας και στους φραγμούς Φ3 και Φ2 έχουν αριθμητικούς μέσους 20,82mm, 18,47mm και 16,80mm αντίστοιχα και αντιστοιχούν σε χονδρόκοκκο χαλίκι, ενώ στο φραγμό Φ1 ο αριθμητικός μέσος του συνόλου των κόκκων είναι 14,90mm και αντιστοιχεί σε μεσόκοκκο χαλίκι. Όλες οι διαφορές, που παρατηρούνται στους έξι συνδυασμούς ζευγών συλλογών είναι στατιστικά σημαντικές, όπως φαίνεται από τις τιμές z, που προσδιορίστηκαν μεταξύ της κοίτης και των συλλογών Φ1, Φ2, Φ3: $z=9,99>1,96=z_{κρ}$, $z=6,02>1,96=z_{κρ}$ και $z=3,50>1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα, μεταξύ του φραγμού Φ1 και

των φραγμών Φ2 και Φ3: z=-3,91<-1,96=$z_{κρ}$ και z=-7,27<-1,96=$z_{κρ}$ αντίστοιχα και μεταξύ των φραγμών Φ2 και Φ3: z=-2,88<-1,96=$z_{κρ}$.

Οι ψαμμιτικοί κόκκοι είναι μεγαλύτεροι στο φραγμό Φ3 (21,09mm), λίγο μικρότεροι στην κοίτη (19,85mm) και στο φραγμό Φ2 (16,96mm), ενώ στο φραγμό Φ1 ο αριθμητικός μέσος του συνόλου των ψαμμιτικών κόκκων είναι 14,97mm και αντιστοιχεί, όπως και στους ασβεστόλιθους, σε μεσόκοκκο χαλίκι. Οι τιμές των αριθμητικών μέσων, που εμφανίζονται στα ζεύγη συλλογών κοίτη-Φ1, Φ1-Φ3 και Φ2-Φ3, διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (z=3,72>1,96=$z_{κρ}$ z=-4,48<-1,96=$z_{κρ}$ και z=-2,64<-1,96=$z_{κρ}$ αντίστοιχα), ενώ αντίθετα οι τιμές των υπολοίπων συνδυασμών δε διαφέρουν σημαντικά (z=1,90<1,96=$z_{κρ}$ μεταξύ κοίτης και φραγμού Φ2, z=-0,81>-1,96=$z_{κρ}$ μεταξύ κοίτης και φραγμού Φ3 και z=-1,47>-1,96=$z_{κρ}$ μεταξύ των φραγμών Φ1 και Φ2).

Οι μεγαλύτεροι κερατολιθικοί κόκκοι εμφανίζονται στην κοίτη του ρεύματος (19,83mm) και μικραίνουν από το φραγμό Φ1 προς το φραγμό Φ3 με αριθμητικούς μέσους που είναι: 17,27mm (Φ1), 15,51mm (Φ2) και 15,28 mm (Φ3). Ο αριθμητικός μέσος της ενεργής κοίτης διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τους αριθμητικούς μέσους των φραγμών Φ2 και Φ3 (z=4,18>1,96=$z_{κρ}$ και z=4,48>1,96=$z_{κρ}$ αντίστοιχα). Οι αριθμητικοί μέσοι μεταξύ των υπολοίπων ζευγών συλλογών, εμφανίζουν στατιστικά ασήμαντες διαφορές: z=1,43<1,96=$z_{κρ}$ (κοίτη-Φ1), z=0,95<1,96=$z_{κρ}$ (Φ1-Φ2), z=1,08<1,96=$z_{κρ}$ (Φ1-Φ3) και z=0,20<1,96=$z_{κρ}$ (Φ2-Φ3).

Οι κόκκοι των εκρηξιγενών πετρωμάτων της κοίτης του ρεύματος έχουν αριθμητικό μέσο 18,29mm, που αντιστοιχεί σε χονδρόκοκκο χαλίκι, ενώ οι αριθμητικοί μέσοι και των τριών φραγμών αντιστοιχούν σε μεσαίο χαλίκι και είναι 13,53mm(Φ1), 15,54mm (Φ2) και 14,50mm (Φ3). Από αυτές τις τιμές, οι αριθμητικοί μέσοι μεταξύ της κοίτης και των φραγμών Φ1, Φ2 και Φ3 διαφέρουν στατιστικά σημαντικά (z=3,58>1,96=$z_{κρ}$, z=2,78> 1,96 =$z_{κρ}$ και z=2,51>1,96=$z_{κρ}$ αντίστοιχα), ενώ οι αριθμητικοί μέσοι των κόκκων των φραγμών δε διαφέρουν σημαντικά: z=-0,97>-1,96=$z_{κρ}$ (Φ1-Φ2), z=-1,78>-1,96=$z_{κρ}$ (Φ1-Φ3) και z=-0,69>-1,96=$z_{κρ}$ (Φ2-Φ3).

Στο σχήμα 7.41Β απεικονίζεται η κατανομή του αριθμητικού μέσου των κόκκων της επιφανειακής δειγματοληψίας του σταθμού Σ10.

7.5.10.3. Αποτελέσματα ανάλυσης της στρογγύλωσης των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ10.

Στον πίνακα 7.67 αναγράφονται οι τιμές του βαθμού στρογγύλωσης των κροκαλών όλων των λιθολογικών τύπων και για κάθε θέση συλλογής του δέκατου σταθμού δειγματοληψίας σύμφωνα με τον οπτικό χάρτη του Krumbein (1941).

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ10	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ ΜΟΝΑΔΑΣ
Κοίτη	0,67	0,84	0,37	0,49	0,64
Φ1	0,66	0,76	0,35	0,57	0,64
Φ2	0,61	0,72	0,32	0,52	0,59
Φ3	0,60	0,73	0,33	0,56	0,59
Σύνολο Σ10	0,64	0,77	0,35	0,53	0,61

Πίνακας 7.67: Τιμές στρογγύλωσης των κόκκων όλων των λιθολογικών τύπων του σταθμού δειγματοληψίας Σ10.

Όπως φαίνεται από τις τιμές στρογγύλωσης, που προσδιορίστηκαν, το σύνολο των κόκκων του πρώτου σταθμού δειγματοληψίας έχουν στρογγύλωση 0,61 και μπορούν να χαρακτηριστούν σαν υποστρόγγυλοι. Οι ασβεστολιθικοί κόκκοι εμφανίζουν στο σύνολό τους τιμή στρογγύλωσης 0,64, οι ψαμμιτικοί 0,77 (στρογγυλοί), οι κερατολιθικοί 0,35 (υπογωνιώδεις) και οι κόκκοι των εκρηξιγενών 0,53 (υποστρόγγυλοι).

Οι περισσότερο στρογγυλοί ασβεστολιθικοί κόκκοι βρίσκονται στην κοίτη (0,67) και στο φραγμό Φ1 (0,66) ενώ στους φραγμούς Φ2 και Φ3 είναι λιγότερο στρογγυλοί με τιμές στρογγύλωσης 0,61 και 0,60 αντίστοιχα. Οι διαφορές των βαθμών στρογγύλωσης στο σύνολο των συλλογών είναι στατιστικά σημαντικές (χ^2=36,81> 21,03=$\chi^2_{κρ}$). Οι βαθμοί στρογγύλωσης των συλλογών των τριών φραγμών διαφέρουν επίσης στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (χ^2=16,17>15,51=$\chi^2_{κρ}$). Η στρογγύλωση όμως των κόκκων της κοίτης δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τη στρογγύλωση των κόκκων του φραγμού Φ1 (χ^2=5,87<9,49=$\chi^2_{κρ}$), όπως και η στρογγύλωση των κόκκων του φραγμού Φ2 με τη στρογγύλωση των κόκκων του φραγμού Φ3 (χ^2=3,04< 9,49=$\chi^2_{κρ}$).

Οι ψαμμιτικοί κόκκοι είναι γενικά στρογγυλοί, με τιμές που κυμαίνονται για τις διάφορες συλλογές μεταξύ 0,72 (Φ2) και 0,84 (κοίτη). Η στρογγύλωση των κόκκων της κοίτης είναι μεγαλύτερη και διαφέρει (χ^2=21,44> 16,92=$\chi^2_{κρ}$) από τους βαθμούς στρογγύλωσης των κόκκων των φραγμών, οι οποίοι δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (χ^2=6,10<16,92=$\chi^2_{κρ}$).

Οι κερατολιθικοί κόκκοι είναι γενικά υπογωνιώδεις και έχουν βαθμούς στρογγύλωσης μεταξύ 0,32 (Φ2) και 0,37 (κοίτη). Οι μικρές διαφορές των βαθμών στρογγύλωσης, που εμφανίζονται, δεν είναι σημαντικές (χ^2= 11,66<16,92=$\chi^2_{κρ}$).

Οι τιμές του βαθμού στρογγύλωσης για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων κυμαίνονται μεταξύ 0,49 (κοίτη) και 0,57 (Φ1). Οι διαφορές των βαθμών στρογγύλωσης, που εμφανίζονται μεταξύ των τεσσάρων συλλογών, δεν μπορούν να συγκριθούν μεταξύ τους λόγων των μικρών τιμών αναμενόμενων συχνοτήτων.

7.5.10.4. Αποτελέσματα ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ10.

Ο μέσος όρος της σφαιρικότητας του συνόλου των κροκαλών του δέκατου σταθμού δειγματοληψίας είναι 0,70 (πιν. 7.68). Στο σύνολο των κροκαλών ανά δειγματοληψία, στην κοίτη και στους φραγμούς Φ2 και Φ3 η σφαιρικότητα έχει τιμή 0,70, ενώ στο φραγμό Φ1, 0,67.

Η μέση τιμή σφαιρικότητας του συνόλου των ασβεστολιθικών κροκαλών είναι 0,70. Η μέση τιμή σφαιρικότητας των ψαμμιτικών κροκαλών είναι 0,67, των κερατολιθικών 0,71 και των κροκαλών των εκρηξιγενών πετρωμάτων 0,68.

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ10	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ
Κοίτη	0,71	0,69	0,71	0,66	0,70
Φ1	0,68	0,64	0,69	0,66	0,67
Φ2	0,70	0,69	0,70	0,70	0,70
Φ3	0,70	0,66	0,74	0,71	0,70
Σύνολο Σ10	0,70	0,67	0,71	0,68	0,70

Πίνακας. 7.68: Σφαιρικότητα κόκκων κάθε λιθολογίας καθώς και του συνόλου των κροκαλών για κάθε γεωμορφολογική μονάδα του δέκατου σταθμού δειγματοληψίας.

Η μέση τιμή σφαιρικότητας των ασβεστολιθικών κροκαλών δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τη μέση τιμή σφαιρικότητας των κερατολιθικών κροκαλών ($z=-1,06>-1,96=z_{κρ}$), όπως δε διαφέρει και η μέση τιμή σφαιρικότητας των ψαμμιτικών και των εκρηξιγενών κροκαλών ($z=-0,83>-1,96=z_{κρ}$). Οι διαφορές, που εμφανίζονται μεταξύ των τιμών σφαιρικότητας των υπολοίπων δυνατών συνδυασμών δεν είναι στατιστικά σημαντικές ($z=3,42>1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και ψαμμιτικών κόκκων, $z=2,17>1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και εκρηξιγενών κόκκων, $z=-3,43<-1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ψαμμιτικών και εκρηξιγενών κόκκων και $z=2,47>1,96=z_{κρ}$ μεταξύ κερατολιθικών και εκρηξιγενών κόκκων).

Οι ασβεστολιθικές κροκάλες εμφανίζουν στους φραγμούς Φ2 και Φ3 την ίδια σφαιρικότητα (0,70), ενώ η σφαιρικότητα των κροκαλών της κοίτης είναι 0,71 και του φραγμού Φ1, 0,68. Οι παρατηρούμενες διαφορές στις τιμές σφαιρικότητας μεταξύ των κροκαλών των ζευγών συλλογών κοίτης-Φ1, Φ1-Φ2 και Φ1-Φ3 είναι στατιστικά σημαντικές ($z=2,54>1,96=z_{κρ}$, $z=-2,34<-1,96=z_{κρ}$ και $z=-2,27<-1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα). Αντίθετα, οι διαφορές των τιμών σφαιρικότητας μεταξύ της κοίτης και των φραγμών Φ2 και Φ3 δεν είναι σημαντικές ($z=0,83<1,96=z_{κρ}$ και $z=0,82<1,96=z_{κρ}$).

Οι ψαμμιτικές κροκάλες είναι περισσότερο σφαιρικές στην κοίτη και στο φραγμό Φ2 με τιμή σφαιρικότητας 0,69, ενώ η σφαιρικότητα των κόκκων των υπόλοιπων συλλογών είναι 0,66 (Φ3) και 0,64 (Φ1). Οι διαφορές στις τιμές σφαιρικότητας μεταξύ των κροκαλών των ζευγών συλλογών κοίτης-Φ1 και Φ1-Φ2 είναι στατιστικά σημαντικές ($z=2,25>1,96=z_{κρ}$ και $z=-2,22<-1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα). Αντίθετα, οι διαφορές των τιμών σφαιρικότητας μεταξύ κοίτης-Φ3, Φ1-Φ3 και Φ2-Φ3 δεν είναι στατιστικά σημαντικές ($z=1,46<1,96=z_{κρ}$, $z=-0,94>-1,96=z_{κρ}$ και $z=1,44<1,96=z_{κρ}$).

Η σφαιρικότητα των κερατολιθικών κόκκων της κοίτης είναι 0,71, του φραγμού Φ1 είναι 0,69 και των φραγμών Φ2 και Φ3 είναι αντίστοιχα 0,70, και 0,74. Οι διαφορές, που εμφανίζονται μεταξύ των τιμών σφαιρικότητας στις τέσσερις συλλογές δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Οι τιμές z, που προσδιορίστηκαν, μεταξύ της κοίτης και των συλλογών Φ1, Φ2, Φ3 είναι: $z=0,72<1,96=z_{κρ}$, $z=0,44<1,96=z_{κρ}$ και $z=-1,49>-1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα, μεταξύ του φραγμού Φ1 και των φραγμών Φ2 και Φ3 είναι: $z=-0,33>-1,96=z_{κρ}$ και $z=-1,74>-1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα και μεταξύ των φραγμών Φ2 και Φ3 είναι $z=-1,66>-1,96=z_{κρ}$.

Οι τιμές σφαιρικότητας των κόκκων της κοίτης και του φραγμού Φ1 των εκρηξιγενών πετρωμάτων είναι 0,66, ενώ των φραγμών Φ2 και Φ3 είναι 0,70, και 0,71 αντίστοιχα. Οι διαφορές σφαιρικότητας των κόκκων μεταξύ του φραγμού Φ3 και των συλλογών της κοίτης ($z=2,00>1,96=z_{κρ}$) και του φραγμού Φ1 ($z=2,35>1,96=z_{κρ}$) είναι στατιστικά σημαντικές, ενώ οι διαφορές μεταξύ του φραγμού Φ2 και των συλλογών της κοίτης ($z=-1,52>-1,96=z_{κρ}$), του φραγμού Φ1 ($z=-1,76>-1,96=z_{κρ}$) και του φραγμού Φ3 ($z=-0,48>-1,96=z_{κρ}$) είναι ασήμαντες.

7.5.10.5. Αποτελέσματα ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ10.

Στον πίνακα 7.69 φαίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ10 ανά λιθολογία και ανά συλλογή, σύμφωνα με την ταξινομική διάκριση κατά Zingg (1935). Στην

κοίτη του δέκατου σταθμού δειγματοληψίας κυριαρχούν οι κόκκοι σφαιρικού και δισκοειδούς σχήματος για τις ασβεστολιθικές κροκάλες με αντίστοιχα ποσοστά 28,32% και 26,92% και ακολουθούν οι ραβδόμορφες και οι πλατυσμένες με αντίστοιχα επί τοις % ποσοστά 31,82% και 12,94%. Οι ψαμμιτικοί κόκκοι αποτελούνται σε ποσοστό 42,31% από δισκοειδείς κροκάλες και σε ποσοστά 30,77%, 23,08% και 3,84% από κροκάλες σφαιροειδείς, ραβδόμορφες και πλατυσμένες αντίστοιχα. Οι κερατολιθικές κροκάλες περιλαμβάνουν το ίδιο ποσοστό δίσκων και σφαιρών (32,69%), ενώ τα ποσοστά των ράβδων και των πλατυσμένων κροκαλών είναι 23,08% και 11,54% αντίστοιχα. Στις κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων, κυριαρχούν οι δισκοειδείς με ποσοστό 47,06% και ακολουθούν σε συχνότητα οι ραβδόμορφες σε ποσοστό 23,53%, οι σφαιρικές σε ποσοστό 17,65%, και οι πλατυσμένες κροκάλες σε ποσοστό 11,76%. Στο σύνολο των κόκκων της κοίτης, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 31,13%, οι σφαιροειδείς με 28,30%, οι ραβδόμορφες με 29,01% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 11,56%.

Στον ακραίο φραγμό Φι οι ασβεστολιθικές κροκάλες έχουν σε ποσοστό 42,41% δισκοειδές σχήμα, ενώ οι σφαιρικές, οι ραβδόμορφες και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με αντίστοιχα ποσοστά 21,72%, 23,10% και 12,76%. Το μεγαλύτερο μέρος των ψαμμιτικών κροκαλών (50,00%) έχει δισκοειδές σχήμα, το 23,68% έχει σφαιρικό σχήμα, ενώ οι ραβδοειδείς και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ίδιο ποσοστό, 13,16%. Οι κερατολιθικοί κόκκοι αποτελούνται σε ποσοστό 40,91% από δίσκους, κατά 36,36% από σφαίρες, σε ποσοστό 13,64% από ράβδους και σε ποσοστό 9,09% από πλατυσμένες κροκάλες. Στους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων κυριαρχούν οι δισκοειδείς κροκάλες με ποσοστό συμμετοχής 53,33% και ακολουθούν οι σφαιρικές, οι πλατυσμένες και οι ραβδόμορφες με ποσοστά 20,00%, 16,67% και10,00%. Στο σύνολο των κόκκων του φραγμού Φ1, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 43,95%, οι σφαιροειδείς με 22,63%, οι ραβδόμορφες με 20,53% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 12,89%.

Οι ασβεστολιθικές κροκάλες του φραγμού Φ2 αποτελούνται σε ποσοστό 31,27% από κροκάλες δισκοειδούς σχήματος, από 33,59% από σφαίρες, από 25,10% από ράβδους και από 10,04% από πλατυσμένες κροκάλες. Στους ψαμμίτες, οι δισκοειδείς κροκάλες κατέχουν ποσοστό συμμετοχής 33,33%, ενώ οι σφαιροειδείς, οι ραβδοειδείς και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 13,33%, 40,00% και 13,33% αντίστοιχα. Στους κερατολίθους, οι δίσκοι και οι ράβδοι συμμετέχουν με ποσοστό 32,43%, οι σφαίρες με ποσοστό 24,32% και οι πλατυσμένες κροκάλες με ποσοστό 10,81%. Στους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων τα ποσοστά συμμετοχής των δισκοειδών, σφαιροειδών, ραβδοειδών και πλατυσμένων κροκαλών είναι 44,44%, 16,67%, 30,56% και 8,53% αντίστοιχα. Στο σύνολο των κόκκων του φραγμού Φ2, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 32,89%, οι σφαιροειδείς με 26,65%, οι ραβδόμορφες με 28,12% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 10,34%.

Οι δίσκοι και οι σφαίρες επικρατούν στους ασβεστόλιθους της συλλογής του φραγμού Φ3 με ποσοστά 33,33% και 34,76%. Οι ράβδοι και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 21,74% και 10,14% αντίστοιχα. Στους ψαμμιτικούς κόκκους, το ποσοστό συμμετοχής των δίσκων είναι 47,62%, ενώ τα ποσοστά

των σφαιρών, των ράβδων και των πλατυσμένων κροκαλών είναι 30,95%, 11,90% και 9,52% αντίστοιχα. Στους κερατολίθους κυριαρχούν οι σφαίρες με ποσοστό 46,15%, ενώ οι δίσκοι, οι ράβδοι και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 28,21%, 23,08% και 2,56% αντίστοιχα. Τα αντίστοιχα ποσοστά δίσκων, σφαιρών, ράβδων και πλατυσμένων κροκαλών των εκρηξιγενών κόκκων είναι 41,86%, 37,21%, 16,28% και 4,65%. Στο σύνολο των κόκκων του φραγμού Φ3, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 35,25%, οι σφαιροειδείς με 35,75%, οι ραβδόμορφες με 20,25% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 8,75%.

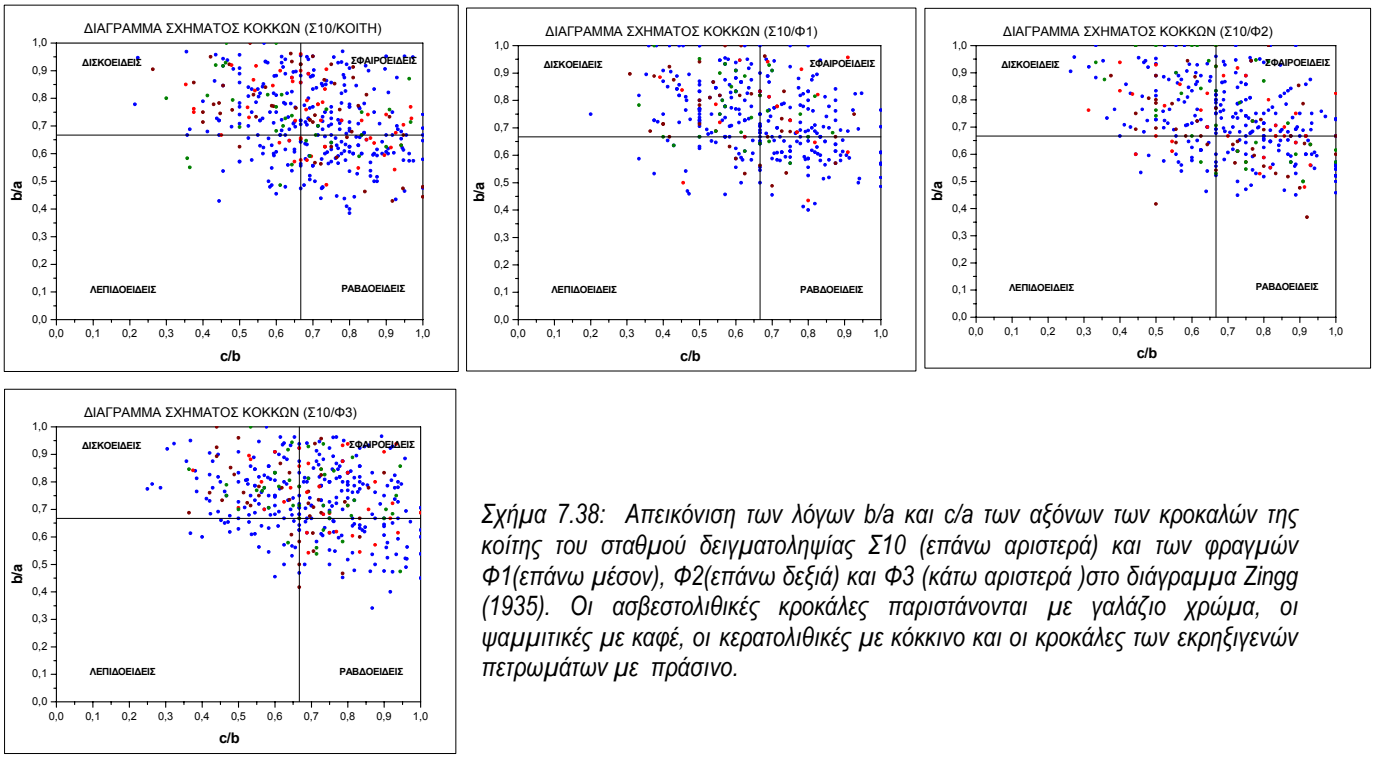
Στο σύνολο των ασβεστολιθικών του σταθμού δειγματοληψίας Σ10 επικρατούν οι δίσκοι με ποσοστό 33,57%. Οι σφαίρες, οι ράβδοι και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 29,43%, 25,47% και 11,52% αντίστοιχα. Στο σύνολο των ψαμμιτών το ποσοστό των δίσκων είναι 42,94%. Οι σφαίρες, οι ράβδοι και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 24,86%, 22,60% και 9,60% αντίστοιχα. Στο σύνολο των κερατολίθων του σταθμού επικρατούν οι σφαίρες με ποσοστό 34,67%. Οι δίσκοι οι ράβδοι και οι πλατυσμένες κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστά 32,67%, 24,00% και 8,67% αντίστοιχα. Στο σύνολο των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων το ποσοστό των δίσκων είναι 46,15%, των σφαιρών 23,78%, των ράβδων 20,28% και των πλατυσμένων κροκαλών 9,79%.

Στο σύνολο των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ10, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 35,67%, οι σφαιροειδείς με 28,91%, οι ραβδόμορφες με 24,54% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 10,88%.

Το σύνολο των κόκκων ανά συλλογή, των φραγμών και της κοίτης του δεύτερου σταθμού δειγματοληψίας απεικονίζεται σε ταξινομικό διάγραμμα κατά Zingg (1935), στο σχήμα 7.38.

ΣΥΛ-ΛΟΓΗ	ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ		ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ	
		ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Κοίτη	Δίσκοι	77	26,92	22	42,31	17	32,69	16	47,06	132	31,13
	Σφαίρες	81	28,32	16	30,77	17	32,69	6	17,65	120	28,30
	Ράβδοι	91	31,82	12	23,08	12	23,08	8	23,53	123	29,01
	Πλατυσ.	37	12,94	2	3,84	6	11,54	4	11,76	49	11,56
	Σύνολο	286	100,00	52	100,00	52	100,00	34	100,00	424	100,00
Φ1	Δίσκοι	123	42,41	19	50,00	9	40,91	16	53,33	167	43,95
	Σφαίρες	63	21,72	9	23,68	8	36,36	6	20,00	86	22,63
	Ράβδοι	67	23,10	5	13,16	3	13,64	3	10,00	78	20,53
	Πλατυσ.	37	12,76	5	13,16	2	9,09	5	16,67	49	12,89
	Σύνολο	290	100,00	38	100,00	22	100,00	30	100,00	380	100,00
Φ2	Δίσκοι	81	31,27	15	33,33	12	32,43	16	44,44	124	32,89
	Σφαίρες	87	33,59	6	13,33	9	24,32	6	16,67	108	26,65
	Ράβδοι	65	25,10	18	40,00	12	32,43	11	30,56	106	28,12
	Πλατυσ.	26	10,04	6	13,33	4	10,81	3	8,33	39	10,34
	Σύνολο	259	100,00	45	100,00	37	100,00	36	100,00	377	100,00
Φ3	Δίσκοι	92	33,33	20	47,62	11	28,21	18	41,86	141	35,25
	Σφαίρες	96	34,76	13	30,95	18	46,15	16	37,21	143	35,75
	Ράβδοι	60	21,74	5	11,90	9	23,08	7	16,28	81	20,25
	Πλατυσ.	28	10,14	4	9,52	1	2,56	2	4,65	35	8,75
	Σύνολο	276	100,00	42	100,00	39	100,00	43	100,00	400	100,00
Σύνολο Σ10	Δίσκοι	373	33,57	76	42,94	49	32,67	66	46,15	564	35,67
	Σφαίρες	327	29,43	44	24,86	52	34,67	34	23,78	457	28,91
	Ράβδοι	283	25,47	40	22,60	36	24,00	29	20,28	388	24,54
	Πλατυσ.	128	11,52	17	9,60	13	8,67	14	9,79	172	10,88
	Σύνολο	1.111	100,00	177	100,00	150	100,00	143	100,00	1581	100,00

Πίνακας 7.69: Το σχήμα των κόκκων για κάθε λιθολογία της κοίτης και των φραγμών του δέκατου σταθμού δειγματοληψίας.



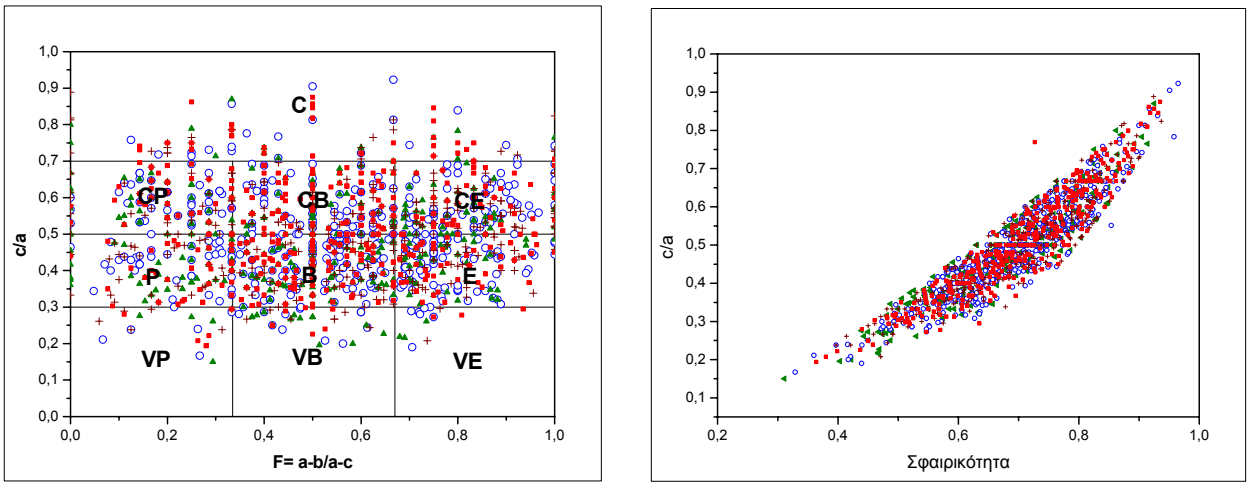
Σχήμα 7.38: Απεικόνιση των λόγων b/a και c/a των αξόνων των κροκαλών της κοίτης του σταθμού δειγματοληψίας Σ10 (επάνω αριστερά) και των φραγμών Φ1(επάνω μέσον), Φ2(επάνω δεξιά) και Φ3 (κάτω αριστερά)στο διάγραμμα Zingg (1935). Οι ασβεστολιθικές κροκάλες παριστάνονται με γαλάζιο χρώμα, οι ψαμμιτικές με καφέ, οι κερατολιθικές με κόκκινο και οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων με πράσινο.

Η αναλογία συχνοτήτων εμφάνισης των δίσκων, σφαιρών ράβδων και πλατυσμένων κροκαλών, διατηρείται σταθερή στη σύγκριση των ασβεστολιθικών κροκαλών των συλλογών της κοίτης και των φραγμών Φ2 και Φ3 (χ^2=11,04<16,92=$\chi^2_{κρ}$), ενώ η σύγκριση για τις συλλογές των ψαμμιτικών, κερατολιθικών και εκρηξιγενών κροκαλών, δεν είναι εφικτή επειδή οι τιμές των αναμενόμενων συχνοτήτων δεν υπακούουν, κατά την εφαρμογή της δοκιμασίας χ^2, στους προβλεπόμενους περιορισμούς.

Στον πίνακα 7.70 φαίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ10, σύμφωνα με το ταξινομικό σχήμα κατά Sneed & Folk (1958) και στο σχήμα 7.39 απεικονίζεται το σύνολο των κόκκων σε διαγράμματα c/a-F και c/a-σφαιρικότητα επίσης των Sneed & Folk (1958).

	ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΚΟΚΚΩΝ ΣΤΑΘΜΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ Σ10									
ΣΥΛΛΟΓΗ	**Σ10/ΚΟΙΤΗ**		**Σ10/Φ1**		**Σ10/Φ2**		**Σ10/Φ3**		**ΣΥΝΟΛΟ**	
ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**
C	21	4,96	14	3,68	25	6,63	29	7,25	89	5,63
CP	41	9,69	42	11,05	36	9,55	35	8,75	154	9,75
CB	55	13,00	50	13,16	57	15,12	83	20,75	245	15,51
CE	63	14,89	44	11,58	71	18,83	41	10,25	219	13,86
P	39	9,22	54	14,21	38	10,08	39	9,75	170	10,76
B	95	22,46	103	27,11	79	20,95	105	26,25	382	24,18
E	83	19,62	50	13,16	54	14,32	53	13,25	240	15,19
VP	6	1,42	4	1,05	6	1,59	5	1,25	21	1,33
VB	13	3,07	16	4,21	9	2,39	7	1,75	45	2,85
VE	7	1,65	3	0,79	2	0,53	3	0,75	15	0,95
ΣΥΝΟΛΟ	423	100,00	380	100,00	377	100,00	400	100,00	1580	100,00

Πίνακας 7.70: Διάκριση των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ10 ανάλογα με το σχήμα τους και σύμφωνα με την ταξινόμηση κατά Sneed & Folk (1958).



Σχήμα 7.39: Αριστερά: Απεικόνιση των λόγων c/a, F=a-b/a-c των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ10 σε διάγραμμα κατά Sneed & Folk (1958). Δεξιά: Απεικόνιση του λόγου c/a σε σχέση με τη σφαιρικότητα των κόκκων. Οι κόκκοι της κοίτης απεικονίζονται με γαλάζιους κύκλους, ενώ των φραγμών Φ1, Φ2 και Φ3 παριστάνονται με πράσινα τρίγωνα, καφέ σταυρούς και κόκκινα τετράγωνα αντίστοιχα.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής, για όλους τους λιθολογικούς τύπους και στο σύνολο των συλλογών του δέκατου σταθμού δειγματοληψίας, το μεγαλύτερο επί τοις % ποσοστό συμμετοχής (24,18%) κατέχουν οι "B" κροκάλες και ακολουθούν οι "CB" κροκάλες με ποσοστό 15,51%, οι "E" κροκάλες με 15,19 %, οι "CE" κροκάλες με 13,86%, οι "P" κροκάλες με 10,76%, οι "CP" κροκάλες με 9,75%, οι "C" κροκάλες με 5,63%, οι "VB" κροκάλες με 2,85%, οι "VP" κροκάλες με 1,33% και οι "VE" κροκάλες με ποσοστό συμμετοχής 0,95%. Οι "B" κροκάλες κυριαρχούν και στο σύνολο των επί μέρους συλλογών της κοίτης και των φραγμών, ενώ τα μικρότερα ποσοστά συμμετοχής κατέχουν οι "VE" κροκάλες και οι "VP" κροκάλες.

Οι αναλογίες εμφάνισης συχνοτήτων των διαφόρων σχημάτων γενικότερα στην ταξινόμηση αυτή, εμφανίζουν διαφορές, που για όλες τις συλλογές είναι στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους (χ^2=54,66>40,11=$\chi^2_{κρ}$). Οι διαφορές, όταν οι συλλογές εξετάζονται ανά τρεις είναι επίσης στατιστικά σημαντικές και οι τιμές z, που δίνουν είναι: χ^2=38,41>28,87=$\chi^2_{κρ}$ (Φ1-Φ2-Φ3), χ^2=33,23>28,87=$\chi^2_{κρ}$ (κοίτη-Φ2-Φ3), χ^2=40,59>28,87=$\chi^2_{κρ}$ (κοίτη-Φ1-Φ3) και χ^2=30,80>28,87=$\chi^2_{κρ}$ (κοίτη-Φ1-Φ2). Όταν οι συλλογές εξετάζονται ανά δυο, προκύπτουν ζεύγη συλλογών με στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ κοίτης-Φ3 (χ^2=22,07>16,92=$\chi^2_{κρ}$), Φ1-Φ2 (χ^2=19,01> 16,92=$\chi^2_{κρ}$) και Φ1-Φ3 (χ^2=19,82>16,92=$\chi^2_{κρ}$) και ζεύγη στα οποία οι διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές μεταξύ κοίτης-Φ1 (χ^2=16,01<16,92=$\chi^2_{κρ}$), κοίτης-Φ2 (χ^2=9,70<16,92=$\chi^2_{κρ}$) και Φ2-Φ3 (χ^2=16,75 <16,92=$\chi^2_{κρ}$).

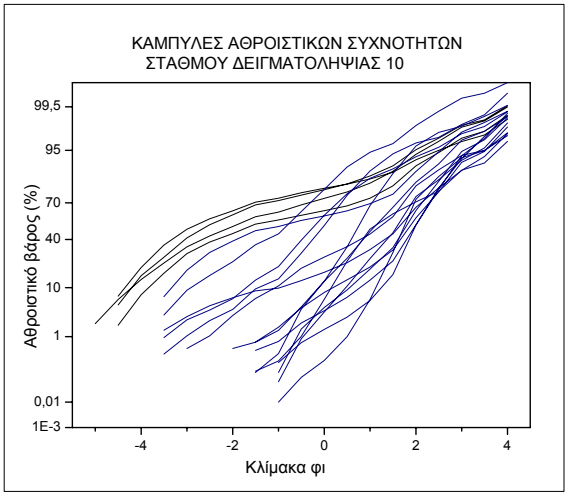
7.5.10.6. Αποτελέσματα ανάλυσης της ογκομετρικής δειγματοληψίας του σταθμού Σ10.

Στο δέκατο σταθμό δειγματοληψίας πραγματοποιήθηκαν συλλογές υποεπιφανειακής δειγματοληψίας στην κοίτη και στους τρεις φραγμούς. Πραγματοποιήθηκε επίσης ογκομετρική δειγματοληψία στο λεπτόκοκκο υλικό των φραγμών, της κοίτης και των νερόλακκων και συγκεκριμένα από 15 συνολικά θέσεις (σχ 7.41Α). Η κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων συνολικού βάρους 110.858,54gr, που λήφθηκε συνολικά από 16 υποσυλλογές υποεπιφανειακής δειγματοληψίας της κοίτης και 22 υποσυλλογές των φραγμών του σταθμού

δειγματοληψίας Σ10, έδωσε τα αποτελέσματα που φαίνονται στον πίνακα 7.71. Στο σχήμα 7.40, φαίνονται η κοκκομετρικές καμπύλες αθροιστικής συχνότητας όλων των δειγμάτων των υλικών συλλογής του σταθμού. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 7.71, ο αριθμητικός μέσος των υλικών της κοίτης είναι -2,08φι, που αντιστοιχεί σε λεπτόκοκκο χαλίκι. Οι αριθμητικοί μέσοι των υλικών των φραγμών Φ1, Φ2 και Φ3 είναι -1,59 φι, -1,11φι και -1,95φι, που ισοδυναμούν σε πολύ λεπτόκοκκο χαλίκι. Τα υλικά της κοίτης και των φραγμών είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα. Η κοκκομετρική καμπύλη της κοίτης είναι μεσόκυρτη και δείχνει πολύ θετική ασυμμετρία. Η καμπύλη του φραγμού Φ1 είναι πλατύκυρτη με θετική ασυμμετρία. Η καμπύλη του φραγμού Φ2 είναι πολύ πλατύκυρτη με θετική ασυμμετρία και η καμπύλη του φραγμού Φ3 είναι πλατύκυρτη με πολύ θετική ασυμμετρία.

ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (gr)	ΔΙΑΜΕΣΟΣ (Md)	ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ (Mz)	ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (σi)	ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑ (SKi)	ΚΥΡΤΩΣΗ (K_G)
Σ10/Κοίτη	15.526,81	-2,92	-2,08	2,31	0,52	0,97
Σ10/Φ1	38.481,50	-2,04	-1,59	2,26	0,26	0,77
Σ10/Φ2	33.596,21	-1,46	-1,11	2,31	0,20	0,65
Σ10/Φ3	20.618,64	-2,59	-1,95	2,13	0,41	0,89
Σ10/Φ1/f1	389,23	-0,02	-0,05	0,96	-0,05	1,33
Σ10/Φ1/f2	323,47	-0,25	-0,20	1,24	0,10	1,46
Σ10/Φ1/f3	99,11	1,56	1,58	0,94	0,08	1,31
Σ10/Φ1/f4	99,00	1,06	1,38	1,18	0,41	0,89
Σ10/Φ2/f1	78,67	1,77	1,71	0,85	-0,12	1,19
Σ10/Φ2/f2	442,00	-1,11	-0,80	2,15	0,19	0,62
Σ10/Φ2/f3	367,81	-0,85	-1,04	1,32	-0,16	1,01
Σ10/Φ2/f4	96,61	1,96	1,91	0,82	-0,14	1,42
Σ10/Φ3/f1	100,74	1,85	1,75	1,08	-0,15	1,34
Σ10/Φ3/f2	355,63	1,62	1,40	1,62	-0,28	1,49
Σ10/Φ3/f3	90,40	1,97	2,03	0,63	0,10	1,25
Σ10/Φ3/f4	87,87	1,73	1,80	0,68	0,28	1,66
Σ10/pool 1	87,77	1,08	1,08	0,95	0,03	1,05
Σ10/pool 2	98,44	1,19	0,89	1,49	-0,21	1,10
Σ10/F/pool	96,50	0,73	0,73	0,68	0,01	1,18

Πίνακας 7.71: Τα βάρη και οι στατιστικές παράμετροι (φι) των δειγμάτων των ογκομετρικών και υποεπιφανειακών συλλογών του δέκατου σταθμού δειγματοληψίας



Σχήμα 7.40 Κοκκομετρικές καμπύλες αθροιστικής συχνότητας των δειγμάτων ογκομετρικής δειγματοληψίας (γαλάζιες γραμμές) και δειγματοληψίας λεπτόκοκκου υλικού (μαύρες γραμμές) των συλλογών του σταθμού Σ10.

Το δείγμα του λεπτόκοκκου υλικού Σ10/Φ1/f1 έχει αριθμητικό μέσο –0,05φι, αντιστοιχεί σε χονδρόκοκκη άμμο μέτρια ταξινομημένη και η κοκκομετρική της καμπύλη είναι λεπτόκυρτη και σχεδόν συμμετρική. Το δείγμα του

λεπτόκοκκου υλικού Σ10/Φ1/f2 αποτελείται από πολύ χονδρόκοκκη άμμο, φτωχά ταξινομημένη, με κοκκομετρική καμπύλη λεπτόκυρτη και σχεδόν συμμετρική. Το δείγμα του λεπτόκοκκου υλικού Σ10/Φ1/f3 αποτελείται από μεσοχονδρόκοκκη άμμο, μέτρια ταξινομημένη, με κοκκομετρική καμπύλη λεπτόκυρτη και σχεδόν συμμετρική. Το δείγμα του λεπτόκοκκου υλικού Σ10/Φ1/f4 αποτελείται από μεσοχονδρόκοκκη άμμο, φτωχά ταξινομημένη, με κοκκομετρική καμπύλη, που είναι πλατύκυρτη και πολύ θετική ασυμμετρία.

Το δείγμα του λεπτόκοκκου υλικού Σ10/Φ2/f1 αποτελείται από μεσοχονδρόκοκκη άμμο, μέτρια ταξινομημένη, με κοκκομετρική καμπύλη λεπτόκυρτη και αρνητική ασυμμετρία. Το δείγμα του λεπτόκοκκου υλικού Σ10/Φ2 /f2 αποτελείται από πολύ χονδρόκοκκη άμμο, πολύ φτωχά ταξινομημένη με κοκκομετρική καμπύλη πολύ πλατύκυρτη με θετική ασυμμετρία. Το δείγμα του λεπτόκοκκου υλικού Σ10/Φ2/f3 αποτελείται από πολύ λεπτόκοκκο χαλίκι, φτωχά ταξινομημένο, με μεσόκυρτη κοκκομετρική καμπύλη και αρνητική ασυμμετρία. Το δείγμα του λεπτόκοκκου υλικού Σ10/Φ2/f4 αποτελείται από μεσόκοκκη άμμο, μέτρια ταξινομημένη, με κοκκομετρική καμπύλη λεπτόκυρτη με αρνητική ασυμμετρία.

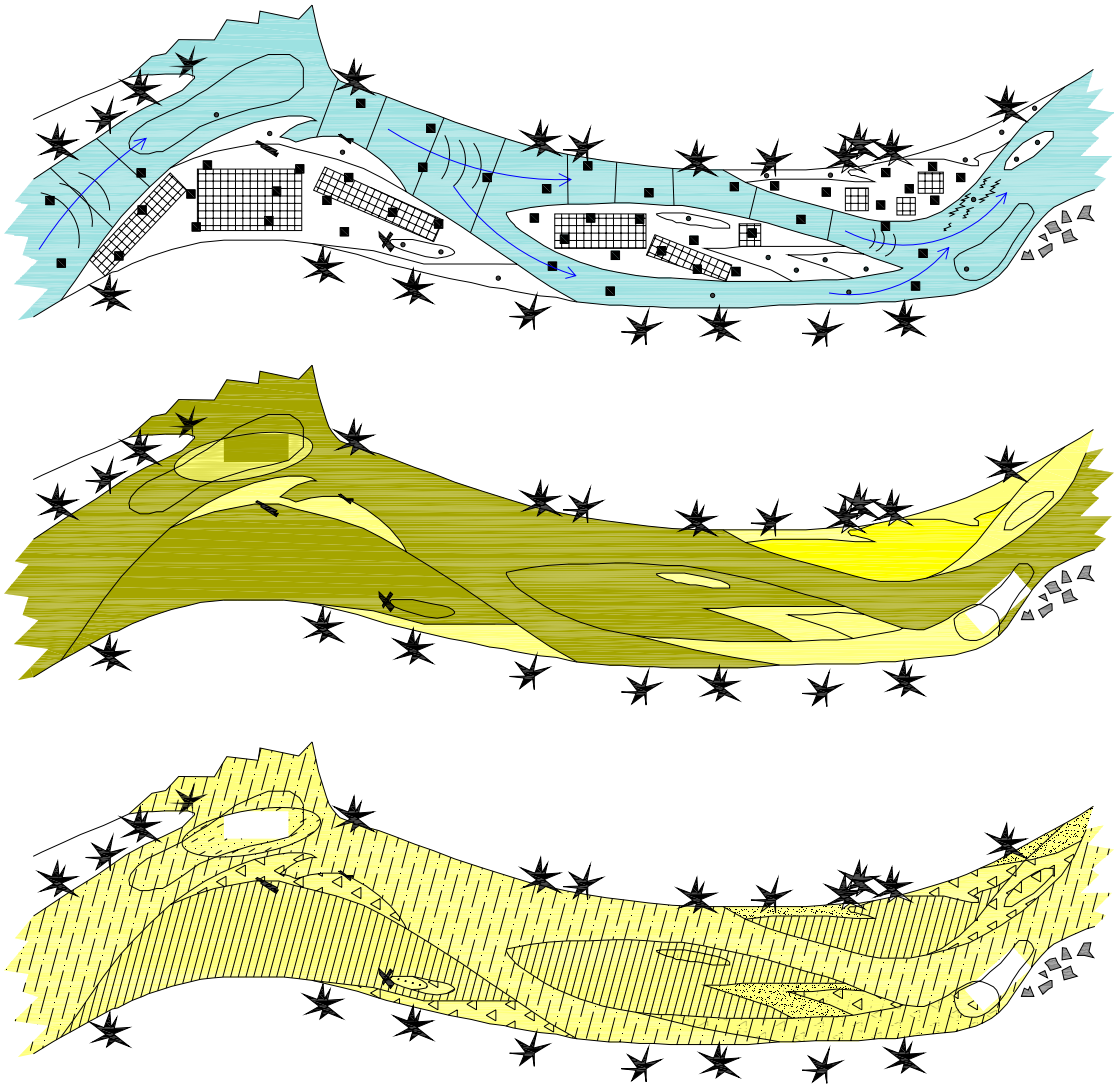
Τα δείγματα του λεπτόκοκκου υλικού Σ10/Φ3/f1 και Σ10/Φ3/f2 αποτελούνται από μεσοχονδρόκοκκη άμμο, φτωχά ταξινομημένη με κοκκομετρικές καμπύλες λεπτόκυρτες και αρνητική ασυμμετρία. Το δείγμα του λεπτόκοκκου υλικού Σ10/Φ3/f3 αποτελείται από λεπτόκοκκη άμμο, μετρίως καλά ταξινομημένη με κοκκομετρική καμπύλη λεπτόκυρτη και σχεδόν συμμετρική. Το δείγμα του λεπτόκοκκου υλικού Σ10/Φ3/f4 αποτελείται από μεσοχονδρόκοκκη άμμο, μετρίως καλά ταξινομημένη, με κοκκομετρική καμπύλη πολύ λεπτόκυρτη, με θετική ασυμμετρία.

Το δείγμα του λεπτόκοκκου υλικού Σ10/pool 1 αποτελείται από μεσοχονδρόκοκκη άμμο, μέτρια ταξινομημένη, με κοκκομετρική καμπύλη σχεδόν συμμετρική και μεσόκυρτη. Το δείγμα του λεπτόκοκκου υλικού Σ10/pool 2 αποτελείται από χονδρόκοκκη άμμο, φτωχά ταξινομημένη, με κοκκομετρική καμπύλη μεσόκυρτη, με αρνητική ασυμμετρία. Το δείγμα του λεπτόκοκκου υλικού Σ10/F/pool αποτελείται από χονδρόκοκκη άμμο, μετρίως καλά ταξινομημένη, με κοκκομετρική καμπύλη λεπτόκυρτη και σχεδόν συμμετρική.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης της ογκομετρικής και υποεπιφανειακής δειγματοληψίας παρουσιάζονται στο χάρτη του σχήματος 7.41Γ.

7.5.10.7. Συμπεράσματα από την ανάλυση των επιφανειακών και υποεπιφανειακών ιζημάτων μεταφοράς του σταθμού δειγματοληψίας Σ10.

1. Ο δέκατος σταθμός δειγματοληψίας περιλαμβάνει δυο πλήρεις ακολουθίες βάθυνσης-ρήχευσης (pools-riffles) με δυο ακραίους και έναν ενδιάμεσο φραγμό. Στην αριστερή όχθη του κατάντη τμήματος του σταθμού, υπάρχει μεγάλος αριθμός ογκολίθων ανθρωπογενούς προέλευσης. Οι δυο νερόλακκοι, που δημιουργούνται απέναντι από τους φραγμούς Φι (pool 1) και Φ3 (pool 2), έχουν τη μορφή ελλειψοειδούς τάφρου μεγάλου βάθους. Στο κατάντη τμήμα του φραγμού Φ1 και μέσα στην ενεργή κοίτη (σχ. 7.41Α), εμφανίζονται ρυτιδώσεις.



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Ενεργή κοίτη - ροή νερού	Δένδρα
Νερόλακκος	Ανθρωπογενείς αποθέσεις
Φραγμός	Χονδρόκοκκα χαλίκια
Δειγματοληψία δικτύου	Μεσοχονδρόκοκκα χαλίκια
Περιοχική δειγματοληψία	Λεπτόκοκκο υλικό (d<8mm)
Δειγματοληψία σε τομές	Λεπτόκοκκα χαλίκια
Υποεπιφανειακή δειγματοληψία	Πολύ λεπτόκοκκα χαλίκια
Δειγματοληψία λεπτό-κοκκου υλικού	Πολύ χονδρόκοκκη άμμος
Περιοχή ρήχευσης	Χονδρόκοκκη άμμος
Ρυτιδώσεις	Μεσοχονδρόκοκκη άμμος
Εργαλεία - εμπόδια	Λεπτόκοκκη άμμος

Σχήμα 7.41: Σταθμός δειγματοληψίας Σ10.
Α: χαρτογράφηση του σταθμού με τις θέσεις δειγματοληψίας.
Β: απεικόνιση του αριθμητικού μέσου των συλλογών της επιφανειακής δειγματοληψίας.
Γ: απεικόνιση του αριθμητικού μέσου των συλλογών της ογκομετρικής δειγματοληψίας.

2. Στο σταθμό δειγματοληψίας Σ10 κυριαρχούν σε ποσοστό συμμετοχής οι ασβεστολιθικοί κόκκοι, ενώ τα ποσοστά συμμετοχής των ψαμμιτικών, των κερατολιθικών και των εκρηξιγενών κόκκων είναι μικρότερα και στατιστικά ίσα μεταξύ τους. Οι ασβεστολιθικές κροκάλες δείχνουν το μεγαλύτερο επί τοις % ποσοστό στο φραγμό Φ1, ενώ τα ποσοστά συμμετοχής τους στην ενεργή κοίτη και στους φραγμούς Φ2 και Φ3 είναι στατιστικά ίδια. Το αντίθετο ακριβώς συμβαίνει με τα ποσοστά συμμετοχής των κερατολιθικών κόκκων. Είναι μεγαλύτερα στο φραγμό Φ1 σε σχέση με τα ποσοστά στην ενεργή κοίτη και στους φραγμούς Φ2 και Φ3. Τα ποσοστά συμμετοχής των ψαμμιτικών κόκκων και των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων δε διαφοροποιούνται στις διάφορες συλλογές (ενεργή κοίτη και φραγμοί).

   Τα ποσοστά συμμετοχής των ασβεστολιθικών και των κερατολιθικών κόκκων, εμφανίζουν μικρές διαφορές μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας Σ10 και Σ9, οι οποίες δεν είναι στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους ($z=0,53<1,64=z_{κρ}$ για τους ασβεστολιθικούς κόκκους και $z=1,33<1,64=z_{κρ}$ για τους κερατολιθικούς κόκκους). Τα ποσοστά συμμετοχής των ψαμμιτικών κόκκων εμφανίζονται αυξημένα, ενώ των εκρηξιγενών κόκκων εμφανίζονται μειωμένα. Οι διαφορές, που εμφανίζονται στις περιπτώσεις αυτές είναι στατιστικά σημαντικές ($z=4,18>1,64=z_{κρ}$ για τους ψαμμιτικούς κόκκους και $z=2,75>1,64=z_{κρ}$ για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων). Οι μεταβολές της λιθολογικής σύστασης μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας Σ9 και Σ10, οφείλονται στην παράπλευρη εισροή νέου υλικού από τους παραποτάμους Λευκιανό και Μπογδανόρεμα.
3. Το μέσο μέγεθος του συνόλου των ασβεστολιθικών κροκαλών του σταθμού Σ10 είναι στατιστικά ίσο με το μέσο μέγεθος των ψαμμιτικών και των κερατολιθικών κροκαλών, ενώ οι εκρηξιγενείς κόκκοι είναι μικρότεροι. Οι ασβεστολιθικοί κόκκοι είναι μεγαλύτεροι στην ενεργή κοίτη και μικρότεροι κατά σειρά στους φραγμούς Φ3, Φ2 και Φ1. Οι ψαμμιτικοί κόκκοι είναι μεγαλύτεροι στην ενεργή κοίτη σε σχέση με το φραγμό Φ1 και μεγαλύτεροι στο φραγμό Φ3 σε σχέση με τους φραγμούς Φ1 και Φ2. Οι κερατολιθικοί κόκκοι της ενεργής κοίτης είναι μεγαλύτεροι από τους κόκκους των φραγμών Φ2 και Φ3. Οι εκρηξιγενείς κόκκοι έχουν το ίδιο μέσο μέγεθος στους φραγμούς, ενώ είναι μεγαλύτεροι στην κοίτη.

   Το κοκκομετρικό μέγεθος των ασβεστολιθικών κροκαλών μειώνεται ελαφρά σε σχέση με τον προηγούμενο σταθμό και η μείωση αυτή είναι στατιστικά σημαντική ($z=7,38>1,96=z_{κρ}$), σε αντίθεση με τους ψαμμιτικούς κόκκους, που εμφανίζουν πολύ μικρή αλλά επίσης στατιστικά σημαντική αύξηση ($z=-2,10>-1,96=z_{κρ}$) του κοκκομετρικού τους μεγέθους, σε σχέση με το σταθμό δειγματοληψίας Σ9. Οι μικρές διαφορές, που παρατηρούνται στο κοκκομετρικό μέγεθος των κερατολιθικών και των εκρηξιγενών κόκκων δεν είναι στατιστικά σημαντικές ($z=1,28<1,96=z_{κρ}$ και $z=0,14<1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα). Οι παρατηρούμενες μεταβολές οφείλονται στην εισροή νέου υλικού, κυρίως ψαμμιτικού από τους παραποτάμους Λευκιανό και Μπογδανόρεμα.
4. Το μεγαλύτερο βαθμό στρογγύλωσης στο δέκατο σταθμό δειγματοληψίας εμφανίζουν οι ψαμμιτικοί κόκκοι και ακολουθούν σε στρογγύλωση οι ασβεστολιθικοί, οι εκρηξιγενείς και οι κερατολιθικοί. Οι ασβεστολιθικοί κόκκοι δείχνουν τον ίδιο στατιστικά βαθμό στρογγύλωσης στην ενεργή κοίτη και στο φραγμό Φ1

και μικρότερο στους φραγμούς Φ2 και Φ3, στους οποίους η στρογγύλωση είναι επίσης ίδια. Οι ψαμμιτικοί κόκκοι εμφανίζουν ίδια στρογγύλωση στους φραγμούς Φ1, Φ2 και Φ3 και μεγαλύτερη στην ενεργή κοίτη. Η στρογγύλωση των κερατολιθικών κόκκων είναι ίδια για όλες τις επί μέρους συλλογές του σταθμού δειγματοληψίας.

Η στρογγύλωση των κόκκων όλων των λιθολογιών, είναι μεγαλύτερη από τη στρογγύλωση των αντίστοιχων λιθολογιών του προηγούμενου σταθμού. Από τις παρατηρούμενες όμως μεταβολές, μόνο η διαφορά της στρογγύλωσης των ασβεστολιθικών κροκαλών είναι στατιστικά σημαντική (χ^2=10,17> 9,49=$\chi^2_{κρ}$), ενώ οι διαφορές στρογγύλωσης, που εμφανίζουν οι ψαμμιτικές, οι κερατολιθικές και οι εκρηξιγενείς κροκάλες, δεν είναι στατιστικά σημαντικές (χ^2=4,67<9,49=$\chi^2_{κρ}$, χ^2=4,01<9,49=$\chi^2_{κρ}$ και χ^2=2,71 <9,49=$\chi^2_{κρ}$).

Η βελτίωση της στρογγύλωσης οφείλεται πιθανώς στην προσφορά ασβεστολιθικών κροκαλών αυξημένης στρογγύλωσης από τα προαναφερθέντα ρεύματα και από την τριβή λόγω μεταφοράς από το σταθμό Σ7 έως το σταθμό Σ10.

5. Οι ασβεστολιθικές και οι κερατολιθικές κροκάλες του σταθμού Σ10 εμφανίζουν ίδια σφαιρικότητα μεταξύ τους, η οποία είναι μεγαλύτερη από τη σφαιρικότητα των ψαμμιτικών και των εκρηξιγενών κροκαλών, οι οποίες μεταξύ τους έχουν επίσης όμοια στατιστικά τιμή σφαιρικότητας. Η μέση τιμή σφαιρικότητας των ασβεστολιθικών κροκαλών είναι στατιστικά ίδια στην ενεργή κοίτη και στους φραγμούς Φ2 και Φ3 και μικρότερη στο φραγμό Φ1. Οι ψαμμιτικές κροκάλες είναι περισσότερο σφαιρικές στην κοίτη και στο φραγμό Φ2 και λιγότερο στους φραγμούς Φ1 και Φ3. Οι κερατολιθικές κροκάλες εμφανίζουν την ίδια σφαιρικότητα σε όλες τις επί μέρους συλλογές του σταθμού. Η σφαιρικότητα των εκρηξιγενών κροκαλών της κοίτης και του φραγμού Φ1 είναι ίσες μεταξύ τους και μικρότερες από τη σφαιρικότητα των φραγμών Φ2 και Φ3.

   Η τιμή της σφαιρικότητας των ασβεστολιθικών κόκκων παραμένει σταθερή μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας Σ9 και Σ10. Οι τιμές σφαιρικότητας των υπολοίπων λιθολογικών τύπων μεταβάλλονται ελαφρώς, οι παρατηρούμενες διαφορές πάντως δεν είναι στατιστικά σημαντικές (z=0,69<1,96=$z_{κρ}$ για τους ψαμμιτικούς κόκκους, z=-1,38>-1,96=$z_{κρ}$ για τους κερατολιθικούς κόκκους και z=1,60<1,96=$z_{κρ}$ για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων).

6. Στο σύνολο των κροκαλών όλων των συλλογών του σταθμού, κυριαρχούν οι δισκοειδείς κροκάλες με ποσοστό 35,67%. Τα ποσοστά συμμετοχής των σφαιρικών και των ραβδόμορφων κροκαλών είναι 28,91% και 24,54% αντίστοιχα και το ποσοστό των πλατυσμένων κροκαλών είναι 10,88%. Οι αναλογίες των ποσοστών αυτών μεταξύ του σταθμού αυτού και του προηγούμενου σταθμού Σ9 δεν εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (χ^2=5,47<7,82=$\chi^2_{κρ}$).
7. Από τις αναλύσεις των δειγμάτων της ογκομετρικής δειγματοληψίας προκύπτει ότι, οι αριθμητικοί μέσοι των υλικών του σταθμού Σ10 είναι μικρότεροι από τους αριθμητικούς μέσους του σταθμού Σ9.

Σε κάθε φραγμό του σταθμού δειγματοληψίας Σ10, το επιφανειακό και το υποεπιφανειακό υλικό γίνεται λεπτότερο, προς την κατάντη πλευρά του κάθε φραγμού. Η απόθεση λεπτόκοκκου υλικού στην εξωτερική πλευρά του φραγμού Φ3 προς την κοίλη όχθη και του θύλακα του κατάντη τμήματός του (δείγματα Σ10/Φ3/f2,f3,f4), οφείλονται στην ύπαρξη εμποδίων (κορμοί δέντρων) πίσω από τις θέσεις δειγματοληψίας, που λειτουργούν ως εργαλεία παραγωγής αποθέσεων. Το λεπτόκοκκο υλικό κατάντη του φραγμού Φ1, αποτίθεται λόγω μείωσης της ταχύτητας του νερού στο σημείο αυτό, εξ αιτίας ρήχευσης του πυθμένα.

7.5.11. Ανάλυση ιζημάτων σταθμού δειγματοληψίας Σ11.

Ο ενδέκατος σταθμός δειγματοληψίας (Σ11) βρίσκεται ακριβώς πριν από τη συμβολή του κύριου ρεύματος του Βοιωτικού Κηφισού με τον σημαντικότερο παραπόταμό του το Μαυρονέρι, στην περιοχή Χιλιαδού της πεδιάδας της Χαιρώνειας (πίν. 7.1, εικ. 7.1 και σχ. 7.45). Έχει μήκος 100m και πλάτος κοίτης 23m. Πρόκειται για ευθύ τμήμα του ποτάμιου ρεύματος, μετά από διαμόρφωση της κοίτης για αντιπλημμυρικούς και εγγειοβελτιωτικούς λόγους, που πραγματοποιήθηκε το έτος 1992. Στο κάτω τμήμα του σταθμού υπάρχουν ογκόλιθοι, που προήλθαν από την κατασκευή της νέας γέφυρας του παραποτάμου.

Η επιφανειακή δειγματοληψία στην κοίτη του ρεύματος πραγματοποιήθηκε με ζιγκ-ζαγκ διαδρομή και συστηματική λήψη κόκκων (Bevenger and King,1995). Για την ογκομετρική δειγματοληψία, συλλέχτηκε υλικό από 15 υποσυλλογές μέσα από την ενεργή κοίτη (σχ. 7.45Α). Συνολικά συλλέχτηκαν 462 κόκκοι από την επιφάνεια και 78,39 kg υλικού ογκομετρικής δειγματοληψίας.

7.5.11.1. Αποτελέσματα ανάλυσης του λιθολογικού χαρακτήρα των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ11.

Στον πίνακα 7.72 φαίνεται ο αριθμός των κροκαλών, που συλλέχτηκε από την κοίτη του ενδέκατου σταθμού δειγματοληψίας καθώς και ο αριθμός των κροκαλών του κάθε λιθολογικού τύπου και τα επί τοις % αντίστοιχα ποσοστά.

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ11	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ		ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ	
	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Κοίτη	264	57,14	80	17,31	61	13,20	57	12,34	462	100,00

Πίνακας. 7.72: Λιθολογική κατανομή και εκατοστιαία συμμετοχή των κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας Σ11.

Στην κοίτη του σταθμού δειγματοληψίας Σ11 κυριαρχούν οι ασβεστολιθικοί κόκκοι με ποσοστό 57,14% και ακολουθούν οι ψαμμιτικοί (17,31%), οι κερατολιθικοί (13,20%) και οι κόκκοι των εκρηξιγενών πετρωμάτων με ποσοστό συμμετοχής 12,34%. Η στατιστική επεξεργασία έδειξε ότι, οι διαφορές μεταξύ των ποσοστών των ψαμμιτικών, των κερατολιθικών και των εκρηξιγενών κόκκων δεν είναι σημαντικές ($\chi^2=4,57<5,99=\chi^2_{κρ}$).

7.5.11.2. Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ11.

Στον πίνακα 7.73 δίνονται οι τιμές του αριθμητικού μέσου των κροκαλών και των τεσσάρων λιθολογικών τύπων των συλλογών του σταθμού δειγματοληψίας Σ11.

Ο αριθμητικός μέσος του συνόλου των κόκκων του ενδέκατου σταθμού δειγματοληψίας είναι 17,63mm που αντιστοιχεί στο επίπεδο των χοντρών χαλικιών. Ο αριθμητικός μέσος των ασβεστολιθικών κροκαλών είναι 18,40mm και φαίνεται να είναι λίγο μεγαλύτερος από τους αριθμητικούς μέσους των κερατολιθικών κόκκων (17,44mm), των ψαμμιτικών κόκκων (16,86mm) και των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων (15,35mm).

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ11	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ (mm)	Μ.Ο. ΣΤΑΘΜΟΥ (mm)
Κοίτη	18,40	16,86	17,44	15,35	17,63

Πίνακας 7.73: Τιμές αριθμητικού μέσου (σε mm) για όλους τους λιθολογικούς τύπους του σταθμού δειγματοληψίας Σ11

Ο στατιστικός έλεγχος έδειξε ότι η διαφορά, που εμφανίζεται μεταξύ των αριθμητικών μέσων των ασβεστολιθικών και των εκρηξιγενών κροκαλών είναι στατιστικά σημαντική ($z=3,03>1,96=z_{κρ}$), ενώ οι διαφορές μεταξύ των αριθμητικών μέσων των υπολοίπων συνδυασμών λιθολογιών δεν είναι σημαντικές ($z=1,95<1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και ψαμμιτικών κροκαλών, $z=0,93<1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και κερατολιθικών κροκαλών, $z=-0,50>-1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ψαμμιτικών και κερατολιθικών κροκαλών, $z=1,35<1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ψαμμιτικών και εκρηξιγενών κροκαλών και $z=1,61<1,96=z_{κρ}$ μεταξύ κερατολιθικών και εκρηξιγενών κροκαλών).

Στο σχήμα 7.45Β απεικονίζεται η κατανομή του αριθμητικού μέσου των κόκκων της επιφανειακής δειγματοληψίας του σταθμού Σ11.

7.5.11.3. Αποτελέσματα ανάλυσης της στρογγύλωσης των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ11.

Στον πίνακα 7.74 αναγράφονται οι τιμές του βαθμού στρογγύλωσης των κροκαλών όλων των λιθολογικών τύπων του ενδέκατου σταθμού δειγματοληψίας, σύμφωνα με τον οπτικό χάρτη του Krumbein (1941).

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ11	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ ΜΟΝΑΔΑΣ
Κοίτη	0,59	0,65	0,34	0,51	0,56

Πίνακας 7.74: Τιμές στρογγύλωσης των κόκκων όλων των λιθολογικών τύπων του σταθμού δειγματοληψίας Σ11.

Όπως φαίνεται από τις τιμές στρογγύλωσης, που προσδιορίστηκαν, το σύνολο των κόκκων του ενδέκατου σταθμού δειγματοληψίας έχει στρογγύλωση 0,56 (υποστρόγγυλοι). Οι ασβεστολιθικοί κόκκοι εμφανίζουν τιμή στρογγύλωσης 0,59 (υποστρόγγυλοι), οι ψαμμιτικοί 0,65 (στρόγγυλοι), οι κερατολιθικοί 0,34 (υπογωνιώδεις) και οι κόκκοι των εκρηξιγενών 0,51 (υποστρόγγυλοι). Όλες οι διαφορές, που εμφανίζονται μεταξύ των βαθμών στρογγύλωσης και των τεσσάρων λιθολογικών τύπων είναι στατιστικά σημαντικές ($\chi^2=24,29>9,49=\chi^2_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και ψαμμιτικών κόκκων, $\chi^2=89,23>9,49=\chi^2_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και κερατολιθικών κόκκων, $\chi^2=12,81>9,49=\chi^2_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και εκρηξιγενών κόκκων, $\chi^2=54,50>9,49=\chi^2_{κρ}$ μεταξύ ψαμμιτικών και κερατολιθικών κόκκων, $\chi^2=13,50>9,49=\chi^2_{κρ}$ μεταξύ ψαμμιτικών και εκρηξιγενών κόκκων και $\chi^2=24,12>9,49=\chi^2_{κρ}$ μεταξύ κερατολιθικών και εκρηξιγενών κόκκων.

7.5.11.4. Αποτελέσματα ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ11.

Οι διάφοροι λιθολογικοί τύποι του σταθμού Σ11 εμφανίζουν σφαιρικότητα μεταξύ των τιμών 0,64 και 0,71. Οι ασβεστολιθικές κροκάλες έχουν μέση τιμή 0,69, οι ψαμμιτικές 0,64, οι κερατολιθικές 0,71 και οι εκρηξιγενείς κροκάλες 0,72. Ο μέσος όρος της σφαιρικότητας του συνόλου των κροκαλών είναι 0,69 (πιν. 7.75).

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ11	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ
Κοίτη	0,69	0,64	0,71	0,72	0,69

Πίνακας 7.75: Σφαιρικότητα των κόκκων κάθε λιθολογίας καθώς και του συνόλου των κροκαλών του σταθμού Σ11.

Ο στατιστικός έλεγχος έδειξε ότι οι διαφορές, που εμφανίζονται μεταξύ των τιμών σφαιρικότητας των ασβεστολιθικών και των ψαμμιτικών κροκαλών ($z=3,46>1,96=z_{κρ}$), μεταξύ ψαμμιτικών και κερατολιθικών κροκαλών ($z=-3,39<-1,96=z_{κρ}$) και μεταξύ ψαμμιτικών και εκρηξιγενών κροκαλών ($z=-3,96<-1,96=z_{κρ}$) είναι στατιστικά σημαντικές, ενώ οι διαφορές μεταξύ των τιμών σφαιρικότητας των υπολοίπων συνδυασμών λιθολογιών δεν είναι σημαντικές ($z=-1,14>-1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και κερατολιθικών κροκαλών, $z=-1,94>-1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και εκρηξιγενών κροκαλών και $z=-0,45>-1,96=z_{κρ}$ μεταξύ κερατολιθικών και εκρηξιγενών κροκαλών). Η σφαιρικότητα επομένως των ψαμμιτικών κροκαλών είναι μικρότερη από τη σφαιρικότητα των υπόλοιπων λιθολογιών, οι οποίες εμφανίζουν μεταξύ τους την ίδια στατιστικά τιμή σφαιρικότητας.

7.5.11.5. Αποτελέσματα ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ11.

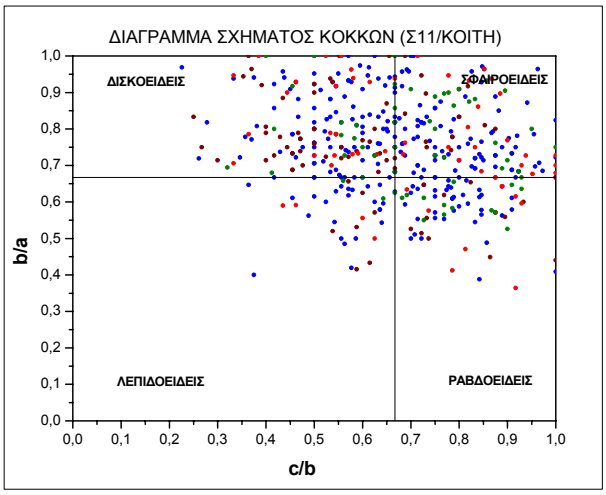
Στον πίνακα 7.76 φαίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ11 για όλους τους λιθολογικούς τύπους, σύμφωνα με το ταξινομικό σχήμα κατά Zingg (1935). Στην ενεργή κοίτη του ενδέκατου σταθμού δειγματοληψίας κυριαρχούν οι κόκκοι δισκοειδούς σχήματος για τις ασβεστολιθικές κροκάλες, με ποσοστό 38,26% και ακολουθούν οι σφαιροειδείς οι ραβδόμορφες και οι πλατυσμένες με αντίστοιχα επί τοις % ποσοστά 32,58%, 17,05% και 12,12%. Οι ψαμμιτικοί κόκκοι αποτελούνται σε ποσοστό 58,75% από δισκοειδείς κροκάλες και σε ποσοστά 17,50%, 15,00% και 8,75% από σφαιροειδείς, ραβδόμορφες και πλατυσμένες κροκάλες αντίστοιχα. Οι κερατολιθικές κροκάλες περιλαμβάνουν 37,70% δίσκους, 34,43% σφαίρες, ενώ το ποσοστό των ράβδων είναι 21,31%. Το ποσοστό των πλατυσμένων κερατολιθικών κροκαλών είναι 6,56%. Στις κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων, κυριαρχούν οι κροκάλες σχήματος σφαίρας με ποσοστό 35,09% και ακολουθούν σε ποσοστά συμμετοχής οι δίσκοι (33,33%), οι ράβδοι (24,56%) και οι πλατυσμένες κροκάλες (7,02%).

ΣΥΛΛΟΓΗ	ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ		ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ	
		ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Κοίτη	Δίσκοι	101	38,26	47	58,75	23	37,70	19	33,33	190	41,13
	Σφαίρες	86	32,58	14	17,50	21	34,43	20	35,09	141	30,52
	Ράβδοι	45	17,05	12	15,00	13	21,31	14	24,56	84	18,18
	Πλατυσ.	32	12,12	7	8,75	4	6,56	4	7,02	47	10,17
	Σύνολο	264	100,00	80	100,00	61	100,00	57	100,00	462	100,00

Πίνακας 7.76: Το σχήμα των κόκκων για κάθε λιθολογία της κοίτης του ενδέκατου σταθμού δειγματοληψίας.

Το σύνολο του ενδέκατου σταθμού δειγματοληψίας περιλαμβάνει 41,13% δίσκους, 30,52% σφαίρες, 18,18% ράβδους και 10,17% πλατυσμένες κροκάλες.

Το σύνολο των κόκκων της κοίτης του ενδέκατου σταθμού δειγματοληψίας απεικονίζεται σε ταξινομικό διάγραμμα κατά Zingg (1935) στο σχήμα 7.42.



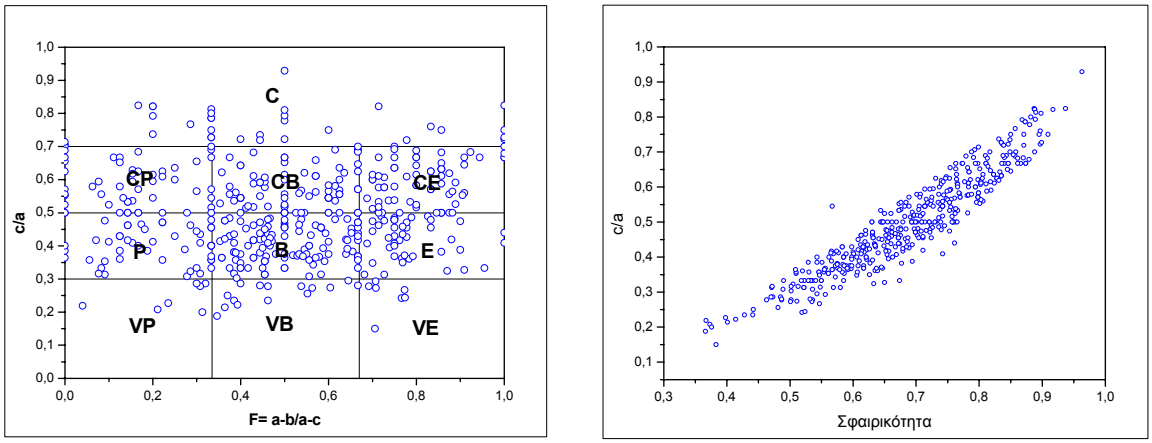
Σχήμα 7.42: Απεικόνιση των λόγων b/a και c/a των αξόνων των κροκαλών της κοίτης του σταθμού δειγματοληψίας Σ11 στο διάγραμμα Zingg (1935). Οι ασβεστολιθικές κροκάλες παριστάνονται με γαλάζιο χρώμα, οι ψαμμιτικές με καφέ, οι κερατολιθικές με κόκκινο και οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων με πράσινο.

Στον πίνακα 7.77 φαίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ11, σύμφωνα με το ταξινομικό σχήμα κατά Sneed & Folk (1958) και στο σχήμα 7.43 απεικονίζεται το σύνολο των κόκκων σε διαγράμματα c/a-F και c/a-σφαιρικότητα επίσης των Sneed & Folk (1958).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής, για όλους τους λιθολογικούς τύπους και στο σύνολο των συλλογών του ενδέκατου σταθμού δειγματοληψίας, το μεγαλύτερο επί τοις % ποσοστό συμμετοχής (26,62%) κατέχουν οι “B” κροκάλες και ακολουθούν οι “CB” κροκάλες με ποσοστό 14,50%, οι “CE” κροκάλες με 12,77 %, οι “P” κροκάλες με 12,55%, οι “E” κροκάλες με 11,26%, οι “CP” κροκάλες με 9,09%, οι “C” κροκάλες με 6,93%, οι “VB” κροκάλες με 3,25% και οι “VP” και “VE” κροκάλες με ποσοστό συμμετοχής 1,52%.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΚΟΚΚΩΝ ΣΤΑΘΜΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ Σ11		
	Σ11/ΚΟΙΤΗ	
ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**
C	32	6,93
CP	42	9,09
CB	67	14,50
CE	59	12,77
P	58	12,55
B	123	26,62
E	52	11,26
VP	7	1,52
VB	15	3,25
VE	7	1,52
ΣΥΝΟΛΟ	462	100,00

Πίνακας 7.77: Διάκριση των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ11 ανάλογα με το σχήμα τους και σύμφωνα με την ταξινόμηση κατά Sneed & Folk (1958).



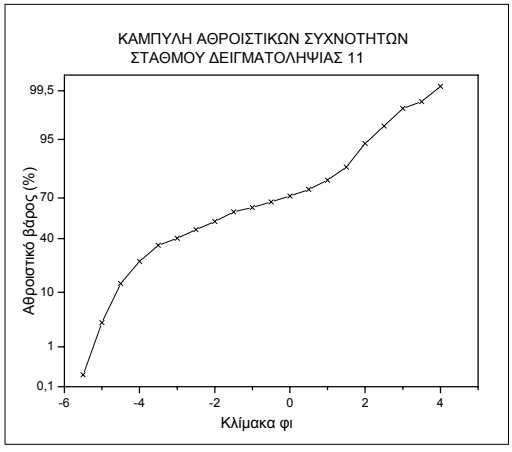
Σχήμα 7.43: Αριστερά: Απεικόνιση των λόγων c/a, F=a-b/a-c των κόκκων της κοίτης του σταθμού δειγματοληψίας Σ11 σε διάγραμμα κατά Sneed & Folk (1958). Δεξιά: Απεικόνιση του λόγου c/a σε σχέση με τη σφαιρικότητα των κόκκων.

7.5.11.6. Αποτελέσματα ανάλυσης της ογκομετρικής δειγματοληψίας του σταθμού Σ11.

Στον ενδέκατο σταθμό δειγματοληψίας πραγματοποιήθηκε συλλογή υλικού ογκομετρικής δειγματοληψίας στην κοίτη από 15 συνολικά υποσυλλογές (σχ 7.45Α). Το συνολικό βάρος του προς ανάλυση δείγματος είναι 78.392,74gr. Η κοκκομετρική ανάλυση του δείγματος, έδωσε τα αποτελέσματα που φαίνονται στον πίνακα 7.78. Στο σχήμα 7.44, φαίνεται η κοκκομετρική καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος του υλικού συλλογής του σταθμού.

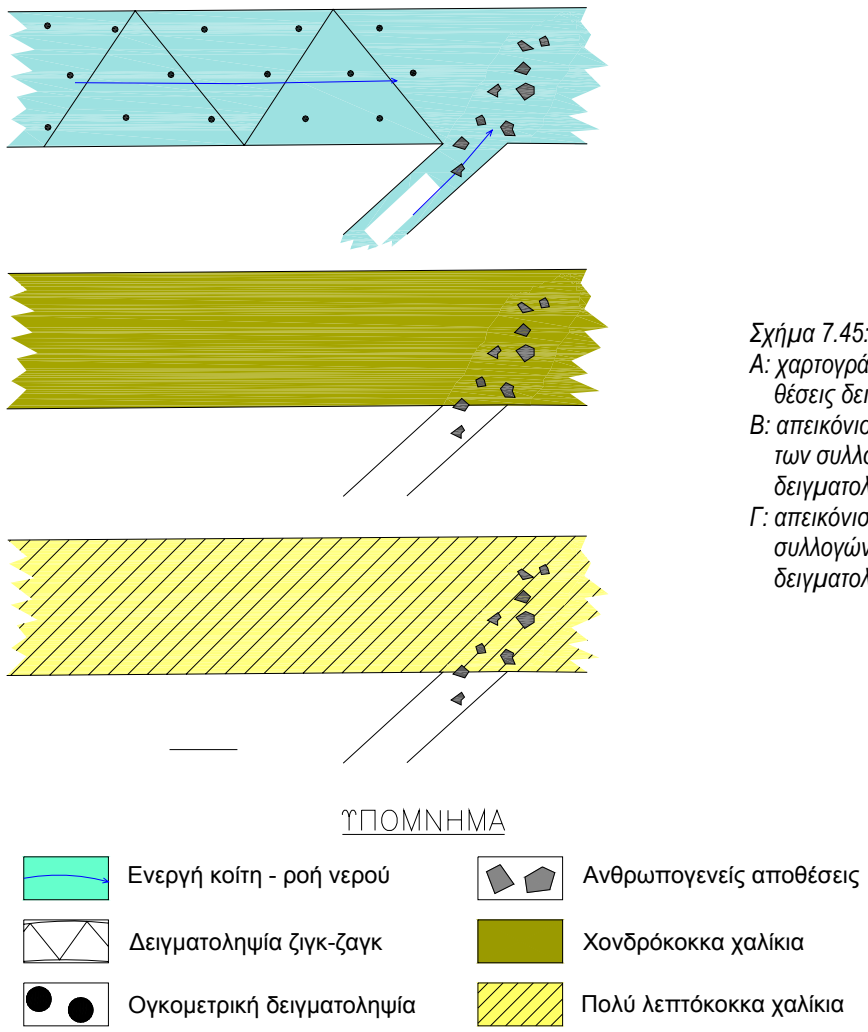
ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (gr)	ΔΙΑΜΕΣΟΣ (Md)	ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ (Mz)	ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (σi)	ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑ (SKi)	ΚΥΡΤΩΣΗ (K_G)
Σ11/Κοίτη	78.392,74	-2,21	-1,78	2,46	0,24	0,65

Πίνακας 7.78: Τα βάρη και οι στατιστικές παράμετροι του δείγματος της ογκομετρικής συλλογής του σταθμού δειγματοληψίας Σ11.



Σχήμα 7.44: Κοκκομετρική καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος ογκομετρικής δειγματοληψίας της συλλογής του σταθμού Σ11.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 7.61, ο αριθμητικός μέσος του υλικού της κοίτης είναι -1,78φι, που αντιστοιχεί σε πολύ λεπτόκοκκο χαλίκι, που είναι πολύ φτωχά ταξινομημένο. Η κοκκομετρική καμπύλη του δείγματος είναι πολύ πλατύκυρτη και παρουσιάζει θετική ασυμμετρία. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης της υποεπιφανειακής δειγματοληψίας απεικονίζονται στο σχ. 7.45Γ.



Σχήμα 7.45: Σταθμός δειγματοληψίας Σ11.
Α: χαρτογράφηση του σταθμού με τις θέσεις δειγματοληψίας.
Β: απεικόνιση του αριθμητικού μέσου των συλλογών της επιφανειακής δειγματοληψίας.
Γ: απεικόνιση του αριθμητικού μέσου των συλλογών της ογκομετρικής δειγματοληψίας.

7.5.11.7. Συμπεράσματα από την ανάλυση των επιφανειακών και υποεπιφανειακών ιζημάτων μεταφοράς του σταθμού δειγματοληψίας Σ11.

1. Ο ενδέκατος σταθμός δειγματοληψίας είναι ένα ευθύ διαμορφωμένο τμήμα του ποτάμιου ρεύματος. Μέσα στην κοίτη και συγκεκριμένα στο κατάντη τμήμα του σταθμού υπάρχει μεγάλος αριθμός ογκολίθων ανθρωπογενούς προέλευσης.
2. Το μεγαλύτερο ποσοστό συμμετοχής στο σταθμό δειγματοληψίας Σ11 κατέχουν οι ασβεστολιθικές κροκάλες. Οι ψαμμιτικές, οι κερατολιθικές και οι εκρηξιγενείς κροκάλες συμμετέχουν με μικρότερα ποσοστά, τα οποία δε διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά.

   Το ποσοστό συμμετοχής των ασβεστολιθικών κόκκων εμφανίζεται κατά πολύ και στατιστικά σημαντικά μειωμένο σε σχέση με το ποσοστό του προηγούμενου σταθμού ($z=6,09>1,64=z_{κρ}$), ενώ τα ποσοστά συμμετοχής των κόκκων των υπόλοιπων λιθολογιών αυξάνονται και οι αυξήσεις αυτές είναι επίσης στατιστικά σημαντικές ($z=3,48>1,64=z_{κρ}$ για τους ψαμμιτικούς κόκκους, $z=2,30>1,64=z_{κρ}$ για τους κερατολιθικούς κόκκους και $z=2,09>1,64=z_{κρ}$ για τους εκρηξιγενείς κόκκους) σε σχέση με τον προηγούμενο σταθμό.

3. Το κοκκομετρικό μέγεθος των επιφανειακών κόκκων διαφέρει ελάχιστα από το μέγεθος του προηγούμενου σταθμού, οι διαφορές όμως δεν είναι στατιστικά σημαντικές ($z=0,12<1,96=z_{κρ}$ για τους ασβεστολιθικούς κόκκους, $z=1,02<1,96=z_{κρ}$ για τους ψαμμιτικούς, $z=-0,08>-1,96=z_{κρ}$ για τους κερατολιθικούς και $z=0,12<1,96=z_{κρ}$ για τους εκρηξιγενείς). Ο αριθμητικός μέσος των υποεπιφανειακών υλικών είναι ελάχιστα μικρότερος από το κοκομετρικό μέγεθος των υποεπιφανειακών υλικών της κοίτης του σταθμού Σ10.
4. Οι ψαμμιτικοί κόκκοι του ενδέκατου σταθμού δειγματοληψίας εμφανίζουν την καλύτερη στρογγύλωση και ακολουθούν κατά σειρά βαθμού στρογγύλωσης οι ασβεστολιθικοί, οι εκρηξιγενείς και οι κερατολιθικοί.

   Οι βαθμοί στρογγύλωσης των ασβεστολιθικών και των ψαμμιτικών κόκκων του σταθμού Σ11 είναι μικρότεροι από τους αντίστοιχους βαθμούς στρογγύλωσης του σταθμού Σ10 με στατιστικά σημαντικές διαφορές ($\chi^2=11,32>9,49=\chi^2_{κρ}$, για τους ασβεστόλιθους και $\chi^2=10,50>9,49=\chi^2_{κρ}$ για τους ψαμμίτες), ενώ οι κερατολιθικοί και οι εκρηξιγενείς κόκκοι εμφανίζουν πολύ μικρές, μη σημαντικές μεταβολές ($\chi^2=4,99<9,49=\chi^2_{κρ}$ για τους κερατολίθους και $\chi^2=2,71<9,49=\chi^2_{κρ}$ για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων).
5. Η σφαιρικότητα των κερατολιθικών κόκκων παραμένει εντελώς αμετάβλητη μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας Σ10 και Σ11. Οι μικρές διαφορές, που εμφανίζονται μεταξύ των τιμών σφαιρικότητας των υπολοίπων λιθολογικών τύπων είναι στατιστικά ασήμαντες ($z=0,16<1,96=z_{κρ}$ για τους ασβεστόλιθους, $z=1,19<1,96=z_{κρ}$ για τους ψαμμίτες και $z=-0,97>-1,96=z_{κρ}$ για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων).

   Οι τιμές σφαιρικότητας των ασβεστολιθικών, των κερατολιθικών και των εκρηξιγενών κόκκων του σταθμού Σ11 είναι στατιστικά ίσες και μεγαλύτερες από τη σφαιρικότητα των ψαμμιτικών κροκαλών.
6. Από τα σχήματα των κροκαλών, στο σύνολο των κόκκων του σταθμού κυριαρχούν οι δισκοειδείς κροκάλες με ποσοστό συμμετοχής 41,13% και ακολουθούν σε συχνότητα οι σφαιρικές με ποσοστό 30,52%, οι ραβδόμορφες με ποσοστό 18,18% και οι πλατυσμένες κροκάλες με ποσοστό 10,17%. Οι αναλογίες των ποσοστών αυτών μεταξύ του σταθμού αυτού και του προηγούμενου σταθμού Σ10 εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($\chi^2=9,62>7,82=\chi^2_{κρ}$).

Η σημαντική μείωση της παρουσίας των ασβεστολιθικών κόκκων, η μείωση της στρογγύλωσης των ασβεστολιθικών και ψαμμιτικών κόκκων και η διαφορά στις αναλογίες των σχημάτων σε σχέση με το σταθμό δειγματοληψίας Σ10 οφείλεται στη συστηματική ανθρώπινη παρέμβαση στο σταθμό Σ11, με στόχο τη διατήρηση της διευθετημένης αύλακας (απόληψη, αναμόχλευση και μόλυνση από το υποκείμενο υλικό της κοίτης).

7.5.12. Ανάλυση ιζημάτων σταθμού δειγματοληψίας Σ12.

Ο δωδέκατος σταθμός δειγματοληψίας (Σ12) βρίσκεται στην περιοχή Καράμουσα, νότια του δυτικού τμήματος του Ακοντίου όρους (πίν. 7.1, εικ. 7.1 και σχ. 7.49). Έχει μήκος 140m ενώ το πλάτος του είναι περίπου 17m. Αποτελείται από ένα ευθύ τμήμα του διαμορφωμένου από το έτος 1992 ποτάμιου ρεύματος. Περιλαμβάνει μια ακολουθία βάθυνσης-ρήχευσης (pool-riffle) με έναν ακραίο φραγμό (Φ1) και δυο νερόλακκους στο ανάντη και στο κατάντη τμήμα του σταθμού.

Στην αριστερή όχθη του ανάντη τμήματος του σταθμού, έχουν τοποθετηθεί συρματοκιβώτια προστασίας του πρανούς της όχθης (εικ. 7.16).

Η επιφανειακή δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε μόνο στην κοίτη του ρεύματος με ζιγκ-ζαγκ διαδρομή και συστηματική λήψη κόκκων (Bevenger & King,1995). Για την ογκομετρική δειγματοληψία, συλλέχτηκε υλικό από πολλές υποσυλλογές στην ενεργή κοίτη και από το λεπτόκοκκο υλικό του πλευρικού φραγμού (σχ. 7.49Α). Συνολικά συλλέχτηκαν 423 κόκκοι από την επιφάνεια και 48,12kg υλικού ογκομετρικής δειγματοληψίας.

Στο σταθμό δειγματοληψίας Σ12 εκτός από τα υλικά του κύριου ρεύματος μεταφέρονται και υλικά, που εισρέουν (γεωλογικός χάρτης Ι.Γ.Μ.Ε, φύλλο: Ελάτεια) από το ρεύμα του Μαυρονερίου. Το Μαυρονέρι είναι καρστική πηγή στην περιοχή των Παραποταμίων, η οποία δημιουργώντας μικρής διαδρομής ρεύμα, που διέρχεται μέσα από τις ολοκαινικές αποθέσεις του πεδίου της Δαύλειας, εκβάλλει στην κύρια αύλακα του Κηφισού ποταμού στην περιοχή Χιλιαδού Χαιρώνειας, αμέσως μετά από το σταθμό δειγματοληψίας Σ11.



Εικόνα 7.16: Άποψη του ανάντη τμήματος του σταθμού δειγματοληψίας Σ12. Αριστερά βρίσκεται ο πλευρικός φραγμός, που καλύπτεται με βλαστηση και δεξιά διακρίνεται ο νερόλακκος και τα συρματοκιβώτια προστασίας της όχθης.

7.5.12.1. Αποτελέσματα ανάλυσης του λιθολογικού χαρακτήρα των χαλίκων του σταθμού Σ12.

Στον πίνακα 7.79 φαίνεται ο αριθμός των κροκαλών, που συλλέχτηκε από την ενεργή κοίτη του δωδέκατου σταθμού δειγματοληψίας καθώς και ο αριθμός των κροκαλών του κάθε λιθολογικού τύπου και τα επί τοις % αντίστοιχα ποσοστά.

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ12	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ		ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ	
	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Κοίτη	278	65,72	61	14,42	43	10,17	41	9,69	423	100,00

Πίνακας 7.79: Λιθολογική κατανομή και εκατοστιαία συμμετοχή των κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας Σ12

Στην κοίτη του σταθμού δειγματοληψίας Σ12 επικρατούν οι ασβεστολιθικοί κόκκοι με ποσοστό 65,72%. Ακολουθούν οι ψαμμιτικοί (14,42%), οι κερατολιθικοί (10,17%) και οι εκρηξιγενείς (9,69%) κόκκοι, η συχνότητα εμφάνισης των οποίων δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους ($\chi^2=5,01<5,99=\chi^2_{κρ}$).

7.5.12.2. Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ12.

Στον πίνακα 7.80 δίνονται οι τιμές του αριθμητικού μέσου των κροκαλών και των τεσσάρων λιθολογικών τύπων της συλλογής της κοίτης του σταθμού δειγματοληψίας Σ12.

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ12	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ (mm)	Μ.Ο. ΣΤΑΘΜΟΥ (mm)
Κοίτη	14,95	16,01	16,16	14,00	15,13

Πίνακας 7.80: Τιμές αριθμητικού μέσου (σε mm) για όλους τους λιθολογικούς τύπους του σταθμού δειγματοληψίας Σ12.

Ο αριθμητικός μέσος όλων των κόκκων του δωδέκατου σταθμού δειγματοληψίας είναι 15,13mm, που αντιστοιχεί στο επίπεδο του μεσοχονδρόκοκκου χαλικιού.

Ο αριθμητικός μέσος των ασβεστολιθικών κροκαλών της κοίτης είναι 14,95mm. Οι αριθμητικοί μέσοι των υπόλοιπων λιθολογικών τύπων είναι 16,01mm για τις ψαμμιτικές κροκάλες, 16,16mm για τις κερατολιθικές κροκάλες και 14,00mm για τις κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων.

Από τις εμφανιζόμενες διαφορές μεταξύ των αριθμητικών μέσων των παραπάνω λιθολογικών τύπων, μόνο οι διαφορές μεταξύ των ψαμμιτικών και εκρηξιγενών ($z=2,20>1,96=z_{κρ}$) και μεταξύ των κερατολιθικών και εκρηξιγενών κροκαλών ($z=2,17>1,96=z_{κρ}$) είναι στατιστικά σημαντικές. Οι διαφορές, που εμφανίζονται μεταξύ των υπολοίπων ζευγών ($z=-1,40>-1,96=z_{κρ}$ για τους ασβεστολιθικούς και τους ψαμμιτικούς κόκκους, $z=-1,42>-1,96=z_{κρ}$ για τους ασβεστολιθικούς και τους κερατολιθικούς κόκκους, $z=1,45<1,96=z_{κρ}$ για τους ασβεστολιθικούς και τους εκρηξιγενείς κόκκους και $z=-0,14>-1,96=z_{κρ}$ για τους ψαμμιτικούς και τους κερατολιθικούς κόκκους) δεν είναι σημαντικές.

Στο χάρτη του σχήματος 7.49Β απεικονίζεται η κατανομή του αριθμητικού μέσου των κόκκων της επιφανειακής δειγματοληψίας του σταθμού Σ12.

7.5.12.3. Αποτελέσματα ανάλυσης της στρογγύλωσης των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ12.

Στον πίνακα 7.81 αναγράφονται οι τιμές του βαθμού στρογγύλωσης των κροκαλών όλων των λιθολογικών τύπων της κοίτης του δωδέκατου σταθμού δειγματοληψίας σύμφωνα με τον οπτικό χάρτη του Krumbein (1941).

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ12	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ ΜΟΝΑΔΑΣ
Κοίτη	0,61	0,71	0,35	0,55	0,59

Πίνακας 7.81: Τιμές στρογγύλωσης των κόκκων όλων των λιθολογικών τύπων του σταθμού δειγματοληψίας Σ12.

Όπως φαίνεται από τις τιμές στρογγύλωσης, που προσδιορίστηκαν, το σύνολο των κόκκων του δωδέκατου σταθμού δειγματοληψίας έχει στρογγύλωση 0,59 και μπορούν να χαρακτηριστούν σαν υποστρόγγυλοι.

Οι ασβεστολιθικοί κόκκοι εμφανίζουν στο σύνολό τους τιμή στρογγύλωσης 0,61 (υποστρόγγυλοι), οι ψαμμιτικοί 0,71 (στρόγγυλοι), οι κερατολιθικοί 0,35 (υπογωνιώδεις) και οι κόκκοι των εκρηξιγενών 0,55 (υποστρόγγυλοι).

Οι διαφορές, μεταξύ των βαθμών στρογγύλωσης των τεσσάρων λιθολογικών τύπων είναι στατιστικά σημαντικές ($\chi^2=19,49>9,49=\chi^2_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και ψαμμιτικών κόκκων, $\chi^2=62,13>9,49=\chi^2_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και κερατολιθικών κόκκων, $\chi^2=11,56>9,49=\chi^2_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και εκρηξιγενών κόκκων,

χ^2=84,52>9,49=$\chi^2_{κρ}$ μεταξύ ψαμμιτικών και κερατολιθικών κόκκων, χ^2=33,23>9,49=$\chi^2_{κρ}$ μεταξύ ψαμμιτικών και εκρηξιγενών κόκκων και χ^2=19,19>9,49=$\chi^2_{κρ}$ μεταξύ κερατολιθικών και εκρηξιγενών κόκκων.

7.5.12.4. Αποτελέσματα ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ12.

Η σφαιρικότητα των κόκκων της κοίτης του δωδέκατου σταθμού δειγματοληψίας είναι 0,69. Οι ασβεστολιθικές και οι κερατολιθικές κροκάλες έχουν μέση τιμή σφαιρικότητας 0,70, οι ψαμμιτικές 0,67 και οι κροκάλες των εκρηξιγενών 0,69 (πιν. 7.82).

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ12	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ
Κοίτη	0,70	0,67	0,70	0,69	0,69

Πίνακας 7.82: Σφαιρικότητα των κόκκων για κάθε λιθολογικό τύπο του υ σταθμού δειγματοληψίας Σ12.

Ο στατιστικός έλεγχος έδειξε ότι, οι διαφορές που εμφανίζονται μεταξύ των τιμών σφαιρικότητας όλων των λιθολογικών τύπων, δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Οι τιμές z, που υπολογίστηκαν είναι: z=1,90<1,96=$z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και ψαμμιτικών κόκκων, z=0,55<1,96= $z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και εκρηξιγενών κόκκων, z=-1,32>-1,96=$z_{κρ}$ μεταξύ ψαμμιτικών και κερατολιθικών κόκκων, z=-0,81>-1,96=$z_{κρ}$ μεταξύ ψαμμιτικών και εκρηξιγενών κόκκων και z=0,40<1,96= $z_{κρ}$ μεταξύ κερατολιθικών και εκρηξιγενών κόκκων.

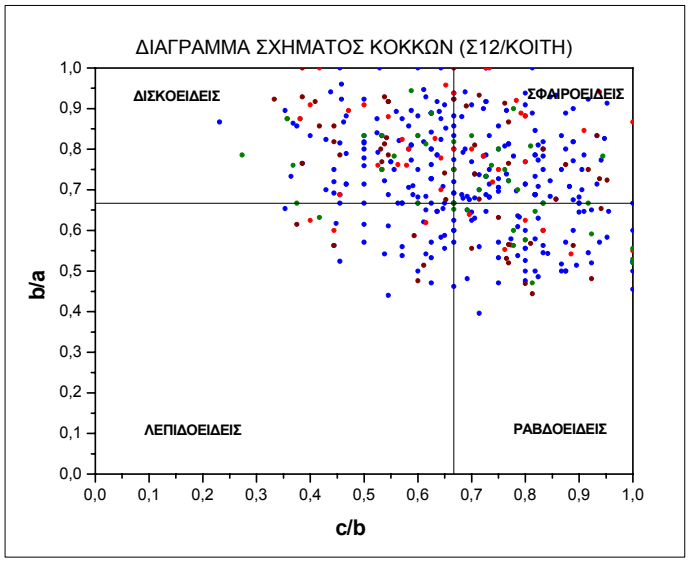
7.5.12.5. Αποτελέσματα ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ12.

Στον πίνακα 7.83 φαίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ12 ανά λιθολογία, βάσει της ταξινομικής διάκρισης κατά Zingg (1935). Στις ασβεστολιθικές κροκάλες της κοίτης του σταθμού δειγματοληψίας Σ12 κυριαρχούν οι κόκκοι δισκοειδούς σχήματος με ποσοστό συμμετοχής 34,89% και ακολουθούν οι σφαιροειδείς οι ραβδόμορφες και οι πλατυσμένες κροκάλες με αντίστοιχα επί τοις % ποσοστά 32,37%, 19,06% και 13,67%. Οι ψαμμιτικοί κόκκοι αποτελούνται σε ποσοστό 39,34% από δισκοειδείς κροκάλες και σε ποσοστά 26,23%, 22,95% και 11,49% από κροκάλες σφαιροειδείς, ραβδόμορφες και πλατυσμένες αντίστοιχα. Οι κερατολιθικές κροκάλες περιλαμβάνουν μεγάλο ποσοστό δίσκων (48,84%) και σφαιρών (30,23%), ενώ το ποσοστό των ράβδων είναι 13,95% και των πλατυσμένων κόκκων 6,98%. Στις εκρηξιγενείς κροκάλες κυριαρχούν οι δίσκοι με ποσοστό συμμετοχής 31,71% και ακολουθούν σε συχνότητα οι ράβδοι με ποσοστό 29,27%, οι σφαίρες με 26,83% και οι πλατυσμένες κροκάλες με ποσοστό 12,20%. Στο σύνολο των κόκκων της κοίτης, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 36,84%, οι σφαιροειδείς με 30,73%, οι ραβδόμορφες με 20,09% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 12,53%.

ΣΥΛΛΟΓΗ	ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ		ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ	
		ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Κοίτη	Δίσκοι	97	34,89	24	39,34	21	48,84	13	31,71	155	36,64
	Σφαίρες	90	32,37	16	26,23	13	30,23	11	26,83	130	30,73
	Ράβδοι	53	19,06	14	22,95	6	13,95	12	29,27	85	20,09
	Πλατυσ.	38	13,67	7	11,49	3	6,98	5	12,20	53	12,53
	Σύνολο	278	100,00	61	100,00	43	100,00	41	100,00	423	100,00

Πίνακας 7.83: Το σχήμα των κόκκων για κάθε λιθολογικό τύπο της κοίτης του δωδέκατου σταθμού δειγματοληψίας.

Το σύνολο των κόκκων της κοίτης για όλους τους λιθολογικούς τύπους του δωδέκατου σταθμού δειγματοληψίας απεικονίζεται σε ταξινομικό διάγραμμα κατά Zingg (1935) στο σχήμα 7.46.



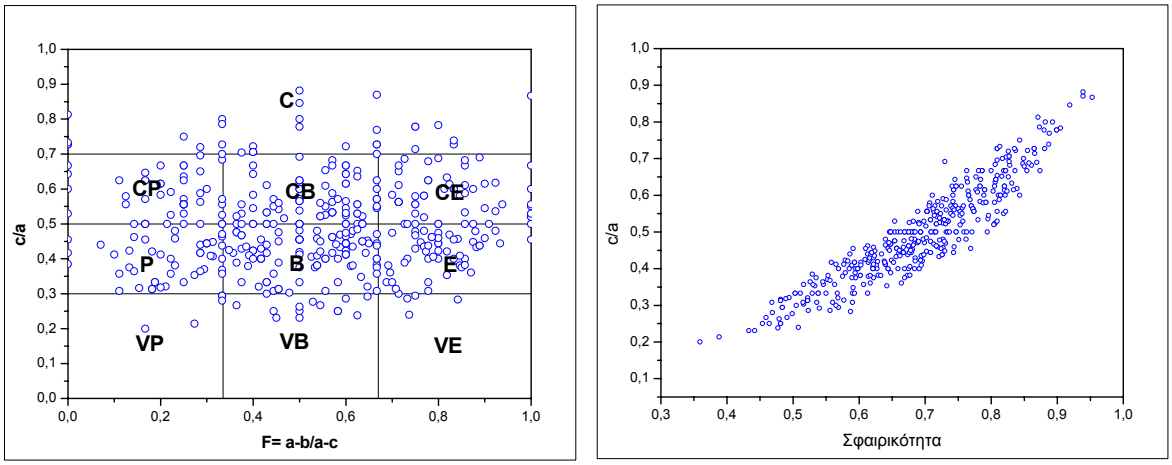
Σχήμα 7.46: Απεικόνιση των λόγων b/a και c/a των αξόνων των κροκαλών της κοίτης του σταθμού δειγματοληψίας Σ12 στο διάγραμμα Zingg (1935). Οι ασβεστολιθικές κροκάλες παριστάνονται με γαλάζιο χρώμα, οι ψαμμιτικές με καφέ, οι κερατολιθικές με κόκκινο και οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων με πράσινο.

Στον πίνακα 7.84 φαίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ12, σύμφωνα με το ταξινομικό σχήμα που πρότειναν οι Sneed & Folk (1958) και στο σχήμα 7.47 απεικονίζεται το σύνολο των κόκκων σε διαγράμματα c/a-F και c/a-σφαιρικότητα επίσης των Sneed & Folk (1958).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής για όλους τους λιθολογικούς τύπους και στο σύνολο των συλλογών του δωδέκατου σταθμού δειγματοληψίας, το μεγαλύτερο επί τοις % ποσοστό συμμετοχής (25,59%) κατέχουν οι "B" κροκάλες και ακολουθούν οι 'CB" κροκάλες με ποσοστό 15,17%, οι "E" κροκάλες με 13,98 %, οι "P" κροκάλες με 12,80%, οι "CE" κροκάλες με 10,90%, οι "CP" κροκάλες με 9,00%, οι "C" κροκάλες με 6,87%, οι "VB" κροκάλες με 3,32%, και οι "VP" και "VE" κροκάλες με ποσοστό συμμετοχής 1,18%.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΚΟΚΚΩΝ ΣΤΑΘΜΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ Σ12		
	Σ12/ΚΟΙΤΗ	
ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**
C	29	6,87
CP	38	9,00
CB	64	15,17
CE	46	10,90
P	54	12,80
B	108	25,59
E	59	13,98
VP	5	1,18
VB	14	3,32
VE	5	1,18
ΣΥΝΟΛΟ	422	100,00

Πίνακας 7.84: Διάκριση των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ12 ανάλογα με το σχήμα τους και σύμφωνα με την ταξινόμηση κατά Sneed & Folk (1958).



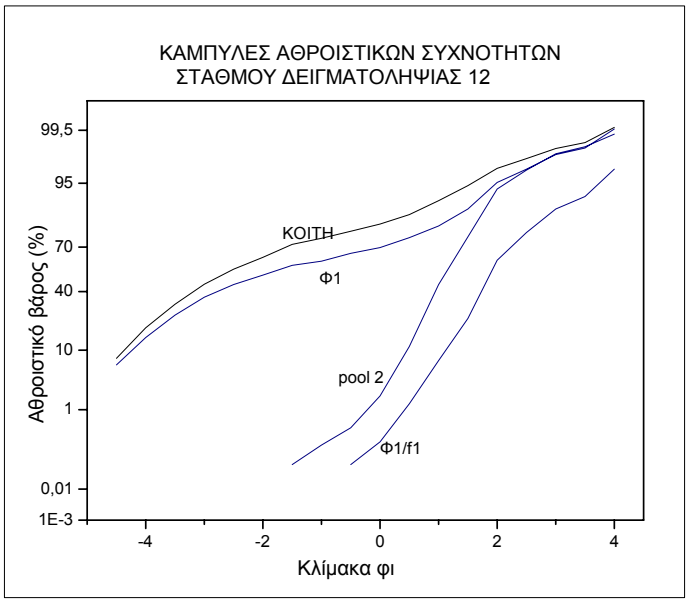
Σχήμα 7.47: Αριστερά: Απεικόνιση των λόγων c/a, F=a-b/a-c των κόκκων της κοίτης του σταθμού δειγματοληψίας Σ12 σε διάγραμμα κατά Sneed & Folk (1958). Δεξιά: Απεικόνιση του λόγου c/a σε σχέση με τη σφαιρικότητα των κόκκων.

7.5.12.6. Αποτελέσματα ανάλυσης της ογκομετρικής δειγματοληψίας του σταθμού Σ12.

Στο δωδέκατο σταθμό δειγματοληψίας πραγματοποιήθηκε ογκομετρική δειγματοληψία από την κοίτη, από το φραγμό Φ1, από θέσεις λεπτού υλικού του φραγμού και από το νερόλακκο (pool 2) του ανάντη τμήματος του σταθμού (σχ 7.49Α). Η κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων συνολικού βάρους 48.126,53gr, έδωσε τα αποτελέσματα που φαίνονται στον πίνακα 7.85. Στο σχήμα 7.48, φαίνονται η κοκκομετρικές καμπύλες αθροιστικής συχνότητας όλων των δειγμάτων των υλικών συλλογής του σταθμού.

ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (gr)	ΔΙΑΜΕΣΟΣ (Md)	ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ (Mz)	ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (σi)	ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑ (SKi)	ΚΥΡΤΩΣΗ (K_G)
Σ12/Κοίτη	23.139,76	-2,76	-2,23	2,01	0,38	0,93
Σ12/Φ1	24.770,80	-2,10	-1,62	2,27	0,27	0,69
Σ12/Φ1/f1	111,63	1,85	1,98	0,79	0,29	1,38
Σ12/Φ1/pool 2	104,34	1,07	1,11	0,55	0,12	1,06

Πίνακας 7.85: Τα βάρη και οι στατιστικές παράμετροι (φι) των δειγμάτων των ογκομετρικών συλλογών του δωδέκατου σταθμού δειγματοληψίας



Σχήμα 7.48: Κοκκομετρικές καμπύλες αθροιστικής συχνότητας των δειγμάτων ογκομετρικής δειγματοληψίας των συλλογών του σταθμού Σ12.

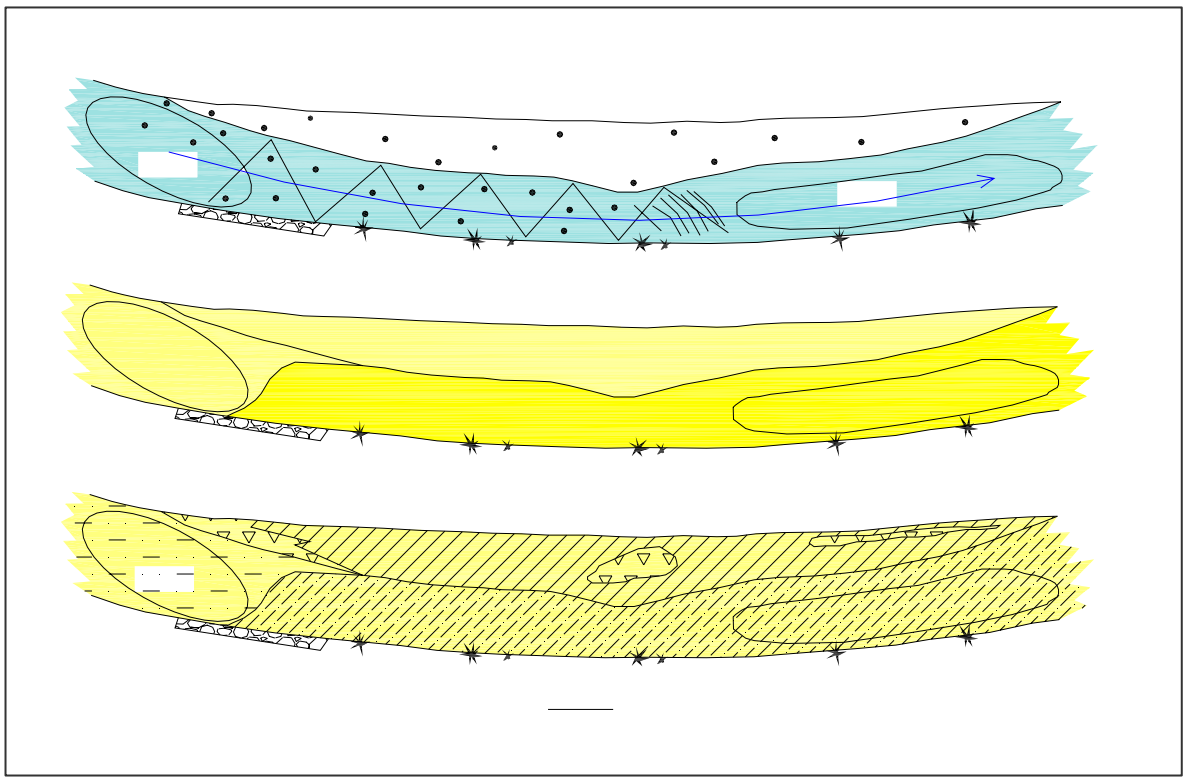
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 7.85, ο αριθμητικός μέσος των υλικών της κοίτης είναι -2,23φι, που αντιστοιχεί σε λεπτόκοκκο χαλίκι, πολύ φτωχά ταξινομημένο. Η κοκκομετρική καμπύλη της κοίτης είναι μεσόκυρτη και δείχνει πολύ θετική ασυμμετρία.

Ο αριθμητικός μέσος του υλικού του πλευρικού φραγμού Φ1 είναι -1,62φι, που αντιστοιχεί σε πολύ λεπτόκοκκο χαλίκι, πολύ φτωχά ταξινομημένο με πλατύκυρτη κοκκομετρική καμπύλη και θετική ασυμμετρία.

Οι θύλακες λεπτού υλικού του πλευρικού φραγμού (Σ12/Φ1/f1) αποτελούνται από μεσοχονδρόκοκκη άμμο, μέτριας ταξινόμησης με λεπτόκυρτη κοκκομετρική καμπύλη θετικής ασυμμετρίας.

Το δείγμα, που συλλέχθηκε από την περιοχή του νερόλακκου που βρίσκεται στο ανάντη τμήμα του σταθμού δειγματοληψίας (Σ12/Φ1/pool 2), συνίσταται από μεσοχονδρόκοκκη άμμο μετρίως καλής ταξιθέτησης, με κοκκομετρική καμπύλη θετικής ασυμμετρίας και μεσόκυρτη.

Στο σχήμα 7.49Γ απεικονίζεται η κατανομή του αριθμητικού μέσου βάσει των αποτελεσμάτων της ανάλυσης της ογκομετρικής δειγματοληψίας.



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Ενεργή κοίτη - ροή νερού
- Νερόλακκος (pool)
- Φραγμός (Φ1)
- Δειγματοληψία ζιγκ-ζαγκ
- Δειγματοληψία λεπτόκοκκου υλικού (f1, f2)
- Περιοχή ρήχευσης
- Δένδρα
- Συρματοκιβώτια προστασίας πρανών
- Μεσοχονδρόκοκκα χαλίκια
- Λεπτόκοκκο υλικό (d<8mm)
- Λεπτόκοκκα χαλίκια
- Πολύ λεπτόκοκκα χαλίκια
- Χονδρόκοκκη άμμος
- Μεσοχονδρόκοκκη άμμος

Σχ.7.49. Σταθμός δειγματοληψίας Σ12.
Α: χαρτογράφηση του σταθμού με τις θέσεις δειγματοληψίας.
Β: απεικόνιση του αριθμητικού μέσου των συλλογών της επιφανειακής δειγματοληψίας.
Γ: απεικόνιση του αριθμητικού μέσου των συλλογών της ογκομετρικής δειγματοληψίας.

7.5.12.7. Συμπεράσματα από την ανάλυση των επιφανειακών και υποεπιφανειακών ιζημάτων μεταφοράς του σταθμού δειγματοληψίας Σ12.

1. Ο δωδέκατος σταθμός δειγματοληψίας περιλαμβάνει μια πλήρη ακολουθία βάθυνσης-ρήχευσης (pool-riffle) με ένα πλευρικό φραγμό (Φ1). Η δημιουργία του πλευρικού φραγμού της δεξιάς όχθης οφείλεται στην τάση του νερού να κινείται προς την απέναντι πλευρά, εξ αιτίας ίσως των ανθρωπογενών παρεμβάσεων που έχουν γίνει σε τμήμα του ποτάμιου ρεύματος και σε απόσταση περίπου 80m ανάντη του σταθμού δειγματοληψίας, με σκοπό την προστασία της γέφυρας Καράμουσας. Έτσι η ροή του νερού πραγματοποιείται στο αριστερό τμήμα της κοίτης, χωρίς να τη διαβρώνει και να δημιουργεί μαιάνδρωση, λόγω της ύπαρξης συρματοκιβωτίων προστασίας της όχθης. Δεν αποκλείεται, η δημιουργία του πλευρικού φραγμού να οφείλεται σε κατ' αρχήν κατάρρευση τμήματος της δεξιάς όχθης (Church & Jones, 1982).

   Ο νερόλακκος, που βρίσκεται στο ανάντη τμήμα του φραγμού (pool 2) έχει μορφή ελλειψοειδούς τάφρου και ο κατάντη ευρισκόμενος νερόλακκος (pool 1) έχει τη μορφή επιμήκους τάφρου (Church, 1992).

2. Ο λιθολογικός χαρακτήρας των κροκαλών του σταθμού καθορίζεται από τα υλικά, που δέχεται από το κύριο ρεύμα και από τα υλικά, που εισρέουν από τον παραπόταμο των πηγών Μαυρονερίου (κυρίως ασβεστολιθικές κροκάλες των ολοκαινικών στρωμάτων). Οι εισροές αυτές είναι μάλλον υπεύθυνες για τις αλλαγές των ποσοστών συμμετοχής των διάφορων λιθολογικών τύπων σε σχέση με τον προηγούμενο σταθμό Σ11 και ιδιαίτερα για την αύξηση του ποσοστού των ασβεστολιθικών κόκκων, που είναι στατιστικά σημαντική ($z=2,61>1,64=z_{κρ}$) και τη συνακόλουθη μείωση των ποσοστών των υπόλοιπων λιθολογικών τύπων, που όμως δεν είναι στατιστικά σημαντικές ($z=1,17<1,64=z_{κρ}$ για τους ψαμμιτικούς κόκκους, $z=1,39<1,64=z_{κρ}$ για τους κερατολιθικούς κόκκους και $z=1,25<1,64=z_{κρ}$ για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων).

   Οι ασβεστολιθικές κροκάλες κατέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό συμμετοχής στη λιθολογική σύσταση του σταθμού. Ακολουθούν οι ψαμμιτικές, οι κερατολιθικές και οι εκρηξιγενείς κροκάλες με ποσοστά, που δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους.

3. Ο παραπόταμος Μαυρονέρι, προέρχεται από καρστική πηγή επαφής μεταξύ της βάσης ορεινού ασβεστολιθικού όγκου και λεπτομερών ολοκαινικών υλικών (§ 4.2.1.4) και δεν διασχίζει ορεινούς όγκους, με αποτέλεσμα να μεταφέρει μόνο τα χαλίκια του ολοκαινικού πεδίου, που ο ίδιος διαβρώνει και είναι ασβεστολιθικές κυρίως κροκάλες, σχετικά μικρότερης διαμέτρου σε σχέση με αυτές του σταθμού δειγματοληψίας Σ11. Το γεγονός αυτό δικαιολογεί τη μικρή μείωση του κοκκομετρικού μεγέθους όλων των λιθολογικών τύπων του σταθμού, σε σχέση με τον προηγούμενο. Οι προς τα κάτω διαφορές του κοκκομετρικού μεγέθους, είναι στατιστικά σημαντικές για τους ασβεστολιθικούς κόκκους ($z=3,12>1,96=z_{κρ}$) ενώ δεν είναι σημαντικές για τους ψαμμιτικούς ($z=-0,91>-1,96=z_{κρ}$), τους κερατολιθικούς ($z=-0,11>-1,96=z_{κρ}$) και τους εκρηξιγενείς ($z=-1,08>-1,96=z_{κρ}$) κόκκους.

4. Στο σταθμό δειγματοληψίας Σ12, η στρογγύλωση των κόκκων όλων των λιθολογιών είναι ελαφρώς μεγαλύτερη από τη στρογγύλωση των κόκκων του προηγούμενου σταθμού, με διαφορές, που όμως δεν είναι στατιστικά σημαντικές (χ^2=4,31<9,49=$\chi^2_{κρ}$ για τους ασβεστόλιθους, χ^2=7,18<9,49=$\chi^2_{κρ}$ για τους ψαμμίτες, χ^2=1,12 <9,49=$\chi^2_{κρ}$ για τους κερατολίθους και χ^2=6,12<9,49=$\chi^2_{κρ}$ για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων). Από τις κροκάλες του σταθμού οι περισσότερο στρογγυλές είναι οι ψαμμιτικές και ακολουθούν οι ασβεστολιθικές, οι εκρηξιγενείς και οι κερατολιθικές.
5. Η σφαιρικότητα των κροκαλών δεν αλλάζει με βάση το σύνολο των κόκκων και παραμένει σχεδόν η ίδια για κάθε λιθολογικό τύπο σε σχέση με τον προηγούμενο σταθμό Σ11, αφού οι παρατηρούμενες διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές (z=1,55>1,96=$z_{κρ}$ για τους ασβεστολιθικούς, z=1,11<1,96=$z_{κρ}$ για τους ψαμμιτικούς, z=-0,44<1,96=$z_{κρ}$ για τους κερατολιθικούς και z=-1,38>-1,96=$z_{κρ}$ και τους εκρηξιγενείς κόκκους). Οι κροκάλες όλων των λιθολογικών τύπων του σταθμού Σ12 εμφανίζουν την ίδια σφαιρικότητα.
6. Από τα σχήματα των κροκαλών, οι δισκοειδείς κροκάλες κυριαρχούν στο σύνολο των επιφανειακών κόκκων της κοίτης του σταθμού δειγματοληψίας με ποσοστό συμμετοχής 36,64% και ακολουθούν σε συχνότητα οι σφαιρικές κροκάλες με ποσοστό 30,73%, οι ραβδόμορφες με ποσοστό 20,09% και οι πλατυσμένες κροκάλες με ποσοστό συμμετοχής 12,53%. Οι αναλογίες των ποσοστών αυτών μεταξύ του σταθμού δειγματοληψίας Σ12 και του προηγούμενου σταθμού Σ9 δεν εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (χ^2=2,65<7,82=$\chi^2_{κρ}$).
7. Από τις αναλύσεις των δειγμάτων της ογκομετρικής δειγματοληψίας προκύπτει ότι, στην κοίτη του ρεύματος του δωδέκατου σταθμού δειγματοληψίας, ο αριθμητικός μέσος των υλικών είναι μεγαλύτερος από τον αριθμητικό μέσο των υλικών της κοίτης του σταθμού Σ11. Τα υλικά του φραγμού Φ1 είναι λεπτότερα, ενώ σε θέσεις του φραγμού και στο νερόλακκο αποτίθεται άμμος.

7.5.13. Ανάλυση ιζημάτων σταθμού δειγματοληψίας Σ13.

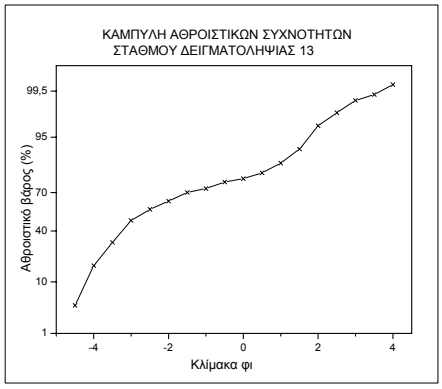
Ο σταθμός δειγματοληψίας Σ13 βρίσκεται στην περιοχή Φλωραΐϊκα Ακοντίου, νότια ακριβώς του οικισμού Ακόντιο Χαιρώνειας (πίν. 7.1, εικ.7.1 και σχ. 7.51). Έχει μήκος 45m και πλάτος κοίτης 13m. Πρόκειται για ευθύ, μετά από τη διευθέτηση, τμήμα του ποταμού στο οποίο πραγματοποιήθηκε μόνο ογκομετρική δειγματοληψία, εφ' όσον η κοίτη του ποταμού στο σημείο αυτό δεν είναι χαλικώδης αλλά αμμώδης. Συλλέχτηκε υλικό από 15 διαφορετικές θέσεις μέσα από την ενεργό κοίτη, συνολικού βάρους 16.501.94 g (σχ 7.51Α).

7.5.13.1. Αποτελέσματα ανάλυσης της ογκομετρικής δειγματοληψίας του σταθμού Σ13.

Η κοκκομετρική ανάλυση του δείγματος ογκομετρικής δειγματοληψίας από την κοίτη του σταθμού έδωσε τα αποτελέσματα, που φαίνονται στον πίνακα 7.86. Στο σχήμα 7.50, φαίνεται η κοκκομετρική καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος των υλικών συλλογής του σταθμού.

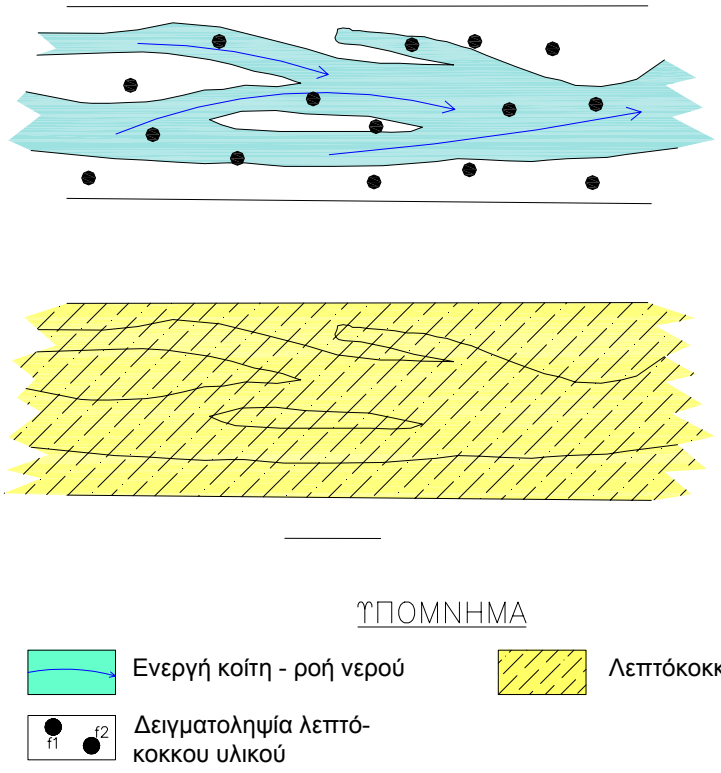
ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (gr)	ΔΙΑΜΕΣΟΣ (Md)	ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ (Mz)	ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (σi)	ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑ (SKi)	ΚΥΡΤΩΣΗ (K_G)
Σ13/Κοίτη	16.501,94	-2,89	-2,07	2,10	0,52	0,85

Πίνακας 7.86: Τα βάρη και οι στατιστικές παράμετροι (φι) του δείγματος της ογκομετρικής συλλογής του σταθμού Σ13



Σχήμα 7.50. Κοκκομετρική καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος ογκομετρικής δειγματοληψίας της συλλογής του σταθμού Σ13.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 7.86, ο αριθμητικός μέσος των υλικών της κοίτης του σταθμού είναι -2,07φι που αντιστοιχούν σε λεπτόκοκκο χαλίκι. Τα υλικά της κοίτης είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα και η κοκκομετρική τους καμπύλη είναι πλατύκυρτη με πολύ θετική ασυμμετρία. Στο σχήμα 7.51Β απεικονίζεται η κατανομή του αριθμητικού μέσου στην κοίτη του σταθμού δειγματοληψίας Σ13.



Σχήμα 7.51. Σταθμός δειγματοληψίας Σ13.
Α: χαρτογράφηση του σταθμού με τις θέσεις δειγματοληψίας.
Β: απεικόνιση του αριθμητικού μέσου των συλλογών της ογκομετρικής δειγματοληψίας.

7.5.13.2. Συμπεράσματα από την ανάλυση των ιζημάτων μεταφοράς του σταθμού δειγματοληψίας Σ13.

Από τις αναλύσεις των δειγμάτων της ογκομετρικής δειγματοληψίας προκύπτει ότι στην κοίτη του ρεύματος του σταθμού δειγματοληψίας Σ13, επικρατούν τα λεπτόκοκκα χαλίκια (Mz=-2,07φι), που είναι πολύ φτωχά

ταξινομημένα και η κοκκομετρική τους καμπύλη είναι πλατύκυρτη με πολύ θετική ασυμμετρία. Ο αριθμητικός μέσος των υλικών της κοίτης είναι λίγο μικρότερος από τον αριθμητικό μέσο (Mz=-2,23φι), των υλικών της κοίτης του προηγούμενου σταθμού δειγματοληψίας Σ12, γεγονός που είναι αναμενόμενο, εφ' όσον δεν υπάρχουν πλευρικές εισροές στο τμήμα του ποτάμιου ρεύματος μεταξύ των δυο σταθμών, ούτε παραβίαση της ποτάμιας διεργασίας από τον ανθρωπογενή παράγοντα και λειτουργεί η εκλεκτική ταξινόμηση (selective transport).

7.5.14. Ανάλυση ιζημάτων σταθμού δειγματοληψίας Σ14.

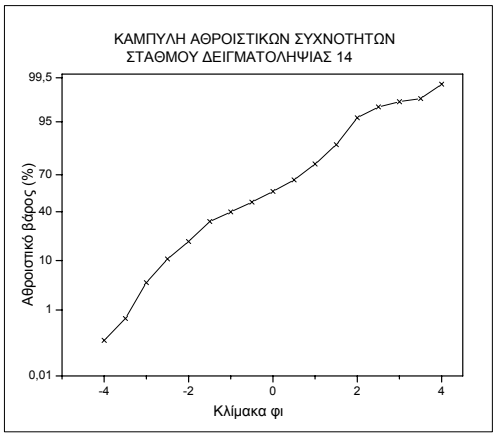
Ο δέκατος τέταρτος σταθμός δειγματοληψίας (Σ14) βρίσκεται στη γέφυρα Προσηλίου της πεδιάδας της Χαιρώνειας (πίν. 7.1, σχ. 7.1 και σχ. 7.53). Έχει μήκος 50m ενώ το πλάτος της κοίτης του ρεύματος είναι περίπου 17m. Αποτελείται και αυτός από ένα ευθύ τμήμα του ποτάμιου ρεύματος, μετά από τη διαμόρφωση του 1992, στο οποίο εμφανίζονται αμμώδεις ρυτιδώσεις σε πολλά σημεία της κοίτης (εικ. 6.8) και ογκόλιθοι ανθρωπογενούς προέλευσης κάτω από τη γέφυρα. Στο σταθμό αυτό πραγματοποιήθηκε ογκομετρική μόνο δειγματοληψία στην κοίτη, λόγω του πολύ μικρού μεγέθους των επιφανειακών κόκκων. Συλλέχτηκε υλικό από 17 διαφορετικές θέσεις μέσα από την ενεργή κοίτη, συνολικού βάρους 24.829,92 g (σχ 7.53Α).

7.5.14.1. Αποτελέσματα ανάλυσης της ογκομετρικής δειγματοληψίας του σταθμού Σ14.

Η κοκκομετρική ανάλυση του δείγματος της ογκομετρικής συλλογής από την κοίτη του σταθμού δειγματοληψίας Σ14 , έδωσε τα αποτελέσματα που φαίνονται στον πίνακα 7.87. Στο σχήμα 7.52, φαίνεται η κοκκομετρική καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος των υλικών συλλογής του σταθμού.

ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (gr)	ΔΙΑΜΕΣΟΣ (Md)	ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ (Mz)	ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (σi)	ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑ (SKi)	ΚΥΡΤΩΣΗ (K_G)
Σ14/Κοίτη	24.829,92	-0,38	-0,41	1,59	-0,03	0,75

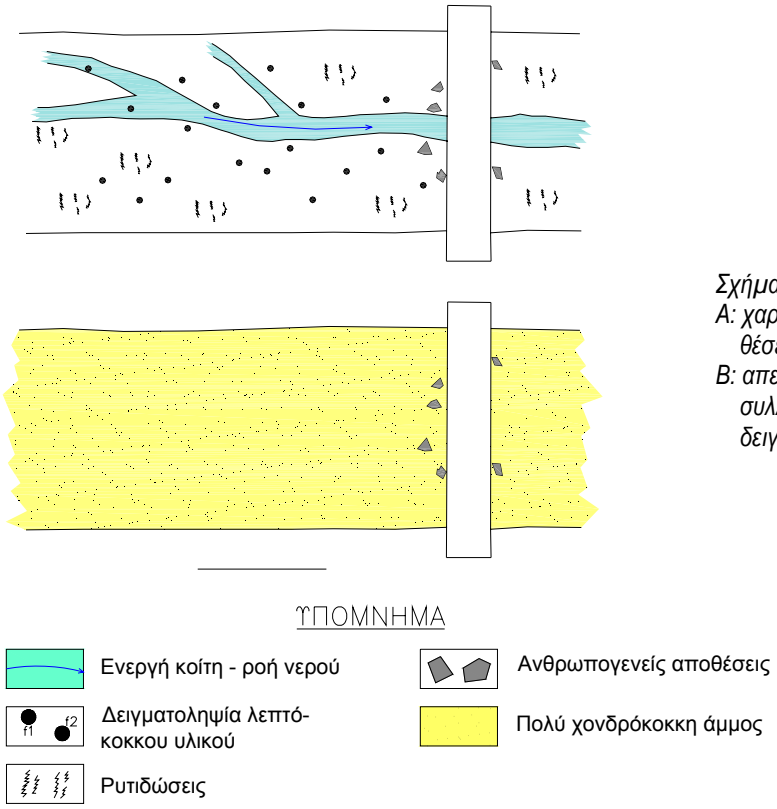
Πίνακας 7.87: Το βάρος και οι στατιστικές παράμετροι του δείγματος ογκομετρικής συλλογής του σταθμού δειγματοληψίας Σ14



Σχήμα 7.52: Κοκκομετρική καμπύλη αθροιστικής συχνότητας του δείγματος ογκομετρικής δειγματοληψίας της συλλογής του σταθμού Σ14.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 7.87, ο αριθμητικός μέσος των υλικών της κοίτης του σταθμού είναι -0,41φι, που αντιστοιχούν σε πολύ χονδρόκοκκη άμμο. Τα υλικά της κοίτης είναι φτωχά ταξινομημένα και η

κοκκομετρική τους καμπύλη είναι πλατύκυρτη και σχεδόν συμμετρική. Στο σχήμα 7.53Β απεικονίζεται η κατανομή του αριθμητικού μέσου στην κοίτη του σταθμού δειγματοληψίας Σ14.



Σχήμα 7.53: Σταθμός δειγματοληψίας Σ14.
Α: χαρτογράφηση του σταθμού με τις θέσεις δειγματοληψίας..
Β: απεικόνιση του αριθμητικού μέσου των συλλογών της ογκομετρικής δειγματοληψίας.

7.5.14.2. Συμπεράσματα από την ανάλυση των ιζημάτων μεταφοράς του σταθμού δειγματοληψίας Σ14.

Από τις αναλύσεις των δειγμάτων της ογκομετρικής δειγματοληψίας προκύπτει ότι, στην κοίτη του ρεύματος του σταθμού δειγματοληψίας Σ14 επικρατεί η πολύ χονδρόκοκκη άμμος (Mz=-0,41 φι), που είναι φτωχά ταξινομημένη με πλατύκυρτη και σχεδόν συμμετρική κοκκομετρική καμπύλη. Το μέσο κοκκομετρικό μέγεθος της άμμου είναι αρκετά μικρότερο από το μέσο κοκκομετρικό μέγεθος του υλικού συλλογής του προηγούμενου σταθμού και επί πλέον στην άμμο εμφανίζονται ρυτιδώσεις. Η διαφορά οφείλεται στην εκλεκτική ταξινόμηση (selective transport).

7.5.15. Ανάλυση ιζημάτων σταθμού δειγματοληψίας Σ15.

Ο δέκατος πέμπτος σταθμός δειγματοληψίας (Σ15) βρίσκεται στο κάτω μέρος του φράγματος αναρρύθμισης BOOT στην περιοχή Ρωμέικο και είναι ο τελευταίος προς τα κάτω σταθμός δειγματοληψίας (πίν. 7.1, εικ.7.1 και σχ. 7.57). Έχει μήκος 80m και πλάτος κοίτης 32m. Περιλαμβάνει ένα πλευρικό (Φ1) και ένα ενδιάμεσο φραγμό (Φ2).

Λόγω του κοκκομετρικού μεγέθους των υλικών της κοίτης (αμμώδης πυθμένας), πραγματοποιήθηκε επιφανειακή δειγματοληψία μόνο στους φραγμούς. Τα χαλίκια των φραγμών συλλέχτηκαν με περιοχική δειγματοληψία. Για την ογκομετρική δειγματοληψία, συλλέχτηκε υλικό από 2 συλλογές μέσα από την υγρή κοίτη (7

υποσυλλογές από την κοίτη Κ1 και 7 υποσυλλογές από την κοίτη Κ2), από 6 υποσυλλογές στο φραγμό Φ1 και από 6 υποσυλλογές στο φραγμό Φ2. Επί πλέον συλλέχτηκε λεπτομερές υλικό προς ανάλυση από δυο θέσεις του φραγμού Φ2 (f1, f2) (σχ. 7.57Α). Συνολικά συλλέχτηκαν 591 κόκκοι από την επιφάνεια των φραγμών και 26,5 kg υλικού ογκομετρικής δειγματοληψίας.

7.5.15.1. Αποτελέσματα ανάλυσης του λιθολογικού χαρακτήρα των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ15.

Στον πίνακα 7.88 φαίνεται ο αριθμός των κροκαλών, που συλλέχτηκε στους δυο φραγμούς του σταθμού δειγματοληψίας Σ15 καθώς και ο αριθμός των κροκαλών του κάθε λιθολογικού τύπου και τα επί τοις % αντίστοιχα ποσοστά.

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ15	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ		ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ	
	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Φ1	100	46,51	32	14,88	41	19,07	42	19,53	215	100,00
Φ2	186	49,46	42	11,17	77	20,48	71	18,88	376	100,00
Σύνολο Σ15	286	48,39	74	12,52	118	19,97	113	19,12	591	100,00

Πίνακας 7.88: Λιθολογική κατανομή και εκατοστιαία συμμετοχή των κροκαλών των φραγμών του σταθμού δειγματοληψίας Σ15.

Στο σύνολο των κροκαλών των φραγμών του σταθμού Σ15 επικρατούν οι ασβεστολιθικοί κόκκοι με ποσοστό 48,39% και ακολουθούν οι κερατολιθικοί (19,97%). Τα ποσοστά συμμετοχής των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων (19,12%) και των ψαμμιτικών κόκκων (12,52%) είναι μικρότερα από το ποσοστό συμμετοχής των κερατολιθικών κόκκων (χ^2=11,42>5,99=$\chi^2_{κρ}$), αλλά δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (χ^2= 0,11<3,84=$\chi^2_{κρ}$).

Το ποσοστό των ασβεστολιθικών κόκκων στον ακραίο φραγμό Φ1 είναι σχετικά μικρότερο (46,51%) από το ποσοστό των ασβεστολιθικών κόκκων του φραγμού Φ2 (49,46%). Το ποσοστό των ψαμμιτικών κόκκων ανέρχεται σε 14,88% στο φραγμό Φ1 και σε 11,17% στο φραγμό Φ2. Τα ποσοστά των κερατολιθικών κόκκων είναι 19,07% και 20,48% αντίστοιχα στους φραγμούς Φ1 και Φ2, ενώ τα ποσοστά των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων είναι 19,53% και 18,88%. Οι διαφορές, που εμφανίζονται μεταξύ των φραγμών για όλους τους λιθολογικούς τύπους, δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Οι τιμές z, που υπολογίστηκαν είναι z=-0,69>-1,96=$z_{κρ}$ για τους ασβεστολιθικούς κόκκους, z=1,31<1,96=$z_{κρ}$ για τους ψαμμιτικούς κόκκους, z=-0,41>-1,96= $z_{κρ}$ για τους κερατολιθικούς κόκκους και z=0,19<1,96=$z_{κρ}$ για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων.

7.5.15.2. Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου των χαλίκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ15.

Στον πίνακα 7.89 δίνονται οι τιμές του αριθμητικού μέσου των κροκαλών και των τεσσάρων λιθολογικών τύπων των συλλογών των φραγμών του σταθμού δειγματοληψίας Σ15.

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ15	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ (mm)	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ (mm)	Μ.Ο. ΣΤΑΘΜΟΥ (mm)
Φ1	9,61	10,31	9,12	9,76	9,65
Φ2	10,77	11,64	10,31	10,01	10,63
Σύνολο Σ15	10,37	11,07	9,90	9,92	10,28

Πίνακας 7.89: Τιμές αριθμητικού μέσου (σε mm) για όλους τους λιθολογικούς τύπους των φραγμών του σταθμού δειγματοληψίας Σ15.

Ο αριθμητικός μέσος όλων των κόκκων των φραγμών του δέκατου πέμπτου σταθμού δειγματοληψίας είναι 10,28mm και αντιστοιχεί σε μεσοχονδρόκοκκο χαλίκι. Ο αριθμητικός μέσος των ασβεστολιθικών κροκαλών είναι 10,37 mm. Τα αντίστοιχα μεγέθη για τους αριθμητικούς μέσους των κερατολιθικών, των ψαμμιτικών και των εκρηξιγενών κόκκων είναι 11,07mm, 9,90mm και 9,92mm. Οι διαφορές, που εμφανίζουν οι αριθμητικοί μέσοι μεταξύ των εκρηξιγενών κόκκων με τους ασβεστολιθικούς και τους κερατολιθικούς, δεν είναι στατιστικά σημαντικές ($z=-1,83>-1,96=z_{κρ}$ και $z=0,07<1,96=z_{κρ}$ αντίστοιχα), σε αντίθεση με τις διαφορές μεταξύ ασβεστολιθικών και ψαμμιτικών κροκαλών ($z=-2,07<-1,96=z_{κρ}$), μεταξύ ασβεστολιθικών και κερατολιθικών κροκαλών ($z=2,14>1,96=z_{κρ}$), μεταξύ ψαμμιτικών και κερατολιθικών κροκαλών ($z=3,35>1,96=z_{κρ}$) και μεταξύ ψαμμιτικών και εκρηξιγενών κροκαλών ($z=3,14>1,96=z_{κρ}$), που είναι στατιστικά σημαντικές.

Οι κόκκοι όλων των λιθολογικών τύπων είναι γενικά λίγο μεγαλύτεροι στο φραγμό Φ2 (10,63mm) απ' ότι στο φραγμό Φ1 (9,65mm).

Οι αριθμητικοί μέσοι των ασβεστολιθικών κόκκων των φραγμών Φ2 και Φ1 είναι 10,77mm και 9,61mm αντίστοιχα, των ψαμμιτικών κόκκων 11,64mm και 10,31mm, των κερατολιθικών κόκκων 10,31mm και 9,12mm και των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων 10,01mm και 9,76mm. Οι διαφορές, που εμφανίζονται μεταξύ των φραγμών, είναι στατιστικά σημαντικές για τους ασβεστόλιθους ($z=-4,46<-1,96=z_{κρ}$), τους ψαμμίτες ($z=-2,34<-1,96=z_{κρ}$) και τους κερατολίθους ($z=-3,77<-1,96=z_{κρ}$), ενώ δεν είναι σημαντικές για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων ($z=-0,59>-1,96=z_{κρ}$).

Στο σχήμα 7.57Β απεικονίζεται η κατανομή του αριθμητικού μέσου των κόκκων της επιφανειακής δειγματοληψίας του σταθμού Σ15.

7.5.15.3. Αποτελέσματα ανάλυσης της στρογγύλωσης των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ15.

Στον πίνακα 7.90 αναγράφονται οι τιμές του βαθμού στρογγύλωσης των κροκαλών όλων των λιθολογικών τύπων των συλλογών του σταθμού δειγματοληψίας Σ15 σύμφωνα με τον οπτικό χάρτη του Krumbein (1941).

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ15	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ ΜΟΝΑΔΑΣ
Φ1	0,51	0,68	0,29	0,59	0,51
Φ2	0,56	0,67	0,34	0,54	0,52
Σύνολο Σ15	0,54	0,67	0,32	0,56	0,52

Πίνακας 7.90: Τιμές στρογγύλωσης των κόκκων όλων των λιθολογικών τύπων του σταθμού δειγματοληψίας Σ15.

Όπως φαίνεται από τις τιμές στρογγύλωσης, που προσδιορίστηκαν, το σύνολο των κόκκων του πρώτου σταθμού δειγματοληψίας έχουν στρογγύλωση 0,52 και μπορούν να χαρακτηριστούν σαν υποστρόγγυλοι. Οι

ασβεστολιθικοί κόκκοι εμφανίζουν στο σύνολό τους μέση τιμή στρογγύλωσης 0,54 (υποστρόγγυλοι), οι ψαμμιτικοί 0,67 (στρόγγυλοι), οι κερατολιθικοί 0,32 (υπογωνιώδεις) και οι κόκκοι των εκρηξιγενών 0,56 (υποστρόγγυλοι). Οι διαφορές, που εμφανίζονται μεταξύ των βαθμών στρογγύλωσης των ασβεστολιθικών και ψαμμιτικών κόκκων (χ^2=18,44>9,49=$\chi^2_{κρ}$), των ασβεστολιθικών και κερατολιθικών κόκκων (χ^2=32,13>9,49=$\chi^2_{κρ}$), των ψαμμιτικών και κερατολιθικών κόκκων (χ^2=43,13>9,49=$\chi^2_{κρ}$), των ψαμμιτικών και εκρηξιγενών κόκκων (χ^2=14,11 >9,49=$\chi^2_{κρ}$) και μεταξύ των κερατολιθικών και εκρηξιγενών κόκκων (χ^2=18,08>9,49=$\chi^2_{κρ}$) είναι στατιστικά σημαντικές, ενώ η διαφορά μεταξύ μεταξύ ασβεστολιθικών και εκρηξιγενών κόκκων (χ^2=6,53<9,49 =$\chi^2_{κρ}$) δεν είναι στατιστικά σημαντική.

Οι περισσότερο στρογγυλοί ασβεστολιθικοί κόκκοι βρίσκονται στο φραγμό Φ2 (0,56) και οι λιγότερο στρογγυλοί στο φραγμό Φ1 (0,51). Οι ψαμμιτικοί κόκκοι είναι γενικά στρογγυλοί με τιμές που για τις δυο συλλογές είναι 0,68 (Φ1) και 0,67 (Φ2). Οι κερατολιθικοί κόκκοι είναι γενικά υπογωνιώδεις και έχουν βαθμούς στρογγύλωσης 0,29 (Φ1) και 0,34 (Φ2). Οι τιμές του βαθμού στρογγύλωσης για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων είναι 0,59 (Φ1) και 0,54 (Φ2). Ο στατιστικός έλεγχος έδειξε οι βαθμοί στρογγύλωσης όλων των λιθολογικών τύπων δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δυο φραγμών (χ^2=6,82<9,49=$\chi^2_{κρ}$ για τους ασβεστολιθικούς κόκκους, χ^2=0,95<9,49=$\chi^2_{κρ}$ για τους ψαμμιτικούς κόκκους, χ^2=3,46<7,82=$\chi^2_{κρ}$ για τους κερατολιθικούς κόκκους και χ^2=4,19<9,49=$\chi^2_{κρ}$ για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων).

7.5.15.4. Αποτελέσματα ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ15.

Ο μέσος όρος της σφαιρικότητας του συνόλου των κροκαλών του δέκατου πέμπτου σταθμού δειγματοληψίας είναι 0,68 (πιν. 7.91). Στο σύνολο των κροκαλών ανά δειγματοληψία, στο φραγμό Φ1 η σφαιρικότητα έχει τιμή 0,67 και στο φραγμό Φ2 0,68.

ΣΤΑΘΜΟΣ Σ15	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ
Φ1	0,66	0,66	0,67	0,68	0,67
Φ2	0,68	0,64	0,70	0,67	0,68
Σύνολο Σ15	0,67	0,65	0,69	0,67	0,68

Πίνακας 7.91: Σφαιρικότητα των κόκκων κάθε λιθολογικού τύπου καθώς και του συνόλου των κροκαλών των δυο φραγμών του δέκατου πέμπτου σταθμού δειγματοληψίας.

Οι διάφοροι λιθολογικοί τύποι εμφανίζουν παρόμοια σφαιρικότητα. Οι ασβεστολιθικές κροκάλες και οι κροκάλες εκρηξιγενών πετρωμάτων έχουν μέση τιμή σφαιρικότητας 0,67, οι ψαμμιτικές 0,65 και οι κερατολιθικές 0,69. Από όλες αυτές οι τιμές σφαιρικότητας, όταν συγκρίνονται ανά δυο, μόνο η σφαιρικότητα των ψαμμιτικών κροκαλών διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τη σφαιρικότητα των κερατολιθικών κροκαλών (z=-2,53<-1,96=$z_{κρ}$). Οι υπόλοιπες εμφανιζόμενες διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές (z=1,54<1,96=$z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και ψαμμιτικών κόκκων, z=-1,52>-1,96=$z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και κερατολιθικών κόκκων, z=-1,48>-1,96=$z_{κρ}$ μεταξύ ψαμμιτικών και εκρηξιγενών κόκκων και z=1,29<1,96=$z_{κρ}$ μεταξύ κερατολιθικών και εκρηξιγενών κόκκων).

Οι ασβεστολιθικές κροκάλες εμφανίζουν στο φραγμό Φ1 σφαιρικότητα 0,66 και στο φραγμό Φ2 0,68. Οι ψαμμιτικές κροκάλες έχουν τιμή σφαιρικότητας 0,66 στο φραγμό Φ1, ενώ η σφαιρικότητα των κόκκων του φραγμού Φ2 είναι 0,64. Η σφαιρικότητα των κερατολιθικών κόκκων του φραγμού Φ1 και του φραγμού Φ2 είναι 0,67 και 0,70 αντίστοιχα. Οι τιμές σφαιρικότητας των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων είναι 0,68 για το φραγμό Φ1 και 0,67 για το φραγμό Φ2. Οι διαφορές, που εμφανίζονται μεταξύ των φραγμών για όλους τους λιθολογικούς τύπους, δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Οι τιμές z, που υπολογίστηκαν είναι $z=-1,41>-1,96=z_{κρ}$ για τους ασβεστολιθικούς κόκκους, $z=0,92<1,96=z_{κρ}$ για τους ψαμμιτικούς κόκκους, $z=-1,30>-1,96=z_{κρ}$ για τους κερατολιθικούς κόκκους και $z=0,47<1,96=z_{κρ}$ για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων.

7.5.15.5. Αποτελέσματα ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ15.

Στον πίνακα 7.92 φαίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του σχήματος των κόκκων των συλλογών του σταθμού δειγματοληψίας Σ15 για όλους τους λιθολογικούς τύπους. Στο φραγμό Φ1 κυριαρχούν οι κόκκοι δισκοειδούς σχήματος για τις ασβεστολιθικές κροκάλες με ποσοστό 48,00% και ακολουθούν οι σφαιροειδείς οι πλατυσμένες και οι ραβδόμορφες με αντίστοιχα επί τοις % ποσοστά 22,00%, 17,00% και 13,00%. Οι ψαμμιτικοί κόκκοι αποτελούνται σε ποσοστό 53,13% από δισκοειδείς κροκάλες και σε ποσοστά 28,13%, 6,15% και 12,50% από σφαιροειδείς, ραβδόμορφες και πλατυσμένες κροκάλες αντίστοιχα. Οι κερατολιθικές κροκάλες περιλαμβάνουν ποσοστό δίσκων και πλατυσμένων κροκαλών 24,39%, ποσοστό σφαιρών 31,71% και ποσοστό ράβδων 19,51%. Στις κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων κυριαρχούν οι κροκάλες δισκοειδούς σχήματος με ποσοστό 47,62% και ακολουθούν σε συχνότητα οι σφαιρικές σε ποσοστό 21,43%, οι ράβδοι σε ποσοστό 16,67% και οι πλατυσμένες σε ποσοστό 14,29%. Στο σύνολο των κόκκων του φραγμού Φ1, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 44,19%, οι σφαιροειδείς με 24,65%, οι ραβδόμορφες με 13,95% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 17,21%.

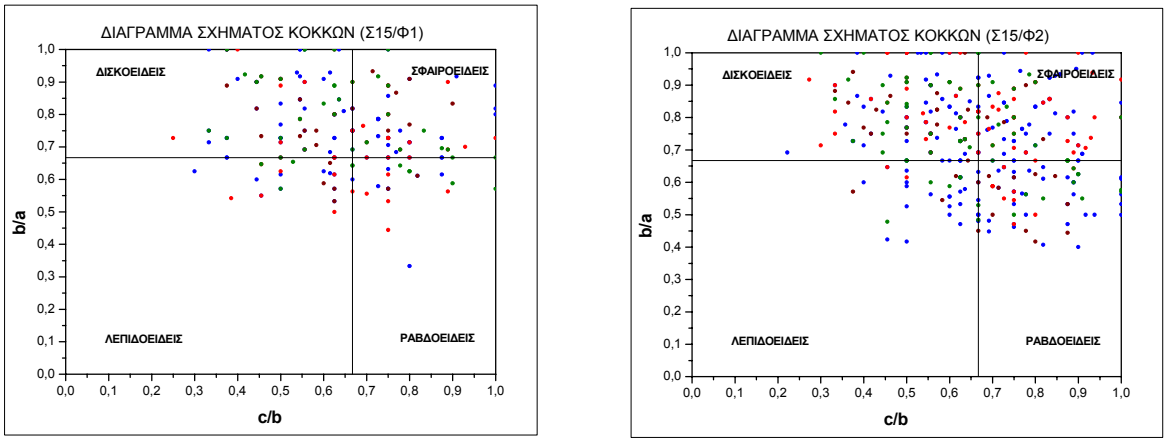
Στον πλευρικό φραγμό Φ2 οι ασβεστολιθικές κροκάλες έχουν σε ποσοστά 36,02% και 24,73% δισκοειδές και σφαιρικό σχήμα αντίστοιχα, ενώ οι ραβδόμορφες κροκάλες και οι πλατυσμένες συμμετέχουν με αντίστοιχα ποσοστά 21,51% και 17,74%. Το μεγαλύτερο μέρος των ψαμμιτικών κροκαλών (47,62%) έχει δισκοειδές σχήμα, ενώ 11,90%, 26,19% και 14,29% είναι τα ποσοστά συμμετοχής των σφαιρικών, των ραβδοειδών και των πλατυσμένων κροκαλών. Οι κερατολιθικοί κόκκοι αποτελούνται σε ποσοστό 44,16% από δίσκους, σε ποσοστό 40,26% από σφαίρες, σε ποσοστό 12,99% από ράβδους και σε ποσοστό 2,60% από πλατυσμένες κροκάλες. Στους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων, το ποσοστό συμμετοχής των δισκοειδών κροκαλών είναι 49,30% και ακολουθούν σε συχνότητα οι ραβδόμορφες κροκάλες, οι σφαιρικές και οι πλατυσμένες με ποσοστά 21,13%, 15,49% και 14,08% αντίστοιχα. Στο σύνολο των κόκκων του φραγμού Φ2, οι δισκοειδείς κροκάλες συμμετέχουν με ποσοστό 41,49%, οι σφαιροειδείς με ποσοστό 24,73%, οι ραβδόμορφες με 20,21% και οι πλατυσμένες με ποσοστό 13,56%.

Το σύνολο του σταθμού δειγματοληψίας Σ15 περιλαμβάνει 42,47% δίσκους, 24,70% σφαίρες, 17,94% ράβδους και 14,89% πλατυσμένες κροκάλες. Η αναλογία συχνοτήτων εμφάνισης των δίσκων, σφαιρών ράβδων και πλατυσμένων κροκαλών και στις δυο συλλογές, διατηρείται σταθερή στις ασβεστολιθικές κροκάλες (χ^2= 3,38<7,82=$\chi^2_{κρ}$), στις ψαμμιτικές κροκάλες (χ^2=4,35<7,82=$\chi^2_{κρ}$) και στις εκρηξιγενείς κροκάλες (χ^2=0,55<7,82= $\chi^2_{κρ}$), ενώ οι διαφορές, που εμφανίζονται μεταξύ των συχνοτήτων των εκρηξιγενών κροκαλών είναι στατιστικά σημαντικές (χ^2=11,97>7,82=$\chi^2_{κρ}$). Η ίδια αυτή αναλογία συχνοτήτων παραμένει σταθερή και στη σύγκριση των συνόλων των κόκκων και των δυο συλλογών (χ^2=2,87<7,82=$\chi^2_{κρ}$).

Το σύνολο των κόκκων ανά συλλογή των φραγμών του σταθμού δειγματοληψίας Σ15 απεικονίζεται σε ταξινομικό διάγραμμα κατά Zingg (1935) στο σχήμα 7.54.

ΣΥΛ-ΛΟΓΗ	ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ		ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ	
		ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Φ1	Δίσκοι	48	48,00	17	53,13	10	24,39	20	47,62	95	44,19
	Σφαίρες	22	22,00	9	28,13	13	31,71	9	21,43	53	24,65
	Ράβδοι	13	13,00	2	6,25	8	19,51	7	16,67	30	13,95
	Πλατυσ.	17	17,00	4	12,50	10	24,39	6	14,29	37	17,21
	Σύνολο	100	100,00	32	100,00	41	100,00	42	100,00	215	100,00
Φ2	Δίσκοι	67	36,02	20	47,62	34	44,16	35	49,30	156	41,49
	Σφαίρες	46	24,73	5	11,90	31	40,26	11	15,49	93	24,73
	Ράβδοι	40	21,51	11	26,19	10	12,99	15	21,13	76	20,21
	Πλατυσ.	33	17,74	6	14,29	2	2,60	10	14,08	51	13,56
	Σύνολο	186	100,00	42	100,00	77	100,00	71	100,00	376	100,00
Σύνολο Σ15	Δίσκοι	115	40,21	37	50,00	44	37,29	55	48,67	251	42,47
	Σφαίρες	68	23,78	14	18,92	44	37,29	20	17,70	146	24,70
	Ράβδοι	53	18,53	13	17,57	18	15,25	22	19,47	106	17,94
	Πλατυσ.	50	17,48	10	13,51	12	10,17	16	14,16	88	14,89
	Σύνολο	286	100,00	74	100,00	118	100,00	113	100,00	591	100,00

Πίνακας 7.92: Το σχήμα των κόκκων για κάθε λιθολογία των φραγμών του δέκατου πέμπτου σταθμού δειγματοληψίας.

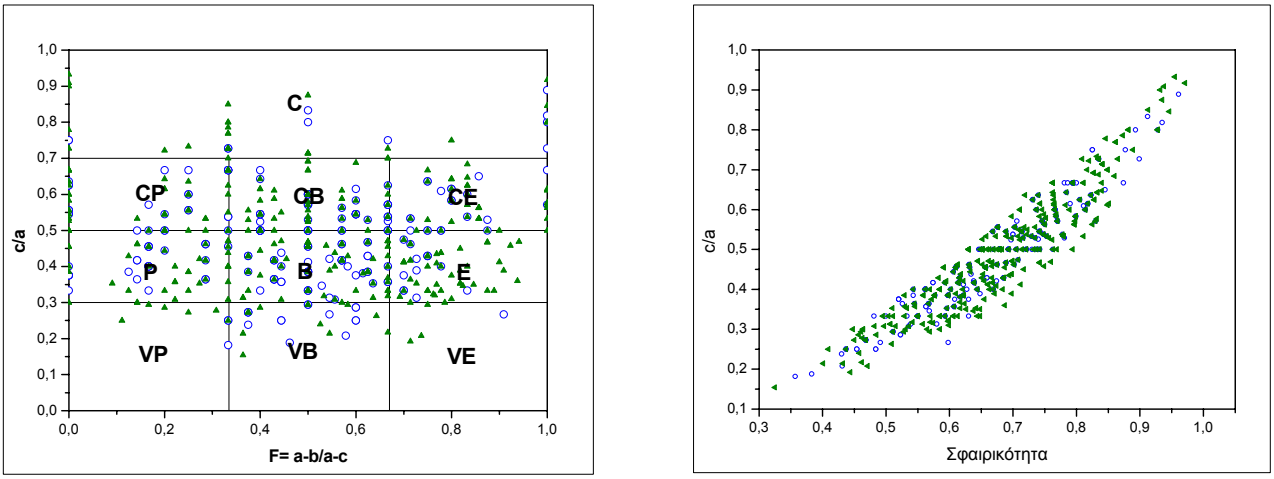


Σχήμα 7.54: Απεικόνιση των λόγων b/a και c/a των αξόνων των κροκαλών του φραγμού Φ1 του σταθμού δειγματοληψίας Σ15 (αριστερά) και του φραγμού Φ2 (δεξιά) στο διάγραμμα Zingg (1935). Οι ασβεστολιθικές κροκάλες παριστάνονται με γαλάζιο χρώμα, οι ψαμμιτικές με καφέ, οι κερατολιθικές με κόκκινο και οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων με πράσινο.

Στον πίνακα 7.93 φαίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του σχήματος των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ15, σύμφωνα με το ταξινομικό σχήμα που πρότειναν οι Sneed & Folk (1958) και στο σχήμα 7.55 απεικονίζεται το σύνολο των κόκκων σε διαγράμματα c/a-F και c/a-σφαιρικότητα επίσης των Sneed & Folk (1958).

	ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΚΟΚΚΩΝ ΣΤΑΘΜΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ Σ1					
ΣΥΛΛΟΓΗ	**Σ1/ΚΟΙΤΗ**		**Σ1/Φ1**		**ΣΥΝΟΛΟ**	
ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**	**ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ**	**ΠΟΣΟΣΤΟ (%)**
C	11	5,12	29	7,71	40	6,77
CP	23	10,70	36	9,57	59	9,98
CB	31	14,42	49	13,03	80	13,54
CE	15	6,98	33	8,78	48	8,12
P	32	14,88	51	13,56	83	14,04
B	65	30,23	98	26,06	163	27,58
E	19	8,84	51	13,56	70	11,84
VP	3	1,40	10	2,66	13	2,20
VB	15	6,98	14	3,72	29	4,91
VE	1	0,47	5	1,33	6	1,02
ΣΥΝΟΛΟ	215	100,00	376	100,00	591	100,00

Πίνακας 7.93: Διάκριση των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ15 ανάλογα με το σχήμα τους και σύμφωνα με την ταξινόμηση κατά Sneed & Folk (1958).



Σχήμα 7.55: Αριστερά: Απεικόνιση των λόγων c/a, F=a-b/a-c των κόκκων του σταθμού δειγματοληψίας Σ15 σε διάγραμμα κατά Sneed & Folk (1958). Δεξιά: Απεικόνιση του λόγου c/a σε σχέση με τη σφαιρικότητα των κόκκων. Με γαλάζιο κύκλο απεικονίζονται οι κόκκοι του φραγμού Φ1 και με πράσινα τρίγωνα οι κόκκοι του φραγμού Φ2.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής, για όλους τους λιθολογικούς τύπους και στο σύνολο των συλλογών του δέκατου πέμπτου σταθμού δειγματοληψίας, οι "B" κροκάλες κατέχουν το μεγαλύτερο επί τοις % ποσοστό συμμετοχής (27,58%) και ακολουθούν οι "P" κροκάλες με 14,04%, οι "CB" κροκάλες με ποσοστό 13,54%, οι "E" κροκάλες με ποσοστό 11,84%, οι "CP" κροκάλες με 9,98%, οι "CE" κροκάλες με 8,12% και οι "C" κροκάλες με ποσοστό συμμετοχής 6,77%. Τα υπόλοιπα σχήματα συμμετέχουν με μικρότερα ποσοστά, που είναι 4,91% για τις "VB" κροκάλες, 2,20% για τις "VP" κροκάλες και 1,02% για τις "VE" κροκάλες. Οι "B" κροκάλες κυριαρχούν και στο σύνολο των επί μέρους συλλογών της κοίτης και του φραγμού, ενώ τα μικρότερα ποσοστά συμμετοχής κατέχουν οι "VB", οι "VP" και οι "VE" κροκάλες.

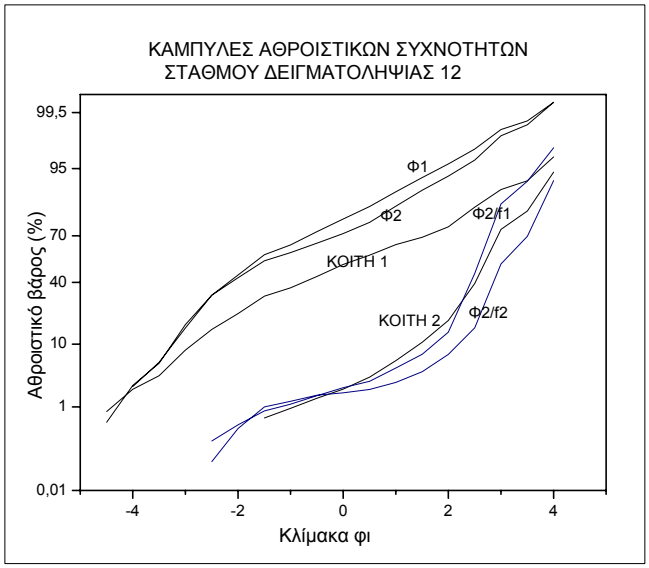
Οι αναλογίες εμφάνισης συχνοτήτων των διαφόρων σχημάτων στην ταξινόμηση αυτή εμφανίζουν μικρές διαφορές, που δεν είναι στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους (χ^2=10,84<16,92=$\chi^2_{κρ}$).

7.5.15.6. Αποτελέσματα ανάλυσης της ογκομετρικής δειγματοληψίας του σταθμού Σ15.

Στον δέκατο πέμπτο σταθμό δειγματοληψίας πραγματοποιήθηκαν συλλογές ογκομετρικής δειγματοληψίας στην κοίτη, στους δυο φραγμούς και στο λεπτόκοκκο υλικό του φραγμού Φ2 (σχ 7.57Α). Η κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων συνολικού βάρους 26.560,91gr έδωσε τα αποτελέσματα που φαίνονται στον πίνακα 7.94. Στο σχήμα 7.56, φαίνονται η κοκκομετρικές καμπύλες αθροιστικής συχνότητας όλων των δειγμάτων των υλικών συλλογής του σταθμού.

ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (gr)	ΔΙΑΜΕΣΟΣ (Md)	ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ (Mz)	ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (σi)	ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑ (SKi)	ΚΥΡΤΩΣΗ (K_G)
Σ15/Κοίτη 1	7.900,80	-0,07	0,02	2,30	0,07	0,76
Σ15/Κοίτη 2	930,69	2,65	2,68	0,91	-0,04	1,45
Σ15/Φ1	8.717,38	-1,78	-1,44	1,69	0,32	0,74
Σ15/Φ2	7.435,76	-1,67	-1,23	1,86	0,34	0,80
Σ15/Φ2/f1	822,99	2,54	2,52	0,63	-0,10	1,73
Σ15/Φ2/f2	753,29	2,98	3,08	0,69	0,08	1,09

Πίνακας 7.94: Τα βάρη και οι στατιστικές παράμετροι (φι) των δειγμάτων των ογκομετρικών συλλογών του σταθμού δειγματοληψίας Σ15

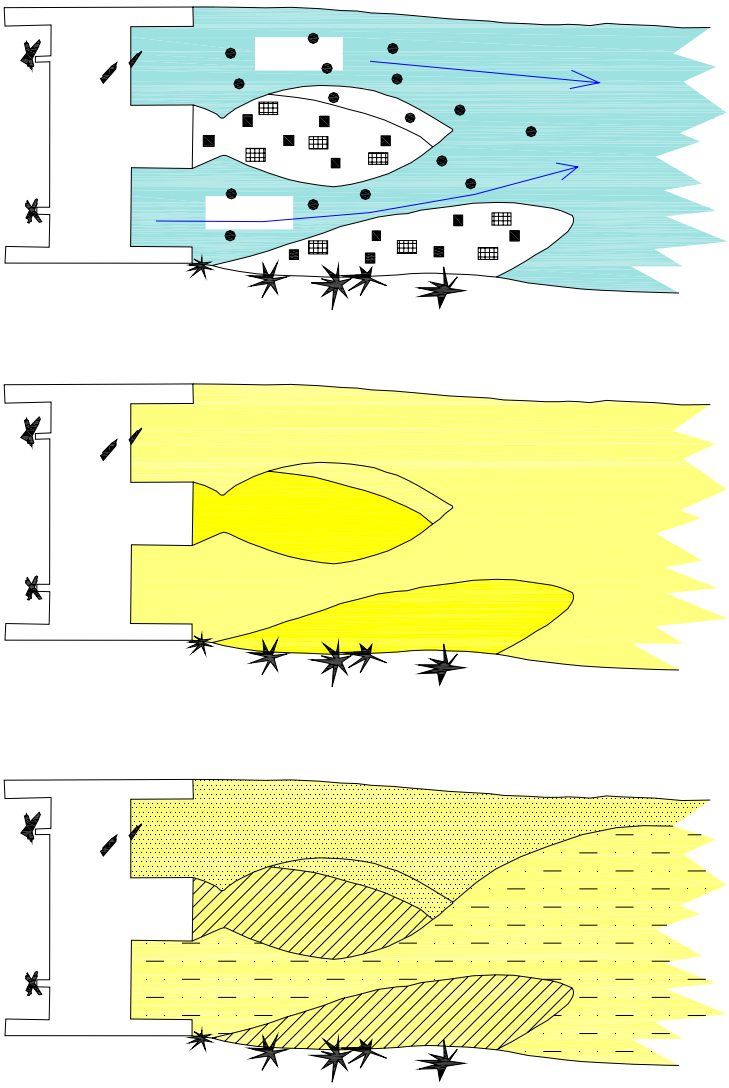


Σχήμα 7.56: Κοκκομετρικές καμπύλες αθροιστικής συχνότητας των δειγμάτων ογκομετρικής δειγματοληψίας των συλλογών του σταθμού Σ15.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 7.81, ο αριθμητικός μέσος των υλικών της κοίτης Κ1 είναι 0,02φι και αντιστοιχεί σε χονδρόκοκκη άμμο, πολύ φτωχά ταξινομημένη με πλατύκυρτη και σχεδόν συμμετρική κοκκομετρική καμπύλη. Ο αριθμητικός μέσος των υλικών της κοίτης Κ2 είναι 2,68φι και ισοδυναμεί με λεπτόκοκκη άμμο, μέτριας ταξινόμησης, με κοκκομετρική καμπύλη λεπτόκυρτη και σχεδόν συμμετρική. Τα υλικά και των δυο φραγμών, συνίστανται από πολύ λεπτόκοκκο χαλίκι, φτωχά ταξινομημένο, με κοκκομετρικές καμπύλες πλατύκυρτες με πολύ θετική ασυμμετρία.

Το δείγμα Σ15/Φ2/f1 αποτελείται από λεπτόκοκκη άμμο, μετρίως καλής ταξινόμησης με πολύ λεπτόκυρτη σχεδόν συμμετρική κοκκομετρική καμπύλη. Το δείγμα Σ15/Φ2/f2 αποτελείται από πολύ λεπτόκοκκη άμμο, μετρίως καλής ταξινόμησης με κοκκομετρική καμπύλη σχεδόν συμμετρική και μεσόκυρτη.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης της ογκομετρικής δειγματοληψίας απεικονίζονται στο χάρτη του σχήματος 7.59Γ.



Σχήμα 7.57: Σταθμός δειγματοληψίας Σ15.
Α: χαρτογράφηση του σταθμού με τις θέσεις δειγματοληψίας.
Β: απεικόνιση του αριθμητικού μέσου των συλλογών της επιφανειακής δειγματοληψίας.
Γ: απεικόνιση του αριθμητικού μέσου των συλλογών της ογκομετρικής δειγματοληψίας.



7.5.15.7. Συμπεράσματα από την ανάλυση των επιφανειακών και υποεπιφανειακών ιζημάτων μεταφοράς του σταθμού δειγματοληψίας Σ15.

1. Ο σταθμός δειγματοληψίας Σ15 περιλαμβάνει έναν πλευρικό και έναν ενδιάμεσο φραγμό, η δημιουργία του οποίου οφείλεται στον μεσαίο πόδα του φράγματος αναρρύθμισης, ο οποίος λειτουργεί ως εμπόδιο στη ροή του νερού και δημιουργεί προϋποθέσεις απόθεσης στο εμπρόσθιο τμήμα του. Ο πλευρικός φραγμός οφείλει τη δημιουργία του στην εκτροπή της ροής του νερού προς την αριστερή πλευρά της κοίτης, εξ αιτίας του πόδα του φράγματος και την εναπόθεση υλικού από αυτήν.
2. Στο σταθμό δειγματοληψίας Σ15 οι ασβεστολιθικοί κόκκοι συμμετέχουν με το μεγαλύτερο ποσοστό και ακολουθούν σε συμμετοχή οι κερατολιθικοί και οι εκρηξιγενείς κόκκοι με στατιστικά ίσα ποσοστά. Το ποσοστό συμμετοχής των ψαμμιτικών κόκκων είναι στατιστικά μικρότερο. Μεταξύ των δυο φραγμών δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στα ποσοστά συμμετοχής κανενός από τους λιθολογικούς τύπους.

   Τα ποσοστά συμμετοχής των ασβεστολιθικών και των ψαμμιτικών κόκκων των φραγμών του σταθμού παρουσιάζουν μείωση σε σχέση με τα αντίστοιχα ποσοστά του σταθμού Σ12, ενώ αντίθετα τα ποσοστά των κερατολιθικών κόκκων και των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων εμφανίζονται αυξημένα. Από τις διαφορές, που εμφανίζονται μεταξύ των δυο σταθμών, τα ποσοστά των ασβεστολιθικών, των κερατολιθικών και των εκρηξιγενών κροκαλών μεταβάλλονται στατιστικά σημαντικά ($z=5,47>1,64=z_{κρ}$, $z=4,21>1,64=z_{κρ}$ και $z=4,12>1,64=z_{κρ}$ αντίστοιχα), ενώ η μεταβολή των ποσοστών συμμετοχής των ψαμμιτικών κροκαλών, δεν είναι στατιστικά σημαντική (και $z=1,59<1,64=z_{κρ}$).
3. Το κοκκομετρικό μέγεθος των κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας Σ15 εμφανίζει μια σαφή και στατιστικά σημαντική μείωση σε σχέση με την προηγούμενη επιφανειακή συλλογή του σταθμού Σ12 ($z=14,72>1,96=z_{κρ}$ για τους ασβεστολιθικούς κόκκους, $z=6,64>1,96=z_{κρ}$ για τους ψαμμιτικούς κόκκους, $z=7,84>1,96=z_{κρ}$ για τους κερατολιθικούς κόκκους, $z=6,33>1,96=z_{κρ}$ για τους ψαμμιτικούς κόκκους και $z=9,32>1,96=z_{κρ}$ για το σύνολο των κόκκων). Η εκλεκτική ταξινόμηση στο τμήμα αυτό του ρεύματος, μήκους περίπου 11km με μικρή κλίση, είναι υπεύθυνη για την παρατηρούμενη σημαντική μείωση του μέσου μεγέθους των κροκαλών του σταθμού σε σχέση με τον προηγούμενο.
4. Η στρογγύλωση του συνόλου των κόκκων εμφανίζει μια στατιστικά σημαντική μείωση ($\chi^2=28,80>9,49=\chi^2_{κρ}$) μεταξύ των θέσεων των δυο σταθμών δειγματοληψίας (Σ12 και Σ15). Οι ασβεστολιθικές κροκάλες είναι λιγότερο στρογγυλές και η εμφανιζόμενη διαφορά είναι στατιστικά σημαντική ($\chi^2=18,72>9,49=\chi^2_{κρ}$), ενώ οι διαφορές των βαθμών στρογγύλωσης των υπόλοιπων λιθολογιών μεταξύ των δυο σταθμών δεν είναι στατιστικά σημαντικές ($\chi^2=1,89<9,49=\chi^2_{κρ}$ για τους ψαμμιτικούς κόκκους, $\chi^2=1,42<7,82=\chi^2_{κρ}$ για τους κερατολιθικούς κόκκους και $\chi^2=1,09<9,49=\chi^2_{κρ}$ για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων).
5. Η σφαιρικότητα των κροκαλών του σταθμού δειγματοληψίας Σ15 είναι μικρότερη από τη σφαιρικότητα των κροκαλών του σταθμού Σ12. Από τις εμφανιζόμενες διαφορές τιμών σφαιρικότητας, μόνο η διαφορά

μεταξύ των ασβεστολιθικών κροκαλών είναι στατιστικά σημαντική ($z=4,43>1,96= z_{κρ}$). Οι διαφορές μεταξύ των τιμών των ψαμμιτικών κροκαλών ($z=1,09<1,96= z_{κρ}$), των κερατολιθικών κροκαλών ($z=0,48<1,96= z_{κρ}$) και των εκρηξιγενών κροκαλών ($z=1,00<1,96= z_{κρ}$) δεν είναι στατιστικά σημαντικές.

6. Από τα σχήματα των κροκαλών, οι δισκοειδείς κροκάλες κυριαρχούν για το σύνολο των συλλογών με ποσοστό 42,47% και ακολουθούν σε συχνότητα οι σφαιρικές κροκάλες με ποσοστό 24,70%, οι ραβδόμορφες με ποσοστό 17,94% και οι πλατυσμένες με ποσοστό συμμετοχής 14,89%. Οι αναλογίες των ποσοστών των σχημάτων αυτών μεταξύ του σταθμού δειγματοληψίας Σ15 σταθμού Σ9 δεν εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($χ^2=6,98<7,82=χ^2_{κρ}$).
7. Από τις αναλύσεις των δειγμάτων της ογκομετρικής δειγματοληψίας προκύπτει ότι, στην κοίτη Κ1 του ρεύματος του σταθμού δειγματοληψίας Σ15 επικρατεί η χονδρόκοκκη άμμος (Mz=0,02 φι), στην κοίτη Κ2 επικρατεί η λεπτόκοκκη άμμος (Mz=2,68 φι) και στους φραγμούς το πολύ λεπτόκοκκο χαλίκι, με αριθμητικούς μέσους -1,44φι για το φραγμό Φ1 και -1,23φι για το φραγμό Φ2. Το μέσο κοκκομετρικό μέγεθος των υλικών της ογκομετρικής δειγματοληψίας είναι μικρότερο από το μέσο κοκκομετρικό μέγεθος των υλικών του προηγούμενου σταθμού Σ14. Η διαφορά στο μέσο κοκκομετρικό μέγεθος, που υπάρχει μεταξύ του αριστερού και του δεξιού τμήματος της κοίτης οφείλεται σε κορμούς δέντρων και άλλα υλικά που συγκεντρώνονται ανάντη του φράγματος αναρρύθμισης και μεταβάλουν τα χαρακτηριστικά της ροής του νερού. Κατά την υποχώρηση των υδάτων από τους φραγμούς, διαπιστώνεται στην επιφάνειά τους η ύπαρξη του κοχυλιού *Union Pictorum* (Απογένης, 1997), το οποίο σήμερα σπανίζει, αλλά στο παρελθόν και για χιλιάδες χρόνια αποτέλεσε σπουδαίο είδος διατροφής των κατοίκων της περιοχής (σχ. 10.1, § 10.2).

7.6. Σύγκριση του κοκκομετρικού μεγέθους και των μορφομετρικών χαρακτηριστικών των επιφανειακών κλαστικών ιζημάτων κατά μήκος της ενεργής κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού.

Για τη συγκριτική μελέτη του κοκκομετρικού μεγέθους και των μορφομετρικών χαρακτηριστικών των χαλίκων της ενεργής κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα ανάλυσης της επιφανειακής δειγματοληψίας των έντεκα (11) από τους δεκαπέντε (15) σταθμούς δειγματοληψίας (πιν 7.1 και σχ. 7.1), από τους οποίους πραγματοποιήθηκε επιφανειακή συλλογή κόκκων, δηλαδή από τους σταθμούς Σ1, Σ2 και Σ4 έως Σ12. Η επιλογή αυτή έγινε εξ αιτίας του ότι, στο σταθμό δειγματοληψίας Σ3 ήταν αδύνατη η λήψη δειγμάτων από την επιφάνεια της κοίτης του ρεύματος καθ' όσον κυριαρχούν ογκόλιθοι μεσαίου ως μεγάλου μεγέθους και στους σταθμούς Σ13, Σ14 και Σ15 το υλικό της κοίτης του ποτάμιου ρεύματος δεν είναι χαλικώδες αλλά αμμώδες (Καρκάνας και Κοντόπουλος, 2004).

7.6.1. Αποτελέσματα ανάλυσης της λιθολογίας των κροκαλών της επιφάνειας της ενεργής κοίτης.

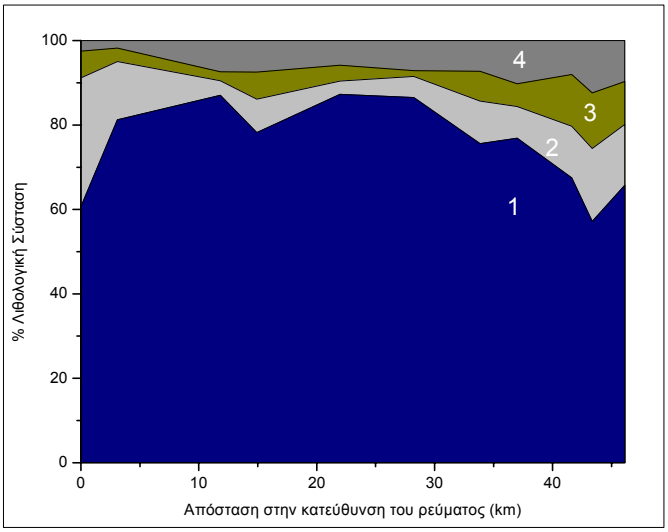
Ο λιθολογικός τύπος των κροκαλών, που απαντούν στην ποτάμια αύλακα, είναι ο ασβεστολιθικός, ο ψαμμιτικός, ο κερατολιθικός και ο εκρηξιγενής. Από αυτούς κυριαρχεί ο πρώτος με 74,89% κατά μέσο όρο, ενώ 11,40%, 6,48% και 7,23% είναι οι μέσοι όροι αντίστοιχα των υπολοίπων λιθολογικών τύπων. Στον πίνακα 7.95 παρουσιάζονται ανά σταθμό δειγματοληψίας τα εκατοστιαία μεγέθη των τεσσάρων λιθολογικών τύπων, ενώ στο σχήμα 7.58 φαίνεται σε διάγραμμα η επί τοις % λιθολογική σύσταση της ποτάμιας αύλακας σε σχέση με την απόσταση κατά την κατεύθυνση ροής του ρεύματος.

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ		ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ	
	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Σ1	268	61,14	135	30,75	25	5,60	11	2,50	439	100,00
Σ2	363	81,20	62	13,87	14	3,13	8	1,79	447	100,00
Σ4	356	87,04	14	3,42	9	2,20	30	7,33	409	100,00
Σ5	417	78,24	42	7,88	34	6,38	40	7,50	533	100,00
Σ6	391	87,27	14	3,14	17	3,79	26	5,80	448	100,00
Σ7	122	86,53	7	4,96	2	1,42	10	7,09	141	100,00
Σ8	322	75,59	43	10,09	30	7,04	31	7,28	426	100,00
Σ9	143	76,88	14	7,53	10	5,38	19	10,21	186	100,00
Σ10	286	67,45	52	12,64	52	12,26	34	8,02	424	100,00
Σ11	264	57,14	80	17,31	61	13,20	57	12,34	462	100,00
Σ12	278	65,72	61	14,42	43	10,17	41	9,69	423	100,00
Συν. / Μ.Ο.	3210	74,89	524	11,40	297	6,48	307	7,23	4338	100,00

Πίνακας 7.95: Αριθμός και εκατοστιαία κατανομή κόκκων ανά λιθολογία της ενεργής κοίτης των σταθμών δειγματοληψίας.

Στους τρεις πρώτους σταθμούς επιφανειακής δειγματοληψίας Σ1, Σ2 και Σ4 παρατηρείται αξιοσημείωτη αύξηση των ασβεστολιθικών κροκαλών, όπως φαίνεται από τον πίνακα 7.95 και το σχήμα 7.58. Οι ψαμμιτικές και οι κερατολιθικές κροκάλες παρουσιάζουν μείωση, παρακολουθώντας τις μεταβολές των ασβεστολιθικών κροκαλών. Οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων, ενώ μειώνονται από τον πρώτο (Σ1) ως τον δεύτερο (Σ2) σταθμό, παρουσιάζουν σημαντική αύξηση στον επόμενο σταθμό (Σ4), χωρίς όμως να αλλάζει η παρατηρούμενη συνεχής αύξηση των ασβεστολιθικών κροκαλών. Οι μεταβολές αυτές οφείλονται στην αυξημένη εισροή

ασβεστολιθικών και εκρηξιγενών κροκαλών λόγω πλευρικών πηγών τροφοδοσίας, έναντι της εισροής των κερατολιθικών και ψαμμιτικών κροκαλών (§ 7.5.3 και § 7.5.4).



Σχήμα 7.58: Μεταβολή της επί τοις % λιθολογικής σύστασης των κόκκων σε σχέση με την απόσταση μεταφοράς. 1= ασβεστολιθικές κροκάλες. 2= Ψαμμιτικές κροκάλες. 3= Κερατολιθικές κροκάλες. 4= Κροκάλες εκρηξιγενών πετρωμάτων.

Στον πέμπτο σταθμό δειγματοληψίας (Σ5) εμφανίζεται μια αισθητή μείωση του ποσοστού των ασβεστολιθικών κροκαλών και αντίστοιχη αύξηση του ποσοστού των κροκαλών όλων των υπόλοιπων λιθολογικών τύπων αν και δεν είναι στατιστικά σημαντική η αύξηση των εκρηξιγενών κροκαλών. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι, αν και υπάρχει πλευρική τροφοδοσία του κυρίως ρεύματος σε ασβεστολιθικό υλικό από ρεύματα μικρής δυναμικότητας (ρέμα Αγίου Τρύφωνα και ρέμα Βουρλόραχης), εν τούτοις η μείωση αυτή οφείλεται στην απόληψη αδρόκοκκου ασβεστολιθικού υλικού από τη θέση της γέφυρας Κάμπου, μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας Σ4 και Σ5.

Μεταξύ των σταθμών Σ5 και Σ6 παρατηρείται μια εκ νέου αύξηση του ποσοστού συμμετοχής των ασβεστολιθικών κροκαλών, που οφείλεται στην πλευρική τροφοδοσία του ρεύματος με ασβεστολιθικό υλικό από το ριπίδιο της Τιθορέας, εφ' όσον ο ποταμός μεταξύ των σταθμών αυτών κινείται εφαπτομενικά στον πόδα του ριπιδίου. Αυτό έχει σαν συνέπεια τη συνακόλουθη μείωση των υπολοίπων λιθολογιών, που είναι στατιστικά σημαντική.

Από το σταθμό δειγματοληψίας Σ6 έως το σταθμό Σ7 παρατηρήθηκε μια στατιστικά σημαντική αύξηση των ασβεστολιθικών κροκαλών, λόγω πρόσθετης παροχής ασβεστολιθικού υλικού από το ριπίδιο της Τιθορέας και αντίστοιχη στατιστικά σημαντική μείωση των ψαμμιτικών και κερατολιθικών κροκαλών. Το ποσοστό συμμετοχής των εκρηξιγενών κροκαλών δεν αλλάζει.

Από το σταθμό Σ7 έως το σταθμό Σ8 παρατηρείται μείωση, στατιστικά σημαντική, των ασβεστολιθικών κροκαλών, λόγω εκλεκτικής ταξινόμησης (διαδρομή ~5,5km μεταξύ Σ7-Σ8) και συνακόλουθη στατιστικά σημαντική αύξηση των τριών υπολοίπων λιθολογιών.

Από το σταθμό Σ8 μέχρι το σταθμό Σ9 απουσιάζει η στατιστικά σημαντική μεταβολή στα ποσοστά των ασβεστολιθικών και κερατολιθικών κροκαλών, ενώ πιθανά, λόγω διακύμανσης της δραστηριότητας της εκλεκτικής ταξινόμησης σε τοπική κλίμακα ή δειγματοληπτικού σφάλματος, εμφανίζονται οι μεν ψαμμιτικές κρο-

κάλες να μειώνονται στατιστικά σημαντικά, ενώ οι εκρηξιγενείς κροκάλες να αυξάνονται επίσης στατιστικά σημαντικά.

Από το σταθμό Σ9 έως το σταθμό Σ10 παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση μόνο των ψαμμιτικών κροκαλών και μείωση των εκρηξιγενών κροκαλών. Η παρατηρούμενη αύξηση οφείλεται στην εισροή κυρίως ψαμμιτικών κροκαλών από τον Λευκιανό ποταμό και το Μπογδανόρεμα.

Από το σταθμό Σ10 έως το σταθμό Σ11 υπάρχει στατιστικά σημαντική μείωση των ασβεστολιθικών κροκαλών και συνακόλουθη αύξηση των κροκαλών των υπολοίπων λιθολογιών, λόγω ανθρωπογενούς παρέμβασης.

Από το σταθμό Σ11 έως το σταθμό Σ12 υπάρχει στατιστικά σημαντική αύξηση των ασβεστολιθικών κροκαλών και συνακόλουθη μείωση των τριών υπολοίπων λιθολογιών, λόγω εισροής κυρίως ασβεστολιθικού υλικού από τον παραπόταμο Μαυρονερίου (§ 7.5.12.7).

Η χρήση των τύπων για την εύρεση του συντελεστή συσχέτισης, όταν χρησιμοποιούνται και οι έντεκα σταθμοί δειγματοληψίας δίνουν χαμηλές τιμές συντελεστών συσχέτισης, που δεν πιστοποιούν την παρουσία συσχέτισης, είτε οι κλίμακες των αξόνων είναι γραμμικές, είτε λογαριθμικές. Αντίθετα η χρήση των τύπων αυτών από τον τρίτο σταθμό και κάτω, μετά από την έντονη «εισροή υλικού», που συμβαίνει στους πρώτους σταθμούς για γραμμική και εκθετική συμμεταβολή και με τους άξονες της λιθολογίας και της απόστασης σε γραμμική κλίμακα έδωσε τις παρακάτω υψηλές γενικά τιμές, που αναγράφονται στον πίνακα 7.96.

ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	**ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ (r)**	
	ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΑΒΟΛΗ	**ΕΚΘΕΤΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΑΒΟΛΗ**
Ασβεστολιθικός	0,80	0,79
Ψαμμιτικός	0,81	0,81
Κερατολιθικός	0,75	0,67
Εκριξηγενής	0,66	0,67

Πίνακας 7.96: Συντελεστές συσχέτισης των διαφόρων λιθολογικών τύπων για γραμμική και εκθετική συμμεταβολή.

Οι συντελεστές συσχέτισης r_{lin} και r_{exp} για τη γραμμική ή την εκθετική συμμεταβολή, σε σχέση με την απόσταση της επί τοις % παρουσίας των ασβεστολιθικών κροκαλών ισούται με 0,80 και 0,79 δείχνοντας μια καλή προσαρμογή. Το ίδιο συμβαίνει και για τις ψαμμιτικές κροκάλες ($r_{lin}=r_{exp}=0,81$), ενώ για τις κερατολιθικές κροκάλες και για τις κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων οι τιμές είναι $r_{lin}=0,75$, $r_{exp}=0,67$ και $r_{lin}=0,66$, $r_{exp}=0,67$ αντίστοιχα, δείχνοντας σχετική έως ασθενή συσχέτιση. Είναι προφανές ότι η συστηματική μεταβολή (αύξηση ή μείωση) της επί τοις % συμμετοχής των ασβεστολιθικών και των ψαμμιτικών κροκαλών κατά τη διεύθυνση μεταφοράς είναι στατιστικά σημαντική. Το γεγονός αυτό είναι λιγότερο στατιστικά σημαντικό για τις κερατολιθικές κροκάλες και ιδιαίτερα για τις κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων.

Η παρατηρούμενη γενική τάση μείωσης των ασβεστολιθικών κροκαλών και η συνακόλουθη αύξηση των υπολοίπων λιθολογιών μπορεί να οφείλεται στην εκλεκτική ταξινόμηση και στη μείωση των ασβεστολιθικών κροκαλών λόγω τριβής και θραύσης με ρυθμούς υψηλότερους από αυτούς, που συμβαίνουν στις υπόλοιπες

τρεις λιθολογίες. Όπου παρατηρήθηκε απόκλιση από αυτή τη γενική τάση οφείλεται είτε σε πλευρική εισροή ασβεστολιθικού υλικού, είτε σε ανθρωπογενή παρέμβαση.

Δοκιμές, που έγιναν για τους ίδιους σταθμούς αλλά με την κλίμακα της απόστασης λογαριθμική, έδωσαν τιμές μικρότερες από τις παραπάνω. Συγκεκριμένα για τις ασβεστολιθικές κροκάλες οι συντελεστές συσχέτισης είναι r_{lin}=0,73, r_{exp}=0,72 και r_{log}=0,72, για τις ψαμμιτικές r_{lin}=0,74, r_{exp}=0,75 και r_{log}=0,73, για τις κερατολιθικές r_{lin}=0,68, r_{exp}=0,61 και r_{log}=0,67 και για τις κροκάλες των εκρηξιγενών r_{lin}=0,59, r_{exp}=0,59 και r_{log}=0,58 και επομένως δεν αναμένονται εξισώσεις, που να ικανοποιούν τη λιθολογική μεταβολή κατά μήκος της κοίτης, όταν αυτή εκφράζεται λογαριθμικά.

Για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων της μεταφοράς πάνω στη λιθολογία των κροκαλών και για να αποκομίσουμε τις σχετικές αντιστάσεις των ποικίλων πετρολογικών τύπων προς την τριβή και τη θραύση, υπολογίστηκε ο λόγος του ενός πετρολογικού τύπου προς τον άλλον. Η χρήση της αναλογίας αυτής, παρά του απ' ευθείας επί τοις % ποσοστού, αποφεύγει το αποτέλεσμα μιας φαινομενικά μείωσης ενός πετρολογικού τύπου εξ αιτίας της προσθήκης νέου υλικού, από άλλον πετρολογικό τύπο, την επιφανειακή εμφάνιση του οποίου διασχίζει το ρεύμα (Plumley, 1948).

Κατά τον Plumley (1948), ο υπολογισμός της λιθολογικής σύνθεσης των κροκαλών συγκεκριμένων λιθολογικών τύπων σε τυχαία θέση της κοίτης του ποταμού πρέπει να γίνεται σε συσχετισμό με τον ανθεκτικότερο λιθολογικό τύπο. Έτσι επιλέχτηκε ο κερατόλιθος ως στάνταρ αναφοράς επειδή αυτός είναι ο σκληρότερος όλων των άλλων πετρωμάτων που είναι παρόντα. Ως εκ τούτου, μια πρόδηλη αύξηση στην ποσότητα του κερατολίθου οφείλεται στην απώλεια των άλλων πετρωμάτων λόγω τριβής και θραύσης. Συγκρίνοντας άλλους πετρολογικούς τύπους προς τον κερατόλιθο ως ένα στάνταρ, μπορεί να υπολογιστεί η σχετική αντίστασή τους προς την τριβή και τη θραύση.

Για την ερμηνεία της μεταβολής της λιθολογίας με την απόσταση, χρησιμοποιήθηκε ο λόγος:

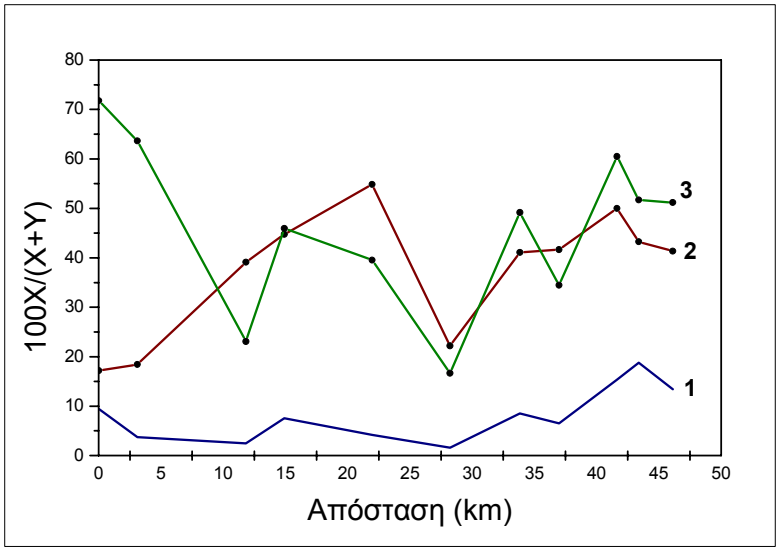
$$\text{Λόγος Κερατολίθου} = 100X / X+Y$$

όπου με Χ παριστάνεται ο αριθμός των κερατολιθικών κροκαλών και με Υ ο αριθμός των ασβεστολιθικών (Α), των ψαμμιτικών (Ψ) και των κροκαλών των εκρηξιγενών (Ε) πετρωμάτων. Στον πίνακα 7.97 φαίνονται τα αποτελέσματα των υπολογισμών που πραγματοποιήθηκαν βάσει του παραπάνω τύπου.

ΣΤΑΘΜΟΣ	100Κ/Κ+Α	100Κ/Κ+Ψ	100Κ/Κ+Ε
Σ1	9,46	17,17	71,79
Σ2	3,71	18,42	63,64
Σ4	2,47	39,13	23,08
Σ5	7,54	44,74	45,95
Σ6	4,17	54,84	39,53
Σ7	1,61	22,22	16,67
Σ8	8,52	41,10	49,18
Σ9	6,54	41,67	34,48
Σ10	15,38	50,00	60,47
Σ11	18,77	43,26	51,69
Σ12	13,40	41,34	51,19

Πίνακας 7.97: Υπολογισμοί της αναλογίας του κερατολίθου κατά Plumley (1948).

Στο σχήμα 7.59 έχει προβληθεί ο λόγος του κερατολίθου (100X/X+Y) σε σχέση με την απόσταση, που είναι η ανεξάρτητη μεταβλητή. Οι καμπύλες, που προκύπτουν έχουν ένα σχεδόν ανώμαλο σχήμα, ενώ απουσιάζει μια συνεχής αύξηση ή ελάττωση της «αναλογίας του κερατολίθου» για όλες τις λιθολογίες στο σύνολο των σταθμών δειγματοληψίας. Αυτό δηλώνει ότι ο ρόλος της τριβής και της θραύσης στη μεταβολή της ποσοτικής συμμετοχής των λιθολογιών με την απόσταση ή άπουσιάζει ή μάλλον έχει συγκαλυφθεί από τη μόλυνση από εισροή νέου υλικού κάποιας ή κάποιων λιθολογιών. Εν τούτοις από τον έβδομο μέχρι τον δωδέκατο σταθμό δειγματοληψίας διαπιστώνεται, σε ένα βαθμό, η εκδήλωση της δράσης της τριβής και της θραύσης, αφού και οι τρεις καμπύλες δείχνουν αδρά την «αναλογία του κερατολίθου» να αυξάνεται.



Σχήμα 7.59: Προβολή της αναλογίας του κερατολίθου για τις ασβεστολιθικές κροκάλες (1), τις κερατολιθικές κροκάλες (2) και τις κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων (3) σε σχέση με την απόσταση μεταφοράς.

Η χρήση των τύπων για την εύρεση του συντελεστή συσχέτισης της προβολής των λόγων λιθολογίας με την απόσταση, με τους έντεκα σταθμούς δειγματοληψίας, για γραμμική και εκθετική συμμεταβολή δίνονται στον πίνακα 7.98. Από τον πίνακα αυτόν φαίνεται πως υπάρχει μια ασθενής σχετική συσχέτιση του λόγου λιθολογίας προς την απόσταση για τους ασβεστολιθικούς και τους ψαμμιτικούς κόκκους. Αντίθετα ο λόγος κερατολίθου για τις κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων εμφανίζει άσχημο βαθμό συσχέτισης ακόμη και για δοκιμές, που έγιναν με την κλίμακα της απόστασης λογαριθμική.

ΛΟΓΟΣ ΛΙΘΟΛΟΓΙΑΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ (r)	
	ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΑΒΟΛΗ	ΕΚΘΕΤΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΑΒΟΛΗ
100K/K+A	0,60	0,56
100K/K+Ψ	0,58	0,63
100K/K+E	0,17	0,07

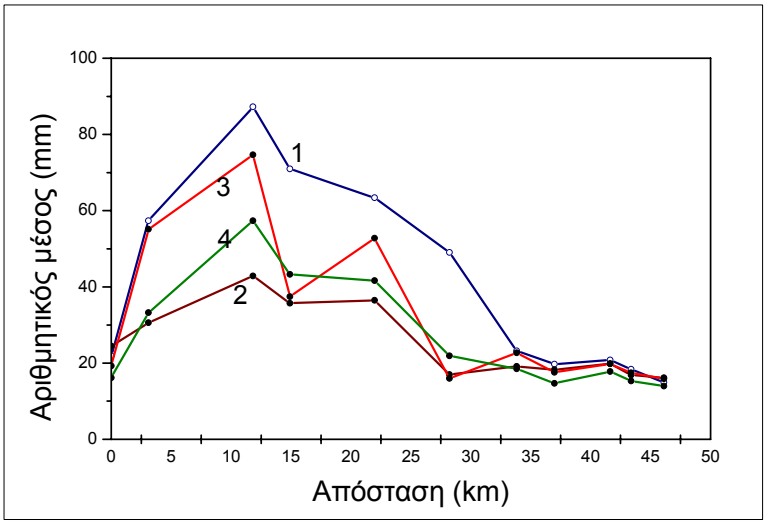
Πίνακας 7.98: Συντελεστές συσχέτισης της αναλογίας κερατολίθου, των διαφόρων λιθολογικών τύπων για γραμμική και εκθετική συμμεταβολή.

7.6.2. Αποτελέσματα ανάλυσης του μεγέθους των κόκκων της επιφάνειας της ενεργής κοίτης.

Στον πίνακα 7.99 αναγράφονται οι τιμές του αριθμητικού μέσου για τις κροκάλες όλων των λιθολογικών τύπων και για όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας κατά μήκος της ενεργής κοίτης του ποτάμιου ρεύματος. Οι ίδιες αυτές τιμές των αριθμητικών μέσων απεικονίζονται σε σχέση με την απόσταση μεταφοράς σε γραμμική κλίμακα συντεταγμένων στο σχήμα 7.60.

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ	ΚΡΟΚΑΛΕΣ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ
Σ1	21,95	24,44	19,25	16,18	22,39
Σ2	57,40	30,62	55,14	33,25	53,18
Σ4	87,23	42,86	74,67	57,40	83,23
Σ5	70,97	35,71	37,48	43,30	63,98
Σ6	63,40	36,50	52,76	41,65	61,00
Σ7	49,02	17,00	16,00	21,90	45,04
Σ8	23,24	19,14	22,70	18,52	22,44
Σ9	19,75	18,21	17,60	14,68	19,00
Σ10	20,82	19,85	19,82	17,77	20,38
Σ11	18,40	16,86	17,44	15,35	17,63
Σ12	14,95	16,16	15,93	14,00	15,13

Πίνακας 7.99: Τιμές αριθμητικού μέσου όλων των λιθολογικών τύπων κατά μήκος της ενεργής κοίτης του ρεύματος.



Σχήμα 7.60: Προβολή του αριθμητικού μέσου των κροκαλών της ενεργής κοίτης σε σχέση με την απόσταση μεταφοράς. 1: Ασβεστολιθικές κροκάλες. 2: Ψαμμιτικές κροκάλες. 3: Κερατολιθικές κροκάλες. 4: Κροκάλες εκρηξιγενών πετρωμάτων.

Όπως φαίνονται στον πίνακα 7.99 και στο σχήμα 7.60, ο αριθμητικός μέσος των ασβεστολιθικών κροκαλών παρουσιάζει μια σημαντική συνεχή αύξηση μέχρι τον τέταρτο σταθμό δειγματοληψίας λόγω μολύνσεων από πλευρική τροφοδοσία (§7.5.1, §7.5.2 και §7.5.3). Από το σταθμό αυτόν και μετά ο αριθμητικός μέσος μειώνεται ακολουθώντας εξίσου άριστα, τόσο μια γραμμική, όσο και μια εκθετική εξίσωση. Ο συντελεστής συσχέτισης αυτών των συμμεταβολών είναι r=0,97 (πίν 7.100).

Ανάλογη συμπεριφορά επιδεικνύει ο αριθμητικός μέσος των κροκαλών και των υπολοίπων λιθολογιών. Ειδικότερα, οι κερατολιθικές κροκάλες δείχνουν μια καλή προσαρμογή προς τις προηγούμενες εξισώσεις (r_{lin}= 0,83 και r_{exp}=0,86), οι ψαμμιτικές κροκάλες επίσης πολύ καλή προσαρμογή (r_{lin}=0,90 και r_{exp}=0,90) και οι κροκάλες των εκρηξιγενών άριστη (r_{lin}=0,94 και r_{exp}=0,96).

Οι γραμμικές εξισώσεις είναι κατά κάποιο τρόπο αναμενόμενες από τον σταθμό Σ4 και μετά, εφ' όσον η μείωση του κοκκομετρικού μεγέθους, εμφανίζει μικρή μόνο ασυνέχεια στο σταθμό δειγματοληψίας Σ10, η οποία όμως δεν είναι στατιστικά σημαντική (§7.5.10.7). Παρά την ασυνέχεια αυτή το μέσο μέγεθος των κροκαλών ακολουθεί άριστα απλές εκθετικές εξισώσεις.

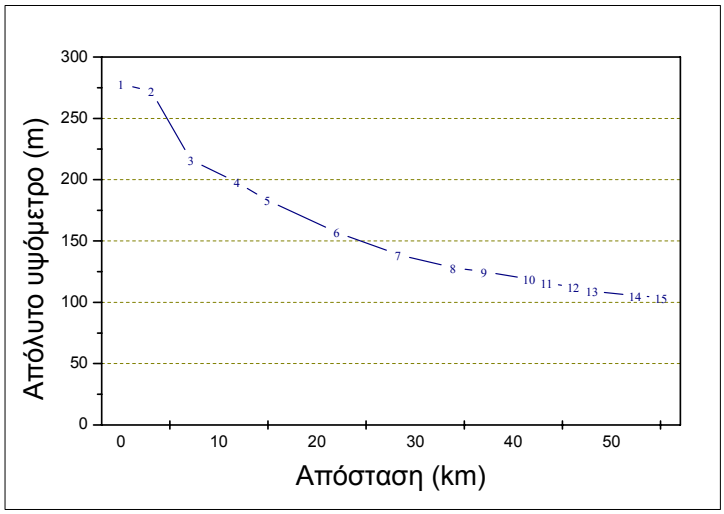
ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ (r)	
	ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΑΒΟΛΗ	ΕΚΘΕΤΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΑΒΟΛΗ
Ασβεστολιθικός	0,97	0,97
Ψαμμιτικός	0,90	0,90
Κερατολιθικός	0,83	0,86
Εκρηξιγενής	0,94	0,96

Πίνακας 7.100: Συντελεστές συσχέτισης αριθμητικού μέσου για γραμμική και εκθετική συμμεταβολή με αριθμητική κλίμακα στον άξονα των αποστάσεων.

Επίσης με χρήση λογαριθμικής κλίμακας στον άξονα των αποστάσεων οι καμπύλες που προκύπτουν περιγράφουν την προηγούμενη μείωση του αριθμητικού μέσου εξίσου άριστα για όλες τις λιθολογίες όπως φαίνεται στον πίνακα 7.101. Συγκεκριμένα, οι ασβεστολιθικές κροκάλες εμφανίζουν συντελεστές συσχέτισης 0,98, 0,95 και 0,98 για γραμμική, εκθετική και λογαριθμική συμμεταβολή, ενώ οι αντίστοιχες τιμές για τις ψαμμιτικές κροκάλες είναι r_{lin}=0,93, r_{exp}=0,92 και r_{log}=0,93, για τις κερατολιθικές κροκάλες r_{lin}=0,87, r_{exp}=0,88 και r_{log}=0,87 και για τις κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων r_{lin}=0,97, r_{exp}=0,96 και r_{log}=0,97.

ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ (r)		
	ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΑΒΟΛΗ	ΕΚΘΕΤΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΑΒΟΛΗ	ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΑΒΟΛΗ
Ασβεστολιθικός	0,98	0,95	0,98
Ψαμμιτικός	0,93	0,92	0,93
Κερατολιθικός	0,87	0,88	0,87
Εκρηξιγενής	0,97	0,96	0,97

Πίνακας 7.101: Συντελεστές συσχέτισης αριθμητικού μέσου για γραμμική εκθετική και λογαριθμική συμμεταβολή με λογαριθμική κλίμακα στον άξονα των αποστάσεων.



Σχήμα 7.61: Προβολή του υψομέτρου του συνόλου των σταθμών δειγματοληψίας σε σχέση με την απόσταση.

Η προβολή των υψομέτρων των σταθμών δειγματοληψίας με την απόσταση, όταν αυτή εκφράζεται σε αριθμητική κλίμακα (σχ. 7.61) δίνει συντελεστές συσχέτισης r_{lin}=0,91 και r_{exp} =0,96 για γραμμική και εκθετική προσαρμογή. Όταν δε η απόσταση εκφράζεται σε λογαριθμική κλίμακα, παράγεται μια καμπύλη, η εξίσωση της οποίας μπορεί να είναι άριστα γραμμική (0,99), λογαριθμική (0,99) ή εκθετική (0,97).

Με βάση το γεγονός ότι η μεταβολή του κοκκομετρικού μεγέθους με την απόσταση και το ποτάμιο προφίλ δείχνουν ανάλογη μαθηματική απεικόνιση, θα πρέπει να θεωρηθεί ότι ο κύριος μηχανισμός μείωσης του κοκκομετρικού μεγέθους είναι η εκλεκτική ταξινόμηση εξαιτίας της μείωσης της κλίσης του ποταμού.

7.6.3. Αποτελέσματα ανάλυσης της στρογγύλωσης των κόκκων της επιφάνειας της ενεργής κοίτης.

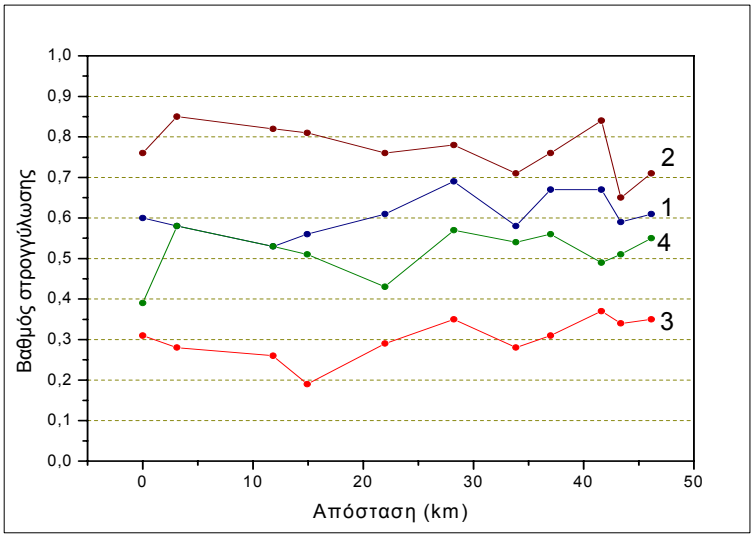
Στον πίνακα 7.102 αναγράφονται οι τιμές του βαθμού στρογγύλωσης των κροκαλών όλων των λιθολογικών τύπων και για κάθε σταθμό δειγματοληψίας, όπως αυτοί προέκυψαν μετά από σύγκριση με τον οπτικό χάρτη του Krumbein (1941). Στο σχήμα 7.62 φαίνεται η εξέλιξη του βαθμού στρογγύλωσης κάθε λιθολογικού τύπου με την απόσταση κατά μήκος της ενεργής κοίτης της ποτάμιας αύλακας.

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ (km)	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ
Σ1	0,000	0,60	0,76	0,31	0,39
Σ2	3,100	0,58	0,85	0,28	0,58
Σ4	11,820	0,53	0,82	0,26	0,53
Σ5	14,920	0,56	0,81	0,19	0,51
Σ6	21,970	0,61	0,76	0,29	0,43
Σ7	28,220	0,69	0,78	0,35	0,57
Σ8	33,840	0,58	0,71	0,28	0,54
Σ9	36,990	0,67	0,76	0,31	0,56
Σ10	41,620	0,67	0,84	0,37	0,49
Σ11	43,370	0,59	0,65	0,34	0,51
Σ12	46,120	0,61	0,71	0,35	0,55
Μ. Ο.		0,61	0,77	0,30	0,51

Πίνακας 7.102: Τιμές του βαθμού στρογγυλότητας των κροκαλών κατά μήκος της ενεργής κοίτης.

Ο βαθμός στρογγύλωσης των κροκαλών κατά μέσο όρο έχει ως εξής: α) ασβεστολιθικές κροκάλες 0,61, β) ψαμμιτικές κροκάλες 0,77, γ) κερατολιθικές κροκάλες 0,30 και δ) κροκάλες εκρηξιγενών 0,51.

Ο βαθμός στρογγύλωσης δε συσχετίζεται με την απόσταση μεταφοράς. Ο συντελεστής συσχέτισης είναι ά-σχημος για ένα σύνολο συσχετίσεων, που περιλαμβάνει γραμμικές και εκθετικές προσαρμογές (πιν. 7.103), είτε η απόσταση δίνεται σε απλή αριθμητική κλίμακα, είτε σε λογαριθμική κλίμακα.



Σχήμα 7.62: Μεταβολή του βαθμού στρογγύλωσης των ασβεστολιθικών κόκκων (1), των ψαμμιτικών κόκκων (2), των κερατολιθικών κόκκων (3) και των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων (4) σε σχέση με την απόσταση μεταφοράς κατά μήκος της ενεργής κοίτης της ποτάμιας αύλακας.

ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΕ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ		ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΕ ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ	
	ΓΡΑΜΜΙΚΗ	ΕΚΘΕΤΙΚΗ	ΓΡΑΜΜΙΚΗ	ΕΚΘΕΤΙΚΗ
Ασβεστολιθικός	0,47	0,22	0,48	0,22
Ψαμμιτικός	-0,54	0,30	-0,64	0,29
Κερατολιθικός	0,58	0,34	-0,25	-0,01
Εκρηξιγενής	0,31	0,25	0,55	0,34

Πίνακας 7.103: Συντελεστές συσχέτισης των βαθμών στρογγύλωσης των κροκαλών της ενεργής κοίτης.

Φαίνεται όμως ότι για τις κερατολιθικές κροκάλες υπάρχει μια βαθμιαία βελτίωση του βαθμού στρογγύλωσης, όπως δείχνει μια σχετικά ασθενής συσχέτιση (r=0,58) με γραμμική προσαρμογή και με την κλίμακα της απόστασης επίσης γραμμική.

Η παρατηρούμενη έλλειψη συσχέτισης πιθανώς να οφείλεται στο γεγονός ότι, οι κροκάλες οι λιγότερο ανθιστάμενες στην τριβή και τη θραύση, δηλαδή οι ασβεστολιθικές, οι ψαμμιτικές και οι εκρηξιγενείς, έχουν αποκτήσει ήδη τη μέγιστη τιμή στρογγύλωσης πριν από τον πρώτο σταθμό δειγματοληψίας, στον άνω ρου του ποταμού (Sneed & Folk, 1958). Αντίθετα οι ισχυρά ανθιστάμενες κερατολιθικές κροκάλες απαιτούν πολύ μεγάλη απόσταση μεταφοράς για να καταδείξουν βελτίωση της στρογγυλότητας (Potter, 1955).

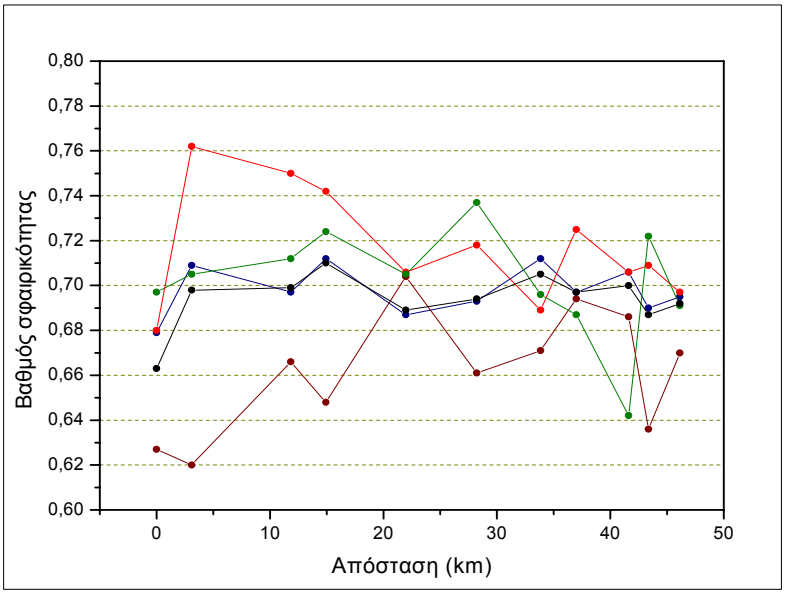
7.6.4. Αποτελέσματα ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων της επιφάνειας της ενεργής κοίτης.

Η σφαιρικότητα των κροκαλών ποικίλει ελαφρώς μεταξύ των διαφόρων λιθολογικών τύπων, όπως παρατήρησε και ο Huddart (1994) σε ποτάμια ρεύματα της νότιας Ισλανδίας και ειδικότερα οι κερατολιθικές κροκάλες δείχνουν καλύτερη σφαιρικότητα απ' ότι οι υπόλοιποι λιθολογικοί τύποι, όπως αναμένεται (Sneed & Folk, 1958). Συγκεκριμένα οι ασβεστολιθικές κροκάλες έχουν μια μέση τιμή 0,70, οι ψαμμιτικές 0,66, οι κερατολιθικές 0,72 και οι κροκάλες εκρηξιγενών 0,70. Οι διαφορές, που εμφανίζονται μεταξύ των τιμών αυτών είναι μεταξύ τους στατιστικά σημαντικές: $z=7,52>1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και ψαμμιτικών κροκαλών, $z=-2,81<-1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ασβεστολιθικών και κερατολιθικών κροκαλών, $z=-7,07<-1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ψαμμιτικών και κερατολιθικών και $z=-5,28<-1,96=z_{κρ}$ μεταξύ ψαμμιτικών και εκρηξιγενών κροκαλών. Ο μέσος όρος της σφαιρικότητας του συνόλου των κροκαλών είναι 0,69 (πιν. 7.104 και σχ. 7.63).

Εν τούτοις δεν παρατηρείται κάποια σχέση μεταξύ σφαιρικότητας και απόστασης μεταφοράς. Η σοβαρότερη αιτία για την έλλειψη κανονικότητας της μεταβολής της σφαιρικότητας είναι η εκλεκτική ταξινόμηση. Στις κερατολιθικές κροκάλες, εφόσον η απόσταση μεταφοράς εκφραστεί σε λογαριθμική κλίμακα παρατηρείται μια βαθμιαία μείωση της τιμής της σφαιρικότητας κατά μήκος της κοίτης του ποταμού. Η συμμεταβολή αυτή είναι λογαριθμική και ο συντελεστής συσχέτισης για γραμμική, εκθετική και λογαριθμική προσαρμογή είναι 0,85. Η συμπεριφορά της σφαιρικότητας ερμηνεύεται όπως και αυτή της στρογγύλωσης.

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ (km)	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ
Σ1	0,000	0,679	0,627	0,680	0,697	0,663
Σ2	3,100	0,709	0,620	0,762	0,705	0,698
Σ4	11,820	0,697	0,666	0,750	0,712	0,699
Σ5	14,920	0,712	0,648	0,742	0,724	0,710
Σ6	21,970	0,687	0,704	0,706	0,705	0,689
Σ7	28,220	0,693	0,661	0,718	0,737	0,694
Σ8	33,840	0,712	0,671	0,689	0,696	0,705
Σ9	36,990	0,697	0,694	0,725	0,687	0,697
Σ10	41,620	0,706	0,686	0,706	0,642	0,700
Σ11	43,370	0,690	0,636	0,709	0,722	0,687
Σ12	46,120	0,695	0,670	0,697	0,691	0,692
Μ.ΟΡΟΣ		0,70	0,66	0,72	0,70	0,69

Πίνακας 7.104: Τιμές σφαιρικότητας των κόκκων όλων των λιθολογικών τύπων κατά μήκος της ενεργής κοίτης του ρεύματος.



Σχήμα 7.63: Μεταβολή των τιμών σφαιρικότητας των ασβεστολιθικών κόκκων (γαλάζια γραμμή), των ψαμμιτικών κόκκων (κεφέ γραμμή), των κερατολιθικών κόκκων (κόκκινη γραμμή), των εκρηξιγενών κόκκων (πράσινη γραμμή) και του συνόλου των κόκκων (μαύρη γραμμή) κατά μήκος της κοίτης της ποτάμιας αύλακας.

ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ				
	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΕ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ		ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΕ ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ		
	ΓΡΑΜΜΙΚΗ	ΕΚΘΕΤΙΚΗ	ΓΡΑΜΜΙΚΗ	ΕΚΘΕΤΙΚΗ	ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΗ
Ασβεστολιθικός	0,09	0,09	0,36	0,37	0,36
Ψαμμιτικός	0,52	0,53	0,55	0,57	0,56
Κερατολιθικός	0,38	0,37	0,85	0,85	0,85
Εκρηξιγενής	0,31	0,32	0,28	0,26	0,28
Σύνολο λιθ. τύπων	0,27	0,27	0,27	0,25	0,27

Πίνακας 7.105: Τιμές των συντελεστών συσχέτισης της σφαιρικότητας όλων των λιθολογιών της ενεργής κοίτης.

7.6.5. Αποτελέσματα ανάλυσης του σχήματος των κόκκων της επιφάνειας της ενεργής κοίτης.

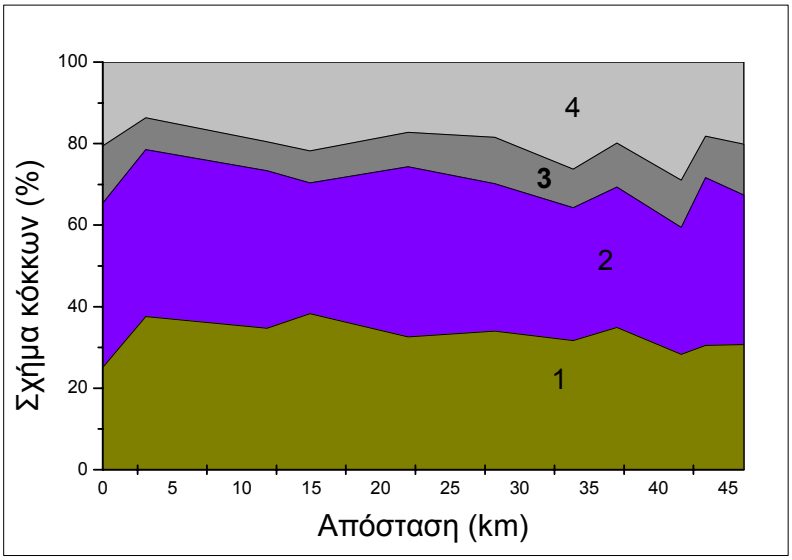
Το σχήμα των κροκαλών μελετήθηκε με βάση το ταξινομικό διάγραμμα που πρότεινε ο Zingg (1935). Στον πίνακα 7.106 και στο σχήμα 7.64 φαίνεται η επί τοις % κατανομή του σχήματος των κόκκων σύμφωνα με την ταξινόμηση αυτή, κατά μήκος της ενεργής κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού.

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΔΙΣΚΟΕΙΔΕΙΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ	ΣΦΑΙΡΙΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ	ΡΑΒΔΟΜΟΡΦΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ	ΠΕΠΛΑΤΥΣΜΕΝΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ
Σ1	40,27	25,11	20,59	14,03
Σ2	40,94	37,58	13,65	7,83
Σ4	38,63	34,72	19,56	7,09
Σ5	32,08	38,27	21,77	7,88
Σ6	41,74	32,57	17,20	8,49
Σ7	36,17	34,04	18,44	11,35
Σ8	32,63	31,69	26,29	9,39
Σ9	34,41	34,95	19,89	10,75
Σ10	31,13	28,30	29,01	11,56
Σ11	41,12	30,52	18,19	10,17
Σ12	36,64	30,73	20,10	12,53
Μ.ΟΡΟΣ	36,89	32,59	20,43	10,10

Πίνακας 7.106: Εκατοστιαία συμμετοχή των κόκκων των διαφόρων σχημάτων στις ενεργές κοίτες των σταθμών δειγματοληψίας.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών, ο μέσος όρος των σφαιρικών κροκαλών είναι 32,59%, των δισκοειδών 36,89%, των πλατυσμένων 10,10% και των ραβδοειδών 20,43%.

Οι σφαιρικές και οι πλατυσμένες κροκάλες δείχνουν μια μέτρια προσαρμογή για γραμμική ή εκθετική προσαρμογή της ποσοτικής τους παρουσίας κατά μήκος της κοίτης του ποταμού από τον τέταρτο μέχρι τον τελευταίο σταθμό δειγματοληψίας, όταν η κλίμακα της απόστασης είναι λογαριθμική. Αυτό σημαίνει ότι, οι σφαιρικές και οι πλατυσμένες κροκάλες δείχνουν μια ελαφρά μείωση κατά μήκος της κοίτης του ποταμού. Η ίδια συμπεριφορά σημειώνεται για τις δυο αυτές κατηγορίες κροκαλών για το σύνολο των σταθμών δειγματοληψίας, εφ' όσον η κλίμακα της απόστασης είναι λογαριθμική.



Σχήμα 7.64: Μεταβολή του σχήματος των κροκαλών με την απόσταση μεταφοράς. 1=Σφαιρικές κροκάλες 2= Δισκοειδείς κροκάλες 3=Πλατυσμένες κροκάλες 4=Ραβδόμορφες κροκάλες.

Αντίθετα οι δισκοειδείς και οι ραβδοειδείς κροκάλες δε δείχνουν κάποια συσχέτιση μεταξύ της μεταβολής της εκατοστιαίας ποσοτικής τους παρουσίας με την απόσταση μεταφοράς. Ίσως μια εντελώς ασθενή εκθετική συσχέτιση στο σύνολο των σταθμών δειγματοληψίας να υπάρχει στις ραβδοειδείς κροκάλες (r= 0,63), εφ' όσον η απόσταση εκφράζεται σε λογαριθμική κλίμακα. Στον πίνακα 7.107 φαίνονται οι τιμές των συντελεστών συσχέτισης για όλα τα σχήματα των κόκκων και για διάφορες κλίμακες της απόστασης.

ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ				
	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΕ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ		ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΕ ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ		
	ΓΡΑΜΜΙΚΗ	ΕΚΘΕΤΙΚΗ	ΓΡΑΜΜΙΚΗ	ΕΚΘΕΤΙΚΗ	ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΗ
Σφαιροειδές	0,20	0,15	0,75	0,74	0,73
Δισκοειδές	0,40	0,39	0,38	0,38	0,39
Πλατυσμένες	0,28	0,35	0,75	0,76	0,73
Ραβδοειδείς	0,42	0,43	0,56	0,63	0,57

Πίνακας 7.107: Τιμές των συντελεστών συσχέτισης των ποσοστών συμμετοχής των διαφόρων σχημάτων των κόκκων της κοίτης.

7.6.6. Συμπεράσματα από την ανάλυση της λιθολογίας και των ιστολογικών χαρακτηριστικών των επιφανειακών κροκαλών κατά μήκος της ενεργής κοίτης

Η μελέτη των ιστολογικών χαρακτηριστικών των χαλίκων κατά μήκος της κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού, έδειξε ότι:

1. Η μεταβολή της ποσοτικής παρουσίας των λιθολογιών που μελετήθηκαν με την απόσταση μεταφοράς στο σύνολο των σταθμών δειγματοληψίας σχετίζεται με την ανάμιξη από «εισροή νέου υλικού» και με την ανθρω-

πογενή παρέμβαση. Εν τούτοις, από τον έκτο μέχρι τον δέκατο σταθμό δειγματοληψίας, η επί τοις % μεταβολή της λιθολογίας οφείλεται πιθανώς, εκτός από την εκλεκτική ταξινόμηση, στην τριβή και στη θραύση των μικρότερης αντοχής λιθολογικών τύπων, δηλαδή των ασβεστόλιθων, των εκρηξιγενών και των ψαμμιτών.

2. Το κοκκομετρικό μέγεθος των κροκαλών, αυξάνεται σημαντικά από σταθμό σε σταθμό στους τρεις πρώτους σταθμούς δειγματοληψίας, λόγω προσμίξεων εξ αιτίας πλευρικών πηγών τροφοδοσίας και στη συνέχεια μειώνεται κατά τρόπο στατιστικά σημαντικό μέχρι τον τελευταίο σταθμό δειγματοληψίας. Η αιτία αυτής της μείωσης του αριθμητικού μέσου φαίνεται να είναι η εκλεκτική ταξινόμηση, λόγω της μείωσης της κλίσης του ποταμού.

3. Δεν παρατηρήθηκε κάποια σχέση της στρογγύλωσης με την απόσταση μεταφοράς. Η έλλειψη συσχέτισης πιθανώς να οφείλεται στο γεγονός ότι, οι κροκάλες όλων των λιθολογικών τύπων έχουν αποκτήσει τις μέγιστες τιμές των βαθμών στρογγυλότητας πριν από τον πρώτο σταθμό δειγματοληψίας (ψαμμιτικές, ασβεστολιθικές, εκρηξιγενείς) ή η απόσταση μεταφοράς ήταν μικρή (κερατολιθικές κροκάλες).

4. Δεν παρατηρήθηκε κάποια σχέση της σφαιρικότητας με την απόσταση μεταφοράς των ασβεστολιθικών, των ψαμμιτικών και των εκρηξιγενών κροκαλών, λόγω της εκλεκτικής ταξινόμησης. Αντίθετα παρατηρήθηκε σχέση μείωσης της σφαιρικότητας των κερατολιθικών κροκαλών επειδή αυτές φαίνεται να απολεπίζονται παράλληλα προς τη στρώση.

5. Όσον αφορά το σχήμα των κροκαλών, οι σφαιρικές και οι πλατυσμένες κροκάλες δείχνουν να μειώνονται κατά μήκος της κοίτης του ρεύματος, ενώ οι δισκοειδείς και οι ραβδοειδείς κροκάλες δε δείχνουν κάποια συστηματική μεταβολή με την απόσταση μεταφοράς.

7.7. Σύγκριση του κοκκομετρικού μεγέθους και των μορφομετρικών χαρακτηριστικών των επιφανειακών κλαστικών ιζημάτων των συνόλων των συλλογών των σταθμών κατά μήκος της κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού.

Η συγκριτική μελέτη του κοκκομετρικού μεγέθους και των μορφομετρικών χαρακτηριστικών των χαλίκων των συνόλων των συλλογών της κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού (φραγμών και ενεργής κοίτης) πραγματοποιήθηκε για όσους σταθμούς προέκυψαν συλλογές επιφανειακών κόκκων και συγκεκριμένα για τους δεκατρείς (13) από τους δεκαπέντε (15) σταθμούς δειγματοληψίας, δηλαδή από τους σταθμούς Σ1 έως Σ12 και Σ15 (πιν 7.1 και σχ. 7.1). Οι αναλύσεις αφορούν συνολικά 15.046 κροκάλες, που συλλέχθηκαν από την επιφάνεια της κοίτης και των φραγμών των σταθμών δειγματοληψίας, με τις μεθοδολογίες, που έχουν αναφερθεί στην περιγραφή των σταθμών δειγματοληψίας (§ 7.5).

7.7.1. Αποτελέσματα ανάλυσης του λιθολογικού χαρακτήρα των επιφανειακών κροκαλών της κοίτης.

Από τους λιθολογικούς τύπους, που απαντούν στην ποτάμια αύλακα και για το σύνολο των συλλογών κάθε σταθμού δειγματοληψίας, κυριαρχεί ο ασβεστολιθικός με ποσοστό συμμετοχής 75,60% κατά μέσο όρο, ενώ

τα ποσοστά συμμετοχής των ψαμμιτικών, των κερατολιθικών και των εκρηξιγενών κόκκων είναι 11,47%, 6,23% και 6,70% αντίστοιχα. Στον πίνακα 7.108 αναγράφεται ο αριθμός των κόκκων και τα εκατοστιαία ποσοστά συμμετοχής τους ανά σταθμό δειγματοληψίας, ενώ στο σχήμα 7.65 φαίνονται σε διάγραμμα οι μεταβολές της επί τοις % λιθολογικής σύστασης των κόκκων της ποτάμιας αύλακας σε σχέση με την απόσταση κατά την κατεύθυνση ροής του ρεύματος.

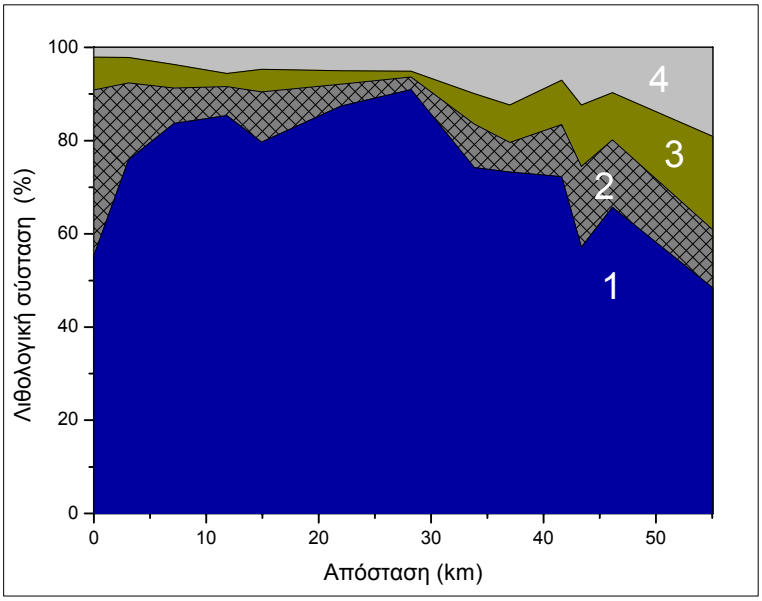
Οι ασβεστολιθικές κροκάλες και οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων παρουσιάζουν αξιοσημείωτη διαρκή αύξηση στους τέσσερις πρώτους σταθμούς δειγματοληψίας, όπως φαίνεται από τον πίνακα 7.108 και το σχήμα 7.65. Οι ψαμμιτικές και οι κερατολιθικές κροκάλες παρουσιάζουν εντυπωσιακή μείωση, παρακολουθώντας τις μεταβολές των ασβεστολιθικών και των εκρηξιγενών κροκαλών. Οι μεταβολές αυτές οφείλονται σε εισροή ασβεστολιθικού και εκρηξιγενούς υλικού λόγω πλευρικών πηγών τροφοδοσίας, είτε από παραποτάμους, είτε από άμεση τροφοδοσία από τα πρανή του εγκιβωτισμένου μαιάνδρου (§7.5.3, §7.5.4 και §7.6.1).

Στον πέμπτο σταθμό δειγματοληψίας (Σ5) εμφανίζεται μια αισθητή και στατιστικά σημαντική μείωση του ποσοστού των ασβεστολιθικών κροκαλών και μείωση των κροκαλών των εκρηξιγενών πετρωμάτων, που όμως δεν είναι στατιστικά σημαντική (§ 7.5.5.7). Οι ψαμμιτικές και οι κερατολιθικές κροκάλες αυξάνονται στο σταθμό αυτό σε σχέση με τον προηγούμενο σταθμό Σ4 στατιστικά σημαντικά. Οι αλλαγές αυτές οφείλονται στην απόληψη αδρόκοκκου ασβεστολιθικού υλικού μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας Σ4 και Σ5, η οποία αλλοιώνει τη λιθολογική σύσταση, παρά το γεγονός της μικρής πλευρικής τροφοδοσίας από τα ρέματα Αγίου Τρύφωνα και Βουρλόραχης.

Μεταξύ των σταθμών Σ5 και Σ7 παρατηρείται πάλι στατιστικά σημαντική αύξηση των ασβεστολιθικών κροκαλών και μικρή, ασήμαντη στατιστικά, αύξηση των κροκαλών των εκρηξιγενών πετρωμάτων. Οι ψαμμιτικοί και οι κερατολιθικοί κόκκοι μειώνονται στατιστικά σημαντικά μεταξύ των σταθμών αυτών. Οι παρατηρούμενες μεταβολές οφείλονται στην πλευρική τροφοδοσία του ρεύματος σε ασβεστολιθικό υλικό, προερχόμενο από το ριπίδιο της Τιθορέας, εφ' όσον ο ποταμός στην περιοχή αυτή κινείται εφαπτομενικά με τον πόδα του ριπιδίου.

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ		ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ		ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ	
	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΚΚΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Σ1	686	55,36	440	35,51	87	7,02	26	2,09	1239	100,00
Σ2	568	75,93	123	16,44	41	5,48	16	2,14	748	100,00
Σ3	482	83,68	44	7,64	29	5,03	21	3,65	576	100,00
Σ4	1.333	85,39	97	6,21	44	2,82	87	5,57	1561	100,00
Σ5	2.976	79,70	402	10,77	180	4,82	176	4,71	3.734	100,00
Σ6	930	87,40	50	4,70	31	2,91	53	4,98	1.064	100,00
Σ7	1.064	90,94	32	2,74	14	1,20	60	5,13	1.170	100,00
Σ8	606	74,26	76	9,31	53	6,50	81	9,93	816	100,00
Σ9	788	73,23	69	6,41	86	7,99	133	12,36	1.076	100,00
Σ10	1.111	72,27	177	11,20	150	9,49	143	9,04	1.581	100,00
Σ11	264	57,14	80	17,31	61	13,20	57	12,34	462	100,00
Σ12	278	65,72	61	14,42	43	10,17	41	9,69	423	100,00
Σ15	286	48,39	74	12,52	118	19,97	113	19,12	591	100,00
ΣΥΝΟΛΟ	11.372	75,60	1725	11,47	937	6,23	1007	6,70	15.046	100,00

Πίνακας 7.108: Αριθμός και εκατοστιαία κατανομή κόκκων των συνόλων των συλλογών των σταθμών δειγματοληψίας.



Σχήμα 7.65: Μεταβολή της επί τοις % λιθολογικής σύστασης των κόκκων των συνόλων των συλλογών των σταθμών σε σχέση με την απόσταση μεταφοράς. 1= Ασβεστολιθικές κροκάλες. 2= Ψαμμιτικές κροκάλες. 3= Κερατολιθικές κροκάλες. 4= Κροκάλες εκρηξιγενών πετρωμάτων.

Μεταξύ των σταθμών Σ7 και Σ8, το ποσοστό συμμετοχής των ασβεστολιθικών κόκκων μειώνεται δραστικά από την τιμή 90,94%, σε 74,26%, ενώ αντίθετα οι κροκάλες των υπόλοιπων λιθολογικών τύπων αυξάνονται. Οι παρατηρούμενες μεταβολές είναι στατιστικά σημαντικές και οφείλονται στην εκλεκτική ταξινόμηση.

Από το σταθμό Σ8 μέχρι το σταθμό Σ9 παρατηρείται στατιστικά ασήμαντη μείωση στα ποσοστά των ασβεστολιθικών και κερατολιθικών κροκαλών, ενώ πιθανά, λόγω διακύμανσης της δραστηριότητας της εκλεκτικής ταξινόμησης σε τοπική κλίμακα ή δειγματοληπτικού σφάλματος (§ 7.6.1), εμφανίζονται οι μεν ψαμμιτικές κροκάλες να μειώνονται στατιστικά σημαντικά, ενώ οι εκρηξιγενείς κροκάλες να αυξάνονται επίσης στατιστικά σημαντικά.

Από το σταθμό Σ9 έως το σταθμό Σ10 παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση μόνο των ψαμμιτικών κροκαλών και μείωση των εκρηξιγενών κροκαλών. Η παρατηρούμενη αύξηση οφείλεται στην εισροή κυρίως ψαμμιτικών κροκαλών από τον Λευκιανό ποταμό και το Μπογδανόρεμα (§ 7.6.1).

Από το σταθμό Σ10 έως το σταθμό Σ11 οι ασβεστολιθικές κροκάλες μειώνονται στατιστικά σημαντικά, ενώ τα ποσοστά συμμετοχής των υπολοίπων λιθολογιών αυξάνονται στατιστικά σημαντικά. Οι μεταβολές αυτές συμβαίνουν εξ αιτίας της ανθρωπογενούς παρέμβασης.

Από το σταθμό Σ11 έως το σταθμό Σ12 παρατηρείται στατιστικά σημαντική αύξηση των ασβεστολιθικών κροκαλών και συνακόλουθη μείωση των τριών υπολοίπων λιθολογιών, λόγω εισροής κυρίως ασβεστολιθικού υλικού από τον παραπόταμο Μαυρονερίου (§ 7.5.12.7).

Μεταξύ των σταθμών Σ12 και Σ15, παρατηρείται εντυπωσιακή και στατιστικά σημαντική μείωση του ποσοστού των ασβεστολιθικών κροκαλών και ασήμαντη στατιστικά μείωση του ποσοστού των ψαμμιτικών κροκαλών. Οι κερατολιθικοί και οι εκρηξιγενείς κόκκοι αυξάνονται στατιστικά σημαντικά. Οι αλλαγές αυτές οφείλονται στην εκλεκτική ταξινόμηση.

Η χρήση των τύπων για την εύρεση του συντελεστή συσχέτισης για κάθε λιθολογικό τύπο, όταν χρησιμοποιούνται όλοι οι σταθμοί δειγματοληψίας, δίνουν τιμές, που δεν σημειώνουν κάποια συσχέτιση. Εξαίρεση αποτελούν οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων, των οποίων οι συντελεστές συσχέτισης για γραμμική και εκθετική συμμεταβολή και με τον άξονα των αποστάσεων σε αριθμητική κλίμακα είναι 0,90 και 0,87 αντίστοιχα, δείχνοντας μια αρκετά καλή προσαρμογή. Η χρήση των τύπων αυτών από τον τέταρτο σταθμό και κάτω, μετά από την έντονη «εισροή υλικού», που συμβαίνει στους πρώτους σταθμούς για γραμμική και εκθετική συμμεταβολή και με τους άξονες της λιθολογίας και της απόστασης σε γραμμική κλίμακα έδωσε τις παρακάτω τιμές, που αναγράφονται στον πίνακα 7.109.

ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	**ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ (r)**	
	ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΑΒΟΛΗ	**ΕΚΘΕΤΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΑΒΟΛΗ**
Ασβεστολιθικός	0,84	0,01
Ψαμμιτικός	0,56	0,34
Κερατολιθικός	0,86	0,89
Εκριξηγενής	0,87	0,81

Πίνακας 7.109: Συντελεστές συσχέτισης των διαφόρων λιθολογικών τύπων για γραμμική και εκθετική συμμεταβολή.

Οι συντελεστές συσχέτισης r_{lin} και r_{exp} για τη γραμμική ή την εκθετική συμμεταβολή σε σχέση με την απόσταση σε γραμμική κλίμακα, της επί τοις % παρουσίας των ασβεστολιθικών κροκαλών, ισούνται με 0,84 και 0,01, δείχνοντας μια καλή προσαρμογή μόνο για τη γραμμική συμμεταβολή. Το ίδιο συμβαίνει και για τις κερατολιθικές κροκάλες και για τις κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων των οποίων οι τιμές είναι r_{lin}= 0,86, r_{exp}=0,89 και r_{lin}=0,87, r_{exp}=0,81 αντίστοιχα, ενώ για τις ψαμμιτικές κροκάλες οι τιμές είναι r_{lin} =0,56 και r_{exp}=0,34, δείχνοντας σχετικά ασθενή συσχέτιση. Είναι προφανές ότι η συστηματική μεταβολή (αύξηση ή μείωση) της επί τοις % συμμετοχής των ασβεστολιθικών, των κερατολιθικών και των εκρηξιγενών κροκαλών κατά τη διεύθυνση μεταφοράς είναι στατιστικά σημαντική. Το γεγονός αυτό είναι λιγότερο στατιστικά σημαντικό για τις ψαμμιτικές κροκάλες.

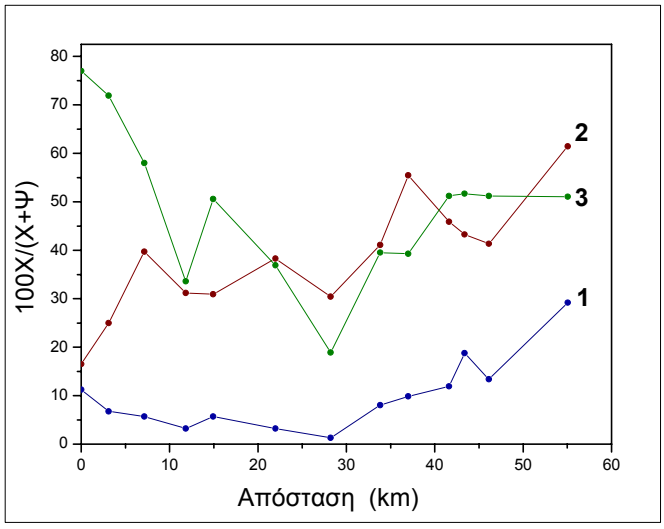
Δοκιμές, που έγιναν για τους ίδιους σταθμούς αλλά με την κλίμακα της απόστασης λογαριθμική, έδωσαν τιμές παραπλήσιες με τις παραπάνω. Συγκεκριμένα για τον ασβεστόλιθο οι συντελεστές συσχέτισης είναι r_{lin}=0,75 και r_{exp}=0,03, για τον ψαμμίτη r_{lin}=0,47 και r_{exp}=0,34, για τον κερατόλιθο r_{lin}=0,76 και r_{exp}=0,88, και για τις κροκάλες των εκρηξιγενών r_{lin}=r_{exp}=0,81 και επομένως δεν αναμένονται εξισώσεις, που να ικανοποιούν καλύτερα τη λιθολογική μεταβολή κατά μήκος της κοίτης, όταν αυτή εκφράζεται λογαριθμικά.

Για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων της μεταφοράς πάνω στη λιθολογία των κροκαλών και για να ερευνηθούν οι σχετικές αντιστάσεις των ποικίλων πετρολογικών τύπων προς την τριβή και τη θραύση, υπολογίστηκε πάλι ο λόγος του ενός πετρολογικού τύπου προς τον άλλον. Ως στάνταρ αναφοράς επιλέχτηκε ξανά ο κερατόλιθος, επειδή αυτός είναι ο σκληρότερος όλων των άλλων παρόντων πετρωμάτων. Η χρήση της αναλογίας του κερατολίθου (Plumley, 1948), για το σύνολο των συλλογών της επιφανειακής δειγματοληψίας, έδωσε τα αποτελέσματα που φαίνονται στον πίνακα 7.110.

ΣΤΑΘΜΟΣ	100K/K+A	100K/K+Ψ	100K/K+E
Σ1	11,25	16,51	76,99
Σ2	6,73	25,00	71,93
Σ3	5,68	39,73	58,00
Σ4	3,20	31,21	33,59
Σ5	5,70	30,93	50,56
Σ6	3,23	38,27	36,90
Σ7	1,30	30,43	18,92
Σ8	8,04	41,09	39,55
Σ9	9,84	55,48	39,27
Σ10	11,90	45,87	51,19
Σ11	18,77	43,26	51,69
Σ12	13,40	41,35	51,19
Σ15	29,21	61,46	61,08

Πίνακας 7.110: Υπολογισμοί της αναλογίας του κερατολίθου κατά Plumley (1948).

Στο σχήμα 7.66 έχει προβληθεί ο λόγος του κερατολίθου (100X/X+Y) σε σχέση με την απόσταση μεταφοράς. Στις καμπύλες, που προκύπτουν απουσιάζει μια συνεχής αύξηση ή ελάττωση της «αναλογίας του κερατόλιθου» για όλες τις λιθολογίες στο σύνολο των σταθμών δειγματοληψίας. Αυτό δηλώνει ότι ο ρόλος της τριβής και της θραύσης στη μεταβολή της ποσοτικής συμμετοχής των λιθολογιών με την απόσταση συγκαλύπτεται από τη μόλυνση, από εισροή νέου υλικού κάποιας ή κάποιων λιθολογιών ή ίσως και να απουσιάζει. Εν τούτοις από τον έβδομο μέχρι τον δωδέκατο σταθμό δειγματοληψίας διαπιστώνεται, όπως και στις συλλογές επιφανειακών υλικών από την ενεργή κοίτη, σε ένα βαθμό η εκδήλωση της δράσης της τριβής και της θραύσης αφού και οι τρεις καμπύλες δείχνουν αδρά την «αναλογία του κερατολίθου» να αυξάνεται.



Σχήμα 7.66: Προβολή της αναλογίας του κερατολίθου για τις ασβεστολιθικές κροκάλες (1), τις ψαμμιτικές κροκάλες (2) και τις κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων (3) σε σχέση με την απόσταση μεταφοράς, για το σύνολο των κόκκων κάθε σταθμού.

Η χρήση των τύπων, για την εύρεση του συντελεστή συσχέτισης της προβολής των λόγων λιθολογίας με την απόσταση, για γραμμική και εκθετική συμμεταβολή δίνονται στον πίνακα 7.111. Από τον πίνακα αυτόν φαίνεται πως υπάρχει μια σχετική συσχέτιση του λόγου λιθολογίας προς την απόσταση για τον ασβεστόλιθο (r_{lin}=0,65 και r_{exp}=0,54) και μια καλύτερη για τον ψαμμίτη (r_{lin}=0,82 και r_{exp}=0,70), όταν η κλίμακα των αποστάσεων είναι γραμμική. Αντίθετα ο λόγος κερατολίθου για τις κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων εμφανίζει άσχημο βαθμό συσχέτισης (r_{lin}=0,36 και r_{exp}=0,42). Δοκιμές που έγιναν με την κλίμακα της απόστασης

λογαριθμική, έδωσαν ακόμη μικρότερες τιμές για το λόγο ασβεστόλιθου και ψαμμίτη και σχεδόν μηδενικές τιμές για το λόγο λιθολογίας των εκρηξιγενών πετρωμάτων.

ΛΟΓΟΣ ΛΙΘΟΛΟΓΙΑΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ (r)	
	ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΑΒΟΛΗ	ΕΚΘΕΤΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΑΒΟΛΗ
100K/K+A	0,65	0,54
100K/K+Ψ	0,82	0,70
100K/K+E	0,36	0,42

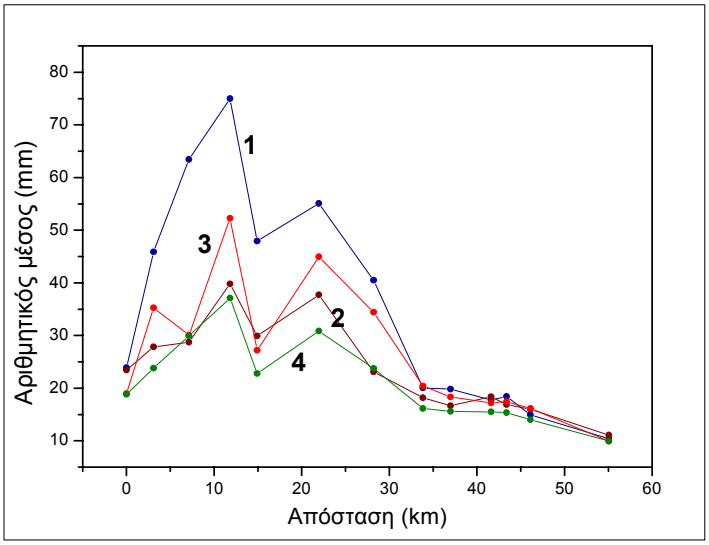
Πίνακας 7.111: Συντελεστές συσχέτισης της αναλογίας κερατολίθου, των διαφόρων λιθολογικών τύπων για γραμμική και εκθετική συμμεταβολή.

7.7.2. Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου των κόκκων της επιφάνειας της κοίτης.

Στον πίνακα 7.112 αναγράφονται οι τιμές του αριθμητικού μέσου, για τις κροκάλες όλων των λιθολογικών τύπων και για όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας, κατά μήκος της κοίτης του ποτάμιου ρεύματος. Οι ίδιες τιμές των αριθμητικών μέσων απεικονίζονται σε σχέση με την απόσταση μεταφοράς σε γραμμική κλίμακα των αξόνων στο σχήμα 7.67.

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ (mm)	ΨΑΜΜΙΤΙΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ (mm)	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ (mm)	ΚΡΟΚΑΛΕΣ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ (mm)	ΣΥΝΟΛΟ (mm)
Σ1	23,89	23,44	18,97	18,81	23,24
Σ2	45,90	27,83	35,26	23,81	41,87
Σ3	63,42	28,72	30,06	29,90	57,86
Σ4	74,97	39,81	52,22	37,10	70,14
Σ5	47,93	29,93	27,16	22,76	43,80
Σ6	55,06	37,70	44,97	30,83	62,74
Σ7	40,51	23,09	34,43	23,73	39,10
Σ8	20,05	18,18	20,40	16,14	19,51
Σ9	19,80	16,65	18,31	15,59	18,96
Σ10	17,75	18,36	17,21	15,50	17,57
Σ11	18,40	16,86	17,44	15,35	17,63
Σ12	14,95	16,01	16,16	14,00	15,13
Σ15	10,37	11,07	9,90	9,92	10,28

Πίνακας 7.112: Τιμές αριθμητικού μέσου (σε mm) όλων των λιθολογικών τύπων κατά μήκος της κοίτης του ρεύματος.



Σχήμα 7.67: Προβολή του αριθμητικού μέσου του συνόλου των κροκαλών της κοίτης σε σχέση με την απόσταση μεταφοράς. 1: Ασβεστολιθικές κροκάλες. 2: ψαμμιτικές κροκάλες. 3: Κερατολιθικές κροκάλες. 4: Κροκάλες εκρηξιγενών πετρωμάτων.

Όπως φαίνονται στον πίνακα 7.112 και στο σχήμα 7.67, ο αριθμητικός μέσος των ασβεστολιθικών κροκαλών παρουσιάζει μια σημαντική συνεχή αύξηση μέχρι τον τέταρτο σταθμό δειγματοληψίας, που οφείλεται, όπως έχει προαναφερθεί, στην εισροή υλικού λόγω πλευρικής τροφοδοσίας. Από το σταθμό αυτό και μετά ο αριθμητικός μέσος μειώνεται δείχνοντας πολύ καλές προσαρμογές σε

γραμμικές εξισώσεις, όταν ο άξονας των αποστάσεων προβάλλεται σε αριθμητική και σε λογαριθμική κλίμακα. Ο συντελεστής συσχέτισης αυτών των συμμεταβολών είναι r=0,92 και r=0,91 (πίν 7.112).

Ανάλογη συμπεριφορά επιδεικνύει ο αριθμητικός μέσος των κροκαλών και των υπολοίπων λιθολογιών, επιδεικνύοντας καλές προσαρμογές προς τις προηγούμενες εξισώσεις. Ειδικότερα, οι συντελεστές συσχέτισης γραμμικής συμμεταβολής για τις ψαμμιτικές κροκάλες είναι r=0,88 και r=0,89, όταν ο άξονας των αποστάσεων είναι γραμμικός και λογαριθμικός αντίστοιχα, για τις κερατολιθικές r=0,80 και r=0,75 και για τις κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων r=0,86 και r=0,82.

Η μεταβολή του κοκκομετρικού μεγέθους με την απόσταση δείχνει και σε αυτή την περίπτωση ανάλογη μαθηματική απεικόνιση με την εξέλιξη του ποτάμιου προφίλ, όπως φαίνεται από την προβολή των υψομέτρων των σταθμών δειγματοληψίας με την απόσταση, όταν αυτή εκφράζεται σε αριθμητική κλίμακα (σχ. 7.61). Επομένως, πρέπει να θεωρηθεί ότι και για το σύνολο των κόκκων των σταθμών δειγματοληψίας ο κύριος μηχανισμός μείωσης του κοκκομετρικού μεγέθους είναι η εκλεκτική ταξινόμηση εξαιτίας της μείωσης της κλίσης του ποταμού.

ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ (r)	
	ΓΡΑΜΜΙΚΟΣ	ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΟΣ
Ασβεστολιθικός	0,92	0,91
Ψαμμιτικός	0,88	0,89
Κερατολιθικός	0,80	0,75
Εκρηξιγενής	0,86	0,82

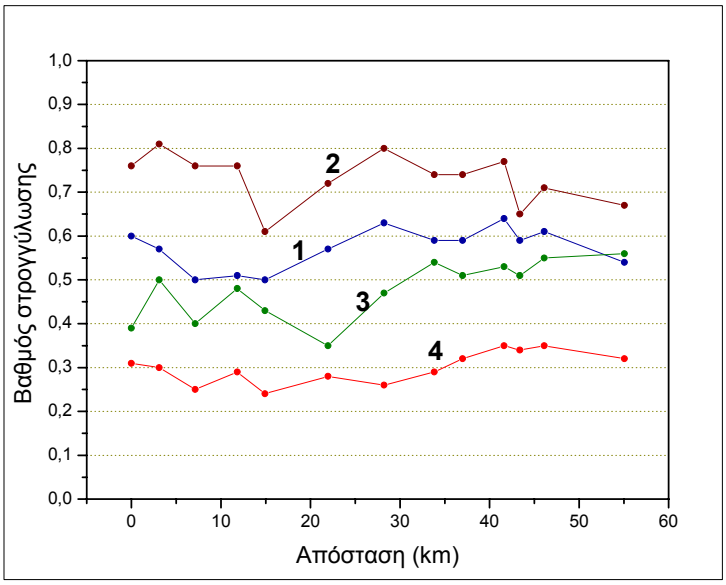
Πίνακας 7.113: Συντελεστές συσχέτισης αριθμητικού μέσου για γραμμική συμμεταβολή με αριθμητική και λογαριθμική κλίμακα στον άξονα των αποστάσεων.

7.7.3. Αποτελέσματα ανάλυσης της στρογγύλωσης των κόκκων της επιφάνειας της κοίτης.

Στον πίνακα 7.114 αναγράφονται οι τιμές του βαθμού στρογγύλωσης των κροκαλών όλων των λιθολογικών τύπων για το σύνολο των συλλογών του κάθε σταθμού δειγματοληψίας, όπως αυτοί προέκυψαν μετά από σύγκριση με τον οπτικό χάρτη του Krumbein (1941). Στο σχήμα 7.68 φαίνεται η εξέλιξη του βαθμού στρογγύλωσης κάθε λιθολογικού τύπου με την απόσταση κατά μήκος της κοίτης της ποτάμιας αύλακας.

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ (km)	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ ΜΟΝΑΔΑΣ
Σ1	0,000	0,60	0,76	0,31	0,39	0,64
Σ2	3,100	0,57	0,81	0,30	0,50	0,60
Σ3	7,130	0,50	0,76	0,25	0,40	0,50
Σ4	11,820	0,51	0,76	0,29	0,48	0,52
Σ5	14,920	0,50	0,61	0,24	0,43	0,50
Σ6	21,970	0,57	0,72	0,28	0,35	0,55
Σ7	28,220	0,63	0,80	0,26	0,47	0,62
Σ8	33,840	0,59	0,74	0,29	0,54	0,59
Σ9	36,990	0,59	0,74	0,32	0,51	0,57
Σ10	41,620	0,64	0,77	0,35	0,53	0,61
Σ11	43,370	0,59	0,65	0,34	0,51	0,56
Σ12	46,120	0,61	0,71	0,35	0,55	0,59
Σ15	55,050	0,54	0,67	0,32	0,56	0,52
Μ. Ο.		0,57	0,73	0,30	0,48	0,57

Πίνακας 7.114: Τιμές του βαθμού στρογγυλότητας των κροκαλών κατά μήκος της κοίτης.



Σχήμα 7.68: Μεταβολή του βαθμού στρογγύλωσης των ασβεστολιθικών κόκκων (1), των ψαμμιτικών κόκκων (2), των κερατολιθικών κόκκων (3) και των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων (4) σε σχέση με την απόσταση μεταφοράς κατά μήκος της κοίτης της ποτάμιας αύλακας.

Ο μέσος όρος του βαθμού στρογγύλωσης των ασβεστολιθικών κροκαλών είναι 0,57, που αντιστοιχεί σε υποστρόγγυλες κροκάλες, των ψαμμιτικών κροκαλών 0,73 (στρογγυλές), των κερατολιθικών κροκαλών 0,30 (υπογωνιώδεις) και των κροκαλών των εκρηξιγενών πετρωμάτων 0,48 (υπογωνιώδεις). Ο μέσος όρος του συνόλου των κροκαλών του Βοιωτικού Κηφισού, είναι 0,57, που αντιστοιχεί σε υποστρόγγυλες κροκάλες.

Ο βαθμός στρογγύλωσης δε σχετίζεται με την απόσταση μεταφοράς. Ο συντελεστής συσχέτισης είναι άσχημος για ένα σύνολο συσχετίσεων, που περιλαμβάνει γραμμικές και εκθετικές προσαρμογές (πιν. 7.115), είτε η απόσταση δίνεται σε απλή αριθμητική κλίμακα, είτε σε λογαριθμική κλίμακα.

ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	**ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΕ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ**		**ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΕ ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ**	
	ΓΡΑΜΜΙΚΗ	**ΕΚΘΕΤΙΚΗ**	**ΓΡΑΜΜΙΚΗ**	**ΕΚΘΕΤΙΚΗ**
Ασβεστολιθικός	0,40	0,16	0,51	0,16
Ψαμμιτικός	0,38	0,32	0,40	0,32
Κερατολιθικός	0,60	0,41	0,54	0,41
Εκρηξιγενής	0,51	0,54	0,46	0,54

Πίνακας 7.115: Συντελεστές συσχέτισης των βαθμών στρογγύλωσης των κροκαλών της κοίτης.

Φαίνεται όμως ότι, για τις κερατολιθικές κροκάλες υπάρχει μια βαθμιαία βελτίωση του βαθμού στρογγύλωσης, όπως δείχνει μια σχετικά ασθενής συσχέτιση (r=0,60) με γραμμική προσαρμογή και με την κλίμακα της απόστασης επίσης γραμμική. Εν τούτοις, εξαίρεση αποτελεί η συστηματική μείωση της στρογγύλωσης των ασβεστολιθικών κροκαλών από το σταθμό δειγματοληψίας Σ1 μέχρι το σταθμό Σ5, λόγω πλευρικής εισροής.

Η παρατηρούμενη έλλειψη συσχέτισης πιθανώς να οφείλεται στο γεγονός ότι, οι κροκάλες οι λιγότερο ανθιστάμενες στην τριβή και τη θραύση, δηλαδή οι ασβεστολιθικές, οι ψαμμιτικές και οι εκρηξιγενείς, έχουν αποκτήσει ήδη τη μέγιστη τιμή στρογγύλωσης πριν από τον πρώτο σταθμό δειγματοληψίας στον άνω ρου του ποταμού, είτε ακόμη και πριν από τις συμβολές των παραποτάμων με το κυρίως ρεύμα (Sneed & Folk, 1958). Αντίθετα, οι ισχυρά ανθιστάμενες κερατολιθικές κροκάλες απαιτούν πολύ μεγάλη απόσταση μεταφοράς για να καταδείξουν βελτίωση της στρογγυλότητας (Potter, 1955).

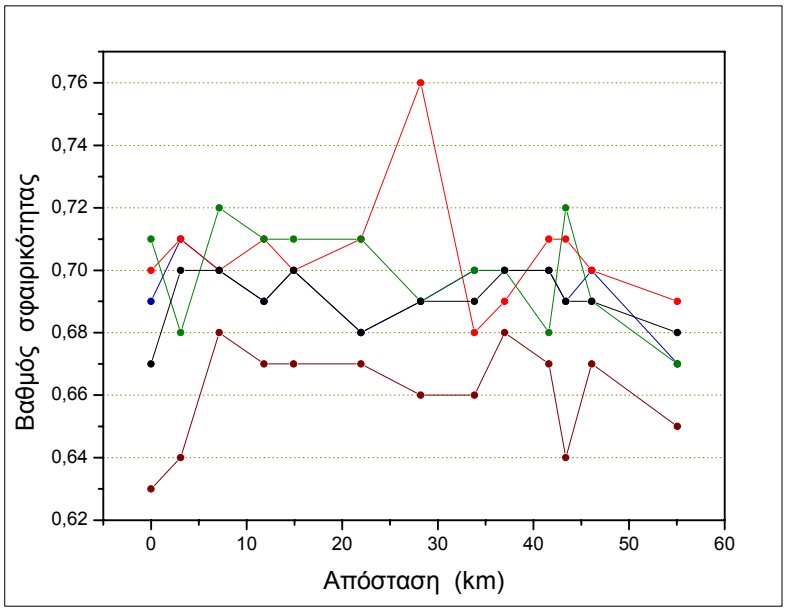
7.7.4. Αποτελέσματα ανάλυσης της σφαιρικότητας των κόκκων της επιφάνειας της κοίτης.

Η σφαιρικότητα των κροκαλών ποικίλει ελαφρώς μεταξύ των διαφόρων λιθολογικών τύπων. Την καλύτερη σφαιρικότητα δείχνουν, όπως αναμένεται (Sneed & Folk, 1958), οι κερατολιθικές κροκάλες με μέσο όρο βαθμού σφαιρικότητας 0,71. Οι ασβεστολιθικές κροκάλες έχουν μια μέση τιμή 0,69, οι ψαμμιτικές 0,66, και οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων 0,70. Ο μέσος όρος της σφαιρικότητας του συνόλου των κροκαλών είναι 0,69 (πιν. 7.116 και σχ. 7.69).

Δεν παρατηρείται κάποια σχέση μεταξύ σφαιρικότητας και απόστασης μεταφοράς. Η τιμή σφαιρικότητας των κροκαλών, ανεξαρτήτως λιθολογίας παραμένει σταθερή κατά μήκος της κοίτης του ποταμού. Οι συντελεστές συσχέτισης, που προέκυψαν μετά από δοκιμές για γραμμική και εκθετική συμμεταβολή έδωσαν πολύ μικρές τιμές, που δείχνουν έλλειψη συσχέτισης οποιασδήποτε συμμεταβολής του ιστολογικού αυτού χαρακτήρα με την απόσταση μεταφοράς (πιν. 7.117). Η έλλειψη κανονικότητας της κατανομής της σφαιρικότητας οφείλεται πιθανώς στην εκλεκτική ταξινόμηση.

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ (km)	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΨΑΜΜΙΤΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΚΟΚΚΟΙ	ΚΟΚΚΟΙ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΚΚΩΝ
Σ1	0,000	0,69	0,63	0,70	0,71	0,67
Σ2	3,100	0,71	0,64	0,71	0,68	0,70
Σ3	7,130	0,70	0,68	0,70	0,72	0,70
Σ4	11,820	0,69	0,67	0,71	0,71	0,69
Σ5	14,920	0,70	0,67	0,70	0,71	0,70
Σ6	21,970	0,68	0,67	0,71	0,71	0,68
Σ7	28,220	0,69	0,66	0,76	0,69	0,69
Σ8	33,840	0,70	0,66	0,68	0,70	0,69
Σ9	36,990	0,70	0,68	0,69	0,70	0,70
Σ10	41,620	0,70	0,67	0,71	0,68	0,70
Σ11	43,370	0,69	0,64	0,71	0,72	0,69
Σ12	46,120	0,70	0,67	0,70	0,69	0,69
Σ15	55.050	0,67	0,65	0,69	0,67	0,68
Μ.Ο		0,69	0,66	0,71	0,70	0,69

Πίνακας 7.116: Τιμές σφαιρικότητας των κόκκων όλων των λιθολογικών τύπων καθώς και του συνόλου των κροκαλών κατά μήκος της κοίτης του ρεύματος.



Σχήμα 7.69: Μεταβολή των τιμών σφαιρικότητας των ασβεστολιθικών κόκκων (γαλάζια γραμμή), των ψαμμιτικών κόκκων (καφέ γραμμή), των κερατολιθικών κόκκων (κόκκινη γραμμή), των εκρηξιγενών κόκκων (πράσινη γραμμή) και του συνόλου των κόκκων (μαύρη γραμμή) κατά μήκος της κοίτης της ποτάμιας αύλακας.

ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ			
	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΕ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ		ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΕ ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ	
	ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΣΥΜ/ΒΟΛΗ	ΕΚΘΕΤΙΚΗ ΣΥΜ/ΒΟΛΗ	ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΣΥΜ/ΒΟΛΗ	ΕΚΘΕΤΙΚΗ ΣΥΜ/ΒΟΛΗ
Ασβεστολιθικός	0,34	0,28	0,48	0,28
Ψαμμιτικός	0,14	0,02	0,05	0,02
Κερατολιθικός	0,13	0,04	0,11	0,04
Εκρηξιγενής	0,44	0,45	0,18	0,46

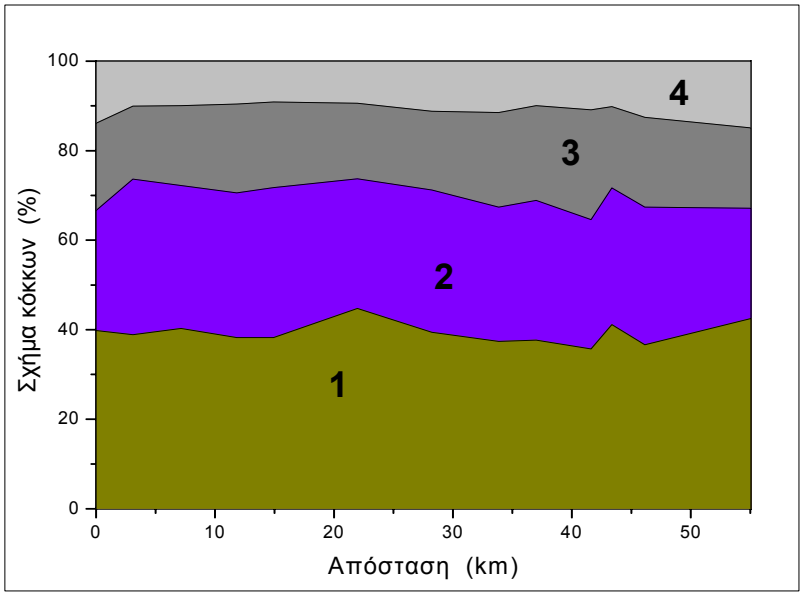
Πίνακας 7.117: Τιμές των συντελεστών συσχέτισης της σφαιρικότητας όλων των λιθολογικών τύπων των κόκκων της κοίτης.

7.7.5. Αποτελέσματα ανάλυσης του σχήματος των κόκκων της επιφάνειας της κοίτης.

Το σχήμα των κροκαλών μελετήθηκε με βάση το ταξινομικό διάγραμμα που πρότεινε ο Zingg (1935). Στον πίνακα 7.118 και στο σχήμα 7.70 φαίνεται η επί τοις % κατανομή του σχήματος του συνόλου των συλλογών των κόκκων ανά σταθμό δειγματοληψίας, σύμφωνα με την ταξινόμηση αυτή, επί συνόλου 15.046 κόκκων.

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΔΙΣΚΟΕΙΔΕΙΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ		ΣΦΑΙΡΙΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ		ΡΑΒΔΟΜΟΡΦΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ		ΠΛΑΤΥΣΜΕΝΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ	
	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΡΟΚΑΛΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΡΟΚΑΛΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΡΟΚΑΛΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΡΟΚΑΛΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Σ1	490	39,81	330	26,81	240	19,50	171	13,89
Σ2	291	38,90	260	34,76	122	16,31	75	10,03
Σ3	232	40,28	184	31,94	103	17,88	57	9,90
Σ4	597	38,24	505	32,35	310	19,86	149	9,55
Σ5	1427	38,22	1252	33,53	714	19,12	341	9,13
Σ6	476	44,74	308	28,95	180	16,92	100	9,40
Σ7	481	39,40	372	31,79	205	17,62	132	11,28
Σ8	305	37,38	245	30,02	172	21,08	94	11,52
Σ9	405	37,64	338	31,23	228	21,19	107	9,94
Σ10	564	35,67	457	28,91	388	24,54	172	10,88
Σ11	190	41,13	141	30,52	84	18,18	47	10,17
Σ12	155	36,64	130	30,73	85	20,09	53	12,53
Σ15	251	42,47	146	24,70	106	17,94	88	14,89
Μ. ΟΡΟΣ	5.864	38,95	4.668	31,01	2.937	19,51	1.586	10,53

Πίνακας 7.118: Αριθμός κόκκων και εκατοστιαία συμμετοχή τους ανά σχήμα στο σύνολο των συλλογών όλων των σταθμών.



Σχήμα 7.70: Μεταβολή του σχήματος του συνόλου των κροκαλών με την απόσταση μεταφοράς. 1= Δισκοειδείς κροκάλες. 2= Σφαιρικές κροκάλες. 3= Ραβδόμορφες κροκάλες. 4= Πλατυσμένες κροκάλες.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών, ο μέσος όρος των σφαιρικών κροκαλών είναι 31,01%, των δισκοειδών 38,95%, των πλατυσμένων 10,53% και των ραβδοειδών 19,51%.

Το σύνολο των κροκαλών δείχνει μέτριες γενικά προσαρμογές, όσον αφορά τη γραμμική ή εκθετική συμμεταβολή της ποσοτικής τους παρουσίας κατά μήκος της κοίτης του ποταμού (πιν. 7.119). Αυτό σημαίνει ότι, οι κροκάλες όλων των σχημάτων δε δείχνουν κάποια στατιστικώς σημαντική μείωση ή αύξηση κατά μήκος της κοίτης του ποταμού. Εξαίρεση αποτελούν οι σφαιρικές κροκάλες, όταν η απόσταση εκφράζεται σε λογαριθμική κλίμακα και για γραμμική προσαρμογή, όπου ο συντελεστής συσχέτισης είναι 0,72 και δείχνει πιθανώς μια ελαφρά μείωση των σφαιρικών κροκαλών.

ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ			
	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΕ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ		ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΕ ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ	
	ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΑΒΟΛΗ	ΕΚΘΕΤΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΑΒΟΛΗ	ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΑΒΟΛΗ	ΕΚΘΕΤΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΑΒΟΛΗ
Σφαιροειδές	0,45	0,48	0,72	0,48
Δισκοειδές	0,32	0,37	0,36	0,37
Πεπλατυσμένες	0,35	0,47	0,55	0,47
Ραβδοειδείς	0,34	0,12	0,47	0,12

Πίνακας 7.119: Τιμές των συντελεστών συσχέτισης των ποσοστών συμμετοχής των διαφόρων σχημάτων των κόκκων της κοίτης.

7.7.6. Συμπεράσματα από την ανάλυση της λιθολογίας και των ιστολογικών χαρακτηριστικών των συνόλων των συλλογών των επιφανειακών κροκαλών κατά μήκος της κοίτης.

Η μελέτη των ιστολογικών χαρακτηριστικών του συνόλου των χαλίκων των σταθμών δειγματοληψίας κατά μήκος της κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού, έδειξε ότι:

1. Η μεταβολή της ποσοτικής παρουσίας των λιθολογιών, που μελετήθηκαν, με την απόσταση μεταφοράς στο σύνολο των σταθμών δειγματοληψίας σχετίζεται με την ανάμιξη από «εισροή νέου υλικού» και τις ανθρωπογενείς παρεμβάσεις. Οι μεταβολές της λιθολογίας είναι πιο έντονες μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας Σ1-Σ4 και Σ5-Σ6, δηλαδή στην περιοχή εγκιβωτισμού του ποταμού και στις παρυφές του μεγάλου ριπιδίου της Τιθορέας.

2. Το κοκκομετρικό μέγεθος των κροκαλών αυξάνεται σημαντικά από σταθμό σε σταθμό στους τέσσερις πρώτους σταθμούς δειγματοληψίας, λόγω προσμίξεων εξ αιτίας πλευρικών πηγών τροφοδοσίας και άμεσης εισροής υλικού από τις όχθες, μειώνεται μέχρι τον πέμπτο σταθμό, λόγω απόληψης υλικού και αυξάνεται στη διαδρομή, που ο ποταμός κινείται σχεδόν παράλληλα με τον πόδα του ριπιδίου της περιοχής Τιθορέας. Στη συνέχεια μειώνεται κατά τρόπο στατιστικά σημαντικό μέχρι τον τελευταίο σταθμό δειγματοληψίας. Η αιτία της μείωσης αυτής φαίνεται να είναι η εκλεκτική ταξινόμηση, λόγω της μείωσης της κλίσης του ποταμού.

3. Δεν παρατηρήθηκε κάποια ιδιαίτερη σχέση της στρογγύλωσης με την απόσταση μεταφοράς. Η έλλειψη συσχέτισης πιθανώς να οφείλεται στο γεγονός ότι, οι κροκάλες όλων των λιθολογικών τύπων έχουν αποκτήσει τις μέγιστες τιμές των βαθμών στρογγύλωσης πριν από τον πρώτο σταθμό δειγματοληψίας και πριν από τις συμβολές των παραποτάμων (ψαμμιτικές, ασβεστολιθικές, εκρηξιγενείς) ή η απόσταση μεταφοράς

ήταν μικρή (κερατολιθικές κροκάλες). Εξαίρεση αποτελεί η στρογγύλωση των ασβεστολιθικών κροκαλών στη διαδρομή του ρεύματος μέσα στον εγκιβωτισμένο μαίανδρο, όπου υπάρχει έντονη πλευρική τροφοδοσία.

4. Δεν παρατηρήθηκε κάποια σχέση της σφαιρικότητας των κροκαλών με την απόσταση μεταφοράς, λόγω εκλεκτικής ταξινόμησης.

5. Όσον αφορά το σχήμα των κροκαλών, στο σύνολο των συλλογών του κάθε σταθμού δειγματοληψίας, δε φαίνεται κάποια συστηματική μεταβολή κάποιου σχήματος με την απόσταση μεταφοράς, πλην των σφαιρικών κροκαλών, που δείχνουν να μειώνονται ελαφρά.

7.8. Σύγκριση του κοκκομετρικού μεγέθους και των στατιστικών παραμέτρων της κοκκομετρικής ανάλυσης των υποεπιφανειακών κλαστικών ιζημάτων κατά μήκος της κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού.

7.8.1. Σύγκριση του κοκκομετρικού μεγέθους και των στατιστικών παραμέτρων της κοκκομετρικής ανάλυσης των υποεπιφανειακών κλαστικών ιζημάτων κατά μήκος της ενεργής κοίτης.

Για τη συγκριτική μελέτη του κοκκομετρικού μεγέθους και των στατιστικών παραμέτρων της κοκκομετρικής ανάλυσης χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα ανάλυσης των υποεπιφανειακών κλαστικών υλικών της κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού και των δεκαπέντε (15) σταθμών δειγματοληψίας (πιν 7.1 και σχ.7.1), από τους οποίους πραγματοποιήθηκε συλλογή υλικού από την ενεργή κοίτη. Το συνολικό βάρος του υλικού, που αναλύθηκε είναι 1.847.943,59g. Στον πίνακα 7.120 αναγράφονται τα βάρη των δειγμάτων, που αναλύθηκαν και η διάμεσος, ο αριθμητικός μέσος, η σταθερή απόκλιση, η ασσυμετρία και η κύρτωση για όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας κατά μήκος της κοίτης του ποτάμιου ρεύματος. Οι στατιστικές παράμετροι υπολογίστηκαν βάσει των τύπων που πρότειναν οι Folk & Word (1957).

ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (gr)	ΔΙΑΜΕΣΟΣ (Md)	ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ (Mz)	ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (σi)	ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑ (SKi)	ΚΥΡΤΩΣΗ (K_G)
Σ1/ Κοίτη	28.094,19	-2.28	-1,82	2,07	0,32	1,03
Σ2/ Κοίτη	204.379,20	-4.28	-3,63	2,67	0,40	0,97
Σ3/ Κοίτη	281.666,24	-5,85	-4,97	2,75	0,50	0,96
Σ4/ Κοίτη	329.209,49	-5,53	-4,97	2,33	0,45	1,22
Σ5/ Κοίτη	344.025,33	-5,43	-4,69	2,40	0,47	0,92
Σ6/ Κοίτη	255.474,70	-5,38	-4,60	2,42	0,56	1,15
Σ7/ Κοίτη	196.955,67	-5,15	-4,26	2,31	0,64	1,11
Σ8/ Κοίτη	19.316,83	-3,02	-2,59	1,91	0,35	0,92
Σ9/ Κοίτη	22.529,97	-3,08	-2,78	1,61	0,36	1,10
Σ10/ Κοίτη	15.526,81	-2,92	-2,08	2,31	0,52	0,97
Σ11/ Κοίτη	78.392,74	-2,21	-1,78	2,46	0,24	0,65
Σ12/ Κοίτη	23.139,76	-2,76	-2,23	2,01	0,38	0,93
Σ13/ Κοίτη	16.501,94	-2,89	-2,07	2,10	0,52	0,85
Σ14/ Κοίτη	24.829,92	-0,38	-0,41	1,59	-0,03	0,75
Σ15/ Κοίτη	7.900,80	-0,07	0,02	2,30	0,07	0,76

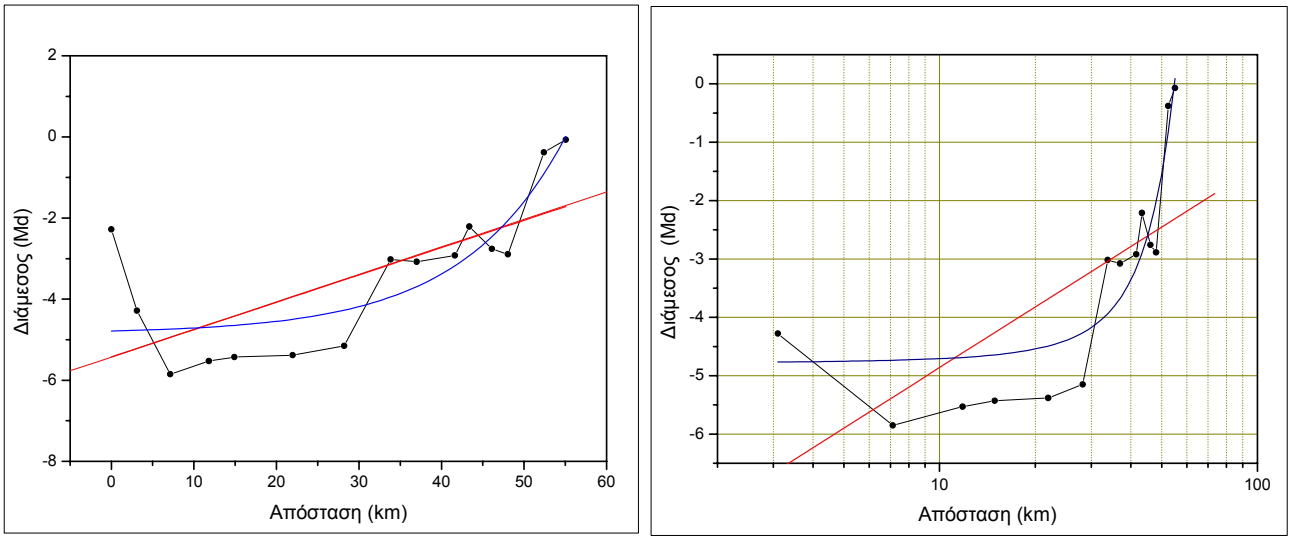
Πίνακας 7.120: Τα βάρη των αναλυθέντων δειγμάτων και οι στατιστικές παράμετροι των υλικών της υποεπιφανειακής δειγματοληψίας κατά μήκος της κοίτης του ρεύματος του Βοιωτικού Κηφισού ποταμού.

7.8.1.1. Αποτελέσματα ανάλυσης της διαμέσου των δειγμάτων υποεπιφανειακής δειγματοληψίας κατά μήκος της ενεργής κοίτης.

Οι τιμές της διαμέσου, σε σχέση με την απόσταση κατά την κατεύθυνση του ρεύματος, απεικονίζονται σε γραμμική και λογαριθμική κλίμακα συντεταγμένων όσον αφορά τον οριζόντιο άξονα, στο σχήμα 7.71.

Όπως φαίνονται στον πίνακα 7.120 και στο σχήμα 7.71, η διάμεσος των δειγμάτων παρουσιάζει μια σημαντική συνεχή αύξηση μέχρι τον τρίτο σταθμό δειγματοληψίας (από –2,28 φι σε –5,85 φι) λόγω της πλευρικής τροφοδοσίας, που συμβαίνει στη διαδρομή του ρεύματος μεταξύ του πρώτου και του τρίτου σταθμού δειγματοληψίας (§ 7.5.1 και § 7.5.2). Από τον τρίτο σταθμό και μετά η διάμεσος μειώνεται σχεδόν διαρκώς, μέχρι να φτάσει στην τιμή Md= -0,07 φι, με εξαίρεση τους σταθμούς Σ9 έως Σ13, όπου η μείωση των τιμών της διαμέσου είναι πιθανώς ασυνεχής.

Για τις γραφικές αυτές παραστάσεις, οι συντελεστές συσχέτισης της γραμμικής προσαρμογής είναι 0,69 τόσο στην απεικόνιση, όπου ο άξονας των αποστάσεων είναι αριθμητικός, όσο και στην απεικόνιση με λογαριθμικό τον άξονα των αποστάσεων (πιν. 7.121). Οι αντίστοιχοι συντελεστές συσχέτισης, συμπίπτουν και στην περίπτωση της εκθετικής προσαρμογής και ισούνται με 0,71. Οι συντελεστές συσχέτισης σε αυτές τις περιπτώσεις δείχνουν μια μέτρια προσαρμογή προς τις αντίστοιχες εξισώσεις.

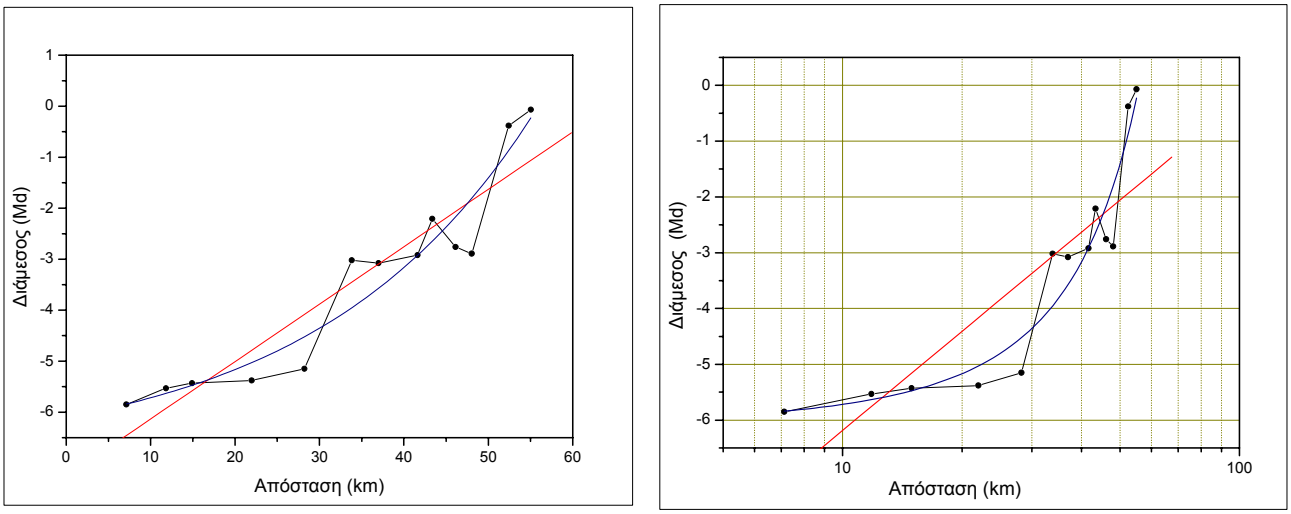


Σχήμα 7.71: Γραφική παράσταση της διαμέσου και των δεκαπέντε σταθμών δειγματοληψίας σε σχέση με την απόσταση μεταφοράς, με αριθμητικό τον άξονα των αποστάσεων (αριστερά) και λογαριθμικό άξονα αποστάσεων (δεξιά). Οι κόκκινες γραμμές αντιστοιχούν στις γραμμικές προσαρμοσμένες εξισώσεις και οι γαλάζιες καμπύλες αντιστοιχούν στις εκθετικές προσαρμογές.

Οι τιμές των διαμέσων από το σταθμό δειγματοληψίας Σ3 και μετά δείχνουν αρκετά καλές προσαρμογές προς τις γραμμικές και τις εκθετικές εξισώσεις τόσο στην περίπτωση, που ο άξονας των αποστάσεων είναι αριθμητικός (r_{lin}=0,93 και r_{exp}=0,92), όσο και όταν ο άξονας των αποστάσεων είναι λογαριθμικός (r_{lin}=0,85 και r_{exp} =0,92). Οι γραφικές παραστάσεις των προσαρμοσμένων αυτών εξισώσεων απεικονίζονται στο σχήμα 7.72.

ΣΤΑΘΜΟΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ			
	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΕ		ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΕ	
	ΓΡΑΜΜΙΚΗ	ΕΚΘΕΤΙΚΗ	ΓΡΑΜΜΙΚΗ	ΕΚΘΕΤΙΚΗ
Σ1 – Σ15	0,69	0,71	0,69	0,71
Σ3 – Σ15	0,93	0,92	0,85	0,92

Πίνακας 7.121: Τιμές των συντελεστών συσχέτισης της διαμέσου των δειγμάτων υποεπιφανειακών συλλογών.



Σχήμα 7.72: Γραφική παράσταση της διαμέσου των δεκατριών σταθμών δειγματοληψίας (Σ3-σ15)σε σχέση με την απόσταση μεταφοράς, με αριθμητικό τον άξονα των αποστάσεων (αριστερά) και λογαριθμικό άξονα αποστάσεων (δεξιά). Οι κόκκινες γραμμές αντιστοιχούν στις γραμμικές προσαρμοσμένες εξισώσεις και οι γαλάζιες καμπύλες αντιστοιχούν στις εκθετικές προσαρμογές.

7.8.1. 2. Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου των δειγμάτων υποεπιφανειακής δειγματοληψίας κατά μήκος της ενεργής κοίτης.

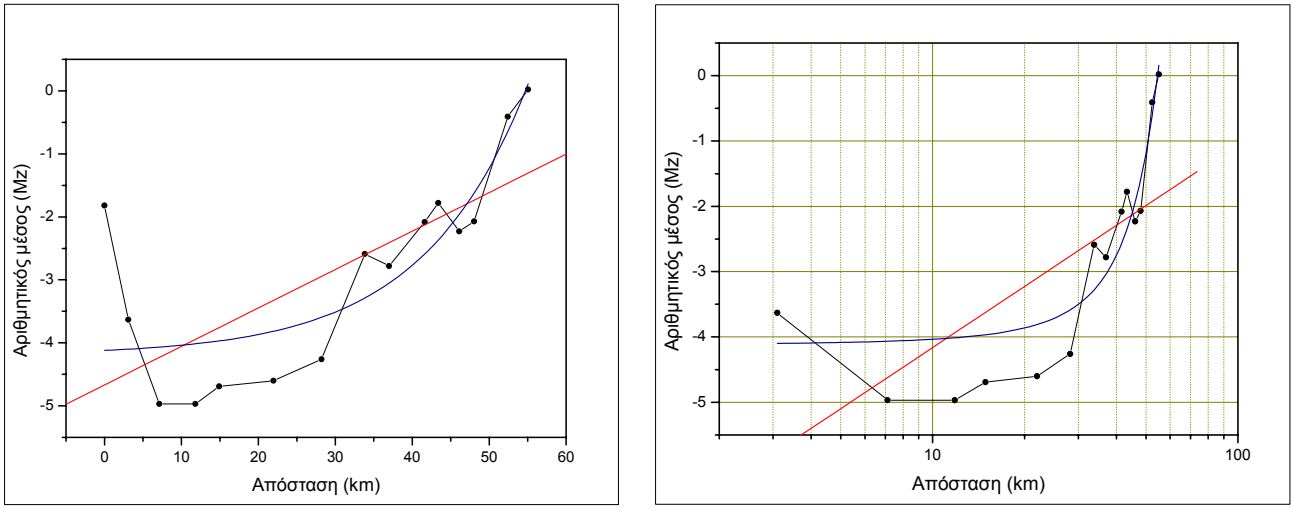
Στο σχήμα 7.73 απεικονίζονται σε γραμμική και λογαριθμική κλίμακα συντεταγμένων του οριζόντιου άξονα οι τιμές του αριθμητικού μέσου, σε σχέση με την απόσταση κατά την κατεύθυνση του ρεύματος. Από το σχήμα 7.73 και από τις τιμές του πίνακα 7.120 φαίνεται πως ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων της υποεπιφανειακής δειγματοληψίας, παρουσιάζει μια σημαντική συνεχή αύξηση μέχρι τον τρίτο σταθμό δειγματοληψίας από την τιμή –1,82 φι στην τιμή –4,97 φι. Η αύξηση αυτή οφείλεται στην εισροή αδρομερούς υλικού λόγω πλευρικής τροφοδοσίας μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας Σ1 και Σ3 (§ 7.5.1 και § 7.5.2).

Από τον τρίτο μέχρι τον τέταρτο σταθμό δειγματοληψίας ο αριθμητικός μέσος παραμένει σταθερός με τιμή Mz =–4,97φι και στη συνέχεια μειώνεται σχεδόν διαρκώς μέχρι να φτάσει στην τιμή Mz=0,02 φι, με εξαίρεση τους σταθμούς Σ9 και Σ12, όπου συμβαίνουν ελαφρές αυξήσεις στις τιμές των αριθμητικών μέσων, μάλλον εξ αιτίας πλευρικής τροφοδοσίας από τους παραποτάμους Λευκιανό και Μαυρονέρι, που συμβάλουν με τον κύριο άξονα του Βοιωτικού Κηφισού πριν από αυτούς τους σταθμούς δειγματοληψίας.

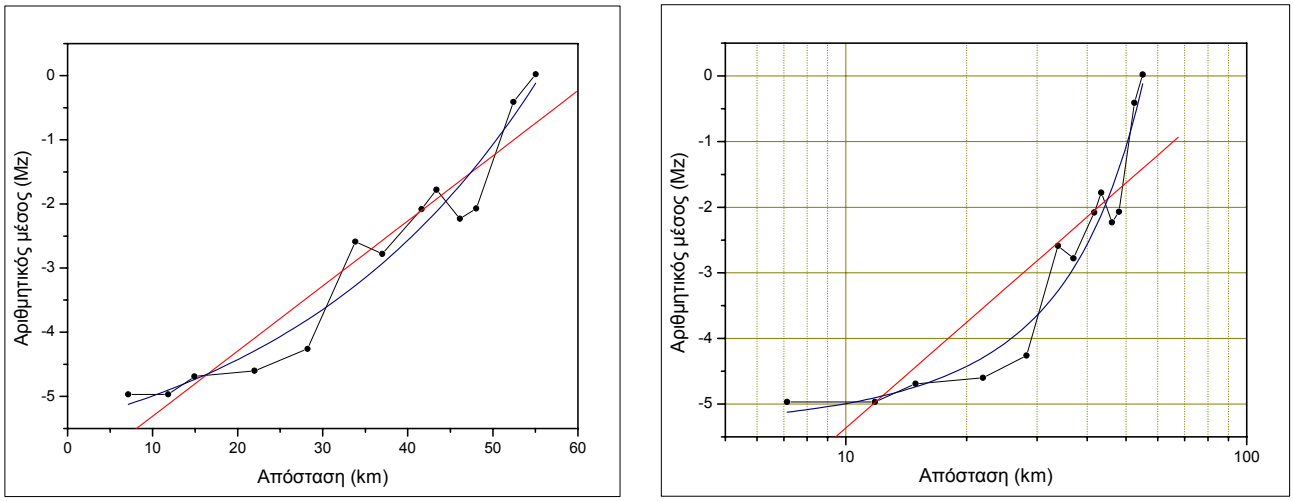
Για τις γραφικές αυτές παραστάσεις, οι συντελεστές συσχέτισης της γραμμικής και της εκθετικής προσαρμογής είναι 0,71, είτε ο άξονας των αποστάσεων είναι αριθμητικός, είτε είναι λογαριθμικός (πιν. 7.122) και δείχνει σε όλες τις περιπτώσεις μια μέτρια προσαρμογή προς τις αντίστοιχες εξισώσεις.

ΣΤΑΘΜΟΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ			
	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΕ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ		ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΕ ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ	
	ΓΡΑΜΜΙΚΗ	ΕΚΘΕΤΙΚΗ	ΓΡΑΜΜΙΚΗ	ΕΚΘΕΤΙΚΗ
Σ1 – Σ15	0,71	0,71	0,95	0,95
Σ3 – Σ15	0,71	0,71	0,87	0,95

Πίνακας 7.122: Τιμές των συντελεστών συσχέτισης του αριθμητικού μέσου των δειγμάτων υποεπιφανειακών συλλογών υλικού.



Σχήμα 7.73: Γραφική παράσταση του αριθμητικού μέσου του συνόλου των σταθμών δειγματοληψίας σε σχέση με την απόσταση μεταφοράς, με αριθμητικό τον άξονα των αποστάσεων (αριστερά) και λογαριθμικό άξονα αποστάσεων (δεξιά). Οι κόκκινες γραμμές αντιστοιχούν στις γραμμικές προσαρμοσμένες εξισώσεις και οι γαλάζιες καμπύλες αντιστοιχούν στις εκθετικές προσαρμογές.



Σχήμα 7.74: Γραφική παράσταση του αριθμητικού μέσου των 13 σταθμών δειγματοληψίας (Σ3-Σ15)σε σχέση με την απόσταση μεταφοράς, με αριθμητικό τον άξονα των αποστάσεων (αριστερά) και λογαριθμικό άξονα (δεξιά). Οι κόκκινες γραμμές αντιστοιχούν στις γραμμικές προσαρμοσμένες εξισώσεις και οι γαλάζιες καμπύλες αντιστοιχούν στις εκθετικές προσαρμογές.

Από τον τρίτο σταθμό δειγματοληψίας και μετά, οι τιμές του αριθμητικού μέσου δείχνουν αρκετά καλές προσαρμογές προς τις γραμμικές και τις εκθετικές εξισώσεις, τόσο στην περίπτωση που ο άξονας των αποστάσεων είναι αριθμητικός (r_{lin}=0,95 και r_{exp}=0,95), όσο και όταν ο άξονας των αποστάσεων είναι λογαριθμικός (r_{lin}=0,87 και r_{exp}=0,95). Οι γραφικές παραστάσεις αυτών των προσαρμοσμένων εξισώσεων απεικονίζονται στο σχήμα 7.74.

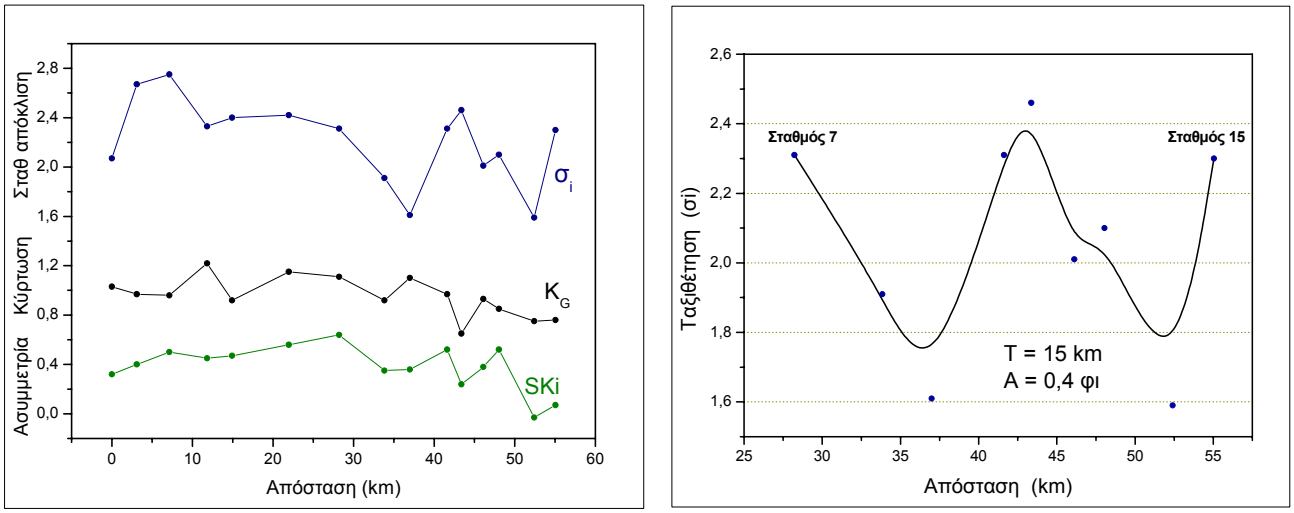
Οι τιμές αυτές των συντελεστών συσχέτισης είναι περίπου ανάλογες με τους αντίστοιχους συντελεστές, που προκύπτουν από την προβολή των υψομέτρων (§ 7.6.2 και σχ. 7.63). Επειδή, η μεταβολή του αριθμητικού μέσου και η μείωση του υψομέτρου με την απόσταση δείχνουν ανάλογη μαθηματική απεικόνιση, θα πρέπει να θεωρηθεί ότι, ο κύριος μηχανισμός μείωσης του κοκκομετρικού μεγέθους είναι η εκλεκτική ταξινόμηση εξ αιτίας της μείωσης της κλίσης του ποταμού.

7.8.1.3. Αποτελέσματα ανάλυσης της σταθερής απόκλισης, της ασυμμετρίας και της κύρτωσης δειγμάτων υποεπιφανειακής δειγματοληψίας κατά μήκος της ενεργής κοίτης.

Στο σχήμα 7.75 απεικονίζονται οι μεταβολές των παραμέτρων της σταθερής απόκλισης, της ασυμμετρίας και της κύρτωσης, σύμφωνα με τις αναλύσεις, που πραγματοποιήθηκαν στα δείγματα υποεπιφανειακών συλλογών από τις ενεργές κοίτες των σταθμών δειγματοληψίας, στο σχήμα 7.76 οι κοκκομετρικές καμπύλες των αναλυθέντων δειγμάτων και στο σχήμα 7.77 τα ιστογράμματα των εκατοστιαίων βαρών των κοκκομετρικών κλάσεων.

Σύμφωνα με τις τιμές των παραμέτρων που δίνονται στον πίνακα 7.120, από την απεικόνιση των γραφικών τους παραστάσεων του σχήματος 7.75 (αριστερά) και σύμφωνα με τον χαρακτηρισμό που πρότειναν οι Folk & Ward (1957) προκύπτει ότι:

Από τον πρώτο μέχρι τον έβδομο σταθμό δειγματοληψίας, η ταξινόμηση των υλικών είναι πολύ φτωχή, γίνεται φτωχή στους δυο επόμενους σταθμούς Σ8 και Σ9 και ξαναγίνεται πολύ φτωχή στους επόμενους σταθμούς εκτός από τον σταθμό Σ14, που είναι επίσης φτωχή.



Σχήμα 7.75: Αριστερά: Μεταβολές της σταθερής απόκλισης (γαλάζια γραμμή), της κύρτωσης (μαύρη γραμμή) και της ασυμμετρίας (πράσινη γραμμή) των δειγμάτων της υγρής κοίτης σε σχέση με την απόσταση μεταφοράς κατά μήκος της ποτάμιας αύλακας. Δεξιά: Γράφημα που δείχνει την περιοδικότητα των τιμών της σταθερής απόκλισης σε σχέση με την απόσταση μεταφοράς.

Από τον έβδομο σταθμό δειγματοληψίας και μετά η ταξινόμηση των υλικών εμφανίζει μια περιοδικότητα σε σχέση με την απόσταση μεταφοράς (σχ. 7.75 δεξιά), σε εξομαλυσμένη καμπύλη. Η επανάληψη (=περίοδος)

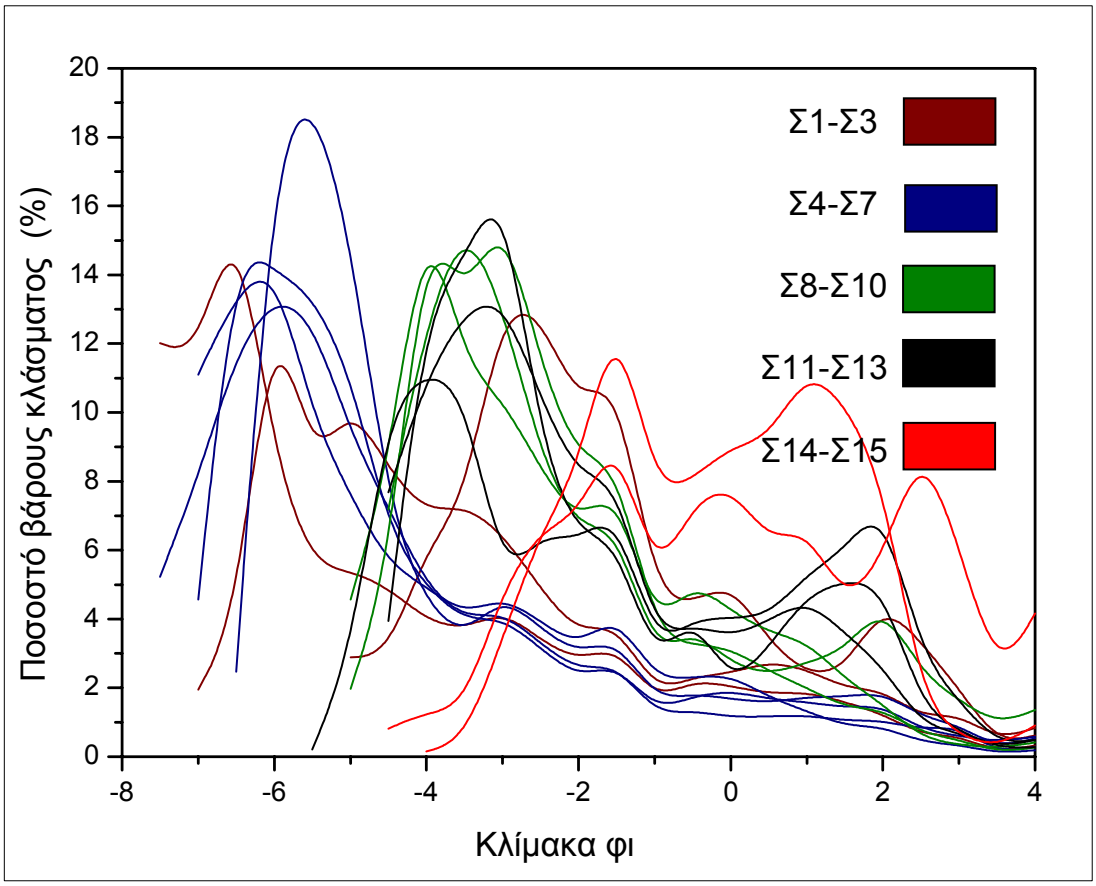
παραπλήσιων τιμών της τυπικής απόκλισης συμβαίνει περίπου μετά από απόσταση 15km, η δε μέγιστη απομάκρυνση των ακραίων τιμών κυμαίνεται περίπου στην τιμή 0,4φι. Η περιοδική μεταβολή της ταξινόμησης των υλικών, οφείλεται κυρίως στην ελάττωση του κοκκομετρικού μεγέθους με την απόσταση μεταφοράς, δεν είναι ημιτονοειδής αλλά έχει τη μορφή ασυνεχούς εκθετικής καμπύλης (Knighton, 1980). Σύμφωνα με τον Rana et al. (1973), η ταξινόμηση δείχνει μια τάση περιοδικής μεταβλητότητας, που χαρακτηρίζεται από το λόγο του μεταφερόμενου φορτίου της κοίτης του ρεύματος, προς το φορτίο που μεταφέρεται με αναπήδηση.

Στους δεκατρείς πρώτους σταθμούς δειγματοληψίας οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων, που αναλύθηκαν, εμφανίζουν πολύ θετική ασυμμετρία, εκτός από το σταθμό Σ11, που εμφανίζει θετική ασυμμετρία (σχ. 7.76). Η ασυμμετρία των κοκκομετρικών καμπυλών των δυο τελευταίων σταθμών είναι σχεδόν κανονική. Οι τιμές ασυμμετρίας των καμπυλών αυξάνεται καθ' ομάδες δειγμάτων (πιν. 7.119) μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας Σ1-Σ3, Σ4-Σ7, Σ8-Σ10, Σ11-Σ13 και Σ14-Σ15, εφ' όσον οι κορυφές των καμπυλών μετατοπίζονται όλο και προς τα δεξιά (σχ. 7.76) και επομένως η ασυμμετρία για τις ομάδες αυτές των σταθμών βαίνει προς το θετικότερο. Στην ομάδα δειγμάτων Σ1-Σ3, η ασυμμετρία αυξάνεται θετικά από την τιμή 0,32 στην τιμή 0,50, που σημαίνει ότι μεταξύ των σταθμών αυτών αυξάνεται διαρκώς η περίσσεια του λεπτομερούς υλικού. Στο σταθμό Σ4 παρατηρείται ξαφνική μείωση της περίσσειας του λεπτομερούς υλικού και εκ νέου αύξηση μεταξύ των σταθμών Σ4-Σ7, όπου οι τιμές ασυμμετρίας αυξάνονται από 0,45-0,64. Το φαινόμενο της ξαφνικής μείωσης της περίσσειας του λεπτομερούς υλικού και της εκ νέου αύξησης, με αποτέλεσμα την αύξηση της ασυμμετρίας προς το θετικότερο, επαναλαμβάνεται και στις ομάδες δειγμάτων Σ8-Σ10 (Ski=0,35-0,52), Σ11-Σ13 (Ski=0,24-0,52), και Σ14-Σ15 (Ski=-0,03-0,07).

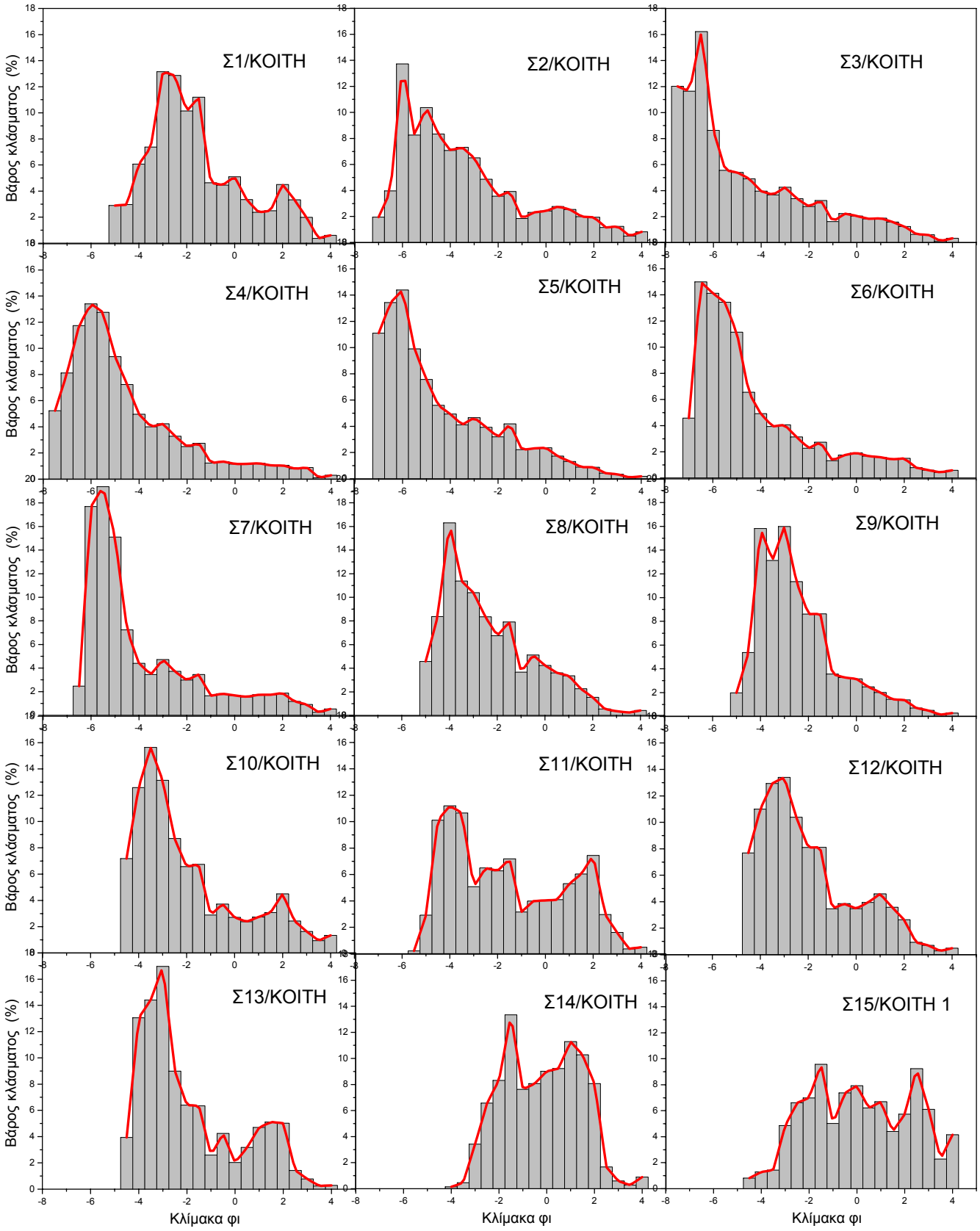
Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων των δώδεκα πρώτων σταθμών δειγματοληψίας είναι μεσόκυρτες, εκτός από τη συλλογή του σταθμού Σ4, που είναι λεπτόκυρτη και τη συλλογή του σταθμού Σ11, που είναι πολύ πλατύκυρτη. Η κοκκομετρική καμπύλη του δείγματος του πρώτου σταθμού δειγματοληψίας, που βρίσκεται στο κατώτατο τμήμα του άνω ρου του ποταμού δείχνει πολλές κορυφές. Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων των σταθμών Σ2 έως Σ9 εμφανίζουν μια κορυφή και συνεπώς μια επικρατούσα τιμή, ενώ από το σταθμό Σ10 και μετά οι κοκκομετρικές καμπύλες δείχνουν δυο ή και περισσότερες κορυφές. Στις κατανομές με δυο ή περισσότερες κορυφές, η μικρή επικρατούσα τιμή οφείλεται σε μικρής διαδρομής μεταφορά υλικού, ενώ η μεγάλη επικρατούσα τιμή μπορεί να σχετίζεται με τη μορφολογία της ποτάμιας αύλακας (Butler 1997, Hassan & Church 1992, Pyrce & Ashmore, 2003). Η εμφάνιση δυο κορυφών στις κοκκομετρικές καμπύλες είναι χαρακτηριστική των ποτάμιων χαλικιών και η εμφάνιση πολλών κορυφών είναι χαρακτηριστική των ποτάμιων ψηφιτών που μολύνονται καθ' οδόν.

Οι τιμές των παραπάνω παραμέτρων δείχνουν από μέτριες έως πολύ κακές προσαρμογές, τόσο γραμμικές όσο και εκθετικές, είτε ο άξονας των αποστάσεων είναι αριθμητικός, είτε λογαριθμικός. Αυτό δείχνει ότι δεν υπάρχει εξάρτηση των τιμών των στατιστικών αυτών παραμέτρων με την απόσταση μεταφοράς, ούτε με το ρυθμό μεταβολής του υψομέτρου των σταθμών δειγματοληψίας. Από την εξέταση των κοκκομετρικών αναλύ-

σεων και των ιστογραμμάτων των εκατοστιαίων κατανομών βαρών (σχ. 7.77), προκύπτει ότι σε όλες τις αναλύσεις, είναι εμφανής η μειωμένη εκατοστιαία συμμετοχή του κλάσματος -1 φι (=2mm), το οποίο σε κανένα δείγμα δεν αποτίθεται σαν επικρατούσα κλάση.



Σχήμα 7.76: Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων υποεπιφανειακής δειγματοληψίας της υγρής κοίτης των σταθμών, κατά μήκος του ποτάμιου ρεύματος.



Σχήμα 7. 77: Ιστογράμματα των εκατοστιαίων κατανομών βαρών των συλλογών κατά μήκος της υγρής κοίτης.

7.8.2. Σύγκριση του κοκκομετρικού μεγέθους και των στατιστικών παραμέτρων της κοκκομετρικής ανάλυσης των υποεπιφανειακών κλαστικών ιζημάτων του συνόλου των συλλογών των σταθμών κατά μήκος του ρεύματος.

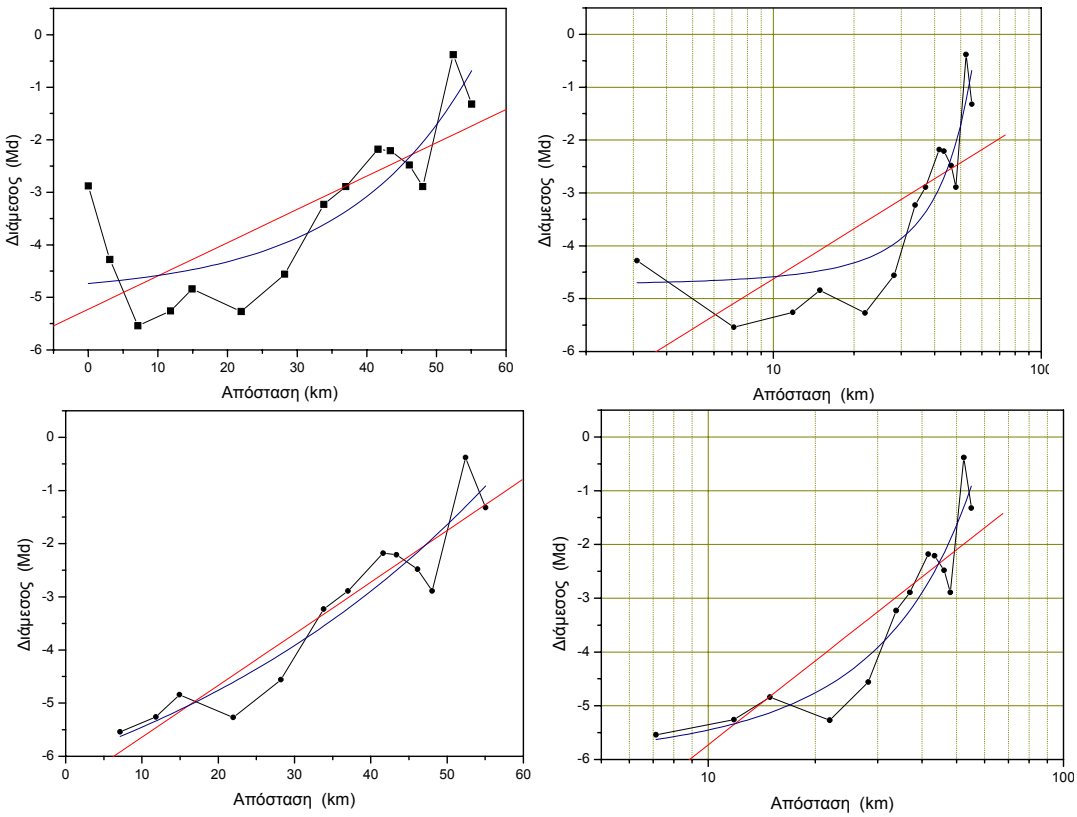
Εκτός από τη συγκριτική μελέτη του κοκκομετρικού μεγέθους και των στατιστικών παραμέτρων της κοκκομετρικής ανάλυσης των συλλογών της ενεργής κοίτης, πραγματοποιήθηκε ανάλογη σύγκριση για τα δεδομένα ανάλυσης του συνόλου των υλικών των υποεπιφανειακών συλλογών κάθε σταθμού (ενεργής κοίτης και ακραίων και μεσαίων φραγμών) του Βοιωτικού Κηφισού (§ 7.8.1). Χρησιμοποιήθηκαν και σε αυτή την περίπτωση τα δεδομένα ανάλυσης και των δεκαπέντε (15) σταθμών δειγματοληψίας (πιν 7.1 και σχ. 7.1). Το συνολικό βάρος του υλικού, που αναλύθηκε είναι 6.142.151,03 g. Στον πίνακα 7.123 αναγράφονται τα βάρη των δειγμάτων που αναλύθηκαν, και η διάμεσος, ο αριθμητικός μέσος, η σταθερή απόκλιση, η ασυμμετρία και η κύρτωση για όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας κατά μήκος του άξονα του ποτάμιου ρεύματος. Οι στατιστικές παράμετροι υπολογίστηκαν βάσει των τύπων των Folk & Word (1957).

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (gr)	ΔΙΑΜΕΣΟΣ (Md)	ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ (Mz)	ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (σi)	ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑ (SKi)	ΚΥΡΤΩΣΗ (K_G)
Σ1	148.341,51	-2,88	-3,06	2,39	0,38	0,97
Σ2	204.379,20	-4.28	-3,63	2,67	0,40	0,97
Σ3	943.656,71	-5,54	-4,68	2,59	0,50	1,04
Σ4	1.231.463,76	-5,26	-4,36	2,58	0,48	1,06
Σ5	1.896.760,39	-4,84	-4,42	2,62	0,42	1,01
Σ6	787.306,36	-5,27	-4,11	2,40	0,55	1,18
Σ7	531.758,05	-4,56	-3,70	2,57	0,52	0,96
Σ8	32.617,94	-3,23	-2,50	1,86	0,39	0,97
Σ9	65.954,85	-2,89	-1,96	2,11	0,40	1,02
Σ10	108.223,16	-2,18	-1,73	2,30	0,34	0,75
Σ11	78.392,74	-2,21	-1,78	2,46	0,24	0,65
Σ12	47.910,56	-2,48	-1,67	2,19	0,35	0,76
Σ13	16.501,94	-2,89	-2,07	2,10	0,52	0,85
Σ14	24.829,92	-0,38	-0,41	1,59	-0,03	0,75
Σ15	24.053,94	-1,32	-1,40	2,05	0,30	0,82

Πίνακας 7.123: Τα βάρη των αναλυθέντων δειγμάτων και οι στατιστικές παράμετροι των υλικών των συνόλων των υποεπιφανειακών συλλογών των σταθμών δειγματοληψίας.

7.8.2.1. Αποτελέσματα ανάλυσης της διαμέσου του συνόλου των δειγμάτων υποεπιφανειακής δειγματοληψίας κατά μήκος του ποτάμιου ρεύματος.

Οι γραφικές παραστάσεις των τιμών της διαμέσου σε σχέση με την απόσταση κατά την κατεύθυνση του ρεύματος, είτε χρησιμοποιείται αριθμητική είτε λογαριθμική τετμημένη τόσο για τους δεκαπέντε όσο και για τους δεκατρείς σταθμούς δειγματοληψίας, δείχνουν παρόμοιες απεικονίσεις με τις αντίστοιχες των γραφικών παραστάσεων των δειγμάτων της ενεργής κοίτης (σχ. 7.78). Παρατηρείται μια σημαντική συνεχής αύξηση της τιμής της διαμέσου μέχρι τον τρίτο σταθμό δειγματοληψίας (πιν. 7.123) ενώ από τον τρίτο σταθμό και μετά, η διάμεσος μειώνεται σχεδόν διαρκώς με εξαίρεση ελαφρές αυξομειώσεις στις τιμές των διαμέσων ορισμένων σταθμών.



Σχήμα 7.78: Γραφική παράσταση της διαμέσου των δεκαπέντε (επάνω) και των δεκατριών (κάτω) σταθμών δειγματοληψίας σε σχέση με την απόσταση μεταφοράς με αριθμητικό τον άξονα των αποστάσεων (αριστερά) και λογαριθμικό άξονα αποστάσεων (δεξιά). Οι κόκκινες γραμμές αντιστοιχούν στις γραμμικές προσαρμοσμένες εξισώσεις και οι γαλάζιες καμπύλες αντιστοιχούν στις εκθετικές προσαρμογές.

Χαρακτηριστικό των γραφικών αυτών παραστάσεων, σε σχέση με τις προηγούμενες, είναι οι καλύτερες τιμές συντελεστών συσχέτισης για όλες τις προσαρμογές (πιν. 7.124).

Για τις απεικονίσεις των δεκαπέντε σταθμών, όταν ο άξονας των αποστάσεων είναι αριθμητικός, ο συντελεστής συσχέτισης της γραμμικής προσαρμογής είναι 0,77, ενώ ο συντελεστής συσχέτισης της εκθετικής πρασαρμογής είναι 0,71. Όταν χρησιμοποιούνται οι δεκατρείς σταθμοί δειγματοληψίας, οι αντίστοιχοι συντελεστές συσχέτισης είναι 0,94 και 0,89, δείχνοντας μια πολύ καλύτερη προσαρμογή.

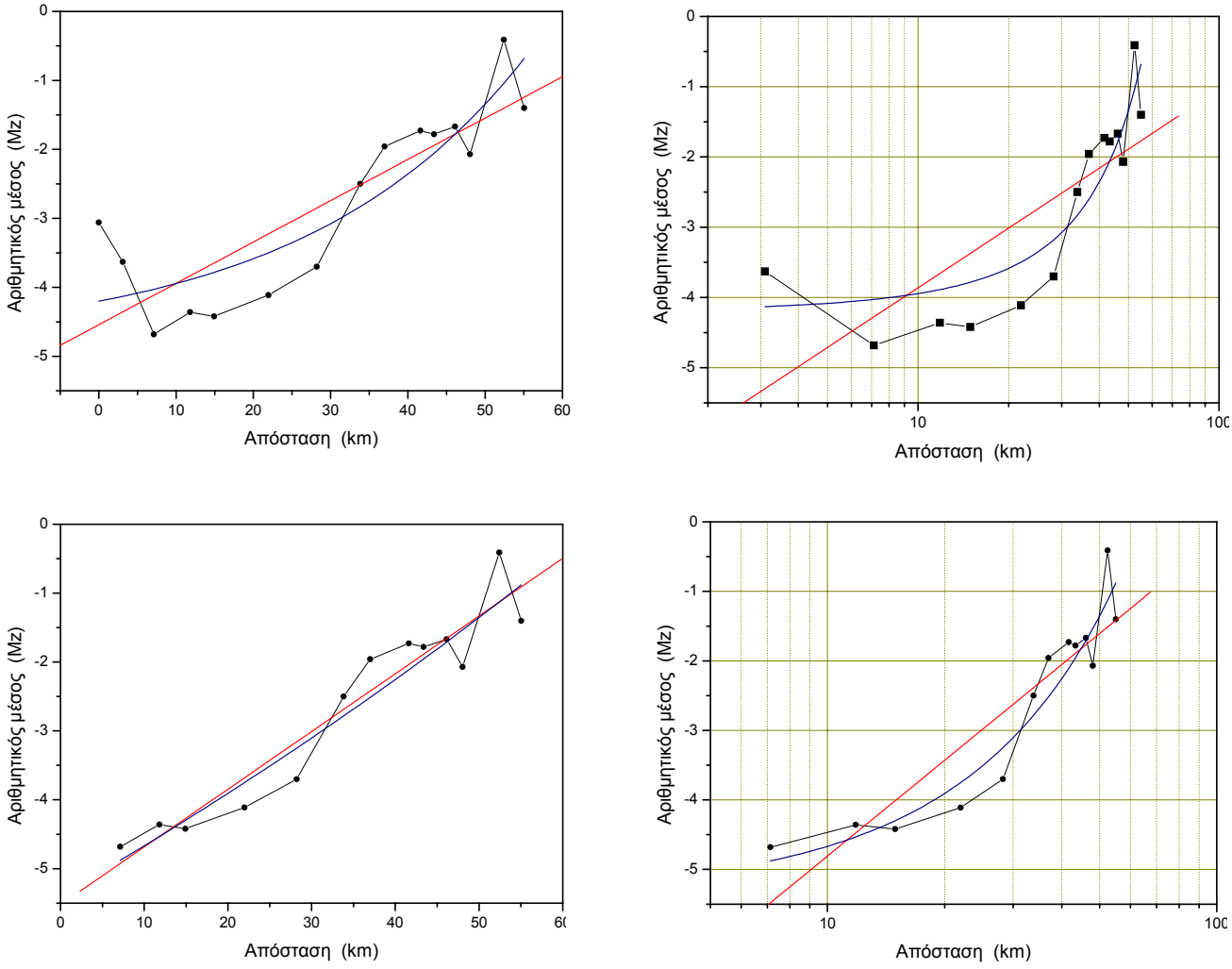
Με χρήση λογαριθμικής κλίμακας στον άξονα των αποστάσεων, στο σύνολο των σταθμών, ο συντελεστής συσχέτισης της γραμμικής προσαρμογής είναι 0,73 και της εκθετικής 0,72, ενώ οι αντίστοιχοι συντελεστές, όταν χρησιμοποιούνται οι δεκατρείς σταθμοί δειγματοληψίας είναι και πάλι καλύτεροι και ισούνται με 0,87 και 0,89.

ΣΤΑΘΜΟΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	**ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ**			
	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΕ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ		**ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΕ ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ**	
	ΓΡΑΜΜΙΚΗ	**ΕΚΘΕΤΙΚΗ**	**ΓΡΑΜΜΙΚΗ**	**ΕΚΘΕΤΙΚΗ**
Σ1 – Σ15	0,77	0,71	0,73	0,72
Σ3 – Σ15	0,94	0,89	0,87	0,89

Πίνακας 7.124: Τιμές των συντελεστών συσχέτισης της διαμέσου των δειγμάτων του συνόλου των υποεπιφανειακών συλλογών των σταθμών δειγματοληψίας.

7.8.2.2. Αποτελέσματα ανάλυσης του αριθμητικού μέσου του συνόλου των δειγμάτων υποεπιφανειακής δειγματοληψίας κατά μήκος του ποτάμιου ρεύματος.

Στο σχήμα 7.79 απεικονίζονται σε γραμμική και λογαριθμική κλίμακα του οριζόντιου άξονα οι τιμές του αριθμητικού μέσου, σε σχέση με την απόσταση κατά την κατεύθυνση του ρεύματος για του δεκαπέντε και τους δεκατρείς σταθμούς δειγματοληψίας. Και σε αυτή την περίπτωση, οι μεταβολές του αριθμητικού μέσου δείχνουν παρόμοια συμπεριφορά με αυτή των αναλύσεων των δειγμάτων υποεπιφανειακής δειγματοληψίας της ενεργής κοίτης.



Σχήμα 7.79: Γραφική παράσταση του αριθμητικού μέσου του συνόλου των δεκαπέντε (επάνω) και των δεκατριών (κάτω) σταθμών δειγματοληψίας σε σχέση με την απόσταση μεταφοράς, με αριθμητικό τον άξονα των αποστάσεων (αριστερά) και λογαριθμικό άξονα αποστάσεων (δεξιά). Οι κόκκινες γραμμές αντιστοιχούν στις γραμμικές προσαρμοσμένες εξισώσεις και οι γαλάζιες καμπύλες αντιστοιχούν στις εκθετικές προσαρμογές.

Μέχρι τον τρίτο σταθμό δειγματοληψίας, ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων του συνόλου των συλλογών της υποεπιφανειακής δειγματοληψίας, παρουσιάζει μια σημαντική συνεχή αύξηση και στη συνέχεια από τον τρίτο μέχρι τον τελευταίο σταθμό παρουσιάζει σε γενικές γραμμές μείωση εκτός από μικρές ενδιάμεσες αυξομειώσεις.

Για τις απεικονίσεις του συνόλου των σταθμών δειγματοληψίας, όταν ο άξονας των αποστάσεων είναι αριθμητικός, ο συντελεστής συσχέτισης της γραμμικής προσαρμογής (πιν. 7.125) είναι 0,85, ενώ ο συντελεστής συσχέτισης της εκθετικής προσαρμογής είναι 0,78. Όταν χρησιμοποιούνται οι δεκατρείς σταθμοί δειγματοληψίας, οι αντίστοιχοι συντελεστές συσχέτισης είναι 0,96 και 0,91, δείχνοντας πολύ καλύτερη προσαρμογή.

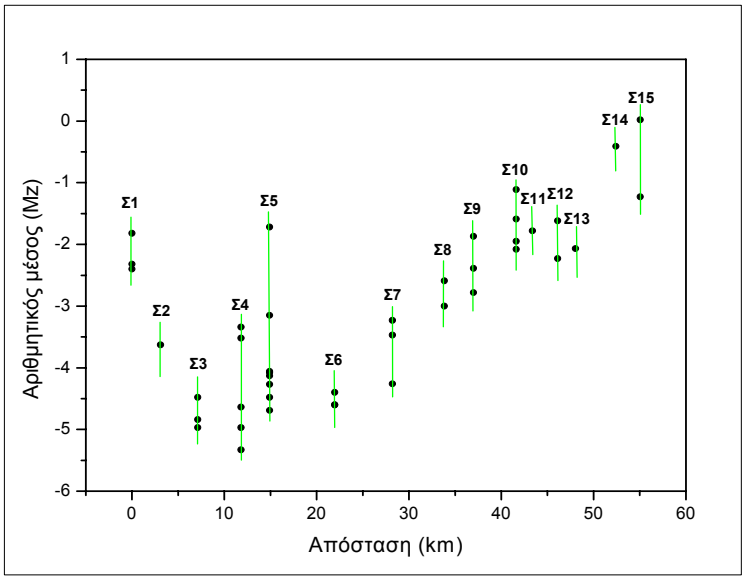
Με χρήση λογαριθμικής κλίμακας στον άξονα των αποστάσεων και στο σύνολο των σταθμών, ο συντελεστής συσχέτισης της γραμμικής προσαρμογής είναι 0,77 και της εκθετικής 0,78, ενώ οι αντίστοιχοι συντελεστές, όταν χρησιμοποιούνται οι δεκατρείς σταθμοί δειγματοληψίας είναι και πάλι πολύ καλύτεροι και ισούνται και οι δυο με 0,91 δείχνοντας μια πολύ καλή προσαρμογή προς τις αντίστοιχες εξισώσεις.

ΣΤΑΘΜΟΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ			
	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΕ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ		ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΕ ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ	
	ΓΡΑΜΜΙΚΗ	ΕΚΘΕΤΙΚΗ	ΓΡΑΜΜΙΚΗ	ΕΚΘΕΤΙΚΗ
Σ1 – Σ15	0,85	0,78	0,77	0,78
Σ3 – Σ15	0,96	0,91	0,91	0,91

Πίνακας 7.125: Τιμές των συντελεστών συσχέτισης του αριθμητικού μέσου του συνόλου των δειγμάτων των υποεπιφανειακών συλλογών των σταθμών δειγματοληψίας υλικού.

Οι τιμές αυτές των συντελεστών συσχέτισης είναι περίπου ανάλογες με τους αντίστοιχους συντελεστές, που προκύπτουν από την προβολή των υψομέτρων (§ 7.6.2 και σχ. 7.63). Για την ανάλογη μαθηματική απεικόνιση, που δείχνουν η μεταβολή του αριθμητικού μέσου και η μείωση του υψομέτρου με την απόσταση, θα πρέπει και εδώ να θεωρηθεί ότι ο κύριος μηχανισμός μείωσης του κοκκομετρικού μεγέθους είναι η εκλεκτική ταξινόμηση εξαιτίας της μείωσης της κλίσης του ποταμού.

Στο σχήμα 7.80 απεικονίζονται οι τιμές των αριθμητικών μέσων της κάθε συλλογής της κοίτης και των φραγμών ανεξάρτητα, στο σύνολο των σταθμών δειγματοληψίας, σε σχέση με την απόσταση κατά μήκος της κοίτης του ποτάμιου ρεύματος.



Σχήμα 7.80: Απεικόνιση των αριθμητικών μέσων, όλων των συλλογών και για κάθε σταθμό δειγματοληψίας σε συνάρτηση με την απόσταση μεταφοράς.

7.8.2.3. Αποτελέσματα ανάλυσης της σταθερής απόκλισης, της ασυμμετρίας και της κύρτωσης δειγμάτων υποεπιφανειακής δειγματοληψίας κατά μήκος της κοίτης του ρεύματος.

Στο σχήμα 7.81 (αριστερά) απεικονίζονται οι μεταβολές των παραμέτρων της σταθερής απόκλισης, της ασυμμετρίας και της κύρτωσης σύμφωνα με τις αναλύσεις, που πραγματοποιήθηκαν στο σύνολο των υποεπιφανειακών συλλογών όλων των σταθμών δειγματοληψίας και στο σχήμα 7.81 (δεξιά) οι κοκκομετρικές καμπύλες των αναλυθέντων δειγμάτων με τον άξονα τεταγμένων σε κλίμακα συχνότητας πιθανότητας.

Σύμφωνα με τις τιμές των παραμέτρων, που δίνονται στον πίνακα 7.123, από την απεικόνιση των γραφικών τους παραστάσεων του σχήματος 7.81 και σύμφωνα με τον χαρακτηρισμό που πρότειναν οι Folk & Ward (1957) προκύπτει ότι:

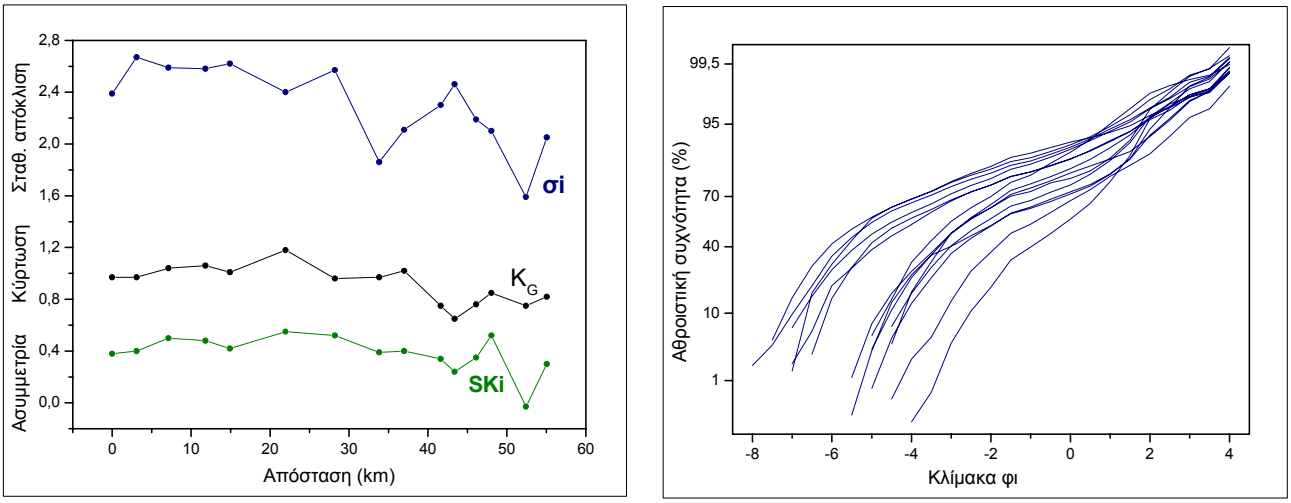
Η ταξινόμηση των υλικών του συνόλου των συλλογών είναι πολύ φτωχή, εκτός από τις συλλογές των σταθμών δειγματοληψίας Σ8 και Σ14 που είναι φτωχή δείχνοντας έτσι πολύ μεγάλη ομοιότητα με την ταξινόμηση των υλικών της ενεργής κοίτης (§ 7.8.1.3). Από τον έβδομο σταθμό δειγματοληψίας και μετά η ταξινόμηση των υλικών εμφανίζει παρόμοια περιοδικότητα, σε σχέση με την απόσταση μεταφοράς (σχ. 7.82), όπως και στην ενεργή κοίτη. Η περίοδος της εξομαλυσμένης καμπύλης των τιμών της τυπικής απόκλισης είναι 16km, η δε μέγιστη απομάκρυνση των ακραίων τιμών ανέρχεται περίπου στην τιμή 0,35φι. Θα πρέπει και εδώ να θεωρηθεί ότι, η ταξινόμηση εμφανίζει μια τάση περιοδικής μεταβλητότητας (Rana et al., 1973), που χαρακτηρίζεται από το λόγο του μεταφερόμενου φορτίου της κοίτης του ρεύματος, προς το φορτίο που μεταφέρεται με αναπήδηση.

Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων, που αναλύθηκαν εμφανίζουν πολύ θετική ασυμμετρία στο σύνολο των σταθμών δειγματοληψίας, εκτός από την καμπύλη του σταθμού Σ11 που εμφανίζει θετική ασυμμετρία και την καμπύλη του σταθμού Σ14 που είναι σχεδόν συμμετρική.

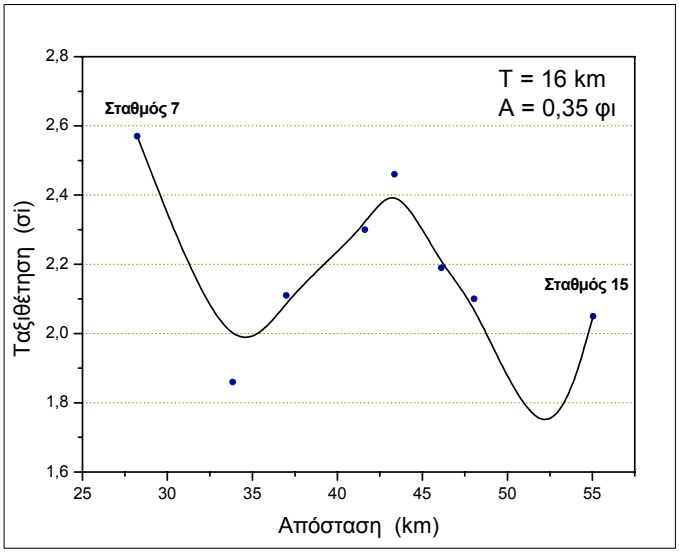
Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων των εννέα πρώτων σταθμών δειγματοληψίας είναι μεσόκυρτες, εκτός από τη συλλογή του σταθμού Σ6, που είναι λεπτόκυρτη, ενώ οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων των επόμενων σταθμών είναι πλατύκυρτες, εκτός από την καμπύλη του σταθμού Σ11, που είναι πολύ πλατύκυρτη. Η κοκκομετρική καμπύλη του δείγματος του πρώτου σταθμού δειγματοληψίας, δείχνει δυο κορυφές (σχ. 7.82). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων των σταθμών Σ2 έως Σ9 εμφανίζουν και σε αυτή την περίπτωση μια κορυφή με μια επικρατούσα τιμή, ενώ από το σταθμό Σ10 και μετά οι κοκκομετρικές καμπύλες δείχνουν δυο ή περισσότερες κορυφές, με τη μικρή επικρατούσα τιμή να οφείλεται σε μεταφορά υλικού μικρής διαδρομής και τη μεγάλη επικρατούσα τιμή να σχετίζεται πιθανώς με τη μορφολογία της ποτάμιας αύλακας (Butler 1997, Hassan & Church 1992, Pyrce & Ashmore, 2003).

Δοκιμές που έγιναν για την εύρεση των συντελεστών συσχέτισης των παραμέτρων σταθερή απόκλιση, κύρτωση και ασυμμετρία, σε σχέση με την απόσταση μεταφοράς, έδειξαν μέτριες έως πολύ άσχημες γραμμικές και εκθετικές προσαρμογές, είτε ο άξονας των αποστάσεων απεικονίστηκε σε αριθμητική είτε σε λογαριθμική

κλίμακα. Το γεγονός αυτό, δείχνει την έλλειψη εξάρτησης των τιμών των στατιστικών αυτών παραμέτρων με την απόσταση μεταφοράς και με το ρυθμό μεταβολής του υψομέτρου των σταθμών δειγματοληψίας.

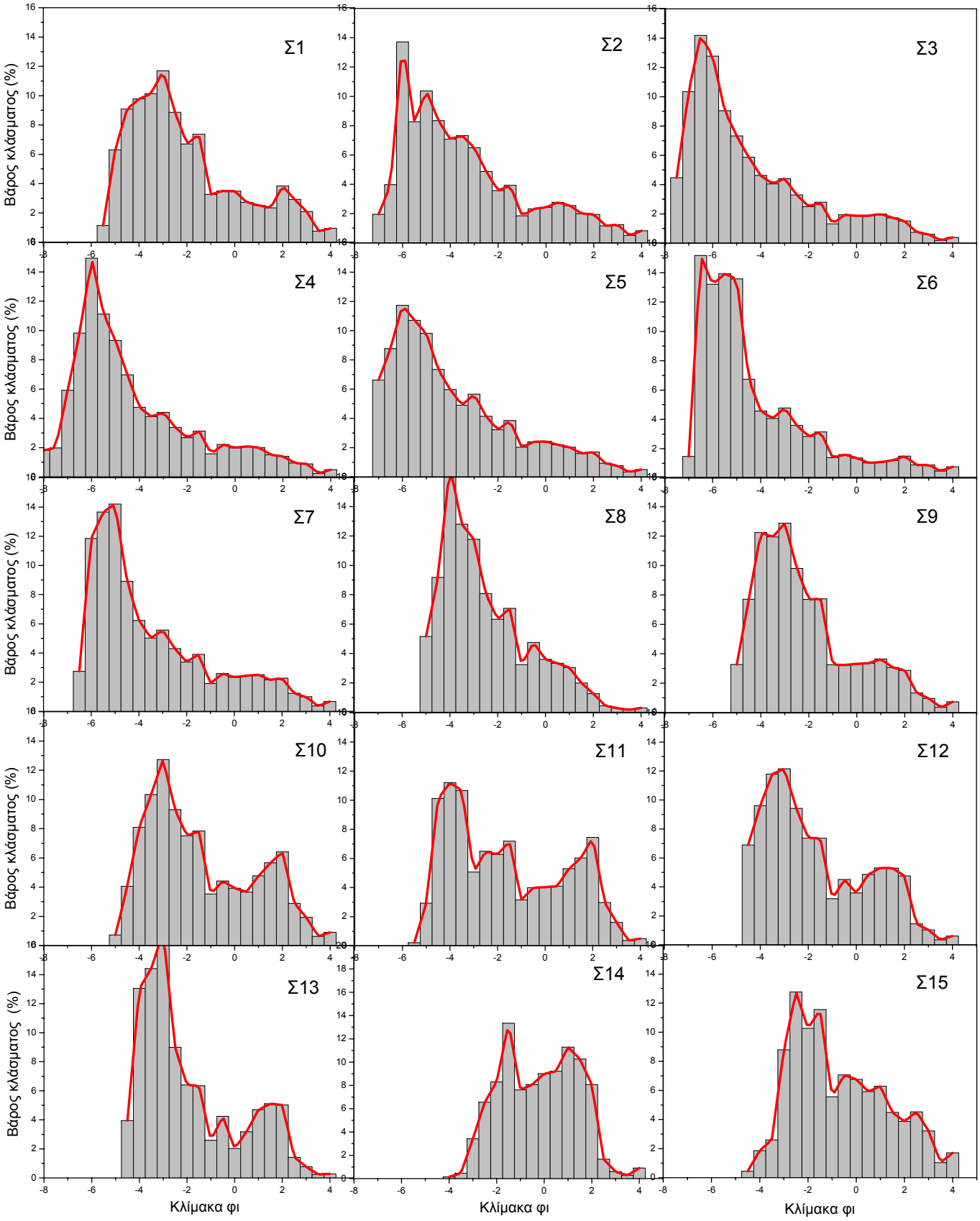


Σχήμα 7. 81: Επάνω αριστερά: μεταβολή του βαθμού ταξιθέτησης (γαλάζια γραμμή), της κύρτωσης (μαύρη γραμμή) και της ασυμμετρίας (πράσινη γραμμή) των κοκκομετρικών καμπυλών του συνόλου των συλλογών της κοίτης σε σχέση με την απόσταση μεταφοράς. Επάνω δεξιά : Κοκκομετρικές καμπύλες των ίδιων συλλογών με τον άξονα τεταγμένων σε κλίμακα συχνότητας πιθανότητας. Κάτω αριστερά: Γράφημα της περιοδικής μεταβολής των τιμών της τυπικής απόκλισης.



Σχ. 7.82: Γράφημα που δείχνει την περιοδικότητα των τιμών της τυπικής απόκλισης σε σχέση με την απόσταση μεταφοράς.

Η εξέταση των κοκκομετρικών αναλύσεων και των ιστογραμμάτων των εκατοστιαίων κατανομών βαρών (σχ. 7.83), έδειξε ότι και σε αυτή την περίπτωση και για όλες τις αναλύσεις, είναι μειωμένη η εκατοστιαία συμμετοχή του κλάσματος -1 φι (=2mm), το οποίο σε κανένα δείγμα δεν αποτίθεται σαν επικρατούσα κλάση. Ανάλογη εξέταση, που πραγματοποιήθηκε στις κοκκομετρικές αναλύσεις των δειγμάτων του λεπτόκοκκου υλικού, έδειξε ότι σε πολλά από αυτά η κλάση -1 φι (=2mm), είναι πάντα μικρότερη από τις γειτονικές της κλάσεις και δεν αποτίθεται σε καμία περίπτωση σαν επικρατούσα κλάση.



Σχήμα 7. 83: Ιστογράμματα των εκατοστιαίων κατανομών βαρών του συνόλου των συλλογών κατά μήκος της κοίτης.

7.8.3. Συμπεράσματα από την ανάλυση των στατιστικών παραμέτρων των δειγμάτων υποεπιφανειακής δειγματοληψίας κατά μήκος της ενεργής κοίτης και του συνόλου των δειγμάτων κατά μήκος της κοίτης.

Στους τρεις πρώτους σταθμούς δειγματοληψίας, παρατηρείται αύξηση του κοκκομετρικού μεγέθους του υποεπιφανειακού υλικού των συλλογών της ενεργής κοίτης αλλά και του συνόλου των δειγματοληψιών.

Από τον τρίτο μέχρι τον τελευταίο κατάντη σταθμό δειγματοληψίας, οι τιμές του αριθμητικού μέσου και της διαμέσου δείχνουν πολύ καλές προσαρμογές προς τις γραμμικές κυρίως εξισώσεις και στην περίπτωση, που ο άξονας των αποστάσεων είναι αριθμητικός. Η αναλογία της μαθηματικής απεικόνισης, που δείχνουν οι μεταβολές αυτών των παραμέτρων με τη μείωση του υψομέτρου με την απόσταση δείχνει ότι, ένας μηχανισμός μείωσης του κοκκομετρικού μεγέθους των υποεπιφανειακών ιζημάτων είναι η εκλεκτική ταξινόμηση εξαιτίας της μείωσης της κλίσης του ποταμού. Οι συσχετίσεις των εξισώσεων του συνόλου των δειγματοληψιών των σταθμών είναι καλύτερες από τις αντίστοιχες προσαρμογές των συλλογών της ενεργής κοίτης.

Οι μεταβολές της ασυμμετρίας, της κύρτωσης και της ταξινόμησης δείχνουν μέτριες έως πολύ κακές γραμμικές και εκθετικές προσαρμογές, γεγονός που δείχνει ότι, δεν υπάρχει εξάρτηση των τιμών των στατιστικών αυτών παραμέτρων με την απόσταση μεταφοράς, ούτε με το ρυθμό μεταβολής του υψομέτρου των σταθμών δειγματοληψίας. Στους τελευταίους σταθμούς, οι τιμές της σταθερής απόκλισης, εμφανίζουν περιοδική μεταβλητότητα.

Σε όλα τα δείγματα που αναλύθηκαν, παρατηρήθηκε μειωμένη τιμή της εκατοστιαίας συμμετοχής του κλάσματος των 2mm, το οποίο σε κανένα δείγμα δεν αποτίθεται σαν επικρατούσα κλάση, πιθανώς λόγω του γεγονότος ότι είναι υδροδυναμικά ασταθής.

7.9. Παραγοντική ανάλυση.

Για τη μελέτη των εσωτερικών σχέσεων μεταξύ των δεδομένων της επιφανειακής συλλογής κόκκων και επειδή τα δεδομένα αυτά είναι πολυδιάστατα, από την άποψη ότι σε μεγάλο αριθμό δειγμάτων μετρήθηκε σημαντικός αριθμός παραμέτρων, κρίθηκε απαραίτητη η εφαρμογή της παραγοντικής ανάλυσης.

Για την παραγοντική ανάλυση (factor analysis) χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα, που προέκυψαν από τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα αναλύσεων 47 θέσεων δειγματοληψίας. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε για κάθε λιθολογικό τύπο ξεχωριστά και οι μεταβλητές, που εξετάστηκαν, είναι η εκατοστιαία συμμετοχή του αντίστοιχου λιθολογικού τύπου, ο αριθμητικός μέσος, η μέση τιμή σφαιρικότητας, ο μέσος βαθμός στρογγύλωσης και το σχήμα των κόκκων (δισκοειδείς, σφαιρικές, ραβδόμορφες και πεπλατυσμένες), σύμφωνα με το ταξινομικό σχήμα κατά Zingg (1935). Η μέθοδος εφαρμόστηκε σύμφωνα με τα στάδια, που προτείνουν οι Davis (1986) και Παπαθεοδώρου (2001) και πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του προγράμματος SPSS 12.0 και συγκεκριμένα:

Για κάθε μια από τις παραγοντικές αναλύσεις τύπου R (R-mode factor analysis), τα δεδομένα διευθετήθηκαν σε μορφή πίνακα (data matrix). Στις γραμμές του πίνακα τοποθετήθηκαν οι μεταβλητές, ενώ οι στήλες αντιστοιχούν στις θέσεις δειγματοληψίας. Η διευθέτηση αυτή των δεδομένων για τις ασβεστολιθικές, ψαμμιτικές, κερατολιθικές και εκρηξιγενείς κροκάλες παρουσιάζονται στους πίνακες 7.126, 7.127, 7.128 και 7.129 αντίστοιχα.

Η επίλυση των πινάκων δεδομένων οδήγησε στον υπολογισμό των ιδιοτιμών και του ποσοστού, που εκφράζει η κάθε ιδιοτιμή στην ολική διακύμανση των αρχικών δεδομένων. Στους πίνακες 7.130, 7.131, 7.132 και 7.133 παρουσιάζονται οι ιδιοτιμές και τα αντίστοιχα ποσοστά ολικής διακύμανσης για τα αρχικά δεδομένα των τεσσάρων λιθολογικών τύπων.

Στη συνέχεια, υπολογίστηκαν οι παραγοντικές φορτίσεις (factor loadings) και περιστράφηκαν οι άξονες των παραγόντων σύμφωνα με το κριτήριο Varimax (Keiser, 1958), ώστε να προκύψουν οι περιστρεμμένες παραγοντικές φορτίσεις (rotated factor loadings). Κάθε αρχική μεταβλητή συνίσταται από αριθμό παραγόντων (factors), τέτοιο, που να εκφράζεται ικανοποιητικά το ποσοστό κοινής διακύμανσης, ώστε να μη συμβαίνει απώλεια πληροφοριών κατά την παραγοντική ανάλυση, ενώ συγχρόνως ο αριθμός αυτός να είναι σχετικά μικρός ώστε να μειώνει σημαντικά την πολυπλοκότητα των δεδομένων (Παπαθεοδώρου, 2001). Στους πίνακες 7.134, 7.135, 7.136 και 7.137, φαίνονται οι υπολογισμένες τιμές των περιστρεμμένων παραγοντικών φορτίσεων, για όλους τους λιθολογικούς τύπους.

Η επιλογή του καταλληλότερου αριθμού διατηρουμένων παραγόντων βασίστηκε στη συνδυαστική εφαρμογή των κριτηρίων:

Α. Ποσοστό ολικής διακύμανσης άνω του ποσοστού 75%.

Β. Επιλογή παραγόντων, που σχετίζονται με ιδιοτιμές μεγαλύτερες της μονάδας.

Γ. Διάγραμμα αλλαγής κλίσης (scree plot).

Δ. Κοινές παραγοντικές διακυμάνσεις (communalities) (Παπαθεοδώρου, 2001).

Τέλος υπολογίστηκαν οι παραγοντικές τιμές (factor scores), δηλαδή οι τιμές του κάθε παράγοντα για κάθε θέση δειγματοληψίας, που παρουσιάζονται στους πίνακες 7.138, 7.139, 7.140 και 7.141. Όταν σε μια θέση δειγματοληψίας η μέτρηση μιας μεταβλητής εμφανίζει υψηλή τιμή και η μεταβλητή αυτή παρουσιάζει υψηλή φόρτιση σε κάποιον από του προκύπτοντες παράγοντες, τότε το συγκεκριμένο δείγμα παρουσιάζει υψηλή παραγοντική τιμή για τον συγκεκριμένο παράγοντα (Παπαθεοδώρου, 2001). Με βάση τις παραγοντικές τιμές κατασκευάστηκαν τα διαγράμματα, για κάθε λιθολογικό τύπο αντίστοιχα, των διακυμάνσεων των παραγοντικών τιμών σε σχέση με τις δειγματοληψίες (σχ. 7.84, 7.85, 7.86 και 7.87).

Από τη μελέτη των τιμών των πινάκων περιστρεμμένων παραγοντικών φορτίσεων προκύπτει η συσχέτιση ή η αντιπάθεια μεταξύ των εξεταζόμενων χαρακτηριστικών (λιθολογία, αριθμητικός μέσος, σφαιρικότητα, στρογγύλωση και σχήμα κόκκων). Από τον πίνακα παραγοντικών τιμών και από το διάγραμμα διακρίνεται η επίδραση του κάθε παράγοντα στο χώρο (κατά μήκος του ποτάμιου άξονα).

Για την εφαρμογή της Q-τύπου παραγοντικής ανάλυσης και για την ταξινόμηση των δειγμάτων σε κύριες ομάδες χρησιμοποιήθηκαν οι αντιστραμμένοι πίνακες δεδομένων των τεσσάρων λιθολογικών τύπων. Επιλέχτηκαν, το διμελές παραγοντικό μοντέλο για τα δεδομένα των ασβεστολιθικών κόκκων και των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων και το τριμελές παραγοντικό μοντέλο για τα δεδομένα των ψαμμιτικών και των κερατολιθικών κόκκων. Η επιλογή του αριθμού των παραγόντων έγινε με συνδυαστική εφαρμογή των κριτηρίων, όπως στην R- τύπου παραγοντική ανάλυση. Στη συνέχεια υπολογίστηκαν οι πίνακες των περιστρεμμένων παραγοντικών φορτίσεων (7.142, 7.144, 7.146 και 7.148) και των αντίστοιχων παραγοντικών τιμών (7.143, 7.145 και 7.147). Από τους πίνακες περιστρεμμένων παραγοντικών φορτίσεων, που σχηματίστηκαν και από τα διαγράμματα, που προέκυψαν από τις τιμές τους σε σχέση με του σταθμούς δειγματοληψίας (σχ. 7.88, 7.89, 7.90 και 7.91), προκύπτει η συσχέτιση και η χωρική κατανομή του κάθε παράγοντα κατά μήκος του ποτάμιου άξονα.

7.9.1.Παραγοντική ανάλυση των μεταβλητών των ασβεστολιθικών κόκκων.

Από την R-τύπου παραγοντική ανάλυση για τις ασβεστολιθικές κροκάλες, που εφαρμόστηκε για τις τιμές του πίνακα 8.126, προέκυψαν οι πίνακες 7.130 (ιδιοτιμών-ποσοστού διακύμανσης), 7.134 (περιστρεμμένων παραγοντικών φορτίσεων) και 7.138 (τιμές των τριών παραγόντων f1, f2, f3) και το διάγραμμα του σχήματος 7.84. Η μελέτη των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την ανάλυση αυτή οδηγεί στην εκτίμηση ότι:

Ο παράγων 1 εκφράζει την καλή συσχέτιση μεταξύ της σφαιρικότητας των ασβεστολιθικών κόκκων και του σφαιρικού σχήματος, ενώ συγχρόνως φαίνεται μεγάλη αντιπάθεια της σφαιρικότητας των ασβεστόλιθων με το δισκοειδές και το πεπλατυσμένο σχήμα. Ο παράγων αυτός δείχνει σημαντική επίδραση στις κροκάλες των σταθμών δειγματοληψίας Σ2, Σ5, Σ8 και Σ10. Το γεγονός αυτό πιθανώς να υποδηλώνει ότι κατάντη των σταθμών αυτών λαμβάνει χώρα εισροή νέου υλικού από επιμολύνσεις, που ανατρέπει αυτή την προτίμηση των

ασβεστολιθικών κροκαλών να αποκτούν περισσότερο σφαιρικό σχήμα, όσο αυξάνεται η σφαιρικότητά τους. Ο παράγων 2 εκφράζει την πολύ καλή συσχέτιση μεταξύ της αύξησης του ποσοστού συμμετοχής των ασβεστολιθικών κροκαλών και του μέσου μεγέθους τους, γεγονός, που υποδηλώνει ότι, όσο αυξάνεται το ποσοστό των ασβεστολιθικών κροκαλών, αυξάνεται ανάλογα και το μέσο μέγεθος. Ταυτόχρονα παρατηρείται ισχυρή μείωση της συμμετοχής των πεπλατυσμένων κροκαλών. Η σύνθετη αυτή διεργασία αναπτύσσεται στον άνω ρου του ποταμού και στο μέσο ρου μέχρι το σταθμό δειγματοληψίας Σ7, στην αρχή των μαιανδρώσεων της περιοχής Αγίας Παρασκευής.

Ο παράγων 3 εκφράζει μια πολύ καλή συσχέτιση της στρογγύλωσης των ασβεστολιθικών κροκαλών με το ραβδοειδές σχήμα και ταυτόχρονη αντιπάθεια προς το δισκοειδές σχήμα. Η προτίμηση των στρογγυλευμένων ασβεστολιθικών κροκαλών προς το ραβδοειδές σχήμα είναι μια διεργασία, που αναπτύσσεται κατάντη του σταθμού δειγματοληψίας Σ7, ενώ δεν παρουσιάζεται καθόλου ανάντη αυτού.

Από την παραγοντική ανάλυση τύπου Q για τις ασβεστολιθικές κροκάλες, που εφαρμόστηκε για τις τιμές του πίνακα 7.126, προέκυψαν οι πίνακες 7.142 και 7.143 στους οποίους αναγράφονται οι τιμές των περιστρεμμένων παραγοντικών φορτίσεων και οι τιμές των δυο παραγόντων (f1 και f2) και το διάγραμμα του σχήματος 7.88. Η μελέτη των δεδομένων της παραγοντικής ανάλυσης τύπου Q, οδήγησε στα παρακάτω αποτελέσματα:

Ο παράγων 1, δείχνει μια καλή συσχέτιση του λιθολογικού χαρακτήρα και του δισκοειδούς σχήματος των κόκκων. Η συσχέτιση αυτή περιλαμβάνει το σταθμό δειγματοληψίας Σ1 και τους σταθμούς κατάντη της θέσης του σταθμού Σ8. Στους σταθμούς αυτούς, η αύξηση του ποσοστού συμμετοχής των ασβεστολιθικών κροκαλών συνδυάζεται με αύξηση του ποσοστού συμμετοχής των δίσκων στα δείγματα.

Ο παράγων 2 περιλαμβάνει τους σταθμούς δειγματοληψίας Σ3, Σ4, Σ5 και Σ6 και συσχετίζει την αύξηση του κοκκομετρικού μεγέθους με την αύξηση του ποσοστού συμμετοχής των ασβεστολιθικών κροκαλών στα δείγματα. Το αποτέλεσμα αυτό ενισχύει τα συμπεράσματα, που εξήχθησαν από τη μελέτη του παράγοντα 2 της R-τύπου παραγοντικής ανάλυσης.

7.9.2.Παραγοντική ανάλυση των μεταβλητών των ψαμμιτικών κόκκων.

Τα δεδομένα των μεταβλητών, που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγοντική ανάλυση στην περίπτωση των ψαμμιτικών κροκαλών παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον πίνακα 7.127.

Από την επεξεργασία των δεδομένων με παραγοντική ανάλυση τύπου R, προέκυψαν οι πίνακες 7.131 (ιδιοτιμών - ποσοστού διακύμανσης), 7.135 (τιμές των τεσσάρων παραγόντων f1, f2, f3 και f4) και 7.139 (τιμές των περιστρεμμένων παραγοντικών φορτίσεων). Η γραφική απεικόνιση των τεσσάρων παραγόντων σε σχέση με τις δειγματοληψίες φαίνονται στο σχήμα 7.85.

Η μελέτη των τιμών, που προέκυψαν από την ανάλυση αυτή, οδηγεί στις παρακάτω εκτιμήσεις:

Ο πρώτος παράγων δείχνει την προτίμηση των ψαμμιτικών κροκαλών στο δισκοειδές σχήμα και την αντιπάθειά τους προς τη σφαιρικότητα. Όταν αυξάνεται το ποσοστό συμμετοχής των ψαμμιτικών κροκαλών στα

δείγματα, αυξάνεται και το ποσοστό συμμετοχής των δισκοειδών κροκαλών, ενώ παράλληλα μειώνεται η σφαιρικότητα, γεγονός, που είναι αναμενόμενο και αναλόγως, το ποσοστό συμμετοχής των σφαιρικών κροκαλών.

Ο δεύτερος παράγων εκφράζει απλώς την αντιπάθεια μεταξύ των δισκοειδών και των ραβδόμορφων ψαμμιτικών κροκαλών και δείχνει ότι, το ποσοστό συμμετοχής του ενός αυξάνεται σε βάρος του ποσοστού συμμετοχής του άλλου.

Από τις τιμές του τρίτου παράγοντα προκύπτει ότι, όσο αυξάνεται το μέσο μέγεθος των ψαμμιτικών κροκαλών, αυξάνει η στρογγυλότητά τους, που σημαίνει ότι οι μεγαλύτεροι ψαμμίτες, είναι γενικά περισσότερο στρογγυλοί.

Οι τρεις πρώτοι παράγοντες δε δείχνουν κάποια ιδιαίτερη χωρική προτίμηση σε συγκεκριμένα τμήματα του ρεύματος.

Ο τέταρτος παράγων δείχνει καλή συσχέτιση μεταξύ ποσοστού συμμετοχής των ψαμμιτικών κροκαλών στο δείγμα και στο πεπλατυσμένο σχήμα, το οποίο αυτές αποκτούν, όταν το ποσοστό αυτό συμμετοχής αυξάνεται. Το γεγονός αυτό εμφανίζεται περισσότερο έντονα στους τρεις πρώτους σταθμούς δειγματοληψίας και στο σταθμό Σ9.

Για την επεξεργασία των δεδομένων με παραγοντική ανάλυση τύπου Q, χρησιμοποιήθηκε τριπλό μοντέλο ανάλυσης και προέκυψε ο πίνακας περιστρεμμένων παραγοντικών φορτίσεων (πιν. 7.144) και οι τιμές των τριών παραγόντων (πιν. 7.145). Η γραφική απεικόνιση των τριών παραγόντων σε σχέση με τις δειγματοληψίες φαίνονται στο σχήμα 7.89.

Η μελέτη των τιμών που προέκυψαν από την ανάλυση του τριπλού παραγοντικού μοντέλου για την περίπτωση των ψαμμιτικών κόκκων, οδηγεί στις παρακάτω εκτιμήσεις:

Ο πρώτος παράγων δείχνει ότι, οι τρεις πρώτοι σταθμοί δειγματοληψίας (Σ1, Σ2, Σ3), οι τρεις τελευταίοι προς τα κάτω σταθμοί δειγματοληψίας (Σ11, Σ12, Σ15) καθώς και ενδιάμεσες θέσεις δειγματοληψίες (Σ5/Φ3, Σ6/Φ2, Σ7/Κ, Σ8/Φ1, Σ8/SUM, Σ9/Φ1, Σ9/Κοίτη, Σ10/φ1, Σ10/Φ3) χαρακτηρίζονται από κροκάλες στις οποίες κυριαρχεί το δισκοειδές σχήμα.

Ο δεύτερος παράγων δείχνει ότι οι θέσεις δειγματοληψίας Σ4/Φ2, Σ4/Φ4, Σ6/Κοίτη, Σ7/Φ2, Σ9/Φ2 και Σ9/Φ3 χαρακτηρίζονται από κροκάλες στις οποίες κυριαρχεί το σφαιρικό και δευτερευόντως το ραβδοειδές σχήμα.

Η τρίτη ομαδοποίηση (παράγων 3) δείχνει τις θέσεις δειγματοληψίας (Σ4/Φ1, Σ4/Φ3, Σ4/Κοίτη, Σ4/SUM, Σ5/Κοίτη, Σ6/Φ1, Σ6/SUM), όπου οι ψαμμιτικές κροκάλες έχουν μεγάλο αριθμητικό μέσο.

7.9.3. Παραγοντική ανάλυση των μεταβλητών των κερατολιθικών κόκκων.

Από την παραγοντική ανάλυση τύπου R για τις κερατολιθικές κροκάλες, που εφαρμόστηκε για τις τιμές του πίνακα 7.128, προέκυψαν οι πίνακες 7.132 (ιδιοτιμών-ποσοστού διακύμανσης), 7.136 (περιστρεμμένων παραγοντικών φορτίσεων), και 7.140 (τιμές των τεσσάρων παραγόντων f1, f2, f3 και f4) και το διάγραμμα του

σχήματος 7.86. Η μελέτη των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την ανάλυση αυτή οδηγεί στην εκτίμηση ότι:

Ο πρώτος παράγων δείχνει καλή συσχέτιση μεταξύ της σφαιρικότητας των κερατολιθικών κόκκων και του σφαιρικού σχήματος, ενώ συγχρόνως φαίνεται μεγάλη αντιπάθεια της σφαιρικότητάς τους με το δισκοειδές σχήμα.

Ο δεύτερος παράγων δηλώνει την αύξηση της στρογγύλωσης των κόκκων, όταν αυξάνεται το ποσοστό συμμετοχής των κερατολιθικών κροκαλών στα δείγματα. Το γεγονός αυτό εκδηλώνεται μετά από το σταθμό δειγματοληψίας Σ7.

Από την επεξεργασία των δεδομένων με παραγοντική ανάλυση τύπου Q και χρήση τριπλού παραγοντικού μοντέλου ανάλυσης προέκυψε ο πίνακας περιστρεμμένων παραγοντικών φορτίσεων (πιν. 7.146) και ο πίνακας τιμών των τριών παραγόντων (πιν. 7.147). Η γραφική απεικόνιση των τριών παραγόντων σε σχέση με τις θέσεις δειγματοληψίες φαίνονται στο σχήμα 7.90.

Η μελέτη των τιμών, που προέκυψαν από την ανάλυση του τριπλού παραγοντικού μοντέλου για την περίπτωση των ψαμμιτικών κόκκων, οδηγεί στις παρακάτω εκτιμήσεις:

Ο πρώτος παράγων δείχνει ότι, ο πρώτος σταθμός δειγματοληψίας (Σ1), οι σταθμοί δειγματοληψίας κατάντη του σταθμού Σ7 καθώς και ενδιάμεσες θέσεις δειγματοληψίες (Σ2/Κ2, Σ3/Φ3, Σ5/Φ3, Σ6/Φ2, Σ7/Φ1), χαρακτηρίζονται από κροκάλες, στις οποίες κυριαρχεί το δισκοειδές και το ραβδοειδές σχήμα.

Ο δεύτερος παράγων δείχνει ότι, οι σταθμοί δειγματοληψίας Σ4 και Σ6 χαρακτηρίζονται από κερατολιθικές κροκάλες αυξημένου κοκκομετρικού μεγέθους (πολύ μεγάλος αριθμητικός μέσος).

Η τρίτη ομαδοποίηση (παράγων 3) δείχνει ότι ο σταθμός Σ7 και οι θέσεις δειγματοληψίας Σ4/Φ1, Σ5/Κοίτη, Σ6/Φ1 και Σ9/Κοίτη χαρακτηρίζονται από κροκάλες κυρίως σφαιρικού σχήματος.

7.9.4. Παραγοντική ανάλυση των μεταβλητών των κόκκων των εκρηξιγενών πετρωμάτων.

Τα δεδομένα των μεταβλητών, που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγοντική ανάλυση στην περίπτωση των κροκαλών, που προέρχονται από εκρηξιγενή πετρώματα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον πίνακα 7.129.

Από την επεξεργασία των δεδομένων με την R-τύπου παραγοντική ανάλυση, προέκυψαν οι πίνακες 7.133 (ιδιοτιμών-ποσοστού διακύμανσης), 7.137 (τιμές των παραγόντων f1, f2, f3 και f4) και 7.141 (τιμές των περιστρεμμένων παραγοντικών φορτίσεων). Η γραφική απεικόνιση των τεσσάρων παραγόντων σε σχέση με τις δειγματοληψίες φαίνονται στο σχήμα 7.87.

Οι εκτιμήσεις, που προέκυψαν από την ανάλυση αυτή, οδηγεί στις παρακάτω διαπιστώσεις:

Ο πρώτος παράγων δείχνει ότι, όσο αυξάνεται το ποσοστό των εκρηξιγενών κόκκων σε ένα δείγμα, παρατηρείται αύξηση του βαθμού στρογγύλωσης και συγχρόνως φαίνεται η προτίμηση τους να αποκτούν δισκοειδές σχήμα. Το φαινόμενο αυτό εμφανίζεται πιο έντονα στους σταθμούς δειγματοληψίας Σ8 και Σ10.

Ο δεύτερος παράγων δηλώνει την προτίμηση, που δείχνουν οι κόκκοι των εκρηξιγενών πετρωμάτων να αποκτούν σφαιρικό σχήμα με την αύξηση του βαθμού σφαιρικότητας και συγχρόνως την αντιπάθειά τους προς το πεπλατυσμένο σχήμα.

Ο τρίτος παράγων δείχνει απλώς την αντιπάθεια μεταξύ ραβδοειδούς και πεπλατυσμένου σχήματος.

Ο τέταρτος παράγων δείχνει ότι, το μέσο μέγεθος των εκρηξιγενών κόκκων μειώνεται, όταν αυξάνεται το ποσοστό συμμετοχής τους στο δείγμα.

Από την παραγοντική ανάλυση τύπου Q για τις κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων, που εφαρμόστηκε για τις τιμές του πίνακα 7.129, προέκυψε ο πίνακας 7.148 στον οποίο αναγράφονται οι τιμές των περιστρεμμένων παραγοντικών φορτίσεων και το διάγραμμα του σχήματος 7.91. Η μελέτη των δεδομένων της παραγοντικής ανάλυσης τύπου Q, οδήγησε στο συμπέρασμα ότι στο κατάντη τμήμα του ποταμού αυξάνεται το ποσοστό συμμετοχής των εκρηξιγενών κροκαλών και μειώνεται το μέσο μέγεθός τους, ενώ στο ανάντη τμήμα του ρεύματος οι εκρηξιγενείς κροκάλες είναι ποσοστιαία λιγότερες με μεγαλύτερο μέσο μέγεθος. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με αυτά του παράγοντα 4 της R-τύπου παραγοντικής ανάλυσης.

7.9.5. Συμπεράσματα παραγοντικής ανάλυσης.

Η επεξεργασία των δεδομένων της επιφανειακής δειγματοληψίας με τη χρήση της παραγοντικής ανάλυσης οδήγησε στα παρακάτω συμπεράσματα:

1. Οι ασβεστολιθικές κροκάλες δείχνουν ιδιαίτερη προτίμηση στην απόκτηση σφαιρικού σχήματος και μεγάλη αντιπάθεια στην απόκτηση δισκοειδούς και πλατυσμένου σχήματος, όσο αυξάνεται η σφαιρικότητά τους. Η σχέση αυτή ανατρέπεται στους σταθμούς δειγματοληψίας Σ2, Σ5, Σ8 και Σ10, γεγονός, που υποδηλώνει την εισροή νέου υλικού, που λαμβάνει χώρα κατάντη των σταθμών αυτών.
   Η αύξηση του ποσοστού συμμετοχής των ασβεστολιθικών κροκαλών επιφέρει, στο ανάντη τμήμα του ποτάμιου ρεύματος, μέχρι το σταθμό δειγματοληψίας Σ7, ανάλογη αύξηση του μέσου μεγέθους τους.
   Στο σταθμό Σ1 και στους σταθμούς κατάντη της θέσης του σταθμού Σ8 η αύξηση του ποσοστού συμμετοχής των ασβεστολιθικών κροκαλών συνδυάζεται με αύξηση του ποσοστού συμμετοχής των δίσκων στα δείγματα. Στους σταθμούς κατάντη του Σ7, οι καλύτερα στρογγυλωμένοι ασβεστολιθικοί κόκκοι δείχνουν προτίμηση στην απόκτηση ραβδοειδούς σχήματος.
2. Στην πλειοψηφία των θέσεων δειγματοληψίας οι ψαμμιτικές κροκάλες χαρακτηρίζονται από δισκοειδές σχήμα. Η αύξηση του ποσοστού συμμετοχής των ψαμμιτικών κροκαλών στα δείγματα, συνεπάγεται αύξηση του ποσοστού συμμετοχής των δίσκων, με παράλληλη μείωση του βαθμού σφαιρικότητας και μείωση των ραβδόμορφων κροκαλών. Ταυτόχρονα η αύξηση του κοκκομετρικού μεγέθους των ψαμμιτικών κροκαλών συνδυάζεται με την αύξηση του βαθμού στρογγύλωσης. Τα συμβάντα αυτά δε δείχνουν κάποια ιδιαίτερη χωρική προτίμηση σε συγκεκριμένα τμήματα του ρεύματος.

3. Στους κερατολιθικούς κόκκους η σφαιρικότητα συσχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με το σφαιροειδές σχήμα, ενώ δείχνει μεγάλη αντιπάθεια στο δισκοειδές σχήμα. Μετά από το σταθμό δειγματοληψίας Σ7, όσο αυξάνεται το ποσοστό συμμετοχής των κερατολιθικών κροκαλών, αυξάνεται και η στρογγύλωση των κόκκων.
4. Στο κατάντη τμήμα του ποταμού αυξάνεται το ποσοστό συμμετοχής των εκρηξιγενών κροκαλών και μειώνεται το μέσο μέγεθός τους, ενώ στο ανάντη τμήμα του ρεύματος οι εκρηξιγενείς κροκάλες είναι ποσοστιαία λιγότερες με μεγαλύτερο μέσο μέγεθος. Η αύξηση του ποσοστού συμμετοχής των εκρηξιγενών κόκκων στα δείγματα, συνεπάγεται αύξηση του βαθμού στρογγύλωσης και συγχρόνως φαίνεται η προτίμηση του λιθολογικού αυτού τύπου να αποκτά δισκοειδές σχήμα. Το φαινόμενο αυτό εμφανίζεται πιο έντονα στους σταθμούς δειγματοληψίας Σ8 και Σ10. Επί πλέον οι κροκάλες των εκρηξιγενών πετρωμάτων εμφανίζουν τάση να αποκτούν περισσότερο σφαιρικό σχήμα όσο αυξάνεται ο βαθμός σφαιρικότητας και συγχρόνως αποφεύγουν να αποκτούν πλατυσμένο σχήμα.

Δειγματο-ληψία	Ποσοστά συμμετοχής κόκκων (%)	Αριθμητικός μέσος (mm)	Σφαιρι-κότητα	Στρογ-γύλωση	Σχήμα κόκκων (%)			
					Δίσκοι	Σφαίρες	Ράβδοι	Πεπλατυσμ.
Σ1/Φ1	53,64	25,52	0,7	0,56	35,44	34,47	21,36	8,74
Σ1/Φ2	50,96	24,76	0,68	0,61	34,43	32,55	20,75	12,26
Σ1/K	61,14	21,95	0,68	0,63	36,57	26,87	22,76	13,81
Σ1/SUM	55,36	23,89	0,69	0,6	35,57	30,90	21,72	11,81
Σ2/K1	81,2	57,39	0,71	0,58	39,67	40,50	14,33	5,51
Σ2/K2	68,1	25,54	0,71	0,56	32,68	34,63	21,95	10,73
Σ2/SUM	75,93	45,9	0,71	0,57	37,15	38,38	17,08	7,39
Σ3/Φ1	86,75	58,03	0,69	0,5	40,63	30,26	19,02	10,09
Σ3/Φ2	76,7	77,27	0,71	0,5	36,30	34,81	20,00	8,89
Σ3/SUM	83,68	63,42	0,7	0,5	39,42	31,54	19,29	9,75
Σ4/Φ1	90,32	72,04	0.69	0.49	38,64	28,90	21,10	11,36
Σ4/Φ2	83	31,33	0.69	0.45	44,88	33,86	11,81	9,45
Σ4/Φ3	82,4	97,18	0.69	0.57	37,64	33,99	18,54	9,83
Σ4/Φ4	82,3	43,66	0.69	0.44	40,86	29,03	20,97	9,14
Σ4/K	87,04	87,21	0.70	0.53	38,48	34,27	19,66	7,58
Σ4/SUM	85,39	74,97	0.69	0.51	39,23	32,18	19,13	9,45
Σ5/Φ1	82,38	56,95	0,7	0,52	36,67	37,78	18,06	7,50
Σ5/Φ3	74,34	12,62	0,69	0,44	42,06	30,56	17,46	9,92
Σ5/ K	78,24	70,97	0,71	0,56	32,37	38,61	21,10	7,91
Σ5/SUM	79,7	47,93	0,7	0,5	37,50	34,48	19,32	8,70
Σ6/Φ1	88,39	64,73	0,67	0,53	53,03	21,72	15,66	9,60
Σ6/Φ2	86,99	39,9	0,69	0,53	45,45	28,15	16,13	10,26
Σ6/ K	87,27	63,4	0,69	0,61	44,50	32,23	15,60	7,67
Σ6/SUM	87,4	55,06	0,68	0,57	46,67	28,49	15,81	9,03
Σ7/Φ1	90,97	38,91	0,68	0,62	42,82	27,42	17,49	12,27
Σ7/Φ2	91,15	40,74	0,71	0,63	36,76	37,94	16,76	8,53
Σ7/Φ3	93,19	38,17	0,68	0,61	42,47	27,85	16,89	12,79
Σ7/ K	86,53	49,02	0,69	0,69	36,89	32,79	18,85	11,48
Σ7/SUM	90,94	40,51	0,69	0,63	40,13	31,48	17,29	11,09
Σ8/Φ1	72,82	16,43	0,68	0,61	42,25	27,82	14,44	15,49
Σ8/K	75,59	23,23	0,71	0,58	29,81	33,23	27,95	9,01
Σ8/SUM	74,26	20,05	0,7	0,59	35,64	30,69	21,62	12,05
Σ9/Φ1	64,78	19,09	0,71	0,55	34,38	35,63	21,88	8,13
Σ9/Φ2	73,89	19,89	0,71	0,59	39,33	28,33	22,33	10,00
Σ9/Φ3	78,06	20,32	0,69	0,57	41,62	27,57	21,08	9,73
Σ9/ K	76,88	19,76	0,7	0,67	34,97	34,97	20,28	9,79
Σ9/SUM	73,23	19,8	0,7	0,59	38,07	30,84	21,57	9,52
Σ10/Φ1	76,31	14,9	0,68	0,66	42,41	21,72	23,10	12,76
Σ10/Φ2	68,7	16,8	0,7	0,61	31,27	33,59	25,10	10,04
Σ10/Φ3	69	18,47	0,7	0,6	33,33	34,78	21,74	10,14
Σ10/K	67,45	20,82	0,71	0,67	26,92	28,32	31,82	12,94
Σ10/SUM	72,27	17,75	0,7	0,64	33,57	29,43	25,47	11,52
Σ11/K	57,14	18,4	0,69	0,59	38,26	32,58	17,05	12,12
Σ12/K	65,72	14,95	0,7	0,61	34,89	32,37	19,06	13,67
Σ15/Φ1	46,51	9,61	0,66	0,51	48,00	22,00	13,00	17,00
Σ15/Φ2	49,46	10,77	0,68	0,56	36,02	24,73	21,51	17,74
Σ15/SUM	48,39	10,37	0,67	0,54	40,21	23,78	18,53	17,48

Πίνακας 7.126: Δεδομένα μεταβλητών των ασβεστολιθικών κόκκων για όλες τις δειγματοληψίες.

Δειγματο-ληψία	Ποσοστά συμμετοχής κόκκων (%)	Αριθμητικός μέσος (mm)	Σφαιρι-κότητα	Στρογ-γύλωση	Σχήμα κόκκων (%)			
					Δίσκοι	Σφαίρες	Ράβδοι	Πεπλατυσμ.
Σ1/Φ1	34,63	25,93	0,64	0,74	42,11	20,30	15,79	21,80
Σ1/Φ2	41,3	20,64	0,63	0,74	48,19	12,65	18,07	21,08
Σ1/K	30,75	24.44	0,63	0,8	48,15	18,52	19,26	14,07
Σ1/SUM	35,51	23,44	0,63	0,76	46,53	16,90	17,82	18,75
Σ2/K1	13,87	30,62	0,62	0,85	54,84	12,90	9,68	22,58
Σ2/K2	20,26	24,98	0,65	0,78	37,70	21,31	16,39	24,59
Σ2/SUM	16,44	27,83	0,64	0,81	46,34	17,07	13,01	23,58
Σ3/Φ1	5,75	22,69	0,66	0,73	52,17	26,09	0,00	21,74
Σ3/Φ2	11,9	35,33	0,69	0,8	52,38	28,57	9,52	9,52
Σ3/SUM	7,64	28,72	0,68	0,76	52,27	27,27	4,55	15,91
Σ4/Φ1	6,15	48	0.67	0.76	38,10	28,57	19,05	14,29
Σ4/Φ2	4,58	25,42	0.76	0.72	14,29	42,86	28,57	14,29
Σ4/Φ3	8,8	51,47	0.66	0.73	36,84	21,05	23,68	18,42
Σ4/Φ4	7,52	17,53	0.66	0.79	23,53	47,06	17,65	11,76
Σ4/K	3,42	42,86	0.67	0.82	35,71	21,43	28,57	14,29
Σ4/SUM	6,21	39,81	0.67	0.76	32,99	28,87	22,68	15,46
Σ5/Φ1	12,36	33,09	0,68	0,6	42,59	35,19	12,96	9,26
Σ5/Φ3	4,42	13,4	0,63	0,72	46,67	20,00	13,33	20,00
Σ5/ K	7,88	35,71	0,65	0,81	45,24	19,05	26,19	9,52
Σ5/SUM	10,77	29,93	0,67	0,61	42,29	27,61	16,17	13,93
Σ6/Φ1	5,35	59,17	0,61	0,8	50,00	8,33	25,00	16,67
Σ6/Φ2	6,12	27,67	0,67	0,65	50,00	25,00	20,83	4,17
Σ6/ K	3,14	36,5	0,7	0,76	7,14	42,86	28,57	21,43
Σ6/SUM	4,7	37,7	0,67	0,72	38,00	26,00	24,00	12,00
Σ7/Φ1	3,09	30,3	0,64	0,8	46,15	23,08	23,08	7,69
Σ7/Φ2	1,88	14,86	0,71	0,58	14,29	28,57	42,86	14,29
Σ7/Φ3	2,13	24,4	0,64	0,87	40,00	20,00	20,00	20,00
Σ7/ K	4,96	17	0,66	0,78	57,14	28,57	14,29	0,00
Σ7/SUM	2,74	23,09	0,66	0,8	40,63	25,00	25,00	9,38
Σ8/Φ1	8,46	16,94	0,64	0,77	48,48	18,18	15,15	18,18
Σ8/K	10,09	19,14	0,67	0,71	34,88	25,58	27,91	11,63
Σ8/SUM	9,31	18,18	0,66	0,74	40,79	22,37	22,37	14,47
Σ9/Φ1	9,72	15,25	0,65	0,71	50,00	20,83	12,50	16,67
Σ9/Φ2	4,43	14,56	0,68	0,74	22,22	33,33	33,33	11,11
Σ9/Φ3	5,48	20,46	0,72	0,8	23,08	38,46	15,38	23,08
Σ9/ K	7,53	18,21	0,69	0,76	35,71	28,57	14,29	21,43
Σ9/SUM	6,41	16,65	0,68	0,74	34,78	28,99	18,84	17,39
Σ10/Φ1	10	14,97	0,64	0,76	50,00	23,68	13,16	13,16
Σ10/Φ2	11,94	16,96	0,69	0,72	33,33	13,33	40,00	13,33
Σ10/Φ3	10,5	21,09	0,66	0,73	47,62	30,95	11,90	9,52
Σ10/K	12,64	19,85	0,69	0,84	42,31	30,77	23,08	3,85
Σ10/SUM	11,2	18,36	0,67	0,77	42,94	24,86	22,60	9,60
Σ11/K	17,31	16,86	0,64	0,65	58,75	17,50	15,00	8,75
Σ12/K	14,42	16,01	0,67	0,71	39,34	26,23	22,95	11,48
Σ15/Φ1	14,88	10,31	0,66	0,68	53,13	28,13	6,25	12,50
Σ15/Φ2	11,17	11,64	0,64	0,67	47,62	11,90	26,19	14,29
Σ15/SUM	12,52	11,07	0,65	0,67	50,00	18,92	17,57	13,51

Πίνακας 7.127: Δεδομένα μεταβλητών των ψαμμιτικών κόκκων για όλες τις δειγματοληψίες.

Δειγματο-ληψία	Ποσοστά συμμετοχής κόκκων (%)	Αριθμητικός μέσος (mm)	Σφαιρι-κότητα	Στρογ-γύλωση	Σχήμα κόκκων (%)			
					Δίσκοι	Σφαίρες	Ράβδοι	Πεπλατυσμ.
Σ1/Φ1	8,85	22	0,72	0,31	38,24	35,29	23,53	2,94
Σ1/Φ2	6,73	17,6	0,7	0,34	42,86	39,29	17,86	0,00
Σ1/K	5,6	19.25	0,68	0,28	44	28,00	16	12,00
Σ1/SUM	7,02	18,97	0,7	0,31	41,38	34,48	19,54	4,60
Σ2/K1	3,13	55,14	0,76	0,28	21,43	64,29	14,29	0,00
Σ2/K2	8,97	24,96	0,69	0,34	55,56	25,93	14,81	3,70
Σ2/SUM	5,48	35,26	0,71	0,3	43,90	39,02	14,63	2,44
Σ3/Φ1	4	27,31	0,73	0,26	37,50	37,50	18,75	6,25
Σ3/Φ2	7,3	33,46	0,66	0,23	46,15	30,77	7,69	15,38
Σ3/SUM	5,03	30,06	0,7	0,25	41,38	34,48	13,79	10,34
Σ4/Φ1	1,76	29,5	0.75	0.32	16,67	50,00	33,33	0,00
Σ4/Φ2	3,92	26,67	0.58	0.22	33,33	0,00	33,33	33,33
Σ4/Φ3	0,69	57,55	0.72	0.30	30,00	45,00	25,00	0,00
Σ4/Φ4	1,32	46	0.66	0.35	33,33	33,33	0,00	33,33
Σ4/K	2,2	74,67	0.75	0.26	44,44	44,44	11,11	0,00
Σ4/SUM	2,82	52,22	0.71	0.29	31,82	38,64	22,73	6,82
Σ5/Φ1	5,3	30,02	0,6	0,26	36,36	45,45	4,55	13,64
Σ5/Φ3	8,26	12,29	0,67	0,31	42,86	25,00	17,86	14,29
Σ5/ K	6,38	37,47	0,74	0,19	14,71	55,88	23,53	5,88
Σ5/SUM	4,82	27,16	0,7	0,24	37,78	35,00	17,78	9,44
Σ6/Φ1	1,78	59,25	0,78	0,15	0,00	75,00	25,00	0,00
Σ6/Φ2	2,25	26	0,69	0,33	60,00	20,00	10,00	10,00
Σ6/ K	3,79	52,76	0,71	0,29	47,06	35,29	17,65	0,00
Σ6/SUM	2,91	44,97	0,71	0,28	45,16	35,48	16,13	3,23
Σ7/Φ1	1,19	24,8	0,74	0,19	40,00	20,00	40,00	0,00
Σ7/Φ2	1,34	50,8	0,74	0,31	20,00	80,00	0,00	0,00
Σ7/Φ3	0,85	36	0,91	0,25	0,00	100,00	0,00	0,00
Σ7/ K	1,42	16	0,72	0,35	0,00	50,00	0,00	50,00
Σ7/SUM	1,2	34,43	0,76	0,26	21,43	57,14	14,29	7,14
Σ8/Φ1	5,9	17,39	0,68	0,29	52,17	21,74	21,74	4,35
Σ8/K	7,04	22,7	0,69	0,28	43,33	30,00	13,33	13,33
Σ8/SUM	6,5	20,4	0,68	0,29	47,17	26,42	16,98	9,43
Σ9/Φ1	8,91	15,77	0,69	0,34	45,45	13,64	27,27	13,64
Σ9/Φ2	10,1	20,49	0,69	0,3	36,59	29,27	19,51	14,63
Σ9/Φ3	5,48	16,3	0,69	0,33	23,08	30,77	30,77	15,38
Σ9/ K	5,38	17,6	0,72	0,31	10,00	40,00	30,00	20,00
Σ9/SUM	7,99	18,31	0,69	0,32	33,72	26,74	24,42	15,12
Σ10/Φ1	5,79	17,27	0,69	0,35	40,91	36,36	13,64	9,09
Σ10/Φ2	9,81	15,51	0,7	0,32	32,43	24,32	32,43	10,81
Σ10/Φ3	9,75	15,28	0,74	0,33	28,21	46,15	23,08	2,56
Σ10/K	12,26	19,83	0,71	0,37	32,69	32,69	23,08	11,54
Σ10/SUM	9,49	17,21	0,71	0,35	32,67	34,67	24,00	8,67
Σ11/K	13,2	17,44	0,71	0,34	37,70	34,43	21,31	6,56
Σ12/K	10,17	16,16	0,7	0,35	48,84	30,23	13,95	6,98
Σ15/Φ1	19,07	9,12	0,67	0,29	24,39	31,71	19,51	24,39
Σ15/Φ2	20,48	10,31	0,7	0,34	44,16	40,26	12,99	2,60
Σ15/SUM	19,97	9,9	0,69	0,32	37,29	37,29	15,25	10,17

Πίνακας 7.128: Δεδομένα μεταβλητών των κερατολιθικών κόκκων για όλες τις δειγματοληψίες.

Δειγματο-ληψία	Ποσοστά συμμετοχής κόκκων (%)	Αριθμητικός μέσος (mm)	Σφαιρι-κότητα	Στρογ-γύλωση	Σχήμα κόκκων (%)			
					Δίσκοι	Σφαίρες	Ράβδοι	Πεπλατυσμ.
Σ1/Φ1	2,86	27,72	0,74	0,4	36,36	45,45	18,18	0,00
Σ1/Φ2	0,96	11,9	0,68	0,35	30,00	40,00	10,00	20,00
Σ1/K	2,5	16.18	0,7	0,42	18,18	54,55	0,00	27,27
Σ1/SUM	2,09	18,81	0,71	0,39	28,13	46,88	9,38	15,63
Σ2/K1	1,79	33,25	0,71	0,58	25	50,00	12,50	12,50
Σ2/K2	2,67	14,38	0,66	0,42	37,50	12,50	25,00	25,00
Σ2/SUM	2,14	23,81	0,68	0,5	31,25	31,25	18,75	18,75
Σ3/Φ1	3,5	29,42	0,71	0,42	42,86	42,86	14,29	0,00
Σ3/Φ2	3,97	30,85	0,74	0,36	14,29	57,14	28,57	0,00
Σ3/SUM	3,65	29,9	0,72	0,4	33,33	47,62	19,05	0,00
Σ4/Φ1	1,76	27,83	0.69	0.28	16,67	33,33	33,33	16,67
Σ4/Φ2	8,5	15,54	0.67	0.49	46,15	30,77	23,08	0,00
Σ4/Φ3	4,17	47,05	0.73	0.49	33,33	38,89	22,22	5,56
Σ4/Φ4	8,85	14,5	0.72	0.49	15,00	25,00	45,00	15,00
Σ4/K	7,33	57,4	0.71	0.53	40,00	43,33	16,67	0,00
Σ4/SUM	5,57	37,1	0.71	0.48	32,18	35,63	26,44	5,75
Σ5/Φ1	0,23	20	0,75	0,35	0,00	100,00	0,00	0,00
Σ5/Φ3	12,98	11,25	0,71	0,47	43,18	27,27	27,27	2,27
Σ5/ K	7,5	43,3	0,72	0,51	30,00	40,00	22,50	7,50
Σ5/SUM	4,71	22,76	0,71	0,43	41,48	29,55	23,86	5,11
Σ6/Φ1	4,46	19,1	0,7	0,31	10,00	50,00	10,00	30,00
Σ6/Φ2	4,34	21,18	0,72	0,26	23,53	35,29	35,29	5,88
Σ6/ K	5,8	41,65	0,71	0,43	15,38	30,77	34,62	19,23
Σ6/SUM	4,98	30,83	0,71	0,35	16,98	35,85	30,19	16,98
Σ7/Φ1	4,75	23,5	0,69	0,51	40,00	30,00	15,00	15,00
Σ7/Φ2	5,63	25,52	0,71	0,44	23,81	38,10	23,81	14,29
Σ7/Φ3	3,83	22,11	0,6	0,35	33,33	22,22	11,11	33,33
Σ7/ K	7,09	21,9	0,74	0,57	20,00	50,00	20,00	10,00
Σ7/SUM	5,13	23,73	0,69	0,47	30,00	35,00	18,33	16,67
Σ8/Φ1	12,82	14,66	0,7	0,53	36,00	40,00	18,00	6,00
Σ8/K	7,28	18,52	0,7	0,54	48,39	25,81	19,35	6,45
Σ8/SUM	9,93	16,14	0,7	0,54	40,74	34,57	18,52	6,17
Σ9/Φ1	16,6	13,49	0,71	0,55	41,46	36,59	19,51	2,44
Σ9/Φ2	11,58	17,02	0,7	0,49	40,43	34,04	17,02	8,51
Σ9/Φ3	10,97	16,96	0,71	0,48	30,77	46,15	19,23	3,85
Σ9/ K	10,21	14,68	0,69	0,56	42,11	36,84	15,79	5,26
Σ9/SUM	12,36	15,59	0,7	0,51	39,10	37,59	18,05	5,26
Σ10/Φ1	7,89	13,53	0,66	0,57	53,33	20,00	10,00	16,67
Σ10/Φ2	9,55	14,67	0,7	0,52	44,44	16,67	30,56	8,33
Σ10/Φ3	10,75	15,35	0,71	0,56	41,86	37,21	16,28	4,65
Σ10/K	8,02	18,29	0,66	0,49	47,06	17,65	23,53	11,76
Σ10/SUM	9,04	15,5	0,68	0,53	46,15	23,78	20,28	9,79
Σ11/K	12,34	15,35	0,72	0,51	33,33	35,09	24,56	7,02
Σ12/K	9,69	14	0,69	0,55	31,71	26,83	29,27	12,20
Σ15/Φ1	19,53	9,76	0,68	0,59	47,62	21,43	16,67	14,29
Σ15/Φ2	18,88	10,01	0,67	0,54	49,30	15,49	21,13	14,08
Σ15/SUM	19,12	9,92	0,67	0,56	48,67	17,70	19,47	14,16

Πίνακας 7.129: Δεδομένα μεταβλητών των εκρηξιγενών κόκκων για όλες τις δειγματοληψίες.

	Ιδιοτιμή	Διακύμανση (%)	Αθροιστική διακύμανση (%)
1	3,023172587	37,78965734	37,78965734
2	2,662040856	33,27551069	71,06516804
3	0,905269877	11,31587347	82,3810415
4	0,681415276	8,517690956	90,89873246
5	0,415697625	5,196220307	96,09495277
6	0,213341935	2,666774184	98,76172695
7	0,09906111	1,238263873	99,99999082
8	7,3412E-07	9,1765E-06	100

Πίνακας 7.130: Ιδιοτιμές και αθροιστικά ποσοστά, που εκφράζει κάθε ιδιοτιμή στην ολική διακύμανση των δεδομένων των ασβεστολιθικών κροκαλών.

	Ιδιοτιμή	Διακύμανση (%)	Αθροιστική διακύμανση (%)
1	2,884328	36,0541	36,0541
2	1,41175	17,64687	53,70097
3	1,136615	14,20769	67,90866
4	1,080609	13,50761	81,41627
5	0,690199	8,62749	90,04376
6	0,565418	7,067719	97,11148
7	0,231082	2,888521	100
8	9,13E-08	1,14E-06	100

Πίνακας 7.131: Ιδιοτιμές και αθροιστικά ποσοστά, που εκφράζει κάθε ιδιοτιμή στην ολική διακύμανση των δεδομένων των ψαμμιτικών κροκαλών.

	Ιδιοτιμή	Διακύμανση (%)	Αθροιστική διακύμανση (%)
1	3,19723	39,96537	39,96537
2	1,39248	17,40599	57,37136
3	1,23787	15,47335	72,84471
4	1,12398	14,04978	86,89449
5	0,58001	7,25015	94,14464
6	0,31201	3,90007	98,04471
7	0,15642	1,95529	100,000
8	0,00000	0,00000	100,000

Πίνακας 7.132: Ιδιοτιμές και αθροιστικά ποσοστά, που εκφράζει κάθε ιδιοτιμή στην ολική διακύμανση των δεδομένων των κερατολιθικών κροκαλών.

	Ιδιοτιμή	Διακύμανση (%)	Αθροιστική διακύμανση (%)
1	3,158673	39,48341	39,48341
2	1,842398	23,02998	62,51339
3	1,289852	16,12315	78,63653
4	0,818902	10,23627	88,87281
5	0,512809	6,410118	95,28292
6	0,250052	3,125653	98,40858
7	0,127314	1,591423	100
8	4,76E-08	5,95E-07	100

Πίνακας 7.133: Ιδιοτιμές και αθροιστικά ποσοστά, που εκφράζει κάθε ιδιοτιμή στην ολική διακύμανση των δεδομένων των εκρηξιγενών κροκαλών.

Μεταβλητές		**Παράγων 1**	**Παράγων 2**	**Παράγων 3**
Λιθολογία		0,01492	0,933801249	0,036953043
Αριθμητικός μέσος		0,175880292	0,772292093	-0,257708443
Σφαιρικότητα		0,927565096	0,115253875	0,159637577
Στρογγύλωση		-0,05612843	-0,022981704	0,914156776
Σχήμα κόκκων	Δίσκοι	-0,747057963	0,396408433	-0,457275756
	Σφαίρες	0,861106632	0,258807839	-0,115878286
	Ράβδοι	0,421315427	-0,390933505	0,599710587
	Πλατυσμένες	-0,648579548	-0,621850161	0,202559172

Πίνακας 7.134: Περιστρεμμένες παραγοντικές φορτίσεις της R-τύπου παραγοντικής ανάλυσης για τις μεταβλητές των ασβεστολιθικών κροκαλών.

Μεταβλητές		**Παράγων 1**	**Παράγων 2**	**Παράγων 3**	**Παράγων 4**
Λιθολογία		-0,53786	-0,11716	-0,32414	0,496656
Αριθμητικός μέσος		-0,05449	0,197891	0,789726	-0,03988
Σφαιρικότητα		0,859799	0,247807	-0,15204	-0,08044
Στρογγύλωση		-0,05397	-0,21975	0,748199	0,172168
Σχήμα κόκκων	Δίσκοι	-0,72551	-0,60391	-0,03206	-0,28135
	Σφαίρες	0,935372	-0,10255	-0,07491	-0,10237
	Ράβδοι	0,09822	0,964378	0,00196	-0,13268
	Πλατυσμένες	-0,02927	-0,04652	0,172893	0,925896

Πίνακας 7.135: Περιστρεμμένες παραγοντικές φορτίσεις της R-τύπου παραγοντικής ανάλυσης για τις μεταβλητές των ψαμμιτικών κροκαλών.

Μεταβλητές		**Παράγων 1**	**Παράγων 2**	**Παράγων 3**	**Παράγων 4**
Λιθολογία		-0,149998	0,833185	0,045514	-0,127758
Αριθμητικός μέσος		0,142214	-0,815151	0,286871	0,250726
Σφαιρικότητα		0,791185	-0,132829	0,472902	0,061247
Στρογγύλωση		-0,144731	0,726798	-0,042345	0,364300
Σχήμα κόκκων	Δίσκοι	-0,909058	0,163250	0,322745	0,124160
	Σφαίρες	0,846519	-0,232671	0,263030	0,344449
	Ράβδοι	-0,102913	0,062893	0,086977	-0,950691
	Πλατυσμένες	-0,076998	0,110415	-0,972527	0,104348

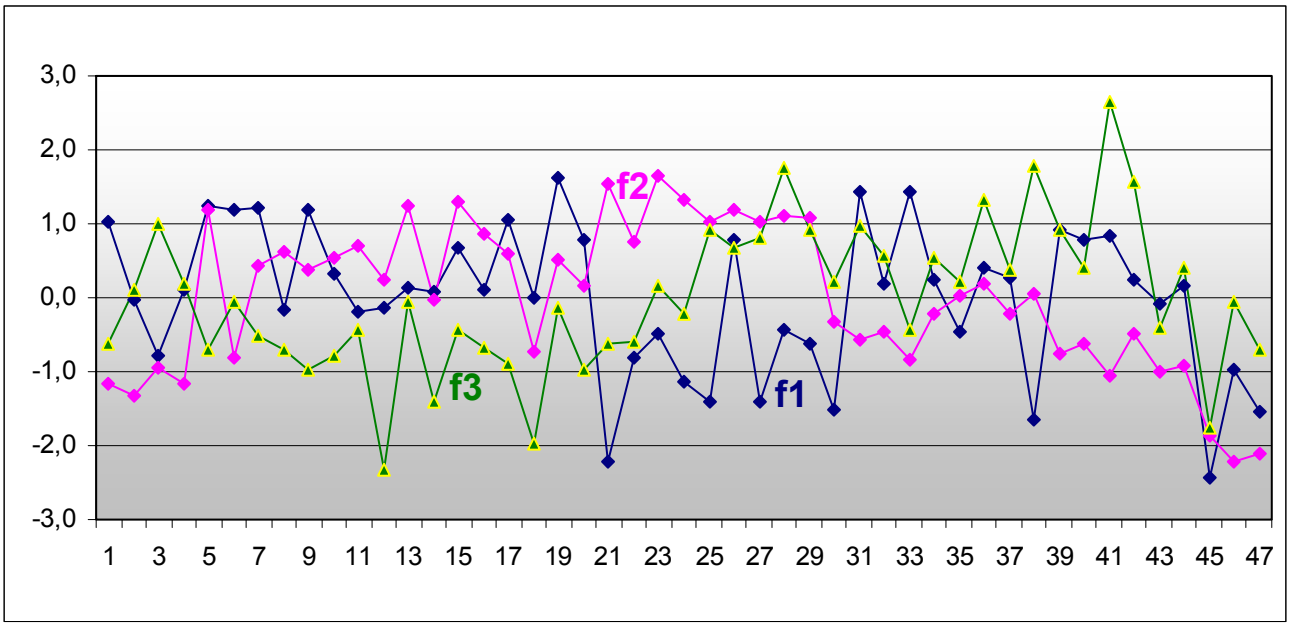
Πίνακας 7.136: Περιστρεμμένες παραγοντικές φορτίσεις της R-τύπου παραγοντικής ανάλυσης για τις μεταβλητές των κερατολιθικών κροκαλών.

Μεταβλητές		**Παράγων 1**	**Παράγων 2**	**Παράγων 3**	**Παράγων 4**
Λιθολογία		0,67433	0,088443	0,230269	-0,55536
Αριθμητικός μέσος		-0,13393	0,224509	0,074216	0,925429
Σφαιρικότητα		-0,27786	0,902208	0,052645	0,127759
Στρογγύλωση		0,84964	0,109131	-0,05865	-0,12282
Σχήμα κόκκων	Δίσκοι	0,907364	-0,23164	0,01811	-0,07524
	Σφαίρες	-0,52322	0,618459	-0,55722	0,10355
	Ράβδοι	-0,0427	0,091951	0,987723	0,038111
	Πλατυσμένες	-0,3686	-0,83181	-0,07379	-0,10955

Πίνακας 7.137: Περιστρεμμένες παραγοντικές φορτίσεις της R-τύπου παραγοντικής ανάλυσης για τις μεταβλητές των εκρηξιγενών κροκαλών.

Δειγματο-ληψία	Παραγοντικές τιμές (R-mode)			Δειγματο-ληψία	Παραγοντικές τιμές (R-mode)		
	f1	f2	f3		f1	f2	f3
Σ1/Φ1	1,027	-1,153	-0,612	Σ7/Φ1	-1,403	1,038	0,923
Σ1/Φ2	-0,023	-1,335	0,114	Σ7/Φ2	0,785	1,179	0,665
Σ1/K	-0,793	-0,938	1,000	Σ7/Φ3	-1,406	1,037	0,811
Σ1/SUM	0,110	-1,157	0,200	Σ7/ K	-0,444	1,113	1,764
Σ2/K1	1,234	1,176	-0,711	Σ7/SUM	-0,616	1,094	0,923
Σ2/K2	1,178	-0,815	-0,057	Σ8/Φ1	-1,507	-0,314	0,204
Σ2/SUM	1,228	0,422	-0,525	Σ8/K	1,436	-0,563	0,963
Σ3/Φ1	-0,166	0,627	-0,712	Σ8/SUM	0,177	-0,469	0,558
Σ3/Φ2	1,195	0,370	-0,963	Σ9/Φ1	1,425	-0,828	-0,443
Σ3/SUM	0,336	0,542	-0,786	Σ9/Φ2	0,251	-0,210	0,535
Σ4/Φ1	-0,190	0,712	-0,434	Σ9/Φ3	-0,471	0,036	0,217
Σ4/Φ2	-0,147	0,239	-2,315	Σ9/ K	0,417	0,193	1,320
Σ4/Φ3	0,148	1,257	-0,043	Σ9/SUM	0,265	-0,225	0,371
Σ4/Φ4	0,080	-0,018	-1,417	Σ10/Φ1	-1,656	0,044	1,791
Σ4/K	0,675	1,298	-0,444	Σ10/Φ2	0,912	-0,761	0,913
Σ4/SUM	0,107	0,858	-0,670	Σ10/Φ3	0,796	-0,614	0,412
Σ5/Φ1	1,055	0,585	-0,897	Σ10/K	0,848	-1,049	2,636
Σ5/Φ3	0,012	-0,741	-1,962	Σ10/SUM	0,238	-0,493	1,560
Σ5/ K	1,624	0,518	-0,127	Σ11/K	-0,083	-1,011	-0,400
Σ5/SUM	0,783	0,152	-0,970	Σ12/K	0,153	-0,909	0,401
Σ6/Φ1	-2,216	1,544	-0,624	Σ15/Φ1	-2,427	-1,852	-1,759
Σ6/Φ2	-0,806	0,753	-0,605	Σ15/Φ2	-0,970	-2,223	-0,063
Σ6/ K	-0,476	1,659	0,162	Σ15/SUM	-1,552	-2,104	-0,693
Σ6/SUM	-1,140	1,335	-0,209				

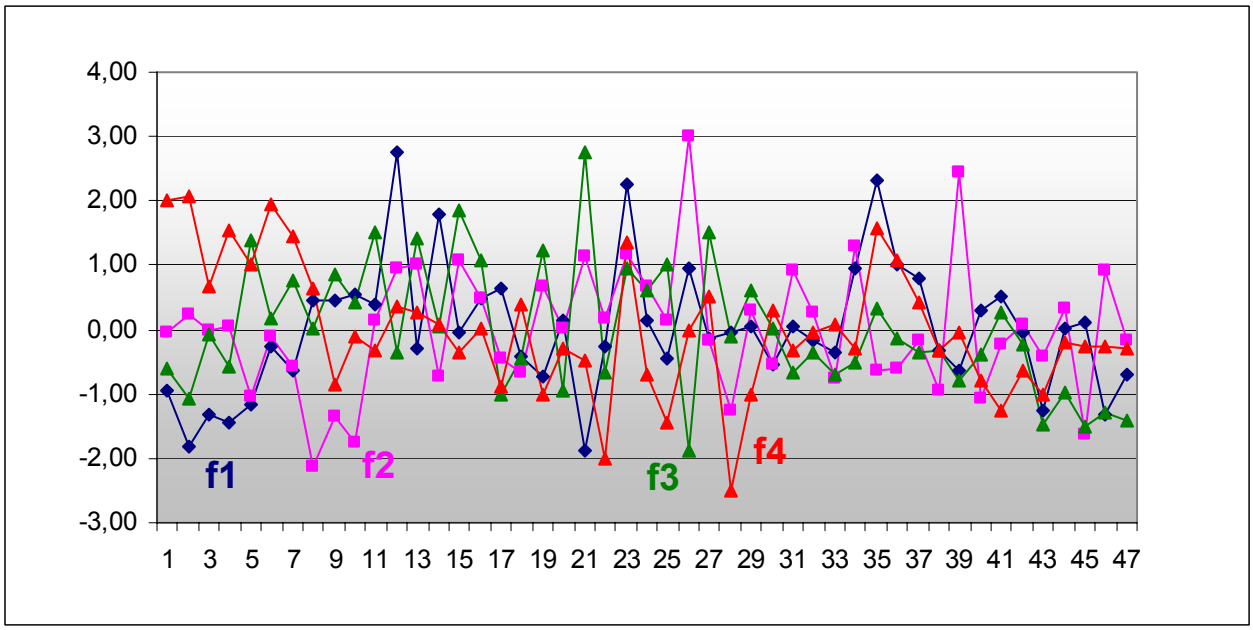
Πίνακας 7.138: Τιμές των τριών παραγόντων (f1,f2,f3) της παραγοντικής ανάλυσης τύπου R, για τους ασβεστολιθικούς κόκκους.



Σχήμα 7.84: Διακύμανση των τιμών των τριών παραγόντων (f1=παράγων 1, f2=παράγων 2, f3=παράγων 3) των ασβεστολιθικών κόκκων για τις 47 περιοχές δειγματοληψίας κατά μήκος του ρεύματος.

Δειγματο-ληψία	Παραγοντικές τιμές (R-mode)				Δειγματο-ληψία	Παραγοντικές τιμές (R-mode)			
	f1	f2	f3	f4		f1	f2	f3	f4
Σ1/Φ1	-0,938	-0,040	-0,601	2,011	Σ7/Φ1	-0,463	0,135	1,026	-1,437
Σ1/Φ2	-1,823	0,243	-1,071	2,062	Σ7/Φ2	0,958	2,990	-1,873	-0,023
Σ1/K	-1,329	-0,028	-0,086	0,676	Σ7/Φ3	-0,151	-0,166	1,514	0,523
Σ1/SUM	-1,432	0,064	-0,588	1,537	Σ7/ K	-0,030	-1,260	-0,094	-2,514
Σ2/K1	-1,177	-1,043	1,401	1,002	Σ7/SUM	0,043	0,288	0,599	-1,019
Σ2/K2	-0,260	-0,115	0,176	1,933	Σ8/Φ1	-0,554	-0,551	0,006	0,310
Σ2/SUM	-0,648	-0,571	0,750	1,435	Σ8/K	0,055	0,927	-0,657	-0,335
Σ3/Φ1	0,468	-2,136	0,027	0,632	Σ8/SUM	-0,165	0,274	-0,342	-0,052
Σ3/Φ2	0,463	-1,340	0,860	-0,842	Σ9/Φ1	-0,344	-0,772	-0,709	0,090
Σ3/SUM	0,559	-1,752	0,410	-0,117	Σ9/Φ2	0,947	1,305	-0,509	-0,287
Σ4/Φ1	0,393	0,155	1,501	-0,325	Σ9/Φ3	2,311	-0,624	0,318	1,587
Σ4/Φ2	2,758	0,951	-0,345	0,355	Σ9/ K	1,021	-0,617	-0,126	1,073
Σ4/Φ3	-0,293	1,020	1,431	0,272	Σ9/SUM	0,792	-0,161	-0,369	0,437
Σ4/Φ4	1,778	-0,725	0,047	0,067	Σ10/Φ1	-0,330	-0,952	-0,309	-0,325
Σ4/K	-0,037	1,083	1,850	-0,350	Σ10/Φ2	-0,633	2,454	-0,779	-0,043
Σ4/SUM	0,491	0,500	1,070	0,006	Σ10/Φ3	0,300	-1,086	-0,383	-0,796
Σ5/Φ1	0,653	-0,464	-1,019	-0,871	Σ10/K	0,512	-0,229	0,271	-1,261
Σ5/Φ3	-0,408	-0,665	-0,437	0,401	Σ10/SUM	-0,030	0,083	-0,229	-0,646
Σ5/ K	-0,720	0,657	1,241	-1,004	Σ11/K	-1,255	-0,418	-1,461	-1,004
Σ5/SUM	0,150	0,019	-0,946	-0,296	Σ12/K	0,024	0,316	-0,970	-0,212
Σ6/Φ1	-1,886	1,126	2,742	-0,493	Σ15/Φ1	0,096	-1,631	-1,504	-0,266
Σ6/Φ2	-0,248	0,167	-0,680	-2,008	Σ15/Φ2	-1,332	0,927	-1,292	-0,259
Σ6/ K	2,260	1,165	0,939	1,365	Σ15/SUM	-0,695	-0,168	-1,417	-0,279
Σ6/SUM	0,150	0,665	0,616	-0,709					

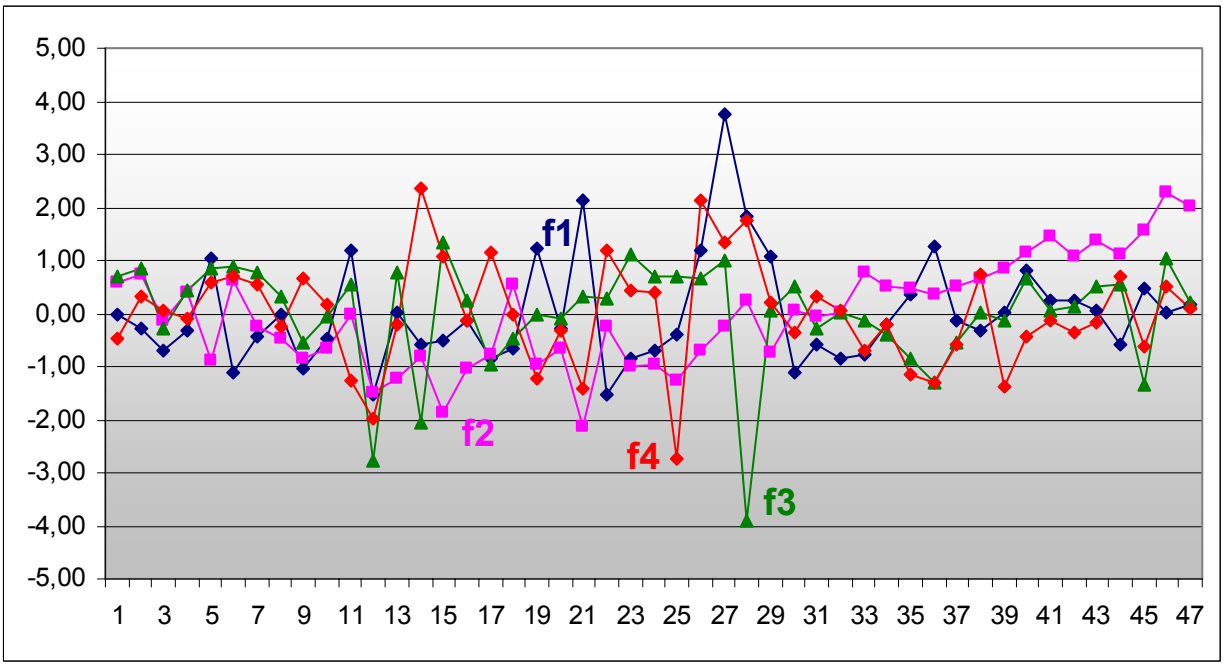
Πίνακας 7.139: Τιμές των τεσσάρων παραγόντων (f1,f2,f3, f4) της παραγοντικής ανάλυσης τύπου R, για τους ψαμμιτικούς κόκκους.



Σχήμα 7.85: Διακύμανση των τιμών των τεσσάρων παραγόντων (f1=παράγων 1, f2=παράγων 2, f3=παράγων 3, f4= παράγων 4) των ψαμμιτικών κόκκων για τις 47 περιοχές δειγματοληψίας κατά μήκος του ρεύματος.

Δειγματο-ληψία	Παραγοντικές τιμές (R-mode)				Δειγματο-ληψία	Παραγοντικές τιμές (R-mode)			
	f1	f2	f3	f4		f1	f2	f3	f4
Σ1/Φ1	-0,004	0,589	0,701	-0,475	Σ7/Φ1	-0,391	-1,283	0,704	-2,753
Σ1/Φ2	-0,279	0,724	0,851	0,302	Σ7/Φ2	1,204	-0,684	0,652	2,137
Σ1/K	-0,708	-0,123	-0,277	0,067	Σ7/Φ3	3,737	-0,254	0,989	1,357
Σ1/SUM	-0,308	0,415	0,442	-0,081	Σ7/ K	1,824	0,258	-3,914	1,752
Σ2/K1	1,036	-0,891	0,847	0,574	Σ7/SUM	1,071	-0,746	0,051	0,195
Σ2/K2	-1,122	0,610	0,884	0,697	Σ8/Φ1	-1,131	0,045	0,491	-0,375
Σ2/SUM	-0,453	-0,232	0,775	0,541	Σ8/K	-0,577	-0,047	-0,270	0,329
Σ3/Φ1	-0,025	-0,460	0,305	-0,261	Σ8/SUM	-0,858	0,022	0,036	0,067
Σ3/Φ2	-1,029	-0,856	-0,532	0,663	Σ9/Φ1	-0,787	0,792	-0,144	-0,686
Σ3/SUM	-0,471	-0,648	-0,071	0,183	Σ9/Φ2	-0,212	0,504	-0,395	-0,226
Σ4/Φ1	1,173	-0,025	0,539	-1,263	Σ9/Φ3	0,358	0,464	-0,834	-1,143
Σ4/Φ2	-1,542	-1,476	-2,763	-1,972	Σ9/ K	1,263	0,369	-1,307	-1,286
Σ4/Φ3	0,019	-1,226	0,782	-0,189	Σ9/SUM	-0,136	0,526	-0,534	-0,567
Σ4/Φ4	-0,589	-0,811	-2,074	2,345	Σ10/Φ1	-0,319	0,643	0,037	0,750
Σ4/K	-0,528	-1,865	1,340	1,083	Σ10/Φ2	0,014	0,833	-0,132	-1,389
Σ4/SUM	-0,144	-1,046	0,241	-0,144	Σ10/Φ3	0,827	1,164	0,647	-0,436
Σ5/Φ1	-0,832	-0,772	-0,975	1,165	Σ10/K	0,238	1,443	0,046	-0,133
Σ5/Φ3	-0,651	0,551	-0,460	-0,025	Σ10/SUM	0,229	1,089	0,136	-0,343
Σ5/ K	1,221	-0,956	-0,022	-1,230	Σ11/K	0,070	1,361	0,491	-0,173
Σ5/SUM	-0,293	-0,658	-0,113	-0,313	Σ12/K	-0,586	1,105	0,535	0,684
Σ6/Φ1	2,137	-2,117	0,334	-1,405	Σ15/Φ1	0,466	1,561	-1,343	-0,627
Σ6/Φ2	-1,537	-0,245	0,278	1,188	Σ15/Φ2	0,002	2,280	1,020	0,493
Σ6/ K	-0,839	-0,983	1,098	0,429	Σ15/SUM	0,165	2,007	0,197	0,086
Σ6/SUM	-0,704	-0,953	0,709	0,407					

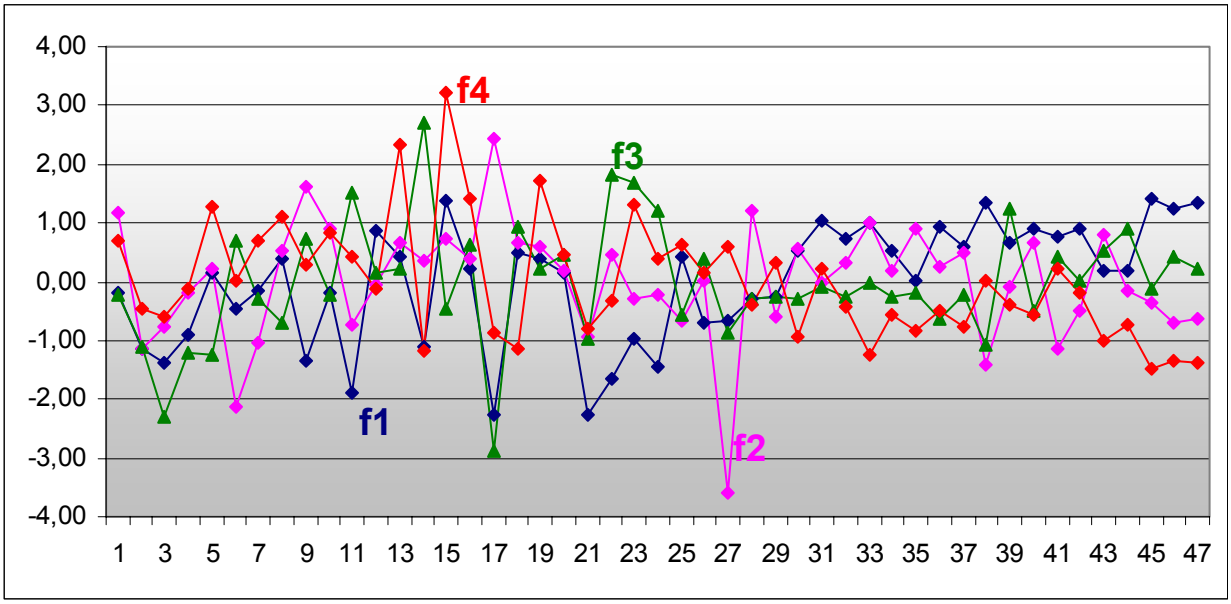
Πίνακας 7.140: Τιμές των τεσσάρων παραγόντων (f1,f2,f3, f4) της παραγοντικής ανάλυσης τύπου R, για τους κερατολιθικούς κόκκους.



Σχήμα 7.86: Διακύμανση των τιμών των τεσσάρων παραγόντων (f1=παράγων 1, f2=παράγων 2, f3=παράγων 3, f4=παράγων 4) των κερατολιθικών κόκκων για τις 47 περιοχές δειγματοληψίας κατά μήκος του ρεύματος.

Δειγματο-ληψία	Παραγοντικές τιμές (R-mode)				Δειγματο-ληψία	Παραγοντικές τιμές (R-mode)			
	F1	F2	F3	F4		F1	F2	F3	F4
Σ1/Φ1	-0,191	1,158	-0,230	0,715	Σ7/Φ1	0,426	-0,677	-0,578	0,616
Σ1/Φ2	-1,155	-1,156	-1,116	-0,471	Σ7/Φ2	-0,690	0,018	0,389	0,156
Σ1/K	-1,378	-0,782	-2,293	-0,597	Σ7/Φ3	-0,670	-3,591	-0,862	0,585
Σ1/SUM	-0,917	-0,191	-1,205	-0,114	Σ7/ K	-0,278	1,224	-0,276	-0,376
Σ2/K1	0,137	0,236	-1,235	1,284	Σ7/SUM	-0,253	-0,594	-0,241	0,306
Σ2/K2	-0,462	-2,117	0,687	0,023	Σ8/Φ1	0,535	0,576	-0,299	-0,946
Σ2/SUM	-0,148	-1,032	-0,296	0,682	Σ8/K	1,032	-0,011	-0,083	0,206
Σ3/Φ1	0,379	0,530	-0,701	1,108	Σ8/SUM	0,730	0,332	-0,246	-0,432
Σ3/Φ2	-1,358	1,630	0,722	0,296	Σ9/Φ1	0,998	1,005	-0,014	-1,239
Σ3/SUM	-0,200	0,896	-0,227	0,838	Σ9/Φ2	0,514	0,182	-0,247	-0,569
Σ4/Φ1	-1,882	-0,746	1,521	0,439	Σ9/Φ3	0,032	0,908	-0,200	-0,825
Σ4/Φ2	0,868	-0,052	0,170	-0,131	Σ9/ K	0,934	0,253	-0,627	-0,492
Σ4/Φ3	0,416	0,681	0,211	2,330	Σ9/SUM	0,596	0,501	-0,234	-0,768
Σ4/Φ4	-1,106	0,368	2,698	-1,188	Σ10/Φ1	1,347	-1,420	-1,079	0,026
Σ4/K	1,394	0,723	-0,460	3,220	Σ10/Φ2	0,670	-0,091	1,260	-0,396
Σ4/SUM	0,224	0,378	0,623	1,422	Σ10/Φ3	0,890	0,668	-0,494	-0,569
Σ5/Φ1	-2,274	2,419	-2,868	-0,863	Σ10/K	0,782	-1,146	0,433	0,218
Σ5/Φ3	0,503	0,676	0,937	-1,130	Σ10/SUM	0,892	-0,494	0,031	-0,185
Σ5/ K	0,398	0,605	0,230	1,702	Σ11/K	0,194	0,813	0,534	-0,995
Σ5/SUM	0,148	0,170	0,472	0,456	Σ12/K	0,197	-0,143	0,901	-0,733
Σ6/Φ1	-2,259	-0,937	-0,971	-0,815	Σ15/Φ1	1,420	-0,365	-0,123	-1,480
Σ6/Φ2	-1,636	0,457	1,827	-0,310	Σ15/Φ2	1,259	-0,704	0,442	-1,354
Σ6/ K	-0,962	-0,304	1,678	1,327	Σ15/SUM	1,339	-0,642	0,215	-1,384
Σ6/SUM	-1,435	-0,210	1,223	0,408					

Πίνακας 7.141: Τιμές των τεσσάρων παραγόντων (f1,f2,f3, f4) της παραγοντικής ανάλυσης τύπου R, για τους κόκκους των εκρηξιγενών πετρωμάτων.



Σχήμα 7.87: Διακύμανση των τιμών των τεσσάρων παραγόντων (f1=παράγων 1, f2=παράγων 2, f3=παράγων 3, f4=παράγων 4)των εκρηξιγενών κόκκων για τις 47 περιοχές δειγματοληψίας κατά μήκος του ρεύματος.

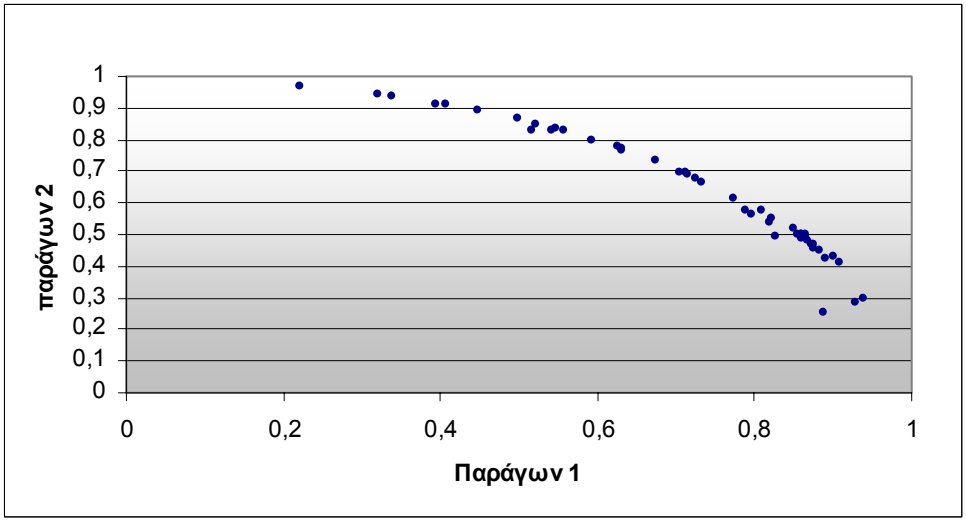
Δειγματοληψία	Παράγων 1	Παράγων 2	Δειγματοληψία	Παράγων 1	Παράγων 2
Σ1/Φ1	0,789033	0,573614	Σ7/Φ1	0,725581	0,674695
Σ1/Φ2	0,797364	0,563957	Σ7/Φ2	0,703966	0,69859
Σ1/K	0,850004	0,519265	Σ7/Φ3	0,732116	0,665159
Σ1/SUM	0,821205	0,551707	Σ7/ K	0,629892	0,77347
Σ2/K1	0,543191	0,830939	Σ7/SUM	0,711931	0,694077
Σ2/K2	0,808899	0,576076	Σ8/Φ1	0,883216	0,44729
Σ2/SUM	0,630396	0,768912	Σ8/K	0,819018	0,536903
Σ3/Φ1	0,558369	0,827861	Σ8/SUM	0,860899	0,502114
Σ3/Φ2	0,339023	0,936434	Σ9/Φ1	0,860501	0,489363
Σ3/SUM	0,498597	0,86619	Σ9/Φ2	0,864932	0,496532
Σ4/Φ1	0,447285	0,890438	Σ9/Φ3	0,860229	0,500554
Σ4/Φ2	0,774576	0,616553	Σ9/ K	0,856092	0,502542
Σ4/Φ3	0,222186	0,970772	Σ9/SUM	0,864501	0,498987
Σ4/Φ4	0,675424	0,734508	Σ10/Φ1	0,890574	0,422077
Σ4/K	0,320671	0,945922	Σ10/Φ2	0,875144	0,457055
Σ4/SUM	0,406929	0,912454	Σ10/Φ3	0,866874	0,483493
Σ5/Φ1	0,54781	0,833752	Σ10/K	0,826485	0,492817
Σ5/Φ3	0,907691	0,408942	Σ10/SUM	0,874116	0,468264
Σ5/ K	0,393397	0,912427	Σ11/K	0,87158	0,468328
Σ5/SUM	0,625277	0,779618	Σ12/K	0,899592	0,429596
Σ6/Φ1	0,515468	0,829763	Σ15/Φ1	0,888374	0,255282
Σ6/Φ2	0,716129	0,687375	Σ15/Φ2	0,937829	0,299862
Σ6/ K	0,520884	0,850421	Σ15/SUM	0,929907	0,28649
Σ6/SUM	0,592457	0,79732			

Πίνακας 7.142: Περιστρεμμένες παραγοντικές φορτίσεις της Q-τύπου παραγοντικής ανάλυσης για τις μεταβλητές των ασβεστολιθικών κροκαλών.

Μεταβλητές		**Παράγων 1**	**Παράγων 2**
Λιθολογία		1,69228	1,05669
Αριθμητικός μέσος		-1,33755	1,99837
Σφαιρικότητα		-0,82124	-0,67208
Στρογγύλωση		-0,82508	-0,67535
Σχήμα κόκκων	Δίσκοι	0,87362	-0,2225
	Σφαίρες	0,41934	-0,15074
	Ράβδοι	0,16198	-0,56821
	Πλατυσμένες	-0,16335	-0,76619

Πίνακας 7.143: Οι τιμές των δυο παραγόντων της ανάλυσης τύπου Q για τις ασβεστολιθικές κροκάλες.

Σχήμα 7.88: Οι τιμές των δυο παραγόντων των περιστρεμμένων παραγοντικών φορτίσεων της ανάλυσης τύπου Q των ασβεστολιθικών κροκαλών.

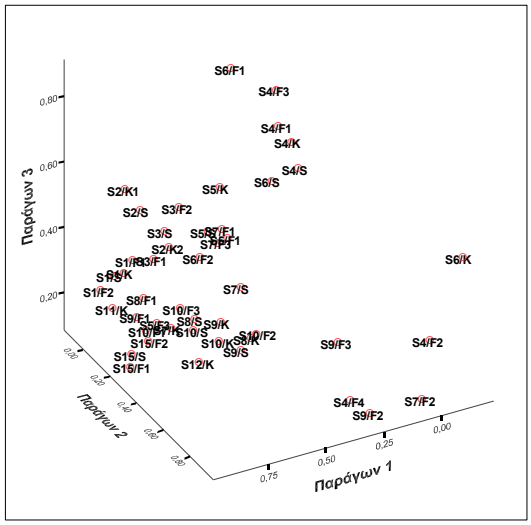


Δειγματοληψία	Παράγων 1	Παράγων 2	Παράγων 3	Δειγματοληψία	Παράγων 1	Παράγων 2	Παράγων 3
Σ1/Φ1	0,806071	0,055272	0,343095	Σ7/Φ1	0,649121	0,450807	0,566357
Σ1/Φ2	0,853081	-0,1004	0,196301	Σ7/Φ2	0,043173	0,901443	0,113708
Σ1/K	0,872187	0,101653	0,336974	Σ7/Φ3	0,664627	0,448056	0,528835
Σ1/SUM	0,861256	0,01211	0,288144	Σ7/ K	0,820835	0,373146	0,269811
Σ2/K1	0,819983	0,02183	0,54889	Σ7/SUM	0,644013	0,584783	0,443739
Σ2/K2	0,766073	0,262176	0,457778	Σ8/Φ1	0,883692	0,268598	0,330769
Σ2/SUM	0,813095	0,128084	0,526853	Σ8/K	0,64665	0,659614	0,321235
Σ3/Φ1	0,796569	0,195401	0,401351	Σ8/SUM	0,79018	0,492739	0,339245
Σ3/Φ2	0,728016	0,269114	0,575845	Σ9/Φ1	0,909426	0,26563	0,276799
Σ3/SUM	0,773892	0,243195	0,499095	Σ9/Φ2	0,287123	0,931726	0,131962
Σ4/Φ1	0,384261	0,418626	0,815607	Σ9/Φ3	0,332081	0,771885	0,292007
Σ4/Φ2	0,02724	0,932156	0,300638	Σ9/ K	0,705098	0,54409	0,33133
Σ4/Φ3	0,337952	0,322838	0,878683	Σ9/SUM	0,683431	0,649435	0,288327
Σ4/Φ4	0,322275	0,849064	0,143963	Σ10/Φ1	0,901845	0,319894	0,255338
Σ4/K	0,357545	0,470599	0,78576	Σ10/Φ2	0,531776	0,503578	0,246624
Σ4/SUM	0,374995	0,553021	0,74223	Σ10/Φ3	0,806669	0,412707	0,343325
Σ5/Φ1	0,628121	0,45901	0,539337	Σ10/K	0,72614	0,561811	0,286271
Σ5/Φ3	0,857945	0,323906	0,267847	Σ10/SUM	0,798581	0,495575	0,30843
Σ5/ K	0,611063	0,371317	0,656797	Σ11/K	0,944229	0,141532	0,261148
Σ5/SUM	0,696416	0,429332	0,561291	Σ12/K	0,7993	0,538647	0,227199
Σ6/Φ1	0,414814	0,118749	0,876518	Σ15/Φ1	0,930062	0,249105	0,121142
Σ6/Φ2	0,724303	0,415458	0,483992	Σ15/Φ2	0,866165	0,274776	0,196602
Σ6/ K	-0,18245	0,818233	0,466154	Σ15/SUM	0,937763	0,277831	0,170847
Σ6/SUM	0,473219	0,516083	0,707123				

Πίνακας 7.144: Περιστρεμμένες παραγοντικές φορτίσεις τριπλού παραγοντικού μοντέλου της Q-τύπου παραγοντικής ανάλυσης για τις μεταβλητές των ψαμμιτικών κροκαλών.

Μεταβλητές		**Παράγων 1**	**Παράγων 2**	**Παράγων 3**
Λιθολογία		0,39561	-1,00206	-0,65636
Αριθμητικός μέσος		-0,64366	-0,16264	2,33672
Σφαιρικότητα		-0,76125	-0,76579	-0,59978
Στρογγύλωση		-0,75635	-0,76739	-0,59301
Σχήμα κόκκων	Δίσκοι	2,26733	-0,15561	0,32379
	Σφαίρες	-0,05763	1,80812	-0,47024
	Ράβδοι	-0,35415	1,21341	-0,25242
	Πλατυσμένες	-0,0899	-0,16804	-0,08869

Πίνακας 7.145: Οι τιμές των τριών παραγόντων της ανάλυσης τύπου Q για τις ψαμμιτικές κροκάλες.



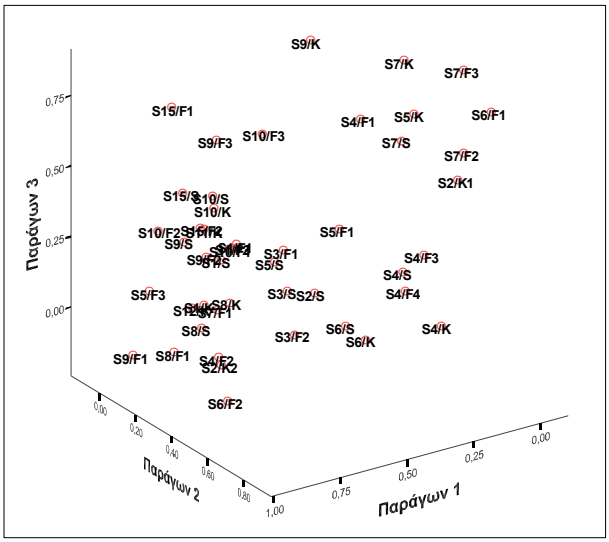
Σχήμα 7.89: Οι τιμές των τριών παραγόντων των περιστρεμμένων παραγοντικών φορτίσεων της ανάλυσης τύπου Q των ψαμμιτικών κροκαλών, σε τρισδιάστατη απεικόνιση.

Δειγματοληψία	Παράγων 1	Παράγων 2	Παράγων 3	Δειγματοληψία	Παράγων 1	Παράγων 2	Παράγων 3
Σ1/Φ1	0,788902	0,432986	0,392387	Σ7/Φ1	0,781609	0,317346	0,115085
Σ1/Φ2	0,785714	0,416557	0,374756	Σ7/Φ2	0,130074	0,719247	0,654911
Σ1/K	0,888279	0,394272	0,187838	Σ7/Φ3	-0,01716	0,502197	0,829843
Σ1/SUM	0,832838	0,409864	0,339517	Σ7/ K	-0,06274	0,100214	0,696948
Σ2/K1	0,189201	0,774924	0,59774	Σ7/SUM	0,302094	0,630939	0,710242
Σ2/K2	0,870897	0,470124	-0,00025	Σ8/Φ1	0,941575	0,312608	0,001021
Σ2/SUM	0,664247	0,684894	0,284288	Σ8/K	0,836053	0,469048	0,212442
Σ3/Φ1	0,708436	0,574439	0,40351	Σ8/SUM	0,903292	0,403774	0,115368
Σ3/Φ2	0,708896	0,636579	0,129138	Σ9/Φ1	0,969662	0,123026	-0,07252
Σ3/SUM	0,724536	0,619245	0,282099	Σ9/Φ2	0,858284	0,363515	0,339497
Σ4/Φ1	0,342617	0,460377	0,732424	Σ9/Φ3	0,672564	0,149619	0,623055
Σ4/Φ2	0,60301	0,05626	-0,20325	Σ9/ K	0,305178	0,127409	0,871765
Σ4/Φ3	0,342676	0,813804	0,384358	Σ9/SUM	0,873021	0,264421	0,360477
Σ4/Φ4	0,33412	0,695788	0,208798	Σ10/Φ1	0,804141	0,410541	0,370533
Σ4/K	0,343383	0,913852	0,172902	Σ10/Φ2	0,869031	0,112704	0,341328
Σ4/SUM	0,415106	0,803201	0,339373	Σ10/Φ3	0,607676	0,30781	0,690868
Σ5/Φ1	0,537762	0,634129	0,458663	Σ10/K	0,804666	0,328447	0,482535
Σ5/Φ3	0,953563	0,192284	0,17425	Σ10/SUM	0,793674	0,303862	0,51618
Σ5/ K	0,225456	0,582081	0,765836	Σ11/K	0,834768	0,32023	0,413718
Σ5/SUM	0,735691	0,566123	0,368456	Σ12/K	0,89623	0,34572	0,161854
Σ6/Φ1	-0,02126	0,649033	0,734028	Σ15/Φ1	0,661927	-0,12024	0,632248
Σ6/Φ2	0,851248	0,474807	-0,13138	Σ15/Φ2	0,784059	0,222694	0,369576
Σ6/ K	0,55743	0,808011	0,138608	Σ15/SUM	0,794401	0,140452	0,463275
Σ6/SUM	0,607202	0,770181	0,185545				

Πίνακας 7.146: Περιστρεμμένες παραγοντικές φορτίσεις τριπλού παραγοντικού μοντέλου της Q-τύπου παραγοντικής ανάλυσης για τις μεταβλητές των κερατολιθικών κροκαλών.

Μεταβλητές		**Παράγων 1**	**Παράγων 2**	**Παράγων 3**
Λιθολογία		-0,22671	-0,81915	-0,12831
Αριθμητικός μέσος		-0,48411	2,08923	-0,31727
Σφαιρικότητα		-0,96786	-0,20101	-0,65601
Στρογγύλωση		-0,99102	-0,20513	-0,67578
Σχήμα κόκκων	Δίσκοι	2,0994	0,35276	-0,97783
	Σφαίρες	0,14463	0,51185	2,1962
	Ράβδοι	0,58457	-0,88963	0,45292
	Πλατυσμένες	-0,1589	-0,83892	0,10608

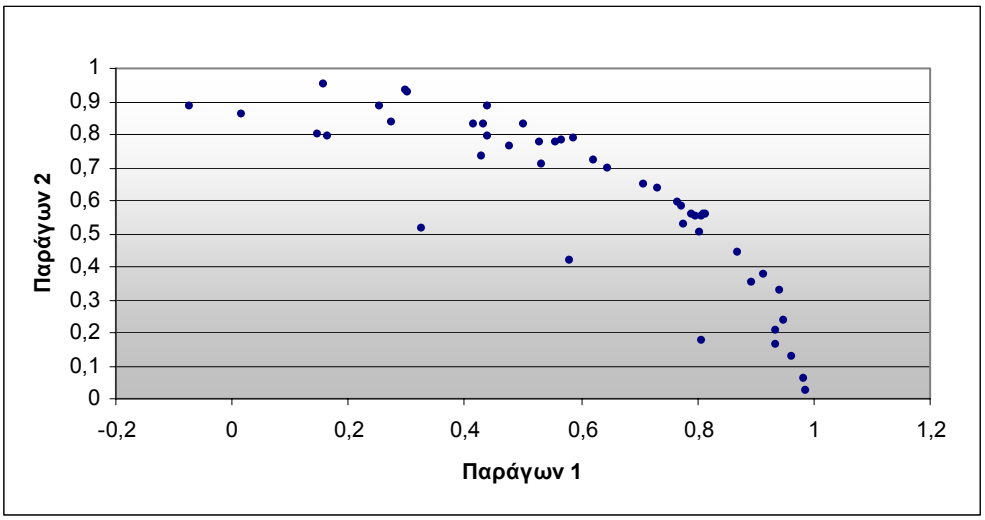
Πίνακας 7.147: Οι τιμές των τριών παραγόντων της ανάλυσης τύπου Q για τις κερατολιθικές κροκάλες.



Σχήμα 7.90: Οι τιμές των τριών παραγόντων των περιστρεμμένων παραγοντικών φορτίσεων της ανάλυσης τύπου Q των κερατολιθικών κροκαλών, σε τρισδιάστατη απεικόνιση.

Δειγματοληψία	Παράγων 1	Παράγων 2	Δειγματοληψία	Παράγων 1	Παράγων 2
Σ1/Φ1	0,56744	0,784603	Σ7/Φ1	0,772548	0,581017
Σ1/Φ2	0,534318	0,70782	Σ7/Φ2	0,43972	0,884614
Σ1/K	0,145997	0,800239	Σ7/Φ3	0,579579	0,415467
Σ1/SUM	0,432619	0,831875	Σ7/ K	0,297242	0,933959
Σ2/K1	0,302517	0,929448	Σ7/SUM	0,589112	0,78503
Σ2/K2	0,806481	0,178209	Σ8/Φ1	0,708601	0,646512
Σ2/SUM	0,620831	0,723106	Σ8/K	0,91597	0,376364
Σ3/Φ1	0,646127	0,698819	Σ8/SUM	0,812907	0,558971
Σ3/Φ2	0,15899	0,950447	Σ9/Φ1	0,803526	0,501247
Σ3/SUM	0,500932	0,830483	Σ9/Φ2	0,81571	0,554664
Σ4/Φ1	0,274189	0,838792	Σ9/Φ3	0,555173	0,774109
Σ4/Φ2	0,868761	0,440118	Σ9/ K	0,799127	0,550761
Σ4/Φ3	0,438848	0,791069	Σ9/SUM	0,767982	0,593863
Σ4/Φ4	0,326204	0,514409	Σ10/Φ1	0,933992	0,166155
Σ4/K	0,42902	0,733717	Σ10/Φ2	0,934309	0,204489
Σ4/SUM	0,529462	0,775817	Σ10/Φ3	0,79217	0,560424
Σ5/Φ1	-0,07313	0,88583	Σ10/K	0,949795	0,238791
Σ5/Φ3	0,894319	0,352786	Σ10/SUM	0,942592	0,329682
Σ5/ K	0,417277	0,833125	Σ11/K	0,731154	0,635995
Σ5/SUM	0,808752	0,554296	Σ12/K	0,776712	0,524868
Σ6/Φ1	0,016857	0,85906	Σ15/Φ1	0,962757	0,128172
Σ6/Φ2	0,477163	0,763626	Σ15/Φ2	0,986657	0,021894
Σ6/ K	0,165934	0,792075	Σ15/SUM	0,981969	0,060982
Σ6/SUM	0,255461	0,887692			

Πίνακας 7.148: Περιστρεμμένες παραγοντικές φορτίσεις της Q-τύπου παραγοντικής ανάλυσης για τις μεταβλητές των εκρηξιγενών κροκαλών



Σχήμα 7.91: Οι τιμές των δυο παραγόντων των περιστρεμμένων παραγοντικών φορτίσεων της ανάλυσης τύπου Q των εκρηξιγενών κροκαλών.

8. Μεταβολές της κοίτης του ρεύματος.

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι μεταβολές, που υπέστη η κοίτη του ρεύματος του Βοιωτικού Κηφισού ποταμού από το έτος 1945 μέχρι σήμερα. Για το σκοπό αυτό αποτυπώθηκε η κοίτη του ρεύματος με τη χρήση αεροφωτογραφιών διαφόρων ετών λήψης, πραγματοποιήθηκε χαρτογράφηση σε επιλεγμένες θέσεις κατά μήκος του ρεύματος, υπολογίστηκε, όπου ήταν δυνατό, η ταχύτητα μετατόπισης του ρεύματος και κατεβλήθη προσπάθεια ερμηνείας των παρατηρούμενων μεταβολών.

Για την επίτευξη της καταγραφής αυτής λήφθηκαν υπ' όψιν οι εργασίες των Wundt (1949), Leopold (1973), Lewin & Manton (1975), Mangelsdorf et al. (1989), Hooke & Redmond (1992), Macklin et al. (1992), Lajczak (1995), Mosselmann et al (1995), Christopoulos (1998) και Knighton (1998).

8.1. Μεταβολές της κοίτης του ποτάμιου ρεύματος μετά 1945.

Για τη μελέτη της εξέλιξης της πορείας της κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού στα τελευταία 60 έτη, χρησιμοποιήθηκε σειρά χαρτών της Γ. Υ. Σ., που καλύπτουν ολόκληρη τη ροή του ποταμού σε κλίμακα 1:5.000, 1:50.000 και 1:100.000, χάρτες αναδασμού καλλιεργούμενων εδαφών πολλών περιοχών και σε διάφορες κλίμακες, τοπογραφικά διαγράμματα των περιοχών διευθέτησης της κοίτης του ποταμού και πλήρης σειρά αεροφωτογραφιών της περιοχής, λήψεων 1945, 1960, 1971, 1986, 1990 και 1996.

Οι αεροφωτογραφίες, μετά από σάρωση υψηλής ανάλυσης, τοποθετήθηκαν διορθωμένες επάνω στο επίσης σαρωμένο μικτό τοπογραφικό υπόβαθρο των χαρτών κλίμακας 1:5.000 και 1:50.000, με τη χρήση ειδικού λογισμικού σε Η/Υ. Η διόρθωση πραγματοποιήθηκε με την επιλογή κοινών σημείων μεταξύ αεροφωτογραφιών και τοπογραφικού υποβάθρου, ώστε να υπάρχει όσο το δυνατό μεγαλύτερη ταύτιση. Χρησιμοποιήθηκαν, αναλόγως των παρεχομένων δυνατοτήτων 4-15 κοινά σημεία ταύτισης και συγχρόνως σημειώθηκε για κάθε αεροφωτογραφία, το RMS σφάλμα, το μέγεθος των κελιών και το σφάλμα σε μέτρα για κάθε αεροφωτογραφία, τα οποία παρουσιάζονται στον πίνακα 8.1.

Κατά τη σύγκριση των αεροφωτογραφιών μεταξύ τους αποφεύχθηκε η χρήση των αεροφωτογραφιών, που εμφανίζουν μεγάλες τιμές σφαλμάτων, όταν αυτές επικαλύπτονταν από αεροφωτογραφίες γειτονικών λήψεων με μικρότερα σφάλματα. Από κάθε αεροφωτογραφία, με τις διορθωμένες πλέον διαστάσεις και με επιλεγμένο φαινομενικό μέγεθος, πραγματοποιήθηκε η ιχνογράφηση της κοίτης του κύριου ρεύματος του ποταμού για όλες τις λήψεις. Τα αποτελέσματα αυτής της επεξεργασίας εμφανίζονται στο χάρτη του σχήματος 8.1.

Με τη μεθοδολογία αυτή της αποτύπωσης της πορείας του ποταμού στις διάφορες χρονολογίες, κατέστη εφικτή η σύγκριση των ροών στη διάρκεια του χρόνου, οι μετακινήσεις τους προς συγκεκριμένες κατευθύνσεις, έστω και όχι σε ολόκληρη την πορεία του, η μέτρηση των μετακινήσεων αυτών και συνεπώς η δυνατότητα υπολογισμού της ταχύτητας μετακίνησης προς τις κατευθύνσεις αυτές. Παρακάτω περιγράφονται

τα αποτελέσματα της σύγκρισης των μεταβολών της κοίτης του ποταμού, με ιδιαίτερη έμφαση σε θέσεις που οι μεταβολές αυτές είναι σημαντικές. Η περιγραφή γίνεται κατά τμήματα του ποταμού, που σημειώνονται στο χάρτη του σχήματος 8.1 με τα κεφαλαία γράμματα Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Η, Θ, Ι, Κ, Λ και Μ.

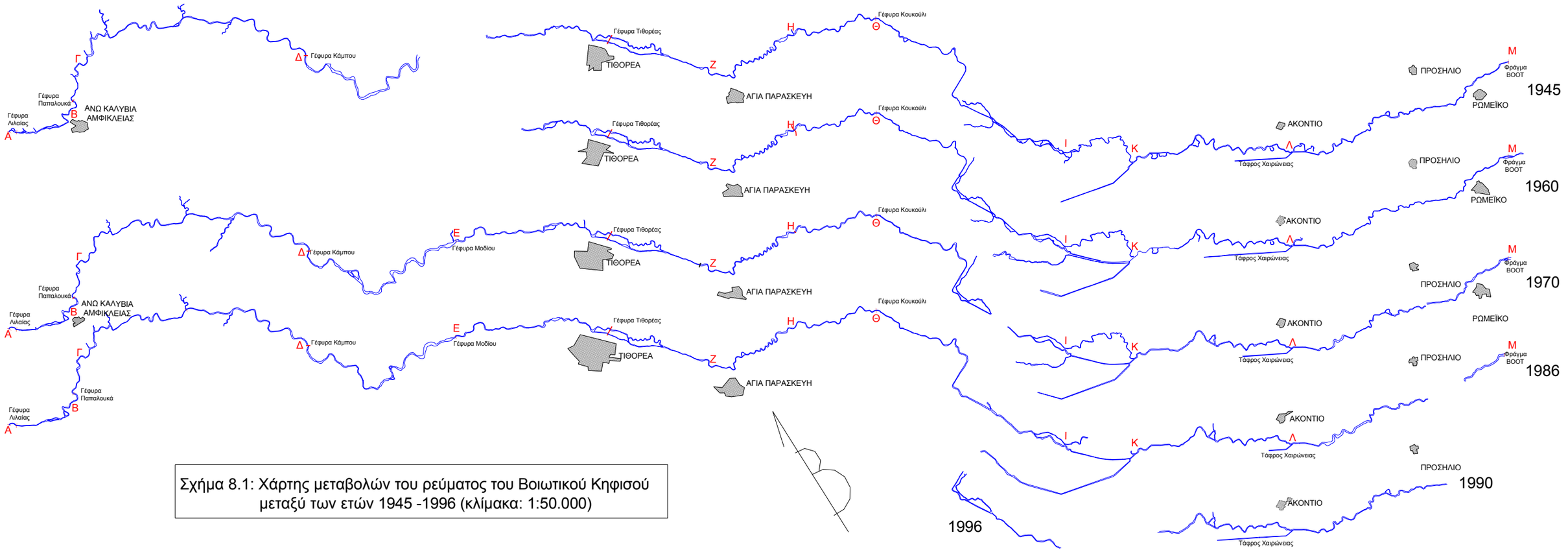
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑΣ	ΕΤΟΣ ΛΗΨΗΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΗΜΕΙΩΝ ΤΑΥΤΙΣΗΣ	RMS ΣΦΑΛΜΑ	ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΕΛΙΟΥ	ΣΦΑΛΜΑ ΣΕ ΜΕΤΡΑ
060910811	1945	9	38,508	0,8958	34,490
058910811	1945	6	9,878	0,8987	8,877
127910811	1945	10	16,884	0,8970	15,145
128910811	1945	12	15,791	0,8853	13,980
129910811	1945	4	10,515	0,8991	9,440
106911321	1945	4	5,621	0,9126	5,129
107911321	1945	4	8,265	0,8745	7,230
105911321	1945	5	29,465	0,8846	26,060
104911321	1945	6	3,707	0,8844	3,280
2660	1960	5	7,079	0,7326	5,190
2662	1960	6	4,297	0,7239	3,110
2995	1960	7	2,808	0,7324	2,060
3978	1960	6	5,167	0,7272	3,760
3977	1960	6	14,539	0,7270	10,570
39654	1970	4	17,315	0,3955	6,850
39648	1970	6	19,345	0,3687	7,130
39587	1970	5	7,342	0,3948	2,890
40237	1970	4	7,275	0,3943	2,880
40358	1970	8	5,423	0,3964	2,150
40294	1970	7	8,656	0,3723	3,220
40298	1970	4	25,781	0,4035	10,400
40359	1970	9	6,544	0,3978	2,600
42455	1970	11	3,615	0,3620	1,310
42453	1970	8	2,954	0,3593	1,060
42480	1970	10	6,254	0,3721	2,330
42527	1970	11	10,612	0,3646	3,870
42578	1970	10	20,913	0,3571	7,470
42576	1970	10	16,753	0,3614	6,050
42613	1970	12	16,811	0,3683	6,020
43303	1970	10	18,817	0,3590	6,750
43333	1970	11	5,084	0,3619	1,840
42682	1970	13	10,729	0,3554	3,810
178-007	1986	6	5,811	0,9820	5,710
178-005	1986	11	7,193	1,0253	7,370
177-956	1986	15	5,490	1,0226	5,610
177-393	1986	11	3,790	0,9955	3,770
177-333	1986	15	6,240	0,9544	5,040
205-234	1990	9	8,222	0,4307	3,540
205-232	1990	8	7,534	0,4023	3,030
205-230	1990	4	6,500	0,4128	2,680
237925	1996	5	11,124	0,1181	1,310
237923	1996	4	27,673	0,1247	3,450
237921	1996	4	8,546	0,1624	1,390
237919	1996	4	6,368	0,1190	0,760

Πίνακας 8.1: Δεδομένα στοιχεία ταύτισης αεροφωτογραφιών της Γ.Υ.Σ. σχετικά με τους αντίστοιχους τοπογραφικούς χάρτες.

8.1.1. Μεταβολές του ρεύματος στον άνω ρου του ποταμού.

8.1.1.1. Μεταβολές του ρεύματος στη διαδρομή ΑΒ, μεταξύ γέφυρας Λιλαίας και Άνω Καλυβιών.

Στην περιοχή μεταξύ της νέας και παλαιάς γέφυρας, κοντά στο Σιδηροδρομικό Σταθμό Λιλαίας (σχ. 8.2, θέση Α), εντοπίστηκαν στην απεικόνιση του έτους 1945 ίχνη παλαιού αποκομμένου μαιανδρικού βρόγχου βόρεια της δεξιάς όχθης, ο οποίος το έτος αυτό ήταν ήδη ανενεργός και το κύριο ρεύμα είχε μετατοπιστεί δυτικά κατά



Σχήμα 8.1: Χάρτης μεταβολών του ρεύματος του Βοιωτικού Κηφισού μεταξύ των ετών 1945 -1996 (κλίμακα: 1:50.000)

50m περίπου. Το έτος 1970 παρατηρείται αύξηση της μέσης ακτίνας καμπυλότητας του μαιάνδρου της τάξης των 60m, με ταυτόχρονη μετακίνηση όλης της κοίτης προς τα ανατολικά, ενώ τα ίχνη του παλαιού βρόγχου εξαφανίστηκαν και μετατράπηκαν σε καλλιεργήσιμη γη. Το κοίλο και το κυρτό τμήμα του μαιάνδρου, απέκτησαν το έτος 1986 απλώς ένα πιο ολοκληρωμένο σχήμα τόξου περιφέρειας κύκλου σε σχέση με το μαίανδρο του έτους 1970, ενώ ο μαίανδρος μετακινείται εκ νέου προς δυσμάς.

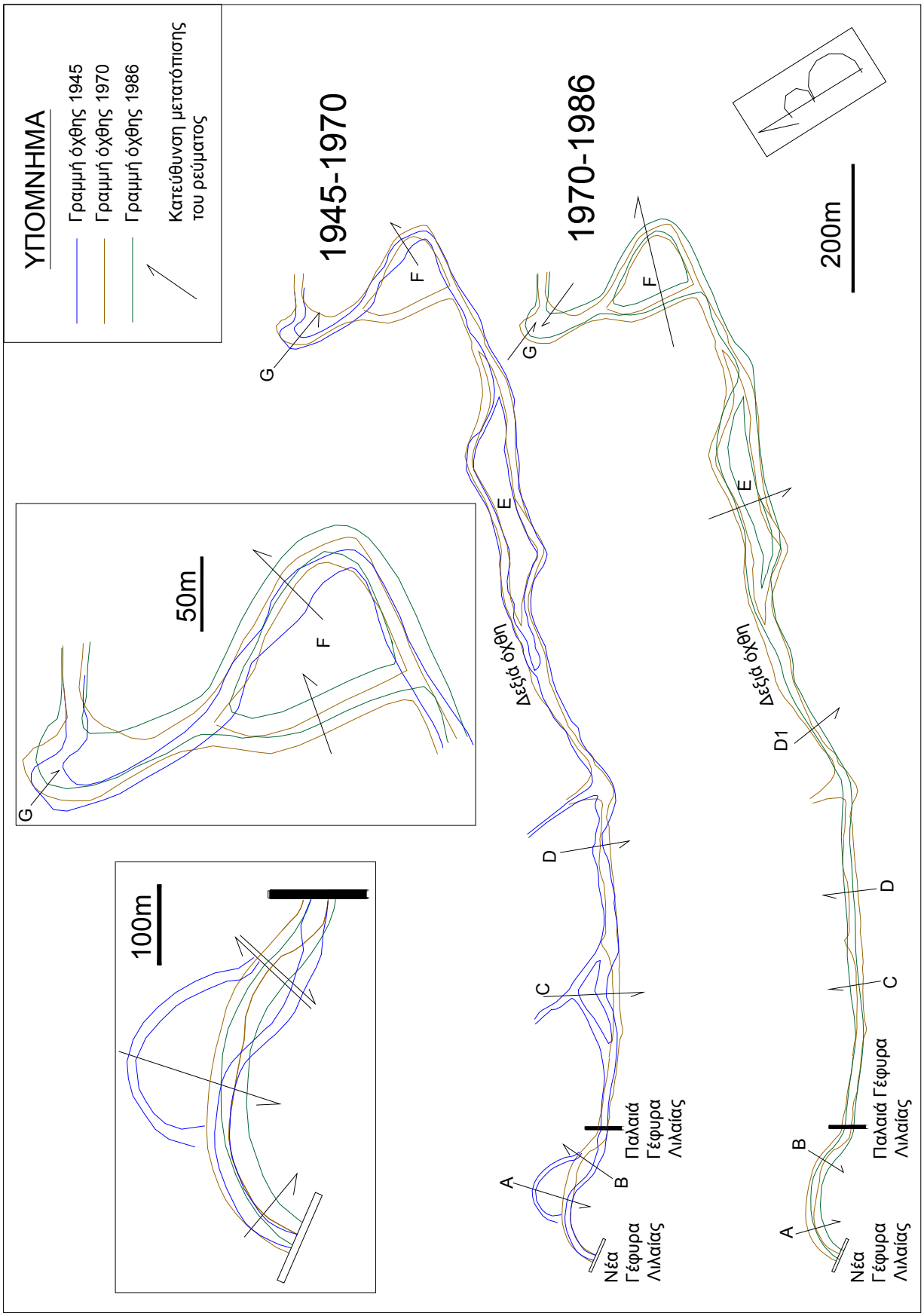
Στη θέση C, ανατολικά της παλαιάς γέφυρας Λιλαίας, οι εκβολές μικρού ρέματος που υπήρχαν το έτος 1945, δεν εμφανίζονται στις απεικονίσεις των επόμενων ετών, με αποτέλεσμα στη θέση αυτή να εξαφανίζεται το βόρειο τμήμα της διακλάδωσης του κυρίως ρεύματος και να παρατηρείται αρχικά μετατόπιση του υπάρχοντος νότιου κλάδου του ποταμού προς το Νότο μεταξύ των ετών 1945-1970 και στη συνέχεια, μέχρι το 1986, ελαφρά μετατόπιση προς Βορρά.

Στη θέση D το ρεύμα μετατοπίζεται αρχικά (1945-1970) προς νότια κατεύθυνση και στη συνέχεια μεταξύ των ετών 1970-1986 προς Βορρά. Ανατολικά της θέσης αυτής παρατηρείται στη διάρκεια των ετών σταδιακή εξαφάνιση των εκβολών μικρού ρέματος που ενώνεται με τη βόρεια (δεξιά) όχθη του κυρίως ρεύματος. Λίγο κατάντη (θέση D1) παρατηρείται κατ' αρχήν (1945-1970) στένωση της κοίτης και στη συνέχεια (1970-1986), μετατόπιση αυτής προς Νότο. Μεταξύ των σημείων A και D1 παρατηρείται τάση δημιουργίας κυματώσεων εμβρυακής μορφής.

Στη θέση E παρατηρείται διαρκής συρρίκνωση της νησίδας, που υπάρχει μεταξύ των δυο κλάδων του ρεύματος, με σύγχρονη ελαφρά μετατόπιση του ποταμού προς Νότο.

Στη θέση F, κοντά στο δυτικό τμήμα του οικισμού άνω Καλύβια Αμφίκλειας, ο μαίανδρος, που εμφανίζεται το έτος 1945, παράγει μαιανδρικό βρόγχο κατά τη διάρκεια των ετών 1945-1970, με αποτέλεσμα στις απεικονίσεις του 1970 και 1986 το ρεύμα να περιλαμβάνει δυο κλάδους. Η δημιουργία του βρόγχου αυτού πραγματοποιήθηκε κατά πληροφορίες, τον Οκτώβριο του έτους 1958, οπότε στη θέση G1 (επόμενος μαίανδρος) παρατηρείται η διεύρυνση της κοίτης σε ανταπόκριση της αυξημένης ταχύτητας του ρεύματος, που προέκυψε με την κίνηση του, στο ευθύγραμμο τώρα τμήμα του βρόγχου και της αυξημένης παροχής του έτους 1958. Μεταξύ των ετών 1970-1986, το ρεύμα στη θέση του μαιανδρικού βρόγχου μαιάνδρου (θέση F) μετατοπίζεται σταδιακά προς τα ανατολικά, ακολουθώντας ξανά την κυμάτωσή του, ο επόμενος δε μαίανδρος (θέση G) στενεύει, αφού η ροή παύει να είναι ισχυρή, όπως αυτή του έτους 1958.

Στο σχήμα 8.2, απεικονίζονται οι μεταβολές που υπέστη το ποτάμιο ρεύμα στην περιοχή μεταξύ της γέφυρας της περιοχής Σιδηροδρομικού Σταθμού Λιλαίας και του οικισμού Άνω Καλύβια Αμφίκλειας και σημειώνονται οι κατευθύνσεις μετατόπισης. Στον πίνακα 8.2, αναγράφονται οι μετατοπίσεις των σημειωμένων θέσεων του ρεύματος και οι ταχύτητες μετατόπισης μεταξύ των ετών 1945 και 1986.



Σχήμα 8.2: Απεικόνιση του ποτάμιου τμήματος της περιοχής μεταξύ Σιδηροδρομικού Σταθμού Λιλαίας και του οικισμού Άνω Καλύβια Αμφίκλειας. Στα ένθετα πλαίσια απεικονίζονται οι μεταβολές του δυτικού τμήματος μεταξύ της νέας και παλαιάς γέφυρας Λιλαίας και του ανατολικού μαιανδρικού τμήματος, κοντά στον οικισμό Άνω Καλύβια.

ΘΕΣΗ	ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΣΦΑΛΜΑ (m)						ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ
	1945-1970	ΣΦΑΛΜΑ	1970-1986	ΣΦΑΛΜΑ	1945-1986	ΣΦΑΛΜΑ	
A			12	5,040	12	5,129	0,29 m/έτος
B	26	5,129	-12	5,040	14	5,129	0,34 m/έτος
C	19	5,129	-8	5,040	11	5,129	0,26 m/έτος
D	11	5,129	-7	5,040	4	5,129	
D1			6	5,040	6	5,129	0,14 m/έτος
E			7	5,040	7	5,129	0,17 m/έτος
F	8	5,129	6	5,040	14	5,129	0,34 m/έτος
G	47	5,129	-8	5,040	39	5,129	0,95 m/έτος

Πίνακας 8.2: Μετατόπιση και ταχύτητες μετατόπισης σημείων της κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού, στην περιοχή μεταξύ Σιδηροδρομικού Σταθμού Λιλαίας και του οικισμού Άνω Καλύβια Αμφίκλειας. Το αρνητικό πρόσημο εκφράζει τη μετατόπιση του ρεύματος προς την αντίθετη κατεύθυνση, από την αρχική.

Όπως φαίνεται από τις τιμές του πίνακα, οι όχθες του ποτάμιου ρεύματος στην περιοχή αυτή μετατοπίζονται με ταχύτητες 0,14m/έτος-0,95m/έτος. Η εξαφάνιση των μικρών ρευμάτων, που εξέβαλαν στη βόρεια πλευρά του κύριου ρεύματος, οφείλεται προφανώς σε ανθρώπινες παρεμβάσεις, εξ αιτίας των οποίων η θέσεις των εκβολών μετατράπηκαν σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Το νερό, που τροφοδοτούσε τα ρεύματα αυτά διασκορπίζεται στα μεταξύ των αγροκτημάτων μικρά κανάλια οριοθέτησης και στα χαντάκια των αγροτικών δρόμων.

8.1.1.2. Μεταβολές του ρεύματος στη διαδρομή ΒΓ, βόρεια του οικισμού Άνω Καλύβια.

Το τμήμα του ποτάμιου ρεύματος ΒΓ (σχ. 8.1), που βρίσκεται βόρεια του οικισμού άνω Καλύβια Αμφίκλειας, μεταξύ της γέφυρας Παπαλουκά βόρεια της γέφυρας της Σιδηροδρομικής Γραμμής, μέχρι τη θέση του σταθμού δειγματοληψίας Σ2 (σχ. 8.3), δεν έδειξε ιδιαίτερες μεταβολές μεταξύ των ετών 1945-1986, πέραν των μικρών αλλαγών, λόγω διάβρωσης των κοίλων τμημάτων των μεγάλης ακτίνας μαιάνδρων. Στην πλειοψηφία των θέσεων, που μετρήθηκαν, οι μεταβολές της όχθης είναι μικρότερες από το προσδιορισμένο σφάλμα της αντίστοιχης αεροφωτογραφίας. Εξαίρεση αποτελούν οι μεταβολές, που εμφανίζονται στις θέσεις Α, Β, C και D και συγκεκριμένα:

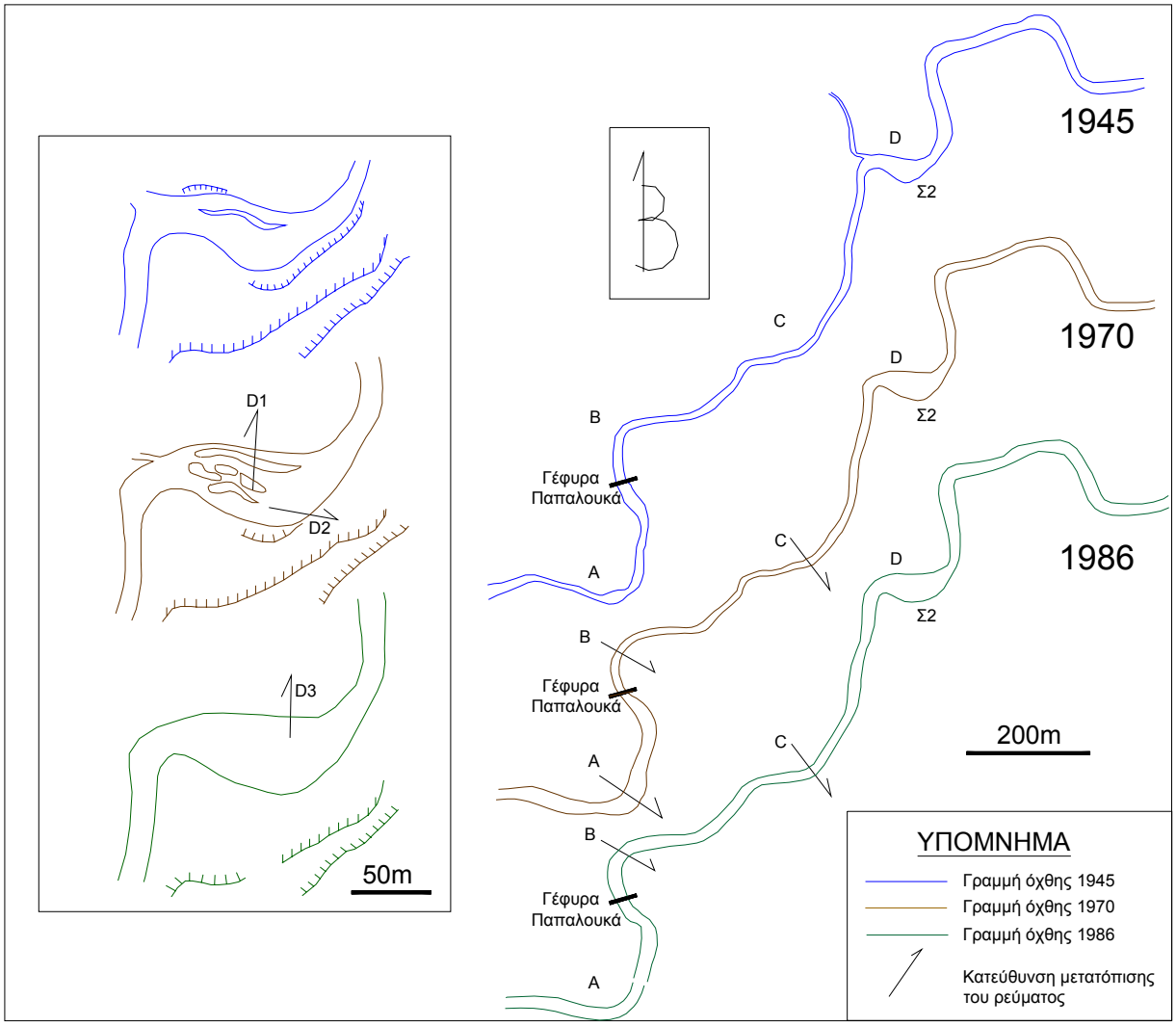
Στη θέση Α, που βρίσκεται νότια της γέφυρας Παπαλουκά, στο ανάντη τμήμα του μαιάνδρου, παρατηρείται μετατόπιση του ρεύματος προς τα νοτιοανατολικά μεταξύ των ετών 1945-1970, ενώ μετά το έτος 1970 δεν καταγράφεται κάποια σημαντική μεταβολή.

Στη θέση Β ο μαίανδρος, που βρίσκεται βόρεια της γέφυρας, μετατοπίζεται νοτιοανατολικά τόσο στη διάρκεια των ετών 1945-1970, όσο και μετά το έτος 1970, μέχρι το 1986.

Στη θέση C, παρατηρείται ανάλογη μετατόπιση του ρεύματος, επίσης προς τα νοτιοανατολικά.

Το αναστομωμένο ποτάμιο τμήμα του σταθμού δειγματοληψίας Σ2 (θέση D) βρίσκεται στην αρχή του εγκιβωτισμού του ποταμού και εμφανίζει, στη διάρκεια των ετών 1945-1970, έντονη διεύρυνση της κοίτης προς Βορρά, όπου διαβρώνονται τα υλικά της πεδιάδας πλημμύρας και σχετική μετατόπιση προς τα ανατολικά, όπου κυριαρχούν πλειστοκαινικά κροκαλοπαγή. Οι μεταβολές αυτές οφείλονται στη μαιανδρική δράση, που λαμβάνει χώρα στη θέση αυτή. Επί πλέον, η δράση αυτή προχωρά με διαφορετικούς ρυθμούς σε κάθε έναν από τους εγγύτατα ευρισκόμενους μαιάνδρους, λόγω διαφοράς σκληρότητας μεταξύ των υλικών της βόρειας

και νότιας όχθης. Εξ άλλου το μικρό ρεύμα, που εισρέει στο ανάντη του κύριου ρεύματος, στο Βορρά, έχει πιθανώς και αυτό συμμετοχή στις προαναφερθείσες μεταβολές. Στη διάρκεια των ετών 1970-1986 δεν εντοπίστηκαν μεταβολές, σημαντικότερες από το σφάλμα διόρθωσης της αεροφωτογραφίας.



Σχήμα 8.3: Απεικόνιση του ποτάμιου τμήματος της περιοχής μεταξύ γέφυρας Παπαλουκά και της θέσης του σταθμού δειγματοληψίας Σ2. Στο ένθετο πλαίσιο απεικονίζονται οι μεταβολές που υπέστη ο σταθμός δειγματοληψίας Σ2, λόγω φυσικών διεργασιών, στη χρονική διάρκεια 1945-1986.

Στον πίνακα 8.3 αναγράφονται οι μετατοπίσεις των θέσεων του ρεύματος, που σημειώνονται στο σχήμα 8.3 καθώς και οι ταχύτητες μετατόπισης μεταξύ των ετών 1945 και 1986.

ΘΕΣΗ	ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΣΦΑΛΜΑ (m)						ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ
	1945-1970	ΣΦΑΛΜΑ	1970-1986	ΣΦΑΛΜΑ	1945-1986	ΣΦΑΛΜΑ	
A	12,07	5,129			12,07	5,129	0,29 m/έτος
B	9,04	5,129	10,56	5,040	19,60	5,129	0,48 m/έτος
C	9,95	5,129	10,81	5,040	20,76	5,129	0,50 m/έτος
D1	18,43	5,129	4,12	5,040	22,53	5,129	0,55 m/έτος
D2	15,28	5,129			15,28	5,129	0,37 m/έτος

Πίνακας 8.3: Μετατόπιση και ταχύτητες μετατόπισης σημείων της κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού, στην περιοχή μεταξύ γέφυρας Παπαλουκά και σταθμού δειγματοληψίας Σ2.

Όπως προκύπτει από τον πίνακα 8.3 το ποτάμιο ρεύμα, μέχρι τη θέση του σταθμού δειγματοληψίας Σ2, μετατοπίζεται προς τα νοτιοανατολικά με ταχύτητα που κυμαίνεται για τις διάφορες θέσεις μεταξύ 0,29m/έτος-0,50m/έτος. Με παρόμοιες ταχύτητες (0,37m/έτος-0,55m/έτος) διευρύνεται και το ποτάμιο τμήμα στη θέση του σταθμού Σ2 και προς τις δυο κατευθύνσεις. Οι παρατηρούμενες μεταβολές οφείλονται σε μαιανδρισμό, ενώ η παρατηρούμενη διεύθυνση μεταβολής στη θέση Β είναι μη αναμενόμενη και οφείλεται πιθανώς στη γέφυρα και στον καθαρισμό των ποδών της.

8.1.1.3. Μεταβολές του εγκιβωτισμένου μαιανδρικού ποτάμιου τμήματος ΓΔ, βόρεια της Αμφίκλειας.

Στην περιοχή, μεταξύ του σταθμού δειγματοληψίας Σ2 και της γέφυρας της περιοχής Κάμπου (σχ. 8.1, τμήμα ΓΔ), ο ποταμός είναι εγκιβωτισμένος. Στο τμήμα αυτό το ποτάμιο ρεύμα μετακινείται ελαφρά προς τις κατευθύνσεις που επιτρέπει η ροή, διαβρώνοντας τις ολοκαινικές αποθέσεις των κοίλων τμημάτων των μαιάνδρων, όπου αυτές υπάρχουν και αποθέτοντας υλικά στα κυρτά τμήματα της κοίτης. Οι μετακινήσεις αυτές, εξαρτώνται συχνά από τον όγκο των υλικών, που εισρέουν στο κύριο ρεύμα από τους παραποτάμους και από τα πρανή, που φράσσουν τμήματα της κοίτης, από την ανάπτυξη της δενδρώδους βλάστησης και από τις συνέπειες, που προκαλείται στη ροή εξ αιτίας καταστροφής επίσης της βλάστησης. Συνολικά πάντως δεν παρατηρούνται μετρήσιμες μετακινήσεις, μεταξύ των ετών 1945-1986, μεγαλύτερες των σφαλμάτων ταύτισης, του ρεύματος στη διαδρομή αυτή.

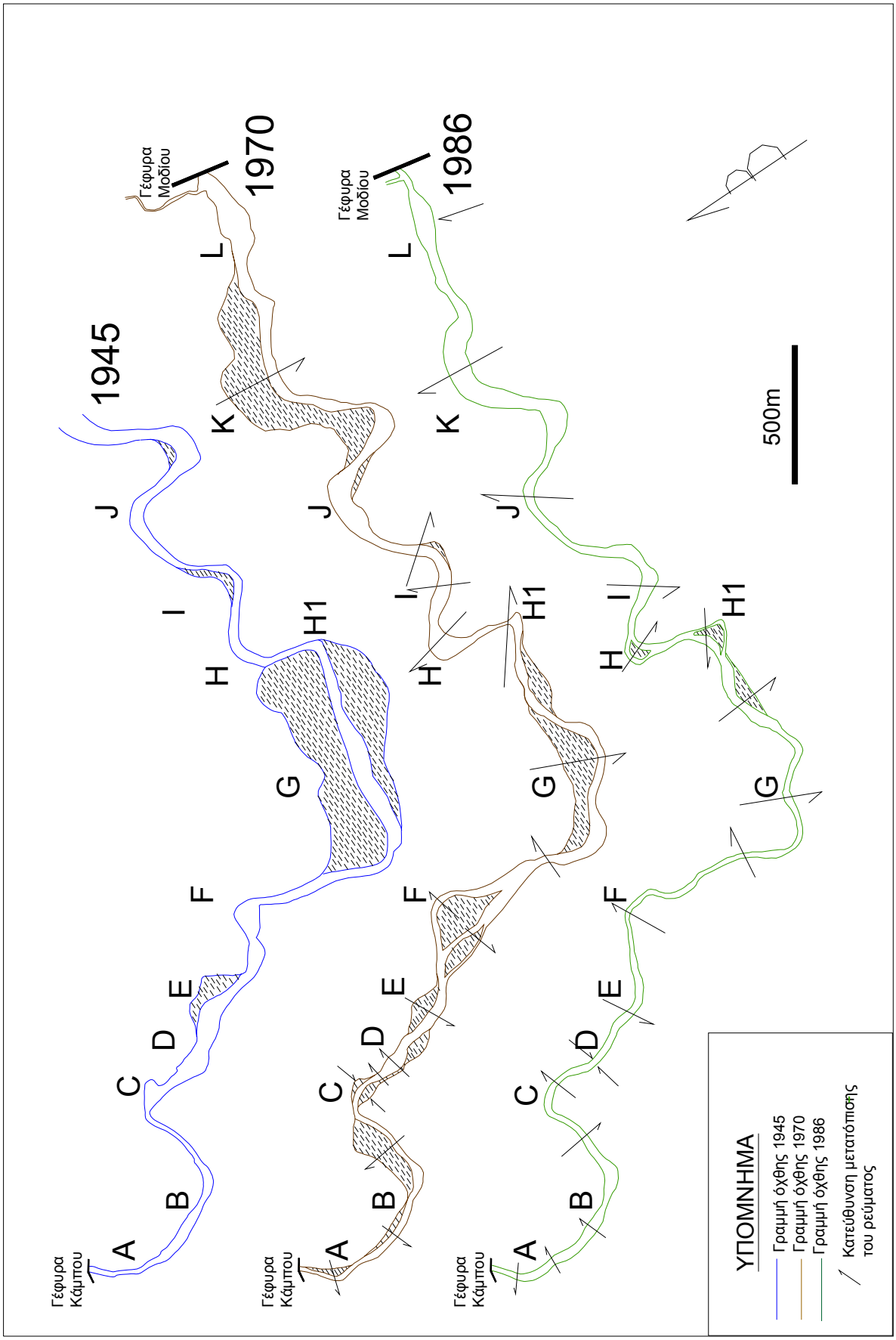
8.1.2. Μεταβολές του μέσου ρου του ποτάμιου ρεύματος.

8.1.2.1. Μεταβολές στη διαδρομή ΔΕ, μεταξύ της γέφυρας Κάμπου και της γέφυρας Μοδίου.

Στην περιοχή Κάτω Καλυβιών Τιθορέας, μεταξύ της γέφυρας Κάμπου και της γέφυρας Μοδίου, παρατηρούνται έντονες αλλαγές της κοίτης του ρεύματος, με διάβρωση τμημάτων της όχθης μέχρι και 40m και αποθέσεις μεγάλου όγκου υλικών μεταφοράς. Εντοπίζονται μεταβολές στο σχήμα και το μέγεθος των ακραίων και ενδιάμεσων φραγμών, δημιουργία και κατάργηση διακλαδώσεων του ρεύματος (σχ. 8.4).

Αμέσως κατάντη της γέφυρας Κάμπου (σημείο Α) παρατηρείται, μεταξύ των ετών 1945-1970, μετατόπιση της ενεργού κοίτης κατά 28,23m προς τα δυτικά, στην κατεύθυνση της αριστερής όχθης. Στο χρονικό διάστημα, μεταξύ των ετών 1970-1986, η ενεργή κοίτη μετατοπίζεται προς την αντίθετη κατεύθυνση (ανατολικά), κατά 12,02m. Στο ίδιο χρονικό διάστημα μετατοπίστηκε επίσης προς τα ανατολικά και το τμήμα του ποτάμιου ρεύματος μεταξύ των σημείων Α και Β.

Ανάντη του σημείου Β παρατηρείται, κατά τη διάρκεια των ετών 1945-1970, μετακίνηση της δεξιάς όχθης κατά 18,58m προς τα δυτικά, ενώ κατά τη διάρκεια των ετών 1970-1986, η δεξιά όχθη μετατοπίζεται προς τα δυτικά κατά 13,56m. Κατάντη του σημείου Β, μεταξύ των ετών 1945-1970, μεγάλη έκταση του βόρειου τμήματος της δεξιάς όχθης διαβρώθηκε από την πλημμύρα του έτους 1958, με αποτέλεσμα την πρόσκαιρη μετατόπιση της προς Βορρά. Το έτος 1970 η ενεργή κοίτη βρίσκεται στην ίδια θέση που κατείχε το έτος 1945, ενώ στη



Σχήμα 8.4: Απεικόνιση του ποτάμιου τμήματος της περιοχής μεταξύ της γέφυρας Κάμπου και της γέφυρας Μοδίου (Σ. Σ. Παλαιοθηβών), στα έτη 1945, 1970 και 1986.

διάρκεια των ετών 1970-1986 παρατηρήθηκε μετατόπιση του ρεύματος κατά 12,45m προς Νότο. Συγχρόνως αποκαταστάθηκε το διαβρωμένο τμήμα, βόρεια της δεξιάς όχθης.

Στη θέση C παρατηρήθηκε κατ' αρχήν (1945-1970) στένωση του ρεύματος και εμφάνιση ακραίων φραγμών δυτικά και ανατολικά της κοίτης και στη συνέχεια (1970-1986) μετατόπιση του ρεύματος προς τα ανατολικά κατά 19,05m. Η αρχική στένωση προκλήθηκε από μετατόπιση κατά 38,75m της δεξιάς όχθης και κατά 20,22m της αριστερής όχθης.

Στη θέση του σημείου D, μεταξύ των ετών 1945-1970, καταγράφεται μετατόπιση του ρεύματος κατά 13,36m προς τα ανατολικά και στη συνέχεια μεταξύ των ετών 1970-1986, μετατόπιση του ρεύματος κατά 28,05m προς την αντίθετη κατεύθυνση (δυτικά), με ταυτόχρονη στένωση της κοίτης.

Στη θέση Ε το ρεύμα μετατοπίζεται στη διάρκεια των ετών 1945-1970 κατά 27m δυτικά και μετατρέπεται σε μαιανδρικό τμήμα μεγάλης ακτίνας, το οποίο στη χρονική διάρκεια 1970-1986 μεταναστεύει κατάντη.

Στο μαίανδρο της θέσης F, η πλημμύρα του έτους 1958 προκάλεσε μεγάλης κλίμακας διεύρυνση του ρεύματος (46,33m ανατολικά και 98,29m δυτικά) και τη δημιουργία δυο μεγάλων ενδιάμεσων φραγμών. Το έτος 1986, το ρεύμα ακολούθησε την πορεία του ανατολικού του μόνο κλάδου, εγκαταλείποντας έτσι το δυτικό διευρυμένο τμήμα.

Το τμήμα του ποτάμιου ρεύματος μεταξύ των σημείων F και G μετατοπίστηκε, στη διάρκεια των ετών 1945-1970 και 1970-1986, κατά 45m και 18m αντίστοιχα προς τα ανατολικά, ενώ συγχρόνως έγινε πιο στενό.

Στη θέση G, που συμπίπτει με το σταθμό δειγματοληψίας Σ5, το τμήμα του ποτάμιου ρεύματος μετατοπίζεται διαρκώς προς Νότο. Μεταξύ των ετών 1945-1970, η μέγιστη μετατόπιση ήταν 87,02m, ενώ στη χρονική διάρκεια 1970-1986 το ρεύμα μετατοπίστηκε ακόμη 26m νοτιότερα. Συγχρόνως με τη μετατόπιση της κοίτης, πραγματοποιείται και μετατροπή των παλαιών φραγμών σε εκμεταλλεύσιμη γη.

Το μαιανδρικό τμήμα ΗΗ1 μετατοπίστηκε κατά 90,10m προς τα ανατολικά, τα έτη 1945-1970 και 43m δυτικά, μεταξύ των ετών 1970-1986. Ο μαίανδρος στο σημείο Η μετατοπίστηκε κατά 33m βόρεια στη χρονική διάρκεια 1945-1970, ενώ στη συνέχεια (1970-1986) διακλαδίστηκε στο νότιο τμήμα του σχηματίζοντας ένα βρόγχο. Ο μαίανδρος, στο σημείο Η1, μετατοπίστηκε ανατολικά στη διάρκεια των ετών 1945-1970 και ακολούθως δυτικά (1970-1986), σχηματίζοντας ένα βρόγχο.

Το ανάντη σκέλος του μαιάνδρου στο σημείο Ι μετακινήθηκε κατά 41,41m περίπου βόρεια, τα έτη 1945-1970, ενώ στη χρονική διάρκεια 1970-1986 μετακινήθηκε κατά 51,71m περίπου νότια, νοτιότερα και από την αρχική του θέση. Το κατάντη τμήμα του ίδιου μαιάνδρου, μετατοπίστηκε στη διάρκεια των ετών 1945-1970 κατά 72,21m νοτιοανατολικά ενώ μέχρι το έτος 1986, παρέμεινε σταθερό.

Ο μαίανδρος στο σημείο J, το έτος 1970, εμφανίζεται να έχει μεγαλύτερο πλάτος και μια μετατόπιση κατά 87m ανατολικά, σε σχέση με το έτος 1945, ενώ το 1986 εμφανίζεται στενότερος και μετατοπισμένος κατά 24m βόρεια.

Η πλημμύρα του 1958 διέβρωσε το βόρεια της όχθης ευρισκόμενο τμήμα καλλιεργούμενης γης, στη θέση Κ. Το ποτάμιο ρεύμα στην περιοχή αυτή μετατοπίστηκε στη διάρκεια 1970-1986 μέχρι και 73m βόρεια, αποκτώντας και μεγαλύτερο πλάτος, ενώ η καλλιεργούμενη γη αποκαταστάθηκε εν μέρει μέχρι το έτος 1986.

Στη θέση L, ανάντη της γέφυρας της διασταύρωσης Μοδίου (Σ. Σ. Παλαιοθηβών), το ρεύμα εμφανίζεται στενότερο μεταξύ των ετών 1970-1986 κατά 35,60m. Η στένωση του ρεύματος πραγματοποιήθηκε μόνο στο νότιο τμήμα της κοίτης του.

Οι πολλές και έντονες μεταβολές, τις οποίες υπέστη το τμήμα του ποταμού στην περιοχή αυτή, οφείλονται κυρίως στην μεγάλη πλημμύρα του έτους 1958.

Στον πίνακα 8.4, που ακολουθεί αναγράφονται οι μετατοπίσεις των σημειωμένων στο σχήμα 8.4 θέσεων του ρεύματος και οι ταχύτητες μετατόπισης του ρεύματος στις θέσεις αυτές, μεταξύ των ετών 1945 και 1986. Η μεγαλύτερη τιμή της ταχύτητας ανέρχεται σε 3,24 m/έτος, ενώ η μικρότερη 0,36 m/έτος.

ΘΕΣΗ	ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΣΦΑΛΜΑ (m)						ΤΑΧΥΤΗΤΑ
	1945-1970	ΣΦΑΛΜΑ	1970-1986	ΣΦΑΛΜΑ	1945-1986	ΣΦΑΛΜΑ	ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ
A	28,23	7,47	-12,02	7,47	16,21	7,47	0,39 m/έτος
AB		7,47	14,55	7,47	14,55	7,47	0,35 m/έτος
B (ανάντη)	18,58	7,47	6,11	7,47	24,69	7,47	0,60 m/έτος
B (ανάντη)	11,38	7,47	13,04	7,47	24,42	7,47	0,59 m/έτος
B (κατάντη)		7,47	12,45	7,47	12,45	7,47	0,30 m/έτος
C	20,22	7,47	19,05	7,47	39,27	7,47	0,96 m/έτος
D	13,36	7,47	-28,05	7,47	14,69	7,47	0,36 m/έτος
E	27,00	7,47		7,47	27,00	7,47	0,66 m/έτος
FG	45,00	7,47	18,00	7,47	63,00	7,47	1,53 m/έτος
G	87,02	7,47	26,00	7,47	113,02	7,47	2,75 m/έτος
HH1	90,10	7,23	43,00	3,77	133,10	7,23	3,24 m/έτος
H	33,00	7,23		3,77	33,00	7,23	0,80 m/έτος
I (ανάντη)	41,41	7,23	-36,45	3,77	4,96	7,23	0,12 m/έτος
I (κατάντη)	72,21	7,23		3,77	72,21	7,23	1,76 m/έτος
J	87,00	7,23	24,00	3,77	111,00	7,23	2,71 m/έτος
K		7,23	73,00	3,77	73,00	7,23	1,78 m/έτος
L		7,23	35,60	3,77	35,60	7,23	0,87 m/έτος

Πίνακας 8.4: Μετατόπιση και ταχύτητες μετατόπισης σημείων της κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού, στην περιοχή μεταξύ της γέφυρας Κάμπου και της γέφυρας Μοδίου. Το αρνητικό πρόσημο εκφράζει τη μετατόπιση του ρεύματος προς την αντίθετη κατεύθυνση, από την αρχική.

8.1.2.2. Μεταβολές στη διαδρομή ΕΖ, μεταξύ της γέφυρας Μοδίου και της Αγίας Παρασκευής.

Από τη γέφυρα Μοδίου μέχρι τον οικισμό Αγία Παρασκευή Τιθορέας το μέγιστο τμήμα του ρεύματος παρέμεινε σχεδόν αμετάβλητο. Στο σχήμα 8.5, η επικάλυψη των ροών των ετών 1945, 1960, 1970 και 1986, δείχνει σχεδόν πλήρη σύμπτωση της κοίτης του ρεύματος. Σε δυο μόνο θέσεις της διαδρομής αυτής παρατηρήθηκαν σημαντικές αλλαγές, η έναρξη των οποίων οφείλονται στην πλημμύρα του 1958. Στη θέση Κορομηλίτσα Τιθορέας, που είναι και η θέση του σταθμού δειγματοληψίας Σ6 και στην περιοχή της γέφυρας Τιθορέας, βόρεια του Σιδηροδρομικού Σταθμού.

Στη θέση Κορομηλίτσα, οι μεταβολές που παρατηρήθηκαν στην κοίτη του ρεύματος, σημειώνονται στο ένθετο πλαίσιο του σχήματος 8.5 με τα γράμματα a, b, c, d και e.

Στο σημείο a, το έτος 1960 παρατηρήθηκε μετατόπιση της ανατολικής όχθης του κατάντη σκέλους του μαιάνδρου κατά 10,34m ανατολικά, ενώ συγχρόνως δημιουργήθηκε νέος κλάδος του ρεύματος (b) στο ολοκαινικό πεδίο, νότια του κύριου ρεύματος. Ο κλάδος αυτός αποκόπηκε στο ανάντη τμήμα του, κατά τη διάρκεια των ετών 1960-1970 και μέχρι το έτος 1986, εξαφανίστηκε εντελώς και η περιοχή αποκαταστάθηκε πλήρως και μετατράπηκε σε καλλιεργήσιμη γη. Η δημιουργία της διακλάδωσης του ρεύματος οφείλεται στην υπερβολική αύξηση της παροχής στο μαίανδρο του σημείου a, το έτος 1958.

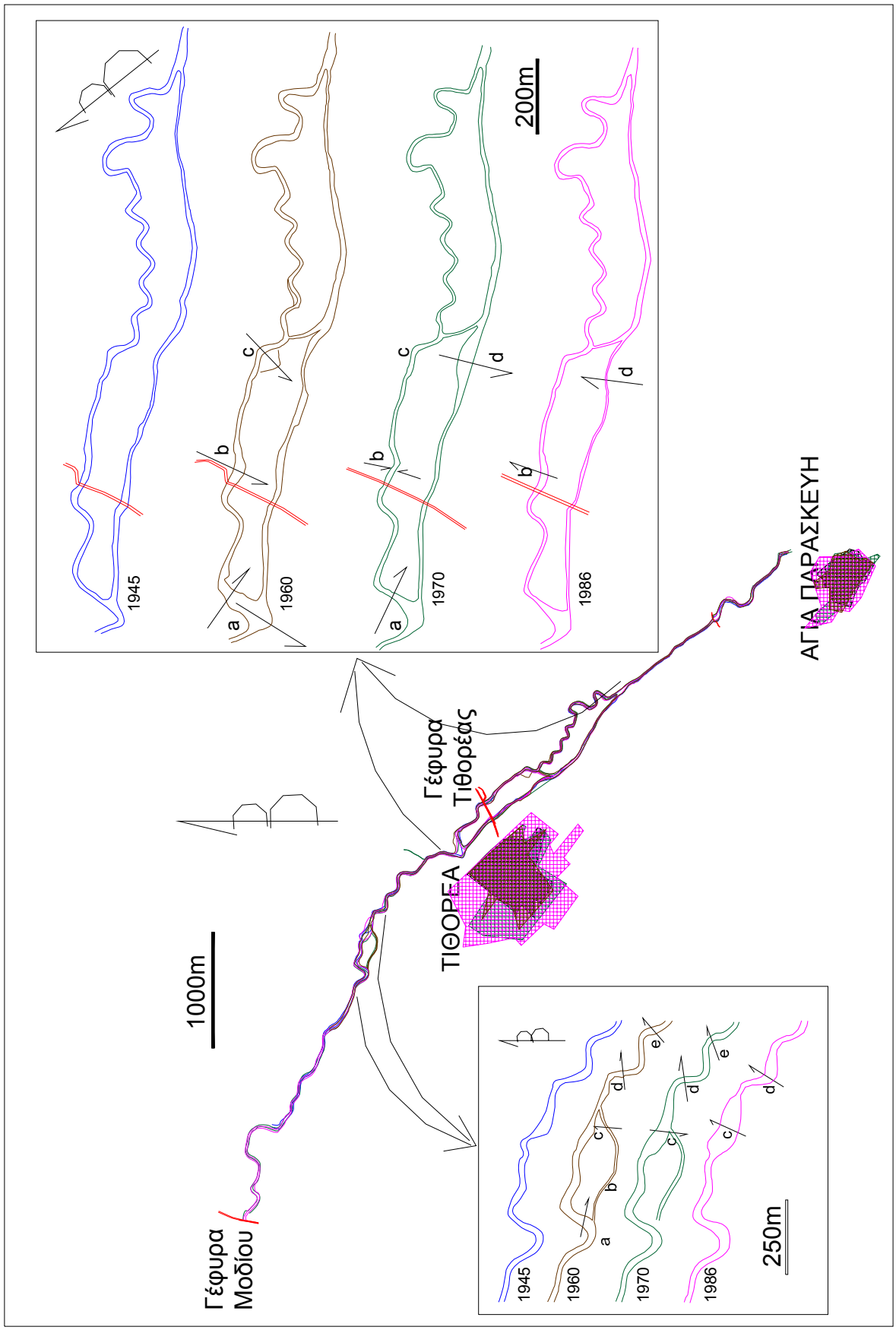
Στο σημείο c, όπου συμβάλει η προηγούμενη διακλάδωση με το κυρίως ρεύμα, παρατηρήθηκε στην καταγραφή του έτους 1960 μετατόπιση της νότιας όχθης του ποταμού κατά 21m βόρεια, εξ αιτίας προφανώς των αποθέσεων στο σημείο αυτό των υλικών μεταφοράς του νέου κλάδου. Στη συνέχεια (1970) και αφού αποκόπηκε η διακλάδωση, το κύριο ρεύμα διέβρωσε τις αποθέσεις αυτές και τις μετέφερε προς την κατεύθυνση ροής του ποταμού, με αποτέλεσμα, η νότια όχθη να επιστρέψει στην αρχική της θέση και 6m ακόμη νοτιότερα. Στη διάρκεια των ετών 1970-1986, αποθέσεις μεγάλου όγκου υλικών δημιούργησαν στο βόρειο τμήμα της θέσης αυτής, μεγάλο ακραίο φραγμό (φραγμός Φ1 του σταθμού δειγματοληψίας Σ6) με μετατόπιση της βόρεια όχθης κατά 30,92m βορειότερα. Η μεγαλύτερη έκταση του φραγμού αυτού, δεν ανήκει σήμερα στο ενεργό ρεύμα και καταβάλλονται προσπάθειες να καλλιεργηθεί.

Στα σημεία d και e παρατηρείται κατά τη χρονική περίοδο 1945-1960 ελαφρά μετατόπιση των μαιάνδρων περίπου προς τα ανατολικά. Στη δεκαετία 1960-1970 δεν παρατηρήθηκαν μετρήσιμες αλλαγές, ενώ από το έτος 1970 μέχρι το 1986 καταγράφεται στο σημείο d μετατόπιση του κυρτού (βόρειου) τμήματος του μαιάνδρου κατά 23,83m σχεδόν βόρεια. Στο σημείο e το ρεύμα παρέμεινε αμετάβλητο.

Οι μεταβολές της κοίτης του τμήματος του ποτάμιου ρεύματος στην περιοχή βόρεια του Σιδηροδρομικού Σταθμού της πόλης της Τιθορέας, σημειώνονται με τα γράμματα a,b,c,d, στο ένθετο πλαίσιο του σχήματος 8.5.

Το ανάντη τμήμα του διακλαδισμένου ρεύματος (σημείο a) διευρύνεται, μεταξύ των ετών 1945-1960 και μάλλον κατά τη διάρκεια του πλημμυρικού συμβάντος του έτους 1958, κατά 46,21m προς τα δυτικά και κατά 12m περίπου νότια. Μετά από το γεγονός αυτό, το ρεύμα επανέρχεται στην αρχική του θέση μέχρι το έτος 1970, μετατοπιζόμενο κατά 40,33m νοτιοανατολικά, ενώ μέχρι το έτος 1986, δεν καταγράφεται άλλη μετρήσιμη αλλαγή.

Το τμήμα του ποταμού, ανατολικά ακριβώς της γέφυρας, στον βορειοανατολικό κλάδο του ρεύματος (σημείο b), μεταβάλλεται διαρκώς στη διάρκεια της χρονικής περιόδου 1945-1986. Το έτος 1960 καταγράφεται μετακίνηση της νότιας όχθης του κλάδου κατά 16,13m νοτιότερα, το έτος 1970 παρατηρείται στένωση του ρεύματος του κλάδου κατά 9m από βορειοανατολικά και κατά 20,32m από νοτιοδυτικά και το έτος 1986 μετακινείται κατά 8,90m βορειοανατολικά.



Σχήμα 8.5: Απεικόνιση του ποτάμιου τμήματος της περιοχής μεταξύ της γέφυρας Μοδίου και του οικισμού Αγία Παρασκευή Τιθορέας, τα έτη 1945, 1960,1970 και 1986.Στα ένθετα πλαίσια, εμφανίζονται σε μεγέθυνση τα τμήματα του ποταμού στα οποία οι μεταβολές είναι διακριτές.

Η πλημμύρα του έτους 1958 προκάλεσε στο σημείο c ισχυρή διάβρωση της νοτιοδυτικής όχθης του βορειοανατολικού κλάδου του ρεύματος. Το τμήμα, που διαβρώθηκε, είχε σχήμα τεταρτοκυκλίου, ακτίνας 59m. Αμέσως κατάντη της θέσης αυτής το ρεύμα διακλαδίστηκε και σχηματίστηκε νέος κλάδος, ο οποίος επανενώθηκε με το νοτιοδυτικό κλάδο του κύριου ρεύματος. Ο νέος αυτός κλάδος, διατηρήθηκε μέχρι το έτος 1986.

Στο σημείο d του νοτιοδυτικού κλάδου του κύριου ρεύματος παρατηρήθηκε το έτος 1970 διάβρωση της αριστερής όχθης και μετακίνηση του ρεύματος κατά 34m, ενώ το έτος 1986 το ρεύμα επέστρεψε στην ίδια θέση.

Μεταξύ της πόλης της Τιθορέας και του οικισμού της Αγίας Παρασκευής οι όχθες του ρεύματος παρέμειναν σχεδόν αμετακίνητες στη διάρκεια των ετών 1945-1986 εκτός από το σημείο, όπου η γέφυρα που κατασκευάστηκε μεταξύ των ετών 1960 και 1970, προκάλεσε μικρές αλλαγές στο εύρος της κοίτης, κατάντη της γέφυρας.

8.1.2.3. Μεταβολές στη διαδρομή ΖΗ, μεταξύ της Αγίας Παρασκευής και της γέφυρας Λευκοχωρίου.

Μεταξύ της περιοχής Αγίας Παρασκευής και της γέφυρας Λευκοχωρίου οι σημαντικότερες μεταβολές της κοίτης του ρεύματος πραγματοποιήθηκαν στα σημεία a,b,c,d, που σημειώνονται στο χάρτη του σχήματος 8.6. Στο υπόλοιπο τμήμα του ρεύματος της περιοχής αυτής πραγματοποιήθηκαν μικρής κλίμακας μεταβολές στα κοίλα και κυρτά τμήματα των μαιάνδρων, που δεν υπερβαίνουν τα όρια των σφαλμάτων ταύτισης των αεροφωτογραφιών.

Στο μαιανδρικό τμήμα του σημείου a δεν παρατηρήθηκε κάποια μεταβολή μεταξύ των ετών 1945 και 1960. Στη δεκαετία 1960-1970 καταγράφεται μικρή μετατόπιση (5m) της αριστερής όχθης του μαιάνδρου προς τα βορειοδυτικά. Στη συνέχεια και μέχρι το 1986 στην κοίτη του μαιάνδρου αυτού μειώθηκε το πλάτος του ρεύματος, με μετατόπιση κατά 6m της δεξιάς όχθης του ανατολικού σκέλους του μαιάνδρου προς τα νοτιοανατολικά και κατά 3,7m της αριστερής όχθης του ίδιου σκέλους προς τα βορειοδυτικά.

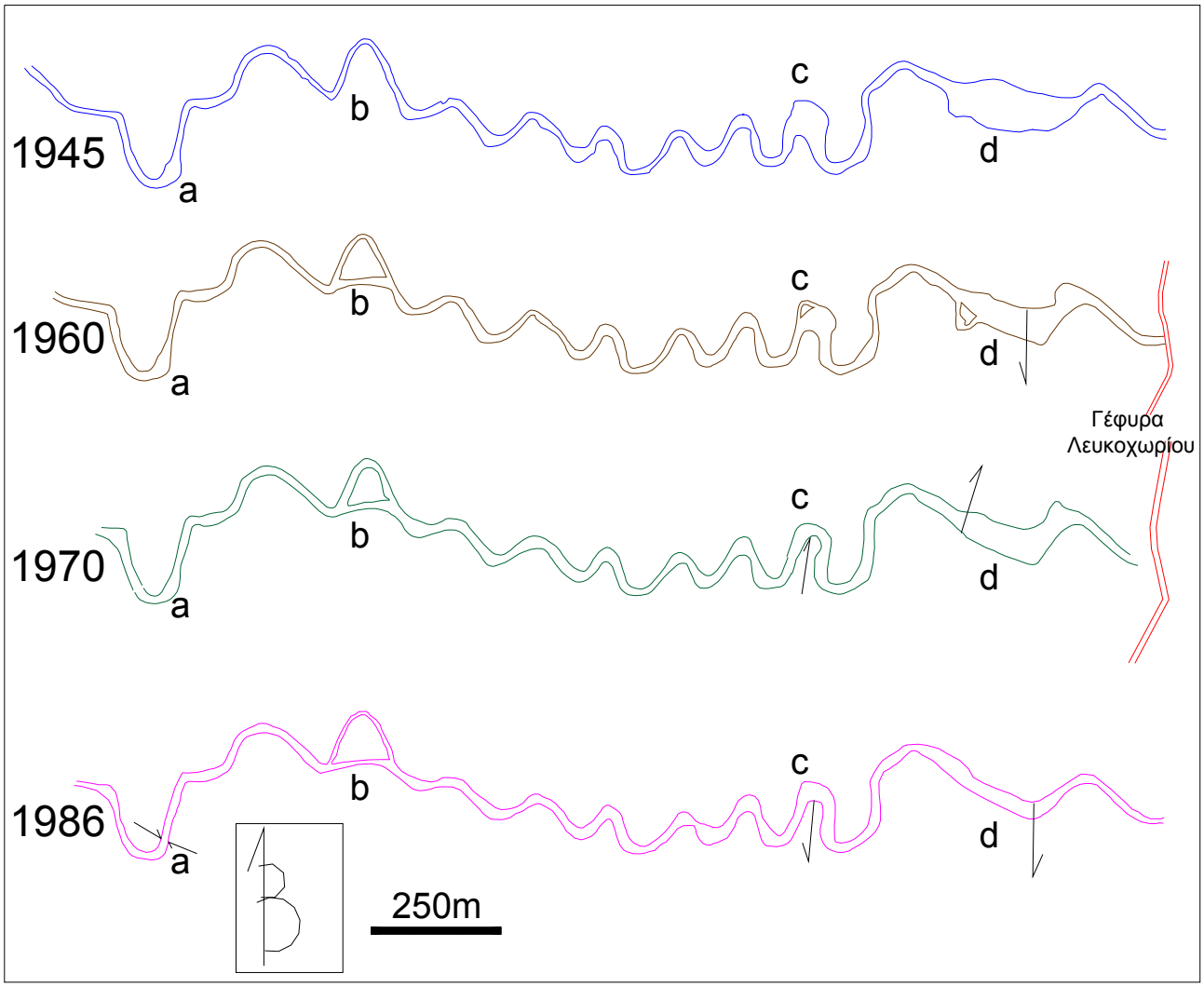
Στο σημείο b του ρευματικού τμήματος πραγματοποιήθηκε στο χρονικό διάστημα 1945-1960 αποκοπή του μαιάνδρου με αποτέλεσμα να σχηματιστεί ένας βρόγχος, πιθανώς εξ αιτίας του πλημμυρικού συμβάντος του έτους 1958, ο οποίος στη συνέχεια και μέχρι το έτος 1986 εμφάνισε λέπτυνση και σήμερα είναι πλήρως ανενεργός.

Στο βόρειο τμήμα του μαιάνδρου του σημείου c σχηματίστηκε, μεταξύ των ετών 1945-1960, ένας ενδιάμεσος φραγμός, που διαίρεσε τη ροή στο σημείο αυτό. Στην απεικόνιση του έτους 1970 εξαφανίζεται ο φραγμός αυτός και συγχρόνως μετακινείται το κυρτό τμήμα του μαιάνδρου της νότιας όχθης κατά 37 βόρεια ενώ στην καταγραφή του έτους 1986, η ίδια όχθη μετακινείται κατά 14,2m νότια επιστρέφοντας εν μέρει προς την αρχική της θέση.

Στο σημείο d, της κοίτης του ρεύματος εμφανίζεται στην απεικόνιση του έτους 1960 ένας ενδιάμεσος φραγμός κοντά στη νότια όχθη, με αποτέλεσμα να διακλαδίζεται η ροή του ρεύματος στο σημείο αυτό. Στο ίδιο χρονικό

διάστημα η βόρεια όχθη μετατοπίζεται κατά 39m νότια, προκαλώντας στένωση του ρεύματος. Ο φραγμός αυτός εξαφανίζεται στην απεικόνιση του έτους 1970, λόγω μετατόπισης της νότιας όχθης στο σημείο αυτό προς Βορρά. Μέχρι το έτος 1986 η βόρεια όχθη μετατοπίζεται πάλι προς Νότο, κατά 28,85m, με αποτέλεσμα την πλήρη εξαφάνιση του αρχικού σχήματος του τμήματος αυτού, του έτους 1945.

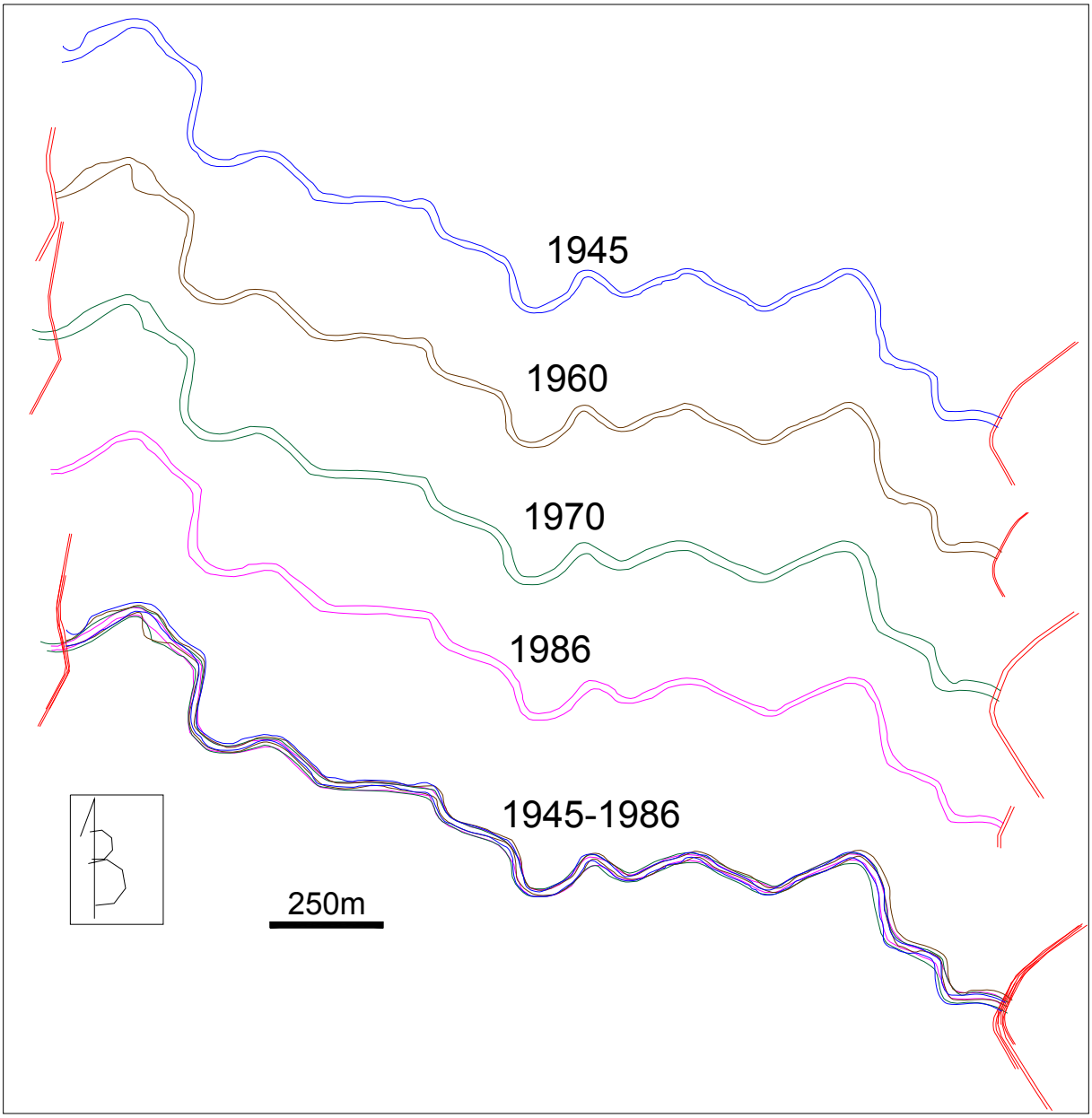
Σύμφωνα με τα στοιχεία αυτά προκύπτει ότι, στη διάρκεια των ετών 1945-1986 δεν καταγράφεται κάποια τάση μετατόπισης συνολικά του ποτάμιου ρεύματος της περιοχής αυτής προς κάποια κατεύθυνση αλλά μικρές μεταβολές, που δικαιολογούνται από τον τρόπο λειτουργίας των μαιανδρικών ποταμών, όπου η διάβρωση των κοίλων τμημάτων των μαιάνδρων και οι αποθέσεις υλικών στα κυρτά τμήματα είναι συνήθης φυσική διαδικασία, ενώ στη θέση b είναι πιο εμφανής η πιθανή παραγωγή μαιανδρικού βρόγχου να οφείλεται στην πλημμύρα του έτους 1958.



Σχήμα 8.6: Απεικόνιση του ποτάμιου τμήματος της περιοχής μεταξύ του οικισμού Αγία Παρασκευή και της γέφυρας Λευκοχωρίου, τα έτη 1945, 1960,1970 και 1986.

8.1.2.4. Μεταβολές στη διαδρομή ΗΘ, μεταξύ της γέφυρας Λευκοχωρίου και της γέφυρας Κουκούλι.

Στο τμήμα του ποταμού μεταξύ των δυο αυτών γεφυρών, κατά τη διάρκεια των ετών 1945-1986, δεν παρατηρήθηκαν μεταβολές, που να υπερβαίνουν τα όρια των σφαλμάτων ταύτισης των αεροφωτογραφιών που χρησιμοποιήθηκαν. Μικρές μεταβολές παρατηρούνται μόνο στο κατάντη τμήμα της γέφυρας Λευκοχωρίου, που οφείλονται στην κατασκευή και στον τρόπο συντήρησής της. Στο σχήμα 8.7, απεικονίζεται το ρεύμα της περιοχής αυτής όπως ήταν τα έτη 1945,1960,1970, 1986 και η επικάλυψη των ροών όλων αυτών των ετών, στην οποία είναι εμφανής η πλήρης σχεδόν ταύτιση. Το γεγονός της μη εμφάνισης μετατοπίσεων της κοίτης στο τμήμα αυτό του ποταμού, οφείλεται στην προστασία των όχθων από τους καλλιεργητές, εφ' όσον στην περιοχή αυτή οι καλλιέργειες ήταν πάντοτε εντατικές και αρδεύσιμες.



Σχήμα 8.7: Απεικόνιση του τμήματος του ποτάμιου ρεύματος μεταξύ της γέφυρας Λευκοχωρίου (δυτικά) και της γέφυρας Κουκούλι (ανατολικά) για τα έτη 1945-1986. στο κάτω μέρος του σχήματος φαίνεται η πλήρης σχεδόν ταύτιση του ρεύματος στη διάρκεια του χρόνου.

8.1.2.5. Μεταβολές στη διαδρομή ΘΙ, μεταξύ της γέφυρας Κουκούλι και του Σ. Σ. Δαύλειας.

Στην περιοχή αυτή (σχ. 8.1) παρατηρούνται στη διάρκεια των ετών 1945-1986 αλλαγές τόσο στο κύριο ρεύμα, όσο και στους παραποτάμους που συμβάλουν με το κυρίως ρεύμα. Οι αλλαγές οφείλονται κυρίως στην ανθρώπινη παρέμβαση εξ αιτίας των αναγκών, που προέκυψαν για άρδευση. Κλάδοι απονεκρώνονται λόγω διοχέτευσης του νερού σε αρδευτικά κανάλια, χωρίζονται και επανενώνονται και μετατοπίζονται τεχνητά λόγω εγγειοβελτιωτικών έργων, που σκοπεύουν στην καλύτερη διαχείριση των καλλιεργειών.

8.1.3. Μεταβολές του κάτω ρου του ποτάμιου ρεύματος.

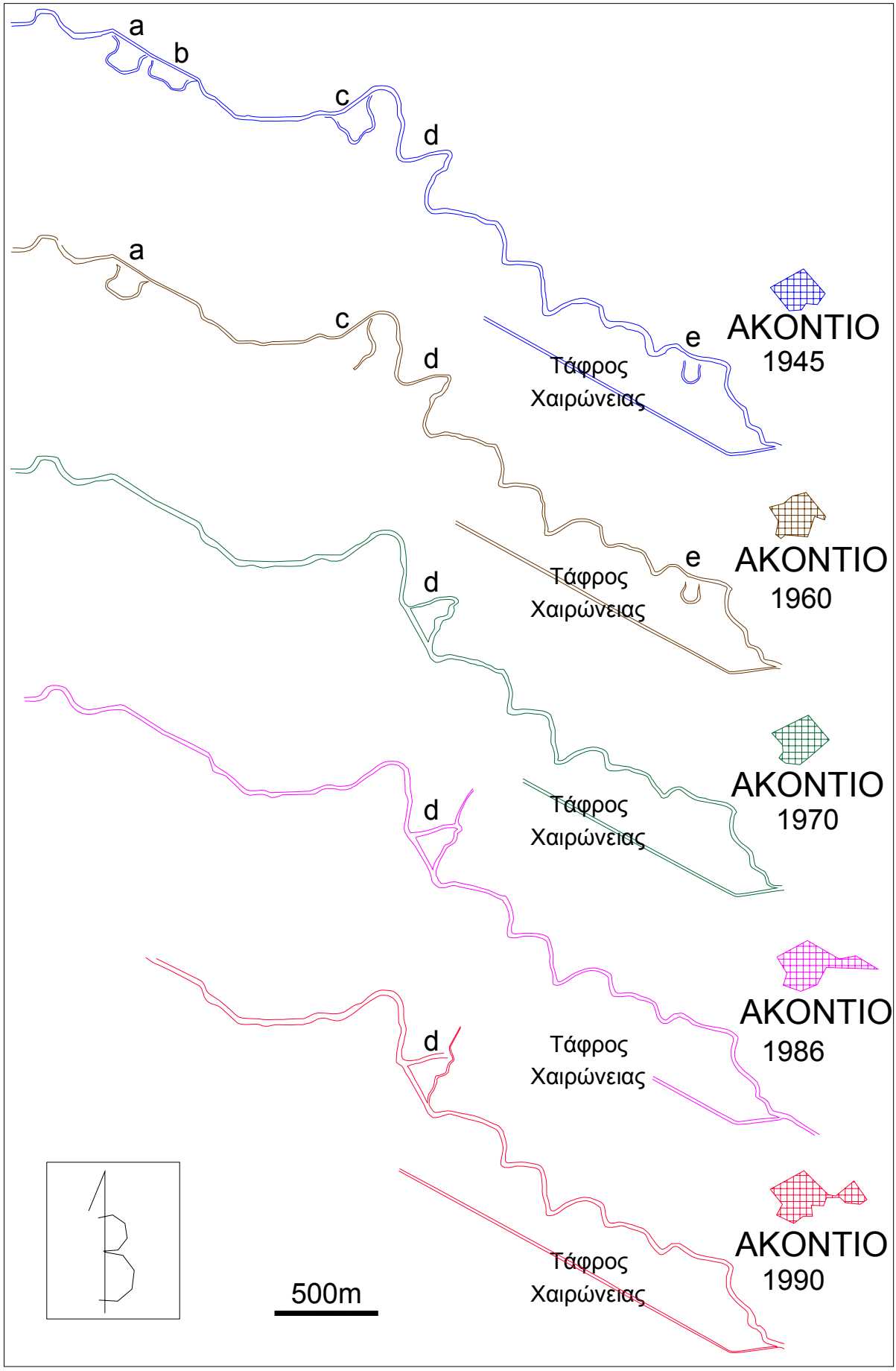
8.1.3.1. Μεταβολές στη διαδρομή ΙΚ, μεταξύ του Σ. Σ. Δαύλειας και της συμβολής Μαυρονερίου.

Η ανθρώπινη παρέμβαση σε αυτό το τμήμα του ποτάμιου ρεύματος, οδήγησε στην κατάργηση του βόρειου κλάδου του Βοιωτικού Κηφισού μεταξύ των ετών 1970-1986, όπως φαίνεται στο χάρτη του σχήματος 8.1. Οι αλλαγές αυτές προέκυψαν από τις ανάγκες για ορθή διαχείριση του υδάτινου δυναμικού στην περιοχή, που οδήγησαν σε αναδασμό των καλλιεργούμενων εκτάσεων, συλλογή των υδάτων σε διευθετημένα κανάλια και όπου υπήρχε λόγος, εκτροπή του ποταμού προς τη συντομότερη διαδρομή.

8.1.3.2. Μεταβολές στη διαδρομή ΚΛ, μεταξύ της συμβολής Μαυρονερίου και του οικισμού Ακόντιο.

Στην απεικόνιση του έτους 1945, μεταξύ της συμβολής του κύριου ρεύματος με το Μαυρονέρι (δυτικά) και της συμβολής του με την τεχνητή τάφρο της Χαιρώνειας (ανατολικά), στην περιοχή Ακόντιο, εμφανίζονται μαιανδρικοί βρόγχοι στα σημεία a, b,c και e (σχ. 8.8). Οι βρόγχοι των σημείων a και e καθώς και ο ανατολικός κλάδος του βρόγχου c εμφανίζονται και στην απεικόνιση του έτους 1960, ενώ ο βρόγχος του σημείου b και ο δυτικός κλάδος του βρόγχου c εξαφανίζονται στην ίδια απεικόνιση, λόγω μετατροπής τους σε καλλιεργήσιμη γη. Το μαιανδρικό τμήμα του σημείου d, στη θέση Καράμουσα, αποκόπτεται μεταξύ των ετών 1960-1970, επιλέγοντας κοντινότερη διαδρομή ροής, αφού η απονέκρωση των βρόγχων a, b,c οδηγεί σε αύξηση της ταχύτητας ροής στη θέση d. Στην απεικόνιση του έτους 1986, μετά από εγγειοβελτιωτικές παρεμβάσεις, στην κορυφή του μαιάνδρου του σημείου d συμβάλλει ένα μικρό ρεύμα, προερχόμενο από το Βορρά. Το έτος 1990, ο ανάντη κλάδος του μαιάνδρου αυτού απονεκρώνεται, μετά από ανθρωπογενή παρέμβαση, ενώ ο ανατολικός κλάδος παραμένει ενεργός, ενισχυόμενος και από το νερό του ρεύματος, που έρχεται από τα βόρεια.

Εκτός από τις μεταβολές αυτές το υπόλοιπο τμήμα του ποτάμιου ρεύματος της περιοχής αυτής παραμένει αμετάβλητο. Η αλληλοεπικάλυψη των ρευμάτων δείχνει την πλήρη σχεδόν ταύτιση της κοίτης σε όλες τις αεροφωτογραφίες. Οι μικρές μετατοπίσεις, όπου αυτές παρατηρούνται, είναι μικρότερες από το σφάλμα ταύτισης μεταξύ τοπογραφικών χαρτών και αεροφωτογραφιών.



Σχήμα 8.8: Απεικόνιση του τμήματος του ποτάμιου ρεύματος μεταξύ της συμβολής Μαυρονερίου και του οικισμού Ακόντιο, για τα έτη 1945-1990.

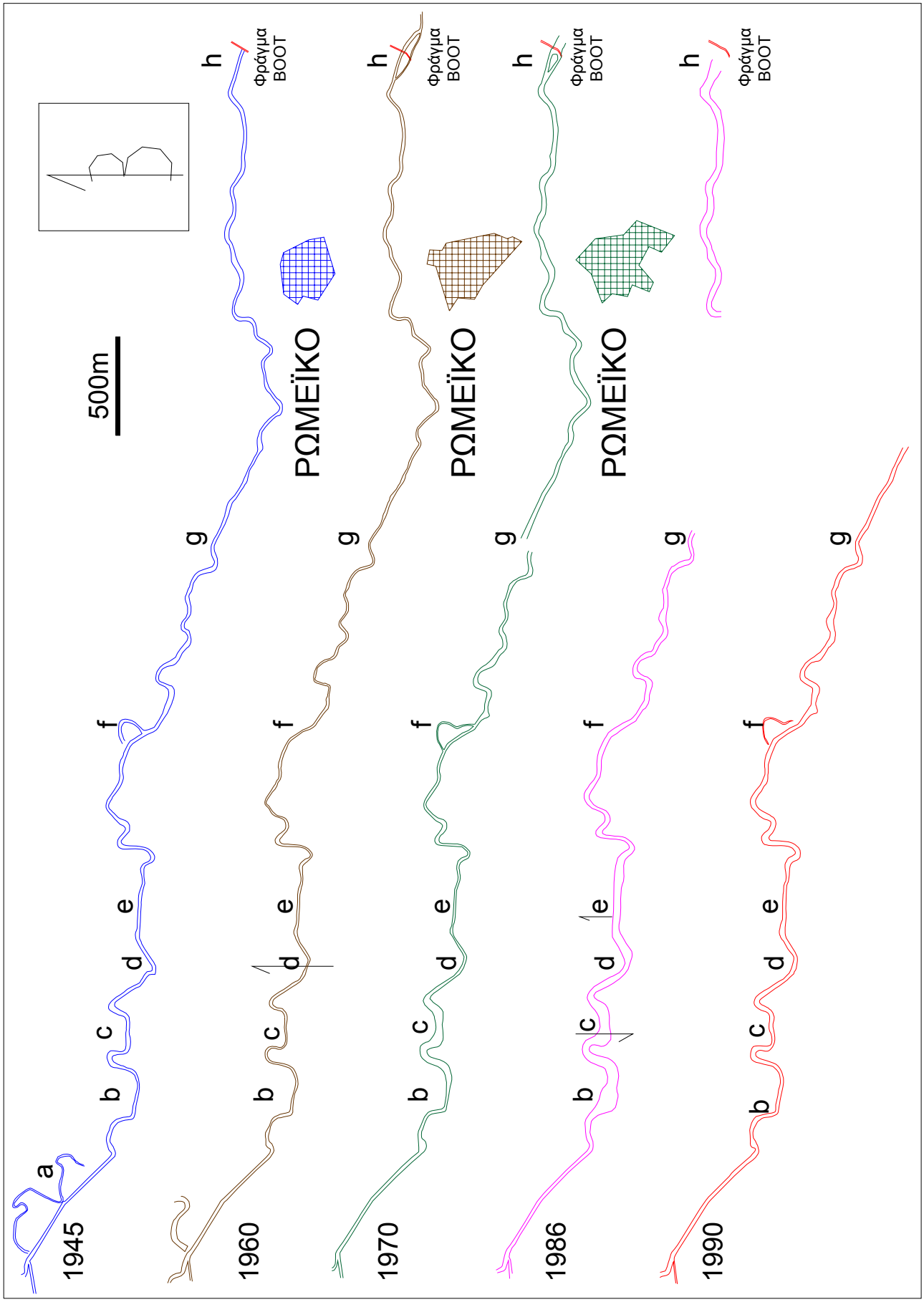
8.1.3.3. Μεταβολές στη διαδρομή ΛΜ, μεταξύ του οικισμού Ακόντιο και του φράγματος ΒΟΟΤ.

Οι μεταβολές, που εμφανίζει το τμήμα του ποταμού στην περιοχή μεταξύ της συμβολής του κύριου ρεύματος με την τάφρο της Χαιρώνειας (Ακόντιο) και του φράγματος αναρρύθμισης ΒΟΟΤ Ρωμέϊκου, στη διάρκεια των ετών 1945-1990, παρουσιάζονται στους χάρτες των σχημάτων 8.1 και 8.9.

Στο σημείο a (σχ. 8.9) εμφανίζονται στην απεικόνιση του έτους 1945 δυο μαιανδρικοί βρόγχοι. Το έτος 1960 εξαφανίζονται οι βρόγχοι αυτοί εκτός από το δυτικό τμήμα του ανάντη μαιάνδρου, που μετατράπηκε αργότερα σε καλλιεργήσιμη γη και δεν εμφανίζεται στις αεροφωτογραφίες του έτους 1970. Το μαιανδρικό τμήμα των σημείων b και c δεν εμφανίζει μεταβολές στη χρονική διάρκεια 1945-1960, ενώ το έτος 1970 αποκτά μεγαλύτερο πλάτος. Μεταξύ των ετών 1970-1986, παρατηρείται στο σημείο b μεγάλη αύξηση του πλάτους του μαιάνδρου κατά 68m προς Βορρά, με σύγχρονη αλλαγή του σχήματός του, ενώ στο σημείο c η νότια όχθη μετατοπίζεται κατά 22m νοτιότερα, χωρίς αντίστοιχη μετατόπιση της βόρειας όχθης. Το έτος 1990 τα όρια της όχθης του ρεύματος στα σημεία αυτά επανήλθαν στην προηγούμενη θέση τους. Ο μαίανδρος του σημείου d, στη διάρκεια των ετών 1945-1960, μετατοπίστηκε κατά 32m βόρεια και παρέμεινε αμετάβλητος μέχρι το έτος 1970. Στη συνέχεια, μέχρι το έτος 1986, η κοίτη του έγινε κατά 24m πλατύτερη και το έτος 1990 επανήλθε στην προηγούμενη κατάσταση. Στο σημείο e το ευθύ τμήμα του ποταμού παρέμεινε αμετάβλητο στη χρονική διάρκεια 1945-1970, ενώ μεταξύ των ετών 1970-1986, η βόρεια όχθη του μετακινήθηκε κατά 29m βορειότερα. Το έτος 1990 το τμήμα αυτό επανήλθε στην αρχική του θέση. Στο σημείο f εμφανίζεται το έτος 1945 ένας μαίανδρος, αποκομμένος στο ανάντη μόνο τμήμα του, ο οποίος εξαφανίζεται το έτος 1960, επαναδραστηριοποιείται με διαφορές στη γεωμετρία του, το έτος 1970, εξαφανίζεται ξανά το έτος 1986 και εμφανίζεται αποκομμένος στην απεικόνιση του έτους 1990. Στο ποτάμιο τμήμα μεταξύ των σημείων f και g εμφανίζονται πολύ μικρές μεταβολές, μέχρι 6m, στην κοίτη του ρεύματος μεταξύ των ετών 1945-1986 ενώ μέχρι το έτος 1990, η κοίτη παρέμεινε εντελώς αμετάβλητη. Μεταξύ των σημείων g και h, οι παρατηρούμενες αλλαγές μεταξύ των ετών 1945-1960, είναι ασήμαντες και μικρότερες από το σφάλμα ταύτισης των αεροφωτογραφιών. Μεταξύ των ετών 1960-1970 υπάρχει πλήρης ταύτιση της κοίτης, ενώ στην απεικόνιση του έτους 1986, το ρεύμα γίνεται περίπου 8m πλατύτερο. Η διεύρυνση της κοίτης του ποταμού σε όλη την έκτασή της στη διάρκεια των ετών 1970-1986 πιθανώς να οφείλεται σε αύξηση της παροχής, είτε λόγω του τρόπου διαχείρισης των υδάτων, είτε λόγω αυξημένων βροχοπτώσεων.

Στο σημείο h, στη θέση του φράγματος αναρρύθμισης ΒΟΟΤ, το ρεύμα διακλαδίζεται το έτος 1960 και η ροή του νότιου κλάδου διέρχεται έξω από τη νότια πλευρά του φράγματος. Η διακλάδωση αυτή περιορίστηκε μεταξύ των ετών 1960-1970 ανάντη του φράγματος, με σχηματισμό ενός ενδιάμεσου φραγμού, ενώ στην απεικόνιση του έτους 1986, ο φραγμός εξαφανίζεται και η ροή του νερού επανέρχεται στην αρχική της θέση.

Το έτος 1992 πραγματοποιήθηκε διευθέτηση της κοίτης του ποταμού μεταξύ της θέσης του Σ. Σ. Δαύλειας και του φράγματος αναρρύθμισης ΒΟΟΤ, κατά την οποία αποκόπηκε το σύνολο των μαιάνδρων και στη διαδρομή ΛΜ, με αποτέλεσμα ο ποταμός να μετατραπεί σε ευθύ, με υπερυψωμένα αναχώματα προστασίας.



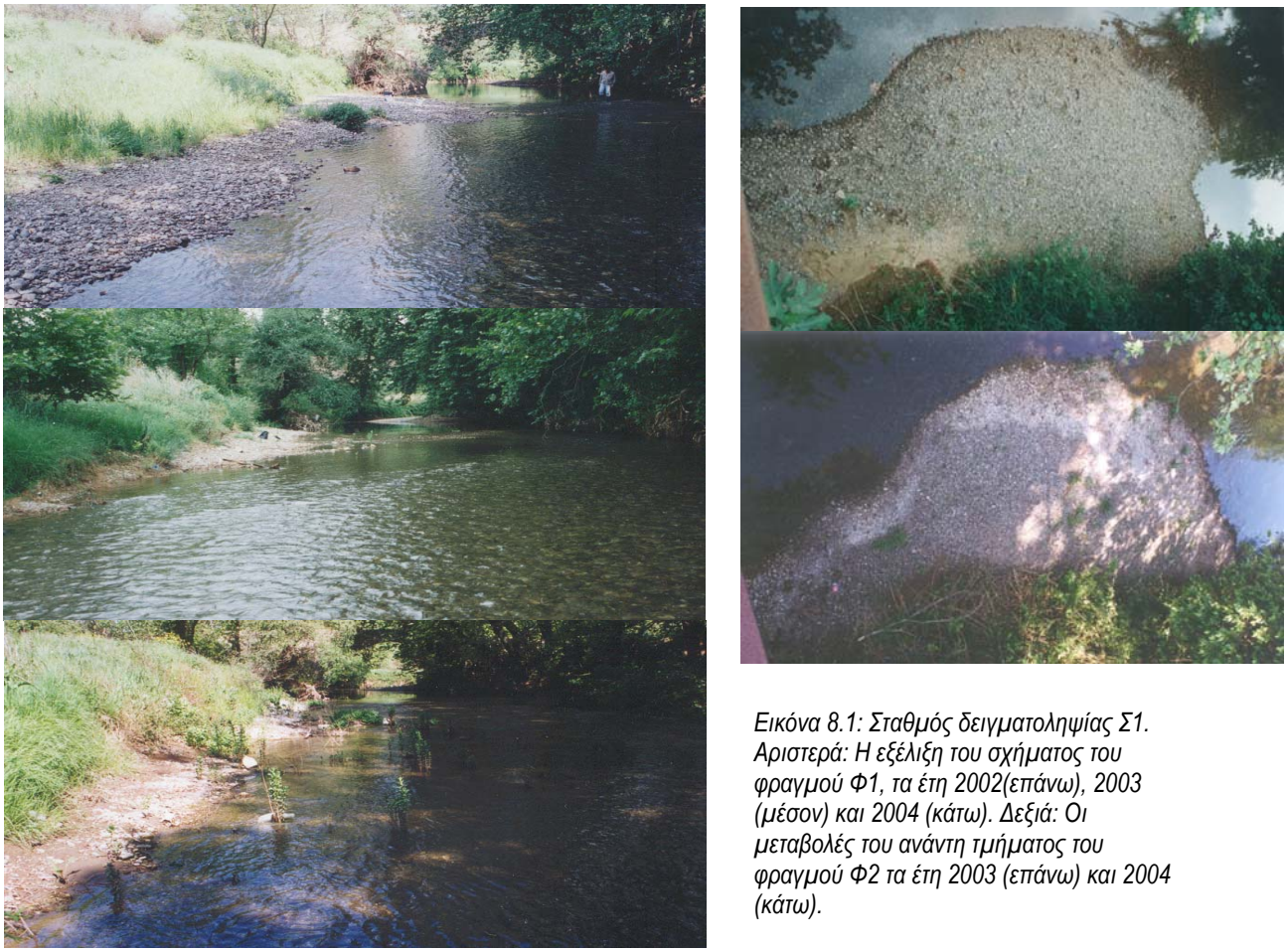
Σχήμα 8.9: Απεικόνιση του τμήματος του ρεύματος μεταξύ της συμβολής του με την τάφρο της Χαιρώνειας και το φράγμα αναρρύθμισης ΒΟΟΤ στην περιοχή Ρωμέικο.

8.2. Εξέλιξη της κοίτης του ποταμού σε επιλεγμένες θέσεις.

Οι σταθμοί δειγματοληψίας επιφανειακού υλικού (κεφ. 7) χαρτογραφήθηκαν επί τρία συνεχή έτη (2002, 2003 και 2004), την εποχή της άνοιξης, με σκοπό να καταγραφούν οι αλλαγές τις οποίες υπέστησαν οι ακραίοι και μεσαίοι φραγμοί της κοίτης αλλά κυρίως οι μεταβολές της όχθης, λόγω διάβρωσης εξ αιτίας της ροής του νερού. Οι μεταβολές, που εμφανίζουν οι κατόψεις των απεικονίσεων των χαρτογραφημένων σταθμών, δείχνουν και την τάση μετατόπισης του ρεύματος προς ορισμένες κατευθύνσεις στις θέσεις αυτές. Παρακάτω περιγράφονται οι αλλαγές, τις οποίες υπέστησαν οι σταθμοί δειγματοληψίας, εξ αιτίας της ποτάμιας δράσης. Οι σταθμοί, που δεν περιγράφονται δεν εμφάνισαν μεταβολές στις κατόψεις της κοίτης τους.

Μεταβολές του σταθμού δειγματοληψίας Σ1: Ο πρώτος σταθμός περιελάμβανε το έτος 2002, όπως έχει περιγραφεί στο κεφάλαιο 7, δυο ακραίους φραγμούς (Φ1 και Φ2) και ένα νερόλακκο. Στην εικόνα 8.1 απεικονίζονται οι φραγμοί, φωτογραφημένοι σε διαφορετικά υδρολογικά έτη και στο σχήμα 8.12 φαίνεται η χαρτογράφηση του σταθμού δειγματοληψίας Σ1 για τα τρία συνεχή υδρολογικά έτη.

Ο φραγμός Φ1 της αριστερής όχθης είχε το έτος 2002 συνολικό μήκος 36m και μέγιστο πλάτος 6m. Το έτος 2003 ο φραγμός αυτός διαβρώθηκε, με αποτέλεσμα το πλάτος του να μειωθεί στα 3m, ενώ το μήκος του μειώθηκε κατά 3,5m στο ανάντη τμήμα του. Το έτος 2004 η εσωτερική πλευρά του φραγμού, που βρίσκεται προς την ενεργή κοίτη, διαβρώθηκε ακόμη περισσότερο, με αποτέλεσμα το πλάτος του να φτάσει μόλις τα 0,8m, ενώ το μήκος του παρέμεινε αμετάβλητο.

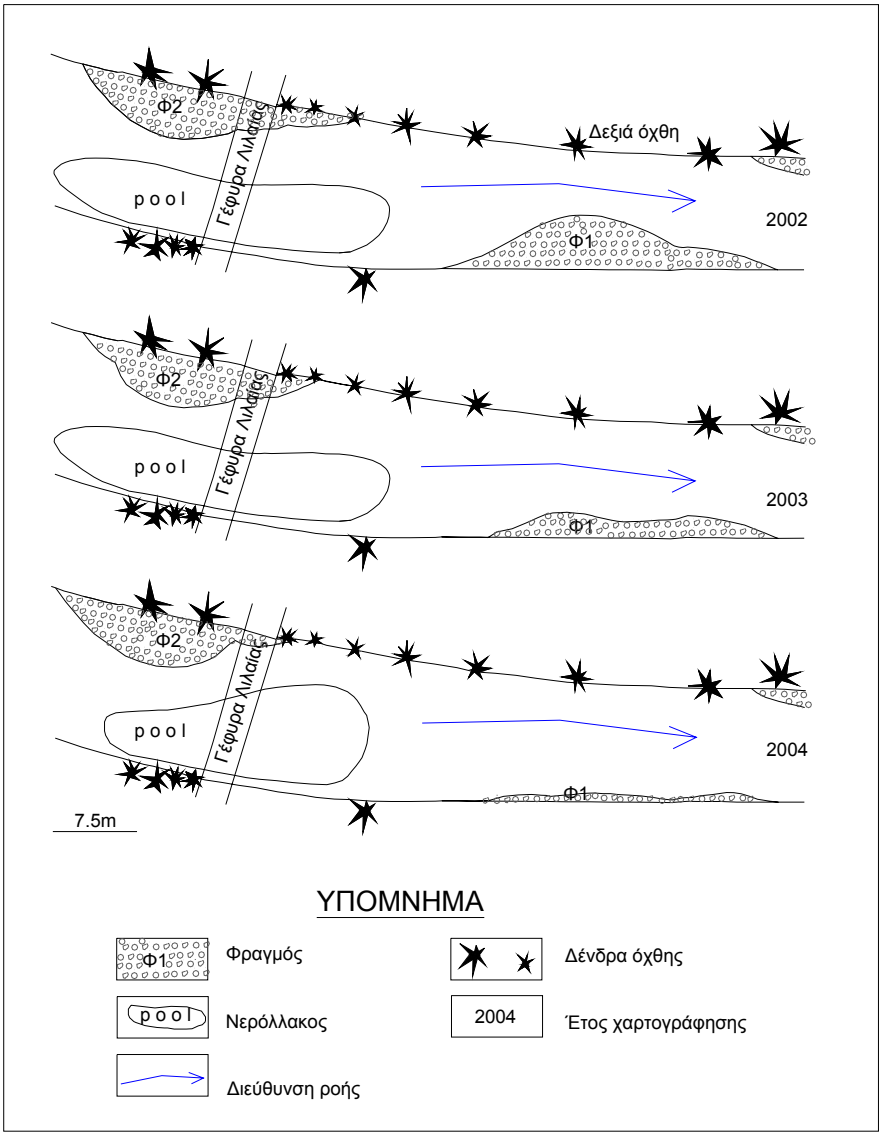


Εικόνα 8.1: Σταθμός δειγματοληψίας Σ1. Αριστερά: Η εξέλιξη του σχήματος του φραγμού Φ1, τα έτη 2002(επάνω), 2003 (μέσον) και 2004 (κάτω). Δεξιά: Οι μεταβολές του ανάντη τμήματος του φραγμού Φ2 τα έτη 2003 (επάνω) και 2004 (κάτω).

Ο φραγμός Φ2 υπέστη αλλαγές στο σχήμα και στις διαστάσεις του κυρίως στο κατάντη τμήμα του, το οποίο το έτος 2003 μειώθηκε κατά 5m και το έτος 2004 ακόμη 4m, λόγω απομάκρυνσης του λεπτόκοκκου υλικού, που είχε αποτεθεί στη θέση αυτή τα προηγούμενα υδρολογικά έτη και σχετικής διάβρωσης του χαλικούχου τμήματος του φραγμού. Η μεταβολή του μέγιστου πλάτους του ήταν της τάξης των 30cm.

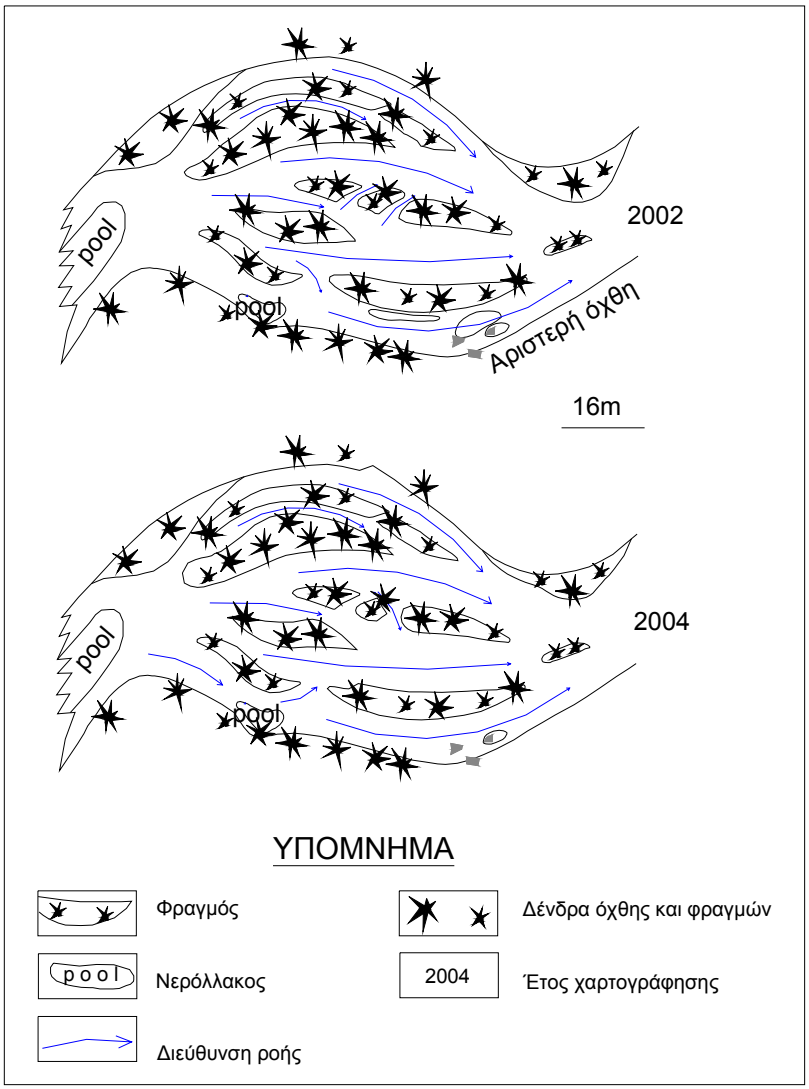
Το σχήμα και οι διαστάσεις του νερόλακκου δεν εμφάνισαν ιδιαίτερες μεταβολές το έτος 2003, σε σχέση με το προηγούμενο έτος. Το επόμενο όμως υδρολογικό έτος (2004) το σχήμα του μεταβλήθηκε αισθητά. Το μήκος του μειώθηκε και το πλάτος του αυξήθηκε, ενώ το ανάντη άκρο του μετατοπίστηκε προς τα κάτω.

Οι όχθες απέναντι από τους φραγμούς διαβρώνονται ελάχιστα, εξ αιτίας της πυκνής φυτοκάλυψης. Πιθανή αιτία της διάβρωσης του φραγμού Φ1 και της αλλαγής στη γεωμετρία του νερόλακκου μπορεί να είναι οι δομικοί ογκόλιθοι, που βρέθηκαν στο κατάντη τμήμα του νερόλακκου από ανθρωπογενή δραστηριότητα και ο πόδας του αριστερού τμήματος της γέφυρας, ο οποίος βρίσκεται μέσα στη ροή του ποταμού, στο κέντρο περίπου του νερόλακκου.



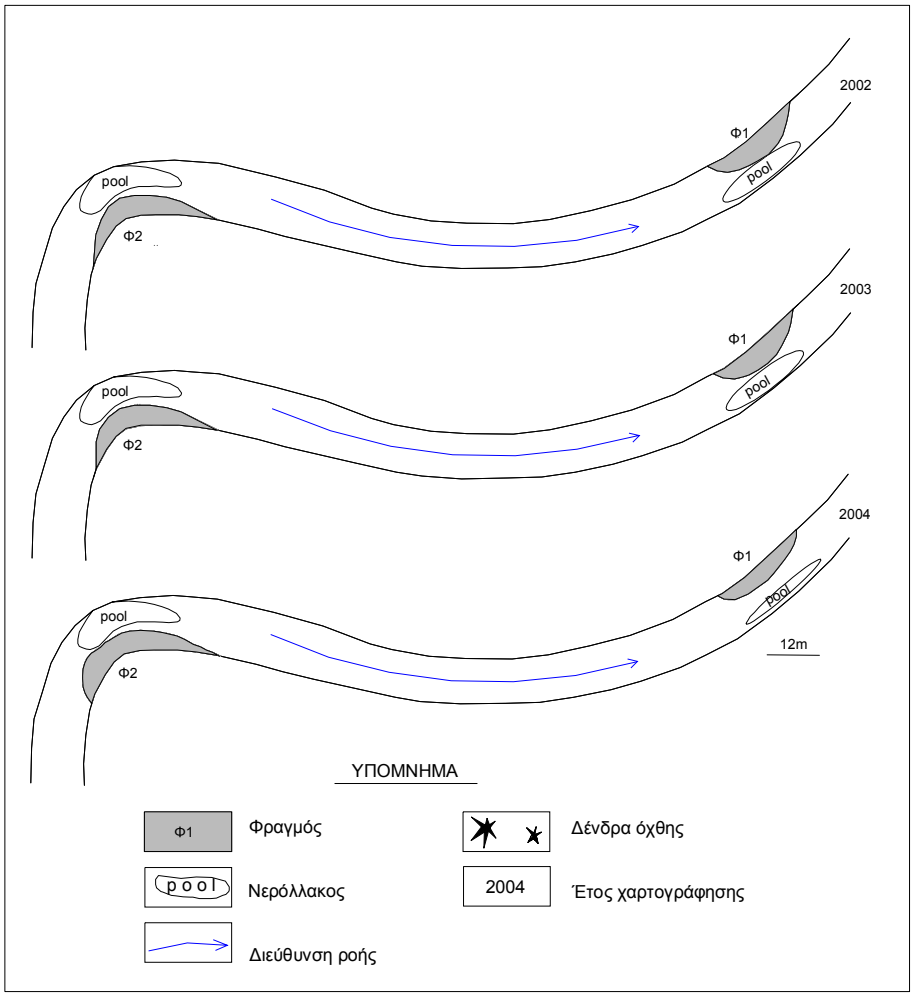
Σχήμα 8.12: Αποτύπωση της κάτοψης του σταθμού δειγματοληψίας Σ1, κατά τα έτη 2002 (επάνω), 2003 (μέσον) και 2004 (κάτω).

Μεταβολές του σταθμού δειγματοληψίας Σ2: Ο δεύτερος σταθμός, που απεικονίζεται στο σχήμα 8.13, ανήκει σε αναστομωμένο τύπο τμήματος ποτάμιου ρεύματος. Οι αλλουβιακές νησίδες έχουν επίμηκες, ελαφρά ελλειψοειδές σχήμα, το ύψος τους δε φτάνει μέχρι το όριο πλημμύρας. Μεταξύ των ετών 2002 και 2004 παρατηρήθηκαν μικρές αλλαγές στις κατόψεις των φραγμών και της όχθης. Το κεντρικό τμήμα της δεξιάς όχθης μετακινήθηκε κατά τουλάχιστον 0,5m προς τα ανατολικά, λόγω διάβρωσης των υλικών της πεδιάδας πλημμύρας. Ο τελευταίος προς τα κάτω ακραίος φραγμός διατήρησε τις κατά μήκος διαστάσεις του, το πλάτος του όμως μειώθηκε κατά 2m, λόγω διάβρωσης της προς την ενεργή κοίτη πλευράς του. Οι ενδιάμεσοι φραγμοί υπέστησαν μικρές μόνο αλλαγές στο σχήμα και στις διαστάσεις τους, κυρίως στα κατάντη τμήματά τους, εφ' όσον οι περισσότεροι από αυτούς προστατεύονται από την πυκνή φυτοκάλυψη. Στον αριστερό κλάδο του ρεύματος δυο μικροί νερόλακκοι που υπήρχαν το έτος 2002, σχεδόν εξαφανίστηκαν το έτος 2004, λόγω κάλυψής τους από υλικά της κοίτης. Στο σταθμό Σ2, διαπιστώνεται γενικά μια ελαφρά τάση μετατόπισης της κοίτης του ρεύματος προς τη δεξιά όχθη, που οφείλεται στην τάση παραγωγής κυμάτωσης (μαιανδρισμός) του ποταμού και στην ύπαρξη πιο χαλαρών υλικών (άμμοι, πηλοί) στην κοιλάδα του δεξιού τμήματος της όχθης σε σχέση με την αριστερή, που συγκροτείται κυρίως από συνεκτικά κροκαλοπαγή.



Σχήμα 8.13: Αποτύπωση της κάτοψης του σταθμού δειγματοληψίας Σ2, κατά τα έτη 2002 (επάνω) και 2004 (κάτω).

Μεταβολές του σταθμού δειγματοληψίας Σ3: Ο σταθμός Σ3 βρίσκεται στην επιγενετική κοιλάδα της Αμφίκλειας και αποτελεί τμήμα του εγκιβωτισμένου μαιάνδρου. Περιλαμβάνει δυο ακραίους φραγμούς και δυο νερόλακκους απέναντι από αυτούς. Μεταξύ των ετών 2002 και 2003 δεν παρατηρήθηκαν ουσιώδεις μεταβολές στην κάτοψη του χαρτογραφημένου ποτάμιου τμήματος. Το έτος 2004 παρατηρήθηκε ότι ο φραγμός Φι περιορίστηκε σε πλάτος κατά 2m, ενώ ο απέναντι από αυτόν νερόλακκος ελάπτωσε το πλάτος του. Η διάβρωση του φραγμού Φ1 οφείλεται στην εν μέρει πλήρωση του νερόλακκου, που οδηγεί στη ρήχευσή του και στη μετατόπιση της ροής προς το φραγμό. Στο ανάντη τμήμα του φραγμού Φ2 αποτέθηκε ακόμη περισσότερο λεπτομερές υλικό, με αποτέλεσμα την αύξηση κατά μήκος του φραγμού αυτού προς την κατεύθυνση αυτή. Η απόθεση του λεπτόκοκκου υλικού, ειδικά σε μια περιοχή όπου επικρατούν πολύ χονδρόκοκκα υλικά και ιδιαίτερα στο ανάντη τμήμα του φραγμού είναι ασυνήθης. Εν τούτοις αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι, ο φραγμός αυτός βρίσκεται τοπογραφικά αρκετά ψηλότερα από τον πυθμένα του νερόλακκου (2,30m) και συνεπώς μόνο σε υψηλές ροές μπορεί και αποτίθεται λεπτομερές υλικό, ως συνέπεια πλημμυρικών συμβάντων. Οι όχθες του ρεύματος δεν υπέστησαν καμία ουσιαστική μεταβολή στη διάρκεια των ετών αυτών, εκτός από μικρές μεταβολές που προέκυψαν από τη μετακίνηση μεγάλων ασβεστολιθικών ογκόλιθων από τις όχθες, στην υγρή κοίτη. Οι ογκόλιθοι αυτοί προέρχονται από αποκόλληση από τα ασβεστολιθικά πρανή της χαράδρας. Οι μεταβολές, που πραγματοποιήθηκαν στο σταθμό Σ3, απεικονίζονται στο σχήμα 8.14.



Σχήμα 8.14: Αποτύπωση της κάτοψης του σταθμού δειγματοληψίας Σ3, κατά τα έτη 2002 (επάνω), 2003 (μέσον) και 2004 (κάτω).

Μεταβολές του σταθμού δειγματοληψίας Σ4: Ο σταθμός Σ4 βρίσκεται στην έξοδο της επιγενετικής κοιλάδας της Αμφίκλειας και περιλαμβάνει τέσσερις φραγμούς, απέναντι από τους οποίους εμφανίζονται νερόλακκοι (σχ. 8.15).

Ο φραγμός Φ1 υπέστη μικρές μόνο μεταβολές στο κατάντη τμήμα του, στη διάρκεια των ετών 2002-2004. Το ανάντη τμήμα του υπέστη σταδιακά διάβρωση, με αποτέλεσμα να μειωθεί συνολικά το μήκος του περίπου κατά 11m.

Ο φραγμός Φ2 αποτελούσε το έτος 2002 επιμήκη ενδιάμεσο φραγμό διαστάσεων 20m x 4m. Το επόμενο έτος (2003) ο φραγμός αυτός δέχτηκε υλικά μεταφοράς, με αποτέλεσμα να μετατραπεί σε ακραίο φραγμό, αυξάνοντας τις διαστάσεις του σε 32m x 9m. Το έτος 2004 οι διαστάσεις του ακραίου πλέον φραγμού Φ2, μειώθηκαν σε 27m x 7m.

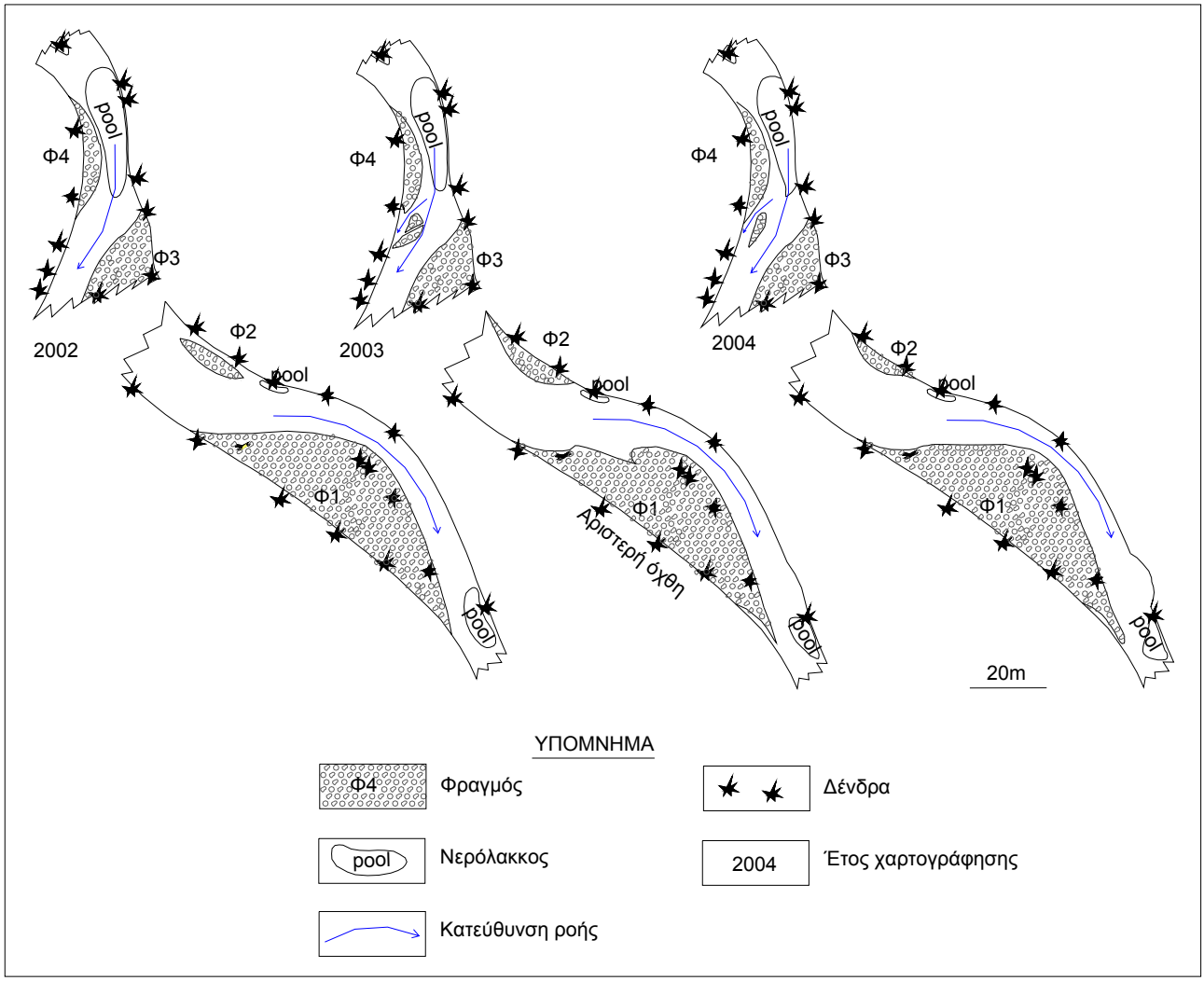
Οι μεταβολές, που υπέστησαν οι φραγμοί Φ1 και Φ2, οφείλονται στην τάση μετακίνησης του ρεύματος προς την αριστερή όχθη για δημιουργία καλύτερης κυμάτωσης. Η αλλαγή αυτή της πορείας του ρεύματος στη θέση αυτή προκάλεσε μικρή μεταβολή στο κατάντη τμήμα του φραγμού Φ1 και διάβρωση των χαλαρών υλικών της δεξιάς όχθης ανάντη του νερόλακκου, κατά 2,5m περίπου (εικ. 7.10, § 7.5.4). Επί πλέον προκλήθηκαν και μεταβολές στο σχήμα και τις διαστάσεις του νερόλακκου, ο οποίος έγινε σταδιακά μικρότερος σε μέγεθος και μετακινήθηκε προς τα κάτω.

Ο φραγμός Φ3 δεν υπέστη αξιοσημείωτες αλλαγές στη διάρκεια των ετών, που πραγματοποιήθηκε η χαρτογράφηση καθ' ότι το μεγαλύτερο τμήμα του είναι τοπογραφικά υπερυψωμένο και καλυμμένο με βλάστηση, ενώ το ανάντη τμήμα του, που είναι εκτεθειμένο στη ροή, δεν υπέστη επίσης αλλαγές, εξ αιτίας του γεγονότος ότι το ρεύμα κινείται προς το κοίλο μέρος του μαιάνδρου, παρά υπεράνω του φραγμού. Εν τούτοις η κίνηση προς την κατεύθυνση αυτή δε διαβρώνει τα πρανή της αριστερής όχθης, δηλαδή το κοίλο μέρος του μαιάνδρου, επειδή στη θέση αυτή είναι στο μεγαλύτερο τμήμα της ασβεστολιθικής σύστασης. Αποτέλεσμα του γεγονότος αυτού είναι η ανάπτυξη ισχυρών ροών στο τμήμα του ρεύματος απέναντι από το φραγμό Φ3, ικανών να μετακινήσουν μεγάλους ογκόλιθους και να καταστρέψουν προηγούμενες μικρές υδατοπτώσεις.

Το κατάντη τμήμα του φραγμού Φ4 υπέστη το έτος 2003 μερική καταστροφή. Η μεταφορά των υλικών της καταστροφής προς τα κάτω είχε ως συνέπεια να σχηματίζονται εμπόδια ροής, με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν ακόμη χαμηλότερα, μικροί διαγώνιοι ενδιάμεσοι φραγμοί, οι οποίοι το επόμενο έτος (2004) συνενώθηκαν δημιουργώντας ένα μόνο ενδιάμεσο φραγμό. Συγχρόνως το έτος αυτό (2004) το κατάντη τμήμα του φραγμού Φ4 αποκαταστάθηκε ξανά. Οι μεταβολές που συνέβησαν στο τμήμα της κοίτης κατάντη του φραγμού Φ4, φαίνονται στην εικόνα 8.2. Στο σχήμα 8.15, απεικονίζεται το σύνολο των μεταβολών του σταθμού Σ4, κατά τη διάρκεια των ετών 2002-2004.



Εικόνα 8.2: Ο φραγμός Φ4 φωτογραφημένος τα έτη 2002 (αριστερά) και 2003 (δεξιά). Διακρίνονται οι μικροί διαγώνιοι φραγμοί που σχηματίστηκαν στο κατάντη τμήμα του φραγμού το έτος 2003.

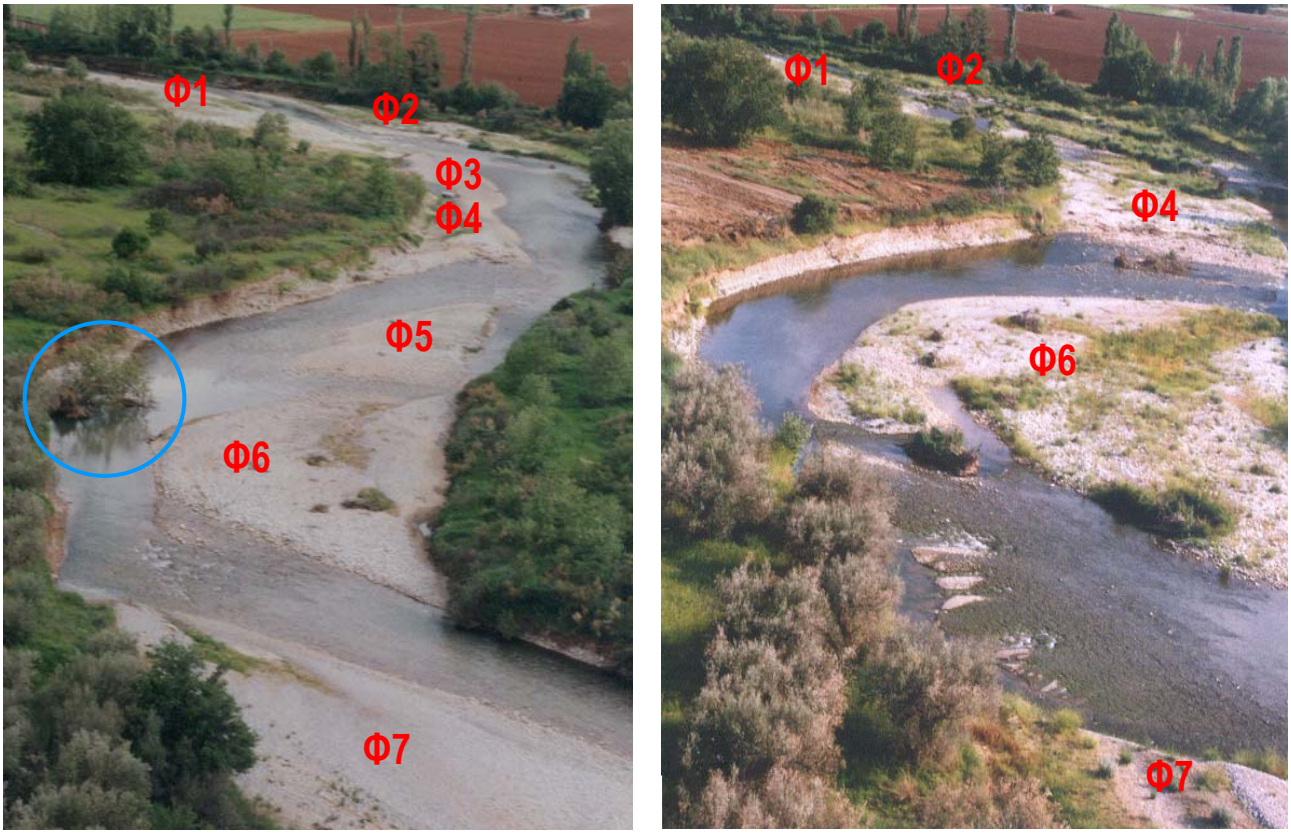


Σχήμα 8.15: Αποτύπωση της κάτοψης του σταθμού δειγματοληψίας Σ4, κατά τα έτη 2002 (αριστερά), 2003 (μέσον) και 2004 (δεξιά).

Μεταβολές του σταθμού δειγματοληψίας Σ5: Ο σταθμός Σ5 είναι ο μεγαλύτερος σε μήκος σταθμός και έχει υποστεί σημαντικές αλλαγές στην κοίτη και τις όχθες του, που φαίνονται στην εικόνα 8.3 και αποτυπώνονται στους χάρτες του σχήματος 8.16.

Ο φραγμός Φ7, που βρίσκεται στο ανάντη τμήμα του σταθμού, υπέστη το έτος 2003 μερική καταστροφή του ανάντη τμήματός του, με αποτέλεσμα να συρρικνωθεί κατά 3m το έτος 2003 και άλλα 2m το έτος 2004. Η σχετική μετατόπιση του ρεύματος προς τη δεξιά όχθη, στο ανάντη τμήμα του φραγμού, είχε σαν αποτέλεσμα και τη μετατόπιση του ρεύματος προς το κοίλο τμήμα του μαιάνδρου απέναντι από το φραγμό αυτό και τη διάβρωση της όχθης κατά 2m στο διάστημα 2002-2004. Το κατάντη τμήμα του φραγμού οπισθοχώρησε κατά 4m περίπου, λόγω αύξησης του πλάτους της ενεργού κοίτης.

Ο φραγμός Φ6 μετέβαλλε το σχήμα του το έτος 2003, χάνοντας ένα μεγάλο τμήμα του ανάντη τμήματός του πλάτους περίπου 5m και μήκους όση και η ανάντη πλευρά του, ενώ το κατάντη τμήμα του μετατοπίστηκε προς τα κάτω.



Εικόνα 8.3: Ο σταθμός Σ5, φωτογραφημένος από ψηλά, τα έτη 2002 (αριστερά) και 2004 (δεξιά), στον οποίο διακρίνονται οι αλλαγές που έχουν συμβεί στην κοίτη του ρεύματος. Ο γαλάζιος κύκλος στη δεξιά όχθη περικλείει πεσμένο πλάτανο.

Το έτος 2004 δεν συνέβησαν αλλαγές στο ανάντη τμήμα του φραγμού, ενώ το κατάντη τμήμα του μετατοπίστηκε προς τα κάτω και η εσωτερική του πλευρά αυξήθηκε μετατοπιζόμενη σημαντικά προς την δεξιά όχθη. Το κοίλο τμήμα του μαιάνδρου, απέναντι από το φραγμό Φ6 και στο κατάντη τμήμα του φραγμού Φ7, διαβρώθηκε κατά το χρονικό διάστημα 2002-2004, 3m συνολικά, με αποτέλεσμα να μετακινείται διαρκώς η δεξιά όχθη στη θέση αυτή σε βάρος των γειτονικών αγροκτημάτων. Η καταστροφή της όχθης στη θέση αυτή

συντελείται από παλαιότερα, όπως μαρτυρεί ο πλάτανος που βρέθηκε μέσα στην κοίτη του ρεύματος το έτος 2002 (εικ. 8.3). Αποτέλεσμα των αλλαγών αυτών της όχθης και της κοίτης είναι και η μετατόπιση των νερόλακκων που βρίσκονται δίπλα σε αυτή. Το έτος 2004 εμφανίστηκαν στο ρεύμα μεταξύ των φραγμών Φ7 και Φ6, μικροί διαγώνιοι ενδιάμεσοι φραγμοί από υλικά που μεταφέρθηκαν από ανάντη θέσεις του ρεύματος, ενώ οι νερόλακκοι αφού συνενώθηκαν σε ένα, το έτος 2003 κατόπιν συρρικνώθηκαν το έτος 2004.

Ο φραγμός Φ5 εξαφανίστηκε εντελώς το έτος 2003 και τα υλικά του μεταφέρθηκαν στη θέση μεταξύ των φραγμών Φ3 και Φ2, σχηματίζοντας πολλούς διαγώνιους επιμήκεις ενδιάμεσους φραγμούς. Στη θέση του εμφανίστηκε το επόμενο έτος ένας μικρός ενδιάμεσος φραγμός, που οφείλει τη δημιουργία του σε δέντρο που μεταφέρθηκε στη θέση αυτή και λειτούργησε ως εμπόδιο ροής.

Ο φραγμός Φ4 μετέβαλλε το σχήμα του το έτος 2003, αυξάνοντας τα εύρη της ανάντη και κατάντη πλευράς του προς το ρεύμα και διατηρώντας σταθερό το μέγιστο πλάτος και μήκος του. Το έτος 2004, αυξήθηκε σημαντικά σε έκταση, προς όλες τις πλευρές του, που βρίσκονται προς την ενεργή κοίτη.

Το κοίλο τμήμα του μαιάνδρου απέναντι από τους φραγμούς Φ5 και Φ4 μετατοπίστηκε, στη διάρκεια των ετών 2002-2004, περίπου 2m προς τα αριστερά.

Στη θέση του φραγμού Φ3 αποτέθηκαν, το έτος 2003, υλικά, όπως προαναφέρθηκε, προερχόμενα από την ολοκληρωτική καταστροφή του φραγμού Φ5, μέρος των οποίων το επόμενο έτος μεταφέρθηκαν ακόμη παρακάτω.

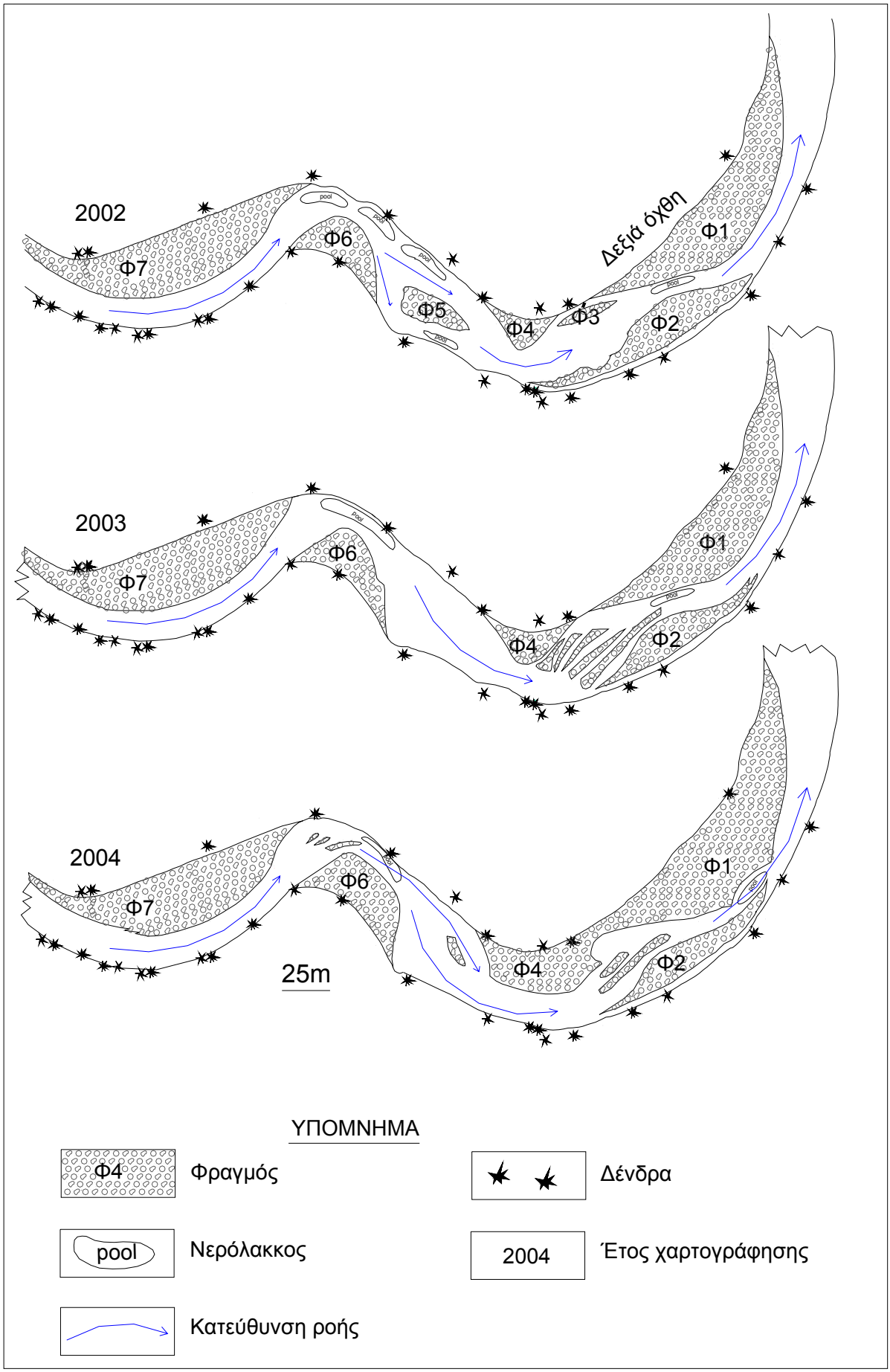
Ο φραγμός Φ2 έχασε το έτος 2003 το ανάντη αμμούχο τμήμα του, ενώ η εσωτερική του πλευρά συρρικνώθηκε σχετικά και έλαβε περισσότερο ελλειψοειδές σχήμα. Το 2004 ο φραγμός αυτός έλαβε περισσότερο επίμηκες σχήμα και έγινε ακόμη πιο λεπτός.

Ο φραγμός Φ1 δεν υπέστη αλλαγές το έτος 2003, ενώ το 2004 αυξήθηκε σε πλάτος και σε μήκος. Το σημείο του μέγιστου πλάτους του μετακινήθηκε προς τα κάτω, πλησιάζοντας το κατάντη άκρο του φραγμού Φ2, ενώ ο νερόλακκος που βρισκόταν μεταξύ των δυο αυτών φραγμών μετακινήθηκε επίσης προς τα κάτω.

Το έτος 2003, μετά τη μεταφορά των υλικών του φραγμού Φ5 στη θέση μεταξύ των φραγμών Φ1, Φ2 και Φ4 και μετά την απομάκρυνση των λεπτόκοκκων υλικών του ανάντη τμήματος του φραγμού Φ2, επαναδραστηριοποιήθηκε ο απονεκρωμένος ποτάμιος κλάδος πίσω από τον πλευρικό φραγμό Φ2, που αποτελεί πιθανώς ακραίο φραγμό παλαιού μαιάνδρου.

Μεταβολές του σταθμού δειγματοληψίας Σ6: Ο σταθμός Σ6 περιλαμβάνει δυο πλευρικούς φραγμούς και αρκετούς νερόλακκους μέσα στην ενεργή κοίτη του (σχ. 8.17).

Ο φραγμός Φ2 υπέστη, κατά τα έτη 2003 και 2004, μεταβολές μόνο στο κατάντη τμήμα του. Συγκεκριμένα το έτος 2003 διαβρώθηκε και απομακρύνθηκε το λεπτόκοκκο υλικό, που υπήρχε στο κατάντη τμήμα του φραγμού αυτού και κάλυπτε μικρή επιφάνεια, με ελλειψοειδές το σχήμα της πλευράς, που βρίσκεται στην ενεργή κοίτη. Συγχρόνως το σχήμα του νερόλακκου που βρίσκεται ακριβώς απέναντι από το φραγμό Φ2 μετατράπηκε από ελλειψοειδές σε απιοειδές και η έκταση του αυξάνεται στο κάτω μέρος του και πιθανώς αυτή

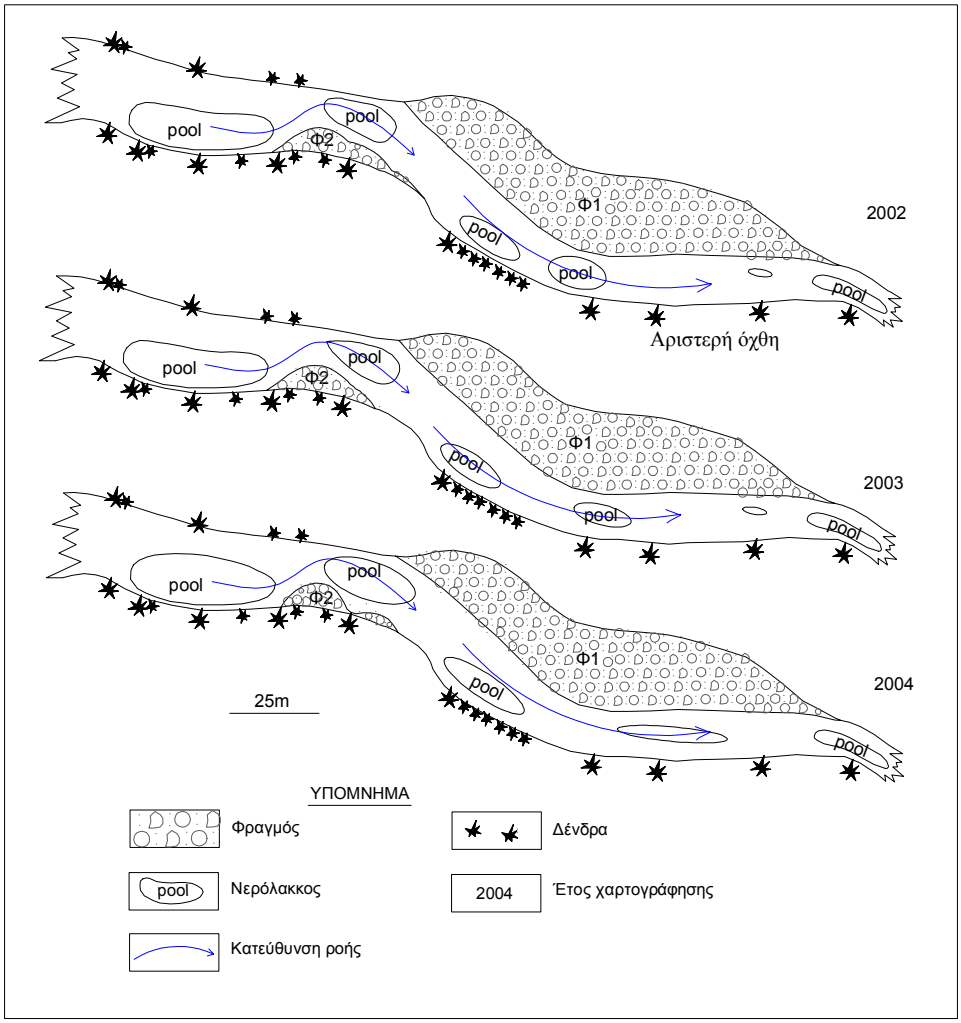


Σχήμα 8.16: Αποτύπωση της κάτοψης του σταθμού δειγματοληψίας Σ5, κατά τα έτη 2002 (επάνω), 2003 (μέσον) και 2004 (κάτω).

είναι η αιτία των μεταβολών που συνέβησαν στο φραγμό. Το επόμενο έτος ο ίδιος νερόλακκος μετέβαλε πάλι το σχήμα του σε έλλειψη και παρατηρήθηκε εν νέου απόθεση λεπτού υλικού κατάντη του φραγμού. Ο ίδιος φραγμός Φ2 συρρικνώθηκε εξ αιτίας της μετατόπισης προς τα πίσω (ανάντη) του κατώτερου άκρου του.

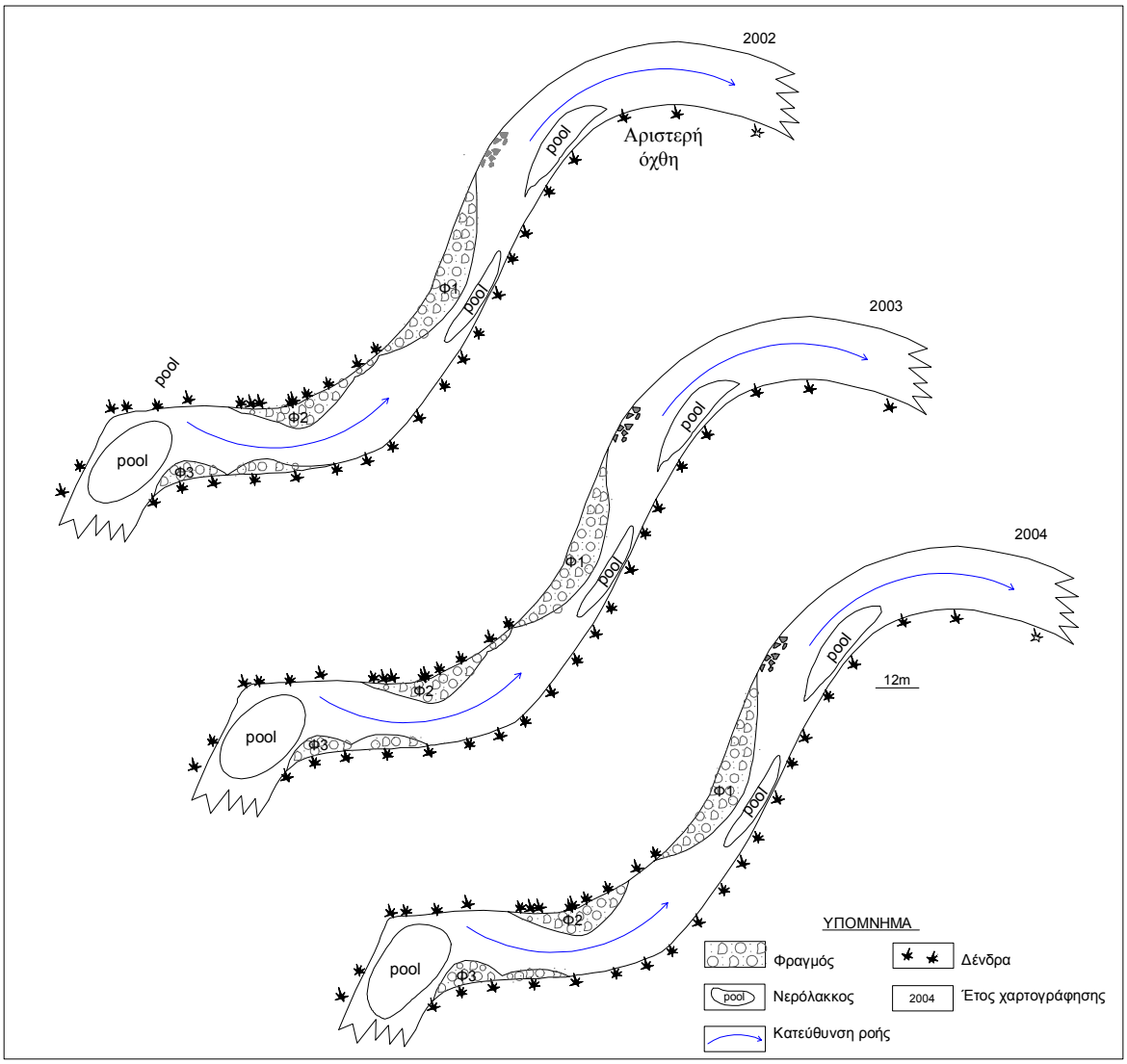
Ο φραγμός Φ1 το έτος 2003 δε δέχτηκε νερό από το ποτάμιο ρεύμα και παρέμεινε αμετάβλητος. Αντιθέτως το επόμενο έτος (2004) δέχτηκε τη ποτάμια ροή, αλλά και πάλι δεν παρατηρήθηκαν αλλαγές στα όρια του φραγμού, επειδή είναι αρκετά υπερυψωμένος σε σχέση με την ενεργή ροή και το κατάντη τμήμα του έχει ήδη απονεκρωθεί και καλλιεργείται ευκαιριακά.

Το τμήμα της κοίτης που εφάπτεται στο φραγμό Φ1 ή τουλάχιστον το κατάντη τμήμα της, υφίσταται εκβάθυνση, με αποτέλεσμα να καταστρέφονται οι νερόλακκοι που βρίσκονται σε αυτό και να σχηματίζονται διαρκώς νέοι. Η κυματοειδής κίνηση, που πραγματοποιεί η ροή στη θέση αυτή διαβρώνει την αριστερή όχθη υποσκάπτοντάς την, με αποτέλεσμα την κατάρρευση των τοιχωμάτων, τα οποία λόγω του τρόπου αυτού της διάβρωσης δεν προστατεύονται καν από τις δενδροστοιχίες των αγροκτημάτων. Το έτος 2003 παρατηρήθηκε μετατόπιση της αριστερής όχθης, μέχρι 1,5m σε ορισμένες θέσεις, ενώ το 2004 παρατηρήθηκε μόνο εκσκαφή στη βάση της όχθης αυτής, επίσης σε ορισμένες θέσεις της.



Σχήμα 8.17: Αποτύπωση της κάτοψης του σταθμού δειγματοληψίας Σ6, κατά τα έτη 2002 (επάνω), 2003 (μέσον) και 2004 (κάτω).

Μεταβολές του σταθμού δειγματοληψίας Σ7: Ο σταθμός Σ7 περιλαμβάνει τρεις φραγμούς και ένα σημαντικού μεγέθους νερόλακκο στο ανάντη τμήμα του (σχ. 8.18). Τα έτη 2003 και 2004 παρατηρήθηκε μεταβολή στο σχήμα του προαναφερθέντος νερόλακκου που βρίσκεται ανάντη του σταθμού, ο οποίος έχει μεγάλο βάθος και συγκεντρώνει αργιλικό υλικό στον πυθμένα του. Η δεξιά όχθη απέναντι από το νερόλακκο, μετατοπίστηκε 0,8m το έτος 2003 και 1m επί πλέον το έτος 2004, εφ' όσον είναι το σημείο καμπής της υδάτινης ροής (κοίλο μαιανδρικό τμήμα). Οι φραγμοί του σταθμού αυτού δεν υπέστησαν αξιοσημείωτες μεταβολές, εκτός από την απομάκρυνση του λεπτόκοκκου υλικού που βρισκόταν μεταξύ των φραγμών Φ1 και Φ2, που συνέβη το έτος 2004.



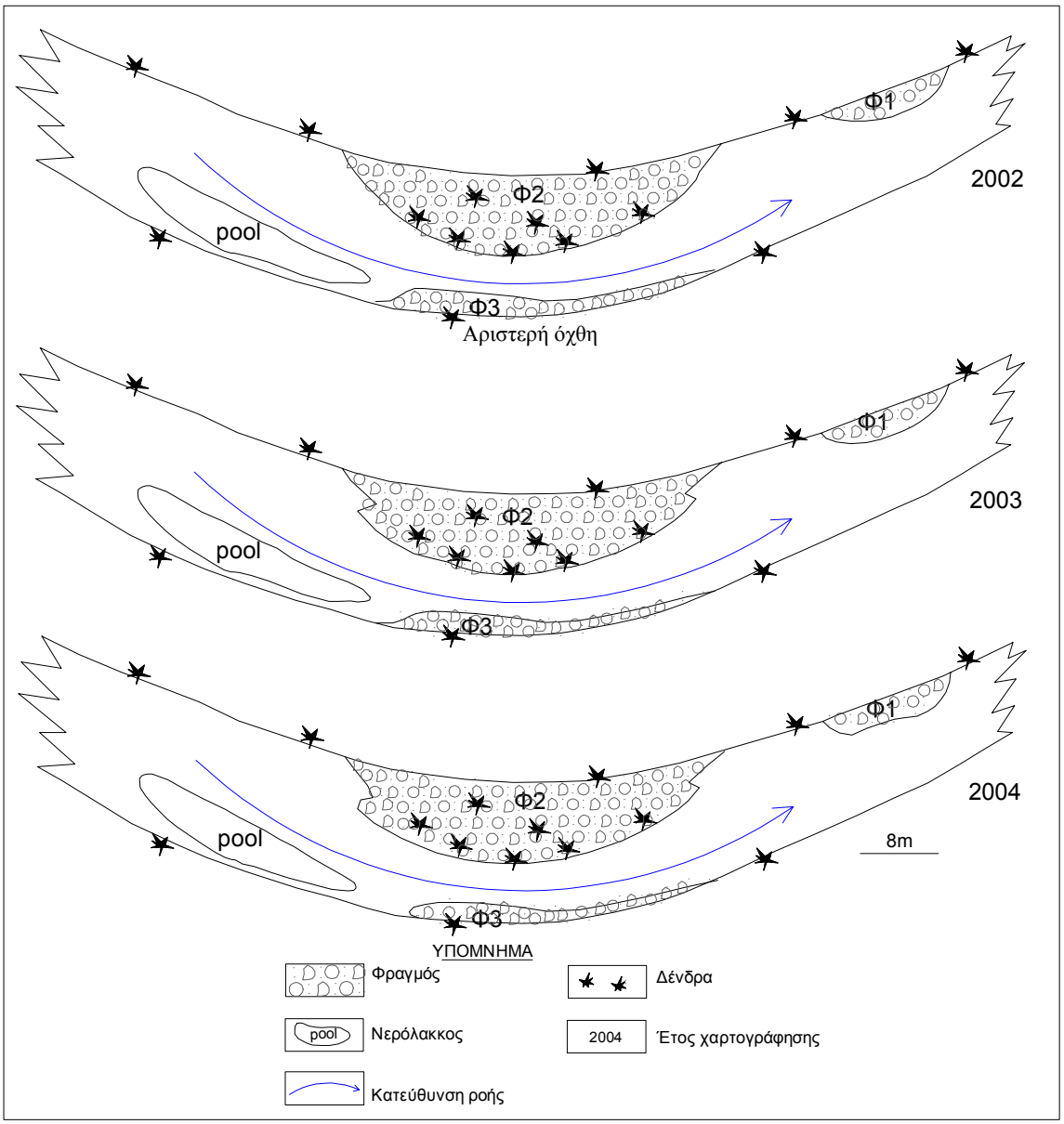
Σχήμα 8.18: Αποτύπωση της κάτοψης του σταθμού δειγματοληψίας Σ7, κατά τα έτη 2002 (επάνω), 2003 (μέσον) και 2004 (κάτω).

Μεταβολές του σταθμού δειγματοληψίας Σ9: Ο σταθμός Σ9, περιλαμβάνει τρεις φραγμούς και ένα νερόλακκο στο ανάντη τμήμα του (σχ. 8.19).

Ο φραγμός Φ1 αυξήθηκε σε έκταση το έτος 2003, ενώ το έτος 2004 διατηρήθηκε σταθερό το μήκος του και μειώθηκε σχετικά το μέγιστο πλάτος του.

Ο φραγμός Φ2 υπέστη διάβρωση στο ανάντη και κατάντη τμήμα του το έτος 2003, ενώ το έτος 2004 η διάβρωση αυτή προκάλεσε μικρή ακόμη καταστροφή του φραγμού στα σημεία αυτά.

Στις όχθες του σταθμού δεν παρατηρήθηκαν μεταβολές. Η παρατηρούμενη τάση εκσκαφής στη βάση της αριστερής όχθης στο ύψος του νερόλακκου, δεν εκδηλώνεται στην πράξη, εξ αιτίας της προστασίας της όχθης στο σημείο αυτό με προστατευτικά συρματοκιβώτια.

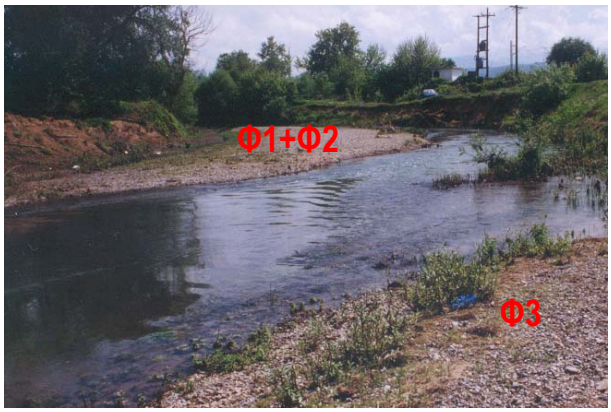


Σχήμα 8.19: Αποτύπωση της κάτοψης του σταθμού δειγματοληψίας Σ9, κατά τα έτη 2002 (επάνω), 2003 (μέσον) και 2004 (κάτω).

Μεταβολές του σταθμού δειγματοληψίας Σ10: Ο σταθμός Σ10, περιλαμβάνει τρεις φραγμούς και δυο νερόλακκους και έχει υποστεί σημαντικές αλλαγές τόσο στην ενεργή κοίτη, όσο και στις όχθες του. Στην εικόνα 8.4, φαίνονται οι μεταβολές που έχουν υποστεί οι φραγμοί του σταθμού και στο σχήμα 8.20, απεικονίζεται η τοπογραφική αποτύπωση του σταθμού για τα έτη 2002-2004.







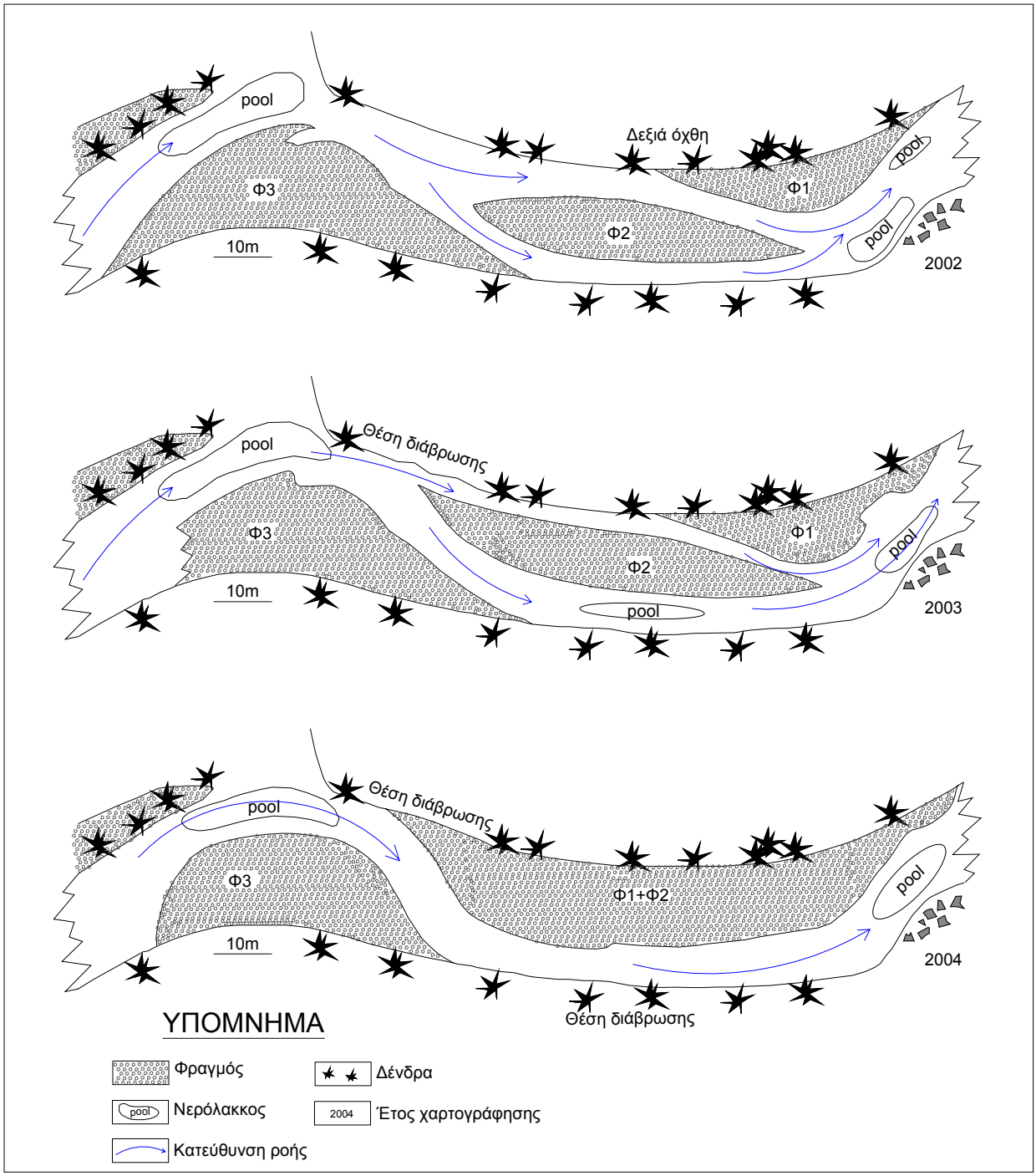
Εικόνα 8.4: Επάνω αριστερά: Ο ακραίος φραγμός Φ1 και ο ενδιάμεσος φραγμός Φ2 του σταθμού Σ10, φωτογραφημένοι το έτος 2002. Διακρίνονται οι όχθες του ποταμού. Επάνω δεξιά: Οι ίδιοι φραγμοί το έτος 2003. Διακρίνεται η ροή του ρεύματος δεξιά και αριστερά του φραγμού Φ2, ο οποίος έχει πλησιάσει το φραγμό Φ1. Κάτω: Ο φραγμός Φ2, έχει μετατοπιστεί στο δεξιό τμήμα της κοίτης και έχει ενωθεί με το φραγμό Φ1.Διακρίνεται ο φραγμός Φ3.

Το έτος 2003 ο φραγμός Φ1 διατήρησε το μήκος του, ενώ το πλάτος του αυξήθηκε προς την πλευρά της ενεργής κοίτης και το σχήμα του μεταβλήθηκε. Ο φραγμός Φ2, που ήταν ένας επιμήκης ενδιάμεσος φραγμός κοντά στην αριστερή όχθη, μετατοπίστηκε εμφανώς προς την δεξιά όχθη και αυξήθηκε σε μέγεθος, αφήνοντας το μέγιστο μέρος του όγκου της ροής να διέρχεται πλέον από την πλευρά της αριστερής όχθης. Ο ακραίος φραγμός Φ3 καταστράφηκε στο ανάντη τμήμα του, το ακραίο σημείο του οποίου μετατοπίστηκε κατά 18m προς τα κάτω.

Το έτος 2004 ο φραγμός Φ2 μετακινήθηκε ακόμη δεξιότερα, με αποτέλεσμα να ενωθεί με το φραγμό Φ1 και να αποτελούν πλέον ένα ενιαίο ακραίο φραγμό, που εφάπτεται στην δεξιά όχθη. Ο φραγμός Φ3 απέκτησε ημισεληνοειδές σχήμα, αυξήθηκε κατά μήκος 4m στην ανάντη πλευρά του και μειώθηκε κατά 22m στο κατάντη τμήμα του. Η σταδιακή αυτή μετατόπιση του φραγμού Φ2 προς τη δεξιά όχθη δείχνει την τάση μετατόπισης της ενεργής κοίτης προς τα αριστερά και την τάση να μετασχηματιστεί σε μαίανδρο, το τμήμα αυτό του ποταμού.

Το τμήμα της δεξιάς όχθης, απέναντι από το φραγμό Φ3, διαβρώθηκε και μετακινήθηκε προς τα δεξιά κατά 0,8m το έτος 2003 και κατά 2,5m το έτος 2004, ως φυσική συνέπεια της αύξησης του πλάτους της κυμάτωσης. Το έτος 2004 παρατηρήθηκε διάβρωση του κεντρικού και του κατάντη άκρου της αριστερής όχθης και μετακίνησή της έως και 1m προς τα αριστερά, λόγω της τάσης μαιανδρισμού, όπως προαναφέρθηκε. Το εντελώς κατώτατο σημείο της αριστερής όχθης, δεν υπέστη σε αυτή τη χρονική διάρκεια μεταβολές, εξ αιτίας της προστασίας από ανθρωπογενείς δράσεις (απόθεση ογκόλιθων).

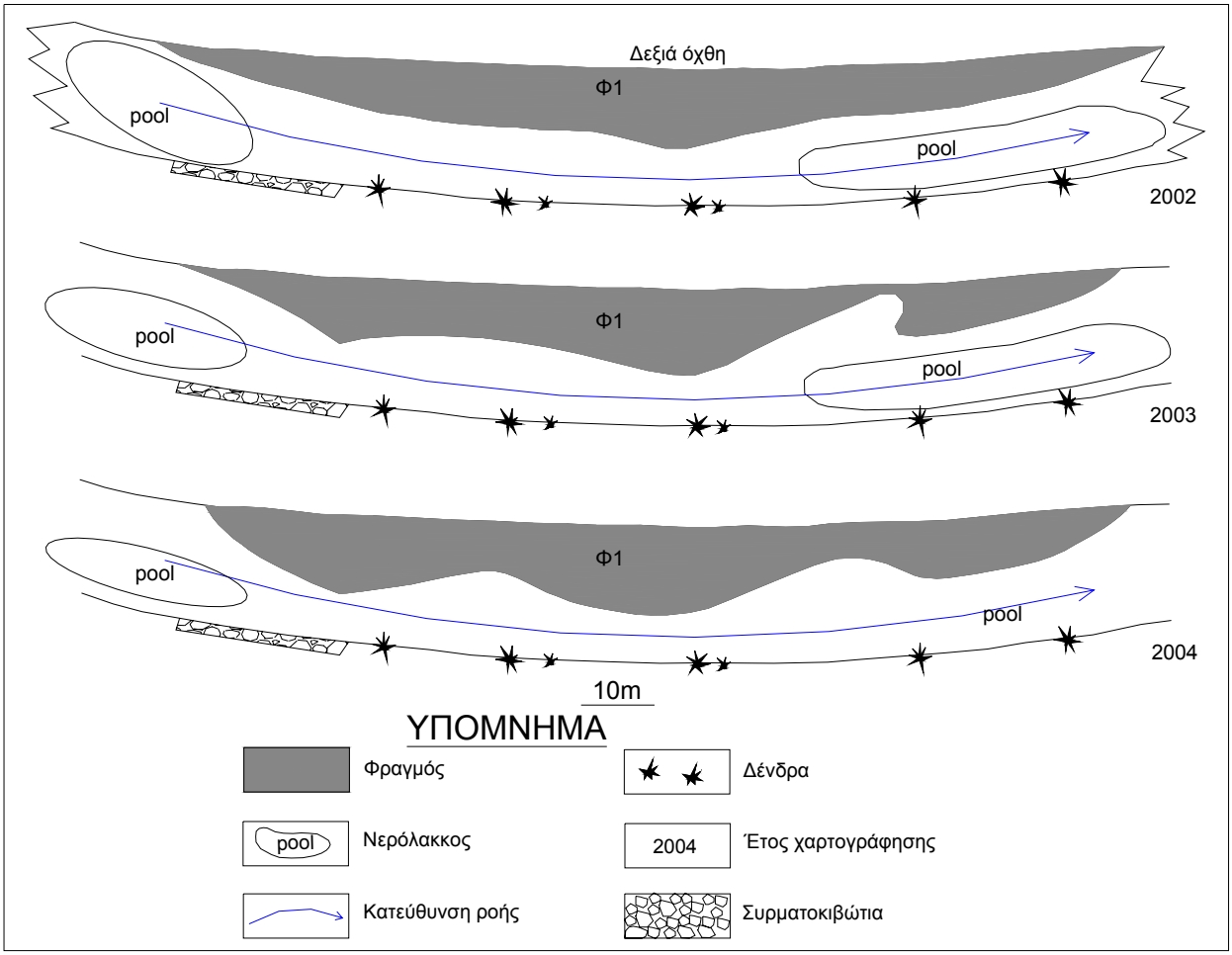
Οι νερόλακκοι απέναντι από τους φραγμούς Φ1 και Φ3 μετακινήθηκαν σταδιακά προς τα κάτω, αλλάζοντας συγχρόνως το μέγεθος και το σχήμα τους.



Σχήμα 8.20: Αποτύπωση της κάτοψης του σταθμού δειγματοληψίας Σ10, κατά τα έτη 2002 (επάνω), 2003 (μέσον) και 2004 (κάτω).

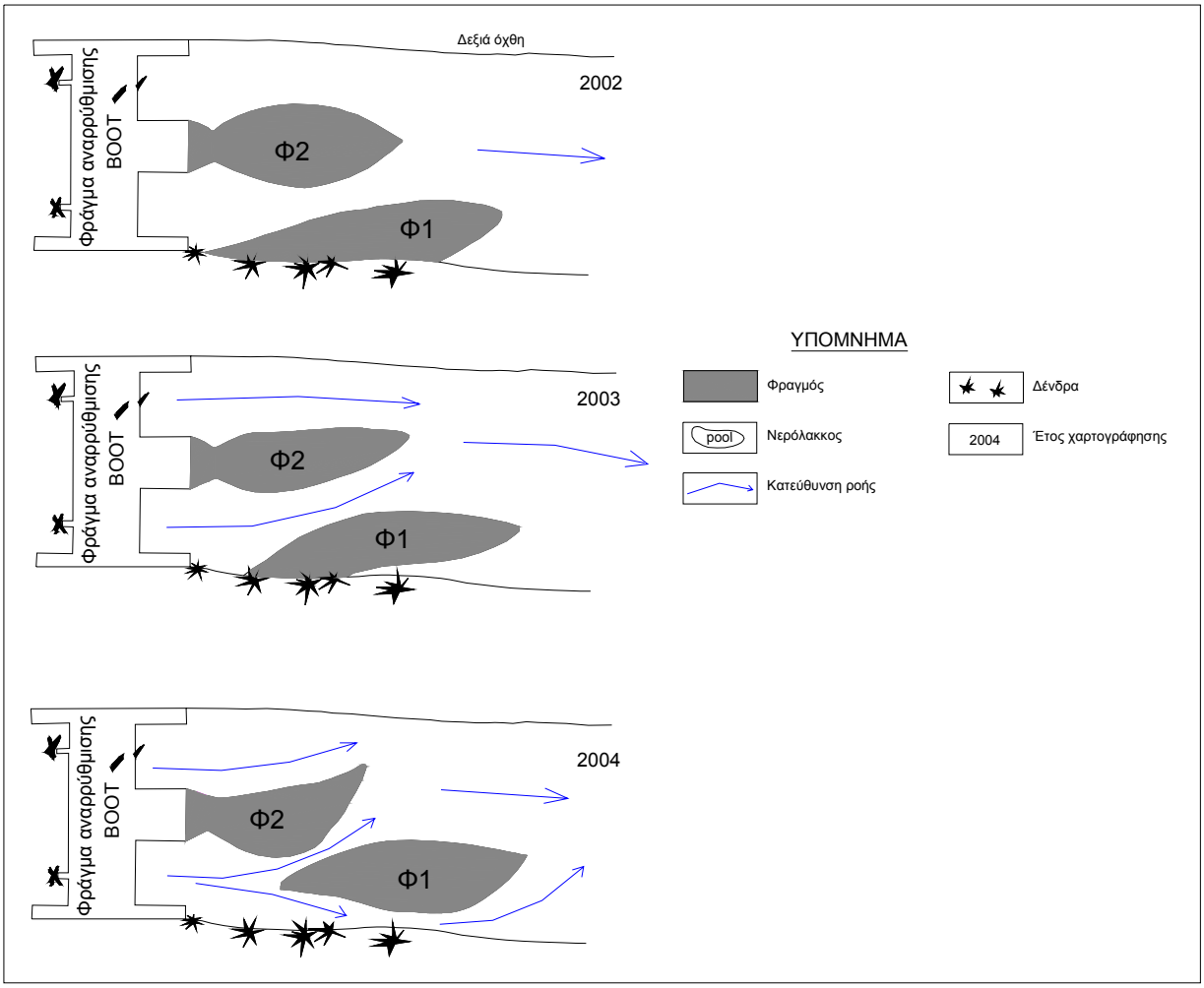
Μεταβολές του σταθμού δειγματοληψίας Σ12: Ο σταθμός Σ12, βρίσκεται στην περιοχή Καράμουσα Χαιρώνειας, αποτελεί ευθύ ποτάμιο τμήμα μετά τη διευθέτηση της κοίτης του ποταμού, που πραγματοποιήθηκε το έτος 1992 και περιλαμβάνει ένα πλευρικό φραγμό, αποτελούμενο από λεπτόκοκκα υλικά, στο δεξιό τμήμα της κοίτης. Κατά τη διάρκεια των ετών 2002-2004, μεταβολές πραγματοποιήθηκαν μόνο στο σχήμα του

φραγμού αυτού και στο σχήμα και τη διεύθυνση του νερόλακκου που βρίσκεται στο ανάντη τμήμα του σταθμού (σχ. 8.21). Το ρεύμα, κινούμενο προς την κατεύθυνση του μεγάλου άξονα του νερόλακκου, προσπαθεί να διαβρώσει το ανάντη τμήμα της αριστερής όχθης, η οποία όμως προστατεύεται από συρματοκιβώτια. Το έτος 2003, εμφανίστηκε και άλλος νερόλακκος στο κατάντη τμήμα του σταθμού, ο οποίος διατηρήθηκε και το επόμενο έτος.



Σχήμα 8.21: Αποτύπωση της κάτοψης του σταθμού δειγματοληψίας Σ12, κατά τα έτη 2002 (επάνω), 2003 (μέσον) και 2004 (κάτω).

Μεταβολές του σταθμού δειγματοληψίας Σ15: Ο σταθμός Σ15 βρίσκεται στην περιοχή Ρωμέϊκου, αμέσως κατάντη του φράγματος αναρρύθμισης ΒΟΟΤ. Δεν καταγράφηκαν μεταβολές στα όρια των όχθων, μεταβλήθηκαν όμως σημαντικά τα όρια των φραγμών Φ1 και Φ2 (σχ. 8.22). Το αρχικό ελλειψοειδές σχήμα του ενδιάμεσου φραγμού κάμφθηκε σταδιακά προς την δεξιά όχθη και ο ακραίος φραγμός μετατράπηκε σταδιακά σε ενδιάμεσο, απομακρυνόμενος από την αριστερή όχθη προς την ενεργή κοίτη. Οι μεταβολές αυτές οφείλονται στο γεγονός ότι, στη διάρκεια των ετών 2002-2004 ανθρωπογενείς παρεμβάσεις που συνέβησαν στην κοίτη ανάντη του φράγματος, είχαν σαν αποτέλεσμα να αυξηθεί η παροχή του νερού της αριστερής θυρίδας του φράγματος.



Σχήμα 8.22: Αποτύπωση της κάτοψης του σταθμού δειγματοληψίας Σ15, κατά τα έτη 2002 (επάνω), 2003 (μέσον) και 2004 (κάτω).

8.3. Συμπεράσματα.

Η αποτύπωση της κοίτης του ποταμού με τη χρήση τοπογραφικών χαρτών και αεροφωτογραφιών, για τα έτη 1945-1996, οδήγησε στα παρακάτω συμπεράσματα:

Στην περιοχή μεταξύ της γέφυρας του Σιδηροδρομικού Σταθμού Λιλαίας και του οικισμού Άνω Καλύβια Αμφίκλειας το ποτάμιο ρεύμα μετατοπίστηκε με ταχύτητες, που κυμαίνονται μεταξύ 0,14m/έτος-0,95m/έτος, εμφανίζοντας τάση δημιουργίας μαιανδρώσεων εμβρυακής μορφής στο δυτικό τμήμα. Ο βρόγχος του μαιάνδρου του ανατολικού τμήματος της περιοχής αυτής σχηματίστηκε εξ αιτίας ισχυρού πλημμυρικού συμβάντος, που συνέβη το έτος 1958. Η εξαφάνιση των εκβολών των μικρών ρευμάτων του νότιου τμήματος οφείλεται σε ανθρώπινες παρεμβάσεις.

Στην περιοχή μεταξύ του οικισμού Άνω Καλύβια και του σταθμού δειγματοληψίας Σ2 το ποτάμιο ρεύμα μετατοπίζεται προς τα νοτιοανατολικά με ταχύτητες 0,29m/έτος-0,50m/έτος, εξ αιτίας της μαιανδρικής δράσης και λόγω των συστηματικών εργασιών καθαρισμού των ποδών της γέφυρας. Οι μεταβολές, που έλαβαν χώρα

στη θέση του σταθμού δειγματοληψίας Σ2, με ταχύτητες 0,37m/έτος-0,56m/έτος οφείλονται εκτός από την τάση μαιανδρισμού του ποταμού και στη διαφορά σκληρότητας των πετρωμάτων των όχθων του.

Το τμήμα του ποτάμιου ρεύματος, μεταξύ της γέφυρας Κάμπου στην έξοδο του ρεύματος από την επιγενετική κοιλάδα βόρεια της Αμφίκλειας μέχρι τη γέφυρα Μοδίου της περιοχής του Σ. Σ. Παλαιοθηβών, υπέστη πολλές και έντονες μεταβολές και μετακινήσεις, που έφτασαν μέχρι και 3,24 m/έτος. Οι μεταβολές αυτές οφείλονται κατά κύριο λόγο στη μεγάλη πλημμύρα, που έλαβε χώρα το έτος 1958 και προκάλεσε ανατροπή της ισορροπίας της ποτάμιας διεργασίας της περιοχής αυτής. Οι διαβρώσεις, που προκλήθηκαν στις όχθες και οι αποθέσεις υλικών σε διάφορες θέσεις καθόρισαν εν μέρει και την μετέπειτα εξέλιξη του ρεύματος.

Στην περιοχή μεταξύ της γέφυρας Μοδίου και του οικισμού Αγία Παρασκευή οι μεταβολές, που εμφανίζει το ποτάμιο ρεύμα, είναι ασήμαντες, εκτός από τις θέσεις Κορομηλίτσα Τιθορέας και στο διακλαδισμένο τμήμα του ρεύματος βόρεια της πόλης της Τιθορέας, όπου το πλημμυρικό γεγονός του έτους 1958 δημιούργησε νέους κλάδους, οι οποίοι διαίρεσαν την κύρια ροή είτε προσωρινά (Κορομηλίτσα) είτε μόνιμα (Τιθορέα).

Από την Αγία Παρασκευή μέχρι τη γέφυρα Λευκοχωρίου παρατηρήθηκαν σημαντικές αλλαγές σε ορισμένα μόνο σημεία της κοίτης, που οφείλονται πιθανώς στην πλημμύρα του έτους 1958. Στο υπόλοιπο τμήμα καθώς και στο τμήμα της περιοχής μεταξύ της γέφυρας Λευκοχωρίου και της γέφυρας Κουκούλι καταγράφηκαν μικρές μόνο μεταβολές, που οφείλονται στη φυσική διαδικασία λειτουργίας των μαιανδρικών ποταμών. Η σταθερότητα των ορίων της όχθης οφείλεται επί πλέον και στην υπάρχουσα παράλληλη προς τις όχθες οδοποιία και στην προστασία των όχθων από τους καλλιεργητές.

Από τη θέση της γέφυρας Κουκούλι μέχρι τη συμβολή του κύριου ρεύματος του Βοιωτικού Κηφισού με το ρέμα Μαυρονέρι καταγράφηκαν πολλές μεταβολές στο καθεστώς ροής, που οφείλονται κατά κύριο λόγο σε εγγειοβελτιωτικές παρεμβάσεις.

Από τη συμβολή Μαυρονερίου, μέχρι τη συμβολή του κύριου ρεύματος με την τεχνητή τάφρο της Χαιρώνειας στην περιοχή του οικισμού Ακόντιο, δεν παρατηρήθηκαν μεταβολές στο κυρίως ρεύμα, παρά μόνο τεχνητή αποκοπή ενός μαιάνδρου και εξαφάνιση παλαιών αποκομμένων μαιανδρικών βρόγχων και μετατροπή τους σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις.

Αποκοπές και επαναδραστηριοποιήσεις μαιανδρικών βρόγχων παρατηρούνται τέλος και στο ποτάμιο τμήμα μεταξύ της τεχνητής τάφρου της Χαιρώνειας και του φράγματος αναρρύθμισης ΒΟΟΤ της περιοχής Ρωμέικο. Οι μετατοπίσεις του ρεύματος, όπου αυτές εμφανίζονται είναι μικρές, συνήθως μικρότερες από το σφάλμα ταύτισης των αεροφωτογραφιών. Στην περιοχή αυτή παρατηρήθηκε διεύρυνση της κοίτης του ποταμού κατά τη διάρκεια των ετών 1970-1986, που οφείλεται πιθανώς σε αύξηση της παροχής, είτε λόγω του τρόπου διαχείρισης των υδάτων, είτε λόγω αυξημένων βροχοπτώσεων.

Από το έτος 1992, η κοίτη του ποταμού μεταξύ της θέσης του Σ. Σ. Δαύλειας και του φράγματος αναρρύθμισης ΒΟΟΤ διευθετήθηκε σε ευθύ κανάλι με υπερυψωμένα αναχώματα προστασίας.

Η παρακολούθηση των μεταβολών της κοίτης και των όχθων των επιλεγμένων σταθμών, οι οποίοι χαρτογραφήθηκαν κατά τη διάρκεια των ετών 2002-2004, οδήγησε στα παρακάτω συμπεράσματα:

Στο σταθμό Σ1 (Σιδηροδρομικός Σταθμός Λιλαίας) δε διαπιστώθηκε μετρήσιμη τάση μετατόπισης ολόκληρης της κοίτης, ούτε παρατηρήθηκε μετακίνηση κάποιας όχθης του ποταμού. Οι αλλαγές που διαπιστώθηκαν στη γεωμετρία των φραγμών, οφείλονται σε ανθρωπογενή παρέμβαση.

Στο σταθμό Σ2 (Κορομπίλι Άνω Καλυβιών Τιθορέας) παρατηρήθηκε ελαφρά μετατόπιση της δεξιάς όχθης, που οφείλεται στην παρουσία μαιάνδρου και στη διαφορά σκληρότητας των υλικών μεταξύ των δυο όχθων.

Στο σταθμό Σ3 (Λιθόπυργος Αμφίκλειας), δεν παρατηρήθηκαν αλλαγές στις όχθες, λόγω της σκληρότητας των πετρωμάτων των ασβεστολιθικών πρανών, που περιορίζουν τον ποταμό, ενώ συνέβησαν μικρές σχετικά αλλαγές στα σχήματα των φραγμών, που οφείλονται στο ύψος της ροής και την εκάστοτε δυναμική της ροής.

Στο σταθμό Σ4 (Κάμπος Κάτω Καλυβιών Τιθορέας) παρατηρήθηκε μετατόπιση του ρεύματος προς τη δεξιά όχθη στο κατάντη τμήμα του σταθμού, τάση μετατόπισης του ρεύματος προς την αριστερή όχθη, στη θέση μεταξύ των φραγμών Φ1 και Φ2 και μικρές αλλαγές στη γεωμετρία του κατάντη τμήματος του φραγμού Φ4. Γενικά, οι αλλαγές στο σταθμό Σ4 οφείλονται στην τάση παραγωγής καλύτερου μαιανδρισμού.

Στο σταθμό Σ5 (Βρίλια Κάτω Καλυβιών Τιθορέας) παρατηρείται έντονη διάβρωση των όχθων στα κοίλα τμήματα του μαιάνδρου και μετατόπιση της κοίτης προς τις αντίστοιχες κατευθύνσεις, ενώ οι ακραίοι φραγμοί αυξάνουν τα μέγιστα πλάτη τους προς το εσωτερικό του ρεύματος, με αποτέλεσμα γενικά να αυξάνεται η ακτίνα των μαιανδρώσεων και ο βαθμός ελίκωσης του καναλιού στο σταθμό αυτόν. Η γεωμετρία των φραγμών αλλάζει εντυπωσιακά από έτος σε έτος. Παρατηρήθηκαν καταστροφές τμημάτων αλλά και του συνόλου ορισμένων φραγμών, μετατοπίσεις άλλων και σχηματισμός νέων.

Στο σταθμό Σ6 (Κορομηλίτσα Κάτω Τιθορέας) παρατηρήθηκε κατάρρευση τμημάτων της αριστερής όχθης, λόγω εκσκαφής της βάσης της και μετατόπιση της κοίτης του ρεύματος προς την όχθη αυτή. Στο μαιανδρικό τμήμα απέναντι από τον ακραίο φραγμό Φ1, παρατηρήθηκε κατά θέσεις, εκβάθυνση επίσης του πυθμένα της κοίτης.

Στο σταθμό Σ7 (Μαγούλα Αγίας Παρασκευής) διαβρώνεται η δεξιά όχθη του ανάντη τμήματος του σταθμού και τα όριά της μετατοπίζονται προς την κατεύθυνση αυτή, επειδή η όχθη αυτή είναι το κοίλο μέρος του μαιάνδρου. Οι αλλαγές στο υπόλοιπο τμήμα του σταθμού είναι ασήμαντες.

Στο σταθμό Σ9 (Παραποτάμιοι Ανθοχωρίου) παρατηρείται τάση μετατόπισης της κοίτης προς την αριστερή όχθη, τουλάχιστον στο ανάντη τμήμα του σταθμού, λόγω μαιανδρισμού, όπου είναι εμφανής η εκσκαφή της βάσης της όχθης, που όμως δεν αποκόπτεται, λόγω της τοποθέτησης προστατευτικών συρματοκιβωτίων.

Στο σταθμό Σ10 (Σιδηροδρομικός Σταθμός Δαύλειας) είναι εμφανής η τάση που έχει το ρεύμα να μετατρέψει το σχεδόν ευθύ τμήμα του ποταμού σε μαιανδρικό. Παρατηρήθηκε διάβρωση του ανάντη τμήματος της δεξιάς όχθης και του κατάντη τμήματος της αριστερής όχθης, με σύγχρονη μετατόπιση του ενδιάμεσου φραγμού Φ2 προς τα δεξιά.

Στο σταθμό Σ12 (Καράμουσα Ακοντίου) παρατηρήθηκαν αλλαγές στο σχήμα του πλευρικού φραγμού της δεξιάς όχθης και τάση διάβρωσης του ανάντη τμήματος της αριστερής όχθης, που δεν πραγματοποιείται προσωρινά, λόγω των τοποθετημένων συρματοκιβωτίων προστασίας των πρανών.

Ο σταθμός Σ15 (Φράγμα ΒΟΟΤ Ρωμέϊκου) δεν υπέστη καμιά αλλαγή στις όχθες του. Πραγματοποιήθηκαν μόνο μετατοπίσεις των φραγμών, που οφείλονται στη αύξηση παροχής του νερού από την αριστερή θυρίδα του φράγματος αναρρύθμισης.

9. Ιζηματολογία ολοκαινικών αποθέσεων.

9.1. Υπαίθρια εργασία.

9.1.1. Γενικά.

Η υπαίθρια εργασία στηρίχτηκε στην παρατήρηση, στη συλλογή τεκτονικών, ιζηματολογικών και στρωματογραφικών στοιχείων και στη δειγματοληψία. Σκοπός της δειγματοληψίας ήταν αφ' ενός μεν η εργαστηριακή μελέτη και ανάλυση του συλλεγέντος υλικού και αφ' ετέρου η εξαγωγή συμπερασμάτων, όσον αφορά τις συνθήκες ιζηματογένεσης των περιβαλλόντων και υποπεριβαλλόντων των πεδίων απόθεσης του Βοιωτικού Κηφισού ποταμού. Επί πλέον, επιδιώχτηκε η αναγνώριση των παλαιογεωγραφικών και παλαιοκλιματικών συνθηκών και κατεβλήθη προσπάθεια ερμηνείας της γεωλογικής ιστορίας των περιοχών δειγματοληψίας κατά τη διάρκεια του Ολοκαίνου.

9.1.2. Μεθοδολογία δειγματοληψίας.

Η λήψη υλικού προς ανάλυση πραγματοποιήθηκε με διάτρηση του εδάφους, μέσω δειγματοληπτικών γεωτρήσεων μικρής διαμέτρου. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε το χειροκίνητο γεωτρύπανο του Εργαστηρίου Ιζηματολογίας (εικ.9.1), αφού πρώτα πραγματοποιήθηκαν σ' αυτό ορισμένες απαραίτητες μετατροπές ώστε να ανταποκρίνεται στις ανάγκες της δειγματοληψίας των συγκεκριμένων εδαφών.

Η σφύρα του γεωτρυπάνου είναι κρουστική και λειτουργεί με δίχρονο βενζινοκινητήρα, τύπου COBRA 248, σουηδικής κατασκευής, της εταιρείας Atlas Copco.

Τα στελέχη του γεωτρυπάνου κατασκευάστηκαν από την αρχή με υλικά εμπορίου. Το καθένα από αυτά έχει μήκος 1m και 2m και αποτελείται:

- Από την κεφαλή, η οποία είναι βιδωτή και προσαρμόζεται με κατάλληλο μαστό σε υποδοχή του κάτω άκρου της σφύρας. Η κεφαλή φέρει οπή, μέσω της οποίας διαφεύγει τόσο ο αέρας που εγκλωβίζεται κατά την διάτρηση, όσο και το νερό των στρωμάτων, όταν αυτά είναι υδροφόρα και έτσι η δειγματοληψία εξελίσσεται ανεμπόδιστα, χωρίς τη δημιουργία πιέσεων, που να ενοχλούν την είσοδο του υλικού στο στέλεχος.
- Από το μεταλλικό στέλεχος, εντός του οποίου τοποθετείται πλαστικός σωλήνας, η εξωτερική επιφάνεια του οποίου εφάπτεται στο εσωτερικό τοίχωμα του μεταλλικού στελέχους. Κατά τη διάτρηση το δείγμα εισέρχεται αδιατάρακτο στον πλαστικό σωλήνα.
- Από τον οξύληκτο χαλύβδινο κοπτήρα, εξωτερικής διαμέτρου ίσης με την εξωτερική διάμετρο του μεταλλικού στελέχους και με συστολή του βιδωτού του τμήματος, ώστε να συγκρατείται και να προστατεύεται ο πλαστικός σωλήνας και συγχρόνως να διατηρείται σταθερή η εσωτερική διάμετρος του οπλισμένου στελέχους.

Για τη λήψη δείγματος από τα στρώματα που βρίσκονται βαθύτερα των 2m χρησιμοποιήθηκαν προεκτάσεις των στελεχών, που αποτελούνται από μεταλλικούς σωλήνες με βιδωτά άκρα και προσαρμόζονται απόλυτα στο βιδωτό μέρος των μεταλλικών στελεχών.

Η εσωτερική διάμετρος των πλαστικών σωλήνων είναι 100mm, 75mm, 63mm, 50mm, 45mm και 32mm, ώστε οι γεωτρήσεις να πραγματοποιούνται τηλεσκοπικά προς αποφυγή εγκλωβισμού των στελεχών στο υπέδαφος. Στις περιπτώσεις κινδύνου κατάρρευσης των τοιχωμάτων κατά τη διάρκεια αλλαγής στελεχών και όταν αυτό ήταν εφικτό να πραγματοποιηθεί, τοποθετούνταν πλαστικός περιφραγματικός σωλήνας στην οπή της γεώτρησης, για προστασία των τοιχωμάτων και προς αποφυγή ατυχήματος.

Η εξαγωγή των στελεχών πραγματοποιούνταν με ειδικό μηχανικό εξολκέα τύπου μοχλού. Ο εξολκέας αυτός, καθώς και τα παρελκόμενα εξαρτήματα του γεωτρητικού συγκροτήματος έχουν κατασκευαστεί από την εταιρεία Eijkelkamp.

Μετά την εξαγωγή του κάθε στελέχους πραγματοποιείται εξαγωγή του πλαστικού σωλήνα, ο οποίος προστατεύει τον πυρήνα, σφράγισμα και σηματοδότηση αυτού, ενώ το υλικό που βρίσκεται στο δακτύλιο του κοπτικού συλλέγεται χωριστά.

Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η λήψη, με ξηρή μέθοδο, αδιατάρακτης στήλης δείγματος υλικού προς περιγραφή και ανάλυση. Μερικές φορές και ανάλογα με το πόσο χαλαρό είναι το υλικό του στρώματος τα δείγματα που συλλέγονται από τους δακτυλίους των κοπτικών εργαλείων δεν είναι αδιατάρακτα.



Εικόνα 9.1: Ο κρουστικός δειγματολήπτης κατά την ώρα της λειτουργίας του, στην περιοχή της πεδιάδας πλημμύρας Θουρίου - Προσηλίου

Οι δυσκολίες, που εμφανίζει η μέθοδος αυτή είναι η μικρή ταχύτητα διάτρησης και η δυσκολία εξαγωγής του στελέχους, κυρίως στα επιφανειακά στρώματα λεπτόκοκκου υλικού, όταν αυτά στερούνται υγρασίας, με αποτέλεσμα την μηχανική καταπόνηση των συνδέσμων του δειγματολήπτη. Σημαντικά προβλήματα εμφανίζονται επίσης στις περιπτώσεις, όπου το στέλεχος δε διαπερνά εξ ολοκλήρου κάποιο υδροφόρο στρώμα άμμου, ώστε να εγκλωβίσει το δείγμα μεταξύ δυο στεγανών σχηματισμών, αλλά περατώνεται μέσα σ' αυτό. Τότε είναι πιθανή η αδυναμία λήψης δείγματος, λόγω κατάρρευσης του υλικού από το σωλήνα κατά την εξόλκηση και βέβαιος ο τερματισμός της δειγματοληψίας, λόγω κατάρρευσης των τοιχωμάτων της γεώτρησης. Οι δυσκολίες και τα προβλήματα, που ενσκήπτουν κατά τη διάρκεια της εργασίας, καθορίζουν εν πολλοίς και το συνολικό κάθε φορά βάθος της δειγματοληψίας πέραν του αν αυτό έχει ή όχι προαποφασιστεί.

9.1.3. Επιλογή θέσεων δειγματοληψίας.

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά τριάντα πέντε (35) δειγματοληπτικές γεωτρήσεις βάθους από 2m έως 8m κατά μήκος τριών, καθέτων προς τον άξονα του ποτάμιου ρεύματος, τομών (σχήματα 9.1, 9.2, 9.3). Από τις γεωτρήσεις αυτές οι είκοσι τέσσερις (24) χρησιμοποιήθηκαν για πλήρη ανάλυση, όπως αυτή περιγράφεται παρακάτω (§ 9.2), ενώ οι υπόλοιπες έντεκα (11) δειγματοληπτικές γεωτρήσεις πραγματοποιήθηκαν για πύκνωση του δικτύου, με σκοπό τη σύγκριση και την επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων. Οι δειγματοληπτικές γεωτρήσεις πραγματοποιήθηκαν στις εξής περιοχές:

α) Στη θέση του Σιδηροδρομικού Σταθμού Λιλαίας (σχ. 9.1), όπου η ποτάμια αύλακα βρίσκεται μεταξύ του αλλουβιακού ριπιδίου της Δρυμαίας (βόρεια) και του ασβεστολιθικού υποβάθρου του Παρνασσού (νότια). Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε με την ανόρυξη επτά γεωτρήσεων (Α1 έως Α7) κατά μήκος της τομής ΑΑ΄, που απέχουν μεταξύ τους περίπου 65m η μια από την άλλη.

β) Δυτικά της θέσης Διασταύρωση, που βρίσκεται κοντά στη γέφυρα Παλαιοθηβών (σχ. 9.2), όπου ο Βοιωτικός Κηφισός κινείται μεταξύ δυο αλλουβιακών ριπιδίων, της Αμφίκλειας (νότια) και του Μοδίου (βόρεια). Κατά μήκος της τομής ΒΒ΄, πραγματοποιήθηκαν έξι (6) γεωτρήσεις (Β1 έως Β6), που απέχουν μεταξύ τους περίπου 60m. Στην τομή αυτή πραγματοποιήθηκαν και τρεις γεωτρήσεις πύκνωσης (Β1΄, Β2΄, και Β6΄).

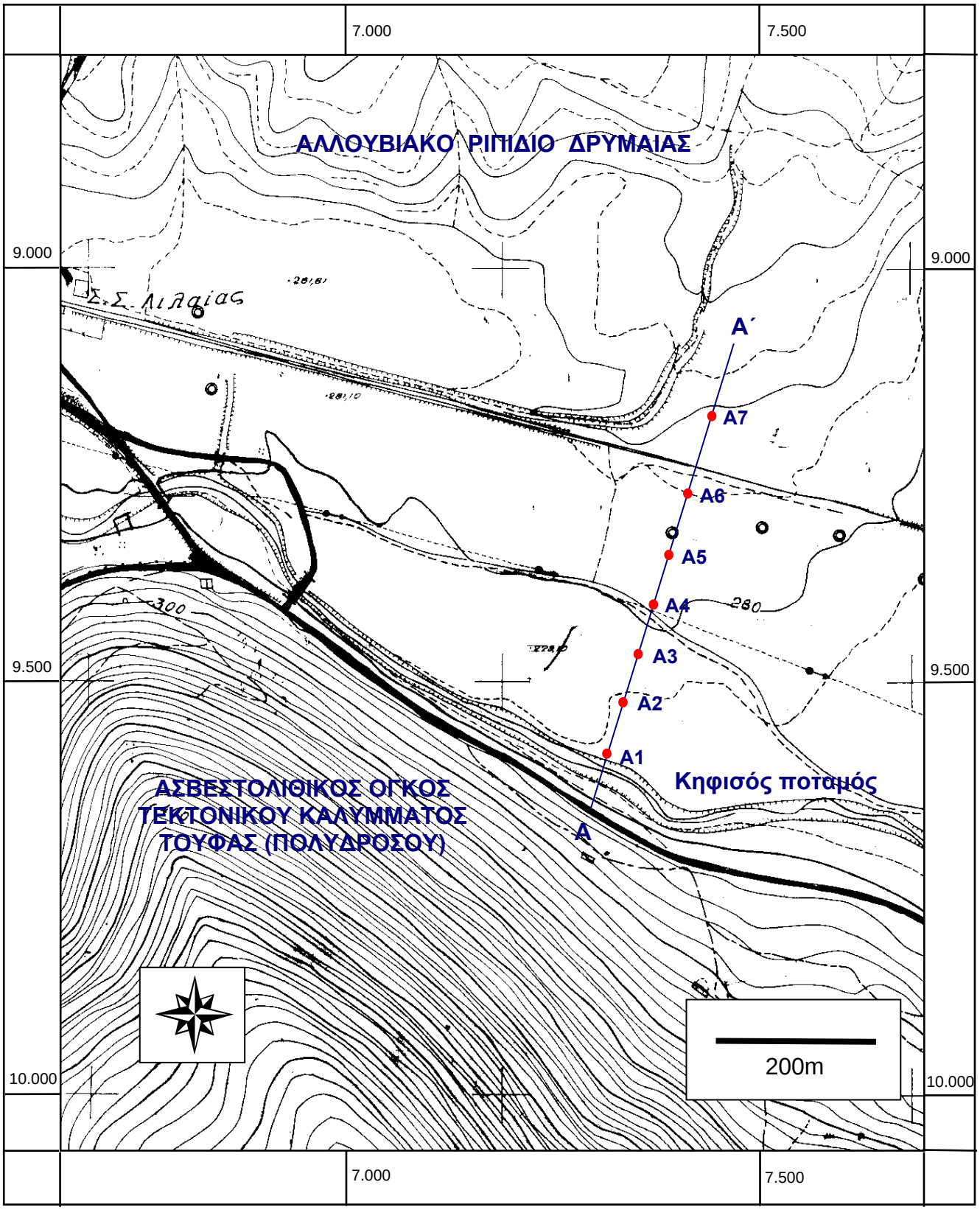
γ) Στην πεδιάδα πλημμύρας της Χαιρώνειας, μεταξύ των οικισμών Θούριο και Προσήλιο, όπου πραγματοποιήθηκαν κατά μήκος της τομής ΓΓ΄ έντεκα (11) γεωτρήσεις (Γ1 έως Γ11, σχ. 9.3), που απέχουν μεταξύ τους περί τα 200m. Μεταξύ αυτών πραγματοποιήθηκαν και οκτώ (8) δειγματοληπτικές γεωτρήσεις πύκνωσης του δικτύου, σε ενδιάμεσες θέσεις (Γ1΄, Γ2΄, Γ3΄, Γ4΄, Γ6΄, Γ7΄, Γ8΄, και Γ9΄).

Η επιλογή των περιοχών αυτών, έγινε με στόχο να αποκαλυφτεί ο τρόπος κίνησης και η συμπεριφορά του ποταμού σε θέσεις, που διαφέρουν γεωμορφικά.

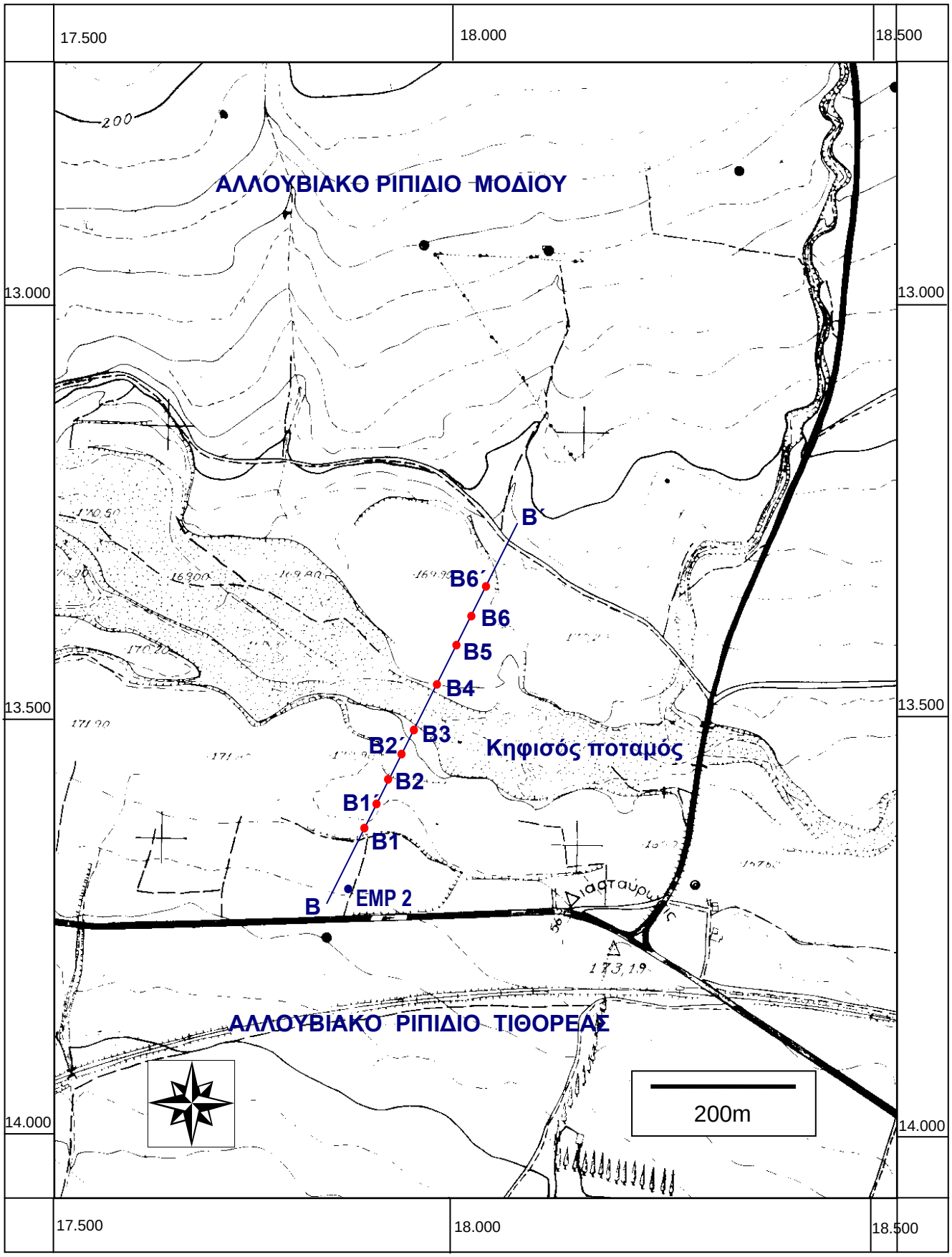
9.2. Εργαστηριακές μέθοδοι έρευνας.

9.2.1. Προετοιμασία των δειγμάτων.

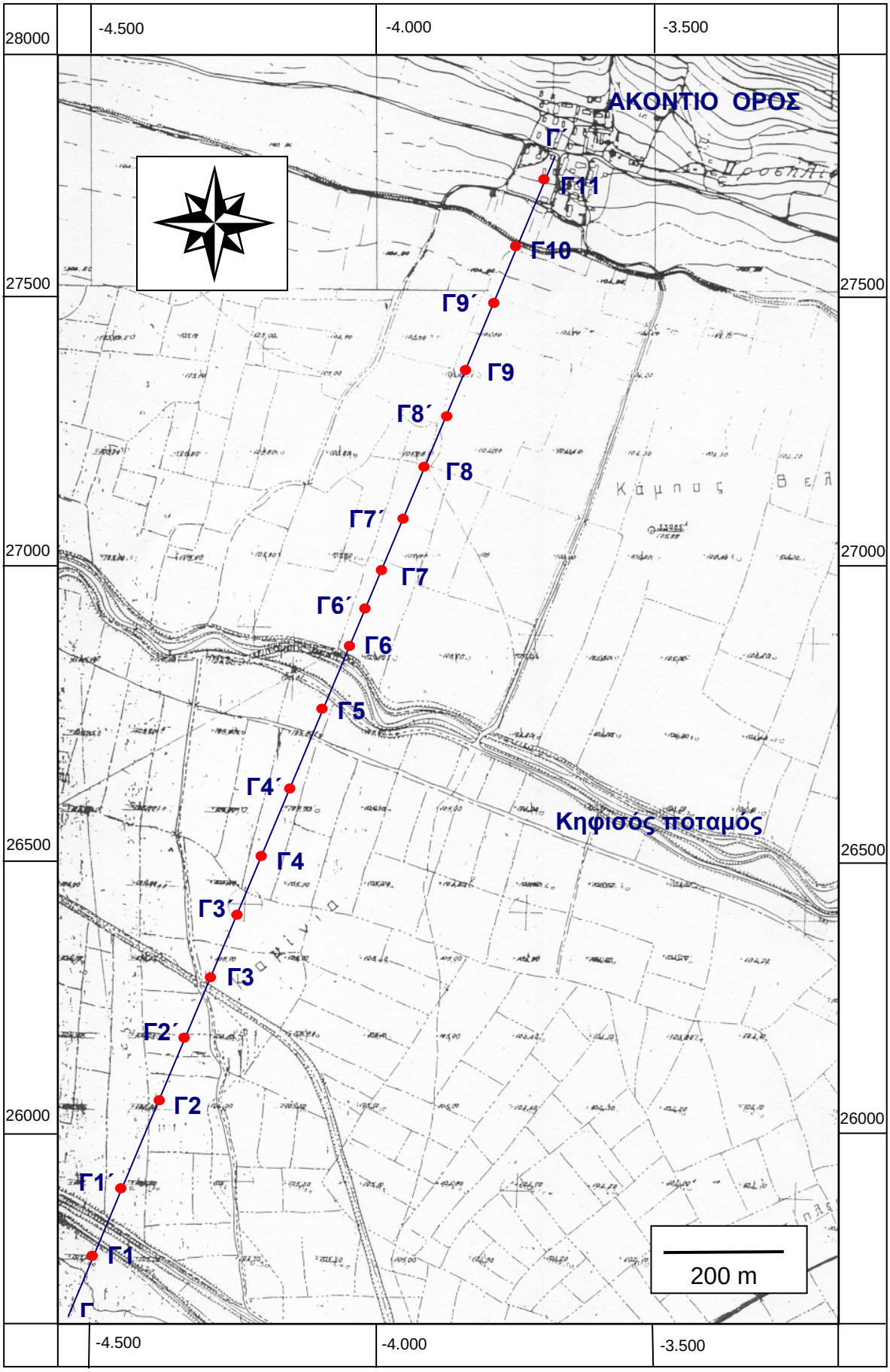
Οι πυρήνες των γεωτρήσεων μοιράστηκαν δια κοπής κατά μήκος σε δυο ίσα ημικυλινδρικά τεμάχη, ώστε να αποκαλύπτεται τελικά η τομή της γεώτρησης. Οι εμφανιζόμενες τομές φωτογραφήθηκαν, υποδιαιρέθηκαν σε διακριτές λιθοφασικές μονάδες και περιγράφηκαν αναλυτικά μακροσκοπικά: η λιθολογία, το κοκκομετρικό μέγεθος, η στρώση, οι ιζηματογενείς δομές, τα απολιθώματα, τα βιοδηλωτικά ίχνη και το χρώμα της κάθε λιθοφάσης. Το χρώμα της κάθε διακριτής μονάδας καταγράφηκε τόσο μετά από σύγκριση με χρωματικό χάρτη, όσο και με το ειδικό χρωματόμετρο Minolta Color Reader CR 11. Ο τρόπος αναγραφής της χρωματικής ονοματολογίας στηρίζεται στις προτάσεις του Munsel (1907, 1929), ο οποίος βασιζόμενος στις χρωματικές διαβαθμίσεις των Newton (1704) και Maxwell (1857) χρησιμοποίησε συνδυασμούς δεκάτων μεταξύ των χρωμάτων πορφυρό (P), κόκκινο (R), κίτρινο (Y), πράσινο (G) και γαλάζιο (B) καθώς και συνδυασμούς δεκάτων για τη φωτεινότητα (Wells, 2001).



Σχήμα 9.1: Απόσπασμα τοπογραφικού χάρτη της περιοχής Σιδηροδρομικού Σταθμού Λιλαίας (φύλλο: Αμφικλεια, 5383/3, Γ.Υ.Σ.) με τις θέσεις των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων κατά μήκος της τομής ΑΑ΄.



Σχήμα 9.2: Απόσπασμα τοπογραφικού χάρτη της περιοχής Διασταύρωσης Παλαιοθηβών (φύλλο: Αμφίκλεια, 5384 / 6, Γ.Υ.Σ.) με τις θέσεις των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων (Β1 – Β6), των βοηθητικών γεωτρήσεων (Β1΄, Β2΄, Β6΄) και της υδρογεώτρησης EMP 2 (Ι.Γ.Μ.Ε.), κατά μήκος της τομής ΒΒ΄.



Σχήμα 9.3: Απόσπασμα τοπογραφικού χάρτη της περιοχής Προσηλίου (φύλλα Γ.Υ.Σ.: Ελάτεια, 5397/7 και Λιβαδειά, 6307/1) με τις θέσεις των δειγματοληπτικών (Γ1 –Γ11) και των βοηθητικών (Γ1΄- Γ9΄) γεωτρήσεων.

Στη συνέχεια λήφθηκαν κατά μήκος των πυρήνων των γεωτρήσεων δείγματα βάρους 70g περίπου το καθένα, εκτός εάν αυτό ήταν ανέφικτο, για κοκκομετρική ανάλυση και προσδιορισμό του ανθρακικού ασβεστίου και του οργανικού άνθρακα. Η απόσταση λήψης των δειγμάτων ήταν περίπου 20cm για τις μεγάλου πάχους διακριτές μονάδες, όταν αυτές παρουσίαζαν κοκκομετρική ή χρωματική ομοιομορφία, άλλως επιδίωξη ήταν η λήψη τριών (3) τουλάχιστον δειγμάτων από όλα τα διαφορετικά στρώματα, όταν αυτά δεν ήταν μεγάλου πάχους. Ο συνολικός αριθμός των δειγμάτων που λήφθηκαν και αναλύθηκαν ανήλθε στα 696.

9.2.2. Καθορισμός της λιθολογίας και των παραμέτρων της κατανομής των δειγμάτων των πυρήνων, όπως αυτές προέκυψαν από την κοκκομετρική ανάλυση.

Η κοκκομετρική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με σκοπό τον προσδιορισμό των επί τοις % ποσοστιαίων συμμετοχών κάθε κλάσης μεγέθους στα δείγματα, τον καθορισμό της λιθολογικής ονοματολογίας του κάθε δείγματος και τη λήψη αργιλικού κλάσματος για τον προσδιορισμό των αργιλικών ορυκτών μέσα στο λεπτόκοκκο υλικό του κάθε δείγματος.

Για τα αδρόκοκκα κλάσματα (άμμοι, χαλίκια) η κοκκομετρική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με ξηρό κοσκίνισμα σε τάρακτρο για χρονικό διάστημα 10-15min ανάλογα με το βάρος του δείγματος (Friedman & Johnson, 1982 και Lewis, 1984). Τα κόσκινα που χρησιμοποιήθηκαν επιλέχτηκαν έτσι ώστε το άνοιγμα των οπών τους να διαφέρει κατά 0,5φι το ένα από το άλλο. Κατά τη διαδικασία της κοκκομετρίας των αδρόκοκκων υλικών, πραγματοποιήθηκε ποιοτική πετρολογική αναγνώριση των κόκκων, για τις μεν κροκάλες μακροσκοπικά, για τις ψηφίδες δε επίσης μακροσκοπικά και όπου αυτό δεν ήταν δυνατό, με τη χρήση του μικροσκοπίου δυο προσοφθάλμιων 475002 της εταιρείας Carl Zeiss.

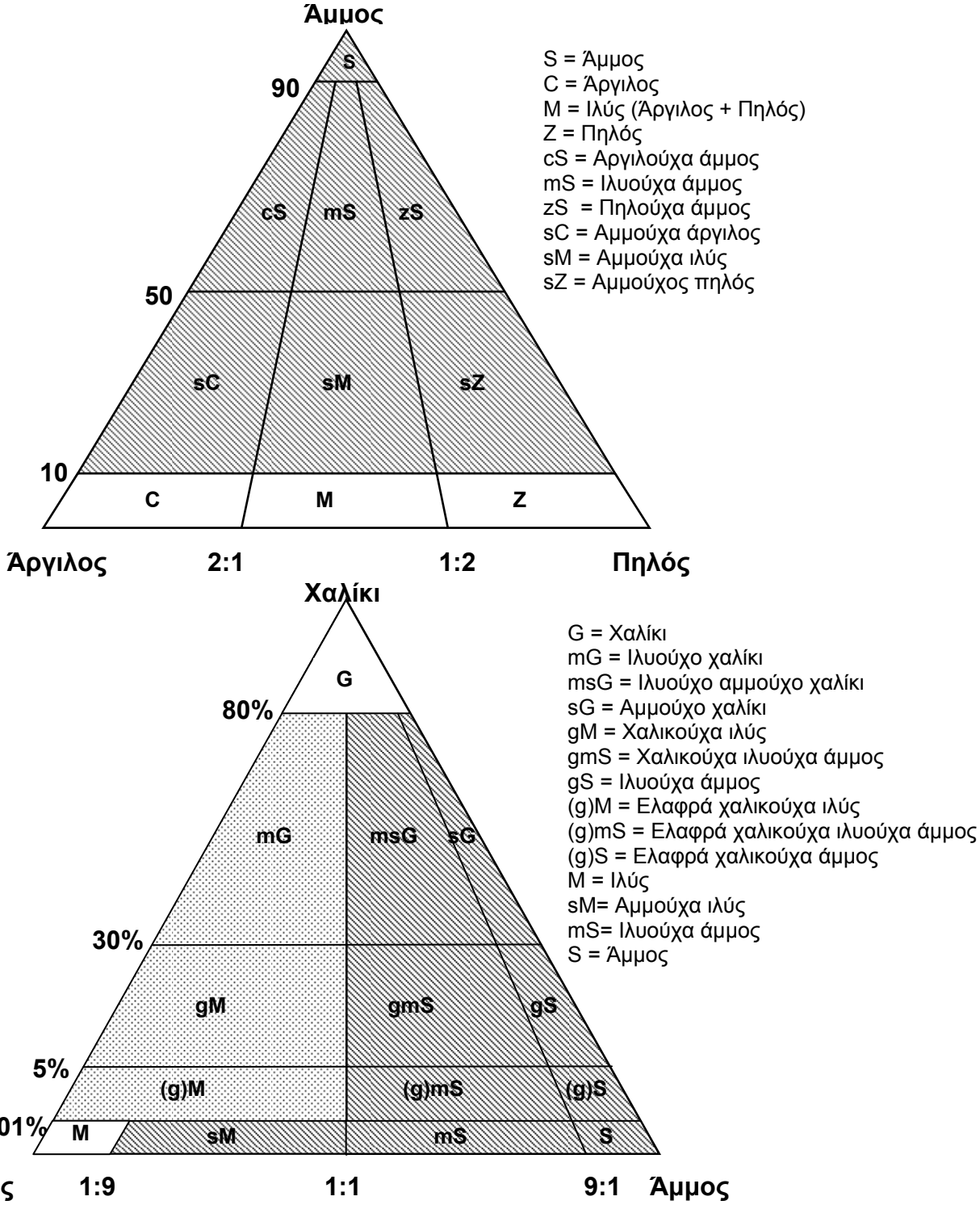
Για τα λεπτόκοκκα κλάσματα αργίλου-πηλού η κοκκομετρική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της πιπέττας. Η παραλαβή τους πραγματοποιήθηκε με υγρό κοσκίνισμα, με κόσκινο ανοίγματος πλαισίου 0,063 mm και λαμβάνονταν έξι (6) κλάσματα λεπτού υλικού από τον ογκομετρικό σωλήνα στους προβλεπόμενους, ανάλογα με τη θερμοκρασία, χρόνους. Από τα κλάσματα αυτά, τα πέντε (5) πρώτα αντιστοιχούν στον πηλό (Φ_{+5} έως Φ_{+9}), ενώ από την έκτη λήψη προσδιορίζεται το συνολικό βάρος της αργίλου (Φ_{+10} έως Φ_{+14}). Μετά από χρόνο διπλάσιο από αυτόν που μεσολαβεί μεταξύ 5ης και 6ης λήψης, λαμβάνονταν από την επιφάνεια του μίγματος του ογκομετρικού σωλήνα 250ml διαλύματος, με σκοπό να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό των αργιλικών ορυκτών.

Η ανάλυση του αδρόκοκκου κλάσματος γινόταν για οποιοδήποτε ποσοστό αυτού στο δείγμα, ενώ η χρήση της πιπέττας γινόταν όταν το δείγμα περιείχε ποσοστό μεγαλύτερο του 5% σε πηλό-άργιλο (Piper, 1977).

9.2.2.1. Καθορισμός της λιθολογίας και ονοματολογία.

Τα βάρη που προσδιορίστηκαν με τις παραπάνω διαδικασίες χρησιμοποιήθηκαν στον προσδιορισμό των επί τοις % ποσοστιαίων συμμετοχών κάθε κλάσης μεγέθους σε κάθε δείγμα. Για τον καθορισμό του λιθολογικού

χαρακτήρα των ιζημάτων χρησιμοποιήθηκε η κλίμακα Wentworth-Krumbein-Udden. Με βάση τον ορισμό των κλάσεων της κλίμακας αυτής και με τη βοήθεια της ταξινόμησης κατά Folk & Word (1957) και Folk, Andrews & Lewis (1970), (σχ. 9.4) προέκυψε θεμελιωμένα ο λιθολογικός χαρακτήρας των δειγμάτων, όπως φαίνεται στους πίνακες 9.1 έως 9.24 που ακολουθούν. Στους πίνακες αυτούς αναγράφεται και το ποσοστό ιλύος ως το άθροισμα πηλού και αργίλου των δειγμάτων, που δεν πραγματοποιήθηκε ανάλυση λεπτού υλικού με τη μέθοδο της πιπέττας, λόγω μικρής εκατοστιαίας συμμετοχής (<5%).



Σχήμα 9.4: Τα διαγράμματα κατά Folk & Word (1957) και Folk, Andrews & Lewis (1970).

Πίνακας 9.1: Λιθολογία και λιθολογικός χαρακτήρας των δειγμάτων της γεώτρησης Α1.

Δείγμα	% Ποσοστό						Λιθολογικός χαρακτήρας
	Κροκάλες	Ψηφίδες	Άμμος	Πηλός	Άργιλος	Ιλύς	
A1/1		0,30	38,89	45,48	15,33		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A1/2			28,72	57,34	13,94		Αμμούχος πηλός
A1/3	4,42	1,19	42,58	40,29	11,51		Χαλικούχα ιλύς
A1/4		0,56	44,25	43,78	11,41		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A1/5	75,34	5,74	17,70			1,22	Χαλίκι
A1/6	71,97	3,72	23,55			0,75	Αμμούχο χαλίκι
A1/7	7,74	2,58	57,29	24,64	7,74		Χαλικούχα ιλυούχα άμμος
A1/8	36,17	7,44	52,70			3,66	Αμμούχο χαλίκι
A1/9	68,67	9,98	20,66			0,69	Αμμούχο χαλίκι
A1/10	87,59	2,51	9,33			0,57	Χαλίκι
A1/11	34,51	4,58	57,61			3,31	Αμμούχο χαλίκι
A1/12	62,39	4,58	32,40			0,63	Αμμούχο χαλίκι
A1/13	0,97	1,31	58,34	32,41	6,96		Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος
A1/14			70,50	24,02	5,48		Πηλούχα άμμος
A1/15	2,67	1,79	91,22			4,33	Ελαφρά χαλικούχα άμμος
A1/16	0,89	1,38	95,88			1,86	Ελαφρά χαλικούχα άμμος
A1/17	6,47	7,56	82,80			3,17	Χαλικούχα άμμος
A1/18	36,71	8,58	53,98			0,72	Αμμούχο χαλίκι
A1/19	60,30	6,04	33,02			0,64	Αμμούχο χαλίκι
A1/20	35,68	7,62	55,72			0,98	Αμμούχο χαλίκι
A1/21	53,97	7,12	37,90			1,01	Αμμούχο χαλίκι
A1/22	73,74	5,78	19,26			1,22	Αμμούχο χαλίκι
A1/23	50,22	9,60	38,78			1,39	Αμμούχο χαλίκι
A1/24			61,23	31,05	7,72		Πηλούχα άμμος
A1/25	62,63	8,71	27,75			0,91	Αμμούχο χαλίκι
A1/26	59,23	8,06	31,95			0,76	Αμμούχο χαλίκι
A1/27	56,70	11,56	30,50			1,23	Αμμούχο χαλίκι
A1/28	72,20	5,17	21,81			0,81	Αμμούχο χαλίκι
A1/29	10,14	2,67	84,88			2,31	Χαλικούχα άμμος
A1/30		0,20	27,22	49,88	22,70		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A1/31	6,16		86,46			7,38	Χαλικούχα άμμος
A1/32			6,13	63,90	29,97		Πηλός
A1/33		0,57	21,60	54,11	23,72		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς

Πίνακας 9.2: Λιθολογία και λιθολογικός χαρακτήρας των δειγμάτων της γεώτρησης Α2.

Δείγμα	% Ποσοστό						Λιθολογικός χαρακτήρας
	Κροκάλες	Ψηφίδες	Άμμος	Πηλός	Άργιλος	Ιλύς	
A2/1			21,10	48,89	29,91		Αμμούχα ιλύς
A2/2	2,39		38,69	35,93	22,98		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A2/3		0,94	25,06	49,50	24,50		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A2/4		0,31	29,84	45,70	24,15		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A2/5			26,56	53,58	19,86		Αμμούχος πηλός
A2/6	6,98	0,78	37,92	43,35	10,97		Χαλικούχα ιλύς
A2/7			38,47	50,84	10,69		Αμμούχος πηλός
A2/8		0,21	38,32	51,39	10,18		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A2/9	41,33	11,81	45,05			1,81	Αμμούχο χαλίκι
A2/10	19,95	11,67	67,62			0,76	Αμμούχο χαλίκι
A2/11	40,36	9,08	41,87	7,63	1,06		Ιλυούχο αμμούχο χαλίκι
A2/12	62,92	1,76	14,92	16,66	3,73		Ιλυούχο χαλίκι
A2/13	8,60	1,91	88,70			0,79	Χαλικούχα άμμος
A2/14	63,38	6,34	29,88			0,40	Αμμούχο χαλίκι
A2/15	53,04	6,39	29,94	8,29	2,34		Ιλυούχο αμμούχο χαλίκι
A2/16	71,85	11,69	15,83			0,63	Χαλίκι
A2/17	67,31	2,89	29,13			0,67	Αμμούχο χαλίκι
A2/18	76,73	5,10	17,08			1,09	Χαλίκι
A2/19	62,03	8,73	27,68			1,55	Αμμούχο χαλίκι
A2/20	71,39	8,53	19,02			1,06	Αμμούχο χαλίκι
A2/21	50,28	0,86	15,85	24,67	8,33		Ιλυούχο χαλίκι
A2/22	67,37	9,61	21,14			1,89	Αμμούχο χαλίκι
A2/23	69,84	9,25	20,13			0,78	Αμμούχο χαλίκι
A2/24	68,36	8,94	21,02			1,68	Αμμούχο χαλίκι

A2/25	64,96	8,85	23,38	2,43	0,38		Ιλυούχο αμμούχο χαλίκι
A2/26	36,31	21,78	40,50			1,41	Αμμούχο χαλίκι
A2/27	77,16	9,94	12,39			0,52	Χαλίκι
A2/28	77,97	9,57	12,10			0,36	Χαλίκι
A2/29	72,56	11,98	14,47			0,98	Χαλίκι
A2/30	23,30	10,16	64,76			1,88	Αμμούχο χαλίκι
A2/31	53,94	13,15	31,57			1,34	Αμμούχο χαλίκι
A2/32	50,23	11,36	37,09			1,31	Αμμούχο χαλίκι
A2/33	73,76	10,71	14,13			1,10	Χαλίκι
A2/34	50,81	4,91	18,20	18,33	7,75		Ιλυούχο χαλίκι
A2/35	61,82	10,74	26,51			0,94	Αμμούχο χαλίκι
A2/36	2,83	1,56	91,11			4,49	Ελαφρά χαλικούχα άμμος
A2/37	83,70	8,96	7,08			0,26	Χαλίκι
A2/38	48,28	22,91	27,61			1,20	Αμμούχο χαλίκι

Πίνακας 9.3: Λιθολογία και λιθολογικός χαρακτήρας των δειγμάτων της γεώτρησης Α3.

Δείγμα	**% Ποσοστό**						**Λιθολογικός χαρακτήρας**
	Κροκάλες	**Ψηφίδες**	**Άμμος**	**Πηλός**	**Άργιλος**	**Ιλύς**	
A3/1	1,51	3,75	34,15	36,91	23,67		Χαλικούχα ιλύς
A3/2	8,54	2,47	27,59	37,97	23,42		Χαλικούχα ιλύς
A3/3	35,51	8,91	32,57	13,38	9,62		Ιλυούχο αμμούχο χαλίκι
A3/4	57,03	11,31	29,81			1,85	Αμμούχο χαλίκι
A3/5	33,15	17,97	47,48			1,41	Αμμούχο χαλίκι
A3/6		0,14	13,66	58,20	28,00		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A3/7	0,63	0,26	29,94	47,54	21,63		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A3/8	4,07	2,65	27,05	45,37	20,87		Χαλικούχος ιλύς
A3/9	49,69	6,57	39,88			3,86	Αμμούχο χαλίκι
A3/10	74,76	5,61	18,98			0,65	Χαλίκι
A3/11	58,54	10,84	29,95			0,67	Αμμούχο χαλίκι
A3/12	57,50	14,76	27,18			0,56	Αμμούχο χαλίκι
A3/13	3,72	11,50	80,37			4,41	Χαλικούχα άμμος
A3/14		0,90	34,11	50,13	14,85		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A3/15	48,33	15,85	34,93			0,88	Αμμούχο χαλίκι
A3/16	5,01	1,08	32,44	47,14	14,33		Χαλικούχα ιλύς
A3/17	29,37	21,26	48,13			1,25	Αμμούχο χαλίκι
A3/18	4,32	1,07	33,87	43,23	17,52		Χαλικούχα ιλύς
A3/19	35,11	13,24	49,70			1,95	Αμμούχο χαλίκι
A3/20	14,18	8,86	72,03			4,93	Χαλικούχα άμμος
A3/21	18,29	15,04	65,01			1,66	Αμμούχο χαλίκι
A3/22	16,86	20,96	61,17			1,01	Αμμούχο χαλίκι
A3/23			9,51	63,05	27,44		Πηλός
A3/24	21,04	13,39	63,52			2,05	Αμμούχο χαλίκι
A3/25		1,17	4,85	55,02	38,96		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A3/26			5,19	45,30	49,51		Ιλύς
A3/27			47,45	38,60	13,90		Αμμούχος πηλός
A3/28	5,50	5,20	63,49	17,99	7,82		Χαλικούχα ιλυούχα άμμος
A3/29		1,14	67,88	21,20	9,77		Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος
A3/30	10,06	4,40	83,35			2,19	Χαλικούχα άμμος
A3/31	52,90	9,07	36,01			2,02	Αμμούχο χαλίκι
A3/32	46,10	9,13	42,70			2,07	Αμμούχο χαλίκι
A3/33	63,58	7,25	27,76			1,41	Αμμούχο χαλίκι
A3/34	50,48	11,67	35,83			2,02	Αμμούχο χαλίκι
A3/35	54,32	12,92	31,33			1,43	Αμμούχο χαλίκι
A3//36	76,66	9,89	12,97			0,48	Χαλίκι
A3/37	78,52	9,84	11,08			0,56	Χαλίκι
A3/38	37,84	3,28	52,36	5,72	0,80		Ιλυούχο αμμούχο χαλίκι
A3/39	0,19	0,64	95,44			3,73	Ελαφρά χαλικούχα άμμος
A3/40	48,69	5,03	44,71			1,57	Αμμούχο χαλίκι
A3/41	50,19	11,88	35,13			2,80	Αμμούχο χαλίκι
A3/42	58,59	12,94	26,94			1,52	Αμμούχο χαλίκι
A3/43	66,66	10,62	21,18			1,54	Αμμούχο χαλίκι
A3/44	53,57	18,89	26,42			1,13	Αμμούχο χαλίκι
A3/45	6,61	2,77	35,51	38,87	16,24		Χαλικούχα ιλύς

Πίνακας 9.4: Λιθολογία και λιθολογικός χαρακτήρας των δειγμάτων της γεώτρησης Α4.

Δείγμα	% Ποσοστό						Λιθολογικός χαρακτήρας
	Κροκάλες	Ψηφίδες	Άμμος	Πηλός	Άργιλος	Ιλύς	
A4/1	3,91	2,30	32,15	37,10	24,55		Χαλικούχα ιλύς
A4/2	1,16	2,26	30,14	40,82	25,62		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A4/3	19,26	4,08	32,03	34,18	19,26		Χαλικούχα ιλύς
A4/4		1,96	38,03	41,59	18,42		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A4/5	5,06	2,32	29,41	41,02	22,19		Χαλικούχα ιλύς
A4/6	2,03	1,80	33,15	39,62	23,41		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A4/7	10,68	2,84	40,26	29,81	16,40		Χαλικούχα ιλύς
A4/8	10,31	5,50	38,91	28,19	17,09		Χαλικούχα ιλύς
A4/9		1,42	26,26	45,12	27,20		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A4/10		1,01	25,16	43,58	30,25		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A4/11		0,55	22,89	39,97	36,59		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A4/12		0,40	19,90	39,23	40,46		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A4/13	1,66	1,38	21,27	35,77	39,92		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A4/14		0,26	17,55	46,37	35,82		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A4/15			18,16	44,17	37,67		Αμμούχα ιλύς
A4/16	0,55	2,55	28,27	39,84	28,79		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A4/17	13,27	9,16	36,74	25,57	15,26		Χαλικούχα ιλύς
A4/18	20,49	5,51	33,13	25,62	15,24		Χαλικούχα ιλύς
A4/19			22,93	48,23	28,84		Αμμούχα ιλύς
A4/20	4,28	0,15	17,19	41,34	36,45		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A4/21			26,59	43,77	29,64		Αμμούχα ιλύς
A4/22		0,26	13,14	42,99	43,61		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A4/23	5,86	1,29	17,31	37,88	37,67		Χαλικούχα ιλύς
A4/24		0,43	14,51	47,11	37,96		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A4/25		0,54	9,74	52,74	36,98		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A4/26	0,21	0,42	21,54	43,90	33,94		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A4/27		0,87	17,30	47,57	34,26		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A4/28			20,32	46,46	33,22		Αμμούχα ιλύς
A4/29		0,99	18,08	43,76	37,17		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A4/30		0,67	7,42	52,51	39,35		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A4/31		0,17	5,59	61,46	32,79		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A4/32			6,42	59,16	34,42		Ιλύς
A4/33		1,03	13,81	54,94	30,22		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A4/34			6,03	56,32	37,66		Ιλύς
A4/35		0,17	6,56	50,34	42,94		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A4/36			6,99	50,29	42,74		Ιλύς
A4/37		1,36	15,62	45,47	37,55		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A4/38		1,06	17,05	70,71	11,18		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A4/39		1,13	25,05	51,14	22,68		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A4/40	1,04	2,73	16,31	57,89	22,03		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A4/41		0,36	18,66	47,48	33,49		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A4/42		0,39	19,61	53,09	26,91		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς

Πίνακας 9.5: Λιθολογία και λιθολογικός χαρακτήρας των δειγμάτων της γεώτρησης Α5.

Δείγμα	% Ποσοστό						Λιθολογικός χαρακτήρας
	Κροκάλες	Ψηφίδες	Άμμος	Πηλός	Άργιλος	Ιλύς	
A5/1	4,99	2,00	30,19	38,72	24,10		Χαλικούχα ιλύς
A5/2	0,52	2,54	29,73	41,67	25,54		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A5/3	42,17	14,96	41,18			1,69	Αμμούχο χαλίκι
A5/4	10,68	20,94	64,80			3,59	Αμμούχο χαλίκι
A5/5	3,88	4,63	27,41	43,47	20,60		Χαλικούχα ιλύς
A5/6	11,44	6,07	29,75	33,89	18,84		Χαλικούχα ιλύς
A5/7	6,56	6,31	30,90	36,10	20,13		Χαλικούχα ιλύς
A5/8	76,75	8,12	14,49			0,64	Χαλίκι
A5/9	66,11	6,74	26,76			0,39	Αμμούχο χαλίκι
A5/10	16,20	1,70	32,46	29,06	20,58		Χαλικούχα ιλύς
A5/11		2,67	14,90	41,74	40,69		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A5/12	1,14	2,28	19,08	40,61	36,89		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A5/13	5,66	1,62	17,84	37,82	37,06		Χαλικούχα ιλύς
A5/14	3,79	4,76	26,11	35,86	29,48		Χαλικούχα ιλύς
A5/15	0,63	2,72	30,70	37,58	28,37		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς

A5/16	53,03	17,16	28,44			1,38	Αμμούχο χαλίκι
A5/17		0,14	15,81	49,56	34,49		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A5/18		0,80	13,44	53,02	32,74		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A5/19	0,82	2,45	19,81	44,32	32,60		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A5/20	16,48	10,24	38,39	20,37	14,52		Χαλικούχα ιλυούχα άμμος
A5/21	2,40	1,20	17,17	43,07	36,15		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A5/22		0,05	21,02	46,28	32,65		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A5/23	3,35	0,33	12,69	44,89	38,75		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A5/24		0,23	13,27	50,07	36,43		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A5/25	7,36	2,62	21,79	39,29	28,95		Χαλικούχα ιλύς
A5/26		0,61	18,76	48,06	34,57		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A5/27		1,17	23,08	44,32	31,42		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A5/28		0,29	19,44	48,48	31,79		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A5/29	2,75	0,71	22,52	44,84	29,18		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A5/30	5,13	3,68	23,72	39,89	27,59		Χαλικούχα ιλύς
A5/31	4,67	0,67	21,33	42,00	31,33		Χαλικούχα ιλύς

Πίνακας 9.6: Λιθολογία και λιθολογικός χαρακτήρας των δειγμάτων της γεώτρησης Α6.

	% Ποσοστό						
Δείγμα	**Κροκάλες**	**Ψηφίδες**	**Άμμος**	**Πηλός**	**Άργιλος**	**Ιλύς**	**Λιθολογικός χαρακτήρας**
A6/1	38,42	2,08	22,37	25,50	11,62		Ιλυούχο χαλίκι
A6/2	11,22	4,23	26,74	38,04	19,77		Χαλικούχα ιλύς
A6/3	10,18	6,15	34,09	33,47	16,11		Χαλικούχα ιλύς
A6/4	31,55	6,52	39,75	13,96	8,21		Ιλυούχο αμμούχο χαλίκι
A6/5	21,55	4,26	32,05	27,05	15,09		Χαλικούχα ιλύς
A6/6	2,24	3,09	23,03	41,38	30,26		Χαλικούχα ιλύς
A6/7	2,29	2,15	18,06	39,57	37,92		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A6/8	2,69	3,22	24,56	38,50	31,03		Χαλικούχα ιλύς
A6/9	23,81	11,54	41,75	11,25	11,65		Ιλυούχο αμμούχο χαλίκι
A6/10	22,15	4,65	25,71	27,17	20,32		Χαλικούχα ιλύς
A6/11	1,46	2,40	32,00	36,21	27,94		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A6/12	9,99	2,22	21,06	35,30	31,43		Χαλικούχα ιλύς
A6/13	2,05	2,72	25,09	41,35	28,78		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A6/14		1,15	18,97	48,66	31,22		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A6/15	1,99	1,44	20,13	45,66	30,78		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A6/16	11,78	5,18	24,76	32,35	25,92		Χαλικούχα ιλύς
A6/17	2,67	2,86	25,25	39,63	29,60		Χαλικούχα ιλύς
A6/18	7,34	2,84	25,64	37,64	26,54		Χαλικούχα ιλύς
A6/19	15,68	3,50	28,03	31,48	21,32		Χαλικούχα ιλύς
A6/20	6,19	5,19	37,42	30,26	20,95		Χαλικούχα ιλύς
A6/21	3,14	4,54	29,41	37,19	25,72		Χαλικούχα ιλύς
A6/22	6,81	2,35	26,40	38,64	25,79		Χαλικούχα ιλύς
A6/23	3,43	1,20	19,24	46,40	29,74		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A6/24	12,06	4,05	20,45	36,75	26,70		Χαλικούχα ιλύς
A6/25	8,92	5,52	23,63	34,63	27,31		Χαλικούχα ιλύς
A6/26	11,68	12,39	30,64	26,33	18,96		Χαλικούχα ιλύς
A6/27	4,74	4,97	24,47	37,24	28,58		Χαλικούχα ιλύς
A6/28	3,59	0,48	18,15	48,46	29,33		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A6/29	3,41	1,46	30,33	39,48	25,31		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A6/30	22,22	0,69	16,80	36,17	24,12		Χαλικούχα ιλύς
A6/31	2,11	3,71	24,82	31,29	38,07		Χαλικούχα ιλύς
A6/32	34,67	4,87	19,49	18,89	22,07		Ιλυούχο χαλίκι
A6/33	25,53	2,42	20,84	27,36	23,85		Χαλικούχα ιλύς
A6/34	1,47	1,53	28,81	37,14	31,06		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A6/35		0,44	25,00	39,32	35,25		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A6/36	0,47	0,94	27,41	35,90	35,28		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A6/37		0,12	28,38	40,25	31,25		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A6/38	1,16	0,50	25,86	42,60	29,89		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς

Πίνακας 9.7: Λιθολογία και λιθολογικός χαρακτήρας των δειγμάτων της γεώτρησης Α7.

Δείγμα	% Ποσοστό						Λιθολογικός χαρακτήρας
	Κροκάλες	Ψηφίδες	Άμμος	Πηλός	Άργιλος	Ιλύς	
A7/1	30,86	5,35	28,34	22,00	13,45		Ιλυούχο χαλίκι
A7/2	60,95	6,50	22,13	6,14	4,27		Ιλυούχο αμμούχο χαλίκι
A7/3		2,03	42,44	37,47	18,06		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A7/4		0,36	40,09	39,76	19,79		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A7/5	0,33	1,15	17,55	54,32	26,64		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A7/6		3,56	41,39	32,65	22,40		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
A7/7	6,48	6,17	63,98	12,41	10,95		Χαλικούχα ιλυούχα άμμος
A7/8	45,87	14,33	38,51			1,28	Αμμούχο χαλίκι
A7/9	63,43	9,71	26,12			0,74	Αμμούχο χαλίκι
A7/10	63,30	10,25	24,91			1,54	Αμμούχο χαλίκι
A7/11	62,62	13,80	22,38			1,19	Αμμούχο χαλίκι
A7/12	32,04	7,00	22,46	24,06	14,43		Ιλυούχο χαλίκι
A7/13	46,53	5,19	18,14	19,62	10,52		Ιλυούχο χαλίκι
A7/14	54,09	15,76	28,92			1,23	Αμμούχο χαλίκι
A7/15	31,10	4,53	24,82	23,52	16,02		Ιλυούχο χαλίκι
A7/16	52,73	5,30	23,89	10,54	7,54		Ιλυούχο αμμούχο χαλίκι
A7/17	41,87	20,61	36,63			0,90	Αμμούχο χαλίκι
A7/18	71,10	8,64	19,50			0,76	Αμμούχο χαλίκι
A7/19	23,06	2,70	23,17	30,95	20,12		Χαλικούχα ιλύς
A7/20	14,03	2,23	19,51	34,73	29,50		Χαλικούχα ιλύς

Πίνακας 9.8: Λιθολογία και λιθολογικός χαρακτήρας των δειγμάτων της γεώτρησης Β1.

Δείγμα	% Ποσοστό						Λιθολογικός χαρακτήρας
	Κροκάλες	Ψηφίδες	Άμμος	Πηλός	Άργιλος	Ιλύς	
B1/1	0,98	0,59	8,08	60,69	29,66		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
B1/2	1,75	2,21	9,61	58,26	28,18		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
B1/3	5,13	0,91	14,17	57,01	22,78		Χαλικούχα ιλύς
B1/4	22,62	1,17	10,83	45,73	19,65		Χαλικούχα ιλύς
B1/5	4,50	0,53	16,70	53,81	24,46		Χαλικούχα ιλύς
B1/6			9,57	64,54	25,90		Πηλός
B1/7	31,18	1,19	8,40	38,38	20,85		Ιλυούχο χαλίκι
B1/8	17,68	3,86	14,14	40,34	23,99		Χαλικούχα ιλύς
B1/9	27,75	4,51	14,77	34,35	18,62		Ιλυούχο χαλίκι
B1/10	33,74	5,42	16,26	25,32	19,25		Ιλυούχο χαλίκι
B1/11	56,48	6,08	13,86	12,82	10,75		Ιλυούχο χαλίκι
B1/12	46,71	5,50	15,16	21,58	11,06		Ιλυούχο χαλίκι
B1/13	32,38	7,04	23,00	21,79	15,79		Ιλυούχο χαλίκι
B1/14	16,64	3,14	20,37	37,74	22,11		Χαλικούχα ιλύς
B1/15	24,22	1,43	8,82	43,52	22,02		Χαλικούχα ιλύς
B1/16		0,09	10,57	58,99	30,35		Ελαφρά χαλικούχος ιλύς
B1/17			12,41	61,04	26,56		Αμμούχος πηλός
B1/18	5,83	0,40	24,43	50,64	18,70		Χαλικούχος ιλύς
B1/19		0,52	22,89	51,39	25,20		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
B1/20		0,88	27,21	49,12	22,79		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
B1/21			56,81	31,26	11,92		Πηλούχα άμμος
B1/22	4,37	0,66	36,69	42,81	15,48		Χαλικούχα ιλύς
B1/23		0,95	36,87	44,51	17,67		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
B1/24		0,31	38,69	43,38	17,62		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
B1/25			23,05	51,58	25,37		Αμμούχος πηλός
B1/26			33,79	44,04	22,16		Αμμούχα ιλύς
B1/27	11,32	1,07	52,94	20,29	14,38		Χαλικούχα ιλυούχα άμμος
B1/28	64,06	4,31	15,95	10,26	5,42		Ιλυούχο αμμούχο χαλίκι
B1/29	41,02	8,37	26,93	14,16	9,53		Ιλυούχο αμμούχο χαλίκι

Πίνακας 9.9: Λιθολογία και λιθολογικός χαρακτήρας των δειγμάτων της γεώτρησης Β2.

Δείγμα	% Ποσοστό						Λιθολογικός χαρακτήρας
	Κροκάλες	Ψηφίδες	Άμμος	Πηλός	Άργιλος	Ιλύς	
B2/1		0,13	49,85	33,39	16,63		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
B2/2			50,32	34,10	15,58		Πηλούχα άμμος
B2/3		0,44	44,89	38,88	15,79		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
B2/4			25,99	52,40	21,62		Αμμούχος πηλός
B2/5		0,26	23,24	54,75	21,75		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
B2/6			27,31	50,75	21,94		Αμμούχος πηλός
B2/7			18,40	57,48	24,12		Αμμούχος πηλός
B2/8			21,88	50,90	27,22		Αμμούχα ιλύς
B2/9	3,97	0,52	28,82	43,52	23,16		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
B2/10		0,08	34,37	44,61	20,94		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
B2/11		0,62	33,73	44,11	21,54		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
B2/12			35,63	43,69	20,68		Αμμούχος πηλός
B2/13			32,16	46,74	21,11		Αμμούχος πηλός
B2/14			33,04	44,96	22,00		Αμμούχος πηλός
B2/15		0,15	40,77	41,39	17,69		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
B2/16			40,30	40,11	19,59		Αμμούχος πηλός
B2/17		0,13	43,52	37,95	18,39		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
B2/18	3,04	3,72	59,96	23,13	10,15		Χαλικούχα ιλυούχα άμμος
B2/19	53,33	6,47	29,50	7,49	3,21		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
B2/20	61,55	11,74	25,75			0,97	Αμμούχο χαλίκι
B2/21	5,78	1,78	41,97	33,86	16,61		Χαλικούχα ιλύς
B2/22	62,17	10,33	26,84			0,67	Αμμούχο χαλίκι
B2/23	54,82	11,88	32,15			1,15	Αμμούχο χαλίκι
B2/24	50,85	15,26	32,84			1,05	Αμμούχο χαλίκι
B2/25	69,52	7,35	22,45			0,69	Αμμούχο χαλίκι
B2/26	56,67	10,15	31,10			2,08	Αμμούχο χαλίκι
B2/27	47,92	11,95	38,80			1,33	Αμμούχο χαλίκι
B2/28	42,04	13,01	41,84			3,11	Αμμούχο χαλίκι
B2/29	77,33	6,91	15,68			0,08	Χαλίκι
B2/30	51,73	7,86	27,65	8,94	3,81		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι

Πίνακας 9.10: Λιθολογία και λιθολογικός χαρακτήρας των δειγμάτων της γεώτρησης Β3.

Δείγμα	% Ποσοστό						Λιθολογικός χαρακτήρας
	Κροκάλες	Ψηφίδες	Άμμος	Πηλός	Άργιλος	Ιλύς	
B3/1	0,60	0,00	36,09	45,51	17,79		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
B3/2		0,42	48,84	36,62	14,13		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
B3/3			46,73	37,71	15,56		Αμμούχος πηλός
B3/4		0,19	58,13	31,95	9,73		Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος
B3/5	65,79	5,20	19,38	6,99	2,64		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
B3/6	64,65	5,96	21,34	5,78	2,27		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
B3/7	65,55	5,75	22,54	4,62	1,54		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
B3/8	71,24	6,21	17,95			4,60	Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
B3/9	14,64	2,82	71,19	7,82	3,53		Χαλικούχα ιλυούχα άμμος
B3/10	56,67	7,19	30,16			5,98	Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
B3/11	52,97	10,73	27,41	6,28	2,60		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
B3/12	51,43	8,48	27,62	8,70	3,77		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
B3/13	32,95	11,12	41,47	10,10	4,36		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
B3/14	47,11	12,12	31,89	6,20	2,68		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
B3/15	62,07	9,94	21,17	3,92	2,89		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
B3/16	69,16	5,09	17,50	4,59	3,66		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
B3/17	69,64	5,76	18,17	3,75	2,67		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
B3/18	66,01	8,20	16,45	5,12	4,21		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
B3/19	54,33	7,39	28,55	6,05	3,68		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
B3/20	19,23	15,16	53,08	7,58	4,95		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
B3/21	32,93	16,88	40,79	5,74	3,67		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
B3/22	55,46	11,54	24,70	5,36	2,94		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
B3/23	26,33	17,58	42,54	8,72	4,83		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
B3/24	72,67	4,85	15,92	3,72	2,83		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
B3/25	70,59	6,10	15,55	3,66	4,10		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
B3/26	67,64	6,28	17,30	3,78	5,00		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
B3/27	40,20	16,31	23,94	7,62	11,93		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι

B3/28	6,90	3,14	18,82	40,11	31,03		Χαλικούχα ιλύς
B3/29	25,58	4,17	31,07	28,83	10,34		Χαλικούχα ιλύς
B3/30	26,28	3,17	18,69	40,26	11,59		Χαλικούχα ιλύς
B3/31	6,09	3,63	32,11	41,60	16,57		Χαλικούχα ιλύς
B3/32	7,25	8,56	39,62	31,89	12,67		Χαλικούχα ιλύς

Πίνακας 9.11: Λιθολογία και λιθολογικός χαρακτήρας των δειγμάτων της γεώτρησης Β4.

Δείγμα	% Ποσοστό						Λιθολογικός χαρακτήρας
	Κροκάλες	Ψηφίδες	Άμμος	Πηλός	Άργιλος	Ιλύς	
B4/1			65,84	24,94	9,22		Πηλούχα άμμος
B4/2			68,86	22,34	8,80		Πηλούχα άμμος
B4/3			61,85	27,47	10,68		Πηλούχα άμμος
B4/4			47,65	44,23	8,12		Αμμούχος πηλός
B4/5			55,05	36,08	8,86		Πηλούχα άμμος
B4/6			35,46	52,56	11,96		Αμμούχος πηλός
B4/7			70,09	22,32	7,59		Πηλούχα άμμος
B4/8			42,11	46,27	11,62		Αμμούχος πηλός
B4/9			35,67	55,08	9,25		Αμμούχος πηλός
B4/10			64,31	28,56	7,13		Πηλούχα άμμος
B4/11	3,44	0,00	67,29	22,21	7,07		Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος
B4/12	1,18	0,79	75,95	16,43	5,65		Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος
B4/13	16,41	11,91	71,16			0,52	Χαλικούχα άμμος
B4/14	11,34	17,04	70,99			0,63	Χαλικούχα άμμος
B4/15	28,35	20,01	51,28			0,37	Αμμούχο χαλίκι
B4/16	68,19	8,94	22,33			0,54	Αμμούχο χαλίκι
B4/17	75,80	6,62	17,14			0,45	Χαλίκι

Πίνακας 9.12: Λιθολογία και λιθολογικός χαρακτήρας των δειγμάτων της γεώτρησης Β5.

Δείγμα	% Ποσοστό						Λιθολογικός χαρακτήρας
	Κροκάλες	Ψηφίδες	Άμμος	Πηλός	Άργιλος	Ιλύς	
B5/1			62,01	27,52	10,48		Πηλούχα άμμος
B5/2			41,68	44,15	14,17		Αμμούχος πηλός
B5/3			58,36	31,62	10,02		Πηλούχα άμμος
B5/4			50,39	40,86	8,75		Πηλούχα άμμος
B5/5			52,08	36,45	11,46		Πηλούχα άμμος
B5/6			31,68	52,32	16,00		Αμμούχος πηλός
B5/7			34,56	51,64	13,81		Αμμούχος πηλός
B5/8			47,61	41,65	10,74		Αμμούχος πηλός
B5/9	1,80	3,39	76,33	12,09	6,39		Χαλικούχα ιλυούχα άμμος
B5/10	0,78	2,19	85,73	6,95	4,35		Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος
B5/11	7,12	4,78	70,82	10,76	6,52		Χαλικούχα ιλυούχα άμμος
B5/12	45,36	13,46	36,14			5,04	Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
B5/13	41,96	7,87	43,95	4,52	1,71		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
B5/14	36,56	11,88	44,81	4,83	1,92		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
B5/15	18,17	11,16	68,76			1,90	Χαλικούχα άμμος
B5/16	3,44	4,95	89,01			2,61	Χαλικούχα άμμος
B5/17	6,05	4,64	87,02			2,29	Χαλικούχα άμμος
B5/18	58,97	6,62	31,74			2,67	Αμμούχο χαλίκι

Πίνακας 9.13: Λιθολογία και λιθολογικός χαρακτήρας των δειγμάτων της γεώτρησης Β6.

Δείγμα	% Ποσοστό						Λιθολογικός χαρακτήρας
	Κροκάλες	Ψηφίδες	Άμμος	Πηλός	Άργιλος	Ιλύς	
Β6/1		0,13	29,31	49,47	21,09		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Β6/2		0,08	20,85	58,47	20,60		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Β6/3	0,54	2,09	32,19	48,00	17,18		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Β6/4	77,17	5,09	12,50			5,24	Χαλίκι
Β6/5	67,48	5,74	23,06			3,72	Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
Β6/6	58,23	6,05	27,15	5,71	2,85		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
Β6/7	78,81	3,76	15,21			2,22	Χαλίκι
Β6/8	35,56	8,91	49,72	4,14	1,67		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
Β6/9	49,97	9,38	32,43	5,82	2,40		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
Β6/10	73,33	3,88	19,16			3,63	Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
Β6/11	51,11	12,59	25,78	6,34	4,19		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
Β6/12	45,28	7,08	26,89	12,84	7,90		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
Β6/13	14,95	12,35	38,55	21,51	12,63		Χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Β6/14	52,06	10,26	30,15	4,95	2,58		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
Β6/15	48,01	8,41	31,93	7,70	3,95		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
Β6/16	50,55	9,77	28,65	7,35	3,68		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
Β6/17	57,16	10,26	26,49	4,24	1,85		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
Β6/18	19,36	8,11	63,46	6,56	2,51		Χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Β6/19	46,68	7,30	36,97	6,24	2,81		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι
Β6/20	55,26	12,22	24,94	5,24	2,34		Ιλιούχο αμμούχο χαλίκι

Πίνακας 9.14: Λιθολογία και λιθολογικός χαρακτήρας των δειγμάτων της γεώτρησης Γ1.

Δείγμα	% Ποσοστό						Λιθολογικός χαρακτήρας
	Κροκάλες	Ψηφίδες	Άμμος	Πηλός	Άργιλος	Ιλύς	
Γ1/1			12,72	52,68	34,61		Αμμούχα ιλύς
Γ1/2			18,77	59,12	22,11		Αμμούχος πηλός
Γ1/3			22,17	59,85	17,98		Αμμούχος πηλός
Γ1/4			17,55	59,94	22,51		Αμμούχος πηλός
Γ1/5		0,27	15,61	55,99	28,13		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ1/6		0,31	14,10	53,33	32,26		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ1/7		0,77	23,29	54,34	21,60		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ1/8		0,15	54,71	35,65	9,48		Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ1/9			35,74	51,17	13,08		Αμμούχος πηλός
Γ1/10			1,73	49,61	48,66		Ιλύς
Γ1/11			1,44	47,60	50,96		Ιλύς
Γ1/12			0,98	54,42	44,59		Ιλύς
Γ1/13			5,14	42,03	52,83		Ιλύς
Γ1/14			3,99	36,35	59,66		Ιλύς
Γ1/15			9,82	36,55	53,63		Ιλύς
Γ1/16			66,98	24,63	8,39		Πηλούχα άμμος
Γ1/17		0,46	59,22	29,40	10,92		Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ1/18		0,39	39,63	45,04	14,94		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ1/19		0,46	48,83	38,46	12,25		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ1/20			29,11	54,64	16,25		Αμμούχος πηλός
Γ1/21			11,61	38,03	50,36		Αμμούχα ιλύς
Γ1/22		0,57	20,57	41,58	37,28		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ1/23		0,46	25,58	46,45	27,51		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ1/24			27,90	46,84	25,25		Αμμούχα ιλύς
Γ1/25			32,31	45,33	22,36		Αμμούχος πηλός
Γ1/26	1,18	0,70	23,02	51,73	23,37		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς

Πίνακας 9.15: Λιθολογία και λιθολογικός χαρακτήρας των δειγμάτων της γεώτρησης Γ2.

Δείγμα	% Ποσοστό						Λιθολογικός χαρακτήρας
	Κροκάλες	Ψηφίδες	Άμμος	Πηλός	Άργιλος	Ιλύς	
Γ2/1			8,71	51,63	39,65		Ιλύς
Γ2/2			5,54	54,46	40,00		Ιλύς
Γ2/3			2,82	50,68	46,51		Ιλύς
Γ2/4			3,41	45,47	51,12		Ιλύς

Γ2/5			9,64	45,90	44,46		Ιλύς
Γ2/6		0,10	5,58	55,53	38,79		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ2/7		0,21	12,52	67,85	19,42		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ2/8		0,13	27,86	56,93	15,08		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ2/9			36,32	49,97	13,71		Αμμούχος πηλός
Γ2/10			37,51	49,58	12,91		Αμμούχος πηλός
Γ2/11			12,11	66,86	21,03		Αμμούχος πηλός
Γ2/12			4,47	47,28	48,24		Ιλύς
Γ2/13			3,44	41,34	55,22		Ιλύς
Γ2/14			4,91	49,37	45,72		Ιλύς
Γ2/15			7,23	45,25	47,53		Ιλύς
Γ2/16			7,64	41,95	50,41		Ιλύς
Γ2/17			8,74	45,30	45,96		Ιλύς
Γ2/18			13,08	45,23	41,69		Αμμούχα ιλύς
Γ2/19		0,18	15,59	42,64	41,59		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ2/20			14,08	40,45	45,47		Αμμούχα ιλύς
Γ2/21		0,05	12,75	45,87	41,33		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ2/22			13,04	55,95	31,00		Αμμούχα ιλύς
Γ2/23			18,02	55,83	26,15		Αμμούχος πηλός

Πίνακας 9.16: Λιθολογία και λιθολογικός χαρακτήρας των δειγμάτων της γεώτρησης Γ3.

	% Ποσοστό						
Δείγμα	**Κροκάλες**	**Ψηφίδες**	**Άμμος**	**Πηλός**	**Άργιλος**	**Ιλύς**	**Λιθολογικός χαρακτήρας**
Γ3/1			6,88	40,76	52,36		Ιλύς
Γ3/2			10,37	37,00	52,63		Αμμούχα ιλύς
Γ3/3			17,85	35,16	46,99		Αμμούχα ιλύς
Γ3/4			12,16	45,35	42,49		Αμμούχα ιλύς
Γ3/5			23,24	47,79	28,97		Αμμούχα ιλύς
Γ3/6			33,35	42,91	23,74		Αμμούχα ιλύς
Γ3/7			45,97	37,85	16,19		Αμμούχος πηλός
Γ3/8			49,49	36,94	13,57		Αμμούχος πηλός
Γ3/9			30,38	50,71	18,91		Αμμούχος πηλός
Γ3/10			15,40	52,08	32,53		Αμμούχα ιλύς
Γ3/11			10,94	47,75	41,32		Αμμούχα ιλύς
Γ3/12			19,14	40,21	40,65		Αμμούχα ιλύς
Γ3/13			17,19	53,14	29,67		Αμμούχα ιλύς
Γ3/14			11,87	57,53	30,60		Αμμούχα ιλύς
Γ3/15		0,16	19,53	44,13	36,19		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ3/16		0,22	17,18	29,84	52,76		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ3/17			12,83	38,86	48,30		Αμμούχα ιλύς
Γ3/18	1,70	0,87	19,19	29,99	48,25		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ3/19	4,41	2,44	17,43	29,56	46,16		Χαλικούχα ιλύς
Γ3/20	3,09	0,95	18,72	31,41	45,84		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ3/21	0,87	2,88	20,25	34,17	41,83		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ3/22			33,04	47,11	19,85		Αμμούχος πηλός
Γ3/23			34,13	47,39	18,48		Αμμούχος πηλός
Γ3/24			37,89	44,94	17,17		Αμμούχος πηλός
Γ3/25			56,62	31,31	12,07		Πηλούχα άμμος

Πίνακας 9.17: Λιθολογία και λιθολογικός χαρακτήρας των δειγμάτων της γεώτρησης Γ4.

	% Ποσοστό						
Δείγμα	**Κροκάλες**	**Ψηφίδες**	**Άμμος**	**Πηλός**	**Άργιλος**	**Ιλύς**	**Λιθολογικός χαρακτήρας**
Γ4/1			10,93	49,66	39,41		Αμμούχα ιλύς
Γ4/2		0,17	7,88	48,67	43,29		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ4/3		0,05	8,00	50,46	41,49		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ4/4			9,22	51,33	39,44		Ιλύς
Γ4/5		0,20	14,18	43,47	42,15		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ4/6		0,37	18,75	43,63	37,24		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ4/7			12,74	54,53	32,73		Αμμούχα ιλύς
Γ4/8			12,23	56,35	31,42		Αμμούχα ιλύς
Γ4/9			23,32	41,40	35,28		Αμμούχα ιλύς
Γ4/10			48,11	29,99	21,90		Αμμούχα ιλύς
Γ4/11			8,94	44,08	46,98		Ιλύς

Γ4/12			12,68	34,96	52,36		Αμμούχα ιλύς
Γ4/13			9,64	38,18	52,18		Ιλύς
Γ4/14			9,88	37,00	53,11		Ιλύς
Γ4/15			57,29	28,78	13,93		Πηλούχος άμμος
Γ4/16			50,56	28,30	21,13		Ιλυούχα άμμος
Γ4/17			40,78	30,84	28,38		Αμμούχα ιλύς
Γ4/18			8,99	37,77	53,25		Ιλύς
Γ4/19			10,72	36,40	52,88		Αμμούχα ιλύς
Γ4/20			14,85	35,18	49,97		Αμμούχα ιλύς
Γ4/21			22,07	32,82	45,11		Αμμούχα ιλύς
Γ4/22			36,32	34,72	28,96		Αμμούχα ιλύς
Γ4/23			35,89	35,82	28,29		Αμμούχα ιλύς
Γ4/24			8,52	38,78	52,69		Ιλύς

Πίνακας 9.18: Λιθολογία και λιθολογικός χαρακτήρας των δειγμάτων της γεώτρησης Γ5.

Δείγμα	**% Ποσοστό**						**Λιθολογικός χαρακτήρας**
	Κροκάλες	**Ψηφίδες**	**Άμμος**	**Πηλός**	**Άργιλος**	**Ιλύς**	
Γ5/1			12,61	53,10	34,30		Αμμούχα ιλύς
Γ5/2		0,10	11,58	53,48	34,84		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ5/3			21,38	59,57	19,05		Αμμούχος πηλός
Γ5/4			30,86	51,26	17,88		Αμμούχος πηλός
Γ5/5			33,04	49,18	17,78		Αμμούχος πηλός
Γ5/6			23,51	50,84	25,65		Αμμούχα ιλύς
Γ5/7		0,36	23,40	57,24	19,00		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ5/8			7,50	45,91	46,59		Ιλύς
Γ5/9			12,66	41,03	46,31		Αμμούχα ιλύς
Γ5/10		0,06	15,58	42,21	42,15		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ5/11			11,33	52,44	36,23		Αμμούχα ιλύς
Γ5/12			8,42	48,42	43,15		Ιλύς
Γ5/13			12,22	43,89	43,89		Αμμούχα ιλύς
Γ5/14			7,31	38,14	54,55		Ιλύς
Γ5/15			6,43	38,22	55,36		Ιλύς
Γ5/16			7,60	40,78	51,63		Ιλύς
Γ5/17			10,74	41,89	47,37		Αμμούχα ιλύς
Γ5/18			10,14	41,19	48,68		Αμμούχα ιλύς
Γ5/19			9,07	39,95	50,98		Ιλύς
Γ5/20			9,26	37,42	53,32		Ιλύς
Γ5/21			9,01	34,55	56,45		Ιλύς
Γ5/22			8,22	35,35	56,43		Ιλύς
Γ5/23			6,15	41,06	52,79		Ιλύς
Γ5/24			1,70	47,16	51,14		Ιλύς
Γ5/25							Ασβεστιτικά συγκρίματα
Γ5/26			52,83	31,93	15,24		Πηλούχα άμμος
Γ5/27			24,84	55,01	20,15		Αμμούχος πηλός
Γ5/28			14,32	54,08	31,60		Αμμούχα ιλύς
Γ5/29		0,05	46,35	37,25	16,35		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ5/30			37,71	44,05	18,24		Αμμούχος πηλός
Γ5/31		6,41	77,33	10,44	5,46		Χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ5/32	0,46	11,67	77,04	6,36	4,93		Χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ5/33		3,06	87,21	6,26	3,47		Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ5/34		5,84	78,16	10,65	4,81		Χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ5/35	0,54	0,78	82,43	11,51	5,29		Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ5/36		7,10	71,49	14,27	6,60		Χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ5/37	0,54	3,48	74,06	13,03	6,45		Χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ5/38	2,97	5,30	63,95	18,35	8,80		Χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ5/39	3,61	7,11	75,91	11,01	5,35		Χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ5/40	0,62	8,83	60,33	20,06	10,78		Χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ5/41		1,63	75,16	13,66	7,50		Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ5/42	2,05	0,22	78,86	12,66	8,26		Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ5/43		0,28	83,12	10,20	6,40		Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ5/44			75,40	16,85	7,75		Πηλούχα άμμος
Γ5/45			81,39	13,04	5,57		Πηλούχα άμμος
Γ5/46		0,55	89,21	6,78	3,46		Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ5/47		0,19	89,10	7,20	3,50		Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ5/48		0,14	82,12	12,03	5,71		Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ5/49		0,04	80,86	12,92	6,19		Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος

Γ5/50			93,81			6,19	Άμμος
Γ5/51			90,51			9,49	Άμμος

Πίνακας 9.19: Λιθολογία και λιθολογικός χαρακτήρας των δειγμάτων της γεώτρησης Γ6.

Δείγμα	% Ποσοστό						Λιθολογικός χαρακτήρας
	Κροκάλες	Ψηφίδες	Άμμος	Πηλός	Άργιλος	Ιλύς	
Γ6/1		0,56	34,12	41,01	24,30		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ6/2		0,30	43,81	37,60	18,28		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ6/3		0,05	27,04	45,82	27,09		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ6/4			4,65	55,81	39,55		Ιλύς
Γ6/5			20,81	60,29	18,90		Αμμούχος πηλός
Γ6/6			2,94	68,88	28,18		Πηλός
Γ6/7		0,26	10,52	44,27	44,95		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ6/8			13,01	40,36	46,63		Αμμούχα ιλύς
Γ6/9			22,30	52,60	25,09		Αμμούχος πηλός
Γ6/10		0,88	31,47	42,82	24,84		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ6/11		0,26	30,34	40,71	28,69		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ6/12			24,65	32,81	42,54		Αμμούχα ιλύς
Γ6/13		0,78	39,93	42,23	17,06		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ6/14		0,57	53,05	20,55	25,83		Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ6/15	0,19	1,04	62,60	14,42	21,76		Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ6/16		0,77	84,32	6,09	8,81		Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ6/17	0,65	2,82	86,25			10,28	Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ6/18	0,49	3,73	88,65			7,13	Ελαφρά χαλικούχα άμμος
Γ6/19	0,63	3,70	88,99			6,68	Ελαφρά χαλικούχα άμμος
Γ6/20		0,25	92,83			6,92	Ελαφρά χαλικούχα άμμος
Γ6/21			98,60			1,40	Άμμος
Γ6/22			98,75			1,25	Άμμος
Γ6/23			98,82			1,18	Άμμος
Γ6/24		0,39	98,17			1,44	Ελαφρά χαλικούχα άμμος
Γ6/25		2,74	95,21			2,05	Ελαφρά χαλικούχα άμμος

Πίνακας 9.20: Λιθολογία και λιθολογικός χαρακτήρας των δειγμάτων της γεώτρησης Γ7.

Δείγμα	% Ποσοστό						Λιθολογικός χαρακτήρας
	Κροκάλες	Ψηφίδες	Άμμος	Πηλός	Άργιλος	Ιλύς	
Γ7/1			4,92	55,38	39,70		Ιλύς
Γ7/2			4,51	55,57	39,93		Ιλύς
Γ7/3		0,10	5,24	52,01	42,65		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ7/4			2,38	51,14	46,49		Ιλύς
Γ7/5			2,37	58,77	38,86		Ιλύς
Γ7/6			3,85	47,50	48,65		Ιλύς
Γ7/7			8,02	40,31	51,66		Ιλύς
Γ7/8			12,15	36,30	51,54		Αμμούχα ιλύς
Γ7/9			11,64	40,82	47,54		Αμμούχα ιλύς
Γ7/10	1,14	1,36	9,91	38,16	49,43		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς

Πίνακας 9.21: Λιθολογία και λιθολογικός χαρακτήρας των δειγμάτων της γεώτρησης Γ8.

Δείγμα	% Ποσοστό						Λιθολογικός χαρακτήρας
	Κροκάλες	Ψηφίδες	Άμμος	Πηλός	Άργιλος	Ιλύς	
Γ8/1			6,43	59,19	34,38		Ιλύς
Γ8/2			7,02	56,64	36,33		Ιλύς
Γ8/3			6,57	58,57	34,86		Ιλύς
Γ8/4			15,09	55,83	29,22		Αμμούχα ιλύς
Γ8/5			35,81	48,35	15,84		Αμμούχος πηλός
Γ8/6			36,16	36,02	27,83		Αμμούχα ιλύς
Γ8/7			52,25	36,52	11,23		Πηλούχα άμμος
Γ8/8			94,42			5,58	Άμμος
Γ8/9			90,11			9,89	Άμμος
Γ8/10			68,33	24,97	6,70		Πηλούχα άμμος
Γ8/11			35,28	47,88	16,84		Αμμούχος πηλός
Γ8/12			77,70	15,38	6,92		Πηλούχα άμμος

Γ8/13			87,06	7,80	5,14		Ιλυούχα άμμος
Γ8/14			62,67	28,00	9,33		Πηλούχα άμμος
Γ8/15		0,16	93,16			6,67	Ελαφρά χαλικούχα άμμος
Γ8/16			28,31	55,09	16,59		Αμμούχος πηλός
Γ8/17			85,62	9,85	4,53		Πηλούχα άμμος
Γ8/18			91,31			8,69	Άμμος
Γ8/19		0,03	91,65			8,32	Ελαφρά χαλικούχα άμμος
Γ8/20		0,11	91,27			8,63	Ελαφρά χαλικούχα άμμος
Γ8/21							
Γ8/22		0,11	85,06	11,22	3,61		Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ8/23		0,16	85,89	10,39	3,56		Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ8/24			85,71	9,94	4,35		Πηλούχα άμμος
Γ8/25		0,05	82,92	12,45	4,58		Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ8/26		0,49	82,37	12,63	4,51		Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ8/27		0,59	89,66			9,75	Ελαφρά χαλικούχα άμμος
Γ8/28		1,02	90,09			8,89	Ελαφρά χαλικούχα άμμος

Πίνακας 9.22: Λιθολογία και λιθολογικός χαρακτήρας των δειγμάτων της γεώτρησης Γ9.

	% Ποσοστό						
Δείγμα	**Κροκάλες**	**Ψηφίδες**	**Άμμος**	**Πηλός**	**Άργιλος**	**Ιλύς**	**Λιθολογικός χαρακτήρας**
Γ9/1			6,58	53,80	39,62		Ιλύς
Γ9/2			8,58	54,08	37,33		Ιλύς
Γ9/3			14,00	62,03	23,97		Αμμούχος πηλός
Γ9/4			18,77	60,21	21,02		Αμμούχος πηλός
Γ9/5			11,74	65,41	22,84		Αμμούχος πηλός
Γ9/6			3,22	62,87	33,92		Ιλύς
Γ9/7			5,22	54,64	40,14		Ιλύς
Γ9/8			7,40	55,54	37,06		Ιλύς
Γ9/9			11,32	47,36	41,32		Αμμούχα ιλύς
Γ9/10			16,49	45,87	37,65		Αμμούχα ιλύς
Γ9/11			18,05	43,38	38,57		Αμμούχα ιλύς
Γ9/12			14,88	45,71	39,40		Αμμούχα ιλύς
Γ9/13			12,72	42,82	44,46		Αμμούχα ιλύς
Γ9/14			10,58	43,20	46,22		Αμμούχα ιλύς
Γ9/15			19,20	41,60	39,18		Αμμούχα ιλύς
Γ9/16			24,63	42,86	32,51		Αμμούχα ιλύς
Γ9/17			13,88	49,32	36,79		Αμμούχα ιλύς
Γ9/18			16,35	61,39	22,26		Αμμούχος πηλός
Γ9/19			16,61	35,88	47,51		Αμμούχα ιλύς
Γ9/20			18,45	35,43	46,12		Αμμούχα ιλύς
Γ9/21			29,01	34,89	36,10		Αμμούχα ιλύς
Γ9/22			35,33	38,13	26,54		Αμμούχα ιλύς
Γ9/23			18,03	49,82	32,15		Αμμούχα ιλύς
Γ9/24			3,28	56,67	40,06		Ιλύς
Γ9/25			4,20	46,42	49,37		Ιλύς
Γ9/26			19,17	47,53	33,30		Αμμούχα ιλύς
Γ9/27			11,39	62,55	26,06		Αμμούχα πηλός
Γ9/28			23,86	55,39	20,75		Αμμούχος πηλός

Πίνακας 9.23: Λιθολογία και λιθολογικός χαρακτήρας των δειγμάτων της γεώτρησης Γ10.

	% Ποσοστό						
Δείγμα	**Κροκάλες**	**Ψηφίδες**	**Άμμος**	**Πηλός**	**Άργιλος**	**Ιλύς**	**Λιθολογικός χαρακτήρας**
Γ10/1			6,35	50,68	42,96		Ιλύς
Γ10/2			6,49	61,07	32,44		Ιλύς
Γ10/3			9,66	60,37	29,97		Πηλός
Γ10/4			11,15	53,67	35,18		Αμμούχα ιλύς
Γ10/5			11,98	43,28	44,74		Αμμούχα ιλύς
Γ10/6			19,79	50,02	30,18		Αμμούχα ιλύς
Γ10/7			11,62	53,52	34,86		Αμμούχα ιλύς
Γ10/8			7,10	44,35	48,56		Ιλύς
Γ10/9			6,31	38,54	55,15		Ιλύς
Γ10/10			7,27	35,79	56,94		Ιλύς
Γ10/11			8,56	33,56	57,87		Ιλύς

Γ10/12			7,33	36,69	55,99		Ιλύς
Γ10/13	2,03	1,58	21,04	39,65	35,69		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ10/14		0,97	22,17	40,46	36,40		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ10/15			25,67	41,08	33,25		Αμμούχα ιλύς
Γ10/16	7,36	7,81	40,64	27,11	17,08		Χαλικούχα ιλύς
Γ10/17	8,26	12,97	47,35	19,96	11,46		Χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ10/18	0,92	9,14	64,22	15,88	9,84		Χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ10/19	0,42	2,68	79,22	11,71	5,97		Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ10/20	0,50	1,63	82,33	10,96	4,57		Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ10/21	3,06	3,84	72,23	14,87	6,00		Χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ10/22	9,34	16,15	63,09	7,82	3,60		Χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ10/23	7,43	21,31	64,21	4,39	2,66		Χαλικούχα άμμος
Γ10/24	11,59	14,51	69,31			4,58	Χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ10/25	28,27	13,75	54,16			3,82	Αμμούχο χαλίκι
Γ10/26	15,74	17,05	63,21			4,00	Αμμούχο χαλίκι
Γ10/27	32,30	12,41	50,90			4,38	Αμμούχο χαλίκι

Πίνακας 9.24: Λιθολογία και λιθολογικός χαρακτήρας των δειγμάτων της γεώτρησης Γ11.

	% Ποσοστό						
Δείγμα	**Κροκάλες**	**Ψηφίδες**	**Άμμος**	**Πηλός**	**Άργιλος**	**Ιλύς**	**Λιθολογικός χαρακτήρας**
Γ11/1	2,02	0,93	15,41	44,47	37,16		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ11/2	1,51	0,36	17,87	47,61	32,64		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ11/3		0,26	15,81	50,63	33,29		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ11/4		0,16	17,80	47,27	34,77		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ11/5		0,55	23,22	39,89	36,33		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ11/6	9,12	2,45	29,86	35,51	23,06		Χαλικούχα ιλύς
Γ11/7	2,85	1,71	41,27	35,95	18,22		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ11/8	0,65	3,02	41,69	34,79	19,84		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ11/9		0,24	43,89	36,02	19,85		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ11/10		0,75	37,12	36,70	25,43		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ11/11		0,54	37,71	35,88	25,87		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ11/12		0,85	12,90	39,44	46,81		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ11/13	0,43	2,84	16,52	33,65	46,56		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ11/14	0,66	0,53	13,90	33,16	51,76		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ11/15		1,55	15,83	31,58	51,03		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ11/16	1,93	1,97	15,20	32,37	48,53		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ11/17		0,40	15,84	34,18	49,58		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ11/18		0,56	17,70	33,88	47,86		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ11/19			17,44	36,89	45,67		Αμμούχα ιλύς
Γ11/20		0,88	16,48	33,23	49,41		Ελαφρά χαλικούχα ιλύς
Γ11/21			25,94	35,22	38,84		Αμμούχα ιλύς
Γ11/22			25,54	45,08	29,38		Αμμούχα ιλύς
Γ11/23			49,55	33,09	17,36		Αμμούχα ιλύς
Γ11/24		0,35	59,31	25,11	15,23		Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ11/25	5,10	1,86	51,84	26,36	14,85		Χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ11/26			55,52	29,74	14,74		Πηλούχα άμμος
Γ11/27			58,98	27,58	13,45		Πηλούχα άμμος
Γ11/28			77,86	14,41	7,73		Ιλυούχα άμμος
Γ11/29		1,17	78,74	12,61	7,48		Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ11/30	0,59	0,78	76,48	13,44	8,72		Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος
Γ11/31			7,89	65,83	26,28		Πηλός
Γ11/32			3,12	64,72	32,16		Πηλός
Γ11/33			9,31	47,65	43,04		Ιλύς
Γ11/34			7,08	58,89	34,03		Ιλύς
Γ11/35			7,97	52,99	39,04		Ιλύς
Γ11/36			5,59	53,69	40,72		Ιλύς

9.2.2.2. Καθορισμός των στατιστικών παραμέτρων κατανομής.

Τα βάρη των κλασμάτων, που προέκυψαν από την κοκκομετρική ανάλυση, μετατράπηκαν στους στατιστικούς πίνακες σε εκατοστιαία αθροιστικά ποσοστά βαρών. Με βάση τα ποσοστά αυτά κατασκευάστηκαν οι κοκκομετρικές καμπύλες αθροιστικής συχνότητας σε κανονικό χάρτη πιθανότητας (normal probability graph paper) με τετμημένη, στην οποία απεικονίζεται η κλίμακα φι και τεταγμένη σε κλίμακα συχνότητας πιθανότητας αντί αριθμητικής, έτσι ώστε η αρχική σιγμοειδής καμπύλη να μετατρέπεται σε ευθεία.

Με τη βοήθεια των καμπυλών αυτών υπολογίστηκαν τα εκατοστημόρια Φ_5, Φ_{16}, Φ_{25}, Φ_{50}, Φ_{75}, Φ_{84}, Φ_{95}. Στις περιπτώσεις, που εξέλιπαν κάποια από τα μικρά εκατοστημόρια, ο προσδιορισμός του αποτελέσματος γινόταν συμπερασματικά με προέκταση της καμπύλης προς τα κάτω. Αντίθετα όταν το ποσοστό πηλού-αργίλου ήταν μεγαλύτερο του 5% και συνεπώς αδύνατος ο απ' ευθείας προσδιορισμός κάποιων από τα μεγάλα εκατοστημόρια, τότε ο υπολογισμός των τετμημένων γινόταν γραμμικά-γεωμετρικά με τη βοήθεια των τύπων:

$\Phi_{95} = 14 - 5 \times 5\%/\alpha\% = 14 - 25/\alpha$

$\Phi_{84} = 14 - 5 \times 16\%/\alpha\% = 14 - 80/\alpha$

$\Phi_{75} = 14 - 5 \times 25\%/\alpha\% = 14 - 125/\alpha$

$\Phi_{50} = 14 - 5 \times 50\%/\alpha\% = 14 - 250/\alpha$, όπου α% = εκατοστιαία συμμετοχή της αργίλου στο δείγμα.

Στη συνέχεια, με γνωστές πλέον τις τιμές των εκατοστημορίων για κάθε ένα δείγμα, υπολογίστηκαν οι στατιστικές παράμετροι της κοκκομετρικής κατανομής των δειγμάτων με τη χρήση των υπολογιστικών τύπων των γραφικών παραμέτρων κατά Folk & Word (1957), που δίνονται στον παρακάτω πίνακα 9.25:

Διάμεσος	$Md = \Phi_{50}$
Αριθμητικός μέσος	$Mz = (\Phi_{16}+\Phi_{50}+\Phi_{84})/3$
Σταθερή απόκλιση	$\sigma_i = [(\Phi_{84} - \Phi_{16})/4] + [(\Phi_{95}-\Phi_5)/6{,}6]$
Ασυμμετρία	$SK_I = [(\Phi_{16}+\Phi_{84}-2\Phi_{50})/2(\Phi_{84}-\Phi_{16})] + [(\Phi_5+\Phi_{95}-2\Phi_{50})/2(\Phi_{95}-\Phi_5)]$
Κύρτωση	$K_G = (\Phi_{95}-\Phi_5)/2{,}44(\Phi_{75}-\Phi_{25})$

Πίνακας 9.25: Υπολογιστικοί τύποι στατιστικών παραμέτρων κατά Folk & Word (1957).

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών αυτών φαίνονται στους πίνακες 9.27 έως 9.33, που παρατίθενται παρακάτω. Οι τιμές των στατιστικών παραμέτρων, που υπολογίστηκαν, απεικονίζονται σε διαγράμματα σε σχέση με το βάθος του κάθε δείγματος, στις αναλυτικές λιθοστρωματογραφικές απεικονίσεις των γεωτρήσεων (§ 9.4, 9.5 και 9.6).

Η χρήση διαγραμμάτων, που προκύπτουν από τις προβολές των γραφικών παραμέτρων σε μεταξύ τους συνδυασμούς, βοηθά στην αναγνώριση των περιβαλλόντων και υποπεριβαλλόντων απόθεσης των υλικών μεταφοράς από το ποτάμιο ρεύμα (§ 9.4, 9.5 και 9.6).

Βάσει των αριθμητικών τιμών των γραφικών παραμέτρων, όπως αυτές υπολογίστηκαν με τον τρόπο που περιγράφηκε παραπάνω, είναι δυνατός ο χαρακτηρισμός των ιζημάτων ανάλογα με το βαθμό ταξινόμησής τους (σ_i), τη λοξότητα ή ασυμμετρία τους (SK_I) και την κύρτωσή τους (K_G), σύμφωνα με τις ονοματολογίες ταξινόμησης, που έχουν προτείνει οι Folk & Word (1957) και που φαίνεται στον πίνακα 9.26:

Χαρακτηρισμός βαθμού ταξινόμησης		**Χαρακτηρισμός ασυμμετρίας**		**Χαρακτηρισμός κύρτωσης**	
<0,35	Πολύ καλή	+1,0……..+0,3	Πολύ θετική	< 0,67	Πολύ πλατιά
0,35 – 0,50	Καλή	+0,3……..+0,1	Θετική	0,67 – 0,90	Πλατιά
0,50 – 0,70	Μετρίως καλή	+0,1……...-0,1	Συμμετρική	0,90 – 1,11	Μεσαία
0,70 – 1,00	Μέτρια	-0,1……-0,3	Αρνητική	1,11 – 1,50	Λεπτή
1,00 – 2,00	Φτωχή	-0,3……-1,0	Πολύ αρνητική	1,50 – 3,00	Πολύ λεπτή
2,00 – 4,00	Πολύ φτωχή			>3,00	Υπερβολικά λεπτή
>4,00	Υπερβολικά φτωχή				

Πίνακας 9.26: Χαρακτηρισμός των κοκκομετρικών καμπυλών των ιζημάτων, ανάλογα με το βαθμό ταξινόμησης, την ασυμμετρία και την κύρτωση κατά Folk & Word (1957).

Ο χαρακτηρισμός των αναλυθέντων δειγμάτων των ιζημάτων σύμφωνα με τον πίνακα 9.26, αναφέρεται επίσης στην περιγραφή των γεωτρήσεων (§ 9.4, 9.5 και 9.6), για κάθε δείγμα χωριστά.

Στις περιπτώσεις, που έπρεπε να ελεγχθεί αν τα εξεταζόμενα ιζήματα αποτελούν αποθέσεις ιλυοροής, χρησιμοποιήθηκαν, για τη σταθερή απόκλιση είτε ο τύπος του Inman (1952):

$$\sigma_{\varphi} = (\Phi_{84} - \Phi_{16})/2$$

είτε ο τύπος του Trask (1930):

$$S_0 = (Q_{25}/Q_{75})^{1/2}$$

όπου με Q_{25} και Q_{75} παριστάνονται τα 25% και 75% εκατοστημόρια, μετρημένα σε χιλιοστά. Τους τύπους αυτούς, των Inman (1952) και Trask (1930), χρησιμοποίησε ο Bull (1964) για τη μελέτη παλαιών αλλουβιακών ιζημάτων.

Δείγμα	Md	Mz	σi	SKI	K_G
A1/1	4,51	5,23	3,26	0,38	1,36
A1/2	4,68	5,54	2,62	0,56	1,72
A1/3	4,07	4,43	3,49	0,17	1,60
A1/4	4,22	4,63	2,89	0,35	1,43
A1/5	-3,65	-2,85	2,24	0,55	1,27
A1/6	-4,14	-3,01	2,71	0,53	0,91
A1/7	2,35	2,87	3,44	0,27	1,49
A1/8	-0,44	-0,70	2,69	-0,09	0,81
A1/9	-3,21	-2,69	2,39	0,33	1,15
A1/10	-5,04	-4,80	3,27	0,03	2,86
A1/11	1,03	-0,49	4,32	-0,58	1,00
A1/12	-3,45	-2,54	3,08	0,25	0,95
A1/13	3,38	3,86	2,70	0,36	1,41
A1/14	2,90	3,38	2,09	0,52	1,49
A1/15	2,04	2,04	1,24	-0,10	1,33
A1/16	1,70	1,69	0,86	0,00	1,33
A1/17	0,85	0,83	1,73	-0,04	0,94
A1/18	-0,60	-1,09	2,27	-0,25	0,76
A1/19	-2,67	-2,06	2,20	0,36	0,67
A1/20	-0,22	-0,76	2,35	-0,27	0,68
A1/21	-2,49	-2,04	2,64	0,21	0,66
A1/22	-3,77	-3,03	2,58	0,41	1,11
A1/23	-2,00	-1,49	2,43	0,26	0,73
A1/24	3,62	4,13	2,10	0,58	1,93
A1/25	-3,03	-2,29	2,29	0,45	0,85
A1/26	-2,99	-2,19	2,23	0,48	0,65
A1/27	-2,46	-1,67	2,09	0,50	0,81
A1/28	-4,04	-3,25	2,92	0,35	0,96
A1/29	1,72	1,38	1,71	-0,43	1,88
A1/30	5,93	6,28	3,89	0,13	1,06
A1/31	2,29	2,40	1,68	-0,17	2,36
A1/32	7,04	7,77	3,02	0,32	0,89
A1/33	5,77	6,69	3,32	0,38	0,94

Δείγμα	Md	Mz	σi	SKI	K_G
A2/1	6,49	7,16	3,57	0,24	0,81
A2/2	4,72	6,02	3,63	0,48	0,87
A2/3	5,84	6,61	3,55	0,30	0,91
A2/4	5,55	6,29	3,76	0,28	0,89
A2/5	4,99	6,21	3,08	0,57	1,04
A2/6	4,17	4,85	3,33	0,25	2,85
A2/7	4,41	5,11	2,42	0,54	1,81
A2/8	4,40	4,89	2,54	0,40	1,89
A2/9	-1,37	-1,22	2,76	0,01	0,97
A2/10	-0,02	-0,43	1,73	-0,29	0,93
A2/11	-0,96	-0,86	3,81	-0,03	1,06
A2/12	-4,12	-2,95	6,40	0,23	0,75
A2/13	1,17	1,07	1,40	-0,40	2,60
A2/14	-3,42	-2,41	2,27	0,58	0,67
A2/15	-2,52	-1,35	3,22	0,59	0,87
A2/16	-3,02	-2,72	1,79	0,27	1,39
A2/17	-4,60	-3,70	3,85	0,24	0,68
A2/18	-4,51	-3,38	2,30	0,72	1,13
A2/19	-2,98	-2,41	2,98	0,21	0,99
A2/20	-3,87	-3,41	2,64	0,27	0,95
A2/21	-2,19	-1,61	7,46	0,11	0,82
A2/22	-3,48	-2,76	2,42	0,46	1,05
A2/23	-3,20	-2,88	2,32	0,22	1,10
A2/24	-3,29	-2,73	2,53	0,32	1,09
A2/25	-3,46	-2,92	3,22	0,24	1,05
A2/26	-1,52	-1,19	1,99	0,23	0,97
A2/27	-3,49	-3,11	1,55	0,45	1,21
A2/28	-3,45	-3,38	2,02	0,03	1,48
A2/29	-3,07	-3,14	2,29	-0,02	1,28
A2/30	0,46	-0,09	1,95	-0,30	0,72
A2/31	-2,20	-1,53	2,08	0,44	0,80
A2/32	-2,00	-1,81	2,36	0,15	0,81
A2/33	-3,22	-3,10	2,30	0,19	1,39
A2/34	-2,19	-0,31	5,27	0,52	0,87
A2/35	-2,79	-2,43	2,66	0,16	1,03
A2/36	1,73	1,59	1,22	-0,13	1,40
A2/37	-3,49	-3,53	1,94	-0,13	1,46
A2/38	-1,95	-1,75	1,52	0,32	1,09

Δείγμα	Md	Mz	σi	SKI	K_G	Δείγμα	Md	Mz	σi	SKI	K_G
A3/1	4,98	5,53	4,53	0,15	0,94	A3/24	-0,30	-0,58	1,80	-0,16	1,04
A3/2	5,18	5,41	4,90	0,03	1,02	A3/25	8,07	8,55	3,11	0,14	0,93
A3/3	-0,49	0,47	4,94	0,39	0,91	A3/26	8,98	9,30	2,91	0,05	0,94
A3/4	-2,51	-2,15	2,87	0,08	1,29	A3/27	4,21	4,85	3,32	0,35	1,12
A3/5	-1,07	-1,05	1,92	0,07	0,88	A3/28	1,91	2,56	3,50	0,35	1,44
A3/6	6,39	7,24	3,28	0,34	0,88	A3/29	2,79	3,47	3,17	0,44	1,52
A3/7	5,22	5,85	3,91	0,24	1,06	A3/30	1,09	0,83	1,63	-0,29	1,60
A3/8	4,98	5,68	4,28	0,16	1,31	A3/31	-2,24	-1,61	2,39	0,36	0,74
A3/9	-1,98	-1,56	2,90	0,25	0,71	A3/32	-1,66	-2,07	3,76	-0,21	0,93
A3/10	-4,74	-3,80	2,82	0,46	0,94	A3/33	-3,78	-2,92	2,79	0,39	0,81
A3/11	-2,64	-2,74	3,33	-0,13	1,23	A3/34	-2,02	-1,78	2,47	0,18	0,84
A3/12	-2,46	-2,17	2,03	0,20	1,01	A3/35	-2,25	-1,74	1,92	0,43	0,87
A3/13	0,62	0,65	1,68	0,08	1,05	A3/36	-4,05	-3,37	1,61	0,66	1,00
A3/14	4,66	5,32	3,19	0,35	1,40	A3/37	-3,63	-3,54	2,05	0,09	1,31
A3/15	-1,91	-1,65	2,04	0,15	0,93	A3/38	0,83	-0,30	3,67	-0,44	0,86
A3/16	4,55	5,06	3,89	0,13	2,00	A3/39	1,75	1,78	0,83	0,14	1,70
A3/17	-1,01	-1,14	1,85	-0,01	0,98	A3/40	-1,80	-1,40	2,44	0,22	0,63
A3/18	4,71	4,90	4,33	0,10	1,10	A3/41	-1,99	-1,50	2,27	0,34	0,83
A3/19	-0,90	-0,94	1,91	0,05	0,83	A3/42	-2,56	-2,11	1,89	0,37	0,95
A3/20	0,94	0,62	2,24	-0,18	0,96	A3/43	-2,29	-2,04	2,07	0,28	1,20
A3/21	-0,11	-0,35	1,71	-0,15	0,95	A3/44	-2,14	-2,27	2,74	-0,11	1,36
A3/22	-0,57	-0,61	1,48	-0,03	1,01	A3/45	4,31	4,96	4,21	0,16	1,42
A3/23	6,51	7,37	3,33	0,29	1,05						

Πίνακας 9.27: Στατιστικές παράμετροι των δειγμάτων των γεωτρήσεων A1, A2 και A3.

Δείγμα	Md	Mz	σi	SKI	K_G
A4/1	5,21	5,64	4,64	0,10	0,94
A4/2	5,57	6,06	4,35	0,13	0,92
A4/3	4,41	4,55	5,00	0,04	1,01
A4/4	4,66	5,35	3,96	0,24	1,15
A4/5	4,98	5,59	4,50	0,13	1,11
A4/6	5,16	5,84	4,25	0,19	0,97
A4/7	3,68	4,10	5,26	0,03	1,33
A4/8	3,54	3,96	5,12	0,10	1,13
A4/9	5,91	6,60	3,89	0,22	0,88
A4/10	6,35	6,84	4,03	0,13	0,86
A4/11	6,92	7,33	3,96	0,10	0,77
A4/12	7,56	7,70	4,04	0,02	0,81
A4/13	7,12	7,31	4,29	0,00	0,80
A4/14	7,01	7,55	3,62	0,18	0,75
A4/15	7,24	7,64	3,72	0,12	0,77
A4/16	6,09	6,44	4,38	0,07	0,88
A4/17	2,50	3,17	5,02	0,22	0,89
A4/18	2,77	2,99	5,27	0,12	0,88
A4/19	6,36	6,99	3,63	0,23	0,83
A4/20	6,98	7,38	4,13	0,05	0,87
A4/21	6,23	6,85	3,91	0,18	0,84
A4/22	8,19	8,25	3,62	-0,01	0,80
A4/23	7,00	7,02	4,77	-0,09	0,96
A4/24	7,08	7,69	3,54	0,21	0,74
A4/25	7,31	7,97	3,41	0,20	0,87
A4/26	6,53	7,16	3,93	0,17	0,83
A4/27	6,65	7,36	3,76	0,20	0,84
A4/28	6,51	7,22	3,76	0,21	0,82
A4/29	6,94	7,49	3,88	0,13	0,82
A4/30	7,64	8,19	3,34	0,16	0,83
A4/31	6,91	7,76	3,11	0,36	0,80
A4/32	7,25	7,96	3,14	0,28	0,83
A4/33	6,48	7,31	3,68	0,21	0,98
A4/34	7,54	8,13	3,17	0,24	0,78
A4/35	8,16	8,55	3,21	0,11	0,84
A4/36	8,20	8,61	3,27	0,08	0,92
A4/37	7,35	7,69	3,86	0,05	0,88
A4/38	6,14	6,08	2,90	-0,03	1,59
A4/39	5,50	6,44	3,68	0,29	1,16
A4/40	5,97	6,53	3,83	0,13	1,38
A4/41	6,78	7,36	3,92	0,12	0,92
A4/42	5,82	6,87	3,67	0,31	1,00

Δείγμα	Md	Mz	σi	SKI	K_G
A5/1	5,27	5,70	4,65	0,08	1,01
A5/2	5,56	6,17	4,23	0,16	0,95
A5/3	-1,61	-1,33	2,18	0,24	0,82
A5/4	0,06	0,33	2,03	0,20	0,68
A5/5	5,03	5,47	4,43	0,11	1,17
A5/6	4,25	4,15	5,24	0,01	0,99
A5/7	4,55	4,72	4,87	0,07	1,03
A5/8	-4,13	-3,48	2,32	0,35	1,38
A5/9	-3,24	-2,30	2,37	0,53	0,83
A5/10	3,99	3,85	6,61	-0,13	1,52
A5/11	7,78	7,87	3,96	-0,04	0,86
A5/12	7,18	7,40	4,22	-0,01	0,89
A5/13	7,01	7,06	4,78	-0,09	0,98
A5/14	5,89	6,02	4,87	0,00	0,85
A5/15	5,76	5,92	4,68	0,06	0,80
A5/16	-2,38	-2,00	2,01	0,30	0,96
A5/17	6,86	7,51	3,59	0,21	0,80
A5/18	6,79	7,51	3,42	0,27	0,82
A5/19	6,92	7,21	4,16	0,01	0,94
A5/20	0,99	2,46	5,00	0,43	0,88
A5/21	7,16	7,42	4,13	0,01	0,92
A5/22	6,50	7,20	3,73	0,22	0,80
A5/23	7,42	7,78	3,91	0,04	0,90
A5/24	7,16	7,75	3,58	0,16	0,84
A5/25	6,03	5,99	5,03	-0,06	0,97
A5/26	6,77	7,37	3,75	0,18	0,81
A5/27	6,40	6,95	4,03	0,13	0,87
A5/28	6,48	7,23	3,64	0,24	0,82
A5/29	6,03	6,76	3,99	0,19	0,90
A5/30	5,72	6,15	4,66	0,06	0,98
A5/31	6,24	6,74	4,49	0,05	0,99

Δείγμα	Md	Mz	σi	SKI	K_G	Δείγμα	Md	Mz	σi	SKI	K_G
A6/1	1,99	-0,12	8,89	-0,34	0,95	A6/20	4,20	3,91	5,53	0,03	0,86
A6/2	4,76	4,62	5,10	-0,02	1,02	A6/21	5,67	5,68	4,82	0,00	0,83
A6/3	3,99	3,99	4,81	0,06	1,01	A6/22	5,66	5,76	4,93	-0,02	0,96
A6/4	0,66	0,98	4,55	0,23	0,99	A6/23	6,40	6,82	4,26	0,06	1,01
A6/5	3,00	2,74	5,57	0,01	0,89	A6/24	5,63	5,21	5,71	-0,14	0,94
A6/6	6,40	6,68	4,45	0,02	0,94	A6/25	5,52	5,30	5,32	-0,05	0,81
A6/7	7,45	7,39	4,41	-0,09	0,92	A6/26	3,34	3,80	5,17	0,18	0,76
A6/8	6,63	6,44	4,76	-0,08	0,87	A6/27	5,75	5,97	4,85	0,02	0,91
A6/9	0,18	1,47	4,79	0,45	4,17	A6/28	6,29	6,98	3,90	0,17	0,95
A6/10	3,59	3,62	6,06	-0,01	0,82	A6/29	5,36	6,04	4,35	0,16	0,94
A6/11	5,99	6,05	4,64	0,02	0,81	A6/30	5,08	4,04	6,19	-0,15	0,89
A6/12	6,01	5,98	5,18	-0,06	0,91	A6/31	6,61	6,81	4,74	-0,02	0,82
A6/13	6,07	6,45	4,43	0,06	0,93	A6/32	2,17	2,79	6,39	0,15	0,64
A6/14	6,60	7,18	3,80	0,16	0,88	A6/33	4,21	3,93	5,99	-0,01	0,64
A6/15	6,61	7,00	4,07	0,08	0,93	A6/34	5,98	6,63	4,22	0,16	0,82
A6/16	5,09	4,92	5,49	-0,03	0,80	A6/35	6,68	7,19	3,98	0,14	0,76
A6/17	5,97	6,26	4,61	0,05	0,89	A6/36	6,43	7,01	4,02	0,17	0,72
A6/18	5,60	5,69	5,03	-0,02	0,94	A6/37	5,99	6,83	3,85	0,27	0,76
A6/19	4,43	4,25	5,75	-0,05	0,93	A6/38	5,94	6,66	4,03	0,21	0,84

Πίνακας 9.28: Στατιστικές παράμετροι των δειγμάτων των γεωτρήσεων Α4, Α5 και Α6.

Δείγμα	Md	Mz	σi	SKI	K_G
A7/1	1,99	2,11	5,95	0,04	0,92
A7/2	-3,02	-1,92	3,66	0,59	1,29
A7/3	4,45	5,45	3,67	0,37	1,13
A7/4	4,63	5,64	3,38	0,46	1,03
A7/5	6,55	7,04	3,68	0,14	1,08
A7/6	4,71	5,19	4,57	0,17	0,76
A7/7	0,94	2,39	4,02	0,56	1,62
A7/8	-1,78	-1,70	2,38	0,05	0,86
A7/9	-2,87	-2,36	2,31	0,28	1,04
A7/10	-2,82	-2,32	2,25	0,35	0,93
A7/11	-2,80	-2,60	2,33	0,14	1,12
A7/12	1,31	1,45	7,00	-0,01	0,99
A7/13	-1,49	0,63	5,46	0,56	0,75
A7/14	-2,27	-2,07	2,07	0,18	1,00
A7/15	1,78	2,30	6,18	0,11	0,83
A7/16	-2,53	-0,68	4,75	0,63	1,07
A7/17	-1,68	-1,47	1,86	0,19	0,91
A7/18	-3,59	-2,94	2,02	0,47	0,99
A7/19	4,18	3,62	5,99	-0,07	0,77
A7/20	5,99	5,37	6,01	-0,20	1,00

Δείγμα	Md	Mz	σi	SKI	K_G
B2/1	4,00	5,02	3,58	0,44	0,94
B2/2	3,99	4,91	3,52	0,43	0,97
B2/3	4,35	5,13	3,46	0,38	1,03
B2/4	5,53	6,46	3,22	0,43	0,91
B2/5	5,69	6,56	3,18	0,41	0,91
B2/6	5,44	6,43	3,24	0,46	0,90
B2/7	5,85	6,81	3,19	0,43	0,90
B2/8	6,06	6,90	3,50	0,32	0,86
B2/9	5,13	6,18	3,88	0,31	1,06
B2/10	4,95	6,03	3,45	0,45	0,97
B2/11	4,99	6,06	3,51	0,43	0,95
B2/12	4,82	6,00	3,36	0,51	0,97
B2/13	4,96	6,13	3,33	0,50	1,00
B2/14	4,93	6,13	3,42	0,49	0,95
B2/15	4,53	5,63	3,25	0,51	1,14
B2/16	4,63	5,80	3,38	0,51	1,00
B2/17	4,42	5,61	3,35	0,52	1,05
B2/18	3,19	3,71	3,33	0,28	1,97
B2/19	-2,40	-1,59	4,32	0,28	1,03
B2/20	-2,80	-2,38	2,30	0,30	0,94
B2/21	4,06	5,00	4,09	0,26	1,39
B2/22	-3,01	-2,58	2,75	0,22	1,05
B2/23	-2,39	-1,94	2,26	0,32	0,84
B2/24	-2,03	-1,77	2,14	0,20	0,95
B2/25	-3,40	-2,65	2,32	0,47	1,04
B2/26	-2,40	-1,76	2,39	0,36	0,95
B2/27	-1,86	-1,50	2,30	0,26	0,90
B2/28	-1,51	-1,46	3,25	-0,02	1,06
B2/29	-4,06	-3,30	1,94	0,61	1,18
B2/30	-2,25	-1,22	3,86	0,48	1,12

Δείγμα	Md	Mz	σi	SKI	K_G
B1/1	7,78	8,08	3,16	0,07	1,17
B1/2	7,66	7,78	3,53	-0,03	1,35
B1/3	6,44	6,83	4,01	0,01	1,44
B1/4	5,58	3,53	7,39	-0,41	1,58
B1/5	6,59	6,98	3,90	0,04	1,22
B1/6	7,09	7,53	3,07	0,21	1,02
B1/7	5,42	3,78	6,81	-0,32	0,72
B1/8	5,92	4,52	6,09	-0,25	0,86
B1/9	4,52	3,67	5,88	-0,13	0,68
B1/10	2,99	2,81	6,39	0,00	0,68
B1/11	-2,89	-0,46	5,64	0,63	0,90
B1/12	-1,53	0,38	5,84	0,47	0,71
B1/13	1,98	2,55	5,60	0,19	0,72
B1/14	5,00	4,29	5,65	-0,09	0,94
B1/15	5,65	3,75	7,01	-0,35	0,87
B1/16	6,89	7,58	3,34	0,24	0,94
B1/17	6,44	7,26	3,42	0,26	1,11
B1/18	5,03	5,91	4,79	0,07	2,19
B1/19	5,85	6,72	3,69	0,26	1,02
B1/20	5,45	6,35	3,75	0,28	1,08
B1/21	3,80	4,71	2,61	0,63	1,77
B1/22	4,43	5,32	3,58	0,31	1,61
B1/23	4,69	5,73	3,46	0,39	1,31
B1/24	4,56	5,69	3,41	0,44	1,31
B1/25	6,19	6,87	3,64	0,21	1,01
B1/26	5,22	6,14	3,70	0,33	0,98
B1/27	2,71	4,02	4,27	0,36	1,59
B1/28	-3,78	-1,47	4,29	0,83	1,09
B1/29	-0,91	0,42	5,07	0,44	0,93

Πίνακας 9.29: Στατιστικές παράμετροι των δειγμάτων των γεωτρήσεων Α7, Β1 και Β2.

Δείγμα	Md	Mz	σi	SKI	K_G
B3/1	4,78	5,78	3,19	0,48	1,06
B3/2	4,04	4,98	3,06	0,52	1,23
B3/3	4,23	5,27	3,16	0,52	1,19
B3/4	3,52	4,10	2,73	0,47	1,34
B3/5	-3,31	-1,90	3,57	0,61	0,97
B3/6	-3,32	-3,09	5,10	0,06	1,14
B3/7	-3,43	-2,46	3,14	0,52	0,96
B3/8	-4,00	-2,93	2,83	0,60	1,16
B3/9	1,02	0,90	2,89	0,03	2,12
B3/10	-2,61	-1,90	3,49	0,57	1,45
B3/11	-2,17	-1,37	3,19	0,45	1,17
B3/12	-2,13	-1,06	4,09	0,40	1,24
B3/13	-0,56	0,07	3,47	0,40	1,08
B3/14	-1,82	-1,48	3,62	0,19	1,39
B3/15	-3,04	-2,33	2,76	0,58	1,34
B3/16	-3,89	-2,65	3,53	0,66	1,34
B3/17	-3,94	-3,12	3,51	0,47	1,25
B3/18	-3,21	-2,47	3,53	0,51	1,66
B3/19	-2,70	-1,88	3,90	0,43	1,12
B3/20	0,00	0,28	3,10	0,33	1,42
B3/21	-1,00	-0,67	3,02	0,35	1,44
B3/22	-2,61	-1,81	3,03	0,56	1,30
B3/23	-0,68	-0,10	3,83	0,26	1,86
B3/24	-3,92	-2,75	2,87	0,77	1,62
B3/25	-3,70	-2,91	3,86	0,45	1,62
B3/26	-3,50	-2,63	4,05	0,49	1,60
B3/27	-1,54	0,37	4,84	0,63	1,18
B3/28	6,46	6,37	4,95	-0,09	1,02
B3/29	2,49	2,18	5,59	-0,05	0,89
B3/30	4,32	2,92	6,19	-0,33	0,92
B3/31	5,07	4,91	4,42	-0,03	1,13
B3/32	3,48	3,50	4,43	0,10	0,92

Δείγμα	Md	Mz	σi	SKI	K_G
B4/1	3,30	3,84	2,50	0,52	1,73
B4/2	3,23	3,72	2,30	0,55	1,90
B4/3	3,55	4,22	2,51	0,58	1,79
B4/4	4,10	4,45	1,89	0,54	2,14
B4/5	3,89	4,31	2,04	0,56	2,16
B4/6	4,49	5,09	2,23	0,59	1,88
B4/7	3,08	3,41	2,38	0,42	1,85
B4/8	4,36	4.96	2.69	0.54	1,91
B4/9	4,55	4,94	2,08	0,48	1,73
B4/10	3,58	3,89	2,06	0,46	1,90
B4/11	3,28	3,73	2,19	0,51	2,04
B4/12	2,98	3,27	1,92	0,45	2,49
B4/13	0,10	-0,13	1,74	-0,17	0,98
B4/14	-0,24	-0,31	1,51	-0,05	1,20
B4/15	-0,93	-1,03	1,96	-0,11	1,06
B4/16	-3,96	-4,94	5,20	-0,30	0,97
B4/17	-4,52	-4,46	3,62	0,02	1,02

Δείγμα	Md	Mz	σi	SKI	K_G
B5/1	3,40	4,05	2,76	0,50	1,48
B5/2	4,40	5,22	2,87	0,51	1,50
B5/3	3,77	4,34	2,33	0,57	1,89
B5/4	3,99	4,38	2,12	0,50	1,90
B5/5	3,93	4,74	2,57	0,60	1,48
B5/6	4,96	5,81	2,85	0,50	1,25
B5/7	4,67	5,49	2,65	0,55	1,48
B5/8	4,12	4,68	2,50	0,48	1,75
B5/9	2,10	2,42	2,67	0,34	1,97
B5/10	1,48	1,64	2,02	0,36	2,24
B5/11	1,82	1,92	3,11	0,19	2,25
B5/12	-1,73	-1,49	2,83	0,18	0,93
B5/13	-0,99	-0,98	2,67	0,17	0,87
B5/14	-0,89	-0,94	3,16	0,04	1,19
B5/15	0,05	-0,39	1,65	-0,35	1,00
B5/16	0,64	0,50	1,04	-0,21	1,60
B5/17	0,59	0,42	1,14	-0,27	1,82
B5/18	-3,05	-2,61	3,31	0,12	0,89

Δείγμα	Md	Mz	σi	SKI	K_G
B6/1	5,13	6,25	3,24	0,50	0,96
B6/2	5,60	6,50	3,08	0,44	1,05
B6/3	4,85	5,31	3,89	0,18	1,41
B6/4	-4,44	-3,58	2,89	0,56	1,43
B6/5	-3,23	-2,50	2,59	0,46	0,90
B6/6	-2,93	-2,35	4,01	0,28	1,06
B6/7	-4,48	-3,54	2,36	0,61	1,33
B6/8	-0,50	-0,83	2,75	-0,03	0,91
B6/9	-2,00	-1,53	3,21	0,33	1,05
B6/10	-4,28	-2,95	2,60	0,75	1,08
B6/11	-2,05	-1,42	3,49	0,41	1,51
B6/12	-1,44	-0,12	4,76	0,47	0,98
B6/13	2,05	2,57	4,64	0,25	0,94
B6/14	-2,21	-1,90	3,09	0,31	1,07
B6/15	-1,81	-1,02	3,46	0,48	1,11
B6/16	-2,01	-1,41	3,86	0,32	1,28
B6/17	-2,57	-2,08	2,90	0,36	1,17
B6/18	1,20	0,51	2,84	-0,17	1,15
B6/19	-1,66	-0,91	3,15	0,46	0,91
B6/20	-2,50	-1,87	3,12	0,41	1,22

Πίνακας 9.30: Στατιστικές παράμετροι των δειγμάτων των γεωτρήσεων B3, B4, B5 και B6.

Δείγμα	Md	Mz	σi	SKI	K_G
Γ1/1	6,80	7,57	3,36	0,31	0,72
Γ1/2	5,44	6,58	3,09	0,53	0,97
Γ1/3	4,99	6,13	2,84	0,62	1,16
Γ1/4	5,60	6,67	3,04	0,52	0,93
Γ1/5	6,26	7,14	3,28	0,38	0,80
Γ1/6	7,21	7,64	3,36	0,18	0,81
Γ1/7	6,06	6,64	3,23	0,29	0,98
Γ1/8	3,94	4,63	2,18	0,65	2,44
Γ1/9	4,51	5,42	2,46	0,66	1,50
Γ1/10	8,90	9,26	2,70	0,15	0,78
Γ1/11	9,09	9,44	2,63	0,14	0,80
Γ1/12	8,57	9,00	2,79	0,18	0,81
Γ1/13	9,26	9,43	2,93	-0,01	0,91
Γ1/14	9,81	9,72	2,89	-0,11	0,89
Γ1/15	9,34	8,91	3,47	-0,18	0,77
Γ1/16	3,73	4,01	1,93	0,51	2,84
Γ1/17	3,85	4,61	2,39	0,64	2,48
Γ1/18	4,44	5,54	2,73	0,65	1,36
Γ1/19	4,02	4,97	2,54	0,66	1,93
Γ1/20	4,72	5,85	2,71	0,67	1,23
Γ1/21	9,03	8,68	3,53	-0,14	0,75
Γ1/22	7,35	7,61	3,77	0,08	0,74
Γ1/23	5,75	6,80	3,50	0,40	0,79
Γ1/24	5,46	6,62	3,40	0,46	0,83
Γ1/25	4,98	6,23	3,44	0,48	0,96
Γ1/26	5,54	6,51	3,63	0,31	1,07

Δείγμα	Md	Mz	σi	SKI	K_G
Γ2/1	7,54	8,03	3,37	0,18	0,72
Γ2/2	7,87	8,34	3,16	0,18	0,78
Γ2/3	8,68	8,98	2,93	0,11	0,81
Γ2/4	9,11	9,12	3,03	-0,02	0,77
Γ2/5	8,42	8,55	3,67	-0,07	1,01
Γ2/6	7,97	8,38	3,12	0,15	0,82
Γ2/7	5,82	6,63	2,85	0,44	1,21
Γ2/8	4,98	5,61	2,92	0,40	1,38
Γ2/9	4,69	5,23	2,92	0,38	1,27
Γ2/10	4,59	5,09	2,84	0,39	1,30
Γ2/11	6,10	6,87	3,06	0,33	1,27
Γ2/12	8,85	9,07	2,99	0,05	0,83
Γ2/13	9,47	9,49	2,89	-0,04	0,83
Γ2/14	8,59	9,02	2,93	0,12	0,86
Γ2/15	8,79	9,05	3,12	0,02	0,93
Γ2/16	9,04	9,05	3,25	-0,07	0,87
Γ2/17	8,63	8,76	3,28	0,00	0,88
Γ2/18	8,04	8,18	3,55	0,03	0,81
Γ2/19	7,81	7,97	3,67	0,04	0,76
Γ2/20	8,27	8,24	3,63	-0,02	0,71
Γ2/21	7,63	7,99	3,52	0,12	0,71
Γ2/22	6,71	7,45	3,33	0,30	0,79
Γ2/23	5,82	6,87	3,30	0,44	0,85

Δείγμα	Md	Mz	σi	SKI	K_G
Γ3/1	9,22	9,24	3,15	-0,07	0,95
Γ3/2	9,25	8,95	3,51	-0,17	0,90
Γ3/3	8,64	8,25	3,85	-0,15	0,77
Γ3/4	8,11	8,22	3,55	0,01	0,77
Γ3/5	6,67	7,08	3,65	0,16	0,82
Γ3/6	5,78	6,37	3,74	0,23	0,88
Γ3/7	4,29	5,31	3,20	0,52	0,98
Γ3/8	4,02	4,86	3,21	0,46	1,11
Γ3/9	4,95	5,98	3,20	0,49	1,04
Γ3/10	6,98	7,52	3,43	0,22	0,79
Γ3/11	7,93	8,18	3,44	0,08	0,76
Γ3/12	7,52	7,78	3,69	0,09	0,69
Γ3/13	6,19	7,14	3,40	0,37	0,79
Γ3/14	6,56	7,41	3,28	0,35	0,79
Γ3/15	7,05	7,49	3,65	0,17	0,72
Γ3/16	9,26	8,52	3,91	-0,26	0,80
Γ3/17	8,87	8,59	3,56	-0,12	0,81
Γ3/18	8,84	8,17	4,22	-0,25	0,79
Γ3/19	8,61	7,90	4,67	-0,30	0,87
Γ3/20	8,59	8,05	4,31	-0,24	0,82
Γ3/21	8,04	7,84	4,21	-0,14	0,80
Γ3/22	4,91	6,05	3,22	0,52	0,97
Γ3/23	4,76	5,92	3,10	0,56	1,06
Γ3/24	4,56	5,68	3,07	0,56	1,16
Γ3/25	3,67	4,56	2,68	0,62	1,66

Δείγμα	Md	Mz	σi	SKI	K_G
Γ4/1	8,00	8,31	3,40	0,06	0,92
Γ4/2	8,39	8,79	3,12	0,09	0,91
Γ4/3	8,18	8,50	3,23	0,09	0,85
Γ4/4	7,80	8,26	3,31	0,14	0,83
Γ4/5	7,92	8,07	3,63	0,03	0,75
Γ4/6	7,08	7,55	3,72	0,15	0,75
Γ4/7	6,85	7,57	3,36	0,27	0,81
Γ4/8	6,81	7,54	3,32	0,28	0,83
Γ4/9	7,14	7,43	3,73	0,12	0,72
Γ4/10	4,27	5,74	3,55	0,59	0,80
Γ4/11	8,77	9,09	3,22	0,00	1,05
Γ4/12	9,22	8,88	3,73	-0,22	0,98
Γ4/13	9,20	8,97	3,38	-0,13	0,85
Γ4/14	9,29	9,02	3,42	-0,16	0,87
Γ4/15	3,70	4,85	2,94	0,65	1,31
Γ4/16	3,97	5,61	3,50	0,66	0,84
Γ4/17	5,29	6,41	3,76	0,42	0,69
Γ4/18	9,30	9,02	3,39	-0,15	0,84
Γ4/19	9,27	8,93	3,45	-0,16	0,83
Γ4/20	9,00	8,54	3,71	-0,18	0,78
Γ4/21	8,36	7,99	3,94	-0,12	0,69
Γ4/22	5,82	6,58	3,82	0,29	0,70
Γ4/23	6,05	6,69	3,75	0,26	0,72
Γ4/24	9,25	9,30	3,23	-0,10	1,01

Πίνακας 9.31: Στατιστικές παράμετροι των δειγμάτων των γεωτρήσεων Γ1, Γ2, Γ3 και Γ4.

Δείγμα	Md	Mz	σi	SKI	K_G
Γ5/1	7,16	7,70	3,39	0,21	0,77
Γ5/2	7,26	7,78	3,36	0,20	0,76
Γ5/3	4,96	6,17	2,97	0,60	1,16
Γ5/4	4,86	5,90	3,08	0,52	1,18
Γ5/5	4,72	5,81	3,09	0,54	1,17
Γ5/6	5,65	6,71	3,36	0,44	0,83
Γ5/7	5,22	6,17	3,13	0,45	1,15
Γ5/8	8,62	8,78	3,26	0,01	0,85
Γ5/9	8,54	8,42	3,59	-0,07	0,77
Γ5/10	7,56	7,89	3,70	0,09	0,74
Γ5/11	7,25	7,83	3,39	0,21	0,78
Γ5/12	8,12	8,39	3,31	0,09	0,78
Γ5/13	8,40	8,38	3,45	-0,01	0,79
Γ5/14	9,41	9,20	3,24	-0,14	0,89
Γ5/15	9,48	9,21	3,25	-0,15	0,83
Γ5/16	9,16	8,98	3,30	-0,11	0,82
Γ5/17	8,75	8,61	3,44	-0,07	0,78
Γ5/18	8,84	8,65	3,47	-0,09	0,76
Γ5/19	9,10	8,84	3,35	-0,10	0,75
Γ5/20	9,31	8,91	3,44	-0,17	0,75
Γ5/21	9,57	9,09	3,41	-0,20	0,78
Γ5/22	9,56	9,08	3,45	-0,21	0,82
Γ5/23	9,26	9,06	3,23	-0,10	0,81
Γ5/24	9,11	9,25	2,89	0,03	0,83
Γ5/26	3,84	5,06	3,04	0,64	1,35
Γ5/27	4,98	6,20	3,12	0,56	1,03
Γ5/28	6,77	7,46	3,43	0,25	0,82
Γ5/29	4,18	5,44	3,04	0,63	1,28
Γ5/30	4,58	5,79	3,14	0,58	1,11
Γ5/31	0,3	1,21	2,76	0,65	1,75
Γ5/32	0,35	0,69	2,43	0,47	2,08
Γ5/33	0,58	0,85	1,89	0,48	2,41
Γ5/34	0,73	1,35	2,60	0,52	1,65
Γ5/35	1,17	1,87	2,45	0,61	1,80
Γ5/36	1,04	1,87	3,18	0,51	1,44
Γ5/37	2,37	2,86	2,53	0,41	3,23
Γ5/38	2,47	3,03	3,36	0,32	2,04
Γ5/39	1,5	1,75	2,76	0,31	1,84
Γ5/40	2,2	2,93	3,94	0,37	1,07
Γ5/41	2,25	2,75	2,84	0,41	2,51
Γ5/42	2,34	3,18	2,41	0,72	2,93
Γ5/43	2,09	2,40	2,28	0,47	2,61
Γ5/44	2,83	3,40	2,20	0,63	2,20
Γ5/45	2,11	2,58	2,16	0,55	2,06
Γ5/46	1,72	1,86	1,60	0,39	2,11
Γ5/47	2,16	2,26	1,51	0,33	2,27
Γ5/48	2,54	2,87	2,05	0,47	2,77
Γ5/49	2,22	2,62	2,45	0,44	2,21
Γ5/50	2,23	2,25	0,90	0,09	1,83
Γ5/51	2,98	3,02	0,73	0,08	0,99

Δείγμα	Md	Mz	σi	SKI	K_G
Γ7/1	7,97	8,38	3,12	0,17	0,78
Γ7/2	8,06	8,42	3,10	0,15	0,78
Γ7/3	8,38	8,83	2,98	0,14	0,90
Γ7/4	8,71	9,02	2,87	0,12	0,79
Γ7/5	7,86	8,42	2,89	0,25	0,78
Γ7/6	8,87	9,07	2,98	0,05	0,80
Γ7/7	9,16	9,01	3,28	-0,10	0,82
Γ7/8	9,14	8,72	3,55	-0,16	0,76
Γ7/9	8,68	8,51	3,52	-0,07	0,74
Γ7/10	8,99	8,67	3,68	-0,17	0,86

Δείγμα	Md	Mz	σi	SKI	K_G
Γ6/1	5,43	6,23	3,78	0,30	0,85
Γ6/2	4,46	5,52	3,47	0,46	1,03
Γ6/3	6,25	6,64	3,86	0,16	0,83
Γ6/4	8,05	8,52	3,02	0,18	0,83
Γ6/5	5,40	6,31	2,98	0,48	1,15
Γ6/6	6,85	7,70	2,86	0,42	0,90
Γ6/7	8,49	8,68	3,53	-0,04	1,01
Γ6/8	8,54	8,40	3,58	-0,06	0,75
Γ6/9	7,01	7,12	3,43	0,09	0,92
Γ6/10	5,80	6,51	3,70	0,26	0,87
Γ6/11	6,65	6,81	4,01	0,06	0,79
Γ6/12	7,97	7,70	4,12	-0,10	0,71
Γ6/13	5,07	5,38	3,70	0,19	0,88
Γ6/14	3,31	5,14	4,35	0,55	0,69
Γ6/15	2,14	4,43	4,32	0,69	0,83
Γ6/16	1,63	1,91	2,43	0,49	3,33
Γ6/17	1,30	1,31	2,06	0,31	3,12
Γ6/18	1,14	1,10	1,70	0,21	2,22
Γ6/19	1,12	1,10	1,62	0,20	2,12
Γ6/20	2,00	2,01	1,02	0,16	1,90
Γ6/21	1,77	1,77	0,59	0,03	1,24
Γ6/22	1,65	1,60	0,59	-0,11	1,11
Γ6/23	1,70	1,66	0,60	-0,10	1,21
Γ6/24	1,53	1,47	0,65	-0,12	1,02
Γ6/25	1,28	1,20	1,04	-0,10	1,21

Δείγμα	Md	Mz	σi	SKI	K_G
Γ8/1	7,46	8,00	3,15	0,23	0,82
Γ8/2	7,56	8,06	3,22	0,20	0,79
Γ8/3	7,42	7,98	3,19	0,23	0,80
Γ8/4	6,59	7,31	3,35	0,29	0,84
Γ8/5	4,77	5,63	2,97	0,49	1,19
Γ8/6	6,15	6,70	3,72	0,24	0,71
Γ8/7	3,86	4,54	2,71	0,52	1,32
Γ8/8	2,47	2,56	0,66	0,31	1,24
Γ8/9	2,96	3,02	0,67	0,18	1,14
Γ8/10	3,40	3,68	1,77	0,54	2,26
Γ8/11	4,79	5,71	3,07	0,49	1,07
Γ8/12	2,96	3,40	1,95	0,62	2,52
Γ8/13	2,79	2,92	1,43	0,53	3,51
Γ8/14	3,46	4,18	2,29	0,66	1,93
Γ8/15	2,21	2,28	0,83	0,32	1,85
Γ8/16	4,86	5,78	3,04	0,47	1,31
Γ8/17	1,86	2,13	1,99	0,45	1,58
Γ8/18	1,68	1,89	1,27	0,38	1,27
Γ8/19	1,45	1,67	1,28	0,41	1,49
Γ8/20	1,00	1,26	1,41	0,58	2,21
Γ8/22	1,14	1,81	1,99	0,67	1,33
Γ8/23	0,93	1,58	1,98	0,68	1,58
Γ8/24	1,18	1,77	2,08	0,64	1,37
Γ8/25	2,56	2,38	2,25	0,13	1,33
Γ8/26	1,79	2,10	2,29	0,40	1,29
Γ8/27	0,59	1,20	1,67	0,63	1,62
Γ8/28	0,61	1,02	1,62	0,56	2,02

Πίνακας 9.32: Στατιστικές παράμετροι των δειγμάτων των γεωτρήσεων Γ5, Γ2, Γ6, Γ7 και Γ8.

Δείγμα	Md	Mz	σi	SKI	K_G
Γ9/1	7,93	8,33	3,18	0,15	0,79
Γ9/2	7,62	8,09	3,27	0,17	0,79
Γ9/3	6,00	6,93	3,11	0,43	0,95
Γ9/4	5,40	6,50	3,00	0,55	1,03
Γ9/5	5,91	6,89	3,01	0,46	1,02
Γ9/6	7,13	7,95	3,01	0,37	0,78
Γ9/7	8,06	8,48	3,08	0,16	0,80
Γ9/8	7,75	8,27	3,13	0,19	0,86
Γ9/9	7,96	8,25	3,41	0,08	0,81
Γ9/10	7,25	7,70	3,57	0,16	0,73
Γ9/11	7,43	7,73	3,63	0,11	0,73
Γ9/12	7,61	7,90	3,54	0,11	0,74
Γ9/13	8,39	8,38	3,55	-0,03	0,82
Γ9/14	8,57	8,57	3,44	-0,03	0,81
Γ9/15	7,60	7,71	3,78	0,04	0,77
Γ9/16	6,64	7,08	3,79	0,18	0,74
Γ9/17	7,25	7,78	3,51	0,17	0,81
Γ9/18	6,89	7,09	3,20	0,12	1,27
Γ9/19	8,67	8,31	3,79	-0,14	0,75
Γ9/20	8,49	8,17	3,75	-0,09	0,70
Γ9/21	7,22	7,39	3,78	0,09	0,65
Γ9/22	5,53	6,52	3,57	0,40	0,74
Γ9/23	6,97	7,43	3,50	0,19	0,82
Γ9/24	8,06	8,58	2,92	0,22	0,79
Γ9/25	8,96	9,03	3,07	0,00	0,78
Γ9/26	6,74	7,40	3,46	0,27	0,71
Γ9/27	6,09	7,10	3,11	0,46	0,87
Γ9/28	5,21	6,37	3,05	0,56	0,97

Δείγμα	Md	Mz	σi	SKI	K_G
Γ10/1	8,39	8,60	3,19	0,06	0,80
Γ10/2	7,00	7,76	3,12	0,33	0,79
Γ10/3	6,77	7,52	3,17	0,33	0,81
Γ10/4	7,35	7,85	3,29	0,21	0,77
Γ10/5	8,46	8,43	3,49	-0,03	0,80
Γ10/6	6,24	7,13	3,48	0,34	0,78
Γ10/7	7,32	7,84	3,36	0,19	0,83
Γ10/8	8,66	8,83	3,23	0,02	0,83
Γ10/9	9,46	9,34	3,15	-0,12	0,86
Γ10/10	9,61	9,31	3,28	-0,18	0,87
Γ10/11	9,68	9,34	3,37	-0,22	0,92
Γ10/12	9,53	9,32	3,24	-0,16	0,88
Γ10/13	6,93	7,25	4,23	0,02	0,86
Γ10/14	7,04	7,37	4,02	0,06	0,80
Γ10/15	6,71	7,12	3,95	0,12	0,78
Γ10/16	3,46	3,97	4,82	0,18	0,92
Γ10/17	2,69	2,84	4,38	0,17	1,03
Γ10/18	2,74	2,71	3,62	0,16	1,36
Γ10/19	2,93	3,11	2,13	0,28	4,41
Γ10/20	3,08	3,20	1,63	0,28	3,96
Γ10/21	3,18	2,92	2,63	-0,03	3,93
Γ10/22	0,48	0,79	2,74	0,30	0,95
Γ10/23	-0,12	0,07	2,07	0,32	1,33
Γ10/24	0,48	0,21	2,00	-0,15	1,11
Γ10/25	-0,52	-0,52	2,26	0,01	0,94
Γ10/26	0,05	0,00	1,95	-0,02	0,87
Γ10/27	-0,68	-0,79	2,63	-0,07	1,03

Δείγμα	Md	Mz	σi	SKI	K_G	Δείγμα	Md	Mz	σi	SKI	K_G
Γ11/1	7,53	7,69	3,96	-0,01	0,94	Γ11/19	8,47	8,18	3,84	-0,12	0,76
Γ11/2	7,29	7,49	3,78	0,04	0,87	Γ11/20	8,96	8,39	3,86	-0,20	0,75
Γ11/3	7,05	7,55	3,51	0,18	0,79	Γ11/21	7,40	7,40	4,16	-0,02	0,75
Γ11/4	7,16	7,57	3,61	0,14	0,77	Γ11/22	5,82	6,79	3,64	0,36	0,77
Γ11/5	6,83	7,33	3,83	0,16	0,72	Γ11/23	4,04	5,39	3,23	0,63	1,04
Γ11/6	4,98	5,40	5,02	0,03	1,13	Γ11/24	3,47	4,97	3,10	0,73	1,19
Γ11/7	4,41	5,10	4,11	0,24	1,05	Γ11/25	3,57	4,85	3,75	0,41	1,58
Γ11/8	4,51	5,44	4,06	0,29	1,02	Γ11/26	3,70	5,01	3,06	0,66	1,15
Γ11/9	4,41	5,75	3,36	0,58	0,98	Γ11/27	3,55	4,83	2,90	0,71	1,29
Γ11/10	5,22	6,24	3,80	0,36	0,81	Γ11/28	3,17	3,71	1,97	0,68	3,46
Γ11/11	5,15	6,18	3,89	0,35	0,79	Γ11/29	2,70	2,85	2,68	0,29	2,18
Γ11/12	8,59	8,44	3,71	-0,11	0,87	Γ11/30	2,37	3,22	2,97	0,54	2,53
Γ11/13	8,49	8,06	4,31	-0,21	0,90	Γ11/31	7,24	7,80	2,93	0,24	1,17
Γ11/14	9,17	8,60	3,79	-0,22	0,78	Γ11/32	7,44	8,17	2,82	0,34	0,90
Γ11/15	9,10	8,45	3,89	-0,23	0,75	Γ11/33	8,41	8,57	3,34	0,01	0,90
Γ11/16	8,79	8,23	4,24	-0,25	0,88	Γ11/34	7,55	8,14	3,08	0,22	0,90
Γ11/17	8,98	8,45	3,85	-0,20	0,78	Γ11/35	7,93	8,34	3,23	0,13	0,84
Γ11/18	8,68	8,24	3,97	-0,18	0,77	Γ11/36	8,21	8,56	3,09	0,12	0,83

Πίνακας 9.33: Στατιστικές παράμετροι των δειγμάτων των γεωτρήσεων Γ9, Γ10 και Γ11.

9.2.3. Ανάλυση του ανθρακικού ασβεστίου ($CaCO_3$) των δειγμάτων των γεωτρήσεων και η σημασία της παρουσίας του.

Για τον προσδιορισμό της επί τοις % περιεκτικότητας των δειγμάτων των γεωτρήσεων σε ανθρακικό ασβέστιο ($CaCO_3$) χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Βαρνάβα (1979), η αξιοπιστία της οποίας έχει επιβεβαιωθεί και από άλλους ερευνητές (Ζεληλίδης, 1988). Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στην πλήρη διάσπαση του ανθρακικού ασβεστίου ($CaCO_3$) με οξικό οξύ (CH_3COOH), προς σχηματισμό ευδιάλυτου άλατος οξικού ασβεστίου ($(CH_3COO)_2Ca$) και διαφυγή του παραγόμενου διοξειδίου του άνθρακα (CO_2), σύμφωνα με την εξίσωση:

$$CaCO_3 + 2CH_3COOH \longrightarrow (CH_3COO)_2Ca + CO_2 + H_2O$$

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, ζυγίζεται για κάθε περίπτωση 1g ξηρού και κονιοποιημένου δείγματος και μεταφέρεται σε κωνική φιάλη των 100ml. Μέσα στην κωνική φιάλη προστίθενται 10ml (περίσσεια) οξικού οξέος 25% $^{w}/_{w}$ και το δείγμα τοποθετείται προς ανάδευση για χρονική διάρκεια τεσσάρων (4) ωρών σε ηλεκτρικό δονητή, είτε παραμένει προς αντίδραση είκοσι τέσσερις (24) ώρες σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, εφ' όσον δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν έδειξαν ότι το αποτέλεσμα είναι το ίδιο. Μετά το πέρας της διεργασίας αυτής πραγματοποιείται διήθηση του εναπομείναντος δείγματος και των προϊόντων της αντίδρασης σε προζυγισμένο, με ζυγό ακριβείας φίλτρο διηθητικού χάρτη πολύ λεπτού ηθμού (DIN EN ISO 9001). Το ευδιάλυτο άλας του οξικού ασβεστίου διέρχεται από το διηθητικό χάρτη - για το σκοπό αυτό πραγματοποιούνται 2-3 εκπλύσεις του φίλτρου με απιονισμένο νερό - ενώ το μέρος του ιζήματος που δεν αντέδρασε συγκρατείται. Το διηθητικό χαρτί με το αδιάσπαστο ίζημα αφήνεται προς ξήρανση σε πυριατήριο και στη συνέχεια ζυγίζεται. Η διαφορά βάρους του διηθητικού χάρτη με και χωρίς ίζημα δίνει το βάρος του μη ανθρακικού μέρους του δείγματος, ενώ η διαφορά του συγκρατηθέντος ιζήματος από το αρχικό βάρος του δείγματος πολλαπλασιαζόμενο επί εκατό (100) δίνει το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου που περιέχει το δείγμα. Εάν το βάρος του αρχικού δείγματος δεν είναι ακριβώς 1g τότε το επί τοις % ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου δίνεται από τον τύπο:

$$\%\ \text{ποσοστό}\ CaCO_3 = [(W_{\delta\epsilon\acute{\iota}\gamma\mu\alpha\tau\circ\varsigma} - \Delta W_{\phi\acute{\iota}\lambda\tau\rho\circ\upsilon}) / W_{\delta\epsilon\acute{\iota}\gamma\mu\alpha\tau\circ\varsigma}]100\%$$

όπου $W_{\delta\epsilon\acute{\iota}\gamma\mu\alpha\tau\circ\varsigma}$ και $\Delta W_{\phi\acute{\iota}\lambda\tau\rho\circ\upsilon}$ είναι το βάρος του δείγματος και η διαφορά βάρους του φίλτρου με και χωρίς ίζημα.

Στις αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν, τα προς κονιοποίηση δείγματα είχαν αρχική κοκκομετρική διάμετρο μικρότερη των 4mm (MESH 5). Η ξήρανση των δειγμάτων πριν από την κονιοποίηση πραγματοποιήθηκε στον αέρα, μετά δε από αυτή σε πυριατήριο και σε θερμοκρασία 60^0 C. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων προσδιορισμού του ανθρακικού ασβεστίου όλων των δειγμάτων φαίνονται στους πίνακες 9.34, 9.35 και 9.36 που ακολουθούν.

Η αύξηση ή μείωση του ποσοστού του ανθρακικού ασβεστίου, σε μια ακολουθία ιζημάτων, δείχνει συνθήκες ιζηματογένεσης. Επί πλέον φαίνεται πως υπάρχει σχέση μεταξύ του ποσοστού του ανθρακικού υλικού και της κοκκομετρικής κατανομής. Στα ποτάμια ιζήματα, όπου επικρατούν συνθήκες έντονης ιζηματογένεσης,

παρατηρείται αύξηση της ποσότητας του ανθρακικού ασβεστίου προς τα λεπτότερα κλάσματα (Saadellah & Kukal, 1969), ενώ συμβαίνει να μειώνεται όσο το δυναμικό του ποταμού καθώς και το παρεχόμενο ίζημα αυξάνονται (Manickam et al, 1985).

Πίνακας 9.34: Ποσοστά $CaCO_3$ των δειγμάτων των γεωτρήσεων Α1 έως Α7.

ΓΕΩΤΡΗΣΗ Α1		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Α2		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Α3		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Α4		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Α5		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Α6		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Α7	
Α/Α	**$CaCO_3$ (%)**	**Α/Α**	**$CaCO_3$ (%)**	**Α/Α**	**$CaCO_3$ (%)**	**Α/Α**	**$CaCO_3$ (%)**	**Α/Α**	**$CaCO_3$ (%)**	**Α/Α**	**$CaCO_3$ (%)**	**Α/Α**	**$CaCO_3$ (%)**
A1/1	17,61	A2/1	20,16	A3/1	21,92	A4/1	19,99	A5/1	18,25	A6/1	28,91	A7/1	29,78
A1/2	14,74	A2/2	23,02	A3/2	23,42	A4/2	20,84	A5/2	28,60	A6/2	27,31	A7/2	38,94
A1/3	17,28	A2/3	18,63	A3/3	29,28	A4/3	21,08	A5/3	38,69	A6/3	35,02	A7/3	27,85
A1/4	17,13	A2/4	14,65	A3/4	39,43	A4/4	21,19	A5/4	27,83	A6/4	34,31	A7/4	29,75
A1/5	23,60	A2/5	19,95	A3/5	41,64	A4/5	22,35	A5/5	20,85	A6/5	30,31	A7/5	31,53
A1/6	21,49	A2/6	13,11	A3/6	17,59	A4/6	25,28	A5/6	26,09	A6/6	21,72	A7/6	28,72
A1/7	17,76	A2/7	12,67	A3/7	14,99	A4/7	27,75	A5/7	26,55	A6/7	17,20	A7/7	35,90
A1/8	19,81	A2/8	11,87	A3/8	22,82	A4/8	26,93	A5/8	36,00	A6/8	17,93	A7/8	39,10
A1/9	20,75	A2/9	15,23	A3/9	27,93	A4/9	23,70	A5/9	39,19	A6/9	25,38	A7/9	42,27
A1/10	20,33	A2/10	21,31	A3/10	38,50	A4/10	22,60	A5/10	23,78	A6/10	23,48	A7/10	55,50
A1/11	18,04	A2/11	16,02	A3/11	35,30	A4/11	15,05	A5/11	13,25	A6/11	19,63	A7/11	71,16
A1/12	23,76	A2/12	16,50	A3/12	35,30	A4/12	12,24	A5/12	13,03	A6/12	25,44	A7/12	30,30
A1/13	17,88	A2/13	16,22	A3/13	29,33	A4/13	20,73	A5/13	14,20	A6/13	25,07	A7/13	35,28
A1/14	18,24	A2/14	18,86	A3/14	24,95	A4/14	20,66	A5/14	20,46	A6/14	32,22	A7/14	56,04
A1/15	18,41	A2/15	13,24	A3/15	33,11	A4/15	24,22	A5/15	21,56	A6/15	31,77	A7/15	31,38
A1/16	20,49	A2/16	23,76	A3/16	22,06	A4/16	30,53	A5/16	37,02	A6/16	28,35	A7/16	39,35
A1/17	21,64	A2/17	17,74	A3/17	34,66	A4/17	30,90	A5/17	21,67	A6/17	29,91	A7/17	46,31
A1/18	22,40	A2/18	29,89	A3/18	28,91	A4/18	32,98	A5/18	24,08	A6/18	34,01	A7/18	50,27
A1/19	21,23	A2/19	21,13	A3/19	31,93	A4/19	26,59	A5/19	22,78	A6/19	32,78	A7/19	27,78
A1/20	21,10	A2/20	45,99	A3/20	28,61	A4/20	18,35	A5/20	31,20	A6/20	29,81	A7/20	21,72
A1/21	21,06	A2/21	8,67	A3/21	36,66	A4/21	23,62	A5/21	19,25	A6/21	33,55		
A1/22	25,76	A2/22	20,77	A3/22	32,71	A4/22	17,21	A5/22	22,47	A6/22	31,65		
A1/23	21,93	A2/23	16,88	A3/23	18,28	A4/23	22,65	A5/23	16,58	A6/23	35,24		
A1/24	15,51	A2/24	19,06	A3/24	36,58	A4/24	24,11	A5/24	26,61	A6/24	33,80		
A1/25	24,98	A2/25	20,65	A3/25	20,75	A4/25	24,22	A5/25	23,97	A6/25	34,63		
A1/26	21,48	A2/26	24,03	A3/26	12,39	A4/26	23,91	A5/26	22,46	A6/26	36,91		
A1/27	23,77	A2/27	23,76	A3/27	18,08	A4/27	22,54	A5/27	27,97	A6/27	35,96		
A1/28	19,96	A2/28	21,75	A3/28	15,40	A4/28	21,37	A5/28	25,62	A6/28	40,31		
A1/29	18,87	A2/29	21,00	A3/29	17,91	A4/29	16,02	A5/29	28,74	A6/29	38,68		
A1/30	23,30	A2/30	17,50	A3/30	15,18	A4/30	13,35	A5/30	28,17	A6/30	38,66		
A1/31	18,33	A2/31	19,01	A3/31	19,51	A4/31	13,47	A5/31	21,89	A6/31	17,53		
A1/32	18,85	A2/32	17,20	A3/32	16,69	A4/32	6,52			A6/32	34,28		
A1/33	19,82	A2/33	25,44	A3/33	19,87	A4/33	9,07			A6/33	31,08		
		A2/34	16,42	A3/34	21,08	A4/34	9,07			A6/34	39,01		
		A2/35	16,45	A3/35	21,24	A4/35	9,72			A6/35	26,97		
		A2/36	21,29	A3/36	48,17	A4/36	9,36			A6/36	30,46		
		A2/37	22,62	A3/37	24,58	A4/37	17,07			A6/37	30,74		
		A2/38	15,12	A3/38	10,51	A4/38	34,88			A6/38	29,55		
				A3/39	10,23	A4/39	30,94						
				A3/40	12,58	A4/40	21,01						
				A3/41	19,01	A4/41	31,12						
				A3/42	15,78	A4/42	15,18						
				A3/43	17,20								
				A3/44	14,89								
				A3/45	14,80								

Πίνακας 9.35: Ποσοστά $CaCO_3$ των δειγμάτων των γεωτρήσεων Β1 έως Β6.

ΓΕΩΤΡΗΣΗ Β1		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Β2		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Β3		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Β4		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Β5		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Β6	
A/A	**$CaCO_3$ (%)**	**A/A**	**$CaCO_3$ (%)**	**A/A**	**$CaCO_3$ (%)**	**A/A**	**$CaCO_3$ (%)**	**A/A**	**$CaCO_3$ (%)**	**A/A**	**$CaCO_3$ (%)**
Β1/1	17,61	Β2/1	20,16	Β3/1	21,92	Β4/1	19,99	Β5/1	18,25	Β6/1	28,91
Β1/2	14,74	Β2/2	23,02	Β3/2	23,42	Β4/2	20,84	Β5/2	28,60	Β6/2	27,31
Β1/3	17,28	Β2/3	18,63	Β3/3	29,28	Β4/3	21,08	Β5/3	38,69	Β6/3	35,02
Β1/4	17,13	Β2/4	14,65	Β3/4	39,43	Β4/4	21,19	Β5/4	27,83	Β6/4	34,31
Β1/5	23,60	Β2/5	19,95	Β3/5	41,64	Β4/5	22,35	Β5/5	20,85	Β6/5	30,31
Β1/6	21,49	Β2/6	13,11	Β3/6	17,59	Β4/6	25,28	Β5/6	26,09	Β6/6	21,72
Β1/7	17,76	Β2/7	12,67	Β3/7	14,99	Β4/7	27,75	Β5/7	26,55	Β6/7	17,20
Β1/8	19,81	Β2/8	11,87	Β3/8	22,82	Β4/8	26,93	Β5/8	36,00	Β6/8	17,93
Β1/9	20,75	Β2/9	15,23	Β3/9	27,93	Β4/9	23,70	Β5/9	39,19	Β6/9	25,38
Β1/10	20,33	Β2/10	21,31	Β3/10	38,50	Β4/10	22,60	Β5/10	23,78	Β6/10	23,48
Β1/11	18,04	Β2/11	16,02	Β3/11	35,30	Β4/11	15,05	Β5/11	13,25	Β6/11	19,63
Β1/12	23,76	Β2/12	16,50	Β3/12	35,30	Β4/12	12,24	Β5/12	13,03	Β6/12	25,44
Β1/13	17,88	Β2/13	16,22	Β3/13	29,33	Β4/13	20,73	Β5/13	14,20	Β6/13	25,07
Β1/14	18,24	Β2/14	18,86	Β3/14	24,95	Β4/14	20,66	Β5/14	20,46	Β6/14	32,22
Β1/15	18,41	Β2/15	13,24	Β3/15	33,11	Β4/15	24,22	Β5/15	21,56	Β6/15	31,77
Β1/16	20,49	Β2/16	23,76	Β3/16	22,06	Β4/16	30,53	Β5/16	37,02	Β6/16	28,35
Β1/17	21,64	Β2/17	17,74	Β3/17	34,66	Β4/17	30,90	Β5/17	21,67	Β6/17	29,91
Β1/18	22,40	Β2/18	29,89	Β3/18	28,91			Β5/18	24,08	Β6/18	34,01
Β1/19	21,23	Β2/19	21,13	Β3/19	31,93					Β6/19	32,78
Β1/20	21,10	Β2/20	45,99	Β3/20	28,61					Β6/20	29,81
Β1/21	21,06	Β2/21	8,67	Β3/21	36,66						
Β1/22	25,76	Β2/22	20,77	Β3/22	32,71						
Β1/23	21,93	Β2/23	16,88	Β3/23	18,28						
Β1/24	15,51	Β2/24	19,06	Β3/24	36,58						
Β1/25	24,98	Β2/25	20,65	Β3/25	20,75						
Β1/26	21,48	Β2/26	24,03	Β3/26	12,39						
Β1/27	23,77	Β2/27	23,76	Β3/27	18,08						
Β1/28	19,96	Β2/28	21,75	Β3/28	15,40						
Β1/29	18,87	Β2/29	21,00	Β3/29	17,91						
		Β2/30	17,50	Β3/30	15,18						
				Β3/31	19,51						
				Β3/32	16,69						
				Β3/33	19,87						

Πίνακας 9.36: Ποσοστά $CaCO_3$ των δειγμάτων των γεωτρήσεων Γ1 έως Γ11.

ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ1		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ2		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ3		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ4		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ5			
A/A	**$CaCO_3$ (%)**	**A/A**	**$CaCO_3$ (%)**	**A/A**	**$CaCO_3$ (%)**	**A/A**	**$CaCO_3$ (%)**	**A/A**	**$CaCO_3$ (%)**	**A/A**	**$CaCO_3$ (%)**
Γ1/1	8,93	Γ2/1	13,06	Γ3/1	14,14	Γ4/1	16,51	Γ5/1	18,07	Γ5/27	21,80
Γ1/2	23,70	Γ2/2	15,17	Γ3/2	9,88	Γ4/2	19,62	Γ5/2	19,23	Γ5/28	60,18
Γ1/3	21,08	Γ2/3	11,17	Γ3/3	12,61	Γ4/3	18,30	Γ5/3	20,83	Γ5/29	16,17
Γ1/4	21,44	Γ2/4	13,66	Γ3/4	12,61	Γ4/4	19,60	Γ5/4	20,82	Γ5/30	14,88
Γ1/5	20,99	Γ2/5	19,13	Γ3/5	31,14	Γ4/5	16,73	Γ5/5	18,71	Γ5/31	22,12
Γ1/6	30,82	Γ2/6	25,70	Γ3/6	34,23	Γ4/6	16,51	Γ5/6	18,69	Γ1/32	19,76
Γ1/7	25,90	Γ2/7	22,35	Γ3/7	20,98	Γ4/7	19,86	Γ5/7	19,45	Γ1/33	19,71
Γ1/8	16,15	Γ2/8	19,44	Γ3/8	18,28	Γ4/8	20,38	Γ5/8	18,42	Γ1/34	19,31
Γ1/9	13,99	Γ2/9	18,11	Γ3/9	17,70	Γ4/9	18,27	Γ5/9	13,61	Γ1/35	13,85
Γ1/10	28,67	Γ2/10	17,14	Γ3/10	14,72	Γ4/10	19,47	Γ5/10	16,44	Γ1/36	17,37
Γ1/11	23,69	Γ2/11	20,3	Γ3/11	11,61	Γ4/11	18,72	Γ5/11	20,14	Γ1/37	17,58
Γ1/12	21,88	Γ2/12	17,26	Γ3/12	8,65	Γ4/12	17,66	Γ5/12	20,16	Γ1/38	15,03
Γ1/13	20,75	Γ2/13	19,89	Γ3/13	21,24	Γ4/13	17,90	Γ5/13	22,51	Γ1/39	16,83
Γ1/14	18,66	Γ2/14	16,81	Γ3/14	20,05	Γ4/14	15,24	Γ5/14	20,81	Γ1/40	20,30
Γ1/15	18,05	Γ2/15	17,3	Γ3/15	16,41	Γ4/15	16,47	Γ5/15	20,10	Γ1/41	15,79
Γ1/16	15,60	Γ2/16	15,82	Γ3/16	20,87	Γ4/16	15,74	Γ5/16	20,74	Γ1/42	14,15
Γ1/17	15,21	Γ2/17	20,55	Γ3/17	23,81	Γ4/17	16,17	Γ5/17	19,29	Γ1/43	19,36
Γ1/18	17,41	Γ2/18	15,12	Γ3/18	25,50	Γ4/18	18,52	Γ5/18	21,45	Γ1/44	13,46
Γ1/19	15,32	Γ2/19	11,18	Γ3/19	20,99	Γ4/19	13,93	Γ5/19	20,18	Γ1/45	12,31
Γ1/20	14,45	Γ2/20	10,86	Γ3/20	15,02	Γ4/20	17,67	Γ5/20	22,77	Γ1/46	11,58
Γ1/21	15,60	Γ2/21	19,73	Γ3/21	11,10	Γ4/21	21,00	Γ5/21	19,96	Γ1/47	10,41
Γ1/22	25,77	Γ2/22	23,91	Γ3/22	28,54	Γ4/22	18,53	Γ5/22	20,50	Γ1/48	18,38
Γ1/23	32,78	Γ2/23	19,69	Γ3/23	17,92	Γ4/23	20,98	Γ5/23	20,74	Γ1/49	10,53
Γ1/24	30,24			Γ3/24	12,38	Γ4/24	16,90	Γ5/24	52,40	Γ1/50	11,81
Γ1/25	28,75			Γ3/25	7,62			Γ5/25	41,62	Γ1/51	11,29
Γ1/26	24,54							Γ5/26	23,65		

ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ6		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ7		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ8		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ9		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ10		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ11	
A/A	**$CaCO_3$ (%)**	**A/A**	**$CaCO_3$ (%)**	**A/A**	**$CaCO_3$ (%)**	**A/A**	**$CaCO_3$ (%)**	**A/A**	**$CaCO_3$ (%)**	**A/A**	**$CaCO_3$ (%)**
Γ6/1	17,25	Γ7/1	16,01	Γ8/1	16,73	Γ9/1	19,74	Γ10/1	19,74	Γ11/1	24,07
Γ6/2	16,03	Γ7/2	18,68	Γ8/2	20,41	Γ9/2	20,44	Γ10/2	25,27	Γ11/2	25,87
Γ6/3	18,06	Γ7/3	20,65	Γ8/3	19,02	Γ9/3	23,92	Γ10/3	25,43	Γ11/3	28,56
Γ6/4	18,30	Γ7/4	17,23	Γ8/4	19,33	Γ9/4	24,10	Γ10/4	24,76	Γ11/4	27,50
Γ6/5	22,03	Γ7/5	18,91	Γ8/5	19,35	Γ9/5	24,71	Γ10/5	19,97	Γ11/5	20,99
Γ6/6	23,33	Γ7/6	18,51	Γ8/6	19,99	Γ9/6	23,54	Γ10/6	22,08	Γ11/6	48,66
Γ6/7	21,09	Γ7/7	18,71	Γ8/7	20,78	Γ9/7	22,48	Γ10/7	23,58	Γ11/7	43,26
Γ6/8	18,24	Γ7/8	16,26	Γ8/8	19,93	Γ9/8	22,88	Γ10/8	23,92	Γ11/8	33,43
Γ6/9	17,52	Γ7/9	13,99	Γ8/9	17,37	Γ9/9	21,88	Γ10/9	23,60	Γ11/9	23,37
Γ6/10	21,41	Γ7/10	16,41	Γ8/10	19,12	Γ9/10	18,97	Γ10/10	24,90	Γ11/10	26,17
Γ6/11	18,00			Γ8/11	23,73	Γ9/11	18,33	Γ10/11	25,34	Γ11/11	25,63
Γ6/12	14,19			Γ8/12	20,27	Γ9/12	21,61	Γ10/12	26,91	Γ11/12	23,67
Γ6/13	10,14			Γ8/13	22,16	Γ9/13	23,07	Γ10/13	27,34	Γ11/13	27,67
Γ6/14	14,00			Γ8/14	21,20	Γ9/14	24,66	Γ10/14	28,72	Γ11/14	21,34
Γ6/15	13,50			Γ8/15	18,79	Γ9/15	20,42	Γ10/15	31,93	Γ11/15	15,88
Γ6/16	15,15			Γ8/16	26,11	Γ9/16	21,08	Γ10/16	34,80	Γ11/16	16,83
Γ6/17	17,01			Γ8/17	27,97	Γ9/17	22,50	Γ10/17	32,72	Γ11/17	17,54
Γ6/18	17,07			Γ8/18	25,56	Γ9/18	16,74	Γ10/18	27,36	Γ11/18	19,04
Γ6/19	20,00			Γ8/19	28,18	Γ9/19	15,59	Γ10/19	17,73	Γ11/19	29,67
Γ6/20	14,15			Γ8/20	31,11	Γ9/20	20,91	Γ10/20	14,57	Γ11/20	26,05
Γ6/21	16,22			Γ8/21	24,31	Γ9/21	37,26	Γ10/21	21,24	Γ11/21	42,63
Γ6/22	18,79			Γ8/22	26,32	Γ9/22	27,66	Γ10/22	29,38	Γ11/22	22,61
Γ6/23	21,15			Γ8/23	32,29	Γ9/23	25,08	Γ10/23	28,03	Γ11/23	15,90
Γ6/24	19,86			Γ8/24	28,93	Γ9/24	27,76	Γ10/24	30,20	Γ11/24	24,77
Γ6/25	21,80			Γ8/25	30,26	Γ9/25	15,54	Γ10/25	33,32	Γ11/25	24,55
				Γ8/26	36,71	Γ9/26	25,89	Γ10/26	32,76	Γ11/26	34,78
				Γ8/27	27,19	Γ9/27	27,15	Γ10/27	28,85	Γ11/27	14,30
				Γ8/28	28,73	Γ9/28	22,53			Γ11/28	10,11
										Γ11/29	12,58
										Γ11/30	9,96
										Γ11/31	22,31
										Γ11/32	16,93
										Γ11/33	13,52
										Γ11/34	16,18
										Γ11/35	14,61
										Γ11/36	12,63

9.2.4. Ανάλυση και ποσοτικός προσδιορισμός του οργανικού άνθρακα των δειγμάτων των γεωτρήσεων και η σημασία της παρουσίας του.

Το οργανικό υλικό μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι ένα σημαντικό μέσον για την αναγνώριση των περιβαλλόντων απόθεσης ιζημάτων. Η παρουσία του υποδηλώνει σύμφωνα με τον Folk (1968), περιβάλλον ιζηματογένεσης. Το οργανικό υλικό αφθονεί περισσότερο σε περιοχές όπου υπάρχει έντονη εκδήλωση ζωής, όπως στο θαλάσσιο και λιμναίο βυθό, σε περιοχές όπου το μορφολογικό ανάγλυφο βυθίζεται γρήγορα και όπου υπάρχει έλλειψη βακτηριακής δράσης. Ευνοϊκές συνθήκες δημιουργίας οργανικού υλικού παρέχουν τα στάσιμα, αναγωγικού χαρακτήρα νερά.

Ποιοτικά, το οργανικό υλικό, αναγνωρίζεται από τα χουμικά και τα βιτουμενούχα συστατικά. Ποσοτικά προσδιορίζεται με τον υπολογισμό του εκατοστιαίου ποσοστού του οργανικού άνθρακα που περιέχεται σε ένα δείγμα.

Ο ποσοτικός προσδιορισμός του οργανικού άνθρακα των δειγμάτων των γεωτρήσεων στηρίχτηκε στην οξείδωση του περιεχομένου στα δείγματα οργανικού άνθρακα και την εν συνεχεία εξουδετέρωση ενός

δημιουργούμενου όξινου περιβάλλοντος, πραγματοποιήθηκε δε με τιτλοδότηση όπως αυτή προτάθηκε από τον Gaudette et al (1974). Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή:

0,2 έως 0,5g ξηρού και κονιοποιημένου δείγματος τοποθετούνται σε κωνική φιάλη όγκου 500ml. Προστίθενται στο ίζημα ακριβώς 10 ml κανονικού διαλύματος (1N) διχρωμικού καλίου ($K_2Cr_2O_7$) και ακολουθεί ανάδευση με προσεκτικό κούνημα της φιάλης, ώστε να διαλυθεί το κονιοποιημένο δείγμα στο υγρό. Στο μίγμα που σχηματίζεται προστίθενται 20 ml πυκνού (96% $^w/_w$) θειϊκού οξέος (H_2SO_4) και το περιεχόμενο της φιάλης με τα αντιδρώντα σώματα ανακατεύεται καλά ,με απαλό κούνημα της φιάλης για 1min και με προσοχή, ώστε να έρθει το ίζημα σε πλήρη επαφή με το αντιδραστήριο, χωρίς να κολλήσει στα τοιχώματα της φιάλης. Το μίγμα αφήνεται σε ηρεμία για 30min ώστε να ολοκληρωθεί η εξώθερμη αντίδραση που περιγράφεται από την εξίσωση:

$$3C + 2\,K_2Cr_2O_7 + 12\,H_2SO_4 \longrightarrow 2K_2SO_4 + 2Cr_2(SO_4)_3 + 3CO_2 + 12H_2O$$

Μετά την παρέλευση του χρόνου των 30min, το διάλυμα αραιώνεται με αποσταγμένο νερό μέχρι να αποκτήσει όγκο 200 ml και σ' αυτό προστίθενται 10 ml φωσφορικού οξέος (H_3PO_4) περιεκτικότητας 85%$^w/_w$, 0,2g φθοριούχου νατρίου (NaF) και 15 σταγόνες δείκτη διφαινυλαμίνης ($(C_6H_5)_2NH$).

Το σύστημα τοποθετείται σε μαγνητικό αναδευτήρα και επανατιτλοδοτείται με διάλυμα ένυδρου σιδηρούχου θειϊκού αμμωνίου [$(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ x $6H_20$], κανονικότητας 0,5N.

Το χρώμα εξελίσσεται από θαμπό πράσινο-καφέ σε ελαιοπράσινο με την προσθήκη περίπου 10 ml σιδηρούχου διαλύματος. Το χρώμα συνεχίζει να μεταβάλλεται με τη συνέχιση της τιτλοδότησης και αποκτά ένα βαθύ γαλαζωπό-γκρίζομαυρο χρώμα. Από αυτό το σημείο και μετά, με την προσθήκη 10 έως 20 σταγόνων του σιδηρούχου διαλύματος επέρχεται η μεταβολή στο χρώμα, την οποία θα επιφέρει η τελική σταγόνα που θα μετατρέψει το περιεχόμενο της φιάλης σε πολύ φωτεινό πράσινο.

Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και σε «τυφλό» δείγμα, δηλαδή σε δείγμα χωρίς ίζημα. Τυφλό δείγμα πρέπει να ακολουθεί πάντα, κάθε διαφορετική ομάδα δειγμάτων που τιτλοδοτούνται και κάθε φορά που παρασκευάζεται εκ νέου κάποιο από τα αντιδραστήρια, που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία αυτή.

Το επί τοις % ποσοστό του οργανικού άνθρακα μέσα στο δείγμα υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$C(\%) = 10\,(1\text{-}T/S)[1{,}0N(0{,}003)(100/W)] = (1\text{-}T/S)3/W,$$ όπου:

T = Τιτλοδοτημένο δείγμα (ml σιδηρούχου διαλύματος).

S =Τιτλοδοτημένο τυφλό δείγμα (ml σιδηρούχου διαλύματος).

0,003 = 12/4.000 = το μέγιστο δυνατό βάρος του άνθρακα.

1,0N = Η κανονικότητα του $K_2Cr_2O_7$.

10 = Η ποσότητα σε ml του $K_2Cr_2O_7$.

W = Το βάρος του ιζήματος σε g.

Η προετοιμασία των αντιδραστηρίων που χρησιμοποιούνται στην τιτλοδότηση πραγματοποιείται ως εξής:

Το κανονικό διάλυμα (1N) του διχρωμικού καλίου $K_2Cr_2O_7$ παρασκευάζεται με τη διάλυση 49,04g σκόνης καθαρού διχρωμικού καλίου, σε 1000 ml διαλύματος.

Το διάλυμα ένυδρου σιδηρούχου θειϊκού αμμωνίου [$(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ x $6H_20$] κανονικότητας 0,5N παρασκευάζεται με τη διάλυση196,1 g ουσίας, σε περίπου 800ml αποσταγμένου νερού, στο οποίο έχουν προστεθεί 20ml H_2SO_4. Ακολουθεί συμπλήρωση με νερό μέχρι όγκου 1000ml.

Ο δείκτης διφαινυλαμίνης ($(C_6H_5)_2NH$) παρασκευάζεται με τη διάλυση 0,5g ουσίας (δείκτη) σε 20 ml αποσταγμένου νερού και την προσθήκη 100ml H_2SO_4 στο προκύπτον διάλυμα.

Στους πίνακες 9.37, 9.38 και 9.39, που ακολουθούν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων οργανικού άνθρακα όλων των δειγμάτων των γεωτρήσεων.

Πίνακας 9.37: Ποσοστά οργανικού άνθρακα των δειγμάτων των γεωτρήσεων Α1 έως Α7.

ΓΕΩΤΡΗΣΗ Α1		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Α2		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Α3		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Α4		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Α5		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Α6		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Α7	
Α/Α	**C (%)**	**Α/Α**	**C (%)**	**Α/Α**	**C (%)**	**Α/Α**	**C (%)**	**Α/Α**	**C (%)**	**Α/Α**	**C (%)**	**Α/Α**	**C (%)**
A1/1	0,368	A2/1	0,923	A3/1	0,741	A4/1	0,606	A5/1	0,700	A6/1	0,861	A7/1	0,587
A1/2	0,368	A2/2	0,316	A3/2	0,672	A4/2	0,486	A5/2	0,477	A6/2	0,679	A7/2	0,459
A1/3	0,408	A2/3	0,172	A3/3	0,336	A4/3	0,390	A5/3	0,103	A6/3	0,396	A7/3	0,357
A1/4	0,397	A2/4	0,476	A3/4	0,234	A4/4	0,261	A5/4	0,076	A6/4	0,256	A7/4	0,434
A1/5	0,256	A2/5	0,168	A3/5	0,158	A4/5	0,267	A5/5	0,305	A6/5	0,256	A7/5	0,587
A1/6	0,241	A2/6	0,125	A3/6	0,507	A4/6	0,285	A5/6	0,286	A6/6	0,582	A7/6	0,587
A1/7	0,297	A2/7	0,056	A3/7	0,446	A4/7	0,448	A5/7	0,252	A6/7	0,651	A7/7	0,255
A1/8	0,296	A2/8	0,023	A3/8	0,524	A4/8	0,570	A5/8	0,061	A6/8	0,209	A7/8	0,153
A1/9	0,150	A2/9	0,000	A3/9	0,218	A4/9	0,305	A5/9	0,086	A6/9	0,163	A7/9	0,102
A1/10	0,257	A2/10	0,000	A3/10	0,158	A4/10	0,374	A5/10	0,291	A6/10	0,339	A7/10	0,026
A1/11	0,233	A2/11	0,020	A3/11	0,187	A4/11	0,382	A5/11	0,460	A6/11	0,310	A7/11	0,000
A1/12	0,167	A2/12	0,000	A3/12	0,196	A4/12	0,525	A5/12	0,403	A6/12	0,279	A7/12	0,204
A1/13	0,244	A2/13	0,000	A3/13	0,166	A4/13	0,424	A5/13	0,315	A6/13	0,279	A7/13	0,128
A1/14	0,183	A2/14	0,000	A3/14	0,222	A4/14	0,292	A5/14	0,153	A6/14	0,209	A7/14	0,102
A1/15	0,228	A2/15	0,000	A3/15	0,166	A4/15	0,348	A5/15	0,194	A6/15	0,256	A7/15	0,179
A1/16	0,095	A2/16	0,000	A3/16	0,291	A4/16	0,443	A5/16	0,357	A6/16	0,256	A7/16	0,102
A1/17	0,074	A2/17	0,000	A3/17	0,179	A4/17	0,458	A5/17	0,199	A6/17	0,186	A7/17	0,128
A1/18	0,073	A2/18	0,041	A3/18	0,316	A4/18	0,254	A5/18	0,184	A6/18	0,204	A7/18	0,077
A1/19	0,143	A2/19	0,000	A3/19	0,131	A4/19	0,561	A5/19	0,168	A6/19	0,220	A7/19	0,281
A1/20	0,000	A2/20	0,107	A3/20	0,249	A4/20	0,567	A5/20	0,117	A6/20	0,204	A7/20	0,327
A1/21	0,204	A2/21	1,411	A3/21	0,153	A4/21	0,567	A5/21	0,224	A6/21	0,193		
A1/22	0,089	A2/22	0,104	A3/22	0,213	A4/22	0,567	A5/22	0,315	A6/22	0,095		
A1/23	0,060	A2/23	0,196	A3/23	0,497	A4/23	0,630	A5/23	0,369	A6/23	0,113		
A1/24	0,731	A2/24	0,131	A3/24	0,303	A4/24	0,562	A5/24	0,371	A6/24	0,186		
A1/25	0,019	A2/25	0,083	A3/25	0,530	A4/25	0,514	A5/25	0,380	A6/25	0,185		
A1/26	0,078	A2/26	0,107	A3/26	0,748	A4/26	0,638	A5/26	0,320	A6/26	0,185		
A1/27	0,060	A2/27	0,067	A3/27	0,358	A4/27	0,574	A5/27	0,164	A6/27	0,208		
A1/28	0,057	A2/28	0,087	A3/28	0,240	A4/28	0,428	A5/28	0,225	A6/28	0,221		
A1/29	0,076	A2/29	0,111	A3/29	0,221	A4/29	0,554	A5/29	0,248	A6/29	0,165		
A1/30	0,251	A2/30	0,020	A3/30	0,145	A4/30	0,366	A5/30	0,256	A6/30	0,140		
A1/31	0,084	A2/31	0,116	A3/31	0,170	A4/31	0,317	A5/31	0,205	A6/31	0,391		
A1/32	0,290	A2/32	0,083	A3/32	0,170	A4/32	0,305			A6/32	0,308		
A1/33	0,367	A2/33	0,139	A3/33	0,162	A4/33	0,285			A6/33	0,261		
		A2/34	0,270	A3/34	0,121	A4/34	0,224			A6/34	0,235		
		A2/35	0,129	A3/35	0,201	A4/35	0,244			A6/35	0,226		
		A2/36	0,099	A3/36	0,187	A4/36	0,356			A6/36	0,226		
		A2/37	0,079	A3/37	0,276	A4/37	0,366			A6/37	0,288		
		A2/38	0,083	A3/38	0,179	A4/38	0,356			A6/38	0,247		
				A3/39	0,179	A4/39	0,317						
				A3/40	0,095	A4/40	0,238						
				A3/41	0,170	A4/41	0,198						
				A3/42	0,187	A4/42	0,099						
				A3/43	0,197								
				A3/44	0,196								
				A3/45	0,144								

Πίνακας 9.38: Ποσοστά οργανικού άνθρακα των δειγμάτων των γεωτρήσεων Β1 έως Β6.

ΓΕΩΤΡΗΣΗ Β1		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Β2		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Β3		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Β4		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Β5		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Β6	
Α/Α	**C (%)**	**Α/Α**	**C (%)**	**Α/Α**	**C (%)**	**Α/Α**	**C (%)**	**Α/Α**	**C (%)**	**Α/Α**	**C (%)**
Β1/1	1,316	Β2/1	0,461	Β3/1	0,748	Β4/1	0,291	Β5/1	0,286	Β6/1	0,876
Β1/2	1,085	Β2/2	0,461	Β3/2	0,655	Β4/2	0,224	Β5/2	0,246	Β6/2	0,728
Β1/3	0,854	Β2/3	0,353	Β3/3	0,398	Β4/3	0,314	Β5/3	0,223	Β6/3	0,772
Β1/4	0,716	Β2/4	0,624	Β3/4	0,327	Β4/4	0,179	Β5/4	0,205	Β6/4	0,110
Β1/5	1,108	Β2/5	0,516	Β3/5	0,296	Β4/5	0,157	Β5/5	0,184	Β6/5	0,150
Β1/6	0,725	Β2/6	0,679	Β3/6	0,094	Β4/6	0,224	Β5/6	0,539	Β6/6	0,177
Β1/7	1,131	Β2/7	0,624	Β3/7	0,117	Β4/7	0,134	Β5/7	0,379	Β6/7	0,043
Β1/8	1,224	Β2/8	0,570	Β3/8	0,140	Β4/8	0,319	Β5/8	0,286	Β6/8	0,022
Β1/9	1,201	Β2/9	0,271	Β3/9	0,117	Β4/9	0,240	Β5/9	0,102	Β6/9	0,105
Β1/10	0,762	Β2/10	0,244	Β3/10	0,094	Β4/10	0,196	Β5/10	0,123	Β6/10	0,107
Β1/11	0,647	Β2/11	0,217	Β3/11	0,304	Β4/11	0,153	Β5/11	0,136	Β6/11	0,066
Β1/12	0,647	Β2/12	0,163	Β3/12	0,234	Β4/12	0,021	Β5/12	0,082	Β6/12	0,043
Β1/13	0,462	Β2/13	0,136	Β3/13	0,281	Β4/13	0,000	Β5/13	0,160	Β6/13	0,117
Β1/14	0,462	Β2/14	0,136	Β3/14	0,210	Β4/14	0,000	Β5/14	0,019	Β6/14	0,066
Β1/15	0,670	Β2/15	0,109	Β3/15	0,187	Β4/15	0,022	Β5/15	0,205	Β6/15	0,265
Β1/16	0,346	Β2/16	0,136	Β3/16	0,117	Β4/16	0,000	Β5/16	0,143	Β6/16	0,265
Β1/17	0,323	Β2/17	0,136	Β3/17	0,187	Β4/17	0,000	Β5/17	0,020	Β6/17	0,110
Β1/18	0,277	Β2/18	0,054	Β3/18	0,140			Β5/18	0,123	Β6/18	0,236
Β1/19	0,369	Β2/19	0,163	Β3/19	0,140					Β6/19	0,107
Β1/20	0,300	Β2/20	0,109	Β3/20	0,187					Β6/20	0,110
Β1/21	0,323	Β2/21	0,136	Β3/21	0,421						
Β1/22	0,369	Β2/22	0,136	Β3/22	0,164						
Β1/23	0,346	Β2/23	0,081	Β3/23	0,164						
Β1/24	0,439	Β2/24	0,079	Β3/24	0,491						
Β1/25	0,393	Β2/25	0,079	Β3/25	0,257						
Β1/26	0,462	Β2/26	0,000	Β3/26	0,210						
Β1/27	0,300	Β2/27	0,000	Β3/27	0,094						
Β1/28	0,323	Β2/28	0,081	Β3/28	0,094						
Β1/29	0,231	Β2/29	0,054	Β3/29	0,117						
		Β2/30	0,026	Β3/30	0,094						
				Β3/31	0,094						
				Β3/32	0,047						

Πίνακας 9.39: Ποσοστά οργανικού άνθρακα των δειγμάτων των γεωτρήσεων Γ1 έως Γ11.

ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ1		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ2		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ3		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ4		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ5			
Α/Α	**C (%)**	**Α/Α**	**C (%)**	**Α/Α**	**C (%)**	**Α/Α**	**C (%)**	**Α/Α**	**C (%)**	**Α/Α**	**C (%)**
Γ1/1	0,780	Γ2/1	0,407	Γ3/1	0,945	Γ4/1	0,778	Γ5/1	0,882	Γ5/27	0,107
Γ1/2	0,274	Γ2/2	0,426	Γ3/2	0,724	Γ4/2	0,935	Γ5/2	0,729	Γ5/28	0,101
Γ1/3	0,111	Γ2/3	0,513	Γ3/3	0,599	Γ4/3	0,649	Γ5/3	0,367	Γ5/29	0,057
Γ1/4	0,073	Γ2/4	0,831	Γ3/4	0,434	Γ4/4	0,572	Γ5/4	0,243	Γ5/30	0,060
Γ1/5	0,156	Γ2/5	0,392	Γ3/5	0,288	Γ4/5	0,459	Γ5/5	0,161	Γ5/31	0,008
Γ1/6	0,082	Γ2/6	0,332	Γ3/6	0,149	Γ4/6	0,325	Γ5/6	0,293	Γ1/32	0,025
Γ1/7	0,093	Γ2/7	0,208	Γ3/7	0,128	Γ4/7	0,214	Γ5/7	0,188	Γ1/33	0,000
Γ1/8	0,065	Γ2/8	0,158	Γ3/8	0,124	Γ4/8	0,200	Γ5/8	0,636	Γ1/34	0,031
Γ1/9	0,071	Γ2/9	0,102	Γ3/9	0,241	Γ4/9	0,133	Γ5/9	0,459	Γ1/35	0,000
Γ1/10	0,306	Γ2/10	0,092	Γ3/10	0,301	Γ4/10	0,136	Γ5/10	0,336	Γ1/36	0,025
Γ1/11	0,196	Γ2/11	0,121	Γ3/11	0,251	Γ4/11	0,738	Γ5/11	0,220	Γ1/37	0,110
Γ1/12	0,188	Γ2/12	0,175	Γ3/12	0,240	Γ4/12	0,133	Γ5/12	0,211	Γ1/38	0,143
Γ1/13	0,137	Γ2/13	0,285	Γ3/13	0,228	Γ4/13	0,156	Γ5/13	0,300	Γ1/39	0,104
Γ1/14	0,174	Γ2/14	0,305	Γ3/14	0,210	Γ4/14	0,273	Γ5/14	0,243	Γ1/40	0,072
Γ1/15	0,393	Γ2/15	0,291	Γ3/15	0,172	Γ4/15	0,514	Γ5/15	0,193	Γ1/41	0,048
Γ1/16	0,062	Γ2/16	0,161	Γ3/16	0,345	Γ4/16	0,459	Γ5/16	0,228	Γ1/42	0,143
Γ1/17	0,112	Γ2/17	0,269	Γ3/17	0,259	Γ4/17	0,064	Γ5/17	0,231	Γ1/43	0,055
Γ1/18	0,165	Γ2/18	0,277	Γ3/18	0,333	Γ4/18	0,499	Γ5/18	0,246	Γ1/44	0,089
Γ1/19	0,133	Γ2/19	0,364	Γ3/19	0,503	Γ4/19	0,292	Γ5/19	0,278	Γ1/45	0,061
Γ1/20	0,080	Γ2/20	0,459	Γ3/20	0,387	Γ4/20	0,258	Γ5/20	0,236	Γ1/46	0,000
Γ1/21	0,398	Γ2/21	0,332	Γ3/21	0,210	Γ4/21	0,442	Γ5/21	0,322	Γ1/47	0,000
Γ1/22	0,457	Γ2/22	0,269	Γ3/22	0,188	Γ4/22	0,000	Γ5/22	0,227	Γ1/48	0,029
Γ1/23	0,290	Γ2/23	0,208	Γ3/23	0,137	Γ4/23	0,021	Γ5/23	0,180	Γ1/49	0,129
Γ1/24	0,245			Γ3/24	0,137	Γ4/24	0,147	Γ5/24	0,089	Γ1/50	0,125
Γ1/25	0,165			Γ3/25	0,205			Γ5/25	0,058	Γ1/51	0,008
Γ1/26	0,212							Γ5/26	0,102		

ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ6		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ7		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ8		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ9		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ10		ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ11	
Α/Α	**C (%)**	**Α/Α**	**C (%)**	**Α/Α**	**C (%)**	**Α/Α**	**C (%)**	**Α/Α**	**C (%)**	**Α/Α**	**C (%)**
Γ6/1	0,610	Γ7/1	0,710	Γ8/1	0,974	Γ9/1	0,925	Γ10/1	1,059	Γ11/1	1,201
Γ6/2	0,472	Γ7/2	0,668	Γ8/2	0,820	Γ9/2	0,962	Γ10/2	0,733	Γ11/2	0,957
Γ6/3	0,624	Γ7/3	0,585	Γ8/3	0,776	Γ9/3	0,514	Γ10/3	0,604	Γ11/3	0,692
Γ6/4	0,813	Γ7/4	0,439	Γ8/4	0,629	Γ9/4	0,419	Γ10/4	0,578	Γ11/4	0,692
Γ6/5	0,365	Γ7/5	0,387	Γ8/5	0,305	Γ9/5	0,454	Γ10/5	0,706	Γ11/5	0,590
Γ6/6	0,454	Γ7/6	0,543	Γ8/6	0,296	Γ9/6	0,466	Γ10/6	0,597	Γ11/6	0,387
Γ6/7	0,643	Γ7/7	0,477	Γ8/7	0,222	Γ9/7	0,793	Γ10/7	0,488	Γ11/7	0,366
Γ6/8	0,575	Γ7/8	0,199	Γ8/8	0,047	Γ9/8	0,565	Γ10/8	0,489	Γ11/8	0,326
Γ6/9	0,606	Γ7/9	0,146	Γ8/9	0,000	Γ9/9	0,514	Γ10/9	0,434	Γ11/9	0,244
Γ6/10	0,109	Γ7/10	0,159	Γ8/10	0,019	Γ9/10	0,338	Γ10/10	0,597	Γ11/10	0,305
Γ6/11	0,109			Γ8/11	0,248	Γ9/11	0,169	Γ10/11	0,570	Γ11/11	0,265
Γ6/12	0,354			Γ8/12	0,059	Γ9/12	0,175	Γ10/12	0,483	Γ11/12	0,265
Γ6/13	0,270			Γ8/13	0,084	Γ9/13	0,423	Γ10/13	0,331	Γ11/13	0,305
Γ6/14	0,230			Γ8/14	0,068	Γ9/14	0,297	Γ10/14	0,280	Γ11/14	0,265
Γ6/15	0,159			Γ8/15	0,000	Γ9/15	0,247	Γ10/15	0,271	Γ11/15	0,387
Γ6/16	0,093			Γ8/16	0,157	Γ9/16	0,088	Γ10/16	0,244	Γ11/16	0,244
Γ6/17	0,110			Γ8/17	0,185	Γ9/17	0,218	Γ10/17	0,217	Γ11/17	0,285
Γ6/18	0,110			Γ8/18	0,000	Γ9/18	0,272	Γ10/18	0,190	Γ11/18	0,265
Γ6/19	0,035			Γ8/19	0,000	Γ9/19	0,292	Γ10/19	0,136	Γ11/19	0,204
Γ6/20	0,067			Γ8/20	0,055	Γ9/20	0,193	Γ10/20	0,136	Γ11/20	0,183
Γ6/21	0,047			Γ8/21	0,164	Γ9/21	0,110	Γ10/21	0,131	Γ11/21	0,244
Γ6/22	0,098			Γ8/22	0,024	Γ9/22	0,091	Γ10/22	0,054	Γ11/22	0,163
Γ6/23	0,091			Γ8/23	0,199	Γ9/23	0,126	Γ10/23	0,190	Γ11/23	0,143
Γ6/24	0,076			Γ8/24	0,094	Γ9/24	0,031	Γ10/24	0,163	Γ11/24	0,143
Γ6/25	0,098			Γ8/25	0,238	Γ9/25	0,025	Γ10/25	0,102	Γ11/25	0,204
				Γ8/26	0,114	Γ9/26	0,105	Γ10/26	0,079	Γ11/26	0,224
				Γ8/27	0,000	Γ9/27	0,126	Γ10/27	0,060	Γ11/27	0,163
				Γ8/28	0,000	Γ9/28	0,091			Γ11/28	0,143
										Γ11/29	0,119
										Γ11/30	0,079
										Γ11/31	0,159
										Γ11/32	0,139
										Γ11/33	0,000
										Γ11/34	0,139
										Γ11/35	0,233
										Γ11/36	0,213

9.2.5. Ορυκτολογική ανάλυση αργιλικού κλάσματος. Ποιοτικός και ημιποσοτικός προσδιορισμός των αργιλικών ορυκτών.

9.2.5.1. Γενικά.

Η χρήση ακτινολογικών μεθόδων στην έρευνα της δομής των ορυκτών και στη διάγνωσή τους αποτελεί τη βάση του προσδιορισμού της ορυκτολογικής σύστασης των ιζημάτων, στην περίπτωση των λεπτόκοκκων ιζημάτων και των λεπτών κλασμάτων των ιζηματογενών υλικών.

Οι ακτίνες, που χρησιμοποιούνται σε αυτές τις έρευνες είναι οι ακτίνες Χ, που ανακαλύφτηκαν το 1895 από τον Röntgen. Οι ακτίνες Χ είναι ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, ίδιας δηλαδή φύσης με τη φωτεινή και υπεριώδη ακτινοβολία και το φάσμα τους βρίσκεται μεταξύ των φασμάτων των ακτίνων γ και των υπερ-υπεριωδών ακτίνων. Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας αυτής είναι πάρα πολύ μικρό, 10^4 φορές μικρότερο από το μήκος κύματος του φωτός, κυμαίνεται από 0,1Å-100Å ή κατ' άλλους (Krauskopf, 1953) από 0,1Å-45Å και για το λόγο αυτό, έχουν μεγάλη διεισδυτική ικανότητα.

Το 1912 ο M. von Laue απέδειξε, ότι τα κρυσταλλικά πλέγματα, μπορούν να συμπεριφέρονται σαν τρισ-διάστατα περιθλαστικά φράγματα για τις ακτίνες Röntgen. Στη συνέχεια, η διατύπωση του νόμου του Bragg,

οδήγησε στη δυνατότητα μελέτης της δομής των κρυστάλλων, μέσω της μέτρησης της απόστασης των ατομικών επιπέδων τους, όταν είναι γνωστό το μήκος κύματος της χρησιμοποιούμενης ακτινοβολίας Röntgen.

9.2.5.2. Παραγωγή ακτίνων Χ.

Οι ακτίνες Χ παράγονται μέσα σε κλειστούς κυλινδρικούς σωλήνες υψηλού κενού, της τάξης των 10^{-5} mm Hg, όταν με τη βοήθεια υψηλής συνεχούς τάσης ηλεκτρόνια μεγάλης κινητικής ενέργειας, προερχόμενα από διάπυρη σπειροειδή κάθοδο από βολφράμιο κατευθυνόμενα σαν παράλληλη δέσμη, προσπίπτουν σε μεταλλική άνοδο-στόχο αποτελούμενη από χαλκό. Η άνοδος έχει στο κέντρο της ενσωματωμένο ένα άλλο μέταλλο (αντικάθοδος αποτελούμενη από Cr, Mo, Fe, Co, Ag κ.λ.π.), ανάλογα με τον τύπο της επιθυμητής παραγόμενης ακτινοβολίας.

Ο βομβαρδισμός της αντικαθόδου από δέσμη ηλεκτρονίων προκαλεί μετατόπιση ηλεκτρονίων των ατόμων του μετάλλου από στιβάδες χαμηλότερης, σε στιβάδες υψηλότερης ενέργειας. Στη νέα αυτή ενεργειακή κατάσταση το άτομο γίνεται ασταθές, με αποτέλεσμα την κάλυψη των κενών θέσεων από ηλεκτρόνια των ενδιάμεσων ηλεκτρονικών στιβάδων ή από την εξωτερική. Η μετάπτωση ηλεκτρονίων από ένα ενδιάμεσο ή εξωτερικό φλοιό σε ένα εσωτερικό, προκαλεί την εκπομπή επί πλέον ενέργειας με μορφή φωτονίων που αποτελούν τις ακτίνες Χ. Οι ακτίνες Χ, που παράγονται με αυτό τον τρόπο, εκπέμπονται προς όλες τις διευθύνσεις.

Στα περιθλασίμετρα, που χρησιμοποιούνται για ακτινοσκοπικές μεθόδους, οι ακτίνες Χ εκπέμπονται μέσα από μια πλάγια θυρίδα του κυλινδρικού σωλήνα από βηρύλλιο ή από το τελικό του άκρο και οδηγούμενες από τη μορφή και την κλίση της πλάκας της αντικαθόδου, εγκαταλείπουν το σωλήνα (Philips & Philips, 1980).

Οι ακτίνες Χ που εξέρχονται από τον σωλήνα, αποτελούνται:

α) από ένα ευρύ φάσμα συνεχούς ακτινοβολίας (λευκή ακτινοβολία) και

β) από ένα γραμμικό φάσμα, που αποτελούνται από ένα αριθμό διακριτών και διαφορετικής έντασης γραμμών, οι οποίες χαρακτηρίζονται ως σειρά Κ, σειρά L, σειρά Μ. Η θέση των γραμμών κάθε σειράς στο γραμμικό φάσμα των ακτίνων Röntgen εξαρτάται μόνο από τη φύση του μετάλλου της αντικαθόδου. Με τη βοήθεια ειδικών φίλτρων μπορούν να απομονωθούν συγκεκριμένα μήκη κύματος κι έτσι επιτυγχάνεται η παραγωγή μονοχρωματικής ακτινοβολίας Χ. Με τη χρήση τέτοιων φίλτρων παραμένουν οι χαρακτηριστικές ακτινοβολίες του μετάλλου της αντικαθόδου, ενώ το υπόλοιπο φάσμα απορροφάται.

9.2.5.3. Συνθήκη ανάκλασης των ακτίνων Χ. Νόμος του Bragg.

Όταν μια παράλληλη μονοχρωματική δέσμη ακτίνων Röntgen προσπίπτει υπό γωνία στα δικτυωτά επίπεδα ενός κρυστάλλου (ατομικά επίπεδα), τότε οι ακτίνες σκεδάζονται, όταν προσκρούσουν πάνω στα άτομα και προκαλείται περίθλασή αυτών, δηλαδή κάθε άτομο αποτελεί δευτερογενή πηγή ακτίνων Röntgen. Οι δευτερογενείς αυτές πηγές εκπέμπουν ακτίνες προς όλες τις διευθύνσεις, ορισμένες από αυτές συμβάλλουν και

ενισχύουν την ανακλώμενη δέσμη σε ορισμένες διευθύνσεις, ενώ σε άλλες παρατηρείται εξασθένηση της ανακλώμενης δέσμης.

Στις περιπτώσεις, που σε ένα δεδομένο κρυσταλλικό πλέγμα συμβαίνει ενίσχυση της ανακλώμενης δέσμης, ισχύει ο νόμος του Bragg, ο οποίος εκφράζεται με την εξίσωση:

$$n\lambda = 2d \sin\theta, \text{ όπου}$$

n= ακέραιος αριθμός, που δείχνει την τάξη της ανάκλασης και παίρνει τις τιμές 1,2,3….

λ= μήκος κύματος της προσπίπτουσας μονοχρωματικής ακτινοβολίας δέσμης ακτίνων Χ (Å).

d= η σταθερά του πλέγματος των κρυστάλλων (Å).

θ= γωνία πρόσπτωσης της ακτινοβολίας στο κρυσταλλικό πλέγμα σε μοίρες.

Με τη βοήθεια της εξίσωσης του Bragg υπολογίζεται η σταθερά του πλέγματος (d), όταν είναι γνωστό το μήκος κύματος (λ) της προσπίπτουσας μονοχρωματικής ακτινοβολίας ακτίνων Röntgen. Από τις τιμές d και με τη βοήθεια πινάκων προσδιορίζονται ακριβώς τα ορυκτά που έδωσαν αυτές τις ανακλάσεις.

Οι ακτινοσκοπικές μέθοδοι και ο νόμος του Bragg μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό των αργιλικών ορυκτών, που είναι πυριτικά ορυκτά μεγέθους <2μm και ανήκουν στην ομάδα των φυλλοπυριτικών ορυκτών, σχηματίζονται δηλαδή από στοίβαξη φύλλων και στρωμάτων.

9.2.5.4. Προετοιμασία των δειγμάτων.

Για τον προσδιορισμό της ορυκτολογικής σύστασης της αργίλου των δειγμάτων των γεωτρήσεων, που πραγματοποιήθηκαν στις ολοκαινικές αποθέσεις της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος κόνεως. Ως πρώτη ύλη για την κατασκευή των παρασκευασμάτων χρησιμοποιήθηκε το αργιλικό κλάσμα, που λήφθηκε μετά τη διαδικασία της κοκκομετρικής ανάλυσης με τη μέθοδο της πιπέττας (§ 9.2.2.1) με διάμετρο κόκκων <2μm.

Η άργιλος διαχωρίστηκε από το διάλυμα με καθίζηση, μετά από παραμονή σε ηρεμία για αρκετές μέρες.

Η προετοιμασία των δειγμάτων έγινε με αντίστοιχο τρόπο, με την τεχνική επάλειψης του δείγματος σε γυάλινη επιφάνεια, που περιγράφει ο Gibbs (1965) και ο Gibbs (in Carver, 1971).

Με τη χρήση σύριγγας ή σιφωνίου λαμβάνεται ομογενοποιημένο υλικό, όγκου περίπου 1/3ml και τοποθετείται προσεκτικά πάνω σε γυάλινη επιφάνεια διαστάσεων 25mm x 40mm, ώστε να σχηματιστεί ένα πολύ λεπτό ημιδιαφανές στρώμα αργιλικού υλικού. Το παρασκεύασμα παραμένει επί 24ωρο να στεγνώσει σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και είναι έτοιμο προς τοποθέτηση στο περιθλασίμετρο.

Μετά το πέρας της ακτινοσκόπησης, το ίδιο δείγμα αφήνεται για χρονικό διάστημα τουλάχιστο δυο ωρών να κορεστεί από ατμούς αιθυλενογλυκόλης μέσα σε γυάλινο εξαχνωτήρα και σε θερμοκρασία 60^0 C, με σκοπό να διογκωθούν τα φύλλα των σμεικτιτών, ώστε να είναι εφικτή η αναγνώρισή τους και τοποθετείται ξανά στο περιθλασίμετρο για βομβαρδισμό με ακτίνες Χ.

Τέλος, το δείγμα, προκειμένου να χαρακτηριστούν τα ορυκτά που είναι ευαίσθητα στη θερμοκρασία (ένυδρα ορυκτά, Καολινίτης), θερμαίνεται σε κλίβανο σε θερμοκρασίες 150^0C, 300^0C, 450^0C και 550^0C, όπως πρότειναν οι Lucas & Jehl (1961), Κοντόπουλος (1978) και Panagos, Pe and Kontopoulos (1979) και υφίσταται για κάθε θερμοκρασία τη διαδικασία του βομβαρδισμού στο περιθλασίμετρο.

Η επιλογή των αναλυθέντων δειγμάτων έγινε από τη γεώτρηση Γ5, που βρίσκεται στο πεδίο πλημμύρας του κάτω ρου του ποταμού και αρκετά κοντά στη σημερινή του κοίτη. Εξετάστηκαν συνολικά 24 δείγματα, 19 από τα οποία αναλύθηκαν πλήρως.

9.2.5.5. Ποιοτικός προσδιορισμός των αργιλικών ορυκτών.

Για την πραγματοποίηση του ποιοτικού προσδιορισμού των ορυκτών των αργιλικών κλασμάτων, βομβαρδίστηκαν τα επιλεγμένα δείγματα αργίλου με ακτινοβολία Röntgen στο περιθλασίμετρο του Εργαστηρίου του τομέα Ορυκτών Πρώτων Υλών του Πανεπιστημίου Πατρών.

Στο περιθλασίμετρο, που είναι της εταιρίας PHILIPS, χρησιμοποιήθηκε μονοχρωματική ακτινοβολία Cu Ka με παρεμβολή φίλτρου Νικελίου και μήκος κύματος 1,5418Å. Η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του γωνιομέτρου ήταν $1,2^o$/min. Η λυχνία εκπομπής ακτίνων Χ λειτουργεί με ισχύ 1200 Watt (40kV, 30mA). Η περιοχή μελέτης των ακτινογραφημάτων κάλυψε με γωνία 2θ 3^0 –33^0.

Για την αναγνώριση των ορυκτών χρησιμοποιήθηκαν διαγράμματα, που για κάθε δείγμα περιείχαν όλα τα ληφθέντα ακτινογραφήματα, ώστε να είναι εύκολη η αντιπαραβολή και η σύγκριση μεταξύ τους (σχήματα 9.5 και 9.6). Οι θέσεις των ανακλάσεων αναγνωρίστηκαν με βάση τις γωνίες 2θ των βασικών ανακλάσεων και των αρμονικών ανακλάσεων των δοκιμίων. Η σταθερά του πλέγματος (d) υπολογίστηκε με τη βοήθεια της εξίσωσης του Bragg (§ 9.2.5.3) με βάση τον τύπο:

$$d= 1,5418/2\sin\theta,$$

όπου 1,5418Å είναι το μήκος κύματος (λ) της προσπίπτουσας μονοχρωματικής ακτινοβολίας ή με τη βοήθεια των πινάκων που πρότειναν οι Rose (1970), Smith (in Tucker, 1996) και Carver (1971).

Η ορυκτολογική ταυτοποίηση πραγματοποιήθηκε με τη χρήση των τιμών d και με τη βοήθεια των θέσεων των Brown (1961), Piper & Pe (1977), Piper & Slatt (1977), Brindley & Brown (1980), Τσώλη-Καταγά (1987) και των πινάκων των Piper (1977), Chen (1977), ASTM (in Lindholm, 1987) και JCPDS (in Tucker, 1996).

Τα αργιλικά ορυκτά, που αναγνωρίστηκαν είναι ο Μοντμοριλλονίτης, ο Ιλλίτης, ο Χλωρίτης, ο Καολινίτης και ο Υδροβιοτίτης (Βερμικουλίτης και Βιοτίτης). Επίσης αναγνωρίστηκαν ο Χαλαζίας, ο Αιματίτης και οι Άστριοι. Από τα ορυκτά αυτά, ο Μοντμοριλλονίτης, ο Ιλλίτης, ο Χαλαζίας και οι Άστριοι αναγνωρίστηκαν και σε ιζήματα του ανατολικού περιθωρίου της πεδιάδας της Κωπαΐδας (Conispoliatis, 1993), ενώ ο Χαλαζίας, οι Άστριοι, ο Καολινίτης και ο Χλωρίτης αναγνωρίστηκαν και στα ολοκαινικά στρώματα του κεντρικού τμήματος (Allen, 1986 και 1990), που συνυπάρχουν με ασβεστίτη, ο οποίος στην περιοχή αυτή αποτελεί και το επικρατέστερο κλαστικό υλικό.

Μοντμοριλλονίτης {$(Na,Ca)_{0.33}(Al,Mg)_2Si_4O_{10}(OH)_2\ nH_2O$}: Στα δείγματα των δυο πρώτων λιθοστρωματογραφικών ενοτήτων (Γ5/1-Γ5/7) οι βασικές ανακλάσεις του Μοντμοριλλονίτη στα ακατέργαστα παρασκευάσματα καλύπτουν ένα εύρος 2θ μεταξύ $5,98^0$ και $6,77^0$, που αντιστοιχούν σε ένα εύρος σταθεράς πλέγματος μεταξύ 14,76Å-13,04Å. Οι ανακλάσεις αυτές είναι γενικά αμφίκυρτες και με εξαίρεση τα δείγματα Γ5/1 και Γ5/2 της πρώτης ενότητας, δεν είναι οξύληκτες. Οι ανακλάσεις των δειγμάτων Γ5/8-Γ5/24 (ενότητες 3-5) είναι πιο ευκρινείς, αμφίκοιλες με οξύληκτες αιχμές και με εύρος γωνιών 2θ περιορισμένο μεταξύ $6,10^0$ και $6,17^0$ (d = 14,49Å-14,31Å). Το ίδιο ευκρινείς είναι και οι ανακλάσεις των δειγμάτων της 6ης ενότητας (Γ5/26–Γ5/30), με ελαφρά μετατοπισμένη τη γωνία 2θ μεταξύ $6,17^0$ και $6,20^0$ (d=14,31Å-14,26Å). Τέλος οι ανακλάσεις των δειγμάτων της τελευταίας ενότητας (7ης) Γ5/32-Γ5/49 είναι και πάλι αμφίκυρτες και το εύρος τους κυμαίνεται μεταξύ $5,87^0$ και $6,91^0$ 2θ (d=15,02Å-12,77Å).

Με επεξεργασία των δειγμάτων σε ατμούς αιθυλενογλυκόλης στους 60^0C, οργανικά μόρια της αλκοόλης εισέρχονται στα στρώματα του Μοντμοριλλονίτη και προκαλούν διόγκωση, με αποτέλεσμα τη μετατόπιση των ανακλάσεων των ακτινογραφημάτων. Οι ανακλάσεις των δειγμάτων Γ5/1-Γ5/7 μετατοπίζονται στις $5,14^0$-$5,15^0$ (d=17,17Å–17,14Å), ενώ οι ανακλάσεις των δειγμάτων Γ5/9–Γ5/49 μετατοπίζονται στις $5,16^0$–$5,24^0$ και κυρίως στις $5,19^0$ (d=17,00Å).

Οι ανακλάσεις του Μοντμοριλλονίτη, μετά από θέρμανση των παρασκευασμάτων σε θερμοκρασίες 150^0C, 300^0C, 450^0C και 550^0C και επομένως με απομάκρυνση του νερού, μετατοπίζονται στη γωνία 2θ ~ $8,80^0$ /(d=10,00Å), στη θέση δηλαδή που εμφανίζεται ο Ιλλίτης.

Ιλλίτης {$(K,H_3O)(Al,Mg,Fe)_2(Al,Si)_4O_{10}[(OH)_2,H_2O]$}: Οι ανακλάσεις του είναι γενικά αμφίκοιλες, στενές και καλά σχεδιασμένες. Αναγνωρίζεται από μια πρώτης τάξης (001) ισχυρή ανάκλαση στα 10,26Å–10,09Å (2θ=$8,61^0$ - $8,75^0$) στα ακατέργαστα παρασκευάσματα των δειγμάτων Γ5/1-Γ5/10 και στο δείγμα Γ5/14. Στα φυσικά δείγματα Γ5/12 και Γ5/16-Γ5/49 οι ανακλάσεις δεν είναι διακριτές σε αυτή τη γωνία, εμφανίζονται όμως στα επεξεργασμένα με αιθυλενογλυκόλη και στα δείγματα, που θερμάνθηκαν.

Η επεξεργασία των δειγμάτων με αιθυλενογλυκόλη δεν επηρεάζει γενικά τη θέση των ανακλάσεων του Ιλλίτη.

Μετά από θέρμανση των δειγμάτων στις θερμοκρασίες 150^0C, 300^0C, 450^0C και 550^0C οι ανακλάσεις του Ιλλίτη ενισχύονται εφόσον στη θέση αυτή πέφτουν και οι ανακλάσεις του Μοντμοριλλονίτη.

Μια δεύτερη σαφής ανάκλαση του Ιλλίτη εμφανίζεται στα 5,02Å-4,97Å (2θ=$17,59^0$-$17,80^0$), η οποία παραμένει επίσης αμετάβλητη κατά την επεξεργασία με αιθυλενογλυκόλη και ενισχύεται σταδιακά, όσο αυξάνεται η θερμοκρασία.

Τέλος, ο Ιλλίτης, δίνει ανακλάσεις στην περιοχή 2θ μεταξύ $26,68^0$–$26,85^0$ (d=3,34Å–3,32Å), επάνω σχεδόν στην ανάκλαση του χαλαζία.

Καολινίτης {$Al_2Si_2O_5(OH)_4$}: Δίνει ανακλάσεις σαφείς, αμφίκοιλες και αρκετά στενές. Στα ακατέργαστα δείγματα, η βασική (001) ανάκλαση εμφανίζεται στα 7,23Å-7,13Å (2θ=$12,24^0$-$12,39^0$), η οποία καλύπτεται από τον χλωρίτη και η 002 ανάκλαση στα 3,59Å-3,57Å (2θ=$24,77^0$-$24,94^0$), η οποία βρίσκεται σχεδόν πάνω

στο χλωρίτη. Η επίδραση των ατμών αιθυλενογλυκόλης δεν αλλοιώνει τις αιχμές των ανακλάσεων, όπως επίσης και η θέρμανση των δειγμάτων στους 150^{0}C και 300^{0}C. Στους 450^{0}C οι αιχμές των ανακλάσεων του καολινίτη μειώνονται σημαντικά και σε ορισμένες περιπτώσεις είναι δυσδιάκριτες.

Στη θερμοκρασία των 550^{0}C οι αιχμές του Καολινίτη εξαφανίζονται, κατάσταση που χαρακτηρίζει Καολινίτες με χαμηλό βαθμό κρυστάλλωσης.

Χλωρίτης {$M_{5-6}(Al,Si)_4O_{10}(OH)_8$, όπου M=Mg, Fe^{+2}, Ni, Mn, Fe^{+3}, Al, Cr, Li}: Οι ανακλάσεις του είναι γενικά αμφίκοιλες και καλά σχεδιασμένες. Οι αιχμές των ανακλάσεων είναι σχετικά χαμηλές, όταν το δείγμα είναι πλούσιο σε σίδηρο.

Δίνει τη 001 ανάκλαση στις 6,18^0–6,31^0 (d=14,30Å–14,00Å), στην περιοχή που καλύπτεται από τον Μοντμοριλλονίτη και μια σειρά βασικών ανακλάσεων στις 12,29^0–12,62^0 (d=7,20Å–7,00Å) επάνω στον Καολινίτη, στις 18,60^0–18,92^0 (d=4,77Å–4,70Å) και στις 25,01^0–25,45^0 (d=3,56Å–3,50Å), που επικαλύπτονται επίσης από το φάσμα του Καολινίτη.

Οι αιχμές των ανακλάσεων του Χλωρίτη παραμένουν αμετάβλητες, μετά την απορρόφηση ατμών αιθυλενογλυκόλης από τα παρασκευάσματα, ενώ εξαφανίζονται ή μειώνονται σημαντικά μετά από θέρμανση στους 450^{0}C, εκτός από τις 001 ανακλάσεις, οι οποίες συνήθως ενισχύονται. Αυτό σημαίνει, όπως και στην περίπτωση του Καολινίτη, χαμηλό βαθμό κρυστάλλωσης.

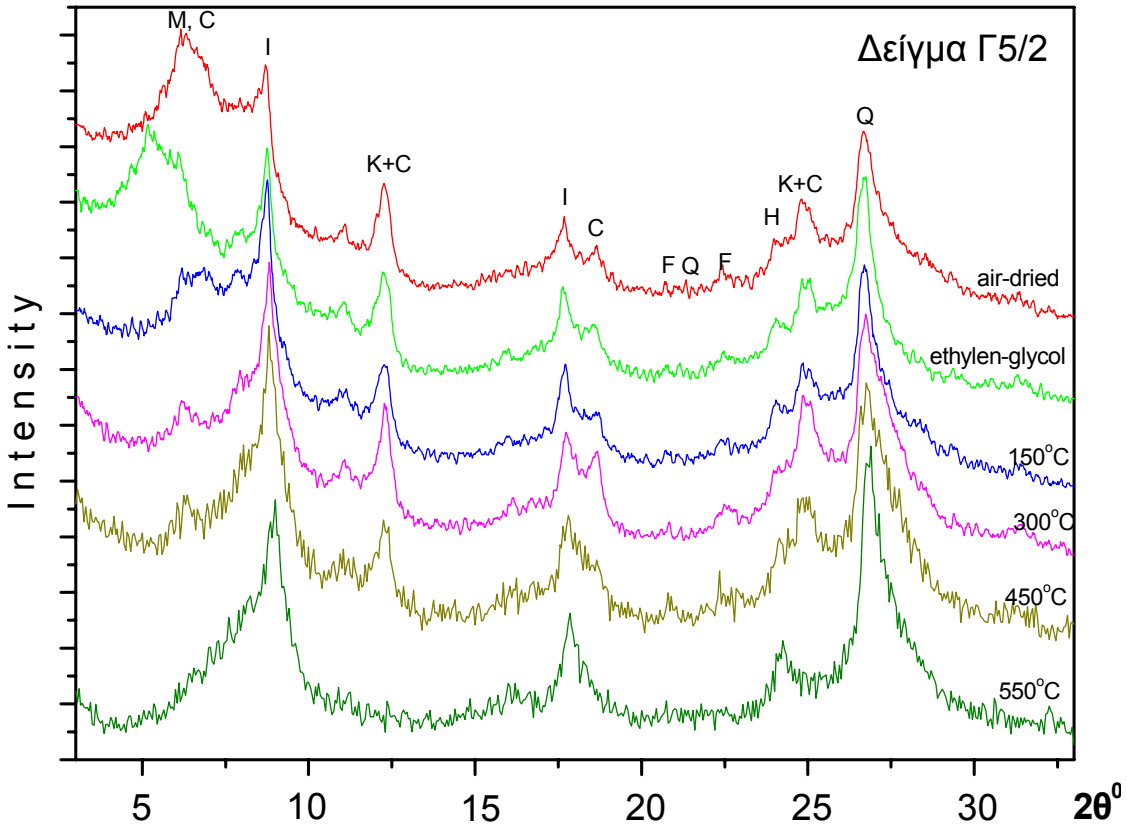
Υδροβιοτίτης {μεικτά στρώματα Βιοτίτη = $K(Mg,Fe)_3(Al,Fe)Si_3O_{10}(OH,F)_2$ και Βερμικουλίτη = $(Mg,Fe,Al)_3(Al,Si)_4O_{10}(OH)_24H_2O$}: Δίνει ασθενείς, έως πολύ ασθενείς ανακλάσεις, μεταξύ γωνιών 2θ=7,72^0–7,87^0 (d=11.45Å–12,50Å) στα δείγματα Γ5/1 έως Γ5/26, ενώ δεν εμφανίζεται στα επόμενα δείγματα Γ5/28 έως Γ5/49, δηλαδή στα στρώματα των ενοτήτων 6 και 7. Μετά την επίδραση των ατμών αιθυλενογλυκόλης σε θερμοκρασία 60^{0}C στα παρασκευάσματα, οι ανακλάσεις του Υδροβιοτίτη δεν μετατοπίζονται και παραμένουν αμετακίνητες, αλλά πάντως με ασθενή παρουσία, με θέρμανση μέχρι τους 450^{0}C. Στη θερμοκρασία των 550^{0}C οι ανακλάσεις του Υδροβιοτίτη εξαφανίζονται.

Άστριοι {$K(AlSi_3O_8)$}: Αναγνωρίστηκαν από ασθενείς έως πολύ ασθενείς ανακλάσεις στα 4,30Å–4,26Å με αντίστοιχες τιμές 2θ μεταξύ 20,66^o και 20,85^o και στα 3,98 Å–3,93 Å με αντίστοιχες τιμές 2θ μεταξύ 22,35^o και 22,60^o.

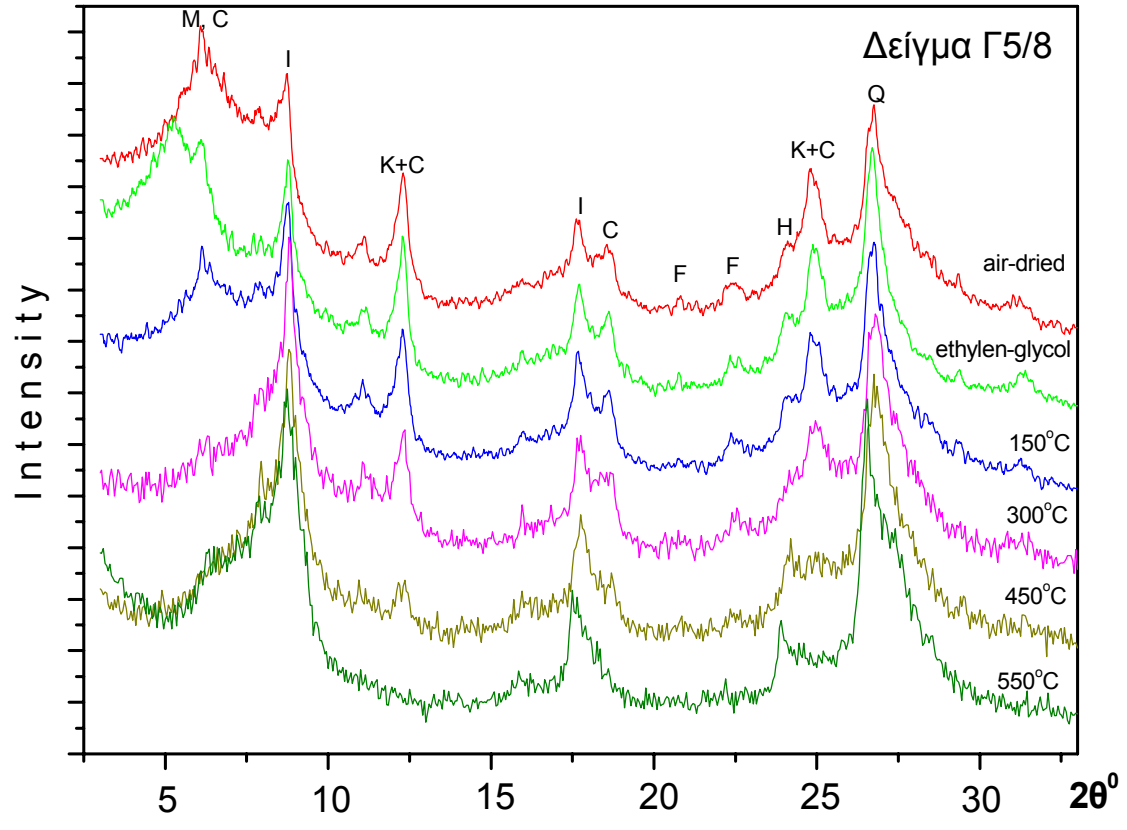
Χαλαζίας {SiO_2}: Αναγνωρίστηκε από ισχυρές ανακλάσεις, γύρω στα 3,34Å, με τιμές 2θ μεταξύ 26,66^0 και 26,70^0, ενώ δεν εντοπίστηκαν ανακλάσεις στα 4,26Å (20,85^0).

Αιματίτης{Fe_2O_3}: στα δείγματα Γ5/1 έως Γ5/26 αναγνωρίστηκε από ασθενείς ανακλάσεις μεταξύ 2θ 23,92^0 και 24,31^0 (d=3,72Å–3,66Å), οι οποίες γίνονται πιο έντονες στις μεγάλες θερμοκρασίες. Στα δείγματα Γ5/28 έως Γ5/49 δεν αναγνωρίστηκαν ανακλάσεις του αιματίτη.

Στα σχήματα 9.5 και 9.6 φαίνονται ενδεικτικά ακτινογραφήματα από την ανάλυση των αργιλικών ορυκτών των δειγμάτων Γ5/2, και Γ5/8.



Σχήμα 9.5: Ενδεικτικό ακτινογράφημα ανάλυσης του δείγματος Γ5/2 στις διάφορες επεξεργασίες.

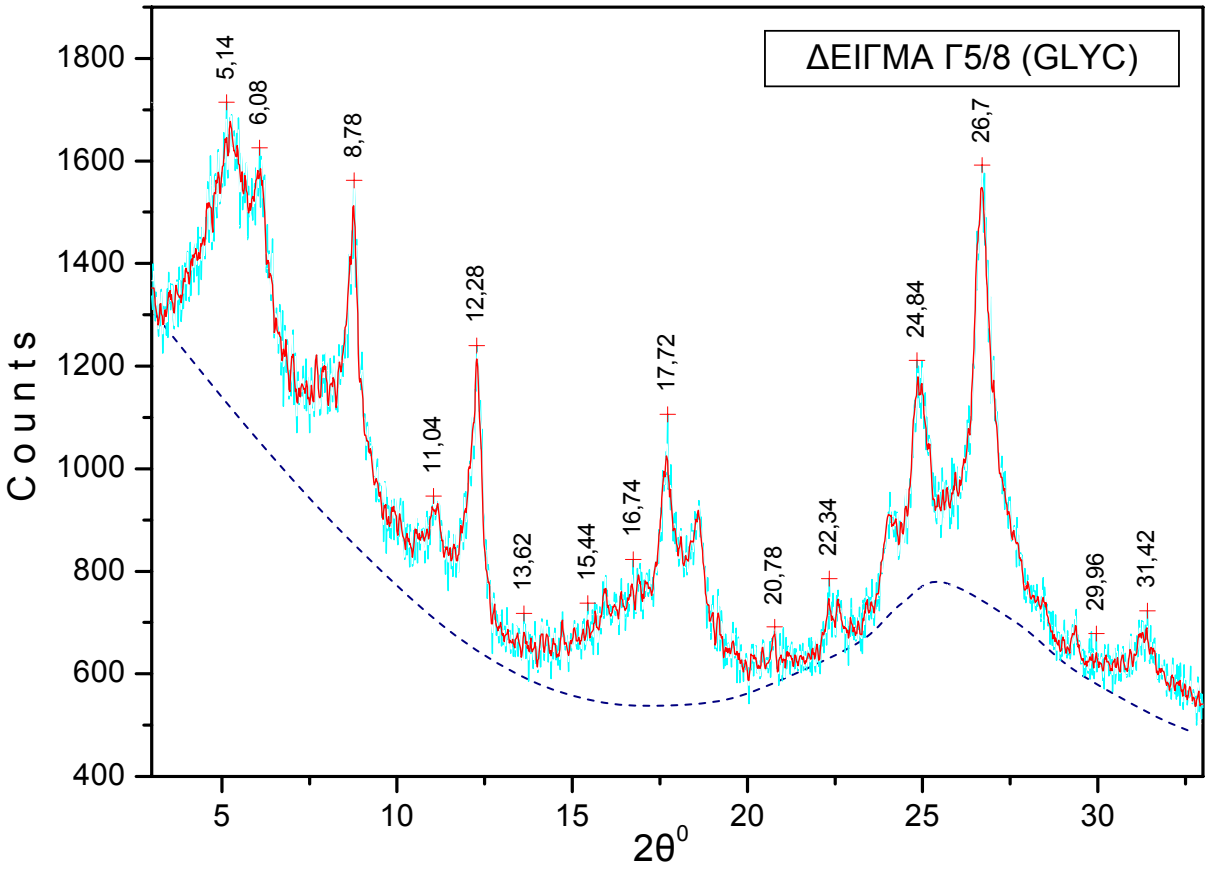


Σχήμα 9.6: Ενδεικτικό ακτινογράφημα ανάλυσης του δείγματος Γ5/8 στις διάφορες επεξεργασίες.

9.2.5.6. Ημιποσοτικός προσδιορισμός των αργιλικών ορυκτών.

Για την αναγνώριση των αργιλικών ορυκτών έγινε ημιποσοτικός προσδιορισμός με τη μέθοδο που περιγράφεται από τους Biscaye (1964 & 1965), Gibbs (1967), Griffin (in Carver, 1971) Piper (1977), Piper & Slatt (1977) και Kontopoulos & Piper (1982). Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, για τον υπολογισμό του % ποσοστού της αφθονίας των ορυκτών χρησιμοποιούνται τα εμβαδά που περικλείονται μεταξύ των σκελών των αιχμών ανακλάσεων και της γραμμής κατά μήκος της βάσης των ακτινογραφημάτων, που προκύπτουν μετά από την επεξεργασία των δειγμάτων με αιθυλενογλυκόλη και ακολουθείται η εξής διαδικασία:

1. Σχεδιάζεται στο ακτινογράφημα της αιθυλενογλυκόλης η γραμμή βάσης, ως ελαφρά κυματοειδής καμπύλη, που εφάπτεται σχεδόν στη βάση του γραφήματος (σχ.9.7).



Σχήμα 9.7: Αντιπροσωπευτικό ακτινογράφημα που προέκυψε μετά την επεξεργασία του δείγματος Γ5/8 με ατμούς αιθυλενογλυκόλης το οποίο χρησιμοποιήθηκε για τον ημιποσοτικό προσδιορισμό των αργιλικών ορυκτών και στο οποίο φαίνεται η γραμμή βάσης, η εξομάλυνση της καμπύλης του ακτινογραφήματος και οι γωνίες 2θ των αιχμών.

2. Υπολογίζεται το εμβαδόν της περιοχής ανάκλασης των 17Å για τον Μοντμοριλλονίτη.
3. Υπολογίζεται το εμβαδόν της περιοχής ανάκλασης των 10Å, για τον Ιλλίτη και πολλαπλασιάζεται επί τέσσερα.
4. Υπολογίζεται το εμβαδόν της περιοχής ανάκλασης των 7Å, για τον Καολινίτη και τον Χλωρίτη και πολλαπλασιάζεται επί δυο.

5. Το άθροισμα των τριών παραπάνω υπολογισθεισών τιμών αποτελεί το 100% της ποσότητας των αργιλικών ορυκτών. Η αναγωγή των τιμών των επί μέρους εμβαδών, δίνει τα επί μέρους % ποσοστά των ορυκτών.
6. Υπολογίζονται τα σχετικά ποσοστά του Χλωρίτη και του Καολινίτη από τα εμβαδά στα 3,54Å και στα 3,58Å. Με αναγωγή των τιμών αυτών στο εμβαδόν των 7Å, υπολογίζονται τα επί μέρους ποσοστά του Χλωρίτη και του Καολινίτη.
7. Τα ποσοστά των μη αργιλικών ορυκτών δεν κατέστη δυνατό να υπολογιστούν γιατί οι θέσεις που χρησιμοποιούνται στα 4,26Å (2θ = 20,9^0) για το χαλαζία και στα 3,18Å (2θ = 28,1^0) για τους Άστριους, για την εφαρμογή της μεθόδου αυτής, δε δίνουν εμφανείς ανακλάσεις.

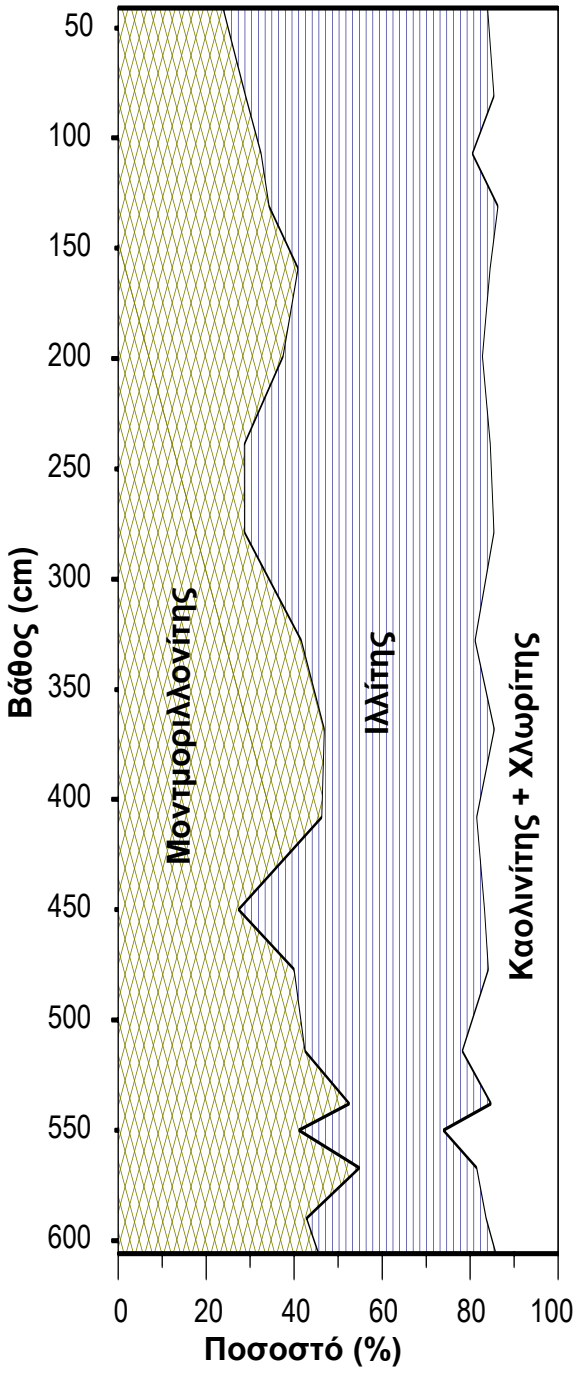
Ο υπολογισμός του εμβαδού κάθε ορυκτού επιτυγχάνεται με πολλαπλασιασμό του ύψους της αιχμής επί το πλάτος ανάκλασης, που αντιστοιχεί στο μέσον του ύψους κάθε ανάκλασης. Το ύψος της ανάκλασης είναι η κάθετη απόσταση της κορυφής της αιχμής από τη γραμμή βάσης (σχ.9.7). Τα ποσοστά των αργιλικών ορυκτών, που προέκυψαν από τους υπολογισμούς αυτούς φαίνονται στον πίνακα 9.40.

Αριθμός Δείγματος	Βάθος (cm)	Μοντμοριλ-λονίτης (%)	Ιλλίτης (%)	Καολινίτης + Χλωρίτης (%)	Καολινίτης (%)	Χλωρίτης (%)	Υδροβιοτίτης Συμμετοχή (+)	Άστριοι Συμμετοχή (+)	Χαλαζίας Συμμετοχή (+)	Αιματίτης Συμμετοχή (+)
Γ5/2	41	23,84	60,13	16,03	7.74	8.29	+	+	+	+
Γ5/4	81	28,96	56,45	14,58	7.00	7.58	+	+	+	+
Γ5/6	107	32,46	48,06	19,48	9.52	9.96	+	+	+	+
Γ5/8	131	34,30	52,04	13,67	6.88	6.79	+	+	+	+
Γ5/10	159	40,91	43,61	15,48			+	+	+	+
Γ5/12	199	37,44	45,33	17,23			+	+	+	+
Γ5/14	239	28,69	55,87	15,44			+	+	+	+
Γ5/16	279	28,72	56,69	14,59			+	+	+	+
Γ5/18	328	41.61	39.53	18.86			+	+	+	+
Γ5/20	368	46,84	38,66	14,50			+	+	+	+
Γ5/22	408	46,30	35,19	18,52			+	+	+	+
Γ5/24	450	27,34	55,92	16,74			+	+	+	+
Γ5/26	477	40,01	44,12	15,86	7.80	8.06	+	+	+	+
Γ5/28	514	42,43	35,78	21,79	10.78	11.00		+	+	
Γ5/30	538	52,54	32,20	15,25				+	+	
Γ5/32	550	41,09	32,84	26,08				+	+	
Γ5/38	567	54,81	26,67	18,52	9.43	9.04		+	+	
Γ5/45	590	42,83	40,79	16,37				+	+	
Γ5/49	606	45,53	40,33	14,15				+	+	

Πίνακας 9.40: Αποτελέσματα ημιποσοτικής ανάλυσης των αργιλικών ορυκτών και συμμετοχής των υπόλοιπων προσδιορισθέντων ορυκτών.

Στον πίνακα 9.40 έχει χρησιμοποιηθεί το σύμβολο (+) για να υποδηλώσει την παρουσία των ορυκτών εκείνων, που δεν κατέστη δυνατή η ποσοτική τους ανάλυση. Ο υπολογισμός των ποσοστών του Καολινίτη και του Χλωρίτη έγινε μόνο στα δείγματα, των οποίων τα ακτινογραφήματα έδωσαν διαφορετικές αιχμές ανακλάσεων για τα δυο αυτά ορυκτά.

Τα ποσοστά του Μοντμοριλλονίτη κυμαίνονται μεταξύ 23,84% και 54,81%, του Ιλλίτη μεταξύ 26,67% και 60,13% και του αθροίσματος Καολινίτη και Χλωρίτη μεταξύ 13,67% και 26,08%. Οι μέσοι όροι των ποσοστών αυτών είναι αντίστοιχα 38,89%, 46,71% και 17,20%.



Σχήμα 9.8: Μεταβολή των ποσοστών των αργιλικών ορυκτών της γεώτρησης Γ5 σε σχέση με το βάθος.

Η μεταβολή των ποσοστών των αργιλικών ορυκτών με το βάθος φαίνονται στο σχήμα 9.8.

Στα δείγματα Γ5/2–Γ5/10 (0–159cm) το επί τοις % ποσοστό του Μοντμοριλλονίτη αυξάνεται σταδιακά από 23,84% σε 40,91%. Στη συνέχεια και μέχρι το βάθος των 239cm (δείγμα Γ5/14) μειώνεται, μέχρι το ποσοστό των 28,69% και παραμένει σχεδόν σταθερό μέχρι το βάθος των 279cm. Το ποσοστό του Μοντμοριλλονίτη αυξάνεται στη συνέχεια μέχρι τα 408cm φτάνοντας στην τιμή 46,30%, μειώνεται αισθητά στα 27,34% στο βάθος των 450cm και αυξάνεται σταδιακά ξανά μέχρι το ποσοστό των 52,54%, στο βάθος των 538cm. Από το βάθος αυτό και μέχρι το τέλος της γεώτρησης το ποσοστό του Μοντμοριλλονίτη αυξομειώνεται κυμαινόμενο μεταξύ των τιμών 41,09% και 54,81%. Υπάρχει ένα γενικό ίχνος αύξησης του Μοντμοριλλονίτη με το βάθος.

Τα επί τοις % ποσοστά του Ιλλίτη αυξάνονται από κάτω προς τα πάνω σε πέντε συνεχείς κύκλους μεταξύ των δειγμάτων Γ5/49–Γ5/45, Γ5/38–Γ5/24, Γ5/22–Γ5/18, Γ5/16–Γ5/8 και Γ5/6-Γ5/2.

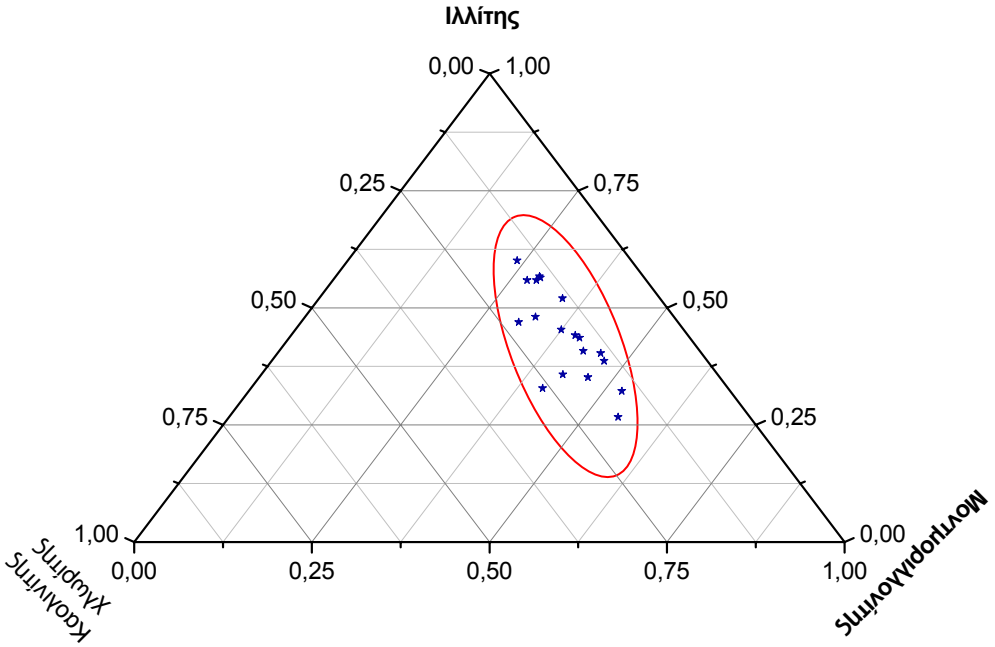
Το ποσοστό του αθροίσματος του Καολινίτη και Χλωρίτη παραμένει σε γενικές γραμμές σταθερό με μικρές σχετικά διακυμάνσεις μεταξύ των τιμών 13,67% και 26,08%.

Σύμφωνα με τον Manickam et. al. (1985), όταν αυξάνεται η παροχή ιζήματος μειώνεται ελαφρά ο Μοντμοριλλονίτης και ο Χλωρίτης και αυξάνεται αναλόγως ο Ιλλίτης, ενώ ο Καολινίτης παραμένει σταθερός.

Οι μεταβολές των ποσοστών του Μοντμοριλλονίτη και του

Ιλλίτη με το βάθος δεν οφείλονται σε μετατροπή του Ιλλίτη σε Μοντμοριλλονίτη, εφ' όσον μια τέτοια μετατροπή δεν είναι εφικτή στις συνθήκες, που επικρατούν στη θέση της γεώτρησης Γ5, ούτε σε μετατροπή του Μοντμοριλλονίτη σε Ιλλίτη διότι, κατά την ορυκτολογική ανάλυση, δεν παρατηρήθηκαν ενδιάμεσα στάδια μεταξύ των ορυκτών αυτών. Επί πλέον οι αυξομειώσεις του ενός ορυκτού σε σχέση με το άλλο δεν είναι εντυπωσιακές και δε συμπίπτουν με αύξηση ή μείωση του κοκκομετρικού μεγέθους προς κάποια κατεύθυνση (§ 9.6.9), ώστε να συνδυαστούν με την υδραυλική ταξιθέτηση με βάση το γεγονός ότι ο Μοντμοριλλονίτης είναι λεπτομερέστερος και περισσότερο ευδιάλυτος από τον Ιλλίτη. Με βάση τα δεδομένα αυτά φαίνεται πως οι παρατηρούμενες μεταβολές των ποσοστών των δυο ορυκτών δεν οφείλονται σε μετατροπή του ενός ορυκτού στο άλλο, ούτε στην υδραυλική ταξιθέτηση αλλά κατά πάσα πιθανότητα στην εμφανιζόμενη ποικιλότητα στην πηγή τροφοδοσίας.

Τα παραπάνω ποσοστά των αργιλικών ορυκτών, τοποθετήθηκαν σε τριγωνικό διάγραμμα, στις τρεις κορυφές του οποίου τοποθετήθηκαν τα επί τοις % ποσοστά του Μοντμοριλλονίτη, του Ιλλίτη και του αθροίσματος του Καολινίτη και Χλωρίτη. Τα αποτελέσματα της προβολής αυτής φαίνονται στο διάγραμμα του σχήματος 9.9. Τα σημεία του διαγράμματος εμφανίζονται συγκεντρωμένα σε ελλειψοειδή επιφάνεια, στην ίδια περιοχή του εσωτερικού του τριγώνου, που δείχνει ομοιομορφία συνθηκών ιζηματογένεσης. Η περιοχή αυτή βρίσκεται μεταξύ του Ιλλίτη (46,71%) και του Μοντμοριλλονίτη (38,89%,) και αρκετά απομακρυσμένη από την κορυφή του αθροίσματος Καολινίτη και Χλωρίτη (17,20%).



Σχήμα 9.9: Τριγωνικό διάγραμμα όπου φαίνονται οι τιμές των ποσοστών των αργιλικών ορυκτών της γεώτρησης Γ5, συγκεντρωμένες στην ίδια περιοχή.

9.2.6. Προσδιορισμός ρυθμού ιζηματογένεσης.

9.2.6.1. Χρονολόγηση δειγμάτων της ευρύτερης περιοχής.

Δείγματα ιζημάτων, που λήφθηκαν από διάφορα στρώματα πυρήνα γεώτρησης (Tzedakis, 1999), στην περιοχή του κεντρικού τμήματος της αποξηραμένης λίμνης της Κωπαΐδας και χρονολογήθηκαν με τη μέθοδο ισοτόπων οξυγόνου βασισμένη στον Martinson et al. (1987), έδωσαν ρυθμούς ιζηματογένεσης που κυμαίνονται μεταξύ 0,27mm/έτος και 0,61mm/έτος. Δείγματα από την ίδια γεώτρηση, χρονολογημένα με τη μέθοδο του ^{14}C (Griffiths et al., 2002), έδωσαν ρυθμούς ιζηματογένεσης 0,86mm/έτος-0,96mm/έτος.

Η χρονολόγηση δειγμάτων από πυρήνες γεωτρήσεων (Allen, 1986 και 1990), επίσης στην περιοχή Κωπαΐδας, με τη μέθοδο του ^{14}C, έδωσε για δείγματα, που λήφθηκαν από αντίστοιχα βάθη 8,50m και 7,00m, ηλικίες 14.600 έτη και 11.500 έτη από σήμερα, που αντιστοιχούν σε ρυθμούς ιζηματογένεσης 0,58mm/έτος και 0,61mm/έτος (Tzedakis, 1999). Στο ανατολικό άκρο του Κωπαϊδικού πεδίου, ο ρυθμός ιζηματογένεσης των ολοκαινικών αποθέσεων του ανώτερου τμήματος γεώτρησης (Okuda et al., 1999) υπολογίστηκε σε 0,62-1,20mm/έτος.

9.2.6.2. Χρονολόγηση δείγματος φυτικού λειψάνου της γεώτρησης Γ5.

Από το βάθος των 456cm της γεώτρησης Γ1 (πεδιάδα Θουρίου-Προσηλίου) ελήφθη δείγμα απανθρακωμένου φυτικού λειψάνου, το οποίο απεστάλη προς προσδιορισμό ηλικίας με τη μέθοδο χρονολόγησης του άνθρακα. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε στα εργαστήρια της εταιρίας Beta-Analytic, στο Miami (Florida) των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής. Στο δείγμα (Beta-208979) υπολογίστηκε η μείωση του λόγου των ισοτόπων του άνθρακα $^{13}C/^{12}C$, ο οποίος βρέθηκε να είναι μειωμένος κατά 23,3$^0/_{00}$, από τον αντίστοιχο λόγο των ισοτόπων, που δεν έχουν υποστεί τη διαδικασία της φυσικής ραδιενέργειας, με έτος αναφοράς το 1950 μ.Χ.. Η αρχική ανάλυση έδωσε για το δείγμα ηλικία σχηματισμού 4.620±40 έτη από σήμερα και με διόρθωση έδωσε συμβατική ηλικία 4.650±40 έτη από σήμερα. Με διόρθωση των τιμών αυτών (2 Sigma Calibration), προέκυψε η τελική ηλικία του δείγματος που είναι 3.520-3.350 έτη π.Χ. ή 5.470-5.300 έτη από σήμερα (1950 μ.Χ.), που αντιστοιχεί στην εποχή του χαλκού. Με αναγωγή της ηλικίας αυτής στο βάθος λήψης του δείγματος, προκύπτει ότι ο μέσος ρυθμός ιζηματογένεσης της περιοχής είναι 0,86mm/έτος.

9.2.7. Προσδιορισμός μικροαπολιθωμάτων.

Τα κλάσματα της πολύ χονδρόκοκκης, χονδρόκοκκης και μεσοχονδρόκοκκης άμμου (-0,5 φι έως +2 φι), που προέκυψαν από την κοκκομετρική ανάλυση (§ 9.2.2), εξετάστηκαν με το μικροσκόπιο δυο προσοφθαλμίων 475002 της εταιρείας Carl Zeiss, με σκοπό την ανεύρεση μικροαπολιθωμάτων.

Ο προσδιορισμός των μικροαπολιθωμάτων πραγματοποιήθηκε, με βασικό στόχο την ανεύρεση του περιβάλλοντος διαβίωσης των οργανισμών αυτών (ποτάμιο, χερσαίο, λιμναίο).

Εξετάστηκαν συνολικά 1.392 κλάσματα άμμου, προερχόμενα από 282 δείγματα υλικού των γεωτρήσεων. Τα απολιθώματα που εντοπίστηκαν μικροσκοπικά και που αναφέρονται στην αναλυτική περιγραφή των γεωτρήσεων (§ 9.4, 9.5 και 9.6) είναι: *Helix*, *Poiretia cornea* και *Valvata piscinalis* (γαστερόποδα), *Cyprideis* και *Ilyocypris* (οστρακώδη) καθώς και θυρίδες στομίων γαστεροπόδων (*opercula*) και χαρόφυτα.

Οι Griffiths et al. (2002) αναγνώρισαν στα στρώματα της γεώτρησης K93 (Tzedakis, 1999), που πραγματοποιήθηκε στο ανατολικό άκρο του Κωπαϊδικού πεδίου, εννέα τάξεις οστρακωδών (*Darwinula stevensoni, Tyrrhenocythere donetziensis, Limnocythere inopinata, Paralimnocythere sp., Candona angulata meridionalis, Candona s.s. sp., Pseudocandona aff. rostrata group sp., Cryptocandona sp., Ilyocypris cf. slavonica*), που χαρακτηρίζουν τη χαμηλής ενέργειας απόθεση των λιμναίων υλικών στη θέση αυτή.

9.3. Περιβάλλοντα απόθεσης των υλικών των ολοκαινικών πεδίων του Βοιωτικού Κηφισού.

9.3.1. Γενικά.

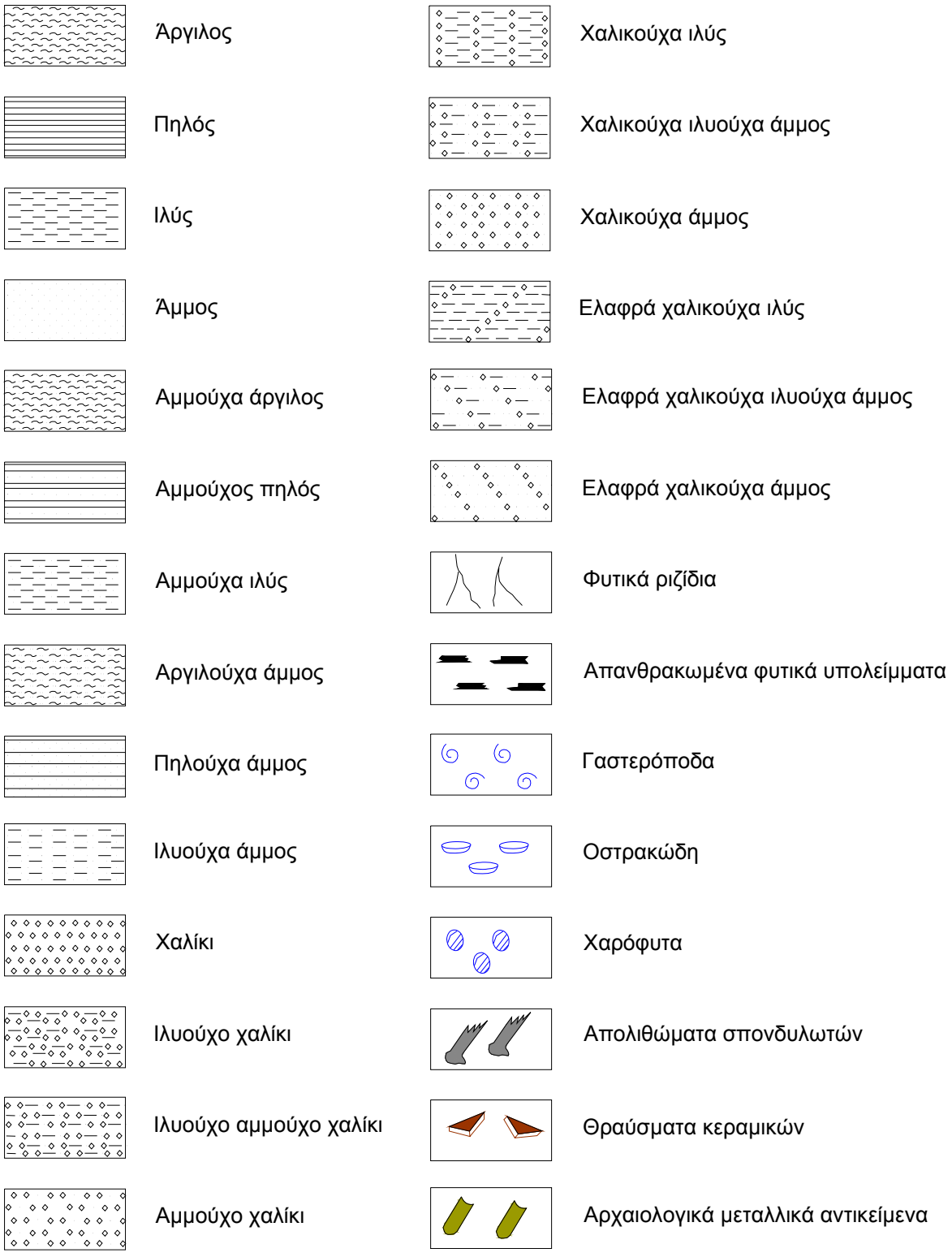
Στην παράγραφο αυτή περιγράφονται αναλυτικά οι πυρήνες των γεωτρήσεων, σύμφωνα με τη μακροσκοπική και μικροσκοπική εξέταση και βάσει των αποτελεσμάτων των αναλύσεων, που πραγματοποιήθηκαν. Για κάθε περιγραφή παρατίθεται σε σχεδιάγραμμα πίνακας, στον οποίο αναγράφονται το βάθος υπό κλίμακα, η θέση λήψης των δειγμάτων, που αναλύθηκαν, η ονοματολογία και το χρώμα του στρώματος. Επί πλέον έχουν σχεδιαστεί η λιθοστρωματογραφική στήλη της γεώτρησης, η επί τοις % κοκκομετρική κατανομή καθώς και τα γραφήματα της διαμέσου, του αριθμητικού μέσου, της σταθερής απόκλισης, της ασυμμετρίας, της κύρτωσης, και των ποσοστών του οργανικού άνθρακα και του ανθρακικού ασβεστίου, σε σχέση με το βάθος της γεώτρησης. Στο σχήμα 9.10 φαίνεται το υπόμνημα των συμβολισμών, που χρησιμοποιήθηκαν στη σχεδίαση των λιθοστρωματογραφικών στηλών όλων των γεωτρήσεων.

Εξετάζονται επίσης η πηγή προέλευσης των ιζημάτων των διατρηθέντων στρωμάτων, ο τρόπος μεταφοράς τους και οι διαδικασίες και τα περιβάλλοντα και υποπεριβάλλοντα απόθεσής τους. Για το σκοπό αυτό καταβλήθηκε προσπάθεια ερμηνείας των στατιστικών παραμέτρων, που προέκυψαν από την κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων των γεωτρήσεων (§ 9.2.2) καθώς και των προβολών των συνδυασμών των παραμέτρων αυτών σε γραφικές παραστάσεις. Εκτός από τις στατιστικές παραμέτρους των κοκκομετρικών αναλύσεων λήφθηκαν υπ' όψη τα αποτελέσματα των αναλύσεων του ανθρακικού ασβεστίου (§ 9.2.3), του οργανικού άνθρακα (§ 9.2.4) καθώς και τα αποτελέσματα ανάλυσης των αργιλικών ορυκτών (§ 9.2.5). Επί πλέον χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία, που προέκυψαν από την περιγραφή των στρωμάτων των γεωτρήσεων (χρώμα, λιθολογία, πετρογραφία, ευρήματα ανθρώπινης δραστηριότητας, βιοδηλωτικά ίχνη, απολιθώματα κ.α.). Η χρήση των στοιχείων αυτών κρίθηκε απαραίτητη, διότι παρουσιάζονται αποκλίσεις στον προσδιορισμό των περιβαλλόντων απόθεσης με τη χρήση των διαγραμμάτων, που προτάθηκαν από διάφορους ερευνητές. Η χρήση αυτών των διαγραμμάτων έγινε για τη διασταύρωση των αποτελεσμάτων και προς άρση των αποκλίσεων που παρουσιάζονται στον προσδιορισμό των περιβαλλόντων απόθεσης ιζημάτων.

9.3..2. Χρήση των στατιστικών παραμέτρων.

Οι στατιστικές παράμετροι μπορούν συχνά, από μόνες τους, να αποτελέσουν διαγνωστικά κριτήρια χαρακτηρισμού περιβαλλόντων απόθεσης των ιζημάτων. Η χρήση του αριθμητικού μέσου (Mz) είναι καθοριστική για τον καθορισμό της διαβάθμισης του υλικού. Μείωση του κοκκομετρικού μεγέθους μιας ακολουθίας προς τα πάνω σηματοδοτεί τη μείωση του παρεχόμενου ιζήματος, εξ αιτίας της μετανάστευσης της ποτάμιας αύλακας ή την αποχώρηση των υδάτων μετά το τέλος ενός πλημμυρικού συμβάντος (Elliot, 1986). Αντίθετα, αύξηση του κοκκομετρικού μεγέθους προς τα πάνω σημαίνει επέλαση ενός πλημμυρικού γεγονότος (αύξηση παροχής ιζήματος) ή και βύθιση του περιβάλλοντος απόθεσης (Coleman, 1981).

ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΩΝ ΤΩΝ ΛΙΘΟΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΤΗΛΩΝ



Σχήμα 9.10: Το υπόμνημα των συμβολισμών, που χρησιμοποιήθηκε στις λιθοστρωματογραφικές στήλες των λεπτομερών λιθοστρωματογραφικών περιγραφών των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων.

Η σταθερή απόκλιση (σi) καθορίζει το βαθμό ταξινόμησης ενός ιζήματος. Στα ποτάμια ιζήματα η ταξινόμηση είναι φτωχή (σi =1,0-2,0) έως πολύ φτωχή (σi =2,0-4,0), στα ιζήματα των πεδιάδων πλημμυρών ο βαθμός ταξινόμησης κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 1,0 και 3,0 και στα ιζήματα ιλυοροής κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 5,0-10,0. Στην άμμο, ο καλύτερος βαθμός ταξινόμησης επιτυγχάνεται στο κλάσμα με μέσο μέγεθος (Mz) από φι 1 έως φι 3 κυμαινόμενος μεταξύ τιμών σταθερής απόκλισης 0,35 και1,0.

Η ασυμμετρία στις ποτάμιες αποθέσεις είναι μικρότερη από την τιμή 1 (SKI<1.0) και κυμαίνεται γύρω από την τιμή μηδέν, στις αποθέσεις της πεδιάδας πλημμύρας.

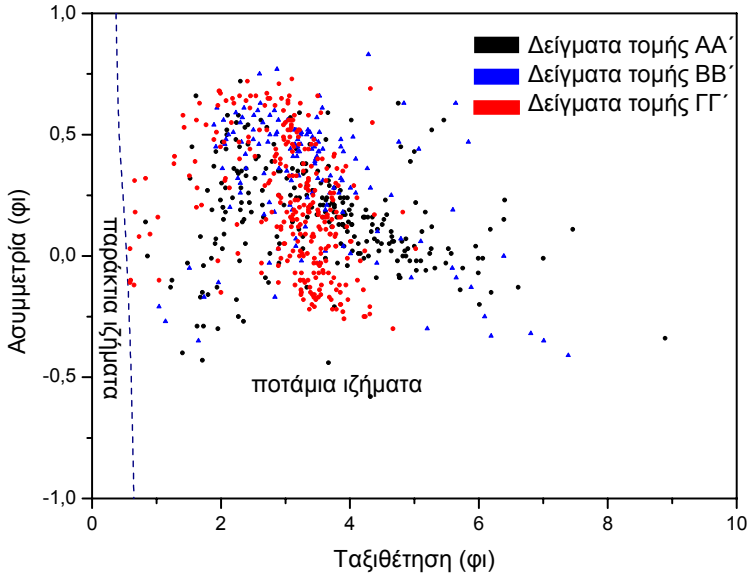
9.3.3. Χρήση γραφικών παραστάσεων με συνδυασμούς των στατιστικών παραμέτρων.

Για την αναγνώριση των περιβαλλόντων και υποπεριβαλλόντων απόθεσης των ιζημάτων χρησιμοποιήθηκαν συνδυασμοί των στατιστικών παραμέτρων σε γραφικές παραστάσεις, που κατά καιρούς έχουν προταθεί. Για τον καθορισμό του είδους των ιζημάτων, του δυναμικού του ποτάμιου συστήματος, του τρόπου μεταφοράς των ιζημάτων, της διαδικασίας απόθεσης και της εύρεσης της πηγής τροφοδοσίας χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω διαγράμματα:

9.3.3.1. Διαγράμματα προσδιορισμού ιζημάτων.

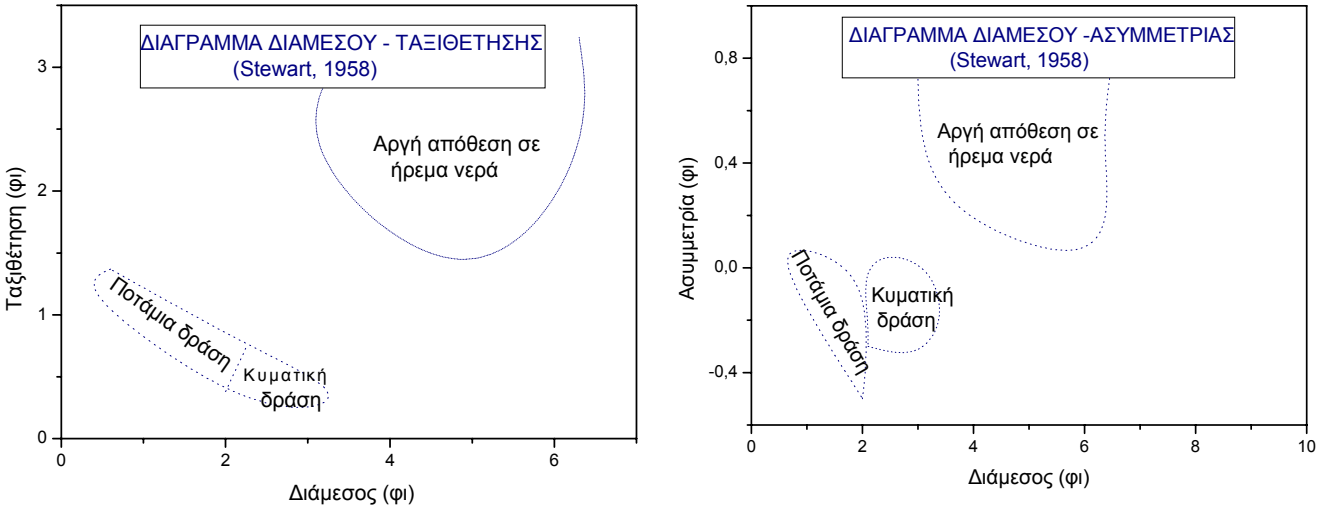
Για τον διαχωρισμό των ιζημάτων ανάλογα με την προέλευσή τους (ποτάμιας δράσης, κυματικής δράσης, παράκτια, αποθέσεις ήρεμων υδάτων, θίνες) χρησιμοποιήθηκαν τα διαγράμματα Friedman (1961, 1967, 1979) και Stewart (1958):

Στο διάγραμμα κατά Friedman (1961,1967,1979), προβάλλονται σε δεκατοκανονικούς άξονες, η σταθερή απόκλιση (σi) στον οριζόντιο και η ασυμμετρία (SKi) στον κατακόρυφο άξονα. Ο Friedman πρότεινε σε αυτό το διάγραμμα τη διαχωριστική γραμμή μεταξύ ιζημάτων παράκτιας και ποτάμιας προέλευσης. Τα συμπεράσματα του Friedman επιβεβαίωσαν και οι Moiola & Weiser (1968). Όπως ήταν αναμενόμενο, τα σημεία όλων των δειγμάτων των γεωτρήσεων και των τριών τομών απεικονίζονται στο πεδίο που αντιστοιχεί στις ποτάμιες αποθέσεις (σχ. 9.11).



Σχήμα 9.11: Το διάγραμμα κατά Friedman (1979), στο οποίο έχουν προβληθεί τα σημεία που αντιστοιχούν σε 247 δείγματα γεωτρήσεων της τομής ΑΑ΄, 146 δείγματα γεωτρήσεων της τομής ΒΒ΄ και 301 δείγματα γεωτρήσεων της τομής ΓΓ΄, των ιζημάτων του Κηφισού ποταμού.

Τα διαγράμματα που πρότεινε ο Stewart (1958) ήταν μια από τις πρώτες προσπάθειες να ερμηνευτούν τα περιβάλλοντα απόθεσης ιζημάτων με προβολή των στατιστικών παραμέτρων σε άξονες. Στα διαγράμματα αυτά προβάλλεται η διάμεσος (Md) στον οριζόντιο άξονα και η σταθερή απόκλιση (σi) ή η ασυμμετρία (SKi) στον κατακόρυφο άξονα και ορίζονται με σαφήνεια περιοχές, στις οποίες προβάλλονται ιζήματα, των οποίων η προέλευση οφείλεται σε ποτάμια και κυματική δράση, καθώς και περιοχή που δείχνει αργή απόθεση σε περιβάλλον ήρεμων υδάτων (σχ.9.12).



Σχήμα 9.12: Τα διαγράμματα διαμέσου-ταξινόμησης και διαμέσου-ασυμμετρίας (Stewart, 1958) στα οποία απεικονίζονται οι περιοχές απόθεσης υλικών εξ αιτίας ποτάμιας και κυματικής δράσης και η περιοχή απόθεσης σε ήρεμα νερά.

9.3.3.2. Διαγράμματα προσδιορισμού του ενεργειακού δυναμικού.

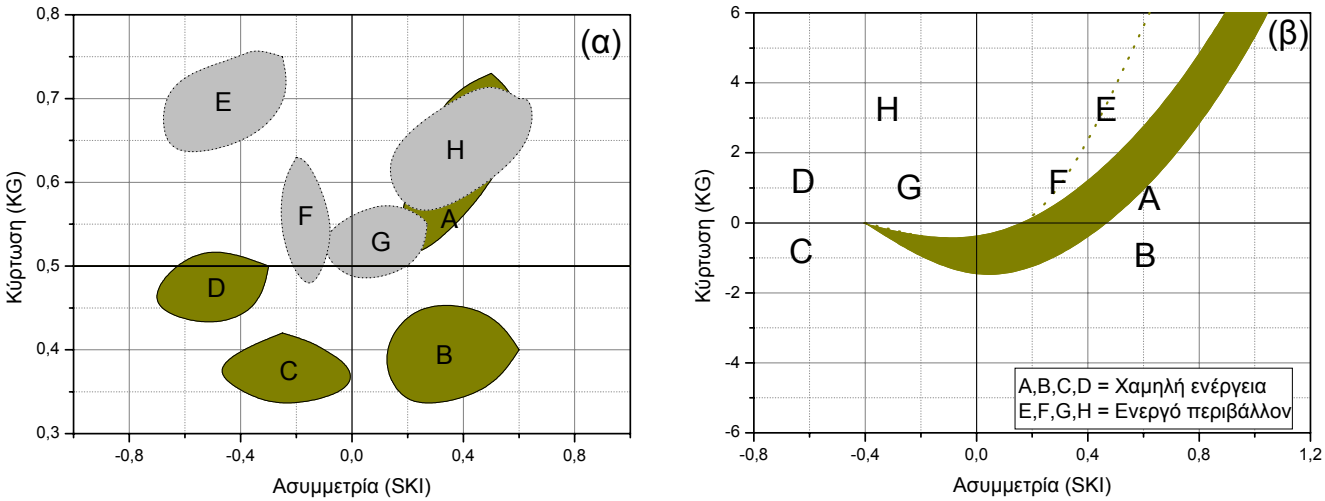
Για την εύρεση του ενεργειακού δυναμικού του ποταμού κατά τη διάρκεια της απόθεσης των υλικών χρησιμοποιήθηκαν τα διαγράμματα κατά Nordstrom (1977), Folk & Ward (1957) και Sly (1977, 1978):

Στο διάγραμμα Nordstrom (1977), προβάλλεται σε δεκατοκανονικούς άξονες το μέσο μέγεθος (Mz), σε συνάρτηση με τη σταθερή απόκλιση (σi). Με βάση το διάγραμμα αυτό υπολογίζεται το δυναμικό της περιοχής απόθεσης εφόσον καθορίζονται περιοχές του πεδίου ορισμού, των οποίων τα σημεία αντιστοιχούν είτε σε υψηλή είτε σε χαμηλή ενέργεια.

Το διάγραμμα της κύρτωσης σε συνάρτηση με την ασυμμετρία. Οι Folk & Ward (1957) διαπίστωσαν ότι στο συνδυασμό «χαλίκι-άμμος-αδρομερής πηλός» και στο συνδυασμό «άμμος-αδρομερής πηλός-άργιλος», η προβολή της κύρτωσης (K_G) σε σχέση με την ασυμμετρία (SKI) παρέχει ίχνος υ-ειδούς σχήματος. Εάν το ίζημα συγκροτείται αποκλειστικά και μόνο από χαλίκι ή μόνο από άμμο, τότε η κατανομή είναι κανονική και η προβολή της ακολουθεί την κατανομή Gauss. Με βάση τις παραπάνω κατανομές οι Folk &Ward (1957) καθόρισαν τα πεδία A, B, C, D, E, F, G, H όπως φαίνονται στο σχήμα 9.13α. Οι Πανάγος κ.α. (1977), καθόρισαν με βάση το διάγραμμα των Folk & Ward τα πεδία των άμμων από ακτές της δυτικής Πελοποννήσου.

Ο Sly (1977, 1978) και ο Sly et al. (1982,1983) ερευνώντας τις αποθέσεις των μεγάλων λιμνών της Βόρειας Αμερικής, καθόρισαν με τη χρήση του διαγράμματος ασυμμετρίας-κύρτωσης ($SKi-K_G$), πεδία που αντιστοιχούν σε περιβάλλοντα αποθέσεων χαμηλής και υψηλής ενέργειας. Στο σχήμα 9.13β απεικονίζεται το διάγραμμα που κατασκεύασε ο Sly (1977, 1978) από δείγματα που λήφθηκαν από τη λίμνη Ontario.

Στο διάγραμμα αυτό, τα πεδία χαμηλής ενέργειας που αντιστοιχούν σε αποθέσεις ιλύος και δεν περιλαμβάνουν κροκάλες απεικονίζονται στις περιοχές A, B, C και D. Τα υλικά που περιλαμβάνουν κροκάλες και εν μέρει τα ποτάμια ιζήματα καθώς και οι παραλίμνιες αποθέσεις υψηλής ενέργειας απεικονίζονται στις περιοχές E, F, G και H.



Σχήμα 13: Τα διαγράμματα ασυμμετρίας-κύρτωσης σύμφωνα με τους Folk & Ward (α) και Sly (β) στα οποία απεικονίζονται οι περιοχές απόθεσης υλικών A, B, C, D, E, F, G, H.

9.3.3.3. Διαγράμματα προσδιορισμού του τρόπου μεταφοράς.

Η μεταφορά των ιζηματογενών κόκκων από τη μητρική τους πηγή προς το περιβάλλον απόθεσης καθώς και ο τρόπος, που γίνεται η απόθεση στο περιβάλλον αυτό, καθορίζεται από τους παρακάτω τρεις νόμους της ρευστομηχανικής:

1. Τον αριθμό Reynolds, ο οποίος συσχετίζει τις δυνάμεις αδράνειας προς το ιξώδες για ένα κόκκο ιζήματος, που κινείται μέσα σε ένα ρευστό και είναι:

   $$R = U\, dp/m,$$ όπου

   R είναι ο αριθμός Reynolds, U η ταχύτητα του ρευστού ή του κινούμενου κόκκου, d η διάμετρος του αγωγού, p η πυκνότητα του ρευστού και m το ιξώδες του ρευστού.

   Για μια δεδομένη κατάσταση, ο αριθμός Reynolds μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διαχωρίσει δυο διαφορετικούς τύπους συμπεριφοράς των ρευστών στην οριακή επιφάνεια ενός στερεού, που μπορεί να είναι η επιφάνεια ενός καναλιού ή η επιφάνεια ενός ιζηματογενούς κόκκου, που κινείται μέσα στο ρευστό αυτό. Σε ανοιχτούς αγωγούς για μικρούς αριθμούς Reynolds (<1000), η ροή είναι γραμμική ενώ για μεγάλους (>1000), η ροή είναι τυρβώδης. Η τιμή R=1000 δίνει το διαχωρισμό γραμμικής και τυρβώδους ροής.

2. Τον αριθμό Froude, ο οποίος συσχετίζει τις δυνάμεις αδράνειας προς τις δυνάμεις βαρύτητας και είναι ο λόγος της δύναμης που απαιτείται για να σταματήσει ένας κινούμενος κόκκος ιζήματος προς τη δύναμη της βαρύτητας και ισούται με:

   $F=U/(gL)^{1/2}$, για κλειστούς αγωγούς και

   $F=U/(gD)^{1/2}$, για ανοιχτούς αγωγούς, όπου

   με U παριστάνεται η ταχύτητα του ρευστού ή του κόκκου, με g η επιτάχυνση της βαρύτητας, με L το μήκος που διατρέχει ο κόκκος μέχρι να σταματήσει και με D το βάθος του καναλιού.

3. Τον αριθμό Weber, ο οποίος συσχετίζει τις δυνάμεις αδράνειας προς τις δυνάμεις της επιφανειακής ενέργειας και είναι σημαντικός στην περίπτωση, που ένα ρευστό ρέει μέσα σε ένα πορώδες υλικό:

   $W=U^2dp/\sigma$, όπου

   με U παριστάνεται η ταχύτητα του ρευστού, d είναι η διάμετρος της σταγόνας ή του κόκκου, p η πυκνότητα και σ η επιφανειακή ενέργεια.

   Ανάλογα με το βάρος και το μέγεθος, που έχει ένας κόκκος, μπορεί να μεταφερθεί από ένα ρευστό με τους εξής τρόπους:

   - Με κύλιση και σύρσιμο, που πραγματοποιείται στον πυθμένα μιας υδάτινης στήλης και αφορά τους βαρύτερους κόκκους (κροκάλες).
   - Με αναπήδηση, που πραγματοποιείται μεταξύ του πυθμένα και του κατώτερου τμήματος της υδάτινης στήλης και αφορά τα υλικά μεγέθους κόκκων άμμου.
   - Με αιώρηση, που πραγματοποιείται στο ανώτερο τμήμα μιας υδάτινης στήλης και αφορά τα λεπτότερα υλικά (πηλό, άργιλο).

   Η μεταφορά του υλικού με κύλιση και αναπήδηση προκαλείται από ρεύματα έλξης, ενώ η μεταφορά με έλξη και αιώρηση προκαλείται με ρεύματα πυκνότητας.

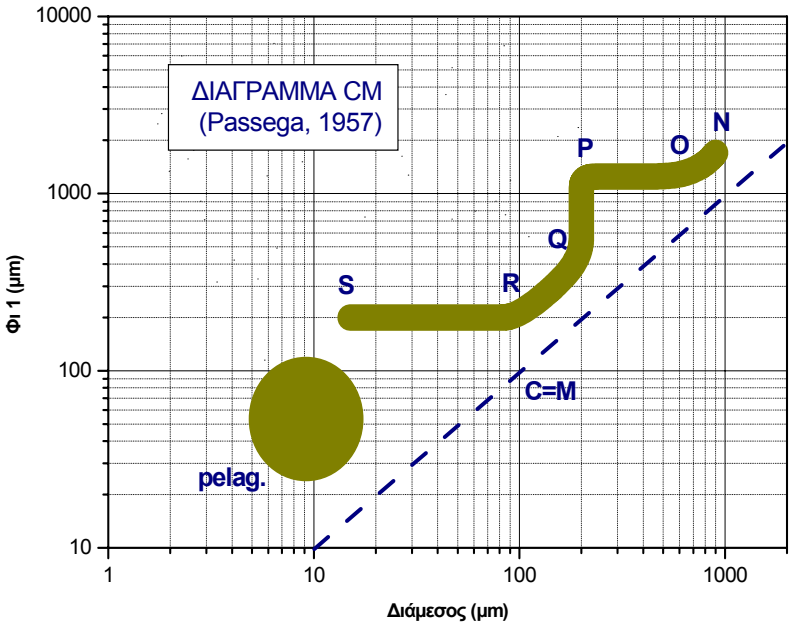
Ο τρόπος μεταφοράς των ιζημάτων στις περιοχές των τομών ΑΑ΄, ΒΒ΄, και ΓΓ΄ ελέγχθηκε με τη χρήση των παρακάτω διαγραμμάτων:

Το διάγραμμα CM: Στο διάγραμμα αυτό, που πρότεινε αρχικά ο Passega (1957), προβάλλονται σε διλογαριθμικό σύστημα αξόνων η διάμεσος (Md), στον οριζόντιο άξονα και το 1% εκατοστημόριο (φι 1), στον κατακόρυφο άξονα, εφόσον πρώτα μετατραπούν τα μεγέθη αυτά σε μικρόμετρα (μm=microns). Η προβολή αυτή παράγει πεδία, κάθε ένα από τα οποία χαρακτηρίζει ένα ιδιαίτερο περιβάλλον απόθεσης.

Στο σχήμα 9.14 φαίνεται το διάγραμμα, όπως διαμορφώθηκε μετά από σειρά αναλύσεων του Passega (1957, 1964) και των Passega & Byramjee (1969). Στο διάγραμμα αυτό διαμορφώνεται ένα ελικοειδές πεδίο αποτελούμενο από τέσσερα τμήματα. Τα σημεία, που απεικονίζονται στο τμήμα NO, αντιστοιχούν σε κόκκους, που κυλίονται στον πυθμένα ενός πεδίου απόθεσης, ακόμη και όταν δεν υπάρχει στροβιλισμός. Στο τμήμα OP συμβαίνει κύλιση και αιώρηση του υλικού, ενώ στο τμήμα PQ αιώρηση και κύλιση. Οι κόκκοι που απεικονίζονται στο τμήμα QR, που είναι παράλληλο με την ευθεία C=M, στην κατωφέρεια του ελικοειδούς πεδίου,

αποτίθενται μετά από διαβαθμισμένη αιώρηση, χωρίς κύλιση. Το υλικό, το οποίο αποτιθέμενο απεικονίζεται σε αυτό το τμήμα του πεδίου προβολής, συνίσταται από άμμο, το αιώρημα της οποίας έχει συγκέντρωση, που κυμαίνεται από 1g/l έως 8,5g/l. Το μέγεθος του μέγιστου κόκκου στη διαβαθμισμένη αιώρηση εξαρτάται από την αναταραχή που συμβαίνει όταν αρχίζει η απόθεση. Το τμήμα RS, είναι παράλληλο προς τον άξονα M και αντιστοιχεί σε ομογενές αιώρημα, που κατά τον Passega (1964) περιγράφεται από ομοιόμορφη συγκέντρωση κόκκων στο αιώρημα, στην κορυφή μιας υδάτινης στήλης, ενώ μικρή τυρβώδης ροή κοντά στον πυθμένα δεν επιτρέπει την ταξινόμηση των αποτιθέμενων κόκκων. Τέλος τα πελαγικά ιζήματα απεικονίζονται στο κυκλικό πεδίο, κοντά στην αρχή των αξόνων, μακριά από τη γραμμή C=M. Ένα πελαγικό αιώρημα συγκροτείται από κόκκους μεγέθους μικρότερου από 30μm-40μm.

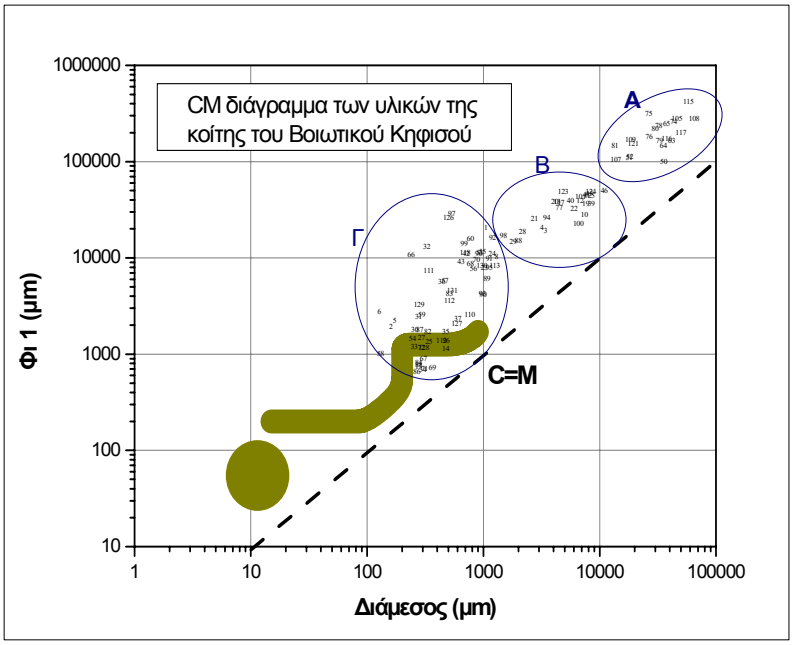
Ο Bull (1962) χρησιμοποιώντας τις παραμέτρους C και M, παρήγαγε διαγράμματα τόσο από επιφανειακά δείγματα, όσο και από δείγματα γεωτρήσεων σε αλλουβιακές αποθέσεις και καθόρισε συγκεκριμένα πεδία που σχετίζονται με έναν ορισμένο μηχανισμό μεταφοράς πάνω στα αλλουβιακά ριπίδια. Τα πεδία αυτά αντιστοιχούν σε αποθέσεις ιλυοροής, ποτάμιες αποθέσεις, αποθέσεις δικτυωτού ποταμού, αποθέσεις ενδιάμεσες μεταξύ ιλυοροών και ιζημάτων ήρεμων υδάτων, αποθέσεις δεβριτικής και ρευστικής ροής.



Σχήμα 9.14: Το διάγραμμα κατά Passega(1957, 1964).
NO: κύλιση.
OP: κύλιση και αιώρηση.
PQ: αιώρηση και κύλιση
QR: διαβαθμισμένο αιώρημα
RS: ομογενές αιώρημα
pelag: πελαγικό αιώρημα

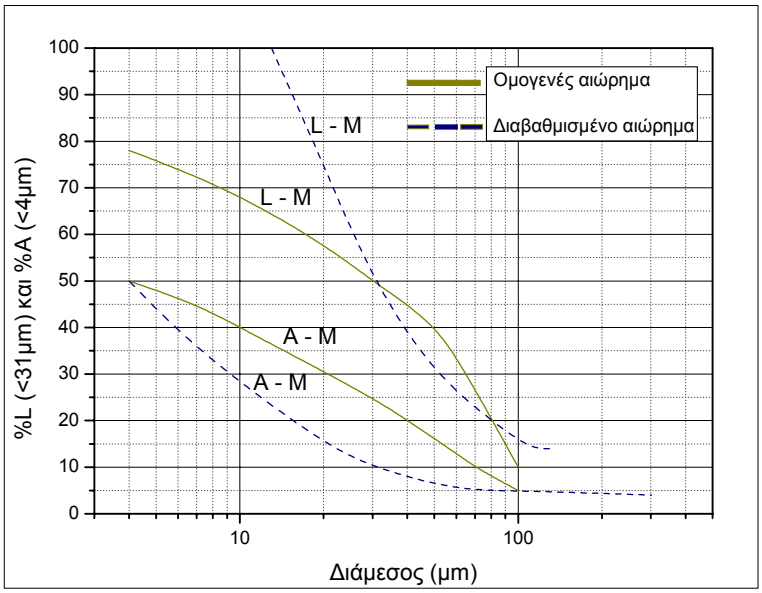
Τα πεδία που καθόρισαν και οι παρατηρήσεις που έκαναν επ' αυτών οι Passega (1957, 1964), Passega et al. (1967), Passega & Byramjee (1969), Bull (1962), καθώς και οι Royse (1968), Williams & Rust (1969), Passega (1972 και 1977), Πανάγος, Πη, Κοντόπουλος (1976), Brown (1985), Bull (1972), Baker & Penteado-Orellana (1978), Magilligan (1992), Simm & Walling (1998) και Bravard & Peiry (1999) χρησιμοποιήθηκαν για την εξαγωγή συμπερασμάτων όσο αφορά τον καθορισμό των υποπεριβαλλόντων απόθεσης του Βοιωτικού Κηφισού ποταμού. Ο καθορισμός έγινε μετά από σύγκριση των διαγραμμάτων αυτών με τις προβολές που κατασκευάστηκαν με τη χρήση των παραμέτρων C και M, των δειγμάτων των γεωτρήσεων και των τριών τομών στο Βοιωτικό Κηφισό ποταμό. Για πλησιέστερη ερμηνεία προς τις πραγματικές συνθήκες ιζηματο-

γένεσης πραγματοποιήθηκε σύγκριση των διαγραμμάτων και με διαγράμματα γνωστών υποπεριβαλλόντων. Πρόκειται για τα διαγράμματα που προέκυψαν από την προβολή των παραμέτρων C και M, των δειγμάτων της υποεπιφανειακής (ογκομετρικής) δειγματοληψίας από την κοίτη του Κηφισού ποταμού (κεφάλαιο 7). Στο σχήμα 9.15 απεικονίζεται το σύνολο των δειγμάτων της ογκομετρικής δειγματοληψίας σε ένα τέτοιο διάγραμμα, η ανάλυση του οποίου έδειξε ότι τα αδρόκκοκα υλικά της υγρής κοίτης, καθώς και των ενδιάμεσων και ακραίων φραγμών απεικονίζονται στην περιοχή Α του πεδίου ορισμού, τα υλικά των φραγμών μεσαίου κοκκομετρικού μεγέθους απεικονίζονται στην περιοχή Β και τα λεπτότερα υλικά, που έχουν αποτεθεί στην ενεργή κοίτη, στην επιφάνεια των φραγμών και στον πυθμένα των νερόλακκων, απεικονίζονται στην περιοχή Γ.



Σχήμα 9.15: Απεικόνιση των σημείων των δειγμάτων της ογκομετρικής δειγματοληψίας που συλλέχτηκαν από θέσεις εντός της κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού ποταμού σε διάγραμμα CM, για σύγκριση των αποτελεσμάτων των υλικών που μεταφέρονται από την ποτάμια αύλακα, με αυτά που προέκυψαν από τις προβολές των σημείων των δειγμάτων των γεωτρήσεων.

Τα διαγράμματα L–M και A-M, τα οποία πρότειναν επίσης οι Passega & Byramjee (1969). Τα L και A παριστάνουν το εκατοστιαίο κατά βάρος ποσοστό του κοκκομετρικού φάσματος, που είναι μικρότερο από 31μm και από 4μm αντίστοιχα.



Σχήμα 9.16: Τα διαγράμματα LM και AM (Passega, 1957 και 1969).
L = Ποσοστό του κοκκομετρικού φάσματος που είναι μικρότερο από 31 μm.
A = Ποσοστό του κοκκομετρικού φάσματος που είναι μικρότερο από 4 μm.
M = Διάμεσος (Md) σε μm.

Η προβολή της διαμέσου (Md) σε σχέση με τα L και A, στο ίδιο διάγραμμα και σε ημιλογαριθμικό χαρτί, παράγει πρότυπες καμπύλες, που είναι βοηθητικές για την εξαγωγή συμπερασμάτων, όσον αφορά τον τρόπο απόθεσης ιζημάτων (σχ. 9.16). Διάταξη σημείων παράλληλη γενικά προς τις πρότυπες καμπύλες δείχνει αν η απόθεση του ιζήματος προήλθε από ομογενές ή διαβαθμισμένο αιώρημα.

Τα διαγράμματα που πρότειναν οι Buller & McManus (1972), μέσω μιας μεθόδου προβολής, που θεωρείται αρκετά αποτελεσματική (Sedimentations Seminar, 1981). Οι Buller & McManus (1972), επανεξέτασαν το διάγραμμα διαμέσου-ταξινόμησης, που κατασκεύασαν σε ημιλογαριθμικό χαρτί οι Shukri & Higary (1944), για ιζήματα προερχόμενα από την Ερυθρά Θάλασσα, λαμβάνοντας υπόψη τις παρατηρήσεις του Inmann (1949). Οι καμπύλες των Shukri & Higary (1944) έδειχναν απλά ότι τα λεπτότερα υλικά εμφάνιζαν καλύτερη ταξινόμηση. Τα προβλήματα που δημιουργούσε αυτή η ανάλυση σύμφωνα με τους Buller & McManus (1972) δεν οφείλονταν σε ανωμαλίες του τρόπου μεταφοράς των ιζημάτων, όπως υποστήριξε ο Inmann (1949), αλλά οφειλόταν στη μαθηματική επεξεργασία. Οι Buller & McManus (1972), χρησιμοποιώντας τους τύπους του Trask (1930) για τις αριθμητικές παραμέτρους και δεδομένα αναλύσεων πολλών ερευνητών, πρόβαλλαν στο μεν οριζόντιο άξονα, είτε τη διάμεσο (Md), είτε την ημιενδοτεταρτομοριακή ασυμμετρία (Ska) σε mm, στο δε κατακόρυφο άξονα το ημιενδοτεταρτομοριακό εύρος (Qda), επίσης σε mm. Το ημιενδοτεταρτομοριακό εύρος (Quartile Deviation) υπολογίζεται από τον τύπο:

$$Qda = 1/2(\Phi_{25} - \Phi_{75}),$$

ενώ η ημιενδοτεταρτομοριακή ασυμμετρία από τον τύπο:

$$Ska=1/2(\Phi_{16}+\Phi_{84}-2Md)$$

Στα διαγράμματα, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μια ευρεία διακύμανση κοκκομετρικού μεγέθους (Buller & McManus, 1972,1974) έχουν καθοριστεί από τους Buller & McManus (1972), ζώνες σημείων που προέκυψαν από επί μέρους δεδομένα, που αντιστοιχούν σε αποθέσεις ήρεμων υδάτων, ρεόντων υδάτων, αιολικές αποθέσεις και αποθέσεις ακτών.

Οι καμπύλες που προκύπτουν από κάθε σύνολο δειγμάτων ενός περιβάλλοντος απόθεσης ακολουθούν γενικά τον μαθηματικό τύπο:

$$logQDa = mlog(Md/Ska)+c,$$

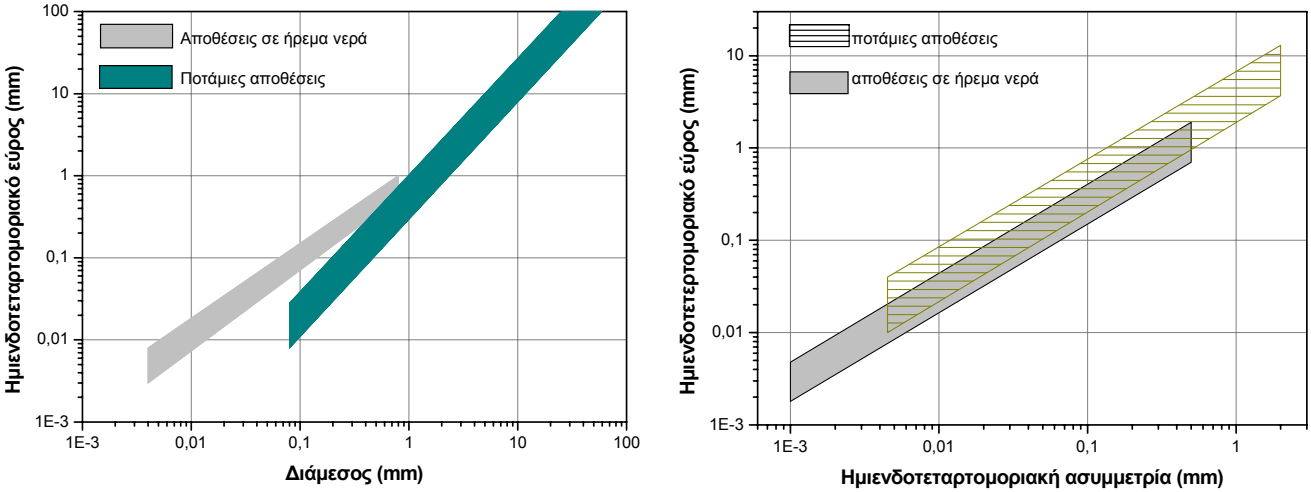
όπου m είναι η κλίση της ευθείας, και c μια σταθερά.

Στο σχήμα 9.17 φαίνονται τα διαγράμματα των Buller & McManus (1972), με τις προτεινόμενες ζώνες που αντιστοιχούν σε αποθέσεις ήρεμων υδάτων και ποτάμιες αποθέσεις. Το διάγραμμα αυτό επέκτειναν αργότερα οι ίδιοι ερευνητές, προσδιορίζοντας ζώνες, που αφορούν τουρβιδίτες (Buller & McManus,1973a), μορενικές αποθέσεις (Buller & McManus,1973b), κλαστικά υλικά και πυροκλάστες (Buller & McManus, 1973c).

Η κλίση της κάθε καμπύλης είναι δηλωτική για κάποια περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά όπως το ιξώδες και η ισχύς του ρεύματος. Έτσι οι ποτάμιες αποθέσεις (αποθέσεις ρεόντων υδάτων) αντιστοιχούν σε ποικίλα

ρεύματα και μεγάλο ιξώδες, ενώ οι αποθέσεις ήρεμων υδάτων αντιστοιχούν σε πολύ χαμηλά ρεύματα και ομοίως μεγάλο ιξώδες (Buller & McManus,1971).

Ο προσδιορισμός των περιβαλλόντων απόθεσης (ποτάμιες αποθέσεις, αποθέσεις σε περιβάλλον ήρεμων υδάτων), των σύγχρονων ποτάμιων αποθέσεων, μπορεί να εξεταστεί σχεδιαστικά, με απεικόνιση των σημείων σε διαγράμματα ημιενδοτεταρτομοριακού εύρους - διαμέσου κατά Buller & McManus (1972). Οι θέσεις απόθεσης όμως των διαφόρων υποπεριβαλλόντων (δέλτα, ριπίδια, φραγμοί) δε διακρίνονται εύκολα, μόνο με τη χρήση των διαγραμμάτων αυτών (Buller & McManus, 1974).



Σχήμα 9.17: Τα διαγράμματα Md-Qda (αριστερά) και Ska-Qda (δεξιά) που πρότειναν οι Buller & McManus (1972), με τα πεδία που αντιστοιχούν σε ποτάμιες αποθέσεις και σε αποθέσεις από ήρεμα νερά.

9.3.3.4. Σύγκριση των γεωτρήσεων των λιθοστρωματογραφικών τομών εγκάρσια των κοιλάδων.

Για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των λιθοστρωματογραφικών στηλών και τη σύνθεσή τους, με σκοπό την απεικόνιση της αρχιτεκτονικής δομής των περιοχών των τριών τομών, κατά μήκος των οποίων πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληπτικές και οι βοηθητικές γεωτρήσεις, λήφθηκαν υπ' όψιν όλα τα παραπάνω περιγραφέντα δεδομένα (στατιστικές παράμετροι, αποτελέσματα χρήσης γραφικών παραστάσεων με συνδυασμούς στατιστικών παραμέτρων, ποσοστιαία συμμετοχή σε οργανικό άνθρακα και ανθρακικό ασβέστιο, πετρογραφία, βιοδηλωτικά ίχνη και απολιθώματα, ευρήματα ανθρώπινης δραστηριότητας, χρώμα). Για τη σύγκριση των γεωτρήσεων των τομών ΑΑ΄, ΒΒ΄, ΓΓ΄, λήφθηκαν υπ' όψιν αντίστοιχες τομές και παρατηρήσεις επ' αυτών, που κατά καιρούς έχουν κατασκευαστεί σε ολοκαινικά πεδία από τους Allen (1965), Retallack (1983), Brierley (1991), Paola et al. (1992), Heller & Paola (1992), Viseras & Fernádez (1994), Willis & Behrensmeyer (1994), Waters & Nordt (1995), Jorgensen & Fielding (1996), Aslan & Autin (1999), Arlucea & Smith (1999), Morozova & Smith (2000) και Farrel (2001).

9.4. Περιγραφή και περιβάλλοντα απόθεσης των γεωτρήσεων της τομής ΑΑ΄ (περιοχή Σ.Σ. Λιλαίας).

9.4.1. Περιγραφή της γεώτρησης Α1.

Η γεώτρηση Α1 πραγματοποιήθηκε σε υψόμετρο +277,60m και σε μικρή απόσταση από τη βόρεια όχθη του Βοιωτικού Κηφισού (σχ.9.1). Το βάθος της έφτασε στα 490cm. Η λιθοστρωματογραφική στήλη, που απεικονίζεται στο σχήμα 9.18, αποτελείται από τρεις (3) λιθοφάσεις.

9.4.1.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (490cm-435cm).

Η πρώτη λιθοφάση βρίσκεται στη βάση της γεώτρησης, έχει πάχος 55cm και αποτελείται από τρία στρώματα (7η λιθοστρωματογραφική μονάδα, δείγματα Α1/33-Α1/30), τα οποία από κάτω προς τα επάνω έχουν ως εξής:

490cm-473cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/2, που περιέχει απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

473cm-452cm: Πηλός, χρώματος 2,5Y2/2.

452cm-435cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR3/3.

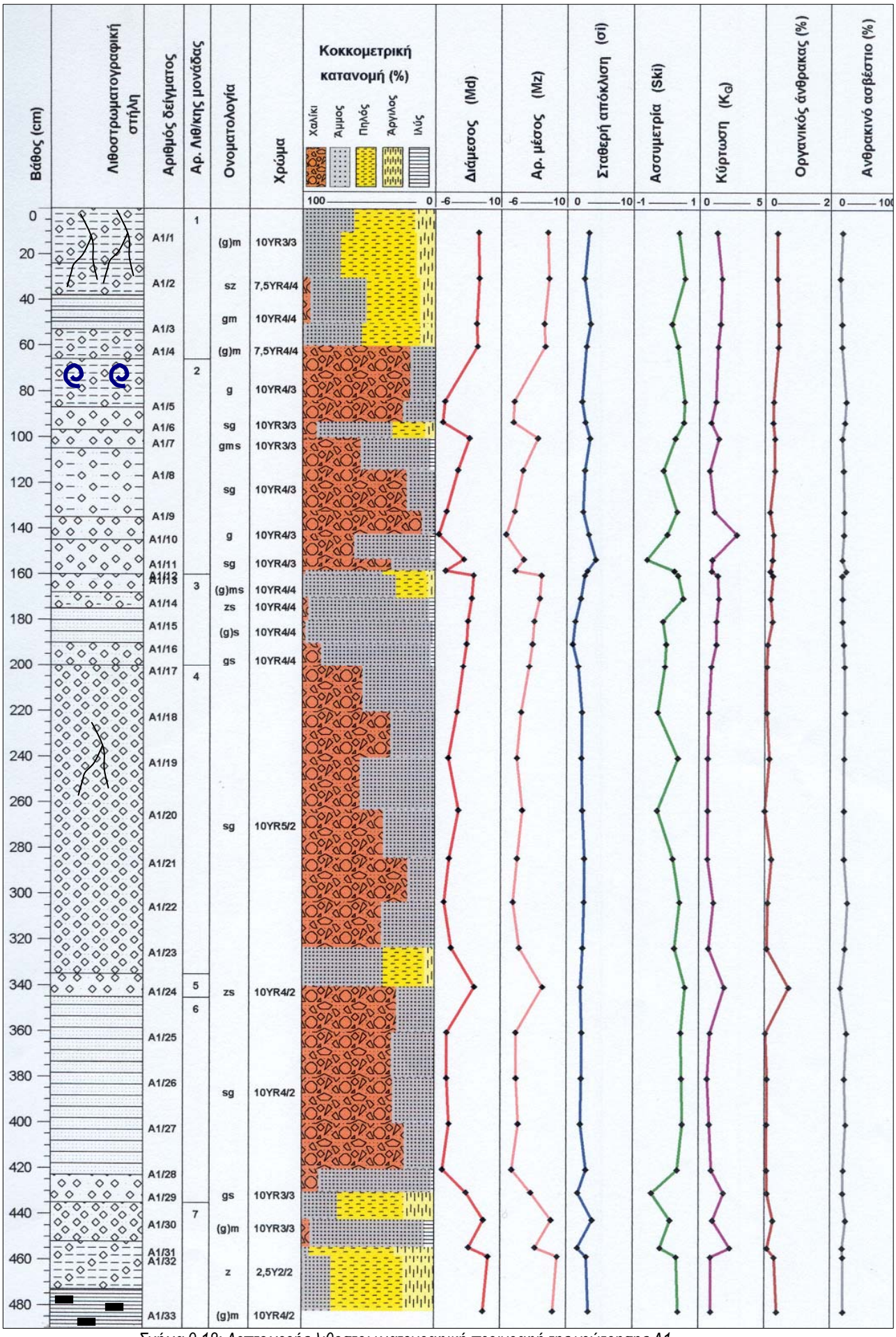
Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου στη λιθοφάση αυτή κυμαίνεται μεταξύ των ποσοστών 19,82% και 23,30%. Το ποσοστό του οργανικού άνθρακα μειώνεται γενικά προς τα πάνω και κυμαίνεται από 0,25% έως 0,37%. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=6,69φι και Mz=6,28φι. Η σταθερή απόκλιση, την οποία εμφανίζουν τα δείγματα δείχνει πολύ φτωχή ταξινόμηση (σi=3,02-3,89), ενώ οι κοκκομετρικές τους καμπύλες εμφανίζουν θετική έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=0,13-0,38) και είναι μεσόκυρτες έως πλατύκυρτες (K_G=0,89-1,06). Στο στρώμα του πηλού παρεμβάλλεται φωλεά χαλικούχας άμμου (δείγμα Α1/31), χρώματος 10YR4/2 με εκατοστιαία ποσοστά ανθρακικού ασβεστίου και οργανικού άνθρακα 18,33% και 0,084% αντίστοιχα και τιμές αριθμητικού μέσου Mz=2,40φι, σταθερής απόκλισης σi=1,68 (φτωχή ταξινόμηση), ασυμμετρίας Ski=0,17 (θετική) και κύρτωσης K_G=2,36 (πολύ λεπτόκυρτη κοκκομετρική καμπύλη).

9.4.1.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης.

Η πρώτη λιθοφάση στο κατώτατο τμήμα της γεώτρησης, αποτελείται από εναλλαγές στρωμάτων ελαφρά χαλικούχας ιλύος, με πηλό εντός του οποίου παρεμβάλλεται φωλεά χαλικούχας άμμου (§ 9.4.1.1).

Η φτωχή έως πολύ φτωχή ταξινόμηση, που εμφανίζουν τα δείγματα αυτής της λιθοφάσης οφείλεται στο γεγονός ότι, η απόθεση πραγματοποιήθηκε σε περιβάλλον χαμηλής ενέργειας, πιθανώς στην πεδιάδα πλημμύρας δικτυωτής αύλακας. Τα πλημμυρικά συμβάντα καταδεικνύονται και από την ύπαρξη του στρώματος πηλού.

Η θετική έως πολύ θετική ασυμμετρία των δειγμάτων της λιθοφάσης αυτής, προτείνει τον εμπλουτισμό των στρωμάτων σε λεπτόκοκκα τεμαχίδια στο τέλος των πλημμυρικών αυτών συμβάντων.



Σχήμα 9.18: Λεπτομερής λιθοστρωματογραφική περιγραφή της γεώτρησης Α1.

Το ανθρακικό ασβέστιο παραμένει περίπου σταθερό μεταξύ της βάσης και της οροφής της λιθοφάσης, όπως σχεδόν σταθερό παραμένει και το κοκκομετρικό μέγεθος των στρωμάτων.

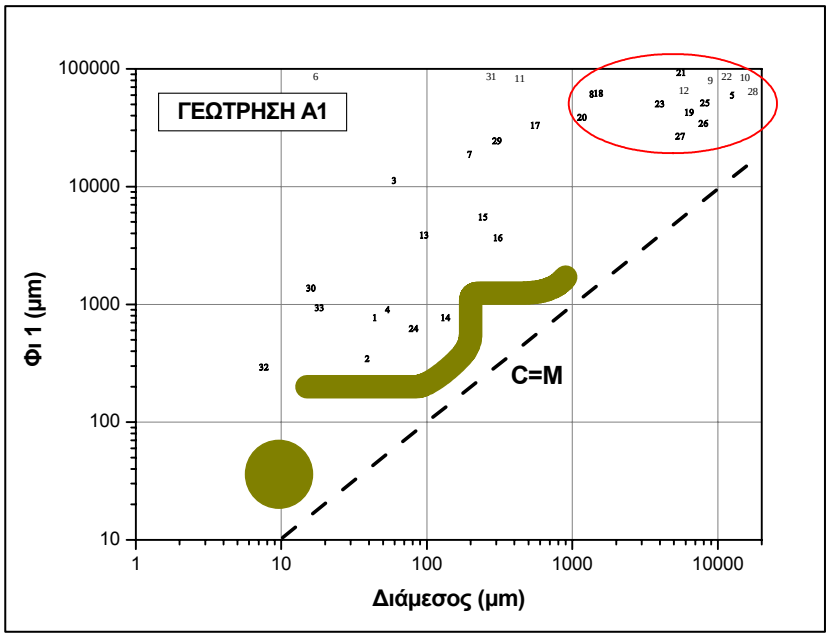
Ο οργανικός άνθρακας μειώνεται προς τα πάνω, η παρουσία του δε είναι γενικά πολύ μικρή και οφείλεται στο έντονο οξειδωτικό περιβάλλον, που επικρατεί.

Η ανάλυση των δεδομένων με τη χρήση των προβολών στα διαγράμματα CM, LM και AM κατά Passega (1957, 1964) και Passega & Byramjee (1969), οδηγεί στα παρακάτω αποτελέσματα:

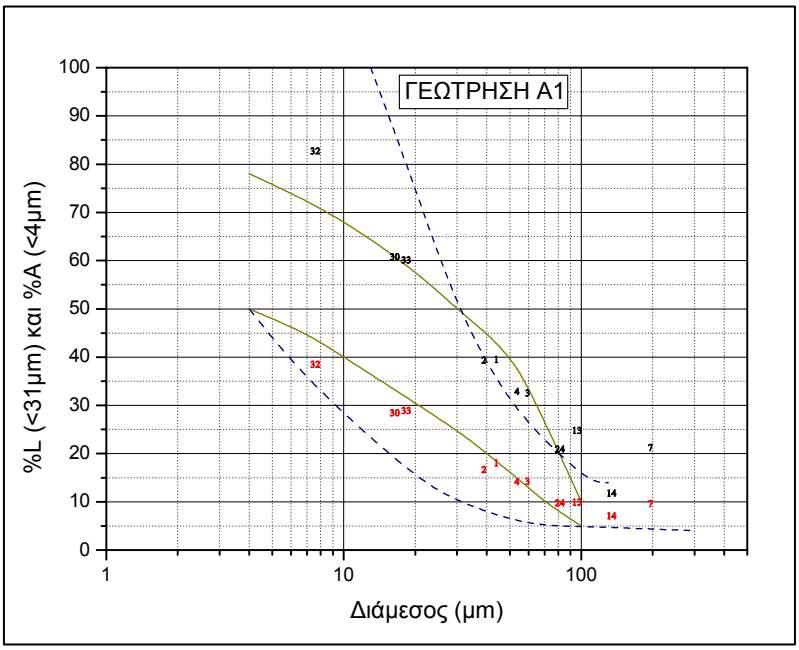
Στο διάγραμμα CM (σχ. 9.19) φαίνεται πως ο πηλός (δείγμα A1/32), έχει αποτεθεί ως ομογενές αιώρημα, σε συνθήκες χαμηλής ενέργειας στην πεδιάδα πλημμύρας. Τα υλικά των δειγμάτων A1/30 και A1/33 έχουν μεταφερθεί με κύλιση και αιώρηση και έχουν αποτεθεί επίσης στην πεδιάδα πλημμύρας μιας αύλακας δικτυωτού τύπου και πλησίον του ενεργού της τμήματος (Simm & Walling, 1998 και Bravard & Peiry, 1999).

Η επεξεργασία των διαγραμμάτων LM και AM (σχ. 9.20) δείχνει ότι, τα ίχνη των σημείων, που απεικονίζονται στο πεδίο ορισμού και αντιστοιχούν στα δείγματα της πρώτης λιθοφάσης, εκτός της φωλεάς της χαλικούχας άμμου (δείγμα A1/31), διατάσσονται παράλληλα προς τις πρότυπες καμπύλες κατά Passega (1957, 1964) και Passega & Byramjee (1969) και αντιστοιχούν σε διαβαθμισμένο αιώρημα.

Για την εύρεση του τρόπου απόθεσης των ιζημάτων εξετάστηκε η θέση του πεδίου ορισμού, στην οποία απεικονίζονται τα δείγματα, στα διαγράμματα Md-SKi (Stewart, 1958) και Md-Qda (Buller & McManus, 1972). Στα διαγράμματα αυτά (σχήματα 9.21 και 9.22) φαίνεται ότι η απόθεση των υλικών της πρώτης λιθοφάσης, εκτός της φωλεάς της χαλικούχας άμμου (δείγμα A1/31) πραγματοποιήθηκε αργά σε περιβάλλον ήρεμων υδάτων. Η παρεμβολή της φωλεάς χαλικούχας άμμου (δείγμα A1/31) μέσα στο στρώμα του πηλού οφείλεται μάλλον στη μεταβλητότητα της έντασης του πλημμυρικού συμβάντος, λόγω ισχυρής πλημμύρας.

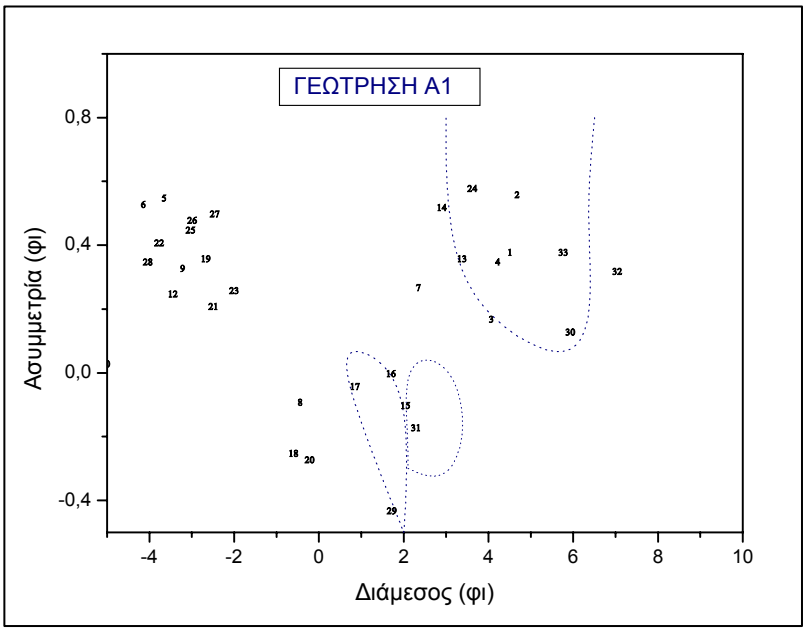


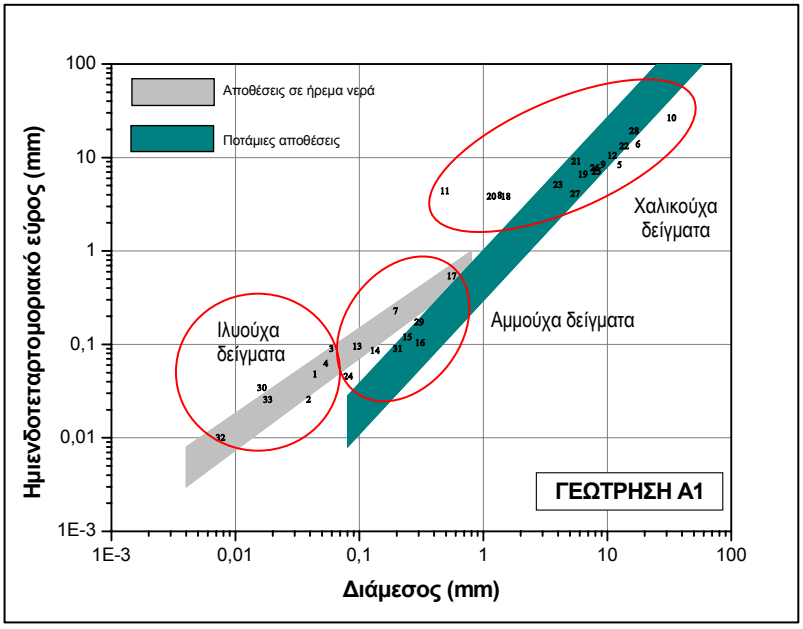
Σχήμα 9.19: Οι προβολές των σημείων των δειγμάτων της γεώτρησης Α1 στο διάγραμμα CM Passega (1957, 1964).



Σχήμα 9.20: Οι προβολές των σημείων των δειγμάτων της γεώτρησης Α1 στο διάγραμμα AM και LM κατά Passega & Byramjee (1969),

Σχήμα 9.21: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Α1 στο διάγραμμα διαμέσου–ασυμμετρίας κατά Stewart (1958), στο οποίο διακρίνονται τα τρία υποσύνολα των αποθέσεων.





Σχήμα 9. 22: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Α1 στο διάγραμμα Md-Qda κατά Buller & McManus (1972).

9.4.1.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (435cm-66cm).

Η δεύτερη λιθοφάση περιλαμβάνει πέντε λιθοστρωματογραφικές μονάδες, που καλύπτουν ένα πάχος 369cm στον πυρήνα της γεώτρησης (σχ. 9.18). Η κατώτερη λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Α1/29-Α1/25) έχει πάχος 90cm και περιλαμβάνει από κάτω προς τα πάνω δυο στρώματα, που έχουν ως εξής:

435cm-423cm: Χαλικούχα άμμος, χρώματος 10YR3/3.

423cm-345cm: Αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR4/2 προς 5YR3/4.

Το επί τοις % ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου στη μονάδα αυτή κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 18,87% και 24,98%, ενώ το επί τοις % ποσοστό του οργανικού άνθρακα είναι ελάχιστο και κυμαίνεται από 0,02% έως 0,08%. Το αδρόκοκκο υλικό της μονάδας περιλαμβάνει ασβεστολιθικούς, ψαμμιτικούς και κερατολιθικούς κόκκους. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων της μονάδας αυτής κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=1,38φι και Mz=-3,25φι. Η σταθερή απόκλιση, την οποία εμφανίζουν τα δείγματα δείχνει φτωχή (σi=1,71, δείγμα Α1/28), έως πολύ φτωχή ταξινόμηση (σi=2,09-2,92, δείγματα Α1/28-25), ενώ οι κοκκομετρικές τους καμπύλες εμφανίζουν πολύ αρνητική (Ski=-0,43, δείγμα Α1/28) και πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=0,35-0,50) και είναι η μεν καμπύλη του δείγματος Α1/28 πολύ λεπτόκυρτη (K_G=1,86) οι δε καμπύλες των δειγμάτων Α1/29,27,25 μεσόκυρτες έως πολύ πλατύκυρτες (K_G=0,65-0,96).

Η αμέσως ανώτερη 5η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγμα Α1/24) έχει πάχος 10cm και αποτελείται από ένα στρώμα πηλούχας άμμου, χρώματος 10YR4/2. Το επί τοις % ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου στο στρώμα αυτό είναι 15,51% ενώ το ποσοστό του οργανικού άνθρακα είναι 0,73%. Ο αριθμητικός μέσος είναι Mz=4,13φι, η σταθερή απόκλιση σi=2,10 (πολύ φτωχή ταξινόμηση), η ασυμμετρία Ski=0,58 (πολύ θετική) και η κύρτωση K_G=1,93 (πολύ λεπτόκυρτη κοκκομετρική καμπύλη).

Η επόμενη λιθοστρωματογραφική μονάδα 4 (δείγματα Α1/23-18), έχει πάχος 135cm και φτάνει μέχρι βάθους 200cm στη στήλη της γεώτρησης. Αποτελείται αποκλειστικά από ένα στρώμα αμμούχου χαλικιού, με μικρές χρωματικές παραλλαγές μεταξύ 2,5Y4/3 και 10YR5/2. Στο βάθος των 250cm-227cm εντοπίστηκαν υπολείμματα φυτικών ριζιδίων. Το αδρόκοκκο υλικό του στρώματος αυτού αποτελείται από στρόγγυλους έως υποστρόγγυλους ασβεστολιθικούς, κερατολιθικούς, ψαμμιτικούς και εκρηξιγενείς κόκκους. Στη βάση του στρώματος εμφανίζεται μια μονάδα αντίστροφης διαβαθμισμένης στρώσης (βάθος 335cm-300cm), η οποία προς τα πάνω περνά σε δυο επαναλαμβανόμενες κανονικές διαβαθμισμένες στρώσεις στα βάθη μεταξύ 300cm-250cm και 250cm-200cm αντίστοιχα. Τα επί τοις % ποσοστά του ανθρακικού ασβεστίου και του οργανικού άνθρακα δεν παρουσιάζουν τάση αύξησης ή μείωσης με το βάθος και κυμαίνονται από 21,10% έως 25,76% και από 0,00% έως 0,14% αντίστοιχα. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων αυτού του στρώματος κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=-0,76φι και Mz=-3,03φι. Η σταθερή απόκλιση, την οποία εμφανίζουν τα δείγματα δείχνουν πολύ φτωχή ταξινόμηση (σi=2,20-2,58), ενώ οι κοκκομετρικές τους καμπύλες εμφανίζουν πολύ θετική έως αρνητική ασυμμετρία (Ski=-0,27 έως Ski=0,41) και είναι πολύ πλατύκυρτες έως μεσόκυρτες (K_G=0,66- K_G=1,11).

Η επόμενη λιθοστρωματογραφική μονάδα 3 (δείγματα Α1/17-13) έχει πάχος 40cm και περιλαμβάνει από κάτω προς τα πάνω στρώματα χαλικούχας άμμου (200cm-190cm), ελαφρά χαλικούχας άμμου (190cm-175cm), πηλούχας άμμου (175cm-168cm) και ελαφρά χαλικούχας ιλυούχας άμμου (168cm-160cm) αντίστοιχα. Το χρώμα όλων των αμμούχων στρωμάτων, αυτής της λιθοστρωματογραφικής μονάδας είναι 10YR4/4. Το κοκκομετρικό μέγεθος του υλικού, στα στρώματα αυτά, μειώνεται σταδιακά προς τα πάνω, σχηματίζοντας ένα κύκλο μιας κανονικής διαβαθμισμένης ακολουθίας. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου μειώνεται σταδιακά ελαφρά προς τα πάνω από 21,64% σε 17,88%. Αντίθετα ο οργανικός άνθρακας παρουσιάζει γενικά αύξηση του επί τοις % ποσοστού του προς τα πάνω από 0,07% σε 0,24%. Ο αριθμητικός μέσος κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=0,83φι και Mz=3,86φι. Η σταθερή απόκλιση των δειγμάτων δείχνει μέτρια έως πολύ φτωχή ταξινόμηση (σi=0,86-2,70). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων της μονάδας αυτής εμφανίζουν από σχεδόν συμμετρική λοξότητα έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=-0,10 έως 0,52), είναι δε μεσόκυρτες έως πολύ λεπτόκυρτες (K_G=0,94-1,49).

Το ανώτερο τμήμα της 2ης λιθοφάσης (2η λιθοστρωματογραφική μονάδα, δείγματα Α1/12-Α1/5) περιλαμβάνει από κάτω προς τα πάνω έξι στρώματα, που έχουν ως εξής:

160cm-145cm: Αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR4/3, που περιέχει ελάχιστα θραύσματα κελυφών γαστεροπόδων στα κλάσματα της άμμου.

145cm-135cm: Χαλίκι, χρώματος 10YR4/3.

135cm-105cm: Αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR4/3.

105cm-97cm: Χαλικούχα ιλυούχα άμμος, χρώματος 10YR3/3.

97cm-87cm: Αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR3/3.

87cm-66cm: Χαλίκι, χρώματος 10YR4/3. Στο κλάσμα +0,5φι της άμμου εντοπίστηκε ένα κέλυφος *Poiretia cornea (?)*.

Το επί τοις % ποσοστό του οργανικού άνθρακα στο στρώμα αυτό κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0,17% και 0,30%, ενώ το ανθρακικό ασβέστιο κυμαίνεται από 17,75% σε 23,76%. Το κοκκομετρικό μέγεθος στη μονάδα αυτή μειώνεται προς τα πάνω, στα βάθη μεταξύ 160cm-145cm, 145cm-97cm και αυξάνεται μεταξύ 97cm-66cm, εμφανίζοντας έτσι δυο επαναλαμβανόμενες μονάδες κανονικής διαβαθμισμένης στρώσης υλικού στη βάση και μια με αντίστροφη διαβαθμισμένη στρώση, στην οροφή. Κυριαρχούν σε μέγεθος και αριθμό οι ασβεστολιθικές και οι ψαμμιτικές κροκάλες, οι οποίες είναι στρόγγυλες έως υποστρόγγυλες. Εμφανίζονται επίσης αρκετοί γωνιώδεις έως υποστρόγγυλοι κερατολιθικοί κόκκοι και ελάχιστες στρόγγυλες έως υπογωνιώδεις κροκάλες και ψηφίδες εκρηξιγενών πετρωμάτων. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων του στρώματος αυτού κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=2,87φι και Mz=-3,01φι. Η σταθερή απόκλιση των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών σi=2,38-4,32 και δείχνει πολύ φτωχή έως υπερβολικά φτωχή ταξινόμηση. Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων του στρώματος αυτού δείχνουν πολύ αρνητική έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=-0,58 έως 0,55), είναι δε πλατύκυρτες έως πολύ λεπτόκυρτες (K_G=0,70-1,76).

9.4.1.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης.

Η απόθεση των υλικών της 2ης λιθοφάσης ξεκινά στο βάθος 435cm-423cm, όπου αποτίθεται η χαλικούχα άμμος (δείγμα Α1/29), που αποτελεί τη βάση των ιζημάτων της έκτης λιθοστρωματογραφικής μονάδας και είναι φτωχά ταξινομημένη (σi=1,71). Η απόθεση συνεχίζεται με πολύ φτωχά ταξινομημένο αμμούχο χαλίκι (σi=2,09-2,92) μέχρι το βάθος των 345cm (δείγματα Α1/28-Α1/25). Τα υλικά του στρώματος αυτού δείχνουν πολύ θετική ασυμμετρία, που καταδεικνύει την έλλειψη λεπτομερούς υλικού, μεταφέρθηκαν με κύλιση, εξ αιτίας της ποτάμιας δράσης, υπό καθεστώς υψηλής ενέργειας και αποτέθηκαν εντός της ποτάμιας αύλακας, πιθανώς σε φραγμό, όπως φαίνεται και από τις προβολές CM, AM, LM (Passega 1957,1964 και Passega & Byramjee, 1969) και από τα διαγράμματα Md-SKi (Stewart, 1958) και Md-Qda (Buller & McManus, 1972) (σχήματα 9.19, 9.20, 9.21 και 9.22). Ο φραγμός αυτός ήταν επιμήκης (Miall, 1985, Hein & Walker, 1977, Rust, 1972 και Rigsby et al., 2003), σύμφωνα με τη λιθολογία, τον άσχημο μέχρι πολύ άσχημο βαθμό ταξινόμησης, το πάχος της μονάδας και την τάση δημιουργίας ακολουθίας με αυξανόμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος (χαλικούχα άμμος-αμμούχο χαλίκι). Το ανθρακικό ασβέστιο αυξάνεται γενικά προς τα πάνω, ενώ ο οργανικός άνθρακας έχει, όπως αναμένεται πολύ μικρά ποσοστά συμμετοχής (0,02%-0,08%). Τα χαλίκια στην ενότητα αυτή έχουν σύσταση ασβεστολιθική, κερατολιθική και ψαμμιτική.

Από το βάθος των 345cm μέχρι τα 335cm (δείγμα Α1/24) αποτίθεται στρώμα πολύ φτωχά ταξινομημένης (σi=2,10) πηλούχας άμμου (5η λιθοστρωματογραφική μονάδα), στο οποίο το ποσοστό του οργανικού άνθρακα εμφανίζεται αυξημένο (0,73%) σε σχέση με το υποκείμενο στρώμα, ενώ το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου μειώνεται (15,51%). Το υλικό του στρώματος αυτού μεταφέρθηκε στην περιοχή απόθεσης ως διαβαθμισμένο αιώρημα, κάτω από καθεστώς χαμηλής ενέργειας και αποτέθηκε αργά σε περιβάλλον ήρεμων υδάτων στην επιφάνεια του φραγμού του προηγούμενου (=υποκείμενο) στρώματος (σχ. 9.19, 9.20, 9.21 και 9.22).

Η απόθεση των υλικών της 2ης λιθοφάσης συνεχίστηκε με την απόθεση αμμούχου χαλικιού (4η λιθοστρωματογραφική μονάδα). Οι συνθήκες μεταφοράς και απόθεσης των υλικών του στρώματος αυτού είναι παρόμοιες με αυτές της έκτης λιθοστρωματογραφικής μονάδας, όπως έδειξαν οι προβολές CM, AM, LM (Passega 1957,1964 και Passega & Byramjee, 1969) και τα διαγράμματα Md-SKi (Stewart, 1958) και Md-Qda (Buller & McManus, 1972): Ενεργό ποτάμιο περιβάλλον υψηλής ενέργειας, μεταφορά των κόκκων με κύλιση και απόθεση εξ αιτίας της ποτάμιας δράσης εντός της ποτάμιας αύλακας (σχήματα 9.19 έως 9.22). Η βάση της λιθοφάσης (δείγματα Α1/22,23) δείχνει αντίστροφη διαβαθμισμένη στρώση ενώ προς τα πάνω εμφανίζονται δυο ακολουθίες κανονικής διαβαθμισμένης στρώσης (δείγματα Α1/21,20 και Α1/19-13). Έτσι, η λιθοφάση αυτή δηλώνει ένα νέο επιμήκη φραγμό, όπου η βάση δηλώνει τη μετανάστευση της κεφαλής του φραγμού (bar head) προς το κατάντη άκρο του φραγμού, ενώ το υπόλοιπο τμήμα της λιθοφάσης δηλώνει δυο επαναλαμβανόμενα επεισόδια υψηλής ροής, σε κάθε ένα από τα οποία η ένταση της ροής μειώνεται βαθμιαία.

Από τα υλικά της επόμενης (τρίτης) λιθοστρωματογραφικής μονάδας, τα κατώτερα στρώματα της χαλικούχας και ελαφρά χαλικούχας άμμου (δείγματα Α1/17-Α1/15) είναι φτωχά έως μέτρια ταξινομημένα (σi=0,86-1,73),

μεταφέρθηκαν με κύλιση σε ενεργό ποτάμιο περιβάλλον και αποτέθηκαν εξ αιτίας της ποτάμιας δράσης (σχήματα 9.19 έως 9.22). Τα υλικά αυτά αποτέθηκαν σε μια δευτερεύουσα αύλακα, που διανοίχτηκε πάνω στον υποκείμενο φραγμό. Η πηλούχα άμμος (δείγμα Α1/14), που υπέρκειται αυτών των στρωμάτων είναι πολύ φτωχά ταξινομημένη (σi=2,09), μεταφέρθηκε σαν διαβαθμισμένο αιώρημα υπό καθεστώς χαμηλής ενέργειας και αποτέθηκε αργά σε συνθήκες ήρεμων υδάτων. Η ιζηματογένεση συνεχίστηκε με την απόθεση ελαφρά χαλικούχας ιλυούχας άμμου (δείγμα Α1/13), μέχρι το βάθος των 160cm, με επίσης πολύ φτωχή ταξινόμηση (σi=2,70). Το ανώτερο αυτό στρώμα της 3ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας μεταφέρθηκε με κύλιση ή ως διαβαθμισμένο αιώρημα και αποτέθηκε αργά σε ήρεμα νερά. Τα λεπτόκοκκα υλικά της ενότητας αυτής αφού σχηματίζουν μια ακολουθία με μειούμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος, θα έχουν από-τεθεί σε πλημμυρικό πεδίο, στην οροφή του υποκείμενου ανενεργού φραγμού, κοντά στην ενεργή ποτάμια αύλακα λόγω προσωρινής μετανάστευσης αυτής. Η παρατηρούμενη μείωση του ανθρακικού ασβεστίου προς την κατεύθυνση μείωσης του κοκκομετρικού μεγέθους συμβαίνει επειδή στα λεπτότερα κλάσματα του πηλού μειώνονται οι κλαστικοί κόκκοι του ασβεστίτη. Αντίθετα, η παρατηρούμενη αύξηση του οργανικού άνθρακα προς την ίδια κατεύθυνση, οφείλεται στην αυξημένη παρουσία στο αιώρημα, κόκκων οργανικού υλικού.

Στο βάθος μεταξύ 160cm-97cm, αποτίθενται σε εναλλαγές στρώματα χαλικιού και αμμούχου χαλικιού της 2ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας (δείγματα Α1/12-Α1/8). Τα υλικά, που συνιστούν τα στρώματα αυτά είναι πολύ έως υπερβολικά φτωχά ταξινομημένα (σi=2,39-4,32), μεταφέρθηκαν σε ενεργό περιβάλλον με κύλιση και αποτέθηκαν εξ αιτίας της ποτάμιας δράσης σε επιμήκη φραγμό της αύλακας, όπως έδειξαν οι προβολές CM, AM, LM, Md-Ski, Md-Qda (σχ. 9.19-9.22). Πάνω σε αυτά αποτέθηκε πολύ φτωχά ταξινομημένη (σi=3,44) χαλικούχα ιλυούχα άμμος (δείγμα Α1/7), που μεταφέρθηκε ως διαβαθμισμένο αιώρημα, ενώ περιείχε και κόκκους, που υπέστησαν κύλιση και αποτέθηκε πάνω στον προηγούμενο φραγμό σε ήρεμα νερά. Η ιζηματογένεση συνεχίστηκε μέχρι το βάθος των 66cm, με αμμούχο χαλίκι και χαλίκι (δείγματα Α1/6 και Α1/5) σε συνθήκες σαν και αυτές που επικράτησαν κατά την απόθεση του χαλικιού της βάσης του στρώματος αυτού δηλαδή, ενεργό περιβάλλον, μεταφορά με κύλιση και απόθεση εξ αιτίας της ποτάμιας δράσης σε επιμήκη φραγμό της αύλακας. Στο ανώτερο τμήμα της λιθοστρωματογραφικής μονάδας παρατηρείται αύξηση του ανθρακικού ασβεστίου προς την κατεύθυνση αύξησης του κοκκομετρικού μεγέθους, για τον ίδιο λόγο, που αναφέρθηκε και για την προηγούμενη λιθοστρωματογραφική μονάδα. Οι ακολουθίες αντίστροφης και κανονικής διαβαθμισμένης στρώσης των υλικών που εμφανίζονται στην 2η μονάδα συνδέονται με τον τρόπο δόμησης του φραγμού (κάθετη ανάπτυξη του φραγμού-ακολουθία με μειούμενο το κοκκομετρικό μέγεθος προς τα πάνω, κατάντη μετανάστευση-ακολουθία με αυξανόμενο το κοκκομετρικό μέγεθος προς τα πάνω).

9.4.1.5. Περιγραφή των στρωμάτων της 3ης λιθοφάσης (66cm-0cm).

Η τρίτη λιθοφάση περιλαμβάνει την επιφανειακή, πάχους 66cm, 1η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Α1/4-1). Η μονάδα αυτή περιλαμβάνει από κάτω προς τα πάνω τέσσερα στρώματα, που έχουν ως εξής:

66cm-53cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 7,5YR4/4, που περιέχει στη μάζα της λίγα θραύσματα κελυφών γαστεροπόδων (*Helix)*.

53cm-38cm: Χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/4. Οι κροκάλες είναι κυρίως ασβεστολιθικές και ψαμμιτικές, ενώ ανευρίσκονται και κόκκοι εκρηξιγενών πετρωμάτων.

38cm-24cm: Αμμούχος πηλός, χρώματος 7,5YR4/4. Ανήκει στον εδαφικό ορίζοντα και περιέχει υπολείμματα ριζιδίων.

24cm-0cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR3/4, που μεταβαίνει προς τη βάση της σε 10YR3/3. Αποτελεί τον ορίζοντα άροσης του εδαφικού ορίζοντα και περιέχει υπολείμματα φυτικών ριζιδίων της επιφάνειας.

Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου της μονάδας αυτής κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 14,74% και 17,61% και το ποσοστό συμμετοχής του οργανικού άνθρακα κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0,37% και 0,41%.

Το κοκκομετρικό μέγεθος του υλικού της μονάδας αυτής, που αναλύθηκε, αυξάνεται ελαφρά προς τα πάνω, με αποτέλεσμα να σχηματίζονται δυο μικρές ακολουθίες, με αυξανόμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος του υλικού, στα βάθη 66cm-38cm και 38cm-0cm. Στα κλάσματα της άμμου εντοπίζονται ελάχιστα θραύσματα κελυφών. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων της μονάδας κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=4,43φι και Mz=5,54φι. Η σταθερή απόκλιση των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών σi=2,62-3,49 και δείχνει πολύ φτωχή ταξινόμηση. Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων δείχνουν θετική έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=0,17 έως 0,56) και είναι λεπτόκυρτες έως πολύ λεπτόκυρτες (K_G=1,36-1,72).

9.4.1.6. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 3ης λιθοφάσης.

Τα υλικά των στρωμάτων της τρίτης (ανώτερης) λιθοφάσης, που αντιπροσωπεύουν και τον εδαφικό ορίζοντα, συνιστούν υλικά πεδιάδας πλημμύρας, αποτελούνται από στρώματα ελαφρά χαλικούχας ιλύος, χαλικούχας ιλύος και πηλού (δείγματα Α1/4-Α1/1). Η πολύ φτωχή ταξινόμηση των δειγμάτων (σi=2,62-3,49) υποδηλώνει τη χαμηλή ενέργεια του περιβάλλοντος απόθεσης. Η θετική έως πολύ θετική ασυμμετρία, που δείχνουν οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων αυτών καταδεικνύει τον πιθανό εμπλουτισμό των αποθέσεων αυτών σε λεπτόκοκκα τεμαχίδια, στο τέλος πλημμυρικών συμβάντων. Όπως έδειξαν οι προβολές CM, AM, LM (Passega 1957,1964 και Passega & Byramjee, 1969) και τα διαγράμματα Md-SKi (Stewart, 1958) και Md-Qda (Buller & McManus, 1972), τα στρώματα ιλύος μεταφέρθηκαν με κύλιση και αιώρηση, ενώ ο πηλός ως διαβαθμισμένο αιώρημα. Αποτέθηκαν στην πεδιάδα πλημμύρας, αργά σε περιβάλλον ήρεμων υδάτων, κατά τη διάρκεια αποχώρησης των υδάτων των πλημμυρών (σχήματα 9.19, 9.20, 9.21 και 9.22) και πλησίον της ενεργής αύλακας.

9.4.2. Περιγραφή της γεώτρησης Α2.

Η γεώτρηση Α2 πραγματοποιήθηκε 60m βόρεια της προηγούμενης σε υψόμετρο +277,90m (σχ. 9.1) και έφτασε σε βάθος 570cm. Η λιθοστρωματογραφική στήλη (σχ. 9.23) αποτελείται από δυο (2) λιθοφάσεις.

9.4.2.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (570cm-165cm).

Η πρώτη λιθοφάση περιλαμβάνει τα ιζήματα του κατώτερου και μέσου τμήματος της γεώτρησης, έχει πάχος 405cm και αποτελείται από δέκα λιθοστρωματογραφικές μονάδες (12-3).

Η κατώτατη λιθοστρωματογραφική μονάδα 12, που βρίσκεται στη βάση της γεώτρησης περιλαμβάνει από κάτω προς τα πάνω τέσσερα στρώματα, που έχουν τις ακόλουθες συστάσεις αντίστοιχα:

570cm-558cm: Αμμούχο χαλίκι.

558cm-529cm: Χαλίκι.

529cm-523cm: Ελαφρά χαλικούχα άμμο.

523cm-517cm: Αμμούχο χαλίκι, που περιέχει αρκετά απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

Το χρώμα όλων των στρωμάτων αυτών είναι 10YR5/4. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνεται μεταξύ των ποσοστών 15,12% και 22,62%, ενώ το ποσοστό του οργανικού άνθρακα κυμαίνεται μεταξύ των ποσοστών 0,08% και 0,13%, αυξανόμενο προς τα πάνω. Στη μονάδα αυτή εμφανίζονται δυο κύκλοι με αυξανόμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος, μεταξύ των βαθών 570cm-529cm και 529cm-517cm. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων της λιθοστρωματογραφικής μονάδας κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=1,59 φι και Mz=-3,53φι. Η σταθερή απόκλιση των δειγμάτων αυτών κυμαίνεται μεταξύ των τιμών σi=1,22-2,66 δείχνοντας φτωχή έως πολύ φτωχή ταξινόμηση. Οι τιμές ασυμμετρίας κυμαίνονται μεταξύ Ski=-0,13 και Ski=0,32 (αρνητική έως πολύ θετική). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων της μονάδας είναι μεσόκυρτες έως λεπτόκυρτες (K_G=1,03-1,40).

Η αμέσως υπερκείμενη 11η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγμα Α2/34) έχει πάχος μόλις 7cm (βάθος 517cm-510cm) και αποτελείται από ένα στρώμα με ιλυούχο χαλίκι, χρώματος 5YR3/4. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου του στρώματος αυτού είναι 16,42%, ενώ το ποσοστό του οργανικού άνθρακα είναι 0,27%. Ο αριθμητικός μέσος είναι Mz=-0,31φι, η σταθερή απόκλιση σi=5,27 (υπερβολικά φτωχή ταξινόμηση) και η κοκκομετρική καμπύλη εμφανίζει πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=0,52) και είναι πλατύκυρτη (K_G=0,87).

Στη συνέχεια αποτίθεται η 10η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Α2/33-30) αποτελούμενη από δυο στρώματα και έχει πάχος 68cm (510cm-442cm). Περιλαμβάνει χαλίκι, χρώματος 10YR4/2 σε βάθος 510cm-486cm και αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR4/2 σε βάθος 486cm-442cm. Το κοκκομετρικό μέγεθος του ιζήματος μειώνεται προς τα πάνω και έτσι η μονάδα αυτή σχηματίζει μια ακολουθία με μειούμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 17,20% και 25,44%, ενώ το ποσοστό του οργανικού άνθρακα κυμαίνεται από 0,02% έως 0,14%. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων της μονάδας αυτής κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=0,09φι και Mz=-3,10φι. Η σταθερή

απόκλιση κυμαίνεται μεταξύ των τιμών σi=1,95-2,30 δείχνοντας φτωχή έως πολύ φτωχή ταξινόμηση. Οι τιμές ασυμμετρίας κυμαίνονται μεταξύ Ski=-0,30 και Ski=0,44 (αρνητική έως πολύ θετική). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων είναι πλατύκυρτες έως λεπτόκυρτες (K_G=0,72-1,39).

Η επόμενη 9η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Α2/29-27) έχει πάχος 42cm (442cm-400cm) και αποτελείται από ένα στρώμα μόνο με χαλίκι, χρώματος 10YR4/2. Το κοκκομετρικό μέγεθος του ιζήματος παραμένει σχεδόν σταθερό σε όλο το πάχος του στρώματος. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου αυξάνεται ελαφρά προς τα πάνω από 21,00% σε 23,76%, ενώ το ποσοστό του οργανικού άνθρακα μειώνεται ελαφρά προς τα πάνω από 0,11% σε 0,07%. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων του στρώματος αυτού κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=-3,11φι και Mz=-3,38φι. Το στρώμα αυτό είναι φτωχά έως πολύ φτωχά ταξινομημένο (σi=1,55-2,2,29). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων δείχνουν από σχεδόν συμμετρική λοξότητα έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=-0,02 και Ski=0,45) και είναι λεπτόκυρτες (K_G=1,21-1,48).

Η 8η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Α2/26-25), που υπέρκειται της προηγούμενης μονάδας, έχει πάχος 35cm (400cm -365cm) και περιλαμβάνει στο κατώτερο τμήμα της (400cm-390cm) ένα στρώμα με αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR4/2, στο οποίο ανευρίσκονται φυτικά ριζίδια και ένα στρώμα στο ανώτερο τμήμα της (390cm-365cm) με ιλυούχο αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR4/2. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου στη μονάδα αυτή μειώνεται προς τα πάνω από 24,03% σε 20,65%, ενώ το ποσοστό του οργανικού άνθρακα μειώνεται ελαφρά από 0,11% σε 0,08%. Το κοκκομετρικό μέγεθος του ιζήματος αυξάνεται προς τα πάνω (Mz=-1,19φι έως Mz=-2,92φι). Η μονάδα αυτή είναι φτωχά έως πολύ φτωχά ταξινομημένη (σi=1,99-3,22). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων της δείχνουν θετική ασυμμετρία (Ski=0,23 έως Ski=0,24) και είναι μεσόκυρτες (K_G=0,97-1,05).

Η επόμενη προς την οροφή της γεώτρησης, 7η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Α2/24-Α2/22) έχει πάχος 63cm (365cm-302cm) και αποτελείται αποκλειστικά από ένα στρώμα με αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR5/4. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 16,88% και 20,77%, ενώ το ποσοστό του οργανικού άνθρακα κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0,10% και 0,20%. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ Mz=-2,73φι και Mz=-2,88φι. Το στρώμα είναι πολύ φτωχά ταξινομημένο (σi= 2,32-2,53) και οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων δείχνουν θετική ως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski= 0,22 έως Ski=0,46) και είναι μεσόκυρτες (K_G=1,05-1,10).

Η 6η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγμα Α2/21) έχει πάχος 12cm (302cm-290cm). Αποτελείται από ένα στρώμα με ιλυούχο χαλίκι, χρώματος 5YR3/2 προς 5YR2/2 και περιέχει υπολείμματα ριζιδίων. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου ανέρχεται σε 8,67%, ενώ το ποσοστό του οργανικού άνθρακα είναι1,41%. Ο αριθμητικός μέσος είναι Mz=-1,61φι. Το στρώμα αυτό είναι υπερβολικά φτωχά ταξινομημένο (σi=7,46) και η κοκκομετρική καμπύλη δείχνει θετική ασυμμετρία (Ski=0,11) και είναι πλατύκυρτη (K_G=0,82).

Η αμέσως ανώτερη 5η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Α2/20-Α2/13) έχει πάχος 88cm (290cm-202cm) και συγκροτείται από οκτώ στρώματα, που από κάτω προς τα πάνω είναι:

290cm-250cm: Αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR6/2, με κόκκους όλων των λιθολογικών τύπων.

250cm-244cm: Χαλίκι, χρώματος 10YR4/2, με κόκκους ασβεστολιθικούς, ψαμμιτικούς και κερατολιθικούς.

244cm-240cm: Αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR4/2, με κόκκους ασβεστολιθικούς, ψαμμιτικούς και κερατολιθικούς.

240cm-229cm: Χαλίκι, χρώματος 10YR4/2, με κόκκους ασβεστολιθικούς, ψαμμιτικούς και κερατολιθικούς.

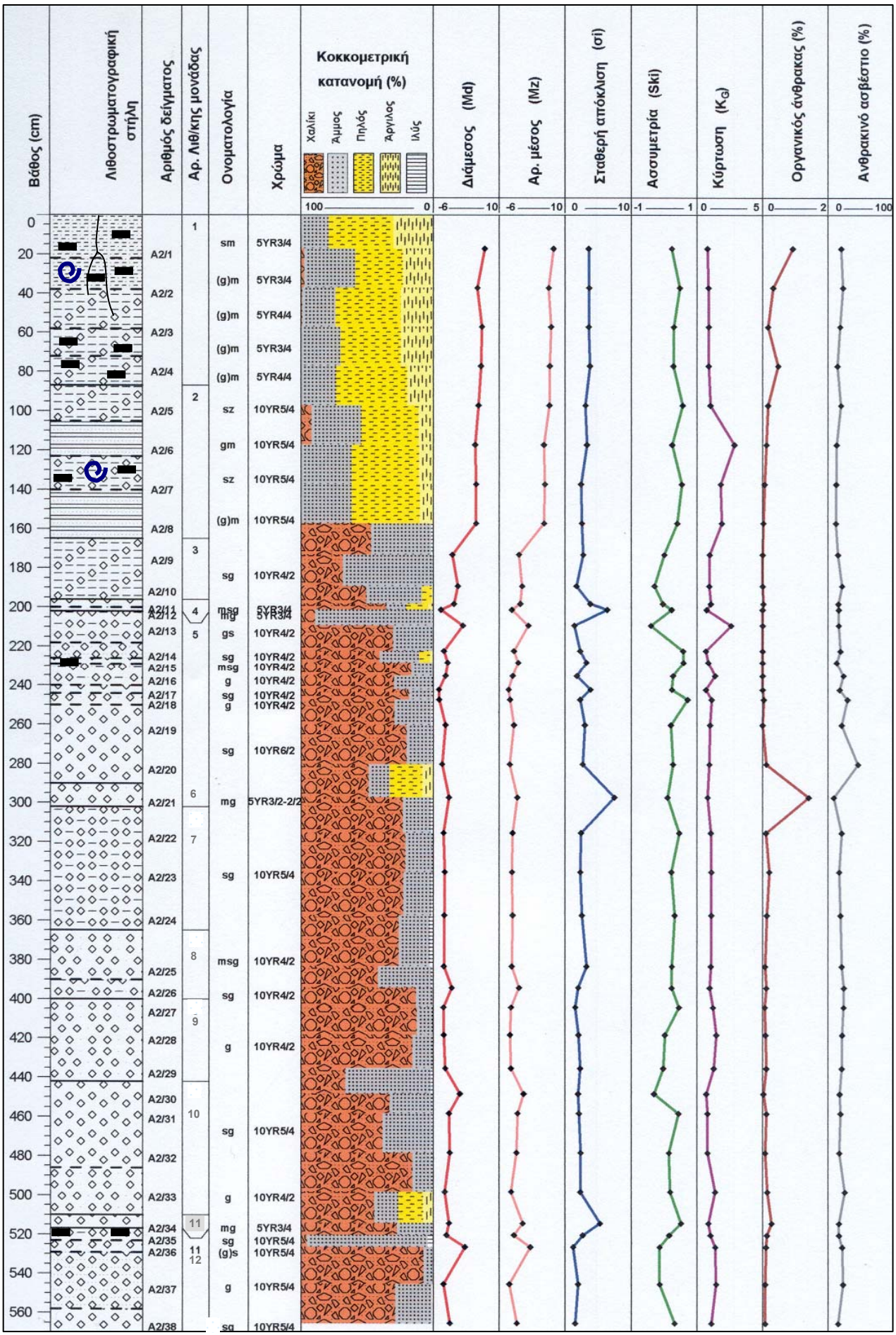
229cm-226cm: Φωλεά ιλυούχου αμμούχου χαλικιού, χρώματος 10YR4/2, που περιέχει απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου στο θύλακα αυτόν ανέρχεται σε 13,24%, ενώ το ποσοστό του οργανικού άνθρακα είναι μηδενικό. Περιλαμβάνει ασβεστολιθικούς, ψαμμιτικούς και κερατολιθικούς κόκκους.

226cm-218cm: Αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR4/2, που περιλαμβάνει κόκκους και των τεσσάρων λιθολογικών τύπων.

218cm-202cm: Χαλικούχα άμμος, χρώματος 10YR4/2, με ασβεστολιθικές και ψαμμιτικές κροκάλες.

Τα ποσοστά του ανθρακικού ασβεστίου της μονάδας αυτής κυμαίνονται από 16,22% έως 45,99%. Το ποσοστό του οργανικού άνθρακα είναι μηδενικό, αρχίζοντας να αυξάνεται μέχρι την τιμή 0,11% μετά από το βάθος των 250cm. Στο βάθος 290cm-250cm (δείγματα Α2/20,19), παρατηρείται κανονική διαβαθμισμένη στρώση στη μάζα του αμμούχου χαλικιού. Στα βάθη 244cm-226cm (δείγματα Α2/17-15) και 226cm-202cm (δείγματα Α2/14,13) σχηματίζονται δυο ακολουθίες με μειούμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=1,07φι και Mz=-3,70φι. Η στρωματογραφική μονάδα είναι φτωχά έως πολύ φτωχά ταξινομημένη (σi=1,40-3,85) και οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων δείχνουν πολύ αρνητική ως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=-0,40 έως Ski=0,72) και είναι πλατύκυρτες έως πολύ λεπτόκυρτες (K_G=0,67-2,60).

Η επόμενη, 4η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Α2/12-11), έχει πάχος 6cm (202cm-196cm) και αποτελείται από ένα στρώμα με ιλυούχο χαλίκι στο κατώτερο τμήμα του (202cm-200cm) και ιλυούχο αμμούχο χαλίκι (200cm-196cm) στο ανώτερο. Τα δυο τμήματα του στρώματος αυτού έχουν χρώμα 5YR3/4 και περιέχουν υπολείμματα φυτικών ριζιδίων. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου μειώνεται προς τα πάνω από 18,86% σε 16,22%, ενώ το ποσοστό του οργανικού άνθρακα κινείται σε μηδενικά επίπεδα. Οι κροκάλες και οι ψηφίδες περιλαμβάνουν στρόγγυλους έως υποστρόγγυλους κόκκους ασβεστολιθικής, κερατολιθικής, ψαμμιτικής και εκρηξιγενούς σύστασης. Το κοκκομετρικό μέγεθος του ιζήματος του στρώματος αυτού αυξάνεται προς τη βάση του, δείχνοντας μια κανονική διαβαθμισμένη στρώση. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων του στρώματος κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=-0,86φι και Mz=-2,95φι. Η σταθερή απόκλιση των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών σi=3,81-6,40 δείχνοντας πολύ φτωχή έως υπερβολικά φτωχή ταξινόμηση. Οι κοκκομετρικές καμπύλες δείχνουν πολύ θετική ασυμμετρία, έως σχεδόν συμμετρική λοξότητα (Ski=-0,03 έως 0,23), είναι δε πλατύκυρτες έως μεσόκυρτες (K_G=0,75-1,06).



Σχήμα 9.23: Λεπτομερής λιθοστρωματογραφική περιγραφή της γεώτρησης Α2.

Η ανώτατη, 3η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Α2/10-9) της πρώτης λιθοφάσης, έχει πάχος 31cm (196cm-165cm) και αποτελείται από ένα στρώμα με αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR4/2. Οι κροκάλες και οι ψηφίδες του στρώματος αυτού περιλαμβάνουν στρόγγυλους έως υποστρόγγυλους ασβεστολιθικούς, κερατολιθικούς, ψαμμιτικούς και εκρηξιγενείς κόκκους. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου μειώνεται προς τα πάνω από 21,31% σε 15,13%, ενώ το ποσοστό του οργανικού άνθρακα είναι μηδενικό. Το κοκκομετρικό μέγεθος του ιζήματος μειώνεται προς τη βάση του στρώματος, σχηματίζοντας μια αντίστροφη διαβαθμισμένη στρώση. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ Mz=-0,43φι και Mz=-1,22φι. Το στρώμα είναι φτωχά έως πολύ φτωχά ταξινομημένο (σi=1,73-2,76) και οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων δείχνουν αρνητική ασυμμετρία έως σχεδόν συμμετρική λοξότητα (Ski=-0,29 έως Ski=0,01) και είναι μεσόκυρτες (K_G=0,93-0,97).

9.4.2.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης.

Η πρώτη (κατώτερη) λιθοφάση της γεώτρησης Α2 περιλαμβάνει αποθέσεις αμμούχου χαλικιού, χαλικιού, και ελαφρά χαλικούχας άμμου. Ενδιάμεσα εμφανίζονται λεπτά στρώματα ιλυούχου χαλικιού και ιλυούχου αμμούχου χαλικιού. Στο σύνολο της λιθοφάσης αυτής, κυριαρχούν τα αδρομερή κλάσματα (άμμος, χαλίκια) με ποσοστά συμμετοχής μεγαλύτερα από 90%, εκτός από τα δείγματα του ιλυούχου χαλικιού (Α2/34, Α2/21 και Α2/12) και τα δείγματα του ιλυούχου αμμούχου χαλικιού (Α2/25, Α2/15 και Α2/11), όπου παρατηρείται και η ύπαρξη λεπτομερούς υλικού (πηλός, άργιλος). Η κυριαρχία των αδρομερών κλασμάτων, με άσχημο έως πολύ άσχημο βαθμό ταξινόμησης, υποδεικνύει την απόθεσή τους σε μια ποτάμια αύλακα δικτυωτού τύπου.

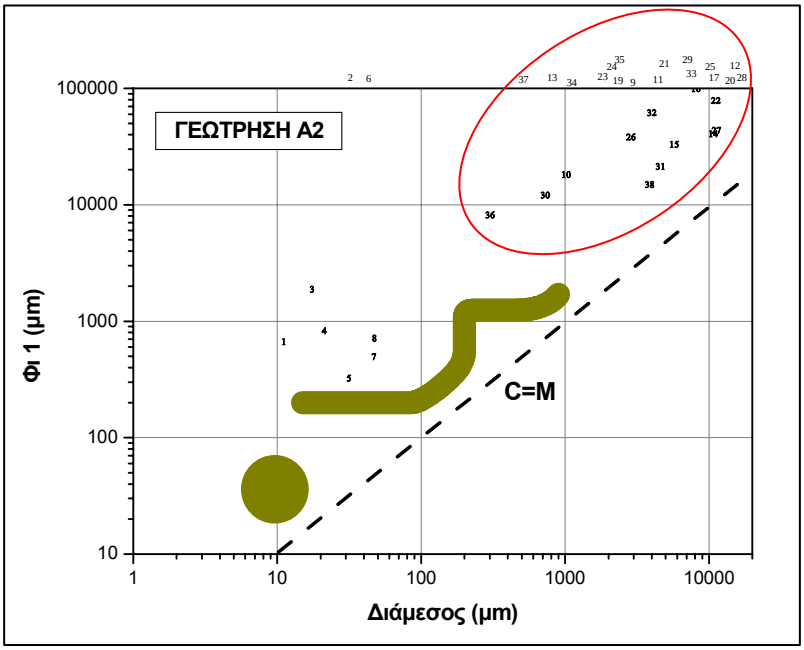
Το κοκκομετρικό μέγεθος των υλικών κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 1,59φι και -3,70φι. Το λεπτότερο υλικό έχουν τα δείγματα Α2/36 (1,59φι) και Α2/13 (1,07φι). Στο μεγαλύτερο κεντρικό τμήμα της λιθοφάσης, το υλικό εμφανίζει ακολουθίες με μειούμενο προς τα πάνω κοκκομετρικό μέγεθος. Στα στρώματα όμως της βάσης (δείγματα Α2/38-Α2/35) εμφανίζονται δυο ακολουθίες με αυξανόμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος ενώ στην οροφή (δείγματα Α2/10 και Α2/9) δείχνεται αντίστροφη διαβαθμισμένη στρώση. Επί πλέον η 1η λιθοφάση δείχνει μια συνολικά αλλά ασθενή αύξηση του κοκκομετρικού μεγέθους προς τα πάνω (560cm-245cm) και αντίστοιχα περισσότερο άσχημο βαθμό ταξινόμησης. Έτσι, τόσο η εσωτερική οργάνωση της λιθοφάσης αυτής, όσο και η συνολική της δομική εμφάνιση δείχνει ότι έχει σχηματιστεί σε ένα περιβάλλον επιμήκους φραγμού (Steel & Thompson, 1983).

Η πλειοψηφία των δειγμάτων δείχνει θετική ασυμμετρία, εκτός από τα δείγματα Α2/9,11,29,37, οι καμπύλες των οποίων είναι σχεδόν συμμετρικές και τα δείγματα Α2/10,13,30,36, που δείχνουν αρνητική έως πολύ αρνητική ασυμμετρία. Η ύπαρξη πολλών δειγμάτων με θετική ασυμμετρία, πιστοποιεί τον πιθανό εμπλουτισμό των δειγμάτων με λεπτόκοκκα τεμαχίδια, στο τέλος αντίστοιχων πλημμυρικών συμβάντων, ενισχύει την άποψη για απόθεση στην ποτάμια αύλακα και δείχνει την έλλειψη ρευμάτων «λιχνίσματος».

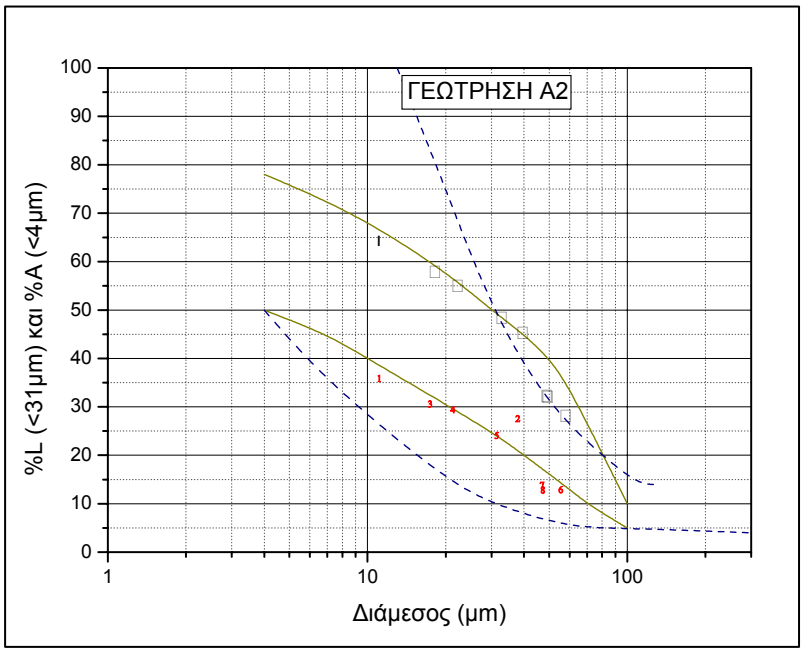
Ο οργανικός άνθρακας συμμετέχει με πολύ μικρά έως και μηδενικά ποσοστά στα περισσότερα δείγματα, όπως είναι αναμενόμενο σε μια λιθοφάση, που αποτέθηκε στην ποτάμια αύλακα και κυριαρχείται από χονδρόκοκκο υλικό. Εξαίρεση αποτελεί το δείγμα ιλυούχου χαλικιού (A2/21), όπου το ποσοστό του οργανικού άνθρακα ανέρχεται σε 1,41%. Το ποσοστό συμμετοχής του ανθρακικού ασβεστίου παραμένει επίσης σχεδόν σταθερό σε όλο το πάχος της λιθοφάσης κυμαινόμενο μεταξύ των τιμών 15,12% και 29,89%, εκτός των περιπτώσεων του δείγματος ιλυούχου χαλικιού (A2/21), όπου το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου είναι μόλις 8,67% και του δείγματος αμμούχου χαλικιού (A2/20), όπου το ποσοστό αυτό ανέρχεται σε 45,99%.

Η ανάλυση των δεδομένων με τη χρήση των προβολών στα διαγράμματα CM, LM και AM κατά Passega (1957, 1964) και Passega & Byramjee (1969), οδήγησε στα παρακάτω συμπεράσματα: Στο διάγραμμα CM (σχ. 9.24), τα υλικά των όλων των στρωμάτων της λιθοφάσης (δείγματα A2/9-38) απεικονίζονται σε θέσεις, που δείχνουν ότι, έχουν μεταφερθεί με κύλιση εντός της ποτάμιας αύλακας και έχουν αποτεθεί κάτω από συνθήκες υψηλής ενέργειας σε ένα σύνθετο περιβάλλον τύπου αύλακα-φραγμός ενός δικτυωτού ποταμού (Williams & Rust, 1969). Η ανάλυση των διαγραμμάτων LM και AM (σχ. 9.25) δείχνει ότι, τα ίχνη των δειγμάτων αυτών δεν ιχνογραφούνται στο πεδίο ορισμού και έχουν επομένως μεταφερθεί με κύλιση μέσα στην ποτάμια αύλακα.

Για την εύρεση του τρόπου απόθεσης των ιζημάτων εξετάστηκε η θέση των σημείων στο πεδίο ορισμού σε διαγράμματα κατά Stewart (1958) και Buller & McManus (1972). Η απεικόνιση των τιμών της διαμέσου (Md), σε συνάρτηση με την ασυμμετρία (SKI), σύμφωνα με το διάγραμμα που πρότεινε ο Stewart (1958) δείχνει ότι τα σημεία των δειγμάτων των υλικών της λιθοφάσης αυτής (δείγματα A2/9-38) απεικονίζονται σε θέσεις του πεδίου ορισμού, που αντιστοιχούν σε ιζήματα, που αποτίθενται εξ αιτίας της ποτάμιας δράσης (σχ.9.26). Από τις απεικονίσεις των σημείων στο διάγραμμα διαμέσου-ημιενδοτεταρτομοριακού εύρους που πρότειναν οι Buller & McManus (1972), (σχ.9.27) προκύπτουν τα ίδια αποτελέσματα: Τα αμμούχα (δείγματα A2/13,36) και τα χαλικούχα ιζήματα της λιθοφάσης έχουν αποτεθεί ως ποτάμιες αποθέσεις.

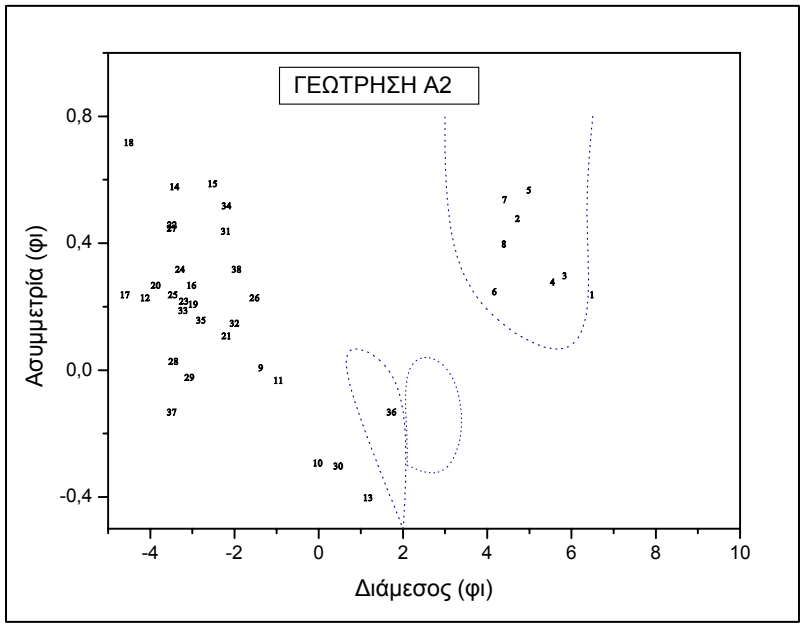


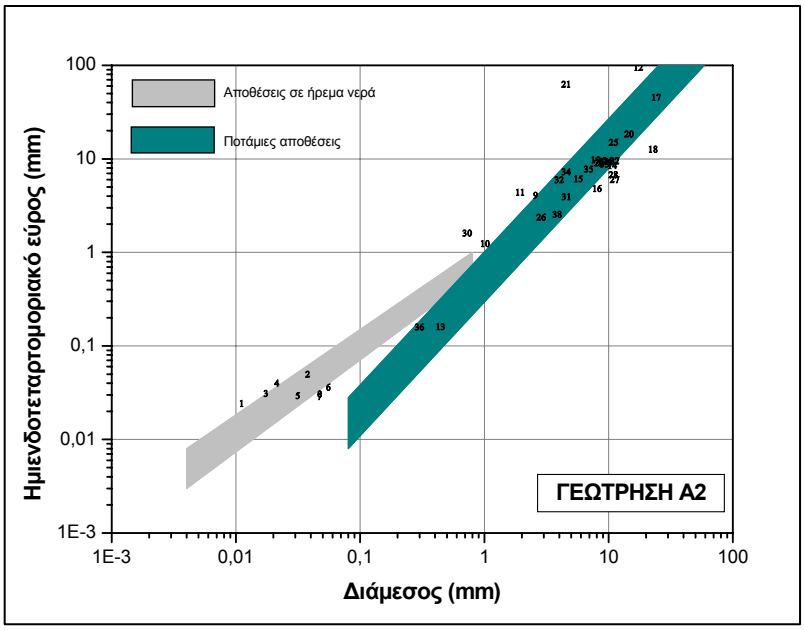
Σχήμα 9.24: Οι προβολές των σημείων των δειγμάτων της γεώτρησης Α2 στο διάγραμμα C-M κατά Passega (1957, 1964).Η κόκκινη έλλειψη περικλείει τα δείγματα, που αποτέθηκαν εντός της ποτάμιας αύλακας



Σχήμα 9.25: Οι προβολές των σημείων των δειγμάτων της: γεώτρησης Α2 στο διάγραμμα CM κατά Passega (1957, 1964).

Σχήμα 9.26: Διάγραμμα διαμέσου–ασυμμετρίας κατά Stewart (1958) των δειγμάτων της γεώτρησης Α2.





Σχήμα 9.27: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Α2 σε διάγραμμα Md-Qda κατά Buller & Mcmanus (1972).

9.4.2.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (165cm-0cm).

Η δεύτερη λιθοφάση περιλαμβάνει τα ιζήματα του ανώτερου τμήματος της γεώτρησης, έχει πάχος 165cm και αποτελείται από τις λιθοστρωματογραφικές μονάδες 2 και 1.

Η κατώτερη μονάδα, που βρίσκεται στη βάση της λιθοφάσης (δείγματα Α2/8-Α2/5) περιλαμβάνει τέσσερα στρώματα, που από κάτω προς τα πάνω έχουν ως εξής:

165cm-140cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς.

140cm-123cm: Αμμούχος πηλός, στον οποίο βρέθηκαν υπολείμματα φυτικών ριζιδίων, ένα μικρό τεμάχιο μη απανθρακωμένου ξύλου, μήκους 2,5 cm και ένα κέλυφος *Helix pomatia*.

123cm-105cm: Χαλικούχα ιλύς, που περιέχει αρκετές στρογγυλές ασβεστολιθικές κροκάλες.

105cm-87cm: Αμμούχος πηλός, με υπολείμματα φυτικών ριζιδίων.

Το χρώμα σε όλα τα επί μέρους στρώματα αυτής της λιθοστρωματογραφικής μονάδας είναι 10YR5/4. Το επί τοις % ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου αυξάνεται από κάτω προς τα πάνω από 11,87% σε 19,95%, ενώ τα ποσοστά του οργανικού άνθρακα κυμαίνονται μεταξύ των τιμών 0,02% και 0,17%. Εμφανίζονται δυο ακολουθίες με ασθενώς μειούμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος, από τα 165cm ως τα 123cm και από τα 123cm ως τα 87cm. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων της μονάδας αυτής κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=4,85φι και Mz=6,21φι. Τα υλικά των στρωμάτων είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα (σi=2,42-3,33). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων δείχνουν θετική έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=0,25 έως Ski=0,57) και είναι μεσόκυρτες έως πολύ λεπτόκυρτες (K_G=1,04-2,85).

Η ανώτερη, 1η λιθοστρωματογραφική μονάδα της 2ης λιθοφάσης (δείγματα Α2/4-Α2/1), που αποτελεί και την οροφή της γεωτρητικής στήλης περιλαμβάνει από κάτω προς τα πάνω πέντε στρώματα, που είναι τα εξής:

87cm-72cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 5YR4/4, με απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

72cm-58cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 5YR3/4, με απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

58cm-38cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 5YR4/4.

38cm-22cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 5YR3/4 προς 5YR4/4. Περιέχει λίγες υποστρόγγυλες, ασβεστολιθικές κροκάλες. Στο βάθος αυτό βρέθηκαν απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και ένα κέλυφος *Helix pomatia*.

22cm-0cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 5YR3/4. Συνιστά το αρόσιμο έδαφος του εδαφικού ορίζοντα και περιέχει υπολείμματα φυτικών ριζιδίων και λίγα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου στην αμμούχα ιλύ είναι 20,16% και του οργανικού άνθρακα 0,92%.

Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου στο στρώμα της ελαφρά χαλικούχας ιλύος, αυξάνεται προς τα πάνω από 14,65% σε 23,02%, ενώ τα ποσοστά του οργανικού άνθρακα κυμαίνονται μεταξύ των τιμών 0,17% και 0,48%. Το κοκκομετρικό μέγεθος στην ενότητα αυτή μειώνεται από κάτω προς τα πάνω δίνοντας μια ακολουθία με μειούμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=6,02φι και Mz=7,16φι. Τα υλικά των στρωμάτων είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα

(σi=3,55-3,76). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων δείχνουν θετική έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=0,24 έως Ski=0,48) και είναι μεσόκυρτες έως πλατύκυρτες (K_G=0,81-0,91).

9.4.2.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης.

Τα υλικά της δεύτερης (ανώτερης) λιθοφάσης αποτελούν αποθέσεις πεδιάδας πλημμύρας. Η θετική έως πολύ θετική ασυμμετρία, που δείχνουν τα δείγματα, προτείνει πιθανό εμπλουτισμό σε λεπτόκοκκα τεμαχίδια στο τέλος πλημμυρικών συμβάντων. Οι παρενστρώσεις αμμούχου πηλού (δείγματα Α2/5 και Α2/7) δείχνουν χαρακτηριστικά πλημμυρικά συμβάντα. Η πολύ φτωχή ταξινόμηση των δειγμάτων οφείλεται στο γεγονός ότι, το περιβάλλον απόθεσης ήταν χαμηλής ενέργειας.

Το ανθρακικό ασβέστιο αυξάνεται από τη βάση προς την οροφή της φάσης, ακολουθώντας την επίσης προς τα πάνω αύξηση του αργιλικού κλάσματος. Αυτό υποδηλώνει τη συναπόθεση του ανθρακικού ασβεστίου με το αργιλικό κλάσμα, όπως είναι αναμενόμενο (Saadellah & Kukal, 1969).

Τα ποσοστά του οργανικού άνθρακα παρουσιάζουν μια γενική αύξηση προς τα πάνω από 0,02% σε 0,92%, δείχνοντας ανάλογη συμπεριφορά αυτής του αργιλικού κλάσματος και του ανθρακικού ασβεστίου, όπως είναι αναμενόμενο. Βεβαίως η πολύ μικρή παρουσία του οργανικού άνθρακα οφείλεται στο ισχυρό οξειδωτικό περιβάλλον, που επικρατεί.

Οι προβολές των δειγμάτων της λιθοφάσης αυτής στα διαγράμματα CM, AM και LM των σχημάτων 9.24 και 9.25 δείχνουν τα ακόλουθα:

Το μεγαλύτερο μέρος των δειγμάτων (Α2/1,3,4,5,7,8) έχει μεταφερθεί υπό μορφή ομογενούς αιωρήματος. Επί πλέον επειδή οι τιμές C είναι υψηλές (~1000μm), φαίνεται ότι τα στρώματα αυτής της λιθοφάσης έχουν υποστεί ανθρωπογενή διεργασία (Arnaut-Fassetta, 2004). Τα δείγματα Α2/2 και Α2/6 συγκροτούν μίγματα αιωρουμένων κόκκων και αδρομερών κόκκων ή κροκαλών με μειωμένη τύρβη. Η απόθεση των υλικών της λιθοφάσης αυτής πραγματοποιήθηκε αργά σε περιβάλλον ήρεμων υδάτων, όπως δείχνει το διάγραμμα διαμέσου-ασυμμετρίας κατά Stewart (1958) και το διάγραμμα Md-Qda κατά Buller & McManus (1972) των σχημάτων 9.26 και 9.27, επάνω στην πεδιάδα πλημμύρας. Οι αποθέσεις των υλικών πραγματοποιήθηκαν με τη βαθμιαία απόσβεση του πλημμυρικού συμβάντος, παράγοντας ακολουθίες μικρού πάχους, με μειούμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος.

9.4.3. Περιγραφή της γεώτρησης Α3.

Η γεώτρηση Α3 πραγματοποιήθηκε 60m βόρεια της γεώτρησης Α2 (σχ. 9.1), σε υψόμετρο +279,10m, έφτασε σε βάθος 595cm και περιλαμβάνει τέσσερις λιθοφάσεις, στις οποίες διακρίνονται εννέα (9) λιθοστρωματογραφικές μονάδες, όπως φαίνεται και στην αναλυτική περιγραφή του σχήματος 9.28.

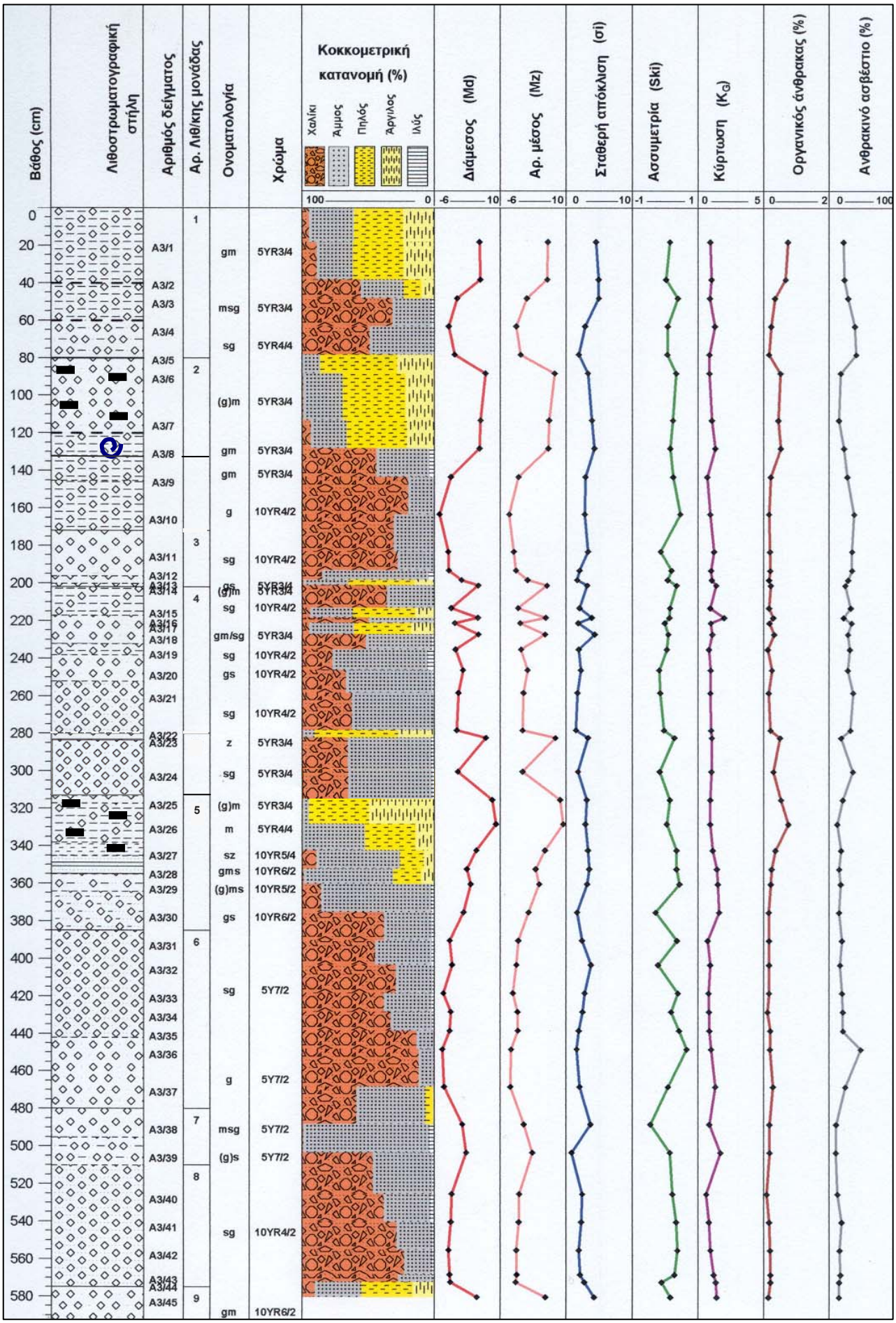
9.4.3.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (595cm-385cm).

Η πρώτη λιθοφάση περιλαμβάνει τα ιζήματα του κατώτερου τμήματος της γεώτρησης, έχει πάχος 210cm και αποτελείται από 4 λιθοστρωματογραφικές μονάδες (9-6, δείγματα Α3/45-Α3/31).

Η κατώτερη 9η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγμα Α3/45), που βρίσκεται στη βάση της γεώτρησης έχει πάχος 20cm (595cm-575cm) και περιλαμβάνει ένα στρώμα με χαλικούχα ιλύ, χρώματος 10YR6/2, με εκατοστιαία ποσοστά οργανικού άνθρακα και ανθρακικού ασβεστίου που ανέρχονται σε 0,14% και 14,80% αντίστοιχα. Τα χαλίκια περιλαμβάνουν ασβεστολιθικούς, ψαμμιτικούς και κερατολιθικούς κόκκους. Ο αριθμητικός μέσος του δείγματος του στρώματος αυτού είναι Mz=4,96φι. Το υλικό του δείγματος είναι υπερβολικά φτωχά ταξινομημένο (σi= 4,21) και η κοκκομετρική καμπύλη του δείχνει θετική ασυμμετρία (Ski=0,16) και είναι λεπτόκυρτη (K_G=1,42).

Η αμέσως υπερκείμενη 8η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Α3/44-Α3/40) έχει πάχος 65cm (βάθος 575cm-510cm) και αποτελείται από ένα στρώμα με αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR4/2. Το κοκκομετρικό μέγεθος μειώνεται σε γενικές γραμμές προς τα πάνω, εμφανίζοντας έτσι κανονική διαβαθμισμένη στρώση του υλικού απόθεσης. Το ποσοστό του οργανικού άνθρακα κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0,09% και 0,20%. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 12,58% και 19,01%. Τα χαλίκια αποτελούνται από κόκκους και των τεσσάρων λιθολογικών τύπων. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων του στρώματος αυτού κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=-1,40φι και Mz=-2,27φι. Η σταθερή απόκλιση κυμαίνεται μεταξύ των τιμών σi=1,89 και σi=2,74 (φτωχή έως πολύ φτωχή ταξινόμηση). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων του στρώματος δείχνουν αρνητική έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=-0,11 έως Ski=0,37) και είναι λεπτόκυρτες έως πολύ πλατύκυρτες (K_G=1,36 έως K_G=0,63).

Η 7η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Α3/39-Α3/38) έχει πάχος 30cm (βάθος 510cm-480cm) και αποτελείται από ένα στρώμα με ελαφρά χαλικούχα άμμο στη βάση και από ένα στρώμα με ιλυούχο αμμούχο χαλίκι στην οροφή. Το χρώμα και των δυο στρωμάτων είναι 5Y7/2. Στη μονάδα αυτή, το ποσοστό του οργανικού άνθρακα είναι σταθερό με ποσοστό 0,18%, όπως σταθερό είναι και το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου με τιμή περίπου 10,37%. Το κοκκομετρικό μέγεθος μειώνεται σαφώς προς τα κάτω δημιουργώντας έτσι μια ακολουθία με αυξανόμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος. Τα χαλίκια αποτελούνται από κόκκους όλων των λιθολογικών τύπων. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων της μονάδας αυτής κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=1,78φι και Mz=-0,30φι. Η σταθερή απόκλιση κυμαίνεται μεταξύ των τιμών σi=0,83 και σi=3,67 (μέτρια έως πολύ φτωχή ταξινόμηση).



Σχήμα 9.28: Λεπτομερής λιθοστρωματογραφική περιγραφή της γεώτρησης Α3.

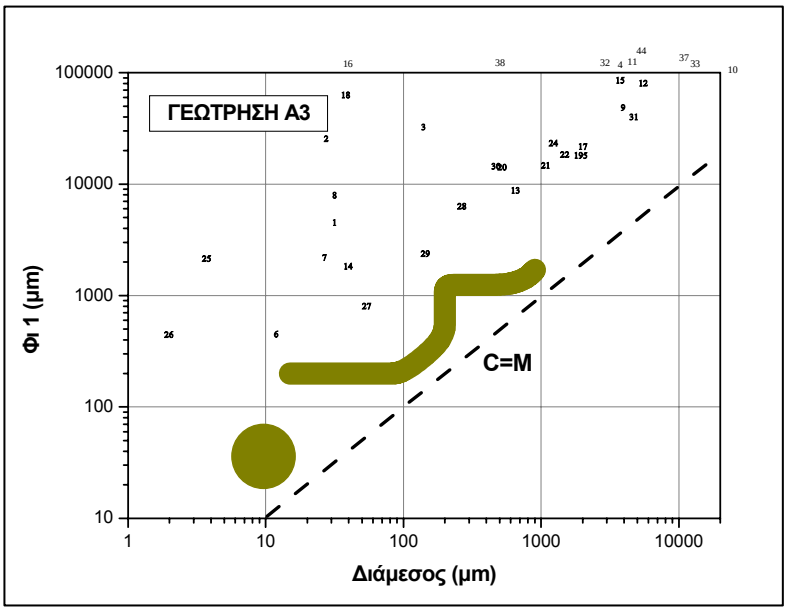
Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων των δυο στρωμάτων δείχνουν θετική έως πολύ αρνητική ασυμμετρία (Ski=-0,14 έως Ski=-0,44) και είναι πλατύκυρτες έως πολύ λεπτόκυρτες (K_G=1,70 έως K_G=0,86).

Η οροφή της 1ης λιθοφάσης (6η λιθοστρωματογραφική μονάδα, δείγματα Α3/37-Α3/31) έχει πάχος 95cm (βάθος 480cm-385cm) και αποτελείται από ένα στρώμα με χαλίκι στη βάση (δείγματα Α3/37-Α3/36) και ένα στρώμα με αμμούχο χαλίκι στην κορυφή (δείγματα Α3/35-Α3/31). Το χρώμα όλων των δειγμάτων είναι 5Υ7/2. Εμφανίζεται μια ακολουθία με μειούμενο το κοκκομετρικό μέγεθος προς τα πάνω. Το ποσοστό του οργανικού άνθρακα κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0,12% και 0,28%. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 16,69% και 21,20% στο αμμούχο χαλίκι και μεταξύ των τιμών 24,58% και 48,17% στο χαλίκι. Τα χαλίκια αποτελούνται από κόκκους όλων των λιθολογικών τύπων. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων των στρωμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=-1,61φι και Mz=-3,54φι. Η σταθερή απόκλιση κυμαίνεται μεταξύ των τιμών σi= 1,61 και σi=3,76 (φτωχή έως πολύ φτωχή ταξινόμηση). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων των στρωμάτων δείχνουν αρνητική έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=-0,74 έως Ski=1,31) και είναι πλατύκυρτες έως λεπτόκυρτες (K_G=0,86 έως K_G=1,70).

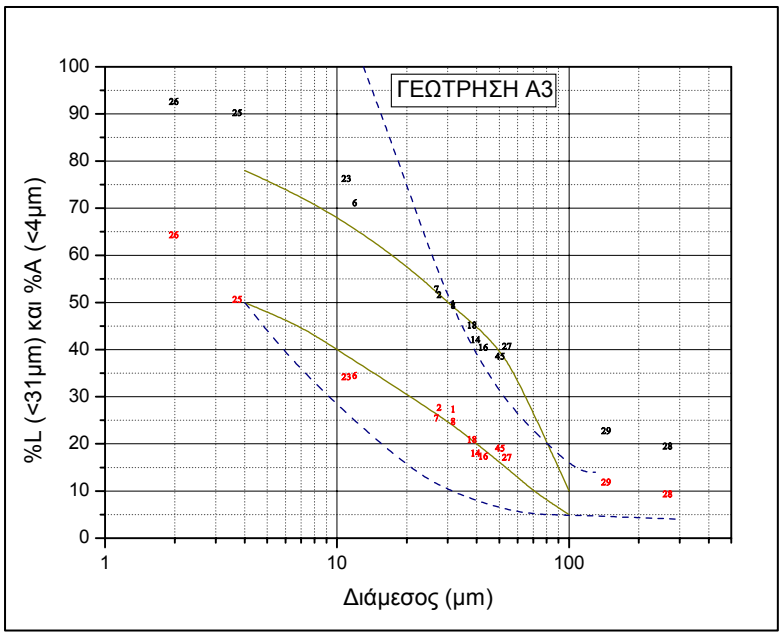
9.4.3.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης.

Τα στρώματα της πρώτης λιθοφάσης αποτελούνται από υλικά, που έχουν αποτεθεί σε επιμήκεις φραγμούς εντός της ποτάμιας αύλακας.

Η απόθεση των υλικών αρχίζει σε βάθος 575cm, με στρώμα υπερβολικά φτωχά ταξινομημένης (σi=4,21) χαλικούχας ιλύος πάχους 20cm. Η θετική ασυμμετρία δείχνει τον πιθανό εμπλουτισμό του δείγματος σε λεπτόκοκκα τεμαχίδια, στο τέλος κάποιου πλημμυρικού συμβάντος. Η χαλικούχα ιλύς έχει μεταφερθεί με διαβαθμισμένη αιώρηση και έχει αποτεθεί αργά σε περιβάλλον ήρεμων νερών, πλησίον της ενεργής αύλακας και σε καθεστώς χαμηλής ενέργειας, όπως δείχνουν οι προβολές CM (σχ. 9.29) κατά Passega (1957, 1964), LM και AM (σχ. 9.30) και Passega & Byramjee (1969) και όπως φαίνεται στις απεικονίσεις στα διαγράμματα κατά Stewart (1958), (σχ. 9.31) και Buller & McManus (1972), (σχ. 9.32).

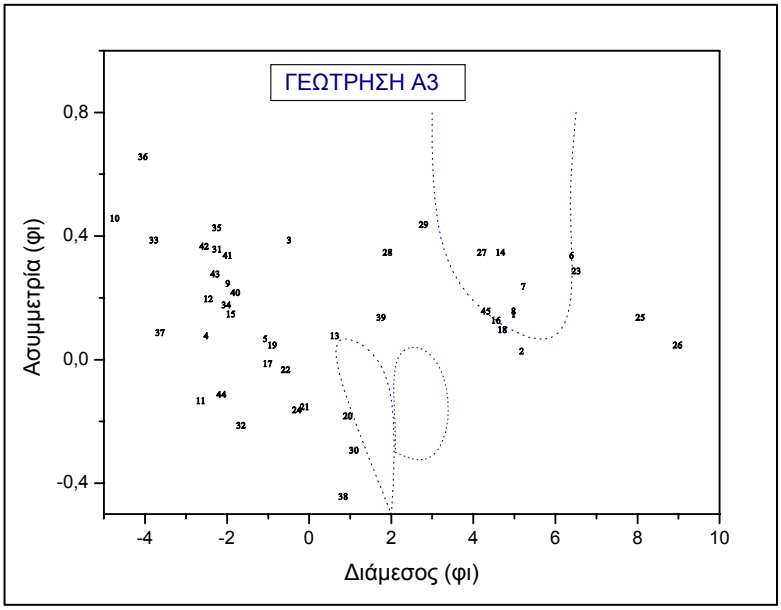


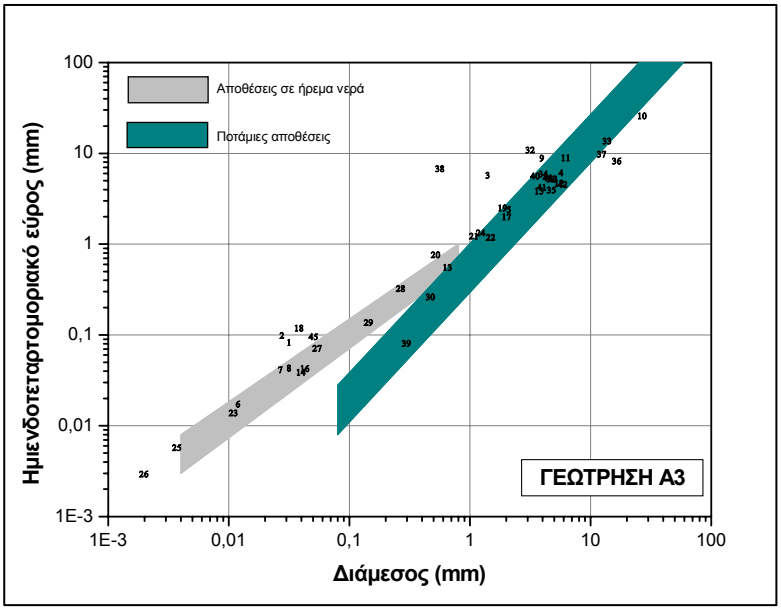
Σχήμα 9.29: Διάγραμμα CM των δειγμάτων της γεώτρησης Α3 κατά Passega (1957, 1964),



Σχήμα 9.30: Διάγραμμα ΑΜ και LM των δειγμάτων της γεώτρησης Α3 κατά Passega & Byramjee (1969).

Σχήμα 9.31: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Α3 στο διάγραμμα κατά Stewart (1958).





Σχήμα 9.32: Απεικόνιση των σημείων σε διάγραμμα κατά Buller & McManus (1972).

Η ιζηματογένεση συνεχίστηκε με την απόθεση φτωχά έως πολύ φτωχά ταξινομημένου αμμούχου χαλικιού της 8ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας, που φτάνει μέχρι βάθους 510cm και δεν περιλαμβάνει κόκκους εκρηξιγενών πετρωμάτων και των μέτρια έως πολύ φτωχά ταξινομημένων αμμούχων και χαλικούχων στρωμάτων των λιθοστρωματογραφικών μονάδων 7 και 6, που περιέχουν και εκρηξιγενείς κόκκους, μέχρι το βάθος των 385cm. Τα υλικά των τριών αυτών μονάδων μεταφέρθηκαν με κύλιση μέσα στην ποτάμια αύλακα και απότέθηκαν εξ αιτίας της ποτάμιας δράσης στην κοίτη του ρεύματος ή σε φραγμούς, όπως δείχνουν οι προβολές CM (σχ. 9.29), LM και AM (σχ. 9.30) κατά Passega (1957, 1964) και Passega & Byramjee (1969) και οι απεικονίσεις στα διαγράμματα κατά Stewart (1958) και Buller & McManus (1972), (σχ. 9.31 και 9.32).

9.4.3.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (385cm-313cm).

Η δεύτερη λιθοφάση περιλαμβάνει τα λεπτόκοκκα ιζήματα της 5ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας (δείγματα Α3/30-25) έχει πάχος 72cm και περιλαμβάνει από κάτω προς τα πάνω τα εξής έξι στρώματα:

385cm-364cm: Χαλικούχα άμμος, χρώματος 10YR6/2.

364cm-355cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος, χρώματος 10YR5/2.

355cm-345cm: Χαλικούχα ιλυούχα άμμος, χρώματος 10YR6/2.

345cm-338cm: Αμμούχος πηλός, χρώματος 10YR5/4, με απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

338cm-317cm: Ιλύς, χρώματος 5YR4/4, με απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

317cm-313cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 5YR3/4 που περιέχει ένα κέλυφος *Helix*.

Η μονάδα αυτή εμφανίζει μια ακολουθία με μείωση γενικώς του κοκκομετρικού μεγέθους προς τα πάνω. Το ποσοστό του οργανικού άνθρακα κυμαίνεται μεταξύ 0,15% και 0,75%, με μεγαλύτερες τιμές στα στρώματα του πηλού και της ιλύος, που περιέχουν απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα. Στο βάθος μεταξύ 385cm-317cm, το ποσοστό αυτό αυξάνεται διαρκώς προς τα πάνω από 0,15% σε 0,75%. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνεται μεταξύ των τιμών12,39% και 20,75%.

Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων της μονάδας αυτής κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=0,83φι και Mz= 9,30φι. Η σταθερή απόκλιση κυμαίνεται μεταξύ των τιμών σi=1,63 και σi=3,50 (φτωχή έως πολύ φτωχή ταξινόμηση). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων του στρώματος δείχνουν αρνητική έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=-0,29 έως Ski=0,44) και είναι μεσόκυρτες έως πολύ λεπτόκυρτες (K_G=0,93 έως K_G=1,60).

9.4.3.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης.

Από το βάθος των 385cm μέχρι τα 313cm απενεργοποιείται η ποτάμια αύλακα στη θέση αυτή και λειτουργεί ο υποκείμενος φραγμός ως περιοχή, που δέχεται λεπτόκοκκα υλικά πλημμύρας.

Η φτωχή έως πολύ φτωχή ταξινόμηση των υλικών αυτών, υποδεικνύει περιβάλλον χαμηλής ενέργειας.

Τα περισσότερα δείγματα έχουν θετική έως πολύ θετική ασυμμετρία, που δείχνει τον εμπλουτισμό των δειγμάτων σε λεπτούς κόκκους στο τέλος πλημμυρικών γεγονότων.

Ο σχηματισμός του στρώματος αυτού στην πεδιάδα πλημμύρας ενισχύεται από το γεγονός της αυξημένης παρουσίας του οργανικού άνθρακα.

Η ανάλυση των δεδομένων, για την εύρεση του τρόπου μεταφοράς των ιζημάτων, με τη χρήση των προβολών στα διαγράμματα CM, LM και AM κατά Passega (1957, 1964) και Passega & Byramjee (1969), οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τα δείγματα Α3/25,27,28,29 έχουν μεταφερθεί κάτω από καθεστώς χαμηλής ενέργειας με αιώρηση, αλλά μέσα στη μάζα τους υπάρχουν κόκκοι μου έχουν μεταφερθεί με κύλιση. Η ιλύς του δείγματος Α3/26 έχει μεταφερθεί με αιώρηση σε καθεστώς χαμηλής ενέργειας (σχ. 9.29). Το δείγμα Α3/30 έχει μεταφερθεί με κύλιση πάνω σε μια δευτερεύουσα αύλακα, που έχει διανοιχτεί στον υποκείμενο φραγμό.

Η χρήση των διαγραμμάτων κατά Stewart (1958) και Buller & McManus (1972), (σχ. 9.31 και 9.32) δείχνει ότι τα υλικά των δειγμάτων αυτών αποτέθηκαν αργά σε περιβάλλον ήρεμων υδάτων στην πεδιάδα πλημμύρας.

9.4.3.5. Περιγραφή των στρωμάτων της 3ης λιθοφάσης (313cm-132cm).

Η τρίτη λιθοφάση αποτελείται από τα ιζήματα της 4ης και 3ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας (δείγματα Α3/24-Α3/9), τα οποία έχουν πάχος 181cm και περιλαμβάνει δώδεκα στρώματα, που από κάτω προς τα πάνω είναι:

313cm-283cm: Αμμούχο χαλίκι, χρώματος 5YR3/4.

283cm-280cm: Πηλός, χρώματος 5YR3/4.

280cm-252cm: Αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR4/2.

252cm-238cm: Χαλικούχα άμμος, χρώματος 10YR4/2.

238cm-232cm: Αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR4/2.

232cm-217cm: Χαλικούχα ιλύς, χρώματος 5YR3/4, στην οποία παρεμβάλλεται ελασμάτωση αμμούχου χαλικιού, χρώματος 10YR4/2. Τα ποσοστά του ανθρακικού ασβεστίου και του οργανικού άνθρακα της ελασμάτωσης του αμμούχου χαλικιού είναι 34,66% και 0,18% αντίστοιχα.

217cm-202cm: Αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR4/2.

202cm-200cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς χρώματος 5YR3/4.

200cm-196cm: Χαλικούχα άμμος, χρώματος 5YR3/4.

196cm-172cm: Αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR4/2.

172cm-145cm: Χαλίκι, χρώματος 10YR4/2. Οι κροκάλες είναι γωνιώδεις έως στρόγγυλες.

145cm-132cm: Αμμούχο χαλίκι, χρώματος 5YR3/4.

Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου των στρωμάτων αυτής της λιθοφάσης κυμαίνεται μεταξύ 18,28% και 38,50% και του οργανικού άνθρακα μεταξύ 0,13% και 0,50%.

Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων της λιθοφάσης κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=-3,80φι και Mz=5,32φι. Η σταθερή απόκλιση κυμαίνεται μεταξύ των τιμών σi=1,48 και σi=4,43 (φτωχή έως υπερβολικά φτωχή ταξινό-

μηση). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων του στρώματος δείχνουν σχεδόν συμμετρία έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=-0,01 έως Ski=0,35) και είναι πλατύκυρτες έως πολύ λεπτόκυρτες (K_G=0,71 έως K_G=2,00). Η λιθοφάση αυτή χαρακτηρίζεται από μια ακολουθία με αυξανόμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος.

9.4.3.6. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 3ης λιθοφάσης.

Η ανάλυση των δεδομένων, για την εύρεση του τρόπου μεταφοράς των ιζημάτων της λιθοφάσης αυτής, με τη χρήση των προβολών στα διαγράμματα CM, LM και AM κατά Passega (1957, 1964) και Passega & Byramjee (1969), οδηγεί στα παρακάτω αποτελέσματα:

Στο διάγραμμα CM (σχ. 9.29) φαίνεται πως το δείγμα Α3/18 έχει μεταφερθεί στη θέση απόθεσης με κύλιση και αιώρηση. Η ελαφρά χαλικούχα ιλύς (δείγμα Α3/14) έχει μεταφερθεί κάτω από καθεστώς χαμηλής ενέργειας με αιώρηση, αλλά μέσα στη μάζα τους υπάρχουν κόκκοι, που έχουν μεταφερθεί με κύλιση. Τα δείγματα των υπόλοιπων δειγμάτων απεικονίζονται στην περιοχή του πεδίου ορισμού, που αντιστοιχεί σε κύλιση μέσα στην ποτάμια αύλακα.

Στην απεικόνιση των σημείων στα διαγράμματα LM και AM, τα ίχνη των σημείων των δειγμάτων Α3/14,16, 18, σχηματίζουν καμπύλες, οι οποίες διατάσσονται παράλληλα προς τις πρότυπες κατά Passega (1957, 1964) και Passega & Byramjee (1969) και που αντιστοιχούν σε διαβαθμισμένο αιώρημα (σχ. 9.30). Τα ιζήματα των υπόλοιπων δειγμάτων, που δεν απεικονίζονται στο πεδίο ορισμού, έχουν μεταφερθεί με κύλιση σε συνθήκες υψηλής ενέργειας μέσα στην ποτάμια αύλακα.

Τα δείγματα Α3/14,16,18, που σύμφωνα με τα παραπάνω διαγράμματα έχουν μεταφερθεί ως διαβαθμισμένο αιώρημα, αποτέθηκαν αργά σε περιβάλλον ήρεμων υδάτων, όπως φαίνεται και στις απεικονίσεις στα διαγράμματα κατά Stewart (1958) και Buller & McManus (1972), (σχ. 9.31 και 9.32). Τα υπόλοιπα ιζήματα της λιθοφάσης έχουν αποτεθεί εξ αιτίας της ποτάμιας δράσης, ως ποτάμιες αποθέσεις, μέσα στην ενεργή κοίτη της αύλακας.

Οι παρατηρούμενες εναλλαγές αδρομερών υλικών με λεπτόκοκκα στρώματα δηλώνουν τέσσερις θημωνιασμένους φραγμούς (stacked bars) μικρού μεγέθους (Rigsby et al., 2003). Η παρατηρούμενη ακολουθία με αυξανόμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος δηλώνει υψηλά επεισόδια με ολοένα αυξανόμενη ένταση.

9.4.3.7. Περιγραφή των στρωμάτων της 4ης λιθοφάσης (132cm-0cm).

Η τέταρτη λιθοφάση, περιλαμβάνει τα στρώματα της οροφής της γεώτρησης (2η και 1η λιθοστρωματογραφική μονάδα).

Η κατώτερη, 2η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Α3/8-Α3/6) περιλαμβάνει δυο στρώματα σε βάθος:

132cm-120cm: Χαλικούχα ιλύς, χρώματος 5YR3/4, με απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα με κελύφη *Helix*.

120cm-80cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 5YR3/4, με απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων των στρωμάτων αυτών κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=5,68φι και Mz= 7,24φι. Τα ιζήματα σχηματίζουν μια ακολουθία με μειούμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος. Το ανθρακικό ασβέστιο κυμαίνεται μεταξύ των ποσοστών 14,99% και 22,82% και ο οργανικός άνθρακας κυμαίνεται μεταξύ των ποσοστών 0,45% και 0,52%. Η σταθερή απόκλιση κυμαίνεται μεταξύ των τιμών σi=3,28 και σi=4,28 (υπερβολικά φτωχή έως πολύ φτωχή ταξινόμηση). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων του στρώματος δείχνουν θετική έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=-0,16 έως Ski=0,34) και είναι πλατύκυρτες έως λεπτόκυρτες (K_G=0,86 έως K_G=1,31).

Το ανώτερο τμήμα της λιθοφάσης, που αποτελεί και την οροφή της γεώτρησης (1η λιθοστρωματογραφική μονάδα, δείγματα Α3/5-Α3/1) περιλαμβάνει σε βάθος:

80cm-60cm: Αμμούχο χαλίκι, χρώματος 5YR4/4.

60cm-40cm: Ιλυούχο αμμούχο χαλίκι, χρώματος 5YR3/4.

40cm-0cm: Τον εδαφικό ορίζοντα, που αποτελείται από χαλικούχα ιλύ, χρώματος 5YR3/4. Εμφανίζονται φυτικά ριζίδια και λίγα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων αυτής της λιθοστρωματογραφικής μονάδας κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=-1,05φι και Mz=5,53φι. Το κοκκομετρικό μέγεθος των υλικών μειώνεται προς τα πάνω, σχηματίζοντας μια ακολουθία με μειούμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου αυξάνεται εντυπωσιακά προς τα κάτω από την τιμή 21,92% σε 41,64%. Αντίθετα ο οργανικός άνθρακας μειώνεται σταδιακά προς τα κάτω από 0,67% σε 0,16%. Στα αδρόκοκκα υλικά της μονάδας αυτής κυριαρχούν οι ασβεστολιθικές και οι κερατολιθικές κροκάλες, ενώ εμφανίζονται και λίγες κροκάλες εκρηξιγενών πετρωμάτων.

Η σταθερή απόκλιση κυμαίνεται μεταξύ των τιμών σi=1,92 και σi=4,94 (φτωχή έως υπερβολικά φτωχή ταξινόμηση). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων του ανώτερου τμήματος της λιθοφάσης δείχνουν από σχεδόν συμμετρική λοξότητα έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=0,07 έως Ski=0,39) και είναι πλατύκυρτες έως λεπτόκυρτες (K_G=0,88 έως K_G=1,29).

9.4.3.8. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 4ης λιθοφάσης.

Η παρουσία του λεπτόκοκκου υλικού του κατώτερου τμήματος της λιθοφάσης (δείγματα Α3/8-6) υποδεικνύει την απόθεση εξ αιτίας πλημμυρικών συμβάντων.

Η θετική έως πολύ θετική ασυμμετρία δείχνει τον εμπλουτισμό των δειγμάτων αυτών με λεπτόκοκκα τεμαχίδια στο τέλος των πλημμυρικών συμβάντων.

Η φτωχή ταξινόμηση πιστοποιεί την απόθεση των υλικών σε καθεστώς χαμηλής ενέργειας.

Οι διαπιστώσεις αυτές πιστοποιούνται και από τις προβολές των σημείων στο διάγραμμα CM (σχ. 9.29), στο οποίο τα υλικά των ιλυούχων δειγμάτων Α3/6,7,8 φαίνονται να έχουν μεταφερθεί κάτω από καθεστώς χαμηλής ενέργειας με αιώρηση, αλλά μέσα στη μάζα τους υπάρχουν και κόκκοι που έχουν μεταφερθεί με

κύλιση. Στην απεικόνιση των σημείων στα διαγράμματα LM και AM, τα ίχνη των σημείων των δειγμάτων A3/6,7,8 σχηματίζουν καμπύλες, οι οποίες διατάσσονται παράλληλα προς τις πρότυπες κατά Passega (1957, 1964) και Passega & Byramjee (1969) και που αντιστοιχούν σε διαβαθμισμένο αιώρημα (σχ. 9.30).

Τα δείγματα αυτά αποτέθηκαν αργά σε περιβάλλον ήρεμων υδάτων, όπως φαίνεται και στις απεικονίσεις σε διαγράμματα κατά Stewart (1958) και Buller & McManus (1972), (σχ. 9.31 και 9.32). Το περιβάλλον αυτό προκύπτει από ένα πλημμυρικό συμβάν, όπου ο υποκείμενος σύνθετος φραγμός, ευρισκόμενος σε ανενεργή θέση αλλά και πλησίον της ενεργής ροής, δέχεται την απόθεση των προαναφερθέντων λεπτόκοκκων ιζημάτων.

Η υπερβολικά φτωχή ταξινόμηση των δειγμάτων A3/1-A3/3, δείχνει πιθανώς ότι τα δείγματα αυτά αποτελούν αποθέσεις ιλυορροής, όπως φαίνεται και από τις προβολές των σημείων στο διάγραμμα CM (σχ. 9.29), αλλά πιθανώς η ταξινόμηση αυτή μπορεί να είναι το αποτέλεσμα ανθρωπογενούς δράσης, αφού η οροφή της γεώτρησης είναι ορίζοντας άροσης και έτσι ιστολογικά είναι αδύνατη η αναγνώριση του περιβάλλοντος ιζηματογένεσης. Όμως η αμέσως υποκείμενη παρουσία ιζημάτων, που αποτέθηκαν στην ποτάμια αύλακα (δείγματα A3/4 και A3/5), όπως δείχνουν τα διαγράμματα CM, LM και AM (σχ. 9.29 και 9.30) και τα διαγράμματα Stewart (1958) και Buller & McManus (1972) (σχ. 9.31 και 9.32), δείχνει ότι η οροφή της γεώτρησης κλείνει με ιζήματα πλημμυρικού συμβάντος. Η αύξηση του ποσοστού του οργανικού άνθρακα και η μείωση του ποσοστού του ανθρακικού ασβεστίου προς τα λεπτότερα κλάσματα του στρώματος αυτού είναι αναμενόμενες.

9.4.4. Περιγραφή της γεώτρησης Α4.

Η γεώτρηση Α4 απέχει 60m ΒΒΑ της προηγούμενης γεώτρησης Α3 (σχ. 9.1), πραγματοποιήθηκε σε υψόμετρο +280,30m, έφτασε σε βάθος 699cm και συνίσταται από εναλλαγές ιλύος, χαλικούχας ιλύος και ελαφρά χαλικούχας ιλύος. Μέχρι το βάθος των 322cm εντοπίστηκαν στη μικροσκοπική εξέταση, ελάχιστα ασβεστιτικά θραύσματα κελυφών γαστεροπόδων. Χωρίζεται συνολικά σε έξι (6) λιθοστρωματογραφικές μονάδες, όπως φαίνεται και στη λιθοστρωματογραφική στήλη του σχήματος 9.33:

6η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

699cm-668cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/2, με καστανόχρωμες υ-οειδείς ελασματώσεις και ίχνη απανθρακωμένων φυτικών υπολειμμάτων.

668cm-600cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 5YR4/4, με σφαιροειδή ασβεστιτικά συγκρίματα μεγέθους 2mm-5mm και ίχνη απανθρακωμένων φυτικών υπολειμμάτων.

600cm-481cm: Εναλλαγές ιλύος με ελαφρά χαλικούχα ιλύ, χρώματος 10YR4/2. Εμφανίζονται υ-οειδείς καστανόχρωμες έως σκούρες καστανόχρωμες ελασματώσεις και πολλά ίχνη απανθρακωμένων φυτικών υπολειμμάτων. Η μικροσκοπική εξέταση των κλασμάτων της άμμου έδειξε την ύπαρξη διαβρωμένων ασβεστολιθικών κελυφών γαστεροπόδων (*Valvata*?) στο κλάσμα +1φι.

5η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

481cm-445cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 5YR3/4.

445cm-428cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 5YR3/4.

428cm-363cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 5YR3/4, με κόκκους κερατολίθων και περιδοτιτών.

Στα στρώματα της μονάδας αυτής, παρατηρούνται σκουρόχρωμες και ανοιχτόχρωμες χρωματικές παραλλαγές από το χρώμα 5YR3/4, που σχηματίζουν ελασματώσεις πάχους συχνά της τάξης του εκατοστού. Εμφανίζονται απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα. Οι ψηφίδες είναι κατά βάση ασβεστολιθικές και κερατολιθικές, στρόγγυλες έως υπογωνιώδεις.

4η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

363cm-340cm: Χαλικούχα ιλύς, χρώματος 5YR3/4.

340cm-322cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 5YR3/4.

322cm-308cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 5YR3/4.

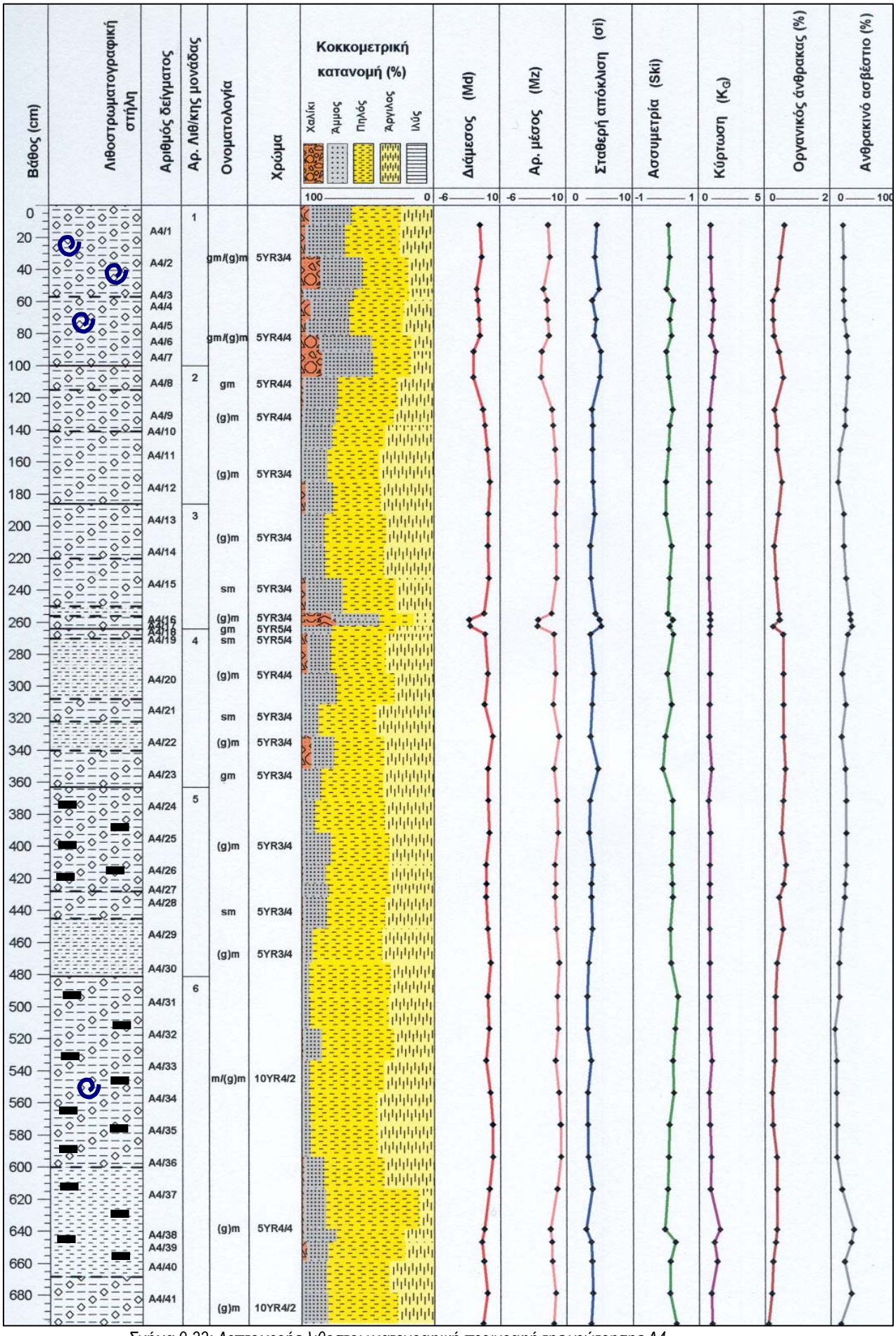
308cm-270cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 5YR4/4.

270cm-264cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 10YR5/4. Εμφανίζονται ασβεστιτικά συγκρίματα και ανοιχτόχρωμες κηλίδες.

3η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

264cm-256cm: Χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR5/4, που περιέχει υποστρόγγυλες ως υπογωνιώδεις ασβεστολιθικές και κερατολιθικές ψηφίδες.

256cm-250cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 5YR3/4, με λίγα ασβεστιτικά συγκρίματα.



Σχήμα 9.33: Λεπτομερής λιθοστρωματογραφική περιγραφή της γεώτρησης Α4.

250cm-220cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 5YR3/4.

220cm-186cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 5YR3/4.

2η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

186cm-141cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 5YR3/4.

141cm-115cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 5YR4/4.

115cm-100cm: Χαλικούχα ιλύς, χρώματος 5YR4/4. Το ποσοστό του οργανικού άνθρακα είναι 0,57%.

Στα στρώματα αυτά εμφανίζονται κερατολιθικές και ασβεστολιθικές ψηφίδες.

1η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

100cm-57cm: Εναλλαγές χαλικούχας ιλύος με ελαφρά χαλικούχα ιλύ, χρώματος 5YR4/4. Περιέχει γωνιώδεις ασβεστολιθικές και κερατολιθικές κροκάλες και λίγες κροκάλες εκρηξιγενών πετρωμάτων καθώς και κελύφη *Helix pomatia*. Σε βάθος 75cm-80cm υπάρχει φωλεά λεπτής άμμου. Στο βάθος των 100 cm εντοπίστηκε πολύ λεπτό στρώμα χαλίκων μεγέθους κροκάλας που δεν κατέστη δυνατό να συλλεχτούν, λόγω ατυχών χειρισμών.

57cm-0cm: Εδαφικός ορίζοντας, που περιλαμβάνει εναλλαγές χαλικούχας ιλύος με ελαφρά χαλικούχα ιλύ, χρώματος 5YR3/4. Περιέχει υπογωνιώδεις έως υποστρόγγυλες ασβεστολιθικές και σπανιότερα ψαμμιτικές και κερατολιθικές κροκάλες. Στη μάζα του εμφανίζονται σύγχρονα γαστερόποδα (*Helix pomatia*).

Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων της γεώτρησης κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=2,99φι και Mz=8,55φι. Υπάρχει ένα γενικό ίχνος αύξησης του κοκκομετρικού μεγέθους προς τα πάνω, στο σύνολο της γεώτρησης.

Τα ποσοστά του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνονται μεταξύ των τιμών 6,52% (δείγμα Α4/32) και 34,88% (δείγμα Α4/38). Τα ποσοστά του οργανικού άνθρακα κυμαίνονται από 0,10% (δείγμα Α4/42) έως 0,64% (δείγμα Α4/26).

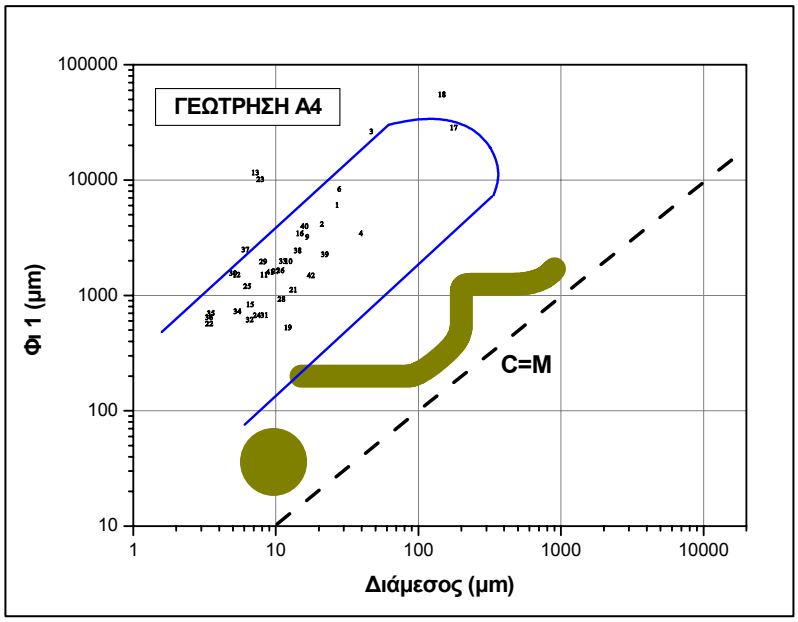
Η ταξινόμηση των υλικών των δειγμάτων της γεώτρησης είναι πολύ φτωχή έως υπερβολικά φτωχή (σi=2,90 έως σi=5,27. Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων του στρώματος δείχνουν από σχεδόν κανονική συμμετρική λοξότητα έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=-0,09 έως Ski=0,36) και είναι πλατύκυρτες έως πολύ λεπτόκυρτες (K_G=0,74 έως K_G=1,59).

9.4.4.1. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της γεώτρησης Α4.

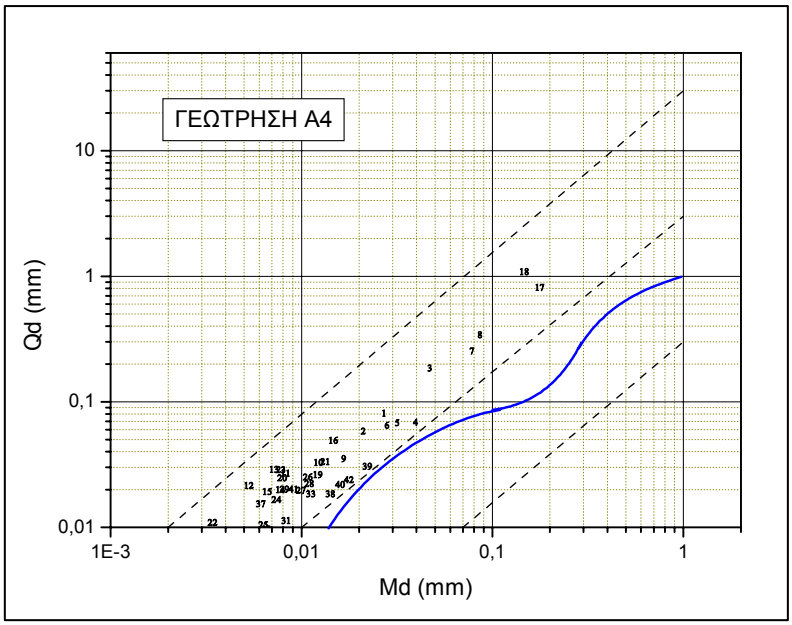
Η ανάλυση των δεδομένων για την εύρεση του τρόπου μεταφοράς των ιζημάτων, με τη χρήση των προβολών στο διάγραμμα CM κατά Passega (1957, 1964) έδειξε ότι το σύνολο των ιζημάτων της γεώτρησης προβάλλεται σε περιοχή του πεδίου ορισμού, που σύμφωνα με τον Bull (1962) αντιστοιχεί σε αποθέσεις ιλυορροής (σχ. 9.33).

Η απουσία ποτάμιας δράσης, ο πολύ άσχημος έως υπερβολικά άσχημος βαθμός ταξινόμησης, οι υψηλές τιμές του λόγου C/M (>50) και η γειτνίαση της γεώτρησης με το αλλουβιακό ριπίδιο της Δρυμαίας δείχνουν ότι

τα ιζήματά της έχουν αποτεθεί ως ιλυορροές. Το πεδίο ορισμού των αποθέσεων αυτών, σύμφωνα με το διάγραμμα του σχήματος 9.34 κατά Buller & McManus (1973), που αφορά την προβολή της διαμέσου σε σχέση με το ημιενδοτεταρτομοριακό εύρος εμπίπτει στο πεδίο ορισμού αποθέσεων παγετώνων, που είναι αριστερά του πεδίου των ποτάμιων αποθέσεων και αποτελεί συγχρόνως και πεδίο ορισμού ιλυορροών (Pe & Piper, 1975 και Panagos et al., 1976).



Σχήμα 9.33: Διάγραμμα CM κατά Passega (1957, 1964). Η περιοχή, που περικλείεται από τη γαλάζια γραμμή αντιστοιχεί στο πεδίο ιλυορροής, που πρότεινε ο Bull (1962).



Σχήμα 9.34: Απεικόνιση των σημείων στο διάγραμμα κατά Buller & McManus (1974), στο οποίο διακρίνεται το όριο αποθέσεων ιλυορροής (γαλάζια γραμμή).

9.4.5. Περιγραφή της γεώτρησης Α5.

Η γεώτρηση Α5 πραγματοποιήθηκε 60m Β-ΒΑ της προηγούμενης γεώτρησης Α4 (σχ. 9.1), σε υψόμετρο +280,90m. Έφτασε σε βάθος 503cm και χωρίζεται σε δυο λιθοφάσεις οι οποίες περιλαμβάνουν εννέα (9) λιθοστρωματογραφικές μονάδες, που φαίνονται στη λιθοστρωματογραφική στήλη του σχήματος 9.35.

9.4.5.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (503cm-126cm).

Η πρώτη λιθοφάση περιλαμβάνει τις πέντε λιθοστρωματογραφικές μονάδες 9-5 (δείγματα Α5/31-10), που καλύπτουν ένα πάχος 369cm στον πυρήνα της γεώτρησης (σχ. 9.35).

Η κατώτερη 9η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Α5/31-21), έχει πάχος 199cm και περιλαμβάνει τέσσερα στρώματα, που από κάτω προς τα πάνω και στα αντίστοιχα βάθη έχουν ως εξής:

503cm-478cm: Χαλικούχα ιλύς, χρώματος 5YR3/4 προς 5YR4/4, με ασβεστολιθικούς, κερατολιθικούς και εκρηξιγενείς κόκκους. Περιέχει ελάχιστα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

478cm-395cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 5YR3/4 προς 5YR4/4, που περιέχει μόνο κερατολιθικούς κόκκους, λιγοστά απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και ένα θραύσμα κελύφους γαστερόποδου. Στο στρώμα αυτό εντοπίστηκαν μικροσκοπικά φυλλάρια μαρμαρυγία, σιδηρομαγγανιούχοι κόκκοι, θραύσματα κελυφών γαστεροπόδων και τέσσερα απολιθωμένα *Pisidium* (?), στο κλάσμα της άμμου +1φι.

395cm-376cm: Χαλικούχα ιλύς, χρώματος 5YR3/4. Το αδρόκοκκο κλάσμα αποτελείται από ασβεστολιθικούς κόκκους, κερατολιθικούς κόκκους και κόκκους εκρηξιγενών πετρωμάτων. Η μικροσκοπική εξέταση των κλασμάτων της άμμου έδειξε την παρουσία μαρμαρυγία και θραυσμάτων κελυφών γαστεροπόδων.

376cm-304cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύ, χρώματος 5YR3/4 προς 5YR4/4. Περιέχει αρκετά απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα. Η κοκκομετρική σύσταση είναι σχεδόν σταθερή.

Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων των στρωμάτων αυτής της λιθοστρωματογραφικής μονάδας κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=5,99φι (δείγμα Α5/25)και Mz=7,78φι (δείγμα Α5/23). Τα ποσοστά του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνονται μεταξύ των τιμών 16,58% (δείγμα Α5/24) και 28,74% (δείγμα Α5/29). Τα ποσοστά του οργανικού άνθρακα κυμαίνονται από 0,16% (δείγμα Α5/27) έως 0,38% (δείγμα Α5/25). Η ταξινόμηση των υλικών των δειγμάτων των στρωμάτων είναι πολύ φτωχή έως υπερβολικά φτωχή (σi=3,58 έως σi=4,98). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων δείχνουν να είναι σχεδόν συμμετρικές έως και θετικής ασυμμετρίας (Ski=-0,05 έως Ski=0,24). Επίσης, οι καμπύλες αυτές είναι μεσόκυρτες έως πλατύκυρτες (K_G=0,80 έως K_G=0,99).

Η αμέσως υπερκείμενη 8η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγμα Α5/20), έχει πάχος 14cm (βάθος 304cm-290cm) και αποτελείται από ένα στρώμα χαλικούχας ιλυούχας άμμου, χρώματος 5YR4/4, που περιέχει ελάχιστα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα. Ο αριθμητικός μέσος του δείγματος του στρώματος αυτού είναι

Mz=2,46φι. Το ποσοστό του οργανικού άνθρακα είναι 0,12% και το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου 31,20%. Η σταθερή απόκλιση είναι σi=5,00 (υπερβολικά φτωχή ταξινόμηση) και η κοκκομετρική καμπύλη δείχνει πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=0,43) και είναι πλατύκυρτη (K_G=0,88).

Η επόμενη προς τα πάνω 7η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Α5/19-Α5/17), έχει πάχος 67cm (βάθος 290cm-223cm) και αποτελείται από ένα στρώμα ελαφρά χαλικούχας ιλύος, χρώματος 5YR4/4. Περιέχει ελάχιστα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, θραύσματα κελυφών γαστεροπόδων και ελάχιστα μικρού μεγέθους ασβεστιτικά συγκρίματα. Οι κόκκοι, που εμφανίζονται, είναι ασβεστολιθικοί και κερατολιθικοί. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων του στρώματος αυτού κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=7,21φι και Mz=7,51φι, δείχνοντας μια σχεδόν σταθερή κοκκομετρική σύσταση να κατέχει το στρώμα σε όλο το πάχος του. Το ποσοστό του οργανικού άνθρακα αυξάνεται ελαφρά προς τα επάνω από 0,17% σε 0,20%. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνεται από 21,67% έως 24,08%. Η ταξινόμηση των δειγμάτων είναι πολύ φτωχή έως υπερβολικά φτωχή (σi=3,42 έως σi=4,16) και οι κοκκομετρικές καμπύλες δείχνουν από θετική ασυμμετρία έως σχεδόν συμμετρική λοξότητα (Ski=0,01 έως Ski=0,27) και είναι πλατύκυρτες έως μεσόκυρτες (K_G=0,80 έως K_G=0,94).

Η αμέσως ανώτερη 6η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγμα Α5/16), έχει πάχος μόλις 5cm (βάθος 223cm-218cm) και αποτελείται από ένα στρώμα αμμούχου χαλικιού, χρώματος 10YR6/2. Τα χαλίκια περιλαμβάνουν ασβεστολιθικούς και κερατολιθικούς κόκκους καθώς και κόκκους εκρηξιγενών πετρωμάτων. Ο αριθμητικός μέσος του δείγματος του στρώματος αυτού είναι Mz=-2,00φι. Το ποσοστό του οργανικού άνθρακα είναι 0,36% και το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου ανέρχεται σε 37,02%. Η σταθερή απόκλιση είναι σi=2,01 (πολύ φτωχή ταξινόμηση) και η κοκκομετρική καμπύλη δείχνει θετική ασυμμετρία (Ski=0,30) και είναι μεσόκυρτη (K_G=0,96).

Η 5η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Α5/15-10), στην οροφή της λιθοφάσης, έχει πάχος 199cm (βάθος 218cm-126cm) και περιλαμβάνει τέσσερα στρώματα, που από κάτω προς τα πάνω και στα αντίστοιχα βάθη έχουν ως εξής:

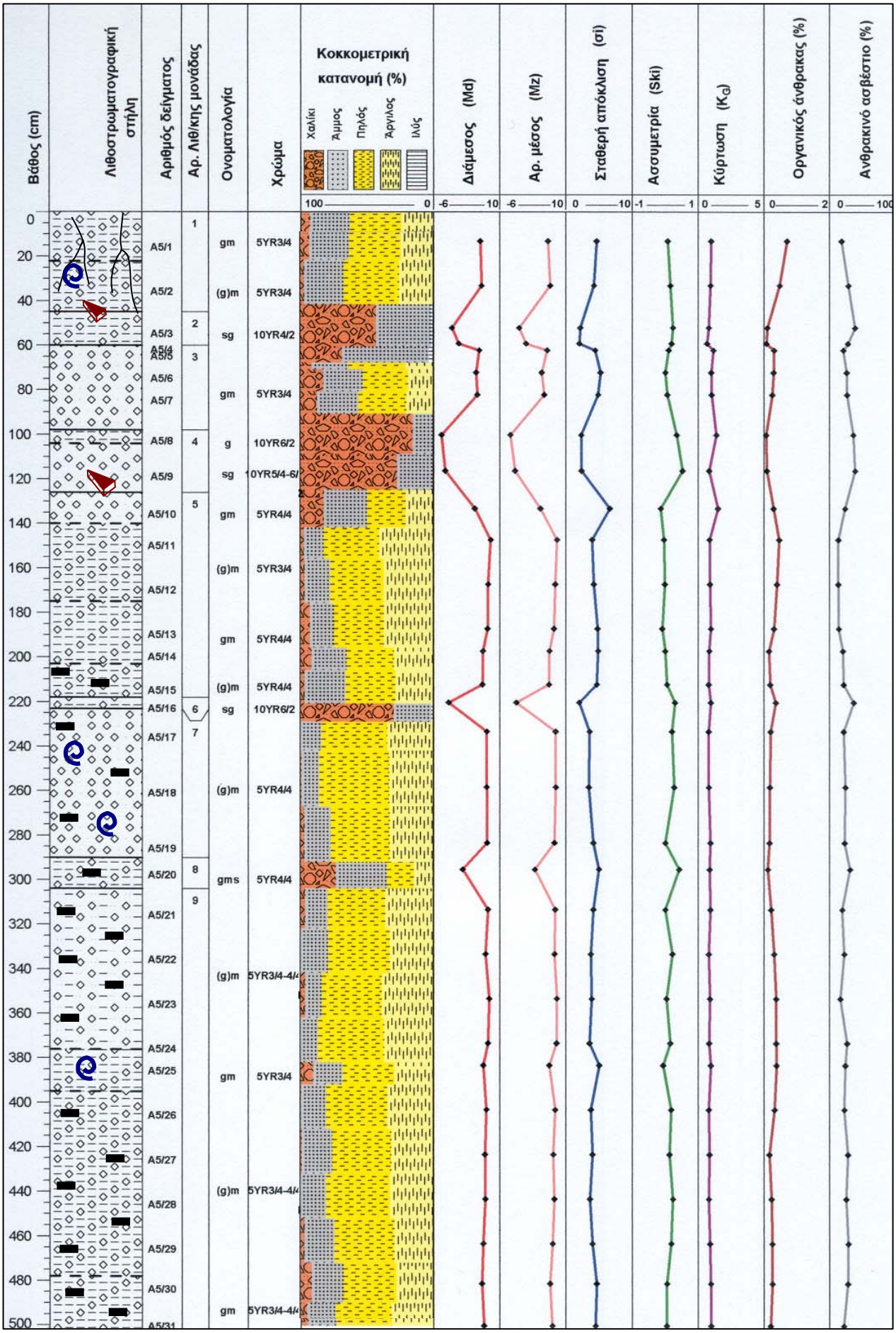
218cm-203cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 5YR3/4 προς 5YR4/4. Περιέχει ελάχιστα σφαιροειδή ασβεστιτικά συγκρίματα και ελάχιστα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

203cm-175cm: Χαλικούχα ιλύς, χρώματος 5YR3/4 προς 5YR4/4, με ελάχιστα σφαιροειδή ασβεστιτικά συγκρίματα.

175cm-140cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 5YR3/4, με ελάχιστα σφαιροειδή ασβεστιτικά συγκρίματα.

140cm-126cm: Χαλικούχα ιλύς, χρώματος 5YR4/4.

Στα χαλίκια των παραπάνω στρωμάτων, περιλαμβάνονται ασβεστολιθικοί και κερατολιθικοί κόκκοι καθώς και κόκκοι εκρηξιγενών πετρωμάτων. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=3,85 φι (δείγμα Α5/10) και Mz=7,87φι (δείγμα Α5/11). Τα ποσοστά του ανθρακικού ασβεστίου και του οργανικού άνθρακα κυμαίνονται από 13,03% έως 23,78% και από 0,15% έως 0,46% αντίστοιχα.

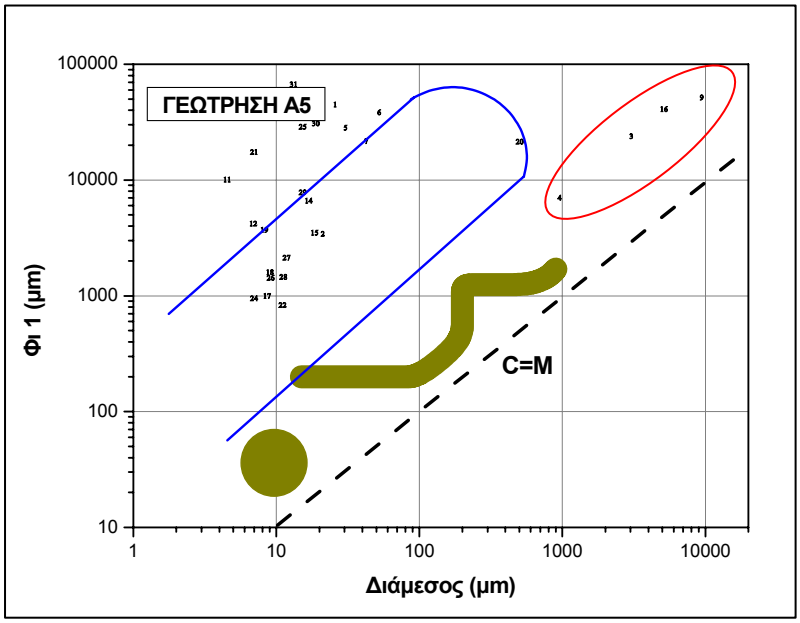


Σχήμα 9.35: Λεπτομερής λιθοστρωματογραφική περιγραφή της γεώτρησης Α5.

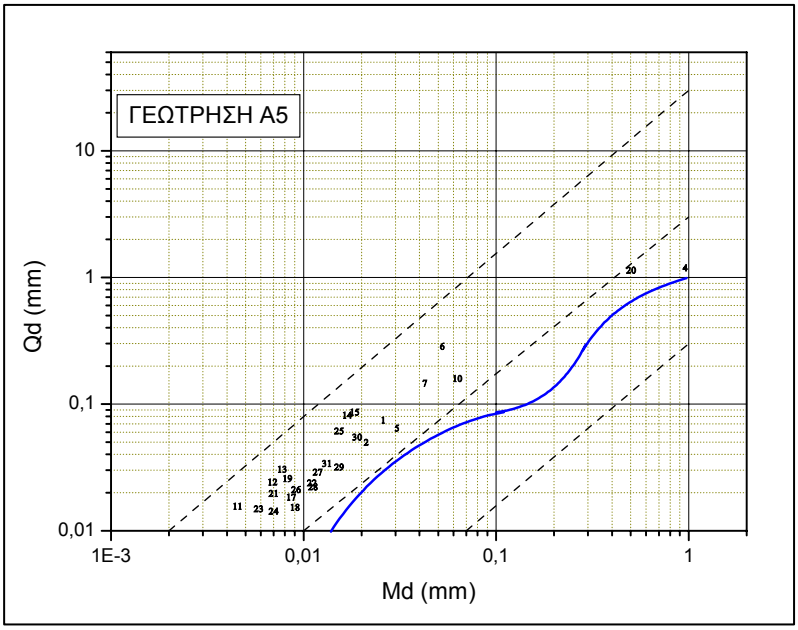
Η ταξινόμηση των υλικών των δειγμάτων του στρώματος είναι πολύ φτωχή έως υπερβολικά φτωχή (σi=3,96 έως σi=5,95). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων του στρώματος είναι σχεδόν συμμετρικές (Ski=-0,09 έως Ski=0,06) και είναι πλατύκυρτες έως μεσόκυρτες (K_G=0,80 έως K_G=1,23).

9.4.5.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης.

Σύμφωνα με το διάγραμμα CM (Passega, 1957 και 1964) και το πεδίο ορισμού σε αυτό των ιλυοροών κατά Bull (1962), τα στρώματα της 1ης λιθοφάσης έχουν αποτεθεί ως ιλυοροές (σχ. 9.36). Εξαίρεση αποτελεί η 6η λιθοστρωματογραφική μονάδα με το λιθολογικό χαρακτήρα του αμμούχου χαλικιού (δείγμα Γ5/16), που δείχνει ένα περιβάλλον αύλακας. Ομοίως, το διάγραμμα κατά Buller & McManus (1973), όπως αυτό τροποποιήθηκε από τους Pe & Piper (1975) και Panagos et al. (1976) επιβεβαιώνει την προαναφερθείσα ερμηνεία (σχ. 9.37).



Σχήμα 9.36: Διάγραμμα CM κατά Passega (1957, 1964). Το πεδίο ιλυοροών (Bull, 1962) περικλείεται από τη γαλάζια γραμμή. Η κόκκινη έλλειψη περικλείει τα δείγματα, που αντιστοιχούν σε αποθέσεις αύλακας.



Σχήμα 9.37: Διάγραμμα Qda-Md κατά Buller & McManus (1974), στο οποίο προβάλλονται τα δείγματα της γεώτρησης Α5. Διακρίνεται το όριο αποθέσεων ιλυοροής (γαλάζια γραμμή).

9.4.5.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (126cm-0cm).

Η δεύτερη λιθοφάση, αποτελεί την οροφή της γεώτρησης και περιλαμβάνει τις λιθοστρωματογραφικές μονάδες 4-1 (δείγματα Α5/9-1), που καλύπτουν ένα πάχος 126cm στον πυρήνα της γεώτρησης (σχ. 9.35).

Η 4η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Α5/9 και Α5/8) της δεύτερης λιθοφάσης έχει πάχος 28cm (βάθος 126cm-98cm) και περιλαμβάνει στο κατώτερο τμήμα της (δείγμα Α5/9, βάθος 126cm-104cm) ένα στρώμα από αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR5/4 προς 10YR6/2 και στο ανώτερο (δείγμα Α5/8, βάθος 104cm-98cm) ένα στρώμα από χαλίκι, χρώματος 10YR6/2. Στα χαλίκια του στρώματος αυτού περιλαμβάνονται ασβεστολιθικοί, κερατολιθικοί και εκρηξιγενείς κόκκοι. Σε βάθος115cm, μέσα στη μάζα του αμμούχου χαλικιού, εντοπίστηκε ένα όστρακο κεραμικού. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=-2,30φι (δείγμα Α5/9) και Mz=-3,48φι (δείγμα Α5/8). Το κοκκομετρικό μέγεθος μειώνεται προς τα κάτω, σχηματίζοντας μια αντίστροφη διαβαθμισμένη στρώση. Τα ποσοστά του ανθρακικού ασβεστίου και του οργανικού άνθρακα αυξάνονται ελαφρά προς τα κάτω από 36,00% σε 39,19% και από 0,06% σε 0,09% αντίστοιχα. Η ταξινόμηση των υλικών των δειγμάτων της λιθοστρωματογραφικής αυτής μονάδας είναι πολύ φτωχή (σi=2,37 και σi=2,03). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δυο αναλυθέντων δειγμάτων δείχνουν πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=0,53 και Ski=0,52) και είναι η μία πλατύκυρτη και η άλλη μεσόκυρτη (K_G=0,83 και K_G=1,08 αντίστοιχα).

Η αμέσως ανώτερη 3η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Α5/7-Α5/8) της δεύτερης λιθοφάσης έχει πάχος 38cm (βάθος 98cm-60cm) και αποτελείται αποκλειστικά από ένα στρώμα χαλικούχας ιλύος, χρώματος 5YR3/4. Τα χαλίκια του στρώματος αποτελούνται από ασβεστολιθικούς, κερατολιθικούς και σπανιότερα από εκρηξιγενείς κόκκους. Εμφανίζονται ελάχιστα ασβεστιτικά συγκρίματα μεγέθους ψηφίδας. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=4,15φι (δείγμα Α5/6) και Mz=5,47φι (δείγμα Α5/5). Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου μειώνεται προς τα πάνω από 26,55% σε 20,85%, ενώ το ποσοστό του οργανικού άνθρακα αυξάνεται ελαφρά προς τα πάνω από 0,25% σε 0,31%. Ο βαθμός ταξινόμησης των υλικών των δειγμάτων του στρώματος αυτού είναι υπερβολικά φτωχός (σi=4,43 έως σi=5,24). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων δείχνουν από σχεδόν συμμετρική λοξότητα έως θετική ασυμμετρία (Ski= 0,01 και Ski=0,11) και είναι μεσόκυρτες έως λεπτόκυρτες (K_G=0,99 έως K_G=1,17).

Η επόμενη 2η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Α5/4 και Α5/3) της δεύτερης λιθοφάσης έχει πάχος 15cm (βάθος 60cm-45cm) και περιλαμβάνει ένα στρώμα από αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR4/2, που εμφανίζει αντίστροφη διαβαθμισμένη στρώση. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων του στρώματος αυτού κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=0,33φι (δείγμα Α5/4) και Mz=-1,33φι (δείγμα Α5/3). Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου αυξάνεται προς τα πάνω από 27,63% σε 38,69%, ενώ το ποσοστό του οργανικού άνθρακα αυξάνεται επίσης προς τα πάνω πολύ ελαφρά, από 0,08% σε 0,10%. Τα χαλίκια περιλαμβάνουν κερατολιθικούς, ασβεστολιθικούς και εκρηξιγενείς κόκκους.

Η ταξινόμηση των υλικών των δειγμάτων του στρώματος αυτού είναι πολύ φτωχή (σi=2,03 και σi=2,18). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων δείχνουν θετική ασυμμετρία (Ski=0,20 και Ski=0,24) και είναι πλατύκυρτες (K_G=0,68 και K_G=0,82).

Η ανώτατη 1η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Α5/2 και Α5/1) της δεύτερης λιθοφάσης, που αποτελεί και την οροφή της γεώτρησης έχει πάχος 45cm (βάθος 45cm-0cm) και περιλαμβάνει στο κατώτερο τμήμα της (δείγμα Α5/2, βάθος 45cm-22cm) ένα στρώμα ελαφρά χαλικούχας ιλύος, χρώματος 5YR3/4 και στο ανώτερο (δείγμα Α5/1, βάθος 22cm-0cm) χαλικούχα ιλύ, χρώματος 5YR3/4. Τα στρώματα αυτά συνιστούν τον εδαφικό ορίζοντα, που είναι συγχρόνως και ο ορίζοντας άροσης. Περιέχουν υπολείμματα ριζιδίων φυτών και ένα κέλυφος *Helix pomatia* μεγέθους 3mm σε βάθος 30cm. Επίσης σε βάθος 45cm βρέθηκαν θραύσματα κεραμικών. Τα χαλίκια έχουν σύσταση ασβεστολιθική και κερατολιθική. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων είναι Mz=6,17φι (δείγμα Α5/2)και Mz=5,70φι (δείγμα Α5/1). Το κοκκομετρικό μέγεθος μειώνεται προς τα κάτω, σχηματίζοντας μια αντίστροφη διαβαθμισμένη στρώση. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου αυξάνεται προς τα κάτω από 18,25% σε 28,60%, ενώ το ποσοστό του οργανικού άνθρακα μειώνεται ελαφρά προς τα κάτω από 0,70% σε 0,48%. Η ταξινόμηση των υλικών των δειγμάτων του στρώματος αυτού είναι υπερβολικά φτωχή (σi=4,23 και σi=4,65). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων δείχνουν από σχεδόν συμμετρική λοξότητα μέχρι και πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=0,08 και Ski=0,16) και είναι μεσόκυρτες (K_G= 0,95 και K_G=1,01). Η δεύτερη λιθοφάση συγκροτείται από μικρού πάχους ακολουθίες με μειούμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος (δείγματα Α5/9-Α5/5 και δείγματα Α5/4-Α5/1).

9.4.5.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ηςλιθοφάσης.

Τα στρώματα της 2ηςλιθοφάσης χαρακτηρίζονται από εναλλαγές αποθέσεων ιλυορροής και αποθέσεων αύλακας ροής, όπως προκύπτει από τις τιμές σταθερής απόκλισης των δειγμάτων και από τις προβολές των αναλυθέντων δειγμάτων της λιθοφάσης στο διάγραμμα CM (Passega, 1957 και 1964), όπως συμπληρώθηκε από τον Bull (1962) (σχ. 9.36) και στο διάγραμμα κατά Buller & McManus (1973) (σχ. 9.37), όπως συμπληρώθηκε από τους Pe & Piper (1975) και Panagos et al. (1976).

Στο βάθος 126cm-98cm, το αμμούχο χαλίκι (δείγμα Α5/9) και το χαλίκι (δείγμα Α5/8), έχουν μεταφερθεί με κύλιση και έχουν αποτεθεί εντός της ποτάμιας αύλακας ενός αλλουβιακού ριπιδίου. Η ύπαρξη κεραμικού οστράκου στο βάθος των 115cm, σηματοδοτεί ορίζοντα ανθρώπινης κατοίκησης.

Στο βάθος 98cm-60cm, αποτίθεται υπερβολικά φτωχά ταξινομημένη χαλικούχα ιλύς (δείγματα Α5/7 έως Α5/5), που αποτελεί απόθεση ιλυορροής.

Επάνω στο στρώμα αυτό αποτίθεται αμμούχο χαλίκι (δείγματα Α5/4 και Α5/3) σε βάθος 60cm-45cm, το οποίο έχει μεταφερθεί με κύλιση και έχει αποτεθεί εντός της προαναφερθείσας ποτάμιας αύλακας.

Τα δείγματα Α5/2 και Α5/1 (βάθος 45cm-0cm) αποτελούν τον εδαφικό ορίζοντα και αποτελούνται από ελαφρά χαλικούχα και χαλικούχα ιλύ, που είναι ιζήματα ιλυορροής.

9.4.6. Περιγραφή της γεώτρησης Α6.

Η γεώτρηση αυτή απέχει 70m βόρεια-βορειοανατολικά της προηγούμενης γεώτρησης Α5 (σχ. 9.1) και πραγματοποιήθηκε σε υψόμετρο +281,90m. Έφτασε σε βάθος 597cm και χωρίζεται σε επτά (7) λιθοστρωματογραφικές μονάδες (σχ. 9.38), που συγκροτούν μια λιθοφάση και περιγράφονται αμέσως παρακάτω. Οι κροκάλες και οι ψηφίδες όλων των μονάδων της γεώτρησης αυτής συνίστανται από ασβεστολιθικούς, κερατολιθικούς και εκρηξιγενείς κόκκους.

Η 7η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Α6/38-Α6/34, βάθος 597cm-504cm) της βάσης της γεώτρησης αποτελείται από ελαφρά χαλικούχα ιλύ χρώματος 10YR3/3, με εμφανίσεις απανθρακωμένων φυτικών υπολειμμάτων. Το κοκκομετρικό μέγεθος των δειγμάτων παραμένει σχεδόν σταθερό σε όλο το πάχος της μονάδας (Mz=6,63φι έως Mz=7,19φι). Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 26,97% και 39,01%, ενώ το ποσοστό του οργανικού άνθρακα κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0,23% και 0,29%. Ο βαθμός ταξινόμησης των αναλυθέντων δειγμάτων είναι πολύ φτωχός έως υπερβολικά φτωχός (σi=3,85 έως σi=4,22). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων του στρώματος δείχνουν θετική ασυμμετρία (Ski=0,14 έως Ski= 0,27) και είναι πλατύκυρτες (K_G=0,72 έως K_G=0,84).

Η αμέσως υπερκείμενη 6η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Α6/33-Α6/28) έχει πάχος 124 cm και περιλαμβάνει από κάτω προς τα πάνω τέσσερα στρώματα, που μαζί με τα αντίστοιχα βάθη τους έχουν ως εξής:

504cm-480cm: Χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR3/3, με σπάνια απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα. Στα χαλίκια, που είναι στο σύνολό τους γωνιώδη, κυριαρχούν οι ασβεστολιθικοί κόκκοι και οι κόκκοι των εκρηξιγενών πετρωμάτων.

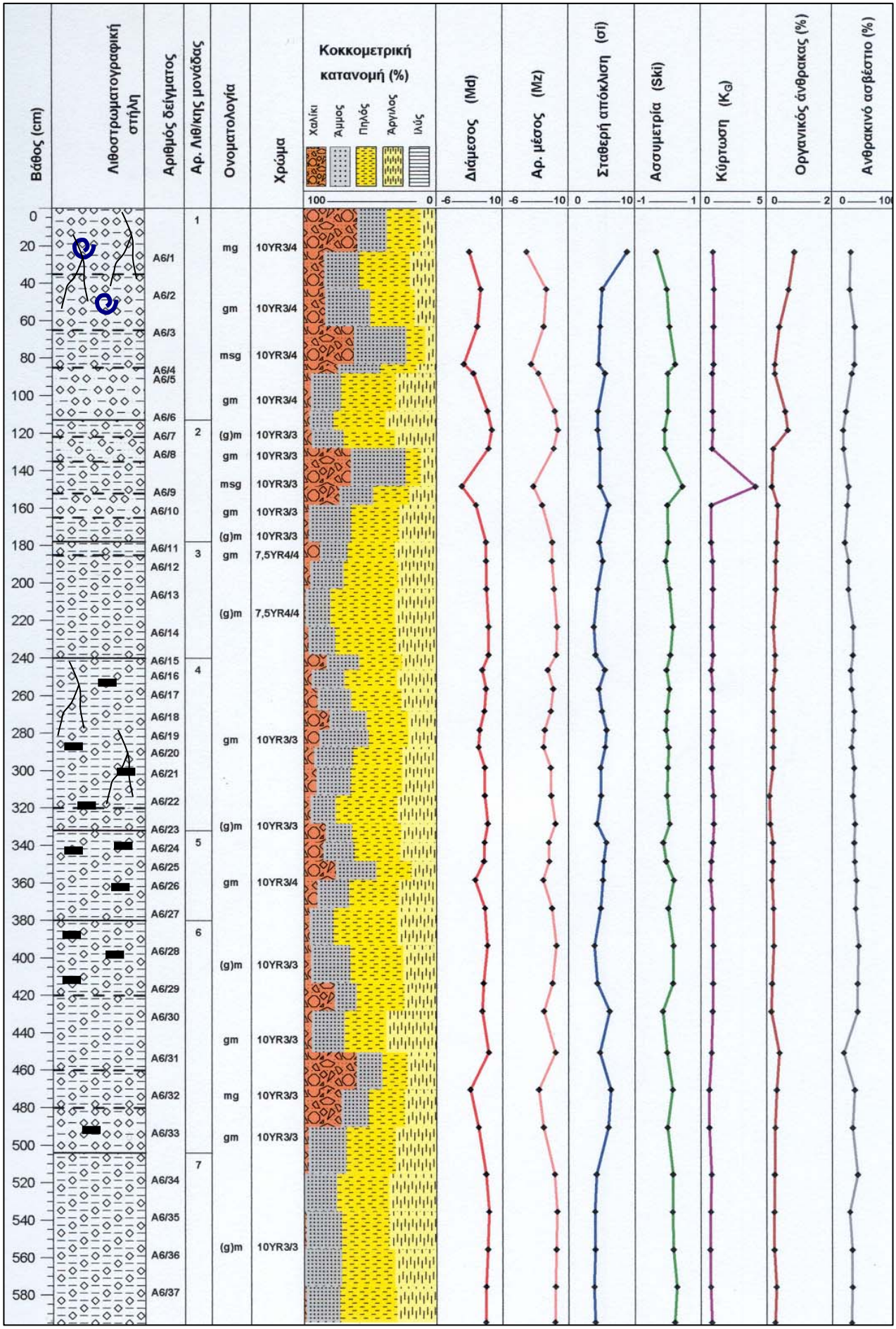
480cm-460cm: Ιλυούχο χαλίκι, χρώματος 10YR3/3. Τα χαλίκια αποτελούνται από γωνιώδεις ασβεστολιθικούς και εκρηξιγενείς κόκκους.

460cm-420cm: Χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR3/3. Οι κόκκοι είναι ασβεστολιθικοί και εκρηξιγενείς.

420cm-380cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR3/3, με λίγα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα. Στα χαλίκια κυριαρχούν οι ασβεστολιθικοί και οι κερατολιθικοί κόκκοι.

Το κοκκομετρικό μέγεθος των δειγμάτων της μονάδας αυτής κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=2,79φι και Mz=6,98φι. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 17,53% και 40,31%, ενώ το ποσοστό του οργανικού άνθρακα κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0,14% και 0,39%. Η ταξινόμηση των υλικών της μονάδας είναι πολύ φτωχή έως υπερβολικά φτωχή (σi=3,90 έως σi=6,39). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων του στρώματος δείχνουν αρνητική έως θετική ασυμμετρία (Ski=-0,15 έως Ski=0,17) και είναι πολύ πλατύκυρτες έως μεσόκυρτες (K_G=0,64 έως K_G=0,95).

Η επόμενη 5η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Α6/27-Α6/24) έχει πάχος 48cm (βάθος 380cm-332cm) και αποτελείται από ένα στρώμα χαλικούχας ιλύος, χρώματος 10YR3/4. Η χαλικούχα ιλύς εμφανίζει απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και λίγα φυτικά ριζίδια. Το κοκκομετρικό μέγεθος των δειγμάτων αυτής της λιθοστρωματογραφικής μονάδας κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=3,80φι και Mz=5,97φι.



Σχήμα 9.38: Λεπτομερής λιθοστρωματογραφική περιγραφή της γεώτρησης Α6.

Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 33,80% και 36,91%, ενώ το ποσοστό του οργανικού άνθρακα κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0,16% και 0,21%. Οι ψηφίδες αποτελούνται από ασβεστολιθικούς, κερατολιθικούς και εκρηξιγενείς κόκκους. Η ταξινόμηση του υλικού του στρώματος είναι υπερβολικά φτωχή (σi=4,85 έως σi=5,71). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων του στρώματος δείχνουν αρνητική έως θετική ασυμμετρία (Ski=-0,14 έως Ski=0,18) και είναι πλατύκυρτες έως μεσόκυρτες (K_G=0,76 έως K_G=0,94).

Η 4η λιθοστρωματογραφική μονάδα έχει πάχος 92cm (δείγματα Α6/23-Α6/16). Στο κατώτερο τμήμα της (332cm-320cm) περιλαμβάνει ένα στρώμα με ελαφρά χαλικούχα ιλύ, χρώματος 10YR3/3, που περιέχει φυτικά ριζίδια, απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και ασβεστιτικά συγκρίματα. Το ανώτερο τμήμα της (320cm-240cm) αποτελείται από ένα στρώμα χαλικούχας ιλύος, χρώματος 10YR3/3 με ασβεστολιθικές, κερατολιθικές και εκρηξιγενείς κροκάλες. Η χαλικούχα ιλύς περιέχει ελάχιστα σφαιροειδή ασβεστιτικά συγκρίματα και λίγα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, τα οποία αυξάνουν σημαντικά κάτω από το βάθος των 292cm. Στο βάθος αυτό εμφανίζονται και φυτικά ριζίδια. Το κοκκομετρικό μέγεθος των δειγμάτων αυτής της λιθοστρωματογραφικής μονάδας κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=3,91φι και Mz=6,82φι. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 28,35% και 35,24%, ενώ το ποσοστό του οργανικού άνθρακα κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0,09% και 0,26%. Οι ψηφίδες αποτελούνται από ασβεστολιθικούς, κερατολιθικούς και εκρηξιγενείς κόκκους. Η ταξινόμηση των υλικών της μονάδας είναι υπερβολικά φτωχή (σi=4,26 έως σi=5,75). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων του στρώματος είναι σχεδόν συμμετρικές (Ski=-0,03 έως Ski=0,06) και πλατύκυρτες έως μεσόκυρτες (K_G=0,80 έως K_G=1,01).

Η 3η λιθοστρωματογραφική μονάδα έχει πάχος 55cm (δείγματα Α6/15-Α6/12) και περιλαμβάνει στο μεγαλύτερο μέρος της (240cm-185cm) ένα στρώμα ελαφρά χαλικούχας ιλύος, χρώματος 7,5YR4/4 και στην οροφή της (185cm-178cm) ένα στρώμα από χαλικούχα ιλύ, χρώματος επίσης 7,5YR4/4. Το κοκκομετρικό μέγεθος των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=5,98φι και Mz=7,18φι. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 25,07% και 32,22% και το ποσοστό του οργανικού άνθρακα κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0,21% και 0,28%. Οι ψηφίδες έχουν σύσταση ασβεστολιθική, κερατολιθική και εκρηξιγενή. Η ταξινόμηση των υλικών των δειγμάτων είναι πολύ φτωχή έως υπερβολικά φτωχή (σi=3,80 έως σi=5,18). Οι κοκκομετρικές καμπύλες εμφανίζουν θετική συμμετρία έως σχεδόν συμμετρική λοξότητα (Ski=-0,06 έως Ski= 0,16) και είναι πλατύκυρτες έως μεσόκυρτες (K_G=0,88 έως K_G=0,93).

Η 2η λιθοστρωματογραφική μονάδα έχει πάχος 65cm (δείγματα Α6/11-Α6/7) και περιλαμβάνει από κάτω προς τα πάνω τα στρώματα: ελαφρά χαλικούχα ιλύ (122cm-113cm, δείγμα Α6/11), χαλικούχα ιλύ (135cm-122cm, δείγμα Α6/10), ιλυούχο αμμούχο χαλίκι (152cm-135cm, δείγμα Α6/9), χαλικούχα ιλύ (165cm-152cm, δείγμα Α6/8) και ελαφρά χαλικούχα ιλύ (178cm-165cm, δείγμα Α6/7). Το χρώμα όλων των στρωμάτων της μονάδας αυτής είναι 10YR3/3. Το κοκκομετρικό μέγεθος των δειγμάτων της μονάδας αυτής κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz= 1,47φι και Mz=7,39φι. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνεται μεταξύ των τιμών

17,20% και 25,38%, ενώ το ποσοστό του οργανικού άνθρακα κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0,16% και 0,65%. Οι κροκάλες και οι ψηφίδες έχουν σύσταση ασβεστολιθική, κερατολιθική και εκρηξιγενή. Η ταξινόμηση των υλικών της λιθοστρωματογραφικής μονάδας είναι υπερβολικά φτωχή (σi=4,41 έως σi=6,06). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων του στρώματος δείχνουν από σχεδόν συμμετρική λοξότητα έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=-0,09 έως Ski=0,45) και είναι πλατύκυρτες έως υπερβολικά λεπτόκυρτες (K_G=0,81 έως K_G=4,17).

Η ανώτερη 1η λιθοστρωματογραφική μονάδα, που αποτελεί και την οροφή της γεώτρησης, έχει πάχος 113cm και περιλαμβάνει τέσσερα στρώματα, που από κάτω προς τα πάνω με τα αντίστοιχα βάθη τους έχουν ως εξής:

113cm-85cm: Χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR3/4.

85cm-65cm: Ιλυούχο αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR3/4.

65cm-35cm: Χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR3/4. Βρέθηκε ένα κέλυφος *Helix pomatia* διαμέτρου 1 cm.

35cm-0cm: Ιλυούχο χαλίκι, χρώματος 10YR3/4. Ορίζοντας άροσης που περιέχει φυτικά ριζίδια και κελύφη *Helix pomatia*.

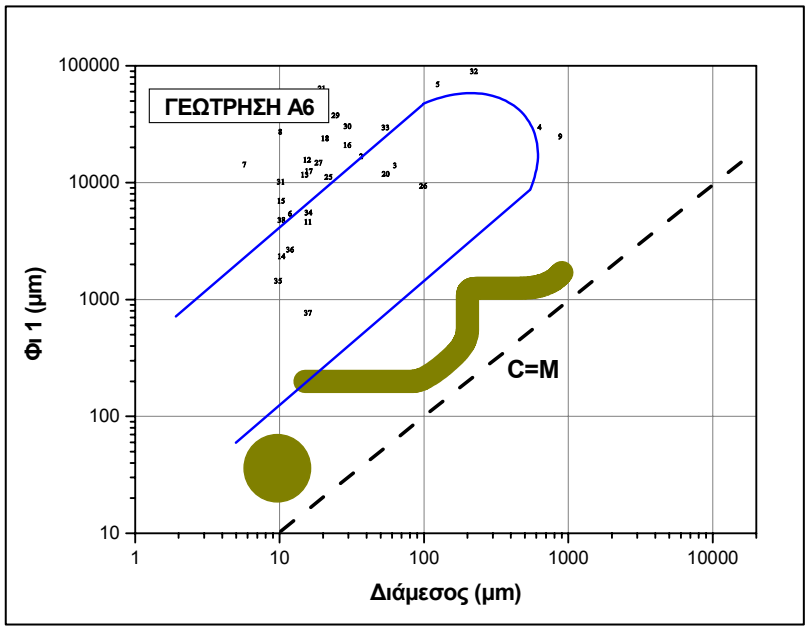
Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων του στρώματος της οροφής της γεώτρησης κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=-0,12φι και Mz=6,68φι. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 21,72% και 35,02%. Ο οργανικός άνθρακας μειώνεται γενικά από πάνω προς τα κάτω μέχρι του βάθους των 100cm, από 0,86% σε 0,26%. Οι κροκάλες και οι ψηφίδες προέρχονται από ασβεστόλιθους, κερατόλιθους και εκρηξιγενή πετρώματα. Η ταξινόμηση των υλικών των δειγμάτων της γεώτρησης είναι υπερβολικά φτωχή (σi=4,55 έως σi=8,89). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων της λιθοστρωματογραφικής μονάδας δείχνουν πολύ αρνητική έως θετική ασυμμετρία (Ski=-0,34 έως Ski=0,23) και είναι πλατύκυρτες έως μεσόκυρτες (K_G=0,89 έως K_G=1,02).

9.4.6.1. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της γεώτρησης Α6.

Η ύπαρξη εκρηξιγενών κόκκων σε όλα τα δείγματα και η έλλειψη ψαμμιτικού υλικού, πιστοποιεί την προέλευση των υλικών της γεώτρησης από το βόρειο τμήμα της περιοχής (ριπίδιο Δρυμαίας).

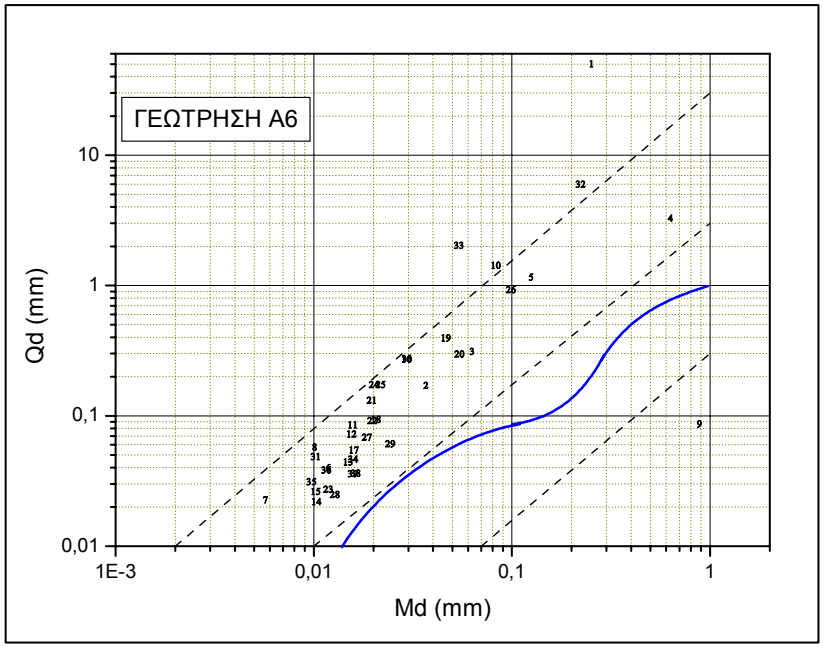
Η πλειοψηφία των στρωμάτων της λιθοστρωματογραφικής στήλης δείχνουν υπερβολικά φτωχή ταξινόμηση με σταθερή απόκλιση, που κυμαίνεται μεταξύ των τιμών σi=4,07-8,89. Εξαίρεση αποτελούν τα δείγματα Α6/14, Α6/28, Α6/35 και Α6/37, που είναι πολύ φτωχά ταξιθετημένα με τιμές τυπικής απόκλισης να κυμαίνονται μεταξύ 3,80 και 3,98.

Η ανάλυση των δεδομένων, για την εύρεση του τρόπου μεταφοράς των ιζημάτων, με τη χρήση των προβολών στο διάγραμμα CM (σχ. 9.39) κατά Passega (1957 και 1964), όπως συμπληρώθηκε από τον Bull (1962) καθώς και οι τιμές της σταθερής απόκλισης των δειγμάτων έδειξαν ότι, τα ιζήματα της γεώτρησης αυτής είναι ιλυοροές. Επίσης, σύμφωνα με το διάγραμμα Buller & McManus (1973) (σχ. 9.40), όπως συμπληρώθηκε από τους Pe & Piper (1975) και Panagos et al. (1976) επιβεβαιώνεται ο χαρακτήρας ιλυορροής της λιθοφάσης.



Σχήμα 9.39: Διαγράμματα CM (αριστερά) κατά Passega (1957, 1964). Η γαλάζια γραμμή οριοθετεί το πεδίο ιλυορροών (Bull, 1962).

Σχήμα 9.40: Διάγραμμα Qda-Md κατά Buller & McManus (1974), στο οποίο προβάλλονται τα δείγματα της γεώτρησης Α6. Διακρίνεται το όριο αποθέσεων ιλυορροής (γαλάζια γραμμή).



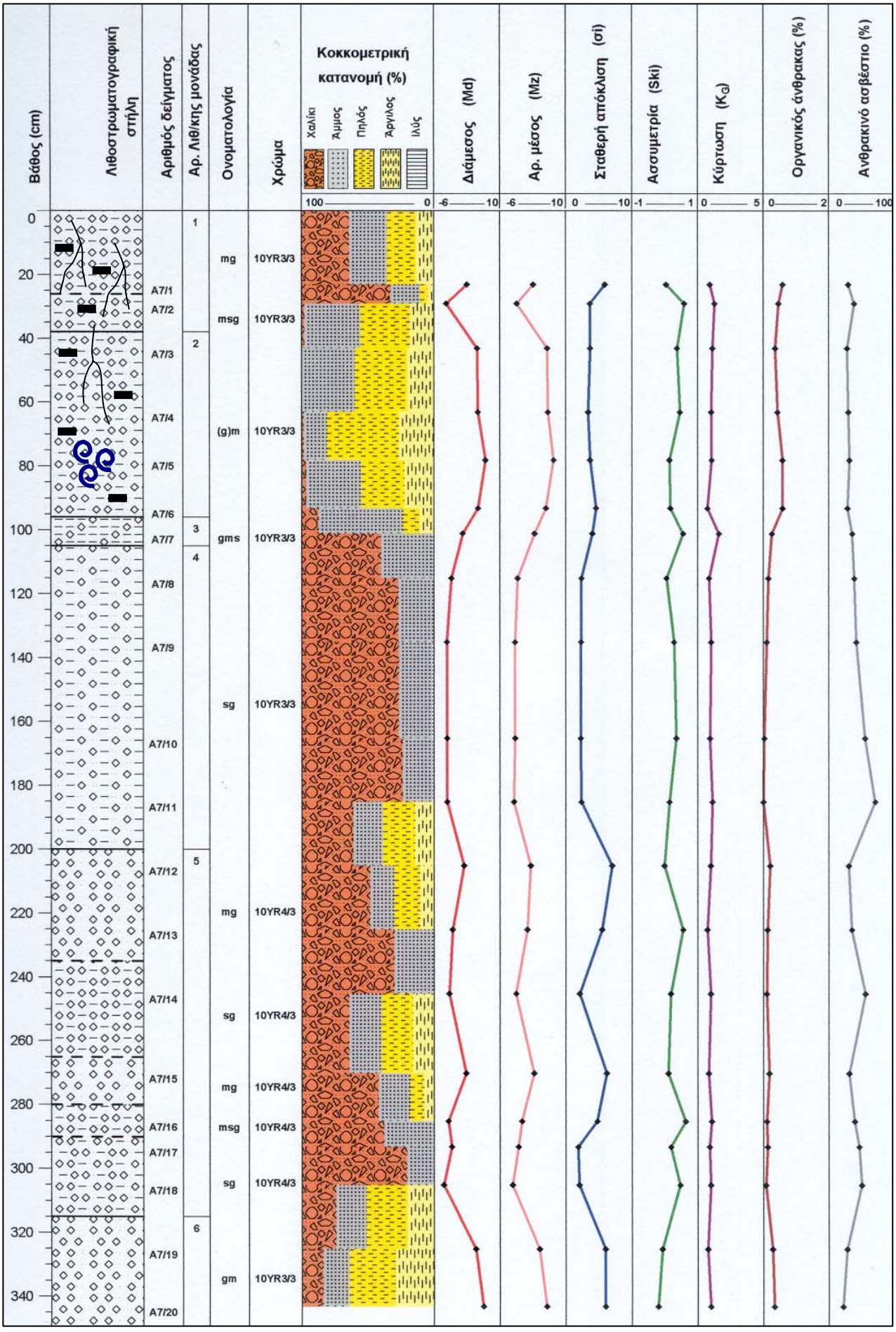
9.4.7. Περιγραφή της γεώτρησης Α7.

Η γεώτρηση αυτή απέχει 107m βόρεια-βορειοανατολικά της προηγούμενης γεώτρησης Α6 (σχ. 9.1), βρίσκεται σε υψόμετρο +283,90m και έφτασε σε βάθος 350cm. Διακρίνονται έξι (6) λιθοστρωματογραφικές μονάδες, που συγκροτούν μια λιθοφάση, όπως φαίνεται και στη λιθοστρωματογραφική στήλη του σχήματος 9.41. Το αδρόκοκκο υλικό όλων των δειγμάτων αυτής της γεώτρησης, αποτελείται από ασβεστολιθικούς, κερατολιθικούς και εκρηξιγενείς κόκκους, το μεγαλύτερο ποσοστό των οποίων είναι γωνιώδη.

Η κατώτερη 6η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Α7/20 και Α7/19) έχει πάχος 45cm (350cm-315cm) και αποτελείται από ένα στρώμα χαλικούχας ιλύος, χρώματος 10YR3/3. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων του στρώματος της βάσης της γεώτρησης είναι Mz=5,37φι (δείγμα Α7/20) και Mz=3,62φι (δείγμα Α7/19). Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνεται από 27,78% έως 21,72%, ενώ το ποσοστό του οργανικού άνθρακα κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0,28% και 0,33%. Η ταξινόμηση αυτών των δειγμάτων είναι υπερβολικά φτωχή (σi=6,01 και σi=5,99). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων του στρώματος δείχνουν πολύ αρνητική ασυμμετρία έως σχεδόν συμμετρική λοξότητα (Ski=-0,07 έως Ski=-0,20) και είναι η μία πλατύκυρτη (K_G=0,77) και η άλλη μεσόκυρτη (K_G=1,00).

Η αμέσως υπερκείμενη 5η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Α7/18-Α7/12) έχει πάχος 115 cm και περιλαμβάνει από κάτω προς τα πάνω τα στρώματα: αμμούχο χαλίκι (315cm-290cm, δείγματα Α7/18 και Α7/17), ιλυούχο αμμούχο χαλίκι (290cm-280cm, δείγμα Α7/16), ιλυούχο χαλίκι (280cm-265cm, δείγμα Α7/15), αμμούχο χαλίκι (265cm-235cm, δείγμα Α7/14) και ιλυούχο χαλίκι (235cm-200cm, δείγματα Α7/13 και Α7/13). Το χρώμα όλων αυτών των χαλικούχων στρωμάτων είναι 10YR4/3. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων της μονάδας αυτής κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=-2,94φι και Mz=2,30φι. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνεται από 30,30% έως 56,04%, ενώ το ποσοστό του οργανικού άνθρακα κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0,08% και 0,20%. Η ταξινόμηση αυτών των δειγμάτων είναι φτωχή έως υπερβολικά φτωχή (σi= 1,86 και σi=7,00). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων του στρώματος δείχνουν πολύ θετική ασυμμετρία έως σχεδόν συμμετρική λοξότητα (Ski=0,63 έως Ski=-0,01) και είναι πλατύκυρτες έως μεσόκυρτες (K_G=0,75 έως K_G=1,07).

Η επόμενη προς τα πάνω 4η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Α7/11-Α7/8) έχει πάχος 95cm (200cm-105cm) και αποτελείται από ένα στρώμα με αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR3/3. Τα χαλίκια είναι γενικά γωνιώδη και είναι περιδοτιτικής, ασβεστολιθικής και κερατολιθικής σύστασης. Οι ασβεστολιθικές κροκάλες είναι μεγαλύτερες σε μέγεθος, οι κερατολιθικές διαφόρων χρωμάτων. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων του αμμούχου χαλικιού κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=-2,60φι και Mz=-1,70φι. Το ανθρακικό ασβέστιο μειώνεται προς τα πάνω από 71,16% σε 39,10%, ενώ τα ποσοστά του οργανικού άνθρακα αυξάνονται προς τα πάνω από 0,00% σε 0,15%. Τα δείγματα είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα (σi=2,24 και σi=2,38) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες δείχνουν από σχεδόν συμμετρική λοξότητα έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski= 0,05 έως Ski=0,35) και είναι πλατύκυρτες έως λεπτόκυρτες (K_G=0,86 έως K_G=1,12).



Σχήμα 9.41: Λεπτομερής λιθοστρωματογραφική περιγραφή της γεώτρησης Α7.

Επάνω στο αμμούχο χαλίκι έχει αποτεθεί λεπτό στρώμα χαλικούχας ιλυούχας άμμου (3η λιθοστρωματογραφική μονάδα, δείγμα Α7/7), χρώματος 10YR3/3 και πάχους μόλις 9cm. Έχει αριθμητικό μέσο Mz=2,39φι, ποσοστό ανθρακικού ασβεστίου 35,90% και ποσοστό οργανικού άνθρακα που ανέρχεται σε 0,26%. Το δείγμα έχει σταθερή απόκλιση σi=4,02 (υπερβολικά φτωχή ταξινόμηση), και η κοκκομετρική του καμπύλη δείχνει πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=0,56) και είναι πολύ λεπτόκυρτη (K_G=1,62).

Η επόμενη 2η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Α7/6-Α7/3) έχει πάχος 58cm και αποτελείται από ένα στρώμα ελαφρά χαλικούχας ιλύος, χρώματος 10YR3/3, που περιέχει φυτικά ριζίδια, απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και γαστερόποδα του είδους *Helix pomatia*. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων της ελαφρά χαλικούχας ιλύος κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=5,19φι και Mz=7,04φι.

Το ανθρακικό ασβέστιο κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 27,85% και 31,53%. Τα ποσοστά του οργανικού άνθρα-κα μειώνονται προς τα πάνω από 0,59% σε 0,36%. Τα δείγματα είναι πολύ φτωχά έως υπερβολικά φτωχά ταξινομημένα (σi=3,38 και σi=4,57) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες δείχνουν θετική έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=0,14 έως Ski=0,46) και είναι πλατύκυρτες έως λεπτόκυρτες (K_G=0,76 έως K_G=1,13).

Το ανώτερο τμήμα της γεώτρησης (1η λιθοστρωματογραφική μονάδα, δείγματα Α7/2 και Α7/1) έχει πάχος 38cm και αποτελείται στη βάση (38cm-26cm) από ιλυούχο αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR3/3, που περιέχει φυτικά ριζίδια και λίγα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και στην κορυφή (26cm-0cm) από ιλυούχο χαλίκι, χρώματος 10YR3/3 με φυτικά ριζίδια και αρκετά απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων των δυο στρωμάτων της οροφής της γεώτρησης είναι Mz=-1,92φι (δείγμα Α7/2) και Mz= 2,11φι (δείγμα Α7/1). Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνεται από 29,78% έως 38,94%, ενώ το ποσοστό του οργανικού άνθρακα κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0,46% και 0,59%. Η ταξινόμηση αυτών των δειγμάτων είναι από πολύ φτωχή έως και υπερβολικά φτωχή (σi=3,66 και σi=5,95). Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων του στρώματος δείχνουν πολύ θετική ασυμμετρία έως σχεδόν συμμετρική λοξότητα (Ski= 0,59 έως Ski=0,04) και είναι η μία λεπτόκυρτη (K_G=1,29) και η άλλη μεσόκυρτη (K_G=0,92). Το κατώτερο και μεσαίο τμήμα της γεώτρησης αυτής δείχνει μια ακολουθία με αυξανόμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος.

9.4.7.1. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της γεώτρησης Α7.

Η απόθεση των υλικών στη θέση της γεώτρησης Α7 αρχίζει σε βάθος 350cm-315cm με ένα στρώμα χαλικούχας ιλύος της 6ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας (δείγματα Α7/20 και Α7/19), που λόγω της υπερβολικά φτωχής ταξινόμησης δηλώνει ότι, η λιθολογία αυτή προκύπτει από την απόθεση ιλυοροής.

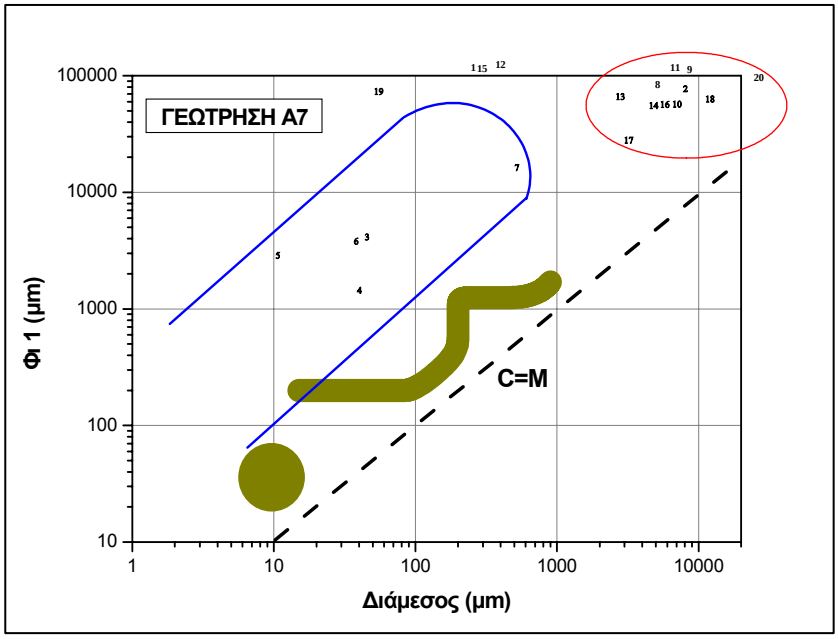
Τα υλικά της 5ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας περιλαμβάνουν στρώματα, που έχουν αποτεθεί εναλλάξ ως αποθέσεις αύλακας και ως ιζήματα ιλυοροής. Συγκεκριμένα τα υπερβολικά φτωχά ταξινομημένα δείγματα του ιλυούχου χαλικιού (δείγματα Α7/15,13,12) αποτελούν αποθέσεις ιλυοροής, ενώ το αμμούχο χαλίκι (δείγματα Α7/18, Α7/17 και Α7/14) και το ιλυούχο αμμούχο χαλίκι (δείγμα Α7/16) έχουν μεταφερθεί σε συνθήκες υψηλής ενάργειας με κύλιση και είναι αποθέσεις αύλακας ροής (σχ. 9.42 και 9.43).

Το πολύ φτωχά ταξινομημένο αμμούχο χαλίκι της 4ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας (δείγματα Α7/11-Α7/8) έχει μεταφερθεί επίσης με κύλιση και αποτελεί απόθεση αύλακας ροής.

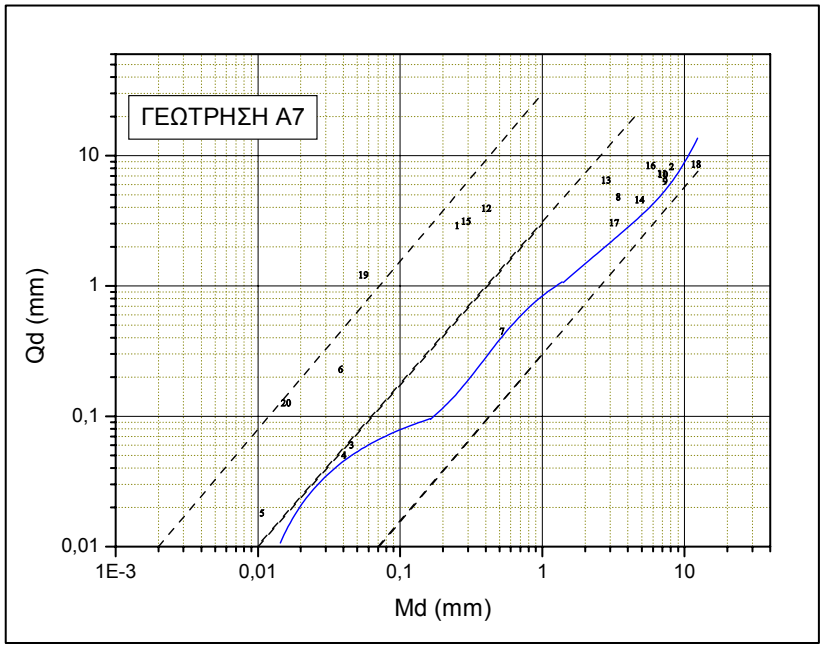
Η χαλικούχα ιλυούχα άμμος της 3ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας (δείγμα Α7/7) και η ελαφρά χαλικούχα ιλύς της βάσης της 2ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας (δείγμα Α7/6) είναι ιζήματα ιλυορροής.

Τα υπόλοιπα δείγματα ελαφρά χαλικούχας ιλύος της 2ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας (δείγματα Α7/5-Α7/3) είναι επίσης ιζήματα ιλυορροής του αλλουβιακού ριπιδίου της Δρυμαίας (σχ. 9.42 και 9.43).

Τα υπερβολικά φτωχά ταξινομημένα δείγματα του ιλυούχου αμμούχου χαλικιού (δείγμα Α7/2) και του ιλυούχου χαλικιού του εδαφικού ορίζοντα (δείγμα Α7/1) αποτελούν αποθέσεις δεβριτικής ροής.



Σχήμα 9.42:Διάγραμμα CM κατά Passega (1957 και 1964). Το πεδίο ιλυορροών κατά (Bull, 1962) οριοθετείται από τη γαλάζια γραμμή. Η κόκκινη έλλειψη περικλείει τα δείγματα, που έχουν αποτεθεί σε αύλακα ροής.



Σχήμα 9.39: Απεικόνιση των σημείων στο διάγραμμα Md-Qda κατά Buller & McManus (1972), στο οποίο προβάλλονται τα δείγματα της γεώτρησης Α6. Διακρίνεται το όριο αποθέσεων ιλυορροής (γαλάζια γραμμή).

9.4.8. Σύγκριση αποτελεσμάτων περιβαλλόντων απόθεσης της τομής ΑΑ΄.

Η ιζηματογένεση στην περιοχή του σιδηροδρομικού σταθμού Λιλαίας (τομή ΑΑ΄) αρχίζει σε βάθος 560cm, στη θέση της γεώτρησης Α2 και φτάνει μέχρι το βάθος των 165cm. Συγχρόνως το ρεύμα λειτουργεί και στη θέση της γεώτρησης Α1 και Α3, σε αντίστοιχα βάθη 435cm-66cm και 570cm-132cm.

Όταν το ρεύμα λειτουργεί σε βάθος 165cm στη θέση της γεώτρησης Α2, παύει να λειτουργεί στη θέση αυτή ως αύλακα και μέχρι την επιφάνεια του εδάφους χαρακτηρίζει "proximal" θέσεις ενός πλημμυρικού πεδίου.

Κατά τη διάρκεια λειτουργίας της αύλακας στη θέση της γεώτρησης Α2, η θέση της γεώτρησης Α1 χαρακτηρίζεται ως πλημμυρική θέση στο βάθος 490cm-435cm. Αμέσως μετά λειτουργεί σαν τμήμα της ευρείας αύλακας του ποταμού μέχρι το βάθος των 66cm, και λειτουργεί έτσι και μετά την παύση λειτουργίας της αύλακας στη θέση της γεώτρησης Α2. Η απόθεση των υλικών στη θέση της γεώτρησης Α1 τελειώνει στην επιφάνεια του εδάφους με ένα περιβάλλον πλημμυρικού πεδίου.

Η θέση της γεώτρησης Α3 λειτουργεί ως αύλακα ταυτόχρονα με τη θέση της γεώτρησης Α2 από το βάθος των 570cm μέχρι τα 385cm. Πρόσκαιρα απενεργοποιείται και λειτουργεί ως πλημμυρική θέση μέχρι το βάθος των 283cm, ενώ οι άλλες δυο θέσεις εξακολουθούν να εκφράζουν την κύρια αύλακα. Μετά τα 283cm μέχρι τα 132cm, η θέση της γεώτρησης Α3 συμμετέχει στη λειτουργία της ευρύτερης αύλακας, που καλύπτει τις θέσεις των γεωτρήσεων Α1, Α2 και Α3. Από το βάθος των 132cm μέχρι τη σημερινή επιφάνεια του εδάφους η θέση αυτή απενεργοποιείται από τμήμα της προαναφερθείσας ευρείας αύλακας και δέχεται μια εναλλαγή αποθέσεων ιλυορούν και αποθέσεων ριπιδιακών ποτάμιων αυλάκων του αλλουβιακού ριπιδίου της Δρυμαίας, ενώ όπως προαναφέρθηκε, απονέκρωση υπάρχει συγχρόνως και στη θέση της γεώτρησης Α2, όπου όμως αποτίθενται υλικά πλημμύρας του Βοιωτικού Κηφισού.

Η θέση της γεώτρησης Α4 χαρακτηρίζεται στο σύνολό της από ιλυορούς, οι οποίες προέρχονται από το αλλουβιακό ριπίδιο της Δρυμαίας.

Η θέση της γεώτρησης Α5 χαρακτηρίζεται από εναλλαγές αποθέσεων ιλυορούν και αυλάκων, προερχομένων από το βόρεια ευρισκόμενο ριπίδιο της Δρυμαίας.

Η θέση της γεώτρησης Α6 χαρακτηρίζεται στο σύνολό της από ιλυορούς.

Η θέση της γεώτρησης Α7 χαρακτηρίζεται από εναλλαγές αποθέσεων ιλυορούν με αποθέσεις αυλάκων, στην οροφή δε της γεώτρησης εμφανίζονται δεβριτικές αποθέσεις.

Από τη σύγκριση των περιβαλλόντων απόθεσης των γεωτρήσεων της τομής ΑΑ΄, προκύπτει ότι ο Βοιωτικός Κηφισός ποταμός, στην περιοχή του Σ. Σ. Λιλαίας μετακινείται προς Νότο.

Η ύπαρξη κεραμικών οστράκων στη γεώτρηση Α5 της περιοχής του Σιδηροδρομικού Σταθμού Λιλαίας πιστοποιεί πιθανώς ανθρώπινη κατοίκηση στο βόρειο τμήμα της περιοχής, στην επιφάνεια του αλλουβιακού ριπιδίου της Δρυμαίας.

9.5. Περιγραφή και περιβάλλοντα απόθεσης των γεωτρήσεων της τομής ΒΒ΄ (περιοχή Παλαιοθηβών).

9.5.1. Περιγραφή της γεώτρησης Β1.

Η γεώτρηση Β1 πραγματοποιήθηκε 120m βόρεια του δρόμου Τιθορέας-Αμφίκλειας (σχ. 9.2), σε υψόμετρο +170,20m. Απέχει 93m από την υδρογεώτρηση ΕΜΡ 2 (Παγούνης, 1993), που παρακολουθείται από το Ι.Γ.Μ.Ε. και έχει ως σήμανση τον κωδικό ΙΙΙ-230. Έφτασε σε βάθος 494cm. Η λιθοστρωματογραφική στήλη της γεώτρησης (σχ.9.44) χωρίζεται σε έξι (6) λιθοστρωματογραφικές μονάδες, που συνιστούν τέσσερις (4) διαφορετικές λιθοφάσεις.

9.5.1.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (494cm-430cm).

Η πρώτη λιθοφάση περιλαμβάνει τα ιζήματα του κατώτερου τμήματος της γεώτρησης, πάχους 64cm. Αποτελείται από την 6η λιθοστρωματογραφική μονάδα, η οποία περιλαμβάνει δυο στρώματα. Το κατώτερο στρώμα κατέχεται από ιλυούχο αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR4/3 (δείγματα Β1/29,28) και το ανώτερο στρώμα από χαλικούχα ιλυούχα άμμο (δείγμα Β1/27) χρώματος επίσης 10YR4/3, που μεταβαίνει προς τα κάτω σε 10YR3/3.

Τα ποσοστά του οργανικού άνθρακα της λιθοφάσης αυτής κυμαίνονται από 0,23% έως 0,32%. Το ανθρακικό ασβέστιο μειώνεται σημαντικά προς τα πάνω από 40,46% σε 19,93%.

Τα χαλίκια έχουν σύσταση ασβεστολιθική και κερατολιθική.

Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων της λιθοφάσης κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=-1,47φι και Mz=4,02φι.

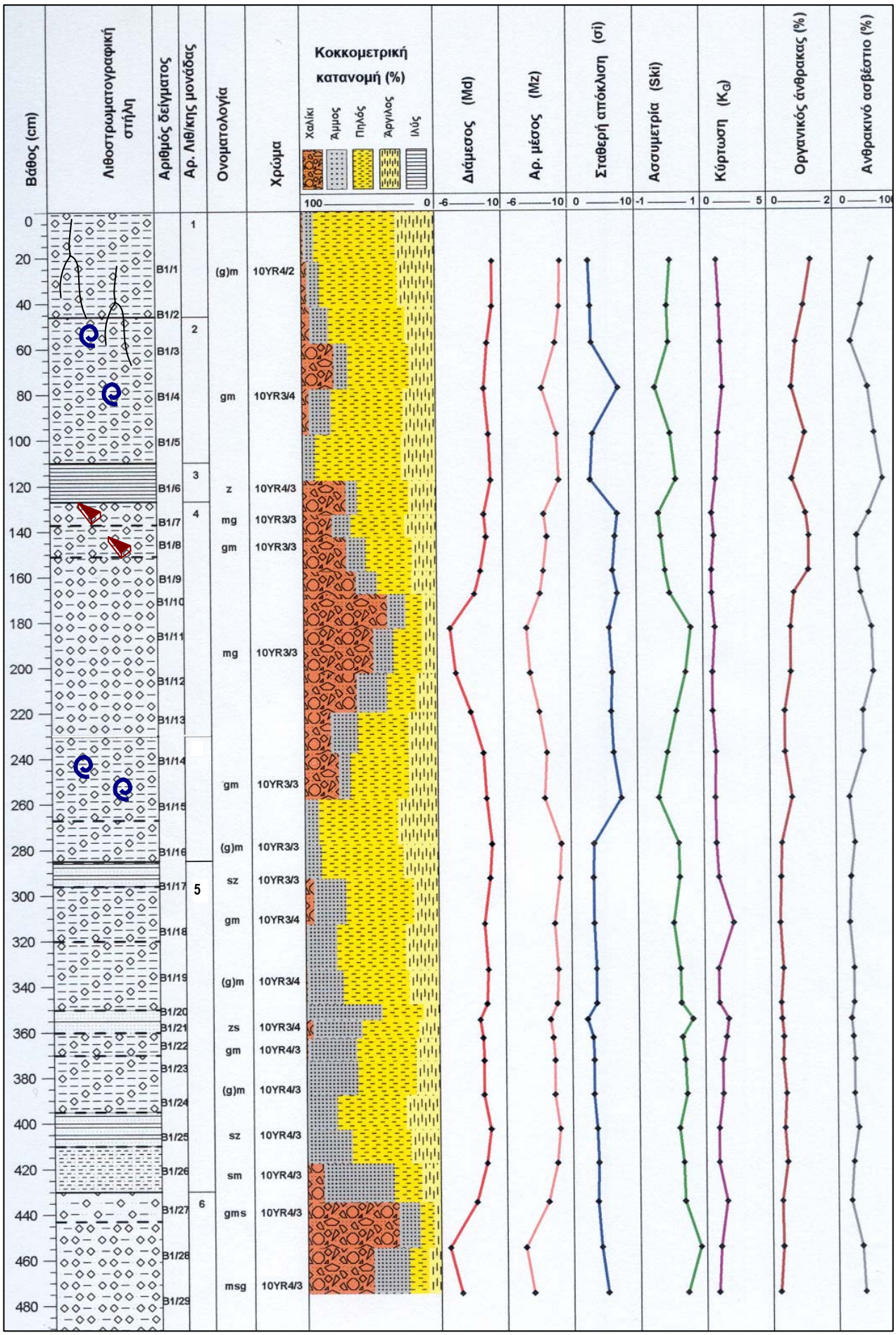
Το κοκκομετρικό μέγεθος στο ιλυούχο αμμούχο χαλίκι αυξάνεται προς τα πάνω σχηματίζοντας μια ακολουθία με αντίστροφη διαβαθμισμένη στρώση.

Η σταθερή απόκλιση των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών σi=4,27 και σi=5,07 δείχνοντας υπερβολικά φτωχή ταξινόμηση.

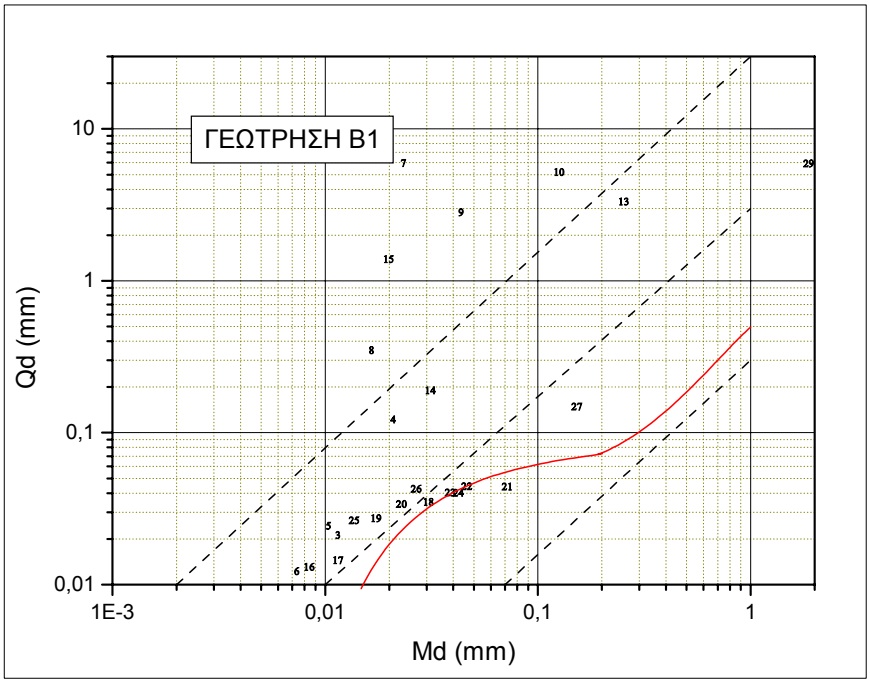
Η ασυμμετρία των δειγμάτων είναι πολύ θετική (Ski=0,36- Ski=0,83) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι μεσόκυρτες έως πολύ λεπτόκυρτες (K_G=0,93-1,59).

9.5.1.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης.

Η χρήση των τύπων του Krumbein (1939) για τη σταθερή απόκλιση (σφ) και το ημιενδοτεταρτομοριακό εύρος (Qdφ) (πιν. 9.41), έδειξαν ότι η μεν σταθερή απόκλιση κυμαίνεται μεταξύ των τιμών σφ=5,17 (δείγμα Β1/29) και σφ=3,71 (δείγμα Β1/27) το δε ημιενδοτεταρτομοριακό εύρος κυμαίνεται μεταξύ των τιμών $Qd_φ$=3,64 (δείγμα Β1/29) και $Qd_φ$=2,06 (δείγμα Β1/27). Η επεξεργασία των παραμέτρων αυτών με βάση τα όρια που πρότεινε ο Bull (1964) για παλαιά αλλουβιακά ιζήματα και η προβολή τους (σε mm) σε διάγραμμα (σχ. 9.45) ανάλογο με αυτό των Buller & Mcmanus (1972) έδειξε ότι τα υλικά της πρώτης λιθοφάσης αποτελούν δεβριτική απόθεση.



Σχήμα 9.44: Λεπτομερής λιθοστρωματογραφική περιγραφή της γεώτρησης Β1.



Σχ. 9.45: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Β1 σε διάγραμμα κατά Buller & Mcmanus (1972). Η κόκκινη γραμμή αποτελεί το όριο αποθέσεων ιλυορροής.

A/A	Qdφ	σφ	A/A	Qdφ	σφ	A/A	Qdφ	σφ
B1/1	1,88	3,07	B1/11	4,03	5,90	B1/21	1,13	2,28
B1/2	1,88	3,33	B1/12	5,10	6,30	B1/22	1,71	3,10
B1/3	2,14	3,47	B1/13	4,76	6,14	B1/23	1,91	3,23
B1/4	3,15	7,43	B1/14	3,50	6,45	B1/24	1,87	3,20
B1/5	2,35	3,56	B1/15	4,99	7,58	B1/25	2,45	3,65
B1/6	1,97	3,16	B1/16	2,35	3,43	B1/26	2,49	3,80
B1/7	6,03	7,20	B1/17	2,14	3,33	B1/27	2,06	3,71
B1/8	4,20	6,84	B1/18	1,92	3,37	B1/28	2,71	4,24
B1/9	5,30	6,45	B1/19	2,46	3,67	B1/29	3,64	5,17
B1/10	5,60	7,13	B1/20	2,39	3,69			

Πίνακας 9.41: Τιμές ημιενδοτεταρτομοριακού εύρους (Qdφ) και σταθερής απόκλισης (σφ), των δειγμάτων της γεώτρησης Β1 (τιμές σε κλίμακα φι) κατά Krumbein (1939).

9.5.1.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (430cm-285cm).

Η δεύτερη λιθοφάση περιλαμβάνει τα ιζήματα της 5ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας (δείγματα Β1/26-Β1/16), πάχους 145cm. Η μονάδα αυτή συγκροτείται από εννέα στρώματα, που από κάτω προς τα πάνω είναι σε βάθος:

430cm-410cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/3.

410cm-395cm: Αμμούχος πηλός, χρώματος 10YR4/3.

395cm-370cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/3.

370cm-360cm: Χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/3.

360cm-350cm: Πηλούχα άμμος, χρώματος 10YR3/4.

350cm-320cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR3/4.

320cm-296cm: Χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR3/4.

296cm-285cm: Αμμούχος πηλός, χρώματος 10YR3/3.

Τα ποσοστά του οργανικού άνθρακα της λιθοφάσης αυτής κυμαίνονται από 0,28% έως 0,46%. Τα ποσοστά του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνονται μεταξύ 19,66% και 31,13%.

Οι ψηφίδες έχουν αποκλειστικά ασβεστολιθική σύσταση, ενώ οι κροκάλες είναι ασβεστολιθικές και κερατολιθικές.

Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων της λιθοφάσης κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=4,71φι και Mz=7,58φι.

Η σταθερή απόκλιση των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών σi=2,61 και σi=4,79 δείχνοντας πολύ φτωχή έως υπερβολικά φτωχή ταξινόμηση.

Η ασυμμετρία των δειγμάτων εμφανίζει θετικές έως σχεδόν συμμετρικές τιμές (Ski=0,44- Ski=0,07) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι μεσόκυρτες έως πολύ λεπτόκυρτες (K_G=0,93-1,59).

9.5.1.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης.

Σύμφωνα με τις τιμές της σταθερής απόκλισης (σφ) και του ημιενδοτεταρτομοριακού εύρους (Qd_φ) κατά Krumbein (1939) (πιν. 9.42) και βάσει των ορίων των τιμών αυτών κατά Bull (1964), τα δείγματα της δεύτερης λιθοφάσης αποτελούν αποθέσεις ιλυοροής χαμηλού ιξώδους, με δυο παρενστρώσεις (δείγματα Β1/21 και Β1/17) αποθέσεων αύλακας ροής.

Βεβαίως για τα δείγματα Β1/22-Β1/24 οι τιμές μπορούν να υποδηλώνουν και αποθέσεις αύλακας. Όμως, λόγω της παρουσίας διάσπαρτων χαλικιών μέσα σε μια λεπτομερή μάζα και λόγω του γεγονότος ότι αυτή η λιθοφάση υπέρκειται μιας δεβριτικής ροής, δε μπορεί να γίνει αποδεκτό ότι χαρακτηρίζει αποθέσεις αύλακας.

9.5.1.5. Περιγραφή των στρωμάτων της 3ης λιθοφάσης (285cm-127cm).

Η τρίτη λιθοφάση περιλαμβάνει τα ιζήματα της 4ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας (δείγματα Β1/15-Β1/7), πάχους 158cm και χρώματος 10YR3/3. Η μονάδα αυτή αποτελείται από πέντε στρώματα, που από κάτω προς τα πάνω είναι σε βάθος:

285cm-267cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς.

267cm-230cm: Χαλικούχα ιλύς, με θραύσματα κελυφών γαστεροπόδων.

230cm-151cm: Ιλυούχο χαλίκι.

151cm-137cm: Χαλικούχα ιλύς, Στη μάζα της και σε βάθος 138cm διαπιστώνεται η ύπαρξη θραύσματος οστράκου κεραμικού, πιθανώς ρωμαϊκών χρόνων (εικ. 9.2), που υποδηλώνει πιθανό ορίζοντα κατοίκησης.

137cm-127cm: Ιλυούχο χαλίκι, με θραύσμα κεραμικού σε βάθος 131cm, πιθανώς ρωμαϊκών χρόνων, που υποδηλώνει τον ίδιο με παραπάνω ορίζοντα κατοίκησης (εικ. 9.2).

Οι ψηφίδες των στρωμάτων αυτής της λιθοφάσης έχουν αποκλειστικά ασβεστολιθική σύσταση, ενώ οι κροκάλες είναι ασβεστολιθικές και κερατολιθικές.

Ο οργανικός άνθρακας κυμαίνεται μεταξύ των ποσοστών 1,22% και 0,46 % αυξανόμενο σε γενικές γραμμές προς τα πάνω. Το ανθρακικό ασβέστιο κυμαίνεται μεταξύ των ποσοστών 33,58% και 58,01%.

Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων της λιθοφάσης κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=-0,46φι και Mz=4,52φι.

Τα δείγματα είναι υπερβολικά φτωχά ταξινομημένα (σi=5,60 έως σi= 7,01) και εμφανίζουν πολύ θετική έως πολύ αρνητική ασυμμετρία (Ski= 0,63- Ski=-0,35), ενώ οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι πλατύκυρτες έως λεπτόκυρτες (K_G=0,68-0,94).



Εικόνα 9.2: Τμήμα τομής της γεώτρησης Β1, με τα θραύσματα των κεραμικών οστράκων.

9.5.1.6. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 3ης λιθοφάσης.

Οι τιμές της σταθερής απόκλισης (σφ) και του ημιενδοτεταρτομοριακού εύρους (Qd_φ) κατά Krumbein (1939) (πιν. 9.42), βάσει των ορίων τιμών κατά Bull (1964), δείχνουν ότι τα δείγματα της τρίτης λιθοφάσης αποτελούν δεβριτικές αποθέσεις.

9.5.1.7. Περιγραφή των στρωμάτων της 4ης λιθοφάσης (127cm-0cm).

Η τέταρτη λιθοφάση περιλαμβάνει στο κατώτερο τμήμα της (δείγμα Β1/6, βάθος 127cm-110cm) στρώμα πάχους 17cm, αποτελούμενο από πηλό χρώματος 10YR4/3, με εμφανίσεις λευκών κηλίδων (3η λιθοστρωματογραφική μονάδα). Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου στον πηλό είναι αρκετά υψηλό και ανέρχεται σε 73,75%, ενώ η περιεκτικότητα σε οργανικό άνθρακα είναι 0,72%. Ο αριθμητικός μέσος του δείγματος είναι Mz=7,53φι. Η ταξινόμηση είναι πολύ φτωχή (σi=3,07) και η κοκκομετρική καμπύλη είναι μεσόκυρτη (K_G=1,02) και δείχνει θετική ασυμμετρία (Ski=0,21).

Επάνω στο στρώμα του πηλού έχει αποτεθεί στρώμα χαλικούχας ιλύος (2η λιθοστρωματογραφική μονάδα), χρώματος 10YR3/4 και πάχους 64cm (βάθος 110cm-46cm, δείγματα Β1/5-Β1/3), που περιέχει λιγοστά φυτικά ριζίδια και κελύφη *Helix pomatia* διαμέτρου έως 0,5cm σε βάθος 50cm. Στο κλάσμα της άμμου +0,5φι εντοπίστηκαν μικροσκοπικά, εμβρυακές μορφές *Helix* και δυο κελύφη *Poiretia cornea*. Οι κροκάλες και οι ψηφίδες της χαλικούχας ιλύος έχουν αποκλειστικά ασβεστολιθική σύσταση. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 25,92% και 61,02%, μειούμενο προς τα πάνω. Το ποσοστό του οργανικού άνθρακα κυμαίνεται μεταξύ 0,72% και 1,11%. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων του στρώματος αυτού κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=3,53φι και Mz=6,98φι. Τα δείγματα είναι πολύ έως υπερβολικά φτωχά ταξινομημένα (σi=3,90 έως σi=7,39) και εμφανίζουν πολύ αρνητική ασυμμετρία έως σχεδόν συμμετρική λοξότητα (Ski=0,04-Ski=-0,41), ενώ οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι λεπτόκυρτες έως πολύ λεπτόκυρτες (K_G= 1,22-1,58).

Στην οροφή της τέταρτης λιθοφάσης, που αποτελεί και την οροφή της γεώτρησης (1η λιθοστρωματογραφική μονάδα), έχει αποτεθεί στρώμα πάχους 46cm (δείγματα Β1/2 και Β1/1), που αποτελείται από ελαφρά χαλικούχα ιλύ, χρώματος 10YR4/2. Το στρώμα αυτό συνιστά τον ορίζοντα άροσης του εδαφικού ορίζοντα και περιέχει φυτικά ριζίδια. Βρέθηκαν κελύφη *Helix pomatia* διαμέτρου μέχρι 0,5cm. Τα χαλίκια έχουν σύσταση αποκλειστικά ασβεστολιθική. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου αυξάνεται προς τα πάνω από 41,96% σε 58,10%. Το ποσοστό του οργανικού άνθρακα αυξάνεται επίσης προς τα πάνω από 1,09% σε 1,32%. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=7,78φι και Mz=8,09φι. Τα δείγματα είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα (σi=3,16 έως σi=3,53) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι λεπτόκυρτες (K_G= 1,35-1,17) και σχεδόν συμμετρικές (Ski=-0,03 και Ski=0,07).

9.5.1.8. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 4ης λιθοφάσης.

Τα ιζήματα της οροφής της γεώτρησης (4η λιθοφάση) αποτελούν αποθέσεις ιλυορρής χαμηλού ιξώδους, όπως προκύπτει από τις τιμές σταθερής απόκλισης (σφ) και ημιενδοτεταρτομοριακού εύρους (Qd_ϕ) κατά Krumbein (1939) (πιν. 9.42) και βάσει των ορίων τιμών, που καθόρισε ο Bull (1964), εκτός ίσως από τον πηλό του δείγματος Β1/6, που μπορεί να αποτελεί απόθεση αύλακας ροής.

9.5.2. Περιγραφή της γεώτρησης Β2.

Πραγματοποιήθηκε 65m βορειοανατολικά της προηγούμενης (σχ. 9.2), σε υψόμετρο +169,00m και έφτασε σε βάθος 503cm. Χωρίζεται σε δυο (2) λιθοφάσεις, που περιλαμβάνουν συνολικά τέσσερις (4) λιθοστρωματογραφικές μονάδες, όπως φαίνεται και στη λιθοστρωματογραφική στήλη του σχήματος 9.46.

9.5.2.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (503cm-335cm).

Η πρώτη λιθοφάση αποτελεί τη βάση της γεώτρησης (4η λιθοστρωματογραφική μονάδα) και έχει πάχος 168cm (δείγματα Β2/30-Β2/19). Περιλαμβάνει στρώματα χαλικιών χρώματος 10YR3/4 και σύστασης κατά βάση ασβεστολιθικής. Τα στρώματα, που συγκροτούν τη λιθοφάση αυτή είναι από κάτω προς τα πάνω σε βάθος:

504cm-487cm: Ιλυούχο αμμούχο χαλίκι.

487cm-450cm: Χαλίκι.

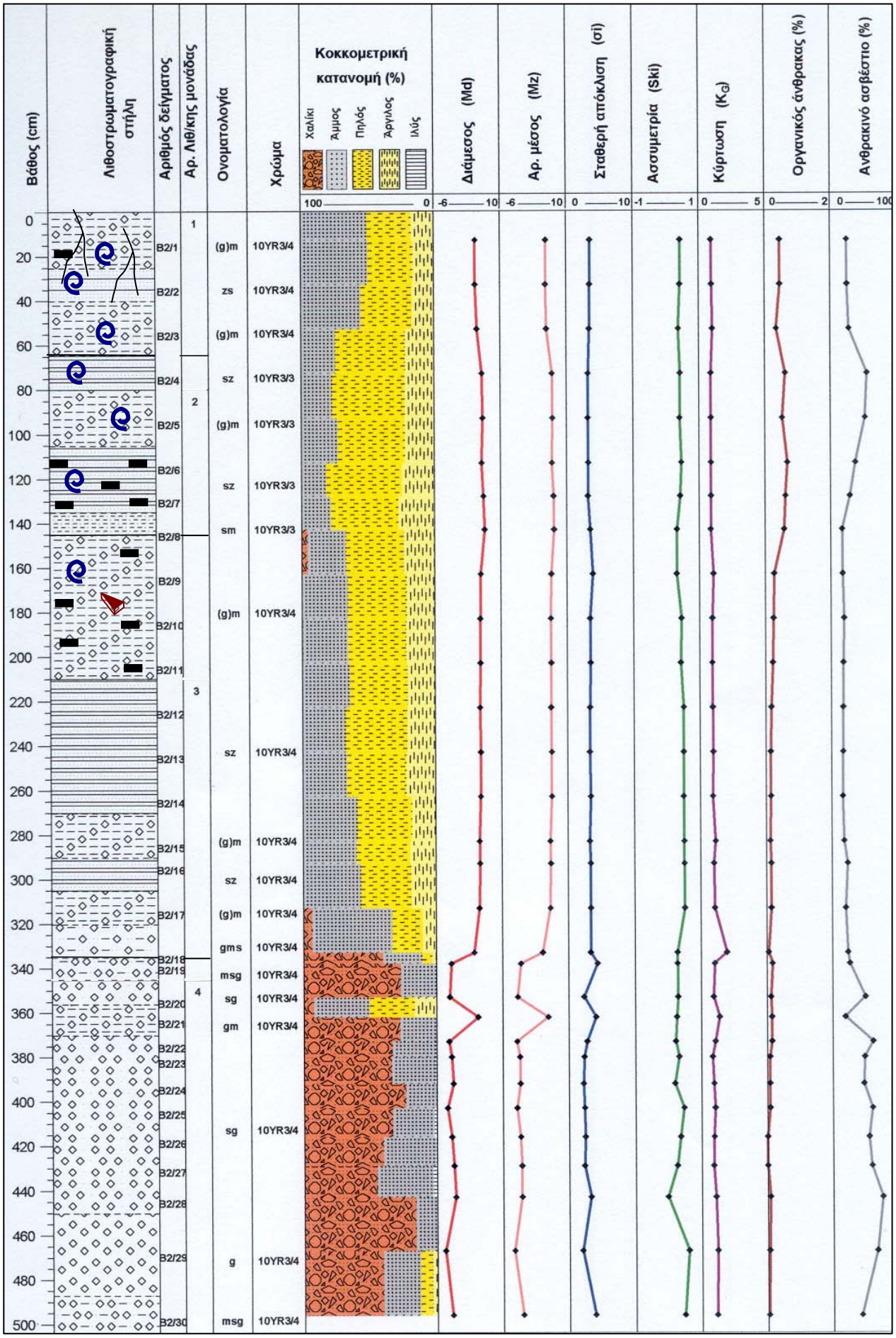
450cm-370cm: Αμμούχο χαλίκι.

370cm-356cm: Χαλικούχα ιλύς.

356cm-345cm: Αμμούχο χαλίκι.

345cm-335cm: Ιλυούχο αμμούχο χαλίκι.

Το ανθρακικό ασβέστιο στα δείγματα της λιθοφάσης κυμαίνεται μεταξύ των ποσοστών 19,17% και 75,28%. Το ποσοστό του οργανικού άνθρακα κυμαίνεται μεταξύ 0,00% και 0,16%.



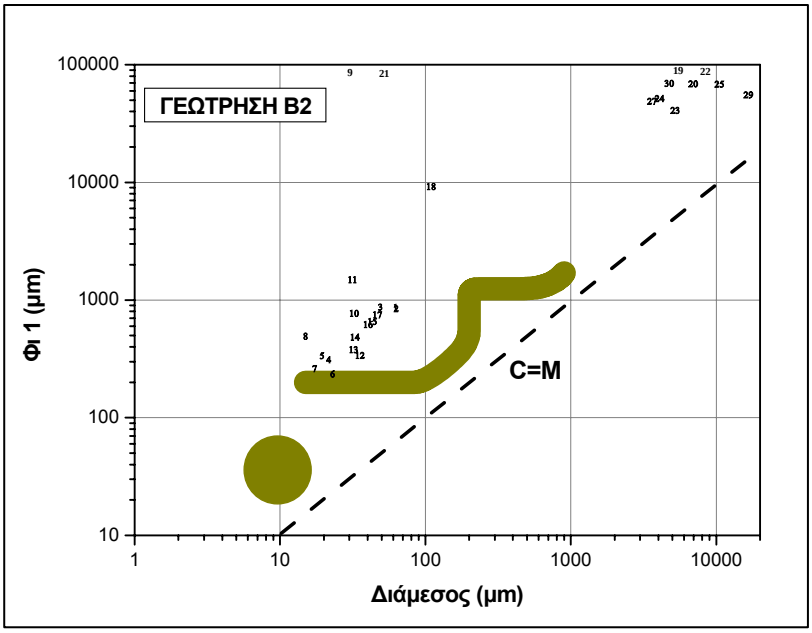
Σχήμα 9.46: Λεπτομερής λιθοστρωματογραφική περιγραφή της γεώτρησης Β2.

Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=-3,03φι και Mz=5,00φι. Τα δείγματα είναι φτωχά έως υπερβολικά φτωχά ταξινομημένα (σi=1,94 έως σi=4,32) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι μεσόκυρτες έως λεπτόκυρτες (K_G=0,90-1,39) και δείχνουν πολύ θετική ασυμμετρία έως σχεδόν συμμετρική λοξότητα (Ski=-0,02 έως Ski=0,61).

Στο στρώμα του αμμούχου χαλικιού (δείγματα B2/28-B2/22) παρατηρούνται δυο επαναλαμβανόμενοι κύκλοι με αντίστροφη διαβαθμισμένη στρώση.

9.5.2.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης.

Η φτωχή έως πολύ φτωχή ταξινόμηση της πλειοψηφίας των δειγμάτων των ιζημάτων της πρώτης λιθοφάσης της γεώτρησης Β2 (δείγματα B2/30-B2/19), οι θέσεις της προβολής τους στο διάγραμμα CM (σχ. 9.47) κατά Passega, (1957 και 1964), οι τιμές των λόγων C/M, που είναι μικρότερες της τιμής 15 (Baker & Penteado–Orellana, 1978) καθώς και οι προβολές Md-SKi κατά Stewart (1958) (σχ. 9.48) και Md-Qda κατά Buller & McManus (1972) (σχ. 9.49) δείχνουν ότι, τα υλικά της λιθοφάσης αυτής μεταφέρθηκαν με κύλιση και αποτέθηκαν εξ αιτίας της δράσης ρεόντων υδάτων εντός της ποτάμιας αύλακας, σε συνθήκες υψηλής ενέργειας.



Σχήμα 9.47: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Β2 στο διάγραμμα CM (Passega, 1957 και 1964).

9.5.2.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (335cm-0cm).

Η δεύτερη λιθοφάση περιλαμβάνει τα ιζήματα του μέσου και ανώτερου τμήματος της γεώτρησης, που αποτελούνται από τρεις λιθοστρωματογραφικές μονάδες (3,2,1).

Η 3η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα B2/18-B2/9) έχει πάχος 190cm και συνίσταται από εναλλαγές ελαφρά χαλικούχας ιλύος και αμμούχου πηλού, χρώματος10YR3/4. Συγκεκριμένα περιλαμβάνει έξι στρώματα, που από κάτω προς τα πάνω είναι σε βάθος:

335cm-320cm: Χαλικούχα ιλυούχα άμμος. Οι κροκάλες έχουν ασβεστολιθική σύσταση, ενώ οι ψηφίδες είναι ασβεστολιθικές και κερατολιθικές.

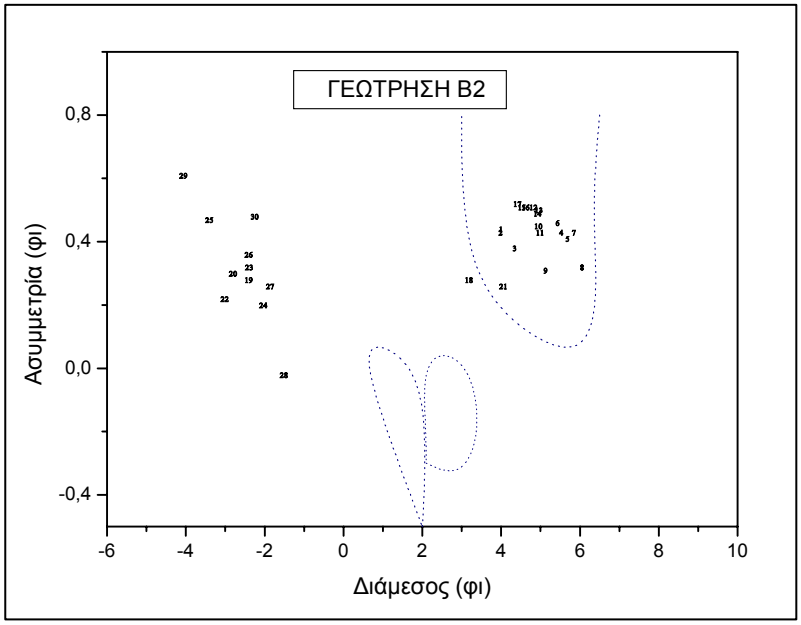
320cm-305cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, με κόκκους ασβεστολιθικής σύστασης.

305cm-290cm: Αμμούχος πηλός.

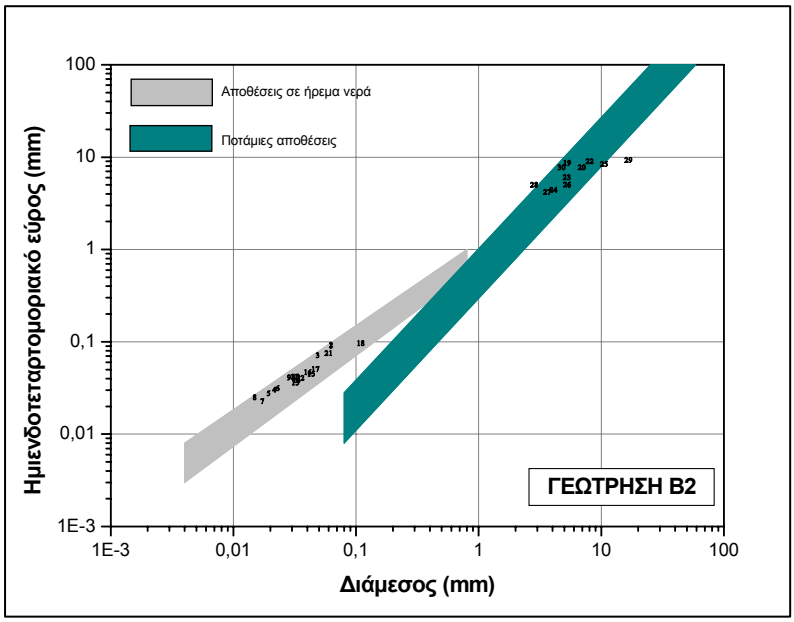
290cm-270cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, με ασβεστολιθικούς κόκκους.

270cm-210cm: Αμμούχος πηλός.

210cm-145cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, με σπάνια διάσπαρτα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και κόκκους κυρίως ασβεστολιθικούς και σπανιότερα ψαμμιτικούς. Στα κλάσματα της άμμου +0,5φι και +1φι εντοπίστηκαν κελύφη και θραύσματα κελυφών νεανικών μορφών γαστερόπόδων πιθανώς *Poiretia cornea*. Σε βάθος 178cm βρέθηκε θραύσμα οστράκου κεραμικού.



Σχήμα 9.48: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Β2 σε διάγραμμα διαμέσου-ασυμμετρίας κατά Stewart (1958).



Σχήμα 9.49: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Β2 στο διάγραμμα Md-Qda κατά Buller & Mcmanus (1972).

Στη μονάδα αυτή παρατηρείται μια συνεχής αύξηση του ποσοστού του οργανικού άνθρακα από κάτω προς τα πάνω, από την τιμή 0,05% σε 0,27%. Το ανθρακικό ασβέστιο κυμαίνεται μεταξύ των ποσοστών 16,44% και 23,25%. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=3,71φι και Mz=6,18φι.

Επίσης στην 3η λιθοστρωματογραφική μονάδα παρατηρείται ασθενής μείωση του κοκκομετρικού μεγέθους προς τα πάνω. Τα δείγματα είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα (σi=3,25 έως σi=3,88) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι μεσόκυρτες έως πολύ λεπτόκυρτες (K_G=0,95-1,97) και δείχνουν θετική έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=0,28 έως Ski=0,52).

Η 2η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Β2/8-Β2/4) έχει πάχος 81cm και περιλαμβάνει τέσσερα στρώματα, που είναι από κάτω προς τα πάνω και σε βάθος:

145cm-135cm: Αμμούχα ιλύς. Τα κλάσματα +0,5φι και +1φι της άμμου περιέχουν κελύφη και θραύσματα κελυφών νεανικών μορφών γαστεροπόδων *Poiretia cornea* και *Valvata piscinalis piscinalis*.

135cm-105cm: Αμμούχος πηλός, με κελύφη *Helix*. Στα κλάσματα +0,5φι, +1φι και +1,5φι, της άμμου εντοπίστηκαν εμβρυακές μορφές *Poiretia cornea* και αφθονία κόκκων κάρβουνου.

105cm-80cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, με ασβεστολιθικούς κόκκους και 1 χιτινώδες κέλυφος *Poiretia cornea*, στο κλάσμα +1φι της άμμου.

80cm-64cm: Αμμούχος πηλός, με κελύφη και θραύσματα κελυφών *Poiretia cornea*, νεανικής μορφής στα κλάσματα 0φι, +0,5φι και +1φι της άμμου.

Το χρώμα όλων των στρωμάτων της λιθοστρωματογραφικής μονάδας είναι 10YR3/3. Μέχρι το βάθος των 130cm εμφανίζονται διάσπαρτα ασβεστιτικά συγκρίματα σε μέγεθος αδρόκκοκης άμμου έως ψηφίδας, τα οποία πιο κάτω σπανίζουν.

Στη μονάδα αυτή παρατηρείται μια συνεχής και σημαντική αύξηση του ποσοστού του ανθρακικού ασβεστίου από κάτω προς τα πάνω, από την τιμή 17,14% σε 55,33%. Ο οργανικός άνθρακας εμφανίζει αρκετά υψηλά ποσοστά, που κυμαίνονται μεταξύ των τιμών 0,52% και 0,68%. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=6,43φι και Mz=6,90φι. Τα δείγματα είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα (σi=3,18 έως σi=3,50) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι πλατύκυρτες έως μεσόκυρτες (K_G=0,86-0,91) και δείχνουν πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=0,32 έως Ski=0,46).

Η 1η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Β2/3-Β2/1), αποτελεί την οροφή της λιθοφάσης και της γεώτρησης, έχει πάχος 64cm και περιλαμβάνει από κάτω προς τα πάνω τα εξής τρία στρώματα, στα βάθη:

64cm-40cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, με ελάχιστα ασβεστιτικά συγκρίματα μεγέθους ψηφίδας, κόκκους κερατολιθικής σύστασης και τρία πολύ μικρά κελύφη *Helix pomatia*. Στα κλάσματα 0φι, +0,5φι και +1φι της άμμου εντοπίστηκαν κελύφη και θραύσματα κελυφών *Poiretia cornea*, νεανικής μορφής.

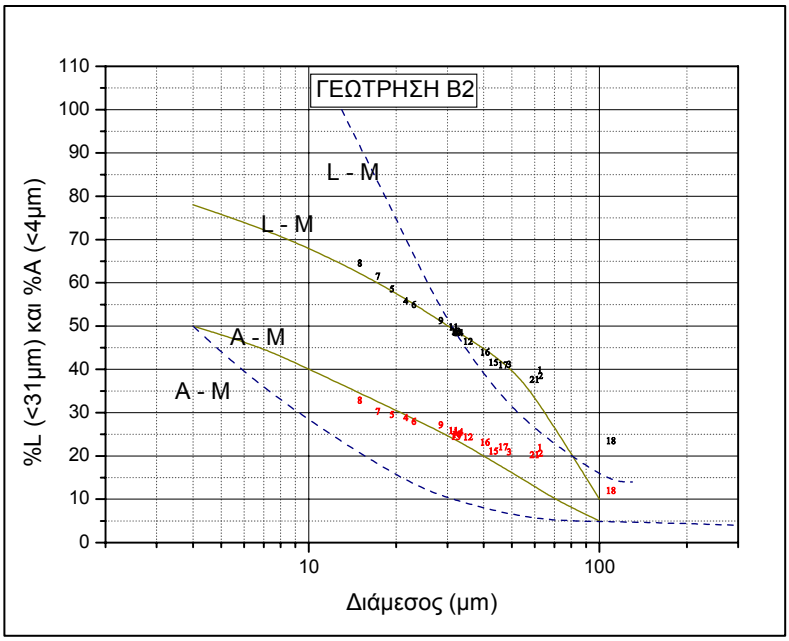
40cm-25cm: Πηλούχα άμμος. Συνιστά εδαφικό ορίζοντα, που περιέχει φυτικά ριζίδια, ένα χιτινώδες θραύσμα, νεανικής μορφής γαστερόποδου (πιθανώς *Poiretia cornea*), στο κλάσμα +1φι της άμμου και ένα θραύσμα *Valvata* (?) στο κλάσμα 0φι.

25cm-0cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς. Εδαφικός ορίζοντας, ορίζοντας άροσης. Περιέχει φυτικά ριζίδια, ελάχιστα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και ένα κέλυφος *Helix pomatia*.

Τα στρώματα της μονάδας αυτής έχουν χρώμα 10YR3/4. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου μειώνεται ελαφρά προς τα πάνω, από 28,24% σε 25,11%. Το ποσοστό του οργανικού άνθρακα παραμένει σταθερό και ίσο με 0,46% για τα δείγματα B2/1 και B2/2, ενώ μειώνεται ελαφρά σε 0,35% στο δείγμα B2/3. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=4,91φι και Mz=5,13φι. Τα δείγματα είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα (σi=3,46 έως σi=3,58) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι μεσόκυρτες (K_G=0,94-1,03) και δείχνουν πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=0,38 έως Ski=0,44). Η τρίτη και η δεύτερη μονάδα μαζί παράγουν μια ακολουθία με σαφή μείωση του κοκκομετρικού μεγέθους προς τα πάνω.

9.5.2.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης.

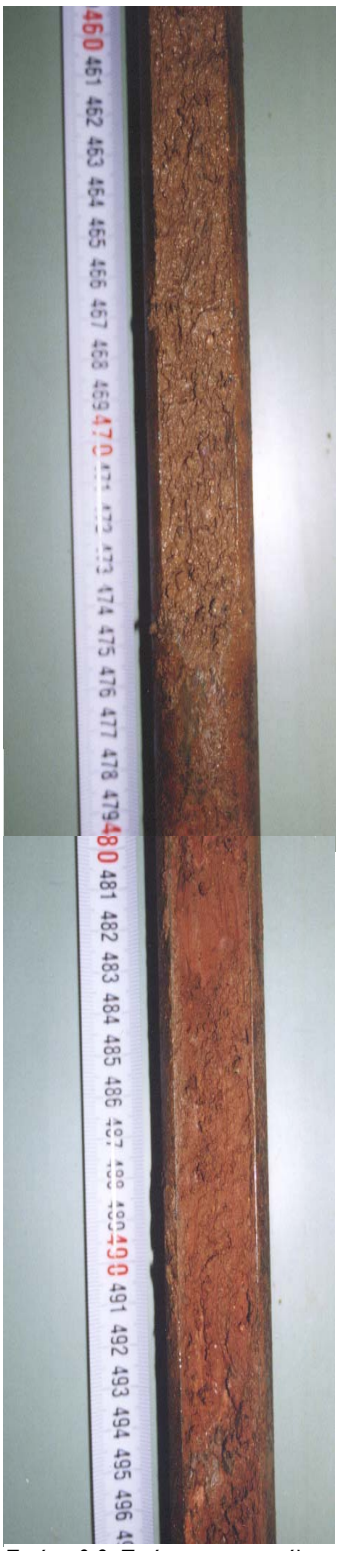
Τα υλικά της δεύτερης λιθοφάσης μεταφέρθηκαν ως αιώρημα, που περιέχει και κόκκους, οι οποίοι υπέστησαν κύλιση και αποτέθηκαν σε συνθήκες χαμηλής ενέργειας και σε περιβάλλον ήρεμων υδάτων στην πεδιάδα πλημμύρας, όπως προκύπτει από την προβολή των δειγμάτων στα διαγράμματα CM (Passega, 1957 και 1964) (σχ. 9.47), Md-SKi (Stewart, 1958) (σχ. 9.48) και Md-Qda (Buller & McManus, 1972) (σχ. 9.49) καθώς και από τα διαγράμματα LM και AM (Passega & Byramjee, 1969), στα οποία παρατηρείται παραλληλία των ιχνών των σημείων των υλικών της λιθοφάσης αυτής με τις πρότυπες καμπύλες, που αντιστοιχούν σε ομογενές αιώρημα (σχ. 9.50). Επί πλέον, οι τιμές των λόγων C/M παραμένουν χαμηλές (<15), γεγονός, που δηλώνει την ποτάμια προέλευση των ιζημάτων αυτών (Baker & Penteado-Orellana, 1978), ενώ η φτωχή έως πολύ φτωχή ταξινόμηση των δειγμάτων ενισχύει την άποψη για συνθήκες χαμηλής ενέργειας. Η θετική έως πολύ θετική ασυμμετρία προτείνει τον πιθανό εμπλουτισμό των δειγμάτων σε λεπτόκοκκα τεμαχίδια στο τέλος πλημμυρικών συμβάντων. Η παρουσία των ασβεστιτικών συγκριμάτων δείχνει πιθανώς συνθήκες ημίξηρου κλίματος. Οι υψηλές τιμές των ποσοστών οργανικού άνθρακα στα δείγματα της επιφάνειας (B2/8-B2/1), οφείλονται πιθανώς στα υπολείμματα ριζιδίων των φυτών των καλλιεργειών. Η ύπαρξη του κεραμικού θραύσματος στο βάθος των 178cm, δηλώνει μάλλον τον ορίζοντα ανθρώπινης κατοίκησης στο βάθος αυτό.



Σχήμα 9.50: Διαγράμματα AM και LM των δειγμάτων της γεώτρησης B2 κατά Passega & Byramjee (1969).

9.5.3. Περιγραφή της γεώτρησης Β3.

Η γεώτρηση Β3 πραγματοποιήθηκε 65m βορειοανατολικά της προηγούμενης (σχ. 9.2), σε υψόμετρο +167,90m. Έφτασε σε βάθος 530cm και χωρίζεται σε τρεις (3) λιθοστρωματογραφικές μονάδες, καθεμιά από τις οποίες αποτελεί και μια διαφορετική λιθοφάση, όπως φαίνεται και στη λιθοστρωματογραφική στηλη του σχήματος 9.51. Οι κροκάλες και οι ψηφίδες, που εμφανίζονται σε όλα τα στρώματα της γεώτρησης αυτής, εκτός από τα λεπτόκοκκα, έχουν σύσταση κατά κύριο λόγο ασβεστολιθική. Οι ασβεστολιθικοί κόκκοι κυριαρχούν σε αριθμό αλλά και σε μέγεθος. Εμφανίζονται επίσης παντού κερατολιθικοί κόκκοι και κόκκοι εκρηξιγενών πετρωμάτων σε μικρότερα ποσοστά και με μικρότερο μέγεθος.



Εικόνα 9.3: Τμήμα του προφίλ της γεώτρησης Β3, όπου φαίνεται η αλλαγή από το υδροφόρο ιλυούχο αμμούχο χαλίκι προς την ερυθρά χαλικούχα ιλύ.

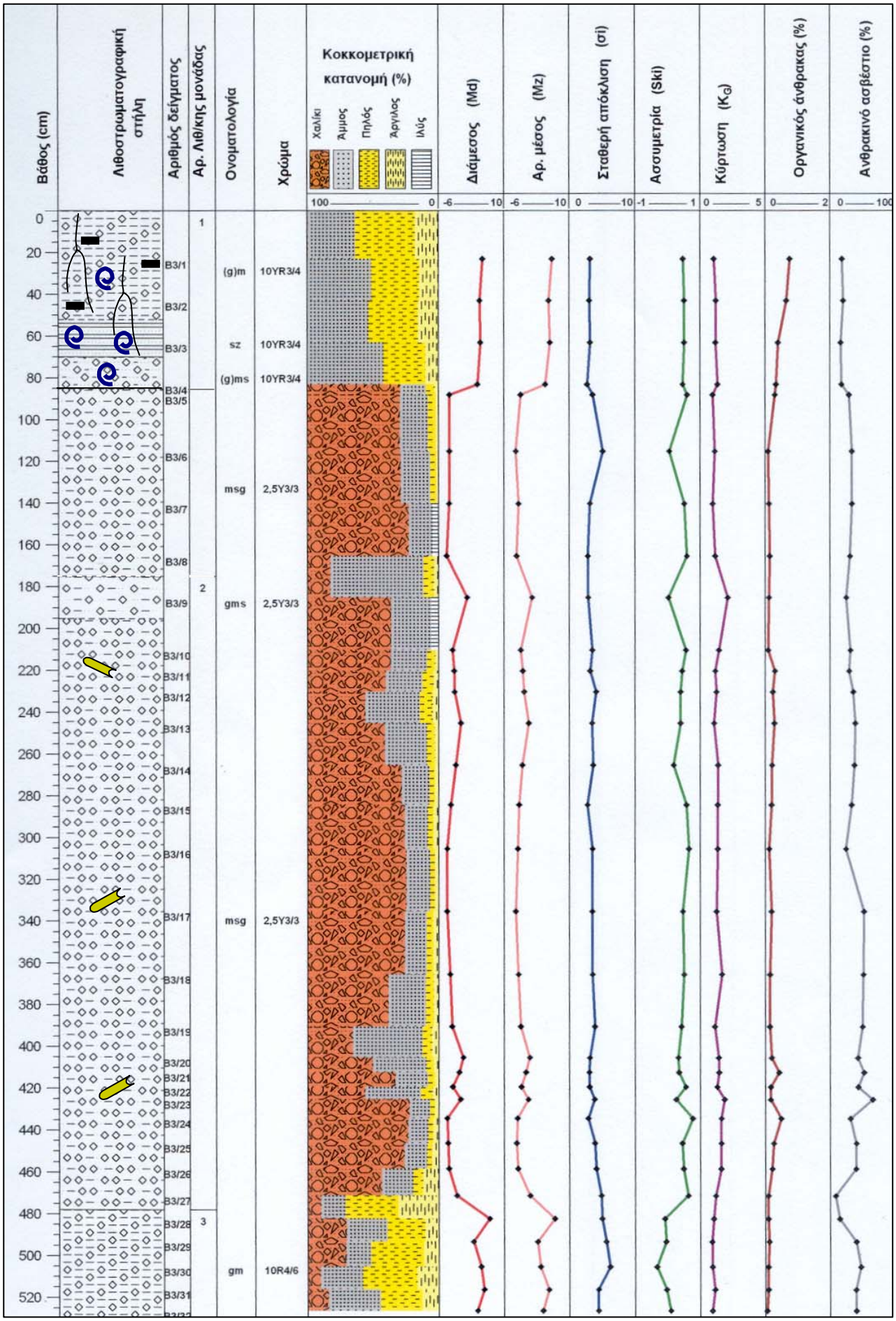
9.5.3.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (530cm-478cm).

Η 1η λιθοφάση, αποτελεί τη βάση των στρωμάτων της γεώτρησης. Έχει πάχος 52cm (δείγματα Β3/32-Β3/28) και αποτελείται από χαλικούχα ιλύ, χρώματος 10R4/6 (εικ. 9.3). Οι κροκάλες έχουν σύσταση ασβεστολιθική. Σπανιότερα εμφανίζονται κερατολιθικοί κόκκοι και λειμωνιτικές κηλίδες. Τα ποσοστά του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνονται από 14,45% έως 47,31%, ενώ τα ποσοστά του οργανικού άνθρακα κυμαίνονται από 0,05% έως 0,12%.

Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=2,52φι και Mz=6,37φι. Τα δείγματα αυτά είναι υπερβολικά φτωχά ταξινομημένα (σi= 4,422 έως σi=5,61) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι πλατύκυρτες έως λεπτόκυρτες (K_G=0,75-1,13) και δείχνουν από αρνητική ασυμμετρία έως σχεδόν συμμετρική λοξότητα (Ski=-0,26 έως Ski=0,10).

9.5.3.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης.

Η υπερβολικά φτωχή ταξινόμηση των δειγμάτων της λιθοφάσης καθώς και οι τιμές σταθερής απόκλισης (σφ) και ημιενδοτεταρτομοριακού εύρους (Qd_φ) κατά Krumbein (1939) (πιν. 9.42) και βάσει των ορίων τιμών, που καθόρισε ο Bull (1964), δείχνουν ότι τα ιζήματα της 1ης λιθοφάσης αποτελούν αποθέσεις ιλυορροής. Στο συμπέρασμα αυτό οδηγούν και οι πολύ μεγάλες τιμές των λόγων C/M (>>15) καθώς και οι θέσεις στις οποίες προβάλλονται τα δείγματα αυτά στο διάγραμμα CM κατά Passega (1957 και 1964) (σχ. 9.52) και στα διαγράμματα Md-SKi (Stewart, 1958) (σχ. 9.53) και Md-Qda (Buller & McManus, 1972) (σχ. 9.54).



Σχήμα 9.51: Λεπτομερής λιθοστρωματογραφική περιγραφή της γεώτρησης Β3.

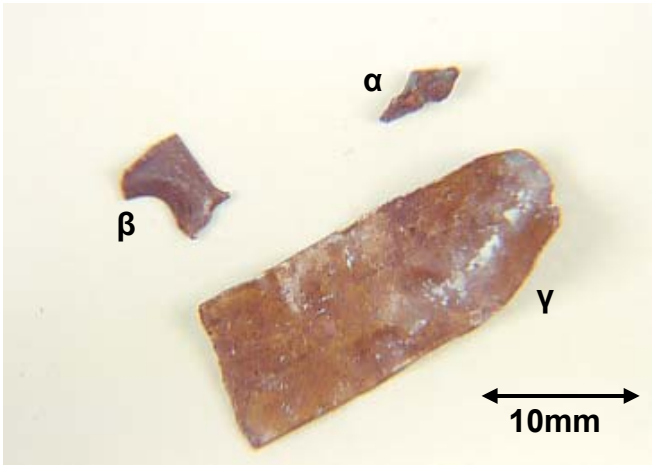
A/A	QDφ	σφ
B3/28	3,20	5,10
B3/29	4,21	5,64
B3/30	4,81	5,83
B3/31	2,71	4,34
B3/32	3,23	4,49

Πίνακας 9.42: Τιμές σταθερής απόκλισης (σφ) και ημιενδοτεταρτομοριακού εύρους (QDφ) κατά Krumbein (1939), για τα δείγματα B3/28-B3/32 της πρώτης λιθοφάσης της γεώτρησης B3.

9.5.3.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (478cm-85cm).

Η δεύτερη λιθοφάση έχει πάχος 393cm και περιλαμβάνει τα ιζήματα της 2ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας (δείγματα B3/27-B3/5). Η λιθοφάση αυτή συνίσταται από τρία στρώματα, που είναι από κάτω προς τα πάνω σε βάθος:

478cm-195cm: Ιλυούχο αμμούχο χαλίκι, χρώματος 2,5Y3/3. Οι κροκάλες και οι ψηφίδες στο στρώμα αυτό έχουν ασβεστολιθική σύσταση στα ανώτερα τμήματα, ενώ πιο χαμηλά εμφανίζονται ψαμμιτικές και κερατολιθικές κροκάλες. Στο βάθος 401cm-478cm το υλικό είναι υδροπερατό και συγκρατεί νερό (εικ. 9.3). Σε βάθος 220cm και μέσα στη μάζα του δείγματος B3/11, βρέθηκε μικρό ψήγμα σιδήρου μήκους 5,5mm, ανθρώπινης κατασκευής, που πιθανώς να είναι συνδετήριος ήλος που προέρχεται από προηγούμενους πολιτισμούς, που αναπτύχθηκαν στην περιοχή αυτή (εικ. 9.4α). Σε βάθος 335cm, εντός του υλικού του δείγματος B3/17, βρέθηκε θραύσμα μικρού χάλκινου ελάσματος, διαστάσεων 6mm x 5mm και πάχους 0,5 mm που θυμίζει την απόληξη ελάσματος καρφωμένου σε άλλο αντικείμενο (εικ. 9.4β), εφ' όσον η μια πλευρά του μοιάζει με το χείλος οπής που προέκυψε από διάνοιξη με ήλωση. Σε βάθος 420cm, στο δείγμα B3/22, βρέθηκε χάλκινο έλασμα ίδιου πάχους με το προηγούμενο και διαστάσεων 25mm x 10mm (εικ. 9.4γ), που αποτελεί επίσης τμήμα μεταλλικής κατασκευής προηγούμενων πολιτισμών. Το στρώμα φαίνεται να δείχνει δυο επάλληλους κύκλους κανονικής διαβαθμισμένης στρώσης (δείγματα B3/27-B3/20 και δείγματα B3/19-B3/10).



Εικόνα 9.4: Αρχαιολογικά ευρήματα που εντοπίστηκαν σε δείγματα της γεώτρησης B3. α: καρφί (?) από σίδηρο που βρέθηκε σε βάθος 220cm. β και γ: χάλκινα ελάσματα που βρέθηκαν σε βάθος 335cm και 420cm αντίστοιχα.

195cm-175cm: Χαλικούχα ιλυούχα άμμος, χρώματος 2,5Y3/3.

175cm-85cm: Ιλυούχο αμμούχο χαλίκι, χρώματος 2,5Y3/3. Οι κροκάλες και οι ψηφίδες έχουν ασβεστολιθική σύσταση και καλή στρογγύλωση. Φαίνεται να εμφανίζονται δυο επάλληλοι κύκλοι κανονικής διαβαθμισμένης στρώσης (δείγματα B3/8-B3/7 και δείγματα B3/6-B3/5).

Τα ποσοστά του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνονται μεταξύ των τιμών 8,00% έως 65,59%, ενώ τα ποσοστά του οργανικού άνθρακα κυμαίνονται από 0,09% έως 0,49%.

Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=-3,12φι και Mz=0,37φι. Τα δείγματα αυτά είναι πολύ έως υπερβολικά φτωχά ταξινομημένα (σi=2,76 έως σi=5,10) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι μεσόκυρτες έως πολύ λεπτόκυρτες (K_G=0,96-2,12) και δείχνουν από πολύ θετική ασυμμετρία έως σχεδόν συμμετρική λοξότητα (Ski=0,77 έως Ski=0,03).

9.5.3.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης.

Η προβολή των σημείων των δειγμάτων της 2ης λιθοφάσης στο διάγραμμα CM κατά Passega (1957 και 1964) δείχνει ότι τα ιζήματα της λιθοφάσης αυτής προβάλλονται σε περιοχή του πεδίου ορισμού, που αντιστοιχούν σε υλικά που μεταφέρθηκαν με κύλιση εντός της ποτάμιας αύλακας (σχ. 9.52). Η περιοχή αυτή προβολής, συμπίπτει με το αντίστοιχο πεδίο προβολής των δειγμάτων των σύγχρονων αποθέσεων, των δειγμάτων της ογκομετρικής δειγματοληψίας, που έχουν συλλεχτεί από την ενεργή κοίτη του ρεύματος (§ 9.3.3.3, σχ. 9.15).

Από τα διαγράμματα Md-σi (Stewart, 1958) (σχ. 9.53) και Md-Qda (Buller & McManus, 1972) (σχ. 9.54) προκύπτει επίσης ότι τα ιζήματα της λιθοφάσης αυτής μεταφέρθηκαν εντός της ποτάμιας αύλακας και αποτέθηκαν κάτω από συνθήκες υψηλής ενέργειας σε περιβάλλον ρεόντων υδάτων (αύλακα/φραγμός) (Williams & Rust, 1969).

9.5.3.5. Περιγραφή των στρωμάτων της 3ης λιθοφάσης (85cm-0cm).

Η τρίτη λιθοφάση αποτελεί την οροφή της γεώτρησης (1η λιθοστρωματογραφική μονάδα), έχει πάχος 85cm (δείγματα Β3/4-Β3/1) και απαρτίζεται από τρία στρώματα, που από κάτω προς τα πάνω είναι σε βάθος:

85cm-70cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος. Βρέθηκε ένα θραύσμα κελύφους, πιθανώς *Poiretia cornea*, στο κλάσμα +1φι της άμμου.

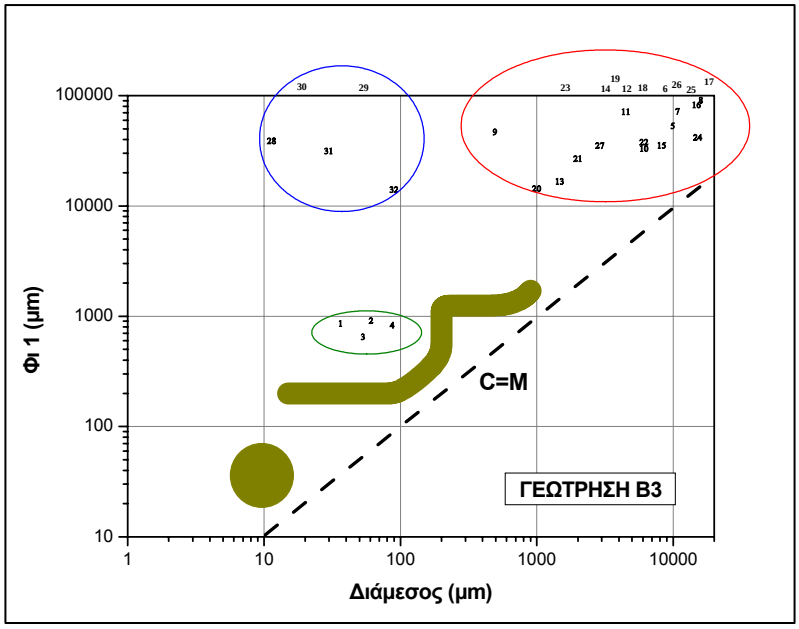
70cm-52cm: Αμμούχος πηλός, με φυτικά ριζίδια, 2 κελύφη *Helix pomatia* και δυο άτομα *Poiretia cornea*, στο κλάσμα +0,5φι της άμμου.

52cm-0cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, που αποτελεί τον εδαφικό ορίζοντα. Περιέχει φυτικά ριζίδια, απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και μικρά γαστερόποδα (*Helix pomatia*) διαμέτρου έως 0,2cm. Οι ψηφίδες έχουν ασβεστολιθική σύσταση.

Όλα τα στρώματα αυτής της μονάδας έχουν χρώμα 10YR3/4. Τα ποσοστά του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνονται μεταξύ των τιμών 16,38% έως 20,18%, ενώ τα ποσοστά του οργανικού άνθρακα είναι αρκετά υψηλά και αυξάνονται σημαντικά προς τα πάνω από την τιμή 0,33% στην τιμή 0,75%.

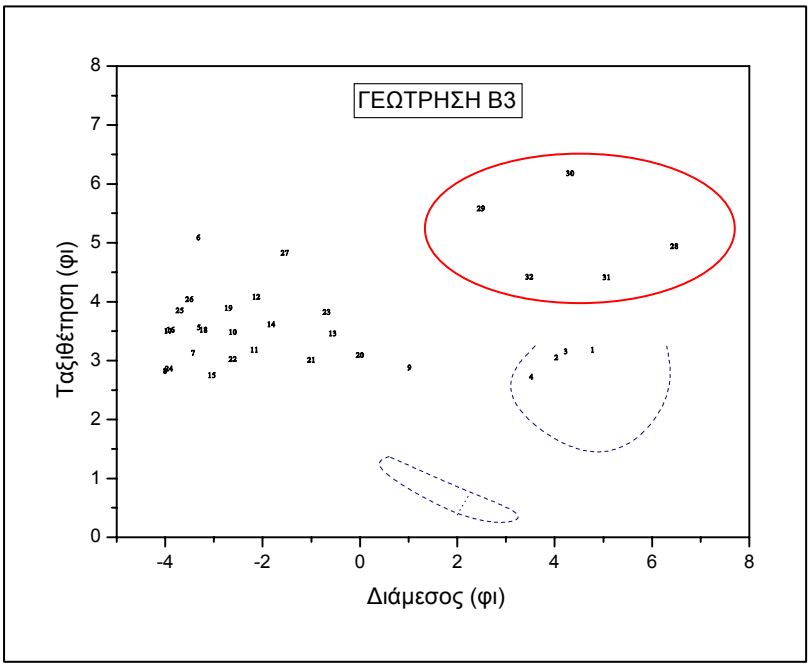
Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=4,10φι και Mz=5,78φι. Τα δείγματα αυτά είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα (σi=2,73 έως σi=3,19) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι μεσόκυρτες έως λεπτόκυρτες (K_G=1,06-1,34) και δείχνουν πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=0,47 έως Ski=0,52).

Στη λιθοφάση αυτή παρατηρούνται δυο επάλληλοι κύκλοι κανονικής διαβαθμισμένης στρώσης μεταξύ των δειγμάτων B3/4-B3/3 και B3/2-B3/1.



Σχήμα 9.52: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης B3 στο διάγραμμα CM κατά Passega (1957 και 1964). Η γαλάζια περιφέρεια κύκλου περικλείει τα δείγματα, που αντιστοιχούν σε ιζήματα ιλυοροής. Τα ιζήματα αύλακας ροής περικλείονται από την κόκκινη έλλειψη και τα ιζήματα πεδιάδας πλημμύρας περικλείονται από την πράσινη έλλειψη.

Σχήμα 9.53: Το διάγραμμα Md-σi κατά Stewart (1958). Διακρίνονται οι ομάδες των σημείων, που αντιστοιχούν στα δείγματα και των τριών λιθοφάσεων.



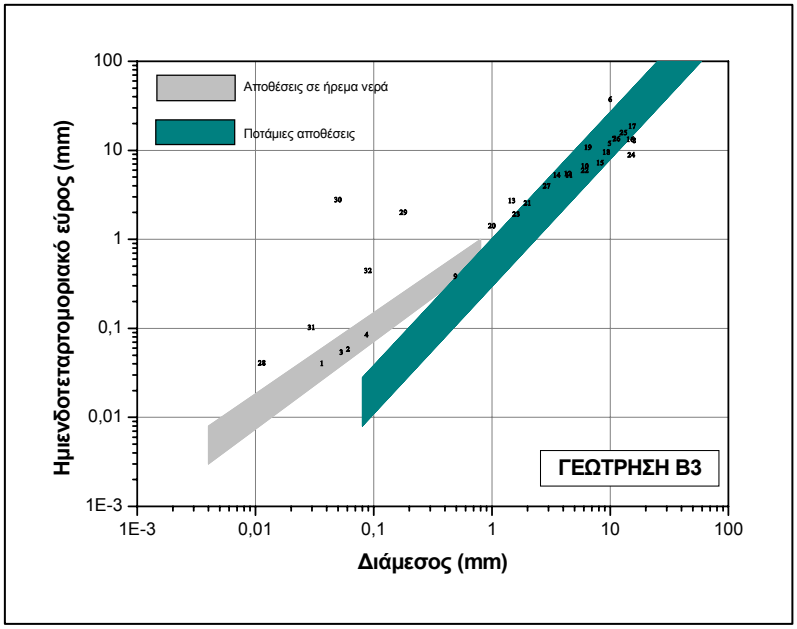
.

9.5.3.6. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 3ης λιθοφάσης.

Η πολύ θετική ασυμμετρία των δειγμάτων της οροφής της γεώτρησης δείχνει τον πιθανό εμπλουτισμό σε λεπτόκοκκα τεμαχίδια στο τέλος πλημμυρικών συμβάντων. Το γεγονός αυτό πιστοποιείται και από την ύπαρξη των δυο ακολουθιών κανονικής διαβαθμισμένης στρώσης, που σηματοδοτούν τη μείωση παροχής ιζήμα-

τος εξ αιτίας της αποχώρησης των υδάτων μετά το τέλος των πλημμυρικών αυτών συμβάντων (Elliot, 1986). Η πολύ φτωχή ταξινόμηση δείχνει ότι η απόθεση πραγματοποιήθηκε κάτω από καθεστώς χαμηλής ενέργειας.

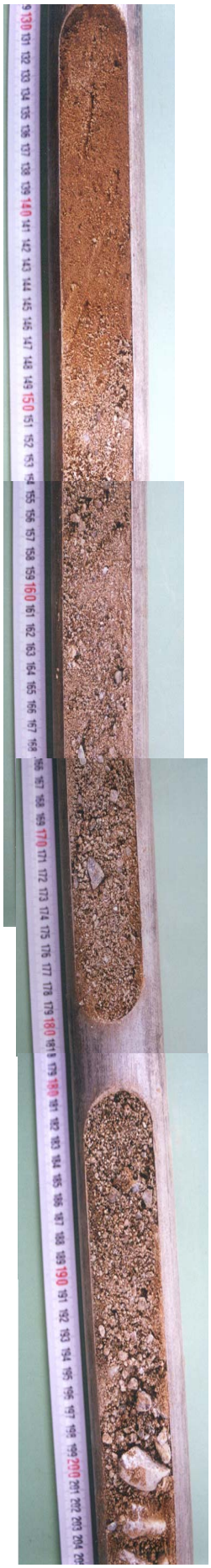
Η μεταφορά των ιζημάτων της πρώτης λιθοφάσης ως ομογενές αιώρημα, που περιέχει και κόκκους, οι οποίοι υπέστησαν κύλιση και η αργή απόθεσή τους σε ήρεμα νερά στην πεδιάδα πλημμύρας, πιστοποιείται και από την προβολή των δειγμάτων στα διαγράμματα CM κατά Passega (1957 και 1964), Md-σi κατά Stewart (1958) και Md-Qda κατά Buller & McManus (1972), των σχημάτων 9.52, 9.53 και 9.54 αντίστοιχα.



Σχήμα 9.54:Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης στο διάγραμμα Md-Qda κατά Buller & McManus (1972).

9.5.4. Περιγραφή της γεώτρησης Β4.

Η γεώτρηση Β4 πραγματοποιήθηκε 15m βόρεια της δεξιάς όχθης του ποταμού (σχ. 9.2), σε υψόμετρο +168m. Έφτασε σε βάθος 234cm, λόγω αδυναμίας συνέχισης της διάτρησης εξ αιτίας της ύπαρξης πολύ χονδρόκοκκου υλικού και αποτελείται από δυο λιθοφάσεις, που περιλαμβάνουν συνολικά τρεις (3) λιθοστρωματογραφικές μονάδες όπως φαίνεται και στο σχήμα 9.55:



9.5.4.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (234cm-148cm).

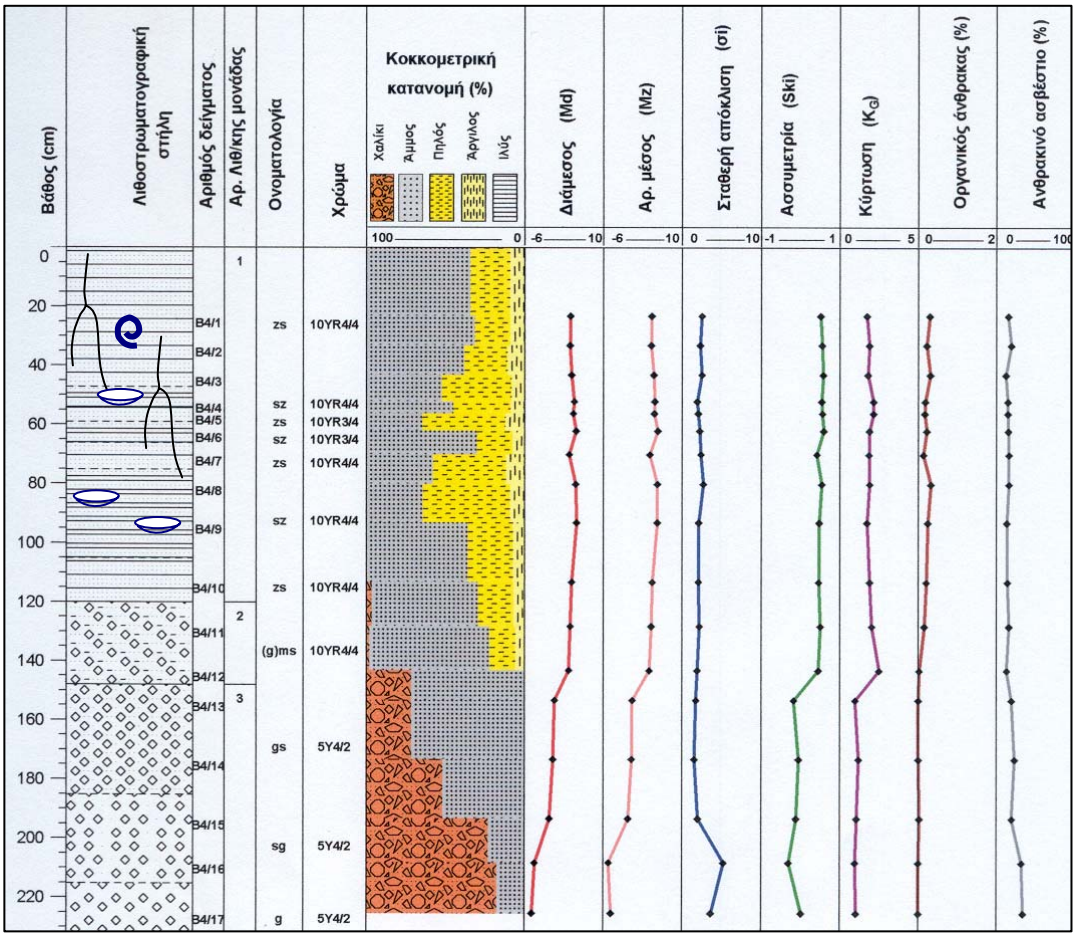
Η πρώτη λιθοφάση περιλαμβάνει τα υλικά της 3ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας, τα οποία από κάτω προς τα πάνω συνίστανται από χαλίκι (δείγμα Β4/17, βάθος 234cm-215cm), αμμούχο χαλίκι (δείγματα Β4/16 και Β4/15, βάθος 215cm-185cm) και χαλικούχα άμμο (δείγματα Β4/14 και Β4/13, βάθος 185cm-148cm). Το χρώμα των λιθολογιών αυτών είναι 5Y4/2.

Τόσο οι κροκάλες όσο και οι ψηφίδες της λιθοφάσης συνίστανται από κόκκους κυρίως ασβεστολιθικής σύστασης και δευτερευόντως κερατολιθικής και εκρηξιγενούς. Ο οργανικός άνθρακας στη μονάδα αυτή απουσιάζει εντελώς. Το ανθρακικό ασβέστιο μειώνεται γενικά προς τα πάνω από 30,90% σε 20,73%. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων του στρώματος κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=-4,94φι και Mz=-0,13φι μειούμενος γενικά προς τα πάνω και σχηματίζοντας μια ακολουθία με μειούμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος (εικ. 9.5). Η σταθερή απόκλιση των δειγμάτων της λιθοφάσης κυμαίνεται μεταξύ των τιμών σi=1,51-5,20 (φτωχή έως υπερβολικά φτωχή ταξινόμηση). Τα δείγματα δείχνουν από αρνητική ασυμμετρία έως σχεδόν συμμετρική λοξότητα (Ski=-0,30-Ski=0,02) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι μεσόκυρτες έως λεπτόκυρτες (K_G=0,97-1,20).

9.5.4.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης.

Τα υλικά της βάσης της γεώτρησης Β4 (πρώτη λιθοφάση) μεταφέρθηκαν με κύλιση και αποτέθηκαν εντός της ποτάμια αύλακας σε συνθήκες υψηλής ενέργειας, όπως φαίνεται και από τις προβολές των σημείων στο διάγραμμα CM (σχ. 9.56) κατά Passega, (1957 και 1964) και στις προβολές K_G-Ski (σχ. 9.57) κατά Sly (1977 και 1978), Md-SKi (σχ. 9.58) κατά Stewart (1958) και Md-Qda (σχ. 9.59) κατά Buller & McManus (1972).

Εικόνα 9.5: Τμήμα του προφίλ της δειγματοληπτικής γεώτρησης Β4, στο οποίο διακρίνεται και μακροσκοπικά η ακολουθία κανονικής ταξινόμησης του υλικού απόθεσης.



Σχήμα 9.55: Λεπτομερής λιθοστρωματογραφική περιγραφή της γεώτρησης B4.

Η ποτάμια προέλευση των ιζημάτων αυτών, πιστοποιείται και από τις τιμές της σταθερής απόκλισης, με εξαίρεση το δείγμα B4/16. Η μεγάλη τιμή τυπικής απόκλισης του δείγματος αυτού (σi=5,20) οφείλεται μάλλον στην αδυναμία λήψης αντιπροσωπευτικού δείγματος, λόγω της ύπαρξης πολύ χονδρόκοκκου υλικού και του περιορισμένου χώρου δειγματοληψίας (διάμετρος πυρηνολήπτη=75mm), με αποτέλεσμα να οδηγούμαστε σε μια όχι ακριβή εκτίμηση της τιμής της σταθερής απόκλισης.

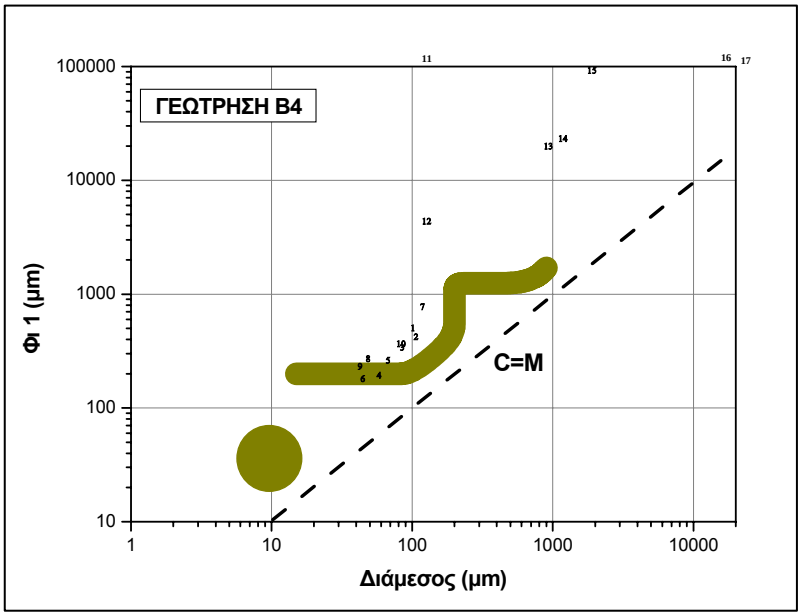
Η μείωση του κοκκομετρικού μεγέθους των υλικών προς τα πάνω σηματοδοτεί τη μείωση του παρεχόμενου ιζήματος εξ αιτίας πιθανώς της μετανάστευσης της ποτάμιας αύλακας (Elliot, 1986). Η ανυπαρξία οργανικού άνθρακα δείχνει πιθανώς ότι τα υλικά αυτά έχουν αποτεθεί σε φραγμό της κοίτης του ποταμού.

9.5.4.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (148cm-0cm).

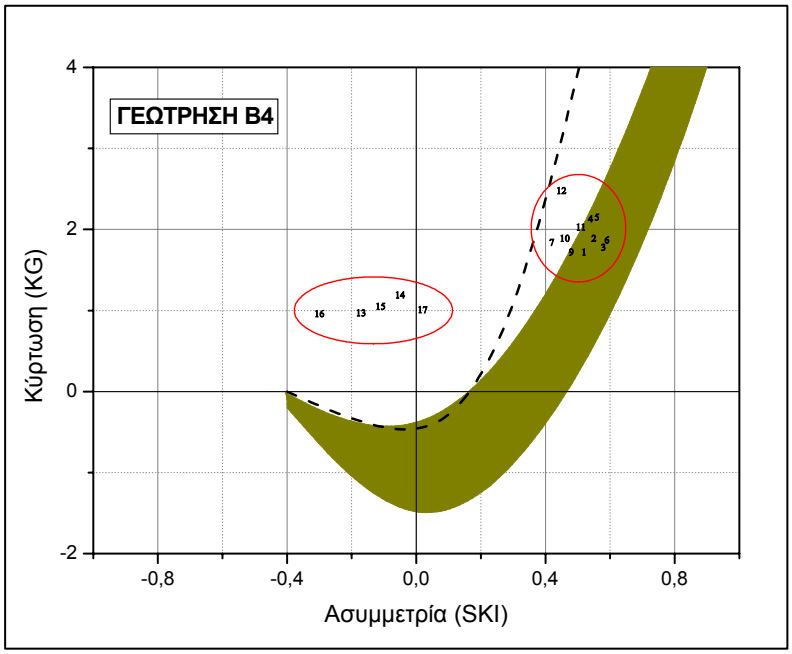
Η δεύτερη λιθοφάση περιλαμβάνει στο κατώτερο τμήμα της (βάθος 148cm--120cm) τα ιζήματα της 2ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας (δείγματα B4/12 και B4/11), που αποτελούν ένα στρώμα από ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμο, χρώματος 10YR4/4 και στο ανώτερο τμήμα της (120cm-0cm) τα ιζήματα της 1ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας (δείγματα B4/10 και B4/1), που περιλαμβάνουν επτά στρώματα, που από κάτω προς τα πάνω, είναι σε βάθος:

120cm-105cm: Πηλούχα άμμος, χρώματος 10YR4/4.

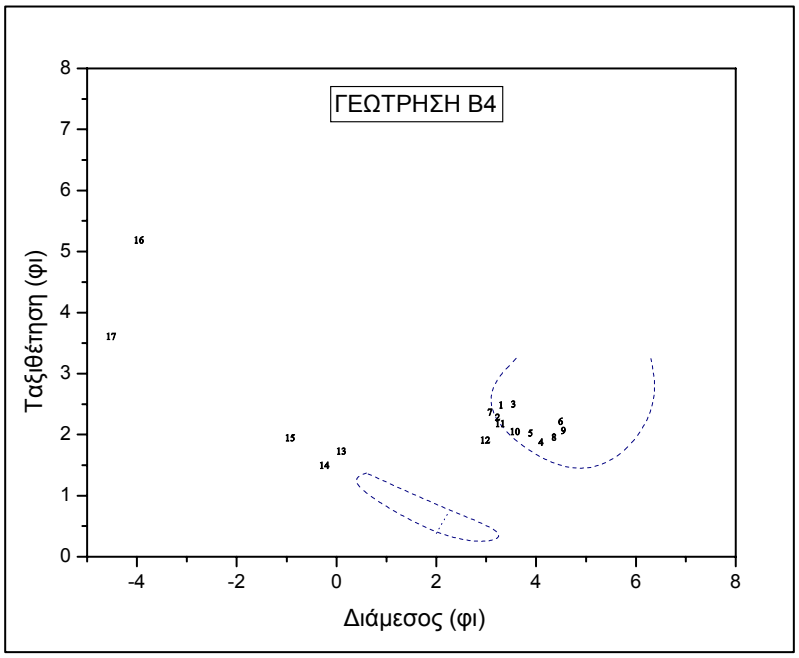
105cm-75cm: Αμμούχος πηλός, χρώματος 10YR4/4, με κελύφη οστρακωδών στο κλάσμα +2φι της άμμου.



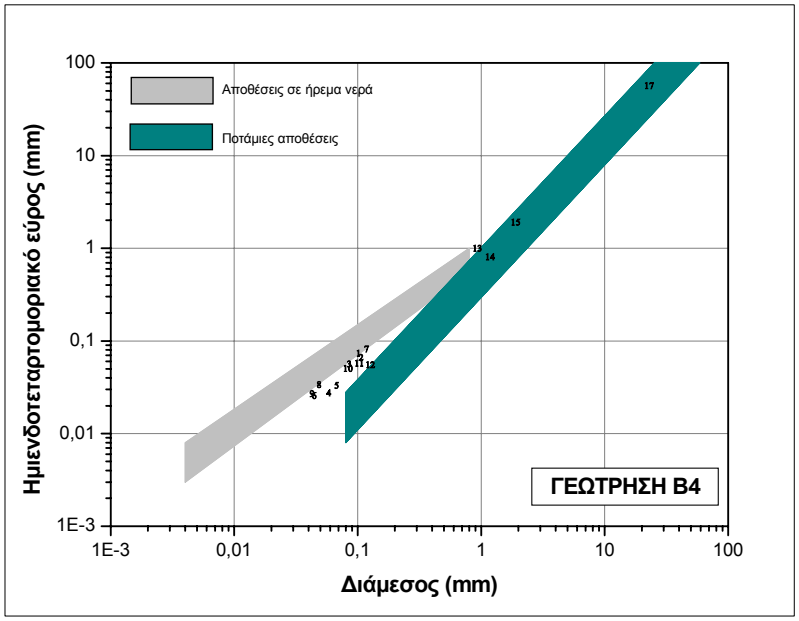
Σχήμα 9.56: Οι προβολές των σημείων των δειγμάτων της γεώτρησης Β4 στο διάγραμμα C-M κατά Passega (1957, 1964).



Σχήμα 9.57: Οι προβολές των δειγμάτων της γεώτρησης Β4 στο διάγραμμα SKI-K_G κατά Sly (1977, 1978) Στο διάγραμμα σημειώνονται με κόκκινες ελλείψεις οι ομάδες των δειγμάτων που εμπίπτουν στα πεδία υψηλής και χαμηλής ενέργειας.



Σχήμα 9.58: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Β4 στο διάγραμμα Md–σί κατά Stewart (1958)



Σχήμα 9.59: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Β4 στο διάγραμμα Md-Qda κατά Buller & McManus (1972).

75cm-66cm: Πηλούχα άμμος, χρώματος 10YR4/4, που περιέχει φυτικά ριζίδια.

66cm-59cm: Αμμούχος πηλός, χρώματος 10YR3/4, με οριζόντιες γραμμώσεις λεπτότερου υλικού πάχους λίγων mm και χρώματος 5YR4/4, που περιέχει φυτικά ριζίδια.

59cm-54cm: Πηλούχα άμμος, χρώματος 10YR3/4, στην οποία εμφανίζονται γραμμώσεις, όπως και προηγουμένως καθώς και φυτικά ριζίδια.

54cm-47cm: Αμμούχος πηλός, χρώματος 10YR4/4, με κέλυφος οστρακώδους στο κλάσμα +2φι της άμμου.

47cm-0cm: Πηλούχα άμμος, χρώματος 10YR4/4. Αποτελεί τον ορίζοντα άροσης του εδαφικού ορίζοντα. Περιέχει φυτικά ριζίδια και κελύφη *Helix pomatia* διαμέτρου μέχρι 0,3 cm.

Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου στη δεύτερη λιθοφάση κυμαίνεται μεταξύ των ποσοστών 12,24% και 27,75%. Αυξάνεται προς τα πάνω στο βάθος των 120cm-75cm και στη συνέχεια μειώνεται μέχρι την επιφάνεια του εδάφους. Το ποσοστό του οργανικού άνθρακα κυμαίνεται από 0,02% έως 0,31%. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=3,27φι και Mz=5,09φι. Η σταθερή απόκλιση, την οποία εμφανίζουν τα δείγματα δείχνει φτωχή έως πολύ φτωχή ταξινόμηση (σi=1,89-2,51), ενώ οι κοκκομετρικές τους καμπύλες εμφανίζουν πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=0,42-0,59) και είναι πολύ λεπτόκυρτες (K_G= 1,73-2,49). Η λιθοφάση αυτή χαρακτηρίζεται από μια ακολουθία με μειούμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος (δείγματα Β4/12-Β4/6) και μια ακολουθία με αυξανόμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος (δείγματα Β4/5-Β4/1).

9.5.4.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης.

Τα ιζήματα της δεύτερης λιθοφάσης αποτελούνται από λεπτόκοκκα υλικά, που συνιστούν αποθέσεις πλημμύρας. Τα δείγματα της ελαφρά χαλικούχας ιλυούχας άμμου (Β4/11,12) μεταφέρθηκαν με τη διαδικασία αιώρησης και κύλισης, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα CM (σχ. 9.56), ενώ η πηλούχα άμμος (δείγματα

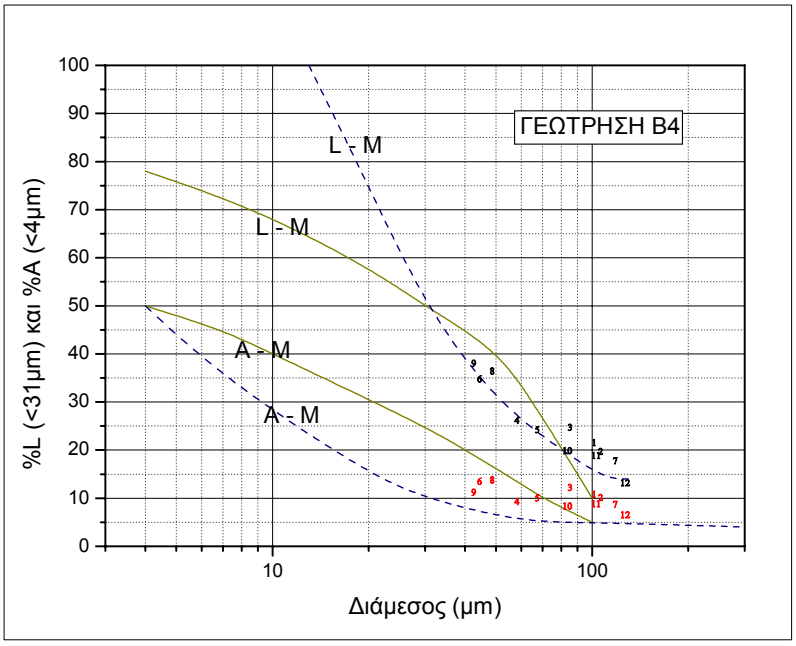
B4/1,7) έχει μεταφερθεί ως διαβαθμισμένο αιώρημα και ο αμμούχος πηλός (δείγματα B4/3,4,5,6,8,9,10) έχει μεταφερθεί ως ομογενές αιώρημα. Ομοίως, η επεξεργασία των διαγραμμάτων LM και AM (σχ. 9.60) δείχνει ότι τα ίχνη των σημείων των δειγμάτων της 2ης λιθοφάσης σχηματίζουν καμπύλες, οι οποίες διατάσσονται παράλληλα προς τις πρότυπες γραμμές κατά Passega (1957, 1964) και Passega & Byramjee (1969), που αντιστοιχούν σε διαβαθμισμένο αιώρημα.

Η απόθεση των ιζημάτων αυτών πραγματοποιήθηκε σε περιβάλλον χαμηλής ενέργειας, που πιστοποιείται από την πολύ φτωχή ταξινόμηση των δειγμάτων καθώς και από τη θέση στην οποία προβάλλονται στο διάγραμμα K_G-Ski (σχ. 9.57) κατά Sly (1977 και 1978).

Η απόθεση των υλικών πραγματοποιήθηκε σε περιβάλλον ήρεμων υδάτων, όπως προκύπτει από την απεικόνιση των τιμών της διαμέσου (Md) σε συνάρτηση με την ασυμμετρία (SKi), σύμφωνα με το διάγραμμα που πρότεινε ο Stewart (1958) (σχ. 9.58). Στο ίδιο συμπέρασμα, της απόθεσης των υλικών σε περιβάλλον ήρεμων έως ελαφρώς ρεόντων υδάτων, οδηγεί και η απεικόνιση των ιχνών των σημείων στο διάγραμμα του σχήματος 9.59 κατά Buller & McManus (1972).

Η σημαντική παρουσία της άμμου δηλώνει ότι, το περιβάλλον απόθεσης έχει χαρακτήρα πλημμυρικό, ευρισκόμενο εγγύτατα της ενεργούς ροής. Μια άλλη ερμηνεία, με βάση το διάγραμμα CM, όπως αυτό δίνεται από τους Williams & Rust (1969) είναι ότι, η λιθοφάση αυτή εκφράζει έναν αμμούχο-πηλούχο φραγμό. Η άποψη αυτή ενισχύεται από το γεγονός ότι η λιθοφάση αυτή υπέρκειται ενός ποτάμιου φραγμού, που εκφράζεται από την 1η λιθοφάση.

Η παρουσία απολιθωμάτων οστρακωδών του πλημμυρικού πεδίου ή του φραγμού, δείχνει την ύπαρξη μικρών υδάτινων επιφανειών, που αναπτύχθηκαν επάνω σε στεγανά πηλούχα στρώματα της περιοχής της γεώτρησης B4 και που επέτρεψαν την ανάπτυξη των οργανισμών αυτών.



Σχήμα 9.60. Οι προβολές των σημείων των δειγμάτων της γεώτρησης B4 στα διαγράμματα L-M και A-M κατά Passega & Byramjee (1969).

9.5.5. Περιγραφή της γεώτρησης Β5.

Πραγματοποιήθηκε 60m βορειοανατολικά της προηγούμενης (σχ. 9.2), σε υψόμετρο +168,70m. Έφτασε σε βάθος 220cm, λόγω αδυναμίας περαιτέρω διάτρησης και αποτελείται από δυο λιθοφάσεις, που περιλαμβάνουν τρεις (3) λιθοστρωματογραφικές μονάδες, όπως φαίνεται και στη λιθοστρωματογραφική στήλη του σχήματος 9.61.

9.5.5.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (220cm-144cm).

Η πρώτη λιθοφάση βρίσκεται στη βάση της γεώτρησης (δείγματα Β5/18-Β5/12) και συνίσταται από κάτω προς τα πάνω από ένα στρώμα αμμούχου χαλικιού (δείγμα Β5/18) χρώματος 5Υ4/2, από ένα στρώμα χαλικούχας άμμου (δείγματα Β5/17-Β5/15) χρώματος 5Υ4/2 και από ένα στρώμα ιλυούχου αμμούχου χαλικιού (δείγματα Β5/14- Β5/12), χρώματος 2,5Υ3/3.

Οι ψηφίδες και οι κροκάλες των δειγμάτων της πρώτης λιθοφάσης είναι ασβεστολιθικές, κερατολιθικές και εκρηξιγενείς, ενώ σπανιότερα εμφανίζονται και θραύσματα ψαμμιτικών κροκαλών.

Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 25,70% και 34,28%. Τα ποσοστά του οργανικού άνθρακα κυμαίνονται από 0,02% έως 0,20%.

Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=0,50φι και Mz=-2,61φι. Στα στρώματα του ιλυούχου αμμούχου χαλικιού (δείγματα Β5/14-Β4/12) και της χαλικούχας άμμου (δείγματα Β5/17-Β5/15) παρατηρείται αντίστροφη διαβαθμισμένη στρώση. Η σταθερή απόκλιση, την οποία εμφανίζουν τα δείγματα δείχνει φτωχή έως πολύ φτωχή ταξινόμηση (σi=1,04-3,31), ενώ οι κοκκομετρικές τους καμπύλες εμφανίζουν πολύ αρνητική έως θετική ασυμμετρία (Ski=-0,34-0,18) και είναι πλατύκυρτες έως πολύ λεπτόκυρτες (K_G= 0,87-1,82).

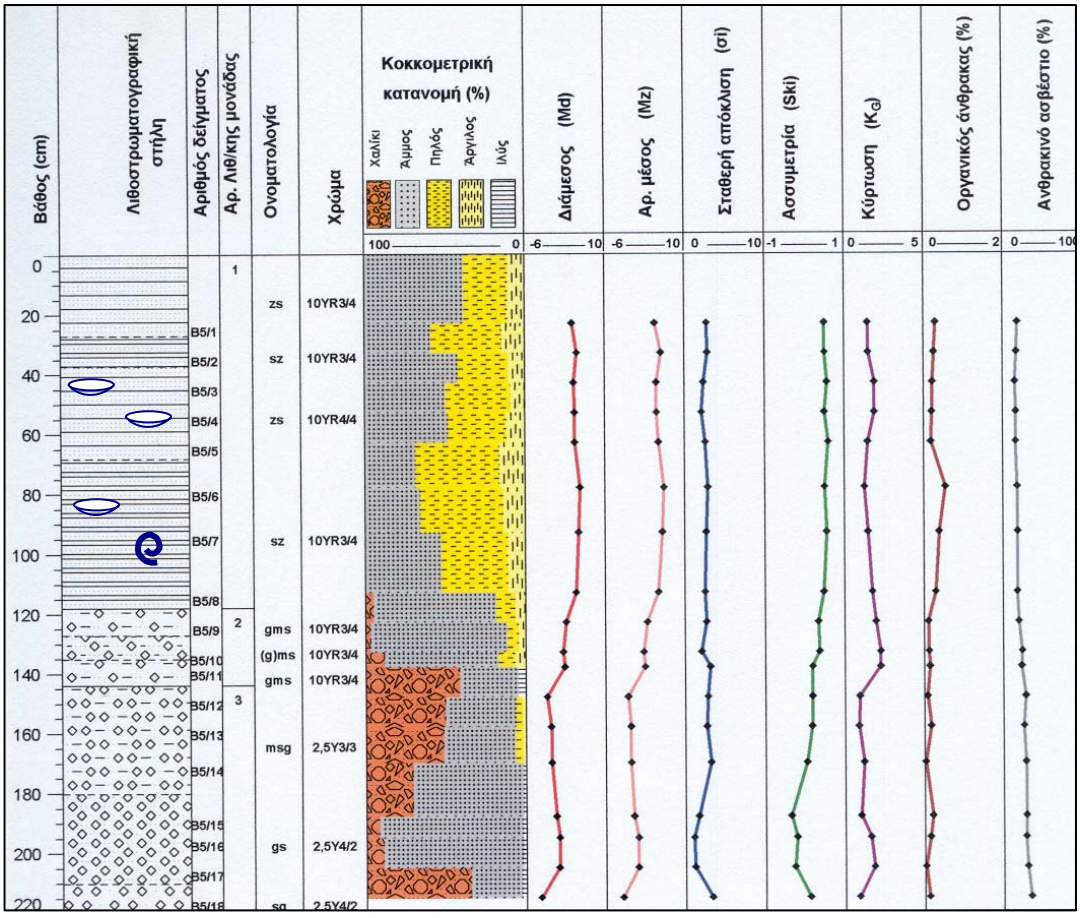
9.5.5.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης.

Το σύνολο των υλικών της λιθοφάσης αυτής, έχει μεταφερθεί με κύλιση μέσα σε στην ποτάμια αύλακα και αποτέθηκε σε συνθήκες υψηλής ενέργειας και σε περιβάλλον ρεόντων υδάτων, όπως φαίνεται και από τις προβολές στα διαγράμματα K_G-Ski (σχ. 9.62) κατά Sly (1977 και 1978), CM (σχ. 9.63) κατά Passega (1957 και 1964), Md-σi (σχ. 9.64) κατά Stewart (1958) και Md-Qda (σχ. 9.65) κατά Buller & McManus (1972). Έτσι, το περιβάλλον απόθεσης θα πρέπει να είναι αύλακα/φραγμός (Williams & Rust, 1969).

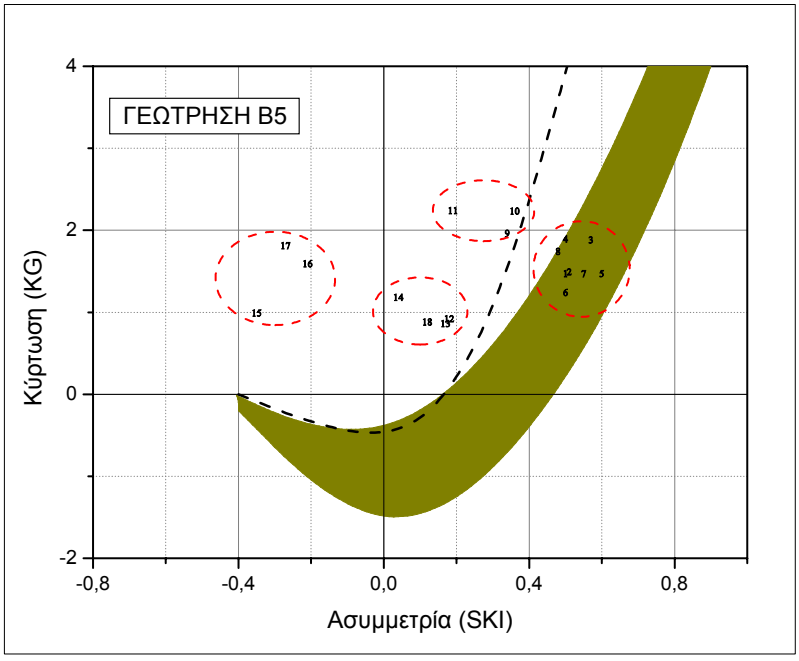
9.5.5.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (144cm-0cm).

Η δεύτερη λιθοφάση περιλαμβάνει στο κατώτερο τμήμα της στο βάθος των 144cm-118cm τα ιζήματα της 2ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας (δείγματα Β5/11-Β5/9) και στο ανώτερο τα ιζήματα της 3ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας (δείγματα Β5/8-Β5/1), που φαίνονται και στο σχήμα 9.61.

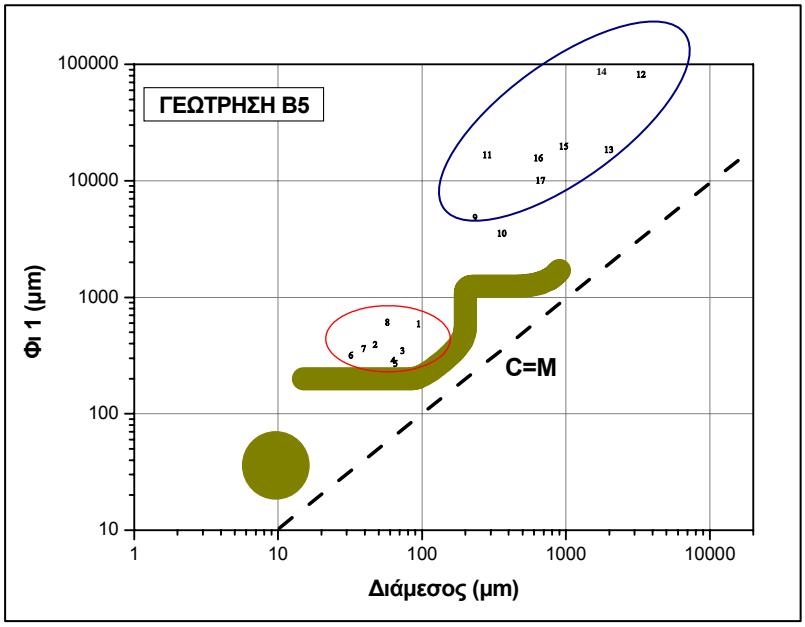
Η 2η λιθοστρωματογραφική μονάδα αποτελείται από κάτω προς τα πάνω από χαλικούχα ιλυούχα άμμο (144cm-135cm, δείγμα Β5/11), από ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμο (135cm-127cm, δείγμα Β5/10) και από χαλικούχα ιλυούχα άμμο (127cm-118cm, δείγμα Β5/9). Το χρώμα των λιθολογιών αυτής της μονάδας είναι 10YR3/4. Στα χαλίκια κυριαρχούν οι ασβεστόλιθοι, οι οποίοι έχουν και το μεγαλύτερο μέγεθος. Εμφανίζονται επίσης αρκετοί κερατολιθικοί κόκκοι καθώς και ψηφίδες εκρηξιγενών πετρωμάτων.



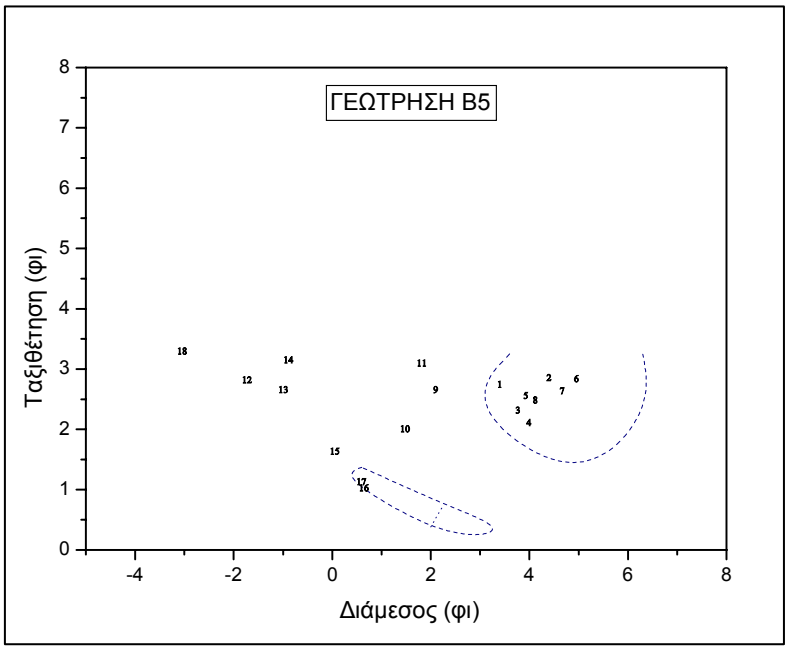
Σχήμα 9.61: Λεπτομερής λιθοστρωματογραφική περιγραφή της γεώτρησης Β5.



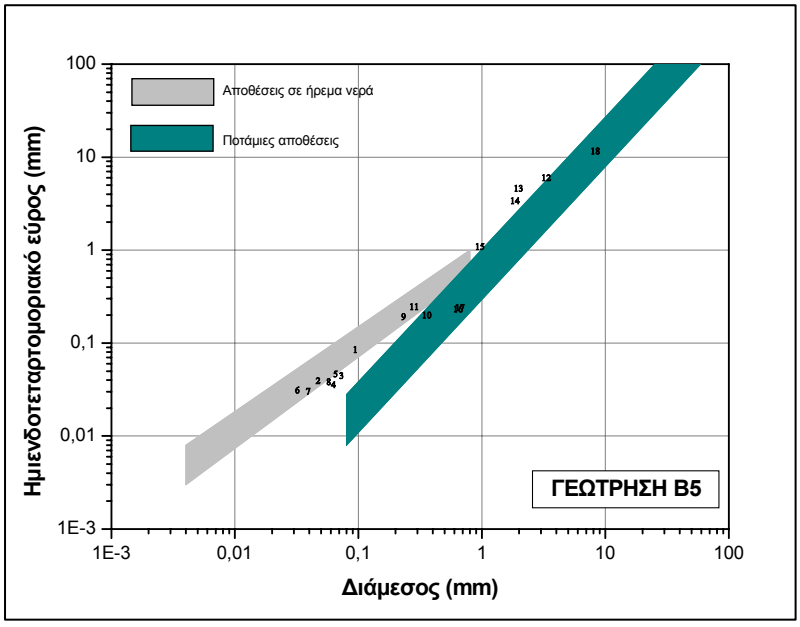
Σχήμα 9.62: Οι προβολές των σημείων των δειγμάτων της γεώτρησης Β5 στο διάγραμμα SKI-K_G κατά Sly (1977, 1978).



Σχήμα 9.63: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Β5 στο διάγραμμα C-M κατά Passega (1957, 1964). Η γαλάζια έλλειψη περικλείει τα δείγματα, που έχουν αποτεθεί σε περιβάλλον ρεόντων υδάτων (αύλακα/φραγμός) και η κόκκινη τα δείγματα, που έχουν αποτεθεί ως φραγμός άμμου-πηλού.



Σχήμα 9.64: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Β5 στο διάγραμμα Md-σi κατά Stewart (1958).



Σχήμα 9.65: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Β5 στο διάγραμμα Md-Qda κατά Buller & McManus (1972).

Η 1η λιθοστρωματογραφική μονάδα συνίσταται από εναλλαγές στρωμάτων πηλούχας άμμου και αμμούχου πηλού και περιέχει φυτικά ριζίδια. Συγκεκριμένα, περιλαμβάνει από κάτω προς τα πάνω σε βάθος:

118cm-68cm: Αμμούχο πηλό, χρώματος 10YR3/4. Στο κλάσμα +0,5φι, της άμμου, αναγνωρίστηκε ένα κέλυφος νεανικής μορφής γαστεροπόδου *Poiretia cornea* και ένα χιτινώδες κέλυφος οστρακώδους.

68cm-37cm: Πηλούχα άμμο, χρώματος 10YR4/4. Στο κλάσμα +0,5φι της άμμου εντοπίστηκε ένα θραύσμα γαστεροπόδου, πιθανώς *Poiretia cornea*.

37cm-27cm: Αμμούχο πηλό, χρώματος 10YR3/4. Αποτελεί μέρος του εδαφικού ορίζοντα.

27cm-0cm: Πηλούχα άμμο, χρώματος 10YR3/4. Συνιστά το αρόσιμο τμήμα του εδαφικού ορίζοντα.

Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 15,07% και 23,75%. Από το βάθος των 103cm μέχρι τα 37cm το ανθρακικό ασβέστιο μειώνεται ελαφρά προς τα πάνω από 15,07% σε 18,52%. Τα ποσοστά του οργανικού άνθρακα κυμαίνονται από 0,10% έως 0,54%.

Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=1,64φι και Mz=5,81φι. Η λιθοφάση αυτή χαρακτηρίζεται από μια ακολουθία με μειούμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος (δείγματα B5/11-B5/6) και από μια εντελώς ασθενή ακολουθία αύξησης του κοκκομετρικού μεγέθους προς τα πάνω (δείγματα B5/5-B5/1).

Η σταθερή απόκλιση, την οποία εμφανίζουν τα δείγματα της 2ης λιθοφάσης δείχνει πολύ φτωχή ταξινόμηση (σi=2,12-3,11), ενώ οι κοκκομετρικές τους καμπύλες εμφανίζουν θετική ασυμμετρία ως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=0,19-0,60) και είναι λεπτόκυρτες έως πολύ λεπτόκυρτες (K_G= 1,25-2,25).

9.5.5.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης.

Με την προβολή των στατιστικών παραμέτρων στα διαγράμματα K_G-Ski (σχ. 9.62) κατά Sly (1977, 1978), CM (σχ. 9.63) κατά Passega (1957, 1964), Md-σi (σχ. 9.64) κατά Stewart (1958) και Md-Qda (σχ. 9.65) κατά Buller & McManus (1972) προκύπτει ότι η λιθοφάση αυτή, η οποία προσομοιάζει με τη 2η λιθοφάση της γεώτρησης B4 ερμηνεύεται ως εξής: Η λιθοστρωματογραφική μονάδα έχει αποτεθεί σε περιβάλλον αύλακας/φραγμού, ενώ η πρώτη λιθοστρωματογραφική μονάδα έχει αποτεθεί ως φραγμός άμμου-πηλού (Williams & Rust, 1969).

Η παρουσία οστρακωδών, πιστοποιεί την ανάπτυξη μικρών επιφανειών με στάσιμα νερά, στα οποία αναπτύχθηκαν οι κοινότητες των οργανισμών αυτών.

9.5.6. Περιγραφή της γεώτρησης Β6.

Η γεώτρηση Β6 πραγματοποιήθηκε 50m ΒΑ της προηγούμενης γεώτρησης Β5 (σχ. 9.2) σε υψόμετρο +169,30m. Έφτασε σε βάθος 415cm και αποτελείται από δυο λιθοφάσεις οι οποίες περιλαμβάνουν από μια λιθοστρωματογραφική μονάδα, όπως φαίνεται και στη λιθοστρωματογραφική στήλη του σχήματος 9.66.



Εικόνα 9.6:Τμήμα του προφίλ της γεώτρησης Β6, όπου φαίνεται το χαλίκι (επάνω) και το ιλυούχο αμμούχο χαλίκι (κάτω).

9.5.6.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (415cm-50cm).

Η πρώτη λιθοφάση αποτελεί τη βάση της γεώτρησης και έχει πάχος 365cm (βάθος 415cm-50cm, δείγματα Β6/20-Β6/4). Αποτελείται από εναλλαγές χαλικιού, ιλυούχου αμμούχου χαλικιού και χαλικούχας ιλυούχας άμμου. Στα αδρόκοκκα κλάσματα κυριαρχούν οι ασβεστολιθικές κροκάλες, οι οποίες είναι στρόγγυλες έως υποστρόγγυλες (εικ. 9.6). Εμφανίζονται επίσης κερατόλιθοι και κροκάλες εκρηξιγενών πετρωμάτων. Αναλυτικότερα, τα στρώματα της λιθοφάσης αυτής από κάτω προς τα πάνω, έχουν ως εξής:

415cm-385cm: Ιλυούχο αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR4/3.

385cm-365cm: Χαλικούχα ιλυούχα άμμος, χρώματος 10YR4/3.

365cm-275cm: Ιλυούχο αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR4/3.

275cm-265cm: Χαλικούχα ιλυούχα άμμος, χρώματος 10YR3/3, μέσα στην οποία βρέθηκε θραύσμα κεραμικού από προηγούμενους πολιτισμούς.

265cm-150cm: Ιλυούχο αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR3/3 προς 10YR4/3.

150cm-125cm: Χαλίκι, χρώματος 10YR4/3.

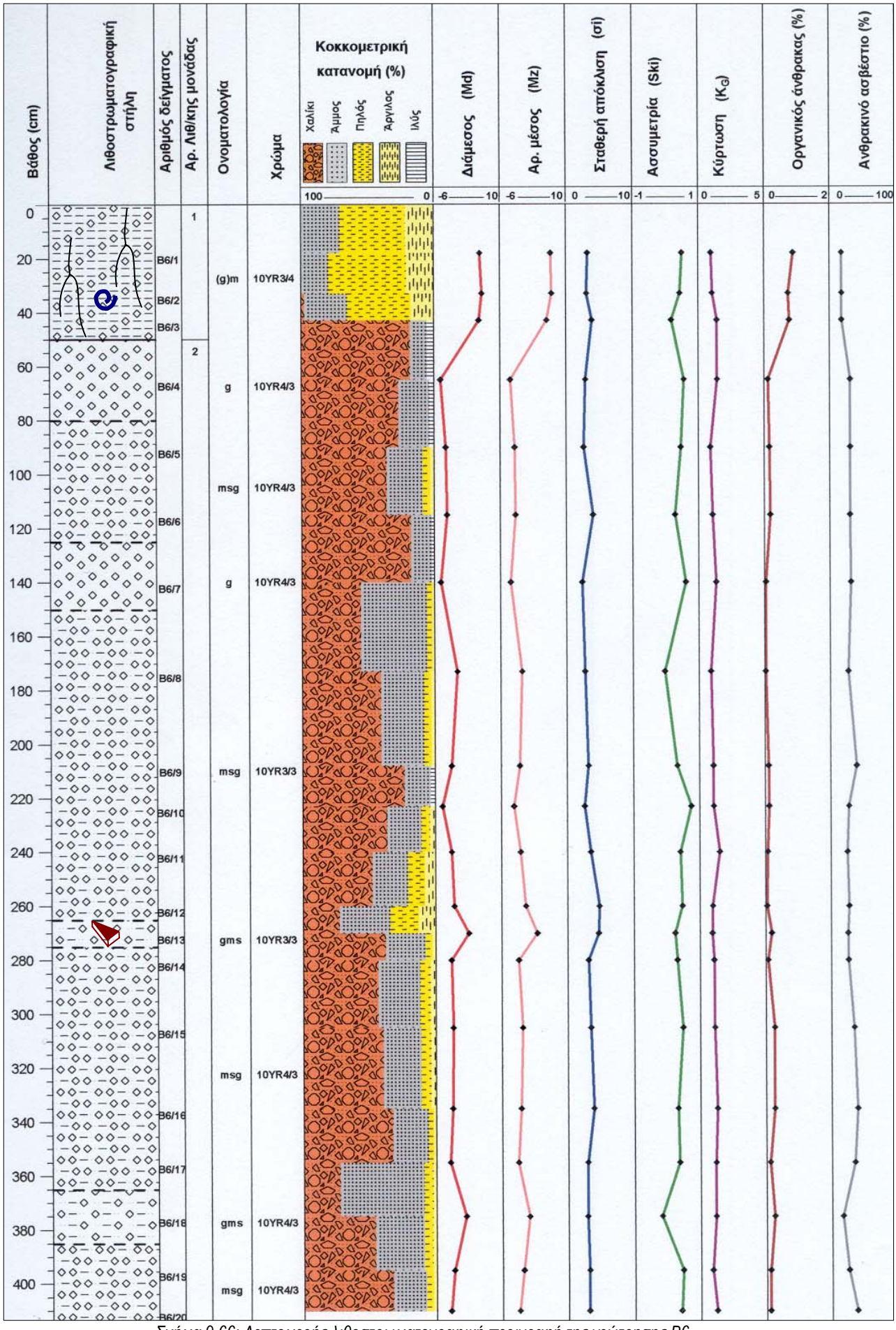
125cm-80cm: Ιλυούχο αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR4/3 (εικ. 9.6).

80cm-50cm: Χαλίκι, χρώματος 10YR4/3 (εικ. 9.6).

Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου στη λιθοφάση αυτή κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 16,39% (δείγμα Β6/18) και 39,32% (δείγμα Β6/16). Τα ποσοστά του οργανικού άνθρακα είναι πολύ μικρά και κυμαίνονται από 0,02% (δείγμα Β6/8) έως 0,26% (δείγματα Β6/15-16).

Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=-3,58φι και Mz=2,87φι. Το ανώτερο τμήμα της λιθοφάσης αυτής είναι αδρομερέστερο του υπολοίπου τμήματος της λιθοφάσης.

Η σταθερή απόκλιση, την οποία εμφανίζουν τα δείγματα της 1ης λιθοφάσης κυμαίνεται μεταξύ των τιμών σi= 2,36 και σi=4,76 δείχνοντας πολύ φτωχή έως υπερβολικά φτωχή ταξινόμηση. Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων εμφανίζουν αρνητική ως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=-0,17 έως Ski=0,75) και είναι μεσόκυρτες έως πολύ λεπτόκυρτες (K_G=0,90-1,51).

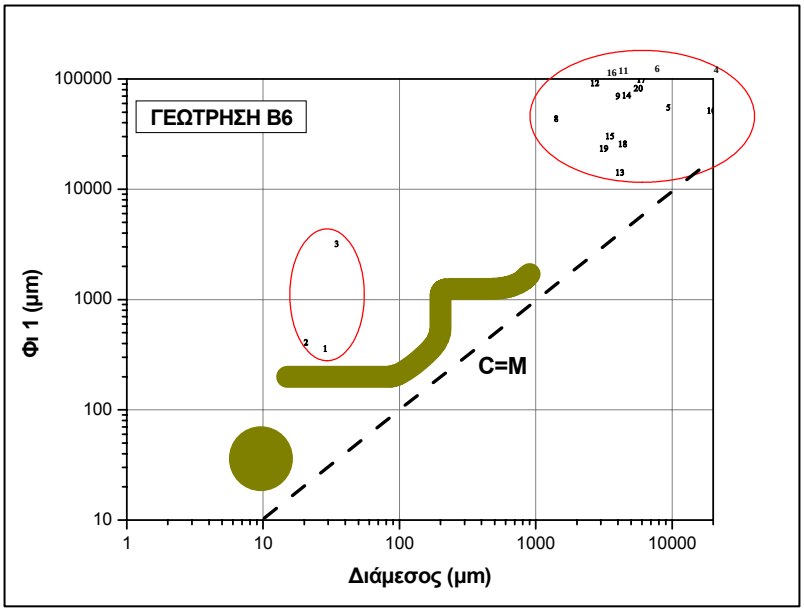


Σχήμα 9.66: Λεπτομερής λιθοστρωματογραφική περιγραφή της γεώτρησης Β6.

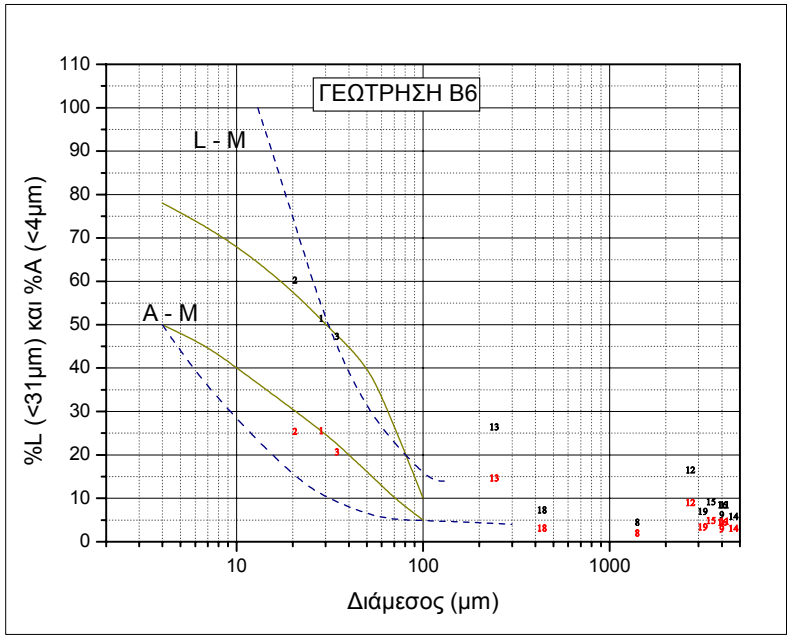
9.5.6.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης.

Τα υλικά της 1ης λιθοφάσης της γεώτρησης Β6 (415cm-50cm) αποτελούνται από ιλυούχο αμμούχο χαλίκι, ενδιάμεσα στο οποίο σε δυο θέσεις (δείγματα Β5/18,13) αποτίθεται χαλικούχα ιλυούχα άμμος, ενώ στην οροφή της λιθοφάσης (δείγματα Β5/7,4) αποτίθεται χαλίκι.

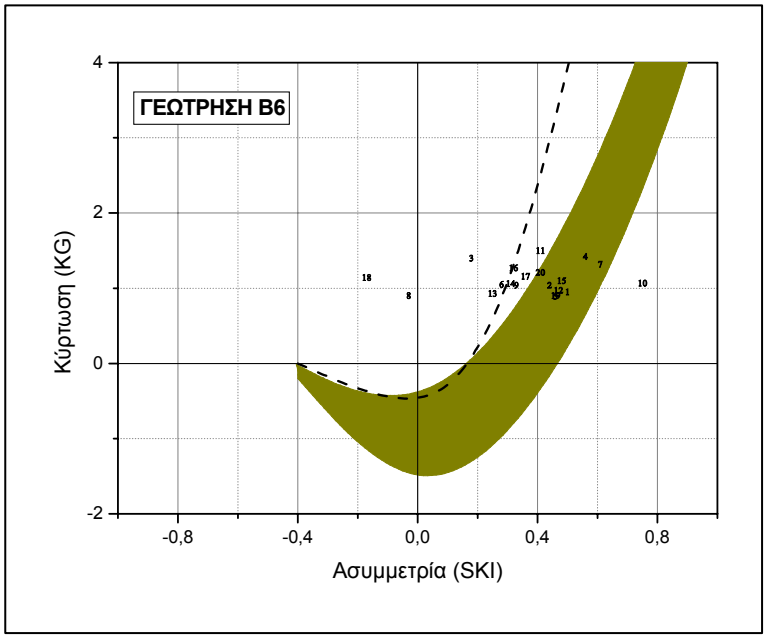
Όπως φαίνεται από τις προβολές των σημείων των δειγμάτων στα διαγράμματα CM (σχ.9.67) κατά Passega (1957, 1964), LM και AM (σχ.9.68) κατά Passega & Byramjee (1969), K_G-Ski (σχ.9.69) κατά Sly (1977, 1978), Md-σi (σχ. 9.70) κατά Stewart (1958) και Md-Qda (σχ.9.71) κατά Buller & McManus (1972), τα υλικά αυτά έχουν μεταφερθεί με κύλιση μέσα σε στην ποτάμια αύλακα. Η μεταφορά πραγματοποιήθηκε με κύλιση εξ αιτίας του ρέοντος ύδατος σε συνθήκες υψηλής ενέργειας, εκτός από τα δείγματα Β5/18 και Β5/13 της χαλικούχας ιλυούχας άμμου, που μεταφέρθηκαν σε συνθήκες χαμηλότερης ενέργειας. Η απόθεση των υλικών πραγματοποιήθηκε πιθανώς σε περιβάλλον αύλακα/φραγμός (Williams & Rust, 1969).



Σχήμα 9.67: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Β6 σε διάγραμμα CM κατά Passega (1957, 1964). Διακρίνονται οι ομάδες των δειγμάτων, που έχουν μεταφερθεί ως αιώρημα και με κύλιση.

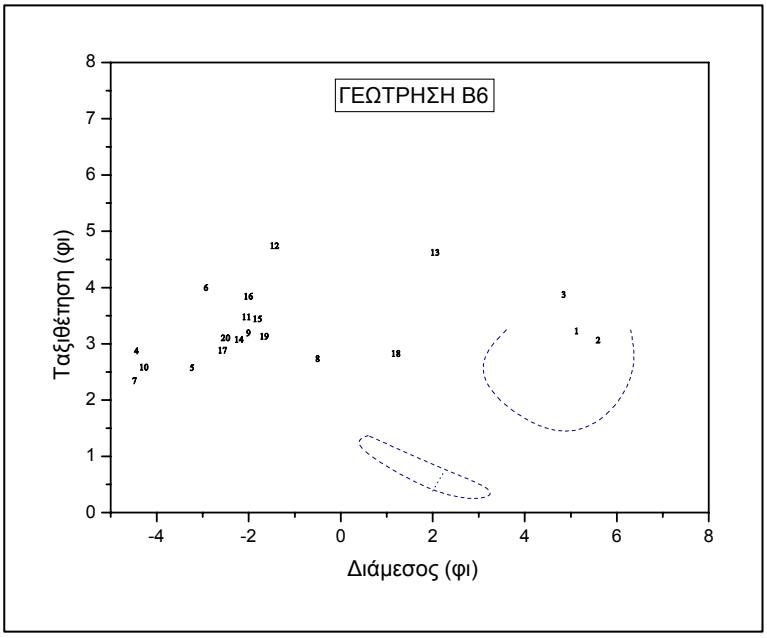


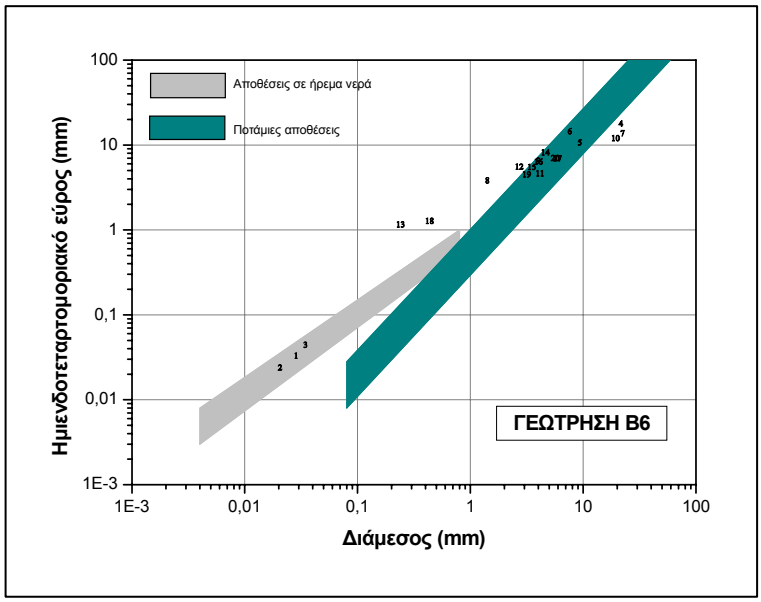
Σχήμα 9.68: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Β6 στα διαγράμματα L-M και A-M κατά Passega & Byramjee (1969).



Σχήμα 9.69: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Β6 σε διάγραμμα K_G-Ski κατά Sly (1977, 1978).

Σχήμα 9.70: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Β6 σε διάγραμμα Md-σi κατά Stewart (1958).





Σχήμα 9.71: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Β6 σε διάγραμμα Md-Qda κατά Buller & McManus (1972).

Ο εντοπισμός κεραμικού θραύσματος στη μάζα της χαλικούχας ιλυούχας άμμου, στο βάθος 275cm-265cm δείχνει το επίπεδο ανθρώπινης κατοίκησης παλαιότερου πολιτισμού ή πιθανώς την επιφάνεια της κοίτης κατά τη διάρκεια επικράτησης του πολιτισμού αυτού, αν θεωρηθεί ότι το κεραμικό θραύσμα έχει μεταφερθεί από το ποτάμιο ρεύμα.

9.5.6.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (50cm-0cm).

Η δεύτερη λιθοφάση περιλαμβάνει τον εδαφικό ορίζοντα πάχους 50cm, ο οποίος αποτελείται από ελαφρά χαλικούχα ιλύ, χρώματος 10YR3/4. Περιέχει φυτικά ριζίδια, κελύφη και θραύσματα κελυφών *Helix pomatia* και απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα. Οι εμφανιζόμενες ψηφίδες συνίστανται από κόκκους ασβεστολιθικούς και εκρηξιγενείς.

Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου στη λιθοφάση αυτή παραμένει σχεδόν σταθερό κυμαινόμενο μεταξύ των τιμών 17,97% και 18,26%. Τα ποσοστά του οργανικού άνθρακα κυμαίνονται από 0,73% έως 0,88%.

Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=5,31φι και Mz=6,50φι.

Η σταθερή απόκλιση των δειγμάτων της 2ης λιθοφάσης κυμαίνεται μεταξύ των τιμών σi=3,08 και σi=3,89 δείχνοντας πολύ φτωχή ταξινόμηση. Οι κοκκομετρικές καμπύλες των δειγμάτων εμφανίζουν θετική ως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=0,18 έως Ski=0,50) και είναι μεσόκυρτες έως λεπτόκυρτες (K_G=0,96-1,41).

9.5.6.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης.

Η ύπαρξη του λεπτόκοκκου υλικού πιστοποιεί την προέλευση των ιζημάτων της 2ης λιθοφάσης εξ αιτίας πλημμυρικών συμβάντων σε πλημμυρικό πεδίο, πιθανώς σε απομακρυσμένη θέση από την ενεργή κοίτη.

Η θετική έως πολύ θετική ασυμμετρία προτείνει τον πιθανό εμπλουτισμό των υλικών αυτών σε λεπτόκοκκα τεμαχίδια στο τέλος αυτών των πλημμυρικών συμβάντων. Η πολύ φτωχή ταξινόμηση υποδεικνύει τη χαμηλή ενέργεια του νερού κατά τη διάρκεια της απόθεσης. Η μεταφορά των ιζημάτων της 2ης λιθοφάσης με τη μορφή ομογενούς αιωρήματος και η απόθεσή τους σε περιβάλλον ήρεμων υδάτων σε πλημμυρικό πεδίο καταδεικνύεται και από τις προβολές των σημείων των δειγμάτων αυτών στα διαγράμματα CM (σχ.9.67) κατά Passega (1957, 1964), LM και AM (σχ.9.68) κατά Passega & Byramjee (1969), K_G-Ski (σχ.9.69) κατά Sly (1977, 1978), Md-σi (σχ. 9.70) κατά Stewart (1958) και Md-Qda (σχ.9.71) κατά Buller & McManus (1972).

9.5.7. Περιγραφή της γεώτρησης Β1΄.

Πραγματοποιήθηκε στο μέσον της απόστασης μεταξύ των γεωτρήσεων Β1 και Β2 (σχ. 9.2). Έφτασε σε βάθος 549cm. Ο προσδιορισμός της λιθολογίας των στρωμάτων έγινε μακροσκοπικά με τη χρήση αυτοσχέδιου συγκριτικού χάρτη (grain size comparator) και δεν είναι κατ' ανάγκην σύμφωνη με την ταξινόμηση κατά Folk & Word (1957) και Folk, Andrews & Lewis (1970), εφ' όσον στα δείγματα αυτά δεν πραγματοποιήθηκε κοκκομετρική ανάλυση. Στο σχήμα 9.72 (αριστερά), φαίνεται η λιθοστρωματογραφική στήλη της γεώτρησης Β1΄, η οποία αποτελείται από πέντε (5) λιθοστρωματογραφικές μονάδες:

5η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

549cm-540cm: Ιλύς, ελαφρά αμμούχα, ελαφρά χαλικούχα, χρώματος 10YR4/3.

4η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

540cm-438cm: Χαλίκι, αμμούχο, ιλυούχο, χρώματος 10YR3/4. Οι κροκάλες είναι στρόγγυλες έως γωνιώδεις, ασβεστολιθικής σύστασης, μεγέθους έως 5cm.

3η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

438cm-340cm: Ιλυούχα χαλικούχα άμμος, χρώματος 10YR3/4 με απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

2η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

340cm-230cm: Ιλύς, ελαφρά αμμούχα, χρώματος 10YR3/4. Περιέχει διάσπαρτες ψηφίδες και κροκάλες ασβεστολιθικής σύστασης. Σε βάθος μεγαλύτερο από τα 381cm, εμφανίζονται λίγα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

230cm-162cm: Χαλικούχα ιλύς, ελαφρά αμμούχα, χρώματος 10YR3/4. Περιέχει διάσπαρτες ψηφίδες και κροκάλες, ασβεστολιθικής σύστασης, στρόγγυλες έως γωνιώδεις. Το μέγεθός τους φτάνει μέχρι τα 5cm (εικ. 9.7). Σε βάθος 190cm βρέθηκαν θραύσματα οστράκων κεραμικών.



Εικόνα 9.7: Χαλίκια που βρίσκονται διάσπαρτα μέσα στη μάζα της ιλύος της γεώτρησης Β1΄,σε βάθος 162cm -230cm.

162cm-122cm: Ιλύς, ελαφρά αμμούχα, χρώματος 10YR3/3. Περιέχει ελάχιστες ψηφίδες και αρκετές μικρές κηλίδες λεπτού υλικού, γκρίζου χρώματος.

1η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

122cm-35cm: Ιλύς, ελαφρά αμμούχα, με λίγες διάσπαρτες ψηφίδες, χρώματος 10YR3/4. Περιέχει λίγα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και κελύφη *Helix pomatia*. Κατά διαστήματα εμφανίζονται μικρές κηλίδες λεπτού υλικού, γκρίζου χρώματος.

35cm-0cm: Ιλύς, χρώματος 10YR4/3, με λίγες διάσπαρτες ψηφίδες και κροκάλες ασβεστολιθικής σύστασης. Εδαφικός ορίζοντας, ορίζοντας άροσης. Περιέχει φυτικά ριζίδια και λίγα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

9.5.8. Περιγραφή της γεώτρησης Β2΄.

Πραγματοποιήθηκε στο μέσον της απόστασης μεταξύ των γεωτρήσεων Β2 και Β3 (σχ. 9.2) και έφτασε σε βάθος 312cm. Αποτελείται από πέντε (5) λιθοστρωματογραφικές μονάδες, που απεικονίζονται στο σχήμα 9.72 (κέντρο). Η λιθολογία προσδιορίστηκε με μακροσκοπική παρατήρηση και με τη χρήση συγκριτικού χάρτη.

5η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

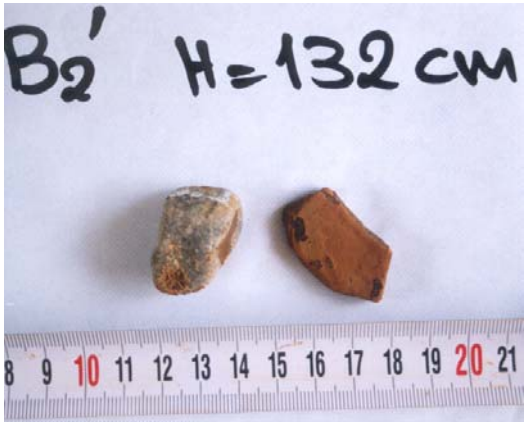
312cm-296cm: Άμμος, ιλυούχα, με ψηφίδες και κροκάλες, χρώματος 10YR3/4.

4η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

296cm-279cm: Χαλίκια, ασβεστολιθικής σύστασης, μεγέθους μεγαλύτερου από 4cm.

3η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

279cm-123cm: Άμμος, ιλυούχα, με λίγες ψηφίδες και διάσπαρτες κροκάλες, χρώματος10YR3/4. Οι κροκάλες έχουν σύσταση ασβεστολιθική και κερατολιθική και μέγεθος έως 2cm. Σε βάθος 132cm βρέθηκε ένα όστρακο κεραμικού (εικ. 9.8) και σε βάθος 190cm θραύσματα κελυφών *Helix*.



Εικόνα 9.8. Ασβεστολιθική κροκάλα και όστρακο κεραμικού από βάθος 132 cm της γεώτρησης Β2΄.

2η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

123cm-64cm: Ιλύς, αμμούχα, με ελάχιστες ψηφίδες, χρώματος 10YR3/4. Βρέθηκαν δυο ασβεστολιθικές κροκάλες διαμέτρου 0,5cm και 1cm, σε βάθος 80cm-90cm και λίγα ασβεστιτικά συγκρίματα.

1η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

64cm-35cm: Ιλύς, αμμούχα, με ελάχιστες ψηφίδες, χρώματος 10YR3/4. Εδαφικός ορίζοντας, που περιέχει ριζίδια φυτών, ελάχιστα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και ελάχιστα ασβεστιτικά συγκρίματα.

35cm-0cm: Ιλύς, αμμούχα, με ελάχιστες ψηφίδες, χρώματος 10YR3/3, το οποίο προς τα κάτω μετατρέπεται σταδιακά σε 10YR3/4. Εδαφικός ορίζοντας, ορίζοντας άροσης. Περιέχει ριζίδια φυτών και απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα. Επίσης εμφανίζονται σπανίως μικρά ασβεστιτικά συγκρίματα. Σε βάθος 30cm βρέθηκε γωνιώδης ασβεστολιθική κροκάλα, διαμέτρου 1,5cm.

9.5.9. Περιγραφή της γεώτρησης Β6΄.

Πραγματοποιήθηκε 50m βόρεια της γεώτρησης Β6 (σχ. 9.2) και έφτασε σε βάθος 550cm. Περιλαμβάνει έξι (6) λιθοστρωματογραφικές μονάδες (σχ. 9.72, δεξιά). Ο προσδιορισμός της λιθολογίας έγινε και σε αυτή την περίπτωση μακροσκοπικά με τη χρήση συγκριτικού χάρτη.

6η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

550cm-495cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος, χρώματος 10YR4/3, στην οποία εμφανίζονται λειμωνιτικές κηλίδες, επιφάνειες οξείδωσης και ελάχιστα ασβεστιτικά συγκρίματα.

495cm-375cm: Αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR4/3, όπως παραπάνω. Στρώμα υδροφόρο, από το οποίο στάθηκε αδύνατη η λήψη ολόκληρου του πυρήνα, λόγω κατάρρευσης του υλικού κατά την έξοδο του πυρηνολήπτη από το έδαφος.

375cm-360cm: Ιλύς, ελαφρά αμμούχα, χρώματος 10YR4/3.

360cm-266cm: Αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR4/3. Στρώμα υδροφόρο, το οποίο επίσης κατέρρευσε κατά τη διαδικασία απόληψης.

5η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

266cm-226cm: Χαλικούχα ιλυούχα άμμος, χρώματος 10YR3/4, το οποίο προς τα κάτω μεταβαίνει σταδιακά σε 10YR3/3. Βρέθηκαν λίγα ασβεστιτικά συγκρίματα και 1 θραύσμα οστράκου κεραμικού διαμέτρου 0,5cm, σε βάθος 230cm. Οι κροκάλες και οι ψηφίδες έχουν σύσταση ασβεστολιθική, κερατολιθική και εκρηξιγενή και διάμετρο έως 2cm.

4η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

226cm-192cm: Χαλίκι, χρώματος 10YR3/4.

192cm-176cm: Αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR3/4.

176cm-170cm: Χαλικούχα ιλυούχα άμμος, χρώματος 10YR3/4.

Οι κροκάλες στη μονάδα αυτή έχουν σύσταση και των τεσσάρων λιθολογιών, με επικράτηση σε μέγεθος και αριθμό των ασβεστολιθικών κροκαλών. Το κοκκομετρικό μέγεθος μειώνεται προς τα πάνω, συνιστώντας ακολουθία με μειούμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος.

3η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

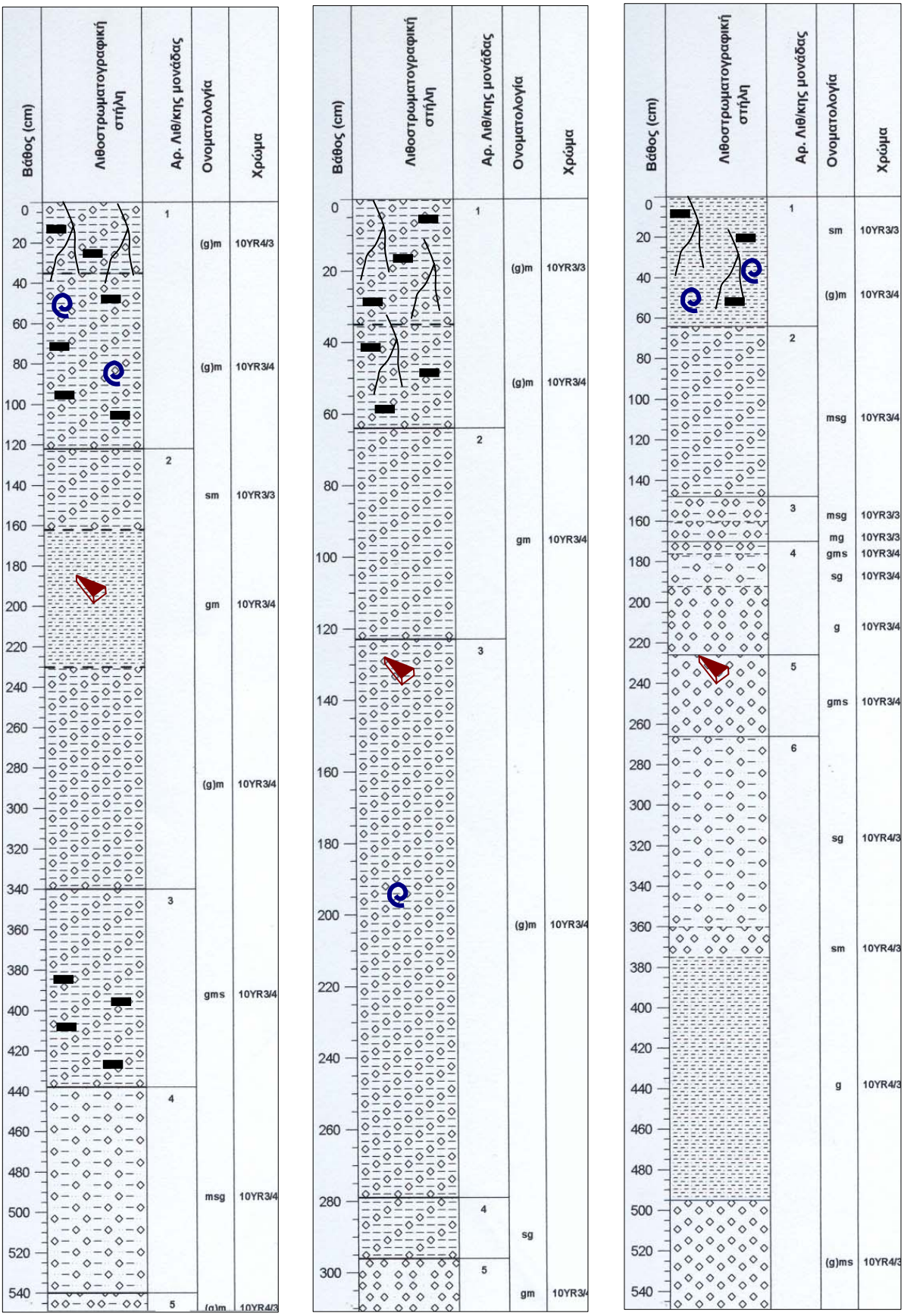
170cm-160cm: Ιλυούχο χαλίκι, χρώματος 10YR3/3.

160cm-148cm: Ιλυούχο αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR3/3.

Στη μονάδα αυτή οι κροκάλες είναι ασβεστολιθικές, στρόγγυλες και έχουν διάμετρο 4-6cm. Το κοκκομετρικό μέγεθος δείχνει να αυξάνεται προς τα πάνω.

2η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

148cm-64cm: Ιλυούχο αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR3/4. Οι κροκάλες είναι στρόγγυλες και έχουν διάμετρο έως 4cm. Είναι κυρίως ασβεστολιθικές. Συναντώνται επίσης κερατολιθικοί και σπανιότερα ψαμμιτικοί κόκκοι και κροκάλες εκρηξιγενών πετρωμάτων.



Σχήμα 9.72: Λιθοστρωματογραφικές στήλες των γεωτρήσεων πύκνωσης B1΄(αριστερά), B2΄(κέντρο) και B6΄ (δεξιά).

1η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

64cm-27cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR3/4. Περιέχει ελάχιστες διάσπαρτες ψηφίδες και κροκάλες, ασβεστολιθικής και κερατολιθικής σύστασης μεγέθους έως 2cm, ριζίδια φυτών, απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και μικρά κελύφη *Helix pomatia*.

27cm-0cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 10YR3/3. Εδαφικός ορίζοντας, που περιέχει φυτικά ριζίδια και απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

9.5.10 Σύγκριση αποτελεσμάτων περιβαλλόντων απόθεσης της τομής ΒΒ΄.

Ο Βοιωτικός Κηφισός ποταμός λειτουργεί κατ' αρχήν στο βόρειο τμήμα της τομής ΒΒ΄, στις θέσεις των γεωτρήσεων Β4, Β5 και Β6, διευρύνοντας την δράση του και στη θέση της γεώτρησης Β3, όταν στο βάθος των 478cm αρχίζει να αποτίθεται ποτάμιο ίζημα υπεράνω στρώματος χαλικούχας ιλύος, που προερχόταν από μια ιλυοροή, η οποία εξέφραζε τη δραστηριότητα του αλλουβιακού ριπιδίου της Τιθορέας.

Ο Βοιωτικός Κηφισός διευρύνει την αύλακα ροής του λίγο αργότερα στη θέση της γεώτρησης Β2, μέχρι το βάθος των 335cm. Ακολούθως περιορίζει την κοίτη του μεταξύ των θέσεων των γεωτρήσεων Β6 και Β3 μέχρι το βάθος των 144cm και 148cm των θέσεων των γεωτρήσεων Β5 και Β4.

Στη συνέχεια, ο Βοιωτικός Κηφισός έχει δυο ενεργές ροές στις θέσεις των γεωτρήσεων Β6 και Β3, ενώ οι θέσεις Β4, Β5 και Β2 λειτουργούν ως θέσεις πλημμυρικής δραστηριότητας.

Τέλος ο Βοιωτικός Κηφισός περιορίζεται για μικρό διάστημα στη θέση Β6 και αμέσως μετά μεταναστεύει στη σημερινή του θέση, ενώ όλες οι άλλες θέσεις αποτελούν θέσεις πλημμυρικών πεδίων.

Η θέση της γεώτρησης Β1 αποτελεί μέρος του αλλουβιακού ριπιδίου της Τιθορέας και ως τέτοια δεν σχετίζεται με τη δραστηριότητα του Βοιωτικού Κηφισού.

Από τα παραπάνω αναφερόμενα καθίσταται σαφές ότι ο ποταμός στη θέση αυτή τείνει, στο ύστερο Ολόκαινο, να μεταναστεύσει προς Νότο. Η μετανάστευση αυτή πραγματοποιείται πάντως στα πλαίσια των μεταβολών των μαιάνδρων του ρεύματος στο σημείο αυτό, εφ' όσον ο ποταμός μετατοπίζεται γενικά στην ευρύτερη περιοχή προς Βορρά εξ αιτίας της προέλασης του ριπιδίου της Τιθορέας και μεγαλύτερου ρυθμού ιζηματογένεσης από το ρυθμό βύθισης (§ 3.7).

Στους πυρήνες των γεωτρήσεων Β1, Β1΄, Β2, Β2΄, Β6 και Β6΄ εντοπίστηκαν θραύσματα οστράκων κεραμικών και στον πυρήνα της γεώτρησης Β3 βρέθηκαν θραύσματα μεταλλικών αντικειμένων από χαλκό και σίδηρο. Τα ευρήματα αυτά πιστοποιούν πιθανώς την ύπαρξη ορίζοντα κατοίκησης παλαιότερων πολιτισμών (κεφ. 10).

9.6. Περιγραφή και περιβάλλοντα απόθεσης των γεωτρήσεων της τομής ΓΓ΄ (περιοχή Χαιρώνειας).

9.6.1. Περιγραφή της γεώτρησης Γ1.

Η γεώτρηση Γ1 πραγματοποιήθηκε στη θέση «Κουμούλια», σε υψόμετρο 107,60m (σχ. 9.3) και έφτασε σε βάθος 500cm. Στο προφίλ της γεώτρησης διακρίνονται τρεις (3) διαφορετικές λιθοφάσεις, οι οποίες περιλαμβάνουν έξι (6) λιθοστρωματογραφικές μονάδες, όπως φαίνεται και στη λιθοστρωματογραφική στήλη του σχήματος 9.73.

9.6.1.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (500cm-310cm).

Η πρώτη λιθοφάση αποτελεί τη βάση της γεώτρησης, έχει πάχος 190cm και περιλαμβάνει εννέα στρώματα (λιθοστρωματογραφικές μονάδες 6, 5 και 4, δείγματα Γ1/26-Γ1/16), τα οποία από κάτω προς τα πάνω έχουν ως εξής:

500cm-485cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR5/4 προς 10YR 3/3 με ασβεστολιθικές ψηφίδες.

485cm-465cm: Αμμούχος πηλός, χρώματος 10YR4/4 έως 10YR4/3.

465cm-450cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 10YR3/3 προς 10YR4/3.

450cm-402cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR3/2 προς 10YR 3/3 (εικ. 9.9). Περιέχει λίγα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα. Στο κλάσμα της άμμου +0,5φι εντοπίστηκαν θραύσματα κελυφών γαστεροπόδων και στο κλάσμα +2φι πολλά οστρακώδη (*Cyprideis* και *Ilyocypris*) με χιτινώδη κελύφη.

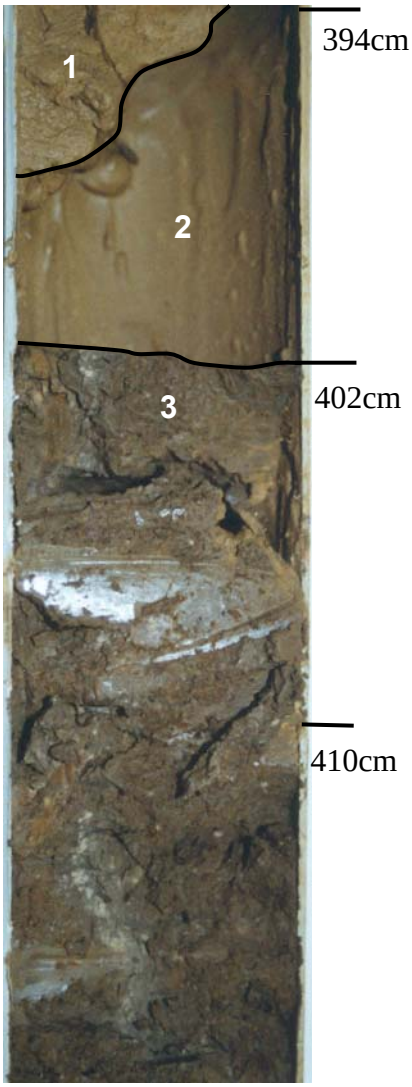
402cm-392cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/3. Η επαφή του στρώματος αυτού με το υποκείμενο στρώμα είναι ομαλή και απότομη, ενώ η επαφή (ασυνέχεια) με το υπερκείμενο στρώμα του αμμούχου πηλού είναι έντονα διαβρωσιγενής (εικ. 9.9).

392cm-380cm: Αμμούχος πηλός, χρώματος 2,5Y3/3.

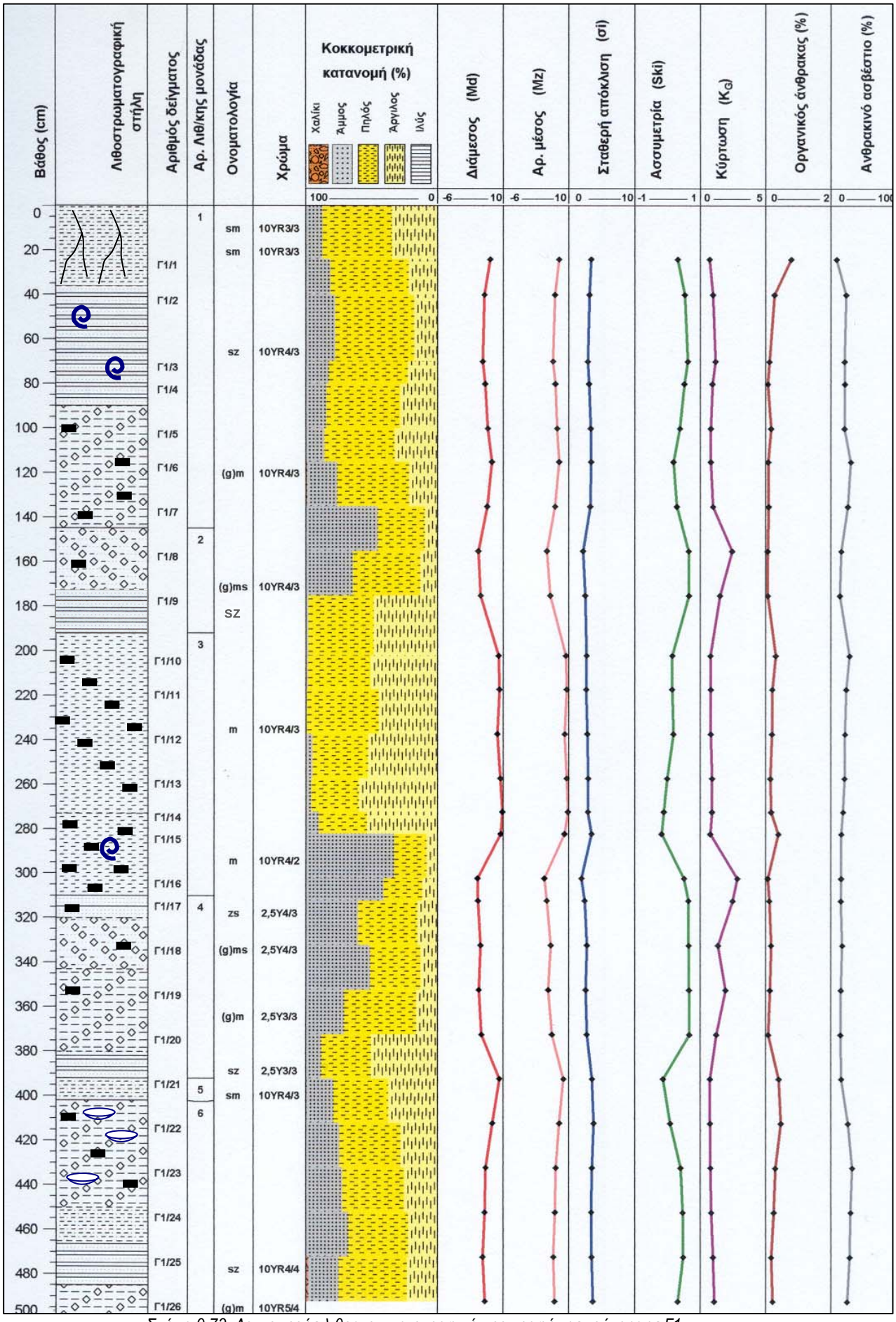
380cm-343cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 2,5Y3/3. Στα κλάσματα +1,5φι και +2φι της άμμου εντοπίστηκαν θραύσματα κελυφών γαστεροπόδων.

343cm-320cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος, χρώματος 2,5Y4/3.

320cm-310cm: Πηλούχα άμμος, χρώματος 2,5Y4/3.



Εικόνα 9.9: Η αμμούχα ιλύς (2) και οι επαφές της με τον υπερκείμενο αμμούχο πηλό (1) και την υποκείμενη ελαφρά χαλικούχα ιλύ (3), της γεώτρησης Γ1.



Σχήμα 9.73: Λεπτομερής λιθοστρωματογραφική περιγραφή της γεώτρησης Γ1.

Στο βάθος 462cm-402cm εμφανίζονται ελασματώσεις γκρίζου κυρίως χρώματος, κιτρινόχρωμες και ερυθρόχρωμες κηλίδες και ασβεστιτικά συγκρίματα.

Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων της 1ης λιθοφάσης κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=4,01 και Mz=8,68. Τα στρώματα της 6ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας σχηματίζουν γενικά μια ακολουθία με μειούμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος, ενώ στα δείγματα Γ1/20-Γ1/19 και Γ1/18-Γ1/16 της 4ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας σχηματίζονται δυο ακολουθίες με αυξανόμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος.

Τα δείγματα της 1ης λιθοφάσης είναι φτωχά έως πολύ φτωχά ταξινομημένα (σi=1,93-3,77) και δείχνουν αρνητική έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=-0,14-0,67), ενώ οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι πλατύκυρτες έως πολύ λεπτόκυρτες (K_G=0,74-2,84). Τα ποσοστά του ανθρακικού ασβεστίου και του οργανικού άνθρακα κυμαίνονται μεταξύ των τιμών 14,45%-32,78% και 0,06%-0,46% αντίστοιχα.

9.6.1.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης.

Από τα περιγραφικά χαρακτηριστικά των δειγμάτων της πρώτης λιθοφάσης, τις τιμές των στατιστικών παραμέτρων και τις απεικονίσεις των δειγμάτων στα διαγράμματα CM (Passega, 1957 και 1964), LM και AM (Passega & Byramjee, 1969), Md-σi (Stewart, 1958) και Md-Qda (Buller & McManus, 1972) των σχημάτων 9.74, 9.75, 9.76 και 9.77 αντίστοιχα, προκύπτει ότι:

Τα ιζήματα της βάσης της 1ης λιθοφάσης (6η λιθοστρωματογραφική μονάδα, δείγματα Γ1/26-Γ1/22) έχουν αποτεθεί σε συνθήκες χαμηλής ενέργειας στην πεδιάδα πλημμύρας, πλησίον της ποτάμιας αύλακας, όπως δείχνει η ύπαρξη χαλικιών και άμμου. Τα ιζήματα μεταφέρθηκαν ως ομογενές αιώρημα και αποτέθηκαν σε περιβάλλον ήρεμων υδάτων. Η πολύ φτωχή ταξινόμηση των δειγμάτων, η παρουσία ελασματώσεων με ποικιλία χρωμάτων στα στρώματα της βάσης της γεώτρησης καθώς οι κηλίδες διαφορετικών χρωμάτων και ασβεστιτικών συγκριμάτων ενισχύουν την άποψη ενός περιβάλλοντος πλημμυρικού πεδίου. Η μείωση του κοκκομετρικού μεγέθους προς τα πάνω δηλώνει τη σταδιακή απομάκρυνση της αύλακας από τη θέση απόθεσης (Elliot, 1986). Πάνω στη θέση αυτή αναπτύχθηκε ένα τοπογραφικό χαμηλό, όπου συγκεντρώθηκαν στάσιμα νερά, στα οποία αναπτύχθηκαν οι αποικίες των οστρακωδών, που εντοπίστηκαν στα κλάσματα της άμμου του στρώματος της ελαφρά χαλικούχας ιλύος (δείγματα Γ1/23 και Γ1/22). Τα υλικά των δειγμάτων αυτών περιέχουν απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, γεγονός που ενισχύει ακόμη περισσότερο την άποψη ενός περιβάλλοντος πλημμυρικού πεδίου.

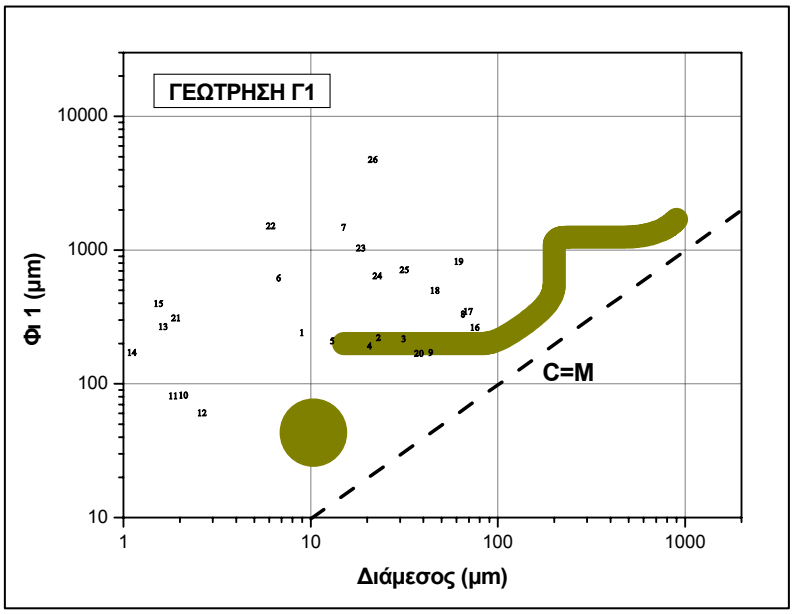
Το στρώμα αμμούχας ιλύος (δείγμα Γ1/21), που περιέχει πολύ μεγάλο ποσοστό συμμετοχής σε άργιλο και προβάλλεται στο διάγραμμα CM (Passega, 1957 και 1964) σε θέση, που αντιστοιχεί σε πολύ λεπτόκοκκα υλικά, που έχουν μεταφερθεί ως ομογενές αιώρημα (pelagic) δηλώνει μια πολύ απομακρυσμένη θέση πεδίου πλημμύρας, σε σχέση με τα υποκείμενα στρώματα της 6ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας.

Η 4η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Γ1/20-Γ1/16) χαρακτηρίζεται από μια έντονη διαβρωσιγενή επαφή σε σχέση με το υποκείμενο στρώμα της αμμούχας ιλύος, που δηλώνει ισχυρή ρευματική δραστη-

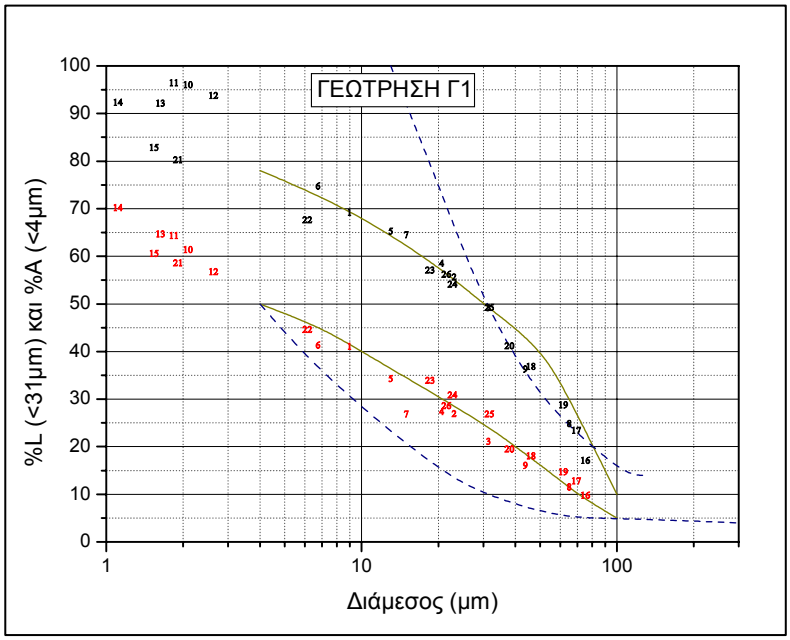
ριότητα και παροχή αδρομερέστερου υλικού. Οι δυο εμφανιζόμενες ακολουθίες με αυξανόμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος δηλώνουν επέλαση πλημμυρικών συμβάντων (Coleman, 1981).

Η μέγιστη τιμή C των δειγμάτων της 4ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας, που εκφράζουν ομογενές αιώρημα είναι μικρότερη της αντίστοιχης τιμής των δειγμάτων της 5ης και 6ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας, τα οποία επίσης αντιστοιχούν σε ομογενές αιώρημα. Αυτό σημαίνει ότι η τύρβωση στον πυθμένα των δειγμάτων Γ1/20-Γ1/16 είναι μικρότερη από την τύρβωση των δειγμάτων των υποκειμένων λιθοστρωματογραφικών μονάδων, για το λόγο δε αυτό μειώνεται και η τιμή της σταθερής απόκλισης στα δείγματα της 4ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας, σε σχέση με τις υποκείμενες (Bravard & Peiry, 1999).

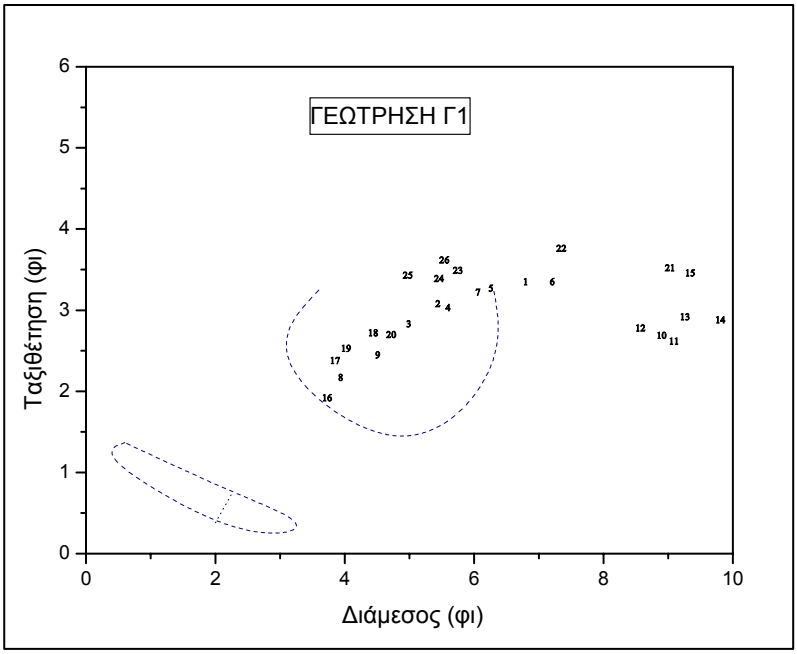
Η ραδιοχρονολόγηση απανθρακωμένου φυτικού λειψάνου, που ελήφθη από βάθος 456cm της γεώτρησης, έδειξε ότι η ηλικία σχηματισμού του δείγματος είναι 3.520-3.350 έτη π.Χ. ή 5.470-5.300 έτη από σήμερα (1950 μ.Χ.), που αντιστοιχεί στην εποχή του χαλκού (§ 9.2.6.2). Με αναγωγή της ηλικίας αυτής στο βάθος λήψης του δείγματος, προκύπτει ότι ο μέσος ρυθμός ιζηματογένεσης της περιοχής είναι 0,856mm/έτος.



Σχήμα 9.74: Απεικόνιση των σημείων της γεώτρησης Γ1 στο διάγραμμα CM κατά Passega (1957, 1964).

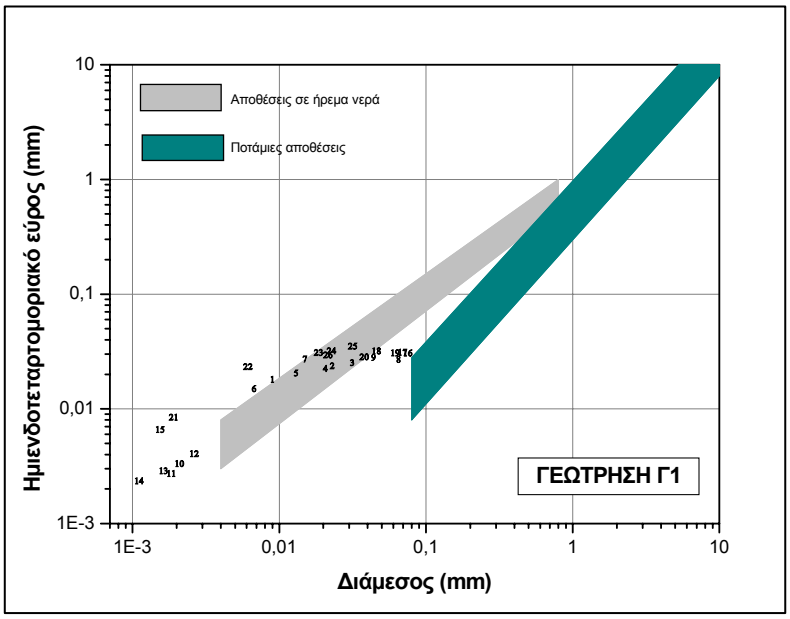


Σχήμα 9.75: Απεικόνιση των σημείων της γεώτρησης Γ1 στα διαγράμματα AM και LM κατά Passega & Byramjee (1969).



Σχήμα 9.76: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Γ1 στο διάγραμμα Md-σί κατά Stewart (1958).

Σχήμα 9.77:Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Γ1 στο διάγραμμα Md-Qda κατά Buller & McManus (1972).



9.6.1.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (310cm-192cm).

Η δεύτερη λιθοφάση έχει πάχος 118cm και περιλαμβάνει την 3η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Γ1/15-Γ1/10). Αποτελείται από ένα στρώμα ιλύος, η οποία στο κατώτερο τμήμα της (310cm-273cm) εμφανίζει εναλλαγές χρωμάτων μεταξύ 10YR4/2 και 10YR3/2, περιέχει πολλά απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και αρκετά ασβεστιτικά συγκρίματα. Στο κλάσμα +2φι της άμμου εντοπίστηκαν θραύσματα κελυφών, πιθανώς γαστεροπόδων. Στο ανώτερο τμήμα της (273cm-192cm) η ιλύς εμφανίζει χρωματικές εναλλαγές μεταξύ 10YR4/3 και 10YR3/3 ενώ στη μάζα της εμφανίζονται κηλίδες χρώματος 7,5YR4/3 και κηλίδες οξειδωμένου υλικού. Περιέχει αρκετά απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και λίγα ασβεστιτικά συγκρίματα.

Το ποσοστό του οργανικού άνθρακα στα δείγματα της 2ης λιθοφάσης κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0,14% και 0,39%. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου αυξάνεται διαρκώς προς τα πάνω από 16,05% σε 28,67%. Το κοκκομετρικό μέγεθος, στο στρώμα αυτό της ιλύος, παραμένει σχεδόν σταθερό (Mz=8,91-9,72). Τα δείγ-

ματα είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα (σi=2,63-3,47) και δείχνουν αρνητική έως θετική ασυμμετρία (Ski=-0,18-0,18), ενώ οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι πλατύκυρτες έως μεσόκυρτες (K_G=0,77-0,91).

9.6.1.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης.

Τα δείγματα της δεύτερης λιθοφάσης απεικονίζονται στο διάγραμμα CM (σχ.9.74) στην περιοχή, που αντιστοιχεί σε αποθέσεις πελαγικού αιωρήματος και κατά συνέπεια μπορούν να χαρακτηριστούν σαν αποθέσεις πλημμύρας σε απομακρυσμένη περιοχή από το κυρίως ρεύμα (Royse, 1968). Η απόθεση του ομογενούς αιωρήματος, που δημιούργησε την ιλύ της λιθοφάσης αυτής, πραγματοποιήθηκε σε ήρεμα νερά και κάτω από συνθήκες χαμηλής ενέργειας (σχ. 9.76 και 9.77). Η διαρκής αύξηση του ανθρακικού ασβεστίου στη λιθοφάση αυτή προς τα πάνω, υποδηλώνει συνθήκες ιζηματογένεσης και είναι αναμενόμενη.

9.6.1.5. Περιγραφή των στρωμάτων της 3ης λιθοφάσης (192cm-0cm).

Η τρίτη λιθοφάση έχει πάχος 192cm και αποτελείται από δυο λιθοστρωματογραφικές μονάδες (2η και 1η).

Η κατώτερη 2η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Γ1/9 και Γ1/8) έχει πάχος 47cm (192cm-145cm) και αποτελείται από ένα στρώμα από αμμούχο πηλό, χρώματος 10YR4/3, που μεταβαίνει προς τα πάνω σε ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμο, του ίδιου χρώματος. Περιέχει ελάχιστα ίχνη απανθρακωμένων φυτικών υπολειμμάτων. Το κοκκομετρικό μέγεθος του υλικού του στρώματος αυτού μειώνεται προς τα κάτω, συνιστώντας αντίστροφη διαβαθμισμένη στρώση.

Η ανώτερη, 1η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Γ1/7-Γ1/1), αποτελεί την οροφή της γεώτρησης και έχει πάχος 145cm. Περιλαμβάνει από κάτω προς τα πάνω τρία στρώματα, τα οποία έχουν ως εξής:

145cm-90cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/3. Περιέχει ελάχιστα ασβεστιτικά συγκρίματα, μεγέθους ψηφίδας και λίγα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, που αυξάνουν προς τα κάτω. Οι ψηφίδες έχουν σύσταση ασβεστολιθική.

90cm-36cm: Αμμούχος πηλός, χρώματος 10YR4/3, με θραύσματα κελυφών γαστεροπόδων στο κλάσμα +0,5φι της άμμου και δυο κελύφη *Poiretia cornea* στο κλάσμα 0φι.

36cm-0cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 10YR3/3, το οποίο προς τα κάτω μεταβαίνει σε 10YR2/2. Αποτελεί τον ορίζοντα άροσης του εδαφικού ορίζοντα και περιέχει φυτικά ριζίδια.

Τα ποσοστά του ανθρακικού ασβεστίου και του οργανικού άνθρακα στα στρώματα της 3ης λιθοφάσης κυμαίνονται μεταξύ των τιμών 8,93% έως 30,82% και 0,06% έως 0,78% αντίστοιχα. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=4,63 και Mz=7,64. Τα δείγματα είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα (σi=2,18-3,36) και δείχνουν θετική έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=0,18-0,66), ενώ οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι πλατύκυρτες έως πολύ λεπτόκυρτες (K_G=0,72-2,44). Η 1η και 2η λιθοστρωματογραφικές μονάδες παράγουν μια ακολουθία με μειούμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος. Η μείωση αυτή εκφράζεται κατά τρόπο ασθενή.

9.6.1.6. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 3ης λιθοφάσης.

Οι τιμές των στατιστικών παραμέτρων και οι απεικονίσεις των δειγμάτων στα διαγράμματα CM (Passega, 1957 και 1964), LM και AM (Passega & Byramjee, 1969), Md-σi (Stewart, 1958) και Md-Qda (Buller & McManus, 1972) των σχημάτων 9.74-9.77 δείχνουν ότι τα δείγματα της 3ης λιθοφάσης μεταφέρθηκαν σαν ομογενές αιώρημα, ορισμένα όμως από αυτά περιέχουν και κόκκους, που υπέστησαν κύλιση και αποτέθηκαν σε περιβάλλον ήρεμων υδάτων στην πεδιάδα πλημμύρας. Εκτός των δειγμάτων Γ1/6 και Γ1/7, τα υπόλοιπα δείγματα υποδηλώνουν περιβάλλον, στο οποίο η τύρβωση είναι αυξημένη σχετικά με την 4η λιθοστρωματογραφική μονάδα. Έτσι, έχει ελαφρά πιο άσχημο βαθμό ταξινόμησης από αυτή, αλλά σίγουρα μικρότερη τύρβωση από την 6η λιθοστρωματογραφική μονάδα η οποία έχει το χειρότερο βαθμό ταξινόμησης. Τα ιζήματα της 2ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας αποτέθηκαν στην πεδιάδα πλημμύρας, πλησίον της ποτάμιας αύλακας, ενώ στην 1η λιθοστρωματογραφική μονάδα παρατηρείται βαθμιαία και αργή απομάκρυνση της αύλακας, όπως δηλώνει και η μείωση του κοκκομετρικού μεγέθους προς τα πάνω (Elliot, 1986).

9.6.2. Περιγραφή της γεώτρησης Γ1΄.

Πραγματοποιήθηκε σε απόσταση 140m βόρεια της γεώτρησης Γ1, στη θέση «Καμίνια» και σε υψόμετρο +107,20m. Έφτασε σε βάθος 572cm και αποτελείται από οκτώ (8) λιθοστρωματογραφικές μονάδες (σχ. 9.78, αριστερά), οι οποίες περιγράφονται αμέσως παρακάτω:

8η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

572cm-500cm: Ιλύς, ελαφρά χαλικούχα, η οποία προς τα κάτω μεταβαίνει σε αμμούχα, με ψηφίδες και γωνιώδεις κροκάλες διαμέτρου έως 1,5cm, χρώματος 10YR4/4. Περιέχει λειμωνιτικές κηλίδες και ασβεστιτικά συγκρίματα, μεγάλου μεγέθους.

7η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

500cm-491cm: Ιλύς, χρώματος 10YR5/4, με διάσπαρτες γωνιώδεις κροκάλες και ψηφίδες, και ελάχιστα ασβεστιτικά συγκρίματα.

6η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

491cm-397cm: Ιλύς, με διάσπαρτες γωνιώδεις κροκάλες και ψηφίδες μεγέθους έως 0,6cm, χρώματος 10YR 4/4, ασβεστιτικά συγκρίματα και απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

5η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

397cm-381cm: Ιλύς, ελαφρά αμμούχα, χρώματος 10YR4/3, με λειμωνιτικές κηλίδες, απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και ασβεστιτικά συγκρίματα.

381cm-322cm: Ιλύς, ελαφρά χαλικούχα, με ελάχιστες διάσπαρτες γωνιώδεις κροκάλες και ψηφίδες μεγέθους έως 0,4cm, χρώματος 10YR4/4. Περιέχει μικρά κελύφη γαστεροπόδων.

4η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

322cm-284cm: Ιλύς, ελαφρά χαλικούχα, χρώματος 10YR4/3. Στη μάζα της περιέχονται γκρίζες και ερυθρές κηλίδες, απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και ασβεστιτικά συγκρίματα διαμέτρου μέχρι 1cm. Σε βάθος 300cm βρέθηκε θραύσμα κεραμικού με αποστρογγυλωμένες ακμές. Με βάση το ρυθμό ιζηματογένεσης, που προσδιορίστηκε από το δείγμα φυτικού λειψάνου της γεώτρησης Γ1, υπολογίστηκε ότι το κεραμικό όστρακο αντιστοιχεί σε ηλικία 2.568 έτη από σήμερα δηλαδή στο έτος 618 π.Χ.

284cm-214cm: Ιλύς, με διάσπαρτες ψηφίδες, χρώματος 10YR4/3. Στη μάζα της ιλύος περιέχονται γκρίζες και ερυθρές κηλίδες, αρκετά απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα μικρών διαστάσεων και ασβεστιτικά συγκρίματα μεγέθους <1cm.

3η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

214cm-194cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/4.

2η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

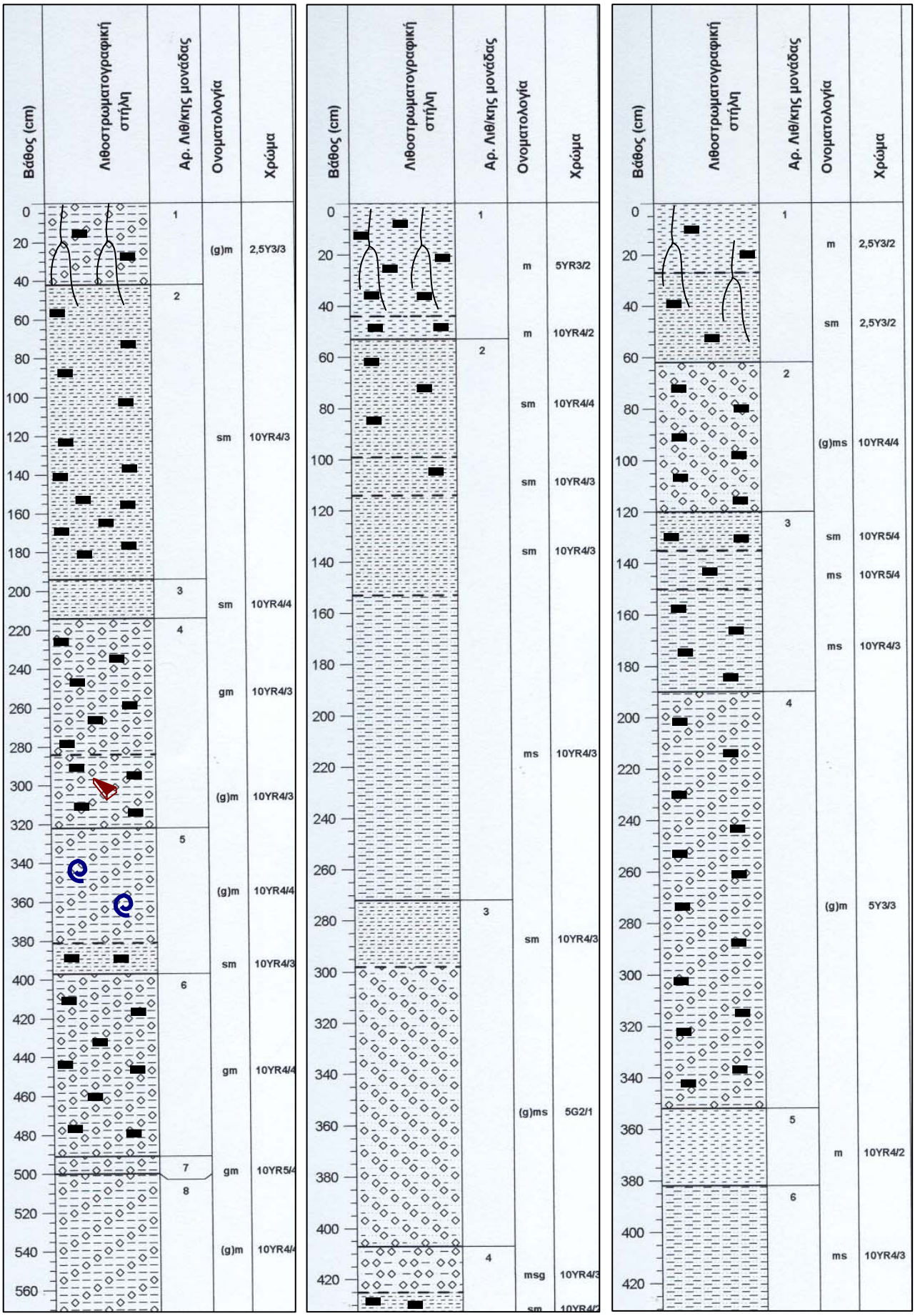
194cm-42cm: Ιλύς, ελαφρά αμμούχα, με λίγες διάσπαρτες ασβεστολιθικές ψηφίδες, χρώματος 10YR4/3. Στη μάζα της ιλύος εμφανίζονται μαύρες και ερυθρές κηλίδες, απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, που αυξάνονται προς τα κάτω και ασβεστιτικά συγκρίματα (εικ. 9.10), τα οποία επίσης αυξάνονται προς τα κάτω. Σημαντική αύξηση των ασβεστιτικών συγκριμάτων και των απανθρακωμένων φυτικών υπολειμμάτων, παρατηρείται κυρίως κάτω από τα 130cm.

1η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

42cm-0cm. Ιλύς, με ελάχιστες ψηφίδες, χρώματος 2,5Y3/3. Εδαφικός ορίζοντας, ορίζοντας άροσης. Περιέχει ριζίδια φυτών και απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.



Εικόνα 9.10: Ασβεστιτικά συγκρίματα σε τομή της γεώτρησης Γ1΄και στο βάθος των 100cm.



Σχήμα 9.78: Λιθοστρωματογραφικές στήλες των γεωτρήσεων πύκνωσης Γ1΄(αριστερά), Γ2΄(κέντρο) και Γ3΄ (δεξιά).

9.6.3. Περιγραφή της γεώτρησης Γ2.

Πραγματοποιήθηκε σε απόσταση 160m βόρεια της προηγούμενης γεώτρησης (Γ1΄), σε υψόμετρο +106,80m. Το βάθος της δειγματοληψίας έφτασε στα 340cm. Στο προφίλ της γεώτρησης διακρίνονται τρεις διαφορετικές λιθοφάσεις, που περιλαμβάνουν έξι (6) λιθοστρωματογραφικές μονάδες, όπως φαίνεται και στη λιθοστρωματογραφική στήλη του σχήματος 9.79.

9.6.3.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (340cm-280cm).

Η πρώτη λιθοφάση έχει πάχος 40cm και αποτελείται από δυο λιθοστρωματογραφικές μονάδες.

Η κατώτερη, 6η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Γ2/23 και Γ2/22), που αποτελεί και τη βάση της γεώτρησης, έχει πάχος 23cm, περιέχει ασβεστιτικά συγκρίματα και απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και περιλαμβάνει δυο στρώματα, τα οποία είναι σε βάθος:

340cm-328cm: Αμμούχος πηλός, χρώματος 10YR4/3.

328cm-317cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/3 (εικ. 9.11).

Η ανώτερη 5η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Γ2/21-Γ2/18) έχει πάχος 37cm και αποτελείται από εναλλαγές στρωμάτων αμμούχας ιλύος και ελαφρά χαλικούχας ιλύος, χρώματος 2,5YR3/2 (εικ. 9.11). Στη μονάδα αυτή εμφανίζονται ασβεστιτικά συγκρίματα μεγέθους έως 1cm και πολλά απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.



Εικόνα 9.11: Η εναλλαγή στρωμάτων της 5ης και της 6ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας της γεώτρησης Γ2.

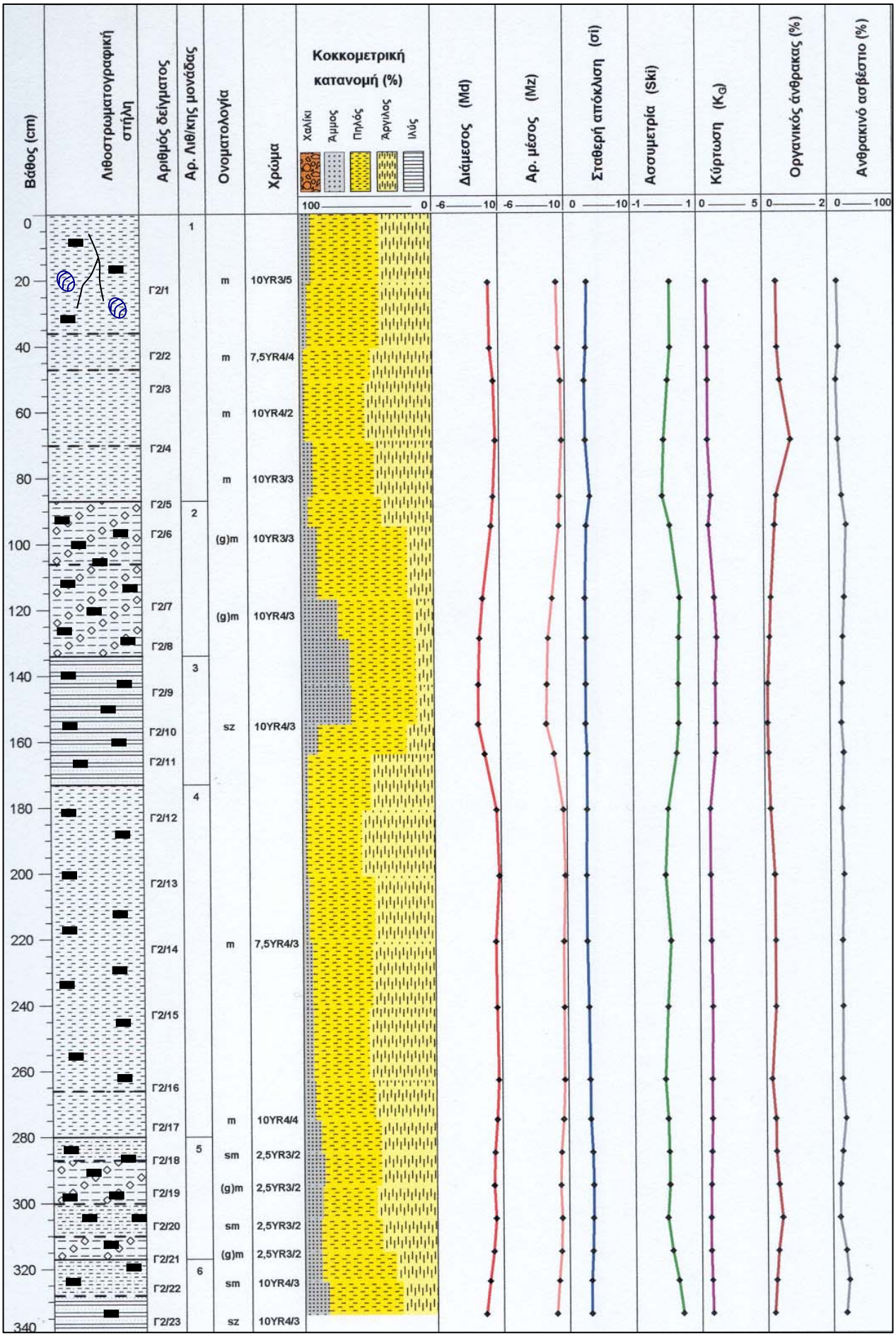
Τα ποσοστά του ανθρακικού ασβεστίου των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης κυμαίνονται μεταξύ των τιμών 10,86% και 23,91% και του οργανικού άνθρακα μεταξύ των τιμών 0,21% και 0,46%.

Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=6,87 και Mz=8,24. Τα στρώματα της 6ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας σχηματίζουν μια ακολουθία με μειούμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος, ενώ στην 5η λιθοστρωματογραφική μονάδα εμφανίζονται ακόμη δυο ακολουθίες με μειούμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος.

Τα δείγματα είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα (σi=3,30-3,67) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι πλατύκυρτες (K_G=0,71-0,85) και δείχνουν από σχεδόν συμμετρική λοξότητα έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=-0,02-0,44).

9.6.3.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης.

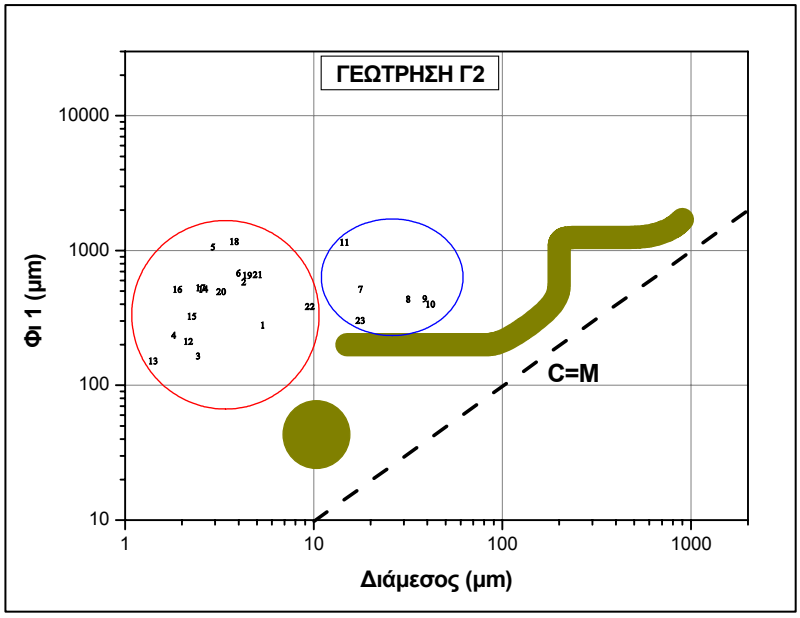
Από τα περιγραφικά χαρακτηριστικά των δειγμάτων της πρώτης λιθοφάσης της γεώτρησης Γ2, τις τιμές των στατιστικών παραμέτρων και τις απεικονίσεις των σημείων των δειγμάτων στα διαγράμματα CM (σχ. 9.80)



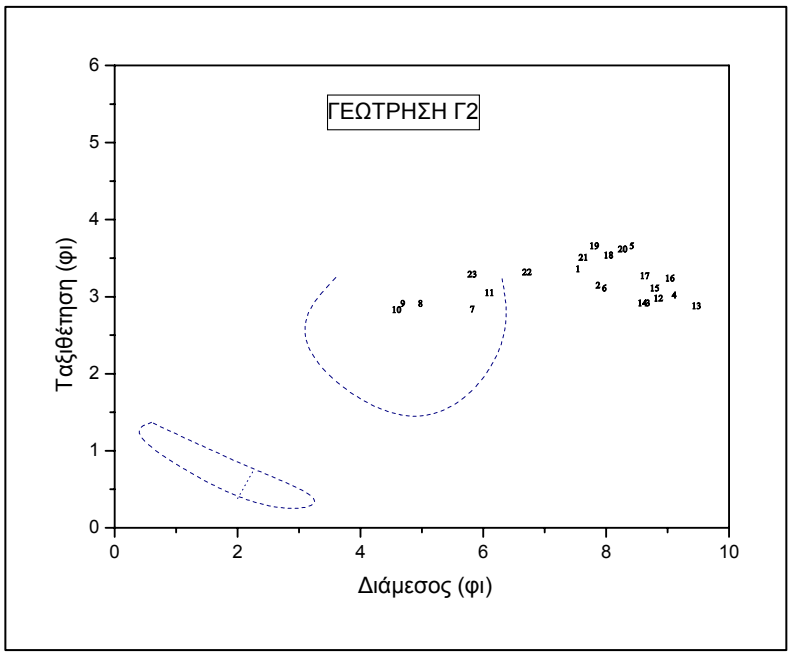
Σχήμα 9.79: Λεπτομερής λιθοστρωματογραφική περιγραφή της γεώτρησης Γ2.

κατά Passega (1957, 1964), Md-σi (σχ. 9.81) κατά Stewart (1958) και Md-Ska (σχ. 9.82) κατά Buller & McManus (1972), προκύπτει ότι:

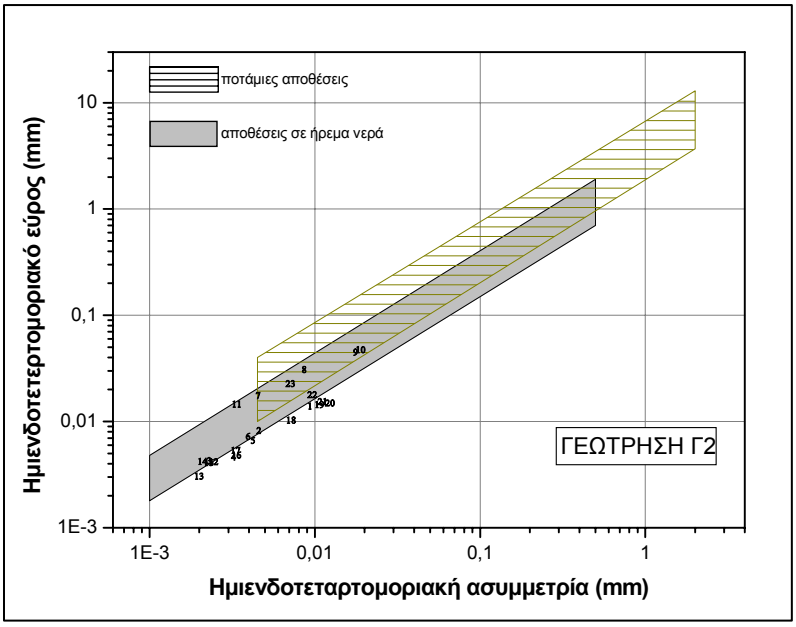
Τα ιζήματα της 1ης λιθοφάσης (6η και 5η λιθοστρωματογραφική μονάδα, δείγματα Γ1/23-Γ1/18) έχουν αποτεθεί σε συνθήκες χαμηλής ενέργειας στην πεδιάδα πλημμύρας και σε απομακρυσμένη θέση από την ποτάμια αύλακα. Εξαίρεση αποτελεί το δείγμα Γ2/23 της βάσης της γεώτρησης, που έχει αποτεθεί σε θέση πλησίον της αύλακας. Τα ιζήματα μεταφέρθηκαν ως ομογενές αιώρημα και αποτέθηκαν σε περιβάλλον ήρεμων υδάτων. Η παρουσία ασβεστιτικών συγκριμάτων ενισχύει την άποψη ενός περιβάλλοντος πλημμυρικού πεδίου. Οι τρεις ακολουθίες με μειούμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος, που σχηματίζονται στην 6η και 5η λιθοστρωματογραφικές μονάδες, δείχνουν ότι η απόθεση των υλικών αυτών πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια αποχώρησης των υδάτων μετά το τέλος αντίστοιχων πλημμυρικών συμβάντων, ενώ η αύλακα απομακρύνεται από τη θέση της γεώτρησης Γ2 (Elliot, 1986).



Σχήμα 9.80: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Γ2 στο διάγραμμα CM κατά Passega (1957, 1964). Διακρίνονται οι ομάδες των δειγμάτων, που αποτέθηκαν πλησίον της ενεργής κοίτης (γαλάζια έλλειψη) και σε απομακρυσμένη θέση (κόκκινη περιφέρεια).



Σχήμα 9.81: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Γ2 σε διάγραμμα Md-σi κατά Stewart (1958).



Σχήμα 9.82: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Γ2 σε διάγραμμα Md-Ska κατά Buller & Mcmanus (1972).

9.6.3.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (280cm-173cm).

Η δεύτερη λιθοφάση περιλαμβάνει την 4η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Γ2/17-Γ2/12), που έχει πάχος 107cm και αποτελείται από ένα στρώμα ιλύος. Το χρώμα της ιλύος στο κατώτερο τμήμα της (280cm-266cm) είναι 10YR4/4 και στο ανώτερο (266cm-173cm) 7,5YR4/3. Στη μάζα της περιέχονται απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και ασβεστιτικά συγκρίματα, τα οποία αυξάνονται σημαντικά προς τα κάτω. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου στα δείγματα της ιλύος κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 15,82% και 20,55%. Ο οργανικός άνθρακας κυμαίνεται από 0,16% έως 0,30%. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=8,63 και Mz=9,47. Τα δείγματα είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα (σi=2,89-3,28), και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι πλατύκυρτες έως μεσόκυρτες (K_G=0,83-0,93) και δείχνουν από σχεδόν συμμετρική λοξότητα έως θετική ασυμμετρία (Ski=-0,07-0,12).

9.6.3.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης.

Τα δείγματα ιλύος της δεύτερης λιθοφάσης απεικονίζονται στο διάγραμμα CM (σχ. 9.80) στην περιοχή, που αντιστοιχεί σε αποθέσεις πελαγικού αιωρήματος και κατά συνέπεια μπορούν να χαρακτηριστούν σαν αποθέσεις πλημμύρας, σε απομακρυσμένη περιοχή από το κυρίως ρεύμα (Royse, 1968). Οι σχεδόν μηδενικές τιμές της ασυμμετρίας των δειγμάτων ενισχύουν το γεγονός ότι, πρόκειται για αποθέσεις πεδιάδας πλημμύρας. Η απόθεση του ομογενούς αιωρήματος, που δημιούργησε την ιλύ, πραγματοποιήθηκε σε ήρεμα νερά και κάτω από συνθήκες χαμηλής ενέργειας (σχ. 9.81 και 9.82). Η ιλύς της λιθοφάσης αυτής αντιστοιχεί στην ιλύ της 2ης λιθοφάσης της γεώτρησης Γ1.

9.6.3.5. Περιγραφή των στρωμάτων της 3ης λιθοφάσης (173cm-0cm).

Η τρίτη λιθοφάση έχει πάχος 173cm και περιλαμβάνει τις λιθοστρωματογραφικές μονάδες 3, 2 και 1.

Η κατώτερη 3η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Γ2/11-Γ2/9), έχει πάχος 39cm (βάθος 173cm-134cm) και αποτελείται από ένα στρώμα αμμούχου πηλού, χρώματος 10YR4/3, στο οποίο εμφανίζονται αρκετά απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και κιτρινέρυθρες κηλίδες.

Η αμέσως υπερκείμενη 2η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Γ2/8-Γ2/6) έχει πάχος 47cm (βάθος 134cm-87cm) και αποτελείται από ένα στρώμα ελαφρά χαλικούχας ιλύος, η οποία στο κατώτερο τμήμα της (134cm-106cm) έχει χρώμα 10YR4/3 και στο ανώτερο (106cm-87cm) έχει χρώμα 10YR3/3, ενώ στη μάζα της εμφανίζονται αρκετά ασβεστιτικά συγκρίματα, μεγέθους μέχρι 0,5cm. Οι ψηφίδες του στρώματος αυτού έχουν ασβεστολιθική σύσταση και σπανιότερα κερατολιθική. Εμφανίζονται αρκετά απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

Το ανώτερο στρώμα της λιθοφάσης (1η λιθοστρωματογραφική μονάδα, δείγματα Γ2/5-Γ2/1), που αποτελεί και την οροφή της γεώτρησης έχει πάχος 87cm και αποτελείται από ιλύ, το χρώμα της οποίας διαβαθμίζεται μεταξύ 10YR3/3, 10YR4/2, 7,5YR4/4 και 10YR3/5. Στον εδαφικό ορίζοντα (36cm-0cm) περιέχονται φυτικά ριζίδια και ελάχιστα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα. Στο κλάσμα +1,5φι της άμμου του δείγματος Γ2/1 εντοπίστηκαν, στη μικροσκοπική εξέταση, δυο χαρόφυτα.

Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων της 3ης λιθοφάσης κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=5,09 και Mz=9,12. Εμφανίζεται μια ακολουθία (δείγματα Γ2/10-Γ2/5) με μειούμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος και μια ακολουθία (δείγματα Γ2/5-Γ2/1) με ασθενώς αυξανόμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος.

Τα δείγματα της λιθοφάσης αυτής είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα (σi=2,84-3,67) και δείχνουν από σχεδόν συμμετρική λοξότητα έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=-0,02-0,44), ενώ οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι πλατύκυρτες έως λεπτόκυρτες (K_G=0,72-1,38). Τα ποσοστά του ανθρακικού ασβεστίου και του οργανικού άνθρακα κυμαίνονται μεταξύ των τιμών 11,17%-25,70% και 0,09%-0,83% αντίστοιχα.

9.6.3.6. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 3ης λιθοφάσης.

Τα δείγματα του κατώτερου τμήματος της τρίτης λιθοφάσης (Γ2/11-Γ2/7), προβάλλονται στο διάγραμμα CM του σχήματος 9.80 (Passega, 1957 και 1964) σε περιοχή του πεδίου ορισμού, που αντιστοιχεί σε υλικά που μεταφέρθηκαν ως ομογενές αιώρημα και αποτέθηκαν στην πεδιάδα πλημμύρας πλησίον της κύριας αύλακας του ποταμού. Τα ιζήματα του ανώτερου τμήματος της λιθοφάσης απεικονίζονται στο ίδιο διάγραμμα στην περιοχή, που αντιστοιχεί σε αποθέσεις πελαγικού αιωρήματος και συνεπώς μπορούν να χαρακτηριστούν σαν αποθέσεις πλημμύρας σε απομακρυσμένη περιοχή από το κυρίως ρεύμα (Royse, 1968).

Η απόθεση των υλικών της λιθοφάσης αυτής πραγματοποιήθηκε σε ήρεμα νερά και σε συνθήκες χαμηλής ενέργειας, όπως φαίνεται και από τις θέσεις προβολής των δειγμάτων στα διαγράμματα Md-σi (Stewart, 1958) και Md-Ska (Buller & McManus, 1972) των σχημάτων 9.81 και 9.82 αντίστοιχα.

Η βαθμιαία απομάκρυνση της ποτάμιας αύλακας από τη θέση της γεώτρησης Γ2, πιστοποιείται και από τη μείωση προς τα πάνω του κοκκομετρικού μεγέθους στα δείγματα Γ2/10-Γ2/5 (Elliot, 1986).

9.6.4. Περιγραφή της γεώτρησης Γ2΄.

Πραγματοποιήθηκε σε απόσταση 110m βόρεια της προηγούμενης σε υψόμετρο +106,40m. Το βάθος της δειγματοληψίας έφτασε στα 434cm. Στο προφίλ της γεώτρησης (σχ. 9.78, κέντρο) διακρίνονται οι εξής τέσσερις (4) λιθοστρωματογραφικές μονάδες:

4η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

434cm-425cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/2, με απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

425cm-407cm: Ιλυούχο αμμούχο χαλίκι, με ψηφίδες και στρόγγυλες ασβεστολιθικές, κερατολιθικές και εκρηξιγενείς κροκάλες.

3η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

407cm-298cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος (εικ. 9.12), χρώματος 5G 2/1. Στη μάζα της ιλυούχας άμμου βρέθηκαν δυο στρόγγυλες κροκάλες, διαμέτρου 1cm, μια ασβεστολιθική και μια κροκάλα δουνίτη.

298cm-272cm: Μικτό στρώμα ιλύος, χρώματος 10YR4/3, με γκριζόμαυρη άμμο (5G2/1).

2η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

272cm-153cm: Άμμος, ελαφρά ιλυούχα, χρώματος 10YR4/3.

153cm-114cm: Ιλύς, ελαφρά αμμούχα, χρώματος 10YR4/3, με ερυθρές και γκρίζες κηλίδες.

114cm-99cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/3, με ελάχιστα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.



Εικόνα 9.12: Τμήμα του στρώματος της γκριζόμαυρης ιλυούχας άμμου της γεώτρησης Γ2

99cm-53cm: Ιλύς, ελαφρά αμμούχα, χρώματος 10YR4/4. Περιέχει ελάχιστα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, ελάχιστα, μικρού μεγέθους ασβεστιτικά συγκρίματα και ελάχιστες ερυθρές κηλίδες.

1η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

53cm-44cm: Ιλύς, χρώματος 10YR4/2. Περιέχει αρκετά απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και κίτρινες και γκρίζες κηλίδες.

44cm-0cm: Ιλύς, χρώματος 5YR3/2. Εδαφικός ορίζοντας, που περιέχει αρκετά απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, λίγα φυτικά ριζίδια και ελάχιστα ασβεστιτικά συγκρίματα, κυρίως στο κάτω μέρος του στρώματος.

9.6.5. Περιγραφή της γεώτρησης Γ3.

Η γεώτρηση Γ3 πραγματοποιήθηκε σε απόσταση 110m βόρεια της προηγούμενης σε υψόμετρο +105,90m. Το βάθος της δειγματοληψίας έφτασε στα 480cm. Στο προφίλ της γεώτρησης διακρίνονται τρεις λιθοφάσεις, οι οποίες περιλαμβάνουν πέντε (5) λιθοστρωματογραφικές μονάδες (σχ. 9.83).

9.6.5.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (480cm-272cm).

Η πρώτη λιθοφάση έχει πάχος 208cm και περιλαμβάνει δυο λιθοστρωματογραφικές μονάδες.

Η κατώτερη, 5η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Γ3/25-Γ3/22) έχει πάχος 76cm (βάθος 480cm-404cm) και περιλαμβάνει δυο στρώματα, τα οποία έχουν ως εξής:

480cm-460cm: Πηλούχα άμμος, χρώματος 10YR5/4, με γκρίζες και κίτρινες κηλίδες.

460cm-404cm: Αμμούχος πηλός, χρώματος 10YR5/4.

Η υπερκείμενη, 4η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Γ3/21-Γ3/15) της 1ης λιθοφάσης έχει πάχος 132cm (βάθος 404cm-272cm) και αποτελείται από στρώματα αμμούχας ιλύος, χαλικούχας ιλύος και ελαφρά χαλικούχας ιλύος, χρώματος 10YR4/2 που μεταβαίνει σταδιακά προς τα κάτω σε 10YR2/2. Στη μονάδα αυτή περιέχονται αρκετά ασβεστιτικά συγκρίματα. Οι ψηφίδες έχουν σύσταση ασβεστολιθική. Αναλυτικότερα, η 4η λιθοστρωματογραφική μονάδα αποτελείται από τα παρακάτω πέντε στρώματα, τα οποία από κάτω προς τα πάνω έχουν ως εξής:

404cm-370cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς.

370cm-355cm: Χαλικούχα ιλύς.

355cm-335cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς.

335cm-315cm: Αμμούχα ιλύς.

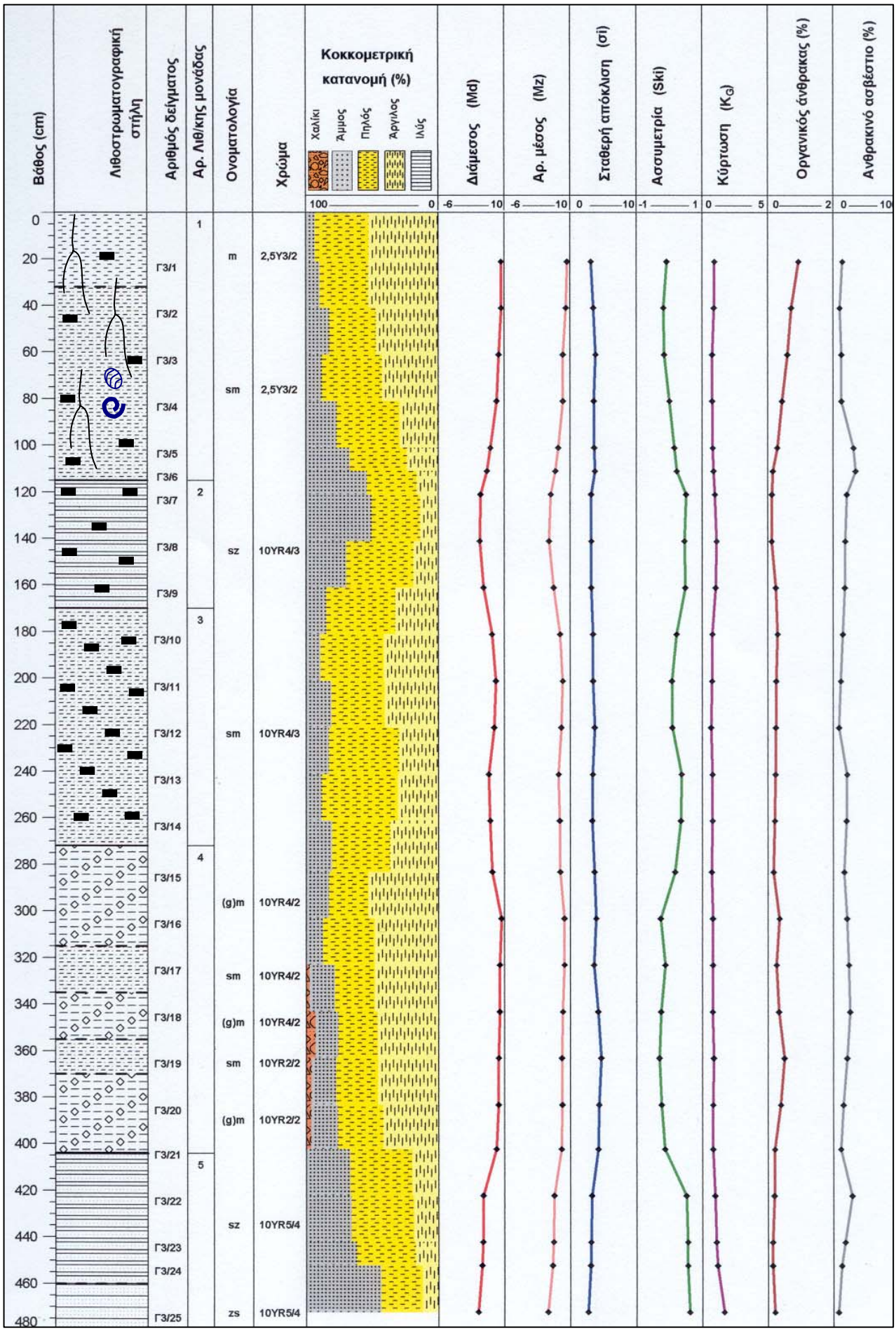
315cm-272cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς.

Τα ποσοστά του ανθρακικού ασβεστίου της πρώτης λιθοφάσης κυμαίνονται μεταξύ των τιμών 7,62% και 28,54% και αυξάνονται προς τα πάνω στα στρώματα της 5ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας. Τα ποσοστά του οργανικού άνθρακα κυμαίνονται μεταξύ των τιμών 0,14% και 0,50%.

Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=4,56 και Mz=8,59. Το κοκκομετρικό μέγεθος των υλικών της 5ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας μειώνεται προς τα πάνω, σχηματίζοντας μια ακολουθία με μειούμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος. Τα δείγματα της 1ης λιθοφάσης είναι πολύ φτωχά έως υπερβολικά φτωχά ταξινομημένα (σi=2,68-4,67) και δείχνουν αρνητική έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=-0,30-0,62). Οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι πλατύκυρτες έως πολύ λεπτόκυρτες (K_G=0,72-1,68).

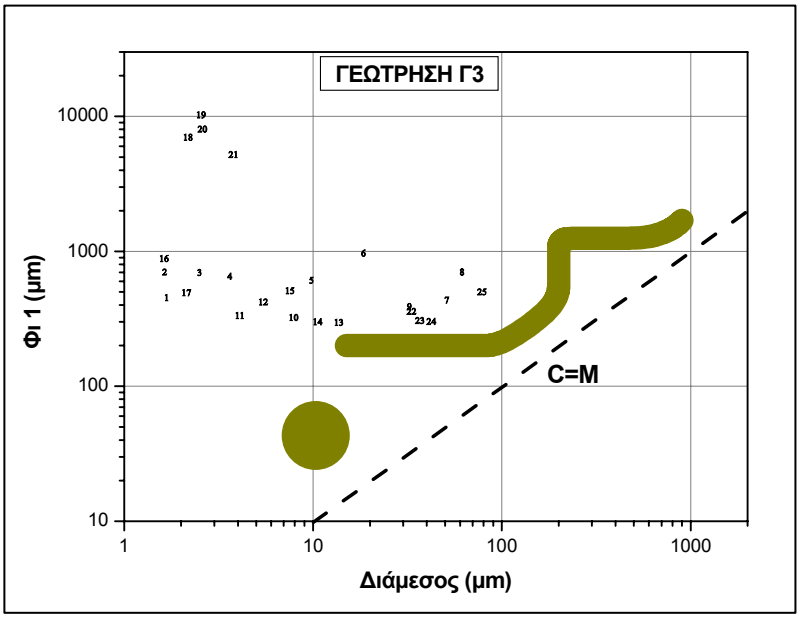
9.6.5.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης.

Η πολύ φτωχή ταξινόμηση των δειγμάτων Γ3/25-Γ3/22 του κατώτερου στρώματος της 1ης λιθοφάσης καθώς και η θέση, στην οποία προβάλλονται στα διαγράμματα CM (σχ. 9.84) κατά Passega (1957, 1964), LM και

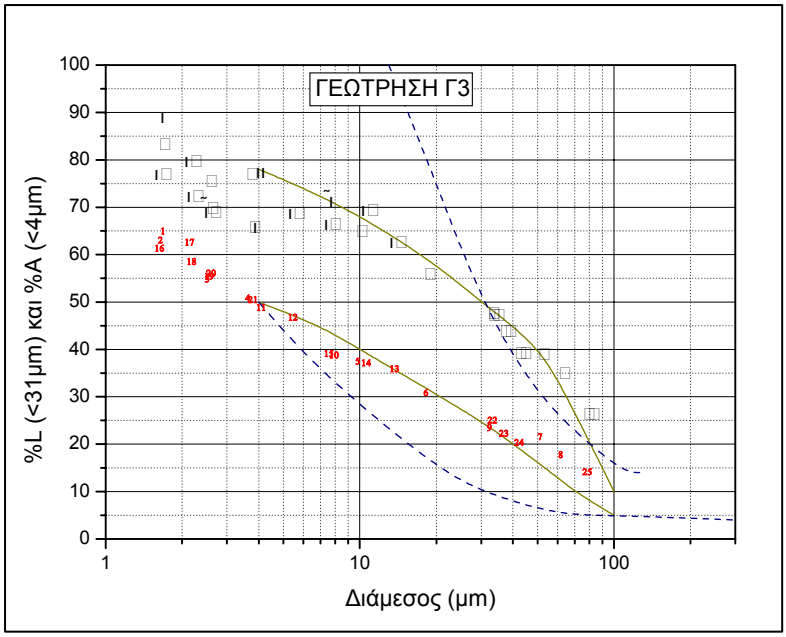


Σχήμα 9.83: Λεπτομερής λιθοστρωματογραφική περιγραφή της γεώτρησης Γ3.

AM (σχ. 9.85) κατά Passega & Byramjee (1969) και Md-σi (σχ. 9.86) κατά Stewart (1958) δείχνουν ότι, τα δείγματα αυτά έχουν μεταφερθεί ως ομογενές αιώρημα και αποτέθηκαν σε περιβάλλον ήρεμων υδάτων στην πεδιάδα πλημμύρας, σε θέση πλησίον της ποτάμιας αύλακας, η οποία απομακρύνεται σταδιακά, όπως δείχνει και η μείωση του κοκκομετρικού μεγέθους προς τα πάνω (Elliot, 1986). Η αύξηση του ποσοστού του ανθρακικού ασβεστίου προς τα λεπτότερα κλάσματα στα δείγματα της βάσης της λιθοφάσης αυτής (5η λιθοστρωματογραφική μονάδα) είναι αναμενόμενη (Saadellah & Kukal, 1969).



Σχήμα 9.84: Απεικόνιση των σημείων της γεώτρησης Γ3 στο διάγραμμα CM κατά Passega (1957, 1964).

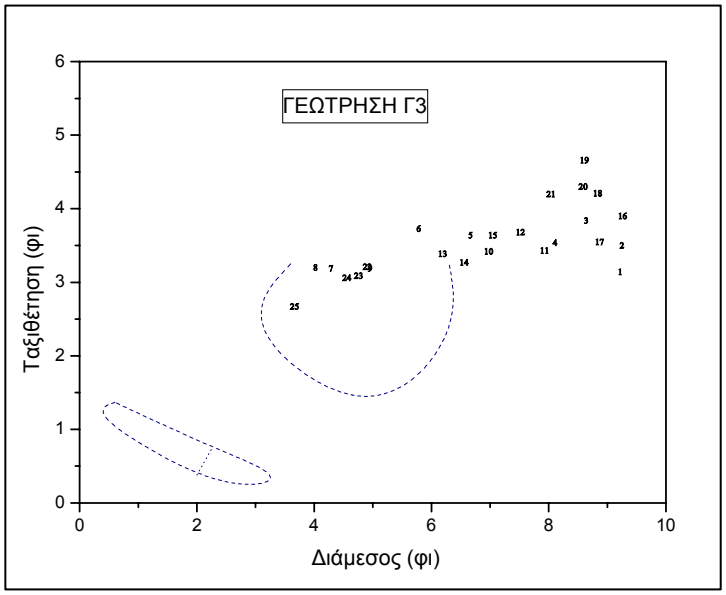


Σχήμα 9. 85: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Γ3 στα διαγράμματα AM και LM κατά Passega & Byramjee (1969).

Τα δείγματα Γ3/17-Γ3/15 προβάλλονται σε θέση, που αντιστοιχούν σε ιζήματα, που αποτέθηκαν στην πεδιάδα πλημμύρας, σε θέση απομακρυσμένη από την αύλακα (σχ. 9.84).

Η προβολή των δειγμάτων Γ3/21-Γ3/18 απεικονίζεται σε θέση, που δεν αρμόζει με τα προηγούμενα δείγματα, πιθανώς λόγω της ύπαρξης σημαντικής συγκέντρωσης ασβεστιτικών συγκριμάτων στα δείγματα αυτά. Η

στρωματογραφική όμως θέση τους (υποκείμενα ιζημάτων, που έχουν αποτεθεί σε απομακρυσμένη θέση από την αύλακα) και η μεγάλη ποσοστιαία συμμετοχή σε αργιλικό υλικό (41,83%-48,25%) δείχνουν ότι, τα υλικά αυτά ανήκουν σε περιβάλλον πλημμυρικού πεδίου και πιθανώς σε απομακρυσμένη θέση από την αύλακα. Η αυξημένη παρουσία ασβεστιτικών συγκριμάτων επιβεβαιώνει το προτεινόμενο περιβάλλον ιζηματογένεσης.



Σχήμα 9.86: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Γ3 σε διάγραμμα Md-σi κατά Stewart (1958).

9.6.5.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (272cm-170cm).

Η δεύτερη λιθοφάση έχει πάχος 102cm και περιλαμβάνει την 3η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Γ3/14-Γ3/10), η οποία αποτελείται από ένα στρώμα από αμμούχα ιλύ, με ελαφρές χρωματικές εναλλαγές μεταξύ 10YR4/3 και 10YR4/2. Περιέχει πολλά απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, λειμωνιτικές κηλίδες και αρκετά ασβεστιτικά συγκρίματα.

Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου στη λιθοφάση αυτή κυμαίνεται από 8,65% έως 21,24%. Ο οργανικός άνθρακας αυξάνεται ελαφρά προς τα πάνω από την τιμή 0,21% σε 0,30%. Το κοκκομετρικό μέγεθος παραμένει περίπου σταθερό (Mz=7,14-8,18). Τα δείγματα είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα (σi=3,28-3,69). Οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι πλατύκυρτες (K_G=0,69-0,79) και δείχνουν σχεδόν συμμετρική λοξότητα έως πολύ θετική ασυμμετρία έως (Ski=0,08-0,37).

9.6.5.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης.

Βάσει των απεικονίσεων (σχ. 9.84 και 9.85) των δειγμάτων αμμούχας ιλύος της δεύτερης λιθοφάσης στα διαγράμματα CM (Passega, 1957 και 1964), LM και AM (Passega & Byramjee, 1969) συνάγεται ότι τα ιζήματα της λιθοφάσης αυτής αντιστοιχούν σε αποθέσεις πελαγικού αιωρήματος, που έχουν μεταφερθεί ως ομογενές αιώρημα και κατά συνέπεια μπορούν να χαρακτηριστούν σαν αποθέσεις πλημμύρας σε απομακρυσμένη περιοχή από το κυρίως ρεύμα (Royse, 1968). Το στρώμα αυτό αντιστοιχεί στην ιλύ της 2ης λιθοφάσης της γεώτρησης Γ1 καθώς και στην ιλύ της 2ης λιθοφάσης της γεώτρησης Γ2.

9.6.5.5. Περιγραφή των στρωμάτων της 3ης λιθοφάσης (170cm-0cm).

Η τρίτη λιθοφάση έχει πάχος 170cm και αποτελείται από δυο λιθοστρωματογραφικές μονάδες. Η κατώτερη, 2η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Γ3/9-Γ3/7) έχει πάχος 55cm (βάθος 170cm-115cm) και αποτελείται από ένα στρώμα αμμούχου πηλού, χρώματος 10YR4/3. Περιέχει αρκετά, μικρού μεγέθους, απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και λίγες λειμωνιτικές κηλίδες. Η ανώτερη, 1η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Γ3/6-Γ3/1) έχει πάχος 115cm και περιλαμβάνει τα εξής δυο στρώματα:

115cm-32cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος2,5Y3/2 έως 10YR4/2. Στη μάζα της ανευρίσκονται φυτικά ριζίδια, απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, λίγες λειμωνιτικές κηλίδες και ασβεστιτικά συγκρίματα, η παρουσία των οποίων αυξάνεται προς τα κάτω. Σε βάθος 85cm βρέθηκε θραύσμα κελύφους *Helix*. Στα κλάσματα +1φι και +2φι της άμμου εντοπίστηκαν μικροσκοπικά από ένα χαρόφυτο και στο κλάσμα +0,5φι μια θυρίδα οστρακώδους (*Cyprideis*?).

32cm-0cm: Ιλύς, χρώματος 2,5Y3/2. Συνιστά τον ορίζοντας άροσης του εδαφικού ορίζοντα.

Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου στη λιθοφάση αυτή κυμαίνεται από 9,88% έως 34,23%. Ο οργανικός άνθρακας κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0,12% και 0,94%. Στα υπερκείμενα στρώματα της λιθοφάσης (1η λιθοστρωματογραφική μονάδα) παρατηρείται εντυπωσιακή αύξηση του οργανικού άνθρακα και μείωση γενικά του ανθρακικού ασβεστίου προς τα πάνω.

Ο αριθμητικός μέσος κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=4,86-Mz=9,24. Το σύνολο των δειγμάτων της λιθοφάσης σχηματίζει γενικά μια ακολουθία με μειούμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος.

Τα δείγματα είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα (σi=3,15-3,85) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι πλατύκυρτες έως μεσόκυρτες (K_G=0,77-1,04) και δείχνουν αρνητική ασυμμετρία έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=-0,17-0,52).

9.6.5.6. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 3ης λιθοφάσης.

Η προβολή των δειγμάτων της 3ης λιθοφάσης στο διάγραμμα CM του σχήματος 9.84 (Passega, 1957 και 1964) δείχνει ότι, τα δείγματα Γ3/9-Γ3/5 του κατώτερου τμήματος μεταφέρθηκαν ως ομογενές αιώρημα και αποτέθηκαν στην πεδιάδα πλημμύρας, πλησίον της κύριας αύλακας του ποταμού. Τα δείγματα Γ3/4-Γ3/1 του ανώτερου τμήματος, που προβάλλονται σε θέσεις που αντιστοιχούν σε αποθέσεις πελαγικού αιωρήματος, μπορούν να χαρακτηριστούν σαν αποθέσεις πλημμύρας σε απομακρυσμένη περιοχή από το κυρίως ρεύμα (Royse, 1968).

Η απομάκρυνση αυτή του ρεύματος από τη θέση της γεώτρησης κατά την απόθεση του ανώτερου τμήματος της λιθοφάσης προκύπτει και από τη μείωση του κοκκομετρικού μεγέθους προς τα πάνω (Elliot, 1986).

9.6.6. Περιγραφή της γεώτρησης Γ3΄.

Η γεώτρηση Γ3΄ πραγματοποιήθηκε σε απόσταση 115m βόρεια της προηγούμενης σε υψόμετρο +105,60m και έφτασε σε βάθος 432cm. Στο προφίλ της γεώτρησης (σχ. 9.78, δεξιά) διακρίνονται οι εξής έξι (6) λιθοστρωματογραφικές μονάδες:

6η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

432cm-382cm: Άμμος, ελαφρά ιλυούχα, χρώματος 10YR4/3, με ελάχιστα χαλίκια μεγέθους έως 1cm.

5η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

382cm-352cm: Ιλύς, χρώματος 10YR4/2, με πολλά ασβεστιτικά συγκρίματα (εικ. 9.13).

4η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

352cm-190cm: Ιλύς, ελαφρά χαλικούχα (με λίγες διάσπαρτες ψηφίδες), χρώματος 5Y3/3. Στη μάζα της ιλύος βρίσκονται φωλεές ερυθρών και κίτρινων αποχρώσεων, αρκετά διάσπαρτα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και λίγα ασβεστιτικά συγκρίματα, η παρουσία των οποίων αυξάνεται προς τα κάτω (εικ. 9.13).

3η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

190cm-150cm: Ελαφρά αμμούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/3, με απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, ερυθρές και κίτρινες κηλίδες.

150cm-135cm: Ελαφρά ιλυούχα άμμος, χρώματος 10YR5/4, με απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

135cm-120cm: Ιλύς, αμμούχα, χρώματος 10YR5/4, με απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

2η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

120cm-62cm: Ιλύς, αμμούχα, ελαφρά χαλικούχα, χρώματος 10YR4/4. Περιέχει πολλά απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, γκρίζες και κίτρινες ταινιώσεις.

1η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

62cm-27cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 2,5Y3/2 έως 10YR4/2. Στη μάζα της ανευρίσκονται φυτικά ριζίδια, απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα που αυξάνονται προς τα κάτω, λίγες ερυθρές και γκρίζες κηλίδες και ασβεστιτικά συγκρίματα, η παρουσία των οποίων αυξάνεται επίσης προς τα κάτω. Βρέθηκε θραύσμα κελύφους *Helix pomatia*.

27cm-0cm: Ιλύς, χρώματος 2,5Y3/2. Εδαφικός ορίζοντας με φυτικά ριζίδια.



Εικόνα 9.13: Η μετάβαση από την 4η στην 5η στρωματογραφική μονάδα της γεώτρησης Γ3΄, όπου διακρίνονται τα ασβεστιτικά συγκρίματα.

9.6.7. Περιγραφή της γεώτρησης Γ4.

Η γεώτρηση Γ4 πραγματοποιήθηκε σε απόσταση 110m βόρεια της προηγούμενης σε υψόμετρο +105,30m. Το βάθος της δειγματοληψίας έφτασε στα 450cm. Στο προφίλ της γεώτρησης (σχ. 9.87) διακρίνονται τέσσερις λιθοφάσεις, οι οποίες περιλαμβάνουν επτά (7) λιθοστρωματογραφικές μονάδες.

9.6.7.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (450cm-430cm).

Η πρώτη λιθοφάση περιλαμβάνει την 7η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγμα Γ4/24), που αποτελείται από ένα στρώμα ιλύος πάχους 20cm και χρώματος 10YR4/2, που περιέχει πολλά ασβεστιτικά συγκρίματα. Ο αριθμητικός μέσος του δείγματος είναι Mz=9,25, δείχνει πολύ φτωχή ταξινόμηση (σi=3,23) και η κοκκομετρική του καμπύλη είναι μεσόκυρτη (K_G=1,01) με σχεδόν συμμετρική λοξότητα (Ski=-0,10). Τα ποσοστά του ανθρακικού ασβεστίου και του οργανικού άνθρακα του δείγματος αυτού είναι 16,90% και 0,15% αντίστοιχα.

9.6.7.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης.

Το δείγμα Γ4/24 προβάλλεται στο διάγραμμα CM του σχήματος 9.88 (Passega, 1957 και 1964) σε θέση, που αντιστοιχεί σε απόθεση πελαγικού αιωρήματος και αντιστοιχεί σε ίζημα, που μεταφέρθηκε ως ομογενές αιώρημα και αποτέθηκε στην πεδιάδα πλημμύρας σε θέση απομακρυσμένη από την κύρια αύλακα του ποταμού (Royse, 1968).

9.6.7.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (430cm-320cm).

Η δεύτερη λιθοφάση περιλαμβάνει την 6η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Γ4/23-Γ4/18), που έχει πάχος 110cm και αποτελείται από τέσσερα στρώματα, τα οποία από κάτω προς τα πάνω έχουν ως εξής:

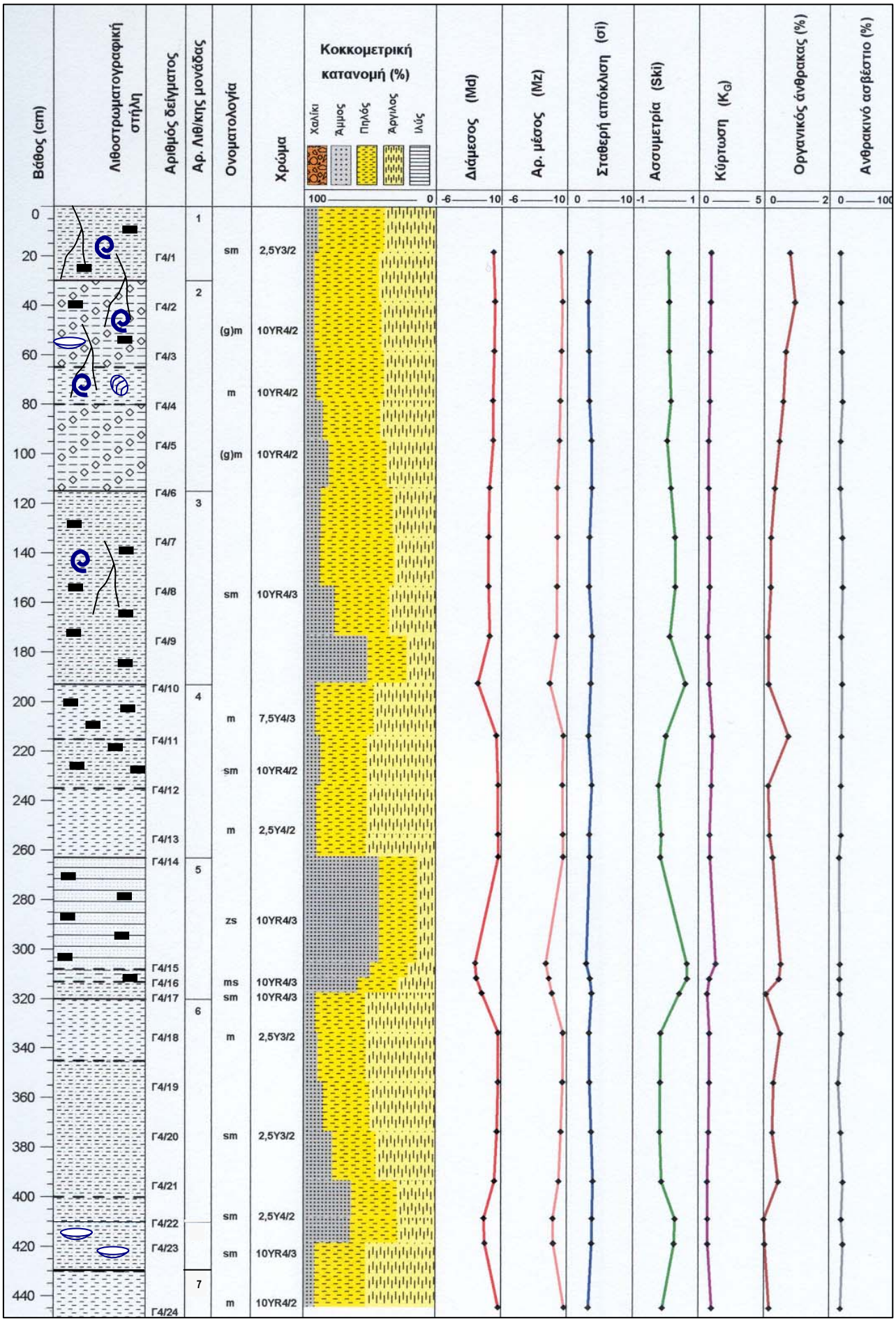
430cm-410cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/3, με ελάχιστα ασβεστιτικά συγκρίματα. Στα κλάσματα +1,5φι και +2φι της άμμου εντοπίστηκαν κελύφη οστρακωδών (*Cyprideis*?).

410cm-400cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 2,5Y4/2.

400cm-345cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 2,5Y3/2.

345cm-320cm: Ιλύς, χρώματος 2,5Y3/2.

Στα στρώματα της λιθοφάσης αυτής εμφανίζονται ασβεστιτικά συγκρίματα, η παρουσία των οποίων αυξάνεται προς τα κάτω. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνεται από 13,93% έως 21,00%. Ο οργανικός άνθρακας κυμαίνεται από την τιμή 0,00% μέχρι 0,50%. Ο αριθμητικός μέσος κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=6,58-Mz=9,02 και σχηματίζει μεταξύ των δειγμάτων Γ4/22-Γ4/18 μια ακολουθία με μειούμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος. Τα δείγματα είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα (σi=3,39-3,94) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι πλατύκυρτες (K_G=0,69-0,84) και δείχνουν αρνητική έως θετική ασυμμετρία (Ski=-0,18-0,29).



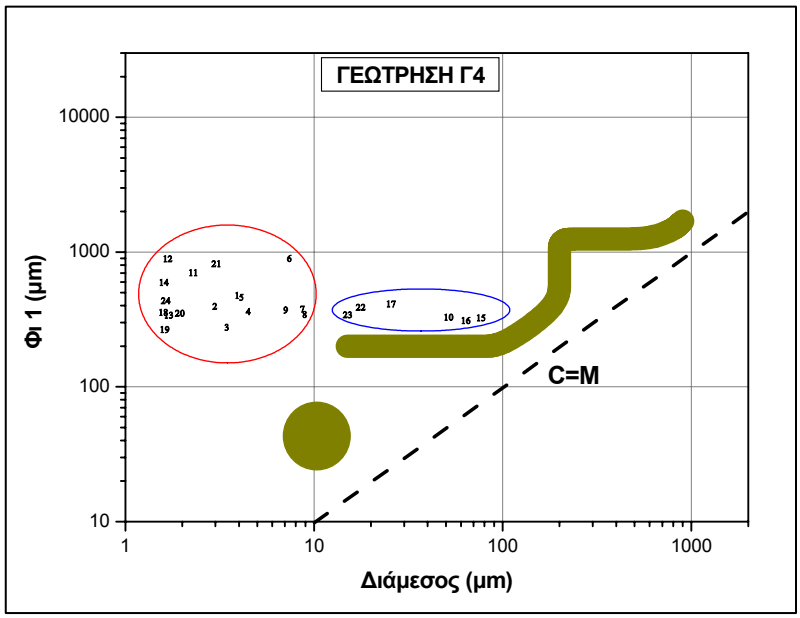
Σχήμα 9.87: Λεπτομερής λιθοστρωματογραφική περιγραφή της γεώτρησης Γ4.

9.6.7.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης.

Τα δείγματα Γ4/23 και Γ4/22, της 2ης λιθοφάσης προβάλλονται στο διάγραμμα CM του σχήματος 9.88 (Passega, 1957 και 1964) σε θέση, που δείχνει ότι έχουν μεταφερθεί ως ομογενές αιώρημα και αποτέθηκαν στην πεδιάδα πλημμύρας σε θέση πλησίον της κύριας αύλακας του ποταμού. Η περιοχή απόθεσης ήταν στη θέση αυτή καλυμμένη από στάσιμα νερά, η ύπαρξη των οποίων δικαιολογείται από το υποκείμενο στεγανό στρώμα ιλύος (δείγμα Γ4/24) και από την ύπαρξη απολιθωμάτων οστρακωδών.

Τα δείγματα Γ4/21-Γ4/18 αντιστοιχούν σε αποθέσεις πελαγικού αιωρήματος, που έχουν μεταφερθεί ως ομογενές αιώρημα και κατά συνέπεια μπορούν να χαρακτηριστούν σαν αποθέσεις πλημμύρας σε απομακρυσμένη περιοχή από το κυρίως ρεύμα (Royse, 1968), όπως φαίνεται στο διάγραμμα CM του σχήματος 9.88 (Passega, 1957 και 1964).

Η μείωση γενικά προς τα πάνω του κοκκομετρικού μεγέθους των υλικών της λιθοφάσης αυτής σηματοδοτεί τη μείωση του παρεχόμενου ιζήματος, η οποία οφείλεται στην απομάκρυνση της ποτάμιας αύλακας από τη θέση της γεώτρησης (Elliot, 1986).



Σχήμα 9.88: Απεικόνιση των σημείων της γεώτρησης Γ4 στο διάγραμμα CM κατά Passega (1957, 1964). Διακρίνονται οι ομάδες των δειγμάτων, των υλικών που έχουν αποτεθεί πλησίον (γαλάζια έλλειψη) και σε απομακρυσμένη θέση (κόκκινη έλλειψη) από την ποτάμια αύλακα.

9.6.7.5. Περιγραφή των στρωμάτων της 3ης λιθοφάσης (320cm-193cm).

Η τρίτη λιθοφάση έχει πάχος 127cm και αποτελείται από δυο λιθοστρωματογραφικές μονάδες. Η κατώτερη, 5η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Γ4/17-Γ4/15) έχει πάχος 57cm και περιλαμβάνει από κάτω προς τα πάνω ένα στρώμα από αμμούχα ιλύ (320cm-313cm), ένα στρώμα ιλυούχας άμμου (313cm-308cm) και ένα στρώμα πηλούχας άμμου (308cm-263cm). Το χρώμα των στρωμάτων αυτών είναι 10YR4/3. Παρουσιάζουν έντονη υδροφορία και περιέχουν αρκετά απανθρακωμένα φυτικά λείψανα. Η ανώτερη 4η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Γ4/14-Γ4/11) έχει πάχος 70cm και περιλαμβάνει από κάτω προς τα πάνω τρία στρώματα, που είναι σε βάθος:

263cm-235cm: Ιλύς, χρώματος 2,5Y4/2, που μεταβαίνει προς τα κάτω σε 2,5Y3/2 και περιέχει ασβεστιτικά συγκρίματα.

235cm-215cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/2, με απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

215cm-193cm: Ιλύς, χρώματος 7,5Y4/3, με απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και μικρές ερυθρές κηλίδες.

Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου στα δείγματα της λιθοφάσης αυτής παραμένει περίπου σταθερό, κυμαινόμενο μεταξύ των τιμών 15,24% και 18,72%. Ο οργανικός άνθρακας κυμαίνεται από την τιμή 0,06% μέχρι 0,74% και στο κατώτερο στρώμα (δείγματα Γ4/17-Γ4/15) αυξάνεται διαρκώς προς τα πάνω. Ο αριθμητικός μέσος κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=4,85-Mz=9,09. Η κατώτερη (5η) λιθοστρωματογραφική μονάδα σχηματίζει μια ακολουθία με αυξανόμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος (Mz=6,41-4,85), ενώ το κοκκομετρικό μέγεθος της ανώτερης (4ης) μονάδας παραμένει σχεδόν σταθερό (Mz=8,88-9,09). Τα δείγματα είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα (σi=2,94-3,76) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι πλατύ-κυρτες έως λεπτόκυρτες (K_G=0,69-1,31) και δείχνουν αρνητική έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=-0,22-0,66).

9.6.7.6. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 3ης λιθοφάσης.

Τα δείγματα του κατώτερου στρώματος της λιθοφάσης (Γ4/17-Γ4/15) απεικονίζονται στο διάγραμμα CM (σχ. 9.88) σε θέση, που αντιστοιχεί σε ιζήματα, που μεταφέρθηκαν ως ομογενές αιώρημα και αποτέθηκαν στην πεδιάδα πλημμύρας, πλησίον της ποτάμιας αύλακας. Η απόθεση των ιζημάτων αυτών πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια της επέλασης του πλημμυρικού συμβάντος, όπως δείχνει η παρατηρούμενη αύξηση προς τα πάνω του κοκκομετρικού μεγέθους (Coleman, 1981).

Τα δείγματα του ανώτερου στρώματος (Γ4/15-Γ4/11) απεικονίζονται στο ίδιο διάγραμμα σε θέση, που αντιστοιχεί σε ιζήματα, που μεταφέρθηκαν ως ομογενές αιώρημα και αποτέθηκαν σε απομακρυσμένη θέση της πεδιάδας πλημμύρας.

9.6.7.7. Περιγραφή των στρωμάτων της 4ης λιθοφάσης (193cm-0cm).

Η τέταρτη λιθοφάση έχει πάχος 193cm και αποτελείται από τρεις λιθοστρωματογραφικές μονάδες.

Η κατώτερη, 3η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Γ4/10-Γ4/7) έχει πάχος 78cm (193cm-115cm) και αποτελείται από ένα στρώμα αμμούχας ιλύος, χρώματος 10YR4/3, με ελάχιστα φυτικά ριζίδια, απανθρα-κωμένα φυτικά υπολείμματα και θραύσματα κελυφών γαστεροπόδων.

Η αμέσως υπερκείμενη 2η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Γ4/6-Γ4/2) έχει πάχος 85cm και περιλαμ-βάνει εναλλαγές στρωμάτων ιλύος και ελαφρά χαλικούχας ιλύος, χρώματος 10YR4/2, τα οποία από κάτω προς τα πάνω έχουν ως εξής:

115cm-80cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, με ασβεστολιθικές και κερατολιθικές ψηφίδες και 1 κερατολιθική υπογωνιώδη κροκάλα.

80cm-65cm: Ιλύς, με φυτικά ριζίδια και 1 κέλυφος *Helix pomatia* διαμέτρου 1cm (εικ.9.14). Στο κλάσμα +2φι της άμμου βρέθηκε ένα χαρόφυτο και ένα θραύσμα κελύφους, πιθανώς *Poiretia cornea*.

65cm-30cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, που περιέχει φυτικά ριζίδια και απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα. Οι ψηφίδες, που είναι διάσπαρτες, έχουν σύσταση ασβεστολιθική και κερατολιθική. Στο κλάσμα +2φι της άμμου βρέθηκαν δυο κελύφη οστρακωδών (*Cyprideis*) και ένα θραύσμα κελύφους γαστερόποδου, πιθανώς εμβρύου *Helix*.

Η ανώτερη 1η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγμα Γ4/1), που αποτελεί και την οροφή της γεώτρησης (εδαφικός ορίζοντας, ορίζοντας άροσης), έχει πάχος 30cm και αποτελείται από ένα στρώμα αμμούχας ιλύος, χρώματος 2,5Y3/2, που περιέχει φυτικά ριζίδια, σπόρους και απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα. Στο κλάσμα +2φι της άμμου εντοπίστηκε ασβεστολιθικό θραύσμα κελύφους, πιθανώς *Poiretia cornea*.



Εικόνα 9.14: Helix pomatia στη μάζα της ιλύος της γεώτρησης Γ4.

Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου στα δείγματα της 4ης λιθοφάσης μεταβάλλεται εντός στενών ορίων, κυμαινόμενο μεταξύ των τιμών 16,51% και 20,38%. Ο οργανικός άνθρακας κυμαίνεται από την τιμή 0,13% μέχρι 0,93% αυξανόμενος προς τα πάνω στις δυο κατώτερες (3η και 2η) λιθοστρωματογραφικές μονάδες. Ο αριθμητικός μέσος κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=5,74-Mz=8,79, παράγοντας μια ακολουθία με μειούμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος (2η λιθοστρωματογραφική μονάδα) και μια κανονική διαβαθμισμένη στρώση στο στρώμα της αμμούχας ιλύος (3η λιθοστρωματογραφική μονάδα). Τα δείγματα είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα (σi=3,12-3,73) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι πλατύκυρτες έως μεσόκυρτες (K_G=0,72-0,92) και δείχνουν πολύ θετική ασυμμετρία έως σχεδόν συμμετρική λοξότητα (Ski=0,06-0,59).

9.6.7.8. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 4ης λιθοφάσης.

Τα δείγματα της τέταρτης λιθοφάσης απεικονίζονται στο διάγραμμα CM του σχήματος 9.88 (Passega, 1957 και 1964) στην περιοχή, που αντιστοιχεί σε αποθέσεις πελαγικού αιωρήματος και κατά συνέπεια μπορούν να χαρακτηριστούν σαν αποθέσεις πεδιάδας πλημμύρας σε απομακρυσμένη περιοχή από το κυρίως ρεύμα (Royse, 1968). Η μείωση του κοκκομετρικού μεγέθους προς τα πάνω δηλώνει τη βαθμιαία απομάκρυνση της ποτάμιας αύλακας από τη θέση της γεώτρησης (Elliot, 1986).

9.6.8. Περιγραφή της γεώτρησης Γ4΄.

Πραγματοποιήθηκε σε απόσταση 135m βόρεια της προηγούμενης σε υψόμετρο +105,20m, φτάνοντας σε βάθος 579cm. Περιλαμβάνει (σχ. 9.96, αριστερά) έξι (6) λιθοστρωματογραφικές μονάδες:

6η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

579cm-570cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/4.

570cm-532cm: Άμμος, χρώματος 10YR4/4, με απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

532cm-513cm: Άμμος, ελαφρά ιλυούχα, χρώματος 10YR4/4.

5η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

513cm-477cm: Ιλύς χαλικούχα, χρώματος 10YR4/3, με ερυθρές και γκρίζες κηλίδες.

477cm-438cm: Ιλύς ελαφρά χαλικούχα, χρώματος 10YR4/3. Περιέχει ελάχιστα ασβεστιτικά συγκρίματα.

4η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

438cm-395cm: Ιλύς χαλικούχα, χρώματος 2,5YR4/2. Περιέχει απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και ασβεστιτικά συγκρίματα.

395cm-271cm: Ιλύς, ελαφρά χαλικούχα, χρώματος 2,5YR3/2. Περιέχει απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και αρκετά ασβεστιτικά συγκρίματα που αυξάνουν προς τα κάτω.

3η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

271cm-226cm: Ιλύς, με ελάχιστες διάσπαρτες ψηφίδες, χρώματος 10YR4/3. Περιέχει πολλά απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, ερυθρές και γκρίζες κηλίδες και λίγα ασβεστιτικά συγκρίματα.

226cm-144cm: Αμμούχα ιλύς, με ελάχιστες διάσπαρτες ψηφίδες, χρώματος 10YR4/3. Περιέχει απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, ελάχιστα ασβεστιτικά συγκρίματα, ερυθρές και γκρίζες κηλίδες και θραύσματα κελυφών *Helix* σε βάθος 180cm.

2η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

144cm-111cm: Ιλύς, με ελάχιστες ψηφίδες, χρώματος 2,5Y3/2. Περιέχει θραύσματα κελυφών *Helix pomatia*, αρκετά ασβεστιτικά συγκρίματα και ερυθρές κηλίδες.

111cm-62cm: Αμμούχα ιλύς, η οποία προς τα κάτω μεταβαίνει μάλλον προς ιλυούχα άμμο, χρώματος 2,5Y3/3. Περιέχει λίγες διάσπαρτες ψηφίδες, λίγα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και μια αποικία αποτελούμενη από περίπου 20 *Helix pomatia* σε βάθος 80cm -95cm.

1η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

62cm-48cm: Ιλυούχα άμμος, χρώματος 10YR4/3, με αρκετές διάσπαρτες ψηφίδες. Περιέχει φυτικά ριζίδια και λίγα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

48cm-28cm: Ιλυούχα, ελαφρά χαλικούχα άμμος, χρώματος 2,5Y3/3. Εδαφικός ορίζοντας, που περιέχει φυτικά ριζίδια και ελάχιστα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

28cm-0cm: Ιλυούχα άμμος, χρώματος 10YR4/3. Εδαφικός ορίζοντας, ορίζοντας άροσης, που περιέχει φυτικά ριζίδια και ελάχιστα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

9.6.9. Περιγραφή της γεώτρησης Γ5.

Πραγματοποιήθηκε κοντά στον πόδα του εξωτερικού πρανούς του αριστερού αναχώματος προστασίας του ποταμού, σε απόσταση 140m βόρεια της προηγούμενης γεώτρησης και σε υψόμετρο +105,00m. Το βάθος της δειγματοληψίας έφτασε στα 625cm. Αποτελείται από τέσσερις διαφορετικές λιθοφάσεις, οι οποίες περιλαμβάνουν επτά (7) λιθοστρωματογραφικές μονάδες, που φαίνονται στις αναλυτικές λιθοστρωματογραφικές στήλες των σχημάτων 9.89α και 9.89β.

9.6.9.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (625cm-545cm).

Η πρώτη λιθοφάση περιλαμβάνει την 7η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Γ5/51-Γ5/31), η οποία έχει πάχος 80cm και αποτελείται από δεκατέσσερα (14) στρώματα, τα οποία από κάτω προς τα πάνω έχουν ως εξής:

625cm-608cm: Άμμος, χρώματος 10YR5/4. Το στρώμα της άμμου συνεχίζεται μέχρι το βάθος των 850cm τουλάχιστον, όπως προέκυψε από την κοκκομετρική ανάλυση δειγμάτων που λήφθηκαν από παρακείμενο φρέαρ.

608cm-592cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος, χρώματος 10YR3/4, το οποίο προς τα κάτω μεταβαίνει σε 2,5Y3/3, με μια κηλίδα χρώματος 10YR6/2 σε βάθος 596cm. Σε βάθος 601cm-603cm, εμφανίζονται ταινιώσεις ιλυούχου υλικού, χρώματος 5YR3/2.

592cm-583cm: Πηλούχα άμμος, χρώματος 10YR4/3, το οποίο προς τα κάτω μεταβαίνει σε 10YR3/4, με μια κηλίδα χρώματος 10YR5/4 σε βάθος 585cm και μια κηλίδα χρώματος 10YR6/2 σε βάθος 588cm.

583cm-581cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος, χρώματος 10YR4/3, με παρουσία οργανικού υλικού.

581cm-575cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος, χρώματος 10YR3/3, με παρουσία οργανικού υλικού.

575cm-571cm: Χαλικούχα ιλυούχα άμμος, με χρωματικές εναλλαγές μεταξύ 10YR3/4, 2,5Y3/2, 2,5Y3/3.

571cm-568cm: Χαλικούχα ιλυούχα άμμος, χρώματος 10YR4/4.

568cm-566cm: Χαλικούχα ιλυούχα άμμος, χρώματος 2,5Y3/3.

566cm-563cm: Χαλικούχα ιλυούχα άμμος, χρώματος 10YR3/4.

563cm-559cm: Χαλικούχα ιλυούχα άμμος, χρώματος 10YR3/3, με παρουσία οργανικού υλικού.

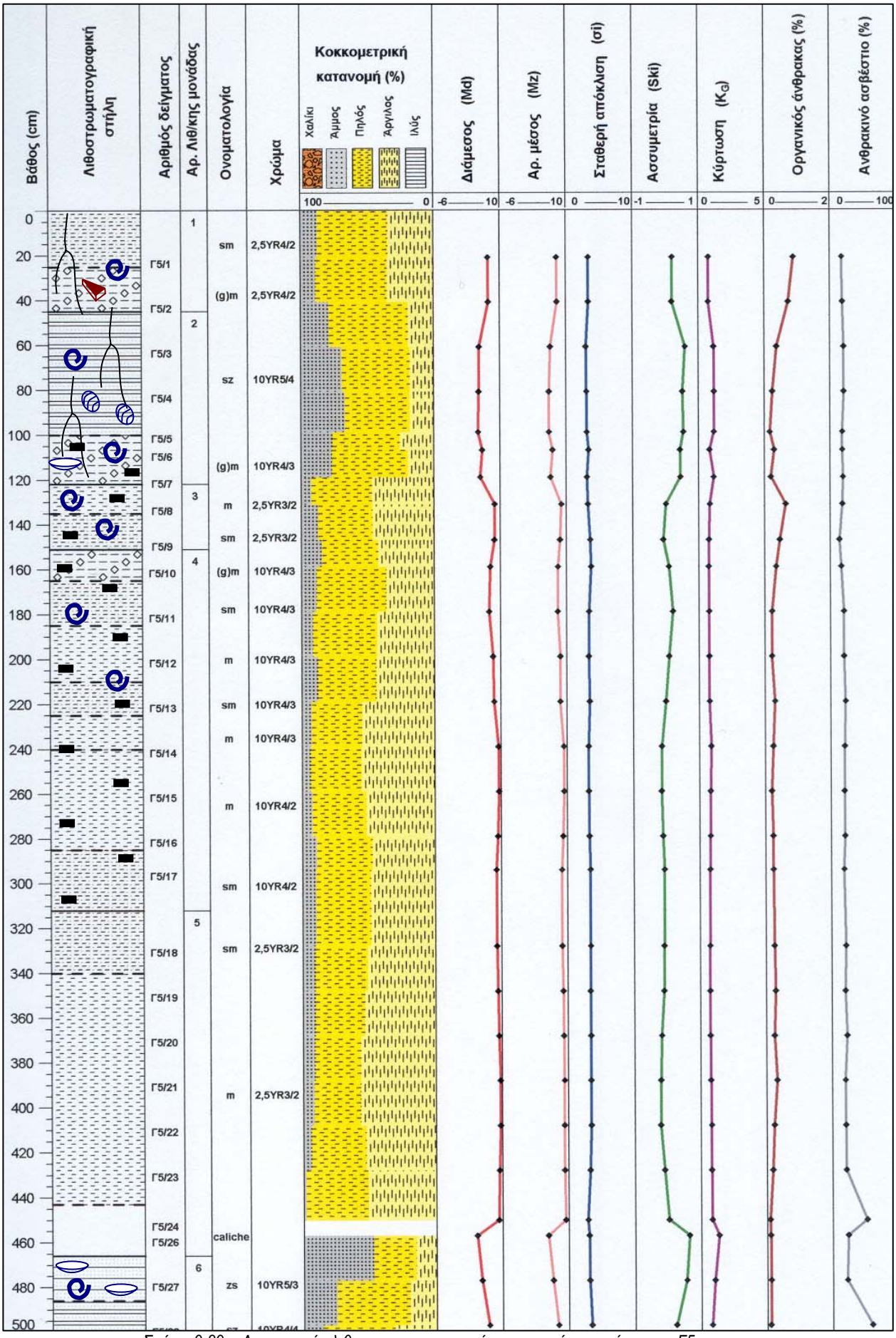
559cm-557cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος, χρώματος 10YR3/4.

557cm-554cm: Χαλικούχα ιλυούχα άμμος, χρώματος 10YR3/3, με παρουσία οργανικού υλικού.

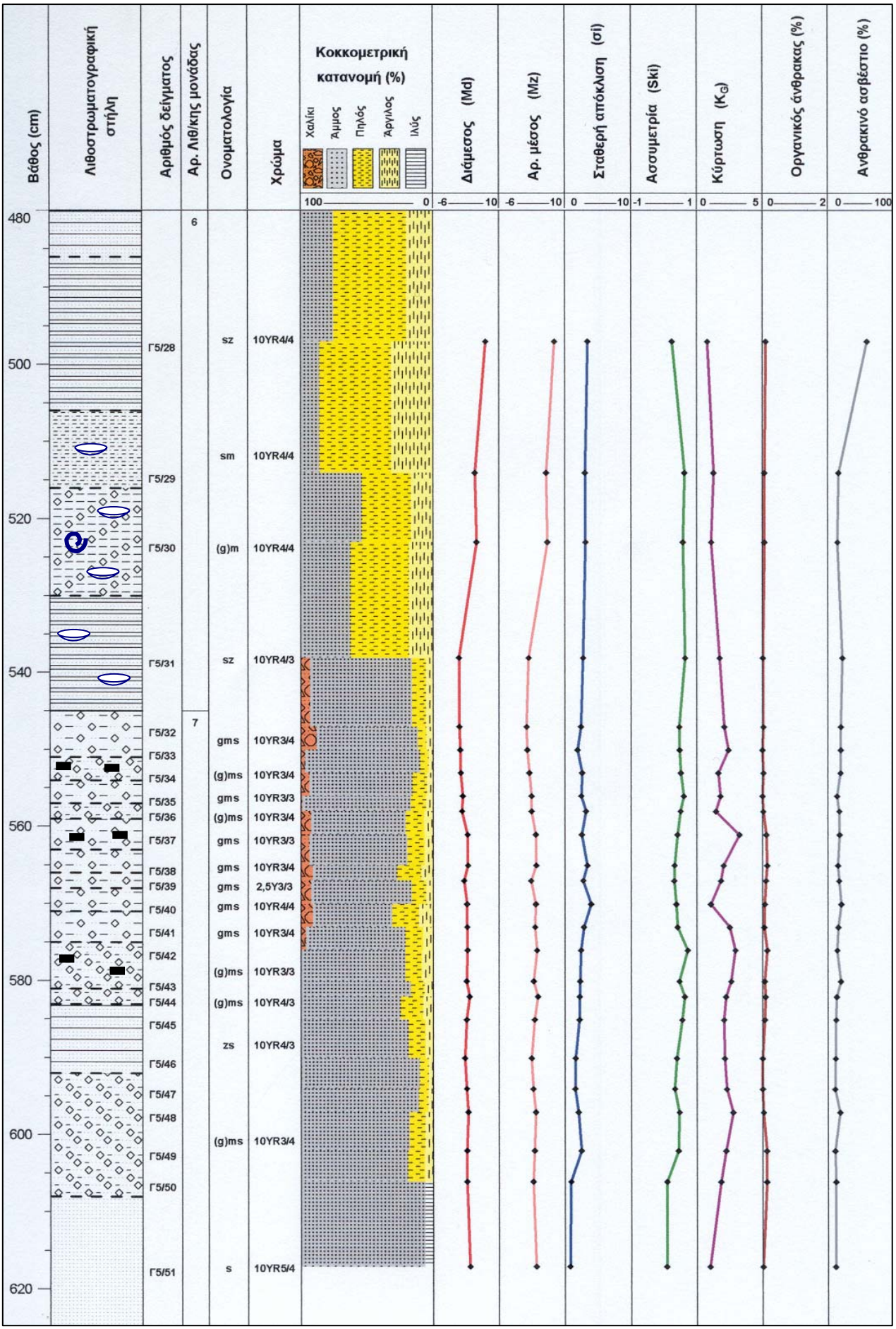
554cm-551cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος, χρώματος 10YR3/4.

551cm-545cm: Χαλικούχα ιλυούχα άμμος, χρώματος 10YR3/4.

Σε όλα τα στρώματα της άμμου αυτής της λιθοφάσης, το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 10,41% και 22,12%. Το ποσοστό του οργανικού άνθρακα είναι πολύ μικρό και κυμαίνεται από 0,00% έως 0,14%.



Σχήμα 9.89α: Λεπτομερής λιθοστρωματογραφική περιγραφή της γεώτρησης Γ5.



Σχήμα 9.89β: Λεπτομερής λιθοστρωματογραφική περιγραφή της γεώτρησης Γ5.

Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων της πρώτης λιθοφάσης κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=0,69-Mz=3,40. Τα δείγματα είναι μέτρια έως πολύ φτωχά ταξινομημένα (σi=0,73-3,94) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι μεσόκυρτες έως υπερβολικά λεπτόκυρτες (K_G=0,99-3,23) και δείχνουν από σχεδόν συμμετρική λοξότητα έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=0,08-0,72).

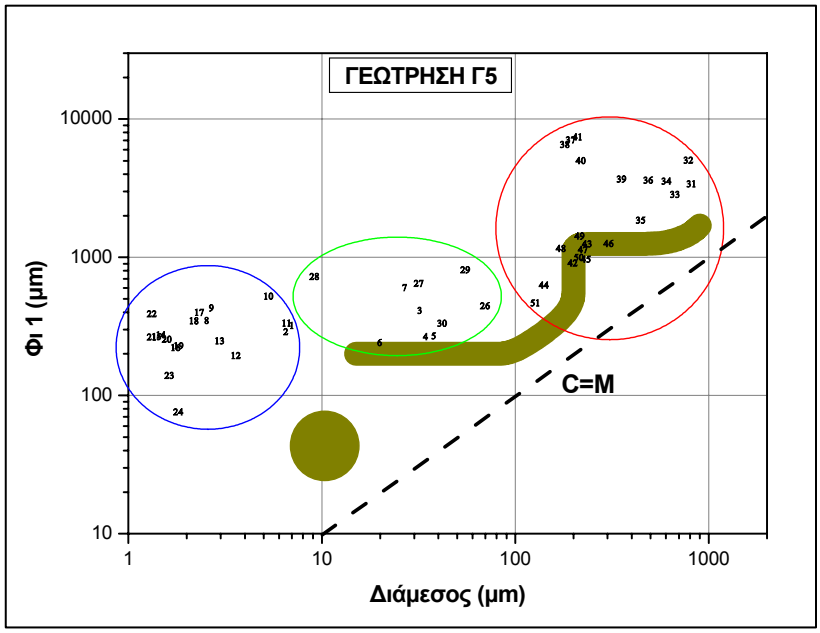
Η εικόνα 9.15 δείχνει τμήμα του προφίλ της γεώτρησης, στο οποίο φαίνονται οι χρωματικές αλλαγές των αμμούχων στρωμάτων.



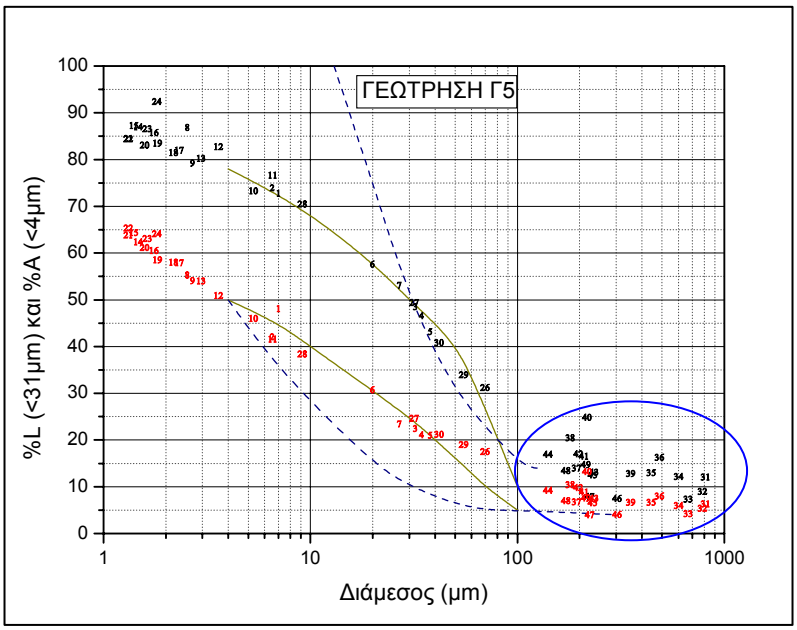
Εικόνα 9.15: Τμήμα του προφίλ της γεώτρησης Γ5 σε βάθος 540cm-584cm.

9.6.9.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης.

Η ανάλυση των δεδομένων για την εύρεση του τρόπου μεταφοράς των ιζημάτων, με τη χρήση των προβολών του διαγράμματος CM (σχ. 9.90) κατά Passega (1957, 1964), έδειξε ότι τα ιζήματα της 1ης λιθοφάσης της γεώτρησης Γ5 μεταφέρθηκαν είτε με κύλιση, είτε με κύλιση και αιώρηση μέσα στην ποτάμια αύλακα. Στα διαγράμματα LM και AM (σχ.9.91) κατά Passega & Byramjee (1969), τα ίχνη των σημείων των δειγμάτων της 1ης λιθοφάσης, που έχουν μεταφερθεί με τον τρόπο αυτό, απεικονίζονται ως ομάδα στο κάτω δεξιά τμήμα του πεδίου ορισμού. Η απόθεση των δειγμάτων αυτών εντός της ποτάμιας αύλακας πιστοποιείται και από τη θέση, στην οποία απεικονίζονται στο διάγραμμα Md-Qda κατά Buller & McManus (1972), που φαίνεται στο σχήμα 9.92.

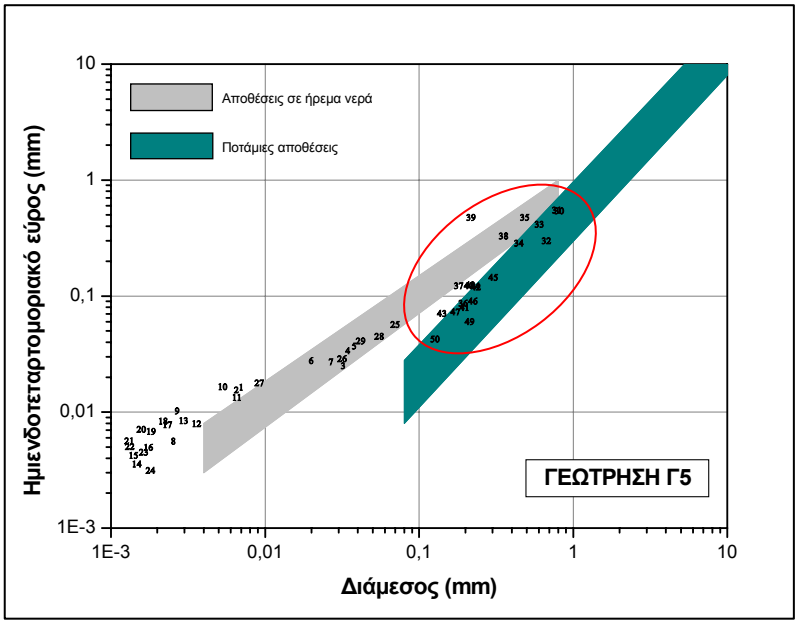


Σχήμα 9.90: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης στο διάγραμμα CM κατά Passega (1957, 1964). Τα δείγματα, που περικλείονται στην κόκκινη περιφέρεια κύκλου, έχουν μεταφερθεί είτε με κύλιση είτε με αιώρηση και κύλιση. Τα υπόλοιπα δείγματα έχουν μεταφερθεί με αιώρηση και έχουν αποτεθεί είτε πλησίον (πράσινη έλλειψη), είτε σε απομακρυσμένη θέση (γαλάζια έλλειψη) από την ενεργή αύλακα.



Σχήμα 9.91: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Γ5 στα διαγράμματα LM και AM κατά Passega & Byramjee (1969). Η γαλάζια έλλειψη περικλείει τα αμμούχα δείγματα της 1ης λιθοφάσης, που έχουν αποτεθεί στην ποτάμια αύλακα.

Σχήμα 9.92: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης στο διάγραμμα Md-Qda κατά Buller & McManus (1972). Τα δείγματα, που περικλείονται στην κόκκινη έλλειψη, αποτελούν ποτάμιες αποθέσεις. Τα υπόλοιπα δείγματα έχουν αποτεθεί στην πεδιάδα πλημμύρας σε περιβάλλον ήρεμων υδάτων.



9.6.9.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (545cm-466cm).

Η δεύτερη λιθοφάση περιλαμβάνει την 6η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Γ5/30-Γ5/26), η οποία έχει πάχος 79cm και αποτελείται από πέντε στρώματα, τα οποία από κάτω προς τα πάνω έχουν ως εξής:

545cm-530cm: Αμμούχος πηλός, χρώματος 10YR4/3. Στα κλάσματα +1φι, +1,5φι και +2φι της άμμου εντοπίστηκαν κελύφη οστρακωδών (*Cyprideis*).

530cm-516cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/4, με ασβεστολιθικές ψηφίδες. Στο κλάσμα της άμμου +1φι, εντοπίστηκε μια θυρίδα οστρακώδους και στο κλάσμα +2φι ένα οστρακώδες (*Cyprideis*?) και ένα γαστερόποδο (*Valvata*).

516cm-506cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/4, με ασβεστιτικά συγκρίματα. Στο κλάσμα της άμμου +1φι, εντοπίστηκε μια θυρίδα οστρακώδους.

506cm-486cm: Αμμούχος πηλός, χρώματος 10YR4/4, με ασβεστιτικά συγκρίματα.

486cm-466cm: Πηλούχα άμμος, χρώματος 10YR5/3. Στο κλάσμα +2φι της άμμου, εντοπίστηκαν στο μικροσκόπιο, θυρίδες και θραύσματα θυρίδων οστρακωδών (*Cyprideis*?) και στο κλάσμα +1,5φι δυο νεαρά γαστερόποδα (*Valvata*?).

Τα ποσοστά του ανθρακικού ασβεστίου στη λιθοφάση αυτή κυμαίνονται μεταξύ των τιμών 14,88% και 60,18%. Ο οργανικός άνθρακας εμφανίζεται με ποσοστά από 0,11% έως 0,06%.

Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται από Mz=5,08 έως Mz=7,46. Τα δείγματα είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα (σi=3,04-3,43), εμφανίζουν θετική έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=0,25-0,64) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι πλατύκυρτες έως λεπτόκυρτες (K_G=0,82-1,35).

9.6.9.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης.

Σύμφωνα με τις απεικονίσεις των δειγμάτων της 2ης λιθοφάσης (Γ5/30-Γ5/26) στα διαγράμματα CM (σχ. 9.90) κατά Passega (1957, 1964), LM και AM (σχ.9.91) κατά Passega & Byramjee (1969) και Md-Qda (σχ. 9.92) (Buller & McManus, 1972), τα ιζήματα της λιθοφάσης αυτής έχουν μεταφερθεί ως ομογενές αιώρημα και αποτέθηκαν σε περιβάλλον ήρεμων υδάτων στην πεδιάδα πλημμύρας, πλησίον της ποτάμιας αύλακας. Η παρουσία οστρακωδών δηλώνει την ύπαρξη μικρών επιφανειών με στάσιμα νερά στη θέση αυτή.

9.6.9.5. Περιγραφή των στρωμάτων της 3ης λιθοφάσης (466cm-122cm).

Η τρίτη λιθοφάση έχει πάχος 344cm και περιλαμβάνει την 5η, 4η και 3η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

Η 5η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Γ5/25-Γ5/18) έχει πάχος 154cm (βάθος 466cm-312cm) και αποτελείται από κάτω προς τα πάνω από τα εξής τρία στρώματα:

466cm-443cm: Στρώμα που περιέχει ασβεστιτικά συγκρίματα σε ποσοστό σχεδόν 100%.

443cm-340cm: Ιλύς, χρώματος 2,5YR3/2. Περιέχει ασβεστιτικά συγκρίματα που μειώνονται όλο και περισσότερο προς τα πάνω (εικ. 9.16).

340cm-312cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 2,5YR3/2.

Η 4η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Γ5/17-Γ5/10) περιλαμβάνει εναλλαγές στρωμάτων ιλύος και αμμούχας ιλύος, έχει πάχος 161cm (βάθος 312cm-151cm) και αποτελείται από κάτω προς τα πάνω από τα εξής επτά στρώματα:

312cm-285cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/2.

285cm-240cm: Ιλύς, χρώματος 10YR4/2.

Το χρώμα των δυο αυτών στρωμάτων είναι 10YR4/2. Περιέχονται απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και πολλά ασβεστιτικά συγκρίματα.

240cm-225cm: Ιλύς.

225cm-210cm: Αμμούχα ιλύς.

210cm-185cm: Ιλύς.

185cm-165cm: Αμμούχα ιλύς.

165cm-151cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς.

Το χρώμα των στρωμάτων αυτών είναι 10YR4/3. Περιέχονται απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, αρκετά ασβεστιτικά συγκρίματα που αυξάνονται σταδιακά προς τα κάτω, κελύφη *Helix* και ίχνη βιοαναμόχλευσης.

Η 3η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Γ5/9-Γ5/8) έχει πάχος 29cm (βάθος 151cm-122cm) και αποτελείται στο κατώτερο τμήμα της από ένα στρώμα αμμούχας ιλύος (δείγμα Γ5/9, βάθος 151cm-135cm) και στο ανώτερο τμήμα της από ένα στρώμα ιλύος (δείγμα Γ5/8, βάθος 135cm-122cm). Τα στρώματα της μονάδας αυτής έχουν χρώμα 2,5YR3/2, περιέχουν αρκετά κελύφη *Helix pomatia*, απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και ίχνη βιοαναμόχλευσης.



Εικόνα 10.16 Ασβεστιτικά συγκρίματα στη μάζα της ιλύος, της γεώτρησης Γ5.

Τα ποσοστά του ανθρακικού ασβεστίου της 3ης λιθοφάσης κυμαίνονται μεταξύ των τιμών 13,61% και 52,40% και του οργανικού άνθρακα μεταξύ των τιμών 0,06% έως 0,64%. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται από Mz=7,83 έως Mz=9,25. Τα δείγματα είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα (σi=2,89-3,70), εμφανίζουν θετική έως αρνητική ασυμμετρία (Ski=-0,21-0,21) και πλατύκυρτες κοκκομετρικές καμπύλες (K_G=0,74-0,89).

9.6.9.6. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 3ης λιθοφάσης.

Η βάση της 3ης λιθοφάσης (δείγμα Γ5/25) χαρακτηρίζεται από ασβεστιτικά συγκρίματα σε ποσοστό 100%, η παρουσία των οποίων μειώνεται προς τα πάνω μέχρι του ποσοστού 1,65% (δείγμα Γ5/11).

Οι απεικονίσεις των δειγμάτων της 3ης λιθοφάσης (Γ5/24-Γ5/8) στα διαγράμματα CM (σχ. 9.90) (Passega, 1957 και 1964), LM και AM (σχ.9.91) (Passega & Byramjee, 1969) και Md-Qda (σχ. 9.92) (Buller & McManus, 1972), δείχνουν ότι τα ιζήματα της λιθοφάσης αυτής έχουν μεταφερθεί ως ομογενές αιώρημα και έχουν αποτεθεί σε περιβάλλον ήρεμων υδάτων στην πεδιάδα πλημμύρας και συγκεκριμένα σε θέση απομακρυσμένη από την ποτάμια αύλακα. Η απομακρυσμένη από την αύλακα θέση απόθεσης των ιζημάτων ενισχύεται από το γεγονός της μεγάλης περιεκτικότητας των δειγμάτων σε αργιλικό υλικό (36,23% - 56,45%).

9.6.9.7. Περιγραφή των στρωμάτων της 4ης λιθοφάσης (122cm-0cm).

Η τέταρτη λιθοφάση έχει πάχος 122cm και περιλαμβάνει τις λιθοστρωματογραφικές μονάδες 2 και 1.

Η 2η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Γ5/7-Γ5/3) έχει πάχος 77cm (βάθος 122cm-45cm) και αποτελείται από κάτω προς τα πάνω από τα εξής δυο στρώματα:

122cm-100cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/3, με λίγα φυτικά ριζίδια, θραύσματα κελυφών γαστεροπόδων και αρκετά απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα. Στο κλάσμα 0φι της άμμου, διαπιστώθηκε η ύπαρξη ενός νεαρού ατόμου *Helix* και στο κλάσμα +1,5φι διαπιστώθηκε η ύπαρξη θραυσμάτων κελυφών γαστερόποδων και ενός κελύφους οστρακώδους. Στο βάθος 105cm-108cm παρεμβάλλεται φωλεά αμμούχας ιλύος ίδιου χρώματος.

100cm-45cm: Αμμούχος πηλός, χρώματος 10YR5/4, με λίγα φυτικά ριζίδια και λίγα θραύσματα κελυφών γαστεροπόδων. Στα κλάσματα της άμμου εντοπίστηκαν χιτινώδη και ασβεστολιθικά θραύσματα νεαρών γαστεροπόδων. Στα κλάσματα +1,5φι και +2φι εντοπίστηκαν χαρόφυτα.

Η 1η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Γ5/2 και Γ5/1), που αποτελεί και την οροφή της γεώτρησης έχει πάχος 45cm και αποτελείται από κάτω προς τα πάνω από τα εξής δυο στρώματα:

45cm-25cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 2,5YR4/2. Οι ψηφίδες είναι ασβεστολιθικές και εκρηξιγενείς.

25cm-0cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 2,5YR4/2.

Η μονάδα αυτή αποτελεί τον εδαφικό ορίζοντα. Περιέχει φυτικά ριζίδια, κελύφη μικρών αρτίγονων *Helix pomatia* και ένα θραύσμα κεραμικού. Στα κλάσματα της άμμου διαπιστώθηκε η ύπαρξη θραυσμάτων γαστεροπόδων με χιτινώδες και ασβεστολιθικό κέλυφος.

Τα ποσοστά του ανθρακικού ασβεστίου της 4ης λιθοφάσης κυμαίνονται μεταξύ των τιμών 18,07% και 20,83% και του οργανικού άνθρακα μεταξύ των τιμών 0,16% έως 0,88%. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται από Mz=5,81 έως Mz=7,78. Τα δείγματα είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα (σi=2,97-3,39), εμφανίζουν θετική έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=0,20-0,54) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι πλατύκυρτες έως λεπτόκυρτες (K_G=0,76-1,18).

9.6.9.8. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 4ης λιθοφάσης.

Από τις απεικονίσεις των δειγμάτων της 4ης λιθοφάσης (Γ5/7-Γ5/1) στα διαγράμματα CM (σχ. 9.90) κατά Passega (1957, 1964), LM και AM (σχ.9.91) κατά Passega & Byramjee (1969) και Md-Qda (σχ. 9.92) κατά Buller & McManus (1972), προκύπτει ότι τα ιζήματα της λιθοφάσης αυτής έχουν μεταφερθεί ως ομογενές αιώρημα και έχουν αποτεθεί σε περιβάλλον ήρεμων υδάτων στην πεδιάδα πλημμύρας. Τα δείγματα Γ5/7-Γ5/3 του κατώτερου τμήματος της λιθοφάσης (2η λιθοστρωματογραφική μονάδα) έχουν αποτεθεί σε θέση του πεδίου πλημμύρας, πλησίον της ποτάμιας αύλακας, ενώ τα δείγματα Γ5/2 και Γ5/1 του ανώτερου τμήματος της λιθοφάσης (1η λιθοστρωματογραφική μονάδα, εδαφικός ορίζοντας) έχουν αποτεθεί σε θέση του πεδίου πλημμύρας, απομακρυσμένη από την ποτάμια αύλακα. Η παρατηρούμενη γενικά μείωση του κοκκομετρικού μεγέθους των στρωμάτων της λιθοφάσης προς τα πάνω, οφείλεται στη μετανάστευση (απομάκρυνση) της ποτάμιας αύλακας από τη θέση της γεώτρησης αυτής (Elliot, 1981).

9. 6.10. Περιγραφή της γεώτρησης Γ6.

Η γεώτρηση Γ6 πραγματοποιήθηκε σε απόσταση 160m βόρεια της προηγούμενης γεώτρησης Γ5, κοντά στον πόδα του εξωτερικού πρανούς του αναχώματος προστασίας της βόρειας όχθης του ποταμού, σε υψόμετρο +105,20m. Το βάθος της δειγματοληψίας έφτασε στα 478cm. Αποτελείται από δυο λιθοφάσεις, οι οποίες περιλαμβάνουν τέσσερις λιθοστρωματογραφικές μονάδες, που φαίνονται στην αναλυτική λιθοστρωματογραφική περιγραφή του σχήματος 9.93.

9.6.10.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (478m-262cm).

Η 1η λιθοφάση έχει πάχος 216cm και περιλαμβάνει την 4η λιθοστρωματογραφική μονάδα (δείγματα Γ6/25-Γ6/14) και αποτελείται από κάτω προς τα πάνω από τα εξής πέντε στρώματα:

478cm-380cm: Ελαφρά χαλικούχα άμμος, χρώματος 10YR4/3 που μεταβαίνει προς τα κάτω σε 10YR5/3.

380cm-314cm: Άμμος, χρώματος 10YR4/3, που περιέχει απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα (εικ. 9.17) και μικρά κελύφη *Helix*.

314cm-291cm: Ελαφρά χαλικούχα άμμος, χρώματος 2,5Y3/3. Οι ψηφίδες έχουν σύσταση ασβεστολιθική, κερατολιθική και ψαμμιτική.

291cm-273cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος, χρώματος 2,5Y 3/3, με κερατολιθικούς κόκκους.

273cm-262cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος, χρώματος 10YR 3/3, με λίγα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.



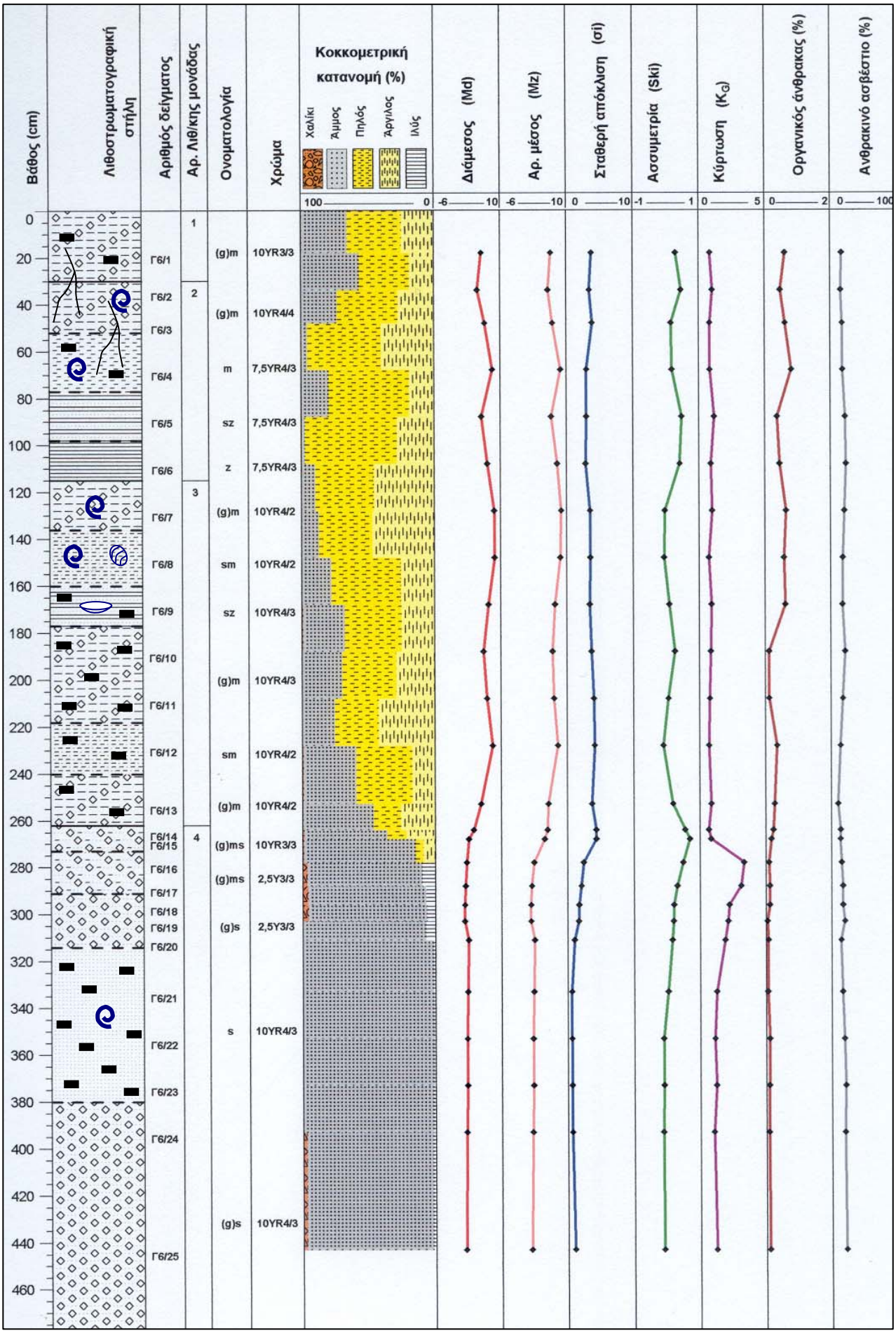
Εικόνα 9.17: Τμήμα του προφίλ της γεώτρησης Γ6 που αποτελείται από άμμο με απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

Τα ποσοστά του ανθρακικού ασβεστίου της λιθοφάσης αυτής κυμαίνονται μεταξύ των τιμών 13,50% και 21,80% και του οργανικού άνθρακα μεταξύ των τιμών 0,04% έως 0,23%.

Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται από Mz=1,10 έως Mz=5,14. Σχηματίζονται δυο ακολουθίες με μειούμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος μεταξύ των βαθών 262cm-308cm (Γ6/25-Γ6/20) και 308cm-478cm (Γ6/19-Γ6/14). Τα δείγματα δείχνουν μετρίως καλή έως υπερβολικά φτωχή ταξινόμηση (σi=0,59-4,35), εμφανίζουν αρνητική έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=-0,12-0,69) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι πλατύκυρτες έως υπερβολικά λεπτόκυρτες (K_G=0,69-3,33).

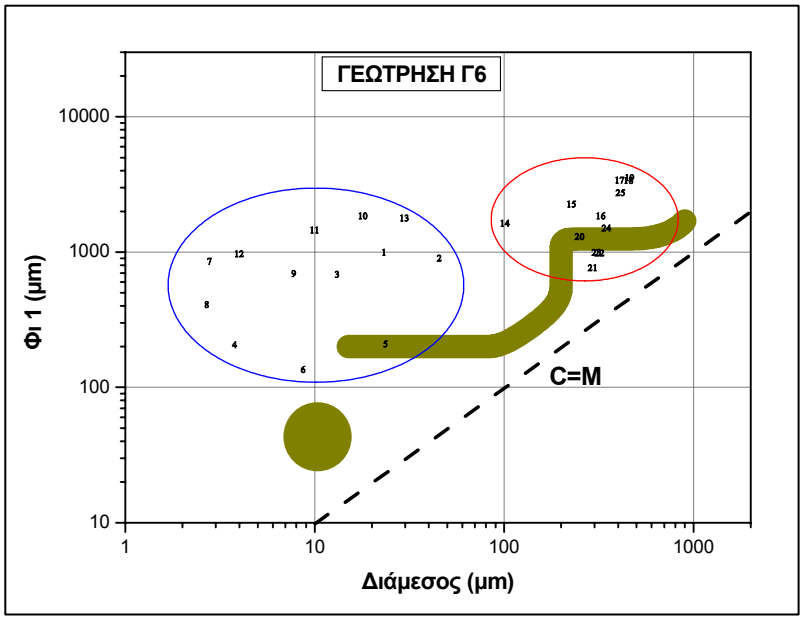
9.6.10.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης.

Από την απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης στα διάγραμμα CM (σχ. 9.94) κατά Passega (1957, 1964)



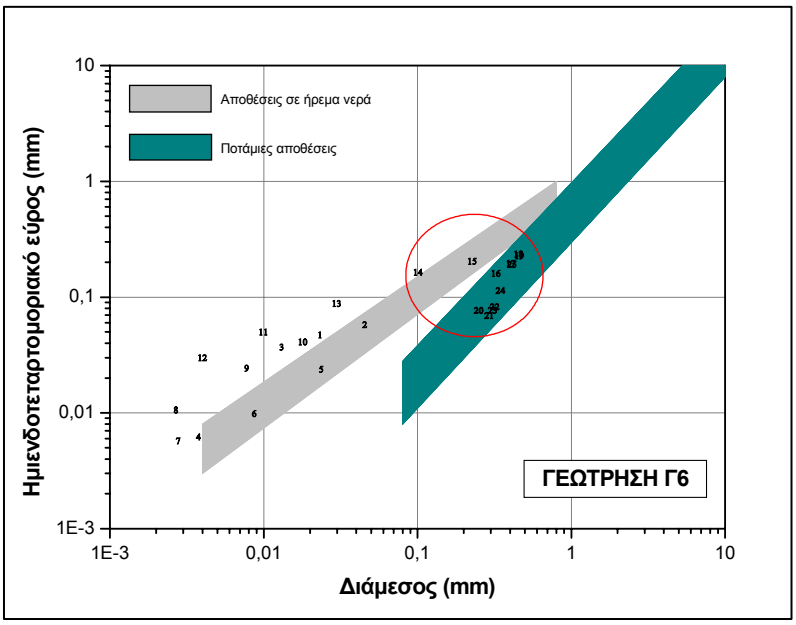
Σχήμα 9.93: Λεπτομερής λιθοστρωματογραφική περιγραφή της γεώτρησης Γ6.

και Md-Qda (σχ. 9.95) κατά Buller & McManus (1972), προκύπτει ότι τα δείγματα της 1ης λιθοφάσης έχουν μεταφερθεί με κύλιση και αιώρηση και έχουν αποτεθεί σε φραγμό της ποτάμιας αύλακας. Τα δείγματα Γ6/15 και Γ6/14 έχουν αποτεθεί στην επιφάνεια του φραγμού σε περιβάλλον ήρεμων υδάτων. Οι δυο ακολουθίες, με μειούμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος, δείχνουν τη μείωση παροχής ιζήματος στα βάθη αυτά εξ αιτίας της αποχώρησης των υδάτων μετά από πλημμυρικά συμβάντα (Elliot, 1986).



Σχήμα 9.94: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Γ6 στο διάγραμμα CM (Passega, 1957, 1964). Η κόκκινη έλλειψη περικλείει τα δείγματα της 1ης λιθοφάσης και η γαλάζια έλλειψη περικλείει τα δείγματα της 2ης λιθοφάσης.

Σχήμα 9.95: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Γ6 στο διάγραμμα Md-Qda (Buller & McManus, 1972). Τα δείγματα της 1ης λιθοφάσης περικλείονται από την κόκκινη περιφέρεια κύκλου. Τα υπόλοιπα δείγματα ανήκουν στη 2η λιθοφάση.



9.6.10.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (262m-0cm).

Η 2η λιθοφάση έχει πάχος 262cm και περιλαμβάνει τις τρεις ανώτερες (3η, 2η και 1η) λιθοστρωματογραφικές μονάδες (δείγματα Γ6/13-Γ6/1).

Η 3η λιθοστρωματογραφική μονάδα έχει πάχος 147cm (δείγματα Γ6/13-Γ6/7) και περιλαμβάνει εναλλαγές ελαφρά χαλικούχας ιλύος και αμμούχας ιλύος ή αμμούχου πηλού. Αποτελείται από κάτω προς τα πάνω από τα εξής έξι στρώματα:

262cm-240cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/2, με πολλά ασβεστιτικά συγκρίματα.

240cm-218cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/2, με απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και ασβεστιτικά συγκρίματα που αυξάνονται διαρκώς προς τα κάτω.

218cm-177cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/3, με απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και ασβεστιτικά συγκρίματα.

177cm-160cm: Αμμούχος πηλός, χρώματος 10YR4/3, με λίγες ερυθρές κηλίδες, λίγα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και ελάχιστα ασβεστιτικά συγκρίματα, που αρχίζουν να εμφανίζονται από το βάθος των 210cm. Στο κλάσμα +2φι διαπιστώθηκε η ύπαρξη μιας θυρίδας ασβεστολιθικού οστρακώδους (*Cyprideis*).

160cm-136cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/2, με θραύσματα κελυφών γαστεροπόδων. Στο κλάσμα +2φι της άμμου εντοπίστηκαν κατά τη μικροσκοπική ανάλυση χαρόφυτα.

136cm-115cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/2, με θραύσματα κελυφών γαστεροπόδων.

Η 2η λιθοστρωματογραφική μονάδα έχει πάχος 112cm (δείγματα Γ6/6-Γ6/3) και αποτελείται τέσσερα στρώματα, τα οποία από κάτω προς τα πάνω έχουν ως εξής:

115cm-98cm: Πηλός, χρώματος 7,5YR4/3.

98cm-77cm: Αμμούχος πηλός, χρώματος 7,5YR4/3.

77cm-52cm: Ιλύς, χρώματος 7,5YR4/3. Περιέχει λίγα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, ριζίδια φυτών, λίγες μικρές ερυθρές κηλίδες, κελύφη και θραύσματα κελυφών γαστεροπόδων (*Helix pomatia*), ίχνη βιοαναμόχλευσης και φωλεά ιλυούχου άμμου σε βάθος περίπου 60cm.

52cm-30cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/4, το οποίο στο κάτω τμήμα του στρώματος μεταβαίνει σε 7,5YR4/3. Εδαφικός ορίζοντας, με λίγα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα. Οι ψηφίδες προέρχονται από ασβεστόλιθους, κερατολίθους και περιδοτίτες. Περιέχει ριζίδια φυτών, θραύσματα κελυφών γαστεροπόδων και δυο φωλεές ιλυούχου άμμου σε βάθος περίπου 40cm.

Η 1η λιθοστρωματογραφική μονάδα έχει πάχος 30cm (δείγματα Γ6/2 και Γ6/1) και αποτελείται από ένα στρώμα ελαφρά χαλικούχας ιλύος, χρώματος 10YR3/3. Συνιστά τον ορίζοντα άροσης του εδαφικού ορίζοντα και περιέχει λίγα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα. Οι ψηφίδες προέρχονται από ασβεστόλιθους, κερατολίθους και περιδοτίτες.

Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων της 2ης λιθοφάσης κυμαίνεται από Mz=5,38 έως Mz=8,68. Στο βάθος 115cm-200cm (δείγματα Γ6/11-Γ6/7) εμφανίζεται μια ακολουθία με μειούμενο προς τα πάνω το κοκκομετρικό μέγεθος. Τα δείγματα δείχνουν πολύ φτωχή έως υπερβολικά φτωχή ταξινόμηση (σi=2,86-4,12), εμφανίζουν από σχεδόν συμμετρική λοξότητα έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=-0,10-0,48) και οι κοκκομετρικές τους

καμπύλες είναι πλατύκυρτες έως λεπτόκυρτες (K_G=0,71-1,15). Τα ποσοστά του ανθρακικού ασβεστίου της λιθοφάσης αυτής κυμαίνονται μεταξύ των τιμών 10,14% και 23,33% και του οργανικού άνθρακα μεταξύ των τιμών 0,11% έως 0,81%.

9.6.10.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης.

Η ύπαρξη χαροφύτων και οστρακωδών στα στρώματα της 2ης λιθοφάσης, δείχνει ότι τη θέση της γεώτρησης στο βάθος της λιθοφάσης αυτής βρισκόταν στην πεδιάδα πλημμύρας, στην οποία υπήρχαν μικρές υδάτινες επιφάνειες.

Από τις απεικονίσεις των δειγμάτων στα διαγράμματα CM (σχ. 9.94) κατά Passega (1957, 1964) και Md-Qda (σχ. 9.95) κατά Buller & McManus (1972), προκύπτει ότι τα δείγματα της 2ης λιθοφάσης μεταφέρθηκαν ως ομογενές αιώρημα και αποτέθηκαν στην πεδιάδα πλημμύρας, σε θέση πλησίον της ποτάμιας αύλακας και σε περιβάλλον ήρεμων υδάτων.

9.6.11. Περιγραφή της γεώτρησης Γ6΄.

Πραγματοποιήθηκε σε απόσταση 80m βόρεια της προηγούμενης σε υψόμετρο +105,10m Το βάθος της δειγματοληψίας έφτασε στα 657cm. Στο προφίλ της γεώτρησης (σχ. 9.96, κέντρο) διακρίνονται οι εξής οκτώ (8) λιθοστρωματογραφικές μονάδες:

8η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

657cm-620cm: Ιλυούχο αμμούχο χαλίκι, χρώματος 2,5Y3/3, με απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα. Τα χαλίκια έχουν σύσταση ασβεστολιθική, κερατολιθική και εκρηξιγενή.

7η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

620cm-557cm: Άμμος, χρώματος 10YR4/4, υγρή, με εμφανίσεις ερυθρών και γκρίζων κηλίδων και λίγα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

557cm-537cm: Ιλυούχα άμμος, χρώματος 10YR4/4, με λίγα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

537cm-507cm: Άμμος, χρώματος 10YR4/4, με εμφανίσεις ερυθρών και γκρίζων κηλίδων και λίγα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

Τα στρώματα αυτής της λιθοστρωματογραφικής μονάδας εμφανίζουν υδροφορία.

6η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

507cm-460cm: Χαλικούχα, ιλυούχα άμμος, χρώματος 10YR4/4, με λειμωνιτικές κηλίδες.

460cm-415cm: Ιλύς, χαλικούχα, ελαφρά αμμούχα, χρώματος 2,5Y4/3, με υδροφορία.

415cm-400cm: Ιλύς, ελαφρά χαλικούχα, ελαφρά αμμούχα, χρώματος 2,5Y4/3.

5η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

400cm-335cm: Ιλύς, ελαφρά χαλικούχα έως χαλικούχα, χρώματος 2,5Y3/2, που περιέχει αρκετά ασβεστιτικά συγκρίματα που αυξάνονται προς τα κάτω και ερυθρές και γκρίζες κηλίδες.

4η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

335cm-302cm: Ιλύς, ελαφρά αμμούχα, χρώματος 10YR4/3, που περιέχει αρκετά απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και ερυθρές και κίτρινες κηλίδες.

302cm-289cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/4 που περιέχει αρκετά απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

3η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

289cm-234cm: Χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/3. Περιέχει αρκετά απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, ερυθρές και γκρίζες κηλίδες, και πολλά ασβεστιτικά συγκρίματα.

2η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

234cm-163cm: Ιλύς, χρώματος 10YR4/2, με ψηφίδες και κροκάλες ασβεστολιθικές και κερατολιθικές, στρόγγυλες έως γωνιώδεις. Περιέχει απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, ερυθρές και γκρίζες κηλίδες και ασβεστιτικά συγκρίματα τα οποία αυξάνονται προς τα κάτω.

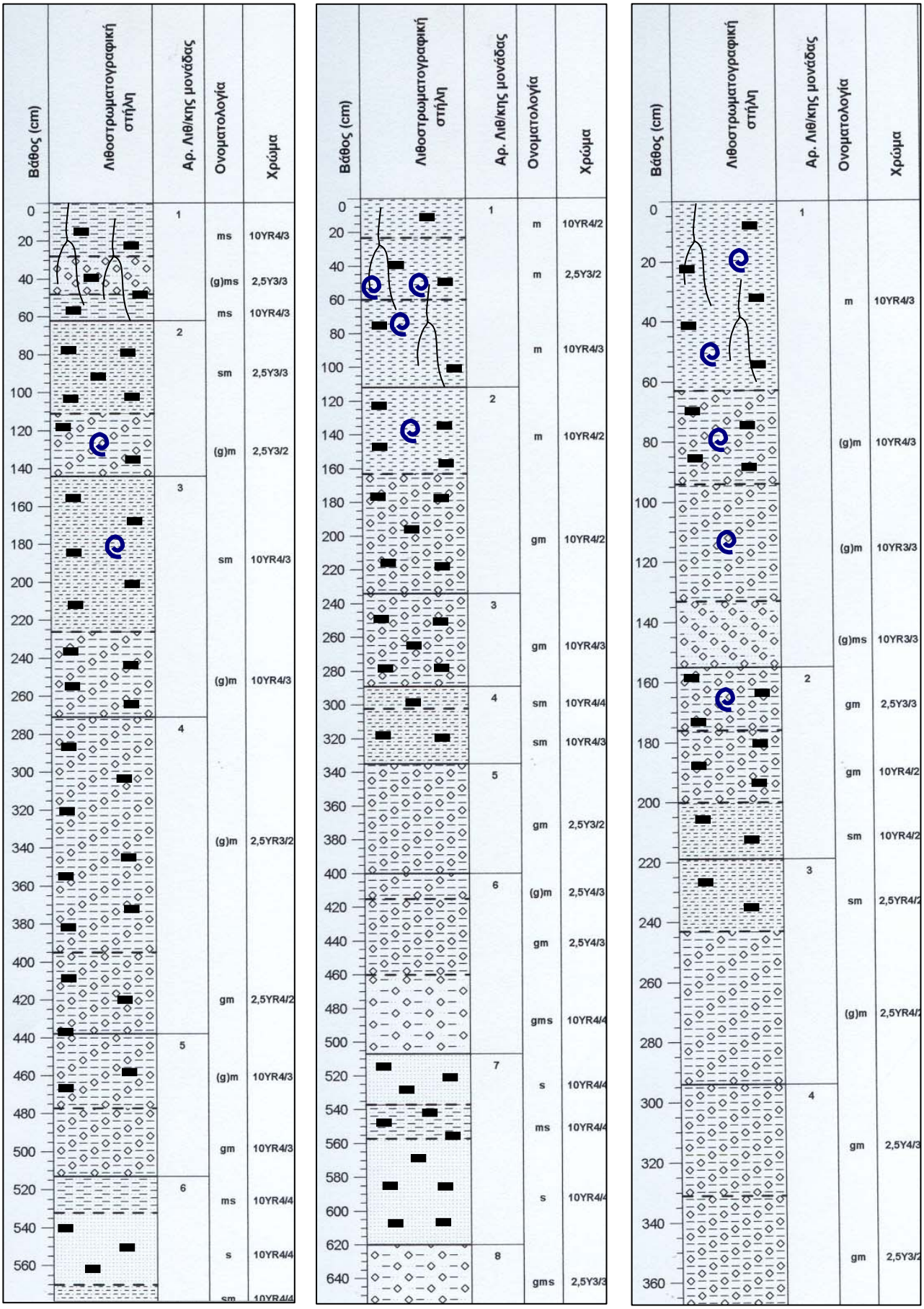
163cm-112cm: Ιλύς, χρώματος 10YR4/2, με απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και θραύσματα κελυφών γαστεροπόδων.

1η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

-112cm-60cm: Ιλύς, χρώματος 10YR4/3, με λίγα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, ελάχιστα φυτικά ριζίδια και *Helix pomatia* μέχρι το βάθους των 80cm.

-60cm-23cm: Ιλύς, χρώματος 2,5Y3/2 προς 2,5Y3/3. Εδαφικός ορίζοντας, με φυτικά ριζίδια, απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και λίγα διάσπαρτα θραύσματα κελυφών *Helix pomatia*. Σε βάθος 55cm-60cm βρέθηκε αποικία γαστεροπόδων αποτελούμενη από επτά (7) *Helix pomatia* διαμέτρου έως και 1cm.

-23cm-0cm: Ιλύς, χρώματος 10YR4/2. Εδαφικός ορίζοντας, ορίζοντας άροσης, με φυτικά ριζίδια και ελάχιστα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.



Σχήμα 9.96: Λιθοστρωματογραφικές στήλες των γεωτρήσεων πύκνωσης Γ4΄(αριστερά), Γ6΄(κέντρο) και Γ7΄ (δεξιά).

9.6.12. Περιγραφή της γεώτρησης Γ7.

Η γεώτρηση Γ7 πραγματοποιήθηκε σε απόσταση 80m βόρεια της προηγούμενης, σε υψόμετρο +105,10m και έφτασε σε βάθος 300cm. Το τμήμα του πυρήνα της γεώτρησης μεταξύ 300cm και 200cm κατέρρευσε κατά την εξόλκηση, λόγω της ισχυρής υδροφορίας των στρωμάτων στο βάθος αυτό, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει δυνατότητα λήψης δειγμάτων από το στρώμα άμμου (300cm-230cm) και από το στρώμα ιλύος (230cm-200cm). Η περιγραφή των στρωμάτων αυτών έγινε με βάση τα υπολείμματα του υλικού, που παρέμειναν στα τοιχώματα του πλαστικού στελέχους. Το τμήμα του πυρήνα, που απέμεινε αποτελεί μια λιθοφάση (1η λιθοστρωματογραφική μονάδα), που αποτελείται από τα εξής πέντε στρώματα (σχ. 9.97):

200cm-185cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/2.

185cm-140cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/2.

140cm-70cm: Ιλύς, χρώματος 10YR4/2, με κελύφη *Helix pomatia*. Στα κλάσματα της άμμου, εντοπίστηκαν πολλά νεαρά άτομα γαστεροπόδων (*Helix*).

70cm-53cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR3/2, με κελύφη *Helix pomatia* (εικ. 9.18). Στο κλάσμα 0φι της άμμου, διαπιστώθηκε η ύπαρξη μιας χιτινώδους θυρίδας οστρακώδους (*Cyprideis*).

53cm-0cm: Ιλύς, χρώματος 10YR3/2. Εδαφικός ορίζοντας με φυτικά ριζίδια. Στα κλάσματα +0,5φι έως +2φι της άμμου, βρέθηκαν χιτινώδεις θυρίδες οστρακωδών (*Cyprideis*).



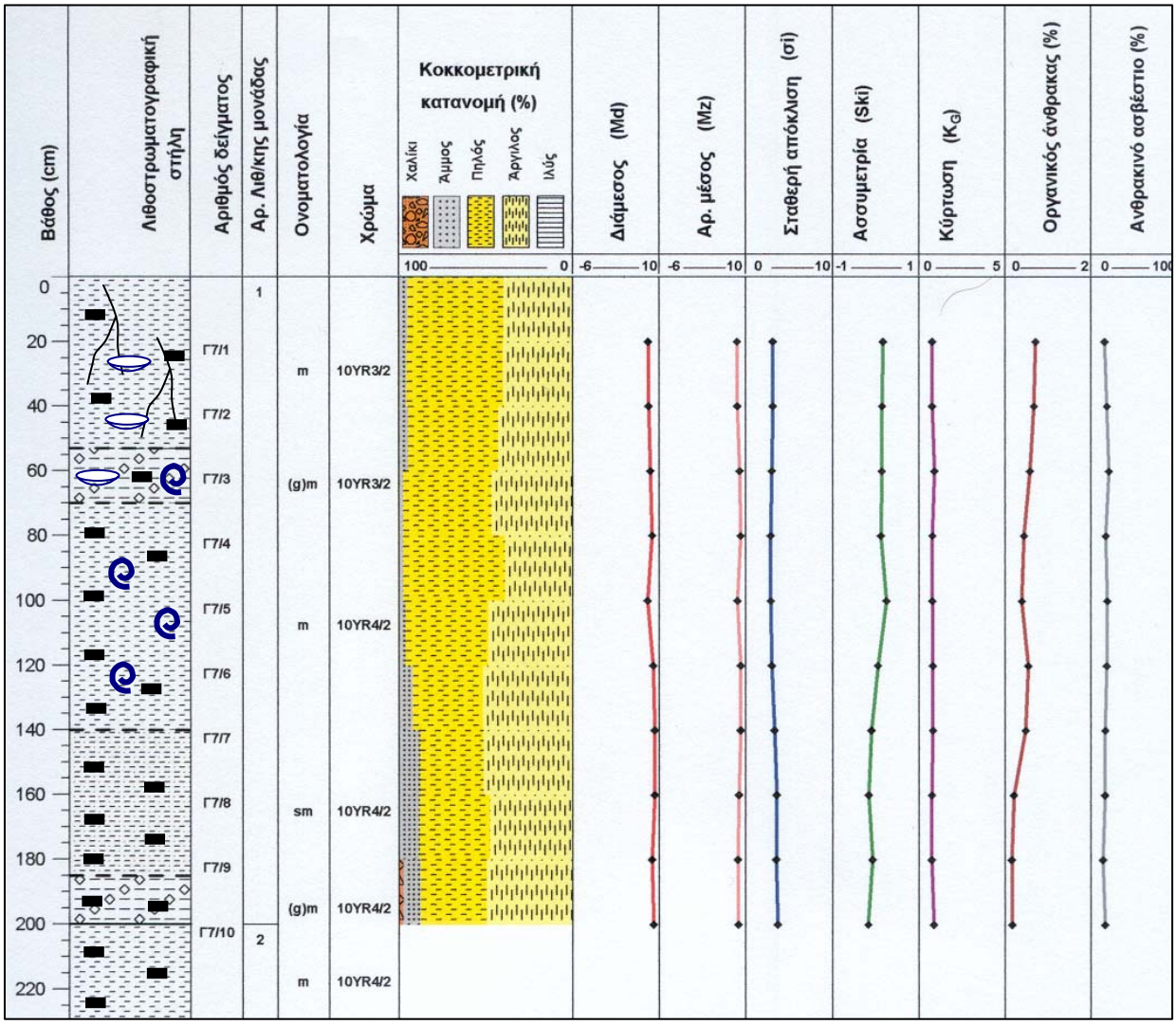
Εικόνα 9.18 Κέλυφος Helix pomatia, στη μάζα της ιλύος, της γεώτρησης Γ7.

Σε ολόκληρο το πάχος της ιλύος εμφανίζονται ελάχιστα διάσπαρτα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα. Το ποσοστό του οργανικού άνθρακα αυξάνεται προς τα πάνω από 0,16% σε 0,54% στο βάθος 200cm-110cm (δείγματα Γ7/10-Γ7/6) και από 0,39% σε 0,71% στο βάθος 110cm-0cm (δείγματα Γ7/5-Γ7/1). Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνεται μεταξύ 13,99% έως 20,65%. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων της 2ης λιθοφάσης παραμένει σχεδόν σταθερός, κυμαινόμενος μεταξύ των τιμών Mz=8,38 και Mz=9,07. Τα δείγματα δείχνουν πολύ φτωχή ταξινόμηση (σi=2,87-3,68), εμφανίζουν από αρνητική έως θετική ασυμμετρία (Ski=-0,17-0,25) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι πλατύκυρτες (K_G=0,74-0,90).

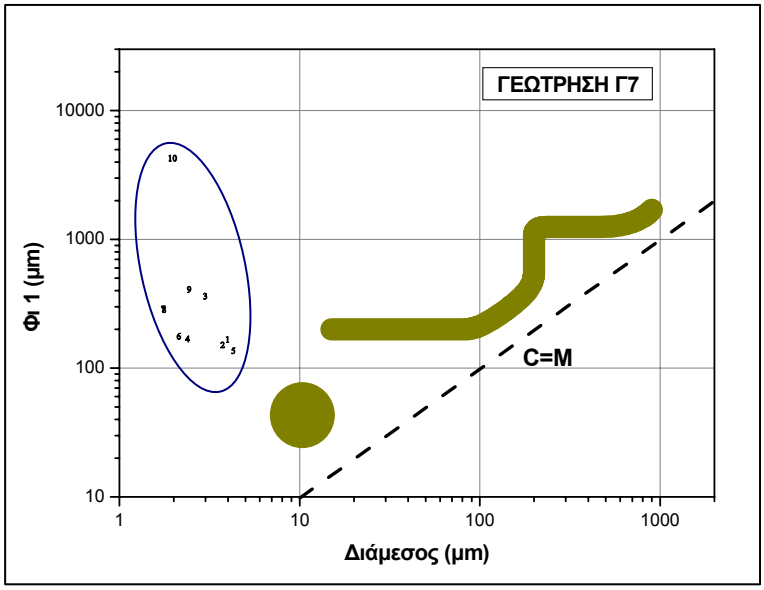
9.6.12.1. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης.

Το υδροφόρο στρώμα άμμου, που βρίσκεται σε βάθος μεγαλύτερο των 230cm αποτελεί προφανώς απόθεση αύλακας, οι κόκκοι του οποίου έχουν μεταφερθεί με κύλιση, κατ' αναλογία με τα αντίστοιχα στρώματα των γειτονικών γεωτρήσεων. Τα δείγματα της γεώτρησης, που αναλύθηκαν (Γ7/10-Γ7/1) αντιστοιχούν σε αποθέ-

σεις πελαγικού αιωρήματος, που έχουν μεταφερθεί ως ομογενές αιώρημα και κατά συνέπεια μπορούν να χαρακτηριστούν σαν αποθέσεις πλημμύρας σε απομακρυσμένη περιοχή από το κυρίως ρεύμα (Royse, 1968), όπως φαίνεται στο διάγραμμα CM του σχήματος 9.98 (Passega, 1957 και 1964).



Σχήμα 9.97: Λεπτομερής λιθοστρωματογραφική περιγραφή της γεώτρησης Γ7.



Σχήμα 9.98: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Γ7 στο διάγραμμα CM (Passega, 1957 και 1964).

9.6.13. Περιγραφή της γεώτρησης Γ7΄.

Πραγματοποιήθηκε σε απόσταση 100m βόρεια της προηγούμενης σε υψόμετρο +105,10m. Το βάθος της δειγματοληψίας έφτασε στα 368cm. Στο προφίλ της γεώτρησης (σχ. 9.96, δεξιά) διακρίνονται οι εξής τέσσερις (4) λιθοστρωματογραφικές μονάδες:

4η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

368cm-331cm: Ιλύς με ψηφίδες και κροκάλες, χρώματος 2,5Y3/2, με πολλά διάσπαρτα ασβεστιτικά συγκρίματα μεγέθους έως 2cm.

331cm-294cm: Ιλύς, ελαφρά αμμούχα, χρώματος 2,5Y4/3, με ψηφίδες και κροκάλες, ασβεστιτικά συγκρίματα, ερυθρές, κίτρινες και γκρίζες κηλίδες.

3η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

294cm-243cm: Ιλύς, με ψηφίδες, χρώματος 2,5Y4/2. Περιέχει πολλά διάσπαρτα ασβεστιτικά συγκρίματα μεγέθους έως 2cm, ερυθρές και γκρίζες κηλίδες.

243cm-219cm: Ιλύς, ελαφρά αμμούχα, χρώματος 2,5Y4/2. Περιέχει απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, αρκετά ασβεστιτικά συγκρίματα, και ερυθρές και κίτρινες κηλίδες.

2η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

219cm-200cm: Ιλύς, ελαφρά αμμούχα, χρώματος 10YR4/2, με μικρούς λειμωνιτικούς θύλακες και απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

200cm-176cm: Ιλύς, με αρκετά χαλίκια, χρώματος 10YR4/2. Τα χαλίκια αποτελούνται από στρόγγυλους και γωνιώδεις ασβεστολιθικούς και κερατολιθικούς κόκκους. Περιέχει απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

176cm-155cm: Ιλύς, με αρκετές ψηφίδες χρώματος 2,5Y3/3. Περιέχει απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, θραύσματα κελυφών γαστεροπόδων και ασβεστιτικά συγκρίματα.

1η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

155cm-133cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος, χρώματος 10YR3/3.

133cm-94cm: Ιλύς, με ελάχιστες ψηφίδες, χρώματος 10YR3/3 και με ένα κέλυφος *Helix pomatia* διαμέτρου 0,5cm στο βάθος των 120cm.

94cm-63cm: Ιλύς, ελαφρά χαλικούχα, ελαφρά αμμούχα, χρώματος 10YR4/3, με απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και 1 κέλυφος *Helix pomatia* διαμέτρου 0,5cm.

63cm-0cm: Ιλύς, χρώματος 10YR4/3. Εδαφικός ορίζοντας, ορίζοντας άροσης έως τα 35cm. Περιέχει φυτικά ριζίδια, θραύσματα κελυφών γαστεροπόδων και απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

9.6.14. Περιγραφή της γεώτρησης Γ8.

Πραγματοποιήθηκε σε απόσταση 100m βόρεια της γεώτρησης Γ7΄ σε υψόμετρο 105,05m. Το βάθος της δειγματοληψίας έφτασε στα 270cm. Αποτελείται από δυο λιθοφάσεις, οι οποίες περιλαμβάνουν οκτώ (8) λιθοστρωματογραφικές μονάδες, που φαίνονται στην αναλυτική περιγραφή του σχήματος 9.99.

9.6.14.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (270cm-117cm).

Η 1η λιθοφάση έχει πάχος 153cm και περιλαμβάνει τις λιθοστρωματογραφικές μονάδες 8-2 (δείγματα Γ8/28-Γ8/7).

Η 8η λιθοστρωματογραφική μονάδα, που αποτελεί και τη βάση της γεώτρησης έχει πάχος 43cm (βάθος 270cm-227cm, δείγματα Γ8/28-Γ6/22) και αποτελείται από κάτω προς τα πάνω από τα εξής τέσσερα στρώματα:

270cm-245cm: Ελαφρά χαλικούχα άμμος.

245cm-237cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος.

237cm-233cm: Πηλούχα άμμος.

233cm-227cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος.

Το χρώμα όλων αυτών των στρωμάτων είναι 10YR4/2. Εμφανίζονται διαστρώσεις οργανικού υλικού χρώματος 10YR2/2 και ερυθρές διαστρώσεις χρώματος 10YR2/2.

Η αμέσως υπερκείμενη, 7η λιθοστρωματογραφική μονάδα, έχει πάχος μόλις 1cm (βάθος 227cm-226cm, δείγμα Γ8/21) και αποτελείται από ένα στρώμα αμμούχου πηλού, χρώματος 10YR4/2 προς 10YR4/6.

Η 6η λιθοστρωματογραφική μονάδα, έχει πάχος 14cm (βάθος 226cm-212cm, δείγματα Γ8/20-Γ8/17) και αποτελείται από τα εξής τρία στρώματα:

226cm-219cm: Ελαφρά χαλικούχα άμμος, χρώματος 10YR4/2.

219cm-216cm: Άμμος, χρώματος 10YR4/2.

216cm-212cm: Πηλούχα άμμος, χρώματος 10YR4/2.

Στα στρώματα της μονάδας αυτής εμφανίζονται οριζόντιες διαγραμμίσεις χρώματος 10R4/6 και κηλίδες απανθρακωμένων φυτικών υπολειμμάτων, χρώματος 10YR2/2.

Η 5η λιθοστρωματογραφική μονάδα έχει πάχος 7cm (βάθος 212cm-205cm, δείγμα Γ8/16) και αποτελείται από ένα στρώμα αμμούχου πηλού, χρώματος 10YR4/3, με ερυθρές διαγραμμίσεις και απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα (εικ. 9.19).



Εικόνα 9.19: Οι εναλλαγές πηλούχας άμμου, ελαφρά χαλικούχας άμμου, αμμούχου πηλού και πηλούχας άμμου, όπου φαίνονται οι ερυθρές διαστρώσεις και οι κηλίδες οργανικού υλικού.

Η 4η λιθοστρωματογραφική μονάδα έχει πάχος 39cm (βάθος 205cm-166cm, δείγματα Γ8/15-Γ8/12) και αποτελείται από τέσσερα στρώματα, τα οποία είναι σε βάθος:

205cm-200cm: Ελαφρά χαλικούχα άμμος, χρώματος 2,5Y3/3 (εικ. 9.19).

200cm-185cm: Πηλούχα άμμος, χρώματος 10YR4/4 (εικ. 9.19). Στα κλάσματα της άμμου, +1,5φι και +2φι διαπιστώθηκε η ύπαρξη οστρακωδών (*Cyprideis*).

185cm-175cm: Ιλυούχα άμμος, χρώματος 2,5Y3/3. Στα κλάσματα της άμμου, +1φι, +1,5φι και +2φι εντοπίστηκαν οστρακώδη (*Cyprideis*). Στο κλάσμα +1,5φι, βρέθηκε και ένα χαρόφυτο.

175cm-166cm: Πηλούχα άμμος, χρώματος 2,5Y3/3. Στα κλάσματα της άμμου, +1,5φι και +2φι εντοπίστηκαν δυο θυρίδες οστρακωδών (*Cyprideis*).

Στην ενότητα αυτή εμφανίζεται οργανικό υλικό με μορφή κηλίδων, λεκέδων και διαστρώσεων (εικ. 9.19). Εμφανίζονται επίσης και ερυθρές κηλίδες και διαγραμμίσεις.

Η 3η λιθοστρωματογραφική μονάδα έχει πάχος 4cm (βάθος 166cm-162cm, δείγμα Γ8/11) και αποτελείται από ένα στρώμα αμμούχου πηλού, χρώματος 10YR4/3, που περιέχει οργανικό υλικό με μορφή κηλίδων, λεκέδων και διαστρώσεων. Στα κλάσματα +1φι και +1,5φι της άμμου του δείγματος αυτού διαπιστώθηκε η ύπαρξη θυρίδων οστρακωδών.

Η 2η λιθοστρωματογραφική μονάδα, που αποτελεί και το ανώτερο τμήμα της λιθοφάσης έχει πάχος 45cm (βάθος 162cm-117cm, δείγματα Γ8/10-Γ8/7) και αποτελείται από τα εξής τέσσερα στρώματα:

162cm-145cm: Πηλούχα άμμος, χρώματος 10YR4/3. Στα κλάσματα +1,5φι και +2φι εντοπίστηκαν χιτινώδη και ασβεστολιθικά κελύφη οστρακωδών (*Cyprideis*).

145cm-135cm: Άμμος, χρώματος 10YR3/3.

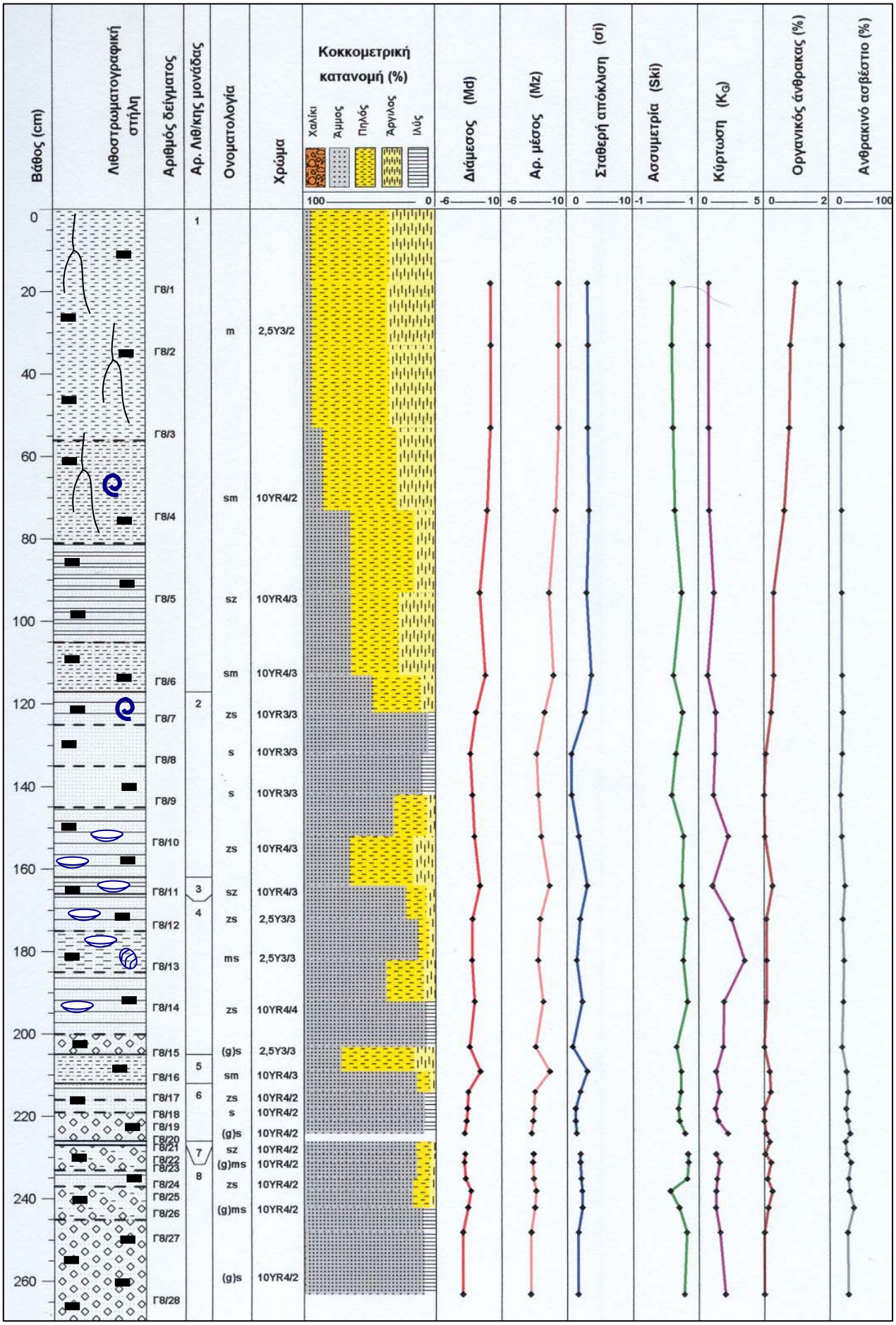
135cm-125cm: Άμμος, χρώματος 10YR3/3.

125cm-117cm: Πηλούχα άμμος, χρώματος 10YR3/3. Στο κλάσμα +1φι του στρώματος της άμμου βρέθηκε ένα θραύσμα νεαρού ατόμου γαστεροπόδου (*Helix*).

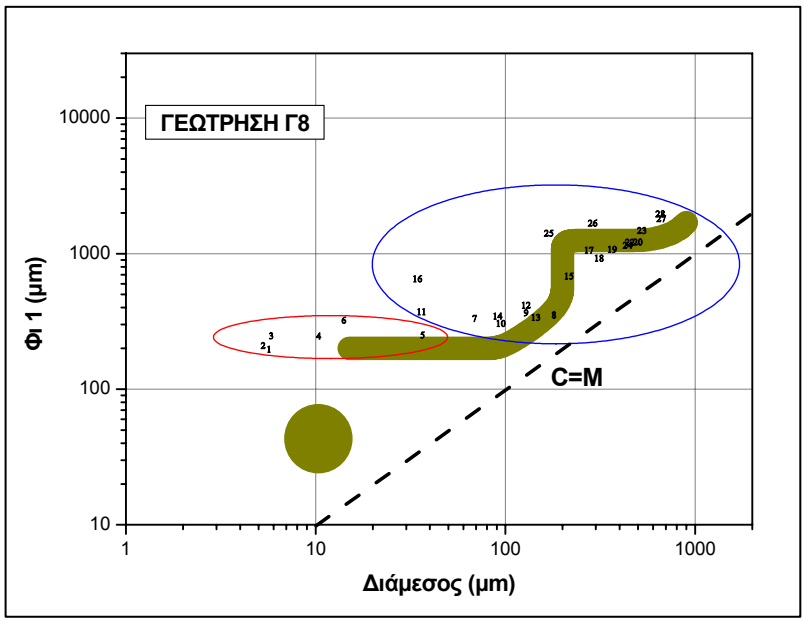
Το ποσοστό του οργανικού άνθρακα στα στρώματα της 1ης λιθοφάσης κυμαίνεται από μηδενικές τιμές μέχρι την τιμή 0,25%. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνεται από17,37% έως 36,71%. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων της κυμαίνεται μεταξύ Mz=1,02 και Mz=5,78. Τα δείγματα δείχνουν μετρίως καλή έως πολύ φτωχή ταξινόμηση (σi=0,66-3,07), εμφανίζουν θετική έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=0,13-0,68) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι μεσόκυρτες έως υπερβολικά λεπτόκυρτες (K_G=1,07-3,51).

9.6.14.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης.

Από την απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Γ8 στο διάγραμμα CM του σχήματος 9.100 (Passega, 1957 και 1964) προκύπτει ότι η 1η λιθοφάση συγκροτείται από θημωνιασμένους αμμώδεις φραγμούς, που παράγονται μέσα στην ποτάμια αύλακα και διακόπτονται ο ένας από τον άλλο από μικρού πάχους ιζήματα αμμούχου πηλού και πηλούχας άμμου, προερχόμενα από πλημμυρικά συμβάντα (δείγματα Γ8/16,11,7).



Σχήμα 9.99: Λεπτομερής λιθοστρωματογραφική περιγραφή της γεώτρησης Γ8.



Σχήμα 9.100: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Γ8 στο διάγραμμα CM (Passega, 1957 και 1964). Η γαλάζια έλλειψη περικλείει τα δείγματα της 1ης λιθοφάσης και η κόκκινη, τα δείγματα της 2ης λιθοφάσης.

9.6.14.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (117cm-0cm).

Η 2η λιθοφάση έχει πάχος 117cm (δείγματα Γ8/6-Γ8/1) και περιλαμβάνει τα εξής τέσσερα στρώματα της 1ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας: Αμμούχα ιλύς χρώματος 10YR4/3 (117cm-105cm), αμμούχος πηλός χρώματος 10YR4/3 (105cm-81cm), αμμούχα ιλύς χρώματος 10YR4/2 (81cm-56cm) και ιλύς χρώματος 2,5Y3/2 (56cm-0cm), που συνιστά τον εδαφικό ορίζοντα. Στα στρώματα αυτά διαπιστώθηκε η ύπαρξη φυτικών ριζιδίων, ελάχιστων απανθρακωμένων φυτικών υπολειμμάτων και κελυφών γαστεροπόδων (*Helix pomatia).* Στα κλάσματα της άμμου διαπιστώθηκε η ύπαρξη οστρακωδών και θραυσμάτων θυρίδων οστρακωδών με ασβεστολιθικά και χιτινώδη κελύφη στο κλάσμα +2φι του δείγματος Γ8/6, σε βάθος 113cm.

Το ποσοστό του οργανικού άνθρακα στα στρώματα της 2ης λιθοφάσης αυξάνεται διαρκώς από κάτω προς τα πάνω από την τιμή 0,30% στην τιμή 0,97%. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνεται από 16,73% έως 20,41%. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ Mz=5,63 και Mz=8,06, σχηματίζοντας μια ακολουθία με μειούμενο γενικά το κοκκομετρικό μέγεθος προς τα πάνω. Τα δείγματα δείχνουν πολύ φτωχή ταξινόμηση (σi=2,97-3,72), εμφανίζουν θετική έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=0,20-0,49) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι πλατύκυρτες έως λεπτόκυρτες (K_G=0,71-1,19).

9.6.14.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης.

Τα δείγματα Γ8/6,5,4 του κατώτερου τμήματος της 2ης λιθοφάσης απεικονίζονται στο διάγραμμα CM του σχήματος 9.100 (Passega, 1957 και 1964) σε θέση, που δηλώνει ότι τα υλικά των δειγμάτων αυτών μεταφέρθηκαν ως ομογενές αιώρημα και αποτέθηκαν στην πεδιάδα πλημμύρας, σε θέση πλησίον της ποτάμιας αύλακας. Τα δείγματα Γ8/3,2,1 της οροφής της λιθοφάσης έχουν μεταφερθεί ομοίως ως ομογενές αιώρημα, αλλά έχουν αποτεθεί σε θέση απομακρυσμένη από την ποτάμια αύλακα. Η μείωση του κοκκομετρικού μεγέθους προς τα πάνω δηλώνει την απομάκρυνση της ποτάμιας αύλακας από τη θέση της γεώτρησης, κατά τη διάρκεια απόθεσης των υλικών της 2ης λιθοφάσης (Elliot, 1986).

9.6.15. Περιγραφή της γεώτρησης Γ8΄.

Πραγματοποιήθηκε σε απόσταση 90m βόρεια της προηγούμενης σε υψόμετρο +105m. Το βάθος της δειγματοληψίας έφτασε στα 483cm. Στο προφίλ της γεώτρησης, που απεικονίζεται στο σχήμα 9.101 (αριστερά) διακρίνονται οι εξής έξι (6) λιθοστρωματογραφικές μονάδες:

6η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

483cm-450cm: Αμμούχα ιλύς, ελαφρά χαλικούχα, χρώματος 10YR4/4, με λίγες γκρίζες κηλίδες.

5η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

450cm-433cm: Ιλύς, ελαφρά χαλικούχα, χρώματος 2,5Y3/3, που περιέχει ασβεστιτικά συγκρίματα, απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και ερυθρούς λεκέδες.

433cm-370cm: Ιλύς, ελαφρά χαλικούχα, χρώματος 2,5Y3/2. Περιέχει απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα που αυξάνονται προς τα κάτω και πολλά ασβεστιτικά συγκρίματα.

370cm-329cm: Ιλύς, ελαφρά χαλικούχα, χρώματος 10YR4/3 που μεταβαίνει σταδιακά προς τα κάτω σε 2,5Y 3/3. Περιέχει λίγα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και ερυθρούς και γκρίζους λεκέδες και κηλίδες που αυξάνονται προς τα κάτω.

4η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

329cm-291cm: Άμμος, χρώματος 2,5Y3/3, που είναι υδροφόρα και περιέχει θραύσματα κελυφών γαστεροπόδων.

3η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

291cm-218cm: Ιλύς, ελαφρά χαλικούχα χρώματος 10YR3/4. Οι ψηφίδες αυξάνονται προς τα κάτω. Περιέχει αρκετά απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, ερυθρούς και κίτρινους λεκέδες. Από το βάθος των 275cm, εμφανίζονται λίγα ασβεστιτικά συγκρίματα και γκρίζες κηλίδες.

218cm-158cm: Ιλύς, χρώματος 10YR3/4. Περιέχει απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, ερυθρές κηλίδες και λειμωνιτικά εγκλείσματα.

2η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

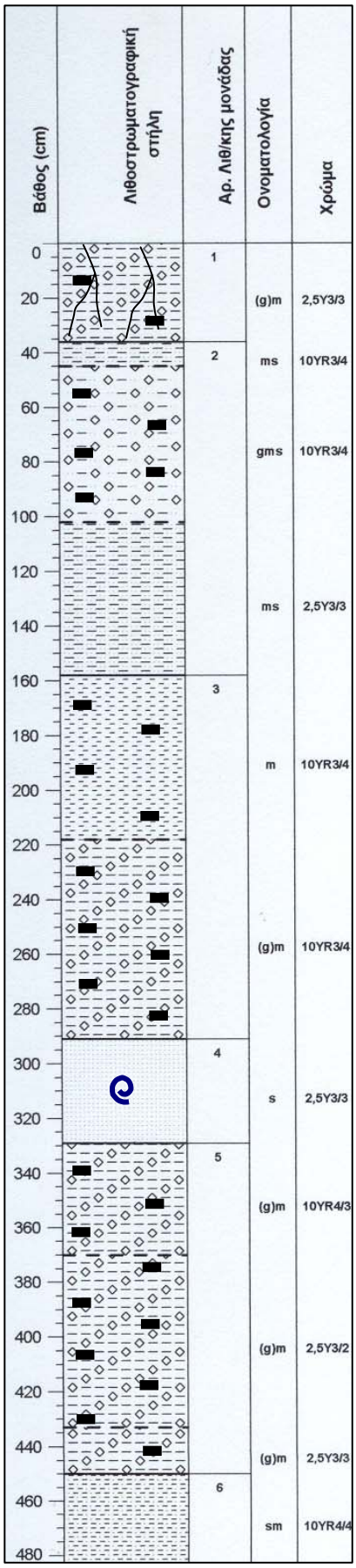
158cm-102cm: Άμμος ιλυούχα, χρώματος 2,5Y3/3, με μεγάλες επιφάνειες και λεκέδες κίτρινου χρώματος. Το στρώμα αυτό είναι υδροφόρο.

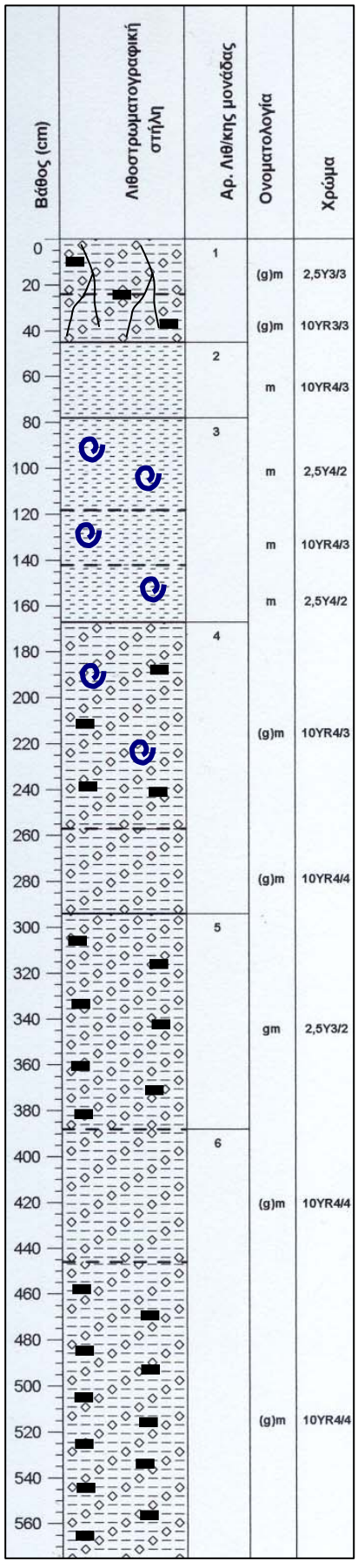
102cm-45cm: Άμμος, ελαφρά ιλυούχα, ελαφρά χαλικούχα, χρώματος 10YR3/4. Περιέχει εγκλείσματα λειμωνίτη, απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, ερυθρές κηλίδες και ερυθρούς και κιτρινόχρωμους λεκέδες.

45cm-36cm: Άμμος, ιλυούχα, χρώματος 10YR3/4.

1η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

36cm-0cm: Ιλύς, ελαφρά αμμούχα, ελαφρά χαλικούχα, χρώματος 2,5Y3/3. Εδαφικός ορίζοντας, ορίζοντας άροσης, που περιέχει φυτικά ριζίδια και απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα. Τα χαλίκια είναι γωνιώδη και έχουν ασβεστολιθική σύσταση.





Σχήμα 9.101: Λιθοστρωματογραφικές στήλες των γεωτρήσεων πύκνωσης Γ8΄(αριστερά)) και Γ9΄ (δεξιά).

9.6.16. Περιγραφή της γεώτρησης Γ9.

Η γεώτρηση Γ9 πραγματοποιήθηκε σε απόσταση 85m βόρεια της προηγούμενης σε υψόμετρο +104,80m και έφτασε σε βάθος 563cm. Το σύνολο των στρωμάτων της γεώτρησης συνιστά μια λιθοφάση, η οποία περιλαμβάνει επτά (7) λιθοστρωματογραφικές μονάδες (σχ. 9.102).

Η 7η λιθοστρωματογραφική μονάδα, που αποτελεί τη βάση της γεώτρησης έχει πάχος 68cm (βάθος 563cm-515cm, δείγματα Γ9/28-Γ8/26) και αποτελείται στο κατώτερο τμήμα της (563cm-515cm) από ένα στρώμα αμμούχου πηλού και στο ανώτερο (515cm-495cm) από ένα στρώμα αμμούχας ιλύος. Τα στρώματα αυτά έχουν χρώμα 10YR4/4 και περιέχουν αρκετά ασβεστιτικά συγκρίματα.

Η αμέσως υπερκείμενη 6η λιθοστρωματογραφική μονάδα έχει πάχος 40cm (βάθος 495cm-455cm, δείγματα Γ9/25 και Γ9/24) και αποτελείται από ένα στρώμα ιλύος, χρώματος 10YR4/4, που περιέχει ασβεστιτικά συγκρίματα.

Η 5η λιθοστρωματογραφική μονάδα έχει πάχος 60cm (βάθος 455cm-395cm, δείγματα Γ9/23 και Γ9/22) και αποτελείται από ένα στρώμα αμμούχας ιλύος, χρώματος 10YR4/4, με ελάχιστα μικρού μεγέθους ασβεστιτικά συγκρίματα.

Η 4η λιθοστρωματογραφική μονάδα έχει πάχος 245cm (βάθος 395cm-150cm, δείγματα Γ9/21-Γ9/9) και αποτελείται από πέντε στρώματα, τα οποία από κάτω προς τα πάνω έχουν ως εξής:

395cm-345cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 2,5Y3/2 που μεταβαίνει προς τα κάτω σε 2,5Y4/2. Περιέχει απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και ασβεστιτικά συγκρίματα.

345cm-320cm: Αμμούχος πηλός, χρώματος 2,5Y4/2, με απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και ασβεστιτικά συγκρίματα.

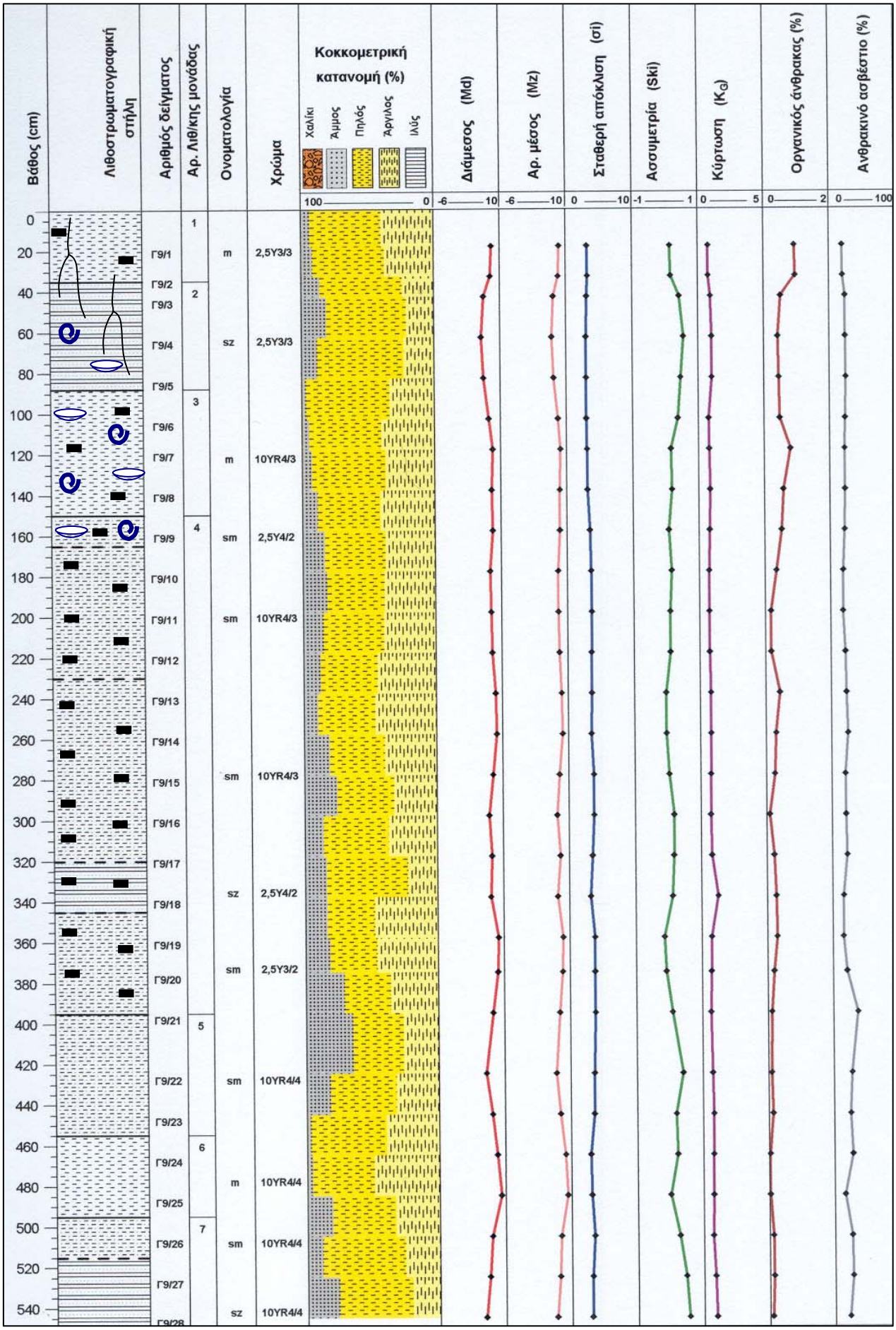
320cm-230cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/3, με απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και ασβεστιτικά συγκρίματα, που αυξάνονται διαρκώς προς τα κάτω.

230cm-165cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/3, με απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και ελάχιστα ασβεστιτικά συγκρίματα.

165cm-150cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 2,5Y4/2, με απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, ελάχιστα ασβεστιτικά συγκρίματα και λίγα διάσπαρτα θραύσματα κελυφών *Helix*. Η μικροσκοπική εξέταση της άμμου έδειξε την ύπαρξη αρκετών χαροφύτων και θυρίδων οστρακωδών (*Cyprideis*).

Η 3η λιθοστρωματογραφική μονάδα έχει πάχος 62cm (βάθος 150cm-88cm, δείγματα Γ9/8-Γ9/6) και αποτελείται από ένα στρώμα ιλύος, χρώματος 10YR4/3, με απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και διάσπαρτα θραύσματα κελυφών *Helix pomatia*. Στα κλάσματα +1φι έως +2φι της άμμου, εντοπίστηκαν στη μικροσκοπική εξέταση πολλά οστρακώδη με χιτινώδες κέλυφος (*Cyprideis* και *Ilyocypris*).

Η 2η λιθοστρωματογραφική μονάδα έχει πάχος 53cm (βάθος 88cm-35cm, δείγματα Γ9/5-Γ9/3) και αποτελείται από ένα στρώμα από αμμούχο πηλό χρώματος 2,5Y3/3, που περιέχει λίγα φυτικά ριζίδια, λειμωνιτικά εγκλείσματα και διάσπαρτα θραύσματα κελυφών *Helix*. Στα κλάσματα +1φι και +2φι της άμμου εντοπίστηκαν



Σχήμα 9.102: Λεπτομερής λιθοστρωματογραφική περιγραφή της γεώτρησης Γ9.

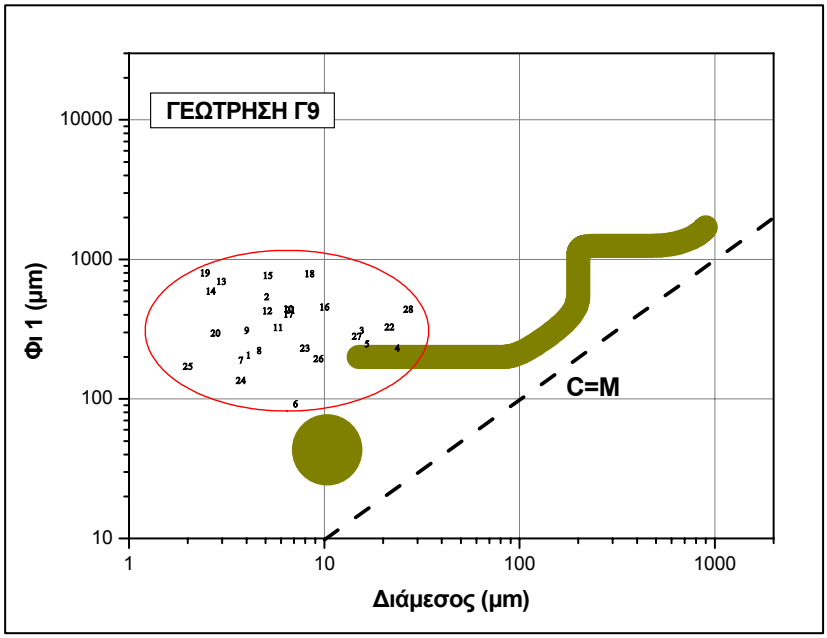
στη μικροσκοπική εξέταση δυο χιτινώδεις θυρίδες οστρακωδών (*Cyprideis*) και αρκετά θραύσματα κελυφών, πιθανώς γαστεροπόδων.

Η 1η λιθοστρωματογραφική μονάδα, που αποτελεί την οροφή της γεώτρησης, έχει πάχος 35cm (βάθος 35cm-0cm, δείγματα Γ9/2 και Γ9/1) και αποτελείται από ένα στρώμα ιλύος, χρώματος 2,5Y3/3. Συνιστά τον εδαφικό ορίζοντα (ορίζοντας άροσης) και περιέχει φυτικά ριζίδια και απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

Το ποσοστό του οργανικού άνθρακα στα στρώματα της γεώτρησης Γ9 κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0,02% και 0,96%. Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου κυμαίνεται από 15,59% έως 37,26%. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ Mz=6,37 και Mz=9,03. Τα δείγματα είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα (σi=2,92-3,79), εμφανίζουν αρνητική έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=-0,14-0,56) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι πολύ πλατύκυρτες έως λεπτόκυρτες (K_G=0,65-1,27).

9.6.16.1. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της γεώτρησης Γ9.

Η απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Γ9 στο διάγραμμα CM του σχήματος 9.103 (Passega, 1957 και 1964) δείχνει ότι, το σύνολο των ιζημάτων της γεώτρησης αντιστοιχούν σε αποθέσεις πελαγικού αιωρήματος, που έχουν μεταφερθεί ως ομογενές αιώρημα και κατά συνέπεια μπορούν να χαρακτηριστούν σαν αποθέσεις πεδιάδας πλημμύρας σε απομακρυσμένη περιοχή από το κυρίως ρεύμα (Royse, 1968). Εξαίρεση αποτελούν πιθανώς τα δείγματα Γ9/3-Γ9/5, της 2ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας, που δείχνουν να έχουν αποτεθεί πλησίον της ποτάμιας αύλακας.



Σχήμα 9.103: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Γ9 στο διάγραμμα CM (Passega, 1957 και 1964).

9.6.17. Περιγραφή της γεώτρησης Γ9΄.

Πραγματοποιήθηκε σε απόσταση 130m βόρεια της προηγούμενης σε υψόμετρο +104,80m. Το βάθος της δειγματοληψίας έφτασε στα 577cm. Στο προφίλ της γεώτρησης (σχ. 9.101, δεξιά) διακρίνονται οι παρακάτω έξι (6) λιθοστρωματογραφικές μονάδες:

6η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

577cm-446cm: Ιλύς, ελαφρά χαλικούχα, ελαφρά αμμούχα, χρώματος 10YR4/4. Περιέχει απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, ερυθρές και γκρίζες κηλίδες και ασβεστιτικά συγκρίματα κυρίως στα βάθη 460cm-475cm.

446cm-388cm: Ιλύς, ελαφρά χαλικούχα, ελαφρά αμμούχα, χρώματος 10YR4/4. Οι κροκάλες και οι ψηφίδες είναι κυρίως γωνιώδεις.

5η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

388cm-294cm: Ιλύς, χαλικούχα έως ελαφρά χαλικούχα, χρώματος 2,5Y3/2, με απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, ερυθρές κηλίδες και ασβεστιτικά συγκρίματα τα οποία αυξάνουν σε αριθμό και σε μέγεθος προς τα κάτω.

4η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

294cm-257cm: Ιλύς, ελαφρά αμμούχα, ελαφρά χαλικούχα, χρώματος 10YR4/4, με ασβεστιτικά συγκρίματα.

257cm-167cm: Ιλύς, ελαφρά χαλικούχα, χρώματος 10YR4/3. Περιέχει θραύσματα κελυφών γαστεροπόδων, απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, λειμωνιτικές κηλίδες και ασβεστιτικά συγκρίματα, τα οποία αυξάνουν σε ποσότητα και σε μέγεθος προς τα κάτω.

3η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

167cm-142cm: Ιλύς, χρώματος 2,5Y4/2.

142cm-118cm: Ιλύς, χρώματος 10YR4/3.

118cm-78cm: Ιλύς, χρώματος 2,5Y4/2.

Τα στρώματα ιλύος της μονάδας αυτής περιέχουν θραύσματα κελυφών γαστεροπόδων και ερυθρές και γκρίζες κηλίδες.

2η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

78cm-45cm: Ιλύς, χρώματος 10YR4/3.

1η λιθοστρωματογραφική μονάδα.

45cm-24cm: Ιλύς, ελαφρά χαλικούχα, χρώματος 10YR3/3. Εδαφικός ορίζοντας, με φυτικά ριζίδια και απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

24cm-0cm: Ιλύς, ελαφρά χαλικούχα, χρώματος 2,5Y3/3. Εδαφικός ορίζοντας, ορίζοντας άροσης, με φυτικά ριζίδια και απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

9.6.18. Περιγραφή της γεώτρησης Γ10.

Η γεώτρηση Γ10 πραγματοποιήθηκε σε απόσταση 100m βόρεια της προηγούμενης σε υψόμετρο +104,80m και έφτασε σε βάθος 446cm. Αποτελείται από δυο λιθοφάσεις, οι οποίες περιλαμβάνουν πέντε (5) λιθοστρωματογραφικές μονάδες, όπως φαίνεται και στην αναλυτική περιγραφή της γεώτρησης (σχ. 9.104).

9.6.18.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (446cm-305cm).

Η πρώτη λιθοφάση, που αποτελεί τη βάση της γεώτρησης, έχει πάχος 141cm (δείγματα Γ10/27-Γ10/17) και αποτελείται από τις λιθοστρωματογραφικές μονάδες 5 και 4.

Η 5η λιθοστρωματογραφική μονάδα, έχει πάχος 66cm (βάθος 446cm-380cm, δείγματα Γ10/27-Γ10/25) και αποτελείται από ένα στρώμα από αμμούχο χαλίκι, χρώματος 10YR4/3. Οι κροκάλες και οι ψηφίδες του στρώματος αυτού αποτελούνται από κόκκους ασβεστόλιθων, κερατολίθων και εκρηξιγενών πετρωμάτων.

Η 4η λιθοστρωματογραφική μονάδα έχει πάχος 75cm (βάθος 380cm-305cm, δείγματα Γ10/24-Γ10/17) και αποτελείται από τα εξής πέντε στρώματα:

380cm-370cm: Χαλικούχα ιλυούχα άμμος, χρώματος 10YR4/3.

370cm-360cm: Χαλικούχα άμμος, χρώματος 10YR4/3.

360cm-345cm: Χαλικούχα ιλυούχα άμμος, χρώματος 10YR4/3.

345cm-327cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος, χρώματος 2,5Y4/3.

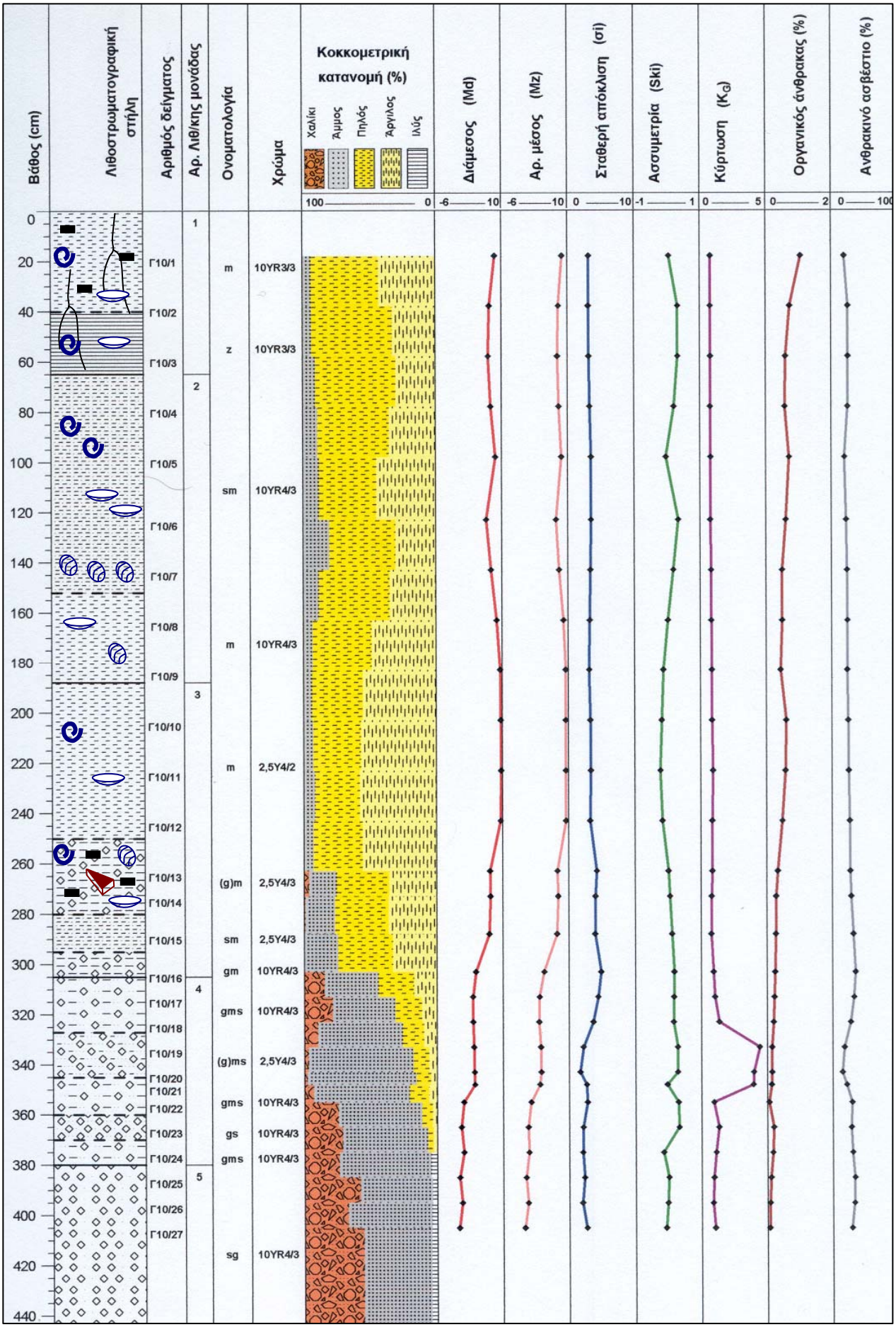
327cm-305cm: Χαλικούχα ιλυούχα άμμος, χρώματος 10YR4/3.

Οι κροκάλες και οι ψηφίδες των στρωμάτων αυτών αποτελούνται από κόκκους ασβεστόλιθων, κερατολίθων και εκρηξιγενών πετρωμάτων.

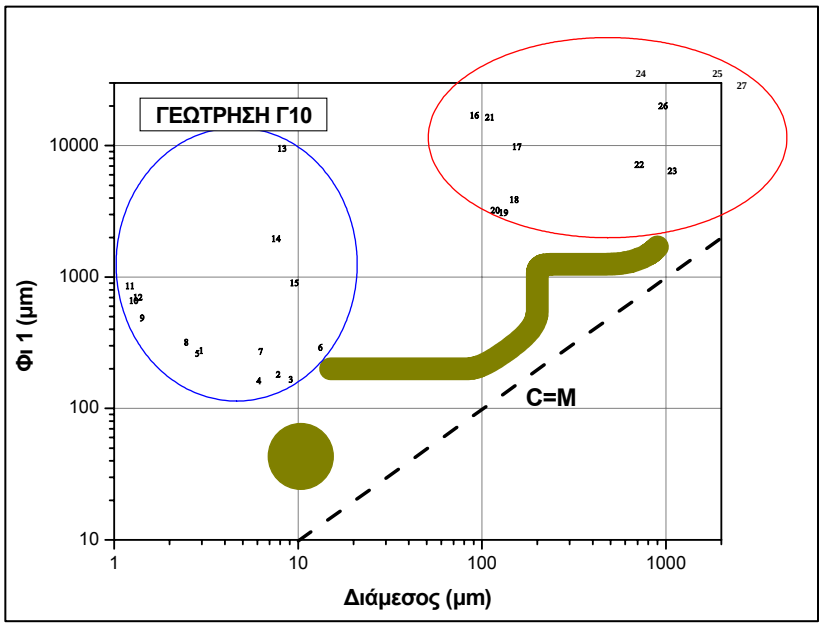
Το ανθρακικό ασβέστιο στα δείγματα της 1ης λιθοφάσης κυμαίνεται μεταξύ των ποσοστών 14,57% και 33,32%, ενώ τα ποσοστά του οργανικού άνθρακα κυμαίνονται μεταξύ 0,05% και 0,22%. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων της λιθοφάσης κυμαίνεται μεταξύ Mz=-0,79 και Mz=3,20. Τα δείγματα είναι φτωχά έως υπερβολικά φτωχά ταξινομημένα (σi=1,63-4,38), εμφανίζουν αρνητική έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=-0,15-0,32) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι πολύ πλατύκυρτες έως υπερβολικά λεπτόκυρτες (K_G=0,66-3,98).

9.6.18.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης.

Η απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Γ10 στο διάγραμμα CM (σχ. 9.105) κατά Passega (1957, 1964) δείχνει ότι τα ιζήματα της 1ης λιθοφάσης έχουν μεταφερθεί με κύλιση (Williams & Rust, 1969) και έχουν αποτεθεί σε φραγμό της ποτάμιας αύλακας, κάτω από συνθήκες υψηλής ενέργειας. Η θέση προβολής των δειγμάτων αυτών είναι ίδια με τη θέση, στην οποία προβάλλονται τα υλικά των φραγμών της ενεργής κοίτης της ογκομετρικής δειγματοληψίας (σχ. 9.15, § 9.3.3.3).



Σχήμα 9.104: Λεπτομερής λιθοστρωματογραφική περιγραφή της γεώτρησης Γ10.



Σχήμα 9.105: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Γ10 στο διάγραμμα CM κατά Passega (1957, 1964). Η κόκκινη έλλειψη περικλείει τα δείγματα που αποτέθηκαν στην ποτάμια αύλακα και η γαλάζια, τα δείγματα που έχουν αποτεθεί στην πεδιάδα πλημμύρας.

9.6.18.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (305cm-0cm).

Η δεύτερη λιθοφάση, που αποτελεί την οροφή της γεώτρησης, έχει πάχος 305cm (δείγματα Γ10/16-Γ10/1) και αποτελείται από τις λιθοστρωματογραφικές μονάδες 3, 2 και 1.

Η 3η λιθοστρωματογραφική μονάδα, έχει πάχος 117cm (βάθος 305cm-188cm, δείγματα Γ10/16-Γ10/13) και αποτελείται από τέσσερα στρώματα, τα οποία από κάτω προς τα πάνω έχουν ως εξής:

305cm-295cm: Χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/3.

295cm-280cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 2,5Y4/3.

280cm-250cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 2,5Y4/3, με απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, κελύφη *Helix* και ερυθρόχρωμες και κιτρινόχρωμες κηλίδες. Στο στρώμα αυτό βρέθηκε μεγάλο θραύσμα κεραμικού. Στα κλάσματα +0,5φι έως +2,5φι της άμμου βρέθηκαν, κατά τη μικροσκοπική εξέταση, άφθονες θυρίδες και θραύσματα θυρίδων οστρακωδών (*Cyprideis*), θραύσματα κελυφών γαστεροπόδων νεαρής ηλικίας, ένα ασβεστολιθικό θραύσμα πιθανώς *Valvata*, δυο θυρίδες (opercula) στομίων γαστεροπόδων, ελάχιστα χαρόφυτα και τρία θραύσματα *Pisidium*.

250cm-188cm: Ιλύς, χρώματος 2,5Y4/2, με θραύσματα κελυφών *Helix* και ερυθρόχρωμες κηλίδες. Στα κλάσματα +1,5φι έως +2,5φι της άμμου βρέθηκαν ελάχιστες θυρίδες οστρακωδών (*Cyprideis*).

Στα στρώματα της μονάδας αυτής εμφανίζονται λίγα διάσπαρτα ασβεστιτικά συγκρίματα. Οι κροκάλες και οι ψηφίδες αποτελούνται από κόκκους ασβεστολίθων και εκρηξιγενών πετρωμάτων.

Η 2η λιθοστρωματογραφική μονάδα, έχει πάχος 123cm (βάθος 188cm-65cm, δείγματα Γ10/12-Γ10/4) και αποτελείται από δυο στρώματα. Το κατώτερο στρώμα (βάθος 188cm-152cm, δείγματα Γ10/12-Γ10/8) αποτελείται από ιλύ, χρώματος 10YR4/3, το οποίο μετά από τα 160cm μεταβαίνει σε 10YR4/2. Στα κλάσματα

+1,5φι έως +2,5φι της άμμου του στρώματος αυτού εντοπίστηκαν άφθονες θυρίδες οστρακωδών (*Cypredeis*) και ένα χαρόφυτο. Το ανώτερο στρώμα της μονάδας αυτής (βάθος 152cm-65cm, δείγματα Γ10/8-Γ10/4) είναι αμμούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/3, που περιέχει μικρές ερυθρές και γκρίζες κηλίδες που ενισχύονται προς τα κάτω και αρκετά διάσπαρτα κελύφη *Helix* μεγέθους 0,2cm. Στα κλάσματα +2φι και +2,5φι της άμμου βρέθηκαν κατά τη μικροσκοπική εξέταση πολλές θυρίδες οστρακωδών (*Cypredeis*) και μικρή αποικία από επτά (7) χαρόφυτα στο δείγμα Γ10/7, σε βάθος 143cm.

Η 1η λιθοστρωματογραφική μονάδα, που αποτελεί και την οροφή της γεώτρησης, έχει πάχος 65cm (βάθος 65cm-0cm, δείγματα Γ10/3-Γ10/1) και αποτελείται από δυο στρώματα, που έχουν ως εξής:

65cm-40cm: Πηλός χρώματος 10YR3/3. Εδαφικός ορίζοντας. Στα κλάσματα +1φι έως +2,5φι της άμμου, εντοπίστηκαν ελάχιστα κελύφη γαστεροπόδων (*Poiretia cornea*) και άφθονες θυρίδες οστρακωδών (*Cyprideis*).

40cm-0cm: Ιλύς, χρώματος 10YR3/3. Εδαφικός ορίζοντας, ορίζοντας άροσης. Στα κλάσματα +0,5φι έως +2φι της άμμου, εντοπίστηκαν κελύφη και θραύσματα κελυφών γαστεροπόδων (*Poiretia cornea*) και μια θυρίδα οστρακώδους (*Cyprideis*).

Στα στρώματα της μονάδας αυτής εμφανίζονται φυτικά ριζίδια, απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και κελύφη Helix *pomatia*.

Το ανθρακικό ασβέστιο στα δείγματα της 2ης λιθοφάσης κυμαίνεται μεταξύ των ποσοστών 19,74% και 34,80%, μειούμενο γενικά προς τα πάνω ενώ τα ποσοστά του οργανικού άνθρακα κυμαίνονται μεταξύ 0,24% και 1,06%. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων της λιθοφάσης κυμαίνεται μεταξύ Mz=3,97 και Mz=9,34. Τα δείγματα είναι πολύ φτωχά έως υπερβολικά φτωχά ταξινομημένα (σi=3,12-4,82), εμφανίζουν αρνητική έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=-0,22-0,33) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι πλατύκυρτες έως μεσόκυρτες (K_G=0,77-0,92).

9.6.18.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης.

Η ύπαρξη απολιθωμάτων γλυκών υδάτων στα στρώματα της 2ης λιθοφάσης, δηλώνει την ύπαρξη μικρών επιφανειών στάσιμων υδάτων στην πεδιάδα πλημμύρας, όπου πραγματοποιήθηκε η απόθεση των υλικών. Τα δείγματα της λιθοφάσης αυτής απεικονίζονται στο διάγραμμα CM (σχ. 9.105) κατά Passega (1957, 1964) σε περιοχή του πεδίου ορισμού, που αντιστοιχεί σε δείγματα, που έχουν μεταφερθεί ως αιώρημα και έχουν αποτεθεί στην πεδιάδα πλημμύρας, σε απομακρυσμένη θέση από την ποτάμια αύλακα. Πιθανώς οι θέσεις απεικόνισης των δειγμάτων της 3ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας (Γ10/13-Γ10/16) να οφείλονται στο γεγονός ότι στο βάθος αυτό, υπήρξε ανθρώπινη παρέμβαση, όπως προκύπτει και από το κεραμικό θραύσμα στο βάθος αυτό.

9.6.19. Περιγραφή της γεώτρησης Γ11.

Η γεώτρηση Γ11 πραγματοποιήθηκε σε απόσταση 130m βόρεια της προηγούμενης, κοντά στον οικισμό του δημοτικού διαμερίσματος Προσηλίου, σε υψόμετρο +105m. Το βάθος της δειγματοληψίας έφτασε στα 580cm. Στο προφίλ της γεώτρησης (σχ. 9.106), διακρίνονται τέσσερις (4) λιθοστρωματογραφικές μονάδες, οι οποίες συνιστούν τρεις διαφορετικές λιθοφάσεις.

9.6.19.1. Περιγραφή των στρωμάτων της 1ης λιθοφάσης (580cm-464cm).

Η πρώτη λιθοφάση αποτελεί τη βάση της γεώτρησης, έχει πάχος 116cm (δείγματα Γ11/36-Γ11/31) και περιλαμβάνει την 4η λιθοστρωματογραφική μονάδα, η οποία αποτελείται από τα εξής δυο στρώματα:

580cm-508cm: Ιλύς, χρώματος 10YR4/3.

508cm-464cm: Πηλός, χρώματος10YR4/3.

Στα στρώματα αυτά περιέχονται απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα και ερυθρές και γκρίζες κηλίδες.

Το ανθρακικό ασβέστιο στα δείγματα της 1ης λιθοφάσης κυμαίνεται μεταξύ των ποσοστών 13,52% και 22,31%, ενώ τα ποσοστά του οργανικού άνθρακα κυμαίνονται μεταξύ 0,00% και 0,21%. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων της λιθοφάσης κυμαίνεται μεταξύ Mz=7,80 και Mz=8,57. Στο στρώμα του πηλού παρατηρείται αντίστροφη διαβαθμισμένη στρώση. Τα δείγματα είναι πολύ φτωχά ταξινομημένα (σi=2,82-3,23), εμφανίζουν από σχεδόν συμμετρική λοξότητα μέχρι πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=0,01-0,34) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι πλατύκυρτες έως λεπτόκυρτες (K_G=0,83-1,17).

9.6.19.2. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 1ης λιθοφάσης.

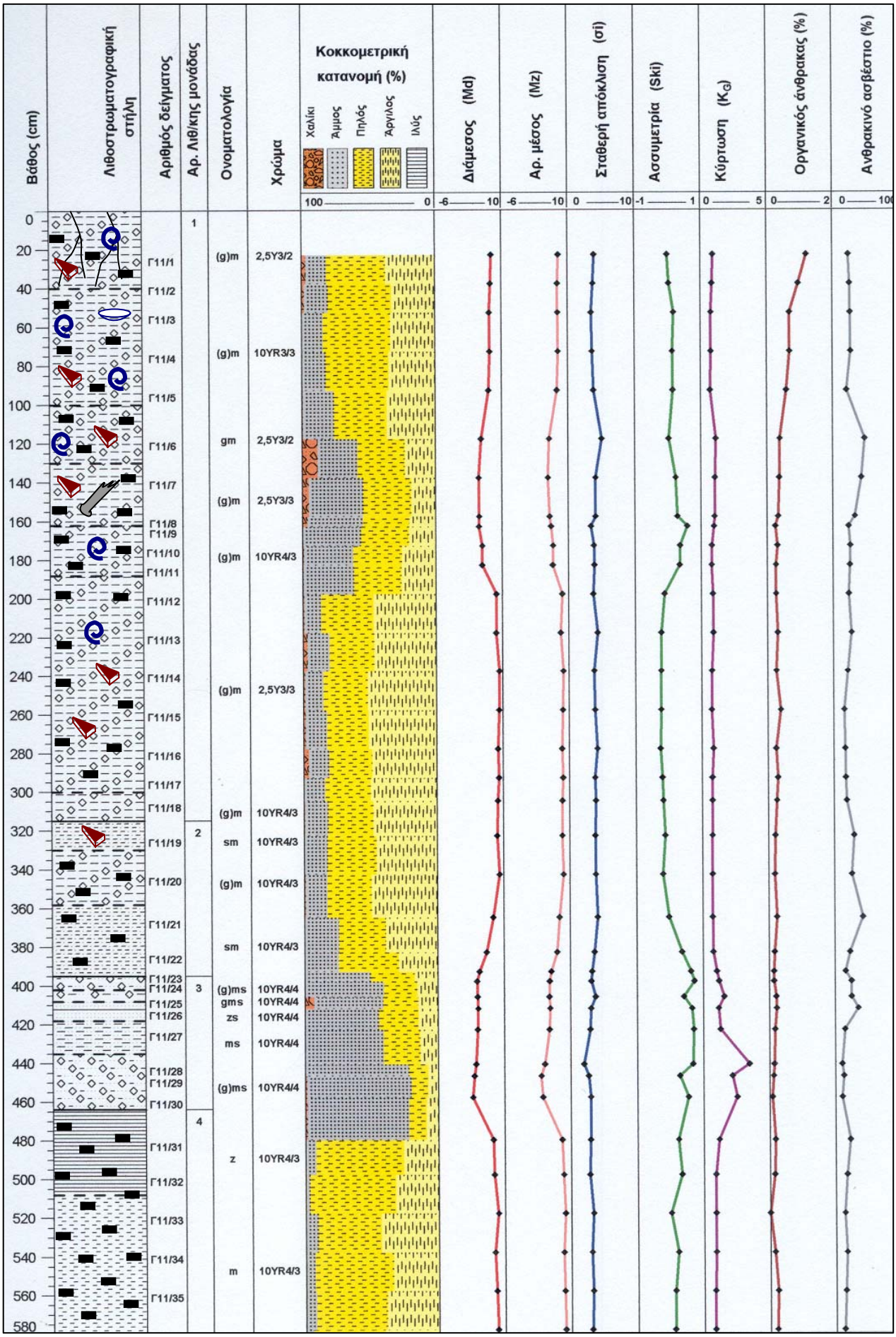
Η ύπαρξη πολύ λεπτόκοκκου υλικού στα ιζήματα της 1ης λιθοφάσης, και η πολύ φτωχή ταξινόμηση των δειγμάτων προτείνουν την απόθεση των δειγμάτων στην πεδιάδα πλημμύρας. Επί πλέον η απεικόνισή τους στο διάγραμμα CM του σχήματος 9.107 (Passega, 1957 και 1964) δείχνει ότι, τα δείγματα ιλύος και πηλού αντιστοιχούν σε αποθέσεις πελαγικού αιωρήματος, που έχουν μεταφερθεί ως ομογενές αιώρημα και συνεπώς μπορούν να χαρακτηριστούν σαν αποθέσεις πεδιάδας πλημμύρας σε απομακρυσμένη περιοχή από το κυρίως ρεύμα (Royse, 1968). Η απόθεση των δειγμάτων της 1ης λιθοφάσης σε περιβάλλον ήρεμων υδάτων επάνω στην πεδιάδα πλημμύρας φαίνεται και στο διάγραμμα Md-Qda (σχ. 9.108) κατά Buller & Mcmanus (1972).

9.6.19.3. Περιγραφή των στρωμάτων της 2ης λιθοφάσης (464cm-395cm).

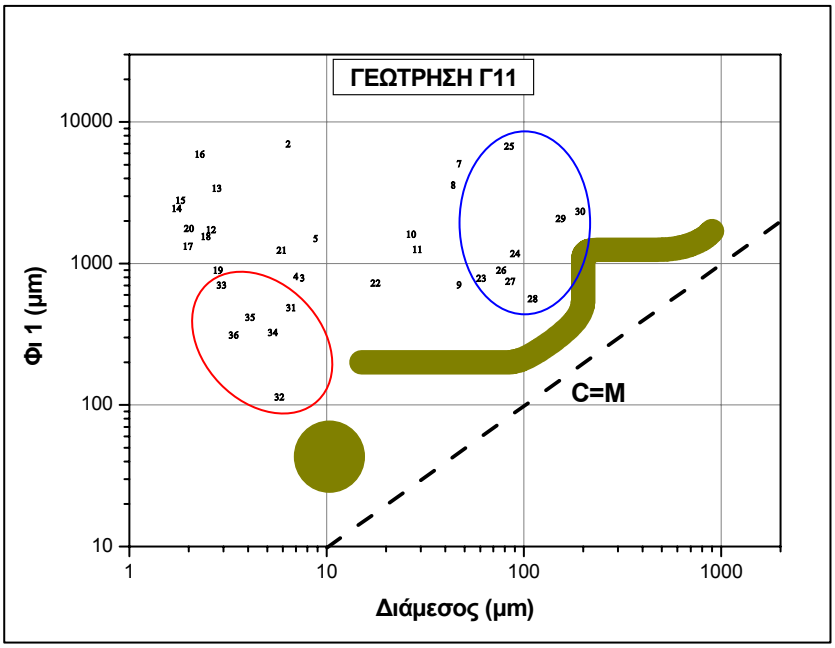
Η δεύτερη λιθοφάση έχει πάχος έχει πάχος 69cm (δείγματα Γ11/30-Γ11/23) και περιλαμβάνει τα πέντε στρώματα της 3ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας, τα οποία από κάτω προς τα πάνω έχουν ως εξής:

464cm-435cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος.

435cm-418cm: Ιλυούχα άμμος.



Σχήμα 9.106: Λεπτομερής λιθοστρωματογραφική περιγραφή της γεώτρησης Γ11.



Σχήμα 9.107: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης Γ11 στο διάγραμμα CM (Passega, 1957 και 1964). Τα δείγματα της 1ης λιθοφάσης περικλείονται στην κόκκινη έλλειψη και της 2ης λιθοφάσης στη γαλάζια έλλειψη. Τα υπόλοιπα είναι τα δείγματα της 3ης λιθοφάσης.

418cm-408cm: Πηλούχα άμμος.

408cm-402cm: Χαλικούχα ιλυούχα άμμος.

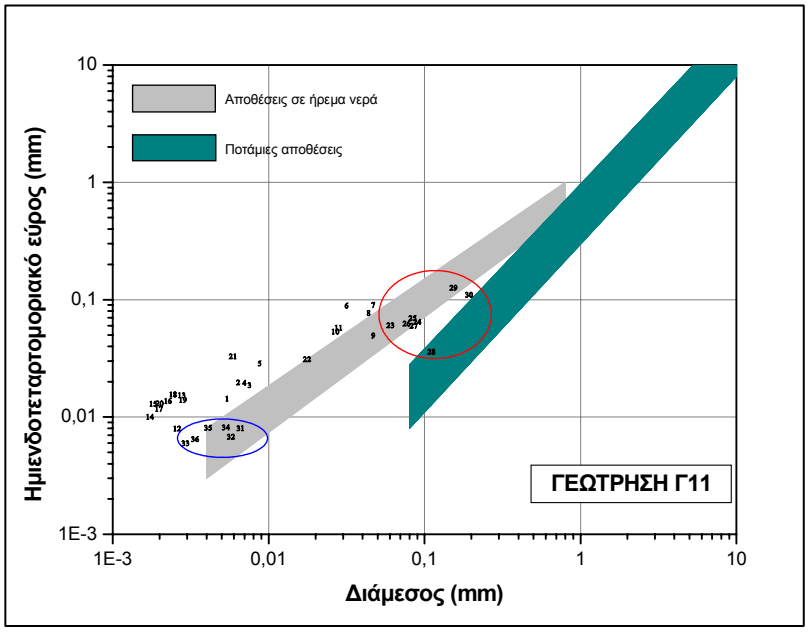
402cm-395cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλυούχα άμμος.

Το χρώμα όλων των στρωμάτων της λιθοφάσης αυτής είναι 10YR4/4. Στην πηλούχα άμμο, περιέχονται λίγα ασβεστιτικά συγκρίματα.

Το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου στα δείγματα της 2ης λιθοφάσης κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 9,96% και 34,78%. Ο οργανικός άνθρακας κυμαίνεται μεταξύ των ποσοστών 0,08% και 0,22%. Ο αριθμητικός μέσος των δειγμάτων της λιθοφάσης αυτής κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=2,88 και Mz=5,39. Στο στρώμα της πηλούχας άμμου παρατηρείται κανονική διαβαθμισμένη στρώση. Τα δείγματα δείχνουν πολύ φτωχή ταξινόμηση (σi=2,68-3,75), εκτός από το δείγμα Γ11/29, που δείχνει φτωχή ταξινόμηση (σi=1,97), εμφανίζουν θετική έως πολύ θετική ασυμμετρία (Ski=0,29-0,73) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι μεσόκυτρες έως υπερβολικά λεπτόκυρτες (K_G=1,04-3,46).

9.6.19.4. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 2ης λιθοφάσης.

Με βάση την απεικόνιση των δειγμάτων στο διάγραμμα CM του σχήματος 9.107 κατά Passega (1957,1964), τα ιζήματα της 2ης λιθοφάσης δείχνουν να έχουν μεταφερθεί ως ομογενές ή διαβαθμισμένο αιώρημα και έχουν αποτεθεί σε φραγμό της ποτάμιας αύλακας, στον οποίο έχουν λάβει χώρα μικρά επεισόδια (Williams & Rust, 1969). Το γεγονός αυτό εξηγεί και την απεικόνιση μέρους των δειγμάτων της λιθοφάσης αυτής στο πεδίο των ποτάμιων αποθέσεων και μέρους των δειγμάτων στο πεδίο αποθέσεων σε ήρεμα νερά, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα Md-Qda (σχ. 9.108) κατά Buller & Mcmanus (1972).



Σχήμα 9.108: Απεικόνιση των δειγμάτων της γεώτρησης στο διάγραμμα Md-Qda κατά Buller & Mcmanus (1972). Στη γαλάζια έλλειψη περικλείονται τα δείγματα της 1ης λιθοφάσης και στην κόκκινη τα δείγματα της 2ης λιθοφάσης. Τα υπόλοιπα δείγματα αντιστοιχούν στην 3η λιθοφάση.

9.6.19.5. Περιγραφή των στρωμάτων της 3ης λιθοφάσης (395cm-0cm).

Η 3η λιθοφάση έχει πάχος 395cm (δείγματα Γ11/22-Γ11/1) και περιλαμβάνει τις λιθοστρωματογραφικές μονάδες 2 και 1.

Η 2η λιθοστρωματογραφική μονάδα έχει πάχος 60cm (δείγματα Γ11/22-Γ11/19) και αποτελείται από τρία στρώματα, τα οποία έχουν ως εξής:

395cm-358cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/3. Στο κλάσμα +1φι της άμμου, εντοπίστηκαν ελάχιστα θραύσματα κελυφών γαστερόποδων.

358cm-330cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/3.

330cm-315cm: Αμμούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/3.

Στα στρώματα της μονάδας αυτής περιέχονται ασβεστιτικά συγκρίματα και λίγα απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα.

Η 1η λιθοστρωματογραφική μονάδα έχει πάχος 315cm (δείγματα Γ11/18*Γ11/1) και αποτελείται από στρώματα ελαφρά χαλικούχας ιλύος και χαλικούχας ιλύος, που αναλυτικά έχουν ως εξής:

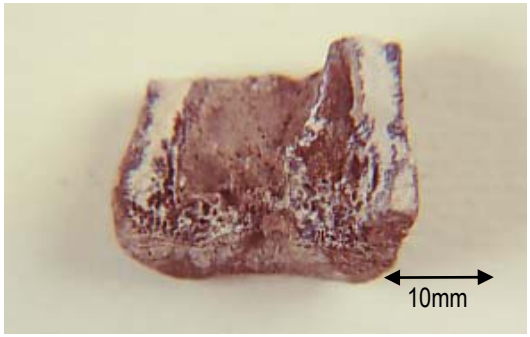
315cm-300cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/3, με θραύσματα οστράκων κεραμικών και ασβεστιτικά συγκρίματα.

300cm-188cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 2,5Y3/3. Περιέχει αρκετά απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, κελύφη και θραύσματα κελυφών *Helix*, θραύσματα κεραμικών και ασβεστιτικά συγκρίματα. Διαπιστώθηκε η ύπαρξη κόκκων θραυσμάτων κεραμικών και νεαρών ατόμων *Helix*.

188cm-162cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR4/3, με απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, θραύσματα κελυφών *Helix pomatia* και κεραμικό όστρακο μεγάλου μεγέθους σε βάθος 170cm.

Η εξέταση των κλασμάτων της άμμου, του στρώματος αυτού, έδειξε την ύπαρξη τριών απολιθωμένων *Valvata* στο κλάσμα +1φι, δυο γαστερόποδων (*Poiretia cornea*) στο κλάσμα +0,5φι, θραυσμάτων κελυφών γαστεοπόδων στο κλάσμα +1φι και αρκετών κόκκων θραυσμάτων κεραμικών.

162cm-130cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 2,5Y3/3, με απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, 3 κεραμικά όστρακα στο βάθος περίπου των 143cm και ένα θραύσμα οστέος σπονδυλωτού (εικ. 9.20). Στη μικροσκοπική εξέταση εντοπίστηκαν επίσης πολλοί κόκκοι θραυσμάτων κεραμικών.



Εικόνα 9.20: Θραύσμα οστέος σπονδυλωτού, από το βάθος των 146cm της γεώτρησης Γ11.

130cm-100cm: Χαλικούχα ιλύς, χρώματος 2,5Y3/2, με τα ίδια χαρακτηριστικά με το προηγούμενο στρώμα. Σε βάθος 106cm βρέθηκε κεραμικό όστρακο μεγάλου μεγέθους (εικ. 9.21) και άλλα μικρότερα. Στο κλάσμα 0φι της άμμου, εντοπίστηκε στο μικροσκόπιο μια νεανική μορφή γαστεροπόδου, πιθανώς *Poiretia cornea*.

100cm-40cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 10YR 3/3. Περιέχει απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα, κελύφη και θραύσματα κελυφών *Helix pomatia*, ερυθρές κηλίδες και θραύσματα κεραμικών. Από το βάθος των 85cm αναδύεται ελώδης οσμή. Οι κροκάλες έχουν σύσταση ασβεστολιθική. Η μικροσκοπική εξέταση των κλασμάτων της άμμου έδειξε την ύπαρξη λίγων μικρών κόκκων θραυσμάτων κεραμικών, αρκετά χιτινώδη γαστερόποδα (*Poiretia cornea*?) στα κλάσματα -0,5φι έως +2φι και δυο χιτινώδεις θυρίδες οστρακωδών (*Cyprideis*), στο κλάσμα +2φι.



Εικόνα 9.21: Κεραμικό όστρακο στη μάζα της χαλικούχας ιλύος της γεώτρησης Γ11, σε βάθος 106cm.

40cm-0cm: Ελαφρά χαλικούχα ιλύς, χρώματος 2,5Y3/2. Εδαφικός ορίζοντας, με φυτικά ριζίδια και απανθρακωμένα φυτικά υπολείμματα. Οι κροκάλες είναι κυρίως ασβεστολιθικής σύστασης. Εντοπίστηκαν μικρά θραύσματα κεραμικών. Η μικροσκοπική εξέταση των κλασμάτων της άμμου έδειξε επίσης την ύπαρξη πολλών μικρών θραυσμάτων κεραμικών και ένα γαστερόποδο (*Poiretia cornea*) στο κλάσμα +0,5φι.

Τα ποσοστά του ανθρακικού ασβεστίου στα δείγματα της 3ης λιθοφάσης κυμαίνονται μεταξύ των τιμών 15,88% και 48,66% και τα ποσοστά του οργανικού άνθρακα μεταξύ 0,16% και 1,20%. Ο αριθμητικός μέσος

των δειγμάτων της λιθοφάσης αυτής κυμαίνεται μεταξύ των τιμών Mz=5,10-8,60. Η ταξινόμηση των δειγμάτων είναι πολύ φτωχή έως υπερβολικά φτωχή (σi=3,36-5,02), η ασυμμετρία τους αρνητική έως πολύ θετική (Ski=-0,25-0,58) και οι κοκκομετρικές τους καμπύλες είναι πλατύκυρτες έως λεπτόκυρτες (K_G=0,72-1,13).

9.6.19.6. Ερμηνεία των περιβαλλόντων απόθεσης της 3ης λιθοφάσης.

Η ύπαρξη θραύσματος οστού και κεραμικών θραυσμάτων πολύ μεγάλου έως και πολύ μικρού μεγέθους, σχεδόν σε ολόκληρο το πάχος της 3ης λιθοφάσης, σε συνδυασμό με τη συμμετοχή πολύ λεπτομερούς υλικού στα δείγματα υποδηλώνει προφανώς περιβάλλον παρόχθιας ζώνης, στην οποία αναπτύχθηκε η ανθρώπινη κατοίκηση. Εν τούτοις η ανθρώπινη παρέμβαση, συμβάλλει στην ψευδή απεικόνιση του πεδίου προβολής των δειγμάτων, όπως εξ άλλου επιβεβαιώνεται στα διαγράμματα CM (σχ. 9.107) κατά Passega (1957,1964) και Md-Qda (σχ. 9.108) κατά Buller & Mcmanus (1972).

9.6.20. Σύγκριση αποτελεσμάτων των περιβαλλόντων απόθεσης της τομής ΓΓ΄.

Στην περιοχή της πεδιάδας της Χαιρώνειας και μεταξύ της θέσης Κουμούλια και του οικισμού Προσήλιο ο Βοιωτικός Κηφισός κινείται εντός της πεδιάδας πλημμύρας, που δημιουργήθηκε από τις αποθέσεις των υλικών, που μετέφερε ο ίδιος. Τα υλικά μεταφοράς και απόθεσης είναι γενικά λεπτόκοκκα, αποτελούνται από χαλικούχα άμμο έως πηλό και προέρχονται από πετρώματα των γεωτεκτονικών ζωνών Παρνασσού-Γκιώνας, Ανατολικής Ελλάδας και της Ενότητας της Βοιωτίας.

Η ιζηματογένεση στην περιοχή της τομής ΓΓ΄ αρχίζει μεταξύ των γεωτρήσεων Γ5 και Γ8 με την απόθεση ιζημάτων αύλακας ροής, σε βάθος τουλάχιστον 850cm, όπως προκύπτει από τις λιθοστρωματογραφικές στήλες των γεωτρήσεων και από δείγματα, που έχουν ληφθεί από φρέαρ, που βρίσκεται ανατολικά της γεώτρησης Γ7. Όταν οι αποθέσεις αύλακας ροής φτάνουν στη θέση της γεώτρησης Γ5 στο βάθος των 545cm, η ενεργή κοίτη του ποταμού παύει να λειτουργεί στη θέση αυτή και μετατοπίζεται σταδιακά προς Βορρά σε απόσταση περίπου 500m, μέχρι τη θέση της γεώτρησης Γ8, όπου αποτίθενται θημωνιασμένοι φραγμοί μέχρι το βάθος των 117cm. Μετά την απομάκρυνση της αύλακας από τη θέση της γεώτρησης Γ5, κι ενώ αυτή λειτουργεί στις θέσεις των γεωτρήσεων Γ6, Γ7 και Γ8, άλλος κλάδος του Βοιωτικού Κηφισού, που λειτουργεί στη θέση της γεώτρησης Γ10, μετατοπίζεται προσωρινά στη θέση της γεώτρησης Γ11, όπου και αποθέτει ιζήματα σε φραγμό της κοίτης στο βάθος 464cm-395cm, πάνω σε παλαιότερες αποθέσεις πλημμύρας και επανέρχεται στη θέση της γεώτρησης Γ10, όπου συνεχίζει να λειτουργεί μέχρι το βάθος των 305cm. Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της ενεργής κοίτης στις δυο περιοχές, που προαναφέρθηκαν, η θέση της γεώτρησης Γ9 δεχόταν μόνο ιζήματα πεδιάδας πλημμύρας, που δηλώνει ότι ο ποταμός δε λειτούργησε στη θέση αυτή, τουλάχιστον μέχρι το βάθος διάτρησης. Για όσο χρονικό διάστημα ο ποταμός μετακινείται, παλινδρομώντας μεταξύ των θέσεων των γεωτρήσεων Γ5 και Γ8, στο νότιο τμήμα της πεδιάδας και ανάλογα με την απομάκρυνση ή την προσέγγιση της αύλακας, αποτίθενται υλικά πεδιάδας πλημμύρας με περισσότερο ή λιγό-

τερο λεπτόκοκκο υλικό. Στην περιοχή αυτή κατέστη δυνατό να προσδιοριστούν στρώματα, που αντιστοιχούν σε ισόχρονες αποθέσεις, οι οποίες αναλυτικότερα είναι οι εξής:

1. Το κατώτερο τμήμα της 6ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας της γεώτρησης Γ1 (βάθος >402cm), η βάση της 6ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας της γεώτρησης Γ2 (βάθος >328cm) και η 5η λιθοστρωματογραφική μονάδα της γεώτρησης Γ3 (βάθος >402cm) περιλαμβάνουν ιζήματα, που έχουν αποτεθεί στην πεδιάδα πλημμύρας σε θέση πλησίον της ποτάμιας αύλακας.
2. Το ανώτερο τμήμα της 6ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας και η 5η λιθοστρωματογραφική μονάδα της γεώτρησης Γ1 (βάθος 402cm-392cm), η 6η και 5η λιθοστρωματογραφικές μονάδες της γεώτρησης Γ2 (βάθος 340cm-280cm) και η 4η λιθοστρωματογραφική μονάδα της γεώτρησης Γ3 (βάθος 402cm-272cm) περιλαμβάνουν ιζήματα, που έχουν αποτεθεί στην πεδιάδα πλημμύρας σε απομακρυσμένη θέση από την ποτάμια αύλακα.
3. Η 3η λιθοστρωματογραφική μονάδα της γεώτρησης Γ1 (βάθος 310cm-192cm), η 4η λιθοστρωματογραφική μονάδα της γεώτρησης Γ2 (βάθος 280cm-173cm), η 3η λιθοστρωματογραφική μονάδα της γεώτρησης Γ3 (βάθος 212cm-170cm) και το ανώτερο τμήμα της 4ης λιθοστρωματογραφικής μονάδας της γεώτρησης Γ4 (βάθος 263cm-193cm) περιλαμβάνουν ιλυούχα υλικά, που έχουν αποτεθεί στην πεδιάδα πλημμύρας σε απομακρυσμένη θέση από την ποτάμια αύλακα.
4. Οι αποθέσεις των κατώτερων στρωμάτων των ανώτερων λιθοφάσεων των γεωτρήσεων Γ1 (192cm-145cm), Γ2 (173cm-124cm) και Γ3 (170cm-80cm), αποτελούνται από ιζήματα, που έχουν αποτεθεί στην πεδιάδα πλημμύρας σε θέσεις πλησίον της ποτάμιας αύλακας, η οποία όμως απομακρυνόμενη βαθμιαία αποθέτει στη συνέχεια λεπτότερα υλικά στις οροφές των γεωτρήσεων αυτών.

Γενικά ο Βοιωτικός Κηφισός ποταμός μετακινήθηκε κατ' αρχήν από τη θέση της γεώτρησης Γ5 (νότια) προς τη βόρεια ευρισκόμενη θέση της γεώτρησης Γ8, σε απόσταση 520m συνολικά. Η μετακίνηση αυτή, σύμφωνα με αναγωγή βάσει του ρυθμού ιζηματογένεσης ξεκίνησε στην αρχή της 8ης π.Χ. χιλιετίας (βάθος 850cm, γεώτρηση Γ5) και συνεχίστηκε μέχρι το έτος 600 μ.Χ. περίπου (βάθος 117cm, γεώτρηση Γ8). Ο ρυθμός μετακίνησης της κοίτης προς Βορρά ανέρχεται σε 60,14mm/έτος. Στη συνέχεια ο ποταμός επέστρεψε στη σημερινή του θέση μεταξύ των γεωτρήσεων Γ5 και Γ6. Η μετακίνηση της ροής του ποταμού προς Βορρά προκύπτει και από τα αποτελέσματα της γεωφυσικής έρευνας (γεωηλεκτρική τομή ΑΑ1, § 3.7).

Κατά τη διάρκεια των μετακινήσεων της κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού, σχηματίζονταν σε διάφορες θέσεις, της πεδιάδας πλημμύρας τοπογραφικά χαμηλά, στα οποία αναπτύσσονταν μικρής έκτασης υδάτινες επιφάνειες (τέλματα ή βάλτοι), τα οποία δέχονταν υλικά από τις πλημμύρες του ποταμού και εξαφανίζονταν σταδιακά και στις οποίες αναπτύχθηκαν αποικίες οργανισμών γλυκέων υδάτων (οστρακώδη γαστερόποδα, και χαρόφυτα). Τα τέλματα φαίνεται πως δημιουργούνται περισσότερο στο βόρειο τμήμα της πεδιάδας, κοντά στο όρος Ακόντιο, όπου τα υψόμετρα είναι σχετικά μικρότερα και πιθανώς κάποιος κλάδος του Κηφισού ποταμού να έρεε διαρκώς σε αυτή τη θέση. Ο λιμναίος χαρακτήρας των θέσεων αυτών προκύπτει από το

χρώμα των ιζημάτων, που είναι πρασινωπά, λόγω προφανώς του αναγωγικού χαρακτήρα και από την ελώδη οσμή που αναδύεται από τους πυρήνες των γεωτρήσεων στις αντίστοιχες θέσεις. Τέτοιου είδους ρηχές συγκεντρώσεις ύδατος παρατηρούνται και σήμερα στην περιοχή αυτή, όπως στις θέσεις Βαρικό Ακοντίου και νότια του οικισμού Ρωμέϊκο, όπου στις αεροφωτογραφίες του έτους 1945 διακρίνεται η ύπαρξη στάσιμων υδάτων.

Ο ρυθμός ιζηματογένεσης της περιοχής Χαιρώνειας είναι 0,856mm/έτος, όπως προέκυψε από τη ραδιοχρονολόγηση απανθρακωμένου φυτικού λειψάνου της γεώτρησης Γ1 (§ 9.2.6.2). Βάσει αυτού προκύπτει ότι το κεραμικό όστρακο που βρέθηκε σε βάθος 300cm της γεώτρηση Γ1΄, που δείχνει πιθανώς ανθρώπινη κατοίκηση στη θέση αυτή, αντιστοιχεί σε ηλικία 3.488 έτη από σήμερα (1950 μ.Χ.) δηλαδή το έτος 1.538 π.Χ. Το κεραμικό όστρακο, που βρέθηκε στο βάθος των 270cm της γεώτρησης Γ10, έχει ηλικία που προσδιορίζεται μετά από αναγωγή σε 3.140 έτη από σήμερα (1950μ.Χ.), δηλαδή το έτος 1.190 π.Χ. Στη γεώτρηση Γ11 βρέθηκε σε πολλές θέσεις σωρεία κεραμικών θραυσμάτων, το παλαιότερο των οποίων βρέθηκε σε βάθος 315cm και αντιστοιχεί, μετά από αναγωγή, στο έτος 1.713 π.Χ., παρόμοια ηλικία με αυτή του κεραμικού οστράκου της γεώτρησης Γ1. Στη θέση της γεώτρησης Γ11, η κατοίκηση χαρακτηρίζεται μάλλον ως παρόχθια και το έτος αυτό μέχρι σήμερα είναι συνεχής. Το θραύσμα οστέος του σπονδυλωτού, που πιθανώς να είναι και ανθρώπινο και να υποδεικνύει τη θέση παλαιού νεκροταφείου, βρέθηκε σε βάθος 146cm, μαζί με κεραμικά θραύσματα και ο θάνατος του κατόχου του αντιστοιχεί στο έτος 252 μ.Χ., στη διάρκεια δηλαδή της Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας.

Η περιοχή χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη ασβεστιτικών συγκριμάτων, τα οποία σχηματίστηκαν σε εποχές θερμού και ξηρού κλίματος. Τα ασβεστιτικά συγκρίματα εμφανίζονται σε βάθος τουλάχιστον 580cm (γεώτρηση Γ11). Στη θέση της γεώτρησης Γ5 εμφανίζονται δυο ζώνες ασβεστιτικών συγκριμάτων μεταξύ των βαθών 466cm-340cm και 312cm-151cm, ενώ μεταξύ των δυο αυτών ζωνών παρεμβάλλεται στρώμα αμμούχας ιλύος, από το οποίο απουσιάζουν εντελώς τα ασβεστιτικά συγκρίματα. Ο ρυθμός ιζηματογένεσης, όπως προαναφέρθηκε ανέρχεται σε 0,86mm/έτος. Επειδή όμως, όπως επίσης προαναφέρθηκε, η κοίτη του ρεύματος μετατοπίστηκε, θεωρείται πιθανή η αύξηση του ρυθμού ιζηματογένεσης. Εάν η πρώτη (κατώτερη) ζώνη ασβεστιτικών συγκριμάτων σχηματίζεται κάτω από την οροφή του στρώματος της αμμούχας ιλύος (βάθος 340cm-312cm) τότε, με την προϋπόθεση ότι ο ρυθμός ιζηματογένεσης ήταν 1,1mm/έτος, η οροφή αυτή μπορεί να αντιστοιχεί στην ξηρασία του 8ου π.Χ. αιώνα (Μαριολάκος, 2001). Η δεύτερη (ανώτερη) ζώνη, η οποία υπέρκειται του στρώματος που δεν περιέχει ασβεστιτικά συγκρίματα, χαρακτηρίζεται από μια διάχυση των ασβεστιτικών συγκριμάτων με σημαντική μείωση του ποσοστού συμμετοχής τους προς τα πάνω, μέχρι μηδενισμού τους στο βάθος περίπου των 151cm. Εάν ισχύει ότι, ο ρυθμός ιζηματογένεσης είναι 1,1mm/έτος, το βάθος των 151cm αντιστοιχεί στην ξηρασία, που έλαβε χώρα κατά τη διάρκεια του 5ου μ.Χ. αιώνα (Μαριολάκος, 2001).

9.7. Συμπεράσματα.

Από τη μελέτη των περιβαλλόντων απόθεσης των ιζημάτων του ολοκαινικού πεδίου του Βοιωτικού Κηφισού ποταμού και από τις αναλύσεις των δειγμάτων των πυρήνων των γεωτρήσεων, που πραγματοποιήθηκαν, συνάγονται τα παρακάτω συμπεράσματα:

1. Οι θέσεις των γεωτρήσεων Α1 και Α2, που πραγματοποιήθηκαν στην τομή ΑΑ΄ (περιοχή Σ.Σ. Λιλαίας) χαρακτηρίζονται από ιζήματα “proximal” και “distal ” θέσεων πλημμυρικών πεδίων και αποθέσεις ιζημάτων αύλακας ροής. Η θέση της γεώτρησης Α3 λειτούργησε στο κατώτερο τμήμα της ως ενεργή και απενεργοποιημένη αύλακα και δέχτηκε ιζήματα αύλακας ροής και αποθέσεις πλημμύρας, ενώ στο ανώτερο τμήμα της η θέση αυτή βρέθηκε εκτός αύλακας και δέχτηκε μια εναλλαγή αποθέσεων ιλυοροών και αποθέσεων ριπιδιακών ποτάμιων αυλάκων του αλλουβιακού ριπιδίου της Δρυμαίας. Οι θέσεις των γεωτρήσεων Α4, Α5, Α6 και Α7 χαρακτηρίζονται στο σύνολό τους από ιλυοροές, από εναλλαγές αποθέσεων ιλυοροών και αυλάκων και από δεβριτικές αποθέσεις, οι οποίες προέρχονται επίσης από το αλλουβιακό ριπίδιο της Δρυμαίας. Η σύγκριση των περιβαλλόντων απόθεσης των γεωτρήσεων της τομής ΑΑ΄, δείχνει ότι ο Βοιωτικός Κηφισός ποταμός, στην περιοχή του Σ. Σ. Λιλαίας μετακινείται προς Νότο. Η ύπαρξη κεραμικών οστράκων στη γεώτρηση Α5 της περιοχής αυτής πιστοποιεί πιθανώς την ανθρώπινη κατοίκηση σε τμήμα της περιοχής, βόρεια της ενεργής κοίτης του ποταμού, στην επιφάνεια του αλλουβιακού ριπιδίου της Δρυμαίας.
2. Στην τομή ΒΒ΄ (περιοχή Παλαιοθηβών) η θέση της γεώτρησης Β1 αποτελεί μέρος του αλλουβιακού ριπιδίου της Τιθορέας και το κατώτερο τμήμα της θέσης της γεώτρησης Β3 περιλαμβάνει αποθέσεις ιλυοροής, που δε σχετίζονται με τη δραστηριότητα του Βοιωτικού Κηφισού. Ο ποταμός στην περιοχή αυτή λειτούργησε κατ’ αρχήν στις θέσεις των γεωτρήσεων Β4, Β5 και Β6, διεύρυνε την δράση του στη θέση της γεώτρησης Β3 και αργότερα στη θέση της γεώτρησης Β2 με ιζήματα αύλακας ροής, ενώ τα ανώτερα τμήματα των γεωτρήσεων αυτών καθώς και της γεώτρησης Β3 λειτούργησαν ως θέσεις πλημμυρικής δραστηριότητας. Στην περιοχή αυτή ο Βοιωτικός Κηφισός δείχνει ότι, κατά τη διάρκεια του ανώτερου Ολοκαίνου εμφανίζει τάση μετανάστευσης προς Νότο, λόγω μαιανδρισμού, παρά τη γενική τάση μετατόπισης του ρεύματος προς Βορρά, λόγω της ώθησης που δέχεται από το αλλουβιακό ριπίδιο της Τιθορέας. Τα κεραμικά όστρακα, τα χάλκινα και τα σιδηρά αντικείμενα, που βρέθηκαν στις γεωτρήσεις της τομής ΒΒ΄ πιστοποιούν ορίζοντα κατοίκησης παλαιότερων πολιτισμών, σε θέσεις εκτός της ενεργής κοίτης, τόσο στο νότια ευρισκόμενο αλλουβιακό ριπίδιο της Τιθορέας, όσο και στο αλλουβιακό ριπίδιο του Μοδίου.
3. Στην περιοχή της πεδιάδας της Χαιρώνειας (τομή ΓΓ΄) ο Βοιωτικός Κηφισός κινείται εντός της πεδιάδας πλημμύρας, που δημιουργήθηκε από τις αποθέσεις των υλικών, που μετέφερε ο ίδιος. Τα ιζήματα είναι γενικά λεπτόκοκκα, αποτελούνται από χαλικούχα άμμο έως πηλό και προέρχονται από απόθεση ιζημά-

των αύλακας ροής και από αποθέσεις πλημμυρικών πεδίων σε “proximal” και “distal ” θέσεις. Σε θέσεις της πεδιάδας πλημμύρας σχηματίζονταν ενίοτε τοπογραφικά χαμηλά, στα οποία αναπτύσσονταν μικρής έκτασης υδάτινες επιφάνειες (τέλματα ή βάλτοι), τα οποία δέχονταν υλικά από τις πλημμύρες του ποταμού και εξαφανίζονταν σταδιακά και στις οποίες αναπτύχθηκαν αποικίες οργανισμών γλυκέων υδάτων (οστρακώδη γαστερόποδα, και χαρόφυτα). Τα τέλματα δημιουργούνται περισσότερο στο βόρειο τμήμα της πεδιάδας, όπου τα υψόμετρα είναι σχετικά μικρότερα και πιθανώς κάποιος κλάδος του Κηφισού ποταμού να έρεε διαρκώς στη θέση αυτή.

4. Η ραδιοχρονολόγηση δείγματος απανθρακωμένου φυτικού λειψάνου, που λήφθηκε από τη γεώτρηση Γ1, έδωσε μετά από αναγωγή, για την περιοχή αυτή, μέσο ρυθμό ιζηματογένεσης 0,86mm/έτος.
5. Η ορυκτολογική ανάλυση αργιλικών κλασμάτων των δειγμάτων της γεώτρησης Γ5 έδειξε ότι το ποσοστό συμμετοχής του Καολινίτη και του Χλωρίτη παραμένει σταθερό σε σχέση με το βάθος της γεώτρησης, ενώ τα ποσοστά συμμετοχής του Μοντμοριλλονίτη και του Ιλλίτη μεταβάλλονται με τρόπο ώστε οι αυξομειώσεις του ενός να πραγματοποιούνται σε βάρος του άλλου. Οι παρατηρούμενες μεταβολές των ποσοστών των δυο αυτών ορυκτών δεν οφείλονται σε μετατροπή του ενός στο άλλο, ούτε στην υδραυλική ταξιθέτηση αλλά στην εμφανιζόμενη ποικιλότητα στην πηγή τροφοδοσίας.
6. Στην περιοχή Θουρίου-Προσηλίου ο Βοιωτικός Κηφισός ποταμός μετακινήθηκε από την αρχή της 8ης π.Χ. χιλιετίας μέχρι το έτος 600 μ.Χ. από τη θέση της γεώτρησης Γ5 (νότια) προς τη βόρεια ευρισκόμενη θέση της γεώτρησης Γ8, με ρυθμό μετακίνησης, που ανέρχεται σε 60,14mm/έτος. Στη συνέχεια ο ποταμός επέστρεψε στη σημερινή του θέση μεταξύ των γεωτρήσεων Γ5 και Γ6. Η κατ’ αρχήν ροή του ποταμού σε νότια θέση προκύπτει και από τη γεωφυσική έρευνα.
7. Στη θέση της γεώτρησης Γ1΄ βρέθηκε κεραμικό όστρακο σε βάθος 300cm, που δείχνει πιθανώς ανθρώπινη κατοίκηση στη θέση αυτή στα μισά της 2ης π.Χ. χιλιετίας. Στο βάθος των 270cm της γεώτρησης Γ10 βρέθηκε κεραμικό όστρακο, η ηλικία του οποίου προσδιορίζεται μετά από αναγωγή στο τέλος της 2ης π.Χ. χιλιετίας. Στη γεώτρηση Γ11 εντοπίστηκε σωρεία κεραμικών θραυσμάτων, το παλαιότερο των οποίων βρέθηκε σε βάθος 315cm και αντιστοιχεί, μετά από αναγωγή, στο έτος 1.713 π.Χ.. Από το έτος αυτό μέχρι σήμερα η κατοίκηση στη θέση αυτή είναι συνεχής και χαρακτηρίζεται ως παρόχθια. Στην ίδια θέση βρέθηκε σε βάθος 146cm οστό σπονδυλωτού, που πιθανώς είναι ανθρώπινο και υποδεικνύει τη θέση παλαιού νεκροταφείου, στη διάρκεια της Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας.
8. Η περιοχή χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη ασβεστιτικών συγκριμάτων, τα οποία για τη θέση της γεώτρησης Γ5 εκτιμάται ότι σχηματίστηκαν κατά τις ξηρασίες, που έλαβαν χώρα κατά τη διάρκεια του 8ου π.Χ. αιώνα και του 5ου μ.Χ. αιώνα. Ο προσδιορισμός των ηλικιών αυτών έγινε με βάση την υπόθεση ότι ο ρυθμός ιζηματογένεσης στη θέση αυτή είναι κατά τι μεγαλύτερος από το ρυθμό ιζηματογένεσης, που προσδιορίστηκε από τα αποτελέσματα της ραδιοχρονολόγησης, εξ αιτίας της μετακίνησης του ποταμού.

10. Εξέλιξη της κοίτης του ποτάμιου συστήματος στη διάρκεια του χρόνου και ανθρωπογενείς διεργασίες.

10.1. Εισαγωγή.

Το ποτάμιο σύστημα είναι ένα φυσικό σύστημα, που χαρακτηρίζεται από τη δική του ιστορία (Schumm, 1977). Όταν σε ένα ποτάμι συμβαίνουν σημαντικές αλλαγές στο υδάτινο δυναμικό και στο μεταφερόμενο ίζημα, τότε γίνεται ασταθές και η αύλακα προσαρμόζεται στα νέα υδρολογικά δεδομένα (Erskine, 1986). Ο Schumm (1969), για να αναφερθεί στον μετασχηματισμό του σχήματος της κύριας αύλακας, εισήγαγε τον όρο «ποτάμια μεταμόρφωση», που αποδίδεται στις αλλαγές της υδρολογικής δίαιτας της λεκάνης απορροής.

Στο κεφάλαιο αυτό επιχειρείται η καταγραφή των αλλαγών της κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού από την αρχαιότητα έως τη σύγχρονη εποχή (1945). Για το σκοπό αυτό συγκεντρώθηκαν ιστορικές καταγραφές, ντοκουμέντα και χάρτες.

10.2. Εξέλιξη της κοίτης του ποτάμιου ρεύματος από την Παλαιολιθική Εποχή μέχρι το 1945.

Η περιοχή της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού και της λίμνης Κωπαΐδας κατοικείται αδιάκοπα τουλάχιστον από την ύστερη παλαιολιθική περίοδο. Στην κατοίκησή της συνέβαλλε η γεωπολιτική της θέση, μιας και ήταν το μοναδικό πέρασμα από το Βορρά προς το Νότο, η μορφολογία της και η ύπαρξη φυσικών καταλυμάτων, κυρίως βραχοσκεπών και σπηλαίων σε χαμηλά υψόμετρα με ήπιο κλίμα, η ύπαρξη ρεόντων και λιμναίων υδάτων και η δυνατότητα κυνηγίου και συλλογής τροφής. Χαρακτηριστικό είναι το σπάνιο πλέον κοχύλι *Union Pictorum* (Απογένης, 1997), του κάτω ρου του Βοιωτικού Κηφισού που αποτέλεσε για χιλιάδες χρόνια σπουδαίο είδος διατροφής των κατοίκων της περιοχής αυτής (εικ. 10.1).



Εικ. 10.1. Union Pictorum, στην επιφάνεια φραγμού του σταθμού δειγματοληψίας Σ15 (φράγμα αναρρύθμισης BOOT), της περιοχής Ρωμέϊκο.

Δείγματα κατοίκησης, που ανακαλύφτηκαν στις βραχοσκεπές Σεϊντί και Σαρακηνού των παρυφών του Κωπαϊδικού πεδίου (λίθινα εργαλειακά σύνολα, οστά και κατάλοιπα εστιών), τοποθετούνται χρονικά στην ανώτερη φάση της νεώτερης παλαιολιθικής

περιόδου (20.000 π.Χ.-10.300 π.Χ.) και ανήκουν από πολιτισμικής πλευράς στην Ωρινάκια πολιτισμική φάση (Stamphuss 1942, Smidt 1965, Σαμσών και Ιωακείμ, 2000). Το κλίμα της εποχής αυτής ήταν ξηρό και ψυχρό, η στάθμη της λίμνης χαμηλή και η βλάστηση στεπώδης και αραιή.

Στη Μεσολιθική περίοδο και συγκεκριμένα από το 9.000 π.Χ. μέχρι το 6.000 π.Χ., η στέπα μετατράπηκε σε δάσος οξυάς (Bintliff, 1977) και το κλίμα έγινε θερμότερο και υγρό, παραμένοντας πάντως σταθερό, όπως έδειξαν ορυκτολογικές και μαγνητικές αναλύσεις (Σαμσών και Ιωακείμ, 2000).

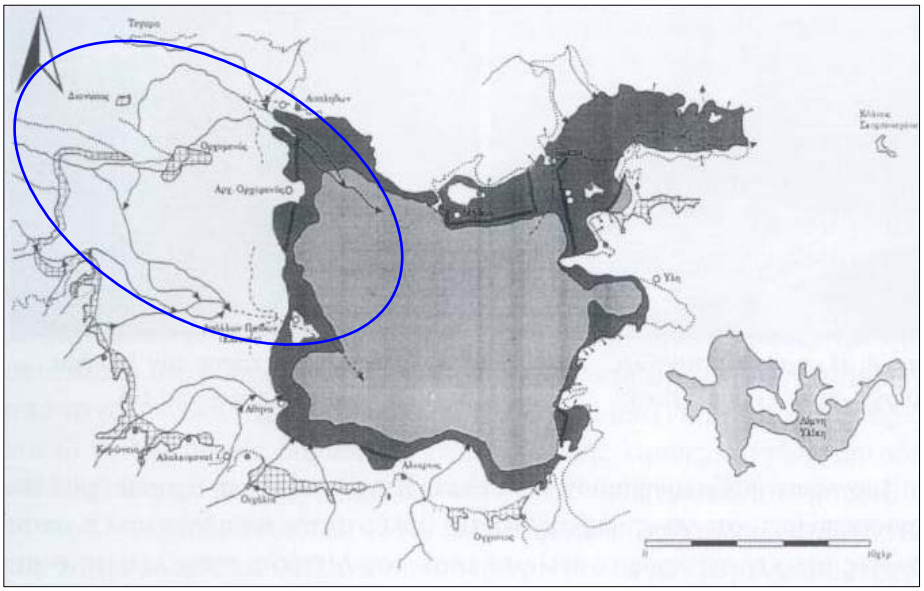
Στη διάρκεια της 5ης π.Χ. χιλιετίας ανακαλύφτηκαν ευρήματα της μέσης Νεολιθικής εποχής στην Τούμπα Μπαλωμένου της περιοχής Χαιρώνειας, κοντά στην σημερινή όχθη του Κηφισού (Sotiriadis, 1905 και Τζαβέλα-Evjen, 1988). Περίπου στο δεύτερο μισό της 5ης π.Χ. χιλιετίας, που χαρακτηρίζει τη μετάβαση από τη νεότερη Νεολιθική εποχή Ι στη νεότερη Νεολιθική ΙΙ, όπως έδειξαν παλυνολογικές αναλύσεις στο σπήλαιο Σαρακηνού (Σαμσών και Ιωακείμ, 2000), διαπιστώνεται η ύπαρξη δρυός και πεύκης, καθώς και αύξηση του πληθυσμού των ποωδών φυτών. Στην περιοχή της αρχαίας Ελάτειας εντοπίστηκε νεολιθικό στρώμα, του οποίου η κεραμική φάση υποτίθεται πως αρχίζει από την αρχή της 6ης π.Χ. χιλιετίας (Παπαχατζής, 1992).

Από το 4.400-4.000 π.Χ., η προσπάθεια επέκτασης της κτηνοτροφίας από τον άνθρωπο οδήγησε σε αποψίλωση των δασών και δραστική μείωση των δρυών. Την εποχή αυτή η κατοίκηση πρέπει, τουλάχιστον στην Κωπαΐδα και στην περιοχή του κάτω ρου του Κηφισού, να είναι πυκνή, όχι μόνο σε σπήλαια αλλά και υπαίθρια.

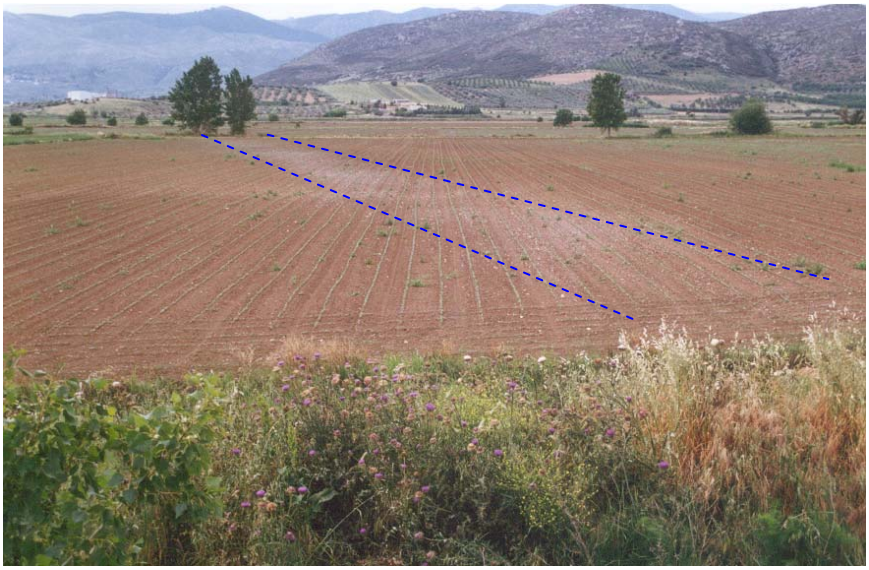
Κατά τη διάρκεια της 4ης π.Χ. χιλιετίας, που συμπίπτει με την εποχή του χαλκού, η λίμνη έχει ρηχεύσει αρκετά, αλλά εξακολουθεί να προμηθεύει με οστρεοειδή και αλιεύματα τους κατοίκους (Σαμσών και Ιωακείμ, 2000). Την εποχή αυτή συνεχιζόταν η κατοίκηση και στην περιοχή Χαιρώνειας, όπως αποδείχτηκε από ευρήματα στην Τούμπα Μπαλωμένου (Τζαβέλα-Evjen, 1988 και Sotiriadis,1905).

Στην εποχή της μέσης χαλκοκρατίας, όταν οι Μινύες αποξήραναν τη λίμνη, επικράτησαν είδη που απαιτούν περισσότερο υγρές συνθήκες, όπως *Typha, Sparganium και Cyperaceae*, που βρέθηκαν από παλυνολογικές αναλύσεις των στρωμάτων της βραχοσπηλιάς Σαρακηνού (Σαμσών και Ιωακείμ, 2000). Ευρήματα κατοίκησης της εποχής αυτής βρέθηκαν και στη Χαιρώνεια (Τζαβέλα-Evjen, 1992 και Sotiriadis,1905), αλλά και στην Ελάτεια, όπου υπήρχε μυκηναϊκός οικισμός (Παπαχατζής, 1992). Την εποχή αυτή ο Βοιωτικός Κηφισός, σύμφωνα με χαρτογραφήσεις που επεχείρησαν οι Knauss et al. (1984), Heinrich (1988) και Knauss (1995), προκειμένου να αναπαραστήσουν την κρατούσα κατάσταση κατά τη διάρκεια των μυκηναϊκών χρόνων (σχ. 10.1), μετά από τη διέλευσή του από την πεδιάδα της Χαιρώνειας έφτανε στη λίμνη μέσω κλάδων, που είτε εξέβαλλαν απ' ευθείας στη λίμνη μέσω Ορχομενού στα βορειοανατολικά και πιθανώς της Ελευσίνας στα ανατολικά, είτε διαιρούνταν και επανενώνονταν ή ενώνονταν με άλλους ποταμούς (Έρκυνα) πριν καταλήξουν μέσω μάλλον του προϊστορικού οικισμού της Αθήνας στη λίμνη. Ίχνη ύπαρξης ενός παλαιού κλάδου του Βοιωτικού Κηφισού, που δείχνει τη διαίρεση της ροής του στην περιοχή αυτή, διακρίνονται σήμερα και μόνο κατά την περίοδο της καλλιέργειας των αγρών ή όταν τα καλλιεργούμενα φυτά είναι μικρά, στην περιοχή της

τομής ΓΓ΄ (κεφ.9) και συγκεκριμένα μεταξύ των γεωτρήσεων Γ4 και Γ5 (εικ. 10.2). Από τη θέση αυτή διήλθε ο Βοιωτικός Κηφισός ή κάποιος κλάδος του με κατεύθυνση νοτιοδυτική, πριν από το έτος 1945, εφ' όσον στις αεροφωτογραφίες του έτους αυτού δεν εμφανίζεται ποτάμιο ρεύμα.



Σχήμα 10.1. Αναπαράσταση της έκτασης της λίμνης κατά τους μυκηναϊκούς χρόνους στον οποίο φαίνονται εκτός από τα αντιπλημμυρικά αναχώματα, οι κλάδοι του κάτω ρου του Βοιωτικού Κηφισού (έλλειψη) και ο τρόπος που εκβάλλουν στη λίμνη (Knauss et al., 1984).



Εικόνα 10.2: Ίχνη παλαιού κλάδου του Βοιωτικού Κηφισού νοτιοανατολικής κατεύθυνσης, που οφείλονται σε κροκάλες και άμμο της ποτάμιας αύλακας. Στο βάθος διακρίνεται το όρος Θούριο και στον ορίζοντα το όρος Ελικών. Η λήψη έχει πραγματοποιηθεί από το ανάχωμα της αριστερής όχθης του ποταμού. Ο παλαιός αυτός κλάδος διέρχεται μεταξύ των γεωτρήσεων Γ4 και Γ5.

Στην Τούμπα Μπαλωμένου και στη βόρεια ευρισκόμενη σημερινή κοίτη του Βοιωτικού Κηφισού, ευρήματα αποδεικνύουν, ότι η περιοχή κατοικήθηκε και στη Μεσοελλαδική εποχή αλλά και αργότερα σε εποχές που αντιστοιχούν στην αρχαιότατη Χαιρώνεια Ι (σε βάθος 430cm), στη Χαιρώνεια ΙΙ (σε βάθος 330-390cm), και ΙΙΙ (σε βάθος 80-330cm) (Τζαβέλα-Evjen, 1988). Ανατολικά της περιοχής αυτής και μέχρι την περιοχή του οικισμού Ακόντιο βρέθηκαν κατά τη διάρκεια των εργασιών διευθέτησης της κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού δίπλα και μέσα στην κοίτη, σε βάθος 150-300cm, συστάδες νεκροταφείων που προέρχονται από τα ύστερο-γεωμετρικά - αρχαϊκά και κλασσικά χρόνια (Ανδρίκου, 1998). Οι διαπιστώσεις αυτές αποδεικνύουν, ότι ο ποταμός κατά τη διάρκεια αυτών των περιόδων ήταν στη θέση αυτή περισσότερο απομακρυσμένος από τις νότιες υπώρειες του όρους Ακόντιο, προς τη Χαιρώνεια. Ευρήματα που εντοπίστηκαν από τον Sotiriadis

(1905) σε τύμβο της περιοχή Βρανέζι (Άγιος Σπυρίδων), ανατολικά του οικισμού Ρωμέϊκο, δείχνουν ότι η θέση αυτή ήταν χέρσος στη διάρκεια της ύστερης πρωτογεωμετρικής περιόδου. Στην περιοχή Μαυρονερίου εντοπίστηκε αμφορέας που η κατασκευή του ανάγεται επίσης στη γεωμετρική περίοδο (Ανδρειωμένου, 1985).

Ο Κηφισός απέκτησε το όνομά του, από την εποχή των προελληνικών πολιτισμικών φύλλων που κατοίκησαν την περιοχή και αυτό αποδεικνύεται από την έλλειψη στοιχείων, που αφορούν το γενεαλογικό του δέντρο και από την αδυναμία σύνδεσής του με προηγούμενες μυθολογικές προσωπικότητες. Πιθανώς η ονομασία του να παραπέμπει στους Πελασγούς. Ποτάμια με το ίδιο όνομα υπάρχουν στην Αττική, στη Σαλαμίνα, στη Σκύρο, στη Σικυώνα και στην Απολλωνία (Στράβων). Η ονοματοδοσία ορισμένων εξ αυτών των ποταμών πιθανώς να είναι παράλληλη με του Βοιωτικού Κηφισού. Άλλα όμως ποτάμια (Αττικός Κηφισός, Κηφισός Θριασίου πεδίου) έλαβαν το όνομά τους από κατοίκους της Κωπαΐδας (Αθηναίοι, Ελευσίνιοι κ. α.), που μετανάστευσαν μετά την καταστροφή των αντιπλημμυρικών έργων, εξ αιτίας μεγάλων πλημμυρών και σεισμών που προηγήθηκαν και την άνοδο της στάθμης του νερού ή τη σταδιακή βύθιση του πυθμένα της λίμνης. Ο Κηφισός αναφέρεται σαν βασιλιάς-γιος θεού, χωρίς να συνδέεται όμως η καταγωγή του με το ελληνικό Πάνθεο. Αναφέρεται από όλους τους αρχαίους συγγραφείς και πολλοί από αυτούς περιγράφοντάς τον, άφησαν χρήσιμες πληροφορίες για την πορεία ροής του.

Σύμφωνα με μια εκδοχή, το ανθρώπινο γένος δημιουργήθηκε από λίθους που εκτόξευαν πίσω τους ο Δευκαλίων και η Πύρρα, μετά από τον κατακλυσμό, όταν η κιβωτός τους προσάραξε στον Παρνασσό. Οι λίθοι αυτοί προέρχονταν από τις όχθες του Κηφισού ποταμού, που σηματοδοτεί αφ' ενός μεν την ύπαρξη του ονόματος του Κηφισού πριν από τους Έλληνες, που κατάγονται από τον γιο του Δευκαλίωνα, Έλληνα, αφ' ετέρου ότι η ρίψη των λίθων πραγματοποιήθηκε πιθανώς σε περιοχή του άνω ρου του Κηφισού ή σε κάποιο από τα ασβεστολιθικά του ριπίδια. Ο πρώτος άνθρωπος, μετά τον κατακλυσμό, πίστευαν πως είναι ο Αλαλκομενέας, που γεννήθηκε από τα νερά του ποταμού. Το όνομα Βοιωτία προέκυψε αργότερα από τον Βοιωτό, δισέγγονο του Έλληνα (Ησίοδος, Παυσανίας).

Ο Ησίοδος αναφέρει, ότι ο Κηφισός ποταμός διαρρέει τη Φωκική πεδιάδα «σκολιώς και δρακοντοειδώς» (Στράβων) και συνεχίζει την πορεία του μέσω του Πανοπέως και της ισχυρά οχυρωμένης Γλήχωνος προς τον Ορχομενό, ελισσόμενος ως δράκων, πιστοποιώντας έτσι την ύπαρξη μαιάνδρων τόσο στην περιοχή της λεκάνης της Ελάτειας-Τιθορέας, όσο και νοτιοανατολικά του όρους Φιλοβοιωτός, μέχρι την έξοδό του στη λίμνη.

Ο Όμηρος (Ιλιάδα, ραψ. Β΄) αναφέρει, ότι ο Κηφισός πηγάζει από τη Λιλαία, που δηλώνει ότι η πηγή της Λιλαίας ήταν η πιο σημαντική, σημαντικότερη από τις άλλες πηγές-κόρες του Κηφισού Κασταλία, Δαύλεια, Αμφίκλεια, Μέλαινα, Θυΐα. Την αναφορά αυτή επαναλαμβάνει ο Στράβων στα Γεωγραφικά του (βιβλίο Θ΄, 19), περιγράφοντας με ακρίβεια την πορεία ροής του ποταμού:

> ……ΟΥΤΟΙ ΜΕΝ ΟΥΝ ΕΚ ΤΩΝ ΦΩΚΙΚΩΝ ΟΡΩΝ ΟΙ ΠΟΤΑΜΟΙ ΚΑΤΑΦΕΡΟΝΤΑΙ ΩΝ Ο ΚΗΦΙΣΟΣ ΕΚ ΛΙΛΑΙΑΣ ΦΩΚΙΚΗΣ ΠΟΛΕΩΣ ΤΗΝ ΑΡΧΗΝ ΛΑΜΒΑΝΕΙ ΚΑΘΑΠΕΡ ΚΑΙ ΟΜΗΡΟΣ ΦΗΣΙΝ «ΟΙ ΤΕ ΛΙΛΑΙΑΝ ΕΧΟΝ ΠΗΓΗΣ ΕΠΙ ΚΗΦΙΣΟΙΟ». ΔΙ ΕΛΑΤΕΙΑΣ ΔΕ ΡΥΕΙΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΤΩΝ ΕΚ ΦΩΚΕΥΣΙ ΠΟΛΕΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑ ΠΑΡΑΠΟΤΑΜΙΩΝ ΚΑΙ ΦΑΝΟΤΕΩΝ ΟΜΟΙΩΣ ΦΩΚΙΚΩΝ ΠΟΛΙΣΜΑΤΩΝ ΕΙΣ ΧΑΙΡΩΝΕΙΑΝ ΤΗΣ ΒΟΙΩΤΙΑΣ ΠΡΟΕΙΣΙΝ ΕΙΤΑ ΔΙΑ ΤΗΣ ΟΡΧΟΜΕΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΚΟΡΩΝΕΙΑΚΗΣ ΕΙΣ ΤΗΝ ΚΩΠΑΙΔΑ ΛΙΜΝΗΝ ΕΞΙΗΣΙ.

Η διαδρομή του ποταμού τόσο μέσω της περιοχής Ορχομενού όσο και μέσω της περιοχής Κορώνειας, αποδεικνύει ότι ο Βοιωτικός Κηφισός, μετά από τη διέλευσή του από την πεδιάδα της Χαιρώνειας, έφτανε στη λίμνη μέσω δυο τουλάχιστον κλάδων, ενός με διεύθυνση προς τα ανατολικά και ενός προς τα βορειοανατολικά.

Δεν είναι σαφές, σύμφωνα με το κείμενο, αν ο Κηφισός διερχόταν πλησίον της πόλης Ελάτειας, του οικισμού Πανοπέα (Άγιος Βλάσιος) και της πόλης της Χαιρώνειας ή ο Στράβων ανέφερε απλώς όλες τις πόλεις της περιοχής από όπου διερχόταν αυτός.

Τα αρσενικά παιδιά του Κηφισού ήταν ο Ετεοκλής ή Κηφισιάδης, ο Αλαλκομενέας, που όπως αναφέρθηκε βγήκε από τα νερά του και ο Νάρκισσος. Ο μύθος του τελευταίου εξελίσσεται σαφώς στον κάτω ρου του Βοιωτικού Κηφισού, εφ' όσον στα σκόλιά του (=μαίανδροι) περιέπλεξε και αποπλάνησε ο Κηφισός τη μητέρα του, νύμφη Λειριόπη. Μεταμορφώθηκε από τη Νέμεση στο γνωστό αρωματικό υδροχαρές φυτό που ευδοκιμούσε στις όχθες του Κηφισού ποταμού. Ο Παυσανίας στις περιηγήσεις του (Βοιωτικά-Φωκικά), αφού περιγράφει την πορεία της κοίτης του ποταμού καθώς και τις καλλιέργειες στις πεδιάδες του, κάνει ιδιαίτερη μνεία στα αρωματικά έλαια και τις φαρμακευτικές αλοιφές που παρασκευάζονταν από τους νάρκισσους καθώς επίσης και από κρίνα και τριαντάφυλλα της όχθης του ρεύματος.

Όπως προκύπτει από τα γραπτά των αρχαίων συγγραφέων, ο Κηφισός ποταμός, τουλάχιστον μέχρι την εποχή των κατακλυσμών, όδευε προς την περιοχή των Αλαλκομενών και του Αλιάρτου, στο νότιο μέρος του Κωπαϊδικού πεδίου. Μετά από την αποξήρανση της λίμνης που επιχείρησαν οι Μινύες, ο ποταμός εξετράπη προς βορρά, ώστε να συναντήσει τον ποταμό Μέλανα Ορχομενό και στη συνέχεια να αποστραγγιστεί μέσω της μεγάλης καταβόθρας της περιοχής Ακραιφνίας προς τον Ευβοϊκό κόλπο (Σκορπονέρια). Μετά από την καταστροφή της καταβόθρας (Mariolakos et al., 2001) και σταδιακά του αποστραγγιστικού αγωγού και την εξαφάνιση του πολιτισμού των Μινύων, ο ποταμός ακολούθησε την πορεία εκτροπής κατ' ευθείαν προς την αναγεννημένη λίμνη, εν μέρει δε επέστρεψε πιθανώς αργότερα στην αρχική του πορεία προς τις Αλαλκομενές, δημιουργώντας κατά τόπους διάφορα έλη.

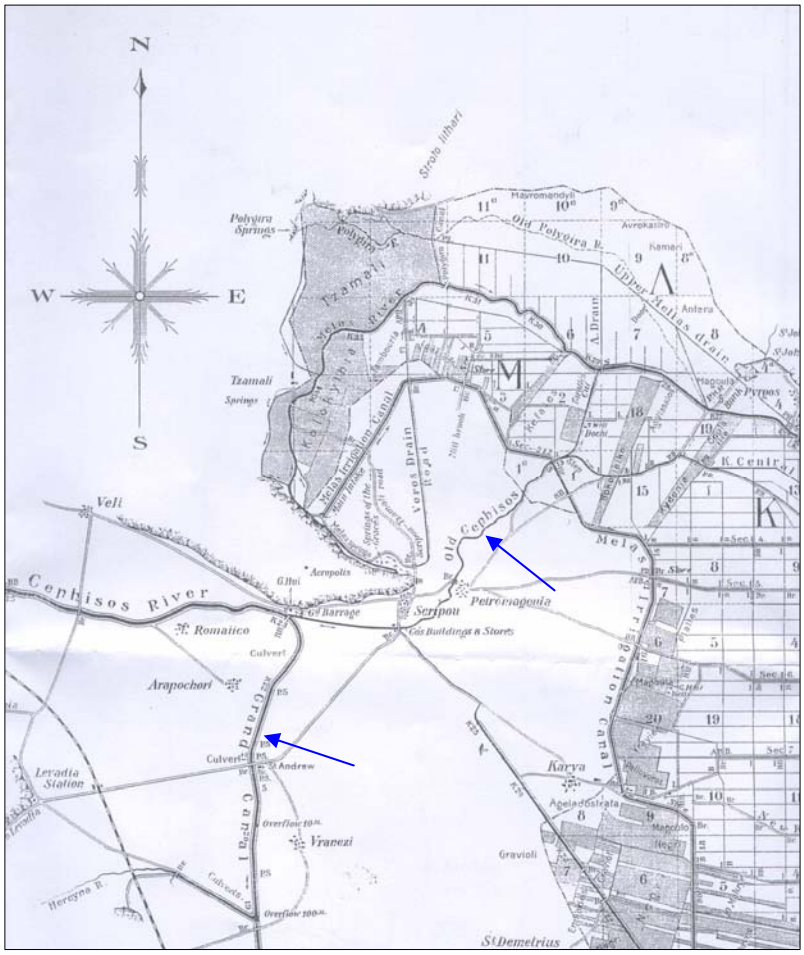
Από τον 15ο μ.Χ. αιώνα πολλοί περιηγητές και χαρτογράφοι αποτύπωσαν την πορεία ροής του Κηφισού, όχι όμως με τέτοια ακρίβεια, που να δίνουν επί πλέον πληροφορίες γι αυτήν, επειδή την εποχή αυτή η περιοχή

της λεκάνης δεν είχε σπουδαία οικονομική άνθηση και επειδή το ενδιαφέρον ήταν μεγαλύτερο για τη λίμνη της Κωπαΐδας, η οποία λόγω παραγωγής χελιών, βδελλών, ψαριών αλλά και της σχετικά καλής αγροτικής παραγωγής στα παρακωπαϊδικά πεδία, ήταν στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος για όλη την περιοχή. Σύμφωνα με τους χάρτες και τα κείμενα των συγγραφέων αυτών, προκύπτει ότι μέχρι την αποξήρανση της λίμνης υπήρχε ένας μόνο κλάδος του Κηφισού, που εξέβαλλε απ' ευθείας στη λίμνη κοντά στην περιοχή του Ορχομενού και μόνο κατά τη διάρκεια πλημμυρών άλλος κλάδος του, τροφοδοτούσε το έλος του Αγίου Δημητρίου.

Το ενδιαφέρον για τον Κηφισό και για τον τρόπο της κάτω ροής του άρχισε ξανά, όταν άρχισαν οι σκέψεις για αποξήρανση της λίμνης στα μέσα του 19ου αιώνα και ο ποταμός θα ήταν ο βασικός αγωγός, που θα συνέβαλλε στην άρδευση των νέων εκτάσεων.

Στους χάρτες, που συνετάχθησαν από τους μηχανικούς της εταιρίας Lake Kopais Company, στα πλαίσια της αποξήρανσης της λίμνης κατά τη διάρκεια των ετών 1887-1931 (Μέλιος, 1996 και Γρυπάρη κ.α., 1999), διακρίνεται η παλαιά κοίτη του Βοιωτικού Κηφισού, που μετά από την περιοχή Ρωμέϊκου κινείται προς τον Ορχομενό με διεύθυνση βορειοανατολική, ώσπου να συναντήσει τον ποταμό Μέλανα (σχ. 10.2).

Υποστηρίχτηκε και αργότερα αμφισβητήθηκε η άποψη ότι, η σημερινή κοίτη του Βοιωτικού Κηφισού, που δημιουργήθηκε μετά από την αποξήρανση της λίμνης στο νότιο μέρος του Κωπαϊδικού πεδίου, ακολουθεί περίπου την παλαιά του ροή, η δε κεντρική διώρυγα που διασχίζει διαγώνια την πεδιάδα, ότι κατασκευάστηκε στην ίδια θέση που ήταν από την εποχή της αποξήρανσης των Μινύων (Κορόζος,1952).



Σχήμα 10.2. Απόσπασμα χάρτη διανομής κλήρου Κωπαϊδικού πεδίου, στον οποίο φαίνεται η παλαιά κοίτη του ποταμού προς την πόλη του Ορχομενού και η Μεγάλη διώρυγα που κατευθύνεται προς το Νότο. (πηγή: Οργανισμός Κωπαΐδας, αρχείο της Lake Kopais Company).

10.3. Γεωαρχαιολογικά δεδομένα της περιοχής έρευνας.

10.3.1. Ευρήματα στην τομή ΑΑ΄.

Στη δειγματοληπτική γεώτρηση Α5, που πραγματοποιήθηκε στην τομή ΑΑ΄ της περιοχής του Σιδηροδρομικού Σταθμού Λιλαίας και στα βάθη 45cm και 115cm εντοπίστηκαν, μέσα σε στρώματα αμμούχου χαλικιού και ελαφρά χαλικούχας ιλύος αντίστοιχα, θραύσματα κεραμικών, που πιστοποιούν την ανθρώπινη κατοίκηση στην περιοχή αυτή. Η θέση της γεώτρησης Α5 χαρακτηρίζεται από εναλλαγές αποθέσεων ιλυορούν και αυλάκων, προερχομένων από το βόρεια ευρισκόμενο ριπίδιο της Δρυμαίας (§ 9.4.5). Η ύπαρξη κεραμικών οστράκων πιστοποιεί πιθανώς την κατοίκηση σε τμήμα της περιοχής, βόρεια της ενεργής κοίτης του ποταμού.

10.3.2. Ευρήματα στην τομή ΒΒ΄.

Στο τμήμα της τομής ΒΒ΄ και μεταξύ των γεωτρήσεων Β1 και Β3, στη νότια πεδινή πλευρά του Βοιωτικού Κηφισού που βρίσκεται στον πόδα του αλλουβιακού ριπιδίου της Τιθορέας, πραγματοποιήθηκαν συνολικά πέντε (5) δειγματοληπτικές γεωτρήσεις. Στους πυρήνες των τεσσάρων από αυτές (Β1, Β1΄, Β2, Β2΄) εντοπίστηκαν θραύσματα οστράκων κεραμικών, που προσδιορίζουν ορίζοντα κατοίκησης παλαιότερων πολιτισμών, με ελαφρά κλίση προς Βορρά, ενώ στον πυρήνα της γεώτρησης Β3 βρέθηκαν θραύσματα μεταλλικών αντικειμένων από χαλκό και σίδηρο (§ 9.5). Στο βόρειο τμήμα της τομής εντοπίστηκαν ωσαύτως κεραμικά όστρακα στις γεωτρήσεις Β6 και Β6΄, που προσδιορίζουν επίσης ορίζοντα κατοίκησης με νότια κλίση.

Η ύπαρξη ευρημάτων στις θέσεις των γεωτρήσεων, που προαναφέρθηκαν, δηλώνει περιοχές εκτός της ενεργής κοίτης, την εποχή της κατοίκησης αυτής. Προφανώς, η λειτουργία του ποταμού κυρίως στο βόρειο τμήμα της περιοχής, ευνοούσε την κατοίκηση κυρίως στο νότιο τμήμα. Τα στοιχεία αυτά, σε συνδυασμό με την μορφολογία της επιφάνειας του αγροκτήματος της βόρειας πλευράς στο οποίο πραγματοποιήθηκαν οι γεωτρήσεις (ύπαρξη μικρού ύψους υβώματος, που πιθανώς να αντιστοιχεί σε αρχαιολογική τούμπα, στο κέντρο του αγροκτήματος), οδήγησαν στη βιβλιογραφική αναζήτηση δεδομένων, που να δηλώνουν πιθανώς την ύπαρξη οικισμού στην περιοχή αυτή.

Από τις αναφορές του Παυσανία στο έργο του «Ελλάδος περιηγήσεις, Βοιωτικά-Φωκικά», προκύπτει ότι τμήμα των κατοίκων της αρχαίας πόλης με το όνομα Λέδων, πατρίδα του στρατηγού Φιλομήλου, που ήταν χτισμένη στη βόρεια κατωφέρεια του Παρνασσού, μετά την ολοκληρωτική καταστροφή της κατά τη διάρκεια του τέλους του ιερού πολέμου (346 π.Χ.) εγκαταστάθηκε σε πεδινή περιοχή κοντά στον Κηφισό ποταμό. Την εποχή των περιηγήσεων του Παυσανία (ρωμαιοκρατία) ο οικισμός αυτός αριθμούσε, κατά τον αρχαίο ιστορικό, περί τους 70 κατοίκους. Οι τοπογραφικές ενδείξεις, που βρίσκονται στα γραπτά του Παυσανία, είναι αόριστες, τόσο για τη Λέδοντα όσο και για το ιερό του Αρχηγέτη Ασκληπιού και το άδυτο της Ίσιδος, που βρίσκονταν στη περιοχή και δεν είναι αρκετές για τον προσδιορισμό της θέσης της πόλης και του οικισμού μετεγκατάστασης των Λεδοντίων (Παπαδημητρίου, 1984 και Παπαχαντζής, 1992).

Ο ακριβής προσδιορισμός της θέσης της Λέδοντος δεν είναι εφικτός ακόμη και μετά τις περιγραφές των περιηγήσεων του Leake (1835), την αναφορά του Σωτηριάδη (1909) και τις βιβλιογραφικές προσπάθειες των Κρέμμου (1878) και Αραβαντινού (1893). Κατά τον Leake (1835), η αρχαία πόλη της Λέδοντος πρέπει να βρίσκεται στη θέση Παλαιοθήβα, όπου ο Ηρόδοτος τοποθετεί την πόλη των Πεδιέων. Στη θέση των Παλαιοθηβών όμως, ο Lolling (1989) τοποθετεί τον νεώτερο οικισμό των Λεδοντίων, ενώ κατ' αυτόν η αρχαία Λέδων βρισκόταν στη θέση του σημερινού δημοτικού διαμερίσματος της Αγίας Μαρίνας του Δήμου Τιθορέας. Από τα παραπάνω προκύπτει η ασάφεια και η διάσταση απόψεων των συγγραφέων στο θέμα του προσδιορισμού της θέσης της νεώτερης πόλης Λέδων, εφ' όσον μάλιστα λείπουν τα αρχαιολογικά ευρήματα και δεν έχει πραγματοποιηθεί συστηματική αρχαιολογική ανασκαφή. Οι νεώτεροι συγγραφείς συμφωνούν πάντως στο σημείο, ότι η αρχαία πόλη Λέδων βρισκόταν με βεβαιότητα στη βόρεια πλαγιά του Παρνασσού και ότι ο προσφυγικός οικισμός των Λεδοντίων, βρισκόταν σε περιοχή της νότιας όχθης του Κηφισού ποταμού.

Η μελέτη του Παπαδημητρίου (1984), στα πλαίσια της οποίας πραγματοποιήθηκε αυτοψία σε ρηχά φρεάτια που χρησιμοποιήθηκαν στην αρχαιότητα ως αποθέτες, κατέληξε στο συμπέρασμα πως στην περιοχή των Παλαιοθηβών βρισκόταν το ιερό της Ίσιδος, χωρίς όμως να έχει εντοπιστεί το άδυτο της αρχαίας θεάς. Κατά τον ίδιο συγγραφέα, μετά από τοπογραφικούς υπολογισμούς με τη χρήση συντελεστών απόκλισης των αποστάσεων βάσει άλλων γνωστών, η πόλη της αρχαίας Λέδοντος βρίσκεται κοντά το δημοτικό διαμέρισμα της Αγίας Μαρίνας, ενώ ο νεώτερος προσφυγικός οικισμός, κοντά στον σημερινό οικισμό της Αγίας Παρασκευής.

Από τα βιβλιογραφικά δεδομένα, προκύπτει ότι είναι πιθανή η ύπαρξη έντονης ανθρώπινης δραστηριότητας ή κατοίκησης στην περιοχή που πραγματοποιήθηκαν οι γεωτρήσεις Β1 έως Β3 και Β6 έως Β6΄ καθώς και στον ευρύτερο χώρο. Τα χαρακτηριστικά δείγματα (κεραμικά όστρακα και θραύσματα μεταλλικών αντικειμένων), που εντοπίστηκαν στους μικρού σχετικά διαμετρήματος πυρήνες των γεωτρήσεων, πιθανώς να είναι μάρτυρες της ανθρώπινης παρουσίας των κατοίκων των Φωκικών πόλεων στο ιερό της Ίσιδος κατά τη διάρκεια των εορτών, είτε ακόμη του νεώτερου οικισμού της Λέδοντος. Βέβαιον είναι, ότι το θέμα αυτό χρήζει περαιτέρω έρευνας, προς αποσαφήνιση σοβαρών κενών της ιστορίας της Φωκίδας που δημιουργούνται από την έλλειψη ακρίβειας των θέσεων των οικισμών.

Εάν η υπόθεση θεωρηθεί ορθή, τότε μπορεί να αποτολμηθεί, με βάση τα βάθη του ορίζοντα κατοίκησης, ο υπολογισμός του ρυθμού ιζηματογένεσης των αποθέσεων του Βοιωτικού Κηφισού στην περιοχή αυτή. Εφ' όσον η μετανάστευση των κατοίκων πραγματοποιήθηκε από το έτος 346 π.Χ. και μετά (2.350 έτη από σήμερα) και με δεδομένα τα βάθη εντοπισμού των κεραμικών οστράκων, ο μέγιστος ρυθμός ιζηματογένεσης στις θέσεις των γεωτρήσεων Β1, Β1΄, Β2, Β2΄, Β3, Β6 και Β6΄είναι αντίστοιχα 0,56 mm/έτος, 0,43 mm/έτος, 0,75 mm/έτος, 0,56 mm/έτος, 0,94 mm/έτος, 1,17 mm/έτος και 0,98 mm/έτος. Στις τέσσερις πρώτες γεωτρήσεις, όπου η πεδιάδα πλημμύρας εμφανίζει μεγάλο πάχος, ο μέσος ρυθμός ιζηματογένεσης είναι 0,57

mm/έτος, ενώ ο μέσος ρυθμός απόθεσης υλικών για τις επόμενες γεωτρήσεις, όπου κυριαρχούν υλικά μεγάλου κοκκομετρικού μεγέθους, ανέρχεται σε 1,03 mm/έτος. Η μέση τιμή των ρυθμών ιζηματογένεσης για το σύνολο των γεωτρήσεων είναι 0,90 mm/έτος. Για τη γεώτρηση Β3, το βάθος του ορίζοντα κατοίκησης προσδιορίστηκε από το σιδερένιο μεταλλικό θραύσμα, που βρίσκεται ψηλότερα από τα χάλκινα ελάσματα, τα οποία σύμφωνα με τους παραπάνω υπολογισμούς, θα πρέπει να έχουν ηλικία:

3350mm : 0,94mm/έτος=3.564 έτη (1.558 π. Χ.) και

4200mm : 0,94mm/έτος=4.468 έτη (2.462 π.Χ.),

εφ' όσον αυτά δεν έχουν μεταφερθεί εξ αιτίας της ποτάμιας δράσης και δεν προέρχονται από τάφους, οπότε το βάθος παύει να είναι ορθό και τα ευρήματα θα είναι νεώτερης ηλικίας.

10.3.3. Ευρήματα στην τομή ΓΓ΄.

Στην τομή ΓΓ΄ (πεδιάδα Θουρίου-Προσηλίου) εντοπίστηκαν αρχαιολογικά ευρήματα στις γεωτρήσεις Γ1΄, Γ5, Γ10 και Γ11.

Το κεραμικό θραύσμα της γεώτρησης Γ1΄ βρέθηκε σε βάθος 300cm, που βάσει του ρυθμού ιζηματογένεσης, που προσδιορίστηκε από το δείγμα απανθρακωμένου φυτικού λειψάνου της γεώτρησης Γ1 (§ 9.2.6.2), υπολογίστηκε ότι αντιστοιχεί σε ηλικία 3.488 έτη από σήμερα, δηλαδή στο έτος 1.538 π.Χ..

Το κεραμικό θραύσμα της γεώτρησης Γ5, βρίσκεται στον ορίζοντα άροσης του εδαφικού ορίζοντα και είναι προφανώς σύγχρονο.

Το κεραμικό θραύσμα της γεώτρησης Γ10, βρέθηκε σε βάθος 270cm, που αντιστοιχεί σε ηλικία 3.140 έτη από σήμερα, δηλαδή στο έτος 1.190 π.Χ..

Στη γεώτρηση Γ11 βρέθηκε σε πολλές θέσεις σωρεία κεραμικών θραυσμάτων, το παλαιότερο των οποίων βρέθηκε σε βάθος 315cm και αντιστοιχεί σε ηλικία 3.663 ετών από σήμερα (1950 μ.Χ.) και μετά από αναγωγή, στο έτος 1.713 π.Χ., ηλικία παρόμοια με αυτή του κεραμικού οστράκου της γεώτρησης Γ1΄. Στη θέση της γεώτρησης Γ11, η κατοίκηση από το έτος αυτό μέχρι σήμερα είναι συνεχής. Το οστό του σπονδυλωτού, που πιθανώς να είναι και ανθρώπινο και να υποδεικνύει τη θέση παλαιού νεκροταφείου, βρέθηκε σε βάθος 146cm, μαζί με κεραμικά θραύσματα και ο θάνατος του κατόχου του αντιστοιχεί στο έτος 252 μ.Χ. (1697 έτη από σήμερα), στη διάρκεια δηλαδή της Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας. Η συνύπαρξη πολλών θραυσμάτων κεραμικών με το θραύσμα οστού στο βάθος αυτό, σε συνδυασμό με τα υπόλοιπα ευρήματα στον πυρήνα της γεώτρησης αυτής και του κεραμικού οστράκου της γεώτρησης Γ10, δεν αποκλείει την ύπαρξη τάφου ρωμαϊκών χρόνων στη θέση αυτή, που ίσως θα πρέπει να αναζητηθεί με τη χρήση άλλων μεθόδων οι οποίες θα πρέπει να επεκταθούν πιθανώς στην ευρύτερη περιοχή νότια του δημοτικού διαμερίσματος Προσηλίου του Δήμου Χαιρώνειας.

10.4. Συμπεράσματα.

Από τη σύγκριση των βιβλιογραφιών δεδομένων, που αφορούν την περιοχή έρευνας και αναφέρονται στους: Όμηρο, Ησίοδο, Παυσανία, Στράβωνα, Sotiriadis (1905), Stamphuss (1942), Κορόζο (1952), Smidt (1965), Knauss et al. (1984), Ανδρειωμένου (1985), Heinrich (1988), Τζαβέλα-Evjen (1988 και 1992), Παπαχατζή (1992), Knauss (1995), Μέλιο (1996), Ανδρίκου (1998), Γρυπάρη κ.α. (1999), Σαμσών και Ιωακείμ (2000) και Mariolakos et al. (2001) προκύπτει ότι:

1. Η περιοχή της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού και της λίμνης Κωπαΐδας κατοικείται αδιάκοπα τουλάχιστον από την ύστερη παλαιολιθική περίοδο. Βρέθηκαν δείγματα κατοίκησης, που τοποθετούνται χρονικά στην Ωρινάκια πολιτισμική φάση της νεώτερης παλαιολιθικής περιόδου (20.000 π.Χ.-10.300 π.Χ.), στη Νεολιθική εποχή, η κεραμική φάση της οποίας αρχίζει από την αρχή της 6ης π.Χ. χιλιετίας, στη διάρκεια της 5ης π.Χ. χιλιετίας (μέση Νεολιθική εποχή), και στη χρονική διάρκεια 4.400-4.000 π.Χ., όπου η κατοίκηση στην Κωπαΐδα και στην περιοχή του κάτω ρου του Κηφισού, είναι πλέον πυκνή, όχι μόνο σε σπήλαια αλλά και υπαίθρια.
2. Κατά τη διάρκεια της 4ης π.Χ. χιλιετίας η κατοίκηση επεκτάθηκε ραγδαία και στην εποχή της μέσης χαλκοκρατίας, οι Μινύες αποξήραναν τη λίμνη. Την εποχή αυτή ο Βοιωτικός Κηφισός έφτανε στη λίμνη μέσω κλάδων, που είτε εξέβαλλαν απ' ευθείας στη λίμνη είτε διαιρούνταν και επανενώνονταν ή ενώνονταν με άλλους ποταμούς πριν καταλήξουν στη λίμνη. Ίχνη ύπαρξης ενός παλαιού κλάδου του Βοιωτικού Κηφισού, που δείχνει τη διαίρεση της ροής του στην περιοχή αυτή, εντοπίστηκε στην περιοχή μεταξύ των γεωτρήσεων Γ4 και Γ5.
3. Η περιοχή κατοικήθηκε και στη Μεσοελλαδική εποχή αλλά και αργότερα σε εποχές που αντιστοιχούν στην αρχαιότατη Χαιρώνεια I, II, III και στα ύστερο-γεωμετρικά-αρχαϊκά και κλασσικά χρόνια. Κατά τη διάρκεια αυτών των περιόδων ο ποταμός ήταν περισσότερο απομακρυσμένος από τις νότιες υπώρειες του όρους Ακόντιο, προς τη Χαιρώνεια, ενώ η περιοχή ανατολικά του οικισμού Ρωμέϊκο, ήταν χέρσος στη διάρκεια της ύστερης πρωτογεωμετρικής περιόδου. Το γεγονός ότι ο ποταμός την εποχή, που προαναφέρθηκε ήταν σε θέσεις νοτιότερες από τη σημερινή και μετακινήθηκε προς Βορρά, συμπίπτει και με τα συμπεράσματα του 9ου κεφαλαίου (§ 9.6.20).
4. Από τον 15ο μ.Χ. αιώνα μέχρι την εποχή της αποξήρανσης της λίμνης υπήρχε ένας μόνο κλάδος του Κηφισού, που εξέβαλλε απ' ευθείας στη λίμνη κοντά στην περιοχή του Ορχομενού και μόνο κατά τη διάρκεια πλημμυρών άλλος κλάδος του, τροφοδοτούσε το έλος του Αγίου Δημητρίου.

Από τις παλυνολογικές και παλαιοκλιματολογικές μελέτες, που πραγματοποίησε ο Bintliff (1977) και οι Σαμσών και Ιωακείμ (2000) συνάγεται ότι:

1. Το κλίμα μεταξύ των ετών 20.000 π.Χ.-10.300 π.Χ. ήταν ξηρό και ψυχρό, η στάθμη της λίμνης χαμηλή και η βλάστηση στεπώδης και αραιή.

2. Από το 9.000 π.Χ. μέχρι το 6.000 π.Χ., η στέπα μετατράπηκε σε δάσος οξυάς και το κλίμα έγινε θερμότερο και υγρό.
3. Περίπου στο δεύτερο μισό της 5ης π.Χ. χιλιετίας, διαπιστώνεται η ύπαρξη δρυός και πεύκης καθώς και αύξηση του πληθυσμού των ποωδών φυτών.
4. Από το 4.400-4.000 π.Χ., η προσπάθεια επέκτασης της κτηνοτροφίας από τον άνθρωπο οδήγησε σε αποψίλωση των δασών και δραστική μείωση των δρυών.
5. Κατά τη διάρκεια της 4ης π.Χ. χιλιετίας, η λίμνη αν και έχει ρηχεύσει αρκετά, προμηθεύει με οστρεοειδή και αλιεύματα τους κατοίκους.
6. Κατά την περίοδο, που οι Μινύες αποξήραναν τη λίμνη (μέση χαλκοκρατία), επικράτησαν είδη που επιβιώνουν σε υγρές συνθήκες, όπως *Typha, Sparganium και Cyperaceae*.

Με βάση τα αρχαιολογικά ευρήματα (θραύσματα κεραμικών, θραύσματα οστών και θραύσματα μεταλλικών αντικειμένων), που βρέθηκαν στους πυρήνες των γεωτρήσεων, τα αποτελέσματα της ραδιοχρονολόγησης απανθρακωμένου φυτικού λειψάνου από τη γεώτρηση Γ1 (§ 9.2.6.2) και τις αναφορές των: Ηροδότου, Παυσανία, Leake (1835), Κρέμμου (1878), Αραβαντινού (1893), Σωτηριάδη (1909), Παπαδημητρίου (1984), Lolling (1989) και Παπαχαντζή (1992) συνάγονται τα παρακάτω συμπεράσματα:

1. Η ύπαρξη κεραμικών οστράκων στις γεωτρήσεις της περιοχής του Σιδηροδρομικού Σταθμού Λιλαίας σε συνδυασμό με τον τρόπο κίνησης του ποταμού (§ 9.5) πιστοποιούν πιθανώς την ανθρώπινη κατοίκηση σε τμήμα της περιοχής, βόρεια της ενεργής κοίτης του ποταμού, στην επιφάνεια του αλλουβιακού ριπιδίου της Δρυμαίας.
2. Τα ευρήματα στις γεωτρήσεις της τομής ΒΒ΄ (κεραμικά όστρακα, χάλκινα και σιδηρά θραύσματα) πιστοποιούν ορίζοντα κατοίκησης παλαιότερων πολιτισμών, σε θέσεις εκτός της ενεργής κοίτης, τόσο στο νότια ευρισκόμενο αλλουβιακό ριπίδιο της Τιθορέας, όσο και στο αλλουβιακό ριπίδιο του Μοδίου. Πιθανολογείται η ύπαρξη στην περιοχή αυτή του οικισμού της Λέδοντος, η ακριβής θέση του οποίου είναι μέχρι σήμερα άγνωστη, είτε απλώς ένας χώρος καταυλισμού των κατοίκων των Φωκικών πόλεων στο ιερό της Ίσιδος κατά τη διάρκεια εορτών. Το θέμα αυτό χρήζει περαιτέρω έρευνας, προς αποσαφήνιση ιστορικών κενών της ιστορίας της Φωκίδας.
3. Στην περιοχή της πεδιάδας Θουρίου-Προσηλίου εντοπίστηκαν αρχαιολογικά ευρήματα στις γεωτρήσεις Γ1΄, Γ5, Γ10 και Γ11, που πιστοποιούν, βάσει του ρυθμού ιζηματογένεσης στην περιοχή αυτή, την ανθρώπινη κατοίκηση από το έτος 1.950 π.Χ.. Η κατοίκηση, τουλάχιστον στο βόρειο τμήμα της πεδιάδας ήταν συνεχής, πιθανολογείται δε λόγω της ύπαρξης οστών, η ύπαρξη παλαιού νεκροταφείου της περιόδου επικράτησης της Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας, που ίσως θα πρέπει μελλοντικά να αναζητηθεί.

11. Συμπεράσματα.

Η γεωφυσική έρευνα συνέβαλε στην αναγνώριση των ρηγμάτων, που είναι υπεύθυνα για τη σημερινή γεωλογική δομή της πεδινής περιοχής της υδρογεωλογικής λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού. Συγκεκριμένα αναγνωρίστηκαν τα ρήγματα της Αμφίκλειας και της Δαύλειας, που είναι υπεύθυνα για την οριοθέτηση του άνω, μέσου και κάτω ρου του ποταμού. Το ρήγμα της Αμφίκλειας προκάλεσε την ταπείνωση του βασικού επιπέδου, τη δημιουργία της επιγενετικής κοιλάδας της Αμφίκλειας στην ανυψωμένη βάση του ρήγματος και τον εγκιβωτισμό του ποτάμιου ρεύματος σ' αυτήν, ενώ η βύθιση της οροφής του ρήγματος αυτού δημιούργησε το βύθισμα της λεκάνης Τιθορέας-Ελάτειας, εκατέρωθεν της οποίας σχηματίστηκαν αλλουβιακά ριπίδια και το βύθισμα της περιοχής της πεδιάδας Ανθοχωρίου. Το ρήγμα της Δαύλειας προκάλεσε το σχηματισμό της βαθιάς λεκάνης του κάτω ρου του ποταμού και της λίμνης Κωπαΐδας. Επί πλέον αναγνωρίστηκαν αρκετά μικρότερα ρήγματα παράλληλα με τη διεύθυνση του Βοιωτικού βυθίσματος, νότια του Ακοντίου όρους, στο στενό των Παραποταμίων, μεταξύ του Φιλοβοιωτού όρους και του λόφου Κουκούλι, μεταξύ του λόφου Κουκούλι και του Υφαντείου όρους, δυτικά του λόφου Κουκούλι και στην περιοχή Κάτω Καλυβιών.

Στο ανάντη τμήμα του μέσου ρου του Βοιωτικού Κηφισού ποταμού (Κάτω Καλύβια Τιθορέας) κάτω από τις μικρού πάχους ποτάμιες αποθέσεις και τα πλειστοκαινικά στρώματα, διαπιστώθηκε η ύπαρξη νεογενούς μάργας, η οποία υπέρκειται του ασβεστολιθικού υποβάθρου. Χαμηλότερα και μέχρι την περιοχή Αγίας Παρασκευής οι αποθέσεις του ποταμού έχουν μεγαλύτερο πάχος, ενώ η πλήρωση της λεκάνης συντελείται και από αδρομερή υλικά του ριπιδίου του Παρνασσού (νότια) και λεπτόκοκκα υλικά του Καλλιδρόμου όρους (βόρεια), τα οποία υπέρκεινται επίσης της μάργας του Νεογενούς, που αναπαύεται στο ασβεστολιθικό υπόβαθρο. Στις τεκτονικές τάφρους του κατάντη τμήματος του μέσου ρου (μεταξύ του λόφου Κουκούλι Βασιλικών και του Φιλοβοιωτού όρους και στο στενό των Παραποταμίων) τα πλειστοκαινικά στρώματα κάτω από τα λεπτόκοκκα υλικά της πεδιάδας πλημμύρας έχουν αποτεθεί απ' ευθείας πάνω στον ασβεστόλιθο του υποβάθρου. Η έλλειψη των νεογενών αποθέσεων στις θέσεις αυτές, εάν δεν οφείλεται στην απομάκρυνσή τους λόγω διάβρωσης μετά τη δημιουργία των ρηγμάτων που τεμάχισαν το Βοιωτικό βύθισμα στη διάρκεια του Τεταρτογενούς, δηλώνει ότι οι τάφροι αυτές δεν αποτελούσαν κατά το Νεογενές τον πυθμένα λίμνης, αλλά ίσως να αποτελούσαν τα νοτιοανατολικά όριά της. Τα υλικά μεταφοράς, που έχουν αποτεθεί στο κατάντη τμήμα του μέσου ρου και στην περιοχή του κάτω ρου είναι γενικά λεπτότερα από των άλλων βυθισμάτων.

Η πορεία του Βοιωτικού Κηφισού ποταμού στη λεκάνη Τιθορέας-Ελάτειας καθορίστηκε από τον ανταγωνισμό της προέλασης των ριπιδίων του Παρνασσού και του Καλλιδρόμου όρους προς το κέντρο της κοιλάδας. Στην περιοχή μεταξύ Κάτω Καλυβιών και Τιθορέας ο ρυθμός ιζηματογένεσης είναι μεγαλύτερος

από το ρυθμό βύθισης και ο ποταμός μετακινήθηκε προς Βορρά. Στην περιοχή βόρεια της Αγίας Παρασκευής η κοίτη του ποταμού μετακινήθηκε προς Νότο, εξ αιτίας των προσχώσεων, που μεταφέρθηκαν στη βόρεια όχθη του ποταμού από το Φελόρεμα σε συνδυασμό με την έλλειψη παροχής υλικού από το Νότο.

Στην περιοχή Βασιλικών ο ποταμός κινείται βόρεια του ασβεστολιθικού λόφου Κουκούλι λόγω της ύπαρξης ρήγματος δυτικά του λόφου, με αποτέλεσμα ο ρυθμός βύθισης να είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό ιζηματογένεσης και ο ποταμός να μη μπορεί να μεταναστεύσει νότια. Στην περιοχή μεταξύ των λόφων Κουκούλι και Προφήτη Ηλία ο ποταμός υποχρεώνεται να κινηθεί δυτικά, πολύ κοντά στο λόφο Κουκούλι λόγω τεκτονικών αιτίων.

Στην περιοχή βόρεια του στενού των Παραποταμίων η κοίτη του ποταμού μετατοπίστηκε ανατολικότερα από την αρχική του θέση και απέκτησε μαιανδρικό σχήμα, εξ αιτίας της συσσώρευσης προσχώσεων στο στόμιο της λεκάνης.

Στο στενό των Παραποταμίων η κοίτη του Κηφισού έχει μετατοπιστεί βορειοανατολικά λόγω μεγαλύτερου ρυθμού ιζηματογένεσης από το ρυθμό βύθισης στο δυτικό τμήμα της τάφρου.

Στην περιοχή της πεδιάδας Αγίου Βλασίου ο Βοιωτικός Κηφισός ποταμός και ο παραπόταμος Μαυρονέρι κινούνται σε δυο ανεξάρτητα βυθίσματα, που χωρίζονται πιθανώς από ένα κέρας, που δημιουργήθηκε κατά τη διάρκεια της ιζηματογένεσης. Το νότιο τμήμα της κοιλάδας προσχώνεται εξ αιτίας των παραποτάμων Πλατανιάς και Μεραναίος, ενώ στο βόρειο τμήμα του ο ρυθμός βύθισης είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό ιζηματογένεσης. Ο ποταμός στην περιοχή αυτή μετακινήθηκε προς Βορρά.

Στην περιοχή μεταξύ Χαιρώνειας και Προσηλίου οι συνθήκες ιζηματογένεσης και τεκτονισμού βρίσκονται σε ισορροπία με αποτέλεσμα να μην παρατηρείται μετατόπιση της κοίτης του ποταμού. Στο κεντρικό τμήμα του πεδίου της Χαιρώνειας εντοπίστηκε κάτω από τις σύγχρονες χαλαρές αποθέσεις φλύσχης, ο οποίος υπέρκειται του ασβεστολιθικού υποβάθρου και λειτούργησε στο παρελθόν ως φραγμός ροής του ρεύματος, με αποτέλεσμα το σχηματισμό λίμνης στο δυτικό τμήμα με έντονη παροχή αδρομερούς ιζήματος από τα περιθώρια.

Στην περιοχή Ρωμέικου, η κοίτη του ποταμού μετακινήθηκε από το Νότο προς το Βορρά είτε εξ αιτίας πρόσχωσης της κοίτης από ιζήματα, είτε γιατί λόγω τεκτονικής, δημιουργήθηκαν συνθήκες ιζηματογένεσης περισσότερο έντονες από το ρυθμό βύθισης.

Από τη βιβλιογραφική μελέτη των υδρογεωλογικών δεδομένων της περιοχής έρευνας προκύπτει ότι το μέσο ετήσιο ύψος βροχοπτώσεων στη λεκάνη του Βοιωτικού Κηφισού κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 550mm και 2200mm. Ο συνολικός όγκος νερού που μεταφέρεται ετησίως και διέρχεται από το φράγμα αναρρύθμισης ΒΟΟΤ, στην έξοδο της λεκάνης της περιοχής έρευνας είναι περίπου 173×10^6 m^3/έτος.

Οι ποσότητες του νερού που απορρέουν, σε συνδυασμό με τα υπόλοιπα υδρογραφικά, υδρολογικά και υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά είναι υπεύθυνες για τη μεταφορά των ιζημάτων από τους ορεινούς όγκους

και τα υψηλότερα πεδία της λεκάνης προς το Κωπαϊδικό πεδίο. Από το νοτιοδυτικό τμήμα της περιοχής έρευνας προέρχεται μεγαλύτερο μέρος ιζημάτων μεταφοράς από ότι από το βορειοανατολικό μέρος και σε αυτό συντελούν οι βροχοπτώσεις, που είναι πολύ περισσότερες, οι παγετοί, που προκαλούν τη διάβρωση των πετρωμάτων μέσω διαρρήξεων που προκαλούν στη μάζα τους, οι χιονοπτώσεις, που καλύπτουν τους ορεινούς όγκους του νοτιοδυτικού τμήματος της περιοχής έρευνας επί μακρό χρονικό διάστημα στη διάρκεια του υδρολογικού έτους και προκαλούν τη διάβρωση των πετρωμάτων, οι χιονοστιβάδες που αποσπώνται κατά καιρούς από τις βόρειες κυρίως πλαγιές του Παρνασσού και προκαλούν απότομη και γρήγορη μεταφορά των υλικών προς τα χαμηλότερα σημεία της λεκάνης και οι πλημμύρες, που προέρχονται κυρίως από την νοτιοδυτική περιοχή, λόγω του συνδυασμού των βροχοπτώσεων, όταν αυτές μεταφέρονται από θερμές αέριες μάζες, με την ύπαρξη χιονιού στα ορεινά, με αποτέλεσμα τη μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων νερού και υλικών προς τη λεκάνη. Μια τέτοια μεγάλης έντασης πλημμύρα συνέβη κατά πληροφορίες το Νοέμβριο του έτους 1958 και προκάλεσε μεγάλες καταστροφές, λόγω ισχυρής διάβρωσης και μεταφοράς υλικών. Τα πεδία προσχώσεως υλικών στα όρη και στις εξόδους των ρευμάτων (ριπίδια και ριπιδιακοί κώνοι) που δημιουργούνται εξ αιτίας αυτού του γεγονότος προσφέρουν υλικά, τα οποία στη συνέχεια μεταφέρονται με τη δράση του νερού προς τις τοπογραφικά χαμηλότερες περιοχές.

Σύμφωνα με τις γεωμορφολογικές παρατηρήσεις, που αφορούν τη μορφή των κλίσεων των πρανών, των ράχεων και των κορυφών, την επικράτηση των κοιλάδων τύπου V με οξύληκτο πυθμένα και με κυρτή διατομή ή τύπου U με πεπλατυσμένο πυθμένα, των χαραδρών, των ρηγματογενών κοιλάδων, την ύπαρξη αλλουβιακών κώνων και ριπιδίων και των επιφανειών ισοπέδωσης, προκύπτει ότι στο νοτιοδυτικό τμήμα της περιοχής έρευνας (Γκιώνα, Παρνασσός, Ελικώνας) κυριαρχεί η διάβρωση κατά την κατακόρυφη έννοια, ενώ στο βορειοανατολικό τμήμα της περιοχής (οροσειρά Καλλιδρόμου–Χλωμού) η διάβρωση λειτουργεί κατά την οριζόντια διεύθυνση.

Οι χαράδρες και τα φαράγγια αντιπροσωπεύουν μορφές της οπισθοδρομούσας διάβρωσης.

Η επιγενετική κοιλάδα της περιοχής βόρεια της Αμφίκλειας σχηματίστηκε κατά τη διάρκεια του ανώτερου Πλειστόκαινου όταν ο Βοιωτικός Κηφισός κινούμενος μαιανδρικά πάνω σε πλειο-πλειστοκαινικές αποθέσεις σε περίοδο τεκτονικής ηρεμίας προκάλεσε τη διάβρωσή τους και τη μεταφορά των υλικών προς το Κωπαϊδικό βύθισμα. Ο τεμαχισμός του Βοιωτικού βυθίσματος κατά τη διάρκεια του Τεταρτογενούς προκάλεσε τη βύθιση της λεκάνης της Ελάτειας-Τιθορέας και την ταπείνωση του βασικού επιπέδου του Κηφισού ποταμού. Η ταπείνωση αυτή προκάλεσε τον εγκιβωτισμό του μαιάνδρου κατά τη διάρκεια του ανώτερου Πλειστόκαινου, ο οποίος αφού διέβρωσε τις χαλαρές αποθέσεις άρχισε να διαβρώνει τον ασβεστόλιθο του Ιουρασικού, δίνοντας έτσι στην κοιλάδα επιγενετικό χαρακτήρα. Η ύπαρξη μαιάνδρων στη λεκάνη Ελάτειας-Αμφίκλειας δείχνει ότι η περιοχή βρίσκεται σήμερα ξανά σε περίοδο τεκτονικής ηρεμίας.

Η διαπίστωση ύπαρξης παλαιών επιφανειών διάβρωσης (Κουρπαίικα, Ακόντιο, Ηδύλειο, Φιλοβοιωτός κ.λ.π.) σε υψόμετρο περίπου 300m, που δημιουργήθηκαν μετά από το Πλειόκαινο, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι, ο Βοιωτικός Κηφισός, που την εποχή αυτή έρεε επιφανειακά στο ενιαίο Βοιωτικό-Φωκικό βύθισμα, διέβρωσε τις νεογενείς αποθέσεις, που προέκυψαν μετά από τον τεμαχισμό του Βοιωτικού βυθίσματος και σχημάτισε τις επιφάνειες αυτές, όπως και τις U-ειδείς κοιλάδες της Δαύλειας μετά από το Νεογενές. Η σύλληψη του Κηφισού από τη λίμνη της Κωπαΐδας πραγματοποιήθηκε συγχρόνως με την απαρχή της δημιουργίας της κατά το Πλειστόκαινο.

Οι νεότερες καρστικές μορφές, που χαρακτηρίζουν την περιοχή έρευνας, είναι οι μικρές γλυφές, οι οποίες δημιουργούνται μέχρι σήμερα. Οι παλαιότερες είναι οι καλυμμένες μορφές γλυφών και η ηλικία τους τοποθετείται στο Πλειστόκαινο. Οι τεκτονικές αυλακώσεις και οι μεγάλες γλυφές θεωρούνται μεταπαγετικές καρστικές μορφές.

Οι κύριες μορφές αποκάρστωσης στις ασβεστολιθικές επιφάνειες που είναι καλυμμένες με terra-rossa είναι οι καρστικές οπές και οι υπεδάφιες τεκτονικές αυλακώσεις.

Οι μεγάλες καρστικές μορφές, που εντοπίστηκαν είναι οι δολίνες, οι ουβάλες, και τα σπήλαια.

Τα υλικά αποσάθρωσης μεταφέρονται από τα ρεύματα και αποτίθενται σε πεδία προσχώσεων μέσα στα όρη ή στις εξόδους των ρευμάτων με τη μορφή αλλουβιακών ριπιδίων. Το ριπίδιο της Τιθορέας άρχισε να σχηματίζεται κατά τη διάρκεια της πρώιμης έως μέσης Βούρμιας παγετώδους περιόδου κατά το ανώτερο Πλειστόκαινο.

Κατά μήκος της κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού εντοπίστηκε πληθώρα διαφορετικών ιζηματογενών αποθέσεων σε τμήματα ή σε ολόκληρο το μήκος του ρεύματος και συγκεκριμένα:

Από τις αποθέσεις αύλακας ροής εντοπίστηκαν υπολειμματικές αποθέσεις κοίτης σχεδόν σε ολόκληρο το μήκος του ρεύματος και ενδιάμεσοι φραγμοί σχεδόν όλων των τύπων (επιμήκεις, ημισεληνοειδείς, διαγώνιοι και εγκάρσιοι).

Από τις αποθέσεις περιθωρίων κοίτης εντοπίστηκαν ακραίοι φραγμοί στο τμήμα του ποταμού, από τη Λιλαία μέχρι την περιοχή του Σιδηροδρομικού Σταθμού Δαύλειας.

Από τις αποθέσεις πεδιάδας πλημμύρας εντοπίστηκαν αναβαθμίδες στο τμήμα του άνω ρου του ποταμού και μεμονωμένα σε τοπικό επίπεδο σε ορισμένες θέσεις του μέσου ρου.

Ιζηματογενείς δομές που παρατηρήθηκαν είναι: Κεραμιδωτή διάταξη κροκαλών και βοτρυοειδείς δομές, στο χαλικώδες τμήμα του άνω και του μέσου ρου του ποταμού, πεταλοειδείς μορφές, σε θέσεις, όπου κυριαρχούν αμμούχες αποθέσεις, συγκέντρωση κροκαλών σε θύλακες μεταξύ ογκολίθων στο εγκιβωτισμένο τμήμα του ποταμού και στις θέσεις, που το επιφανειακό στρώμα της χαλικώδους κοίτης είναι θωρακισμένο, νερόλακκοι σε όλη σχεδόν τη διαδρομή του άνω και μέσου ρου του ποταμού και σε ελάχιστες θέσεις του κάτω ρου, ρυτιδώσεις σε όλες τις θέσεις, όπου υπάρχουν αποθέσεις λεπτόκοκκης άμμου ή λεπτού πηλού

και επιφάνειες ξηρασίας με πολυγωνικές διαρρήξεις, κυρίως στο μαιανδρικό τμήμα του ποταμού της περιοχής Αγίας Παρασκευής και σε πολλές θέσεις του κάτω ρου.

Η μελέτη των ιστολογικών χαρακτηριστικών των χαλίκων κατά μήκος της κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού, έδειξε ότι:

Στο σύνολο της κοίτης του ποταμού κυριαρχούν σε ποσοστό συμμετοχής οι ασβεστολιθικοί κόκκοι και ακολουθούν σε συχνότητα οι ψαμμιτικοί κόκκοι, οι κόκκοι των εκρηξιγενών πετρωμάτων και οι κερατολιθικοί κόκκοι. Η μεταβολή της ποσοτικής παρουσίας των λιθολογιών αυτών με την απόσταση μεταφοράς σχετίζεται με την ανάμιξη από «εισροή νέου υλικού» και με την ανθρωπογενή παρέμβαση ενώ, από την περιοχή Τιθορέας μέχρι το Σ. Σ. Δαύλειας (Σ6-Σ10), η επί τοις % μεταβολή της λιθολογίας οφείλεται εκτός αυτών, στην τριβή και στη θραύση των μικρότερης αντοχής λιθολογικών τύπων. Οι μεταβολές των ποσοστών της λιθολογίας είναι πιο έντονες μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας Σ1-Σ4 και Σ5-Σ6, δηλαδή στην περιοχή εγκιβωτισμού του ποταμού και στις παρυφές του μεγάλου ριπιδίου της Τιθορέας.

Από την άποψη του κοκκομετρικού μεγέθους των κροκαλών της επιφάνειας της κοίτης, οι ασβεστολιθικές κροκάλες είναι οι μεγαλύτερες και ακολουθούν σε μέγεθος οι κερατολιθικές κροκάλες. Στην ενεργή κοίτη του ρεύματος ακολουθούν σε μέγεθος οι εκρηξιγενείς κροκάλες, ενώ οι μικρότερες όλων είναι οι ψαμμιτικές. Όταν όμως συμπεριλαμβάνονται και οι φραγμοί στην ενεργή κοίτη, τότε οι ψαμμιτικές κροκάλες είναι μεγαλύτερες από τις εκρηξιγενείς. Οι διαφορές στο μέγεθος των κροκαλών είναι αρκετά μεγάλες στους επτά πρώτους σταθμούς δειγματοληψίας, ενώ από τον όγδοο σταθμό και κάτω είναι ανεπαίσθητες. Το κοκκομετρικό μέγεθος των κροκαλών, αυξάνεται σημαντικά από σταθμό σε σταθμό στους τέσσερις πρώτους σταθμούς δειγματοληψίας, λόγω προσμίξεων εξ αιτίας πλευρικών πηγών τροφοδοσίας και στη συνέχεια μειώνεται μέχρι τον τελευταίο σταθμό δειγματοληψίας εξ αιτίας της εκλεκτικής ταξινόμησης, λόγω της μείωσης της κλίσης του ποταμού.

Οι περισσότερο στρογγυλοί κόκκοι είναι οι ψαμμιτικοί και ακολουθούν οι ασβεστολιθικοί, οι εκρηξιγενείς και οι κερατολιθικοί. Δεν παρατηρήθηκε κάποια ιδιαίτερη σχέση της στρογγύλωσης με την απόσταση μεταφοράς, εξ αιτίας πιθανώς του γεγονότος ότι οι κροκάλες όλων των λιθολογικών τύπων έχουν αποκτήσει τις μέγιστες τιμές των βαθμών στρογγύλωσης πριν από τον πρώτο σταθμό δειγματοληψίας και πριν από τις συμβολές των παραποτάμων με το κύριο ρεύμα.

Σε γενικές γραμμές οι κερατολιθικοί κόκκοι εμφανίζουν τον καλύτερο βαθμό σφαιρικότητας, ενώ τη μικρότερη σφαιρικότητα έχουν οι ψαμμιτικοί κόκκοι. Δεν παρατηρήθηκε κάποια σχέση της σφαιρικότητας των κροκαλών με την απόσταση μεταφοράς, λόγω εκλεκτικής ταξινόμησης.

Από τα σχήματα των κροκαλών κυριαρχούν οι δισκοειδείς κροκάλες και ακολουθούν σε συχνότητα εμφάνισης οι σφαιρικές, οι ραβδόμορφες και οι πλατυσμένες. Κατά μήκος της ενεργής κοίτης οι σφαιρικές και οι πλατυσμένες κροκάλες δείχνουν να μειώνονται, ενώ οι δισκοειδείς και οι ραβδοειδείς κροκάλες δε

δείχνουν κάποια συστηματική μεταβολή με την απόσταση μεταφοράς. Όταν συμπεριλαμβάνονται και οι φραγμοί στο σύνολο των συλλογών του κάθε σταθμού δειγματοληψίας, δε φαίνεται κάποια συστηματική μεταβολή κάποιου σχήματος με την απόσταση μεταφοράς, πλην των σφαιρικών κροκαλών, που δείχνουν να μειώνονται ελαφρά.

Στους τρεις πρώτους σταθμούς δειγματοληψίας, παρατηρείται αύξηση του κοκκομετρικού μεγέθους του υπο-επιφανειακού υλικού των συλλογών της ενεργής κοίτης αλλά και του συνόλου των δειγματοληψιών. Από τον τρίτο μέχρι τον τελευταίο κατάντη σταθμό δειγματοληψίας, οι τιμές του αριθμητικού μέσου μειώνονται γραμμικά και το γεγονός αυτό οφείλεται στην εκλεκτική ταξινόμηση εξαιτίας της μείωσης της κλίσης του ποταμού.

Οι μεταβολές της ασυμμετρίας, της κύρτωσης και της ταξινόμησης δεν εξαρτώνται από την απόσταση μεταφοράς, ούτε από το ρυθμό μεταβολής του υψομέτρου των σταθμών δειγματοληψίας. Στους τελευταίους σταθμούς, οι τιμές της σταθερής απόκλισης, εμφανίζουν περιοδική μεταβλητότητα. Σε όλα τα δείγματα που αναλύθηκαν, παρατηρήθηκε μειωμένη τιμή της εκατοστιαίας συμμετοχής του κλάσματος των 2mm, το οποίο σε κανένα δείγμα δεν αποτίθεται σαν επικρατούσα κλάση.

Οι μεταβολές, τις οποίες υπέστη η κοίτη του Βοιωτικού Κηφισού στη διάρκεια των ετών 1945-1986 οφείλονται κατά κύριο λόγο σε ισχυρή πλημμύρα, η οποία συνέβη το έτος 1958 και προκάλεσε ανατροπή της ισορροπίας της ποτάμιας διεργασίας και στην μετέπειτα προσπάθεια του ποταμού να επανέλθει στην αρχική του θέση, ενώ δεν έλειψαν και οι μεταβολές, που οφείλονται στη μαιανδρική δράση, εξ αιτίας των φυσικών διεργασιών. Είναι συνήθης η απονέκρωση μαιανδρικών βρόγχων, εξ αιτίας των πολύ μεγάλων ταχυτήτων του νερού κατά τις πλημμύρες και η παραγωγή νέων βρόγχων κατάντη. Δευτερευόντως, καταγράφηκαν πολλές αλλαγές στην πορεία του ρεύματος, που οφείλονται στην προσπάθεια μαιανδρισμού του ποταμού. Στη διάρκεια των ετών αυτών δεν παρατηρήθηκε κάποια συνολική μετατόπιση της κοίτης του ρεύματος προς κάποια κατεύθυνση, ίσως επειδή δεν είναι δυνατή η ανίχνευση κάποιας συνολικής τάσης μετατόπισης του ρεύματος σε μια τόσο σύντομη χρονική διάρκεια.

Οι όποιες αλλαγές, οι οποίες συνέβησαν κατά την τριετία 2002-2004 οφείλονται στην προσπάθεια του ποταμού να εκφράσει καλύτερα το μαιανδρισμό του στις θέσεις παρατήρησης, στη διαφορά σκληρότητας των πετρωμάτων των όχθων και στις ανθρωπογενείς παρεμβάσεις. Η τάση μαιανδρισμού είναι εμφανής ακόμη και στο από το 1992 ευθύ διαμορφωμένο ποτάμιο τμήμα του κάτω ρου του ποταμού, ασχέτως αν η τάση αυτή δεν έχει άμεσα αποτελέσματα λόγω της προστασίας των πρανών με συρματοκιβώτια σε διάφορες θέσεις και στη συστηματική συντήρηση (καθαρισμό) της κοίτης.

Η ραδιοχρονολόγηση δείγματος απανθρακωμένου φυτικού λειψάνου, που λήφθηκε από το βάθος των 456cm της γεώτρησης Γ1, έδειξε ότι η ηλικία του δείγματος που είναι 3.520-3.350 έτη π.Χ. ή 5.470-5.300 έτη

από σήμερα (1950 μ.Χ.), που αντιστοιχεί στην εποχή του χαλκού. Με αναγωγή της ηλικίας αυτής στο βάθος λήψης του δείγματος, προκύπτει ότι ο μέσος ρυθμός ιζηματογένεσης της περιοχής είναι 0,86mm/έτος.

Η ορυκτολογική ανάλυση αργιλικών κλασμάτων των δειγμάτων της γεώτρησης Γ5 έδειξε ότι οι αυξομειώσεις των ποσοστών συμμετοχής του Μοντμοριλλονίτη και του Ιλλίτη δεν οφείλονται σε μετατροπή του ενός στο άλλο, ούτε στην υδραυλική ταξιθέτηση αλλά στην εμφανιζόμενη ποικιλότητα των μητρικών πετρωμάτων της πηγής τροφοδοσίας.

Στις γεωτρήσεις, που πραγματοποιήθηκαν στην τομή ΑΑ΄ (περιοχή Σ.Σ. Λιλαίας) προσδιορίστηκαν περιβάλλοντα απόθεσης ιλυορροής, δεβριτικές αποθέσεις, “proximal” και “distal ” θέσεις πλημμυρικών πεδίων και απόθεση ιζημάτων αύλακας ροής. Από τη σύγκριση των περιβαλλόντων απόθεσης των γεωτρήσεων της τομής αυτής, προκύπτει ότι ο Βοιωτικός Κηφισός ποταμός, στην περιοχή του Σ. Σ. Λιλαίας μετακινήθηκε κατά τη διάρκεια του ανώτερου Ολοκαίνου προς Νότο.

Τα περιβάλλοντα απόθεσης, που προσδιορίστηκαν στις γεωτρήσεις της τομής ΒΒ΄ (περιοχή Παλαιοθηβών) είναι ιλυοροές, που προέρχονται από το αλλουβιακό ριπίδιο της Τιθορέας, αποθέσεις πλημμυρικών πεδίων και αποθέσεις ιζημάτων αύλακας ροής. Στην περιοχή αυτή ο Βοιωτικός Κηφισός δείχνει ότι κατά τη διάρκεια του ανώτερου Ολοκαίνου εμφανίζει τάση μετανάστευσης προς Νότο. Η τάση αυτή οφείλεται στη μαιανδρική δράση, εφ’ όσον, όπως έδειξε η γεωφυσική έρευνα, ο ποταμός στην περιοχή αυτή μετακινείται γενικά βόρεια.

Στην τομή ΓΓ΄ (πεδιάδα Χαιρώνειας), τα υλικά προέρχονται από απόθεση ιζημάτων αύλακας ροής και από αποθέσεις πλημμυρικών πεδίων σε “proximal” και “distal ” θέσεις. Σε θέσεις της πεδιάδας πλημμύρας σχηματίζονταν ενίοτε τοπογραφικά χαμηλά, στα οποία αναπτύσσονταν μικρής έκτασης υδάτινες επιφάνειες (τέλματα ή βάλτοι), τα οποία δέχονταν υλικά από τις πλημμύρες του ποταμού και εξαφανίζονταν σταδιακά και στις οποίες αναπτύχθηκαν αποικίες οργανισμών γλυκέων υδάτων (*Poiretia cornea*, *Valvata piscinalis*, *Cyprideis*, *Ilyocypris* και χαρόφυτα).

Στην περιοχή της πεδιάδας της Χαιρώνειας ο ποταμός μετακινήθηκε από την αρχή της 8ης π.Χ. χιλιετίας μέχρι το έτος 600 μ.Χ. από Νότο προς Βορρά με ρυθμό μετανάστευσης 60,46 mm/έτος και στη συνέχεια μετακινήθηκε ασυνεχώς στη σημερινή του θέση, προς Νότο. Η προς Βορρά μετανάστευση της κοίτης διαπιστώθηκε και από τα δεδομένα της γεωφυσικής έρευνας.

Η περιοχή αυτή χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη ασβεστιτικών συγκριμάτων, τα οποία σχηματίστηκαν σε εποχές θερμού και ξηρού κλίματος. Η ύπαρξη μεγάλων ποσοστών ασβεστιτικών συγκριμάτων, που μειώνονται προς τα πάνω μεταξύ των βαθών 466cm-340cm και 312cm-151cm, στη γεώτρηση Γ5 οφείλεται μάλλον στις ξηρασίες του 8ου π.Χ. αιώνα και του 5ου μ.Χ. αιώνα.

Στη θέση της γεώτρησης Γ11, διαπιστώθηκε συνεχής ανθρώπινη κατοίκηση από το έτος 1950 π.Χ. μέχρι σήμερα. Οστό σπονδυλωτού, που βρέθηκε σε βάθος 146cm είναι μάλλον ανθρώπινο και υποδεικνύει πιθανώς τη θέση παλαιού νεκροταφείου από την εποχή της Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας.

Η περιοχή της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού και της λίμνης Κωπαΐδας, όπως προκύπτει από τις βιβλιογραφικές αναφορές, κατοικείται αδιάκοπα από την ύστερη παλαιολιθική περίοδο σε ένα κλίμα που ήταν κατά αρχήν ξηρό και ψυχρό (στέπα 20.000 π.Χ.-10.300 π.Χ.) μετατράπηκε σε θερμότερο και υγρό (9.000 π.Χ. μέχρι το 6.000 π.Χ.), έγινε ξανά ξηρό στο δεύτερο μισό της 5ης π.Χ. χιλιετίας, όπου διαπιστώνεται η ύπαρξη δρυός και πεύκης καθώς και αύξηση του πληθυσμού των ποωδών φυτών, ώστε κατά τη διάρκεια της 4ης π.Χ. χιλιετίας, η λίμνη έχει ρηχεύσει αρκετά και στην εποχή της μέσης χαλκοκρατίας επικράτησαν είδη που επιβιώνουν σε υγρές συνθήκες, όπως *Typha, Sparganium και Cyperaceae*.

Διαπιστώθηκε η ανθρώπινη κατοίκηση στην επιφάνεια του αλλουβιακού ριπιδίου Δρυμαίας της περιοχής του Σιδηροδρομικού Σταθμού Λιλαίας σε τμήμα της περιοχής βόρεια της ενεργής κοίτης του ποταμού, πολλά ευρήματα ανθρωπογενούς προέλευσης παλαιότερων πολιτισμών στην περιοχή Παλαιοθηβών, που πιστοποιούν πιθανώς την ύπαρξη αρχαίου οικισμού στη θέση αυτή και αρχαιολογικά ευρήματα στην περιοχή της πεδιάδας Θουρίου-Προσηλίου που πιστοποιούν, την ανθρώπινη κατοίκηση τουλάχιστον από το έτος 1.950 π.Χ..

12. Synopsis.

Theme of Thesis: Holocene Deposition Environments and the Recent Sedimentology in Boeotian Kiphisos River.

The study area is located in the central section of Eastern Sterea Hellas (Central Greece). It is surrounded westwards by the mountains Giona and Oiti, southwest and southerly by the mountains Parnassus and Helikon, southeastwards by the mount Thurion, north and northeastwards by the mountains Kallidromon and Sphiggion and eastwards by the mountains Chlomon, Hyfantion and Akontion. It covers an area of about 1.158 km² and administratively comes under the counties Boeotia, Phokis and Fthiotis.

The Boeotian Kiphisos River has a total length of 102km and is the main stream of the homonymous hydrological basin. It springs from the mountains Parnassus and Kallidromon, crosses the plains Gravia-Bralos-Amphikleia, Elateia-Tithorea and Dauleia-Chaironia, runs through technical canals from the drained Kopais Lake and discharges at Hyliki Lake, through the tunnel of Akraifnion area.

The part of the stream that has been studied has a length of 55km and is located between a latitude of 38 40΄ 4΄΄ 51,89 N and 22 32΄ 55΄΄ 16,13 E (station Lilaia) as well as a latitude 38 29΄ 21΄΄ 4,87 N and 22 57΄ 34΄΄ 24,52 E (Boot dam, Orchomenos area).

The aim of this thesis is to provide: i. A qualitative and quantitative description of histological characteristics of the recent fluvial sediments of Kiphisos stream channel ii. Observation changes of these characteristics along the river streambed iii. Causes that generate these changes iv. The study of midbars and pointbars as well as their changes.

It also studies the riverbed movements during the last 60 years, at specific sections, and the reasons caused these lateral migrations and the description as well as the interpretation of the development of the depositional environments of the basin sediments in the late Holocene period, and attempt of defining the riverbed migration locations in this period.

The projective of this study is the application of the conclusions to: i. Agrarian economy, ii. Archaeological research, iii. The section of environmental protection, in landplaning, in the politics of avoidance of natural catastrophes, iv. Hydrogeology, v. development of modern build-up areas and vi. Designation of extraction locations from proper positions, so as to avoid unexpected changes in the stream heading or reversely to be achieve desirable changes to defined directions.

From the geological point of view, the study area is consisted by rocks of the geotectonic zones Parnassus-Giona and Eastern Hellas (Subpelagonic), while it also includes rocks from the Boeotian zone. Moreover it contains tertiary and quaternary sediments. The boundries of all these geotectonic zones are tectonic.

The Parnassus-Giona zone contains dolomites, limestones, dolomitic limestones, flysch (conglomerates, sandstones, and clay shale) and bauxites. The Boeotian zone consists of conglomerates, sandstones, ofiolites and clay-marl shale with limestone or cherts layers. The rocks of the Subpelagonic zone are dolomitic limestones, dolomites, schist and cherts (clay shale in alternation with cherts, sandstones and limestones), ofiolites, limestones, flysch and bauxites.
The Neogene's sediments have limnetic and marine origin. They Include marl, marly limestone, conglomerates, sandstones and clays.
The Holocene sediments include lacustrine and fluvial deposits, alluvial illuviations, colluvial deposits, slope fan debris and limestone dissolution production (terra rossa). They consist of clay, silt, sand, pebbles etc.
The Boeotian Kiphisos River flows inside of Boeotian-Phokean fault graben, which was formed by fault systems of SE-NW direction and cut intersected by SW-BE direction faults.

The Geophysical research consists of 86 of Vertical measurements Electrical Soundings in Schlumberger's configuration. Geoelectrical profiles, geoelectrical charts of horizontal extension from geoelectric layers and a map which picturized the transpositions of the riverbed of Boeotian Kiphisos were plotted.
The Geophysical research allowed the identification of faults, the localization of neogene marl in several basin places, the localization of substrata rocks and areas with hydrogeological importance as well as the recognition of the transposition pattern of the riverbed of Boeotian Kiphisos during Pleistocene. The heading of Boeotian Kiphisos River is determinate from the antagonism of the Parnassus and Kallidromon alluvial fans which move to the middle of fluvial valley or from the rate of subsidence in relation to the rate of sedimentation as well as of tectonic causes.

In the synthesis of hydrographic, hydrogeologic and hydrologic data showed that the major part of sediments of Kiphisos's basin comes from the southwestern section of the studied area rather than from the northeast section. To this effect contribute the rainfalls, the frosts, the snowfalls, the snow slides and the domination of the vertical erosion. On the contrary the lateral erosion dominates in the northeast part.

For the requirements of this study the gradient slope was registered and the slope map of the study area was made, the mountain and hill ridges were categorized, the valley forms and the deposits of sediment transport of stream channel (highland flood plains, colluvial deposits, slope fan debris and alluvial fans) were also register.
The geomorphologic elements show that the southwestern section of study area is dominated by a vertical erosive action and weathering. On the other hand the lateral erosion dominates to the northeast section.

The sedimentary deposits observed in Kiphisos stream were channel lag deposits, central bar deposits, point bar deposits, sediment bar deposits in straight stream channel parts and flood plain deposits either fluvial terrace deposits or Holocene alluvial plain deposits.

In 15 stations of sampling that were chosen along the course of river, gravel and fine material from the channel surface and subsurface has been sampled and stage of mapping were materialized. A total, 15.046 grains from the surface samples with a mean size diameter smaller than 8mm and 6.142kg material from the subsurface samples were selected.

The lithological character, the particle-size distribution as well as the grain size statistical parameters, the roundness, the sphericity and the grain shape of the particles from the active stream bed and from the bars were analysed. Further more, the changes of these characters among the samples of each station of sampling has been studied. Finally became effort of interpretation of these changes along the course of the river. Moreover of a mathematical approach of the above data were carried out

The bed load of the channel mainly consists of limestone grains and following in frequency the sandstone grains, the igneous grains and chert grains. The quantitative changes of the lithological types along the transport direction are related to the inflow of a new material as well as the anthropogenic impacts. However between the sixth and tenth station of sampling the observed percentage of the lithological variation could be due except of the selective sorting, to the abrasion and fracture of the less resistance lithological types.

The grain size increases considerably in the four first stations of sampling showing as mixing process from a lateral source of material and with direct inflow material from the river banks. The grain size decreases up to the fifth station from the extraction of material. The grain size increases again in coarsest where the river run parallel to the edge of the alluvial fan of Tithorea.

Consequently the grain size is reduced statistically important until the last downstream station of sampling due to selective sorting. This is the result of the stream gradient reduction.

In order of the roundness, the most round grains are the sandstone ones followed by the limestone, igneous and chert grains. Relation between angularity and transport direction was not recorded. This result possibly indicates that the gravels have attained the maximum degree of roundness before the first station of sampling or before the tributary stream meat the main channel.

The most spherical grains are the chert fragments and followed by the limestone fragments and the igneous fragments with the same sphericity degree. The less spherical grains are the sandstone grains. There is no specific relation between sphericity and transport direction, except chert fragments. Their sphericity shows a clear reduction in relation to the downstream distance.

The disc-shaped grains appear to dominate followed by the spherical grains, the rod-liked grains and the bladed grains. No systematic variation between grain shape and transport direction was observed, except in spherical shape grains which show a slight reduction in relation with the downstream distance.
The analysis of the statistical parameters of the grain size variations of subsurface samples along the stream channel shaved that in the three first stations of sampling an increase of the grain size of the subsurface material was observed. From the third to the last downstream station of sampling, the mean size and the median are linearly reduced due to the selective sorting.
The variation of the asymmetry, the kurtosis and the sorting shows that these parameters are not related to the downstream distance and the elevation of the station of sampling. At the last downstream stations of sampling the standard deviation shows a periodic variation.

The shift of the course of Boeotian Kiphisos River between the years 1945-1996 were mainly due to the forcible flood in1958, which causes changes of the fluvial processes and in the attempt afterwards of Kiphisos to return in its initial place. Also, the shift is caused by the meander action which is a natural process. It should be noted that the floods produce a neck cutoff during the floods.
The shift of the river course which happened between 2002-2004, caused by: i. The river attempt to better express its meandering in specific stations, ii. The hardness of the bank rocks and iii. The human impacts.

For the study of the Holocene river deposits 35 sediment cores, in depths 2m-8m along three traverses were obtained across to the stream channel axis. 24 of these cores are used for a complete analysis. These cores are macroscopic described for: i. the lithologic type, ii. the grain size, the bedding type, the sedimentary structures, the fossils, the trace fossils and the colour of every lithological unit. The total number of samples extracted and analysed came up to 696. The sample analysis includes grain size distribution, calcium carbonate measurements, quantitative measurements of organic carbon, clay mineral analysis, sedimentation's rate analysis and fossil recognition.
The mineralogical analysis of clay fraction showed that the variation of percentage of Montmorillonite and Illite is not caused by the transformation of Montmorillonite to Illite or vice versa It is neither caused by hydraulic sorting but is due to the appearing variation of initial rocks in source area.
The mean sedimentation rate which is 0,86mm per year was determined by radiocarbon dating of a carbonised wood fragment.
The fossil recognition showed the living environment of those organisms (fluvial, limnetic and terrestrial). 1.392 sand fractions were examined and the following fossils were recognized: *Helix, Poiretia cornea and Valvata piscinalis* (gastropods), *Cyprideis* and *Ilyocypris* (ostracods). Are *Opercula* and *Charophyta were also recognized.*

The deductive of the core analysis is:

In the boreholes from Lilaia area, environments of mudflow deposits were defined debris deposits, proximal and distal places of flood plains and stream channel sediment deposits were defined.

The correlation of the cores from Lilaia area showed that the Boeotian Kiphisos River was moved southernward during the upper Holocene.

In the boreholes of Palaeothiva area, mudflows, from Tithorea alluvial fan, flood plain deposits and steam channel sediment deposits were determined. In this area the Boeotian Kiphisos River tends to move southern during the upper Holocene. This tendency is caused by the meandering since the river in this area shifted northerly, as indicated by the geophysical survey.

In the area of Chaironia valley the material come from steam channel sedimentary deposits and from flood plain deposits in proximal or distal places. In several places of flood plain occasionally topographic lows were formed, in which aquatic surfaces of minor extension development (marshes or swamps), which accept material from stream floods and gradually disappear and in which plantations of fresh water organisms evolved. Kiphisos River shifted in this area from the beginning of eighth BC millennium to about 600 AC, from South to North with a rate of transposition of 60,46mm per year and then moved discontinuently to South at present position.

The area of the Boeotian Kiphisos basin and the Kopais Lake has been inhabited since the upper Palaeolithic epoch. The reasons for its inhabitation were: the geopolitical location, the region morphology and the existence of natural shelters (mainly caves in low elevation with clement climate) the existence of flow and limnetic water and opportunity for hunting and food selection.

The human inhabitation was confirmed on the surface of alluvial fan of Drimaia, in the area of Lilaia station in a section northwards of the active riverbed. This suggestion is supported by as well as many findings of anthropogenetic origin from old civilisations in Palaeothiva area, which certify the possible existence of an ancient built-up area in this position and archaeological findings in the area of Thurion-Prosilion valley that certify human inhabitation since year 1950 BC.

13. Βιβλιογραφία.

Αγγελίδης, Χ., 1992. Τεχνικογεωλογικές συνθήκες ευρύτερης περιοχής Αταλάντης. Γεωτεχνικές έρευνες, Νο 17, Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα.

Airoldi, S., Rovaris, S., Testorelli, M., 1985. Χιονοστιβάδα, ο λευκός κίνδυνος. Μετάφραση του πρωτοτύπου «Servizio Valance Italiano, 5a Zona Regione Lombardia 1971-1981»: Θ. Κυρβαγγέλης, ALMA Οικοπεριηγήσεις και Υπαίθριες δραστηριότητες, 16σ., Θεσσαλονίκη.

Allen, H.D., 1986. Late Quaternary of the Kopais Basin, Greece. Sedimentary and Environmental History, PhD Thesis, University of Cambridge.

Allen, H. D., 1990. A postglacial record from the Kopais Basin, Greece. In: Bottema, S., Entjes-Nierborg and Van Zeist, W. (eds) Man' s Role in the Shaping of the Eastern Mediterranean. Balkema, Rotterdam, p. 173-182.

Allen, J. R. L., 1965. A review of the origin and characteristics of recent alluvial sediments. Sedimentology, vol. 5, pp. 89-191.

Allen, J. R. L., 1969. Current ripples. Amsterdam. North Holland, 433p..

Allen, V. T., 1936. Terminology of medium grained sediments. Rept. Comm. Sed.1935-1936, Nat. Res. Coun., pp. 18-47.

Amaral, E. J. & Pryor, W. A., 1977. Depositional environment of the St. Peter's sandstone deduced by textural analysis. Journal Sedimentary Petrology, vol 47, No 1, p. 32-52.

Anastasi, G., 1984. Geschiebeanalysen im Felde unter Berücksichtigung von Grobkomponenten. Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, Nr. 70.

Αναστασιάδης, Α., Ι., 1978. Στοιχεία Στατιστικής, 590 σ., Θεσσσαλονίκη.

Ανδρειωμένου, Α., 1985. Πρωτογεωμετρική και Γεωμετρική Κεραμεική εκ Βρανέζι Βοιωτίας. Ανάτυπον εκ της Αρχαιολογικής εφημερίδος, σ. 57-84.

Ανδρίκου, Ε., 1998. Θ΄ Εφορεία προϊστορικών και κλασικών Αρχαιοτήτων. Αρχαιολογικόν Δελτίον, Τόμος 48 (1993), Μέρος Β΄1-Χρονικά, Αθήνα.

Απογένης, Θ., ***1997.*** Το κοχύλι του Βοιωτικού Κηφισού (Union Pictorum), εφημερίδα: «Βοιωτική Ώρα», σελ. 8, 09.07.1997.

Αραβαντινός, Α., 1893. Ασκληπιός και Ασκληπιεία, 17 σ., Leipzig.

Arlucea, M. P. & Smith, N. D., 1999. Depositional patterns following the 1870s avulsion of the Saskatchewan River (Cumberland marshes, Saskatchewan, Canada). Journal of Sedimentary Research, vol. 69, No 1, p. 62-73.

Αρώνης, Γ., Παναγιωτίδης, Γ., Μονόπωλης, Δ., Μορίκης, Α., 1964. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος. Φύλλο: Δελφοί, κλ.: 1:50.000, Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα.

Ashmore, P. E., Yuzyk, T. R., Herrington, R., 1988. Bed-material sampling in sand-bed streams. Sediment Survey Section, Water Resources Branch, Inland Waters Directorate, Report IWD-HQ-WRB-SS-88-4, 47pp..

Ashworth, P. J., Ferguson, R. I., Powell, D. M., 1992. Bedload transport and sorting in braided channels. In: Billy, P., Hey, R. D., Thorne, C. R. and Tacconi, P. (edts), Dynamics in gravel-bed rivers, Chichester, Willey, p.497-513.

Aslan, A. & Autin, W. J., 1999. Evolution of the Holocene Mississippi River floodplain, Ferriday, Louisiana: Insights on the origin of fine-grained floodplains. Journal of Sedimentary Research, vol. 69, No 4, p. 800-815.

Aubouin, J., 1958. Essai sur l'évolution paléogéographique et le dévelopment tecto-orogénique d' un système géosynclinal: le secteur grec des Dinarides (Hellénides). Bull. Soc. geol. Fr. (6), 8: 731-750, Paris.

Aubouin, J., 1959a. Contribution à l' étude géologique de la Grèce septentrionale: les confins de l' Epire et de la Thessalie. Ann. Géol. Pays Hellèn., 10, 1-483.

Aubouin, J., 1959b. Place des Hellénides parmi les édifices structuraux de la Méditerranée orientale. Ann. Géol. Pays Hellèn., 10, 485-525.

Aubouin, J., 1965. Geosynclines. Developments in Geotectonics. Vol. I, Elsevier ed., 335p., Amsterdam.

Baker, V. R. & Penteado–Orellana M. M., 1978. Fluvial sedimentation conditioned by quaternary climatic change in central Texas. Journal Sedimentary Petrology, vol 58, p. 433-451.

Βαρνάβας, Σ., 2001. Περιβαλλοντική γεωχημική έρευνα νερών σε επιλεγμένες θέσεις του Νομού Βοιωτίας, 139σ., Πάτρα.

Barnavas, S. P., 1979. Geochemistry of sediments from eastern Pacific, Ph. D Thesis, University London, 431p.

Barndorff-Nielsen, O., 1977. Exponentially decreasing distributions for the logarithm of particle size. Proc. R. Soc. London, vol. 353A, pp. 401-419.

Barta, A. F., Wilcock, P. R., Shea, C.C., 1993. Entrainment of gravel in steep streams (abstract). American Geophysical Union 1993 Fall Meeting, Supplement to EOS, AGU Transactions 74 (43): 311.

Barta, A. F., Wilcock, P. R., Shea, C. C., 1993. The transport of gravels in boulder-bed streams. In: Hydraulic Engineering 1994. Proceedings of the 1994 Conference, G. V. Cotroneo and R. R. Rumer (eds), ASCE, New York, Vol. 2, pp. 780-784.

Βασιλειάδης, Χ. Κ., 1988. Γεωηλεκτρική έρευνα σε περιοχές του νομού Βοιωτίας. Ι.Γ.Μ.Ε., Δ/νση Γεωφυσικών ερευνών, 31σ., 40 σχ., Αθήνα.

Batel, W., 1971. Einführung in die Korngrößenmesstechnik. Springer Verlag, Berlin, 214p..

Bauer, F., 1958. Nacheiszeitliche Karstformen in den Österreichischen Kalkhochalpen. Dexiéme Congr. Int de Spel. Extreit desactes du Congr. I, 1, S. 299-328.

Beaumont, P., 1972. Alluvial fans along the foothills of Elburz Mountains Iran. PALEO-., 12, pp. 251-274.

Bevenger, G. S. & King, R. M., 1995. A pebble count procedure for accessing watershed cumulative effects. USDA, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Research Paper RM-RP-319, 17pp..

Bhattacharya, P. K. & Patra, H. P., 1968. Direct current geoelectrical sounding. Principles and Interpretation, 135 p., 37 fig., 16 tab., 8 plat., Methods in Geochemistry and Geophysics, 9, Elsevier Scientific Pulb. Comp., Amsterdam.

Billi, P., & Paris, E., 1992. Bed sediment characterization in river engineering problems. In: Erosion and Sediment Transport Monitoring in River Basins. IAHS Publ. No. 210: 11-20.

Bintliff, J. L., 1977. Natural environment and human settlement in prehistoric Greece. British Archaeological Report, suppl. Series, vol. 28, Oxford.

Biscaye, P. E., 1964a. Distinction between kaolinite and chlorite in recent sediments by x-ray diffraction. Am: Mineralogist, vol. 49, pp.1281-1289.

Biscaye, P. E., 1964b. Mineralogy and sedimentation of Recent deep sea clays in the Atlantic Ocean and adjacent seas and oceans. Geological Society of America Bulletin, vol. 76, p. 803-832.

Blake, D. H. & Olivier, C. D., 1971. Alluvial plains of the Fly River, Papua. Zeitschr. für Geomorph. Suppl., Bd. 12, S. 1-17.

Blissenbach, C., 1954. Geology of alluvial fans in semi-arid regions. Geol. Soc. Amer. Bull., 65, p. 175-190.

Bluck, B. J., 1964. Sedimentation of an alluvial fan in Southern Nevada. Journal Sedimentary Petrology, vol. 34, pp. 395-400.

Bögli, A., 1951. Probleme der Kareenbildung. Geogr. Helvet., Vol. 6, S. 191-204.

Bögli, A., 1960. Kalklösung und Karrenbildung. Zeitschr. für Geomorphol. Suppl., Bd. 2, S. 4-21.

Bögli, A., 1978. Karsthydrographie und physische Spelaeologie. Berlin, Heidelberg, New York, 292 S..

Βουτεκάκης, Κ. Σ., 1969. Γεωηλεκτρική διερεύνησις των κοιτασμάτων τύρφης Φιλίππων. Ι.Γ.Ε.Υ., Γεωλογικαί και Γεωφυσικαί μελέται, τομ. XIII, No 4, σελ. 251-263, Αθήνα.

Bradley, W. C., Fahnestock, R. K., Rowekapm, E. T., 1972. Coarse Sediment Transport by Flood Flows on Knick River, Alaska. Geological Society of America Bulletin, vol. 83, p. 1261-1284.

Bravard, J.P. & Peiry, J. L., 1999. The CM patterns as a tool for the classification of alluvial suites and floodplains along the river continuum. In Floodplains: Interdisciplinary Approaches. Marriott, S. B., Alexander, J. (eds), Geological Society, London, Special Publication, vol. 163, p. 259-268.

Brayshaw, A. C., 1984. Characteristics and origin of cluster bedforms in coarse-grained alluvial channels. In: Sedimentology of Gravels and Conglomerates. E. H. Koster and R. J. Steel (eds.). Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir 10, p.77-85.

Brewer, R., 1964. Fabric and Mineral Analysis of Soils. John Wiley & Sons, New York.

Brice, J. C., 1964. Channel patterns and terraces of the Loop Rivers in Nebraska. US Geological Survey Professional Paper, 4221.

Brice, J. C., 1984. Planform properties of meandering rivers. In: Elliot C. M. (ed). Proceedings of the Conference-Rivers '83. American Society of Civil Engineers, New Orleans, p. 1-15.

Brierley, G. J., 1991. Floodplain sedimentology of the Squeamish River, British Columbia: relevance of element analysis. Sedimentology, vol. 38, p. 735-750.

Brierley, G. J. & Hickin, E. J., 1985. The downstream gradation of particle sizes in the Squeamish river, British Columbia. Earth Surface Processes and Landforms, vol. 10, p. 597-606.

Brindley, G. W. & Brown, G., 1980. Crystal structure of clay minerals and their X-ray identification. Mineralogical Society, Londres, 495p..

Brown, A. G., 1985. Traditional and multivariate techniques in the interpretation of floodplain sediment grain size variations. Earth Surface Processes and Landforms, vol. 10, p. 281-391.

Brown, A. V., Lyttle, M. M., Brown, K. B., 1998. Impacts of gravel mining on gravel-bed streams. Transactions of the American Fisheries Society, vol. 127, p. 979-994.

Brown, G., 1961. The X-ray identification and crystal structures of clay minerals (G. Brown Ed.). Minera-logical Society, London.

Brunn, J. H., 1956. Contribution à l' étude géologique du Pinde septentrional et d' une partie de la Macédoine occidentale. Ann. Geol. Pays Hell. Series 1, VII, 1-358.

Brunn, J. H., 1961. Les sutures ophiolitiques. Contribution à l' étude des relations entre phénomènes magmatiques et orogéniques. Rev. Geogr. Phys. Géol. dyn. IV, fasc.2, p.86-96 et fasc.3, p.181-202.

Brunn, J. H., 1964. Sur la disposition originelle du système alpin en trois rameaux. Application de cette notion à l' analyse de grandes structures charries. Alpes orientales, Carpathes. C. R. Acad. Sci., Paris, 259, 4739-4741.

Bull, W. B., 1962. Relation of textural (CM) patterns to depositional environments of alluvial-fan deposits. Journal of Sedimentary Petrology, vol. 32, p. 211-216.

Bull, W. B., 1964. Alluvial fans and near surface subsidence in Western Fresno County, California, U. S. Geol. Survey Prof. Parer 437-A, 71p..

Bull, W. B., 1972. Recognition of alluvial-fan deposits in the stratigraphic record: In recognition of Sedimentary Environments, S.E.P.M., Sp. Publ., 16, p. 63-83., Edit. Rigby and Hamplin.

Buller, A. T. & Mcmanus, J., 1971. Distinctive environmental textural characteristics of sediments and the genetic role of viscosity. Int. Assoc. Sedimentol. Congr., 15th, Heidelberg.

Buller, A. T. & Mcmanus, J., 1972. Simple metric sedimentary statistics used to recognize different environments. Sedimentology, vol. 18, pp. 1-20.

Buller, A. T. & Mcmanus, J., 1973a. Modes of turbidite deposition deduced from grain size analyses. Geol. Mag., vol. 109, p. 491-500.

Buller, A. T. & Mcmanus, J., 1973b. The quartile deviation-median diameter relationship of glacial deposits. Sediment. Geol., vol. 10, p. 135-146.

Buller, A. T. & Mcmanus, J., 1973c. Distinction among pyroclastic deposits from their grain size frequency distributions. Jour. Geol., vol. 81, pp. 97-106.

Buller, A. T. & Mcmanus, J., 1974. The application of quartile deviation – median diameter curves to the interpretation of sedimentary rocks. Jour. Geol. Soc. Lond., vol. 130, pp.79-83.

Bunte, K. & Abt, S., 2001. Sampling Surface and Subsurface Particle-Size Distributions in Wadable Gravel- and Cobble-Bed Streams for Analyses in Sediment Transport, Hydraulics, and Streambed Monitoring. 428 p., 151 fig.,52 tab., USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, General Technical Report, RMRS-GTR-74.

Bunte, K. & Poesen, J., 1993. Effects of rock fragment covers on erosion and transport of non-cohesive sediment by shallow overland flow. Water Resources Research, vol. 29, No 5, pp. 1415-1424.

Bunte, K. & Poesen, J., 1994. Effects of rock fragment size and cover on overland flow hydraulics, local turbulence and sediment yield on an erodible soil surface. Earth Surface Processes and Landforms, vol. 19, p. 115-135.

Butler, P. R., 1972. Movement of cobbles in a gravel-bed stream during a flood season. Geological Society of America Bulletin, vol. 88, p. 1072-1074.

Cailleux, A., 1947. L' indice d' emoussé: definition et première application, Comtes rendus de la Société Geologique de France (13-14), 251-252.

Carpenter, P. J., Kaufmann, R. S., Price, B., 1990. Use of resistivity soundings to determine landfill structure. Ground Water, vol.28, No 4, pp. 569-575.

Carver, R. E., 1971. Procedures in sedimentary petrology. Willey Interscience, New York.

Cayeux, L., 1935. Les roches sédimentaires de France roches carbonates. 447 pp., Paris.

Celet, P., Clement, B., 1971. Sur la présence d' une nouvelle unité paléogéographique et structurale en Gréce continentale du Sud: l' unité du flysch béotien. C. R. somm. Soc. Géol. France, 43-47.

Celet, P., Clement, B., Ferrière, J., 1976. La zone Béotienne en Grèce: Implications paléogéographiques et structurales. Eclogae geol. Helv., 69, 577-599.

Celet, P. & Ferriere, J., 1978. Les Hellénides internes: Le Pélagonien. Eclogae geol. Helv., 71/3, 467-495.

Chen, P. Y., 1977. Table of key lines in X-ray powder diffraction patterns of minerals in clays and associated rocks. Department of Natural Resources, Geological Survey Occasional, Paper 21.

Chorley, R. J., 1962. Geomorphology and general systems theory. U. S. Geol. Survey Prof. Parer, 500-B, p. 1-10.

Christopoulos, G., 1998. Late Holocene River Behaviour of the Lower Alfios Basin , Western Peloponnese Greece. Theses, University of Leeds, School of Geography, 329p..

Church, M., 1992. Channel morphology and typology. In: The Rivers Handbook, vol. 1, P. Calow and G. E. Petts, eds., Blackwell Science Ltd., Oxford, UK, P.126-143.

Church, M. & Jones, D., 1982. Channel bars in gravel-bed rivers. In: Gravel-bed rivers. Fluvial processes, Engineering and Management. R. D. Hey, J. C. Bathurst and C.R. Thorne (eds.), John Wiley and Sons, p.291-338, Chichester.

Church, M. & Kellerhals, R., 1978. On the statistics of grain size variation along a gravel river. Can. Jour. Earth Scienc., vol 15, p. 1151-1160.

Church, M., McLean, D. G., Walcott, J. F., 1987. River bed gravels: sampling and analysis. In: Sediment Transport in Gravel-Bed Rivers, C.R. Thorne, J.C. Bathurst and R.D. Hey (eds.), John Wiley and Sons, p. 43-88, Chichester.

Γκιώνης, Γ., Παπαθεοδώρου, Γ., Ζαχαριάς, Ι., Φερεντίνος, Γ., 1996. Στατιστική και Ανάλυση δεδομένων στις Γεωεπιστήμες. Μέρος Α΄: Περιγραφικοί Στατιστική, Εκτιμήσεις Παραμέτρων, Στατιστικοί έλεγχοι, Πάτρα.

Clement, B., 1971. Découverte d' un flysch éocrétacé en Béotie (Gréce continentale). C. R. Acad. Sci. Paris, 272, 791-792.

Clement, B., 1977. Relations structurales entre la zone du Parnasse et la zone Pelagonienne en Béotie (Grèce continentale). VI Coll. geol. Aegean region, 237-250.

Coede, A., 1975. Downstream changes in shape, in the pebble morphometry of the Tambo river, eastern Victoria. Jour. Sed. Petrology, vol. 45, No 3, pp. 704-718.

Coleman, J. M., 1981. Deltas: Processes and Models of deposition for exploration. 124p., Burges Publ. Co., CEPCO Division, Minneapolis.

Collier, R. E. L., Leeder, M. R., Jackson, J. A., 1995. Quaternary drainage development, sediment fluxes and extensional tectonics in Greece. Mediterranean Quaternary River Environments (eds: Lewin, J., Mackin, M.G. & Woodward, J. C.), p. 35-43, Balkema.

Conispoliatis, N. K., 1993. Geochemical aspects of the quaternary sediments of Steno area, eastern Kopais basin. Τιμητική έκδοση για τον Αθανάσιο Πανάγο, τόμος Α΄, έκδοση Ι, σ. 461-473, Ε.Μ.Π., Αθήνα.

Crofts, R. S., 1974. A visual measure of shingle particle form for use in the field. Jour. Sed. Petrology, vol. 44, No 3, pp. 931-934.

Γρυπάρη, Μ., ***Κοιλάκου, Χ., Κουντούρη, Ε., Μέλιος, Ν., Παπαδόπουλος, Α., 1999.*** Κωπαϊδα. Μια περιήγηση στο χώρο και το χρόνο, 63 σ., Αθήνα.

Daley, B., 1972. Macroinvertebrate assemblages from the Bembridge Marls (Oligocene) of the Isle of Wight England and their environmental significance. Palaeogeogr. Palaeoclim. Palaeoecol., vol. 11, p. 11-32.

Δάνδολος, Η., 2003. Έκθεση υδρογεωλογικής αναγνώρισης Δήμου Δαύλειας Νομού Βοιωτίας. Προγραμματική σύμβαση Κ.Ε.Δ.Κ.Ε. - ΥΠ.ΕΣ.Δ.Α.Α - Ι.Γ.Μ.Ε., Γ. 2678/Υ. 1906, Αρ. Αιτ. 335, Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα.

Davis, J. C., 1986. Statistics and data analysis in geology. 2nd ed., John Wiley & Sons, New York, 656 p..

Davis, J. C., 2002. Statistics and data analysis. Third Edition, John Wiley & Sons, Inc.

Davis, W. M., 1899. The geographical cycle. Geogr. Journal. vol.14, s. 481-504

Davis, W. M., 1909. Geographical Essays, Boston.

Davis, W. M., 1922. Peneplains and the geographic cycle. Bull. Geol. Soc. Amer., vol. 33, p. 587-598.

Dawson, M., 1988. Sediment size variations in a braided reach of the Sunwapta River, Alberta, Canada. Earth Surface Processes and Landforms, vol. 13, p. 599-618.

De Jong, C., 1992. Discussion of Reid, Frostick and Brayshaw (1992), in: Dynamics of Gravel-bed Rivers. P. Billi, R. D. Hey, C. R. Thorne and P. Tacconi (eds.), John Wiley and Sons, Chichester, United Kingdom, p. 267-272.

Denny, C. S., 1965. Alluvial fans in the Death Valley region, California and Nevada. U. S. Geol. Survey Prof. Parer, 466, 62p..

Dercourt, J., 1964. Contribution a l' étude géologique d' un secteur du Péloponnèse septentrional. Ann. géol. Pays Hellén., vol 15.

Dercourt, J., 1970. L' éxpantion océanique actuelle et fossile, ses implications géotectoniques. Bull. Soc. géol. De France (7), XII, No 2.

De Vries, M., 1970. On the accuracy of bed-material sampling. Journal of Hydraulic Research, 8 (4), p. 523-533.

Diepenbrock, M. A., Bartoloma, A., Ibbeken, H., 1992. How round is round? A new approach to the topic "roundness" by Fourier grain shape analysis. Sedimentology, 39 (3)., pp. 411-422.

Diepenbrock, M. A., Jong, C.,1994. Quantification of textural particle characteristics by image analysis of sediment surfaces-examples from active and ralaeo-surfaces in Step, coarse-grained mountain environments. Lecture Notes in Earth Sciences, vol. 52, P. Ergenzinger, K. H. Schmidt (Edt.). Dynamics and Geomorphology of Mountain Rivers. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg.

Dimitrov, S., 1955. Stand und Aufgaben der Untersuchungen der magmatischen und Metamorphen Komplexe Bulgariens. Izv. Ak. Nauk. SSSR, Ser, geol. 1, Moskwa.

Diplas, P., 1992. Surface and Subsurface granulometry. In: Grain Sorting Seminar. Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, 117, 157-162.

Diplas, P. & Fripp, J.B., 1991. Bed material sampling: issues and answers. In: Proceedings of the Fifth Federal Interagency Sedimentation Conference, Las Vegas, Nev., Subcommittee on Sedimentation of the Interagency Advisory Committee on Water Data, p. 281-288.

Diplas, P. &.,Fripp, J.B., 1992. Properties of various sediment sampling procedures. Journal of Hydraulic Engineering, 118 (7), 955-970.

Diplas, P. & Sutherland, A. J., 1988. Sampling techniques for gravel sized sediments. Journal of Hydraulic Engineering, vol. 144, No 5, p. 484-501.

Dobrin, M., 1976. Introduction to geophysical prospecting. Mc Graw Hill Book Comp. Inc., New York.

Doyle, M. W. & Shields, F. D., 2000. Incorporation of bed texture into a channel evolution model. Geomorphology, 34, p.291-309.

Dury, G. H., 1958. Tests of a general theory of misfit streams, Brit. Geogr. Inst. Trans. And Paper Publ., 25, p. 105-118.

Eckis, R., 1928. Alluvial fans in the Cucamonga district, southern California. Jour. Geol., vol. 36, p. 224-247.

Eliet, P.P., Gawthorpe, R.L., 1995. Drainage development and sediment supply within rifts: examples from the Sperchios basin, central Greece. Journal of the Geological Society of London, 152, p. 883-893.

Elliot, T., 1986. Deltas: In Sedimentary Environments and Facies (Ed. by H.S. Reading), pp. 113-155, Blackwell Scientific Publications.

Erdélyi, M. & Gálfi, J., 1998. Surface and Subsurface mapping in Hydrogeology. 383 p., 251 fig., 5 tab., John Wiley & Sons, Budapest.

Erskine, W. D., 1986. River metamorphosis and environmental change in the McDonald Valley. New South Wales, since 1949. Australian Geographical Studies, vol. 24 (1), pp. 88-107.

Ettema, R., 1984. Sampling armor-layer sediments. Journal of Hydraulic Engineering, 110(7), 992-996.

Ευθυμιάδης, Α. & Κόζαρης, Ξ., 2002. Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων του έργου: Θερμοηλεκτρικός σταθμός Λιβαδειάς τεχνολογίας συνδυασμένου κύκλου, καυσίμου φυσικού αερίου ισχύος 390 MW. Τοποθεσία εγκατάστασης: Περιοχή Αγίου Βλασίου του Δήμου Χαιρώνειας. Enelco Α.Ε.

Farrell, K. M., 2001. Geomorphology, facies architecture, and high-resolution, non-marine sequence stratigraphy in avulsion deposits, Cumberland Marshes, Saskatchewan. Sedimentary Geology, 139, 93-150.

Fehr, R., 1987. Geschiebeanalysen in Gebirgsflüssen. Umrechnung und Vergleich von verschiedenen Analysenverfahren. Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, Nr. 92, 139 S., Schweitzerland.

Ferguson, R. T. & Paola, C., 1997. Bias and precision of percentiles of bulk grain size distributions. Earth Surface Processes and Landforms, vol. 22, p. 1061-1077.

Ferguson, R. T., Prestegaard, K. L., Ashworth, P. J., 1989. Influence of sand on hydraulics and gravel transport in a braided gravel-bed river. Water Resources Research, vol. 25, p. 635-643.

Finsterwalder, R. & Sowa, A., 1981. Stratigraphie und Tektonik des Agoriani-Abliani-Deckengrabens im zentralen Parnass (Mittel-Griechenland). Z. dt. geol. Ges., 132, S. 513-526, Hannover.

Fink, M., 1973. Mehrsprachiges Lexikon der Karst und Höhlenkunde. Entwurf ISU Inst. Speleol. Union.

Folk, R. L., 1954. The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary rock nomenclature. Jour. Geology, vol. 62, pp. 344-359.

Folk, R. L., 1955. Student operator error in determination of roundness, sphericity and grain size. J. Sedim. Petrology, vol. 25., pp. 297-301.

Folk, R. L.,1968. Petrology of Sedimentary Rocks. Hemphill Publishing Co, Austin Texas, 170 pp..

Folk, R. L., Andrews, P. B., Lewis, D. W., 1970. Dertital sedimentary rock classification and nomenclature for use in New Zealand. N.Z. Jour. Geol. Geophys., 13, 937-968.

Folk, R. L. & Word, W. C., 1957. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. Jour. Sed. Petrol., 27, 3-26.

Fraley, L., 2004. Methods of Measuring Fluvial Sediment. 47p..

Friedman, G. M., 1961. Distinction between dune, beach and river sands from their textural characteristics. J. Sedim. Petrol., 31, 514-529.

Friedman, G. M., 1967. Dynamic processes and statistical parameters compared for size frequency distribution of beach and river sands. J. Sedim. Petrol., 37,327-354.

Friedman, G. M., 1979. Differences in size distributions of populations of particles among sands of varions origins. Addendum to IAS Presidential Address. Sedimentology, vol. 28, p. 859-962.

Friedman, G. M. & Johnson, K. G., 1982. Exercises in Sedimentology. Wiley, New York

Fripp, J. B. & Diplas, P., 1993. Surface sampling in gravel streams. Journal of Hydraulic Engineering, 119 (4), 473-490.

Ganas, A., Roberts, G. P., Memou, T., 1998. Segment bountaries, the 1894 ruptures and strain patterns along the Atalanti fault, central Greece. J. Geodynamics, 26, no 2-4, 461-486.

Gary, M., McAfee, J., Wolf, C. L., 1972. Glossary of Geology. American Geological Institute, Washington, DC.

Gaudette, H. E., Flight, W.R., Toner, L. and Folger, D. W., 1974. An inexpensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments. Jour. Sed. Petrol., vol. 44, p. 249-253.

Gibbs, R. J., 1965. Error due to segregation in quantitative x-ray diffraction mounting techniques. Am. Mineral., 50, 741-751.

Gibbs, R. J., 1967. Quantitative x-ray diffraction analysis using clay mineral standards extracted from the samples to be analysed. Clay minerals, 7, 79-90.

Gibbs, R. J., (in Carver,1971). X-ray diffraction mounts. Chapter 23, p. 531-539.

Goldsworthy, M., Jackson, J., 2001. Migration of activity within normal fault systems: examples from the Quaternary of mainland Greece. Journal of Structural Geology, 23, p. 489-506.

Gordon, N. D., Mc Mahon, T. A., Finlayson, B. L., 1992. Stream Hydrology. An Introduction for Ecologists, John Wiley and Sons, 526p., Chichester.

Griffin, G. M., (in Carver,1971). Interpretation of X-ray diffraction data. Chapter 24, p.541-569.

Griggiths, J. C., 1967. Scientific Method in Analysis of Sedimentary. McGraw-Hill, New York.

Griggiths, S. J., Griggiths, H. L, Altinsacli, S., Tzedakis, P. C., 2002. Interpreting the Tyrrhenocythere (Ostracoda) signal from Paleolake Korais, central Greece. Boreas, Vol. 31, pp. 250-259, Oslo.

Griggiths, S. J., Street-Perrott, F. A., Holmes, J. A., Leng, M. J., Tzedakis, C., 2002. Chemical and isotopic composition of modern water bodies in the Lake Kopais Basin, central Greece: analogues for the interpretation of the lacustrine sedimentary sequence. Sedimentary Geology, 148, 79-103, Elsevier.

Güldali, N., 1970. Karstmorphologische Studien im Gebiet des Poljesystems von Kestle (westlicher Taurun, Türkei). Tübinger Geogr. Studien, Bd. 40, S. 104.

Ζελιλίδης, Α., 1988. Μεταμειοκαινική εξέλιξη της ΝΔ Πελοποννήσου. Διδακτορική Διατριβή, Πάτρα.

Hagedorn, J., 1969. Beiträge zur Quartärmorphologie griechischer Hochgebirge. Göt. Geogr. Abh., H. 50, S. 125.

Hamblin, W. K., 1961. Micro-cross lamination in Upper Keweenawan sediments of northern Michigan. Jour. Sed. Petrology, vol. 31, pp. 390-401.

Harrelson, C. C., Rawlings, C. L., Potyondy, J,. P., 1994. Stream channel reference sites: An illustrated guide to field technique. USDA Forest Service, General Technical Report, RM-245, 61p..

Hasan, M. A., 2005. Characteristics of gravel bars in ephemeral streams. Journal of Sedimentary Research, vol. 75, No 1, p. 29-42.

Hasan, M. A., Church, M., 1992. The movement of individual grains on the streambed. In: Billi, P., Hey, R. D., Thorne, C. R., Tacconi, P. (Eds), Dynamics of Gravel –Bed Rivers, Willey, Chichester, UK., pp. 159-175.

Haserodt, K., 1965. Untersuchungen zur Höhen und Altergliederung der Karstformen in der Nördliche Kalkalpen. Münch. Geogr., H. 27, S. 1-114.

Hein, F. G. & Walker, R. G., 1977. Bar evolution and development of stratification in the gravely, braided, kicking Horse River, British Columbia. Can. J. Earth Sci. 14, pp. 562-570.

Heinrich, B., 1988. Prehistoric hydraulic constructions in the Copais. Επετηρίς της Εταιρείας Βοιωτικών Μελετών, τόμος Α΄, τεύχος α΄. Α΄ Διεθνές Συνέδριο Βοιωτικών Μελετών, Θήβα 1992, σ. 43-64, Αθήνα.

Heller, P. L. & Paola, C., 1992. The large-scale dynamics of grain-size variation in alluvial basins, 2: Application to syntectonic. Basin Research, 4, 91-102.

Hey, R. D. & Thorne, C. R., 1983. Accuracy of surface samples from gravel bed material. Journal of Hydraulic Engineering, vol. 109, No 6, p. 842-851.

Ησίοδος, 8ος π.Χ. αιώνας. Θεογονία. Μετάφραση: Σ. Γκιργκένης, εκδόσεις: ΖΗΤΡΟΣ, 2001.

Hogan, S. A., Abt, S. R. and Watson, C. C., 1993. Development and testing of a bed material sampling method for gravel and cobble bed streams. Report prepared at the Department of Civil Engineering, Colorado State University, Fort Collins, CO, 126pp..

Hooke, J., 2003. Coarse sediment connectivity in river channel systems: a conceptual framework and methodology, Geomorphology, vol. 56, p. 79-94.

Hooke, J. M. & Redmond, C. E., 1992. Causes and Nature of River Planform Change. In: Dynamics in Gravel bed Rivers. P. Billi, R. D. Hey, C. R. Thorne, P. Tacconi (editors). John Willey & Sons Ltd., p. 557-571.

Hooke, R. L. B., 1967. Processes on arid region alluvial fans. Jour. Geol., 75, p. 438-460.

Howard, J. L., 1992. An evaluation of shape indices as palaeoenvironmental indicators using quartzite and metavolcanic clasts in Upper Cretaceous to Palaeogene beach, river and submarine fan conglomerates. Sedimentology, 39, p. 471-486.

Huddart, D., 1994. Rock-type controls on downstream changes in clast parameters in Sandur systems in southeast Iceland. Jour. Sed. Research., vol. A64, No 2, p.215-225.

Θανάσουλας, Π. Κ., 1983. Γεωφυσική διασκόπηση της Μυγδονίας λεκάνης και της ευρύτερης περιοχής. Διδακτορική διατριβή,146σ., 58 σχ., 12 πιν., Θεσσαλονίκη.

Ibbeken, H., 1974. A simple sieving and splitting device for field analysis of coarse grained sediments. Jour. Sed. Petrol., 44, No 3, 939-946.

Ibbeken, H. & Denzer, P., 1988. Clast measurement: a simple manual device and is semiautomatic electronic equivalent. Jour. Sed. Petrol., vol. 58, No 4, 751-752.

Ibbeken, H. & Schleyer, R., 1986. Foto-sieving: A method for grain-size analysis of coarse-grained, unconsolidated bedding surfaces. Earth Surface Processes and Landforms., vol. 11, 59-77.

Inman, D. L., 1949. Sorting of sediments in the light of fluid mechanics. Jour. Sediment. Petrol., vol. 19, 51-70.

Inman, D. L., 1952. Measures for describing the size distribution of sediments. Jour. Sediment. Petrol., vol. 22, No 5, pp. 125-145.

Ioakim, C., Rontoyianni, T., 1988. Contribution to the geological study of Zeli region, Lokris (central Greece). Revue de Micropalėontologie, 31, 129-136.

Ιωακείμ, Χ., 1984. Παλυνολογική-Στρωματογραφική μελέτη της γεώτρησης $ΚΠ_1$ (λεκάνη Κωπαΐδας). Έκθεση Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα.

Jacobshagen, V., 1986. Geologie von Griechenland. Gebrüder Borntr., Berlin, Stuttgart, 363 S..

Jacobshagen, V., Risch, H., Röder, D., 1976. Die eoellenische Phase, Definition und Interpretation. Z. dt. geol. Ges., 127, S. 133-145, Hannover.

Johanson, C. E., 1965. Orientation of pebbles in running water. Geol. Fören. Stockholm Förh., vol. 87, pp. 3-61.

Jong, C. & Ergenzinger, P., 1995. The Interrelation between Mountain Valley Form and River-Bed Arrangement, in: River Geomorphology, E. J. Hickin (ed), John Wiley and Sons Ltd..

Jorgensen, P. J. & Fielding, C. R., 1996. Facies architecture of alluvial floodbasin deposits: three dimension data from the Upper Triassic Gallide Coal Measures of east-central Queensland, Australia. Sedimentology, 43, 479-495.

Καρκάνας, Α., 1990. Έκθεση υδρογεωλογικής-γεωφυσικής έρευνας για την αναζήτηση υπόγειου νερού για την ύδρευση της κοινότητας Ρωμέικου Βοιωτίας, 35 σ., 1σχ., 2 χαρτ., Λιβαδειά.

Καρκάνας, Α., Κοντόπουλος, Ν., 2004. Κοκκομετρικό μέγεθος και μορφομετρικά χαρακτηριστικά των κροκαλών της κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού. Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας. Πρακτικά $10^{ου}$ Διεθνούς Συνεδρίου, τόμος 2, σελ. 660-669, Θεσσαλονίκη.

Kauffmann, G., Kockel, F., Mollat, H., 1976. Notes on the stratigraphic and paleogeographic position of the Svoula Formation in the Innermost Zone of the Hellenides (Northern Greece). Bul. Soc. Geol. France, 18, 225-230.

Keiser, H. F., 1958. "The Varimax Criterion for Analytic Rotation in Factor Analysis", Psychometrika, Vol. 23, pp. 187-200.

Kellerhals, R. & Bray, D. J., 1971. Sampling procedures for coarse fluvial sediments. Jour. Hydr. Div., ASCE, 97(8), 1165-1180.

Kellerhals, R. & Church, M., 1989. The morphology of large rivers characterization and management. In: Proceeding of the International Large Rivers Symposium. Dodge, D. P. (ed), Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciencies, vol. 106, pp. 31-48.

Keupp, H., 1976. Tektonik und präorogene Stratigraphie der Flysch-Depression von Delphi-Arachova Parnass-Kiona-Zone, Mittelgriechenland. Z. dt. geol. Ges. 127, S. 399-415, Hannover.

Khan, H. R., 1967. Laboratory studies of alluvial river channel patterns. Ph. D. Dissertation, Dept. Of Civil Engineering Department, Colorado State University, Fort Collins, Co.

Knauss, J., 1995. Technical and historical aspects of the unfinished ancient drainage tunnel at the outmost northeast corner of the Copais-basin. Επετηρίς της Εταιρείας Βοιωτικών Μελετών, τόμος Β΄, τεύχος α΄. Β΄ Διεθνές Συνέδριο Βοιωτικών Μελετών, Λιβαδειά 1992, σ. 83-95, Αθήνα.

Knauss, J., Heinrich, B., Kalcyk, H., 1984. Die Wasserbauten der Minyen in der Kopais – die älteste Flussregulierung Europas, Bericht, No 50 des Instituts für Wasserbau und Wassermengenwirtschaft der Technische Universität München (Kopais 1).

Knighton, A. D., 1980. Longitudinal changes in size and sorting of stream-bed material in four English rivers. Bulletin of the Geological Society of America, vol. 91, p. 55-62.

Knighton, A. D., 1998. Fluvial Forms and Processes. A New Perspektive, Edward Arnold, New York. 383p..

Kober, L., 1929. Beiträge zur Geologie von Attika. Sitz. Ber. Akad. Wiss. Wien, Math. Naturw. Kl (1), 138(7), 299-327.

Kober, L., 1931. Das Alpine Europa. Bornträger ed., 310p., Berlin.

Kober, L., 1952. Leitlinien der Tektonik Yugoslaviens. Serb. Akad. Wiss., Sd: Beograd. Geol. Inst., No 30.

Kockel, F. & Walther, H., 1965. Die Strimonlinie als Grenze zwischen Servo-Mazedonischen und Rila-Rhodope Massiv in Ost Mazedonien. Geol. Jb., 83, 575-602.

Kockel, F. & Walther, H., 1968. Zur Geologischen Entwicklung des Südlichen Servo-mazedonischen Massivs. Bulg. Akad. Sc. Bull. Geol. KH XVII., 133-142.

Kodama, Y., 1994. Downstream changes in the lithology and grain size of fluvial gravels, the Watarase River, Japan: evidence of the role of abrasion in downstream fining. Journal of Sedimentary Research, vol. A64, No 1, p. 68-77.

Koefoed, O., 1979. Geosounding principles 1. Resistivity sounding measurement, 276p., 99 fig., 30 tab., Elsevier Scientific Pulb. Comp., Amsterdam.

Κοντόπουλος, Ν., 1978. Περιβάλλοντα αποθέσεως των ιζημάτων του Πηδάσου. (ΝΔ Πελλοπόνησος). Διατριβή επί διδακτορία, Πάτρα.

Κοντόπουλος, Ν., 2000. Σημειώσεις Ιζηματολογίας.201 σ., 150 σχ., 30 πιν., Πάτρα.

Κοντόπουλος, Ν. & Πανάγος, Α., 1979. Μορφομετρική ανάλυση κροκαλών του ποταμού Εύηνου. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., ΤΟΜ XIV/1, σ. 23-50, 5 εικ., 30 πιν., Αθήνα.

Kontopoulos, N. & Piper, D. J. W., 1982. Late Quaternary lithostratigraphy and sedimentation, Kaipokok bay, Labrador, Geological Survey of Canada, 82 -1B, 1-6.

Κορόζος, Κ., 1952. Κωπαϊς (Ανάτυπον εκ του Εγκυκλοπαιδικού Λεξικού «Ο ΗΛΙΟΣ»), Αθήναι.

Kossmat, F., 1924. Geologie der zentralen Balkanhalbinsel. Die Kriegsschauplätze1914-18, geologisch dargestellt., Berlin, H. 12, 198 S..

Κουμαντάκης, Ι. Ε., 1968. Συμβολή εις την γνώσιν της Γεωλογίας της επαρχίας Θηβών. Διδακτορική διατριβή, 106σ., Αθήνα.

Κουρμούλης, Ν. Ε., 1987. Απογραφή καρστικών πηγών Ελλάδας. Χ. Ανατολική Στερεά Ελλάδα (Νομοί: Φωκίδας-Βοιωτίας). Ι.Γ.Μ.Ε. Υδρολογικές και Υδρογεωλογικές έρευνες αρ. 28, Αθήνα.

Κουτσογιάννης, Δ., Ευστρατιάδης, Α., Ναλμπάντης, Ι., Ρόζος, Ε., 2004. Εκσυγχρονισμός της εποπτείας και διαχείρισης του συστήματος των υδατικών πόρων ύδρευσης της Αθήνας. Τεύχος 21: Μοντέλο προσομοίωσης του υδρολογικού κύκλου στη λεκάνη του Βοιωτικού Κηφισού-Υλίκης. Ε.ΥΔ.Α.Π, Ε.Μ.Π., Αθήνα.

Kranis, H., Palynos, N., Livaditis, G., Maroukian, H., 2001. The Hyambolis zone: Geomorphological and tectonic evidence of a transverse structure in Lokris (Central Greece). Bull. Geol. Soc. Greece, vol. XXXIV/1, 251-257.

Krauskopf, K., ***1953.*** Fundamentals of Physical Science. Third Edition, McGraw Hill Co., New York.

Κρέμμος, Γ., 1878. Ιστορική Γεωγραφία, σ. 71, Αθήναι.

Krumbein, W. C., 1934. Size frequency distribution of sediments. J. Sed. Petrol., vol.4, No 2, p. 65-77.

Krumbein, W. C., 1941a. Measurement and geologic significance of shape and roundness of sedimentary particles. Jour. Sed. Petrology, vol.11, pp.64-72.

Krumbein, W. C., 1941b. The effects of abrasion on the size, shape and roundness of rock fragments. Jour. Geol., vol.49, pp.482-520.

Krumbein, W. C., 1964. Some remarks on the phi notation. J. Sed. Petrol., vol. 34, p.195-196.

Krumbein, W. C. & Sloss L. L., 1963. Stratigraphy and Sedimentation, 2nd edition, W.H. Freeman, San Francisco.

Λαδόπουλος, Π. & Χωραφάς, Ν., 1974. Μελέτη υδατικού ισοζυγίου μετά υδρογεωλογικής έρευνας κοιλάδας Βοιωτικού Κηφισού και πεδιάδων Κωπαϊδας και Θηβών. Υπ. Δημ. Έργων, Αθήνα.

Lajczak, A., 1995. The impact of River Regulation, 1850-1990, on the Channel and Floodplain of the Upper Vistula River, Southern Poland. River Geomorphology, edited by E. J. Hickin. John Willey and Sons Ltd.

Lane, E. W., 1957. A study of the shape of channels formed by natural streams in erodible material. Missouri River Division Sediment Series, No 9, U. S. Army Engineer Division, Missouri River Corps of Engineers, Omaha, NE.

Lane, E. W., et al., 1947. Report of the sub committee on sediment terminology. Trans. Amer. Geophys. Union., vol. 28., pp. 936-938.

Lane, E. W., Carlson, E. J., 1953. Some factors affecting the stability of canals constructed in coarse granular material. Proceedings of the 5th Jahr Congress, p. 37-48.

Laronne, J. B. & Carson, M. A., 1976. Interrelationships between bed morphology and bed-material transport for a small gravel-bed channel. Sedimentology, vol. 23, p. 67-85.

Leake, W. M., 1835. Travels in Nothern Greece. Vol. II, 79p..

Leeder, M. R., Jackson, J. A., 1993. The interaction between normal faulting and drainage in active extensional basins, with examples from the western United States and central Greece. Basin Research, 5, 79-102.

Lemeille, F., 1977. Etudes néotectoniques en Grèce centrale nord orientale: Eubée centrale, Attique, Béotie, Locride et dans les Sporades du Nord (Skyros). Thesis, Université de Paris-Sud Orsay, 257p.

Leopold, L. B., 1970. An improved method for size distribution of stream bed-gravel. Water Resources Research, vol.6, No 5, pp. 1357-1366.

Leopold, L. B., 1973. River channel change with time: an example. Geological Society of America Bulletin, 84, 1845-1860.

Leopold, L. B. & Langbein, W. B.,1962. The concept of entropy in landscape evolution. U.S. Geol. Sutvey Prof. Parer, 500-A, 20p..

Leopold, L. B. & Wolman, M. G., 1957. River channel patterns: braided, meandering and straight. U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. 282, 39-85.

Lepsus, R., 1893. Geologie von Attika. 196 S., Berlin.

Lewin, J. & Manton, M. M., 1975. Welsh floodplain studies: the nature of floodplain geometry. Journal of Hydrology, 25, 37-50.

Lewis, D. W., 1984. Practical Sedimentology. Hutchinson & Ross, Stroudsburg.

Lindholm, R. C., 1987. A practical approach to Sedimentology. CBS publishers and distributors. Washington.

Lolling, L., 1889. Hellenische Landeskunde und Topographie. 130 S., Nordlingen.

Lopez, J. L., & Falcon, M. A., 1999. Calculation of bed changes in mountain streams. Journal of Hydraulic Engineering, vol. 125, No 3.

Lucas, J., Jehl, G., 1961. Etude de l' action de la chaleur sur la chlorite et la kaolinite par diffraction des rayons X. Application a la distinction des minéraux. Bull. Serv. Carte geol. Als.-Lorr., vol. 12, p.159-171.

Lustig, L. K., 1965. Clastic sedimentation in Deep Sring Valley, California. U. S. Geol. Survey Prof. Paper 352-F, p. 131-192.

Lüttig, G.,1966. Die nichtmarinen Neogen-Becken im Mittelmeerraum und ihre Bedeutund für die Stratigraphie. Committ. mediterr. Neogene Stratigr. Proc., 3rd Session Berne 1964, s. 148-157, Leiden.

Macklin, M. G., Rumsby, B. T., Newson, M.D., 1992. Historical Floods and Vertical Accretion of Fine-grained Alluvium in the Lower Tyne Valley, Northeast England. In: Dynamics in Gravel-bed Rivers. P. Billi, R. D. Hey, C. R. Thorne, P. Tacconi (editors). John Willey & Sons Ltd., p. 573-589.

Magilligan, F. J., 1992. Sedimentology of a fine-grained aggrading floodplain. Geomorphology, 4, 393-408.

Mangelsdorf, J., Scheurmann, K., Weiss, F. H., 1989. River Morphology. A Guide for Geoscientists and Engineers. Springer Verlag, Berlin, 235p., 117fig..

Manickam, S., Barbaroux, L. and Ottmann, F., 1985. Composition and mineralogy of suspended sediment in the fluvio-estuarine zone of the Loise River, France. Sedimentology, 32, 721, 741.

Μαράτος, Γ., 1971. Βωξίται Ελικώνος. Περιοχή Α.Β.Μ.Ε. Γ.Λ. Μπάρλος (Κοιτασματολογική μελέτη μετά 7 γεωλογικών χαρτών και 1 τομής), ΓΕ.ΜΕΛ.ΕΡ., Αθήναι.

Μαράτος, Γ., 1972. Γεωλογία της Ελλάδος. Τόμος πρώτος (Στρωματογραφία, Τεκτονική, Μεταλλογένεσις, Ορυκτός πλούτος). ΓΕ.ΜΕΛ.ΕΡ., Αθήναι.

Μαράτος, Γ., Ρηγόπουλος, Κ., Αθανασίου, Α., 1965. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος, φύλλο: Αταλάντη, κλ.: 1:50.000, Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα.

Μαράτος, Γ., Ρηγόπουλος, Κ., Αθανασίου, Α., 1967. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος. Φύλλο: Ελάτεια, κλ.: 1:50.000, Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα.

Μαρίνος, Γ., 1957. Περί της κατά γεωτεκτονικάς ζώνας διαιρέσεως της Ανατολικής Ελλάδος. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ. ΙΙΙ, σελ. 73-83.

Μαρίνος, Γ. & Reichel, M., 1958. Η εξάπλωσις του απολιθωματοφόρου Περμίου εις Ανατολικήν Στερεάν Ελλάδα και Εύβοιαν. Ειδικαί μελέται επί της Γεωλογίας της Ελλάδος, No 8, Ι.Γ.Ε.Υ., Αθήναι.

Μαριολάκος, Η. 2001. Η συμβολή της Γεωμυθολογίας στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Συνέδριο της Κ.Ε.Π.Ε. Στυλίδας-Υπάτης, 1-4/2/01, www2.ekke.gr/estia/Cooper/Mariolakos/Mariolakos_Omilia_Stylidas.pdf.

Mariolakos, I., Papanikolaou, D., 1981. The Neogene Basins of the Aegean Arc from the Paleogeographic and the Geodynamic point of view. Intern. Symp. (H.E.A.T.) Hell. Arc and Trench, Athens 1981, Abstracts 65-66, Proceedings I, 383-399.

Mariolakos, I., Fountulis, I., Kranis, H., 2001. Geology and Tectonics: Sterea Hellas area. Engineering Geology and the Environment, Marinos, Koukis, Tsiambaos & Sturnaras (Eds), p. 3971-3986, Swets & Zeitinger, Lisse.

Markus, W. A., Ladd, S., Stoughton, J., 1995. Pebble counts and the role of user dependent bias in documentting sediment size distribution. Water Resources Research, 31(10): 2625-2631.

Martinson, D. G., Pisias, N. G., Hays, J. D., Imbrie, J., Moore, T. C., Shackleton, N. G., 1987. Age dating and the orbital theory of ice ages: development of a high resolution 0 to 300.000-year chronostratigraphy. Quaternary Research, 27, 1-29.

Μάστορης, Κ., 1968. Υδρογεωλογική έρευνα εις την ασβεστολιθικήν περιοχήν νοτίου Γκιώνας. Γεωλογικαί και Γεωφυσικαί μελέται, τομ. XII, No 3, Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα.

Μάστορης, Κ., 1971. Παρατηρήσεις επί της Παλαιογεωγραφίας της ζώνης Παρνασσού-Γκιώνας και της γενέσεως και τάσεως μεταβολής της ποιότητας των βωξιτικών κοιτασμάτων αυτής. Γεωλογικαί και Γεωφυσικαί μελέται, τομ. XIV, No 3, Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα.

Matthes, G., 1956. River engineering. In: P. O. Abbot (Editor), American Civil Engineering Practice Willey, New York, vol. II, pp. 15-56.

Maul, O., 1921. Beiträge zur Morphologie des Peloponnes und des südlichen Mittelgriechenlands. A. Pencks. Geogr. Mitteil., 3, S. 179-340.

Maxwell, J. C., 1857. Experiments on color as perceived by the eye, with remarks on colour blindness. Trans. R. Soc. Edinburgh, 21, 275-299.

McKee, E. D., 1938. Original structures in Colorado River flood deposits of Grad Canyon. Jour. Sed. Petrology, vol. 8, pp. 77-83.

McKee, E. D., 1939. Some types of bedding in the Colorado River delta. Jour. Geol., vol. 47, pp. 64-81.

McManus, D. A., 1963. A criticism of certain usage of the phi notation. J. Sedim. Petrol., 33., p. 670-674.

Μέλιος, Ν., 1996. Τεκμήρια και επεξεργασία στοιχεία για την ιστορία του Κωπαϊδικού ζητήματος. Αθήνα.

Melton, F. A., 1936. An empirical classification of flood-plain streams. Geogr. Rev., 26.

Μέμου, Τ., 1986. Γεωφυσική έρευνα στην περιοχή Αταλάντης. Ι.Γ.Μ.Ε., Δ/νση Γεωφυσικών ερευνών, 15 σ., 9 σχ., Αθήνα.

Μέμου, Τ., 1988. Αναγνωριστική Γεωφυσική έρευνα στις κοινότητες Κυριάκι-Αγ. Άννα του νομού Βοιωτίας και στη κοινότητα Κολάκα του νομού Φθιώτιδας. Ι.Γ.Μ.Ε., Δ/νση Γεωφυσικών ερευνών, 12 σ., 8 σχ., Αθήνα.

Mercier, J., 1966. Paléogéographie, orogenèse, métamorphisme et magmatisme des zones internes des Hellénides en Macédoine (Grèce): vue d' ensemble. Bull. Soc. Géol. France, 8, 1020-1049.

Mercier, J., 1968. Etude géologique des zones Internes des Hellénides en Macédoine centrale (Grèce). Contribution à l' étude du métamorphisme et de l' évolution magmatique des zones internes des Hellénides. Thèses, Paris 1966, Ann. Geol. des Pays Héllen., 20, 1-792.

Mercier, J., 1976. La Néotectonique, ses méthodes et ses buts. Un exemple: L' arc Égeén (Méditerranée orientale). Rev. Géorg. Phys. Géol. Dyn., V., XVIII, 323-346.

Miall, A. D., 1985. Architectural-element analysis: A new method of facies analysis applied to fluvial deposits. Earth Science Reviews, 22, p. 261-308.

Mikos, M., 1995. Fluvial abrasion: Converting size reduction coefficient into weight reduction rates. Journal of Sedimentary Research, vol. 5, No 3, p.472-476.

Milhous, R. T, 2001. Specific weight and median size of the bed material of gravel and cobble bed rivers. Proceedings of the Seventh Federal Interagency Sedimentation Conference, March 25-29, 2001, Reno, Nevada.

Milhous, R. T, Hogan, S.A., Abt, S.R. and Watson, C.C., 1995. Sampling river bed material: The barrel sampler. Rivers 5 (4), 239-249.

Millan, D. J., Heritage, G. L., Large, A. R. G., Brunsdom, C. F., 1999. Influence of particle shape and sorting upon sample size estimates for a coarse-grained upland stream. Sedimentary Geology, 129, pp. 85-100. Elsevier.

Mills, H. H., 1977. Differentiation of glacier environments by sediment characteristics: Athabasca glacier, Alberta, Canada. Jour. Sed. Petrology, vol. 47, No 2, pp. 728-737.

Mills, H. H., 1978. Some characteristics of glacial sediments on mount Rainier, Washington. Jour. Sed. Petrology, vol. 48, No 4, pp. 1345-1356.

Mills, H. H., 1979. Downstream bounding of pebbles. A quantitative review. Jour. Sed. Petrology, vol. 49, No 1, pp. 295-302.

Moiola, R. J. & Weiser, D., 1968. Textural parameters: an evaluation. Jour. Sed. Petrology, 38, 45-53.

Mondgomery, D. R. & Buffington, J. M.,1993. Channel classification, prediction of channel response and assessment of channel condition. Report TFW-SH10-93-002 prepared for the SHAMW committee of the Washington State Timber/Fish/Wildlife Agreement, 107 pp..

Mondgomery, D. R. & Buffington, J. M., ***1997***. Channel-reach morphology in mountain drainage basins. Geological Society of America Bulletin, 109(5), pp. 596-611.

Μονόπωλης, Δ., 1971. Υδρογεωλογική μελέτη της καρστικής περιοχής του ορεινού συγκροτήματος Παρνασσού. Ι.Γ.Ε.Υ., Υδρολογικαί και Υδρογεωλογικαί έρευναι, Νο 4, Αθήναι. Διατριβή επί διδακτορία.

Morozova, G. S., Smith, N. D., 2000. Holocene avulsion styles and sedimentation patterns of the Sascatchewan River, Cumberland Marshes, Canada. Sedimentary Geology, 130, 81-105.

Mosley, M. P. & Tindale D. S., 1985. Sediment variability and bed material sampling in gravel bed rivers. Earth Surface Processes and Landforms, 10, p. 465-482.

Mosselmann, E., Huisink, M., Koomen E., Seijmonsbergen, A. C., 1995. Morphological Changes in a Large Braided Sand-Bed River. River Geomorphology, edited by E. J. Hickin. John Willey and Sons Ltd.

Μουντράκης, Δ., 1983. Η γεωλογική δομή της βόρειας Πελαγονικής ζώνης και η γεωτεκτονική εξέλιξη των Εσωτερικών Ελληνίδων. Πραγματεία για Υφηγεσία, Παν. Θεσσαλονίκης, σ. 289.

Μουντράκης, Δ., 1985. Γεωλογία της Ελλάδας. University Studio Press, Θεσσαλονίκη.

Mountrakis, D., Sapountzis, E., Kilias, A., Eleftheriadis, G. & Christofides, G., 1983. Paleogeographic conditions in the western pelagonian margin in Greece during the initial rifting of the continental area. Canadian Journal of Ear. Sc., 20, 1673-1681.

Moussavi-Harami, R., Mahboubi, A., Khanehbad, M., 2004. Analysis of controls on downstream fining along three gravel-bed rivers in the Band-e-Colestan drainage basin NE Iran. Geomorphology, vol. 61, p. 143-153.

Μπέλλος, Θ., 2000. Γεωμορφολογική μελέτη της περιοχής Δ. Ελικώνα, Ν. Παρνασσού, ΝΑ Γκιώνας. Διδακτορική διατριβή, 300 σ., Αθήνα.

Munsell, A. H., 1907a. A Color Notation. 2hd ed., Ellis, Boston, MA, 113p..

Munsell, A, H., 1907b. Munsell Book of Color, Munsell Color. Baltimore, MD, 8pp..

Naden, P. S. & Brayshaw, A. C., 1987. Small- and medium- scale bedforms in gravel-bed rivers. In: River Channels Environment and Process. K. S. Richards (ed.). The Institute of British Geographer Special Publication Series, Basil Blackwell, Oxford, P. 249-271.

Nanson, G. C., (1980). Point bar and floodplain development of the meandering Beatton River, northeastern British Columbia, Canada. Sedimentology, vol. 27, pp.3-29.

Nanson, G. C. & Crooke, J. C., (1992). A genetic classification of floodplains. In: G. R. Brakenridge and J. Hagedorn (Editors), Floodplain Evolution. Geomorphology, 4: 459-486.

Nanson, G. C., Knighton, D. A., 1996. Anabranching rivers: their cause, character and classification. Earth Surface Processes and Landforms, vol. 21, pp. 217-239.

Neumann-Mahlkau, P., 1967. Korngrössenanalyse grobklastischer Sedimente mit Hilfe von Aufschluss–Photographien. Sedimentology, 9, p. 245-261.

Newton, I., 1704. The First of Opticks, or, A Treatise on the Reflections, Refractions, Inflections and Colours of Light. Samuel Smith and Benjamin Walford, London, 213pp..

Nordstrom, K. F., 1977. The use of grain size statistics to distinguish between high and moderate energy beach environments. Jour. Sed. Petr., 47, No 3, 1287-1294.

Nöth, H. O., 1979. Stratigraphie und Tektonik einzelner Kalkvorkommen und der Schichten ihrer näheren Umgebung im Gebiet Pournowouni-Stavros (Süd-Griechenland). Z. dt. geol. Ges., 130, S. 353-360, Hannover.

Όμηρος, 8ος π.Χ. αιώνας. Ιλιάδα. Μετάφραση: Γ. Ψυχουντάκης. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο, 1995.

Okuda, M., Yasuda, Y., Setoguchi, T,. 2001. Latest Pleistocene and Holocene pollen records from Lake Kopais Southeast Greece. The journal of the Geological Society of Japan, 105, 450-455.

Okuda, M., Yasuda, Y., Setoguchi, T,. 2001. Middle to Late Pleistocene vegetation history and climatic changes at Lake Korais, Southeast Greece. Boreas, Vol. 30, pp. 73-82, Oslo.

Osswald, K., 1938. Geologische Geschichte von Griechische Nordmazedonien. Υπόμνημα Γεωλογικής Εταιρίας Ελλάδος, 3.

Παγούνης, Μ., 1993. Συνοπτική έκθεση αποτελεσμάτων υδρογεωλογικής έρευνας στην περιοχή Βοιωτίας-Βοιωτικού Κηφισού για την ύδρευση της πρωτεύουσας (1990-1993). Ι.Γ.Μ.Ε., 5563 (495 Ν. Β), Αθήνα.

Παγούνης, Μ., Γκατζογιάννης, Α., Γκέρτσος, Θ., 1986α. Μελέτη σύνταξης υδατικού ισοζυγίου Βοιωτικού Κηφισού. Παράρτημα Ι, απογραφή υδροσημείων, Ι.Γ.Μ.Ε. Υδρολογικές και Υδρογεωλογικές έρευνες αρ. 48, Αθήνα.

Παγούνης, Μ., Γκατζογιάννης, Α., Γκέρτσος, Θ., 1986β. Μελέτη σύνταξης υδατικού ισοζυγίου Βοιωτικού Κηφισού. Παράρτημα ΙΙ, υδατικό ισοζύγιο, Ι.Γ.Μ.Ε. Υδρολογικές και Υδρογεωλογικές έρευνες, αρ. 48, Αθήνα.

Παναγόπουλος, Α., Δρακοπούλου Ε., Περλέρος, Β., 2004. Εφαρμογή του μαθηματικού ομοιώματος MODFLOW σε καρστικό υδροφορέα: Η περίπτωση της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού. Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας, τομ. XXXVI, σ. 2021-2030, Πρακτικά 10ου Διεθνούς Συνεδρίου, Θεσσαλονίκη, 2004.

Πανάγος, Α., Κοντόπουλος, Ν., Φωτάκης, Κ., Γερούκη, Φ., 1977. Κοκκομετρικοί παράμετροι και καθορισμός πεδίων των άμμων ακτών της δυτικής Πελοποννήσου. Γεωλογικά Χρονικά των Ελληνικών Χωρών, 28, 275-298.

Πανάγος, Α., Πη, Γ., Κοντόπουλος, Ν., 1976. Ανάλυσις των ιζημάτων της περιοχής Αφισσού (Σπάρτη). Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας, τόμος XII, τεύχος 2, σελ. 3-28., Αθήνα.

Panagos, A., Pe, G. G., Kontopoulos, N., 1979. The mineralogy and sedimentation environment of Neogene marls, Lakonia, Greece. N. Jb. Miner. Abh., 134, 3, p.265-273, Stuttgart.

Παντζαρτζής, Π., 1993. Ανόρυξη υδρογεωτρήσεων στην περιοχή της κοινότητας Αγίου Δημητρίου Ν. Βοιωτίας. Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων, 1η Δ.Ε.Κ.Ε. Θηβών, Ανάδοχος: ''ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΣ''.

Pantosi, D., De Martini, P. M., Papanastassiou, D., Palynos, N., Lemeille, F., Stavrakakis, G., 2001. A reappraisal of the 1894 Atalanti Earthquake Surface Ruptures, Central Greece. Bull. Seism. Soc. America, 91, 4, 760-780.

Paola, C., Heller, P. L., Angevine, C. L., 1992. The large-scale dynamics of grain-size variation in alluvial basins, 1: Theory. Basin Research, 4, 73-90.

Paola, C., Seal, R., 1995. Grain size patchiness as a cause of selective deposition and downstream fining. Water Resources Research, vol. 31, No 5, p. 1395-1407.

Παπαγιαννοπούλου-Οικονόμου, Α., 1986. Ανεύρεση με γεωφυσική έρευνα ενός υπόγειου αργιλικού σχηματισμού στην περιοχή Αναβύσσου και η παλαιογεωγραφική του σημασία. Ι.Γ.Μ.Ε., Γεωλ. & Γεωφ. Μελ., τόμος εκτός σειράς, σελ. 303-313, 1 χαρτ., 11 σχ., Αθήνα.

Παπαδημητρίου, Α., 1984. Η Τιθόρα και τα ιερά της. Προσπάθεια στην ιστορική τοπογραφία. Υπουργείο Πολιτισμού και Επιστημών, Αρχαιολογικόν Δελτίον, τόμος 33 (1978), μέρος Α΄- Μελέτες, σ. 121-145, Αθήναι.

Παπαδημητρίου, Α. και συνεργάτες, 2001. Μελέτη ενίσχυσης έργων υδροδότησης Κωπαϊδικού πεδίου από λίμνη Υλίκη. Προκαταρκτική μελέτη, Τεχνική έκθεση, Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδος, Δ.Ε.Κ.Ε. Λαμίας, 31 σ., Αθήνα.

Παπαδοπούλου-Βρυνιώτη, Κ., 1990. Γεωμορφολογική μελέτη της περιοχής Κωπαϊδας. Διδακτορική διατριβή, 145 σ., Αθήνα.

Παπαδοπούλου-Βρυνιώτη, Κ., Μπέλλος, Θ., 2001. Γεωμορφολογικές παρατηρήσεις σε καρστικές γεωμορφές των ορεινών όγκων Παρνασσού, Ελικώνα, Γκιώνας (Ελλάδα). Δελτίο Ε.Γ.Ε., τομ. XXXIV/1, σ. 439-442.

Παπαζάχος, Κ. Β., 1986, Εισαγωγή στην εφαρμοσμένη Γεωφυσική. 322 σ., 119 σχ., Θεσσαλονίκη.

Papazachos, C. B., Kiratzi, A. A, 1996. A detailed study of the active crustal deformation in the Aegean and surrounding area. Tectophysics, 253, 129-153.

Παπανικολάου, Δ., 1986. Γεωλογία της Ελλάδας. Εκδόσεις Επτάλοφος Α.Β.Ε.Ε., Αθήνα.

Παπαθεοδώρου, Γ., 2001. Γεωλογία Περιβάλλοντος, 245σ., Πάτρα.

Παπασταματίου, Ι., Τάταρης, Α., Βετούλης, Δ., Μπορνόβας, Ι., Χριστοδούλου, Γ., Κατσικάτος, Γ., 1960. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος. Φύλλο: Άμφισσα, κλ.: 1:50.000, Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα.

Παπασταματίου, Ι., Τάταρης, Α., Βετούλης, Δ., Κατσικάτος, Γ., 1962. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος. Φύλλο: Άμφίκλεια, κλ.: 1:50.000, Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα.

Παπασταματίου, Ι., Τάταρης, Α., Μαραγκουδάκης, Ν., Μονόπωλης, Δ.,1971. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος. Φύλλο: Λιβαδειά, κλ.: 1:50.000, Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα.

Παπασταύρου, Σ. Ε., 1986. Οι ελληνικοί βωξίτες (περιγραφή-κατάταξη-κατανομή-προβλήματα). Κοιτασματολογικές Μελέτες, Νο 15, Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα.

Παπαχατζής, Ν., 1992. Παυσανίου Ελλάδος περιήγησις. Βιβλία 9 και 10, Βοιωτικά και Φωκικά: Εισαγωγή στα Βοιωτικά και Φωκικά, κριτικό υπόμνημα και αποκατάσταση του κειμένου, μετάφραση και σημειώσεις ιστορικές, αρχαιολογικές, μυθολογικές. Εκδοτική Αθηνών Α.Ε., Αθήνα.

Parasnis, D. S., 1979. Principles of applied Geophysics. 275 p., 102 fig., 14 tab. Third edition by Chapman and Hall, London.

Passega, R., ***1957.*** Texture as characteristic of clastic deposition. Bull. Am. Ass. Retrol. Geol., 41, 1952-1984.

Passega, R., 1964. Grain size representation by CM patterns as a geological tool. Jour. Sedim. Petrol., vol 34, pp.830-847.

Passega, R., ***1972.*** Sediment sorting related to basin mobility and environmental. Bull. Am. Ass. Retrol. Geol., 56, 2440-2450.

Passega, R., ***1977.*** Significance of CM diagrams of sediments deposited by suspensions. Sedimentology, 24, 723-733.

Passega, R., ***Byramjee, R.,1969.*** Grain size image of clastic deposits. Sedimentology, 13, 233-252.

Passega, R., Rizzini, A., Borghetti, G., 1967. Transport of sediments by waves, Adriatic coastal shelf, Italy. American Association of Petroleum Geologist Bulletin, vol. 51, No 7, p. 1304-1319.

Patro, B. C., Sahu, B. K., 1974. Factor analysis of sphericity and roundness data of clastic quarz grains: Environmental significance. Sedimentary Geology, vol.11, pp.59-78. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.

Παυλίδης, Σ., Χατζηπέτρος, Α., Γκουντρομίχου, Χ., Αυγερόπουλος, Π., Γιαννάτος, Γ., Βάσιος, Δ., 1999. Μορφοτεκτονικά κριτήρια αναγνώρισης ενεργών ρηγμάτων στην περιοχή Αρκίτσας-Άγιου Κωνσταντίνου-Καμένων Βούρλων. 5ο Πανελλήνιο Γεωγραφικό Συνέδριο, Αθήνα 11-13 Νοεμβρίου 1999, 75-82.

Παυλίδης, Σ. Β., Βαλνακιώτης, Σ., Γκανάς, Α., Κεραμιδάς, Δ., Σμπόρας, Σ., 2004. Το ενεργό ρήγμα της Αταλάντης. Επανεκτίμηση με νέα γεωλογικά δεδομένα. Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας, τομ. XXXVI, σ. 1560-1567, Πρακτικά 10ου Διεθνούς Συνεδρίου, Θεσσαλονίκη, 2004.

Παυλόπουλος, Ν., 1995. Η συμβολή της Γεωφυσικής στον εντοπισμό αρχαιοτήτων. Διδακτορική διατριβή, 311 σ., 158σχ., 43πιν., 54 φωτ., Πάτρα.

Παυσανίας, 150 μ. Χ. Ελλάδος περιήγησις, βιβλία 9 και 10: Βοιωτικά-Φωκικά. Μετάφραση: Ν. Παπαχαντζής, Εκδοτική Αθηνών, 1992.

Pe, G. G., Piper, D. J. W. 1975. Textural recognition of mudflow deposits. Sediment. Geol. 13, pp.303-306.

Penck, W.,1924. Die morphologische Analyse. Ein Kapitel der physikalischen Geologie. Stuttg. Geogr. Abhandl. 2, Heft 2, 283 S., Stuttgart.

Petrascheck, W. & Marinos, G., 1953. Zur Geologie von Attika. Kober Festschr., Wien, 52-59.

Petrie, J. & Diplas, P., 2000. Statistical approach to sediment accuracy. Water Resources Research, vol. 36, No 2, p. 597-605.

Pettijohn, E. J.,1949. Sedimentary Rocks. New York, Harper and Brothers Edition, 526 p..

Pettijohn, E. J., 1975. Sedimentary Rocks. Third Edition, 628p., 359 fig., 87 tab., Harper International Edition, New York.

Pfeffer, K., ***1978.*** Karstmorphologie Wissenschaftliche Buchgesellschaft. Darmstadt, 131 S..

Philips, W. J. & Philips, N., 1980. Introduction to Mineralogy for Geologists. Willey, London.

Philippson, A., 1898. La tectonique de l' Egéide. Ann. de Géographie, 112-141.

Piper, D. J. W., 1977. Manual of sedimentological techniques. Department of Geology and Oceanography, Dalhousie University, Halifax, N.S..

Piper, D. J. W. & Pe, G. G., 1977. Cenozoic clay mineralogy from D.S.D.P. holes on the continental margin of the Australia-New Zealand sector of the Antarctica. N. Z. journal of Geology and Geophysics, vol. 20, No 5, pp. 905-917.

Piper, D. J. W. & Slatt, R. M., 1977. Late Quaternary clay-mineral distribution on the eastern continental margin of Canada. Geological Society of America Bulletin, vol. 88, Doc. Nr. 70213, p. 267-272.

Pizzuto, J. E., 1995. Downstream fining in a network of gravel - bedded rivers. Water Resources Research, vol. 31, No 3, p. 753-759.

Pizzuto, J. E., 1997. Combining geological and statistical methods with numerical modeling to evaluate the impacts of land use changes of rivers. In: Wang, S.S.Y., Langedoen, E. J., Shields, F. D. (Eds), Proceedings of the Conference on Management of Landscapes Disturbed by Channel Incision. University of Mississippi Publishing, Oxford, MS, pp. 647-652.

Plumley, W. J., 1948. Black Hills terrace gravels: a study in sediment transport. Journal of Geology, 56, 526-577.

Pope, J. J. R., 2000. The application of mineral magnetic and extractable iron (Fe_d) analysis for differentiating and relatively dating fan surfaces in central Greece. Geomorphology 32, pp. 57-67, Elsevier.

Potter, P.E., 1955. The petrology and origin of the Lafayette gravel. Part I. Mineralogy and petrology: Jour. Geology, vol. 63, p. 1-38.

Potter, P. E. & Pettijohn, E.J.,1963. Paleocurrents and basin analysis. New York, Springer, 296p..

Potyondy, J. & Bunte, K., 2002. Analysing pebble count data collected by size classes (based upon a similar spreadsheet by Bevenger, G. S. & King, R. M., 1995).

Powell, D. M., 1998. Patterns and processes of sediment sorting in gravel – bed rivers, Progress in Physical Geography, vol. 22, No 1, pp. 1-32.

Powell, J. W., 1875. Exploration of the Colorado river of the west and its tributaries. Washington.

Powers, M. C., 1953. A new roundness scale for sedimentary particles, Journal of Sedimentary Petrology, vol.23, pp. 117-119.

Powers, M. C., 1982. Comparison chart for estimating roundness and sphericity. AGI Data sheet18. American Geological Institute.

Pye, W. D. & Pye, M. H., 1943. Sphericity determinations of pebbles and sand grains. Journal of Sedimen-tary Petrology, vol.13 (1), pp. 28-34.

Pyrce, R. S., Ashmore, P. E., 2003. The relation between particle path length distributions and channel morphology in gravel-bed streams: a synthesis. Geomorphology, vol. 56, p. 167-187.

Rana, S. A., Simons, D. B., Mahmood, K., 1973. Analysis of sediment sorting in alluvial channels. American Society of Civil Engineers Proceedings, vol. 99, Journal of the Hydraulics Division, No HY11, p. 1969-1980.

Reid, I., Frostick, L. E., Brayshaw, A. C., 1992. Microform roughness elements and the selective entrain-ment and entrapment of particles in gravel-bed rivers. In: Dynamics of Gravel-bed Rivers, P. Billi, R. D. Hey, C. R. Thorne and P. Tacconi (eds.), John Wiley and Sons, Chichester, p. 253-275.

Renz, C., 1940. Die Tektonik der Griechischen Gebirge, Πρακτ, Ακαδ. Αθηνών, 8, 1-171.

Renz, C., 1955. Die vorneogene Stratigraphie der normal sedimentären Formationen Griechenlands. I.Γ.E.Y., 637p., Αθήνα.

Retallack, G. J., 1983. A paleopedological approach to the interpretation of terrestrial sedimentary rocks: The mid-Tertiary fossil soils of Badlands National Park, Soyth Dakota. Geological Society of American Bulletin, vol. 94, p. 823-840.

Rice, S. P., 1994. Towards a model of changes in bed material texture at the drainage basinscale. In: Kirkby, M. J. (Edt.), Process models and theoretical Geomorphology, Chichester, Willey, p. 159-172.

Rice, S. P., 1996. Bed material texture along gravel bed rivers with confluences. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of Philosophy, British Columbia University, 237p..

Rice, S. & Church, M. 1996. Sampling surficial fluvial gravels: The precision of size distribution percentile estimates. Journal of Sedimentary Research, vol. 66, No 3, p. 654-665.

Rice, S. & Church, M. 1996a. Bed material in low order streams on the Queen Charlotte Islands, British Columbia. Earth Surface Processes and Landforms, vol. 21, p. 1-18.

Rice, S. & Church, M. 1998. Grain size along two gravel-bed rivers: Statistical variation, spatial pattern and sedimentary links. Earth Surface Processes and Landforms, vol. 23, p. 345-363.

Richtenhofen, F., 1886. Führer für Forschungsreisende. Hannover, Nachdruck Darmstadt, 1973.

Richter, K., 1959. Bildungsbedingungen Pleistozäner Sedimente Niedersaschens aufgrund Morphometrischer Geschiebe und Geröllanalysen. Zeit. Deut. Geol. Ges., 110, S. 400-435.

Richter, D. & Mariolakos, I., 1975. Stratigraphische Untersuchungen an der Kreide/Tertiär Wende im Gebiet von Delphi-Amphissa-Amphiklia. Ann. géol. Pays hellén., 26: 417-434, Athen.

Rigsby, C. A., Baker, P. A., Aldenderfer, M. S., 2003. Fluvial history of the Rio Ilave valley, Peru, and ist relationship to climate and human history. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 194, pp. 165-185.

Rimpel, K. & Rothenhöfer, H., 1983. Stratigraphie und Tektonik der Toufa-Decke und ihres Unterlagers (Parnass-Kiona-Zone, Helleniden). Z. dt. geol. Ges., 134, S. 467-481, Hannover.

Roberts, S., Jackson, J., 1991. Active normal faulting in central Greece: an overview. Special Publication of the Geological Society of London, 56, p. 125-142.

Rontoyanni-Tsiambaou, T., 1984. Etude néotectonique des rivages occidentaux du canal d' Atalandi (Grèce Centrale). Université de Paris sud Centre d' Orsay. Thèse.

Rose, A. J., 1970. Tables et abaques. Radiocristallographie, CNRS, 142 p..

Rosgen, D. L., 1994. A classification of natural rivers. Catena, 21, pp. 169-199.

Rosgen, D. L., 1996. Applied River Morphology. Wildland Hydrology, Pagosa Springs, Colorado.

Royse, C. F., 1968. Recognition of fluvial environments by particle size characteristics. Journal of Sedimentary Petrology, 38(4), 1171-1178.

Russel, R & Taylor, R., 1937. Roundness and shape of Mississippi river sands. Journal of Geology, vol. 45, pp. 225-267.

Rust, B. R., 1972. Structure and process in a braided river: Sedimentology, v. 18, p. 221-245.

Saadellah, A. & Kukal, Z., 1969. Grain size and carbonate content in coastal sediments of Iraq. Jour. Irac G. Soc., 2, 3-10.

Σαμσών, Α., Ιωακείμ, Χ. Παλαιοπεριβάλλον και κατοίκηση στην περιοχή της Κωπαϊδας κατά την παλαιολιθική και νεολιθική περίοδο. Δ΄ Διεθνές Συνέδριο Βοιωτικών Μελετών. Εταιρία Βοιωτικών Μελετών. Λιβαδειά, 2000.

Schumm, S. A., 1963. A tentative classification of alluvial River channels. U. S. Geological Survey Circular 477, Washington, DC.

Schumm, S. A., 1969. River metamorphosis. ASCE. Journal of the Hydraulics Division, vol. 95, pp. 255-273.

Schumm, S. A., 1977. The Fluvial System. Wiley, New York, 339 p..

Schumm, S. A., 1985. Patterns of alluvial rivers. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 13, 5-27.

Schwan, W., 1976. Strukturen, Kinematik und tektonische Stellung des Parnass-Ghiona-Gebirges im Helleniden Orogen. Z. dt. geol. Ges. 127, S. 373-386, Hannover.

Schwan, W., 1978. Structural Tectonics of the Parnassus-Ghiona Mountains in the Central Hellenides. Alps, Apennines, Hellenides. Inter-Union Commission on Geodynynamics Scientific Report , No 38,Stuttgart.

Schwan, W., 1981. Deckengräben und Deckenhorste, mit Beispiele aus dem Parnass und anderen Gebir-gen Griechenlands. Z. dt. geol. Ges. 132, s. 527-536, Hannover.

Seal, R. & Paola, C., 1995. Observations of downstream fining on the North Fork Toutle River near Mount St. Helens, Washington. Water Resources Research, vol. 31, No 5, p. 1409-1419.

Sedimentations Seminar, (1981). Comparison of methods of size analysis for sands of the Amazon-Solimoes Rivers of Brazil and Peru. Sedimentology, 28, 123-128.

Selley, R. C., 1970. Ancient Sedimentary Environments. 237p., Chapman & Hall, London.

Shantzer, E. V., 1951. Alluvium of plain rivers in a temperate zone and its significance for understanding the lows governing the structure and formation of alluvial suites. Trav. Inst. Sci. Geol. Akad. Nauk., vol. 135, p. 1-271.

Shaw, J., Kellerhals, R., 1982. The composition of recent alluvial gravels in Alberta river beds, Alberta Research Council, Bulletin 41, 151p..

Shen, H. W., et al., 1981. Federal Highway Administration report. FHWA/RD-80/160, Washington DC.

Shukri, N. M., & Higazy, R. A., 1944. Mechanical analyses of some bottom deposits of the northern Red Sea. J. Sediment. Petrol., vol. 14, 43-69.

Simm, D. J., Walling, D. E., 1998. Lateral variability of overbank sedimentation on a Devon flood plain. Jour. Sc. Hydrol., 43(5), 715-732.

Simons, D.B., Sentürk, F., 1992. Sediment Transport Technology. Water and Sediment Dynamics, Water Resources Publications, Littleton, Colorado, 879p..

Sly, P. G., 1977. Sedimentary environments in the Great Lakes. In: Proceeding of the SIL-UNESCO Symposium on interactions between sediments and freshwater (Ed. by GOLTERMAN), pp. 76-82, Amsterdam, Junk.

Sly, P. G., 1978. Sedimentary processes in lakes. In: Lakes-Chemistry, Geology, Physics (Ed. by A. LERMAN), 65-89. Springer Verlag, Berlin.

Sly, P. G., Thomas, R. L., Pelletier, B. R., 1982. Comparison of sediment energy-texture relationships in marine and lacustrine environments. Hydrobiologia, 91, p. 71-84.

Sly, P. G., Thomas, R. L., Pelletier, B. R., 1983. Interpretation of moment measure characteristics from water lain sediments. Sedimentology, vol. 30, p. 219-233.

Small, R. J., 1978. The study of Landforms. A textbook of Geomorphology, sec. edition.

Smidt, E., 1965. Die Seidi-Höhle. Eine jung paläolithische Station in Griechenland. IVe Colloque Inter-national de Spéléologie, Athènes, 1963, 163-174. Από: Περιοδικό «ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΑ», τεύχος 59, Ιούνιος 1996.

Smith, D. G., 1976. Effect of vegetation on lateral migration of anastomosed channels of a glacier meltwater river. Geological Society of America Bulletin, vol. 87, pp. 857-860.

Sneed, E. D. & Folk, R. L., 1958. Pebbles in the lower Colorado River, Texas: a study in particle morphogenesis. Journal of Geology, 66, pp. 114-150.

Sotiriadis, G., 1905. Untersuchungen in Boiotien und Phokis. Mitt. des Kaiserlich Deutsch. Archäol. Inst., Athenische Abteilung, Band XXX, Athen, 416s.

Spiegel, M., R., 1975. Πιθανότητες και Στατιστική. Schaum's Outlines Series, McGrau-Hill, New York, Μετάφραση: Σωτήριος Κ. Περσίδης, Αθήνα 1977.

Σταματόπουλος, Τ., 1979. Ο εσωτερικός αγώνας. Η ταξική πάλη πριν και κατά τη μεγάλη επανάσταση και η πρώτη πολιτειακή οργάνωση του Ελληνικού Έθνους: Οδυσσέας Ανδρούτσος. Εκδόσεις ΚΑΛΒΟΣ, τόμος 2, 619σ., Αθήνα.

Stamphuss, R., 1942. Die ersten altsteinzeitlichen Höhlenfunde in Griechenland. Mannus 34, 132-147. Από: Περιοδικό «ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΑ», τεύχος 59, Ιούνιος 1996.

Steel R. J. & Thompson D. B., 1983. Structures and textures in Triassic braided stream conglomerates ("Bunter" Pebble Beds) in the Sherwood Sandstone Group, North Staffordshire, England. Sedimentology 30 (3): 341.

Stewart, H. B., 1958. Sedimentary reflections of depositional environments in San Miguel Lagoon, Baja California, Mexico. Am. Assoc. Petr. Geol. Bull., vol 42, p. 2567-2618.

Στράβων, 50 π. Χ. Γεωγραφικά. Βιβλίον Θ΄. Τα άπαντα των αρχαίων Ελλήνων συγγραφέων. Τόμος ΙΙΙ. Μετάφραση Κ.Θ. Αραπόπουλου (1937). Εκδόσεις «ΠΑΠΥΡΟΣ», σ.1190-1237., Αθήνα 1975.

Strahler, A. N., 1952. Dynamic basis of Geomorphology. Geol. Soc. Amer. Bull., 63, p. 923-938.

Surlyk, F., 1978. Submarine fan sedimentation along fault scarps on tilted fault blocks (Jurassic-Cretaceous boundary, East Greenland). Grnl. Geol. Unders., 128.

Swan, B., 1974. Measures of particle roundness; a note. Jour. Sediment. Petrology, 44(2). pp. 572-577.

Σωτηριάδης, Λ., 1978. Μαθήματα Φυσικής Γεωγραφίας, Θεσσαλονίκη.

Τζαβέλλα-Evjen, Χ., 1988. Διερεύνηση της Νεολιθικής Τούμπας Μπαλωμένου στη Χαιρώνεια. Επετηρίς της Εταιρείας Βοιωτικών Μελετών, Τόμος Α΄, Τεύχος α΄, Α΄Διεθνές Συνέδριο Βοιωτικών Μελετών, σ. 37-40, Θήβα 1986.

Τζαβέλλα-Evjen, X., 1988. Ανασκαφικές ενέργειες στη Χαιρώνεια. Επετηρίς της Εταιρείας Βοιωτικών Μελετών, Τόμος Β΄, Τεύχος α΄, Β΄Διεθνές Συνέδριο Βοιωτικών Μελετών, σ. 63-67, Λιβαδειά 1992.

Todd, S. P., 1996. Process deduction from fluvial sedimentary structures. In: Advances in Fluvial Dynamics and Stratigraphy. P. A. Carling and M. R. Dawson (eds.), John Willey and Sons, Chichester.

Trask, P. D., 1930. Mechanical analyses of sediments by centrifuge. Econ. Geol., 25, 581-599.

Τσουγιάννης, Α., 1988. Γεωηλεκτρικές μετρήσεις σε περιοχές του Βοιωτικού Κηφισού. Ι.Γ.Μ.Ε., Δ/νση Γεωφυσικών ερευνών, Αθήνα.

Τσώλη-Καταγά, Π., 1987. Τα αργιλικά ορυκτά. Ανάλυση και προσδιορισμός με τις ακτίνες Χ. Μετάφραση από τα γαλλικά του «Les minéraux argileux», T. HOLZAPFEL, Société Géologique du Nord, Publication 12, 1985.

Tucker, M., 1996. Methoden der Sedimentologie, Enke Verlag, Stuttgart, Tab 7.2a (berechnet von Smith, M. J.), Tab.7.3 (aus JCPDS, 1974).

Twenhofel, W., 1937. Terminology of the fine-grained mechanical sediments. Rept. Comm. Sedimentation 1936-37, Nat. Res. Coun., pp. 81-104.

Tzedakis, P. C., 1999. The last climatic cycle at Kopais, central Greece. Journal of the Geological Society, London, vol. 156, pp. 425-434.

Udden, J. A., 1898. Mechanical composition of wind deposits: Augustana Library publ. 1, pp. 1-69.

Udden, J. A., 1914. The Mechanical composition of clastic sediments. Bull. Geol. Soc. Amer., vol. 25., pp. 655-744.

Verrechia, E. P., Freyet, P., Julien, J., Baltzer, F., 1997. The usual hydrodynamical behavior of freshwater oncolites. Sedimentary Geology, 113, pp. 225-243, Elsevier.

Viseras, C., Fernádez, J., 1994. Channel migration patterns and related sequences in some alluvial fan systems. Sedimentary Geology, 88, 201-217. Elsevier Science B. V., Amsterdam.

Wadell, H., 1932. Volume, shape and roundness of rock particles. Journal of Geology, 40, p. 443-451.

Wadell, H., 1933. Sphericity and roundness of rock particles. Journal of Geology, 41, p. 310-331.

Wadell, H., 1935. Volume, shape and roundness of quartz particles. Journal of Geology, 43, p. 250-280.

Waters, M. R., Nordt, L. C., 1995. Late Quaternary Floodplain History of the Brazos River in East-Central Texas. Quaternary Research, 43, 311-319.

Wells, N. A., 2001. Quantitative evaluation of color measurements: I. Triaxial stereoscopic scatter plots. Sedimentary Geology, 2950, 15p., Article in press, Elsevier.

Wentworth, C. K., 1919. A laboratory and field study of cobble abrasion. Jour. Geol., vol. 27, pp. 507-521.

Wentworth, C. K., 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. J. Geol., 30, pp. 377-392.

Wentworth, C. K., 1935. The terminology of coarse sediments. Bull. Nat. Res. Coun., 98, pp. 225-246.

Wentworth, C. K., & Williams, H., 1932. The classification and terminology of the pyroclastic rocks. Bull. Nat. Res.Coun.89, pp. 19-53.

Wilcock, P. R., Barta, A. F., Shea, C. C., Kondolf, M., Matthews, W. V. G., Pitlick, J., 1996. Observations of flow and sediment entrainment on a large gravel-bed river. Water Resources Research, vol. 32, No 9, p.2897-2909.

Williams, P. F. & Rust, B. R., 1969. The Sedimentology of a braided river. Jour. Sediment. Petrol., vol 39, p. 649-678.

Willis, B. J. & Behrensmeyer, A. K., 1994. Architecture of Miocene oberbank deposits in Northern Pakistan. Journal of Sedimentary Research, vol. B64, No 1, p. 60-67.

Wolman, M. G., 1954. A method for sampling coarse river-bed material. American Geophysical Union Transactions, 35, 951-956.

Wundt, W., 1949. Die Flussmäander als Gleichgewichtsform der Erosion. Experientia 5: 301-307.

Χριστοδούλου, Γ. & Τσαϊλά-Μονόπωλη, Σ., 1975. Μικροφάσεις της ζώνης Ανατολικής Ελλάδας. Γεωλογικαί και Γεωφυσικαί μελέται, ΕΘ.Ι.Γ.Μ.Ε., τόμος XVII, Νο 1, Αθήνα.

Yassoglou, N., Kosmas, C., Moustakas, N., 1997. The red soils, their origin, properties, use and management in Greece. Catena, vol. 28, p. 261-278.

Yuzyk, T. R. 1984. Bed material sampling in gravel-bed streams. Sediment Survey Section, Water Resources Branch, Inland Waters Directorate, Conservation and Protection, Environment Canada, Report IWD-HQ-WRB-SS-88-8, 62 pp..

Yuzyk, T.R. & Winkler, T., 1991. Procedures for bed-material sampling. Lesson Package No 28, Environment Canada, Water Resources Branch, Sediment Survey Section, Ottawa, Canada, 100pp.

***Φασούλας, Κ*. Α., 1964.** Στοιχεία Πειραματικής Στατιστικής, Θεσσαλονίκη.

Ψιλοβίκος, Α., 1981. Γεωμορφολογικές, Μορφογενετικές, Τεκτονικές, Ιζηματολογικές και Κλιματολογικές διεργασίες που οδήγησαν στο σχηματισμό και στην εξέλιξη σύνθετων αλλουβιακών ριπιδίων στον Όλυμπο. Πραγματεία επί Υφηγεσία, Θεσσαλονίκη.

Zingg, T., 1935. Beiträge zur Schotteranalyse. Min. Petrogr. Mitt. Schweiz., 15, 39-140.

Zwittkovits, F., 1966. Klimabedingte Karstformen in den Alpen, den Dinnariden und im Taurus. Mitt. der Öster. Geogr. Gessel., Bd. 108, S. 72-97.

ΧΑΡΤΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ

1. Οριζοντιογραφία αρδευτικών έργων μέσου ρου Βοιωτικού Κηφισού. Οριστική μελέτη περιοχής Χαιρώνειας. Αρ. σχεδίου: 3, κλ.: 1:5.000, Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.: Γ. Γ. Δημοσίων Έργων, Δ/νση Εγγειοβελτιωτικών Έργων, Τμήμα Μελετών. Αθήνα 1992.

2. Κτηματολογικό διάγραμμα απαλλοτριώσεων ιδιοκτησιών ανάντη φράγματος ΒΟΟΤ. Οριστική μελέτη (εφαρμογής) αντιπλημμυρικών έργων λεκάνης Βοιωτικού Κηφισού. Αρ. σχεδίων 1- 6, κλ.: 1:1.000, από χ.θ. 2+600 έως 10+600 Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.: Δ/νση Υδραυλικών Έργων, Αθήνα 1991.

3. Κτηματολογικό διάγραμμα και πίνακας περιοχής μέσου ρου Βοιωτικού Κηφισού ποταμού, από φράγμα ΒΟΟΤ έως Γέφυρα Ανθοχωρίου. Αρ. σχεδίου:1, κλ.: 1:2.000 από χ.θ. 0+000 έως 2+600. Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.: Γ. Γ. Δημοσίων Έργων, Δ/νση Εγγειοβελτιωτικών Έργων, Αθήνα 1986.

4. Χάρτης αναδασμού Υπουργείου Γεωργίας. Δ/νση Τοπογραφικής Υπηρεσίας, κλ.: 1: 5.000, τμήμα Λαφύστιο (Λεβαδείας), αναδασμός 1962-63-65.

5. Χάρτης αναδασμού Υπουργείου Γεωργίας. Δ/νση Τοπογραφικής Υπηρεσίας, κλ.: 1: 5.000, τμήμα Λαφύστιο (Λεβαδείας), αναδασμός 1967-68.

6. Χάρτης αναδασμού (3 φύλλα) Υπουργείου Γεωργίας. Δ/νση Τοπογραφικής Υπηρεσίας, κλ.: 1: 5.000, τμήμα Λεβάδεια (Λεβαδείας), αναδασμός 1964-68.

7. Χάρτης αναδασμού (2 φύλλα) Υπουργείου Γεωργίας. Δ/νση Τοπογραφικής Υπηρεσίας, κλ.: 1: 5.000, τμήμα Χαιρώνεια (Λεβαδείας), αναδασμός 1988.

8. Χάρτης αναδασμού Υπουργείου Γεωργίας. Δ/νση Τοπογραφικής Υπηρεσίας, κλ.: 1: 5.000, τμήμα Προσήλιο, αναδασμός 1972.

9. Χάρτης αναδασμού Ν. Α. Βοιωτίας. 2η Γενική Δ/νση, Τμήμα Τοπογραφικών αποτυπώσεων και αεροφωτογραφήσεων, κλ.: 1: 5.000, αγρ/μα «Ρωμαϊικο» Ν. Βοιωτίας, αναδασμός 1992.

10. Χάρτης αναδασμού Ν. Α. Βοιωτίας. 2η Γενική Δ/νση, Τμήμα Τοπογραφικών αποτυπώσεων και αεροφωτογραφήσεων, κλ.: 1: 5.000, αγρ/μα «Βασιλικά» Ν. Βοιωτίας, αναδασμός 1992.

11. Χάρτης αναδασμού Ν. Α. Βοιωτίας (διάγραμμα Ν.Κ.Κ.). Γενική Δ/νση Υποδ. και Ανάπτυξης Δ/νση Γεωργίας, Τμήμα Τοπογραφικής, κλ.: 1: 5.000, αγ/μα «Μαυρονέρι» Ν. Βοιωτίας, εκούσιος αναδασμός 2001.

12. Χάρτης αναδασμού Ν. Α. Βοιωτίας (διάγραμμα Ν.Κ.Κ.). Γενική Δ/νση Υποδ. και Ανάπτυξης Δ/νση Γεωργίας, Τμήμα Τοπογραφικής, κλ.: 1: 5.000, αγ/μα «Μαυρονέρι» Ν. Βοιωτίας, εκούσιος αναδασμός 2002.

13. Χάρτης αναδασμού Ν. Α. Βοιωτίας. Γενική Δ/νση Υποδ. και Ανάπτυξης Δ/νση Γεωργίας, Τμήμα Τοπογραφικής, κλ.: 1: 5.000, αγ/μα «Άγιος Βλάσιος» Ν. Βοιωτίας, εκούσιος αναδασμός 2000.

14. Κτηματολόγιο ποταμού Βοιωτικού Κηφισού περιοχής «Βασιλικά» Λεβαδείας. Υπ. Δημ. Έργων, 1η Δ.Ε.Κ.Ε. Θηβών, κλ.: 1:2.000, Θήβα 1983.