Πανεπιστήμιο Πατρών

Τμήμα Γεωλογίας

Εργαστήριο Παλαιοντολογίας και Στρωματογραφίας

ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ, ΠΑΛΑΙΟΝΤΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΠΑΛΑΙΟΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΡΙΟΥ-ΑΝΤΙΡΡΙΟΥ



Διδακτορική διατριβή

ΜΑΡΙΑ ΤΣΩΝΗ

Πάτρα

2021

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Τριμελής συμβουλευτική επιτροπή

Γιώργος Ηλιόπουλος, Αναπληρωτής Καθηγητής Τμ. Γεωλογίας Παν/μίου Πατρών (επιβλέπων)

Ιωάννης Κουκουβέλας, Καθηγητής Τμ. Γεωλογίας Παν/μίου Πατρών

Παύλος Αβραμίδης, Αναπληρωτής Καθηγητής Τμ. Γεωλογίας Παν/μίου Πατρών

Υπόλοιπα μέλη επταμελούς επιτροπής:

Αβραάμ Ζεληλίδης, Καθηγητής Τμ. Γεωλογίας Παν/μίου Πατρών

Σταύρος Καλαϊτζίδης, Αναπλ. Καθηγητή Τμ. Γεωλογίας Παν/μίου Πατρών

Ασημίνα Αντωναράκου, Καθηγήτρια Τμ. Γεωλογίας &ί Γεωπεριβάλλοντος Παν/μίου ΕΚΠΑ

Χαρίκλεια Ντρίνια, Καθηγήτρια Τμ. Γεωλογίας & Γεωπεριβάλλοντος Παν/μίου ΕΚΠΑ

Η έγκριση της παρούσας διατριβής από την εξεταστική επιτροπή και το τμήμα δεν προϋποθέτει και την αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα.

(Νόμος 5343/ 1932, άρθρο 202)

Ευχαριστίες

Πρωτίστως, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου και αναπληρωτή καθηγητή κ. Γιώργο Ηλιόπουλο, για την καθοδήγηση του και ακόμη περισσότερο για την υπομονή του όλα αυτά τα χρόνια. Η ενασχόλησή του με το θέμα της διατριβής μου ήταν διαρκής, καθώς με βοήθησε σε όλα τα στάδια της έρευνας, από την εργασία υπαίθρου έως τη συγγραφή της διατριβής. Η παρότρυνση και η στήριξή του ήταν απαραίτητη για την ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ θα ήθελα να εκφράσω στον καθηγητή κ. Ι. Κουκουβέλα και στον αναπληρωτή καθηγητή κ. Π. Αβραμίδη, μέλη της συμβουλευτικής επιτροπής, για την άμεση ανταπόκρισή τους, στα ερευνητικά ζητήματα μου.

Ένα θερμό ευχαριστώ στα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, τον καθηγητή Α. Ζεληλίδη, τον αναπληρωτή καθηγητή Σ. Καλαϊτζίδη, την καθηγήτρια Α. Αντωναράκου και την καθηγήτρια Χ. Ντρίνια, για το χρόνο που διέθεσαν στη μελέτη, διόρθωση και εξέταση της παρούσας διατριβής.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον ομότιμο καθηγητή κ. Ν. Κοντόπουλο, ο οποίος μου επέδειξε την περιοχή μελέτης και με καθοδηγούσε σε όλη την πορεία της έρευνας.

Θέλω να ευχαριστήσω θερμά την Δρ. Π. Παπαδοπούλου, για την πολύτιμη και καθοριστική βοήθεια της στην αναγνώριση των ειδών, τη βοήθεια της κατά την εργασία υπαίθρου καθώς και όλες τις συμβουλές της κατά το στάδιο της συγγραφής. Περισσότερο όμως την ευχαριστώ, για την ηθική και ψυχολογική υποστήριξη κατά τις αμέτρητες ώρες που περάσαμε μαζί στο γραφείο.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ. Κ. Σταμούλη για την χρονολόγηση των δειγμάτων με τη μέθοδο Οπτικά διεγειρόμενης φωταύγειας- Optically Stimulated Luminescence (OSL) dating, στο Κέντρο Αρχαιομετρίας στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων και την Δρ. Σ. Κωστοπούλου για τη μελέτη ασβεστολιθικού ναννοπλανγκτόν.

Ευχαριστώ το Εργαστήριο Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας και Μικροανάλυσης του Πανεπιστημίου Πατρών και τους Δρ. Β. Ξανθοπούλου και Δρ. Α. Σεφερλή, χειριστές των X.R.F και S.E.M αντίστοιχα, για την φωτογράφηση μικροαπολιθώματων και την γεωχημική ανάλυση των δειγμάτων της παρούσας διατριβής.

Ένα ιδιαίτερο ευχαριστώ οφείλω στην συνάδελφο και υποψήφια διδάκτωρ Μ. Κολενδριανού, με την οποία διανύσαμε ταυτόχρονα όλες τις δύσκολες και χαρούμενες στιγμές του διδακτορικού από την πρώτη έως την τελευταία μέρα για την ψυχολογική και ηθική υποστήριξη.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στις μεταπτυχιακές φοιτήτριες Δ. Βαλαβάνη, Κ. Καρανίκα, Ε. Λιάπη και στη φοιτήτρια Αθανασία Καπέλλου, που επεξεργάστηκαν μέρος των δειγμάτων στα πλαίσια των μεταπτυχιακών τους διατριβών και σε όλους τους φοιτητές του τμήματος Γεωλογίας, που βοήθησαν στο στάδιο υπαίθρου.

Ευχαριστώ τις καλές μου φίλες και υποψήφιες διδάκτορες Ι. Παππά και Μ. Τζώρτζη που πάντα πίστευαν σε μένα.

Το μεγαλύτερο ευχαριστώ το οφείλω στην οικογένεια μου και στον σύντροφό μου Σταύρο, που όλα αυτά τα χρόνια με στήριξαν με όλους τους δυνατούς τρόπους χωρίς να με αμφισβητήσουν ποτέ.

Περίληψη

1. Εισαγωγή 1

1.1 Περιοχή μελέτης 1

1.2 Σκοπός εργασίας 3

1.3 Ευστατικές αλλαγές από το όριο Πλειοκαίνου- Πλειστοκαίνου έως σήμερα 3

1.4 Η Μεσόγειος κατά το Πλειστόκαινο 5

1.5 Παράκτια Μεταβατικά περιβάλλοντα 6

1.6 Μικροπαλαιοντολογική- Παλαιοοικολογική ανάλυση 7

1.7 Τάφρος Κορίνθου- Πατρών 8

1.7.1 Γεωδυναμικό υπόβαθρο της τάφρου Κορίνθου- Πατρών 9

1.7.2 Ανύψωση –βύθιση στην τάφρο Κορίνθου- Πατρών 11

1.7.3 Μοντέλα εξέλιξης της τάφρου Κορίνθου- Πατρών 11

1.7.4 Πλειο- Τεταρτογενή ιζήματα της Λεκάνης Κορίνθου 13

1.8 Στενό του Ρίου- Αντιρρίου 15

1.9 Λεκάνη του Ρίου 17

1.9.1 Τεκτονική της λεκάνης του Ρίου 17

1.9.2 Πλειο- Τεταρτογενή ιζήματα των λεκανών Ρίου και Πάτρας 18

2. Μεθοδολογία 21

2.1 Εργασία υπαίθρου 21

2.2 Εργαστηριακή μελέτη 21

2.3 Στατιστική ανάλυση 22

2.4 Γεωχημική ανάλυση 23

2.5 Ανάλυση οργανογενών ιζημάτων 24

2.6 Χρονολόγηση 26

3. Αποτελέσματα 29

3.1 Λιθοστρωματογραφική και παλαιοντολογική ανάλυση 29

3.1.1 Βίγλα 1 29

3.1.2 Βίγλα 2 35

3.1.3 Βίγλα 3 40

3.1.4 Βίγλα 4 44
3.1.5 Προάστειο 47
3.1.6 Ορτός 51
3.1.7 Μαγούλα 56
3.2 Συστηματική ταξινόμηση ειδών 65
3.3 Γεωχημική ανάλυση 89
3.4 Ανάλυση οργανογενών ιζημάτων 92
3.4.1 Περιγραφή δειγμάτων 93
3.4.2 Προσδιορισμός τέφρας/ οργανικού υλικού 93
3.4.3 Περιθλασιμετρία ακτινών Χ-μέθοδος XRD 94
3.4.4 Ανθρακοπετρογραφική εξέταση 95
3.4.5 Πετρογραφική εξέταση-Ανακλαστικότητα του Χουμινίτη 97
3.5 Προσδιορισμός ηλικίας 103
4. Συζήτηση 105
4.1 Αναπαράσταση παλαιοπεριβάλλοντος 105
4.1.1 Βίγλα 1 106
4.1.2 Βίγλα 2 121
4.1.3 Βίγλα 3 134
4.1.4 Βίγλα 4 144
4.1.5 Προάστειο 154
4.1.6 Ορτός 162
4.1.7 Μαγούλα 170
4.2 Αντιστοίχιση ηλικιών με την καμπύλη MIS 179
4.3 Συσχέτιση τομών 182
4.4 Επίδραση της τεκτονικής 188
4.5 Παλαιογεωγραφική εξέλιξη 191
4.6 Συσχετισμός της παλαιοπεριβαλλοντικής εξέλιξης περιοχής μελέτης - λεκάνης Κορίνθου 193
4.7 Γεωλογική εξέλιξη της λεκάνης Κορίνθου- Πατρών 196
5. Συμπεράσματα 200

Περίληψη

Η παρούσα διατριβή έχει ως αντικείμενο την παλαιοπεριβαλλοντική εξέλιξη της λεκάνης του Ρίου κατά το Τεταρτογενές και πιο συγκεκριμένα κατά το ύστερο Μέσο Πλειστόκαινο, η οποία διαφοροποιείται από τις έντονες τεκτονικές κινήσεις και τις ευστατικές αλλαγές. Κύριος σκοπός της παρούσας διατριβής είναι η ανακατασκευή του παλαιοπεριβάλλοντος στην περιοχή μελέτης, η χρονική και χωρική τεκτονοστρωματογραφική μελέτη και ο συσχετισμός του με ανάλογα περιβάλλοντα στις λεκάνες της Κορίνθου και της Πάτρας, που αποκαλύπτει ότι πιθανώς, οι τρεις λεκάνες είναι μέρος ενός ενιαίου Rift, που διέπετε από ομοιόμορφες εξελικτικές διαδικασίες με διαφορετικούς ρυθμούς σε κάθε λεκάνη

Η λεκάνη του Ρίου, μελετήθηκε μέσω λεπτομερούς στρωματογραφικής ανάλυσης σε 23 φυσικές τομές γύρω από την κοίτη του Χάραδρου ποταμού. Η έντονη αλληλεπίδραση μεταξύ των τεκτονικών διαδικασιών και των συνεχόμενων ευστατικών αλλαγών, οδήγησε σε ένα πολύπλοκο παλαιοπεριβαλλοντικό μοντέλο. Για την καλύτερη και λεπτομερέστερη απεικόνιση των αλλαγών που έγιναν κατά το παρελθόν, έγινε πολυδιάστατη ανάλυση δεδομένων μέσω διαφορετικών μεθόδων.

Μελετήθηκαν 979 δείγματα και αναγνωρίσθηκαν 52 είδη τρηματοφόρων, 43 είδη οστρακωδών, 4 είδη κοκκολιθοφόρων, 47 είδη μαλακίων και 5 φυτικά είδη. Έγινε Rarefaction ανάλυση ώστε να προσδιορισθούν τα δείγματα με στατιστικά σωστό αριθμό ατόμων. Στη συνέχεια, έγιναν διαγράμματα σχετικής συχνότητας και στατιστική ανάλυση σε κάθε ακολουθία, ώστε να προσδιοριστούν τα περιβάλλοντα που αντικατοπτρίζει η κάθε συνάθροιση απολιθωμάτων. Υπολογίστηκαν 4 δείκτες ποικιλότητας (Taxa_S, Shannon_H, Simpson_1-D, Evenness) και ένας ταφονομικός δείκτης (δείκτης Ενήλικων/ Νεαρών ατόμων- A/J index). Επιπλέον έγιναν γεωχημικές αναλύσεις και ανάλυση οργανογενών ιζημάτων όπου ήταν δυνατόν.

Για τον προσδιορισμό της ηλικίας των ιζημάτων, χρησιμοποιήθηκαν τρεις ανεξάρτητες μεταξύ τους μέθοδοι. Αρχικά έγινε προσπάθεια εκτίμησης της ηλικίας των ιζημάτων, λαμβάνοντας υπόψη τις στρωματογραφικές εξαπλώσεις και στρωματογραφικές εμφανίσεις των ειδών έως σήμερα. Αυτή η μέθοδος δεν ήταν πολύ αποτελεσματική στις περισσότερες ακολουθίες, γιατί οι στρωματογραφικές εξαπλώσεις των ειδών ήταν ευρείες, με εξαίρεση μια ακολουθία στην οποία η παρουσία ενός καθοδηγητικού είδους οδήγησε στη σχετική χρονολόγηση των ιζημάτων. Στη συνέχεια έγινε ανάλυση ασβεστολιθικού ναννοπλανγκτόν σε λίγα δείγματα, τα οποία έδωσαν επίσης μια σχετική χρονολόγηση. Τέλος έγινε απόλυτη χρονολόγηση με Οπτικά διεγειρόμενη φωταύγεια (OSL).

Συνδυάζοντας τα δεδομένα που προέκυψαν από τις αναλύσεις των δειγμάτων και τις μεθόδους χρονολόγησης, έγινε χωρική και χρονική αναπαράσταση του παλαιοπεριβάλλοντος κατά το μέσο Πλειστόκαινο (MIS 7e- 6a) στη λεκάνη του Ρίου. Με βάση τα παλαιοντολογικά και τεκτονικά δεδομένα, υπολογίσθηκαν οι ρυθμοί ολίσθησης των ρηγμάτων. Επιπλέον, υπολογίστηκε ο ρυθμός ανύψωσης όπου ήταν δυνατόν, σύμφωνα με το σχετικό υψόμετρο και την ηλικία της κάθε ακολουθίας.

Αυτή η μελέτη προσδιορίζει την παλαιοπεριβαλλοντική εξέλιξη στη λεκάνη του Ρίου κατά το ύστερο Μέσο Πλειστόκαινο, η οποία ελέγχεται κυρίως από τις κλιματικές και τις ευστατικές αλλαγές, ενώ οι τεκτονικές κινήσεις των ρηγμάτων δεύτερης τάξης την επηρεάζουν σημαντικά. Οι λεπτομερείς στρωματογραφικές αναλύσεις, με βασικό εργαλείο τη μικροπαλαιοντολογία, αποκάλυψαν εναλλαγές λιμναίων, λιμνοθαλάσσιων και ρηχών θαλάσσιων αποθέσεων. Οι παλαιοπεριβαλλοντικές αυτές αλλαγές, που χαρακτηρίζουν την περιοχή μελέτης, οφείλονται στις διακυμάνσεις της στάθμης της θάλασσας λόγω του sill (ύβωμα) στο Ρίο, το οποίο ελέγχει τη σύνδεση μεταξύ μιας απομονωμένης

λεκάνης (λεκάνη Κορίνθου) με την λεκάνη της Πάτρας και την ανοιχτή θάλασσα. Τέλος η σύγκριση με άλλες μελέτες που έχουν γίνει στο ανατολικό και κεντρικό τμήμα της λεκάνης της Κορίνθου έδειξε ότι υπάρχει συνοχή μεταξύ της λεκάνης του Ρίου και της λεκάνης της Κορίνθου. Αυτή η συνοχή, αποκαλύπτει ότι κατά το Μέσο Πλειστόκαινο η παλαιοπεριβαλλοντική εξέλιξη των δύο λεκανών, ελεγχόταν από τους ίδιους παράγοντες και τα παλαιοπεριβάλλοντα τροποποιούνταν αναλογικά.

1. Εισαγωγή

Η τάφρος Κορίνθου- Πατρών, παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον λόγω της γρήγορης εξέλιξης της. Χαρακτηρίζεται από πολύπλοκη στρωματογραφία, λόγω της συνεχούς αλλαγής των περιβαλλόντων απόθεσης αλλά κυρίως από σύνθετη τεκτονική που έχει επηρεάσει τα ιζήματα καθ΄ όλη τη διάρκεια του Τεταρτογενούς. Η τάφρος Κορίνθου- Πατρών περιέχει τρείς λεκάνες, τη λεκάνη της Κορίνθου στα ανατολικά, του Ρίου στο κέντρο και της Πάτρας στα δυτικά. Η παρούσα διατριβή έχει ως αντικείμενο την παλαιοπεριβαλλοντική εξέλιξη κατά το Τεταρτογενές, η λεκάνη διαφοροποιείται από τις έντονες τεκτονικές κινήσεις και τις ευστατικές αλλαγές, στη λεκάνη του Ρίου. Σκοπός της εργασίας είναι η σύνθεση του παλαιοπεριβάλλοντος στην περιοχή μελέτης και ο συσχετισμός του με ανάλογα περιβάλλοντα στις λεκάνες της Κορίνθου και της Πάτρας. Η παλαιοπεριβαλλοντική εξέλιξη θα προσπαθήσει να διερευνήσει την πιθανότητα οι τρεις λεκάνες να αποτελούν μέρος ενός ενιαίου Rift, που διεπόταν από συγκρίσιμες εξελικτικές διαδικασίες με διαφορετικούς ρυθμούς ιζηματογένεσης, ανύψωσης καθώς και βύθισης σε κάθε λεκάνη.

1.1 Περιοχή μελέτης

Ένα σύστημα ρηγμάτων χωρίζει την Πελοπόννησο από την κεντρική Ελλάδα, τέμνοντας σε μεγάλη γωνία τις Ελληνίδες Οροσειρές. Αυτό το σύστημα περιέχει τρείς λεκάνες, τη λεκάνη της Κορίνθου στα ανατολικά, του Ρίου στο κέντρο και της Πάτρας στα δυτικά. Η ζώνη διάνοιξης Κορίνθου- Πατρών είναι μια σεισμικά ενεργή ζώνη μήκους 130 χλμ. Χαρακτηρίζεται από κανονικά ενεργά ρήγματα με μεγάλες μετατοπίσεις (Koukouvelas et al. 2001, Kokkalas et al. 2006, Zygouri et al. 2008, Rohais and Moretti 2016). Αυτά δημιουργούν γρήγορες παραμορφώσεις με μέγιστο ρυθμό διάνοιξης 15 mm/yr με διεύθυνση περίπου Α-Δ και ρυθμό ανύψωσης μεταξύ 2 mm/yr (μέση εκτιμώμενη τιμή για τα τελευταία 240 ka, βασισμένη στο ασβεστολιθικό νανοπλαγκτόν και στη στρωματογραφική ερμηνεία) (Palyvos et al. 2010) και 4.5 mm/yr (Stamatopoulos et al. 1994, Zelilidis 2000). Έτσι έχει τραβήξει το ενδιαφέρον πολλών γεωεπιστημόνων τις τελευταίες δεκαετίες.

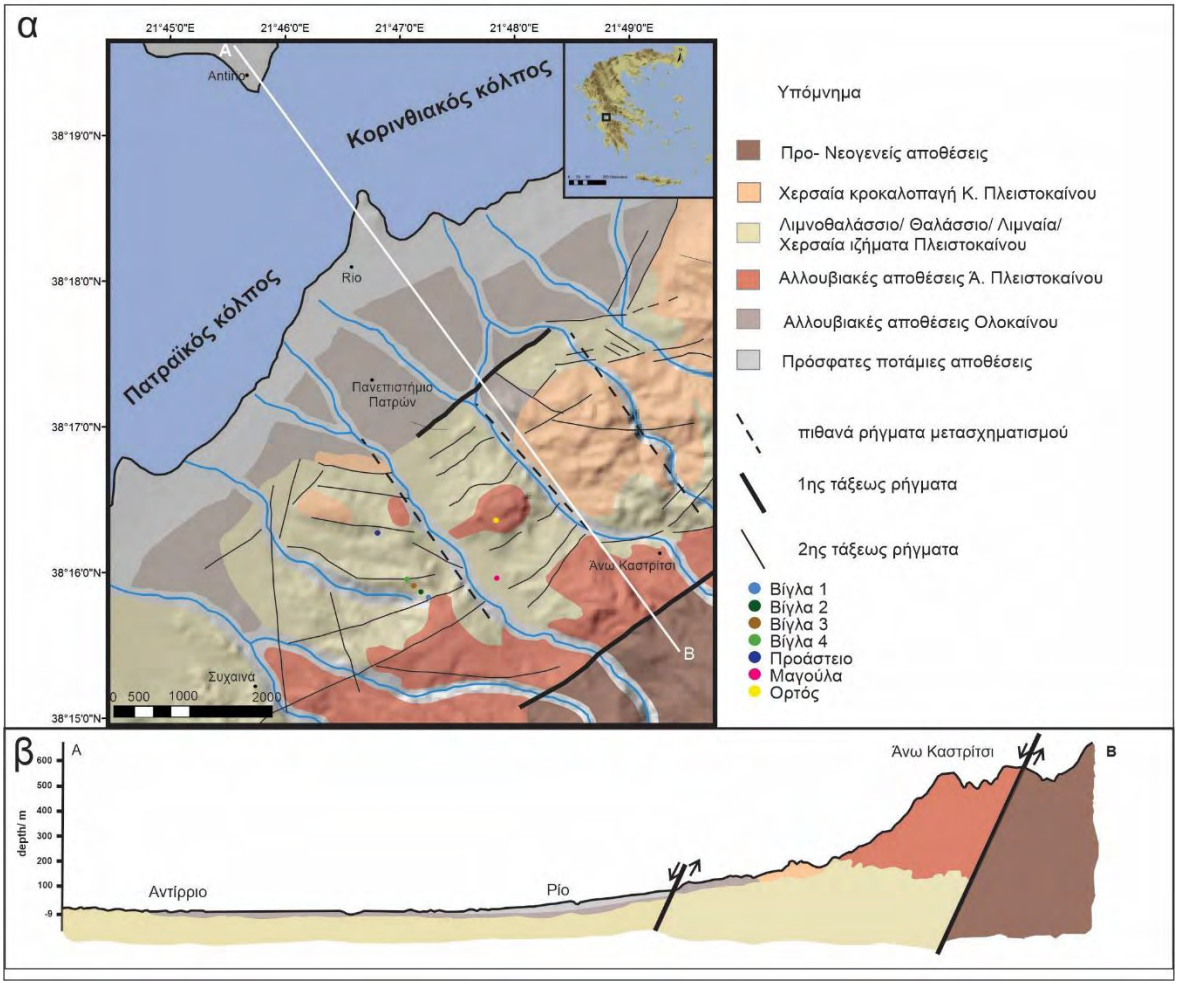
Πιο καλά μελετημένη είναι η λεκάνη της Κορίνθου η οποία έχει μεγαλύτερο πλάτος στα ανατολικά και είναι πιο στενή στα δυτικά. Προς τα δυτικά συνδέεται με τη λεκάνη της Πάτρας μέσω της λεκάνης του Ρίου. Συνολικά η ζώνη διάνοιξης χαρακτηρίζεται από περιβαλλοντική πολυπλοκότητα που ελέγχεται από μετα- Αλπικές δομές, τη σημερινή τεκτονική εξέλιξη και τις αλλαγές της στάθμης της θάλασσας κατά τις παγετώδεις και μεσοπαγετώδεις περιόδους.

Η ζώνη διάνοιξης Κορίνθου- Πατρών, παρουσιάζει έντονο νεοτεκτονικό ενδιαφέρον λόγω της ταφρογένεσης, της ύπαρξης ευστατικών αλλαγών και ληστρικών ρηγμάτων, με αποτέλεσμα τη συνεχή αλλαγή στη περιοχή. Η λεκάνη του Ρίου, ανήκει στη ζώνη διάνοιξης Κορίνθου- Πατρών και είναι μια περιοχή σημαντικού στρωματογραφικού και παλαιοντολογικού ενδιαφέροντος, όπου έχουν καταγραφεί συνεχείς περιβαλλοντικές αλλαγές κατά το Τεταρτογενές. Αυτές οι αλλαγές είναι αποτέλεσμα της τεκτονικής, συνδεδεμένες με τη γνωστή διαδικασία διαστολής που συμβαίνει στη γεωτεκτονική περιοχή της ζώνης διάνοιξης Κορίνθου Πατρών, όπως επίσης και των συνεχόμενων ευστατικών και κλιματικών αλλαγών.

Παρά το γεγονός ότι έχουν γίνει πολλές εργασίες, δεν έχει γίνει λεπτομερής μελέτη στη στρωματογραφία της λεκάνης Ρίου- Αντιρρίου, στις αλλαγές των φάσεων ενώ δεν έχει αναλυθεί ο ρόλος των ρηγμάτων στη διάρκεια της ιζηματογένεσης.

Στην παρούσα έρευνα επιλέχτηκαν τομές γύρω από την κοίτη του Χάραδρου ποταμού, διότι παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον λόγω της μεγάλης παρουσίας μίκρο- και μάκρο-απολιθωμάτων, άφθονης παλαιοχλωρίδας, καθώς επίσης και της παρουσίας απολιθωμένων οστών. Βρέθηκαν σημαντικές συναθροίσεις απολιθωμάτων από μεταβατικές έως θαλάσσιες και χερσαίες ιζηματογενείς ακολουθίες του Μέσου έως Άνω Πλειστόκαινου, στη δυτική αλλά και στην ανατολική πλευρά του Χάραδρου ποταμού (ΒΔ Πελοπόννησος) και αναλύθηκαν με σκοπό να διαχωριστεί η τεκτονική από την ευστατική δράση.

Οι ακολουθίες που μελετήθηκαν ονομάζονται: Βίγλα 1 (50 m πάχος), Βίγλα 2 (38 m πάχος), Βίγλα 3 (23 m πάχος), Βίγλα 4 (31 m πάχος), Προάστειο (33 m πάχος), Μαγούλα (88 m πάχος) και Ορτός (74 m πάχος) και ανήκουν στο ΒΑ τμήμα της λεκάνης του Ρίου (Εικ.1.1).



Εικόνα 1.1: α. απλοποιημένος γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής μελέτης (Tsoni et al. 2021). β. αντιπροσωπευτική τομή της λεκάνης του Ρίου

1.2 Σκοπός εργασίας

Η τάφρος Κορίνθου –Πατρών αποτελεί μια από τις πιο γρήγορα εξελισσόμενες περιοχές ηπειρωτικής διάνοιξης, όχι μόνο στην Ελλάδα αλλά και στον κόσμο. Για το λόγο αυτό, έχει γίνει αντικείμενο μελέτης πολλών ερευνητών. Λόγω της σημαντικότητας και της πολυπλοκότητας της περιοχής, τα τελευταία 30 χρόνια διενεργείται μια συντονισμένη προσπάθεια για την πληρέστερη κατανόηση των γεωλογικών διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα στην περιοχή από μια Διεθνή ομάδα ερευνητών (Corinth Rift Laboratory- Εργαστήριο της τάφρου της Κορίνθου) αλλά και μεμονομένους ερευνητές.

Παρόλο που έχουν γίνει εκτενείς μελέτες στην περιοχή, κυρίως στο ανατολικό τμήμα της τάφρου (λεκάνη Κορίνθου), το δυτικό τμήμα (λεκάνες Πατρών και Ρίου) είναι λιγότερο μελετημένο. Σε αντίθεση με τις μέχρι τώρα εργασίες, οι οποίες ενέτασσαν σε ένα αδρό χρονοστρωματογραφικό πλαίσιο τα ιζήματα της λεκάνης του Ρίου, στη συγκεκριμένη διατριβή, έχει γίνει λεπτομερής χρονοστρωματογραφική μελέτη των αποθέσεων του Μέσου Πλειστόκαινου και πιο συγκεκριμένα των ισοτοπικών σταδίων MIS 7e- 6a. Η λεπτομερής χρονοστρωματογραφική μελέτη κατά το Μέσο Πλειστόκαινο, είναι σημαντική για την περιγραφή του τελευταίου σταδίου εξέλιξης της τάφρου. Κύριος σκοπός της παρούσας διατριβής είναι η αναπαράσταση του παλαιοπεριβάλλοντος στην περιοχή μελέτης, η χρονική και χωρική τεκτονοστρωματογραφική μελέτη και ο συσχετισμός του με ανάλογα περιβάλλοντα στις λεκάνες της Κορίνθου και της Πάτρας, ώστε να αποκαλυφθεί εάν πιθανώς, οι τρεις λεκάνες είναι μέρος ενός ενιαίου Rift, που διέπονταν από ομοιόμορφες εξελικτικές διαδικασίες με διαφορετικούς ρυθμούς σε κάθε λεκάνη.

1.3 Ευστατικές αλλαγές από το όριο Πλειοκαίνου- Πλειστοκαίνου έως σήμερα

Παρατηρώντας τους κύκλους ιζηματογένεσης σε αβαθή περιβάλλοντα, σε όλη την Ευρώπη, ο Charles Lyell (1830) υποστήριξε ότι η φαινομενική άνοδος της στάθμης της θάλασσας, θα μπορούσε να εξηγήσει τις πλημμύρες των ηπείρων (επίκληση) και την επακόλουθη υποχώρηση της στάθμης (απόσυρση). Για πάνω από έναν αιώνα μετά τον Lyell, οι γεωλόγοι χαρτογράφησαν αυτές τις περιόδους επίκλησης και απόσυρσης, σημειώνοντας ότι σε διαστήματα όπως το Μέσο Κρητιδικό, πολλές από τις ηπείρους πλημμύρισαν, ενώ σε άλλες εποχές, όπως σήμερα, η στάθμη της θάλασσας ήταν χαμηλότερη. Οι γεωλόγοι έχουν εξισώσει αυτές επικλήσεις και αποσύρσεις, με την παγκόσμια στάθμη της θάλασσας (ευστατικές αλλαγές) (Miller, 2009).

Οι επικλήσεις και οι αποσύρσεις αυτές, μπορεί να σχετίζονται με τις ευστατικές αλλαγές της στάθμης της θάλασσας, αλλά προκαλούνται επίσης από διαδικασίες καταβύθισης και ανύψωσης και αλλαγές στην παροχή ιζημάτων. Αυτές οι διαδικασίες αποκαλύπτονται από δεδομένα παλίρροιας του 20^{ου} αιώνα που έδειξαν μια παγκόσμια άνοδο της στάθμης της θάλασσας κατά 1.5-2 mm/yr (Church et al., 2001), λόγω της θέρμανσης των ωκεανών και της τήξης των πάγων. Ωστόσο, τα δεδομένα παλίρροιας για τον Ατλαντικό στις Ηνωμένες πολιτείες, δείχνουν ομοιόμορφη αύξηση, μεγαλύτερη από 3 mm/yr (Psuty and Collins, 1986). Αν και η στάθμη της θάλασσας αυξάνεται παγκοσμίως, η σχετική στάθμη της θάλασσας (περιλαμβάνει τις επιπτώσεις της καταβύθισης/ ανόδου και τις ευστατικές αλλαγές)

αυξάνεται πολύ πιο γρήγορα. Υψηλή παροχή ιζημάτων που μπορεί να προκαλέσει απόσυρση ακόμη και κατά τη διάρκεια της αύξησης της σχετικής στάθμης της θάλασσας (Miller, 2009).

Η παγκόσμια στάθμη της θάλασσας έχει αυξηθεί και μειωθεί πολλές φορές ως αποτέλεσμα, της ανάπτυξης ή της μείωσης των καλυμμάτων πάγου του βόρειου ημισφαιρίου που έχουν κυριαρχήσει τα τελευταία 3 Ma (παγετώδεις περίοδοι).

Λόγω της αργής κίνησης των τεκτονικών πλακών, το μέσο βάθος των ωκεάνιων λεκανών ποικίλλει σε όλο το γεωλογικό χρόνο και οι ακτογραμμές μεταβάλλονται περιοδικά κατά μήκος των ηπειρωτικών υφαλοκρηπίδων. Στο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, η στάθμη της θάλασσας άλλαξε, σε εύρος χρόνου εκατοντάδες χρονιά, κυρίως λόγω των αλλαγών στη γεωμετρία των ωκεάνιων λεκανών και από την κίνηση των τεκτονικών πλακών. Κατά τη διάρκεια του Τεταρτογενούς, ανταλλαγές μάζας μεταξύ καλυμμάτων πάγου και ωκεανών, προκάλεσαν αλλαγές δεκάδων μέτρων, στη στάθμη της θάλασσας (Miller, 2009).

Παγκόσμιες αλλαγές στη στάθμη της θάλασσας, προκαλούνται στον όγκο του θαλασσινού νερού ή στις ωκεάνιες λεκάνες που αναφέρονται ως ευστατικές. Σε αυτές τις παγκόσμιες αλλαγές, κυριαρχούν τοπικές αλλαγές, όπου η σχετική θέση της χέρσου και της θάλασσας, επηρεάζονται από ανύψωση ή καταβύθιση της παράκτιας ζώνης. Οι παρατηρήσεις διαφέρουν σημαντικά από περιοχή σε περιοχή, ακόμη και σε σχετικά μικρές αποστάσεις, όπως στη βορειοδυτική Ευρώπη, όπου η στάθμη της θάλασσας στο Ångerman έχει πέσει σχεδόν 200 m τα τελευταία 9000 χρόνια, ενώ στην Andøya το επίπεδο της στάθμης της πριν από 9 χρόνια ήταν κοντά στη σημερινή θέση και στη νότια Αγγλία ήταν περίπου 35 m κάτω από τη σημερινή ακτή (Miller, 2009).

Αρκετοί παράγοντες συμβάλλουν στις αλλαγές της στάθμης της θάλασσας. Όταν λιώνουν όγκοι πάγων, η προκύπτουσα αλλαγή της στάθμης της θάλασσας είναι χωρικά μεταβλητή, επειδή η επιφάνεια της Γης παραμορφώνεται κάτω από μεταβαλλόμενο φορτίο πάγου και νερού και το βαρυτικό δυναμικό του συστήματος Γης- ωκεανού- πάγου, αλλάζει επίσης. Επιπλέον, οι τεκτονικές κινήσεις οδηγούν σε ανυψώσεις οροσειρών και οδηγούν σε ταχεία συσσώρευση ιζημάτων σε ιζηματογενείς λεκάνες, επίσης συμβάλλουν στις αλλαγές της σχετικής στάθμης της θάλασσας μέσω παράκτιας ανύψωσης ή καταβύθισης (Miller, 2009).

Η γνώση της περίπλοκης ιστορίας των αλλαγών της στάθμης κατά το Τεταρτογενές, είναι σημαντική σε διάφορα πεδία, συμπεριλαμβανομένης της κατανόησης των κλιματικών αλλαγών. Οι άμεσες ενδείξεις για αλλαγές στη στάθμη της θάλασσας κατά το Τεταρτογενές, εμφανίζονται κυρίως με τη μορφή ιζημάτων. Οι σχετικές αλλαγές στη στάθμη της θάλασσας του παρελθόντος, μπορούν να καταγραφούν στις ιζηματογενείς λεκάνες, στις οποίες οι ευστατικές μεταβολές φαίνονται στα ιζήματα που έχουν αποτεθεί κυκλικά και εμφανίζουν εναλλασσόμενες περιόδους επίκλησης και απόσυρσης (Miller, 2009).

Για μια περιοχή, μπορεί να καθοριστεί η σχετική καμπύλη στάθμης της θάλασσας από δεδομένα ηλικίας – ύψος παλιών ακτογραμμών ή δείκτες απόθεσης όπως τα ιζήματα ρηχής θάλασσας για τα οποία καθορίζεται το βάθος απόθεσης σε σχέση με τη στάθμη της θάλασσας. Χερσαίες αποθέσεις όπως τύρφη και ιζήματα πλημμυρικών περιοχών, μπορούν να αποτελέσουν χρήσιμους δείκτες για περιοχές που δεν έχει φτάσει η θάλασσα. Δείκτες στάθμης της θάλασσας, μπορούν να συσχετιστούν

επίσης με καταγραφές ισότοπων οξυγόνου, που έχουν χρονολόγηση βασισμένη στις αργές μεταβολές της τροχιάς της Γης, τα οποία δείχνουν τις εποχιακές αλλαγές της ηλιακής ακτινοβολίας και των παγετωδών και μεσοπαγετωδών περιόδων (Miller, 2009).

1.4 Η Μεσόγειος κατά το Πλειστόκαινο

Είναι σημαντικό να γίνει κατανόηση των επιπτώσεων της αλλαγής της εποχικότητας κατά τη διάρκεια της κλιματικής αλλαγής στο γεωλογικό παρελθόν, ώστε να προβλεφθούν και να κατανοηθούν οι μεταβολές που θα επηρεάσουν τη ζωή στο μέλλον. Σύμφωνα με τα MIS (marine isotope stages) τα οποία βασίζονται στις μεταβολές οξυγόνου-18 στα βενθονικά τρηματοφόρα, μπορεί να γίνει υψηλής ανάλυσης αποτύπωση των αλλαγών της στάθμης της θάλασσας κατά το Τεταρτογενές και το Πλειστόκαινο. Ξεκινώντας από το παρόν που αντιστοιχεί στο MIS 1, τα αριθμημένα μέγιστα με άρτιους αριθμούς στην καμπύλη οξυγόνου-18 είναι ψυχρά ή παγετώδη διαστήματα και τα αριθμημένα ελάχιστα με περιττούς αριθμούς είναι θερμά ή μεσοπαγετώδη διαστήματα. Έχουν αναγνωρισθεί περισσότερα από 100 στάδια για τα τελευταια 6 Ma. Τα στάδια, χωρίζονται σε ύπο- στάδια, όπως για παράδειγμα το MIS 7 το οποίο χωρίζεται σε 5 υπό- στάδια. Σύμφωνα με τους Railsback et al. 2015, κατά τα υπό-σταδια 7a, 7b, 7c και 7e έχουν καταγραφεί θαλάσσια δ18O, που σημαίνει ότι αντιστοιχούν σε θερμές περιόδους, ενώ κατά το 7d έχουν καταγραφεί λιμναία ιζήματα που δείχνουν ψυχρή περίοδο. Αντίστοιχα, κατά το MIS 6, δεν έχουν καταγραφεί θαλάσσια δ18O, συνεπώς τα υπό- στάδια 6a, 6b, 6c, 6d, 6e αντιστοιχούν μόνο σε ψυχρές περιόδους (Railsback et al. 2015).

Η μελέτη της Μεσογείου, έχει μεγάλη σημασία στα πλαίσια της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής και θεωρείται ότι μπορεί να δώσει σημαντικές πληροφορίες, λόγω των μεγάλων κλιματικών αλλαγών που υπέστη στο παρελθόν. Σύμφωνα με τους Bethoux et al. 1999 η Μεσόγειος θάλασσα αντιπροσωπεύει "έναν ωκεανό μινιατούρα σε σχέση με το κλίμα" και επομένως είναι κατάλληλη για την κατανόηση των παγκόσμιων κλιματικών προτύπων.

Κατά το Πλειστόκαινο, κυριαρχούσαν δραματικές μεταβολές στο κλίμα και στη θερμοκρασία οι οποίες είχαν επιπτώσεις στους οργανισμούς. Το Πλειστόκαινο καλύπτει την περίοδο μεταξύ 2.59 Ma και 0.0117 Ma και χωρίζεται σε 4 εποχές. Οι εποχές αυτές είναι το Γελάσιο (2.59- 1.81 Ma), το Καλάβριο (1.81- 0.78 Ma), το Ιόνιο (0.87- 0.12 Ma) και το Α. Πλειστόκαινο (0.12- 0.011 Ma) (Ogg et al 2008). Στο Πλειστόκαινο συνέβη το πιο πρόσφατο παγετωνικό επεισόδιο, στο οποίο η εύκρατη ζώνη μεταφέρθηκε νοτιότερα και η πολική ζώνη επεκτάθηκε (Eriscon and Wollin, 1968).

Η ανάπτυξη μεγάλης κλίμακας στρωμάτων πάγου στο Βόρειο Ημισφαίριο, προκάλεσε μακροχρόνια ψύξη (Howell, 1990; Sosdian and Rosenthal, 2009). Κατά τη διάρκεια του θερμότερου Πλειοκαίνου, οι πανίδες στη Μεσόγειο κυριαρχούνταν από υποτροπικά είδη (Thunell et al., 1991). Η αφθονία αυτών των θερμών ειδών μειώθηκε σημαντικά και η συνεχόμενη ψύξη συνέπεσε με τη μετανάστευση βόρειων ειδών στη Μεσίγειο περίπου στα 1.7 με 1.6 Ma (Raffi, 1986; Nebout and Grazzini, 1991). Λόγω των κλιματικών αλλαγών του πρώιμου Πλειστοκαίνου το πολικό μέτωπο, μετανάστευσε προς το νότο και τα βόρεια είδη μπήκαν στη Μεσόγειο περνώντας το στενό του Γιβραλτάρ (Nebout and Grazzini, 1991). Μια υψηλή εποχικότητα θα μπορούσε να εξηγήσει την ταυτόχρονη εμφάνιση θερμών και

βόρειων ειδών s (Raffi, 1986). Η εποχικότητα είναι θεμελιώδες μέρος του κλιματικού συστήματος (Hansen et al., 2011). Για το λόγο αυτό, η επίλυση της εποχικότητας κατά τη διάρκεια προηγούμενων κλιματικών αλλαγών είναι απαραίτητη για την κατανόηση και την πρόβλεψη των μελλοντικών αλλαγών. Αρκετές μελέτες που χρησιμοποίησαν μικροαπολιθώματα για τον προσδιορισμό των παλαιοωκεανογραφικών παραμέτρων της Μεσογείου, έδειξαν μεγάλης κλίμακας θερμοκρασιακές ταλαντώσεις κατά το Πλειστόκαινο (Thunell, 1979).

1.5 Παράκτια Μεταβατικά περιβάλλοντα

Κατά το Πλειστόκαινο, τα περιβάλλοντα υπέστησαν δραματικές μεταβολές λόγω των κύκλων της κλιματικής αλλαγής. Όλες οι περιοχές της Γης επηρεάστηκαν από αυτά τα κλιματικά γεγονότα, αλλά το μέγεθος της περιβαλλοντικής αλλαγής διέφερε από τόπο σε τόπο.

Κατά τη διάρκεια των μεταβάσεων από τις παγετώδεις στις μεσοπαγετώδεις περιόδους του Πλειστοκαίνου, συνέβησαν σημαντικές μεταβολές που ήταν εμφανείς κυρίως στα ευαίσθητα μεταβατικά περιβάλλοντα. Στη τάφρο Κορίνθου – Πατρών έχουν καταγραφεί τέτοιες αλλαγές σύμφωνα με τη βιβλιογραφία.

Μεταβατικά ονομάζονται τα περιβάλλοντα στα οποία η απόθεση παρουσιάζει επίδραση τόσο από νερό χερσογενούς προέλευσης (ποτάμια, χείμαρροι) όσο και από θαλασσινό νερό. Τέτοια περιβάλλοντα είναι οι λιμνοθάλασσες. Οι παράκτιες λιμνοθάλασσες υπάρχουν σε όλες τις ηπείρους και είναι σώματα νερού, γενικά παράλληλα στην ακτογραμμή και χωρίζονται από τη θάλασσα με τους φραγμούς (El Kateb et al. 2018). Η δημιουργία των λιμνοθαλασσών είναι αποτέλεσμα της συνδυασμένης δράσης μιας σειράς διαφορετικών παραγόντων: των εκβολών ποταμών, του κυματισμού της θάλασσας, των παράκτιων ρευμάτων και της παλίρροιας.

Βιοτικοί και αβιοτικοί παράγοντες, αντανακλούν ένα μεταβατικό περιβάλλον από λιμναίες έως θαλάσσιες συνθήκες (Duck and Figueiredo da Silva 2012, El Kateb et al. 2018). Σε έρευνες που έχουν γίνει σε ζωντανούς μικροοργανισμούς σε λιμνοθάλασσες, βρέθηκε ότι παρουσιάζουν διαφορετική προσαρμογή στις μεταβαλλόμενες συνθήκες στα διάφορα μέρη της λιμνοθάλασσας (El Kateb et al. 2018). Τα τρηματοφόρα είναι καλοί βιοδείκτες που μπορούν να παρέχουν πολυτιμες πληροφορίες για τις περιβαλλοντικές συνθήκες (Alve 1991; Kaiho 1994; Hallock et al. 2003; Mateu-Vicens et al. 2010; Dimiza et al. 2016a). Αλλαγές στις συναθροίσεις τρηματοφόρων μπορεί να σχετίζονται με περιβαλλοντικές φυσικοχημικές παραμέτρους ή τον τύπο του υποστρώματος. Μια λιμνοθάλασσα μπορεί να χωριστεί σε τρεις ζώνες αλατότητας. Οι ζώνες αυτές, περιλαμβάνουν γλυκό νερό κοντά στο στόμιο του ποταμού, υφάλμυρο νερό στο κεντρικό τμήμα της λιμνοθάλασσας και θαλάσσιες συνθήκες κοντά στο φραγμό (Duck and Figueiredo da Silva 2012). Στην παρούσα διατριβή, έχει γινει αντίστοιχος διαχωρισμός της λιμνοθάλασσας σε τρία μέρη, σύμφωνα με τις συναθροίσεις των μικροοργανισμών. Τα μέρη αυτά είναι: εσωτερική λιμνοθαλασσα (γλυκό- υφάλμυρο νερό κοντα στο στόμιο του ποταμού, κεντρική λιμνοθάλασσα (υφάλμυρο νερό στο κεντρικό τμήμα της λιμνοθάλασσας) και εξωτερική λιμνοθάλασσα (υφάλμυρες- θαλάσσιες συνθήκες κοντά στο φραγμό).

1.6 Μικροπαλαιοντολογική- Παλαιοοικολογική ανάλυση

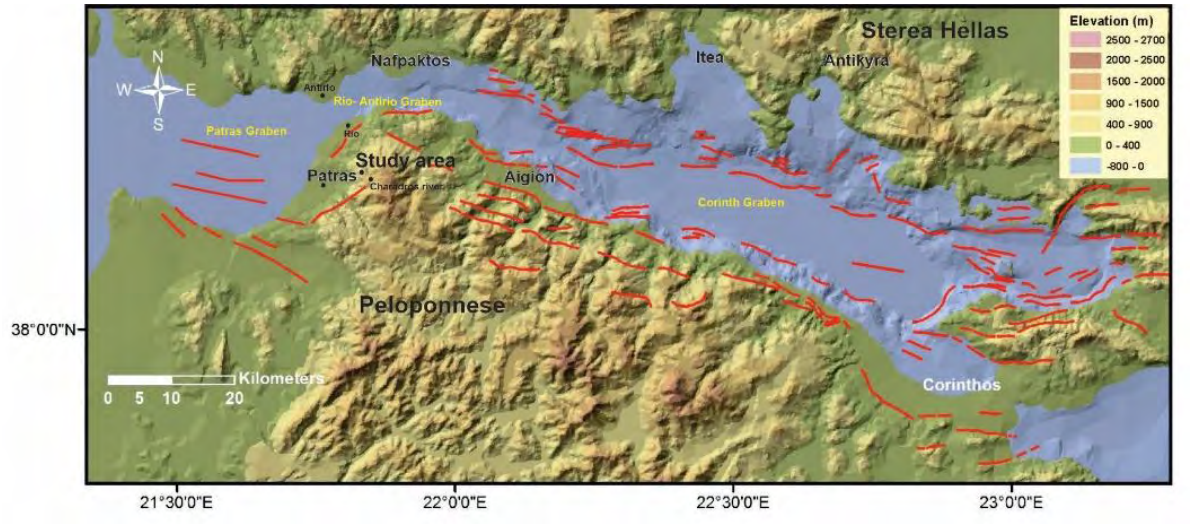
Τα μίκρο- απολιθώματα έχουν τραβήξει την προσοχή των φυσιοδιφών πολύ πριν την ανακάλυψή του μικροσκοπίου. Ο Ηρόδοτος πιθανότατα ήταν ο πρώτος που παρατήρησε την παρουσία μίκρο-απολιθωμάτων κατά τον πέμπτο αιώνα π.Χ. όταν βρέθηκαν μεγάλα τρηματοφόρα του γένους Nummulites, σε ασβεστολιθικές πλάκες του Ηωκαίνου στις Αιγυπτιακές πυραμίδες, τα οποία πίστευαν ότι ήταν απολιθωμένες φακές που έτρωγαν οι σκλάβοι που τις έχτισαν (Saraswati and Srinivasan, 2016). Στα πρώτα χρόνια ανάπτυξης της Παλαιοντολογίας, η Μικροπαλαιοντολογία δεν έπαιζε σημαντικό ρόλο (από τον δέκατο έκτο έως τον δέκατο ένατο αιώνα), αλλά είχε εκπληκτική ανάπτυξη στις αρχές του εικοστού αιώνα. Η ανάπτυξη της Μικροπαλαιοντολογίας οφείλεται στη μεγάλη κλίμακα εφαρμογών των μίκρο-απολιθωμάτων στην επίλυση διαφόρων γεωλογικών προβλημάτων. Η εφαρμογή της Μικροπαλαιοντολογίας στη μελέτη υδρογονανθράκων, ώστε να βρεθούν ορίζοντες κοιτασμάτων πετρελαίου, τόνισε την επιτυχία της. Η χρήση μίκρο- απολιθωμάτων στις γεωλογικές έρευνες γίνεται όλο και πιο σημαντική. Σήμερα οι μικροπαλαιοντολόγοι έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούν απολιθωμένους μικροοργανισμούς για να αντιμετωπίζουν σύγχρονα περιβαλλοντικά ζητήματα (Yasuhara et al. 2015).

Τα τελευταία χρόνια έχει υπάρξει μια στροφή προς μια πολυδιάστατη ανάλυση δεδομένων μέσω διαφορετικών επιστημονικών προσεγγίσεων. Σκοπός είναι να συνδυαστούν τα αποτελέσματα ώστε να προκύψει κατά το δυνατόν λεπτομερέστερη απεικόνιση των αλλαγών που έγιναν στο παρελθόν εξαιτίας φυσικών ή/ και ανθρωπογενών παραγόντων. Παρόλα αυτά, η μικροπαλαιοντολογική ανάλυση αποτελεί σταθερά την ακριβέστερη και οικονομικότερη μέθοδο, η οποία χρησιμοποιούμενη συνδυαστικά με δεδομένα που προκύπτουν από άλλες επιστημονικές μεθόδους (ιζηματολογικές, γεωχημικές, μεθόδους απόλυτης χρονολόγησης) μπορεί να αποκαλύψει αλλαγές ακόμα και σε πολύ μικρές κλίμακες χρόνου, λόγω του μεγάλου αριθμού μικροαπολιθωμάτων σε συναθροίσεις και της μεγάλης ποικιλομορφίας τους. Για το σκοπό αυτό είναι απαραίτητες οι πολύ αναλυτικές μέθοδοι δειγματοληψίας, που δίνουν τη δυνατότητα να αναγνωριστούν ακόμα και γεγονότα τοπικού χαρακτήρα και μικρού χρονικού εύρους. Όμως τα γεγονότα αυτά αντικατοπτρίζουν σημαντικές κλιματικές αλλαγές του παρελθόντος (για παράδειγμα θερμά και ψυχρά επεισόδια παγετωδών και μεσοπαγετωδών περιόδων). Αυτό είναι εξαιρετικής σημασίας σήμερα, όπου η κλιματική αλλαγή έχει αναδειχθεί σε παγκόσμιο πρόβλημα. Είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε τους μηχανισμούς που έδρασαν στο παρελθόν για να τους προβάλουμε στο μέλλον ώστε να είμαστε σε θέση να προβλέψουμε τις πιθανές αντιδράσεις των οικοσυστημάτων σε αντίστοιχες κλιματικές μεταβολές. Τα μίκρο-απολιθώματα είναι πολύ ακριβείς δείκτες παλαιοπεριβάλλοντος διότι παρουσιάζουν πολύ συγκεκριμένες οικολογικές προτιμήσεις. Ο συνδυασμός των οικολογικών προτιμήσεων των ειδών μιας συνάθροισης, μπορεί να αντικατοπτρίσει με λεπτομέρεια τις παραμέτρους ενός παλαιοπεριβάλλοντος καθώς και τις αλλαγές που πραγματοποιήθηκαν. Επιπλέον η μέθοδος της μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί όχι μόνο στην κλίμακα του γεωλογικού χρόνου αλλά και σε σύγχρονα περιβάλλοντα, καθώς οι αρχές που διέπουν μια παλαιοντολογική ανάλυση δεν διαφέρουν από τις μελέτες αρχαιολογικών ή σύγχρονων ιζημάτων. Επομένως η μικροπαλαιοντολογία αποδεικνύεται ως ένας σύγχρονος οικονομικός και αξιόπιστος τρόπος επίλυσης προβλημάτων που αφορούν το περιβάλλον είτε κατά το παρελθόν είτε σήμερα.

1.7 Τάφρος Κορίνθου- Πατρών

Η τάφρος Κορίνθου- Πατρών είναι η πιο γρήγορα εξελισσόμενη ηπειρωτική τάφρος στην Ανατολική Μεσόγειο και έχει γίνει αντικείμενο μελέτης πολλών γεωλογικών εργασιών (γεωφυσική, σεισμολογία, τεκτονική γεωλογία, γεωμορφολογία, ιζηματολογία, παλαιοσεισμολογία, κλιματολογία, παλαιοντολογία, κλπ). Η βιβλιογραφία, για την γεωλογία της τάφρου, είναι πλούσια, με εκατοντάδες δημοσιεύσεις, πράγμα που καθιστά δύσκολη την πλήρη σύνθεση της. Ο ρυθμός διαστολής είναι από τους μεγαλύτερους στον κόσμο (περίπου 15mm/yr) (Rohais 2007). Η διάνοιξη της τάφρου συχνά θεωρείται πιο αργή στα ανατολικά σε σχέση με τα δυτικά. Γεωδαιτικές παρατηρήσεις δείχνουν ότι ο ρυθμός διαστολής είναι περίπου 13-15 mm/yr στα δυτικά και 7-10 mm/yr στα ανατολικά (Clarke et al., 1998 ; Briole et al., 2000).

Η τάφρος Κορίνθου- Πατρών περιέχει τρείς λεκάνες, τη λεκάνη της Κορίνθου στα ανατολικά, του Ρίου στο κέντρο και της Πάτρας στα δυτικά (Εικ.1.2). Αυτές οι λεκάνες ανήκουν σε ένα σύστημα κεράτων και ασύμμετρων τάφρων διεύθυνσης ΑΒΑ- ΔΝΔ, που εκτείνονται από το τέλος του ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας στο Αιγαίο, έως το ρήγμα μετασχηματισμού της Κεφαλονιάς. Οι τρείς λεκάνες έχουν ένα γενικό προσανατολισμό 120°Β και τέμνουν λοξά με διεύθυνση 160°Β τις Ελληνίδες οροσειρές, ενώ χωρίζουν την ηπειρωτική Ελλάδα από την Πελοπόννησο (συνδέονται μόνο με τον Ισθμό της Κορίνθου). Ανατολικά, βρίσκεται η λεκάνη της Κορίνθου, με μήκος 130 χλμ. και μέγιστο πλάτος 30 χλμ. Στα δυτικά, η λεκάνη της Κορίνθου στενεύει, κοντά στη λεκάνη του Ρίου, της οποίας το πλάτος δεν ξεπερνά τα 2,5 χλμ. Η λεκάνη του Ρίου αποτελεί μια λεκάνη που παρεμβάλλεται μεταξύ της λεκάνης της Πάτρας και της λεκάνης της Κορίνθου. Η νότια ακτή της λεκάνης της Πάτρας βρίσκεται 25χλμ. πιο νότια από την ακτή της Κορινθιακής λεκάνης (Flotte, 2005).



Εικόνα 1.2: Τάφρος Κορίνθου- Πατρών. Εικόνα DEM της Πελοποννήσου βασισμένη σε δορυφορική εικόνα SRTM 90. Οι ισοβαθείς του χάρτη προέρχονται από τις εργασίες των Stefatos et al. 2002 και McNeill et al., 2005. Αναπαράσταση ρηγμάτων: Ferentinos et al. 1985, Doutsos et al. 1988, Zygouri et al. 2008. Οι κόκκινες γραμμές συμβολίζουν τα ρήγματα

Ενώ η νότια ακτή των τριών λεκανών είναι σχεδόν ευθεία, η βόρεια ακτή είναι πιο ακανόνιστη. Αυτό δείχνει συνεχή καθίζηση και γενική απουσία πρόσφατων αποθέσεων (e.g. Dufaure, 1975; Stiros and Pirazzoli, 1998). Αυτή η μορφολογική ασυμμετρία συνδέεται με μια ασυμμετρία της ενεργούς

τεκτονικής της τάφρου: η νότια ακτή παρουσιάζει ένα σύνολο ενεργών κανονικών ρηγμάτων που βυθίζονται βόρεια με διεύθυνση 110°Β και μήκος 15-25 χλμ. (Jackson and McKenzie, 1983, Roberts and Koukouvelas 1996) και κόβουν Τεταρτογενείς αποθέσεις κροκαλοπαγών (Rohais 2007). Η μορφολογική ασυμμετρία, αντικατοπτρίζεται επίσης από τη βαθυμετρία της λεκάνης της Κορίνθου, η νότια κατωφέρεια της οποίας είναι απότομη μέχρι την βαθύαλη πεδιάδα, που βρίσκεται σε βάθος περίπου 800 m. Από την άλλη πλευρά, η βόρεια ακτή έχει μια πιο ήπια κλίση που σηματοδοτεί την κάμψη του ιζηματογενούς επικαλύμματος προς τα νότια (Flotte, 2005) και είναι αξιοσημείωτο ότι παρουσιάζει τέσσερις επιφάνειες διάβρωσης (Rohais 2007). Αυτή η κάμψη διαμορφώνεται τοπικά από κανονικά ρήγματα, με κλίση προς το νότο. Το νότιο περιθώριο βρίσκεται σε ανύψωση από το Πρώιμο στάδιο του Πλειστόκαινο, ενώ το βόρειο περιθώριο μοιάζει σταθερό ή βυθίζεται πολύ αργά από τότε που ξεκίνησε διάνοιξη του Κορινθιακού (Lykousis et al., 2007). Το βάθος φτάνει πάνω από 800 m, στο ανατολικό τμήμα του συστήματος των τάφρων και μειώνεται σταδιακά, κοντά στο Ρίο όπου δεν ξεπερνά τα 62 m(Chronis et al., 1991). Η λεκάνη Πατρών δεν ξεπερνά τα 130 m βάθος (Ferentinos et al., 1985).

1.7.1 Γεωδυναμικό καθεστώς της τάφρου Κορίνθου- Πατρών

Η τάφρος Κορίνθου- Πατρών βρίσκεται στην περιοχή της Μεσογείου όπου δρα σύνθετη γεωδυναμική. Η σύγκλιση της Αφρικανικής και της Ευρασιατικής πλάκας, οδήγησε στο σχηματισμό των Ελληνίδων οροσειρών, που αποτελούνται από ΒΔ-ΝΑ καλύμματα και την Ελληνική ζώνη υποβύθισης (Κουκουβέλας 2019).

Από το Ηώκαινο έως το Μειόκαινο η περιοχή της τάφρου Κορίνθου- Πατρών, χαρακτηρίζεται από το εμπρόσθιο τμήμα του Ελληνικού τόξου. Ομοίως προς τα δυτικά, η παραμόρφωση των Απέννινων, ξεκίνησε στο Μειόκαινο, αργότερα σε σχέση με τη συμπίεση των Ελληνίδων και των Διναρίδων. Στις Ελληνίδες οροσειρές το κύριο επίπεδο αποκόλλησης (decollement level) είναι λιγότερο ξεκάθαρο, αλλά οι Τριαδικοί εβαπορίτες, που είναι γνωστοί από υποεπιφανειακά δεδομένα, δυτικά της Πάτρας, θεωρούνται ως το κύριο χαμηλότερο επίπεδο αποκόλλησης μεμονωμένων καλυμμάτων στις εξωτερικές Ελληνίδες (Karakitsios and Rigakis 2007; Karakitsios 2013).

Τα πρώτα κανονικά ρήγματα, μετά την συμπίεση και τη δημιουργία επωθητικών δομών, λόγω των εφελκυστικών τάσεων και τη διαστολή, ξεκίνησαν να δημιουργούνται κατά το Μειόκαινο στη τάφρο Κορίνθου- Πατρών, σύμφωνα με την αναλυτική χαρτογράφηση των ρηγμάτων που εντοπίζονται κατά μήκος του βόρειου περιθωρίου της (Papanikolaou et al. 2009). Η σχέση μεταξύ των κανονικών ρηγμάτων του Μειόκαινου (με διεύθυνση 160°) και των σημερινών ρηγμάτων (με διεύθυνση περίπου 090°), παραμένει ασαφής, αλλά από εκείνο το χρονικό διάστημα έως σήμερα, η τάφρος Κορίνθου-Πατρών χαρακτηρίζεται από καθεστώς διαστολής (Rohais et al 2016).

Η βαρυτική κατάρρευση ενός πυκνού φλοιού κατά μήκος των Ελληνίδων, έχει συζητηθεί ως ο μηχανισμός ελέγχου στα πρώιμα στάδια της διάνοιξης (Papanikolaou et al. 2009). Παρόλα αυτά, η σχέση μεταξύ της αρχιτεκτονικής της ζώνης διάνοιξης και των προηγούμενων τεκτονικών καλυμμάτων, δείχνει έναν επιπλέον μηχανισμό διαστολής (Rohais et al 2016).

Η διαστολή του φλοιού είναι φανερή στο Αιγαίο με την διάταξη του Ελληνικού τόξου προς τα πίσω κατά την υποχώρηση της πλάκας (Fytikas et al. 1984; Armijo et al. 1996; Pe-Piper and Piper 2007; Jolivet and Brun 2010; Jolivet et al. 2015). Αυτή η διαστολή θεωρείται ότι πιθανά οδήγησε στον εκταφιασμό του μεταμορφικού φλοιού (Lister et al. 1984; Jolivet et al. 2015). Αντίθετα σε αυτή την άποψη, θεωρείται ότι ο εκταφιασμός προήλθε από συμπίεση, ενώ η διαστολή άρχισε σε ύστερη γεωλογική περίοδο.

Η περιστροφή των μικρομπλόκ σε σχέση με την προέλαση του ρήγματος της Ανατολίας, θεωρείται ως ένας σημαντικός γεωδυναμικός μηχανισμός που θα μπορούσε να επηρεάσει την διαστολή της τάφρου Κορίνθου- Πατρών. Όλα τα δεδομένα από GPS δείχνουν ότι το μπλόκ της Ανατολίας που οριοθετείται βόρεια από το ρήγμα της Βόρειας Ανατολίας, νότια και δυτικά από το Ελληνικό τόξο και ανατολικά από την προέκταση του σύστημα ρηγμάτων της Λεβαντίνης επηρεάζουν την περιοχή του Κορινθιακού κόλπου (Dewey and Sengor 1979; Armijo et al. 1999; Goldsworthy et al. 2002; Flerit et al. 2004, Kokkalas et al 2006). Η ταχύτητα μετατόπισης του μπλοκ της Ανατολίας, είναι μεγάλη, γύρω στα 35 mm/yr, πολύ μεγαλύτερη από τον τρέχον ρυθμό υποβύθισης του Ελληνικού τόξου προς τα ΒΒΑ (6 mm/yr). Αυτή η μη ισορροπημένη σύγκλιση, επηρεάζει τις περιοχές Εύβοια- Κόρινθο- Πελοπόννησο και αρκετοί συγγραφείς προτείνουν αυτή ως την κύρια αιτία της ανύψωσης της Πελοποννήσου (Leeder et al., 2008).

Η προοδευτική οπισθοχώρηση της καταδυόμενης Αφρικανικής πλάκας και η ταυτόχρονη προς νότο μετανάστευση του Ελληνικού τόξου (περίπου 30-45 Ma), οδηγεί σε εκτεταμένη διαστολή στη ΒΔ Ελλάδα, στις Κυκλάδες και στη Δυτική Τουρκία (Le Pichon and Angelier, 1981; Reilinger et al., 2010; Brun and Sokoutis, 2010; Jolivet and Brun, 2010; Jolivet et al., 2013; Brun et al., 2016). Στη Βόρεια Ελλάδα, αυτή η διαστολή αντικαθίσταται από νεότερα, ενεργά ρήγματα τα οποία σχηματίζονται σύμφωνα με τη προς τα δυτικά προέλαση του ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας στην Αύλακα του Βορείου Αιγαίου (Koukouvelas and Aydin, 2002). Η τάφρος Κορίνθου- Πατρών βρίσκεται ανάμεσα στο α) βορειοανατολικό μέρος της Ελληνικής τάφρου υποβύθισης, β) το βορειοδυτικό τμήμα μιας τοξωτής προς το νότο, βαθυμετρικής λεκάνης, που έχει δημιουργηθεί με ρήγμα αποκόλλησης από το Αιγαίο και γ) στο νοτιοδυτικό τμήμα της αύλακας διαστολής του ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ (Fernandez- Blanco et al. 2019).

Τα κανονικά ρήγματα που κλίνουν προς το βορρά, ελέγχουν τη νότια ακτή της λεκάνης της Κορίνθου και είναι υπεύθυνα για τη σημερινή διαστολή της Κορινθιακής τάφρου (Doutsos and Piper, 1990). Τα ρήγματα, είναι διατεταγμένα σε τμήματα με περίπου 10-15 km., ενώ η τάφρος έχει αθροιστικό μήκος 130 km. Αυτά τα ενεργά, κανονικά ρήγματα δεν τέμνουν μόνο τις Ελληνίδες οροσειρές, αλλά και προηγούμενης ηλικίας κανονικά ρήγματα με διεύθυνση ΔΒΔ-ΑΝΑ που οριοθετούν τις Πλείο-Πλειστοκαινικές λεκάνες (Collier et al., 1992; Armijo et al., 1996). Αυτό είναι εμφανές στο ανατολικό άκρο όπου τα ΔΒΔ ρήγματα που οριοθετούν προηγούμενα υπόκεντρα, τέμνονται από ένα νεότερο σύστημα ρηγμάτων (Leeder et al., 1991; Gawthrope et al., 1994). Παρόμοιες παρατηρήσεις δεν είναι σαφείς στο κεντρικό και δυτικό τμήμα της ζώνης διάνοιξης, όπου ενεργά και μη συστήματα ρηγμάτων, είναι παράλληλα μεταξύ τους (Armijo et al., 1996; De Gelder et al., 2019).

1.7.2 Ανύψωση- βύθιση στην τάφρο Κορίνθου- Πατρών

Η περιοχή μελέτης έχει ένα περίπλοκο ιστορικό ανύψωσης και καταβύθισης. Αυτό μπορεί να συναχθεί χάρη στις θαλάσσιες αναβαθμίδες κοντά στην τωρινή ακτογραμμή, όπου υπάρχουν δεδομένα για κατακόρυφες κινήσεις (Keraudren & Sorel, 1987 ; Vita-Finzi, 1993 ; Armijo et al., 1996). Η σύνθεση των δεδομένων από τις θαλάσσιες αναβαθμίδες, δείχνει ότι ο ρυθμός ανύψωσης αυξάνεται ελαφρώς από ανατολικά προς τα δυτικά πάνω από το νότιο περιθώριο της λεκάνης Κορίνθου (Rohais, 2007). Σε μια χρονική περίοδο σχετικά ισοδύναμη (0.25 Ma), το βόρειο περιθώριο της Κορινθιακής λεκάνης, καταβυθίζεται περίπου κατά 0,1 mm/yr (Lykousis et al., 2007). Αυτό το ποσοστό καταβύθισης φτάνει τα 3,6 mm/yr, στο κέντρο της λεκάνης κατά τα τελευταία 25 ka (Perissoratis et al., 2000 ; Moretti et al., 2004). Στη λεκάνη Πατρών, ο ρυθμός καταβύθισης φτάνει τα 5 mm/yr (Chronis et al., 1991). Την ίδια χρονική περίοδο, ο μέγιστος ρυθμός ιζηματογένεσης της λεκάνης της Κορίνθου είναι 1,8 mm/yr (Moretti et al., 2004). Επομένως, το σύστημα βρίσκεται σε ανισορροπία υπέρ της καταβύθισης που δημιουργεί αύξηση του βάθους της θάλασσας. Εκτός από αυτή τη διαφοροποίηση της ανύψωσης με διεύθυνση Α-Δ, ολόκληρη η Πελοπόννησος επιπλέον υπέστη κλίση με διεύθυνση Β-Ν (Doustos & Piper, 1990 ; Armijo et al., 1996). Αυτή η κλίση εκτιμάται μεταξύ 2° και 15° (Flotté, 2002), από δεδομένα πεδίου.

1.7.3 Μοντέλα εξέλιξης της τάφρου Κορίνθου- Πατρών

Λίγες μελέτες στην τάφρο, έχουν ασχοληθεί με την παλαιογεωγραφία της περιοχής πριν τη διάνοιξη της. Μετά το σχηματισμό των Ελληνίδων οροσειρών (Ηώκαινο με Κάτω Μειόκαινο), οι συγγραφείς προτείνουν ένα τοπίο σχετικά επίπεδο με χαμηλό υψόμετρο και παλαιό-ανάγλυφο (Desprairie, 1977 ; Dufaure, 1975). Αυτή η επίπεδη επιφάνεια θεωρείται ότι επικρατούσε στο Μειόκαινο (Dufaure, 1975). Κατά το Πλειόκαινο θα δημιουργηθεί η ανύψωση του ανάγλυφου που αποτελεί το νότιο τμήμα της τάφρου (Ερύμανθος, Χελμός, Ολίγυρτος) (Hageman, 1979).

Για περισσότερο από έναν αιώνα, οι συγγραφείς συμφωνούσαν ότι η εξέλιξη της τάφρου Κορίνθου-Πατρών έγινε σε δύο κύρια στάδια (Philipson, 1892 ; Deperet, 1913; Dercourt, 1964 ; Sébrier, 1977, Kontopoulos & Doustos, 1985 ; Ori, 1989). Αρχικά, η διάνοιξη της τάφρου Κορίνθου- Πατρών ξεκίνησε κατά το Πλειόκαινο (Keraudren & Sorel, 1987 ; Ori, 1989) , με απόθεση χερσαίων έως λιμναίων ιζημάτων. Η πρώτη θαλάσσια εισροή στη λεκάνη, θεωρείται ότι ήταν ηλικίας Πλειοκαίνου. Στη συνέχεια η δημιουργία γιγάντιων δελταϊκών ριπιδίων τύπου Gilbert, σημαίνουν την αύξηση τους βάθους της λεκάνης (Ori, 1989). Η ανάπτυξη ιζηματογενών δομών αυτού του μεγέθους σχετίζεται με τουρβιδιτικά συστήματα, τα οποία φαίνεται να αντιστοιχούν στο δεύτερο στάδιο ανοίγματος της τάφρου. Μερικοί συγγραφείς προτείνουν μια τρίτη φάση με την ανύψωση του νοτιότερου περιθωρίου και την μετανάστευση της τεκτονικής δραστηριότητας προς τα βόρεια (Goldsworthy & Jackson, 2001 ; Moretti et al., 2003, Leeder et al., 2003). Διαφορετικά μοντέλα παλαιογεωγραφικής εξέλιξης υπάρχουν, που υποστηρίζουν μια πολυφασική διάνοιξη. Κάποιοι προτείνουν ότι η σημαντική προέλαση των δελταϊκών ριπιδίων τύπου Gilbert (Doutsos & Piper, 1990 ;Doustos & Poulimenos, 1992) συνδέεται με τη μετανάστευση της τεκτονικής δραστηριότητας, εμπλέκοντας τη βόρεια μετανάστευση της

ακτογραμμής, ενώ άλλοι προτείνουν σχετική σταθερότητα της ακτογραμμής κατά τη δημιουργία της τάφρου (Seger & Alexander, 1993).

Σε αντίθεση με αυτή τη πολυφασική ερμηνεία, ο Sorel (2000) προτείνει μια συνεχή διάνοιξη του κόλπου με μετανάστευση προς το Βορρά. Αυτό το μοντέλο υποστηρίζεται από και ψηφιακή προσέγγιση (Chéry, 2001) και από πρόσθετα δεδομένα πεδίου (Flotté et al., 2005). Οι Moretti et al. (2003) αντιτίθενται σε αυτό το μοντέλο για δύο λόγους. Αρχικά, τα σεισμικά δεδομένα δείχνουν ότι τα υπόκεντρα του παρόντος κόλπου, μεταναστεύουν νότια. Τα 2 χιλιόμετρα ιζήματος που συσσωρεύτηκαν στον πυθμένα της λεκάνης, δεν θα μπορούσαν να αποτεθούν σε μόλις 0.3 Ma όπως προτείνει το μοντέλο του Sorel. Πράγματι αυτό θα σήμαινε ρυθμό καθίζησης μεγαλύτερο κατά δέκα φορές από τον τρέχοντα ρυθμό απόθεσης.

Αυτή η απόκλιση μεταξύ της πολυφασικής ερμηνείας και της συνεχούς παραμόρφωσης, έγκειται στο γεγονός ότι η δομή του περιθωρίου παραμένει αμφιλεγόμενη (Rohais 2007). Πράγματι, δεν υπάρχουν αξιόπιστα δεδομένα ώστε να καθίσταται δυνατή η συσχέτιση της γεωμετρίας των ρηγμάτων με τις επιφανειακές εμφανίσεις των πετρωμάτων, σύμφωνα με τα σεισμολογικά δεδομένα (Rohais 2007).

Το μοντέλο του Sorel, χρησιμοποιεί ένα κανονικό ρήγμα αποκόλλησης μικρής γωνίας κλίσης, του οποίου η κλίση είναι της τάξης των 20°Β. Τα κανονικά ρήγματα του νότιου περιθωρίου του κόλπου, θα ήταν ευθύγραμμα (Rigo, 1994 ; Rigo et al., 1996) και θα συνδέονταν με το ρήγμα αποκόλλησης (Sorel 2000, Flotté 2002). Ωστόσο τα σεισμικά δεδομένα δεν συμφωνούν με τη γεωμετρία του ρήγματος αποκόλλησης (Rohais 2007).

Το 2016, οι Ford et al. πρότειναν 4 φάσεις διάνοιξης. Κατά την πρώτη φάση (άνω Πλειόκαινο- κάτω Πλειστόκαινο, 5-4 έως 1.8 Ma), ξεκίνησε ένα σύστημα ρηγμάτων που κλίνουν προς το βορρά, κατά μήκος μιας ζώνης 20-30 χλμ για μια περίοδο 2-3 Ma ξεκινώντας γύρω στα 4 Ma πριν. Το πρώιμο στάδιο διάνοιξης, έκλεισε στα δυτικά.

Η πρώτη φάση χαρακτηρίζεται από χερσαία περιβάλλοντα που βαθαίνουν από ποτάμια σε λιμναία από τα δυτικά προς τα ανατολικά. Στα ΒΑ, η λεκάνη έγινε γρήγορα λιμναία μετά από ένα «γεγονός αύξησης του βάθους» στα 3.2-3 Ma πριν. Η συγκέντρωση χονδρόκοκκων κροκαλοπαγών αλλουβιακών ριπιδίων, κατά μήκος του νότιου και του δυτικού τμήματος της τάφρου στο πρώιμο στάδιο, πιθανόν να οφείλεται στη δράση των προηγούμενων ποταμών της Ελληνικής ορογένεσης. Στα ανατολικά σε λιμναία περιβάλλοντα απόθεσης, δεδομένα από παλαιορεύματα δείχνουν ότι η παροχή των ιζημάτων ήταν κυρίως αξονική και από τα δυτικά. Το κοκκομετρικό μέγεθος και η κατανομή των φάσεων στα πρώτα στάδια διάνοιξης καθορίζεται από: α) τη θέση των προηγούμενων ποταμών κατά μήκος του νότιου περιθωρίου της ζώνης διάνοιξης, β) το ρυθμό παροχής ιζημάτων από αυτά τα ποτάμια και γ) την αλληλεπίδραση τους με το νέο σύστημα ρηγμάτων. Στη δεύτερη φάση (κάτω- μέσο Πλειστόκαινο, 1.8-0.7 Ma), , το νότιο περιθώριο της τάφρου μετανάστευσε προς τα βόρεια. Ταυτόχρονα η τάφρος εξαπλώθηκε δυτικά. Αυτή η φάση της προς το βορρά και δυτικά μετανάστευσης των ρηγμάτων (1.8-1.5 Ma), συσχετίζεται με μια σημαντική περίοδο διάβρωσης . Κατά την τρίτη φάση (Καλάβριο- Μέσο Ιόνιο, 0.7-0.4 Ma), το νότιο περιθώριο της τάφρου, μετανάστευσε ξανά προς τα βόρεια. Τέλος, κατά την τέταρτη φάση (Μέσο Ιόνιο- σήμερα, 0.4-0 Ma), περίπου πριν 0.62 Ma έως σήμερα, η δραστηριότητα αυξάνει στα κύρια βόρεια βυθιζόμενα ρήγματα, δημιουργώντας ένα κύριο υπόκεντρο στο νότιο

Κορινθιακό κόλπο. Το στενό του Ρίου ανοίγει και επικοινωνεί με τη Μεσόγειο για πρώτη φορά περίπου στα 400 ka σαν αποτέλεσμα της έναρξης του ρήγματος του Ψαθόπυργου. Το βάθος του νερού στο στενό Ρίου- Αντιρρίου είναι περίπου 60 m, υποδεικνύοντας ότι αυτός ο θαλάσσιος δρόμος θα διακοπεί κατά τις περιόδους χαμηλής στάθμης της θάλασσας. Η μετάβαση από λιμνοθαλάσσιες σε θαλάσσιες συνθήκες στον κόλπο τη τελευταία περίοδο ανόδου της στάθμης της θάλασσας, έγινε περίπου στα 12 ka (Moretti et al. 2003, Sakellariou et al. 2007, Campos et al. 2013). Από τα 400 ka και μετά, σχεδόν όλη η ιζηματογένεση που έγινε στον κόλπο, αποτελείται κυρίως από λεπτόκοκες προ-δελταϊκές φάσεις και ημιπελαγικές. Το ανατολικό τμήμα της ζώνης διάνοιξης στερείται ιζήματος, με τη βαθυμετρία να αυξάνεται στα ανατολικά σε περίπου 800 m. Πιο δυτικά, οι κύριοι ποταμοί ρέουν προς τα βόρεια δημιουργώντας δελταϊκά ριπίδια τύπου Gilbert, μέσα στον κόλπο απέναντι από τα ρήγματα που οριοθετούν τη λεκάνη. Νεότεροι και λιγότερο σημαντικοί ποταμοί τροφοδοτούν τη ζώνη διάνοιξης.

Σε πιο πρόσφατη έρευνα, σύμφωνα με τη McNeil et. al. (2019) η διάνοιξη ξεκίνησε περίπου 5 Ma με τρείς κύριες φάσεις που εντοπίστηκαν από τις καταγραφές της παράκτιας απόθεσης ιζημάτων και την υπεράκτια σεισμική στρωματογραφία. Μετά από μια πρώιμη ηπειρωτική και λιμναία φάση (φάση 1), το υπόκεντρο βαθαίνει περίπου στα 2 Ma (φάση 2), με αποτέλεσμα τη βύθιση και την παροχή ιζημάτων στον σημερινό Κορινθιακό κόλπο. Περίπου στα 0.5- 0.8 Ma, η δράση των ρηγμάτων, γενικά μεταναστεύει προς τα βόρεια δημιουργώντας το κυρίαρχο σύστημα της ζώνης διάνοιξης κατά μήκος του νότιου περιθωρίου και ανάπτυξη δελταϊκών ριπιδίων κατά μήκος του δυτικού τμήματος του του νότιου περιθωρίου του κόλπου (φάση 3). Κάθε φάση διάνοιξης παρουσιάζει παρόμοια δομική εξέλιξη, που αποτελείται από ένα διάχυτο δίκτυο συζυγών ρηγμάτων, την προοδευτική ανάπτυξη της ασυμμετρίας της ζώνης διάνοιξης και την ανάπτυξη ενός κυρίαρχου συστήματος ρηγμάτων κατά μήκος του νότιου περιθωρίου της ζώνης διάνοιξης (Gawthrope et al. 2017). Η μετάβαση από τη φάση 2 στη 3 μπορεί να σηματοδοτήσει την έναρξη της επαναλαμβανόμενης σύνδεσης με την ανοιχτή θάλασσα αν και προηγούμενες θαλάσσιες εισροές αναγνωρίζονται στην ξηρά (McNeil et al.2019).

1.7.4 Πλειο-Τεταρτογενή ιζήματα της λεκάνης Κορίνθου

Ο Ori (1989) με βάση τη μελέτη των ιζημάτων, που αποτέθηκαν κατά τη διάνοιξη της τάφρου, στο νότιο περιθώριο της λεκάνης Κορίνθου, έχει αναγνωρίσει δύο διαφορετικές φάσεις ανάπτυξης. Κατά την πρώτη φάση, λιμναίες μάργες διαδέχονται αλλουβιακά κροκαλοπαγή ενώ στη συνέχεια αποτέθηκαν ξανά 1000 m με κροκαλοπαγή αλλουβιακών ριπιδίων. Οι αποθέσεις στην αρχική λεκάνη του Κορινθιακού, ήταν χερσαίου περιβάλλοντος ή περιβάλλοντος γλυκού έως υφάλμυρου νερού. Η δεύτερη φάση, χαρακτηρίζεται από δραματική αύξηση του ρυθμού καταβύθισης της λεκάνης σε σχέση με την ανύψωση του περιθωρίου και την ανάπτυξη δύο διαδοχικών γενεών δελταϊκών ριπιδίων τύπου Gilbert κατά μήκος του νότιου περιθωρίου. Δελταϊκές αποθέσεις τύπου Gilbert έχουν περιγραφεί από πολλούς ερευνητές για το κεντρικό και δυτικό τμήμα του Κορινθιακού κόλπου (Backert et al., 2010; Dart et al., 1994; Ford et al., 2007, 2012; Malartre et al, 2004; Rohais et al., 2008). Σύμφωνα με τον Zelilidis 2003, στο δυτικό τμήμα του Κορινθιακού κόλπου βρέθηκαν δελταϊκές αποθέσεις τραπεζοειδούς τύπου που ξεκινούν από τα νότια περιθώρια και συνεχίζουν με ΒΒΑ κατεύθυνση και διαβρώνονται από κανάλια ΔΒΔ κατεύθυνση. Οι δελταϊκές αποθέσεις τραπεζοειδούς τύπου ξεχωρίζουν

από τις δελταϊκές αποθέσεις τύπου Gilbert λόγω της έλλειψης του σειράς πυθμένα (Poulimenos et al. 1993, Zelilidis and Kontopoulos, 1996). Αυτές οι δελταϊκές αποθέσεις εκτίθενται στο βόρειο τμήμα της ακτής της Πελοποννήσου, έως 1200 m πάνω από τη θάλασσα (Lykousis et al. 2007). Αρκετοί συγγραφείς απέδωσαν αυτές τις μεταβολές, στις κλιματικές αλλαγές στη Μεσόγειο, που θα έπρεπε να έχει ως αποτέλεσμα μια γρήγορη αύξηση του ρυθμού διάβρωσης και συνεπώς αύξηση στο ρυθμό ιζηματογένεσης (Westaway, 2002). Σύμφωνα με τους Lykousis et al. (2007), οι τεκτονικές αιτίες που σχετίζονται πιθανώς με την υποβύθιση της πλάκας της Ανατολικής Μεσογείου, έχουν επίσης συμβάλει στην ανύψωση της Πελοποννήσου και κατά συνέπεια στην αύξηση του ρυθμού ιζηματογένεσης (Moretti et al., 2003).

Αρκετοί ερευνητές, έχουν περιγράψει θαλάσσιες αναβαθμίδες στο νοτιοανατολικό τμήμα του κόλπου. Πρώτος ο Deperet (1913), περιέγραψε θαλάσσιες αναβαθμίδες ως σκαλοπάτια που αποδίδονται σε μια ενιαία Τυρρήνια αναβαθμίδα. Οι Keraudren (1970-72, Keraudren & Sorel (1987), Keraudren et al. (1995) ανέφεραν την ύπαρξη περισσότερων από μια αναβαθμίδων τις οποίες συσχέτισαν με τις ευστατικές αλλαγές της στάθμης της θάλασσας τα τελευταία 330 ka, σύμφωνα με χρονολόγηση (U/Th) καθώς και μικροπαλαιοντολογική ανάλυση. Τις αναβαθμίδες που περιέγραψαν οι Keraudren & Sorel (1987) μελέτησαν και οι Armijo et al. (1996) και μέσω αυτών υπολόγισαν την ανύψωση της περιοχής από την επίδραση του ρήγματος του Ξυλόκαστρου. Ο Westaway (1996, 2002) περιέγραψε τις αναβαθμίδες της ίδιας περιοχής και κατέληξαν ότι δεν έχουν όλες θαλάσσια προέλευση, όπως επίσης οι Doutsos and Piper (1990) αναφέρουν ότι δεν έχουν όλες οι αναβαθμίδες θαλάσσια προέλευση αλλά μερικές είναι λιμναίες, όταν ο Κορινθιακός κόλπος δεν επηρεαζόταν από εισροή θαλάσσιων υδάτων. Σύμφωνα με τον Zelilidis 1998, σε περιοχή μελέτης κοντά στην Αρχαία Κόρινθο (ανατολικό άκρο Κορινθιακού κόλπου), βρέθηκαν θαλάσσιες αποθέσεις Πλειστοκαινικής ηλικίας

Ο Rohais (2007) μελέτησε το νότιο περιθώριο του Κορινθιακού κόλπου και πρότεινε μια λιθοστρωματογραφική ακολουθία που χωρίζει τη λεκάνη σε τρείς μεγάλες ομάδες. Την κατώτερη ομάδα (Lower group) που χαρακτηρίζεται από λιμναία- ποτάμια ιζήματα με ηλικία Ανώτερο Πλειόκαινο – Κατωτερο Πλειστόκαινο (έως περίπου 1,5 Ma), τη μέση ομάδα (Middle group) που χαρακτηρίζεται από δελταϊκά κροκαλοπαγή τύπου Gilbert, με ηλικία περίπου 1.5- 0.6 Ma και τέλος την ανώτερη ομάδα (Upper group) η οποία χαρακτηρίζεται από αποθέσεις κατωφέρειας, δελταϊκές αποθέσεις τύπου Gilbert και ανυψωμένες θαλάσσιες αναβαθμίδες κατά μήκος της ακτογραμμής, με ηλικία περίπου 0.6 Ma έως σήμερα.

Ο Pallikarakis (2018) έκανε αναπαράσταση του παλαιοπεριβάλλοντος στο ανατολικό τμήμα του Ισθμού της Κορίνθου και κατέγραψε ένα σχηματισμό με μάργες (marl formation) ηλικίας Πλειοκαίνου, στον οποίο βρέθηκαν απολιθώματα που δείχνουν ολιγόαλο έως λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον και το συσχέτισε με μια αντίστοιχη τομή που είχαν περιγράψει οι Collier and Dart (1991) στον βορειοανατολικό τμήμα του Ισθμού. Πάνω από αυτό έχει αποτεθεί ορίζοντας με χαλίκια και αργίλους με πάχος 70 m και ηλικία τουλάχιστον Μέσο Πλειστόκαινο, στον οποίο η απουσία των απολιθωμάτων ερμηνεύεται ως υψηλής ενέργειας δελταϊκό περιβάλλον. Τέλος πάνω από αυτό έχει αποτεθεί λεπτή άμμος και άργιλος Μέσου έως Άνω Πλειστοκαίνου λιμνοθαλάσσιου έως θαλάσσιου περιβάλλοντος.

Οι McNeil et al (2019) μελέτησαν τη γεώτρηση M0079, στο κέντρο της λεκάνης της Κορίνθου, η οποία περιέχει μια συνεχή διαδοχή λεπτόκοκκων φάσεων χωρίς ρήγματα. Έτσι παρέχει μια υψηλής ανάλυσης

καταγραφή της ιζηματογένεσης και των αλλαγών της στάθμης της θάλασσας κατά τα τελευταία περίπου 750 ka στη λεκάνη της Κορίνθου. Σύμφωνα με αυτή την έρευνα, καταγράφηκαν εναλλαγές θαλάσσιων και μικτών (απομονωμένων) συναθροίσεων ως αποτέλεσμα της επικοινωνίας και της απομόνωσης από την ανοιχτή θάλασσα.

Οι Tsourou et al. 2021 μελέτησαν μια ακολουθία στο κεντρικό τμήμα του Ισθμού της Κορίνθου, η οποία χωρίζεται σε δύο μέρη λόγω ενός ρήγματος. Στο τέμαχος της βάσης του ρήγματος βρέθηκαν λιμνοθαλάσσια ιζήματα με αλλαγές στην αλατότητα (ολιγόαλες έως μεσόαλες συνθήκες) Άνω Πλειοκαινικής έως Κάτω Πλειστοκαινικής ηλικίας (Καλάβριο). Στο τέμαχος της οροφής βρέθηκαν λιμνοθαλάσσια ιζήματα Μέσης Πλειστοκαινικής ηλικίας, με αυξημένη αλατότητα (μεσόαλαες έως ευρύαλες συνθήκες), που δείχνουν σταθερή επικοινωνία με τη θάλασσα.

Σεισμικά προφίλ δείχνουν ότι ο σημερινός Κορινθιακός κόλπος περιέχει 2,2 km Πλειο -Πλειστοκαινικών ιζημάτων που αποτέθηκαν κατά τη διάνοιξη (Myrianthis, 1984; Clément, 2000).

Κατά τη διάρκεια του τελευταίου και συνεχιζόμενου σταδίου εξέλιξης του Κορινθιακού Κόλπου, η λεκάνη γέμισε με μια παχιά σειρά αποθέσεων (τουρβιδιτών, δεβριτικών ροών, λασποροών, κ.α.) (Heezen et al., 1966; Brooks and Ferentinos, 1984; Varnavas et al., 1986; Higgs, 1988; Piper et al., 1990; Papatheodorou, 1990; Poulos et al., 1996).

Ο Κορινθιακός κόλπος, έχει αλλάξει επανειλημμένα μεταξύ μιας λιμναίας και μιας θαλάσσιας λεκάνης κατά τη διάρκεια του Πλειστοκαίνου, λόγω διακύμανσης της παγκόσμιας στάθμης της θάλασσας και του μικρού βάθους στο στενό του Ρίου-Αντιρρίου (Lykousis et al. 2007).

1.8 Στενό του Ρίου-Αντιρρίου

Ο Κορινθιακός κόλπος έχει ένα μέγιστο βάθος περίπου 800 m και χωρίζεται από την ανοιχτή θάλασσα, με το στενό του Ρίου, ένα ύβωμα (sill) που έχει βάθος 60 m. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, ένα ύβωμα 60 μέτρων βάθους, θα είχε υπερχειλιστεί από τη θάλασσα περίπου 12000 -13000 χρόνια πριν, οπότε κατά τη διάρκεια της τελευταίας παγετώδους περιόδου (στάδιο 2), ο Κορινθιακός κόλπος θα ήταν λίμνη. Στα ισοτοπικά στάδια (MIS) 4 και 6, σε περιόδους χαμηλής στάθμης της θάλασσας, επίσης ο Κορινθιακός θα ήταν λίμνη. Το επίπεδο της στάθμης της θάλασσας κατά το ισοτοπικό στάδιο 3, δεν είναι καλά προσδιορισμένο, αλλά κατά το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, η στάθμη του νερού στον κόλπο ήταν υψηλότερη από ότι θα ήταν σε μια λίμνη αλλά χαμηλότερη από σήμερα, ενώ κατά καιρούς θα επικρατούσαν υφάλμυρες συνθήκες (Perissoratis et al. 2000).

Η ιζηματογένεση, κατά το Άνω Τεταρτογενές, στον Κορινθιακό κόλπο, ελέγχεται από δύο παράγοντες: τη στάθμη της θάλασσας σε σχέση με το ύβωμα στο Ρίο και την είσοδο των ιζημάτων από ποτάμια. Ο κόλπος μετατράπηκε σε λίμνη, όταν η στάθμη της θάλασσας έπεσε κάτω από το επίπεδο του υβώματος στο στενό του Ρίου (που είναι σήμερα στα 60μ.), ή εάν η στάθμη της θάλασσας ήταν μερικά μέτρα πάνω από το ύβωμα σε μια θαλάσσια περιοχή με υψηλή περιεκτικότητα σε γλυκό νερό. Όταν η στάθμη της θάλασσας ήταν υψηλότερη, επικρατούσαν συνθήκες ανοιχτής θάλασσας. Δέλτα με μεγάλη κλίση, όπως αυτά που αναπτύσσονται στον Κορινθιακό κόλπο, απέθεσαν το μεγαλύτερο μέρος των ιζημάτων

τους στην υφαλοκρηπίδα με θαλάσσιες συνθήκες, αλλά τροφοδοτούνταν από λιμναίους τουρβιδίτες από την υπερχείλιση όταν ο κόλπος ήταν λίμνη (Perissoratis et al. 2000).

Ο Zelilidis 2003 συγκρίνει τρεις στενές, γραμμικές λεκάνες (Πλειο- Τεταρτογενή λεκάνη Πάτρας-Κορίνθου, την Πλειοκαινική- Τεταρτογενή λεκάνη Reggio- Scilla και την μέσο Τριαδική Μεσοελληνική μεταφερόμενη λεκάνη) που έχουν σχηματιστεί σε διαφορετικές περιόδους και κάτω από διαφορετικές γεωδυναμικές συνθήκες, αλλά στην κάθε περίπτωση, η τεκτονική εξέλιξη διαμόρφωσε μια στενή περιοχή, όπου το βάθος μειώνεται σημαντικά και δημιουργεί ένα στενό με μια ανυψωμένη περιοχή (sill). Αυτό το στενό διαιρεί τη λεκάνη σε κύριες και δευτερεύουσες υπολεκάνες και επηρεάζει τα περιβάλλοντα απόθεσης. Έτσι, Κατά το Τεταρτογενές, η λεκάνη Κορίνθου- Πατρών ήταν πιο βαθειά και σε κάποιες περιόδους αποτελούσε λίμνη, ενώ σε άλλες περιόδους υπήρχε επικοινωνία με τη θάλασσα (Zelilidis 2003). Η λίμνη επικοινωνούσε με τη θάλασσα από τη μερία του Αράξου και από τη μεριά της Κορίνθου. Σήμερα η λεκάνη είναι ανοιχτή μόνο στη δυτική πλευρά (Άραξος) (Zelilidis 2003).

Σύμφωνα με τη παλαιοπεριβαλοντική αναπαράσταση από τον Rohais (2007), στην λεκάνη της Κορίνθου έχουν καταγραφεί εναλλαγές θαλάσσιων και λιμναίων συνθηκών τουλάχιστον από το Lower group (Α. Πλειόκαινο). Υπάρχουν τρεις πιθανοί δρόμοι επικοινωνίας του κόλπου με τη Μεσόγειο, δύο ανατολικά: Ισθμός Κορίνθου και λεκάνη Μεγάρων και ένας στα δυτικά: το στενό του Ρίου. Στα ανατολικά στη λεκάνη της Κορίνθου και στη λεκάνη Μεγάρων έχουν καταγραφεί σχεδόν ίδιες στρωματογραφικές ακολουθίες με το κεντρικό τμήμα της ζώνης διάνοιξης της Κορίνθου. Επίσης καταγράφηκε μια ανύψωση που πιθανόν ξεκίνησε στο Μέσο και Άνω Πλειστόκαινο για τη λεκάνη Μεγάρων. Αυτοί ήταν πιθανοί δρόμοι επικοινωνίας με τη Μεσόγειο, παρέχοντας επεισοδιακές θαλάσσιες εισροές στο κεντρικό τμήμα της λεκάνης της Κορίνθου. Στο δυτικό άκρο της ζώνης διάνοιξης της Κορίνθου καταγράφηκε μια αλλουβιακή έως λιμναία ακολουθία που είναι φτωχά χρονολογημένη. Η μόνη θαλάσσια ένδειξη αντιστοιχεί στις μη χρονολογημένες αναβαθμίδες (με υψόμετρο 730 m) που αναφέρονται από τον Rohais (2007) και στα λεπτόκοκκα ιζήματα του Αιγίου Άνω Πλειστοκαινικής έως Ολοκαινικής ηλικίας. Το στενό του Ρίου- Αντιρρίου, αντιστοιχεί στη σημερινή σύνδεση μεταξύ του κόλπου της Πάτρας και του κόλπου της Κορίνθου. Τα παράκτια και υπεράκτια δεδομένα δεν είναι αρκετά για να συζητηθεί η επίδραση του υβώματος σε όλο το Πλειστόκαινο. Κατά την έναρξη της διάνοιξης φαίνεται να υπάρχει επικοινωνία με τη Μεσόγειο κατά το Μέσο έως Άνω Πλειστόκαινο (Piper et al. 1990, Perissoratis et al. 2000, Moretti et al. 2004). Μετά τα 0.7 Ma, αυτή η σύνδεση ήταν πιθανότατα κλειστή και το στενό του Ρίου παρείχε τον μόνο δρόμο επικοινωνίας με τη Μεσόγειο έως σήμερα.

Από την απόθεση των ιζημάτων στην ξηρά και την απεικόνιση της υπεράκτιας στρωματογραφίας, το περιβάλλον της λεκάνης της ζώνης διάνοιξης, περίπου στα 0.5 Ma έως σήμερα (McNeil et al.2019), έχει ερμηνευτεί ως εναλλασσόμενο μεταξύ θαλάσσιων συνθηκών, κατά τη διάρκεια μεσοπαγετωδών/ περιόδων υψηλής στάθμης και απομονωνόμενο από τη θάλασσα, κατά τη διάρκεια παγετωδών/ περιόδων χαμηλής στάθμης, καθώς η στάθμη της θάλασσας κυμαίνεται στα όρια της λεκάνης κατά το Τεταρτογενές. Τα υβώματα στο δυτικό στόμιο της λεκάνης της Κορίνθου (ύβωμα στο Ρίο περίπου 60 m, ύβωμα Αχελώου- Ακρωτήρι του Παππά περίπου 50-55 m) ελέγχουν την επικοινωνία με το Ιόνιο πέλαγος τώρα αλλά και κατά τα τελευταία 200 ka. Πριν από αυτό, η κυκλική επικοινωνία με τη θάλασσα ελεγχόταν από αυτά τα υβώματα είτε από ένα ή περισσότερα υβώματα στα ανατολικά,

κυρίως του Ισθμού της Κορίνθου, που επί του παρόντος είναι πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας αλλά στο παρελθόν έχει βυθιστεί.

Η McNeil et al. (2019) συσχέτισαν, τις μεταβάσεις μεταξύ περιόδων με θαλάσσιο περιβάλλον και περιόδων απομονωμένων από τη θάλασσα, με την καμπύλη της στάθμης της θάλασσας των Spratt and Lisecki (2016). Έτσι κατέληξαν ότι το βάθος του στενού του Ρίου- Αντιρρίου ήταν περίπου 60 m και ότι η πλημμύρα του υβώματος σηματοδοτεί τη μετάβαση μεταξύ των απομονωμένων και των θαλάσσιων συνθηκών.

1.9 Λεκάνη του Ρίου

Η λεκάνη του Ρίου διαμορφώθηκε στην δυτική Ελλάδα κατά το Νεογενές και βρίσκεται κοντά στην πόλη της Πάτρας (Kontopoulos and Zelilidis 1992). Έχει βορειοανατολικό προσανατολισμό και φιλοξενεί ιζήματα που αποτέθηκαν από το κατώτερο Πλειόκαινο έως το Ολόκαινο (Koukouvelas et al 1996; Kokkalas et al. 2006). Τα ιζήματα αυτά επικάθονται στο προνεογενές υπόβαθρο της Πελοποννήσου, το οποίο αποτελείται από τη ζώνη Ωλονού- Πίνδου. Η λεκάνη του Ρίου έχει μήκος περίπου 27 km. και 12 km. πλάτος και εμφανίζει μέγιστη βύθιση της τάξεως του 1,8 km (Kontopoulos and Zelilidis 1992).

Κατά το Πλειόκαινο, η λεκάνη του Ρίου διαμορφώθηκε κατά μήκος ΒΑ-ΝΔ ρηγμάτων, τα οποία ενεργοποιήθηκαν κατά την υποβύθιση της Προαπούλιας ζώνης κάτω από την Πελοπόννησο (Doutsos et al. 1985). Στα δυτικά η λεκάνη της Πάτρας σχημάτισε τη συνέχεια προς τα δυτικά της λεκάνης του Ρίου, που αναπτύχθηκε κατά το Πλειόκαινο κατά μήκος ΑΒΑ ρηγμάτων (Zelilidis et al 1988). Οι αλλαγές στην κυρίαρχη διεύθυνση τάσης κατά το Πλειστόκαινο, οδήγησαν την λεκάνη του Ρίου να λειτουργεί σαν οριζόντιο ρήγμα μεταξύ των λεκανών Πάτρας και Κορίνθου (Doutsos et al. 1988, Melis et al. 1989).

Επιπλέον, ο συνδυασμός της επεκτατικής δράσης των κύριων ρηγμάτων και της μετανάστευσης της δραστηριότητας προς τα βόρεια, μαζί με τους διαφορετικούς ρυθμούς ανύψωσης κατά μήκος των νότιων περιθωρίων της λεκάνης και την παρουσία δράσης ρηγμάτων μετασχηματισμού, επηρεάζουν την εξέλιξη των συστημάτων αποστράγγισης και των ποταμών που καταλήγουν στην λεκάνη (Zelilidis 2000).

1.9.1 Τεκτονική της λεκάνης του Ρίου

Η λεκάνη του Ρίου, οριοθετείτε με ρήγματα και στις δύο πλευρές και παρουσιάζει ασύμμετρο προφίλ καταβύθισης, με αυξημένη βύθιση προς το νότιο περιθώριο. Η εικόνα τον ρηγμάτων στη λεκάνη του Ρίου, είναι περίπλοκη συμπεριλαμβάνοντας ρήγματα με κύριες διευθύνσεις ΑΒΑ- ΒΑ και ΔΝΔ- ΝΔ. Πρόκειται για ρήγματα μέτριας γωνίας κλίσης που δημιουργήθηκαν υπό καθεστώς διαστολής κατά το διάστημα Πλειοκαίνου –Πλειστοκαίνου (Doutsos et al. 1988).

Ένα κοινό χαρακτηριστικό μεταξύ των ενεργών τάφρων είναι ότι η τρέχουσα παραμόρφωση προκύπτει από πρώτης και δεύτερης τάξης ρήγματα όπως στην τάφρο του Afar (Illsley- Kemp et al. 2018). Αυτό έχει παρατηρηθεί και σε περιοχές στην τάφρο της Κορίνθου (Zelilidis et al. 1988; Doutsos and Piper

1990; Moretti et al. 2003; Ford et al. 2013, Zygouri et al. 2008; Taylor et al. 2011). Στην παρούσα περιοχή μελέτης, πρώτης τάξης ρήγματα διαχωρίζουν τεμάχη διαστάσεων χιλιομέτρων ενώ τα ρήγματα έχουν σημαντική μετατόπιση. Τα δεύτερης τάξης ρήγματα συνοδεύουν τα πρώτης τάξης (i.e. Koukouvelas and Papoulis, 2009) ή επηρεάζουν την εσωτερική γεωμετρία των τεμαχών που ορίζονται από τα ρήγματα πρώτης τάξης (Εικ. 1.1).

Η κατάταξη των ρηγμάτων σε πρώτης και δεύτερης τάξης, βασίζεται στην μετατόπισή τους. Τα πρώτης τάξεως ρήγματα μετατοπίζουν την επιφάνεια της γης, εκατοντάδες μέτρα, ενώ τα δεύτερης τάξεως δεκάδες μέτρα. Κατά συνέπεια, η έκφραση των ρηγμάτων στην επιφάνεια είναι μια βαθμιαία μετατόπιση με τα πρώτης και δεύτερης τάξης ρήγματα να επιτυγχάνουν μέγιστο μήκος της τάξης των 10 χλμ. και <5 χλμ., αντίστοιχα (για παράδειγμα Doutsos and Koukouvelas 1998; Koukouvelas et al. 1999; Zygouri et al. 2008). Τυπικά στη λεκάνη Κορίνθου τα πρώτης τάξης ρήγματα απέχουν μεταξύ τους περίπου 4-5 χλμ., ενώ τα δεύτερης τάξης απέχουν εκατοντάδες μέτρα.

1.9.2 Πλειο-Τεταρτογενή ιζήματα των λεκανών Ρίου και Πάτρας

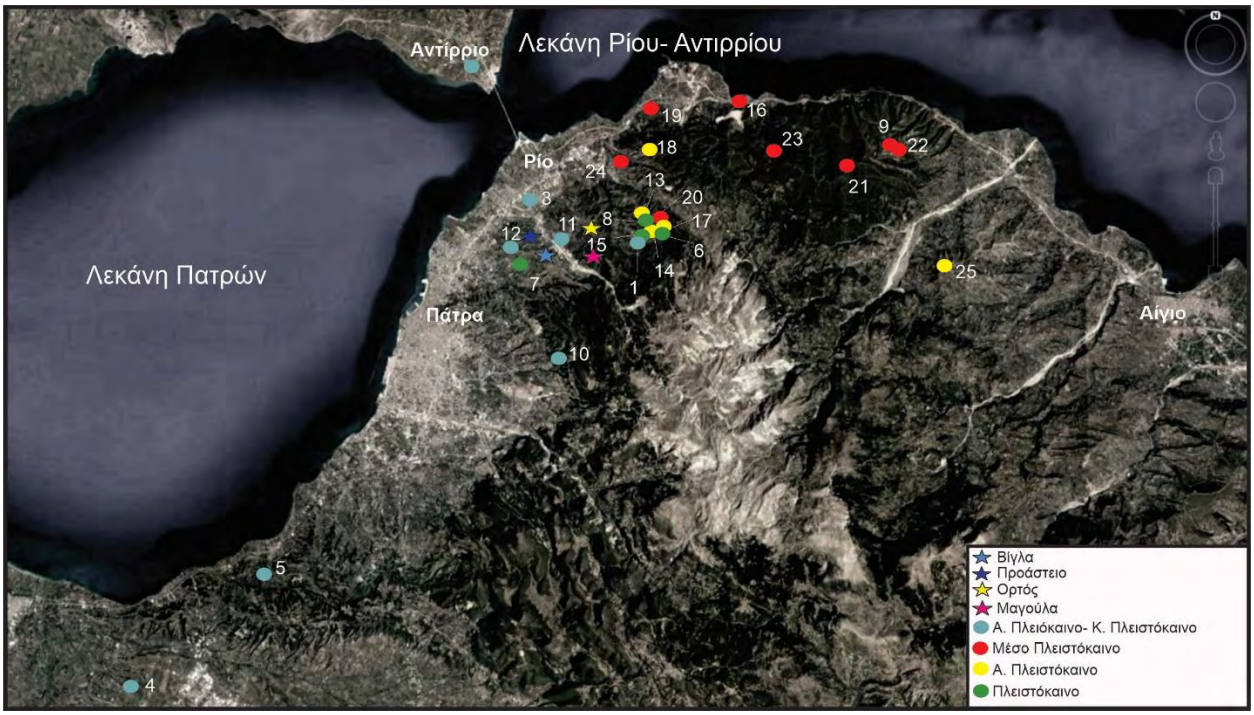
Διάφοροι ερευνητές, έχουν προτείνει παλαιοπεριβαλλοντικές ερμηνείες για τα ιζήματα της ΒΔ Πελοποννήσου. Σύμφωνα με τους Ogg et al. (2008), το Γελάσιο μετακινήθηκε από το Άνω Πλειόκαινο στο Κάτω Πλειστόκαινο. Ως εκ τούτου, η Άνω Πλειοκαινική ηλικία που αναφέρεται στις παρακάτω εργασίες (Frydas 1987, Danatsas 1989, Kontopoulos & Zelilidis 1992) σήμερα αναφέρονται ως Κάτω Πλειστόκαινο.

Ο Ψαριανός (1951) ήταν ο πρώτος που μελέτησε την τεκτονική λεκάνη της Πάτρας και βρήκε δίθυρα ηλικίας Α. Πλειοκαίνου- Κ. Πλειστοκαίνου. Οι Doutsos et. al (1985) μελέτησαν φυσικές τομές από τη περιοχή του Καστριτσίου (Ριο) αλλά και του Αντιρρίου, στο βόρειο τμήμα του Κορινθιακού κόλπου. Σε αυτές τις τομές χρονολογήθηκε η παρουσία μαλακοπανίδας, σε μια ιλυώδη ιζηματογενή ακολουθία λιμναίας έως θαλάσσιας προέλευσης, με ηλικία Α. Πλειόκαινο (Doutsos et. al 1985). Αυτή η ακολουθία υπόκειται, στρωμάτων άμμου και κροκαλοπαγών. Ο Frydas (1987), μελέτησε μια λιμνοθαλάσσια ακολουθία κοντά στην Πανεπιστημιούπολη της Πάτρας. Γενικά τα δείγματα που συμπεριλήφθηκαν σε αυτή τη μελέτη δείχνουν ηλικία μεταξύ 3,7 και 1,7 Ma πριν, σύμφωνα με τη μελέτη ασβεστολιθικού νανοπλαγκτόν. Στην ίδια εργασία, ο Φρυδάς μελετά νανοπλαγκτόν από θαλάσσιες αποθέσεις στα Βραχνεϊκα που δείχνουν τη βιοζώνη NN16 (*Discoaster curculus*). Οι Zelilidis et al. (1988) διέκριναν πέντε λιθοστρωματογραφικές ενότητες στις νότιες ακτές του Πατραϊκού κόλπου. Από τη βάση ως την οροφή οι λιθοφάσεις που αναγνωρίσθηκαν είναι: α) γκρι θαλάσσιες αποθέσεις, οι οποίες βρέθηκαν μόνο στην περιοχή Βραχνεϊκα και σύμφωνα με τις αναλύσεις ασβεστολιθικού νανοπλαγκτόν του Φρυδά (Frydas,1987), τα ιζήματα έχουν Α. Πλειστοκαινική ηλικία, β) λιμνοθαλάσσιες αποθέσεις άμμου, ιλυώδεις άμμου και ιλύος με συχνή παρουσία φυτικών απολιθωμάτων, γ) κίτρινες ποτάμιες αποθέσεις, δ) αποθέσεις αλλουβιακού ριπιδίου και τέλος ε) κόκκινες ποτάμιες αποθέσεις. Οι Kontopoulos & Zelilidis (1992) πρότειναν Γελάσια ηλικία για τις λιμναίες αποθέσεις στον κόλπο του Ρίου σύμφωνα με την εργασία του Frydas (1987). Σύμφωνα με την παραπάνω εργασία μια τομή κοντά στην περιοχή μελέτης, αποτελείται από τέσσερις λιθοφάσεις που κυμαίνονται από λιμναίες που εξελίσσονται σε θαλάσσιες και αργότερα σε αποθέσεις δικτυωτού ποταμού και αλλουβιακού ριπιδίου (Kontopoulos

and Doutsos 1985; Kontopoulos and Zelilidis 1992). Οι λιμναίες φάσεις αποτελούνται από επαναλαμβανόμενους κύκλους ακολουθιών που το κοκκομετρικό τους μέγεθος αυξάνεται προς τα πάνω, υποδηλώνοντας λιμναίο δελταϊκό περιβάλλον όπου κυριαρχεί το ποτάμιο στοιχείο (Zelilidis et al., 1988). Οι υπερκείμενες θαλάσσιες φάσεις και φάσεις δικτυωτού ποταμού, διαχωρίζονται από τις λιμναίες φάσεις με μια ασυμφωνία (Kontopoulos and Zelilidis 1992). Ο Danatsas (1994), προτείνει Γελάσια ηλικία για τις θαλάσσιες φάσεις και γενικά Πλειστοκαινική ηλικία για τις υφάλμυρες φάσεις γύρω από την Αχαΐα. Δυστυχώς, δεν έχει γίνει ακριβής προσδιορισμός των θέσεων. Οι Fernandez-Gonzalez et al. (1994), μελέτησαν μια τομή στα Συχαινά και προσδιόρισαν Κάτω Πλειστοκαινικές (Καλάβριο) μάργες, από περιορισμένη λιμνοθάλασσα και ρηχό θαλάσσιο περιβάλλον. Η ηλικία προσδιορίστηκε από την παρουσία της *Hyalinea baltica*. Έχουν μελετηθεί επίσης ακολουθίες που αναφέρεται ότι έχουν Μ. Πλειστοκαινική ηλικία. Το 1991, ο Φρυδάς μελέτησε διάτομα σε λιμναίες/ λιμνοθαλάσσιες αποθέσεις στην Άνω Ζήρεια και βρήκε συσχετισμό με τη βιοζώνη MNN20. Οι Houghton et al. (2003), έκαναν ραδιοχρονολόγηση (U-series) σε κοράλλια από την περιοχή Δρέπανο, η οποία έδωσε ηλικία που συσχετίζεται με το MIS6 (147,4-191,3 ka- 110m asl) . Οι Flotte et al. (2005), έκαναν ανάλυση ασβεστολιθικού νανοπλαγκτόν σε θαλάσσιες μάργες στην περιοχή του Αγίου Ιωάννη (Άνω Καστρίτσι) όπου αναγνωρίσθηκαν νανοαπολιθώματα που αντιστοιχούν στη βιοζώνη NN20. Το 2004, οι Stamatopoulos et al. χρονολόγησαν κοράλλια από τα Αραχωβίτικα, δίνοντας ηλικία 164,2 ka και μαλάκια από το Άνω Καστρίτσι και τον Άγιο Γεώργιο Δρεπάνου που έδωσαν ηλικία 203,6 και 88,1 ka αντίστοιχα. Οι Palyvos et al. (2007) χρονολόγησαν κοράλλια από τον Προφήτη Ηλία (638 asl), την Άνω Ζήρεια (405 asl), την Άνω Ροδινή (436 asl) και το Πλατάνι (252 asl). Για τον Προφήτη Ηλία και την Άνω Ζήρεια, έδωσαν ηλικίες παλαιότερες από 350 ka, για την Άνω Ροδινή 275,5 ka και 166,8 ka για το Πλατάνι.

Ά. Πλειστοκαινικά ιζήματα έχουν χρονολογηθεί επίσης στη γύρω περιοχή. Stamatopoulos et al. (1994), χρονολόγησαν κοράλλια από θαλάσσια ιζήματα, νοτιοδυτικά του Άνω Καστριτσίου (406m asl), τα οποία έδωσαν μια ηλικία 106 ka. Επίσης, σύμφωνα με τον Stamatopoulos et al. (2004), χρονολογήθηκαν μαλάκια από ιζήματα στο Άνω Καστρίτσι (615m asl- 203.6 ka) και στα Αραχωβίτικα (70m asl- 164.2 ka) και βρέθηκε Άνω Πλειστοκαινική ηλικία. Το 1995, οι Frydas et al. ανέφεραν ότι συναθροίσεις ασβεστολιθικού νανοπλαγκτον από θαλάσσιες αποθέσεις την τομή Καστρίτσι δίνουν ηλικία μεταξύ των βιοζωνών NN20 και NN21. Το 2010 οι Palyvos et al., αναφέρουν ότι συναθροίσεις νανοπλαγκτόν από θαλάσσιες αποθέσεις στην τομή Αρραβωνίτσα ταιριάζουν με τη βιοζώνη MNN21.

Επιπλέον, οι Kontopoulos & Zelilidis (1997) αναφέρουν ότι κατά το Κ. Πλειστόκαινο, ιζήματα δικτυωτού ποταμού και λιμναία ιζήματα αποτέθηκαν ασύμφωνα πάνω σε Πλειο-Πλειστοκαινικά θαλάσσιες/ λιμνοθαλάσσιες αποθέσεις στο νότιο τμήμα του κόλπου του Ρίου-Αντιρρίου. Επιπλέον, Μέσο έως Άνω Πλειστοκαινικά λιμνοθαλάσσια ιζήματα και Κάτω Πλειστοκαινικά αλλουβιακά ιζήματα υπέρκεινται των χερσαίων στρωμάτων που προαναφέρθηκαν. Ο Frydas (1989) ανέφερε ότι βρέθηκαν θαλάσσιες αποθέσεις, στα Συχαινά κοντά στην Πάτρα και στο χωριό Καστρίτσι. Αυτές οι αποθέσεις αποτελούνται από λεπτόκοκκες αργιλικές άμμους, λεπτόκοκκές έως χονδρόκοκκες μάργες και ιλυώδεις αργίλους (Συχαινά), που συνεχίζουν πλευρικά στα χονδρόκοκκα κροκαλοπαγή της περιοχής του Καστριτσίου στο ανώτερο τμήμα. Η σύνοψη των θέσεων που έχουν μελετηθεί στην ευρύτερη περιοχή, εμφανίζονται στην Εικ. 1.3 και στον Πίνακα 1 στο Παράρτημα.



Εικόνα 1.3: Δορυφορική εικόνα που συνοψίζει τις τοποθεσίες και τις αντίστοιχες ηλικίες, γύρω από την περιοχή μελέτης, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία. Για τους αριθμούς των θέσεων βλέπε Πίνακα 1 στο Παράρτημα.

2. Μεθοδολογία

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει περιγραφή της μεθοδολογίας που εφαρμόστηκε στην παρούσα εργασία. Πιο αναλυτικά πραγματοποιήθηκαν:

2.1 Εργασία υπαίθρου

Κατά την εργασία υπαίθρου έγινε παρατήρηση των ιζημάτων στην ευρύτερη περιοχή και εντοπισμός των τομών ενδιαφέροντος. Η προσδιορισμός της κάθε θέσης έγινε με GPS. Πραγματοποιήθηκε αναλυτική καταγραφή της λιθοστρωματογραφίας των τομών, έγινε δειγματοληψία ανά 20-40 cm από φυσικές τομές στις περιοχές Βίγλα, Μαγούλα, Ορτός και Προάστειο, φωτογράφηση των τομών και καταγραφή των τεκτονικών και στρωματογραφικών ασυνεχειών. Έγινε καθαρισμός των τομών με σκαπτικά εργαλεία, ενώ στις περιπτώσεις που υπήρχαν απότομα πρανή, η δειγματοληψία έγινε με τη χρήση τεχνικών μέσων. Για να προσδιοριστούν ακριβώς τα χρώματα των ιζημάτων, βάσει της κλίμακας Munsell, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις με χρωματόμετρο χειρός (Minolta CM-2002), ο οποίος εφαρμόστηκε πάνω στο ίζημα και έδωσε τιμές για κάθε στρώμα με διαφορετική απόχρωση (Munsell, 1930). Τα δείγματα μεταφέρθηκαν και αποθηκεύτηκαν στο εργαστήριο Στρωματογραφίας και Παλαιοντολογίας του τμήματος Γεωλογίας (Πανεπιστήμιο Πατρών)

2.2 Εργαστηριακή μελέτη

Έγινε μικροπαλαιοντολογική ανάλυση σε 979 δείγματα. Ζυγίστηκαν 50 g απ' το κάθε δείγμα, τα οποία πλύθηκαν με τη χρήση κοσκίνων 500μ και 63μ. Στη συνέχεια ξηράνθηκαν σε φούρνο στους 70 ˚C. Με τη βοήθεια στεροσκοπείου Optika SZM-1, έγινε η συλλογή των μικροαπολιθωμάτων. Από το κάθε δείγμα, συλλέχθηκαν 300 άτομα (όπου ήταν δυνατόν) και στη συνέχεια τα μικροαπολιθώματα διαχωρίστηκαν σε διαφορετικά τάξα, καταμετρήθηκαν και αποθηκεύτηκαν σε μικροπαλαιοντολογικά πλακίδια.

Για τον ακριβέστερο προσδιορισμό τους, έγινε φωτογράφιση των διαφορετικών ειδών, με τη χρήση του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης (SEM) του Εργαστηρίου Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας και Μικροανάλυσης του Πανεπιστημίου Πατρών. Τα τρηματοφόρα και τα οστρακώδη που συλλέχθηκαν και φωτογραφήθηκαν, προσδιορίστηκαν σε επίπεδο είδους με τη βοήθεια σχετικής βιβλιογραφίας (Danatsas 1989, Frenzel et al 2005, Cimerman & Langer 1991, Relative volumes of Stereo-atlas of ostracod shells). Εκτός από τα τρηματοφόρα και τα οστρακώδη, καταγράφηκαν και αναγνωρίστηκαν και άλλες ομάδες οργανισμών όπως γαστερόποδα, δίθυρα, φυτικά απολιθώματα, κοράλλια, σκαφόποδα και νανο-απολιθώματα.

Παράλληλα η μελέτη νανο- απολιθωμάτων έγινε χρησιμοποιώντας smear slide techniques, κατά τους Bown and Young (1998) and Giunta et al. (2003). Οι τομές μελετήθηκαν σε οπτικό μικροσκόπιο τύπου Optica Italy B-1000POL και σε μεγέθυνση 1250x . Στα δείγματα που μελετήθηκαν, το ασβεστολιθικά νάνο-απολιθώματα ήταν, κατά γενική εικόνα, άφθονα και πολύ καλά διατηρημένα. Η

βιοστρωματογραφία βασίστηκε στον προσδιορισμό βιοζωνών από τους Martini (1971) και Backman et al., (2012); Raffi et al., (2016).

Επιπλέον, κατασκευάστηκαν αναλυτικές στρωματογραφικές στήλες στο πρόγραμμα CorelDraw 2019 και έγινε μελέτη του παλαιοπεριβάλλοντος.

Έγινε συσχέτιση των διαφορετικών στηλών μεταξύ τους και συνδυάζοντας τα αποτελέσματα όλων των μεθόδων που αναφέρονται παρακάτω, έγινε εκτίμηση της παλαιοπεριβαλλοντικής εξέλιξης της περιοχής στο χρόνο και εκτίμηση των παραγόντων που την επηρέασαν.

2.3 Στατιστική ανάλυση

Μετά την αναγνώριση ειδών, έγινε στατιστική ανάλυση για κάθε μελετώμενη τομή. Οι αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν είναι οι εξής:

- Rarefaction (προβολή ποικιλότητας/Οικολογική αραιοποίηση) το οποίο είναι μια τεχνική αξιολόγησης του αριθμού των ειδών από τα αποτελέσματα της δειγματοληψίας. Η rarefaction επιτρέπει τον υπολογισμό του αριθμού των ειδών για ένα δεδομένο αριθμό μεμονωμένων δειγμάτων, με βάση την κατασκευή των rarefaction καμπυλών. Οι καμπύλες αυτές δείχνουν απότομη αύξηση στην αρχή, γεγονός που αντικατοπτρίζει τα πιο κοινά είδη αλλά στη συνέχεια σταθεροποιούνται μόνο όταν έχουν συλλεχθεί και τα πιο σπάνια είδη. Το ζήτημα που προκύπτει κατά τη δειγματοληψία διαφόρων ειδών σε μια κοινότητα είναι ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των ατόμων που έχουν συλλεχθεί, τόσο περισσότερα είδη θα βρεθούν. Οι καμπύλες Rarefaction δημιουργούνται με τυχαία επανάληψη δειγματοληψίας της ομάδας N (1,2…N) δειγμάτων πολλές φορές και στη συνέχεια σχεδιάζοντας τον μέσο αριθμό ειδών που βρέθηκαν σε κάθε δείγμα. Έτσι, το rarefaction δημιουργεί τον αναμενόμενο αριθμό ειδών σε μια μικρή συλλογή από n άτομα (ή n δείγματα) που λαμβάνονται τυχαία από τη μεγάλη ομάδα δειγμάτων N (Gotelli and Chao, 2013).

- Κατασκευάστηκαν διαγράμματα εκατοστιαίων αναλογιών, με τη χρήση του προγράμματος C2 version 1.7.7 . Για τα κυρίαρχα είδη σε κάθε τομή, κατασκευάστηκαν ξεχωριστά διαγράμματα, ενώ τα υπόλοιπα είδη ομαδοποιήθηκαν βάση των οικολογικών χαρακτηριστικών τους και κατασκευάστηκαν τα αντίστοιχα διαγράμματα.

- Τέσσερις δείκτες βιοποικιλότητας χρησιμοποιήθηκαν με τη βοήθεια του προγράμματος Past. Ο δείκτης εκτίμησης αριθμού ειδών (species richness) που μετρά τον αριθμό των ειδών σε κάθε δείγμα (Melani et al. 2008), ο δείκτης Simpson (1-D) που δείχνει το κυρίαρχο είδος στον υπό μελέτη πληθυσμό, ο δείκτης Shannon- Wiener ο οποίος λαμβάνει υπόψη τις αναλογίες των μη διαδεδομένων ειδών σε μια συνάθροιση και τέλος ο δείκτης evenness είναι δείκτης ομοιομορφίας, που συγκρίνει την ετερογένεια σε ένα δείγμα, προς τη μέγιστη δυνατή ετερογένεια για τον ίδιο αριθμό ειδών (Samir et al. 2003).

- Detrended Correspondence analysis (Αποδυναμωμένη ανάλυση των αντιστοιχιών) η οποία συνοψίζει τη δομή σε ένα σύνολο μικροπαλαιοντολογικών δεδομένων και κατασκευάζει ένα πλέγμα, ενσωματώνοντας τις περιβαλλοντικές μεταβλητές και την τάση των μικροπαλαιοντολογικών δεδομένων

(Hammer et al. 2001). Στο DCA διάγραμμα, υπάρχει αντιστοιχία ειδών και βάθους, των οποίων οι άξονες συντονίζονται ώστε να ερμηνεύονται σύμφωνα με τις περιβαλλοντικές παραμέτρους. Στη στατιστική ανάλυση δεν υπολογίστηκαν τα δείγματα με χαμηλό αριθμό ατόμων σύμφωνα με τα διαγράμματα Rarefaction.

- Υπολογίστηκαν ταφονομικός δείκτης Ενήλικων/ Νεαρών ατόμων (Adult/Juvenile Ratio, A/J), με σκοπό να προσδιοριστούν βιολογικές, χημικές και φυσικές διαδικασίες που ελέγχουν τη διατήρηση των κελυφών στα ιζήματα. Ο δείκτης αυτός επιλέχθηκε με βάση τα αποτελέσματα της μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης. Λόγω των πολλών διαφορετικών σταδίων έκδυσης έως την ενηλικίωση, τα οστρακώδη πλεονεκτούν έναντι άλλων οργανισμών στην αναγνώριση διάφορων ταφονομικών διεργασιών. Στην παρούσα εργασία, υπολογίστηκε ο ταφονομικός δείκτης σε επιλεγμένα δείγματα ώστε σε συνδυασμό με τα στοιχεία της μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης να εξαχθούν συμπεράσματα για το παλαιοπεριβάλλον και την παλαιοοικολογία της τομής (Bellis et al., 1999, Frenzel et al., 2005).

Σε κάθε άτομο οστρακώδους, αντιστοιχούν 8 στάδια έκδυσης, τα οποία σπάνια διατηρούνται στα ιζήματα, καθώς στα πρώτα στάδια τα κελύφη είναι πολύ λεπτά και είναι δύσκολο να διατηρηθούν. Σύμφωνα με τους Frenzel et al. (2005) η σχετική αναλογία των Ενήλικων/Νεαρών ατόμων μπορεί να δώσει σημαντικές παλαιοπεριβαλλοντικές πληροφορίες.

Για παράδειγμα μια αναλογία της τάξης του 5:1 (5), μπορεί να αντιπροσωπεύει μια “in situ” απόθεση με σημαντική έλλειψη των νεαρών σταδίων (Παπαδοπούλου, 2016). Μια μεσαία τιμή της τάξης του 1:8 έως 1:4 μπορεί επίσης να αντανακλά μια “in situ” θανατοκοινωνία αλλά με μεγαλύτερη παρουσία νεαρών και επομένως πιο αντιπροσωπευτική της βιοκοινωνίας. Τέλος ένα δείγμα με πολύ χαμηλή αναλογία (π.χ. 1:25) μπορεί να αντιπροσωπεύει την τοπική απόθεση νεαρών θυρίδων οι οποίες μεταφέρονται εύκολα ή ακόμα και ένα “in situ” επεισόδιο μαζικού θανάτου (Schellenberg, 2007). Όταν συναντώνται μόνο θυρίδες ενηλίκων ή θυρίδες νεαρών των τελευταίων σταδίων έκδυσης, αυτό μπορεί να ερμηνευτεί ως απόθεση σε περιβάλλον υψηλής ενέργειας ενώ αντίθετα αν βρεθούν μόνο νεαρά άτομα σε μια συνάθροιση αυτό μπορεί να αντανακλά απόθεση σε περιβάλλον χαμηλής ενέργειας. Πάντως όταν αντιπροσωπεύονται όλα ή σχεδόν όλα τα στάδια έκδυσης ενός συγκεκριμένου είδους, αυτό συνιστά ένδειξη περιβάλλοντος χαμηλής ενέργειας και in «situ» απόθεση. (Frenzel and Boomer, 2005, Armstrong and Brasier, 2005).

- Πραγματοποιήθηκε ανάλυση κύριων συνιστωσών- PCA (Principal Component Analysis) στα δείγματα στα οποία έγιναν XRF αναλύσεις, με σκοπό να προσδιοριστούν ποια στοιχεία επηρεάζουν την κάθε ομάδα δειγμάτων.

2.4 Γεωχημική ανάλυση

Πραγματοποιήθηκε γεωχημική ανάλυση με σκοπό τη σύνδεση των ιζημάτων με τις πηγές τροφοδοσίας, ώστε να διαπιστωθούν οι μεταβολές του παλαιοπεριβάλλοντος. Οι συγκεντρώσεις των οξειδίων των κύριων στοιχείων, των δευτερευόντων στοιχείων και των ιχνοστοιχείων, κανονικοποιήθηκαν με

απώλεια πύρωσης (loss on ignition- LOI). Το όριο ανίχνευσης των στοιχείων δίνεται στον Πίνακα 2 στο Παράρτημα.

Οι μετρήσεις XRF (Φασματοσκοπία με φθορισμό ακτινών Χ) των στοιχείων, έγιναν στο εργαστήριο ηλεκτρονικής μικροσκοπίας και μικροανάλυσης του πανεπιστημίου Πατρών. Για την προετοιμασία των δειγμάτων, χρησιμοποιήθηκε 1.8 gr ιζήματος (χωρίς υγρασία), το οποίο ανακατεύτηκε με 0.2 gr κερί και συμπιέστηκε σε μια βάση βορικού οξέος σε στρογγυλό σφαιρίδιο (pellet) με διάμετρο 3.2 cm. Η ανάλυση έγινε με ένα RIGAKU ZSX PRIMUS II φασματοσκόπιο, το οποίο είναι εξοπλισμένο με άνοδο ροδίου (Rh), ισχύος 4Kw, για την ανάλυση των κύριων στοιχείων και των ιχνοστοιχείων.

2.5 Ανάλυση οργανογενών ιζημάτων

Έγινε ανθρακοπετρογραφική ανάλυση σε ιζήματα που κατά τη δειγματοληψία παρατηρήθηκε ότι παρουσιάζουν σκουρόχρωμες αποχρώσεις μεταξύ ανοιχτόχρωμου καστανού έως και μαύρου και συνεπώς υποδηλώνουν πιθανή παρουσία οργανικού υλικού. Παρακάτω περιγράφεται αναλυτικά η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε:

- Εργασία υπαίθρου- δειγματοληψία: κατά την εργασία υπαίθρου καταγράφηκαν τα πλούσια σε οργανικό υλικό στρώματα καθώς και τα υπερκείμενα και υποκείμενά τους. Στα στρώματα αυτά πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία. Όλα τα δείγματα ξηράθηκαν στους 105 ^{O}C για 24 ώρες, με σκοπό την ολική απομάκρυνση της υγρασίας, κονιοποιήθηκαν σε γουδί από αχάτη, σε μεγέθη 1 mm και 50 μm ανάλογα με τις ανάγκες της εκάστοτε τεχνικής που δημιουργήθηκε για αναλύσεις.

- Προσδιορισμός υγρασίας: Η υγρασία αποτελεί σημαντική παράμετρο έμμεσου προσδιορισμού του βαθμού ενανθράκωσης των γαιανθράκων. Η ολική υγρασία, αποτελείται από την αρχική ή φυσική υγρασία, η οποία περιέχεται στα δείγματα και από την υγροσκοπική υγρασία, η οποία αφορά το νερό που συγκρατείται μέσα στους πόρους. Έτσι, όταν αυτά έχουν τη φυσική τους υγρασία καλούνται «ως έχει» δείγματα, όταν υποστούν αεροξήρανση «αεροξηραμένα», ενώ μετά την θέρμανσή τους σε ξηραντήρα καλούνται δείγματα «επί ξηρού». Τα δείγματα ξηράνθηκαν αρχικά για ένα μήνα, σε θερμοκρασία δωματίου, προκειμένου να αποβάλουν τη φυσική υγρασία ενώ υπολογίστηκε η επί τοις % απώλεια βάρους τους. Για τον προσδιορισμό της υγροσκοπικής υγρασίας , υπολογίστηκε η επί τοις % απώλεια βάρους των δειγμάτων μετά από μια μέρα στους 105 ^{O}C στο ξηραντήριο (ASTM D3173-93, 1993).

- Προσδιορισμός τέφρας: Μετά τη ξήρανση των δειγμάτων στους 105 ^{O}C, αυτά κονιοποιήθηκαν σε κοκκομετρικό μέγεθος <1 mm, με σκοπό τον προσδιορισμό του ανόργανου υπολοίπου, το οποίο προκύπτει ως τέφρα, η οποία αποτελεί το στερεό υπόλειμμα μετά τη καύση του ορυκτού άνθρακα σε υψηλή θερμοκρασία. Τα συνήθη υλικά, τα οποία περιλαμβάνονται στη τέφρα είναι αργιλικά ορυκτά, χαλαζίας, ανθρακικές, θειικές, θειούχες και χλωριούχες ενώσεις καθώς και οξείδια. Για την ολοκλήρωση του υπολογισμού του ποσοστού της τέφρας, χρησιμοποιείται ηλεκτρικός κλίβανος , που έχει την ικανότητα να φτάνει σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες, ενώ υπάρχει και επαρκής κυκλοφορία αέρα εντός αυτού. Ο κλίβανος αρχικά ρυθμίζεται να φτάσει

σε θερμοκρασία 550 ^{O}C. Τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε πορσελάνινες κάψουλες μικρού βάθους και διαμέτρου. Καθ' όλη τη διάρκεια του προσδιορισμού της τέφρας είναι απαγορευτικό οι κάψες ή τα δείγματα να έρθουν σε επαφή με τα χέρια. Οι κάψουλες ζυγίστηκαν σε ηλεκτρονικό ζυγό ακριβείας και ύστερα τοποθετήθηκαν στο ξηραντήρα στους 105 ^{O}C για 20 λεπτά. Μετά το πέρας των 20 λεπτών, τοποθετήθηκε στις κάψουλες βάρος κονιοποιημένου δείγματος περίπου 1 gr, Αφού ο κλίβανος φτάσει τη μέγιστη θερμοκρασία η οποία αγγίζει τους 750 ^{O}C ,οι κάψουλες με το δείγμα, τοποθετούνται στο εσωτερικό του κλίβανου. Θα πρέπει οι κάψες να μην έχουν μεταξύ τους επαφή ή να μην υπάρχει επαφή με τα τοιχώματα του κλίβανου. Θα πρέπει κατά τη διάρκεια των 4 ωρών που τα δείγματα παραμένουν στο κλίβανο, να ελέγχεται η θερμοκρασία με σκοπό τυχόν πιθανές ρυθμίσεις. Μετά το πέρας των 4 ωρών, ο κλίβανος κλείνει και γίνεται η σταδιακή πτώση της θερμοκρασίας του, χωρίς να ανοίξει η θύρα αυτού, για να αποφευχθεί έτσι η δέσμευση μορίων νερού από τον ατμοσφαιρικό αέρα. Οι τέφρες στο εσωτερικού του κλίβανου, ψύχονται κατά τη διάρκεια πτώσης της θερμοκρασίας. Όταν η θερμοκρασία φτάσει περίπου τους 100 ^{O}C , αφαιρούνται τα δείγματα και τοποθετούνται στον αφυγραντήρα για τη νέα ζύγιση, σε θερμοκρασία δωματίου. Η τέφρα, προσδιορίζεται ζυγίζοντας το υπολειμματικό βάρος, κατόπιν πύρωσης στους 750 ^{O}C για 4 ώρες του μητρικού υλικού σε ελεγχόμενες συνθήκες (ASTM D2974-83, 1983). Ο υπολογισμός της τέφρας στα δείγματα γίνεται βάσει του τύπου: Τέφρα (%)= (A-B)/C*100, όπου A= συνολικό βάρος κάψας και τέφρας, B= βάρος κάψας και C= βάρος ξηρού κονιοποιημένου δείγματος.

- Περιθλασιμετρία ακτινών Χ-μέθοδος XRD: Η μέθοδος περιθλασιμετρίας ακτινών Χ, είχε ως στόχο τον προσδιορισμό της ορυκτολογικής σύστασης των ιζημάτων που συλλέχθηκαν. Για τη διεξαγωγή της χρησιμοποιήθηκε το περιθλασίμετρο X Brucker D8 advance του τμήματος Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Πατρών. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται εδώ και πολλά χρόνια με στόχο το ποιοτικό και ημιποσοτικό προσδιορισμό των ορυκτολογικών φάσεων (Brindley and Brown, 1980, Snyder and Bish, 1989). Μετά τη ξήρανσή τους για 24 ώρες στους 105^{O}C τα δείγματα κονιοποιήθηκαν στο γουδί σε μέγεθος κόκκων <50μm και προετοιμάστηκαν κατάλληλα για τη διεξαγωγή της μεθόδου. Στη συνέχεια το κονιοποιημένο δείγμα τοποθετείται στον ειδικό υποδοχέα, και συμπιέζεται με γυάλινο πλακίδιο με σκοπό το σχηματισμό της κατάλληλης επίπεδης επιφάνειας. Πολύ σημαντικό είναι, πως το δείγμα που θα εισαχθεί στο περιθλασίμετρο πρέπει να είναι προσανατολισμένο, προκειμένου να εξασφαλιστούν όλοι οι δυνατοί προσανατολισμοί ανεξάρτητα της διεύθυνσης πρόσπτωσης των ακτινών Χ (Τσώλη-Καταγά (1987). Στο μη προσανατολισμένο δείγμα θα εμφανίζεται τουλάχιστον ένας κρύσταλλος σε τέτοιο προσανατολισμό για να συμβεί η περίθλαση. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη περιθλασιμετρία ακτινών Χ επεξεργάστηκαν στο πρόγραμμα EVA®. Οι ανακλάσεις που δόθηκαν εμφανίζονται σαν αποτέλεσμα ακτινογραφήματος, στα οποία μέσω του προγράμματος EVA® αντιστοιχήθηκαν σαν ορυκτολογικές φάσεις. Έτσι, πραγματοποιήθηκε η ταυτοποίηση των ορυκτών βάσει των αντίστοιχων ανακλάσεων τους. Μετά το τέλος της διαδικασίας αυτής, τα μη επεξεργασμένα ακτινογραφήματα εισάγονται στο πρόγραμμα TOPAS®, με σκοπό την ταυτοποίηση των ορυκτών και τον ακριβή ημιποσοτικό τους προσδιορισμό.

- Ανθρακοπετρογραφική εξέταση: Η ανθρακοπετρογραφική εξέταση έγινε σε 3 από τα 12 δείγματα που συλλέχθηκαν, ενώ δημιουργήθηκαν με αυτά στιλπνές τομές βάσει του πρότυπου (ISO 7402-2, 2009). Στόχος ήταν η αναγνώριση και ο προσδιορισμός των συστατικών των δειγμάτων, τόσο των οργανικών (maceral) όσο και τον ανόργανων (minerals) συστατικών. Για τη δημιουργία των στιλπνών τομών χρησιμοποιήθηκε μέρος του ξηρού κονιοποιημένου δείγματος σε μέγεθος περίπου 1 mm. Μέρος των δειγμάτων τοποθετήθηκε σε πλαστικές μήτρες και εμποτίστηκε με εποξική ρητίνη μαζί με τον αντίστοιχο σκληρυντή σε αναλογία 7:1. Οι τομές λειάνθηκαν, βάσει του πρότυπου ASTM D2797 (1990) σε πρώτη φάση με μια σειρά από υαλόχαρτα (No. 320, 500, 800, 1200, 2400) και στη συνέχεια στιλβώθηκαν με αδαμαντόπαστα και αλουμίνα. Η ανάλυση των στιλπνών τομών έγινε με ανθρακοπετρογραφικό μικροσκόπιο ανακλώμενου φωτός τύπου Leica DMRX όπου για τον προσδιορισμό maceral των ομάδων τύπου χουμινίτη και ινερτινίτη στο προσπίπτον λευκό φως χρησιμοποιήθηκε έλαιοκαταδυτικός φακός τύπου LeicaFlOilP, μεγέθυνσης 50X, ενώ για την ομάδα του λειπτινίτη ,για τον επιτυχή προσδιορισμό τους, χρησιμοποιήθηκε κυανό προσπίπτον φως. Τα maceral που αναγνωρίστηκαν, προσδιορίστηκαν βάσει του ICCP System 1994 (ICCP, 2001,Sýkorová et al. 2005). Για την ποσοτική καταμέτρηση των maceral, χρησιμοποιήθηκε η ευρέως διαδεδομένη τεχνική point counting, σε ένα από τα τέσσερα δείγματα έγιναν 500 σημειακοί προσδιορισμοί οργανικών και ανόργανων συστατικών, ενώ στις υπόλοιπες έγινε μια ημιποσοτική καταμέτρηση καθώς αποτελούνταν σε μεγάλο ποσοστό από ανόργανα (αργιλικά ορυκτά) συστατικά. Στα ίδια δείγματα, έγινε επίσης και μέτρηση της ανακλαστικότητας των maceral, για τον προσδιορισμό της ωρίμανσης των ιζημάτων (Stach et al.1982, Taylor et al. 1998). Έτσι, διακρίθηκαν και οι διαφορές στις φωτεινότητες των maceral ευ-ουλμινίτη Α και Β, λόγω του ότι ο Α είναι σκουρότερος από τον Β.

2.6 Χρονολόγηση

Με σκοπό τον προσδιορισμό της ηλικίας των ιζημάτων, έγινε συλλογή δειγμάτων για χρονολόγηση με τη μέθοδο Οπτικά διεγειρόμενη φωταύγεια- Optically Stimulated Luminescence (OSL) dating. Η χρονολόγηση των δειγμάτων έγινε στο Κέντρο Αρχαιομετρίας στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Φωταύγεια είναι η φυσική διαδικασία, στην οποία το φως εκπέμπεται από τους κρυστάλλους ενός ορυκτού. Όσο οι κόκκοι εκτίθενται στο φως της ημέρας, δεν υπάρχει σήμα φωταύγειας. Το φως της ημέρας ή η θερμότητα πάνω από αρκετές εκατοντάδες βαθμούς κελσίου, σβήνει οποιαδήποτε ενέργεια που είχε απορροφηθεί προηγουμένως. Μετά την απόθεσή τους, οι κόκκοι επηρεάζονται από ραδιενεργά ισότοπα και αρχίζουν αργά να συσσωρεύουν σήμα φωταύγειας. Υπάρχει διέγερση των ατόμων στο κρυσταλλικό πλέγμα λόγω ιονίζουσας ακτινοβολίας. Κατά συνέπεια, τα ενεργοποιημένα ηλεκτρόνια, μεταπηδούν σε υψηλότερες καταστάσεις.

Όλες οι μέθοδοι φωταύγειας, στοχεύουν στον προσδιορισμό της ενέργειας που έχουν απορροφήσει οι κόκκοι από την τελευταία έκθεσή τους στο φως της ημέρας. Για να επιτευχθεί αυτό, οι κόκκοι των ορυκτών, διεγείρονται τεχνικά, στο εργαστήριο. Η καταγεγραμμένη ενέργεια που μετριέται, αναφέρεται ως παλαιοδόση. Αυτή η ενέργεια μετριέται σε Gy (Gray), που είναι η απορροφημένη

ενέργεια ανά μάζα ορυκτού (J * kg-1). Διαιρώντας αυτή την ενέργεια με τη παλαιοδόση, εκτιμάται η ηλικία του ορυκτού. Ο ρυθμός της παλαιοδόση είναι το ποσοστό της ενέργειας, που αποτέθηκε ανά μάζα ορυκτού, λόγω έκθεσης σε ακτινοβολία που ενεργεί στο δείγμα για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα (Gy a-1) (Preusser et al., 2008).

Στα ιζήματα που έχουν αποτεθεί περισσότερα χρόνια, έχουν παγιδευτεί περισσότερα ηλεκτρόνια στο κρυσταλλικό τους πλέγμα. Όταν αυτά τα ηλεκτρόνια διεγείρονται, εκπέμπουν ποσότητα φωτός. Η πυκνότητα αυτού του φωτός, μετράται για να εκτιμηθεί η φωταύγεια των ορυκτών. Θα έπρεπε να αναφερθεί ότι η ποσότητα των διεγερμένων ηλεκτρονίων, είναι ένας συνδυασμός του χρόνου που το ίζημα παγιδεύτηκε και του περιβάλλοντος (Preusser et al., 2008).

Όλα τα δείγματα συλλέχθηκαν, εισάγοντας ατσάλινους σωλήνες 20x5 cm, κάθετα σε φυσικές τομές και κάτω από συνθήκες χαμηλού φωτισμού, ο κάθε σωλήνας σφραγίστηκε χρησιμοποιώντας μαύρες πλαστικές σακούλες και μαύρη μονωτική ταινία. Το κάθε δείγμα κωδικοποιήθηκε και αποθηκεύτηκε σε μαύρες πλαστικές σακούλες. Από τα γύρω ιζήματα, συλλέχθηκε ίζημα για dose rate και για προσδιορισμό περιεκτικότητας σε νερό.

Τα δείγματα ανοίχτηκαν κάτω από χαμηλής έντασης κόκκινο φως, με σκοπό να αποφευχθεί ο αποχρωματισμός και 1-2cm από κάθε πλευρά του σωλήνα αφαιρέθηκαν, ενώ το μεσαίο τμήμα του σωλήνα χρησιμοποιήθηκε για τις μετρήσεις OSL.

Μια ποσότητα από το εσωτερικό τμήμα του σωλήνα, ξηράνθηκε στους 50 ˚C έγινε πούδρα. Ένα κλάσμα από κόκκους μεγέθους 100-150μm τοποθετήθηκαν σε πλαστικό σωλήνα μαζί με 8% διάλυμα HCL και 30% διάλυμα H2O2 ώστε να διαλυθούν τα ανθρακικά άλατα και εξαλειφθεί κάθε οργανικό περιεχόμενο. Τέλος, τα δείγματα υποβλήθηκαν σε επεξεργασία με 40% HF για 45 λεπτά για να διαλυθεί οποιοσδήποτε άστριος και να χαραχτούν το εξωτερικά μέρη των κόκκων του χαλαζία (Aitken, 1985; Barnett, 2000). Αυτό το βήμα εφαρμόστηκε προκειμένου να εξαλειφθεί οποιαδήποτε συμβολή των σωματιδίων άλφα που απορροφώνται στα εξωτερικά μέρη των κόκκων χαλαζία. Τέλος, χρησιμοποιήθηκε διάλυμα HCl, για την διάλυση οποιονδήποτε φθοριδίων και απιονισμένου νερού για τον καθαρισμό των εμπλουτισμένων κόκκων χαλαζία.

Δεκατέσσερα έως 20 κλάσματα από κάθε δείγμα παρασκευάστηκαν , τοποθετώντας κόκκους χαλαζία σε δίσκους από ανοξείδωτο χάλυβα 10 mm και μετρήθηκαν σε Riso TL/OSL-DA-20 reader (Bøtter-Jensen et al., 2003, 2010) εξοπλισμένο με πηγή ακτινοβολίας βήτα 1.48 GBq 90Sr-90Y με ρυθμό δόσης ~0.076 ± 0.001 Gy/s. Οι μετρήσεις OSL πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με το πρωτόκολλο Αναγέννησης Συστήματος ενός μοναδικού δισκίου (single-aliquot regenerative-dose/ SAR) που πρότειναν οι Murray and Wintle (2000, 2003). Κάθε δίσκος προθερμάνθηκε στους 240 ˚C και μετά μπήκε κάτω από μπλε φώτα LED για να διεγείρει τη φωταύγεια, στα 450 nm με πυκνότητα ισχύος ~70 mW/cm2. Τα σήματα OSL αποκτήθηκαν στους 125 ˚C για 40 δευτερόλεπτα, χρησιμοποιώντας ένα οπτικό φίλτρο 7 mm Hoya U-340, μπροστά από έναν σωλήνα φωτοπολλαπλασιαστή EMI 9235QA. Προκειμένου να εξαλειφθεί οποιαδήποτε συμβολή αστρίου, χρησιμοποιήθηκε ένα προηγούμενο βήμα της IRSL χρησιμοποιώντας IR διόδους που εκπέμπουν στα 850 nm με πυκνότητα ισχύος ~270 mW/cm2. Τα σήματα IRSL (ελκυόμενο σήμα μέσω υπέρυθρης φωταύγειας) λήφθηκαν επίσης στους 125 ˚C για 100 δευτερόλεπτα. Όλα τα σήματα, φυσικά και αναγεννημένα Lx, ενσωματώθηκαν στα πρώτα πέντε κανάλια (0.8 δευτερόλεπτα)

και το υπόβαθρο αφαιρέθηκε από τα τελευταία 50 κανάλια (τελευταία 8 δευτερόλεπτα). Σε κάθε κλάσμα του δείγματος, χορηγήθηκε μια δόση Tx και στη συνέχεια εφαρμόστηκε η ίδια διαδικασία μετρήσεων IRSL και OSL. Οι λόγοι Lx/ Tx των φυσικών – αναγεννημένων με τη δοκιμή των σημάτων δόσης, χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή της διορθωμένης καμπύλης απόκρισης δόσης για κάθε κλάσμα και μια εκθετική ή εκθετική συν- γραμμική λειτουργία προσαρμόστηκε σε κάθε καμπύλη.

Το περιβάλλον ίζημα κάθε δείγματος, ξηράνθηκε σε σταθερό βάρος στους 105 ° C, κονιορτοποιήθηκε και ένα κλάσμα κόκκων <500μm, τοποθετήθηκε σε ένα πλαστικό δοχείο συγκεκριμένης γεωμετρίας και αποθηκεύτηκε για ένα μήνα για να επιτραπεί η ισορροπία ραδονίου. Τα δοχεία, στη συνέχεια μετρήθηκαν, χρησιμοποιώντας την τεχνική φασματομετρίας γ, για φυσική ραδιενέργεια (238U, 235U και 232Th σειρά αποσύνθεσης και 40K). Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε έναν ανιχνευτή HPGe ευρείας ενέργειας (Canberra, BE3825) με σχετική απόδοση ≥ 26% και FWHM 1,8 keV στα 1,33 MeV. Ο ρυθμός δόσης, υπολογίστηκε από την εκτιμώμενη ραδιενέργεια, χρησιμοποιώντας κατάλληλους παράγοντες μετατροπής και διορθώθηκε για την περιεκτικότητα σε νερό του δείγματος.

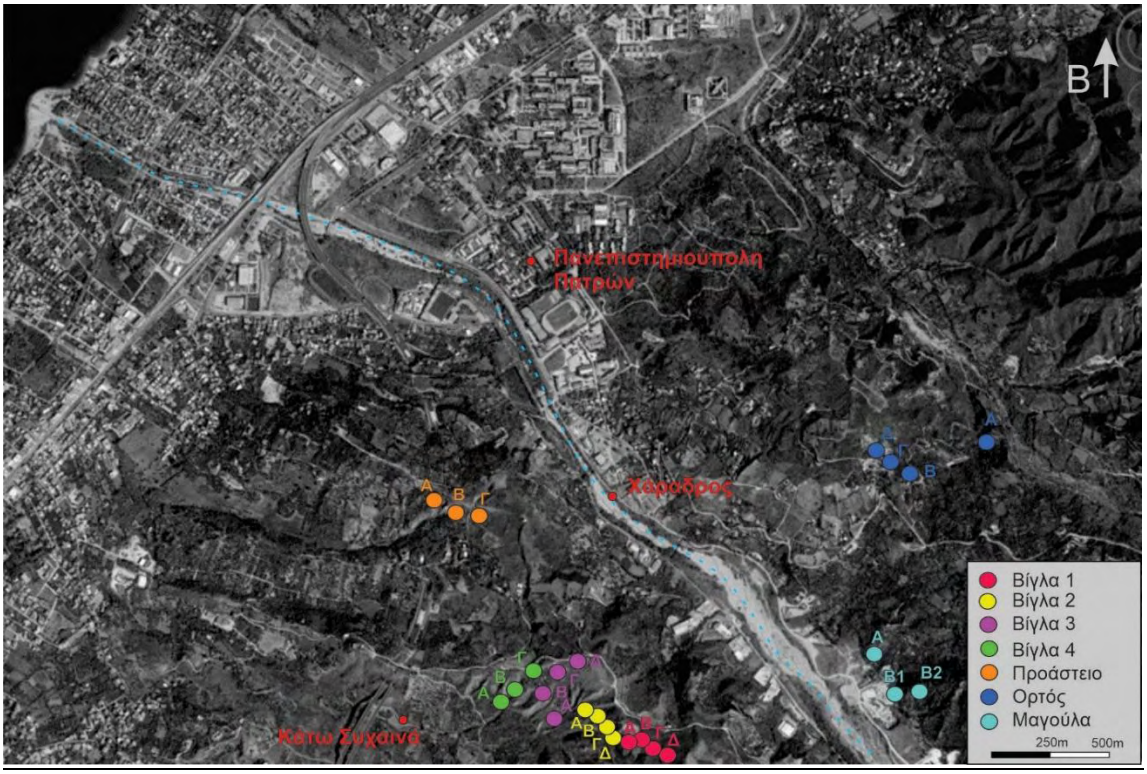
3. Αποτελέσματα

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται η λιθοστρωματογραφία όλων των τομών καθώς επίσης και τα αποτελέσματα από τη μικροπαλαιοντολογική ανάλυση, τη γεωχημική ανάλυση, την ανάλυση οργανογενών ιζημάτων και τις χρονολογήσεις.

3.1 Λιθοστρωματογραφική και παλαιοντολογική ανάλυση

Οι περιοχές που μελετήθηκαν είναι οι εξής: Βίγλα 1, Βίγλα2, Βίγλα 3, Βίγλα 4, Προάστειο, Ορτός και Μαγούλα. Η κάθε περιοχή χωρίζεται σε επιμέρους τομές, οι οποίες συνολικά είναι 23. Η θέση των μελετημένων τομών φαίνεται στον παρακάτω δορυφορικό χάρτη (Εικ. 3.1). Κατά την μικροπαλαιοντολογική ανάλυση αναγνωρίσθηκαν 52 είδη τρηματοφόρων, 43 είδη οστρακωδών, 4 είδη κοκκολιθοφόρων, 47 είδη μαλακίων και 5 φυτικά είδη.

3.1.1 Βίγλα 1

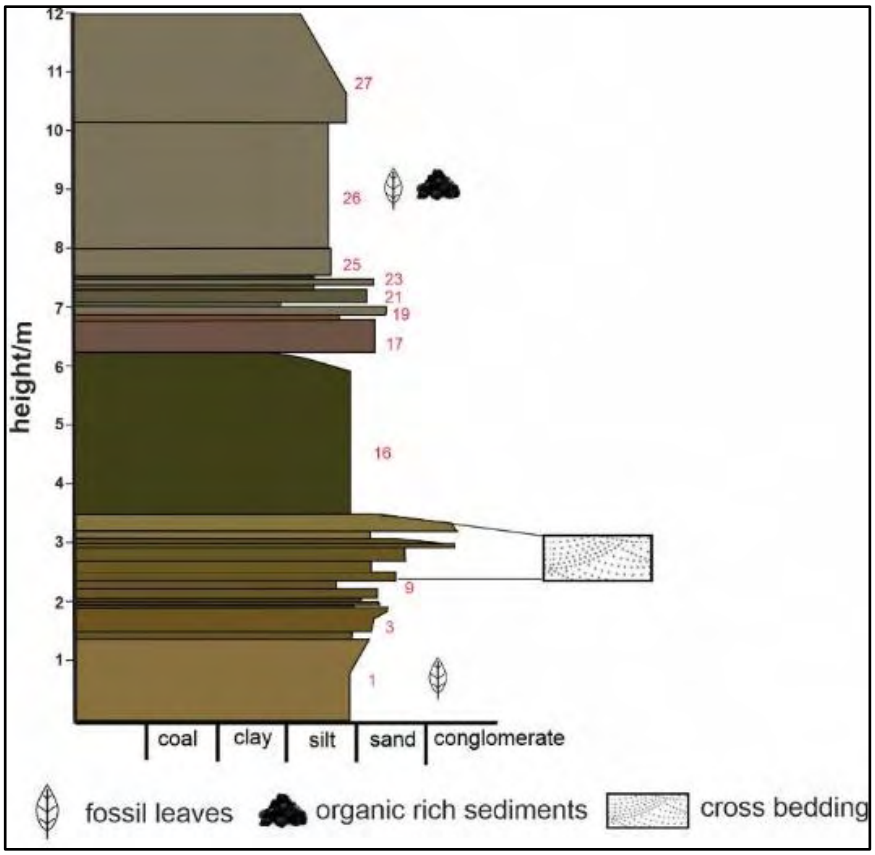


Εικόνα 3.1: Δορυφορική εικόνα που συνοψίζει τις τοποθεσίες των υπό μελέτη τομών

Τομή Α/ Βίγλα 1

Περιγραφή στρωματογραφικής στήλης- Λιθοστρωματογραφία

Η κλίση των στρωμάτων της κατώτερης ακολουθίας είναι 205°/14° και το πάχος της ακολουθίας είναι περίπου 12 m. Η ακολουθία αποτελείται γενικά από αργίλους με αύξηση του κοκκομετρικού μεγέθους προς τα πάνω σε κάποια στρώματα και σταδιακή αλλαγή στη σύσταση από αργίλους σε άμμο και ψηφίδες. Συλλέχθηκαν και μελετήθηκαν από αυτή την ακολουθία 39 δείγματα ιζήματος (Εικ. 3.2).



Εικόνα 3.2: Στρωματογραφική στήλη της τομής Α/ Βίγλα1

Το κατώτερο στρώμα έχει πάχος 1,20 m (στρώμα 1) και στο μεγαλύτερο μέρος του αποτελείται από ιλύ, ανοιχτού πράσινο-καστανού χρώματος (2,5Y 5/4). Πάνω από τα 80 cm γίνεται πιο αμμώδης και παρατηρείται στρώση ως ελασμάτωση, ενώ υπάρχουν διάσπαρτα φυτικά υπολείμματα. Το επόμενο στρώμα πάχους 10 cm αποτελείται από εναλλαγές αργίλων με λεπτόκοκκη άμμο, ελαιοπράσινου χρώματος (5Y 4/4) (στρώμα 2). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί για 30 cm στρώμα λεπτόκοκκης έως μεσόκοκκης άμμου πράσινο-καστανού χρώματος (2,5Y 4/4), όπου πάνω από τα 20 cm η άμμος αρχίζει να γίνεται χονδρόκοκκη (στρώμα 3). Το στρώμα αυτό παρουσιάζει ανάστροφη ταξιθέτηση. Επίσης, στο κάτω τμήμα του εμφανίζεται ελασμάτωση αργιλικών υλικών, ενώ στο πάνω εμφανίζονται κόνδυλοι. Πάνω από αυτό υπάρχει στρώμα 5 cm ελαιοπράσινης ιλύος (5Y 4/3) (στρώμα 4) και στρώμα 1 cm λεπτόκοκκης άμμου πράσινο-καστανού χρώματος (2,5Y 4/4) (στρώμα 5).

Στη συνέχεια έχει αποτεθεί αμμώδης ιλύς πάχους 6 cm πράσινο-καστανού χρώματος (2,5Y 4/4) (στρώμα 6) και πάνω από αυτή, λεπτόκοκκη άμμος 20 cm ελαιοπράσινου χρώματος (5Y 4/4) (στρώμα 7). Το επόμενο στρώμα έχει πάχος 8 cm (στρώμα 2) και αποτελείται από ιλυώδη άργιλο ελαιοπράσινου χρώματος (2,5Y 4/4) με ελασμάτωση (στρώμα 8). Το ανώτερο τμήμα του γίνεται πιο ερυθρό και μέσα σε αυτό υπάρχει οξειδωμένη οργανική ιλύς. Στη συνέχεια, έχει αποτεθεί μεσόκοκκη άμμος έως ψηφιδοπαγές με διασταυρούμενη στρώση, πάχους 14 cm (στρώμα 9) ελαιοπράσινου χρώματος (5Y 4/4). Το κατώτερο τμήμα της διασταυρούμενης στρώσης έχει διεύθυνση ΝΔ προς ΒΑ, ενώ το ανώτερο

αντίστροφη. Το επόμενο στρώμα έχει πάχος 14 cm και αποτελείται από λεπτόκοκκο ψαμμίτη με διασταυρούμενη στρώση και ελαιοπράσινο χρώμα (5Y 4/6) (στρώμα 10). Στη συνέχεια υπάρχει στρώμα πάχους 25 cm, που αποτελείται από τρία πακέτα διασταυρούμενης στρώσης (ΒΑ-ΝΔ) από ψηφιδοπαγές έως μεσόκοκκη άμμος ελαιοπράσινου χρώματος (5Y 4/4) (στρώμα 11). Στη βάση αυτού του στρώματος υπάρχουν κόνδυλοι με αργιλικό υλικό.

Το επόμενο στρώμα έχει πάχος 3 cm και περιέχει μικρές κροκάλες με μέγιστη διάμετρο 2 cm και κονδύλους αργιλικού υλικού, ελαιοπράσινου χρώματος (5Y 4/4) (στρώμα 12). Πάνω από αυτό έχει αποτεθεί ψαμμίτης πάχους 8 cm με κοκκομετρικό μέγεθος από ψηφίδα έως μεσόκοκκη άμμο με διασταυρούμενη στρώση, επίσης ελαιοπράσινου χρώματος (5Y 4/4) (στρώμα 13). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί αμμούχος ιλύς ανοιχτού πράσινο-καστανού χρώματος (2,5Y 5/4) με φακούς και ενδιαστρώσεις ψαμμίτη, πάχους 10 cm (στρώμα 14). Πάνω από αυτό εντοπίστηκε ελαιοπράσινος (5Y 5/4) ψαμμίτης πάχους 23 cm (στρώμα 15), που ξεκινά με ψηφίδα με διάσπαρτες μικρές κροκάλες και κονδύλους αργίλου και μεταπίπτει σε λεπτόκοκκο ψαμμίτη με διάσπαρτους κονδύλους αργιλικού υλικού.

Ακολουθεί στρώμα πάχους 2,38 m (στρώμα 16) που ξεκινά σαν αμμούχα ιλύς σκούρου πράσινου χρώματος (10Y 3/4), που μεταβαίνει σε ιλυώδη άργιλο ελαιοπράσινου χρώματος. Πάνω από αυτό υπάρχει ορίζοντας ελαιοπράσινου χρώματος (5Y 4/3) που περιέχει οξείδια και έχει πάχος 32 cm (στρώμα 17). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί χονδρόκοκκη έως λεπτόκοκκη άμμος με κονδύλους στην κορυφή, με πάχος 4 cm και χρώμα ελαιοπράσινο (5Y 4/4) (στρώμα 18). Το επόμενο στρώμα αποτελείται από χονδρόκοκκο έως μεσόκοκκο ελαιοπράσινο (5Y 5/3) ψαμμίτη πάχους 18 cm (στρώμα 19). Στη συνέχεια υπάρχει συμπυκνωμένος ορίζοντας ανθρακικού ασβεστίου, με ελαιοπράσινο χρώμα (5Y 5/3) και 3 cm πάχος (στρώμα 20).

Το επόμενο στρώμα έχει πάχος 29 cm και αποτελείται από μεσόκοκκο έως λεπτόκοκκο ψαμμίτη (στρώμα 21). Πάνω από αυτό έχει αποτεθεί ελαιοπράσινος (5Y 4/3) ορίζοντας συμπύκνωσης πάχους 5 cm με κονδύλους οξειδίων (στρώμα 22) και λεπτόκοκκος ψαμμίτης πάχους 7 cm (στρώμα 23). Στη συνέχεια υπάρχει γκρι συμπυκνωμένος ορίζοντας με πάχος 2 cm και κονδύλους οξειδίων (στρώμα 24). Το επόμενο στρώμα είναι αργιλική, συμπαγοποιημένη, ελαιοπράσινη (5Y 5/3) ιλύς πάχους 46 cm (στρώμα 25). Πάνω από αυτό υπάρχει ελαιοπράσινη (5Y 4/3), οργανομιγής άργιλος, πιο συμπαγής στο κάτω μέρος και ελασματώδης πάνω. Έχει πάχος 1,85 m (στρώμα 26) και από τη μέση και πάνω το στρώμα γίνεται πλούσιο σε φυτικά υπολείμματα. Τέλος, υπάρχει στρώμα αμμώδους ιλύος έως ιλυώδη άργιλος, ελαιοπράσινου χρώματος (5Y 4/3) και με πάχος 1,65 m (στρώμα 27), με λεπτοστρωματώδεις έως ελασματώδεις ενδιαστρώσεις.

Αποτελέσματα παλαιοντολογικής ανάλυσης

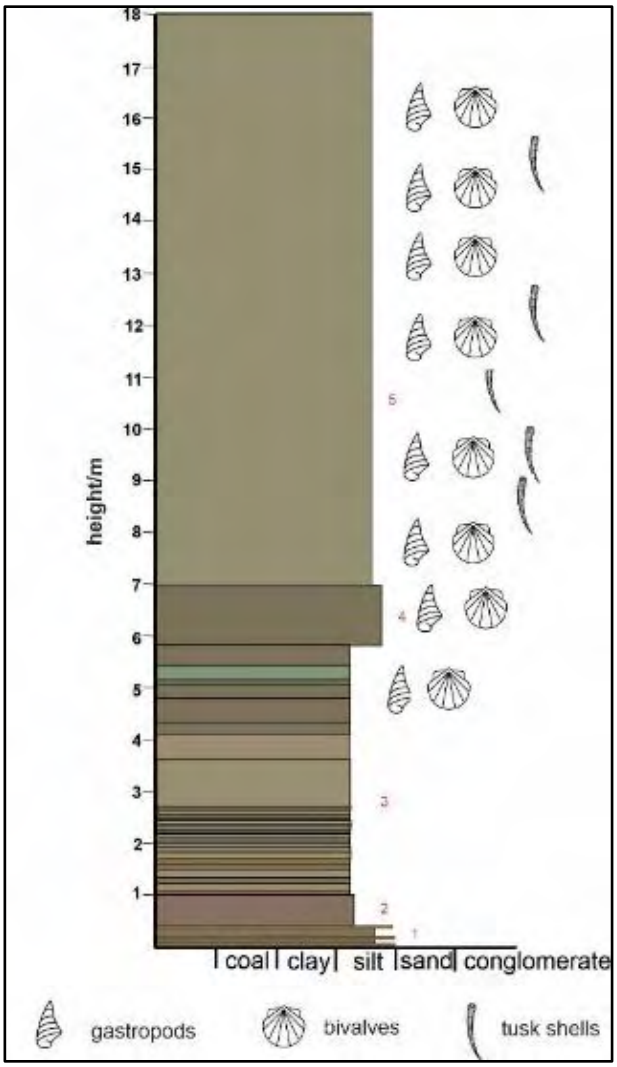
Σύμφωνα με την μικροπαλαιοντολογική ανάλυση, αναγνωρίσθηκαν 3 γένη οστρακωδών. Στα βάθη 0-115 cm κυρίαρχα είναι το *Cyprideis torosa* (οικο-φαινότυπος με εξογκώματα) με μέγιστο αριθμό ατόμων 143 και το *C. torosa* (λείος οικο-φαινότυπος) με μέγιστο αριθμό ατόμων 82, ενώ μικρότερη παρουσία έχουν *τα Candona neglecta* (29 θυρίδες/ δείγμα) και *Ilyocypris* spp. (3 θυρίδες / δείγμα)

(Πίν.3, παράρτημα). Από 125 έως 138 cm δεν εμφανίζονται απολιθώματα. Στα βάθη 500-523 υπάρχει μικρή παρουσία ατόμων και σε αυτά κυριαρχεί το είδος *C. neglecta* (μέγιστος αριθμός θυρίδων 60/ δείγμα). Επίσης έχει μικρή παρουσία το *C. torosa* (λείος οικο-φαινότυπος) (μέγιστος αριθμός θυρίδων 61/ δείγμα). Ακολουθεί ένα πακέτο δειγμάτων στα οποία δεν βρέθηκαν ξανά απολιθώματα (548-725 cm). Μεταξύ των δειγμάτων 770 και 868 cm κυριαρχεί ξανά το είδος *C. neglecta* (μέγιστος αριθμός θυρίδων 54/ δείγμα). Τέλος μεταξύ 910 και 1110 cm δεν εμφανίζονται απολιθώματα. Αξιοσημείωτη είναι η απουσία των βενθονικών τρηματοφόρων σε αυτή την ακολουθία.

Τομή Β/ Βίγλα 1

Περιγραφή στρωματογραφικής στήλης- Λιθοστρωματογραφία

Η γενική κλίση των στρωμάτων σε αυτή την ακολουθία είναι 136°/40°, αν και στα ανώτερα στρώματα αλλάζει λίγο και γίνεται 187°/26°. Το πάχος της ακολουθίας είναι περίπου 17 m και αποτελείται κυρίως από πηλό και άργιλο (Εικ. 3.3). Από αυτή την ακολουθία μελετήθηκαν 50 δείγματα ιζήματος.



Εικόνα 3.3: Στρωματογραφική στήλη της τομής Β/ Βίγλα 1

Το κατώτερο στρώμα της αλληλουχίας των στρωμάτων έχει πάχος 28 cm (στρώμα 1) και αποτελείται από ελάσματα αργιλικού υλικού με ενδιαστρώσεις άμμου και έχει ανοιχτό πράσινο-γκρι χρώμα (5Y 6/2). Το δεύτερο στρώμα αποτελείται από γκριζοπράσινο (10Y 6/1) πηλίτη με πάχος 47 cm (στρώμα 2). Στη συνέχεια, ακολουθεί στρώμα 4,37 m (στρώμα 3) με εναλλαγές πηλούχων οριζόντων, 5–10 cm ο καθένας και διαφορετικούς χρωματισμούς. Τα χρώματα των οριζόντων ποικίλουν από γκριζοπράσινα (10Y 6/1) έως ανοιχτό πράσινο-καστανό (2,5Y 5/3). Σε αυτό το στρώμα, εμφανίζονται ελασματώσεις από 1,92 έως 2,29 m και από 3,29 έως 3,99 m, επίσης εμφανίζονται κόνδυλοι από 2,29 έως 2,39 m και φυτικά υπολείμματα στα 93 cm έως 1 m. Σε όλα αυτά τα στρώματα βρέθηκαν δίθυρα και γαστερόποδα. Πάνω από αυτό το στρώμα έχουν αποτεθεί στρώματα ελαιοπράσινης έως γκρι αργίλου πάχους 1,10 m (στρώμα 4) (5Y 5/2). Σε όλο το στρώμα υπάρχει παρουσία απολιθωμάτων, κυρίως δίθυρων και γαστερόποδων, ενώ στα τελευταία 40 cm εμφανίζονται σκαφόποδα. Στα πρώτα 40-50 cm

του στρώματος, εμφανίζονται οξειδώσεις. Τέλος, πάνω από αυτό το στρώμα έχει αποτεθεί γκριζοπράσινη (10Y 6/1) άστρωτη άργιλος πάχους 11 m (στρώμα 5). Αυτό το τμήμα της τομής είναι εξαιρετικά πλούσιο σε μάκρο-απολιθώματα, κυρίως σε δίθυρα και γαστερόποδα.

Αποτελέσματα παλαιοντολογικής ανάλυσης

Αυτή η ακολουθία είναι πλούσια σε μίκρο- και μάκρο- απολιθώματα. Σύμφωνα με την μικροπαλαιοντολογική ανάλυση αποτελείται από 25 διαφορετικά είδη βενθονικών τρηματοφόρων και 21 είδη οστρακωδών (Πίν.4, παράρτημα). Στο κατώτερο τμήμα της τομής (0-409 cm) επικρατούν μόνο τα είδη *C. torosa* (λείος οίκο- φαινότυπος, μέγιστος αριθμός θυρίδων 294) και *Ammonia tepida (*0-92 άτομα στα περισσότερα δείγματα, με εξαίρεση τα δείγματα 92-101 cm στα οποία καταγράφηκαν 128-190 άτομα). Μεταξύ 409 και 689 cm, το *C. torosa* εξαφανίζεται και μικρότερη παρουσία έχουν τα *Ammonia beccarii* (έως 50 άτομα/ δείγμα), *Haynesina depressula* (έως 177 άτομα), ενώ το είδος *A. tepida* συνεχίζει να εμφανίζεται σταθερά σε μεγάλους αριθμούς (έως 103 άτομα/ δείγμα). Σε μικρότερους αριθμούς εμφανίζονται τα είδη: *Elphidium crispum* (έως 38 άτομα/ δείγμα), *Quinqueloculina seminula* (έως 84 άτομα/ δείγμα), *Cytheridea neapolitana* (εώς 116 θυρίδες/ δείγμα). Τέλος, στο ανώτερο τμήμα της ακολουθίας (720-1834 cm), σχεδόν εξαφανίζεται το είδος *A. tepida*, μειώνεται το *H. depressula* (έως 23 άτομα/ δείγμα) ενώ *το A. beccarii* συνεχίζει να συμμετέχει στους ίδιους αριθμούς. Σε σημαντικά ποσοστά συμμετέχουν τα είδη: *B. aculeta* (έως 122 άτομα/ δείγμα), *C. excavatum* (έως 178 άτομα/ δείγμα), *Nonionoides turgidus* (έως 138 άτομα/ δείγμα), *N. boueanum* (έως 61 άτομα/ δείγμα), *C. edwarsii* (έως 98 θυρίδες/ δείγμα), *H. rubra* (έως 46 άτομα/ δείγμα).

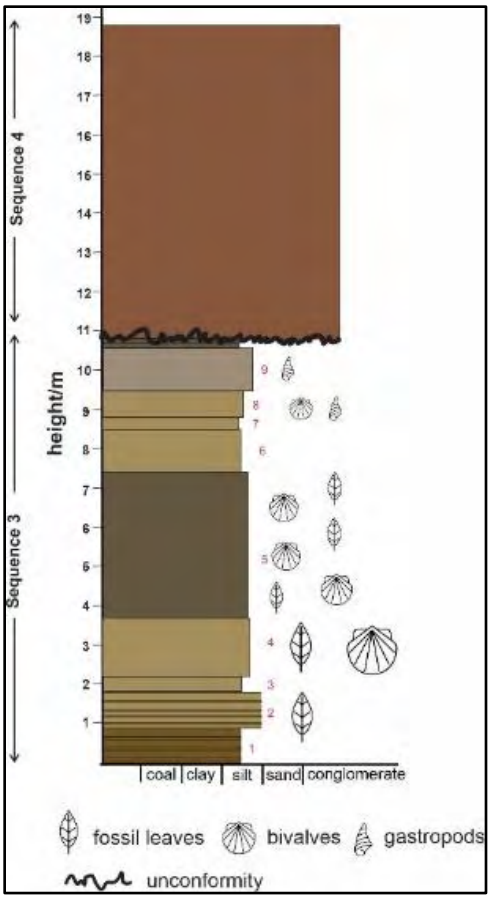
Βρέθηκαν επίσης αρκετά είδη γαστεροπόδων, δίθυρων και σκαφόποδων. Τα είδη των μαλακίων που προσδιορίσθηκαν είναι*: Cerithium vulgatum, Corbula gibba, Cerastoderma edule, Ostrea edulis, Pecten sp., Epitonium angulatum, Nassarius pygmaeus, Epitonium sp., Gyroscala lamellosa, Turitella tricarinata, Mytilus sp. και Antalis vulgaris.* Επιπλέον, έγινε ανάλυση ασβεστολιθικού νανοπλανγκτόν σε ένα δείγμα (1110 cm) και βρέθηκαν τα εξής είδη κοκκολιθοφόρων: *Syracosphaera pulchra*, *Gephyrocapsa oceanica*, *Gephyrocapsa* spp, *Emiliania huxleyi.*

Τομή Γ/ Βίγλα 1

Περιγραφή στρωματογραφικής στήλης- Λιθοστρωματογραφία

Το πάχος της ανώτερης ακολουθίας είναι περίπου 11 m και χαρακτηρίζεται γενικά από λεπτόκοκκο υλικό, κυρίως αργιλικής σύστασης, ενώ κατά τόπους εμφανίζονται πηλιτικά και μαργαικά στρώματα (Εικ. 3.4). Μελετήθηκαν 40 δείγματα ιζήματος σε αυτή την ακολουθία.

Το κατώτερο στρώμα (στρώμα 1) έχει πάχος 90 cm, αποτελούμενο από λεπτόκοκκη ιλιούχα άργιλο κίτρινου χρώματος (5Y 4/6) με παρουσία οριζόντων ελασματώσεων σε πολλά σημεία και φυτικά απολιθώματα. Το επόμενο στρώμα (στρώμα 2) έχει πάχος 90 cm, αποτελούμενο από καθαρή άργιλο υποκίτρινου χρώματος (5Y 6/4) με παρουσία οριζόντιων ελασματώσεων σε πολλά σημεία και φυτικών απολιθωμάτων. Στη συνέχεια ακολουθεί στρώμα πάχους 40 cm (στρώμα 3), αποτελούμενο από ιλιούχα άργιλο υποκίτρινου χρώματος (5Y 6/4). Το επόμενο στρώμα (στρώμα 4) έχει πάχος 150cm και αποτελείται από άργιλο υποκίτρινου χρώματος. Σε όλο το στρώμα υπάρχουν δίθυρα και φυτικά απολιθώματα. Στη συνέχεια ακολουθεί στρώμα πάχους 350 cm (στρώμα 5), αποτελούμενο από μαργαϊκό ίζημα γκρί έως σκούρου πράσινου χρώματος (5Y 4/2) με πλούσια παρουσία δίθυρων και φυτικών απολιθωμάτων. Το έκτο στρώμα έχει πάχος 110 cm (στρώμα 6) και αποτελείται από ιλιούχα άργιλο υποκίτρινου χρώματος (5Y 6/4). Το επόμενο στρώμα με πάχος 30 cm (στρώμα 7), αποτελείται από αμμούχο πηλό υποκίτρινου έως γκρι χρώματος. Πάνω από αυτό το στρώμα έχει αποτεθεί στρώμα 60 cm (στρώμα 8), που αποτελείται από μάργα υποκίτρινου χρώματος, με παρουσία δίθυρων και γαστερόποδων. Στη συνέχεια έχει αποτεθεί στρώμα πάχους 110 cm (στρώμα 9) που αποτελείται από γκρι (5Y 6/2) αμμούχα ιλύ με παρουσία γαστερόποδων. Το δέκατο στρώμα έχει πάχος 10 cm (στρώμα 10) και αποτελείται από αμμούχο πηλό καστανού χρώματος. Τέλος, έχει αποτεθεί στρώμα πάχους 20 cm γκριζοπράσινης αμμούχας ιλύος (5Y 4/2).



Εικόνα 3.4: Στρωματογραφική στήλη της τομής Γ και Δ/ Βίγλα 1

<u>Αποτελέσματα παλαιοντολογικής ανάλυσης</u>

Είναι μια ακολουθία πλούσια σε μίκρο- και μάκρο- πανίδα καθώς και σε μακροφυτικά απολιθώματα. Σύμφωνα με την μικροπαλαιοντολογική ανάλυση, αναγνωρίσθηκαν 10 διαφορετικά είδη οστρακωδών και 7 είδη τρηματοφόρων, (Πίν.5, παράρτημα). Στα πρώτα 0-715 cm κυριαρχεί το γένος Candona (έως 213 θυρίδες/ δείγμα), ενώ σημαντική εμφάνιση έχουν τα είδη *Loxoconcha elliptica* (έως 89 άτομα/ δείγμα), *Loxoconcha stellifera* (έως 163 άτομα/ δείγμα) και *Tyrrhenocythere amnicola* (έως 81 θυρίδες/ δείγμα). Μεταξύ 735 και 855 cm κυριαρχούν τα είδη *A. tepida* (έως 246 άτομα/ δείγμα), *E. crispum* (έως 88 άτομα/ δείγμα), *Callistocythere flavidofusca* (έως 134 θυρίδες/ δείγμα). Μετά τα 855 cm αυξάνονται πολύ το *T. amnicola* (έως 281 θυρίδες/ δείγμα), το Candona spp (έως 73 θυρίδες/ δείγμα), ενώ εξαφανίζονται τα είδη *A. tepida, E. crispum, C. flavidofusca.*

Αναγνωρίσθηκαν δύο διαφορετικά είδη διθύρων: το *Dreissena polymorpha* το οποίο εμφανίζεται σχεδόν σε όλα το πάχος της ακολουθίας και το *Mytilus* sp., που εμφανίζεται μεταξύ 650 και 900 cm. Τα κυρίαρχα είδη φυτών που αναγνωρίσθηκαν είναι *Quercus sp. aff. Q. roburoides*, *Quercus* spp., *Populus sp. aff. P. balsamoides* and *Zelkova sp. aff. Z. zelkovifolia.*

Τομή Δ/ Βίγλα 1

Πάνω από αυτή την ακολουθία, επικάθεται ασύμφωνα (με διαβρωσιγενή ασυμφωνία) στρώμα πάχους 8 m που αποτελείται από κόκκινα ιλυοστηριζόμενα άστρωτα κροκαλοπαγή (Εικ. 3.4).

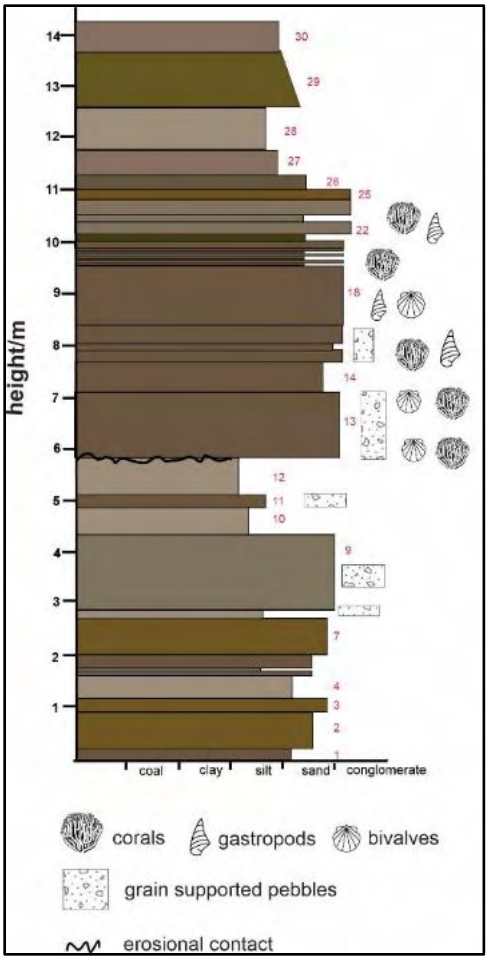
3.1.2 Βίγλα 2

Τομή Α/ Βίγλα 2

Περιγραφή στρωματογραφικής στήλης- Λιθοστρωματογραφία

Αυτή η ακολουθία έχει πάχος περίπου 14 m και αποτελείται κυρίως από εναλλαγές άμμου και ψηφίδων (Εικ. 3.5). Το κατώτερο στρώμα έχει πάχος 12cm (στρώμα 1) και αποτελείται από καστανέρυθρη λεπτόκοκκη άμμο (5Y 4/2). Μελετήθηκαν 50 δείγματα ιζήματος από αυτή την ακολουθία.

Στη συνέχεια ακολουθεί στρώμα καστανής (5Y 4/6) μεσόκοκκης άμμου πάχους 96 cm (στρώμα 2) όπου στο ανώτερο τμήμα μεταβαίνει σε χονδρόκοκκη. Ακολουθεί στρώμα γκρι (5Y 6/2) πηλώδους λεπτόκοκκης άμμου πάχους 50 cm (στρώμα 3). Το τέταρτο στρώμα αποτελείται από καστανέρυθρη (5Y 4/4) μεσόκοκκη άμμο και έχει πάχος 5 cm (στρώμα 4), πάνω από αυτό έχει αποτεθεί στρώμα γκρι (5Y 6/2) αμμώδους πηλού 2 cm (στρώμα 5). Ακολουθεί στρώμα 15 cm καστανέρυθρης (5Y 4/2) μεσόκοκκης άμμου (στρώμα 6) και αμέσως μετά 66 cm πράσινης (5Y 4/6) χονδρόκοκκης άμμου με πολύμεικτους κόκκους (στρώμα 7). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί γκρι (5Y 6/2) αμμώδης πηλός 11 cm (στρώμα 8) και πάνω από αυτό στρώμα 121 cm με αρκετά καστανή (7.5Y 5/2) χονδρόκοκκη άμμο με καστανές και γκρι ψηφίδες (στρώμα 9). Το δέκατο στρώμα έχει πάχος 52 cm και αποτελείται από γκρι (5Y 4/6) πηλό με οξειδώσεις (στρώμα 10) ενώ το εντέκατο από 15 cm καστανοκόκκινου (5Y 4/6) αμμώδους πηλού με κοκκοστηριζόμενες ψηφίδες (στρώμα 11). Τέλος υπάρχει ένας γκρι (5Y 4/6) αργιλικός ορίζοντας 78



Εικόνα 3.5: Στρωματογραφική στήλη της τομής Α/ Βίγλα 2

cm (στρώμα 12).

Πάνω από αυτό το στρώμα επικάθεται ασύμφωνα (με διαβρωσιγενή επαφή) στρώμα λεπτόκοκκων κοκκοστηριζόμενων υποστρογγυλεμένων καστανέρυθρων (5Y 4/2) ψηφίδων πάχους 140 cm (στρώμα 13). Στο στρώμα αυτό παρατηρήθηκε παρουσία κοραλλιών και θραύσματα μαλακίων. Στο ανώτερο τμήμα αυτού του στρώματος, κοντά στην επαφή με το επόμενο, παρατηρήθηκε πληθώρα κοραλλιών. Ακολουθεί στρώμα καστανέρυθρης (5Y 4/2) μεσόκοκκης άμμου 50 cm (στρώμα 14) στην οποία δεν παρατηρείται παρουσία μάκρο- απολιθωμάτων. Ακολουθεί στρώμα κοκκοστηριζόμενων καστανέρυθρων (5Y 4/2) ψηφίδων με θραύσματα μαλακίων και κοραλλιών, πάχους 20 cm (στρώμα 15). Το επόμενο στρώμα γίνεται πιο αμμώδες με παρουσία ψηφίδων, θραύσματα μαλακίων και κοραλλιών και έχει πάχος 15 cm (στρώμα 16). Πάνω από αυτό επικάθεται στρώμα κοκκοστηριζόμενου καστανέρυθρου (5Y 4/2) ψηφιδοπαγούς με θραύσματα μαλακίων και κοραλλιών, με πάχος 35 cm (στρώμα 17).

Ακολουθεί στρώμα 120 cm γωνιωδών έως υπογωνιωδών ψηφίδων (στρώμα 18) με θραύσματα μαλακίων στα πρώτα εκατοστά. Στο μέσο εμφανίζονται μόνο κοράλλια, ενώ στο ανώτερο τμήμα του στρώματος απουσιάζουν τα μάκρο- απολιθώματα. Στα επόμενα 20 cm (στρώμα 19) ανάμεσα στις ψηφίδες παρατηρούνται λεπτά στρώματα άμμου (περίπου 1 cm το καθένα). Στη συνέχεια υπάρχει πάλι στρώμα ψηφίδων πάχους 10 cm (στρώμα 20) και πάνω από αυτό 10 cm λαδί (10Y 3/4) λεπτόκοκκης άμμου με μικρή παρουσία κοραλλιών και γαστερόποδων (στρώμα 21).

Ακριβώς από πάνω, υπάρχει στρώμα 20 cm υπογωνιωδών έως υποστρόγγυλεμένων γκρί (5Y 5/3) ψηφίδων (στρώμα 22). Το επόμενο στρώμα είναι γκρι λεπτόκοκκη άμμος (10Y 3/4) πάχους 10 cm (στρώμα 23) και στη συνέχεια έχει αποτεθεί πάλι στρώμα γκρι (5Y 5/3) ψηφίδων 40 cm (στρώμα 24). Ακολουθεί πάλι στρώμα ψηφίδων 20 cm αλλά παρατηρείται αλλαγή του χρώματος σε καστανό (2,5Y 4/4) (στρώμα 25). Το επόμενο στρώμα είναι γκριζο-κάστανο (5Y 4/3) λεπτόκοκκη άμμος με παρουσία ελάχιστων ψηφίδων, πάχους 20 cm (στρώμα 26). Η ακολουθία συνεχίζει με 60 cm γκρι (5Y 6/3) αμμούχου πηλίτη (στρώμα 27). Ακολουθεί στρώμα 85 cm γκρι (5Y 4/3) αργιλικού πηλίτη (στρώμα 28). Στα τελευταία 15 cm του στρώματος παρατηρείται αλλαγή στο χρώμα σε πιο ανοιχτό γκρι (2,5 Y 5/4). Στη συνέχεια υπάρχει στρώμα γκριζοπράσινης (5Y 4/3 έως 7,5Y 4/4) άμμου 105 cm με μείωση του κοκκομετρικού μεγέθους προς τα πάνω (στρώμα 29). Τέλος έχει αποτεθεί γκρι (2,5Y 5/3) αμμούχος πηλίτης πάχους 60 cm (στρώμα 30).

Αποτελέσματα παλαιοντολογικής ανάλυσης

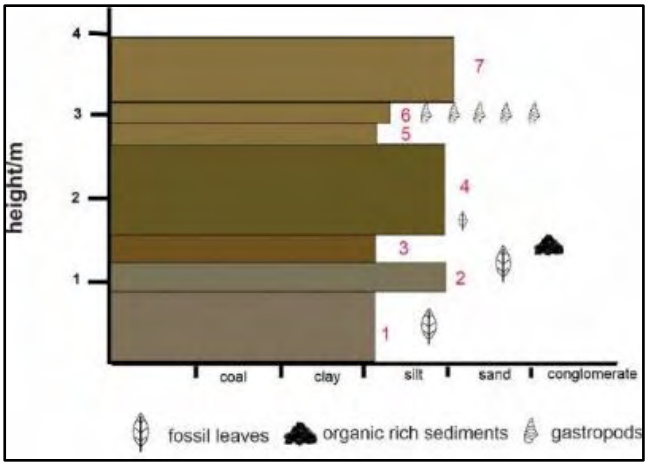
Η μικροπαλαιοντολογική ανάλυση μας έδειξε ότι το μεγαλύτερο μέρος της ακολουθίας αυτής είναι στείρο. Υπάρχει μικρή παρουσία ατόμων *Elphidium* sp. (έως 16 άτομα/ δείγμα) από το κατώτερο μέρος έως το μέσο της ακολουθίας (Πίν.6, παράρτημα). Στο ανώτερο μέρος της ακολουθίας υπάρχει μικρή εμφάνιση των νεαρών ατόμων του είδους *C. neglecta* (έως 43 θυρίδες/ δείγμα*)* και λιγότερα άτομα *Ilyocypris bradyi* (έως 5 θυρίδες/ δείγμα). Τα αποτελέσματα για αυτή την ακολουθία, δεν παρουσιάζονται σε ποσοστά γιατί ο μέγιστος αριθμός ατόμων που βρέθηκε είναι 48. Στο μέσο της ακολουθίας, βρέθηκαν κοράλλια του γένους Cladocora.

Τομή Β/ Βίγλα 2

Περιγραφή στρωματογραφικής στήλης- Λιθοστρωματογραφία

Αυτή η ακολουθία έχει πάχος περίπου 4 m και αποτελείται από εναλλαγές αμμούχου πηλού και αργιλικού πηλίτη (Εικ. 3.6). Μελετήθηκαν 18 δείγματα ιζήματος από αυτή την ακολουθία.

Το κατώτερο στρώμα της ακολουθίας είναι 90 cm και αποτελείται από γκρι (5Y 5/2) αργιλικό πηλίτη με ελάχιστα φυτικά υπολείμματα (στρώμα 1). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί στρώμα 50 cm γκρι (5Y 5/2) αμμούχου πηλού με φυτικά υπολείμματα (στρώμα 2). Ακολουθεί καστανός οργανογενής ορίζοντας (2,5Y 4/4) αργιλικού πηλίτη, πλούσιος σε φυτικά υπολείμματα με πάχος 55 cm (στρώμα 3). Στη συνέχεια υπάρχει πάλι στρώμα λαδί (7,5Y 4/4) πάχους 120 cm, με ελάχιστα φυτικά υπολείμματα στα πρώτα 10 cm και με απουσία τους στο υπόλοιπο στρώμα (στρώμα 4). Ακολουθεί στρώμα 25cm καστανής έως γκρι αμμώδους ιλύος (5Y 5/4) με κάποιους καστανέρυθρους κονδύλους (στρώμα 5). Πάνω από αυτό το στρώμα εντοπίζεται μια θανατοκοινωνία με γαστερόποδα του γένους Theodoxus, που έχει πάχος 20 cm (στρώμα 6). Και τέλος έχει αποτεθεί στρώμα άμμου πάχους 80 cm (στρώμα 7).



Εικόνα 3.6: Στρωματογραφική στήλη τομής της Β/ Βίγλα 2

Αποτελέσματα παλαιοντολογικής ανάλυσης

Τα περισσότερα δείγματα που αποτελούν αυτή την ακολουθία, είναι στείρα. Στο μέσο της ακολουθίας (205-305 cm) εμφανίζονται μερικά άτομα του είδους *C. torosa* (οίκο-φαινότυπος με εξογκώματα- έως 17 θυρίδες/ δείγμα, λείος οίκο-φαινότυπος- έως 30 άτομα/ δείγμα) και λιγότερα άτομα του είδους *C. neglecta* (έως 6 θυρίδες νεαρών ατόμων/ δείγμα) (Πίν.7, παράρτημα). Περίπου στα 3 m, βρέθηκε μια θανατοκοινωνία από γαστερόποδα του είδους *Theodoxus fluviatilis*. Στα κατώτερα στρώματα βρέθηκαν φυτικά υπολείμματα στα οποία λόγω της κακής διατήρησης δεν ήταν δυνατόν να προσδιοριστούν.

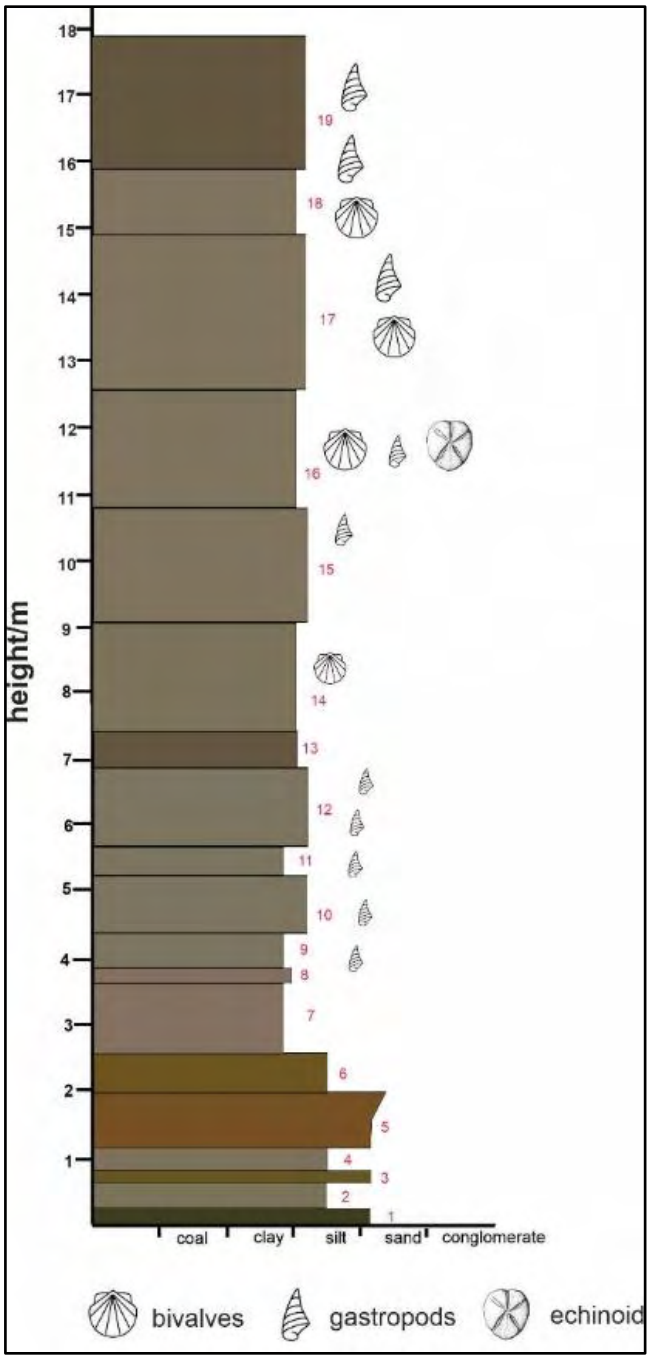
Τομή Γ/ Βίγλα 2

Περιγραφή στρωματογραφικής στήλης- Λιθοστρωματογραφία

Αυτή η ακολουθία έχει πάχος περίπου 17 m και αποτελείται από επαναλαμβανόμενες εναλλαγές αμμούχου πηλού και αργιλικού πηλίτη (Εικ. 3.7). Μελετήθηκαν 86 δείγματα ιζήματος από αυτή την ακολουθία.

Το κατώτερο στρώμα της ακολουθίας είναι γκρι (10Y 3/3) λεπτόκοκκη άμμος 30 cm (στρώμα 1). Ακολουθεί γκρι στρώμα (5Y 5/3) αμμούχου πηλού πάχους 25 cm (στρώμα 2) στο οποίο υπέρκειται λαδί

(5Y 4/4) λεπτόκοκκη άμμος πάχους 15 cm (στρώμα 3). Το τέταρτο στρώμα αποτελείται από 40 cm γκρι (2,5Y 5/3) αμμούχο πηλό (στρώμα 4). Πάνω από αυτό έχει αποτεθεί στρώμα καστανής (10YR 4/4) λεπτόκοκκης άμμου 80 cm που στα ανώτερα 20 cm του στρώματος, αυξάνεται το κοκκομετρικό μέγεθος σε μεσόκοκκη (στρώμα 5). Το επόμενο στρώμα αποτελείται από καστανό (2,5Y 4/4) αμμούχο πηλό πάχους 60cm (στρώμα 6). Ακολουθούν 120 cm γκρι (2,5Y 5/2) αργιλικού πηλίτη (στρώμα 7) και πάνω από αυτό 20 cm γκρι (2,5Y 5/2) αμμούχου πηλού (στρώμα 8). Το επόμενο στρώμα με πάχος 60 cm αποτελείται από ανοιχτό γκρι (10Y 5/2) αργιλικό πηλίτη, με θραύσματα μαλακίων (στρώμα 9). Πάνω από την αργιλικό πηλίτη, έχει αποτεθεί στρώμα γκρι (10Y 5/2) αμμούχου πηλού 80 cm ο οποίος επίσης περιέχει θραύσματα από μαλάκια (στρώμα 10). Η ακολουθία συνεχίζεται ξανά με 40 cm γκρι (10Y 5/2) αργιλικό πηλίτη με θραύσματα μαλακίων (στρώμα 11). Το επόμενο στρώμα αποτελείται από 140 cm γκρι (5Y 4/2) αμμούχου πηλού στο οποίο συνεχίζονται τα θραύσματα από τα μαλάκια (στρώμα 12). Πάνω από αυτό έχει αποτεθεί γκρι (5Y 4/2) αργιλικός πηλίτης πάχους 60 cm (στρώμα 13).



Εικόνα 3.7: Στρωματογραφική στήλη της τομής Γ/ Βίγλα 2

Η ακολουθία συνεχίζεται με 160 cm γκρι (10Y 5/2) αργιλικό πηλίτη, με μικρή παρουσία δίθυρων στα 100-120 cm (στρώμα 14). Το επόμενο στρώμα είναι 190 cm γκρι (7,5Y 5/2) αμμούχου πηλού με εμφάνιση γαστερόποδων στα ανώτερα εκατοστά του στρώματος (στρώμα 15). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί στρώμα 190 cm γκρι (7,5Y 5/2) αργιλικού πηλίτη με παρουσία μαλακίων. Περίπου στη μέση του στρώματος βρέθηκε ένας απολιθωμένος ακανόνιστος αχινός (στρώμα 16). Ακολουθούν 220 cm γκρι (7,5Y 5/2) αμμούχου πηλού με θραύσματα από δίθυρα και γαστερόποδα (στρώμα 17). Στη συνέχεια υπάρχει ένα μικρό στρώμα 80 cm γκρι (5Y 4/2) αργιλικού πηλίτη, επίσης με παρουσία μαλακίων (στρώμα 18) και τέλος έχει αποτεθεί στρώμα 190 cm γκρι (5Y 4/2) γκρι αμμούχου πηλού με γαστερόποδα (στρώμα 19).

Αποτελέσματα παλαιοντολογικής ανάλυσης

Στα κατώτερα 600 cm παρατηρείται μεγάλη παρουσία των ειδών *C. torosa* (λείος οίκο-φαινότυπος- έως 246 θυρίδες/ δείγμα), *C. torosa* (οίκο-φαινότυπος με εξογκώματα- έως 143 θυρίδες/ δείγμα) και σε μικρότερα ποσοστά εμφανίζονται τα είδη *A. tepida* (εώς 54 άτομα/ δείγμα), *A. beccarii* (έως 67 άτομα/ δείγμα) και *H. depressula* (έως 28 άτομα/ δείγμα) (Πίν.8, παράρτημα). Στα επόμενα 200 cm κυριαρχεί το είδος *A. tepida* (έως 204 άτομα), ενώ έχει σημαντική παρουσία, το *Aubignyna perlucida* (έως 67 άτομα/ δείγμα) και ακολουθούν τα είδη *Porosononion granosum* (έως 50 άτομα/ δείγμα), *A. beccarii* (έως 60 άτομα/ δείγμα), *E. translucens* (έως 67 άτομα/ δείγμα). Αξιοσημείωτη είναι η απουσία των *C. torosa*. Τα τελευταία περίπου 1000 cm χαρακτηρίζονται από τη μεγάλη παρουσία βενθονικών τρηματοφόρων. Κυριαρχεί η *C. laevigata* (έως 142 άτομα) και ακολουθεί η *Valvulineria bradyana* (έως 54 άτομα/ δείγμα). Επίσης υπάρχουν σε μεγάλα ποσοστά τα εξής είδη: *A. beccarii* (έως 44 άτομα/ δείγμα), *E. macellum* (έως 36 άτομα/ δείγμα), *G. bulloides* (έως 34 άτομα/ δείγμα), *C. edwardsii* (έως 35 θυρίδες/ δείγμα), και *C. neapolitana* (έως 26 θυρίδες/ δείγμα).

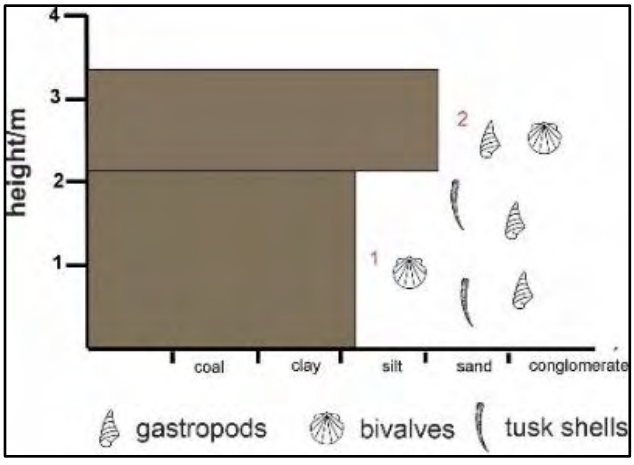
Σε αυτή την ακολουθία, βρέθηκε κέλυφος απολιθωμένου αχινού. Επίσης βρέθηκαν τα μαλάκια: τα γαστερόποδα *C. vulcatum, Aporhais pespelecani* και *Nassarius* sp., τα δίθυρα *C. gibba, O. edulis* και *Chlamys* sp. Και το σκαφόποδο *A. vulgaris.* Τέλος, έγινε ανάλυση ασβεστολιθικού ναννοπλανγκτόν σε ένα δείγμα (1050 cm) και βρέθηκαν τα κοκκολιθοφόρα *S. pulchra*, *G. oceanica*, *Gephyrocapsa* spp και *E. huxleyi.*

Τομή Δ/ Βίγλα 2

Περιγραφή στρωματογραφικής στήλης- Λιθοστρωματογραφία

Είναι μια μικρή ακολουθία με πάχος μόλις 3,5 m και αποτελείται από αργιλικό πηλίτη και αμμούχο πηλό (Εικ. 3.8). Μελετήθηκαν 9 δείγματα ιζήματος σε αυτή την ακολουθία.

Το κατώτερο στρώμα έχει πάχος 220 cm και αποτελείται από γκρι (7,5Y 5/2) αργιλικό πηλίτη με πλούσια παρουσία θραυσμάτων δίθυρων, γαστερόποδων και σκαφόποδων (στρώμα 1). Το ανώτερο στρώμα έχει πάχος 120 cm και είναι γκρι (5Y 5/3) αμμούχος πηλός, επίσης πλούσιος σε γαστερόποδα και δίθυρα (στρώμα 2).



Εικόνα 3.8: Στρωματογραφική στήλη της τομής Δ/ Βίγλα 2

Αποτελέσματα παλαιοντολογικής ανάλυσης

Σε αυτή την ακολουθία, δεν παρατηρήθηκαν μεγάλες αλλαγές στις συναθροίσεις των ειδών. Σχεδόν σε όλο το πάχος της, κυριαρχούν τα είδη: *A. beccarii* (έως 256 άτομα/ δείγμα)*, B. elongata* (έως 101 άτομα/ δείγμα)*, V. bradyana* (έως 55 άτομα/ δείγμα), ενώ σε μικρότερα ποσοστά εμφανίζονται τα είδη: *C. laevigata* (έως 25 άτομα/ δείγμα)*, C. edwardsii* (έως 32 θυρίδες/ δείγμα)*, C. neapolitana* (έως 27 θυρίδες/ δείγμα) και *E. macellum* (έως 35 άτομα/ δείγμα με εξαίρεση το δείγμα 30 που έχει 71 άτομα) (Πίν.9, παράρτημα). Επίσης βρέθηκαν μαλάκια: *C. vulcatum, C. gibba, A. pespelecani, Nassarius sp., O. edulis, Chlamys sp., A. vulgaris.*

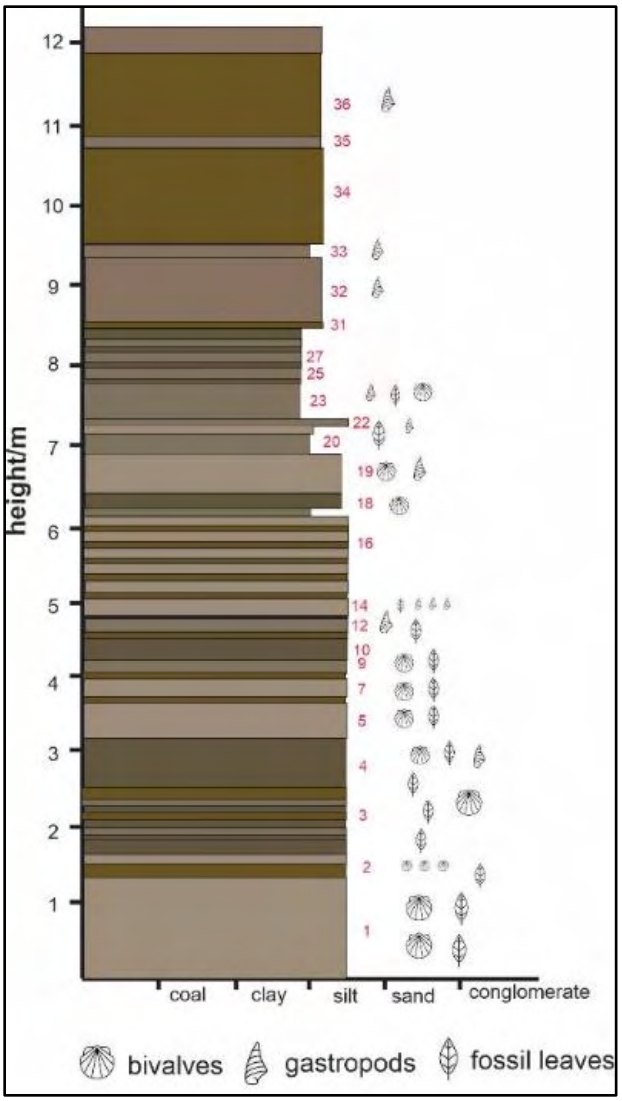
3.1.3 Βίγλα 3

Τομή Α/ Βίγλα 3

Περιγραφή στρωματογραφικής στήλης-Λιθοστρωματογραφία

Αυτή η ακολουθία έχει πάχος περίπου 12 m και αποτελείται κυρίως από αργίλους και είναι πλούσια σε φυτικά απολιθώματα (Εικ. 3.9). Μελετήθηκαν 67 δείγματα ιζήματος από αυτή την ακολουθία.

Το κατώτερο στρώμα αποτελείται από γκρι (5Y 6/2) άργιλο, με πάχος 130 cm, το οποίο είναι πλούσιο σε φυτικά απολιθώματα και δίθυρα (στρώμα 1). Ακολουθεί καστανοκόκκινος (5Y 4/4) αργιλικός ορίζοντας με πολλά δίθυρα, πάχους 10 cm (στρώμα 2). Στη συνέχεια, έχει αποτεθεί γκρι (5Y 5/2) άργιλος πάχους 110 cm, με δίθυρα και φυτικά απολιθώματα (στρώμα 3). Σε όλο το στρώμα εμφανίζονται ελασματώσεις καφέ και πράσινες με πάχος 0.1 έως 1 cm. Το επόμενο στρώμα αποτελείται από 80cm καφέ (7.5Y 4/2) άργιλο, με φυτικά απολιθώματα, δίθυρα και γαστερόποδα (στρώμα 4). Ακολουθούν 50 cm γκρι (5Y 6/2)αργίλου με φυτικά απολιθώματα και δίθυρα (στρώμα 5). Πάνω από αυτό, έχει αποτεθεί καστανοκόκκινος (5Y 4/4) ορίζοντας πάχους 3 cm (στρώμα 6), στη συνέχεια σκούρος γκρι (5Y 6/2) ορίζοντας με φυτικά απολιθώματα και δίθυρα με πάχος 25 cm(στρώμα 7) και πάνω αυτό υπάρχει άλλος



Εικόνα 3.9: Στρωματογραφική στήλη της τομής Α/ Βίγλα 3

ένας καστανοκόκκινος (5Y 4/4) ορίζοντας με πάχος 3 cm (στρώμα 8).

Το επόμενο στρώμα, αποτελείται από 15 cm καφέ (7.5Y 5/2) αργίλου με γαστερόποδα και δίθυρα (στρώμα 9) και 43 cm πιο σκούρας καφέ (7.5Y 4/2) αργίλου με φυτικά απολιθώματα (στρώμα 10). Ακολουθεί καστανοκόκκινος ορίζοντας με φυτικά, πάχους 5 cm (στρώμα 11). Στη συνέχεια, υπάρχει μπεζ αργιλικός ορίζοντας, πάχους 17 cm με γαστερόποδα και φυτικά απολιθώματα (στρώμα 12) και ακολουθεί μαύρος αργιλικός ορίζοντας πάχους 2 cm (στρώμα 13). Το επόμενο στρώμα, αποτελείται από 15 cm γκρι (5Y 4/4) αργίλου με λίγα φυτικά απολιθώματα και γαστερόποδα, όπου στα τελευταία 5 cm υπάρχει θανατοκοινωνία από γαστερόποδα (στρώμα 14). Ακολουθεί καστανός (5Y 4/4) αργιλικός ορίζοντας 5 cm (στρώμα 15) και 100 cm γκρι (5Y 6/2) μ αργίλου με πορτοκαλί ελασματώσεις πάχους 1-2 cm (στρώμα 16).

Το επόμενο στρώμα αποτελείται από 12 cm γκρι (5Y 5/3) πηλού (στρώμα 17) με δίθυρα και 25 cm σκούρου γκρι (5Y 4/3) αργίλου με δίθυρα (στρώμα 18). Ακολουθεί στρώμα πάχους 50 cm γκρι (5Y 6/2) αργίλου με γαστερόποδα και δίθυρα (στρώμα 19). Στη συνέχεια, υπάρχει στρώμα πάχους 25 cm γκρι (7.5Y 5/2) πηλού με φυτικά υπολείμματα (στρώμα 20) και 15 cm γκριζοπράσινο (2.5Y 6/2)πηλού με μικρά γαστερόποδα και φυτικά υπολείμματα (στρώμα 21). Πάνω από αυτό υπάρχει στρώμα 2 cm σκούρου γκρι (5Y 5/3) πηλού (στρώμα 22) και 54 cm γκριζοπράσινου (5Y 5/3) συμπαγοποιημένου πηλού, με γαστερόποδα, δίθυρα και φυτικά υπολείμματα (στρώμα 23). Το επόμενο στρώμα αποτελείται από 3 cm καστανού (5Y 4/3) συμπαγοποιημένου πηλού (στρώμα 24). Στη συνέχεια έχουν αποτεθεί 11 cm γκριζοπράσινου (5Y 6/3) πηλού (στρώμα 25) και 3 cm καστανού (7.5Y 5/3) πηλού (στρώμα 26). Ακολουθεί στρώμα 15 cm γκριζοπράσινου (5Y 6/3) συμπαγοποιήμενου πηλού (στρώμα 27) και 2 cm καστανού (2.5Y 5/3) πηλού (στρώμα 28). Στη συνέχεια υπάρχει στρώμα 8 cm γκριζοπράσινου (5Y 6/3) συμπαγοποιήμενου πηλού (στρώμα 29) και 12 cm καστανού (10 YR 5/4) πηλού (στρώμα 30).

Η ακολουθία συνεχίζει με 5 cm καστανού (5Y 4/4) αργιλικού ορίζοντα (στρώμα 31) και 80 cm γκρι (2.5Y 5/2) αργίλου, με παρουσία γαστεροπόδων κατά τόπους (στρώμα 32). Ακολουθούν 20 cm γκρι συνεκτικού ορίζοντα με γαστερόποδα (στρώμα 33) και 140 cm σκούρου καφέ (5Y 4/4) αργιλικού ορίζοντα με πιθανή παρουσία οργανικού υλικού (στρώμα 34). Στη συνέχεια, έχει αποτεθεί γκρι (2.5 Y 5/2) αργιλικός συνεκτικός ορίζοντας, με γαστερόποδα, πάχους 10 cm (στρώμα 35). Ακολουθούν 90 cm καστανού (5Y 4/4) αργιλικού συνεκτικού ορίζοντα με γαστερόποδα (στρώμα 36) και 20 cm γκρι (2.5Y 5/4) αργιλικού ορίζοντα (στρώμα 37).

Αποτελέσματα παλαιοντολογικής ανάλυσης

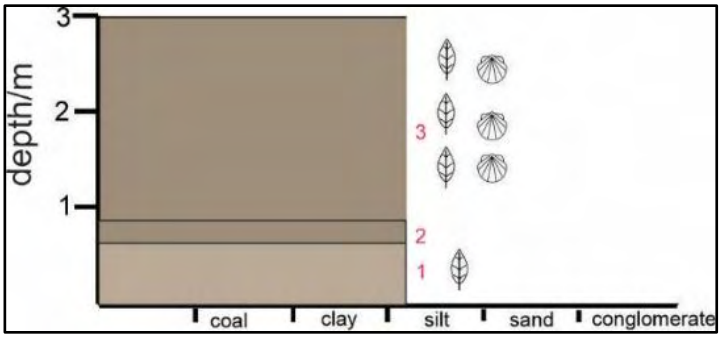
Σε αυτή την ακολουθία, εντοπίστηκαν τρία είδη οστρακωδών. Σε όλο το μήκος, κυριαρχούν νεαρά άτομα των ειδών *C. torosa* (έως 290 θυρίδες/ δείγμα), ενώ σημαντική παρουσία έχει το *T. amnicola* (έως 134 άτομα/ δείγμα). Επίσης εμφανίζεται συχνά το είδος *Candona angulata* με μικρή παρουσία ενήλικων θυρίδων (έως 12 θυρίδες/ δείγμα) και μεγάλη παρουσία νεαρών θυρίδων (έως 167 θυρίδες/ δείγμα) (Πίν.10, παράρτημα). Σε μεγάλο μέρος της τομής βρέθηκαν απολιθωμένα φύλλα. Κάποια από τα είδη που αναγνωρίσθηκαν είναι: *Quercus sp. aff. Q. roburoides, Quercus sp. aff. Q. kubinyii, Quercus*

spp., Ulmus sp., Z. zelkovifolia, Populus cf. aff. P. balsamoides. Τέλος, βρέθηκαν δίθυρα του είδους *Dreissena polymorpha.*

Τομή Β/ Βίγλα 3

Περιγραφή στρωματογραφικής στήλης- Λιθοστρωματογραφία

Αυτή η τομή έχει πάχος περίπου στα 2 m και αποτελείται κυρίως από αργίλους (Εικ. 3.10). σε αυτή την ακολουθία Μελετήθηκαν 9 δείγματα ιζήματος.



Εικόνα 3.10: Στρωματογραφική στήλη της τομής Β/ Βίγλα 3

Το κατώτερο στρώμα αποτελείται από γκρι (5Y 5/3) άργιλο, περιέχει φυτικά απολιθώματα και έχει πάχος 27 cm (στρώμα 1). Στη συνέχεια υπάρχει στρώμα σκούρου γκρι (2,5Y 5/3) αργιλικού ορίζοντα 3 cm (στρώμα 2). Ακολουθεί στρώμα πάχους 40 cm που αποτελείται από γκρι άργιλο (5Y 5/3) (στρώμα 3). Το τέταρτο στρώμα έχει πάχος 10 cm, αποτελείται από γκρι (5Y 6/3) άργιλο και περιέχει 2 καστανούς ορίζοντας στα 72 και στα 78 cm (στρώμα 4). Τέλος, ακολουθεί στρώμα γκρι (2,5Y 6/4) αργίλου, πάχους 90 cm, με θραύσματα από γαστερόποδα (στρώμα 5).

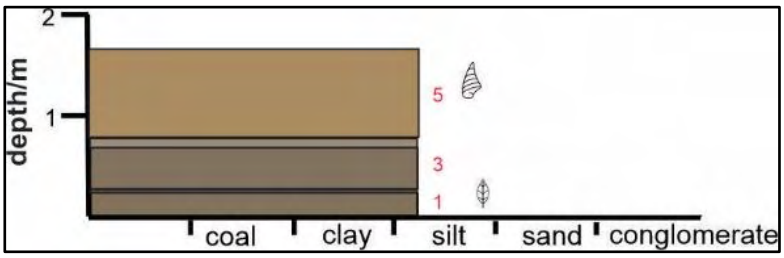
Αποτελέσματα παλαιοντολογικής ανάλυσης

Σε αυτή την ακολουθία, εντοπίστηκε επίσης, μεγάλο ποσοστό νεαρών ατόμων *C. torosa* (οικοφαινότυπος με εξογκώματα και λείος, έως 260 θυρίδες/ δείγμα*)* και *C. angulata* (έως 82 θυρίδες/ δείγμα), ενώ το είδος *T. amnicola,* εμφανίζεται σε μικρότερους αριθμούς (έως 49 θυρίδες/ δείγμα) (Πίν.11, παράρτημα). Τα είδη των μακροφυτικών απολιθωμάτων που αναγνωρίσθηκαν είναι τα εξής: *Quercus sp. aff. Q. roburoides, Quercus sp. aff. Q. kubinyii, Quercus spp., Ulmus sp., Z. zelkovifolia, Populus cf. aff. P. balsamoides*.

Τομή Γ/ Βίγλα 3

Περιγραφή στρωματογραφικής στήλης- Λιθοστρωματογραφία

Η τομή έχει πάχος περίπου 3 m και αποτελείται κυρίως από αργίλους (Εικ. 3.11). Μελετήθηκαν 15 δείγματα από αυτή την ακολουθία. Το κατώτερο στρώμα έχει πάχος 60 cm και αποτελείται από γκρι (5Y 7/3) άργιλο με φυτικά υπολείμματα (στρώμα 1). Στη



Εικόνα 3.11: Στρωματογραφική στήλη της τομής Γ/ Βίγλα 3

συνέχεια υπάρχει ένα στρώμα γκρι (5Y 6/3) αργίλου πάχους 20 cm (στρώμα 2). Τέλος υπάρχει στρώμα πάχους 220 cm γκρι (5Y 6/3) αργίλου πλούσιο σε φυτικά υπολείμματα και κελύφη διθύρων (στρώμα 3).

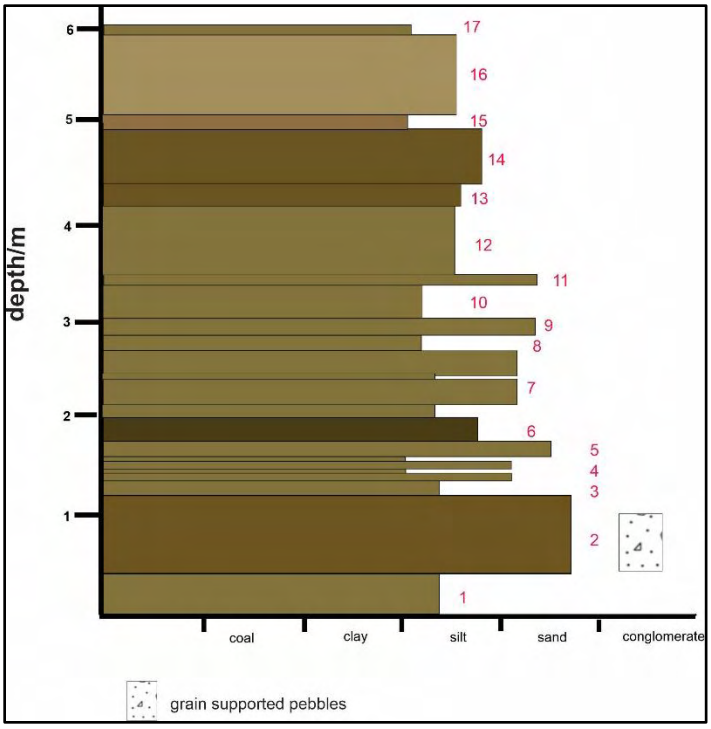
Αποτελέσματα παλαιοντολογικής ανάλυσης

Το μεγαλύτερο μέρος αυτής της ακολουθίας είναι στείρο από μικροαπολιθώματα, με εξαίρεση τρία δείγματα στα οποία υπάρχει μικρή εμφάνιση νεαρών ατόμων του είδους *C. angulata* (έως 27 θυρίδες/ δείγμα) και ελάχιστα άτομα του είδους *T. amnicola* (έως 3 θυρίδες/ δείγμα) (Πίν.12, παράρτημα). Και σε αυτή την τομή βρέθηκαν τα ακόλουθα είδη αγγειοσπέρμων φυτών: *Quercus roburoides, Quercus kubinyii, Quercus spp., Ulmus sp., Z. zelkovifolia, Populus cf balsamoides* καθώς και βελόνες από γυμνόσπερμα.

Τομή Δ/ Βίγλα 3

Περιγραφή στρωματογραφικής στήλης- Λιθοστρωματογραφία

Αυτή η τομή έχει πάχος περίπου 6 m (Εικ. 3.12). Σε αυτή την ακολουθία μελετήθηκαν 19 δείγματα ιζήματος.



Εικόνα 3.12: Στρωματογραφική στήλη της τομής Δ/ Βίγλα 3

Το πρώτο στρώμα αποτελείται από 36 cm καφέ (5Y 5/4) αργιλικού πηλίτη με ελάχιστες οξειδώσεις (στρώμα 1). Ακολουθούν 83 cm σκούρας καφέ (2,5Y 4/4) χονδρόκοκκης άμμου με ιλυοστηριζόμενες γωνιώδεις ψηφίδες (στρώμα 2). Στη συνέχεια υπάρχει στρώμα καφέ (5Y 5/4) αργιλικού πηλίτη, πάχους 15 cm, με λίγες οξειδώσεις (στρώμα 3). Ακολουθεί στρώμα με εναλλαγές αργιλικού υλικού (2 cm πάχος) και λεπτόκοκκης άμμου (5 cm πάχος) που έχει πάχος 20 cm και καφέ χρώμα (5Y 5/4) (στρώμα 4). Ακριβώς από πάνω, υπάρχει στρώμα 15cm καφέ (5Y 5/4) μεσόκοκκης άμμου (στρώμα 5). Το επόμενο είναι στρώμα καφέ (5Y 5/4) αμμούχου πηλίτη πάχους 30 cm (στρώμα 6).

Ακολουθεί στρώμα 70 cm (στρώμα 7) καφέ (5Y 5/4) λεπτόκοκκου ψαμμίτη με εναλλαγές λεπτόκοκκων αργιλικών οριζόντων. Στη συνέχεια έχουν αποτεθεί 15 cm καφέ (5Y 5/4) αργίλου στρώμα 8) και 8 cm καφέ (5Y 5/4) ψαμμίτη (στρώμα 9). Ακολουθούν 36 cm καφέ (5Y 5/4) αργίλου (στρώμα 10) και 6 cm καφέ (5Y 5/4) ψαμμίτη (στρώμα 11). Το επόμενο στρώμα έχει πάχος 63 cm και αποτελείται από καφέ (5Y 5/4) αμμούχο πηλό (στρώμα 12).

Ακολουθεί στρώμα πάχους 30 cm καφέ (5Y 4/4) αμμούχας ιλύος (στρώμα 13) και 50 cm καφέ (5Y 4/4) λεπτόκοκκου ψαμμίτη (στρώμα 14). Το επόμενο στρώμα που έχει αποτεθεί έχει πάχος 10 cm και αποτελείται από καστανή (2.5 Y 5/4) συνεκτική άργιλο (στρώμα 15) και ακολουθείται από 90 cm σκούρας μπεζ (5Y 6/4) αμμούχας ιλύος (στρώμα 16). Τέλος έχουν αποτεθεί 15 cm καστανού (5Y 5/4) αργίλου (στρώμα 17).

Αποτελέσματα παλαιοντολογικής ανάλυσης

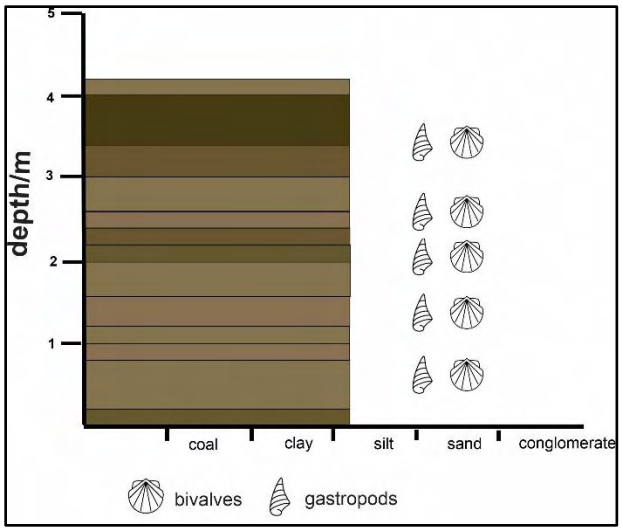
Σύμφωνα με την μικροπαλαιοντολογική ανάλυση, η τομή αυτή είναι στείρα, με εξαίρεση τρία δείγματα που είναι πλούσια σε *C. neglecta* (έως 88 θυρίδες/ δείγμα) και σε μικρότερους αριθμούς βρέθηκαν τα είδη: *I. bradyi* (έως 20 θυρίδες/ δείγμα), *I. gibba* (έως 11 θυρίδες/ δείγμα) και νεαρά άτομα του είδους *C. torosa* (έως 12 θυρίδες/ δείγμα) (Πίν.13, παράρτημα).

3.1.4 Βίγλα 4

Τομή Α/ Βίγλα 4

Περιγραφή στρωματογραφικής στήλης- Λιθοστρωματογραφία

Η τομή αυτή, αποτελείται από περίπου 4 m αργιλοιλύος με θραύσματα από μαλάκια (Εικ. 3.13). Μελετήθηκαν 21 δείγματα ιζήματος. Η τομή αυτή παρουσιάζει εναλλαγές χρωμάτων στο ίζημα (7,5Y 4/3, 5Y 5/3, 2.5Y 5/3, 5 Y 4/3, 7.5 Y 3/4).



Εικόνα 3.13: Στρωματογραφική στήλη της τομής Α/ Βίγλα 4

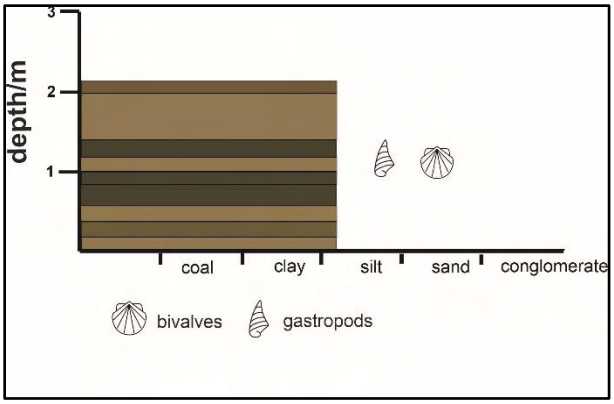
Αποτελέσματα παλαιοντολογικής ανάλυσης

Σε αυτή την ακολουθία παρατηρήθηκε μεγάλος αριθμός ειδών. Σε όλο το μήκος της, κυριαρχούν τα τρηματοφόρα *A. beccarii* (έως 144 άτομα/ δείγμα), *E. crispum* (έως 93 άτομα/ δείγμα), *V. bradyana* (έως 40 άτομα/ δείγμα) και τα οστρακώδη *C. edwardsii* (έως 63 θυρίδες/ δείγμα) και *C. neapolitana* (έως 88 θυρίδες/ δείγμα), εκτός από λίγα δείγματα περίπου στο μέσο της τομής (100-140 cm), στα οποία κυριαρχεί το *C. torosa* (έως 163 θυρίδες/ δείγμα) και απουσιάζουν όλα τα υπόλοιπα είδη (Πίν.14, παράρτημα). Σε αυτή την ακολουθία, δεν έγινε αναγνώριση στα μαλάκια.

Τομή Β/ Βίγλα 4

Περιγραφή στρωματογραφικής στήλης- Λιθοστρωματογραφία

Αυτή η ακολουθία αποτελείται αποκλειστικά από αργιλοιλύ με διακριτά θραύσματα από μαλάκια, μεταξύ 80 και 140 cm και εναλλαγές χρωμάτων (5Y 5/3, 7.5Y 4/3, 10Y 3/4, 7.5 Y 3/4, 10Y 3/4) (Εικ. 3.14). Έχει συνολικό πάχος περίπου 2 m, στα οποία συλλέχθηκαν 11 δείγματα ιζήματος.



Εικόνα 3.14: Στρωματογραφική στήλη της τομής Β/ Βίγλα 4

Αποτελέσματα παλαιοντολογικής ανάλυσης

Σε αυτή την ακολουθία βρέθηκαν επίσης αρκετά είδη τρηματοφόρων και οστρακωδών. Κυριαρχούν τα τρηματοφόρα *A. beccarii* (έως 104 άτομα/ δείγμα) και *E. crispum* (έως 102 άτομα/ δείγμα), ενώ σε μεγάλα ποσοστά εμφανίζονται τα: *V. bradyana* (έως 35 άτομα/ δείγμα), *Quinqueloculina agglutinans* (έως 19 άτομα/ δείγμα), και τα οστρακώδη *Costa edwardsii* (έως 58 θυρίδες/ δείγμα) και *Cytheridea neapolitana* (έως 30 θυρίδες/ δείγμα) (Πίν.15, παράρτημα). Σε αυτή την ακολουθία, δεν έγινε αναγνώριση στα μαλάκια.

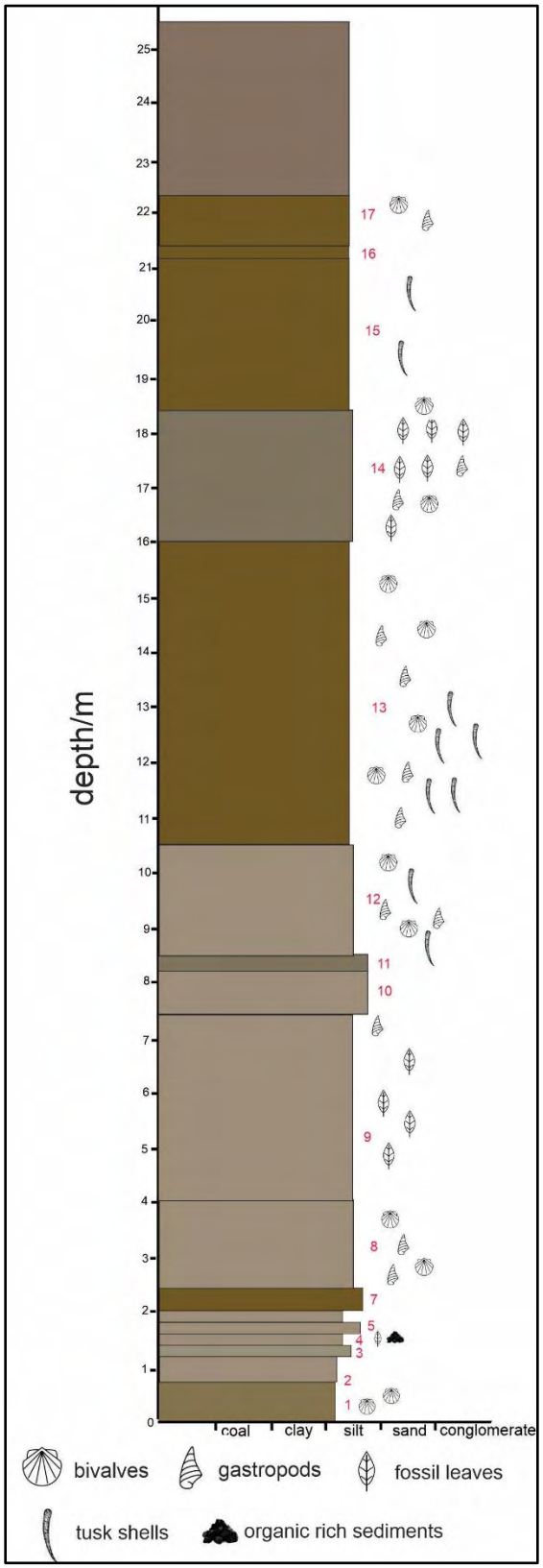
Τομή Γ / Βίγλα 4

Περιγραφή στρωματογραφικής στήλης- Λιθοστρωματογραφία

Η τομή έχει συνολικό πάχος περίπου 25 m και αποτελείται κυρίως από αργιλικό υλικό (Εικ. 3.15). σε αυτή την ακολουθία Μελετήθηκαν 126 δείγματα ιζήματος. Το κατώτερο στρώμα έχει πάχος 70 cm και αποτελείται από γκριζοπράσινη (5Y 5/3) άργιλο με οξειδώσεις και μεγάλη πλαστικότητα., πλούσιο σε κελύφη δίθυρων (στρώμα 1). Ακολουθεί στρώμα 50 cm γκρι (5Y 6/2) αργίλου με απουσία διθύρων (στρώμα 2). Ακολουθεί στρώμα 20 cm που αποτελείται από γκριζοπράσινη (10Y 6/2) αμμούχα ιλύ με οξειδώσεις, στην οποία δεν φαίνεται να υπάρχουν κελύφη μαλακίων (στρώμα 3). Στη συνέχεια υπάρχουν 20 cm γκρι (5Y 6/2) ιλύος, με φυτικά υπολείμματα και παρουσία οργανικών υπολειμμάτων (στρώμα 4). Το επόμενο στρώμα έχει πάχος 20 cm και αποτελείται από γκρι (5Y 6/2) αμμούχα ιλύ με πολλές οξειδώσεις και λίγα θραύσματα από μαλάκια (στρώμα 5). Ακολουθεί στρώμα 20 cm γκρι (5Y 6/2) αργίλου με λίγα θραύσματα από γαστερόποδα (Turitella) (στρώμα 6). Το επόμενο στρώμα αποτελείται από καφέ (5Y 4/6) αμμούχα ιλύ με πολλές οξειδώσεις, πάχους 40 cm (στρώμα 7).

Στη συνέχεια ακολουθεί αργιλώδες στρώμα πάχους 160 cm με λίγα απολιθώματα (στρώμα 8) και το επόμενο που έχει αποτεθεί είναι επίσης αργιλώδες γκρι (5Y 5/3) στρώμα, πάχους 340 cm, με φυτικά υπολείμματα. Στα τελευταία 20 cm του εμφανίζονται θραύσματα από μαλάκια (στρώμα 9).

Ακολουθούν 80 cm γκρι αμμούχας ιλύος χωρίς απολιθώματα (στρώμα 10). Το επόμενο στρώμα έχει πάχος 20 cm και αποτελείται από αμμούχα ιλύ λίγο πιο σκούρα (7.5Y 5/2) (στρώμα 11) και ακολουθεί στρώμα πάχους 200 cm πιο αργιλικού υλικού με μαλάκια (στρώμα 12). Στη συνέχεια υπάρχει στρώμα πάχους 530 cm καφέ (5Y 4/6) αργίλου πλούσιας σε μαλάκια (στρώμα 13). Ακολουθεί ένα στρώμα με πάχος 240 cm που αποτελείται από γκρι (7.5Y 5/2) άργιλο, το οποίο περιέχει φυτικά απολιθώματα, που αυξάνονται στα ανώτερα 140 cm, και μαλάκια (στρώμα 14). Το επόμενο στρώμα αποτελείται επίσης από άργιλο καφέ χρώματος (5Y 4/6), έχει πάχος 260 cm και περιέχει λίγα θραύσματα από σκαφόποδα (στρώμα 15). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί ένα στρώμα καφέ αργίλου 20 cm στο οποίο δεν εμφανίζονται απολιθώματα (στρώμα 16) και το επόμενο είναι ένα στρώμα 100 cm επίσης καφέ αργίλου στο οποίο εμφανίζονται οξειδώσεις και θραύσματα από μαλάκια (στρώμα 17). Τέλος στην κορυφή της ακολουθίας έχει αποτεθεί ένα στρώμα με πάχος 300 cm καφέ (2.5 Y 5/3) αργίλου, στο οποίο δεν φαίνονται απολιθώματα με γυμνό μάτι (στρώμα 18).



Εικόνα 3.15: Στρωματογραφική στήλη της τομής Γ/ Βίγλα 4

Αποτελέσματα παλαιοντολογικής ανάλυσης

Αυτή η ακολουθία αποτελείται από μεγάλο αριθμό ειδών. Στα πρώτα 3 m, τα είδη που βρέθηκαν σε αφθονία είναι τα τρηματοφόρα *A. beccarii* (μέγιστος αριθμός ατόμων ανά δείγμα: 144) και *Elphidium crispum* (εώς 79 άτομα/ δείγμα), ενώ σε μικρότερους πληθυσμούς βρέθηκαν τα οστρακώδη *C. edwardsii* (έως 32 θυρίδες/ δείγμα), *C. neapolitana* (έως 29

θυρίδες/ δείγμα) και *H. rubra* (έως 14 θυρίδες/ δείγμα (Πίν.16, παράρτημα). Στα επόμενα 5 m, τα *A. beccarii* και *E. crispum,* σχεδόν εξαφανίζονται και αρχίζει να εμφανίζεται σε μικρά ποσοστά το οστρακώδες *C. torosa (*έως 52 άτομα/ δείγμα). Στα επόμενα περίπου 4 m κυριαρχούν τα *A. beccarii (*έως 119 άτομα/ δείγμα) και *C. torosa* (έως 241 θυρίδες/ δείγμα), ενώ αυξάνεται σημαντικά το τρηματοφόρο *P. granosum* (έως 40 άτομα/ δείγμα). Στα τελευταία περίπου 12 m της ακολουθίας, κυριαρχούν τα *E. crispum* (έως 167 άτομα/ δείγμα)*, A. beccarii* (έως 254 άτομα/ δείγμα) και σε μικρότερα ποσοστά τα τρηματοφόρα *V. bradyana* (έως 79 άτομα/ δείγμα)*, Lobatula. lobatula* (έως 36 άτομα/ δείγμα) και το οστρακώδες *C. edwardsii* (έως 98 θυρίδες/ δείγμα), ενώ το *C. torosa* εξαφανίζεται.

Βρέθηκαν επίσης, αρκετά είδη μαλακίων: τα γαστερόποδα C. vulgatum, C. alucastrum, C. lividulum, Turitella communis, Nassarius stolatus, N. reticulatus, N. pygmaeus, Turbo sp., Turbonilla rufa και A. pespelecani, τα δίθυρα Cerastoderma edule, C. gibba, Anadara trasversa, Chlamys sp., C. flexuosa, Ostrea lamellosa, Pecten sp. και Chama sp. και τα σκαφοποδα Antalis rossati, Antalis vulgaris και A. inaequicostata. Παρατηρήθηκε παρουσία φυτικών υπολειμμάτων αλλά η κακή διατήρησή τους δεν επέτρεψε την αναγνώριση των ειδών. Τέλος έγινε ανάλυση ασβεστολιθικού ναννοπλανγκτόν σε ένα δείγμα (2400 cm) και βρέθηκαν τα κοκκολιθοφόρα *Syracosphaera pulchra*, *Gephyrocapsa oceanica*, *Gephyrocapsa* spp και *Emiliania huxleyi.*

3.1.5 Προάστειο

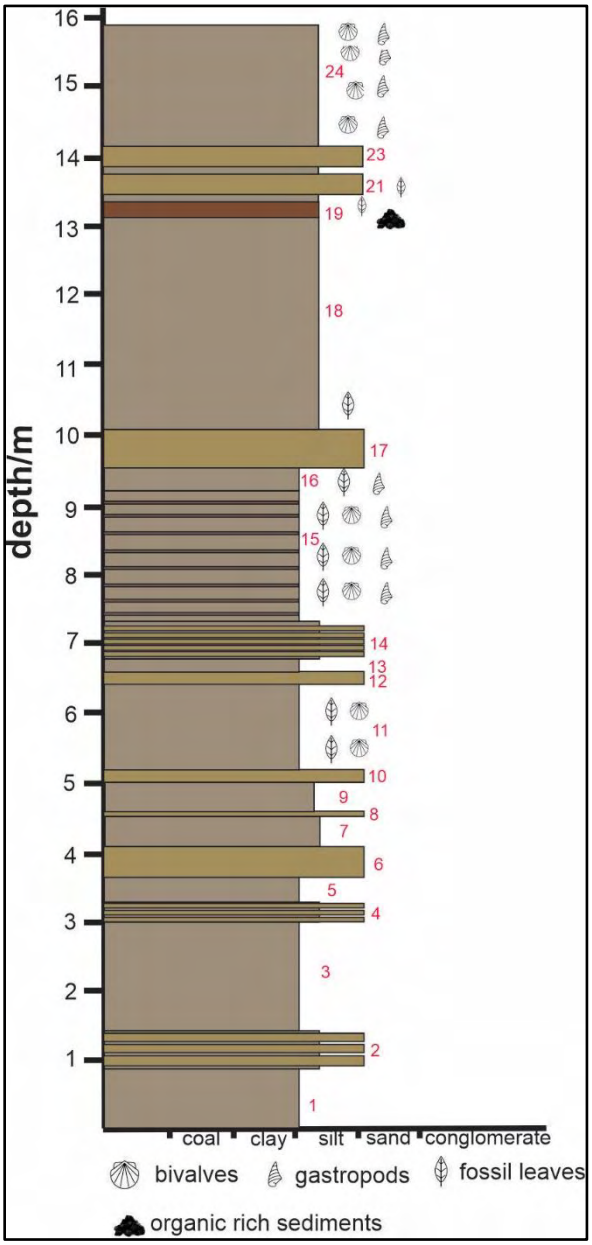
Τομή Α/ Προάστειο

Περιγραφή στρωματογραφικής στήλης- Λιθοστρωματογραφία

Αυτή η ακολουθία έχει συνολικό πάχος περίπου 16 m, από τα οποία μελετήθηκαν 62 δείγματα ιζήματος (Εικ. 3.16). Το πρώτο στρώμα που έχει αποτεθεί, αποτελείται από γκρι (5Y 6/2) αργιλικό πηλίτη, με πάχος 96 cm (στρώμα 1). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί μπεζ (5Y 6/4) λεπτόκοκκη άμμος, με ενδιαστρώσεις γκρι αργιλικού υλικού, με πάχος 49 cm (στρώμα 2). Ακολουθεί στρώμα γκρι (5Y 6/2) αργιλικού πηλίτη, που περιέχει διάσπαρτους κρυστάλλους γύψου, πάχους 164 cm (στρώμα 3). Το επόμενο στρώμα που έχει αποτεθεί έχει πάχος 32 cm και αποτελείτε από μπεζ (5Y 6/4) λεπτόκοκκη άμμο με ενδιαστρώσεις γκρι αργιλικού υλικού (στρώμα 4). Ακολουθούν 36 cm γκρι (5Y 6/2) αργιλικού πηλίτη (στρώμα 5) και 50 cm μπεζ (5Y 6/4) λεπτόκοκκη άμμος (στρώμα 6). Η ακολουθία συνεχίζει με την απόθεση 38 cm γκρι (5Y 6/2) αργίλου (στρώμα 7). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί στρώμα μπεζ (5Y 6/4) λεπτόκοκκης άμμου με πάχος 5 cm (στρώμα 8). Το επόμενο στρώμα αποτελείται από 40 cm γκρι (5Y 6/2) αμμούχου πηλού (στρώμα 9). Ακολουθούν 12 cm γκρι (5Y 6/2) λεπτόκοκκης άμμου (στρώμα 10) και 110 cm γκρι (5Y 6/2) αργιλικός πηλίτης με παρουσία φυτικών απολιθωμάτων και θραύσματα διθύρων (στρώμα 11). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί στρώμα μπεζ (5Y 6/4) λεπτόκοκκης άμμου 12 cm (στρώμα 12) και 13 cm γκρι (5Y 6/2) αργιλικού πηλίτη (στρώμα 13). Ακολουθεί στρώμα μπεζ (5Y 6/4) λεπτόκοκκης εώς μεσόκοκκης άμμου με ενδιαστρώσεις γκρι αργίλου, πάχους 47 cm (στρώμα 14) και γκρι (5Y 6/2) αργιλικός πηλίτης με ερυθρές ενδιαστρώσεις , φυτικά απολιθώματα και θραύσματα από γαστερόποδα και δίθυρα, πάχους 180 cm (στρώμα 15). Το επόμενο στρώμα αποτελείται από γκρι (5Y 6/2) αργιλικό πηλίτη, πάχους 35 cm, με φυτικά απολιθώματα και θραύσματα γαστερόποδων (στρώμα

16). Ακολουθούν 60 cm μπεζ (5Y 6/4) ψαμμίτη (στρώμα 17) και 312 cm γκρι (5Y 6/2) αργίλου με πολύ καλά διατηρημένα φυτικά απολιθώματα στα πρώτα 55 cm (στρώμα 18).

Η ακολουθία συνεχίζει με 10 cm καφέ (10YR 4/4) αργίλου με οργανικό υλικό (στρώμα 19). Το επόμενο στρώμα αποτελείται από 7 cm αργιλικού υλικού με φυτικά υπολείμματα (στρώμα 20) και πάνω από αυτό έχουν αποτεθεί 27 cm μπεζ (5Y 6/4) άμμου με φυτικά απολιθώματα (στρώμα 21). Ακολουθούν 5 cm γκρι (5Y 6/2) αργίλου (στρώμα 22) και 20 cm μπεζ (5Y 6/4) λεπτόκοκκης άμμου (στρώμα 23). Τέλος έχει αποτεθεί στρώμα αργίλου 200 cm με πολλά μαλάκια (στρώμα 24).



Εικόνα 3.16: Στρωματογραφική στήλη της τομής Α/ Προάστειο

<u>Αποτελέσματα παλαιοντολογικής ανάλυσης</u>

Σύμφωνα με την μικροπαλαιοντολογική ανάλυση, τα πρώτα 4 m της ακολουθίας είναι στείρα. Στα επόμενα περίπου 7 m παρατηρείται μεγάλη αύξηση του *C. torosa* (λείος οικο-φαινότυπος), το οποίο σχεδόν κυριαρχεί (έως 260 άτομα/ δείγμα) (Πίν.17, παραρτημα). Επίσης σε σημαντικά ποσοστά, εμφανίζονται τα οστρακώδη *C. torosa* (οίκο-φαινότυπος με εξογκώματα, έως 52 θυρίδες/ δείγμα) και *C. angulata* (έως 74 θυρίδες/ δείγμα). Για ένα μέτρο, μειώνεται ο αριθμός ατόμων και κυριαρχούν τα *C. torosa* (λείο οικο-φαινότυπος- έως 25 θυρίδες/ δείγμα, οίκο- φαινότυπος με εξογκώματα- έως 22 άτομα/ δείγμα) και σε μικρότερο βαθμό συμμετέχει η *A. tepida* (έως 7 άτομα/ δείγμα). Το οστρακώδες *C. angulata* εξαφανίζεται. Τέλος, στα τελευταία 2 m συμμετέχουν τα τρηματοφόρα *A. tepida* (έως 37 άτομα/ δείγμα), *A. beccarii* (έως 38 άτομα/ δείγμα), *E. crispum* (έως 23 άτομα/ δείγμα), *Elphidium macellum* (έως 17 άτομα/ δείγμα) και τα οστρακώδη *C. edwardsii* (έως 43 θυρίδες/ δείγμα), *C. neapolitana* (έως 39 θυρίδες/ δείγμα) και *L. ovulata* (έως 27 θυρίδες/ δείγμα).

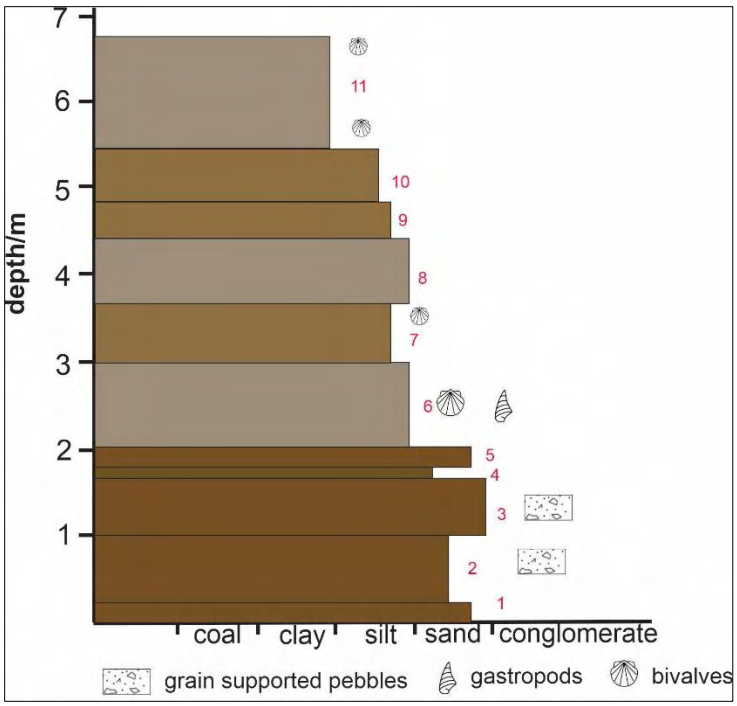
Στο ανώτερο μέρος της ακολουθίας, βρέθηκαν πολλά είδη μαλακίων: τα δίθυρα *Cerastoderma glaucum, Chama asperella, Mactra stultorum, Abra alba, C. gibba, O. edulis, Aequipecten opercularis, Flexopecten glaber, Mimachlamys varia*, τα σκαφόποδα *A. dentalis* και *A. vulgaris*, και τα γαστερόποδα *Euspira ntilda, Natica millepunctata, Rissoa sp., A. pespelecani, Hydrobia acuta, Peringia ulvae,*

Nassarius cuvierii, Bittium reticulatum, C. vulgatum, T. trincarinata, Bolinus brandaris, Ceciliodes acicula, Eulimella scillae, Valvata piscinalis, Theodoxus fluviatils, Patela rustica, Epitonium clathrus, Eulima glabra, Ditrupa aritina. Βρέθηκαν επίσης και φυτικά υπολείμματα.

Τομή Β/ Προάστειο

Περιγραφή στρωματογραφικής στήλης- Λιθοστρωματογραφία

Αυτή η ακολουθία, έχει πάχος περίπου 6.5 m, από τα οποία μελετήθηκαν 33 δείγματα ιζήματος (Εικ. 3.17). Το κατώτερο στρώμα, αποτελείται από 20 cm καφέ (10YR 4/4) χονδρόκοκκη άμμο, με παρουσία ψηφίδων (στρώμα 1). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί πιο λεπτόκοκκη άμμος με λιγότερες ψηφίδες, με πάχος 80 cm (στα τελευταία 20 cm αυξάνονται οι ψηφίδες) (στρώμα 2). Ακολουθεί καφέ (10YR 4/4) χονδρόκοκκη άμμος με ψηφίδες, που αυξάνονται προς τα πάνω, με πάχος 60 cm (στρώμα 3). Το επόμενο στρώμα αποτελείται από 10 cm καστανής (2,5Y 4/4) λεπτόκοκκης άμμου (στρώμα 4) και στη συνέχεια έχει αποτεθεί στρώμα χονδρόκοκκης άμμου, με πάχος 20 cm (στρώμα 5). Ακολουθεί γκρι (5Y 6/2) αμμούχα άργιλος με πάχος 100 cm, με παρουσία γαστερόποδων και κατά τόπους ψηφίδες (στρώμα 6). Το επόμενο στρώμα αποτελείται από 60 cm καστανοπράσινη (2,5Y 5/4) άργιλο με δίθυρα στα τελευταία 20 cm (στρώμα 7), και πάνω από αυτό έχει αποτεθεί γκρι (5Y 6/2) αμμούχα άργιλος με πάχος 80 cm (στρώμα 8). Στη συνέχεια, έχουν αποτεθεί 40 cm καστανοπράσινης (2,5Y 5/4) αμμούχας αργίλου (στρώμα 9) και 60 cm καστανοπράσινου (2,5Y 5/4) αμμούχου πηλού (στρώμα 10). Τέλος, έχει αποτεθεί στρώμα γκρι (5Y 6/2) ιλυούχας αργίλου με πάχος 120 cm και θραύσματα κελυφών στα πρώτα και στα τελευταία 20 cm (στρώμα 11).



Εικόνα 3.17: Στρωματογραφική στήλη της τομής Β/ Προάστειο

Αποτελέσματα παλαιοντολογικής ανάλυσης

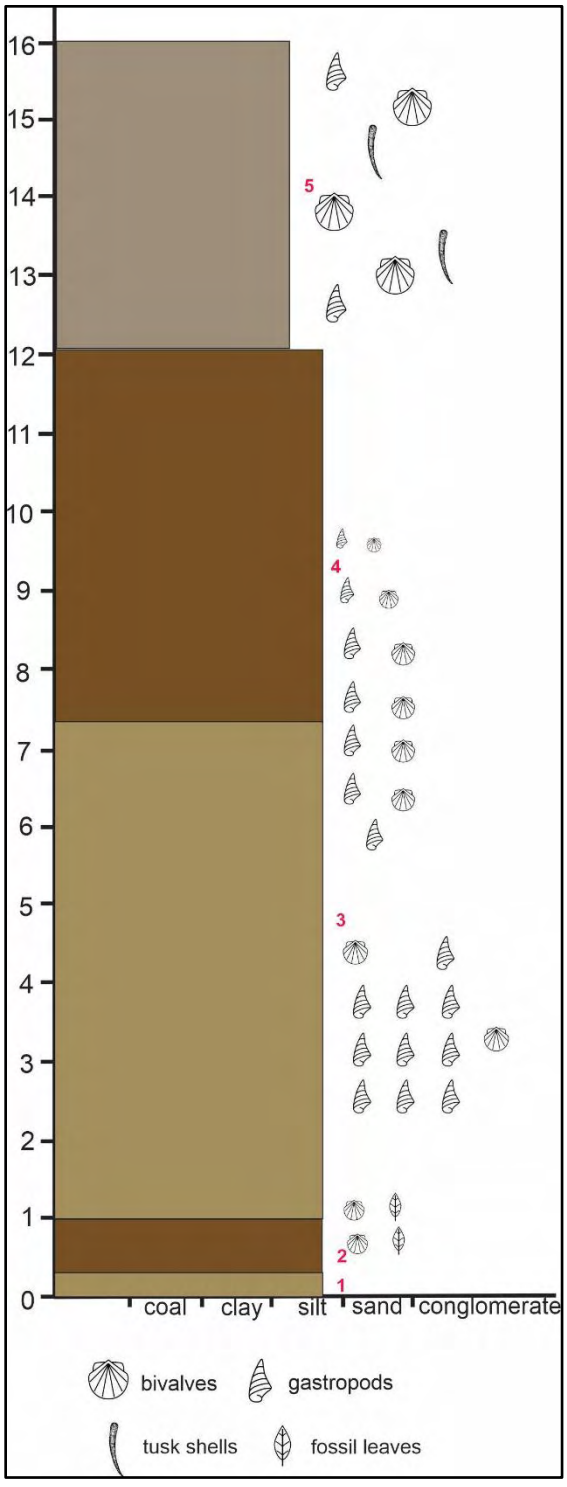
Αυτή η ακολουθία είναι γενικά φτωχή σε απολιθώματα. Τα κατώτερα 4 m είναι στείρα (Πίν.18, παράρτημα). Πάνω από αυτά, παρατηρείται κυριαρχία του οστρακώδους *C. neglecta* (έως 278 θυρίδες/ δείγμα) και μικρή παρουσία του οστρακώδους *I. gibba* (έως 21 θυρίδες/ δείγμα). Τα μαλάκια δεν αναγνωρίσθηκαν σε αυτή την ακολουθία, λόγω κακής διατήρησης.

Τομή Γ/ Προάστειο

Περιγραφή στρωματογραφικής στήλης- Λιθοστρωματογραφία

Το συνολικό πάχος της ακολουθίας είναι 16 m, από τα οποία μελετήθηκαν 79 δείγματα ιζήματος (Εικ. 3.18). Το κατώτερο στρώμα αποτελείται από 20 cm μπεζ (5Y 6/4) αργίλου (στρώμα 1), ενώ πάνω από αυτό έχει αποτεθεί καφέ (10YR 4/4) άργιλος με πάχος 80 cm, στο οποίο βρέθηκαν φυτικά υπολείμματα και θραύσματα από μαλάκια στα τελευταία εκατοστά (στρώμα 2). Ακολουθούν 680 cm μπεζ (5Y 6/4) αργίλου με σημαντική παρουσία από δίθυρα και γαστερόποδα. Μεταξύ 300 και 450 cm δεν εμφανίζονται απολιθώματα (στρώμα 3). Στη συνέχεια, έχει αποτεθεί καφέ (10YR 4/4) άργιλος, με πάχος 500 cm. Στα πρώτα 20 cm υπάρχουν μεγάλα δίθυρα (τύπου Chlamys) , ενώ μετά τα 20 cm συνεχίζεται η παρουσία πιο μικρών γαστερόποδων και δίθυρων. Η παρουσία των μακροαπολιθωμάτων μειώνεται προς τα πάνω, ενώ στα τελευταία 100 cm, δεν εμφανίζονται καθόλου μακροαπολιθώματα (στρώμα 4). Τέλος έχει αποτεθεί γκρι (5Y 5/3) αργιλώδες στρώμα με πάχος 400 cm, στο οποίο εμφανίζονται λίγα σκαφόποδα, καθώς επίσης δίθυρα και γαστερόποδα (στρώμα 5).

Πάνω από αυτή την ακολουθία, δεν ήταν δυνατόν να γίνει δειγματοληψία, λόγω έντονης φυτοκάλυψης. Παρόλα αυτά, παρατηρήθηκε ότι στο ανώτερο τμήμα της ακολουθίας, επικάθονται ασύμφωνα κόκκινα κροκαλοπαγή.



Εικόνα 3.18: Στρωματογραφική στήλη της τομής Γ/ Προάστειο

Αποτελέσματα παλαιοντολογικής ανάλυσης

Και σε αυτή την ακολουθία παρατηρήθηκε πολύ μεγάλο ποσοστό των οστρακωδών *C. torosa* (λείος οικοφαινότυπος- έως 201 θυρίδες/ δείγμα, οίκο-φαινότυπος με εξογκώματα- έως 93 θυρίδες/ δείγμα) και *C. neglecta* (έως 141 θυρίδες/ δείγμα) στα κατώτερα στρώματα (0- 1220 cm), τα οποία μειώνονται στο ανώτερο μέρος της ακολουθίας (1220-1640 cm) (Πίν.19, παράρτημα). Σε όλη την ακολουθία

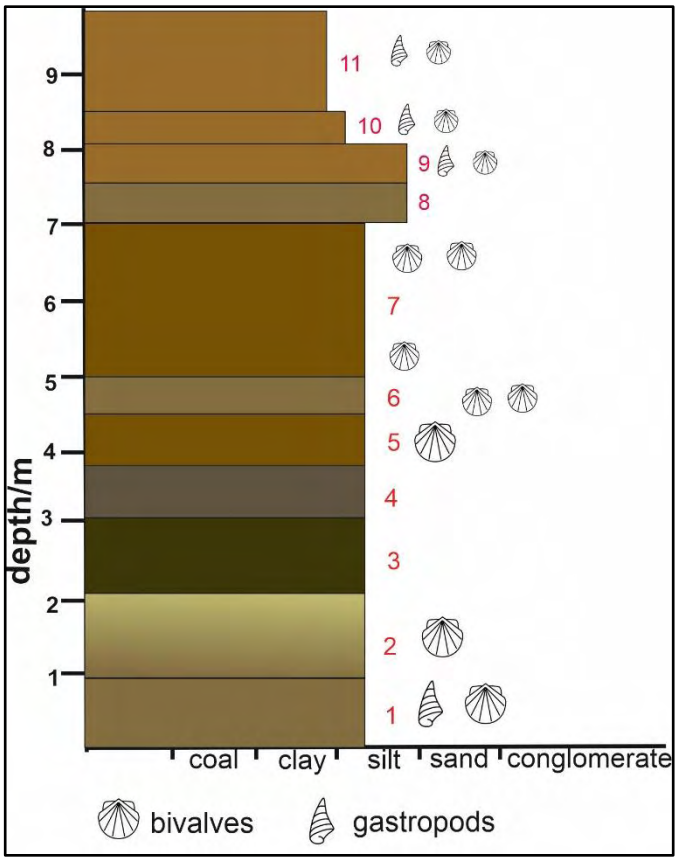
παρατηρούνται μεγάλα ποσοστά των τρηματοφόρων *A. tepida* (έως 249 άτομα/ δείγμα και *E. crispum* (έως 98 άτομα/ δείγμα. Στο ανώτερο μέρος της ακολουθίας (1220-1640 cm) αρκετά συχνά είναι το οστρακώδες *C. edwardsii* (έως 25 θυρίδες/ δείγμα) και το τρηματοφόρο *N. boueanum* (έως 89 άτομα/ δείγμα). Επιπλέον, αναγνωρίσθηκαν κάποια είδη μαλακίων, αυτά είναι τα εξής: *Turritella trilineata, C. gibba, O. lamellosa, Antalis sp., Chlamys sp. Cerastoderma sp., Aporrhais* sp. Στα πρώτα 800 cm της ακολουθίας, βρέθηκε επίσης το είδος *T. fluviatilis.*

3.1.6 Ορτός

Τομή Α/ Ορτός

Περιγραφή στρωματογραφικής στήλης- Λιθοστρωματογραφία

Η τομή έχει συνολικό πάχος περίπου 9 m, από τα οποία μελετήθηκαν 45 δείγματα ιζήματος (Εικ. 3.19). Το κατώτερο στρώμα έχει πάχος 100 cm και αποτελείται από ιλύ καστανού (2.5Y 5/4) χρώματος με μικρή παρουσία θραυσμάτων διθύρων και γαστερόποδων (στρώμα 1). Το επόμενο στρώμα έχει πάχος 100 cm και αποτελείται επίσης από ιλύ που σταδιακά μεταβαίνει σε κίτρινο χρώμα και περιέχει λίγα δίθυρα μικρού μεγέθους. Κατά τόπους εμφανίζονται διάσπαρτα χαλίκια (στρώμα 2). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί στρώμα πάχους 120 cm συμπαγούς πρασινοκαφέ (10Y 3/4) ιλύος χωρίς απολιθώματα (στρώμα 3). Ακολουθεί στρώμα πάχους 80 cm γκρί (5Y 4/2) χρώματος με απουσία απολιθωμάτων (στρώμα 4). Το επόμενο στρώμα που έχει αποτεθεί είναι 60 cm ιλύος σκούρου καφέ (2,5Y 4/6) χρώματος με θραύσματα διθύρων (στρώμα 5). Η ακολουθία συνεχίζει με 40 cm ιλύος ανοιχτού καφέ (2.5Y 5/4) χρώματος, με μεγάλη παρουσία διθύρων (στρώμα 6). Ακολουθούν 200 cm σκούρας καφέ (2,5Y 4/6) ιλύος που αποτελείται από θραύσματα τα πρώτα 80 cm, ενώ στη συνέχεια εμφανίζονται ολόκληρα κελύφη διθύρων. Μετά τα 140 cm βρέθηκαν κλειστές θυρίδες διθύρων (στρώμα 7).



Εικόνα 3.19: Στρωματογραφική στήλη της τομής Α/ Ορτός

Ακολουθεί στρώμα πάχους 40 cm που αποτελείται από καφέ (2.5Y 5/4) αμμούχα ιλύ (στρώμα 8). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί στρώμα μπεζ (2.5Y 5/6) αμμούχας ιλύος με μαλάκια, πάχους 60 cm (στρώμα 9).

Το επόμενο στρώμα έχει πάχος 50 cm και αποτελείται από μπεζ (2.5Y 5/6) άργιλο με απολιθώματα (στρώμα 10). Ακολουθούν 130 cm μπεζ (2.5Y 5/6) αργιλοιλύος με μαλάκια (στρώμα 11).

Αποτελέσματα παλαιοντολογικής ανάλυσης

Στα πρώτα περίπου 3 m της ακολουθίας, κυριαρχεί το τρηματοφόρο *A. beccarii* (έως 143 άτομα/ δείγμα), ενώ συμμετέχουν σε σημαντικούς πληθυσμούς το τρηματοφόρο *E. crispum* (έως 50 άτομα/ δείγμα) και τα οστρακώδη *Aurila calciplena* (έως 35 θυρίδες/ δείγμα), και *A. convexa* (έως 37 θυρίδες/ δείγμα) (Πίν.20, παράρτημα). Επίσης εμφανίζονται σε σημαντικά ποσοστά τα οστρακώδη *Cimbaurila cimbaeformis* (έως 19 θυρίδες/ δείγμα), *C. torosa* (λείος οίκο- φαινότυπος- έως 31 θυρίδες/ δείγμα) και το τρηματοφόρο *T. agglutinans* (έως 41 άτομα/ δείγμα). Παρατηρήθηκαν αρκετά στείρα δείγματα στα επόμενα 2 m, με εξαίρεση κάποια δείγματα πλούσια στα τρηματοφόρα *A. tepida* (έως 167 άτομα/ δείγμα) και *C. torosa* (λείος οίκο- φαινότυπος- έως 6 θυρίδες/ δείγμα). Η ακολουθία συνεχίζει (400- 800 cm) με την κυριαρχία των A. tepida (έως 309 άτομα/ δείγμα). Στα τελευταία περίπου 100 cm έχει μεγάλη συμμετοχή το είδος A. beccarii (έως 145 άτομα/ δείγμα) και εμφανίζονται επίσης τα *E. crispum* (έως 140 άτομα/ δείγμα), *A. calciplena* (έως 28 θυρίδες / δείγμα), *C. torosa* (λείος οίκο-φαινότυπος - έως 38 άτομα/ δείγμα), Q. seminula (έως 60 άτομα/ δείγμα), *C. cimbaeformis* (έως 45 θυρίδες/ δείγμα). Τα τελευταία περίπου 2 m της ακολουθίας, αποτελούνται σχεδόν αποκλειστικά από *A. tepida.*

Βρέθηκαν επίσης, αρκετά είδη μαλακίων. Αυτά είναι τα δίθυρα *C. edule* και *Chama gryphoides,* τα γαστερόποδα *A. pespelecani, Turritella communis* και *Nassarius reticulatus, και* τα σκαφόποδα *Antalis inaequicostata, A. vulgaris.*

Τομή Β/ Ορτός

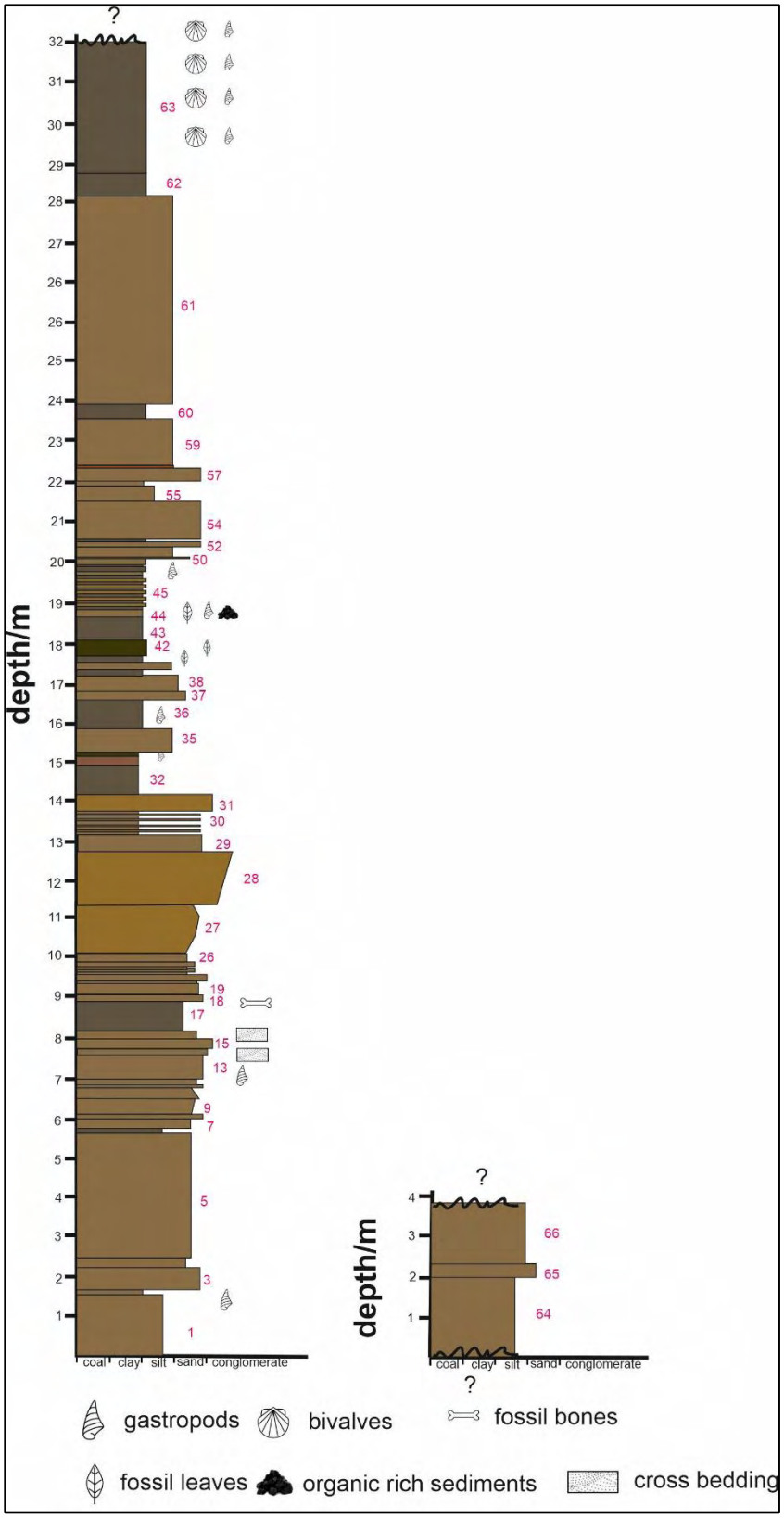
Περιγραφή στρωματογραφικής στήλης- Λιθοστρωματογραφία

Αυτή η τομή έχει συνολικό πάχος περίπου 33 m (Εικ. 3.20). Μελετήθηκαν 48 δείγματα ιζήματος. Στο κατώτερο και στο ανώτερο μέρος της τομής η δειγματοληψία δεν έγινε με την ίδια συχνότητα που έχει γίνει στις υπόλοιπες τομές. Αυτό συνέβη γιατί στα πρώτα 14 m το ίζημα ήταν γενικά χονδρόκοκκο και στα τελευταία 30 m έγινε ενδεικτική δειγματοληψία ανά στρώμα ώστε να μπορεί να γίνει συσχέτιση με κάποια παρόμοια ακολουθία.

Το κατώτερο στρώμα αποτελείται από 58 cm καφέ(2,5Y 4/6) αργίλου (στρώμα 1) το οποίο διαδέχονται 12 cm καφέ (2,5Y 4/6) πηλού με γαστερόποδα (στρώμα 2). Πάνω από αυτό έχουν αποτεθεί τρία στρώματα άμμου με συνολικό πάχος 4 m, που κυμαίνονται από μεσόκοκκη σε χονδρόκοκκη (στρώματα 3, 4, 5).

Στη συνέχεια, έχουν αποτεθεί 10 cm γκρι (5Y 4/2) αργίλου (στρώμα 6) και 25 cm καφέ (2.5Y 5/4) άμμου (στρώμα 7). Στη συνέχεια έχουν αποτεθεί 10 cm κροκαλών (στρώμα 8) και 45 cm καφέ (2.5Y 5/4) μεσόκοκκης άμμου με κανονική ταξιθέτηση (στρώμα 9). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί στρώμα χονδρόκοκκης άμμου με αντίστροφη ταξιθέτηση, με πάχος 30 cm (στρώμα 10). Το επόμενο στρώμα αποτελείται από στρώμα κροκαλών με πάχος 8 cm (στρώμα 11). Από πάνω έχει αποτεθεί ένα μικρό στρώμα καστανής χονδρόκοκκης άμμου με χαλίκια και πάχος 14 cm (στρώμα 12). Ακολουθεί στρώμα κροκαλών με πάχος 52 cm (στρώμα 13) και παρουσία κελυφών. Στη συνέχεια έχει αποτεθεί στρώμα πολύ χονδρόκοκκης άμμου με πάχος 30 cm με αχνή διασταυρούμενη στρώση (στρώμα 14). Το επόμενο στρώμα αποτελείται από 20 cm κροκάλες (στρώμα 15) και πάνω από αυτό έχει αποτεθεί στρώμα χονδρόκοκκης άμμου με πάχος 15 cm και έντονη διασταυρούμενη στρώση (στρώμα 16).

Ακολουθούν 82 cm γκρι (5Y 4/2) πολύ λεπτόκοκκης



Εικόνα 3.20: Στρωματογραφική στήλη της τομής Β/ Ορτός

άμμου (στρώμα 17) και 15 cm μεσόκοκκης έως χονδρόκοκκης άμμου στην οποία έχουν βρεθεί οστά από θηλαστικά (στρώμα 18). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί στρώμα μεσόκοκκης άμμου με πάχος 25 cm (στρώμα 19) και 3 cm λεπτόκοκκης άμμου (στρώμα 20). Το επόμενο στρώμα αποτελείται από 12 cm χονδρόκοκκης άμμου με παρουσία κροκαλοπαγών κατά τόπους (στρώμα 21). Ακολουθούν 7 cm λεπτόκοκκης άμμου (στρώμα 22) και 5 cm μεσόκοκκης άμμου (στρώμα 23). Πάνω από αυτά έχει αποτεθεί ξανά στρώμα λεπτόκοκκης άμμου με πάχος 5 cm (στρώμα 24). Στη συνέχεια υπάρχει στρώμα μεσόκοκκης άμμου με πάχος 13 cm (στρώμα 25) και τέλος έχουν αποτεθεί 25 cm λεπτόκοκκης άμμου (στρώμα 26).

Αυτή η ακολουθία συνεχίζει με 120 cm μπεζ (2.5Y 5/6) χαλαρό ψαμμίτη, που στα πρώτα 46 cm είναι μεσόκοκκος, μεταβαίνει σε χονδρόκοκκο και στα τελευταία 40 cm ξαναγίνεται μεσόκοκκος (στρώμα 27). Επιπλέον διακρίνονται διασκορπισμένες ψηφίδες. Στη συνέχεια έχει αποτεθεί μπεζ (2.5Y 5/6) ψηφιδοπαγές με πάχος 137 cm, με κανονική ταξιθέτηση, στο οποίο αναγνωρίζονται 8 κύκλοι από πολύμεικτες ψηφίδες (στρώμα 28). Ακολουθεί καφέ (2.5Y 5/4) χαλαρός, ψαμμίτης, με πάχος 40 cm (στρώμα 29). Το επόμενο στρώμα που έχει αποτεθεί είναι καφέ (2.5Y 5/4) πηλίτης με ενδιαστρώσεις μεσόκοκκου ψαμμίτη, με πάχος 56 cm (στρώμα 30). Στη συνέχεια, έχει αποτεθεί μπεζ (2.5Y 5/6) χονδρόκοκκος ψαμμίτης με πάχος 39 cm (στρώμα 31) και γκρι (5Y 4/2) πηλίτης πάχους 80 cm (στρώμα 32). Το επόμενο στρώμα αποτελείται από 25 cm ερυθρού πηλίτη (στρώμα 33). Έπειτα παρατηρήθηκε απόθεση πράσινου (10Y 3/4) αργιλικού πηλίτη με πάχος 15 cm και κελύφη γαστερόποδων γλυκού νερού (στρώμα 34). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί καφέ (2.5Y 5/4) πηλιτικός ψαμμίτης πάχους 60 cm με ελασματώσεις (στρώμα 35). Ακολουθεί στρώμα πάχους 82 cm, γκρι (5Y 4/2) αργιλικού πηλίτη με κελύφη γαστερόποδων (στρώμα 36). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί στρώμα καφέ (2.5Y 5/4) ψαμμίτη με ενδιαστρώσεις γκρι (5Y 4/2) αργιλικού ψαμμίτη με πάχος 17 cm (στρώμα 37). Έπειτα παρατηρήθηκε απόθεση καφέ (2.5Y 5/4) λεπτόκοκκου ψαμμίτη με πάχος 42 cm (στρώμα 38) και γκρι (5Y 4/2) αργιλικού πηλίτη με ενδιαστρώσεις από ανθρακικά άλατα, συνολικού πάχους 10 cm (στρώμα 39). Το επόμενο στρώμα που έχει αποτεθεί είναι καφέ (2.5Y 5/4) ψαμμιτικός πηλίτης με πάχος 20 cm (στρώμα 40). Στη συνέχεια, υπάρχει στρώμα πάχους 15 cm, γκρι (5Y 4/2) αργιλικού πηλίτη με ενδιαστρώσεις ανθρακικών αλάτων και παρουσία φυτικών απολιθωμάτων (στρώμα 41). Ακολουθεί στρώμα αργιλίτη με πάχος 54 cm (στρώμα 42), με πρασινωπή (10Y 3/4) απόχρωση και με αφθονία φυτικών απολιθωμάτων. Έπειτα, αναγνωρίστηκε απόθεση γκρι (5Y 4/2) αργιλοπηλίτη, που μεταβαίνει σε καφέ (2.5Y 5/4) ψαμμιτοπηλίτη με ενδιαστρώσεις ανθρακικών αλάτων με πάχος 55 cm (στρώμα 43) και καφέ (2.5Y 5/4) οργανομιγούς αργιλοπηλίτη με πάχος 22 cm και παρουσία φυτικών απολιθωμάτων και γαστερόποδων (στρώμα 44). Το επόμενο στρώμα που αποτελείται από 95 cm μπεζ (2.5Y 5/6) ψαμμιτοπηλίτη με ενδιαστρώσεις γκρι (5Y 4/2) αργιλοπηλίτη (στρώμα 45). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί σε καφέ (2.5Y 5/4) αργιλοπηλίτης με πάχος 13 cm, με γαστερόποδα γλυκού νερού (στρώμα 46). Έπειτα εντοπίστηκε γκρι (5Y 4/2) ψαμμιτοπηλίτης με πάχος 20 cm (στρώμα 47) και γκρι (5Y 4/2) αργιλοπηλίτης με πάχος 5 cm (στρώμα 48). Ακολουθεί καφέ (2.5Y 5/4) ψαμμιτοπηλίτης με πάχος 20 cm (στρώμα 49) και καφέ (2.5Y 5/4) μεσόκοκκος ψαμμίτης πάχους 5 cm, με ελασματώσεις (στρώμα 50).

Η ακολουθία συνεχίζει με 30 cm καφέ (2.5Y 5/4) λεπτόκοκκη άμμο (στρώμα 51) και 15 cm χονδρόκοκκη άμμος (στρώμα 52). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί γκρι (5Y 4/2) αργιλικό στρώμα με πάχος 6 cm (στρώμα 53). Ακολουθεί στρώμα καφέ (2.5Y 5/4) χονδρόκοκκης άμμου με ψηφίδες και πάχος 100 cm (στρώμα 54). Το επόμενο στρώμα αποτελείται από 40 cm αμμούχας αργίλου με πάχος 40 cm (στρώμα 55) και

ακολουθούν 14 cm αργιλικού στρώματος με ανθρακικούς κόνδυλους (στρώμα 56). Ακολουθούν 31 cm χονδρόκοκκης άμμου (στρώμα 57) και 4cm πορτοκαλί ψαμμιτικού ορίζοντα (στρώμα 58). Έπειτα, βρέθηκαν 131 cm λεπτόκοκκης άμμου (στρώμα 59) και 37 cm γκρι (5Y 4/2) αργιλικός ορίζοντας (στρώμα 60). Στη συνέχεια αποτέθηκαν 520 cm λεπτόκοκκης άμμους (στρώμα 61) και 80 cm αργιλικού στρώματος (στρώμα 62), ενώ πάνω από αυτό έχει αποτεθεί αργιλικό στρώμα με γαστερόποδα και δίθυρα πάχους 230 cm (στρώμα 63).

Λόγω φυτοκάλυψης ήταν δύσκολο να περιγραφεί ένα τμήμα της ακολουθίας (μεταξύ στρωμάτων 63 και 64). Στη συνέχεια βρέθηκαν 200 cm αργιλικού στρώματος (στρώμα 64) και 30 cm μεσόκοκκης άμμου (στρώμα 65). Ακολουθούν 150 cm ιλυούχας άμμου (στρώμα 66).

Αποτελέσματα παλαιοντολογικής ανάλυσης

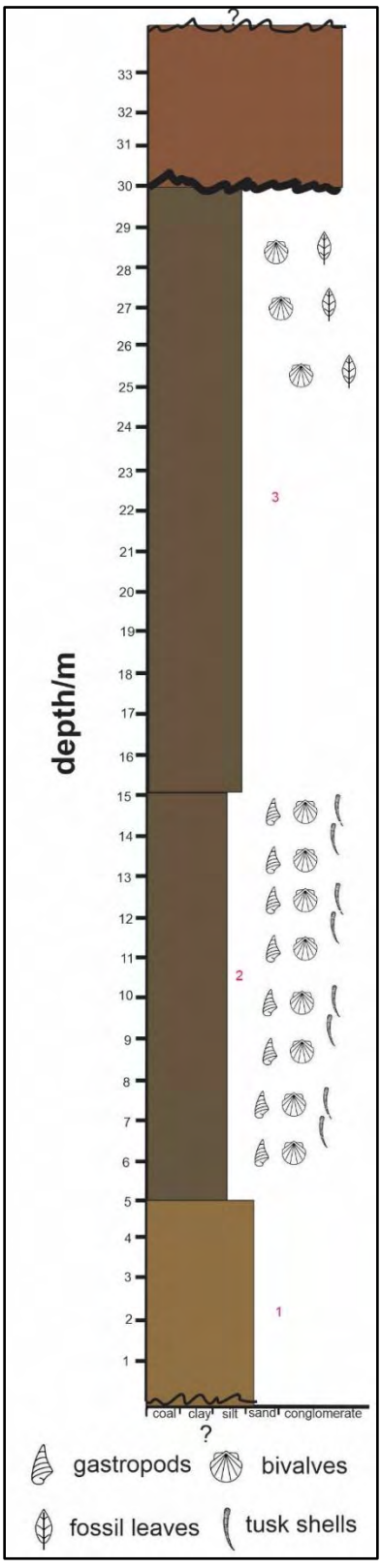
Σε αρκετά μεγάλο μέρος της ακολουθίας, βρέθηκαν στείρα δείγματα, με εξαίρεση ελάχιστα που ήταν πλούσια σε *C. torosa* (λείος οίκο-φαινότυπος – έως 124 θυρίδες/ δείγμα, οίκο- φαινότυπος με εξογκώματα- έως 105 θυρίδες/ δείγμα), ενώ συμμετείχαν τα οστρακώδη *C. neglecta* (37 θυρίδες/ δείγμα), I. gibba (έως 11 θυρίδες/ δείγμα) (Πίν.21, παράρτημα). Επιπλέον, μεταξύ των στρωμάτων 35 και 45 βρέθηκαν πολλά μικρά γαστερόποδα γλυκού νερού του είδους *Theodoxus fluviatilis.* Στο στρώμα 18 βρέθηκαν θραύσματα οστών από βοοειδή και προβοσκιδωτά.

Τομή Γ/ Ορτός

Περιγραφή στρωματογραφικής στήλης- Λιθοστρωματογραφία

Ένα ακόμη τμήμα της παραπάνω ακολουθίας δεν καταγράφηκε λόγω φυτοκάλυψης. Στο υπόλοιπο τμήμα της ακολουθίας δεν έγινε τόσο συστηματική δειγματοληψία όσο στις προηγούμενες. Παρόλα αυτά έγινε προσπάθεια να καταγραφούν τα διαφορετικά στρώματα και να ληφθούν δείγματα από τις ξεχωριστές φάσεις που την αποτελούν ώστε να μπορεί να γίνει συσχέτιση με αντίστοιχες φάσεις σε άλλες τομές.

Το πρώτο στρώμα που έχει αποτεθεί είναι χονδρόκοκκη ιλυούχα άμμος με πάχος μεγαλύτερο από 500 cm (στρώμα 1) (Εικ. 3.21). Το επόμενο στρώμα αποτελείται από 1000 cm αργίλου πλούσια σε θαλάσσια δίθυρα, γαστερόποδα και σκαφόποδα (στρώμα 2). Ακολουθεί αργιλικό στρώμα με αρκετά λιγότερα απολιθώματα πάχους 1500 cm, στο οποίο εμφανίζονται λιμναία δίθυρα και σπάνια φυτικά υπολείμματα στα τελευταία m



Εικόνα 3.21: Στρωματογραφική στήλη των τομών Γ και Δ/ Ορτός

(στρώμα 3).

Πάνω από αυτή την ακολουθία, επικάθεται ασύμφωνα (διαβρωσιγενής ασυμφωνία) στρώμα πάχους 8 m που αποτελείται από κόκκινα ιλυοστηριζόμενα άστρωτα κροκαλοπαγή.

Αποτελέσματα παλαιοντολογικής ανάλυσης

Τα πρώτα 2 m της ακολουθίας βρέθηκαν στείρα σε απολιθώματα. Ακολουθούν 15 περίπου μέτρα (3 – 18 m) με σημαντική συμμετοχή των τρηματοφόρων *N. boueanum* (έως 245 άτομα/ δείγμα)*, E. macellum* (έως 91 άτομα/ δείγμα)*, A. beccarii* (έως 139 άτομα/ δείγμα)*, P. laevata* (έως 51 θυρίδες/ δείγμα) και των οστρακωδών *C. edwardsii* (έως 70 θυρίδες/ δείγμα) και *C. neapolitana* (έως 26 θυρίδες/ δείγμα) (Πίν.22, παράρτημα). Στα επόμενα 2 m εμφανίζεται μόνο το οστρακώδες C. neglecta αλλά σε μικρούς αριθμούς (έως 9 θυρίδες/ δείγμα). Το τελευταίο τμήμα της ακολουθίας είναι εντελώς στείρο σε μίκρο-απολιθώματα (21-29 m).

Βρέθηκαν επίσης αρκετά είδη γαστεροπόδων και δίθυρων. Τα είδη των μαλακίων που προσδιορίσθηκαν στο μέσο της τομής (5-15 m) είναι τα εξής: Τα δίθυρα *C. gibba, C. edule, O. edulis, Pecten sp.,* τα γαστερόποδα *E. angulatum, Epitonium sp., C. vulgatum, N. pygmaeus, G. lamellosa, T. tricarinata, Mytilus sp. και* το σκαφόποδο *A. vulgaris.*

Στο ανώτερο τμήμα της ακολουθίας (25-29 m) βρέθηκε το δίθυρο: *Dreissena polymorpha*. Τέλος βρέθηκαν φυτικά απολιθώματα των γενών *Quercus sp.*, *Populus sp.* and *Zelkova sp.*

Τομή Δ/ Ορτός

Πάνω από αυτή την ακολουθία, επικάθεται ασύμφωνα (διαβρωσιγενής ασυμφωνία) στρώμα πάχους 8 m που αποτελείται από κόκκινα ιλυοστηριζόμενα άστρωτα κροκαλοπαγή (Εικ. 3.21).

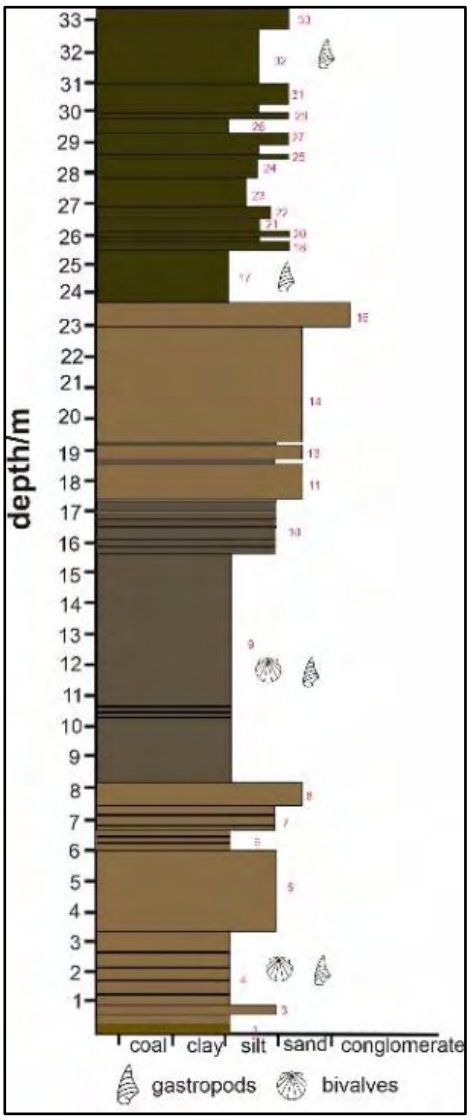
3.1.7 Μαγούλα

Τομή Α/ Μαγούλα

Περιγραφή στρωματογραφικής στήλης- Λιθοστρωματογραφία

Αυτή η τομή έχει πάχος περίπου 33 m και αποτελείται από κυρίως από πηλούχο άργιλο και αμμούχο πηλό (Εικ. 3.22). Σε αυτή την ακολουθία μελετήθηκαν 133 δείγματα ιζήματος. Το κατώτερο στρώμα έχει πάχος 20 cm και αποτελείται από πηλούχο άργιλο καφέ κίτρινου (5Y 4/6) χρώματος (στρώμα 1). Το επόμενο στρώμα έχει πάχος επίσης 20 cm και αποτελείται από καφέ (2.5Y 5/4) πηλούχο άργιλο με ελασματώσεις πορτοκαλί και μαύρου χρώματος (στρώμα 2). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί στρώμα καφέ (2.5Y 5/4) αμμούχας αργίλου με ελασματώσεις πορτοκαλί και μαύρου χρώματος (στρώμα 3). Ακολουθεί στρώμα καφέ (2.5Y 5/4) πηλούχου αργίλου πάχους 240 cm με ελασματώσεις καφέ και μαύρου χρώματος και εμφάνιση μαύρου ορίζοντα κάθε περίπου 20 cm. Σε αυτό το στρώμα

εμφανίζονται θραύσματα από μαλάκια (στρώμα 4). Στη συνέχεια έχουν αποτεθεί 250 cm καφέ (2.5Y 5/4) αμμούχου πηλού (στρώμα 5). Ακολουθεί πάλι στρώμα 60 cm καφέ (2.5Y 5/4) πηλούχας αργίλου με ελασματώσεις και μαύρους ορίζοντες (στρώμα 6). Το επόμενο στρώμα που έχει αποτεθεί, έχει πάχος 70 cm και αποτελείται από καφέ (2.5Y 5/4) αμμούχο πηλό με ελασματώσεις και μαύρους ορίζοντες (στρώμα 7). Ακολουθεί στρώμα καφέ (2.5Y 5/4) άμμου 60 cm (στρώμα 8). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί γκρι (5Y 4/2) πηλούχα άργιλος 740 cm, στην οποία εμφανίζονται κατά τόπους ελασματώσεις ενώ μετά τα πρώτα 150 cm και για 35 cm εμφανίζονται θραύσματα από μαλάκια και μαύροι ορίζοντες (στρώμα 9). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί στρώμα γκρι (5Y 4/2) αμμούχου πηλού με πορτοκαλί ενδιαστρώσεις, πάχους 180 cm (στρώμα 10), ενώ το επόμενο είναι ένα στρώμα καφέ (2.5Y 5/4) άμμου πάχους 130 cm (στρώμα 11). Ακολουθεί αμμούχος πηλός με πορτοκαλί ενδιαστρώσεις, πάχους 5 cm (στρώμα 12), πάνω στο οποίο έχει αποτεθεί στρώμα καφέ (2.5Y 5/4) άμμου πάχους 45 cm (στρώμα 13). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί πάλι στρώμα γκρι (5Y 4/2) αμμούχου πηλού με πορτοκαλί ενδιαστρώσεις πάχους 2 cm (στρώμα 14), πάνω στο οποίο έχει αποτεθεί πάλι στρώμα άμμου, αυτή τη φορά με πάχος 358 cm (στρώμα 15). Ακολουθούν 50 cm λεπτόκοκκου κροκαλοπαγούς (στρώμα 16).



Εικόνα 3.22: Στρωματογραφική στήλη της τομής Α/ Μαγούλα

Πάνω από το κροκαλοπαγές, έχουν αποτεθεί 190 cm τεφροπράσινης (10Y 3/4) πηλούχας αργίλου που περιέχει θραύσματα από γαστερόποδα (στρώμα 17). Στη συνέχεια υπάρχει στρώμα άμμου 20 cm (στρώμα 18) και 12 cm αμμούχας αργίλου με ελασματώσεις καφέ και κόκκινου χρώματος (στρώμα 19). Ακολουθούν 9 cm άμμου (στρώμα 20) και 22 cm πράσινου (10Y 3/4) αμμούχου πηλού με πορτοκαλί οξειδώσεις (στρώμα 21). Το επόμενο στρώμα αποτελείται από 22 cm άμμου (στρώμα 22). Πάνω από αυτό το στρώμα έχουν επίσης αποτεθεί 90 cm πράσινου (10Y 3/4) αμμούχου πηλού (στρώμα 23). Στη συνέχεια έχουν αποτεθεί 55 cm πηλούχας αργίλου πράσινου (10Y 3/4) χρώματος (Στρώμα 24). Ακολουθούν 5 cm άμμου (στρώμα 25), πάνω από το οποίο έχει αποτεθεί στρώμα πράσινου αμμούχου πηλού πάχους 10 cm (στρώμα 26). Στη συνέχεια υπάρχει στρώμα άμμου 30 cm (στρώμα 27) και ακολουθούν πάλι 35 cm πράσινης (10Y 3/4) πηλούχας αργίλου (στρώμα 28). Οι εναλλαγές συνεχίζονται με 10 cm άμμου (στρώμα 29) και 10 cm πράσινου αμμούχου πηλού (στρώμα 30). Ακολουθεί στρώμα άμμου 55 cm (Στρώμα 31) και στρώμα τεφροπράσινου (10Y 3/4) αμμούχου πηλού πάχους 170 cm , στο εμφανίζονται μαλάκια περίπου στο μέσο του στρώματος (στρώμα 32). Τέλος, έχει αποτεθεί στρώμα άμμου 50 cm (στρώμα 33).

Αποτελέσματα παλαιοντολογικής ανάλυσης

Στα πρώτα 16 m της ακολουθίας κυριαρχεί το είδος *C. torosa* (λείος οίκο- φαινότυπος – έως 40 θυρίδες από ενήλικα άτομα/ δείγμα, ενώ υπάρχει μεγάλη συμμετοχή νεαρών θυρίδων) και έχει μικρή συμμετοχή το οστρακώδες *C. neglecta* (έως 40 θυρίδες / δείγμα) (Πίν.23, παράρτημα). Το επόμενο τμήμα της τομής (16- 23 m) είναι εντελώς στείρο σε μίκρο-απολιθώματα. Τέλος, στο ανώτερο τμήμα (23- 31 m) κυριαρχούν ξανά τα οστρακώδη *C. torosa* (λείος οίκο- φαινότυπος έως 45 θυρίδες/ δείγμα, ενώ υπάρχει μεγάλη συμμετοχή νεαρών θυρίδων) και *C. neglecta* (έως 155 θυρίδες/ δείγμα) ενώ έχει μικρή συμμετοχή το οστρακώδες *I. gibba* (έως 37 θυρίδες/ δείγμα).

Βρέθηκαν θραύσματα από γαστερόποδα γλυκού νερού, των γενών *Bithynia* sp. και *Valvata* sp.

Τομή Β1 / Μαγούλα

Περιγραφή στρωματογραφικής στήλης- Λιθοστρωματογραφία

Αυτή η τομή έχει πάχος περίπου 55 m και αποτελείται κυρίως από αργιλικό υλικό (Εικ. 3.23). Μελετήθηκαν 320 δείγματα ιζήματος από αυτή την ακολουθία. Το κατώτερο στρώμα έχει πάχος 300 cm και αποτελείται από τεφροπράσινη (10Y 3/4) πηλούχα άργιλο με παρουσία θραυσμάτων από μαλάκια, κυρίως μετά τα 120 cm. (στρώμα 1). Είναι αξιοσημείωτο ότι μεταξύ 140 και 200 cm, βρέθηκαν αρκετά δίθυρα, με τις θυρίδες τους αρθρωμένες και επιπλέον παρατηρείται αύξηση του μεγέθους των κελυφών. Η ακολουθία συνεχίζεται για 80 cm με καφέ (2.5Y 5/4) πηλούχα άργιλο με θραύσματα από μεγάλα δίθυρα (στρώμα 2). Ακολουθεί στρώμα 20 cm τεφροπράσινης (10Y 3/4) αργίλου, με θραύσματα διθύρων (στρώμα 3). Το επόμενο στρώμα αποτελείται από 45 cm γκρι (μπλε) (5Y 4/2) άργιλο. Συνεχίζεται η παρουσία θραυσμάτων, ενώ εμφανίζονται κάποια μεγάλα δίθυρα (μύδια) (στρώμα 4). Ακολουθεί ξανά τεφροπράσινη (10Y 3/4) άργιλος με πάχος 55 cm, με θραύσματα από δίθυρα (στρώμα 5), ενώ πάνω από αυτό στρώμα, έχει αποτεθεί ξανά γκρι (μπλε) (5Y 4/2) άργιλος με πάχος 20 cm, με θραύσματα και παρουσία ολόκληρων διθύρων (στρώμα 6). Το επόμενο στρώμα της ακολουθίας είναι 820 cm τεφροπράσινης αργίλου με θραύσματα διθύρων. Στα τελευταία 200 cm εμφανίζεται μια θανατοκοινωνία διθύρων (στρώμα 7). Για 200 cm παρατηρήθηκε αργιλικό υλικό με εναλλαγές γκρι και καφέ χρώματος. Στη στρώση με τη καφέ άργιλο, υπάρχουν φυτικά απολιθώματα, θραύσματα από δίθυρα και ελασματώσεις γύψου, ενώ στη γκρι άργιλο εμφανίζονται μόνο θραύσματα διθύρων (στρώμα 8). Ακολουθεί στρώμα 80 cm τεφροπράσινης (10Y 3/4) αργίλου με παρουσία φυτικών απολιθωμάτων (στρώμα 9). Η ακολουθία συνεχίζεται με 80 cm αργίλου με εναλλαγές γκρι και καφέ στρώματος, στα πρώτα εκατοστά εμφανίζεται στρώμα γύψου 20 cm (στρώμα 10). Στη συνέχεια υπάρχει στρώμα γκρι (5Y 4/2) αργίλου με πάχος 660 cm, η οποία μετά τα 200 cm γίνεται πιο καφέ και εμφανίζονται κατά τόπους φυτικά απολιθώματα (στρώμα 11). Το επόμενο στρώμα, έχει πάχος 400 cm και αποτελείται από αργιλικό υλικό με εναλλαγές ερυθρού και καφέ χρώματος, ενώ εμφανίζονται λίγα φυτικά απολιθώματα στα τελευταία εκατοστά του στρώματος (στρώμα 12).

Η ακολουθία συνεχίζεται με 20 cm μάργας με γκρι και καφέ ελασματώσεις (στρώμα 13). Το επόμενο στρώμα έχει πάχος 130 cm και αποτελείται από γκρι (5Y 4/2) μάργα. Στα πρώτα 40 cm του στρώματος υπάρχουν θραύσματα από δίθυρα και φυτικά απολιθώματα, από αυτό το σημείο και μέχρι τα

τελευταία εκατοστά του στρώματος αρχίζουν να αυξάνονται τα φυτικά απολιθώματα, ενώ στα 100 cm αρχίζει να εμφανίζεται οργανικό υλικό (στρώμα 14). Ακολουθεί στρώμα 260 cm μάργας, πλούσιο σε οργανικό υλικό, με ελασματώσεις καφέ και κόκκινες οι οποίες αραιώνουν προς τα πάνω και μετά τα 60 cm εξαφανίζονται. Στα 120 cm αρχίζουν να εμφανίζονται μεγάλα δίθυρα και στα 140 cm υπάρχει ένας κόκκινος ορίζοντας 2-3 cm. Στα 210 cm το στρώμα γίνεται πιο πλούσιο σε οργανικό υλικό, ενώ από τα 220cm αρχίζει να μειώνεται σταδιακά (στρώμα 15). Το επόμενο στρώμα έχει πάχος 180 cm και αποτελείται από κίτρινη (5Y 4/6) αμμούχα μάργα. Στα 40 cm εμφανίζονται γκρι – καφέ ελασματώσεις και υπάρχει ένας πηλιτικός ορίζοντας 3 cm πλούσιος σε οργανικό υλικό. Στην οροφή του στρώματος, εμφανίζονται πάλι, για 20 cm, ελασματώσεις (στρώμα 16). Ακολουθούν 220 cm μάργας, με καφέ – μαύρες ελασματώσεις και την εμφάνιση 2 κόκκινων οριζόντων πάχους 2-3 cm στα 20 cm και στα 200 cm (στρώμα 17). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί γκρι (5Y 4/2) αμμούχος πηλός με 80 cm πάχος, που στην οροφή του στρώματος αρχίζει να γίνεται πιο λεπτόκοκκο (στρώμα 18). Ακολουθεί ψαμμιτικό στρώμα πάχους 20 cm με ελασμάτωση (στρώμα 19) πάνω από το οποίο έχουν αποτεθεί 20 cm πηλούχου ψαμμίτη με ελασμάτωση και φυτικά υπολείμματα (στρώμα 20).

Η ακολουθία συνεχίζεται με 320 cm ψαμμίτη (στρώμα 21), που αποτελείται από τις παρακάτω εναλλαγές:

- 130 cm καφέ κίτρινος μεσόκοκκος ψαμμίτης
- 12 cm κόκκινος ελασματώδης μεσόκοκκος ψαμμίτης
- 5 cm γκρι ελασματώδης πηλιτικός ψαμμίτης
- 8 cm γκρι λεπτόκοκκος ψαμμίτης
- 2 cm γκρι μάργα με κόκκινη βάση και οροφή
- 3 cm γκρι πηλίτης
- 21 cm γκρι λεπτόκοκκος ψαμμίτης
- 14 cm ερυθρός χονδρόκοκκος ψαμμίτης με αντίστροφη ταξιθέτηση
- 7 cm μεσόκοκκος ψαμμίτης
- 6 cm χονδρόκοκκος ψαμμίτης
- 34 cm γκρι μεσόκοκκος ψαμμίτης
- 66 cm γκριζοπράσινος μεσόκοκκος έως χονδρόκοκκος ψαμμίτης με διασταυρούμενη στρώση
- 9 cm λεπτόκοκκος γκρι ψαμμίτης

Το επόμενο στρώμα πάνω από τις εναλλαγές του ψαμμίτη είναι ένα μικρό αργιλικό στρώμα πάχους 3 cm (στρώμα 22). Ακολουθεί ένα πακέτο λεπτόκοκκου ψαμμίτη 47 cm (στρώμα 23) με τις εξής εναλλαγές:

- 4 cm γκρι λεπτόκοκκος ψαμμίτης

- 8 cm ερυθρός λεπτόκοκκος ψαμμίτης
- 20 cm κόκκινος λεπτόκοκκος έως μεσόκοκκος ψαμμίτης
- 6 cm γκρι ψαμμίτης με κανονική ταξιθέτηση

Ακολουθεί στρώμα μεσόκοκκου ψαμμίτη 69 cm πάχος (στρώμα 24), με τις παρακάτω εναλλαγές:

- 1 cm ασβεστομαργαϊκός ορίζοντας
- 8 cm κόκκινος λεπτόκοκκος ψαμμίτης
- 2 cm μαργαϊκός ορίζοντας
- 10 cm ερυθρός μεσόκοκκος ψαμμίτης
- 2 cm ασβεστομαργαϊκός ορίζοντας
- 26 cm μεσόκοκκος καφέ ψαμμίτης
- 20 cm γκρι μεσόκοκκος ψαμμίτης

Το επόμενο στρώμα αποτελείται από 5 cm γκρι (5Y 4/2) λεπτόκοκκου ψαμμίτη (στρώμα 25). Ακολουθεί ένα πακέτο 110 cm, που αποτελείται από κύκλους με κανονική ταξιθέτηση από χονδρόκοκκο σε λεπτόκοκκο ψαμμίτη (στρώμα 26). Στη συνέχεια έχουν αποτεθεί 92 cm πηλούχου ψαμμίτη (στρώμα 27). Πάνω από αυτό το στρώμα έχει αποτεθεί στρώμα κροκαλοπαγούς με πάχος 90 cm (στρώμα 28).

Η ακολουθία συνεχίζει με 25 cm αμμούχας αργίλου που περιέχει αραιές μικρές κροκάλες (στρώμα 29), πάνω από την οποία έχουν αποτεθεί 30 cm γκρι (5Y 4/2) αργίλου (στρώμα 30). Ακολουθεί πορτοκαλί ορίζοντας αμμούχας αργίλου 2 cm, που περιέχει θραύσματα από μικρά γαστερόποδα (στρώμα 31). Το επόμενο στρώμα έχει πάχος 13 cm και αποτελείται από πορτοκαλί λεπτόκοκκη άμμο (στρώμα 32). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί στρώμα γκρι (5Y 4/2) αργίλου με πάχος 18 cm (στρώμα 33). Ακολουθούν 65 cm καφέ (2.5Y 5/4) λεπτόκοκκου ψαμμίτη (στρώμα 34) και στη συνέχεια 110 cm καστανός (2.5Y 5/4) αμμώδης πηλός με αραιή παρουσία γαστεροπόδων (στρώμα 35). Το ακριβώς επόμενο στρώμα αποτελείται από σκούρο καστανό (2.5Y 5/4) αμμώδη πηλό, με πιθανή παρουσία οργανικών, και έχει πάχος 60 cm (στρώμα 36).

Στη συνέχεια έχουν αποτεθεί και 5 cm αργίλου με ελασματώσεις (στρώμα 37). Ακολουθεί ψαμμίτης με πάχος 30 cm (στρώμα 38). Το επόμενο στρώμα είναι 10 cm αμμούχου πηλού (στρώμα 39) που μεταβαίνει σταδιακά σε πηλό με πάχος 68 cm και εμφανίζονται γαστερόποδα στα 30 cm (στρώμα 40). Ακολουθούν 39 cm πιο συνεκτικού πηλού (πιθανή παρουσία ανθρακικών) με γαστερόποδα (στρώμα 41) και στη συνέχεια έχει αποτεθεί ψαμμίτης με πάχος 35 cm (στρώμα 42).

Η ακολουθία συνεχίζεται με μάργες πλούσιες σε οργανικό υλικό με πάχος 240 cm στις οποίες εμφανίζονται γαστερόποδα μετά τα 45 cm (στρώμα 43). Οι στρώσεις αυτών των μαργών έχουν μεταβαλλόμενα πάχη και πάνω από αυτές υπάρχει ένας μαύρος ορίζοντας που αποσφηνώνεται. Η κλίση των στρωμάτων μέχρι αυτόν τον ορίζοντα, είναι $128^{o}/15^{o}$, ενώ το επόμενο στρώμα έχει κλίση $166^{o}/22^{o}$ πράγμα που φανερώνει την παρουσία μίας γωνιώδους ασυμφωνίας.

Αποτελέσματα παλαιοντολογικής ανάλυσης

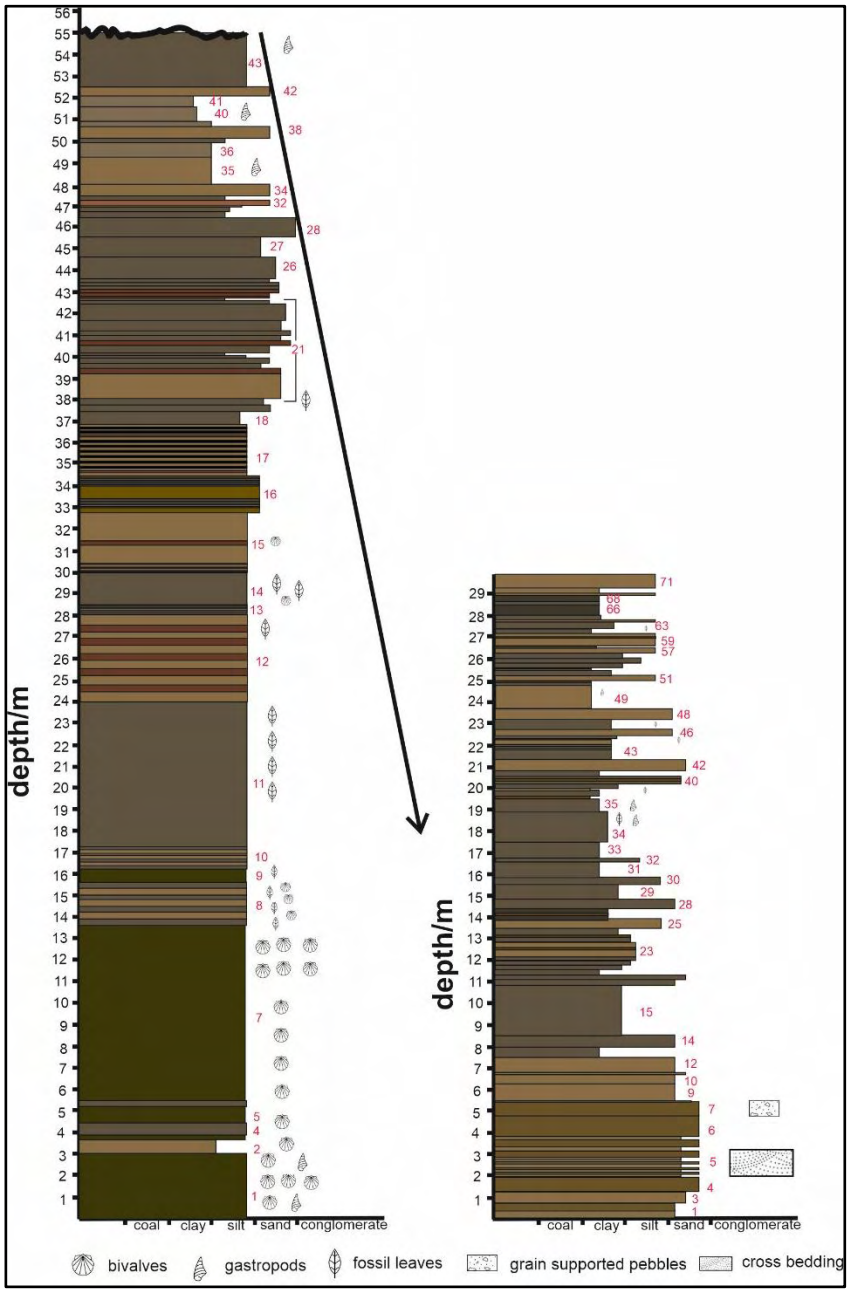
Σε όλη την ακολουθία κυριαρχεί το είδος *C. torosa* (λείος οίκο-φαινότυπος), αν και μεγάλο ποσοστό των θυρίδων προέρχεται από νεαρά άτομα. Εξαίρεση αποτελεί το τμήμα της τομής μεταξύ 40 και 46 μέτρων, το οποίο είναι εντελώς στείρο. Στο κατώτερο τμήμα της ακολουθίας (0-1.5 m) κυριαρχεί το είδος *C. torosa* (λείος οίκο-φαινότυπος- έως 80 θυρίδες/ δείγμα, με εξαίρεση το δείγμα 590 στο οποίο υπάρχουν 129 θυρίδες) (Πίν.24, παράρτημα). Στα επόμενα 11 m (1,5- 12,5 m) μειώνεται το είδος *C. torosa* (λείος οίκο-φαινότυπος- έως 300 θυρίδες/ δείγμα) και αυξάνονται τα τρηματοφόρα *A. beccarii* (έως 200 άτομα/ δείγμα), *A. tepida* (έως 55 άτομα/ δείγμα), *H. depressula* (έως 200 άτομα/ δείγμα) και τα οστρακώδη *L. elliptica* (έως 230 θυρίδες/ δείγμα), *C. neapolitana* (έως 135 θυρίδες/ δείγμα). Αντίστοιχη, παρουσία απολιθωμάτων υπάρχει και στο ανώτερο τμήμα της τομής (46,5-53 m).

Βρέθηκαν φυτικά υπολείμματα που δεν ήταν δυνατόν να αναγνωριστούν. Επίσης στα πρώτα 16 mβρέθηκαν υφάλμυρα γαστερόποδα (*Hydrobia acuta*) και υφάλμυρα δίθυρα, συχνά σε θραύσματα (*Cerastoderma glaucum* και Mytilidae). Στο ανώτερο τμήμα αυτής της ακολουθίας (στρώματα 35-43), βρέθηκαν θραύσματα από γαστερόποδα γλυκού νερού, του γένους *Bithynia* sp. και *Valvata* sp.

Τομή Β2/ Μαγούλα

Περιγραφή στρωματογραφικής στήλης- Λιθοστρωματογραφία

Πάνω από την ασυμφωνία έχουν αποτεθεί κυρίως στρώματα άμμου με συνολικό πάχος περίπου 30 m (Εικ. 3.23). Το πρώτο στρώμα αποτελείται από καστανή (2.5Y 5/4) λεπτόκοκκη άμμο, που έχει πάχος 31 cm, ενώ στη βάση και στην οροφή γίνεται κόκκινη για 2



Εικόνα 3.23: Στρωματογραφικές στήλες των τομών Β1 και Β2 Μαγούλα

cm (στρώμα 44). Ακολουθεί στρώμα πιο σκούρας (2,5Y 4/4) λεπτόκοκκης άμμου με πάχος 24 cm (στρώμα 1). Στη συνέχεια έχουν αποτεθεί 40 cm μεσόκοκκης καφέ (2.5Y 5/4) άμμου, με σκόρπιους αργιλικούς εξωκλάστες (στρώμα 2). Τα επόμενα 57 cm αποτελούνται από σκούρα (2,5Y 4/4) καφέ χονδρόκοκκη άμμο, στην οποία εμφανίζονται επίσης λίγοι εξωκλάστες (στρώμα 3). Ακολουθούν εναλλαγές χονδρόκοκκης με λεπτόκοκκη άμμο (5-6 cm πάχος), με διασταυρούμενη στρώση και συνολικό πάχος 65 cm (στρώμα 4). Συνεχίζουν οι εναλλαγές χονδρόκοκκης με λεπτόκοκκη άμμο, για 87 cm, αλλά τα πάχος της στρώσης για τη χονδρόκοκκη άμμο είναι 15-30 cm, ενώ για την λεπτόκοκκη 5 cm (στρώμα 5). Σε αυτό το στρώμα, παρατηρήθηκε διασταυρούμενη στρώση. Στη συνέχεια έχει αποτεθεί ένα στρώμα χονδρόκοκκης άμμου, με πάχος 92 cm (στρώμα 6). Το πακέτο με τις άμμους, συνεχίζει με 55 cm χονδρόκοκκης άμμου με μικρές ψηφίδες (στρώμα 7). Ακολουθεί ψηφιδοπαγές με πάχος 1 cm (στρώμα 8) και 85 cm λεπτόκοκκου ψαμμίτη (στρώμα 9) που στην οροφή του υπάρχει ένας ορίζοντας διάβρωσης ο οποίος φέρνει σε απότομη επαφή άλλο ένα στρώμα λεπτόκοκκου ψαμμίτη με πάχος 19 cm (στρώμα 10). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί ένα στρώμα μεσόκοκκου ψαμμίτη με πάχος 6 cm (στρώμα 11). Η ακολουθία με τους ψαμμίτες τελειώνει με 70 cm λεπτόκοκκου ψαμμίτη με ελασματώσεις και αργιλικά (στρώμα 12).

Στη συνέχεια έχουν αποτεθεί 40 cm γκρι (5Y 4/2) πηλιτικού στρώματος (στρώμα 13), το οποίο ακολουθεί στρώμα άμμου 40 cm (στρώμα 14). Το επόμενο είναι ένα στρώμα αργίλου με πάχος 240 cm (στρώμα 15) και στη συνέχεια έχουν αποτεθεί 12 cm λεπτόκοκκης άμμου (στρώμα 16). Ακολουθούν 8 cm γκρι (5Y 4/2) μεσόκοκκης άμμου (στρώμα 17) και 6 cm γκρι πηλού (στρώμα 18) που στην οροφή του υπάρχει πορτοκαλί ανθρακική κρούστα 1 cm. Η ακολουθία συνεχίζει με γκρι άργιλο 6 cm που και αυτή τελειώνει με 1 cm πορτοκαλί ανθρακική κρούστας (στρώμα 19). Πάνω από τη άργιλο έχει αποτεθεί 7 cm γκρι πηλούχα άμμος με πορτοκαλί κρούστα (στρώμα 20) και 10 cm πηλούχα άμμος (στρώμα 21). Στη συνέχεια υπάρχει ένα στρώμα αμμούχου πηλού με πάχος 10 cm (στρώμα 22).

Το επόμενο στρώμα που έχει αποτεθεί είναι 21 cm καστανής (2.5Y 5/4) πηλούχας άμμου (στρώμα 23), που έρχονται σε απότομη επαφή με γκρι αμμούχο πηλό, που στα τελευταία του cm έχει πάλι μια πορτοκαλί κρούστα (στρώμα 24). Ακολουθεί καστανή (2.5Y 5/4) πηλούχα άμμος με πάχος 20 cm (στρώμα 25) και 10 cm γκρι (5Y 4/2) αμμούχου πηλού που καταλήγει ξανά σε πορτοκαλί κρούστα (στρώμα 26). Η ακολουθία συνεχίζει με 11 cm σκούρο καστανό (2,5Y 4/4) αμμώδη πηλό με παρουσία οργανικών (στρώμα 27).

Τον αμμώδη πηλό διαδέχονται 32 cm άμμου (στρώμα 28). Ακολουθεί στρώμα τεφρού πηλού με πάχος 37 cm (στρώμα 29) και 31 cm γκρι λεπτόκοκκης άμμου (στρώμα 30). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί άργιλος 85 cm (στρώμα 31) και 27 cm πηλώδη ψαμμίτη (στρώμα 32). Ακολουθούν 70 cm πηλιτικού στρώματος (στρώμα 33). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί ένα στρώμα γκρι πηλιτικής μάργας με πάχος 143 cm (στρώμα 34). Από τα 60 cm έως τα 110 υπάρχουν φυτικά απολιθώματα και θραύσματα από γαστερόποδα, ενώ από τα 110 cm κ μέχρι την οροφή του στρώματος, τα γαστερόποδα μειώνονται. Ακολουθούν 63 cm πηλιτικής μάργας, με πορτοκαλί και κόκκινες οξειδώσεις, μετά τα 30 cm υπάρχουν θραύσματα από γαστερόποδα (στρώμα 35). Το επόμενο στρώμα που έχει αποτεθεί είναι 7 cm πορτοκαλί πηλιτικού υλικού (στρώμα 36) και 12 cm γκρι (5Y 4/2) πηλιτικής μάργας με πορτοκαλί οξειδώσεις (στρώμα 37). Τα επόμενα 5 cm αποτελούνται από καστανοκόκκινο πηλιτικό υλικό, με πράσινες ενδιαστρώσεις, φυτικά υπολείμματα στη βάση του στρώματος και γύψο στην οροφή (στρώμα

38). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί γκρι μάργα με πάχος 18 cm (στρώμα 39) και 22 cm λεπτόκοκκης άμμου με πορτοκαλί ενδιαστρώσεις (στρώμα 40). Ακολουθεί στρώμα γκρι (5Y 4/2) πηλιτικής μάργας με πάχος 15 cm, που στη βάση του έχει έναν καστανοκόκκινο ορίζοντα πάχους 2 cm (στρώμα 41).

Η ακολουθία συνεχίζει με 43 cm καφέ (2.5Y 5/4) μεσόκοκκης άμμου, στα τελευταία 5 cm εμφανίζονται εναλλαγές άμμου με αργιλικό υλικό (στρώμα 42). Τη μεσόκοκκη άμμο, διαδέχεται στρώμα γκρι (5Y 4/2) αργίλου 52 cm και στα τελευταία εκατοστά εμφανίζεται μια ελαφριά ελασμάτωση 1 cm (στρώμα 43). Ακολουθεί αργιλικό στρώμα 15 cm με εναλλαγές κόκκινου και καφέ χρώματος (στρώμα 44). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί πηλιτικό στρώμα με ελασματώσεις πάχους 5 cm. Το επόμενο στρώμα αποτελείται από 9 cm αμμώδους πηλού με φυτικά υπολείμματα (στρώμα 45) και ακολουθεί λεπτόκοκκος ψαμμίτης πάχους 16 cm (στρώμα 46). Τα επόμενα 24 cm αποτελούνται από αργιλικό υλικό με φυτικά υπολείμματα (στρώμα 47) και πάνω από αυτό έχει αποτεθεί λεπτοστρωματώδης έως ελασματώδης ψαμμίτης, με πάχος 50 cm, που γίνεται μεσόκοκκος στα τελευταία 7 cm (στρώμα 48). Ακολουθεί καστανοκόκκινος πηλιτικός ορίζοντας με πάχος 108 cm στον οποίο εμφανίζονται κελύφη μετά τα 70 cm και μετά τα 90 cm γίνεται πιο αμμώδης (στρώμα 49).

Στη συνέχεια έχει αποτεθεί σκούρο γκρι (5Y 4/2) πηλιτικό στρώμα πάχους 10 cm, το οποίο έχει μια πορτοκαλί ελασμάτωση στα τελευταία 2 cm (στρώμα 50). Ακολουθούν 16 cm καφέ λεπτόκοκκης άμμου (στρώμα 51) και 16 cm σκούρας γκρι αργίλου με οργανικά και πορτοκαλί ενδιαστρώσεις (στρώμα 52). Το επόμενο στρώμα που έχει αποτεθεί, είναι ξανά ένα πηλιτικό στρώμα με πορτοκαλί τελείωμα και συνολικό πάχος 3 cm (στρώμα 53). Ακολουθούν 19 cm γκρι αμμούχας μάργας, με ένα σκούρο ορίζοντα στα 9 cm (στρώμα 54). Το επόμενο στρώμα που έχει αποτεθεί, είναι 11 cm λεπτόκοκκης άμμου με πορτοκαλί ενδιαστρώσεις (στρώμα 55) και στη συνέχεια 12 cm γκρι πηλιτικής μάργας με πορτοκαλί ενδιαστρώσεις (στρώμα 56). Πάνω από τη μάργα, έχει αποτεθεί στρώμα καστανής άμμου, με πάχος 14 cm (στρώμα 57) και σκούρο καστανό, πηλιτικό στρώμα με πορτοκαλί τελείωμα, πάχους 2 cm (στρώμα 58). Ακολουθεί στρώμα άμμου με πάχος 33 cm (στρώμα 59) και καστανός ορίζοντας με πορτοκαλί τελείωμα, με πάχος 3 cm (στρώμα 60). Πάνω από την άμμο, έχει αποτεθεί στρώμα άμμου με πάχος 15 cm (στρώμα 61).

Η ακολουθία συνεχίζει με 8 cm πηλού που περιέχει φυτικά υπολείμματα (στρώμα 62) και 16 cm λεπτόκοκκη πηλώδης άμμος (στρώμα 63). Στη συνέχεια έχουν αποτεθεί 4 cm μεσόκοκκης άμμου (στρώμα 64) και 16 cm πηλώδης άργιλος (στρώμα 65). Ακολουθούν 50 cm τεφρής αργίλου, πλούσια σε οργανικά (στρώμα 66). Στη συνέχεια έχει αποτεθεί γκρι, λεπτοστρωματώδες έως ελασματώδες αργιλικό στρώμα, πάχους 6 cm (στρώμα 67). Το επόμενο στρώμα που έχει αποτεθεί, είναι πάλι τεφρή οργανομιγής άργιλος, πάχους 24 cm (στρώμα 68)., πάνω από το οποίο έχει αποτεθεί μεσόκοκκη άμμους με πάχος 3 cm (στρώμα 69). Ακολουθεί σκούρο καφέ αργιλικό στρώμα, πλούσιο σε φυτικά υπολείμματα, που στη βάση του είναι πλούσιο σε οργανικά, ενώ προς τα πάνω γίνεται πιο ανοιχτόχρωμο και με λιγότερα οργανικά (στρώμα 70). Τέλος, η ακολουθία κλείνει με 50 cm άμμου (στρώμα 71).

Πάνω από το τελευταίο στρώμα, δεν ήταν δυνατόν να γίνει δειγματοληψία στην υπόλοιπη ακολουθία, λόγω μεγάλης κλίσης της πλαγιάς. Παρόλα αυτά, παρατηρήθηκε ότι στο ανώτερο τμήμα της ακολουθίας, επικάθονται ασύμφωνα κόκκινα κροκαλοπαγή.

Αποτελέσματα παλαιοντολογικής ανάλυσης

Το μεγαλύτερο μέρος της τομής αποτελείται από στείρα δείγματα. Με εξαίρεση κάποια δείγματα στα τελευταία περίπου 8 m, που αποτελούνται σχεδόν αποκλειστικά *από C. torosa* (λείος οίκο- φαινότυπος- έως 284 θυρίδες/ δείγμα) (Πίν.25, παράρτημα).

3.2 Συστηματική ταξινόμηση ειδών

Σε αυτή τη διατριβή αναλύθηκαν μικροπαλαιοντολογικά στο εργαστήριο Παλαιοντολογίας και Στρωματογραφίας του Πανεπιστημίου Πατρών 979 δείγματα ιζήματος που συλλέχθησαν από τις 23 τομές που μελετήθηκαν γύρω από τον Ποταμό Χάραδρο.

Πίνακας 3.1 Πίνακας γενών/ ειδών που αναγνωρίστηκαν από την παλαιοντολογική ανάλυση και αντίστοιχες παραπομπές στους πίνακες του παραρτήματος

	Οικογένεια	*Γένος*	*Είδος*
Τρηματοφορα	Ammoniidae	Ammonia	*A. beccarii* (Πίνακας 26, εικόνες 1,2)
			A. tepida (Πίνακας 26, εικόνες 3,4)
	Amphisteginidae	Amphistegina	*A. lessonii*
	Bolivinitidae	Bolivina	*B. robusta*
			B. striatula (Πίνακας 26, εικόνα 5)
			B. spathulata
		Fursenkoina	*F. subacuta* (Πίνακας 26, εικόνα 6)
	Buliminidae	Bulimina	*B. aculeata* (Πίνακας 26, εικόνα 7)
			B. elongata (Πίνακας 26, εικόνα 8)
	Cancrisidae	Cancris	*C. auricula*
		Valvulineria	*V. bradyana* (Πίνακας 26, εικόνες 10,11)
	Cassidulinidae	*Cassidulina*	*C. laevigata* (Πίνακας 26, εικόνα 9)
	Cibicididae	*Cibicides*	*C. refulgens* (Πίνακας 26, εικόνα 13)
		Lobatula	*L. lobatulus* (Πίνακας 26, εικόνα 12)
	Elphidiidae	*Cribroelphidium*	*C. excavatum* (Πίνακας 26, εικόνα 16)
		Elphidium	*E. crispum* (Πίνακας 26, εικόνα 14)
			E. macellum
			E. translucens (Πίνακας 26, εικόνα 15)
		Porosononion	*P. granosum* (Πίνακας 26, εικόνα 17)
	Globigerinidae	Globigerina	*G. bulloides*
		Globigerinoides	*G. ruber* (Πίνακας 27, εικόνες 1,2)
		Orbulina	*O. universa* (Πίνακας 27, εικόνα 3)
	Haynesinidae	*Aubignyna*	*A. perlucida* (Πίνακας 27, εικόνες 4,5)
		Haynesina	*H. depressula* (Πίνακας 27, εικόνα 6)
	Melonidae	*Melonis*	*M. barleeanum* (Πίνακας 27, εικόνα 7)
	Nonionidae	*Nonion*	*N. boueanum* (Πίνακας 27, εικόνα 8)
		Nonionella	*N. auris*
		Nonionoides	*N. turgidus* (Πίνακας 27, εικόνα 9)

Συνέχεια Πίνακας 3.1: Πίνακας γενών/ ειδών που αναγνωρίστηκαν από την παλαιοντολογική ανάλυση και αντίστοιχες παραπομπές στους πίνακες του παραρτήματος

	Οικογένεια	*Γένος*	*Είδος*
	Planorbulinidae	Planorbulina	*P. mediterranensis*
	Rosalinidae	Rosalina	*R. bradyi*
			R. globularis
	Reussellidae	Reussella	*R. spinulosa* (Πίνακας 26, εικόνα 18)
	Siphogerinoididae	Rectuvigerina	*R. phlegeri* (Πίνακας 27, εικόνα 10)
	Siphoninidae	*Siphonina*	*S. reticulata* (Πίνακας 27, εικόνα 11)
	Trichohyalidae	Buccella	*B. frigida* (Πίνακας 27, εικόνες 12, 13)
	Epistominidae	*Hoeglundina*	*H. elegans*
	Textulariidae	*Bigenerina*	*B. (Bigenerina) nodosaria* (Πίνακας 27, εικόνα 14)
	Textularioidea	Textularia	*T. agglutinans* (Πίνακας 27, εικόνα 15)
	Cribrolinoididae	*Adelosina*	*A. longirostra* (Πίνακας 27, εικόνα 21)
			A. mediterranensis
	Hauerinidae	Quinqueloculina	*Q. agglutinans* (Πίνακας 27, εικόνα 16)
			Q. bosciana
			Q. seminula (Πίνακας 27, εικόνα 17)
		Pyrgo	*P. elongata* (Πίνακας 27, εικόνα 18)
			P. williamsoni (Πίνακας 27, εικόνα 19)
		Triloculina	*T. trigonula*
	Spiroloculinidae	Spiroloculina	*S. depressa* (Πίνακας 27, εικόνα 20)
	Nodosariidae	Laevidentalina	*L. filiformis* (Πίνακας 27, εικόνα 19)
		Pseudonodosaria	*Pseudonodosaria* sp.
	Lagenidae	Lagena	*L. striata* (Πίνακας 26, εικόνα 20)
	Vaginulinidae	Lenticulina	*L. inornata*
			L. cf. *gibba*
		Marginulina	*M. similis* (Πίνακας 26, εικόνα 21)
Οστρακώδη	Candonidae	Candona	*C. neglecta* (Πίνακας 28, εικόνες 1, 2)
			C. angulata (Πίνακας 28, εικόνες 3, 4)
	Cyprididae	Heterocypris	*H. salina*
		Ilyocypris	*I. bradyi*
			I. decipiens
			I. gibba

Συνέχεια Πίνακας 3.1: Πίνακας γενών/ ειδών που αναγνωρίστηκαν από την παλαιοντολογική ανάλυση και αντίστοιχες παραπομπές στους πίνακες του παραρτήματος

	Οικογένεια	*Γένος*	*Είδος*
	Cytherellidae	Cytherella	*C. scutulum* (Πίνακας 28, εικόνα 5)
	Cytherideidae	Cyprideis	*C. torosa* (Πίνακας 28, εικόνες 6, 7, 8)
		Cytheridea	*C. neapolitana* (Πίνακας 28, εικόνα 9)
	Cytheruridae	Cytheropteron	*Cytheropteron* sp. (Πίνακας 28, εικόνα 10)
		Semicytherura	*S. ruggierii* (Πίνακας 28, εικόνα 11)
	Darwinulidae	Darwinula	*D. stevensoni*
	Eucytheridae	Eucythere	*E. anglica* (Πίνακας 28, εικόνα 12)
	Hemicytheridae	Aurila	*A. calciplena* (Πίνακας 29, εικόνες 1, 2)
			*A. convexa (*Πίνακας 29, εικόνες 3, 4)
		Cimbaurila	*C. cimbaeformis (*Πίνακας 29, εικόνα 5)
		Tyrrhenocythere	*T. amnicola (*Πίνακας 29, εικόνες 6, 7)
		Muellerina	*M. latimarginata (*Πίνακας 29, εικόνες 8, 9)
	Leptocytheridae	Callistocythere	*C. adriatica (*Πίνακας 29, εικόνα 10)
			C. flavidofusca
		Leptocythere	*L. lacertosa* (Πίνακας 29, εικόνα 11)
			L. ramosa (Πίνακας 29, εικόνα 12)
			L. rara
			L. tenera (Πίνακας 29, εικόνα 13)
	Loxoconchidae	Loxoconcha	*L. elliptica*
			L. ovulata (Πίνακας 29, εικόνα 14)
			L. stellifera (Πίνακας 29, εικόνα 15)
		Palmoconcha	*P. laevata* (Πίνακας 29, εικόνα 16)
			P. turbida (Πίνακας 29, εικόνα 17)
		Sagmatocythere	*S. variesculpta* (Πίνακας 29, εικόνα 18)
	Neocytherididae	Neocytherideis	*N. fasciata*
	Trachyleberididae	Bosquetina	*B. dentata* (Πίνακας 30, εικόνα 5)
		Buntonia	*B. bremneri* (Πίνακας 30, εικόνα 7)
		Carinocythereis	*C. bairdi* (Πίνακας 30, εικόνα 3)
			C. carinata (Πίνακας 30, εικόνα 4)
			C. rhombica (Πίνακας 30, εικόνα 1)

Συνέχεια Πίνακας 3.1: Πίνακας γενών/ ειδών που αναγνωρίστηκαν από την παλαιοντολογική ανάλυση και αντίστοιχες παραπομπές στους πίνακες του παραρτήματος

	Οικογένεια	*Γένος*	*Είδος*
			C. whitei (Πίνακας 30, εικόνα 2)
		Costa	C. edwardsii (Πίνακας 30, εικόνες 10, 11)
		Henryhowella	H. asperrima (Πίνακας 30, εικόνα 9)
		Hiltermannicythere	H. rubra (Πίνακας 30, εικόνα 12)
		Pterygocythereis	*P. jonesii* (Πίνακας 30, εικόνες 14, 15)
			P. coronata (Πίνακας 30, εικόνα 13)
	Xestoleberididae	Xestoleberis	*X. decipiens*
Κοκκολιθοφόρα	Noelaerhabdaceae	Emiliania	*E. huxleyi*
		Gephyrocapsa	*G. oceanica*
			Gephyrocapsa spp
	Syracosphaeraceae	Syracosphaera	*S. pulchra*

Παρακάτω ακολουθεί η συστηματική ταξινόμηση των οργανισμών που αναγνωρίστηκαν. Η αναγνώριση βασίσθηκε σε σχετικές βιβλιογραφίες, καθώς και σε άτλαντες και κλείδες. Ο έλεγχος για την εγκυρότητα της ονοματολογίας βασίστηκε στο WoRMS Editorial Board (2021). World Register of Marine Species. Available from https://www.marinespecies.org at VLIZ. Accessed 2021-06-17. doi:10.14284/170. Η συστηματική ταξινόμηση κάθε είδους συνοδεύεται από περιγραφή των οικολογικών τους προτιμήσεων και τη στρωματογραφική τους εξάπλωση όπου ήταν δυνατόν, καθώς επίσης και από τη σχετική βιβλιογραφία.

Φύλο: Τρηματοφόρα

Ομοταξία: Globothalamea

Τάξη: Rotaliida

Οικογένεια: Ammoniidae

Γένος: Ammonia

- Είδος: *Ammonia beccarii* (Linnaeus, 1758)

Οικολογία: είναι ένα κοινό κοσμοπολίτικο είδος, που ζει σε παράκτια και νηρητικά περιβάλλοντα (Debeanay and Redois, 1997), στην εσωτερική- μέση υφαλοκρηπίδα (Perez Asensio et al. 2012).

Είδος: *Ammonia tepida* (Cushman, 1926)

Οικολογία: ζει σε πηλιτικά ιζήματα, υφάλμυρων περιβαλλόντων (Debenay et al. 1998, Murray 2006; Blázquez and Usera 2010; Pérez-Asensio and Aguirre 2010). Αυτό το είδος μπορεί να ευδοκιμήσει σε περιβάλλοντα με χαμηλή περιεκτικότητα σε οξυγόνο ή/ και υψηλές ροές οργανικής ύλης (Martins et al. 2013, Wukovits et al. 2018, Barbieri et al. 2019). Είναι ένα οπορτουνιστικό είδος δεύτερης τάξης, αυξάνεται πολύ όταν η προσφορά οργανικής ύλης είναι η μέγιστη (Pérez-Asensio and Rodriguez-Ramirez, 2020). Αντανακλά ένα μεγάλο εύρος αλατότητας και θερμοκρασίας σε περιβάλλοντα κοντά στην ακτή (Meric et al. 2007).

Οικογένεια: Amphisteginidae

Γένος: Amphistegina

- Είδος: *Amphistegina lessonii* d'Orbigny in Guérin-Méneville, 1832

Οικολογία: είδος ρηχών νερών (Langer et al. 2016)

Οικογένεια: Bolivinitidae

Γένος: Bolivina

- Είδος: *Bolivina robusta* (Brady, 1881)

Οικολογία: είναι βενθονικό τρηματοφόρο που προτιμά περιβάλλοντα χαμηλού οξυγόνου και κυριαρχεί κατά την τελευταία παγετώδη περίοδο (Li et al. 1997).

- Είδος: *Bolivina striatula* Cushman, 1922

Οικολογία: Η *B. striatula* είναι τυπικό είδος του κατώτερου τμήματος της υφαλοκρηπίδας (Duchemin et al. 2007). Φαίνεται ότι έχει ισχυρή εξάρτηση από την περιεκτικότητα σε οξυγόνο.

- Είδος: *Bolivina spathulata* (Williamson, 1858)

Οικολογία: είναι είδος ανθεκτικό στην έλλειψη οξυγόνου και εντοπίζεται σε υποστρώματα πλούσια σε οργανική ύλη (Gupta 1997).

Γένος: Fursenkoina

- Είδος: *Fursenkoina subacuta (d'Orbigny, 1852)*

Οικολογία: είναι ένα τυπικό επιβενθονικό είδος, ανθεκτικό στην έλλειψη οξυγόνου (Baldi and Hohenegger 2008) (Kaminski et al 2002)

Οικογένεια: Buliminidae

Γένος: Bulimina

- Είδος: *Bulimina aculeata* d'Orbigny, 1826

Οικολογία: κυριαρχεί κυρίως σε περιόδους χαμηλού οξυγόνου (Burgess and Schnitker, 1990). Η *B. aculeata* βρίσκεται συνήθως σε λεπτόκοκκα ιζήματα από την υφαλοκρηπίδα έως και την κατωφέρεια (Jorissen et al., 1998, Mendes et al., 2004, Murray, 1991). Σύμφωνα με τους Duchemin et al. (2008) παρουσιάζει ευκαιριακή συμπεριφορά. Αυτό το είδος έχει βρεθεί στην εξωτερική υφαλοκρηπίδα στο Gulf of Lions και στο Bay of Biscay και υποδηλώνει την εξάρτησή του από το δεβριτικό υλικό φυτικής προέλευσης (Fontanier et al., 2008). Πληθυσμοί με κυριαρχία της *B. aculeata* με δεξιόστροφη περιέλιξη συνδέονται με θερμά νερά, ενώ το αντίθετο δεν ισχύει (Collins, 1990).

Στρωματογραφική εξάπλωση: Άνω Μειόκαινο έως σήμερα (Kuppusamy et al. 2011)

- Είδος: *Bulimina elongata* d' Orbigny, 1846

Οικολογία: αυτό το είδος, σχετίζεται γενικά, με ιλυώδη- αμμώδη ιζήματα και με περιβάλλοντα που δημιουργούνται από τη μίξη θαλασσινού νερού με ποτάμιο (Barmawidjaja et al. 1992; Bellotti et al. 1994; Mendes et al. 2004; Frezza and Carboni 2009) και περιβάλλοντα κλειστών κολπίσκων (Murray 2001). Έχει περιγραφεί σαν τυπικό είδος ρηχού νερού από τον Jorissen (1988) και οι Levy et al. (1995) προτείνουν ότι το βάθος διαβίωσής του κυμαίνεται μεταξύ 0-150 m. Σύμφωνα με τους Ferraro et. Al. (2018), η μηδενική του συσχέτιση με τις περιβαλλοντικές παραμέτρους, δείχνουν πιθανή ικανότητα αυτού του είδους να προσαρμόζεται καλά σε διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες.

Στρωματογραφική εμφάνιση: Μειόκαινο έως σήμερα (Jones, 1994), Μέσο Ηώκαινο έως Πλειστόκαινο (Thomas, 1990) (Holbourn, 2013).

Οικογένεια: Cancrisidae

Γένος: Cancris

- Είδος: *Cancris auricula* (Fichtel & Moll, 1798)

Οικολογία: είναι βενθονικό τρηματοφόρο που προτιμά ρηχά, κανονικά θαλάσσια περιβάλλοντα με υψηλό ρυθμό ιζηματογένεσης (Hageman 1979). Σύμφωνα με τη Drinia (2009), στη Μεσόγειο εμφανίζεται σε περιβάλλοντα υφαλοκρηπίδας έως βαθύαλα.

Γένος: Valvulineria

- Είδος: *Valvulineria bradyana* (Fornasini, 1900)

Οικολογία: βρίσκεται σε ενδοπαλιρροϊακά- περιπαλιρροϊακά ιζήματα (Frezza and Carboni, 2009), και συνδέεται με ιζήματα πλούσια σε οργανικό υλικό (Villanueva- Guimerans et al. 2008) και χαμηλές συγκεντρώσεις οξυγόνου. Έχει ευκαιριακή συμπεριφορά, πράγμα που του επιτρέπει να εκμεταλλεύεται τα μεγάλα ποσοστά σε τροφή, από τις συνεισφορές από ποτάμια (Bergamin et al. 1999). Έρευνες απέδειξαν τη συσχέτιση μεταξύ μιας τυπικής συνάθροισης, που κυριαρχείται από *V. bradyana* και της εισροής οργανικών με ποτάμια προέλευση (Frezza et al. 2005, Frezza and Carboni, 2009).

Οικογένεια: Cassidulinidae

Γένος: Cassidulina

- Είδος: *Cassidulina laevigata* d'Orbigny, 1826

Οικολογία: Έχει βρεθεί σε βάθος από 95μ έως και 1200 μ (Sejrup et al. 1981, Mendes et al. 2004, Villanueva- Guimerans et al. 2008). Σύμφωνα με τους Mendes et al. (2004) η παρουσία της *Cassidulina laevigata,* συνδέεται άμεσα με το βάθος, όσο αυξάνεται το βάθος της θάλασσας αυξάνεται το ποσοστό της *Cassidulina laevigata.* Για παράδειγμα στην εργασία τους αναφέρουν ότι όταν το ποσοστό της *Cassidulina laevigata* φτάνει το 18%, το βάθος της θάλασσας είναι 102 m, ενώ όταν τα ποσοστά πλησιάζουν το 1% δείχνει πολύ ρηχό περιβάλλον. Ανήκει στους ενδοβιόντες οργανισμούς (Krinstensen et Sejrup, 1996).

Οικογένεια: Cibicididae

- Είδος: *Cibicides refulgens* Montfort, 1808

Οικολογία: εντοπίζεται σε μέσα νηρητικά έως βαθύαλα περιβάλλοντα (Holbourn et al, 2013) και αποτελεί επιβενθική πανίδα (Schönfeld, 2002)

Στρωματογραφική εξάπλωση: Άνω Μειόκαινο έως σήμερα (Holbourn et al, 2013)

Γένος: Lobatula

- Είδος: *Lobatula lobatulus* (Walker & Jacob, 1798)

Οικολογία: βρίσκεται στην εσωτερική υφαλοκρηπίδα, σε βάθος 30-50 m (Nouradini et al. 2015). Ανήκει στα επιβενθικά είδη, που ζουν προσκολλημένα σε σκληρό υπόστρωμα (Loeblich and Tappan 1964).

Είναι κοινό σε ιζήματα που περιέχουν άμμο και κροκάλες και σε περιοχές πυθμένα με ρεύματα (Vilkd and Deonarine, 1988).

Οικογένεια: Elphidiidae

Γένος: Cribroelphidium

- Είδος: *Cribroelphidium excavatum* (Terquem, 1875)

Οικολογία: έχει βρεθεί σε μεγάλο εύρος ιζημάτων, από χονδρόκοκκη άργιλο, μέχρι πολύ χονδρόκοκκη άμμο (Alve and Murray, 1999). Το *C. excavatum* είναι χαρακτηριστικό είδος των εξωτερικών τμημάτων ενός παραλιακού συστήματος (Debenay et al. 2000) και ζει σε μεγάλο εύρος αλατότητας (Debenay et al., 2001)

Γένος: Elphidium

- Είδος: *Elphidium crispum* (Linnaeus, 1758)

Οικολογία: είναι ενδοβιόντας ελεύθερος οργανισμός που απαντάται σε θαλάσσιο και/ ή υφάλμυρο περιβάλλον (εύρος αλατότητας 0-70‰, και σε υφάλμυρα έως υπεράλμυρα έλη και σε λιμνοθάλασσες (Sen Gupta, 2003). Το μεγάλο ποσοστό παρουσίας *E. crispum* είναι τυπικό σε αμμώδη ή σε περιβάλλοντα με άμμο-πηλό, σε ενδοπαλιρροϊκά/ περιπαλιρροϊκά ιζήματα, καθώς και σε καλά οξυγονωμένα περιβάλλοντα με βλάστηση (Buosi et al., 2012, Buosi et al. 2013; Milker et al., 2009). Αυτό το είδος έχει καταγραφεί πολλές φορές στη λεκάνη της Μεσογείου, όπου ζει επιφυτικά ανάμεσα σε λιβάδια *Posidonia oceanica* (Frezza et al., 2011; Langer, 1993; Mateu-Vicens et al., 2010, Buosi et al. 2020).

- Είδος: *Elphidium macellum* (Fichtel & Moll, 1798)

Οικολογία: παράκτιο είδος (Pillet et al. 2012)

- Είδος: *Elphidium translucens* Natland, 1938

Οικολογία: είναι ευρύαλο είδος, που βρίσκεται σε περιθωριακά θαλάσσια περιβάλλοντα (Murray 2006; Pérez-Asensio and Aguirre 2010). Όπως και τα υπόλοιπα Elphidium, είναι λιγότερο ανεκτικό στις συνθήκες χαμηλού οξυγόνου, σε σχέση με τα Ammonia (Sen Gupta and Platon 2006). Αυτό το είδος, δεν αυξάνει με τις ροές οργανικής ύλης και εξαφανίζεται όταν η είσοδος της οργανικής ύλης είναι υψηλή (Jorissen et al. 2018, Pérez-Asensio and Rodriguez- Ramirez, 2020).

Γένος: Porosononion

- Είδος: *Porosononion granosum* (d'Orbigny, 1846)

Οικολογία: είναι άφθονο σε περιθωριακά- θαλάσσια περιβάλλοντα και ανθεκτικό σε ευρείες αλατότητες (Vaiani 2000; Curzi et al. 2006; Pérez-Asensio and Aguirre 2010). Στη Μεσόγειο, έχει καταγραφεί στην ενδοπαλιρροϊκή και περιπαλιρροϊκή ζώνη (Blanc-Vernet, 1969). Έχει βρεθεί σε λιμνοθάλασσες σε χαμηλές συχνότητες (Melis and Covelli, 2013, Barbieri 2018). Αυτό το είδος μπορεί

να επωφεληθεί από τις υψηλές ροές οργανικής ύλης, εφόσον η περιεκτικότητα σε οξυγόνο δεν είναι πολύ χαμηλή (Jorissen 1988). Θεωρείται οπορτουνιστικό είδος τρίτης τάξης, αυξάνοντας την αφθονία του ως απάντηση στην ψηλότερη προσφορά οργανικής ύλης, αλλά εξαφανίζεται με το μέγιστο εμπλουτισμό σε οργανική ύλη (Jorissen et al. 2018, Pérez-Asensio and Rodriguez- Ramirez, 2020)

Οικογένεια: Globigerinidae

Γένος: Globigerina

- Είδος: *Globigerina bulloides* d'Orbigny, 1826

Οικολογία: είναι πλαγκτονικό τρηματοφόρο. Είναι συνήθως, περιορισμένο κυρίως στα άνω 60 m της υδάτινης στήλης και εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα των πόρων διατροφής και ως εκ τούτου από το γενικό υδρογραφικό δίκτυο (Schiebel et al 1997).

Γένος: Globigerinoides

- Είδος: *Globigerinoides ruber* (d' Orbigny, 1839)

Οικολογία: το *Globigerinoides ruber* είναι ένα κοινό τροπικό- υποτροπικό πλαγκτονικό τρηματοφόρο. Κατοικεί σε ζεστά επιφανειακά νερά σύμφωνα με τους Kuroyanagi et al. (2008), με θερμοκρασιακό εύρος 14-32 °C και βέλτιστη θερμοκρασία 23 °C.

Γένος: Orbulina

- Είδος: *Orbulina universa* d'Orbigny, 1839

Οικολογία: είναι παρόντα σχεδόν πάντα, σε τροπικούς ωκεανούς με θερμοκρασίες 22-26 °C, κατοικούν στην ευφωτική ζώνη (άνω των 100 μέτρων), όπου τα επίπεδα φωτός είναι επαρκή για τη φωτοσυνθετική δραστηριότητα των συμβιωτικών φυκών (Eggins et al. 2004).

Οικογένεια: Haynesinidae

Γένος: Aubignyna

- Είδος: *Aubignyna perlucida* (Heron-Allen & Earland, 1913)

Οικολογία: είναι ένα τυπικό ενδοπανιδικό είδος (Frontalini and Coccioni, 2008), ρηχού θαλάσσιου περιβάλλοντος, με υπόστρωμα πλούσιο σε οργανική ύλη (Barbieri et al. 2019) και δείχνει περιορισμένη ανεκτικότητα σε ανοξικές συνθήκες (Jorissen, 1988).

Γένος: Haynesina

- Είδος: *Haynesina depressula* (Walker & Jacob, 1798)

Οικολογία: Η παρουσία της *H. depressula* μπορεί να συνδέεται με κανονικές θαλάσσιες συνθήκες, αλλά πάντα με περιοδικές επιρροές από υφάλμυρα νερά (Louvari et al. 2013). Ο Murray (1971) βρήκε ζωντανά άτομα σε ανοιχτή θάλασσα με βάθος μεταξύ 10 ναι 42 m. Αυτό το είδος είναι γνωστό γιατί

δημιουργεί αποικίες σε αμμώδη υπόβαθρα στην εσωτερική υφαλοκρηπίδα και είναι μη ανθεκτικό σε αλατότητες υψηλότερες από 50 psu (Murray 2006). Στον κόλπο της Πάτρας έχει βρεθεί σε χαμηλά έλη και παλιρροιακές πεδιάδες, τα οποία χαρακτηρίζονται από υψηλά ποσοστά σε *Ammonia beccarii* (*A. tepida*) και *H. depressula* (Scott et al., 1978).

Οικογένεια: Melonidae

Γένος: Melonis

- Είδος: *Melonis barleeanum* (Williamson), 1858

Οικολογία: Έχει βρεθεί σε ιζήματα βαθιάς θάλασσας και περιπαλιρροϊκά ιζήματα, και είναι ενδοβιόντας οργανισμός (0-1 cm) (Bergamin et al. 1995, Hasenfratz et al. 2017). Το *M. barleeanus* ευδοκιμεί σε ιζήματα πλούσια σε οργανικό υλικό και καλά οξυγονωμένα, από την ανώτερη ηπειρωτική κατωφέρεια και πάνω (Goineau et al. 2011)

Στρωματογραφική εμφάνιση: Ολιγόκαινο έως σήμερα. Κάτω Μειόκαινο έως σήμερα (Thomas, 1985). Σπάνιο στο Ολιγόκαινο, πιο άφθονο στο Μέσο και Άνω Μειόκαινο (Miller and Katz, 1987 ; Katz and Miller, 1993, Holbourn et al., 2013).

Οικογένεια: Nonionidae

Γένος: Nonion

- Είδος: *Nonion boueanum* (d'Orbigny, 1846)

Οικολογία: είναι είδος που σχετίζεται με αυξημένο οργανικό υλικό και μη οξυγονωμένα περιβάλλοντα. Δείχνει ρηχή, ενδοπανιδική συμπεριφορά και από την εποχιακή του διασπορά συμπεραίνεται, ότι είναι ένα είδος που δεν προσαρμόζεται σε πολύ φτωχά οξυγονωμένα περιβάλλοντα (Diz et al. 2002).

Γένος: Nonionella

- Είδος: *Nonionella auris* (d'Orbigny, 1839)

Οικολογία: βενθονικό τρηματοφόρο που συνδέεται με συνθήκες χαμηλού οξυγόνου (Cardich et al. 2015)

Γένος: Nonionoides

- Είδος: *Nonionoides turgidus (Williamson, 1858)*

Οικολογία: είναι είδος ενδοπανίδας ρηχής θάλασσας (Ernst et al. 2002), ανθεκτικό σε πλούσια σε οργανικά ιλυώδη υποστρώματα και σε ανεπάρκεια οξυγόνου (Barbieri et al. 2019)

Οικογένεια: Planorbulinidae

Γένος: Planorbulina

- Είδος: *Planorbulina mediterranensis* d'Orbigny, 1826

Οικολογία: έχει ευρεία εξάπλωση στη Μεσόγειο, σε ενδοπαλιρροϊκούς πυθμένες, καλυμμένους με βλάστηση και είναι συχνό στα ιλυώδη ιζήματα. (Villanueva Guimerans and Cervera Currado, 1999)

Οικογένεια: Rosalinidae

Γένος: Rosalina

- Είδος: *Rosalina bradyi* (Cushman, 1915)

Οικολογία: έχει βρεθεί στη Γαλλία σε βάθος μεταξύ 10 και 15 μέτρων. Σε αυτό το βάθος η αλατότητα ήταν 36.9 και 37.8 psu και η θερμοκρασία μεταξύ 11.6 και 20.8 C. στην Αδριατική έχει βρεθεί σε βάθος 100 μέτρων σε αμμώδη υποστρώματα (Fontanier et al. 2008).

- Είδος: *Rosalina globularis* d'Orbigny, 1826

Οικολογία: είναι ένα κοινό, κοσμοπολίτικο είδος, ρηχών θαλάσσιων νερών. Η *R. globularis* μπορεί να είναι ανθεκτική σε θερμοκρασίες 20 °C έως 35 °C (Saraswat et al. 2011)

Οικογένεια: Reussellidae

Γένος: Reussella

- Είδος: *Reussella spinulosa* (Reuss, 1850)

Οικολογία: σύμφωνα με τους Avnaim- Katav et al. (2015) το είδος *R. spinulosa* δείχνει θετική σχέση με το βάθος του νερού και ακόμη πιο στενή σχέση με την περιεκτικότητα σε οργανικό άνθρακα.

Οικογένεια: Siphogerinoididae

Γένος: Rectuvigerina

- Είδος: *Rectuvigerina phlegeri* Le Calvez, 1959

Οικολογία: οι Ferraro et al. (2018) υπογράμμισαν ότι υπάρχει σχέση μεταξύ της *R. phlegeri* και του οξυγόνου, επισημαίνοντας ότι αυτό το είδος δείχνει μια συμπεριφορά παρόμοια με εκείνη της *A. tepida*. Η *R. phlegeri* είναι ένα τυπικό είδος, της ρηχής ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας (Levy et al. 1995; De Rijk et al. 1999), γενικά έχει καταγραφεί σε αμμώδη έως ιλυώδη περιβάλλοντα με σχετικά υψηλή περιεκτικότητα σε οργανικό υλικό (e.g., Bizon and Bizon 1984; Mojtahid et al. 2010), έχει καταγραφεί επίσης, σε διαφορετικά περιβάλλοντα οξυγόνου (Schönfeld 2002; Diz and Francés 2008). Δεδομένα

σχετικά με το *R. phlegeri* έδειξαν ότι αυτό το είδος δεν εμφανίζει σαφή εποχιακή κατανομή και η μέγιστη αφθονία του φαίνεται να σχετίζεται με χαμηλές τιμές αλατότητας και σημαντικά χαμηλά επίπεδα οξυγόνου στα ιζήματα (Ferraro et al. 2018).

Οικογένεια: Siphoninidae

Γένος: Siphonina

- Είδος: *Siphonina reticulata* (Čžjžek, 1848)

Οικολογία: συνιστά ένα καλά οξυγονωμένο περιβάλλον με κανονική αλατότητα (Panieri et al. 2009), αντιπροσωπεύει ρηχές έως ενδιάμεσες ενδοπανιδικές συνθήκες διαβίωσης και δεν εξαρτάται ιδιαίτερα από τις υψηλές ποσότητες φρέσκιας και αμετάβλητης οργανικής ύλης (Gupta 1997, Kawagata 2001, Drinia et al. 2008)

Οικογένεια: Trichohyalidae

Γένος: Buccella

- Είδος: *Buccella frigida* (Cushman, 1922)

Οικολογία: είναι τυπικό είδος κρύου νερού (Guo et al 2020)

Τάξη: Robertinida

Οικογένεια: Epistominidae

Γένος: Hoeglundina

- Είδος: *Hoeglundina elegans* (d'Orbigny, 1826)

Οικολογία: είναι είδος ενδοπανίδας (Fontanier et al., 2002, 2005, 2008b). Σύμφωνα με τον Lohmann (1978), ζει σε βαθιά βενθονικά περιβάλλοντα σε μεγάλο γεωγραφικό εύρος. Κυριαρχεί σε μεσοπαγετώδεις περιόδους και δείχνει αύξηση στην παραγωγικότητα της επιφάνειας, που συνδέεται με θερμά διαστήματα (Angue Minto'O et al. 2016).

Τάξη: Textulariida

Οικογένεια: Textulariidae

Γένος: Bigenerina

- Είδος: *Bigenerina (Bigenerina) nodosaria* d'Orbigny, 1826

Οικολογία: Θαλάσσιο είδος με ευκαιριακή συμπεριφορά (Goineau et al. 2011). Μπορεί να συσχετιστεί με μεσοπαγετώδεις περιόδους ή δείχνει αυξημένη παραγωγικότητα επιφάνειας που σχετίζεται με ζεστά διαστήματα (Angue Minto'O et al. 2016)

Στρωματογραφική εμφάνιση: Κάτω Πλειόκαινο έως σήμερα (Holbourn et al. 2013).

Οικογένεια: Textularioidea

Γένος: Textularia

- Είδος: *Textularia agglutinans (*d'Orbigny, 1839)

Οικολογία: είναι κοσμοπολίτικο είδος, που προτιμά αμμώδη ή ιλυώδη ιζήματα. Αποτελεί ενδοπανίδα που φαίνεται να έχει προτίμηση στο ανώτερο οξυγονωμένο στρώμα του ιζήματος (Merkado et al 2015). Σύμφωνα με τους Merkado et al 2015, φαίνεται να κυριαρχεί κατά το φθινόπωρο και το χειμώνα.

Ομοταξία: Tubothalamea

Τάξη: Miliolida

Οικογένεια: Cribrolinoididae

Γένος: Adelosina

- Είδος: *Adelosina longirostra* (d'Orbigny, 1826)

Οικολογία: είναι τυπικό παράκτιο είδος (Rodriguez- Perez et al 2018) ανθεκτικό στο χαμηλό οξυγόνο (Mojtahid et al. 2009).

Είδος: *Adelosina mediterranensis* (Le Calvez & Le Calvez, 1958)

Οικολογία: έχει βρεθεί σε παράκτια περιβάλλοντα (Dimiza et al 2016b)

Οικογένεια: Hauerinidae

Γένος: Quinqueloculina

- Είδος: *Quinqueloculina agglutinans* d'Orbigny, 1839

Οικολογία: είναι ρηχό θαλάσσιο είδος (Ayadi et al. 2016)

- Είδος: *Quinqueloculina bosciana* d'Orbigny, 1839

Οικολογία: έχει βρεθεί σε ιζήματα εξωτερικής λιμνοθάλασσας και σε ενδοπαλιρροϊκο περιβάλλον στην Ιταλία (Carboni et al. 2010)

Είδος: *Quinqueloculina seminula* (Linnaeus, 1758)

Οικολογία: τα *Quinqueloculina* spp. Είναι κοινά βενθονικά τρηματοφόρα που υπάρχουν ευρέως στο εσωτερικό μέρος της υφαλοκρηπίδας, σε λιμνοθάλασσες και σε περιβάλλοντα αλμυρών ελών (Murray, 1991). Σύμφωνα με τους Wang et al. (2001) η *Quinqueloculina seminula* μπορεί να ζήσει σε υπό έως υπερύαλα νερά και μπορεί να αποτελέσει μονοτυπική πανίδα σε περιβάλλοντα στο ανώτερο τμήμα της παραλιακής ζώνης και σε υπερύαλα περιβάλλοντα.

Γένος: Pyrgo

- Είδος: *Pyrgo elongata (d'Orbigny, 1826)*

Οικολογία: είναι βενθονικό τρηματοφόρο, που βρίσκεται κυρίως σε μικροσυνθήκες οξυγόνου (Pina-Ochoa et al 2010).

- Είδος: *Pyrgo williamsoni* (Silvestri, 1923)

Οικολογία: υποδεικνύει καθαρά θαλάσσιες συνθήκες (Wilkinson 2005b)

Γένος: Triloculina

- Είδος: *Triloculina trigonula* (Lamarck, 1804)

Οικολογία: είναι χαρακτηριστικό είδος ρηχών νερών σε αμμώδη ιζήματα (Ayadi et al. 2016). Έχει βρεθεί σε περιβάλλοντα πλούσια σε οργανική ύλη (Wilson and Wilson 2011).

Οικογένεια: Spiroloculinidae

Γένος: Spiroloculina

- Είδος: *Spiroloculina depressa* d'Orbigny, 1826

Οικολογία: ρηχό θαλάσσιο βενθονικό τρηματοφόρο (Sohrabi-Mallayousefi and Sahba 2010)

Ομοταξία: Nodosariata

Τάξη: Nodosariida

Οικογένεια: Nodosariidae

Γένος: Laevidentalina

- Είδος: *Laevidentalina filiformis* (d'Orbigny, 1826)

Οικολογία: θαλάσσιο είδος (Brolsma, 1978)

Γένος: Pseudonodosaria

Οικολογία: γένος που ζει σε μεγάλα βάθη (Hayward et al. 2009)

Οικογένεια: Lagenidae

Γένος: Lagena

- Είδος: *Lagena striata* (d' Orbigny, 1839)

Οικολογία: θαλάσσιο είδος που έχει βρεθεί σε άμμους (Ola and Bamisile, 2014)

Στρωματογραφική εξάπλωση: Μειόκαινο έως σήμερα (Ola and Bamisile, 2014)

Τάξη: Vaginulinida

Οικογένεια: Vaginulinidae

Γένος: Lenticulina

- Είδος: *Lenticulina inornata* (d'Orbigny, 1846)

Οικολογία: εσωτερική έως μέση νηριτική ζώνη (Ola and Bamisile, 2014)

Γένος: Lenticulina

- Είδος: *Lenticulina* cf. *gibba*

Οικολογία: θαλάσσιο είδος, δείκτης υποξίας (Pascual et al. 2020)

- Είδος: *Marginulina similis* d'Orbigny, 1846

Οικολογία: περιπαλιρροϊκό έως μέσο βαθύαλο είδος (Aiello et al. 2018)

Βασίλειο: Ζώα

Φύλο: Αρθρόποδα

Ομοταξία: Οστρακώδη

Τάξη: Podocopida

Οικογένεια: Candonidae

Γένος: Candona

- Είδος: *Candona neglecta* G.O. Sars, 1887

Οικολογία: Αλλόφυλο είδος γλυκού νερού (Van Harten, 2000; Ikeya et al., 2001; Cabral et al., 2005) με εύρος αλατότητας 0,5 – 16 ‰ που απαντάται σε ψυχρά ύδατα (Meisch and Wouters, 2004). Ιδιαίτερα διαδεδομένο σε πηγές, ρυάκια και λίμνες (Meisch and Wouters, 2004). Βρίσκεται σπάνια σε υφάλμυρα περιβάλλοντα (Sciuto, 2011). Είναι ανθεκτικό σε συνθήκες υποξίας (Ikeya et al., 2001; Sciuto, 2011). Το είδος αυτό είναι σε θέση να επιβιώσει ακόμη και σε μέρη όπου το νερό εξατμίζεται (Wagner, 1957).

Στρωματογραφική εξάπλωση: Γελάσιο – σήμερα (Krzyminska and Namiotko, 2013).

- Είδος: *Candona angulata* G. W. Muller, 1900

Οικολογία: ολιγόαλο, κοσμοπολίτικο είδος (Guernet et al. 2003) που προτιμά μόνιμα ύδατα και είναι ανθεκτικό σε αυξομειώσεις αλατότητας (Marco- Barba, 2010). Σπάνια μπορεί να βρεθεί και σε μεσόαλα περιβάλλοντα (Guernet et al. 2003). Αντέχει σε αλατότητες έως και 13,4 ‰ (De Decker, 1979).

Οικογένεια: Cyprididae

Γένος: Heterocypris

- Είδος: *Heterocypris salina* (Brady, 1868)

Οικολογία: είναι ολιγόαλο έως μεσόαλο είδος (Rasouli et al. 2014)

Γένος: Ilyocypris

- Είδος: *Ilyocypris bradyi* Sars, 1890

Οικολογία: έχει βρεθεί σε ποτάμια με αργή ροή, ρέματα, λίμνες και φαίνεται ότι προτιμά υδάτινα σώματα που τροφοδοτούνται από πηγές (Wilkinson et al. 2005a). Στην πραγματικότητα έχει προταθεί ότι όταν υπάρχει σε λίμνες, πιθανότατα προέρχεται από κοντινές πηγές νερού (Meisch, 2000). Αν και συνήθως συνδέεται με χαμηλές αλατότητες, είναι ανθεκτικό σε ολιγόαλα νερά πάνω από 4.4‰ (Jaeckel, 1962, Vesper, 1975) και έχει βρεθεί σε υφάλμυρες συνθήκες χερσαίων λιμνών στο Βέλγιο (Wouters, 1983). Είναι επίσης ανθεκτικό σε ένα ευρύ φάσμα Ca στο νερό, πάνω από 18 mg/L (Vesper, 1975).

- Είδος: *Ilyocypris decipiens* Masi, 1905

Οικολογία: Βρίσκεται σε λιμναία περιβάλλοντα γλυκού νερού ή με μικρή αλατότητα. Σπανιότερα απαντάται σε ποταμούς και εκβολές ποταμών (Henderson, 1990; Meisch, 2000). Ανέχεται θερμοκρασίες 14 – 20 ^{o}C.

Στρωματογραφική εξάπλωση: Πλειστόκαινο – σήμερα (Krzymiñska and Namiotko, 2013).

Είδος: *Ilyocypris gibba* (Ramdohr, 1808)

Οικολογία: είναι γεωγραφικά διαδεδομένο σε ρηχά νερά και συνήθως βρίσκεται σε μικρά, ρηχά, υδάτινα σώματα όπως λίμνες, ρυάκια και λίμνες. Ζει σε ένα ευρύ φάσμα θερμοκρασίας νερού, τόσο σε στάσιμα όσο και σε ρέοντα νερά, αλλά έχει πιο περιορισμένη ανοχή σε αλατότητα (ολιγόαλο) (Wilkinson et al. 2005).

Οικογένεια: Cytherellidae

Γένος: Cytherella

- Είδος: *Cytherella scutulum* Ruggieri, 1976

Οικολογία: είναι ενδεικτικό είδος της εξωτερικής ενδοπαλιρροϊκής και της εσωτερικής περιπαλιρροϊκής ζώνης (Tsourou et. al 2013). Το γένος Cytherella κυριαρχεί σε μεσοπαγετώδεις περιόδους και δείχνει αύξηση στην παραγωγικότητα της επιφάνειας, που συνδέεται με θερμά διαστήματα (Angue Minto'O et al. 2016)

Στρωματογραφική εξάπλωση: Κάτω Λάγγιο έως σήμερα (Aiello et al., 1996; Dall'Antonia & Bossio, 2001).

Οικογένεια: Cytherideidae

Γένος: Cyprideis

- Είδος: *Cyprideis torosa* (Jones, 1850)

Οικολογία: Τυπικό υφάλμυρο είδος που απαντάται κυρίως σε βραγχύαλα ύδατα, με αλατότητα από 2-3‰ έως 15-17‰, μπορεί ωστόσο να αντέξει σε αλατότητες έως και 60‰ (Kilenyi and Whittaker, 1974) και βάθος μέχρι τα 30m. Ζει κατά προτίμηση σε επίπεδες λιμνοθάλασσες και στις εκβολές ποταμών και αποτελεί καθοδηγητική μορφή των υφάλμυρων νερών (Heip, 1976). Είναι ευρύθερμο και μπορεί να αντέξει σε πάγο. Τα αυγά του μπορούν μεν να αντέξουν σε πάγο αλλά όχι σε συνθήκες ξηρασίας και για τον λόγο αυτό το είδος περιορίζεται σε μόνιμους υγρότοπους (Theissen, 1966). Η ύπαρξη εξογκωμάτων στην επιφάνεια των Cyprideis θεωρείται ότι σχετίζεται με τις περιβαλλοντικές συνθήκες και αποδίδεται συνήθως σε συνθήκες χαμηλής αλατότητας (Kilenyi, 1972; Van Harten, 1975; Marco Barba et al., 2013), με εύρος αλατότητας 3-10 ‰ (Alvarez-Zarikian et al., 2008). Ωστόσο αυτό δεν είναι ακόμα επαρκώς τεκμηριωμένο. Συνεπώς όταν αυξομειώνεται η αλατότητα (ή/και άλλοι περιβαλλοντικοί παράγοντες) παρουσιάζει ορισμένες ιδιομορφίες σε ότι αφορά στη μορφολογία του κελύφους. Συγκεκριμένα, οι

λείες μορφές του είδους αυτού απαντώνται συνήθως σε βραγχύαλα ύδατα, όταν όμως ελαττώνεται η αλμυρότητα (ολιγόαλα) εμφανίζονται άλλες μορφές, που φέρνουν κομβία στο κέλυφός τους. Η ιδιομορφία του παραπάνω είδους αποτελεί πολλές φορές κριτήριο για τη διαπίστωση ανάμιξης υφάλμυρων –λιμναίων μορφών στα θαλάσσια νερά (Παπαδοπούλου, 2016).

Γένος: Cytheridea

- Είδος: *Cytheridea neapolitana* Kollmann, 1960

Οικολογία: είναι διαδεδομένο κοντά στην ακτή, σε όλη τη Μεσόγειο, σε πολύ αμμώδεις πηλίτες και παρόν σε κάθε τύπο υποστρώματος (Bonaduce et al. 1975). Στην Αδριατική, είναι κυρίαρχο μεταξύ 20-60 m βάθος (Breman 1975). Οι Barbieri et al. (2019) αναφέρουν ότι είναι ανθεκτικό σε υψηλές ροές οργανικής ύλης και χαρακτηρίζει τη ζώνη βάθους 20-40 m που υπόκειται στη μεγάλη συσσώρευση υδάτινου υλικού.

Στρωματογραφική εξάπλωση: Τορτόνιο (Miculan, 1992) έως σήμερα (Uffenorde, 1972; Bonaduce et al., 1976; Montenegro et al. 1996)

Οικογένεια: Cytheruridae

Γένος: Cytheropteron

Οικολογία: Το γένος Cytheropteron είναι κοινό στην εξωτερική υφαλοκρηπίδα έως τα χαμηλά βαθύαλα περιβάλλοντα (Dall'Antonia, 2003; Aiello et al., 2015).

Γένος: Semicytherura

- Είδος: *Semicytherura ruggierii* (Pucci, 1956) Ruggieri, 1959

Οικολογία: το γένος Semicytherura, έχει γενικά ενδοπαλιρροϊκό χαρακτήρα (Faranda et al. 2013a)

Οικογένεια: Darwinulidae

Γένος: Darwinula

- Είδος: *Darwinula stevensoni (Brady & Robertson, 1870)*

Οικολογία: είναι κοσμοπολίτικο είδος γλυκών νερών, συχνά ανθεκτικό σε υψηλό φορτίο σε μέταλλα και περιστασιακά έχει βρεθεί σε παράκτιες λιμνοθάλασσες (Griffiths & Butlin, 1994; Mezquita et al, 1999). Έχει βρεθεί κυρίως σε νερά με αλατότητα κοντά στο 1‰. Η υψηλότερη αλατότητα που έχει βρεθεί στη φύση, είναι 15‰ (Löffler, 1961). Έχει παρατηρηθεί, ότι εξαφανίζεται όταν η αλατότητα αυξήθηκε στο 14‰ (Gandolfi et al. 2001).

Οικογένεια: Eucytheridae

Γένος: *Eucythere*

- Είδος: *Eucythere anglica* Brady, 1868

Οικολογία: ρηχό θαλάσσιο είδος (Papadopoulou et al. 2020)

Οικογένεια: Hemicytheridae

Γένος: *Aurila*

- Είδος: *Aurila calciplena Uliczny, 1969*

Οικολογία: θαλάσσιο είδος (Danatsas, 1989; Mostafawi and Karasz, 2006)

- Είδος: *Aurila convexa* (Baird, 1850)

Οικολογία: είναι φυτόφυλλο είδος της ανώτερης υφαλοκρηπίδας (Aiello et al. 2018)

Γένος: *Cimbaurila*

- Είδος: *Cimbaurila cimbaeformis* (Seguenza, 1883)

Οικολογία: θαλάσσιο έως ρηχό θαλάσσιο περιβάλλον.

Στρωματογραφική εξάπλωση: δεν έχει βρεθεί ζωντανό σε σύγχρονα ιζήματα στην Μεσόγειο. Είναι γνωστό από τη περιοχή της Μεσογείου από το κάτω Πλειόκαινο έως το Εμίλλιο στάδιο (Faranda & Gliozzi, 2008). Έχει καταγραφεί στην ακολουθία Monte Mario (Faranda & Gliozzi, 2008), στο κάτω Πλειστόκανο (Sciuto, 2014).

Γένος: Tyrrhenocythere

- Είδος: *Tyrrhenocythere amnicola* (Sars, 1887)

Οικολογία: είναι χαρακτηριστικό είδος υφάλμυρων αποθέσεων στην περιοχή της Μεσογείου (Pavlopoulos et al. 2007). Ζει γενικά σε εκβολές ποταμών και λιμναία περιβάλλοντα (Griffiths et al. 2002, Guernet et al. 2003) κυρίως σε υφάλμυρα μεσόαλα ύδατα (9-13 ‰ αλατότητα) και σε βάθη από 0 έως 30 m(Krstic, 1977). Οι Alvarez- Zarikian et al. (2008) το αναφέρουν σε μεσόαλα και πολύαλα νερά με αλατότητα 12-30 ‰. Η μέση θερμοκρασία που προτιμά το γένος Tyrrhenocythere είναι 15 με 21 °C (Pipik, 2007).

Γένος: Muellerina

- Είδος: *Muellerina latimarginata* (Speyer, 1863)

Οικολογία: θαλάσσιο είδος (Papadopoulou et al. 2020). Έχει βρεθεί στην ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα, σε βάθος 22 έως 53 m, κυρίως σε αμμώδη ιζήματα (Ramos et al. 2009)

Οικογένεια: Leptocytheridae

Γένος: Callistocythere

- Είδος: *Callistocythere adriatica* Masoli, 1968

Οικολογία: θαλάσσιο είδος (Papadopoulou et al. 2019)

- Είδος: *Callistocythere flavidofusca* (Ruggieri, 1950) Kurc, 1961

Οικολογία: προσαρμόζεται σε μεγάλο φάσμα αλατότητας, θερμοκρασίας, υψηλή ενέργεια περιβάλλοντος, καθώς και στην επιρροή επιφανειακών ρευμάτων (Hussain et al. 2004). Στην εργασία των Faranda et al. 2013a αναφέρεται ότι διαφορετικά είδη Callistocythere έχουν βρεθεί σε βάθος μικρότερο από 20 m σύμφωνα με τους Stambolidis (1985), κυρίως 25 με 50 m σύμφωνα με Yassini (1980) και στη μέση έως ενδοπαλιρροϊκή ζώνη (4-24 m) σύμφωνα με τους Lachenal (1989)

Γένος: Leptocythere

- Είδος: *Leptocythere lacertosa* (Hirschmann, 1912)

Οικολογία: είναι ένα κοινό υφάλμυρο είδος στη Βορειοδυτική Ευρώπη, που ζει συνήθως σε λιμνοθάλασσες και ποταμόκολπους, στη λάσπη ή σε λεπτόκοκκη άμμο. Η γεωγραφική του κατανομή εκτείνεται από τη Βαλτική θάλασσα, στις ακτές του ΒΔ Μαρόκο. Στην Πορτογαλία, έχει βρεθεί ζωντανό, από το παλιρροϊκό επίπεδο έως τα υψηλά έλη (πιο συχνά στο παλιρροϊκό επίπεδο και σε χαμηλά έλη) και σε ποταμόκολπους κατά τη διάρκεια φθινόπωρου/ χειμώνα και άνοιξη/ καλοκαίρι (κατά προσέγγιση έχει εύρος αλατότητας 22.9–47.5‰. και θερμοκρασίας 13.6–21.7°C) (Cabral and Loureiro, 2013).

- Είδος: *Leptocythere ramosa* (Rome, 1942)

Οικολογία: Είναι ένα ένδο- περιπαλιρροϊκό είδος (Aiello et al 2018), ανθεκτικό σε υποστρώματα πλούσια σε οργανικό υλικό και σε ανεπάρκεια οξυγόνου (Barbieri et al. 2019). Σύμφωνα με τους Amore et al. 2015, έχει βρεθεί σε αφθονία σε πυρήνες που δείχνουν κρύες ενότητες.

- Είδος: *Leptocythere rara* (Mueller, 1894)

Οικολογία: έχει βρεθεί στη Μεσόγειο, σε μεγάλους πληθυσμούς σε βάθος 20 μέτρων, σε ιλυώδης άμμο και σε αλατότητα 41.34 ‰ (Helal and El- Wahab, 2004).

- Είδος: *Leptocythere tenera* (Brady, 1868) Sars, 1925

Οικολογία: θαλάσσιο παράκτιο είδος (Gliozzi et al., 2005)

Στρωματογραφική εξάπλωση: Α.Πλειόκαινο έως σήμερα (Gliozzi et al., 2005)

Οικογένεια: Loxoconchidae

Γένος: *Loxoconcha*

- Είδος: *Loxoconcha elliptica* Brady, 1868

Οικολογία: ανήκει στα είδη που χαρακτηρίζουν τις εσωτερικές θαλάσσιες περιοχές των σύγχρονων λιμνοθαλασσών με θαλάσσια σύνδεση, γύρω από τη Μεσόγειο. Τα *L. elliptica* μαζί με τα *C. torosa*, συνδέονται ξεκάθαρα με όλα τα διαφορετικά μεταβατικά περιβάλλοντα ανάμεσα σε γλυκά και θαλάσσια νερά, με υψηλή μεταβλητότητα αλατότητας (Ruiz et al. 2006).

- Είδος: *Loxoconcha ovulata* (Costa, 1853) Ascoli, 1965

Οικολογία: είναι είδος χαμηλής ενέργειας, κοντά στην υφαλοκρηπίδα, βρίσκεται συνήθως σε βάθη 0-40 m, σε θερμοκρασίες 15-24 °C και αλατότητες 34–38‰ (Faranda et al. 2013b).

- Είδος: *Loxoconcha stellifera* Mueller, 1894

Οικολογία: στη Μεσόγειο αναφέρεται σε παράκτια περιβάλλοντα που επηρεάζονται από υπόγεια σύνδεση με γλυκά νερά σε βάθη το πολύ μέχρι 20 m. Μπορεί επίσης να βρεθεί σε βυθούς πλούσιους σε βλάστηση (Meirales et al., 2012).

Γένος: Palmoconcha

- Είδος: *Palmoconcha laevata* (Norman, 1865)

Οικολογία: είναι παράκτιο είδος (Ruiz et al. 2004).

- Είδος: *Palmoconcha turbida* (Mueller, 1894)

Οικολογία: είναι είδος ρηχών νερών (Rossi 2009), ανθεκτικό σε υποστρώματα πλούσια σε οργανικά και σε έλλειψη οξυγόνου (Barbieri et al. 2019). Η ανθεκτικότητα του σε χαμηλά επίπεδα οξυγόνου, του επιτρέπει να επιβιώνει σε υποξικές συνθήκες (Mazzini et al. 2011).

Γένος: Sagmatocythere

- Είδος: *Sagmatocythere variesculpta* (Ruggieri, 1962)

Οικολογία: οι εκπρόσωποι του γένους Sagmatocythere, χαρακτηρίζουν περιβάλλοντα ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας (Cabral and Loureiro, 2013).

Οικογένεια: Neocytherididae

Γένος: Neocytherideis

- Είδος: *Neocytherideis fasciata* (Brady & Robertson, 1874)

Οικολογία: ζει κυρίως σε λεπτόκοκκη άμμο και σε βάθος νερού μεταξύ 3.5 και 15 m (Tsourou 2012).

Οικογένεια: Trachyleberididae

Γένος: Bosquetina

- Είδος: *Bosquetina dentata* (Mueller, 1894)

Οικολογία: είναι κοινώς γνωστό γύρω από τη Μεσόγειο, έχει βρεθεί γενικά σε ρηχά- ενδοπαλιρροϊκά περιβάλλοντα, αλλά και σε πιο βαθιά θαλάσσια περιβάλλοντα στη θάλασσα του Μαρμαρά (Tunoglu 1996).

Γένος: Buntonia

- Είδος: *Buntonia bremneri* Dingle, 1993

Οικολογία: ρηχό θαλάσσιο είδος (Papadopoulou et al. 2020)

Γένος: Carinocythereis

- Είδος: Carinocythereis bairdi Uliczny, 1969

Οικολογία: παράκτιο είδος (Zaninetti and Tetart, 1982). Ζει στην ενδοπαλιρροική ζώνη μέχρι τα 50 m (Ruiz et al. 2008).

- Είδος: *Carinocythereis carinata* (Roemer, 1838)

Οικολογία: είναι διαδεδομένο είδος στη Μεσόγειο (Sciuto et al. 2015). Προτιμά τα ενδοπαλιρροϊκά-περιπαλιρροϊκά, περιβάλλοντα (30-70 m), ενώ κυριαρχεί στα 30 m(Yassini 1980, Faranda et al. 2013a). Επίσης προτιμά τον αμμώδη βυθό και συχνά σχετίζεται με την Posidonia και/ ή με φύκη (Puri et al., 1964, Uffenorde, 1972, Carbonel, 1977, Szczechura 1998).

Στρωματογραφική εξάπλωση: Λάγγιο έως σήμερα (Sciuto et al. 2015a)

- Είδος*: Carinocythereis rhombica* Stambolidis, 1982

Οικολογία: ο Stambolidis (1985) βρήκε άτομα *C. rhombica* σε βάθη από 0.2 έως 31 m, συνήθως όμως βρίσκεται στα 9 m βάθος (Schneider et al 2005).

- Είδος: *Carinocythereis whitei* (Baird, 1850)

Οικολογία: έχει βρεθεί σε ρηχά θαλάσσια νερά (Ruiz et al. 2006)

Γένος: Costa

- Είδος: *Costa edwardsii* (Roemer, 1838)

Οικολογία: είναι διαδεδομένο είδος στη Μεσόγειο και στο Αιγαίο, όπου είναι γνωστό στα ρηχά νερά (ενδοπαλιρροϊκά έως εσωτερικά περιπαλιρροϊκά) (Athersuch et al., 1989; Montenegro et al., 1996, Sciuto et al. 2015a). Συνδέεται με υπόβαθρα ιλύος ή άμμου-ιλύος (Paçal, 2011).

Στρωματογραφική εξάπλωση: Λάγγιο έως σήμερα (Sciuto et al. 2015a)

Γένος: Henryhowella

- Είδος: *Henryhowella asperrima* (Reuss, 1850) Bold, 1960

Οικολογία: είναι είδος που ζει στη βαθιά περιπαλιρροϊκή ζώνη (Seco et al. 2012). Το γένος Henryhowella κυριαρχεί σε μεσοπαγετώδεις περιόδους και δείχνει αύξηση στην παραγωγικότητα της επιφάνειας, που συνδέεται με θερμά διαστήματα (Angue Minto'O et al. 2016).

Γένος: Hiltermannicythere

- Είδος: *Hiltermannicythere rubra* (Mueller, 1894)

Οικολογία: εμφανίζεται σε υποστρώματα αμμώδους ιλύος και σε βάθος νερού που κυμαίνεται συνήθως από 40-60 m έως το βάθος των 100 μέτρων ή ακόμη περισσότερο (Tsourou, 2012).

Γένος: Pterygocythereis

- Είδος: *Pterygocythereis jonesii* (Baird, 1850)

Οικολογία: είναι είδος με ευρεία οικολογική εξάπλωση, από ρηχά έως βαθιά νερά. Στην Αλγερία έχει καταγραφεί σε βάθος 100-260 m (Yassini, 1980), στην Τυνησία από 36 έως 175 m (Bonaduce et al., 1988), στην Αδριατική πάνω από τα 170 m βάθος (Bonaduce et al., 1976), στο Ιόνιο έχει βρεθεί στα 83 m (Sciuto et al. 2015b).

Στρωματογραφική εξάπλωση: Λάγγιο έως σήμερα (Sciuto et al. 2015a)

- Είδος: *Pterygocythereis coronata* (Roemer, 1838) Malz & Jellinek, 1984

Οικολογία: είναι είδος της περιπαλιρροϊκής ζώνης (Ruiz et al 2008).

Οικογένεια: Xestoleberididae

Γένος: Xestoleberis

- Είδος: *Xestoleberis decipiens* Mueller, 1894

Οικολογία: είναι είδος ρηχών θαλάσσιων νερών , προτιμά υποστρώματα με φύκη και είναι ανθεκτικό στις διακυμάνσεις της αλατότητας (Athersuch,1976; Triantaphyllou et al., 2005).

Βασίλειο: Ζώα

Φύλο: Haptophyta

Ομοταξία: Prymnesiophyceae

Τάξη: Isochrysidales

Οικογένεια: Noelaerhabdaceae

Γένος: Emiliania

- Είδος: *Emiliania huxleyi (Lohmann) W.W.Hay & H.P.Mohler, 1967*

Οικολογία: το *E. huxleyi*, αποτελεί ένα από τα κοκκολιθοφόρα με το μεγαλύτερο εύρος θερμοκρασίας (McIntyre, 1967). Έχει βρεθεί σε νερά με ολιγοτροφικές έως ευτροφικές συνθήκες (Winter et al. 1994, Hagino et al. 2006, Henderiks et al. 2012). Επίσης εμφανίζεται σε κοινωνίες πλανγκτον από την επιφάνεια έως 200 m και υποδηλώνει συνθήκες χαμηλού φωτός και με διακυμάνσεις (Boeckel et al. 2008, Winter et al. 1994, Mohan et al 2008).

Στρωματογραφική εξάπλωση: 268000 ka πριν από σήμερα (Thierstein et al. 1977)

Γένος: Gephyrocapsa

- Είδος: *Gephyrocapsa oceanica Kamptner 1943*

Οικολογία: έχει μεγάλο εύρος βάθους. Έχει βρεθεί σε επιφανειακά νερά έως και 50 m βάθος. Ευδοκιμεί σε περιβάλλοντα πλούσια σε οργανικά όπως περιοχές με δράση ρευμάτων και ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα (Anduleit et al 2003)

Στρωματογραφική εξάπλωση Ά. Καλάβριο έως σήμερα (Bandy and Wilcoxon, 1970)

Τάξη: Syracosphaerales

Οικογένεια: Syracosphaeraceae

Γένος: Syracosphaera

- Είδος: *Syracosphaera pulchra Lohmann, 1902*

Οικολογία: προτιμά τα ανώτερα στρώματα νερού μέχρι τα 25 m (Dimiza et al. 2008) και δείχνει θερμά νερά (Ziveri et al. 2004)

Στρωματογραφική εξάπλωση: Ά. Μειόκαινο έως Ολόκαινο (Skolotnev et al. 2011)

3.3 Γεωχημική ανάλυση

Για την ενίσχυση των παλαιοπεριβαλλοντικών ερμηνειών έγιναν γεωχημικές αναλύσεις με την μέθοδο XRF (Φασματοσκοπία με φθορισμό ακτινών Χ) των κύριων, των δευτερευόντων στοιχείων και των ιχνοστοιχείων, στα ιζήματα. Πιο συγκεκριμένα, έγιναν μετρήσεις σε 90 δείγματα από τις περιοχές Βίγλα 1 (τομές Α και Β), Βίγλα 2 (τομές Α και Β), Βίγλα 3 (τομές Γ και Δ). Η επιλογή των δειγμάτων έγινε με σκοπό να ληφθούν επιπλέον πιθανές πληροφορίες για το περιβάλλον προέλευσης, κυρίως των στείρων ιζημάτων για τα οποία δεν έδωσαν πληροφορίες τα απολιθώματα. Για το λόγο αυτό, αναλύθηκαν ιζήματα από τομές που κυριαρχούσαν δείγματα στείρα σε απολιθώματα, καθώς επίσης και δείγματα από μία ακολουθία πλούσια σε απολιθώματα, για λόγους σύγκρισης.

Πίνακας 3.2: Πίνακας στον οποίο συνοψίζονται το μεγιστο ποσοστό, το ελάχιστο ποσοστό, ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση των γεωχημικών στοιχείων

	Τομή Α/Βίγλα1				*Τομή Β/Βίγλα1*				*Τομή Α/Βίγλα2*				*Τομή Β/Βίγλα2*				*Τομή Γ/Βίγλα3*				*Τομή Δ/Βίγλα3*			
	min%	max%	average	stdev	min%	max%	average	stdev	min%	max%	average	stdev	min%	max%	average	stdev	min%	max%	average	stdev	min%	max%	average	stdev
Na	0.36	0.97	0.67	0.17	0.37	0.6	0.52	0.06	0.36	1.09	0.66	0.22	0.34	0.91	0.63	0.23	0.34	0.56	0.42	0.07	0.56	0.94	0.73	0.12
Mg	0.92	2.42	1.80	0.43	1.64	2.06	1.96	0.18	0.65	1.61	1.16	0.36	1.09	2.39	1.90	0.40	1.19	1.42	1.30	0.08	1.1	2.09	1.63	0,31
Al	3.49	8.66	6.42	1.50	5.87	7.5	6.86	0.40	1.99	6.99	3.92	1.47	3.91	8.38	6.95	1.47	5.59	6.58	6.23	0.36	2.53	4.76	3.65	0.76
Si	22.08	28.1	25.51	1.76	21.29	23.08	22.45	0.69	22.85	32.74	28.10	3.05	21.06	26.45	25.01	2.16	15.54	18.98	17,40	1.15	0.56	0.94	0.73	0.12
P	0.02	0.12	0.04	0.02	0.03	0.07	0.04	0.01	0.02	0.04	0.02	0.01	0.02	0.05	0.03	0.01	0.03	0.04	0.04	0	0.02	0.05	0.04	0.01
K	0.97	2.56	1.86	0.49	2.44	2.72	2.58	0.09	0.78	2.12	1.17	0.42	1.13	2.87	2.32	0.65	2.35	2.57	2.48	0.07	1.13	2.39	1.78	0.38
Ca	0.92	11.69	5.73	3.09	6.26	11.14	7.66	1.32	2.98	12.27	7.20	2.88	0.62	8.64	4.93	2.97	10.61	14.05	12.36	1.31	1.04	13.89	6.90	4.31
Ti	0.11	0.54	0.37	0.12	0.3	0.43	0.38	0.04	0.09	0.44	0.23	0.12	0.15	0.68	0.45	0.17	0.22	0.32	0.26	0.03	0.15	0.54	0.33	0.12
Mn	0.03	0.09	0.05	0.01	0.04	0.12	0.07	0.02	0.03	0.09	0.06	0.02	0.02	0.06	0.04	0.01	0.03	0.06	0.04	0.01	0.03	0.11	0.08	0.03
Fe	2.41	4.97	3.98	1.08	4.51	6.72	5.29	0.57	1.48	3.34	2.51	0.86	2.17	5.71	4.72	1.34	4.66	5.3	4.81	0.20	2.28	4.8	4.32	1.06
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.46	0.24	0.25	0.01	0.55	0.21	0.21	0	0.26	0.04	0.09	0	0	0	0

Συνέχεια Πίνακας 3.2: Πίνακας στον οποίο συνοψίζονται το μεγιστο ποσοστό, το ελάχιστο ποσοστό, ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση των γεωχημικών στοιχείων

	Τομή Α/Βίγλα1				*Τομή Β/Βίγλα1*				*Τομή Α/Βίγλα2*				*Τομή Β/Βίγλα2*				*Τομή Γ/Βίγλα3*				*Τομή Δ/Βίγλα3*			
	min%	max%	average	stdev	min%	max%	average	stdev	min%	max%	average	stdev	min%	max%	average	stdev	min%	max%	average	stdev	min%	max%	average	stdev
V	0	0.01	0.01	0	0	0.01	0.01	0	0	0.01	0.01	0	0	0.01	0.01	0	0.01	0.01	0.01	0	0.01	0.01	0.01	0
Cr	0.01	0.21	0.02	0	0.01	0.01	0.01	0	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0	0.01	0.01	0.01	0	0.01	0.02	0.02	0
Co	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ni	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0	0.01	0.02	0.01	0	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.03	0	0.01	0.02	0.02	0
Cu	0	0.01	0.01	0	0	0.01	0.01	0	0	0.01	0	0	0	0.01	0.01	0	0.01	0.01	0.01	0	0	0.01	0.01	0
Zn	0	0.01	0.01	0	0.01	0.01	0.01	0	0	0.01	0.01	0	0	0	0.01	0	0.01	0.01	0.01	0	0.01	0.01	0.01	0
Rb	0	0.01	0.01	0	0.01	0.01	0.01	0	0	0.01	0.01	0	0	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0.01	0.01	0.01	0
Sr	0	0.01	0.01	0	0.01	0.03	0.02	0	0.01	0.02	0.01	0	0.01	0.02	0.01	0	0.01	0.02	0.02	0	0.01	0.03	0.01	0.01
Zr	0	0.02	0.01	0	0.01	0.01	1.72	0	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0	0.01	0.01	0.01	0	0.01	0.02	0.01	0
Nb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ba	0	0.03	0.02	0.02	0	0.02	0.01	0	0	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01	0	0.01	0	0	0	0.03	0.01	0.01
Hf	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0
W	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0
Pb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Στον παραπάνω πίνακα (Πίν. 3.2) παρουσιάζονται οι μέγιστες και οι ελάχιστες τιμές των χημικών στοιχείων ανά τομή. Παρατηρώντας τον πίνακα, φαίνεται ότι σχεδόν σε όλα τα δείγματα κυριαρχεί το Si με ποσοστά 15.54% έως 26.45%. Εξαίρεση αποτελούν τα δείγματα της τομής Δ/ Βίγλα 3 με ποσοστά μικρότερα από 1%. Επίσης στοιχεία που παρουσιάζουν υψηλά ποσοστά είναι τα Fe (2.5% εώς 5.7%) και Al (1.9% εώς 8.6%). Το Ca παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις σε όλες τις τομές, με ελάχιστες τιμές πολύ μικρότερες από 8.6% και μέγιστες πάνω από 10.6%. Το Mg εμφανίζεται σε ποσοστά 0.6% έως 2.4 σε όλες τις τομές, όπως και το K με παρόμοια ποσοστά που κυμαίνονται μεταξύ 0.7% και 2.8%. Σε μικρότερα ποσοστά εμφανίζεται το Na 0.3% έως 1%, ενώ ακολουθούν τα Ti (0.06% έως 0.6%), Mn (0.02% έως 0.1%) και το P (0.02% έως 0.1%). Όλα τα υπόλοιπα στοιχεία εμφανίζονται σε ποστοστά μικρότερα από 0.1%.

Έγινε PCA ανάλυση (ανάλυση κύριων συνιστωσών) και παρατηρήθηκε ότι σχεδόν όλες οι ακολουθίες χαρακτηρίζονται από τα εξής στοιχεία: Fe, Al, Si, K, Ti, Ca, Mn, Mg. Πιο συγκεκριμένα στην τομή Α/ Βίγλα 1 παρατηρήθηκε ο διαχωρισμός σε δύο κύριες συστάδες. Τα δείγματα που αποτελούν την συστάδα 1, φαίνεται να επηρεάζονται από το Ca, ενώ τα δείγματα που αποτελούν την συστάδα 2 επηρεάζονται από τα Fe, Al, K, Mg, Ti, Na, Si, Mn (Εικ. 3.24α).

Στο διάγραμμα των δειγμάτων της τομή Β/ Βίγλα 1, παρατηρήθηκε διαχωρισμός σε τρεις κύριες συστάδες. Η συστάδα 1 αποτελείται από δείγματα που επηρεάζονται από τα Si, Al, K, Na, Ti, Mn, η συστάδα 2 αποτελείται από δείγματα που επηρεάζονται από το Fe και η συστάδα 3 αποτελείται από δείγματα που επηρεάζονται από το Ca (Εικ. 3.24β).

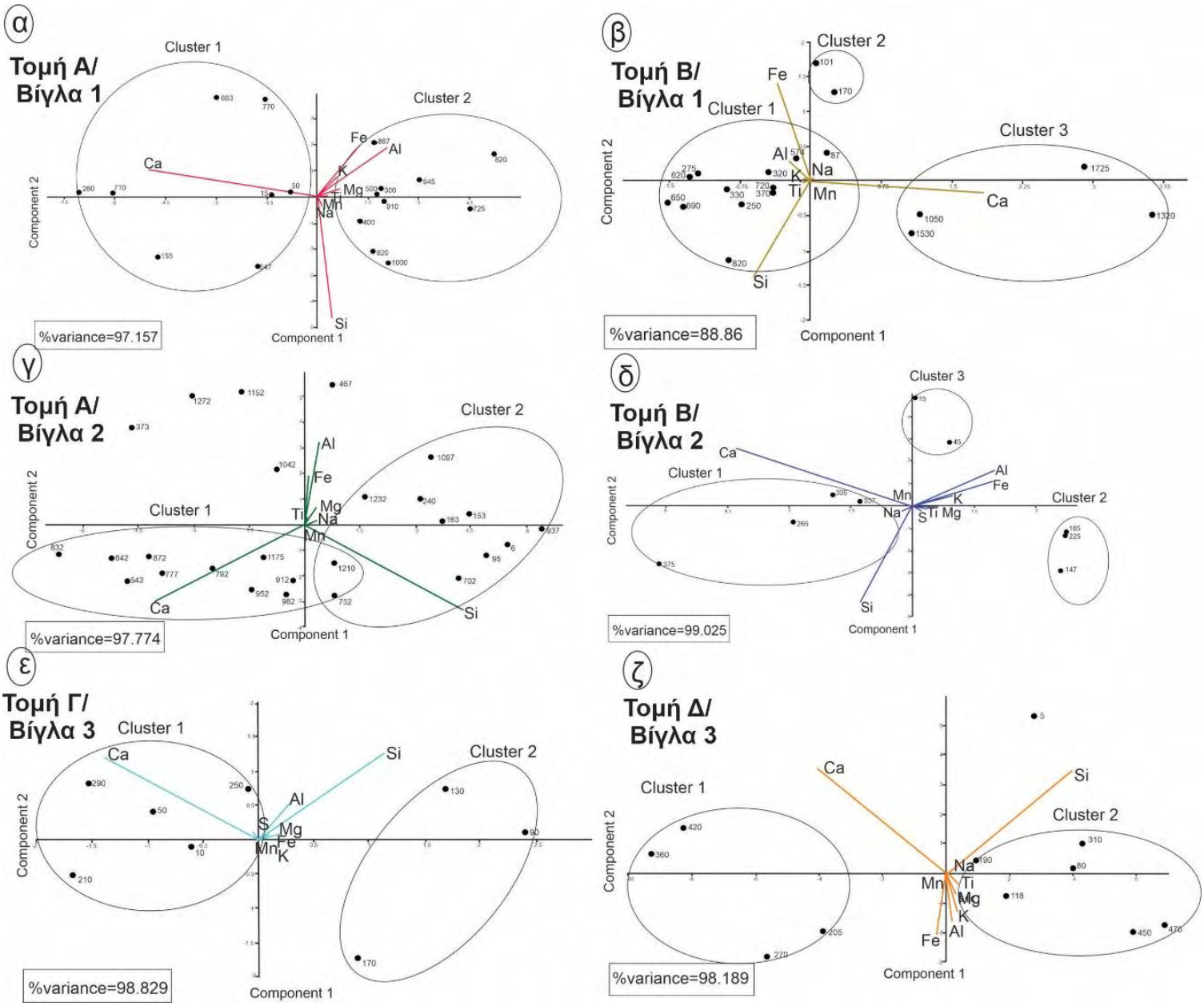
Στο διάγραμμα της τομής Α/ Βίγλα 2 δεν παρατηρήθηκε ξεκάθαρη ομαδοποίηση σε όλα τα δείγματα, ξεχωρίζουν όμως δύο συστάδες. Η συστάδα 1 αποτελείται από δείγματα που επηρεάζονται από το Ca και η συστάδα 2, από δείγματα που επηρεάζονται από τα Si, Al, Fe, Na, Mg, Mn (Εικ. 3.24γ). Από τα δείγματα που δεν ομαδοποιήθηκαν, τα 1042 και 467 φαίνεται ότι επηρεάζονται από τα Fe και Al, ενώ τα υπόλοιπα 3 δείγματα (373, 1152, 1272) δεν φαίνεται να έχουν ξεκάθαρη επιρροή από κάποιο στοιχείο.

Στο διάγραμμα της τομής Β/ Βίγλα 2, παρατηρείται επίσης διαχωρισμός σε τρεις συστάδες, τα δείγματα της συστάδας 1 επηρεάζονται από τα Ca, Si, Na, Mn, τα δείγματα της συστάδας 2 επηρεάζονται από Al, Fe, K, Mg, Ti, S και τα δείγματα της συστάδας 3 επηρεάζονται από τα Ca και Al (Εικ. 3.24δ).

Στο διάγραμμα της τομής Γ/ Βίγλα 3 υπάρχει ξανά διαχωρισμός σε δύο συστάδες. Η συστάδα 1 αποτελείται από δείγματα που επηρεάζονται από το Ca, ενώ η συστάδα 2 αποτελείται από δείγματα που επηρεάζονται κυρίως από Si (Εικ. 3.24ε).

Τέλος, στο διάγραμμα της τομής Δ/ Βίγλα 3, παρατηρούνται 2 συστάδες. Η συστάδα 1 αποτελείται από δείγματα που επηρεάζονται από το Ca και η συστάδα 2 από δείγματα που επηρεάζονται από Si, Al, K, Mg, Ti, Na (Εικ. 3.24ζ). Εξαίρεση αποτελεί το δείγμα 5 το οποίο δεν ομαδοποιείται σε καμία συστάδα και φαίνεται να έχει μεγάλη επιρροή από το Si.

Από τα διαγράμματα της PCA φαίνεται ότι τα στοιχεία που κυριαρχούν σε όλες τις τομές, είναι τα Ca και Si, ενώ το Al έχει σημαντική παρουσία. Η τομή που διαφοροποιείται είναι η τομή Β/ Βίγλα 1 στην οποία έχει σημαντική συμμετοχή το Fe, σε σχέση με όλες τις υπόλοιπες τομές.



Εικόνα 3.24: PCA ανάλυση των χημικών στοιχείων στις τομές: α.Α/ Βίγλα 1, β. Β/ Βίγλα 1, γ. Α/ Βίγλα 2, δ. Β/ Βίγλα 2, ε. Γ/ Βίγλα 3 και ζ. Δ/ Βίγλα 3

Τα αναλυτικά ποσοστά των χημικών στοιχείων ανά τομή, παρουσιάζονται στο παράρτημα, στους Πίνακες 31, 32, 33

3.4 Ανάλυση οργανογενών ιζημάτων

Από παλαιογεωγραφική άποψη, τα κοιτάσματα γαιανθράκων γενικά αποτίθενται σε παράκτιες και ηπειρωτικές λεκάνες ιζηματογένεσης. Στον Ελλαδικό χώρο τα 2/3 των ανθρακοφόρων και ανθρακοπιθανών λεκανών είναι ηπειρωτικές στις οποίες τα κοιτάσματα σχηματίστηκαν σε παρόχθια

τμήματα λεκανών, ενώ οι παράκτιες, που σε όλη τη διάρκεια της εξέλιξης τους ήταν ανοικτές στη θάλασσα (Koukouzas and Koukouzas, 1995), αποτελούν το 1/3.

Η υπό μελέτη περιοχή αποτελεί παράκτια λεκάνη ιζηματογένεσης, στην οποία φιλοξενούνται κάποια στρώματα οργανογενών ιζημάτων.

Τα δείγματα για την ανθρακοπετρογραφική μελέτη, συλλέχθηκαν από τις θέσεις: Βίγλα 1 (VG1-3, VG1-4, VG1-5, όλα τα δείγματα είναι από το Στρώμα 26/Τομή Α), Βίγλα 2 (VG1-1= κατώτερο μέρος του στρώματος 4/ τομή Β, VG1-2=στρώμα 3/ τομή Β), Ορτός (OR-1, OR-2 = Στρώμα 42, OR-3, OR3-1 = Στρώμα 43, OR-4= Στρώμα 44, OR-5= Στρώμα 45/ Τομή Β) και Προάστειο (PR-1= Στρώμα 19/ Τομή Α).

3.4.1 Περιγραφή δειγμάτων

Τα ποσοστά υγρασίας κυμαίνονται από 1,6 – 9,7%, με τα περισσότερα από αυτά να βρίσκονται στο εύρος 2-4 % (Πίν. 3.3). Γενικά οι κόκκοι σε όλα τα δείγματα ήταν αρκετά συσσωματωμένοι λόγω του μικρού κοκκομετρικού μεγέθους (έντονη ύπαρξη αργιλικού υλικού). Το δείγμα OR-3 είχε το μικρότερο ποσοστό υγρασίας με τιμή 1,6% (Πίν. 3.3).

Πίνακας 3.3: Περιγραφή των δειγμάτων και χρωματικοί τόνοι αυτών, καθώς και οι τιμές υγρασίας επί % κ.β

Κωδικός Δείγματος	*Υγρασία %*	*Χρώμα*	*Μακροσκοπική Περιγραφή - Λιθολογία*
VG1-1	9,6	ανοιχτό καστανό	άργιλος
VG1-2	7,4	σκούρο καστανό	πηλούχος άργιλος
VG1-3	2,9	καστανό-τεφρό	άργιλος
VG1-4	3,7	ανοιχτό τεφρό	χουμική άργιλος
VG1-5	2,0	πολύ ανοιχτό καστανό	ιλυούχα άργιλος
PR-1	4,0	ανοιχτό καστανό	άργιλος
PL-1	7,0	μαύρο	τυρφώδες ίζημα
OR-1	2,9	ανοιχτό τεφρό	άργιλος
OR-2	3,1	ανοιχτό καστανό	άργιλος
OR-3	4,1	ανοιχτό καστανό	άργιλος
OR-3-1	4,5	ανοιχτό καστανό	άργιλος
OR-4	4,3	σκούρο τεφρό	οργανομιγής άργιλος
OR-5	1,6	ανοιχτό καστανό	άργιλος

3.4.2 Προσδιορισμός τέφρας / οργανικού υλικού

Ο προσδιορισμός της τέφρας, έγινε σε δύο φάσεις, σε θερμοκρασίες 550 ^{O}C και 750 ^{O}C. Η πλειοψηφία των δειγμάτων, περιέχουν μικρά ποσοστά οργανικού υλικού. Το δείγμα OR-1, περιέχει το μεγαλύτερο ποσοστό σε τέφρα (93,3 % κ.β. επί ξηρού) και το μικρότερο ποσοστό σε οργανικό υλικό (Πίν. 3.4). Αυτό

δείχνει ότι το δείγμα είναι ανόργανο, και συγκεκριμένα άργιλος. Σε όλα τα υπόλοιπα δείγματα τα ποσοστά της τέφρας κυμαίνονται μεταξύ 74,3-92,4 % κ.β. (επί ξηρού), με επικρατέστερες τιμές μεταξύ 80-90 % κ.β. (επί ξηρού) (Πίν. 3.4). Τα ιζήματα που μελετήθηκαν αντιπροσωπεύουν οργανομιγείς αργίλους και ιλυόλιθους (carbonaceous sediments) γιατί τα ποσοστά της τέφρας είναι ιδιαίτερα υψηλά (>50 % ECE (1998)). Τέτοια ποσοστά απαντώνται συχνά σε οργανογενή ιζήματα που δημιουργήθηκαν σε περιθωριακά θαλάσσια περιβάλλοντα και σε εκβολές ποταμών (Hackley et al., 2010).

Πίνακας 3.4: Τιμές δειγμάτων σε τέφρα (% κ.β. επί ξηρού) από τη μέθοδο της απώλειας πύρωσης.

Κωδικός Δείγματος	*Χρώμα*	*Τέφρα % κ.β,*	*Οργανικό Υλικό % κ.β.*
VG1-1	ανοιχτό καστανό	86,5	13,4
VG1-2	σκούρο καστανό	87,8	12,1
VG1-3	καστανό-τεφρό	86,3	13,6
VG1-4	ανοιχτό τεφρό	87,5	12,4
VG1-5	ανοιχτό καστανό	87,2	12,7
PR-1	ανοιχτό καστανό	74,3	25,6
OR-1	ανοιχτό τεφρό	93,3	6,6
OR-2	ανοιχτό καστανό	92,4	7,5
OR-3	ανοιχτό καστανό	91,0	8,9
OR-3-1	ανοιχτό καστανό	88,7	11,2
OR-4	σκούρο τεφρό	89,9	10
OR-5	ανοιχτό καστανό	92,7	7,2

3.4.3 Περιθλασιμετρία Ακτινών Χ (XRD)

Εκτιμήθηκε η ποιοτική (πρόγραμμα EVA®) και η ποσοτική (TOPAS®) συμμετοχή των ορυκτών φάσεων στα δείγματα. Σύμφωνα με τον πίνακα 3.5, τα περισσότερα δείγματα αποτελούνται από αργιλικά ορυκτά, των οποίων η περιεκτικότητα φτάνει το 71,5%, γεγονός που επιβεβαιώνεται και από τον προσδιορισμό τέφρας/ οργανικού υλικού (Πίν. 3.4). Επίσης μεγάλη συμμετοχή παρουσιάζουν άλλα πυριτικά ορυκτά (χαλαζίας, άστριοι) ενώ ιδιαίτερα περιορισμένη είναι η συμμετοχή ασβεστίτη, και σχεδόν σε ίχνη ανιχνεύθηκε ο σιδηροπυρίτης. Τα περιθλασιογραφήματα με τα ορυκτά που εντοπίστηκαν παρουσιάζονται αναλυτικά στο παράρτημα (Διαγράμματα Κεφάλαιο 1).

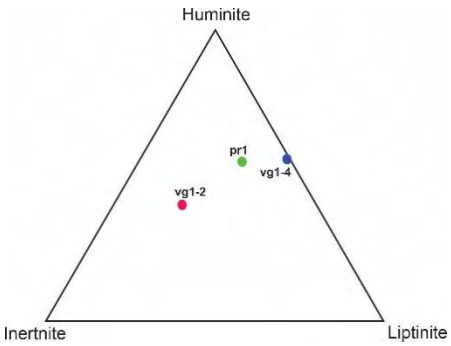
Πίνακας 3.5: Ποσοτική συμμετοχή των ορυκτών φάσεων στα δείγματα (%).

Κωδικός Δείγματος	*Alb*	*Bas*	*Bio*	*Cal*	*Chl*	*Musc*	*Pyr*	*Qua*	*Mlc*
VG1-1	15,7	-	5,8	2,8	22,4	32,5	-	20,8	-
VG1-2	12,4	-	-	1,9	24,7	37	-	24	-
VG1-3	7,7	-	-	13,4	9,7	-	-	16,2	52,9
VG1-4	4	-	-	2,4	14,1	-	-	13,6	65,9
VG1-5	9,7	-	5,9	8,7	13,3	-	-	25,2	37,2
PR-1	17,2	-	-	3	-	-	-	35,4	44,4
OR-1	11,7	-	-	0,8	8,2	-	-	25	54,3
OR-2	12,9	-	1,5	-	10,1	-	-	21	54,5
OR-3	7,5	-	-	-	2,5	-	-	15	75
OR-3-1	17,4	-	11,4	6,5	16,8	-	0,1	27,2	20,6
OR-4	6,7	-	-	1,1	7,1	-	-	13,4	71,7
OR-5	11,5	-	-	6	5,4	-	-	27,5	49,6

3.4.4 Πετρογραφική εξέταση-Είδη maceral

Μελετήθηκαν στιλπνές τομές με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των οργανικών δομών αλλά και των ανόργανων ορυκτών συστατικών. Το ανόργανο υλικό που εντοπίστηκε στις στιλπνές τομές, αποτελούταν κυρίως από λεπτόκοκκο αργιλικό υλικό με εσωτερικές ανακλάσεις, στο οποίο και εντοπίζονταν διάσπαρτα maceral, ανθρακικά ορυκτά αλλά και σιδηροπυρίτη, σε ίχνη. Σημαντικό είναι να αναφερθεί πως σε καμία από τις τομές δεν εντοπίστηκαν απολιθώματα.

Παρόλο που τα δείγματα είχαν μικρή περιεκτικότητα σε οργανικό υλικό, έγινε μέτρηση της ανακλαστικότητας των περιεχόμενων maceral, βάσει του πρότυπου ISO 7404-5 (2009). Έγινε μέτρηση της ανακλαστικότητας σε 100 σημεία στα δείγματα που ήταν δυνατό (PR1, VG1-2, VG1-4) και στα υπόλοιπα έγιναν λιγότερες μετρήσεις.



Εικόνα 3.25: Τριγωνικό διάγραμμα Χουμινίτη- Ινερτινίτη- Λειπτινίτη, που απεικονίζει την επικράτησή τους στα δείγματα

Η ομάδα του Χουμινίτη είναι κυρίαρχη και στα τρία δείγματα (Είκ.3.25). Τα maceral που αναγνωρίστηκαν στο μεγαλύτερο μέρος τους, αποτελούνται από: ευ-ουλμινίτη, τεξτο-ουλμινίτη, κορποχουμινίτη. Στο δείγμα VG1-2 κυριαρχεί σε μεγάλο ποσοστό η ομάδα του Ινερτινίτη (εικόνα 1) και πιο συγκεκριμένα ο ημιφουσινίτης. Ενώ στο δείγμα VG1-4 κυριαρχεί η ομάδα του Λειπτινίτη (Είκ.3.25) και πιο συγκεκριμένα ο Αλγινίτης και σε μικρότερα ποσοστά ο Ρεζινίτης, ο Κουτινίτης και ο Σουμπερινίτης (πίνακας 3.6).

Οι ευ-ουλμινίτες και τεξτο-ουλμινίτες παρουσιάζονται σε μεγάλο βαθμό διάσπαρτοι εντός του ανόργανου υλικού με χρώμα ανάκλασης τεφρό και χωρίς φθορισμό στο κυανό φως. Οι ημιφουσινίτες παρουσιάζονται το ίδιο διάσπαρτοι εντός του αργιλικού υλικού με χρώμα λευκό και μορφή κυτταρικών δομών (πίνακας 3.6).

Οι ευ-ουλμινίτες όσο και οι κορποχουμινίτες παρουσιάζουν κατά τόπους διαφορετικό χρώμα με παρουσία λευκών πιο ανοιχτόχρωμων άλων, που πιθανά υποδηλώνει μερική οξείδωση. Ως προς τα maceral εντοπίστηκαν επίσης και κάποια της ομάδας του λειπτινίτη τα οποία φθόριζαν στο κυανό φως. Στα σημεία εμφάνισης κορποχουμινίτη υπήρχαν σουμπερινίτες οι οποίοι τους περιέβαλαν. Επίσης εντοπίστηκαν ελάχιστες και μικρού μεγέθους εμφανίσεις κουτινίτη και αλγινίτη (πίνακας 3.6).

Πίνακας 3.6: Πίνακας που παρουσιάζει την ημιποσοτική κατανομή των maceral στα εξεταζόμενα δείγματα (+ μικρή ποσότητα, ++ αρκετή ποσότητα, +++ μεγάλη ποσότητα, tr ίχνη).

MACERAL	***PR-1***	***VG1-2***	***VG1-4***	***MACERAL***	***PR-1***	***VG1-2***	***VG1-4***
Προ-τεξτινίτης	**-**	**-**	**+**	***Χουμινίτης***			
Τεξτινίτης Α	**-**	**-**	**-**	*Ντεγκρατοφουσινίτης*	**-**	**-**	**-**
Τεξτινίτης Β	**-**	**-**	**-**	*Πυροφουσινίτης*	**-**	**-**	**-**
Τεξτινίτης	**-**	**-**	**-**	*Ημιφουσινίτης*	**+**	**+++**	**-**
Τεξτο-ουλμινίτης	**+**	**-**	**+**	*Φουνγκινίτης*	**-**	**-**	**-**
Ευ-ουλμινίτης Α	**-**	**-**	**++**	*Ινερτοντετρινίτης*	**-**	**-**	**-**
Ευ-ουλμινίτης Β	**++**	**++**	**-**	***Ινερτινίτης***			
Τελοχουμινίτης				*Σπορινίτης*	**-**	**-**	**-**
Αττρινίτης	**-**	**-**	**-**	*Σουμπερινίτης*	**-**	**+**	**+**
Ντενζινίτης	**-**	*tr*	**+**	*Κουτινίτης*	**-**	**-**	**+**
Ημιντενζινίτης	**-**	**-**	**-**	*Ρεζινίτης*	**-**	**-**	**+**
Ντετροχουμινίτης				*Αλγινίτης*	**++**	**+**	**++**
*Πορι*γελινίτης	**-**	**-**	**-**	*Λειπτοντετρινίτης*	**-**	**-**	**-**
*Λεβι*γελινίτης	**-**	**-**	**-**	***Λειπτινίτης***			
Γελινίτης	**++**	**-**	**-**	*Απολιθώματα*	**-**	**-**	**-**
Κορποχουμινίτης	**-**	**+**	**+**	*Ανθρακικά ορυκτά*	*tr*	*tr*	**+**
Γελοχουμινίτης	**-**	**-**	**-**	*Αργιλικά ορυκτά*	**+++**	**+++**	**+++**
Επιδερμινίτης	**-**	**-**	**-**	*Σιδηροπυρίτης*	**-**	**-**	**-**

3.4.5 Πετρογραφική εξέταση-Ανακλαστικότητα του Χουμινίτη

Σκοπός της μέτρησης της ανακλαστικότητας είναι ο υπολογισμός του βαθμού ωρίμανσης του υλικού των δειγμάτων. Παρόλο που τα δείγματα είχαν μικρή περιεκτικότητα σε οργανικό υλικό, έγινε μέτρηση της ανακλαστικότητας των περιεχόμενων maceral, βάσει του πρότυπου ISO 7404-5 (2009). Έγινε μέτρηση της ανακλαστικότητας σε 100 σημεία στα δείγματα που ήταν δυνατό και στα υπόλοιπα έγιναν λιγότερες μετρήσεις. Μετρήθηκαν οι τιμές ανακλαστικότητας τόσο στον ευ-ουλμινίτη όσο και στον ντενζινίτη, ημι-φουσινίτη, κορποχουμινίτη αλλά και σουμπερινίτη. Η ανακλαστικότητα του ευ-ουλμινίτη κυμαινόταν στα περισσότερα δείγματα, σε τιμές 0,17-0,27 % όπου βάσει αυτών διαχωρίστηκε και η κατηγορία του σε τύπου Α και Β.

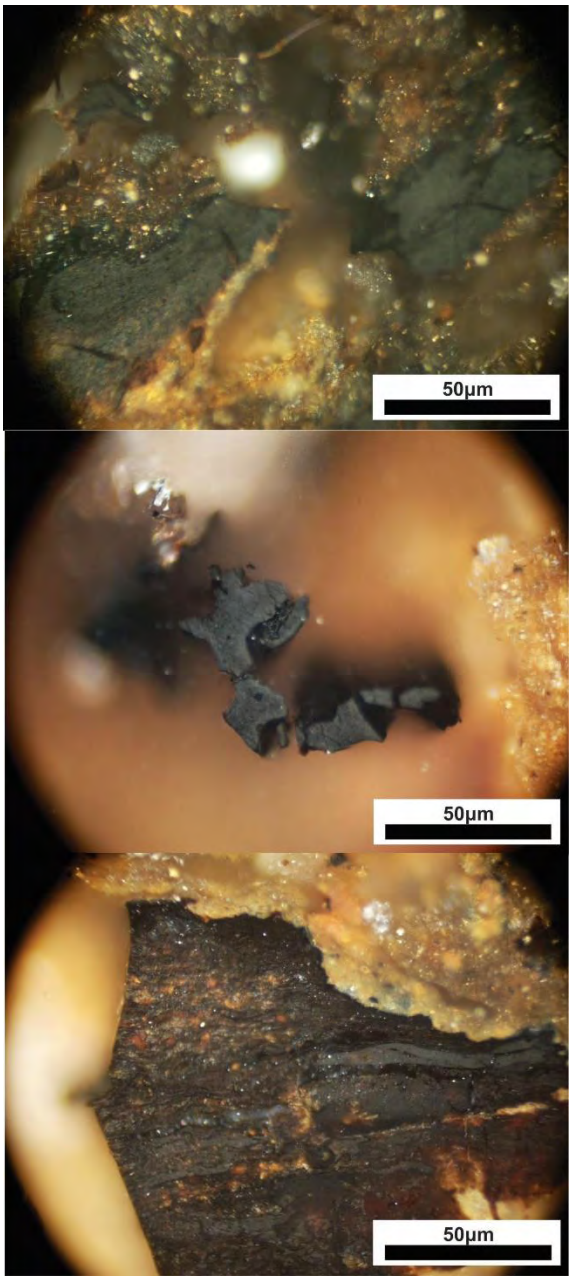
Στο δείγμα από το Προάστειο PR-1, έγιναν μετρήσεις μόνο σε ευ-ουλμινίτες και βάσει αυτών προσδιορίστηκαν σε τύπου Β, με μέση τιμή ανακλαστικότητας 0,22 %.

Στο δείγμα VG1-2 η τιμή της ανακλαστικότητας του ευ-ουλμινίτη κατά μέσο όρο φτάνει το 0,27 %, τιμή σχετικά υψηλή υποδηλώνοντας, σε συνδυασμό με τις παρατηρούμενες θραύσεις στην επιφάνεια πιθανή οξείδωση του δείγματος. Πολύ υψηλή παρουσιάζεται και η τιμή του ημι-φουσινίτη, όπως ήταν αναμενόμενο, η οποία κατά μέσο όρο φτάνει το 0,39 %. Στη τομή μετρήθηκε ανακλαστικότητα και στον ντενζινίτη με τιμή 0,14 %.

Στη τομή του δείγματος VG1-4 βρέθηκαν αρκετοί ευ-ουλμινίτες, οι οποίοι μετά τη μέτρηση της ανακλαστικότητας διαχωριστήκαν σε τύπου Α με τιμή 0,17 % και τύπου Β με τιμή 0,23 %. Παράλληλα μετρήθηκαν και οι τιμές στον ντενζινίτη για να γίνει η σύγκριση με αυτές του προηγούμενου δείγματος, με μέσο όρο μετρήσεων 0,12 %.

Τα ιστογράμματα ανακλαστικοτήτων, στα οποία παρουσιάζονται λεπτομερώς οι τιμές ανακλαστικότητας που εντοπίστηκαν στα εκάστοτε δείγματα, κατασκευάστηκαν με σκοπό την εκτίμηση της κατανομής των τιμών ανακλαστικότητας. Τα διαγράμματα παρουσιάζονται στο παράρτημα της εργασίας (Διαγράμματα Κεφάλαιο 2). Ο βαθμός ωρίμανσης των δειγμάτων προσδιορίστηκε βάσει της μέτρησης της ανακλαστικότητας του ευ-ουλμινίτη τύπου Β.

Στην εικόνα 3.26, παρουσιάζονται διάφορα macerals τα οποία παρατηρήθηκαν κατά την εξέταση στο μικροσκόπιο. Στην εικόνα 3.26(a), η οποία προέρχεται από το δείγμα PR-1, παρατηρούμε δύο μεγάλου μεγέθους ευ-ουλμινίτες, χρώματος σκούρου τεφρού, αρκετά ομοιόμορφου, τα οποία εντάσσονται εντός της μάζας αργιλικών ορυκτών (matrix) . Στο συγκεκριμένο δείγμα βάσει των μετρήσεων ανακλαστικότητας οι ευ-ουλμινίτες αξιολογήθηκαν ως τύπου Β με μέσο όρο μετρήσεων 0,22. Στην εικόνα 3.26(b), δείγμα VG1-2, παρατηρείται επίσης μικρότερου μεγέθους ευ-ουλμινίτης σκούρου τεφρού χρώματος στο οποίο παρουσιάζεται αλλαγή κατά τόπους σε πιο ανοιχτό λευκό, λόγω πιθανής οξείδωσης. Αποτελεί ευ-ουλμινίτη τύπου Β με μέσο όρο ανακλαστικότητας στο δείγμα 0,27. Η εικόνα 3.26(c), δείγμα VG1-4, αποτελείται από αργιλικά ορυκτά τα οποία περιβάλλουν ένα μεγάλου μεγέθους maceral, του οποίου το καλά ζελατινοποιημένο τμήμα, χρώματος σκούρο τεφρό, παρουσιάζει ανακλαστικότητα 0,23 % και κατατάσσεται σε ευ-ουλμινίτη τύπου Β.



Εικόνα 3.26: Φωτομικρογραφίες τομών. Εικόνα (a) ευ-ουλμινίτες τύπου Β, σκούρου τεφρού χρώματος εντός αργιλικού υλικού, εικόνα (b) ευ-ουλμινίτης τύπου Β σκούρου τεφρού χρώματος , εικόνα, εικόνα (c) ευ-ουλμινίτης τύπου Β που περικλείεται από ανόργανο υλικό, αργιλικά ορυκτά. Η συνολική μεγέθυνση των εικόνων είναι Χ 500. Οι αντίστοιχες εικόνες φθορισμού δεν παρουσιάζονται, καθώς τα περισσότερα από τα συγκεκριμένα maceral, δεν φθορίζουν με χρήση κυανού φωτός

Παρακάτω περιγράφονται πιο αναλυτικά οι τομές των υπό μελέτη δειγμάτων.

Τομή VG1-4

Η τομή αποτελείται στο μεγαλύτερο μέρος της από αργιλικά και ανθρακικά ορυκτά τα οποία παρουσιάζουν έντονες εσωτερικές ανακλάσεις. Τα θραύσματα από τα maceral εμφανίζονται με ζωνώδη δομή, μαύρου χρώματος, διάσπαρτα εντός του ανόργανου υλικού. Η τομή συγκροτείται από κουτινίτη και ρεζινίτη οι οποίοι φθορίζουν ελαφρά στο κυανό προσπίπτον φως. Ο προ-τεξτινίτης που

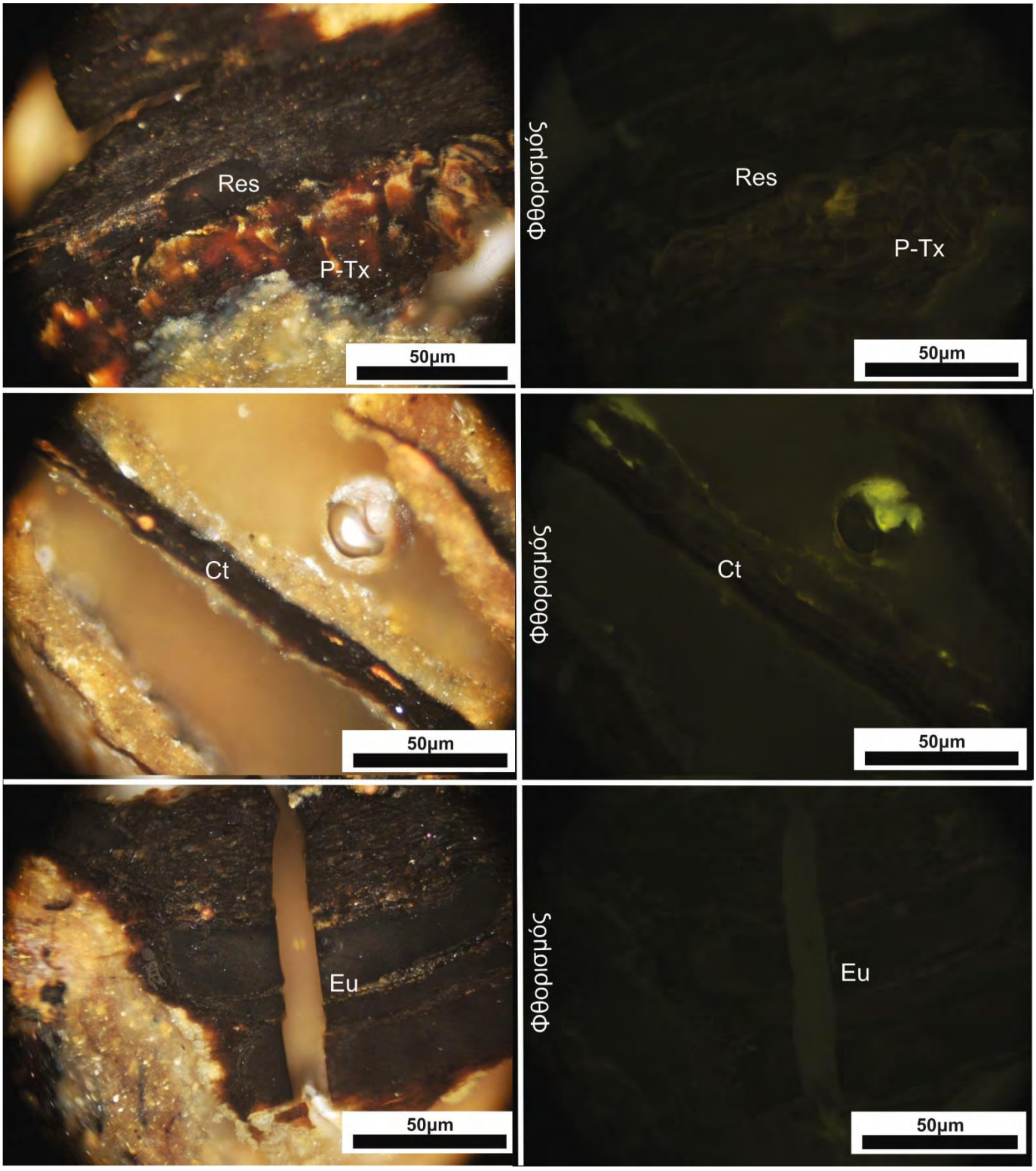
υπάρχει παρουσιάζει έντονες κόκκινες εσωτερικές ανακλάσεις οι οποίες οφείλονται στο γεγονός πως αποτελεί ανώριμο υλικό, όπως και το σύνολο των maceral στη τομή. Καλύτεροι σε ομοιογένεια παρουσιάζονται οι μετρίως ανεπτυγμένοι ευ-ουλμινίτες, τύπου Α και Β, με χρώμα σκούρο τεφρό. Σε σημεία εμφανίζεται και κορποχουμινίτης συνοδευόμενος από σουμπερινίτη. Εντός του ανόργανο συναντάται και αλγινίτης. Η τομή αυτή αποτελεί την πλουσιότερη σε ποικιλία maceral, από τις υπόλοιπες τομές, με την παρουσία maceral που υποδηλώνουν συμμετοχή ριζικών συστημάτων αλλά και υψηλής υδροφορίας (αλγινίτης) (Εικ.3.27).

Τομή VG1-2

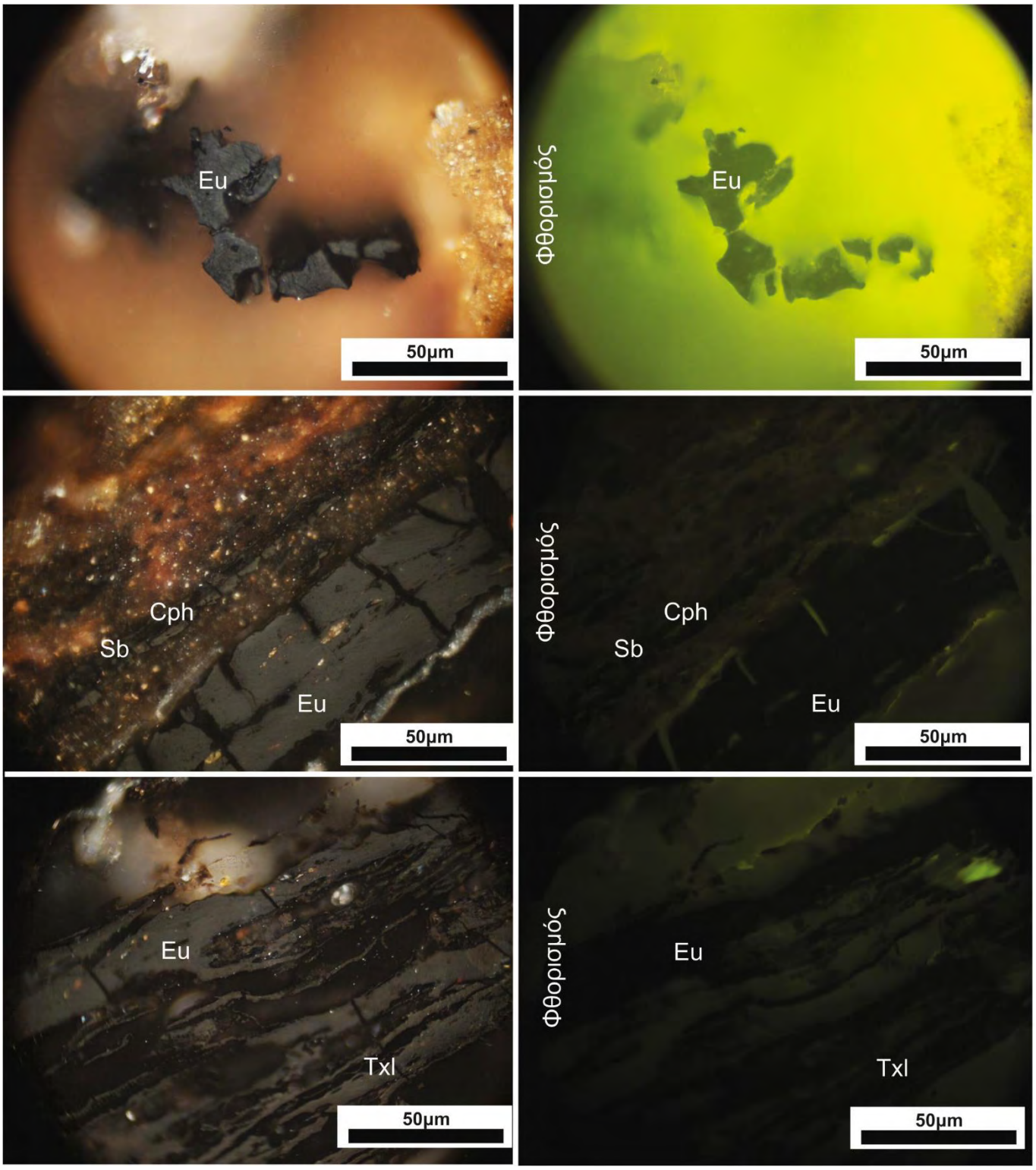
Το οργανικό υλικό εμφανίζεται διάσπαρτο με έντονα θραύσματα εντός του ανόργανου. Ευ-ουλμινίτες (τύπου Β όπως κρίθηκε στη συνέχεια) και τεξτο-ουλμινίτες κυρίως παρουσιάζονται παραμορφωμένοι/συμπιεσμένοι από κλαστικούς κόκκους με χρώμα ανοιχτό τεφρό και ανομοιογενή επιφάνεια στο σύνολο της τομής. Παράλληλα παρατηρούνται και αλλαγές στο χρωματικό τόνο στα θραύσματα του συνόλου της τομής, τα οποία σηματοδοτούν έντονη οξείδωση του υλικού. Η συγκεκριμένη τομή αποτελείται κατά κύριο λόγο από ανόργανο υλικό, κυρίως αργιλικά ορυκτά, τα οποία παρουσιάζουν και έντονες εσωτερικές ανακλάσεις, ενώ βρέθηκαν και πολύ μικρές ποσότητες ασβεστίτη σε μερικά σημεία. Εντός του ανόργανου υλικού εντοπίστηκαν θραύσματα αλγινιτών τα οποία και φθόριζαν με τη χρήση κυανού φωτός (Εικ.3.28).

Τομή PR-1

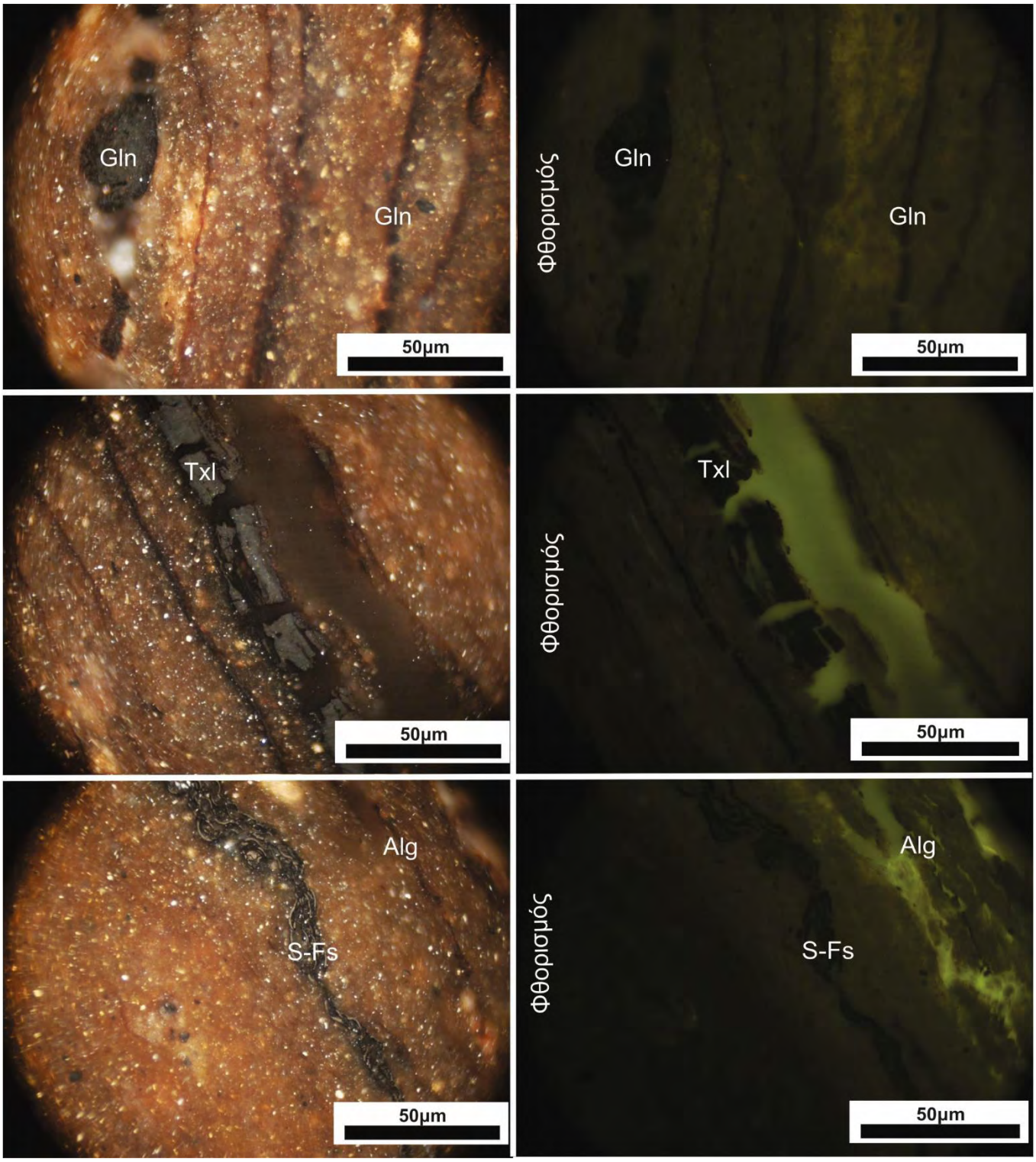
Η τομή είναι πλούσια σε ανόργανο υλικό και συγκεκριμένα αργιλικά ορυκτά. Ως προς το οργανικό υλικό είναι πτωχότερη όλων. Αυτό βρίσκεται εντός του ανόργανου υλικού, διάσπαρτο με τη μορφή maceral αρκετά μικρού μεγέθους. Δομείται κυρίως από ευ-ουλμινίτες και τεξτο-ουλμινίτες, των οποίων τα θραύσματα παρουσιάζουν σκούρο τεφρό χρώμα και ρωγμές εντός του εσωτερικού τους. Η τιμή ανακλαστικότητας των ουλμινιτών μετρήθηκε κατά μέσο όρο 0,22 % και ορίστηκε ως τύπου Β. Τα υπόλοιπα maceral που εντοπίστηκαν είναι μικρού μεγέθους θραύσματα αττρινίτη και γελινίτη, μέτρια ζελατινοποιημένα. Τέλος εμφανίζεται ημιφουσινίτης, αλλά και ως προς την κατηγορία λειπτινιτών παρουσιάζονται διάσπαρτα θραύσματα, αλγινίτη τα οποία φθορίζουν με χρήση κυανού φωτός (Εικ.3.29).



Εικόνα 3.27: Φωτομικρογραφίες δείγμα VG1-4.



Εικόνα 3.28: Φωτομικρογραφίες δείγμα VG1-2



Εικόνα 3.29: Φωτομικρογραφίες δείγμα PR-1.

3.5 Προσδιορισμός ηλικίας

Για τον προσδιορισμό της ηλικίας των ιζημάτων, χρησιμοποιήθηκαν τρεις ανεξάρτητες μεταξύ τους μέθοδοι. Αρχικά έγινε προσπάθεια εκτίμησης της ηλικίας των ιζημάτων, λαμβάνοντας υπόψη τις στρωματογραφικές εξαπλώσεις και στρωματογραφικές εμφανίσεις των ειδών έως σήμερα. Αυτή η μέθοδος δεν ήταν πολύ αποτελεσματική στις περισσότερες ακολουθίες γιατί οι στρωματογραφικές εξαπλώσεις των ειδών ήταν ευρείες, με εξαίρεση μια ακολουθία στην οποία η παρουσία ενός καθοδηγητικού είδους έδωσε σχετική χρονολόγηση των ιζημάτων. Στη συνέχεια έγινε ανάλυση ασβεστολιθικού ναννοπλανγκτόν σε λίγα δείγματα, τα οποία έδωσαν επίσης μια σχετική χρονολόγηση. Τέλος έγινε απόλυτη χρονολόγηση με Οπτικά διεγειρόμενη φωταύγεια (OSL).

Καθοδηγητικά απολιθώματα

Τα είδη βενθονικών τρηματοφόρων και οστρακωδών που προσδιορίστηκαν δεν είναι καλοί χρονοστρωματογραφικοί δείκτες, λόγω της ευρείας στρωματογραφικής τους εξάπλωσης. Το μοναδικό είδος που βρέθηκε στην περιοχή μελέτης και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καθοδηγητικό, είναι το *Cimbaurila cimbaeformis*. Αυτό το είδος βρέθηκε στο κατώτερο μέρος της ακολουθίας του Ορτού. Είναι γνωστό για την εξάπλωσή του στη Μεσόγειο από το κατώτερο Πλειόκαινο (Nachite et al., 1993) έως και το Καλάβριο (Emilian stage) (Aruta & Ruggieri, 1983; Bonaduce et al., 1987) .

Ασβεστολιθικό ναννοπλανγκτόν

Με σκοπό να εξακριβωθεί η ηλικία των ακολουθιών που η πανίδα τους, αντικατοπτρίζει θαλάσσιο περιβάλλον, έγινε ανάλυση ασβεστολιθικού ναννοπλανγκτόν σε τρία δείγματα, από τις θέσεις Βίγλα 1 (τομή Β- 1110 cm), Βίγλα 2 (τομή Γ- 1050 cm) και Βίγλα 4 (τομή Γ- 1450 cm). Το ασβεστολιθικό ναννοπλανγκτόν ήταν γενικά καλά διατηρημένο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι ακολουθίες αποδίδονται στο Μέσο Πλειστόκαινο. Πιο συγκεκριμένα, τα δείγματα που μελετήθηκαν χαρακτηρίζονται από την παρουσία των ειδών *Syracosphaera pulchra*, *Gephyrocapsa oceanica*, *Gephyrocapsa* spp., και με κυρίαρχο είδος το *Emiliania huxleyi.* Η κυριαρχία του είδους *Emiliania huxleyi* σε αυτά τα δείγματα επιβεβαιώνει τη CNL11 βιοζώνη (NN21 σύμφωνα με τον Martini, 1971; Μέσο/Άνω Πλειστόκαινο).

Χρονολόγηση OSL

Η πλειοψηφία των μελετών στην περιοχή έχουν δώσει ένα εύρος ηλικιών από Μέσο- Άνω Πλειστόκαινο. Οι μέθοδοι χρονολόγησης που χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό αυτών των ηλικιών είναι: ανάλυση ασβεστολιθικού ναννοπλανγκτόν (Frydas, 1991, Frydas et al. 1995, Flotte et al. 2005, Palyvos et al. 2010) και χρονολόγηση με τη μέθοδο του U/ Th σε κοράλλια (Stamatopoulos et al. 1994, Houghton et al. 2003, Stamatopoulos et al. 2004, Palyvos et al. 2010). Στην παρούσα μελέτη επιλέχθηκε η μέθοδος χρονολόγησης της οπτικά διεγειρόμενης φωταύγειας (OSL), αφού το ηλικιακό

εύρος που μπορεί να προσδιορίσει κυμαίνεται από 0 έως περίπου 400000 χρόνια πριν (Wallinga et al. 2007). Επιπλέον, αυτή η μεθοδολογία, προσφέρει το πλεονέκτημα χρονολόγησης σε κόκκους ιζήματος και όχι σε απολιθώματα.

Οχτώ δείγματα ιζήματος με μορφή πυρήνων και επίσης οχτώ δείγματα περιβάλλοντος χώματος απεστάλησαν στο Κέντρο Αρχαιομετρίας του Παν. Ιωαννίνων για χρονολόγηση. Πέντε δείγματα προέρχονται από την περιοχή της Βίγλας και τρία δείγματα από την περιοχή του Ορτού.

Η χρονολόγηση των δειγμάτων έγινε με τη χρήση της σχέσης:

Ηλικία (ky) = Παλαιοδόση (Gy) / Ρυθμός δόσης (Gy/ky)

Στον πίνακα 1, παρουσιάζονται οι μέσες τιμές των απορροφημένων δόσεων (ισοδύναμη δόση, Gy) για τα οχτώ δείγματα που χρονολογήθηκαν, των ρυθμών δόσης (Gy/ky), των ηλικιών (ky) και η μέγιστη-ελάχιστη ηλικία σε ky για το κάθε δείγμα. Οι μέσες τιμές και η ελάχιστη-μέγιστη ηλικία έχουν στρογγυλοποιηθεί στο 1 ky. Για τον προσδιορισμό αυτών των μέσων τιμών χρησιμοποιήθηκαν 16-20 δισκία για το κάθε δείγμα. Για όλα τα δείγματα παρατηρείται ικανή διασπορά που κυμαίνεται από 10 – 68% με πιθανούς λόγους τη μερική απόσβεση του γεωλογικού φωταυγειακού σήματος κατά τη σχηματισμό του αντίστοιχου γεωλογικού στρώματος η την ανάμειξη των γεωλογικών στρωμάτων. Οι ηλικίες που έδωσε η μέθοδος, κυμαίνονται μεταξύ 144 και 243 ka. Η νεότερη ηλικία βρέθηκε στο ανώτερο τμήμα της τομής Β2/ Μαγούλα (144 ± 12 ka) και η παλαιότερη στην τομή Α/ Βίγλα 1 (243 ± 33 ka) (Πίν. 3.7).

Πίνακας 3.7: Πίνακας που συνοψίζει τα δείγματα που χρονολογήθηκαν, τα ονόματα των τομών από τις οποίες συλλέχθηκαν τα δείγματα, η ισοδύναμη δόση, τους ρυθμούς δόσης, την μέση ηλικία και τη μέγιστη και ελάχιστη ηλικία για κάθε δείγμα

Sample code	*Sequence*	*Equivalent Dose (Gy)*	*Doserates (Gy/ky)*	*Mean ages (ky)*	*min-max (ky)*
S 1-1	ΤομήΑ/ Βίγλα 1	280.9 ± 103.5	1.306 ± 0.034	243 ± 33	193 - 285
S 2-1	ΤομήΒ/ Βίγλα 1	392.9 ± 136.4	2.247 ± 0.043	221 ± 52	154 - 310
S 3-1	ΤομήΓ/ Βίγλα 1	350.4 ± 91.5	2.330 ± 0.053	170 ± 68	88 - 290
Βϑ	ΤομήΓ / Βίγλα 2	447 ± 72	2.160 ± 0.060	206 ± 32	138 - 274
Β4β	ΤομήΓ / Βίγλα 4	585 ± 414	2.296 ± 0.056	234 ± 10	212 - 254
M2	ΤομήΒ1/ Μαγούλα	416 ± 78	2.064 ± 0.057	190 ± 35	55 - 381
M3	ΤομήΒ1/ Μαγούλα	316 ± 81	1.836 ± 0.050	172 ± 44	100 - 255
M4	ΤομήΒ2/ Μαγούλα	232 ± 24	1.626 ± 0.043	144 ± 12	120 - 162

4. Συζήτηση

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται τα διαγράμματα που πρόκυψαν από τις παραπάνω αναλύσεις, ώστε να γίνει ερμηνεία παλαιοπεριβάλλοντος για την κάθε τομή και συσχετισμός των επιμέρους τομών ώστε να προκύψει η αναπαράσταση του παλαιοπεριβάλλοντος της ευρύτερης περιοχής μελέτης.

4.1 Αναπαράσταση παλαιοπεριβάλλοντος

Οι παλαιοπεριβαλλοντικές παρατηρήσεις που συνοδεύουν τη βιοφάση κάθε δείγματος, προέκυψαν με βάση τις πληροφορίες για την οικολογία των ειδών, τη στατιστική μελέτη των δειγμάτων καθώς και τους ταφονομικους δείκτες, τις πληροφορίες από την ανθρακοπετρογραφική ανάλυση και τις αναλύσεις XRF, όπου ήταν δυνατόν να γίνουν. Σε αυτό το κεφάλαιο θα περιγραφεί η διαγραμματική απεικόνιση των παραπάνω αναλύσεων.

Με βάση τα αποτελέσματα της παλαιοντολογικής ανάλυσης κατασκευάστηκαν διαγράμματα εκατοστιαίων αναλογιών για τα κυρίαρχα είδη καθώς και για ομαδοποιημένα είδη βάση των οικολογικών χαρακτηριστικών τους, τα οποία αναφέρονται στο κεφάλαιο 3.2. Χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω ομαδοποιήσεις:

- Θαλάσσια βενθονικά τρηματοφόρα (*A. longirostra, A. mediterranensis, A. beccarii, A. lessonii, A. perlucida, B.(Bigenerina) nodosaria, B. striatula, B. frigida, B. aculeata, B. elongata, C. laevigata, Cibicides sp., C. refulgens, C. excavatum, F. subacuta, H. elegans, L. inornata, L. filiformis, L. striata, L. lobatulus, M. similis, M. barleeanum, Nodosaria sp., N. boueanum, N. auris, N. turgidus, P. mediterranensis, Lenticulina* cf. *gibba, Pseudonodosaria* sp. *P. elongata, P. williamsoni, Q. agglutinans, R. phlegeri, R. spinulosa, R. globularis, S. reticulate, S. depressa, T. agglutinans, T. trigonula, V. bradyana*)

- Θαλάσσια/ υφάλμυρα βενθονικά τρηματοφόρα (*A. tepida, E. crispum, H. depressula, P. granosum, Q. seminula*)

- Πλαγκτονικά τρηματοφόρα (*G. bulloides, G. ruber, O. universa*)

- Είδη που συνδέονται με καλά οξυγονωμένα περιβάλλοντα (*E. crispum*, *M. barleeanum, N. boueanum, S. reticulata, T. agglutinans)*

- Θαλάσσια οστρακώδη (*A. calciplena, A. convexa*, *B. bremneri, B. dentata, C. carinata, C. whitei, C. rhombica, C. bairdi, C. adriatica, C. flavidofusca, C. cimbaeformis, C. edwardsii, C. scutulum, C. neapolitana, Cytheropteron* sp.*, E. anglica, H. asperrima, H. rubra, L. ramosa, L. ovulata, L. tenera, N. fasciata, P. turbida, P. laevata, P. jonesii, S. variesculpta, S. ruggierii, X. decipiens*)

- Θαλάσσια/ υφάλμυρα οστρακώδη (*L. lacertosa, L. elliptica*)

- Υφάλμυρα (ολιγόαλα-μεσόαλα) οστρακώδη (*C. neglecta, C. torosa*- λείος οικο-φαινότυπος*, C. torosa*- οικο-φαινότυπος με εξογκώματα*, I. bradyi, I. gibba, L. stellifera, T. amnicola*). Τα είδη C. neglecta, *I. bradyi, I. gibba* είναι κυρίως δείκτες γλυκού νερού, που αντέχουν σε υφάλμυρες

συνθήκες. Παρόλα αυτά, σε αυτή την εργασία ομαδοποιούνται με τα υφάλμυρα οστρακώδη γιατί δεν βρέθηκαν καθαρές συνθήκες γλυκού νερού.

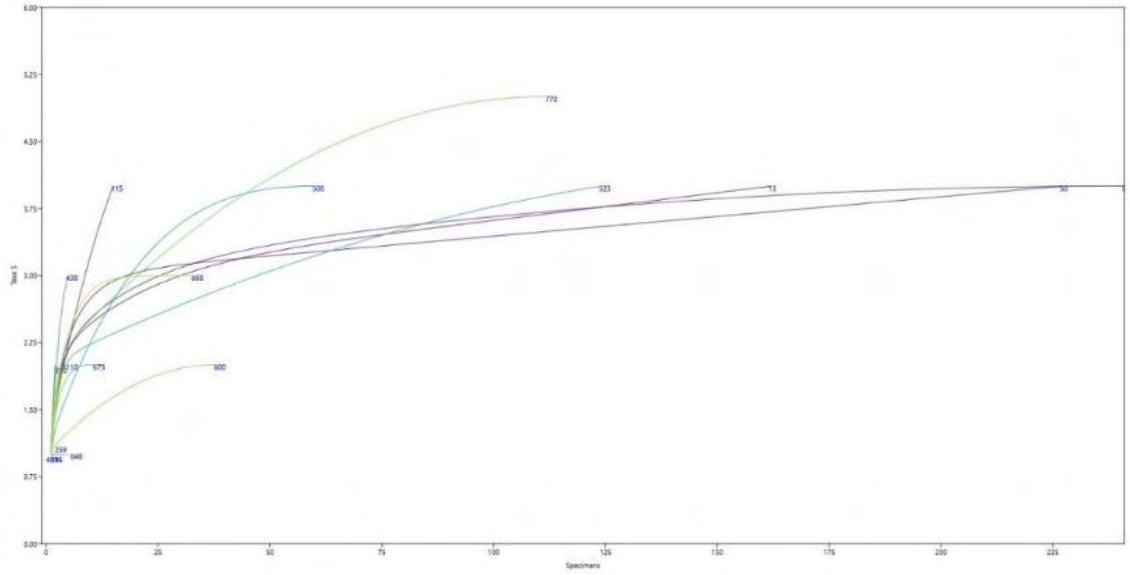
- Είδη που είναι ανθεκτικά στο χαμηλό οξυγόνο (*A. tepida, B. robusta, B. striatula, B. spathulata, B. aculeata, E. translucens, F. subacuta, L. ramosa, Lenticulina* cf. *gibba, N. auris, P. turbida, R. phlegeri, V. bradyana,*)
- Είδη που συνδέονται με την αυξημένη παροχή της οργανικής ύλης (*A. tepida, A. perlucida, B. aculeata, B. spathulata, C. neapolitana, L. ramosa, M. barleeanum, N. boueanum, N. turgidus, P. turbida, P. granosum, R. Phlegeri, T. trigonula, V. bradyana,)*
- Είδη που εμφανίζονται κυρίως στη μέση και κατώτερη υφαλοκρηπίδα (*B. striatula, B. aculeata, C. auricula, C. refulgens, C. scutulum, Cytheropteron sp., H. asperrima, M. similis, Pseudonodosaria* sp*., R. spinulosa)*
- Το είδος C. laevigata συνδέεται με την αύξηση του βάθους και σχεδιάζεται ξεχωριστά.
- Είδη που συνδέονται με μεσοπαγετώδεις/ θερμές περιόδους (*B. nodosaria, B. robusta*)

4.1.1 Βίγλα 1

Τομή Α / Βίγλα 1

Rarefaction

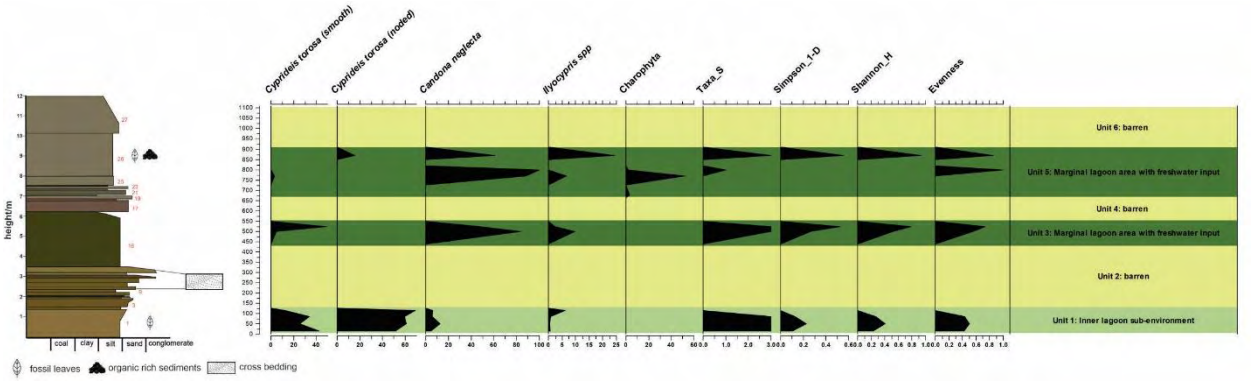
Για την διεύρυνση της επίδρασης του μεγέθους του κάθε δείγματος στην ταξινομική ποικιλότητα, εφαρμόστηκε η στατιστική επεξεργασία Rarefaction, όπου κατασκευάστηκε μια καμπύλη για κάθε δείγμα με τον δείκτη Richness. Ο αριθμός των ειδών στα δείγματα της Ακολουθίας 1, ποικίλει. Πιο συγκεκριμένα, οι καμπύλες που πλησιάζουν σε οριζόντιες ασύμπτωτες, είναι αυτές των δειγμάτων 15, 50, 85, 523, 770 (Εικ. 4.1). Αυτό σημαίνει ότι ο αριθμός των ατόμων σε αυτά τα δείγματα, ήταν επαρκής. Σε αυτά τα δείγματα, παρατηρείται ότι ο αριθμός των ατόμων που συλλέχθηκε είναι από 112 έως 241. Επίσης, οι καμπύλες 500, 675, 800, 868, τείνουν προς επιπέδωση, παρόλο που ο αριθμός των ειδών είναι αρκετά μικρότερος από τα παραπάνω δείγματα (Εικ. 4.1). Οι καμπύλες όλων των υπόλοιπων δειγμάτων δεν επιπεδώνονται και συνεπώς χρειάζονται εμπλουτισμό, ώστε να χαρακτηρισθεί επαρκής η δειγματοληψία (αυτές είναι οι καμπύλες των στείρων δειγμάτων).



Εικόνα 4.1:Διάγραμμα καμπυλών rarefaction για την τομή Α (Βίγλα1)

Διαγράμματα σχετικής συχνότητας

Σύμφωνα με τα διαγράμματα σχετικής συχνότητας και τη σύνθεση της μικροπανίδας, μπορούν να διαχωριστούν έξι κύριες ενότητες (1-6) (Εικ 4.2). Η ενότητα 1 (0-115 cm), χαρακτηρίζεται κυρίως από την παρουσία του *C. torosa* (εμφανίζονται και οι δύο οικο-φαινότυποι) (Εικ. 4.2). Η συνάθροιση αποτελείται επίσης, από μικρότερο αριθμό κελυφών *C. neglecta* και *Ilyocypris* spp. Αυτή η συνάθροιση φανερώνει ένα λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον με μειωμένη αλατότητα, πιθανότατα ένα περιβάλλον εσωτερικής λιμνοθάλασσας. Η υπερκείμενη ενότητα 2 (115-438 cm), σε αντίθεση με την ενότητα 1, χαρακτηρίζεται από στείρα δείγματα (Εικ. 4.2). Τα κυρίαρχα είδη της ενότητας 3 (438-523 cm), είναι τα *C. torosa* (λείος οικο-φαινότυπος) και *C. neglecta,* ενώ με μικρότερη συχνότητα εμφανίζονται τα *Ilyocypris* spp. Η παρουσία του λείου οικο-φαινότυπου του *C. torosa*, που αποδίδεται συχνά σε συνθήκες χαμηλής αλατότητας, σε συνδυασμό με τα είδη γλυκού νερού: *C. neglecta* και *Ilyocypris* spp., φανερώνουν ένα περιθωριακό περιβάλλον λιμνοθάλασσας με εισροές γλυκού νερού (Εικ. 4.2). Η ενότητα 4 (523-663 cm) είναι επίσης στείρα (Εικ. 4.2). Η ενότητα 5 (663-868 cm) είναι αντίστοιχη της ενότητας 3, στις οποίες κυριαρχεί το είδος *C. neglecta* ενώ υπάρχουν σε μικρότερους αριθμούς τα *Ilyocypris* spp *και C. torosa* (και οι δύο οικο-φαινότυποι) (Εικ. 4.2).



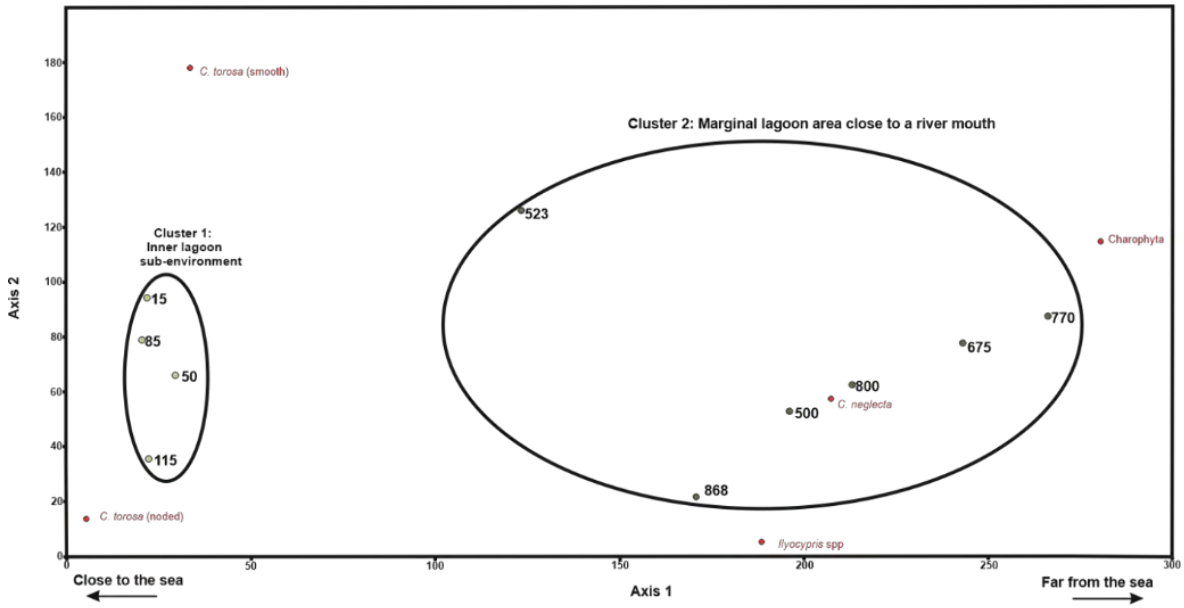
Εικόνα 4.2: Διαγράμματα σχετικής συχνότητας ειδών, δείκτες ποικιλότητας και παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία της τομής Α (Βίγλα 1), σε σύγκριση με τη στρωματογραφική στήλη.

Δείκτες ποικιλότητας

Υπολογίστηκαν οι δείκτες ποικιλότητας για την ακολουθία (Εικ. 4.2). Ο αριθμός των ειδών ποικίλει μεταξύ 1 και 3 και φτάνει την μεγαλύτερη τιμή του στις ενότητες 1, 3 και 5. Ο χαμηλός αριθμός των ειδών φανερώνει περιβάλλοντα με ακραίες φυσικοχημικές συνθήκες (Frenzel and Boomer, 2005). Οι τιμές του Simpson 1-D παρατηρήθηκαν χαμηλές. Κυμαίνονται μεταξύ 0.2 (15 cm) και 0.55 (868 cm), αντικατοπτρίζοντας τις χαμηλές συχνότητες των ειδών. Οι τιμές του Shannon-Wiener είναι επίσης χαμηλές και κυμαίνονται μεταξύ 0.23 (15 cm) to 0.93 (868 cm). Οι τιμές αυτές ερμηνεύονται ως μικρός αριθμός σπάνιων ειδών. Ο δείκτης Evenness κυμαίνεται από 0.42 (15 cm) to 0.84 (868 cm). Αυτό σημαίνει ότι τα δείγματα χαρακτηρίζονται από μέτριο βαθμό ομοιομορφίας (Samir et al. 2003).

Detrended Correspondence analysis

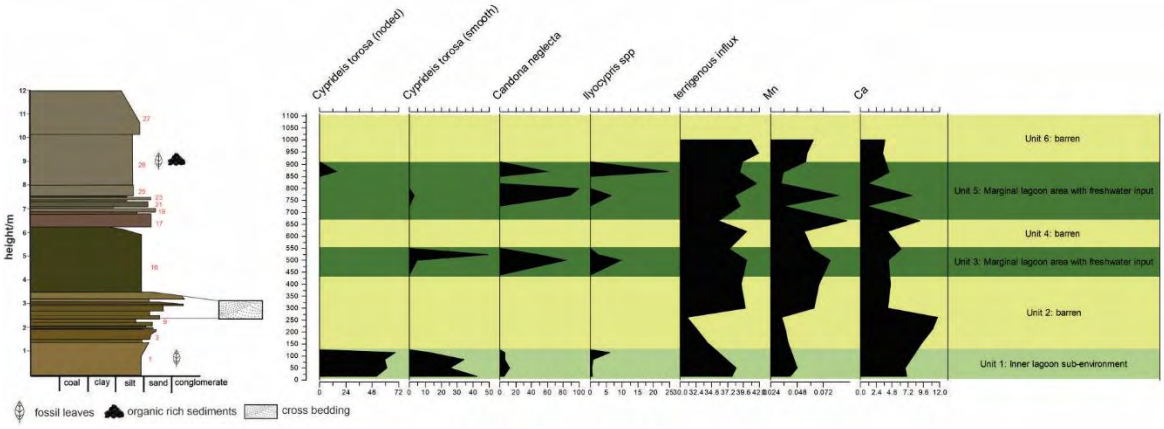
Η Detrended Correspondence Analysis ταξινομεί τα δείγματα σε δύο ομογενείς σταθερές συστάδες. Η κάθε μια αντιπροσωπεύει ένα συγκεκριμένο περιβαλλοντικό τύπο που χαρακτηρίζεται από μια συγκέντρωση ειδών με συγκεκριμένες περιβαλλοντικές προτιμήσεις. Ο άξονας 1 φαίνεται να αντιπροσωπεύει την απόσταση από τη θάλασσα. Η συστάδα 1 περιέχει δείγματα ενδεικτικά μιας ολιγόαλης έως μεσόαλης περιοχής απόθεσης που μπορεί να συσχετιστεί με την ενότητα 1 των διαγραμμάτων σχετικής συχνότητας (Εικ. 4.3). Η συστάδα 2, περιέχει δείγματα που αντανακλούν περιοχή απόθεσης με χαμηλή αλατότητα (ολιγό-μεσόαλη) και σημαντικές εισροές γλυκού νερού που μπορούν να συσχετιστούν με τις ενότητες 3 και 5 (Εικ. 4.3).



Εικόνα 4.3: Detrended Correspondence Analysis των δειγμάτων της τομής Α (Βίγλα 1)

Γεωχημική ανάλυση

Στην ενότητα 1, παρατηρείται μέγιστο σημείο των διαγραμμάτων, στις χερσογενείς εισροές, όπως επίσης και στο Mn που πιθανότατα δείχνει ποτάμιες εισροές (Εικ. 4.4). Η παρουσία μεταφερμένου υλικού στην ενότητα αυτή επιβεβαιώνεται και από την ύπαρξη φυτικών υπολειμμάτων. Στην ενότητα 2, παρατηρείται μια σταδιακή μείωση στις χερσογενείς ροές και στο Mn, ενώ υπάρχει μεγάλη αύξηση στο Ca, πράγμα που θα μπορούσε να ερμηνευθεί ως μια πιθανή επίκληση της θάλασσας. Συνυπολογίζοντας την αύξηση του κοκκομετρικού μεγέθους και την ύπαρξη της διασταυρούμενης στρώσης σε ιζήματα της ενότητας αυτής, μπορούμε να υποθέσουμε ότι πρόκειται για εκβολές ποτάμιου συστήματος στη θάλασσα. Πάνω από το μέσο της ενότητας 2 έως και την ενότητα 3, φαίνεται να σταθεροποιούνται οι συνθήκες, αφού οι χερσογενείς εισροές και το Mn αυξάνονται και στη συνέχεια μένουν σταθερά, ενώ το Ca μειώνεται και μένει επίσης σχετικά σταθερό (Εικ. 4.4). Αυτή η σταθερότητα στις συνθήκες αποτυπώνεται και στην κοκκομετρία αφού σε αυτές τις ενότητες αποτίθεται σταθερά αμμούχα ιλύς. Στις υπόλοιπες ενότητες παρατηρούνται αυξομείωσες στο Mn, στο Ca καθώς και στις χερσογενείς εισροές, με εξαίρεση δύο μέγιστα σημεία του Mn και του Ca στην ενότητα 5 (Εικ. 4.4).

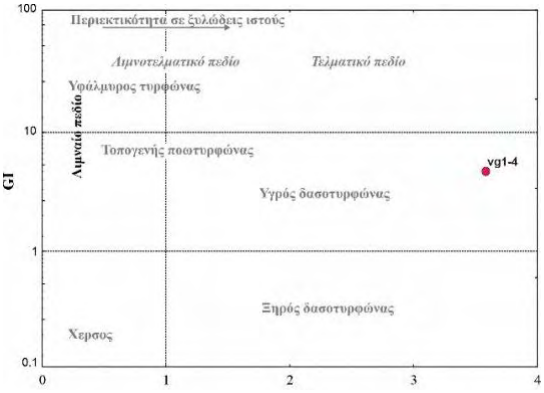


Εικόνα 4.4: Διαγράμματα σχετικής συχνότητας ειδών και γεωχημικοί δείκτες (χερσογενείς εισροές-Al, Si, Fe, K, Ti, Mn, Ca) της τομής Α (Βίγλα 1), σε σύγκριση με τη στρωματογραφική στήλη

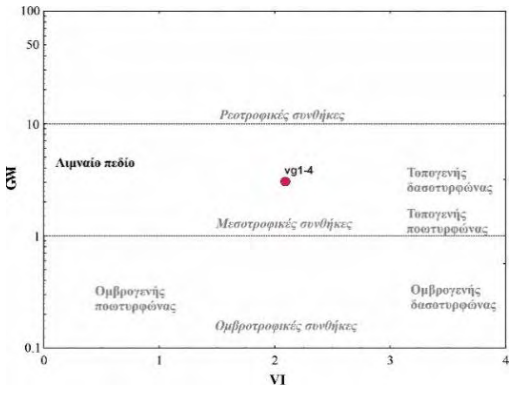
Ανθρακοπετρογραφική ανάλυση

Τα υψηλά ποσοστά τέφρας σε συνδυασμό με την επικράτηση πυριτικών κλαστικών ορυκτών τα οποία κυριαρχούν σε όλα τα δείγματα, υποδηλώνουν απόθεση σε καθεστώς υψηλής σχετικά υδροδυναμικής ενέργειας, όπως π.χ. παρόχθιες ή παράκτιες περιοχές (παρόχθια/παράκτια ελόβια ζώνη). Στην περιοχή φαίνεται να επικρατούσαν μικρές παλιρροϊκές διακυμάνσεις, οπότε περιοριζόταν η επίδραση της θάλασσας σε μικρές περιοχές και διατηρήθηκαν τα φυτικά υπολείμματα.

Το υπό μελέτη δείγμα για αυτή την ακολουθία, συλλέχθηκε από το στρώμα 26. Δημιουργήθηκαν διαγράμματα φάσεων TPI προς GI και VI προς GWI από τα οποία προκύπτει σχετική αντιστοιχία με τα περιβάλλοντα που ερμηνεύθηκαν σύμφωνα με την παλαιοπανίδα της περιοχής. Το πρώτο διάγραμμα δείχνει μια σχετικά καλή διατήρηση, η οποία οφείλεται στη μεταφορά ριζών και ξυλωδών ιστών (Εικ. 4.5). Η τροφοδοσία σε φυτικούς ιστούς πιθανότατα οφείλεται σε μεταφορά λόγω ποτάμιων εισροών. Οι τιμές του GI στο δείγμα VG1-4 δείχνει σημαντική ζελατινοποίηση και συνεπώς ένα περιβάλλον water-logged (Καλαιτζίδης, 2007). Το διάγραμμα VI προς GWI έδειξε γενικά υψηλή στάθμη του υδροφόρου στο περιβάλλον απόθεσης (Εικ.4.6). Και από τα δύο διαγράμματα φαίνεται ότι το δείγμα VG1-4 χαρακτηρίζεται από καλή διατήρηση φυτικών ιστών ή/και συμμετοχή ξυλιτικών ιστών.

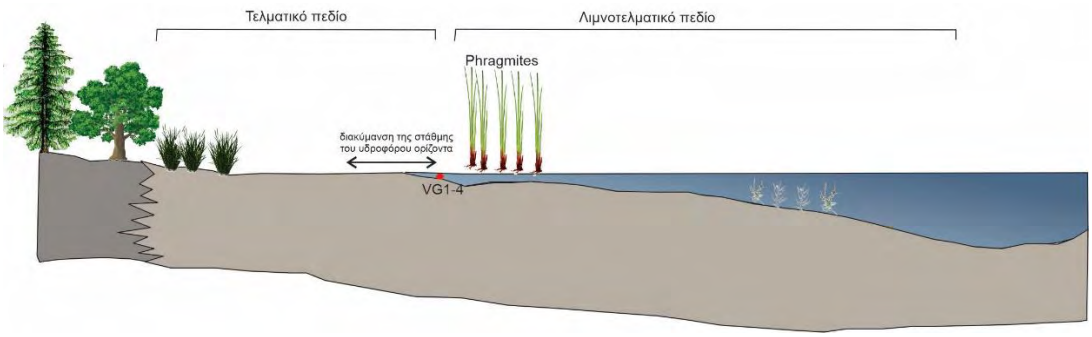


Εικόνα 4.5: Προβολή των τιμών GI και TPI του δείγματος VG1-4, στο διάγραμμα φάσεων του Diessel (1992), τροποποιημένο



Εικόνα 4.6: Προβολή των τιμών GWI και VI του δείγματος VG1-4, στο διάγραμμα φάσεων των Calder et al. (1991)

Από την ορυκτολογική ανάλυση του δείγματος VG1-4 διαπιστώθηκε η μεγάλη συμμετοχή αργιλικών ορυκτών καθώς επίσης και αρκετών αστρίων και χαλαζία. Αυτά τα ορυκτά δείχνουν μεγάλη επιρροή από χερσογενείς εισροές. Η πετρογραφική εξέταση έδειξε σημαντική συμμετοχή του αλγινίτη που σημαίνει μόνιμή υδροφορία και πιθανόν να επικρατούσε ποώδης- παρόχθια βλάστηση λόγω της ύπαρξης κορποχουμινίτη και σουμπερινίτη, τα οποία συνδέονται με την παρουσία φυτικών ριζών. Σύμφωνα με τα διαγράμματα και όλα τα παραπάνω, το δείγμα VG1-4 αποτέθηκε σε ενδιάμεσο τελματικό προς λιμνοτελματικό πεδίο (Εικ.4.7).



Εικόνα 4.7: Σχηματική τομή πρότυπου ενδοηπειρωτικού τοπογενή τυρφώνα (τροποποιημένο από Καλαϊτζίδη, 2007) που απεικονίζει τη σχετική θέση του δείγματος VG1-4

Ερμηνεία παλαιοπεριβάλλοντος

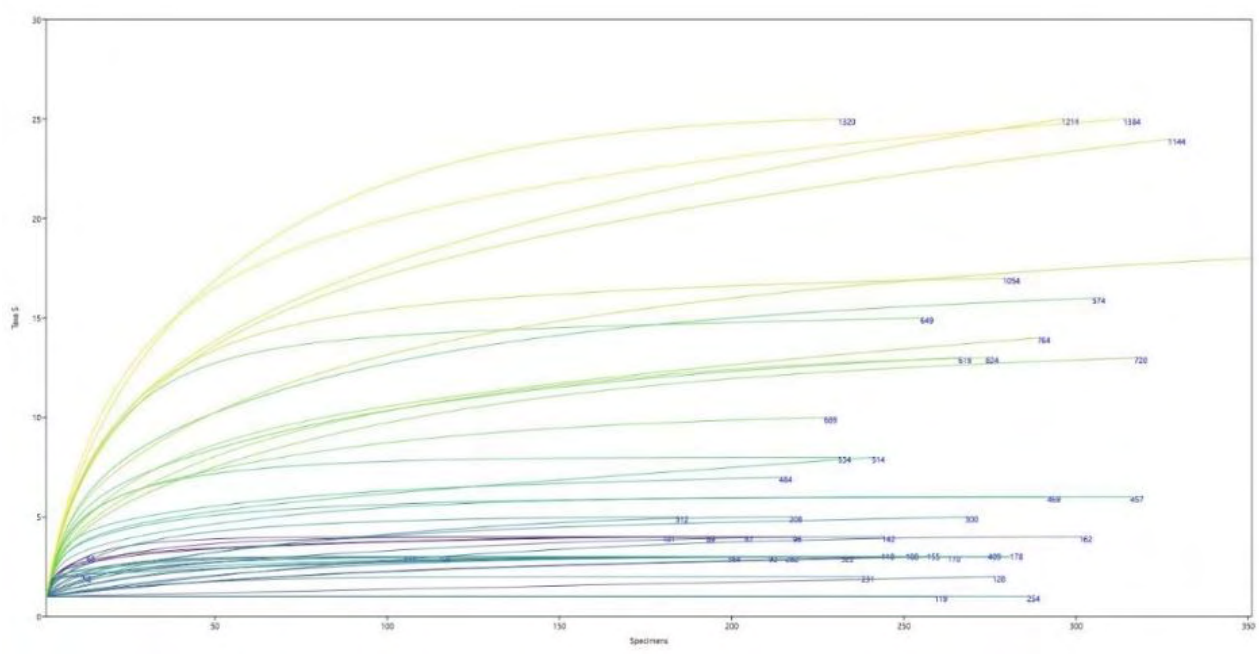
Η κυριαρχία του *C. torosa* στην ακολουθία 1, γενικά φαίνεται να αντικατοπτρίζει μια υφάλμυρη λιμνοθάλασσα. Στη λιμνοθάλασσα πιθανόν να λαμβάνουν χώρα, σημαντικές διακυμάνσεις στην αλατότητα λόγω της παρουσίας του οικο-φαινότυπου του *C. torosa* με τα εξογκώματα (Kilenyi and Whittaker 1974, Heip 1976, Pint et al. 2012). Η παρουσία των ειδών-δεικτών χαμηλής αλατότητας (*Ilyocypris* spp., *C. neglecta*) αντανακλά ένα ολιγό-μεσόαλο υπό- περιβάλλον με σημαντικές εισροές γλυκού νερού (Guernet et al., 2003, Pint and Frenzel, 2016), κυρίως στις ενότητες 3 και 5. Η παρουσία των στείρων ενοτήτων 2, 4 και 6, πιθανόν να αντανακλούν ένα περιβάλλον εκβολών ποταμού. Σύμφωνα με την ανάλυση των χημικών στοιχείων, στην ενότητα 2, υπάρχει πιθανότητα να έγινε μια επίκληση της θάλασσας λόγω της μεγάλης αύξησης του Ca. Επίσης η μείωση του δείκτη Fe/Al δείχνει αύξηση του οξυγόνου στην ενότητα 4. Γενικά στην ακολουθία, επικρατούν άσχημες φυσικοχημικές συνθήκες στα περιβάλλοντα, το οποίο επιβεβαιώνεται και από τον χαμηλό αριθμό των ειδών και των ατόμων αλλά και σύμφωνα με τους δείκτες ποικιλότητας.

Τομή Β/ Βίγλα 1

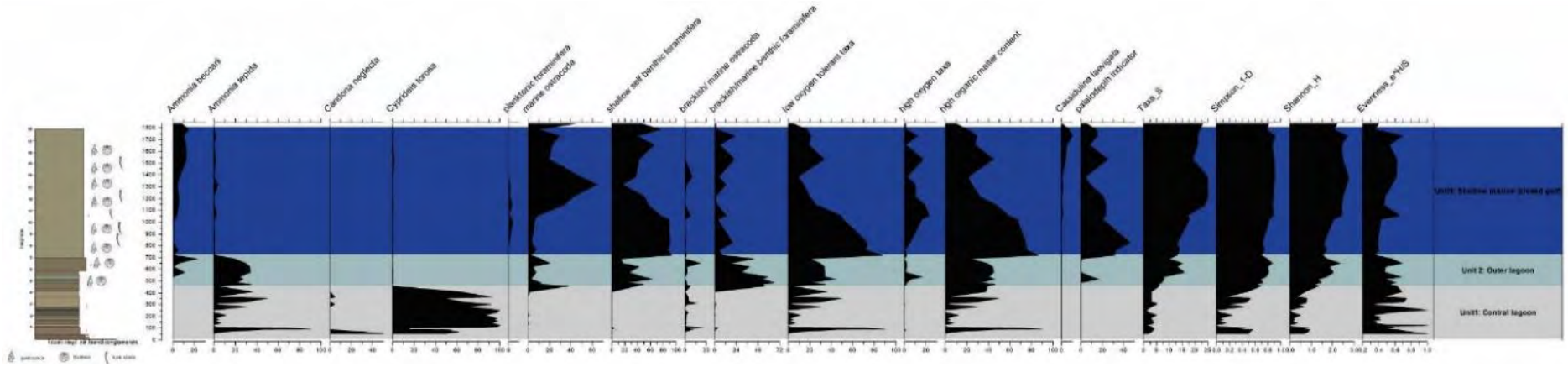
Rarefaction

Και σε αυτή την ακολουθία κατασκευάστηκαν οι καμπύλες rarefaction για την εκτίμηση της επάρκειας του αριθμού των ειδών για την παλαιοπεριβαλλοντική ανάλυση. Σύμφωνα με το διάγραμμα, οι καμπύλες όλων των δειγμάτων παρουσιάζουν παρόμοια τάση και όλα τα δείγματα περιέχουν επαρκή

αριθμό ειδών για αξιόπιστη ερμηνεία, με μοναδικές εξαιρέσεις τα δείγματα 68 και 52 τα οποία τείνουν προς ισοπέδωση (Εικ. 4.8). Στα δείγματα με την επαρκή δειγματοληψία, ο αριθμός των ατόμων κυμαίνεται μεταξύ 110 και 350, ενώ στα δύο δείγματα που αποτελούν εξαίρεση ο αριθμός των ατόμων είναι χαμηλότερος από 50 (Εικ. 4.8).



Εικόνα 4.8: Διάγραμμα καμπυλών rarefaction για την τομή Β (Βίγλα1)



Εικόνα 4.9: Διαγράμματα σχετικής συχνότητας ειδών, δείκτες ποικιλότητας και παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία της τομής Β (Βίγλα 1), σε σύγκριση με τη στρωματογραφική στήλη

Διαγράμματα σχετικής συχνότητας

Σύμφωνα με τα διαγράμματα σχετικής συχνότητας υπάρχει καθαρός διαχωρισμός σε τρεις κύριες ενότητες: ενότητα 1 (0-409 cm), ενότητα 2 (409-715 cm) και ενότητα 3 (715-1200 cm) (Εικ. 4.9). Στην ενότητα 1 κυριαρχεί το *C. torosa* (λείος οικο-φαινότυπος) και το είδος *A. tepida* εμφανίζεται σε μεγάλα ποσοστά. Ο συνδυασμός αυτών των δύο ειδών φανερώνει ένα λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον (Barbieri and Vaiani, 2018). Επιπλέον, άτομα του είδους *C. neglecta* είναι παρόντα σε χαμηλά ποσοστά στα 52-89 cm, 300-312 cm και 364 cm. Η ενότητα 2 είναι πλούσια σε *A. tepida* και άλλα υφάλμυρα/ θαλάσσια τρηματοφόρα (*H. depressula* και *Q. seminula*). Το A. beccarii και άλλα θαλάσσια βενθονικά τρηματοφόρα (*B. aculeata*, *E. crispum, T. trigonula)* εμφανίζονται σε μικρότερες αναλογίες. Υπάρχουν μερικά υφάλμυρα (*L. lacertosa, L. elliptica*) και θαλάσσια οστρακώδη (*C. neapolitana, C. whitei, L. ovulata, N. fasciata*). Ο συνδυασμός αυτών των ειδών, αντικατοπτρίζει ένα μεικτό- μεταβατικό περιβάλλον, πιθανότατα περιβάλλον εξωτερικής λιμνοθάλασσας. Η ενότητα 3 χαρακτηρίζεται από την κυριαρχία βενθονικών τρηματοφόρων υφαλοκρηπίδας (*A. beccari, B. aculeata, N. turgida, C. laevigata)* και θαλάσσιων οστρακωδών (*C. neapolitana, C. whitei, H. rubra).* Επίσης υπάρχουν οστρακώδη και τρηματοφόρα ανθεκτικά σε υφάλμυρα περιβάλλοντα σε μικρότερες αναλογίες. Τα είδη αυτά φανερώνουν ένα ρηχό θαλάσσιο περιβάλλον.

Επιπλέον έγινε ομαδοποίηση ειδών που είναι ανθεκτικά σε περιβάλλοντα χαμηλού οξυγόνου (*A. tepida, B. striatula, F. subacuta, B. aculeata, V. bradyana, N. turgidus, R.phlegeri*), ειδών που συνδέονται με καλά οξυγονωμένα περιβάλλοντα (*E. crispum, N. boueanum, T.agglutinans*) και ειδών που συνδέονται με αύξηση της οργανικής ύλης(*T. trigonula, B. aculeata, V. bradyana, A. tepida, P. granosum, N. boueanum, N. turgidus, R. phlegeri, C. neapolitana, L. ramosa*). Παρατηρήθηκε αύξηση του ποσοστού των ειδών που συνδέονται με χαμηλά οξυγονωμένα περιβάλλοντα και αυξημένη παροχή οργανικής ύλης, στην ενότητα 2 και ακόμη πιο έντονη αύξηση στα πρώτα 200 cm της ενότητας 3 (Εικ.4.9). Στο ανώτερο τμήμα της ενότητας 3, παρατηρήθηκε μείωση των τιμών ενώ αυξήθηκαν ελάχιστα τα ποσοστά των ειδών που συνδέονται με καλά οξυγονωμένα περιβάλλοντα (Εικ.4.9). Τέλος, έγινε ομαδοποίηση των ειδών που ζουν κυρίως στην μέση και κατώτερη υφαλοκρηπίδα (*B. striatula, B. aculeate, R. Spinulosa, Cytheropteron sp., C. scutulum, H. asperrima*) και ένα ξεχωριστό διάγραμμα του είδους *C. laevigata*, που συνδέεται με την αύξηση του βάθους (Εικ.4.9). Με βάση αυτά τα στοιχεία παρατηρήθηκε μια αύξηση του βάθους στην ενότητα 3.

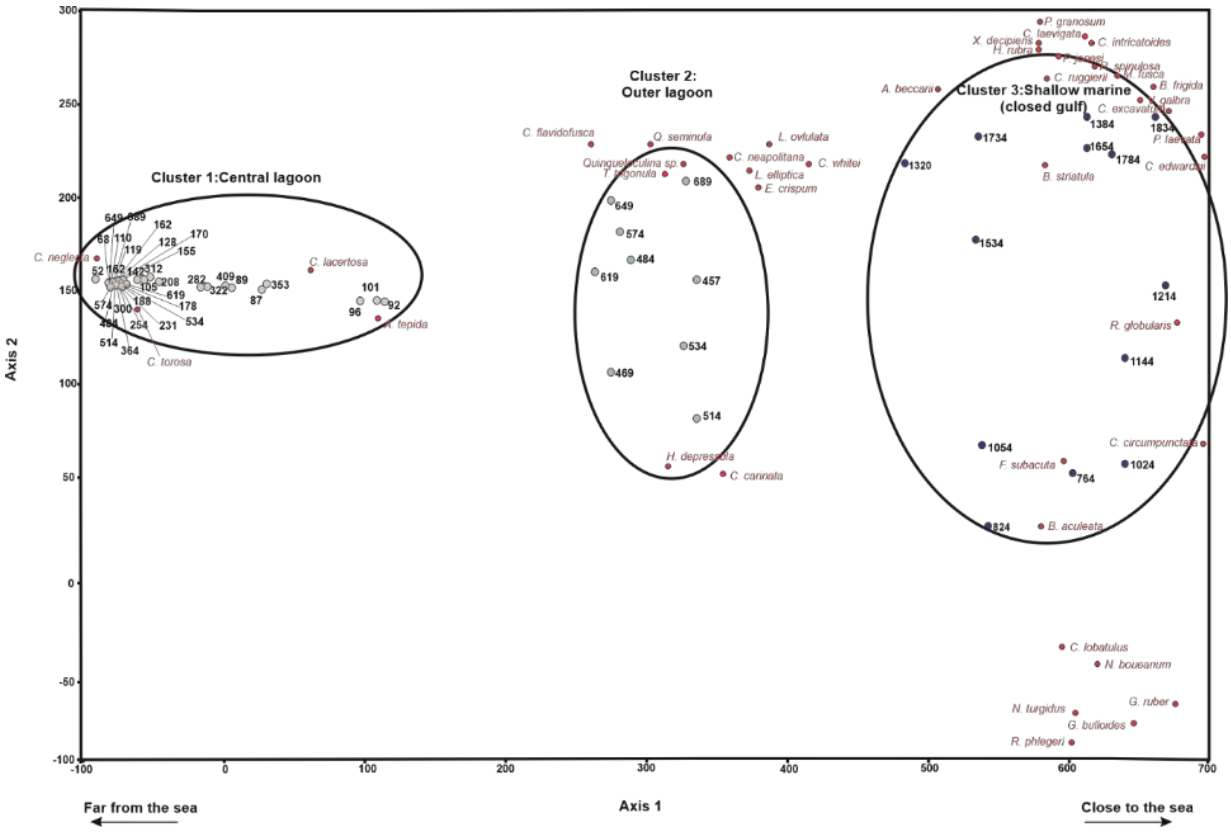
Δείκτες ποικιλότητας

Οι δείκτες ποικιλότητας, αυξάνονται προς το ανώτερο τμήμα της ακολουθίας (Εικ. 4.6). Ο αριθμός των ειδών φτάνει τις ψηλότερες τιμές του ανάμεσα στα 574 cm και 1800 cm. Η μεγαλύτερη τιμή του αριθμού των ειδών είναι 25 και εμφανίζεται στα 1214, 1320 and 1384 cm. Ο υψηλός αριθμός των ειδών σημαίνει γενικά σταθερές και υγιείς περιβαλλοντικές συνθήκες (Malani et al. 2008). Οι τιμές του Simpson 1-D κυμαίνονται από 0 (119 and 254 cm) έως 0.912 (1734 cm). Αυτό σημαίνει ότι οι συχνότητες των ειδών αρχίζουν να αυξάνονται προς το ανώτερο μέρος της ακολουθίας. Οι τιμές του

Shannon-Wiener κυμαίνονται από 0 (119 and 254 cm) έως 2.741 (1384 cm), και ως εκ τούτου ο αριθμός των σπάνιων ειδών αυξάνεται προς το ανώτερο μέρος της ακολουθίας. Ο δείκτης Evenness κυμαίνεται από 0.2863 (162 cm) έως 1 (119 and 254 cm), αλλά οι περισσότερες τιμές του κυμαίνονται μεταξύ 0.4 και 0.7. Αυτό σημαίνει ότι τα περισσότερα δείγματα της ακολουθίας, παρουσιάζουν μέτρια ομοιομορφία με εξαίρεση τα δείγματα στα 119 και 254 cm που παρουσιάζουν χαμηλή ομοιομορφία (Samir et al. 2003).

Detrended Correspondence Analysis

Το διάγραμμα της Detrended Correspondence Analysis, ταξινομεί τα δείγματα σε τρεις κύριες συστάδες (Εικ. 4.10). Η συστάδα 1 περιέχει δείγματα που αντιπροσωπεύουν περιβάλλον κεντρικής λιμνοθάλασσας, ενώ οι συστάδες 2 και 3 περιέχουν δείγματα που δείχνουν αντίστοιχα ανάμεικτο-μεταβατικό περιβάλλον και ρηχό θαλάσσιο. Ο άξονας 1 δείχνει πως μειώνεται η απόσταση από τη θάλασσα.



Εικόνα 4.10: Detrended Correspondence Analysis των δειγμάτων της τομής Β (Βίγλα 1)

Γεωχημική ανάλυση

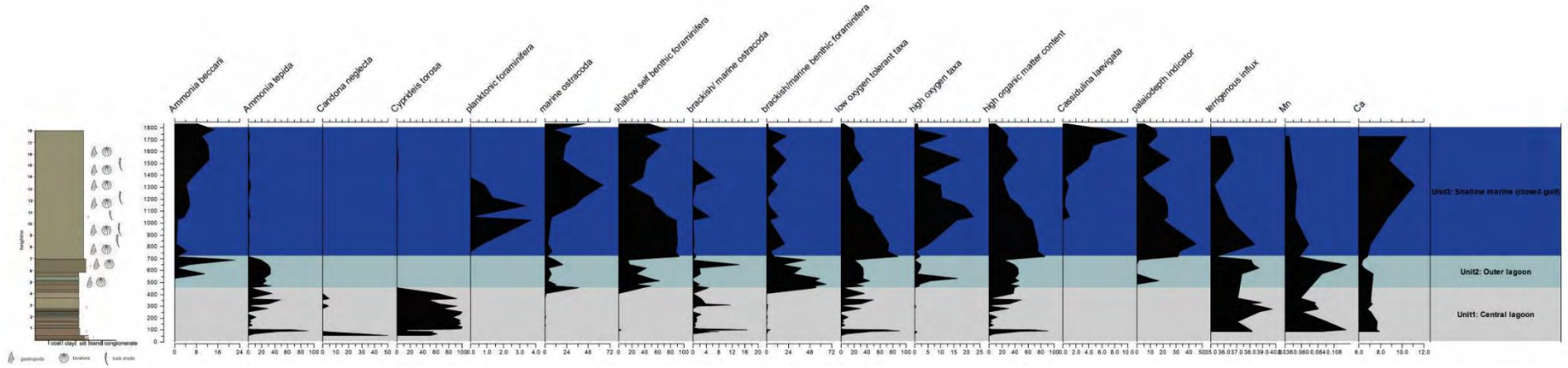
Η ερμηνεία των περιβαλλόντων στην ακολουθία 2 ήταν εύκολο να γίνει, σύμφωνα με την μικροπαλαιοντολογική ανάλυση αφού σε όλη την ακολουθία βρέθηκε ικανός αριθμός απολιθωμάτων.

Παρόλα αυτά έγιναν μετρήσεις XRF σε κάποια από τα δείγματα αυτής της ακολουθίας, ώστε να γίνει επαλήθευση των ερμηνειών.

Οι χερσογενείς εισροές, είναι γενικά αυξημένες στην ενότητα 1 και ενότητα 2-υποενότητα 1 που σύμφωνα με την μικροπαλαιοντολογική ανάλυση, πρόκειται για λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον, ενώ μειώνονται στην υποενότητα 2 της ενότητας 2 όπου το περιβάλλον γίνεται θαλάσσιο (Εικ. 4.11). Με το διάγραμμα των χερσογενών εισροών συμβαδίζει και το διάγραμμα του Mn, που δείχνει ποτάμιες εισροές. Το διάγραμμα του Ca, συμβαδίζει απόλυτα με την μικροπαλαιοντολογική ανάλυση (Εικ. 4.11). Το Ca αυξάνει στην ενότητα 3 όπου το περιβάλλον είναι θαλάσσιο, ενώ στις ενότητες 1 και 2 είναι αρκετά μειωμένο. Η αύξηση του Ca στην ενότητα 3 επιβεβαιώνεται και από το διάγραμμα της PCA για αυτή την τομή, αφού η συστάδα 3 (Εικ. 3.24β) περιέχει όλα τα δείγματα που αντιστοιχούν στην ενότητα 3 (Εικ. 4.11).

Ερμηνεία παλαιοπεριβάλλοντος

Η ενότητα 1 (0-409 cm) αντιπροσωπεύει απόθεση στο κεντρικό τμήμα μιας λιμνοθάλασσας σύμφωνα με την συνύπαρξη των *A. tepida* και *C. torosa* (Van Harten, 2000, Amorosi et al. 2004, Frenzel et al., 2011, 2012, Pint and Frenzel, 2016). Η ενότητα 2 χαρακτηρίζεται ως μεταβατικό θαλάσσιο περιβάλλον



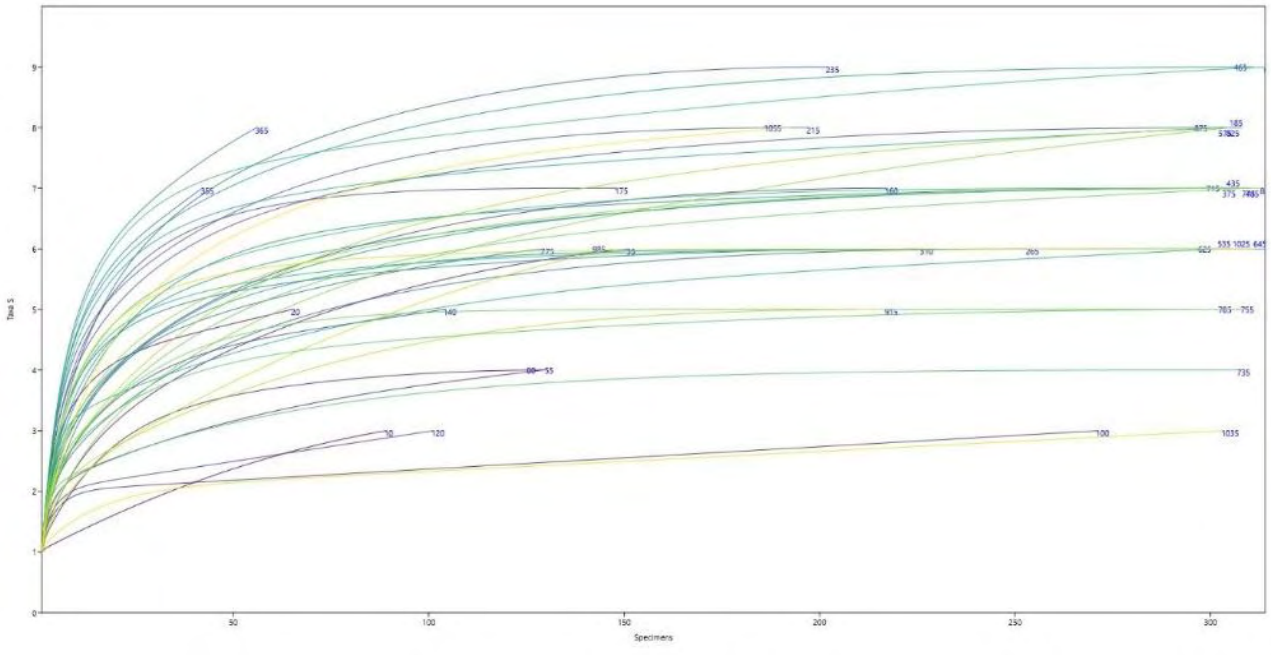
Εικόνα 4.11: Διαγράμματα σχετικής συχνότητας ειδών και γεωχημικοί δείκτες (χερσογενείς εισροές-Al, Si, Fe, K, Ti, Mn, Ca) της τομής Β (Βίγλα 1), σε σύγκριση με τη στρωματογραφικήστήλη

σύμφωνα με την μικροπανίδα. Στο κεφάλαιο 3.1.1 αναφέρθηκε η παρουσία μαλακίων που διαβιούν στη λιμνοθάλασσα αλλά και στη θάλασσα (πχ. *C. gibba, O. edulis*) και τα οποία επιβεβαιώνουν αυτό το περιβάλλον (Koskeridou et al. 2017). Επίσης παρατηρείται αυξημένη θαλάσσια επιρροή λόγω της παρουσίας των θαλάσσιων οστρακωδών και τρηματοφόρων. Η υποενότητα 1 αντανακλά περιβάλλον εκβολών σε λιμνοθάλασσα, σύμφωνα με την συνύπαρξη θαλάσσιας και υφάλμυρης μικροπανίδας. Η υποενότητα 2 υποδηλώνει ένα ρηχό θαλάσσιο περιβάλλον σύμφωνα με τα μίκρο- και μάκρο-απολιθώματα, πιθανόν ένα κλειστό κόλπο με εισροή οργανικών υπολειμμάτων. Παρατηρείται μια αύξηση βάθους, στα τελευταία 300 cm όπως φαίνεται από την αυξημένη παρουσία των ειδών που ζουν στην μέση έως κατώτερη υφαλοκρηπίδα καθώς και της *C. laevigata*. Έτσι η ακολουθία Β αντανακλά την σταδιακή εξέλιξη μιας λιμνοθαλάσσιας περιοχής σε κλειστό κόλπο.

Τομή Γ / Βίγλα 1

Rarefaction

Οι περισσότερες καμπύλες rarefaction των δειγμάτων αυτής της ακολουθίας πλησιάζουν σε οριζόντιες, γεγονός που καθιστά την δειγματοληψία επαρκή (Εικ. 4.12). Τα δείγματα αυτών των καμπυλών περιέχουν αριθμό ατόμων που κυμαίνεται μεταξύ 130 και 310. Εξαιρέσεις είναι τα δείγματα 10, 20, 80, 55, 120, 140, 355, 365 τα οποία τείνουν να επιπεδωθούν και περιέχουν αριθμό ατόμων μεταξύ 40 και 130.

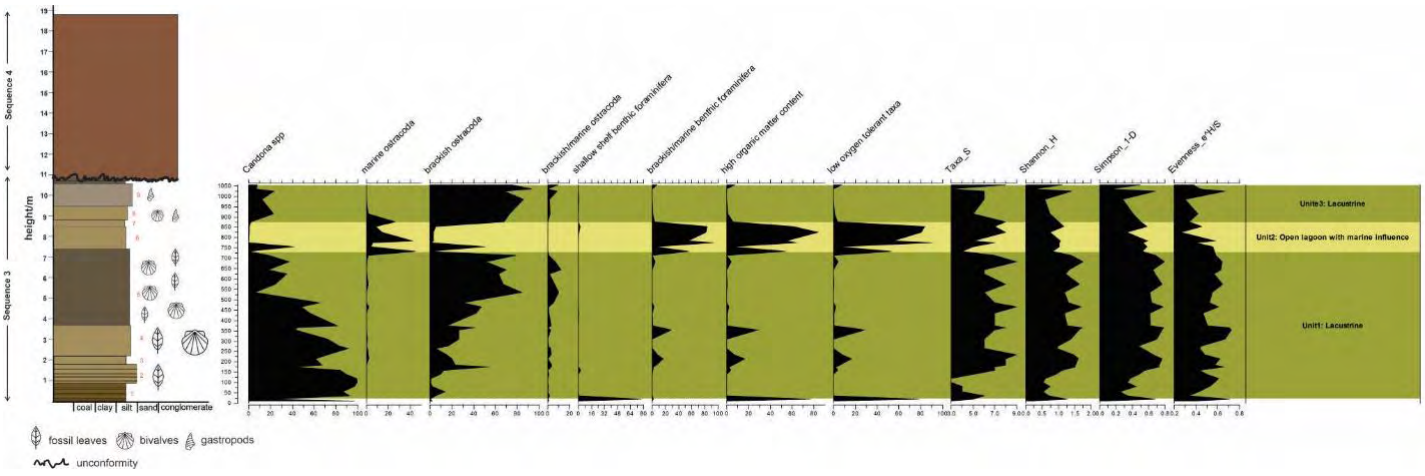


Εικόνα 4.12: Διάγραμμα καμπυλών rarefaction για τα δείγματα της τομής Γ (Βίγλα1)

Διαγράμματα σχετικής συχνότητας

Στα διαγράμματα σχετικής συχνότητας, γίνεται διαχωρισμός σε τρείς κύριες ενότητες. Το δείγμα στα 20 cm στη βάση της ακολουθίας αναπαριστά κυρίως θαλάσσιες συνθήκες εξαιτίας της μεγάλης παρουσίας θαλάσσιων βενθονικών τρηματοφόρων. Η ενότητα 1 (20-725 cm) χαρακτηρίζεται κυρίως από την παρουσία υφάλμυρων οστρακωδών τα οποία αυξάνονται προς την κορυφή της ακολουθίας (Εικ. 13). Τα είδη *Candona* spp. κυριαρχούν στο κατώτερο τμήμα αυτής της ενότητας αλλά μειώνονται σταδιακά προς τα πάνω όσο αυξάνονται τα καθαρά υφάλμυρα είδη. Η κυριαρχία του γένους Candona φανερώνει ένα απομονωμένο σώμα γλυκού νερού, από τη θάλασσα. Επίσης υπάρχει ένας μικρός αριθμός θαλάσσιων οστρακωδών. Στην ενότητα 2 (725-870 cm) παρατηρείται μια αύξηση στα θαλάσσια οστρακώδη (*C. intricatoides, C. neapolitana*), στα υφάλμυρα/ θαλάσσια οστρακώδη (*A. tepida, H. germanica*) και στα ρηχά θαλάσσια βενθονικά τρηματοφόρα (κυρίως *E. crispum*) (Εικ. 4.13). Σημειώνεται η μείωση των καθαρά υφάλμυρων οστρακωδών (*Candona* spp., *L elliptica, L. stellifera, T. amnicola*) στην ενότητα αυτή. Η αύξηση των θαλάσσιων ειδών φανερώνει ένα περιβάλλον ανοικτής λιμνοθάλασσας με θαλάσσια επιρροή. Η ενότητα 3 (870-1050 cm), αποτελείται αποκλειστικά από οστρακώδη υφάλμυρα έως γλυκού νερού, κυρίως *T. amnicola* και *C. neglecta*, τα οποία φανερώνουν ένα περιβάλλον γλυκού νερού. Βρέθηκαν επίσης, δύο είδη δίθυρων (Εικ. 4.13). Το είδος *Dreissena polymorpha* εμφανίζεται σχεδόν σε όλα τα στρώματα. *Mytilus* sp. εμφανίζεται μεταξύ των 650 και 900 cm. Εκτός από τα μαλάκια, βρέθηκαν και φυτικά μακροαπολιθώματα, μεταξύ 0-450 cm και 850-1050 cm τα οποία επιβεβαιώνουν συνθήκες λιμναίου περιβάλλοντος.

Επιπλέον, έγινε ομαδοποίηση των ειδών που συνδέονται με την εισροή οργανικής ύλης (*A. tepida, N.* turgidus, C*. neapolitana, B. aculeata*) και ειδών ανθεκτικών σε χαμηλό οξυγόνο (*A. tepida, B. aculeata, N. turgidus, E. crispum*) ενώ δεν βρέθηκαν είδη που να συνδέονται με καλά οξυγονωμένα περιβάλλοντα. Από τους δείκτες αυτούς προκύπτει μια μεγάλη αύξηση στην εισροή της οργανικής ύλης και αύξηση των ειδών που είναι ανθεκτικά σε περιβάλλοντα χαμηλού οξυγόνου στην ενότητα 2.



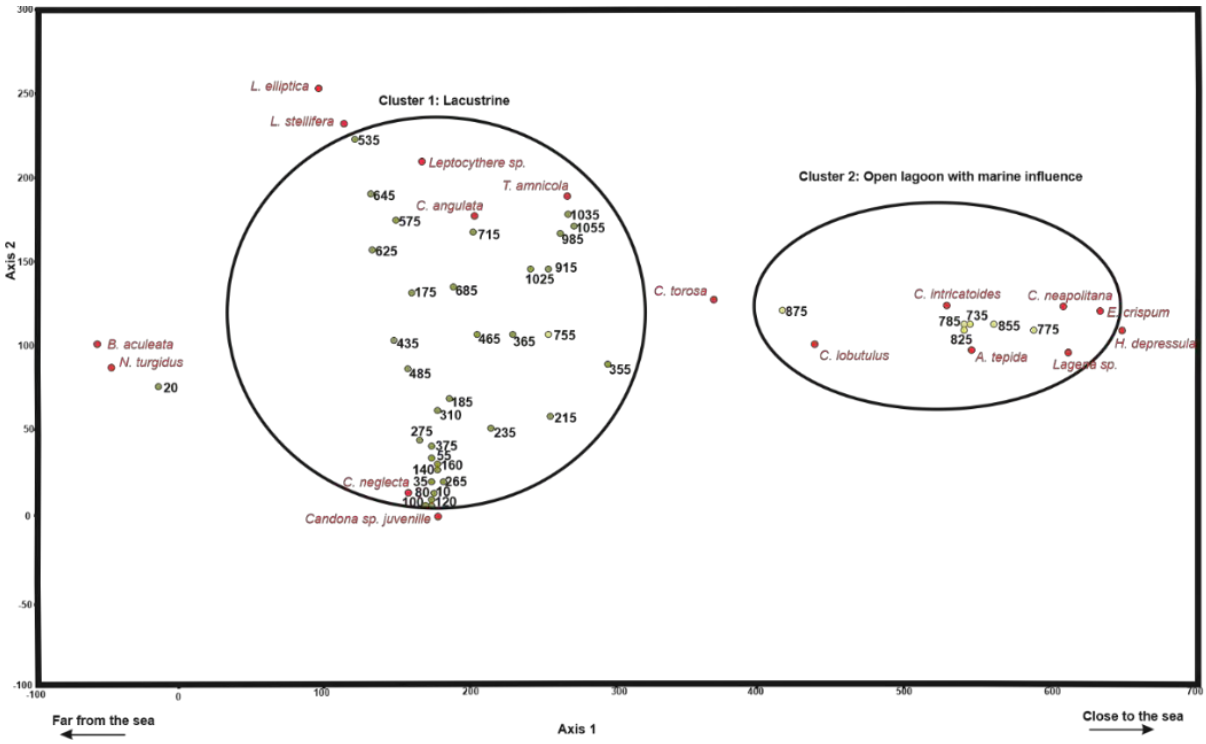
Εικόνα 4.13: Διαγράμματα σχετικής συχνότητας ειδών, δείκτες ποικιλότητας και παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία της τομής Γ (Βίγλα 1), σε σύγκριση με τη στρωματογραφική στήλη

Δείκτες ποικιλότητας

Ο αριθμός των ειδών ποικίλει μεταξύ 3 και 8 και φτάνει τις μέγιστες τιμές μεταξύ 185 cm και 1055 cm (Εικ. 4.13). Ο δείκτης Simpson 1_D κυμαίνεται μεταξύ 0.009302 (100 cm) και 0.7406 (575 cm), γεγονός που δείχνει ότι οι συχνότητες των ειδών ποικίλουν από χαμηλές έως σχετικά υψηλές. Οι τιμές του Shannon-Wiener κυμαίνονται από 0.02974 (100 cm) σε 1.599 (685 cm) και δείχνει έναν μέτριο αριθμό σπάνιων ειδών. Ο δείκτης Evenness κυμαίνεται από 0.2937 (35 cm) έως 0.7118 (355 cm), το όποιο σημαίνει ότι υπάρχει ένας μέτριος βαθμός ομοιομορφίας στην ακολουθία (Samir et al. 2003).

Detrended Correspondence Analysis

Στα διαγράμματα της Detrended Correspondence Analysis διαχωρίζονται δύο κύριες συστάδες που αντιστοιχούν στις ενότητες όπως αυτές διαχωρίστηκαν με βάση τα διαγράμματα σχετικής συχνότητας: η συστάδα 1 ομαδοποιεί δείγματα που έχουν αποτεθεί σε υφάλμυρο περιβάλλον απόθεσης, αντίστοιχο των ενοτήτων 1 και 3, ενώ η συστάδα 2 υποδεικνύει περιβάλλον με αυξημένη αλατότητα σε θαλάσσια επίπεδα και αντιστοιχεί στην ενότητα 2 (Εικ. 4.14). Το δείγμα από τα 20 cm δεν εντάσσεται σε καμία από τις συστάδες. Αυτό, πιθανός συμβαίνει λόγω του χαμηλού αριθμού των ατόμων στο δείγμα, όπως φάνηκε και από τα rarefaction διαγράμματα. Ο άξονας 1 δείχνει την απόσταση από τη θάλασσα.



Εικόνα 4.14: Detrended Correspondence Analysis των δειγμάτων της τομής Γ (Βίγλα 1)

Ερμηνεία παλαιοπεριβάλλοντος

Η ενότητα 1, μπορεί να χαρακτηρισθεί ως ένα ανάμεικτο υφάλμυρο περιβάλλον με σημαντικές εισροές γλυκού νερού στο κατώτερο μέρος, πιθανόν ένα εσωτερικό έλος/ λιμνοθάλασσα με περιορισμένη επικοινωνία με τη θάλασσα. Η παρουσία της *D. polymorpha* στο κατώτερο μέρος, επιβεβαιώνει το περιβάλλον χαμηλής αλατότητας. Μερικές περιοδικές εισροές νερού υψηλής αλατότητας, πιθανόν να δείχνουν μια πλημμύρα από την ανοιχτή θάλασσα. Η ενότητα 2 αποτελείται κυρίως από θαλάσσια οστρακώδη και υφάλμυρα/ θαλάσσια τρηματοφόρα. Τα καθαρά υφάλμυρα οστρακώδη έχουν μικρή παρουσία. Η μικροπανίδα σε συνδυασμό με την παρουσία του *Mytilus* sp. αντανακλά ένα περιβάλλον λιμνοθάλασσας με ευρύ δίαυλο, το οποίο δικαιολογείται και από την αύξηση της παροχής οργανικής ύλης. Η παρουσία της *D. polymorpha* δείχνει την είσοδο γλυκού νερού στην περιοχή. Το ανώτερο μέρος της τομής Γ (ενότητα 3), χαρακτηρίζεται από υφάλμυρα οστρακώδη τα οποία είναι ενδεικτικά ενός περιβάλλοντος χαμηλής αλατότητας. Επίσης υπάρχουν φυτικά υπολείμματα και *D. polymorpha,* που δείχνουν μια εσωτερική λιμνοθάλασσα/έλος. Έτσι, η ενότητα 3 δείχνει απόθεση σε λιμνοθαλάσσια περιοχή με μικρές αλλαγές στα υπό-περιβάλλοντα. Επιπλέον τα φυτικά απολιθώματα που έχουν βρεθεί στην τομή (Quercus sp. aff. Q. roburoides, Quercus spp., Populus sp. aff. P. balsamoides and Zelkova sp. aff. Z. zelkovifolia), συνεπάγονται ένα ηπειρωτικό θερμό κλίμα (Velitzelos and Kvacek, 1999; Erdei and Bruch, 2004).

Τομή Δ / Βίγλα 1

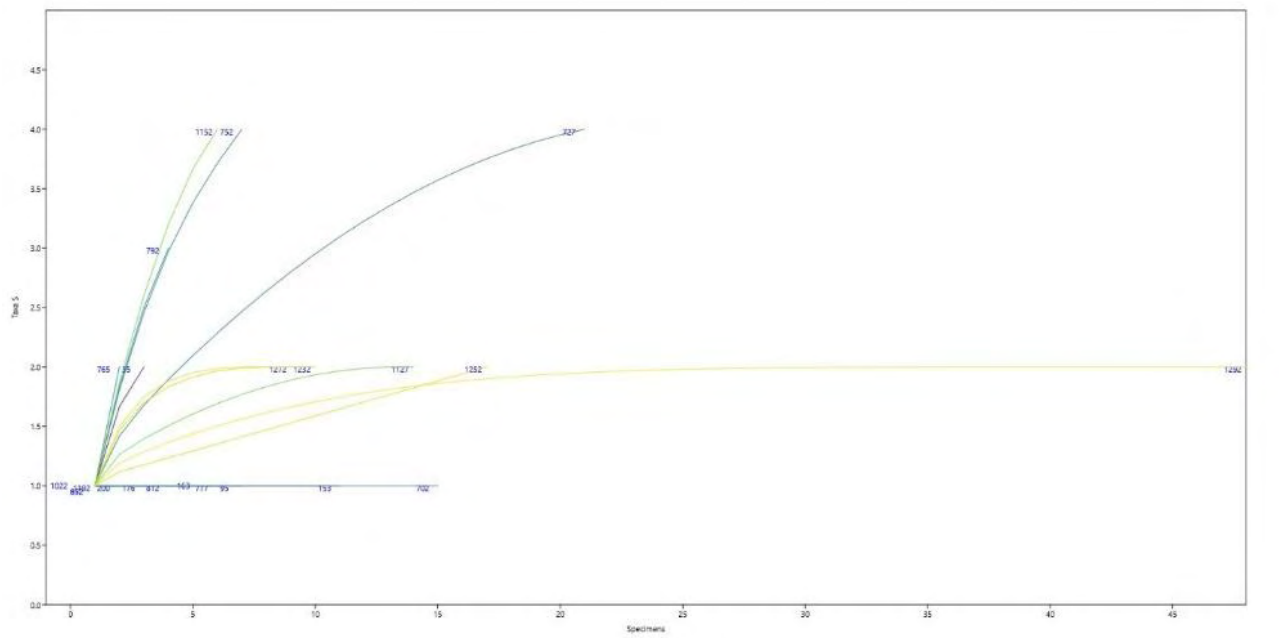
Η τομή Δ είναι στείρα σε απολιθώματα, γι' αυτό το λόγο δεν μπορούμε να βγάλουμε οικολογικά συμπεράσματα για το περιβάλλον απόθεσης. Σύμφωνα με τα λιθολογικά χαρακτηριστικά των ιζημάτων (κόκκινα κροκαλοπαγή, συμπαγή, κοκκοστηριζόμενα), μπορούμε να υποθέσουμε ότι η απόθεση έγινε σε περιβάλλον αλλουβιακού ριπιδίου.

4.1.2 Βίγλα 2

Τομή Α / Βίγλα 2

Rarefaction

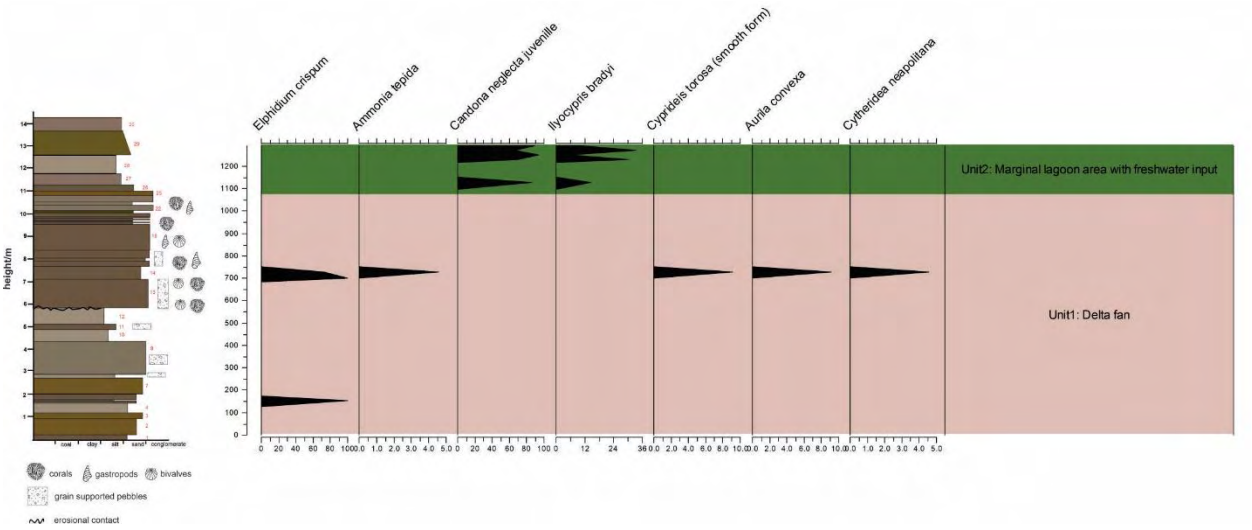
Οι περισσότερες καμπύλες της ανάλυσης rarefaction, δεν τείνουν προς επιπέδωση, συνεπώς διαπιστώνεται ότι τα άτομα που συλλέχθηκαν θα χρειάζονταν εμπλουτισμό (Εικ. 4.15) και άρα η ποσότητα του ιζήματος που επεξεργάστηκε δεν θεωρείται επαρκής. Η μόνη καμπύλη που είναι σχεδόν οριζόντια και αποδεικνύει την καταλληλότητα του αριθμού των ατόμων που συλλέχθηκαν, είναι αυτή του δείγματος 1292 που περιέχει 48 άτομα. Επίσης οι καμπύλες των δειγμάτων 727, 1127, 1232 και 1272 τείνουν προς επιπέδωση παρόλο που ο αριθμός των ατόμων είναι μικρότερος από 48. Όλες οι υπόλοιπες καμπύλες, παρουσιάζουν μεγάλες κλίσεις, άρα κρίνεται ότι ο αριθμός των ατόμων που έχουν συλλεχθεί δεν είναι επαρκής, και τα αποτελέσματα των αναλύσεων μας παρατίθενται με επιφύλαξη.



Εικόνα 4.15: Διάγραμμα καμπυλών rarefaction για τα δείγματα της τομής Α (Βίγλα2)

Διαγράμματα σχετικής συχνότητας

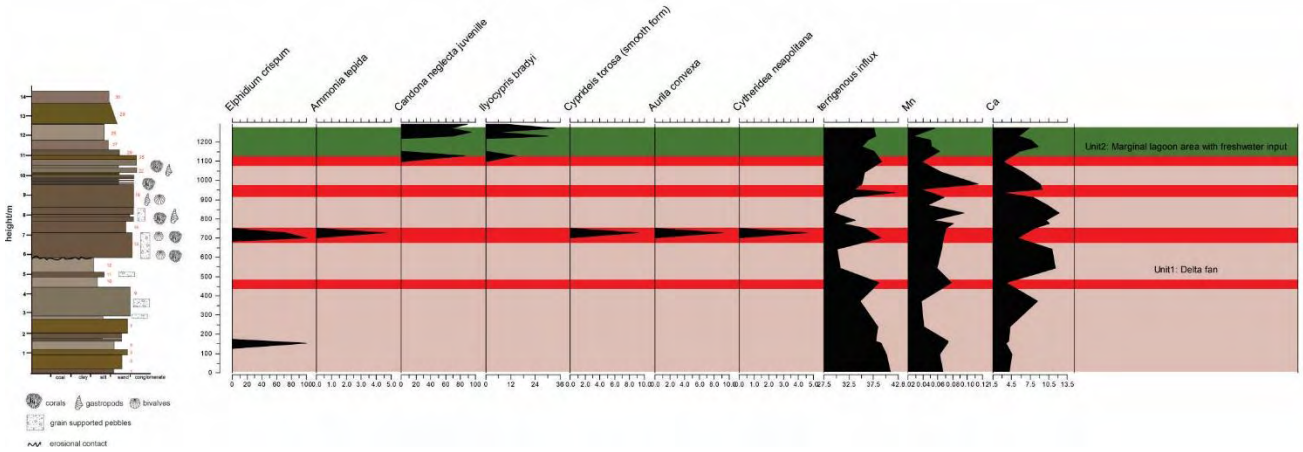
Αυτή η ακολουθία χαρακτηρίζεται από πολύ χαμηλή παρουσία απολιθωμάτων, όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω. Το γεγονός αυτό δεν επιτρέπει να γίνει στατιστική επεξεργασία των δειγμάτων. Παρόλα αυτά επιχειρείται μια ποιοτική εκτίμηση των αποτελεσμάτων. Στα πρώτα 1050 cm (ενότητα 1) η ακολουθία είναι εντελώς στείρα, με εξαίρεση δύο δείγματα τα οποία αποτελούνται από λίγα άτομα *C. torosa* (λείος οικο-φαινότυπος), *E. crispum, A. tepida, C. neapolitana* και *A. convexa*, τα οποία υποδεικνύουν ένα μεικτό υφάλμυρο- θαλάσσιο περιβάλλον. Στο δεύτερο τμήμα της τομής (ενότητα 2: 1050- 1200 cm) εμφανίζονται *I. bradyi* και νεαρά άτομα *C. neglecta*, που δείχνουν ένα χαρακτήρα περιβάλλοντος με σχετικά πιο γλυκό νερό (Εικ.4.16).



Εικόνα 4.16: Διαγράμματα σχετικής συχνότητας ειδών και παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία της τομής Α (Βίγλα 2), σε σύγκριση με τη στρωματογραφική στήλη

Γεωχημική ανάλυση

Σε αυτή την ακολουθία, έγιναν αναλύσεις XRF για να βρεθούν συμπληρωματικά στοιχεία για την ερμηνεία του παλαιοπεριβάλλοντος, αφού βρέθηκε μικρός αριθμός μικροαπολιθωμάτων μόνο σε 8 δείγματα. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης XRF δεν δίνουν ακριβή εικόνα, παρόλα αυτά παρατηρήθηκε ένα συγκεκριμένο μοτίβο αλλαγών. Πιο συγκεκριμένα, βρέθηκαν 4 στρώματα, στα οποία παρατηρείται μέγιστο σημείο στις χερσογενείς εισροές και στο Mn, ενώ υπάρχει ταυτόχρονα ελάχιστο σημείο στο Ca (Εικ. 4.17). Αυτό θα μπορούσε να ερμηνευθεί σαν ένα περιβάλλον με μεγάλη ποτάμια επιρροή. Αντίστοιχα στην υπόλοιπη ενότητα, παρατηρείται μια γενική αύξηση στο Ca προς τα πάνω, με αντίστοιχη μείωση στις χερσογενείς εισροές που θα μπορούσε να ερμηνευθεί ως επίκληση της θάλασσας. Ο συνδυασμός των παραπάνω αλλαγών, πιθανόν να υποδηλώνει ένα περιβάλλον ποτάμιων εκβολών στη θάλασσα, το οποίο επιβεβαιώνεται και από το αυξημένο κοκκομετρικό μέγεθος του ιζήματος, την ύπαρξη ψηφίδων και την παρουσία θραυσμάτων μαλακίων και κοραλλιών.



Εικόνα 4.17: Διαγράμματα σχετικής συχνότητας ειδών και γεωχημικοί δείκτες (χερσογενείς εισροές-Al, Si, Fe, K, Ti, Mn, Ca) της τομής Α (Βίγλα 2),σε σύγκριση με τη στρωματογραφική στήλη. Με κόκκινο επισημαίνονται τα επαναλαμβανόμενα μέγιστα Mn-ελάχιστα Ca

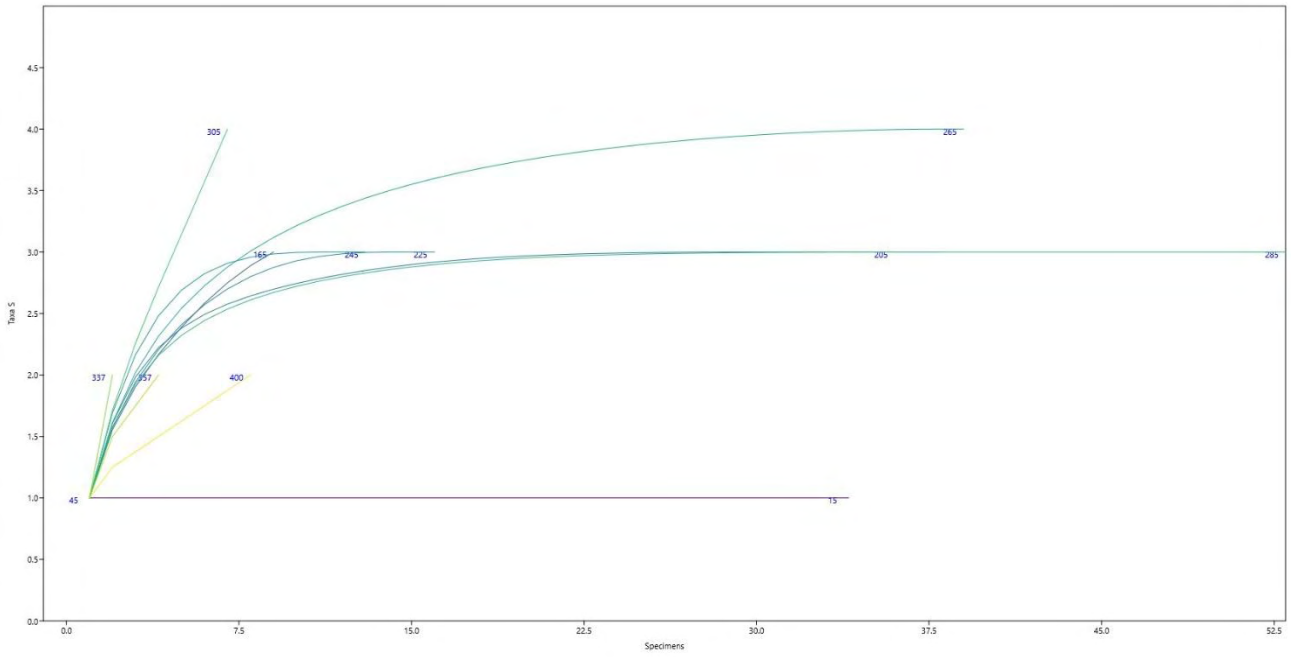
Παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία

Η ενότητα 1 πιθανότατα αντιπροσωπεύει ένα περιβάλλον εκβολών ποταμού. Αυτό προκύπτει από τα λίγα είδη που βρέθηκαν, τα οποία πιθανόν να είναι μεταφερμένα, σε συνδυασμό με τα χονδρόκοκκα ιζήματα που κυριαρχούν σε αυτή την ενότητα και τα αποτελέσματα της XRF ανάλυσης. Στην ενότητα 2 βρέθηκε *C. neglecta* που απαντάται κυρίως σε λίμνες και ρυάκια (Meisch and Wouters, 2004), αλλά μόνο νεαρά άτομα, γεγονός που δείχνει περιβάλλον με αυξημένη μεταφορική ικανότητα. Επίσης βρέθηκε *I. bradyi* που συνδέεται με υδάτινα σώματα που τροφοδοτούνται από πηγές (Wilkinson et al. 2005). Έτσι αυτό το περιβάλλον θα μπορούσε να περιγραφεί ως περιθωριακό τμήμα λιμνοθάλασσας με εισροές γλυκού νερού από ένα ποτάμι που τροφοδοτείται από πηγές.

Τομή Β/ Βίγλα 2

Rarefaction

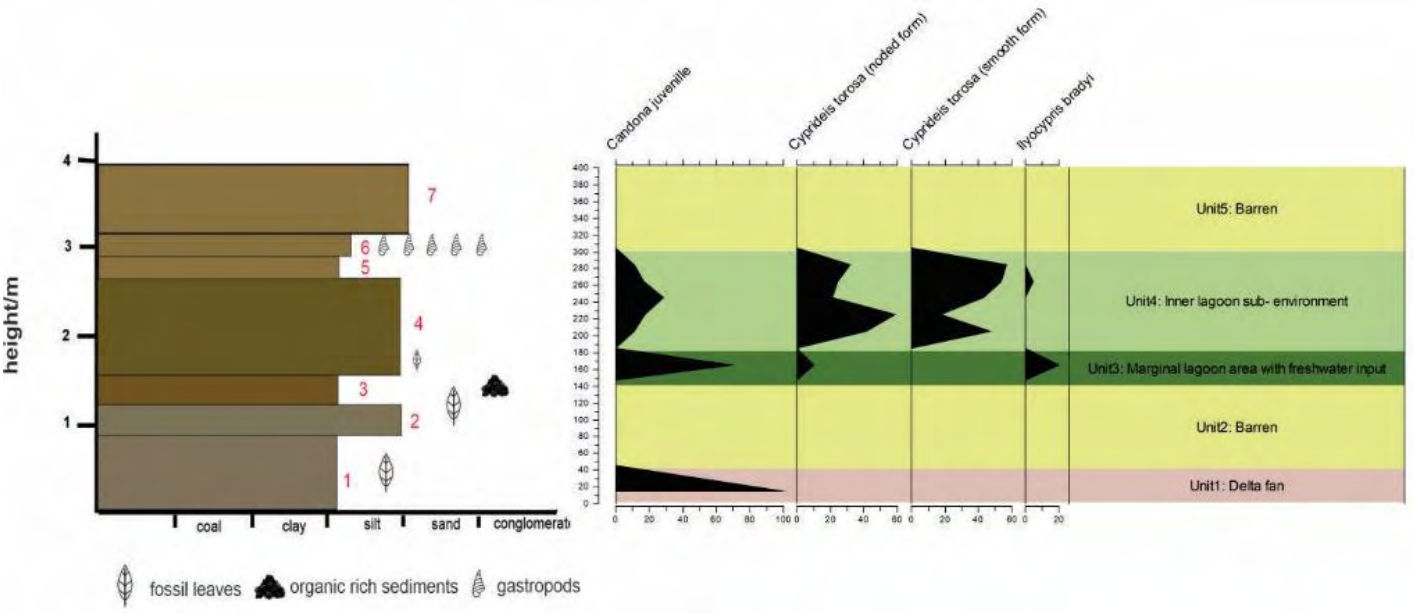
Σε αυτό το διάγραμμα αναλύσεων Rarefaction, οι καμπύλες των δειγμάτων 205, 225, 265 και 285 που περιέχουν από 17 έως 53 άτομα, είναι σχεδόν οριζόντιες άρα ο αριθμός των ατόμων για τα είδη που προσδιορίστηκαν είναι επαρκής (Εικ. 4.18). Η καμπύλη του δείγματος 245, που περιέχει 14 άτομα, τείνει προς επιπέδωση παρόλο που ο αριθμός των ατόμων είναι μικρός. Οι καμπύλες των δειγμάτων 165, 305 337, 357 και 400 παρουσιάζουν μεγάλες κλίσεις, μια και αυτά τα δείγματα είναι στείρα.



Εικόνα 4.18: Διάγραμμα καμπυλών rarefaction για τα δείγματα της τομής Β (Βίγλα2)

Διαγράμματα σχετικής συχνότητας

Στα διαγράμματα σχετικής συχνότητας διακρίνονται πέντε ενότητες (Εικ. 4.19). Η ενότητα 1 (0-40 cm) αποτελείται μόνο από νεαρά άτομα του γένους Candona, άρα πρόκειται για ένα περιβάλλον που δεν έχει καμία επαφή με τη θάλασσα και μπορεί να είναι από γλυκό έως υφάλμυρο νερό. Η παρουσία μόνο νεαρών ατόμων σε αυτή την ενότητα δείχνει ένα καθαρό περιβάλλον μεταφοράς άρα το είδος αυτό που φανερώνει γλυκά νερά, πιθανότατα μεταφέρθηκε από κάποιο ποτάμι. Από αυτό συμπεραίνουμε ότι πρόκειται για ένα περιβάλλον εκβολών σε θάλασσα ή λιμνοθάλασσα (Εικ. 4.19). Η δεύτερη ενότητα (140- 180 cm) είναι στείρα. Η ενότητα 3 (140-180 cm) παρουσιάζει μεγάλα ποσοστά *I. bradyi* και μικρότερα ποσοστά *C. torosa* (οικο-φαινότυπος με εξογκώματα) και *Candona* spp., αντικατοπτρίζοντας μια περιθωριακή περιοχή λιμνοθάλασσας με εισροές γλυκού νερού. Στην ενότητα 4 (180- 300 cm) παρατηρείται μια αύξηση των ατόμων, με κυρίαρχα τα *C. torosa* (λείος οικο-φαινότυπος και οικο-φαινότυπος με εξογκώματα) και μικρότερη συμμετοχή των *Candona* spp. και *I. bradyi*. Η παρουσία αυτών των ειδών δείχνει γενικά υπό-περιβάλλον εσωτερικής λιμνοθάλασσας με αυξημένη αλατότητα σε σύγκριση με την προηγούμενη ενότητα. Τέλος η ενότητα 5 (300- 400 cm) είναι στείρα.

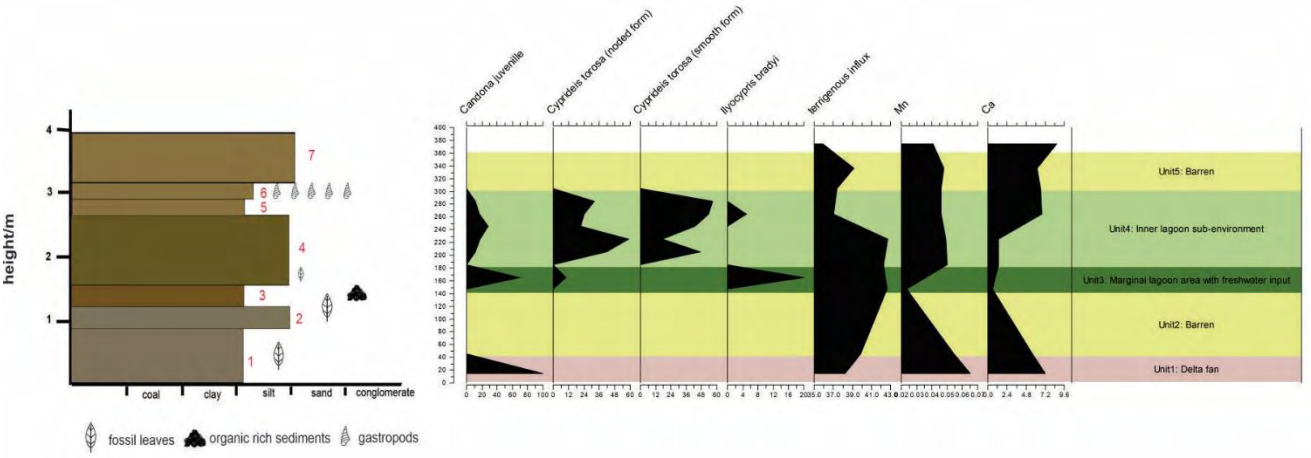


Εικόνα 4.19: Διαγράμματα σχετικής συχνότητας ειδών και παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία της τομής Β (Βίγλα 2), σε σύγκριση με τη στρωματογραφική στήλη

Γεωχημική ανάλυση

Σε αυτή την ακολουθία, οι χερσογενείς εισροές, αυξάνονται σταδιακά από την ενότητα 1 στην ενότητα 2, ενώ έχουν σταθερή τιμή στην ενότητα 3 και μέχρι το μέσο της ενότητας 4. Από το μέσο της ενότητας 4 και πάνω, παρατηρείται απότομη μείωση του δείκτη. Το Mn έχει σταθερή τάση σε όλη την ακολουθία με εξαίρεση το βάθος 147 cm, που πιθανόν ερμηνεύεται ως πρόσκαιρο συμβάν. Αντίστροφη τάση από τις χερσογενείς εισροές, φαίνεται να έχει το Ca. Στην ενότητα 1 παρατηρείται αύξηση στο Ca που σημαίνει πιθανή επίκληση της θάλασσας. Στην ενότητα 3 μειώνεται σημαντικά το Ca και αυξάνεται και πάλι μετά το μέσο της ενότητας 4. Αυτή η αύξηση του Ca που σημαίνει πιθανή επίκληση της θάλασσας, συμπίπτει με την αύξηση του οξυγόνου, την αύξηση του κοκκομετρικού μεγέθους και τη αύξηση στις χερσογενείς εισροές, άρα το περιβάλλον θα μπορούσε να ερμηνευθεί ως οι εκβολές ενός ποτάμιου συστήματος στην θάλασσα.

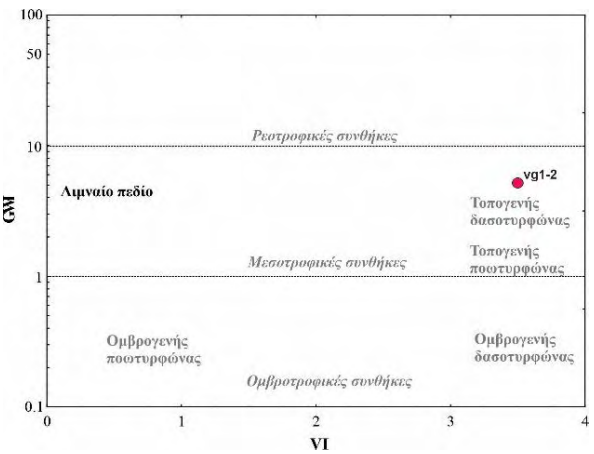
Παρατηρώντας τα διαγράμματα των γεωχημικών δεικτών και της αντίστοιχης PCA (Εικ. 3.24δ), φαίνεται να υπάρχει μια ομαδοποίηση που συμπίπτει και στα δύο διαγράμματα. Η συστάδα 3 (Εικ. 3.24δ) και η ενότητα 1 (Εικ. 4.19) αποτελούνται από τα ίδια δείγματα, το οποίο επιβεβαιώνει ότι αυτά τα δείγματα χαρακτηρίζονται από ένα ξεχωριστό περιβάλλον που επηρεάζεται από τα Ca και Al.



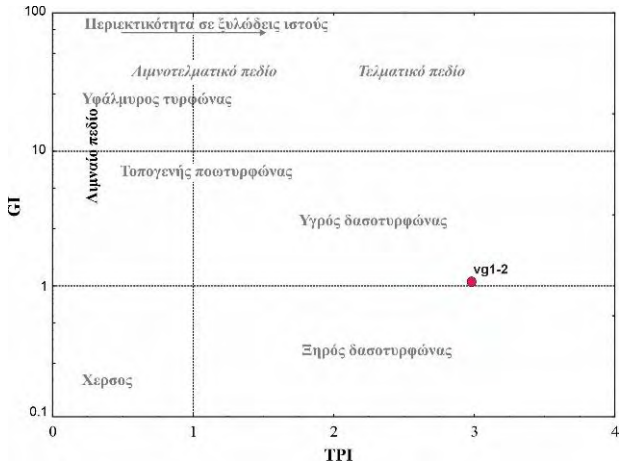
Εικόνα 4.20: Διαγράμματα σχετικής συχνότητας ειδών και γεωχημικοί δείκτες (χερσογενείς εισροές-Al, Si, Fe, K, Ti, Mn, Ca) της τομής Β (Βίγλα 2), σε σύγκριση με τη στρωματογραφική στήλη

Ανθρακοπετρογραφική ανάλυση

Σε αυτή την ακολουθία, το δείγμα που μελετήθηκε είναι από το στρώμα 2. Το διάγραμμα TPI προς GI δείχνει μια σχετικά καλή διατήρηση, η οποία οφείλεται στη μεταφορά ριζών και ξυλωδών ιστών (Εικ.4.21). Η τροφοδοσία σε φυτικούς ιστούς πιθανότατα οφείλεται σε μεταφορά λόγω ποτάμιων εισροών. Το διάγραμμα VI προς GWI έδειξε γενικά υψηλή στάθμη του υδροφόρου στο περιβάλλον απόθεσης. Και από τα δύο διαγράμματα φαίνεται ότι το δείγμα VG1-2 χαρακτηρίζεται από καλή διατήρηση φυτικών ιστών ή/και συμμετοχή ξυλιτικών ιστών (Εικ. 4.22).

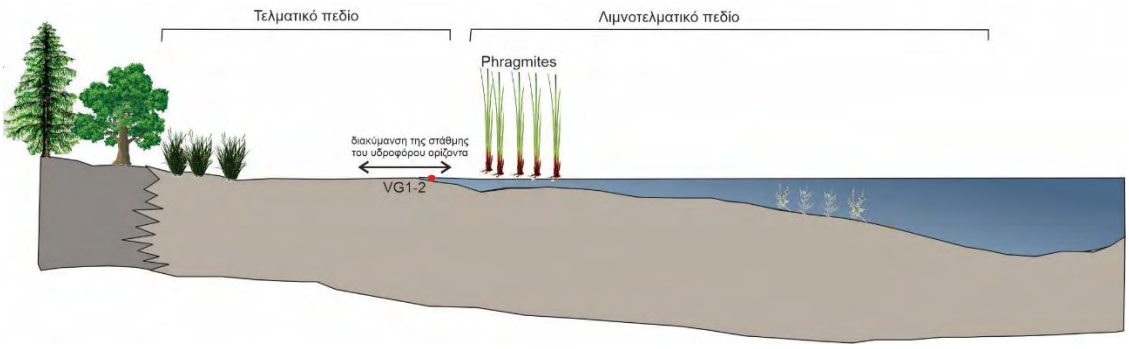


Εικόνα 4.21: Προβολή των τιμών GI και TPI του δείγματος VG1-2, στο διάγραμμα φάσεων του Diessel (1992), τροποποιημένο



Εικόνα 4.22: Προβολή των τιμών GWI και VI του δείγματος VG1-2, στο διάγραμμα φάσεων των Calder et al. (1991)

Πιο συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε ότι το δείγμα VG1-2 ήταν σχετικά χονδρόκοκκο, που σημαίνει πιο έντονη τροφοδοσία σε κλαστικά ιζήματα άρα πιθανότατα βρισκόταν πιο κοντά στη στεριά. Επιπλέον βρέθηκαν αρκετοί ινερτινίτες, ένδειξη ότι το οργανικό υλικό υπέστη μερική οξείδωση, και άρα ο υδροφόρος δεν ήταν σταθερά πάνω από την επιφάνεια του εδάφους. Συνοψίζοντας τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι το σημείο στο οποίο αποτέθηκε το ίζημα του δείγματος VG1-2 επηρεαζόταν από σποραδική τροφοδοσία σε νερό, πιθανότατα από κάποια εισροή ποταμού. Σύμφωνα και με τα διαγράμματα βρισκόταν στο τελματικό πεδίο και είχε επιρροή από ποτάμιες εισροές ή παροδικά πλημμυρικά επεισόδια (Εικ.4.23).



Εικόνα 4.23: Σχηματική τομή πρότυπου ενδοηπειρωτικού τοπογενή τυρφώνα (τροποποιημένο από Καλαϊτζίδη, 2007), με απεικόνιση της σχετικής θέσης του δείγματος VG1-2

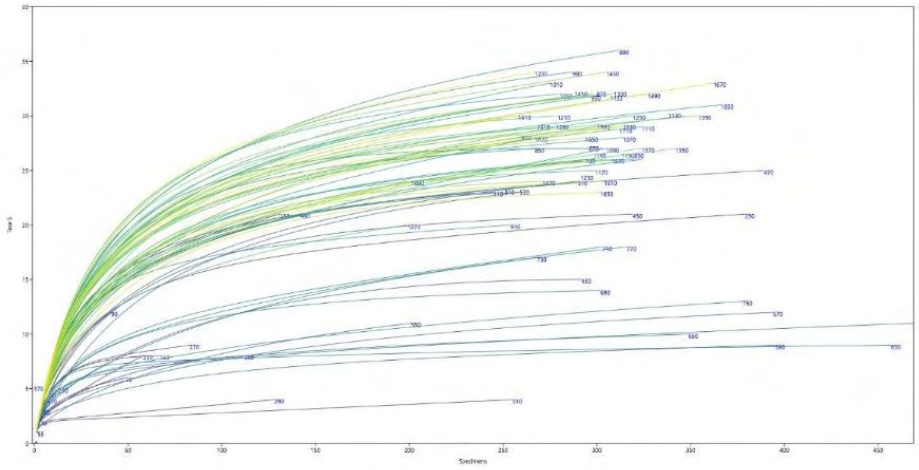
Παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία

Λόγω της χαμηλής παρουσίας απολιθωμάτων, η ερμηνεία του παλαιοπεριβάλλοντος έχει ποιοτικό χαρακτήρα. Η μικρή παρουσία *C. torosa* (λείος οικο-φαινότυπος και οικο-φαινότυπος με εξογκώματα) και *I. bradyi* δείχνει γενικά ένα περιβάλλον εσωτερικής λιμνοθάλασσας η περιθωριακό περιβάλλον λιμνοθάλασσας. Οι στείρες ενότητες, πιθανόν να αντιπροσωπεύουν ένα περιβάλλον εκβολών, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της XRF ανάλυσης. Τα υπολείμματα φυτικών απολιθωμάτων, επιβεβαιώνουν ότι κυριαρχούσε ένα περιβάλλον μεταφοράς. Τέλος, η θανατοκοινωνία των γαστερόποδων του είδους Theodoxus sp. που βρέθηκε στη μετάβαση από την ενότητα 4 στην 5, επιβεβαιώνει επίσης το περιβάλλον μεταφοράς αφού αποτελεί ένα γένος που συχνά συναντάται σε ποτάμια (Sands et al. 2019).

Τομή Γ/ Βίγλα 2

Rarefaction

Οι περισσότερες καμπύλες των δειγμάτων στα οποία έχουν συλλεχθεί 250 έως 350 άτομα, είναι σχεδόν οριζόντιες (Εικ. 4.24). Εξαίρεση αποτελούν τα δείγματα 72, 90, 150, 230, 270, 290, 350, τα οποία περιέχουν 41 έως 112 άτομα και οι καμπύλες τους τείνουν να γίνουν οριζόντιες. Τέλος τα δείγματα 55, 70, 90, 210, 410, τα οποία περιέχουν αριθμό ατόμων κάτω από 40, δεν τείνουν να επιπεδωθούν, συνεπώς θα ‘ήταν αναγκαίος ο εμπλουτισμός τους.

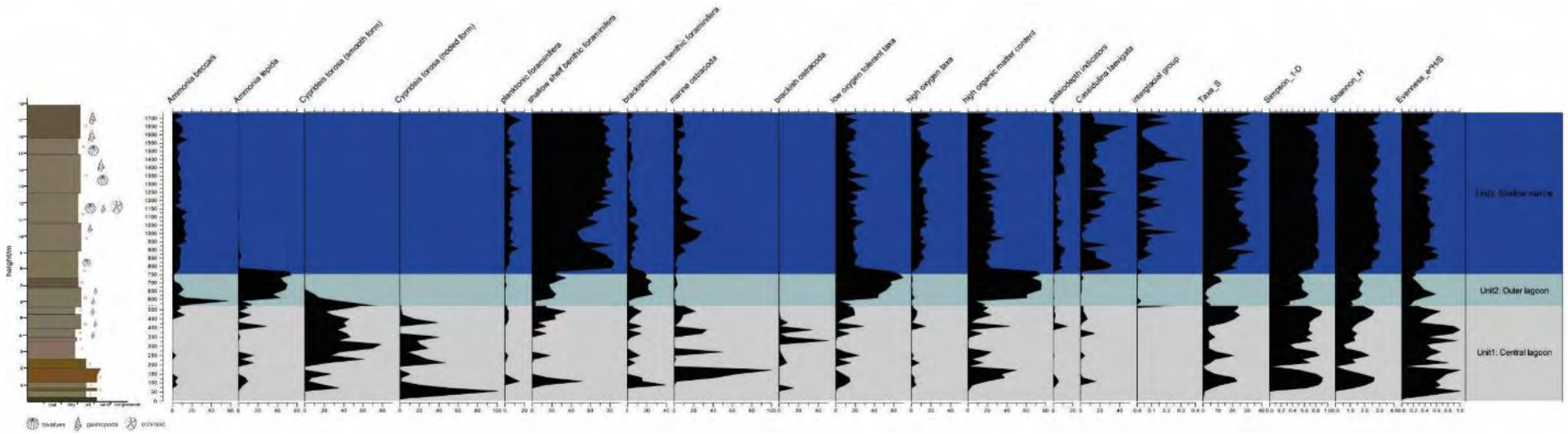


Εικόνα 4.24: Διάγραμμα καμπυλών rarefaction για τα δείγματα της τομής Γ (Βίγλα2)

Διαγράμματα Σχετικής Συχνότητας

Σύμφωνα με τα διαγράμματα σχετικής συχνότητας, υπάρχει διαχωρισμός σε τρεις κύριες ενότητες: ενότητα 1 (0- 550 cm), ενότητα 2 (550-750 cm) και ενότητα 3 (750-1750). Η ενότητα 1 χαρακτηρίζεται από την κυριαρχία του είδους *C. torosa* (λείος οικο-φαινότυπος και οικο-φαινότυπος με εξογκώματα) και σε μικρότερα ποσοστά εμφανίζεται το είδος *A. tepida*, τα οποία αποτελούν χαρακτηριστικά είδη λιμνοθαλάσσιου περιβάλλοντος (Εικ.4.25). Η υπερκείμενη ενότητα (ενότητα 2), χαρακτηρίζεται από μεγάλη αύξηση του είδους *A. tepida*, ενώ το *C. torosa* δεν υπάρχει πια (Εικ.4.25). Επίσης παρατηρείται αύξηση στα *A. beccarii, A. perlucida, H. depressula, E. translusens* και *P. granosum*, τα οποία σύμφωνα με τους Perez- Asensio και Rodriguez- Ramirez (2020) δείχνουν μεταβατικό περιβάλλον. Σε αρκετά μικρότερα ποσοστά, εμφανίζονται τα θαλάσσια είδη. Η ανώτερη ενότητα (ενότητα 3) χαρακτηρίζεται από την κυριαρχία θαλάσσιων ειδών με κυρίαρχα τα *C. laevigata, E. macellum, G. bullloides, N. boueanum, T. agglutinans, V. bradyana*, *A. beccarii*, ενώ εξαφανίζονται τα *A. tepida, P. granosum, H. depressula*.

Έγινε ομαδοποίηση των ειδών που εμφανίζονται κυρίως στην μέση και κατώτερη υφαλοκρηπίδα (*M. barleanum, B. striatula B. aculeata, C. auricula C. refulgens, R. spinulosa, Pseudonodosaria sp., Cytheropteron sp*.) και ένα ξεχωριστό διάγραμμα του είδους *C. laevigata* που συνδέεται με την αύξηση του βάθους (Εικ.4.25). Τα διαγράμματα αυτά έδειξαν αύξηση του βάθους στην ενότητα 3. Επιπλέον ομαδοποιήθηκαν τα είδη που συνδέονται με το χαμηλό οξυγόνο (*Lenticulina cf. gibba, A. tepida, B. robusta, B. striatula, B. spathulata, F. subacuta*, E*. translucens, P. turbida, B. aculeata, V. bradyana, N. auris, N. turgidus, R. phlegeri*) και αυτά που συνδέονται με τα καλά οξυγονωμένα περιβάλλοντα (*E. crispum, M. barleanum , N. boueanum, S. reticulata, T. agglutinans*). Παρατηρήθηκε μια μεγάλη αύξηση των ειδών που είναι ανθεκτικά στις χαμηλές συνθήκες οξυγόνου, και μεγάλη αύξηση των ειδών που συνδέονται με αυξημένη παροχή οργανικής ύλης στην ενότητα 2. Τέλος, ομαδοποιήθηκαν τα είδη που σχετίζονται με μεσοπαγετώδεις περιόδους ή με θερμά διαστήματα (*Cytheropteron sp. H. elegans, B. peregrina*) και παρατηρήθηκε μια αύξηση στην ενότητα 3.



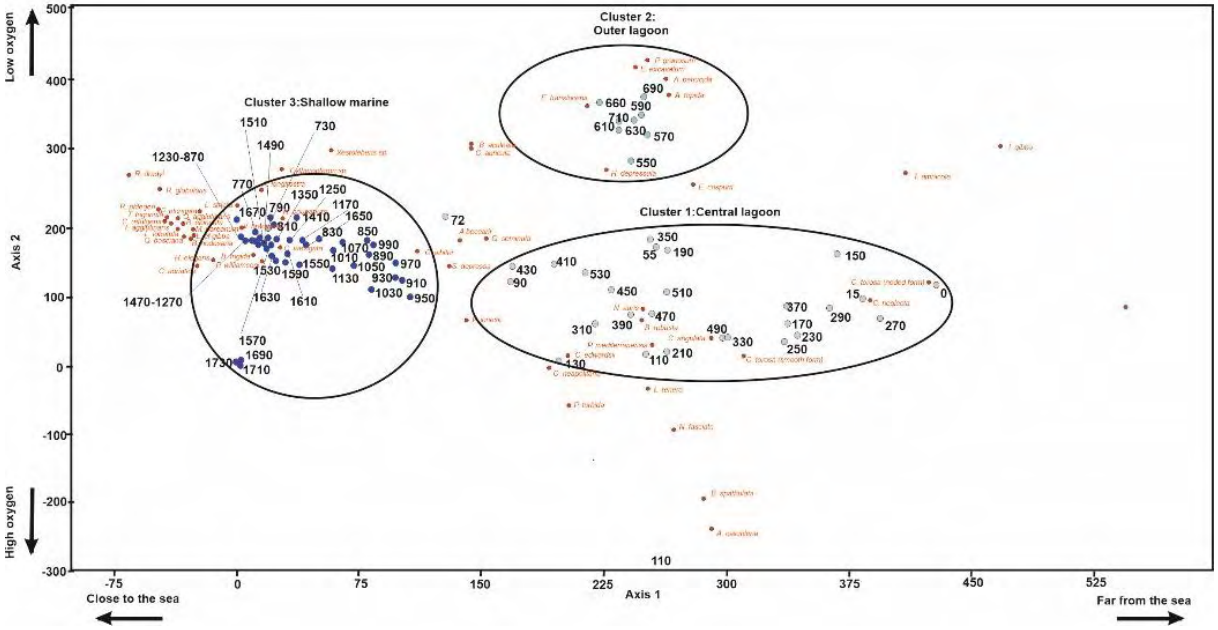
Εικόνα 4.25: Διαγράμματα σχετικής συχνότητας ειδών, δείκτες ποικιλότητας και παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία της τομής Γ (Βίγλα 2), σε σύγκριση με τη στρωματογραφική στήλη

Δείκτες ποικιλότητας

Υπολογίστηκαν οι δείκτες ποικιλότητας, οι οποίοι φαίνονται να είναι γενικά σταθεροί στο μεγαλύτερο μέρος (Εικ. 4.25). Μια μικρή μείωση των δεικτών , παρατηρείται στην ενότητα 2. Ο αριθμός των ειδών, ποικίλει από 1 έως 34 με μέγιστες τιμές στα 1730 και στα 990 cm. ο δείκτης Simpson 1_D κυμαίνεται κυρίως κοντά στο 0.9, γεγονός που δείχνει σχετικά υψηλές συχνότητες ειδών. Ο δείκτης Shannon-Wiener, έχει σχετικά σταθερές τιμές περίπου 3 στην ενότητα 3, ενώ στις δύο πρώτες ενότητες οι τιμές του δείκτη κυμαίνονται κοντά στο 1.5. Αυτό σημαίνει ότι στην ενότητα 3 είναι αυξημένος ο αριθμός των σπάνιων ειδών. Ο δείκτης Evenness κυμαίνεται από 0.256 (530 cm) έως 0.6822 (130 cm), που σημαίνει ότι υπάρχει ένας μέτριος βαθμός ομοιομορφίας σε όλη την ακολουθία (Samir et al. 2003).

Detrended Correspondence Analysis

Στο διάγραμμα της Detrended Correspondence Analysis διαχωρίζονται τρεις κύριες συστάδες που ταιριάζουν με τις ενότητες των διαγραμμάτων σχετικής συχνότητας: η συστάδα 1, μπορεί να θεωρηθεί ότι περιλαμβάνει δείγματα που αντανακλούν ένα υφάλμυρο περιβάλλον αντίστοιχο της ενότητας 1 (Εικ.4.26). Η συστάδα 2 περιλαμβάνει δείγματα που αντιπροσωπεύουν ένα μεταβατικό περιβάλλον αντίστοιχο της ενότητας 2 ενώ η συστάδα 3 συμπεριλαμβάνει δείγματα που προέρχονται από θαλάσσιο περιβάλλον αντίστοιχο της ενότητας 3. Εξαίρεση σε αυτές τις ομαδοποιήσεις αποτελούν τα δείγματα 72 και 730, που πλησιάζουν την συστάδα 3. Το δείγμα 72 θα έπρεπε να συμπεριλαμβάνεται στην συστάδα 1, ενώ το 730 στη συστάδα 2. Αυτό πιθανόν να εξηγείται ως πρόσκαιρες αλλαγές από μικρές εισροές θαλασσινού νερού στη λιμνοθάλασσα. Ο άξονας Χ αντιπροσωπεύει την απόσταση από τη θάλασσα. Ο άξονας Υ φαίνεται να αντικατοπτρίζει τις αλλαγές στο οξυγόνο. Προς τα αριστερά εντοπίζονται τα περιβάλλοντα με μειωμένο οξυγόνο.



Εικόνα 4.26: Detrended Correspondence Analysis των δειγμάτων της τομής Γ (Βίγλα 2)

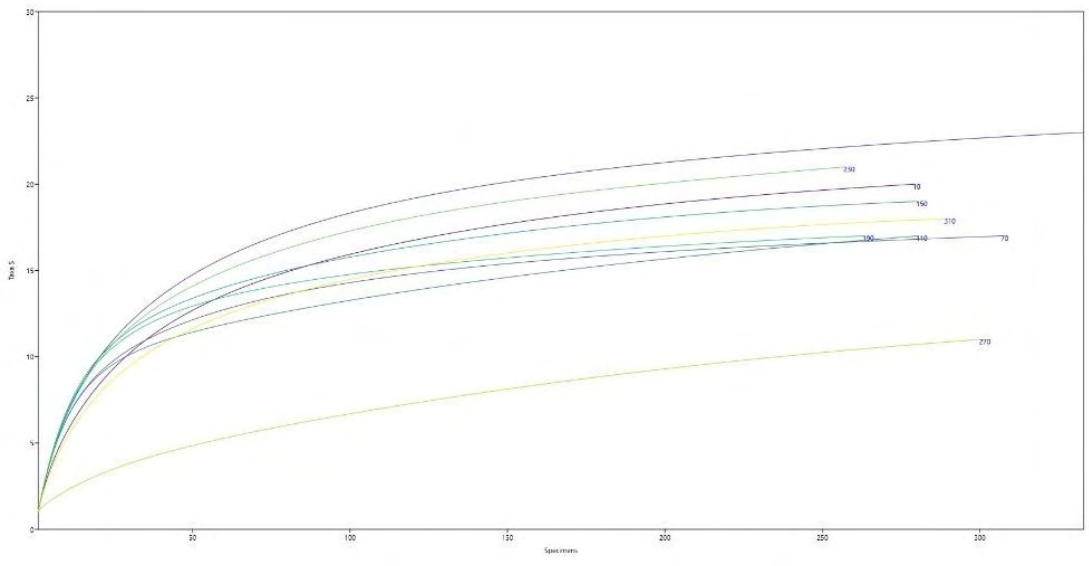
Παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, έχουμε την εικόνα μιας λιμνοθάλασσας που μεταβαίνει σταδιακά σε ρηχή θάλασσα. Πιο συγκεκριμένα, η ενότητα 1 η οποία χαρακτηρίζεται από την παρουσία του τυπικού υφάλμυρου είδους *C. torosa* (λείος οικο-φαινότυπος και οικο-φαινότυπος με εξογκώματα) και μικρότερα ποσοστά του είδους *A. tepida*, αποτέθηκε στο κεντρικό τμήμα της λιμνοθάλασσας (Pint and Frenzel, 2016). Η ενότητα 2, που χαρακτηρίζεται από την υψηλή παρουσία των *A. tepida, E. translusens, P. granosum* και *H. depressula*, αντανακλά ένα περιθωριακό θαλάσσιο περιβάλλον με υφάλμυρο νερό (Pérez-Asensio and Rodríguez-Ramírez, 2020), ή πιο συγκεκριμένα το εξωτερικό τμήμα της λιμνοθάλασσας. Αυτό το μεταβατικό περιβάλλον χαρακτηρίζεται από χαμηλό οξυγόνο και μεγάλη παροχή οργανικής ύλης. Τέλος, η ενότητα 3 που αποτελείται κυρίως από θαλάσσια είδη και μικρή έως μηδαμινή εμφάνιση υφάλμυρων ειδών, αποτελεί ένα περιβάλλον ρηχής θάλασσας, πιθανότατα σε θερμή περίοδο, λόγω της αύξησης του αντίστοιχου δείκτη. Αυτή η εικόνα μπορεί να επιβεβαιωθεί και από την παρουσία θαλάσσιων μαλακίων τα οποία παρουσιάζουν σημαντική αύξηση στο ανώτερο μέρος της ακολουθίας.

Τομή Δ/ Βίγλα 2

Rarefaction

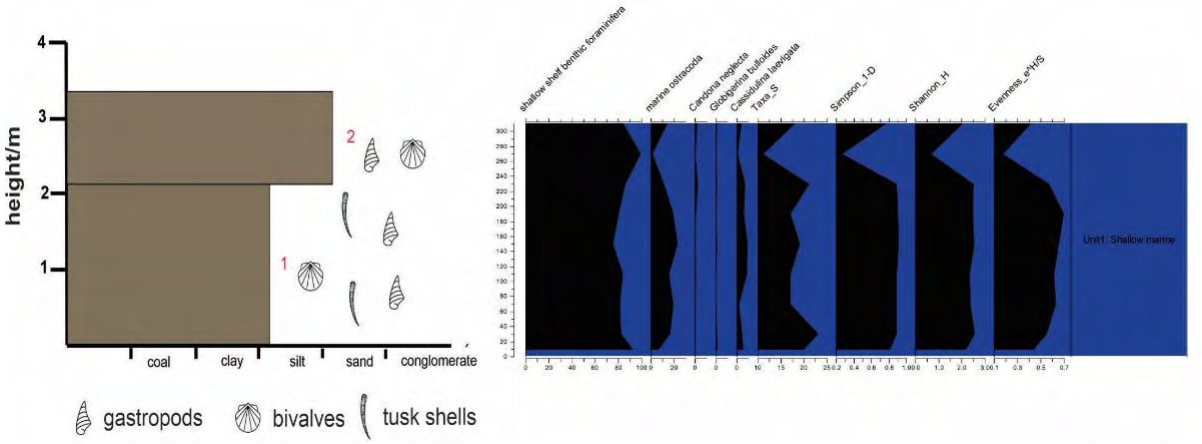
Οι καμπύλες από την ανάλυση rarefaction όλων των δειγμάτων αυτής της ακολουθίας, είναι σχεδόν οριζόντιες, γεγονός που καθιστά τη δειγματοληψία των ατόμων επαρκή (Εικ.4.27). Ο αριθμός των ατόμων σε όλα τα δείγματα κυμαίνεται μεταξύ 257 και 333.



Εικόνα 4.27: Διάγραμμα καμπυλών rarefaction για τα δείγματα της τομής Δ (Βίγλα2)

Διαγράμματα Σχετικής συχνότητας

Παρατηρώντας τα διαγράμματα σχετικής συχνότητας, βλέπουμε ότι δεν υπάρχουν μεγάλες αλλαγές στις συναθροίσεις των τρηματοφόρων και των οστρακωδών (Εικ.4.28). Φαίνεται να κυριαρχούν, σε ολόκληρη την τομή, τα βενθονικά τρηματοφόρα υφαλοκρηπίδας (*A. beccarii, B. elongata, V. galbra, C. carinata*), ενώ υπάρχει ένα σημαντικό ποσοστό θαλάσσιων οστρακωδών (*C. edwardsii, C. neapolitana, P. turbida*).



Εικόνα 4.28: Διαγράμματα σχετικής συχνότητας ειδών, δείκτες ποικιλότητας και παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία της τομής Δ (Βίγλα 2), σε σύγκριση με τη στρωματογραφική στήλη

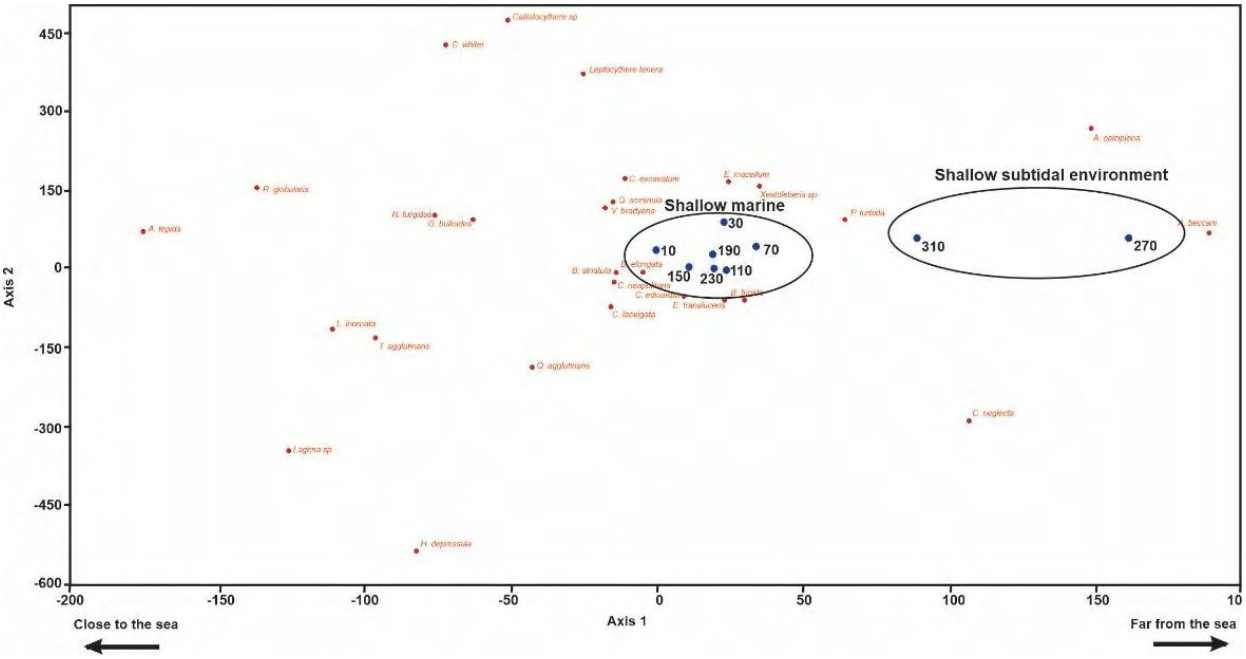
Δείκτες ποικιλότητας

Οι δείκτες ποικιλότητας, είναι σταθεροί στο μεγαλύτερο μέρος της ακολουθίας, με εξαίρεση το δείγμα στα 270 cm που εμφανίζει μεγάλη μείωση σε όλες τις τιμές των δεικτών (Εικ.4.22). Ο αριθμός των ειδών κυμαίνεται από 17 έως 23, με εξαίρεση τα 270 cm που η τιμή του δείκτη είναι 11. Από τον αριθμό τον ειδών φαίνεται γενικά να επικρατούσαν σχετικά υγιείς περιβαλλοντικές συνθήκες. Ο δείκτης Simpson_1-D παίρνει τιμές από 0.8 έως 0.9, υποδεικνύοντας σχετικά σταθερή συχνότητα ειδών, με εξαίρεση τα 270 cm που έχει τιμή 0.2658. Οι τιμές του δείκτη Shannon-Wiener είναι σχεδόν σταθερές μεταξύ 2.006 και 2.522, υποδεικνύοντας σταθερό αριθμό ειδών, εκτός από τα 270 cm που ο δείκτης είναι 0.6594. Τέλος ο δείκτης Evenness παίρνει τιμές μεταξύ 0.4 και 0.6, που δείχνει μέτρια ομοιομορφία, εκτός από τα 270 cm που έχει τιμή 0.1758 (Samir et al. 2003).

Detrended Correspondence Analysis

Σε αυτή τη Detrended Correspondence Analysis παρατηρήθηκαν δύο συστάδες αν και το περιβάλλον είναι παραπλήσιο. Πιο συγκεκριμένα, μια έντονη ομαδοποίηση παρουσιάζεται στα περισσότερα δείγματα που δείχνουν ρηχό θαλάσσιο περιβάλλον. Εξαίρεση αποτελούν τα δείγματα 270 και 310, που βρίσκονται στο ανώτερο τμήμα της τομής και χαρακτηρίζονται από κυριαρχία του είδους *A. beccarii*.

Σύμφωνα με τον Murray, 2006, το γένος Ammonia κυριαρχεί σε πολύ ρηχά παλιρροϊκά περιβάλλοντα. Και σε αυτό το διάγραμμα ο άξονας Χ αντιπροσωπεύει την απόσταση από τη θάλασσα (Εικ.4.29).



Εικόνα 4.29: Detrended Correspondence Analysis των δειγμάτων της τομής Δ (Βίγλα 2)

Παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία

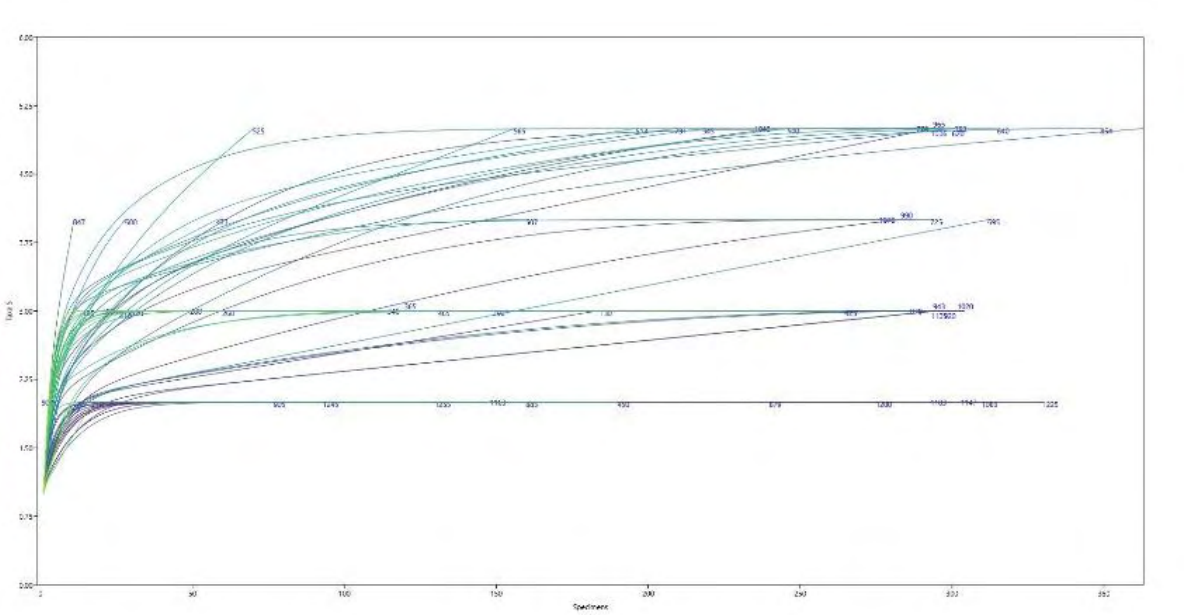
Σύμφωνα με τα παραπάνω διαγράμματα το περιβάλλον σε αυτή την ακολουθία φαίνεται να είναι ένα γενικά σταθερά ρηχό θαλάσσιο περιβάλλον. Στο ανώτερο μέρος της ακολουθίας το περιβάλλον γίνεται πιο ρηχό αφού όπως προαναφέρθηκε, κυριαρχεί το γένος Ammonia. Βρέθηκαν επίσης θαλάσσια μαλάκια που επιβεβαιώνουν το περιβάλλον. Αυτή η τομή είναι η φυσική συνέχεια της τομής Γ/ Βίγλα 2.

4.1.3 Βίγλα 3

Τομή Α / Βίγλα 3

Rarefaction

Οι περισσότερες καμπύλες από την ανάλυση rarefaction των δειγμάτων αυτής της ακολουθίας είναι οριζόντιες και περιέχουν 160 μέχρι 360 άτομα (Εικ.4.30). Οι καμπύλες των δειγμάτων 473, 525, 565 και 905 τείνουν προς επιπέδωση γιατί περιέχουν αριθμό ατόμων 70 έως 156. Οι καμπύλες των δειγμάτων 10 έως 320, 410, 600, 847, 862, 900 δεν τείνουν προς επιπέδωση γιατί περιέχουν χαμηλό αριθμό ατόμων μικρότερο από 70.



Εικόνα 4.30: Διάγραμμα καμπυλών rarefaction των δειγμάτων της τομής Α (Βίγλα3)

Διαγράμματα Σχετικής Συχνότητας

Η συνάθροιση όλων των δειγμάτων της τομής αυτής αποτελείται μόνο από τα οστρακώδη *C. angulata, C. torosa* και *T. amnicola* (Εικ.4.31). Η συνάθροιση υποδηλώνει μεσόαλο περιβάλλον, αφού το είδος C. angulata είναι μάλλον μεταφερμένο λόγο του υψηλού αριθμού νεαρών ατόμων. Δεν παρατηρήθηκε διαχωρισμός ενοτήτων.

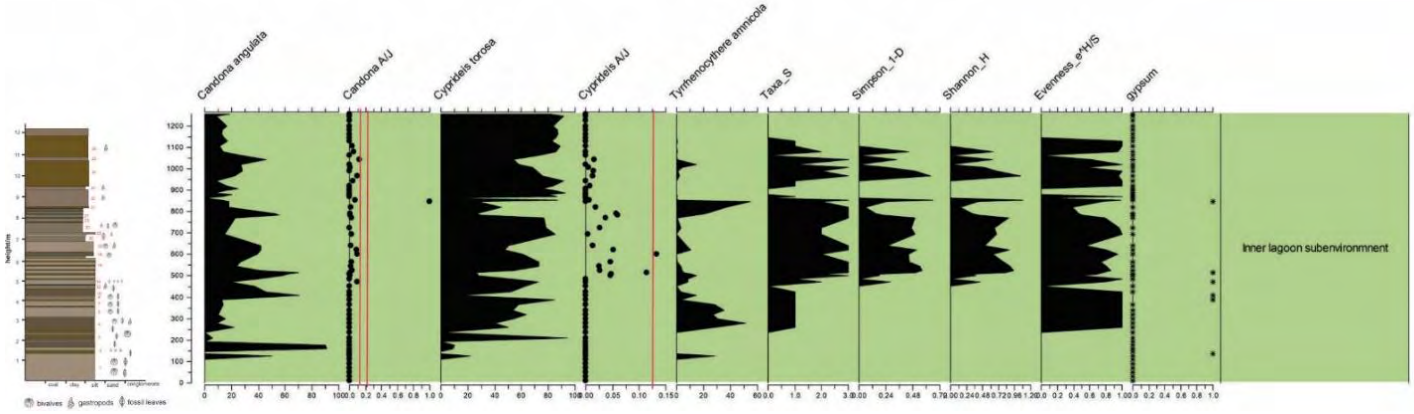
Κατά την μικροπαλαιοντολογική μελέτη, παρατηρήθηκε στερεοσκοπικά, η αυξημένη παρουσία κρυστάλλων γύψου (με τη μέθοδο XRD), σε κάποια δείγματα. Η παρουσία κρυστάλλων γύψου, φαίνεται να συνδέεται με την παρουσία του *T. amnicola*. Πιο συγκεκριμένα, όταν σταματά να έχει μέγιστη εμφάνιση το *T. amnicola*, εμφανίζονται αρκετοί κρύσταλλοι γύψου (Εικ.4.31).

Δείκτες ποικιλότητας

Υπολογίστηκαν οι δείκτες ποικιλότητας. Ο αριθμός των ειδών σχεδόν σε όλη την ακολουθία είναι 3 (Εικ.4.31). Ο χαμηλός αριθμός των ειδών φανερώνει περιβάλλοντα με φυσικοχημικές συνθήκες που έχουν ενταθεί (Frenzel and Boomer, 2005). Ο δείκτης Simpson_1-D παίρνει χαμηλές τιμές από 0.11 έως 0.62, που δείχνει χαμηλές συχνότητες ειδών. Ο δείκτης Shannon-Wiener, έχει μεγάλη διακύμανση τιμών, με χαμηλότερη 0.29 και υψηλότερη 1.035. Αυτή η όχι σταθερή διακύμανση των τιμών, δείχνει χαμηλό αριθμό σπάνιων ειδών. Τέλος, ο δείκτης Evenness κυμαίνεται από 0.5 σε 0.97, που δείχνει μέτρια έως υψηλή ομοιομορφία ειδών (Samir et al. 2003).

Ταφονομικός δείκτης- Ενήλικα/ Νεαρά (A/J)

Η πλειοψηφία των ατόμων *C. angulata* και *C. torosa* είναι νεαρά γι' αυτό και εφαρμόστηκε ο ταφονομικός δείκτης A/J. Ο δείκτης αυτός, παίρνει τιμές με πολύ χαμηλή αναλογία (κοντά στο 1:25) τόσο για τους εκπροσώπους του γένους Candona όσο και για αυτούς του Cyprideis, γεγονός που δείχνει τοπική απόθεση νεαρών θυρίδων, οι οποίες μεταφέρονται εύκολα (Εικ.4.31). Εξαίρεση αποτελεί το δείγμα στα 600 cm, στο οποίο ο δείκτης παίρνει μια μεσαία τιμή (0.133 δηλαδή μεταξύ 1:8 και 1:4), που σημαίνει ότι αυτό το δείγμα αντανακλά μια "in situ" θανατοκοινωνία, δηλαδή αποτελεί ένα σχετικά αντιπροσωπευτικό δείγμα για το παλαιοπεριβάλλον.

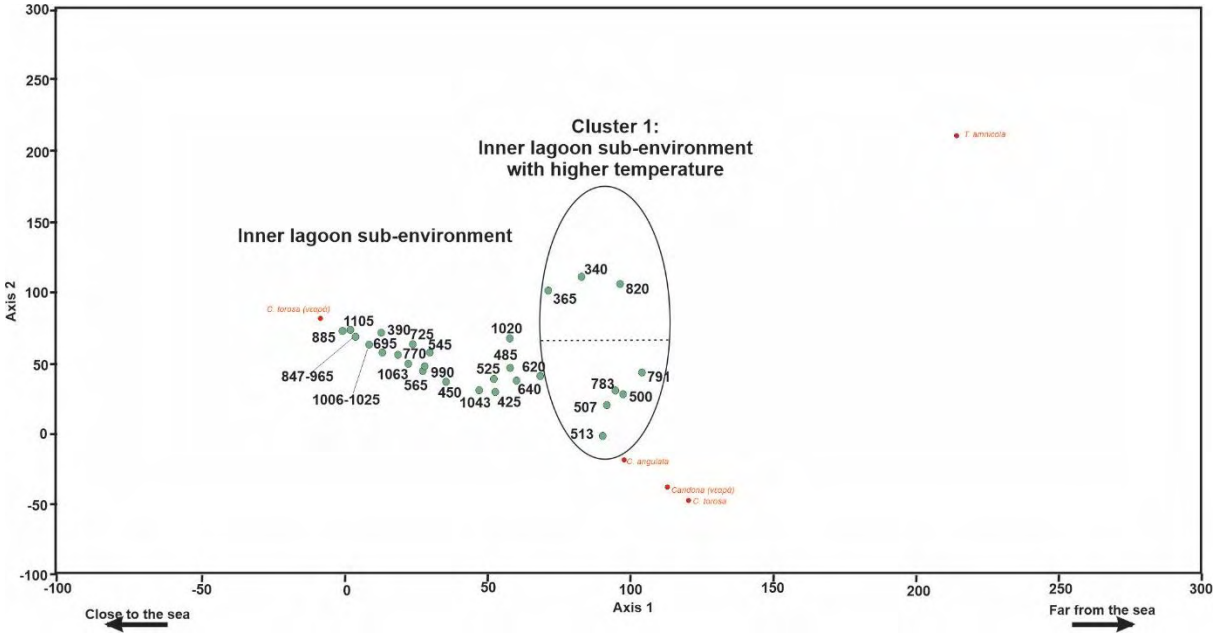


Εικόνα 4.31: Διαγράμματα σχετικής συχνότητας ειδών, δείκτες ποικιλότητας, ταφονομικός δείκτης A/J και παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία της τομής Α (Βίγλα 3), σε σύγκριση με τη στρωματογραφική στήλη. Οι κόκκινες γραμμές υποδεικνύουν τα όρια των τιμών μεσαίας τάξης(1:8 έως 1:4) του ταφονομικού δείκτη Ενήλικα/ Νεαρά, μεταξύ των οποίων οι τιμές σημαίνουν in situ απόθεση.

Detrended Correspondence Analysis

Αν και το περιβάλλον είναι σχετικά σταθερό σε όλη την τομή, παρατηρήθηκε μια ξεχωριστή συστάδα. Σε αυτή τη συστάδα ομαδοποιούνται τα δείγματα στα οποία κυριαρχεί το *T. amnicola*, το οποίο συχνά δείχνει θετική συσχέτιση με αυξημένες θερμοκρασιακές συνθήκες (15- 20 °C) (Pipik, 2007) (Εικ4.32). Σύμφωνα με αυτό, ο άξονας X συνδέεται με την απόσταση από τη θάλασσα, αφού τα δείγματα που συνδέονται με υψηλότερη θερμοκρασία, άρα και χαμηλότερη στάθμη νερού, βρίσκονται στην δεξιά πλευρά του άξονα.

Η συστάδα θα μπορούσαμε να πούμε ότι χωρίζεται στα δυο, αφού στο κατώτερο τμήμα της συγκεντρώνονται τα δείγματα με μεγάλη παρουσία νεαρών θυρίδων του γένους Candona, σε αντίθεση με το ανώτερο τμήμα της, στο οποίο τα δείγματα αποτελούνται από μικρότερα ποσοστά νεαρών θυρίδων Candona. Το γεγονός αυτό φανερώνει ένα περιβάλλον υψηλότερης ενέργειας στο κάτω τμήμα της συστάδας και κατ' επέκταση στα υπόλοιπα δείγματα που δεν έχουν ομαδοποιηθεί, αφού βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο. Το ανώτερο τμήμα της συστάδας φαίνεται να φανερώνει χαμηλότερες συνθήκες ενέργειας.



Εικόνα 4.32: Detrended Correspondence Analysis των δειγμάτων της τομής Α (Βίγλα 3)

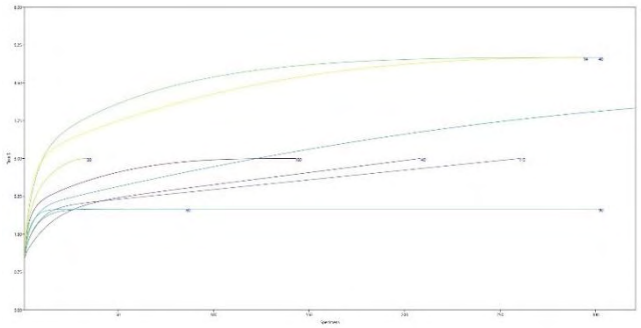
Παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία

Τα είδη που εμφανίζονται σε αυτή την ακολουθία, είναι γενικά υφάλμυρα και η παρουσία τους υποδηλώνει ένα λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον. Η παρουσία πολλών μεταφερμένων νεαρών θυρίδων υποδεικνύει την ύπαρξη ποτάμιου συστήματος, πιθανότατα ένα περιβάλλον εκβολών ποταμού στη λιμνοθάλασσα. Η εμφάνιση της γύψου σε κάποια βάθη, σε συνδυασμό με την παρουσία του *T. amnicola*, που συνδέεται με αύξηση της θερμοκρασίας, υποδηλώνει πιθανόν, περιοδική αύξηση της θερμοκρασίας και εξάτμιση, σε ένα σώμα νερού με μικρό βάθος και απόθεση γύψου. Συνδυάζοντας όλα τα παραπάνω φαίνεται η ιζηματογενής ακολουθία της τομής αυτής να αντικατοπτρίζει ένα υπό-περιβάλλον εσωτερικής λιμνοθάλασσας, στο οποίο αποτίθενται μεταφερμένες θυρίδες οστρακωδών λόγω δράσης κάποιου ποταμού και συμβαίνουν περιοδικά επεισόδια ξήρανσης λόγω αύξησης της θερμοκρασίας και εξάτμισης. Επιπλέον τα φυτικά απολιθώματα (*Quercus sp. aff. Q. roburoides, Quercus sp. aff. Q. kubinyii, Quercus spp., Ulmus sp., Z. zelkovifolia, Populus cf. aff. P. balsamoides)* που έχουν βρεθεί στο μεγαλύτερο μέρος της ακολουθίας, συνεπάγονται ένα ηπειρωτικό θερμό κλίμα (Velitzelos and Kvacek, 1999; Erdei and Bruch, 2004). Η παρουσία της *D. polymorpha* δείχνει την είσοδο γλυκού νερού στην περιοχή και συμφωνεί με την ύπαρξη ποτάμιου συστήματος, που αναφέρθηκε παραπάνω.

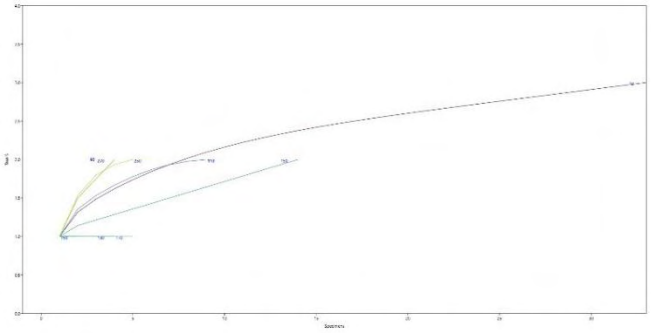
Τομές Β και Γ / Βίγλα 3

Rarefaction

Οι καμπύλες της ανάλυσης rarefaction δείχνουν ότι τα δείγματα της τομής Β περιέχουν επαρκή αριθμό ατόμων (Εικ.4.33) αφού όλες οι καμπύλες είναι οριζόντιες, με εξαίρεση την καμπύλη του δείγματος 28 που τείνει προς ισοπέδωση. Όσον αφορά στην τομή Γ, οι καμπύλες των δειγμάτων 10 και 110 τείνουν προς επιπέδωση αν και περιέχουν μικρό αριθμό ατόμων (10-33) ενώ όλα τα υπόλοιπα δείγματα δεν περιέχουν επαρκή αριθμό ατόμων (Εικ.4.34).



Εικόνα 4.33: Διάγραμμα καμπυλών rarefaction για την τομή Β (Βίγλα 3)



Εικόνα 4.34: Διάγραμμα καμπυλών rarefaction για την τομή Γ (Βίγλα 3)

Διαγράμματα σχετικής συχνότητας

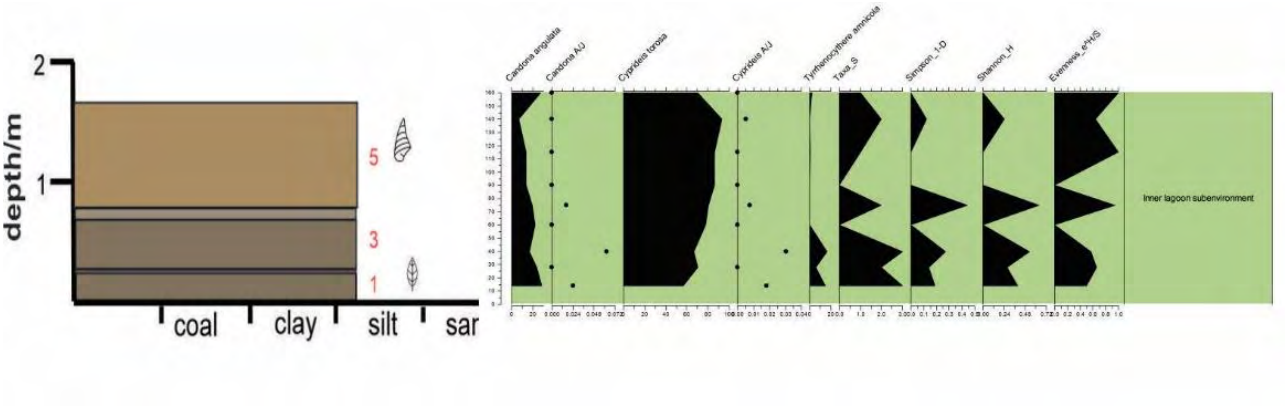
Τα είδη που εμφανίζονται και στις δύο τομές είναι τα οστρακώδη *C. torosa, C. angulata* και *T. amnicola* τα οποία υποδεικνύουν ένα λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον με χαμηλή-μέση αλατότητα χωρίς να παρατηρούνται επιμέρους μεταβολές του παλαιοπεριβάλλοντος (Εικ.4.35, 4.36). Από την τομή Γ, συλλέχθηκε μικρός αριθμός ατόμων που δεν ήταν στατιστικά σωστός, παρόλα αυτά κατασκευάστηκαν διαγράμματα για την ποιοτική εκτίμηση του περιβάλλοντος. Σημειώνεται η ομοιότητα της συνάθροισης με αυτήν της τομής Α (Βίγλα 3) αν και οι αριθμοί των ειδών είναι μειωμένοι.

Δείκτες ποικιλότητας

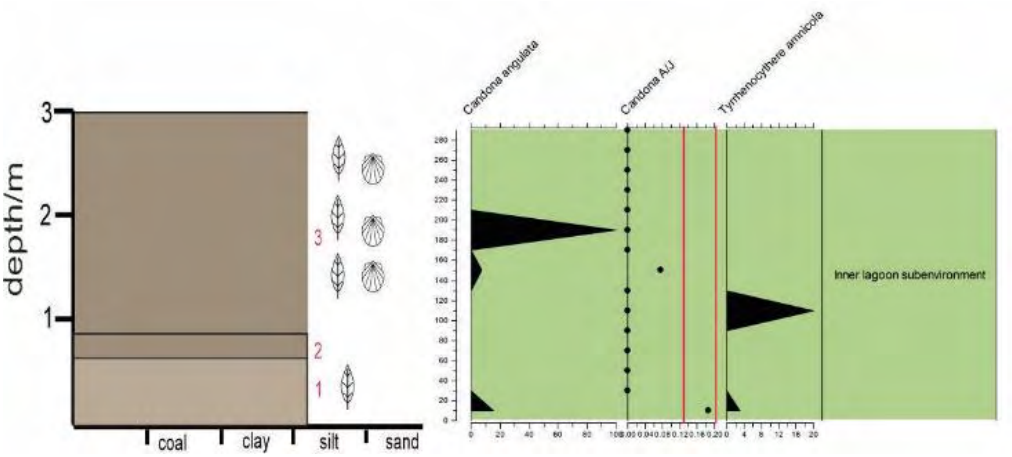
Ο αριθμός των ειδών σχεδόν σε όλη την τομή Β είναι χαμηλός (3) (Εικ.4.29). Ο χαμηλός αριθμός ειδών φανερώνει περιβάλλοντα με ακραίες φυσικοχημικές συνθήκες (Frenzel and Boomer, 2005). Ο δείκτης Simpson_1-D παρουσιάζει χαμηλές τιμές από 0.1 έως 0.4, γεγονός που δείχνει χαμηλές συχνότητες ειδών. Ο δείκτης Shannon-Wiener, έχει μικρή διακύμανση τιμών, με χαμηλότερη 0.29 και υψηλότερη 0.6,δείχνοντας χαμηλό αριθμό σπάνιων ειδών. Τέλος, ο δείκτης Evenness κυμαίνεται από 0.5 σε 0.94. Αυτό σημαίνει μέτρια έως υψηλή ομοιομορφία ειδών (Samir et al. 2003). Στην τομή Γ, δεν υπολογίστηκαν οι δείκτες ποικιλότητας, λόγω χαμηλού αριθμού ατόμων όπως φάνηκε και στα διαγράμματα rarefaction.

Ταφονομικοί δείκτες

Και στις δύο τομές εφαρμόστηκε ο ταφονομικός δείκτης A/J. Οι τιμές του ήταν πολύ χαμηλές σε όλα τα δείγματα, επομένως πρόκειται για τοπικές αποθέσεις θυρίδων οι οποίες μεταφέρονται εύκολα ή αποτελούν “in situ” επεισόδια μαζικού θανάτου. Εξαίρεση αποτελεί το δείγμα 10 cm της τομής Γ (Εικ.4.36), στο οποίο η αναλογία παρουσιάζει μεσαία τιμή και αντιπροσωπεύει πιθανώς μια “in situ” θανατοκοινωνία αλλά με λιγότερη απομάκρυνση των νεαρών θυρίδων επομένως και πιο αντιπροσωπευτική της βιοκοινωνίας.



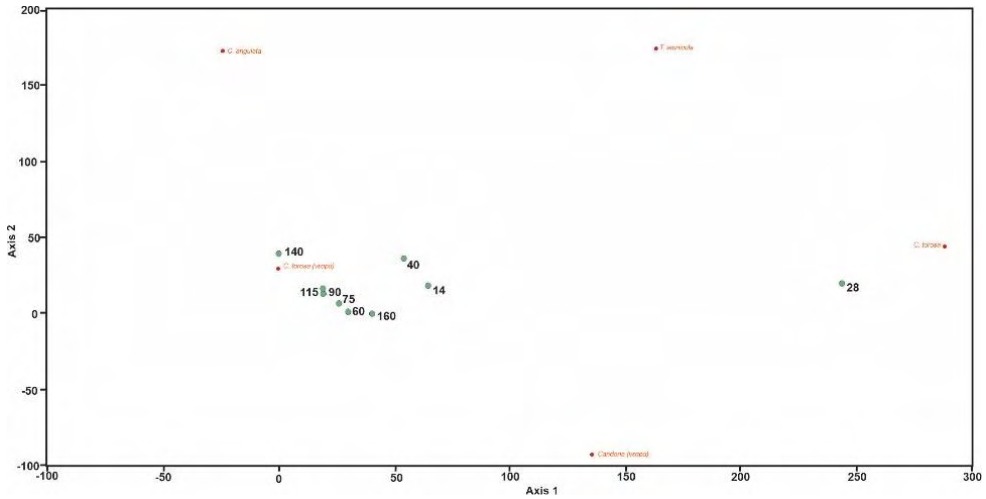
Εικόνα 4.35: Διαγράμματα σχετικής συχνότητας ειδών, δείκτες ποικιλότητας, ταφονομικός δείκτης A/J και παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία της τομής Β (Βίγλα 3), σε σύγκριση με τη στρωματογραφική στήλη. Σε αυτό το διάγραμμα δεν παρουσιάζονται τα όρια του δείκτη Ενήλικα/ Νεαρά, γιατί οι τιμές είναι πολύ χαμηλότερες από τα όρια των τιμών που δείχνουν in situ απόθεση



Εικόνα 4.36: Διαγράμματα σχετικής συχνότητας ειδών, ταφονομικός δείκτης A/J και παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία της τομής Γ (Βίγλα 3),σε σύγκριση με τη στρωματογραφική στήλη. Οι κόκκινες γραμμές υποδεικνύουν τα όρια των τιμών μεσαίας τάξης(1:8 έως 1:4) του ταφονομικού δείκτη Ενήλικα/ Νεαρά, μεταξύ των οποίων οι τιμές σημαίνουν in situ απόθεση.

Detrended Correspondence Analysis

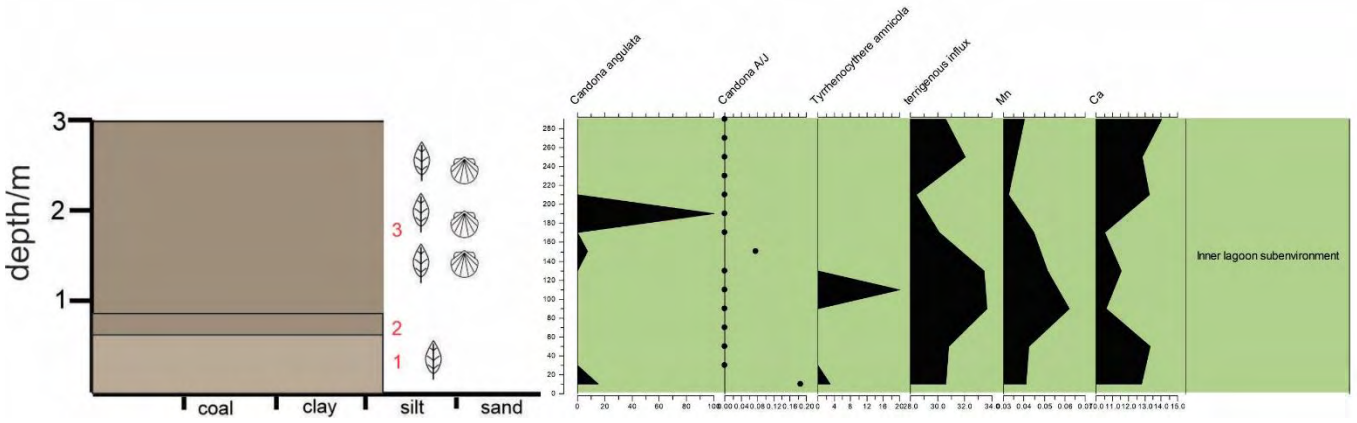
Στην τομή Β δεν παρατηρήθηκαν επιμέρους ομαδοποιήσεις αφού το περιβάλλον μοιάζει να είναι σταθερό (Εικ.4.37), ενώ στην τομή Γ δεν έγινε στατιστική ανάλυση λόγω του χαμηλού αριθμού ατόμων.



Εικόνα 4.37: Detrended Correspondence Analysis των δειγμάτων της τομής Β (Βίγλα 3)

Γεωχημική ανάλυση

Πραγματοποιήθηκε ανάλυση χημικών στοιχείων σε δείγματα της τομής Γ, η οποία έδειξε αυξημένα ποσοστά στις χερσογενείς εισροές και το Mn τα οποία δείχνουν πιθανή ποτάμια επιρροή. Σε βάθος περίπου 200 cm παρατηρείται σημαντική μείωση στις χερσογενείς εισροές και στο Mn. Το Ca φαίνεται να είναι σχετικά σταθερό με μια μικρή μείωση μεταξύ 80 και 180 cm. Αυτή η μείωση του Ca φαίνεται και από το διάγραμμα της PCA (3.24 ε) αφού τα δείγματα μεταξύ 80 και 180 cm ομαδοποιούνται στη συστάδα 2, η οποία πιθανότατα φανερώνει μικρή επιρροή από τη θάλασσα αλλά μεγάλη ποτάμια επιρροή.



Εικόνα 4.38: Διαγράμματα σχετικής συχνότητας ειδών και γεωχημικοί δείκτες (χερσογενείς εισροές-Al, Si, Fe, K, Ti, Mn, Ca) της τομής Γ (Βίγλα 3) σύγκριση με τη στρωματογραφική στήλη

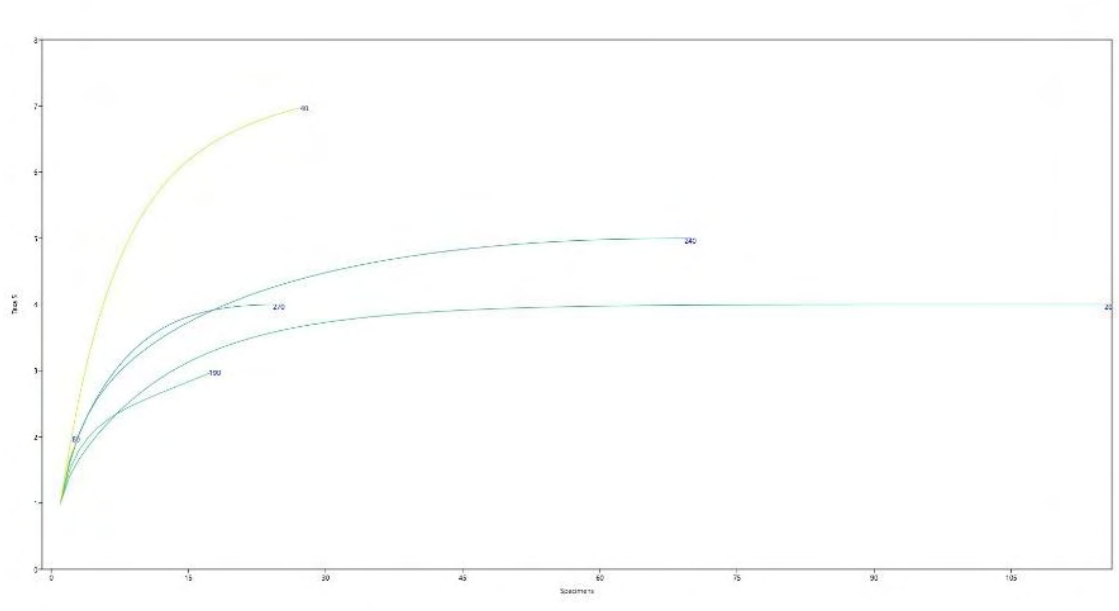
Παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία

Τα είδη που εμφανίζονται σε αυτές τις τομές, είναι γενικά υφάλμυρα και η παρουσία τους υποδηλώνει λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον. Σύμφωνα με τον ταφονομικό δείκτη A/J, και στις δύο τομές οι θυρίδες είναι μεταφερμένες, γεγονός που υποδεικνύει την ύπαρξη ποτάμιου συστήματος όπως επιβεβαιώνεται και από τη γεωχημική ανάλυση. Επίσης η παρουσία και καλή διατήρηση μακροφυτικών απολιθωμάτων σε συνδυασμό με τον αυξημένο δείκτη Fe/ Al και την αυξημένη παρουσία του γένους Candona, το οποίο είναι ανθεκτικό σε συνθήκες υποξίας (Ikeya et al., 2001; Sciuto, 2011). συνεπάγονται χαμηλά επίπεδα οξυγόνου. Συνδυάζοντας όλα τα παραπάνω φαίνεται ότι η τομή αντικατοπτρίζει ένα υπό-περιβάλλον εσωτερικής λιμνοθάλασσας, στο οποίο κυριαρχεί ένα περιβάλλον μεταφοράς, πιθανότατα εκβολές ποταμού σε λιμνοθάλασσα. Η μικρή παρουσία ατόμων στην τομή Γ, πιθανόν να οφείλεται σε συνθήκες υποξίας.

Τομή Δ/Βίγλα 3

Rarefaction

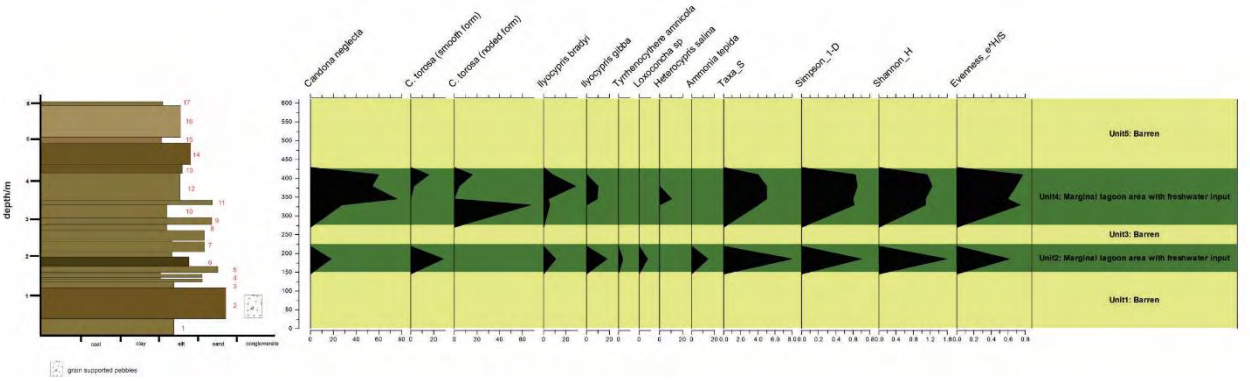
Το διάγραμμα καμπυλών της ανάλυσης rarefaction έδειξε ότι τα μόνα δείγματα στα οποία έχει γίνει επαρκής δειγματοληψία, είναι τα 205 και 240, τα οποία περιέχουν 70 έως 116 άτομα και οι καμπύλες τους είναι σχεδόν οριζόντιες (Εικ. 4.39). Τα δείγματα 40, 190, 270 τείνουν προς επιπέδωση γιατί ο αριθμός ατόμων που περιέχουν είναι μεταξύ 18 και 25. Όλα τα υπόλοιπα δείγματα ήταν στείρα.



Εικόνα 4.39: Διάγραμμα καμπυλών rarefaction για την τομή Δ (Βίγλα3)

Διαγράμματα σχετικής συχνότητας

Λόγω της χαμηλής παρουσίας ειδών και ατόμων και των στείρων δειγμάτων, τα διαγράμματα σχετικής συχνότητας παρουσιάζονται με επιφύλαξη (Εικ.4.40). Η ακολουθία χωρίστηκε σε ενότητες. Η ενότητα 1 (0-148 cm) είναι στείρα σε απολιθώματα. Η ενότητα 2 (148-223 cm) αποτελείται από τα είδη: *C. torosa* (λείος οικο-φαινότυπος), *C. neglecta, I. bradyi, I. gibba* και *A. tepida*. Ακολουθεί η ενότητα 3 (223-275) που είναι στείρα από απολιθώματα. Η υπερκείμενη ενότητα 4 (275-425 cm) αποτελείται από τα ίδια είδη με την ενότητα 1, με επιπλέον παρουσία του είδους *H. salina* σε ένα δείγμα. Οι ενότητες 2 και 4 είναι όμοιες και αντικατοπτρίζουν ένα υφάλμυρο περιβάλλον με εισροές γλυκού νερού λόγω της παρουσίας των *C. neglecta, I. bradyi, I. gibba.* Τέλος η ενότητα 5 (425- 610 cm) είναι επίσης στείρα.



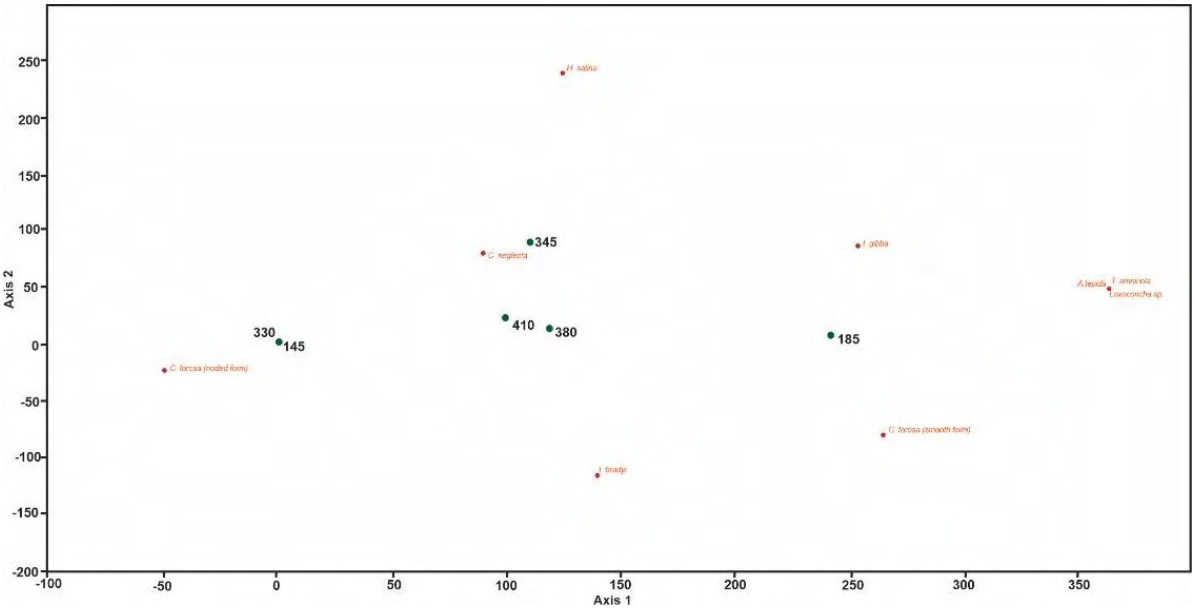
Εικόνα 4.40: Διαγράμματα σχετικής συχνότητας ειδών, δείκτες ποικιλότητας και παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία της τομής Δ (Βίγλα 3), σε σύγκριση με τη στρωματογραφική στήλη

Δείκτες ποικιλότητας

Ο αριθμός των ειδών περιορίστηκε σε τιμές μεταξύ 4 και 8 σε αυτή την ακολουθία (Εικ.4.34). Ο δείκτης Simpson_1-D παίρνει τιμές από 0.6 έως 0.7 που δείχνει μέτριες συχνότητες ειδών. Ο δείκτης Shannon-Wiener δείχνει μέτριο αριθμό σπάνιων ειδών αφού παίρνει τιμές κοντά στο 1 (Samir et al. 2003). Ο δείκτης Evenness παίρνει τιμές από 0.5 έως 0.7, που δείχνουν μια μέτρια ομοιομορφία των ειδών.

Detrended Correspondence Analysis

Λόγω του χαμηλού αριθμού ατόμων και της παρουσίας παρόμοιων ειδών σε όλη την ακολουθία, δεν παρατηρήθηκε κάποια ξεχωριστή ομαδοποίηση (Εικ.4.41). Παρόλα αυτά, παρατηρείται μεγάλο άπλωμα στον άξονα Χ. Σε όλες τις ακολουθίες που περιγράφηκαν παραπάνω, ο άξονας Χ δείχνει την σχετική απόσταση από τη θάλασσα, άρα μπορούμε να υποθέσουμε ότι και σε αυτό το διάγραμμα τα δείγματα είναι απλωμένα λόγω της διαφορετικής τους θέσης και απόστασης από τη θάλασσα.

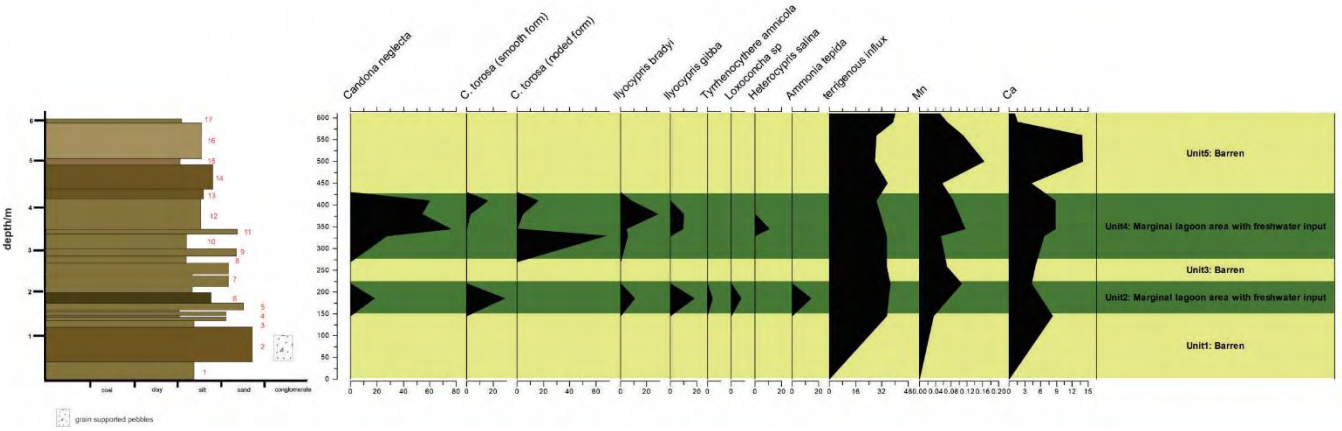


Εικόνα 4.41: Detrended Correspondence Analysis των δειγμάτων της τομής Δ (Βίγλα 3)

Γεωχημική ανάλυση

Σε αυτή την ακολουθία, οι χερσογενείς εισροές παρουσιάζουν μια σταθερή εικόνα με εξαίρεση το μεσαίο τμήμα της ενότητας 5. Εκεί οι χερσογενείς εισροές παρουσιάζουν μείωση, η οποία συμπίπτει με αντίστοιχη μεγάλη αύξηση του Ca. Η αύξηση του Ca ερμηνεύεται βιβλιογραφικά ως θαλάσσια επίκληση. Παρόλα αυτά η παντελής έλλειψη θαλάσσιων μικροοργανισμών δεν συνάδει με αυτό το συμπέρασμα. Το Mn φαίνεται να έχει μια αυξητική τάση προς το ανώτερο μέρος της τομής, το οποίο δείχνει ποτάμια εισροή.

Σύμφωνα με το διάγραμμα της PCA (Εικ 3.24ζ), παρατηρείται ξεκάθαρη ομαδοποίηση σε δυο συστάδες η οποία επιβεβαιώνει των διαχωρισμό των ενοτήτων. Πιο συγκεκριμένα, η συστάδα 1 (Εικ 3.24ζ) περιέχει δείγματα των ενοτήτων 4 και 2 που αποτελούν την ίδια φάση (ολιγό-μεσόαλο υπό-περιβάλλον με σημαντικές εισροές γλυκού νερού) (Εικ.4.42), ενώ η συστάδα 2 (Εικ 3.24ζ) περιέχει τα δείγματα από τις στείρες ενότητας (Εικ.4.42).



Εικόνα 4.42: Διαγράμματα σχετικής συχνότητας ειδών και γεωχημικοί δείκτες (χερσογενείς εισροές-Al, Si, Fe, K, Ti, Mn, Ca) της τομής Δ (Βίγλα 3), σε σύγκριση με τη στρωματογραφική στήλη

Παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία

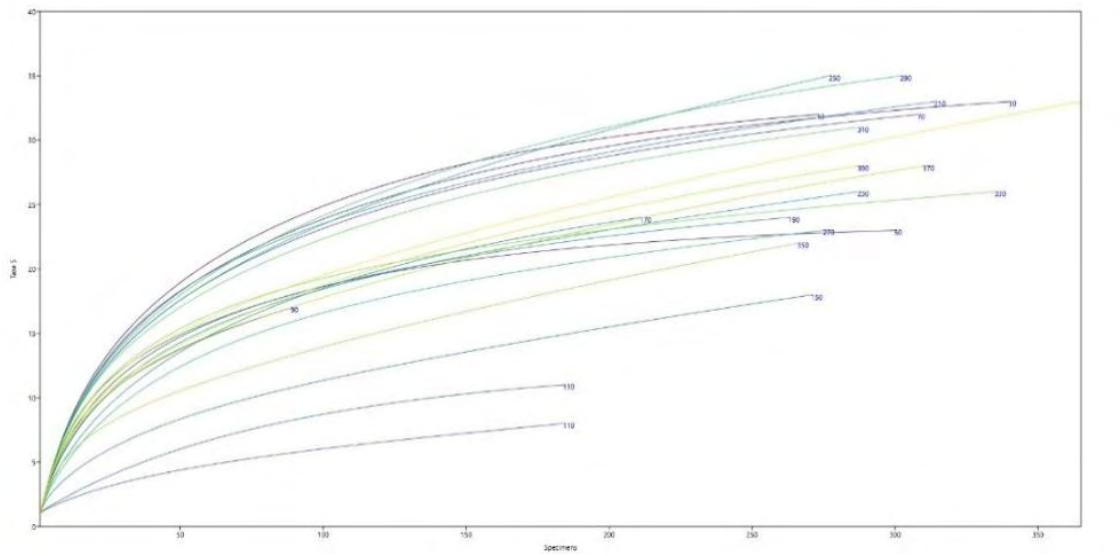
Η παρουσία του *C. torosa* αντικατοπτρίζει μια υφάλμυρη λιμνοθάλασσα. Στη λιμνοθάλασσα πιθανόν να λαμβάνουν χώρα, σημαντικές διακυμάνσεις στην αλατότητα λόγω της συνύπαρξης των δύο οικοφαινότυπων του οστρακώδους C. torosa (Kilenyi and Whittaker 1974, Heip 1976, Pint et al. 2012). Η παρουσία των ειδών-δεικτών χαμηλής αλατότητας (*Ilyocypris* spp., *C. neglecta*) αντανακλά ένα ολιγό-μεσόαλο υπό- περιβάλλον με σημαντικές εισροές γλυκού νερού (Guernet et al., 2003, Pint and Frenzel, 2017). Η ενότητα 1, η οποία αποτελείται κυρίως από άμμους και ψηφίδες, δεν βρέθηκαν καθόλου απολιθώματα. Ωστόσο πιθανότατα λόγω του αυξημένου κοκκομετρικού μεγέθους να πρόκειται για εκβολές ποτάμιου συστήματος. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης XRF, φαίνεται να υπάρχει μια συνεχόμενη επιρροή από χερσοχενείς εισροές/ποτάμια επιρροή και στα ανώτερα στρώματα παρατηρείται ένα ξαφνικό γεγονός μείωσης του οξυγόνου (μετά τα 320 cm).

4.1.4 Βίγλα 4

Τομή Α/Βίγλα 4

Rarefaction

Στο διάγραμμα της ανάλυσης rarefaction παρατηρήθηκε ότι όλες οι καμπύλες των δειγμάτων είναι σχεδόν οριζόντιες άρα όλα τα δείγματα περιέχουν επαρκή αριθμό ατόμων (211 έως 365) (Εικ.4.43). Το μοναδικό δείγμα με χαμηλότερο αριθμό ατόμων είναι το δείγμα 80 (89 άτομα), του οποίου η καμπύλη τείνει παρόλα αυτά προς επιπέδωση.

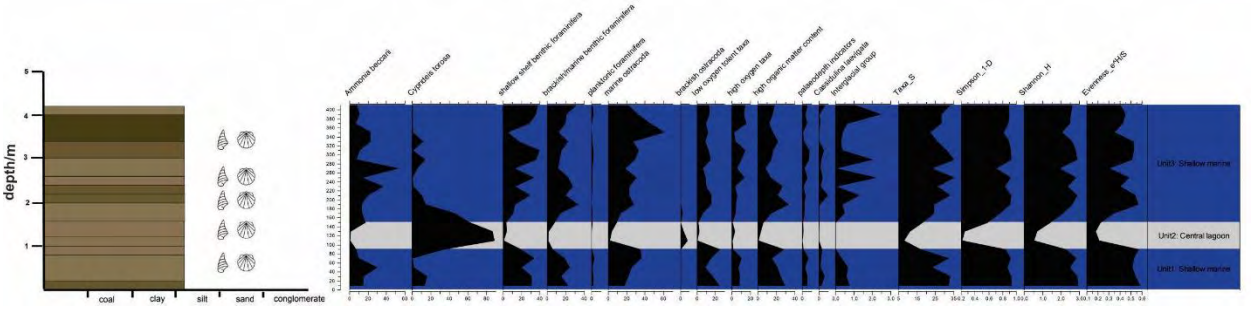


Εικόνα 4.43: Διάγραμμα καμπυλών rarefaction για την τομή Α (Βίγλα4)

Διαγράμματα σχετικής συχνότητας

Σύμφωνα με τα διαγράμματα σχετικής συχνότητας, έγινε διαχωρισμός σε 3 κύριες ενότητες (Εικ.4.44). Οι ενότητες 1 (0-90 cm) και 3 (150-410 cm) χαρακτηρίζεται από την κυριαρχία θαλάσσιων ειδών τρηματοφόρων και οστρακωδών. Αυτά που εμφανίζονται σε μεγάλα ποσοστά είναι: *A. beccarii, V. bradyana, N. boueanum, C. edwardsii, C. neapolitana*. Στην ενότητα 2 (90-150 cm), κυριαρχεί το τυπικό υφάλμυρο είδος οστρακώδους *C. torosa* ενώ σχεδόν εξαφανίζονται όλα τα θαλάσσια είδη

Επίσης, δημιουργήθηκαν διαγράμματα για τα είδη που είναι ανθεκτικά στο χαμηλό οξυγόνο (*Lenticulina cf. gibba, A. tepida B. striatula, B. aculeata, E. translucens, P. turbida, B. aculeata, V. bradyana, N. turgidus, R. phlegeri*) και τα είδη που ευνοούνται από το υψηλό οξυγόνο (*E. crispum, M. barleanum, N. boueanum, S. reticulata, T. agglutinans*) τα είδη που συνδέονται με την παροχή οργανικής ύλης (*C. neapolitana, V. bradyana, A. tepida, P. granosum, A. perlucida, M. barleeanum, N. turgidus , R. phlegeri , P. turbida, T. trigonula*), τα είδη μέσης και ανώτερης υφαλοκρηπίδας (*B. striatula, M. barleeanum, B. aculeata, C. refulgens, R. spinulosa, Pseudonodosaria sp., Cytheropteron sp.)* καθώς και ένα διάγραμμα με το είδος *C. laevigata* που συνδέεται με το βάθος. Τα διαγράμματα για το οξυγόνο δεν έδειξαν αυξομειώσεις σε όλο το ύψος της τομής. Το διάγραμμα για την παροχή οργανικής ύλης, παρουσιάζει μείωση των τιμών στην ενότητα 2, όπως και τα διαγράμματα που αφορούν στο βάθος. Επιπλέον κατασκευάστηκε διάγραμμα για τα είδη που πιθανώς σχετίζονται με μεσοπαγετώδεις περιόδους ή με θερμά διαστήματα (*B. peregrina, H. elegans, Cytheropteron sp.).* Γενικά παρατηρήθηκε αύξηση του δείκτη στις ενότητες 1 και 3.



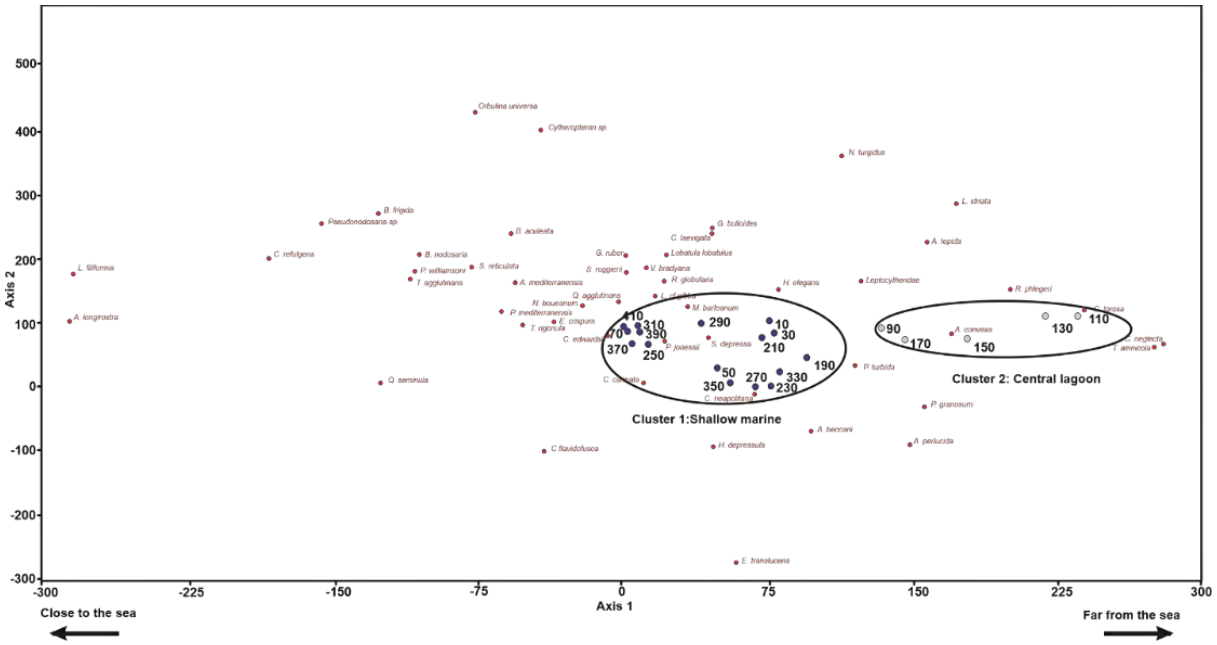
Εικόνα 4.44: Διαγράμματα σχετικής συχνότητας ειδών, δείκτες ποικιλότητας και παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία της τομής Α (Βίγλα 4), σε σύγκριση με τη στρωματογραφική στήλη

Δείκτες ποικιλότητας

Σύμφωνα με τους δείκτες ποικιλότητας, ο μέγιστος αριθμός των ειδών είναι 33 (210 cm) (Εικ.4.44). Ο δείκτης Simpson_1-D παρουσιάζει τιμές κοντά στο 0.9 σε όλη την τομή, με εξαίρεση την ενότητα 2, στην οποία ο δείκτης έχει τις χαμηλότερες τιμές (0.2). Σε όλη την τομή, η συχνότητα των ειδών είναι σχετικά μεγάλη, με εξαίρεση την ενότητα 2. Ο δείκτης Shannon-Wiener, παίρνει τιμές από 2.03 έως 2.98, σε όλη την τομή, με εξαίρεση την ενότητα 2 όπου ο δείκτης μειώνεται στα 0.2. Οι τιμές αυτές υποδεικνύουν σχετικά μεγάλο ποσοστό σπάνιων ειδών στην τομή, με εξαίρεση την ενότητα 2 (Samir et al. 2003). Τέλος, ο δείκτης Evenness κυμαίνεται κοντά στο 0.5 σε όλη την τομή, με μοναδική εξαίρεση, και πάλι τα δείγματα της ενότητας 2 όπου παρουσιάζεται και πάλι μείωση (0,2). Οι τιμές του Evenness δείχνουν χαμηλή έως μέτρια ομοιομορφία στα δείγματα της τομής αυτής.

Detrended Correspondence Analysis

Σύμφωνα με την Detrended Correspondence Analysis, παρατηρείται διαχωρισμός σε 2 συστάδες (Εικ.4.45). Η συστάδα 1 αποτελείται από τα δείγματα των ενοτήτων 1 και 3, που περιέχουν κυρίως ρηχά θαλάσσια είδη. Η συστάδα 2 αποτελείται από τα δείγματα της ενότητας 2, που αντικατοπτρίζουν λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον. Ο άξονας Χ φαίνεται να αντικατοπτρίζει την απόσταση από τη θάλασσα (μείωση της απόστασης της θάλασσας προς το αριστερό τμήμα του διαγράμματος).



Εικόνα 4.45: Detrended Correspondence Analysis των δειγμάτων της τομής Α (Βίγλα 4)

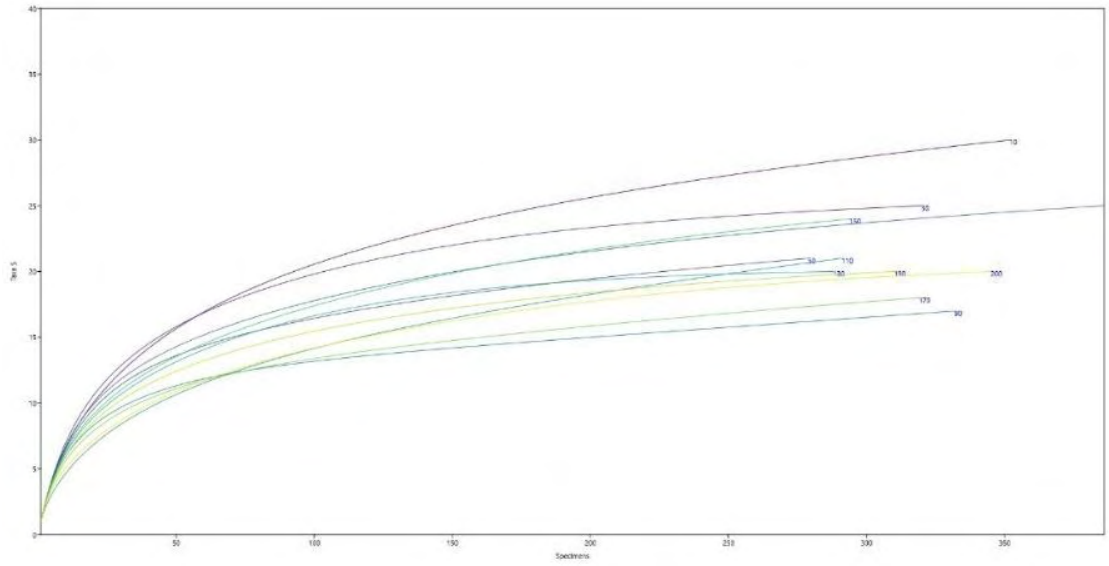
Παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία

Λαμβάνοντας υπόψιν όλα τα παραπάνω, φαίνεται σε όλη την ακολουθία να κυριαρχεί ένα ρηχό θαλάσσιο περιβάλλον με σχετικά σταθερό οξυγόνο και παροχή οργανικής ύλης, με εξαίρεση την ενότητα 2, όπου το περιβάλλον μεταβαίνει σε ένα περιβάλλον κεντρικής λιμνοθάλασσας. Πιθανότατα, η ενότητα 1 και η ενότητα 3, συνδέονται με θερμές περιόδους.

Τομή Β/ Βίγλα 4

Rarefaction

Στο διάγραμμα της ανάλυσης rarefaction Όλες οι καμπύλες των δειγμάτων είναι σχεδόν οριζόντιες, γεγονός που δείχνει ότι ο αριθμός των ατόμων που συλλέχθηκε από κάθε δείγμα είναι επαρκής (Εικ.4.46). Τα άτομα σε όλα τα δείγματα κυμαίνονται μεταξύ 279 και 352.

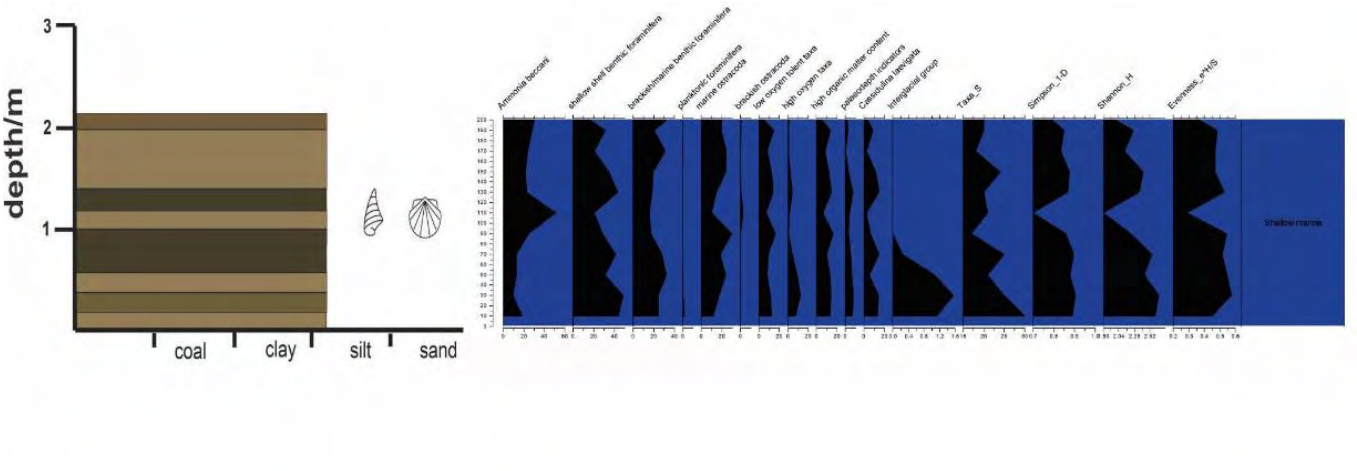


Εικόνα 4.46: Διάγραμμα καμπυλών rarefaction για την τομή Β (Βίγλα4)

Διαγράμματα σχετικής συχνότητας

Σύμφωνα με τα διαγράμματα σχετικής συχνότητας, στην τομή δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές αυξομειώσεις των ποσοστών των ειδών. Κυριαρχούν τα θαλάσσια είδη *A. beccarii, C. laevigata, V. bradyana, C. edwardsii,* και *C. neapolitana*. Με αρκετά μεγάλα ποσοστά, εμφανίζεται επίσης το είδος *E. crispum* που απαντάται τόσο σε θαλάσσια όσο και/ή υφάλμυρα περιβάλλοντα (Εικ. 4.47).

Στα διαγράμματα που αφορούν στα επίπεδα του οξυγόνου, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές αυξομειώσεις, εκτός από μια μικρή αύξηση των ειδών που συνδέονται με το υψηλό οξυγόνο (*E. crispum, M. barleanum, N. boueanum, S. reticulata, T. agglutinans*), στο κατώτερο τμήμα της τομής (0-70 cm). Στο ίδιο σημείο αυξάνονται επίσης τα είδη που συνδέονται με θερμά διαστήματα (*B. peregrina, H. elegans, Cytheropteron sp*.).



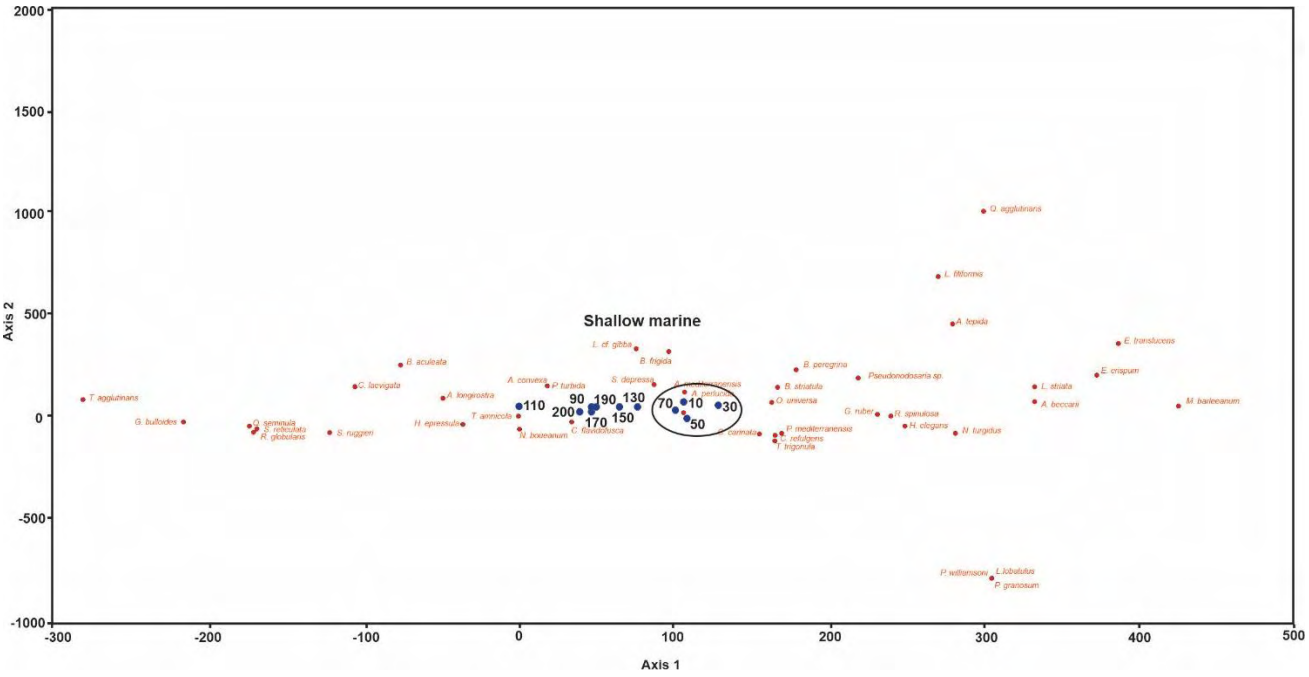
Εικόνα 4.47: Διαγράμματα σχετικής συχνότητας ειδών, δείκτες ποικιλότητας και παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία της τομής Β (Βίγλα 4), σε σύγκριση με τη στρωματογραφική στήλη

Δείκτες ποικιλότητας

Ο αριθμός των ειδών κυμαίνεται από 17 (90 cm) έως 30 (10 cm). Όλοι οι δείκτες έχουν σταθερή εικόνα σε όλη την τομή, εκτός από το δείγμα σε ύψος 110 cm όπου υπάρχει σημαντική μείωση. Ο δείκτης Simpson κυμαίνεται κοντά στο 0.8, γεγονός που δείχνει μεγάλη συχνότητα ειδών. Ο δείκτης Shannon-Wiener κυμαίνεται γύρω στο 2.5 που υποδεικνύοντας μεγάλο ποσοστό σπάνιων ειδών στην τομή (Samir et al. 2003). Τέλος οι τιμές του δείκτη Evenness, κυμαίνονται γύρω από την τιμή 0.5 που σημαίνει μέτρια ομοιομορφία των ειδών στην τομή (Εικ. 4.41).

Detrended Correspondence Analysis

Σε αυτή την ακολουθία, παρατηρείται γενικά σταθερό ρηχό θαλάσσιο περιβάλλον. Η Detrended Correspondence analysis έδειξε μια μικρή ομαδοποίηση στα δείγματα που εμφανίζονται είδη που συνδέονται με θερμά διαστήματα (Εικ.4.48).



Εικόνα 4.48: Detrended Correspondence Analysis των δειγμάτων της τομής Β (Βίγλα 4)

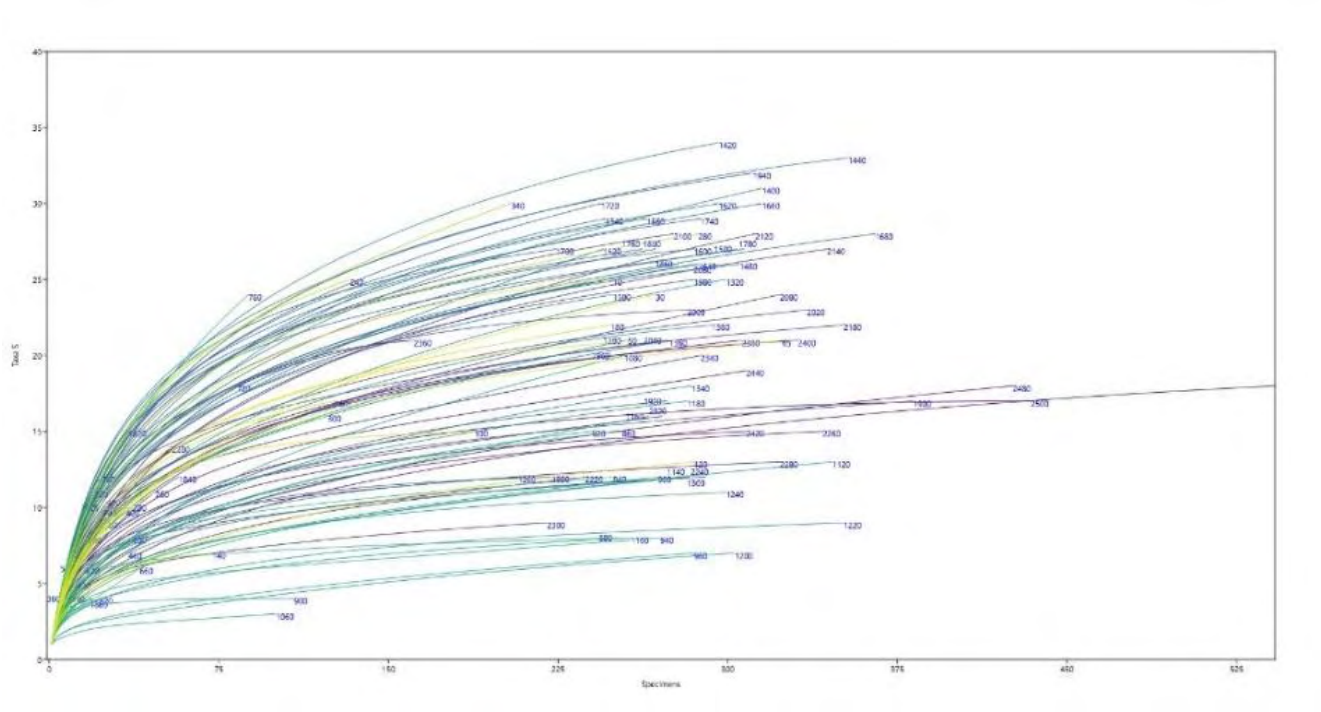
Παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία

Τα είδη που βρέθηκαν στην ακολουθία, αντικατοπτρίζουν ρηχό θαλάσσιο περιβάλλον. Στο κατώτερο μέρος της ακολουθίας εντοπίζεται πιθανώς μια θερμή περίοδος. Αυτή η παλαιοπεριβαλλοντική αναπαράσταση ταιριάζει με την αντίστοιχη της τομής Α, και με δεδομένη την φυσική θέση της τομής Γ πάνω από την Α πιθανότατα πρόκειται για την πλευρική συνέχεια της.

Τομή Γ/ Βίγλα 4

Rarefaction

Στο διάγραμμα της ανάλυσης rarefaction Οι καμπύλες που αντιστοιχούν στα περισσότερα δείγματα, είναι σχεδόν οριζόντιες με αριθμό ατόμων πάνω από 250 άτομα. Οι καμπύλες των δειγμάτων 100, 140, 160, 240, 260, 300, 720, 900, 1060, 2360 τείνουν προς την επιπέδωση, αφού αποτελούνται από 47 έως 161 άτομα (Εικ.4.49). Τα δείγματα 80, 200, 220, 320, 360 έως 700, 740, 760, 800, 820, 1000 έως 1040, 1820 έως 1860, 2160, 2200 αποτελούνται από 0 έως 40 άτομα, και για το λόγο αυτό οι καμπύλες παρουσιάζουν μεγάλες κλίσεις.

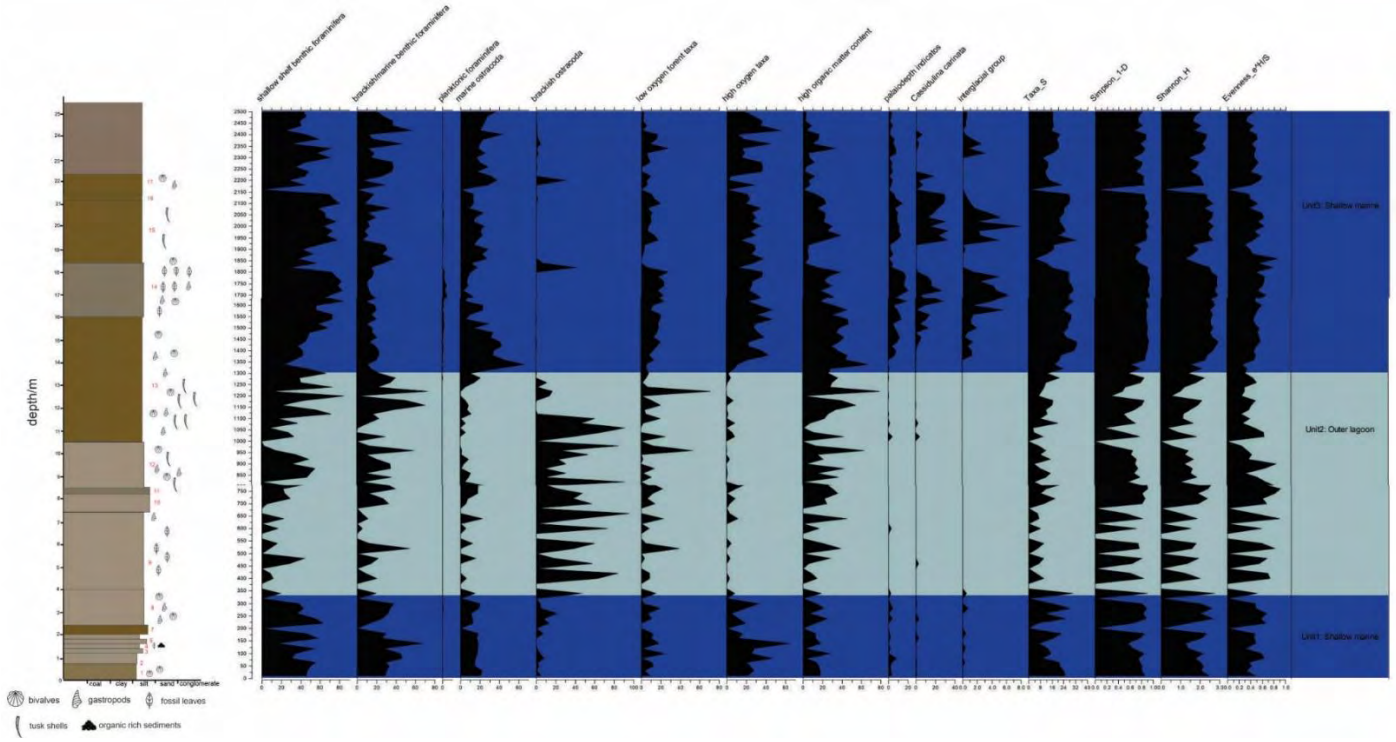


Εικόνα 4.49: Διάγραμμα καμπυλών rarefaction για την τομή Γ (Βίγλα 4)

Διαγράμματα σχετικής συχνότητας

Σύμφωνα με τα διαγράμματα σχετικής συχνότητας, γίνεται διαχωρισμός σε τρείς ενότητες. Στην κατώτερη (ενότητα 1: 0-340 cm) κυριαρχούν τα θαλάσσια είδη *A. beccarii, C. excavatum, L. lobatula, B. frigida*, *C. edwardsii* και *C. neapolitana*), ενώ συμμετέχει σε μεγάλα ποσοστά και το είδος *E. crispum*, που έχει βρεθεί σε θαλάσσια και υφάλμυρα περιβάλλοντα (Εικ.4.50). Οι συναθροίσεις αυτής της ενότητας, αντικατοπτρίζουν ένα ρηχό θαλάσσιο περιβάλλον. Στη συνέχεια παρατηρείται σταδιακή μείωση στα θαλάσσια είδη, (Ενότητα 2: 360-1300cm) (Εικ.4.50). Στην ενότητα αυτή υπάρχει μια σημαντική αύξηση σε υφάλμυρα οστρακώδη ή/και οστρακώδη γλυκών νερών που ανέχονται υφάλμυρες συνθήκες (*C. torosa, C. neglecta*) και μια μικρή σταδιακή αύξηση σε υφάλμυρα/ θαλάσσια βενθονικά τρηματοφόρα (*A. tepida, H. depressula, Q. seminula, P. granosum*). Ο συνδυασμός των παραπάνω ειδών αντικατοπτρίζει ένα μεικτό θαλάσσιο- λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον, πιθανόν ένα περιβάλλον εξωτερικής λιμνοθάλασσας λόγω της σημαντικής συμμετοχής των θαλάσσιων ειδών. Η μετάβαση στην ενότητα 3 (1300-2500 cm) είναι επίσης σταδιακή (Εικ.4.50). Σχεδόν μηδενίζονται τα υφάλμυρα οστρακώδη, ενώ τα θαλάσσια είδη, αυξάνονται σταδιακά. Αυτό φανερώνει ξανά μια μετάβαση σε ρηχό θαλάσσιο περιβάλλον. Το γενικά θαλάσσιο περιβάλλον επιβεβαιώνουν τα μαλάκια που βρέθηκαν σε αυτή την ακολουθία (*C. vulgatum, C. alucastrum, C. lividulum, T. communis, Nassarius stolatus, N. reticulatus, N. pygmaeus, Turbo sp., T. rufa, A. pespelecani, C. edule, C. gibba, A. trasversa, Chlamys sp., C. flexuosa, O. lamellosa, Pecten sp., Chama sp., A. rossati, A. vulgaris, A. inaequicostata*). Στα περισσότερα δείγματα μεταξύ 1040 και 1300 παρατηρήθηκε σημαντική παρουσία σκαφόποδων, τα οποία ζουν σε χαμηλές συνθήκες οξυγόνου και σε λασπώδη περιβάλλοντα.

Πραγματοποιήθηκαν ομαδοποιήσεις ειδών που είναι ανθεκτικά στις χαμηλές συνθήκες οξυγόνου (*Lenticulina cf. gibba , A. tepida, B. striatula, B. aculeata, F. subacuta, N. turgidus , R. phlegeri, V. bradyana, L. ramosa, P. turbida*) και ειδών που συνδέονται με καλά οξυγονωμένα περιβάλλοντα (*T. agglutinans, E. crispum , M. barleanum, N. boueanum, S. reticulata*). Αυτές οι ομαδοποιήσεις, έδειξαν μια πιθανή αύξηση των επιπέδων του οξυγόνου στην ενότητα 1, μείωση στην ενότητα 2 και ξανά αύξηση στην ενότητα 3(Εικ.4.50). Η μείωση στην ενότητα 2 επιβεβαιώνεται και από τη μεγάλη παρουσία σκαφόποδων σε αυτό το τμήμα, που όπως αναφέρθηκε παραπάνω, δείχνει μειωμένες συνθήκες οξυγόνου. Επιπλέον, κατασκευάστηκε το διάγραμμα των ειδών που ζουν στη μέση και ανώτερη υφαλοκρηπίδα (*M. barleanum, B. striatula, B. aculeata, C. refulgens, R. spinulosa, Pseudonodosaria sp., M. similis, C. scutulum, Cytheropteron sp*.) ένα διάγραμμα για το είδος *C. laevigata* που συνδέεται με την αύξηση του βάθους και ένα για τα είδη που συνδέονται με μεσοπαγετώδεις περιόδους/ θερμά διαστήματα (*Cytheropteron sp., C. scutulum, H. elegans, B. nodosaria*). Στα τρία αυτά διαγράμματα, σημειώνεται αύξηση στην ενότητα 3, που δείχνει μια θερμή περίοδο με αύξηση της στάθμης της θάλασσας.



Εικόνα 4.50: Διαγράμματα σχετικής συχνότητας ειδών, δείκτες ποικιλότητας και παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία της τομής Γ (Βίγλα 4), σε σύγκριση με τη στρωματογραφική στήλη

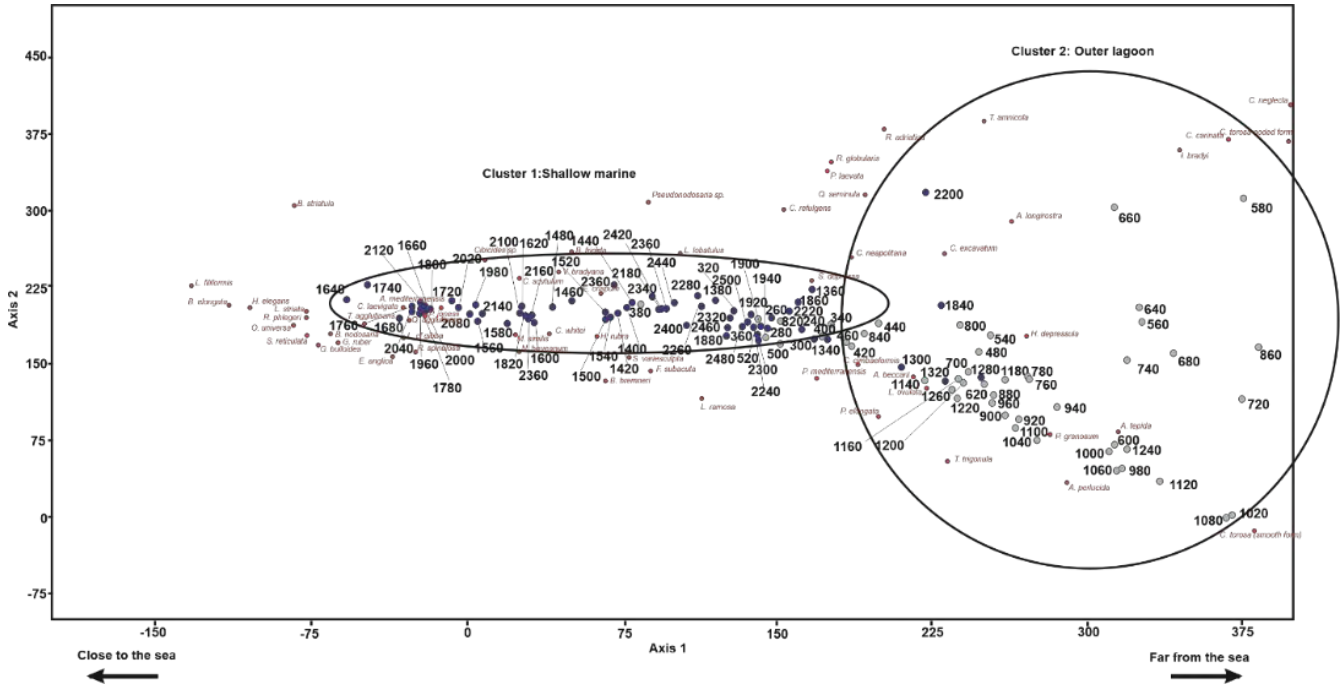
Δείκτες ποικιλότητας

Ο αριθμός των ειδών παρουσιάζει μέγιστη τιμή στα 1440 cm (33) και γενικά σε όλη την ακολουθία κυμαίνεται μεταξύ 15 και 25 (Εικ.4.50). Ο δείκτης Simpson κυμαίνεται περίπου στο 0.8 σε όλη την ακολουθία, που σημαίνει σχετικά υψηλή συχνότητα ειδών σε όλη την ακολουθία. Ο δείκτης Shannon-

Wiener παίρνει τιμές από 1.5 μέχρι 2.5, υποδεικνύοντας μέτριο έως υψηλό ποσοστό σπάνιων ειδών, με ελάχιστες εξαιρέσεις (Samir et al. 2003). Τέλος, ο δείκτης Evenness παίρνει τιμές μεταξύ 0.4 και 0.6 σε όλη την ακολουθία, που σημαίνει μέτρια ομοιομορφία ειδών.

Detrended Correspondence Analysis

Παρατηρούνται δύο συστάδες, η συστάδα 1 που αποτελείται από τα δείγματα των ενοτήτων 1 και 3, τα οποία αντιπροσωπεύουν ένα ρηχό θαλάσσιο περιβάλλον (Εικ.4.51). Η συστάδα 2 αποτελείται από τα δείγματα της ενότητας 2 τα οποία υποδεικνύουν ένα εξωτερικό λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον. Ο άξονας Χ σχετίζεται με την απόσταση από τη θάλασσα και πιο συγκεκριμένα, προς το δεξί τμήμα του μειώνεται η απόσταση από τη θάλασσα. Οι σταδιακές μεταβάσεις μεταξύ των ενοτήτων γίνονται αισθητές στο διάγραμμα αυτό από την συνεχή κατανομή των δειγμάτων στον άξονα Χ (Εικ.4.51).



Εικόνα 4.51: Detrended Correspondence Analysis των δειγμάτων της τομής Γ (Βίγλα 4)

Παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, στην τομή κυριαρχεί γενικά ένα περιβάλλον υφαλοκρηπίδας με αύξηση του βάθους στο ανώτερο τμήμα της ακολουθίας. Ωστόσο παρατηρείται σταδιακή μετάβαση σε περιβάλλον με υφάλμυρες επιρροές στην ενότητα 2 (εξωτερική λιμνοθάλασσα), όπου επίσης μειώνονται οι συνθήκες οξυγόνου, σύμφωνα με την μεγάλη παρουσία σκαφόποδων και ειδών μίκρο-απολιθωμάτων που συνδέονται με τις χαμηλές συνθήκες οξυγόνου. Τα θαλάσσια μαλάκια που βρέθηκαν επιβεβαιώνουν την παλαιοπεριβαλλοντική αναπαράσταση (*C. vulgatum, C. alucastrum, C. lividulum, T. communis, Nassarius stolatus, N. reticulatus, N. pygmaeus, Turbo sp., T. rufa, A.*

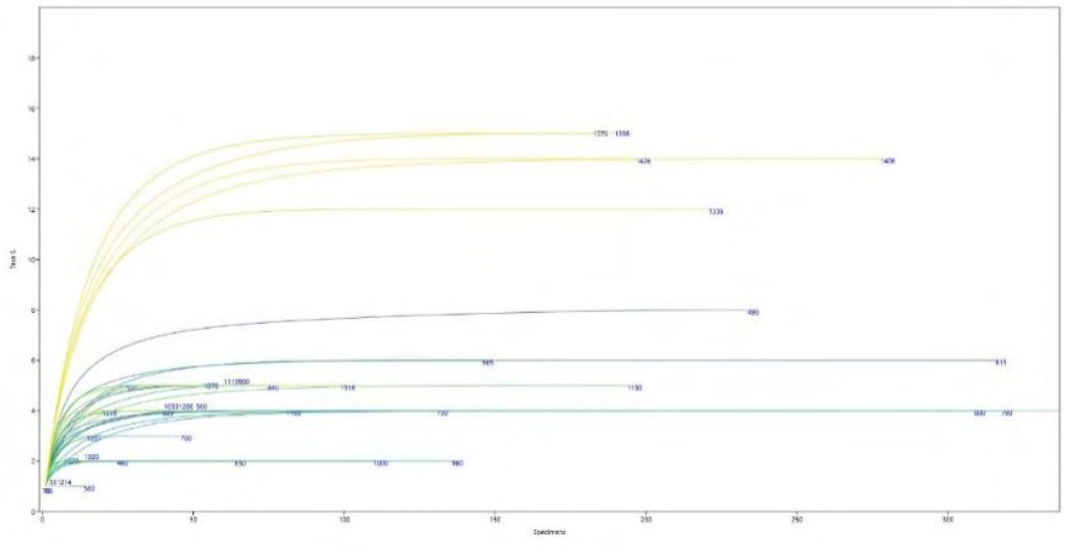
pespelecani, C. edule, C. gibba, A. trasversa, Chlamys sp., C. flexuosa, O. lamellosa, Pecten sp., Chama sp., A. rossati, A. vulgaris, A. inaequicostata).

4.1.5 Προάστειο

Τομή Α/ Προάστειο

Rarefaction

Στο διάγραμμα της ανάλυσης rarefaction οι καμπύλες που είναι σχεδόν οριζόντιες και συνεπώς δείχνουν επαρκή δειγματοληψία, είναι αυτές των δειγμάτων: 490, 615, 665, 750, 790, 800, 960, 1000, 1130, 1316 1336, 1356, 1370, 1406, 1426 (Εικ.4.52). Σε αυτά τα δείγματα συλλέχθηκαν από 95 έως 337 άτομα. Δείγματα των οποίων οι καμπύλες τείνουν προς την επιπέδωση είναι τα εξής: 440, 460, 560, 630, 700, 900, 1030, 1070, 1110, 1160, 1286. Σε αυτά συλλέχθηκαν 25 έως 92 άτομα. Οι καμπύλες των υπόλοιπων δειγμάτων παρουσιάζουν μεγάλες κλίσεις γιατί αποτελούνται από μικρό αριθμό ατόμων ή είναι εντελώς στείρα.

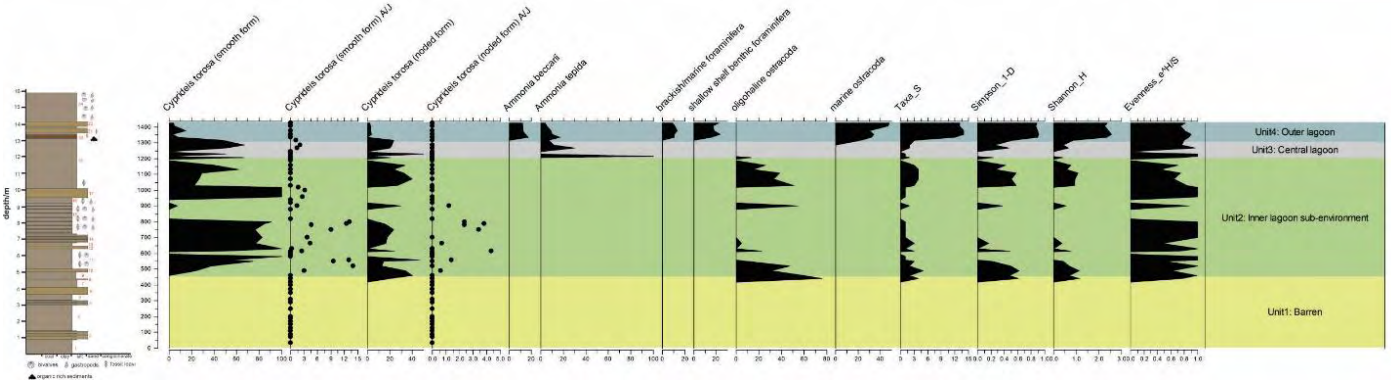


Εικόνα 4.52: Διάγραμμα καμπυλών rarefaction για την τομή Α (Προάστειο)

Διαγράμματα σχετικής συχνότητας

Σύμφωνα με τα διαγράμματα σχετικής συχνότητας, διαχωρίστηκαν 4 ενότητες (Εικ.4.53). Η ενότητα 1 (0- 450 cm) αποτελείται μόνο από στείρα δείγματα. Στην ενότητα 2 (450- 1200 cm) κυριαρχεί το είδος *C. torosa* (λείος οικο-φαινότυπος και οικο-φαινότυπος με εξογκώματα) και σε μικρότερα ποσοστά τα γλυκών νερών/ολιγόαλα είδη: *C. angulata, I. decipiens, I. gibba, I bradyi,* τα οποία φανερώνουν ένα περιβάλλον εσωτερικής λιμνοθάλασσας. Στην ενότητα 3 (1200- 1300 cm), ο αριθμός των ατόμων είναι χαμηλός. Ωστόσο κυριαρχούν τα *C. torosa* (λείος οικο-φαινότυπος και οικο-φαινότυπος με

εξογκώματα) και το *A. tepida*, τα οποία υποδεικνύουν ένα γενικά λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον. Τέλος, η ενότητα 4 (1300-1400 cm), χαρακτηρίζεται από σημαντική παρουσία θαλάσσιων ειδών (*C. edwardsii, L. ovulata, E. macellum, A. beccarii, S. depressa*) ενώ το ποσοστό του υφάλμυρου *C. torosa*, μειώνεται σημαντικά. Αυτή η συνάθροιση δείχνει ένα λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον με καλή επικοινωνία με τη θάλασσα.



Εικόνα 4.53: Διαγράμματα σχετικής συχνότητας ειδών, δείκτες ποικιλότητας, ταφονομικός δείκτης A/J και παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία της τομής Α (Προάστειο), σε σύγκριση με τη στρωματογραφική στήλη. Σε αυτό το διάγραμμα δεν παρουσιάζονται τα όρια του δείκτη Ενήλικα/ Νεαρά, γιατί οι τιμές είναι πολύ χαμηλότερες από τα όρια των τιμών που δείχνουν in situ απόθεση χωρίς μεταφορά θυρίδων

Δείκτες ποικιλότητας

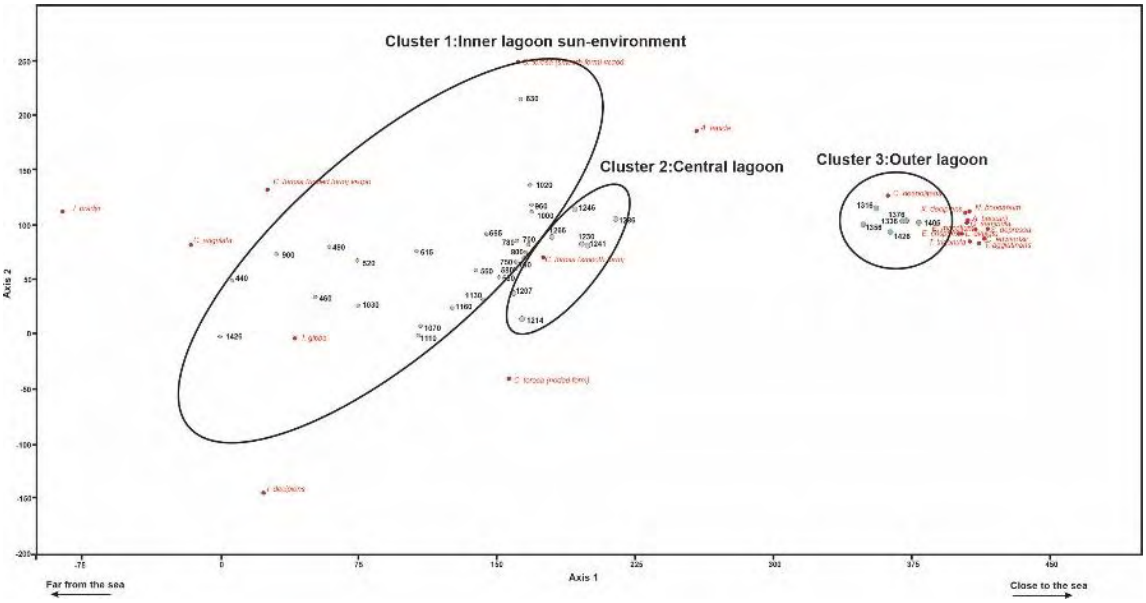
Ο αριθμός τον ειδών είναι σχετικά χαμηλός, αφού στο μεγαλύτερο μέρος της ακολουθίας συμμετέχουν 2 με 4 είδη, με εξαίρεση την ενότητα 4, που ο αριθμός των ειδών αυξάνεται ως και το 13 (Εικ.4.53). Ο δείκτης Simpson παίρνει τιμές μέχρι 0.6 στις 3 πρώτες ενότητες που σημαίνει χαμηλή συχνότητα ειδών, ενώ στην ενότητα 4 η τιμή του δείκτη είναι 0.9 που σημαίνει μεγαλύτερη συχνότητα ειδών. Ο δείκτης Shannon-Wiener, στις τρεις πρώτες ενότητές παίρνει χαμηλές τιμές (0.4- 0.9) που σημαίνει χαμηλό ποσοστό σπάνιων ειδών, ενώ στην ενότητα 4 οι τιμές του φτάνουν το 2.5 αντανακλά μεγάλο ποσοστό σπάνιων ειδών (Samir et al. 2003). Ο δείκτης Evenness κυμαίνεται μεταξύ 0.4 και 0.9 σε όλη την ακολουθία, υποδεικνύοντας μέτρια έως μεγάλη ομοιομορφία (Εικ.4.53).

Ταφονομικοί δείκτες

Υπολογίστηκε ο ταφονομικός δείκτης A/J για το είδος *C. torosa* (λείος οικο-φαινότυπος και οικο-φαινότυπος με εξογκώματα). Ο δείκτης A/J, ο οποίος έδειξε σχεδόν σε όλα τα δείγματα αναλογία μεγαλύτερη του 5:1, που αντανακλά μια «In situ» απόθεση με σημαντική ταφονομική απομάκρυνση των νεαρών σταδίων (Εικ. 4.53).

Detrended Correspondence Analysis

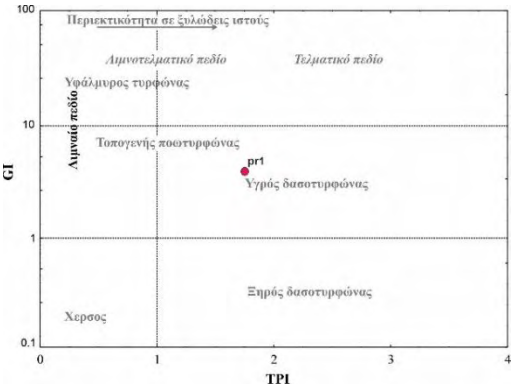
Στην Detrended Correspondence analysis παρατηρούνται 3 συστάδες (Εικ. 4.54). Η συστάδα 1 αντιστοιχεί στα δείγματα της ενότητας 2, η συστάδα 2 αντιστοιχεί στην ενότητα 3 και η συστάδα 3 στην ενότητα 4. Οι συστάδες 1 και 2 είναι πολύ κοντά γιατί αντιπροσωπεύουν παρόμοια περιβάλλοντα. Ο άξονας Χ σχετίζεται με την απόσταση από τη θάλασσα και πιο συγκεκριμένα, προς το δεξί τμήμα του μειώνεται η απόσταση από τη θάλασσα.



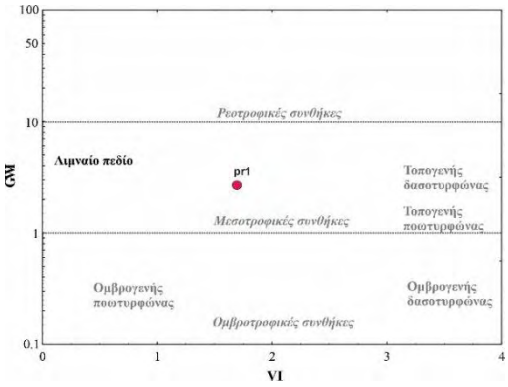
Εικόνα 4.54: Detrended Correspondence Analysis των δειγμάτων της τομής Α (Προάστειο)

Ανθρακοπετρογραφική ανάλυση

Το υπό μελέτη δείγμα συλλέχθηκε από το στρώμα 19. Το πρώτο διάγραμμα δείχνει μια σχετικά καλή διατήρηση, η οποία οφείλεται στη μεταφορά ριζών και ξυλωδών ιστών (Εικ. 4.55). Η τροφοδοσία σε φυτικούς ιστούς πιθανότατα οφείλεται σε μεταφορά λόγω ποτάμιων εισροών. Οι τιμές του GI στο δείγμα PR-1 δείχνουν σημαντική ζελατινοποίηση και συνεπώς ένα περιβάλλον water-logged (Καλαιτζίδης, 2007). Το διάγραμμα VI προς GWI έδειξε γενικά υψηλή στάθμη του υδροφόρου στο περιβάλλον απόθεσης (Εικ. 4.56). Και από τα δύο διαγράμματα φαίνεται ότι το δείγμα PR1 αντιπροσωπεύει κυρίως ποώδης φυτά ή/και φύκη.

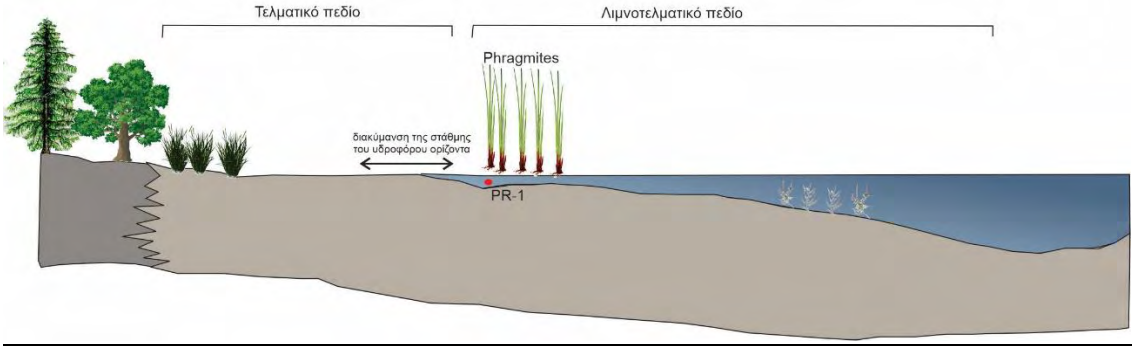


Εικόνα 4.55: Προβολή των τιμών GI και TPI του δείγματος PR1, στο διάγραμμα φάσεων του Diessel (1992), τροποποιημένο



Εικόνα 4.56: Προβολή των τιμών GWI και TPI του δείγματος PR1, στο διάγραμμα φάσεων των Calder et al. (1991)

Στο PR-1 βρέθηκαν αρκετοί αλγινίτες που δείχνουν υψηλή υδροφορία. Επιπλέον βρέθηκαν λίγοι τελοχουμινίτες, οι οποίοι δείχνουν την διατήρηση αρκετών φυτικών ιστών, πιθανότατα από ελόβια έως υδρόβια φυτά. Και σε αυτό το δείγμα βρέθηκαν αρκετά αργιλικά ορυκτά, χαλαζίας και άστριοι, τα οποία υποδηλώνουν χερσογενείς εισροές. Το περιβάλλον αυτού του δείγματος, φαίνεται να μοιάζει με τα προηγούμενα αλλά σύμφωνα με τα διαγράμματα βρίσκεται πιο κοντά στο λιμνοτελματικό πεδίο από ότι τα άλλα δυο δείγματα ευρισκόμενο μόνιμα σε water-logged συνθήκες (Εικ.4.57).



Εικόνα 4.57: Σχηματική τομή πρότυπου ενδοηπειρωτικού τοπογενή τυρφώνα (τροποποιημένο από Καλαϊτζίδη, 2007), με απεικόνιση της σχετικής θέσης του δείγματος PR1

Παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία

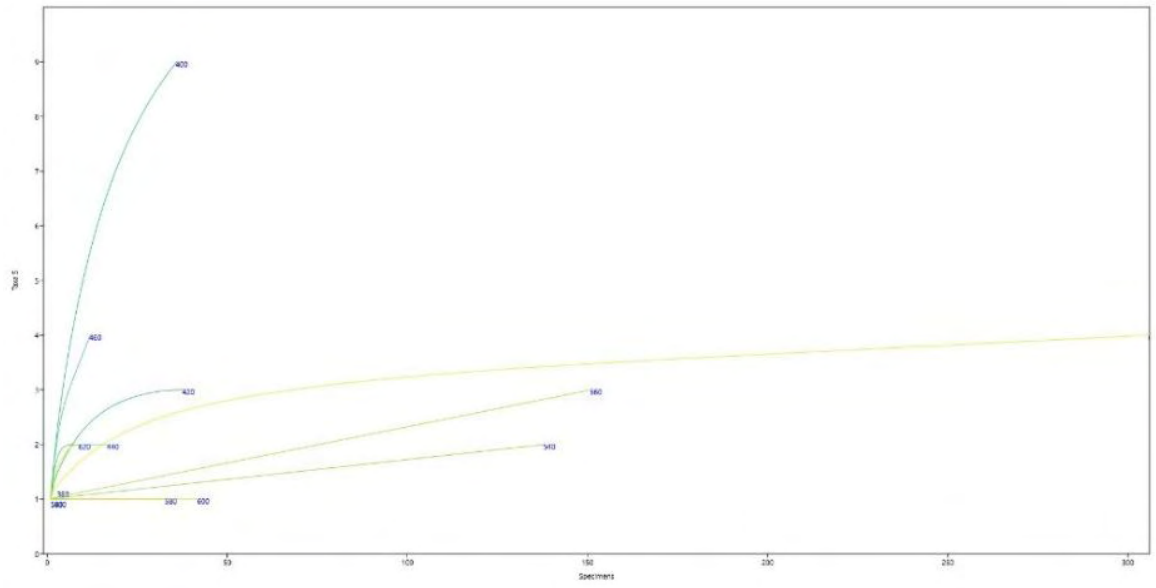
Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, καταλήγουμε ότι τα είδη που συμμετέχουν στην ακολουθία, αντικατοπτρίζουν ένα περιβάλλον που μεταβαίνει σταδιακά από εσωτερική λιμνοθάλασσα (ενότητα 2), στο κεντρικό τμήμα της λιμνοθάλασσας (ενότητα 3) και τέλος στο εξωτερικό τμήμα της λιμνοθάλασσας (ενότητα 4) με μεγαλύτερη επιρροή από τη θάλασσα. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνονται και από την παρουσία μαλακίων ρηχού θαλάσσιου έως υφάλμυρου περιβάλλοντος στις δύο τελευταίες ενότητες. Ακόμα στο ανώτερο μέρος της ακολουθίας 2, βρέθηκαν τα είδη: *V. piscinalis* και *T. fluviatilis*,

που αποτελούν είδη γλυκού νερού υπονοώντας την είσοδο γλυκού νερού στο εσωτερικό τμήμα της λιμνοθάλασσας.

Τομή Β /Προάστειο

Rarefaction

Στο διάγραμμα της ανάλυσης rarefaction το μόνο δείγμα που έχει επαρκή αριθμό ατόμων είναι το δείγμα που προέρχεται από το ύψος 640 cm (306 άτομα), αφού μόνο η καμπύλη αυτού του δείγματος είναι σχεδόν οριζόντια. Οι καμπύλες των δειγμάτων 560 και 540 (138 έως 151 άτομα) τείνουν να επιπεδωθούν, ενώ οι καμπύλες των υπολοίπων δειγμάτων παρουσιάζουν μεγάλες κλίσεις (Εικ. 4.58).

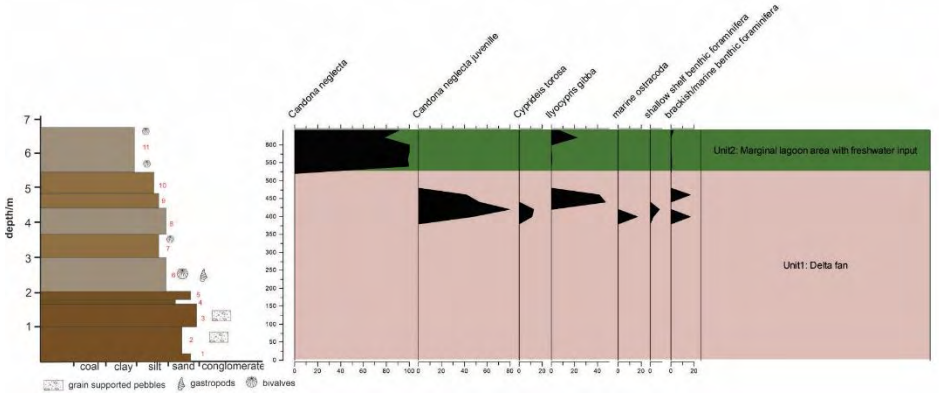


Εικόνα 4.58: Διάγραμμα καμπυλών rarefaction για την τομή Β (Προάστειο)

Διαγράμματα σχετικής συχνότητας

Το μεγαλύτερο μέρος των δειγμάτων αποτελείται από μικρό αριθμό ατόμων ή από στείρα δείγματα. Παρόλα αυτά, κατασκευάστηκαν ενδεικτικά διαγράμματα σχετικής συχνότητας και αναγνωρίσθηκαν δυο κύριες ενότητες (Εικ.4.59). Η ενότητα 1 (0-530 cm), αποτελείται κυρίως από στείρα δείγματα. Εντοπίστηκαν σποραδικά μερικά είδη όπως τα *C. neglecta, C. neapolitana, C. edwardsii, I. gibba, A. tepida, E. crispum, P. granosum, N. boueanum, Loxoconcha* sp. Όλες οι θυρίδες του είδους *C. neglecta* προέρχονται από νεαρά άτομα και επομένως έχουν μεταφερθεί και αποτεθεί στο σημείο αυτό. Η παρουσία των υπόλοιπων ειδών, φανερώνει επίσης μεικτό περιβάλλον με ενδείξεις σημαντικής μεταφοράς. Πιο συγκεκριμένα, τα *C. neapolitana, C. edwardsii, N. boueanum* είναι θαλάσσια είδη, το *I. gibba* είναι ολιγόαλο είδος και τα *A. tepida, E. crispum, P. granosum* είναι είδη που εμφανίζονται σε

υφάλμυρα και θαλάσσια περιβάλλοντα. Η ενότητα 2 (530- 640 cm) χαρακτηρίζεται από την παρουσία του *είδους C. neglecta*, ενώ σε κάποια δείγματα εμφανίζεται το *I. gibba*, πού δείχνει περιβάλλον με επιρροή από γλυκό νερό (Εικ.4.59).



Εικόνα 4.59: Διαγράμματα σχετικής συχνότητας ειδών και παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία της τομής Β (Προάστειο), σε σύγκριση με τη στρωματογραφική στήλη

Detrended Correspondence analysis

Δεν έγινε στατιστική ανάλυση γι' αυτή την ακολουθία γιατί ο αριθμός των ατόμων δεν είναι στατιστικά ικανός στο μεγαλύτερο μέρος της τομής.

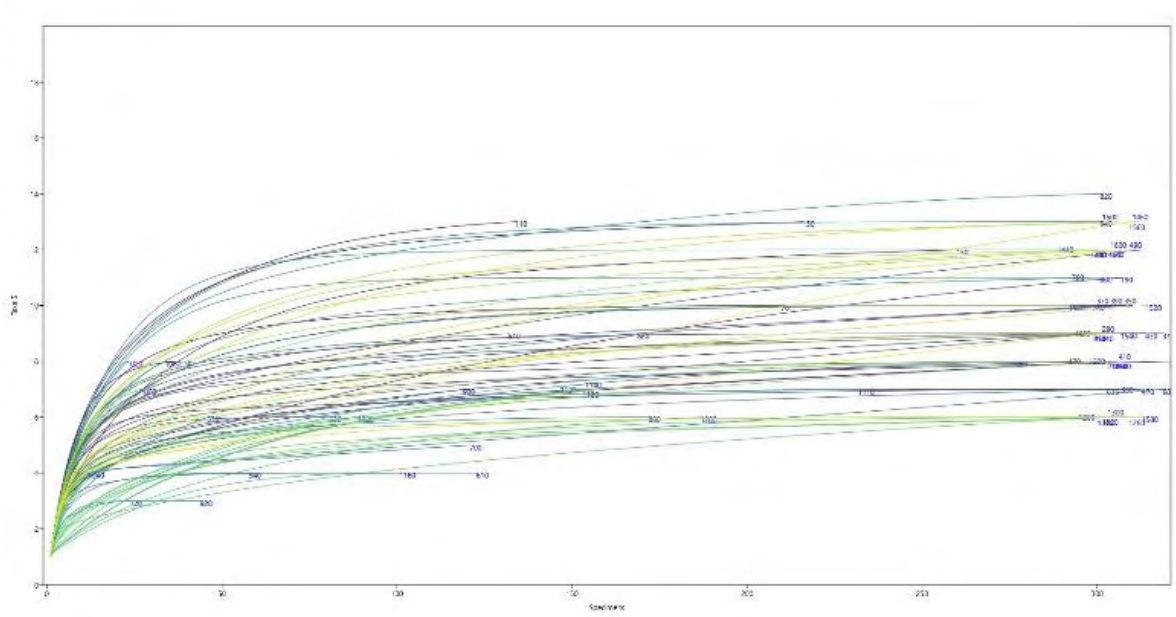
Παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία

Σύμφωνα με τα παραπάνω η ακολουθία αυτή αντικατοπτρίζει ένα περιθωριακό λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον. Πιο συγκεκριμένα, η ενότητα 1 πιθανότατα αποτελεί περιβάλλον εκβολών ποταμού, αφού φαίνεται τα λίγα είδη που συμμετέχουν να είναι μεταφερμένα, λόγω της κακής κατάστασης διατήρησης. Σε αυτό συνάδει η λιθολογική φάση που παρουσιάζει πιο χονδρόκοκκα ιζήματα και παρουσία κροκάλων. Η ενότητα 2 αντιπροσωπεύει ένα περιθωριακό περιβάλλον λιμνοθάλασσας με εισροές γλυκού νερού.

Τομή Γ/ Προάστειο

Rarefaction

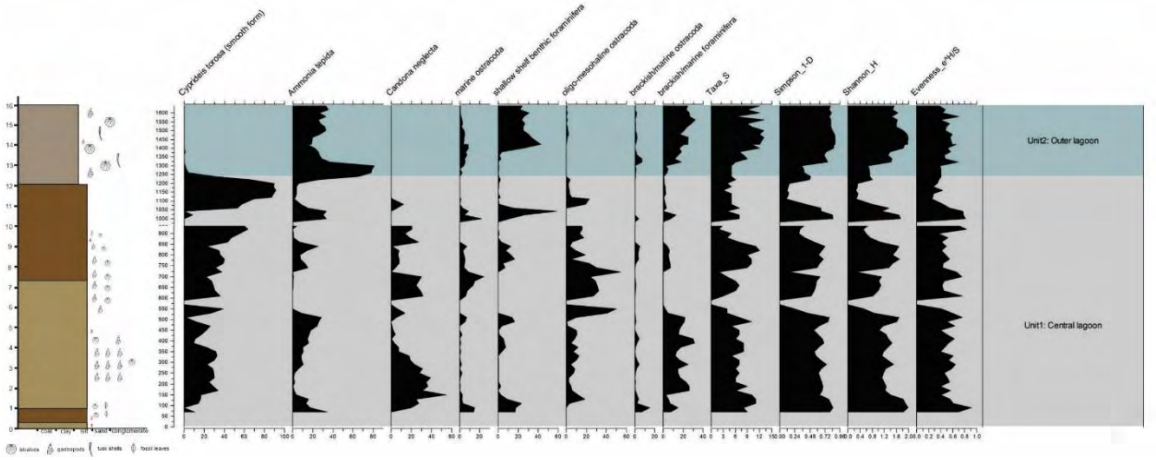
Στο διάγραμμα της ανάλυσης rarefaction, από τις καμπύλες όλων των δειγμάτων έχει συλλεχθεί επαρκής αριθμός ατόμων, αφού όλες οι καμπύλες γίνονται οριζόντιες (Εικ.4.60).



Εικόνα 4.60: Διάγραμμα καμπυλών rarefaction για την τομή Γ (Προάστειο)

Διαγράμματα σχετικής συχνότητας

Η ενότητα 1 (0- 1250 cm) χαρακτηρίζεται από την μεγάλη παρουσία του υφάλμυρου είδους *C. torosa* (τόσο λείος οικο-φαινότυπος όσο και οικο-φαινότυπος με εξογκώματα) και του ολιγόαλου/γλυκών νερών είδους *C. neglecta* και την μικρότερη συμμετοχή των ειδών *E. crispum* και *A. tepida*, που εμφανίζονται σε υφάλμυρα και θαλάσσια περιβάλλοντα (Εικ.4.61). Η παραπάνω συνάθροιση αντανακλά ένα περιβάλλον κεντρικής λιμνοθάλασσας. Στην ενότητα 2, επικρατούν τα είδη *E. crispum* και *A. tepida,* ενώ αυξάνονται τα θαλάσσια είδη όπως το *N. boueanum*, *G. bulloides, C. edwardsii* (Εικ.4.61). Αυτή η συνάθροιση αντικατοπτρίζει ένα λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον με σημαντική επιρροή από τη θάλασσα. Επιπλέον, σε όλη την ακολουθία παρατηρήθηκε η παρουσία των ειδών *T. trilineata, C. gibba, O. lamellosa, Antalis sp., Chlamys sp. Cerastoderma sp., Aporrhais sp*., ενώ στα πρώτα 800 cm της ακολουθίας, βρέθηκε το είδος *T. fluviatilis.*



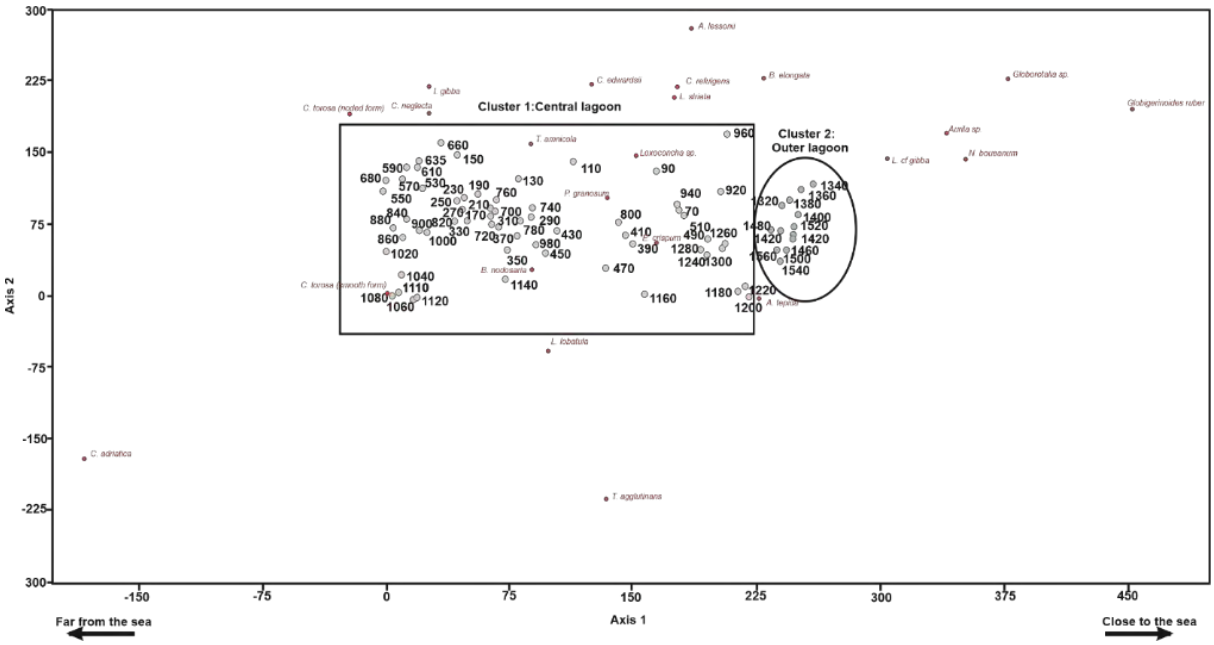
Εικόνα 4.61: Διαγράμματα σχετικής συχνότητας ειδών, δείκτες ποικιλότητας και παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία της τομής Γ (Προάστειο), σε σύγκριση με τη στρωματογραφική στήλη

Δείκτες ποικιλότητας

Οι δείκτες ποικιλότητας έχουν μια σχεδόν σταθερή εικόνα σε όλη την ακολουθία (Εικ.4.61). Ο αριθμός των ειδών κυμαίνεται μεταξύ 2 και 13. Στην ενότητα 2 ο αριθμός των ειδών παρουσιάζει την μεγαλύτερη τιμή (13). Ο δείκτης Shannon κυμαίνεται κυρίως σε τιμές κοντά στο 0.6, που σημαίνει μέτρια συχνότητα ειδών, με εξαίρεση κάποια δείγματα (1120-1220 cm) στα οποία κυμαίνεται κοντά στο 0.2 που σημαίνει μικρή συχνότητα ειδών. Ο δείκτης Shannon Weaner δείχνει μια μέτρια συχνότητα σπάνιων ειδών, αφού κυμαίνεται μεταξύ 0.3 και 1.8 (Samir et al. 2003). Ο Evenness δείχνει μέτρια ομοιομορφία ειδών αφού στο μεγαλύτερο μέρος της τομής, κυμαίνεται κοντά στο 0.5.

Detrended Correspondence Analysis

Με βάση την στατιστική ανάλυση εντοπίστηκαν 2 συστάδες που αντιστοιχούν στις 2 ενότητες όπως αυτές περιγράφηκαν από τα διαγράμματα σχετικής συχνότητας (Εικ.4.62). Η συστάδα 1, περιλαμβάνει τα δείγματα της ενότητας 1, τα οποία αντανακλούν ένα λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον. Η συστάδα 2, αντιστοιχεί στα δείγματα της ενότητας 2, που αντανακλούν ένα περιβάλλον εξωτερικής λιμνοθάλασσας. Ο άξονας Χ, αντικατοπτρίζει την απόσταση από τη θάλασσα η οποία αυξάνεται προς το αριστερό τμήμα.



Εικόνα 4.62: Detrended Correspondence Analysis των δειγμάτων της τομής Γ (Προάστειο)

Παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία

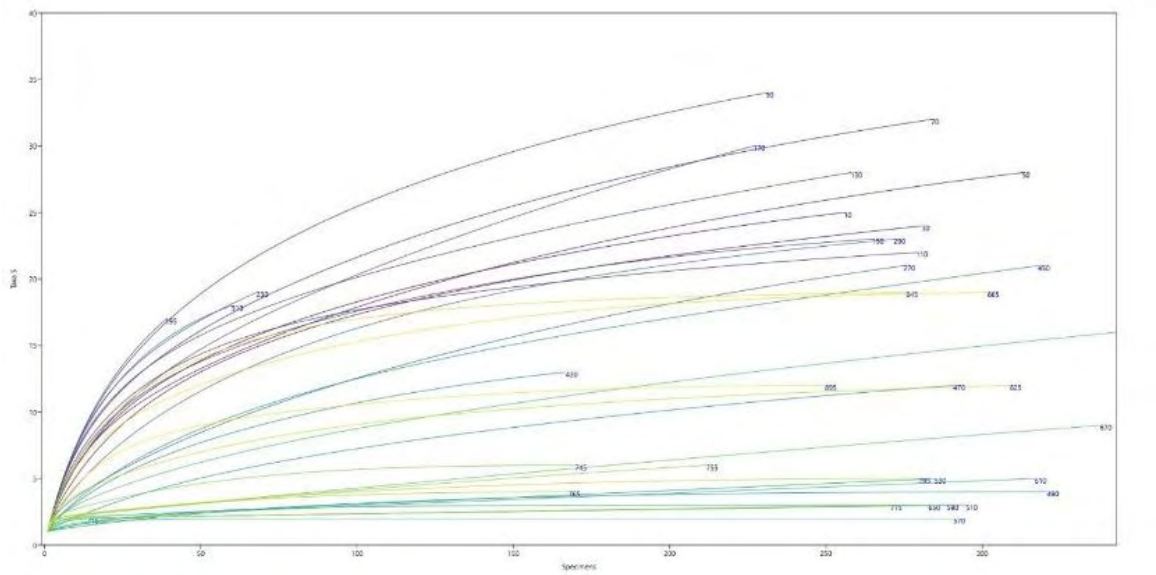
Σύμφωνα με την μικροπανίδα της τομής αυτής, πρόκειται γενικά για λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον με μια σταδιακή μετάβαση σε πιο ανοιχτή λιμνοθάλασσα στο ανώτερο τμήμα. Πιο συγκεκριμένα, η ενότητα 1 αντικατοπτρίζει ένα περιβάλλον κεντρικής λιμνοθάλασσας, ενώ η ενότητα 2 ένα περιβάλλον εξωτερικής λιμνοθάλασσας. Το περιβάλλον επιβεβαιώνεται από την παρουσία των θαλάσσιων/ υφάλμυρων μαλακίων *T. trilineata, C. gibba, O. lamellosa, Antalis sp., Chlamys sp. Cerastoderma sp., Aporrhais sp.,* σε όλη την ακολουθία, με εξαίρεση το μεγαλύτερο μέρος της ενότητας 1 (0- 800cm), στα οποία εμφανίζεται το *T. fluviatilis* το οποίο δείχνει επιρροή από γλυκά νερά.

4.1.6 Ορτός

Τομή Α/ Ορτός

Rarefaction

Στο διάγραμμα της ανάλυσης rarefaction, Οι καμπύλες όλων των δειγμάτων είναι σχεδόν οριζόντιες με μόνες εξαιρέσεις τα δείγματα 195, 230, 310, οι καμπύλες των οποίων τείνουν να επιπεδωθούν. Ο αριθμός των ατόμων σε αυτά τα τρία δείγματα κυμαίνεται από 39 έως 68 ενώ σε όλα τα υπόλοιπα από 167 έως 338 (Εικ.4.63).

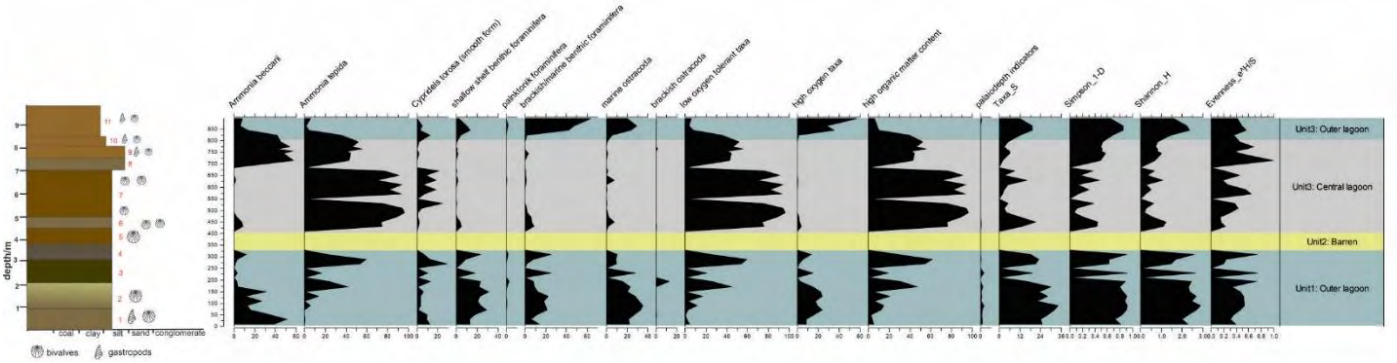


Εικόνα 4.63: Διάγραμμα καμπυλών rarefaction για την τομή Α (Ορτός)

Διαγράμματα σχετικής συχνότητας

Κατασκευάστηκαν διαγράμματα σχετικής συχνότητας και διαχωρίστηκαν 4 κύριες ενότητες (Εικ. 4.64). Στην ενότητα 1 (0-310 cm) κυριαρχεί το είδος *A. beccarii*, ενώ συμμετέχουν σε μεγάλα ποσοστά τα υφάλμυρα/ θαλάσσια είδη *A. tepida, E. crispum, C. torosa* και τα θαλάσσια είδη *A. calciplena* και *A. convexa*, τα οποία φανερώνουν ένα λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον με σημαντική επιρροή από τη θάλασσα. Σε μικρότερα ποσοστά συμμετέχουν αρκετά θαλάσσια είδη (*C. lobatulus, T. agglutinans, M. cimbaeformis* κ.α.). Η ενότητα 2 (310-400 cm) είναι στείρα από απολιθώματα. Η ενότητα 3 (400-830 cm) αποτελείται σχεδόν αποκλειστικά από *A. tepida* και *C. torosa,* τα οποία χαρακτηρίζουν ένα λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον. Η ενότητα 4 (830- 895 cm) είναι όμοια με την ενότητα 2, χαρακτηρίζεται από μεγάλη παρουσία των *A. beccarii, A. tepida, E. crispum, C. torosa, A. calciplena* και *A. convexa.*

Επιπλέον έγιναν διαγράμματα για τα είδη που είναι ανθεκτικά στο χαμηλό οξυγόνο (*A. tepida, Lenticulina cf. gibba, F. subacuta, L. ramosa, B. aculeata, V. bradyana, N. turgidus*), αυτά που συνδέονται με το υψηλό οξυγόνο (*E. crispum, N. boueanum, T. agglutinans*), τα είδη που συνδέονται με την υψηλή παροχή οργανικής ύλης (*V. bradyana, A. tepida, A. perlucida,N. boueanum, N. turgidus, C. neapolitana, L. ramosa, T. trigonula*) και αυτά που ζουν σε μεγαλύτερα βάθη (*C. laevigata, B. aculeata, C. refulgens, R. spinulosa, Pseudonodosaria sp., C. scutulum, Cytheropteron sp*.) (Εικ.4.64). Σύμφωνα με τα διαγράμματα αυτά παρατηρείται μεγάλη αύξηση της οργανικής ύλης και μείωση του οξυγόνου στην ενότητα 3. Στην ενότητα 1 και 4 δεν παρουσιάζονται μεγάλες αλλαγές στο οξυγόνο ενώ παρατηρείται σχετική μείωση της οργανικής ύλης. Το διάγραμμα βάθους δεν έδειξε μεγάλες αυξομειώσεις.



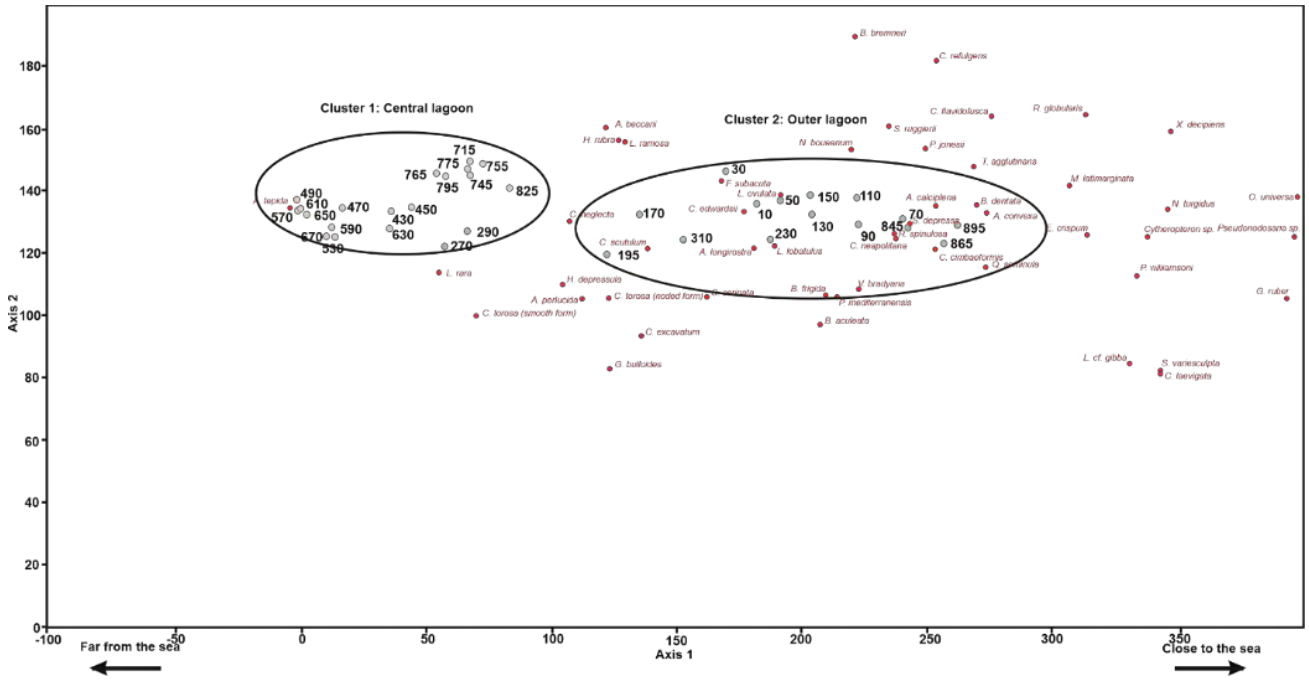
Εικόνα 4.64: Διαγράμματα σχετικής συχνότητας ειδών, δείκτες ποικιλότητας και παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία της τομής Α (Ορτός), σε σύγκριση με τη στρωματογραφική στήλη

Δείκτες ποικιλότητας

Ο αριθμός των ειδών κυμαίνεται μεταξύ 12 και 34, με μέγιστες τιμές στις ενότητες 1 και 4 (Εικ.4.64). Ο δείκτης Simpson κυμαίνεται κοντά στο 0.8 στις ενότητες 1 και 4, που σημαίνει μεγάλη συχνότητά ειδών, ενώ στην ενότητα 3, κυμαίνεται από 0.07 έως 0.5 που δείχνει χαμηλή έως μέτρια συχνότητα ειδών. Οι τιμές του Shannon Weaner είναι κοντά στο 2.5 στις ενότητες 1 και 4, που δείχνει μεγάλη συχνότητα σπάνιων ειδών, ενώ στην ενότητα 3 κυμαίνεται από 0.2 έως 1.08 που δείχνει σχετικά μικρή συχνότητα ειδών (Samir et al. 2003). Ο δείκτης Evenness κυμαίνεται από 0.1 έως 0.5, με εξαίρεση τα δείγματα με βάθος 195, 230 και 310 cm στα οποία ο Evenness είναι 0.7. αυτές οι τιμές δείχνουν ένα περιβάλλον με χαμηλή έως μέτρια ομοιομορφία ειδών.

Detrended Correspondence Analysis

Στην Detrended Correspondence Analysis διακρίνονται δύο ξεχωριστές συστάδες (Εικ.4.65). Η συστάδα 1 αντιστοιχεί στα δείγματα της ενότητας 3 και αντιπροσωπεύει λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον. Η συστάδα 2 αντιστοιχεί στα δείγματα των ενοτήτων 1 και 4 τα οποία δείχνουν μια μεγαλύτερη επικοινωνία της λιμνοθάλασσας με τη θάλασσα. Τα δείγματα σε ύψος 270 cm και 290 cm εντοπίζονται στην συστάδα 1 παρόλο που ανήκουν στην ενότητα 1. Τα δείγματα αυτά εντοπίζονται στην μετάβαση μεταξύ των δύο ενοτήτων. Ο άξονας Χ δείχνει την απόσταση από τη θάλασσα. Πιο συγκεκριμένα, προς το αριστερό τμήμα αυξάνεται η απόσταση από τη θάλασσα.



Εικόνα 4.65: Detrended Correspondence Analysis των δειγμάτων της τομής Α (Ορτός)

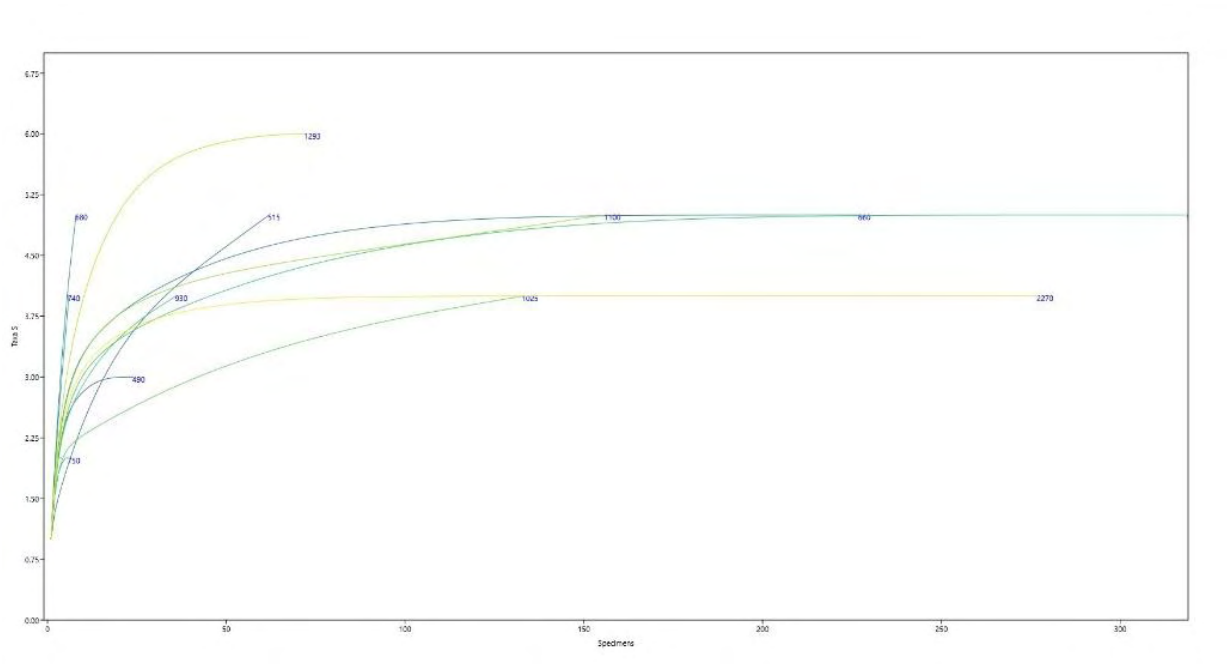
Παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία

Σύμφωνα με τα παραπάνω, τα δείγματα αυτής της ακολουθίας αντικατοπτρίζουν γενικά λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον με σταδιακές μεταβάσεις σε πιο εξωτερικά τμήματα της λιμνοθάλασσας. Πιο συγκεκριμένα η συνάθροιση της ενότητας 1 αντικατοπτρίζει περιβάλλον ανοιχτής λιμνοθάλασσας με μικρή παροχή οργανικής ύλης. Η ενότητα 2 είναι στείρα, πιθανότατα λόγω κάποιας περιβαλλοντικής πίεσης. Η ενότητα 3 μεταβαίνει σε περιβάλλον κεντρικής λιμνοθάλασσας με μείωση του οξυγόνου και αύξηση της οργανικής ύλης. Τέλος το περιβάλλον μετατρέπεται σταδιακά και πάλι σε περιβάλλον εξωτερικής λιμνοθάλασσας.

Τομή Β/ Ορτός

Rarefaction

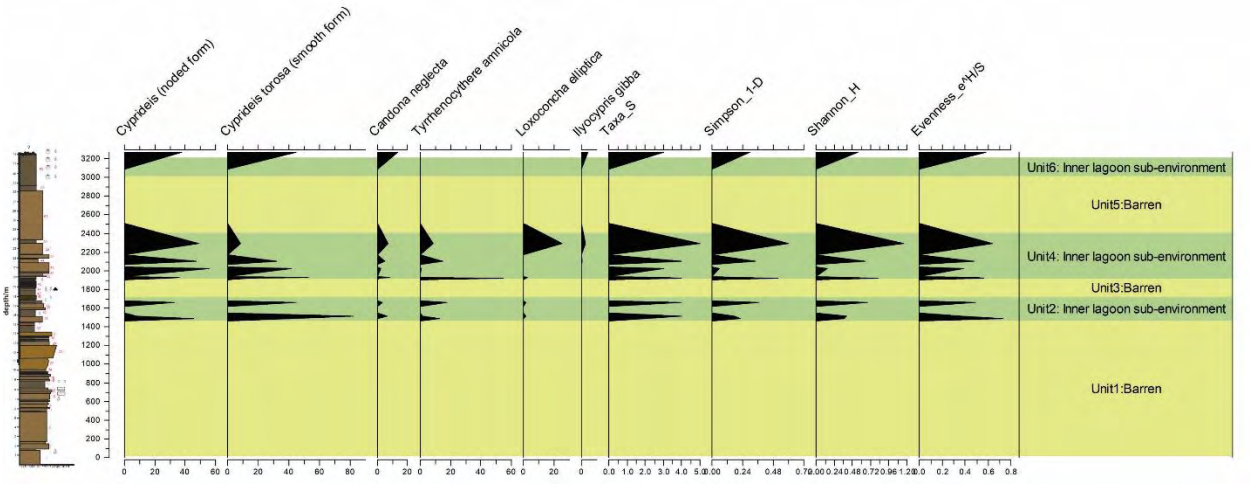
Στο διάγραμμα της ανάλυσης rarefaction οι καμπύλες των δειγμάτων 660, 1025, 1100, 2270, 920 (133 έως 319 άτομα) είναι σχεδόν οριζόντιες, το οποίο συνεπάγεται ότι ο αριθμός των ατόμων που έχουν συλλεχθεί από αυτά τα δείγματα, είναι επαρκής (Εικ.4.66). Τα δείγματα 490, 515, 930 και 1293 αποτελούνται από 24 έως 72 άτομα και οι καμπύλες τους τείνουν προς επιπέδωση. Τα υπόλοιπα δείγματα έχουν χαμηλότερο αριθμό ατόμων από 24 άρα ο αριθμός των ατόμων σε αυτά τα δείγματα δεν ήταν επαρκής.



Εικόνα 4.66: Διάγραμμα καμπυλών rarefaction για την τομή Β (Ορτός)

<u>Διαγράμματα σχετικής συχνότητας</u>

Μεγάλο μέρος αυτής της ακολουθίας χαρακτηρίζεται από στείρα δείγματα. Παρόλα αυτά, κατασκευάστηκαν ενδεικτικά τα διαγράμματα σχετικής συχνότητας και χωρίστηκαν 6 κύριες ενότητες (Εικ.4.67). Οι ενότητες 1 (0-1400 cm), 3 (1600-1700 cm) και 5 (2400-3000 cm) περιλαμβάνουν αποκλειστικά στείρα δείγματα. Στις ενότητες 2 (1400-1600 cm), 4 (1800-2400 cm) και 6 (3000- 3190 cm) επαναλαμβάνεται η ίδια συνάθροιση η οποία αποτελείται από τα είδη: *C. torosa* (λείος οικο-φαινότυπος και οικο-φαινότυπος με εξογκώματα), *T. amnicola* και *C. neglecta*, που αντανακλά ένα περιβάλλον εσωτερικής λιμνοθάλασσας.



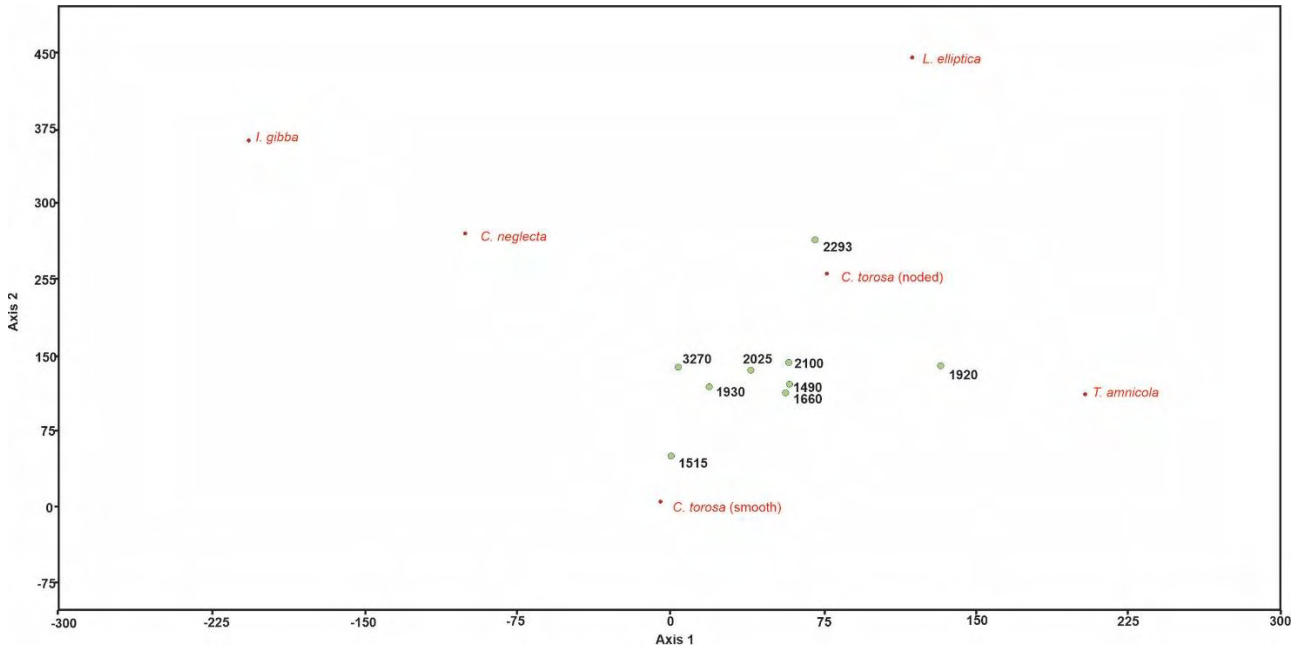
Εικόνα 4.67: Διαγράμματα σχετικής συχνότητας ειδών, δείκτες ποικιλότητας και παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία της τομής Β (Ορτός), σε σύγκριση με τη στρωματογραφική στήλη

Δείκτες ποικιλότητας

Ο αριθμός των ειδών είναι χαμηλός και κυμαίνεται μεταξύ 2 και 5 (Εικ.4.67). Ο δείκτης Simpson παίρνει χαμηλές τιμές (0.05- 0.6), πράγμα που σημαίνει ότι η συχνότητα των ειδών είναι χαμηλή έως μέτρια. Ο δείκτης Shannon Weaner κυμαίνεται μεταξύ 0.15 έως 0.68 που δείχνει χαμηλή συχνότητα σπάνιων ειδών (Samir et al. 2003) και ο δείκτης Evenness κυμαίνεται μεταξύ 0.38 και 0.7 που δείχνει μέτρια ομοιομορφία των ειδών.

Detrended Correspondence Analysis

Στην Detrended Correspondence Analysis δεν παρατηρείται κάποια ξεχωριστή ομαδοποίηση, εάν αφαιρεθούν οι στείρες ενότητες (Εικ.4.68). Τα μόνα δείγματα που είναι λίγο απομακρυσμένα είναι τα 2293 και 1920 τα οποία περιέχουν μεγαλύτερα ποσοστά *L. elliptica* σε σχέση με τα υπόλοιπα. Η παρουσία του *L. elliptica*, πιθανότατα δείχνει μια μικρή επιρροή από τη θάλασσα ή ότι αυτά τα δείγματα αποτελούν πιο μεταβατικό περιβάλλον ανάμεσα σε γλυκά νερά και θαλάσσια νερά (Ruiz et al. 2006).



Εικόνα 4.68: Detrended Correspondence Analysis των δειγμάτων της τομής Α (Ορτός)

Παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία

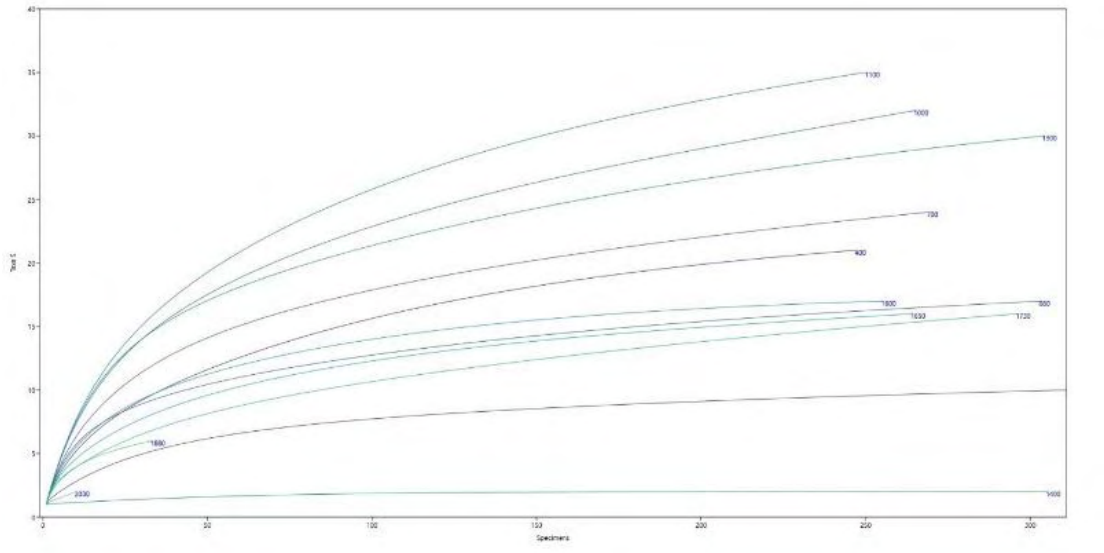
Σύμφωνα με την μικροπαλαιοντολογική ανάλυση, αυτή η ακολουθία φαίνεται να αντανακλά περιβάλλον εσωτερικής λιμνοθάλασσας. Οι στείρες ενότητες πιθανόν να αντανακλούν ένα χερσαίο περιθωριακό υπό- περιβάλλον λόγω του αυξημένου κοκκομετρικού μεγέθους στα ιζήματα σε αυτές τις ενότητες.

Τομή Γ/ Ορτός

Σε αυτή την τομή πραγματοποιήθηκε ενδεικτική δειγματοληψία ανά λιθολογική φάση με σκοπό την συσχέτισή τους με αντίστοιχες φάσεις άλλων τομών.

Rarefaction

Και σε αυτή την ακολουθία φαίνεται να είναι επαρκής ο αριθμός των ατόμων (40 έως 163 άτομα) στα περισσότερα δείγματα, αφού οι καμπύλες από την ανάλυση rarefaction είναι σχεδόν οριζόντιες (Εικ.4.69). Εξαίρεση αποτελούν τα δείγματα 1880 και 2030, τα οποία έχουν μια μικρή τάση προς επιπέδωση αν και περιέχουν μικρό αριθμό ατόμων (10 έως 16 άτομα). Τα υπόλοιπα δείγματα ήταν στείρα.

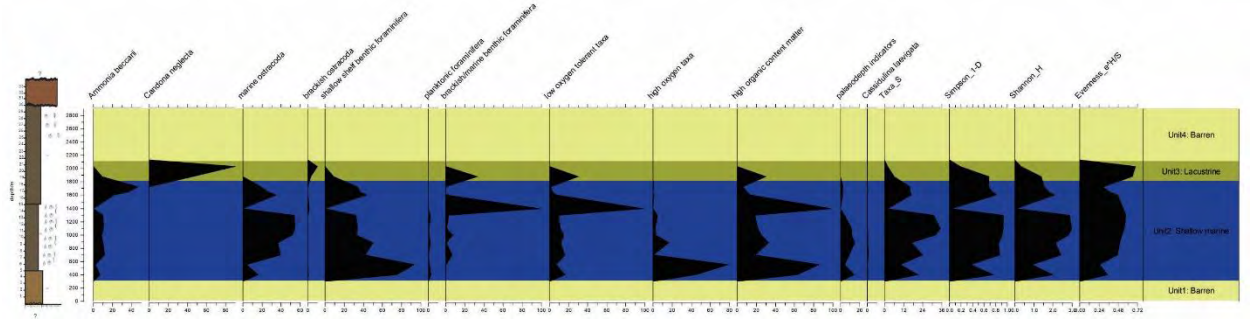


Εικόνα 4.69: Διάγραμμα καμπυλών rarefaction για τα δείγματα της τομής Γ (Ορτός)

Διαγράμματα σχετικής συχνότητας

Κατασκευάστηκαν διαγράμματα σχετικής συχνότητας και διαχωρίστηκαν 4 ενότητες από τις οποίες η 1 (0-300 cm) και η 4 (2100-2900 cm) είναι στείρες (Εικ.4.70). Η ενότητα 2 (300- 1800 cm) χαρακτηρίζεται

από μεγάλη παρουσία θαλάσσιων ειδών. Πιο συγκεκριμένα, στην ενότητα αυτή κυριαρχούν τα εξής είδη: *C. edwardsii, C. neapolitana, H. rubra, P. laevata, A. beccarii, B. aculeta, N. boueanum,* που αντανακλούν ένα ρηχό θαλάσσιο περιβάλλον. Η ενότητα 3 (1800-2100 cm) αποτελείται μόνο από λίγα άτομα του είδους *C. neglecta*, ο αριθμός των οποίων δεν είναι στατιστικά ικανός. Παρόλα αυτά μπορούμε να τα λάβουμε υπόψιν μας για να προσδιορίσουμε ένα ενδεικτικό περιβάλλον μειωμένης αλατότητας. Σε αυτή την ενότητα βρέθηκαν φυτικά υπολείμματα και δίθυρα γλυκού νερού (*Dreissena polymorpha*). Επιπλέον, τα διαγράμματα των ειδών που σχετίζονται με το χαμηλό οξυγόνο (*B. aculeata, A. tepida, B. striatula, R. phlegeri, V. bradyana, N. turgida*) και με το υψηλό οξυγόνο (*E. crispum, N. boueanum, S. reticulata, T. agglutinans*) δείχνουν υψηλό οξυγόνο στο κάτω μέρος της ενότητας 2 ενώ παρουσιάζουν αύξηση στο πάνω μέρος της ίδιας ενότητας. Το διάγραμμα των ειδών που συνδέεται με την αυξημένη παροχή οργανικών (*B. aculeata, V. bradyana, A. tepida, A. perlucida, N. boueanum N. turgida, R. phlegeri, C. neapolitana, T. trigonula*) παρουσιάζει μεγάλη αύξηση στα 450 cm και στα 1500 cm ενώ στην υπόλοιπη ακολουθία φαίνεται να έχει σταθερή τάση. Τέλος, το διάγραμμα με τα είδη ζουν στην υφαλοκρηπίδα (*B. aculeata, B. striatula, R. spinulosa, Pseudonodosaria sp., C. scutulum, Cytheropteron sp., H. asperima*) δείχνει μεγαλύτερα ποσοστά ανάμεσα στα 400 cm και στα 1200 cm, ενώ μειώνεται στο ανώτερο μέρος της ενότητας 2.



Εικόνα 4.70: Διαγράμματα σχετικής συχνότητας ειδών, δείκτες ποικιλότητας και παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία της τομής Γ (Ορτός), σε σύγκριση με τη στρωματογραφική στήλη

Δείκτες ποικιλότητας

Ο αριθμός των ειδών είναι μέγιστος (35) στα 1100 cm και ελάχιστος (2) στα 2130 και 1400 cm. Ο δείκτης Simpson κυμαίνεται κοντά στο 0.9 σε όλη την ακολουθία, που σημαίνει υψηλή συχνότητα ειδών, εκτός από τις στείρες ενότητας και το δείγμα σε βάθος 2130 cm που έχει τιμή 0.18 και η οποία υποδεικνύει χαμηλή συχνότητα ειδών (Εικ.4.61). Ο δείκτης Shannon Weaner κυμαίνεται από 1 έως 2.9 στην ενότητα 2, και δείχνει υψηλή συχνότητα σπάνιων ειδών, ενώ η ενότητα 3 έχει χαμηλή συχνότητα ειδών (0.3) (Samir et al. 2003). Τέλος, σε όλη την ακολουθία υπάρχει μέτρια ομοιομορφία ειδών αφού οι τιμές του δείκτη Evenness κυμαίνονται κοντά στο 0.5.

Detrended Correspondence analysis

Δεν πραγματοποιήθηκε περαιτέρω στατιστική ανάλυση εξαιτίας του χαμηλού αριθμού ατόμων στο μεγαλύτερο τμήμα της τομής.

Παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία

Σύμφωνα με τα παραπάνω, παρατηρείται ότι στο κατώτερο τμήμα της τομής (ενότητα 2) η απόθεση έγινε σε ρηχό θαλάσσιο περιβάλλον, με υψηλό οξυγόνο, το οποίο μειώνεται προς τα πάνω. Η ενότητα 3 χαρακτηρίζεται από υφάλμυρα οστρακώδη τα οποία είναι ενδεικτικά ενός περιβάλλοντος μέσης-χαμηλής αλατότητας. Επίσης υπάρχουν φυτικά υπολείμματα και *D. polymorpha*. Η παρουσία τους υποδηλώνει απόθεση σε εσωτερική λιμνοθάλασσα/έλος.

Τομή Δ/ Ορτός

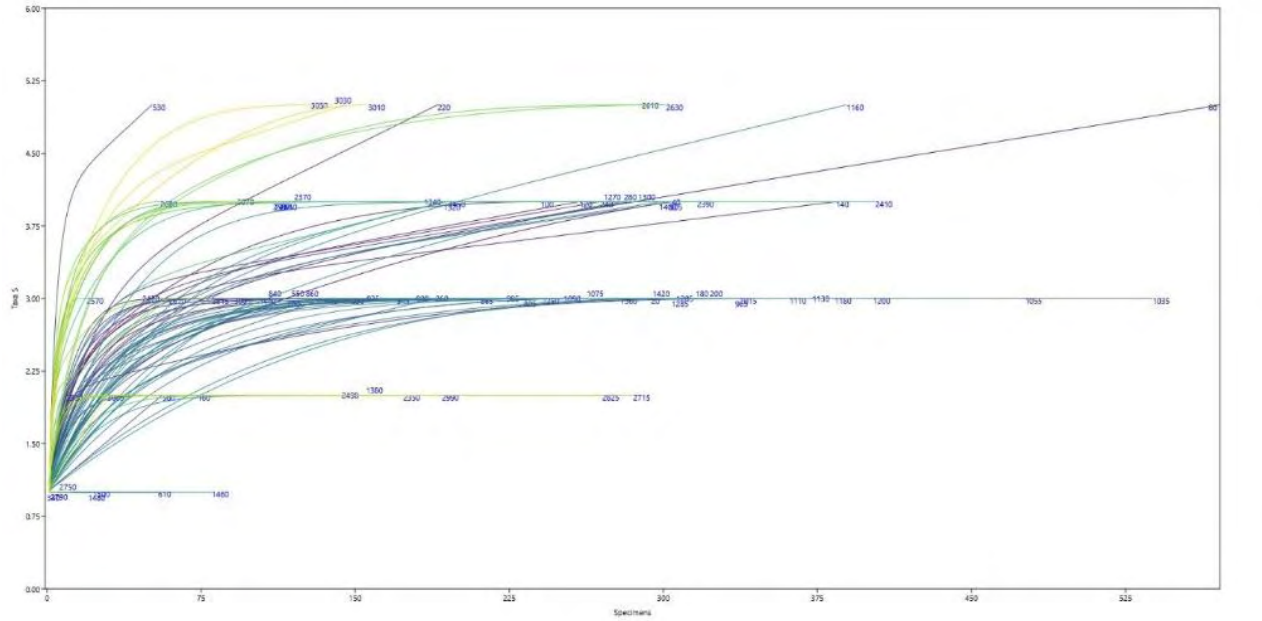
Η ακολουθία Δ είναι στείρα σε απολιθώματα, γι' αυτό το λόγο δεν μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα για το περιβάλλον απόθεσης. Σύμφωνα με τα λιθολογικά όμως χαρακτηριστικά των ιζημάτων (κόκκινα κροκαλοπαγή, συμπαγή, κοκκοστηριζόμενα), μπορούμε να υποθέσουμε ότι η απόθεση πραγματοποιήθηκε σε περιβάλλον αλλουβιακού ριπιδίου.

4.1.7 Μαγούλα

Τομή Α/ Μαγούλα

Rarefaction

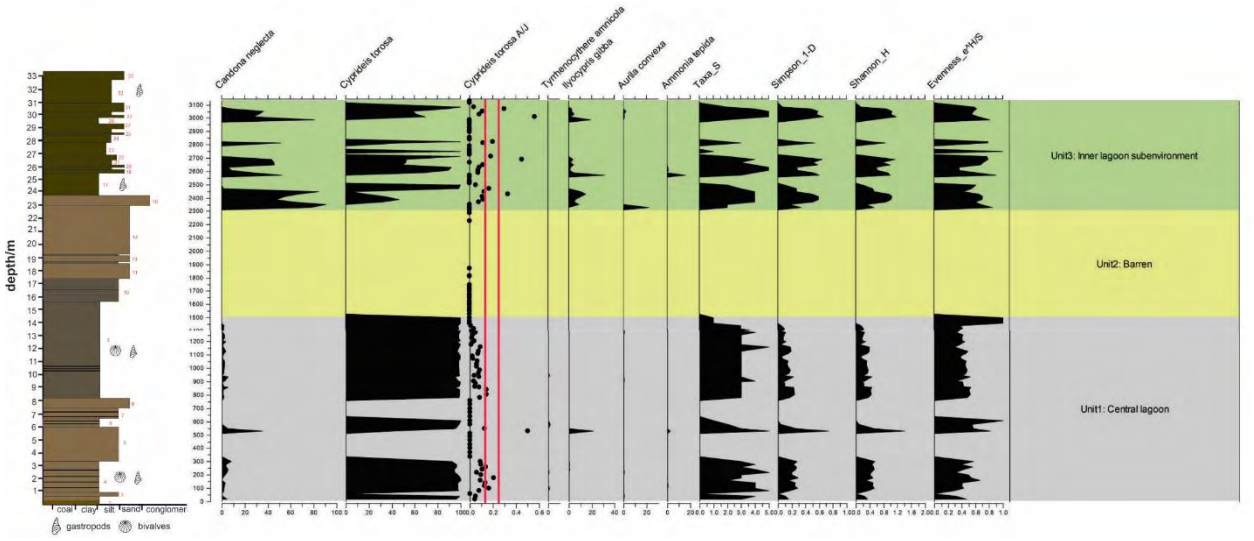
Και σε αυτό το διάγραμμα, οι καμπύλες της ανάλυσης rarefaction είναι σχεδόν οριζόντιες άρα δείχνουν ότι τα περισσότερα δείγματα περιέχουν επαρκή αριθμό ατόμων (τα περισσότερα περιέχουν 100 έως 300 άτομα). Εξαίρεση αποτελούν οι καμπύλες των δειγμάτων 80, 140, 220, 530, 1160, οι οποίες δεν τείνουν προς επιπέδωση (Εικ.4.71). Αυτό πιθανότατα συμβαίνει γιατί αυτά τα δείγματα περιέχουν πολύ μεγαλύτερο αριθμό ατόμων από 300.



Εικόνα 4.71: Διάγραμμα καμπυλών rarefaction για την τομή Α (Μαγούλα)

Διαγράμματα σχετικής συχνότητας

Σύμφωνα με τα διαγράμματα σχετικής συχνότητας, η ακολουθία χωρίστηκε σε 3 κύριες ενότητες (Εικ. 4.72). Η ενότητα 1 (0-1500 cm) αποτελείται σχεδόν αποκλειστικά από *C. torosa*, ενώ σε μικρά ποσοστά εμφανίζεται το είδος *C. neglecta.* Τα μεγάλα ποσοστά του *C. torosa* αντανακλούν ένα λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον. Η ενότητα 2 (1500-2300 cm) είναι στείρα από απολιθώματα. Στην ενότητα 3 (2300- 3100 cm) κυριαρχούν ξανά τα *C. torosa*, ενώ τα ποσοστά του είδους *C. neglecta* έχουν αυξηθεί σημαντικά σε σχέση με την ενότητα 1. Επίσης παρατηρείται μια μικρή παρουσία του *I. gibba*. Η παρουσία των ειδών *C. neglecta* και *I. gibba,* δείχνουν ένα περιβάλλον μειωμένης αλατότητας, πιθανόν ένα περιβάλλον εσωτερικής λιμνοθάλασσας. Το μεγαλύτερο ποσοστό των θυρίδων *C. torosa*, προέρχεται και σε αυτή την ενότητα, από νεαρά άτομα.



Εικόνα 4.72: Διαγράμματα σχετικής συχνότητας ειδών, δείκτες ποικιλότητας, ταφονομικός δείκτης A/J και παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία της τομής Α (Μαγούλα), σε σύγκριση με τη στρωματογραφική στήλη. Οι κόκκινες γραμμές υποδεικνύουν τα όρια των τιμών μεσαίας τάξης(1:8 έως 1:4) του ταφονομικού δείκτη Ενήλικα/ Νεαρά, μεταξύ των οποίων οι τιμές σημαίνουν in situ απόθεση.

Δείκτες ποικιλότητας

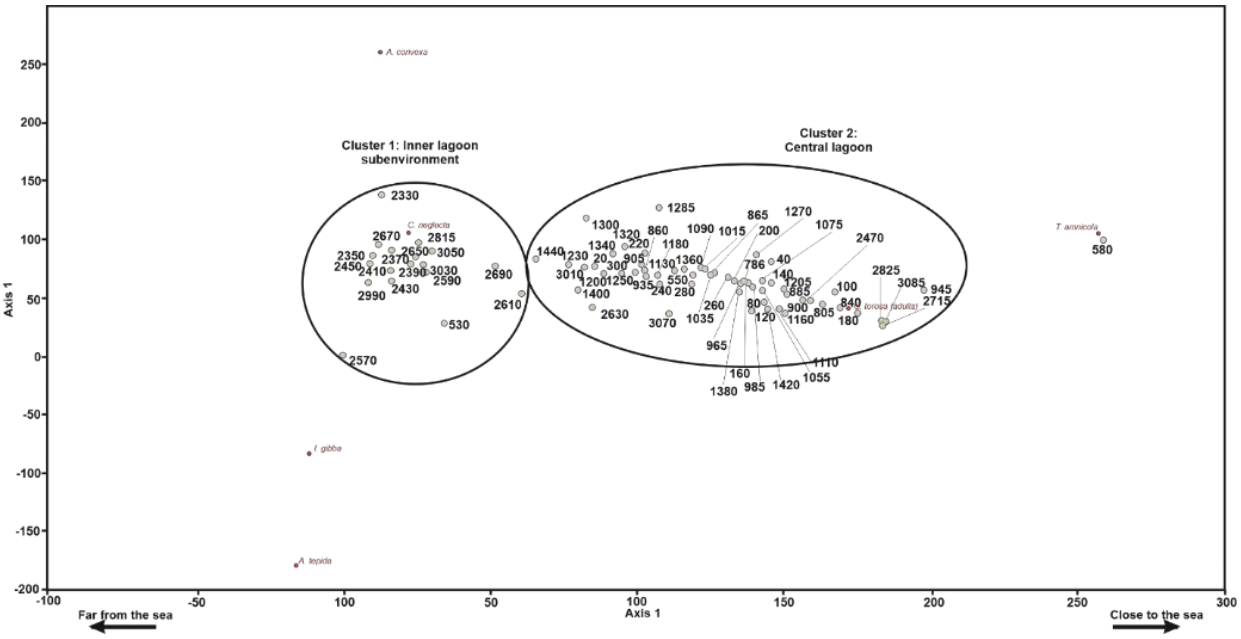
Ο αριθμός των ειδών κυμαίνεται από 1 έως 5. Ο δείκτης Simpson, παίρνει χαμηλές έως μέτριες τιμές (0.05 έως 1.6) που δείχνουν χαμηλή έως μέτρια συχνότητα ειδών (Εικ.4.72). Ο δείκτης Shannon Weaner κυμαίνεται μεταξύ 0.1 και 1, που δείχνει χαμηλή συχνότητα σπάνιων ειδών (Samir et al. 2003). Τέλος, ο δείκτης Evenness, δείχνει σχετικά μέτρια ομοιομορφία ειδών αφού οι περισσότερες τιμές του κυμαίνονται κοντά στο 0.6.

Ταφονομικοί δείκτες

Το μεγαλύτερο ποσοστό των θυρίδων *C. torosa* στην ενότητα 1, αποτελείται από νεαρά άτομα, γι' αυτό υπολογίστηκε ο δείκτης A/J. Ο δείκτης A/J σε λίγα δείγματα (100, 140, 2430, 2690, 2815 cm) παίρνει τιμές μεταξύ 1:8 και 1:4, το οποία σημαίνει ότι τα δείγματα αυτά αντανακλούν μια "in situ" θανατοκοινωνία αλλά με λιγότερη απομάκρυνση των νεαρών σταδίων και επομένως πιο αντιπροσωπευτική της βιοκοινωνίας (Εικ.4.72). Τα υπόλοιπα δείγματα έχουν πολύ χαμηλή αναλογία (π.χ. 1:25) που πιθανότατα σημαίνει μια τοπική απόθεση νεαρών θυρίδων οι οποίες μεταφέρονται εύκολα. Ο δείκτης υπολογίστηκε επίσης στην ενότητα 3 και παρουσιάζεται με πολύ χαμηλές αναλογίες στα περισσότερα δείγματα, με εξαίρεση 3 δείγματα (2430, 2690, 2815 cm) τα οποία έχουν μεσαίας τιμής αναλογίες που είναι τα αντιπροσωπευτικά του περιβάλλοντος (Εικ.4.2). Επίσης, βρέθηκαν 4 δείγματα (220, 2430, 2650, 3010 cm) με υψηλές αναλογίες (πχ. 4:1) που μπορεί να αντιπροσωπεύει μια "in situ" απόθεση με σημαντική ταφονομική απομάκρυνση πολλών νεαρών σταδίων, πιθανότατα λόγω της δράσης κάποιου ποταμού.

Detrended Correspondence analysis

Πραγματοποιήθηκε επίσης, Detrended Correspondence analysis για τα δείγματα αυτής της ακολουθίας. Ξεχωρίζονται δύο συστάδες (Εικ.4.73). Η συστάδα 1 αντιστοιχεί στα δείγματα της ενότητας 3 και αντιπροσωπεύουν περιβάλλον εσωτερικής λιμνοθάλασσας. Η συστάδα 2, αντιστοιχεί στα δείγματα της ενότητας 1 που δείχνουν ένα περιβάλλον κεντρικής λιμνοθάλασσας. Ο άξονας Χ αντικατοπτρίζει την απόσταση από τη θάλασσα (αυξάνεται προς τα αριστερά).



Εικόνα 4.73: Detrended Correspondence Analysis των δειγμάτων της τομής Α (Μαγούλα)

Παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία

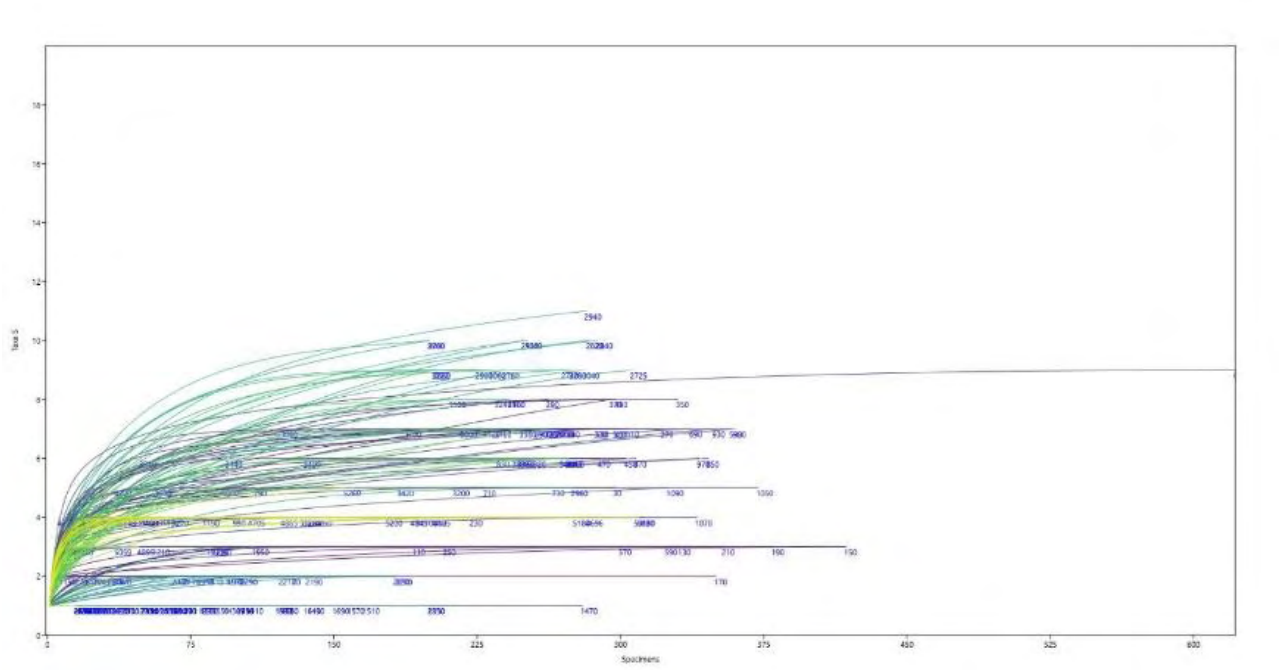
Σύμφωνα με τα παραπάνω, σε όλη την ακολουθία φαίνεται να κυριαρχεί ένα γενικά λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον με κάποιες αλλαγές στην αλατότητα. Η κυριαρχία του *C. torosa* στην ενότητα 1, αντικατοπτρίζει ένα περιβάλλον κεντρικής λιμνοθάλασσας. Αν και μεγάλο ποσοστό των θυρίδων προέρχεται από νεαρά άτομα, σύμφωνα με τον δείκτη A/J, υπάρχουν δείγματα που δείχνουν ότι τα *C. torosa* είναι αντιπροσωπευτικό είδος της βιοκοινωνίας. Η ενότητα 2 πιθανότατα να αντικατοπτρίζει ένα περιθωριακό χερσαίο υπό-περιβάλλον αφού αποτελείται από στείρα δείγματα. Στην ενότητα 3 πάλι κυριαρχεί το υφάλμυρο είδος *C. torosa* που υποδηλώνει λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον. Η παρουσία των ειδών-δεικτών χαμηλής αλατότητας (*Ilyocypris* spp., *C. neglecta*) αντανακλά ένα ολιγό-μεσόαλο υπό-περιβάλλον με σημαντικές εισροές γλυκού νερού, το οποίο επιβεβαιώνεται και από τα γαστερόποδα γλυκού νερού που βρέθηκαν (*Bithynia* sp. και *Valvata* sp.). Ο δείκτης A/J, έδειξε ότι υπάρχουν δείγματα

αντιπροσωπευτικά του περιβάλλοντος, αλλά βρέθηκαν και κάποια δείγματα με σημαντική ταφονομική απομάκρυνση πολλών νεαρών σταδίων, που σημαίνει περιβάλλον με υψηλή ενέργεια.

Τομή Β1/ Μαγούλα

Rarefaction

Οι καμπύλες από την ανάλυση rarefaction αρκετών δειγμάτων είναι σχεδόν οριζόντιες (Εικ.4.74). Πιο συγκεκριμένα οι καμπύλες όλων των δειγμάτων που αποτελούνται από 80 έως περίπου 300 άτομα, είναι σχεδόν οριζόντιες άρα δείχνουν επαρκή αριθμό ατόμων. Οι καμπύλες των δειγμάτων που τείνουν προς επιπέδωση είναι αυτών που αποτελούνται από περίπου 20 έως 80 άτομα. Η πλειοψηφία των δειγμάτων δείχνουν επαρκή αριθμό ατόμων σε αυτή την ακολουθία.

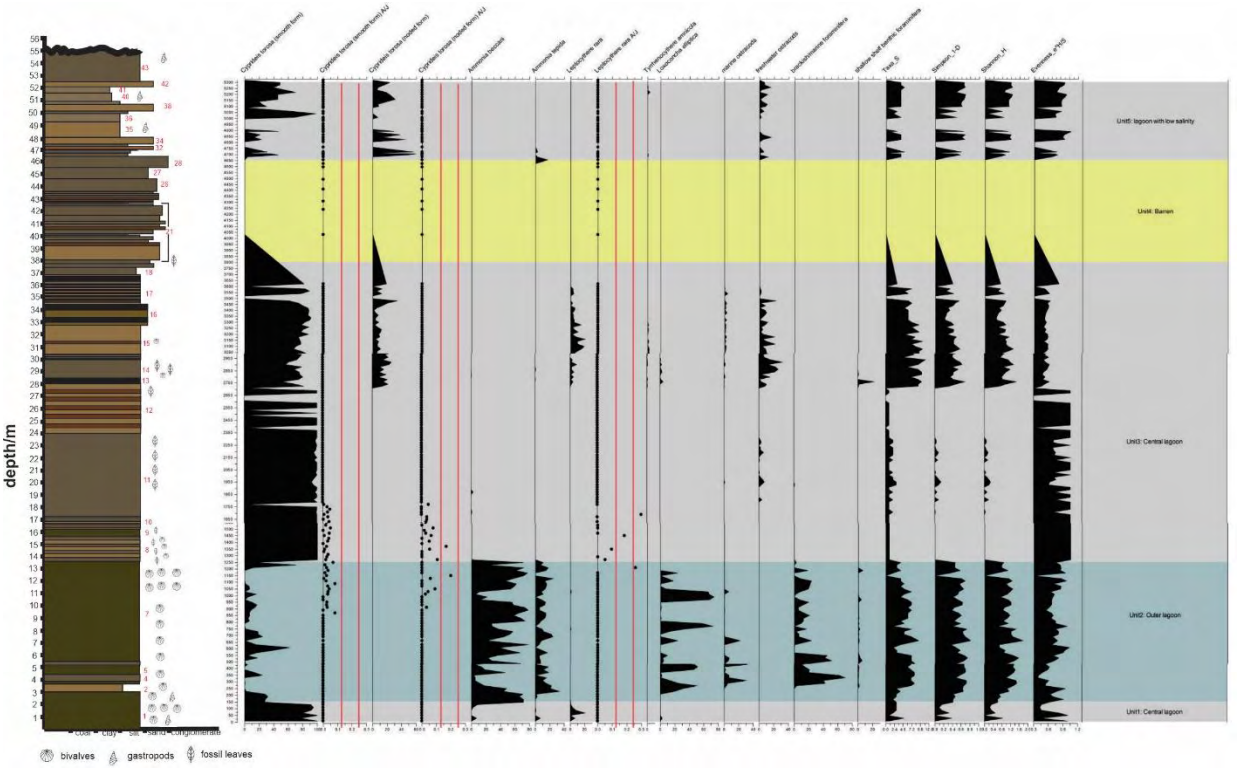


Εικόνα 4.74: Διάγραμμα καμπυλών rarefaction για τα δείγματα της τομής Β1 (Μαγούλα)

Διαγράμματα σχετικής συχνότητας

Κατασκευάστηκαν διαγράμματα σχετικής συχνότητας και διαχωρίστηκαν 5 ενότητες (Εικ.4.75). Η ενότητα 1 (0-150 cm) χαρακτηρίζεται από μεγάλη παρουσία του είδους *C. torosa* (λείος οικο-φαινότυπος) και μικρή παρουσία του είδους *A. beccarii*. Αυτή η συνάθροιση δείχνει λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον (Εικ.4.75). Η ενότητα 2 (150- 1250 cm) αποτελείται κυρίως από *A. beccarii* ενώ σε μικρότερα ποσοστά εμφανίζονται τα *A. tepida* και *C. torosa* (λείος οικο-φαινότυπος). Επίσης παρατηρείται μικρή συμμετοχή λίγων θαλάσσιων ειδών όπως τα *C. neapolitana*, *L. elliptica*, η παρουσία των οποίων φανερώνει επικοινωνία της λιμνοθάλασσας με τη θάλασσα (Εικ.4.66). Η ενότητα 3 (1250-3800 cm) αποτελείται αποκλειστικά από *C. torosa* (λείος οικο-φαινότυπος) στο κατώτερο μέρος της, ενώ παρατηρείται μία αύξηση του ποσοστού του *C. torosa* (οικο-φαινότυπος με εξογκώματα) και του L.

rara, στο δεύτερο μισό της ενότητας. Η κυριαρχία του *C. torosa* φανερώνει επίσης λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον (Εικ.4.75). Στην ενότητα 4 (3800- 4650 cm) όλα τα δείγματα είναι στείρα από απολιθώματα (Εικ.4.75). Η ενότητα 5 (4650- 5300 cm) αποτελείται *C. torosa* (λείος οικο-φαινότυπος και οικο-φαινότυπος με εξογκώματα) και σε μικρότερα ποσοστά υπάρχουν τα γλυκών νερών/ολιγόαλα είδη *C. neglecta* και *I. gibba* (Εικ.4.75). Αυτή η συνάθροιση φανερώνει ένα λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον με μειωμένη αλατότητα. Επιπλέον, βρέθηκαν μαλάκια που συμφωνούν με τα περιβάλλοντα. Πιο συγκεκριμένα, στις ενότητες 1, 2 και 3 βρέθηκαν υφάλμυρα μαλάκια (*H. acuta*, *C. glaucum* και Mytilidae) ενώ στην ενότητα 5 θραύσματα από γαστερόποδα γλυκού νερού, του γένους *Bithynia* sp. και *Valvata* sp.



Εικόνα 4.75: Διαγράμματα σχετικής συχνότητας ειδών, δείκτες ποικιλότητας, ταφονομικός δείκτης A/J και παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία της τομής Β1 (Μαγούλα), σε σύγκριση με τη στρωματογραφική στήλη. Οι κόκκινες γραμμές υποδεικνύουν τα όρια των τιμών μεσαίας τάξης(1:8 έως 1:4) του ταφονομικού δείκτη Ενήλικα/ Νεαρά, μεταξύ των οποίων οι τιμές σημαίνουν in situ απόθεση.

Δείκτες ποικιλότητας

Ο αριθμός των ειδών, κυμαίνεται από 1 έως 11 σε όλη την τομή, ενώ παίρνει υψηλότερες τιμές μεταξύ 250 και 4000 cm. Ο δείκτης Simpson κυμαίνεται από 0.05 έως 0.7, που σημαίνει χαμηλή έως μέτρια συχνότητα ειδών σε όλη την ακολουθία (Εικ.4.66). Ο δείκτης Shannon Weaner παίρνει τιμές από 0.05 έως 1.2 που σημαίνει χαμηλή έως μέτρια συχνότητα σπάνιων ειδών (Samir et al. 2003). Τέλος ο δείκτης

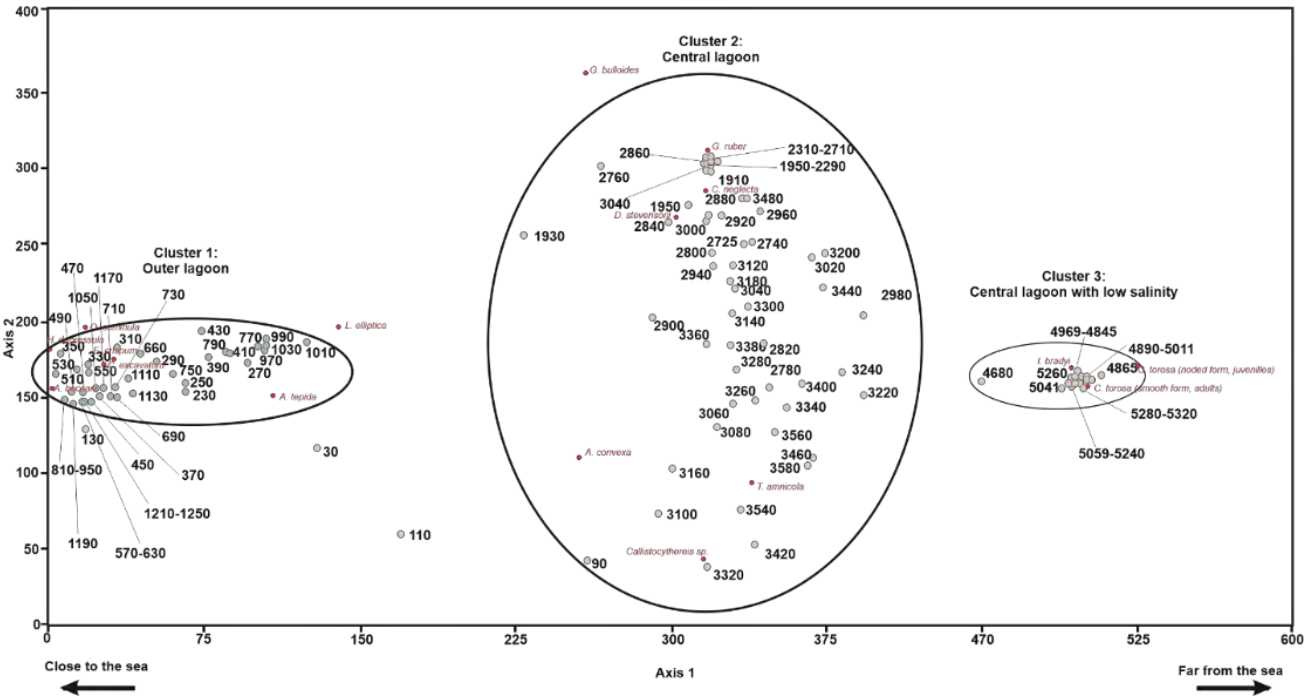
Evenness δείχνει ότι τα είδη της ακολουθίας παρουσιάζουν μέτρια ομοιομορφία, αφού κυμαίνεται μεταξύ 0.2 και 0.8, με κυρίαρχες τιμές κοντά στο 0.5.

Ταφονομικοί δείκτες

Σε όλη την ακολουθία, μεγάλο ποσοστό των θυρίδων του είδους *C. torosa*, προέρχεται από νεαρά άτομα. Για το λόγο αυτό, υπολογίστηκε ο δείκτης A/J, ο οποίος είχε χαμηλές αναλογίες στο μεγαλύτερο μέρος της τομής (Εικ.4.75). Αυτό σημαίνει οι θυρίδες του είδους αυτού είναι μεταφερμένες στο μεγαλύτερο τμήμα της τομής. Εξαίρεση αποτελούν το ανώτερο τμήμα της ενότητας 2 και το κατώτερο της ενότητας 3, στα οποία οι αναλογίες είναι μεσαίας τάξη. Αυτές οι συναθροίσεις είναι πιο αντιπροσωπευτικές του περιβάλλοντος απόθεσης. Επίσης, υπολογίστηκε ο δείκτης A/J για το είδος L. rara (Εικ.4.75). Σε όλη την ακολουθία φαίνεται να είναι μεταφερμένο αφού ο δείκτης έχει πολύ χαμηλές αναλογίες, με εξαίρεση το κατώτερο μέρος της ενότητας 3, όπου ένα δείγμα παίρνει μεσαία αναλογία που σημαίνει ότι αποτελεί αντιπροσωπευτική συνάθροιση σε εκείνο το σημείο.

Detrended Correspondence analysis

Σύμφωνα με την Detrended Correspondence Analysis έγινε διαχωρισμός σε 3 συστάδες (Εικ.4.76). Η συστάδα 1 αποτελείται από τα δείγματα της ενότητας 2 και υποδηλώνει λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον που έχει επικοινωνία με τη θάλασσα (εξωτερική λιμνοθάλασσα). Η συστάδα 2 αποτελείται από τα δείγματα των ενοτήτων 1 και 3 που δείχνουν κεντρικό λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον. Τέλος η συστάδα 3 αποτελείται από τα δείγματα της ενότητας 5, τα οποία δείχνουν επίσης ένα λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον αλλά με μειωμένη αλατότητα. Ο άξονας Χ δείχνει την απόσταση από τη θάλασσα η οποία αυξάνεται προς τα δεξιά.



Εικόνα 4.76: Detrended Correspondence Analysis των δειγμάτων της τομής Β1 (Μαγούλα)

Παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία

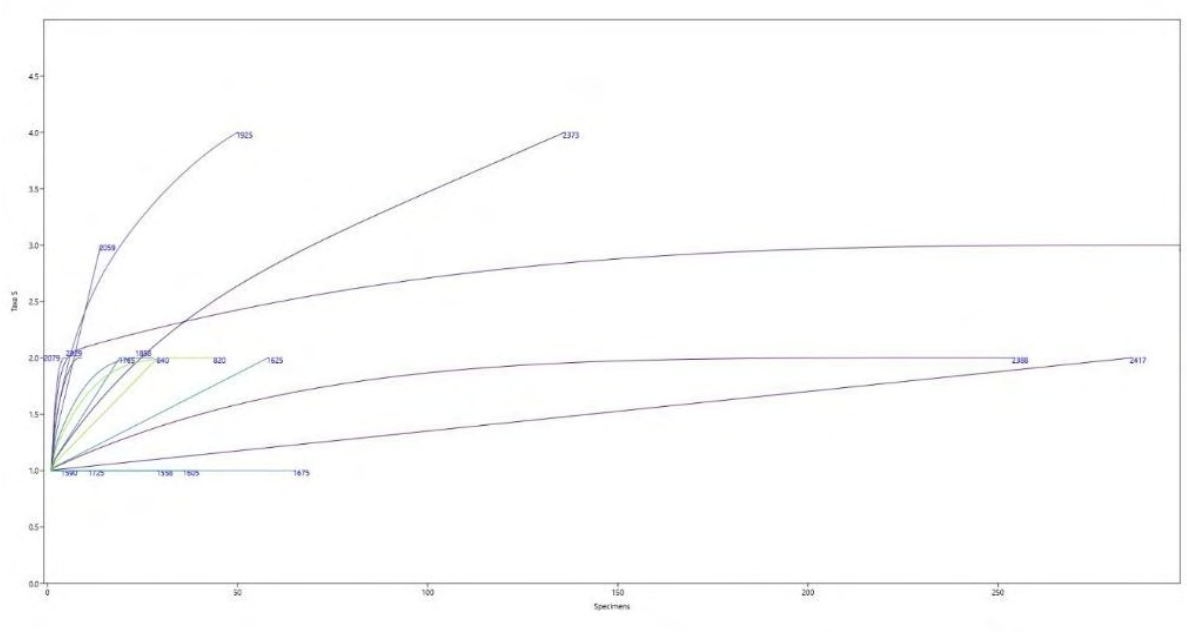
Οι παραπάνω αναλύσεις δείχνουν γενικά ένα λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον, με αλλαγές στην αλατότητα και επιρροή από τη θάλασσα σε κάποιες ενότητες. Τα δείγματα της ενότητας 1, αντικατοπτρίζουν ένα περιβάλλον κεντρικής λιμνοθάλασσας, το οποίο μεταβαίνει σταδιακά στην ενότητα 2 που αποτελεί ένα περιβάλλον εξωτερικής λιμνοθάλασσας αφού εμφανίζονται θαλάσσια είδη (*A. beccarii, C. neapolitana, L. elliptica*). Η ενότητα 3 αποτελεί επίσης περιβάλλον κεντρικής λιμνοθάλασσας, με πιθανή μεταφορά ειδών στο ανώτερο τμήμα της ενότητας, αφού εμφανίζονται νεαρές θυρίδες των ειδών *C. torosa* (οικοφαινότυπος με εξογκώματα), *L. rara*, καθώς και κάποια ολιγόαλα είδη (*C. neglecta, I. gibba*). Η ενότητα 4 είναι στείρα και αποτελείται κυρίως από άμμους, που πιθανότατα σημαίνει ένα παράκτιο περιβάλλον ή περιβάλλον εκβολών. Τέλος η συνάθροιση της ενότητας 5 αντικατοπτρίζει ένα περιβάλλον λιμνοθάλασσας με επιρροή από νερά χαμηλής αλατότητας. Τα περιβάλλοντα επιβεβαιώνονται από τα μαλάκια που βρέθηκαν στην ακολουθία. Πιο συγκεκριμένα, στις ενότητες 1, 2 και 3 βρέθηκαν υφάλμυρα μαλάκια (*H. acuta*, *C. glaucum* και Mytilidae) ενώ στην ενότητα 5 θραύσματα από γαστερόποδα γλυκού νερού, του γένους *Bithynia* sp. και *Valvata* sp.

Τομή Β2/ Μαγούλα

Rarefaction

Τα δείγματα αυτής της ακολουθίας αποτελούνται από πολύ μικρό αριθμό ατόμων ή είναι στείρα γεγονός που αντικατοπτρίζεται στις καμπύλες της ανάλυσης rarefaction. Οι μόνες σχεδόν οριζόντιες

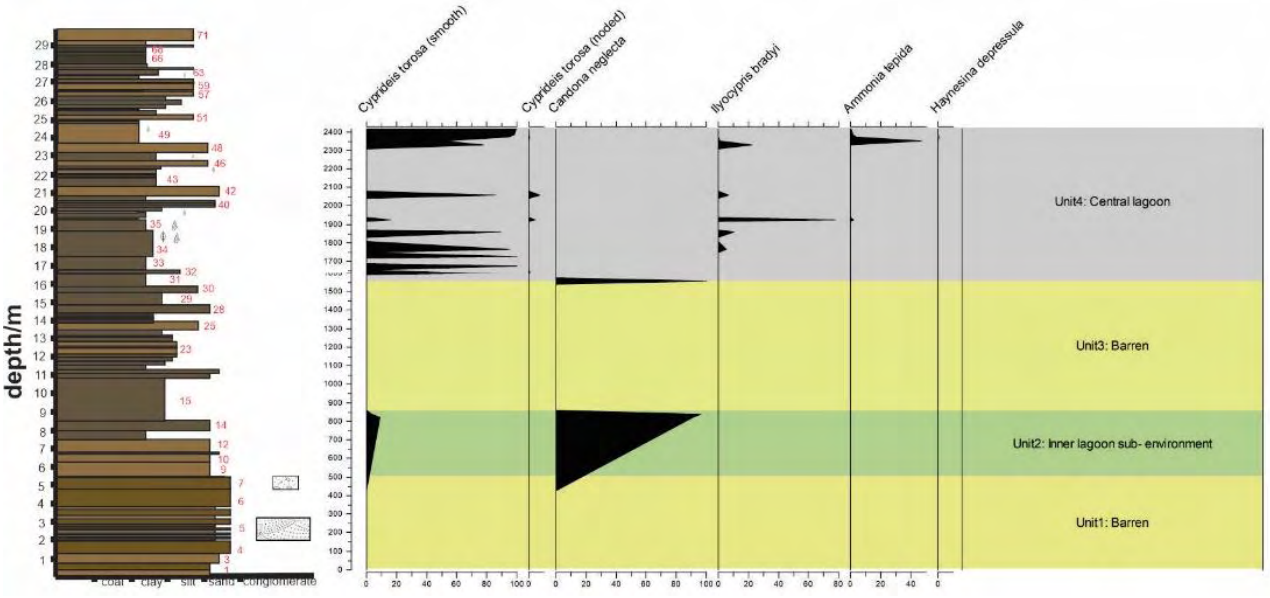
καμπύλες που δείχνουν επαρκή αριθμό ατόμων, είναι αυτές των δειγμάτων από τα ύψη 2354 cm, 2388 cm και 2417 cm, αφού σε αυτά τα δείγματα ο αριθμός ατόμων κυμαίνεται μεταξύ 254 και 298 (Εικ.4.77).



Εικόνα 4.77: Διάγραμμα καμπυλών rarefaction για την τομή Β2 (Μαγούλα)

Διαγράμματα σχετικής συχνότητας

Αυτή η ακολουθία είναι σχεδόν στείρα. Παρόλα αυτά, κατασκευάστηκαν ενδεικτικά διαγράμματα σχετικής συχνότητας και ξεχώρισαν δύο ενότητες με απολιθώματα και δυο στείρες ενότητες. Πιο συγκεκριμένα, η ενότητα 1 (0-500 cm) είναι στείρα σε απολιθώματα, ενώ στην υπερκείμενη ενότητα 2 (500- 850 cm) βρέθηκαν λίγες θυρίδες του είδους *C. neglecta* και ελάχιστες θυρίδες του είδους *C. torosa* (λείος οικο-φαινότυπος), που πιθανόν αντικατοπτρίζουν ένα περιβάλλον εσωτερικής λιμνοθάλασσας (Εικ.4.78). Η ενότητα 3 (850- 1600 cm) είναι επίσης στείρα. Τέλος, στην ενότητα 4 (1600- 2430 cm) παρατηρήθηκε αύξηση των ατόμων με κυρίαρχο το *C. torosa* (λείος οικο-φαινότυπος). Σε μικρότερα ποσοστά εμφανίζονται τα είδη: *C. neglecta* και *I. bradyi*. Στα τελευταία 100 cm της ενότητας, παρατηρείται αύξηση των θυρίδων του *C. torosa* (λείος οικο-φαινότυπος) και εμφάνιση του είδους *A. tepida* (Εικ.4.78). Αυτή η ενότητα, πιθανόν αντανακλά ένα λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον.



Εικόνα 4.78: Διαγράμματα σχετικής συχνότητας ειδών και παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία της τομής Β2 (Μαγούλα), σε σύγκριση με τη στρωματογραφική στήλη

Detrended Correspondence Analysis

Σε αυτή την ακολουθία δεν βρέθηκε επαρκής αριθμός ειδών για να γίνει στατιστική ανάλυση.

Παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία

Από τις συναθροίσεις των απολιθωμάτων, συμπεραίνουμε ότι η απόθεση πραγματοποιήθηκε σε ένα γενικά λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον. Πιο συγκεκριμένα, το κατώτερο τμήμα της ακολουθίας είναι στείρο και με αυξημένο κοκκομετρικό μέγεθος, το οποίο θα μπορούσε να δείχνει ένα περιβάλλον εκβολών ποταμού. Στη δεύτερη ενότητα φαίνεται να κυριαρχεί ένα περιβάλλον εσωτερικής λιμνοθάλασσας αφού τα κυρίαρχα είδη είναι *C. neglecta* και *C. torosa* (λείος οικο-φαινότυπος). Ακολουθεί πάλι μια στείρα ενότητα αντίστοιχη της πρώτης, η οποία μεταβάλλεται προς τα πάνω, σε κεντρικό τμήμα λιμνοθάλασσας αφού κυριαρχεί πάλι το είδος *C. torosa* (λείος οικο-φαινότυπος).

4.2 Αντιστοίχιση ηλικιών με την καμπύλη MIS

Τα αποτελέσματα της χρονολόγησης κόκκων χαλαζία με τη μέθοδο OSL, έδειξε ότι οι μελετώμενες τομές έχουν ηλικία ύστερο Μέσο Πλειστόκαινο. Αυτές οι ηλικίες συσχετίζονται με ήδη δημοσιευμένα γεωχρονολογικά δεδομένα (Frydas 1995; Stamatopoulos et al., 2004; Flotte et al., 2005; Palyvos et al., 2007), από ιζήματα στη γύρω περιοχή στα οποία έχει αποδοθεί ηλικία Μέσου έως Άνω Πλειστοκαίνου για τα θαλάσσια ιζήματα των αντίστοιχων μελετημένων τομών.

Βίγλα 1

Συγκρίνοντας τις ηλικίες που έδωσε η μέθοδος OSL, με την καμπύλη MIS-marine isotope stages (Railsback et al., 2015), υπάρχει μεγάλος βαθμός συνοχής στην κατανομή των ηλικιών. Το πιο πιθανό σενάριο είναι ότι το δείγμα S1-1 (τομή Α) (241 ± 24 ky) είναι ισοδύναμο με την κορυφή του MIS 7e (Εικ. 4.79). Το δείγμα S2-1 (τομή Β) (222 ± 51 ky) είναι ισοδύναμο με την κορυφή MIS 7c, η οποία αντιστοιχεί σε περίοδο υψηλής στάθμης της θάλασσας μεσοπαγετώδους περιόδου και μπορεί να εξηγήσει το θαλάσσιο περιβάλλον σε αυτή την ενότητα 3 (Εικ. 4.79). Η περίοδος υψηλής στάθμης της θάλασσας μεσοπαγετώδους περιόδου, επιβεβαιώνεται και από την έντονη παρουσία τους είδους *Emiliania huxleyi* σε αυτή την ακολουθία , το οποίο εμφανίστηκε στον Κορινθιακό κόλπο κατά το MIS7e, γιατί τότε ήταν η πρώτη φορά που είχε επικοινωνία ο Κορινθιακός κόλπος με τη θάλασσα (Palyvos et al. 2010). Κάτω από τα 409 cm (τομή Β, ενότητα 1), η χαμηλή στάθμη της θάλασσας που έχει καταγραφεί στο MIS 7d, εκπροσωπείται από ιζήματα με ελασματώσεις. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι έντονες κλιματικές συνθήκες στο MIS 7d, πιθανώς μοιάζουν με εκείνες μιας παγετώδους περιόδου και έτσι μπορεί να εξηγηθεί η χαμηλή στάθμη της θάλασσας που έχει καταγραφεί σε αυτή την ενότητα. Έτσι, οι παλαιοπεριβαλλοντικές διακυμάνσεις που απεικονίζονται στην τομή Β, έχουν μια κατά πάσα πιθανότητα κλιματική προέλευση. Το δείγμα S3-1 (τομή Γ) (171 ± 68 ky) είναι ισοδύναμο με το MIS 6d το οποίο περιλαμβάνει περίοδο χαμηλής στάθμης της θάλασσας μιας παγετώδους περιόδου. Αυτό ταιριάζει με το χαμηλότερο επίπεδο της στάθμης της θάλασσας και το λιμναίο/ λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον που αντικατοπτρίζει η τομή Γ. Το κλίμα του MIS 6d μπορεί να χαρακτηριστεί ως ηπειρωτικό θερμό κλίμα. Φυλλοβόλα φυτά κάλυπταν τα κοντινά βουνά (Velitzelos and Kvacek, 1999; Erdei and Bruch, 2004) σύμφωνα με τα φυτικά απολιθώματα που βρέθηκαν στην τομή Γ/ Βίγλα 1. Ιζήματα από το MIS 6 έχουν βρεθεί και στο ανατολικό τμήμα της Κορινθιακής τάφρου (Pallikarakis et al., 2018). Επιπλέον το μεταβατικό περιβάλλον της ενότητας 2 στην τομή Β δεν μπορεί να αποδοθεί μόνο στην κλιματική δράση, αφού το κλίμα φαίνεται σταθερό σε όλη την ενότητα. Σε αυτό το σημείο, πρέπει να συνυπολογιστεί η δράση της τεκτονικής ειδικά αφού η μετάβαση φαίνεται να είναι ξαφνική.

Βίγλα 2

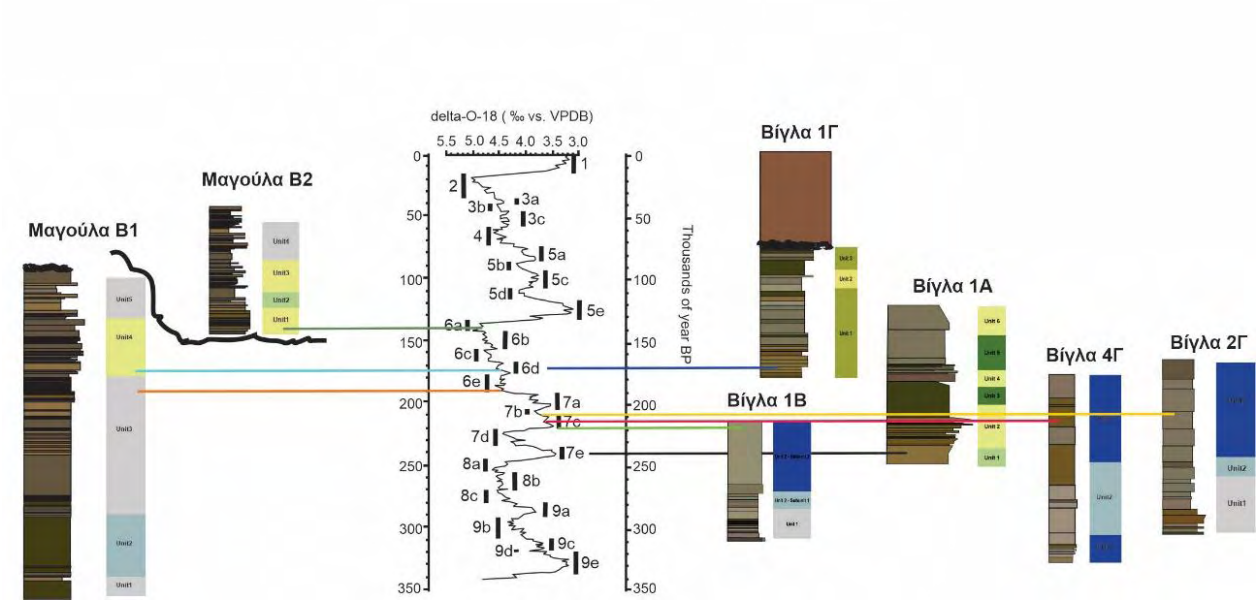
Συγκρίνοντας τις ηλικίες που έδωσε η μέθοδος OSL, με την καμπύλη MIS (Railsback et al., 2015), υπάρχει μεγάλος βαθμός σύμπτωσης στην κατανομή των ηλικιών και σε αυτή την τομή. Το δείγμα Βθ (τομή Γ) με ηλικία 207±33 ky είναι αντιστοιχεί με την κορυφή MIS 7c η οποία συσχετίζεται σε περίοδο υψηλής στάθμης της θάλασσας μιας μεσοπαγετώδους περιόδου και μπορεί να εξηγήσει το θαλάσσιο περιβάλλον σε αυτή την ενότητα (Εικ. 4.79). Η παρουσία του είδους *Emiliania huxleyi*, η παρουσία υψηλών ποσοστών του είδους *C. laevigata* που δείχνει αυξημένο βάθος, καθώς και τρηματοφόρων που συνδέονται με μεσοπαγετώδεις/ θερμές περιόδους, επιβεβαιώνουν ότι η ακολουθία αντιστοιχεί σε περίοδο υψηλής στάθμης της θάλασσας. Η χαμηλή στάθμη της θάλασσας που έχει καταγραφεί σε αυτή την τομή στην ενότητα 1 (τομή Γ-Βίγλα 2, ενότητα 1), θα μπορούσε να αντιστοιχεί στην αμέσως προηγούμενη παγετώδη περίοδο και πιο συγκεκριμένα στο MIS 7d (Εικ. 4.79).

Βίγλα 4

Το δείγμα Β4β (ενότητα 3/τομή Γ- Βίγλα 4) με ηλικία 234±10 ky, είναι ισοδύναμο με την κορυφή 7d στην καμπύλη MIS, η οποία αντιστοιχεί σε περίοδο χαμηλής στάθμης της θάλασσας (Εικ. 4.79). Η χαμηλή στάθμη της θάλασσας δεν ταιριάζει με το περιβάλλον της τομής, αφού είναι καθαρά θαλάσσιο σύμφωνα με την μικροπανίδα, την παρουσία του είδους *Emiliania huxleyi,* την ύπαρξη μεγάλου αριθμού ατόμων του είδους *C. laevigata* που συνδέεται με αυξημένο βάθος καθώς και τρηματοφόρων που συνδέονται με μεσοπαγετώδεις/ θερμές περιόδους. Αυτό πιθανόν συμβαίνει, λόγω μικρού σφάλματος στην χρονολόγηση. Οι συναθροίσεις των απολιθωμάτων σε αυτή την τομή είναι παρόμοιες με αυτές της τομής Γ- Βίγλα 2, η οποία αντιστοιχεί σε περίοδο υψηλής στάθμης της θάλασσας (Εικ. 4.79). Για το λόγο αυτό θεωρούμε ότι η τομή Γ- Βίγλα 4 έχει κοντινή ηλικία με την τομή Γ- Βίγλα 2 και πιθανότατα συσχετίζεται και αυτή με το MIS 7c.

Μαγούλα

Συγκρίνοντας τις ηλικίες που έδωσε η μέθοδος OSL, με την καμπύλη MIS, υπάρχει μεγάλος βαθμός συνοχής στην κατανομή των ηλικιών στην τομή Β1- Μαγούλα. Το δείγμα Μ2 (ενότητα 3/ τομή Α- Μαγούλα) έχει ηλικία 190±35 ky και είναι ισοδύναμο με την κορυφή MIS 6e, η οποία αντιστοιχεί σε περίοδο χαμηλής στάθμης της θάλασσας μιας παγετώδους περιόδου και μπορεί να εξηγήσει το λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον σε αυτή την ενότητα (Εικ. 4.79). Αντίστοιχα, το δείγμα Μ3 (ενότητα 4/ τομή Α- Μαγούλα), έχει ηλικία 172±44 ky, η οποία είναι ισοδύναμη με το MIS 6d, που αντιστοιχεί επίσης σε περίοδο χαμηλής στάθμης της θάλασσας και μπορεί να εξηγήσει το παράκτιο περιβάλλον. Τέλος, το δείγμα Μ4 (ενότητα 1) στην τομή Β2- Μαγούλα, έχει ηλικία 144±12, η οποία είναι ισοδύναμη με την κορυφή MIS 6a που αντιστοιχεί και αυτή σε περίοδο χαμηλής στάθμης της θάλασσας (Εικ. 4.79).



Εικόνα 4.79: Σχηματική συσχέτιση μεταξύ των χρονολογημένων ακολουθιών (μέθοδος OSL) και της καμπύλης MIS (Railsback et al., 2015)

4.3 Συσχέτιση τομών

Σύμφωνα με την παλαιοπεριβαλλοντική ανάλυση, οι ακολουθίες που μελετήθηκαν, παρουσιάζουν αλλαγές στη στάθμη της θάλασσας που οφείλονται κυρίως στον ευστατισμό. Παρακάτω θα γίνει ο συσχετισμός και η σύνθεση των τομών, με τη βοήθεια των MIS και των παλαιοπεριβαλλοντικών ερμηνειών. Έγινε ομαδοποίηση των περιβαλλόντων σε τρεις τύπους: τύπος Α- λιμνοθαλάσσια περιβάλλοντα/ περιβάλλοντα εκβολών (ελασματώδεις/ στρωματώδεις αποθέσεις ιλύος με παρεμβολές κροκαλοπαγών, άμμων, οργανογενών ιζημάτων), τύπος Β- μεικτό/ μεταβατικό περιβάλλον μεταξύ λιμνοθάλασσας και θάλασσας (αποθέσεις αργίλου και ιλύος) και τέλος τύπος Γ- θαλάσσιο περιβάλλον (παχιές αποθέσεις αργίλου και ιλύος).

Βίγλα

Στη Βίγλα 1 καταγράφηκαν εναλλαγές των τύπων Α, Β και Γ. Πιο συγκεκριμένα, η κατώτερη τομή της Βίγλας 1 (τομή Α) αποτελείται από λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον (τύπος Α) και έχει ηλικία που αντιστοιχεί στο MIS 7e. Ακολουθεί η τομή Β, το κατώτερο μέρος (ενότητα 1) της οποίας αντικατοπτρίζει λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον (τύπος Α), που όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο αντιστοιχεί στο MIS 7d. Ακολουθεί ένα περιβάλλον μεταβατικό (τύπος Β), που πιθανότατα αντιστοιχεί στην μετάβαση από το MIS 7d στο MIS 7c (ενότητα 2) (Εικ. 4.80) Το ανώτερο τμήμα (ενότητα 3) της τομής Β αντανακλά ρηχό θαλάσσιο περιβάλλον (τύπος Γ) το οποίο αντιστοιχεί στο MIS 7c. Ακολουθεί η τομή Γ, η οποία αντανακλά ένα γενικά λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον (τύπος Α), χρονολόγηση του οποίου έδειξε ότι αντιστοιχεί στο MIS 6d. Η ακολουθία αυτή, κλείνει με την διαβρωσιγενή απόθεση κόκκινων κροκαλοπαγών (τομή Δ) (Εικ. 4.80).

Αντίστοιχη αλληλουχία αλλαγών παρατηρήθηκε και στην Βίγλα 2, στην οποία έγινε μόνο μια χρονολόγηση. Η χρονολόγηση έγινε στο ανώτερο τμήμα (ενότητα 3) της τομής Γ, η οποία χαρακτηρίζεται από θαλάσσιο περιβάλλον (τύπος Γ) και έδειξε αντιστοιχία με την κορυφή του MIS 7c . Η ηλικία, η λιθολογία και τα περιβάλλοντα, ταιριάζουν με τα αντίστοιχα της τομής Β- Βίγλα 1. Πιο συγκεκριμένα, η ενότητα 1/ τομή Γ/ Βίγλα 2 φαίνεται να είναι η ίδια με την ενότητα 1/ τομή Β/ Βίγλα 1, δηλαδή λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον (τύπος Α) με ηλικία αντίστοιχη του MIS 7e. Η ενότητα 2/ τομή Γ/ Βίγλα 2 είναι μεταβατική (τύπος Β) και αντίστοιχη της ενότητας 2/ τομή Β/ Βίγλα 1 και με ηλικία μεταβατική από το MIS 7d στο MIS 7c (Εικ. 4.80). Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, η ενότητα 3/ τομή Γ/ Βίγλα 2 αντιστοιχεί στην κορυφή του MIS 7c και χαρακτηρίζεται από ένα ρηχό θαλάσσιο περιβάλλον (τύπος Γ) (Εικ. 4.80). Η τομή Δ/ Βίγλα 2, που επίσης αντανακλά ένα ρηχό θαλάσσιο περιβάλλον φαίνεται να είναι η φυσική συνέχεια της τομής Γ/ Βίγλα 2. Οι τομές Α και Β (Βίγλα 2) αντανακλούν ένα λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον (τύπος Α) και είναι υποκείμενες της τομής Γ (Βίγλα 2), άρα πιθανόν να αντιστοιχούν στο MIS 7e (Εικ. 4.80).

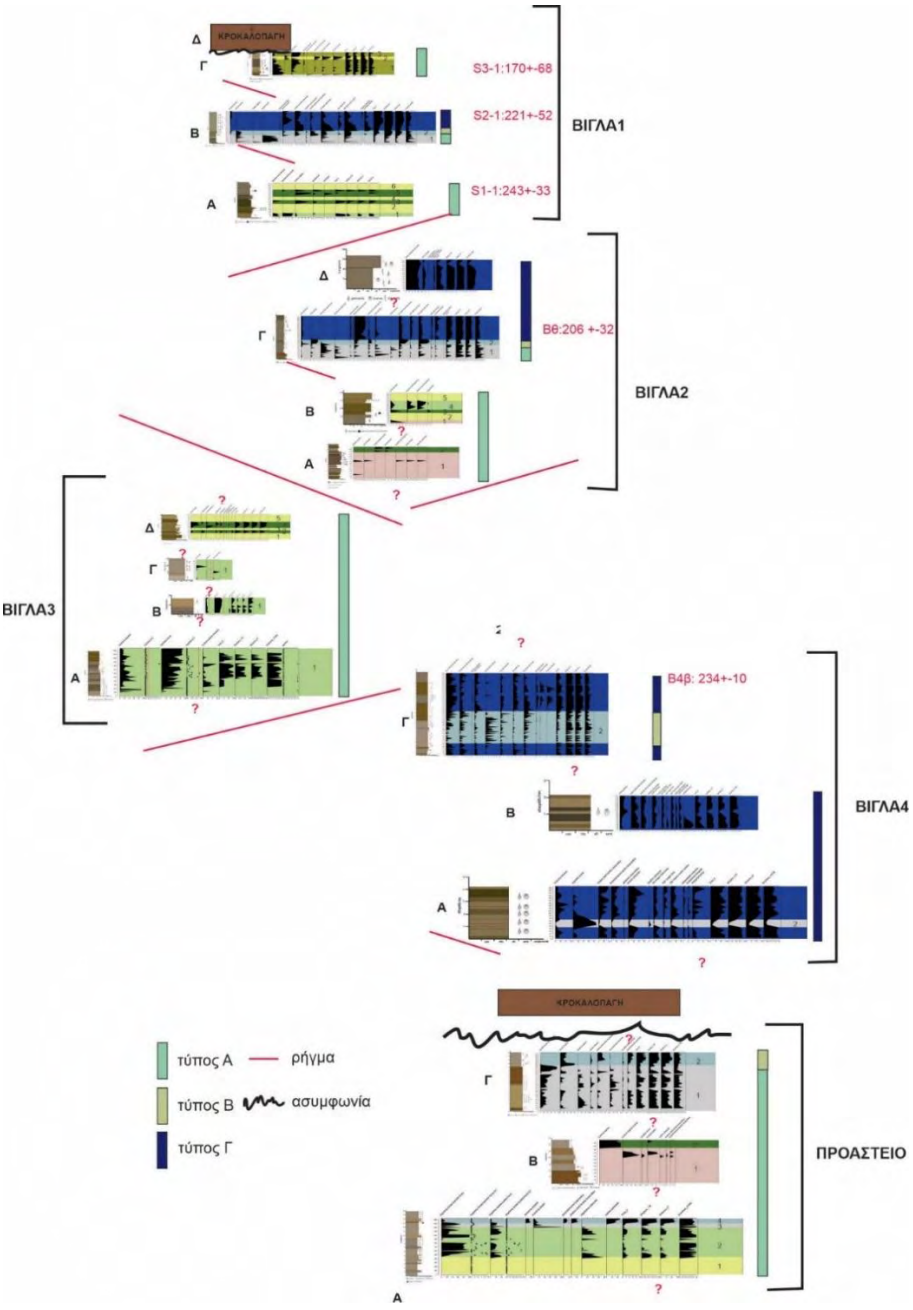
Όλες οι τομές της Βίγλας 3 χαρακτηρίζονται γενικά από λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον (τύπος Α). Σε αυτή τη θέση δεν έγινε χρονολόγηση, για το λόγο αυτό δεν μπορεί να γίνει ακριβής συσχέτιση με την καμπύλη MIS. Η παρουσία φυτικών απολιθωμάτων καθώς και του είδους *D. polymorpha,* φαίνεται να είναι αντίστοιχη της τομής Γ- Βίγλα 1, η οποία επίσης χαρακτηρίζεται από αντίστοιχο περιβάλλον (Εικ. 4.80).

Οι τομές της Βίγλας 4, αντανακλούν κυρίως ένα ρηχό θαλάσσιο περιβάλλον (τύπος Γ). Έγινε χρονολόγηση στην τομή Γ (ενότητα 3), η οποία είναι αντίστοιχη του MIS 7c, όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 4.2. Η ενότητα 2/ τομή Γ/ Βίγλα 4 χαρακτηρίζεται από μεταβατικό/ μεικτό περιβάλλον (τύπος Β) (Εικ. 4.80). Αυτή η τομή είναι υποκείμενη της ενότητας 3 (MIS 7c), άρα πιθανολογείται ότι αντιστοιχεί στο MIS 7d κατά το οποίο κυριαρχούσαν συνθήκες χαμηλής στάθμης της θάλασσας. Στη Βίγλα 1 και στη Βίγλα 2, οι αντίστοιχες ενότητες στο MIS 7d, χαρακτηρίζονται από λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον (τύπος Α) (Εικ. 4.80). Αυτό, μπορεί να συμβαίνει λόγω πλευρικής μετάβασης της φάσης. Πιο συγκεκριμένα, πιθανόν η Βίγλα 4 στην οποία κυριαρχούν γενικά πιο θαλάσσιες συνθήκες και συνθήκες ανοιχτής λιμνοθάλασσας, βρισκόταν πιο κοντά στο ύβωμα του Ρίου άρα είχε μεγαλύτερη επικοινωνία με τη θάλασσα, σε σχέση με τις Βίγλα 1 και 2. Οι τομές Α, Β/ Βίγλα 4 καθώς και η ενότητα 1/ τομή Γ/ Βίγλα 4 χαρακτηρίζονται από ρηχό θαλάσσιο περιβάλλον (τύπος Γ) το οποίο πιθανότατα, αντιστοιχεί στην κορυφή του MIS 7e (Εικ. 4.80). Και σε αυτή τη περίπτωση, κυριαρχούν θαλάσσιες συνθήκες (τύπος Γ) σε σχέση με τις αντίστοιχες τομές με ηλικία MIS 7e στις Βίγλα 1 και 2, όπου κυριαρχούσαν κυρίως λιμνοθαλάσσιες συνθήκες (τύπος Α). Αυτό ενισχύει την υπόθεση ότι η Βίγλα 4 βρίσκεται πιο κοντά στο ύβωμα του Ρίου.

<u>Προάστειο</u>

Στη θέση Προάστειο, δεν έγινε επίσης χρονολόγηση και είναι δύσκολο να γίνει συσχέτιση με κάποια άλλη ακολουθία. Παρόλα αυτά, στην κορυφή της ακολουθίας παρατηρείται διαβρωσιγενής απόθεση κόκκινων κροκαλοπαγών αντίστοιχα με αυτά της τομής Δ/ Βίγλα 1 (Εικ. 4.80). Κάτω από τα κροκαλοπαγή δεν έγινε συστηματική δειγματοληψία λόγω φυτοκάλυψης, αλλά παρατηρήθηκε ότι τα

ιζήματα σε αυτό το τμήμα της ακολουθίας είναι πλούσια σε θαλάσσια μαλάκια κυρίως *Turitella* sp., που δείχνει ένα περιβάλλον που πιθανότατα αντιστοιχεί σε περίοδο υψηλής στάθμης της θάλασσας. Σε κανονική συνέχεια με αυτά τα ιζήματα, έχει αποτεθεί άργιλος, στην οποία βρέθηκαν απολιθώματα που αντανακλούν ένα μεταβατικό περιβάλλον και ένα λιμνοθαλάσσιο. Ακολουθεί η τομή Β/ Προάστειο που αποτελείται από άμμους στείρους σε απολιθώματα με εξαίρεση λίγα δείγματα με μεταφερμένα απολιθώματα και στο ανώτερο τμήμα της ακολουθίας κυριαρχεί το γένος Candona. Αυτή η ακολουθία πιθανότατα αντιστοιχεί σε μια περίοδο χαμηλής στάθμης της θάλασσας.



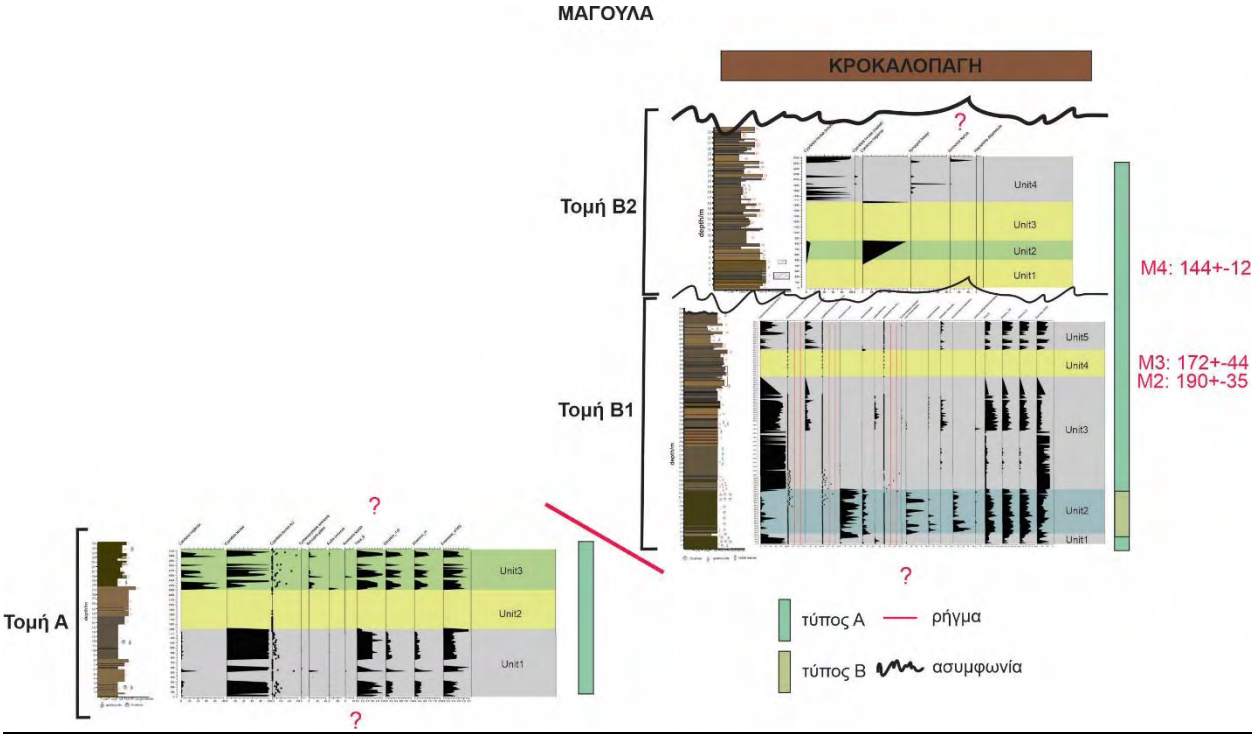
Εικόνα 4.80: Σχηματική απεικόνιση της σχετικής θέσης των ακολουθιών στις περιοχές Βίγλα και Προάστειο και αντιστοίχισή τους με τους απλοποιημένους τύπους περιβαλλόντων (Α, Β, Γ)

Μαγούλα

Στην περιοχή Μαγούλα επικρατούν κυρίως λιμνοθαλάσσιες συνθήκες (τύπος Α) (Εικ. 4.81). Έγινε χρονολόγηση στην ενότητα 3/ τομή Β1, που έδωσε ηλικία αντίστοιχη του MIS 6e το οποίο ήταν περίοδος χαμηλής στάθμης της θάλασσας, πράγμα που ταιριάζει με το λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον της ενότητας. Η ενότητα 2/ τομή Β1 χαρακτηρίζεται από μεταβατικό/ μεικτό περιβάλλον (τύπος Β) και είναι υποκείμενη της ενότητας 3/ τομή Β1, άρα πιθανόν να αντιστοιχεί στην κορυφή MIS 7a που είναι μία περίοδος με υψηλή στάθμη της θάλασσας (Εικ. 4.81). Η ενότητα 4/ τομή Β1 έχει ηλικία αντίστοιχη της κορυφής MIS 6d, άρα και η ενότητα 5/τομή Β1 που βρίσκεται ακριβώς από πάνω, θα έχει παρόμοια ηλικία. Αυτή η ηλικία είναι αντίστοιχη με την ηλικία της τομή Γ/ Βίγλα 1 (Εικ. 4.81).

Πάνω στην τομή Β1/ Μαγούλα έχει αποτεθεί ασύμφωνα (γωνιώδης ασυμφωνία) η τομή Β2 (Εικ. 4.81). Η ηλικία της ενότητας 1/ τομή Β2/ Μαγούλα, είναι αντίστοιχη της κορυφής MIS 6a (Εικ. 4.81). Αν και η τομή Β1/ Μαγούλα φαίνεται να συσχετίζεται με τη Βίγλα 1, δεν βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ της τομής Β2/ Μαγούλα και της Βίγλας 1 (Εικ. 4.81). Παρόλα αυτά, πάνω από την τομή Β2/ Μαγούλα έχει αποτεθεί ασύμφωνα, μια φάση κόκκινων κροκαλοπαγών αντίστοιχη της τομής Δ/ Βίγλα 1. Η απουσία, της ακολουθίας μεταξύ των δύο ασυμφωνιών, στη Βίγλα 1, πιθανότατα οφείλεται στη μεγαλύτερη διάβρωση της θέσης Βίγλα 1, πριν την απόθεση των κροκαλοπαγών.

Η τομή Α/ Μαγούλα, φαίνεται να συσχετίζεται με το ανώτερο τμήμα της τομής Β1/ Μαγούλα. Πιο συγκεκριμένα, η ενότητα 1/ τομή Α/ Μαγούλα είναι αντίστοιχη της ενότητας 3/ τομή Β1/ Μαγούλα αφού και οι δύο χαρακτηρίζονται από λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον με κυριαρχία του είδους *C. torosa* (Εικ. 4.81). Η ενότητα 2/ τομή Α/ Μαγούλα είναι στείρα σε απολιθώματα και αποτελείται από χονδρόκοκκα ιζήματα (κυρίως άμμο), ακριβώς όπως και η 4/ τομή Β1/ Μαγούλα (Εικ. 4.81). Τέλος, η πανίδα της ενότητας 3/ τομή Α/ Μαγούλα, αντανακλά ένα λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον με χαμηλή αλατότητα, αντίστοιχο της ενότητας 5/ τομή Β1/ Μαγούλα (Εικ. 4.81). Η συσχέτιση αυτή επιβεβαιώνεται και από την παρουσία γαστερόποδων γλυκού νερού (*Bithynia* sp. και *Valvata* sp.) και στα δύο ενότητες.



Εικόνα 4.81: Σχηματική απεικόνιση της σχετικής θέσης των ακολουθιών στη περιοχή Μαγούλα και αντιστοίχισή τους με τους απλοποιημένους τύπους περιβαλλόντων (Α, Β)

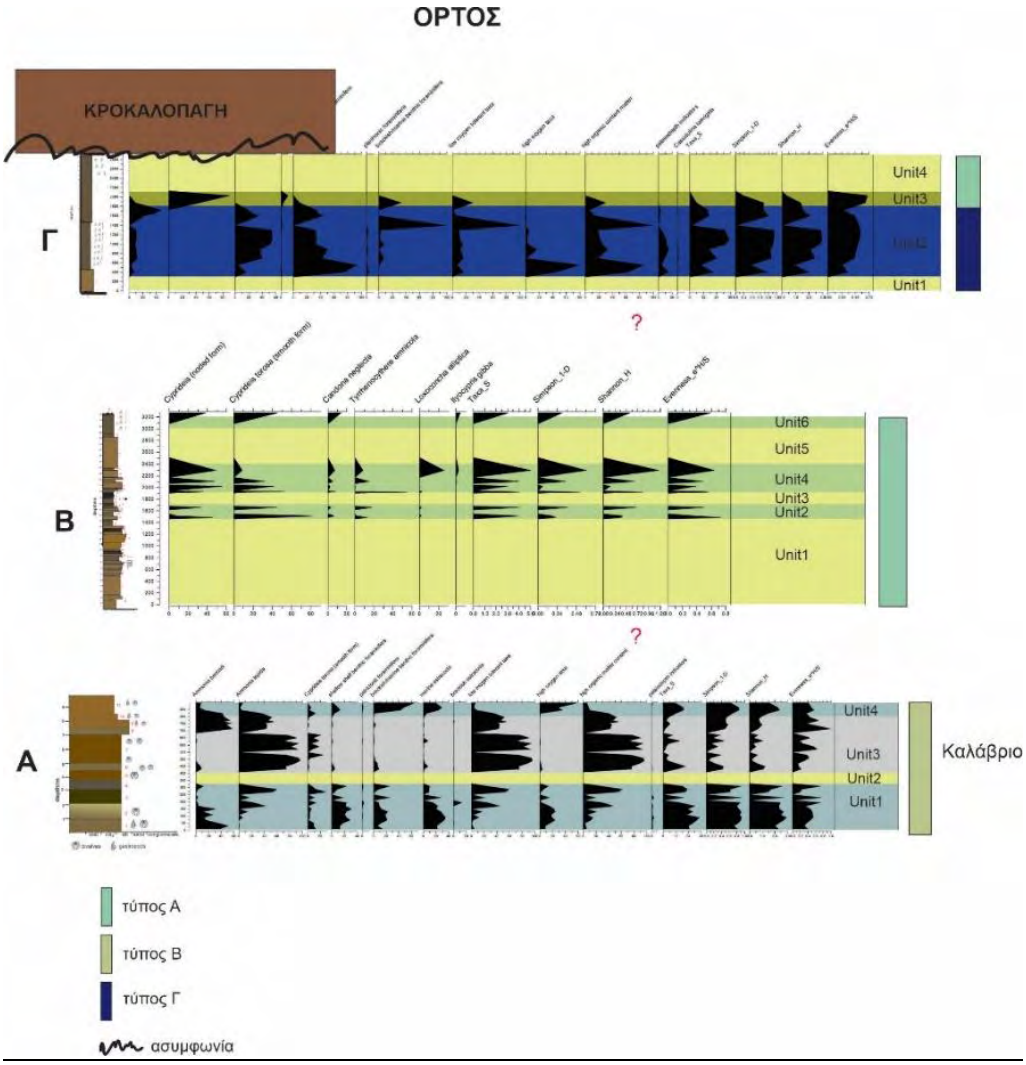
Ορτός

Στον Ορτό βρέθηκε ξανά η φάση με τα κόκκινα κροκαλοπαγή τα οποία έχουν αποτεθεί ασύμφωνα. Κάτω από τα κροκαλοπαγή βρέθηκε μια ακολουθία στρωμάτων όμοια με τη Βίγλα 1. Πιο συγκεκριμένα οι ενότητες 3 και 4/ τομή Γ / Ορτός, χαρακτηρίζονται από είδη που δείχνουν λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον χαμηλής αλατότητας (τύπος Α) , καθώς επίσης βρέθηκαν αρκετά φυτικά απολιθώματα και δίθυρα του είδους *D. polymorpha*, ακριβώς όπως στην τομή Γ/ Βίγλα 1 (Εικ. 4.82). Σύμφωνα με αυτή τη συσχέτιση, οι ενότητες 3 και 4/ τομή Γ / Ορτός, θα μπορούσαν να συσχετίζονται με το MIS 6d. Υποκείμενη αυτών των ενοτήτων είναι η ενότητα 2/ τομή Γ/ Ορτός η οποία χαρακτηρίζεται από θαλάσσιο περιβάλλον (τύπος Γ) και βρίσκεται σε κανονική συνέχεια με την προηγούμενη ενότητα άρα πιθανότατα αντιστοιχεί στο MIS 7a, που είναι περίοδος υψηλής στάθμης της θάλασσας και ταιριάζει με το περιβάλλον της ενότητας (Εικ. 4.82). Χαρακτηριστικό αυτής της ενότητας είναι η μεγάλη παρουσία του γένους *Turritella* sp. Τέλος ακολουθούν η ενότητα 1/ τομή Γ/ Ορτός και η τομή Β/ Ορτός, οι οποίες χαρακτηρίζονται από λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον χαμηλής αλατότητας (τύπος Α) με αρκετές στείρες ενότητες, άρα θα μπορούσε να αντιστοιχεί στο MIS 7b που είναι μια μικρή περίοδος χαμηλής στάθμης της θάλασσας (Εικ. 4.82).

Στην κατώτερη ακολουθία της περιοχής Ορτός, δεν έγινε χρονολόγηση με τη μέθοδο OSL, αλλά έγινε σχετική χρονολόγηση με τη βοήθεια του είδους *C. cimbaeformis* το οποίο είναι γνωστό για την εξάπλωσή του στη Μεσόγειο από το κατώτερο Πλειόκαινο (Nachite et al., 1993) έως και το Καλάβριο (Emilian stage) (Aruta & Ruggieri, 1983; Bonaduce et al., 1987). Σύμφωνα με αυτό, η νεότερη ηλικία που

μπορεί αν έχει αυτή η τομή είναι το Καλάβριο. Αυτή είναι παλαιότερη σε ηλικία ακολουθία, σε σχέση με όλες τις μελετώμενες τομές.

Μεταξύ των τομών Β και Α λείπει ένα μεγάλο κομμάτι της ακολουθίας το οποίο λόγω φυτοκάλυψης δεν μπόρεσε να επεξεργαστεί, στο οποίο οφείλεται το μεγάλο κενό στην ηλικία.



Εικόνα 4.82: Σχηματική απεικόνιση της σχετικής θέσης των ακολουθιών στη περιοχή Ορτός και αντιστοίχιση τους με τους απλοποιημένους τύπους περιβαλλόντων (Α, Β, Γ)

Πιο πάνω περιεγράφηκαν οι ακολουθίες της περιοχής Προάστειο, χωρίς όμως να γίνει συσχέτιση με κάποια από τις άλλες ακολουθίες λόγω έλλειψης χρονολόγησης σε αυτές. Παρόλα αυτά, όπως προαναφέρθηκε, κάτω από την ενότητα με τα κροκαλοπαγή, παρατηρήθηκε στην ύπαιθρο μεγάλη παρουσία του γένους *Turritella* sp., η οποία φαίνεται να είναι ακριβώς η ίδια εικόνα που συναντάται και στην τομή Γ/ Ορτός. Για το λόγο αυτό θα γίνει η υπόθεση ότι και η ακολουθία με τις *Turritella* sp.

κάτω από τα κροκαλοπαγή στο Προάστειο, αντιστοιχεί στο MIS 7a, όπως και η τομή Γ/ Ορτός. Την υπόθεση αυτή ενισχύει το γεγονός ότι και στις δύο περιοχές οι κατώτερες ακολουθίες χαρακτηρίζονται από λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον χαμηλής αλατότητας (τύπος Α) με αρκετές στείρες ενότητες, που όπως προαναφέραμε πιθανότατα να αντιστοιχεί στο MIS 7b.

4.4 Επίδραση της τεκτονικής

Η περιοχή μελέτης εντάσσεται στη λεκάνη του Ρίου που χαρακτηρίζεται από συνεχόμενες περιβαλλοντικές αλλαγές οι οποίες οφείλονται στην έντονη τεκτονική του συστήματος τάφρων που τέμνουν εγκάρσια τις Ελληνίδες οροσειρές και τον ορεογραφικό τους άξονα. Η πιο μεγάλη από τις τάφρους αυτές είναι η Κορινθιακή ενώ μικρότερες τάφροι είναι της Πάτρας και του Ρίου. Πιο συγκεκριμένα, η περιοχή εργασίας βρίσκεται στο νότιο περιθώριο της Κορινθιακής τάφρου, κατά μήκος του οποίου αναπτύσσεται ένα δίκτυο συζυγών ρηγμάτων. Το κυρίαρχο σύστημα ρηγμάτων αποτελείται από κανονικά ρήγματα που κλίνουν προς βορρά ή προς νότο ενώ η γεωμετρία τους είναι ληστρική. Τα ρήγματα αυτά έχουν μετατοπίσεις που κυμαίνονται από μερικές εκατοντάδες έως μερικές δεκάδες μέτρα. Με βάση αυτές τις μετατοπίσεις τα ρήγματα ταξινομούνται ως πρώτης και δεύτερης τάξης όταν η μετατόπιση είναι της τάξης των εκατοντάδων ή δεκάδων μέτρων αντίστοιχα. Η δράση αυτών των ρηγμάτων έχει σαν αποτέλεσμα τη μετατόπιση μεταξύ των τεμαχών αλλά και στρέψη τους γύρω από οριζόντιο άξονα. Επιπλέον η δράση των συζυγών ρηγμάτων δημιούργησε επιμέρους μικρότερες τάφρους. Οι τάφροι αυτές είναι της τάξης των χιλιομέτρων και στην διάρκεια της ανάπτυξής τους προέκυψε η σύνθετη εικόνα των παλαιοπεριβαλλόντων στη περιοχή μελέτης, η μελέτη των οποίων ήταν εξ' αρχής ο σκοπός αυτής της εργασίας. Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στην τέταρτη φάση (0.4- 0 Ma) διάνοιξης της ρηξιγενούς ζώνης του Κορινθιακού κόλπου σύμφωνα με τους Ford et al. (2016). Η φάση αυτή χαρακτηρίζεται από αυξημένη τεκτονική δραστηριότητα στα πρώτης τάξης ρήγματα και την διάνοιξη του στενού του Ρίου για πρώτη φορά περίπου στα 400 ka. Ως κύριο ρήγμα που προκάλεσε την διάνοιξη του στενού θεωρείται το ρήγμα του Ψαθόπυργου που βρίσκεται στα νότια της ομώνυμης κοινότητας (Ford et al., 2016).

Πιο συγκεκριμένα, θα μπορούσαμε να πούμε ότι η τεκτονική δράση στην περιοχή μελέτης χωρίζεται σε δύο φάσεις. Αρχικά ξεκίνησαν να δρουν ληστρικά ρήγματα συζυγή, τα οποία θεωρείται ότι προκάλεσαν την διαστολή της περιοχής. Τέτοια συζυγή ρήγματα, έδρασαν και στη περιοχή Μαγούλα και πιο συγκεκριμένα ανάμεσα στις τομές Α και Β, αφού παρατηρείται μετατόπιση των χαρακτηριστικών ακολουθιών, κατ' ελάχιστο της τάξεως των 30 μέτρων και στρέψη των τεμαχών έως και 20^{o} προς νότο (Εικ. 4.83). Αντίστοιχη εικόνα παρατηρείται και ανάμεσα στις περιοχές Βίγλα 1 και Βίγλα 4, στις οποίες παρατηρείται επίσης μετατόπιση κατ' ελάχιστο 30 μέτρων. Επιπλέον, έδρασαν λίγα αντιθετικά ρήγματα, εξαιτίας των οποίων έγινε βύθιση περιοχών και δημιουργία των πρώτων μικρών τάφρων. Αυτή η εικόνα παρατηρείται στη Βίγλα 3, όπου μέσα σε τάφρο που δημιουργήθηκε από αντιθετικά ρήγματα, εμφανίζεται χαρακτηριστική ακολουθία αντίστοιχη της ανώτερης ακολουθίας στη Βίγλα 1, η οποία έχει ηλικία που συσχετίζεται με το MIS 6d (Εικ. 4.83). Αυτή η ακολουθία έχει διατηρηθεί γιατί μετατοπίστηκε στο κατώτερο μέρος της λεκάνης και δεν πρόλαβε να επιδράσει η διάβρωση. Στις περιοχές Βίγλα 2 και Βίγλα 4, δεν εμφανίζεται αυτή η ακολουθία, επειδή βρίσκονται σε μεγαλύτερο

υψόμετρο και πιθανότατα η αντίστοιχη ακολουθία MIS 6d έχει διαβρωθεί ή λόγω τεκτονικής δραστηριότητας δεν αποτέθηκε ποτέ (Εικ. 4.83).

Σε δεύτερη φάση, αρχίζουν να δρουν πολλά μικρότερα αντιθετικά ρήγματα που εξισορροπούν τις τάσεις κατά τη διαστολή περιοχής και οι μετατοπίσεις των ρηγμάτων είναι μικρότερες. Ένα τέτοιο ρήγμα έχει δράσει ανάμεσα στις θέσεις Βίγλα 1 και Βίγλα 2, όπου η μετατόπιση της χαρακτηριστικής ακολουθίας 3, είναι περίπου 20 m (Εικ. 4.83).

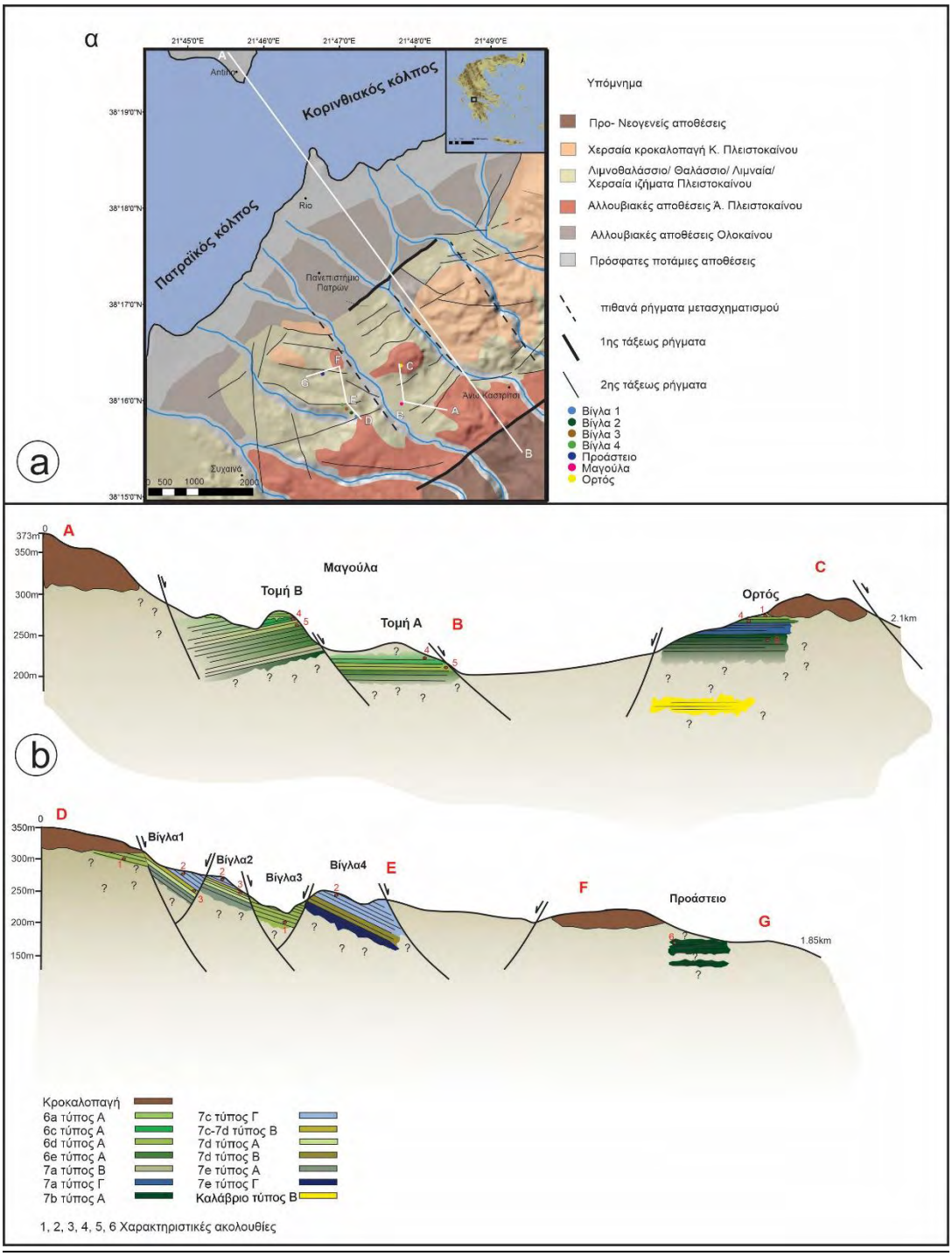
Τα νεότερα ιζήματα στη Βίγλα 1, έχουν ηλικία αντίστοιχη του MIS 6d, άρα τα ρήγματα άρχισαν να λειτουργούν μετά από αυτή την ηλικία, ενώ στη Μαγούλα η νεότερη ηλικία των ιζημάτων είναι αντίστοιχη του MIS 6a.

Με βάση τα παλαιοντολογικά και τεκτονικά δεδομένα στη συνέχεια θα γίνει προσπάθεια να υπολογιστούν οι ρυθμοί ολίσθησης των ρηγμάτων. Για να γίνουν αυτοί οι υπολογισμοί προσδιορίσθηκαν ομόλογα σημεία μεταξύ των θέσεων στις οποίες λήφθηκαν και χρονολογήθηκαν δείγματα ιζήματος. Τα ομόλογα σημεία έχουν προσδιορισθεί με δύο τρόπους. Ο πρώτος είναι η απόλυτη χρονολόγηση και ο δεύτερος ο συσχετισμός όμοιων ακολουθιών εκατέρωθεν ρηγμάτων. Για κάθε ζεύγος ομόλογων σημείων προσδιορίσθηκε το υψόμετρο με βάση στοιχεία υψομέτρου από RTK GPS. Σύμφωνα με το υψόμετρο και τις ηλικίες (ή τις σχετικές ηλικίες βάση της συσχέτισης των ακολουθιών), υπολογίστηκε ο ρυθμός ολίσθησης για μεμονωμένα ρήγματα ή για σειρά ρηγμάτων. Στο σημείο αυτό τονίζεται ότι ο προσδιορισμός της ηλικίας δεν ήταν πάντα εφικτός για την κάθε ακολουθία. Ιδιαίτερα δεν μπόρεσε να προσδιορισθεί η ηλικία ανάμεσα στην Τομή Α και τον λόφο του Ορτού, αλλά και μεταξύ της θέσης Βίγλα 4 και του Προαστείου.

Παρά όμως τις δυσκολίες που υπήρξαν στο προσδιορισμό των ηλικιών υπολογίστηκε ο ρυθμός ανύψωσης όπου ήταν δυνατόν, σύμφωνα με το σχετικό υψόμετρο και την ηλικία της κάθε ακολουθίας. Σχεδόν όλες οι ακολουθίες παρουσιάζουν ρυθμό ανύψωσης περίπου από 1.1 έως 1.8 mm/yr (πίνακας 4.1). Αυτές οι τιμές συμφωνούν με το ρυθμό ανύψωσης που αναφέρουν οι Palyvos et al. (2010), κατά το Μέσο- Άνω Πλειστόκαινο κατά μήκος των νότιων ακτών του Κορινθιακού κόλπου και κοντά στο στενό του Ρίου (1.6-1.8 mm/yr). Επίσης υπολογίστηκε και ο ρυθμός ολίσθησης για το ρήγμα ανάμεσα στη Βίγλα 1 και Βίγλα 2, σε 0.12 mm/yr. Παρόμοια, το ρήγμα ανάμεσα στις τομές Α και Β στη περιοχή Μαγούλα έχει ρυθμό ολίσθησης 0.17 mm/yr.

Πίνακας 4.1: Ηλικία, σχετικό υψόμετρο των χρονολογημένων δειγμάτων και ρυθμός ανύψωσης των ακολουθιών στις περιοχές Βίγλα και Μαγούλα

	Υψόμετρο πάνω από τη θάλασσα (m)	*Ηλικία (ka)*	*Ρυθμός ανύψωσης (mm/yr)*
Βίγλα 1- τομή Α, Β	305	221 ± 52	1.83
Βίγλα 1- τομή Γ	310	170 ± 4	1.8
Βίγλα 2	280	206 ± 32	1.35
Βίγλα 3	237	περίπου 170	1.39
Βίγλα 4	250	περίπου 221	1.13
Μαγούλα- τομή Α	239	περίπου 172	1.38
Μαγούλα- τομή Β	280	172 ± 44	1.62



Εικόνα 4.83: α) Γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής μελέτης στον οποίο απεικονίζονται οι τομές ABC και DEFG. Γεωλογικές τομές κατά μήκος των περιοχών b) Μαγούλα- Ορτός, c) Βίγλα- Προάστειο. Οι αριθμοί 1,2,3,4,5,6 αντιστοιχούν στις χαρακτηριστικές ακολουθίες που χρησιμοποιήθηκαν για τη συσχέτιση των τομών. Με διαφορετικά χρώματα συμβολίζονται οι τρεις τύποι περιβαλλόντων στα διαφορετικά στάδια MIS.

4.5 Παλαιογεωγραφική εξέλιξη

Είναι γνωστό ότι στη τάφρου Κορίνθου- Πατρών και πιο συγκεκριμένα στο δυτικό τμήμα του, πριν από 0.4 Ma έως σήμερα, κυριαρχούν εναλλαγές θαλάσσιων και λιμνοθαλάσσιων/ λιμναίων αποθέσεων που ελέγχονται από το σχετικό επίπεδο της στάθμης της θάλασσας στη Μεσόγειο και από το στενό του Ρίου (Rohais, 2007). Αυτές οι συνεχείς εναλλαγές των παλαιοπεριβαλλόντων επιβεβαιώνονται από την παρούσα εργασία, στην οποία έγινε καταγραφή των περιβαλλοντικών αλλαγών γύρω από την κοίτη του Χάραδρου ποταμού, κατά την χρονική περίοδο μεταξύ των MIS 7e και 6a.

Τα παλαιότερα ιζήματα που καταγράφηκαν στην περιοχή, βρέθηκαν στο κατώτερο μέρος της ακολουθίας Ορτός, αντιστοιχούν σε λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον και έχουν ηλικία κάτω Πλειστόκαινο (Καλάβριο). Από αυτή την ηλικία και μέχρι το ύστερο μέσο Πλειστόκαινο δεν βρέθηκαν πληροφορίες για την εξέλιξη του παλαιοπεριβάλλοντος.

Κατά το MIS 7e, η περιοχή αποτελούσε μια λιμνοθάλασσα με περιορισμένο φραγμό. Αυτό προκύπτει από το περιβάλλον που επικρατούσε στις περιοχές Βίγλα 1, 2 και 4. Πιο συγκεκριμένα στη Βίγλα 1, επικρατούσαν λιμνοθαλάσσιες συνθήκες, με χαμηλή αλατότητα και επιρροή από ποτάμια, ενώ στη Βίγλα 2 την αντίστοιχη περίοδο επικρατούσαν παρόμοιες συνθήκες με λίγο πιο περιθωριακό χαρακτήρα και μεγάλη επιρροή από ποτάμια. Πιθανότατα η Βίγλα 2 ήταν η πιο κοντινή περιοχή στο φραγμό. Από την άλλη, στην Βίγλα 4 επικρατούσαν ρηχές θαλάσσιες συνθήκες, γεγονός που φανερώνει ότι η θέση της εντοπιζόταν έξω από το φραγμό (Εικ. 4.84a).

Κατά το MIS 7d στις αντίστοιχες περιοχές επικρατούσαν πιο λιμνοθαλάσσιες συνθήκες. Στις Βίγλα 1 και 2 κυριαρχεί περιβάλλον κεντρικής λιμνοθάλασσας, ενώ η Βίγλα 4 τώρα παρουσιάζει πιο μεταβατικό χαρακτήρα. Αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί με διεύρυνση του φραγμού και περιορισμό της επικοινωνίας με τη θάλασσα (Εικ. 4.84b).

Κατά το MIS 7c, που αντιστοιχεί σε μια περίοδο υψηλής στάθμης της θάλασσας, και στις τρεις περιοχές οι συνθήκες που επικρατούσαν δείχνουν ένα ρηχό θαλάσσιο περιβάλλον. Άρα η περιοχή μελέτης θα αποτελούσε έναν κλειστό κόλπο (Εικ. 4.84c).

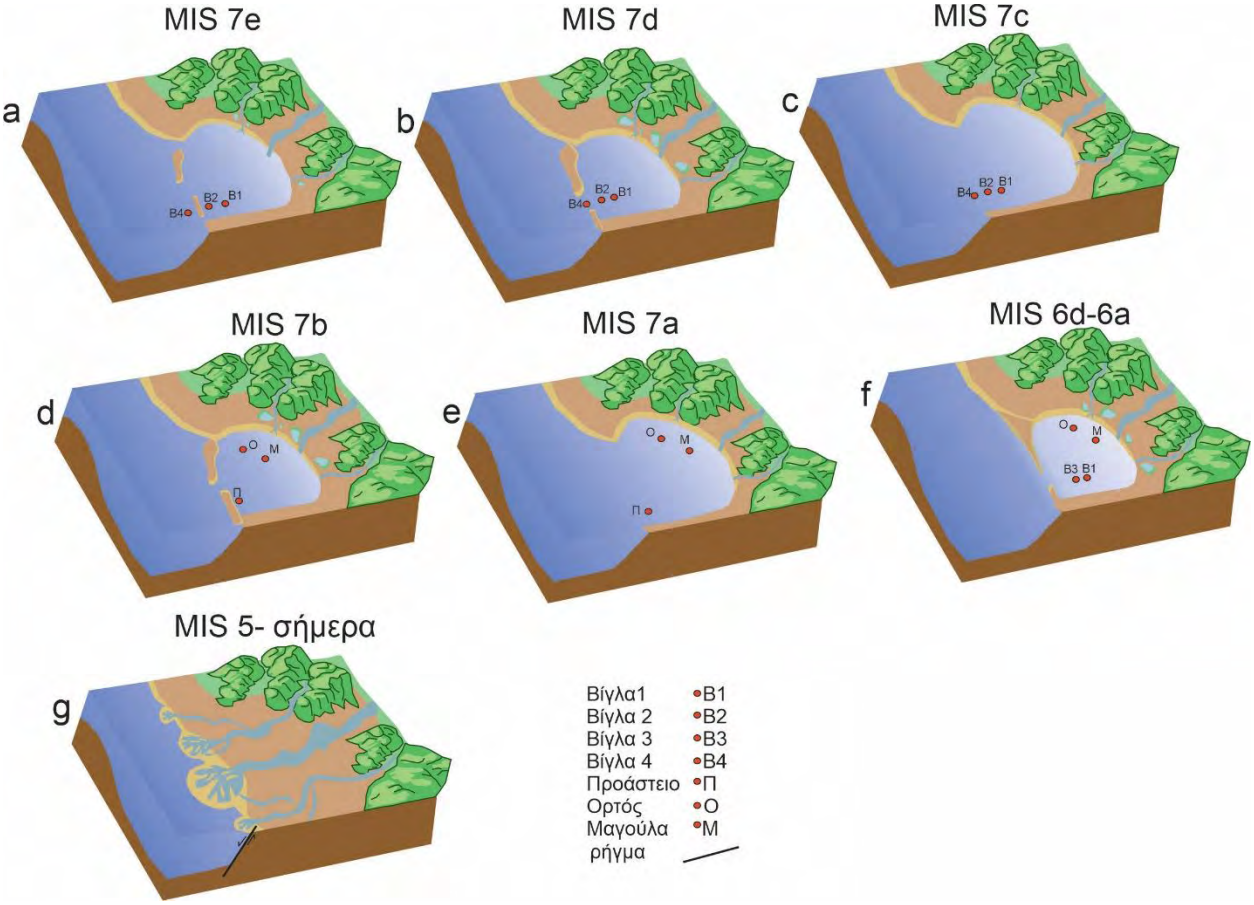
Κατά το MIS 7b, το οποίο είναι μια μικρή περίοδος χαμηλής στάθμης της θάλασσας, στην περιοχή επικρατούν ξανά λιμνοθαλάσσιες συνθήκες. Πιο συγκεκριμένα στις περιοχές Μαγούλα και Ορτό, αυτή τη περίοδο επικρατούσε ένα περιβάλλον εσωτερικής λιμνοθάλασσας, γεγονός που δείχνει ότι η επικοινωνία με την ανοιχτή θάλασσα έχει περιοριστεί ξανά (Εικ. 4.84d).

Κατά το MIS 7a, φαίνεται ότι ξανάνοιξε η επικοινωνία με τη θάλασσα, αφού στις περιοχές Ορτός και Προάστειο, το περιβάλλον είναι θαλάσσιο, πλούσιο σε μαλάκια. Ενώ στην περιοχή Μαγούλα το περιβάλλον είναι πιο μεταβατικό (Εικ. 4.84e).

Από το MIS 6d και μετά, φαίνεται στην περιοχή ότι η επικοινωνία με την ανοιχτή θάλασσα περιορίζεται , αφού κυριαρχούν γενικά λιμνοθαλάσσια περιβάλλοντα (Εικ. 4.84f).

Μετά το MIS 6a ξεκινάει μία περίοδος με υψηλή στάθμης της θάλασσας, αλλά παρόλα αυτά στην περιοχή μελέτης επικρατούσαν χερσαίες συνθήκες (απόθεση κροκαλοπαγών). Αυτό πιθανότατα οφείλεται στην τεκτονική. Την περίοδο αυτή παρατηρείται έντονος τεκτονισμός με την ενεργοποίηση

ρηγμάτων η οποία προκαλεί ανύψωση της περιοχής, κρατώντας συνεχώς ψηλά την περιοχή μελέτης και αποκόπτοντας από την χρονική στιγμή αυτή και μετά την επικοινωνία με τη θάλασσα (Εικ. 4.84g) Τα ρήγματα αυτά πιθανότατα είναι τα ρήγματα πρώτης τάξεως που βρίσκονται κοντά στη σημερινή ακτογραμμή (Εικ. 1.1 α).



Εικόνα 4.84: Στάδια παλαιογεωγραφικής εξέλιξης της περιοχής μελέτης από το MIS 7e έως σήμερα

Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο της εισαγωγής (1.10), κατά το περιελθόν στην περιοχή μελέτης πραγματοποιήθηκαν λίγες απόλυτες χρονολογήσεις σε θαλάσσια ιζήματα. Οι Stamatopoulos et al. (1994), χρονολόγησαν κοράλλια (ραδιοχρονολόγηση U/Th) από θαλάσσια ιζήματα, νοτιοδυτικά του Άνω Καστριτσίου (406m asl), τα οποία έδωσαν μια ηλικία 106 ka. Αυτή η ηλικία δεν είναι σε συμφωνία με την παρούσα μελέτη, αφού σύμφωνα με τα στοιχεία της διατριβής κατά το MIS 5c (106 ka), η περιοχή είχε ανυψωθεί λόγω τεκτονικής και είχε ήδη σταματήσει η επικοινωνία με τη θάλασσα. Ο ρυθμός ανύψωσης της περιοχής, στην παρούσα μελέτη κυμαίνεται από 1.1 έως 1.8 mm/yr και συμφωνεί με την πιο πρόσφατη βιβλιογραφία (1.6- 1.8 mm/yr, Palyvos et al., 2010), ενώ σύμφωνα με τους Stamatopoulos et al. 1994 και Zelilidis 2000, ο ρυθμός ανύψωσης είναι κοντά στα 4 mm/yr. Αυτό θα μπορούσε να σημαίνει ότι στις δύο θέσεις υπάρχουν αντίστοιχα ιζήματα διαφορετικής όμως ηλικίας, ανάμεσα στις οποίες πιθανότατα μεσολαβεί κάποιο ρήγμα.

Οι Houghton et al. (2003), έκαναν ραδιοχρονολόγηση (U-series) σε κοράλλια από την περιοχή Δρέπανο, η οποία έδωσε ηλικία που συσχετίζεται με το MIS6 (147,4-191,3 ka- 110m asl) και συμφωνεί με τα δεδομένα της παρούσας διατριβής. Αυτή η περιοχή είναι στα όρια των λεκανών Ρίου και Κορίνθου και βρίσκεται πολύ κοντά στη σημερινή ακτογραμμή, οπότε η θέση που έχουν χρονολογήσει, πιθανότατα βρισκόταν έξω από το φραγμό και είχε καλή επικοινωνία με τη θάλασσα.

Επίσης, σύμφωνα με τον Stamatopoulos et al. (2004), χρονολογήθηκαν μαλάκια από θαλάσσια ιζήματα στο Άνω Καστρίτσι (615 m asl- 203.6 ka, ραδιοχρονολόγηση U/Th σε κελύφη *Arca* sp.) και στα Αραχωβίτικα (70 asl- 164.2 ka, ραδιοχρονολόγηση U/Th σε *Cladocora coespitosa*) και προσδιορίστηκε Μέση Πλειστοκαινική ηλικία. Αυτή η χρονολόγηση συμφωνεί με την παρούσα μελέτη, αφού κατά το MIS 7a (203.6 ka) στο Άνω Καστρίτσι κυριαρχούσε θαλάσσιο περιβάλλον, παρόλο που ο ρυθμός ανύψωσης (περίπου 4 mm/yr) διαφέρει ξανά. Στην παρούσα εργασία υποστηρίζεται ότι κατά το MIS 6c (164.2 ka), κυριαρχούσαν λιμνοθαλάσσιες συνθήκες στην περιοχή. Τα Αραχωβίτικα βρίσκονται κοντά στη σημερινή ακτογραμμή, μακριά από την περιοχή μελέτης, οπότε η θέση που έχουν χρονολογήσει οι Stamatopoulos et al. (2004), πιθανότατα βρισκόταν έξω από το φραγμό και είχε καλή επικοινωνία με τη θάλασσα.

Οι Palyvos et al. (2007) χρονολόγησαν κοράλλια στην περιοχή Πλατάνι (252m asl) και έδωσαν ηλικία 166.8 ka. Αυτή η ηλικία είναι σε συμφωνία με την παρούσα διατριβή αφού σε κοντινή θέση βρέθηκε αντίστοιχη ηλικία.

4.6 Συσχετισμός της παλαιοπεριβαλλοντικής εξέλιξης περιοχής μελέτης - λεκάνης Κορίνθου

Συνοψίζοντας, σε όλες οι τομές που μελετηθήκαν εντοπίστηκαν ιζήματα λιμνοθαλάσσιας προέλευσης. Σε αυτά τα ιζήματα οι μεταβολές της στάθμης της θάλασσας είναι ευστατικές και συνεπώς θεωρούνται αποτέλεσμα των παγκόσμιων κλιματικών αλλαγών. Ωστόσο, η εξέλιξη του παλαιοπεριβάλλοντος, επηρεάζεται επίσης από την τεκτονική και πιο συγκεκριμένα από τα πρώτης και δεύτερης τάξης ρήγματα που εμφανίζονται πολύ κοντά σε αυτές τις ακολουθίες. Τα ρήγματα δεύτερης τάξης συνορεύουν με τις αλλαγές των φάσεων κατά το Πλείο- Πλειστόκαινο, ενώ τα ρήγματα πρώτης τάξης συνορεύουν με την επαφή μεταξύ της ιζηματογενούς λεκάνης με τους προ- Νεογενείς αλπικούς σχηματισμούς και τις Πλειστοκαινικές αποθέσεις αντίστοιχα. Οι ξαφνικές αλλαγές του υπό-περιβάλλοντος, μπορούν να αποδοθούν στις μετατοπίσεις που προκαλούν αυτά τα ρήγματα. Η ηλικία της ακολουθίας με τα κροκαλοπαγή που υπέρκεινται ασύμφωνα στις περισσότερες ακολουθίες, δεν μπορεί να εκτιμηθεί, αλλά μπορεί να αντικατοπτρίζει τις σταθερές συνθήκες μιας παγετώδους περιόδου μετά το MIS 6d. Ένα ρήγμα πρώτης τάξης που βρίσκεται νότια των μελετώμενων ακολουθιών, ελέγχει την τεκτονική καθίζηση στην περιοχή μελέτης.

Η μετάβαση από το MIS 7e στο MIS 6d σύμφωνα με τους Galili et al. (2015), προκάλεσε στην Ανατολική Μεσόγειο πτώση της στάθμης της θάλασσας κατά 40 m. Ωστόσο, σύμφωνα με την παλαιοπεριβαλλοντική ανασυγκρότηση των μελετημένων ακολουθιών, τα υποπεριβάλλοντα απόθεσης, παρέμειναν λίγο πολύ στο ίδιο επίπεδο με την επιφάνεια της θάλασσας. Επομένως, είναι αρκετά ασφαλές να θεωρηθεί ότι αυτή η παλαιοπεριβαλλοντική σταθερότητα στην περιοχή είναι το

αποτέλεσμα της τεκτονικής βύθισης των ρηγμάτων πρώτης τάξης παράλληλα με την πτώση της στάθμης της θάλασσας.

Έχει αποκαλυφθεί ένας συνδυασμός ελέγχου του κλίματος και της τεκτονικής στα περιβάλλοντα απόθεσης της περιοχής. Παρόμοια παλαιοπεριβαλλοντικά μοντέλα έχουν επίσης περιγράφει κατά μήκος του Κορινθιακού κόλπου.

Οι Fernandez- Gonzalez et al. 1994 μελέτησαν ακολουθίες στα Συχαινά και στο Ρωμανό Αχαΐας, οι οποίες αποτελούνται από άμμο και μάργες, που χαρακτηρίζονται από περιβάλλον λιμνοθάλασσας, έως παράκτιο και θαλάσσιο, με Πλειστοκαινική ηλικία. Πάνω από αυτή την ακολουθία στα Συχαινά, βρέθηκε η ακολουθία με τα κροκαλοπαγή (Κροκαλοπαγή Καστριτσίου), τα οποία πιθανόν είναι αντίστοιχα με τα κροκαλοπαγή που έχουν αποτεθεί ασύμφωνα πάνω από τις περισσότερες ακολουθίες στη μελετώμενη περιοχή.

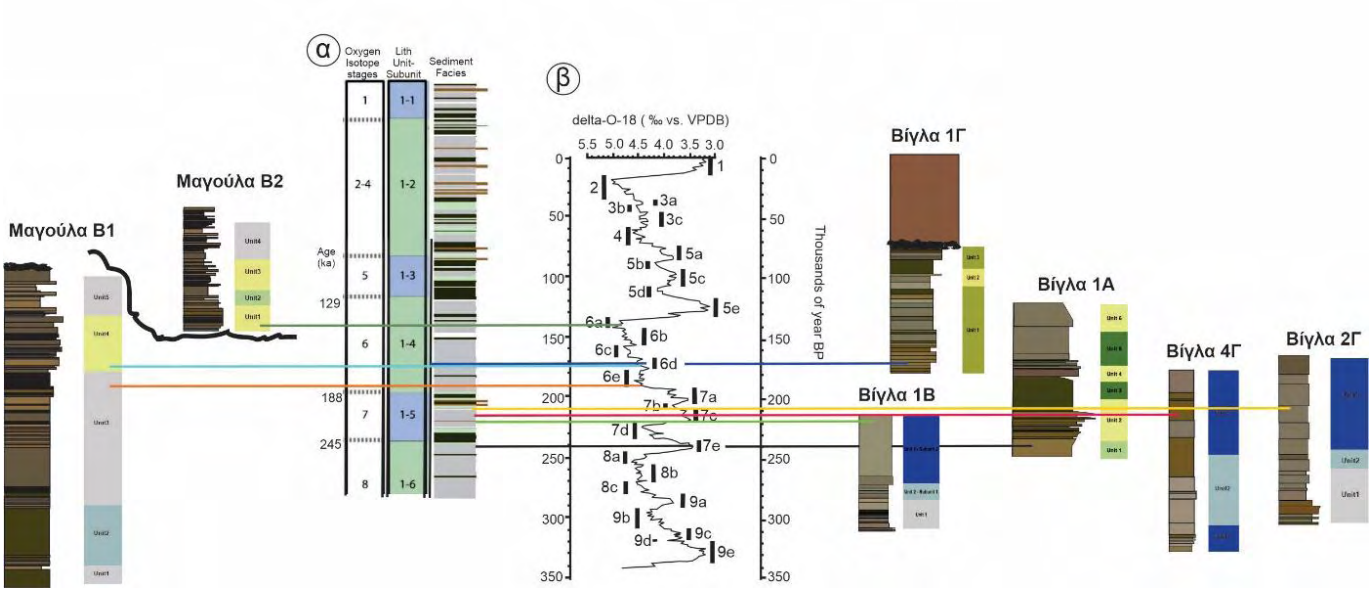
Σύμφωνα με τον Zelilidis 1998, σε περιοχή μελέτης κοντά στην Αρχαία Κόρινθο (ανατολικό άκρο Κορινθιακού κόλπου), βρέθηκαν θαλάσσιες αποθέσεις Πλειστοκαινικής ηλικίας (300.000 έως 80.000 χρόνια σύμφωνα με τους Keraudren and Sorel, 1987 ή περίπου 200.000 χρόνια σύμφωνα με τους Collier and Thompson, 1991). Αυτές οι αποθέσεις χωρίζονται σε 4 λιθοφάσεις, ανάμεσα στις οποίες βρέθηκαν άμμοι και άργιλοι με ελασματώσεις που σχετίζονται με θαλάσσιο περιβάλλον χαμηλής ενέργειας και με μεγάλη πανιδική δραστηριότητα. Αυτή η λιθοφάση φαίνεται να είναι αντίστοιχη με τα λιμνοθαλάσσια/ θαλάσσια ιζήματα που μελετήθηκαν στην παρούσα διατριβή.

Ο Rohais (2007), χωρίζει τις αποθέσεις στο Κορινθιακό κόλπο κατά τη διάνοιξη, σε 3 φάσεις. Το Lower Group (1.8-1.5 Ma), το Middle Group (1.5-0.7 Ma) και το Upper Group (0.7 Ma- έως σήμερα). Η περιοχή μελέτης στην παρούσα διατριβή, ανήκει στο Upper Group. Πιο συγκεκριμένα, αναφέρει ότι τα ιζήματα που αποτέθηκαν κατά τη διάρκεια της διάνοιξης κατά μήκος των νότιων ακτών πριν από 0.4Ma. έως σήμερα, υποδεικνύουν εναλλαγές θαλάσσιων και λιμναίων αποθέσεων που ελέγχονται από το σχετικό επίπεδο της στάθμης της θάλασσας στη Μεσόγειο στο στενό του Ρίου. Αυτή η εικόνα ταιριάζει με τις εναλλαγές των παλαιοπεριβαλλόντων που καταγράφηκαν στην περιοχή μελέτης κατά την περίοδο μεταξύ MIS 7e και MIS 6a.

Οι Palyvos et al. (2010) περιέγραψαν μια ιζηματογενή αλληλουχία του Σχηματισμού Αρραβωνίτσας (Κορινθιακός κόλπος). Συγκεκριμένα, το χαμηλότερο τμήμα του σχηματισμού Αρραβωνίτσα- τοποθεσία 11, έχει χαρακτηρισθεί ως ιζήματα παράκτιας λίμνης, ηλικίας Κάτω έως Μέσου Πλειστοκαίνου. Ακολουθεί ένα θαλάσσιο παράκτιο μεταβατικό περιβάλλον Μέσης Πλειστοκαινικής ηλικίας στην Αρραβωνίτσα. Η ανώτερη ενότητα της Αρραβωνίτσας, αποτελείται από κροκάλες με αμμώδες συνδετικό υλικό (Μέσο Πλειστόκαινο). Αυτή η λιθολογία υποδηλώνει ένα περιβάλλον αλλουβιακού ριπιδίου. Οι παραπάνω ακολουθίες, πιθανότατα είναι συγκρίσιμες με τη Βίγλα 1, και συνεπώς και με τη Βίγλα 2. Ως εκ τούτου, η λιθολογία και η περιβαλλοντική εξέλιξη της ακολουθίας Αρραβωνίτσα- τοποθεσία 11, είναι παρόμοια με τις ακολουθίες της Βίγλας. Ωστόσο, η τομή στην Αρραβωνίτσα έχει περίπου το μισό του συνολικού πάχους της Βίγλας. Αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί είτε με τους διαφορετικούς τεκτονικούς ρυθμούς, είτε με την εφαρμογή ίδιου μηχανισμού γένεσης (π.χ. κλιματικοί κύκλοι και τεκτονική) σε αυτά τα δυο διαφορετικά τμήματα της ρηξιγενούς ζώνης Κορίνθου- Πάτρας.

Η γεώτρηση M0079 ((IODP Expedition 381, McNeill et al., 2019) βρίσκεται στο κέντρο της λεκάνης της Κορίνθου, περιέχει μια βαθιά, συνεχή διαδοχή λεπτόκοκκων φάσεων χωρίς ρήγματα. Έτσι παρέχει μια υψηλής ανάλυσης, αδιάκοπη καταγραφή της ιζηματογένεσης και των αλλαγών της στάθμης της θάλασσας τα τελευταία περίπου 750 ka στη λεκάνη της Κορίνθου και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για συσχετισμό με την παρούσα εργασία. Σύμφωνα με τους McNeill et al. (2019), καταγράφηκαν εναλλαγές θαλάσσιων και μικτών (απομονωμένων) ακολουθιών που έχουν καταγραφεί ως συνάρτηση της σύνδεσης ή της αποκοπής τους από την ανοιχτή θάλασσα. Αυτές οι εναλλαγές συσχετίζονται καλά με τις εναλλαγές μεταξύ ρηχών θαλάσσιων και λιμνοθαλάσσιων φάσεων που έχουν καταγραφεί στην περιοχή του Χάραδρου ποταμού. Πιο συγκεκριμένα, οι πλήρως θαλάσσιες φάσεις της θέσης M0079, αντιστοιχούν στις ρηχές θαλάσσιες φάσεις στις περιοχής Βίγλα, Μαγούλα, Ορτός, Προάστειο (τύπος Γ), ενώ τα μικτά στις αντίστοιχες φάσεις της λιμνοθάλασσας (τύπος Α). Η διαφορά στο βάθος του νερού, μπορεί να εξηγηθεί εύκολα καθώς η περιοχή μελέτης είναι πιο κοντά σε ηπειρωτικό τμήμα. Επιπλέον στην ιζηματογενή ακολουθία της θέσης M0079 παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στην λιθολογία και στις διαδικασίες απόθεσης ανάμεσα στα θαλάσσια και στα απομονωμένα διαστήματα. Αντίστοιχες λιθολογικές διαφορές παρατηρήθηκαν και στις μελετώμενες τομές. Οι θαλάσσιες φάσεις εκπροσωπούνται από παχιές αποθέσεις αργίλου και ιλύος, ενώ οι λιμνοθαλάσσιες φάσεις από ελασματώδεις/ στρωματώδεις αποθέσεις ιλύος με παρεμβολές κροκαλοπαγών, άμμων, οργανογενών ιζημάτων κα. Συνολικά, οι λιμνοθαλάσσιες φάσεις περιέχουν υψηλότερη αναλογία χονδρόκοκκου υλικού, όπως έχει παρατηρηθεί στις μικτές (απομονωμένες) φάσεις των ιζημάτων στην θέση M0079. Στην εικόνα 4.85 έχει γίνει αντιστοίχιση των χρονολογημένων ακολουθιών στη μελετώμενη περιοχή, με την καμπύλη MIS και την απεικόνιση των περιβαλλόντων σύμφωνα με τους McNeil et al. 2019. Όλες οι χρονολογήσεις στην τομή φτάνουν μέχρι και το MIS 6a που είναι περίοδος χαμηλής στάθμης της θάλασσας. Σύμφωνα με τις παραπάνω χρονολογήσεις, η ενότητα με τα κροκαλοπαγή που έχει αποτεθεί ασύμφωνα πάνω από όλες τις ακολουθίες, θα πρέπει να είναι νεότερη από το MIS 6a. Μετά το MIS 6a ξεκινάει περίοδος υψηλής στάθμης της θάλασσας, παρόλα αυτά στην περιοχή μελέτης φαίνεται να επικρατούσαν χερσαίες συνθήκες. Αυτό πιθανότατα οφείλεται στην έντονη τεκτονική που έδρασε κατά αυτό το χρονικό διάστημα, και η οποία κρατά ψηλά την περιοχή μελέτης και αποκόπτει την επικοινωνία με τη θάλασσα.

Επίσης, οι Tsourou et al. 2021, μελέτησαν μια ακολουθία στο κεντρικό τμήμα του ισθμού της Κορίνθου (ανατολικό τμήμα Κορινθιακού κόλπου). Ένα ρήγμα, τέμνει την ακολουθία σε δύο τεμάχη, εκατέρωθεν του οποίου βρέθηκαν λιμνοθαλάσσια ιζήματα (ολιγόαλα έως μεσόαλα) Άνω Πλειοκαινικής έως Κάτω Πλειστοκαινικής ηλικίας και λιμνοθαλάσσια ιζήματα με καλύτερη επικοινωνία με τη θάλασσα, Μέσης Πλειστοκαινικής ηλικίας. Τα μέσο Πλειστοκαινικά ιζήματα, φαίνεται να είναι αντίστοιχα με τα ιζήματα που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία.



Εικόνα 4.85: Σχηματική συσχέτιση των χρονολογημένων ακολουθιών (με τη μέθοδο OSL), της γεώτρησης M0079 (McNeil et al., 2005) και της καμπύλης MIS (Railsback et al., 2015)

Η συμφωνία του μηχανισμού γένεσης μεταξύ των διαφορετικών περιπτώσεων, αποκαλύπτουν πιθανώς ότι η λεκάνες της Πάτρας, του Ρίου και της Κορίνθου, είναι μέρη μιας ενιαίας ρηξιγενούς ζώνης που διέπετε από ομοιόμορφες εξελικτικές διαδικασίες, με διαφορετικούς ρυθμούς το κάθε τμήμα. Αυτός ο μηχανισμός επιβεβαιώνεται από την εργασία του Zelilidis, 2003, στην οποία συγκρίνει τρείς στενές, γραμμικές λεκάνες, ανάμεσα στις οποίες είναι η λεκάνη Κορίνθου- Πατρών. Σύμφωνα με αυτή την εργασία και στις τρεις λεκάνες η τεκτονική δράση δημιουργεί μια στενή περιοχή στην κάθε λεκάνη, στην οποία το βάθος μειώνεται σημαντικά και δημιουργεί ένα στενό με ένα ύβωμα (sill). Το στενό αυτό, χωρίζει την κάθε λεκάνη σε υπολεκάνες και έχει παρόμοια επιρροή στα περιβάλλοντα ιζηματογένεσης σε όλες τις λεκάνες. Ο όγκος και η φύση των των συσσωρευμένων ιζημάτων μέσα σε αυτές τις λεκάνες επηρεάζονται έντονα από κλιματικές και περιβαλλοντικές αλλαγές λόγω των πεγετωδών – μεσοπαγετωδών περιόδων (Watkins et al., 2018). Τοπική κλιματική αλλαγή χρονικού εύρους 10-100 kyr, οδηγεί σε σημαντικές περιβαλλοντικές αλλαγές με αντίστοιχες αλλαγές στους υδρόβιους βιοτόπους.

4.7 Γεωλογική εξέλιξη της λεκάνης Κορίνθου- Πατρών

Πριν δημιουργηθεί η τάφρος του Ρίου 4 Ma πριν, στο δυτικό τμήμα της λεκάνης Κορίνθου- Πατρών, δεν υπήρχε επικοινωνία με το Ιόνιο Πέλαγος (Εικ. 4.86). Η μόνη, κατά διαστήματα επικοινωνία της λεκάνης της Κορίνθου με τη θάλασσα, ήταν από τα ΝΑ μέσω του παλαιό- Σαρωνικού κόλπου (Gawthorpe et al. 2017) ή ίσως και από την περιοχή του Αράξου (Kontopoulos and Zelilidis, 1992).

Η λεκάνη στο σύνολο της θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως μια κλειστή λεκάνη με κύρια τροφοδοσία γλυκού νερού και πολύ μικρότερη θαλασσινού, προσδίδοντας έναν χαρακτήρα λιμναίο έως λιμνοθαλάσσιο.

Κατά το Α. Πλειόκαινο- Κ. Πλειστόκαινο, η λεκάνη Κορίνθου- Πατρών χωρίστηκε σε τρεις υπολεκάνες εξαιτίας της δράσης ΒΑ-ΝΔ ρηγμάτων μετασχηματισμού στην περιοχή του Ρίου με συνέπεια να δημιουργηθούν οι υπολεκάνες Πατρών και Κορίνθου με ΔΒΔ διεύθυνση και ανάμεσα τους η υπολεκάνη του Ρίου με ΒΑ διεύθυνση (Doutsos et al., 1985) (Εικ. 4.86). Εξαιτίας της διαφορετικής κινητικής των ρηγμάτων η λεκάνη Κορίνθου αποτέλεσε μια βαθιά υπολεκάνη (ίσως και με βάθος μεγαλύτερο των 1000μ όπου αναπτύχθηκαν υποθαλάσσια ριπίδια), η υπολεκάνη Πατρών μια ρηχή υπολεκάνη (ίσως με βάθος μικρότερο από 200 m όπου αναπτυχθήκαν δελταϊκές αποθέσεις), ενώ η υπολεκάνη του Ρίου που συνδέει τις δύο υπολεκάνες, χαρακτηρίζεται από μικρό βάθος (ίσως και μικρότερο από 100μ) όπου αναπτύσσονται ισχυρά ρεύματα μεταφοράς ιζημάτων πότε προς την μια και πότε προς την άλλη υπολεκάνη μειώνοντας σημαντικά το πάχος ιζηματογένεσης (Zelilidis 2003).

Κατά το Α. Πλειόκαινο- Κ. Πλειστόκαινο κυριαρχούσαν λιμναίες συνθήκες τόσο στην υπολεκάνη της Κορίνθου (Collier & Dart, 1991) όσο και στην υπολεκάνη των Πατρών, όπου και παρατηρήθηκαν ποτάμιες αποθέσεις στην περιφέρεια της παλαιό- λίμνης στην νότια πλευρά της (Kontopoulos and Zelilidis, 1992, Zelilidis 1996) (Εικ. 4.86). Σύμφωνα με τους Gawthorpe et al. 2007, οι λιμναίες συνθήκες στη λεκάνη της Κορίνθου επικρατούσαν γενικότερα μεταξύ 4 και 3.6 Ma. Επιπλέον, η υπολεκάνη του Ρίου σύμφωνα με τους Kontopoulos and Zelilidis (1992) φαίνεται να πληρώθηκε με χερσαία ιζήματα δεβριτικών ροών. Τα παραπάνω μαρτυρούν ίσως το κλείσιμο τόσο της επικοινωνίας της περιοχής με τον Σαρωνικό κόλπο, όσο και με το Ιόνιο, καθώς και τον πλήρη διαχωρισμό των υπολεκάνων Πατρών και Κορίνθου. Κατά το Κ. Πλειστόκαινο, η τεκτονική στη λεκάνη της Κορίνθου, αρχίζει να μεταναστεύει πιο βόρεια, ενώ τα ρήγματα που ήταν ενεργά στο νότιο περιθώριο πριν το Άνω Πλειόκαινο, σταματούν να λειτουργούν (Kontopoulos and Zelilidis 1992, Gawthorpe et al. 2017).

Η τεκτονική δράση την περίοδο αυτή ήταν εντονότερη στο νότιο τμήμα του σημερινού Κορινθιακού κόλπου και χαρακτηρίζεται από συνθετικά και αντιθετικά ρήγματα ληστρικής γεωμετρίας με βόρειες και νότιες διευθύνσεις κλίσεων δημιουργώντας τάφρους και υβώματα (Poulimenos et al., 1993, Gawthorpe et al. 2017). Ποτάμιες αποθέσεις υπέρκεινται των λιμναίων ιζημάτων στο κεντρικό και δυτικό τμήμα της λεκάνης Κορίνθου (Rohais et al., 2007; Ford et al., 2013). Κατά μήκος του νότιου περιθωρίου τα ποτάμια συστήματα έχουν διεύθυνση Β έως ΒΑ (Gawthorpe et al. 2017), δηλαδή παράλληλα με τα υφιστάμενα ρήγματα μετασχηματισμού που παρουσιάζουν επίσης διεύθυνση ΒΒΑ-ΝΝΔ, βοηθώντας έτσι στην ανάπτυξη των ποταμίων συστημάτων (Poulimenos et al., 1993, Zelilidis, 1998).

Στο δυτικό και το κεντρικό τμήμα της τάφρου (λεκάνες του Ρίου και της Πάτρας), η γεωμετρία είναι συμμετρική, με βόρεια και νότια βυθιζόμενα ρήγματα να κυριαρχούν επίσης. Η μετανάστευση της τεκτονικής προς τα βόρεια, είχε επιρροή στα περιβάλλοντα απόθεσης, στη στρωματογραφική εξέλιξη και στα ποτάμια συστήματα. Η διεύθυνση των ποτάμιων συστημάτων στη λεκάνη της Πάτρας ήταν ΔΒΔ, ενώ στη λεκάνη της Κορίνθου ΒΒΑ (Zelilidis 2000). Στο νότιο περιθώριο της λεκάνης του Ρίου κατά την αντίστοιχη περίοδο, κυριαρχούν ιζήματα αλλουβιακών ριπιδίων, που πλευρικά προς τα νοτιοδυτικά μεταβαίνουν σε δελταϊκά και λιμναία ιζήματα, με ενδείξεις από θαλάσσιες εισροές (Kontopoulos & Zelilidis, 1997, Palyvos et al. 2008, Palyvos et al. 2010, Ford et al. 2016). Σύμφωνα με στοιχεία από την παρούσα εργασία, και πιο συγκεκριμένα την ανάλυση της τομής Α/Ορτός, ηλικίας Κάτω Πλειστοκαίνου

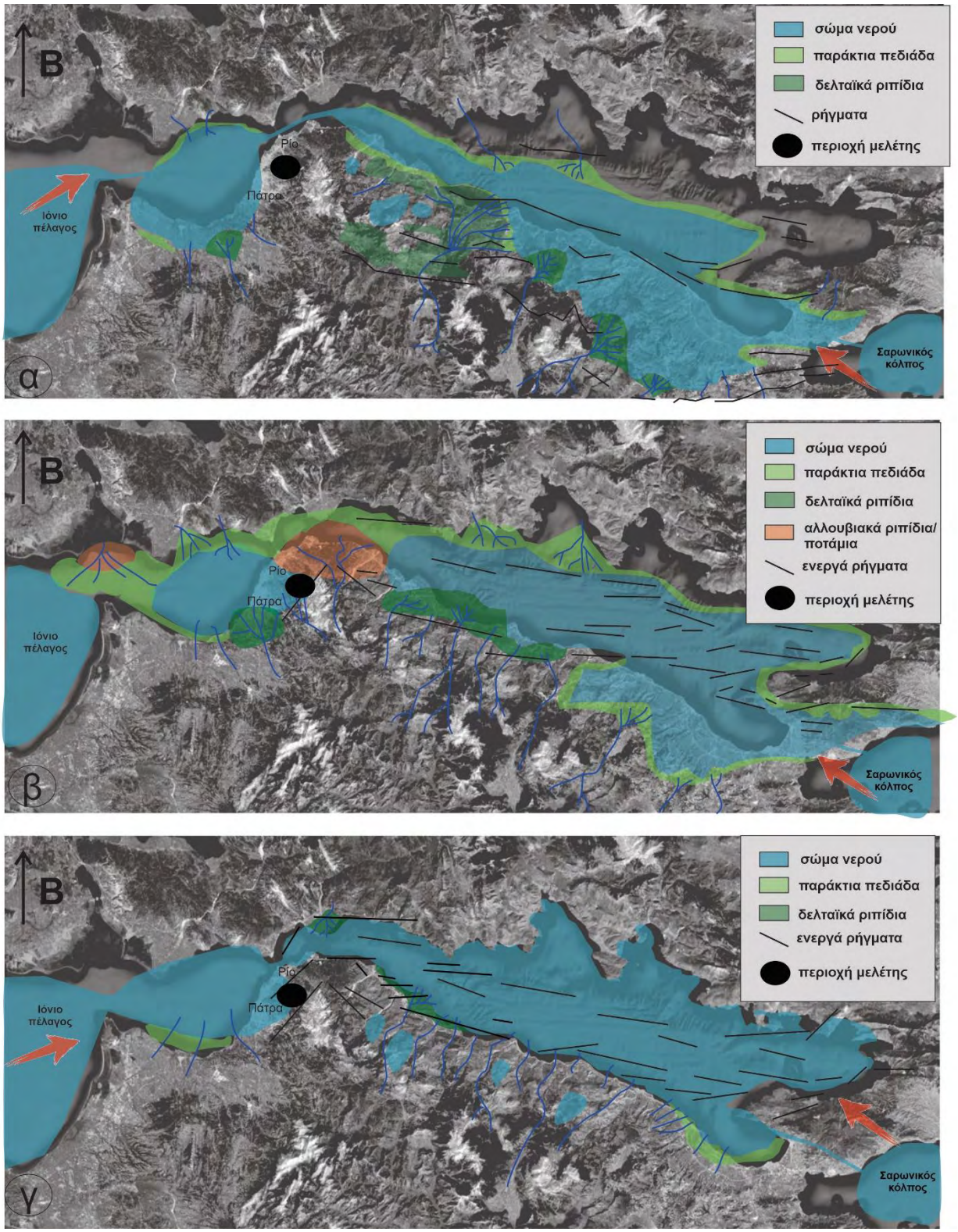
(Καλάβριο), επιβεβαιώνονται οι θαλάσσιες εισροές, καθώς βρέθηκαν αντίστοιχα ιζήματα θαλάσσιου περιβάλλοντος.

Στην επόμενη φάση της εξέλιξης των υπολεκανών σύμφωνα με τον Zelilidis 2000 και Kontopoulos & Zelilidis, 1992 φαίνεται πως τα ρήγματα του νότιου περιθωρίου επαναδραστηριοποιούνται με αποτέλεσμα κατά τόπους να εισχωρήσει η θάλασσα σε μικρές περιορισμένες λεκάνες στις περιοχές του Άνω Καστριτσίου, και Πλατανίου με λιμνοθαλάσσιο χαρακτήρα. Η ίδια σχέση με ασυμφωνία και σύγχρονη τεκτονική δραστηριότητα υπάρχει και στο Ζαβλάνι- τουβλοποιείο όπου λιμνοθαλάσσια ιζήματα κάθονται ασύμφωνα και με ρήγμα πάνω στις λιμναίες αποθέσεις.

Η μετατόπιση της τεκτονικής και πάλι βόρεια (ενεργοποίηση των ρηγμάτων του Ψαθόπυργου και του Μαραθιά) γύρω στα 0.4 Ma, οδήγησε σε υποχώρηση των ποτάμιων συστημάτων στη λεκάνη του Ρίου και στην έναρξη της επικοινωνίας με το Ιόνιο μέσω της λεκάνης της Πάτρας (Gawthorpe et al. 2017) (Εικ. 4.86).

Μετά τα 0.4 Ma στην τάφρο Κορίνθου- Πατρών, κυριαρχούν εναλλαγές θαλάσσιων και λιμνοθαλάσσιων/ λιμναίων αποθέσεων που ελέγχονται από το σχετικό επίπεδο της στάθμης της θάλασσας στη Μεσόγειο και από το στενό του Ρίου. Πολλοί ερευνητές έχουν αναφέρει την παρουσία θαλάσσιων ιζημάτων στη λεκάνη του Ρίου μετά τα 0.4 Ma (Stamatopoulos et al. 1994; Kontopoulos and Zelilidis, 1997; Flotte et al. 2005; Stamatopoulos et al 2004) αλλά μέχρι σήμερα δεν είχε γίνει λεπτομερής περιγραφή των εναλλαγών μεταξύ των αμιγώς θαλάσσιων και των μεταβατικών περιβαλλόντων από το Μέσο Πλειστόκαινο έως Άνω Πλειστόκαινο.

Στη παρούσα εργασία περιγράφονται με λεπτομέρεια αυτές οι εναλλαγές. Πιο συγκεκριμένα, κατά το MIS7e, κυριαρχούσαν παράκτια-χερσαία μεταβατικά περιβάλλοντα με μεγαλύτερη ή μικρότερη επιρροή από τη θάλασσα κάθε φορά (Εικ. 4.84). Με αυτό το περιβάλλον συμφωνούν οι Palyvos et al. 2010, αφού βρήκαν αντίστοιχο περιβάλλον στη θέση Αρραβωνίτσα- τοποθεσία 11 (δυτικό τμήμα λεκάνης Κορίνθου). Στη συνέχεια ακολούθησαν 2 κύκλοι εναλλαγών λιμνοθαλάσσιων- θαλάσσιων περιβαλλόντων (Εικ. 4.84). Κατά το MIS7d η στάθμη της θάλασσας ήταν χαμηλή και το περιβάλλον που επικρατούσε ήταν κατά βάση λιμνοθαλάσσιο, ενώ κατά το MIS7c η στάθμη της θάλασσας ανέβηκε πάλι και κυριαρχούσαν περιβάλλοντα που δείχνουν ανοιχτή επικοινωνία με τη θάλασσα. Το μοτίβο αυτό επαναλήφθηκε κατά το MIS7b και MIS7a (Εικ. 4.84). Οι McNeil et al. 2019, συμφωνούν με αυτή την έντονη επικοινωνία με τη θάλασσα στο κεντρικό τμήμα της λεκάνης της Κορίνθου, κατά το MIS7. Επιπλέον, ο Rohais 2007, στην ερευνά του στη λεκάνη Κορίνθου, συμφωνεί με τις εναλλαγές θαλάσσιων και λιμναίων αποθέσεων μετά τα 0.4 Ma. Μεταξύ των MIS6d και 6a επικρατούσαν γενικά συνθήκες χαμηλής στάθμης της θάλασσας στην περιοχή και πιθανότατα αυξημένη επιρροή από ποτάμια (Εικ. 4.84). Κατά το MIS5 έως και σήμερα φαίνεται να κυριαρχεί μία διαφορετική εικόνα στην περιοχή μελέτης, αφού πιθανότατα λόγω δράσης της τεκτονικής, η περιοχή ανυψώθηκε και κυριάρχησε το χερσαίο περιβάλλον με έντονη τη δράση από ποτάμια συστήματα (τομή Δ/ Βίγλα 1) (Εικ. 4.84).



Εικόνα 4.86: Αναπαράσταση της γεωλογικής εξέλιξης στη λεκάνη Κορίνθου Πατρών μετά τα 4Μα. α) Γεωλογική εξέλιξη κατά το Πλειοκαινο (περίπου στα 4 Μα), β) Γεωλογική εξέλιξη κατά το Κ. Πλειστόκαινο (1.8- 2.2 Μα), γ) Γεωλογική εξέλιξη κατά το Μ. Πλειστόκαινο (περίπου στα 0.4 Μα)

5. Συμπεράσματα

Σε σύγκριση με την πολύ καλά μελετημένη λεκάνη της Κορίνθου στα ανατολικά η λεκάνη του Ρίου (τάφρος Κορίνθου- Πατρών) είναι μια σχετικά λιγότερο μελετημένη περιοχή. Η παρούσα μελέτη υψηλής στρωματογραφικής και μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης διεξήχθη για πρώτη φορά σε ιζηματογενείς ακολουθίες στα νότια όρια της λεκάνης του Ρίο. Οι λεπτομερείς αναλύσεις, με βασικό εργαλείο τη μικροπαλαιοντολογία, αποκάλυψαν εναλλαγές λιμναίων, λιμνοθαλάσσιων και ρηχών θαλάσσιων αποθέσεων. Επιπλέον, η χρονολόγηση με τη μέθοδο OSL, έδειξε ότι οι μελετώμενες ακολουθίες αποτέθηκαν κατά τη Μέση Πλειστόκαινο Εποχή και παρείχε ένα ακριβές χρονοστρωματογραφικό πλαίσιο, προσθέτοντας αξιοπιστία στα αποτελέσματα.

Η προβολή των στρωματογραφικών και μικροπαλαιοντολογικών αποτελεσμάτων στην καμπύλη MIS, δείχνει έναν υψηλό βαθμό συνοχής μεταξύ των σταδίων MIS7e και 6a και δίνει τη δυνατότητα για την παλαιοπεριβαλλοντική αναδιάρθρωσης. Αυτό σημαίνει ότι οι τοπικές κλιματικές αλλαγές είναι υπεύθυνες για τις περιβαλλοντικές αλλαγές στην κύρια λεκάνη με αντίστοιχες αλλαγές στα υδάτινα περιβάλλοντα. Αντίστοιχα αλλάζει η φύση και ο όγκος των συσσωρευμένων ιζημάτων. Κατά τη διάρκεια των παγετωδών σταδίων (MIS6), ιζήματα με ελασμάτωση/ στρωμμάτωση, συσσωρεύονται σε λιμναία/ λιμνοθαλάσσια περιβάλλοντα. Κατά τη διάρκεια του αντίστοιχου μεσοπαγετώδους σταδίου (MIS7), παρατηρήθηκαν μεγάλου πάχους αποθέσεις θαλάσσιων ιζημάτων. Με βάση τα παραπάνω και όπως συνεπάγεται τόσο από τα πανιδικά όσο και από τα χλωριδικά στοιχεία που παρατηρήθηκαν στις αντίστοιχες ακολουθίες, βγαίνει το συμπέρασμα ότι το κλίμα κατά το MIS6d ήταν ηπειρωτικό, ζεστό-εύκρατο. Έτσι οι σημαντικές παλαιοπεριβαλλοντικές αλλαγές που αποδεικνύονται από αυτή τη μελέτη, αποδίδονται στην κλιματική μεταβλητότητα. Αυτό συμφωνεί και με άλλες μελέτες που έχουν γίνει στο ανατολικό και κεντρικό τμήμα της λεκάνης της Κορίνθου. Αυτή η συνοχή, αποκαλύπτει ότι κατά το Μέσο Πλειστόκαινο η παλαιοπεριβαλλοντική εξέλιξη των δύο λεκανών, ελεγχόταν από τους ίδιους παράγοντες και τα παλαιοπεριβάλλοντα άλλαζαν αναλογικά.

Επιπλέον, μικρές αλλαγές στο παλαιοπεριβάλλον απόθεσης, έχουν παρατηρηθεί και αποδίδονται στην τεκτονική δράση των ρηγμάτων δεύτερης τάξης. Αυτές οι αλλαγές ήταν ξαφνικές και σύντομες, ενώ οι μεταβατικές παλαιοπεριβαλλοντικές αλλαγές λείπουν. Παρά τις αλλαγές στο παλαιοπεριβάλλον, η περιοχή παρέμεινε κοντά στο επίπεδο της θάλασσας και αυτό οφείλεται πιθανώς στην τεκτονικά ελεγχόμενη καταβύθιση των ρηγμάτων δεύτερης τάξης που αναπτύσσονται αντιθετικά στα πρώτης τάξης ρήγματα.

Κατά συνέπεια, αυτή η μελέτη επισημαίνει την παλαιοπεριβαλλοντική εξέλιξη που ελέγχεται κυρίως από το κλίμα και τις ευστατικές αλλαγές, και διαφοροποιείται από τις τεκτονικές κινήσεις των ρηγμάτων δεύτερης τάξης. Τα περιβάλλοντα απόθεσης της ρηξιγενούς ζώνης Κορίνθου- Πάτρας, κοντά στη χέρσο, είναι πιθανώς πιο ευαίσθητα στις διακυμάνσεις της στάθμης της θάλασσας, επειδή ακόμη και οι παραμικρές αλλαγές στη στάθμη της θάλασσας, μπορούν να παράγουν διαφορετικά παλαιοπεριβάλλοντα. Επιπλέον, η περιοχή μελέτης, βρίσκεται κοντά στο ύβωμα του Ρίου, το οποίο ελέγχει τη σύνδεση μεταξύ μιας απομονωμένης λεκάνης (λεκάνη Κορίνθου) με την λεκάνη της Πάτρας και την ανοιχτή θάλασσα. Τα στενά, είναι γενικά πολύ σημαντικά για την εξέλιξη των ιζηματογενών λεκανών. Σε συνάρτηση με το βάθος του υβώματος, η απομονωμένη λεκάνη υφίσταται δραματικές

αλλαγές στο περιβάλλον από άποψη νερού, ιζημάτων και οργανισμών, λόγω των διακυμάνσεων της στάθμης της θάλασσας από τις εναλλαγές των παγετωδών με τα μεσοπαγετώδη στάδια. Επιπλέον, το βάθος του υβώματος είναι ευαίσθητο στις κατακόρυφες κινήσεις των ρηγμάτων ή της τοπικής ανύψωσης. Έτσι, η διεξοδική μελέτη τέτοιων περιοχών ρηξιγενούς ζώνης μπορεί να παρέχει λεπτομερή αποτελέσματα για την εξέλιξη της.

Βιβλιογραφία

Aitken, M.J. 1985. Thermoluminescence Dating. Academic Press, London.

Aiello G., Barra D., Bonaduce G. & Russo A. 1996. The genus *Cytherella* Jones 1849 (Ostracoda) in the Italian Tortonian- Recent. *Revue de Micropaléontologie*, 39 (3): 171-190. DOI: https://doi.org/10.1016/S0035-1598(96)90051-3

Aiello, G., Barra, D. & Parisi, R. 2015. Lower-Middle Pleistocene ostracod assemblages from the Montalbano Jonico section (Basilicata, Southern Italy). Quaternary International, 383: 47-73. DOI: 10.1016/j.quaint.2014.11.010

Aiello, G., Barra, D., Parisi, R., Isaia, R. & Marturano, A., 2018. Holocene benthic foraminiferal and ostracod assemblages in a paleo-hydrothermal vent system of Campi Flegrei (Campania, South Italy). Palaeontologia Electronica 21(3). DOI: 10.26879/835

Alvarez-Zarikian, C., Soter, S. & Katsonopoulou, D. 2008. Recurrent submergence and uplift in the area of ancient Helike, Gulf of Ancient Helike, Gulf of Corinth, Greece: microfaunal and archaeological evidence, Journal of Coastal Research, 24: 110-125. DOI: 10.2112/05-0454.1

Alve, E. 1991. Benthic foraminifera in sediment cores reflecting heavy metal pollution in Sorfjord, western Norway. Journal of Foraminiferal Research, 21(1), 1–19

Alve, E. & Murray, J.W. 1999. Marginal marine environments of the Skagerrak and Kattegat: a baseline study of living (stained) benthic foraminiferal ecology. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 146:171-193. DOI: 10.1016/S0031-0182(98)00131-X

American Society for Testing and Materials (ASTM), D2797, 1990. Preparing coal samples for microscopical analysis by reflected light. In Annual Book of ASTM Standards, Gaseous Fuels: coal and coke, Philadelphia, vol. 26: 270-273.

Amore, F.O., Ciampo, G., Di Donato, V., Esposito, P., Russo Ermolli, E. & Staiti, D. 2015. An integrated micropalaeontological approach applied to Late Pleistocene-Holocene palaeoclimatic and palaeoenvironmental changes (Gaeta Bay, Tyrrhenian Sea). Geological Society, London, Special Publications, 181: 95-111. DOI: https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2000.181.01.10

Amorosi, A., Colalongo, M.L., Fiorini, F., Fusco, F., Pasini, G., Vaiani, S.C. & Sarti, G. 2004. Palaeogeographic and palaeoclimatic evolution of the Po Plain from 150-ky core records. Global Planet. Change 40, 55–78. DOI: 10.1016/S0921-8181(03)00098-5.

Anduleit, H., Stager, S., Rogalla, U. & Cepek, P. 2003. Living coccolithophores in the northern Arabian Sea: ecological tolerances and environmental control. Marine Micropaleontology, 49 (1–2): 157-181

Angue Minto'O, Bassetti, M.A., Toucanne, S. & Jouet, G. 2016. Distribution of ostracod and benthic foraminiferal assemblages during the last 550 kyr in the East-Corsica basin, western Mediterranean Sea: A paleo-environmental reconstruction**.** Revue de Micropaléontologie, 59 (2): 83-96. DOI: 10.1016/j.revmic.2016.01.002

Armijo, R., Meyer, B., King, G.C.P., Rigo, A. & Papanastassiou, D. 1996. Quaternary evolution of the Corinth rift and its implications for the late Cenozoic evolution of the Aegean. Geophysical Journal Inttional, 126: 11–53.DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.1996.tb05264.x

Armijo, R., Meyer, B., Hubert, A. & Barka, A. 1999. Westward propagation of the north Anatolian into the northern Aegean: timing and kinematics. Geology, 27: 267–270. DOI: 10.1130/0091-7613(2000)28<188:WPONAF>2.0.CO;2

Armstrong, H.A. & Brasier, M.D. 2005. Microfossils, 2nd ed., Blackwell Publishing, Oxford, pp 296.

Backert, N. 2009. Interaction tectonique–se´dimentation dans Le Rift de Corinthe, Gre`ce. Architecture stratigraphique et se´dimentologie du Gilbert Delta de Kerinitis. PhD thesis, Institut Polytechique de Lorraine, France.

Aruta L. & Ruggieri G. 1983. Il genere *Aurila* (Ostracoda, Podocopa) nel Pleistocene inferiore di Olivella (Palermo). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 22 (3): 287- 295.

Arz, H.W., Patzold, J., Moammar, M.O. & Rohl, U. 2001. Late Quaternary climate records from the Nothern Red Sea: results on gravity cores retrieved during the R/V METEOR Cruise M44/3. Journal King Abdulaziz University Marine Science 12: 101-113.

Arz, H.W., Patzold, J., Muller, P.J. & Moammar, M.O. 2003. Influence of Northern Hemisphere climate and global sea level rise on the restricted Red Sea marine environment during termination I. Paleoceonography and Paleoclimatology 18 (2):1053. DOI: 10.1029/2002PA000864

Athersuch, J. 1976. The genus Xestoleberis (Crustacea: Otracoda) with particular reference to Recent Mediterranean species. Publicazioni della Stazione zoological di Napoli 40: 282–343.

Athersuch J. 1976. On *Loxoconcha affinis* (Brady). Stereo-Atlas of Ostracod Shells, 3: 91-98.

Athersuch, J., Home, D. J. & Whittaker, J. E. 1989. Marine and Brackish Water Ostracods (superfamilies Cypridacea and Cytheracea). Synopses of the British Fauna (New Series) No 43. Linnean Society of London and Estuarine and Coastal Sciences Association. E. J. Brill, Leiden. 343.

Avnaim- Katav, S., Hyams- Kaphzan, O., Milker, Y. & Almogi Labin, A. 2015. Bathymetric zonation of modern shelf benthic foraminifera in the Levantine Basin, eastern Mediterranean Sea. Journal of Sea Research Volume 99: 97-106. DOI: 10.1016/j.seares.2015.02.006

Ayadi, N., Zghal, I., Aloulou, F. & Bouzid, J. 2016. Impacts of several pollutants on the distribution of recent benthic foraminifera: the southern coast of Gulf of Gabes, Tunisia. Environonmental Science and Pollution Research 23:6414–6429. DOI: 10.1007/s11356-015-5872-xs 97-106

Bahr, A., Lmy, F., Arz, H.W., Major, C., Kwiecien, O. & Wefer, G. 2008. Abrupt changes of temperature and water chemistry in the late Pleistocene and early Holocene Black Sea. Geochemistry, Geophysics, Geosystem 9: Q01004. DOI: 1029/2007GC001683

Backert, N., Ford, M. & Malarte, F. 2010. Architecture and sedimentology of the kerinitis Gilbert-type fan delta. Corinth rift, Greece. Sedimentology 57: 543–586. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2009.01105.x

Backman, J., Raffi, I., Rio, D., Fornaciari, E. & Pälike, H. 2012. Biozonation and biochronology of Miocene through Pleistocene calcareous nannofossils from low and middle latitudes. Newsletters on Stratigraphy, 45 (3): 221–244. DOI: 10.1127/0078-0421/2012/0022

Baldi, K. & Hohenegger, J. 2008. Paleoecology of benthic foraminifera of the Baden-Sooss section (Badenian, Middle Miocene, Vienna Basin, Austria). Geologica Carpathica, 59 (5): 411-424

Bandy, O. & Wilcoxon, J. 1970. The Pliocene- Pleistocene boundary, Italy and California. Geological Society of America Bulletin, 81: 2939-2948

Barbieri, G. & Vaiani, S. C. 2018. Benthic foraminifera or Ostracoda? Comparing the accuracy of palaeoenvironmental indicators from a Pleistocene lagoon of the Romagna coastal plain (Italy). Journal of Micropalaeontology, 37: 203–230. DOI: https://doi.org/10.5194/jm-37-203-2018

Barbieri, G., Rossi, V., Vaiani, S. C., Horton, B. P., 2019. Benthic ostracoda and foraminifera from the North Adriatic Sea (Italy, Mediterranean Sea): A proxy for the depositional characterisation of river-influenced shelves. Marine Micropaleontology, 153: 101772. DOI: https://doi.org/10.1016/j.marmicro.2019.101772

Barmawidjaja, D.M., Jorissen, F.J., Puskaric, S. & Van der Zwaan, G.J. 1992. Microhabitat selection by benthic foraminifera in the Northern Adriatic sea. Journal of Foraminiferal Research 22:297–317. DOI: https://doi.org/10.2113/gsjfr.22.4.297

Barnett, M. 2000. Luminescence dating of pottery from later prehistoric Britain. Archaeometry 42 (2), 431–457. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2000.tb00892.x.

Belis, C.A., Lami, A., Guilizzoni, P., Ariztegui, D., Geiger, W., 1999. The late Pleistocene ostracode record of the crater lake sediments from Lago di Albano (Central Italy): Changes in trophic status, water level and climate. Journal of Paleolimnology 21, 151–169.

Bellotti, P., Carboni, M.G., Di Bella, L., Palagi, I. & Valeri, P. 1994. Benthic foraminiferal assemblages in the depositional sequence of the Tiber Delta. Bollettino della Societa Paleontologica Italiana, 2:29–40.

Bergamin, L., Cabroni, G. & Di Bella, L. 1995. Melonis pompilioides (Fichtel & Moll) and Melonis barleeanus (Williamson) from Pliocene, Pleistocene and Holocene sediments of Central Italy. Geologica Romana 33(1):29-45

Bergamin, L., Di Bella & L., Carboni, M. G. 1999. Valvulineria bradyana (Fornasini) in organic matter-enriched environment. II Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences 12 (1), 51-56

Bethoux, J. P., Gentili, B., Morin, P., Nicolas, E., Pierre, C., & Ruiz-Pino, D. 1999. The Mediterranean Sea: a miniature ocean for climatic and environmental studies and a key for the climatic functioning of the North Atlantic. Progress in Oceanography, 44(1), 131-146

Bizon, G. & Bizon, J.J. 1984. Ecologie des foraminifères en Méditerranée nord-occidentale. R. Les foraminifères des sédiments profonds. In: Ecologie des microorganismes en Méditerranée occidentale. “Ecomed”, Pétrole et Techniques, 301: 104–139

Blanc-Vernet L. 1969. Contribution a l’ etude des foraminif`eres de M´editerran´ee. PhD thesis d’Etat ` Trav. Stat. Mar. Endoume, Marseille, 48 (64): 281

Blázquez, A.M. & Usera, J. 2010. Paleaeoenvironments and Quaternary foraminifera in Elx coastal lagoon (Alicante, Spain). Quaternary International 221: 68–90. DOI: 10.1016/j.quaint.2009.06.033

Boeckel, B. & Baumann, K. H. 2008. Vertical and lateral variations in coccolithophore community structure across the subtropical frontal zone in the South Atlantic Ocean. Marine Micropaleontology. 67 (3–4): 255–273. DOI: 10.1016/j.marmicro.2008.01.014.

Bonaduce, G. & Pugliese N. 1975. Ostracoda from Lybia. *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli*, 39: 129-135.

Bonaduce, G., Ciampo, G. & Masoli, M. 1976. Distribution of Ostracoda in the Adriatic Sea. Publicazioni della Stazione Zoologica di Napoli, 40: 1-304.

Bonaduce G., Ruggieri G. & Russo A. 1987. The ostracode genus *Mutilus* and some so-called *Mutilus* from the Mediterranean Miocene-Pleistocene. Bollettino della Società Paleontologica Italiana, 26 (3): 251-268.

Bonaduce G., Masoli M. & Pugliese N. 1988. Remarks on the benthic Ostracoda of the Tunisian shelf. In Hanai T., Ikeia N. & Ishizaki K. (eds), Evolutionary Biology of Ostracoda. Developments in Palaeontology and Stratigraphy, 11: 449-466

Bøtter-Jensen, L., Andersen, C.E., Duller, G.A.T. & Murray, A.S. 2003. Developments in radiation, stimulation and observation facilities in luminescence measurements. Radiation Measurements, 37: 535–541. DOI: https://doi.org/10.1016/S1350-4487(03)00020-9

Bøtter-Jensen, L., Thomsen, K.J. & Jain, M. 2010. Review of optically stimulated luminescence (OSL) instrumental developments for retrospective dosimetry. Radiation Measurements, 45: 253–257. DOI: 10.1016/j.radmeas.2009.11.030

Bown, P.R. & Young, J.R. 1998. Techniques. In: Bown PR, editor. Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. British Micropalaeontology Society Series. London, UK: Chapman & Hall, 16-28.

Bozzano, G., Kuhlmann, H. & Alonso, B. 2002. Storminess control over African dust input to the Moroccan Atlantic margin (NW Africa) at the time of maxima boreal summer insolation: a record of the last 220 kyr. Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, 183: 155-168. DOI: 10.1016/S0031-0182(01)004667

Breman, B. 1975. The distribution of ostracodes in the bottom sediments of the Adriatic Sea. Krips Repro, Meppel, 50-165.

Brindley, G. W. & Brown, G. 1980. Crystal Structures of Clay Minerals and their X-Ray Identification. Minerological Society of Great Britain and Ireland, 5. DOI: https://doi.org/10.1180/mono-5

Briole, P., Rigo, A., Lyon-Caen, H., Ruegg, J.C., Papazissi, K., Mitsakaki, C., Balodimou, A., Veis, G., Hatzfield, D. & Deschamps, A. 2000. Active deformation of the Corinth Rift, Greece: results from repeated global positioning system surveys between 1990 and 1995. Journal of Geophyshysical Research, 105: 605–625

Brolsma, M. J. 1978. Quantitative foraminiferal analysis and environmental interpretation of the Pliocene and topmost Miocene on the South coast of Sicily. Utrecht micropaleontological bulletins, 18.

Brooks, M. & Ferentinos, G. 1984. Tectonics and sedimentation in the Gulf of Corinth and the Zakynthos and Kefallinia channels, western Greece. Tectonophyiscs, 101:25–54

Brun, J.P., Faccenna, C., Gueydan, F., Sokoutis, D., Philippon, M., Kydonakis, K. & Gorini, C., 2016. The two-stage Aegean extension, from localized to distributed, a result of slab rollback acceleration. Canadian Journal of Earth Sciences. 53: 1142–1157. DOI: https://doi.org/10. 1139/cjes-2015-0203

Brun, J.P., Sokoutis, D. 2010. 45 m.y. of Aegean crust and mantle flow driven by trench retreat. Geology 38: 815–818. DOI: https://doi.org/10.1130/G30950.1.

Buosi, C., Armynot du Châtelet, E. & Cherchi, A. 2012. Benthic foraminiferal assemblages in the current-dominated Strait of Bonifacio (Mediterranean Sea). Journal of Foraminiferal Research, 42 (1): 55. DOI: 10.2113/gsjfr.42.1.39

Buosi, C., Cherchi, A., Ibba, A., Marras, B., Marrucci, A. & Schintu, M. 2013. Preliminary data on benthic foraminiferal assemblages and sedimentological characterisation from some polluted and unpolluted coastal areas of Sardinia (Italy). Bollettino della Societa Paleontological Italiana, 52: 35-44. DOI: 10.4435/BSPI.2013.08

Buosi, C., Tecchiato, S., Ibba, A., Cherchi, A., Bachis, M. & De Muro, S. 2020. Foraminiferal biotopes in a shallow continental shelf environment: Esperance Bay (southwestern Australia). Journal of Sea Research, 158, 101859

Burgess, M. & Schnitker D. 1990. Morphometry of Bulimina aculeata Orbigny and Bulimina marginata Orbigny. Journal of Foraminiferal Research, 20 (1): 37–49. DOI: https://doi.org/10.2113/gsjfr.20.1.37

Cabral, M.C., Colin, J.P. & Carbonel, P. 2005, Pleistocene species of the family Darwinulidae Brady and Norman, 1889 (Ostracoda), in Algarve, South Portugal. Revue de micropaleontology, 48: 51–62

Cabral, M. C. & Loureiro, I. M. 2013. Overview of Recent and Holocene ostracods (Crustacea) from brackish and marine environments of Portugal. Journal of Micropalaeontology, 32: 135–159.DOI: 10.1144/jmpaleo2012-019

Calder, J.H., Gibling, M.R. & Mukhopadhyay, P.K. 1991. Peat formation in a westphalian B piedmont setting, cumberland basin, Nova Scotia: Implications for the maceral-based interpretation of rheotrophic and raised paleomires. Contribution series No. 91-002. Canada

Campos, C., Beck, C., Crouzet, C., Carrillo, E., Van Welden, A. & Tripsanas, E. 2013. Late Quaternary paleoseismic sedimentary archive from deep central Gulf of Corinth: time distribution of inferred earthquake-induced layers. Annals of Geophysics, 56 (6): S0670. DOI: http://doi.org/10.4401/ag-6226

Carbonel, P. 1977. La conquste des milieux de platforme continentale par l'ensamble Carinocythereis antiquatalcarinata depuis le Miocene Moyen. In Loffler, H. & Danielopol, D. (Eds). Aspects of Ecology and Zoogeography of Recent and Fossil Ostracoda. Proceedings of 6th International Symposium Ostracoda, Saalfelden (Salzburg), July 3& August 8, 1974, 407416. Dr W. Junk b.v. Publishers, The Hague.

Carboni, M. G., Bergamin, L., Di Bela, L., Esu, D., Psegna Cerone, E., Antonioli, F. & Verrubbi, V. 2010. Palaeoenvironmental reconstruction of late Quaternary foraminifera and molluscs from the ENEA borehole (Versilian plain, Tuscany, Italy). Quaternary Research, 74(2): 265-276. DOI: https://doi.org/10.1016/j.yqres.2010.07.006

Cardich, J., Gutierrez, D., Romero, D., Perez, A., Marquina, R., Yupanqui, W., Soliw, J., Carhuapoma, W., Sifeddine, A. & Rathburn, A. 2015. Calcareous benthic foraminifera from the upper central Peruvian margin: control of the assemblage by pore water redox and sedimentary organic matter. Marine Ecology Progress Series, 535: 63–87. DOI: 10.3354/meps11409

Carlson, A.E., Stoner, J.S., Donnelly, J.P. & Hillaire- Marcel, C. 2008. Response of the southern Greenland Ice Sheet during the last two deglaciations. Geology 36:359-362. DOI: 10.110/G24519A.1

Chéry, J. 2001. Core complex mechanics: from the gulf of Corinth to the Snake Range. Geology 29(5): 439–442. DOI: 10.1130/0091-7613

Chiessi, C.M., Mulitza, S., Patzold, J., Wefer, G. & Marengo, J. A. 2009. Possible impact of the Atlantic Multidecadal Oscillation on the South American summer monsoon. Geophysical Research Letters, 36: L21707. DOI: 10.1029/2009GL039914

Chronis, G., Piper, D.J.W. & Anagnostou, C. 1991. Late Quaternary evolution of the Gulf of Patras, Greece: tectonism, deltaic sedimentation and sea level change. Marine Geology, 97: 191–209. DOI: https://doi.org/10.1016/0025-3227(91)90026-Z

Church, J.A., Gregory, J.M., Huybrechts, P., Kuhn, M., Lambeck, K., Nhuan, M.T., Qin, D. & Woodworth, P. L. 2001. Changes in sea level. In Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., et al. (eds), Climate Change 2001: The Scientific Basis. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 639–693.

Cimerman, F. & Langer, M.R., 1991. Mediterranean Foraminifera: Slovenska Akademija Znanosti, Ljubljana, 118.

Clarke, P.J., Davies, R.R., England, P.C., Parsons, B., Billiris, H., Paradissis, D., Veis, G., Cross, P.A., Denys, P.H., Ashkenazi, V., Bingley, R., Kahle, H.G., Muller, M.V. & Briole, P. 1998. Crustal strain in central Greece from repeated GPS measurements in the interval 1989–1997. Journal of Geophysical Research. 135: 195–214. DOI: 10.1046/j.1365-246X.1998.00633.x

Clement, C. 2000. Imagerie sismique crustale de la subduction Hellénique et du golfe de Corinthe. PhD thesis, Université of Paris 7, Paris.

Collier, R.E.L. & Dart, C.J. 1991. Neogene to Quaternary rifting, sedimentation and uplift in the Corinth Basin, Greece. Journal of the Geological Society, 148: 1049–1065.

Collier, R.E.L., Leeder, M.R., Rowe, P.J. & ATKINSON, T.C. 1992. Rates of tectonic uplift in the Corinth and Megara Basins, central Greece. Tectonics, 11: 1159–1167.

Collins, L. 1990. The correspondence between water temperature and coiling direction in Bulimina. Paleoceanography, 5: 269-294.

Curzi, P.V., Dinelli, E., Ricci Lucchi, M. & Vaiani, S.C. 2006. Palaeoenvironmental control on sediment composition and provenance in the late quaternary deltaic successions: a case study from the Po delta area (Northern Italy). Geological Journal, 41: 591–612. DOI: https://doi. org/10.1002/gj.1060.

Denis, D., Crosta, X., Zaragosi, S., Romero, O., Martin, B. & Mas, V. 2006. Seasonal and sub-seasonal climate changes recorded in laminated diatom ooze sediments, Adelie Land, East Antarctica. Holocene, 16: 1137-1147. DOI: 10.1177/0959683606069414

Dimiza, M., Triantaphyllou, M. & Dermitzakis, M. 2008. Vertical distribution and ecology of living coccolithophores in the marine ecosystems of Andros Island (Middle Aegean Sea) during late summer 2001. Hellenic Journal of Geosciences, 43, 7-20

Dimiza, M. D., Triantaphyllou, M. V., Koukousioura, O., Hallock, P., Simboura, N., Karageorgis, A. P. & Papathanasiou, E. 2016a. The Foram Stress Index: A new tool for environmental assessment of soft-bottom environments using benthic foraminifera. A case study from the Saronikos Gulf, Greece. Eastern Mediterranean. Ecological Indicators, 60, 611–621.

Dimiza, M. D., Koukousioura, O., Triantaphyllou, M. V. & Dermitzakis, M. D. 2016b. Live and dead benthic foraminiferal assemblages from coastal environments of the Aegean Sea (Greece): Distribution and diversity. Revue de Micropaléontologie, 59 (1): 19-32.

Dall'Antonia, B. & Bossio, A. 2001. Middle Miocene ostracods from the Salentine Peninsula. Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, 106 (3): 395-398. DOI: 10.13130/2039-4942/5442

Dall'Antonia, B. 2003. Deep-sea ostracods as indicators of palaeoceanographic changes: a case history from the middle–late Miocene of southern Italy (Central Mediterranean). Terra Nova, 15: 52-60. DOI: 10.1046/j.1365-3121.2003.00464.x

Danatsas, I. 1989. Jungkanozoische Ostrakoden der NW- und N-Peloponnes und ihre stratigraphische, palaookologische und palaogeographische bedeutung. Phd thesis, Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultat der Westfalischen Wilhelms-Universitat, Munster

Dart, C., Collier, R., Gawthorpe, R., Keller, J. & Nichols, G. 1994. Sequence stratigraphy of (?) Pliocene ± Quaternary syn-rift, Gilbert-type fan deltas, northern Peloponnesos, Greece. Marine Petroleum Geology, 11: 545–560. DOI: https://doi.org/10.1016/0264-8172(94)90067-1

Debenay, J. P. & F. Redois. 1997. Recent Foraminifera of the northern continental shelf, off Senegal. Revue de Micropaléontologie, 40 (1): 15-38

Debenay, J. P., Bénéteau, E., Zhang, J., Stouff, V., Geslin, E., Redois, F. & Fernandez- Gonzalez, M. 1998. *Ammonia beccarii* and *Ammonia tepida* (Foraminifera): morphofunctional arguments for their distinction. Marine Micropaleontology, 34 (3–4): 235-244

Debenay, J.P., Guillou, J.J., Redois, F. & Geslin E. 2000. Distribution trends of foraminiferal assemblages in paralic environments. A base for using foraminifera as bioindicators. In: E. RONALD & M. KLUVER, Eds, Enviromental micropaleontology. Plenum, New York, 39-67.

Debenay, J.P., Tsakiridis, E., Soulard, R. & Grossel, H. 2001. Factors determining the distribution of foraminiferal assemblages in Port Joinville Harbor (Ile d'Yeu, France): the influence of pollution. Marine micropaleontology, 43: 75-118. DOI: 10.1016/S0377-8398(01)00023-8

De Decker, P., 1979. The Middle Pleistocene Ostrakod fauna of the West Runton freshwater bed, Norfolk, Paleontology, 22/2, 293-316.

De Gelder, G., Fernández-Blanco, D., Melnick, D., Duclaux, G., Bell, R.E., Jara-Muñoz, J., Armijo, R. & Lacassin, R. 2019. Lithospheric flexure and rheology determined by climate cycle markers in the Corinth Rift. Scientific Reports, 9: 4260. DOI: https://doi.org/10.1038/ s41598-018-36377-1

Depéret, G. 1913. Observations surl' histoire géologique pliocène et quaternaired u golfe et de l' isthme de Corinthe. Comptes Rendus de l' Academiedes Sciences, 156: 1048–1052.

De Rijk, S., Troelstra, S.R. & Rohling, E.J. 1999. Benthic foraminiferal distribution in the Mediterranean Sea. Journal of Foraminiferal Research, 29: 93–103. DOI: https://doi.org/10.2113/gsjfr.29.2.93

Desprairies, A. 1977. Etudie sedimentologique de formations a caracteres flysch et molassa. Macedoine et Epire. Grece. PhD thesis. Universite de Paris- Sud (Orsay)

Dercourt, J. 1964. Contribution a` l'e´tude ge´ologique du secteur du Pe´loponne`se septentrional. Unpublished PhD thesis, Universite´ de Paris, Paris.

Dewey, J.F. & Sengor, A.M.C. 1979. Aegean and surrounding regions: Complex multiplate and continuum tectonics in a convergent zone. Geological Society of America, 90: 84 – 92.

Dickson, A.J., Leng, M.J., Maslin, M.A. & Rohl, U. 2010. Oceanic, atmospheric and ice-sheet forcing of South East AtlanticOceanproductivity and South African monsoon intensity during MIS-12 to 10. Quaternary Science Reviews, 29: 3936-3947. DOI: 10.1016/j.quascirev.2010.09.014

Diessel, C.F.K. 1992. Coal- bearing depositional systems. Springer Verlag. Berlin

Dimiza, M. D., Koukousioura, O., Triantaphyllou, M. V. & Dermitzakis, M. D. 2016. Live and dead benthic foraminiferal assemblages from coastal environments of the Aegean Sea (Greece): Distribution and diversity. Revue de Micropaléontologie, 59 (1): 19-32

Diz, P., Frances, G., Pelejero, C., Grimalt, J. O. & Vilas, F. 2002. The last 3000 years in the Ria de Vigo (NW Iberian Margin): climatic and hydrographic signals. The Holocene 12 (4): 459-468. DOI: https://doi.org/10.1191/0959683602hl550rp

Diz, P. & Francés, G. 2008. Distribution of live benthic foraminifera in the Ría de Vigo (NW Spain). Marine Micropaleontology, 66: 165–191. DOI: 10.1016/j.marmicro.2007.09.001

Doutsos, T., Kontopoulos, N., Ferentinos, G., 1985. Das westliche Ende des Korinth-Grabens. Neues Jahrbuch fur Geolie Palaontologie Mh. 11, 652-666.

Doutsos, T., Kontopoulos, N. & Poulimenos, G. 1988. The Corinth-Patras rift as the initial stage of continental fragmentation behind an active island arc (Greece). Basin Research 1(3): 177-190.

Doutsos, T. & Piper, D.J.W. 1990. Listric faulting, sedimentation, and morphological evolution of the Quaternary eastern Corinth rift, Greece: First stages of continental rifting. Geological Society of America Bulletin, 102: 812–829.

Doutsos T. & Koukouvelas I. 1998. Fractal analysis of normal faults in northwestern Aegean area, Greece. Journal of Geodynamics, 26: 197–216. DOI: https://doi.org/10.1016/S0264-3707(97)00052-5

Drinia, H., Antonarakou, A. & Kontakiotis, G. 2008. On the occurrence of Early Pliocene marine deposits in the Ierapetra Basin, Eastern Crete, Greece. March 2008 Bulletin of Geosciences 83(1): 63-78. DOI: 10.3140/bull.geosci.2008.01.063

Drinia, H. 2009. Foraminiferal biofacies and paleoenvironmental implications of the Early Tortonian deposits of Gavdos Island (Eastern Mediterranean). Revue de Micropaléontologie, 52 (1): 15-29. DOI: 10.1016/j.revmic.2007.08.006

Duchemin, G., Fontanier, C., Jorissen, F. J., Barras, C. & Griveaud, C. 2007. Living small-sized (63-150 µm) foraminifera from mid-shelf to mid-slope environments in the Bay of Biscay. Journal of Foraminiferal Research, 37 (1): 12–32

Duchemin, G., Jorissen, F. J., Le Loch, F., Andrieux- Loyer, F., Hily, C. & Thouzeau, G. 2008. Seasonal variability of living benthic foraminifera from the outer continental shelf of the Bay of Biscay. Journal of Sea Research, 59 (4): 297-319

Duck, R. W & Figueiredo da Silva, J. 2012. Coastal Lagoons and Their Evolution: A Hydromorphological Perspective. Estuarine and Coastal Shelf Sciences, Vol. 110, 2012, pp. 2-14. DOI:10.1016/j.ecss.2012.03.007

Dufaure, J.J. 1975. Le relief du Peloponne`se. Unpublished These d'Etat, University of Paris IV, France.

Economic Comission for Europe – United Nations (E.C.E. – U.N.), 1998, International classification of in-seam coals. ECE, Energy/19, Geneva

Eggins, S. M., Sadekov, A. & De Deckker, P. 2004. Modulation and daily banding of Mg/Ca in Orbulina universa tests by symbiont photosynthesis and respiration: A complication for seawater thermometry? Earth and Planetary Science Letters, 225: 411-419. DOI: https://doi.org/10.1016/j.epsl.2004.06.019

El Kateb, A., Stalder, C., Neururer, C., Fentimen, R., Spangenberg, J. E. & Spezzaferri, S. 2018. Distribution of benthic foraminiferal assemblages in the transitional environment of the Djerba lagoon (Tunisia). Swiss J Geosci 111, 589–606. DOI: https://doi.org/10.1007/s00015-018-0300-0

Erdei, B. & Bruch, A. 2004. A climate analysis of late Oligocene (Egerian) macrofloras from Hungary. Studia botanica Hungary, 35: 5-23.

Ericson, D. B., & Wollin, G. 1968. Pleistocene climates and chronology in deep-sea sediments. Science, 162(3859), 1227-1234.

Ernst, S.R., Duijnstee, I.A.P. & Van der Zwaan, G.J. 2002. The dynamics of the benthic foraminiferal habitat: recovery after experimental disturbance. Marine Micropaleontology, 46: 343–361. DOI: 10.1016/S0377-8398(02)00080-4

Faranda, C. & Gliozzi, E. 2008. The ostracod fauna of the PlioPleistocene Monte Mario succession (Roma, Italy). Bollettino della Società Paleontologica Italiana, 47: 215-267.

Faranda, C., Gliozzi, E., Cipollari, P. & Darbas, G., 2013a. Turkish Journal of Earth Sciences Messinian paleoenvironmental changes in the easternmost Mediterranean Basin: Adana Basin, southern Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences, 22(5): 839-863. DOI: 10.3906/yer-1205-11

Faranda, C., Gliozzi, E., Cipollari, P., Grossi, F., Darbas, G., Gurbuz, K., Nazik, A., Gennari, R. & Cosentino, D. 2013b. Messinian paleoenvironmental changes in the easternmost Mediterranean Basin: Adana Basin, southern Turkey. Turkish journal of earth sciences, 22: 839-863. DOI:10.3906/yer-1205-11

Ferentinos, G., Brooks, M. & Doutsos, T. 1985. Quaternary tectonics in the Gulf of Patras, western Greece. Journal of Structural Geology, 7 (6): 713– 717.

Fernandez- Blanco, D., de Gelder, G., Lacassin R., Armijo, R. 2019. A new crustal fault formed the modern Corinth Rift. Earth-Science Reviews, 199. DOI: https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.102919

Fernandez- Gonzalez, M., Frydas, D., Guernet, C. & Mathieu, R. 1994. Foraminiferes et ostracodes du Pliopleistocene de la region de Patras (Grece). Interet stratigraphique et paleogeographique. Revista Espanola Micropaleontolia, 26 (1): 89-108.

Ferraro, L., Bonomo, S., Alberico, I., Cascella, A., Giordano, L., Liner, F. & Vallufuoco, M. 2018. Live benthic foraminifera from the Volturno River mouth (central Tyrrhenian Sea, Italy). Rendiconti Lincei Science Fisiche e Naturali, 29: 559–570. DOI: https://doi.org/10.1007/s12210-018-0712-9

Flerit, F., Armijo, R., King, G. & Meyer, B. 2004. The mechanical interaction between the propagating North Anatolian Fault and the back-arc extension in the Aegean. Earth and Planetary Science Letters, 224: 347–362. DOI: https://doi.org/10.1016/j.epsl.2004.05.028.

Flotté, N. 2002. Caracterisation structural et cinematique d'un rift sur detachement: Le rift de Corinthe-Patras. Grece. PhD thesis. Universite de Paris- Sud XI

Flotté, N., Sorel, D., Müller, C. & Tensi, J. 2005. Along strike changes in the structural evolution over a brittle detachment fault: Example of the Pleistocene Corinth–Patras rift (Greece). Tectonophysics, 403: 77–94. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tecto.2005.03.015

Ford, M., Williams, E.A., Malartre, F. & Popescu, S.M. 2007. Stratigraphic architecture, sedimentology and structure of the Vouraikos Gilbert-type fan delta, Gulf of Corinth, Greece. In: Nichols, G., Williams,

E.A. & Paola, C. (eds) Sedimentary Processes, Environments and Basins. International Association of Sedimentologists, Special Publications, 38: 49–90.

Ford, M., Rohais, S., Williams, E., Bourlange, S., Jousselin, D., Backert, N. & Malartre, F. 2012. Tectono-sedimentary evolution of the western Corinth rift (Central Greece). Basin Research, 25: 3–25. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-2117.2012.00550.x

Ford, M., Rohais, S., Williams, E.A., Bourlange, S., Jousselin, D., Backert, N., Malartre, F., 2013. Tectono-sedimentary evolution of the western Corinth rift (Central Greece). Basin Res. 25, 3–25. DOI:10.1111/j.1365-2117.2012.00550.x.

Fontanier, C., Jorissen, F. J., Licari, L., Alexandre, A., Anschutz, P. & Carbonel, P. 2002. Live benthic foraminiferal faunas from the Bay of Biscay: faunal density, composition, and microhabitats. Deep-Sea Research Part I, 49: 751–785.

Fontanier, C., Jorissen, F. J., Chaillou, G., Anschutz, P., Gremare, A. & Griveaud, C. 2005. Live foraminiferal faunas from a 2800m deep lower canyon station from the Bay of Biscay: faunal response to focusing of refractory organic matter: Deep-Sea Research Part I, 52: 1189–1227. DOI: 10.1016/j.dsr.2005.01.006

Fontanier, C., Jorissen, F., Geslin, E., Zaragosi, S., Duchemin, G., Laversin, M. & Gaultier, M. 2008. Live and dead foraminiferal faunas from Saint- Tropez Canyon (Bay of Frejus): Observations based on in situ and incubated cores. Journal of Foraminiferal Research, 38 (2): 137–156. DOI: https://doi.org/10.2113/gsjfr.38.2.137

Fontanier, C., Jorissen, F. J., Michel, E., Cortijo, E., Vidal, L. & Anschutz, P. 2008, Stable oxygen and carbon isotopes of live (stained) benthic foraminifera from Cap-Ferret canyon (Bay of Biscay): Journal of Foraminiferal Research, 38: 39–51. DOI: https://doi.org/10.2113/gsjfr.38.1.39

Frenzel, P. & Boomer, I. 2005. The use of ostracodes from marginal marine, brackish waters as bioindicators of modern and Quaternary environmental change. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 225: 68– 92. DOI: 10.1016/j.palaeo.2004.02.051

Frenzel, P., Schulze, I., Pint, A., Boomer, I. & Feike, M. 2011. Salinity dependant morphological variation in Cyprideis torosa. Joannea Geol. Palaontol. 11, 59-61.

Frenzel, P., Schulze, I. & Pint, A. 2012. Noding of Cyprideis torosa valves (Ostracoda) – a proxy for salinity? New data from field observations and a long-term microcosm experiment. Hydrologia, 97 (4): 314-329

Frezza, V., Bergamin, L. & Di Bella, L. 2005. Opportunistic benthic foraminifera as indicators of eutrophicated environments. Actualistic study and comparison with the Santernian middle Tiber Valley (Central Italy). Bollettino della Societa Paleontologica Italiana, 44 (3): 193-201

Frezza, V. & Carboni, M.G., 2009. Distribution of recent foraminiferal assemblages near the Ombrone Rivel mouth (Nothern Tyrrhenian Sea, Italy). *Revue de Micropaléontogie,* 52 (1): 43—66. DOI: 10.1016/j.revmic.2007.08.007

Frezza, V., Mateu-Vicens, G., Gaglianone, G., Baldassarre, A. & Brandano, M. 2011. Mixed carbonate-siliclastic sediments and benthic foraminiferal assemblages from *Posidonia oceanica* seagrass meadows of the central Tyrrhenian continental shelf (Latium, Italy). Italian Journal of Geosciences, 130 (3): 352-369. DOI: 10.3301/IJG.2011.07

Frontalini, F. & Coccioni, R. 2008. Benthic foraminifera for heavy metal pollution monitoring: A case study from the central Adriatic Sea coast of Italy. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 76 (2): 404-417. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.07.024

Frydas, D. 1987. Calcareous nannoplankton from the Neogene of the NW-Peloponnes, Greece. Neus Jahrbuch fur Geologie Palaontologie Mh., 274-286

Frydas, D., 1989. Biostratigraphische Untersuchungen aus dem Neogen der NW- und W-Peloponnes, Grienchenland. Neus Jahrbuch fur Geologie und Palaontologie M. 6: 321-344.

Frydas, D., 1991. Palaookologische und stratigraphische untersuchugen der diatomeen des Pleistozans der NPeloponnes, Griechenland. Bulletin of Geological Society Greece, XXV/2, 499-513.

Frydas, D., Kontopoulos, N., Stamatopoulos, L., Guernet, C. & Voltaggio, M. 1995. Middle – late Pleistocene sediments in the northwestern Peloponnesus, Greece. A combined study of biostratigraphical, radiochronilogical and sedimentological results. Berliner Geowissenschaftliche Abhandulgen, 16: 589–605.

Fytikas, M., Innocenti, F., Manetti, Mazzuoli, R., Percerillo, A, Villari, L. 1984. Tertiari to Quaternary evolution of volcanism in the Aegean region. In: Dixon J. E., Robertsoan, H. F., (eds) The Geological Evoloution of the Eastern Mediterranean. Geologicical Society, London, Special Publication 17: 687-699

Gandolfi, A., Todeschi, E. B. A., Van Dominck, K., Rossi, V. & Menozzi, P. 2009. Salinity tolerance of *Darwinulastevensoni* (Crustacea, Ostracoda), Italian Journal of Zoology, 68:1, 61-67, DOI: 10.1080/11250000109356384

Gawthorpe, R.L, Fraser, A. J. & Collier, R. 1994. Sequence stratigraphy in active extensional basins: implications for the interpretation of ancient basin fills. Marine and Petroleum Geology, 11(6): 642–658. DOI: https://doi.org/10.1016/0264-8172(94)90021-3

Gawthorpe, R.L., Leeder, M.R., Kranis, H., Skourtsos, E., Andrews, J.E., Henstra, G.A., Mack, G.H., Muravchik, M., Turner, J.A. & Stamatakis, M. 2017. Tectono-sedimentary evolution of the Plio-Pleistocene Corinth rift, Greece. Basin Research, 30: 448-479. DOI: https://doi. org/10.1111/bre.12260

Giunta, S., Negri, A., Morigi, C., Capotondi, L., Combourieu-Nebout, N., Emeis, K.C., Sangiorgi, F. & Vigliotti, L. 2003. Coccolithiphorid ecostratigraphy and multi-proxy paleoceanographic reconstruction in the Southern Adriatic Sea during the last deglacial time (Core AD91-17). Palaeogeography Palaeoclimtology, 190: 39-59.

Gliozzi, E., Rodriguez-Lazar, J., Nachite, D., Martin-Rubio M. & Bekkali R. 2005. An overview of Neogene brackish leptocytherids from Italy and Spain: Biochronological and palaeogeographical implications. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 225: 283–301. DOI: 10.1016/j.palaeo.2005.06.015

Goineau, A., Fontanier, C., Jorissen, F., Lansard, B., Buscail, R., Mouret, A., Philippe, K., Zaragosi, S., Ernoult, E., Arteto, C., Amschutz, P., Metzger, E. & Rabouille, C. 2011. Live (stained) benthic foraminifera from the Rhône prodelta (Gulf of Lion, NW Mediterranean): Environmental controls on a river-dominated shelf. Journal of Sea Research 65(1): 58-75, DOI: 10.1016/j.seares.2010.07.007

Goldsworthy, M. & Jackson, J. 2001. Migration of activity within normal fault systems: examples from Quaternary of mainland Greece. Journal of Structural Geology, 23 (2): 489-506. DOI: 10.1016/S0191-8141(00)00121-8

Goldsworthy, M., Jackson, J. & Haines, J. 2002. The continuity of active fault systems in Greece. Geophysical Journal International, 148: 596–618. DOI: 10.1046/j.1365-246X.2002.01609.x

Gotelli, N. J. & Chao, A. 2013. Measuring and Estimating Species Richness, Species Diversity, and Biotic Similarity from Sampling Data. Reference Module in Life Sciences Encyclopedia of Biodiversity (Second Edition), 195-211

Griffiths, H.I. & Butlin, R.K. 1994. *Darwinula stevensoni:* a brief review of the biology of a persistent parthenogen. *In:* D. J. Home & K. Martens (eds), The evolutionary ecology of reproductive modes in non-marine Ostracoda. Greenwich University Press, London, 27-36.

Griffiths, S.J., Griffiths, H.I., Altinsacli, S. and Tzedakis, C. 2002. Interpreting the Tyrrhenocythere (Ostracoda) signal from Paleolake Kopais, central Greece. Boreas 31: 250-259

Guernet, C., Lemeille, F., Sorel, D., Bourdillond, C., Berge- Thiery, C. & Manakou, M. 2003. Ostracodes and Quaternary from Aigion (gulf of Corinth, Greece), Revue de Micropaleontologie, 46 (2): 73-93

Guo, Y., Meng, X., Chen, H. & Yang, H. 2020. Benthic foraminifera and its response to heavy metal pollution: A case study from Liaodong Bay, China. Marine Pollution Bulletin, 154, 111084. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2020.111084

Gupta, A.K. 1997. Paleoceanographic and paleoclimatic history of the Somali Basin during the Pliocene-Pleistocene: Multi-variate analyses of benthic foraminifera from DSDP Site 241(Leg 25). Journal of Foraminiferal Research 27: 196–208

Hackley, P.C., SanFilipo, J.R., Azizi, G.P., Davis, P.A. & Starratt, S.W. 2010, Organic petrology of subbituminous carbonaceous shale samples from Chalaw, Kbul Province, Afganistan: Considerations for palaeoenvironment and energy resource potential. International journal of Coal Geology, 81: 269-280. DOI: https://doi.org/10.1016/j.coal.2009.12.007

Hageman, J. 1979. Benthic foraminiferal assemblages from Plio- Pleistocene open bay to lagoonal sediments of the Western Peloponnesus (Greece). Utrecht micropaleontological bulletins, 20

Hagino, K. & Okada, H. 2006. Intra- and infra-specific morphological variation in selected coccolithophore species in the equatorial and subequatorial Pacific Ocean. Marine Micropaleontology. 58 (3): 184–206.

Hallock, P., Lidz, B. H., Cockey-Burkhard, E. M., & Donnelly, K. B. 2003. Foraminifera as bioindicators in coral reef assessment and monitoring: The FORAM Index. Environmental Monitoring and Assessment, 81(1–3), 221–238.

Hansen, J. W., Mason, S. J., Sun, L., & Tall, A. 2011. Review of seasonal climate forecasting for agriculture in sub-Saharan Africa. Experimental Agriculture, 47(2), 205.

Hayward, B. W., Sabba, A. T., Kawagata, S. & Grenfell, H. 2009. The Early Pliocene re-colonisation of the deep Mediterranean Sea by benthic foraminifera and their pulsed Late Pliocene–Middle Pleistocene decline. Marine Micropaleontology, 71 (3–4): 97-112

Hammer, O., Harper, D. A. T. & Ryan, P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica 4(1):1-9

Hanebuth, T.J.J. & Lantzsch, H. 2008. A Late Quaternary sedimentary shelf system under hyperarid conditions: unravelling climatic, oceanographic and sea-level controls (Golfe d' Arguin, Mauritania, NW Africa). Marine Geology, 256: 77-89. DOI: 10.1016/j.margeo.2008.10.001

Harff, J., Endler, R., Emelyanov, E., Kotov, S., Leipe, T., Moros, M., Olea, R., Tomczak, M. & Wikowski, A. 2011. Late Quaternary climate variations reflected in Baltic Sea sediments. In: Harff J., Bjorck S, Hoth P (eds) The Baltic Sea Basin, 99-132. (Central and Eastern European Development Studies (CEEDED)). DOI: 10.1007/978-3-642-17220-5_5

Henderiks, J., Winter, A., Elbrächter, M., Feistel, R., Plas, Av der Nausch, G. & Barlow, R. 2012. Environmental controls on Emiliania huxleyi morphotypes in the Benguela coastal upwelling system (SE Atlantic). Marine Ecology Progress Series. 448: 51–66.

Hasenfratz, A., Sciebel, R., Thornalley, D. J. R., Schönfeld, J., Jaccard, S. L., Martinez- Garcia, A., Holbourn, A., Jennings, A. E., Kuhnt, W., Lear, C. H., Marchitto, T. M., Quillmann, U., Rosenthal, Y., Yu, J., Haug & G. H. 2017. Mg/ Ca- temperature calibration for the benthic foraminifera *Melonis barleeanum* and *Melonis pompilioides.* Geochimica et Cosmochimica Acta, 217: 365-383. DOI: https://doi.org/10.1016/j.gca.2017.08.038

Heezen, B.C., Ewing, M. & Johnson, G.L. 1966. The Gulf of Corinth floor. Deep Sea Research: 13: 381–411

Heip., F.C. 1976, The life-cycle of Cyprideis torosa (Crustacea, Ostracoda). Oecologia (Berl), 24: 229-245.

Helal, S.A. & El- Wahab, M.A. 2004. Recent ostracodes from marine sediments of Safaga Bay, Red Sea, Egypt. Egyptian Journal of Paleontology, 4: 75-93

Henderson, P. A. 1990. Freshwater Ostracods. Leiden: E. J. Brill. Synopses of the British Fauna (New Series), 42: 228

Higgs, B. 1988. Syn-sedimentary structural controls on basin deformation in the Gulf of Corinth, Greece. Basin Res 1:155–165

Holbourn, A., Henderson, A. & Macleod, N. 2013. Atlas of Benthic Foraminifera, John Wiley & Sons, Natural History Museum, Chichester, UK, 642

Houghton, S.L., Roberts, G.P., Papanikolaou, I.D. & McArthur, M. 2003. New 234U-230Th coral dates from the western Gulf of Corinth: Implications for extensional tectonics. Geophysical Research Letters, 30 (19). DOI: https://doi.org/10.1029/2003GL018112

Howell, M. W., Rio, D., & Thunell, R. C. 1990. Laminated sediments from the Vrica Section (Calabria, S. Italy): evidence for Plio-Pleistocene climatic change in the Mediterranean region. Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology, 78(3-4), 195-216.

Hussain, S.M., Ravi, G., Mohan, P. & Rajeshwara, R. 2004. Recent benthic ostracoda from the inner shelf off Chennai, southeast coast of India- Implication on microenvironments. Environmental Micropaleontology, Microbiology and Meiobenthology, 1: 105-121

Ikeya, N., Kamiya, T. & Cronin, T. 2001, Earth environments and dynamics of ostracoda: Selected papers from the symposium "Towards the new Ostracodology in the 21st century", Shizuoka, Japan, special issue, p.70.

Illsley-Kemp, F., Keir, D., Bull, J.M., Gernon, T., Ebinger, C., Ayele, A., Hammond, J., Kendall, J-M., Goitom, B., Belachew, M., 2018. Seismicity During Continental Breakup in the Red Sea Rift of Northern Afar. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 123, 2345-2362. DOI: 10.1002/2017JB014902

International Committee for Coal Petrology, 2001. The new inertinite classification (ICCP System 1994). Fuel, 80: 459-471.

Itambi, A.C., von Dobeneck, T., Mulitza, S., Bickert, T. & Heslop, D. 2009. Millennial- scale northwest African droughts related to Heinrich events and Dansgaard- Oescheger cycles: evidence in marine sediments from offshore Senegal. Paleoceanography 24:PA1205. DOI: 10.1029/2007PA001570

Itambi A.C., von Dobeneck, T. & Adegbie, A.T. 2010. Millennial-scale precipitation changes over Central Africa during the late Quaternary and Holocene: evidence in sediments from the Gulf of Guinea. Journal of Quaternary Science, 25: 267-279. DOI: 10.1002/jqs.1306

Jackson, J.A. & McKenzie, D.P. 1983. The geometrical evolution of normal fault systems. Journal of Structural Geology, 5: 471-482.

Jaeckel, S.G.A. 1962. Die Tierwelt der Schlei. Übersicht einer Brackwasserfauna. Schriften des naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein, 33: 11-32

Jolivet, L. & Brun, J.P. 2010. Cenozoic geodynamic evolution of the Aegean region. International Journal of Earth Science, 99:109–138. DOI: 10.1007/s00531-008-0366-4

Jolivet, L., Faccenna, C., Huet, B., Labrousse, L., Le Pourhiet, L., Lacombe, O., Lecomte, E., Burov, E., Denèle, Y., Brun, J.P., Philippon, M., Paul, A., Salaün, G., Karabulut, H., Piromallo, C., Monié, P., Gueydan, F., Okay, A.I., Oberhänsli, R., Pourteau, A., Augier, R., Gadenne, L. & Driussi, O. 2013. Aegean tectonics: progressive strain localisation, slab tearing and trench retreat. Tectonophysics 597-598: 1–33. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.tecto.2012.1006.

Jolivet, L., Menant, A., Sternai, P., Rabillard, A., Arbaret L, Augier, V. Laurent, A. Beaudoin, B. Grasemann, B. Huet, L. Labrousse, L. Le Pourhiet. 2015. The geological signature of a slab tear below the Aegean. Tectonophysics, 659: 166–182. DOI: 10.1016/j.tecto.2015.08.004

Jones, R.W. 1994, The Challenger Foraminifera. Oxford, Oxford University Press, 149

Jorissen, F.J. 1988. Benthic foraminifera from the Adriatic Sea: principles of phenotypic variation. Utrecht Micropaleontological Bulletin, 37: 1-174

Jorissen, F. J., Wittling, I., Peypouquet, J. P., Rabouille, C. & Relexans, J. C. 1998. Live benthic foraminiferal faunas off Cape Blanc, NW-Africa: Community structure and microhabitats. Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers, 45 (12): 2157-2188

Jorissen, F.J., Nardelli, M.P., Almogi-Labin, A., Barras, C., Bergamin, L., Bicchi, E., El Kateb, A., Ferraro, L., McGann, M., Morigi, C., Romano, E., Sabbatini, A., Schweizer, M. & Spezzaferri, S. 2018. Developing foram-AMBI for biomonitoring in the Mediterranean: species assignments to ecological categories. Marine Micropaleontology, 33-45. DOI: 10.1016/j.marmicro.2017.12.006

Kaiho, K. 1994. Benthic foraminiferal dissolved-oxygen index and dissolved-oxygen levels in the modern ocean. Geology, 22(8), 719–722.

Kaminski, M.A., Aksu, A.E., Hiscott, R.N., Box, M., Al-Salameen M. & Filipescu, S. 2002. Late glacial to Holocene benthic foraminifera in the Marmara Sea. Marine Geology, 190, S0025-3227(02)00347-X

Karakitsios, V. & Rigakis, N. 2007. Evolution and petroleum potential of western Greece. Journal of Petroleum Geology, 30 (3): 197–218. DOI: 10.1111/j.1747- 5457.2007.00197.x

Karakitsios, V. 2013. Western Greece and Ionian Sea petroleum systems. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 97 (9): 1567–1595. DOI: https://doi.org/10.1306/02221312113

Katz, M.E. & Miller, K.G. 1993, Latest Oligocene to Earliest Pliocene benthic foraminiferal biofacies of the northeastern Gulf of Mexico. Micropaleontology, 39 (4): 367 – 403.

Kawagata, S. 2001. Tasman Front shifts and associated palaeocenographic changes during the last 250,000 years: foraminiferal evidence from the Lord Howe Rise. Marine Micropaleontology 41: 167–191. DOI: 10.1016/S0377-8398(00)00058-X

Keraudren, B. 1970–72. Les formations quaternairesmarines de la Grace. *Bull. Mus. Anthrop. Prehist.* Monaco, 16, 5 153, 17, 87–169, 18, 245–279.

Keraudren, B. & Sorel, D. 1987. The terraces of Corinth (Greece): a detailed record of eustatic sea level variations during the last 500000 years. Marine Geology, 77 (1–2): 99–107

Keraudren, B., Falguères, C., Bahain, J.J., Sorel, D. & Yokoyama, Y. 1995. Nouvelles datations radiométriques des terrasses marines de Corinthie (Péloponnèses eptentrional Grèce). Comptes Rendus de l' Academie des Scinces Paris, 320 (II a), 483–489.

Kilenyi, T.I. 1972. Transient and balanced genetic polymorphism as an explanation of variable noding in the ostracode Cyprideis torosa. Micropalaeontology, 148, 23–35.

Kilenyi, T.I. & Whittaker, J.E. 1974. On Cyprideis torosa, Stereo Atlas of ostracode shells, 2(5): 21-32.

Kissel, C., Lai, C., Kienast, M., Bolliet, T., Holbourn, A., Hill, P., Kuhnt, W. & Braconnot, P. 2010. Monsoon variability and deep oceanic circulation in the western equatorial Pacific over the last climatic cycle: insights from sedimentary magnetic properties and sortable silt. Paleocenography, 25: PA3215. DOI: 10.1029/2010PA001980

Kontopoulos, N. & Doutsos, T. 1985. Sedimentology and tectonics of the Antirion area (Western Greece). Bulletin of the Geological Society of Italy, 104: 479–489

Kontopoulos, N. & Zelilidis, A. 1992. Upper Pliocene lacustrine environments in the intramontane Rio graben basin, NW Peloponnesus, Greece. Neues Jahrbuch fur Geologie und Palaontologie Mh, 2: 102-114

Kokkalas, S., Xypolias, P., Koukouvelas, I. & Doutsos, T. 2006. Postcollisional contractional and extensional deformation in the Aegean region. Special Publications of Geological Society of America, 409: 97–123. DOI: 10.1130/2006.2409(06)

Koukouvelas. I. & Doutsos, T. 1996. Implications of structural segmentation during earthquakes: the 1995 Egion earthquake, Gulf of Corinth, Greece. Journal of Structural Geology, 18, 1381–1388.

Kontopoulos, N. & Zelilidis, A. 1997. Depositional environments of the coarse- grained lower Pleistocene deposits in the Rio-Antirio basin, Greece. Proceedings International Symposium on Engineering Geology and the Environment, IAEG, Athens, 199-204.

Koskeridou, E., Giamali, C., Antonarakou, A., Kontakiotis, G. & Karakitsios, V. 2017. Early Pliocene gastropod assemblages from the eastern Mediterranean (SW Peloponnese, Greece) and their palaeobiogeographic implications. Geobios, 50: 267-277

Koukouvelas, I., Asimakopoulos, M. & Doutsos, T. 1999. Fractal characteristics of active normal faults: An example of the eastern Gulf of Corinth, Greece. Tectonophysics 308 (1-2): 263-274. DOI: 10.1016/S0040-1951(99)00087-6.

Koukouvelas, I., Stamatopoulos, L., Katsonopoulou, D. & Pavlides, S. 2001. A paleoseismological and geoarchaeological investigation of Eliki fault, Gulf of Corinth, Greece. Journal of Structural Geology, 23: 531 – 543. DOI: 10.1016/S0191-8141(00)00124-3

Koukouvelas, I.K. & Aydin, A. 2002. Fault structure and related basins of the North Aegean Sea and its surroundings. Tectonics 21: 1046. DOI: https://doi.org/10.1029/2001TC901037

Koukouvelas, I.K., Papoulis, D., 2009. Fluid involvement in the active Helike normal Fult, Gulf of Corinth, Greece. Journal of Structural Geology, 31: 237-250.

Koukouzas, C. & Koukouzas, N. 1995. Coals of Greece distribution, quality and reserves. InQ Whateley, M. K. G and Spears, D. A. (eds), European coal geology. Geological Society Special Publications, 82Q126-145

Kristensen, D.K. & Sejrup, H.P. 1996. Modern benthic foraminiferal biofacies across the Northern North Sea. Sarsia, 81 (2): 97-106, DOI: 10.1080/00364827.1996.10413615

Kristc, N. 1977. The Ostracod genus Tyrrhenocythere, VI, internat. Ostracod. Symp. Saalfelden, 395-405

Krzymińska, J. & Namiotko, T. 2013, Quaternary Ostracoda of the Southern Baltic Sea (Poland)-taxonomy, palaeoecology and stratigraphy, Polish Geological Institute Special papers, 29, WARSZAWA.

Kuroyanagi, A., Tsuchiya, M., Kawahata, H. & Kitazato, H. 2008. The occurrence of two genotypes of the planktonic foraminifer *Globigerinoides ruber* (white) and paleo-environmental implications. Marine Micropaleontology, 68 (3–4) 236-243. DOI: 10.1016/j.marmicro.2008.04.004

Kuppusamy, M., Gupta, A.K. & Bhaumik, A.K. 2011. Distribution of deep-sea benthic foraminifera in the Neogene of Blake Ridge, NW Atlantic Ocean. Journal of Micropalaeontology 30(1): 33-74. DOI: https://doi.org/10.1144/0262-821X10-008, 2011.

Kwiecien, O., Arz, H., Lamy, F., Plessen, B., Bahr, A., Haug, G., 2009. North Atlantic control on precipitation pattern in the eastern Mediterranean/Black Sea region during the last glacial. Quaternary Research 2009, 71 (3): 375-384. DOI: https://doi:10.1016/j.yqres.2008.12.004

Kylander, M., Ampel, L., Wohlfarth, B. & Veres, D. 2011. High-resolution X-ray fluorence core scanning analysis of Les Echets (France) sedimentary sequence: new insights from chemical proxies. Journal of Quaternary Science, 26: 109-117. DOI: 10.1002/jqs.1438

Lachenal, A.M. 1989. Ecologie des Ostracodes du domaine mediterraneen: application au Golfe de Gabes (Tunisie Orientale). Les variations du niveau marin depuis 30000 ans. Documents des Laboratoires de Geologie de Lyon. 108: 1–239.

Langer, M.R. 1993. Epiphytic foraminifera. Marine Micropaleontology, 20: 235-265. DOI: 10.1016/0377-8398(93)90035-V

Langer, G., Sadekov, A., Thoms, S., Keul, N., Nehrke, G., Mewes, A., Greaves, M., Misra, S., Reichart, G. J., Nooijer, L. J. & Elderfield, H. 2016. Sr partitioning in the benthic foraminifera Ammonia aomoriensis and Amphistegina lessonii. Chemical Geology, 440: 306-312

Leeder, M.R., Seger, M.J. & Stark, C.P. 1991. Sedimentation and tectonic geomorphology adjacent to major active and inactive normal faults, southern Greece. Journal of Geological Society London 148: 331–343. DOI: https://doi.org/10.1144/gsjgs.148.2.0331.

Leeder, M.R., Mc Neill, L.C., Ll Collier, R.E., Portman, C., Rowe, P.J., Andrews, J.E. & Gawthorpe, R.L. 2003. Corinth rift margin uplift: new evidence from Late Quaternary marine shorelines. Geophysical Research Letters, 30, 1611. DOI: https://doi.org/10.1029/2003GL017382

Leeder, M.R., Mack, G.H., Brasier, A.T., Parrish, R.R., McIntosh, W.C., Andrews, J.E. & Duermeijer, C.E. 2008. Late-Pliocene timing of Corinth (Greece) rift-margin fault migration. Earth and Planetary Science Letters, 274: 132–141. DOI: https://doi.org/10.1016/j.epsl.2008.07.006

Le Pichon, X.L. & Angelier, J. 1981. The Aegean Sea. Philosophical Transactions of the Royal Society London, 300: 357–372.

Levy, A., Mathieu, R., Poignant, A., Rosset-Moulinier, M., Ubaldo, M.L. & Lebreiro, S. 1995. Foraminiferes actuels de la marge continentale Portugaise-Inventaire et distribution. Memórias do Instituto Geológico e Mineiro, Memória, 32:1–116

Li, T., Qin, Y., Dong, T. & Cang, S. 1997. Sea surface salinity and bottom water oxygenated conditions in Western equatorial Pacific marginal seas during the last glacial age. Chinese Journal of Oceanology and Limnology, 15 (1)

Lister, G.S., Banga, G., Feenstra, A. 1984. Metamorphic core complexes of Cordilleran type in the Cyclades, Aegean Sea, Greece. Geology, 12: 221-225 DOI: https://doi.org/10.1130/0091-7613(1984)12<221:MCCOCT>2.0.CO;2

Löffler, H. 1961. Beitraege zur Kenntnis der Iranischen Binnengewaesser II. Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie, 46: 309-407.

Lohmann, G. P. 1978. Abyssal benthonic foraminifera as hydrographic indicators in the western South Atlantic Ocean: Journal of Foraminiferal Research, 8: 1–4.

Loeblich, A. R. & Tappan, H. 1964. Treatise on Invertebrate Paleontology, Part C: Protista 2, Sarcodina, chiefly "Thecamoebians" and Foraminiferida. Geological Society of America and University of Kanzas Press, Lawrence, C537

Louvari, M., Tsourou, T., Drinia, H. & Anastasakis, G. 2013. Benthic faunal assemblages from the Holocene middle shelf of the South Evoikos Gulf, central Greece, and their palaeoenvironmental implications. EGU General Assembly 2013, held 7-12 April, 2013 in Vienna, Austria, id. EGU2013-776

Lowemark, L., Jakobsson, M., Morth, M. & Backman, J. 2008. Arctic Ocean manganese contents and sediment colour cycles. Polar Research, 27: 105-113. DOI: 10.1111/j.1751-8369.2008.00055x

Lyell, C. 1830. Principles of Geology: Being an attempt to explain the former changes of the Earth's surface, by reference to causes now in operation, London: John Murray.

Lykousis, V., Sakellariou, D., Moretti, I. & Kaberi, H. 2007. Late Quaternary basin evolution of the Gulf of Corinth: Sequence stratigraphy, sedimentation, fault-slip and subsidence rates. *Tectonophysics* **440**, 29–51.

Makris, J., Papoulia, I., Karastathis, V. & Ilinsky, D. 2003. Crustal structure of the Saronikos–Eastern Korinthiakos basin from wide apperture seismic data: evidence of thinned continental crust below the saronikos volcanic area. EGS–AGU–EUG Joint Assembly, Geophysical Research Abstracts, vol. 5

Marco- Barba, J. 2010. Freshwater ostracods ecology and geochemistry as palaeoenvironmental indicators in marginal marine ecosystems: a case of study the Albufera of Valencia, PhD thesis, University of Valencia

Marco-Barba, J., Holmes, J.A., Mesquita-Joanes, F. & Miracle, M.R. 2013. The influence of climate and sea-level change on the Holocene evolution of a Mediterranean coastal lagoon: Evidence from ostracod palaeoecology and geochemistry. Geobios, 46: 409-421. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/ j.geobios.2013.05.003.

Martini, E. 1971. Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. In: Farinacci A, editor. Second Planktonic Conference Proceedings, Roma 1970. Rome: Edizioni Tecnoscienza, 739-785

Martins, V.A., Frontalini, F., Tramonte, K.M., Figueira, R.C.L., Miranda, P., Sequeira, C., Fernández - Fernández, S., Dias, J.A., Yamashita, C., Laut, L.M., Sobrinho, F., Rodrigues, M.A., Bernardes, C.,Nagai, R., Sousa, S.S.M., Mahiques, M., Rubio, B., Bernabeu, A., Rey, D. & Rocha, F. 2013. Assessment of the health quality of Ria de Aveiro (Portugal): heavy metals and benthic foraminifera. Marine Pollution Bulletin, 70: 18-33. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2013.02.003

Mateu-Vicens, G., Box, A., Deudero, S. & Rodríguez, B. 2010. Comparative analysis of epiphytic foraminifera in sediments colonized by seagrass *Posidonia oceanica* and invasive macroalgae *Caulerpa* spp. Journal of Foraminiferal Research, 40 (2): 134-147. DOI: 10.2113/gsjfr.40.2.134

Mateu-Vicens, G., Khokhlova, A., & Sebastián-Pastor, T. 2014. Epiphytic foraminiferal indices as bioindicators in Mediterranean seagrass meadows. Journal of Foraminiferal Research, 44(3), 325–339.

Mazzini, I., Faranda, C., Giardini, M., Giraudi, C. & Sadori, L. 2011. Late Holocene palaeoenvironmental evolution of the Roman harbour of Portus, Italy. Journal of Paleolimnology, 46: 243–256 DOI: 10.1007/s10933-011-9536-7

McIntyre, A. 1967. Modern coccolithophoridae of the atlantic ocean—I. Placoliths and cyrtoliths. Deep Sea Research and Oceanographic Abstracts. 14 (5): 561–597. DOI: 10.1016/0011-7471(67)90065-4.

McNeill, L.C., Cotterill, C.J., Henstock, T.J., Bull, J.M., Stefatos, A.,Collier, R.E.L., Papatheoderou, G., Ferentinos, G., Hicks, S.E., 2005. Active faulting within the offshore western gulf of Corinth, Greece: implications for models of continental rift deformation. Geology, 33: 241–244. DOI: 10.1130/G21127.1.

McNeill, L.C., Shillington, D.J., Carter, G.D.O., Everest, J.D., Gawthorpe, R.L., Miller, C., Phillips, M.P., Collier, R.E.L., Cvetkoska, A., Gelder, G.D., Diz, P., Doan, M.L., Ford, M., Geraga, M., Gillespie, J., Hemelsdael, R., Herrero-Bervera, E., Ismaiel, M., Janikian, L., Kouli, K., Ber, E.L., Li, S., Maffione, M., Mahoney, C., Machlus, M., Michas, G., Nixon, C.W., Oflaz, S.A., Omale, A.P., Panagiotopoulos, K., Pechlivanidou, S., Sauer, S., Seguin, J., Sergiou, S., Zakharova, N.V. & Green, S. 2019. High-resolution record reveals climate-driven environmental and sedimentary changes in an active rift. Scientific Reports, 9, 3116. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-019- 40022-w

Meirelis, R.P., Faranda, C., Gliozzi, E., Pinmentel, A., Zanon, V. & Avila, S. 2012. Late Miocene marine ostracods from Santa Maria island, Azores (NE Atlantic): Systematics, palaeoecology and palaeobiologeography, Revue de micropaleontology 55: 133-148. DOI: 10.1016/j.revmic.2012.06.003.

Meisch, C. 2000. Freshwater Ostracoda of Western and Central Europe. Süβwasserfauna von Mitteleuropa, 8/3 Crustacea: Ostracoda. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 521.

Meisch, C. & Wouters, K. 2004. Valve surface structure of Candona neglecta Sars, 1887 (Crustacea, Ostracoda). Studia Quaternaria, 21: 15–18.

Melis, N. S., Brooks, M. & Pearce, R. G. 1989. A microearthquake study in the Gulf of Patras region, western Greece and its seismotectonic interpretation. Geophysical Journal 98: 515- 524

Melis, R. & Covelli, S. 2013. Distribution and morphological abnormalities of recent foraminifera in the Marano and Grado Lagoon (North Adriatic Sea, Italy). Mediterranean Marine Science, *14*(2): 432-450. DOI: https://doi.org/10.12681/mms.351

Mendes, I., Gonzalez, R., Dias, J.M.A., Lobo, F. & Martins, V. 2004. Factors influencing recent benthic foraminifera distribution on the Guadiana shelf (Southwestern Iberia). Marine Micropaleontology, 51 (1–2): 171-192. DOI: 10.1016/j.marmicro.2003.11.001

Meric, E., Görmüş, M. & Avşar, N. 2007. Holocene geologic history of the Golden Horn (Istanbul, NW Turkey) based on foraminiferal data. Journal of Asian Earth Sciences, 30 (2): 353-363. DOI: 10.1016/j.jseaes.2006.10.006

Merkado, G., Titelboim, D., Hyams-Kaphzan, O., Holzmann, M., Pawlowski, J., Almogi- Labin, A., Abdu, U., Herut, B. & Abramovich, S. 2015. Molecular Phylogeny and Ecology of *Textularia agglutinans* d'Orbigny from the Mediterranean Coast of Israel: A Case of a Successful New Incumbent. PLoS ONE 10(11): e0142263. DOI: 10.1371/journal.pone.0142263

Mezquita F., Tapia G. & Roca J. R. 1999 - Ostracoda from springs on the eastern Iberian Peninsula: ecology, biogeography and palaeolimnological implications. Palaeogeography, Palaeoclimatology Palaeoecology, 148: 65-85.

Miculan, P. 1992. Gli Ostracodi del Miocene superiore di Vigoleno (subappennino piacentino). Bollettino della Società Paleontologica Italiana, 31 (1): 105-132.

Miller, K.G. & Katz, M.E. 1987. Oligocene to Miocene benthic foraminiferal and abyssal circulation changes in the north Atlantic. Micropaleontology, 33 (2), 97 – 149.

Miller, G.K. 2009. Sea Level Change, Last 250 Million Years. Encyclopedia of Paleoclimatology and Ancient Environments. DOI: 10.1007/978-1-4020-4411-3_206

Milker, Y., Schmiedl, G., Betzler, C., Römer, M., Jaramillovogel, D. & Siccha, M. 2009. Distribution of recent benthic foraminifera in shelf carbonate environments of the Mediterranean Sea Mar. Micropaleontology, 73: 207-225. DOI: 10.1016/j.marmicro.2009.10.003

Mohan, R., Mergulhao, L. P., Guptha, M. V. S., Rajakumar, A., Thamban, M., AnilKumar, N., Sudhakar, M. & Ravindra, R. 2008. Ecology of coccolithophores in the Indian sector of the Southern Ocean. Marine Micropaleontology. 67 (1–2): 30–45. DOI: 10.1016/j.marmicro.2007.08.005.

Mojtahid, M., Jorissen, F., Lansard, B., Fontanier, C., Bombled, B. & Rabouille, C. 2009. Spatial distribution of live benthic foraminifera in the Rhône prodelta: Faunal response to a continental–marine organic matter gradient. Marine Micropaleontology, 70 (3–4): 177-200. DOI: 10.1016/j.marmicro.2008.12.006

Mojtahid, M., Jorissen, F.J., Lansard, B. & Fontanier, C. 2010. Microhabitat selection of benthic foraminifera in sediments off the rhone river mouth (nw mediterranean meryem mojtahid. Journal of Foraminiferal Research, 40(3): 231–246

Moller, H.S., Jensen, K.G., Kuijpers, A., Aagarde- Sorensen, S., Seidenkratz, M.S., Prins, M., Endler, R. & Milsen, N. 2006. Late Holocene and climatic changes an Ameralik Fjord, southwest Greenland: evidence from the sedimentary record. Holocene 16: 685-695. DOI: 10.1191/0959683606hl963rp

Montenegro, M.E., Pugliese N. & Bonaduce G. 1996. Shelf ostracods distribution in the Italian seas. *In* Crasquin-Soleau S., Braccini E. & Lethiers F. (eds), What about Ostracoda! Bulletin du Centre Recherche Elf Exploration Production, 20: 91-101.

Moretti, I., Sakellariou, D., Lykousis, V. & Micarelli, L. 2003. The Gulf of, Corinth: an active half graben? Journal of Geodynamics, 36:323–340. DOI: 10.1016/S0264-3707(03)00053-X

Moretti, I., Lykousis, V., Sakellariou, D., Reynaud, J.Y.Y., Benziane, B. & Prinzhoffer, A. 2004. Sedimentation and subsidence rate in the Gulf of Corinth: what we learn from the Marion Dufresne's long-piston coring. Comptes Rendus – Geoscience, 336: 291–299. DOI: https://doi.org/10.1016/j.crte.2003.11.011

Mostafawi, N. & Matzke-Karasz, R. 2006. Pliocene Ostracoda of Cephalonia, Greece. The unrevised species of Uliczny, Revista Española de Micropaleontología, 38 (1): 11-48.

Murray, J. W. 1971. An Atlas of British Recent Foraminiferids: London, Heinemann Educational Books Ltd., p. 1-244.

Murray, J.W. 1991. Ecology and Palaeoecology of benthic foraminifera. Taylor and Francis group, New York. ISBN13: 978-0-582-05122-5

Murray, A.S. & Wintle, A.G. 2000. Luminescence dating of quartz using an improved single aliquot regenerative-dose protocol. Radiation Measurements, 32: 57–73. DOI: https://doi.org/10.1016/S1350-4487(99)00253-X

Murray, A.S. & Wintle, A.G. 2003. The single aliquot regenerative dose protocol: potential for improvements in reliability. Radiation Measurements 37, 377–381. DOI: 10.1016/S1350-4487(03)00053-2

Murray, J.W. 2006. Ecology and Applications of Benthic Foraminifera Cambridge University Press, Cambridge, p. 426

Myrianthis, M.L. 1984. Graben formation and associated seismicity in the Gulf of Korinth (Central Greece) J.E. Dixon, A.H.F. Robertson (Eds.), The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean, Geological Society Special Publications, 17: 701-707

Nachite D., Bekkali R. & Martìnez-Gallego J. 1993. Los ostràcodos y la evoluciòn paleoambiental del Plioceno inferior de la Cuenca de Teutàn (Marruecos N. Occidental). Revista Española de Micropaleontologia, 25 (2): 25-61.

Nebout, N. C., & Grazzini, C. V. 1991. Late Pliocene northern hemisphere glaciations: the continental and marine responses in the central Mediterranean. Quaternary Science Reviews, 10(4), 319-334.

Nouradini, M., Azami, S.H., Hamad, M., Yazdi, M. & Ashouri, A.R. 2015. Foraminiferal paleoecology and paleoenvironmental reconstructions of the lower Miocene deposites of the Qom Formation in Northeastern Isfahan, Central Iran. Boletin de la Sociedad Geológica Mexicana, 67(1): 59-73

Ogg, J.G., Ogg, G. & Gradstein, F.M. 2008. The Concise Geologic Time Scale: Cambridge (Cambridge University Press).

Ola, P.S. & Bamisile, A. K. 2014. Foraminiferal Assemblage and Palaeoenvironment: A Case Study of Meren 31 Side Tract -2 Well, Offshore Niger Delta. Journal of Environment and Earth Science, ISSN 2224-3216 (Paper) ISSN 2225-0948 (Online), 4(22)

O'Regan, M., John, K. St., Moran, K., Backman, J., King, J., Haley, B.A., Jakobsson, M., Frank, M. & Rohl, U. 2010. Plio-Pleistocene trends in ice rafted debris on the Lomonosov Ridge. Quaternary International 219: 168-176. DOI: 10.1016/j.quaint.2009.08.010

Ori, G.G. 1989. Geologic History of the Extensional Basin of the Gulf of Corinth (Miocene-Pleistocene), Greece. Geology, 17: 918-921

Paçal, F.P. 2011. The ecology of the Ostracoda (Crustacea) species obtained from the coasts of Iskenderun Bay (Eastern Mediterranean Sea). Journal of Black Sea/Mediterranean Environment, 17(2): 127-144

Pallikarakis, A. 2018. Quaternary multi-proxy analysis of the paleoenvironment, paleogeography and active tectonics of the Corinth Isthmus. PhD thesis. Agricultural University of Athens

Palyvos, N., Pantosti, D., Stamatopoulos, L. & De Martini, P.M. 2007. Geomorphological reconnaissance of the psathopyrgos and rio-patras fault zones (Achaia, NW Peloponnesus). In: Proceedings of the 11th International Congress. Bulletin of the Geological Society of Greece, Athens. DOI: https://doi.org/10.12681/bgsg.17063.

Palyvos, N., Mancini, M., Sorel, D., Lemeille, F., Pantosti, D., Julia, R., Triantaphyllou, M. & De Martini, P.M. 2010. Geomorphological, stratigraphic and geochronological evidence of fast Pleistocene coastal uplift in the westernmost part of the Corinth Rift (Greece). Geological Journal, 45: 78–104.

Panieri, G., Carnelenghi, A., Conti, S., Pini, G. A. & Cacho, I. 2009. Methane seepages recorded in benthic foraminifera from Miocene seep carbonates, Northern Apennines (Italy). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 284 (3–4): 271-282. DOI: 10.1016/j.palaeo.2009.10.006

Papadopoulou, P., Tsoni, M. & Iliopoulos, G. 2019. Study of Pleistocene ostracods from central and southern Greece: Digital imaging of a palaeoenvironmental tool (PLOSTRAC): Preliminary results. Διεθνές Συνέδριο της Ελληνικής Γεωλογικές Εταιρείας 2019

Papadopoulou, P., Tsoni, M. & Iliopoulos, G. 2020. Pleistocene ostracods from central and southern Greece: The marine and brackish record. Revue de Micropaléontologie, 69: 100448. DOI: https://doi.org/10.1016/j.revmic.2020.100448

Papanikolaou, D., Gouliotis, L. & Triantaphyllou, M. 2009. The Itea- Amfissa detachment: a pre-Corinth rift Miocene extensional structure in central Greece. In: van Hinsbergen DJJ, Edwards MA, Govers R (eds) Collision and collapse at the Africa-Arabia-Eurasia subduction zone. Geological Society Special Publications. 311: 293–310. DOI: 10.1144/SP311.11

Papatheodorou, G. 1990. Modern sedimentation processes in an active graben, Gulf of Corinth: A comparision between natural and man-man gravitative mass movements. Thesis. University of Patras, 240pp (in Greek)

Pascual, A., Rodriguez- Lazaro, J., Martinez- Garcia, B. & Varela, Z. 2020. Palaeoceanographic and palaeoclimatic changes during the last 37,000 years detected in the SE Bay of Biscay based on benthic foraminifera. Quaternary International, 566–567: 323-336. DOI: 10.1016/j.quaint.2020.03.043

Pavlopoulos, K., Theodorakopoulou, K., Bassiakos, Y., Tsourou, T., Triantaphyllou, M., Kouli, K. & Vandarakis, D. 2007. Paleoenvironmental evolution of Istron (N.E Crete), during the last 6000 years: depositional environment, climate and sea level changes. Geodinamica Acta, 219-229. DOI: https://doi.org/10.3166/ga.20.219-229

Pérez-Asensio, J.S. & Rodríguez-Ramírez, A. 2010. Benthic Foraminiferal Salinity index in marginal-marine environments: A case study from the Holocene Guadalquivir estuary, SW Spain. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 560: 110021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2020.110021

Pérez-Asensio, J.S & Aguirre, J. 2010. Benthic foraminiferal assemblages in temperate coral-bearing deposits from the Late Pliocene. Journal of Foraminiferal Research, 40(1): 61–78. DOI: https://doi.org/10.2113/gsjfr.40.1.61

Pérez-Asensio, J.S, Aguirre, J., Schmiedi, G. & Civis, J. 2012. Messinian paleoenvironmental evolution in the lower Guadalquivir Basin (SW Spain) based on benthic foraminifera. Paleogeography, Paleoclimatology, Palaecology, 326–328: 135-151. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.palaeo.2012.02.014

Pérez-Asensio, J.S. & Rodríguez-Ramírez, A. 2020. Benthic Foraminiferal Salinity index in marginal-marine environments: A case study from the Holocene Guadalquivir estuary, SW Spain. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 560, 110021. DOI: 10.1016/j.palaeo.2020.110021

Perissoratis, C., Piper, D. J. W. & Lykousis, V. 2000. Alternating marine and lacustrine sedimentation during late Quaternary in the Gulf of Corinth rift basin, central Greece. Marine Geology, 167: 391–411. DOI: 10.1016/S0025-3227(00)00038-4

Pe-Piper, G. & Piper, D.J.W. 2007. Neogene back-arc volcanism of the Aegean: new insights into the relationship between magmatism and tectonics. In: Beccaluva L, Bianchini G (eds) Cenozoic volcanism in the Mediterranean area. Geological Society of America, 17– 31. DOI: 10.1130/2007.2418(02)

Piper, D. J. W., Stamatopoulos, L., Poulimenos, G., Doutsos, T. & Kontopoulos, N. 1990. Quaternary history of the Gulfs of Patras and Corinth, Greece. Zeitschrift fur Geomormphologie N.F. 34 (4): 451-458. DOI: 10.1127/zfg/34/1991/451

Pillet, L., Fontaine, D. & Pawlowski, J. 2012. Intra-Genomic Ribosomal RNA Polymorphism and Morphological Variation in Elphidium macellum Suggests Inter-Specific Hybridization in Foraminifera. PlosOne, 7 (2) e32373. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0032373

Piña-Ochoa, E., Høgslund, S., Geslin, E., Cedhagen, T., Revsbech, N., Nielsen, L. P., Schweizer, M., Jorissen, F., Rysgaard, S. & Risgaard-Petersen, N. 2010. Widespread occurrence of nitrate storage and denitrification among Foraminifera and Grommida. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 107 (3): 1148-1153. DOI: https://doi.org/10.1073/pnas.0908440107

Pint, A. & Frenzel, P. 2016. Ostracod fauna associated with Cyprideis torosa – an overview. Journal of Micropalaeontology, 36: 113-119. DOI: 10.1144/jmpaleo2016-010

Piper, D.J.W., Kontopoulos, N., Anagnostou, C., Chronis, G. & Panagos, A.G. 1990. Modern fan deltas in the Western Gulf of Corinth, Greece. Geo-Marine Letters, 10: 5–12.

Pipik, R. 2007. Phylogeny, palaeoecology, and invasion of non-marine waters by the late Miocene hemicytherid ostracod Tyrrhenocythere from Lake Pannon. Acta Palaeontologica Polonica 52 (2): 351-368

Philipson, A. 1892. Der Peloponnes. Versuch einer Landeskunde auf geologischer Grundlage. Springer, Berlin., These. 642

Poulimenos, G., Zelilidis, A., Kontopoulos, N. & Doutsos, T. 1993. Geometry of trapezoidal fan deltas and their relationship to extensional faulting along the south- western active margins of the Corinth rift, Greece. Basin Research 5:179-192

Poulos, S., Collins, M., Pattiaratchi, C., Cramp, A., Gull, W., Tsimplis, M. & Papatheodorou, G. 1996. Oceanography and sedimentation in the semi-enclosed, deep water gulf of Corinth (Greece). Marine Geology, 134: 213–235. DOI: 10.1016/0025-3227(96)00028-X

Puri, H. S., Bonaduce, G. & Malloy, J. 1964. Ecology of the Gulf of Naples. Pubbl. Staz. zool. Napoli, 33: 87-199.

Preusser, F., Degering, D., Fuchs, M., Hilgers, A., Kadereit, A., Klasen, N., Krbetschek, M., Richter, D. & Spencer, J.Q.G. 2008. Luminescent dating: basics, methods and applications. Eiszeitalter und Gegenwart 57: 95–149.

Psuty, N.P. & Collins, M. 1986. Holocene sea level in New Jersey. Physical Geography, 7, 156–167. DOI: https://doi.org/10.1080/02723646.1986.10642288

Raffi, S. 1986. The significance of marine boreal molluscs in the early Pleistocene faunas of the Mediterranean area. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 52(3-4), 267-289.

Raffi, I., Agnini, C., Backman, J., Catanzariti, R. & Pälike, H. 2016. A Cenozoic calcareous nannofossil biozonation from low and middle latitudes: A synthesis. Journal of Nannoplankton Research, 36 (2): 121–132.

Railsback, L.B., Gibbard, P. L., Head, M. J., Riani Voarintsoa, N.G. & Toucane, S. 2015. An optimized scheme of lettered marine isotope substages for the last 1.0 million years, and the climatostratigraphic nature of isotope stages and substages. Quaternary Science Rev. 111: 94-106.

Ramos, M. I. F., Coimbra, J. C. & Whatley, R. 2009. The Family Thaerocytheridae Hazel, 1967 (Ostracoda) from the Southern Brazilian Continental Shelf. Rev. Asoc. Paleontolog. Argent., 46 (2): 285-294

Rasouli, H., Aygen, C. & Kulkoyluoglu, O. 2014. Contribution to the Freshwater Ostracoda (Crustacea) Fauna of Turkey: Distribution and Ecological Notes. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 14: 11-20. DOI: 10.4194/1303-2712-v14_1_02

Reilinger, R., McClusky, S., Paradissis, D., Ergintav, S. & Vernant, P. 2010. Geodetic constraints on the tectonic evolution of the Aegean region and strain accumulation along the Hellenic subduction zone. Tectonophysics, 488 (1–4): 22-30. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tecto.2009.05.027

Rebolledo, L., Sepulveda, J., Lange, C.B., Pantoja, S., Bertrand, S., Hughen, K. & Figueroa D. 2008. Late Holocene marine productivity changes in Northern Patagonia- Chilenferred from a multi-proxy analysis of Jacaf Channel sediments. Estuarine Coastal Shelf Science, 80: 314-322. DOI: 10.1016/j.ecss. 2008.08.016

Rigo, A. 1994. Etude sesmotectonique et gedesique du golfe de Corinthe (Grece). These, Univ Paris VII. 281 pp.

Rigo, A., Lyon- Caen, H., Armijo, R., Deschamps, A., Hatzfeld, D., Makropoulos, K., Papadimitriou, P., & Kassaras. 1996. A microseismic study in the western part of the Gulf of Corinth (Greece): implications for large-scale normal faulting mechanisms. Geophysical Journal International 126: 663-688. DOI: 10.1111/j.1365-246X.1996.tb04697.x

Roberts, G. P. & Koukouvelas, I. 1996. Structural and seismological segmentation of the Gulf of Corinth fault system: Implications for models of fault growth. Annals of Geophysics 39 (3). DOI: 10.4401/ag-3996

Rodriguez- Perez, A., Blazquez, A. M., Guillem, J. & Usera, J. 2018. Maximum flood area during MIS 1 in the Almenara marshland (Western Mediterranean): Benthic foraminifera and sedimentary record. The Holocene 28(1): 095968361877706. DOI: 10.1177/0959683618777069

Rogerson M., Rohling, E.J. & Weaver, P.P.E. 2006a. Promotion of meridional overurning by Mediterranean-derived salt during the last deglaration. Paleoceanography 21:PA4101. DOI: 10.1029/2006PA001306

Rogerson M., Weaver, P.P.E., Rohling, E.J., Lourens, L.J., Murray, J.W. & Hayes, A. 2006b. Colour logging as a tool in high-resolution palaeoceanography. In: Rothwell RG (ed) New techniques in sediment core analysis. Geological Society Special Publications, 267:99-112. DOI: 10.1144/GSL. SP.2006.267.01.07

Rohais, S., Joannin, S., Colin, J.P., Suc, J.P., Guillocheau, F. & Eschard, R. 2007. Age and environmental evolution of the syn-rift fill of the southern coast of the Gulf of Corinth (Akrata-Derveni region, Greece). Bulletin de la Société Géologique de France, 178: 231–243. DOI: 10.2113/gssgfbull.178.3.231

Rohais, S., Eschard, R. & Guillocheau, F. 2008. Depositional model and stratigraphic architecture of rift climax Gilbert-type fan deltas (Gulf of Corinth, Greece). Sedimentary Geology 210, 132–145. DOI: 10.1016/j.sedgeo.2008.08.001

Rohais, S. & Moretti, I. 2016. Structural and Stratigraphic Architecture of the Corinth Rift (Greece): An Integrated Onshore to Offshore Basin-Scale Synthesis. Lithosphere Dynamics and Sedimentary Basins of the Arabian Plate and Surrounding Areas. Frontiers in Earth Sciences, Springer, Cham. 89-120. DOI: 10.1007/978-3-319-44726-1_5

Romero, O.E., Kim, J.H. & Donner, B. 2008. Submillennial-to-millennial variability of diatom production off Mauritania, NW Africa, during the last glacial cycle. Paleoceanography 23:PA3218. DOI: 10.1029/2008PA001601

Rossi, V. 2009. Ostracod assemblages from Holocene subsurface deposits of modern Po Delta: a palaeoenvironmental proxy record. Bollettino della Società Paleontologica Italiana, 48 (2): 95-103.

Ruiz, F., Rodríguez-Ramírez, A., Cáceres, L., M., Rodríguez Vidal, J., Carretero, M. I., Muñoz, J. M., Yañez, C. & Abad, M. 2004. Late Holocene evolution of the southwestern Doñana National Park (Guadalquivir Estuary, SW Spain): a multivariate approach. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 204 (1–2): 47-64

Ruiz, F., Abad, M., Olias, M., Galan, E., Gonzalez, I., Hamoumi, N., Pulido, I. & Cantano, M. 2006. The present environmental scenario of the Nador Lagoon (Morocco). Environmental Research, 102 (2): 215-229. DOI: 10.1016/j.envres.2006.03.001

Ruiz, F., Gonzalez- Regalado, M. L., Abad, M., Civis, J., Gonzalez Delgado, J. A., Mara Garcia, E.X., Prudencio, M.I. & Dias, M.I. 2008. Pliocene ostracods of Southwestern Europe Ostracodes pliocènes du Sud-Ouest de l'Europe. Geobios, 41 (6): 845-859. DOI: 10.1016/j.geobios.2007.07.004

Sakellariou, D., Lykousis, V., Alexandri, S., Kaberi, H., Rousakis, G., Nomikou, P., Georgiou, P. & Ballas, D. 2007. Faulting, seismic-stratigraphic architecture and Late Quaternary evolution of the Gulf of

Alkyonides Basin, East Gulf of Corinth, Central Greece. Basin Research, 19: 273–295. DOI: http://doi.org/10.1111/j.1365-2117.2007. 00322.x

Samir, A.M., Abdou, H. F., Zazou, S., M. & El- Menhawey, W.H. 2003. Cluster analysis of recent benthic foraminifera from the northwestern Mediterranean coast of Egypt. Revue de Micropaléontologie, 46 (2): 111-130

Sands, A.F., Neubauer, T.A., Nasibi, S., Harandi, M.F., Anistratenko, V.V., Wilke, T. & Albrecht, C. 2019. Old lake versus young taxa: a comparative phylogeographic perspective on the evolution of Caspian Sea gastropods (Neritidae: Theodoxus). Royal Society Open Science, 6: 190965. DOI: http://dx.doi.org/10.1098/rsos.190965

Saraswati, R., Nigam, R. & Pachkhande, S. 2011. Difference in optimum temperature for growth and reproduction in benthic foraminifer *Rosalina globularis*: Implications for paleoclimatic studies. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 405 (1–2): 105-110. DOI: 10.1016/j.jembe.2011.05.026

Saraswati, R. & Srinivasan, M.S. 2016. Micropaleontology Principles and Applications. Springer. India

Schellenberg, S.A. 2007. Marine ostracods, Paleolimnology. DOI: 10.1016/B0-44-452747-8/00249-0

Schiebel, R., Bijma, J. & Hemleben, C. 1997. Population dynamics of the planktic foraminifer *Globigerina bulloides* from the eastern North Atlantic. Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers, 44 (9–10): 1701-1713

Schneider, S., Witt, W. & Yigitbas, E. 2005. Ostracods and bivalves from an Upper Pleistocene (Tyrrhenian) marine terrace near Altinova (İzmit Province, Turkey). Zitteliana, 87-114

Schönfeld, J. 2002. Recent benthic foraminiferal assemblages in deep high-energy environments from the Gulf of Cadiz (Spain). Marine Micropaleontology, 44 (3–4): 141-162. DOI: 10.1016/S0377-8398(01)00039-1

Sciuto, F. 2011. Distribution of some species of fresh and brackish-water Ostracoda from the lower Pleistocene of SE Sicily, Biogeographia vol. XXX. DOI: 10.21426/B630110599

Sciuto, F. 2014. Initial report on ostracod fauna from the Messina Straits (Ionian Sea, northeastern Sicily). Bollettino della Società Paleontologica Italiana, 53 (2): 121-134. DOI: 10.4435/BSPI.2014.12

Sciuto, F. & Meli, A. 2015a. Ostracod association from Pleistocene sediments along the Ionian coast of SE Sicily. Bollettino della Società Paleontologica Italiana, 54 (3), 229-241. DOI: 10.4435/BSPI.2015.15

Sciuto F., Rosso A., Sanfilippo R. & Di Martino E. 2015b. Ostracods from mid-outer shelf bottoms of the Ciclopi Islands Marine Protected Area (Ionian Sea, Eastern Sicily). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 54: 131-145. DOI: 10.4435/BSPI.2015.09

Scott, D. B. & Medioli, F. S. 1978, Vertical zonations of marsh foraminifera as accurate indicators of former sea levels. Nature, 272: 528-531

Seco, M., Pipik, R. & Dolakova, N. 2012. Early Badenian ostracod assemblage of the Židlochovice stratotype (Carpathian Foredeep, Czech Republic). Central European Journal of Geosciences 4(1): 111-125. DOI: 10.2478/s13533-011-0049-8

Seger, M. & Alexander, J. 1993. Distribution of Plio-Pleistocene and Modern coarse-grained deltas and Modern coarse- grained deltas south of the Gulf of Corinth. Greece. IN: LE Frostick, RJ Steel (eds.) Tectonic controls and signatures in sedimentary successions.

Sejrup, H.P., Fjaeran, T., Hald, M., Beck, L., Hagen, J., Miljeteig, I., Morvik, I. & Norvik, O. 1981. Benthonic foraminifera in surface samples from the Norwegian continental margin between 62 degrees N and 65 degrees N. Journal of Foraminiferal Research, 11 (4): 277–295. DOI: https://doi.org/10.2113/gsjfr.11.4.277

Sen Gupta, B.K.E. 2003. Modern foraminifera. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Sen Gupta, B.K. E. & Platon, E. 2006. Tracking past sedimentary records of oxygen depletion in coastal waters: USE of the *Ammonia–Elphidium* foraminiferal index. Journal of Coasta Research, 39: 1331-1355

Skolotneva, S.G., Peyvea, A. A, Ivanovab, E.V, Murdmaab, I.O, Levchenkob, O.V. & Dmitrenko, O.B. 2011 First Data about the Geochemistry and Geological Structure of Underwater Seamounts between Ascension and Bode Verde Transform Fracture Zones in the Brazilian Basin (South Atlantic). published in Doklady Akademii Nauk, 442 (3) 376–382.

Snyder, R.L. & Bish, D.L. 1989. “Quantitative Analysis,” In: D. L. Bish and J. E. Post, Eds., Modern Powder Diffraction. Reviews in Mineralogy, Vol. 20, Mineralogical Society of America, Washington DC, pp. 101-144.

Sohrabi- Mollayousefi, M. & Sabha, M. 2010. Environmental response of benthic foraminifera in Asalooye coastline sediments (Persian Gulf). The 1 st International Applied Geological Congress, Department of Geology, Islamic Azad University - Mashad Branch, Iran, 26-28 April 2010

Sorel, D. 2000. A Pleistocene detachment fault and the origin of Corinth Patras Rift, Greece. Geology 28: 83-86

Sosdian, S., & Rosenthal, Y. 2009. Deep-sea temperature and ice volume changes across the Pliocene-Pleistocene climate transitions. Science,325(5938), 306-310.

Soulet, G., Menot, G., Gerreta, V., Rostek, F., Lericolais, G., Zaragosi, S., Bard, E. 2011. Black Sea “Lake” reservoir age evolution since the Late Glacial- hydrologic and climatic implications. Earth and Planetary Science Letters 308: 245-258

Spofforth, D.J.A., Palike, H. & Green, D. 2008. Paleogene record of elemental concentrations in sediments from the Arctic Ocean obtained by XRF analyses. Paleoceanography 23:PA1S09. DOI: 101029/2007PA001489

Spratt, R.M. & Lisecki, L.E.E. 2016. A Late Pleistocene sea level stack. Climate of the Past, 12: 1079-1092

Stach, E., Mackowsky, M.-Th., Teilchmuller, M., Taylor, G., Chandra, D. & Teichmuller, R. 1982. Stach's Textbook of coal petrology, Gebriider Borntraeger, Berlin, 535 pp.

Stamatopoulos, L., Voltaggio, M. & Kontopoulos, N. 1994. 230 Th/ 238 U Dating of Corals from Tyrrhenian marine deposits and the Paleogeographic Evolution of the western Peloponnesus (Greece). Munstersche Forschungen zur Geologie und Palaontogie, 76: 345-352.

Stamatopoulos, L., Kontopoulos, N., Voltaggio, M. & Branca, M. 2004. Radiochronological data with U/TH method in lagoonal/marine deposits at NW- Peloponnesus, Greece. In: Proceedings of the 10th International Congress, Thessaloniki.

Stambolidis, E.A. 1985. Zur Kenntnis der Ostracoden des Evros- Delta Griechenland. Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut, 82: 155–254.

Stefatos, A., Papatheodorou, G., Ferentinos, G., Leeder, M., Collier, R.E.L., 2002. Seismic reflection imaging of active offshore faults in the Gul of Corinth: their seismotectonic significance. Basin Research14 (4): 487-502. DOI: https://doi.org/10.1046/j.1365-2117.2002.00176.x

Stiros, S.C. & Pirazzoli, P.A. 1998. Late Quaternary coastal changes in the Gulf of Corinth, Greece. In: Joint meeting on rapid coastal changes in the Late Quaternary: Processes, causes, modelling, impacts on coastal zones, Greece.

Sykorova, I., Pickel, W., Christanis, K., Wolf, M., Taylor, G.H. & Flores, D. 2005. Classification of Huminite-I.C.C.P. System 1994. International Journal of Coal Geology, 62:85-106.

Szchechura, J. 1998. The distribution of Triebelina raripila and Carinocythereis carinata (Ostracoda) from the Middle Miocene of the Central Paratethys and their palaeogeographic implications. Journal of Micropalaeontology, 17: 125-1 30.

Taylor, G.H., Teichmuller, M., Davis, A., Diessel, C.F.K., Littke, R. & Robert, P. 1998. Organic Petr.: Gebruder Borntraeger, Berlin and Stuttgart, 704 pp.

Taylor, B., Weiss, J.R., Goodliffe, A.M., Sachpazi, M., Laigle, M., Hirn, A., 2011. The structure, stratigraphy and evolution of the Gulf ofCorinth rift, Greece. Geophys J. Int. 185, 1189–1219. DOI:10.1111/j.1365-246X.2011. 05014.x.

Theissen, B.T. 1966. The life History of seven species of Ostracods from a Danish Brackish-water Locality, meddr. Danm. Fisk. Og Havunders, Kobenham, 4: 215-270.

Thierstein, H.R., Geitznauer, K.R., Molfino, B. & Shackleton, N.J. 1977. Global synchroneity of late Quaternary coccolith datum levels: validation by oxygen isotopes Geology, 5: 400-404

Thomas, E. 1985. Late Eocene to Recent deep- sea benthic foraminifers from the central equatorial Pacific Ocean. In Mayer, L., Theyer, F., et al., ed., Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, Washington (U.S. Government Printing Office), 85: 655 – 694.

Thomas, E. 1990. Late Cretaceous through Neogene benthic foraminifers. In Barker, P.F., Kennett, J.P., et al., ed., Scientific Results of the Proceedings of the Ocean Drilling Program, 113: 571 – 594.

Thunell, R. C. 1979. Pliocene-Pleistocene paleotemperature and paleosalinity history of the Mediterranean Sea: results from DSDP Sites 125 and 132. Marine Micropaleontology, 4, 173- 187.

Thunell, R., Rio, D., Sprovieri, R., & Vergnaud-Grazzini, C. 1991. An overview of the post- Messinian paleoenvironmental history of the western Mediterranean. Paleoceanography, 6(1), 143-164.

Triantaphyllou, M.V., Tsourou, T., Koukousioura, O. & Dermitzakis, M.D. 2005. Foraminiferal and ostracod ecological patterns in coastal environments of SE Andros Island (Middle Aegean Sea, Greece). 48: 279–302. Revue de Micropaléontologie, 48 (4): 279-302. DOI: https://doi.org/10.1016/j.revmic.2005.09.003

Tsoni, M., Iliopoulos, G., Valavani, D., Liapi, E., Papadopoulou, P., Stamoulis, K., Koukouvelas, I. & Kontopoulos, N. 2021. Palaeoenvionmental inferences on the Pleistocene deposits of the Charadros River (Rio graben, Western Corinth Gulf, Greece). Quaternary International

Tsourou, T. 2012. Composition and Distribution of Recent Marine Ostracod Assemblages in the Bottom Sediments of Central Aegean Sea (SE Andros Island, Greece). International Review of Hydrobiology, 97, 4: 276-300. DOI: 10.1002/iroh.201211492

Tsourou, T., Drinia, H. & Anastasakis, G. 2013. Ostracod assemblages from Holocene middle shelf deposits of southern Evoikos gulf (Central Aegean Sea, Greece) and their palaeoenvironmental implications. Micropaleontology, vol. 61 (1)

Tsourou, T., Triantaphyllou, M.V., Cheilaris, S., Fatourou, E.G., Michailidis, I., Nikitas, A.P., Tzortzopoulou, M.A., Dimiza, M. & Stathopoulou, E. 2021. Micropalaeontological analysis and palaeoenvironmental interpretation of the upper sedimentary sequence of Corinth Marl (Corinth Isthmus, Greece). Revue de Micropaleontologie, 70. DOI: https://doi.org/10.1016/j.revmic.2020.100466

Tunoglu, C. 1996. Larger ostracoda in the sea of Marmara: General distribution of Bosquetina dentata (G.W. Muller, 1984). Turkish Journal of Marine Sciences, 2: 115- 121

Vaiani, S.C. 2000. Testing the applicability of strontium isotope stratigraphy in marine to deltaic pleistocene deposits: An example from the Lamone River Valley (Northern Italy). Journal of Geology, 108: 585–599. DOI: https://doi.org/10.1086/314416.

Van Harten, D. 1975. Size and environmental salinity in the modern euryhaline ostracod Cyprideis torosa (Jones, 1850), a biometrical study. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeogeography, 17: 35–48.

Van Harten, D. 2000. Variable noding in Cyprideis torosa (Ostracoda, Crustacea): an overview, experimental results and a model from Catastrophe Theory, Hydrobiologia 419: 131–139.

Varnavas, S.P. 1986. An Fe-Ti-Cr placer deposit in a Cyprus beach associated with the Troodos ophiolite complex: implications for offshore mineral exploration. Mar. Min., 4: 405-434

Velitzelos, E. & Kvacek, Z. 1999. Review of the Late Miocene flora of Vegora, Western Macedonia, Greece. Acta palaeobotanica Supplementary 2, 419-427.

Vesper, B. 1975. Ein Beitrag zur Ostracodenfauna Schleswig-Holsteins. Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut, 72: 97-108

Vilkd, G. & Deonarine, B. 1988. Labrador shelf benthic foraminifera and stable oxygen isotopes of Cibicides lobatulus related to Labrador Current. Canadian Journal of Earth Sciences, 25: 1240-1255

Villanueva -Guimerans, P. & Cervera Currado J.L. 1999. Distribution of Planorbulinacea (benthic foraminifera) assemblages in surface sediments on the northern margin of the Gulf of Cadiz. Bol. Instituto Espanol Oceanografia, 15 (1-4): 181-190

Villanueva- Guimerans, P. & Canudo, J. I. 2008. Assemblages of recent benthic foraminifera from thenortheastern gulf of Cadiz. Geogaceta, 44, 139-142.

Vita-Finzi, C. 1993. Evaluating late quaternary uplift in Greece and Cyprus. *In:* Magmatic Processses and plate tectonics. Geological Society, London

Uffenorde, H. 1972. Okologie und jahreszeitliche Verteilung rezenter bentonischer Ostracoden des Limski kana1 bei Rovinj (nordliche Adria). Gott. Arbeit. Geol. Paleont., 13: 1-121.

Wagner C.W. 1957. Sur les ostracodes du Quaternaire récent de Pays Bas et leur utilization dans l'étude géologiques des dèpots Holocenes, Mouton & Co. 'S-Gravenhage, 259

Wallinga, J., Bos, A. J. J., Dorenbos, P., Murray, A. S., & Schokker, J. 2007. A test case for anomalous fading correction in IRSL dating. Quaternary Geochronology, 2: 216–221.

Wang, P. & Chappell, J. 2001, Foraminifera as Holocene environmental indicators in the South Alligator River, northern Australia: Quaternary International, 83: 47–62.

Watkins, S., Whittaker, A., Bell, R., Mc Neill, L., Gawthrope, R., Brooke, S. & Nixon, C. 2018. Are landscapes buffered to high-frequency climate change? A comparison of sediment fluxes and depositional volumes in the Corinth Rift, central Greece, over the past 130 k. y. Geological Society of America Bulletin, 131 (3–4): 372–388. DOI: https://doi.org/10.1130/ B31953.1.

Westaway, R.W.C. 1996. Quaternary elevation change of the Gulf of Corinth in central Greece. Philosophical Transactions Royal Society of London, 354: 1125–1164.

Westaway, R. 2002. The Quaternary evolution of the Gulf of Corinth, central Greece: coupling between surface processes and flow in the lower continental crust. Tectonophysics, 348: 269–318. DOI: 10.1016/S0040-1951(02)00032-X

Wilkinson, I.P., Bubikyan, S.A. & Gulakyan, S.Z. 2005a. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 225 (1–4): 187-202

Wilkinson, I.P. 2005b. The application of microfaunas in the palaeoenvironmental interpretation of the Quaternary succession at Afton Lodge. British Geological Survey, 17pp. (IR/05/040)

Wilson, B. & Wilson, J. 2011. Shoreline foraminiferal thanatacoenoses around five eastern Caribbean islands and their environmental and biogeographic implications. Continental Shelf Research, 31 (7-8): 857-866.

Winter, A., Jordan, R.W. & Roth, P.H. 1994. Biogeography of living coccolithophores in ocean waters. In Coccolithophores. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 161–177.

Wouters, K. 1983. Contributions to the study of Belgian Ostracoda, 1. The Ostracoda from the environs of Buzenol (Gaume District, Belgium). Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Biologie, 55 (4): 1-9

Wukovits, J., Bukenberger, P., Engen, A. J., Gerg, M., Wanek, W., Watzka, M. & Heinz, P. 2018. Food supply and size class depending variations in phytodetritus intake in the benthic foraminifer *Ammonia tepida.* Biology Open 7 (4): bio030056 DOI: 10.1242/bio.030056

Yassini, I. 1980. Repartition des ostracodes dans une serie marine regressive d'age Pliocene dans la Region d'Algerie. Revue de Micropaleontologie, 22: 89–124.

Yasuhara, M., Tittensor, D.P., Hillebrand, H. & Worm, B. 2015. Combining marine macroecology and palaeoecology in understanding biodiversity: microfossils as a model. Biological Reviews. DOI: 10.1111/brv.12223

Zaninetti, L. & Tetart, J. 1982. Les ostracodes des marais salants de Salin –de Giraud (Sud de la France). Geologie Mediterraneenne, IX (4): 471-478.

Zelilidis, A., Koukouvelas, I. & Doutsos, T. 1988. Neogene paleostress changes behind the forearc fold belt in the Patraikos Gulf area, western Greece. Neues Jahrbuch fur Geologie und Palaontologie Mh, 5: 311-325

Zelilidis, A. & Kontopoulos, N. 1996. Significance of fan deltas without toe- sets within rift and piggy-back basins: examples from the Corinth graben and the Mesonic trough, Central Greece. Sedimentology 43: 253-262

Zelilidis, A. 1998. Xerias river evolution in the relation to the geological backround of the Corinth vasin and its flooding in 12/1/1997. Bulletin of the Geological Society of Greece vol XXXII/1: 272-286

Zelilidis, A. 2000. Drainage evolution in a rifted basin, Corinth graben, Greece. Geomorphology, 35: 69-85.

Zelilidis, A. 2003 The geometry of fan-deltas and related turbidites in narrow linear basin. Geological Journal, 37: 1-16. DOI: https://doi.org/10.1002/gj.925

Ziveri, P., Baumann, K-H., Boeckel, B., Bollmann, J. & Young, J. 2004. Biogeography of selected Holocene coccoliths in the Atlantic Ocean. H.R. Thierstein, J.R. Young (Eds.), Coccolithophores: from Molecular Processes to Global Impact, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 403-428

Zygouri, V., Verroios, S., Kokkalas, S., Xypolias, P. & Koukouvelas, I.K. 2008. Scaling properties within the Gulf of Corinth, Greece; comparison between offshore and onshore active faults. Tectonophysics, 453: 193-210. DOI: 10.1016/j.tecto.2007.06.011

Καλαϊτζίδης, Σ. 2007. Τυρφογένεση και εξελικτική πορεία τυρφώνων στην Ελλάδα. Διδακτορική διατριβή, Πάτρα

Κουκουβέλας, Ι. 2019. Γεωλογία Ελλάδος. Liberal Books

Παπαδοπούλου, Π. 2016. Μικροπαλαιοντολογική, παλαιοοικολογική και τεκτονική ανάλυση του ηφαιστειακού κέντρου Σουσακίου κατά το Πλειόκαινο και το Πλειστόκαινο, Ανατολικός Κορινθιακός κόλπος. Διδακτορική διατριβή, Πάτρα

Τσώλη-Καταγά, Π. 1987. Τα αργιλικά ορυκτά, Ανάλυση και προσδιορισμός με τις ακτινές Χ. Πανεπιστημίο Πατρών, σελ. 29-100

Παράρτημα

Περιεχόμενα

Πίνακες

Πίνακας 1: Σύνοψη της βιβλιογραφιών που αναφέρουν ηλικίες για τις σχετικές θέσεις γύρω από την περιοχή μελέτης, που παρουσιάζονται στην εικόνα 1.3 1

Πίνακας 2: Πίνακας χαμηλότερων ορίων ανίχνευσης κύριων στοιχείων και ιχνοστοιχείων 3

Πίνακας 3: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Α/ Βίγλα 1 4

Πίνακας 4: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Β/ Βίγλα 1 5

Πίνακας 5: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Γ/ Βίγλα 1 6

Πίνακας 6: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Α/ Βίγλα 2 7

Πίνακας 7: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Β/ Βίγλα 2 8

Πίνακας 8: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Γ/ Βίγλα 2 9

Πίνακας 9: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Δ/ Βίγλα 2 12

Πίνακας 10: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Α/ Βίγλα 3 13

Πίνακας 11: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Β/ Βίγλα 3 14

Πίνακας 12: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Γ/ Βίγλα 3 14

Πίνακας 13: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Δ/ Βίγλα 3 15

Πίνακας 14: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Α/ Βίγλα 4 16

Πίνακας 15: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Β/ Βίγλα 4 17

Πίνακας 16: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Γ/ Βίγλα 4 18

Πίνακας 17: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Α/ Προάστειο 23

Πίνακας 18: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Β/ Προάστειο 24

Πίνακας 19: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Γ/ Προάστειο 25

Πίνακας 20: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Α/ Ορτός 27

Πίνακας 21: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Β/ Ορτός 28

Πίνακας 22: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Γ/ Ορτός 29

Πίνακας 23: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Α/ Μαγούλα 30

Πίνακας 24: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Β1/ Μαγούλα 31

Πίνακας 25: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Β2/ Μαγούλα 34

Πίνακας 26: Φωτογραφίες ηλεκτρονικού μικροσκοπίου ειδών τρηματοφόρων που ανήκουν στις οικογένειες: Ammoniidae, Bolivinitidae, Buliminidae, Cancrisidae, Cassidulinidae, Cibicididae, Elphidiidae, Reussellidae, Lagenidae, Vaginulinidae 35

Πίνακας 27: Φωτογραφίες ηλεκτρονικού μικροσκοπίου ειδών τρηματοφόρων που ανήκουν στις οικογένειες: Globigerinidae, Haynesinidae, Melonidae, Nonionidae, Siphogerinoididae, Siphoninidae, Trichohyalidae, Textulariidae, Textularioidea, Cribrolinoididae, Hauerinidae, Spiroloculinidae, Nodosariidae 36

Πίνακας 28: Φωτογραφίες ηλεκτρονικού μικροσκοπίου ειδών οστρακωδών που ανήκουν στις οικογένειες: Candonidae, Cytherellidae, Cytherideidae, Cytheruridae, Eucytheridae 37

Πίνακας 29: Φωτογραφίες ηλεκτρονικού μικροσκοπίου ειδών οστρακωδών που ανήκουν στις οικογένειες: Hemicytheridae, Leptocytheridae, Loxoconchidae 38

Πίνακας 30: Φωτογραφίες ηλεκτρονικού μικροσκοπίου ειδών οστρακωδών που ανήκουν της οικογένειας Trachyleberididae 39

Πίνακας 31: Αναλυτικά ποσοστά των χημικών στοιχείων που αναλύθηκαν στην Βίγλα 1 40

Πίνακας 32: Αναλυτικά ποσοστά των χημικών στοιχείων που αναλύθηκαν στην Βίγλα 2 41

Πίνακας 33: Αναλυτικά ποσοστά των χημικών στοιχείων που αναλύθηκαν στην Βίγλα 2 42

Διαγράμματα

Διαγράμματα Κεφάλαιο 1: Περιθλασιογραφήματα 44

Διαγράμματα Κεφάλαιο 2: Διαγράμματα ανακλαστικοτήτων 51

Πίνακες

Πίνακας 2: Σύνοψη της βιβλιογραφιών που αναφέρουν ηλικίες για τις σχετικές θέσεις γύρω από την περιοχή μελέτης, που παρουσιάζονται στην εικόνα 1.3

Όνομα τομής	*Χρονιά*	*Περιοχή*	*Βιβλιογραφική αναφορά*	*Νούμερο τομής*
Καστρίτσι	*1985*	*Άνω Καστρίτσι, Αχαΐα, Ελλάδα*	*Doutsos, T., Kontopoulos, N., Ferentinos, G.*	*1*
Αντίρριο	*1985*	*Αντίρριο, Αιτωλία-Ακαρνανία, Ελλάδα*	*Doutsos, T., Kontopoulos, N., Ferentinos, G.*	*2*
Πανεπιστημιούπολη Πατρών	*1987*	*Κάτω Καστρίτσι, Αχαΐα, Ελλάδα*	*Frydas, D.*	*3*
Βραχναίικα	*1987*	*Βραχναίικα, Αχαΐα, Ελλάδα*	*Frydas, D.*	*4*
Βραχναίικα	*1988*	*Βραχναίικα, Αχαΐα, Ελλάδα*	*Zelilidis, A., Koukouvelas, I., Doutsos, Th.*	*5*
Καστρίτσι	*1989*	*Άνω Καστρίτσι, Αχαΐα, Ελλάδα*	*Frydas, D.*	*6*
Συχαινά	*1989*	*Κάτω Συχαινά, Αχαΐα, Ελλάδα*	*Frydas, D.*	*7*
Ρίο- Άνω Καστρίτσι	*1989*	*Υπάρχει μια τομή στο δρόμο ανάμεσα στο Ρίο και στο Άνω Καστρίτσι*	*Danatsas, I.*	*8*
Άνω Ζήρεια	*1991*	*Άνω Ζήρεια, Αχαΐα, Ελλάδα*	*Frydas D.*	*9*
Τομή 1	*1992*	*Ρωμανός, Αχαΐα, Ελλάδα*	*Kontopoulos, N., Zelilidis, A.*	*10*
Τομή 2	*1992*	*Μαγούλα*	*Kontopoulos, N., Zelilidis, A.*	*11*
Συχαινά	*1994*	*Κάτω Συχαινά, Αχαΐα, Ελλάδα*	*Fernandez- Gonzalez, M., Frydas, D., Guernet, C., Mathieu, R.*	*12*
Άνω Καστρίτσι	*1994*	*Άνω Καστρίτσι, Αχαΐα, Ελλάδα*	*Stamatopoulos, L., Voltaggio, M., and Kontopoulos, N.*	*13*
Άνω Καστρίτσι	*1995*	*Άνω Καστρίτσι, Αχαΐα, Ελλάδα*	*Frydas, D., Kontopoulos, N., Stamatopoulos, L., Guernet, C, and Voltaggio, M.*	*14*
Άνω Καστρίτσι	*1997*	*Άνω Καστρίτσι, Αχαΐα, Ελλάδα*	*Kontopoulos, N., Zelilidis, A.*	*15*
Δρέπανο	*2003*	*Δρέπανο, Αχαΐα, Ελλάδα*	*Houghton, S.L., Roberts, G.P., Papanikolaou, I.D., and McArthur, J.M.*	*16*
Άνω Καστρίτσι	*2004*	*Άνω Καστρίτσι, Αχαΐα, Ελλάδα*	*Stamatopoulos, L., Kontopoulos, N., Voltaggio, M., and Branca, M.*	*17*

Συνέχεια Πίνακα 1: Σύνοψη της βιβλιογραφιών που αναφέρουν ηλικίες για τις σχετικές θέσεις γύρω από την περιοχή μελέτης, που παρουσιάζονται στην εικόνα 1.3

Όνομα τομής	*Χρονιά*	*Περιοχή*	*Βιβλιογραφική αναφορά*	*Νούμερο τομής*
Άγιος Γεώργιος	*2004*	*Δρέπανο, Αχαΐα, Ελλάδα*	*Stamatopoulos, L., Kontopoulos, N., Voltaggio, M., and Branca, M.*	*18*
Αραχωβίτικα	*2004*	*Αραχωβίτικα, Αχαΐα, Ελλάδα*	*Stamatopoulos, L., Kontopoulos, N., Voltaggio, M., and Branca, M.*	*19*
Άγιος Ιωάννης	*2005*	*Άνω Καστρίτσι, Αχαΐα, Ελλάδα*	*Flotte, N., Sorel, D., Müller, C, and Tensi, J.*	*20*
Προφήτης Ηλίας	*2007*	*Ano Zeria, Achaia, Greece*	*Palyvos N., Sorel D., Lemeille F., Mancini M., Pantosti D. Julia R., Triantaphyllou M., and De Martini P. M.*	*21*
Άνω Ζήρεια	*2007*	*Άνω Ζήρεια, Αχαΐα, Ελλάδα*	*Palyvos N., Sorel D., Lemeille F., Mancini M., Pantosti D. Julia R., Triantaphyllou M., and De Martini P. M.*	*22*
Άνω Ροδινή	*2007*	*Ροδινή, Αχαΐα, Ελλάδα*	*Palyvos N., Sorel D., Lemeille F., Mancini M., Pantosti D. Julia R., Triantaphyllou M., and De Martini P. M.*	*23*
Πλατάνι	*2007*	*Πλατάνι, Αχαΐα, Ελλάδα*	*Palyvos N., Sorel D., Lemeille F., Mancini M., Pantosti D. Julia R., Triantaphyllou M., and De Martini P. M.*	*24*
Αρραβωνίτσα- θέση 11	*2010*	*Αρραβωνίτσα, Αχαΐα, Ελλάδα*	*Palyvos, N., Mancini, M., Sorel, D., Lemeille, F., Pantosti, D., Julia. R., Triantaphyllou, M., De Martini, P.M.*	*25*

Πίνακας 2: Πίνακας χαμηλότερων ορίων ανίχνευσης κύριων στοιχείων και ιχνοστοιχείων

Κύρια στοιχεία	*Όριο ανίχνευσης*
SIO_2,Al_2O_3, Fe_2O_3, *MgO, CaO*	0.01%
Na_2O, K_2O, P_2O5,	0.01%
MnO, TiO_2	0.001%
Ιχνοστοιχεία	
Ta, Tl, Th, U	0.1 ppm
In, Hf	0.2 ppm
Bi	0.4 ppm
Ag, Sb, Cs	0.5 ppm
Sc, Be, Co, Ga Nb, Sn, W	1 ppm
Y, Rb, O, Mo	2 ppm
Ba	3 ppm
Zr	4 ppm
V, As, Pb	5 ppm
Cu	10 ppm
Cr, Ni	20 ppm
Zr	30 ppm

Πίνακας 3: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Α/ Βίγλα 1

	ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ									ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ						
Βάθος (cm)	*Candona neglecta* G.O. Sars, 1887	*Cyprideis torosa* (Jones, 1850) (smooth type)	*Cyprideis torosa* (Jones, 1850) (noded type)	*Illlyocypris bradyi* Sars, 1890	*Ilyocypris decipiens* Masi, 1905	*Ilyocypris gibba* Ramdohr 1808	Charophyta		Βάθος (cm)	*Candona neglecta* G.O. Sars, 1887	*Cyprideis torosa* (Jones, 1850) (smooth type)	*Cyprideis torosa* (Jones, 1850) (noded type)	*Illlyocypris bradyi* Sars, 1890	*Ilyocypris decipiens* Masi, 1905	*Ilyocypris gibba* Ramdohr 1808	Charophyta
15	8	69	84	0	1	0	0		675	8	0	0	0	0	0	3
50	29	58	139	0	0	1	0		725	0	0	0	0	0	0	0
85	14	82	143	0	0	2	0		770	54	2	0	2	0	2	52
115	1	2	11	0	1	0	0		800	36	0	0	0	0	0	2
125	0	0	0	0	0	0	0		820	0	1	0	0	0	0	0
135	0	0	0	0	0	0	0		848	6	0	0	0	0	0	0
155	0	0	0	0	0	0	0		868	20	0	5	0	0	8	0
168	0	0	0	0	0	0	0		910	0	0	2	0	0	1	0
178	0	0	0	0	0	0	0		945	0	0	0	0	0	0	0
196	0	2	0	0	0	0	0		990	0	0	0	0	0	0	0
207	0	0	0	0	0	0	0		1110	3	0	0	0	1	0	0
220	0	0	0	0	0	0	0									
240	0	0	0	0	0	0	0									
259	0	4	0	0	0	0	0									
268	0	0	0	0	0	0	0									
285	0	0	0	0	0	0	0									
302	0	1	0	0	0	1	0									
335	0	2	0	0	0	0	0									
401	0	1	0	0	0	0	0									
438	2	1	0	0	0	2	0									
500	51	3	0	2	0	4	0									
523	60	61	0	2	0	1	0									
548	0	0	0	0	0	0	0									
573	0	0	0	0	0	0	0									
605	0	0	0	0	0	0	0									
617	0	0	0	0	0	0	0									
629	0	0	0	0	0	0	0									
663	0	0	0	0	0	0	0									

Πίνακας 4: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Β/ Βίγλα 1

	ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΑ																									ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ																									
Βάθος (cm)	*Ammonia beccarii* (Linnaeus, 1758)	*Ammonia tepida* (Cushman, 1926)	*Brizalina striatula* Cushman, 1922	*Buccella frigida* (Cushman, 1922)	*Bulimina aculeata* d'Orbigny, 1826	*Cassidulina laevigata* d'Orbigny, 1826	*Cibicidoides lobatulus* (Walker & Jacob, 1798)	*Cribroelphidium excavatum* (Terquem, 1875)	*Elphidium crispum* (Linnaeus, 1758)	*Fursenkoina subacuta* (d'Orbigny, 1852)	*Globigerina bulloides* d'Orbigny, 1826	*Globigerinoides ruber* (d'Orbigny, 1839)	*Haynesina depressula* (Walker & Jacob, 1798)	*Quinqueloculina agglutinans* d'Orbigny, 1839	*Nonion boueanum* (d'Orbigny, 1846)	*Nonionoides turgidus* (Williamson, 1858)	*Quinqueloculina sp.*	*Quinqueloculina seminula* (Linnaeus, 1758)	*Porosononion granosum* (d'Orbigny, 1846)	*Rectuvigerina phlegeri* Le Calvez, 1959	*Reussela spinulosa* (Reuss, 1850)	*Rosalina globularis* d'Orbigny, 1826	*Textilaria agglutinans (d'Orbigny, 1839)*	*Triloculina trigonula* (Lamarck, 1804)	*Valvulineria galbra* Cushman, 1927	*Callistocythere flavidofusca* (Ruggieri, 1950) Kurc, 1961	*Candona neglecta* G.O. Sars, 1887	*Carinocythereis carinata (Roemer, 1838)*	*Carinocythereis whitei* (Baird, 1850)	*Costa edwardsii* (Roemer, 1838)	*Cyprideis torosa* (Jones, 1850)	*Cytherella scutulum*	*Cytheridea neapolitana* Kollmann, 1960	*Cytheropteron sp.*	*Hennyhowella asperrima* (Reuss, 1850) Bold, 1960	*Hiltermannicythere rubra* (Mueller, 1894)	*Leptocythere lacertosa* (Hirschmann, 1912)	*Leptocythere ramosa* (Rome, 1942)	*Loxoconcha elliptica* Brady, 1868	*Loxoconcha ovulata* (Costa, 1853) Ascoli, 1965	*Neocytherideis fasciata* (Brady & Robertson, 1874)	*Palmoconcha laevata* (Norman, 1865)	*Pterygocythereis jonesi* (Baird, 1850)	*Semicytherura ruggieri* (Pucci, 1956) Ruggieri, 1959	*Xestoleberis decipiens* Mueller, 1894
52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
68	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
87	0	92	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
89	0	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	107	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
92	0	190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
96	0	168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
101	0	128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
105	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	97	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
110	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	244	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	259	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
142	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
155	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	252	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
162	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	294	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
170	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	248	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
178	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	273	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
188	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	243	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
208	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	187	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
231	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	232	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
254	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	286	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
282	0	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	149	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
300	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	247	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
312	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	146	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
322	0	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	152	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
353	0	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	184	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
409	0	101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	175	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
457	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117	0	0	0	0	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116	0	0	0	15	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
469	0	100	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	144	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
484	0	45	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	52	0	0	0	0	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
514	0	66	0	0	40	0	0	0	15	0	0	0	112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
534	0	55	0	0	23	0	0	0	38	0	0	0	82	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
574	34	103	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	32	0	0	0	18	54	0	0	0	0	0	30	0	2	0	5	5	0	1	0	4	0	0	0	0	0	7	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
619	2	89	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	56	0	0	0	30	40	0	0	0	0	0	27	0	1	0	2	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
649	14	75	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	9	0	0	0	12	29	0	0	0	0	0	23	0	17	0	3	10	0	0	0	1	0	0	0	12	0	24	9	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
689	50	43	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	3	76	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0
720	3	3	4	0	96	0	0	0	6	1	0	0	20	0	0	138	0	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	5	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
764	13	0	0	0	95	0	1	31	0	0	0	0	12	0	0	104	0	0	0	6	0	1	1	0	3	0	0	0	0	9	0	0	10	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
824	2	2	3	0	122	0	0	0	10	0	2	0	44	0	5	66	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1024	4	0	3	0	67	0	1	63	0	0	9	4	11	0	57	98	0	0	0	8	0	2	0	0	2	0	0	0	1	12	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1054	10	7	16	0	50	3	5	0	13	9	0	0	23	0	50	48	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	9	11	0	0	0	1	0	0	0	0	0	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1144	18	1	1	0	59	1	0	25	0	0	6	5	7	0	61	8	0	2	0	13	1	4	1	0	3	0	0	0	0	67	2	16	9	0	0	1	0	0	0	0	0	15	0	0	1	0	0	0	0	0
1214	16	0	0	2	40	1	1	44	0	0	1	3	2	1	30	8	0	0	0	8	1	9	1	0	4	0	0	0	1	66	0	19	5	3	0	5	0	0	0	0	0	24	1	0	0	0	0	0	0	0
1320	10	8	4	0	10	2	0	0	18	0	2	0	5	0	3	5	1	0	5	6	0	0	2	0	0	3	0	4	15	0	0	0	19	3	3	45	0	0	2	48	0	0	5	0	3	0	0	0	0	0
1384	20	0	1	0	9	1	0	61	0	1	0	0	12	2	8	1	0	0	2	0	3	2	0	0	17	12	0	0	4	28	0	0	18	0	0	10	0	12	21	0	0	26	7	4	32	0	0	0	0	0
1534	33	4	2	0	50	10	0	4	33	0	0	0	0	0	12	30	0	5	18	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	4	0	0	7	5	15	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0
1654	44	0	0	3	27	17	0	105	0	1	0	0	20	14	0	9	0	0	0	0	1	3	4	0	32	0	0	0	4	21	0	0	25	0	0	17	0	6	0	2	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0
1734	24	4	15	0	20	24	0	6	18	1	0	0	4	0	6	11	0	12	19	0	2	0	5	0	0	3	0	0	5	0	0	0	11	0	0	46	0	0	0	0	0	0	4	0	2	0	0	0	0	0
1784	62	0	0	4	59	29	0	175	0	0	0	0	7	19	0	5	5	1	0	0	1	2	6	0	9	0	0	0	1	11	0	1	9	0	0	9	0	4	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0
1834	43	0	0	5	11	3	1	178	0	0	0	0	1	9	0	0	0	5	0	0	4	3	6	0	12	4	0	0	10	98	0	11	20	0	0	32	0	7	0	0	0	30	6	1	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 5: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Γ/ Βίγλα 1

	ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΑ							ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ									
Βάθος (cm)	*Ammonia tepida* (Cushman, 1926)	*Bulimina aculeata* d'Orbigny, 1826	*Cibicidoides lobatulus* (Walker & Jacob, 1798)	*Elphidium crispum* (Linnaeus, 1758)	*Haynesina depressula* (Walker & Jacob, 1798)	*Lagena* sp.	*Nonionoides turgidus* (Williamson, 1858)	*Callistocythere flavidofusca* Ruggieri, 1953	*Candona angulata* G. W. Muller, 1900	*Candona neglecta* G.O. Sars, 1887	*Candona* sp. (juvenile)	*Cyprideis torosa* (Jones, 1850)	*Cytheridea neapolitana* Kollmann, 1960	*Leptocythere* sp.	*Loxoconcha elliptica* Brady, 1868	*Loxoconcha stellifera* Mueller, 1894	*Tyrrhenocythere amnicola* (Sars, 1887)
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86	0	0	0	1	0	0	2
20	0	26	0	1	0	0	24	0	0	5	9	0	0	0	0	0	0
35	0	0	1	0	0	0	0	0	0	121	19	0	0	2	0	6	2
55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112	0	0	0	0	2	7	9
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	36	0	0	1	0	3	0
100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	213	57	0	0	0	0	0	1
120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76	24	0	0	0	0	0	1
140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	22	0	0	1	0	5	5
160	2	2	0	0	0	0	4	0	0	136	46	0	0	0	0	7	20
175	3	0	0	0	0	0	0	0	0	52	9	0	0	5	14	53	12
185	18	0	0	0	0	0	0	0	0	116	91	2	0	11	11	56	3
215	32	0	0	0	0	0	0	4	0	57	64	2	0	0	3	7	28
235	14	0	0	2	0	0	0	3	0	109	37	0	0	6	2	11	18
265	0	0	0	0	0	0	0	2	0	158	74	0	0	6	0	3	10
275	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91	16	0	0	1	9	10	2
310	0	0	0	0	0	0	0	2	0	96	68	0	0	0	9	28	23
355	12	0	0	0	0	0	0	0	0	14	4	1	0	1	0	4	6
365	7	0	0	1	0	0	0	0	0	19	6	1	0	0	2	13	7
375	2	0	0	0	0	0	0	0	0	166	81	0	0	9	12	19	15
435	0	0	0	0	0	0	2	0	0	151	21	0	0	3	11	112	7
465	7	0	0	0	0	0	0	6	0	98	51	2	0	3	21	42	81
485	0	0	0	0	0	0	0	0	2	167	32	0	0	16	18	72	3
535	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	7	0	0	31	89	163	5
575	1	0	0	0	0	0	0	5	0	56	18	0	0	19	78	105	21
625	0	0	0	0	0	0	0	1	0	102	4	0	0	5	73	117	0
645	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	13	0	0	38	46	169	4
685	14	0	0	0	0	0	0	2	1	88	27	0	0	21	17	91	53
715	0	0	0	0	0	0	0	4	0	35	22	0	0	3	16	83	141
735	163	0	0	0	7	0	0	134	0	0	0	0	3	0	0	0	0
755	14	0	0	0	0	0	0	13	0	127	0	0	0	0	0	2	152
775	191	0	1	88	8	0	0	11	0	0	0	0	7	0	0	0	3
785	156	0	0	12	0	0	0	119	0	0	0	0	11	0	0	0	9
825	246	0	0	0	3	2	0	35	0	1	0	0	9	0	0	1	8
855	186	0	6	76	0	0	0	22	0	2	0	0	4	0	0	0	17
875	10	0	0	1	0	0	0	72	0	7	0	199	7	0	3	0	2
915	2	0	0	0	0	0	0	3	0	49	0	0	0	4	0	0	159
985	0	0	1	0	0	0	0	0	0	18	0	2	0	2	1	0	123
1025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	0	35	0	26	6	19	152
1035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	1	281
1055	14	0	0	0	0	0	0	0	1	14	0	3	0	18	3	5	134

Πίνακας 6: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Α/ Βίγλα 2

	ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΑ						ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ						
Βάθος (cm)	*Ammonia tepida (Cushman, 1926)*	*Ammonia beccarii (Linnaeus, 1758)*	*Cribroelphidium excavatum (Terquem, 1875)*	*Elphidium macellum (Fichtel & Moll, 1798)*	*Elphidium crispum (Linnaeus, 1758)*	*Lobatula lobatulus (Walker & Jacob, 1798)*	*Aurila convexa (Baird, 1850)*	*Candona neglecta G.O. Sars, 1887 (juvenille)*	*Cytheridea neapolitana Kollmann, 1960*	*Callistocythere flavidofusca (Ruggieri, 1950) Kurc, 1961*	*Cyprideis torosa (Jones, 1850) (smooth form)*	*Ilyocypris bradyi Sars, 1890*	*Loxoconcha ovulata (Costa, 1853) Ascoli, 1965*
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
95	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
153	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0
176	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
163	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
200	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
286	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
373	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
423	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
467	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
506	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
542	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
602	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
642	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
682	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
702	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
727	1	0	0	0	16	0	2	0	0	0	2	0	0
752	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1
765	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
777	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
792	0	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
812	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
832	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
852	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
872	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
892	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
912	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
927	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
937	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
952	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
967	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
982	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1022	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1042	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1067	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1097	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1127	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	2	0
1152	0	0	0	0	0	1	0	2	2	1	0	0	0
1167	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1175	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1192	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1210	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1217	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1232	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	3	0
1252	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	1	0
1272	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	3	0
1292	0	0	0	0	0	0	0	43	0	0	0	5	0

Πίνακας 7: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Β/ Βίγλα 2

	ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ			
Βάθος (cm)	*Candona neglecta* G.O. Sars, 1887 (juvenille)	*Cyprideis torosa* (Jones, 1850) (noded form)	*Cyprideis torosa* (Jones, 1850) (smooth form)	*Ilyocypris bradyi* Sars, 1890
15	34	0	0	0
45	1	0	0	0
55	0	0	0	0
115	0	0	0	0
147	0	0	0	0
165	6	1	0	2
185	0	0	0	0
205	4	15	17	0
225	3	10	3	0
245	4	3	6	0
265	5	10	22	2
285	6	17	30	0
305	1	1	4	1
335	0	0	0	0
337	0	1	0	1
357	0	3	1	0
375	0	0	0	0
400	0	1	7	0

Πίνακας 8: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Γ/ Βίγλα 2

| | ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΑ | | |

Συνέχεια Πίνακα 8: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Γ/ Βίγλα 2

| | ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΑ | | |

Συνέχεια Πίνακα 8: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Γ/ Βίγλα 2

| | ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΑ | | |

Πίνακας 9: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Δ/ Βίγλα 2

	ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΑ																		ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ								
Βάθος (cm)	*Ammonia beccarii* (Linnaeus, 1758)	*Ammonia tepida* (Cushman, 1926)	*Bolivina striatula* Cushman, 1922	*Buccella frigida* (Cushman, 1922)	*Bulimina elongata d' Orbigny, 1846*	*Cassidulina laevigata* d'Orbigny, 1826	*Cribroelphidium excavatum* (Terquem, 1875)	*Elphidium translucens* Natland, 1938	*Elphidium macellum* (Fichtel & Moll, 1798)	*Globigerina bulloides* d'Orbigny, 1826	*Haynesina depressula* (Walker & Jacob, 1798)	*Lagena* sp.	*Lenticulina inornata* (d'Orbigny, 1846)	*Nonionoides turgidus* (Williamson, 1858)	*Quinqueloculina agglutinans* d'Orbigny, 1839	*Quinqueloculina seminula* (Linnaeus, 1758)	*Rosalina globularis* d'Orbigny, 1826	*Textularia agglutinans* (d'Orbigny, 1839)	*Valvulineria bradyana* (Fornasini, 1900)	*Aurila calciplena* Uliczny, 1969	*Candona neglecta* G.O. Sars, 1887	*Callistocythere* sp.	*Carinocythereis whitei* (Baird, 1850)	*Costa edwardsii* (Roemer, 1838)	*Cytheridea neapolitana* Kollmann, 1960	*Leptocythere tenera* (Brady, 1868) Sars, 1925	*Palmoconcha turbida* (Mueller, 1894)	*Xestoleberis* sp.
10	18	2	0	2	101	14	11	17	15	3	0	0	1	10	7	0	5	1	55	0	0	0	1	7	3	0	2	4
30	44	0	5	5	31	14	17	19	71	1	0	0	0	9	1	4	2	2	53	2	0	1	7	16	11	5	5	8
70	55	0	6	3	45	5	9	32	35	0	0	0	0	1	12	1	0	0	45	0	0	0	0	17	27	2	9	3
110	44	0	0	3	51	24	1	36	18	0	0	0	1	6	22	2	1	0	27	0	1	0	0	23	18	0	2	0
150	28	1	2	4	44	25	2	30	19	2	0	1	0	10	10	2	0	8	28	0	0	0	0	32	26	0	6	0
190	33	0	0	1	42	15	13	27	22	0	0	0	0	4	10	2	0	7	36	0	1	0	0	24	17	0	2	7
230	29	0	12	11	63	18	3	29	15	1	1	0	0	3	5	1	1	4	27	0	5	0	0	17	6	0	3	3
270	256	0	0	2	20	2	1	11	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0
310	130	0	2	2	24	11	5	11	26	1	0	0	0	2	0	1	0	0	30	2	4	0	0	18	6	0	8	6

Πίνακας 10: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Α/ Βίγλα 3

	ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ																								
Βάθος (cm)	Candona angulata G. W. Muller, 1900 (adults)	Candona (juvenille)	Cyprideis torosa (Jones, 1850) (juvenille)	Cyprideis torosa (Jones, 1850) (juvenille)	Tyrrhenocythere amnicola (Sars, 1887)		Βάθος (cm)	Candona angulata G. W. Muller, 1900 (adults)	Candona (juvenille)	Cyprideis torosa (Jones, 1850) (juvenille)	Cyprideis torosa (Jones, 1850) (juvenille)	Tyrrhenocythere amnicola (Sars, 1887)		Βάθος (cm)	Candona angulata G. W. Muller, 1900 (adults)	Candona (juvenille)	Cyprideis torosa (Jones, 1850) (juvenille)	Cyprideis torosa (Jones, 1850) (juvenille)	Tyrrhenocythere amnicola (Sars, 1887)		Βάθος (cm)	Candona angulata G. W. Muller, 1900 (adults)	Candona (juvenille)	Cyprideis torosa (Jones, 1850) (juvenille)	Cyprideis torosa (Jones, 1850) (juvenille)	Tyrrhenocythere amnicola (Sars, 1887)
10	0	0	0	0	0		320	0	3	19	0	8		640	2	130	157	2	24		965	6	60	222	3	6
30	0	0	0	0	0		340	0	14	64	0	42		695	1	45	265	1	0		990	0	80	202	3	3
50	0	0	0	0	0		365	0	17	71	0	35		725	0	53	224	6	10		1006	1	80	200	1	12
70	0	0	0	0	0		390	0	19	126	0	4		770	2	65	217	8	2		1020	0	82	177	0	45
90	0	0	0	0	0		410	0	19	4	0	4		783	1	167	84	5	44		1043	12	98	129	2	1
110	0	0	0	0	0		425	0	120	137	0	8		791	1	108	52	3	45		1063	0	84	226	0	0
125	0	7	3	0	4		450	0	70	120	0	0		820	1	64	161	3	134		1078	2	37	243	0	1
135	0	0	0	0	0		473	1	10	42	0	5		847	1	1	3	0	6		1105	1	31	262	0	0
147	0	0	0	0	0		485	0	51	69	0	11		854	3	41	300	2	3		1130	0	31	151	0	1
158	0	10	1	0	0		500	1	142	64	3	36		862	0	0	0	0	0		1147	0	45	265	0	0
175	0	9	1	0	0		507	0	98	42	2	18		870	0	38	252	0	2		1163	0	20	135	0	0
193	0	0	0	0	0		513	1	136	44	5	10		879	0	48	192	0	0		1183	0	40	260	0	0
210	0	1	16	0	0		525	1	28	37	1	3		885	0	12	148	0	0		1200	0	45	230	0	0
235	0	0	0	0	0		545	1	51	155	4	7		900	0	1	5	0	0		1225	0	40	290	0	0
260	0	13	30	0	17		565	1	40	109	5	1		905	0	19	58	0	0		1245	0	8	85	0	0
280	0	5	22	0	28		600	1	10	15	2	0		920	0	50	250	2	0		1255	0	24	106	0	0
300	0	4	14	0	8		620	10	116	136	7	32		943	1	24	270	0	0							

Πίνακας 11: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Β/ Βίγλα 3

	ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ				
Βάθος (cm)	Candona (juvenile)	*Candona angulata* G. W. Muller, 1900	*Cyprideis torosa* (Jones, 1850) (adults)	*Cyprideis torosa* (Jones, 1850) (juvenile)	*Tyrrhenocythere amnicola* (Sars, 1887)
14	82	2	3	163	44
28	8	0	24	0	2
40	48	3	6	196	49
60	19	0	0	67	0
75	61	1	2	257	0
90	42	0	0	260	0
115	35	0	0	224	1
140	0	14	1	193	0
160	39	0	0	101	3

Πίνακας 12: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Γ/ Βίγλα 3

	ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ				ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ			
Βάθος (cm)	*Candona angulata* G. W. Muller, 1900	Candona (juvenille)	*Tyrrhenocythere amnicola* (Sars, 1887)		Βάθος (cm)	*Candona angulata* G. W. Muller, 1900	Candona (juvenille)	*Tyrrhenocythere amnicola* (Sars, 1887)
10	5	27	1		170	0	5	0
30	0	0	0		190	2	0	0
50	0	0	0		210	0	0	0
70	0	0	0		230	0	0	0
90	0	1	3		250	0	4	2
110	0	8	2		270	0	3	1
130	0	4	0		290	0	0	0
150	1	13	0					

Πίνακας 13: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Δ/ Βίγλα 3

	ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΑ	ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ							
Βάθος (cm)	*Ammonia tepida* (Cushman, 1926)	*Candona neglecta* G.O. Sars, 1887	*Cyprideis torosa* (Jones, 1850) (smooth form)	*Cyprideis torosa* (Jones, 1850) (noded form)	*Ilyocypris bradyi* Sars, 1890	*Ilyocypris gibba* (Ramdohr, 1808)	*Tyrrhenocythere amnicola* (Sars, 1887)	*Loxoconcha* sp.	*Heterocypris salina* (Brady, 1868)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
145	0	0	0	0	0	0	0	0	0
185	4	5	8	0	3	5	1	2	0
220	0	2	0	1	0	0	0	0	0
240	0	0	0	0	0	0	0	0	0
258	0	0	0	0	0	0	0	0	0
270	0	0	0	0	0	0	0	0	0
330	0	5	0	12	1	0	0	0	0
345	0	88	0	0	5	11	0	0	12
380	0	38	2	3	20	7	0	0	0
410	0	15	4	4	2	0	0	0	0
430	0	0	0	0	0	0	0	0	0
450	0	0	0	0	0	0	0	0	0
470	0	0	0	0	0	0	0	0	0
500	0	0	0	0	0	0	0	0	0
520	0	0	0	0	0	0	0	0	0
560	0	0	0	0	0	0	0	0	0
580	0	0	0	0	0	0	0	0	0
590	0	0	0	0	0	0	0	0	0
610	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 14: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Α/ Βίγλα 4

| | ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΑ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Πίνακας 15: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Β/ Βίγλα 4

	ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΑ																																	ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ									
Βάθος (cm)	*Adelosina mediterranensis (Le Calvez & Le Calvez, 1958)*	*Ammonia beccarii (Linnaeus, 1758)*	*Bigenerina (Bigenerina) nodosaria d'Orbigny, 1826*	*Bolivina striatula* Cushman, 1922	Buccella frigida (Cushman, 1922)	*Bulimina aculeata d'Orbigny, 1826*	*Cassidulina laevigata d'Orbigny, 1826*	*Cibicides refulgens Montfort, 1808*	*Elphidium crispum (Linnaeus, 1758)*	*Elphidium translucens Natland, 1938*	*Globigerinoides ruber (d' Orbigny, 1839)*	*Haynesina depressula (Walker & Jacob, 1798)*	*Hoeglundina elegans (d'Orbigny, 1826)*	*Laevidentalina filiformis (d'Orbigny, 1826)*	*Lagena striata (d' Orbigny, 1839)*	*Lenticulina cf. gibba*	*Lobatula lobatulus (Walker & Jacob, 1798)*	*Melonis barleeanum (Williamson), 1858*	*Nonion boueanum (d'Orbigny, 1846)*	*Nonionoides turgidus (Williamson, 1858)*	*Orbulina universa d'Orbigny, 1839*	*Porosononion granosum (d'Orbigny, 1846)*	*Pseudonodosaria sp.*	*Pyrgo williamsoni (Silvestri, 1923)*	*Quinqueloculina agglutinans d'Orbigny, 1839*	*Quinqueloculina seminula (Linnaeus, 1758)*	*Reussella spinulosa (Reuss, 1850)*	*Rosalina globularis d'Orbigny, 1826*	*Siphonina reticulata (Čžjžek, 1848)*	*Spiroloculina depressa d'Orbigny, 1826*	*Textularia agglutinans (d'Orbigny, 1839)*	*Triloculina trigonula (Lamarck, 1804)*	*Valvulineria bradyana (Fornasini, 1900)*	*Aurila convexa (Baird, 1850)*	*Callistocythere flavidofusca (Ruggieri, 1950) Kurc, 1961*	*Candona neglecta G.O. Sars, 1887*	*Carinocythereis whitei (Baird, 1850)*	*Costa edwardsii (Roemer, 1838)*	*Cyprideis torosa (Jones, 1850)*	*Cytheridea neapolitana Kollmann, 1960*	*Palmaconcha turbida (Mueller, 1894)*	*Pterygocythereis jonesii (Baird, 1850)*	*Semicytherura ruggieri (Pucci, 1956) Ruggieri, 1959*
10	0	66	3	1	2	6	46	6	70	0	6	2	1	1	0	0	5	11	10	1	0	0	1	1	19	14	0	2	1	0	5	0	31	0	2	0	5	12	0	17	4	1	0
30	0	31	2	0	3	5	45	5	62	0	1	4	3	0	0	1	3	14	16	0	0	1	2	0	18	10	0	3	0	0	9	0	26	0	0	0	5	26	0	20	5	0	0
50	1	35	3	0	0	0	14	0	73	0	0	0	0	0	0	0	3	14	6	0	1	0	3	1	15	17	1	0	0	0	6	0	20	0	0	0	10	23	0	30	2	1	0
70	0	50	0	1	7	4	56	3	72	1	0	0	1	0	0	0	12	9	5	0	0	0	4	2	22	35	0	2	0	0	2	0	27	0	1	0	13	32	0	21	3	0	1
90	0	82	0	0	0	0	21	8	53	0	0	0	0	0	0	0	15	1	0	1	0	0	1	0	11	5	0	1	0	0	0	0	35	0	0	0	7	58	0	14	18	1	0
110	0	149	0	0	0	1	8	4	43	1	0	0	0	1	2	0	10	1	1	0	0	0	7	0	5	3	0	0	0	0	2	0	17	0	0	7	0	26	0	1	1	0	1
130	0	66	0	0	4	6	43	3	51	0	0	0	0	0	0	0	5	8	0	0	0	0	4	0	12	2	0	4	0	0	5	0	31	0	2	2	1	22	0	14	3	0	0
150	0	64	0	0	3	3	34	0	54	0	0	0	0	1	1	1	14	4	0	2	0	0	3	0	11	4	0	1	0	0	2	0	22	1	2	0	7	37	0	14	8	1	0
170	0	77	0	0	2	0	8	0	86	0	1	0	0	0	1	0	25	1	0	0	0	0	1	0	9	13	0	0	0	0	0	0	18	0	2	0	6	42	0	18	8	1	0
190	0	88	0	0	4	2	28	4	57	2	0	0	0	0	1	0	10	0	0	0	0	0	2	0	11	7	0	0	0	0	1	0	31	0	2	1	5	31	0	12	11	0	0
200	0	104	0	0	3	2	12	0	102	0	0	0	0	1	0	0	14	3	0	0	0	0	2	0	5	11	0	0	0	2	0	1	13	0	0	1	3	48	0	13	3	2	0

Πίνακας 16: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Γ/ Βίγλα 4

| | ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΑ | | |

Συνέχεια Πίνακα 16: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Γ/ Βίγλα 4

| | ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΑ | | |

Συνέχεια Πίνακα 16: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Γ/ Βίγλα 4

| | ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΑ | | |

Συνέχεια Πίνακα 16: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Γ/ Βίγλα 4

| | ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΑ | | |

Συνέχεια Πίνακα 16: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Γ/ Βίγλα 4

| | ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΑ | | |

Πίνακας 17: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Α/ Προάστειο

	ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΑ									ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ										
Βάθος (cm)	*Elphidium crispum* (Linnaeus, 1758)	*Elphidium macellum* (Fichtel & Moll, 1798)	*Ammonia beccarii* (Linnaeus, 1758)	*Ammonia tepida* (Cushman, 1926)	*Nonion boueanum* (d'Orbigny, 1846)	*Quinqueloculina seminula* (Linnaeus, 1758)	*Spiroloculina depressa* d'Orbigny, 1826	*Triloculina trigonula* (Lamarck, 1804)	*Textularia agglutinans* (d'Orbigny, 1839)	*Cyprideis torosa (Jones, 1850) (smooth form, adults)*	*Cyprideis torosa (Jones, 1850) (smooth form, juvenilles)*	*Cyprideis torosa (Jones, 1850) (noded form, adults)*	*Cyprideis torosa (Jones, 1850) (noded form, juvenilles)*	*Candona angulata G. W. Muller, 1900*	*Ilyocypris decipiens Masi, 1905*	*Ilyocypris bradyi Sars, 1890*	*Ilyocypris gibba (Ramdohr, 1808)*	*Cytheridea neapolitana Kollmann, 1960*	*Loxoconcha ovulata* (Costa, 1853) Ascoli, 1965	*Xestoleberis dj. decipiens*	Costa edwardsii (Roemer, 1838)
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
290	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
310	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
375	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
420	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
440	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	4	40	5	15	0	0	0	0	0
460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	15	0	0	0	0	0	0	0
490	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	14	30	50	74	2	10	12	0	0	0	0
520	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	1	5	0	20	0	0	0	0	0	0	0
550	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	2	4	0	1	2	0	0	0	0	0	0
560	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	2	14	10	0	0	0	0	0	0	0	0
580	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
595	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
610	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
615	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	42	61	14	83	0	0	10	0	0	0	0
630	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
665	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91	21	10	14	6	0	0	4	0	0	0	0
700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	10	24	7	0	0	0	0	0	0	0	0
780	0	0	0	0	0	0	0	0	0	230	50	40	17	0	0	0	0	0	0	0	0
790	0	0	0	0	0	0	0	0	0	250	20	38	10	0	0	0	0	0	0	0	0
800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	262	20	19	8	0	0	0	0	0	0	0	0
820	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
880	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	11	9	42	0	0	0	0	0	0	0
920	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
940	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
960	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1030	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	12	0	19	4	0	0	0	0	0	0
1070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	24	0	12	5	0	3	0	0	0	0
1110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	21	0	8	8	0	9	0	0	0	0
1130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	0	45	0	15	10	0	4	0	0	0	0
1160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	27	0	10	0	0	11	0	0	0	0
1190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1197	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1207	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0
1214	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1230	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1241	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1246	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1266	0	0	0	6	0	0	0	0	0	6	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1286	0	0	0	6	0	0	0	0	0	23	11	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1316	0	0	0	7	0	0	0	0	0	25	22	23	0	0	0	0	0	0	22	0	0
1336	12	14	38	37	11	11	9	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	29	23	8	11
1356	13	9	28	19	4	7	9	11	12	6	0	7	0	0	0	0	0	0	19	21	11	14
1376	18	12	23	17	3	7	4	9	6	28	0	5	0	0	0	0	0	0	14	27	3	13
1406	23	17	35	15	3	7	12	8	8	13	0	7	0	0	0	0	0	0	70	17	0	43
1426	10	12	23	7	6	8	12	7	7	7	0	4	0	0	0	0	0	0	39	23	0	32

Πίνακας 18: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Β/ Προάστειο

	ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΑ						ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ					
Βάθος (cm)	*Ammonia tepida (Cushman, 1926)*	*Amphistegina lessonii d'Orbigny in Guérin-Méneville, 1832*	*Elphidium crispum (Linnaeus, 1758)*	*Porosononion granosum (d'Orbigny, 1846)*	*Loxoconcha sp.*	*Nonion boueanum (d'Orbigny, 1846)*	*Candona neglecta G.O. Sars, 1887 (adults)*	*Candona neglecta G.O. Sars, 1887 (juvenilles)*	*Cyprideis torosa (Jones, 1850)*	*Cytheridea neapolitana Kollmann, 1960*	*Costa edwardsii (Roemer, 1838)*	*Ilyocypris gibba (Ramdohr, 1808)*
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
220	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
260	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
280	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
320	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
340	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
360	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
380	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0
400	3	0	2	1	1	1	0	17	4	5	2	0
420	0	2	0	0	0	0	0	31	5	0	0	0
440	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	8
460	1	0	1	0	0	0	0	5	0	0	0	5
480	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
500	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
520	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
540	1	0	0	0	0	0	137	0	0	0	0	0
560	0	0	1	0	0	0	149	0	0	0	0	1
580	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0
600	0	0	0	0	0	0	42	0	0	0	0	0
620	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	2
640	6	0	1	0	0	0	278	0	0	0	0	21

Πίνακας 19: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Γ/ Προάστειο

	ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΑ														ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ									
Βάθος (cm)	*Ammonia tepida (Cushman, 1926)*	*Amphistegina lessonii d'Orbigny in Guérin-Méneville, 1832*	*Bigenerina (Bigenerina) nodosaria d'Orbigny, 1826*	*Bulimina elongata d' Orbigny, 1846*	*Cibicides refulgens Montfort, 1808*	*Elphidium crispum (Linnaeus, 1758)*	*Globigerina bulloides d'Orbigny, 1826*	*Globorotalia sp.*	*Porosononion granosum (d'Orbigny, 1846)*	*Lagena striata (d' Orbigny, 1839)*	*Lobatula lobatulus (Walker & Jacob, 1798)*	*Nonion boueanum (d'Orbigny, 1846)*	*Lenticulina cf. gibba*	*Textularia agglutinans (d'Orbigny, 1839)*	*Aurilla sp.*	*Callistocythere adriatica Masoli, 1968*	*Candona neglecta G.O. Sars, 1887*	*Costa edwardsii (Roemer, 1838)*	*Cyprideis torosa (Jones, 1850) (noded form)*	*Cyprideis torosa (Jones, 1850)*	*Cyprideis torosa (Jones, 1850) (juvenilles)*	*Ilyocypris gibba (Ramdohr, 1808)*	*Loxoconcha sp.*	*Tyrrhenocythere amnicola (Sars, 1887)*
70	72	24	0	0	6	16	0	0	0	0	0	6	0	0	2	0	0	27	0	22	21	0	14	0
90	7	0	0	0	0	4	0	0	2	2	0	5	0	0	0	0	8	6	0	0	0	0	6	0
110	18	22	0	1	2	9	0	2	0	0	0	4	0	0	0	0	37	4	4	19	9	0	3	0
130	34	10	0	0	5	12	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	53	5	31	35	10	9	8	0
150	10	5	0	0	0	7	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	141	6	8	44	8	23	5	0
170	5	0	0	0	0	77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93	0	13	101	3	4	1	0
190	2	3	0	1	2	81	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	111	0	14	89	1	0	0	0
210	7	1	0	0	0	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	0	8	76	36	0	1	0
230	4	0	0	0	1	53	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	119	0	8	93	27	0	0	0
250	6	0	0	0	0	44	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	83	6	23	89	47	0	1	0
270	19	1	0	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	27	91	31	0	5	0
290	33	0	0	0	0	77	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	71	5	13	70	22	0	13	0
310	29	2	0	0	0	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	2	32	97	37	0	7	0
330	27	0	0	0	0	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	0	39	103	46	0	2	0
350	33	0	1	0	0	41	0	0	0	0	9	1	0	0	3	0	23	0	22	99	78	0	0	0
370	31	8	0	0	0	53	0	0	0	0	13	0	0	1	0	0	22	0	36	67	72	0	1	0
390	49	0	0	0	0	97	0	0	0	0	4	15	0	0	0	0	9	3	14	30	81	0	6	0
410	46	0	0	0	0	92	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	2	0	27	34	79	0	13	0
430	51	0	0	0	0	49	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	14	7	34	55	93	0	7	0
450	54	0	0	1	0	47	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	7	0	31	67	91	0	0	0
470	77	0	0	0	0	56	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	3	0	5	81	79	0	0	0
490	81	3	0	0	0	67	0	0	0	1	1	46	0	1	0	0	0	16	1	37	56	0	3	0
510	38	0	0	0	0	29	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	7	9	13	3	14	0	1	0
530	7	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	33	22	4	0	0	0
550	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	21	18	1	0	0	2
570	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
590	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
610	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	7	33	44	0	0	0	0
635	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88	23	89	93	0	3	1	6
660	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	37	81	81	0	1	3	3
680	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88	48	93	87	0	0	1	1
700	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	29	29	26	0	0	0	0
720	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13	9	0	0	0	0
740	46	3	0	0	0	23	0	0	0	0	7	11	0	0	0	0	12	13	87	94	0	3	0	0
760	37	5	0	0	0	21	0	0	0	0	1	9	0	0	0	0	23	15	56	116	0	12	3	0
780	24	20	0	6	11	18	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	23	16	15	121	22	0	12	0
800	23	21	0	0	8	16	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	21	13	57	109	14	0	9	0
820	43	17	1	0	2	19	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	24	9	18	105	39	2	11	9
840	77	17	0	12	4	13	0	0	0	0	0	5	0	0	8	0	3	13	11	69	54	0	15	0
860	12	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	46	0	6	73	23	3	0	1
880	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	21	81	27	0	0	9

Συνέχεια Πίνακα 19: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Γ/ Προάστειο

	ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΑ														ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ									
Βάθος (cm)	*Ammonia tepida (Cushman, 1926)*	*Amphistegina lessonii d'Orbigny in Guérin-Méneville, 1832*	*Bigenerina (Bigenerina) nodosaria d'Orbigny, 1826*	*Bulimina elongata d' Orbigny, 1846*	*Cibicides refulgens Montfort, 1808*	*Elphidium crispum (Linnaeus, 1758)*	*Globigerina bulloides d'Orbigny, 1826*	*Globorotalia sp.*	*Porosononion granosum (d'Orbigny, 1846)*	*Lagena striata (d' Orbigny, 1839)*	*Lobatula lobatulus (Walker & Jacob, 1798)*	*Nonion boueanum (d'Orbigny, 1846)*	*Lenticulina cf. gibba*	*Textularia agglutinans (d'Orbigny, 1839)*	*Aurilla sp.*	*Callistocythere adriatica Masoli, 1968*	*Candona neglecta G.O. Sars, 1887*	*Costa edwardsii (Roemer, 1838)*	*Cyprideis torosa (Jones, 1850) (noded form)*	*Cyprideis torosa (Jones, 1850)*	*Cyprideis torosa (Jones, 1850) (juvenilles)*	*Ilyocypris gibba (Ramdohr, 1808)*	*Loxoconcha sp.*	*Tyrrhenocythere amnicola (Sars, 1887)*
900	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	13	66	19	0	0	3
920	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	7	28	0	0	0	0
940	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	9	34	0	0	0	0
960	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
980	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1000	9	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4	0	0	6	0	1	0
1020	7	4	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	4	0	0	0
1040	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1060	5	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	1	0	18	2	0	0	0
1080	7	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	11	0	17	51	0	0	0	0
1110	4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	53	161	7	0	0	0
1120	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	7	133	4	0	0	1
1140	6	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	139	2	0	0	1
1160	4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	92	0	0	0	0
1180	6	1	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	137	4	0	0	0
1200	11	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	167	2	0	0	0
1220	78	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	6	0	0	0	0	0	0	8	201	3	0	0	4
1240	198	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	93	6	0	2	0
1260	234	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	12	36	0	1	0
1280	244	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	6	39	0	4	0
1300	249	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	12	0	4	33	0	0	0
1320	113	0	0	0	0	55	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	14	0	0	96	0	22	0
1340	87	0	0	0	3	34	0	0	0	0	0	4	1	0	7	0	0	8	0	0	136	0	21	0
1360	81	0	0	0	2	45	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	20	0	0	149	0	6	0
1380	77	0	0	0	0	56	0	0	0	0	0	11	0	0	2	0	0	16	0	3	137	0	4	0
1400	66	6	0	2	3	48	3	7	0	0	0	54	1	0	1	0	0	25	0	0	87	0	0	0
1420	43	6	0	4	5	61	12	7	0	0	0	89	0	0	0	0	0	23	0	0	42	0	0	0
1440	55	20	0	5	6	72	16	6	0	0	0	71	1	0	0	0	0	11	0	0	31	0	1	0
1460	61	17	0	0	4	78	13	3	1	0	0	66	0	0	8	0	0	6	0	0	45	0	7	3
1480	81	9	0	0	6	49	14	1	0	0	0	60	0	0	9	0	0	6	0	0	53	0	5	6
1500	101	3	0	4	5	63	8	0	1	0	0	57	0	0	11	0	0	2	0	0	44	0	2	5
1520	99	9	0	0	1	75	0	0	0	0	0	69	0	0	4	0	0	1	0	0	52	0	1	3
1540	84	4	0	2	0	86	3	0	0	0	0	72	0	0	8	0	0	0	0	0	46	0	2	0
1560	78	5	0	0	1	98	1	1	1	0	0	64	1	0	6	0	0	1	0	0	49	0	0	4
1580	103	0	0	0	0	84	0	0	0	0	0	79	0	0	4	0	0	0	0	0	39	0	4	0
1600	81	4	0	3	1	79	4	0	1	0	0	83	0	0	0	0	0	1	0	0	44	0	5	3
1620	107	3	0	0	1	68	0	1	0	0	0	61	0	0	1	0	0	1	0	0	57	0	0	0
1640	99	1	0	1	0	74	2	0	1	0	0	68	1	0	0	0	0	1	0	0	53	0	2	1

Πίνακας 20: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Α/ Ορτός

| | ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΑ | | |

Πίνακας 21: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Β/ Ορτός

	ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ							ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ						
Βάθος (cm)	*Cyprideis torosa* (Jones, 1850) (noded form)	*Cyprideis torosa* (Jones, 1850) (smooth form)	*Candona neglecta* G.O. Sars, 1887	*Ilyocypris gibba (Ramdohr, 1808)*	*Tyrrhenocythere amnicola* (Sars, 1887)	*Loxoconcha elliptica* Brady, 1868		Βάθος (cm)	*Cyprideis torosa* (Jones, 1850) (noded form)	*Cyprideis torosa* (Jones, 1850) (smooth form)	*Candona neglecta* G.O. Sars, 1887	*Ilyocypris gibba (Ramdohr, 1808)*	*Tyrrhenocythere amnicola* (Sars, 1887)	*Loxoconcha elliptica* Brady, 1868
1000	0	0	0	0	0	0		1855	0	0	0	0	0	0
1015	0	0	0	0	0	0		1877	0	0	0	0	0	0
1075	0	0	0	0	0	0		1905	0	0	0	0	0	0
1115	0	0	0	0	0	0		1920	91	45	4	0	174	5
1155	0	0	0	0	0	0		1930	13	19	3	0	0	1
1205	0	0	0	0	0	0		1940	0	0	0	0	0	0
1275	0	0	0	0	0	0		2025	74	55	3	0	1	0
1325	0	0	0	0	0	0		2045	0	0	0	0	0	0
1365	0	0	0	0	0	0		2060	0	0	0	0	0	0
1400	0	0	0	0	0	0		2070	0	0	0	0	0	0
1410	0	0	0	0	0	0		2100	74	50	8	1	23	0
1440	0	0	0	0	0	0		2170	0	0	0	0	0	0
1460	0	0	0	0	0	0		2293	35	6	5	2	6	18
1490	11	10	0	0	3	0		2510	0	0	0	0	0	0
1515	5	51	4	0	1	1		2540	0	0	0	0	0	0
1550	0	0	0	0	0	0		3090	0	0	0	0	0	0
1590	2	2	0	0	0	0		3270	105	124	37	11	0	0
1620	0	0	0	0	0	0								
1660	75	101	7	0	40	4								
1680	2	1	1	0	3	1								
1705	0	0	0	0	0	0								
1740	1	3	1	0	1	0								
1750	0	0	2	0	4	0								
1770	0	0	0	0	0	0								
1795	0	0	0	0	0	0								
1835	0	0	0	0	0	0								

Πίνακας 22: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Γ/ Ορτός

| | ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΑ | | |

Πίνακας 23: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Α/ Μαγούλα

	ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΑ	ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ							ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΑ	ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ						
Βάθος (cm)	*Ammonia tepida (Cushman, 1926)*	*Aurila convexa (Baird, 1850)*	*Candona neglecta G.O. Sars, 1887*	*Cyprideis torosa (Jones, 1850)* (adults)	*Cyprideis torosa (Jones, 1850)* (Juveniles)	*Tyrrhenocythere amnicola (Sars, 1887)*	*Ilyocypris gibba (Ramdohr, 1808)*		Βάθος (cm)	*Ammonia tepida (Cushman, 1926)*	*Aurila convexa (Baird, 1850)*	*Candona neglecta G.O. Sars, 1887*	*Cyprideis torosa (Jones, 1850)* (adults)	*Cyprideis torosa (Jones, 1850)* (Juveniles)	*Tyrrhenocythere amnicola (Sars, 1887)*	*Ilyocypris gibba (Ramdohr, 1808)*
20	0	0	13	11	270	0	0		1872	0	0	0	0	0	0	0
40	0	1	2	14	287	0	0		2230	0	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0	0		2290	0	0	0	0	0	0	0
80	1	0	9	40	520	1	0		2310	0	0	0	0	0	0	0
100	0	0	4	33	201	2	0		2330	0	2	7	0	0	0	0
120	1	0	6	28	224	0	0		2350	0	0	157	0	0	0	16
140	0	0	10	43	330	1	0		2370	0	0	80	3	38	0	6
160	0	0	0	6	67	0	0		2390	0	0	151	15	132	0	18
180	0	0	2	54	266	0	0		2410	0	0	222	14	124	0	43
200	0	0	8	28	292	0	0		2430	0	0	75	5	15	0	17
220	0	1	8	10	170	1	0		2450	0	0	165	1	8	0	21
240	0	0	14	24	230	0	1		2470	0	0	1	8	48	0	0
260	0	0	7	22	160	0	0		2498	0	0	0	8	146	0	0
280	0	0	9	24	250	0	1		2512	0	0	0	0	0	0	0
300	0	0	7	7	77	0	0		2521	0	0	0	0	0	0	0
340	0	0	1	0	0	0	0		2534	0	0	0	0	0	0	0
370	0	0	0	0	0	0	0		2556	0	0	0	0	0	0	0
400	0	0	0	0	0	0	1		2570	3	0	10	0	0	0	6
430	0	0	0	0	0	0	0		2590	0	0	31	5	70	0	5
460	0	0	0	0	0	0	0		2610	3	0	26	18	250	0	3
490	0	0	0	0	0	0	0		2630	2	0	17	22	255	0	5
510	0	0	0	0	0	0	0		2650	0	0	55	6	53	0	5
530	1	0	18	7	14	0	11		2670	0	0	27	0	31	0	1
550	0	0	6	13	105	0	0		2690	0	0	24	9	20	0	2
580	0	0	0	0	55	1	0		2715	0	0	0	44	241	0	0
610	0	0	0	0	54	0	0		2725	0	0	0	0	0	0	0
640	0	0	0	0	0	0	0		2735	0	0	0	0	0	0	0
670	0	0	0	0	0	0	0		2750	0	0	0	0	12	0	0
700	0	0	0	0	0	0	0		2770	0	0	0	0	0	0	0
730	0	0	0	0	0	0	0		2790	0	0	5	0	0	0	0
760	0	0	0	0	0	0	0		2815	0	0	41	4	35	0	0
780	0	0	2	9	107	0	0		2825	0	0	0	45	225	0	0
805	0	0	3	29	201	0	0		2840	0	0	0	0	0	0	0
840	0	0	1	14	100	0	0		2848	0	0	0	0	0	0	0
860	0	0	7	9	113	0	0		2856	0	0	0	0	0	0	0
865	0	0	3	8	200	0	0		2895	0	0	0	0	0	0	0
885	0	0	1	6	128	0	0		2910	0	0	0	0	0	0	0
900	0	0	1	7	180	0	0		2930	0	0	0	0	0	0	0
905	0	1	6	9	288	0	0		2950	0	0	0	0	0	0	0
935	0	0	9	11	144	0	0		2970	0	0	0	0	0	0	0
945	0	0	0	6	162	2	0		2990	0	0	155	0	0	0	37
965	0	0	6	22	308	0	0		3010	0	2	44	39	69	0	2
985	0	0	4	18	210	0	0		3030	0	1	47	7	83	0	7
1015	0	0	7	18	312	0	0		3050	0	3	51	8	73	0	4
1035	0	0	10	28	500	0	0		3070	0	0	9	21	70	0	3
1055	0	0	9	28	439	0	0		3085	0	0	0	1	28	0	0
1075	0	0	2	7	255	0	0		3115	0	0	0	0	0	0	0
1090	0	0	2	5	255	0	0		3130	0	0	0	0	0	0	0
1110	0	0	5	23	333	0	0									
1130	0	0	13	25	345	0	0									
1160	1	0	5	31	351	1	0									
1180	0	0	3	4	376	0	0									
1200	0	0	13	12	377	0	0									
1205	0	0	2	11	293	0	0									
1230	0	0	3	2	141	0	0									
1250	0	0	5	6	230	0	0									
1270	0	1	2	12	265	0	0									
1285	0	2	0	3	300	0	0									
1300	0	6	7	10	274	0	0									
1320	0	1	3	5	185	0	0									
1340	0	1	4	5	184	0	0									
1360	0	0	3	6	270	0	0									
1380	0	0	0	6	153	0	0									
1400	1	0	7	6	285	0	0									
1420	0	0	5	10	285	0	0									
1440	0	0	2	1	100	0	0									
1460	0	0	0	0	80	0	0									
1480	0	0	0	0	21	0	0									
1500	0	0	0	0	22	0	0									
1530	0	0	0	0	0	0	0									
1550	0	0	0	0	0	0	0									
1570	0	0	0	0	0	0	0									
1590	0	0	0	0	0	0	0									
1610	0	0	0	0	0	0	0									
1630	0	0	0	0	0	0	0									
1650	0	0	0	0	0	0	0									
1670	0	0	0	0	0	0	0									
1680	0	0	0	0	0	0	0									
1700	0	0	0	0	0	0	0									
1720	0	0	0	0	0	0	0									
1740	0	0	0	0	0	0	0									
1750	0	0	0	0	0	0	0									
1810	0	0	0	0	0	0	0									
1818	0	0	0	0	0	0	0									
1870	0	0	0	0	0	0	0									

Πίνακας 24: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Β1/ Μαγούλα

	ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΑ								ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ														
Βάθος (cm)	*Ammonia beccarii (Linnaeus, 1758)*	*Ammonia tepida (Cushman, 1926)*	*Haynesina depressula (Walker & Jacob, 1798)*	*Elphidium translucens Natland, 1938*	*Elphidium crispum (Linnaeus, 1758)*	*Globigerina bulloides d'Orbigny, 1826*	*Globigerinoides ruber (d' Orbigny, 1839)*	*Quinqueloculina seminula (Linnaeus, 1758)*	*Aurila convexa (Baird, 1850)*	*Cyprideis torosa (Jones, 1850) (smooth form, adult)*	*Cyprideis torosa (Jones, 1850) (smooth form, juvenille)*	*Cyprideis torosa (Jones, 1850) (noded form, adult)*	*Cyprideis torosa (Jones, 1850) (noded form, juvenille)*	*Callistocythereis sp.*	*Candona neglecta G.O. Sars, 1887*	*Ilyocypris bradyi Sars, 1890*	*Loxoconcha elliptica Brady, 1868*	*Cytheridea neapolitana Kollmann, 1960*	*Darwinula stevensoni (Brady & Robertson, 1870)*	*Leptocythere rara (Mueller, 1894) (adult)*	*Leptocythere rara (Mueller, 1894) (juvenille)*	*Tyrrhenocythere amnicola (Sars, 1887)*
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	230	0	0	0	0	0	8	0	0	19	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0
90	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	85	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
110	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	182	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0
130	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	302	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
150	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
170	250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
190	250	10	0	0	0	0	0	0	0	0	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
210	250	4	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
230	98	75	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	44	0	0	0	0	0	0
250	100	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	0	0	0	0	0
270	58	72	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	163	11	0	0	0	0	0
290	30	39	110	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	66	12	0	0	0	0	0
310	15	31	120	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	93	0	0	0	0	0
330	15	45	200	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	20	0	0	0	0	0
350	11	2	200	4	4	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	7	22	0	0	0	0	0
370	137	55	58	1	1	0	0	0	1	0	40	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
390	50	31	55	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125	6	0	0	0	0	0
410	37	50	37	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141	0	0	0	0	0	0
430	14	7	25	0	0	0	0	6	0	0	11	0	0	0	0	0	140	95	0	0	0	0	0
450	150	2	95	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	5	48	0	0	0	0	0
470	200	10	25	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	16	13	0	0	0	0	0
490	200	20	60	2	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	7	3	0	0	0	0	0
510	82	20	150	15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	15	0	0	0	0	0
530	80	20	150	10	0	0	0	0	0	0	63	0	0	0	0	0	11	24	0	0	0	0	0
550	100	15	130	5	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	27	1	0	0	0	0	0
570	200	50	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
590	165	30	0	0	0	0	0	0	0	0	129	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
610	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
630	245	15	2	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
660	130	50	120	10	3	0	0	23	0	0	2	0	0	0	0	0	149	135	0	0	0	0	0
690	150	80	20	0	0	0	0	2	0	0	82	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0
710	120	50	15	2	0	0	0	0	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
730	150	30	5	0	0	0	0	0	0	0	48	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0
750	100	25	45	5	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	89	0	0	2	0	0	0
770	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0
790	30	5	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	0	0	0	0	0	0
810	150	15	25	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
830	160	30	30	3	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
850	200	50	70	2	1	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
870	200	45	40	2	1	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
890	200	15	15	2	0	0	0	0	1	0	21	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
910	200	15	15	2	0	0	0	0	0	0	38	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
930	200	45	40	2	1	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
950	200	50	70	2	1	0	0	0	0	0	36	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
970	40	30	25	15	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	230	0	0	0	0	0	0
990	21	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	72	0	0	0	0	0	0
1010	3	6	1	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	38	0	0	0	0	0	0
1030	20	15	15	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	124	11	0	2	0	0	0
1050	200	50	70	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0
1070	200	50	70	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1090	200	50	70	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1110	90	25	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	0	0	0	0
1130	35	15	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0
1150	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
1170	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
1190	50	12	15	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1210	40	10	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1230	20	6	0	0	0	0	0	0	0	0	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1250	100	15	4	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1270	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1290	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1310	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1330	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1370	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1390	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1410	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1430	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1470	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	280	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1490	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1510	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	166	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1530	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1550	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1570	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	158	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1590	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνέχεια Πίνακα 24: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Β1/ Μαγούλα

	ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΑ								ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ													
Βάθος (cm)	*Ammonia beccarii (Linnaeus, 1758)*	*Ammonia tepida (Cushman, 1926)*	*Haynesina depressula (Walker & Jacob, 1798)*	*Elphidium translucens Natland, 1938*	*Elphidium crispum (Linnaeus, 1758)*	*Globigerina bulloides d'Orbigny, 1826*	*Globigerinoides ruber (d' Orbigny, 1839)*	*Quinqueloculina seminula (Linnaeus, 1758)*	*Aurila convexa (Baird, 1850)*	*Cyprideis torosa (Jones, 1850) (smooth form, adult)*	*Cyprideis torosa (Jones, 1850) (smooth form, juvenille)*	*Cyprideis torosa (Jones, 1850) (noded form, adult)*	*Cyprideis torosa (Jones, 1850) (noded form, juvenille)*	*Callistocythereis sp.*	*Candona neglecta G.O. Sars, 1887*	*Ilyocypris bradyi Sars, 1890*	*Loxoconcha elliptica Brady, 1868*	*Cytheridea neapolitana Kollmann, 1960*	*Darwinula stevensoni (Brady & Robertson, 1870)*	*Leptocythere rara (Mueller, 1894) (adult)*	*Leptocythere rara (Mueller, 1894) (juvenille)*	*Tyrrhenocythere amnicola (Sars, 1887)*
1610	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1630	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1650	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1670	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1690	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1710	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1730	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1770	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1790	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1810	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
1830	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1850	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1870	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1890	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1910	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1930	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
1950	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	100	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0
1970	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2030	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
2050	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2090	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
2150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
2190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0
2210	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
2230	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
2250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2270	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
2290	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
2310	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2330	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2370	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2390	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2410	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2430	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2470	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2490	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2510	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2530	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2550	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2570	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2590	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2610	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2630	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2650	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2670	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2690	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2710	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2725	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	247	2	41	1	7	0	0	0	0	2	0	1
2740	0	0	0	0	0	0	4	0	0	6	186	0	59	0	7	0	0	0	1	2	3	2
2760	0	0	0	0	0	44	0	0	0	5	99	0	30	1	1	0	9	0	2	6	3	0
2780	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	174	0	50	0	0	0	2	0	2	1	1	2
2800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	213	0	23	4	12	0	0	0	0	3	10	0
2820	1	0	0	0	0	3	0	0	0	8	209	2	52	1	2	0	2	0	0	3	0	0
2840	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	217	1	26	0	15	0	8	0	3	4	11	0
2860	0	2	0	0	0	0	0	0	0	6	134	1	31	0	15	0	3	0	7	0	4	0
2880	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	187	0	25	0	16	0	0	0	4	0	5	0
2900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127	0	52	5	5	0	5	0	9	4	16	2
2920	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	147	1	64	1	17	0	0	0	8	3	2	1
2940	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	200	1	40	1	8	0	3	0	13	4	5	2
2960	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	204	0	60	0	5	0	0	0	2	0	0	0
2980	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	182	3	39	1	3	0	0	0	4	0	0	1
3000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	132	1	62	0	12	0	0	0	3	4	3	0
3020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	206	1	38	0	6	0	0	0	2	0	0	1
3040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	234	1	16	1	8	0	0	0	0	2	11	6
3060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	173	0	14	3	5	0	0	0	5	16	5	4
3080	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	130	1	20	3	4	0	0	0	4	18	12	4
3100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	149	0	13	4	2	0	0	0	2	21	19	1
3120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	173	2	12	0	16	0	0	0	0	8	14	0
3140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	190	1	19	4	7	0	0	0	1	2	21	4
3160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	175	0	9	1	3	0	0	0	0	17	29	0
3180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	173	0	23	6	14	0	0	0	2	5	13	0
3200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	182	0	17	0	4	0	0	0	0	0	5	0

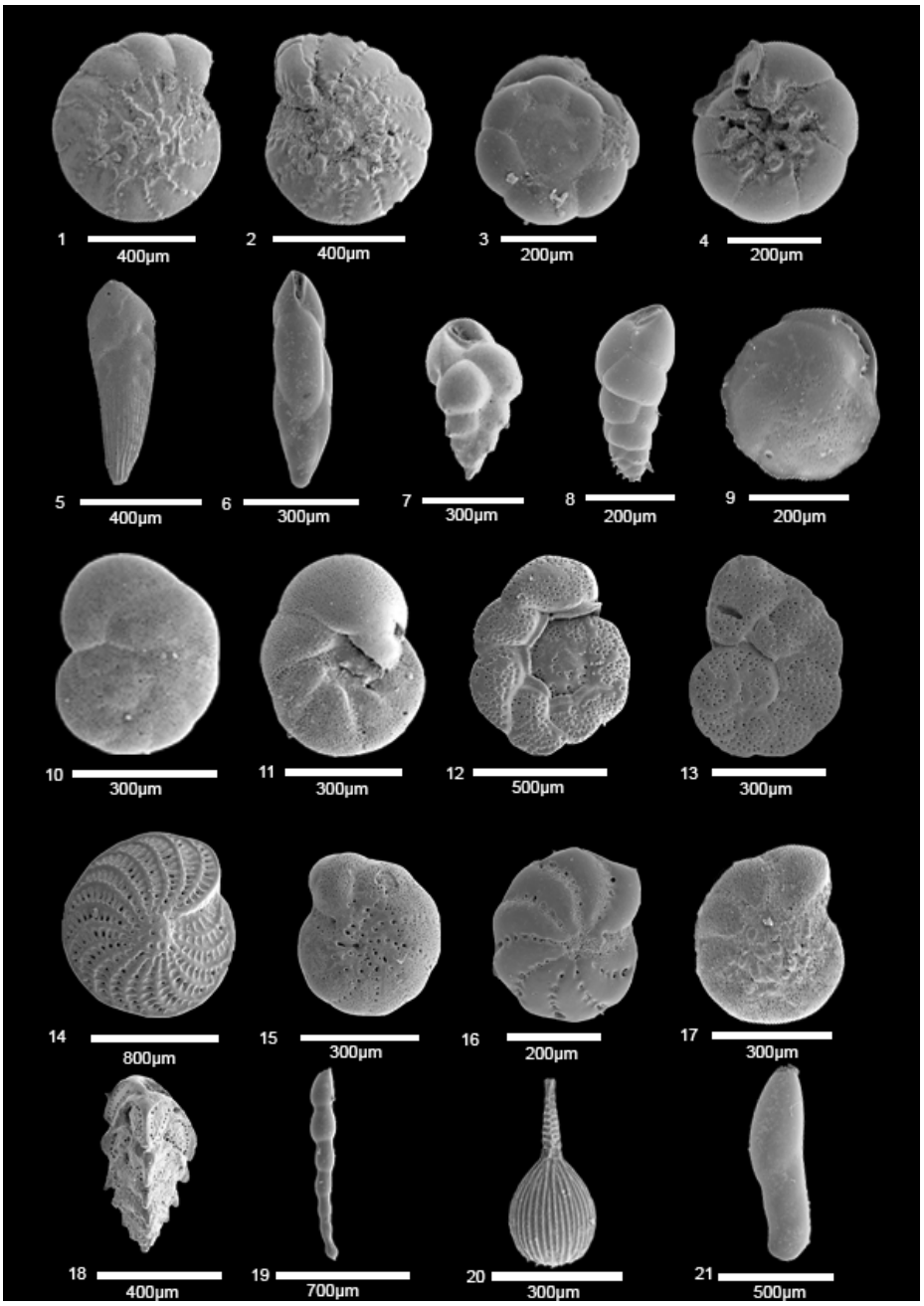
Συνέχεια Πίνακα 24: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Β1/ Μαγούλα

	ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΑ								ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ													
Βάθος (cm)	*Ammonia beccarii (Linnaeus, 1758)*	*Ammonia tepida (Cushman, 1926)*	*Haynesina depressula (Walker & Jacob, 1798)*	*Elphidium translucens Natland, 1938*	*Elphidium crispum (Linnaeus, 1758)*	*Globigerina bulloides d'Orbigny, 1826*	*Globigerinoides ruber (d' Orbigny, 1839)*	*Quinqueloculina seminula (Linnaeus, 1758)*	*Aurila convexa (Baird, 1850)*	*Cyprideis torosa (Jones, 1850) (smooth form, adult)*	*Cyprideis torosa (Jones, 1850) (smooth form, juvenille)*	*Cyprideis torosa (Jones, 1850) (noded form, adult)*	*Cyprideis torosa (Jones, 1850) (noded form, juvenille)*	*Callistocythereis sp.*	*Candona neglecta G.O. Sars, 1887*	*Ilyocypris bradyi Sars, 1890*	*Loxoconcha elliptica Brady, 1868*	*Cytheridea neapolitana Kollmann, 1960*	*Darwinula stevensoni (Brady & Robertson, 1870)*	*Leptocythere rara (Mueller, 1894) (adult)*	*Leptocythere rara (Mueller, 1894) (juvenille)*	*Tyrrhenocythere amnicola (Sars, 1887)*
3220	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	153	2	19	2	1	0	0	0	0	1	20	1
3240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	177	0	28	2	3	0	0	0	0	4	7	2
3260	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	227	0	16	4	2	0	0	0	0	3	6	0
3280	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	208	0	7	5	5	0	0	0	2	8	31	3
3300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	204	0	21	0	8	0	0	0	3	7	6	0
3320	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	223	0	8	6	0	0	0	0	0	12	0	0
3340	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	241	2	10	0	3	0	0	0	0	10	0	0
3360	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	213	1	17	0	6	0	0	0	0	9	0	0
3380	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	235	0	10	8	8	0	0	0	0	7	0	0
3400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	110	0	2	1	6	0	0	0	0	7	0	0
3420	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	155	0	10	3	0	0	0	0	0	11	0	0
3440	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	72	1	11	1	6	0	0	0	0	0	0	0
3460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	88	1	24	3	1	0	0	0	0	3	0	0
3480	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	160	2	88	1	13	0	0	0	0	0	0	0
3500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3520	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3540	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	37	0	6	2	1	0	0	0	0	2	0	0
3560	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	80	0	5	0	2	0	0	0	0	3	0	0
3580	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	200	1	31	1	1	0	0	0	0	8	0	0
3600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3620	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4033	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4242	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4311	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4410	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4492	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4595	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4625	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
4655	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
4680	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	43	6	0	0	0	0	0	0
4696	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131	0	132	0	0	17	0	0	0	0	0	0	3
4705	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	63	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0
4711	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4720	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11	0	20	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0
4763	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4805	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4825	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	0	91	0	0	55	10	0	0	0	0	0	0
4845	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	24	0	0	113	30	0	0	0	0	0	0
4865	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	46	0	0	46	5	0	0	0	0	0	0
4890	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0
4895	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	14	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0
4910	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4919	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4936	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4956	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4981	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4996	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
5011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	209	0	21	0	0	72	6	0	0	0	0	0	0
5041	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
5059	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	10	2	0	0	0	0	0	0
5090	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	4	0	0	27	4	0	0	0	0	0	0
5120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	9	0	0	78	14	0	0	0	0	0	0
5140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	27	0	0	78	5	0	0	0	0	0	0
5160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141	0	96	0	0	70	3	0	0	0	0	0	0
5180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126	0	75	0	0	60	15	0	0	0	0	0	0
5200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	0	41	0	0	36	20	0	0	0	0	0	0
5220	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0	12	0	0	6	0	0	0	0	0	0	2
5240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	2	0	0	14	1	0	0	0	0	0	0
5260	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	0	12	0	0	58	24	0	0	0	0	0	1
5280	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	21	0	0	40	9	0	0	0	0	0	0
5300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	10	0	0	9	3	0	0	0	0	0	0
5320	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 25: Πίνακας αποτελεσμάτων μικροπαλαιοντολογικής ανάλυσης της τομής Β2/ Μαγούλα

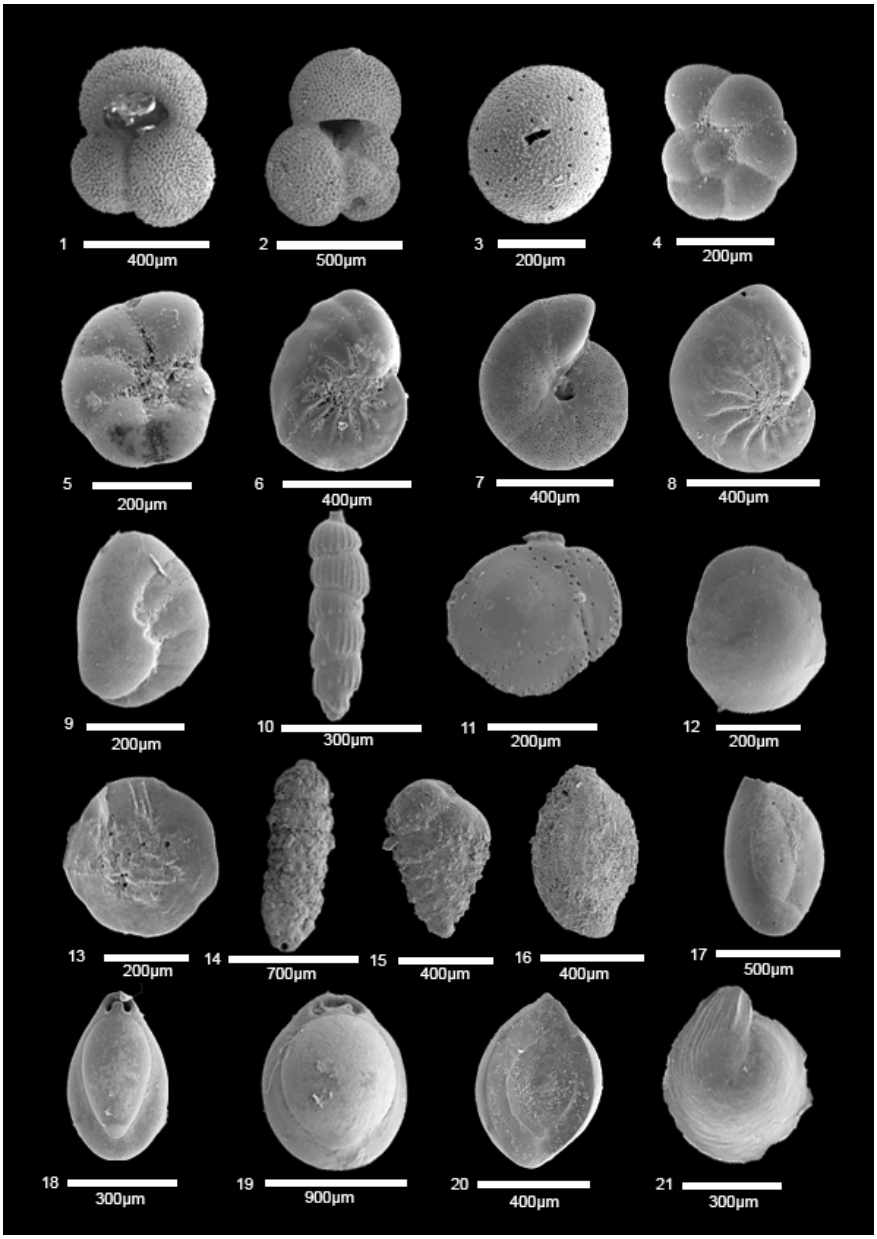
	ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ							ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ						
Βάθος (cm)	*Cyprideis torosa (Jones, 1850) (smooth form)*	*Cyprideis torosa (Jones, 1850) (noded form)*	*Candona neglecta G.O. Sars, 1887*	*Ilyocypris bradyi Sars, 1890*	*Ammonia tepida (Cushman, 1926)*	*Haynesina depressula (Walker & Jacob, 1798)*		Βάθος (cm)	*Cyprideis torosa (Jones, 1850) (smooth form)*	*Cyprideis torosa (Jones, 1850) (noded form)*	*Candona neglecta G.O. Sars, 1887*	*Ilyocypris bradyi Sars, 1890*	*Ammonia tepida (Cushman, 1926)*	*Haynesina depressula (Walker & Jacob, 1798)*
15	0	0	0	0	0	0		1725	11	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0		1765	18	0	0	1	0	0
65	0	0	0	0	0	0		1808	0	0	0	0	0	0
85	0	0	0	0	0	0		1828	0	0	0	0	0	0
115	0	0	0	0	0	0		1858	25	0	0	3	0	0
140	0	0	0	0	0	0		1870	0	0	0	0	0	0
172	0	0	0	0	0	0		1876	0	0	0	0	0	0
200	0	0	0	0	0	0		1885	0	0	0	0	0	0
240	0	0	0	0	0	0		1890	0	0	0	0	0	0
275	0	0	0	0	0	0		1899	0	0	0	0	0	0
320	0	0	0	0	0	0		1908	0	0	0	0	0	0
375	0	0	0	0	0	0		1915	0	0	0	0	0	0
425	0	0	0	0	0	0		1925	8	2	0	39	1	0
820	4	0	40	0	0	0		1939	0	0	0	0	0	0
840	1	0	28	0	0	0		1989	0	0	0	0	0	0
860	0	0	0	0	0	0		2019	0	0	0	0	0	0
880	0	0	0	0	0	0		2039	0	0	0	0	0	0
900	0	0	0	0	0	0		2059	12	1	0	1	0	0
920	0	0	0	0	0	0		2079	0	0	2	3	0	0
940	0	0	0	0	0	0		2107	0	0	0	0	0	0
958	0	0	0	0	0	0		2117	0	0	0	0	0	0
967	0	0	0	0	0	0		2133	0	0	0	0	0	0
975	0	0	0	0	0	0		2153	0	0	0	0	0	0
985	0	0	0	0	0	0		2172	0	0	0	0	0	0
994	0	0	0	0	0	0		2183	0	0	0	0	0	0
1037	0	0	0	0	0	0		2199	0	0	0	0	0	0
1055	0	0	0	0	0	0		2215	0	0	0	0	0	0
1070	0	0	0	0	0	0		2252	0	0	0	0	0	0
1089	0	0	0	0	0	0		2267	0	0	0	0	0	0
1100	0	0	0	0	0	0		2279	0	0	0	0	0	0
1124	0	0	0	0	0	0		2290	0	0	0	0	0	0
1136	0	0	0	0	0	0		2310	0	0	0	0	0	0
1148	0	0	0	0	0	0		2329	7	0	0	2	0	0
1166	0	0	0	0	0	0		2354	155	0	0	3	140	0
1200	0	0	0	0	0	0		2373	129	1	0	0	5	1
1250	0	0	0	0	0	0		2388	250	0	0	0	4	0
1285	0	0	0	0	0	0		2417	284	0	0	0	1	0
1330	0	0	0	0	0	0								
1347	0	0	0	0	0	0								
1370	0	0	0	0	0	0								
1405	0	0	0	0	0	0								
1430	0	0	0	0	0	0								
1468	0	0	0	0	0	0								
1500	0	0	0	0	0	0								
1538	0	0	0	0	0	0								
1558	0	0	29	0	0	0								
1575	0	0	0	0	0	0								
1590	4	0	0	0	0	0								
1605	36	0	0	0	0	0								
1625	57	1	0	0	0	0								
1650	2	0	0	0	0	0								
1675	65	0	0	0	0	0								
1688	0	0	0	0	0	0								
1708	0	0	0	0	0	0								
1715	0	0	0	0	0	0								

Πίνακας 26: Φωτογραφίες ηλεκτρονικού μικροσκοπίου ειδών τρηματοφόρων που ανήκουν στις οικογένειες: Ammoniidae, Bolivinitidae, Buliminidae, Cancrisidae, Cassidulinidae, Cibicididae, Elphidiidae, Reussellidae, Lagenidae, Vaginulinidae



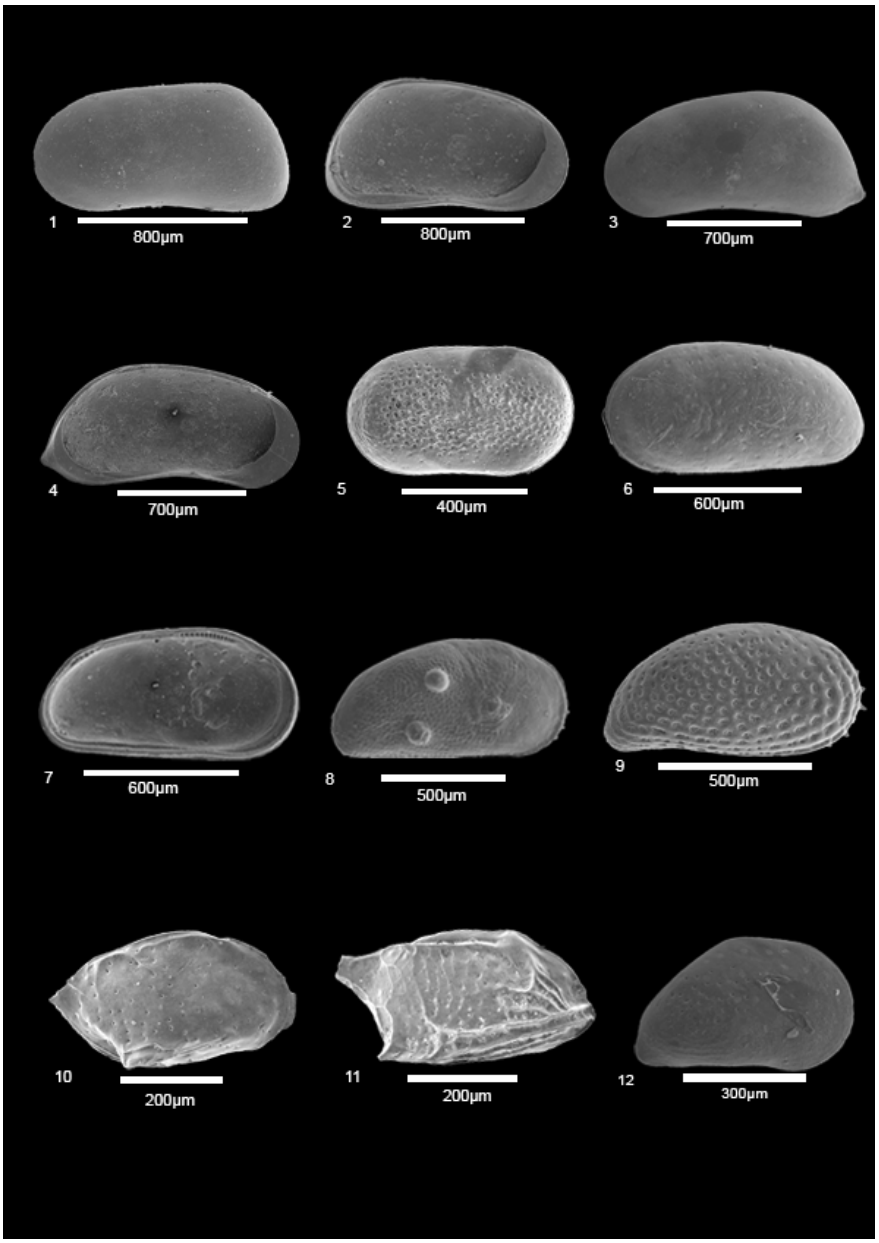
1. *Ammonia beccarii*- spiral side, 2. *Ammonia beccarii*- umbilical side, 3. *Ammonia tepida*- spiral side, 4. *Ammonia tepida*- umbilical side, 5. *Bolivina striatula*- side view, 6. *Fursenkoina subacuta*- face view, 7. *Bulimina aculeata*- face view, 8. *Bulimina elongata*- side view, 9. *Cassidulina laevigata*- side view, 10. *Valvulineria bradyana*- spiral side, 11. *Valvulineria bradyana*- umbilical side, 12. *Lobatula lobatulus*- umbilical side, 13. *Cibicides refulgens*- umbilical side, 14. *Elphidium crispum*- side view, 15. *Elhidium translucens*- side view, 16. *Elphidium excavatum*- side view, 17. *Porosononion granosum*- side view, 18. *Reussela spinulosa*- edge view, 19. *Laevidentalina filiformis*- side view, 20. *Lagena striata*- side view, 21. *Marginulina similis*- side view

Πίνακας 27: Φωτογραφίες ηλεκτρονικού μικροσκοπίου ειδών τρηματοφόρων που ανήκουν στις οικογένειες: Globigerinidae, Haynesinidae, Melonidae, Nonionidae, Siphogerinoididae, Siphoninidae, Trichohyalidae, Textulariidae, Textularioidea, Cribrolinoididae, Hauerinidae, Spiroloculinidae, Nodosariidae,



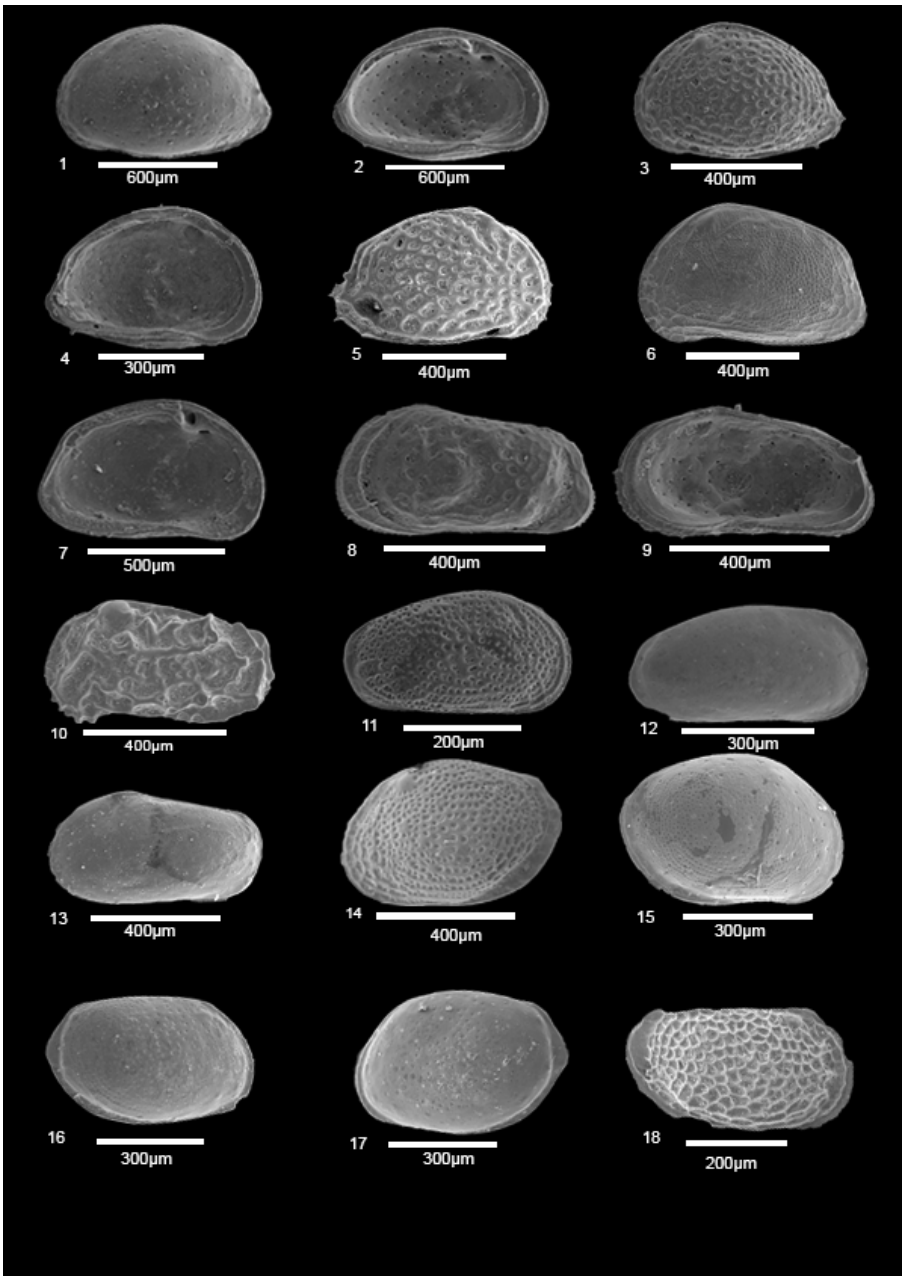
1. *Globigerinoides ruber*- umbilical side, 2. *Globigerinoides ruber*- spiral side 3. *Orbulina universa*- sphaerical chamber, 4. *Aubignyna perlucida*- spiral side, 5. *Aubignyna perlucida*- umbilical side, 6. *Haynesina depressula*- side view, 7. *Melonis barleanum*- side view, 8. *Nonion boueanum*- side view, 9. *Nonionoides turgidus*- side view, 10. *Rectuvigerina phlegeri*- side view, 11. *Siphonina reticulata*- side view, 12. *Buccella frigida*- spiral side, 13. *Buccella frigida*- unbilical side, 14. *Bigenerina (Bigenerina) nodosaria*- side view, 15. *Textularia agglutinans*- side view, 16. *Quinqueloculina agglutinans*- side view, 17. *Quinqueloculina seminula*- side view, 18. *Pyrgo elongata*- side view, 19. *Pyrgo williamsoni*- side view, 20. *Sprirologulna depressa*- side view, 21. *Adelosina longirostra*- side view

Πίνακας 28: Φωτογραφίες ηλεκτρονικού μικροσκοπίου ειδών οστρακωδών που ανήκουν στις οικογένειες: Candonidae, Cytherellidae, Cytherideidae, Cytheruridae, Eucytheridae



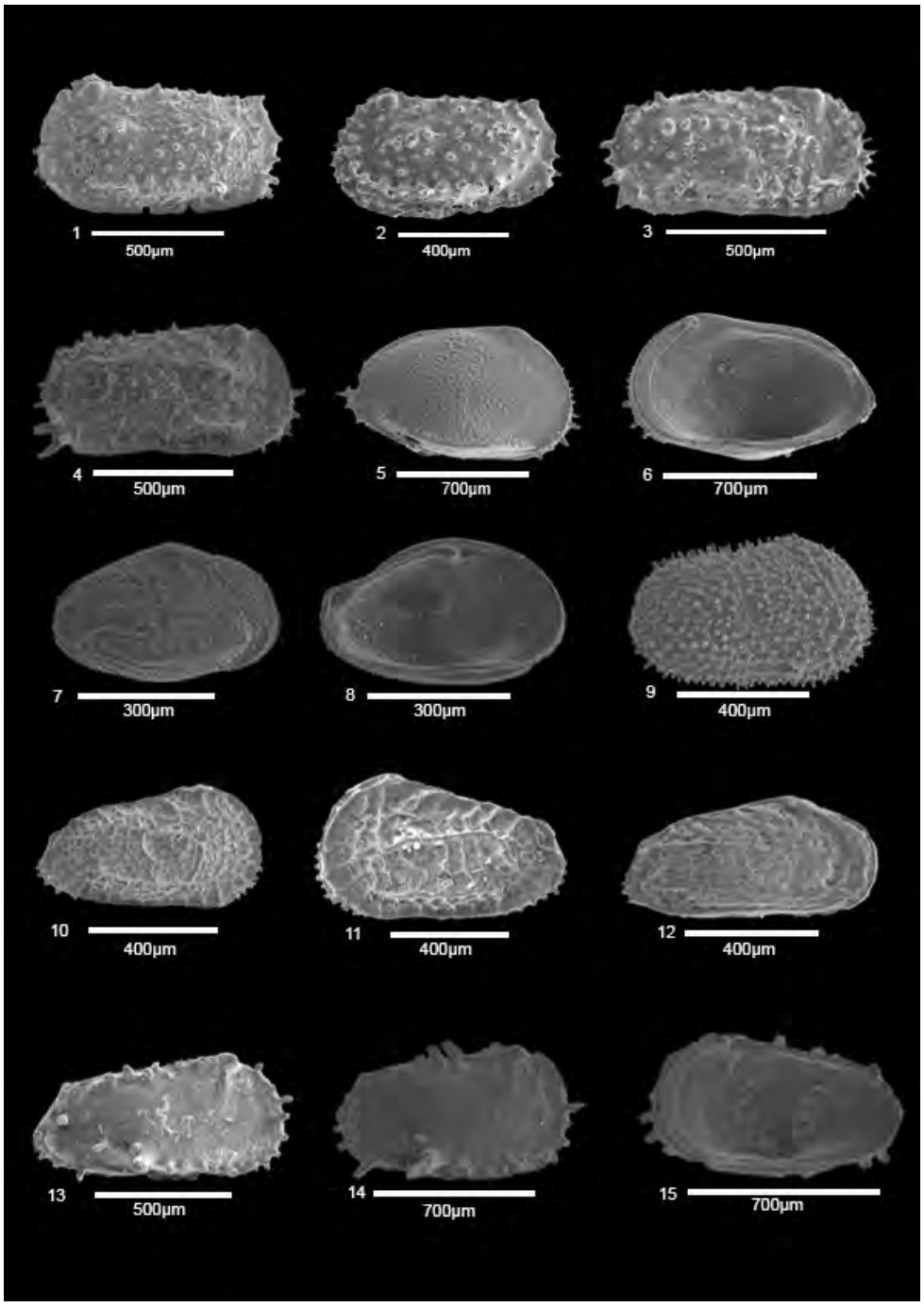
Candona neglecta, LV, ext, 2. *Candona neglecta*, LV, int, 3. *Candona angulata*, LV, ext, 4. *Candona angulata*, 5. *Cytherella scutulum*, LV, ext, 6. *Cyprideis torosa*, LV, M, ext, 7. *Cyprideis torosa*, LV, M, int, 8. *Cyprideis torosa* (noded), RV, M, ext, 9. *Cytheridea neapolitana*, RV, ext, 10. *Cytheropteron* sp. LV, ext, 11. *Semicytherura ruggierii*, RV, ext, 12. *Eucythere anglica*, RV, ext

Πίνακας 29: Φωτογραφίες ηλεκτρονικού μικροσκοπίου ειδών οστρακωδών που ανήκουν στις οικογένειες: Hemicytheridae, Leptocytheridae, Loxoconchidae



1. *Aurila calciplena*, LV, ext, 2. *Aurila calciplena*, LV, int, 3. *Aurila convexa*, LV, ext, 4. *Aurila convexa*, LV, int, 5. *Cimbaurila cimbaeformis*, RV, ext, 6. *Tyrrhenocythere amnicola*, LV, ext, 7. *Tyrrhenocythere amnicola*, LV, int, 8. *Muellerina latimarginata*, LV, ext, 9. *Muellerina latimarginata*, RV, int, 10. *Callistocythere adriatica*, LV, ext, 11. *Leptocythere lacertosa*, RV, ext, 12. *Leptocythere ramosa*, RV, ext, 13. *Leptocythere tenera*, LV, ext, 14. *Loxoconcha ovulata*, RV, ext., 15. *Loxoconcha stellifera*, LV, ext, 16. *Palmoconcha laevata*, LV, ext, 17. *Palmoconcha turbida*, RV, ext, 18. *Sagmatocythere variesculpta*, RV, ext

Πίνακας 30: Φωτογραφίες ηλεκτρονικού μικροσκοπίου ειδών οστρακωδών που ανήκουν της οικογένειας Trachyleberididae



1. *Carinocythereis rhombica*, LV, ext, 2. *Carinocythereis whitei*, LV, ext, 3. *Carinocythereis bairdi*, RV, ext, 4. *Carinocythereis carinata*, RV, ext, 5. *Bosquetina dentata*, RV, ext, 6. *Bosquetina dentata*, RV, int, 7. *Buntonia bremneri*, RV, ext, 8. *Buntonia bremneri*, LV, int, 9. *Henryhowella asperrima*, RV, ext, 10. *Costa edwardsi*, RV, ext, juvenile, 11. *Costa edwardsi*, LV, ext, adult, 12. *Hiltermanicythere rubra*, RV, ext, 13. *Pterygocythereis coronata*, RV, ext, 14. *Pterygocythereis jonesii*, RV, ext, 15. *Pterygocythereis jonesii*, RV, int

Πίνακας 31: Αναλυτικά ποσοστά των χημικών στοιχείων που αναλύθηκαν στην Βίγλα 1

Βίγλα 1																																								
Τομή Α																				Τομή Β																				
depth/cm	15	50	155	210	260	300	400	500	547	620	663	725	770	820	867	910	945	1000	87	101	170	250	275	320	330	370	574	620	650	690	720	820	1050	1320	1530	1725				
Na%	0.800	0.748	0.725	0.616	0.518	0.613	0.832	0.733	0.866	0.907	0.648	0.485	0.423	0.362	0.455	0.793	0.653	0.978	0.609	0.607	0.560	0.578	0.597	0.586	0.602	0.584	0.532	0.523	0.473	0.444	0.378	0.473	0.500	0.444	0.520	0.474				
Mg%	1.699	1.825	0.997	1.028	0.926	2.096	2.006	1.996	1.452	1.910	1.679	2.429	2.147	2.207	1.919	2.098	2.057	2.019	1.952	1.970	2.005	2.011	2.136	2.069	2.084	1.905	2.104	2.027	2.025	1.914	1.774	2.108	2.045	1.800	1.824	1.643				
Al%	6.300	6.846	3.492	4.103	3.554	6.985	6.673	7.142	4.500	6.861	6.657	6.954	7.617	8.667	7.360	6.792	8.293	6.843	7.219	6.901	6.805	7.451	7.503	7.089	7.036	6.853	6.953	7.097	6.779	6.959	5.870	6.702	6.481	6.185	6.689	7.044				
Si%	25.572	25.634	26.957	24.761	24.437	25.501	26.417	25.749	29.029	27.656	22.083	25.389	22.616	24.378	23.711	25.646	25.574	28.101	22.316	21.522	21.299	22.988	23.200	22.493	23.152	22.392	21.978	22.859	23.087	22.955	21.954	23.750	22.345	21.786	22.640	21.416				
P%	0.050	0.043	0.033	0.036	0.035	0.040	0.043	0.036	0.027	0.037	0.057	0.028	0.125	0.061	0.039	0.054	0.036	0.041	0.059	0.072	0.062	0.046	0.054	0.046	0.053	0.044	0.043	0.047	0.042	0.039	0.043	0.045	0.046	0.061	0.038	0.044				
K%	1.817	1.803	1.100	1.114	0.971	2.175	1.831	2.130	1.328	1.613	1.933	2.054	2.449	2.415	2.562	2.034	2.563	1.746	2.626	2.530	2.545	2.680	2.681	2.652	2.617	2.493	2.706	2.727	2.643	2.598	2.416	2.611	2.487	2.496	2.441	2.525				
Ca%	7.036	6.823	9.334	10.974	11.691	4.090	4.537	4.224	6.158	4.091	9.074	0.921	7.835	1.162	4.369	3.824	3.441	3.674	7.913	7.662	7.700	7.126	6.786	7.285	7.094	7.124	7.331	6.493	6.262	6.371	6.806	7.084	8.707	11.141	8.736	10.401				
Ti%	0.352	0.404	0.193	0.171	0.115	0.443	0.398	0.447	0.214	0.400	0.329	0.523	0.377	0.544	0.449	0.464	0.514	0.424	0.364	0.374	0.367	0.377	0.397	0.393	0.386	0.380	0.514	0.379	0.420	0.437	0.401	0.416	0.351	0.300	0.404	0.311				
Mn%	0.042	0.048	0.040	0.037	0.034	0.064	0.068	0.078	0.061	0.055	0.093	0.036	0.086	0.033	0.036	0.056	0.057	0.063	0.090	0.126	0.098	0.061	0.086	0.080	0.081	0.059	0.090	0.116	0.127	0.083	0.058	0.071	0.051	0.053	0.046	0.042				
Fe%	3.869	3.859	2.378	2.377	2.010	4.780	3.889	4.592	2.411	3.553	4.829	4.240	5.262	5.603	4.944	4.497	4.975	3.650	5.655	6.723	6.000	5.213	5.941	5.371	5.722	4.964	5.230	5.633	5.360	5.141	4.752	4.894	4.679	4.512	4.598	4.889				
S%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
V%	0.009	0.010	0.005	0.005	0.005	0.013	0.011	0.012	0.006	0.010	0.010	0.016	0.013	0.019	0.014	0.012	0.015	0.011	0.012	0.012	0.012	0.013	0.013	0.013	0.012	0.011	0.012	0.013	0.013	0.012	0.011	0.011	0.010	0.009	0.010	0.010				
Cr%	0.022	0.023	0.013	0.013	0.008	0.024	0.021	0.021	0.019	0.021	0.016	0.028	0.019	0.023	0.018	0.021	0.020	0.022	0.016	0.016	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.016	0.016	0.017	0.016	0.015	0.015	0.016	0.016	0.012	0.015	0.015				
Co%	0.004	0.004	0.006	0.004	0.005	0.004	0.004	0.004	0.006	0.005	0.001	0.007	0.001	0.006	0.003	0.004	0.004	0.005	-	-	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	-	0.001	-				
Ni%	0.020	0.021	0.014	0.015	0.016	0.027	0.020	0.023	0.015	0.016	0.023	0.017	0.034	0.017	0.023	0.019	0.017	0.013	0.025	0.024	0.026	0.026	0.024	0.026	0.024	0.025	0.025	0.024	0.024	0.023	0.023	0.024	0.025	0.027	0.024	0.027				
Cu%	0.005	0.005	0.003	0.004	0.005	0.008	0.006	0.007	0.004	0.005	0.006	0.010	0.009	0.014	0.009	0.007	0.007	0.005	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.008	0.007	0.007	0.008	0.008	0.009	0.009	0.008	0.007	0.006	0.006	0.006	0.004				
Zn%	0.008	0.008	0.004	0.004	0.004	0.011	0.008	0.010	0.005	0.008	0.007	0.013	0.011	0.016	0.013	0.010	0.012	0.008	0.010	0.009	0.010	0.011	0.010	0.011	0.010	0.010	0.010	0.011	0.011	0.011	0.010	0.010	0.009	0.008	0.009	0.009				
Rb%	0.008	0.009	0.004	0.003	0.003	0.012	0.009	0.011	0.006	0.008	0.008	0.016	0.013	0.018	0.014	0.011	0.015	0.009	0.013	0.011	0.012	0.013	0.013	0.014	0.013	0.012	0.014	0.014	0.014	0.014	0.013	0.013	0.011	0.010	0.011	0.010				
Sr%	0.015	0.015	0.014	0.015	0.016	0.012	0.013	0.014	0.014	0.014	0.020	0.010	0.021	0.011	0.014	0.014	0.012	0.012	0.025	0.024	0.022	0.019	0.019	0.020	0.022	0.021	0.024	0.021	0.025	0.021	0.023	0.023	0.027	0.030	0.025	0.032				
Zr%	0.022	0.025	0.010	0.011	0.008	0.017	0.020	0.014	0.013	0.023	0.015	0.018	0.012	0.012	0.014	0.020	0.016	0.025	0.012	0.012	0.011	0.012	0.012	0.012	0.012	0.013	0.011	0.011	0.012	0.012	0.013	0.012	0.013	0.012	0.014	0.014				
Nb%	0.002	0.003	-	-	-	0.002	0.002	0.001	0.000	0.003	-	0.002	-	0.000	0.000	0.002	0.001	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Ba%	0.015	0.017	0.002	-	-	0.024	0.021	0.080	0.020	0.022	0.013	0.035	0.022	0.045	0.026	0.038	0.034	0.024	0.019	0.018	0.017	0.018	0.022	0.019	0.018	0.018	0.015	0.020	0.019	0.019	0.017	0.016	0.012	0.002	0.010	0.008				
Hf%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.004	-	0.004	0.001	0.002	-	-	-	0.006	0.006	0.005	0.004	0.004	0.004	0.005	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004	0.005	0.007	0.004	0.006				
W%	0.004	0.004	0.014	0.008	0.008	0.001	0.002	0.003	0.010	0.005	0.001	0.002	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.004	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001				
Pb%	0.001	0.000	-	-	0.001	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	-	0.001	0.000	-	-	-	0.000	-	-	0.001				

Πίνακας 32: Αναλυτικά ποσοστά των χημικών στοιχείων που αναλύθηκαν στην Βίγλα 2

	Βίγλα 2																																
	Τομή Α																									Τομή Β								
depth/cm	6	95	153	163	240	373	467	542	642	702	752	777	792	832	872	912	937	952	982	1042	1097	1152	1175	1210	1232	1272	15	45	147	185	225	265	305	337	375
Na%	0.945	0.892	0.885	0.832	0.793	0.686	0.786	0.436	0.373	0.820	0.458	0.331	0.539	0.371	0.461	0.363	1.094	0.417	0.496	0.793	1.000	0.518	0.716	0.760	0.896	0.547	0.345	0.378	0.354	0.598	0.599	0.879	0.819	0.784	0.914
Mg%	1.568	1.517	1.506	1.318	1.447	1.466	1.703	0.709	0.764	0.971	0.808	0.733	0.937	0.806	0.725	0.652	1.409	0.767	0.887	1.292	1.640	1.744	1.040	1.015	1.250	1.619	1.765	1.966	2.228	2.366	2.390	1.637	1.793	1.918	1.096
Al%	4.179	3.847	3.996	3.533	4.068	6.145	6.582	2.414	2.403	3.362	2.510	2.296	3.214	3.001	2.449	1.990	4.701	2.554	2.817	4.499	5.530	6.653	3.755	3.529	5.075	6.996	8.274	8.381	7.742	7.710	7.811	5.594	6.231	6.950	3.911
Si%	32.741	32.550	30.888	30.420	29.619	22.853	25.432	25.907	24.844	32.510	30.561	26.299	27.566	23.488	25.484	28.796	32.954	28.609	29.549	26.231	28.919	24.133	28.204	29.713	28.762	23.587	21.063	22.604	26.452	24.962	25.224	26.127	24.836	25.319	28.570
P%	0.026	0.024	0.026	0.023	0.024	0.034	0.036	0.028	0.031	0.025	0.025	0.027	0.026	0.034	0.026	0.021	0.023	0.023	0.028	0.031	0.032	0.034	0.027	0.028	0.030	0.046	0.052	0.042	0.032	0.035	0.035	0.044	0.046	0.045	0.026
K%	1.171	1.121	1.144	1.076	1.198	1.728	2.021	0.760	0.807	1.019	0.787	0.780	0.970	0.995	0.780	0.667	1.256	0.791	0.849	1.262	1.440	2.140	1.220	1.074	1.425	2.126	2.823	2.798	2.799	2.868	2.874	1.620	1.865	2.130	1.136
Ca%	4.104	4.605	3.586	4.058	4.233	8.737	3.589	11.602	11.094	5.585	8.306	10.600	10.129	12.274	10.298	7.934	2.986	9.487	9.180	6.396	3.224	5.844	8.825	7.610	5.661	7.355	7.220	5.599	0.620	1.384	1.400	6.791	6.623	6.169	8.646
Ti%	0.285	0.211	0.294	0.253	0.362	0.334	0.542	0.115	0.116	0.142	0.104	0.090	0.147	0.138	0.111	0.121	0.281	0.106	0.117	0.378	0.360	0.360	0.150	0.153	0.266	0.449	0.401	0.443	0.588	0.679	0.686	0.336	0.410	0.384	0.157
Mn%	0.067	0.062	0.073	0.074	0.041	0.038	0.078	0.059	0.065	0.068	0.071	0.081	0.054	0.095	0.047	0.069	0.051	0.037	0.114	0.065	0.039	0.062	0.052	0.050	0.027	0.056	0.065	0.055	0.023	0.050	0.049	0.046	0.046	0.048	0.041
Fe%	2.511	2.375	2.749	2.730	3.088	3.677	4.128	1.658	1.941	1.996	1.737	1.835	2.009	2.011	1.725	1.885	2.612	1.487	1.882	3.345	2.972	4.366	1.888	1.919	2.443	4.488	5.714	5.636	5.048	6.079	6.091	3.362	4.075	4.380	2.173
S%	0.462	0.173	0.425	0.409	1.024	0.150	0.455	0.246	0.248	-	-	-	0.284	0.335	0.182	0.415	0.047	0.038	0.041	0.765	0.091	0.015	-	0.043	0.045	0.439	0.005	0.024	0.279	0.539	0.550	0.224	0.283	0.030	0.011
V%	0.006	0.006	0.007	0.006	0.007	0.009	0.012	0.005	0.004	0.005	0.004	0.004	0.005	0.005	0.004	0.004	0.007	0.004	0.005	0.007	0.009	0.011	0.005	0.005	0.007	0.010	0.014	0.015	0.018	0.017	0.018	0.008	0.010	0.011	0.005
Cr%	0.020	0.019	0.023	0.018	0.018	0.015	0.017	0.006	0.006	0.012	0.007	0.006	0.009	0.006	0.006	0.006	0.021	0.007	0.008	0.018	0.024	0.018	0.013	0.011	0.016	0.016	0.017	0.018	0.023	0.021	0.021	0.016	0.017	0.017	0.010
Co%	0.008	0.008	0.008	0.007	0.006	0.001	0.004	0.003	0.004	0.006	0.007	0.005	0.004	0.002	0.003	0.007	0.009	0.006	0.005	0.004	0.006	0.002	0.003	0.004	0.004	0.001	-	0.001	0.004	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.004
Ni%	0.013	0.013	0.012	0.013	0.014	0.021	0.015	0.011	0.011	0.011	0.010	0.011	0.016	0.013	0.012	0.009	0.012	0.009	0.010	0.013	0.012	0.023	0.014	0.012	0.014	0.022	0.027	0.025	0.011	0.013	0.013	0.016	0.017	0.019	0.013
Cu%	0.004	0.003	0.003	0.003	0.005	0.004	0.006	0.004	0.005	0.004	0.005	0.005	0.004	0.005	0.005	0.005	0.004	0.005	0.004	0.004	0.004	0.008	0.004	0.004	0.004	0.007	0.008	0.008	0.012	0.008	0.008	0.004	0.005	0.005	0.003
Zn%	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.007	0.010	0.003	0.003	0.005	0.004	0.003	0.004	0.004	0.003	0.003	0.006	0.004	0.004	0.005	0.007	0.010	0.004	0.004	0.006	0.009	0.012	0.013	0.015	0.014	0.014	0.007	0.008	0.009	0.004
Rb%	0.006	0.005	0.006	0.005	0.006	0.008	0.011	0.002	0.003	0.005	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.007	0.003	0.003	0.006	0.008	0.011	0.004	0.004	0.007	0.010	0.014	0.015	0.021	0.020	0.020	0.007	0.009	0.011	0.004
Sr%	0.012	0.012	0.011	0.011	0.012	0.025	0.014	0.023	0.022	0.015	0.018	0.018	0.023	0.023	0.020	0.015	0.012	0.019	0.020	0.022	0.013	0.018	0.023	0.019	0.017	0.022	0.020	0.018	0.011	0.014	0.014	0.017	0.017	0.017	0.021
Zr%	0.012	0.010	0.019	0.014	0.012	0.018	0.020	0.009	0.009	0.010	0.008	0.007	0.009	0.009	0.008	0.007	0.021	0.009	0.010	0.024	0.027	0.016	0.012	0.011	0.020	0.015	0.010	0.011	0.011	0.011	0.011	0.019	0.020	0.019	0.011
Nb%	0.000	0.001	0.002	-	-	0.001	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.002	-	-	0.002	0.004	0.001	-	-	0.002	-	-	-	0.001	-	0.000	0.002	0.001	0.001	-
Ba%	0.016	0.014	0.015	0.014	0.014	0.021	0.025	-	-	0.014	0.002	-	0.017	-	-	0.001	0.019	-	0.002	0.010	0.019	0.023	0.006	0.007	0.016	0.016	0.020	0.026	0.063	0.035	0.034	0.021	0.013	0.018	0.006
Hf%	-	-	-	-	-	0.003	-	-	-	-	-	-	-	0.001	-	-	-	-	-	-	-	0.002	-	-	-	0.004	0.006	0.004	0.002	-	-	-	0.001	0.001	-
W%	0.017	0.015	0.014	0.010	0.008	0.001	0.001	0.008	0.010	0.013	0.016	0.010	0.006	0.005	0.005	0.015	0.021	0.013	0.011	0.008	0.008	0.001	0.006	0.006	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.002	0.003	0.009
Pb%	-	0.001	-	-	-	0.000	-	-	-	0.002	0.002	0.002	-	-	0.000	-	0.001	0.001	0.001	-	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	-	0.001	0.002	0.000	-	-	0.000	-	0.001	0.001

Πίνακας 33: Αναλυτικά ποσοστά των χημικών στοιχείων που αναλύθηκαν στην Βίγλα 3

	Βίγλα 3																		
	Τομή Γ								Τομή Δ										
depth/cm	10	50	90	130	170	210	250	290	5	80	118	190	205	270	310	360	420	450	470
Na%	0.419	0.562	0.388	0.421	0.382	0.341	0.403	0.498	0.823	0.945	0.826	0.843	0.641	0.702	0.809	0.616	0.747	0.605	0.562
Mg%	1.240	1.364	1.419	1.422	1.274	1.193	1.282	1.276	1.105	1.783	1.810	1.782	1.624	1.660	1.322	1.255	1.499	2.059	2.093
Al%	6.059	6.256	6.493	6.699	5.954	5.594	6.583	6.208	2.260	3.908	3.904	3.920	3.914	4.010	2.530	3.232	3.297	4.500	4.769
Si%	17.001	17.112	18.989	18.956	16.709	15.547	17.856	17.070	0.823	0.945	0.826	0.843	0.641	0.702	0.809	0.616	0.747	0.605	0.562
P%	0.043	0.046	0.048	0.042	0.034	0.040	0.041	0.045	0.034	0.050	0.044	0.045	0.056	0.044	0.042	0.047	0.069	0.028	0.027
K%	2.495	2.468	2.546	2.550	2.504	2.354	2.579	2.401	1.137	1.731	1.870	1.853	2.062	1.950	1.233	1.627	1.583	2.230	2.395
Ca%	12.774	13.327	10.608	11.549	10.522	13.253	12.852	14.046	8.196	4.250	4.972	6.591	8.741	8.763	4.172	13.891	13.806	1.559	1.042
Ti%	0.245	0.239	0.277	0.324	0.274	0.228	0.260	0.244	0.153	0.399	0.392	0.368	0.321	0.338	0.229	0.227	0.228	0.516	0.545
Mn%	0.041	0.042	0.062	0.052	0.045	0.033	0.036	0.040	0.036	0.106	0.070	0.052	0.114	0.086	0.057	0.162	0.109	0.068	0.051
Fe%	4.795	4.722	5.301	4.906	4.685	4.711	4.769	4.668	2.283	4.174	3.977	3.930	6.759	4.506	3.754	4.806	4.085	4.715	4.591
S%	-	-	-	0.263	-	-	0.011	0.060	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V%	0.009	0.009	0.011	0.010	0.010	0.009	0.010	0.009	0.005	0.010	0.011	0.010	0.011	0.010	0.007	0.008	0.007	0.015	0.016
Cr%	0.012	0.011	0.013	0.013	0.012	0.011	0.011	0.011	0.015	0.024	0.019	0.019	0.017	0.016	0.017	0.013	0.012	0.024	0.024
Co%	-	-	-	-	0.000	-	-	-	0.006	0.004	0.004	0.003	0.000	0.002	0.006	-	-	0.005	0.005
Ni%	0.033	0.031	0.030	0.035	0.030	0.030	0.031	0.031	0.015	0.017	0.020	0.023	0.026	0.024	0.013	0.026	0.025	0.017	0.015
Cu%	0.008	0.007	0.008	0.008	0.009	0.008	0.008	0.007	0.004	0.005	0.006	0.006	0.006	0.006	0.004	0.005	0.004	0.008	0.008
Zn%	0.009	0.008	0.009	0.009	0.009	0.008	0.009	0.008	0.004	0.008	0.009	0.008	0.007	0.008	0.005	0.005	0.005	0.012	0.013
Rb%	0.009	0.009	0.010	0.010	0.011	0.009	0.009	0.008	0.004	0.009	0.010	0.009	0.008	0.008	0.006	0.005	0.005	0.015	0.017
Sr%	0.022	0.024	0.022	0.021	0.020	0.024	0.022	0.024	0.014	0.014	0.015	0.018	0.018	0.014	0.012	0.024	0.038	0.011	0.010
Zr%	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.025	0.018	0.019	0.013	0.017	0.013	0.014	0.014	0.017	0.018
Nb%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.003	0.002	0.001	-	0.000	-	-	-	0.002	0.002
Ba%	-	-	0.008	0.001	0.008	-	0.000	-	0.007	0.021	0.020	0.015	0.010	0.012	0.019	-	-	0.035	0.036
Hf%	0.007	0.008	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	-	-	-	0.000	0.004	0.002	-	0.005	0.007	-	-
W%	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.013	0.003	0.003	0.002	0.001	0.002	0.006	0.001	0.002	0.002	0.001
Pb%	0.000	0.000	0.000	-	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	-	-	0.002	0.002

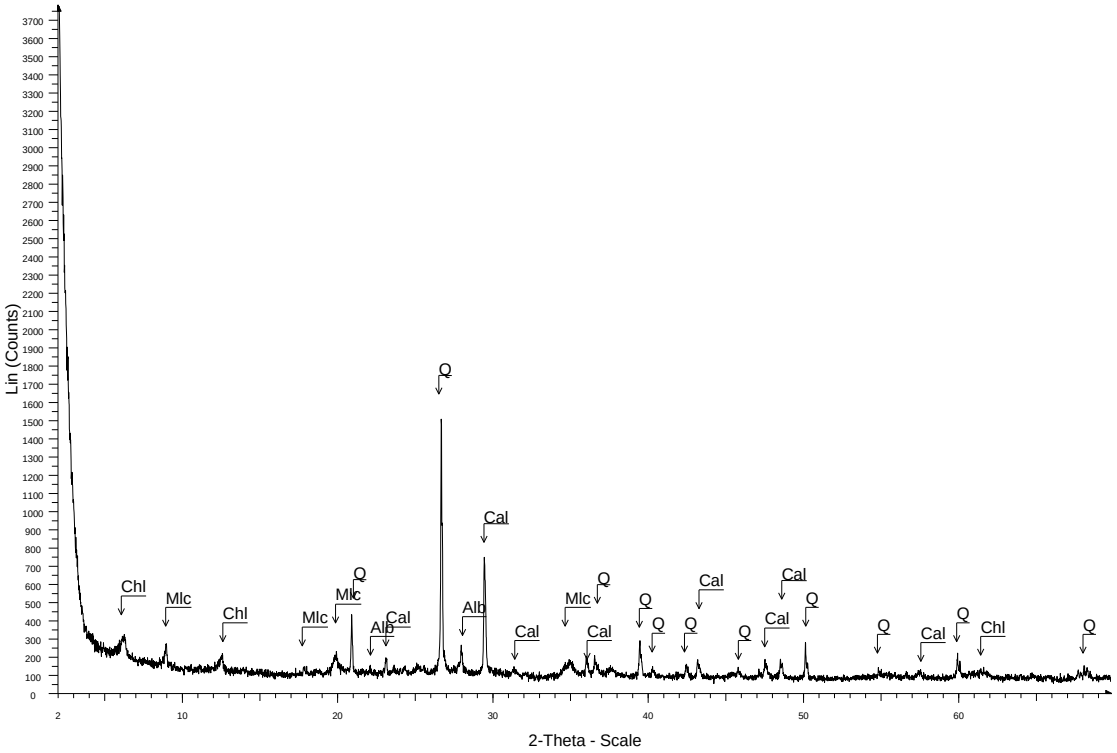
Διαγράμματα

Διαγράμματα Κεφάλαιο 1

Περιθλασιογραφήματα

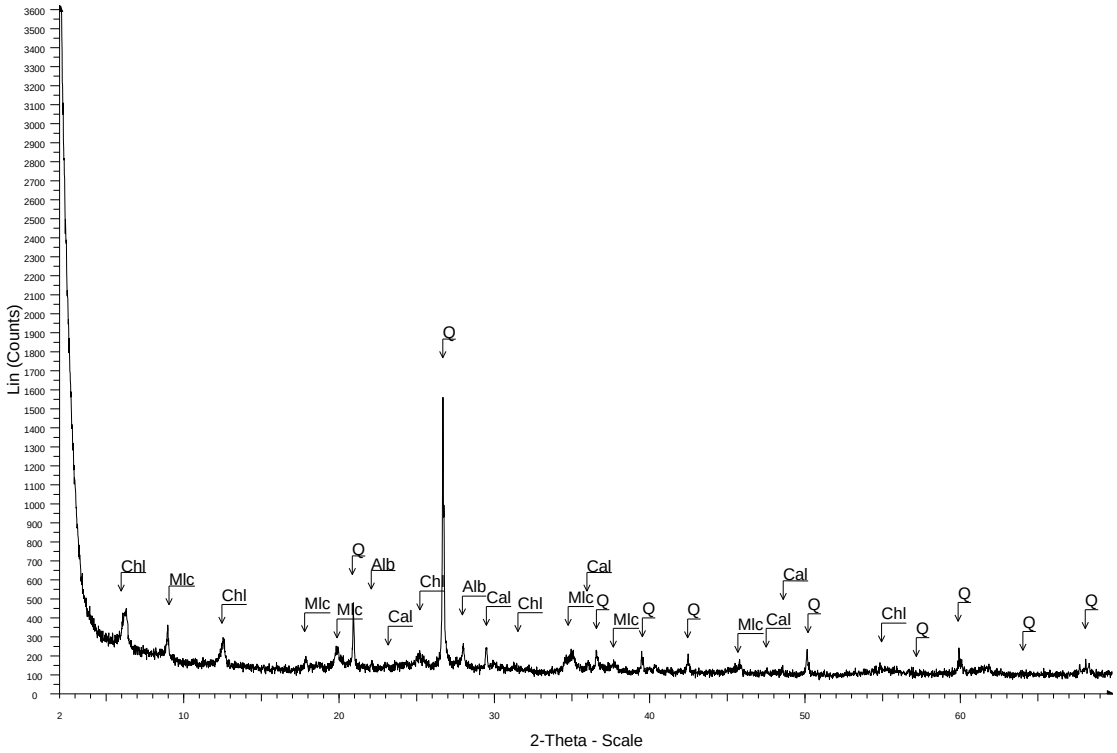
Στο παρακάτω παράρτημα παρατίθενται τα περιθλασιογραφήματα των δεκατριών δειγμάτων, πάνω στα οποία αναγράφονται τα ορυκτά τα οποία εντοπίστηκαν με τη χρήση των κατάλληλων λογισμικών. Επίσης παρουσιάζονται και τα διαγράμματα ανακλαστικοτήτων καθώς και οι φωτογραφίες των τομών που εξετάστηκαν στο ανθρακοπετρογραφικό μικροσκόπιο, ενώ γίνεται και σχολιασμός των τομών. Όσον αφορά την ονοματολογία των δειγμάτων ισχύουν τα εξής: 4K: VG1-1, 5K: VG1-2, 1: VG1-3, 2: VG1-4, 3: VG1-5 είναι τα δείγματα από την περιοχή της Βίγλας. Το δείγμα 2K αντιπροσωπεύει το δείγμα PR-1 από το Προάστειο. Τα δείγματα από τη περιοχή του Ορτού αναγράφονται ως εξής: 4: OR-1, 5: OR-2 , 6: OR-3, 7: OR-3-1, 8: OR-4 και 9: OR-5. Τέλος, τα περιθλασιογραφήματα, στις κορυφές παρουσιάζουν τα ορυκτά τα οποία εντοπίστηκαν με συντομογραφίες, ενώ η αναφορά Mlc (Mixed layers Clays) περιέχει ορυκτά της ομάδας των αργιλικών ορυκτών όπως ιλλίτης, μοντμοριλονίτης, σμεκτίτης κτλ. Ο σμεκτίτης δεν αναγράφεται στις περιεκτικότητες των πινάκων καθώς το πρόγραμμα EVA ®, το οποίο χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των ορυκτών, δεν τον αναγνωρίζει.

1



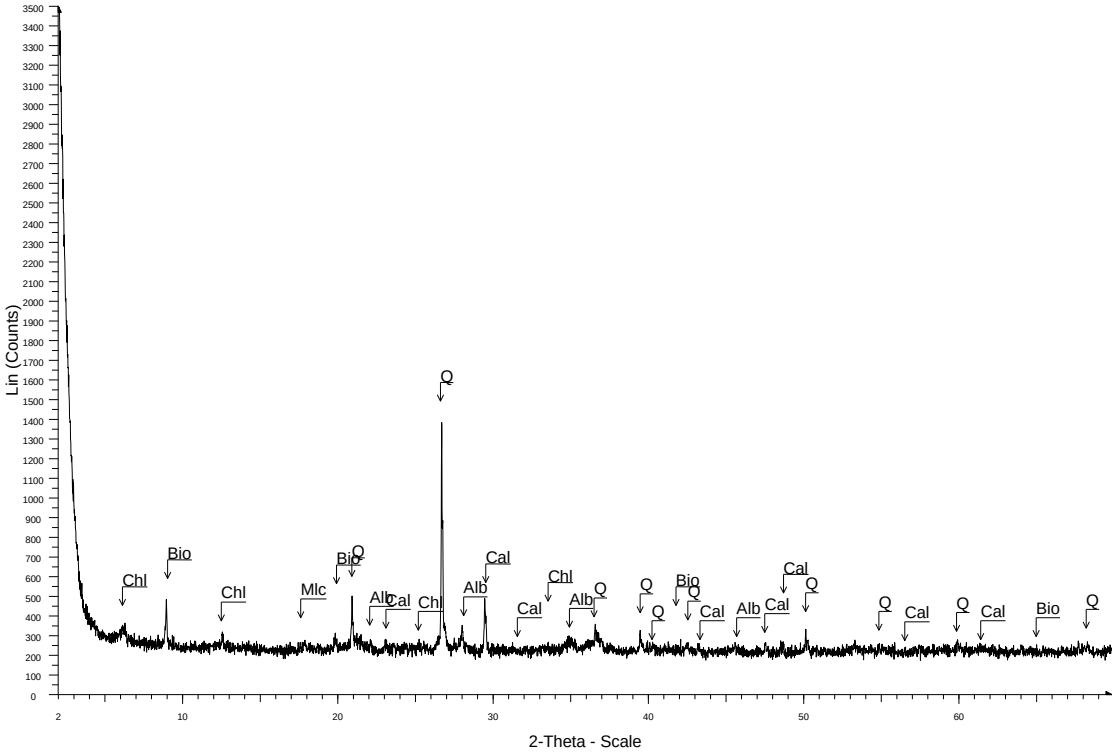
Εικόνα 1: Περιθλασιογράφημα δείγματος VG1-3

2



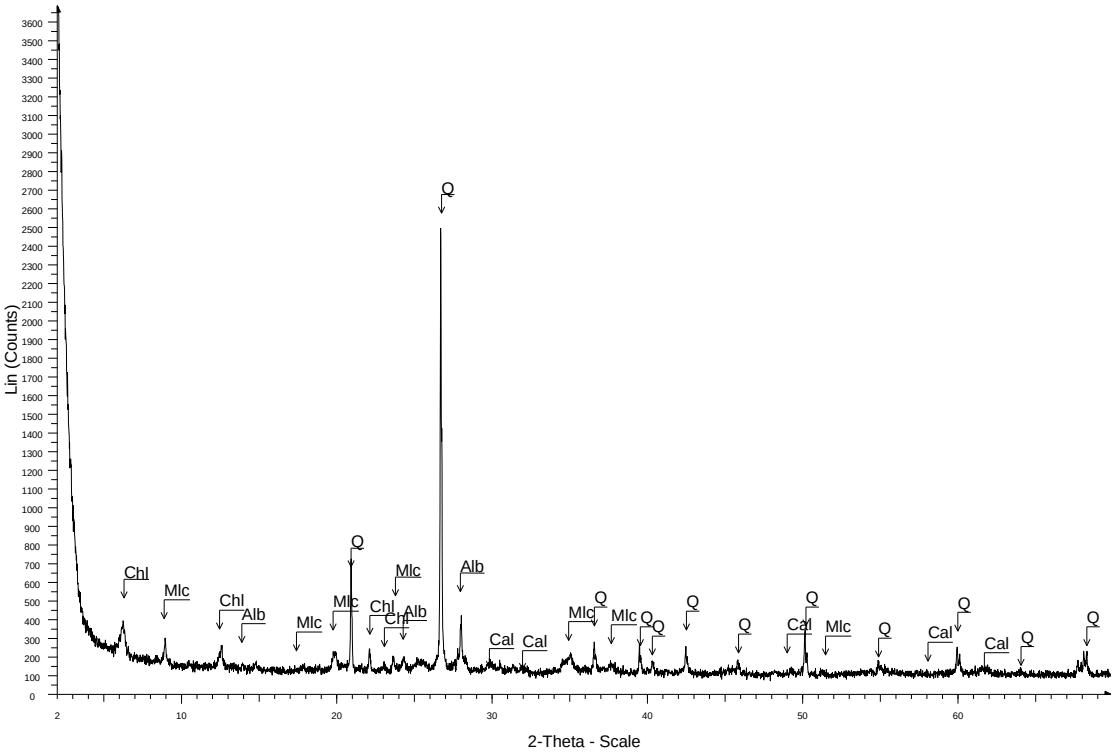
Εικόνα 2: Περιθλασιογράφημα δείγματος VG1-4

3



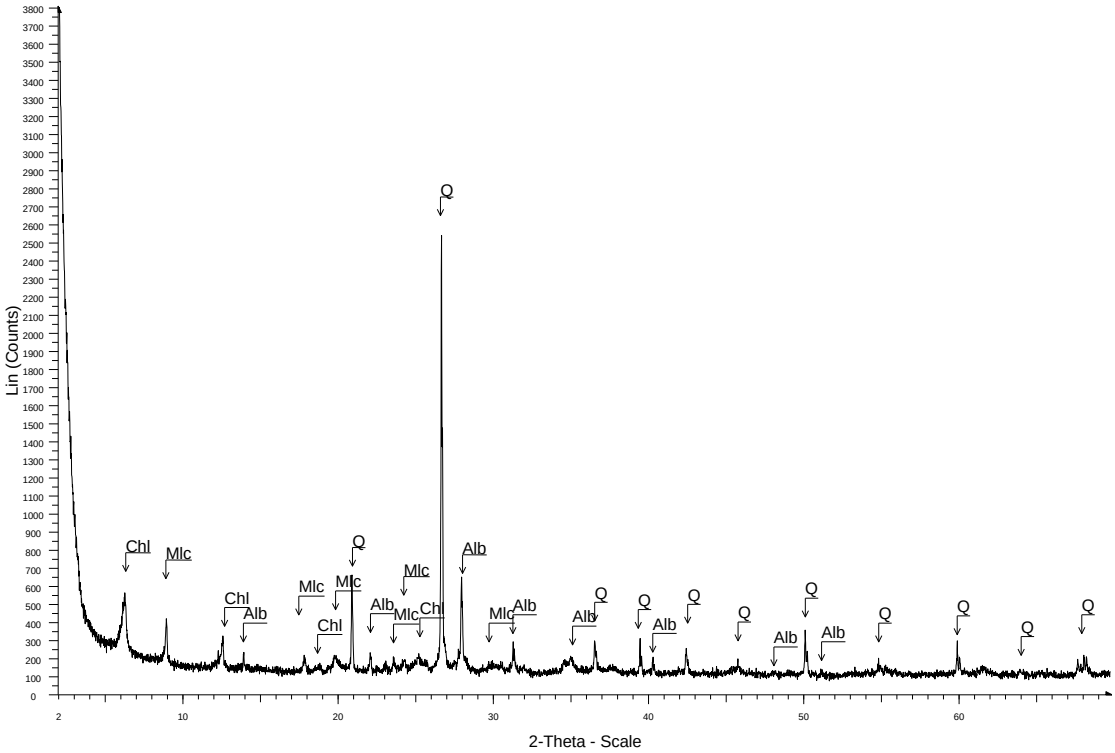
Εικόνα 3: Περιθλασιογράφημα δείγματος VG1-5

4



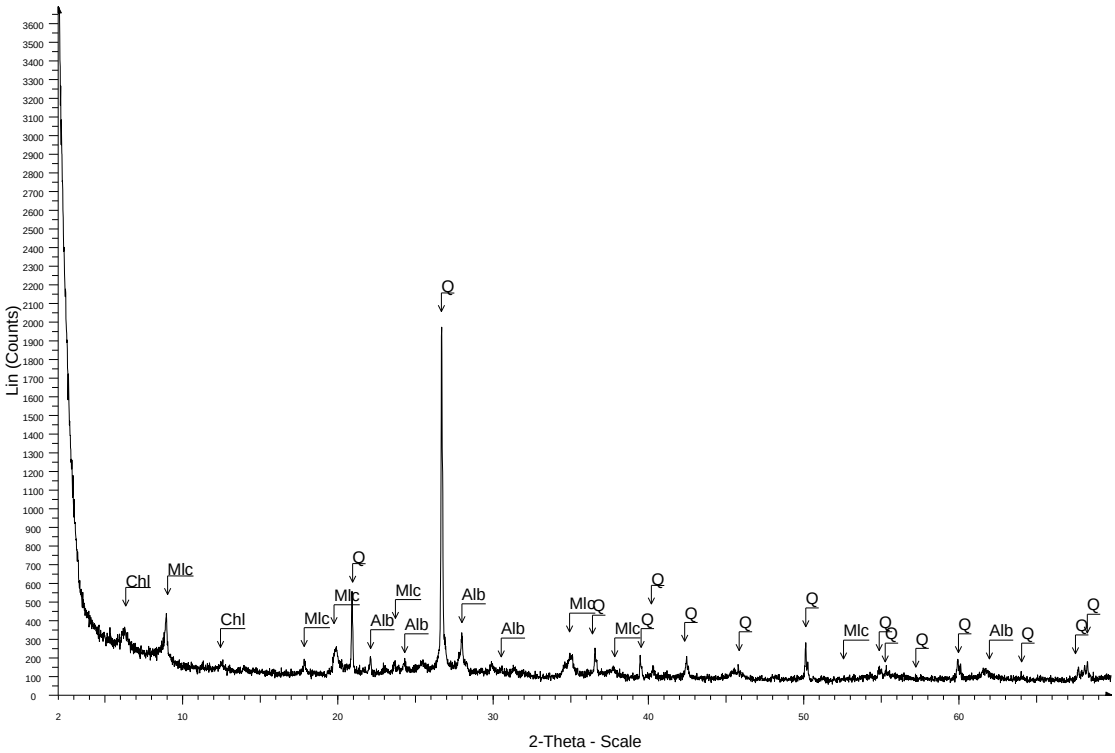
Εικόνα 4: Περιθλασιογράφημα δείγματος OR-1

5



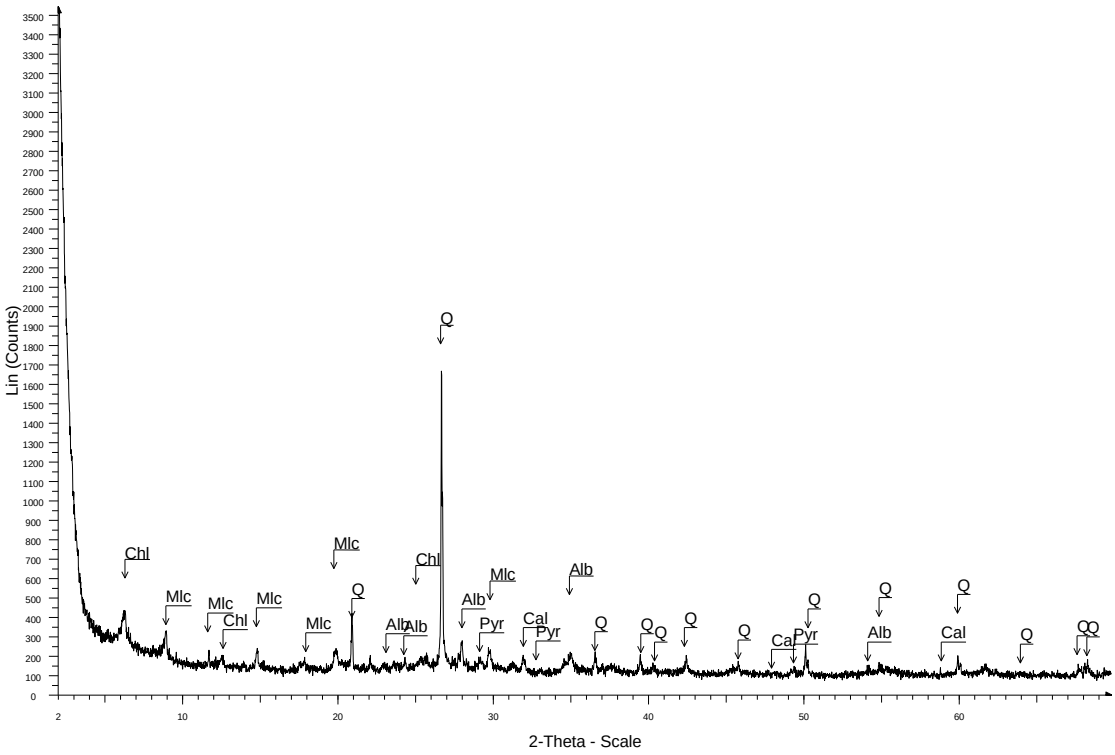
Εικόνα 5: Περιθλασιογράφημα δείγματος OR-2

6



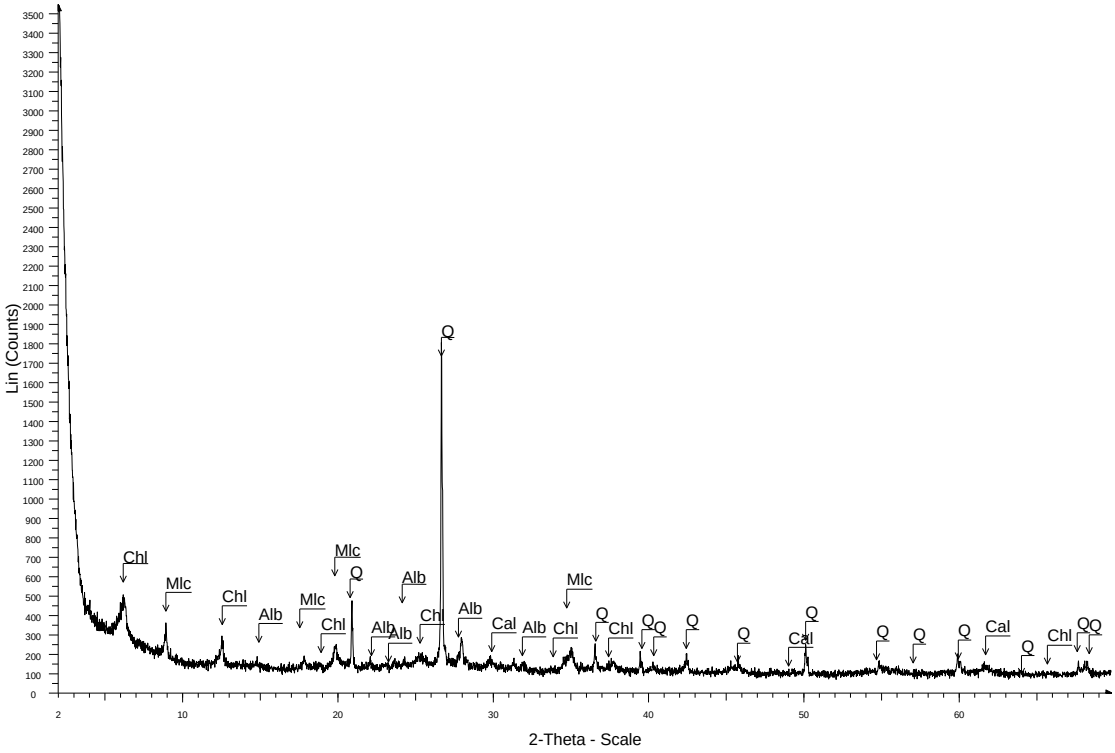
Εικόνα 6: Περιθλασιογράφημα δείγματος OR-3

7



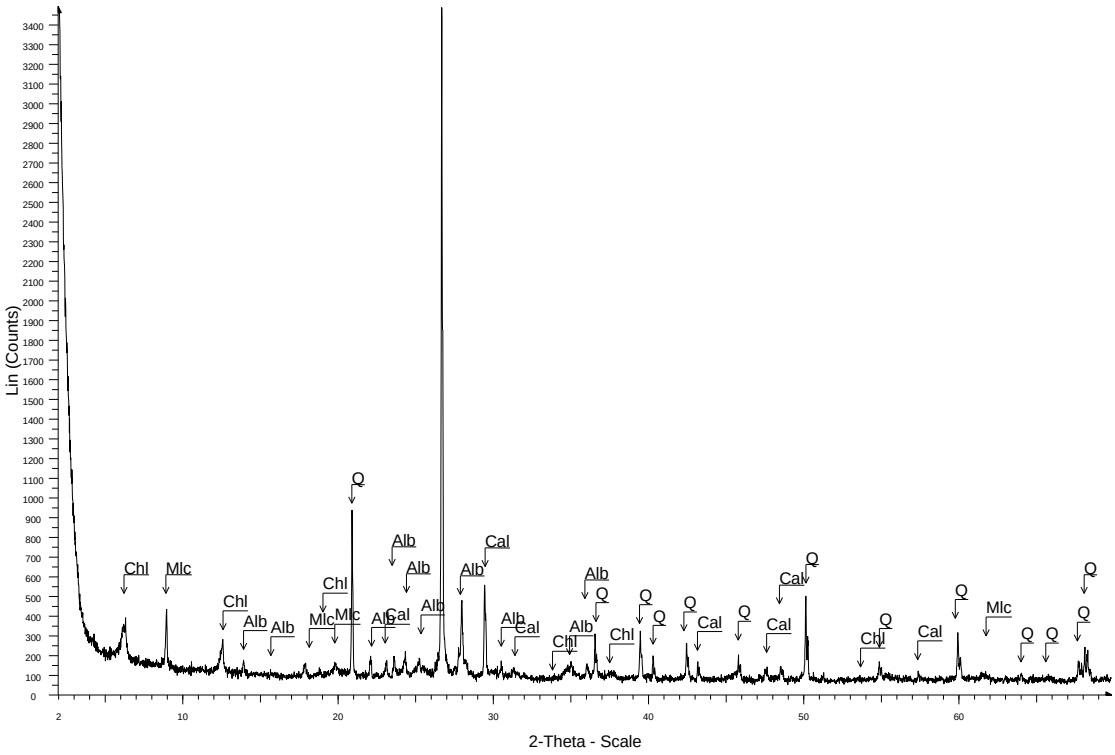
Εικόνα 7: Περιθλασιογράφημα δείγματος OR-3-1

8



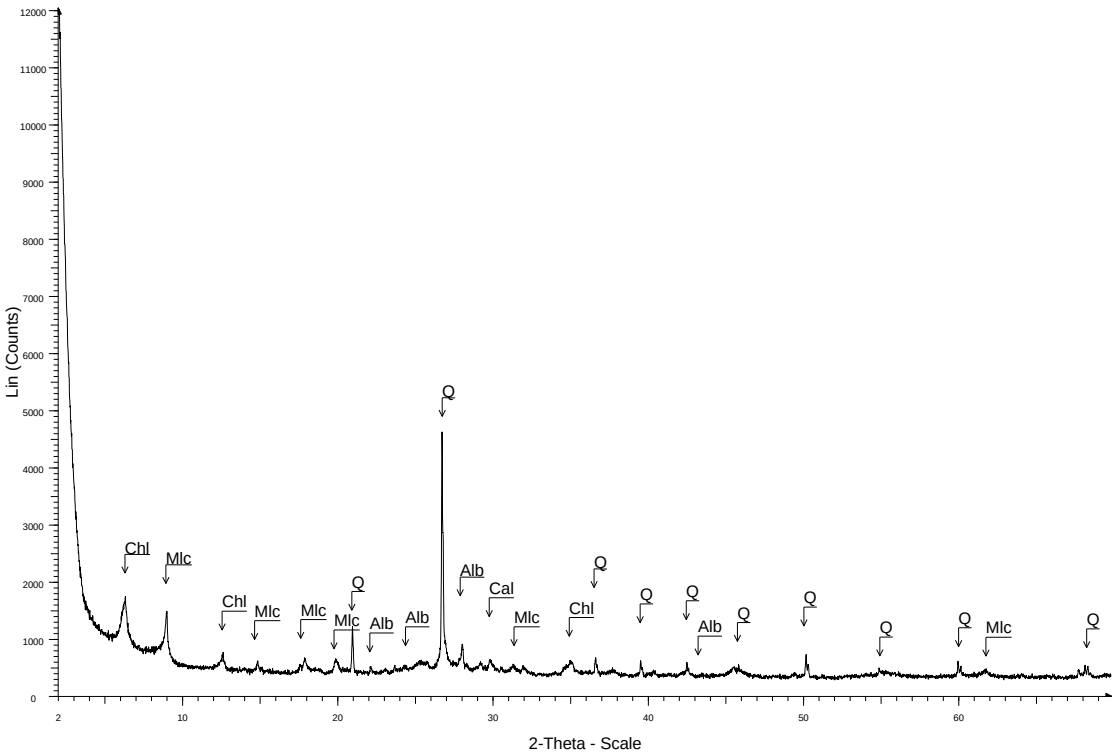
Εικόνα 8: Περιθλασιογράφημα δείγματος OR-4

9



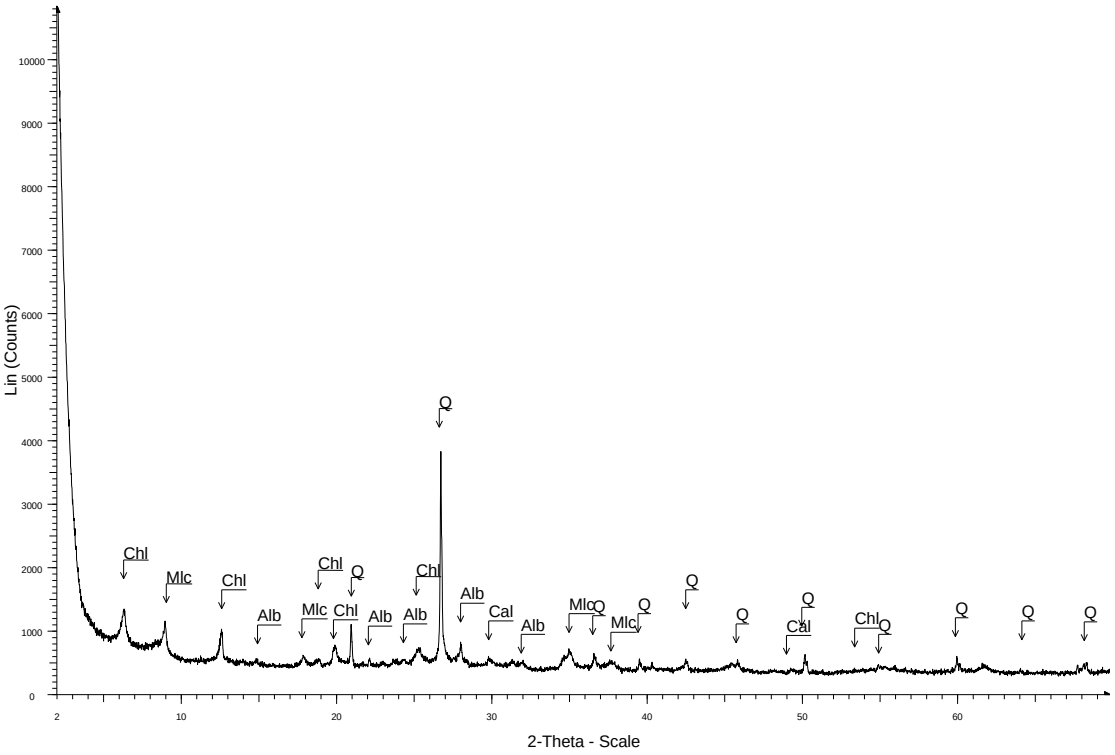
Εικόνα 9: Περιθλασιογράφημα δείγματος OR-5

2K



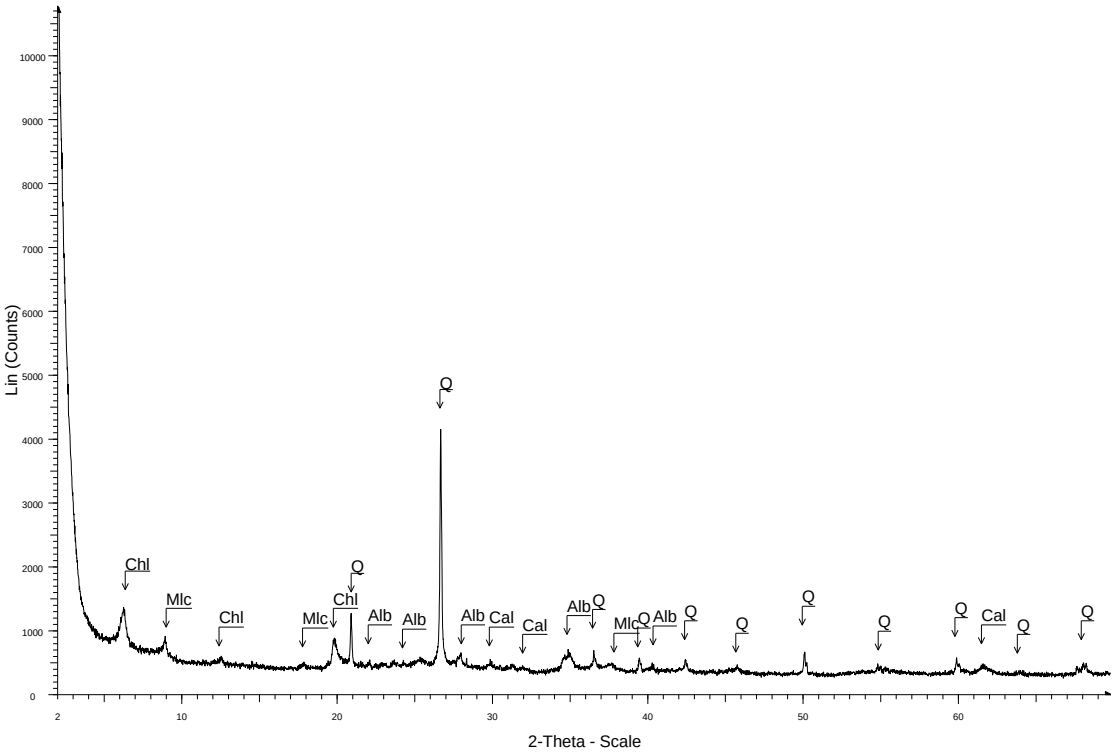
Εικόνα 10: Περιθλασιογράφημα δείγματος PR-1

4K



Εικόνα 12: Περιθλασιογράφημα δείγματος VG1-1

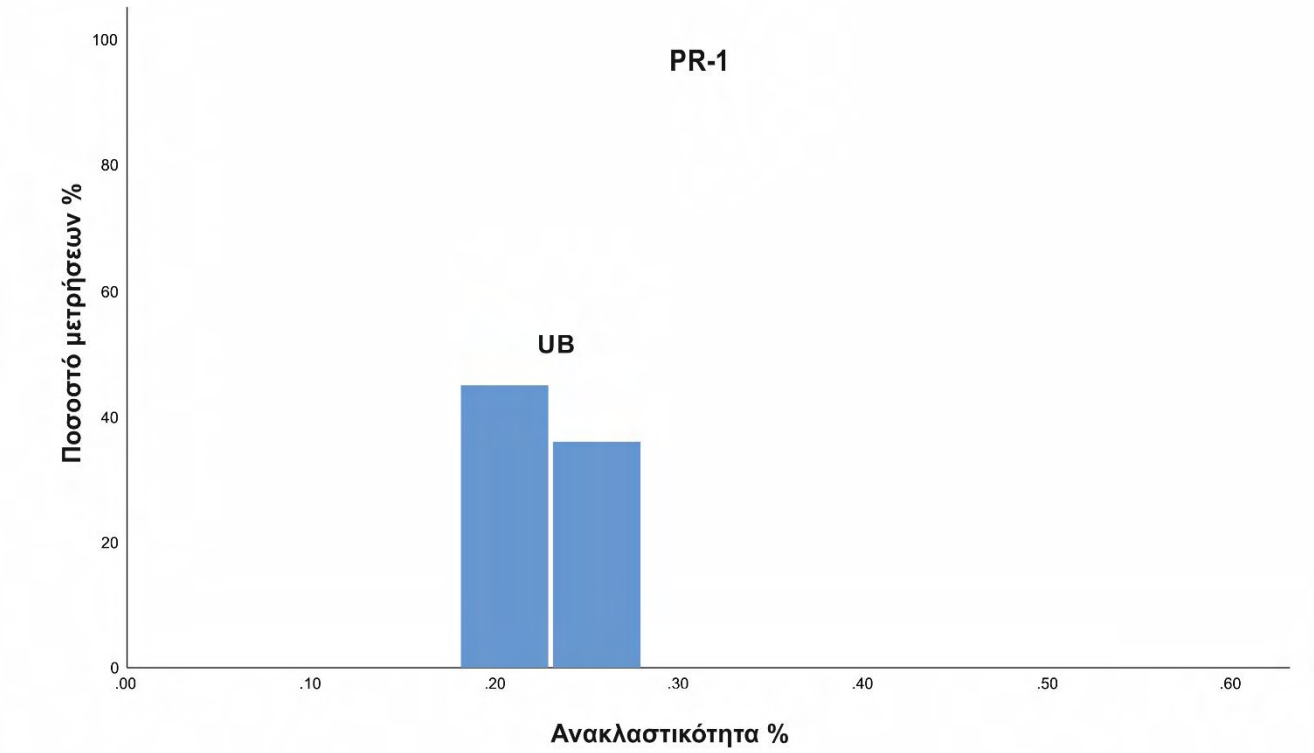
5K



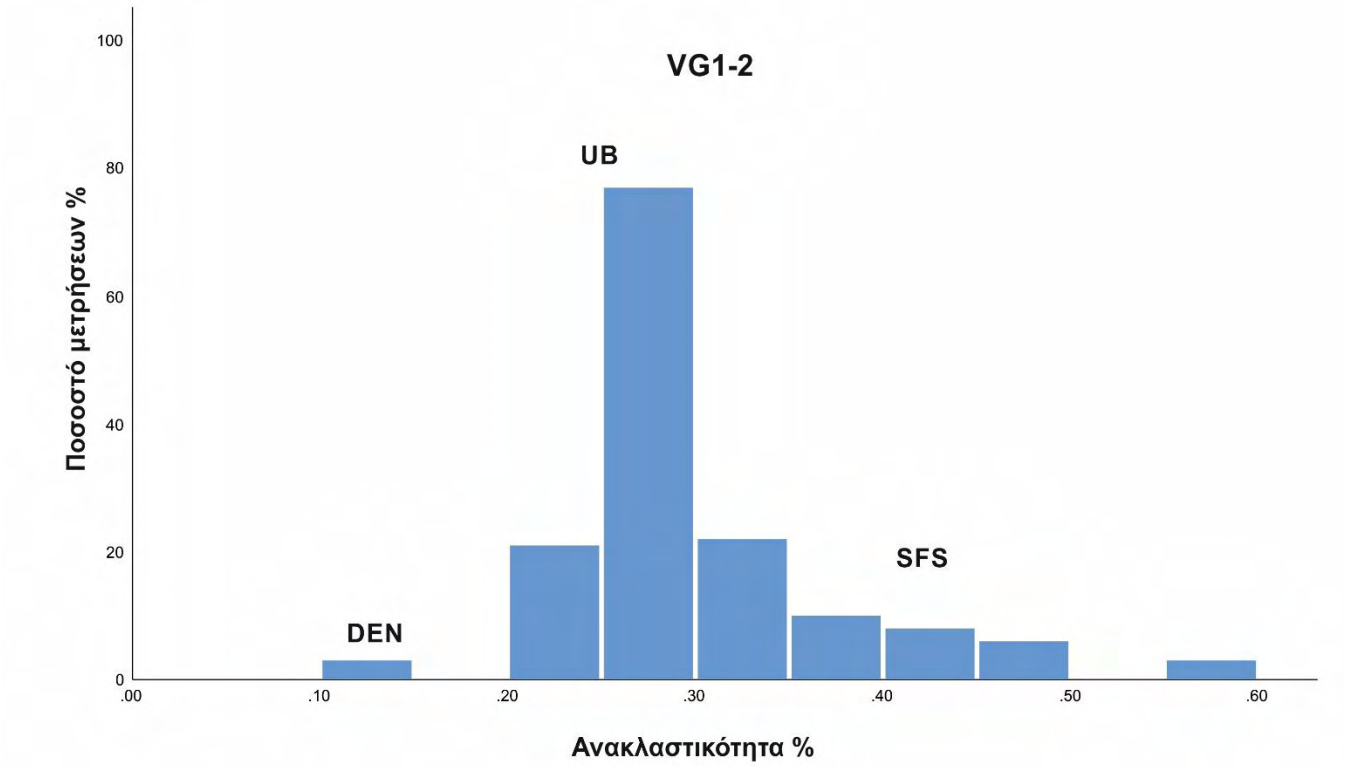
Εικόνα 13: Περιθλασιογράφημα δείγματος VG1-2

Διαγράμματα Κεφάλαιο 2

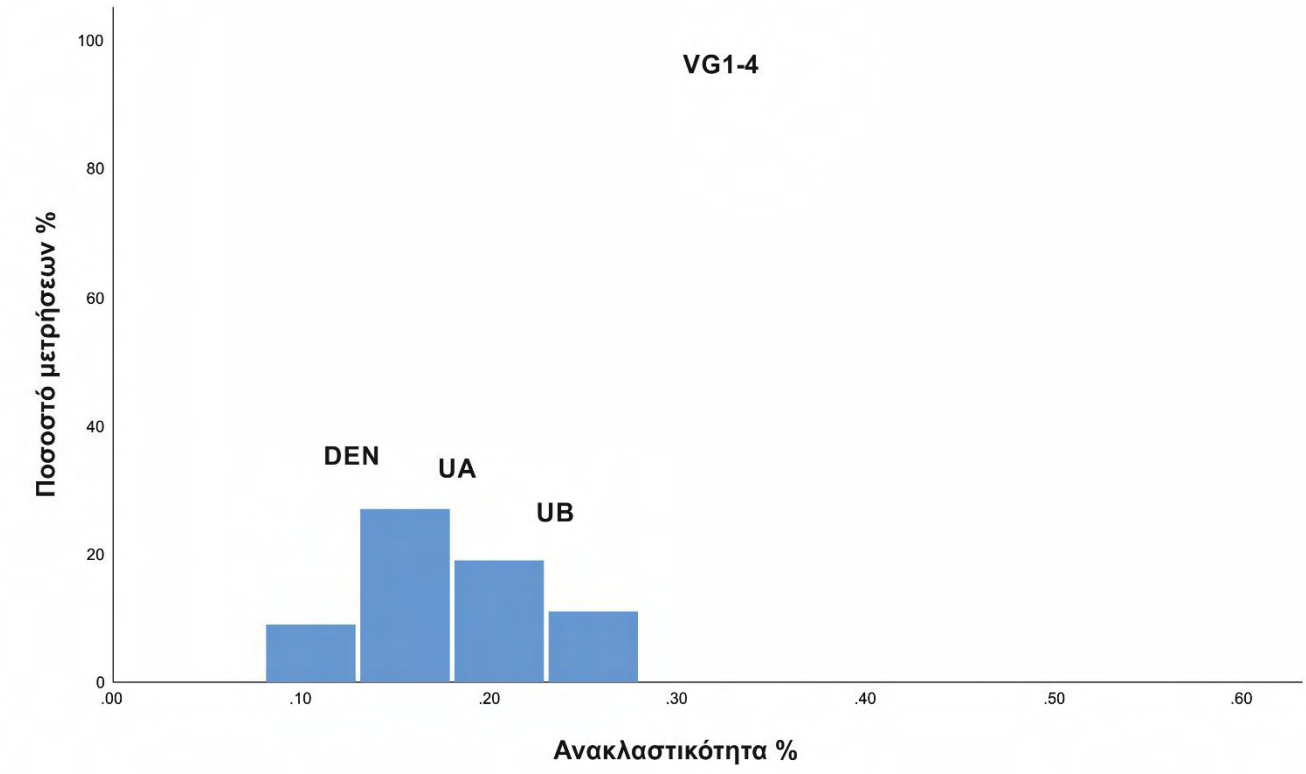
Διαγράμματα ανακλαστικοτήτων



Διάγραμμα 1: Διάγραμμα ανακλαστικότητας δείγματος PR-1.



Διάγραμμα 2: Διάγραμμα ανακλαστικότητας δείγματος VG1-2.



Διάγραμμα 3: Διάγραμμα ανακλαστικότητας δείγματος VG1-4.