

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ

«ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΩΝ ΣΥΝΗΘΕΙΩΝ ΑΡΠΑΚΤΙΚΩΝ ΠΤΗΝΩΝ
ΤΗΣ ΤΑΞΗΣ ΓΛΑΥΚΟΜΟΡΦΑ, ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΜΕΣΜΑΤΩΝ».



ΜΥΡΤΩ ΣΜΥΡΙΛΙΟΥ-ΖΕΡΒΑ

ΠΑΤΡΑ 2019

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ

«ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΩΝ ΣΥΝΗΘΕΙΩΝ ΑΡΠΑΚΤΙΚΩΝ ΠΤΗΝΩΝ
ΤΗΣ ΤΑΞΗΣ ΓΛΑΥΚΟΜΟΡΦΑ, ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΜΕΣΜΑΤΩΝ».



UNIVERSITY OF
PATRAS
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ:

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΜΗΤΣΑΙΝΑΣ ΛΕΚΤΟΡΑΣ, ΤΜ. ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ, ΠΑΝ/ΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΗΛΙΟΠΟΥΛΟΣ: ΑΝ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ, ΤΜ. ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ, ΠΑΝ/ΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

ΣΙΝΟΣ ΓΚΙΩΚΑΣ: ΑΝ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ, ΤΜ. ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ, ΠΑΝ/ΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΔΙΠΛΩΜΑ ΕΞΙΔΕΙΚΕΥΣΗΣ

ΜΥΡΤΩ ΣΜΥΡΙΛΙΟΥ-ΖΕΡΒΑ

ΠΑΤΡΑ 2019

ABSTRACT

This work is based on the study of undigested remains (pellets) of the Barn owl, *Tyto alba* (order Strigiformes) and its aim is to investigate the dietary habits of the species in different ecosystems and, at the same time, the indirect recording of the biodiversity of small mammals in the under study sites. A sufficient number of pellets were collected in sites west of the mountain range of Pindos, i.e. 26 from Gjirokaster (Albania), 41 from Lechaina (Achaia) and 24 from Poriarata (Kefalonia). The collected material was suitably washed so that all the contained skeletal remains (cranial and post-cranial) were isolated and studied with the use of identification keys and reference material with the purpose of identifying the species they belonged to. In difficult cases, geometric morphometrics was applied to identify specimens at species level. The MNI indicator (Minimum Number of Individuals) per pellet was calculated (average MNI/pellet value at 2.95 prey items/pellet) and statistical analysis was implemented. The main prey item for the diet of the Barn Owl in Gjirokaster was *Microtus thomasi* with a relative abundance of 40% followed by other rodent species (*Mus musculus domesticus* and *Apodemus* sp.), as well as shrews (*Crocidura leucodon* and *Crocidura suaveolens*). In Poriarata, Cephalonia the most important prey taxon was by far the house mouse (*Mus musculus domesticus*) with a relative abundance of 50%, followed by the rodents *Rattus rattus* and *Apodemus* sp. Finally, in Lechaina, statistical analysis showed that the Barn Owl presented an opportunistic preying behaviour and thus there was no single important species rather than several that were hunted more or less equally, with the notable inclusion of birds. Lastly, the modification that the skeletal remains were subjected to, due to the digestive process by the barn owls, were studied and an attempt was made to quantify the observations.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία βασίζεται στη μελέτη των πεπτικών υπολειμμάτων (έμεσματα) της πεπλόγλαυκας, *Tyto alba* (Τάξη Γλαυκόμορφα), με στόχο τη διερεύνηση των διατροφικών της συνηθειών σε διαφορετικά οικοσυστήματα και, ταυτοχρόνως, την καταγραφή, με έμμεσο τρόπο, της πανίδας των μικρών θηλαστικών στις υπό μελέτη περιοχές. Η συλλογή επαρκούς αριθμού εμεσμάτων πραγματοποιήθηκε σε διαφορετικές θέσεις δυτικά της οροσειράς της Πίνδου, 26 από το Αργυρόκαστρο της Αλβανίας, 41 από τα Λεχαινά της Αχαΐας και 24 από τα Ποριαράτα της Κεφαλονιάς. Το υλικό που συλλέχθηκε, μετά το σχετικό καθαρισμό του με σκοπό να απομονωθούν όλα τα περιεχόμενα σκελετικά υπολείμματα (κρανιακά και μετακρανιακά), μελετήθηκε με τη βοήθεια κλειδών αναγνώρισης και διαθέσιμου συγκριτικού υλικού ώστε να πραγματοποιηθεί αναγνώριση των ειδών στα οποία αυτά ανήκαν. Όπου απαιτήθηκε, για την αναγνώριση των ειδών χρησιμοποιήθηκε γεωμετρική μορφομετρία. Ακολούθησε ο υπολογισμός του δείκτη MNI (Minimum Number of Individuals) ανά έμεσμα (με τη μέση τιμή MNI/έμεσμα να υπολογίζεται σε 2,95 θηράματα ανά έμεσμα) και η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων. Στο Αργυρόκαστρο της Αλβανίας το σημαντικότερο θήραμα για την πεπλόγλαυκα ήταν το *Microtus thomasi*, με σχετική αφθονία 40% και ακολουθούσαν τάξα τρωκτικών (*Mus musculus domesticus* και *Apodemus* sp.) και μυγαλών (*Crocidura leucodon* και *Crocidura suaveolens*). Στα Ποριαράτα της Κεφαλονιάς η πεπλόγλαυκα θήρευε κυρίως τον οικιακό ποντικό (*Mus musculus domesticus*) (σχετική αφθονία 50%), αν και σημαντικά για τη δίαιτά της ήταν και τα τρωκτικά *Rattus rattus* και *Apodemus* sp. Στα Λεχαινά, αντιθέτως, η ανάλυση των εμεσμάτων έδειξε πως η πεπλόγλαυκα είχε μία ομοιογενή θηρευτική συμπεριφορά, με αποτέλεσμα να μην καταγράφεται η επικράτηση συγκεκριμένων ειδών στη δίαιτά της, αλλά μία μάλλον ισότιμη παρουσία διαφορετικών ειδών, που σε σημαντικό βαθμό περιλαμβάνει και πτηνά. Τέλος, μελετήθηκαν οι αλλοιώσεις στις όποιες υπόκεινται τα σκελετικά υπολείμματα των θηραμάτων της πεπλόγλαυκας ως αποτέλεσμα της διαδικασίας της πέψης και έγινε μία προσπάθεια ποσοτικοποίησης αυτών.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Σε αυτό το σημείο επιθυμώ να ευχαριστήσω μια σειρά από άτομα χωρίς την συγκινητική αλλά και ποικίλη στη μορφή, βοήθεια των οποίων δεν θα είχα επιτυχώς φέρει σε πέρας την παρούσα εργασία.

Αρχικά, είμαι ευγνώμον στον Λέκτορα κ. Γεώργιο Μήτσαίνα, και επιβλέποντα της παρούσας μελέτης, για την πολύ καλή συνεργασία που έχουμε από τότε που με δέχτηκε στο Εργαστήριο Ζωολογίας όπου και εκπονήθηκε το εργαστηριακό κομμάτι της παρούσας εργασίας καθώς και για την προθυμία του να καταπααστεί με ένα διαφορετικό αντικείμενο μελέτης. Ακόμα, για την πολύτιμη βοήθειά του σε όλα τα στάδια της εργασίας αλλά και την υπομονή και τις συμβουλές του.

Εν συνεχεία, επιθυμώ να ευχαριστήσω τους Καθηγητές κ. Γεώργιο Ηλιόπουλο και Σίνο Γκιώκα που δέχτηκαν να είναι μέλη της Τριμελούς Επιτροπής τους οποίους θα ήθελα να ευχαριστήσω και ξεχωριστά:

τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Γεώργιο Ηλιόπουλο που με μεγάλη προθυμία μου παραχώρησε το χώρο και το τεχνολογικό υλικό για την δημιουργία ενός φωτογραφικού αρχείου καθώς και για την βοήθειά του κατά την επιλογή του θέματος της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας, την κατασκευή του πρωτοκόλλου, τη συλλογή βιβλιογραφικού υλικού και τη συλλογή εμεσμάτων.

τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Σίνο Γκιώκα για τις συμβουλές και την ανεκτίμητη βοήθειά του κατά το στάδιο της επεξεργασίας των αποτελεσμάτων καθώς και για τις γνώσεις του στη γεωμετρική μορφομετρία.

Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά:

τον καθηγητή κ. Γρηγόρη Πασπάλη για τη συλλογή και αποστολή των εμεσμάτων από το Αργυρόκαστρο.

τους Jacky και John Tarr για τη συλλογή και αποστολή των εμεσμάτων από τα Ποριαράτα.

τον Φορέα Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Αίνου για την βοήθειά τους να έρθει σε επαφή το εργαστήριό μας με τα μέλη της τοπικής κοινότητας μέσω των ηλεκτρονικών Μ.Μ.Ε.

Ανεκτίμητη ήταν και η συνεισφορά της Υποψήφιας Διδάκτορα Μαρία Κολενδριανού ιδιαίτερα στο κομμάτι της αναγνώρισης των μικρών θηλαστικών.

Τέλος, και σε πιο προσωπικό τόνο θα ήθελα να ευχαριστήσω τους:

Μένια Νικιτοπούλου, που ένα καλοκαίρι καθάρισε μαζί μου μια ντουζίνα εμέσματα.

Χάρη Δρίβα, τους γονείς και τους φίλους μου που πίστεψαν στις δυνατότητες μου και μου έδωσαν κουράγιο όταν συνάντησα δυσκολίες.

Τα παιδιά του εργαστηρίου Ζωολογίας για μια άριστη συνεργασία και συνύπαρξη.

Και σε όσους με συνόδεψαν σε επιτυχημένες και μη εξορμήσεις για αναζήτηση εμεσμάτων (ξέρετε εσείς ποιοι είστε).

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	9
1.1 Ταφονομία.....	9
1.1.1. Λίγα λόγια για την επιστήμη της ταφονομίας	9
1.1.2. Η χρήση της πεπλόγλαυκας, <i>Tyto alba</i> (Scopoli, 1796), για τη μελέτη των εμεσμάτων.....	11
1.2 <i>Tyto alba</i>.....	12
1.2.1. Ταξινομική Κατάταξη	12
1.2.2. Εξωτερική Μορφολογία και Κυνήγι.....	13
1.2.3. Όραση και Ακοή	13
1.2.4. Περιοχή και Αναπαραγωγή	13
1.2.5. Κατάσταση Διατήρησης	15
1.2.6. Διατροφή.....	16
1.2.7 Παλαιοντολογικά δεδομένα	17
1.3 Βιοποικιλότητα Μικρών Θηλαστικών.....	18
1.3.1. Σημασία της βιοποικιλότητας:	18
1.3.2. Άμεση και έμμεση μελέτη.....	18
1.3.3. Σχετικά με τα είδη μικρών θηλαστικών που αναγνωρίστηκαν στην παρούσα μελέτη.	19
2.4 Περί της γεωμετρικής μορφομετρίας.....	23
Σκοπός της παρούσας εργασίας.....	26
Κεφάλαιο 2: Υλικά και Μέθοδοι.....	27
2.1 Περιοχές μελέτης.....	27
2.2 Εξωτερική Εμφάνιση των Εμεσμάτων	27
2.3 Καθαρισμός Σκελετικών Στοιχείων.....	29
2.4 Καταγραφή Σκελετικών Στοιχείων.....	29
2.4.1. Τύπος οστών	29
2.4.2. Τύπος Θραύσης:.....	30
2.5 Αναγνώριση Ειδών	32
2.5.1. Αναγνώριση μικρών θηλαστικών.....	32

2.5.2 Κλείδα μικρών θηλαστικών.....	33
2.6 Δείκτες.....	37
2.6.1. MNI.....	37
2.6.2. Δείκτες Ποικιλότητας	38
2.6.3. Αναλογίες σκελετικών στοιχείων	39
2.6.4. Αναλογίες Κρανιακών – Μετακρανιακών Οστών	39
2.7 Γεωμετρική Μορφομετρία σε άγνωστα δείγματα του γένους <i>Microtus</i>	40
2.7.1 Λογισμικό	41
Κεφάλαιο 3: Αποτελέσματα.....	43
3.1 Περιγραφή της διαίτας της πεπλόγλαυκας.....	43
3.1.1 Ποιοτική περιγραφή.....	43
3.1.2 Ποσοτική περιγραφή	44
3.2 Δείκτες ποικιλότητας.....	47
3.3 Ταφονομικό προφίλ	48
3.3.1 Αναλογίες σκελετικών στοιχείων	48
3.3.2. Αναλογίες Κρανιακών – Μετακρανιακών Οστών	49
3.3.3. Θραύση Οστών.....	49
3.4 Αποτελέσματα γεωμετρικής μορφομετρίας	50
Κεφάλαιο 4: Συζήτηση	53
4.1 Περί της διαίτας της πεπλόγλαυκας.....	53
4.1.1 Η διαίτα της πεπλόγλαυκας στο Αργυρόκαστρο	53
4.1.2 Η διαίτα της πεπλόγλαυκας στα Λεχαινά	53
4.1.3 Η διαίτα της πεπλόγλαυκας στα Ποριαράτα	54
4.1.4 Λοιπά σχόλια επί της διαίτας της πεπλόγλαυκας.....	54
4.2 Περί του Ταφονομικού προφίλ.	56
4.2.1 Δείκτης MNI	56
4.2.2 Αναλογίες σκελετικών στοιχείων	56
4.2.3. Αναλογίες Κρανιακών – Μετακρανιακών Οστών	57
4.2.4. Θραύση των κύριων σκελετικών στοιχείων.....	58

4.3 Σχολιασμός επί των αποτελεσμάτων της γεωμετρικής μορφομετρίας.....	60
--	----

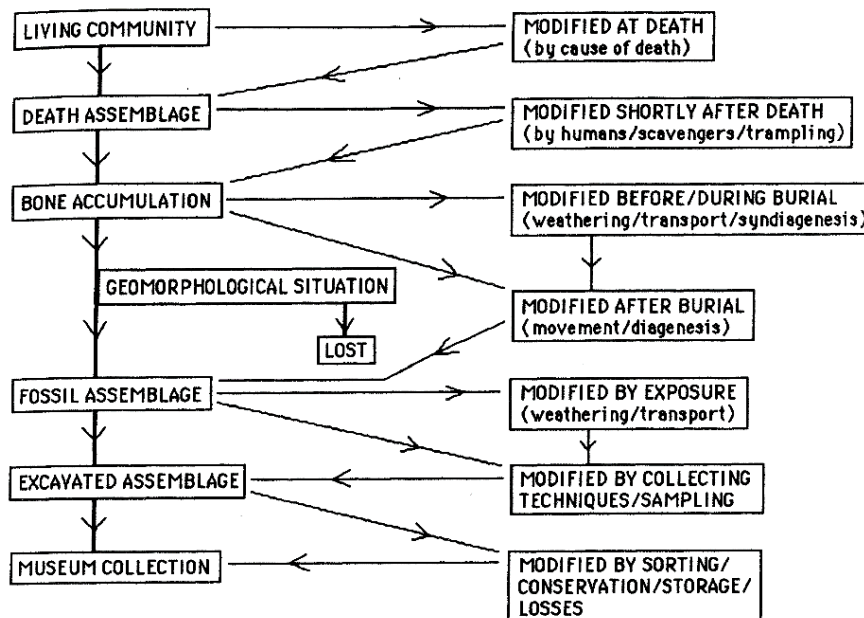
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	62
--------------------------	-----------

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1 Ταφονομία

1.1.1. Λίγα λόγια για την επιστήμη της ταφονομίας

Ταφονομία ονομάζεται η μελέτη όλων των διεργασιών που συμμετέχουν στη μεταφορά ενός οργανισμού από τη βίοςφαιρα στη λιθόσφαιρα. Το βιολογικό υλικό που εκθάβεται έχει πολύ μεγάλη σημασία για τις επιστήμες της αρχαιολογίας, παλαιοντολογίας, της παλιό-οικολογίας κ.λπ., μιας και λειτουργεί ως ο κατεξοχήν δείκτης του παρελθόντος. Ταυτόχρονα όμως είναι ελλιπές και πολλές φορές όχι αντιπροσωπευτικό του αρχικού οικοσυστήματος από το οποίο προέρχεται.



Εικόνα 1.1: Το μοντέλο της ταφονομικής ιστορίας των Andrews et al. (1990)

Σύντομη περιγραφή της ταφονομικής ιστορίας μιας συνάθροισης οστών που προέρχονται από μία ανασκαφή, όπως περιγράφεται στο βιβλίο των Lyman et al. (1994) (Εικόνα 1.1), ξεκινά με το θάνατο μέρους των ζωντανών οργανισμών ενός οικοτόπου από φυσική καταστροφή, θήρευση ή και ανθρωπογενή παρέμβαση. Όλα τα στοιχεία όπως η σύσταση του οικοσυστήματος και η ζωή και ο θάνατος των έμβιων όντων αυτού, συμπεριλαμβάνονται στην επιστήμη της παλιό-οικολογίας. Πολλοί είναι εκείνοι οι παράγοντες που δύναται να τροποποιήσουν τη συνάθροιση θανάτου (death assemblage). Τέτοιοι παράγοντες αφορούν στην επίδραση των πτωματοφάγων ζώων και των καιρικών συνθηκών ή και στην μεταφορά μέρους της αρχικής συνάθροισης μέσω επιφανειακών υδάτων ή άλλων ζωντανών οργανισμών από την αρχική τους θέση σε κάποια άλλη. Όλες αυτές οι διεργασίες με ένα όνομα καλούνται βίο - στρωματονομία (biostratinomy). Τέλος, ακολουθεί η ταφή και οι

διεργασίες της διαγένεσης, δηλαδή της μετατροπής του ιζήματος σε πέτρωμα ή, σπανιότερα, σε κάποια άλλη μορφή συντήρησης του οργανικού υλικού, πχ μέσα σε κεχριμπάρι.

Η Ταφονομία ασχολείται με τις ομοιότητες και τις διαφορές που παρατηρούνται μεταξύ των απολιθωμάτων και των ζωντανών οργανισμών καθώς και μεταξύ των συναθροίσεων απολιθωμένων οργανισμών και των οικοτόπων από τους οποίες αυτές προέρχονται. Στη δεύτερη περίπτωση, μια απ' τις μεγαλύτερες δυσκολίες που συναντούν οι επιστήμονες αφορά τον διαχωρισμό μεταξύ των σχετικών με την παλαιό - οικολογία τις περιοχής στοιχείων (στοιχεία που φανερώνουν τον τόπο, το χρόνο ή/και τις φυσικοχημικές συνθήκες του οικοσυστήματος) από αυτά που έχουν προκληθεί από τις διεργασίες που περιγράψαμε παραπάνω και μετασχηματίζουν τις συναθροίσεις τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά. Σε αυτή την προσπάθεια μπορούν να ρίξουν φως ηθολογικές μελέτες, τουλάχιστον για τάξα που έχουν αρτίγονους απογόνους (Lyman et al., 1994).



Εικόνα 1.2: Έμεσμα Τυτώσ μήκους 5,3 cm από τα Λεχαινά Αχαΐας.

Ως ταφονομικές (βιοστρωματονομικές) μπορεί να ορίζονται και άλλες διεργασίες, όπως εκείνες στις οποίες υπόκεινται τα σκελετικά στοιχεία που ανευρίσκονται στο εσωτερικό εμεσμάτων ενός αρπακτικού πτηνού, όπως μίας κουκουβάγιας.

Εμέσματα (καλούνται τα άπεπτα υπολείμματα της τροφής αρπακτικών πτηνών που αποβάλλονται μέσω του στόματος, αφού έχουν υποστεί πρωτογενή διαδικασία πέψης (Εικόνα 1.2). Έχουν συγκεκριμένο σχήμα και μέγεθος για κάθε είδος αρπακτικού πτηνού και είναι εύκολο να τα διακρίνει κανείς από τα οστά που, συνήθως, είναι εμφανή στην επιφάνειά τους. Αυτό το προφίλ περιγράφει ποιοτικά και ποσοτικά τα σκελετικά στοιχεία μιας συνάθροισης οργανισμών που έχουν υποστεί θήρευση από ένα αρπακτικό είδος, όπως η *Tyto alba* και δύναται να λειτουργήσει ακόμη και ως συγκριτικό υλικό για την αναγνώριση παρόμοιων, απολιθωμένων και μη, συναθροίσεων.

1.1.2. Η χρήση της πεπλόγλαυκας, *Tyto alba* (Scopoli, 1796), για τη μελέτη των εμεσμάτων

Από όλα τα είδη αρπακτικών πτηνών που αποβάλλουν τα υπολείμματα των θηραμάτων τους μέσω του στόματος, με τη μορφή εμεσμάτων, η πεπλόγλαυκα αποτελεί ένα ιδανικό είδος για την μελέτη αυτών για μια σειρά από λόγους:



Εικόνα 1.3: Τυτώ στον Αίνο

Πηγή:

https://en.wikipedia.org/wiki/Barn_owl#/media/File:%CE%A4%CF%85%

- Αρχικά, ο τύπος πέψης των Γλαυκόμορφων αποτελείται από δύο στάδια. Κατά την αρχική διεργασία το θήραμα συμπιέζεται και τα θρεπτικά στοιχεία απομονώνονται από τα άπεπτα μέρη του σώματος τα οποία και αποβάλλονται μέσω του στόματος με τη μορφή εμεσμάτων. Έτσι τα σκελετικά στοιχεία των θηραμάτων έχουν μειωμένη έκθεση στα γαστρικά υγρά και μικρό ποσοστό θραύσης σε σχέση με αυτά των μεγάλων θηλαστικών και ερπετών (Taylor, 2004).
- Εκτός από τα πολύ μεγάλωσυμα ζώα, η πεπλόγλαυκα συνηθίζει να καταπίνει τα θηράματά της ολόκληρα, επομένως τα οστά διατηρούνται σε καλή κατάσταση, σε αντίθεση με τα ημερόβια αρπακτικά πτηνά που τρέφονται με μεγάλα θηράματα και τα κομματιάζουν προτού τα καταπιούν (Mikkola, 1983). Ας σημειωθεί σε αυτό το σημείο πως κάποιοι ερευνητές έχουν παρατηρήσει τη μεταφορά αποκεφαλισμένων θηραμάτων σε φωλιές πεπλόγλαυκας, χωρίς να μπορεί να προσδιορισθεί το πόσο συχνό μπορεί να είναι αυτό το φαινόμενο, καθώς η πλειοψηφία των ερευνητών που μελετούν τα εμέσματα αρπακτικών πτηνών βασίζονται αποκλειστικά στα κρανιακά οστά (Taylor, 2004).
- Σε πεπλόγλαυκες που βρίσκονται σε αιχμαλωσία, διαπιστώνεται από την μελέτη των εμεσμάτων τους ότι τα θηράματα, τα οποία τους προσφέρονται για τη διατροφή

τους, και τα οποία, ως εκ τούτου, είναι γνωστά, εντοπίζονται σε σημαντικό βαθμό και με παρόμοια συχνότητα στα εμέσματά τους (Taylor, 2004).

- Σύμφωνα με τους Smith et al. (1972), το pH του στομάχου της πεπλόγλαυκας είναι το υψηλότερο (λιγότερο όξινο) μεταξύ των αρπακτικών πτηνών και δεν προκαλούν σοβαρές αλλοιώσεις στα οστά, καθιστώντας τα αναγνωρίσιμα.
- Ακόμα, όπως θα συζητηθεί παρακάτω στη σύντομη περιγραφή της οικολογίας του είδους, πρόκειται για έναν αρκετά εξειδικευμένο θηρευτή μικρών θηλαστικών, η μελέτη της πανίδας των οποίων αποτελεί κομμάτι της παρούσας εργασίας (Andrews et al., 1990).
- Το είδος *Tyto alba* είναι ευρύοικο και με ικανούς, μόνιμους πληθυσμούς, στις περιοχές ενδιαφέροντος της παρούσας μελέτης (Λεγάκης et al., 2009),
- Αποτελεί, επίσης, τον καλύτερα μελετημένο θηρευτή μεταξύ των νυκτόβιων αρπακτικών πτηνών, κάτι που συμβάλλει στην προσπάθεια να αποκτήσουμε συγκρίσιμα αποτελέσματα.
- Τέλος, έχει συγκεκριμένη και σχετικά μικρή (σε σχέση με άλλα αρπακτικά πτηνά) επικράτεια, γεγονός που επιτρέπει τον ευκολότερο εντοπισμό των θέσεων φωλιάσματος και κουρνιάσματος και επομένως τη συλλογή εμεσμάτων που πιο συχνά βρίσκονται γύρω απ' αυτές τις θέσεις. Αυτό παράλληλα επιτρέπει την πιο λεπτομερή καταγραφή της τοπικής πανίδας, την οποία αξιοποιεί διαιτητικά.

1.2 *Tyto alba*

1.2.1. Ταξινομική Κατάταξη

Η *Tyto alba* είναι ένα νυκτόβιο αρπακτικό πτηνό της οικογένειας Tytonidae. Η κοινή της ελληνική ονομασία είναι τυτώ ή πεπλόγλαυκα, λόγω του λευκού πτερώματός της αν και υπάρχουν πολλές άλλες τοπικές ονομασίες όπως χαροπούλι, ψιχοπούλι, ανθρωποπούλι κ.ά. Η αλληλουχία της αλλαγής του πτερώματός της είναι πολύπλοκη και διαφέρει από όλων των άλλων Γλαυκόμορφων, γεγονός που ενισχύει την τοποθέτηση του είδους στο ξεχωριστό τάξο Tytonidae (Taylor, 2004). Στο γένος *Tyto* ανήκουν οκτώ είδη, εκ των οποίων μόνο ένα, η *Tyto alba*, εμφανίζεται στην Ευρώπη (Mikkola, 1983).

<u>Kingdom</u>	<u>Phylum</u>	<u>Class</u>	<u>Order</u>	<u>Family</u>	<u>Taxon name</u>
Animalia	Chordata	Aves	Strigiformes	Tytonidae	<i>Tyto alba</i> (Scopoli, 1769)

Πίνακας 1.1: Συστηματική κατάταξη της πεπλόγλαυκας, από το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της IUCN (BirdLife-International, 2016).

1.2.2. Εξωτερική Μορφολογία και Κυνήγι

Πρόκειται για ένα πτηνό με μακριές και πλατιές φτερούγες, έχει δηλαδή υψηλή αναλογία επιφάνειας φτερών προς μάζα σώματος. Αυτό της επιτρέπει να πετά αργά, με μικρή κατανάλωση ενέργειας, αλλά και αθόρυβα τόσο για το ανθρώπινο αυτί όσο και σε επίπεδο υπερήχων (Thorpe et al., 1962). Κυνηγά είτε πετώντας ψηλά και αναζητώντας πιθανά θηράματα είτε παραμονεύοντας σε κατάλληλες θέσεις, έως ότου βρει το επιθυμητό θήραμα. Τα κάτω άκρα της είναι ζυγοδάκτυλα (zygodactyl), δηλαδή το πρώτο και τέταρτο δάκτυλο 'αντικρίζουν' προς τα πίσω, και το δεύτερο και τρίτο δάκτυλο 'αντικρίζουν' προς τα εμπρός, μακριά και λεπτά με αιχμηρά νύχια, με τα οποία μπορούν να συγκρατήσουν μεγάλο τμήμα της επιφάνειας του σώματος ενός θηράματος, αυξάνοντας, επομένως, την πιθανότητα επιτυχούς σύλληψης (Taylor, 2004).

1.2.3. Όραση και Ακοή

Τα Γλαυκόμορφα διαθέτουν 2,2 φορές μεγαλύτερους οφθαλμούς από τον μέσο όρο που αφορά σε πτηνά ίδιου βάρους (Brooke et al., 1999), προσαρμοσμένους για τη νυκτόβια διαβίωση. Το μεγάλο μέγεθος βολβού, σωληνοειδούς σχήματος, προσφέρει καλή νυχτερινή και διοφθάλμια όραση, ενώ ο μεγάλος αριθμός ραβδίων σε σχέση με τα κωνία εντείνει την ευαισθησία των οφθαλμών στο φτωχό φωτισμό. Παρά ταύτα, σε συνθήκες εξαιρετικά χαμηλού φωτισμού, αυτό δεν είναι αρκετό για να επιτρέπει στην πεπλόγλαυκα να βασίζεται στην όραση για να συλλαμβάνει θηράματα. Αντίθετα, το είδος αυτό έχει την ικανότητα να κυνηγά χρησιμοποιώντας σχεδόν αποκλειστικά ακουστικά ερεθίσματα. Η ικανότητα να αντιλαμβάνεται το οριζόντιο αζιμούθιο καθώς και το υψόμετρο βασίζεται στην ασύμμετρη θέση του εξωτερικού αυτιού και την ιδιαίτερη δομή της πρόσοψής της (face disc) που αποτελείται από πολλά στρώματα από πυκνά, δύσκαμπτα φτερά και αποτελεί μια πολύ αποτελεσματική ανακλαστική επιφάνεια για τον ήχο. Το, χαρακτηριστικό για το είδος *Tyto alba*, καρδιοσχημο πρόσωπο λειτουργεί ως συλλέκτης ηχητικών κυμάτων που προσδίδει ακρίβεια στην ακουστική γωνιακή ανάλυση ανώτερη από σχεδόν όλους ζωικούς οργανισμούς. Ακόμα της επιτρέπει να μαθαίνει να ξεχωρίζει παρόμοιους ήχους μεταξύ τους, άλλωστε το είδος έχει ένα μεγάλο ρεπερτόριο καλεσμάτων, πέρα από το πιο γνωστό σκλήρισμα, πολλά εκ των οποίων επιστρατεύονται ειδικά κατά την περίοδο της αναπαραγωγής (Taylor, 2004).

1.2.4. Περιοχή και Αναπαραγωγή

Η πλειοψηφία των Γλαυκόμορφων ανήκουν σε επιδημητικούς (μόνιμους) πληθυσμούς και περνούν την ενήλικη ζωή τους μέσα σε μια συγκεκριμένη περιοχή, το μέγεθος της οποίας ποικίλει αρκετά, ανάλογα με το φύλλο και την ηλικία του ατόμου, την εποχή του χρόνου και

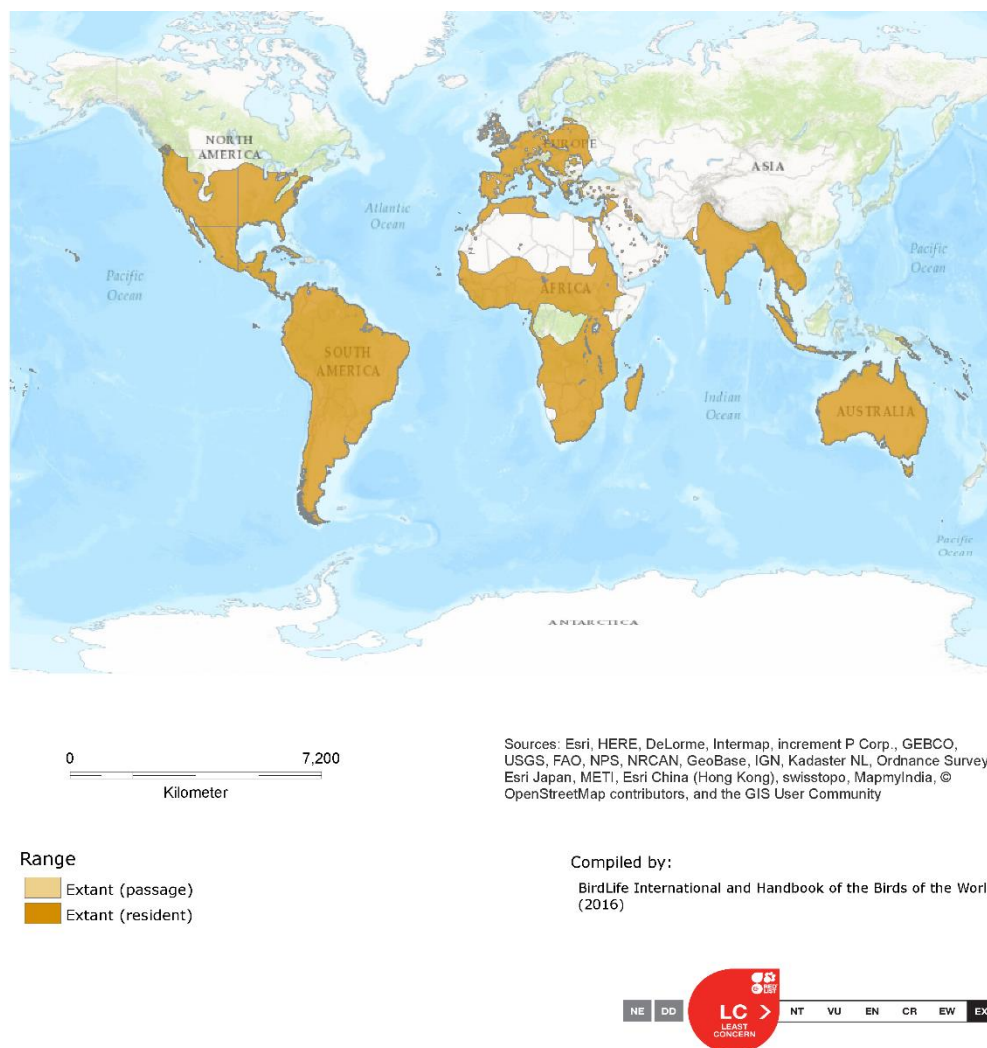
τη διαθεσιμότητα τροφής, καθώς και τη διαθεσιμότητα κατάλληλων θέσεων κουρνιάσματος και φωλιών που βρίσκονται μέσα στα όρια αυτής της περιοχής. Η πεπλόγλαυκα υπερασπίζεται έντονα το χώρο γύρω από τη φωλιά, αλλά η ευρύτερη κυνηγετική περιοχή προστατεύεται σαφώς λιγότερο ενεργά μιας και, όντας νυκτόβιος οργανισμός, είναι δύσκολο να εντοπίζει τυχόν εισβολείς σε μεγάλη έκταση (Taylor, 2004).

Η εποχικότητα στην αναπαραγωγική περίοδο του είδους είναι εμφανής σε όλους τους πληθυσμούς όπου αυτή έχει μελετηθεί και τείνει να γίνεται πιο αυστηρή όσο το γεωγραφικό πλάτος αυξάνει. Σε πληθυσμούς κοντά στον Ισημερινό έχουν βρεθεί νεοσσοί σε όλους σχεδόν τους μήνες του χρόνου, αλλά η γέννηση των αυγών γίνεται πάντα εντός συγκεκριμένων, για κάθε πληθυσμό, περιόδων. Στις εύκρατες περιοχές τα αυγά γεννιούνται κυρίως μεταξύ Μαρτίου και Ιουνίου, ταυτόχρονα με την αύξηση της θερμοκρασίας. Τα νεαρά άτομα εγκαταλείπουν τη φωλιά περί τα μέσα του καλοκαιριού, λίγο καιρό αφότου καταφέρουν να πετάξουν, ώστε να έχουν συγκεντρώσει την πολύτιμη εμπειρία που θα τους επιτρέψει να επιζήσουν στις δύσκολες συνθήκες του χειμώνα (Taylor, 2004).

Η πεπλόγλαυκα γεννά κατά μέσο όρο εννέα αυγά, αλλά, αντίθετα με την πλειοψηφία των πτηνών, ο αριθμός αυτός κάθε άλλο παρά σταθερός είναι, καθώς έχουν καταγραφεί φωλιές με 2 -18 αυγά. Διαφορές στον αριθμό αυγών καταγράφονται εντός του πληθυσμού κάθε χρόνο αλλά και από χρονιά σε χρονιά για κάθε θηλυκό άτομο. Τα αυγά έχουν μέσο μέγεθος 31,8 - 42,1 mm, μέσο βάρος 16-20 gr, σχήμα οβάλ και χρώμα κατάλευκο, που όμως με την παραμονή τους στην φωλιά σκουραίνει από τα τριμμένα εμέσματα που βρίσκονται γύρω τους. Ο κάθε νεοσσός βγαίνει από το αυγό με χρονική απόσταση 2-3 ημερών από τον προηγούμενο, επομένως σε φωλιές με πολλά αυγά οι νεοσσοί μπορούν μεταξύ τους να έχουν σημαντική διαφορά ηλικίας και επομένως ιεραρχίας. Η θνησιμότητα των νεοσσών εξαρτάται έντονα απ' αυτή την ιεραρχία και ποικίλει από χρονιά σε χρονιά ανάλογα με την αφθονία θηραμάτων. Περί το 30% είναι ο μέσος όρος των νεοσσών που φτάνουν σε ηλικία αναπαραγωγής αλλά πολύ λιγότεροι εξ αυτών καταφέρνουν να αναπαραχθούν στην αμέσως επόμενη αναπαραγωγική περίοδο απ' αυτή που γεννήθηκαν. Μάλιστα, σε πολλούς πληθυσμούς έχει παρατηρηθεί ένας μη-αναπαραγόμενος αριθμός ατόμων που όμως παίζει σημαντικό ρόλο για τη δυναμική του πληθυσμού. Σύμφωνα με τον Taylor (2004) η διαθεσιμότητα κατάλληλων θέσεων φωλιάσματος εντός των κυνηγετικών περιοχών φαίνεται να είναι ο περιοριστικός παράγοντας για την εξάπλωση και την αφθονία του είδους.

Η πεπλόγλαυκα είναι ένας λιγότερο ευέλικτος θηρευτής σε σύγκριση με άλλους εξειδικευμένους θηρευτές μικρών θηλαστικών και με μεγάλη πιστότητα στη θέση φωλιάσματος. Η προσαρμογή της σε δύσκολες συνθήκες βασίζεται κυρίως στην ευελιξία κατά την αναπαραγωγή. Τα αυγά της είναι μικρότερα και ελαφρύτερα σε σχέση με το αναμενόμενο, με βάση το βάρος του ενήλικου ατόμου. Απαιτείται λοιπόν μικρότερη ενεργειακή απώλεια για την παραγωγή του κάθε αυγού με αρνητικό αντίκτυπο, βεβαίως, την αυξημένη θνησιμότητα αυτών. Αυτό επιτρέπει την παραγωγή μεγάλου αριθμού αυγών όταν η τροφή είναι άφθονη και, ίσως πιο σημαντικό, την παραγωγή έστω και μικρού αριθμού αυγών σε συνθήκες έλλειψης θηραμάτων. Ακόμα, όπως αναφέρθηκε, τα αυγά εκκολάπτονται ασύγχρονα, γεγονός που επιτρέπει μια περαιτέρω ευελιξία, αφού δίνει τη

δυνατότητα μείωσης του αριθμού των νεοσσών σε περίπτωση που η αφθονία θηραμάτων ελαττωθεί απρόσμενα, χωρίς να χαθεί ολόκληρη η γέννα (Taylor, 2004). Το είδος φωλιάζει σε κοιλότητες και πρέπει αρχικά θα αναζητήσει τρύπες και σχισμές βράχων καθώς και εγκαταλειμμένες φωλιές άλλων πουλιών. Η επίπεδη επιφάνεια της κοιλότητας πρέπει να ξεπερνάει τα 0,3 m μήκος και 0,3 m πλάτος αλλά συνήθως είναι αρκετά μεγαλύτερη. Οι τεχνητές δομές, όπως τα διάφορα κτίσματα του ανθρώπου αποτελούν ιδανική εναλλακτική λύση για φώλιασμα, ενώ παράλληλα η αποψίλωση των δασών δημιούργησε τα κατάλληλα περιβάλλοντα για κυνήγι, μιας και η πεπλόγλαυκα προτιμά ανοιχτές εκτάσεις. Από την πιο συνήθη επιλογή του είδους για φώλιασμα κοντά στον άνθρωπο, στους αχυρώνες, πήρε και την Αγγλική κοινή του ονομασία, Barn Owl (Taylor, 2004).



1.2.5. Κατάσταση Διατήρησης

Τα παραπάνω, μέχρι πολύ πρόσφατα, καθιστούσαν την πεπλόγλαυκα ένα πολύ επιτυχημένο είδος με σχεδόν παγκόσμια εξάπλωση. Βέβαια, ο εκμηχανισμός και η εντατικοποίηση των καλλιεργειών, καθώς και οι αναδασμοί, τα αγροχημικά κ.ά. απειλούν είδη που είχαν στο

παρελθόν προσαρμόσκει σε παραδοσιακές καλλιέργειες και αυτό θα μπορούσε να ισχύσει μελλοντικά και για την τυτώ. Πάντως, σύμφωνα με το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της IUCN (BirdLife-International, 2016) ο παγκόσμιος πληθυσμός της πεπλόγλαυκας φαίνεται να είναι σταθερός και μεγάλου μεγέθους και η εξάπλωσή του τόσο ευρεία που έχει αξιολογηθεί ως μειωμένου ενδιαφέροντος - Least Concern (LC). Μόνο για πληθυσμούς σε συγκεκριμένες περιοχές της Ευρώπης και της νότιας Αμερικής, καθώς και για κάποια υποείδη σε απομονωμένα νησιωτικά οικοσυστήματα υπάρχει εύλογη ανησυχία για την διατήρησή τους. Σύμφωνα με το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας (Λεγάκης et al., 2009) το είδος έχει καταταχθεί στα Μη Αξιολογηθέντα – Not Evaluated (NE) .

1.2.6. Διατροφή

Η πεπλόγλαυκα έχει χαρακτηριστεί ως ειδικευμένος θηρευτής μικρών θηλαστικών, αφού στο μεγαλύτερο τμήμα της εξάπλωσής της τρέφεται σχεδόν αποκλειστικά με τρωκτικά, για παράδειγμα κυρίως με τα υπόγεια τρωκτικά της οικογένειας Arvicolidae στη Μεγάλη Βρετανία, το είδος *Microtus pennsylvanicus* στις ΗΠΑ, το είδος *Mastomys natalensis* στην Αφρική και τον οικιακό ποντικό *Mus musculus* σε νησιωτικές και παραθαλάσσιες περιοχές. Έχει δειχθεί από έρευνες ότι τα παραπάνω είδη προτιμώνται όταν υπάρχουν σε ικανοποιητικές αφθονίες (Taylor, 2004). Πιθανόν να αποτελούν τα πιο αποδοτικά θηράματα, λόγω σωματικού βάρους, συμπεριφοράς ή οικοτόπου. Ωστόσο, τα χειρότερα εμφανίζονται συχνά στη διατροφή του είδους, αν και δεν αποτελούν ποτέ μεγάλο ποσοστό της διαίτας του. Πιο συγκεκριμένα, τα μικρά θηλαστικά απαρτίζουν το 74 έως και το 100% της διατροφής της πεπλόγλαυκας (Taylor, 2004). Οι περισσότερες πεπλόγλαυκες τείνουν να διατρέφονται κυρίως με ένα μικρό αριθμό ειδών που αποτελούν το μεγαλύτερο κομμάτι της διατροφής τους και έναν επιπρόσθετο αριθμό ειδών που συλλαμβάνονται περιστασιακά και αποτελούν ένα πολύ μικρό ποσοστό της συνολικής διαίτας. Ο αριθμός αυτών των ειδών μπορεί να ποικίλει πολύ από άτομο σε άτομο και από περιοχή σε περιοχή, ακόμη και από εποχή σε εποχή ή σε ετήσια βάση. Για το λόγο αυτό, συχνά, μεγάλη σημασία για τη σύγκριση των διατροφικών συνηθειών της πεπλόγλαυκας από περιοχή σε περιοχή δίνεται στα είδη που αποτελούν το 80% των θηραμάτων εκφρασμένο σε βιομάζα ή με βάση τον ελάχιστο αριθμό ατόμων (Minimum Number of Individuals, MNI) (Taylor, 2004).

Στην Ευρώπη, οι ομάδες των μικρών θηλαστικών που αποτελούν θηράματα της πεπλόγλαυκας με μεγάλη συχνότητα είναι η ομάδα των υπόγειων τρωκτικών (Arvicolinae), η ομάδα των μυγαλών (Soricomorpha) καθώς και οι ποντικοί κι οι αρουραίοι (Murinae).

Τα πτηνά φαίνεται πως παλιότερα αποτελούσαν συχνότερα θηράματα της πεπλόγλαυκας και σε μεγαλύτερους αριθμούς. Η μείωση της εμφάνισής τους στα εμέσματα έχει πιθανόν να κάνει με το γεγονός ότι οι αριθμοί τους έχουν ελαττωθεί, μάλιστα, για τα είδη εκείνα που έχουν προσαρμοστεί κοντά στον άνθρωπο όπως τα χελιδόνια, αυτή η μείωση έγινε αρκετά έντονη με την εγκατάλειψη της υπαίθρου υπέρ των πόλεων (Milchev et al., 2006).

Η διατροφή του είδους γίνεται πιο ποικίλη σε λιγότερο παραγωγικά περιβάλλοντα και σε περιοχές με μικρή αφθονία αυτών των πιο 'αποδοτικών' ειδών. Υπάρχουν, ακόμα,

συγκεκριμένες συνθήκες υπό τις οποίες η πεπλόγλαυκα θηρεύει και άλλες ταξινομικές ομάδες, όπως πτηνά, ερπετά και αμφίβια, ειδικά όταν υπάρχουν σε μεγάλες αφθονίες μέσα στην κυνηγετική περιοχή της, ή/και μεγαλόσωμα έντομα - ακρίδες, γρύλοι και σκαθάρια - σε περιοχές με μεσογειακό κλίμα και δη σε νησιωτικά οικοσυστήματα που μπορεί να είναι πολύ φτωχά σε πληθυσμούς μικρών θηλαστικών. Ακόμα, εκμεταλλεύεται την προσωρινή αφθονία άλλων θηραμάτων που δεν αποτελούν μόνιμο κομμάτι της διατροφής της και επομένως, ποιοτικά και ποσοτικά, αυτός είναι ο λόγος που είναι δυνατόν να παρατηρήσει κανείς έντονες εποχιακές διακυμάνσεις. Υπό συγκεκριμένες συνθήκες, δηλαδή, η συμπεριφορά της πεπλόγλαυκας ομοιάζει οπορτουνιστικού θηρευτή, αν και στην πραγματικότητα, τελικά, δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ούτε ως αμιγώς ειδικευμένος ούτε ως οπορτουνιστικός θηρευτής (Muñoz-Pedreros et al., 2016; Tores et al., 2005). Άλλωστε, είναι ένα είδος με σχεδόν παγκόσμια εξάπλωση, προσαρμοσμένο ακόμα και σε ακραία περιβάλλοντα και σίγουρα σημαντικό ρόλο σε αυτό παίζει η μεγάλη πλαστικότητα στις διατροφικές της συνήθειες (Moysi et al., 2018).

1.2.7 Παλαιοντολογικά δεδομένα

Τα οστά των πτηνών είναι λεπτά, κοίλα και εύθραυστα, καταστρέφονται επομένως πολύ εύκολα από τις βιοστρωματονομικές και διαγενετικές διεργασίες. Συντηρούνται, επομένως, σπάνια και σε ειδικές μόνο περιστάσεις κι έτσι τα πτηνά δεν έχουν καλή αντιπροσώπευση στο αρχείο των απολιθωμάτων. Εξ αιτίας αυτού, η παλαιό - ορνιθολογία είναι ένα από τα λιγότερα καλά ανεπτυγμένα πεδία της Φυσικής Ιστορίας. Παρά ταύτα, γνωρίζουμε πως το αρχαιότερο γνωστό πτηνό, η *Archaeopteryx lithographica* εμφανίστηκε κατά την Ύστερη Ιουρασική περίοδο (170-160 εκατομμύρια χρόνια πριν). Υπάρχουν επαρκή αποδεικτικά στοιχεία που δηλώνουν την παρουσία αρκετών ειδών κουκουβάγιας στην Ευρώπη πριν 70 – 50 εκατομμύρια χρόνια, κάποια εκ των οποίων φέρουν τα χαρακτηριστικά της Τάξης Strigiformes (Mikkola, 1983).

Η πρώτη εμφάνιση της πεπλόγλαυκας στο αρχείο των απολιθωμάτων είναι με τη μορφή υπολειμμάτων των κάτω άκρων σε ιζήματα της Γαλλίας και της Βόρειας Αμερικής από τη Μειόκαινο περίοδο (25 – 12 εκατομμύρια έτη). Από το αρχείο απολιθωμάτων εκείνης της εποχής υπάρχουν ενδείξεις πως επρόκειτο για μια θερμότερη εποχή με χλωρίδα και πανίδα παρόμοια με της σημερινής Αφρικανικής Σαβάνας. Πιθανώς, λοιπόν, η πεπλόγλαυκα να έζησε αρχικά σε ελαφρώς δασώδη περιβάλλοντα και σαβάνες (Andrews et al., 1990).

1.3 Βιοποικιλότητα Μικρών Θηλαστικών

1.3.1. Σημασία της βιοποικιλότητας:

Η Βιοποικιλότητα είναι μια από τις σημαντικότερες συνιστώσες της βιολογίας και αφορά σε όλα τα επίπεδα της ζωής. Σε ένα πιο στενό επίπεδο η ποικιλότητα των ζωντανών οργανισμών σε μια περιοχή συμβάλλει καθοριστικά στην δυναμική των οικοσυστημάτων. Έχειδειχτεί από παρατηρήσεις αλλά και διάφορα μαθηματικά μοντέλα πως οι βιοκοινότητες που χαρακτηρίζονται από μεγάλη ποικιλομορφία τείνουν να επανέρχονται γρηγορότερα σε συνθήκες ισορροπίας μετά από μια διαταραχή σε σχέση με πιο “φτωχές” σε αριθμό ειδών βιοκοινότητες. Η μελέτη της βιοποικιλότητας είναι απαραίτητη για την υλοποίηση των στόχων σχετικά με τη βέλτιστη διαχείριση των φυσικών οικοσυστημάτων. Τα μέτρα διαχείρισης για τη διατήρηση της πανίδας μιας περιοχής θα πρέπει να βασίζονται σε ορθά και επαρκή στοιχεία για την περιοχή εξάπλωσης, την αφθονία, την ηθολογία κ.λπ. των ειδών.

1.3.2. Άμεση και έμμεση μελέτη

Η μελέτη των μικρών θηλαστικών μιας περιοχής δύναται να πραγματοποιηθεί είτε με άμεσο τρόπο, δηλαδή με την παγίδευση των ατόμων με ειδικές μεθόδους, είτε με έμμεσο τρόπο. Μία έμμεση μέθοδος είναι και η μελέτη εμεσμάτων αρπακτικών πτηνών, ως δείκτης της τοπικής πανίδας και έχει κάποια πλεονεκτήματα έναντι της άμεσης παρατήρησης.

Αρχικά, η άμεση καταγραφή της πανίδας των μικρών θηλαστικών μιας περιοχής βασίζεται στην εμπειρία του επιστήμονα, μιας και το κάθε είδος απαιτεί διαφορετικές μεθόδους παγίδευσης και συγκεκριμένες συνθήκες για να επιτευχθεί. Αντίθετα, η έμμεση περιγραφή των μικρών θηλαστικών μιας περιοχής μέσω της διατροφής αρπακτικών πτηνών είναι μια φθηνή διαδικασία με λιγότερες απαιτήσεις, χρονικές αλλά και υλικοτεχνικές. Το μεγαλύτερο όμως πλεονέκτημα της έμμεσης μελέτης είναι η αποφυγή όχλησης και κάποιες φορές θανάτωσης των ατόμων που είναι αναπόφευκτα κατά την παγίδευση και επιπλέον ενδέχεται να δώσει περισσότερα στοιχεία για την τοπική πανίδα μιας περιοχής από την άμεση παγίδευση

Έχει δειχτεί ότι ένα μικρό δείγμα εμεσμάτων δύναται να δώσει πληροφορίες για τη σύνθεση των ειδών που αποτελούν θηράματα της πεπλόγλαυκας, χρήσιμες τόσο για την διαχείριση και προστασία της ίδιας της πεπλόγλαυκας όσο και για την αξιολόγηση της κατάστασης των ειδών – θηραμάτων και των οικοσυστημάτων (Taylor, 2004).

1.3.3. Σχετικά με τα είδη μικρών θηλαστικών που αναγνωρίστηκαν στην παρούσα μελέτη.

- *Mus musculus domesticus* (Rutty, 1772)



Αρσενικός οικιακός ποντικός από γερμανικό πληθυσμό, φωτογραφία της Christine Pfeifle.
Available at: https://www.researchgate.net/figure/Wild-male-Mus-musculus-domesticus-from-the-German-population-Photograph-by-Christine_fig1_236083949

Πρόκειται για τον οικιακό ποντικό, ένα υποείδος ευρύοικο και άφθονο που, ως οικοδίαιτο (commensal) ευημερεί κοντά στον άνθρωπο (Musser et al., 2016) (όπως και η πεπλόγλαυκα. Δεν είναι παράξενο λοιπόν που το είδος αυτό αποτελεί ένα από τα πιο άφθονα είδη στη διατροφή της κουκουβάγιας *Tyto alba*, σύμφωνα με τις περισσότερες σχετικές μελέτες.

- *Apodemus flavicollis* (Melchior, 1834)

Ο κρικοποντικός με το χαρακτηριστικό κίτρινο 'κολάρο' κοιλιακά στην ωμική ζώνη εξαπλώνεται σε μεγάλο μέρος της Ευρώπης με Ανατολικό όριο τα Ουράλια όρη και τα Όρη Ζάγκροστης Ουγγαρίας. Στο μεγαλύτερο μέρος της εξάπλωσής του είναι κοινό είδος που απαντάται σε δασικά περιβάλλοντα αλλά και σε θαμνότοπους (Amori et al., 2016).



Κρικοποντικός με εμφανή την καστανή ζώνη (χαρακτηριστικό γνώρισμα του είδους), φωτογραφία του χρήστη @WoodlandTrust. Available at: <https://twitter.com/i/web/status/1099307896742002688>

- *Apodemus sylvaticus* (Linnaeus, 1758)

Ο δασοποντικός, ξεχωρίζει από το συγγενικό, και σε μεγάλη έκταση της εξάπλωσής του συμπατρικό, κρικοποντικό λόγω του απόντος ή ατελούς κίτρινου 'κολάρου' της ωμικής ζώνης και έχει επίσης ευρεία εξάπλωση στην Ευρώπη με Ανατολικό όριο στα σύνορα Ρωσίας και Ουκρανίας και Νότιο την οροσειρά του Άτλαντα στην Αφρική.



Δασοποντικός, φωτογραφία του Frank Hecker.

Available at: <https://www.naturemobile.org/en/species/12334/apodemus-sylvaticus>

Κατά τα άλλα, μορφολογικώς το είδος είναι δυσδιάκριτο από το συμπάτριό του και πολλές φορές συντοπικό του *A. flavicollis*.

Πρόκειται για ένα ευρύοικο, είδος με μεγάλες αφθονίες στο μεγαλύτερο τμήμα της εξάπλωσής του και απαντάται σε μια μεγάλη ποικιλία ημι – φυσικών βιοτόπων συμπεριλαμβανομένου δασώδη, θαμνώδη και ξηρά φρύγανα και αμμόλοφοι. Συναντάται συχνά ακόμη και σε ανθρωπογενή περιβάλλοντα όπως πάρκα, κήποι, αγροτικές περιοχές, βοσκοτόπια και φυτείες δέντρων (Schlitter et al., 2016).

- *Rattus rattus* (Linnaeus, 1758)



Μαυροποντικός από τη Μεγάλη Βρετανία.

Available at: <https://britishwildlifecentre.co.uk/planyourvisit/animals/black-rat/>

Ο μαυροποντικός, το πιο σκουρόχρωμο είδος αρουραίου, έχει, σήμερα, ευρεία εξάπλωση στην Ευρώπη, την Ασία και την Αφρική και απαντάται σε μεγάλες αφθονίες τόσο κοντά στον άνθρωπο αλλά και σε φυσικά ή ήμι – φυσικά περιβάλλοντα. Το είδος ξεκίνησε ως ενδημικό της Ινδίας και του Πακιστάν αλλά εξαπλώθηκε λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας (Krystufek et al., 2016).

- *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769)



Δεκατιστής, φωτογραφία του D. Tolliday

Available at: http://wildpro.twycrosszoo.org/S/0MRodenti/muridae/rattus/Rattus_norvegicus/Rattus_norvegicus.htm

Ο δεκατιστής ή καστανός αρουραίος εξαπλώνεται σήμερα σε όλη σχεδόν την Ευρώπη και την Ασία αφού εισήχθη από τον άνθρωπο και απαντάται σε όλα τα έντονα ανθρωπογενή περιβάλλοντα. Σε φυσικά οικοσυστήματα κυρίως σε πιο ψυχρά περιβάλλοντα και κατάγεται από τη Σιβηρική Ρωσία, Κίνα και Ιαπωνία. Στη Μεσόγειο περιορίζεται στις αστικές περιοχές και λιμάνια. Αντίθετα από τον αναρριχητικό μαυροποντικό, ο δεκατιστής είναι αμιγώς εδαφόβιος (Ruedas, 2016).

- *Crocidura suaveolens* (Pallas, 1811)



Κηπομυγαλίδα

Available at: http://www.hlasek.com/crocidura_suaveolens_k7537.html

Η κηπομυγαλίδα έχει ευρεία εξάπλωση στην Παλαιαρκτική Ζώνη από την Ισπανία ως τη Σιβηρία αν και στην Δυτικό τμήμα της εξάπλωσής του είναι μάλλον σπάνιο ενώ στα Ανατολικά σχηματίζει ικανούς και σταθερούς πληθυσμούς. Πρόκειται για ένα αμιγώς εδαφόβιο είδος μυγαλής που απαντάται από την επιφάνεια της θάλασσας σε παραθαλάσσια οικοσυστήματα, λιβάδια και βραχώδεις εκτάσεις έως και στις κορυφές των βουνών ενώ συχνά έχει παρατηρηθεί και σε αγροτικές περιοχές (Palomo et al., 2016).

- *Crocidura leucodon* (Hermann, 1780)



Χωραφομυγαλίδα με εμφανή τη χαρακτηριστική για το είδος απότομη διχρωμία κατά μήκος του σώματος
Available at: http://www.hlasek.com/crocidura_leucodon_h5350.html

Η χωραφομυγαλίδα εξαπλώνεται από τη Γαλλία έως την Κασπία θάλασσα και έχει παρατηρηθεί σε λιβάδια, φρύγανα και αγροτικές εκτάσεις από την επιφάνεια της θάλασσας έως τα 2.500 m. Σε διάφορες περιοχές της εξάπλωσής του οι πληθυσμοί τείνουν να μειώνονται ενώ στη Μεσόγειο και στη Νοτιοδυτική Ασία οι πληθυσμιακές του τάσεις δεν είναι επαρκώς μελετημένες. Μορφολογικά, είναι αρκετά δυσδιάκριτο από το προηγούμενο είδος.

- *Suncus etruscus* (Savi, 1822)



Ετρουσκομυγαλίδα

Available at: <https://astronomy-to-zoology.tumblr.com/post/47786694499/etruscan-shrew-suncus-etruscus-also-known-as>

Η ετρουσκομυγαλίδα απαντάται σε λιβάδια, θαμνώδη, δασώδη και ερημικά περιβάλλοντα στην Ιβηρική, Ιταλική, Βαλκανική και Αραβική χερσόνησο καθώς και σε πολλά μεσογειακά νησιά αλλά και στη βόρεια Αφρικανική Ήπειρο και σε συγκεκριμένες περιοχές της Ασίας. Έχει παρατηρηθεί από την επιφάνεια της θάλασσας έως και τα 3.000 m (Aulagnier et al., 2017). Διεκδικεί τον τίτλο του πιο μικρόσωμου θηλαστικού παγκοσμίως!

- *Microtus thomasi* (Barrett-Hamilton, 1903)



Σκαπτοποντικός *Microtus thomasi*

Available at: http://www.hlasek.com/crocidura_leucodon_h5350.html

Πρόκειται για ένα είδος σκαπτοποντικού της οικογένειας Arvicolidae, ενδημικό της Βαλκανικής χερσονήσου. Απαντάται σε λιβάδια, βοσκότοπους και καλλιεργήσιμες εκτάσεις, σε υψόμετρο από 0 έως 1,700 μέτρα, που χαρακτηρίζονται από παχύ στρώμα χώματος στο οποίο κατασκευάζουν πολύπλοκα δίκτυα στοών (Krystufek 2016).

2.4 Περί της γεωμετρικής μορφομετρίας

Η μορφολογία σωματικών δομών παίζει πολύ σημαντικό ρόλο σε πολλά επίπεδα της βιολογίας, καθώς μορφολογικές αλλαγές στα άτομα προκαλούνται από παράγοντες που χρήζουν μελέτης όπως: ασθένειες, τραυματισμοί, μεταλλάξεις, οντογένεση, γεωλογικοί παράγοντες και, φυσικά, η εξέλιξη. Η μορφομετρία είναι ένας ποσοτικοποιημένος τρόπος να προσεγγίσουμε το σχήμα ενός σώματος και τη σύγκριση μεταξύ δύο σωμάτων, κάτι που πολύ συχνά ενδιαφέρει ένα βιολόγο (Zelditch et al., 2012). Έτσι, στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, η παρατήρηση της εξωτερικής μορφολογίας εμπλουτίστηκαν με τη βοήθεια της στατιστικής ανάλυσης και την επινόηση δεικτών που αποτελούσαν μετρήσιμα χαρακτηριστικά στο σχήμα και το μέγεθος του οργανισμού ή μέρους αυτού. Η Κλασική Μορφομετρία αφορά στη μελέτη της μεταβολής του σχήματος εντός ομάδων και μεταξύ ομάδων οργανισμών και συνήθως

αναφέρεται στην εφαρμογή πολυπαραμετρικών αναλύσεων σε ένα σετ ποσοτικών μεταβλητών όπως τα ύψος. Αν και οι γραμμικές μεταβλητές είναι πιο συνήθεις σε τέτοιου τύπου μελέτες, συχνά απαντώνται και αριθμήσεις, γωνίες ή/και αναλογίες (Adams et al., 2004).

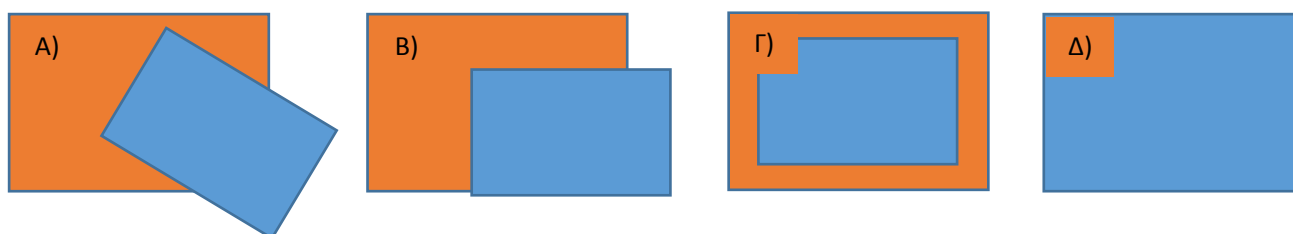
Η Κλασική Μορφομετρία έχει ωστόσο κάποια σοβαρά μειονεκτήματα.

- Αν και πολλές μέθοδοι για την απομόνωση του μεγέθους από το σχήμα προτάθηκαν, η επιστημονική κοινότητα δεν κατάφερε να έρθει σε συμφωνία μιας και η κάθε μία απ' αυτές απέδιδε διαφορετικά αποτελέσματα.
- Η ομολογία των γραμμικών μεταβλητών είναι δύσκολο να εκτιμηθεί.
- Μεγάλο κομμάτι του σχήματος χάνεται αν σκεφτούμε πως δύο σχήματα μπορεί να έχουν ίδιο μήκος και πλάτος αλλά να είναι τόσο διαφορετικά μεταξύ τους όσο ένας κύκλος και ένα τετράγωνο.

Λόγω των παραπάνω δυσκολιών, ερευνητές ασχολήθηκαν με την ανάπτυξη νέων μεθόδων για την ανάλυση του σχήματος. Αρχικά, χρειάζονται μετρήσεις που αποτελούν ομόλογα χαρακτηριστικά.

Σύντομα, έγινε αντικατάσταση του περιγράμματος από τα ορόσημα τα οποία αποτελούν σημεία του περιγράμματος ενός σχήματος που προσδιορίζονται με ακρίβεια και επαναληψιμότητα σε όλα τα διαφορετικά δείγματα που συμπεριλαμβάνονται στην ανάλυση (Adams et al., 2004). Τα ορόσημα ενός σχήματος τοποθετημένα σε ένα καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων αποτελούν μία μεταβλητή. Στο σημείο αυτό πρέπει να δοθεί προσοχή στο γεγονός ότι από εδώ και στο εξής, οι μεταβλητές μας δεν είναι τα ξεχωριστά ορόσημα αλλά το σύνολο αυτών που τοποθετήθηκαν σε ένα σχήμα. Όλες οι συγκρίσεις που πραγματοποιούνται μεταξύ σχημάτων έχουν ως βάση όλη τη σύνθεση των τοπόσημων ενός αντικειμένου και όχι τη θέση μεμονωμένων τοπόσημων.

Πριν την στατιστική επεξεργασία των μεταβλητών αυτών είναι απαραίτητη η επικάλυψη των σχημάτων και για να είναι ξεκάθαρο το γιατί πραγματοποιούνται τα παρακάτω βήματα θα πρέπει να κατανοήσουμε τι σημαίνει σχήμα. Το σχήμα, λοιπόν, ενός αντικειμένου είναι εκείνο που μένει αν αφαιρεθεί από την εξίσωση το μέγεθος, ο προσανατολισμός και η θέση του.



Σχήμα 2.4: Δύο αντικείμενα με το ίδιο σχήμα και: Α) με διαφορετικό μέγεθος, θέση και προσανατολισμό Β) με διαφορετικό μέγεθος και θέση Γ) με διαφορετικό μέγεθος και Δ) με όλα τα χαρακτηριστικά ίδια.

Ο προσανατολισμός ενός αντικειμένου αφορά στην περιστροφή γύρω από τον άξονά του, η θέση του αφορά στην μετακίνηση στο χώρο και το μέγεθος αφορά στο ύψος, το πλάτος και το μήκος του.

Η επικάλυψη των σχημάτων επιτυγχάνεται με τον υπολογισμό ενός «μέσου» και της ελαχιστοποίησης των αποστάσεων μεταξύ του κάθε δείγματος με αυτόν τον «μέσο» με βάση ένα κριτήριο βελτιστοποίησης. Αυτό έχει επιτευχθεί με διάφορες μεθόδους ή κάθε μία εκ των οποίων χρησιμοποιεί διαφορετικό μέσο και κριτήριο βελτιστοποίησης. Μία δημοφιλής μέθοδος είναι η ανάλυση Προκρούστη που χρησιμοποιεί εκτίμηση ελάχιστων τετραγώνων. Αρχικά, επιλέγεται ένα σημείο αναφοράς σύμφωνα με το οποίο τοποθετούνται όλα τα αντικείμενα στην ίδια θέση. Αυτό το σημείο αναφοράς συχνά είναι το κεντροειδές (centroid) ή αλλιώς το γεωμετρικό κέντρο του σχήματος και χρησιμοποιήθηκε και στην παρούσα εργασία, αλλά δεν είναι το μοναδικό που έχει χρησιμοποιηθεί στη σχετική βιβλιογραφία. Μετά την τοποθέτηση των κεντροειδών στο ίδιο σημείο (θέση), πρέπει να έρθουν τα αντικείμενα στην ίδια κλίμακα. Για ο σκοπό αυτό υπολογίζονται οι αποστάσεις όλων των τοπόσημων από το κεντροειδές. Η τετραγωνική ρίζα του αθροίσματος των τετραγώνων των αποστάσεων αυτών ονομάζεται κεντροειδές μέγεθος και είναι μαθηματικά ανεξάρτητο από το σχήμα. Τέλος, τα αντικείμενα περιστρέφονται γύρω από το κεντροειδές ώστε να έχουν τον ίδιο προσανατολισμό με την ελαχιστοποίηση των τετραγώνων των αποστάσεων μεταξύ των ομόλογων τοπόσημων. Μετά από αυτή την επεξεργασία είναι δυνατός ο υπολογισμός των διαφορών στο σχήμα μεταξύ αντικειμένων (Zelditch et al., 2012).

Σκοπός της παρούσας εργασίας

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η μελέτη εμεσμάτων αποτελεί ένα εργαλείο για την έμμεση μελέτη της βιοποικιλότητας των μικρών θηλαστικών εντός της περιοχής θήρευσης του αρπακτικού πτηνού. Ειδικότερα, τα εμέσματα της πεπλόγλαυκας, *Tyto alba*, έχουν συχνά χρησιμοποιηθεί για τέτοιου είδους μελέτες. Τα τελευταία χρόνια, παρόμοιες μελέτες διεξάγονται πιο συστηματικά και στην Ελλάδα αλλά πολύ λίγες μεταξύ αυτών περιλαμβάνουν και περιοχές Δυτικά της Πίνδου. Στόχος, λοιπόν, της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της διαίτας της πεπλόγλαυκας σε τρεις θέσεις Δυτικά της Πίνδου, στην Ελλάδα και στη γειτονική Αλβανία και μέσω αυτής, η έμμεση μελέτη της πανίδας των μικρών θηλαστικών στις θέσεις αυτές.

Ακόμα, πραγματοποιήθηκε η περιγραφή των αλλοιώσεων στις οποίες υπόκεινται τα σκελετικά υπολείμματα των θηραμάτων της πεπλόγλαυκας ως αποτέλεσμα της διαδικασίας της πέψης, με στόχο την κατασκευή του ταφονομικού προφίλ της συνάθροισης θανάτου, το οποίο να είναι σε θέση να λειτουργήσει ως συγκριτικό υλικό για παλαιοντολογικές μελέτες.

Κεφάλαιο 2: Υλικά και Μέθοδοι

Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφονται οι υποδομές καθώς και η πειραματική διαδικασία που ακολουθήθηκε για να συλλεχθούν οι πληροφορίες που απαιτούνται για την απάντηση των ερωτημάτων που έχουμε θέσει παραπάνω.

2.1 Περιοχές μελέτης

Τα δείγματα που μελετήθηκαν, στο πλαίσιο αυτής της εργασίας, συλλέχθηκαν από τρεις περιοχές της Ελλάδας και της Αλβανίας, δυτικά της οροσειράς της Πίνδου.

- Αρχικά, εντοπίστηκε φωλιά ενός ζεύγους πεπλόγλαυκας από τον κ. Γεώργιο Ηλιόπουλο στις αλυκές των Λεχαινών (Αχαΐα, Ελλάδα). Η φωλιά αποτελούσε μια τρύπα στην οροφή ενός υπό κατάρρευση κτίσματος που βρίσκεται σε μια απόσταση 15' από την κωμόπολη των Λεχαινών, στα όρια μεταξύ της αγροτικής περιοχής και του εμπλουτισμένου σε αλάτι εδάφους που οδηγεί στον αλμυρό βάλτο. Πραγματοποιήθηκαν τρεις συλλογές στην περιοχή. Η πρώτη έλαβε χώρα την 4/4/2017, απέδωσε 16 ολόκληρα και 10 θραύσματα εμεσμάτων και πραγματοποιήθηκε από τον κ. Γεώργιο Ηλιόπουλο. Μετά από την προφορική μεταφορά της πληροφορίας πραγματοποιήθηκαν δύο επιπλέον επισκέψεις στην περιοχή ώστε να συλλεχθεί ένας ικανοποιητικός αριθμός εμεσμάτων. Στόχος, ήταν τα εμέσματα από κάθε περιοχή να αριθμούν 30 ώστε να διαθέτουμε ένα στατιστικό δείγμα, συγκρίσιμο και από περιοχή σε περιοχή. Συνολικά, στις 9/5/2017 συλλέχθηκαν επτά εμέσματα και στις 6/6/2017 άλλα 18.
- Στην προσπάθεια εντοπισμού φωλιάς ή θέσης κουρνιάσματος επιστρατεύσαμε την επιρροή του φορέα διαχείρισης του Όρους Αίνου και μέσω τοπικών μέσων μαζικής ενημέρωσης εντοπίστηκε μια φωλιά στη σοφίτα ενός σπιτιού στα Ποριαράτα της Κεφαλονιάς, 13 χιλιόμετρα απ' το Αργοστόλι και 202 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας. Με αυτό τον τρόπο, το φθινόπωρο του 2017 συλλέχθηκαν 24 εμέσματα.
- Τέλος, 26 εμέσματα στάλθηκαν από τον καθηγητή Paspali Gligor του Πανεπιστημίου Eqrem Çabej του Αργυρόκαστρου με προέλευση την ομώνυμη περιοχή.

2.2 Εξωτερική Εμφάνιση των Εμεσμάτων

Η προσεκτική παρατήρηση των εμεσμάτων πριν από την οποιαδήποτε επεξεργασία αυτών είναι σημαντική. Από τα εξωτερικά χαρακτηριστικά των εμεσμάτων είναι δυνατό να αναγνωριστούν κάποιες χαρακτηριστικές συμπεριφορές του αρπακτικού. Η κατάσταση των

εμεσμάτων, ως προς την εμφάνισή τους, είναι χαρακτηριστική του είδους του αρπακτικού που τα αποβάλλει, της παλαιότητάς τους αλλά και των συνθηκών που επικρατούν στο σημείο εναπόθεσής τους.

- Τα εμέσματα της πεπλόγλαυκας έχουν χαρακτηριστικό, σχεδόν κυλινδρικό σχήμα με ποικίλο μήκος και διάμετρο, αλλά με οξύληκτα άκρα που καθιστούν την αναγνώριση των ολόκληρων εμεσμάτων από τα θραύσματα αρκετά εύκολη. Όσο παλαιότερα είναι, τόσο μεγαλύτερο τμήμα του εξωτερικού περιβλήματος πέπτει ή/και αναμοχλεύεται από ζωντανούς οργανισμούς, αποικοδομητές και σαπροφάγους, και αποκαλύπτουν τα οστά που βρίσκονται στο εσωτερικό του εμέσματος. Η συγκράτηση των οστών σε ένα σχηματισμό από τα άλλα άπεπτα υλικά γίνεται όλο και πιο χαλαρή έως ότου παραμείνουν στο υπόστρωμα μόνο διασκορπισμένα σκελετικά στοιχεία.
- Η ύπαρξη φτερών στο εξωτερικό περίβλημα των εμεσμάτων αποτελούσε πληροφορία για τη συμμετοχή πτηνού στην λεία του αρπακτικού.
- Το μέγεθος των εμεσμάτων μετρήθηκε με ηλεκτρονικό ψηφιακό παχύμετρο με ακρίβεια μέτρησης 0,05 mm και στις τρεις διαστάσεις (ύψος, πλάτος, μήκος). Οι μετρήσεις έγιναν λαμβάνοντας υπόψη τα πιο παχιά σημεία του εμέσματος για τα ολόκληρα εμέσματα που βρέθηκαν στην περιοχή των Λεχαινών. Στη συνέχεια, υπολογίστηκαν οι μέσες τιμές για τις τρεις διαστάσεις.

Παρόμοιες μετρήσεις για τα εμέσματα των άλλων δύο περιοχών δεν πραγματοποιήθηκαν γιατί στην πλειοψηφία τους τα εμέσματα δεν βρίσκονταν στην αρχική τους κατάσταση. Τα εμέσματα από το Αργυρόκαστρο ήταν ανοιγμένα λόγω προηγούμενης επεξεργασίας ενώ αυτά από την Κεφαλονιά ήταν πεπιεσμένα και επομένως τα μεγέθη δεν θα ήταν αντιπροσωπευτικά.



Εικόνα 2.1: Μέτρηση του μήκους του εμέσματος #8 από τα Ποριαράτα Κεφαλονιάς με το ψηφιακό παχύμετρο.

2.3 Καθαρισμός Σκελετικών Στοιχείων

Η επεξεργασία των εμεσμάτων εκτελέσθηκε σε δύο στάδια. Προηγήθηκε στεγνός καθαρισμός που περιλαμβάνει την αφαίρεση του σκληρού εξωτερικού περιβλήματος από τρίχες και πούπουλα, σκληροποιημένα από την επαφή με τα επιχρίσματα της περιοχής απόθεσής τους και της έκθεσης στα στοιχεία της φύσης, και την απομόνωση όλων των σκελετικών στοιχείων που βρίσκονται στο εσωτερικό τους με τη χρήση ανατομικής λαβίδας και βελόνας. Αυτή η διαδικασία εκτελέσθηκε υπό τον απαγωγό και με τη χρήση μάσκας προσώπου ώστε τυχόν αιωρούντα σωματίδια (τρίχες και σκόνες) να απομακρυνθούν με ασφάλεια, χωρίς κίνδυνο εισπνοής τους. Στη συνέχεια, ακολούθησε υγρός καθαρισμός ο οποίος αποτελεί την εμβάπτιση των απομονωμένων οστών σε βάζα με νερό όπου αυτά βυθίζονται ενώ τα υπολείμματα από τρίχες, πούπουλα και σκόνες που έχουν, μοιραία, απομείνει στην επιφάνειά τους, επιπλέουν και, επομένως, διαχωρίζονται επιτυχώς. Τα οστά συλλέγονται με τη βοήθεια κόσκινου και εναποτίθενται σε διηθητικό χαρτί σε θερμοκρασία δωματίου για να στεγνώσουν. Τέλος, τοποθετούνται σε κωδικοποιημένα φιαλίδια και αποθηκεύονται. Μετά τη διαδικασία του καθαρισμού τα οστά είναι έτοιμα προς μελέτη.

2.4 Καταγραφή Σκελετικών Στοιχείων

2.4.1. Τύπος οστών

Πραγματοποιήθηκε παρατήρηση των σκελετικών στοιχείων, μακροσκοπικά αλλά και, όπου αυτό ήταν απαραίτητο, με τη χρήση στερεοσκοπίου, και η λεπτομερής περιγραφή των οστών που απομονώθηκαν με την παραπάνω διαδικασία.

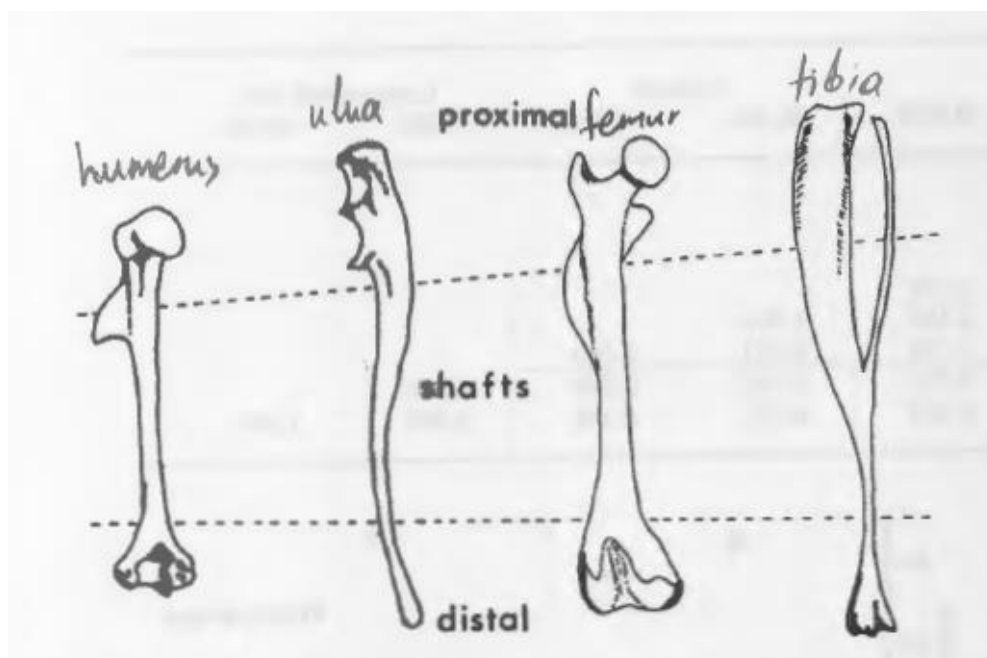
Η αρχική περιγραφή των οστών αφορά στον διαχωρισμό τους σε τύπους σκελετικών στοιχείων. Με άλλα λόγια, έγινε προσπάθεια ταυτοποίησης κάθε οστού σε έναν από τους παρακάτω τύπους:

- Κρανιακή κάψα, αριθμός ανά άτομο: 1
- Άνω γνάθος, αριθμός ανά άτομο: 2
- Κάτω γνάθος, αριθμός ανά άτομο: 2
- Κοπήρες, αριθμός ανά άτομο: 4
- Προγόνμφιοι-Γομφίοι, αριθμός ανά άτομο: Rodentia (Muridae, Cricetidae) 12 ,
Soricidae 30-36
- Ιερό Οστό, αριθμός ανά άτομο: 2
- Μηριαίο Οστό, αριθμός ανά άτομο: 2
- Κνήμη, αριθμός ανά άτομο: 2
- Περώνη, αριθμός ανά άτομο: 2
- Ωμοπλάτη, αριθμός ανά άτομο: 2

- Κλείδα, αριθμός ανά άτομο: 2
- Βραχιόνιο οστό, αριθμός ανά άτομο 2
- Κερκίδα, αριθμός ανά άτομο: 2
- Ωλένη, αριθμός ανά άτομο: 2
- Αστράγαλος μπροστινού άκρου, αριθμός ανά άτομο: 2
- Αστράγαλος πισινού άκρου, αριθμός ανά άτομο: 2
- Άτλαντας, αριθμός ανά άτομο: 1
- Άξονας, αριθμός ανά άτομο: 1
- Πλευρές, αριθμός ανά άτομο: ποικίλει, ανάλογα με το τάξο
- Σπόνδυλοι, αριθμός ανά άτομο: ποικίλει ανάλογα με το τάξο, λόγω του διαφορετικού αριθμού σπονδύλων της ουράς
- Μετά - καρπικά οστά: ο αριθμός ποικίλει, ανάλογα με το τάξο
- Φάλαγγες: ποικίλει ανάλογα με το τάξο

Ακολούθησε η καταμέτρηση των οστών και ο υπολογισμός της ποσοστιαίας συμμετοχής του κάθε τμήματος του σκελετού των θηραμάτων της πεπλόγλαυκας, με στόχο τον υπολογισμό ταφονομικών δεικτών για την κατασκευή ταφονομικού προφίλ. Τα κυρίως ενδιαφέροντα σκελετικά στοιχεία, και τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα είναι τα κρανιακά οστά και τα μακρά οστά, αλλά στην παρούσα εργασία εξετάστηκαν και τα υπόλοιπα μετά – κρανιακά οστά, σε μια προσπάθεια συλλογής ακριβέστερης πληροφορίας.

2.4.2. Τύπος Θραύσης:



Σχέδιο 2.1: Απεικόνιση των τύπων θραύσης των μακρών οστών από τους Andrews & Cook (1990).

Ταυτόχρονα με την ποσοτική περιγραφή του δείγματος πραγματοποιήθηκε και η περιγραφή τυχόν θραύσεων που παρατηρούνται στα σκελετικά στοιχεία. Αυτή η περιγραφή αφορούσε μόνο στα κρανιακά και στα μακρά οστά, ενώ για τα υπόλοιπα προσδιορισμένα μετά – κρανιακά οστά αναγραφόταν μόνο ο αριθμός των σπασμένων σκελετικών στοιχείων, χωρίς κάποια διευκρίνιση για τον τύπο της θραύσης που παρατηρήθηκε. Η σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ εργασιών προϋποθέτει ομοιομορφία στις μεθόδους επεξεργασίας και παρουσιάσής τους. Για λόγους συγκρισιμότητας, λοιπόν, οι τύποι θραύσης με βάση τους οποίους έγινε η περιγραφή των δειγμάτων είναι σχεδόν πανομοιότυποι με εκείνους που περιγράφονται στο βιβλίο των Andrews & Cook (1990).

Οι θραύσεις στα μακρά οστά περιγράφηκαν ανάλογα με τη θέση στην οποία αυτές παρατηρούνται (Σχέδιο 2.1). Έτσι καταγράφηκαν ως:

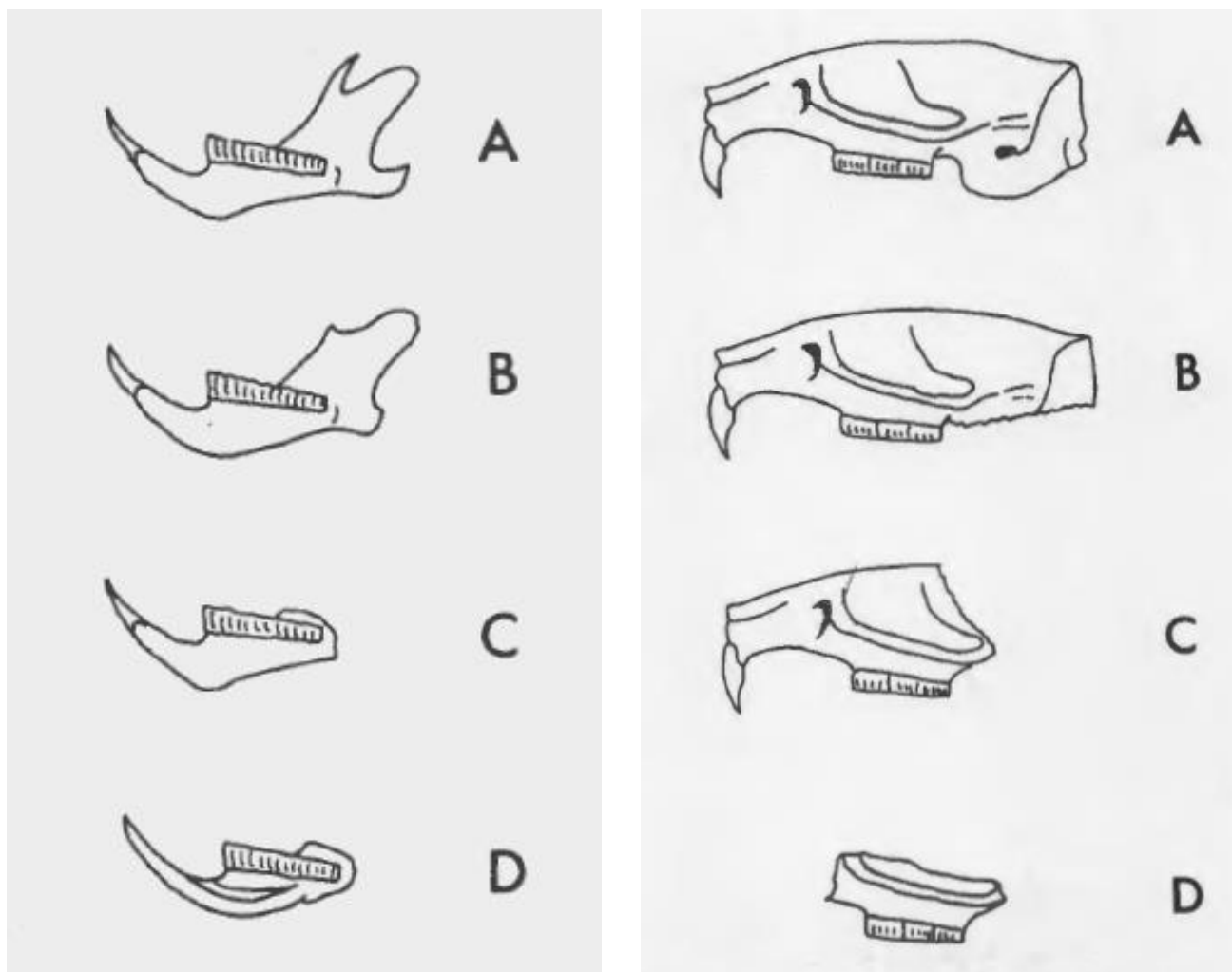
- Τύπος distal : θραύση στο κάτω άκρο του οστού
- Τύπος proximal : θραύση στο άνω άκρο του οστού
- Τύπος shaft : θραύση κοντά στο μέσο της διάφυσης του οστού
- Τέλος, ο τύπος complete για τα ολόκληρα οστά

Λόγω του τρόπου θανάτωσης των ζώων από την πεπλόγλαυκα, δεν βρέθηκε ούτε ένα κρανίο με την κρανιακή κάψα άθικτη. Ως ολόκληρα κρανία επομένως, περιγράφηκαν εκείνα που διέθεταν τουλάχιστον τη μισή κρανιακή κάψα και δεν είχαν θραύσεις σε άλλα σημεία (Σχέδιο 2.2 δεξιά). Συνεπώς, ένα κρανίο μικρών θηλαστικών καταγράφηκε ως:

- Τύπος A : ολόκληρο κρανίο
- Τύπος B : το κοιλιακό μέρος της κρανιακής κάψας φέρει εμφανή σημάδια θραύσης
- Τύπος C : η κρανιακή κάψα σχεδόν καθόλου διατηρημένη
- Τύπος D : Η άνω γνάθος έχει διαχωριστεί από το υπόλοιπο κρανίο

Στην περίπτωση της κάτω γνάθου, όπως και της άνω, το ήμισυ της γνάθου θεωρήθηκε ένα σκελετικό στοιχείο. Η κάτω γνάθος θεωρήθηκε ολόκληρη αν δεν υπήρχαν σημάδια θραύσης ακόμα κι αν υπήρχε μερική ή και ολική έλλειψη των γομφίων (Σχέδιο 2.2 αριστερά).

- Τύπος A : ολόκληρη γνάθος
- Τύπος B : εμφανή σημάδια θραύσης στην ανιούσα προεξοχή
- Τύπος C : η ανιούσα προεξοχή σχεδόν καθόλου διατηρημένη
- Τύπος D : κατώτερο όριο αποκολλημένο (συχνά λείπει και ο κοπτήρας)



Σχέδιο 2.2: Απεικόνιση των τύπων θραύσης της κρανιακής κάψας και της κάτω γνάθου μικρών θηλαστικών από το βιβλίο των Andrews & Cook (1990).

2.5 Αναγνώριση Ειδών

2.5.1. Αναγνώριση μικρών θηλαστικών

Η αναγνώριση των ειδών των ζώων που αποτελούν θήραμα της πεπλόγλαυκας πραγματοποιήθηκε με ένα συνδυασμό μεθόδων. Τα συνήθη θηράματα που συναντήσαμε στην παρούσα έρευνα ήταν αντιπρόσωποι των Τρωκτικών και των Ευλιπότυφλων τα οποία είναι εύκολο να ξεχωρίσει κανείς μεταξύ τους τόσο από τα κρανιακά όσο και από τα μακρά οστά.

Στη συνέχεια, η αναγνώριση πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια της παρακάτω κλείδας η οποία δημιουργήθηκε χρησιμοποιώντας για βάση την κλείδα που εντοπίστηκε στη διπλωματική εργασία της Σαραντίδη, (2004) και εμπλουτίστηκε, με βάση το βιβλίο ανάλυσης εμεσμάτων από Γλαυκόμορφα (Yalden, 2009) και άλλα βιβλία (Kryštufek et al., 2005;

Kryštufek et al., 2009; Niethammer et al., 2005) , καθώς και τη σχετική εργασία για τα τάξα του οικιακού ποντικού του Macholán (1996), αλλά και με τη χρήση συγκριτικού υλικού (στο οποίο συγκαταλέγονται σκελετοί ταυτοποιημένων ατόμων και φωτογραφίες σκελετικών στοιχείων), από προηγούμενες μελέτες του εργαστηρίου.



Εικόνα 2.2: Μακρά οστά *Crocidura suaveolens*. Έμεσμα #3, Αλυκές Λεχαινών, ημ/νία 6/6/17. Με τη σειρά από αριστερά: βραχιόνιο οστό, μηριαίο οστό, κερκίδα, ιερό οστό, ωμοπλάτη, κνήμη (η περόνη είναι σπασμένη).



Εικόνα 2.3: Μακρά οστά *Apodemus flavicollis/sylvaticus*. Έμεσμα #2, Αργυρόκαστρο Αλβανίας. Με τη σειρά από αριστερά: κνήμη και περόνη, ιερό οστό, βραχιόνιο οστό, κερκίδα, ωλένη, μηριαίο οστό, ωμοπλάτη.

2.5.2 Κλείδα μικρών θηλαστικών

- Rodentia

1α. Γομφίοι 4/4. Myoxidae.

1β. Γομφίοι 3/4 ή 3/3. 2.

2α. Γομφίοι χωρίς πτυχές αδαμαντίνης 3.

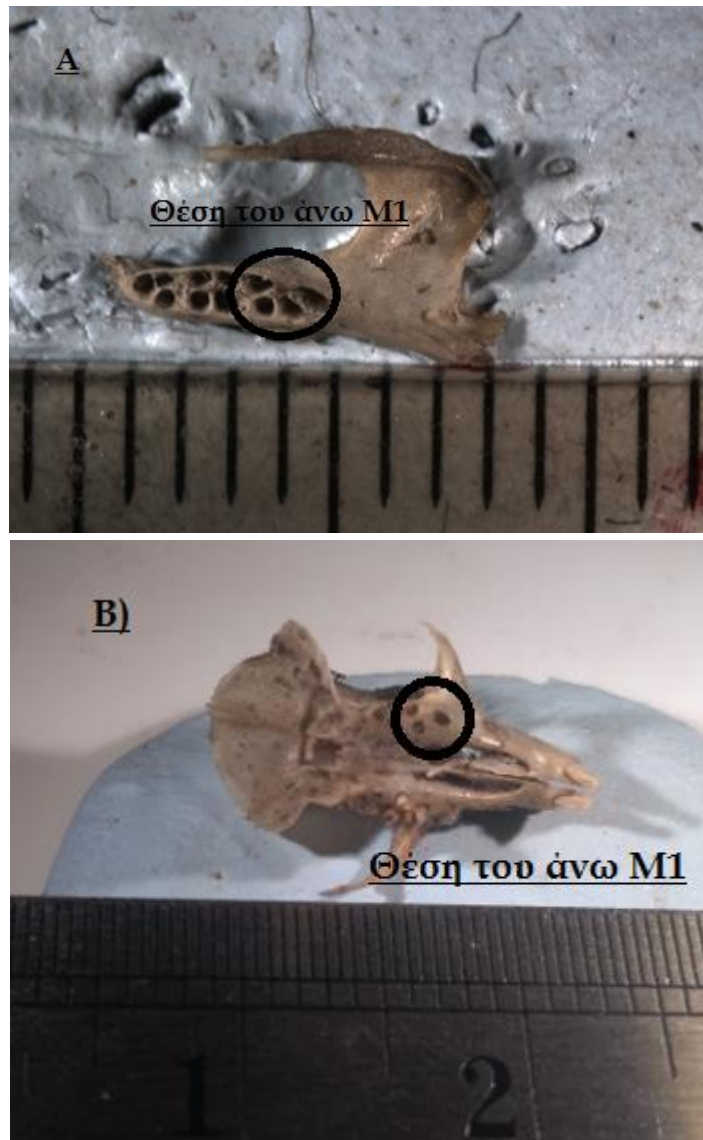
2β. Γομφίοι με πτυχές αδαμαντίνης 4.

3α. Γομφίοι με φύματα που διατάσσονται σε δύο σειρές. Οι ρίζες της άνω γνάθου διατάσσονται σε δύο σειρές και της κάτω σε μία. *Cricetulus migratorius*.

3β. Γομφίοι με φύματα που διατάσσονται σε τρεις σειρές. Οι ρίζες της άνω γνάθου διατάσσονται σε τρεις σειρές και της κάτω σε δύο. Muridae (5).

4α. Γομφίοι πρισματικοί. Κοπτήρες με επιμήκη χαραγή στην πρόσθια επιφάνεια. Ο πρώτος γομφίος με δύο εισερχόμενες γωνίες σε κάθε πλευρά, ο δεύτερος με μια και ο τρίτος χωρίς γωνίες. Gerbillidae.

4β. Γομφίοι που σχηματίζουν εισερχόμενες πτυχές και γωνίες. Arvicolidae(11).



Εικόνα 2.4: Κρανία τρωκτικών από τη συλλογή στα Ποριαράτα της Κεφαλονιάς. Α) *Apodemus*, στη θέση του πρώτου άνω γομφίου, 4 θύλακες Β) *Mus*, στη θέση του πρώτου άνω γομφίου, 3 θύλακες.

Muridae

5α. Ο πρώτος άνω γομφίος με πέντε ρίζες. *Rattus sp.* (6).

5β. Ο πρώτος άνω γομφίος με τρεις ρίζες (Εικόνα 2.4 Β). 7.

5γ. Ο πρώτος άνω γομφίος με τέσσερις ρίζες (Εικόνα 2.4 Α). *Apodemus sp.* (9).

6α. Κονδυλογναθικό μήκος κρανίου μικρότερο από 40 mm. Στην κορυφή των οστών που περιβάλλουν το κρανίο, οστέινη «στέψη» τα άκρα της οποίας αποκλίνουν προς τα πίσω. Στον άνω M1 η ακμή t1 εμφανής, καλά ανεπτυγμένη και η ακμή t9 εμφανώς υποπλασμένη ή και απύουσα. *Rattus rattus*.

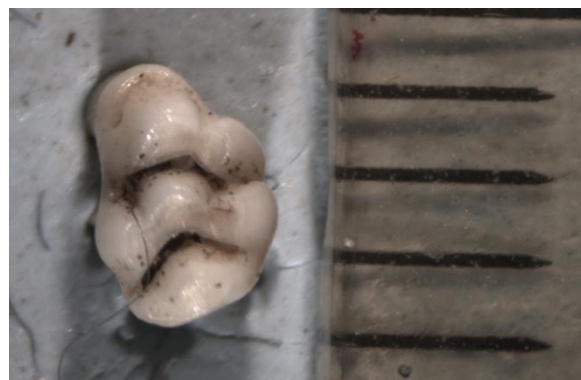
6β. Κονδυλογναθικό μήκος κρανίου περίπου 45 – 54 mm. Στην κορυφή των οστών που περιβάλλουν το κρανίο, οστέινη «στέψη» τα άκρα της οποίας εκτείνονται προς τα πίσω παράλληλα. Στον άνω M1 η ακμή t1 εμφανώς υποπλασμένη ή και απούσα, η ακμή t9 καλά ανεπτυγμένη *Rattus norvegicus*.

7α. Κονδυλογναθικό μήκος κρανίου 27,7 – 31,4 mm..... *Acomys minous*.

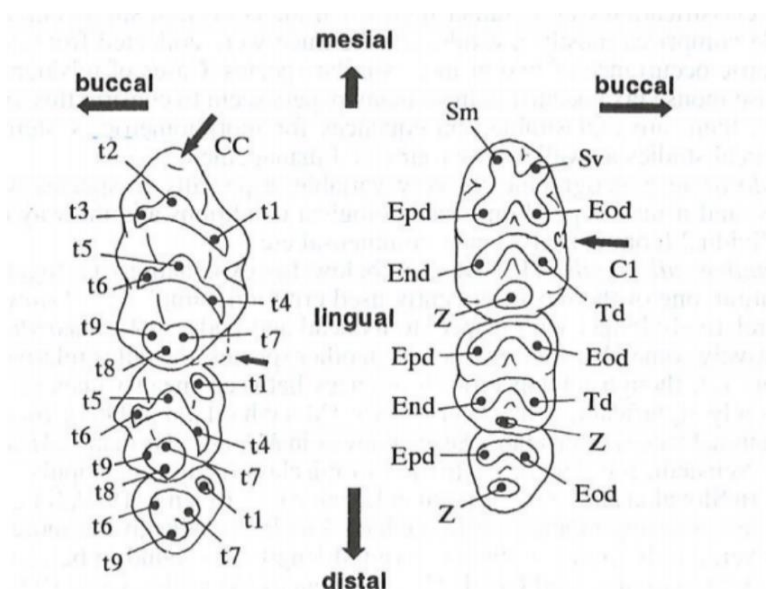
7β. Κονδυλογναθικό μήκος κρανίου 19,3 – 23 mm. Χαρακτηριστική εγκοπή στον άνω κοπήρα. *Mus sp.*(8).



Εικόνα 2.5: Δεξιός, Άνω M1 από *Rattus rattus*. Έμεσμα 6, Αλυκές Λεχαινών, 6/6/2017



Εικόνα 2.6: Αριστερός, Άνω M1 από *Rattus norvegicus*. Έμεσμα 1, Αλυκές Λεχαινών, 9/4/2017



Σχέδιο 2.3: Αποικόνιση της δεξιάς άνω και δεξιάς κάτω σειράς δοντιών του Γένους *Mus* με τις χαρακτηριστικές οδοντικές ακμές (Niethammer et al., 1978).

8α. Η ακμή Sv, στον κάτω πρώτο γομφίο, καλά ανεπτυγμένη.....

8β. Η ακμή Sv υποπλασμένη ή απούσα. *Mus musculus domesticus*.

9α. Κονδυλογναθικό μήκος κρανίου μεγαλύτερο από 28 mm. *Apodemus mystacinus*.

9β. Κονδυλογναθικό μήκος κρανίου μικρότερο από 28 mm. 10.

10α. Εμφανής προεξέχουσα οστέινη λωρίδα στα μετωπικά οστά του κρανίου. Κονδυλογναθικό μήκος κρανίου 19 – 26 mm. *Apodemus agrarius*.

10β. Μετωπικά οστά του κρανίου λεία..... *Apodemus sylvaticus* ή *A. flavicollis*.

Arvicolidae

11α. Ο τρίτος άνω γομφίος με δύο εγκολπώσεις στην εσωτερική πλευρά. Οι εγκολπώσεις των γομφίων είναι στρογγυλεμένες. *Clethrionomys glareolus*.

11β. Ο τρίτος άνω γομφίος με τρεις ή περισσότερες εγκολπώσεις στην εσωτερική πλευρά. Οι εγκολπώσεις των γομφίων είναι αιχμηρές. 12.

12α. Ο πρώτος γομφίος της κάτω γνάθου εμφανίζει στο πρόσθιο άκρο πτύχωση σε σχήμα βέλους. *Chionomys nivalis*.

12β. Ο πρώτος γομφίος της κάτω γνάθου δεν εμφανίζει στο πρόσθιο άκρο πτύχωση σε σχήμα βέλους. *Microtus sp.*

- Eulipotyphla

1α. Ο πρώτος κοπτήρας της άνω γνάθου είναι μικρότερος από τον κυνόδοντα. *Talpa sp.*

1β. Ο πρώτος κοπτήρας της άνω γνάθου είναι μεγαλύτερος από τον κυνόδοντα. *Soricidae* 2.

2α. Σε κάθε πλευρά της άνω γνάθου υπάρχουν τέσσερα δόντια με ένα φύμα το καθένα. 3.

2β. Σε κάθε πλευρά της άνω γνάθου υπάρχουν πέντε δόντια με ένα φύμα το καθένα. 4.

2γ. Σε κάθε πλευρά της άνω γνάθου υπάρχουν τρεις γομφίοι με ένα φύμα το καθένα. 5.

3α. Δόντια με κορυφές με κόκκινο χρώμα. Ο πρόσθιος κοπτήρας της κάτω γνάθου εμφανίζει ένα φύμα *Neomys anomalus*.

3β. Δόντια εντελώς λευκά. Μέγιστο μήκος κρανίου 12,8 – 13,3 mm. *Suncus etruscus*.

4α. Το τρίτο δόντι με ένα φύμα της άνω γνάθου είναι μικρότερο από το δεύτερο. Τα δύο μπροστινά φύματα του κοπτήρα της κάτω γνάθου είναι σε πιο μικρή απόσταση σε σχέση με τα υπόλοιπα δύο. *Sorex araneus*.

4β. Το τρίτο δόντι με ένα φύμα της άνω γνάθου είναι μεγαλύτερο από το δεύτερο. Τα τέσσερα φύματα του κοπτήρα της κάτω γνάθου έχουν ίσες αποστάσεις. *Sorex minutus*.



Εικόνα 2.7: Άνω γνάθος *Crociodura suaveolens*, εμφανή τα 3 δόντια με ένα φύμα, χαρακτηριστικό του Γένους. Έμεσμα 3 από τις Αλυκές Λεχαινών, 6/6/2017

- 5α. Μήκος γομφίων μεγαλύτερο από 4 mm. *Crociodura leucodon*.
 5β. Μήκος γομφίων μικρότερο από 4 mm. 6.
 6α. Η ευθεία που ενώνει τον παραστύλο του P4 με τον πρώτο προγόμφιο κόβει το δεύτερο προγόμφιο. *Crociodura zimmermanni*.
 6β. Η ευθεία που ενώνει τον παραστύλο του P4 με τον πρώτο προγόμφιο δεν κόβει το δεύτερο προγόμφιο. *Crociodura suaveolens*.

2.6 Δείκτες

2.6.1. MNI

Ο αριθμός των ατόμων σε κάθε έμεσμα προσδιορίστηκε με τη μέθοδο του πιο άφθονου σκελετικού στοιχείου. Αν, για παράδειγμα, εντοπίζονταν εννέα κάτω γνάθοι σε ένα έμεσμα, ο αριθμός των ατόμων δεν θα μπορούσε να είναι μικρότερος από 5, μιας και το κάθε άτομο έχει δύο τέτοια σκελετικά στοιχεία. Αυτό ονομάζεται MNI (=Minimum Number of Individuals) ή ο Ελάχιστος Αριθμός Ατόμων και μπορεί να υπολογιστεί με δύο τρόπους. Η πρώτη μέθοδος υπολογισμού του δείκτη MNI αφορά στο σύνολο των σκελετικών στοιχείων μιας σειράς δειγμάτων και είναι εξυπηρετικός στην περίπτωση που είναι δύσκολος ο διαχωρισμός των εμεσμάτων μεταξύ τους. Αυτό μπορεί να είναι αποτέλεσμα της μεθόδου συλλογής των εμεσμάτων ή συνηθέστερα, λόγω της αποσύνθεσης του εξωτερικού περιβλήματός τους με το πέρασμα του χρόνου, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει συνεκτικότητα μεταξύ των σκελετικών στοιχείων.

Λίγο πιο ακριβής είναι ο δείκτης ο οποίος υπολογίζεται ξεχωριστά για κάθε έμεσμα, όταν το κάθε έμεσμα είναι πλήρες και το περιεχόμενό του αυτοτελές. Σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιείται και ο μέσος όρος MNI/έμεσμα (Average MNI/pellet) που προσδίδει πληροφορίες για την οικολογία της πεπλόγλαυκας στην περιοχή μελέτης.

Στη βιβλιογραφία το συνηθέστερο είναι να μην αναφέρεται ο τρόπος υπολογισμού του δείκτη MNI, γεγονός που δεν επιτρέπει συγκρίσεις μεταξύ διαφορετικών σετ δεδομένων, συνεπώς προτείνεται ότι ο αυτός ο τρόπος υπολογισμού θα πρέπει να αναφέρεται. Στην παρούσα εργασία το MNI υπολογίστηκε ξεχωριστά για κάθε έμεσμα και, επομένως, στη στατιστική ανάλυση που ακολούθησε συμπεριλαμβάνονται μόνο τα ολόκληρα εμέσματα.

Με βάση το MNI υπολογίστηκε στη συνέχεια η ποσοστιαία συμμετοχή του κάθε τάξου στη διατροφή της πεπλόγλαυκας.

2.6.2. Δείκτες Ποικιλότητας

Πολλοί δείκτες ποικιλότητας έχουν αναπτυχθεί από τους μελετητές της οικολογίας και της βιοποικιλότητας, αν και σήμερα ένας μικρός αριθμός αυτών συναντάται ως δείκτης της κατάστασης βιοκοινοτήτων αλλά και στην σχετική νομοθεσία για την διατήρηση και σωστή διαχείριση του περιβάλλοντος και του οικολογικού πλούτου. Βασική ιδέα για την ανάπτυξη τέτοιων δεικτών αποτελεί η ανάγκη για ποσοτικοποίηση της βιολογικής ποικιλότητας ώστε να είναι εφικτή η σύγκριση μεταξύ βιολογικών οντοτήτων είτε πρόκειται για βιοκοινότητες είτε για συναθροίσεις θανάτου όπως στην παρούσα εργασία. Η περιγραφή μιας συνάθροισης οργανισμών ή βιοκοινότητας συνήθως βασίζεται στον υπολογισμό των δεικτών Species Richness (S = Πλούτος των Ειδών) και Species Evenness (Ισοκατανομή των Ειδών). Παραδοσιακά, ο Πλούτος των ειδών δεν είναι τίποτε παραπάνω από τον αριθμό των ειδών στο δείγμα. Ο αριθμός αυτός, φυσικά, δεν αποτελεί παρά ένα υποσύνολο του πραγματικού πλούτου της αρχικής βιοκοινότητας, ακόμα κι αν η δειγματοληψία είναι αμερόληπτη, επομένως έχουν αναπτυχθεί μαθηματικοί δείκτες εκτίμησης της βιοποικιλότητας.

Σχεδόν όλοι οι δείκτες ποικιλότητας βασίζονται στον υπολογισμό της σχετικής αφθονίας p που υπολογίζεται ως εξής:

$$p_i = N_i/N$$

όπου N_i είναι ο αριθμός των ατόμων του είδους i στο δείγμα και N ο συνολικός αριθμός ατόμων του δείγματος.

Ο πιο ευρέως χρησιμοποιούμενος δείκτης ποικιλότητας στην βιβλιογραφία είναι ο δείκτης H' , Shannon-Wiener, ο οποίος ποσοτικοποιεί την αβεβαιότητα στην πρόβλεψη του είδους στο οποίο ανήκει ένα τυχαίο άτομο από το δείγμα και υπολογίζεται ως εξής:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln(p_i)$$

όπου p_i είναι η σχετική αφθονία του είδους i .

Όσο περισσότερα είναι τα είδη στο δείγμα, τόσο πιο ισόποσα θα είναι κατανεμημένα τα άτομα στα διάφορα είδη.

Με βάση αυτόν το δείκτη υπολογίστηκε ο δείκτης Ισοκατανομής $J' = H'/H'_{\max}$ όπου $H'_{\max}$ είναι η υψηλότερη δυνατή τιμή του H' που ισχύει όταν όλα τα είδη είναι εξίσου πιθανά και ισούται με:

$$H'_{\max} = -\sum_{i=1}^S \frac{1}{S} \ln \left(\frac{1}{S} \right) = \ln S$$

Ο δείκτης Ισοκατανομής J' παίρνει τιμές μεταξύ 0 και 1, όταν ο δείκτης είναι κοντά στο 1, το δείγμα είναι σχεδόν κανονικό. Αντίστροφα, χαμηλές τιμές του δείκτη χαρακτηρίζουν δείγματα με έντονη ετερογένεια ως προς την αφθονία των ειδών και την ύπαρξη κυρίαρχων ειδών.

2.6.3. Αναλογίες σκελετικών στοιχείων

Οι δείκτες αυτοί δείχνουν τη δυσανάλογη συμμετοχή σκελετικών στοιχείων στο τελικό δείγμα σε σχέση με αυτή που θα περιμέναμε, σύμφωνα με τον αριθμό των οστών ενός σκελετού μικρού θηλαστικού.

Ένας τυπικός δείκτης είναι η σχετική αφθονία (relative abundance, R_i), ο οποίος υπολογίστηκε για κάθε προσδιορισμένο σκελετικό στοιχείο i , σύμφωνα με τον παρακάτω μαθηματικό τύπο:

$$R_i = N_i / (MNI \times E_i) \times 100\%$$

όπου το N_i αναφέρεται στο συνολικό αριθμό (N) του σκελετικού στοιχείου i που βρήκαμε στο δείγμα μας και διαιρείται με τον αναμενόμενο αριθμό του σκελετικού αυτού στοιχείου όπως αυτός υπολογίστηκε από τον αριθμό των ατόμων στο δείγμα (MNI) επί τον αριθμό του σκελετικού στοιχείου που συναντάται σε ένα άτομο (E_i) (Andrews & Cook, 1990).

Με πιο απλά λόγια είναι το ποσοστό των παρατηρούμενων δια των αναμενόμενων σκελετικών στοιχείων και υπολογίζεται για όλα τα διαφορετικά οστά στον τυπικό σκελετό ενός μικρού θηλαστικού. Καταλήγουμε έτσι σε ένα πίνακα που δείχνει ποια σκελετικά στοιχεία διατηρούνται πιο συχνά στα εμύσματα της πεπλόγλαυκας.

2.6.4. Αναλογίες Κρανιακών – Μετακρανιακών Οστών

Αν δεν υπήρχε καθόλου θραύση ή προτίμηση κατά την κατάποση, η αναλογία κρανιακών/μετακρανιακών οστών θα πρέπει να ήταν ίδια και σταθερή στα υπολείμματα των θηραμάτων μεταξύ των διαφορετικών θηρευτών. Κάτι τέτοιο φυσικά δεν ισχύει, επομένως οι αναλογίες αυτές μπορούν να αναδείξουν πρότυπα στην διατροφική συμπεριφορά των θηρευτών.

Οι αναλογίες που υπολογίστηκαν είναι οι παρακάτω:

$$[(\text{Femur} + \text{Humerus}) / (\text{Mandible} + \text{Maxilla})] \times 100\%$$

$$[(\text{Tibia} + \text{Radius}) / (\text{Femur} + \text{Humerus})] \times 100\%$$

2.7 Γεωμετρική Μορφομετρία σε άγνωστα δείγματα του γένους *Microtus*

Καθώς η αναγνώριση των ατόμων του γένους *Microtus* στο επίπεδο του είδους δεν ήταν δυνατή μέσω της μορφολογίας των δοντιών, πραγματοποιήθηκε ανάλυση γεωμετρικής μορφομετρίας. Για να είναι δυνατή η αναγνώριση των άγνωστων ατόμων *Microtus* με βεβαιότητα ήταν αναγκαία η δημιουργία βάσης δεδομένων που να αποτελείται από ικανό αριθμό αρτίγων ατόμων, αναγνωρισμένα από προηγούμενους ερευνητές για κάθε ένα από τα είδη *Microtus* που υπάρχουν στην περιοχή όπου εντοπίστηκαν άτομα του γένους και γύρω από αυτή. Αφού συγκεντρώθηκε το υλικό, στήθηκε ένα σύστημα με στόχο την φωτογράφησή του.

Σε αυτό το σημείο ήταν αναγκαία η επιλογή του ακριβούς σημείου στο οποίο θα εφαρμοστεί η διαδικασία της γεωμετρικής μορφομετρίας. Αν και η γεωμετρική μορφομετρία του σχήματος του κρανίου είναι πιο ακριβής (Κυπραίος-Στρέκας, 2013a), λόγω έλλειψης ολόκληρων κρανίων στο δείγμα, αυτό δεν ήταν δυνατόν. Έτσι, ως εναλλακτικός τρόπος επιλέχθηκε ο πρώτος γομφίος της κάτω γνάθου (από εδώ και στο εξής αναφέρεται ως M_1), ο οποίος θεωρήθηκε πιο χαρακτηριστικός σε σχέση με τους άνω γομφίους που χρησιμοποιήθηκαν σε κάποιες εργασίες (McGuire, 2011; Κυπραίος-Στρέκας, 2013b). Το σύστημα αποτελείται από ηλεκτρονικό στερεοσκόπιο με ενσωματωμένη κάμερα και το κατάλληλο λογισμικό σε συνδεδεμένο ηλεκτρονικό υπολογιστή. Φωτογραφήθηκαν ο δεξιός και ο αριστερός M_1 των ζώων προς αναγνώριση, καθώς και των αναγνωρισμένων που χρησιμοποιήθηκαν ως συγκριτικό υλικό. Οι φωτογραφίες τραβήχτηκαν σε συνολική μεγέθυνση x80, με τη γνάθο, όπου αυτή ήταν άθικτη ή τους μεμονωμένους γομφίους τοποθετημένους σε υλικό σταθεροποίησης, δίπλα σε κλίμακα.

Υλικά:

Ερευνητικό στερεοσκόπιο Stemi 2000-C της εταιρίας ZEISS

Ψηφιακή φωτογραφική μηχανή στερεοσκοπίου AxioCam ERc5s της εταιρίας ZEISS

Ηλεκτρονικός υπολογιστής με το κατάλληλο λογισμικό

Τετραγωνισμένο χαρτί

Ανατομική λαβίδα και βελόνα

2.7.1 Λογισμικό

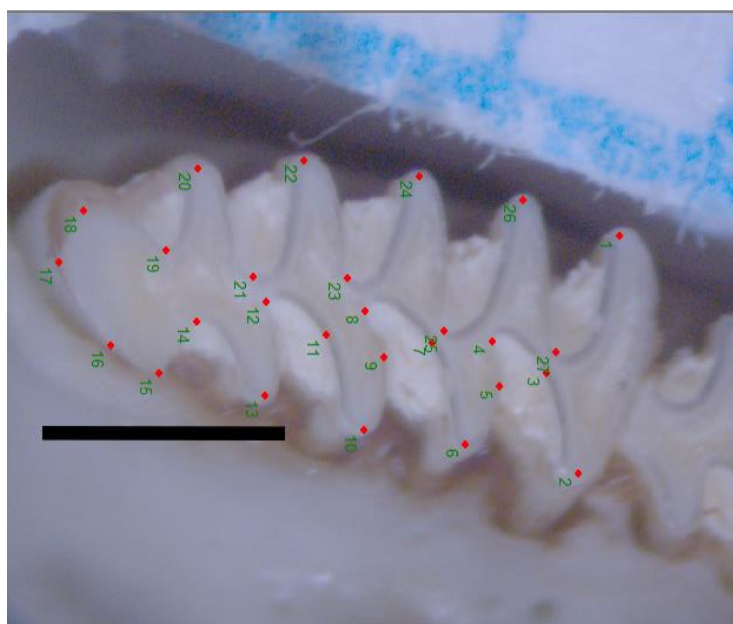
Οι 400 φωτογραφίες των M₁ που παράχθηκαν, ελέγχθηκαν ως προς την ευκρίνεια και βελτιστοποιήθηκαν με σχετικό λογισμικό επεξεργασίας εικόνας. Στην ανάλυση που θα ακολουθήσει τα αντικείμενα θα έπρεπε να είναι κατάλληλα ομαδοποιημένα. Αυτό σημαίνει, για την παρούσα μελέτη, τη δημιουργία 6 φακέλων, κάθε ένας από τους οποίους περιείχε τις φωτογραφίες για καθένα από τα παρακάτω τάξα: *Microtus guentheri*, *Microtus levis*, *Microtus thomasi*, *Microtus felteni*, *Microtus subterraneus* και *Microtus* sp. (άγνωστα δείγματα προς προσδιορισμό) από το Αργυρόκαστρο.

1. tpsUtil

Στη συνέχεια, επειδή τα δύο λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν για την επεξεργασία του φωτογραφικού υλικού και την ανάλυση Προκρούστη απαιτούσαν από τα εισαγόμενα αρχεία να είναι σε μορφή .tps, έγινε μετατροπή των αρχείων φωτογραφίας από .jpg σε .tps με τη βοήθεια του προγράμματος tpsUtil.

2. tpsDig

Το αρχείο που δημιουργήθηκε αποτελούταν από όλες τις φωτογραφίες που επιλέχθηκαν ως κατάλληλες για την ανάλυση. Αυτός ο τύπος αρχείου ανοίγει από το πρόγραμμα tpsDig, με το οποίο εισήχθησαν τα ορόσημα σε κάθε ένα από τα αντικείμενα που συμπεριλήφθηκαν στη μελέτη. Για την παρούσα εργασία τοποθετήθηκαν 27 ορόσημα σε κάθε μία από τις 320 φωτογραφίες που επιλέχθηκαν και υπέστησαν επεξεργασία. Τα ορόσημα επιλέχθηκαν με βάση τη μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας (Killick et al., 2012; McGuire, 2010; Κολενδριανού, 2015).



Εικόνα 2.8: Άνω M1 από το άγνωστο *Microtus* #1 από το Αργυρόκαστρο με την κλίμακα και τα 27 ορόσημα τοποθετημένα.

3. Morphoj

Πραγματοποιήθηκαν οι αναλύσεις PCA (Principal Component Analysis) και CVA (Canonical Variance Analysis). Η πρώτη ανάλυση μεγιστοποιεί τις διαφορές μεταξύ ατόμων, κατασκευάζοντας μεταβλητές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ελεγχθούν οι διαφορές των ατόμων εντός ενός δείγματος. Αντίθετα, η δεύτερη ανάλυση προϋποθέτει την ύπαρξη διαφορετικών ομάδων αφού μειστοποιεί τις διαφορές μεταξύ ομάδων. Πρόκειται, δηλαδή για μία ανάλυση διάκρισης μεταξύ πολλών ομάδων στην οποία ελέγχεται το ποσοστό σωστής τοποθέτησης ατόμων στη σωστή ομάδα με βάση το σχήμα.

Κεφάλαιο 3: Αποτελέσματα

3.1 Περιγραφή της δίαιτας της πεπλόγλαυκας

3.1.1 Ποιοτική περιγραφή

Αναφορικά με τα 26 εμέσματα από την περιοχή του Αργυρόκαστρου, αναγνωρίστηκαν συνολικά 70 άτομα, τα οποία ανήκουν σε εννέα τάξα, επομένως ο μέσος αριθμός ατόμων ανά έμεσμα (Average MNI/pellet) για την περιοχή μελέτης υπολογίζεται σε $70/26 = 2,69$. Σε αυτά τα τάξα περιλαμβάνονται τα μικροθηλαστικά *Crocidura suaveolens*, *Crocidura leucodon*, *Suncus etruscus*, *Mus musculus domesticus*, *Microtus thomasi*, *Apodemus* sp. καθώς και η υποοικογένεια Arvicolinae που προστέθηκε, λόγω της αδυναμίας αναγνώρισης, έστω στο επίπεδο του γένους δύο δειγμάτων, τα κρανία των οποίων είτε έλλειπαν είτε ήταν θρυμματισμένα σε βαθμό που απαγόρευε τον εντοπισμό των απαραίτητων αναγνωριστικών στοιχείων. Επιπλέον των μικροθηλαστικών βρέθηκαν και εκπρόσωποι εντόμων και πτηνών. Ο προσδιορισμός των δειγμάτων του γένους *Microtus* σε επίπεδο είδους, ως *M. thomasi*, έγινε με την εφαρμογή της γεωμετρικής μορφομετρίας.

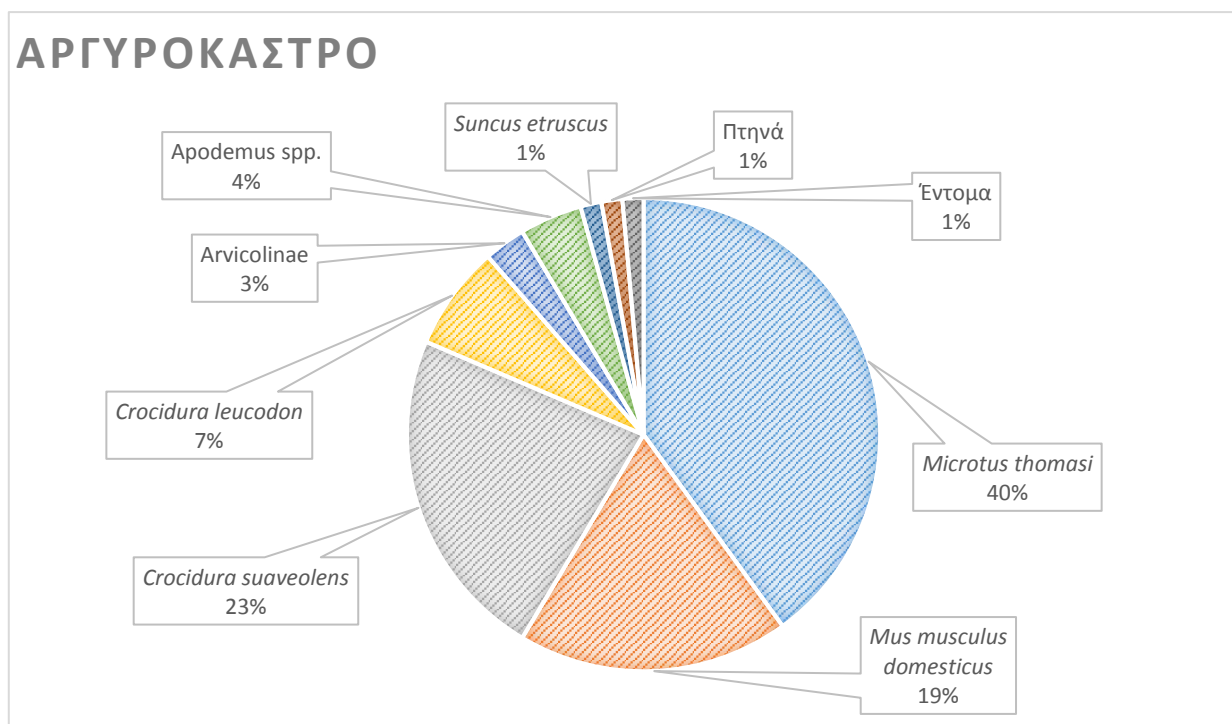
Τα 101 άτομα που αναγνωρίστηκαν στα 24 εμέσματα από την περιοχή Ποριαράτα της Κεφαλονιάς βρέθηκε ότι αντιστοιχούσαν επίσης σε 9 διαφορετικά τάξα. Σε αυτά περιλαμβάνονται τα τάξα *Crocidura suaveolens*, *Rattus rattus*, *Mus musculus domesticus*, και *Apodemus* sp. Επιπλέον αυτών, βρέθηκαν κάποια πτηνά και αρθρόποδα. Όπως και στα εμέσματα από το Αργυρόκαστρο, έτσι και σε αυτήν την περιοχή, σε εντονότερο, όμως, βαθμό, βρέθηκαν τμήματα κρανίων ή σκελετικά στοιχεία, για τα οποία η αναγνώριση στο επίπεδο του είδους ήταν αδύνατη, λόγω έλλειψης συγκριτικού υλικού για τα μετα - κρανιακά οστά των μικρών θηλαστικών. Έτσι στα τάξα, χωρίς περαιτέρω ικανότητα προσδιορισμού προστέθηκε το γένος *Mus*, η υποοικογένεια Crocidurinae και η οικογένεια Muridae. Για όλα τα δείγματα από τα Ποριαράτα, Κεφαλονιάς ο δείκτης Average MNI/pellet = $101/24 = 4,21$.

Τέλος, τα 80 δείγματα που αναγνωρίστηκαν στα 41 ολόκληρα εμέσματα της περιοχής Λεχαινά της Αχαΐας αντιστοιχίζονται σε 11 τάξα, στα οποία περιλαμβάνονται τα *Crocidura suaveolens*, *Mus musculus domesticus*, *Rattus rattus*, *Rattus norvegicus*, τα γένη *Apodemus* sp., *Rattus* sp. και *Mus* sp., η υποοικογένεια Crocidurinae, η οικογένεια Muridae καθώς και είδη αμφιβίων και πτηνών. Σε αυτά τα εμέσματα, τα κρανιακά σκελετικά στοιχεία ήταν, συχνά, σε άσχημη κατάσταση με αποτέλεσμα τα μη αναγνωρίσιμα άτομα να ανέρχονται σε 25% των θηραμάτων. Ο δείκτης Average MNI/pellet υπολογίζεται σε $80/41 = 1,95$.

Τάξη	Λεχαινά	Ποριαράτα	Αργυρόκαστρο
<i>Suncus etruscus</i>			1
<i>Crocidura suaveolens</i>	10	9	16
<i>Crocidura leucodon</i>			5
<i>Apodemus sp</i>	8	10	3
<i>Mus musculus domesticus</i>	7	44	13
<i>Rattus rattus</i>	8	21	
<i>Rattus norvegicus</i>	9		
<i>Microtus thomasi</i>			28
Πτηνά	17	6	1
Αρθρόποδα		2	1
Αμφίβια	1		
Μη αναγνωρισμένα	20	9	2

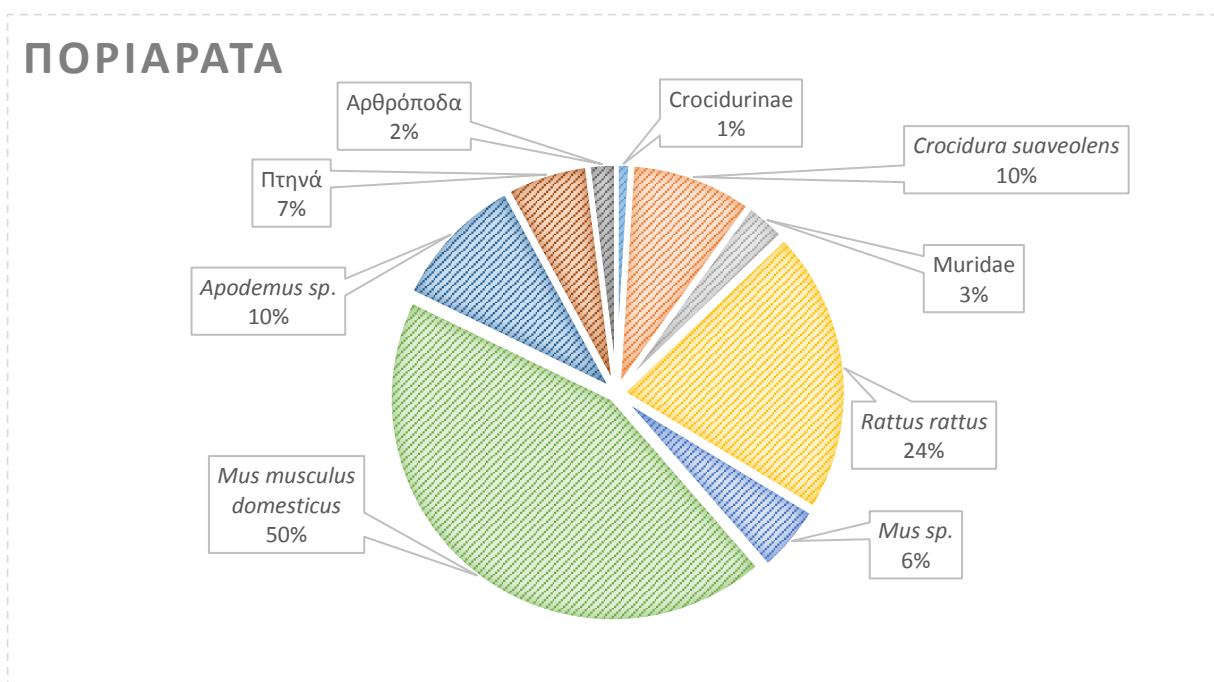
3.1.2 Ποσοτική περιγραφή

Για κάθε μία από τις περιοχές μελέτης υπολογίστηκαν ξεχωριστά οι σχετικές αφθονίες για το κάθε τάξον που αναγνωρίστηκε.



Σχήμα 3.1: Πίτα με τις σχετικές αφθονίες των ειδών στα εμέσματα του Αργυρόκαστρου.

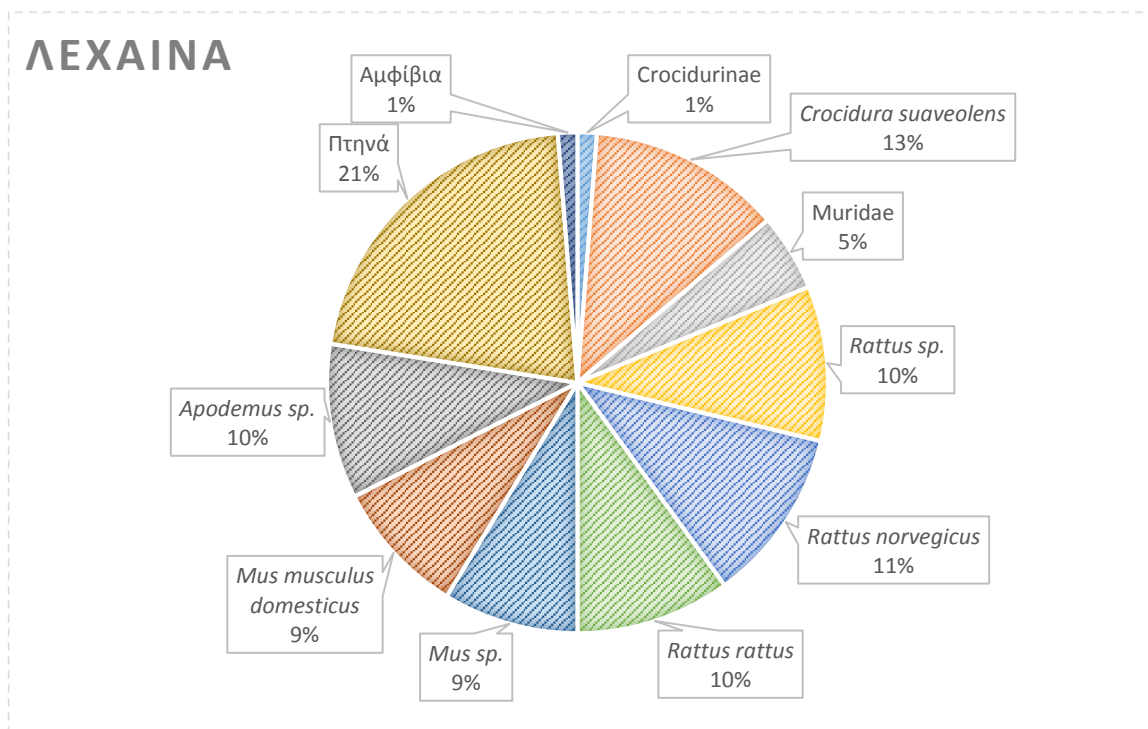
Στην περιοχή του Αργυρόκαστρου το πιο άφθονο είδος στα εμέσματα της πεπλόγλαυκας ήταν ο σκαπτοποντικός *Microtus thomasi*, με σχετική αφθονία 40%. Η σχετική αφθονία του είδους πιθανώς να φτάνει το 43%, μιας και τα μη αναγνωρισμένα δείγματα που σίγουρα ανήκουν στην υποοικ. Arvicolinae μάλλον ανήκουν σε αυτό το είδος, αλλά γενικώς τα μη αναγνωρισμένα άτομα αφαιρέθηκαν από τις αναλύσεις που έπονται. Σημαντικό ρόλο στην διατροφή της πεπλόγλαυκας στην περιοχή φαίνεται ότι παίζουν και τα είδη *Crocidura suaveolens* και *Mus musculus domesticus* με σχετικές αφθονίες 23 και 19% αντίστοιχα. Τα τρία παραπάνω είδη θηραμάτων αποτελούν το 82% της δίαιτας της πεπλόγλαυκας στην περιοχή, ενώ το υπόλοιπο 18% αποτελείται από τα τάξα *Crocidura leucodon* (7%), *Apodemus sp.* (4%), *Suncus etruscus* (1%), καθώς και από πτηνά (1%) και έντομα (1%).



Σχήμα 3.2: Πίτα με τις σχετικές αφθονίες των ειδών στα εμέσματα της Κεφαλονιάς.

Στα Ποριαράτα Κεφαλονιάς, το επικρατέστερο τάξο στα εμέσματα της πεπλόγλαυκας ήταν το *Mus musculus domesticus* με σχετική αφθονία 50%, ακολουθούμενο από τα είδη *Rattus rattus* (24%), *Apodemus sp.* (10%) και *Crocidura suaveolens* (10%). Σε αυτή την περιοχή τα μη αναγνωρισμένα θηράματα αποτελούν το 10%, ενώ τα πτηνά συμμετέχουν με 7% στη διατροφή του ζεύγους πεπλόγλαυκας που βρίσκονταν στη φωλιά από την οποία προέρχονται τα εμέσματα.

Το σημαντικότερο τάξο στην διατροφή της πεπλόγλαυκας στην περιοχή των Λεχαινών ήταν το γένος *Rattus* με σχετική αφθονία 31%, εκ των οποίων το 1/3 ανήκε στο είδος *Rattus rattus*, το 1/3 στο είδος *Rattus norvegicus* και τα υπόλοιπα δείγματα δεν ήταν δυνατό να αναγνωριστούν, λόγω έλλειψης των γομφίων. Σημαντικό ρόλο στη διατροφή παίζουν και τα Γένη *Mus* και *Apodemus*, το είδος *Crocidura suaveolens* και τα πτηνά.



Σχήμα 3.3: Πίτα με τις σχετικές αφθονίες των ειδών στα εμέσματα των Λεχαινών.

Το μέσο μέγεθος των εμεσμάτων ανέρχεται σε 4,1 cm μήκος (Max= 7,1 – Min= 2,1), 2,5 cm πλάτος (Max= 3,1 – Min 1,9) και 1,9 cm ύψος (Max= 3 – Min= 1,4) και υπολογίστηκε από το σύνολο των ολόκληρων εμεσμάτων αφού αφαιρέθηκαν όλα όσα έδειχναν σημάδια θραύσης ή αλλοίωσης της εξωτερικής επιφάνειας.

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν όλα τα οστά που βρέθηκαν στα εμέσματα. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3.1) έχει υπολογιστεί ο δείκτης MNI της κάθε περιοχής μελέτης χωρίς και με τα μετα-κρανικά οστά.

	MNIcranial	MNIcr. +post-cr.
Αργυρόκαστρο	68	70
Ποριαράτα	84	101
Λεχαινά	59	80

Πίνακας 3.1: Υπολογισμός του δείκτη MNI (Minimum Number of Individuals) με τα κρανικά οστά (MNIcranial) και με το σύνολο των οστών που βρίσκονται στα εμέσματα (MNIcr.+post-cr.).

3.2 Δείκτες ποικιλότητας

Ο δείκτης ποικιλότητας υπολογίστηκε μόνο για τα μικρά θηλαστικά, αφαιρέθηκαν δηλαδή τα δείγματα των άλλων ζωικών ομάδας από τον υπολογισμό, καθώς και τα μη αναγνωρισμένα στο επίπεδο του είδους άτομα. Δεν ήταν δυνατόν να προστεθούν τα άτομα που έχουν αναγνωριστεί σε επίπεδο τάξων που δεν είναι είδη, όπως έχουν προστεθεί γένη και οικογένειες στους παραπάνω υπολογισμούς, γιατί δεν είναι βέβαιο πως περιλαμβάνουν και διαφορετικά είδη από αυτά που έχουν κιόλας βρεθεί. Εξαίρεση αποτελεί το γένος *Apodemus* το οποίο προστέθηκε γιατί η αναγνώριση μεταξύ των ειδών *Apodemus sylvaticus* και *Apodemus flavicollis* δεν ήταν εφικτή αλλά αποτελεί σίγουρα ένα επιπλέον είδος στη διαίτα της πεπλόγλαυκας.

Επομένως για το Αργυρόκαστρο τα είδη μικρών θηλαστικών που συμπεριλήφθηκαν στην ανάλυση ήταν: *Microtus thomasi*, *Mus musculus domesticus*, *Crocidura suaveolens*, *Crocidura leucodon*, *Suncus etruscus* και *Apodemus sp.* Έτσι υπολογίζεται ο νέος, προσαρμοσμένος h' (σχετική αφθονία), με βάση τον οποίο οι δείκτες H' και J' (δείκτες ποικιλότητας Shannon – Weiner και δείκτης κανονικότητας) παίρνουν τιμές:

$H' = -\sum(p_i \cdot \ln p_i)$	1.43
$H'_{\max} = \ln(S)$	1.61
$J' = H' / H'_{\max}$	0.89

Για τα Ποριαράτα, τα είδη μικρών θηλαστικών που συμπεριλήφθηκαν στην ανάλυση ήταν: *Crocidura suaveolens*, *Rattus rattus*, *Mus musculus domesticus* και *Apodemus sp.* Οι δείκτες H' και J' παίρνουν τιμές:

$H' = -\sum(p_i \cdot \ln p_i)$	1.18
$H'_{\max} = \ln(S)$	1.39
$J' = H' / H'_{\max}$	0.85

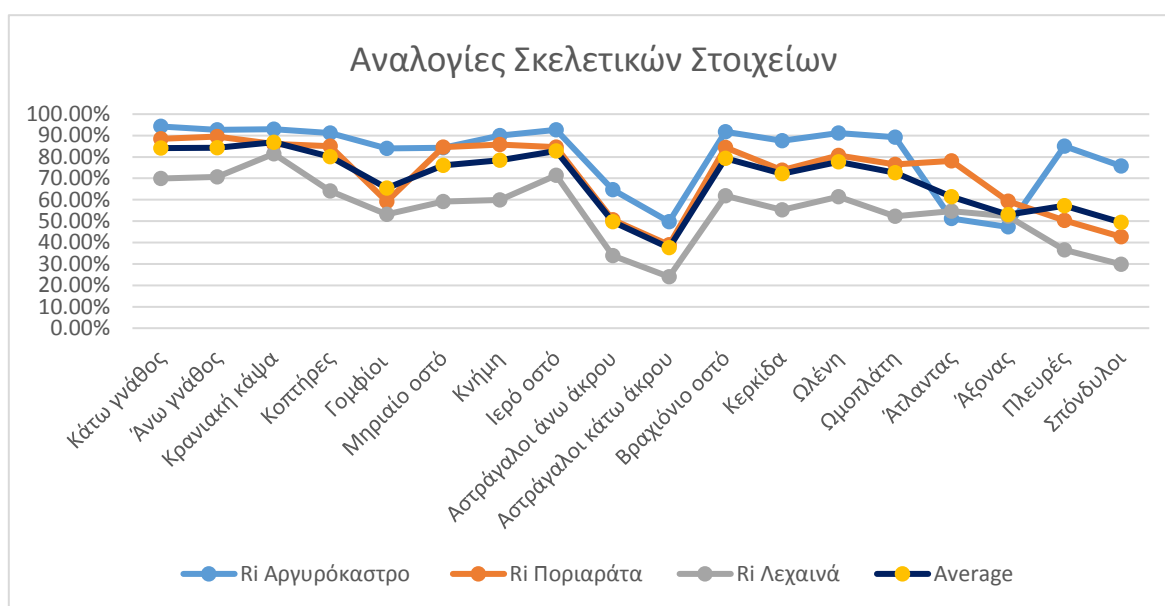
Για τα Λεχαινά, τα είδη μικρών θηλαστικών που συμπεριλήφθηκαν στην ανάλυση ήταν: *Crocidura suaveolens*, *Rattus rattus*, *Rattus norvegicus*, *Mus musculus domesticus* και *Apodemus sp.* Οι τιμές των δεικτών ποικιλότητας για την περιοχή είναι:

$H' = -\sum(p_i \cdot \ln p_i)$	1.60
$H'_{\max} = \ln(S)$	1.61
$J' = H' / H'_{\max}$	1.00

3.3 Ταφονομικό προφίλ

3.3.1 Αναλογίες σκελετικών στοιχείων

Το παραπάνω γράφημα (3.4) απεικονίζει το ποσοστό διατήρησης του κάθε τύπου σκελετικού στοιχείου στα εμέσματα της κάθε περιοχής και κατασκευάστηκε με βάση τις σχετικές αφθονίες Ri των σκελετικών στοιχείων. Αυτοί οι υπολογισμοί λαμβάνουν υπόψη τους μόνο τα οστά των θηλαστικών και όχι των θηραμάτων που ανήκουν σε άλλα τάξα.



Σχήμα 3.4: Αναλογίες Ri (σχετική αφθονία) των διαφορετικών τύπων σκελετικών στοιχείων στα εμέσματα της πεπλόγλαυκας.

Από το παραπάνω γράφημα είναι εμφανές πως δεν διατηρούνται όλα τα σκελετικά στοιχεία στον ίδιο βαθμό στα εμέσματα της πεπλόγλαυκας. Τα πιο συχνά διατηρημένα οστά είναι οι γνάθοι, το ιερό οστό και το βραχιόνιο οστό. Αρκετά καλά διατηρημένα είναι και τα άλλα μακρά οστά ενώ από τα κρανιακά οστά, οι γομφίοι τείνουν να χάνονται και επομένως να έχουν μικρότερη συχνότητα στα εμέσματα. Τα λιγότερο συχνά διατηρημένα οστά είναι οι σπόνδυλοι και τα οστά των άκρων (μετακαρπικά, φάλαγγες και αστράγαλοι). Αυτό το πρότυπο παρατηρείται στα εμέσματα και των τριών περιοχών. Στο γράφημα, απεικονίζονται οι σχετικές αφθονίες όλων των τύπων οστών, εκτός από τα μετακαρπικά οστά και τις φάλαγγες.

Βέβαια, μεταξύ των περιοχών παρατηρούνται και διαφορές στο βαθμό διατήρησης των οστών. Σχεδόν σε όλους τους τύπους οστών οι υψηλότερες σχετικές αφθονίες σκελετικών στοιχείων παρατηρούνται στα εμέσματα του Αργυρόκαστρου και οι χαμηλότερες στα εμέσματα των Λευκινών. Οι μοναδικές διαφοροποιήσεις από το παραπάνω πρότυπο είναι οι σχετικές αφθονίες των δύο πρώτων σπονδύλων, οι οποίοι φαίνεται πως έχουν διατηρηθεί σε

πολύ μικρότερο βαθμό στα εμέσματα του Αργυρόκαστρο σε σχέση με τις άλλες δύο περιοχές.

Το μεγαλύτερο εύρος τιμών στις σχετικές αφθονίες των σκελετικών στοιχείων μεταξύ των περιοχών παρατηρούνται στις πλευρές και τους σπονδύλους, οι σχετικές αφθονίες των οποίων τόσο στα Λεχαινά όσο και στα Ποριαράτα είναι > 30% χαμηλότερες σε σχέση με το Αργυρόκαστρο.

3.3.2. Αναλογίες Κρανιακών – Μετακρανιακών Οστών

Οι παρακάτω δείκτες έχουν κατασκευαστεί για να συγκριθεί η διατήρηση των κρανιακών σε σχέση με τα μετα-κρανιακά οστά.

	Αρ. Κρανιακών (1)	Αρ. Μετα-κρανιακών (2)	(1)/(2)	f+h/m+m	t+r/f+h
Αργυρόκαστρο	1007	603	0.60	1.05	0.99
Ποριαράτα	752	749	0.99	0.95	0.97
Λεχαινά	490	348	0.71	0.83	0.96

Πίνακας 3.2: Αναλογίες Κρανιακών – Μετακρανιακών οστών όπου ο αριθμός κρανιακών προκύπτει από το άθροισμα των Άνω γνάθων(m)/2, των κάτω γνάθων(m)/2 και των γομφίων, και ο αριθμός των μετα-κρανιακών προκύπτει από το άθροισμα των οστών: Βραχιόνιο (h), Μηριαίο (f), Κνήμη (t), Κερκίδα (r) και Ωλένη (u).

3.3.3. Θραύση Οστών

Αργυρόκαστρο	Ολόκληρο	Άνω άκρο	Κάτω άκρο	Άξονας
Μηριαίο οστό	111	1	0	1
Κνήμη	115	2	0	0
Βραχιόνιο οστό	121	1	0	0
Ωλένη	115	0	2	0
Ποριαράτα	Ολόκληρο	Άνω άκρο	Κάτω άκρο	Άξονας
Μηριαίο οστό	152	2	4	0
Κνήμη	145	5	2	0
Βραχιόνιο οστό	154	7	1	0
Ωλένη	146	1	7	0
Λεχαινά	Ολόκληρο	Άνω άκρο	Κάτω άκρο	Άξονας
Μηριαίο οστό	67	3	2	0
Κνήμη	67	3	4	0
Βραχιόνιο οστό	60	5	0	0
Ωλένη	61	0	3	1

Αργυρόκαστρο	A	B	C	D	Σύνολο
Άνω γνάθος	27	54	21	7	109
Κάτω γνάθος	116	8	4	1	129
Ποριαράτα	A	B	C	D	Σύνολο
Άνω γνάθος	70	17	66	6	159
Κάτω γνάθος	143	13	7	0	163
Λεχαινά	A	B	C	D	Σύνολο
Άνω γνάθος	31	7	44	0	82
Κάτω γνάθος	76	8	2	3	89

Τα μακρά οστά στα εμέσματα της πεπλόγλουκας είναι ολόκληρα με ποσοστά που κυμαίνονται από 99 έως 91%. Τα χαμηλότερα ποσοστά παρατηρούνται στα εμέσματα της περιοχής των Λεχαινών.

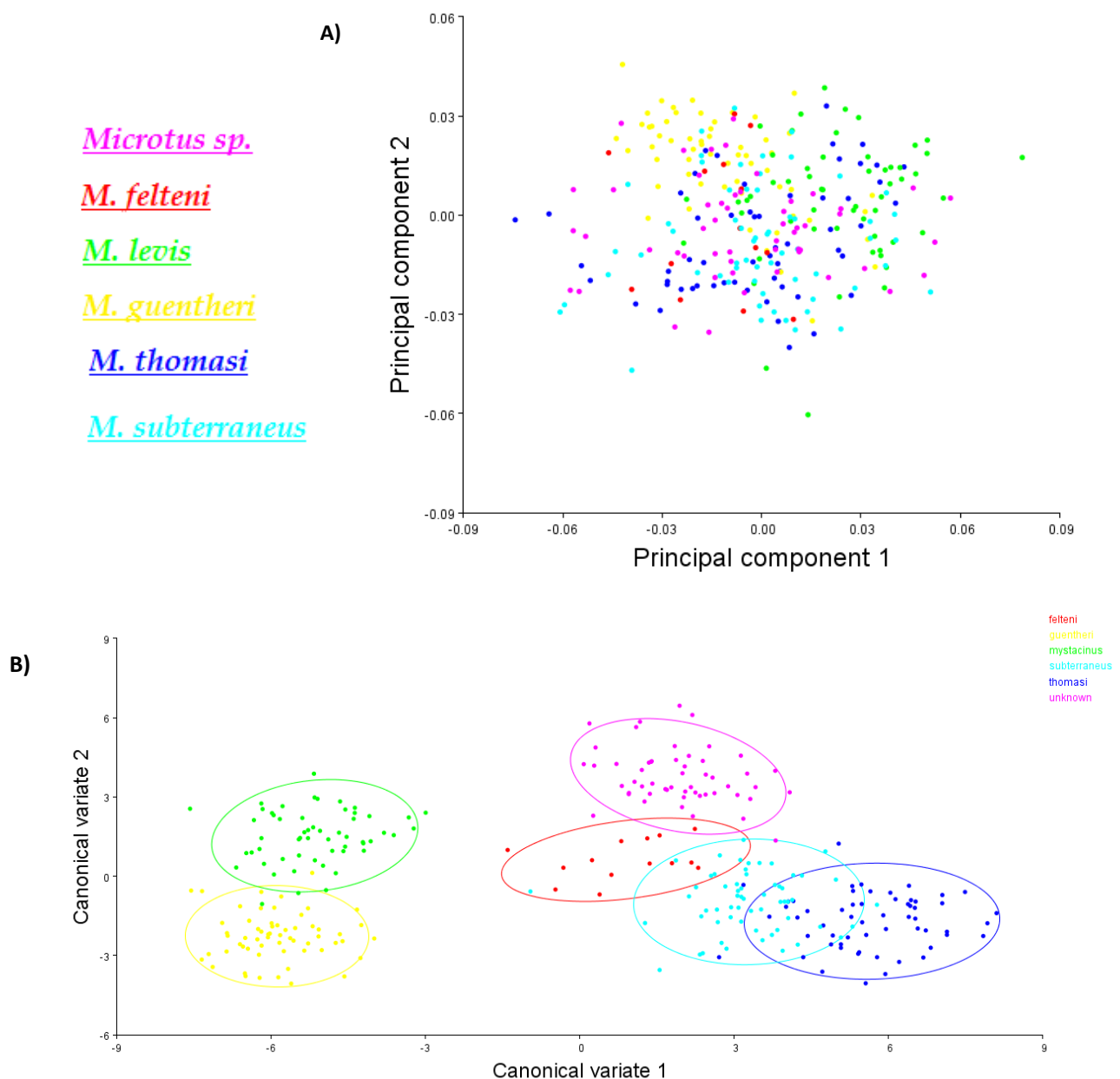
Αντίθετα, οι άνω γνάθοι είναι πολύ λίγο διατηρημένες σε σχέση τόσο με τα μακρά οστά όσο και με τις κάτω γνάθους και με πολύ παρόμοια ποσοστά και στις 3 περιοχές.

Τέλος, στα μακρά οστά φαίνεται πως είναι αρκετά πιο δύσκολο να πραγματοποιηθεί θραύση του άξονα του οστού από ό,τι να σπάσει το άνω ή κάτω άκρο τους (η θραύση στον άξονα συμβαίνει με ποσοστό μικρότερο του 1%).

3.4 Αποτελέσματα γεωμετρικής μορφομετρίας

Σε πρώτο στάδιο πραγματοποιήθηκε PCA (Principle Components Analysis), η οποία χρησιμοποιείται για την απλοποίηση των προτύπων διαφοροποίησης και της συσχέτισης μεταξύ τους αντικαθιστώντας τις αρχικές μεταβλητές με νέες (PC's) που αποτελούν γραμμικούς συνδυασμούς των αρχικών μεταβλητών και είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους. Η ανάλυση αυτή δεν έδειξε ξεκάθαρη ομαδοποίηση των δειγμάτων.

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε CVA (Canonical Variate Analysis). Σύμφωνα με αυτή την ανάλυση τα άγνωστα άτομα (*Microtus* sp.) που εμφανίζονται στο σχήμα 3.5. Β) (μώβ χρώμα) μοιάζουν περισσότερο με τα *M. felteni* (κόκκινο χρώμα) και τα *M. subterraneus* (γαλάζιο χρώμα) καθώς τοποθετούνται μαζί στον άξονα CV1 που συγκεντρώνει το μεγαλύτερο ποσοστό των διαφορών μεταξύ των σχημάτων. Βέβαια στον άξονα CV2 που συγκεντρώνει το μεγαλύτερο ποσοστό των διαφορών που δεν σχετίζονται με τις διαφορές στον άξονα CV1 τα άγνωστα άτομα ομαδοποιούνται ξεχωριστά από όλα τα άλλα είδη.



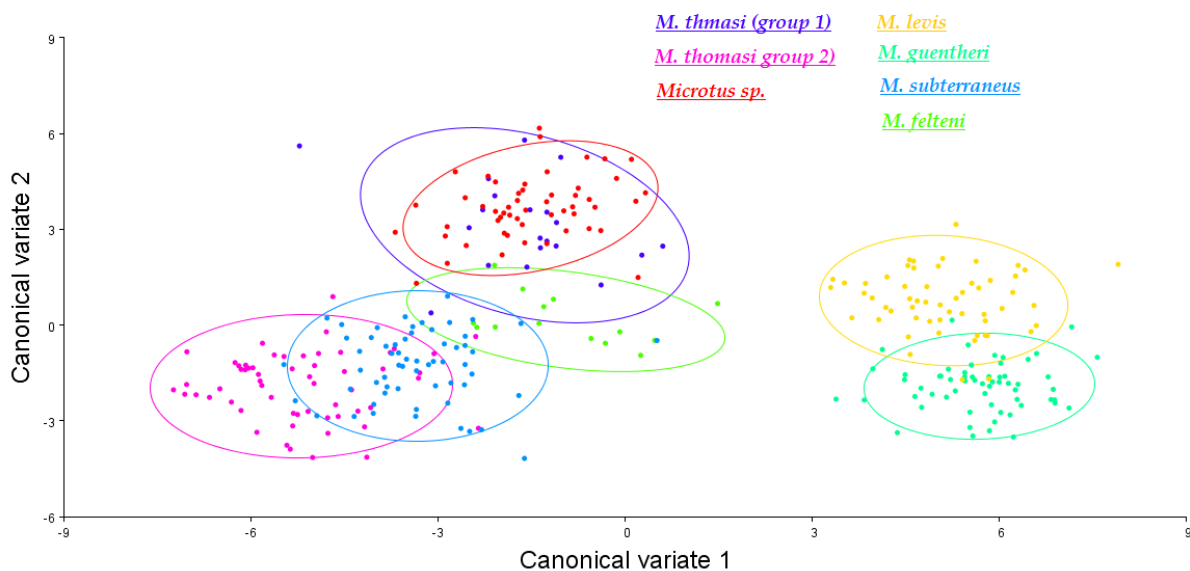
Σχήμα 3.5: Α) PCA και Β) CVA της αρχικής ανάλυσης των αποτελεσμάτων της γεωμετρικής μορφομετρίας. Τα διαφορετικά χρώματα αντιστοιχούν στα διαφορετικά είδη *Microtus* που χρησιμοποιήσαμε στην ανάλυση

Λόγω αβεβαιότητας των αποτελεσμάτων αυτών πραγματοποιήθηκαν περαιτέρω μελέτες που οδήγησαν στην κατασκευή της παρακάτω εμπλουτισμένης με την ομάδα *M. thomasi* group 1 (μπλε χρώμα), ανάλυσης CVA. Σε αυτή την ανάλυση τα, προς αναγνώριση, άτομα του γένους *Microtus* που βρέθηκαν στα εμέσματα του Αργυρόκαστρου της Αλβανίας (κόκκινο χρώμα) ομαδοποιούνται πολύ ξεκάθαρα με την ομάδα των βορειοελλαδίτικων *Microtus thomasi* (*M. thomasi* group 1, μπλε χρώμα) που προστέθηκαν εκ των υστέρων στην ανάλυση. Αυτός ο επιπρόσθετος έλεγχος κρίθηκε αναγκαίος, καθώς η ταυτοποίηση των άγνωστων δειγμάτων ως *M. felteni*, για λόγους που αναλύονται περαιτέρω στη συζήτηση της παρούσας εργασίας, δεν μπορούσε να γίνει εύκολα αποδεκτή. Μεταξύ αυτών των δύο ομάδων

υπάρχουν και οι μικρότερες αποστάσεις Προκρούστη και Mahalanobis, 0.0208 και 3.6056 αντίστοιχα, τιμές τουλάχιστον υπο-διπλάσιες μεταξύ όλων των άλλων ζευγών, επομένως και η μεγαλύτερη σχέση.

Ακολούθησε ανάλυση διάκρισης (discriminant analysis) για τη συσχέτιση του σχήματος δοντιών και του είδους η οποία έδειξε πλήρη διαχωρισμό όλων των ομάδων μεταξύ τους σε όλα τα πιθανά ζεύγη εκτός από το ζεύγος *Microtus* sp. και τα *Microtus thomasi* της ομάδας 1, την ομάδα ,δηλαδή, των *Microtus thomasi* που προέρχονται από τη βόρεια Ελλάδα. Ακόμα και εντός του είδους *Microtus thomasi*, οι ομάδες 1 και 2 ήταν πλήρως διαχωρισμένες με τιμή σημαντικότητας (p-value) εξαιρετικά μικρή (0,0001).

Με βάση την παραπάνω ανάλυση εκτιμήθηκε ότι τα άγνωστα δείγματα του γένους *Microtus* ανήκαν στο είδος *Microtus thomasi* και ως τέτοια χρησιμοποιήθηκαν σε όλες τις αναλύσεις που προηγήθηκαν.



Σχήμα 3.6: CVA της εμπλουτισμένης με άτομα *Microtus thomasi* από τη βόρεια Ελλάδα (group 1) ανάλυσης.

Κεφάλαιο 4: Συζήτηση

4.1 Περί της δίαιτας της πεπλόγλαυκας

Όπως οι περιοχές μελέτης από τις οποίες πραγματοποιήθηκε επιτυχώς συλλογή εμεσμάτων ήταν πολύ διαφορετικές μεταξύ τους, έτσι και η δίαιτα της πεπλόγλαυκας διέφερε έντονα μεταξύ αυτών:.

4.1.1 Η δίαιτα της πεπλόγλαυκας στο Αργυρόκαστρο

Το Αργυρόκαστρο φαίνεται ότι είναι το πιο πλούσιο οικοσύστημα σε μικρά θηλαστικά από τις τρεις υπό μελέτη περιοχές, αφού η δίαιτα της πεπλόγλαυκας αποτελείται κατά 98% από αυτά. Φυσικά αυτό είναι αναμενόμενο, αφού η περιοχή είναι ιδανική για την πλειοψηφία των μικρών θηλαστικών με πρηνή και άφθονα ρέοντα ύδατα, πλούσια παρυδάτια βλάστηση και πολύπλοκα τοπία που προσφέρουν κάλυψη. Η δίαιτα της πεπλόγλαυκας στην περιοχή βασίζεται κυρίως στο είδος *Microtus thomasi* και ακολουθούν σε σχετική αφθονία τα εντομοφάγα και κάποια άλλα μικρά θηλαστικά, όπως το *Mus musculus domesticus*. Το γεγονός ότι τα τρία πιο σημαντικά θηράματα αποτελούν το 82% των συνολικών, καθώς και ο μειωμένος δείκτης κανονικότητας που υποδεικνύει τη μεροληπτική θήρευση κάποιων ειδών επιβεβαιώνουν την παραπάνω υπόθεση. Το πρότυπο αυτό χαρακτηρίζει πολλές περιοχές με κοινό χαρακτηριστικό την ύπαρξη σκαπτοποντικών του γένους *Microtus* σε ικανοποιητικές αφθονίες (Abi-Said et al., 2014; Buckley et al., 1975; Milchev, 2015; Obuch et al., 2009; Shehab et al., 2006; Varuzza et al., 2001).

4.1.2 Η δίαιτα της πεπλόγλαυκας στα Λεχαινά

Σε αντίθεση με την παραπάνω περιοχή, στα Λεχαινά πιο έντονη φαίνεται η συμπεριφορά της οπορουνιστικής θήρευσης. Όπως και στην Κύπρο (Moysi et al., 2018), η εποχή που διεξήχθη η συλλογή εμεσμάτων ήταν στην περίοδο αναπαραγωγής των παρυδάτιων πτηνών κατά την οποία υπάρχουν νεαρά πτηνά-νεοσσοί σε αφθονία. Αυτό οδήγησε σε μία ασυνήθιστα αυξημένη θήρευση πτηνών από την πεπλόγλαυκα. Ταυτόχρονα, η σχετική αφθονία των μυγαλών ήταν σχεδόν ίση με των τρωκτικών. Όλα αυτά δείχνουν μάλλον μικρή αφθονία τρωκτικών στην περιοχή, αφού η θήρευση μυγαλών φαίνεται ότι αυξάνεται όσο μειώνονται τα τρωκτικά σε μια περιοχή (Alivizatos et al., 2006; Kiamos et al., 2019).

Η παραπάνω υπόθεση υποστηρίζεται και από δύο ακόμα χαρακτηριστικά της δίαιτας της πεπλόγλαυκας στην περιοχή. Η πρώτη ένδειξη αφορά στην σχετική αφθονία των μικρών θηλαστικών στα εμέσματα που έχουν συλλεχθεί στην περιοχή, η οποία ανέρχεται στο 78%. Αυτή η τιμή είναι ασυνήθιστα μικρή, καθώς ανάλογες αναφορές στη βιβλιογραφία

σπανίζουν. Η δεύτερη ένδειξη προέρχεται από τους δείκτες ποικιλότητας των συναθροίσεων και ειδικότερα του δείκτη ισοκατανομής που βρίσκεται κοντά στη μονάδα, δείχνει δηλαδή την έλλειψη επικρατέστερης ομάδας στη δίαιτα της πεπλόγλαυκας στην περιοχή. Όμως, γνωρίζουμε πως κατά κανόνα η πεπλόγλαυκα τείνει να κυνηγά συγκεκριμένα είδη μικρών θηλαστικών, κάτι που καταγράφηκε και στις άλλες δύο περιοχές μελέτης. Ιδιαίτερα ενδιαφέρον είναι και το γεγονός ότι στην περιοχή των Λεχαινών η πεπλόγλαυκα θηρεύει το είδος *Rattus norvegicus* το οποίο σπάνια συμμετέχει στη δίαιτα του είδους, π.χ. στη μελέτη των Buckley & Goldsmith, (1975) στην Αγγλία. Αρκετά πιο συνηθισμένο είναι το συγκριτικά πιο αγροδίαιτο *Rattus rattus* σε τέτοιου είδους έρευνες.

4.1.3 Η δίαιτα της πεπλόγλαυκας στα Ποριαράτα

Η δίαιτα της πεπλόγλαυκας στα Ποριαράτα δεν είναι τυπική για τα νησιωτικά οικοσυστήματα, ίσως γιατί η Κεφαλονιά είναι νησί με μεγάλη έκταση και μεγάλη ποικιλία οικοτόπων. Η σχετική συχνότητα των μικρών θηλαστικών (91%) καθώς και οι τιμές των δεικτών ποικιλότητας είναι ενδιάμεσες των άλλων δύο περιοχών. Τα κύρια είδη είναι τα *Mus musculus domesticus* (50%) και *Rattus rattus* (24%) και ακολουθούν άλλα δύο είδη με παρόμοιες αφθονίες γύρω στο 10%.

4.1.4 Λοιπά σχόλια επί της δίαιτας της πεπλόγλαυκας

Στα Λεχαινά και στα Ποριαράτα, περιοχές έξω από την εξάπλωση του γένους *Microtus*, οι ομάδα με τη μεγαλύτερη σχετική αφθονία είναι η οικογένεια των ποντικών (Muridae) που είναι, συνήθως, άφθονα κοντά στον άνθρωπο όπως το οικιακό ποντίκι και οι αρουραίοι. Μάλιστα, στα Λεχαινά το γένος *Rattus* είναι πολύ σημαντικό στη δίαιτα της πεπλόγλαυκας κάτι που δεν είναι πολύ συνηθισμένο. Παρατηρούμε πως αυτό το είδος θηρεύεται με κάποια συχνότητα σε περιοχές κοντά σε ανθρώπινες κοινότητες και αγρούς, όπως στα αστικά και περιαστικά περιβάλλοντα που εξετάστηκαν στην Ινδία (Ali et al., 2012) και την Βρετανία (Buckley et al., 1975). Στην Ελλάδα φαίνεται ότι είναι πιο συχνό το φαινόμενο επιλεκτικής θήρευσης του γένους *Rattus* (Alivizatos et al., 2005; Bontzorlos et al., 2005), πιθανόν γιατί οι αποστάσεις είναι μικρότερες, διαφορετικοί οικότοποι βρίσκονται πολύ κοντά μεταξύ τους και έχουν μικρή έκταση.

Η φωλιά της πεπλόγλαυκας που εντοπίστηκε στα Λεχαινά βρίσκεται δίπλα στις αλυκές που λειτουργούν ως περιοχή αναπαραγωγής για παρυδάτια πτηνά, επομένως, την άνοιξη και το καλοκαίρι στην περιοχή είναι άφθονοι οι νεοσσοί των πτηνών αυτών που είναι εύκολη λεία για την πεπλόγλαυκα. Το γεγονός ότι εντοπίστηκε και ένας μεγάλος αριθμός κατεστραμμένων φωλιών από χελιδόνια στα γύρω κτίσματα σε συνδυασμό με την εύρεση νεοσσών που ανήκουν στην υπόταξη Passeri είναι μάλλον ενδεικτική της θήρευσης όσων νεοσσών βρίσκονταν στη γύρω περιοχή ως εναλλακτική λεία από την πεπλόγλαυκα και εξηγεί την ασυνήθιστα μεγάλη σχετική αφθονία των πτηνών στην δίαιτα της πεπλόγλαυκας στη

συγκεκριμένη περιοχή, σε αντίθεση με τις άλλες δύο περιοχές μελέτης όπου τα πτηνά αποτελούν πολύ μικρό τμήμα της δίαιτας της πεπλόγλαυκας.

Τέλος, η μικρή συμμετοχή του γένους *Apodemus* στη δίαιτα της πεπλόγλαυκας και στις τρεις περιοχές είναι μάλλον αναμενόμενη μιας και είναι πολύ λίγες οι περιοχές στις οποίες έχει καταγραφεί στη διεθνή βιβλιογραφία αυξημένη σχετική αφθονία του γένους *Apodemus* στα εμέσματα της πεπλόγλαυκας. Δύο τέτοιες περιπτώσεις είναι στα νησιά της Μεσογείου, όπου το είδος *Apodemus sylvaticus* είναι η κύρια πηγή τροφής της πεπλόγλαυκας με τη σχετική αφθονία να φτάνει το 76% των θηραμάτων (Guerra et al., 2014) και στην Πίζα της Ιταλίας, όπου το γένος αποτελεί το 40% της δίαιτας της πεπλόγλαυκας και μάλιστα η σχετική αφθονία του γένους εμφανίζει αρνητική συσχέτιση με τη σχετική αφθονία του *Microtus savii* στην ίδια περιοχή.

Πόσο αντιπροσωπευτική της αρχικής βιοκοινότητας είναι όμως η περιγραφή της συνάθροισης θανάτου που προέρχεται από τα εμέσματα της πεπλόγλαυκας; Όπως και στις εργασίες των Askew et al. (2007), Taylor (2004) και άλλες, παρατηρήσαμε στην περιοχή του Αργυρόκαστρου πως η σχετική αφθονία του *Microtus thomasi* στα εμέσματα της πεπλόγλαυκας στην περιοχή δεν μπορεί να εξηγηθεί με αντίστοιχη αφθονία του είδους στο οικοσύστημα. Το Αργυρόκαστρο περιέχει κατοικημένες περιοχές, όπου τα οικοδίαιτα *Mus musculus domesticus* και *Rattus norvegicus* αφθονούν, ενώ το μωσαϊκό από θαμνότοπους, αγροτικές και δασικές εκτάσεις είναι ιδανικό για όλα σχεδόν τα είδη μικρών θηλαστικών συμπεριλαμβανομένων αρκετών ειδών ποντικών, αρουραίων και μυγαλών (Rogozí et al., 2013). Έτσι, η παρούσα εργασία φαίνεται να επιβεβαιώνει πως οι διατροφικές συνήθειες της πεπλόγλαυκας αντανakλούν τις προτιμήσεις της σε συνδυασμό με την διαθεσιμότητα της τροφής. Αυτό το δεύτερο εξαρτάται από την παρουσία και την αφθονία των ειδών μικρών θηλαστικών στην περιοχή, καθώς και από το βαθμό στον οποίο αυτά είναι κρυπτικά, συνεπώς πόσο εύκολο είναι να τα εντοπίσει η πεπλόγλαυκα και από το πόσο ευκίνητα ή δυσκίνητα είναι και επομένως πόσο εύκολο να συλληφθούν. Γίνεται φανερό πως η αφθονία ενός είδους δεν είναι ανάλογη με την πιθανότητα να συλληφθεί από την πεπλόγλαυκα, άρα τα ποσοτικά χαρακτηριστικά των συναθροίσεων που προέρχονται από εμέσματα δεν είναι αξιόπιστα στο να προβλέψουν πραγματικές αφθονίες των ειδών στη βιοκοινότητα. Βέβαια, η μεγάλη αφθονία ενός είδους αυξάνει την πιθανότητα να χρησιμοποιηθεί σε συνθήκες έλλειψης του προτιμώμενου θηράματος (Moysi et al., 2018; Obuch et al., 2009). Συνεπώς, η χρήση της μελέτης εμεσμάτων ως εκτίμηση αφθονίας των μικρών θηλαστικών θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τους παραπάνω προβληματισμούς.

Από την άλλη όμως, τέτοιες μελέτες συμβάλλουν σημαντικά στον προσδιορισμό της τοπικής πανίδας των μικρών θηλαστικών. Η μελέτη εμεσμάτων έχει αποδώσει καταγραφές ειδών σε περιοχές που προηγουμένως δεν είχαν καταγραφεί από τους μελετητές μικρών θηλαστικών. Παραδείγματα αποτελούν η διεύρυνση της εξάπλωσης των ειδών *Cricetulus migratorius*, *Mus macedonicus*, *Elliomys melanurus* προς τα ανατολικά της Ασίας (Shehab et al., 2004) και η πρώτη καταγραφή του είδους *Myomimus roachi* στην Ελλάδα (Kiamos et al., 2019).

Συνολικά, λοιπόν, η μελέτη εμεσμάτων, έστω και όχι με απόλυτη ακρίβεια, μπορεί να δώσει πολλές πληροφορίες για την κατάσταση του οικοσυστήματος. ενώ αποτελεί ανεκτίμητη πηγή πληροφοριών για την ποικιλότητα των μικρών θηλαστικών στην περιοχή από την οποία συλλέχθηκαν τα εμέσματα.

4.2 Περί του Ταφονομικού προφίλ.

4.2.1 Δείκτης MNI

Από τον Πίνακα 3.1 παρατηρούμε πως στις δύο περιοχές μελέτης από την Ελλάδα υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ των τιμών MNI που προσδιορίστηκαν. Συγκεκριμένα, ο δείκτης MNI που υπολογίστηκε με βάση μόνο τα κρανιακά οστά είναι αρκετά χαμηλότερος από το δείκτη MNI που υπολογίστηκε με βάση κρανιακά και μετα-κρανιακά οστά. Βέβαια, είναι πολύ λίγες οι εργασίες που μελετούν και τα μετα-κρανιακά οστά. Γι' αυτό το λόγο έχει δοθεί πολύ μικρή σημασία στον εντοπισμό αναγνωριστικών στοιχείων που να βοηθούν στην ταυτοποίηση ειδών μικρών θηλαστικών από οποιοδήποτε άλλο τμήμα του σκελετού, εκτός από το κρανίο. Με περισσότερη βιβλιογραφική πληροφορία και μεγαλύτερο όγκο συγκριτικού υλικού πολλά από τα άτομα που έχουν τοποθετηθεί στα άγνωστα στην παρούσα εργασία πιθανόν να ήταν δυνατό να αναγνωριστούν. Μάλιστα, όπως ήδη αναφέρθηκε, έχει παρατηρηθεί πως η πεπλόγλαυκα αποκόβει το κεφάλι των θηραμάτων πριν μεταφέρει το υπόλοιπο τμήμα στη φωλιά, αν και δεν γνωρίζουμε πόσο συχνά το πράττει (Taylor 2004).

4.2.2 Αναλογίες σκελετικών στοιχείων

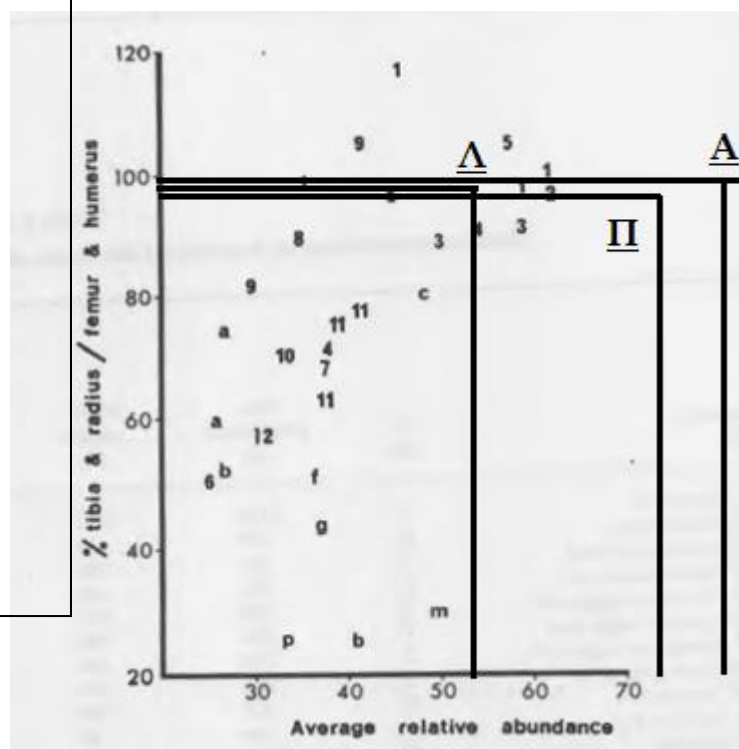
Η σχετική αφθονία των σκελετικών στοιχείων που βρίσκονται στα εμέσματα της πεπλόγλαυκας αντανακλά τις διατροφικές συνήθειες του είδους. Το γεγονός ότι οι τύποι οστών με τις μικρότερες αφθονίες είναι οι σπόνδυλοι και οι αστράγαλοι επιβεβαιώνουν μάλλον την υπόθεση ότι, αν και η πεπλόγλαυκα συχνά καταπίνει ολόκληρα τα θηράματά της, δεν είναι σπάνιο, στα μεγάλωσυμα θηράματα, να μην προσλαμβάνει τμήματα των άκρων (πέλματα) και την ουρά. Ένδειξη προς αυτό είναι και το γεγονός ότι εκ των μακρών οστών το μηριαίο και το βραχιόνιο οστό διαθέτουν τη μεγαλύτερη αφθονία.

4.2.3. Αναλογίες Κρανιακών – Μετακρανιακών Οστών

Οι δείκτες του Πίνακα 3.2, κατασκευάστηκαν με σκοπό να υπάρχει ακριβής αναλογία μεταξύ των κρανιακών και των μετα-κρανιακών οστών που αναμένουμε να υπάρχουν σε ένα άτομο ώστε να μπορεί να γίνει σύγκριση της συχνότητας διατήρησής τους. Στο δείγμα της παρούσας εργασίας όμως υπήρχαν αρκετές μυγαλές, οι γομφίοι των οποίων δεν αριθμούν 12 (όπως στα τρωκτικά) και επομένως ο δείκτης postcranial/cranial elements που υπολογίζεται με την άθροιση των γομφίων και των γνάθων δεν είναι σε σωστή αναλογία με τα μακρά οστά για να εφαρμοστεί η διορθωτική αναλογία 8/5 (για τα 16 κρανιακά οστά έναντι των 10 μακρών οστών) που προβλέπεται από τους Andrews & Cook. Παρά ταύτα αυτός ο δείκτης δεν έχει αφαιρεθεί από τους υπολογισμούς μας ώστε να αναδειχτούν οι αδυναμίες στους παρόντες δείκτες.

Σχήμα 4.1: Απεικονίζεται ο δείκτης $t+r/f+h$ (από τον πίνακα 3.2) σε σχέση με το μέσο όρο της σχετικής αφθονίας όλων των τύπων οστών (Average Ri) για διαφορετικούς θηρευτές όπως έχει δημιουργηθεί από τους Andrews & Cook (1990) και στο οποίο έχουν προστεθεί τα αποτελέσματα των τριών περιοχών της δικής μας μελέτης.

- 1 *Tyto alba*,
- 2 *Bubo scandiacus*,
- 3 *Asio otus*,
- 4 *Asio flammeus*,
- 5 *Bubo lacteus*,
- 6 *Bubo africanus*,
- 7 *Bubo bubo*,
- 8 *Strix nebulosi*,
- 9 *Strix aluco*,
- 10 *Athene noctua*,
- 11 γένος *Falco*,
- 12 *Circus cyaneus*,
- A *Vulpes lagopus*,
- b *Otocyon megalotis*,
- c *Canis latrans*,
- f *Vulpes vulpes*,
- g *Genetta genetta*,
- m *Ichneumia albicauda*,
- p *Martes martes*.



Οι αναλογίες των δειγμάτων της παρούσας εργασίας (Πίνακας 3.2) διαφέρουν αρκετά από τις τιμές του πίνακα 4.2. Αρχικά, τα κρανιακά οστά ήταν περισσότερα από τα μετα-κρανιακά στο υλικό από όλες τις περιοχές μελέτης κάτι που, στα δείγματα των Andrews & Cook (1990),

παρατηρείται σε όλους τους θηρευτές εκτός από τα διάφορα είδη κουκουβάγιας (!). Ακόμα, η αναμενόμενη αναλογία για τα οστά των άκρων ήταν να τείνουν υπέρ των οστών που βρίσκονται εγγύτερα στο σώμα. Στα δικά μας αποτελέσματα όμως τείνουν προς την κνήμη και την κερκίδα αντί για το μηριαίο και το βραχιόνιο οστό.

Παρά ταύτα, είναι εμφανές πως τουλάχιστον τα οστά των άκρων (φάλαγγες, μετακαρπικά και αστράγαλοι) είναι αρκετά λιγότερα από τα αναμενόμενα. Μία εξήγηση γι' αυτό θα μπορούσε να είναι πως χάνονται κατά την επεξεργασία των εμεσμάτων αλλά η λεπτομερής και εξονυχιστική απομόνωση των οστών από τα εμέσματα που εφαρμόστηκε κατά την παρούσα μελέτη κάνει την υπόθεση αυτή αμφίβολη. Η εξήγηση που δίνεται είναι είτε πως η πεπλόγλαυκα δεν καταπίνει ολόκληρο το θήραμα αλλά απορρίπτει τμήματα των άκρων, είτε πως αυτά τα μικρά σε μέγεθος οστά, φθείρονται κατά την πέψη και αποσυνθένονται. Για να εξεταστεί πόσο έντονο είναι το φαινόμενο της έλλειψης των άκρων στους διάφορους θηρευτές, σχεδιάστηκε γράφημα του δείκτη $t+r/f+h$ (Σχήμα 4.1).

Species (1)	N (2)	Nos. postcrania (3)	Nos. crania (4)	$\frac{pc}{c} \times \frac{5}{8}$ (5)	proportions of postcranial to cranial elements $\frac{\text{femur} + \text{humerus}}{\text{mand.} + \text{max.}}$ (6)	proportion of distal limb elements $\frac{\text{tibia} + \text{radius}}{\text{femur} + \text{humerus}}$ (7)
1) Barn owl	4	2116	1351	251	$\frac{93}{102}$	105
2) Snowy owl	1	113	54	335	$\frac{133}{102}$	98
3) Long-eared owl	2	991	536	296	$\frac{102}{111}$	92
4) Short-eared owl	2	281	188	239	$\frac{111}{80}$	82
5) Verreaux eagle owl	2	558	517	172	$\frac{80}{74}$	100
6) Spotted eagle owl	1	204	190	172	$\frac{74}{171}$	52
7) European eagle owl	2	348	238	234	$\frac{171}{92}$	75
8) Great grey owl	1	252	196	206	$\frac{92}{82}$	89
9) Tawny owl	3	423	267	253	$\frac{82}{164}$	92
10) Little owl	1	46	39	188	$\frac{74}{33}$	70
11) Kestrel	3	512	809	101	$\frac{33}{108}$	72
12) Hen harrier	1	61	175	55	$\frac{76}{92}$	58
13) Mongoose	1	65	96	108	$\frac{133}{233}$	30
14) Genet	1	306	372	132	$\frac{36}{114}$	44
15) Bat-eared fox	1	68	61	178		25
16) Coyote	1	59	46	205		79
17) Red fox	1	24	21	183		50
18) Arctic fox	1	8	23	56		75
19) Pine marten	1	14	22	102		25

Πίνακας 4.2: Αναλογίες κρανιακών – μετακρανιακών οστών για τα είδη από τοιβιβλίο των Andrews & Cook (1990) για τα είδη: 1 *Tyto alba*, 2 *Bubo scandiacus*, 3 *Asio otus*, 4 *Asio flammeus*, 5 *Bubo lacteus*, 6 *Bubo africanus*, 7 *Bubo bubo*, 8 *Strix nebulosi*, 9 *Strix aluco*, 10 *Athene noctua*, 11 γένος *Falco*, 12 *Circus cyaneus*, A *Vulpes lagopus*, b *Otocyon megalotis*, c *Canis latrans*, f *Vulpes vulpes*, g *Genetta genetta*, m *Ichneumia albicauda*, p *Martes martes*. Όπου N είναι ο αριθμός εμεσμάτων, Nos cranial είναι το άθροισμα των Άνω γνάθων(mandible)/2, των κάτω γνάθων(maxila)/2 και των γομφίων, Nos postcranial είναι το άθροισμα των οστών Βραχιόνιο(humerus), Μηριαίο(femur), Κνήμη(tibia), Κερκίδα(radius) Ωλένη(ulna).

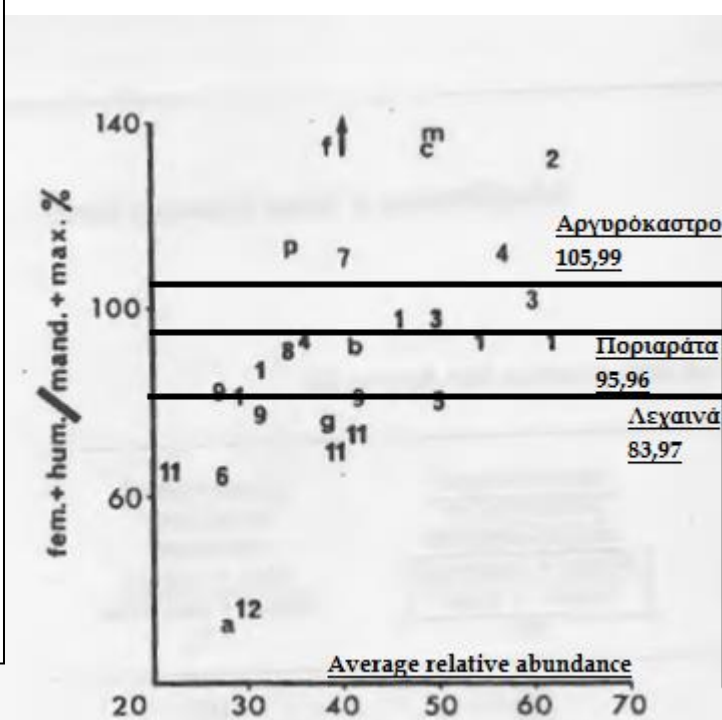
4.2.4. Θραύση των κύριων σκελετικών στοιχείων

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των Andrews & Cook (1990) από τους θηρευτές που έχουν εξεταστεί, η πεπλόγλαυκα έχει τα υψηλότερα ποσοστά ολόκληρων σκελετικών στοιχείων. Αυτό φαίνεται πιο ξεκάθαρα και στα γραφήματα βραχιόνιου προς μηριαίου οστού και κάτω

προς άνω γνάθου. Και στα δύο αυτά γραφήματα όσο πιο κοντά στην αρχή των αξόνων βρίσκεται το δείγμα τόσο πιο έντονη είναι η κατάτμηση των οστών. Η πεπλόγλαυκα, τόσο από τα αποτελέσματα στην έρευνα των Andrews & Cook (1990) όσο και στην παρούσα

Σχήμα 4.1: Απεικονίζεται ο δείκτης $t+r/f+h$ (από τον πίνακα 3.2) σε σχέση με το μέσο όρο της σχετικής αφθονίας όλων των τύπων οστών (Average Ri) για διαφορετικούς θηρευτές όπως έχει δημιουργηθεί από τους Andrews & Cook (1990) και στο οποίο έχουν προστεθεί τα αποτελέσματα των τριών περιοχών της δικής μας μελέτης.

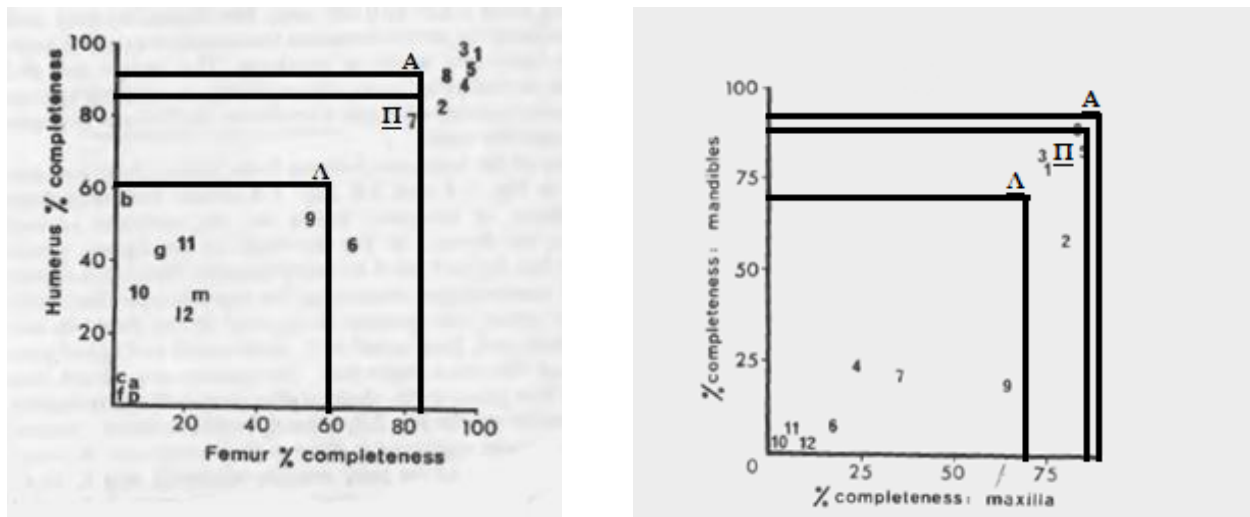
- 1 *Tyto alba*,
- 2 *Bubo scandiacus*,
- 3 *Asio otus*,
- 4 *Asio flammeus*,
- 5 *Bubo lacteus*,
- 6 *Bubo africanus*,
- 7 *Bubo bubo*,
- 8 *Strix nebulosi*,
- 9 *Strix aluco*,
- 10 *Athene noctua*,
- 11 γένος *Falco*,
- 12 *Circus cyaneus*,
- a *Vulpes lagopus*,
- b *Otocyon megalotis*,
- c *Canis latrans*,
- f *Vulpes vulpes*,
- g *Genetta genetta*,
- m *Ichneumia albicauda*,
- p *Martes martes*.



μελέτη τείνει προς την κορυφή των αξόνων σε σχέση με τα άλλα είδη των θηρευτών. Βέβαια στα δικά μας δείγματα οι άνω γνάθοι χαρακτηρίζονται από εντονότερη θραύση, ειδικά στην περιοχή των Λεχαινών.

Από τα παραπάνω φαίνεται πως τα οστά που απομονώθηκαν από τα εμέσματα των Λεχαινών χαρακτηρίζονται από χαμηλότερες σχετικές αφθονίες σκελετικών στοιχείων και χαμηλότερα ποσοστά ακεραιότητας των οστών. Αυτό είναι πιθανό να οφείλεται στην ύπαρξη νεοσσών στη φωλιά κάτω από την οποία πραγματοποιήθηκε συλλογή εμεσμάτων. Σε αυτό το γεγονός οφείλονται πολλά από τα χαρακτηριστικά που έχουμε καταγράψει στην παρούσα τοποθεσία. Αρχικά, το μικρό, σε σχέση με τον καταγεγραμμένο μέσο όρο, βάρος αλλά και μέγεθος των εμεσμάτων στην περιοχή σίγουρα είναι αναμενόμενο, μιας και πεπλόγλαυκες νεαρής ηλικίας θα παράγουν και εμέσματα μικρότερα από των ενηλίκων.

Ακόμα, οι νεοσσοί μοιράζονται τα θηράματα μεταξύ τους αλλά και με τους γονείς, ειδικά αν τα θηράματα είναι μεγάλα σε μέγεθος, οπότε είναι αναμενόμενο, τμήματα ενός ζώου να καταναλώνονται από διαφορετικά άτομα. Αυτό οδηγεί σε χαμηλότερες καταγεγραμμένες σχετικές αφθονίες. Ταυτόχρονα, η θραύση οστών θα πρέπει να γίνεται πιο έντονη, αφού τα θηράματα θα πρέπει να συμπιεστούν σε μικρότερο χώρο.



Σχήμα 4.3: Διαγράμματα που δείχνουν το ποσοστό ακεραιότητας οστών για τα παρακάτω είδη: 1 *Tyto alba*, 2 *Bubo scandiacus*, 3 *Asio otus*, 4 *Asio flammeus*, 5 *Bubo lacteus*, 6 *Bubo africanus*, 7 *Bubo bubo*, 8 *Strix nebulosi*, 9 *Strix aluco*, 10 *Athene noctua*, 11 γένος *Falco*, 12 *Circus cyaneus*, A *Vulpes lagopus*, b *Otocyon megalotis*, c *Canis latrans*, f *Vulpes vulpes*, g *Genetta genetta*, m *Ichneumia albicauda*, p *Martes martes*. (Andrews & Cook (ημερομηνία);). Συμπεριλαμβάνουν και τις τιμές της παρούσας εργασίας.

4.3 Σχολιασμός επί των αποτελεσμάτων της γεωμετρικής μορφομετρίας

Σύμφωνα με τα πρώτα αποτελέσματα της γεωμετρικής μορφομετρίας όπως φαίνονται στο σχήμα 3.5, το νέφος των άγνωστων τρωκτικών του γένους *Microtus* που βρέθηκαν στα εμέσματα από το Αργυρόκαστρο, στον άξονα CV1 όπου συγκεντρώνονται το μεγαλύτερο ποσοστό των διαφορών, πέφτει πάνω στο σύννεφο των *M. felteni* ενώ στον CV2 άξονα, τον δεύτερο άξονα σε σημαντικότητα, μοιάζει διαφορετικό είδος από όλα εκείνα που συμπεριλήφθηκαν στην ανάλυση. Όμως, κανένα από τα δύο αυτά ενδεχόμενα δεν ήταν ιδιαίτερα πιθανό. Η περιοχή του Αργυρόκαστρου βρίσκεται εντός της περιοχής εξάπλωσης του *M. thomasi* το οποίο έχει συχνά αποδειχτεί το κύριο θήραμα της πεπλόγλαυκας στις περιοχές που είναι παρόν ενώ το *M. felteni* είναι ένα μάλλον αρκετά σπάνιο είδος σχεδόν σε όλη την περιοχή εξάπλωσής του. Η πιθανότητα, λοιπόν, η πεπλόγλαυκα να κυνηγά αποκλειστικά το *M. felteni*, παρουσία και των δύο ειδών είναι μηδαμινή και η πιθανότητα στο μικροπεριβάλλον που συλλέχθηκαν τα εμέσματα, το *M. thomasi* να μην έχει καθόλου πρόσβαση λόγω γεωγραφικού ή άλλου φραγμού, θεωρείται εξίσου ανύπαρκτη.

Η απόφαση πως το ζήτημα χρήζει περαιτέρω διερεύνησης, μας οδήγησε στη διαμόρφωση των παρακάτω υποθέσεων:

- 1) Η ανάλυση που πραγματοποιήθηκε ήταν λανθασμένη λόγω ανθρώπινου λάθους κατά την χρήση του σχετικού λογισμικού της γεωμετρικής μορφομετρίας. Όμως:

Το ενδεχόμενο λάθους κατά την τοποθέτηση των τοπόσημων είναι μάλλον απίθανο, μιας και παρόμοιο πρόβλημα παρουσιάστηκε και σε άλλη ερευνητική ομάδα που χρησιμοποίησε το ίδιο φωτογραφικό υλικό αλλά διαφορετικά ορόσημα.

- Το ενδεχόμενο λάθος χειρισμού του προγράμματος *morphoj* απορρίφθηκε με την επανάληψη των αναλύσεων.

- 2) Λάθος κατά την αναγνώριση του συγκριτικού υλικού που φωτογραφήθηκε.

Έγινε εξονυχιστικός έλεγχος του συγκριτικού υλικού ως προς τη μέθοδο αναγνώρισης και του συστήματος σήμανσης χωρίς να εντοπιστεί πιθανό λάθος.

- 3) Οι ενδοειδικές διαφορές που έχουν παρατηρηθεί στον καρυότυπο του είδους *M. thomasi* να αντανakλώνται στο σχήμα του M^1 ώστε να καταχωρεί η γεωμετρική μορφομετρία τα άτομα δύο διαφορετικών φυλών ως διαφορετικές ομάδες.

Για να ελεγχθεί αυτή η υπόθεση, προστέθηκαν εκ των υστέρων στην ανάλυση 10 άτομα *M. thomasi* που έχουν συλλεχθεί από τη Βόρεια Ελλάδα (θέσεις Καλοδίκι, Γοργόμυλος Πεδινή, Μπαλντούμα, Λούρος Πρέβεζας και Μέτσοβο) που, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, ανήκουν στην ίδια φυλή με τον πληθυσμό του *M. thomasi* του Αργυρόκαστρου (Giagia-Athanasopoulou et al., 1997; Rovatsos et al., 2011).

Πράγματι, όπως βλέπουμε από το σχήμα 3.6, το νέφος των προς αναγνώριση ατόμων *Microtus* ταυτίζεται σημαντικά με το νέφος των *M. thomasi* της Βόρειας Ελλάδας. Ενδιαφέρον έχει το γεγονός πως οι δύο φυλές *M. thomasi*, μεταξύ τους, είναι εντονότερα διακριτές ακόμα κι απ' ότι τα διαφορετικά είδη όπως μας δείχνουν οι αποστάσεις Προκρούστη και Mahalonobis. Αν αυτό οφείλεται στην τοπική τροφή ή κάποιο άλλο χαρακτηριστικό που επηρεάζει την μασητική επιφάνεια και εξαρτάται από τον τύπο οικοτόπου ή τη γεωγραφική θέση, δεν είναι ξεκθαρο.

BIBΛIOΓPAΦIA

- Abi-Said MR, Shehab AH, Amr ZS. 2014.** Diet of the Barn owl (*Tyto alba*) from Chaddra-akkar, Northern Lebanon. *Jordan Journal of Biological Sciences* **147**: 1-4.
- Adams DC, Rohlf FJ, Slice DE. 2004.** Geometric morphometrics: Ten years of progress following the 'revolution'. *Ital. J. Zool.*: 5-16.
- Ali AMS, Santhanakrishnan R. 2012.** Diet composition of the Barn owl *Tyto alba* (Aves: Tytonidae) and Spotted Owlet *Athene brama* (aves: Strigidae) coexisting in an urban environment. *Journal homepage: www. wesca. net* **7**.
- Alivizatos H, Goutner V, Zogaris S. 2005.** Contribution to the study of the diet of four owl species (Aves: Strigiformes) from mainland and island areas of Greece. *Belgian journal of zoology* **135**: 109-118.
- Alivizatos H, Poirazidis K, Goutner V, Athanasiadis A. 2006.** Comparative temporal prey use by Barn owl (*Tyto alba*) and Little owl (*Athene noctua*) in the Evros delta, Northeastern Greece. *Journal of Biological Research* **6**: 177-186.
- Amori G, Hutterer R, Kryštufek B, Yigit N, Mitsain G, Palomo LJ. 2016.** *Apodemus flavicollis*, the IUCN Red List of Threatened Species: 2017 International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.
- Andrews P, Cook J. 1990.** *Owls, caves and fossils: Predation, preservation and accumulation of small mammal bones in caves, with an analysis of the Pleistocene cave faunas from Westbury-sub-Mendip, Somerset, UK.* University of Chicago Press.
- Askew NP, Searle JB, Moore NP. 2007.** Prey selection in a Barn owl *Tyto alba*. *Bird Study* **54**: 130-132.
- Aulagnier S, Hutterer R, Jenkins P, Bukhnikashvili A, Kryštufek B, Kock D. 2017.** *Suncus etruscus*, the IUCN Red List of Threatened Species.
- BirdLife-International. 2016.** *Tyto alba*, the IUCN Red List of Threatened Species: 2016 International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.
- Bontzorlos VA, Peris SJ, Vlachos CG, Bakaloudis DE. 2005.** The diet of Barn owl in the agricultural landscapes of central Greece. *Folia Zoologica -Praha* **54**: 99-110.
- Brooke MdL, Hanley S, Laughlin S. 1999.** The scaling of eye size with body mass in birds. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* **266**: 405-412.
- Buckley J, Goldsmith JG. 1975.** The prey of the Barn owl (*Tyto alba alba*) in East Norfolk. *Mammal Review* **5**: 13-16.
- Giagia-Athanasopoulou EB, Stamatopoulos C. 1997.** Geographical distribution and interpopulation variation in the karyotypes of *Microtus (terricola) thomasi* (Rodentia, Arvicolidae) in Greece. *Caryologia* **50**: 303-315, doi:10.1080/00087114.1997.10797404.
- Guerra C, García D, Alcover JA. 2014.** Unusual foraging patterns of the Barn owl, *Tyto alba* (Strigiformes: Tytonidae), on small islets from the Pityusic archipelago (Western Mediterranean sea). *Folia Zoologica* **63**: 180-188.
- Kiamos N, Lymberakis P, Rallis G, Poulakakis N. 2019.** Barn owl (*Tyto alba*) prey in Evros (Greece) and the discovery of a new mammal for the greek fauna. *Journal of Natural History* **53**: 1691-1705, doi:10.1080/00222933.2019.1658820.
- Killick R, Fearnhead P, Eckley IA. 2012.** Optimal detection of changepoints with a linear computational cost. *Journal of the American Statistical Association* **107**: 1590-1598.
- Kryštufek B. 2016.** *Microtus thomasi* The IUCN Red List of Threatened Species.
- Kryštufek B, Palomo L, Hutterer R, Mitsain G, Yigit N. 2016.** *Rattus rattus*, the IUCN Red List of Threatened Species: 2017 International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.
- Kryštufek B, Vohralík V. 2005.** *Mammals of Turkey and Cyprus: Rodentia i: Sciuridae, Dipodidae, Gliridae, Arvicolinae.* Zgodovinsko društvo za južno Primorsko.
- Kryštufek B, Vohralík V, Janžekovič F. 2009.** *Mammals of Turkey and Cyprus: Rodentia ii : Cricetinae, Muridae, Spalacidae, Calomyscidae, Capromyidae, Hystricidae, Castoridae.* Zgodovinsko društvo za južno Primorsko.
- Lyman RL, Lyman RL. 1994.** *Vertebrate taphonomy.* Cambridge University Press.
- Macholán M. 1996.** Key to european House mice (*Mus*). *Folia Zoologica* **45**: 209-217.

- McGuire J. 2010.** Geometric morphometrics of Vole (*Microtus californicus*) dentition as a new paleoclimate proxy: Shape change along geographic and climatic clines. *Quaternary International* **212**: 198-205.
- McGuire JL. 2011.** Identifying California *Microtus* species using geometric morphometrics documents quaternary geographic range contractions. *Journal of Mammalogy* **92**: 1383-1394.
- Mikkola H. 1983.** *Owls of europe*. T. and A. D. Poyser.
- Milchev B. 2015.** Diet of Barn owl *Tyto alba* in central South Bulgaria as influenced by landscape structure. *Turkish Journal of Zoology* **39**: 933-940.
- Milchev B, Boev Z, Georgiev V. 2006.** Birds in the diet of Barn owls *Tyto alba* in SE Bulgaria. *Acrocephalus* **27**: 59-63.
- Moysi M, Christou M, Goutner V, Kassinis N, Iezekiel S. 2018.** Spatial and temporal patterns in the diet of Barn owl (*Tyto alba*) in Cyprus. *Journal of Biological Research-Thessaloniki* **25**: 9.
- Muñoz-Pedreros A, Gil C, Yáñez J, Rau JR, Möller P. 2016.** Trophic ecology of two raptors, Barn owl (*Tyto alba*) and White-tailed kite (*Elanus leucurus*), and possible implications for biological control of hantavirus reservoir in Chile. *The Wilson Journal of Ornithology* **128**: 391-403.
- Musser G, Hutterer R, Kryštufek B, Yigit N, Mitsain G. 2016.** *Mus musculus*, the IUCN Red List of Threatened Species: 2017 International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.
- Niethammer J, Krapp F. 1978.** *Handbuch der säugetiere europas*. Akademische Verlagsgesellschaft.
- Niethammer J, Krapp F. 2005.** *Handbuch der säugetiere europas*. Akademische Verlagsgesellschaft.
- Obuch J, Benda P. 2009.** Food of the Barn owl (*Tyto alba*) in the Eastern Mediterranean. *Slovak Raptor Journal* **3**: 41-50.
- Palomo L, Krystufek B, Amori G, Hutterer R. 2016.** *Crociodura suaveolens*, the IUCN Red List of Threatened Species.
- Rogozi E, Bego F, Papa A, Mersini K, Bino S. 2013.** Distribution and ecology of small mammals in Albania. *International journal of environmental health research* **23**: 258-268.
- Rovatsos MT, Mitsainas GP, Paspali G, Oruci S, Giagia-Athanasopoulou EB. 2011.** Geographical distribution and chromosomal study of the underground Vole *Microtus thomasi* in Albania and Montenegro. *Mammalian Biology* **76**: 22-27.
- Ruedas AR. 2016.** *Rattus norvegicus*, the IUCN Red List of Threatened Species: 2016 International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.
- Schlitter D, van der Straeten E, Amori G, Hutterer R, Kryštufek B, Yigit N, Mitsain G. 2016.** *Apodemus sylvaticus*, the IUCN Red List of Threatened Species.
- Shehab A, Daoud A, Kock D, Amr Z. 2004.** Small mammals recovered from owl pellets from Syria (mammalia: Chiroptera, rodentia). *Zoology in the Middle East* **33**: 27-42.
- Shehab AH, AL CHARABI SM. 2006.** Food of the Barn owl *Tyto alba* in the Yahmool area, Northern Syria. *Turkish Journal of Zoology* **30**: 175-179.
- Shenbrot G, Hutterer R, Amori G, Kryštufek B, Yigit N, Mitsain G, Palomo LJ. 2016.** *Crociodura leucodon*, the IUCN Red List of Threatened Species.
- Smith CR, Richmond ME. 1972.** Factors influencing pellet egestion and gastric pH in the Barn owl. *The Wilson Bulletin*: 179-186.
- Taylor I. 2004.** *Barn owls: Predator-prey relationships and conservation*. Cambridge University Press.
- Thorpe W, Griffin D. 1962.** The lack of ultrasonic components in the flight noise of owls compared with other birds. *Ibis* **104**: 256-257.
- Tores M, Motro Y, Motro U, Yom-Tov Y. 2005.** The Barn owl -A selective opportunist predator. *Israel Journal of Ecology and Evolution* **51**: 349-360.
- Varuzza P, Capizzi D, Santini L, Apollonio M. 2001.** Barn owl *Tyto alba* predation on small mammals in relation to the Mediterranean environment (pisa province, italy). *Acta Ornithologica* **36**: 153-161.
- Yalden DW. 2009.** *The analysis of owl pellets*. Mammal Society.
- Zelditch ML, Swiderski DL, Sheets HD. 2012.** *Geometric morphometrics for biologists: A primer*. Elsevier Science.
- Κολενδριανού Μ. 2015.** Παλιοντολογική και ταφονομική μελέτη μικροπανίδας της παλαιολιθικής - μεσολιθικής θέσης του σπηλαίου 1 της κλεισούρας, αργολίδας με τη χρήση μεθόδων γεωμετρικής μορφομετρίας., Τμήμα Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, 210 p.
- Κυπραίος-Στρέκας Β. 2013a.** Μορφομετρική σύγκριση των ειδών των σκαπτοποντικών του γένους *Microtus* που ζούν στην Ελλάδα. Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, 115 p.

Κυπραίος-Στρέκας Β. 2013b. Μορφομετρική σύγκριση των ειδών των σκαπτοποντικών του γένους *Microtus* που ζούν στην Ελλάδα. Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, ρ.

Λεγάκις Α, Μαραγκού Π. 2009. Το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας. *Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία, Αθήνα* **528**.