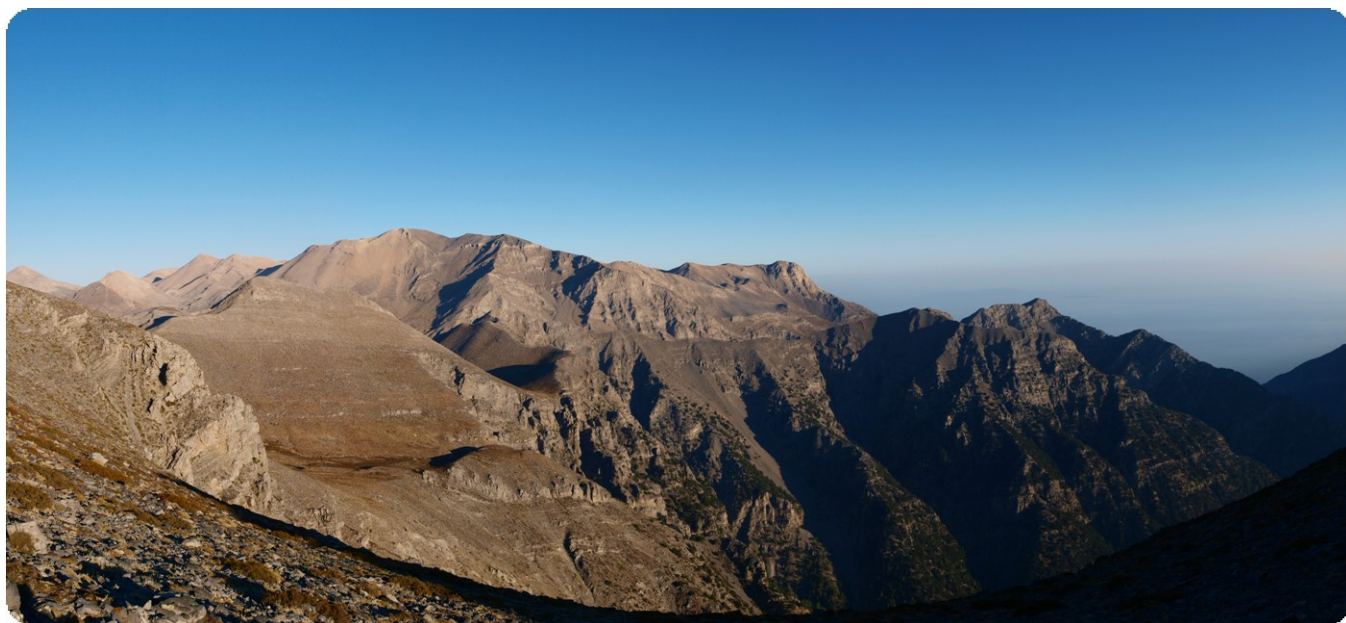


**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ ΜΙΚΡΟΘΗΛΑΣΤΙΚΩΝ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ  
ΤΟΥ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΚΛΙΝΟΥΣ ΣΕ ΔΥΟ ΟΡΕΙΝΟΥΣ ΟΓΚΟΥΣ  
ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ**



**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**ΘΑΝΟΣ ΓΙΑΝΝΑΚΑΚΗΣ**

**ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2011**

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ ΜΙΚΡΟΘΗΛΑΣΤΙΚΩΝ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ  
ΤΟΥ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΚΛΙΝΟΥΣ ΣΕ ΔΥΟ ΟΡΕΙΝΟΥΣ ΟΓΚΟΥΣ  
ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**ΘΑΝΟΣ ΓΙΑΝΝΑΚΑΚΗΣ**

**ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2011**

**UNIVERSITY OF CRETE  
DEPARTMENT OF BIOLOGY**

**ECOLOGY OF SMALL MAMMALS ALONG THE ELEVATION  
GRADIENT IN TWO MOUNTAINS OF CRETE ΚΡΗΤΗΣ**

**MASTER THESIS**

**THANOS GIANNAKAKIS**

**IRAKLEION 2011**

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Σπονδυλωτών του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Κρήτης και υποβλήθηκε στο Τμήμα Βιολογίας του Πανεπιστημίου Κρήτης.

Υπεύθυνος Καθηγητής

Μ. Μυλωνάς (Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Κρήτης)

Επίβλεψη

Π. Λυμπεράκης (Έφορος του τμ. Σπονδυλωτών του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Κρήτης)

**Προτεινόμενη αναφορά:** Γιαννακάκης, Θ. 2011. Στοιχεία οικολογίας μικροθηλαστικών κατά μήκος του υψομετρικού κλινούς σε δύο ορεινούς όγκους της Κρήτης. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Τμήμα Βιολογίας. Πανεπιστήμιο Κρήτης. 171σσ.

Διπλωματική εργασία

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών

“Διαχείριση Χερσαίων και Θαλάσσιων Βιολογικών Πόρων”

*Είθε να συναντηθούμε εκεί.  
Θα σημαίνει πως έχετε φτάσει  
Θα σημαίνει πως κι εγώ τα έχω καταφέρει*

Χόρχε Μπουκάϊ

...στον αδερφό μου

...στον Κωστή

## Πρόλογος - Ευχαριστίες

Παρόλο που στην πράξη η εργασία αυτή ξεκίνησε το καλοκαίρι του 2008, στην πραγματικότητα η αρχή είχε γίνει 3 χρόνια πριν, εν αγνοία μου βέβαια. Είναι μερικές φορές - πιστεύω ότι ισχύει για όλους τους ανθρώπους - που το νόημα των επιλογών που κάνεις, το καταλαβαίνεις όταν πραγματικά περάσει χρόνος, “καταλαγιάσει” η ένταση και με ηρεμία γυρίσεις το βλέμμα στη στιγμή που σου άλλαξε το δρόμο\* τότε μόνο ξέρεις...

Το διάστημα αυτό, από το 2005 μέχρι την ολοκλήρωση αυτού του πονήματος, ήταν ένα μεγάλο ταξίδι. Ειδικά τα χρόνια της παρουσίας μου στο Μουσείο Φυσικής Ιστορίας, θεωρώ ότι είναι ένα πολύ σημαντικό κομμάτι του εαυτού μου. Ένα κομμάτι που έχει γεμίσει από εμπειρίες και γνώσεις οι οποίες κερδήθηκαν με πολύ όρεξη και χαρά. Η οικολογία βέβαια, δεν είναι ο αυτοσκοπός, αλλά το καράβι που με ταξιδεύει όλα αυτά τα χρόνια και θα συνεχίσει, ελπίζω, να το κάνει.

Ένας από τους σημαντικότερους ανθρώπους που με κέντρισε, με ενέπνευσε και συνεχίζει να το κάνει σε κάθε συζήτηση που έχω μαζί του είναι ο καθηγητής του Βιολογικού και Διευθυντής του ΜΦΙΚ, κ. Μωυσής Μυλωνάς. Μου έχει δώσει το δικαίωμα να μαθαίνω μαζί του, αλλά προπάντων το δικαίωμα να μπορώ να διαφωνώ δημιουργικά μαζί του και για όλα αυτά τον ευχαριστώ βαθύτατα.

Ο δεύτερος εξίσου σημαντικός άνθρωπος που μου δίνει χαρά, έμπνευση και δημιουργικότητα, που υπάρχει κοινή αγάπη για τα βουνά και η εργασία αυτή είναι παιδί αυτής της κοινής πορείας είναι ο Πέτρος Λυμπεράκης. Τα 3 σχεδόν χρόνια που είμαστε μαζί με καθοδήγησε, μου έμαθε πράγματα, με άκουγε πάντα προσεκτικά και μου έκανε χώρο να δουλέψω τις δικές μου ιδέες μπολιάζοντας τις με τις δικές του σκέψεις και εμπειρίες. Ακόμα και οι διαφωνίες μαζί του ήταν και συνεχίζουν να είναι πολύ γόνιμες. Όλα αυτά είναι προσόντα ιδιαίτερα και τον ευχαριστώ.

Η εργασία αυτή δεν θα μπορούσε να ολοκληρωθεί χωρίς την αγάπη και την αμέριστη συμπαράσταση που είχα από τη σύντροφο μου, την Αγγελική. Όλα αυτά τα χρόνια κάνει υπομονή και με στηρίζει σε κάθε βήμα μου, ακούει τις καλές και τις κακές μου μέρες και μου δίνει δύναμη κάθε στιγμή να συνεχίζω μπροστά. Η αγάπη μου για αυτόν τον άνθρωπο είναι τεράστια.

Ένας πολύ σημαντικός άνθρωπος, που δεν ανήκει στο ΜΦΙΚ, αλλά θεωρώ ότι με τον τρόπο του συνέβαλε σημαντικά στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας, είναι ο Καλούστ Παραγκαμιάν. Η στάση και η συμπεριφορά του αποτελούν παράδειγμα για το πώς πρέπει να προσεγγίζεται ένα θέμα, οι γνώσεις του είναι μεγάλες όπως και η διάθεση του να τις προσφέρει απλόχερα, αλλά κυρίως η υπομονή και κατανόηση του στις υποχρεώσεις μου στο

πανεπιστήμιο με ελάφρυναν πολλές φορές από την πίεση που είχα δουλεύοντας και σπουδάζοντας παράλληλα.

Ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ θέλω να πω στο φίλο και συνεργάτη μου στο πεδίο, τον Παναγιώτη Γεωργαντή. Χωρίς τη συμβολή του στο κουβάλημα των παγίδων αλλά προπάντων στην παρέα του αυτούς τους 12 μήνες που διήρκησαν οι δειγματοληψίες, το πείραμα πιθανόν να μην είχε ολοκληρωθεί ποτέ. Εκτός από τον Παναγιώτη, πολύτιμη βοήθεια και παρέα στο πεδίο μου προσέφεραν περιστασιακά ο Παναγιώτης Γεωργιακάκης, η Αφροδίτη Καρδαμάκη, ο Νίκος Τσιριγωτάκης, η Τζίνα Τριπολιτάκη και η Αγγελική Παντελή. Τους ευχαριστώ πολύ για αυτό. Ιδιαίτερα ευχαριστώ το Χαράλαμπο Μανδελενάκη, το βοσκό στο Καρφί της Δίκτης που οι ρίζες του κρατάνε απευθείας από τους Μινωίτες. Ξέρω ότι το μιτάτο του θα έχει πάντα ανοιχτές τις πόρτες του για μένα.

Η παρουσία μου στο ΜΦΙΚ και οι ερευνητικές μου ανησυχίες μου έδωσαν τη δυνατότητα να συζητήσω, να ανταλλάξω απόψεις και να συμβουλευτώ πολλούς ερευνητές, συμφοιτητές και φίλους. Σε δύσκολες στιγμές που η έμπνευση μου ήταν στο ναδίρ, μου έδωσαν ιδέες και ώθηση να συνεχίσω. Ο Παναγιώτης Γεωργιακάκης, ειδικά το διάστημα της συν-κατοίκησης, όποτε χρειάστηκα μια δεύτερη γνώμη ήταν πάντα παρών. Ευχαριστώ επίσης το Στέλιο Σημαιάκη, την Ελένη Παναγιώτου και το Δημήτρη Καλτσά από την ομάδα των αρθροπόδων, την Κατερίνα Βαρδινογιάννη και το Σταύρο Ξηρουχάκη. Βοήθεια και στήριξη μου προσέφεραν επίσης η Γιούλη Κυριαζή, η Πασχαλιά Καπλή, η Άννα Ράντος, η Ιάσμη Στάθη και ο Μανόλης Νικολακάκης ο καθένας με τον τρόπο του. Επίσης ευχαριστώ το Μανώλη Παπαδημητράκη για τη πολύ καλή συνεργασία στο εργαστήριο Σπονδυλωτών καθώς και το Δημήτρη Πουρσανίδη όπου με τις γνώσεις του πάνω σε θέματα GIS με βοήθησε σημαντικά. Ιδιαίτερα όμως θέλω να ευχαριστήσω τη Μίνα Τρικάλη, στη βιβλιοθήκη, γιατί όποτε χρειάστηκα τη βοήθεια της ήταν δίπλα μου, πάντα με ένα χαμόγελο.

Όλο το διάστημα που διήρκησε η εργασία αυτή, νοιώθω ότι παραμέλησα καλούς φίλους, στην Κρήτη και σε άλλα μέρη της Ελλάδας. Ζητάω την κατανόηση τους και τους ευχαριστώ πολύ για την υπομονή που έδειξαν. Ελπίζω τώρα που θα έχω περισσότερο χρόνο να μπορέσω να αναπληρώσω τις στιγμές που δεν πέρασα μαζί τους.

Η εργασία αυτή όμως δεν θα είχε καν ξεκινήσει χωρίς την πολύτιμη βοήθεια από τους γονείς μου, το Δημήτρη και τη Νίκη. Είναι πάντα εκεί όποτε τους χρειάζομαι στηρίζοντας και συνεισφέροντας στα όνειρα και τους στόχους μου. Τους ευχαριστώ και τους αγαπάω με όλη μου την ψυχή.

Την εργασία αυτή την αφιερώνω στον αδερφό μου, το Μάριο, που με την προσπάθεια και τη δίψα του για ζωή, αποτελεί πλέον παράδειγμα για μένα...

Επίσης την αφιερώνω στον Κωστή που έφυγε πολύ νωρίς. Χαίρομαι για τις στιγμές που μοιράστηκα μαζί του... Τον φαντάζομαι όμως κάπου, σε κάποιο βουνό, να στέκεται στην κορυφή και να χαμογελάει...

Το ταξίδι αυτό βέβαια δεν τελειώνει εδώ. Το τέλος αυτής της επίμονης δουλειάς είναι μόνο μια στάση, ένα λιμάνι. Είναι το ξεκίνημα ενός νέου ταξιδιού.

Ελπίζω οι γνώσεις και οι εμπειρίες που αποκόμισα από αυτή την ερευνητική δουλειά και καταγράφονται σε αυτές τις σελίδες, να φανούν χρήσιμες στον επόμενο ταξιδιώτη...

Θάνος Γιαννακάκης  
Ηράκλειο, 30-01-2011



## Περίληψη

Τα βουνά αποτελούν ένα μεγάλο φυσικό εργαστήριο όπου σε μια μικρή σχετικά γεωγραφική ζώνη, η αύξηση του υψομέτρου επιφέρει μεταβολή στους περιβαλλοντικούς παράγοντες επηρεάζοντας παράλληλα τους οργανισμούς που ζουν εκεί. Η πλειοψηφία των εργασιών για τα μικροθηλαστικά, εξετάζουν την επίδραση του υψομέτρου στην πανίδα από βιογεωγραφική σκοπιά: τη σχέση του αριθμού ειδών με την αύξηση του υψομέτρου, τη σχέση του υψομέτρου με το γεωγραφικό πλάτος κ.α. Λίγες είναι οι εργασίες που εστιάζουν στην οικολογία των ειδών και στην επίδραση του υψομέτρου στη δραστηριοποίηση, ίσως γιατί απαιτείται περισσότερη ενέργεια για αυτό το σκοπό, αλλά και γιατί έχει στραφεί αλλού το ενδιαφέρον των ερευνητών.

Η εργασία καταπιάνεται με την οικολογία των μικροθηλαστικών κατά μήκος του υψομετρικού κλινούς σε δύο ορεινούς όγκους της Κρήτης. Ένα σημαντικό κομμάτι ασχολείται με τη διερεύνηση της δραστηριοποίησης των μικροθηλαστικών, ιδιαίτερα του *A. sylvaticus*, κατά μήκος του υψομέτρου. Εκτός από τη φαινολογία εξετάστηκαν, μορφομετρικά και πληθυσμιακά δεδομένα που προέκυψαν από τις δειγματοληψίες. Τέλος, ένα κεφάλαιο εστιάζει στον τρόπο που κατανέμονται τα μικροθηλαστικά στους μικροβιοτόπους που συνθέτουν τους σταθμούς δειγματοληψίας ως αποτέλεσμα διαειδικού ανταγωνισμού.

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε δύο ορεινούς όγκους της Κρήτης, τα Λευκά Όρη και τη Δίκτη. Σε κάθε βουνό, ορίστηκαν σταθμοί δειγματοληψίας, στα 400m, 800m, 1200m και από έναν ακόμα στα 1600m (Δίκτη) και στα 1800m (Λευκά Όρη). Όλοι οι σταθμοί εντοπίζονται στη βόρεια πλευρά των ορεινών όγκων και η επιλογή τους έγινε με κριτήριο την ελάχιστη δυνατή ανθρώπινη παρέμβαση και την ευκολία στη πρόσβαση. Πραγματοποιήθηκαν μηνιαίες δειγματοληψίες από τον Αύγουστο του 2008 μέχρι τον Ιούλιο του 2009, ενώ επιλέχθηκε η μέθοδος σύλληψη – μαρκάρισμα – επανασύλληψη με 100 παγίδες/σταθμό.

Σε 8800 παγιδονύχτες συλλήφθηκαν 380 ζώα, εκ των οποίων τα 175 ήταν επανασυλλήψεις. Τα είδη που πιάστηκαν είναι τα: *Apodemus sylvaticus*, *A. mystacinus*, *Acomys minous*, *Mus musculus* και *Crocidura suaveolens*.

### Συλληψιμότητα και μορφομετρία

Με την αύξηση του υψομέτρου και στους δύο ορεινούς όγκους μειώνεται ο αριθμός των ειδών που συλλαμβάνονται. Στα 400m, το πιο άφθονο είδος είναι το *A. minous*, το οποίο δεν εξαπλώνεται πάνω από τα 400-600m στο βόρειο τμήμα του νησιού. Το *A. sylvaticus* είναι το πιο προσαρμοστικό είδος και απαντάται σε όλα τα υψόμετρα και στα δύο βουνά, ενώ συντηρεί τους μεγαλύτερους πληθυσμούς στα 1200m. Το *A. mystacinus* απαντάται σε

λιγότερους σταθμούς με κυριότερους τα 800m και 1200m των Λευκών Ορέων. Το *M. musculus*, απαντάται στα 400m και 800m και στους δύο ορεινούς όγκους, ενώ μεγαλύτερους πληθυσμούς διατηρεί στα 800m. Η μυγαλή *C. suaveolens* συλλαμβάνεται στους χαμηλούς σταθμούς (400, 800m) των δύο βουνών, ενώ κατά τις δειγματοληψίες, ιδιαίτερα στα μεγάλα υψόμετρα δεν συλλήφθηκε η ενδημική μυγαλή *C. zimmermanni*.

Για όλα τα είδη, παρατίθενται μορφομετρικά στοιχεία από τη βάση δεδομένων του ΜΦΙΚ, από δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν στην ηπειρωτική Ελλάδα, την Κύπρο και τη βόρεια Αφρική. Επίσης πραγματοποιούνται συγκρίσεις στο μέγεθος των ατόμων μεταξύ διαφορετικών σταθμών, αλλά και μεταξύ αρσενικών – θηλυκών.

Με την αύξηση του υψόμετρου, παρατηρείται μείωση της συνολικής συλληψιμότητας των παγίδων και αυτό οφείλεται στους μεγάλους πληθυσμούς του *A. minous* στα χαμηλά υψόμετρα. Όσον αφορά στο *A. sylvaticus* η συλληψιμότητα του είναι η ίδια σε όλους τους σταθμούς εκτός από τα 1200m της Δίκτης και τους αλπικούς σταθμούς (1800m και 1600m).

### **Φαινολογία**

Πραγματοποιήθηκε ανάλυση αντιστοίχισης για τον έλεγχο της συσχέτισης της θερμοκρασίας και των συλλήψεων του *A. sylvaticus* με τους μήνες και τους σταθμούς δειγματοληψίας. Τα κυριότερα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι η ομοιότητα των σταθμών L800, L1200 (Λευκά Όρη) και D1200 (Δίκτη) όσον αφορά στη θερμοκρασία και η ομοιότητα των L800 με τον D1200 όσον αφορά στις συλλήψεις, ενώ επίσης από την ανάλυση φαίνεται η διαφοροποίηση του L1200 που τείνει να συμπεριφερθεί ως αλπικός σταθμός. Αυτό, σε συνδυασμό με την ανάλυση παλινδρόμησης που έγινε για έλεγχο της συσχέτισης της θερμοκρασίας με τις συλλήψεις του *A. sylvaticus* δείχνει ότι, οι συλλήψεις του είδους δεν σχετίζονται με τη θερμοκρασία.

Και στους δύο ορεινούς όγκους εμφανίζεται η τάση της μετατόπισης της κύριας δραστηριοποίησης του *A. sylvaticus* προς τους καλοκαιρινούς μήνες όσο αυξάνεται το υψόμετρο και το πρότυπο αυτό είναι πιο ευδιάκριτο στα Λευκά Όρη. Επιπλέον, στους αλπικούς σταθμούς η δραστηριοποίηση γίνεται ένα μικρό μέρος του χρόνου σε αντίθεση με τα μέσα υψόμετρα που είναι πιο ομοιόμορφη μέσα στο χρόνο.

Το μέγιστο της δραστηριοποίησης του *A. sylvaticus* στους ψηλούς σταθμούς (L1800 και D1600) εντοπίζεται την περίοδο Αύγουστο-Νοέμβριο και όχι αρχές του καλοκαιριού. Η εξήγηση που δίνεται αποδίδει το πρότυπο αυτό στις ευνοϊκότερες περιβαλλοντικές συνθήκες και τη μεγαλύτερη προβλεψιμότητα από πλευράς οργανισμών.

Το δασοόριο αποτελεί μια ευδιάκριτη γραμμή σε ένα βουνό και σε άλλες εργασίες έχει αποδειχτεί ότι επηρεάζει την παρουσία και τη φαινολογία των οργανισμών. Στην παρούσα εργασία είναι δύσκολο να αποδειχτεί η αμιγής σχέση του δασοορίου με τη διακύμανση των συλλήψεων στο χρόνο.

Το πρότυπο που υπάρχει στους ορεινούς όγκους της Κρήτης κατά μήκος του υψομέτρου, συμφωνεί με αντίστοιχες εργασίες που υπάρχουν για άλλες περιοχές της Μεσογείου, τόσο για τα χαμηλά υψόμετρα, όσο και για άλλους ορεινούς όγκους (Πυρηναία).

Για τα άλλα είδη που συλλαμβάνονται δεν πραγματοποιείται εκτενής ανάλυση της δραστηριοποίησής τους.

### **Πληθυσμιακή οικολογία**

Μελετάται ο πληθυσμός του *A. minous* στα 400m της Δίκτης μιας και μόνο σε αυτή την περίπτωση οι συλλήψεις ήταν αρκετές ώστε να γίνουν αναλύσεις. Ο πληθυσμός αυτό μελετήθηκε στο σύνολο του αλλά και σε δύο μικρότερες ομάδες (αρσενικά και θηλυκά).

Για το σύνολο του πληθυσμού, η επιβίωση ( $\phi$ ) και η στρατολόγηση νέων ατόμων ( $f$ ) παραμένουν σταθερά μέσα στο χρόνο και δεν μεταβάλλονται. Ο πληθυσμός της περιοχής εκτιμάται ότι παραμένει σταθερός στο χρόνο και ίσος με 31 άτομα. Η μεγάλη τιμή του ρυθμού επιβίωσης αποδίδεται στην πυκνή βλάστηση που υπάρχει στο σταθμό μελέτης με αποτέλεσμα τα ζώα να μην είναι εκτεθειμένα στους από αέρος θηρευτές και στο μεγάλο μέγεθος του *A. minous* που το ισχυροποιεί σε πιθανά φαινόμενα ανταγωνισμού απέναντι στα μικρότερα τρωκτικά, *A. sylvaticus* και *M. musculus* που είναι παρόντα στο σταθμό.

Συγκρίνοντας τις βασικές πληθυσμιακές παραμέτρους μεταξύ αρσενικών και θηλυκών, το 76,6% των μοντέλων υποστηρίζει ότι η επιβίωση  $\phi$  είναι ανεξάρτητη του φύλου και του χρόνου, το 55,1% αυτών υποστηρίζει ότι η συλληψιμότητα  $p$  είναι ανεξάρτητη του φύλου και του χρόνου, ενώ το 55,5% αυτών υποστηρίζει ότι η στρατολόγηση  $f$  είναι ανεξάρτητη του χρόνου, αλλά διαφέρει ανάμεσα στα αρσενικά και στα θηλυκά άτομα.

### **Χρήση του χώρου**

Στην εργασία αποτυπώνονται οι κατανομές των συλληφθέντων ειδών στο χώρο και προκύπτουν χρήσιμα συμπεράσματα για τις σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ τους λόγω ανταγωνιστικών συμπεριφορών. Σε όλους τους σταθμούς που συλλαμβάνονται περισσότερα από ένα είδη, υπάρχει μια τάση για διακριτή χωρική κατανομή και επιλογή μικρο-περιοχών. Εκτός από τη χωρική διαφοροποίηση, είναι πολύ πιθανό να υπάρχει και χρονική διαφοροποίηση στις κατανομές των ειδών.

Το *A. minous* προτιμά βραχώδεις ξηρές περιοχές λόγω ύπαρξης περισσότερων καταφυγίων και εξεύρεσης τροφής ευκολότερα (σαλιγκάρια). Το *A. sylvaticus* είναι πολύ προσαρμοστικό και απαντάται σε πολλούς τύπους βιοτόπων σε όλα τα υψόμετρα. Σε περιπτώσεις που συνυπάρχει με άλλα είδη διατηρεί χαμηλότερους πληθυσμούς σε σχέση με την περίπτωση που απουσιάζουν τα άλλα είδη. Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις συνύπαρξης με μεγαλύτερα ζώα, το *A. sylvaticus* φαίνεται να εκτοπίζεται. Το *A. mystacinus* πιθανόν ανταγωνίζεται το *A. minous* στην εξεύρεση φωλιών αφού στους σταθμούς που συλλαμβάνεται επιλέγει περιοχές με πολλά βράχια. Στα μεγαλύτερα υψόμετρα όπου ο *A. mystacinus* συνυπάρχει με το *A. sylvaticus* η επικράτηση του μεγαλύτερου σε μέγεθος *A. mystacinus* είναι εμφανείς. Το *M. musculus* δεν διατηρεί μεγάλους πληθυσμούς σε όλους τους σταθμούς που συλλήφθηκε, πιθανόν λόγω ανταγωνισμού. Η μυγαλή *C. suaveolens* δεν φαίνεται να ανταγωνίζεται τα άλλα τρωκτικά και αυτό είναι φυσιολογικό μιας και καταλαμβάνει διαφορετικό θώκο (τροφή) από τα άλλα είδη, ενώ διαφέρει σημαντικά και ως προς το μέγεθος. Σε όλες τις περιπτώσεις καταγράφεται η μέγιστη απόσταση σύλληψης του ίδιου ζώου μεταξύ δύο παγίδων και η μέση παρατηρούμενη ακτίνα δράσης.

**Λέξεις κλειδιά:** Οικολογία, *Arodemus sylvaticus*, μικροθηλαστικά, υψομετρικό κλίμα, φαινολογία, Λευκά Όρη, Δίκτη, Κρήτη

## **Abstract**

Mountains are a big natural lab, where in a relatively small geographic zone the increase in altitude results in a change of the environmental factors which influences the biota of the area. The majority of the scientific works over small mammals concentrates on the altitudinal effects on the fauna from a biogeographical point of view: the relationship between the number of species and the increase in altitude, the altitude-latitude connection etc. Few studies focus on the species ecology and the altitudinal effect on the differentiation of the phenology, maybe because of the effort needed and the differing interests of the researchers.

The main subject of this thesis is the ecology of small mammals along the altitudinal gradient in two mountain massifs of Crete. More specific, this project deals with the phenology of small mammals, especially *A. sylvaticus*, along the elevation. As well as this, morphological and population data that has been retrieved from the field work is examined. Finally, the last chapter is about the spatial distribution of species in each sampling station as a result of interspecific competition.

This study was carried out in two mountains of Crete, Mt Lefka Ori and Mt Dikti. In each mountain 4 sampling stations were set up, at 400m, 800m, 1200m and 1600m (Mt Dikti) and 1800m (Mt Lefka Ori). All stations are located in the northern part of the mountain ranges and the selection of the locations is based on criteria such as the accessibility and the minimum anthropogenic intervention. Monthly samplings with 100 traps/station were carried out from August 2008 to July 2009, and the Capture-Mark-Recapture (CMR) method was chosen.

In 8800 trapnights, 380 small mammals were captured, of which 175 were recaptures. The captured species were *Apodemus sylvaticus*, *A. mystacinus*, *Acomys minous*, *Mus musculus* and *Crocidura suaveolens*.

### **Captures and morphometry**

Along the elevation gradient, the number of species is decline. At 400m the most abundant species is *A. minous*, which in the northern part of Crete is not expanded over 400-600m. *A. sylvaticus* is the most adaptive species and can be found in all altitudes of the two Mts, although it maintains the largest populations at 1200m. *A. mystacinus* was found in fewer places and mainly at L800m and L1200m (L stands for Mt Lefka Ori). *M. musculus* was captured at 400m and 800m in both Mts, although it maintains a larger population at 800m. The shrew *C. suaveolens* is captured in both Mts in the lower stations (400, 800m), while the expected endemic Cretan shrew *C. zimmermanni* wasn't captured at al.

For all the captured species, morphometric data has been collected and compared with the data from the database of the Natural History Museum of Crete. Moreover, comparisons are attempted between the individuals of the different stations, and also between males-females.

The trapability decreased along the elevation gradient and this is due to the abundance of *A. minous* in the lower stations. As for *A. sylvaticus*, trapability stays the same in more stations, except in D1200m (D stands for Mt Dikti) and to the higher, more alpine stations (1800m and 1600m).

### **Phenology**

The correlation between temperature and captures by months and sampling stations has been studied using correspondence analysis. This analysis showed that L800, L1200 and D1200 are very alike regarding the temperature, L800 and D1200 behave similarly regarding the captures and L1200 tends to behave as a more alpine station. Additionally, regression analysis showed that temperature and captures of *A. sylvaticus* does not correlate.

There is a trend of shifting the main activity of *A. sylvaticus* towards the summer along the elevation gradient in both Mts and this pattern is more visible in Lefka Ori. Moreover, in the higher stations, the activity take place only in the warmer months in contrast to the lower stations where it spreads throughout the year.

The maximum activity of *A. sylvaticus* in the higher stations (L1800 and D1600) is taking place from August to November, and not early summer as some would expect. The primary reasons for this pattern are the preferable environmental conditions and the better predictability of the organisms.

Timberline is a very distinct line in any Mt and it has proved that it affects the presence and the phenology of the organisms. In this work, it was difficult to demonstrate the relationship between the timberline and the phenology of small mammals, especially of *A. sylvaticus* that expands in all elevations.

The existing pattern of the Cretan mountains along the elevation gradient agrees with the pattern of other Mediterranean areas, both for low altitudes and for other mountains (e.g. Pyrenees).

For the other captured species (apart from *A. sylvaticus*), this thesis does not make an extensive analysis of their activity.

### **Population ecology**

We only studied the population of *A. minous* at 400m on Mt Dikti, as it was only on this station that we had enough captures for the analysis. This population was studied as a whole, and also in two smaller groups (males and females).

For the whole population, survival ( $\phi$ ) and recruitment (f) remain constant over time. The area's population is estimated to remain stable over time and equal to 31 individuals. The high survival rate is attributed to the dense vegetation cover of the area and as a result, the individuals are not exposed to the predators from the air. Moreover, *A. minous* is a relatively large rodent compare to the others, so in a possible interspecific competition with *A. sylvaticus* and *M. musculus*, *A. minous* is favored.

Comparing the basic demographic parameters between males and females, 76.6% of population models argue that survival  $\phi$  is independent of gender and time, 55.1% argue that captures  $p$  is independent of sex and time, while 55.5% claim that recruitment  $f$  is independent of time but is different between males and females.

### **The use of space**

This section refers to the spatial distribution of the captured species and the relationships between them as a result of the interspecific competition. At stations where more than one species were captured, there is a trend for distinct spatial distribution. Apart from spatial differentiation, it is possible that time differentiation take place.

*A. minous* prefers dry and rocky areas because in these places the shelters are abundant, and so is the food (snails). *A. sylvaticus* is a very adaptive species and is found in many biotopes and in all altitudes. In cases where it coexists with other species, it maintains smaller populations. In all cases of coexistence with bigger animals, *A. sylvaticus* seems to be displaced. *A. mystacinus* might be competitive with *A. minous* in claiming shelters as we captured it in rocky places. In high altitudes where *A. mystacinus* coexists with *A. sylvaticus*, the dominance of the first is very clear. *M. musculus* does not have large populations in all of the stations, probably due to competition. The shrew *C. suaveolens* does not seem to compete with the other rodents. This is very natural as it occupies a different niche, and differs significantly in size.

**Keywords:** Ecology, *Apodemus sylvaticus*, small mammals, elevation gradient, phenology, Lefka Ori, Dikti, Crete

## Περιεχόμενα

<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1 Μια πρώτη προσέγγιση .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Σκοπός της παρούσας εργασίας .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Υψόμετρο .....</b>	<b>4</b>
1.3.1 Μείωση της έκτασης.....	6
1.3.2 Ατμοσφαιρική πίεση.....	7
1.3.3 Θερμοκρασία .....	7
1.3.4 Ηλιακή και UV-B (υπεριώδης) ακτινοβολία.....	8
1.3.5 Ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα .....	8
1.3.6 Ταχύτητα του ανέμου .....	8
1.3.7 Εποχικότητα .....	9
1.3.8 Χιονοκάλυψη .....	9
1.3.9 Θερμοκρασία του εδάφους.....	10
1.3.10 Μικροκλίμα και μικρο-οικότοποι .....	10
<b>1.4 Ορογένεση και ορεογραφία στην Κρήτη .....</b>	<b>11</b>
<b>1.5 Τα εδαφόβια μικροθηλαστικά της Κρήτης.....</b>	<b>12</b>
1.5.1 <i>Apodemus sylvaticus</i> .....	12
1.5.2 <i>Apodemus mystacinus</i> .....	13
1.5.3 <i>Acomys minous</i> .....	13
1.5.4 <i>Mus musculus</i> .....	13
1.5.5 <i>Crocidura suaveolens</i> .....	14
<b>2. Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1 Εισαγωγή.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2 Λευκά Όρη, 400m (L400) .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3 Λευκά Όρη, 800m (L800) .....</b>	<b>18</b>
<b>2.4 Λευκά Όρη, 1200m (L1200) .....</b>	<b>19</b>
<b>2.5 Λευκά Όρη, 1800m (L1800) .....</b>	<b>20</b>
<b>2.6 Δίκτη, 400m (D400) .....</b>	<b>21</b>
<b>2.7 Δίκτη, 800m (D800) .....</b>	<b>22</b>
<b>2.8 Δίκτη, 1200m (D1200) .....</b>	<b>23</b>
<b>2.9 Δίκτη, 1600m (D1600) .....</b>	<b>23</b>
<b>3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....</b>	<b>28</b>
<b>3.1 Εισαγωγή.....</b>	<b>28</b>
<b>3.2 Μέθοδος δειγματοληψίας .....</b>	<b>28</b>
3.2.1 Παγίδες .....	29
3.2.2 Δόλωμα .....	29
3.2.3 Η τοποθέτηση των παγίδων .....	30
3.2.4 Η εργασία στο πεδίο.....	31
3.2.5 Εργασία στο εργαστήριο.....	35
<b>3.3 Μετεωρολογικά δεδομένα.....</b>	<b>35</b>
<b>4. ΣΥΛΛΗΨΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΑ .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1 Εισαγωγή.....</b>	<b>37</b>



<b>4.2</b>	<b>Αποτελέσματα .....</b>	<b>39</b>
4.2.1	Παγιδονύχτες και συλληψιμότητα παγίδων .....	39
4.2.2	Αριθμός ειδών ανά υψόμετρο .....	40
4.2.3	Αριθμός ατόμων ανά σταθμό .....	41
4.2.4	Μορφομετρικά δεδομένα .....	42
4.2.4.1	<i>Apodemus sylvaticus</i> .....	43
4.2.4.2	<i>Acomys minous</i> .....	44
4.2.4.3	<i>Apodemus mystacinus</i> .....	44
<b>4.3</b>	<b>Συζήτηση .....</b>	<b>45</b>
4.3.1	Παγιδονύχτες και συλληψιμότητα παγίδων .....	45
4.3.2	Αριθμός ειδών ανά υψόμετρο .....	48
4.3.3	Μορφομετρικά δεδομένα .....	51
4.3.3.1	<i>Apodemus sylvaticus</i> .....	51
4.3.3.2	<i>Acomys minous</i> .....	52
4.3.3.3	<i>Apodemus mystacinus</i> .....	53
4.3.3.4	<i>Mus musculus</i> .....	54
4.3.3.5	<i>Crocidura suaveolens</i> .....	54
<b>5.</b>	<b>ΦΑΙΝΟΛΟΓΙΑ.....</b>	<b>57</b>
<b>5.1</b>	<b>Εισαγωγή.....</b>	<b>57</b>
<b>5.2</b>	<b>Μεθοδολογία .....</b>	<b>58</b>
<b>5.3</b>	<b>Αποτελέσματα .....</b>	<b>61</b>
5.3.1	Συσχέτιση των σταθμών με τη θερμοκρασία .....	61
5.3.2	<i>Apodemus sylvaticus</i> .....	63
5.3.2.1	Ποιοτικά στοιχεία φαινολογίας του <i>A. sylvaticus</i> .....	63
5.3.2.2	Συσχέτιση συλληψιμότητας με τη θερμοκρασία .....	65
5.3.2.3	Σύγκριση συλλήψεων μεταξύ σταθμών στα Λευκά Όρη.....	67
5.3.2.4	Σύγκριση συλλήψεων μεταξύ σταθμών στη Δίκτη .....	71
5.3.2.5	Σύγκριση συλλήψεων σε σταθμούς ιδίου υψομέτρου στους δύο ορεινούς όγκους ..	74
5.3.2.6	Σύγκριση συλλήψεων στους υπόλοιπους σταθμούς .....	76
5.3.2.7	Συσχέτιση όλων των σταθμών με τις συλλήψεις .....	77
5.3.3	<i>Apodemus mystacinus</i> .....	79
5.3.4	<i>Acomys minous</i> .....	81
5.3.5	<i>Crocidura suaveolens</i> .....	82
5.3.6	<i>Mus musculus</i> .....	83
<b>5.4</b>	<b>Συζήτηση .....</b>	<b>84</b>
5.4.1	<i>Apodemus sylvaticus</i> .....	84
<b>6.</b>	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΗ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ.....</b>	<b>93</b>
<b>6.1</b>	<b>Εισαγωγή.....</b>	<b>93</b>
<b>6.2</b>	<b>Πληθυσμιακά μοντέλα.....</b>	<b>94</b>
6.2.1	Έλεγχος των υποθέσεων του μοντέλου.....	94
6.2.2	Επιλογή του μοντέλου .....	97
6.2.3	Η παραλλαγή Link-Barker .....	99
6.2.4	Η έκφραση του μοντέλου .....	101
6.2.5	Επιλογή της κατάλληλης έκφρασης του μοντέλου.....	102
6.2.6	Μέσο μοντέλο.....	103
<b>6.3</b>	<b>Έλεγχος υποθέσεων .....</b>	<b>104</b>

<b>6.4</b>	<b>Μεθοδολογία εργασίας .....</b>	<b>104</b>
<b>6.5</b>	<b>Αποτελέσματα .....</b>	<b>106</b>
6.5.1	Δίκτη 400m, <i>Acomys minous</i> , όλος ο πληθυσμός .....	106
6.5.2	Δίκτη 400m, <i>Acomys minous</i> , αρσενικά-θηλυκά.....	110
<b>6.6</b>	<b>Συζήτηση .....</b>	<b>112</b>
<b>6.7</b>	<b>Επιπλέον θέματα - Ερωτήματα που προκύπτουν.....</b>	<b>113</b>
<b>7.</b>	<b>ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ .....</b>	<b>117</b>
<b>7.1</b>	<b>Εισαγωγή.....</b>	<b>117</b>
<b>7.2</b>	<b>Μεθοδολογία .....</b>	<b>118</b>
<b>7.3</b>	<b>Αποτελέσματα .....</b>	<b>120</b>
7.3.1	Λευκά Όρη, 400m .....	121
7.3.2	Λευκά Όρη, 800m .....	122
7.3.3	Λευκά Όρη, 1200m .....	123
7.3.4	Λευκά Όρη, 1800m .....	124
7.3.5	Δίκτη, 400m.....	125
7.3.6	Δίκτη, 800m.....	126
7.3.7	Δίκτη, 1200m.....	126
7.3.8	Δίκτη, 1600m.....	127
7.3.9	Μέση / Μέγιστη ακτίνα δράσης.....	128
<b>7.4</b>	<b>Συζήτηση – Συμπεράσματα .....</b>	<b>130</b>
7.4.1	Λευκά Όρη, 400m .....	130
7.4.2	Λευκά Όρη, 800m .....	131
7.4.3	Λευκά Όρη, 1200m .....	131
7.4.4	Λευκά Όρη, 1800m .....	131
7.4.5	Δίκτη, 400m.....	131
7.4.6	Δίκτη, 800m.....	132
7.4.7	Δίκτη, 1200m.....	132
7.4.8	Δίκτη, 1600m.....	132
7.4.9	Γενική επισκόπηση.....	133
7.4.10	Μέση / Μέγιστη ακτίνα δράσης.....	134
<b>8.</b>	<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>137</b>
<b>8.1</b>	<b>Γενικά συμπεράσματα .....</b>	<b>137</b>
<b>8.2</b>	<b>Φαινολογία .....</b>	<b>138</b>
<b>8.3</b>	<b>Πληθυσμιακή οικολογία .....</b>	<b>139</b>
<b>8.4</b>	<b>Χρήση του χώρου – Ανταγωνισμός.....</b>	<b>140</b>
	<b>ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>143</b>
	<b>ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>153</b>

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

# 1. Εισαγωγή

## 1.1 Μια πρώτη προσέγγιση

Τα βουνά ασκούσαν πάντα μια μυστηριώδη έλξη στους ανθρώπους και υπήρξαν τόποι αναζήτησης, εξερεύνησης και λατρείας. Ήδη από την αρχαιότητα, σε όλους τους πολιτισμούς, οι άνθρωποι προσέδιδαν σε αυτά θεϊκές ιδιότητες: στην αρχαία Ελλάδα οι Θεοί κατοικούσαν στον Όλυμπο, στη Λατινική Αμερική οι Ίνκας θεωρούσαν τις κορυφές των βουνών ιερά μέρη, ενώ στην Ασία το πραγματικό όνομα του Έβερεστ είναι *Chomolungma* (= Μητέρα Θεά του Σύμπαντος) από τη μεριά του Θιβέτ και *Sagarmatha* (= Θεά του Ουρανού) από τη μεριά του Νεπάλ.

Όμως και οι ανθρώπινες δραστηριότητες είναι συνυφασμένες απόλυτα με τους ορεινούς όγκους, είτε έχοντας άμεση οικονομική εξάρτηση (π.χ. κτηνοτροφία) είτε έμμεση σχέση (π.χ. παροχή νερού). Η σχέση μάλιστα αυτή έγινε εντονότερη τις τελευταίες δεκαετίες λόγω της τουριστικής ανάπτυξης και των ορεινών δραστηριοτήτων που έχουν αναπτυχθεί στα βουνά. Με την ορειβασία μάλιστα, δόθηκε η δυνατότητα γνώσης των ορεινών όγκων και τελικά σήμερα, οι κυριότεροι ορεινοί όγκοι και κορυφές του πλανήτη έχουν εξερευνηθεί (Μαρτζούκος, 2007).

Σχεδόν παράλληλα με την ανάπτυξη της ορειβασίας στο τέλος του 18<sup>ου</sup> αιώνα, άρχισαν να μπαίνουν οι επιστημονικές βάσεις για τη μελέτη των ορεινών όγκων και των ζωντανών οργανισμών που διαβιούν εκεί. Η υψομετρική διαφοροποίηση στις βιοκοινότητες ήταν κεντρικό θέμα σε κάποιες από τις θεωρίες για την προέλευση της ζωής (Lomolino, 2001). Σύμφωνα με τον Κάρολο Λινναίο, η Γη αρχικά καλύφτηκε από νερό εκτός από την ψηλότερη κορυφή του κόσμου (πιστευόταν ότι ήταν το όρος Αραράτ) όπου ήταν ο τόπος του Παραδείσου και η τοποθεσία που πιθανότατα προσάραξε η κιβωτός του Νώε (von Linnaeus, 1743 από Lomolino, 2001). Ήταν γνωστό στο Λινναίο και στους σύγχρονούς του, ότι κατά μήκος του υψομετρικού κλινούς αναπτύσσεται σε μικρή κλίμακα η ζωνωποίηση του κλίματος, της βλάστησης και της πανίδας που απαντάται διευρυμένη από τον ισημερινό προς τους πόλους. Έτσι, με την πτώση της στάθμης των νερών, η χλωρίδα και η πανίδα που είχε επιβιώσει στο όρος Αραράτ μπόρεσε και εποίκισε την υπόλοιπη Γη. Μια αντίστοιχη θεωρία για την προέλευση της ζωής πρότεινε και ο Willdenow (Willdenow, 1805 από Lomolino, 2001) όπου θεώρησε ότι η προέλευση των ειδών προέρχονταν από πολλούς ορεινούς όγκους (διαφορετικούς σε κάθε γεωγραφική περιοχή) και όχι από ένα. Μάλιστα ο ίδιος συγγραφέας έκανε και την παρατήρηση ότι οι χλωριδικές βιοκοινότητες συνδέονταν ισχυρά με τις

κλιματικές συνθήκες (“...όσο πιο ζεστό είναι το κλίμα, τόσο πιο μεγάλος είναι ο αριθμός των φυτών”).

Στη συνέχεια, το υψομετρικό κλινές συνέχισε να γοητεύει τους φυσιοδίφες και τους επιστήμονες και σήμερα είναι πλέον γνωστό ότι τα βουνά αποτελούν θερμά σημεία (*hotspots*) βιολογικής ποικιλότητας (Barthlott *et al.*, 1996). Σε περιπτώσεις μάλιστα που οι μεγαλύτερες υψομετρικές ζώνες παρέχουν επαρκή γεωγραφική και χρονική απομόνωση, τα βουνά μπορεί να αποτελέσουν και *hotspots* ειδογένεσης και ενδημισμού (MacArthur & Wilson, 1967; Brown, 2001; Lomolino, 2001; Lomolino *et al.*, 2006).

Οι ορεινοί όγκοι είναι τελικά μια περιοχή υψηλού ενδιαφέροντος για την ευρύτερη επιστήμη της οικολογίας και όχι άδικα, μιας και το υψομετρικό κλινές αποτελεί ένα από τα ισχυρότερα “φυσικά πειράματα” για να ελεγχθούν οι οικολογικές και εξελικτικές αποκρίσεις των οργανισμών σε περιβαλλοντικές μεταβλητές (Körner, 2007).

## 1.2 Σκοπός της παρούσας εργασίας

Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός εργασιών που αναφέρονται στην επίδραση του υψομέτρου στα διάφορα ζωικά και φυτικά τάξα, η προσέγγιση όμως γίνεται τις περισσότερες φορές από βιογεωγραφική σκοπιά με σκοπό να απαντηθούν ερωτήματα όπως η σχέση αριθμού ειδών με την αύξηση του υψομέτρου, η σχέση του υψομέτρου με το γεωγραφικό πλάτος κ.α. Τελικά τα βουνά αντιμετωπίζονται σε αυτές τις περιπτώσεις ως βιογεωγραφικά νησιά, ενώ δευτερεύοντα ρόλο παίζει η οικολογία των ειδών σε σχέση με την αύξηση του υψομέτρου.

Αντίθετα με την κυρίαρχη τάση, το βασικό ερώτημα που προσπαθεί να απαντήσει αυτή η εργασία εστιάζει στη σημασία του υψομέτρου στην οικολογία των ειδών που διαβιούν σε ένα ορεινό όγκο. Ως ομάδα μελέτης έχουν επιλεγθεί τα μικροθηλαστικά. Τα επιμέρους θέματα που πραγματεύονται τα κεφάλαια που ακολουθούν είναι τα ακόλουθα:

- Η μεταβολή της δραστηριοποίησης των μικροθηλαστικών με την αύξηση του υψομετρικού κλινούς (κεφάλαιο 5). Υπάρχει κάποια συγκεκριμένη τάση, με την αύξηση του υψομέτρου; Πως δραστηριοποιούνται ιδιαίτερα οι πληθυσμοί πάνω από το δασόριο όπου οι περιβαλλοντικές συνθήκες είναι δυσμενέστερες; Παρόλο που συλλαμβάνονται 5 είδη μικροθηλαστικών σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας, η ευρεία κατανομή του δασοποντικού (*A. sylvaticus*) σε όλο το υψομετρικό κλινές αποτελεί ένα ιδιαίτερο εργαλείο για τη μελέτη αυτού του ερωτήματος.

- Η χωρική σχέση ανάμεσα στα είδη, όπως διαμορφώνεται στους σταθμούς δειγματοληψίας (κεφάλαιο 7). Ελέγχεται η άποψη ότι, τα συμπάτρια είδη, για να μπορέσουν

να μετριάσουν τον ανταγωνισμό προβαίνουν σε οικολογικές διαφοροποιήσεις όπως η διαφορετική χωρική εκμετάλλευση του περιβάλλοντος (Pianka, 2000).

Παράλληλα με τα παραπάνω βασικά ερωτήματα, εξετάστηκαν και κάποια δευτερογενή που προέκυψαν από την πληθώρα των δεδομένων που συλλέχθηκαν στο πεδίο όπως:

- Η σύγκριση των μορφομετρικών μετρήσεων των ζώων που συλλήφθηκαν στα πλαίσια της παρούσας εργασίας με δεδομένα που υπάρχουν στη βάση δεδομένων του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας της Κρήτης και τη βιβλιογραφία (κεφάλαιο 4). Ως αφορμή για αυτή την προσέγγιση στάθηκε η θεωρία της βιογεωγραφίας περί γιγαντισμού μικροθηλαστικών σε νησιώτικες περιοχές (Foster, 1964).

- Η κατανομή του αριθμού των ειδών με την αύξηση του υψομέτρου (κεφάλαιο 4). Η μείωση του αριθμού των ειδών με την αύξηση του υψομέτρου είναι καλά τεκμηριωμένη (Rahbek, 1995; Lomolino, 2001), είτε παρουσιάζει μονοτονική κατεύθυνση, είτε κωδωνοειδή μορφή (πρότυπο hump-shaped).

- Η χρήση μεθόδων πληθυσμιακής οικολογίας για τη σύγκριση παραμέτρων όπως η συλληψιμότητα, η επιβίωση και ο ρυθμός εισροής νέων ατόμων μεταξύ ομάδων πληθυσμών (κεφάλαιο 6).

Η προσπάθεια που γίνεται στην παρούσα εργασία, θεωρώ ότι προσεγγίζει την οικολογία των μικροθηλαστικών από πολλές οπτικές γωνίες. Σίγουρα, υπάρχουν πλευρές που δεν έχουν προσεγγιστεί μιας και το υψόμετρο είναι πολυδιάστατο και η μελέτη του μπορεί να φανερώνει συνεχώς νέες εικόνες. Ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια, γίνεται μια παγκόσμια προσπάθεια από τους ερευνητές πολλών θεματικών τομέων στην οικολογία, να αναζητηθούν οι επιπτώσεις των κλιματικών μεταβολών στους βιολογικούς πόρους, και το υψόμετρο αποτελεί το καλύτερο πεδίο δράσης και μελέτης (Pauli *et al.*, 2009).

### **1.3 Υψόμετρο**

Περίπου το 25% της χερσαίας επιφάνειας της Γης καταλαμβάνεται από βουνά (Körner, 2007). Ένας μεγάλος αριθμός από ορισμούς έχουν προταθεί κατά καιρούς για την ερμηνεία της έννοιας βουνό, αλλά η μεγάλη γεωλογική ποικιλομορφία τους, καθιστά δύσκολη την αποδοχή κάποιου συγκεκριμένου ορισμού (Gerrard, 1990). Πολλά κριτήρια έχουν χρησιμοποιηθεί για τον ορισμό, όπως το υψόμετρο, ο όγκος, το ανάγλυφο, η κλίση, η διάταξη στο χώρο και η συνέχεια.

Ο Körner (2007) αναφέρει το βουνό ως “οποιαδήποτε ανύψωση της γης από μια επίπεδη έκταση, πάνω από τα 300m από την επιφάνεια της θάλασσας.” Μάλιστα για τις ανάγκες της δημοσίευσής του, συμπεριλαμβάνει στην έννοια αυτή και τα μεγάλα οροπέδια της βόρειας Αμερικής, του Θιβέτ και των Άνδεων, παρά το γεγονός ότι σε αυτά απουσιάζουν οι έντονες κλίσεις. Είναι προφανές βέβαια, ότι ο συγκεκριμένος ορισμός παρουσιάζει πολλές ελλείψεις.

Ο Λυμπεράκης (2003) στην εργασία του για τα Λευκά Όρη δέχεται τον ορισμό του Gerrard (1990) που φαίνεται να είναι και αρκετά πλήρης:

“Ένα υπερυψωμένο γνώρισμα εδάφους, υψηλού σχετικά ανάγλυφου, με μεγάλο μέρος τη επιφάνειάς του να παρουσιάζει έντονες κλίσεις και το οποίο εμφανίζει συνήθως διακριτές διαφοροποιήσεις στο κλίμα και τα συνακόλουθα βιολογικά φαινόμενα, από τη βάση μέχρι και την κορυφή του”.

Κατά την αύξηση του υψομέτρου σε έναν ορεινό όγκο, είναι διακριτές τρεις ζώνες (Becker *et al.*, 2007): α) η περιοχή του μόνιμου χιονιού, β) η αλπική ζώνη και γ) η υποαλπική ζώνη. Δύο είναι οι διακριτές γραμμές που χωρίζουν αυτές τις ζώνες: η γραμμή του μόνιμου χιονιού και το δασοόριο.

Πάνω από τη γραμμή του μόνιμου χιονιού, η χέρσος καλύπτεται με χιόνι και παγετώνες καθ’ όλη τη διάρκεια του χρόνου. Η γραμμή αυτή δεν είναι σταθερή μέσα στο γεωλογικό χρόνο αλλά μεταβάλλεται ανάλογα με την ύπαρξη παγετωνικών ή μεσοπαγετωνικών περιόδων.

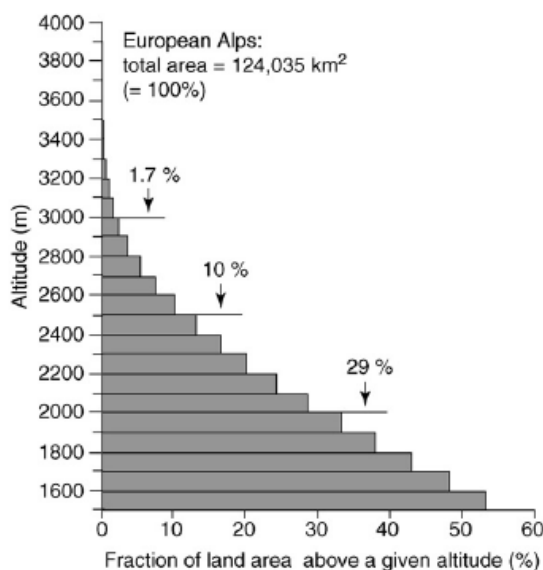
Τα δέντρα δεν απαντώνται στα πιο κρύα μέρη του κόσμου. Σε μεγάλα γεωγραφικά πλάτη και σε μεγάλα υψόμετρα, τα δέντρα δίνουν τη θέση τους στη θαμνώδη αλπική βλάστηση. Το όριο του δάσους είναι γνωστό ως δασοόριο, αν και γενικά η γραμμή αυτή δεν είναι διακριτή σε όλες τις περιπτώσεις. Έτσι, απαντώνται σε πολλές περιπτώσεις σκόρπια δέντρα και αλπική θαμνώδης βλάστηση πάνω από το δασοόριο, παρόλα αυτά, το δασοόριο παρατηρείται σε όλα σχεδόν τα βουνά του κόσμου διατηρώντας παρόμοια χαρακτηριστικά (Grace *et al.*, 2002). Βέβαια, το υψόμετρο που βρίσκεται αυτή η γραμμή εξαρτάται από το μέγεθος του ορεινού όγκου καθώς και το γεωγραφικό πλάτος (Massenerhebung effect). Γενικά, τα βουνά που περικυκλώνονται από άλλους ορεινούς όγκους, τείνουν να έχουν ψηλότερο δασοόριο από τα απομονωμένα.

Κατά την αύξηση του υψομέτρου, παρατηρούνται μεταβολές σε περιβαλλοντικούς παράγοντες αλλά και μείωση της διαθέσιμης έκτασης, που επηρεάζουν τη ζώνωση και την παρουσία και δραστηριοποίηση της χλωρίδας και της πανίδας. Έτσι, εκτός από τη μείωση της έκτασης, παρατηρούνται άλλες τέσσερις πρωτογενείς ατμοσφαιρικές μεταβολές που μεταβάλλονται μονοτονικά με την αύξηση του υψομέτρου και αλληλοσυνδέονται βέβαια

μεταξύ τους. Αυτές είναι i) η μείωση της συνολικής ατμοσφαιρικής πίεσης και της μερικής πίεσης των αερίων, ii) η μείωση της θερμοκρασίας με άμεση επίπτωση στην υγρασία, iii) η αύξηση της συνολικής ακτινοβολίας που αναλύεται σε ηλιακή ακτινοβολία την ημέρα και την έκλυση θερμότητας τη νύχτα (οφείλεται σε μείωση της ατμοσφαιρικής πίεσης), και iv) η αύξηση του ποσοστού της UV-B ακτινοβολίας σε μια δεδομένη ποσότητα συνολικής ακτινοβολίας. Επιπλέον, με την αύξηση του υψομέτρου μεταβάλλονται και άλλες παράμετροι που δεν είναι κατ' ανάγκη ομόρροπης κατεύθυνσης (αύξηση του υψομέτρου δεν σημαίνει απαραίτητα αύξηση του παράγοντα) αλλά συμμετέχουν σημαντικά στην επίδραση που ασκεί το υψόμετρο ως πολυδιάστατη οικολογική παράμετρος στην οικολογία των οργανισμών (Mani, 1990; Körner, 2007).

### 1.3.1 Μείωση της έκτασης

Με την αύξηση του υψομέτρου μειώνεται η διαθέσιμη έκταση, που είναι σημαντική για την ποικιλότητα και την εξέλιξη των ειδών (MacArthur & Wilson, 1967). Ο κατακερματισμός του ορεινού τοπίου από τις διάφορες γεωλογικές διεργασίες μειώνει επιπλέον το διαθέσιμο χώρο, ωστόσο η “γεω-ποικιλότητα” και η χωρική απομόνωση που δημιουργείται στο ορεινό τοπίο αυξάνει την απομόνωση των πληθυσμών και συνεπώς την πιθανότητα εμφάνισης νέων ειδών. Βέβαια, η γεωλογική ποικιλότητα δεν αυξάνεται απαραίτητα με το υψόμετρο, και εξαρτάται από το γεωλογικό χρόνο του βουνού (όπως μεταφράζεται σε γεωμορφολογία, βαθμός διάβρωσης, κλίσεις) και το γεωλογικό υπόστρωμα.



Σχήμα 1.1. Παράδειγμα μείωσης της έκτασης της γης με την αύξηση του υψομέτρου στις Ευρωπαϊκές Άλπεις (από Körner, 2007)



### 1.3.2 Ατμοσφαιρική πίεση

Για κάθε 1000m αύξησης του υψομέτρου, η συνολική ατμοσφαιρική πίεση (και η μερική πίεση των αερίων που τη συνθέτουν) μειώνεται κατά 11%. Όταν στο επίπεδο της θάλασσας στους 20°C η πίεση είναι 1013 hPa (hectopascal), στα 1, 2, 3, 4 km πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας, η πίεση γίνεται 900, 798, 705 και 621 hPa αντίστοιχα (Körner, 2007).

Αυτή η μείωση της πίεσης έχει μια σημαντική επίπτωση στην ανταλλαγή των αερίων στους φυτικούς οργανισμούς καθώς και στην αναπνοή των ζώων. Ειδικότερα, τα ενδόθερμα ζώα αντισταθμίζουν τη μειωμένη συγκέντρωση οξυγόνου με την αύξηση του ρυθμού της αναπνοής και του αποδοτικότερου συστήματος οξυγόνωσης του αίματος. Άλλο παράδειγμα είναι τα κελύφη των αυγών των πτηνών, τα οποία σε αυξημένα υψόμετρα γίνονται πιο πορώδη επιτρέποντας έτσι τη διάχυση του οξυγόνου στα αναπτυσσόμενα έμβρυα (Körner, 2007).

Η μείωση όμως της ατμοσφαιρικής πίεσης συνεπάγεται μια σειρά άλλων αλλαγών όπως η αύξηση της ακτινοβολίας και η μεταβολή της θερμοκρασίας και της εξάτμισης των υδρατμών από εκτεθειμένες επιφάνειες, φαινόμενα τα οποία επιδρούν πιο άμεσα στους οργανισμούς και περιγράφονται ακολούθως.

### 1.3.3 Θερμοκρασία

Η μέση θερμοκρασία του αέρα μειώνεται κατά περίπου 6 °C για κάθε ένα χιλιόμετρο υψομετρικής αύξησης (Körner, 2007) αν και η τιμή αυτή μπορεί να διαφέρει για κάθε βουνό (Mani, 1990). Παρόλα αυτά, ενώ αυτή η τάση είναι καθολική, η θερμοκρασία επηρεάζεται σημαντικά από την ακτινοβολία και τη μορφολογία του χώρου. Έτσι, η θερμοκρασία του αέρα σε ανήλιες περιοχές είναι σημαντικά χαμηλότερη από αυτή που μετράται σε προσήλια μέρη. Οι διαφορές αυτές γίνονται εντονότερες σε μεγαλύτερα υψόμετρα.

Μια εξίσου σημαντική παράμετρος μεταβολής της θερμοκρασίας είναι οι νυχθήμερες και οι εποχιακές διακυμάνσεις. Το εύρος αυτών των διακυμάνσεων διαφέρει ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος, την ηπειρωτικότητα (απόσταση από την θάλασσα), το μέγεθος του ορεινού όγκου και γενικότερα από τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην ευρύτερη περιοχή.

Στις τροπικές περιοχές, η θερμοκρασία δεν μεταβάλλεται έντονα στις διαφορετικές εποχές, ενώ το αντίθετο συμβαίνει στο βόρειο ημισφαίριο. Εκεί, υπάρχουν μεγάλες ηπειρωτικές χερσαίες εκτάσεις και η διαφοροποίηση στη μέση θερμοκρασία μεταξύ του καλοκαιριού και του χειμώνα είναι πολύ έντονη σε σχέση μάλιστα από τη διαφορά μεταξύ

νύχτας και μέρας. Αντίθετα στο νότιο ημισφαίριο, υπάρχουν λιγότερες ηπειρωτικές εκτάσεις, μεγάλο πλήθος μικρών νησιών και το κλίμα είναι περισσότερο ωκεάνιο. Όσον αφορά στις νυχθήμερες διακυμάνσεις, αυτές γίνονται εντονότερες στους ορεινούς όγκους που βρίσκονται κοντά στον ισημερινό και τους τροπικούς (Mani, 1990).

Τη μείωση της θερμοκρασίας με το υψόμετρο δεν την αισθάνονται με τον ίδιο τρόπο όλοι οι οργανισμοί. Για παράδειγμα, ενώ τα ψηλά δέντρα είναι πιο εκτεθειμένα στην κυκλοφορία του αέρα, άρα και στις μεταβολές της θερμοκρασίας, η χαμηλή βλάστηση βιώνει διαφορετικές συνθήκες θερμοκρασίας (Körner, 2007).

#### **1.3.4 Ηλιακή και UV-B (υπεριώδης) ακτινοβολία**

Η ηλιακή ακτινοβολία αυξάνεται με το υψόμετρο λόγω της αραιής ατμόσφαιρας. Παρόλα αυτά, λόγω της αύξησης της νεφοκάλυψης και της ομίχλης, η πραγματική ακτινοβολία που “βλέπουν” οι οργανισμοί είναι μικρότερη από τη θεωρητικά προσλαμβάνουσα. Η ακτινοβολία μπορεί να αυξηθεί από την παρουσία χιονιού και πάγου μιας και αυξάνεται η αντανάκλαση.

#### **1.3.5 Ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα**

Η ατμοσφαιρική υγρασία είναι αυτή που καθορίζει μεταξύ άλλων την ποσότητα των βροχοπτώσεων. Με την αύξηση του υψομέτρου μειώνεται προοδευτικά η υγρασία και αυξάνεται η εξάτμιση. Γενικά, δεν υπάρχει κάποιο πρότυπο για τη μεταβολή της βροχόπτωσης με το υψόμετρο και έτσι, η σύνδεση της υψομετρικής διαφοροποίησης διαφόρων οργανισμικών τάξεων με την ατμοσφαιρική υγρασία και τις βροχοπτώσεις θα πρέπει να εξετάζεται μεμονωμένα ανά περιοχή (Körner, 2007).

Αντίστοιχα, για τις χιονοπτώσεις σημαντικό ρόλο παίζουν η θερμοκρασία, η υγρασία, η μορφολογία, η ηπειρωτικότητα του βουνού κ.α. Με την αύξηση του υψομέτρου αυξάνεται η χιονόπτωση και αυτό ισχύει περίπου μέχρι τα 6000m περίπου (Mani, 1990).

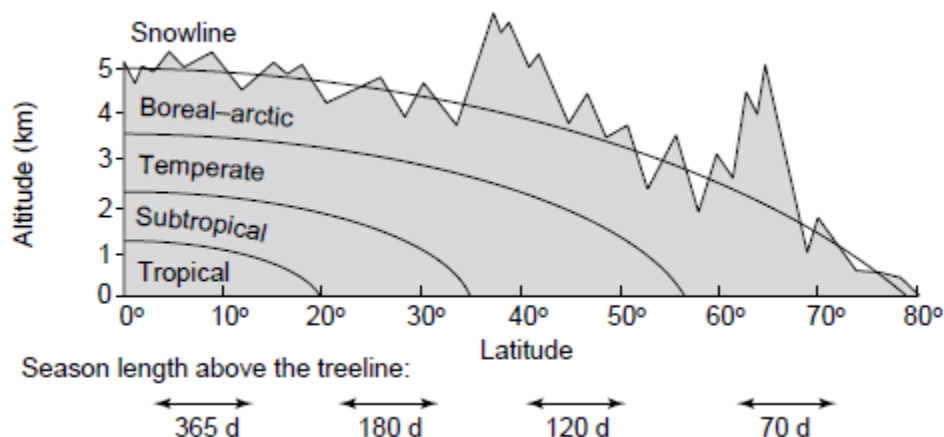
#### **1.3.6 Ταχύτητα του ανέμου**

Ο Körner (2007) υποστηρίζει ότι οι ορεινοί όγκοι είναι μεταξύ των λιγότερο βαλλόμενων από ισχυρούς ανέμους περιοχών και αυτό λόγω της προφύλαξης που παρέχει η ιδιαίτερη μορφολογία τους. Η ταχύτητα του ανέμου αυξάνεται κυρίως σε εκτεθειμένες κόψεις, κορυφές και απομονωμένα βουνά, ενώ τα τροπικά βουνά είναι ιδιαίτερα “ήσυχα”. Έτσι, ο ίδιος συγγραφέας λέει ότι δεν υπάρχει κάποιο γενικό πρότυπο που να συνδέει το υψόμετρο με τον

άνεμο. Η επικρατούσα άποψη όμως, είναι ότι η αύξηση του υψομέτρου συνεπάγεται και αύξηση της ταχύτητας του ανέμου (από Λυμπεράκης, 2003). Για την προστασία από την αυξημένη εξάτμιση στα μεγάλα υψόμετρα και τον άνεμο, ευνοούνται μορφές βλάστησης με μαξιλαρόμορφο σχήμα και έρπουσα διάταξη.

### 1.3.7 Εποχικότητα

Η υψομετρική διαφοροποίηση των εποχών είναι ένας σημαντικός οικολογικός παράγοντας. Η διάρκεια της ενεργής περιόδου για τα φυτά και τα ζώα δεν μειώνεται απαραίτητα με την αύξηση του υψομέτρου μιας και αυτό εξαρτάται από τις συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας που επικρατούν στην ευρύτερη περιοχή, καθώς και από το γεωγραφικό πλάτος. Έτσι, σε μια περιοχή με υψηλή ξηρασία, η αύξηση του υψομέτρου μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της υγρασίας και συνεπώς τη μεγαλύτερη διάρκεια της ενεργής περιόδου. Σε πιο υγρές περιοχές, αυτό φαίνεται να αντιστρέφεται (Körner, 2000).



Σχήμα 1.2. Η ενεργή περίοδος για διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη και υψόμετρα (από Körner, 2000)

### 1.3.8 Χιονοκάλυψη

Η χιονοκάλυψη είναι ένας παράγοντας που παίζει σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της ζωής στα μεγάλα υψόμετρα (Mani, 1990). Σχετίζεται άμεσα, τόσο με τη θερμοκρασία όσο και με την υγρασία της ατμόσφαιρας. Το καλοκαίρι, η θερμοκρασία του αέρα δεν αυξάνεται με μεγάλο ρυθμό αν δεν λιώσουν τα χιόνια και αυτό είναι πολύ λογικό λόγω της ενέργειας που απαιτείται για αυτό το σκοπό. Σε αυτή την περίπτωση, τα χιόνια αποτελούν έναν εξομαλυντικό παράγοντα για τις περιβαλλοντικές συνθήκες και η θερμοκρασία δεν

παρουσιάζει μεγάλες αυξομειώσεις κατά τη διάρκεια του 24ώρου. Επίσης, κατά τους χειμερινούς μήνες, η χιονοκάλυψη παρέχει προστασία απέναντι στις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες μιας και διατηρεί τη θερμοκρασία σε σχετικά υψηλά νούμερα. Τέλος, το χιόνι δεσμεύει την υγρασία κάνοντας την ατμόσφαιρα πιο ξηρή.

### **1.3.9 Θερμοκρασία του εδάφους**

Η θερμοκρασία του εδάφους είναι πιο σημαντικός παράγοντας στα μεγάλα υψόμετρα παρά στα χαμηλότερα. Το επιφανειακό στρώμα έχει μεγάλες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις μέσα στη μέρα, εντονότερες από τις διακυμάνσεις της ατμόσφαιρας, ενώ στα βαθύτερα στρώματα η θερμοκρασία είναι πιο σταθερή κατά τη διάρκεια της ημέρας και των εποχών.

### **1.3.10 Μικροκλίμα και μικρο-οικότοποι**

Οι έντονες περιβαλλοντικές συνθήκες που δημιουργούνται από τη θερμοκρασία, την ακτινοβολία, τη μείωση της ατμοσφαιρικής πίεσης, τον άνεμο, την υγρασία κ.α. δημιουργούν πολλά μικροπεριβάλλοντα όπου επικρατούν πολύ διαφορετικές κλιματικές συνθήκες. Το φαινόμενο γίνεται πιο έντονο με την προσθήκη του παράγοντα της μορφολογίας του εδάφους, της γεωλογίας και άλλων χαρακτηριστικών του τοπίου. Πέτρες, ρωγμές σε βράχους, σπήλαια, δολίνες είναι μερικά παραδείγματα. Επίσης, σημαντικό στοιχείο είναι ο προσανατολισμός της πλαγιάς, μιας και σε μια περιοχή με βόρειο προσανατολισμό θα επικρατούν τελείως διαφορετικές συνθήκες από μια άλλη που κοιτάει προς νότο. Οι διαφορές μπορεί να είναι πολύ έντονες ακόμα και σε απόσταση μερικών δεκάδων εκατοστών (ακόμα και λιγότερο), όπως για παράδειγμα στο σημείο που λιώνει το χιόνι. Στη μικρή αυτή περιοχή απαντώνται τρεις διαφορετικές κλιματικές συνθήκες: ένα μικρό χειμώνα εκεί που ήδη το χιόνι υπάρχει, μια μικρή άνοιξη στο σημείο που λιώνει και η υγρασία είναι αυξημένη και, τέλος, συνθήκες καλοκαιριού και έντονης ξηρασίας στα σημεία που το χιόνι έχει λιώσει (Μυλωνάς, προσωπική επαφή).

Όλα αυτά βέβαια έχουν τεράστια σημασία για τους οργανισμούς αφού συνθέτουν ένα σύνολο από πολλούς μικτούς οικότοπους που είναι νησιά προστασίας μέσα στις ομοιογενώς εκτεθειμένες περιοχές.

#### 1.4 Ορογένεση και ορεογραφία στην Κρήτη

Η γεωλογική ιστορία της Κρήτης ακολουθεί τη γεωλογική εξέλιξη της ευρύτερης περιοχής. Πριν από 23 εκατ. χρόνια, στο σημερινό Αιγαίο και την Κρήτη, εκτεινόταν χέρσος που συνέδεε την ηπειρωτική Ελλάδα με τη Μικρά Ασία. Αυτή η εκτεταμένη ξηρά ονομαζόταν Αιγαίδα. Πριν από 12 εκατ. χρόνια, η κατάσταση άλλαξε και η καταβύθιση μεγάλων τμημάτων οδήγησε στον κατακερματισμό της χέρσου και το σχηματισμό της τάφρου του Αιγαίου που χωρίζει το ανατολικό από το υπόλοιπο Αιγαίο. Η Κρήτη παρέμεινε ένα σύνολο νησιών μέχρι το τέλος του Πλειόκαινου. Ο νησιωτισμός παρουσιάζεται στη μέγιστη ανάπτυξη του αφού εκτός νερού παραμένουν οι ψηλότερες κορυφές των βουνών της Κρήτης. Το σημερινό σχήμα και μορφή της Κρήτης διαμορφώθηκε κατά το Πλειστόκαινο όπου μια σειρά από έντονες ανυψωτικές κινήσεις μεταβάλλουν ριζικά το ανάγλυφο (Φασουλάς, 2000). Στην Ευρώπη είναι η εποχή των παγετωνικών περιόδων (Skinner *et al.*, 2004), ενώ στην Κρήτη σχηματίζονται μικροί παγετώνες μόνο στα ψηλότερα βουνά (Fabre & Maire, 1982; Hempel, 1991 από Rackham & Moody, 2004). Στην πιο σύγχρονη περίοδο, η τεκτονική δράση κορυφώνεται το 4<sup>ο</sup>-6<sup>ο</sup> αιώνα μ.Χ. με την ανύψωση της δυτικής Κρήτης τουλάχιστο 9 μέτρα (Rackham & Moody, 2004).

Στο νησί απαντώνται 5 μεγάλα ορεινά συγκροτήματα. Από τα ανατολικά προς τα δυτικά αυτά είναι τα εξής: Όρη Θρυπτής, Δίκη, Αστερούσια, Ψηλορείτης (Ίδη) και Λευκά Όρη. Τη μεγαλύτερη έκταση καταλαμβάνουν τα Λευκά Όρη και ακολουθούν η Ίδη και η Δίκη, ενώ οι ψηλότερες κορυφές είναι ο Τίμιος Σταυρός στην Ίδη (2456m), οι Πάχνες στα Λευκά Όρη (2453m) και το Σπαθί στη Δίκη (2148m).

Οι ορεινοί όγκοι της Κρήτης παρουσιάζουν αρκετά κοινά χαρακτηριστικά, τα οποία μαρτυρούν και την κοινή γεωλογική τους ιστορία. Κάθε ορεινό συγκρότημα, εκτός από τα Αστερούσια, έχει ένα πυρήνα από σκληρό ασβεστόλιθο που περιβάλλεται από στρώματα φυλλιτικής και χαλαζιτικής σύστασης (Rackham & Moody, 2004). Σε μέσα υψόμετρα (700-1300m), εμφανίζονται μικρά και μεγάλα οροπέδια με σημαντικότερα το οροπέδιο Λασιθίου (850m), το Καθαρό (1100m), το Λιμνάκαρο (1100m) και το οροπέδιο της Βιάννου (1330m) στη Δίκη, τη Νίδα (1350m) στον Ψηλορείτη και τ'Ασκούφου (700m), το Νιάτο (1200m) και τον Ομαλό (1050m) στα Λευκά Όρη. Επίσης, οι τρεις κύριοι ορεινοί όγκοι εμφανίζουν παρόμοιες καρστικές μορφές (φρεάτια, σπήλαια) και μορφολογικές πτυχώσεις (φαράγγια). Παρόλα αυτά, το ορεινό τοπίο μεταβάλλεται κατά μήκος του νησιού, λόγω του κλίματος: από το υγρό δυτικό τμήμα, στο ανατολικό ξηρότερο τμήμα του νησιού.

Το δασοόριο εντοπίζεται περίπου στα 1500-1650m στα Λευκά Όρη και το Ψηλορείτη με τα ψηλότερα δέντρα να είναι το κυπαρίσσι και ο πρίνος, ενώ ορεινοί άρκευθοι (*Juniperus oxicedrus*) απαντώνται σε έρπουσα μορφή και σε μεγαλύτερα υψόμετρα (Rackham & Moody,

2004). Η βλάστηση κατά μήκος του υψομέτρου δεν χωρίζεται σε υψομετρικές ζώνες (αιθαλή πλατύφυλλα, φυλλοβόλα, κωνοφόρα) όπως συμβαίνει στην ηπειρωτική Ελλάδα. Η μόνη σαφής διαφοροποίηση της βλάστησης είναι ανάμεσα στην αλπική ζώνη (που εκτείνεται πάνω από το δασοόριο) και τις υπόλοιπες ζώνες (Rackham & Moody, 2004).

## 1.5 Τα εδαφόβια μικροθηλαστικά της Κρήτης

Ως εδαφόβια μικροθηλαστικά, ο Ernest (2005) ορίζει αυτά που το βάρος τους είναι μικρότερο από 400gr. Στην Κρήτη απαντώνται 10 είδη μικροθηλαστικών τα οποία ανήκουν στις τάξεις Rodentia (*Apodemus sylvaticus*, *A. mystacinus*, *Rattus rattus*, *R. norvegicus*, *Mus musculus*, *Acomys minous* & *Glis glis*) και Eulipotyphla (*Crocidura suaveolens*, *C. zimmermanni* & *Suscus etruscus*). Δύο από αυτά (*G. glis*, *S. etruscus*) δεν αναμένονταν να συλληφθούν στις περιοχές μελέτης (κεφάλαιο 2). Άλλα δύο (*R. rattus*, *R. norvegicus*) δεν συλλήφθηκαν αν και αναμένονταν να συλληφθούν στα χαμηλότερα υψόμετρα και κοντά σε ανθρώπινες δραστηριότητες. Η ενδημική μυγαλή της Κρήτης (*C. zimmermanni*) δεν συλλήφθηκε στις τακτικές παγιδεύσεις με τις παγίδες Sherman (κεφάλαιο 3), αν και αναφέρεται στα Λευκά Όρη (Vogel, 1999). Ακολούθως παρατίθενται στοιχεία για τα είδη που συλλαμβάνονται κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών.

### 1.5.1 *Apodemus sylvaticus*

Το κοινό όνομα του *Apodemus sylvaticus* (Linnaeus, 1758) είναι δασοποντικός (woodmouse). Εξαπλώνεται στην Ισλανδία, σε όλη σχεδόν την Ευρώπη (εκτός από τη Φιλανδία και τα βορειότερα τμήματα της Σκανδιναβίας, τις χώρες τις Βαλτικής και τη Ρωσία) και στο δυτικό τμήμα της βόρειας Αφρικής (Αλγερία, Τυνησία, Μαρόκο). Όσον αφορά στην υψομετρική του κατανομή, απαντάται από την επιφάνεια της θάλασσας μέχρι και τα μεγάλα υψόμετρα. Έτσι, στη Βουλγαρία έχει βρεθεί μέχρι τα 1400m, στις Άλπεις μέχρι τα 1900m, (Krystufek & Vohralik, 2009) ενώ στην Κρήτη έχει βρεθεί στην ψηλότερη κορυφή του νησιού (2456m). Είναι πολύ προσαρμοστικό είδος, που δραστηριοποιείται κυρίως τις νυχτερινές ώρες και καταλαμβάνει πολλούς τύπους φυσικών οικοτόπων όπως δάση, στέπες, φρυγανότοπους και αμμώδεις περιοχές. Επίσης, μπορεί να βρεθεί σε ανθρώπινα περιβάλλοντα όπως αστικά πάρκα, κήπους, χώρους απόθεσης απορριμμάτων, βοσκότοπους, καλλιέργειες και δασοκαλλιέργειες. Το διαιτολόγιο του είναι πολύ ευρύ και περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, σπόρους, φύλλα, φρούτα και ασπόνδυλα (Macdonald & Barrett, 1993; Schlitter *et al.*, 2008).

### 1.5.2 *Apodemus mystacinus*

Ο *Apodemus mystacinus* (Danford & Alston, 1877) (βραχοποντικός) απαντάται σε μερικά ελληνικά νησιά (Κρήτη, Ρόδο), ανατολικά στην Τουρκία και τη Γεωργία μέχρι και το βόρειο Ιράκ, καθώς και στη Μέση Ανατολή (Ισραήλ, Λίβανο, Συρία, βορειοδυτική Ιορδανία). Η υψομετρική του κατανομή είναι από το επίπεδο της θάλασσας μέχρι και τα 2700m που απαντάται στη Συρία (Krystufek & Vohralik, 2009). Καταλαμβάνει διάφορα είδη οικοτόπων (φυλλοβόλα και κωνοφόρα, μακί, φρύγανα, αλπικά συστήματα κ.α.) δείχνοντας προτίμηση στις βραχώδεις περιοχές μιας και αποτελούν σημαντικά σημεία για φώλιασμα. Αυτό το νυχτόβιο είδος τρέφεται με σιτηρά, καρπούς από κωνοφόρα, βελανίδια, χαρούπια, σαλιγκάρια και έντομα (Macdonald & Barrett, 1993; Amori *et al.*, 2008a). Στην ηπειρωτική Ελλάδα εξαπλώνεται το συγγενικό είδος *A. epimelas*. Τα δύο είδη θεωρούνταν υποείδη του είδους *A. mystacinus* και πρώτος ο Storch (1977) αναφέρει ότι πρόκειται για διαφορετικά είδη. Η άποψη αυτή επιβεβαιώνεται στη συνέχεια με μορφομετρικές (Vohralik *et al.*, 2002) και μοριακές μελέτες (Filippucci *et al.*, 2002).

### 1.5.3 *Acomys minous*

Το κοινό όνομα του *Acomys minous* (Bate, 1906) είναι αγκαθοποντικός. Πρόκειται για ένα είδος που απαντάται μόνο στην Κρήτη αν και υπάρχουν αμφιβολίες κατά πόσο το είδος αυτό είναι ενδημικό ή αποτελεί το ίδιο είδος με το *A. cahirinus*, που έχει ευρεία εξάπλωση στην Αφρική και την Ασία, το *A. nesiotus* που εξαπλώνεται στην Κύπρο και το *A. cilicicus* που απαντάται στην Τουρκία (Krystufek & Vohralik, 2009). Στη βόρεια Κρήτη, όπου οι μέσες θερμοκρασίες είναι χαμηλότερες από τη νότια, έχει βρεθεί μέχρι το υψόμετρο των 400m (Παράβας, 2000; Κουτσουπάκης, 2006), ενώ στη νότια Κρήτη μπορεί να εξαπλωθεί μέχρι και το υψόμετρο των 1000m (Λυμπεράκης, αδημοσίευτα στοιχεία). Οι πληθυσμοί του δεν αντιμετωπίζουν προβλήματα, ενώ απαντάται σε ξηρά και θερμά περιβάλλοντα. Αυτά περιλαμβάνουν φρύγανα και βραχώδεις περιοχές. Το διαιτολόγιο του είναι ευρύ, αλλά αποτελείται κυρίως από σαλιγκάρια και έντομα που είναι σπουδαία τροφή στα περιβάλλοντα που εξαπλώνεται (Παράβας, 2000; Amori *et al.*, 2008b).

### 1.5.4 *Mus musculus*

Ο *Mus musculus* (Linnaeus, 1758) έχει πολύ ευρεία εξάπλωση κυρίως λόγω της στενής του σχέσης με τον άνθρωπο. Αρχικά εξαπλωνόταν στην Παλαιαρκτική, αλλά σήμερα

απαντάται σε όλες τις ηπείρους (εκτός από την Ανταρκτική). Δραστηριοποιείται κυρίως τις νυχτερινές ώρες όπως και τα υπόλοιπα μικροθηλαστικά και εποίκει αστικά περιβάλλοντα όπως οικήματα (σπίτια, στάβλοι, αποθήκες κ.α.), ενώ μπορεί να διατηρεί και άγριους πληθυσμούς σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις, βοσκότοπους, αμμώδεις παραλίες, αλμυρόβαλτους και φρυγανότοπους. Ως είδος είναι πολύ οπορτουνιστικό, αλλά αδύναμος ανταγωνιστής. Όσον αφορά στην εξάπλωσή τους στο υψόμετρο, έχει βρεθεί μέχρι τα 3800m στην κεντρική Ασία, ενώ στη βόρεια Κρήτη δεν συνηθίζεται πάνω από τα 800m (εξάιρεση αποτελεί το οροπέδιο της Νίδας που έχει πραγματοποιηθεί μία μόνο σύλληψη - Βαρδάκης, 2006). Συνήθως δεν απαντάται σε δάση και ερήμους (Macdonald & Barrett, 1993; Musser et al., 2008; Krystufek & Vohralik, 2009).

#### **1.5.5 *Crocidura suaveolens***

Η μυγαλή *Crocidura suaveolens* (Pallas, 1811) έχει ευρεία εξάπλωση στην Παλαιαρκτική μέχρι και τη Σιβηρία, ενώ η νοτιότερη εξάπλωση της είναι στην Αίγυπτο, τη Μέση Ανατολή, το Ιράκ και την Κίνα. Διατηρεί υγιείς πληθυσμούς που δεν απειλούνται σε όλη την επικράτεια της εξάπλωσής της. Στα μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη και υψόμετρα της Ευρώπης, συχνά σχετίζεται με την ανθρώπινη παρουσία και απαντάται σε πάρκα, κήπους, ακόμα και σπίτια. Στη δυτική και νότια Ευρώπη καταλαμβάνει μεγάλη γκάμα οικότοπων όπως αμπελώνες, ελαιώνες, φρύγανα, αμμοθίνες, βραχώδεις ορεινές περιοχές και πυκνοφυτεμένες εκτάσεις κοντά σε υγρότοπους, ενώ αποφεύγει πυκνά δάση. Το διαιτολόγιό της αποτελείται κυρίως από μικρά έντομα και προνύμφες (Hutterer et al., 2008).



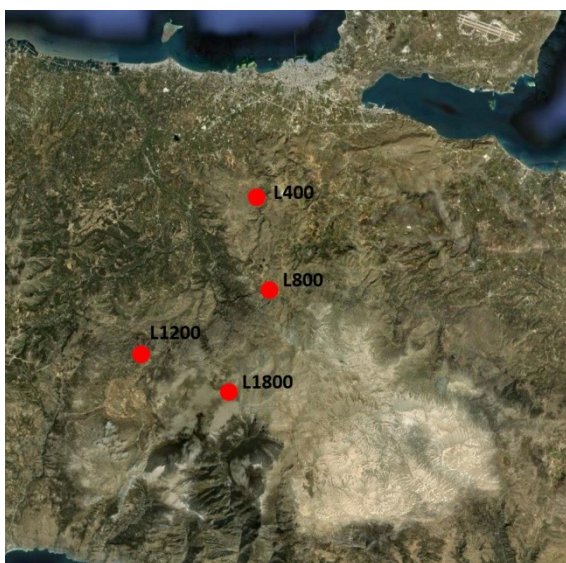
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

## 2. Η Περιοχή Μελέτης

### 2.1 Εισαγωγή

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε δύο ορεινούς όγκους της Κρήτης, τα Λευκά Όρη στη δυτική και τη Δίκτη στην ανατολική Κρήτη. Η υψομετρική διαφοροποίηση των μικροθλαστικών της Ίδης έχει ήδη μελετηθεί (Βαρδάκης, 2006; Κουτσουπάκης, 2006) δημιουργώντας τη δυνατότητα συγκρίσεων μεταξύ των τριών κύριων ορεινών όγκων της Κρήτης. Η μεθοδολογία που επιλέχθηκε είναι κοινή με τις προηγούμενες μελέτες. Στη βόρεια πλευρά του κάθε ορεινού όγκου στήθηκαν από τέσσερις σταθμοί δειγματοληψίας, στα 400m, 800m και 1200m που ήταν κοινά υψόμετρα και για τα δύο βουνά, ενώ στη Δίκτη στήθηκε ένας επιπλέον σταθμός στα 1600m και στα Λευκά Όρη στα 1800m. Αρχικά στα Λευκά Όρη είχε επιλεγεί άλλος ένας σταθμός στα 1600m, σε ένα μικρό λιβάδι πίσω από το ορειβατικό καταφύγιο του Καλλέργη, αλλά στην πορεία ο σταθμός αυτός καταργήθηκε λόγω της έντονης ανθρώπινης δραστηριότητας.



Εικόνα 2.1. Σταθμοί δειγματοληψίας – Λευκά Όρη



Εικόνα 2.2. Σταθμοί δειγματοληψίας – Δίκτη

Η επιλογή των σταθμών έγινε με βάση τα ακόλουθα κριτήρια: έπρεπε να είναι στη βόρεια πλευρά των ορεινών όγκων, να υπάρχει εύκολη πρόσβαση με το αυτοκίνητο και να δέχονται τις λιγότερες δυνατές ανθρωπογενείς παρεμβάσεις. Τα δύο πρώτα κριτήρια ικανοποιούνται στο μεγαλύτερο μέρος (η πρόσβαση είναι δύσκολη και γίνεται πεζή μόνο για τους δύο ψηλούς σταθμούς, στα 1600m και 1800m), ενώ το τελευταίο δύσκολα εξασφαλίζεται λόγω

της αυξημένης κτηνοτροφίας που υπάρχει σε όλο το νησί. Παρόλης, όμως, της αυξημένης βόσκησης, οι επιλεγμένοι σταθμοί είναι αντιπροσωπευτικοί του κάθε υψομέτρου όσον αφορά στη βλάστηση και τη γεωλογία. Η επιλογή των συγκεκριμένων σταθμών έγινε ώστε να καλυφθούν τα δύο βουνά σε όλη την υψομετρική κλίμακα. Σε υψόμετρα μεγαλύτερα από τα 1600m και 1800m δεν ήταν δυνατόν να πραγματοποιηθούν δειγματοληψίες λόγω της αυξημένης δυσκολίας στην πρόσβαση. Εξάλλου τα αποτελέσματα εκεί ελάχιστα θα διέφεραν από τους αμέσως χαμηλότερους σταθμούς (1600m και 1800m) αφού από προηγούμενες μελέτες έχει δειχθεί ότι οι έντονες διαφορές εντοπίζονται στο επίπεδο του δασοορίου. Οι σταθμοί των 1600m και 1800m καλύπτουν αυτές τις περιπτώσεις.

## 2.2 Λευκά Όρη, 400m (L400)

Ο χαμηλότερος σταθμός στα Λευκά Όρη βρίσκεται 5 km πριν από τον οικισμό του Θερίσου σε υψόμετρο 400 μέτρων, στην τοποθεσία “Κουβαρά”. Οι συντεταγμένες του σταθμού είναι 35°26'25"N, 23°59'18"E και ο προσανατολισμός του σταθμού είναι ανατολικός. Ο σταθμός δεν βρίσκεται μέσα στο φαράγγι του Θερίσου, αλλά στο δυτικό τμήμα του, 1 km μακριά από το κέντρο του φαραγγιού. Αυτή η επιλογή έγινε ώστε οι κλιματολογικές συνθήκες να είναι όσο το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτικές του υψομέτρου και να μην επηρεάζονται από το μικροκλίμα του φαραγγιού.

Πρόκειται για ένα τυπικό φρυγανικό οικοσύστημα με έντονα σημάδια βόσκησης. Η κυρίαρχη βλάστηση αποτελείται από *Sarcopoterium spinosum*, *Calicotome vilosa*, *Genista acanthoclada* και *Coridothymus capitatus* ενώ επίσης απαντώνται με πολύ μεγάλη συχνότητα η *Drimia maritima* και ο *Asfodelus aestivus*, φυτά που είναι χαρακτηριστικοί δείκτες υπερβόσκησης. Στην περιοχή της δειγματοληψίας επίσης, υπήρχαν μερικά άτομα *Ceratonia siliqua* και μερικές συστάδες από *Pistacia lentiscus*.

Η τοποθέτηση των παγίδων έγινε πάνω στην κόκκινη γραμμή που έχει σχεδιαστεί στην ακόλουθη φωτογραφία. Αρκετά μεγάλο μέρος της διαδρομής ακολουθεί μια ισοϋψή ενώ υπάρχουν και τμήματα με μικρή κλίση. Στο νοτιοδυτικό τμήμα της χαραγμένης γραμμής υπάρχουν ασβεστολιθικοί σχηματισμοί, ενώ στα ανατολικά υπάρχει ένα κομμάτι με βλάστηση από *Pistacia lentiscus*. Όλη η άλλη περιοχή κυριαρχείται από τη βλάστηση που έχει αναφερθεί παραπάνω, ενώ η γραμμή διέρχεται και από 3-4 δέντρα *Ceratonia siliqua*.



Εικόνα 2.3. Γραμμή παγίδευσης, Λευκά Όρη, 400m



Εικόνα 2.4. Άποψη του σταθμού, Λευκά Όρη, 400m

### 2.3 Λευκά Όρη, 800m (L800)

Ο σταθμός των 800m των Λευκών Ορέων βρίσκεται στη θέση “Αλιάκες” (35°23'21"N, 23°59'40"E). Προσεγγίζεται από τον οικισμό του Θερίσου ακολουθώντας το δρόμο προς Δρακώνα και στη συνέχεια το δρόμο προς τη Θερισιανή Μαδάρα.



Εικόνα 2.5. Γραμμή παγίδευσης, Λευκά Όρη, 800m



Εικόνα 2.6. Άποψη του σταθμού, Λευκά Όρη, 800m

Η περιοχή βοσκείται έντονα, ενώ πολύ κοντά στη γραμμή τοποθέτησης των παγίδων υπάρχουν αναβαθμίδες και καλλιέργειες σιτηρών, όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.5. Αποτέλεσμα αυτών των δραστηριοτήτων είναι η ύπαρξη ενός υποβαθμισμένου δάσους *Cupressus sempervirens* μαζί με *Acer sempervirens*, που συνυπάρχει με φρυγανική βλάστηση.

Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι ήδη σε αυτό το υψόμετρο στα Λευκά Όρη, τα *C. sempervirens* βρίσκονται μέσα στη ζώνη ανάπτυξης. Τα κυρίαρχα είδη βλάστησης είναι τα *Calicotome vilosa*, *Balota acetabulosa*, *Euphorbia charachias*, *Phlomis fruticosa*, *Sarcopoterium spinosum*, *Asfodelus aestivus* και *Pteridium aquilinum* ενώ σε μικρότερη συχνότητα απαντώνται τα *Quercus coccifera*, *Pyrus spinosa*, *Verbascum macrurum* και *Drancuculus vulgaris*.

#### 2.4 Λευκά Όρη, 1200m (L1200)

Ο επόμενος σταθμός, στα 1200 μέτρα, έχει στηθεί λίγο πριν το οροπέδιο του Ομαλού (35°21'17"N, 23°54',29"E). Πρόκειται για μια τυπική περιοχή της βόρειας πλευράς των Λευκών Ορέων όπου κυριαρχούν τα *Cupressus sempervirens* και τα *Acer sempervirens*, αν και το δάσος είναι σχετικά υποβαθμισμένο από τη συνεχή βόσκηση. Πέρα από τα δύο είδη, απαντώνται επίσης συχνά τα *Quercus coccifera* και *Berberis cretica*, ενώ άλλα είδη στο σταθμό είναι τα *Daphne sericea*, *Phlomis fruticosa*, *Rhamnus lycioides* και *Euphorbia acanthothamnos*.

Την περιοχή διασχίζει δρόμος, ενώ εκτός από τη βόσκηση, φαίνεται να υπάρχει και θήρευση. Οι παγίδες δεν τοποθετήθηκαν συνεχόμενα, αλλά σε τρεις περιοχές όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.7. Οι περιοχές αυτές δε διαφέρουν όσον αφορά στη βλάστηση, ενώ η απόστασή τους δεν είναι μεγαλύτερη από λίγες δεκάδες μέτρα. Οι παγίδες στήθηκαν το Φεβρουάριο, αλλά λόγω έντονης χιονόπτωσης δεν μαζεύτηκαν μέχρι τον επόμενο μήνα, ενώ και το Μάρτιο δεν έγινε δειγματοληψία.



Εικόνα 2.7. Γραμμή παγίδευσης, Λευκά Όρη, 1200m



Εικόνα 2.8. Άποψη του σταθμού και γραμμές παγίδευσης, Λευκά Όρη, 1200m

## 2.5 Λευκά Όρη, 1800m (L1800)

Ο τελευταίος σταθμός βρίσκεται σε υψόμετρο 1800 μέτρων, στο μονοπάτι E4, που οδηγεί προς την κορυφή Μελινταού, στη θέση «Ξηρολίμνια» (35°20'39"N, 23°58'0"E).

Η περιοχή αποτελείται από πολλές μικρές επίπεδες εκτάσεις-λιβάδια, τα οποία βρίσκονται μεταξύ των βραχωδών πλαγιών. Λόγω της μεγάλης διάβρωσης που επικρατεί σε αυτά τα υψόμετρα, τα λιβάδια είναι πιο πλούσια σε χώμα, το οποίο αποπλένεται από τις γύρω πλαγιές. Τους ζεστούς μήνες η περιοχή βοσκείται, ενώ υπάρχει και κυνήγι.

Πρόκειται για ένα τυπικό ορεινό οικοσύστημα, όπου τα φυτά είναι πλήρως προσαρμοσμένα στην επίδραση των κλιματικών συνθηκών και τη διάβρωση. Χαρακτηριστικά, μέσα στα λιβάδια που είναι σχετικά προστατευμένα από τον αέρα φύονται κυρίως *Berberis cretica*, ενώ στις γύρω πλαγιές με το λιγότερο εύφορο έδαφος και τη μικρότερη προστασία από τον έντονο αέρα φύεται χαμηλότερου ύψους βλάστηση. Επιπλέον, τους μήνες που δεν καλύπτεται από χιόνι, η περιοχή βοσκείται. Άλλα φυτά που απαντώνται είναι τα *Astragalus angustifolius*, *Daphne oleoides*, *Sideritis syriaca*, *Euphorbia acanthothamnos* και *Acantholimon androsaceum*.

Οι παγίδες τοποθετήθηκαν οι μισές μέσα σε ένα λιβάδι με *B. cretica* και οι άλλες μισές κατά μήκος μια πλαγιάς. Με αυτόν τον τρόπο καλύφθηκε όλη η δυνατή βλάστηση που υπήρχε στην περιοχή. Λόγω έντονων καιρικών φαινομένων και χιονοκάλυψης, δεν πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες τους μήνες Ιανουάριο μέχρι και Απρίλιο.



Εικόνα 2.9. Γραμμές παγίδευσης, Λευκά Όρη, 1800m



Εικόνα 2.10. Άποψη του σταθμού, Λευκά Όρη, 1800m

## 2.6 Δίκη, 400m (D400)

Ο χαμηλός σταθμός της Δίκης βρίσκεται πολύ κοντά στην εκκλησία της Παναγίας, στο δρόμο από Γωνιές προς Κράσι σε υψόμετρο 400 μέτρων (35°14'41"N, 25°26'41"E).

Ο σταθμός βρίσκεται μέσα σε μια περιφραγμένη περιοχή, η οποία βοσκείται όλο το χρόνο και χαρακτηρίζεται από το ήπιο ανάγλυφο με μικρές προς μεσαίες κλίσεις και πολύ πυκνή βλάστηση. Η βλάστηση αποτελείται από φρύγανα με κυρίαρχα είδη τα *Genista acanthoclada*, *Calicotome vilosa*, και *Sarcopoterium spinosum*, ενώ απαντώνται συστάδες από *Quercus coccifera* και άτομα *Olea europaea*. Επίσης απαντώνται τα *Salvia fruticosa*, *Coridothymus capitatus*, *Phillyrea latifolia*, *Asfodelus aestivus*, *Drimia maritima*, *Phlomis lanata* και *Rhamnus lycioides*.

Η τοποθέτηση των παγίδων έγινε σε δύο σειρές όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.11.



Εικόνα 2.11. Γραμμές παγίδευσης, Δίκη, 400m



Εικόνα 2.12. Άποψη του σταθμού, Δίκη, 400m

## 2.7 Δίκη, 800m (D800)

Ο δεύτερος σταθμός της Δίκης στήθηκε κάτω από την κορυφή Καρφή, δίπλα στην εκκλησία του Αγίου Γεωργίου (35°12'46"N, 25°27'53"E).

Αρχικά και για τους πρώτους 5 μήνες (μέχρι και το Δεκέμβριο), ο σταθμός είχε στηθεί 1 χιλιόμετρο βορειότερα, στη θέση με την ονομασία «Του Σουρανή η Μάντρα». Από τον Ιανουάριο και για τους επόμενους 7 μήνες η τοποθεσία του σταθμού μεταφέρθηκε στη θέση Βίγλα, επειδή η νέα θέση κρίθηκε καταλληλότερη.

Η περιοχή βοσκείται έντονα, ενώ οι εγκαταλελειμμένες αναβαθμίδες μαρτυρούν ότι παλαιότερα οι εκτάσεις καλλιεργούνταν. Στο σταθμό υπάρχουν μερικά άτομα *Quercus coccifera*, ενώ χαρακτηριστική είναι η παρουσία του *Thapsia garganica*. Πέρα από αυτά, η κυρίαρχη βλάστηση είναι τα φρύγανα, όπως τα *Sarcopoterium spinosum*, *Calicotome vilosa*, και *Genista acanthoclada*.



Εικόνα 2.13. Γραμμές παγίδευσης, Δίκη, 800m



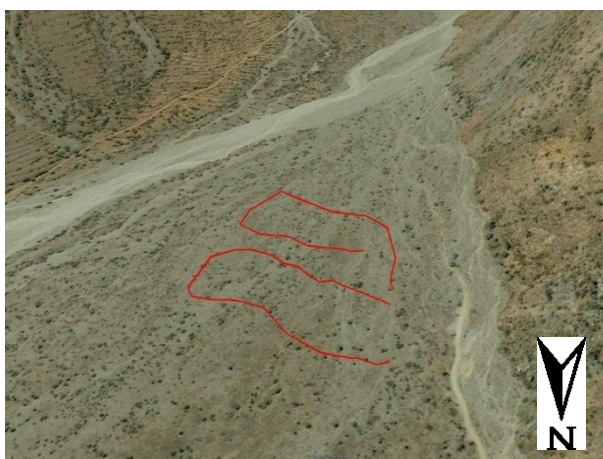
Εικόνα 2.14. Άποψη του σταθμού, Δίκη, 800m



## 2.8 Δίκητη, 1200m (D1200)

Ο σταθμός των 1200 μέτρων στη Δίκητη βρίσκεται στο Λιμνάκαρο (35°8'2"N, 25°29'1"E). Το Λιμνάκαρο είναι ένα μικρό οροπέδιο, πάνω από το οροπέδιο του Λασιθίου, στο οποίο καταλήγουν τα προϊόντα αποσάθρωσης και διάβρωσης των γύρω κορυφών (Σπαθί, Αφέντης Χριστός).

Η περιοχή της δειγματοληψίας είναι μια μεταβατική ζώνη ορεινών φρυγάνων και υποβαθμισμένης μακί από τη βόσκηση. Αυτό φαίνεται από τις συστάδες *Acer sempervirens* και *Quercus coccifera*, τα οποία είναι βοσκημένα και από την παρουσία φρυγάνων όπως *Sarcopoterium spinosum*, *Euphorbia acanthothamnos*, *Origanum microphyllum*, *Berberis cretica*, *Phlomis lanata* κ.α. Επίσης από αυτό το υψόμετρο κάνουν την εμφάνισή τους και φυτά μεγάλων υψομέτρων όπως η *Astracantha cretica*. Πέρα από τη βόσκηση που λαμβάνει χώρα τους θερμούς μήνες του χρόνου, η περιοχή χρησιμοποιείται και για κυνήγι.



Εικόνα 2.15. Γραμμές παγίδευσης, Δίκητη, 1200m



Εικόνα 2.16. Άποψη του σταθμού, Δίκητη, 1200m

## 2.9 Δίκητη, 1600m (D1600)

Η πρόσβαση στο σταθμό αυτό γίνεται από το καταφύγιο της Δίκητης, το οποίο βρίσκεται πάνω από το οροπέδιο του Λιμνάκαρου. Οι συντεταγμένες του σταθμού μελέτης είναι 35°7'23"N και 25°28'34"E. Από το καταφύγιο, ο σταθμός προσεγγίζεται ακολουθώντας το μονοπάτι με κατεύθυνση νότια προς το Σπαθί για 35-40 λεπτά.

Πρόκειται για μια μικρή έκταση που περιλαμβάνει πολύ μικρά ορεινά ξέφωτα και πλαγιές ομαλής κλίσης. Κυρίαρχη βλάστηση είναι τα *Berberis cretica* και τα *Rhamnus lycioides*, ενώ η υπόλοιπη βλάστηση συμπληρώνεται από τα *Acer sempervirens*, *Euphorbia acanthothamnos*, *Origanum microphyllum*, *Astracantha cretica*, *Prunus prostrata* και *Phlomis lanata*.

Στο σταθμό αυτό δεν πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες τους μήνες Δεκέμβριο, Φεβρουάριο και Μάρτιο λόγω δυσμενών καιρικών συνθηκών.



Εικόνα 2.17. Γραμμές παγίδευσης, Δίκη, 1600m



Εικόνα 2.18. Άποψη του σταθμού, Δίκη, 1600m

Στους πίνακες που ακολουθούν συγκεντρώνονται τα κυριότερα φυτά που παρατηρούνται σε κάθε σταθμό δειγματοληψίας και στους δύο ορεινούς όγκους.

Πίνακας 2.1. Τα κυριότερα είδη φυτών σε κάθε σταθμό στα Λευκά Όρη

Είδος	L400	L800	L1200	L1800
<i>Sarcopoterium spinosum</i>	+			
<i>Genista acanthoclada</i>	+			
<i>Coridothymus capitatus</i>	+			
<i>Ceratonia siliqua</i>	+			
<i>Lamyropsis cynaroides</i>	+			
<i>Fumana sp.</i>	+			
<i>Pistacia lentiscus</i>	+			
<i>Convolvulus elegantissimus</i>	+			
<i>Cichorium intybus</i>	+			
<i>Asfodelus aestivus</i>	+	+		
<i>Calicotome villosa</i>	+	+		
<i>Drimia maritima</i>	+	+	+	
<i>Balota acetabulosa</i>		+		
<i>Euphorbia charachias</i>		+		
<i>Gynandris sisyinchium</i>		+		
<i>Orchis pauciflora</i>		+		
<i>Asphodeline lutea</i>		+		
<i>Nigella damascena</i>		+		
<i>Pteridium aquilinum</i>		+		
<i>Paeonia clusii</i>		+		
<i>Pyrus spinosa</i>		+		
<i>Vernascum macrurum</i>		+		
<i>Drancuculus vulgaris</i>		+		
<i>Cyclamen creticum</i>		+	+	
<i>Cupressus sempervirens</i>		+	+	
<i>Acer sempervirens</i>		+	+	
<i>Quercus coccifera</i>		+	+	
<i>Phlomis fruticosa</i>		+	+	
<i>Crocus laevigatus</i>			+	
<i>Pyrus spinosa</i>			+	
<i>Lamium amplexicaule</i>			+	
<i>Crataegus monogyna</i>			+	
<i>Rhamnus lycioides</i>			+	
<i>Arum idaeum</i>			+	
<i>Origanum sp.</i>			+	
<i>Berberis cretica</i>			+	+
<i>Euphorbia acanthothamnus</i>			+	+
<i>Daphne spp.</i>			+	+
<i>Crocus sp.</i>				+
<i>Astragalus angustifolius</i>				+
<i>Sideritis syriaca</i>				+
<i>Anchusa cespitosa</i>				+
<i>Vicia tenuifolia</i>				+
<i>Verbascum spinosum</i>				+
<i>Chionodoxa nana</i>				+
<i>Acantholimon androsaceum</i>				+

Πίνακας 2.2. Τα κυριότερα είδη φυτών σε κάθε σταθμό στη Δίκτη

Είδος	D400	D800	D1200	D1600
<i>Drancuculus vulgaris</i>	+			
<i>Anagallis arvensis</i>	+			
<i>Euphorbia charachias</i>	+			
<i>Cyclamen graecum</i>	+			
<i>Olea europaea</i>	+			
<i>Salvia fruticosa</i>	+			
<i>Coridothymus capitatus</i>	+		+	
<i>Phillyrea latifolia</i>	+		+	
<i>Asfodelus aestivus</i>	+	+		
<i>Calicotome vilosa</i>	+	+		
<i>Drimia maritima</i>	+	+		
<i>Quercus coccifera</i>	+	+	+	
<i>Sarcopoterium spinosum</i>	+	+	+	
<i>Phlomis spp</i>	+	+	+	+
<i>Rhamnus lycioides</i>	+	+	+	+
<i>Centarea idaea</i>		+		
<i>Genista acanthoclada</i>		+		
<i>Tragopogon porrifolius</i>		+		
<i>Euphorbia charachias</i>		+		
<i>Verbascum macrurum</i>		+		
<i>Thapsia garganica</i>		+		
<i>Daphne sericea</i>		+		
<i>Orchis quadripunctata</i>		+	+	
<i>Cichorium spinosum</i>		+	+	
<i>Anemone hortensis</i>			+	
<i>Centaurea raphanina</i>			+	
<i>Iris cretensis</i>			+	
<i>Acer sempervirens</i>			+	+
<i>Berberis cretica</i>			+	+
<i>Euphorbia acanthothamnos</i>			+	+
<i>Origanum microphyllum</i>			+	+
<i>Astracantha cretica</i>			+	+
<i>Campanula spatulata</i>				+
<i>Crocus oreocreticus</i>				+
<i>Prunus prostrata</i>				+
<i>Astragalus creticus</i>				+

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### **3. Υλικά και Μέθοδοι**

#### **3.1 Εισαγωγή**

Σύμφωνα με το σχεδιασμό του πειράματος, πραγματοποιήθηκαν μηνιαίες δειγματοληψίας σε κάθε σταθμό, για χρονικό διάστημα ενός έτους, από τον Αύγουστο του 2008 μέχρι και τον Ιούλιο του 2009. Η μέθοδος που ακολουθήθηκε ήταν η σύλληψη-σημάδεμα-επανασύλληψη (ΣΣΕ) με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων που σχετίζονται με τη φαινολογία των ειδών, τη δημογραφία των πληθυσμών τους και την κατανομή των ειδών μέσα στο βιότοπο. Στο κείμενο που ακολουθεί περιγράφεται αναλυτικά η μεθοδολογία που επιλέχθηκε για την επίτευξη του πειράματος.

#### **3.2 Μέθοδος δειγματοληψίας**

Υπάρχουν διάφοροι μέθοδοι εργασίας στο πεδίο που στοχεύουν στη σύλληψη και μελέτη μικρών θηλαστικών. Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου εξαρτάται από το ερώτημα που τίθεται κάθε φορά, το είδος του ζώου και το χρονικό διάστημα που έχει στη διάθεση του ο μελετητής (Anonimous, 1998).

Η σύλληψη των μικροθηλαστικών μπορεί να επιτευχθεί με τρεις τρόπους: με παγίδες που συλλαμβάνουν τα ζώα ζωντανά (live traps), με παγίδες που θανατώνουν το ζώο (snap traps) και με παγίδες παρεμβολής (pitfall traps). Οι παγιδεύσεις ζωντανού ατόμων (που γίνονται είτε με live traps, είτε με pitfall traps) είναι οι πλέον κατάλληλες για σύλληψη απειλούμενων ειδών, και για τον υπολογισμό της αφθονίας ειδών ενώ και έχουν τις μικρότερες επιπτώσεις στους πληθυσμούς των μελετώμενων ειδών. Έτσι, μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα για το μέγεθος του πληθυσμού και τη δημογραφία του, τη μεταβολή ενός πληθυσμού στο χρόνο και τη φαινολογία του είδους. Αντίθετα, οι παγιδεύσεις νεκρού θηράματος έχουν επίδραση στη διακύμανση του πληθυσμού, ενώ είναι κατάλληλες για τη συλλογή στοιχείων που αφορούν τη δίαιτα (περιεχόμενο στομάχων) και την αναπαραγωγή (σημάδια στον πλακούντα) του εξεταζόμενου είδους. Παρόλα αυτά, η χρήση αυτών των παγίδων δεν προτιμάται για ηθικούς λόγους (θανάτωση ζώων), επειδή είναι μη επιλεκτικές και λόγω των λίγων στοιχείων που παρέχουν (Barnett & Dutton, 1995).

### 3.2.1 Παγίδες

Υπάρχουν αρκετοί τύποι παγίδων που χρησιμοποιούνται για τη σύλληψη μικροθηλαστικών (Barnett & Dutton, 1995; Anonymous, 1998) με πιο κοινές να είναι αυτές των εταιρειών Longworth και Sherman. Η αποτελεσματικότητα των παγίδων έχει μελετηθεί διεξοδικά (Anthony *et al.*, 2005, Lee, 1997; Whittaker *et al.*, 1998), ενώ για τις ανάγκες της εργασίας και τα είδη των μικροθηλαστικών που υπάρχουν στην Κρήτη, οι παγίδες της εταιρείας Sherman (H.B. Sherman Traps, Tallahassee, Florida) κρίνονται ως οι πλέον κατάλληλες.

Οι παγίδες είναι πτυσσόμενες διαστάσεων 7,5x7,8x22,9 cm (3x3,5x9") και είναι κατασκευασμένες από αλουμίνιο που τις κάνει πολύ ελαφριές (<200 gr), συνεπώς το μεγάλο τους πλεονέκτημα είναι η μεγάλη φορητότητα και η ευκολία στην αποθήκευσή τους.

Στα μειονεκτήματα συγκαταλέγεται η καταπόνηση της μεταλλικής σκανδάλης μετά από αρκετή χρήση που μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την αστοχία της παγίδας.

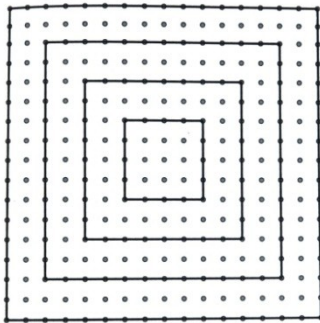
### 3.2.2 Δόλωμα

Η επιλογή του κατάλληλου δολώματος μπορεί να αυξήσει την αποτελεσματικότητα της παγίδας. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε φυστικοβούτυρο ανακατεμένο με νιφάδες βρώμης. Αυτό μπορεί είτε να απλωθεί απευθείας μέσα στην παγίδα, είτε να τυλιχθεί μέσα σε λαδόκολλα (wax paper). Στη συγκεκριμένη περίπτωση επιλέχθηκε η δεύτερη διαδικασία. Μια ποσότητα περίπου 5 gr τοποθετούνταν σε ένα κομμάτι λαδόκολλας διαστάσεων 7,5x7,5 cm και τυλίγονταν ώστε να σχηματίσει ένα μικρό σφαιρίδιο. Στη συνέχεια ανοίγονταν πολλές μικρές τρύπες ώστε να απλώνεται ευκολότερα η μυρωδιά του φυστικοβούτυρου. Η μέθοδος αυτή προτιμήθηκε γιατί μειώνεται η εξάπλωση του φυστικοβούτυρου μέσα στην παγίδα, άρα και η διαδικασία συντήρησής τους μετά το τέλος κάθε δειγματοληψίας. Επιπλέον, το ίδιο σφαιρίδιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τουλάχιστον 2 μήνες, οπότε μειώνεται και ο χρόνος προετοιμασίας στο εργαστήριο.

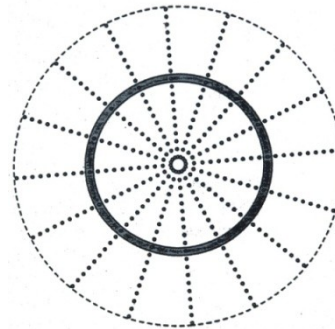
Το συγκεκριμένο δόλωμα είναι κατάλληλο για φυτοφάγα και σποροφάγα μικροθηλαστικά. Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθούν ολόκληροι ξηροί καρποί που έχουν ανακατευτεί με φυστικοβούτυρο με πολύ καλά αποτελέσματα. Για εντομοφάγα μικροθηλαστικά, στο παραπάνω μείγμα μπορεί να προστεθεί και ψαροτροφή ή λάρβες εντόμων. Τέλος, μια μικρή ποσότητα φυστικοβούτυρου τοποθετούνταν στην είσοδο της παγίδας για να ενισχυθεί η ελκυστικότητα της.

### 3.2.3 Η τοποθέτηση των παγίδων

Ο τύπος της παγίδας και το δόλωμα είναι δεδομένα, ανεξάρτητα αν το ερώτημα αφορά την απλή καταγραφή της πανίδας ή τον υπολογισμό της πυκνότητας της περιοχής σε μικροθηλαστικά. Ο τρόπος όμως με τον οποίο στήνονται οι παγίδες εξαρτάται από το ερώτημα που διερευνάται. Υπάρχουν δύο τρόποι για να στηθούν οι παγίδες: σε ευθεία γραμμή και σε πλέγμα. Η γραμμική παγίδευση, που είναι και ο πιο απλός τρόπος, χρησιμοποιείται για την κάλυψη όσο το δυνατόν περισσότερων ενδιαιτημάτων. Παρόλα αυτά, δεν μπορεί να δώσει αξιόπιστες εκτιμήσεις για την πληθυσμιακή πυκνότητα. Για πληθυσμιακές μελέτες χρησιμοποιείται η τοποθέτηση των παγίδων σε πλέγμα, είτε σε διάταξη τετραγώνου (trap grid), είτε σε κύκλο (trap web) (Barnett & Dutton, 1995; Wilson *et al.*, 1996).



Σχήμα 3.1. Τοποθέτηση παγίδων σε πλέγμα τετραγώνου (trap grid) (Από Wilson *et al.*, 1996)



Σχήμα 3.2. Τοποθέτηση παγίδων σε πλέγμα κύκλου (trap web) Από Wilson *et al.*, 1996)

Καθώς ο κύριος σκοπός της εργασίας ήταν η μελέτη της ποικιλότητας και της δραστηριοποίησης των μικροθηλαστικών και όχι η πυκνότητα τους στο χώρο, επιλέχθηκε η γραμμική τοποθέτηση των παγίδων.

Στο προηγούμενο κεφάλαιο (§2), παρουσιάζονται οι γραμμές παγίδευσης για όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας. Οι θέσεις των παγίδων παραμένουν σταθερές καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. Οι παγίδες συνήθως τοποθετούνται σε δύο ομάδες των 50, λόγω καλύτερου χειρισμού στη μεταφορά και την τοποθέτησή τους, ενώ η γραμμή παγίδευσης σχηματίζει έναν κύκλο (για μείωση των μετακινήσεων). Σε κάθε γραμμή οι παγίδες τοποθετούνται σε ίσα διαστήματα μεταξύ τους. Η απόσταση αυτή είναι συνήθως συνάρτηση της πολυπλοκότητας του ενδιαιτηματος και του μεγέθους των ζώων που στοχεύει η μελέτη. Έτσι, ισχύει ο κανόνας ότι όσο πιο πυκνή είναι η βλάστηση, τόσο πιο πολύ μειώνεται η απόσταση μεταξύ των παγίδων, ενώ αυτό ισχύει και για τα μικρότερα σε μέγεθος ζώα που κατά κανόνα διανύουν μικρότερες αποστάσεις από τα μεγαλύτερα (Wilson *et al.*, 1996). Στην



παρούσα εργασία οι παγίδες τοποθετούνται με απόσταση 10 βημάτων μεταξύ τους, ώστε να διασφαλίζεται, μεταξύ άλλων και η εύκολη επανεύρεση τους.

Οι παγίδες τοποθετούνται το απόγευμα, ανάμεσα σε συστάδες της βλάστησης και δίπλα από πέτρες και όχι σε ανοιχτή περιοχή αφού εκεί αναμένεται να υπάρχει αυξημένη δραστηριοποίηση των μικροθηλαστικών, λόγω προστασίας από τους θηρευτές.

### 3.2.4 Η εργασία στο πεδίο

Οι παγίδες μαζεύονται το επόμενο πρωί μετά την ανατολή του ηλίου. Αυτές που δεν περιέχουν ζώα αποθηκεύονται, ενώ σε περίπτωση που υπάρχει σύλληψη πραγματοποιείται η ακόλουθη διαδικασία: αρχικά το ζώο ναρκώνεται ώστε να είναι πιο εύκολος ο χειρισμός του. Σε μια πλαστική σακούλα που έχει τοποθετηθεί ένα κομμάτι χαρτιού εμποτισμένου με διαιθυλαιθέρα αναποδογυρίζεται η παγίδα με ανοιχτή την πόρτα ώστε να πέσει το ζώο μέσα. Αφού το ζώο ναρκωθεί, καταγράφεται το είδος και μια σειρά μορφομετρικών χαρακτηριστικών [μέγεθος του πέλματος του πίσω ποδιού (HF), του αυτιού (Ear), του σώματος (Body) και της ουράς (tail)] και συμπληρώνονται στο πρωτόκολλο εργασίας πεδίου.



Σχήμα 3.3. Ληφθείσες μετρήσεις σε ένα μικροθηλαστικό

Επιπλέον το ζώο ζυγίζεται ( $\pm 0,5$  gr) και σημειώνεται το φύλο του, η αναπαραγωγική του κατάσταση και η ηλικία. Για το σκοπό αυτό, τα ζώα διακρίνονται σε δύο ηλικιακές (ενήλικα, ανήλικα) και δύο αναπαραγωγικές (αναπαραγωγικά ενεργά και ανενεργά) κλάσεις.

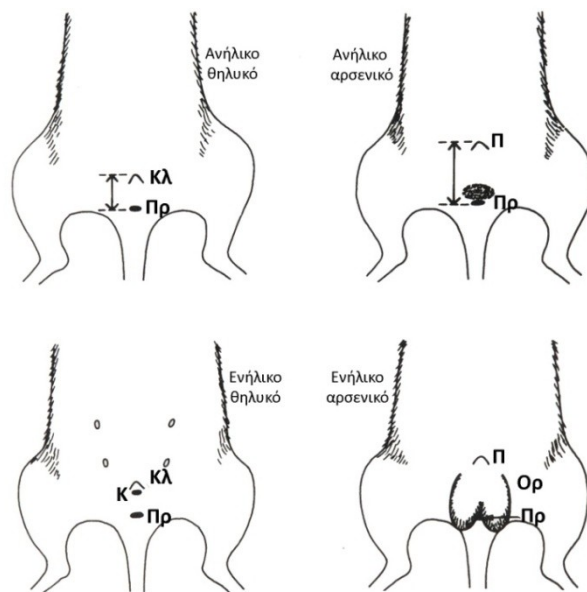
sn	MARK	Locality		Date					weather			Number of traps used	
		species	HF	EAR	BODY	TAIL	W	SEX	PARASITES	HELD	RELEASED		
1													NOTES
2													
3													

Σχήμα 3.4. Πρωτόκολλο εργασίας πεδίου

Πίνακας 3.1. Ηλικιακές και αναπαραγωγικές κλάσεις

<b>M</b>	Ανήλικα αρσενικά
<b>MM</b>	Ενήλικα αρσενικά που δεν βρίσκονται σε αναπαραγωγική φάση (μη εμφανές όσχεο)
<b>MMM</b>	Ενήλικα αρσενικά που βρίσκονται σε αναπαραγωγική φάση (εμφανές όσχεο)
<b>F</b>	Ανήλικα θηλυκά
<b>FF</b>	Ενήλικα θηλυκά που δεν βρίσκονται σε αναπαραγωγική φάση (μη εμφανής εγκυμοσύνη ή θηλές)
<b>FFF</b>	Ενήλικα θηλυκά που βρίσκονται σε αναπαραγωγική φάση (εμφανής εγκυμοσύνη ή θηλές)

Η σχετική θέση των αναπαραγωγικών οργάνων και η απόστασή τους από τον πρωκτό είναι ο ασφαλέστερος τρόπος προσδιορισμού του φύλου. Βέβαια, σε ορισμένες περιπτώσεις (πολύ νεαρά άτομα), το φύλο του ζώου είναι δύσκολο να προσδιοριστεί. Αποκτώντας τη σχετική εμπειρία και πάντα με τη συγκριτική μελέτη δύο ατόμων διαφορετικού φύλου, το πρόβλημα αυτό μπορεί να λυθεί.

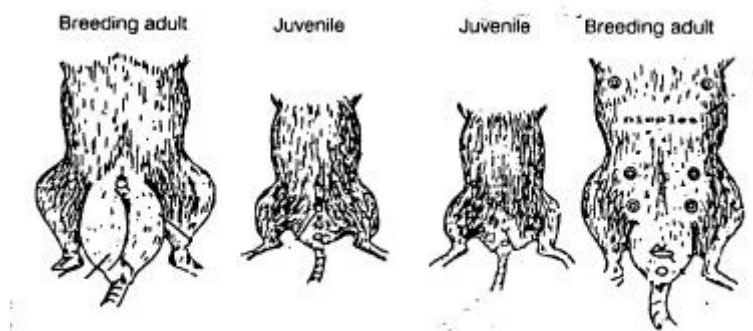


Σχήμα 3.5. Προσδιορισμός του φύλου. Πρ=πρωκτός, Κλ=κλειτορίδα, Κ=κόλπος, Π=πέος, Ορ=όρχεις (τροποποιημένο από Wilson et al. 1996)

Στο πεδίο, η κατηγοριοποίηση των ζώων σε ευρείες μη λεπτομερείς ηλικιακές κλάσεις μπορεί να γίνει με τη χρήση αναπτυξιακών ή αναπαραγωγικών δεικτών. Το μέγεθος του ζώου, η ποιότητα του τριχώματος και των δοντιών του και η συμπεριφορά του είναι μερικοί δείκτες. Στην παρούσα ανάλυση, για τα *Apodemus sylvaticus*, όσα ζώα είναι  $\leq 16$  gr θεωρούνται ως ανήλικα, ενώ τα υπόλοιπα ως ενήλικα. Ανάλογες εργασίες ορίζουν αυτό το όριο στα 14 gr

(Βαρδάκης, 2006) ή στα 15 gr (Baker, 1930; Watts, 1969; Gurnell, 1978; Rosario & Mathias, 2004). Βέβαια, το βάρος δεν είναι αξιόπιστος δείκτης προσδιορισμού της ηλικίας ενός ζώου (Fuller, 1988). Για μεγαλύτερη λεπτομέρεια και ακρίβεια στον προσδιορισμό των ηλικιακών κλάσεων απαιτείται η θανάτωση μεγάλου αριθμού ζώων και η εξέταση των οδοντοστοιχιών και της ποιότητας των δοντιών (Dunmire, 1960; Wilson *et al.*, 1996).

Ο προσδιορισμός της αναπαραγωγικής κατάστασης του ζώου γίνεται από τα αναπαραγωγικά του όργανα. Στα αρσενικά η εμφανής παρουσία των όρχεων στον οσχεϊκό σάκο και το μέγεθος των όρχεων μπορεί να δώσει τις απαιτούμενες ενδείξεις. Αντίστοιχοι δείκτες στα θηλυκά είναι ο ερεθισμένος κόλπος, η διογκωμένη κοιλιακή χώρα, οι ερεθισμένες θηλές (οι οποίες περιμετρικά δεν έχουν τρίχωμα λόγω του θηλασμού) και η παρουσία γάλακτος. Όσο περισσότερες ενδείξεις υπάρχουν στα θηλυκά άτομα, τόσο πιο σαφής θα είναι ο καθορισμός της αναπαραγωγικής κατάστασης του ζώου. Επιπλέον, το βάρος του θηλυκού μπορεί να σημαίνει ότι κυοφορεί.



Σχήμα 3.6. Αναπαραγωγική κατάσταση (Gurnell & Flowerdew, 2006)

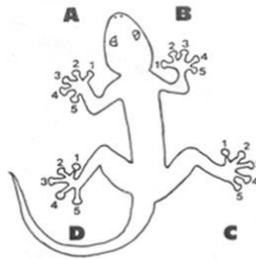
Στη συνέχεια το ζώο σημαδεύεται με μοναδικό τρόπο ώστε σε πιθανή μελλοντική επανασύλληψη να αναγνωρίζεται. Η μέθοδος που ακολουθείται για την ταυτοποίηση του ζώου είναι η αφαίρεση δακτύλου (toe clipping). Κατά τη διαδικασία αυτή κόβεται ένα ή περισσότερα δάκτυλα (όχι όμως περισσότερα από ένα σε κάθε πόδι) και το ζώο παίρνει μοναδική ταυτότητα.

Αυτή η μέθοδος συνίσταται για μικρά θηλαστικά και θα πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο αν κάποια άλλη μέθοδος σήμανσης δεν είναι εφικτή (Gannon & Sikes, 2007). Παρόλα αυτά, αν η μέθοδος εφαρμοστεί προσεκτικά, δεν έχει δυσμενή επίδραση στη λειτουργικότητα και βιωσιμότητα του ζώου (Korn, 1987).

Τα δείγματα που λαμβάνονται από αυτήν τη διαδικασία διατηρούνται σε αλκοόλη για πιθανή χρήση σε μοριακές αναλύσεις.

Στο σχήμα 3.7 απεικονίζονται όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί δακτύλων. Κάθε σταθμός και κάθε είδος έχει ξεχωριστή αρίθμηση. Τέλος, στα τρωκτικά, τα πρώτα δάκτυλα των εμπρόσθιων ποδιών (A1/B1) είναι ατροφικά, συνεπώς η αρίθμηση ξεκινάει από το A2/B2, σε αντίθεση με τα εντομοφάγα που διατηρούν όλα τους τα εμπρόσθια δάκτυλα.

Βουνό: Είδος :	Σταθμός :	
ΟΝΕ ΤΟΕ	A3D2	B3C1
A2	A3D3	B3C2
A3	A3D4	B3C3
A4	A3D5	B3C4
A5	A4A5	B3C5
B2	A4B2	B3D1
B3	A4B3	B3D2
B4	A4B4	B3D3
B5	A4B5	B3D4
C1	A4C1	B3D5
C2	A4C2	B4B5
C3	A4C3	B4C1
C4	A4C4	B4C2
C5	A4C5	B4C3
D1	A4D1	B4C4
D2	A4D2	B4C5
D3	A4D3	B4D1
D4	A4D4	B4D2



Σχήμα 3.7. Κωδικοί δακτύλων

Ο χειρισμός του ζώου διαρκεί μικρό χρονικό διάστημα ώστε να μην χρειαστεί να ναρκωθεί και άλλη φορά γιατί αυξάνεται η πιθανότητα θανάτωσης του. Έπειτα από το χειρισμό, το συλληφθέν ζώο αφήνεται στην ίδια τοποθεσία που πιάστηκε, ενώ το στίγμα σημειώνεται με GPS.

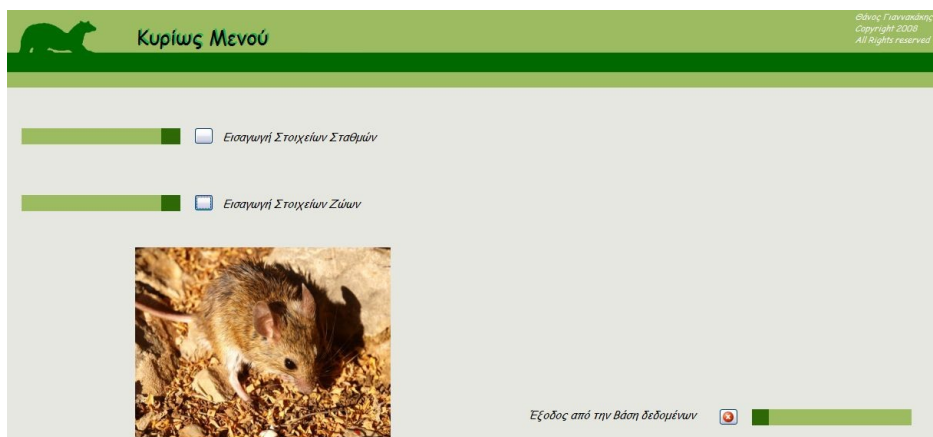
Κατά την παρουσία των παγίδων στο πεδίο, το δόλωμα μπορεί να προσελκύσει και άλλα είδη, ασπόνδυλα (τις περισσότερες φορές) και σπονδυλωτά (πιο σπάνια). Η είσοδος άλλων ειδών δημιουργεί προβλήματα στο πείραμα και αν δεν αντιμετωπιστεί μπορεί να αλλοιώσει τα αποτελέσματα.

Όσον αφορά στα διάφορα σπονδυλωτά, λίγα πράγματα μπορούν να γίνουν για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα (Barnett & Dutton, 1995). Το πρόβλημα όμως ήταν αρκετά έντονο με τα μυρμήγκια και τα χερσαία μαλάκια όπου εισέρχονταν στις παγίδες και έτρωγαν ή απομάκρυναν το δόλωμα. Το πρόβλημα με τα μυρμήγκια ήταν εντονότερο στα χαμηλά υψόμετρα (400m και 800m) και αναφέρονται περιπτώσεις όπου το δόλωμα έχει καταναλωθεί στο μεγαλύτερο μέρος του ή έχει απομακρυνθεί εντελώς. Τα σαλιγκάρια εμφανίζονται σε όλα τα υψόμετρα και στα δύο βουνά, όταν υπάρχει υγρασία. Αυτά εισέρχονται στις παγίδες και τρώνε το δόλωμα, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις πιέζουν τη σκανδάλη και κλείνει η πόρτα, οπότε η παγίδα αποτυγχάνει.

Ο μόνος τρόπος για να αντιμετωπιστούν τα παραπάνω προβλήματα είναι να τοποθετούνται οι παγίδες όσο πιο αργά το απόγευμα και να συλλέγονται νωρίς το πρωί ώστε να μειώνεται ο χρόνος έκθεσης τους στα άλλα είδη. Οι Barnett & Dutton (1995) αναφέρουν μερικούς ακόμα τρόπους όπως χρήση εμποτισμένου υφάσματος με χυμό φρούτων και χρήση εντομοαποθητικών, αλλά αυτοί δεν εφαρμόστηκαν στην παρούσα πειραματική διαδικασία.

### 3.2.5 Εργασία στο εργαστήριο

Για τη καλύτερη διαχείριση των αποτελεσμάτων των δειγματοληψιών δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων σε λογισμικό Microsoft Access 2007.



Σχήμα 3.8. Βάση δεδομένων

### 3.3 Μετεωρολογικά δεδομένα

Καθ' όλη τη διάρκεια των πειραμάτων, σε κάθε σταθμό, είναι τοποθετημένος ένας καταγραφέας δεδομένων (data logger), που καταγράφει ανά μια ώρα δεδομένα θερμοκρασίας και υγρασίας (ανάλογα με το μοντέλο), με σκοπό να διερευνηθεί κατά πόσο αυτές οι κλιματολογικές παράμετροι επηρεάζουν τη δραστηριοποίηση των ζώων. Χρησιμοποιήθηκαν δύο τύποι συσκευών, της εταιρείας HOBO και της εταιρείας Microlab. Ο καταγραφέας της HOBO διαθέτει τέσσερις ακροδέκτες, που μετράνε μόνο θερμοκρασία και οι οποίοι τοποθετήθηκαν ως εξής: 1) σε μόνιμα σκιερό μέρος, συνήθως κάτω από πέτρες, 2) πάνω σε πέτρα, μόνιμα εκτεθειμένο στον ήλιο, 3) στο έδαφος και 4) μέσα σε ένα θάμνο. Ο καταγραφέας της Microlab, ο οποίος μετράει θερμοκρασία και υγρασία, τοποθετείται μέσα σε σκιερό μέρος, συνήθως μέσα σε σχισμές βράχων. Παράλληλα με τα παραπάνω, για τη νύχτα που είναι στημένες οι παγίδες, σημειώνονται γενικές παρατηρήσεις για τη νεφοκάλυψη και την ύπαρξη βροχόπτωσης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΣΥΛΛΗΨΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΑ

## 4. Συλληψιμότητα και Μορφομετρία

### 4.1 Εισαγωγή

Στο διάστημα των 12 μηνών που διήρκησαν οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν 8800 παγιδονύχτες και συλλήφθηκαν 216 ζώα. Από αυτά, τα 38 πέθαναν στην πρώτη τους σύλληψη κατά το χειρισμό ή ανασύρθηκαν νεκρά από τις παγίδες λόγω διαφόρων παραγόντων (π.χ. δριμύ ψύχος κατά τη διάρκεια της νύχτας, αφυδάτωση, κ.α.), τα 12 απέδρασαν κατά το χειρισμό, τα 89 συλλήφθηκαν μία μόνο φορά ενώ τα υπόλοιπα 77 συλλήφθηκαν περισσότερες φορές (συνολικά 241 φορές). Έτσι, στο σύνολο πραγματοποιήθηκαν 380 συλλήψεις. Ο πίνακας 4.1 στην ακόλουθη σελίδα παρουσιάζει τον αριθμό των επανασυλλήψεων ανά αριθμό ατόμων και ανά είδος (π.χ. 25 ζώα 1 φορά, 6 ζώα πιάστηκαν 2 φορές κ.ο.κ.).

Συνελήφθηκαν 5 είδη μικροθηλαστικών: *Apodemus sylvaticus*, *A. mystacinus*, *Acomys minous*, *Mus musculus* και *Crocidura suaveolens*. Τα 4 πρώτα ανήκουν στη τάξη Rodentia, οικογένεια Muridae, ενώ το τελευταίο ανήκει στη τάξη Eulipotyphla, οικογένεια Soricidae.

Εκτός από τα μικροθηλαστικά, στις παγίδες εισέρχονταν και άλλα είδη σε πολύ μικρούς αριθμούς. Τέτοια ήταν, μικρά στρουθιόμορφα, ένας φρύνος (*Pseudepidalea viridis*) και μια τρανόσαυρα (*Lacerta trilineata*) και δεν επηρέασαν την πορεία του πειράματος. Αντίθετα, πολλές φορές βρέθηκαν μέσα στις παγίδες μυρμηγκία και χερσαία μαλάκια (σαλιγκάρια κυρίως του γένους *Helix* και γυμνοσάλιαγκες), τα οποία έλκονταν από το δόλωμα.

Στο παρόν κεφάλαιο περιέχονται τα γενικά αποτελέσματα που προκύπτουν από την πειραματική διαδικασία. Πιο συγκεκριμένα παρουσιάζονται η πανιδική ποικιλότητα συναρτήσει του υψομέτρου, ο αριθμός των ατόμων που συλλαμβάνεται σε κάθε σταθμό, η συλληψιμότητα των παγίδων (trappability) ανά σταθμό και ανά είδος και τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά του κάθε είδους. Τα παραπάνω συγκρίνονται με αποτελέσματα από άλλες εργασίες, ενώ ένα πολύ σημαντικό τμήμα της συζήτησης για τα μορφομετρικά καταλαμβάνει η σύγκριση των αποτελεσμάτων από την παρούσα εργασία με μορφομετρικά στοιχεία που υπάρχουν στη βάση δεδομένων του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Κρήτης (ΜΦΙΚ).

Η βάση δεδομένων του ΜΦΙΚ αποτελεί ένα πολύ σημαντικό εργαλείο αποθήκευσης, ταξινόμησης και επεξεργασίας των δεδομένων που συλλέγονται στο πεδίο. Περιέχει δεδομένα από ερευνητικές εργασίες (διδασκαρικές, μεταπτυχιακές και πτυχιακές διατριβές) και ερευνητικές αποστολές από την περιοχή της νοτιοανατολικής Μεσογείου.

Πίνακας 4.1. Αριθμός επανασυλλήψεων ανά αριθμό ατόμων και ανά είδος σε κάθε ορεινό όγκο. Ο πίνακας διαβάζεται με τον ακόλουθο τρόπο. Όπου 1: 8 σημαίνει ότι από 1 φορά συλλήφθηκαν 8 άτομα. Αντίστοιχα όπου 2: 3 σημαίνει ότι από 2 φορές συλλήφθηκαν 3 άτομα κ.ο.κ. Τέλος όπου D = Dead και όπου E = Escaped

	Λευκά Όρη				Δίκτη			
	400	800	1200	1800	400	800/ 800_old	1200	1600
<i>A. sylvaticus</i>	D: 2 1: 8 2: 1 3: 2	1: 6 2: 3 3: 1 4: 1	D: 3 1: 8 2: 1 3: 2	E: 1 1: 5 2: 1	D: 1 1: 6 2: 6	1: 4 2: 2 6: 1	D: 3 1: 8 2: 4 3: 4 4: 2 5: 1	D: 1 1: 2 2: 1
<i>A. minous</i>	D: 6 E: 1 1: 5 2: 1 3: 4 4: 1 7: 1				E: 9 1: 9 2: 5 3: 5 4: 3 5: 2 6: 1 7: 2			2: 1
<i>A. mystacinus</i>	1: 2 2: 1	1: 5 2: 2 3: 3 4: 3 6: 1 7: 1	D: 1 1: 7			1: 1 4: 1		
<i>M. musculus</i>	2: 1	1: 4 2: 2 4: 1			E; 1 1: 1	1: 2 3: 1		
<i>C. suaveolens</i>	D: 6 1: 4 2: 1	D: 1			D: 4 1: 1	D: 5 1: 1		



## 4.2 Αποτελέσματα

### 4.2.1 Παγιδονύχτες και συλληψιμότητα παγίδων

Ως “παγιδονύχτες” ορίζεται το γινόμενο του αριθμού των παγίδων επί τις νύκτες που ήταν τοποθετημένες αυτές. Στο διάστημα των 12 μηνών που διήρκησαν οι εργασίες πεδίου, πραγματοποιήθηκαν συνολικά 8300 παγιδονύχτες, ενώ αν συνυπολογιστούν οι παγιδεύσεις στον παλιό σταθμό των 800m της Δίκτης, τότε ο αριθμός αυξάνεται στις 8800 παγιδονύχτες.

Από τον αριθμό των παγιδονυχτών και των ατόμων που συλλήφθηκαν υπολογίζεται η συνολική συλληψιμότητα των παγίδων σε 4,32 ζώα/100 παγιδονύχτες. Η συλληψιμότητα των παγίδων δεν είναι η ίδια για όλους τους σταθμούς. Τη μεγαλύτερη συλληψιμότητα ζώων εμφανίζει ο χαμηλός σταθμός (400m) της Δίκτης και αμέσως μετά οι δύο χαμηλοί σταθμοί των Λευκών Ορέων που έχουν ίδια περίπου συλληψιμότητα. Όπως φαίνεται, υπάρχει μια τάση μείωσης της συλληψιμότητας καθώς το υψόμετρο αυξάνεται, με τη μικρότερη συλληψιμότητα να απαντάται στα 1600m της Δίκτης και στα 1800m των Λευκών Ορέων. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ιδιαίτερα σε αυτούς τους σταθμούς, οι παγιδονύχτες ήταν περισσότερες από ότι θα ανέμενε κανείς και αυτό οφείλεται στο σχετικά καλό χειμώνα με τις λίγες χιονοπτώσεις και βροχοπτώσεις.

Πίνακας 4.2. Συνολική συλληψιμότητα ζώων ανά σταθμό (ανά 100 παγιδονύχτες)

Δίκτη	Παγιδονύχτες	Συλληψιμότητα ανά 100 παγιδονύχτες	Λευκά Όρη	Παγιδονύχτες	Συλληψιμότητα ανά 100 παγιδονύχτες
400m	1200	9,25	400m	1200	6,08
800m	700	3,28	800m	1200	6,25
(800m_old)	(500)	(1,4)			
1200m	1200	3,67	1200m	1100	2,91
1600m	900	0,78	1800m	800	1

Πιο ειδικά, η συλληψιμότητα του *A. sylvaticus* παραμένει στα ίδια επίπεδα, εκτός από τη Δίκτη στα 1200m, όπου είναι αρκετά πιο μεγάλη. Επίσης η μέγιστη συλληψιμότητα για το *A. mystacinus* εμφανίζεται στα 800m των Λευκών Ορέων και η αμέσως επόμενη στα 1200m του ίδιου βουνού. Για το *A. minous*, που συλλαμβάνεται μόνο στους χαμηλούς σταθμούς, η Δίκτη στα 400m εμφανίζει τις μεγαλύτερες τιμές, ενώ για τη *C. suaveolens* δε φαίνεται να υπάρχει κάποιο πρότυπο στη συλληψιμότητα των παγίδων. Τέλος, όσον αφορά στο *M. musculus*, οι μεγαλύτερες τιμές εμφανίζονται στα 800m.

Πίνακας 4.3. Συλληψιμότητα παγίδων ανά είδος και ανά σταθμό (ανά 100 παγιδονύχτες)

	Σταθμός	<i>A.minous</i>	<i>A.sylvaticus</i>	<i>A.mystacinus</i>	<i>C.suaveolens</i>	<i>M.musculus</i>
Δίκτη	400	7,08	1,58	-	0,42	0,17
	800	-	1,85	0,71	-	0,71
	(800-old)	-	(0,2)	-	(1,2)	-
	1200	-	3,67	-	-	-
	1600	-	0,56	0,22	-	-
Λευκά Όρη	400	3,08	1,5	0,33	1	0,17
	800	-	1,58	3,58	0,08	1
	1200	-	1,73	1,18	-	-
	1800	-	1	-	-	-

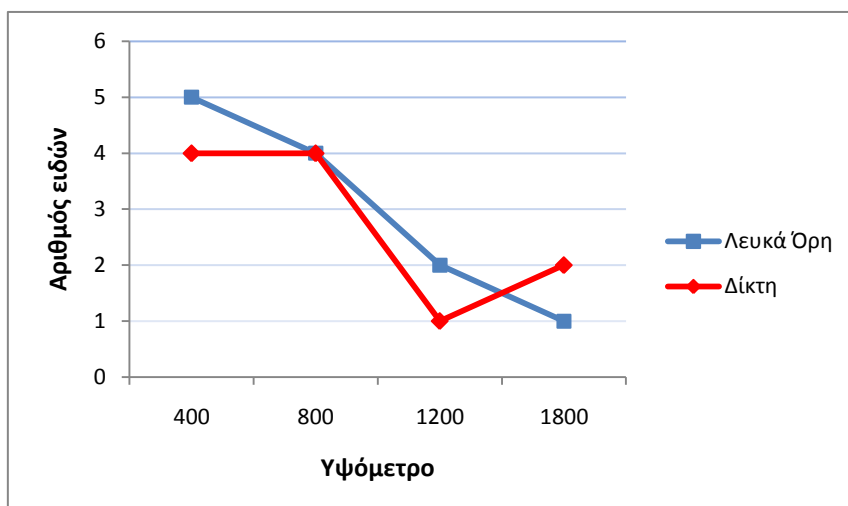
#### 4.2.2 Αριθμός ειδών ανά υψόμετρο

Όπως φαίνεται στον πίνακα και το διάγραμμα που ακολουθούν, τα περισσότερα είδη πιάστηκαν στα χαμηλότερα υψόμετρα, ενώ με την αύξηση του υψομέτρου ο αριθμός των συλληφθέντων ειδών μειώνεται.

Πιο συγκεκριμένα στη Δίκτη, στα 400m συλλήφθηκαν 4 είδη, ενώ ίδιος αριθμός ειδών βρίσκεται και στα 800m συνυπολογίζοντας και την παλιά θέση δειγματοληψίας που εγκαταλείφτηκε. Στη συνέχεια στα 1200m συλλαμβάνεται μόνο ο δασοποντικός, ενώ στον ψηλότερο σταθμό ο αριθμός των ειδών διπλασιάζεται. Στα Λευκά Όρη, η μείωση του αριθμού των ειδών είναι πιο γραμμική.

Πίνακας 4.4. Εμφάνιση ειδών σε κάθε υψόμετρο

	<i>A.minous</i>	<i>A.sylvaticus</i>	<i>A.mystacinus</i>	<i>C.suaveolens</i>	<i>M.musculus</i>	Αριθμός ειδών
Δίκτη	400m	+	+		+	4
	800m		+			3
	(800m-old)		(+)	+	(+)	(2) } 4
	1200m		+			1
	1600m		+	+		2
Λευκά Όρη	400m	+	+	+	+	5
	800m		+	+	+	4
	1200m		+	+		2
	1800m		+			1



Σχήμα 4.1. Αριθμός ειδών ανά υψόμετρο

Θα πρέπει να τονιστεί ιδιαίτερα, ότι η παρουσίαση αυτών των αποτελεσμάτων αφορά μόνο στα ζώα που συλλήφθηκαν κατά τη διάρκεια αυτής της εργασίας και δεν εκφράζει τον πραγματικό αριθμό των ειδών ανά υψόμετρο.

#### 4.2.3 Αριθμός ατόμων ανά σταθμό

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζεται ο αριθμός των ατόμων που πιάνεται σε κάθε σταθμό. Μέσα στις παρενθέσεις αναφέρονται τα άτομα που πέθαναν κατά το χειρισμό, ενώ επιπλέον 12 άτομα ξέφυγαν κατά το χειρισμό (εμφανίζονται στον πίνακα με αστερίσκο). Σε αυτά τα 12 άτομα, οι μετρήσεις που συλλέχθηκαν ήταν ημιτελείς είτε δεν πραγματοποιήθηκαν καθόλου μετρήσεις. Αναφέρεται ξανά ότι σε ορισμένους σταθμούς πραγματοποιήθηκαν λιγότερες δειγματοληψίες κυρίως λόγω απαγορευτικών καιρικών συνθηκών.

Τελικά, συνολικά πέθαναν 47 άτομα (38 στην πρώτη σύλληψη ενώ τα υπόλοιπα είχαν συλληφθεί ξανά στο παρελθόν), εκ των οποίων 20 κατά τη διάρκεια του χειρισμού και 27 βρέθηκαν νεκρά στις παγίδες κατά τη συλλογή τους. Από τα τελευταία, τα 8 (6 *A. mystacinus* και 2 *A. sylvaticus*) πέθαναν λόγω παραμονής των παγίδων στο σταθμό των 1200m των Λευκών Ορέων λόγω χιονόπτωσης.

Πίνακας 4.5. Αριθμός ατόμων ανά είδος και ανά σταθμό

	<i>A.minous</i>	<i>A.sylvaticus</i>	<i>A.mystacinus</i>	<i>C.suaveolens</i>	<i>M.musculus</i>	Σύνολο	
Δίκτη	400m	85 (4, 9*)	19 (1)		5 (4)	2 (1*)	111 (9, 2*)
	800m		13 (1)	5		5	23 (1)
	(800m-old)		1		6 (5)		7 (5)
	1200m		44 (4)				44 (4)
	1600m		5 (1)	2			7 (1)
Λευκά Όρη	400m	37 (6, 1*)	18 (4)	4	12 (6)	2	73 (16, 1*)
	800m		19 (1)	43	1 (1)	12	75 (2)
	1200m		19 (3)	13 (6)			32 (9)
	1800m		8 (1*)				8 (1*)
Σύνολο	122 (10, 10*)	146 (15, 1*)	67 (6)	24 (16)	21 (1*)	380 (47), (12*)	

#### 4.2.4 Μορφομετρικά δεδομένα

Τα μορφομετρικά δεδομένα και το βάρος των ζώων που συλλέχθηκαν κατά τις εργασίες πεδίου, παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 4.6. Μέσες τιμές μορφομετρικών χαρακτηριστικών και βάρους ανά είδος

	Πίσω πόδι	Αυτί	Σώμα	Ουρά	Βάρος
<i>M. musculus</i>	17	12	83	78	15
<i>C. suaveolens</i>	12	7	68	44	7.6
<i>A. minous</i>	19	16,5	113	108	43
<i>A. sylvaticus</i>	22	16	95	91	22
<i>A. mystacinus</i>	25	19	110	121	35

Οι τιμές αυτές, για τα τρία μεγαλύτερα τρωκτικά (*A. minous*, *A. sylvaticus*, *A. mystacinus*) αποτελούν τους μέσους όρους των ώριμων ατόμων (εξαιρούνται τα νεαρά άτομα) για όλους τους σταθμούς και δεν γίνεται περαιτέρω διάκριση σε αρσενικά, θηλυκά, ή ατόμων σε αναπαραγωγική κατάσταση. Αντίστοιχα, για τα *M. musculus* και *C. suaveolens*, οι τιμές προέρχονται από όλα τα συλληφθέντα άτομα μιας και δεν ήταν εύκολη η διάκριση μεταξύ ώριμων και νεαρών ατόμων στο πεδίο. Στις περιπτώσεις επανασυλλήψεων χρησιμοποιείται η μέτρηση από μία μόνο σύλληψη (από την τελευταία φορά που συλλήφθηκε το ζώο). Αν στον υπολογισμό του μέσου βάρους εξαιρεθούν τα θηλυκά σε κατάσταση FFF (κυοφορία ή

θηλασμό), η τελική τιμή αποκλίνει ελάχιστα από αυτή που παρουσιάζεται στον παραπάνω πίνακα. Τέλος, για τον υπολογισμό της μέσης τιμής του μήκους της ουράς έχουν εξαιρεθεί τα άτομα που είχαν απολέσει τμήμα της ή και ολόκληρη.

Δύο επιπλέον ερωτήματα που εξετάζονται είναι τα εξής:

1. Διαφέρουν τα άτομα του ίδιου είδους μεταξύ δύο ή περισσότερων σταθμών σε μέγεθος σώματος;
2. Υπάρχει διαφορά μεταξύ αρσενικών και θηλυκών ατόμων;

Τα ερωτήματα αυτά εξετάζονται για το *A. minous*, το *A. sylvaticus* και το *A. mystacinus* ενώ ως μέσο σύγκρισης χρησιμοποιείται μόνο το μήκος του σώματος των ατόμων. Οι διαφορές στο πίσω πόδι και το αυτί είναι αμελητέες, ενώ το βάρος και η ουρά δεν θεωρούνται αξιόπιστα μεγέθη (Angerbjorn, 1986). Στη σύγκριση λαμβάνουν μέρος μόνο τα ενήλικα άτομα, ενώ στις περιπτώσεις επανασυλλήψεων χρησιμοποιείται η μέτρηση από την τελευταία φορά που συλλήφθηκε το ζώο. Έτσι, μειώνεται η πιθανότητα το άτομο να βρίσκεται ακόμα σε φάση ανάπτυξης.

Για τη στατιστική επεξεργασία και την απάντηση των παραπάνω ερωτημάτων χρησιμοποιούνται t-test και ANOVA.

#### 4.2.4.1 *Apodemus sylvaticus*

Για τη σύγκριση, χρησιμοποιούνται τα άτομα όλων των σταθμών. Οι ομάδες που ελέγχονται ικανοποιούν το τεστ κανονικότητας.

Πίνακας 4.7. Περιγραφικά στατιστικά για το *A. sylvaticus* (μήκος σώματος) ανά σταθμό δειγματοληψίας

	N (Statistic)	Minimum (Statistic)	Maximum (Statistic)	Mean (Statistic)	Mean (Std. Error)	Std. Deviation (Statistic)	Variance (Statistic)
Δίκτη 400m	12	88	105	96,42	1,607	5,567	30,992
Δίκτη 800m	7	89	100	93,86	1,654	4,375	19,143
Δίκτη 1200m	17	91	108	95,71	1,010	4,165	17,346
Δίκτη 1600m	4	85	108	94,50	4,839	9,678	93,667
Λευκά Όρη 400m	9	77	100	93,67	2,560	7,681	59,000
Λευκά Όρη 800m	11	88	108	94,82	1,710	5,671	32,164
Λευκά Όρη 1200m	13	85	106	95,38	1,375	4,959	24,590
Λευκά Όρη 1800m	6	88	104	96,33	2,404	5,888	34,667
Σύνολο	80	77	108	95,35	0,621	5,555	30,863

Από την ανάλυση διασποράς (ANOVA) δεν προκύπτει διαφορά μεταξύ των σταθμών (F=0,350, p-value=0,928), ενώ επίσης από τη σύγκριση μεταξύ αρσενικών και θηλυκών δεν προκύπτει στατιστική διαφορά στο μέγεθος των ζώων (t=-0,570, df=78, p-value=0,570). Στον πίνακα 4.7 δίνονται τα στατιστικά για κάθε σταθμό ξεχωριστά, καθώς και για το σύνολο των ζώων και στα δύο βουνά.

#### 4.2.4.2 *Acomys minous*

Το τεστ Kolmogorov-Smirnov για τα άτομα που προέρχονται από τη Δίκτη, τα Λευκά Όρη, τα θηλυκά και τα αρσενικά έδειξε ότι και οι τέσσερις ομάδες τιμών ακολουθούν κανονική κατανομή. Στη συνέχεια, η σύγκριση μεταξύ των ατόμων της Δίκτης και των Λευκών Ορέων δε δείχνει στατιστική διαφορά στα μεγέθη των ζώων (t=0,922, df=40, p-value=0,362) σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$ . Συγκρίνοντας όμως το μέγεθος των αρσενικών με τα θηλυκά, το t-test δείχνει ότι υπάρχει διαφορά μεταξύ τους (t=-2,142, df=40, p-value=0,038) υπέρ των αρσενικών.

Πίνακας 4.8. Περιγραφικά στατιστικά για τα αρσενικά και θηλυκά άτομα *A. minous* και για τους δύο σταθμούς

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Θηλυκά	16	110,38	6,811	1,703
Αρσενικά	26	114,96	6,696	1,313

#### 4.2.4.3 *Apodemus mystacinus*

Η σύγκριση των ατόμων γίνεται μόνο μεταξύ των σταθμών 800m και 1200m των Λευκών Ορέων μιας και για τους υπόλοιπους σταθμούς που συλλαμβάνονται *A. mystacinus* τα δεδομένα είναι πολύ λίγα.

Οι τέσσερις ομάδες που ελέγχονται (σταθμός 800m, 1200m, θηλυκά, αρσενικά) ακολουθούν κανονική κατανομή (test Kolmogorov-Smirnov). Η σύγκριση μεταξύ των ατόμων των 800m και των 1200m δείχνει ότι τα άτομα των 800m είναι μεγαλύτερα από αυτά των 1200m (t=2,892, df=26, p-value=0,008).

Πίνακας 4.9. Περιγραφικά στατιστικά για το *A. mystacinus*

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Λευκά Όρη, 800m	15	114,80	9,135	2,359
Λευκά Όρη, 1200m	13	105,38	7,911	2,194

Συγκρίνοντας τα μεγέθη των αρσενικών και των θηλυκών δεν προκύπτει στατιστικά σημαντική διαφορά ( $t=-0,143$ ,  $df=32$ ,  $p\text{-value}=0,888$ ).

Τέλος, όπως έχει αναφερθεί, το Μάρτιο οι παγίδες έμειναν στο σταθμό των 1200m πάνω από ένα μήνα λόγω αυξημένης χιονοκάλυψης με αποτέλεσμα τα άτομα που εισήλθαν να πεθάνουν. Ο ακόλουθος πίνακας παρουσιάζει τα μορφομετρικά δεδομένα των ατόμων που πέθαναν το Μάρτιο και των υπόλοιπων που συλλήφθηκαν τους άλλους μήνες και αφέθηκαν ελεύθερα. Όπως φαίνεται τα άτομα έχουν παρόμοιο μέγεθος (σώμα, πίσω πόδι, αυτί), ενώ η διαφορά στο σωματικό βάρος είναι εμφανής.

Πίνακας 4.10. Μέσες τιμές μορφομετρικών για τον Μάρτιο και τους υπόλοιπους μήνες για το *A. mystacinus* στον L1200

	Πίσω πόδι	Αυτί	Σώμα	Ουρά	Βάρος
Μάρτιος	24	20	105	109	26
Υπόλοιποι μήνες	25	19	106	124	35

### 4.3 Συζήτηση

#### 4.3.1 Παγιδονύχτες και συλληψιμότητα παγίδων

Οι παγιδονύχτες αποτελούν το μέτρο της πειραματικής προσπάθειας. Διάφορες άλλες εργασίες με αντικείμενο τα μικρά θηλαστικά, έχουν ανάλογες παγιδονύχτες με την παρούσα ερευνητική δουλειά. Ο Corominas (2004) τοποθετεί 12936 παγιδονύχτες για 11 περιοχές σε δύο έτη για τη διδακτορική του διατριβή, ο Heaney (2001) 700-1900 παγιδονύχτες ανά σταθμό και ο Nor (2001) 675 παγιδονύχτες ανά σταθμό με σύνολο για όλους τους σταθμούς 3780 παγιδονύχτες. Οι παραπάνω εργασίες βέβαια είχαν ως στόχο τη μελέτη της πανιδικής σύστασης και όχι την οικολογία των ειδών, συνεπώς ο πειραματικός σχεδιασμός περιελάμβανε συνεχόμενες παγιδεύσεις 2-3 ημερών. Αντίστοιχα, ο Παπαμιχαήλ (2007) για ένα διάστημα 2 ετών τοποθέτησε συνολικά 7638 παγιδονύχτες για να διερευνήσει την επιρροή του κατακερματισμού – ετερογένειας του τοπίου στη λειτουργία ενός τροφικού δικτύου που απαρτίζεται από «μεταπληθυσμούς» θηραμάτων και τους θηρευτές τους.

Για την παρούσα εργασία, ο αριθμός των παγιδονυχτών κρίνεται ικανοποιητικός για τη μελέτη των σχέσεων μεταξύ των ειδών (κεφάλαιο 7) και για τη μελέτη της φαινολογίας (κεφάλαιο 5). Ωστόσο, για να εξαχθούν ολοκληρωμένα συμπεράσματα κυρίως για την

πληθυσμιακή οικολογία ενός είδους (κεφάλαιο 6) και με δεδομένη τη μικρή πυκνότητα στους περισσότερους σταθμούς, απαιτούνταν παγιδεύσεις για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Όσον αφορά στη συλληψιμότητα των παγίδων, αυτή μπορεί να επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως οι καιρικές συνθήκες και η θερμοκρασία (Gentry *et al.*, 1966; Getz, 1968; Vickery & Bider, 1981; Stokes *et al.*, 2001), η φάση της σελήνης και η ένταση του σεληνόφως (Lockard & Owings, 1974; O'Farrell, 1974; Price *et al.*, 1984; Wolff & Sherman, 2007) κ.α. Τα στοιχεία της συλληψιμότητας μπορούν να μας δώσουν έμμεσες ενδείξεις για πληθυσμιακά στοιχεία κάθε είδους καθώς και την ύπαρξη ανταγωνισμού μεταξύ των ειδών.

Από τη συνολική συλληψιμότητα που υπολογίζεται στον πίνακα 4.1, όπως αναφέρεται και σε προηγούμενη παράγραφο, προκύπτουν τα εξής:

- Μείωση της συνολικής συλληψιμότητας με την αύξηση του υψομέτρου.
- Μεγαλύτερη συνολική συλληψιμότητα στα 400m της Δίκτης

Το ποσοστό της συνολικής συλληψιμότητας είναι σχετικά χαμηλό, αν συγκριθεί μάλιστα με ανάλογες εργασίες που έχουν γίνει στην Κρήτη (Παράβας, 2000; Βαρδάκης, 2006; Κουτσουπάκης, 2006). Αυτές οι εργασίες όμως έγιναν σε μικρότερο εύρος υψομέτρων και δεν συμπεριελάμβαναν ψηλούς σταθμούς (>1600m) όπου οι πληθυσμοί είναι αραιοί και η συλληψιμότητα κυμαίνεται κάτω από 1 άτομο/100 παγιδονύχτες. Ωστόσο, επιχειρώντας σύγκριση στα ίδια ή ανάλογα υψόμετρα, προκύπτει ότι οι διαφορές είναι μικρότερες.

**Πίνακας 4.11. Σύγκριση συλληψιμότητας παγίδων για διάφορες εργασίες και υψόμετρα**

Βουνό	Υψόμετρο (m)	Συλληψιμότητα (άτομα/100 παγιδονύχτες)	Εργασία	Είδη
Ίδη	150-200	10,7	Παράβας, 2000	Μόνο <i>A. minous</i>
Ίδη	0-600	9,6	Κουτσουπάκης, 2006	Rodentia+Eulipotyphla
Δίκτη	400	9,25	Παρούσα εργασία	Rodentia+Eulipotyphla
Λευκά Όρη	400	6,08	Παρούσα εργασία	Rodentia+Eulipotyphla
Ίδη	800-1400	3	Βαρδάκης, 2006	Rodentia+Eulipotyphla
Δίκτη	800-1600	2,64	Παρούσα εργασία	Rodentia+Eulipotyphla
Δίκτη	800-1200	3,52	Παρούσα εργασία	Rodentia+Eulipotyphla
Λευκά Όρη	800-1800	3,71	Παρούσα εργασία	Rodentia+Eulipotyphla
Λευκά Όρη	800-1200	4,65	Παρούσα εργασία	Rodentia+Eulipotyphla

Όσον αφορά στη συλληψιμότητα ανά είδος, ενδιαφέρον παρουσιάζει ο πίνακας 4.3 στη σελίδα 41. Η συλληψιμότητα του *A. sylvaticus* στους σταθμούς των 400m, 800m και 1200m



παρουσιάζει μικρές αυξητικές τάσεις με την αύξηση του υψομέτρου και στα δύο βουνά. Εξαιρέση αποτελεί ο σταθμός των 1200m της Δίκτης όπου η συλληψιμότητα εμφανίζει σημαντικά μεγαλύτερη τιμή. Η σημαντική διαφοροποίηση αυτού του σταθμού σε σχέση με τους προηγούμενους είναι η απουσία άλλων ειδών από την περιοχή που συλλαμβάνεται το *A. sylvaticus*. Έτσι, οι μεγαλύτερες τιμές συλληψιμότητας και κατά συνέπεια ο αυξημένος πληθυσμός θα μπορούσε να αποδοθεί στην έλλειψη ανταγωνιστικών ειδών στο σταθμό των 1200m της Δίκτης. Στα μεγαλύτερα υψόμετρα (1600m και 1800m), οι τιμές συλληψιμότητας του είδους μειώνονται, ενώ δειγματοληψίες σε μεγαλύτερα υψόμετρα θα έδειχναν περαιτέρω μείωση των πληθυσμών και άρα της συλληψιμότητας.

Ο Βαρδάκης (2006) για το *A. sylvaticus* παρουσιάζει ανάλογα στοιχεία (πίνακας 4.12), όπου φαίνεται ότι στα 1200m ο πληθυσμός του είδους παρουσιάζει το μέγιστο, ενώ και στα κοντινά υψόμετρα διατηρεί υψηλό ποσοστό. Στα 1000m και 1400m, σε 800 παγιδονύχτες, δεν συλλαμβάνεται ανταγωνιστικό είδος, ενώ στα 1200m συλλαμβάνεται μόνο ένα άτομο *A. mystacinus*.

**Πίνακας 4.12. Συλληψιμότητα παγίδων ανά σταθμό για το *A. sylvaticus* για την Ίδη (Βαρδάκης, 2006)**

Υψόμετρο (m)	Συλληψιμότητα (άτομα/100 παγιδονύχτες)
800	0,625
1000	2,25
1200	6,875
1400	2,125
Νίδα	1

Το *A. minous* συλλαμβάνεται σε μεγαλύτερους αριθμούς στα 400m της Δίκτης από ότι στα Λευκά Όρη. Ο Παράβας (2000) στον Ψηλορείτη, υπολογίζει τη μέση συλληψιμότητα στο 10,7%, αν και αυτό αναφέρεται σε υψόμετρα 150-200m, συνεπώς δεν μπορεί να είναι άμεσα συγκρίσιμο.

Για το *A. mystacinus* και τη *C. suaveolens* δεν μπορούν να εξαχθούν συγκεκριμένα συμπεράσματα, ενώ για το *M. musculus* οι μέγιστες τιμές απαντώνται στα 800m χωρίς όμως αυτό να σημαίνει κάτι.

#### 4.3.2 Αριθμός ειδών ανά υψόμετρο

Η επίδραση του υψομέτρου στον αριθμό των ειδών έχει μελετηθεί συστηματικά σε πολλά τάξα (αναλυτική αναφορά γίνεται στους Chatzaki *et al.* 2005) και πλέον η μείωση του αριθμού των ειδών με την αύξηση του υψομέτρου είναι καλά τεκμηριωμένη (Rahbek, 1995; Lomolino, 2001). Ωστόσο, η μείωση αυτή μπορεί να είναι είτε μονοτονική, είτε ο αριθμός των ειδών να εμφανίζει ένα μέγιστο σε ένα μέσο υψόμετρο και στη συνέχεια να υφίσταται σημαντική μείωση (πρότυπο hump-shaped).

Οι Lawton *et al.* (1987) εξηγούν ότι με την αύξηση του υψομέτρου συντελούνται οι τέσσερις παρακάτω συνθήκες, οι οποίες είναι υπεύθυνες για τη μείωση του αριθμού των ειδών:

- Μείωση της έκτασης των ενδιαιτημάτων
- Μείωση της ποικιλότητας των πόρων
- Αύξηση των ακραίων καιρικών και περιβαλλοντικών παραγόντων
- Μείωση της πρωτογενούς παραγωγής

Ο Brown (2001) υποστηρίζει ότι υπάρχουν τουλάχιστο δύο φαινόμενα που είναι υπεύθυνα για την παρουσία μέγιστου αριθμού ειδών σε μέσα υψόμετρα: (α) λόγω της μεγάλης διαφοροποίησης των περιβαλλοντικών συνθηκών, πολύ λίγα είδη μπορούν να προσαρμοστούν σε όλα τα υψόμετρα. Στα ενδιάμεσα υψόμετρα όμως, που υπάρχουν πιο ενδιάμεσες συνθήκες, τα είδη αλληλεπικαλύπτονται δημιουργώντας έτσι αυξημένη ποικιλότητα και (β) στα μέσα υψόμετρα οι βροχοπτώσεις και πιθανόν η πρωτογενής παραγωγή παίρνουν τις μέγιστες τιμές, ακολουθούμενα από τον αριθμό των ειδών.

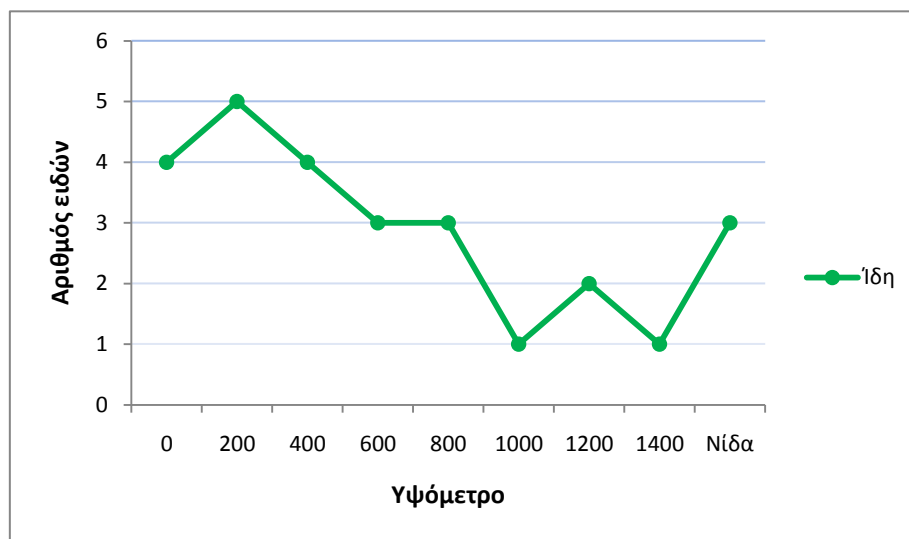
Σε αυτά μπορεί να συνυπολογιστεί ότι επιμέρους αύξηση του αριθμού των ειδών μπορεί να παρατηρείται και στις μεταβατικές περιοχές όπου ο τύπος της βλάστησης σταδιακά αλλάζει (σε βουνά που η ζώνωση είναι διακριτή) δημιουργώντας έτσι μια S-καμπύλη του αριθμού των ειδών.

Άλλοι παράγοντες που παίζουν σημαντικό ρόλο στην πανιδική ποικιλότητα είναι η διασπορά (dispersal), οι εξαφανίσεις ειδών (extinction) και η ειδογένεση (speciation), όπως προκύπτουν από γεωλογικές και κλιματικές διεργασίες που συμβαίνουν στο χρόνο (Brown, 2001).

Στην Κρήτη έχουν γίνει εργασίες που πραγματεύονται μεταξύ άλλων την επίδραση του υψομέτρου στον αριθμό των ειδών. Η εδαφική αραχνοπανίδα (οικογένεια Gnaphosidae) παρουσιάζει ένα μέγιστο στα είδη μεταξύ των υψομέτρων 400-700m, ενώ στη συνέχεια

μειώνεται σταδιακά μετά τα 1000m και απότομα μετά τα 2000m ώστε να φτάσει τελικά τα 3-4 είδη (Χατζάκη, 2003; Chatzaki *et al.* 2005). Αντίστοιχο πρότυπο ισχύει και για τη χλωρίδα και μάλιστα η μέγιστη ποικιλότητα συνδέεται με το δασοόριο, ενώ για άλλα τάξα όπως τα διπλόποδα, τα ισόποδα και τα ομόπτερα, η μείωση του αριθμού ειδών δεν είναι ξεκάθαρη λόγω εστιασμένης μελέτης σε υψόμετρα >800m (Λυμπεράκης, 2003). Βέβαια, στην περιοχή μελέτης, σε όλα σχεδόν τα τάξα παρατηρήθηκε μείωση των ειδών με την αύξηση του υψομέτρου.

Όσον αφορά στα μικροθηλαστικά της Κρήτης, δεν μπορεί να εξαχθεί κάποιο πρότυπο, αν και είναι εμφανής η μείωση των ειδών με το υψόμετρο. Στο ακόλουθο διάγραμμα παρουσιάζεται ο αριθμός των ειδών που έχουν βρεθεί κατά μήκος του υψομετρικού κλινούς στο όρος Ίδη (Ψηλορείτης) σε εργασίες των Κουτσουπάκη (2006) και Βαρδάκη (2006). Αν εξαιρεθεί ο σταθμός της Νίδας που αποτελεί βιότοπο για τη *C. zimmermanni*, το διάγραμμα δείχνει ότι με την αύξηση του υψομέτρου υπάρχει μια γραμμική μείωση του αριθμού ειδών.



Σχήμα 4.2. Αριθμός ειδών ανά υψόμετρο για τον ορεινό όγκο της Ίδης

Πίνακας 4.13. Εμφάνιση ειδών σε κάθε υψόμετρο για τον ορεινό όγκο της Ίδης

	0	200	400	600	800	1000	1200	1400	Νίδα
<i>A. minous</i>	+	+							
<i>A. sylvaticus</i>	+	+			+	+	+	+	+
<i>A. mystacinus</i>			+	+			+		
<i>M. musculus</i>	+	+	+	+	+				+
<i>C. suaveolens</i>	+	+	+	+	+				
<i>C. zimmermanni</i>									+
<i>R. rattus</i>			+						

Από την παρούσα εργασία, μπορούν να εξαχθούν τα εξής συμπεράσματα:

- Παρατηρείται μια σχεδόν γραμμική μείωση του αριθμού των συλληφθέντων ειδών καθώς αυξάνεται το υψόμετρο.
- Τα πολλά είδη στα χαμηλά υψόμετρα οφείλονται κυρίως στην παρουσία θερμοφίλων και ανθρωπόφιλων ειδών. Το *A. minous* στο βόρειο τμήμα της Κρήτης μπορεί να φτάσει μέχρι και το υψόμετρο των 400-600 μέτρων. Στην παρούσα εργασία συλλήφθηκε στους σταθμούς των 400m, ενώ δεν συλλήφθηκε στους αμέσως επόμενους. Ο Κουτσουπάκης (2006) το συλλαμβάνει σε σταθμούς όχι πάνω από τα 200, ο Βαρδάκης (2006) δεν το συλλαμβάνει στα 800m, ενώ τέλος ο Παράβας (2000) το βρίσκει σε υψόμετρο 150-200m. Αντίθετα, στο νότιο τμήμα της Κρήτης όπου η μέση θερμοκρασία του έτους είναι υψηλότερη, ο αγκαθοποντικός έχει βρεθεί και σε μεγαλύτερα υψόμετρα (Λυμπεράκης, αδημοσίευτα στοιχεία). Αντίστοιχα, το κοινό ποντίκι (*M. musculus*) είναι ανθρωπόφιλο είδος και φαίνεται να είναι κοινό σε υψόμετρα μέχρι τα 800m, ενώ επιβεβαιώνεται η παρουσία του και σε μεγαλύτερα υψόμετρα σε περιοχές με έντονη την ανθρώπινη παρουσία (Βαρδάκης, 2006). Παρόλο που στην παρούσα εργασία δεν επιβεβαιώνεται, είναι σίγουρο ότι στα χαμηλότερα υψόμετρα διαβιούν και αρουραίοι (*Rattus spp.*) που είναι ιδιαίτερα ανθρωπόφιλοι.
- Στα μεγαλύτερα υψόμετρα που η ανθρώπινη παρουσία γίνεται λιγότερο έντονη και συχνή, συλλαμβάνονται είδη που μπορούν να ανταπεξέλθουν στις πιο έντονα κυμαινόμενες κλιματολογικές συνθήκες όπως τα *A. sylvaticus* και *A. mystacinus*.
- Στα 1200m της Δίκτης συλλαμβάνεται ένα μόνο είδος, ενώ στο αμέσως επόμενο υψόμετρο εμφανίζονται δύο είδη. Θεωρείται απίθανο να υπάρχει ασυνέχεια στην παρουσία του *A. mystacinus* και από τα 800m να εμφανίζεται στα 1600m με κενό στα ενδιάμεσα υψόμετρα. Η πιθανότερη εξήγηση για την απουσία στα 1200m είναι η απουσία κατάλληλου ενδιαιτήματος στη συγκεκριμένη θέση δειγματοληψίας που επιλέχθηκε. Πράγματι, στο σταθμό των 1200m απουσιάζουν τα μεγάλα βράχια που αποτελούν κρησφύγετο για τον *A. mystacinus*.
- Αντίστοιχα στα ψηλά των Λευκών Ορέων θα ανέμενε κάποιος να συλληφθεί το ενδημικό είδος *C. zimmermanni*. Όπως ήδη έχει αναφερθεί στο κεφάλαιο 2, πραγματοποιήθηκαν μερικές δειγματοληψίες σε σταθμό στα 1600 μέτρα, στο καταφύγιο του Καλέργη. Μικροθηλαστικά δεν συλλήφθηκαν με τις παγίδες Sherman, αλλά σε παγίδες εδάφους (pitfall traps) πιάστηκαν 2 άτομα *C. zimmermanni* που όμως δεν συμπεριλαμβάνονται στην εργασία. Σύμφωνα με το Vogel (1999), το είδος απαντάται σε συγκεκριμένες τοποθεσίες στην κεντρική Κρήτη όπως άλλωστε έχει δείξει και ο Βαρδάκης (2006) σε παγιδεύσεις στη Νίδα στο όρος Ίδη. Αντίστοιχα έχει βρεθεί τα Λευκά Όρη σε τοποθεσία με υψόμετρο 1150m, ενώ αναλύσεις από εμέσματα από *Tito alba* σε υψόμετρα 140-830m δείχνουν ότι το είδος πιθανόν να εμφανίζεται και σε χαμηλότερα υψόμετρα (Vogel, 1999).

Αντίστοιχες εργασίες που έχουν γίνει για μικροθηλαστικά (Heaney, 2001; Nor, 2001; Richart, 2001; Sanchez-Cordero, 2001) έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι τα περισσότερα είδη απαντώνται σε μέσα υψόμετρα και ότι η καμπύλη ακολουθεί το πρότυπο hump-shaped. Τρεις από αυτές τις εργασίες πραγματοποιήθηκαν σε τροπικές – υποτροπικές περιοχές, ενώ η μια στη βόρεια εύκρατη ζώνη.

#### **4.3.3 Μορφομετρικά δεδομένα**

Αναζητώντας τη βιβλιογραφία σχετικά με το μέγεθος μικρών θηλαστικών σε νησιώτικες περιοχές προέκυψε το εξής ερώτημα: “Υπάρχει πιθανότητα ύπαρξης γιγαντισμού στα μικροθηλαστικά της Κρήτης λόγω του νησιώτικου χαρακτήρα;” Ο Foster (1964) αρχικά πρότεινε ένα γενικό κανόνα για το μέγεθος των θηλαστικών σε νησιά. Ο κανόνας αυτός έλεγε ότι τα τρωκτικά και ίσως τα μαρσιποφόρα τείνουν σε μεγαλύτερα μεγέθη, τα σαρκοφάγα, τα λαγόμορφα και τα αρτιοδάκτυλα τείνουν προς το νανισμό, ενώ τα εντομοφάγα δεν παρουσιάζουν καμία τάση. Αρκετοί συγγραφείς επιβεβαίωσαν αυτό το πρότυπο και αναζήτησαν τους λόγους (Case, 1978; Lomolino, 1985).

Οι βιβλιογραφικές αναφορές περί διαφοροποίησης του μεγέθους των μικρών θηλαστικών στα νησιά, αποτέλεσαν την αφορμή για περαιτέρω έλεγχο των μορφομετρικών προτύπων των ειδών που συλλήφθηκαν κατά τη διάρκεια της παρούσας εργασίας. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται για κάθε είδος ξεχωριστά.

##### **4.3.3.1 *Apodemus sylvaticus***

Από την ανάλυση διασποράς δεν προέκυψε διαφορά στις μορφομετρικές μετρήσεις των ατόμων στους 8 σταθμούς δειγματοληψίας.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα δεδομένα από τις δειγματοληψίες στη Δίκτη και τα Λευκά Όρη, καθώς και από άλλες εργασίες πεδίου που έχουν πραγματοποιηθεί στην ηπειρωτική Ελλάδα σε ερευνητικές αποστολές του ΜΦΙΚ. Τα στοιχεία αυτά έχουν ληφθεί από τη βάση δεδομένων του ΜΦΙΚ εξαιρώντας τα ανήλικα άτομα (<15g).

Τα δεδομένα από την ηπειρωτική Ελλάδα έχουν προέλθει κυρίως από σταθμούς μεγάλο υψόμετρο (>800m), ενώ από την Εύβοια από πιο χαμηλούς σταθμούς. Για να ελεγχθεί αν υπάρχει διαφορά στα μεγέθη των ζώων μεταξύ των περιοχών και κατά συνέπεια να ελεγχθεί η υπόθεση περί γιγαντισμού (Foster, 1964; Lomolino, 1985) θα πρέπει να γίνει προσεκτική διάκριση των δεδομένων σε ομάδες ανά υψόμετρο και γεωγραφική περιοχή, πράγμα που ξεφεύγει από τις απαιτήσεις της παρούσας εργασίας. Μια τέτοια προσέγγιση θα παρουσίαζε

όμως ιδιαίτερο ενδιαφέρον μιας και υπάρχει βιβλιογραφία συγκεκριμένα για το *A. sylvaticus* (Angerbjorn, 1986; Alcantara, 1991).

**Πίνακας 4.14. Μορφομετρικά στοιχεία για το *A. sylvaticus* από διάφορες πηγές**

	Πίσω πόδι	Αυτί	Σώμα	Ουρά	Βάρος
Παρούσα εργασία (n=125)	22	16	95	91	22
Βάση δεδομένων ΜΦΙΚ, Ήπειρος (n=9)*	23	16	100	96	23
Βάση δεδομένων ΜΦΙΚ, Μακεδονία (n=34)*	23	17	101	99	27
Βάση δεδομένων ΜΦΙΚ, Θεσσαλία (n=16)*	23	17	100	99	25
Βάση δεδομένων ΜΦΙΚ, Στερεά Ελλάδα, νομός Φωκίδας (n=17)*	23	17	102	100	24
Βάση δεδομένων ΜΦΙΚ, Στερεά Ελλάδα, νομός Ευβοίας (n=134)*	23	17	94,5	103	24
(Macdonald & Barrett, 1993)	20-24		81-110	69-115	13-27

\*αδημοσίευτα στοιχεία

Όπως φαίνεται στον πίνακα 4.13, τόσο τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, όσο και τα μορφομετρικά των ατόμων που έχουν συλληφθεί στις υπόλοιπες περιοχές της Ελλάδας βρίσκονται εντός των ορίων που παρουσιάζουν οι Macdonald & Barrett (1993).

#### 4.3.3.2 *Acomys minous*

Συγκρίνοντας τα άτομα μεταξύ των σταθμών της Δίκτης και των Λευκών Ορέων, δεν παρατηρήθηκε στατιστική διαφορά. Όπως έχει αναφερθεί στο βόρειο τμήμα του νησιού ο *A. minous* εξαπλώνεται μέχρι τα 400-600m, ενώ στο θερμότερο νότιο τμήμα έχει βρεθεί και σε μεγαλύτερα υψόμετρα. Παρόλο που έχουν γίνει δειγματοληψίες στα νότια Λευκά Όρη, δεν υπάρχουν μορφομετρικά δεδομένα στη βάση του ΜΦΙΚ και θα παρουσίαζε ενδιαφέρον μια σύγκριση μεταξύ των πληθυσμών του νότιου και του βόρειου τμήματος της Κρήτης.

Από τα στοιχεία που έχει η βάση δεδομένων του ΜΦΙΚ και εξαιρώντας τα μικρότερα σε ηλικία (άρα και μέγεθος) άτομα *A. minous* προκύπτει ο πίνακας 4.14.

Στον ίδιο πίνακα παρουσιάζονται και δεδομένα από το συγγενές είδος *A. nesiotis* της Κύπρου και που πιθανότατα αυτά τα δύο να ανήκουν στο ίδιο είδος (Barome *et al.*, 2001). Τα μορφομετρικά και το βάρος των ζώων από τις δειγματοληψίες, βρίσκονται μέσα στο εύρος τιμών που προτείνεται από τους Macdonald & Barrett (1993).

Πίνακας 4.15. Μορφομετρικά στοιχεία για το *A. minous* από διάφορες πηγές

	Πίσω πόδι	Αυτί	Σώμα	Ουρά	Βάρος
Παρούσα εργασία (n=108)	19	16,5	113	108	43
Βάση δεδομένων ΜΦΙΚ, Κρήτη (n=175)*	19	16,2	105,6	106	36,5
Βάση δεδομένων ΜΦΙΚ, Κύπρος, <i>A. nesiotus</i> (n=5)*	19	17	105	92	39
(Macdonald & Barrett, 1993)	18-20		91-128	89-120	40-85

\*αδημοσίευτα στοιχεία

#### 4.3.3.3 *Apodemus mystacinus*

Η σύγκριση μεταξύ των αρσενικών και των θηλυκών ατόμων και στους δύο σταθμούς (§4.2.4.3) δεν έδειξε ότι υπάρχει διαφορά στο μέγεθος του σώματος. Αντίθετα υπάρχει στατιστική διαφορά στο μέγεθος στα 800m και τα 1200m των Λευκών Ορέων και μάλιστα τα άτομα στο χαμηλότερο σταθμό είναι μεγαλύτερα από αυτά στο ψηλότερο. Συγκρίνοντας με τα αντίστοιχα δεδομένα που υπάρχουν στη βάση δεδομένων του ΜΦΙΚ φαίνεται ότι αυτά ομαδοποιούνται με τα δεδομένα από το σταθμό των 1200m. Μάλιστα, στην πλειοψηφία τους τα δεδομένα από τη βάση του Μουσείου προέρχονται από υψόμετρα >1200m.

Πίνακας 4.16. Μορφομετρικά στοιχεία για το *A. mystacinus* από διάφορες πηγές

	Πίσω πόδι	Αυτί	Σώμα	Ουρά	Βάρος
Παρούσα εργασία, 800m Λευκά Όρη (n=43)	25	18,5	112	121	38
Παρούσα εργασία, 1200m Λευκά Όρη (n=13)	24	19,3	105	117	31
Βάση δεδομένων ΜΦΙΚ, Κρήτη (n=16)*	25,5	20	106	118	32
Βάση δεδομένων ΜΦΙΚ, Ηπειρωτική Ελλάδα*, <i>A. epimelas</i> , <900m (n=16)*	26	20	108	118	35
Βάση δεδομένων ΜΦΙΚ, Ηπειρωτική Ελλάδα*, <i>A. epimelas</i> , >1200m (n=15)*	26	21	118	124	49
(Macdonald & Barrett, 1993)	24-28	17-21	100-130	102-140	28-56

\*αδημοσίευτα στοιχεία

Πως μπορεί όμως να εξηγηθεί το μικρότερο σώμα στα άτομα του L1200 σε σχέση με το L800; Σύμφωνα με τον κανόνα του Bergman όταν το κλίμα γίνεται ψυχρότερο, τότε το μέγεθος του ζώου αυξάνεται ώστε να μειωθούν οι απώλειες ενέργειας (Bergmann, 1847). Επιπλέον, θεωρώντας τα μεγάλα υψόμετρα των ορεινών όγκων ως βιογεωγραφικές νησίδες (MacArthur & E. O. Wilson, 1967), η μείωση της επιφάνειας μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση του μεγέθους του ζώου αφού αυξάνεται η πυκνότητα του πληθυσμού και άρα ο ενδοειδικός

ανταγωνισμός (Melton, 1982), αλλά μπορεί να οδηγήσει και σε μείωση του μεγέθους λόγω μείωσης της προσφερόμενης τροφής αλλά και μείωσης του διαειδικού ανταγωνισμού (Heaney, 1978). Πολλά ακόμα έχουν γραφτεί για το μέγεθος σε σχέση με τα νησιά (Angerbjorn 1986; Dayan & Simberloff 1998).

Στην περίπτωση του *A. mystacinus*, από τις παραπάνω θεωρίες φαίνεται ότι προκρίνεται η τελευταία. Η συνύπαρξη του είδους με το παρόμοιου μεγέθους *A. minous* στα χαμηλά υψόμετρα, πιθανόν να οδηγεί σε αύξηση του μήκους του σώματος σε αντίθεση με τα μεγάλα υψόμετρα που το είδος συνυπάρχει μόνο με το μικρότερο *A. sylvaticus*. Περισσότερες δειγματοληψίες και πιο εστιασμένη εργασία απαιτείται για να μπορέσουν να δοθούν συγκεκριμένες απαντήσεις σε αυτό το ερώτημα που ανακύπτει.

Στον πίνακα 4.15 επίσης παρουσιάζονται τα μορφομετρικά στοιχεία του συγγενικού είδους *A. epimelas* που απαντάται στην ηπειρωτική Ελλάδα (Filippucci *et al.*, 2002; Wilson & Reeder, 2005) για υψόμετρα <900m και >1200m, ενώ τέλος παρουσιάζονται τα μορφομετρικά στοιχεία από τους Macdonald & Barrett (1993).

#### 4.3.3.4 *Mus musculus*

Οι τιμές των μορφομετρικών μετρήσεων από την παρούσα εργασία βρίσκονται εντός ορίων που δίνονται από τους Macdonald & Barrett (1993), ενώ απέχουν σημαντικά από τα αντίστοιχα δεδομένα που υπάρχουν στη βάση δεδομένων του ΜΦΙΚ. Έτσι, η τυπική απόκλιση για τις μετρήσεις του μήκους σώματος για την παρούσα εργασία κυμαίνεται στο 5.3, ενώ από τα στοιχεία της βάσης του ΜΦΙΚ είναι στο 18.7.

Πίνακας 4.17. Μορφομετρικά στοιχεία για το *M. musculus* από διάφορες πηγές

	Πίσω πόδι	Αυτί	Σώμα	Ουρά	Βάρος
Παρούσα εργασία (n=21)	17	12	80	77	14,3
Βάση δεδομένων ΜΦΙΚ, Κρήτη (n=572)*	16,4	14	63,6	67	9,6
(Macdonald & Barrett, 1993)	16-19	-	72-98	70-95	12-22

\*αδημοσίευτα στοιχεία

#### 4.3.3.5 *Crocidura suaveolens*

Τα στοιχεία από την παρούσα εργασία αλλά και από άλλες περιοχές (της Ελλάδας και της Συρίας) παρατίθενται στον πίνακα 4.17. Το μήκος του σώματος των ζώων από την Κρήτη και την Κύπρο είναι μεγαλύτερο από τις αντίστοιχες τιμές της ηπειρωτικής Ελλάδας, της Λέσβου και της Συρίας χωρίς ωστόσο να έχει ελεγχθεί αυτό στατιστικά. Για την εξαγωγή ασφαλών



συμπερασμάτων σχετικά με την ύπαρξη ή όχι γιγαντισμού στην Κρήτη και την Κύπρο απαιτείται πιο εστιασμένη εργασία, με οστικές και κρανιακές μετρήσεις. Βέβαια, στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι τα εντομοφάγα δεν παρουσιάζουν κάποιο συγκεκριμένο πρότυπο σχετικά με το νησιωτισμό και το μέγεθος (Lomolino, 1985).

**Πίνακας 4.18. Μορφομετρικά στοιχεία για το *C. suaveolens* από διάφορες πηγές**

	<b>Πίσω πόδι</b>	<b>Αυτί</b>	<b>Σώμα</b>	<b>Ουρά</b>	<b>Βάρος</b>
Παρούσα εργασία (n=24)	12	7	68	44	7,6
Βάση δεδομένων ΜΦΙΚ, Λέσβος (n=6)*	11,9	7,2	57,6	40,2	8
Βάση δεδομένων ΜΦΙΚ, Κύπρος*	12,2 (n=10)	8 (n=8)	63,2 (n=5)	44,5 (n=8)	5,5 (n=8)
Βάση δεδομένων ΜΦΙΚ, Συρία (n=4)*	11,9	6,6	59,2	47,5	8,7
Βάση δεδομένων ΜΦΙΚ, Μακεδονία (n=7)*	11,5	4,8	53,1	36,5	5,25
(Macdonald & Barrett, 1993)	9,8-13,5		50-82	24-44	3,5-6

\*αδημοσίευτα στοιχεία

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΦΑΙΝΟΛΟΓΙΑ

## 5. Φαινολογία

### 5.1 Εισαγωγή

Η μελέτη της δραστηριοποίησης των οργανισμών κατά τη διάρκεια ενός ετήσιου κύκλου αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι της οικολογίας. Όσον αφορά στα μικροθηλαστικά, οι περισσότερες εργασίες που καταπιάνονται με την εξεύρεση φαινολογικών προτύπων εστιάζουν στη μελέτη των πληθυσμών σε μικρά υψόμετρα (e.g. Watts 1969; Montgomery *et al.*, 1977; Montgomery 1980; 1989; Flowerdew 1985), ενώ είναι έκδηλη η απουσία εργασιών που να εστιάζουν στην επίδραση του υψομέτρου στη δραστηριοποίηση. Πολύ λίγες εργασίες έχουν γίνει σε μεγάλο υψόμετρο (Dunmire, 1960; Sans-Coma & Gosalbez, 1976; Fons *et al.*, 1980; Kowalski, 1985; Yoccoz & Ims, 1999), ενώ η βιβλιογραφία για τη μελέτη των μικροθηλαστικών κατά μήκος του υψομετρικού κλινούς σε έναν ορεινό όγκο κάθε φορά περιορίζεται στην αναζήτηση της σχέσης του υψομέτρου με τον αριθμό των ειδών (Owen, 1990; Hon-Tsen, 1994; Heaney, 2001; Nor, 2001; Richart, 2001; Sanchez-Cordero, 2001; Bobretson *et al.*, 2005; Yousef & Amr, 2005; Rowe, 2009).

Η σημασία του υψομέτρου ως πολυδιάστατος παράγοντας έχει ήδη αναφερθεί στο εισαγωγικό κεφάλαιο. Με την αύξηση του υψομέτρου συν-μεταβάλλεται ένας αριθμός από αβιοτικούς παράγοντες που με τη σειρά τους επηρεάζουν τους οργανισμούς (Mani, 1990). Μερικοί από αυτούς είναι η ατμοσφαιρική πίεση, η θερμοκρασία, οι ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις και η χιονοκάλυψη, το μικροκλίμα, η μείωση της επιφάνειας, η διαφορετική εποχικότητα και άλλα που επηρεάζουν την πρωτογενή παραγωγικότητα (παραγωγή βιομάζας) άμεσα και τη δραστηριοποίηση των ανώτερων τάξεων (ασπόνδυλα και σπονδυλωτά) τόσο άμεσα όσο και έμμεσα. Τελικά, το αποτέλεσμα είναι ότι τα είδη αντιδρούν με διαφορετικό τρόπο κατά μήκος του υψομετρικού κλινούς (Bears *et al.*, 2009) και αυτό γίνεται ιδιαίτερα αντιληπτό σε είδη που είναι προσαρμοστικά και απαντώνται σε διαφορετικά υψόμετρα μιας και αποτελούν εξαιρετικά αντικείμενα για συγκριτική μελέτη.

Τη μεταβολή της φαινολογίας των μικροθηλαστικών κατά μήκος του υψομετρικού κλινούς στα Λευκά Όρη και τη Δίκτη πραγματεύεται και το παρόν κεφάλαιο. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται για το *A. sylvaticus* μιας και λόγω της προσαρμοστικότητας του σε διαφορετικά υψόμετρα και ενδιαιτήματα, απαντάται σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας. Αυτό δίνει τη δυνατότητα συγκρίσεων, τόσο μεταξύ των σταθμών στον ίδιο ορεινό όγκο κάθε φορά, όσο και μεταξύ των σταθμών του ίδιου υψομέτρου στα δύο βουνά που πραγματοποιήθηκαν οι εργασίες. Η ύπαρξη βιβλιογραφίας για τη δραστηριοποίηση του *A. sylvaticus* σε περιοχές της βόρειας Ευρώπης και της Ισλανδίας (Flowerdew, 1985; Bengtson

*et al.*, 1989; Montgomery, 1989; Fernandez *et al.*, 1996), σε διάφορες περιοχές της Μεσογείου (Fons & Saint-Girons, 1993) αλλά και λίγες από μερικά “μεσογειακά” βουνά (Kowalski, 1985; Sans-Coma & Gosalbez, 1976) δίνουν τη δυνατότητα άμεσων συγκρίσεων με τα φαινολογικά πρότυπα που παρατηρούνται στην Κρήτη.

## 5.2 Μεθοδολογία

Οι αναλύσεις γίνονται ξεχωριστά για κάθε είδος, ενώ τα δεδομένα από τις συλλήψεις παρουσιάζονται ανά σταθμό σε διαφορετικά διαγράμματα. Η πληροφορία που παρουσιάζεται περιλαμβάνει, εκτός από τη συλληψιμότητα ανά μήνα, τα αρσενικά και τα θηλυκά άτομα, την παρουσία νεαρών ατόμων στον πληθυσμό καθώς και τα ενήλικα τα οποία βρίσκονται σε αναπαραγωγική κατάσταση. Από αυτά τα στοιχεία προκύπτουν συμπεράσματα κυρίως για τη δυναμική του πληθυσμού στο χρόνο και δευτερευόντως για την αναπαραγωγική περίοδο του κάθε είδους σε κάθε σταθμό.

Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στο *A. sylvaticus* επειδή απαντάται σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας. Το γεγονός αυτό δίνει τη δυνατότητα για περαιτέρω ανάλυση των αποτελεσμάτων με τη χρήση τριγωνομετρικής στατιστικής (circular statistics) (Batschelet, 1981; Fisher, 1993).

Η τριγωνομετρική στατιστική χρησιμοποιείται όταν υπάρχουν δεδομένα που μπορούν να αποδοθούν σε κυκλική μορφή. Τέτοια δεδομένα μπορεί να είναι ο χρόνος (μια περίοδος 24 ωρών, 7 ημερών ή 12 μηνών μπορεί να αντιστοιχηθεί σε μια πλήρη στροφή 360°), η κατεύθυνση των ζώων κατά τη μετανάστευση (μπορεί να αποδοθεί είτε με τα σημεία του ορίζοντα όπως π.χ. βόρεια, βορειοανατολικά, είτε σε μοίρες).

Στην παρούσα εργασία, επειδή οι δειγματοληψίες διήρκεσαν ένα πλήρες ημερολογιακό έτος (12 μήνες), η τριγωνομετρική στατιστική χρησιμοποιείται για να δειχτεί, αν υπάρχει, η σημαντική διαφοροποίηση στη δραστηριοποίηση των *A. sylvaticus* στους σταθμούς δειγματοληψίας.

Η ανάλυση των δεδομένων έγινε με το στατιστικό πρόγραμμα Oriana v.2.02c (Kovach, 2006). Για την εισαγωγή των παρατηρήσεων δεν χρησιμοποιήθηκαν οι ακριβείς ημερομηνίες που πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληψίες αλλά οι μήνες, συνεπώς τα δεδομένα θεωρούνται ομαδοποιημένα (grouped).

Οι βασικοί παράμετροι που χρησιμοποιούνται στην τριγωνομετρική στατιστική είναι οι εξής:

Το μέσο διάνυσμα, το οποίο έχει δύο χαρακτηριστικά, την κατεύθυνση (που δίνεται ως η μέση γωνία  $\mu$ ) και το μήκος του ( $r$ ). Το μήκος του παίρνει τιμές μεταξύ 0 και 1. Μεγαλύτερο  $r$

σημαίνει ότι οι παρατηρήσεις συγκεντρώνονται πιο κοντά γύρω από τη μέση, ενώ μικρότερο  $r$  δείχνει ότι οι παρατηρήσεις είναι πιο διασπαρμένες.

Η συγκέντρωση ( $\kappa$ ) είναι μία παράμετρος που σχετίζεται με την κατανομή von Mises και μετράει την απόκλιση της κατανομής από τον τέλειο κύκλο, ενώ σχετίζεται με το μήκος του μέσου διανύσματος. Όσο πιο μεγάλο είναι το  $\kappa$ , τόσο πιο συγκεντρωμένες θα είναι οι παρατηρήσεις και η κατανομή θα προσεγγίζει την von Mises, ενώ αντίθετα, για  $\kappa=0$ , η κατανομή εκφυλίζεται και οι παρατηρήσεις κατανέμονται ομοιόμορφα στον κύκλο.

Η κυκλική διακύμανση (circular variance) και η κυκλική τυπική απόκλιση (circular standard deviation) που είναι ισοδύναμες με τις αντίστοιχες γραμμικές, αλλά υπολογίζονται με διαφορετικό τρόπο. Η διακύμανση υπολογίζεται από το μήκος του μέσου διανύσματος με την απλή εξίσωση  $V = 1 - r$ , ενώ η τυπική απόκλιση από την εξίσωση  $S = (-2 \ln(r))^{1/2}$ .

Τα τεστ που πραγματοποιήθηκαν για να ελεγχθούν τα στατιστικά αποτελέσματα είναι τα εξής (Batschelet, 1981; Kovach, 2006):

**Τεστ ομοιομορφίας του Rayleigh (Rayleigh's Uniformity Test).** Χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της πιθανότητας της μηδενικής υπόθεσης ( $H_0$ ) ότι οι παρατηρήσεις κατανέμονται με ομοιόμορφο τρόπο. Η τιμή  $Z$  του τεστ υπολογίζεται από την εξίσωση  $Z = nr^2$ , όπου  $n$  είναι ο αριθμός των παρατηρήσεων και  $r$  το μήκος του μέσου διανύσματος. Ένα μακρύτερο μέσο διάνυσμα (άρα μεγαλύτερο  $Z$ ) σημαίνει μεγαλύτερη συγκέντρωση των παρατηρήσεων γύρω από τη μέση τιμή και συνεπώς μικρότερη πιθανότητα ομοιόμορφης κατανομής των δεδομένων. Αντίστοιχα, μια πιθανότητα  $p$  μικρότερη από το επιλεγμένο επίπεδο σημαντικότητας (συνήθως 0,05) σημαίνει ότι τα δεδομένα δεν κατανέμονται ομοιόμορφα αλλά συγκεντρώνονται γύρω από μια μέση τιμή.

**Watson-Williams F-Test.** Πρόκειται για ένα τεστ που συγκρίνει δύο ή περισσότερα σετ δεδομένων με σκοπό να διερευνηθεί αν οι μέσες γωνίες τους ( $\mu$ ) διαφέρουν σημαντικά και συνεπώς αν οι κατανομές διαφέρουν. Έτσι, αν η πιθανότητα  $p$  είναι μικρότερη από το επίπεδο σημαντικότητας ( $=0,05$ ) τότε η μηδενική υπόθεση ( $H_0$ ) απορρίπτεται και τα μέσα διανύσματα είναι διαφορετικά. Αντίθετα, αν το  $p > 0,05$  τότε ενισχύεται η μηδενική υπόθεση και οι τιμές της μέσης γωνίας στατιστικά είναι ίδιες. Σε αυτή την περίπτωση το πρόγραμμα αναφέρει μια συνολική τιμή μέσης γωνίας για όλο το σετ δεδομένων που ελέγχεται.

**Mardia – Watson – Wheeler test.** Είναι ένα μη παραμετρικό τεστ που χρησιμοποιείται για να ελέγξει αν δυο κατανομές είναι ίδιες. Η διαφορά μπορεί να οφείλεται στη μέση γωνία ή στη γωνιακή απόκλιση, είτε και στα δύο. Σαν τεστ είναι αρκετά ισχυρό που όμως δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μεγάλα δείγματα ή για ομαδοποιημένα δεδομένα. Το συγκεκριμένο τεστ χρησιμοποιείται όταν δεν μπορεί να εφαρμοστεί το Watson-Williams F-Test λόγω

ομοιόμορφης κατανομής των παρατηρήσεων στο χρόνο (απουσία κανονικής κατανομής). Παρουσιάζει το μειονέκτημα ότι δεν εφαρμόζεται για λιγότερες από 10 παρατηρήσεις.

Εκτός από τα παραπάνω τεστ, εφαρμόζεται ανάλυση παλινδρόμησης με σκοπό να διερευνηθεί πιθανή σχέση της θερμοκρασίας (ανεξάρτητη μεταβλητή) με τον αριθμό των συλλήψεων (εξαρτημένη μεταβλητή). Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο, για την καταγραφή των θερμοκρασιών χρησιμοποιήθηκαν data loggers όπου παρέμεναν μόνιμα στους σταθμούς δειγματοληψίας και κατέγραφαν τις θερμοκρασίες σε διαστήματα μίας ώρας. Στις αναλύσεις χρησιμοποιήθηκαν τρεις διαφορετικοί μέσες τιμές θερμοκρασιών: Α) η μέση θερμοκρασία της ημέρας (24h) που πραγματοποιήθηκε η δειγματοληψία. Ως ημέρα ορίστηκε το διάστημα από τις 12.00 μμ πριν την τοποθέτηση των παγίδων έως τις 11.00 πμ και αφού είχαν συλλεχθεί οι παγίδες, Β) η μέση θερμοκρασία 10ημέρου. Η μέση τιμή υπολογίστηκε για το χρονικό διάστημα 5 μέρες πριν - 5 μέρες μετά τη δειγματοληψία και Γ) η μέση μηνιαία θερμοκρασία όπως ορίζεται ημερολογιακά από την πρώτη έως την τελευταία ημέρα του μήνα.

Η διερεύνηση των συσχετίσεων γίνεται και με τη χρήση της ανάλυσης αντιστοίχισης (Correspondence analysis-CA). Η ανάλυση αντιστοίχισης είναι μια διαδικασία ιεράρχησης κατά την οποία αποδομούνται πίνακες δύο διαστάσεων (πίνακες συνάφειας – contingency table) όπου καταγράφονται απαριθμήσεις αντικειμένων και των ιδιοτήτων τους (James & McCulloch, 1990). Η ιδέα βρίσκεται στην απόδοση του πίνακα συνάφειας σε γραφική παράσταση σε ένα γράφημα με λίγες διαστάσεις (συνήθως 2) όπου η ερμηνεία των σχέσεων θα είναι ευκολότερη. Στην παρούσα εργασία ως αντικείμενα θεωρούνται οι μήνες και οι σταθμοί δειγματοληψίας ενώ η σχέση τους εξετάζεται ως προς τη μέση μηνιαία θερμοκρασία και ως προς τις μηνιαίες συλλήψεις. Από την ανάλυση αυτή μπορεί να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με:

- Τη σχέση μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας όσο αφορά στις μηνιαίες θερμοκρασίες. Πρακτικά διερευνάται η συνάφεια μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας.
- Τη σχέση μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας όσον στις μηνιαίες συλλήψεις του *A. sylvaticus*.

Για την εφαρμογή της ανάλυσης αντιστοίχισης και της ανάλυσης παλινδρόμησης χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα στατιστικής SPSS v.17 και το Microsoft Excel 2007.

## 5.3 Αποτελέσματα

### 5.3.1 Συσχέτιση των σταθμών με τη θερμοκρασία

Το πρώτο ερώτημα που τίθεται, πριν ακόμα γίνουν οι αναλύσεις για κάθε είδος ξεχωριστά, είναι αν παρατηρείται κάποια σχέση μεταξύ των 8 διαφορετικών σταθμών. Αν ομαδοποιούνται μεταξύ τους οι χαμηλοί σταθμοί, αντίστοιχα οι ψηλοί, ή αν κάποιος χαμηλότερος σταθμός παρουσιάζει ίδια χαρακτηριστικά με κάποιον ψηλότερο.

Η διερεύνηση αυτή της συσχέτισης των σταθμών μπορεί να γίνει με τα δεδομένα θερμοκρασίας που συλλέχθηκαν από τα data logger χρησιμοποιώντας την ανάλυση αντιστοίχισης (Correspondence analysis – CA). Οι θερμοκρασίες που χρησιμοποιούνται είναι οι μέσες μηνιαίες. Για την καλύτερη αποτύπωση της σχέσης αυτής απαιτούνται περισσότεροι αβιοτικοί παράγοντες, όπως για παράδειγμα η υγρασία, η ηλιοφάνεια, οι κατακρημνίσεις κ.α. αλλά στην παρούσα φάση δεν ήταν δυνατή η συλλογή περισσότερων στοιχείων. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ακολούθως.

Από τις 7 διαστάσεις, τη μεγαλύτερη συνεισφορά στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων δίνει η πρώτη με 86,3% ενώ η δεύτερη ερμηνεύει μόνο κατά 9% που είναι πολύ μικρό ποσοστό. Οι υπόλοιπες διαστάσεις δίνουν αθροιστικά ένα ποσοστό 4,7% και συνεπώς δεν μπορούμε να αντλήσουμε κάποια σημαντική πληροφορία (Πίνακας 4.3.1)

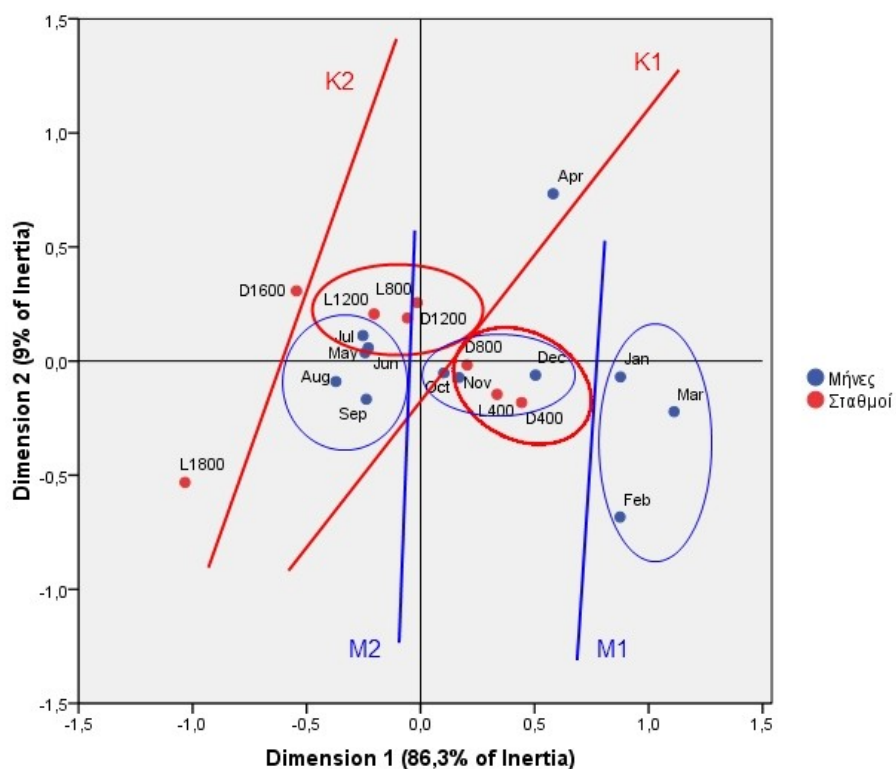
**Πίνακας 5.1. Οι τιμές αδράνειας (Inertia) κάθε διάστασης και το ποσοστό συνεισφοράς (Proportion of Inertia/Accounted for) στην εξήγηση της θερμοκρασίας**

Dimension					Proportion of Inertia		Confidence Singular Value	
	Singular Value	Inertia	Chi Square	Sig.	Accounted for	Cumulative	Standard Deviation	Correlation
								2
1	,178	,032			,863	,863	,022	-,099
2	,057	,003			,090	,953	,023	
3	,036	,001			,035	,988		
4	,018	,000			,009	,997		
5	,009	,000			,002	,999		
6	,005	,000			,001	1,000		
7	,002	,000			,000	1,000		
Total		,037	46,056	,998 <sup>a</sup>	1,000	1,000		

a. 77 degrees of freedom

Στο σχήμα 5.1 παρουσιάζεται η γραφική παράσταση της ανάλυσης αντιστοίχισης. Αρχικά, η 1<sup>η</sup> διάσταση χωρίζει τους μήνες σε δυο ομάδες, όπως άλλωστε αναμενόταν. Οι πιο κρύοι μήνες του έτους εμφανίζονται δεξιά της γραμμής, ενώ οι πιο ζεστοί βρίσκονται αριστερά της γραμμής. Μάλιστα μπορεί να γίνει μια επιπλέον ομαδοποίηση σε σχέση με τη θερμοκρασία. Η γραμμή M1 διακρίνει τους χειμερινούς μήνες από τους φθινοπωρινούς, ενώ η γραμμή M2 διακρίνει τους τελευταίους από τους πιο ζεστούς μήνες του έτους.

Όσον αφορά στους σταθμούς, η θέση τους μέσα στο διάγραμμα φανερώνει το βαθμό ορεινότητας, ενώ η σχετική μεταξύ τους θέση δείχνει τη συνάφεια τους. Η ανάλυση δείχνει μια πρώτη ομαδοποίηση των χαμηλών σταθμών στα 400m με το σταθμό των 800m της Δίκτης να είναι πολύ κοντά. Η γραμμή K1 χωρίζει αυτούς τους σταθμούς από τη δεύτερη ομάδα που δημιουργείται από τα 800m και τα 1200m των Λευκών Ορέων και τα 1200m της Δίκτης. Οι σταθμοί D1200 και L800 παρουσιάζουν περισσότερη ομοιότητα όπως δείχνει και η απόσταση μεταξύ τους στο διάγραμμα, ενώ ο 1200m των Λευκών Ορέων είναι πιο ορεινός από τους άλλους δύο. Οι δύο ψηλοί σταθμοί αποτελούν ο καθένας ομάδα από μόνος του, με τον 1200 των Λευκών Ορέων να είναι ο πλέον αλπικός με βάση πάντα τη θερμοκρασία. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο D1600 είναι πιο κοντά στον L1200 από ότι με τον L1800 και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η ανατολικότερη Δίκη έχει συγκριτικά πιο μεγάλες θερμοκρασίες από τα Λευκά Όρη.



Σχήμα 5.1. Ανάλυση αντιστοίχισης για τους μήνες και τους σταθμούς δειγματοληψίας σε σχέση με την θερμοκρασία



### 5.3.2 *Apodemus sylvaticus*

Το *A. sylvaticus* είναι το μόνο μικροθηλαστικό της μελέτης που απαντάται και στους 8 σταθμούς δειγματοληψίας, από τα 400m μέχρι και τα 1600m της Δίκτης και τα 1800m των Λευκών Ορέων. Οι αναφορές από την Κρήτη (ΜΦΙΚ, βάση δεδομένων) δίνουν μια κατανομή που εξαπλώνεται υψομετρικά από το επίπεδο της θάλασσας μέχρι και την κορυφή της Ίδης στα 2456m δίνοντας του τη ταυτότητα ως το πλέον προσαρμοστικό μικροθηλαστικό (Sans-Coma & Gosalbez, 1976; Fons & Saint-Girons, 1993).

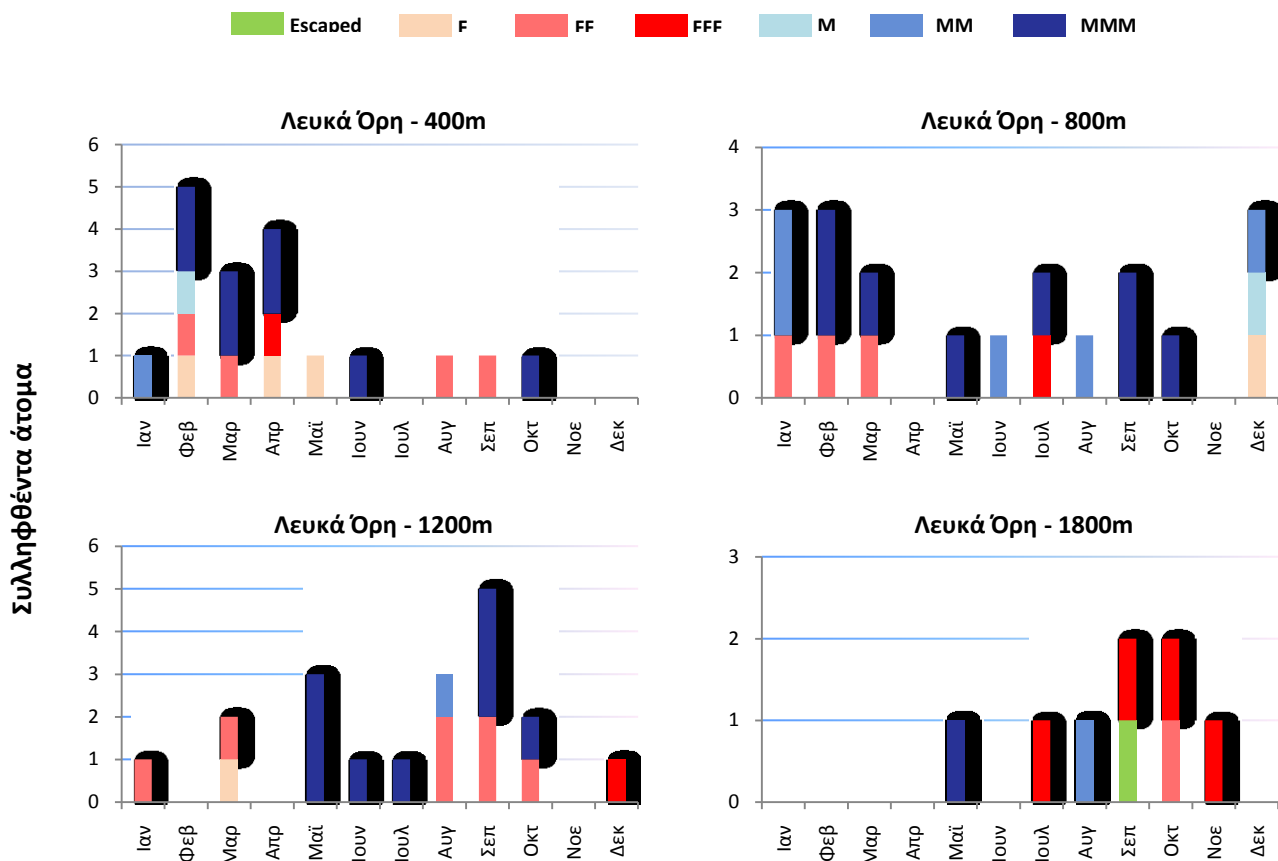
#### 5.3.2.1 Ποιοτικά στοιχεία φαινολογίας του *A. sylvaticus*

Στα Λευκά Όρη, στο σταθμό των 400m, τα περισσότερα άτομα πιάστηκαν τους μήνες Φεβρουάριο, Μάρτιο και Απρίλιο. Το Φεβρουάριο, η αύξηση της συλληψιμότητας οφείλεται στα ανώριμα άτομα, ενώ τον Απρίλιο και το Μάιο συλλαμβάνονται επίσης νεαρά άτομα. Τους ίδιους μήνες η συλληψιμότητα των αναπαραγωγικών αρσενικών είναι αυξημένη. Τους υπόλοιπους μήνες η συλληψιμότητα των ζώων μειώνεται ή και μηδενίζεται.

Στα 800m του ίδιου βουνού, η συλληψιμότητα παρουσιάζει δύο κορυφές: μια τους χειμερινούς μήνες που είναι και η μεγαλύτερη και μια μικρότερη τους καλοκαιρινούς μήνες. Το Δεκέμβριο η αυξημένη συλληψιμότητα οφείλεται σε νεαρά άτομα.

Στα 1200m των Λευκών Ορέων, η μέγιστη συλληψιμότητα αρχίζει να μετατοπίζεται προς το τέλος καλοκαιριού και την αρχή του φθινοπώρου. Από τον Μάιο μέχρι και τον Οκτώβριο σχεδόν όλα τα αρσενικά που συλλαμβάνονται βρίσκονται σε αναπαραγωγική φάση. Τα ζώα που συλλέχθηκαν το Μάρτιο βρέθηκαν νεκρά.

Στα 1800 μέτρα, τους μήνες Ιανουάριο μέχρι και Απρίλιο δεν πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες λόγω χιονοκάλυψης. Το Δεκέμβριο και τον Ιούνιο, δεν πιάστηκε κανένα άτομο. Το Σεπτέμβριο, το ζώο ξέφυγε κατά το χειρισμό χωρίς να υπάρχουν μετρήσεις, παρόλα αυτά συμπεριλαμβάνεται στο διάγραμμα. Εδώ πλέον είναι εμφανής η συγκέντρωση της δραστηριοποίησης τους καλοκαιρινούς/φθινοπωρινούς. Σε αυτούς τους μήνες συλλαμβάνονται θηλυκά με εμφανείς θηλές και αυξημένο σωματικό βάρος. Τα θηλυκά που συλλαμβάνονται τον Ιούλιο και το Σεπτέμβριο κυοφορούν, ενώ σε αυτά που συλλαμβάνονται τους δύο επόμενους μήνες είναι έντονα εμφανείς οι θηλές.



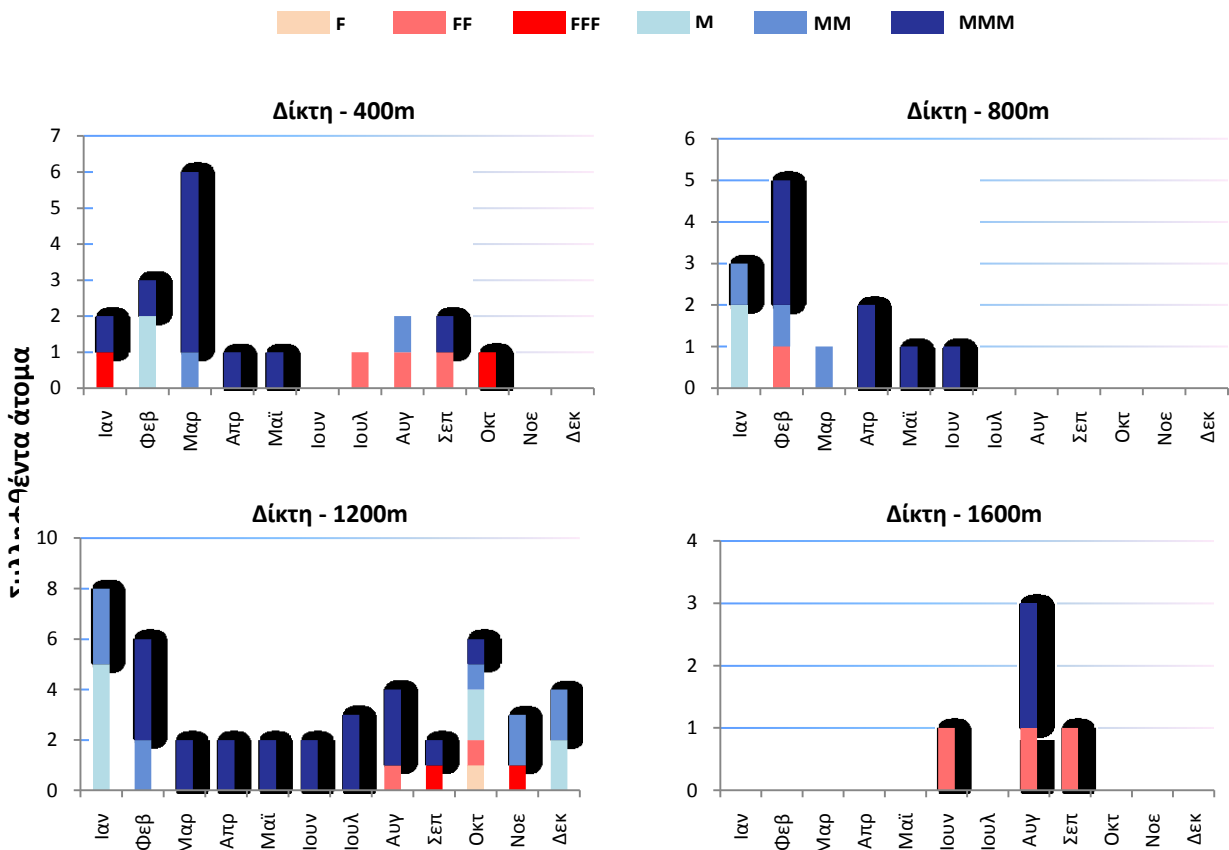
Σχήμα 5.2. Μηνιαία συλληψιμότητα ανά ηλικία και αναπαραγωγική κατάσταση του *A. sylvaticus* στους σταθμούς των Λευκών Ορέων

Στη Δίκτη, στα 400m, η μέγιστη δραστηριοποίηση παρατηρείται το Μάρτιο, ενώ το Φεβρουάριο τα νεαρά άτομα συνεισφέρουν στην αύξηση της συλληψιμότητας.

Στα 800m, το μέγιστο της συλληψιμότητας είναι το Φεβρουάριο. Ήδη από τον Ιανουάριο εμφανίζονται νεαρά άτομα στις συλλήψεις, ενώ στην πλειοψηφία των συλλήψεων για όλους τους μήνες υπάρχουν σεξουαλικά ενεργά αρσενικά. Τον τελευταίο μήνα του πειράματος (Ιούλιο) δεν συλλαμβάνεται κανένα άτομο.

Στα 1200m της Δίκτης, η συλληψιμότητα είναι πιο ομοιόμορφα κατανεμημένη στο χρόνο. Τα ζώα αρχίζουν να δραστηριοποιούνται εντονότερα στο τέλος του Αυγούστου, ενώ το μέγιστο των συλλήψεων εμφανίζεται τον Ιανουάριο με 8 ζώα.

Στα 1600m της Δίκτης δειγματοληψίες δεν πραγματοποιήθηκαν τους μήνες Δεκέμβριο, Φεβρουάριο και Μάρτιο λόγω άσχημων καιρικών συνθηκών. Εν τούτοις, τους υπόλοιπους μήνες δεν συλλαμβάνονται ζώα εκτός από τους τρεις μήνες που φαίνονται παρακάτω. Τα περισσότερα άτομα πιάνονται τον Αύγουστο, αλλά δεν συλλήφθηκαν ανώριμα άτομα, ούτε θηλυκά σε κατάσταση εγκυμοσύνης ή θηλασμού.

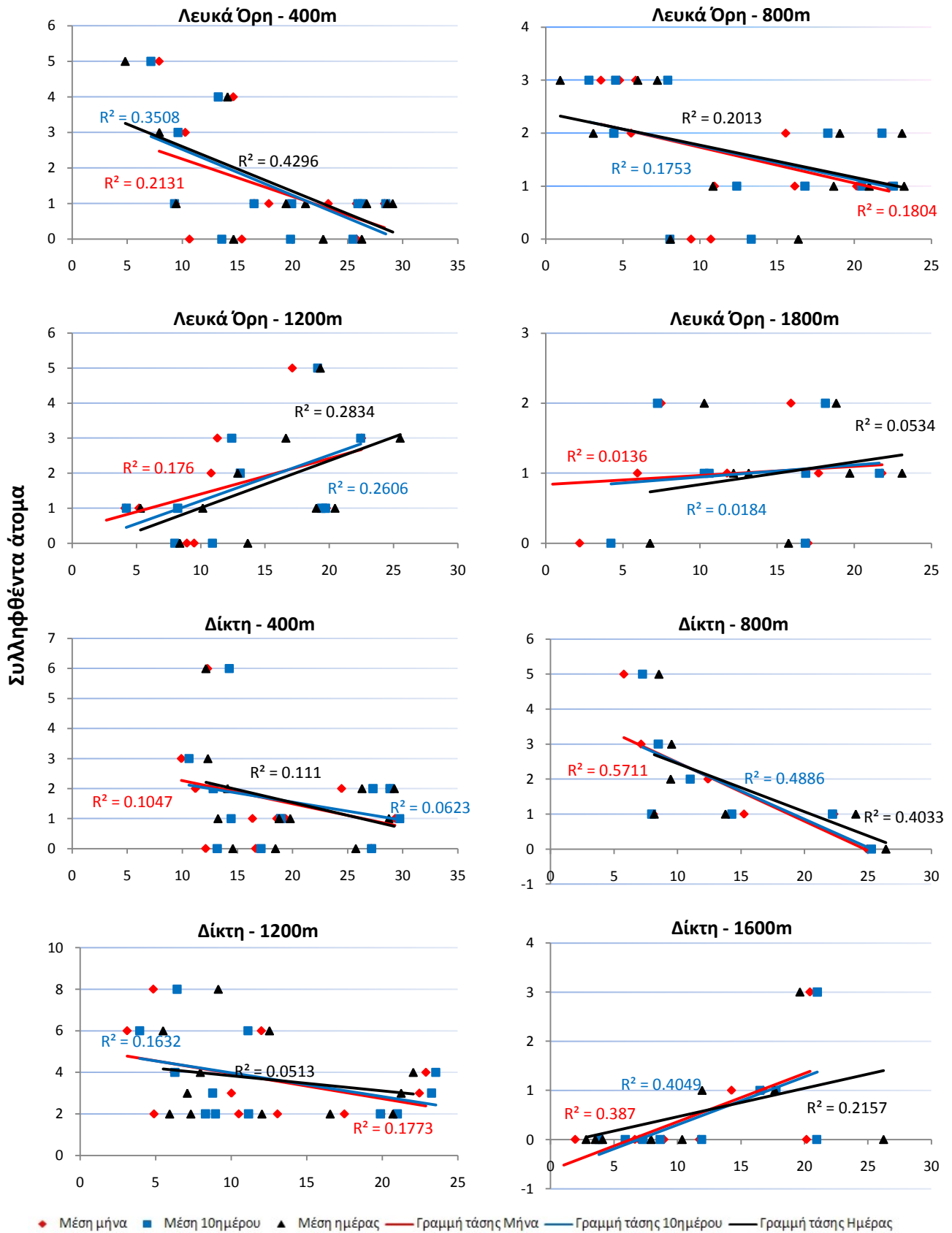


Σχήμα 5.3. Μηνιαία συλληψιμότητα ανά ηλικία και αναπαραγωγική κατάσταση του *A. sylvaticus* στους σταθμούς της Δίκτης

### 5.3.2.2 Συσχέτιση συλληψιμότητας με τη θερμοκρασία

Στα 400m των Λευκών Ορέων, το 43% των συλλήψεων ερμηνεύεται από τη μεταβολή της θερμοκρασίας που μετρήθηκε την ημέρα της δειγματοληψίας ( $R^2=0.4296$ ,  $p=0.021$ ). Αντίστοιχα, για τη μέση θερμοκρασία του 10ημέρου (5 ημέρες πριν τη δειγματοληψία και 5 ημέρες μετά), ο συντελεστής προσδιορισμού μειώνεται ( $R^2=0.3508$ ,  $p=0.042$ ), ενώ για τις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες η όποια συσχέτιση ( $R^2=0.2131$ ) μπορεί να οφείλεται σε τυχαιότητα ( $p=0.131$ ). Στα 800m, οι συλλήψεις δεν ερμηνεύονται από τις μέσες θερμοκρασίες της ημέρας δειγματοληψίας, του 10ημέρου, και του μήνα ( $p>0.05$ ), ενώ το ίδιο συμβαίνει με τα 1200m και τα 1800m του ίδιου βουνού.

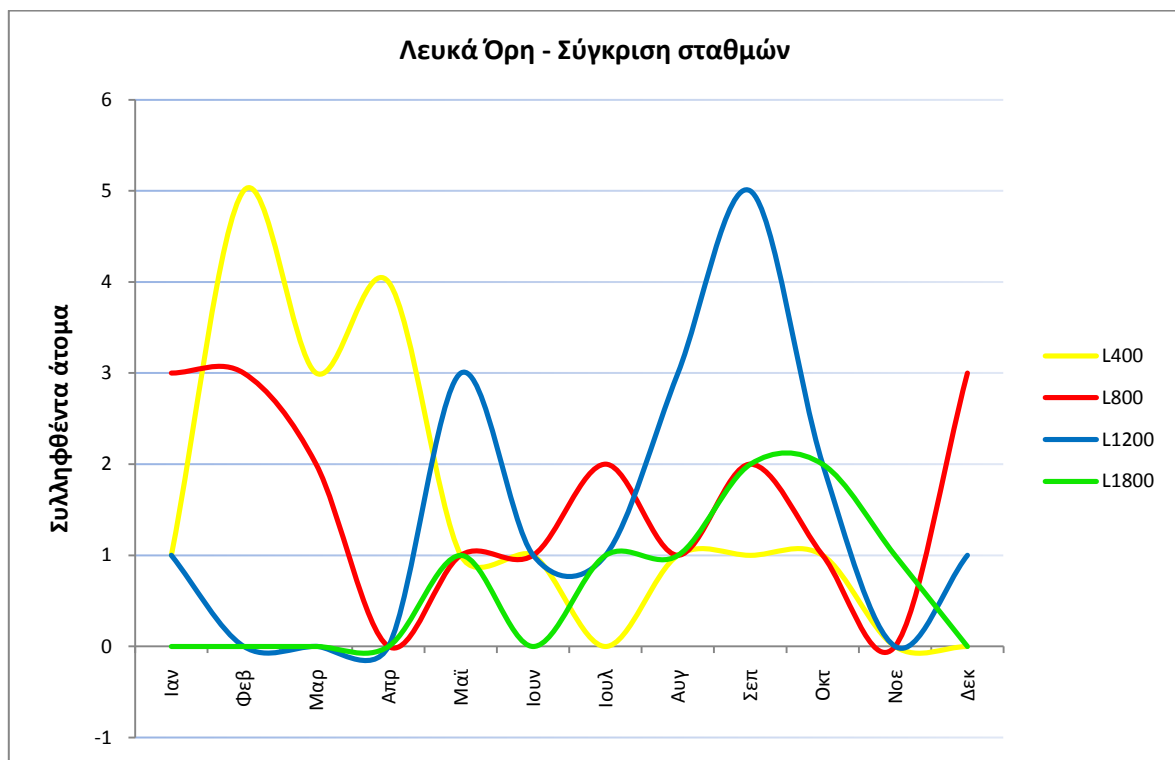
Στη Δίκη, στα 400m δεν υπάρχει καμία συσχέτιση της θερμοκρασίας με τη συλληψιμότητα ( $p>0.05$ ), ενώ στα 800m οριακά ( $p=0.049$ ) μόνο η θερμοκρασία του μήνα ερμηνεύει τις συλλήψεις ( $R^2=0.5711$ ). Στα 1200m και στα 1600m επίσης οι συλλήψεις δεν ερμηνεύονται από τις μέσες θερμοκρασίες ( $p>0.05$ ).



Σχήμα 5.4. Συσχέτιση των συλλήψεων με την θερμοκρασία σε κάθε σταθμό

### 5.3.2.3 Σύγκριση συλλήψεων μεταξύ σταθμών στα Λευκά Όρη

Στα Λευκά Όρη, στα 400m η μέγιστη συλληψιμότητα αναφέρεται από το Φεβρουάριο μέχρι τον Απρίλιο, ενώ τους άλλους μήνες παραμένει σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Στον αμέσως ψηλότερο σταθμό, στα 800m, η μέγιστη συλληψιμότητα μετατοπίζεται χρονικά λίγο νωρίτερα, από τον Δεκέμβριο μέχρι και τον Φεβρουάριο, ενώ μικρή αύξηση των συλλήψεων υπάρχει τον Ιούνιο και το Σεπτέμβριο. Το ίδιο πρότυπο παρατηρείται και στα 1200m με τη μέγιστη συλληψιμότητα να μετατοπίζεται αρκετά νωρίτερα το Σεπτέμβριο και μια μικρότερη κορφή το Μάιο και τέλος στα 1800m οι μέγιστες συλλήψεις γίνονται στο τέλος του καλοκαιριού μέχρι τη μέση του φθινοπώρου (Σχήμα 5.5).



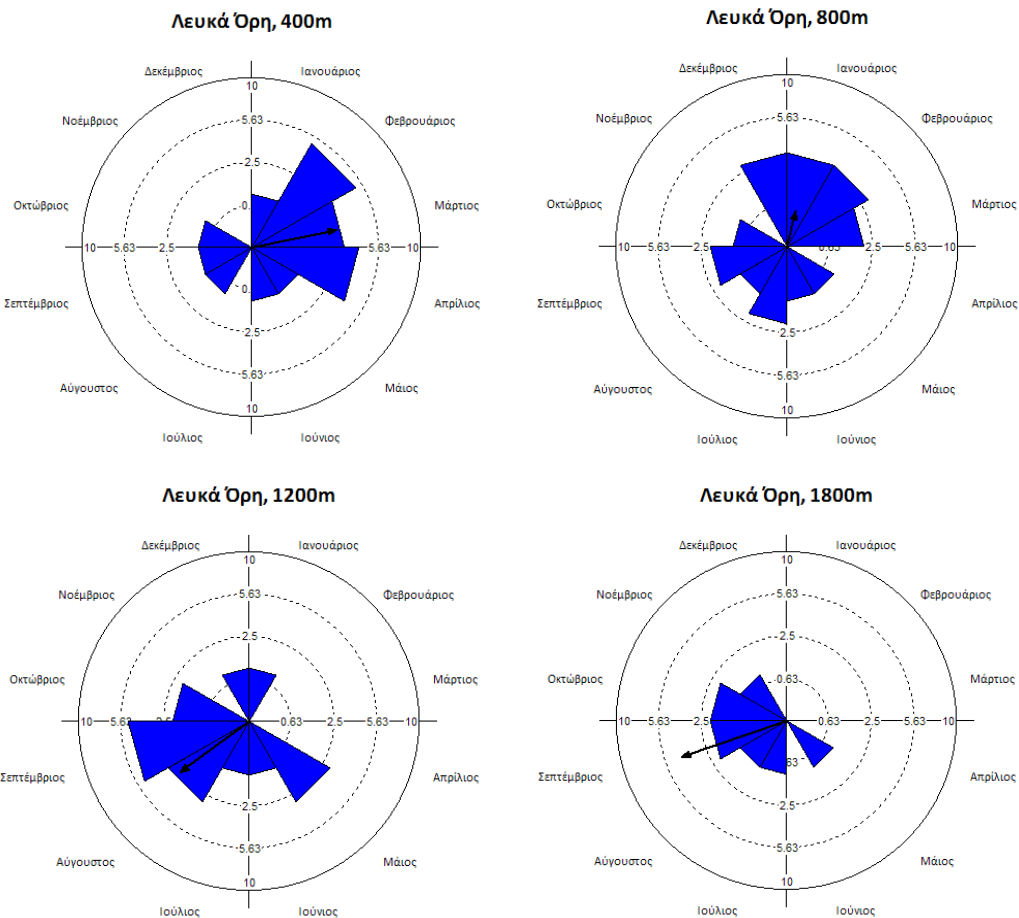
Σχήμα 5.5. Συνολική συλληψιμότητα για κάθε σταθμό στα Λευκά Όρη

Από το τεστ ομοιομορφίας του Rayleigh (*Rayleigh's Uniformity Test - Z*, Πίνακας 5.2) προκύπτει ότι στους σταθμούς των 400m, 1200m και 1800m τα δεδομένα συγκεντρώνονται γύρω από τη μέση τιμή σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05 ( $p < 0,05$ ), ενώ αντίθετα στο σταθμό των 800m οι παρατηρήσεις των ζώων κατανέμονται πιο ομοιόμορφα όλο το χρόνο ( $Z=0.847$ ,  $p=0.434$ ).

Πίνακας 5.2. Βασικές στατιστικές παράμετροι για κάθε σταθμό όπως προκύπτει από το Oriana (Λευκά Όρη)

Variable	400m	800m	1200m	1800m
Data Type	Month of year	Month of year	Month of year	Month of year
Number of Observations	18	19	17	8
Data Grouped?	Yes	Yes	Yes	Yes
Group Width (& Number of Groups)	30° (12)	30° (12)	30° (12)	30° (12)
Mean Vector ( $\mu$ )	78.158°	13.064°	233.413°	250.893°
Mean Group	Μάρτιος	Ιανουάριος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
Length of Mean Vector (r)	0.51	0.211	0.501	0.646
Median	75°	15°	255°	255°
Median Group	Μάρτιος	Ιανουάριος	Σεπτέμβριος	Σεπτέμβριος
Concentration	1.181	0.432	1.154	1.568
Circular Variance	0.49	0.789	0.499	0.354
Circular Standard Deviation	66.487°	101.047°	67.359°	53.538°
Standard Error of Mean	17.397°	43.517°	18.274°	20.123°
95% Confidence Interval (-/+ for $\mu$ )	44.053°	287.754°	197.59°	211.443°
	112.263°	98.374°	269.237°	290.343°
99% Confidence Interval (-/+ for $\mu$ )	33.34°	260.957°	186.337°	199.051°
	122.976°	125.172°	280.49°	302.735°
Rayleigh Test (Z)	4.682	0.847	4.268	3.341
Rayleigh Test (p)	0.008	0.434	0.012	0.03

Warning: values with a line through them may be unreliable because of low concentration (i.e. uniform distribution).



Σχήμα 5.6. Απεικόνιση της συλληψιμότητας σε κυκλικά διαγράμματα για τα Λευκά Όρη

Για να ελεγχθεί αν οι μέσες γωνίες ( $\mu$ ) των παρατηρήσεων διαφέρουν στους σταθμούς, εφαρμόζεται το Watson-Williams F-Test (Πίνακας 5.3). Όπως φαίνεται, ο σταθμός των 400m με τα 1200m και 1800m διαφέρουν σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05 ( $p < 0,05$ ) ενώ συγκρίνοντας τους δύο τελευταίους σταθμούς μεταξύ τους προκύπτει ότι οι μέσες γωνίες δεν διαφέρουν στατιστικά. Η σύγκριση των τριών σταθμών με τα 800m δίνει μη αξιόπιστα αποτελέσματα λόγω έλλειψης στατιστικά σημαντικής συγκέντρωσης (ομοιόμορφη κατανομή) των παρατηρήσεων στο χρόνο.

Πίνακας 5.3. Watson-Williams F-Test για τους σταθμούς των Λευκών Ορέων

Variables (& observations)	F	p	df	df2	Est. Mean
L400 & L800 (18 & 19)	<del>3.741</del>	<del>0.061</del>	1	35	59.649
L400 & L1200 (18 & 17)	34.23	1.50E-06	1	33	*****
L400 & L1800 (18 & 8)	26.494	2.86E-05	1	24	*****
L800 & L1200 (19 & 17)	<del>13.951</del>	<del>6.87E-04</del>	1	34	*****
L800 & L1800 (19 & 8)	<del>9.735</del>	<del>0.005</del>	1	25	*****
L1200 & L1800 (17 & 8)	0.382	0.542	1	23	240

\*\*\*\*\* indicates that a result could not be calculated.  
Warning: values with a line through them may be unreliable because of low concentration (i.e. uniform distribution).

Σε αυτή την περίπτωση, εφαρμόζοντας το μη παραμετρικό τεστ Mardia – Watson – Wheeler (Πίνακας 5.4) φαίνεται τελικά ότι οι σταθμοί των 400m και 800m δεν διαφέρουν σημαντικά ( $p=0.167$ ), ενώ το ίδιο ισχύει και για τους σταθμούς 800m και 1200m ( $p=0.071$ ). Αντιθέτως, το ίδιο τεστ, επιβεβαιώνει τη διαφορά μεταξύ 400m και 1200m ( $W=14.393$ ,  $p=7.49E-4$ ).

Πίνακας 5.4. Mardia – Watson – Wheeler test για τους σταθμούς των Λευκών Ορέων

Variables (& observations)	W	p
L400 & L800 (18 & 19)	3.574	0.167
L400 & L1200 (18 & 17)	14.393	7.49E-4
L400 & L1800 (18 & 8)	*****	*****
L800 & L1200 (19 & 17)	5.3	0.071
L800 & L1800 (19 & 8)	*****	*****
L1200 & L1800 (17 & 8)	*****	*****

\*\*\*\*\* Can't calculate; one or more samples have fewer than 10 observations

Από τα παραπάνω προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις:

Στο σταθμό των 400m στα Λευκά Όρη, οι τιμές συγκεντρώνονται ισχυρά γύρω από τη μέση τιμή ( $Z=4.682$ ,  $p=0.008$ ). Η μέγιστη συλληψιμότητα εμφανίζεται το Φεβρουάριο, μια δεύτερη κορυφή τον Απρίλιο και μια τρίτη το Μάρτιο με αποτέλεσμα το μέσο διάνυσμα να “δείχνει” το Μάρτιο.

Αντίστοιχη συγκέντρωση των τιμών των συλλήψεων γύρω από το μέσο διάνυσμα δεν υπάρχει στα 800m ( $Z=0.847$ ,  $p=0.434$ ) δείχνοντας ότι η κατανομή είναι πιο ομοιόμορφη μέσα στο χρόνο. Παρόλο που το μέσο διάνυσμα δείχνει ασθενώς προς τον Ιανουάριο, φαίνεται καθαρά ότι ο πληθυσμός αρχίζει να επαμφοτερίζει, να συμπεριφέρεται δηλαδή με χαρακτηριστικά που έχουν τόσο τα 400m (κινητικότητα τους χειμερινούς μήνες), όσο και τα 1200m (διάνυσμα που “δείχνει” τον Αύγουστο). Η σύγκριση με τα 400m και τα 1200m απλά επιβεβαιώνει το συγκεκριμένο χαρακτήρα. Το μη παραμετρικό test Mardia – Watson – Wheeler δείχνει ότι οι κατανομές των 400m και 800m δεν διαφέρουν σημαντικά στατιστικά ( $W=3.574$ ,  $p=0.167$ ), ενώ το ίδιο συμβαίνει, αν και ασθενέστερα, μεταξύ των 800m και 1200m ( $W=5.3$ ,  $p=0.071$ ).

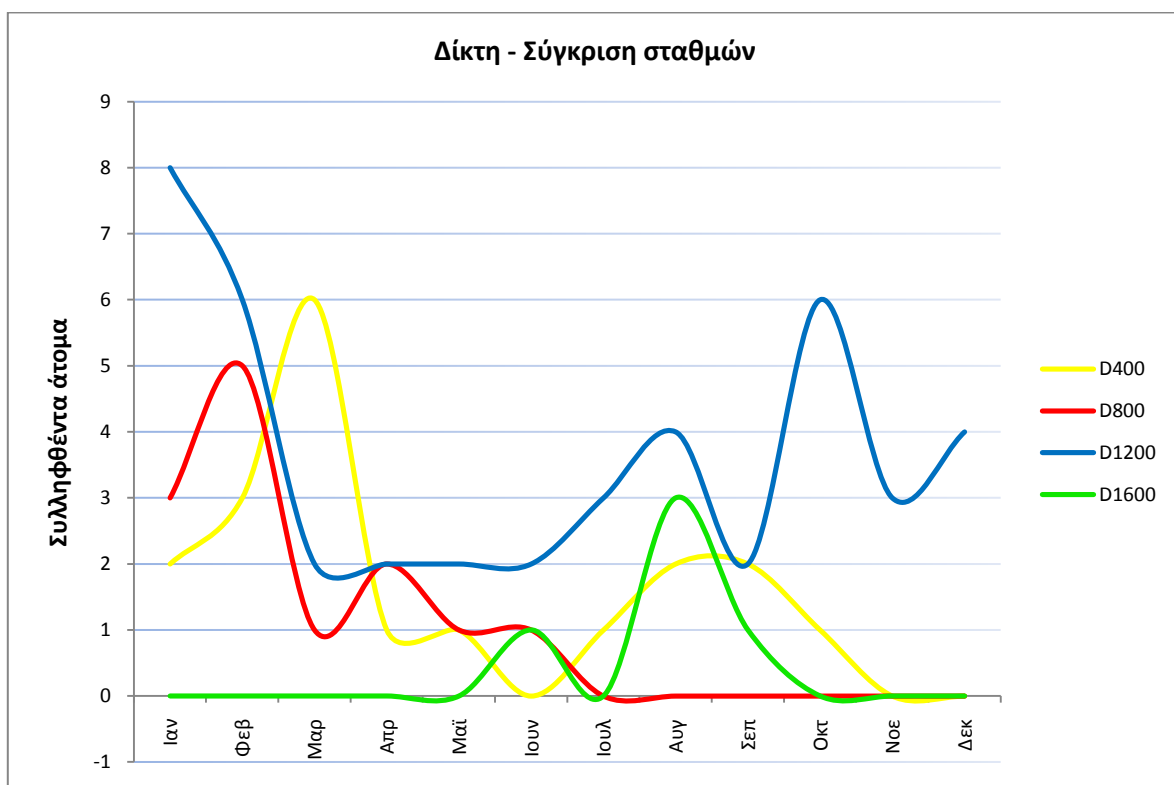
Στα 1200m η κατάσταση αλλάζει σημαντικά. Οι τιμές συγκεντρώνονται σημαντικά γύρω από το μέσο διάνυσμα ( $Z=4.268$ ,  $p=0.012$ ) που είναι τον Αύγουστο. Η μέγιστη συλληψιμότητα επιτυγχάνεται το Σεπτέμβριο, ενώ ακολουθούν ο Αύγουστος και ο Μάιος. Η διαφορά με το σταθμό των 400m είναι στατιστικά σημαντική, τόσο με το παραμετρικό F-test ( $F=34.23$ ,  $p=2.86E-05$ ) όσο και με το μη παραμετρικό Mardia – Watson – Wheeler ( $W=14.393$ ,  $p=7.49E-4$ ). Αντιθέτως, η σύγκριση με το σταθμό των 1800m καταδεικνύει ότι δεν υπάρχει διαφορά στον αριθμό των συλλήψεων μεταξύ των δύο σταθμών ( $F=0.382$ ,  $p=0.542$ ).

Ο τελευταίος σταθμός είναι και ο πλέον ξεκάθαρος όσον αφορά στη δυναμική του πληθυσμού και οι συλλήψεις συγκεντρώνονται σημαντικά τους θερινούς και φθινοπωρινούς μήνες ( $Z=3.341$ ,  $p=0.03$ ). Με το σταθμό των 1200m δεν υπάρχει διαφορά όπως ήδη αναφέρθηκε, ενώ η διαφορά είναι σημαντική με τα 400m ( $F=26.494$ ,  $p=2.86E-05$ ). Συγκρίνοντας με το σταθμό των 800m, το παραμετρικό F-test δείχνει διαφορά στα διανύσματα η οποία όμως δεν είναι αξιόπιστη λόγω χαμηλής συγκέντρωσης στα 800m (ομοιόμορφη κατανομή). Αντίστοιχη σύγκριση με μη παραμετρικό τεστ δεν μπορεί να γίνει λόγω λίγων συλλήψεων στον ψηλό σταθμό.



### 5.3.2.4 Σύγκριση συλλήψεων μεταξύ σταθμών στη Δίκτη

Ένα ανάλογο πρότυπο με τα Λευκά Όρη παρουσιάζουν και οι σταθμοί στη Δίκτη. Στα 400m η μέγιστη συλληψιμότητα είναι το μήνα Μάρτιο, ενώ για τα 800m μετατοπίζεται ένα μήνα νωρίτερα το Φεβρουάριο. Στα 1200m η καμπύλη έχει τρεις κορυφές με τις πολλές συλλήψεις να γίνονται τον Ιανουάριο, η δεύτερη μικρότερη κορφή εντοπίζεται τον Οκτώβριο και μια Τρίτη μικρότερη τους καλοκαιρινούς μήνες (Ιούλιο-Αύγουστο). Στα 1600m, το μέγιστο των συλλήψεων μετατοπίζεται τελείως προς τους καλοκαιρινούς μήνες δείχνοντας την ίδια τάση που υπάρχει και στα Λευκά Όρη. (Σχήμα 5.7)



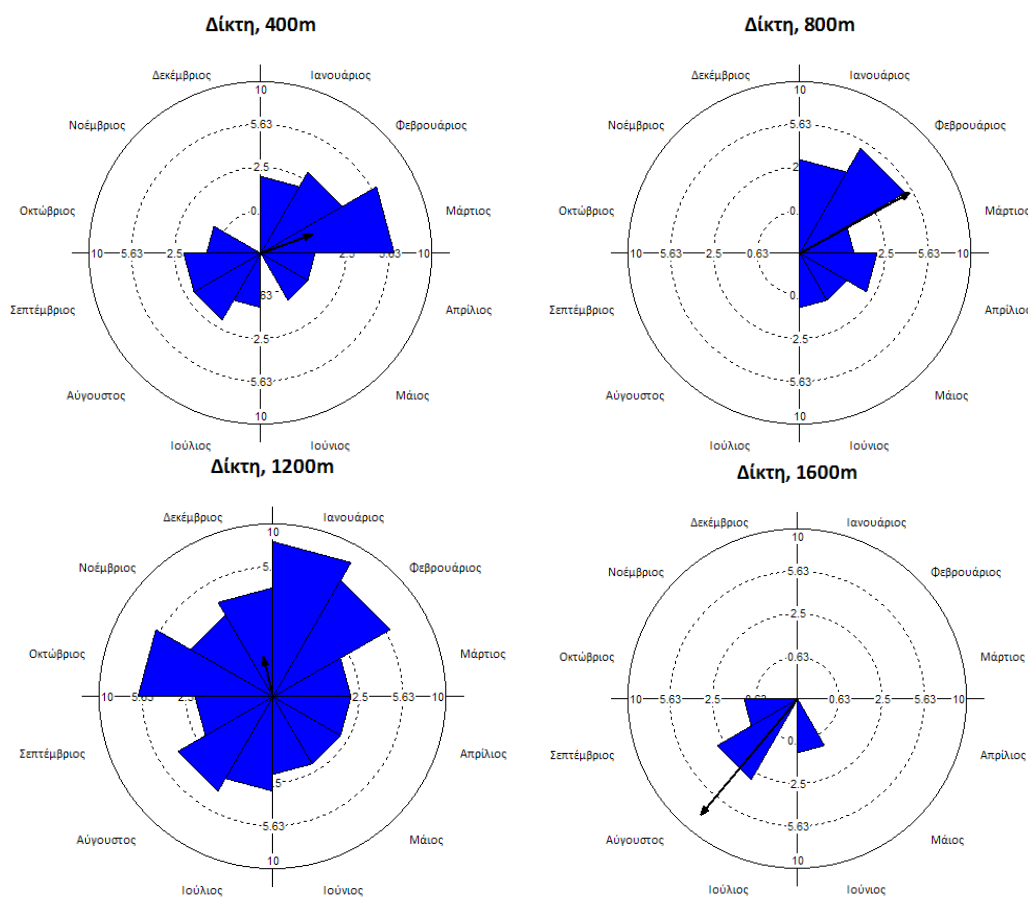
Σχήμα 5.7. Συνολική συλληψιμότητα για κάθε σταθμό στη Δίκτη

Από το τεστ ομοιομορφίας του Rayleigh (*Rayleigh's Uniformity Test - Z*, Πίνακας 5.5) προκύπτει ότι στα 1600m οι παρατηρήσεις συγκεντρώνονται γύρω από τη μέση τιμή σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05 ( $p < 0,05$ ), ενώ αντίθετα στα 400m και 1200m οι παρατηρήσεις των ζώων κατανέμονται πιο ομοιόμορφα όλο το χρόνο ( $p > 0,05$ ). Στα 800m δεν μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα μιας και δεν πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες σε αυτή την τοποθεσία από τον Αύγουστο μέχρι και το Δεκέμβριο.

Πίνακας 5.5. Βασικές στατιστικές παράμετροι για κάθε σταθμό όπως προκύπτει από το Oriana (Δίκτη)

Variable	D400	D800	D1200	D1600
Data Type	Month of year	Month of year	Month of year	Month of year
Number of Observations	19	13	44	5
Data Grouped?	Yes	Yes	Yes	Yes
Group Width (& Number of Groups)	30° (12)	30° (12)	30° (12)	30° (12)
Mean Vector ( $\mu$ )	70.128°	61.163°	346.505°	220.208°
Mean Group	Μάρτιος	Μάρτιος	Δεκέμβριος	Αύγουστος
Length of Mean Vector (r)	0.313	0.726	0.234	0.886
Median	75°	45°	345°	225°
Median Group	Μάρτιος	Φεβρουάριος	Δεκέμβριος	Αύγουστος
Concentration	0.66	1.704	0.482	2.312
Circular Variance	0.687	0.274	0.766	0.114
Circular Standard Deviation	87.278°	45.832°	97.584°	28.143°
Standard Error of Mean	<del>28.897°</del>	14.284°	25.682°	17.898°
95% Confidence Interval (-/+ for $\mu$ )	<del>13.478°</del> <del>126.778°</del>	33.162° 89.165°	296.159° 36.851°	185.121° 255.295°
99% Confidence Interval (-/+ for $\mu$ )	<del>355.684°</del> <del>144.573°</del>	24.366° 97.961°	280.345° 52.666°	174.099° 266.317°
Rayleigh Test (Z)	1.866	6.856	2.419	3.928
Rayleigh Test (p)	0.155	4.10E-04	0.088	0.011

Warning: values with a line through them may be unreliable because of low concentration (i.e. uniform distribution).



Σχήμα 5.8. Απεικόνιση της συλληψιμότητας σε κυκλικά διαγράμματα για τη Δίκτη

Ο αντίστοιχος έλεγχος με το Watson-Williams F-Test (Πίνακας 5.6) δεν δίνει σαφή αποτελέσματα και αυτό γιατί αφενός στο σταθμό των 800m δεν υπάρχει πλήρες σετ δεδομένων, αφετέρου στους υπόλοιπους σταθμούς (εκτός των 1600m) φαίνεται ότι οι παρατηρήσεις κατανέμονται στατιστικά πιο ομοιόμορφα.

Πίνακας 5.6. Watson-Williams F-Test για τους σταθμούς της Δίκτης

Variables (& observations)	F	p	df	df2	Est. Mean
D400 & D800 (19 & 13)	0.106	0.747	1	30	64.629
D400 & D1200 (19 & 44)	<del>8.353</del>	<del>0.005</del>	1	61	*****
D400 & D1600 (19 & 5)	<del>16.209</del>	<del>5.66E-04</del>	1	22	*****
D800 & D1200 (13 & 44)	8.872	0.004	1	55	*****
D800 & D1600 (13 & 5)	35.459	2.02E-05	1	16	*****
D1200 & D1600 (44 & 5)	<del>13.548</del>	<del>5.98E-04</del>	1	47	*****

\*\*\*\*\* indicates that a result could not be calculated.

Warning: values with a line through them may be unreliable because of low concentration (i.e. uniform distribution).

Η χρήση του μη παραμετρικού τεστ Mardia – Watson – Wheeler (Πίνακας 5.7) δείχνει ότι οι κατανομές των ζώων μέσα στα 400m και στα 1200m δεν διαφέρουν σημαντικά ( $p=0.097$ ) παρόλο που το F-test δείχνει μια τάση για διάκριση των διανυσμάτων τους ( $p=0.005$ ).

Πίνακας 5.7. Mardia – Watson – Wheeler test για τους σταθμούς της Δίκτης

Variables (& observations)	W	p
D400 & D800 (19 & 13)	1.072	0.585
D400 & D1200 (19 & 44)	4.657	0.097
D400 & D1600 (19 & 5)	*****	*****
D800 & D1200 (13 & 44)	7.573	0.023
D800 & D1600 (13 & 5)	*****	*****
D1200 & D1600 (44 & 5)	*****	*****

\*\*\*\*\* Can't calculate; one or more samples have fewer than 10 observations

Από τα παραπάνω προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις:

Στο σταθμό των 400m της Δίκτης, το μέσο διάνυσμα δείχνει το Μάρτιο, χωρίς όμως να υπάρχει σημαντική συγκέντρωση των συλλήψεων γύρω από αυτό ( $Z=1.866$ ,  $p=0.155$ ). Η μέγιστη συλληψιμότητα εμφανίζεται το Μάρτιο και δευτερευόντως το Φεβρουάριο.

Όπως αναφέρθηκε ήδη, δεν μπορεί να γίνει η ίδια ανάλυση για τα 800m μιας και λείπουν οι τιμές από τον Αύγουστο μέχρι και το Δεκέμβριο. Σε αυτό το διάστημα βέβαια η

συγκέντρωση είναι αρκετά ισχυρή ( $Z=6.856$ ,  $p=4.10E-04$ ) αλλά μια πλήρης παγιδευτική χρονιά θα μετατόπιζε το διάνυσμα πιο νωρίς στο χρόνο μειώνοντας ωστόσο και τη συγκέντρωση γύρω από αυτό.

Πολύ μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο σταθμός των 1200m. Οι συλλήψεις είναι αυξημένες όλο το χρόνο με τις μέγιστες να πραγματοποιούνται τον Ιανουάριο ενώ ακολουθούν από ίσες συλλήψεις ο Φεβρουάριος και ο Οκτώβριος. Σημαντική συγκέντρωση των παρατηρήσεων γύρω από το μέσο διάνυσμα δεν υπάρχει ( $Z=2.419$ ,  $p=0.088$ ), παρόλα αυτά αυτό είναι μετατοπισμένο πιο νωρίς μέσα στο χρόνο σε σχέση με τα 400m, στο Δεκέμβριο. Ωστόσο, παρατηρείται σημαντική διαφορά στις γωνίες των διανυσμάτων μεταξύ των 400m και 1200m όπως δείχνει το F-test ( $F=8.353$ ,  $p=0.005$ ), αλλά δεν υπάρχει σημαντική διαφορά στις δύο κατανομές όπως φαίνεται από το μη παραμετρικό τεστ Mardia – Watson – Wheeler ( $W=4.657$ ,  $p=0.097$ ).

Στα 1800m οι τιμές είναι σημαντικά συγκεντρωμένες γύρω από το μέσο διάνυσμα ( $Z=3.928$ ,  $p=0.011$ ). Τα άτομα που συλλήφθηκαν ήταν πολύ λίγα, στην πλειοψηφία τους τον Αύγουστο, και λιγότερο τον Ιούνιο και Σεπτέμβριο, ενώ τους υπόλοιπους μήνες που πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες (πλην των Δεκέμβριο, Φεβρουάριο και Μάρτιο) οι συλλήψεις ήταν μηδενικές. Η σύγκριση με το σταθμό των 400m δείχνει ότι τα μέσα διανύσματα διαφέρουν σημαντικά ( $F=13.548$ ,  $p=5.98E-04$ ), ενώ το ίδιο συμβαίνει και με τα 400m της Δίκτης ( $F=16.209$ ,  $p=5.66E-04$ ).

### **5.3.2.5 Σύγκριση συλλήψεων σε σταθμούς ιδίου υψομέτρου στους δύο ορεινούς όγκους**

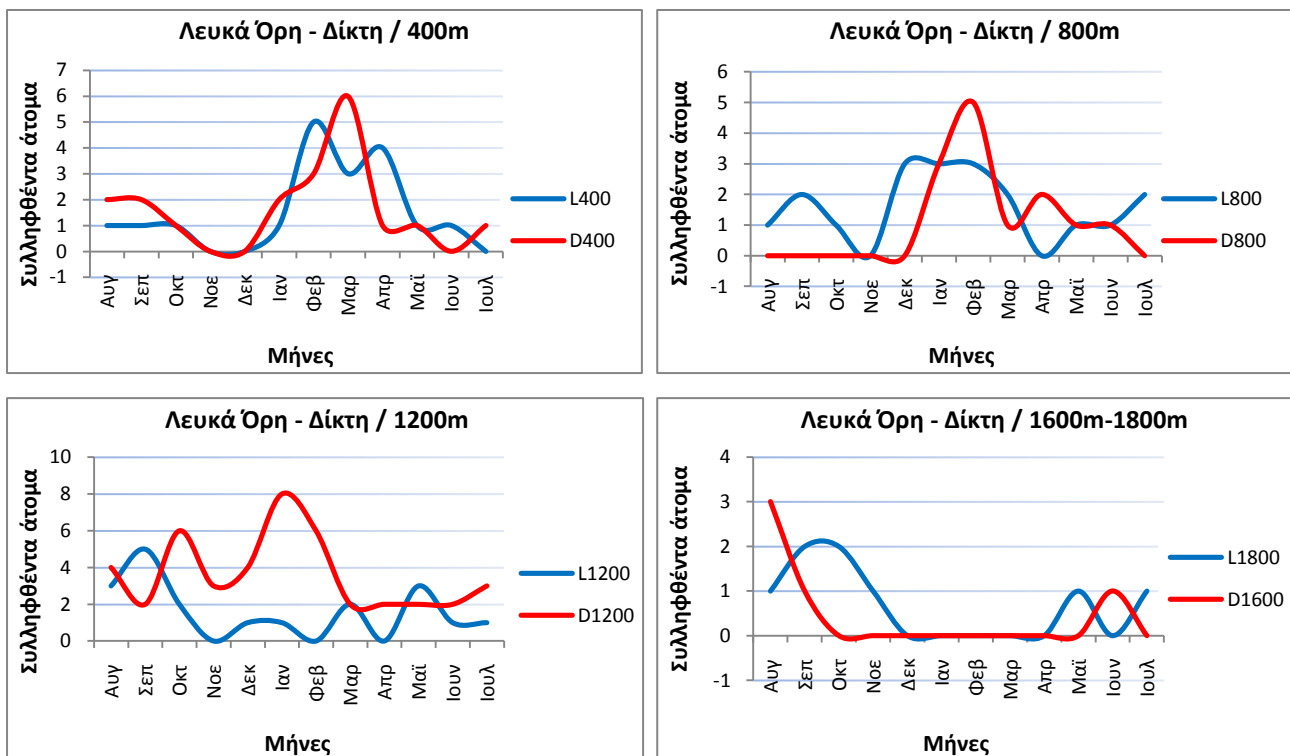
Εκτός από τις συγκρίσεις μεταξύ των σταθμών στο υψομετρικό κλίμα σε κάθε ορεινό όγκο ξεχωριστά, συγκρίνονται οι ίδιοι σταθμοί (ίδια υψόμετρα) στα δύο βουνά (πίνακας 4.3.8). Εφαρμόζεται μη παραμετρικό τεστ επειδή κατά τις συγκρίσεις ανά δύο, τουλάχιστο ο ένας σταθμός παρουσιάζει ομοιόμορφη κατανομή (uniform distribution).

Από τη σύγκριση των χαμηλότερων σταθμών (400m) δεν προκύπτει σημαντική στατιστική διαφορά στις κατανομές τους ( $W=0.141$ ,  $p=0.932$ ). Αντίστοιχη σύγκριση στα 800m δεν μπορεί να γίνει ενώ στα 1200m οι σταθμοί δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική ομοιότητα ( $W=9.973$ ,  $p=0.007$ ). Για τους ψηλούς σταθμούς (1800m και 1600m) εφαρμόζεται το παραμετρικό F-test το οποίο δείχνει ότι οι σταθμοί παρουσιάζουν ίδιο πρότυπο ( $F=1.284$ ,  $p=0.281$ ,  $df_2=11$ ).

Πίνακας 5.8. Mardia – Watson – Wheeler test, σύγκριση των ίδιων υψομέτρων στα δύο βουνά

Variables (& observations)	W	p
L400 & D400 (18 & 19)	0.141	0.932
L800 & D800 (19 & 13)	9.326	0.009
L1200 & D1200 (17 & 44)	9.973	0.007
L1800 & D1600 (8 & 5)	*****	*****

\*\*\*\*\* Can't calculate; one or more samples have fewer than 10 observations



Σχήμα 5.9. Παρουσίαση συλληψιμότητας ανά υψόμετρο και για τους δύο ορεινούς όγκους

### 5.3.2.6 Σύγκριση συλλήψεων στους υπόλοιπους σταθμούς

Συγκρίνοντας τους υπόλοιπους σταθμούς μεταξύ τους, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους πίνακες 5.9 και 5.10. Στον πρώτο πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από το μη παραμετρικό τεστ μιας και λόγω ομοιόμορφων κατανομών σε ένα από τους δύο εξεταζόμενους σταθμούς, δεν ήταν δυνατόν να γίνει το παραμετρικό F-test. Ο L400 διαφέρει στατιστικά από τον D1200 ( $W=8.244$ ,  $p=0.016$ ) και ο D400 διαφέρει εξίσου από τον L1200 ( $W=9.214$ ,  $p=0.01$ ) σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ . Αντίθετα ο D400 και ο L800 καθώς και ο L800 με τον D1200 παρουσιάζουν όμοια πρότυπα ( $p=0.137$  και  $p=0.984$  αντίστοιχα).

Πίνακας 5.9. Σύγκριση των υπόλοιπων σταθμών με το Mardia – Watson – Wheeler test

Variables (& observations)	W	p
L400 & D1200 (18 & 44)	8.244	0.016
L800 & D400 (19 & 19)	3.974	0.137
L800 & D1200 (19 & 44)	0.032	0.984
L1200 & D400 (17 & 19)	9.214	0.01

Συγκρίνοντας τους ψηλούς σταθμούς με το F-test προκύπτει αναμενόμενα ότι ο L400 με τον D1600 διαφέρουν σημαντικά ( $F=20.01$ ,  $p=2.10E-4$ ), ενώ ο L1200 με τον D1600 παρουσιάζουν το ίδιο πρότυπο στις συλλήψεις τους ( $F=0.209$ ,  $p=0.652$ ). Οι υπόλοιπες συγκρίσεις δεν δίνουν αξιόπιστα αποτελέσματα.

Πίνακας 5.10. Σύγκριση των υπόλοιπων σταθμών με το Watson-Williams F-Test

Variables (& observations)	F	p	df	df2	Est. Mean
L400 & D1600 (18 & 5)	20.01	2.10E-4	1	21	*****
L800 & D1600 (19 & 5)	<del>13.43</del>	<del>0.001</del>	1	22	*****
L1200 & D1600 (17 & 5)	0.209	0.652	1	20	228.906
L1800 & D400 (8 & 19)	<del>22.68</del>	<del>6.90E-5</del>	1	25	*****
L1800 & D1200 (8 & 44)	<del>9.554</del>	<del>0.003</del>	1	50	*****

\*\*\*\*\* indicates that a result could not be calculated.

Warning: values with a line through them may be unreliable because of low concentration (i.e. uniform distribution).

### 5.3.2.7 Συσχέτιση όλων των σταθμών με τις συλλήψεις

Η χρήση τριγωνομετρικής στατιστικής δίνει απαντήσεις σχετικά με την κατανομή των συλλήψεων στο χρόνο, ενώ μπορεί να συγκρίνει και τους σταθμούς μεταξύ τους ώστε να ελεγχθεί αν μοιάζουν ή όχι. Οι συγκρίσεις αυτές γίνονται ανά δύο. Η αναζήτηση της συσχέτισης των σταθμών σε σχέση με τη συλληψιμότητα μπορεί να γίνει επιπλέον χρησιμοποιώντας την ανάλυση αντιστοίχισης (Correspondence analysis). Το αποτέλεσμα θα δώσει επιπλέον μια απάντηση για το ποιοι σταθμοί παρουσιάζουν συνάφεια και ποιοι είναι πιο απομακρυσμένοι. Εκτός από τους σταθμούς, στο διάγραμμα τοποθετούνται και οι μήνες και όλοι οι παράμετροι ελέγχονται ως προς τη μηνιαία συλληψιμότητα.

Από τις 7 διαστάσεις, το μεγαλύτερη συνεισφορά στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων δίνει η πρώτη με 41,1% ενώ η δεύτερη ερμηνεύει κατά 23,5%. Κάθε μια από τις υπόλοιπες διαστάσεις ερμηνεύουν τα αποτελέσματα σε ποσοστό μικρότερο από 15%, συνεπώς η ερμηνεία περιορίζεται στις δύο πρώτες διαστάσεις.

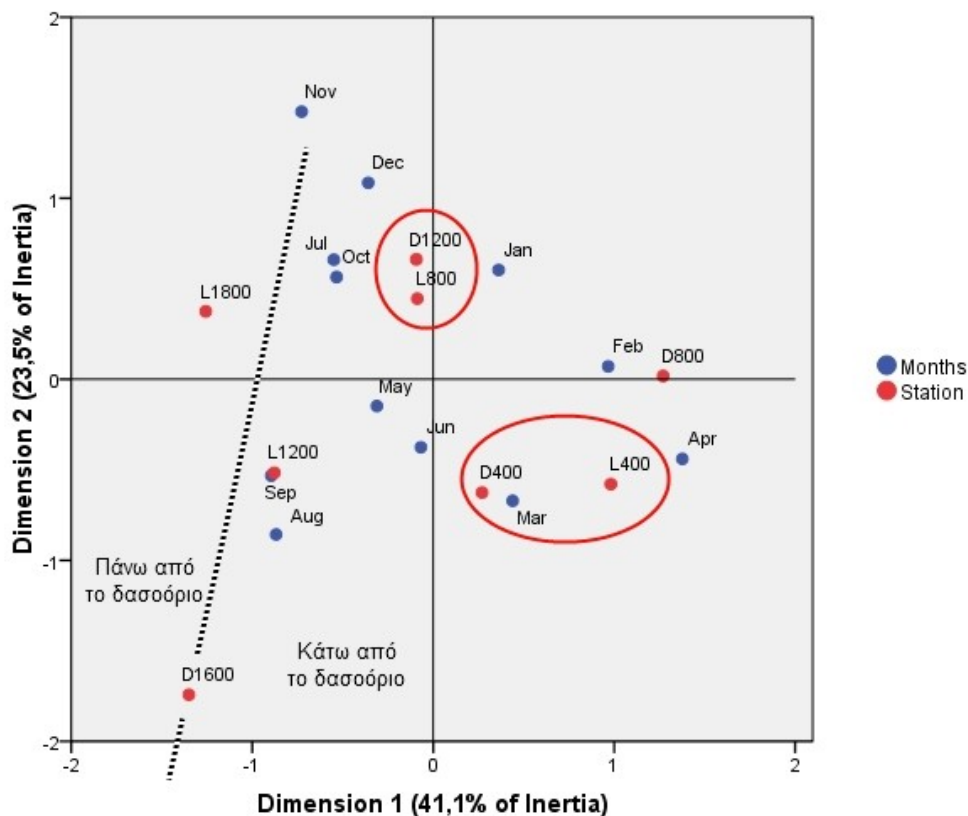
**Πίνακας 5.11. Οι τιμές αδράνειας (Inertia) κάθε διάστασης και το ποσοστό συνεισφοράς (Proportion of Inertia/Accounted for) στην εξήγηση των συλλήψεων**

Dimension					Proportion of Inertia		Confidence Singular Value	
	Singular Value	Inertia	Chi Square	Sig.	Accounted for	Cumulative	Standard Deviation	Correlation
					for		Deviation	2
1	,529	,279			,411	,411	,056	,108
2	,399	,160			,235	,646	,067	
3	,315	,099			,146	,792		
4	,278	,077			,114	,906		
5	,203	,041			,061	,967		
6	,127	,016			,024	,991		
7	,080	,006			,009	1,000		
Total		,680	98,543	,050 <sup>a</sup>	1,000	1,000		

a. 77 degrees of freedom

Όσον αφορά στους μήνες φαίνεται ότι η 1<sup>η</sup> διάσταση χωρίζει τους μήνες σε δυο ομάδες (Σχήμα 5.10). Οι πιο κρύοι μήνες του έτους εμφανίζονται δεξιά της γραμμής, ενώ οι πιο ζεστοί βρίσκονται αριστερά της γραμμής. Το ίδιο πρότυπο συμβαίνει και με τη θερμοκρασία με τη διαφορά ότι οι μήνες Οκτώβριος, Νοέμβριος και Δεκέμβριος ήταν στο δεξί τμήμα του διαγράμματος, ενώ εδώ είναι στο αριστερό.

Όσον αφορά στους σταθμούς, η θέση τους φανερώνει την ομοιότητα τους. Μια πρώτη ομάδα είναι αυτή που αποτελείται από τους χαμηλούς σταθμούς των 400m. Ο σταθμός των 800m της Δίκτης δεν ομαδοποιείται με κάποιον άλλο λόγω της έλλειψης των δεδομένων που έχει ήδη αναφερθεί. Η δεύτερη ομάδα δημιουργείται από τους σταθμούς L800 και D1200. Οι σταθμοί αυτοί είναι πολύ κοντά και θερμοκρασιακά (§5.3.1), ενώ μεγάλο βαθμό ομοιότητας δείχνει και το μη παραμετρικό Mardia – Watson – Wheeler test ( $W=0.032$ ,  $p=0.984$ ). Ο L1200 που είναι αρκετά πιο μακριά από αυτή την ομαδοποίηση, προσεγγίζει τους πιο ψηλούς σταθμούς φανερώνοντας έτσι ένα πιο ορεινό χαρακτήρα. Ωστόσο, παρουσιάζει ενδιαφέρον η συσχέτιση των θέσεων των σταθμών σε σχέση με το δασοόριο το οποίο βρίσκεται περίπου στα 1600 και στα δύο βουνά. Ο L1200, βρίσκεται κάτω από το δασοόριο αλλά συμπεριφέρεται περισσότερο σαν ψηλός σταθμός και αυτό έχει τη σημασία του για την επίδραση του δασοορίου στη φαινολογία του πληθυσμού (περιγράφεται στη συζήτηση).



Σχήμα 5.10. Ανάλυση αντιστοίχισης για τους μήνες και τους σταθμούς δειγματοληψίας σε σχέση με τις συλλήψεις



### 5.3.3 *Apodemus mystacinus*

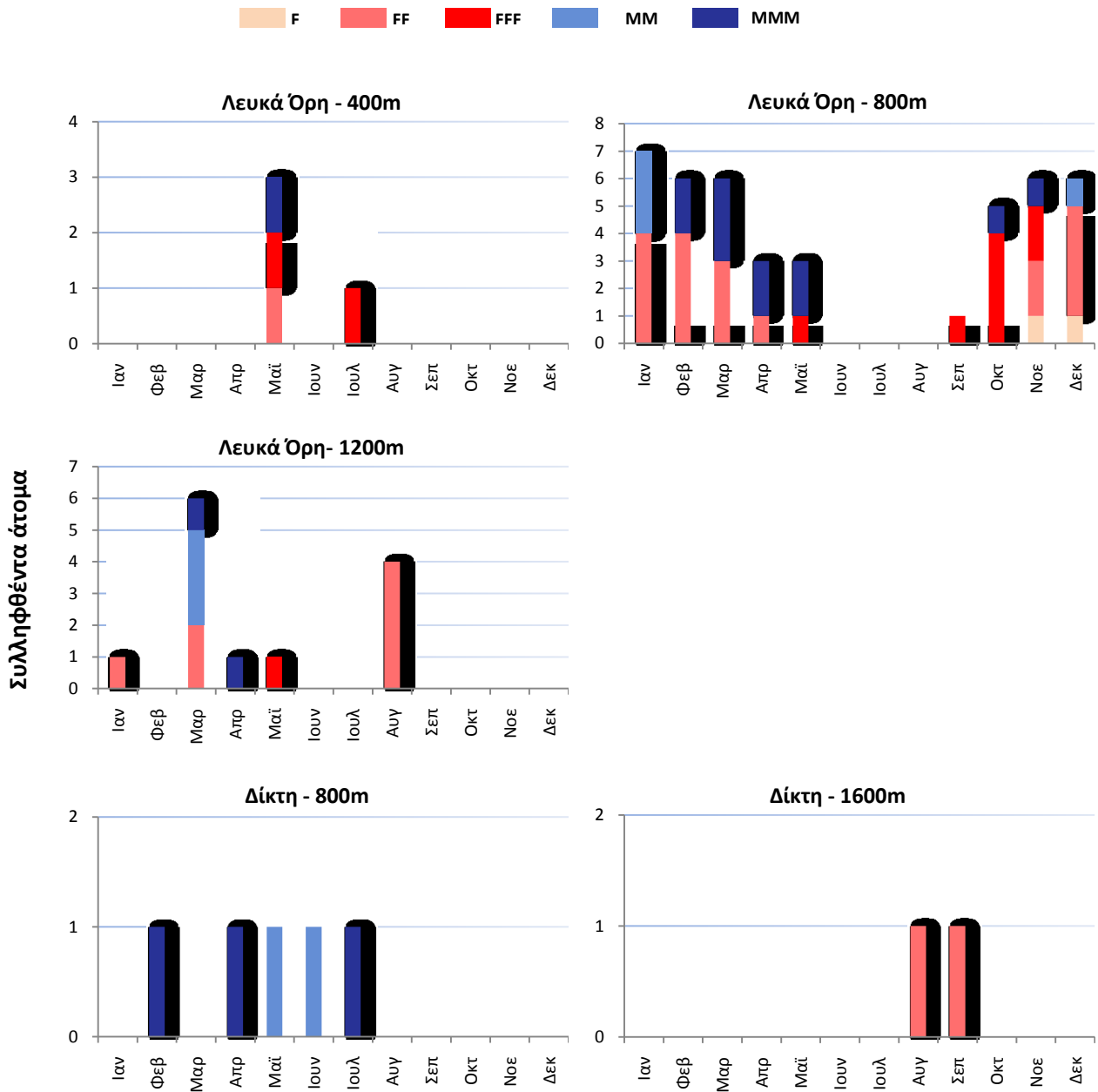
Το *Apodemus mystacinus* συλλαμβάνεται σε 5 σταθμούς, στη Δίκτη στα 800m και στα 1600m και στα Λευκά Όρη στα 400m, 800m και 1200m, αλλά μόνο στον 1800 πιάνεται σημαντικός αριθμός ατόμων.

Στα 400m των Λευκών Ορέων, συλλήψεις έγιναν μόνο τους μήνες Μάιο και Ιούλιο και μάλιστα σε συγκεκριμένες τοποθεσίες όπου τους προηγούμενους μήνες κυριαρχούσαν τα *A. minous*. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι, τους μήνες που συλλήφθηκαν τα *A. mystacinus*, δεν πιάστηκαν καθόλου *A. minous*. Τόσο το Μάιο όσο και τον Ιούλιο συλλήφθηκαν θηλυκά σε κατάσταση FFF.

Στα 800m των Λευκών Ορέων έγιναν συλλήψεις όλους τους μήνες εκτός από τον Ιούνιο και τον Ιούλιο. Τον Αύγουστο η τοποθέτηση των παγίδων έγινε δοκιμαστική δειγματοληψία σε άλλη περιοχή πολύ κοντά σε αυτή που τελικά επιλέχθηκε, συνεπώς δεν υπάρχουν ζώα από αυτό το μήνα. Τους μήνες Μάιο, Σεπτέμβριο, Οκτώβριο και Νοέμβριο έγιναν συλλήψεις σε θηλυκά FFF, ενώ το Νοέμβριο και το Δεκέμβριο εμφανίζονται στις παγίδες τα πρώτα ανώριμα άτομα.

Στα 1200m των Λευκών Ορέων, η μέγιστη τιμή που παρατηρείται το Μάρτιο οφείλεται στην παρουσία των παγίδων για διάστημα ενός μήνα στο σταθμό λόγω χιονοκάλυψης, ενώ και τα 6 ζώα ήταν νεκρά.

Στη Δίκτη οι συλλήψεις και στους δύο σταθμούς που απαντάται το είδος είναι πολύ λίγες. Στα 800m της Δίκτης συλλήφθηκαν μόνο 5 ζώα αρσενικά και μάλιστα όλα στην ίδια περιοχή. Στα 1600m, το είδος πιάστηκε μόνο τους μήνες Αύγουστο και Σεπτέμβριο παρόλο που δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν 9 μήνες το χρόνο (εκτός Δεκεμβρίου, Φεβρουαρίου και Μαρτίου).



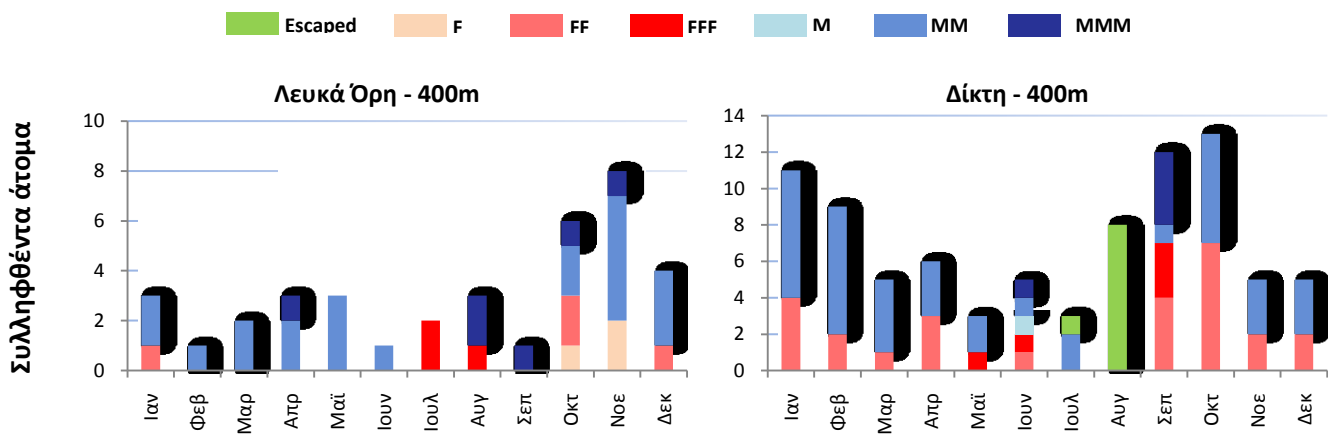
Σχήμα 5.11. Μηνιαία συλληψιμότητα ανά ηλικία και αναπαραγωγική κατάσταση του *A. mystacinus* στους σταθμούς δειγματοληψίας

### 5.3.4 *Acomys minous*

Ο *Acomys minous* συλλαμβάνεται στους χαμηλούς σταθμούς και στα δύο βουνά, ενώ ειδικά στη Δίκτη, οι συλλήψεις δείχνουν ότι ο πληθυσμός είναι αυξημένος.

Στα 400m των Λευκών Ορέων, η μέγιστη συλλησιμότητα εντοπίζεται το Νοέμβριο και τον Οκτώβριο και σε αυτό συνεισφέρουν τα νεαρά άτομα που εισέρχονται στον πληθυσμό μετά την αναπαραγωγική περίοδο. Τον Ιούλιο και τον Αύγουστο μήνες πιάνονται θηλυκά που κυοφορούν.

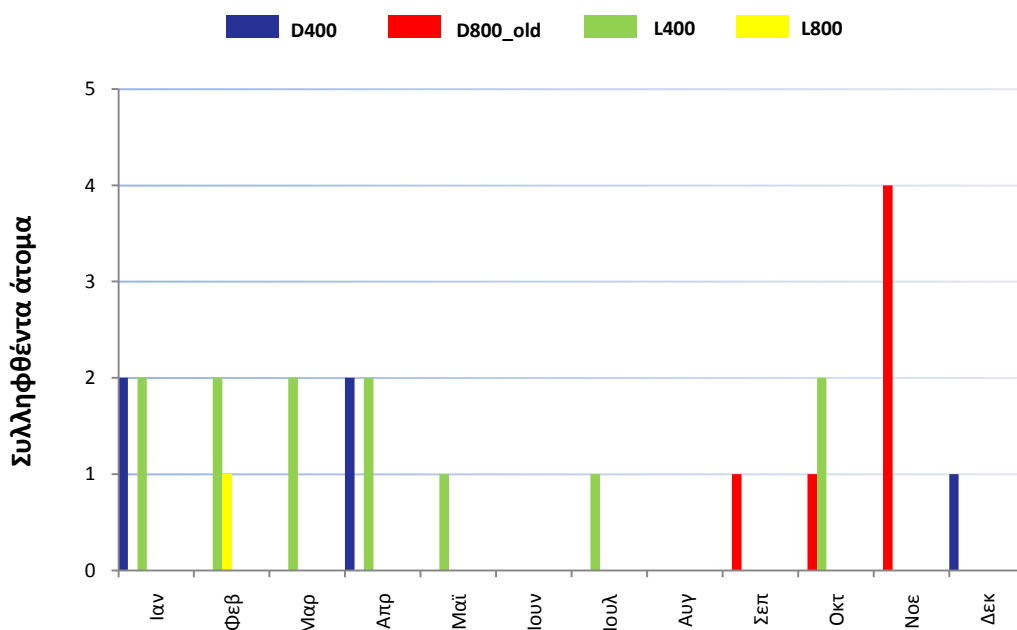
Στα 400m της Δίκτης γίνονται οι περισσότερες συλλήψεις από οποιοδήποτε άλλο σταθμό. Οι περισσότερες συλλήψεις γίνονται τον Οκτώβριο και το Σεπτέμβριο ενώ συλλαμβάνονται και θηλυκά που εγκυμονούν το Μάιο (1 άτομο), τον Ιούνιο (1 άτομο) και το Σεπτέμβριο (3 άτομα). Τον Αύγουστο πιάστηκαν 8 άτομα τα οποία όμως αφέθηκαν ελεύθερα χωρίς να μετρηθούν ή να μαρκαριστούν ενώ τον Ιούλιο, το συλληφθέν άτομο ξέφυγε κατά το χειρισμό επίσης χωρίς να ληφθούν μετρήσεις.



Σχήμα 5.12. Μηνιαία συλλησιμότητα ανά ηλικία και αναπαραγωγική κατάσταση του *A. minous* στους σταθμούς δειγματοληψίας

### 5.3.5 *Crocidura suaveolens*

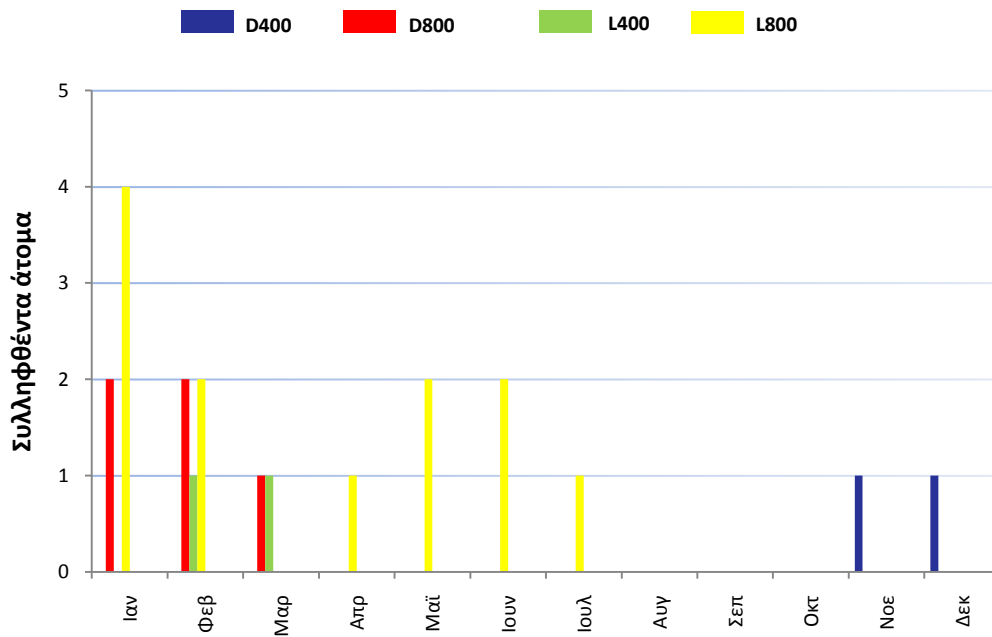
Συνολικά πιάστηκαν 24 άτομα στους δύο χαμηλούς σταθμούς (400m και 800m\_old) και των δύο βουνών. Δεν είναι εύκολο να εντοπιστεί η αναπαραγωγική κατάσταση των ζώων, οπότε στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζεται μόνο ο αριθμός των συλλήψεων ανά μήνα. Στη Δίκτη, άτομα πιάστηκαν μόνο στον παλιό σταθμό που στη συνέχεια εγκαταλείφθηκε. Από τα 24 άτομα, τα 16 ήταν ήδη νεκρά μέσα στην παγίδα και αυτό οφείλεται πιθανότατα στην έλλειψη τροφής (είναι ζώα με υψηλό μεταβολισμό που τρέφονται ανά 2-3 ώρες) και το αυξημένο στρες που προκάλεσε στα ζώα η σύλληψη και ο εγκλεισμός στις παγίδες.



Σχήμα 5.13. Μηνιαία συλληψιμότητα της *C. suaveolens* στους σταθμούς δειγματοληψίας

### 5.3.6 *Mus musculus*

Συνολικά πιάστηκαν 21 άτομα στους δύο χαμηλούς σταθμούς (400m και 800m) και των δύο βουνών. Δεν κρατήθηκαν στοιχεία για την αναπαραγωγική κατάσταση και την ηλικία των ζώων, εκτός από τον Ιούνιο στα 800m των Λευκών Ορέων όπου ένα θηλυκό βρέθηκε να κυοφορεί. Στο ακόλουθο διάγραμμα παρουσιάζονται τα άτομα που πιάστηκαν στα δύο βουνά.



Σχήμα 5.14. Μηνιαία συλληψιμότητα του *M. musculus* στους σταθμούς δειγματοληψίας

## 5.4 Συζήτηση

### 5.4.1 *Apodemus sylvaticus*

Η δυναμική των πληθυσμών του *A. sylvaticus*, έχει μελετηθεί αρκετά καλά στη βόρεια και την κεντρική Ευρώπη (Flowerdew, 1985; Montgomery, 1989; Fernandez *et al.*, 1996). Σε γενικές γραμμές, οι πληθυσμοί αυτοί αρχίζουν να μειώνονται τους χειμερινούς μήνες και φτάνουν σε ένα ελάχιστο στο τέλος της άνοιξης. Στη συνέχεια, ο αριθμός των ατόμων αρχίζει πάλι να αυξάνεται μέχρι που φτάνει στα μέγιστα επίπεδα τους φθινοπωρινούς μήνες (Watts, 1969), υποδηλώνοντας ότι η αναπαραγωγική περίοδος συμβαίνει τους θερμότερους μήνες του έτους.

Στην περιοχή της Μεσογείου, σε χαμηλά υψόμετρα, το *A. sylvaticus* παρουσιάζει ένα παρόμοιο πρότυπο με αυτό της βόρειας Ευρώπης (Fons & Saint-Girons, 1993) μετατοπισμένο όμως 2 με 3 μήνες αργότερα μέσα στο χρόνο. Οι πληθυσμοί αρχίζουν να αυξάνονται το φθινόπωρο και τους χειμερινούς μήνες παίρνουν τη μέγιστη τιμή. Αντίθετα, τους πιο θερμούς μήνες του έτους, οι πληθυσμοί μειώνονται στο ελάχιστο.



Σχήμα 5.15. Δυναμική πληθυσμών στην Βόρεια Ευρώπη, σε μεσογειακές περιοχές και σε μεγάλα υψόμετρα (από Torre, Arrizabalaga, & Diaz 2002)

Αντίθετα με ότι συμβαίνει σε μεσογειακού κλίματος περιοχές, στην αλπική και υποαλπική ζώνη των Πυρηνναίων, έχει βρεθεί ότι οι πληθυσμοί παρουσιάζουν το μέγιστο τους στο τέλος του καλοκαιριού ενώ ακολουθεί απότομη πτωτική πορεία όσο πλησιάζει ο χειμώνας (Sans-Coma & Gosalbez, 1976). Όπως φαίνεται και από το σχήμα 5.15, η καμπύλη για τα μεγάλα υψόμετρα ακολουθεί ανοδική πορεία και παρουσιάζει σχεδόν την ίδια περίοδο το μέγιστο

της, όπως και στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη. Οι δύο καμπύλες δεν είναι ταυτόσημες μιας και τους χειμερινούς μήνες στις ορεινές περιοχές ο πληθυσμός βρίσκεται σε ελάχιστο, ενώ αντίστοιχα για τη βόρεια Ευρώπη αυτό συμβαίνει την περίοδο πριν το καλοκαίρι.

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την παρούσα εργασία, επιβεβαιώνουν τα πρότυπα που περιγράφονται παραπάνω. Μάλιστα, ο σχεδιασμός του πειράματος ώστε να περιλαμβάνει δειγματοληψίες σε όλο το υψομετρικό κλίμα σε κάθε ορεινό όγκο έχει το συγκριτικό πλεονέκτημα τα αποτελέσματα να είναι απόλυτα συγκρίσιμα μεταξύ τους. Η ύπαρξη δύο ορεινών όγκων στο πείραμα, απλά επιβεβαιώνει το ίδιο πρότυπο, ενώ επιτρέπει παράλληλα τη διερεύνηση τυχόν μικροδιαφορών.

Όπως φαίνεται από τις αναλύσεις, δεν υπάρχει συσχέτιση του αριθμού των συλλήψεων με τη θερμοκρασία σχεδόν σε κανένα σταθμό (εξαιρείται μόνο ο L400), συνεπώς αλλού θα πρέπει να αναζητηθούν οι λόγοι της διαφοροποίησης της φαινολογίας του κάθε πληθυσμού σε κάθε σταθμό.

Τα μέσα διανύσματα που απορρέουν από τη στατιστική ανάλυση με το Oriana, μετατοπίζονται από τους χειμερινούς μήνες στους σταθμούς των 400m (και στους δύο ορεινούς όγκους) προς τους φθινοπωρινούς μήνες με την αύξηση του υψομέτρου. Εξαιρέση αποτελεί ο σταθμός των 800m της Δίκτης όπου λόγω απουσίας δειγματοληψιών το διάστημα Αύγουστο-Δεκέμβριο, το μέσο διάνυσμα “δείχνει” πάλι το χειμώνα όπως και στα 400m του ίδιου βουνού.

Στα Λευκά Όρη, στα 400m, το μέγιστο της κινητικότητας είναι το τρίμηνο Φεβρουάριο-Μάρτιο-Απρίλιο, ενώ λίγες συλλήψεις γίνονται και αντιδιαμετρικά τους καλοκαιρινούς μήνες χωρίς όμως να είναι ικανές να επηρεάσουν το μέσο διάνυσμα που “δείχνει” το Μάρτιο. Αυτή η δικόρυφη δραστηριοποίηση είναι πολύ έντονη στα 800m αλλά στον επόμενο σταθμό (L1200) η καμπύλη το πρότυπο αρχίζει να διαφοροποιείται από αυτό το πρότυπο και ο σταθμός αρχίζει να μοιάζει με τον ψηλότερο σταθμό των 1800m. Σε αυτό το τελευταίο σταθμό, όλη η δραστηριοποίηση συγκεντρώνεται τους θερμούς μήνες με μια όμως πολύ σημαντική παρατήρηση: η κύρια δραστηριοποίηση γίνεται τους μήνες που ακολουθούν το καλοκαίρι, αντίθετα από αυτό που “φυσιολογικά” κάποιος θα ανέμενε. Μια “φυσιολογική” θεώρηση θα ήταν να ξεκίναγε η κινητικότητα (και άρα η συλληψιμότητα) των ζώων όταν παύει η χιονοκάλυψη, όταν ανεβαίνουν οι θερμοκρασίες και όταν αρχίζει να υπάρχει περισσότερη τροφή, δηλαδή στο τέλος της άνοιξης.

Στη Δίκτη, τα πράγματα είναι λιγότερο ξεκάθαρα. Στα 400m, τα περισσότερα άτομα συλλαμβάνονται το δίμηνο Φεβρουάριο-Μάρτιο, ενώ λίγες συλλήψεις γίνονται και

αντιδιαμετρικά κυρίως τους μήνες Αύγουστο-Σεπτέμβριο. Στα 800m δεν υπάρχει πλήρης ημερολογιακή σειρά δεδομένων αλλά στα 1200m οι συλλήψεις (και η θερμοκρασία) συμπεριφέρονται παρόμοια όπως στον L800 (βλέπε σχήμα 5.10), ο δε σταθμός απέχει πολύ από το να χαρακτηριστεί αλπικός (σχήμα 5.1). Η κατάσταση μεταβάλλεται σημαντικά στον D1600 όπου παρουσιάζει πολλές ομοιότητες με τον αντίστοιχο ψηλό των Λευκών Ορέων. Η δραστηριοποίηση γίνεται τους θερμούς μήνες, πιο νωρίς όμως από των L1800.

Εδώ βέβαια εύλογα προκύπτουν τα δύο ακόλουθα ερωτήματα:

1. Γιατί με την αύξηση του υψομέτρου μετατοπίζεται χρονικά η φαινολογία των πληθυσμών προς το καλοκαίρι;
2. Τι συμβαίνει στους ψηλούς σταθμούς και η κυρίως δραστηριοποίηση γίνεται τους φθινοπωρινούς μήνες και όχι στο τέλος της άνοιξης;

Στο πρώτο ερώτημα μπορεί πιο εύκολα να δοθεί μια ικανοποιητική απάντηση: στα 400m, οι θερμοί μήνες αποτελούν τη ξηρή περίοδο με κυρίαρχα χαρακτηριστικά τις υψηλές θερμοκρασίες, τις μηδενικές βροχοπτώσεις και την έλλειψη τροφής, το ίδιο δε πρότυπο περιγράφεται και από άλλους συγγραφείς για τις μεσογειακές περιοχές (ανέτρεξε στην αρχή της παραγράφου). Η δεύτερη κορυφή συμβαίνει το φθινόπωρο αποφεύγοντας τις ακραίες συνθήκες του καλοκαιριού. Στον L800m, οι συνθήκες του καλοκαιριού δεν είναι τόσο ακραίες όσο στο χαμηλότερο σταθμό και για αυτό εμφανίζεται μια πιο έντονη δεύτερη κορυφή (μικρότερη). Τους χειμερινούς μήνες οι περιβαλλοντικές συνθήκες αρχίζουν να γίνονται πιο δύσκολες από το χαμηλότερο σταθμό και έτσι η κύρια δραστηριοποίηση μετατοπίζεται λίγο νωρίτερα χρονικά. Στον L1200m το πρότυπο έχει μεταβληθεί. Τους χειμερινούς μήνες η δραστηριοποίηση περιορίζεται σημαντικά, ενώ η κυρίως δραστηριοποίηση συμβαίνει τους πιο ζεστούς μήνες. Ωστόσο, η περίοδος δραστηριοποίησης είναι μεγάλη (από Μάιο μέχρι και Ιανουάριο). Αντίθετα στη Δίκτη, στα 1200m, οι κλιματικές συνθήκες είναι ηπιότερες από τα Λευκά Όρη, οι θερμοκρασίες πλησιάζουν αυτές του L800 και η χιονοκάλυψη περιορίζεται στο χρόνο λόγω πιο ανατολικής θέσης του βουνού. Τέλος, στα 1800m και 1600m η ευνοϊκή περίοδος για τα μικροθηλαστικά περιορίζεται σε λιγότερους μήνες που πλέον δραστηριοποιούνται μόνο τους ζεστότερους μήνες του έτους.

Η θερμοκρασία βέβαια, όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα και περιγράφεται και στη βιβλιογραφία (Flowerdew, 1985) δεν φαίνεται να είναι πρωτογενώς σημαντικός παράγοντας της διαφοροποίησης της φαινολογίας στο υψομετρικό κλίμα. Μια σειρά από άλλους



αβιοτικούς παράγοντες όπως η υγρασία, η ηλιοφάνεια, η νεφοκάλυψη, οι κατακρημνίσεις, η περίοδος της χιονοκάλυψης, κ.α. θα μπορούσαν να δώσουν πιο ολοκληρωμένη εικόνα για πιθανή συσχέτιση με τη δυναμική των πληθυσμών. Ειδικά για τη χιονοκάλυψη, έχει βρεθεί ότι μειώνει την προσβασιμότητα σε πόρους (τροφή) σε μικροθηλαστικά, αυξάνοντας έτσι τη θνησιμότητά τους (Korlund & Steen, 2006).

Η φωτοπερίοδος θα μπορούσε να είναι μια εξήγηση για τη διαφοροποίηση μεταξύ των πεδινών μεσογειακών περιοχών και το βορειοευρωπαϊκών περιοχών. Στις περιοχές μελέτης όμως, που βρίσκονται στα ίδια γεωγραφικά πλάτη, η φωτοπερίοδος δεν μπορεί να συμπεριληφθεί στις πιθανές εξηγήσεις.

Μια πιθανή εξήγηση είναι και η διαθεσιμότητα της τροφής (Watts, 1969; Flowerdew, 1972; 1985; Gurnell, 1978) όπου σε διάφορους τύπους ενδιαιτημάτων και ανάλογα με την εποχή έχει βρεθεί ότι αποτελείται κυρίως από σπόρους και λιγότερο από φύλλα, άνθη, φρούτα και αρθρώποδα (Watts, 1968; Khammes & Aulagnier, 2007).

Το δασοόριο, έχει βρεθεί ότι παίζει σημαντικό ρόλο στα διάφορα φαινολογικά πρότυπα (Λυμπεράκης, 2003) αλλά στην παρούσα εργασία ο ρόλος του δασοορίου δεν είναι ιδιαίτερα ευδιάκριτος. Ο L1200 που βρίσκεται αρκετά κάτω από το δασοόριο στα Λευκά Όρη αρχίζει να εμφανίζει στοιχεία αλπικού σταθμού με την έντονη δραστηριοποίηση να συμβαίνει τους καλοκαιρινούς μήνες. Αντίθετα, στον D1200 που θεωρητικά βρίσκεται εντός δασοορίου, η δραστηριοποίηση διαρκεί όλο το χρόνο. Βέβαια, η δασοκάλυψη σε αυτό το σταθμό είναι ελάχιστη αλλά η ύπαρξη μεγάλου αριθμού θαμνώνων με *A. sempervirens* παρέχει στα ζώα τα καταφύγια και την προφύλαξη που προσφέρει η ύπαρξη δάσους. Σε κάθε περίπτωση, το δασοόριο δεν είναι ένας ανεξάρτητος παράγοντας αλλά συσχετίζεται με άλλες παραμέτρους βιοτικούς και αβιοτικούς. Έτσι είναι δύσκολο να αποδειχτεί η αμιγής σχέση του δασοορίου με τη διακύμανση των συλλήψεων στο χρόνο. Σε αυτό βέβαια συνεισφέρει και η απουσία διακριτής γραμμής που να καθορίζει τα όρια του δάσους.

Ανάλογα αποτελέσματα μετατόπισης της φαινολογίας προς τους φθινοπωρινούς μήνες με την αύξηση του υψομέτρου παρουσιάζει και ο Λυμπεράκης (2003) στην εργασία του για διάφορα τάξα ασπονδύλων στην περιοχή των Λευκών Ορέων. Τα αποτελέσματα παρουσιάζουν σημαντικές ομοιότητες με τη φαινολογία του *A. sylvaticus* όπου στους ψηλούς σταθμούς, το μέγιστο της δραστηριοποίησης εμφανίζεται τους φθινοπωρινούς μήνες και όχι τους ζεστότερους καλοκαιρινούς όπως θα ανέμενε κάποιος. Ο ίδιος ερευνητής απαντάει σε αυτή τη διαπίστωση που αποτελεί και το δεύτερο ερώτημα που τέθηκε παραπάνω: “η μετατόπιση των φαινολογιών προς το φθινόπωρο πιθανότατα αντανακλά την αναζήτηση της εποχής που προσφέρει τις ευνοϊκότερες συνθήκες αλλά και τη μεγαλύτερη προβλεψιμότητα”

(Λυμπεράκης, 2003). Αυτό σημαίνει ότι στους ψηλούς σταθμούς η πλέον σταθερή από πλευράς περιβαλλοντικών συνθηκών περίοδος, είναι το φθινόπωρο. Την άνοιξη και το καλοκαίρι οι συνθήκες είναι ακόμα ρευστές μιας και μια πρόσκαιρη αλλαγή του καιρού μπορεί να σημαίνει αύξηση της θνησιμότητας και αποτυχία της αναπαραγωγής, ενώ το φθινόπωρο, σύμφωνα με αυτή την εξήγηση, αντιμετωπίζεται ως πιο περιβαλλοντικά ομοιογενές. Δεν θα πρέπει βέβαια να παραβλεφτεί το γεγονός ότι τα αρθρόποδα αποτελούν τροφή για τα τρωκτικά και η κορύφωση της δραστηριοποίησης αυτή την περίοδο μπορεί να σηματοδοτεί την παράλληλη δραστηριοποίηση των θηλαστικών. Μια εξήγηση βέβαια δεν είναι αρκετή και η αναζήτηση του προτύπου στηρίζεται σε σύνθεση πολλών επιμέρους παραγόντων.

Όσον αφορά στην περίοδο της αναπαραγωγής, τα στοιχεία που προκύπτουν δεν δίνουν ακριβείς απαντήσεις. Λαμβάνοντας υπόψη μόνο τα ανήλικα άτομα (M-ανήλικα αρσενικά και F-ανήλικα θηλυκά) και τα θηλυκά σε αναπαραγωγική κατάσταση (και όχι τα αρσενικά με εμφανή όσχεα), μόνο υποθέσεις μπορούν να γίνουν για την αναπαραγωγική περίοδο των πληθυσμών σε κάθε σταθμό. Για την εκτίμηση της έναρξης της αναπαραγωγικής περιόδου θα πρέπει να υπολογίζεται επίσης ότι η κυοφορία διαρκεί συνήθως 19-20 μέρες και η περίοδος απογαλακτισμού του ανήλικου ατόμου 18-22 ημέρες (Macdonald & Barrett, 1993), ενώ οι Fons & Saint-Girons (1993) δέχονται ότι τα νεαρά άτομα είναι περίπου ενός μηνός όταν παγιδεύονται.

Στα 400m των Λευκών Ορέων, φαίνεται ότι η αναπαραγωγή λαμβάνει χώρα τους χειμερινούς μήνες και ολοκληρώνεται πριν την έλευση του καλοκαιριού. Η ύπαρξη νεαρών ατόμων το Φεβρουάριο υποδηλώνει ότι η αναπαραγωγή έχει ήδη ξεκινήσει νωρίτερα, ενώ το τελευταίο νεαρό άτομο συλλαμβάνεται το Μάιο. Στους δύο επόμενους σταθμούς (800 & 1200), εκτίμηση διακριτής περιόδου αναπαραγωγής δεν μπορεί να γίνει. Τα στοιχεία από τις συλλήψεις θα μπορούσαν να δείχνουν ότι η αναπαραγωγική δραστηριοποίηση λαμβάνει χώρα μερικές εποχές ή ακόμα και όλο το χρόνο. Άλλωστε, η βιβλιογραφία αναφέρει ότι τα θηλυκά έχουν συνήθως 1-2 γέννες το χρόνο με μέγιστο τις 4 (Macdonald & Barrett, 1993). Τέλος, όσον αφορά στα Λευκά Όρη, στα 1800m τα μισά άτομα που συλλαμβάνονται είναι θηλυκά FFF “δείχνοντας” την αναπαραγωγική περίοδο να περιορίζεται τους καλοκαιρινούς και φθινοπωρινούς μήνες του έτους. Στη Δίκτη, ιδιαίτερο πρότυπο όσον αφορά στην αναπαραγωγική περίοδο εμφανίζεται στα 1200m. Σε αυτό το σταθμό οι συλλήψεις θηλυκών FFF και ανώριμων ατόμων δείχνουν ότι η αναπαραγωγή συμβαίνει κυρίως στο τέλος του

καλοκαιριού μέχρι και την αρχή του επόμενου έτους. Στα 1600m δεν υπάρχουν ενδείξεις αλλά πιθανόν να συμβαίνει το καλοκαίρι όπως στα 1800m των Λευκών Ορέων.

Οι Fons & Saint-Girons (1993) παρουσιάζουν τα αποτελέσματα για την περίοδο αναπαραγωγής του *A. sylvaticus*, από δειγματοληψίες που έκαναν σε μεσογειακές περιοχές της βόρειας Ισπανίας, στο επίπεδο της θάλασσας και σε μεγαλύτερα υψόμετρα. Στην εργασία τους συμπεριλαμβάνουν και στοιχεία από άλλες μεσογειακές περιοχές (βόρεια Αφρική, Κορσική), καθώς και από άλλες βορειότερες περιοχές (βόρεια Γαλλία).

Στην περιοχή της Βρετάνης, στη βόρεια Γαλλία, παρατηρούνται θηλυκά σε κυοφορία από το Φεβρουάριο μέχρι το Σεπτέμβριο, ενώ τα πρώτα θηλυκά που βρίσκονται σε κατάσταση θηλασμού συλλαμβάνονται το Μάρτιο. Μάλιστα, ο αριθμός των θηλυκών που θηλάζουν είναι μεγαλύτερος των θηλυκών που κυοφορούν τον Αύγουστο και το Σεπτέμβριο. Ο σταθμός βρίσκεται στο επίπεδο της θάλασσας και το κλίμα της περιοχής επηρεάζεται από τον Ατλαντικό.

Σε μια άλλη περιοχή της βόρειας Γαλλίας κοντά στο Παρίσι και σε χαμηλό υψόμετρο, το πρότυπο της αναπαραγωγής είναι το ίδιο με τη Βρετάνη με τα άτομα να παραμένουν ανενεργά αναπαραγωγικά τους χειμερινούς μήνες.

Από παγιδεύσεις που έγιναν από τους ίδιους ερευνητές στα ανατολικά Πυρηναία σε δάση *Quercus* (Πίνακας 4.4.1, Πυρηναία 1 και 2) και σε υψόμετρα 700-900m, τα αποτελέσματα έδειξαν ξεκάθαρα ότι τους θερινούς μήνες τα ζώα δεν δραστηριοποιούνται, ενώ η αναπαραγωγή συμβαίνει τους υπόλοιπους μήνες.

Στην Κορσική, σε χαμηλού υψομέτρου σταθμούς, η αναπαραγωγή διακόπτεται από τα μέσα της άνοιξης μέχρι το Σεπτέμβριο.

Στην Αλγερία, σε υψόμετρο 300m, σε δάσος βελανιδιάς με βόρειο προσανατολισμό τα αρσενικά είναι ενεργά από το Σεπτέμβριο μέχρι το Φεβρουάριο, ενώ από το Μάιο μέχρι τον Ιούλιο είναι ανενεργά. Έτσι ο Kowalski (1985) συμπεραίνει ότι υπάρχει μια θερινή περίοδος ανάπαυσης που ακολουθείται από μια χειμερινή περίοδο δραστηριοποίησης. Αντίστοιχα αποτελέσματα έχουν παρατηρηθεί και σε παράκτια περιοχή του Μαρόκου (Harich & Benazzou, 1990).

Στην Τυνησία, ο Bernard (1969) αναφέρει ότι έπιασε θηλυκά σε κατάσταση εγκυμοσύνης το διάστημα μεταξύ Σεπτεμβρίου και Φεβρουαρίου, ενώ το όσχεο των αρσενικών ήταν ανεπτυγμένο μεταξύ Αυγούστου και Μαρτίου. Οι συλλήψεις έγιναν στις παράκτιες πεδιάδες στο βόρειο τμήμα της χώρας.

Πίνακας 5.12. Αναπαραγωγικές περίοδοι σε μεσογειακές και βορειοευρωπαϊκές περιοχές

	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μάι	Ιουν	Ιουλ
Βρετάνη, h=0												
Παρίσι, h=0												
Πυρηναία, (1), h=700-900m												
Πυρηναία, (2), h=700-900m												
Κορσική, h<<												
Αλγερία, h=300m												
Αλγερία, h=1800m												
Μαρόκο, h<<												
Τυνησία, h<<												
Montseny, h=600m												
Πυρηναία, h=1100-1300m												
Camargue, h=0												
Αγγλία, h<<												
Ισλανδία, h<<												

Στο Montseny της Καταλονίας, στη βορειοανατολική Ισπανία, η αναπαραγωγική περίοδος εντοπίζεται το φθινόπωρο και του χειμώνα, ενώ τους θερινούς μήνες η δραστηριοποίηση επιβραδύνεται (Sans-Coma & Gosalbez, 1976). Αντίθετα, σε υψόμετρο 1100-1300m στα Πυρηναία, η αναπαραγωγική δραστηριοποίηση ξεκινάει τον Απρίλιο για τα αρσενικά και το Μάιο για τα θηλυκά και συνεχίζεται μέχρι το τέλος του φθινοπώρου.

Άλλοι συγγραφείς αναφέρουν ότι στην Ιβηρική Χερσόνησο η αναπαραγωγική περίοδος είναι κυρίως την άνοιξη και το φθινόπωρο (Niethammer 1956; Vericad 1970 από Sans-Coma & Gosalbez 1975) χωρίς ωστόσο να υπάρχουν περισσότερες πληροφορίες από το υψόμετρο που έγιναν οι παγιδεύσεις. Επίσης ο Saint-Girons (1967) λέει ότι ο δασοποντικός αναπαράγεται κυρίως την άνοιξη και το καλοκαίρι στη δυτική Γαλλία (από Sans-Coma & Gosalbez 1975), ενώ επίσης ισχυρίζεται ότι στην περιοχή του Παρισιού η περίοδος του ζευγαρώματος ξεκινάει λίγο αργότερα από τη Βρετάνη και κρατάει μέχρι το Δεκέμβριο. Ο Gomes στη βόρεια Πορτογαλία (στο εθνικό πάρκο Peneda-Gerês, σε υψόμετρο 800-1200m) κατέγραψε μεγαλύτερη αναλογία ενεργών αναπαραγωγικά ενηλίκων κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (από Pita, Mira, & Mathias 2003).

Εργασίες για την Αγγλία (Clarke, 1985; Flowerdew, 1985; Watts, 1969) αναφέρουν ότι η αναπαραγωγική περίοδος διαρκεί από την αρχή της άνοιξης μέχρι το φθινόπωρο αν και η διάρκεια αυτής μπορεί να διαφέρει από χρόνο σε χρόνο και από πληθυσμό σε πληθυσμό.

Επίσης αναφέρεται ότι οι αναπαραγωγικές περίοδοι σε νησιώτικους πληθυσμούς είναι συνήθως μικρότεροι από αυτές πληθυσμών της παρακείμενης ενδοχώρας. Αντίστοιχη περίοδος αναφέρεται και για την Ισλανδία (Bengtson *et al.*, 1989).

Ωστόσο, άλλες παρατηρήσεις για την περιοχή της Μεσογείου, παρουσιάζουν αντίθετα αποτελέσματα από αυτές που παρουσιάζονται παραπάνω για τη Μεσόγειο. Ο Jamon (1986) σε παγιδεύσεις στη νότια Γαλλία (περιοχή Camargue, h=0) με μεσογειακό κλίμα, βρήκε ότι η σεξουαλική δραστηριοποίηση αρχίζει το Μάρτιο και τον Απρίλιο και συνεχίζεται μέχρι τέλος Αυγούστου. Έτσι σε αυτή την περιοχή τα άτομα δραστηριοποιούνται αναπαραγωγικά όπως στη βόρεια Γαλλία. Οι Fons & Saint-Girons (1993) αποδίδουν αυτή τη διαφορά στον αναπαραγωγικό κύκλο στην ύπαρξη περιοχών στο Camargue με ρηχά νερά και τακτικές πλημμύρες που φυσικά έχει επιπτώσεις στη βλάστηση και γενικότερα στην τροφή.

Τελικά, παρά το γεγονός ότι η αναπαραγωγική περίοδος του *A. sylvaticus* δεν αποκαλύπτεται με σαφήνεια στο παρόν κείμενο, η φαινολογία του είδους κατά μήκος του υψομετρικού κλινούς καθώς και τα στοιχεία από τη βιβλιογραφία οδηγούν στο ήδη διατυπωμένο συμπέρασμα ότι οι προσαρμοστικές ικανότητες του μικρού τρωκτικού είναι ιδιαίτερα αυξημένες (Fons & Saint-Girons, 1993). Έτσι ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος αλλά και το υψόμετρο, ο δασοποντικός έχει αναπτύξει μια “στρατηγική απάντηση” αξιοσημείωτα προσαρμοσμένη στο περιβάλλον, τόσο σε αβιοτικούς παράγοντες όσο και στον ανταγωνισμό, όπως θα εξεταστεί και στο 7<sup>ο</sup> κεφάλαιο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΗ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

## 6. Πληθυσμιακή Οικολογία

### 6.1 Εισαγωγή

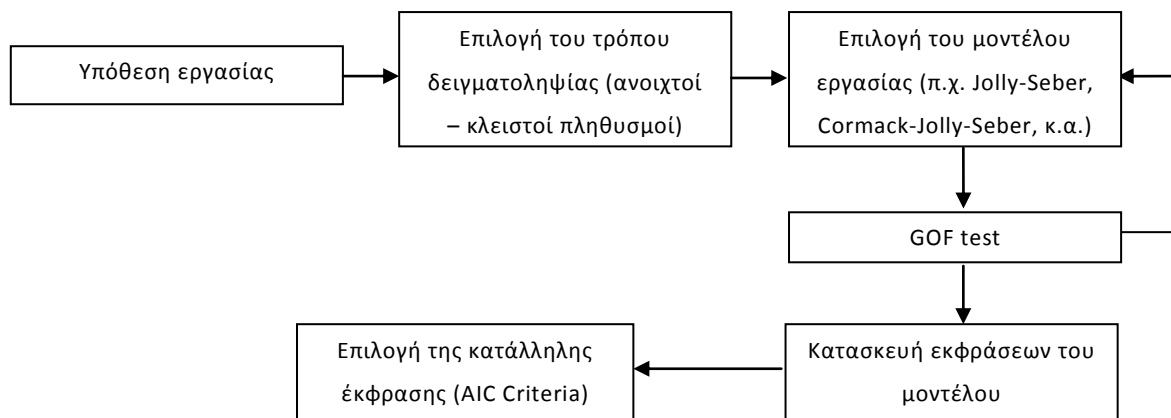
Η μέθοδος της σύλληψης επανασύλληψης χρησιμοποιείται για την εκτίμηση μια σειράς από πληθυσμιακές παραμέτρους όπως για παράδειγμα η αφθονία, η επιβίωση, η στρατολόγηση νέων ατόμων και ο ρυθμός αύξησης ή μείωσης του πληθυσμού. Έχει εφαρμοστεί στο παρελθόν ευρέως τόσο σε οικολογικές μελέτες διάφορων ταξινομικών ομάδων (Ballinger, 1979; Montgomery, 1987; Καλτσάς, 2004; Papadatou, 2006), όσο και για το σχεδιασμό διαχειριστικών πλάνων για κινδυνεύοντα είδη (Lettink & Armstrong, 2003).

Σε επαναλαμβανόμενες δειγματοληψίες  $k$ , όπου  $k > 2$  (Pollock *et al.*, 1990), κάθε νέο άτομο που συλλαμβάνεται, σημαδεύεται με ένα μοναδικό σημάδι, κάθε παλιό άτομο καταγράφεται και τελικά όλα τα άτομα απελευθερώνονται και επιστρέφουν στον αρχικό πληθυσμό. Σε μερικές περιπτώσεις τα συλληφθέντα άτομα μπορεί είτε να τραυματιστούν είτε να πεθάνουν κατά τη διαδικασία της σύλληψης και τότε αυτά σημειώνονται ως “απώλειες”. Στο τέλος του πειράματος, κατασκευάζεται το ιστορικό των συλλήψεων για το κάθε άτομο όπου θα χρησιμοποιηθεί για τη μελέτη της δυναμικής του πληθυσμού.

Για το σχεδιασμό ενός πειράματος σύλληψης επανασύλληψης, αρχικά θα πρέπει να οριστεί αν ο υπό μελέτη πληθυσμός είναι κλειστός ή ανοιχτός. Κλειστός ορίζεται ο πληθυσμός που παραμένει σταθερός σε μέγεθος και σύσταση κατά τη διάρκεια της μελέτης, ενώ αντίθετα, ανοιχτός είναι ο πληθυσμός που υπόκειται σε φυσικές μεταβολές όπως γεννήσεις, θανάτους, και μετανάστευση (αποδημία - έξοδος ατόμων από τον πληθυσμό και εποίκιση - είσοδος νέων ατόμων στον πληθυσμό). Οι παράμετροι που εξετάζονται είναι το μέγεθος του πληθυσμού, το ποσοστό επιβίωσης και η στρατολόγηση νέων ατόμων για κάθε κύκλο δειγματοληψίας. Στις περιπτώσεις που υπάρχει μετανάστευση, στη στρατολόγηση συμπεριλαμβάνονται τόσο οι γεννήσεις όσο και η εποίκιση, ενώ στις απώλειες υπολογίζονται οι θάνατοι και η αποδημία. Τελικά, από ένα πείραμα σύλληψης επανασύλληψης μπορούν να εξαχθούν δύο ειδών πληροφορίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό των παραπάνω παραμέτρων: α) πληροφορία από την επανασύλληψη των σημαδεμένων ατόμων και β) πληροφορία από την αναλογία νέων/σημαδεμένων ατόμων σε κάθε κύκλο δειγματοληψίας. Τα δεδομένα από τα (α) δίνουν το ποσοστό επιβίωσης, ενώ τα δεδομένα των (α) και (β) χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση του μεγέθους του πληθυσμού καθώς και του βαθμού στρατολόγησης.

Στην παρούσα μελέτη, το πείραμα σχεδιάστηκε θεωρώντας τον πληθυσμό ως ανοιχτό. Η μελέτη των ανοιχτών πληθυσμών γίνεται με τα μοντέλα Jolly-Seber (Pollock *et al.*, 1990; William *et al.*, 2002; Lettink & Armstrong, 2003).

Στο κείμενο που ακολουθεί περιγράφεται η διαδικασία που μπορεί να ακολουθήσει κάποιος για να αξιοποιήσει τα δεδομένα από ένα πείραμα σύλληψης επανασύλληψης. Απαραίτητη προϋπόθεση βέβαια είναι το πείραμα να έχει σχεδιαστεί σωστά θέτοντας εξαρχής τα κατάλληλα ερωτήματα και δουλεύοντας εστιασμένα προς τη λύση τους.



Σχήμα 6.1. Διαγραμματική απεικόνιση βημάτων που γίνονται για την κατασκευή ενός μοντέλου

## 6.2 Πληθυσμιακά μοντέλα

### 6.2.1 Έλεγχος των υποθέσεων του μοντέλου

Όλα τα πληθυσμιακά μοντέλα για να μπορέσουν να χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να ικανοποιούνται κάποιες βασικές τους υποθέσεις. Ο έλεγχος των υποθέσεων αυτών γίνεται με το "Goodness of fit" - GOF τεστ (Lebreton *et al.*, 1992; Cooch & White, 2006).

Για την επιλογή του καταλληλότερου μοντέλου πρέπει να ληφθούν υπόψη οι βιολογικές και οικολογικές παράμετροι του υπό μελέτη είδους. Έτσι, για οργανισμούς που εμφανίζουν παραπάνω από μια μορφές κατά τον κύκλο ζωής τους (π.χ. αμφίβια) επιλέγονται συγκεκριμένα μοντέλα (multistate models), ενώ για τρωκτικά επιλέγονται ανοιχτά (π.χ. Jolly-Seber) ή κλειστά μοντέλα (π.χ. Petersen). Το επιλεγμένο μοντέλο πρέπει να ερμηνεύει τα



δεδομένα με το βέλτιστο δυνατό τρόπο αποκλείοντας παράλληλα άκυρες παραμέτρους (Cooch & White, 2006).

Έχοντας λοιπόν το βέλτιστο μοντέλο, στη συνέχεια ελέγχεται η “αρμοστικότητα” των δεδομένων εφαρμόζοντας το GOF τεστ. Με άλλα λόγια ελέγχεται η ποιότητα των δεδομένων, το κατά πόσο δηλαδή ικανοποιούν τις προσδοκίες του μοντέλου και ικανοποιούν τις βασικές του υποθέσεις. Όσον αφορά στο μοντέλο Cormack-Jolly-Seber αυτές οι υποθέσεις είναι οι εξής:

1. Κάθε σημαδεμένο άτομο που υπάρχει στον πληθυσμό τη χρονική στιγμή  $t$ , έχει την ίδια πιθανότητα επανασύλληψης ( $p_i$ )
2. Κάθε σημαδεμένο άτομο που υπάρχει στον πληθυσμό, αμέσως μετά τη χρονική στιγμή  $t$ , έχει την ίδια πιθανότητα επιβίωσης μέχρι το χρόνο  $t+1$ .
3. Τα σημάδια που έχουν τοποθετηθεί στα άτομα δεν χάνονται και δεν παραβλέπονται από τον παρατηρητή.

Ο χρόνος των δειγματοληψιών θεωρείται στιγμιαίος και τα συλληφθέντα άτομα απελευθερώνονται αμέσως.

Οι πρώτες δύο υποθέσεις είναι και οι σημαντικότερες και αυτές που ελέγχονται σε ένα GOF τεστ. Οι υποθέσεις αυτές, μπορούν να παραβιαστούν με διάφορους τρόπους (William *et al.*, 2002; Cooch & White, 2006):

Η ύπαρξη στον πληθυσμό ατόμων με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά (π.χ. μέγεθος, ηλικία) που τα κάνουν πιο επιρρεπή στη σύλληψη, έναντι ατόμων του ίδιου πληθυσμού που για οποιονδήποτε λόγο είναι λιγότερο πιθανό να συλληφθούν (ετερογένεια πληθυσμού ως προς οποιονδήποτε παράγοντα που επηρεάζει τη σύλληψη), μπορεί να αποτελέσει αιτία παραβίασης της πρώτης υπόθεσης. Άλλοι τέτοιοι παράγοντες ετερογένειας θα μπορούσαν να είναι το φύλο, η κοινωνική θέση καθώς και η λανθασμένη διάταξη των παγίδων. Μια εναλλακτική πιθανή παραβίαση της υπόθεσης μπορεί να προέλθει από τη συμπεριφορά συλληφθέντων ζώων απέναντι στην παγίδα. Μερικά άτομα μπορεί να έλκονται περισσότερο (trap happy) ή λιγότερο (trap shy) στην πιθανότητα επανασύλληψης σε επόμενη δειγματοληψία. Παραβίαση της υπόθεσης θα μπορούσε να είναι και η αποδημία σημαδεμένων ζώων σε μια άλλη περιοχή (Pradel *et al.*, 1997) ή ακόμα και η τάση των ζώων να κινούνται σε ζευγάρια.

Όσον αφορά στη δεύτερη υπόθεση, πιθανός λόγος παραβίασης της είναι ο διαφορετικός χρόνος ζωής σε άτομα διαφορετικής ηλικίας. Τα νεαρά ή γέρικά άτομα μπορεί να

παρουσιάζουν διαφορετική θνησιμότητα από τα ενήλικα αυξάνοντας έτσι την ετερογένεια στο δείγμα.

Η τρίτη υπόθεση είναι αρκετά πιο εύκολο να ελεγχθεί ειδικά στο συγκεκριμένο πείραμα. Τα σημάδια των ζώων είναι μόνιμα (αποκοπή φάλαγγας, §3.2.4), ως εκ τούτου δεν δύναται να χαθούν ή να παραβλεφτούν, ενώ επιπλέον ο παρατηρητής ήταν ο ίδιος σε τη διάρκεια του πειράματος, γεγονός που μείωνε την πιθανότητα σφάλματος. Επιπλέον, η διάρκεια της δειγματοληψίας ήταν πολύ μικρή (1,5 ώρες) σε σχέση με το διάστημα μεταξύ αυτών (1 μήνας), ενώ η διάρκεια χειρισμού των ζώων επίσης θεωρείται αμελητέα (10').

Για τον έλεγχο των υποθέσεων 1 & 2, χρησιμοποιούνται τα Test 2 & 3 (Burnham *et al.*, 1987; Lebreton *et al.*, 1992). Το κάθε ένα από αυτά αποτελείται από τα Test 2.ct + Test 2.ci και Test 3.sr + Test 3.sm. Αν ένα από τα παραπάνω δείξει ετερογένεια στον πληθυσμό, τότε άλλο μοντέλο θα πρέπει να επιλεγεί ώστε να ικανοποιούνται οι νέες υποθέσεις. Αντίστοιχα, αν η έλλειψη προσαρμογής του μοντέλου στα δεδομένα οφείλεται σε αυξημένη διασπορά τους, τότε ένας διορθωτικός παράγοντας θα πρέπει να εφαρμοστεί στο μοντέλο.

Για κάθε ένα από τα επιμέρους τεστ, οι μηδενικές υποθέσεις που ελέγχονται είναι οι ακόλουθες (Choquet *et al.*, 2005):

**Test 2.ct:** δεν υπάρχει διαφορά στην πιθανότητα επανασύλληψης ατόμων που είχαν συλληφθεί και ατόμων που δεν είχαν συλληφθεί σε προηγούμενη δειγματοληψία με την προϋπόθεση να είναι παρόντα στον πληθυσμό και στις δύο δειγματοληψίες.

**Test 2.ci:** δεν υπάρχει διαφορά στον αναμενόμενο χρόνο της επόμενης επανασύλληψης μεταξύ των ατόμων που συλλήφθηκαν και των ατόμων που δεν συλλήφθηκαν τη δειγματοληψία  $i$  με την προϋπόθεση να είναι παρόντα στον πληθυσμό κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών  $i$  και  $i+2$

**Test 3.sr:** δεν υπάρχει διαφορά στην πιθανότητα επανασύλληψης μεταξύ των “νέων” και “παλαιών” ατόμων που συλλήφθηκαν τη δειγματοληψία  $i$ .

**Test 3.sm:** δεν υπάρχει διαφορά στον αναμενόμενο χρόνο της πρώτης επανασύλληψης μεταξύ των “νέων” και “παλαιών” ατόμων που συλλήφθηκαν τη δειγματοληψία  $i$  και συλλαμβάνονται τουλάχιστο ακόμα μια φορά.

Με το test 3.sr παρέχεται η δυνατότητα για τον έλεγχο της αποδημίας (transience), αντίστοιχα το test 2.ct μπορεί και ελέγχει τη συμπεριφορική εξάρτηση στις παγίδες (trap dependence), ενώ τα tests 3.sm και 2.ci δεν έχουν απλή βιολογική εξήγηση (Choquet *et al.*, 2005; Cooch & White, 2006).

Υπάρχουν πολλά προγράμματα που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο GOF όπως το πρόγραμμα RELEASE (Burnham *et al.*, 1987) που βρίσκεται ενσωματωμένο στο MARK (White

& Burnham, 1999), το JOLLY και το JOLLYAGE (Pollock *et al.*, 1990), το SURVIV (White, 1992). Το πρόγραμμα U-CARE (Choquet *et al.*, 2005) χρησιμοποιεί τα ίδια τεστ με το RELEASE αλλά με διαφορετικό τρόπο, οπότε και τα αποτελέσματα δεν συμπίπτουν. Επίσης, περιέχει εξειδικευμένα τεστ και δίνει πιο λεπτομερή αποτελέσματα, ενώ επιπλέον έχει άμεσα τεστ που ελέγχουν αν υπάρχει αποδημία ή συμπεριφορική εξάρτηση στις παγίδες [trap-dependence (trap-happiness ή trap-shyness)] (Pradel, 1993). Για αυτούς τους λόγους επιλέχθηκε η χρήση του U-CARE έναντι του ενσωματωμένου στο MARK προγράμματος, του RELEASE.

Ο έλεγχος GOF με το U-CARE δίνει ένα συγκεντρωτικό πίνακα που περιέχει και τα τέσσερα τεστ για μεγαλύτερη ευκολία. Στο σημείο αυτό μπορεί να υπολογιστεί ο παράγοντας που μπορεί να διορθώσει την αυξημένη διασπορά των δεδομένων (over-dispersion). Όταν  $\hat{\mu} = 1$  τότε το μοντέλο εξηγεί τέλεια τα δεδομένα ενώ υπερβαίνοντας τη μονάδα τόσο αυξάνεται η διασπορά (overdispersion). Όταν  $1 < \hat{\mu} \leq 3$ , τότε η διασπορά είναι αρκετά μεγάλη, αλλά το μοντέλο είναι ακόμα αποδεκτό και ο παράγοντας συμπεριλαμβάνεται στην επιλογή της βέλτιστης έκφρασης του μοντέλου (μέσω μιας επιλογής στο MARK για την τιμή του  $\hat{\mu}$ ). Για τιμές  $\hat{\mu} < 1$  (underdispersion), δεν υπάρχει ένας σαφής τρόπος χειρισμού της κατάστασης και προτείνεται τα δεδομένα να χειριστούν σαν  $\hat{\mu} = 1$  (Cooch & White, 2006).

Ο υπολογισμός του  $\hat{\mu}$  δίνεται διαιρώντας το στατιστικό  $\chi^2$  που προκύπτει από το GOF τεστ με τους βαθμούς ελευθερίας ( $df$ ):

$$\hat{\mu} = \chi^2 / df$$

Εναλλακτικά, το  $\hat{\mu}$  μπορεί να υπολογιστεί με τη μέθοδο bootstrap, είτε με τη μέθοδο median .

### 6.2.2 Επιλογή του μοντέλου

Το μοντέλο Jolly-Seber (Jolly, 1965; Seber, 1965) αναπτύχθηκε αρχικά για τον υπολογισμό της αφθονίας, αλλά στη συνέχεια το ενδιαφέρον εστιάστηκε στη μελέτη της επιβίωσης με το μοντέλο Cormack-Jolly-Seber (Cormack, 1964; Jolly, 1965; Seber, 1965), ιδιαίτερα μετά τη δημοσίευση των Lebreton *et al.* (1992). Τα τελευταία χρόνια όμως, παρατηρείται μια επιστροφή στο ενδιαφέρον για τη μελέτη παραμέτρων που σχετίζονται με την αφθονία όπως όπως η αύξηση του πληθυσμού ( $\lambda$ ), η στρατολόγηση ( $f$ ), και το μέγεθος του πληθυσμού ( $N$ ) (Schwarz, 2001).

Η διαφορά μεταξύ των δύο αυτών προσεγγίσεων είναι ότι το μοντέλο CJS δεν λαμβάνει υπόψη του τον τρόπο που τα νέα άτομα εισέρχονται στον πληθυσμό. Έτσι θεωρείται ότι τα επανασυλληφθέντα άτομα έχουν προέλθει από τον αρχικό πρώτο πληθυσμό (άτομα που συλλαμβάνονται στην πρώτη δειγματοληψία) και η επιβίωση και η συλληψιμότητα αναφέρεται στα σημαδεμένα ζώα. Αντίθετα το μοντέλο JS δέχεται την υπόθεση ότι τα μη σημαδεμένα άτομα έχουν την ίδια πιθανότητα με τα σημαδεμένα να συλληφθούν, δηλαδή τα καινούργια συλληφθέντα μη σημαδεμένα άτομα είναι ένα τυχαίο δείγμα από όλα τα μη σημαδεμένα άτομα στον πληθυσμό. Τελικά, για την εφαρμογή του μοντέλου θα πρέπει να ισχύουν οι παρακάτω υποθέσεις:

1. Όλα τα άτομα (σημαδεμένα και ασημάδευτα) έχουν την ίδια πιθανότητα να συλληφθούν σε κάθε δειγματοληψία.
2. Όλα τα άτομα (σημαδεμένα και ασημάδευτα) έχουν την ίδια πιθανότητα να επιβιώσουν μεταξύ των δειγματοληψιών
3. Τα σημάδια που έχουν τοποθετηθεί στα άτομα δεν χάνονται και δεν παραβλέπονται από τον παρατηρητή.
4. Ο χρόνος των δειγματοληψιών θεωρείται στιγμιαίος και τα συλληφθέντα άτομα απελευθερώνονται αμέσως.

Αρκετές παραλλαγές του αρχικού μοντέλου Jolly-Seber ενσωματώνονται στο MARK όπως το POPAN, τα μοντέλα Link-Barker και Pradel-recruitment και οι παραλλαγές Burnham JS και Pradel-λ (Cooch & White, 2006). Όλα αυτά τα μοντέλα διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την παραμετροποίηση, αλλά θεωρούνται ότι δίνουν τις ίδιες εκτιμήσεις για τις παραμέτρους. Για την επιλογή της κατάλληλης παραλλαγής θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα ακόλουθα: i) μόνο μερικές από αυτές τις παραλλαγές μπορούν να χρησιμοποιηθούν αν υπάρχει απώλεια κατά τη σύλληψη (loss on capture), δηλαδή κάποια ζώα να μην επιστρέψουν στον πληθυσμό μετά τη σύλληψη τους και ii) κάθε παραλλαγή δίνει άλλη πληροφορία, συνεπώς για τον έλεγχο συγκεκριμένων υποθέσεων θα πρέπει να γίνει η επιλογή της κατάλληλης παραλλαγής. Ο ακόλουθος πίνακας δίνει τις παραμέτρους που εστιάζει η κάθε παραλλαγή του αρχικού JS μοντέλου.

Πίνακας 6.1. Κριτήρια επιλογής παραλλαγής μοντέλου JS

Παραλλαγή	Απώλεια κατά τη σύλληψη	Αφθονία ( $N$ )	Γεννήσεις	Στρατολόγηση ( $f$ )	Αύξηση του πληθυσμού ( $\lambda$ )
POPAN	✓	✓	✓	-	-
Link-Barker	✓	-	-	✓	-
Pradel-recruitment	-	-	-	✓	-
Burnham JS	✓	✓	✓	-	✓
Pradel- $\lambda$	✓	-	-	-	✓

Όπως φαίνεται και στον πίνακα, εκτός από την επιβίωση ( $\varphi$ ) και την επανασύλληψη ( $\rho$ ), οι παράμετροι που μπορούν να υπολογιστούν ανάλογα με την παραλλαγή, είναι οι γεννήσεις, η στρατολόγηση, η αφθονία και η αύξηση του πληθυσμού.

Η στρατολόγηση είναι ο αριθμός των νέων ατόμων ( $B_i$ ) που εισέρχονται στον πληθυσμό μεταξύ δύο δειγματοληψιών (occasion)  $i$  και  $i+1$ , δια τον αριθμό ατόμων ( $N_i$ ) που βρίσκονται στον πληθυσμό το χρόνο  $i$ .

$$f_i = B_i/N_i$$

Η αύξηση του πληθυσμού ορίζεται σαν την ανάλογη αύξηση της αφθονίας μεταξύ δύο δειγματοληψιών:

$$\lambda_i = N_{i+1}/N_i = (N_i\varphi_i + B_i)/N_i = \varphi_i + f_i$$

Τέλος, αν  $U_i$  είναι ο αριθμός των σημαδεμένων και των ασημάδευτων ζώων που υπάρχουν στο χρόνο  $i$  και  $u_i$  ο αριθμός των νέων ασημάδευτων ατόμων που συλλαμβάνονται και συνεπώς μαρκάρονται τη δειγματοληψία  $i$ , τότε ο αριθμός των νέων ατόμων που εισέρχονται στον πληθυσμό  $B_i$  δίνεται από τη σχέση:

$$B_i = U_{i+1} - \phi_i (U_i - u_i)$$

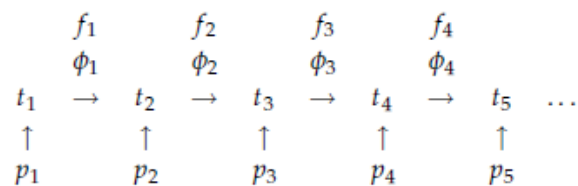
Το  $B_i$  αναφέρεται στον καθαρό αριθμό των νέων ατόμων που εισέρχονται στον πληθυσμό μεταξύ των δειγματοληψιών  $i$  και  $i+1$ , δηλαδή στα άτομα που εισέρχονται μείον αυτά που πεθαίνουν πριν πραγματοποιηθεί η δειγματοληψία  $i+1$ .

### 6.2.3 Η παραλλαγή Link-Barker

Οι Link & Barker (2005) παρουσίασαν μια παραλλαγή του μοντέλου Jolly-Seber ξεκινώντας από το σημείο που το είχαν αφήσει οι Schwarz & Arnason (1996) με την παραλλαγή POPAN. Η κύρια διαφορά είναι η χρήση της παραμέτρου  $f$  που αντιπροσωπεύει τη

στρατολόγηση νέων ατόμων (γεννήσεις και εποίκιση) αντί της παραμέτρου  $b$  στην παραλλαγή POPAN που ερμηνεύεται ως η πιθανότητα εισόδου ενός ατόμου στον πληθυσμό.

Αν  $p_i$  είναι η πιθανότητα σύλληψης σε κάθε δειγματοληψία  $i$ ,  $\phi_i$  η πιθανότητα ένα άτομο να έχει επιβιώσει μεταξύ των δειγματοληψιών  $i$  και  $i+1$ ,  $t_i$  οι χρόνοι των δειγματοληψιών και  $f_i$  αντιπροσωπεύει το ρυθμό στρατολόγησης (νέα άτομα που εισέρχονται στον πληθυσμό μεταξύ των δειγματοληψιών  $i$  και  $i+1$  και επιβίωσαν μέχρι τον  $i+1$  χρόνο, δια τον αριθμό των ζωντανών ατόμων στο χρόνο  $i$ ), τότε το μοντέλο φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.



Σχήμα 6.2. Σχηματική απεικόνιση του μοντέλου (από Cooch & White 2006)

Δύο πλεονεκτήματα του μοντέλου Link-Barker είναι ότι η παράμετρος  $f$  είναι βιολογικά ερμηνεύσιμη και ότι ο υπερ-πληθυσμός ( $N$ ) δεν είναι πλέον απαραίτητος στην εφαρμογή του μοντέλου όπως γίνεται στην παραλλαγή POPAN. Άλλωστε η χρήση των ανοιχτών πληθυσμών για τον υπολογισμό του πληθυσμού δεν θεωρείται πολύ αξιόπιστη (Cooch, προσωπική επικοινωνία). Από το  $f$  μπορεί κατ' επέκταση να υπολογιστεί το  $\lambda$  (ρυθμός αύξησης του πληθυσμού) αφού δίνεται από τη σχέση  $\lambda_i = \phi_i + f_i$  (δες πιο πάνω), όταν όμως δεν υπάρχουν ατομικές συμμεταβλητές (individual covariates) όπως είναι το βάρος. Όταν υπεισέρχονται συμμεταβλητές τότε, η παράμετρος  $\lambda$  είναι συνάρτηση αυτών των παραγόντων και ως εκ τούτου είναι πιο δύσκολη η βιολογική εξήγηση.

Όσον αφορά στο μοντέλο Burnham JS, αυτό δίνει μια εκτίμηση του πληθυσμού ( $N$ ) και την αύξηση του ( $\lambda$ ) αλλά παρουσιάζει αρκετά προβλήματα (Cooch & White, 2006), ενώ το POPAN, εκτός από τον πληθυσμό παρέχει εκτιμήσεις και για τον αριθμό των γεννήσεων ( $B$ ) σε κάθε δειγματοληπτική περίοδο. Στην περίπτωση του POPAN η χρήση ατομικών συμμεταβλητών δεν συνιστάται. Η σύγκριση αυτών των μοντέλων με το AIC (αναλύεται σε επόμενη παράγραφο) δεν είναι εφικτή.

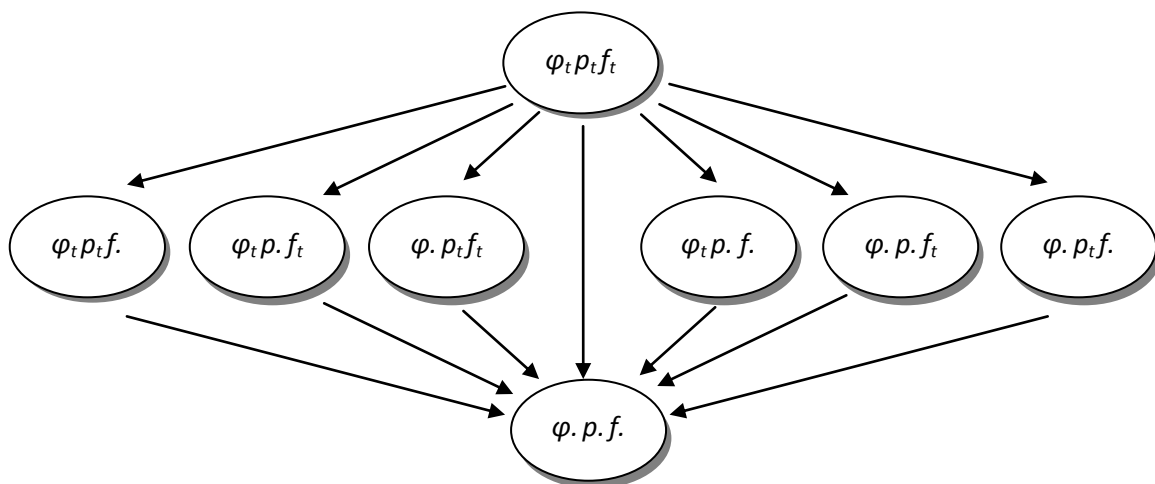
Τέλος, οι παραλλαγές του Link-Barker και το Pradel recruitment χρησιμοποιούν την ίδια παράμετρο  $f$  το οποίο παίρνει τις ίδιες τιμές αν δεν υπάρχουν απώλειες κατά τη σύλληψη (losses on capture). Αν παρόλα αυτά, υπάρχουν πολλές απώλειες κατά τη σύλληψη τότε, το πείραμα μπορεί να αμφισβητηθεί μιας και η απομάκρυνση πολλών ατόμων μπορεί να έχει συνέπειες στην υπό μελέτη πληθυσμό. Άλλωστε, η παραλλαγή Pradel recruitment δεν μπορεί

να χειριστεί αυτές τις απώλειες και σε τέτοιες περιπτώσεις χρησιμοποιείται το μοντέλο Link-Barker.

### 6.2.4 Η έκφραση του μοντέλου

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενες παραγράφους, αρχικά επιλέγεται το μοντέλο εργασίας και ελέγχονται οι υποθέσεις του με τα τεστ GOF. Το επόμενο βήμα είναι να κατασκευαστούν οι διάφορες εκφράσεις του αρχικού μοντέλου και να επιλεγεί τελικά αυτή που εξηγεί πιο ικανοποιητικά τα δεδομένα.

Όσον αφορά στο μοντέλο Link-Barker, οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται είναι ο ρυθμός επιβίωσης ( $\varphi$ ), επανασύλληψης ( $p$ ) και στρατολόγησης ( $f$ ). Έχοντας ως μεταβλητή το χρόνο, το γενικευμένο μοντέλο είναι το  $\{\varphi_t p_t f_t\}$ , ενώ τα υπόλοιπα  $\{\varphi_t p_t f.\}$ ,  $\{\varphi_t p.f.\}$ ,  $\{\varphi_t p.f_t\}$ ,  $\{\varphi.p.f_t\}$ ,  $\{\varphi.p.f.\}$  και  $\{\varphi.p_t f.\}$ , θεωρούνται φωλιάζοντα (nested) στο αρχικό. Η παρουσία του  $t$  σημαίνει ότι η παράμετρος αυτή εξαρτάται από το χρόνο, με άλλα λόγια ότι η τιμή που παίρνει η παράμετρος διαφέρει στο χρόνο. Η απουσία του  $t$  (σημειώνεται με τελεία) υποδηλώνει ότι η παράμετρος είναι σταθερή στο χρόνο. Ένα παράδειγμα: το  $\varphi_t$  σημαίνει ότι η επιβίωση των ατόμων διαφέρει από δειγματοληψία σε δειγματοληψία, ενώ αντίθετα το  $\varphi$  σημαίνει ότι η επιβίωση παραμένει σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος.



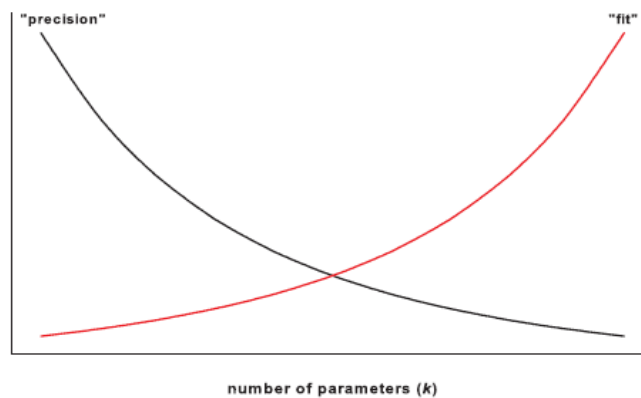
Σχήμα 6.3. Γενικό μοντέλο ( $\varphi.p.f_t$ ) και τα φωλιάζοντα (nested) σε αυτό

Σε περίπτωση που υπάρχουν περισσότερες ομάδες (π.χ. αρσενικά/θηλυκά, καλή αποικία/κακή αποικία, *A. sylvsticus*/*A. mystacinus* κ.α.) τότε αυτές ενσωματώνονται στο μοντέλο και οι εκφράσεις προς έλεγχο αυξάνονται σε  $4^3 = 64$ . Στην περίπτωση που

εξετάζονται οι διαφορές ανάμεσα σε αρσενικά και θηλυκά (sex), τότε το αρχικό μοντέλο γράφεται ως  $\{\varphi_{t*sex} \rho_{t*sex} f_{t*sex}\}$ .

### 6.2.5 Επιλογή της κατάλληλης έκφρασης του μοντέλου

Έχοντας έναν αριθμό από μοντέλα, θα πρέπει να επιλεγεί το πλέον κατάλληλο που εξηγεί με τον καλύτερο τρόπο τα δεδομένα. Αυτό δε σημαίνει απαραίτητα ότι το μοντέλο με τις περισσότερες παραμέτρους (που συνήθως “ταιριάζει” καλύτερα στα δεδομένα μιας και παρατηρείται μικρότερη απόκλιση) είναι και αυτό που επιλέγεται. Αυξάνοντας τον αριθμό των παραμέτρων, αυξάνεται η προσαρμογή (fit) αλλά μειώνεται η ακρίβεια (precision) (εικόνα 5.3.3), συνεπώς η επιλογή θα πρέπει να γίνει με κύριο στόχο τη φειδωλότητα (the most parsimonious model).



Σχήμα 6.4. Αυξάνοντας τις παραμέτρους αυξάνεται η προσαρμογή αλλά μειώνεται η ακρίβεια

Το πρόβλημα της επιλογής του κατάλληλου μοντέλου στο MARK λύνεται με τη χρήση ενός δείκτη, του AIC (Akaike's Information Criterion). Το AIC δίνεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$AIC = 2K - 2 \ln(L)$$

όπου  $K$  είναι ο αριθμός των παραμέτρων του μοντέλου και  $L$  είναι η μέγιστη τιμή της συνάρτησης πιθανοφάνειας του μοντέλου που εξετάζεται. Το μοντέλο με τη μικρότερη τιμή AIC είναι το πιο φειδωλό και τελικά επιλέγεται.

Στο MARK χρησιμοποιείται μια παραλλαγή του δείκτη AIC που διορθώνει τα πιθανά σφάλματα που προκύπτουν από την ύπαρξη πολλών παραμέτρων σε σχέση με το μέγεθος του δείγματος. Το προσαρμοσμένο κριτήριο  $AIC_c$ , για μέγεθος δείγματος  $n$  δίνεται από τη σχέση (Cooch & White, 2006):



$$AIC_c = AIC + 2 K (K + 1) / (n - K - 1)$$

Ο δείκτη  $AIC_c$  όμως δεν δίνει από μόνος του σαφείς απαντήσεις για την επιλογή του μοντέλου σε περίπτωση που η διαφορά μεταξύ δύο μοντέλων ( $\Delta AIC_c$ ) είναι μικρή. Αυτό γίνεται υπολογίζοντας το ειδικό βάρος του κάθε μοντέλου ( $w_i$ ) που δίνει μια απάντηση στο πόσο υποστήριξη παρέχεται στο κάθε μοντέλο. Η μέγιστη τιμή που μπορεί να πάρει είναι η μονάδα ενώ αθροίζοντας το ειδικό βάρος όλων των εξεταζόμενων μοντέλων προκύπτει πάλι η μονάδα. Συνεπώς, όσο πιο μεγάλο είναι το ειδικό βάρος και προσεγγίζει τη μονάδα τόσο πιο ισχυρή στήριξη παρέχεται στο υποψήφιο μοντέλο. Το βάρος  $w_i$  δίνεται από τη σχέση:

$$w_i = \frac{\exp\left(\frac{-\Delta AIC}{2}\right)}{\sum \left\{ \exp\left(\frac{-\Delta AIC}{2}\right) \right\}}$$

Επιπλέον των παραπάνω δεικτών, είναι δυνατόν να εφαρμοστεί ένα επιπλέον στατιστικό τεστ, που συγκρίνει δύο μοντέλα μεταξύ τους, το LRT (Likelihood Ratio Test). Το LRT εφαρμόζεται μεταξύ δύο μοντέλων που είναι φωλιάζοντα το ένα στο άλλο. Το αποτέλεσμα αυτού του τεστ προκύπτει από ένα τυπικό  $\chi^2$  πίνακα. Η σημαντική διαφορά μεταξύ δύο μοντέλων ( $p < 0,05$ ) σημαίνει ότι υπάρχει μια σημαντική αύξηση στην απόκλιση (deviance) καθώς οι παράμετροι μειώνονται, οπότε το μοντέλο με τις λιγότερες παραμέτρους προσομοιώνει τα δεδομένα λιγότερο καλά.

### 6.2.6 Μέσο μοντέλο

Το ειδικό βάρος  $w_i$  καταδεικνύει το πιο φειδωλό μοντέλο, παρόλα αυτά αυτή η προσέγγιση αγνοεί ένα σημαντικό παράγοντα: πάντα υπάρχει περιθώριο λάθους λόγω στατιστικού σφάλματος. Για παράδειγμα, αν το  $w_i$  του πιο φειδωλού μοντέλου είναι 0,835, ενώ το  $w_i$  του αμέσως επόμενου είναι 0,165, τότε υπάρχει μια πιθανότητα 16,5% το δεύτερο μοντέλο να είναι το σωστό. Αυτή η πιθανότητα μπορεί να ενσωματωθεί στα τελικά αποτελέσματα αν τελικές τιμές των παραμέτρων  $\varphi$ ,  $\rho$ ,  $f$  αποτελούν το σταθμισμένο μέσο όρο όλων των εξαγόμενων μοντέλων. Έτσι για την παράμετρο  $\theta$  η μέση τιμή δίνεται από τη σχέση:

$$\text{avg}(\hat{\theta}) = (\hat{\bar{\theta}}) = \sum_{i=1}^R w_i \hat{\theta}_i$$

### 6.3 Έλεγχος υποθέσεων

Το πρόγραμμα MARK και η διαδικασία που έχει αναφερθεί στο προηγούμενο κείμενο χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο συγκεκριμένων υποθέσεων. Παρά το γεγονός ότι οι δειγματοληψίες έγιναν σε 8 σταθμούς και σε κάθε σταθμό συλλήφθηκε πάνω από ένα είδος θηλαστικών, εν τούτοις μόνο για τον αγκαθοποντικό (*A. minous*) στο σταθμό των 400m της Δίκτης ήταν δυνατόν να εξαχθούν ικανοποιητικά αποτελέσματα. Για τα υπόλοιπα είδη, ο αριθμός των συλλήψεων δεν ήταν ικανός ώστε να γίνει η στατιστική ανάλυση.

Τελικά τα αποτελέσματα που εξάγονται αφορούν τις παραμέτρους  $\varphi$ ,  $\rho$ ,  $f$  και  $\lambda$  για το σύνολο το πληθυσμού του *A. minous* για τα 400m της Δίκτης. Πιο συγκεκριμένα ελέγχεται αν οι παραπάνω παράμετροι είναι σταθεροί καθ' όλη τη διάρκεια τη δειγματοληψίας ή διαφέρουν από μήνα σε μήνα. Επιπλέον, γίνεται έλεγχος αν αυτές οι παράμετροι διαφέρουν μεταξύ των αρσενικών και θηλυκών ατόμων ή παραμένουν οι ίδιες σε όλο το πληθυσμό.

### 6.4 Μεθοδολογία εργασίας

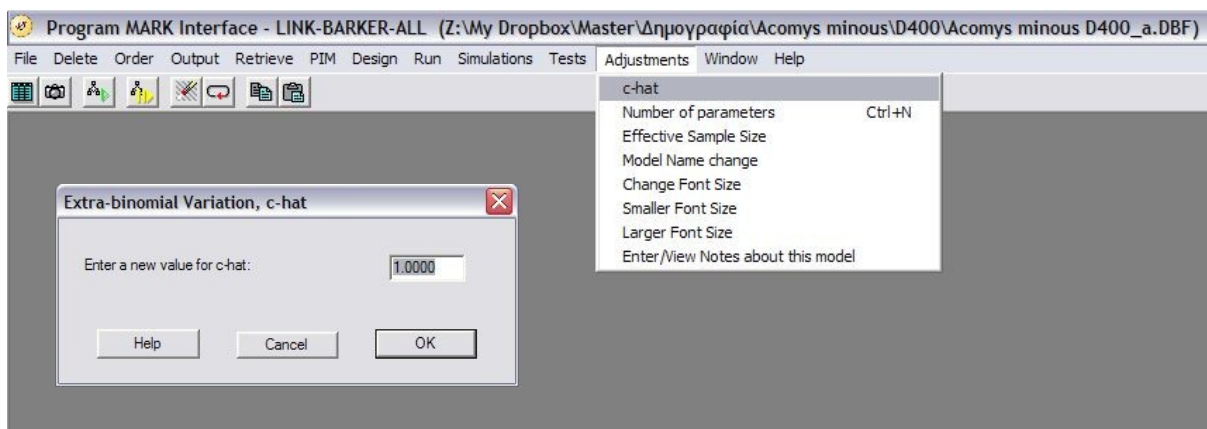
Αρχικά κατασκευάζεται το ιστορικό των συλλήψεων σε μορφή που μπορεί να “διαβάσουν” τα προγράμματα U-CARE και MARK. Ένα τέτοιο ιστορικό φαίνεται στην Εικόνα 5.5.1. Κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε ένα άτομο. Έτσι το πρώτο άτομο, σε έντεκα δειγματοληψίες (11 στήλες), συλλήφθηκε την 1<sup>η</sup>, τη 2<sup>η</sup> την 5<sup>η</sup> και την 8<sup>η</sup>, ενώ στην τελευταία δειγματοληψία πέθανε κατά το χειρισμό όπως μαρτυράει το τελευταίο ψηφίο (-1). Για τη σύγκριση των παραμέτρων μεταξύ των δύο φύλων (αρσενικά, θηλυκά) χρησιμοποιείται το ιστορικό συλλήψεων της Εικόνας 5.5.2 όπου τα αρσενικά είναι η πρώτη στήλη μετά τις 11 δειγματοληψίες και το κενό, και τα θηλυκά η στήλη πριν το ερωτηματικό (που υποδηλώνει το τέλος της γραμμής).

```
Acomys minous D400_a.t...
File Edit Format View Help
11001001000 -1;
00001000000 1;
00000100100 -1;
00000101000 -1;
00000100011 1;
00000000100 1;
00000000010 1;
00000000010 1;
00000000001 1;
00000000001 1;
11001000000 1;
11111001000 1;
10010110010 1;
11100000000 1;
11001110000 1;
11001111010 1;
11101111000 1;
11000000000 1;
10000000000 1;
11000000000 -1;
01101000000 1;
11110000000 1;
01000010000 1;
01000000000 1;
00010000000 1;
00011100000 1;
00001101100 1;
00001000000 1;

Acomys minous D400_m-f....
File Edit Format View Help
11001001000 0 -1;
00001000000 1 0;
00000100100 -1 0;
00000101000 -1 0;
00000100011 1 0;
00000000100 1 0;
00000000010 0 1;
00000000010 0 1;
00000000010 1 0;
00000000001 1 0;
11001000000 0 1;
11111001000 0 1;
10010110010 0 1;
11100000000 0 1;
11001110000 0 1;
11001111010 1 0;
11101111000 1 0;
11000000000 0 1;
10000000000 1 0;
11000000000 0 -1;
01101000000 1 0;
11110000000 1 0;
01000010000 1 0;
01000000000 0 1;
00010000000 1 0;
00011100000 1 0;
00001101100 0 1;
00001000000 1 0;
```

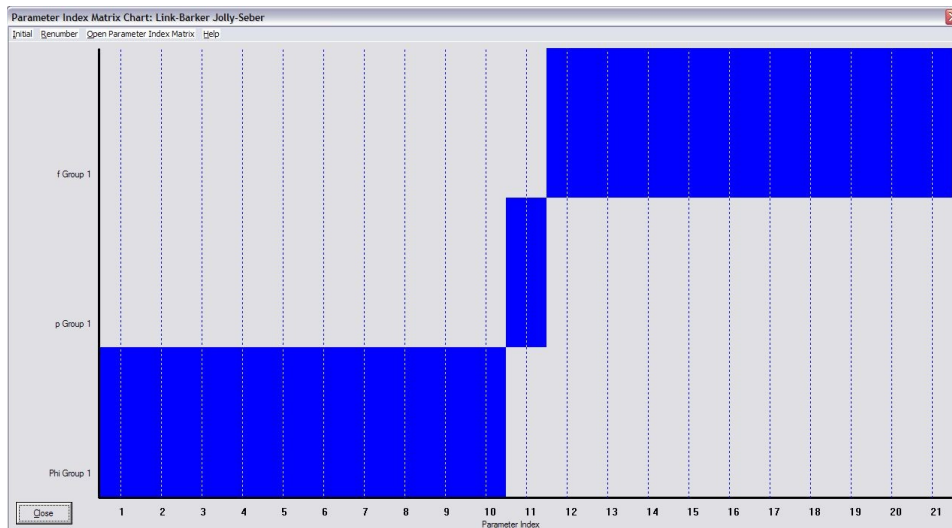
Σχήμα 6.5. Ιστορικό συλλήψεων για το σύνολο του πληθυσμού (αριστερά) και για τα αρσενικά και θηλυκά άτομα ξεχωριστά (δεξιά)

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε το τεστ GOF τόσο για το σύνολο του πληθυσμού, όσο και για κάθε φύλο (αρσενικά και θηλυκά) ξεχωριστά. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται το πρόγραμμα U-CARE έναντι του ενσωματωμένου στο MARK προγράμματος RELEASE για λόγους που ήδη έχουν αναφερθεί. Τα GOF τεστ έχουν αναπτυχθεί για τον έλεγχο των υποθέσεων στο μοντέλο Cormack-Jolly-Seber, παρόλα αυτά χρησιμοποιήθηκαν και για το μοντέλο Link-Barker που εφαρμόστηκε στο παρόν πείραμα (Cooch, προσωπική επικοινωνία). Από τα αποτελέσματα του GOF τεστ και συγκεκριμένα το  $\chi^2$  και τους βαθμούς ελευθερίας  $df$  προκύπτει ο παράγοντας  $(=\chi^2/df)$ . Αν  $< 1$  τότε θεωρείται  $= 1$ , ενώ αν  $> 1$ , τότε αναγράφεται η νέα τιμή (περισσότερα στην §5.3.1) στο αντίστοιχο παράθυρο (Εικόνα 5.3.3).



Σχήμα 6.6. Εισαγωγή τιμής για το

Ακολουθώς επιλέγονται τα γενικευμένα μοντέλα και τα φωλιάζοντα (nested) σε αυτά. Η παραλλαγή Link-Barker υπολογίζει τους ρυθμούς επιβίωσης  $\varphi$ , επανασύλληψης  $\rho$  και στρατολόγησης  $f$  συνεπώς, το αρχικό χρονοεξαρτώμενο (time-dependence) μοντέλο για το σύνολο του πληθυσμού είναι το  $\{\varphi_t \rho_t f_t\}$  και τα φωλιάζοντα μοντέλα τα εξής:  $\{\varphi_t \rho_t f.\}$ ,  $\{\varphi_t \rho.f.\}$ ,  $\{\varphi_t \rho.f_t\}$ ,  $\{\varphi.\rho.f_t\}$ ,  $\{\varphi.\rho.f.\}$  και  $\{\varphi.\rho_t f.\}$ . Για τον έλεγχο των παραμέτρων μεταξύ των δύο φύλων τότε το αρχικό μοντέλο γίνεται  $\{\varphi_{t*sex} \rho_{t*sex} f_{t*sex}\}$ . Για την κατασκευή των μοντέλων χρησιμοποιείται το PIM (Parameter Index Matrix). Στη συνέχεια επιλέγεται το καταλληλότερο μοντέλο με βάση το δείκτη  $AIC_C$ , το ειδικό βάρος  $w_i$  και το LRT, ενώ τέλος υπολογίζονται οι μέσες τιμές για τις παραμέτρους  $\varphi$ ,  $\rho$ ,  $f$  με βάση το ειδικό βάρος του κάθε μοντέλου.



Σχήμα 6.7. Paramater Index Matrix (PIM)

## 6.5 Αποτελέσματα

### 6.5.1 Δίκτη 400m, *Acomys minous*, όλος ο πληθυσμός

Το GOF τεστ επιβεβαίωσε τις μηδενικές υποθέσεις ( $H_0$ ), δηλαδή ότι δεν υπάρχει ετερογένεια στον πληθυσμό για επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ . Πιο συγκεκριμένα, για το σύνολο του πληθυσμού, το συνολικό τεστ έδειξε ότι τα δεδομένα εξηγούνται ικανοποιητικά από το βασικό μοντέλο Cormack-Jolly-Seber (Tests 2 and 3,  $\chi^2=7.0141$ ,  $df=22$ ,  $p > 0.05$ ), ενώ τα επιμέρους τεστ για τον έλεγχο της αποδημίας (transience) και της συμπεριφορικής εξάρτησης στις παγίδες (trap dependence), δεν έδειξαν σημαντικότητα. Αντίστοιχα αποτελέσματα υπήρχαν για τα αρσενικά και τα θηλυκά άτομα. Αναλυτικά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 6.2. GOF test, *Acomys minous*, Δίκτη 400m

		$\chi^2$	df	$p$	$p$ , one-sided test for transience	$p$ , test for trap dependence
Σύνολο πληθυσμού						
	Test 3.SR	1.0338	5	0.95979	0.26027	
	Test 3.SM	2.1469	4	0.70876		
	Test 2.CT	0.45494	7	0.9996		0.79788
	Test 2.CL	3.3784	6	0.76007		
	Συνολικό Test	7.0141	22	0.99896	0.26027	0.79788
Αρσενικά						
	Test 3.SR	2.1469	4	0.70876	0.2319	
	Test 3.SM	2.7055	2	0.25852		
	Test 2.CT	2.3507	6	0.88479		0.38606
	Test 2.CL	0	1	1		
	Συνολικό Test	7.2032	13	0.89138	0.2319	0.38606
Θηλυκά						
	Test 3.SR	0.9359	2	0.62628	0.24697	
	Test 3.SM	0.9359	1	0.33333		
	Test 2.CT	1.3233	7	0.98781		0.66371
	Test 2.CL	0.935	1	0.33333		
	Συνολικό Test	4.131	11	0.96593	0.24697	0.66371

Ο συντελεστής ( $=\chi^2/df$ ) είναι αρκετά κάτω από τη μονάδα, συνεπώς το θεωρείται ίσο με τη μονάδα.

Από όλα τα μοντέλα, το πλήρως χρονικά ανεξάρτητο {φ.ρ.φ.} φαίνεται να είναι το πιο φειδωλό μιας και είναι 1.72 φορές καλύτερο (0,55159/0,32673) από το αμέσως επόμενο {φ.ρ.φ.}.

Model	AICc	Delta AICc	AICc Weight	Model Likelihood	No. Par.	Deviance
{LINK BARKER_phi(.)p(.)f(.)}	298.4410	0.0000	0.56160	1.0000	3	142.3102
{LINK BARKER_phi(.)p(f)f(.)}	299.5245	1.0835	0.32670	0.5817	13	117.4706
{LINK BARKER_phi(.)p(f)f(f)}	301.9821	3.5411	0.09561	0.1702	8	133.9186
{LINK BARKER_phi(.)p(f)f(f)}	305.5874	7.1464	0.01576	0.0281	17	110.4763
{LINK BARKER_phi(f)p(.)f(.)}	313.3868	14.9458	0.00032	0.0006	12	134.3207
{LINK BARKER_phi(f)p(f)f(.)}	321.2147	22.7737	0.00001	0.0000	17	126.1036
{LINK BARKER_phi(f)p(f)f(f)}	324.4809	26.0399	0.00000	0.0000	22	110.0499
{LINK BARKER_phi(f)p(f)f(f)}	336.8671	38.4261	0.00000	0.0000	26	103.8892

Σχήμα 6.8. Α. *minous*, όλος ο πληθυσμός. Παρουσίαση όλων των εκφράσεων του μοντέλου και σύγκριση αυτών

Πως αλλιώς μπορούν να ερμηνευτούν τα αποτελέσματα; Πιο συγκεκριμένα, ποια είναι η υπόθεση που ελέγχεται; Πραγματοποιείται ένα LR test μεταξύ των μοντέλων  $\{\varphi, \rho, f.\}$  και  $\{\varphi, \rho_t, f.\}$  κάνοντας την ακόλουθη υπόθεση: “υπάρχει σημαντική διαφορά στο ρυθμό σύλληψης ανά εποχή”. Έτσι, συγκρίνεται η προσαρμογή ενός μοντέλου όπου η συλληψιμότητα μεταβάλλεται με το μήνα, με ένα μοντέλο όπου η συλληψιμότητα παραμένει σταθερή. Τελικά, η προσομοίωση των δεδομένων από τα δύο αυτά μοντέλα διαφέρει σημαντικά ( $\chi^2=24.840$ ,  $df=10$ ,  $p=0.0057$ ), συνεπώς σε επίπεδο σημαντικότητα  $\alpha=0.05$  μπορεί κάποιος να ισχυριστεί ότι υπάρχει διαφορά στο ρυθμό σύλληψης ανά εποχή.

Πίνακας 6.3. Likelihood Ratio Test (LRT)

Reduced Model	General Model	Chi-sq.	df	Prob.
$\{\varphi, \rho, f.\}$	$\{\varphi, \rho_t, f.\}$	24.840	10	0.0057

Τα αποτελέσματα για τις παραμέτρους  $\varphi$ ,  $\rho$ ,  $f$  και  $\lambda$  για τις δύο παραλλαγές, καθώς και οι σταθμισμένες μέσες τιμές των παραμέτρων από όλες τις παραλλαγές δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι τα δύο πρώτα μοντέλα υποστηρίζουν τα δεδομένα σχεδόν 89% ( $0,5616+0.3267=0,8883$ ), συνεπώς ισχυροποιείται η υπόθεση ότι τα  $\varphi$  και  $f$  είναι σταθερά στο χρόνο.

Πίνακας 6.4. Αποτελέσματα παραμέτρων για τα δύο μοντέλα  $\{\varphi, \rho, f\}$  και  $\{\varphi, \rho, f\}$  καθώς και οι μέσες τιμές αυτών

	{ $\varphi, \rho, f$ }				{ $\varphi, \rho, f$ }	Μέσο μοντέλο			
	$\varphi$	$f$	$\lambda = \varphi+f$	$\rho$		$\varphi$	$f$	$\lambda = \varphi+f$	$\rho$
Σεπτέμβριος	0.891	0.125	1,016	0.871	$\varphi = 0.856$ $f = 0.095$ $\lambda = 0.951$ $\rho = 0.517$	0.866	0.097	0.963	0.641
Οκτώβριος				0.898					0.650
Νοέμβριος	0.891	0.125	1,016	0.357		0.866	0.094	0.960	0.465
Δεκέμβριος				0.325					0.453
Ιανουάριος	0.891	0.125	1,016	0.717		0.866	0.123	0.989	0.588
Φεβρουάριος				0.590					0.544
Μάρτιος	0.891	0.125	1,016	0.338		0.866	0.094	0.960	0.458
Απρίλιος				0.414					0.485
Μάιος	0.891	0.125	1,016	0.225		0.866	0.114	0.980	0.419
Ιούνιος				0.384					0.474
Ιούλιος	0.891	0.125	1,016	0.145		0.866	0.103	0.969	0.391

Τέλος, αν αντί για την παραλλαγή Link-Barker εφαρμοστεί η παραλλαγή POPAN, μπορεί να υπολογιστεί το μέγεθος του πληθυσμού παρόλο που όπως έχει προαναφερθεί η χρήση των ανοιχτών πληθυσμών για τον υπολογισμό του πληθυσμού δεν θεωρείται πολύ αξιόπιστη. Έτσι, μια εκτίμηση για τον πληθυσμό της περιοχής είναι  $N=31$  ( $28-38$ ,  $s.e. = 2,37$ ) για επίπεδο σημαντικότητας 5%.

### 6.5.2 Δίκτη 400m, *Acomys minous*, αρσενικά-θηλυκά

Σε επόμενο στάδιο θα μπορούσε να ελεγχθεί κατά πόσο οι βασικές πληθυσμιακές παράμετροι  $\varphi$ ,  $\rho$ ,  $f$  και  $\lambda$  διαφέρουν μεταξύ των αρσενικών και των θηλυκών. Για να γίνει αυτό κατασκευάζεται το γενικό μοντέλο  $\{\varphi_{t*sex} \rho_{t*sex} f_{t*sex}\}$  ή αλλιώς  $\{\varphi_{g*t} \rho_{g*t} f_{g*t}\}$  ( $g=gender$ ) και στη συνέχεια τα φωλιάζοντα σε αυτό και ελέγχεται πιο είναι το πιο φειδωλό. Τα μοντέλα που θα πρέπει να ελεγχθούν είναι  $4^3 = 64$  και τα αποτελέσματα από τα κυριότερα μοντέλα παρουσιάζονται παρακάτω:

Model	AICc	Delta AICc	AICc Weight	Model Likelihood	No. Par.	Deviance
{phi(.)p(.)f(g*)}	297.2754	0.0000	0.22701	1.0000	4	171.3933
{phi(.)p(.)f(*)}	298.4410	1.1656	0.12675	0.5583	3	174.8029
{phi(.)p(*)f(g*)}	298.7240	1.4486	0.11002	0.4846	14	146.0704
{phi(g*)p(.)f(g*)}	299.2000	1.9246	0.08672	0.3820	5	171.0057
{phi(.)p(g*)f(g*)}	299.4089	2.1335	0.07812	0.3441	5	171.2147
{phi(.)p(*)f(*)}	299.5243	2.2489	0.07374	0.3248	13	149.9633
{phi(.)p(g*)f(*)}	300.2096	2.9342	0.05235	0.2306	4	174.3274
{phi(g*)p(*)f(*)}	300.6291	3.3537	0.04244	0.1870	4	174.7470
{phi(.)p(*)f(g*t)}	301.1959	3.9205	0.03197	0.1408	10	160.3042
{phi(g*)p(g*)f(g*)}	301.4967	4.2213	0.02750	0.1211	6	170.9192
{phi(g*)p(*)f(g*)}	301.5871	4.3117	0.02629	0.1158	15	145.7305
{phi(.)p(g*)f(*)}	301.7291	4.4537	0.02449	0.1079	8	166.1582
{phi(.)p(*)f(*)}	301.9822	4.7068	0.02158	0.0951	8	166.4114
{phi(g*)p(g*)f(*)}	302.4078	5.1324	0.01744	0.0768	5	174.2136
{phi(g*)p(*)f(*)}	302.5421	5.2667	0.01631	0.0718	14	149.8885
{phi(g*)p(*)f(g*t)}	303.7578	6.4824	0.00888	0.0391	11	160.0727
{phi(.)p(g*)f(g*t)}	303.8825	6.6071	0.00834	0.0367	11	160.1974
{phi(g*)p(*)f(*)}	304.5308	7.2554	0.00603	0.0266	9	166.3424
{phi(.)p(*)f(g*t)}	304.9748	7.6994	0.00483	0.0213	19	135.0743
{phi(.)p(*)f(*)}	305.5876	8.3122	0.00356	0.0157	17	142.9691
{phi(g*)p(g*)f(g*t)}	306.5797	9.3043	0.00217	0.0096	12	160.0065
{phi(g*)p(*)f(*)}	306.9265	9.6511	0.00182	0.0080	10	166.0348

Σχήμα 6.9. A. *minous*, αρσενικά-θηλυκά. Παρουσίαση όλων των εκφράσεων του μοντέλου και σύγκριση αυτών

Από μια πρώτη ματιά φαίνεται ότι το μοντέλο  $\text{phi}(\cdot)\text{p}(\cdot)\text{f}(g^*)$  προηγείται του δεύτερου  $\text{phi}(\cdot)\text{p}(\cdot)\text{f}(\cdot)$  με πολύ μικρή διαφορά, ενώ το ειδικό βάρος του μοντέλου δεν εξασφαλίζει ξεκάθαρη απάντηση στο ερώτημα “ποιο μοντέλο προσομοιώνει καλύτερα τα δεδομένα”.

Παρόλα αυτά, από το σύνολο των μοντέλων προκύπτουν τα εξής:



- Το 76,6% αυτών υποστηρίζει ότι η επιβίωση  $\varphi$  είναι ανεξάρτητη του φύλου και του χρόνου [ $\rho\text{hi}(\cdot, \cdot)$ ]. Αντίστοιχα, για το  $\rho\text{hi}(g^*, \cdot)$  είναι 23,7% και για το  $\rho\text{hi}(\cdot, t)$  είναι 0,21%.
- Το 55,1% αυτών υποστηρίζει ότι η συλληψιμότητα  $\rho$  είναι ανεξάρτητη του φύλου και του χρόνου [ $\rho(\cdot, \cdot)$ ]. Αντίστοιχα, για το  $\rho(\cdot, t)$  είναι 23,6% και για το  $\rho(g^*, \cdot)$  είναι 21,2%.
- Το 55,5% αυτών υποστηρίζει ότι η στρατολόγηση  $f$  είναι ανεξάρτητη του χρόνου, αλλά διαφέρει ανάμεσα στα αρσενικά και στα θηλυκά άτομα [ $f(g^*, \cdot)$ ]. Αντίστοιχα, για το  $f(\cdot, \cdot)$  είναι 32,9%, για το  $f(g^*, t)$  είναι 5,7% και για το  $f(\cdot, t)$  είναι 5,8%.

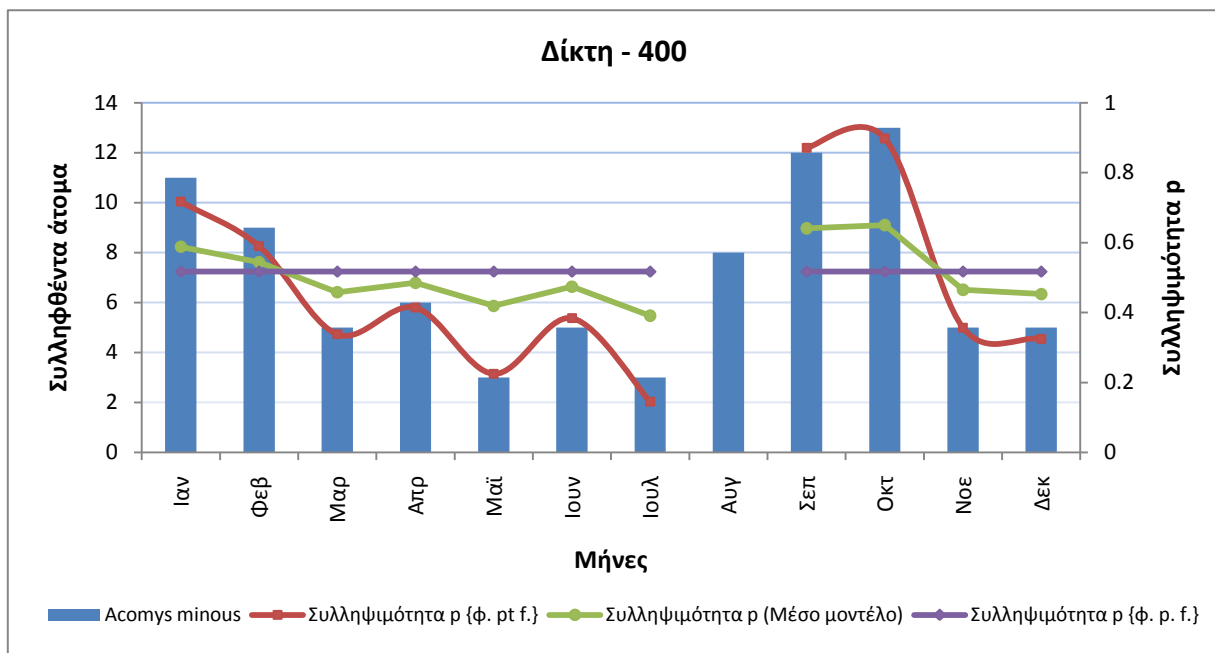
Οι τιμές των παραμέτρων για τα τρία πρώτα μοντέλα είναι οι εξής:

Πίνακας 6.5. Αποτελέσματα παραμέτρων

	$\rho\text{hi}(\cdot, \cdot)\rho(\cdot, \cdot)f(g^*, \cdot)$	$\rho\text{hi}(\cdot, \cdot)\rho(\cdot, \cdot)f(\cdot, \cdot)$	$\rho\text{hi}(\cdot, \cdot)\rho(\cdot, t)f(g^*, \cdot)$			
			$\varphi$	$f$	$\lambda = \varphi + f$	$\rho$
Σεπτέμβριος	$\varphi = 0.852$ $f_{\text{males}} = 0.139$ $f_{\text{females}} = 0.036$ $\lambda_{\text{males}} = 0.991$ $\lambda_{\text{females}} = 0.888$ $\rho = 0.522$	$\varphi = 0.856$ $f = 0.095$ $\lambda = 0.951$ $\rho = 0.517$				0.866
Οκτώβριος			0.894	0.177 0.051	1.071 0.945	0.899
Νοέμβριος			0.894	0.177 0.051	1.071 0.945	0.359
Δεκέμβριος			0.894	0.177 0.051	1.071 0.945	0.327
Ιανουάριος			0.894	0.177 0.051	1.071 0.945	0.722
Φεβρουάριος			0.894	0.177 0.051	1.071 0.945	0.591
Μάρτιος			0.894	0.177 0.051	1.071 0.945	0.339
Απρίλιος			0.894	0.177 0.051	1.071 0.945	0.413
Μάιος			0.894	0.177 0.051	1.071 0.945	0.223
Ιούνιος			0.894	0.177 0.051	1.071 0.945	0.376
Ιούλιος			0.894	0.177 0.051	1.071 0.945	0.139

## 6.6 Συζήτηση

Στην πρώτη περίπτωση που εξετάζεται ο πληθυσμός του *A. minous* στο σύνολο του, τα προκρινόμενα μοντέλα είναι τα  $\{\varphi. p. f.\}$  και  $\{\varphi. p_t f.\}$ . Ενώ ο δείκτης AIC και το ειδικό βάρος  $w_i$  δείχνουν ότι το χρονικά ανεξάρτητο μοντέλο  $\{\varphi. p. f.\}$  είναι το πλέον φειδωλό, ο έλεγχος τους με κλασικές στατιστικές μεθόδους δείχνει ότι η συλληψιμότητα διαφοροποιείται ανά μήνα ( $p_t$  έναντι  $p.$ ).



Σχήμα 6.10. *A. minous*. Συλληφθέντα άτομα και τιμές της συλληψιμότητας όπως προκύπτουν από διάφορα μοντέλα (τον Αύγουστο δεν υπάρχει τιμή για το  $p$  επειδή ξεκινάει το πείραμα και δεν ορίζεται η επανασύλληψη)

Αντίθετα με το  $p$ , ο ρυθμός επιβίωσης  $\varphi$  είναι σταθερός κατά τη διάρκεια του χρόνου και μάλιστα παίρνει αρκετά υψηλή τιμή. Αυτή η υψηλή τιμή πιθανότατα οφείλεται στους εξής λόγους:

- Η βλάστηση στο σταθμό μελέτης είναι αρκετά πυκνή, συνεπώς τα ζώα δεν είναι εκτεθειμένα στους από αέρος θηρευτές.
- Πρόκειται για ένα μεγάλο σε μέγεθος τρωκτικό που δεν φαίνεται να αντιμετωπίζει προβλήματα ανταγωνισμού από τα άλλα τρωκτικά (*A. sylvaticus*, *M. musculus*) που είναι παρόντα στο σταθμό. Εξάλλου, οι τροφικές συνήθειες διαφοροποιούν το θώκο που καταλαμβάνει.

Για τον αντίστοιχο πληθυσμό *A. minous* στα 400m των Λευκών Ορέων δεν μπορεί να γίνει η αντίστοιχη ανάλυση λόγω ανεπαρκών δεδομένων (δεν μπορούν να ελεγχθούν οι αρχικές

υποθέσεις του CJS με το πρόγραμμα U-CARE). Ωστόσο, μια πρώτη προσέγγιση για το  $\varphi$  έδειξε ότι αυτό διαφοροποιείται για τους πληθυσμούς των δύο σταθμών σημαντικά. Το αντίστοιχο  $\varphi$  για τα 400m των Λευκών Ορέων είναι 0,711, δηλαδή μικρότερο από αυτό που παρουσιάζεται παραπάνω για τη Δίκτη. Κατά αναλογία με τους λόγους που παρουσιάστηκαν παραπάνω, αυτό μπορεί να οφείλεται στην πιο αραιή βλάστηση στο σταθμό των Λευκών Ορέων καθώς και στην παρουσία του ανταγωνιστικού – λόγω μεγέθους – *A. mystacinus*.

Όσον αφορά στην είσοδο νέων ατόμων στον πληθυσμό (γεννήσεις και εποίκιση), η τιμή που παίρνει το  $f$  είναι πολύ μικρή με αποτέλεσμα η αύξηση του πληθυσμού ( $\lambda = \varphi + f$ ) να προσεγγίζει τη μονάδα και ο πληθυσμός να παραμένει σταθερός στο χρόνο.

Στη δεύτερη περίπτωση, αν και δεν υπάρχει κάποιο μοντέλο που να προσομοιώνει ισχυρά τα δεδομένα, φαίνεται ότι η επιβίωση δεν διαφέρει ανάμεσα στα αρσενικά και θηλυκά άτομα. Αντίστοιχα, ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού κινείται γύρω από τη μονάδα επιβεβαιώνοντας ουσιαστικά τα προηγούμενα αποτελέσματα.

## 6.7 Επιπλέον θέματα - Ερωτήματα που προκύπτουν

Η παραπάνω ανάλυση εντάσσεται σε μια προσπάθεια να γίνει κατανοητή η χρήση των πληθυσμιακών μοντέλων και του λογισμικού πακέτου MARK. Κατά τη διάρκεια της βιβλιογραφικής ανασκόπησης ανέκυψαν μια σειρά από θέματα που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη σε επόμενο πειραματικό σχεδιασμό, αλλά και στην ανάλυση των αποτελεσμάτων ώστε να παραχθεί πιο ολοκληρωμένη εργασία:

- Στην παρούσα εργασία εξετάστηκε μόνο ο πληθυσμός του *Acomys minous* για το σταθμό των 400m της Δίκτης. Για τους υπόλοιπους πληθυσμούς τα δεδομένα δεν ήταν επαρκή (μικρός αριθμός επανασυλλήψεων) και η μελέτη τους απαιτεί επιπλέον πειραματική προσπάθεια. Αυτό μεταφράζεται και σε χρόνο, αλλά και σε διαφορετικό πειραματικό σχεδιασμό. Όσον αφορά στο χρόνο, έχει αποδειχτεί ότι οι οικολογικές μελέτες απαιτούν δεδομένα πεδίου τουλάχιστο 2 ετών για να έχουν επαρκή αποτελέσματα. Ο σχεδιασμός μπορεί να περιλαμβάνει πιο αποτελεσματική διάταξη των παγίδων, αύξηση του αριθμού τους, βελτιστοποίηση του δολώματος, πιο εστιασμένη εργασία σε λιγότερους σταθμούς δειγματοληψίας κ.α. Σε κάθε περίπτωση το ζητούμενο είναι η αύξηση του  $\rho$  (σύλληψη και επανασύλληψη). Πολύ μεγάλες τιμές του  $\rho$  θα μειώσουν και το σφάλμα που προκύπτει από την ετερογένεια του πληθυσμού.

- Για να αντιμετωπιστεί η ετερογένεια στον πληθυσμό όπως αυτή μπορεί να εκδηλωθεί με την ύπαρξη 2 ή περισσότερων ομάδων εντός του πληθυσμού με διαφορετικά ποσοστά επιβίωσης ή συλληψιμότητας, έχουν προταθεί τροποποιήσεις στα μοντέλα ανοιχτών πληθυσμών (Pledger *et al.*,

2003). Μια τέτοια πρόταση είναι το μοντέλο Link-Barker with Pledger mixtures. Στην παρούσα εργασία, αν και προτάθηκε από τον Cooch (προσωπική επικοινωνία), τελικά δεν εφαρμόστηκε λόγω πολυπλοκότητας του τελικού μοντέλου. Εναλλακτικά, το πρόβλημα της ετερογένειας θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί με την ενσωμάτωση ατομικών συμμεταβλητών στο μοντέλο όπου κάθε άτομο θεωρείται ότι συνεισφέρει με το δικό του τρόπο στον πληθυσμό (random effect) (Cooch & White, 2006).

- Θα μπορούσε να υπεισέλθουν στο μοντέλο και ατομικές συμμεταβλητές όπως το βάρος ή το μέγεθος του ζώου. Για παράδειγμα, ένα ερώτημα που θα μπορούσε να τεθεί είναι αν “η πιθανότητα επιβίωσης σχετίζεται με το μέγεθος του ζώου, όπως αυτό εκφράζεται μέσω του βάρους”. Τότε θα πρέπει να κατασκευαστεί το εξής γραμμικό γενικευμένο μοντέλο:

$$\varphi = \text{WEIGHT} + \text{TIME} + \text{WEIGHT.TIME} + \text{error}$$

Σε αυτή την έκφραση θα μπορούσαν να υπεισέλθουν και άλλοι παράγοντες όπως το φύλο, αλλά αυτό θα έκανε το μοντέλο αρκετά πολύπλοκο.

- Άλλες ανεξάρτητες μεταβλητές θα μπορούσαν να ενταχθούν στο μοντέλο για να ελεγχθεί κατά πόσο επηρεάζουν την επιβίωση του πληθυσμού. Τέτοιες μεταβλητές είναι η θερμοκρασία και η υγρασία. Έτσι, για τον έλεγχο της επίδρασης της θερμοκρασίας στο φύλο, μια έκφραση θα μπορούσε να είναι η ακόλουθη:

$$\varphi = \text{SEX} + \text{TEMP} + \text{SEX.TEMP} + \text{error}$$

- Η επιλογή πολλών σταθμών δειγματοληψίας σε διαφορετικά βουνά και υψόμετρα παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα και τα ερωτήματα που μπορούν να απαντηθούν ξεπερνάνε κατά πολύ τα όρια μιας πληθυσμιακής έρευνας (με ζητούμενο τον υπολογισμό παραμέτρων όπως τα  $\varphi$ ,  $\rho$ ,  $f$  και  $\lambda$ ). Το σημαντικότερο από τα πλεονεκτήματα είναι η σύγκριση αυτών των παραμέτρων μεταξύ πληθυσμών του ίδιου είδους, αλλά και διαφορετικών ειδών σε ένα ή περισσότερους σταθμούς δειγματοληψίας (ένα ή διαφορετικά υψόμετρα και βουνά). Για την παρούσα εργασία, περισσότερα δεδομένα θα μπορούσαν να απαντήσουν στα εξής απλά ερωτήματα:

- Διαφέρει η επιβίωση και η στρατολόγηση σε πληθυσμούς του ίδιου είδους, μεταξύ των δύο βουνών στα ίδια υψόμετρα; Ως παράδειγμα δίνεται η σύγκριση των πληθυσμών του *A. minous* στα 400m της Δίκτης και των Λευκών Ορέων ή του *A. sylvaticus* σε αντίστοιχα υψόμετρα.
- Διαφέρει η επιβίωση και η στρατολόγηση μεταξύ αρσενικών και θηλυκών για ένα είδος σε ένα σταθμό;

- Οι πληθυσμιακές παράμετροι είναι σταθερές καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου ή αλλάζουν από εποχή σε εποχή;
- Πώς μεταβάλλονται οι πληθυσμιακές παράμετροι με το υψόμετρο; Δηλαδή στα διαφορετικά υψόμετρα ενός βουνού, για ένα είδος, υπάρχει αλλαγή στα  $\varphi$  και  $f$ ;

Ειδικά το τελευταίο ερώτημα από μόνο του μπορεί να αποτελέσει αντικείμενο μελέτης. Οι προεκτάσεις αυτού του ερωτήματος μπορεί να είναι η αναζήτηση για πιθανή διαφοροποίηση στη στρατηγική ζωής που μπορεί να έχει ένα είδος σε διαφορετικά υψόμετρα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ

## 7. Χρήση του Χώρου

### 7.1 Εισαγωγή

Η κατανόηση της χωρικής κατανομής δύο συμπάτριων ειδών και των σχέσεων αλληλεξάρτησης, έχει υπάρξει σημαντικό αντικείμενο μελέτης στο χώρο της οικολογίας (αναλυτικότερα στα reviews Grant 1972; Eccard & Ylönen 2003).

Γειτονικοί αλλοπάτριοι πληθυσμοί τρωκτικών μπορεί να είναι δείγμα διαειδικού ανταγωνισμού, αλλά η πιο ισχυρή απόδειξη για την ύπαρξη ανταγωνισμού μεταξύ δύο ειδών, προέρχεται από τη μελέτη συμπάτριων πληθυσμών. Όπως αναφέρει ο Grant (1972) στη βιβλιογραφική ανασκόπηση για το διαειδικό ανταγωνισμό μεταξύ των τρωκτικών, το συμπέρασμα αυτό μπορεί να προκύψει από δύο παρατηρήσεις: α) τα συμπάτρια είδη διατηρούν πληθυσμούς αντιστρόφως ανάλογους και β) τα συμπάτρια είδη έχουν διακριτή χωρική κατανομή.

Όσον αφορά στην πρώτη κατηγορία, όταν ο πληθυσμός του ενός είδους αυξάνεται τότε ο πληθυσμός του άλλου μειώνεται, ενώ σε μερικές περιπτώσεις αυτή η αριθμητική σχέση αντιστρέφεται ή ακόμα σε εξαιρετικές περιπτώσεις μπορεί να οδηγήσει στην εξαφάνιση του ενός είδους.

Στη δεύτερη κατηγορία, δύο είδη καταλαμβάνουν διαφορετικά τμήματα του ίδιου βιοτόπου. Το κυρίαρχο είδος μπορεί να αποκλείσει το υποτελές από τα καλύτερα τμήματα της περιοχής τα οποία μεταφράζονται είτε ως καλύτερα καταφύγια, είτε ως πρόσβαση σε ποιοτικότερη και πιο άφθονη τροφή (Gliwicz, 1981).

Βέβαια, σύμφωνα με το MacArthur (1972), δύο παρόμοια είδη δεν μπορούν να καταλαμβάνουν τον ίδιο οικολογικό θώκο (*niche*) για μεγάλο χρονικό διάστημα. Σε περίπτωση συμπάτριων ειδών, η έκβαση του ανταγωνισμού θα είναι, είτε ο αποκλεισμός του ενός από τους δύο πληθυσμούς, είτε η συνύπαρξη τους μέσω της μεταβολής της οικοθέσης τους ώστε να μην συμπίπτουν.

Στο ακόλουθο κείμενο γίνεται μια προσπάθεια να αποτυπωθούν οι κατανομές των συλληφθέντων ειδών στο χώρο. Το πείραμα ωστόσο, δεν σχεδιάστηκε για να απαντήσει στο συγκεκριμένο ερώτημα μιας και οι παγίδες τοποθετήθηκαν γραμμικά και όχι ως πλέγμα και κατά συνέπεια τα αποτελέσματα δεν μπορούν να θεωρηθούν αντιπροσωπευτικά. Εν τούτοις, προκύπτουν χρήσιμα συμπεράσματα που δίνουν μια πρώιμη εικόνα για το χώρο που χρησιμοποιεί το κάθε είδος σε κάθε περιοχή δειγματοληψίας, ενώ επιχειρείται να συνδεθεί με τα χαρακτηριστικά του βιοτόπου όπως η βλάστηση και τα πιθανά καταφύγια.

Για την κατανόηση της σχέσης που υπάρχει μεταξύ δύο συμπάτριων ειδών, ίσως είναι απαραίτητη η αναγωγή σε ατομικό επίπεδο, δηλαδή στη συμπεριφορά που αναπτύσσουν τα άτομα του κάθε είδους μιας και “η ανταπόκριση σε επίπεδο πληθυσμού αποτελεί συσσωρευτική επίδραση της συμπεριφοράς των ατόμων” (Eccard & Ylönen 2003). Σε αυτό μπορεί να συνεισφέρει η αποτύπωση της παρατηρούμενης ακτίνας δράσης (observed range length – ORL) (Mazurkiewicz & Rajska-Jurgiel, 1998), η οποία και παρουσιάζεται ακολούθως. Τα αποτελέσματα προέκυψαν από τις παγιδεύσεις με τη μέθοδο σύλληψης επανασύλληψης, όμως σύγχρονες μέθοδοι παρακολούθησης των ζώων όπως το radio-tracking (Getz et al., 2007) μπορούν να δώσουν επιπλέον αποτελέσματα για το ζωτικό χώρο των ατόμων.

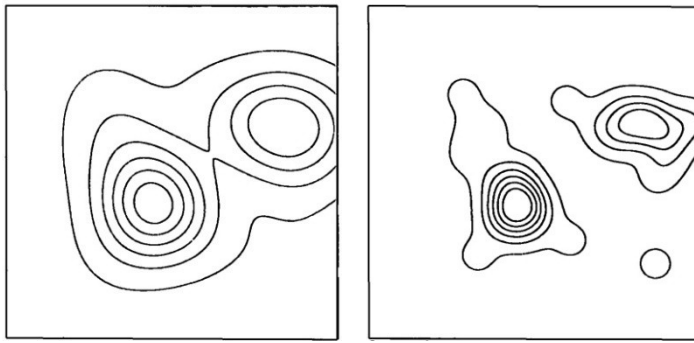
## 7.2 Μεθοδολογία

“Η περιοχή που χρησιμοποιεί ένα άτομο για την εξεύρεση τροφής, το ζευγάρι και τη φροντίδα των απογόνων του” ορίζεται ως ο ζωτικός χώρος του ατόμου (Burt, 1943) ενώ η έννοια διακρίνεται από τη χωροκράτεια που είναι “οποιαδήποτε περιοχή που ένα άτομο υπερασπίζεται” (Noble, 1939). Μια έννοια που σχετίζεται με το ζωτικό χώρο είναι η “κατανομή χρήσης” (utilization distribution) και περιγράφεται ως η σχετική συχνότητα κατανομής των σημείων παρουσίας ενός ζώου μέσα στο χρόνο (Hayne, 1949; Calhoun & Casby, 1958; Jennrich & Turner, 1969). Έτσι, το utilization distribution είναι ένα πιθανοτικό μοντέλο του ζωτικού χώρου που περιγράφει το σχετικό χρόνο που ένα ζώο βρίσκεται σε ένα μέρος.

Για την απεικόνιση της χωρικής κατανομής του κάθε είδους χρησιμοποιούνται οι μη παραμετρικές τεχνικές kernel (Worton, 1989). Πρόκειται για στατιστικές τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν στην οικολογία για τον υπολογισμό του utilization distribution, παρόλα αυτά έχουν χρησιμοποιηθεί και για την κατανομή ενός είδους σε ένα βιότοπο (Wood et al., 2000).

Οι μέθοδοι kernel υπολογίζουν την πυκνότητα της πιθανότητας παρουσίας σε οποιοδήποτε σημείο στο χώρο. Σε κάθε παρατήρηση αντιστοιχεί και ένας “πυρήνας” (πυκνότητα πιθανότητας). Ένα ορθογώνιο πλέγμα τοποθετείται πάνω από τα δεδομένα και υπολογίζεται η πυκνότητα σε κάθε κόμβο του πλέγματος χρησιμοποιώντας την πληροφορία από το σύνολο του δείγματος. Η εκτιμώμενη πυκνότητα σε κάθε κόμβο είναι ουσιαστικά ο μέσος όρος όλων των “πυρήνων” που επικαλύπτουν αυτό το σημείο. Παρατηρήσεις που είναι πιο κοντά σε αυτό το σημείο θα συμβάλλουν περισσότερο στην τελική τιμή από αυτές που απέχουν περισσότερο. Τελικά, η πυκνότητα θα είναι μεγάλη σε περιοχές με πολλές παρατηρήσεις (πυκνές ισοπληθείς), και χαμηλή σε περιοχές με λίγες (αραιές ισοπληθείς).





Σχήμα 7.1. Παραδείγματα μοντέλων kernel (Τροποποιημένο από Worton 1989)

Ο Worton (1989) προτείνει δύο παραλλαγές για αυτές τις μεθόδους, τη σταθερή (fixed kernel method) και την προσαρμοστική (adaptive kernel method). Στην πρώτη, η παράμετρος εξομάλυνσης ( $h$ ) διατηρεί σταθερή τιμή σε όλη την περιοχή των παρατηρήσεων, ενώ στην προσαρμοστική μέθοδο το  $h$  παίρνει μεγάλες τιμές σε περιοχές με μικρή συγκέντρωση παρατηρήσεων και μικρές τιμές σε περιοχές με μεγάλη συγκέντρωση. Η παράμετρος εξομάλυνσης  $h$  ελέγχει το βαθμό με τον οποίο συνεισφέρει κάθε παρατήρηση στο αποτέλεσμα. Έτσι, όταν το  $h$  παίρνει μικρές τιμές, όλες οι λεπτομέρειες των δεδομένων μπορούν να παρατηρηθούν, ενώ όταν παίρνει μεγάλες τιμές εξαιρούνται οι παρατηρήσεις που δεν είναι σημαντικές. Η παράμετρος εξομάλυνσης  $h$  μπορεί να υπολογιστεί είτε χρησιμοποιώντας τη βέλτιστη τιμή από μια κανονική κατανομή (ad hoc), είτε με μια μέθοδο jackknife, τη least squares cross validation (LSCV), επιλέγοντας το βαθμό της εξομάλυνσης που ελαχιστοποιεί το εκτιμώμενο λάθος. Αν και η πρώτη μέθοδος (ad hoc) συνήθως αναφέρεται ως η “βέλτιστη” (Seaman *et al.*, 1998), τείνει να υπερεκτιμά το μέγεθος του ζωτικού χώρου και τελικά η LSCV δίνει τα πιο αμερόληπτα αποτελέσματα (Worton, 1989; Seaman & Powell, 1996). Ο υπολογισμός της πυκνότητας της πιθανότητας παρουσίας  $f(x)$  δίνεται από την ακόλουθη σχέση, όπου  $h$  είναι η παράμετρος εξομάλυνσης (Worton, 1989):

— —

Τελευταία, έχουν προταθεί και άλλες μη παραμετρικές μέθοδοι για τον υπολογισμό του ζωτικού χώρου. Οι Burgman & Fox (2003) πρότειναν μια γενίκευση της μεθόδου του ελάχιστο κυρτού πολυγώνου, την  $\alpha$ -hull, ενώ οι Getz & Wilmers (2004) και Getz *et al.* (2007) πρότειναν τη local convex hull (LoCoH). Και οι δύο μέθοδοι φαίνεται ότι δίνουν καλύτερα αποτελέσματα

από τις μεθόδους Kernel, κυρίως σε περιοχές που περιλαμβάνουν δρόμους, λίμνες, γκρεμούς κ.α. περιοχές δηλαδή που δεν αποτελούν τμήματα του ζωτικού χώρου ενός είδους.

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε η σταθερή (fixed) kernel όπου το  $h$  καθορίστηκε με τη μέθοδο LSCV, ενώ η απεικόνιση γίνεται με ισοπληθείς ανά 5 (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95). Η διαδικασία πραγματοποιήθηκε στο ArcView GIS v.3.2 με τη βοήθεια των επεκτάσεων (extensions) “Animal Movement SA v2.04 beta” (Hooge & Eichenlaub, 2000) και “Spatial Analyst”.

Όσον αφορά στην ακτίνα δράσης, υπολογίζεται η μέση και η μέγιστη τιμή για τα ζώα όπου υπάρχει τουλάχιστο μία επανασύλληψη.

### 7.3 Αποτελέσματα

Η παράμετρος εξομάλυνσης  $h$  για κάθε είδος και για κάθε σταθμό ξεχωριστά αναφέρεται στον επόμενο πίνακα και υπολογίζεται με τη μέθοδο LSCV. Στους σταθμούς που δεν βρέθηκε κάποιο είδος τότε δεν αναφέρεται μια τιμή για την παράμετρο εξομάλυνσης ενώ, σημειώνεται με ερωτηματικό (?) όπου οι παρατηρήσεις ήταν πολύ λίγες και το πρόγραμμα δεν υπολόγισε το  $h$ .

Πίνακας 7.1. Τιμές για το συντελεστή εξομάλυνσης ( $h$ )

		<i>A. minous</i>	<i>A. sylvaticus</i>	<i>A. mystacinus</i>	<i>C. suaveolens</i>	<i>M. musculus</i>
Δίκτη	400m	0,000124	0,000160	-	?	0,000197
	800m	-	0,000120	0,000058	0,000150	-
	1200m	-	0,000231	-	-	-
	1600m	-	0,000115	0,000000	-	-
Λευκά Όρη	400m	0,000196	0,000257	0,000124	?	0,000275
	800m	-	0,000200	0,000113	0,000197	?
	1200m	-	0,000252	0,000208	-	-
	1800m	-	0,000578	-	-	-

### 7.3.1 Λευκά Όρη, 400m

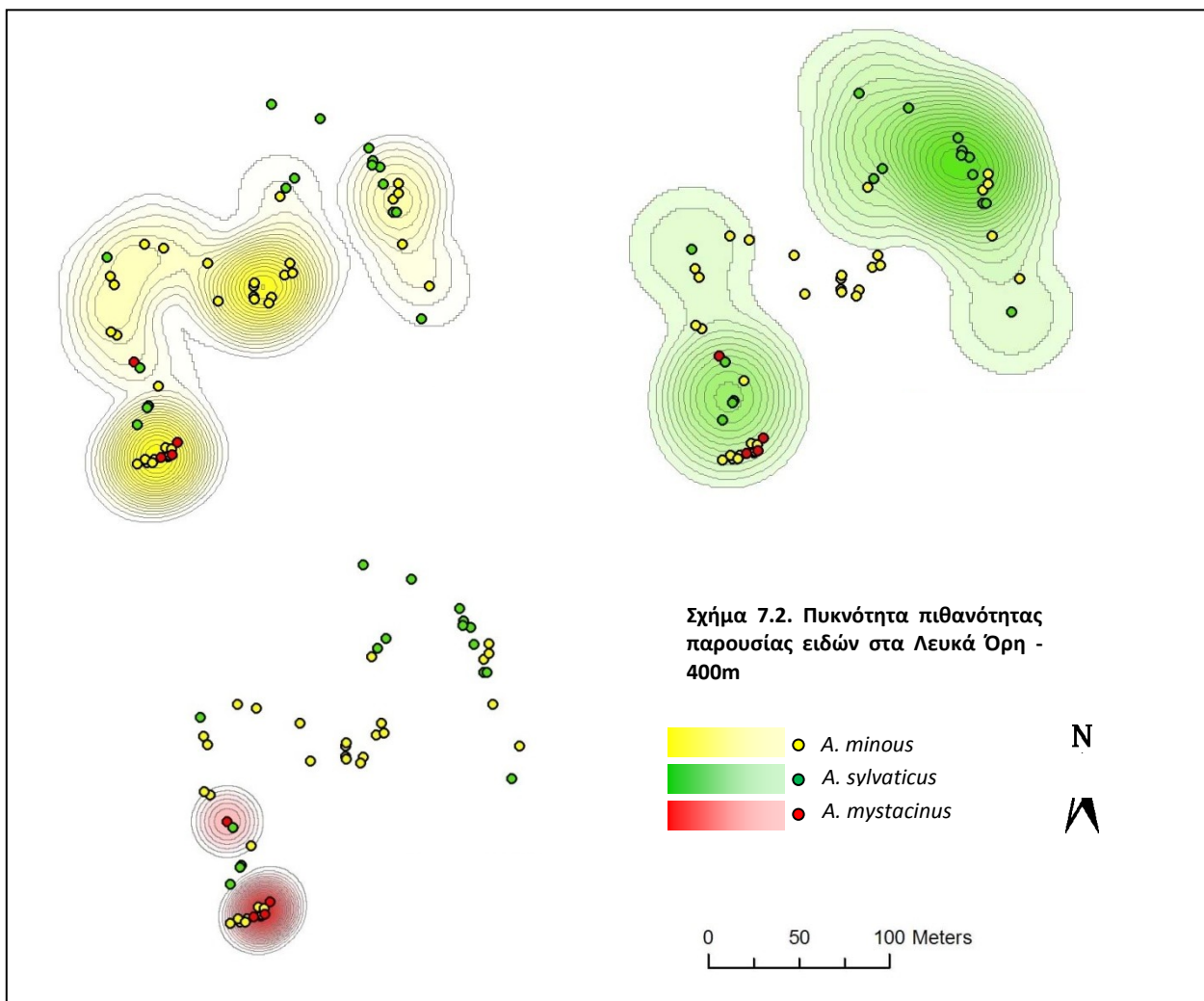
Στα 400m των Λευκών Ορέων συλλήφθηκαν τα είδη *A. minous*, *A. sylvaticus*, *A. mystacinus*, *M. musculus* και *C. suaveolens* και η κατανομή των τριών πρώτων παρουσιάζεται στα επόμενα σχήματα.

Οι τοποθεσίες που συλλήφθηκαν οι αγκαθοποντικοί ήταν κυρίως βράχια όπου τα φυσικά καταφύγια αφθονούν, ενώ πολύ μεγάλη είναι η πυκνότητα των θέσεων όπου υπάρχουν συσσωρευμένα σπασμένα κελύφη από σαλιγκάρια που είναι και βασική τροφή για τα *A. minous* (Παράβας, 2000).

Η μεγαλύτερη πυκνότητα των *A. sylvaticus* παρατηρείται στο βορειοανατολικό τμήμα του σταθμού μελέτης. Σε εκείνο το σημείο το έδαφος σχηματίζει ένα μικρό κοίλωμα σαν μικρό φαράγγι ενώ υπάρχει σκληρόφυλλη βλάστηση (*Pistacia lentiscus*).

Τα *A. mystacinus* συλλαμβάνονται στην ίδια περιοχή που συλλαμβάνεται και ένας μεγάλος αριθμός αγκαθοποντικών. Αυτή η περιοχή χαρακτηρίζεται από έντονους βραχώδεις σχηματισμούς και συνεπώς με μια πρώτη ματιά φαίνεται ότι τα δύο αυτά είδη κινούνται στον ίδιο μικρο-χώρο. Αναλύοντας, όμως, τις συλλήψεις ανά μήνα, γίνεται αρκετά σαφές ότι από τη χρονική στιγμή που κάνουν την εμφάνιση τους οι βραχοποντικοί (*A. mystacinus*), τα *A. minous* δεν ξανασυλλαμβάνονται στον ίδιο χώρο.

Όσον αφορά στο *Mus musculus*, πραγματοποιούνται δύο συλλήψεις και μάλιστα σε περιοχή έξω από τη μέγιστη πυκνότητα των άλλων ειδών, ενώ στις μυγαλές (*C. suaveolens*) η κατανομή των συλλήψεων δεν παρουσιάζει ένα συγκεκριμένο πρότυπο σε σχέση με τα άλλα είδη μιας και συλλαμβάνεται εντός των περιοχών μέγιστης πυκνότητας των τριών επικρατών τρωκτικών.

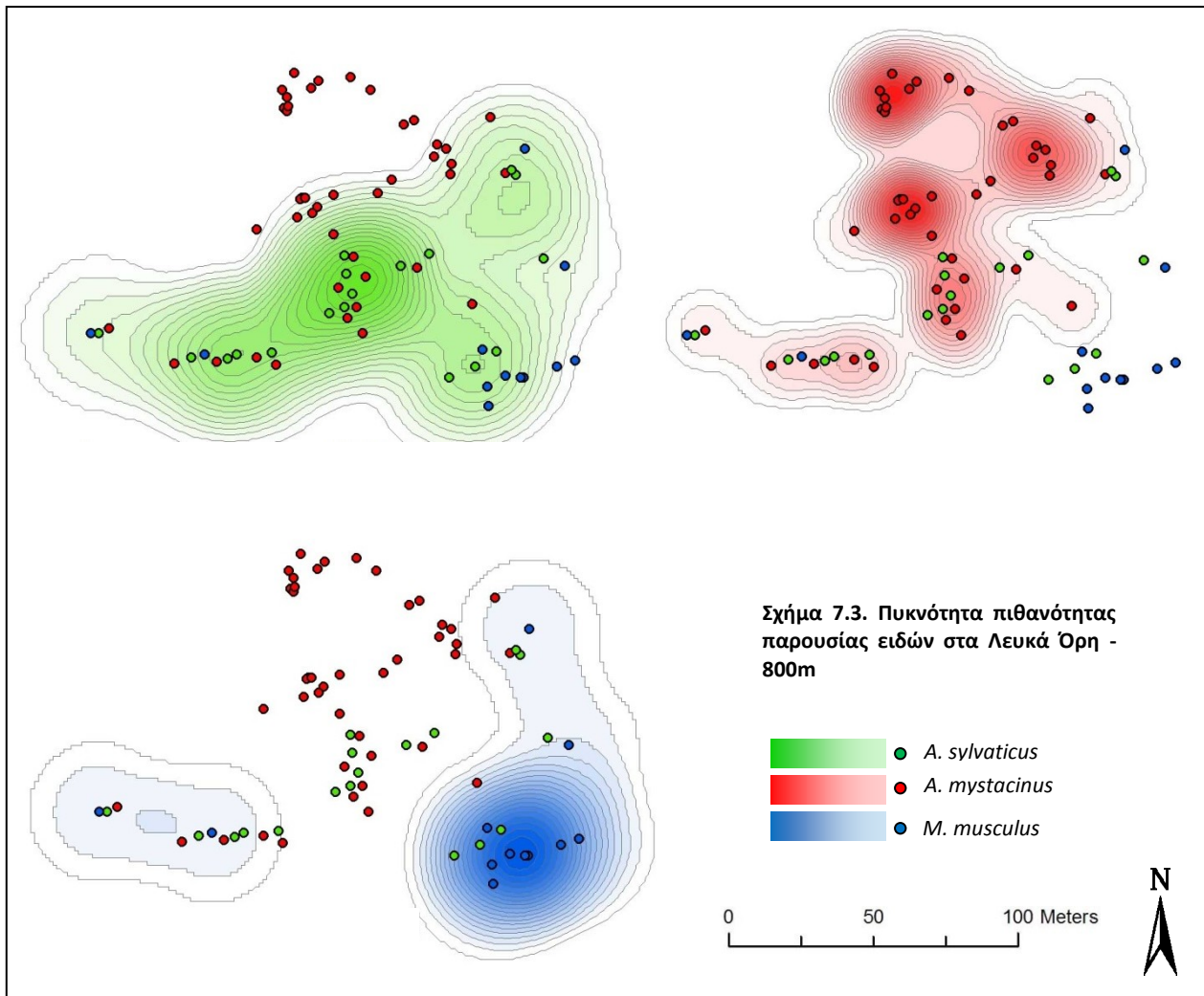


### 7.3.2 Λευκά Όρη, 800m

Στα 800m των Λευκών Ορέων συλλαμβάνονται 3 είδη τρωκτικών και η μυγαλή *C. suaveolens*, ενώ η κατανομή των τρωκτικών στο χώρο απεικονίζεται παρακάτω.

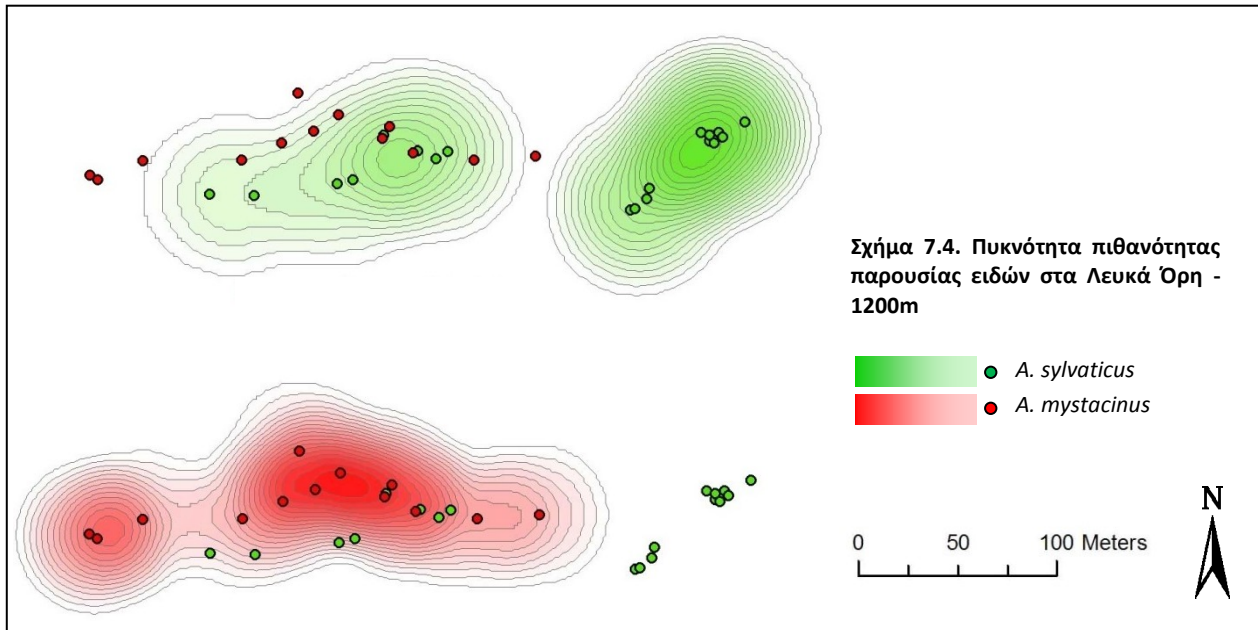
Τα *A. sylvaticus* προτιμούν τα λιγότερο δασωμένα τμήματα του σταθμού σε αντίθεση με το πιο μεγαλόσωμο *A. mystacinus* που καταλαμβάνει την περιοχή που έχει περισσότερα δέντρα και βράχια. Οι κατανομές του βέβαια είναι πολύ κοντά και δεν είναι αρκετά ξεκάθαρο ότι το ένα είδος εκτοπίζει το άλλο. Παρόλα αυτά, στο βόρειο τμήμα του σταθμού συλλαμβάνεται αποκλειστικά ο *A. mystacinus*.

Τέλος, το *M. musculus* συλλαμβάνεται πιο μακριά από τα άλλα δύο σε περιοχή που καλλιεργείται με αγρωστώδη. Η σύλληψη του σε περιοχές που απαντώνται τα άλλα δύο είδη είναι αποσπασματική.



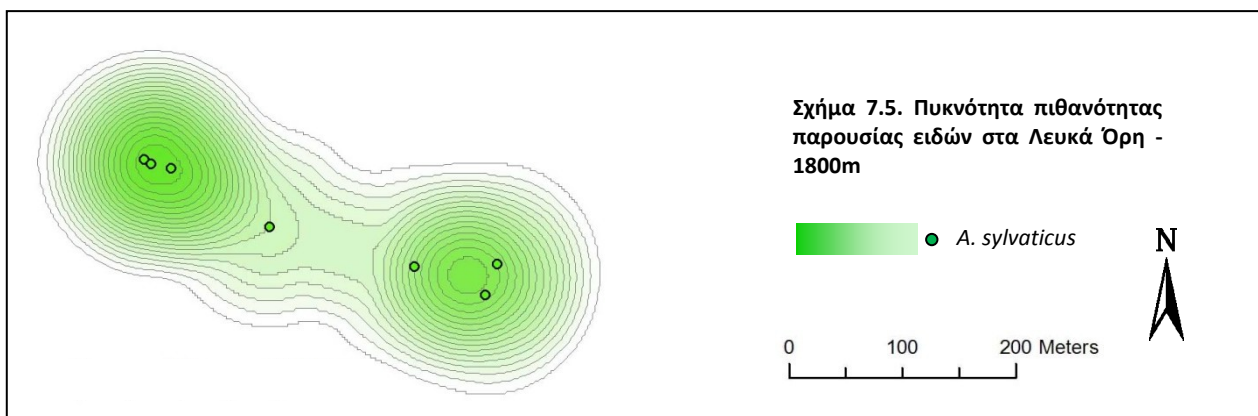
### 7.3.3 Λευκά Όρη, 1200m

Σε αυτό το σταθμό συλλήφθηκαν τα δύο τρωκτικά του γένους *Arodemus*. Ο μεγαλύτερος αριθμός των *A. sylvaticus* πιάστηκε στο ανατολικό τμήμα του σταθμού, σε περιοχές ανοιχτές, χωρίς μεγάλα δέντρα, που κυριαρχούν τα *B. cretica* και *A. sempervirens*, ενώ αντίθετα τα *A. mystacinus* συλλαμβάνονται σε τοποθεσίες με περισσότερες πέτρες και δέντρα *C. sempervirens*. Τα δύο είδη συνυπάρχουν μόνο σε ένα μικρό χώρο στο κέντρο του σταθμού ενώ, στα υπόλοιπα σημεία που φαίνονται οι παρατηρήσεις να πλησιάζουν, η γραμμή παγίδευσης διέρχεται από διαφορετικά υψομετρικά επίπεδα, συνεπώς οι χώροι που καταλαμβάνουν τα δύο είδη είναι αρκετά διακριτοί.



#### 7.3.4 Λευκά Όρη, 1800m

Στα 1800m συλλαμβάνονται μόνο άτομα *A. sylvaticus*. Οι παγίδες τοποθετούνται σε δύο διαφορετικούς τύπους βιοτόπων. Μία σειρά παγίδων τοποθετείται σε λιβάδι όπου κυριαρχούν ορεινοί θαμνώνες από *B. cretica*. Ενώ στη συγκεκριμένη περιοχή αναμένονταν να συλληφθούν αρκετά ζώα, τελικά δεν υπήρχε καμία σύλληψη σε όλο το χρονικό διάστημα που πραγματοποιήθηκε το πείραμα. Αντίθετα, στις παγίδες όπου τοποθετήθηκαν σε πιο βραχώδεις τοποθεσίες έγιναν όλες οι συλλήψεις. Στο σταθμό αυτό αναμένονταν να συλληφθούν και άτομα από το ενδημικό είδος *C. zimmermanni* και ειδικά μέσα στο λιβάδι αλλά δεν πραγματοποιήθηκε καμία σύλληψη.



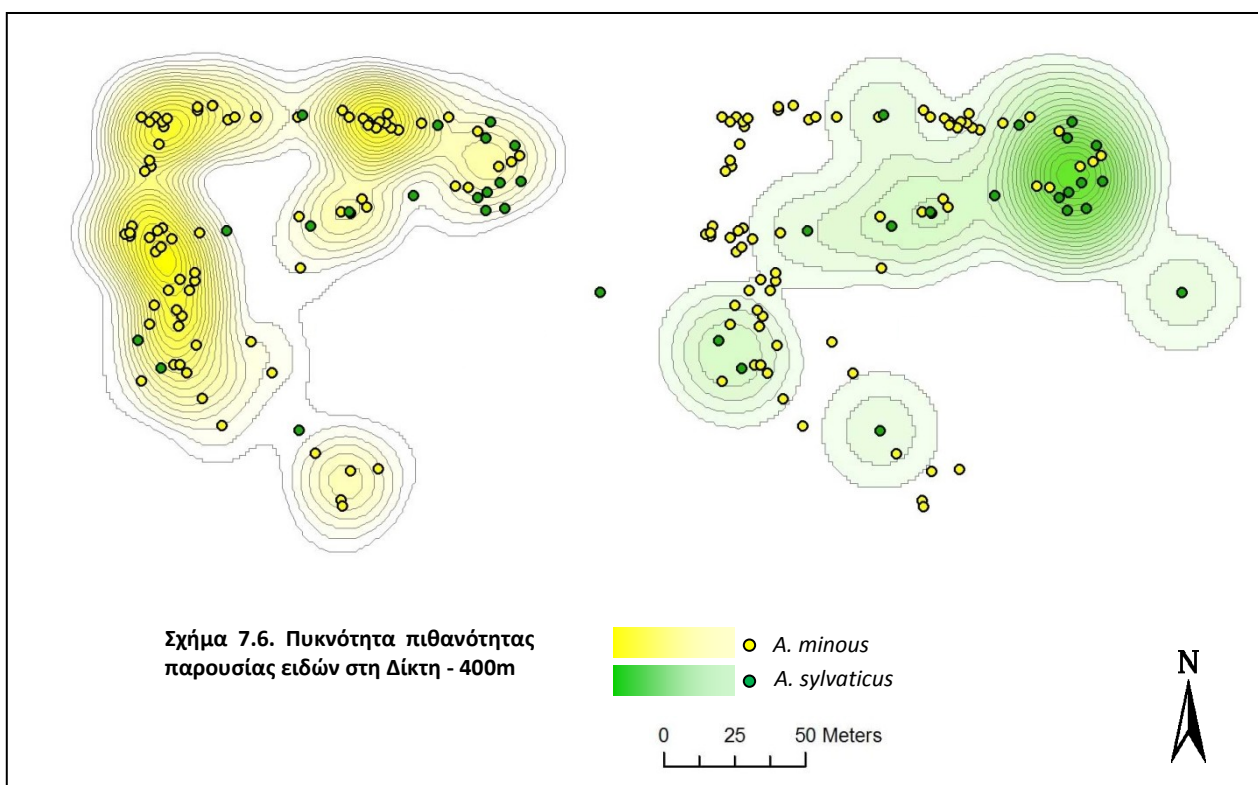
### 7.3.5 Δίκη, 400m

Στα 400m της Δίκης συλλήφθηκαν τα είδη *A. minous*, *A. sylvaticus*, *Mus musculus* και *C. suaneolens* και η κατανομή των δύο πρώτων παρουσιάζεται στα επόμενα σχήματα.

Όπως φαίνεται το *A. minous* διατηρεί το μεγαλύτερο πληθυσμό στην περιοχή μελέτης. Συλλαμβάνεται συνήθως σε χώρους με αυξημένη πυκνότητα φρύγανων και κοντά σε βράχια όπου βρίσκει άφθονη τροφή ενώ απαντάται και κοντά σε συστάδα από *Q. coccifera*.

Ο πληθυσμός που διατηρεί το *A. sylvaticus* είναι πολύ μικρότερος, ενώ ειδικά στις περιοχές που η πυκνότητα του *A. minous* είναι αυξημένη, παρατηρούνται μεμονωμένα άτομα. Τα περισσότερα άτομα συλλαμβάνονται στο ανατολικό τμήμα του σταθμού όπου υπάρχει συστάδα από *Q. coccifera*.

Σχετικά με τα *M. musculus* πραγματοποιούνται μόνο δύο συλλήψεις, ενώ η κατανομή της *C. suaneolens* δεν παρουσιάζει ένα συγκεκριμένο πρότυπο αφού συλλαμβάνεται σε περιοχές που απαντώνται και τα άλλα είδη.

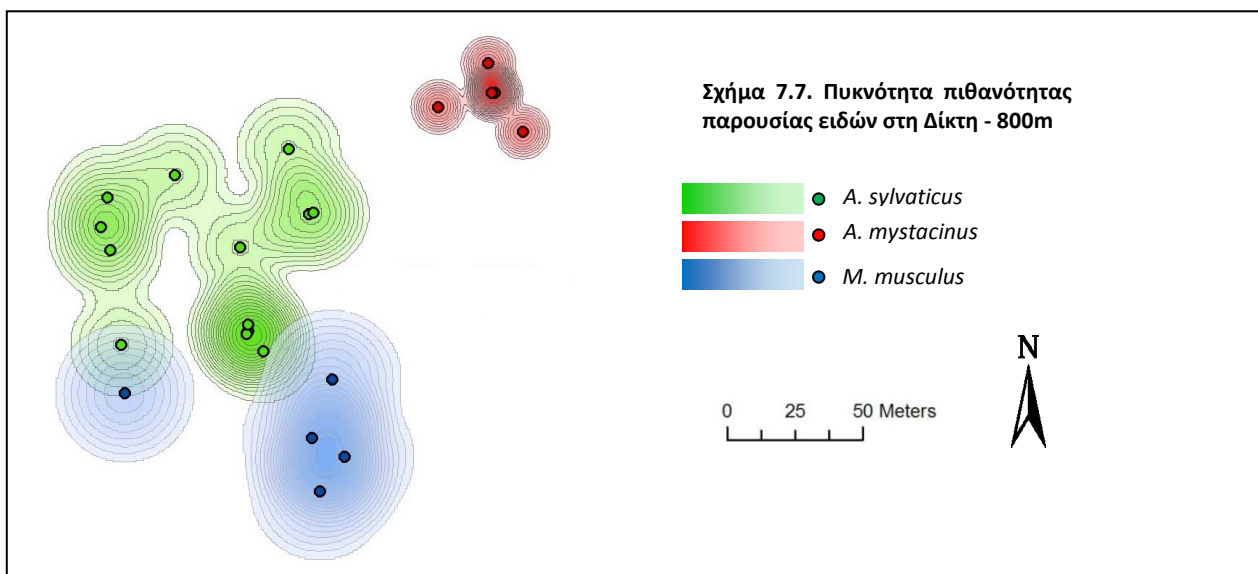


### 7.3.6 Δίκη, 800m

Στα 800m της Δίκης συλλαμβάνονται και τα δύο *Apodemus* και το *M. musculus*.

Το *A. sylvaticus* συλλαμβάνεται με τη μεγαλύτερη συχνότητα από όλα τα είδη, ενώ ακολουθεί το *M. musculus*. Το πρώτο απαντάται σε μικτή περιοχή με φρύγανα και πέτρες, ενώ αντίθετα το δεύτερο συλλαμβάνεται σε περιοχή με λιγότερες πέτρες όπου τους χειμερινούς μήνες το έδαφος είναι κορεσμένο με νερό από τις επιφανειακές απορροές. Ενώ όλη η περιοχή στο παρελθόν καλλιεργούνταν με αναβαθμίδες, το σημείο που επικρατεί το *Mus* είναι πιο επίπεδο και φαίνεται ότι έχει εγκαταλειφτεί σχετικά πιο πρόσφατα.

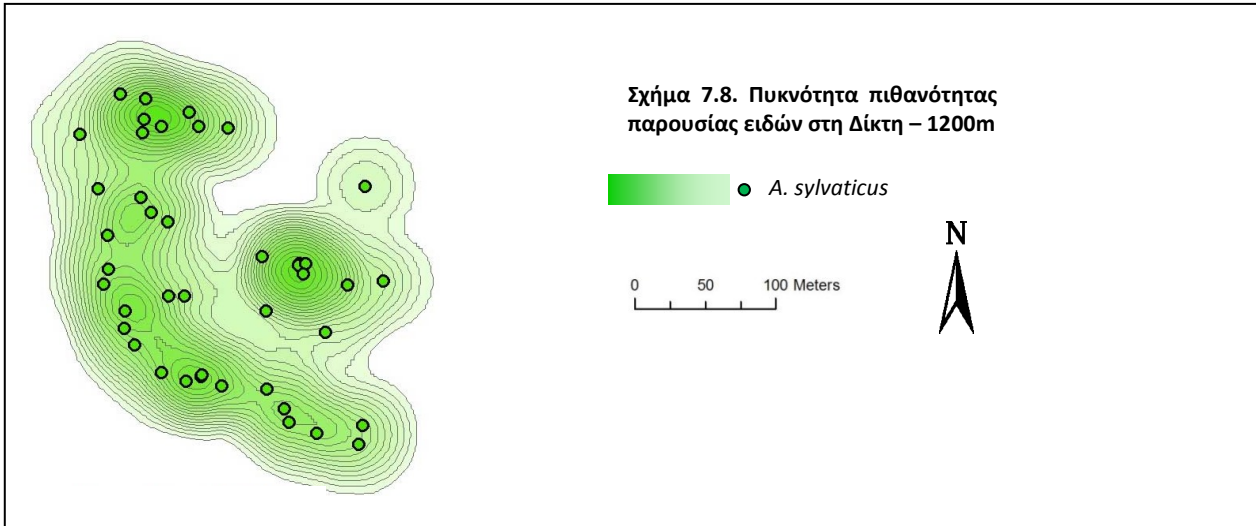
Αρκετά διακριτή κατανομή παρουσιάζει το *A. mystacinus* όπου συλλαμβάνεται σε μικρό βράχινο λόφο που κυριαρχούν τα *Q. coccifera* και δεν έχει καλλιεργηθεί ποτέ λόγω της έλλειψης γόνιμων εδαφών.



### 7.3.7 Δίκη, 1200m

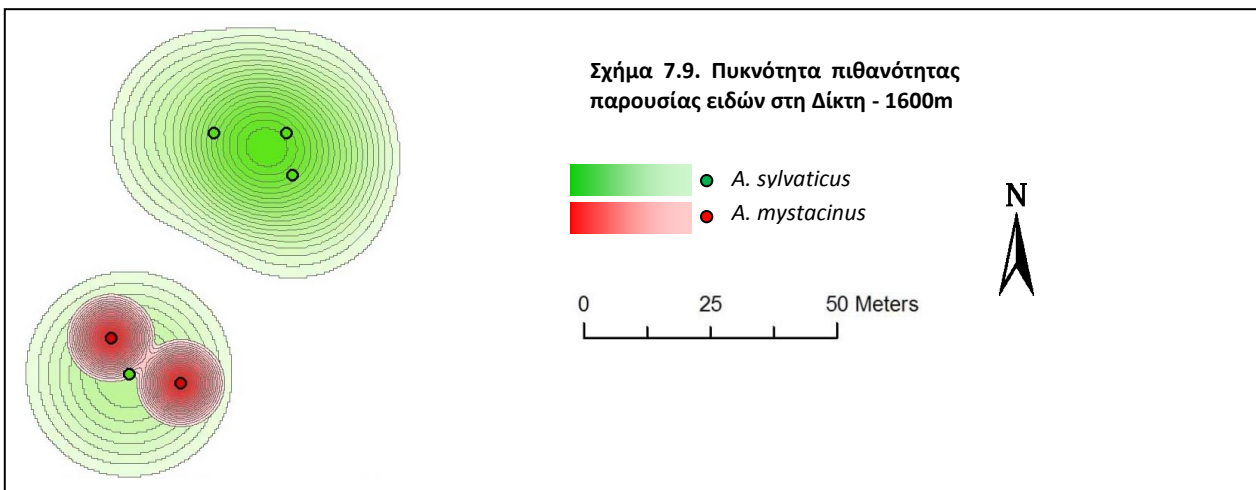
Σε αυτό το σταθμό δεν συλλαμβάνεται είδος παρά μόνο το *A. sylvaticus*. Η περιοχή δεν παρουσιάζει ποικιλομορφία όσον αφορά στο βιότοπο μιας και πρόκειται για μια επίπεδη βραχώδη επιφάνεια με ομοιόμορφη βλάστηση. Ελλείπει παρουσία άλλων ειδών και προστασίας των ποντικών από του θηρευτές λόγω των πολλών κρησφύγετων, τα ποσοστά σύλληψης είναι αυξημένα σε όλη τη διάρκεια του χρόνου. Η κατανομή του είδους απεικονίζεται στην ακόλουθη εικόνα.





### 7.3.8 Δίκη, 1600m

Οι συλλήψεις σε αυτό το σταθμό τόσο του *A. sylvaticus*, όσο και το *A. mystacinus* ήταν πολύ λίγες και περιορίζονται τους θερμούς μήνες. Η περιοχή που συλλαμβάνονται τα πρώτα είναι πιο ανοιχτή, ενώ τα δεύτερα πιάνονται σε βράχια. Παρόλο που οι συλλήψεις ήταν πολύ λίγες για να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα, υπάρχει μια μικρή τάση για διάκριση των κατανομών των δύο ειδών.



### 7.3.9 Μέση / Μέγιστη ακτίνα δράσης

Στον πίνακα της ακόλουθης σελίδας, παρουσιάζεται η απόσταση μετακίνησης για κάθε άτομο το οποίο συλλαμβάνεται πάνω από μια φορά. Τα θηλυκά και τα αρσενικά άτομα παρουσιάζονται ξεχωριστά, ενώ όπου δεν υπάρχει τιμή, είτε δεν συλλαμβάνεται κάποιο ζώο, είτε δεν υπάρχουν επανασυλλήψεις και κατά συνέπεια δεν μπορεί να υπολογιστεί απόσταση σύλληψης μεταξύ των παγίδων. Επίσης παρουσιάζονται οι μέσοι όροι για τα θηλυκά και τα αρσενικά άτομα ξεχωριστά, ενώ δίνεται και ο συνολικός μέσος όρος. Τέλος, αναγράφεται η μέγιστη απόσταση που συλλήφθηκε ένα άτομο ανά σταθμό και μέσα στην παρένθεση γράφεται (Θ) όταν πρόκειται για θηλυκό άτομο και (Α) όταν πρόκειται για αρσενικό.

Πίνακας 7.2. Ακτίνες δράσης ανά άτομο σε κάθε σταθμό, μέσες και μέγιστες τιμές ακτίνων δράσης (οι τιμές είναι σε μέτρα)

	Δίκτη								Λευκά Όρη									
	400		800			1200	1600		400					800			1200	1800
	<i>A.min.</i>	<i>A.sylv.</i>	<i>A.sylv.</i>	<i>A.myst.</i>	<i>M.musc.</i>	<i>A.sylv.</i>	<i>A.sylv.</i>	<i>A.myst.</i>	<i>A.min.</i>	<i>A.sylv.</i>	<i>A.myst.</i>	<i>M.musc.</i>	<i>C.suav.</i>	<i>A.sylv.</i>	<i>A.myst.</i>	<i>M.musc.</i>	<i>A.sylv.</i>	<i>A.sylv.</i>
Θηλυκά	50	47				108	15	14	79	13	12			79	121		7	32
	49	15							5	34					50			
	64														36			
	54														13			
	73														26			
	6														24			
	18														27			
	8																	
<b>Μ.Ο.</b>	40	31				108	15	14	42	23	12			79	42		7	32
Αρσενικά	58	19	78	28	30	26			22	38		19	46	64	69	37	51	
	111	67	4			127			68					81	76	46	24	
	77	41	46			69			46					29	67	8		
	40	23				53			36					55				
	37					65			24									
	18					38												
	32					69												
	3					146												
	51					51												
	41					169												
<b>Μ.Ο.</b>	47	38	42	28	30	81			39	38		19	46	57	71	30	38	
<b>Συνολικός Μ.Ο.</b>	44	35	42	28	30	84	15	14	40	28	12	19	46	62	51	30	28	32
<b>Μέγιστη Τιμή</b>	111 (A)	67 (A)	78 (A)	28 (A)	30 (A)	169 (A)	15 (Θ)	14 (Θ)	79 (Θ)	38 (A)	12 (Θ)	19 (A)	46 (Θ)	81 (A)	121 (Θ)	46 (A)	51 (A)	32 (Θ)

(A): Αρσενικό, (Θ): Θηλυκό

## 7.4 Συζήτηση – Συμπεράσματα

Παρά το γεγονός ότι το πείραμα δεν ήταν σχεδιασμένο το πείραμα για να αποδώσει τη χωρική κατανομή των ειδών και τη σχέση που αναπτύσσουν τα είδη μεταξύ τους, η ανάλυση που πραγματοποιήθηκε μπορεί να δώσει πρώτες ενδείξεις για αυτά τα ερωτήματα καθώς και την προτίμηση ενδιαιτήματος. Για να απαντηθούν σαφέστερα αυτά τα ερωτήματα θα πρέπει οι παγίδες να ακολουθούν διάταξη grid (κυκλική ή τετράγωνη διάταξη) ή καλύτερα να είχε γίνει radio tracking. Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρουσίαση των αποτελεσμάτων συνοψίζονται στα παρακάτω. Αρχικά παρουσιάζονται οι τάσεις που υπάρχουν σε κάθε σταθμό ξεχωριστά, ενώ ακολούθως γίνεται μια πιο ολοκληρωμένη αναφορά για το κάθε είδος.

### 7.4.1 Λευκά Όρη, 400m

Τα περισσότερα άτομα *A. sylvaticus* συγκεντρώνονται στο κοίλωμα. Σε αυτή την περιοχή υπάρχει και περισσότερη μακία βλάστηση σε αντίθεση με τον υπόλοιπο σταθμό που καταλαμβάνεται από φρύγανα. Έτσι, φανερώνεται η προτίμηση – ή η εκτόπιση από το *A. minous* – του είδους στο συγκεκριμένο περιβάλλον.

Αντίθετα, το *A. minous* προτιμάει τα βραχώδη μέρη γιατί βρίσκει καταφύγια και τροφή (σαλιγκάρια) πιο εύκολα. Πιθανόν, να εκτοπίζει το μικρότερο *A. sylvaticus* από αυτά τα μέρη που προτιμάει.

Όσον αφορά στο *A. mystacinus*, όταν εμφανίζεται τότε δεν ξανασυλλαμβάνεται ο *Acomys minous*. Πιθανόν τα δύο είδη να ανταγωνίζονται στην εξεύρεση καταφυγίων.

Το *M. musculus* δεν διατηρεί μεγάλους πληθυσμούς πιθανόν λόγω ανταγωνισμού. Συλλαμβάνεται στο βόρειο τμήμα του σταθμού, σε μια πιο επίπεδη έκταση και μακριά από τα υπόλοιπα είδη.

Η μυγαλή *C. suaveolens* δεν φαίνεται να ανταγωνίζεται τα άλλα τρωκτικά και αυτό είναι φυσιολογικό μιας και καταλαμβάνει διαφορετικό θώκο (τροφή) από τα άλλα είδη, ενώ διαφέρει σημαντικά και ως προς το μέγεθος.

Τέλος, από την εικόνα 6.3.1, παρατηρείται μια τάση για διάκριση των περιοχών που κινείται το κάθε είδος.

#### 7.4.2 Λευκά Όρη, 800m

Οι κατανομές των *A. sylvaticus* και *A. mystacinus* είναι πολύ κοντά και φαίνεται ότι σε μερικές περιπτώσεις τα είδη συνυπάρχουν. Παρόλα αυτά φαίνεται ότι υπάρχει μια τάση διάκρισης των κατανομών τους.

Το *M. musculus* επιλέγει (ή εκτοπίζεται σε) περιοχές που είναι πιο κοντά σε ανθρώπινες δραστηριότητες.

#### 7.4.3 Λευκά Όρη, 1200m

Στα 1200m των Λευκών Ορέων, τα *A. mystacinus* συλλαμβάνονται σε τοποθεσίες με περισσότερα βράχια και δέντρα *C. sempervirens*. Σε αυτές τις τοποθεσίες υπάρχουν περισσότερες θέσεις για φωλιές και κρησφύγετα. Αντίθετα, τα *A. sylvaticus* συλλαμβάνονται σε πιο επίπεδες περιοχές όπου κυριαρχούν τα *B. cretica*.

Γενικά, σε περιοχές που συλλήφθηκε το *A. mystacinus*, δεν συλλαμβάνεται *A. sylvaticus* και τελικά τα δύο είδη φαίνεται να επιλέγουν αρκετά διακριτές περιοχές.

#### 7.4.4 Λευκά Όρη, 1800m

Στα 1800m των ευκών Ορέων συλλαμβάνεται μόνο ένα είδος. Το *A. sylvaticus* αποφεύγει το ανοιχτό λιβάδι και προτιμάει τις βραχώδεις περιοχές όπου θα βρει περισσότερα κρησφύγετα και ίσως φαγητό. Ένας άλλος πιθανός λόγος αποφυγής του λιβαδιού είναι ότι εκεί συλλέγονται τα νερά από τις κατακρημνίσεις από τις γύρω πλαγιές και έτσι αποκλείεται για φώλιασμα σε τρύπες στο έδαφος.

#### 7.4.5 Δίκητη, 400m

Ο *A. minous* απαντάται σε λιγότερο δασωμένες, βραχώδεις τοποθεσίες όπου κυριαρχούν τα φρύγανα, πιθανόν λόγω αυξημένων καταφυγίων και ευκολίας εύρεσης τροφής. Αντίθετα, τα περισσότερα *A. sylvaticus* συλλαμβάνονται στο ανατολικό τμήμα του σταθμού όπου υπάρχει συστάδα μακίας βλάστησης. Όπως και στα 400m των Λευκών Ορέων, υπάρχουν λίγα άτομα που συλλαμβάνονται εκεί που υπάρχουν τα *A. minous*, αλλά τελικά φαίνεται ότι οι κατανομές των στο χώρο παρουσιάζουν μια μικρή διάκριση. Το *M. musculus* συλλαμβάνεται μόνο δύο φορές και πιθανόν ο μικρός πληθυσμός να οφείλεται σε αυξημένο ανταγωνισμό. Επίσης, όπως και στους υπόλοιπους σταθμούς που απαντάται, η *C. suaveolens* συλλαμβάνεται χωρίς να υπάρχει κάποιο χωρικό πρότυπο. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι

λόγω μεγέθους και λόγω διαφορετικών τροφικών απαιτήσεων δεν ανταγωνίζεται τα άλλα συμπάτρια είδη.

Από τα παραπάνω και την εικόνα 6.3.5, φαίνεται ότι υπάρχει μια τάση για διάκριση των περιοχών όπου επικρατεί το κάθε είδος.

#### **7.4.6 Δίκητη, 800m**

Στα 800m της Δίκητης, η χωρική κατανομή του κάθε είδους είναι ιδιαίτερα διακριτή. Τα *A. sylvaticus* επιλέγουν τη φρυγανική βραχώδη περιοχή, τα *A. mystacinus* συλλαμβάνονται σε δυνητικά καλύτερη περιοχή λόγω περισσότερων καταφυγίων αλλά και παρουσίας μακίας βλάστησης, ενώ τέλος τα *M. musculus* βρίσκονται στην πιο υγρή επίπεδη περιοχή και πιθανόν η πρότερη χρήση της ως καλλιέργειες να συνεισφέρει στην παρουσία του είδους εκεί.

Η παρουσία του κάθε είδους στο σταθμό είναι ιδιαίτερα διακριτή και φαίνεται ότι δεν υπάρχουν επικαλύψεις ως προς τη χρήση του χώρου.

#### **7.4.7 Δίκητη, 1200m**

Εδώ συλλαμβάνεται μόνο ένα είδος, το *A. sylvaticus*, ενώ η απουσία άλλου είδους δεν σημαίνει απαραίτητα και απουσία από την ευρύτερη περιοχή. Ελλείψει ανταγωνιστών, η πυκνότητα και η συλληψιμότητα του *A. sylvaticus* είναι αρκετά αυξημένη. Αυτό προκύπτει και από τη σύγκριση του σταθμού με τους υπόλοιπους σταθμούς και στους δύο ορεινούς όγκους (κεφάλαιο 5).

#### **7.4.8 Δίκητη, 1600m**

Η πολύ μικρή συλληψιμότητα και των δύο ειδών που υπάρχουν στο σταθμό δεν επιτρέπει την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων. Από τις λίγες συλλήψεις συμπεραίνεται ότι το *A. mystacinus* προτιμάει βραχώδης θέσεις, ενώ το *A. sylvaticus* συλλαμβάνεται σε πιο ανοιχτές περιοχές υπονοώντας ότι τα είδη διακρίνονται στο χώρο.

#### 7.4.9 Γενική επισκόπηση

Αρχικά φαίνεται ότι υπάρχει μια τάση σε όλους τους σταθμούς όπου συλλαμβάνονται περισσότερα από ένα είδη για διακριτή χωρική κατανομή και επιλογή μικρο-περιοχών. Εκτός από τη χωρική διαφοροποίηση, είναι πολύ πιθανό να υπάρχει και χρονική διαφοροποίηση στις κατανομές των ειδών. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με την άποψη ότι τα συμπάτρια είδη, για να μπορέσουν να μετριάσουν τον ανταγωνισμό προβαίνουν στις εξής οικολογικές διαφοροποιήσεις (Pianka 2000): 1) διαφορετική χωρική εκμετάλλευση του περιβάλλοντος, 2) κατανάλωση διαφορετικών τροφών και 3) διαφορετικά πρότυπα χρονικής δραστηριοποίησης.

Γενικά, ο *A. minous* έχει την τάση να προτιμάει περιοχές με πιο ξηρό κλίμα, λιγότερη υγρασία και βραχώδεις σχηματισμούς. Η κυρίως εξάπλωση του γένους *Acomys* εντοπίζεται στη Μέση Ανατολή, την Αραβική Χερσόνησο και σε όλη την Αφρική, σε περιοχές δηλαδή με ξηρά και θερμά κλίματα, ενώ το βορειότερο σημείο εξάπλωσης του γένους είναι η Κρήτη (Bates, 1994). Στη βόρεια Κρήτη, το είδος εξαπλώνεται μέχρι το ύψος των 400-600m, ενώ αντίθετα στο νότιο τμήμα του νησιού όπου οι κλιματικές συνθήκες είναι θερμότερες και ξηρότερες, έχει συλληφθεί σε υψόμετρα ως και 1000m (Λυμπεράκης, αδημοσίευτα στοιχεία). Επιπλέον, λόγω του μεγαλύτερου μεγέθους του *Acomys* σε σχέση με τα άλλα τρωκτικά, μπορεί και επιλέγει καλύτερες περιοχές για φώλιασμα. Έτσι, στους χαμηλούς σταθμούς (400m σε Λευκά Όρη και Δίκτη), απαντάται κυρίως σε βράχια όπου εκτός από κρησφύγετο, είναι και πιθανότερο να βρει χερσαία μαλάκια που αποτελούν σημαντικό τμήμα της διατροφής του (Παράβας, 2000).

Ο *A. mystacinus* συνυπάρχει με το *Acomys* μόνο στα 400m των Λευκών Ορέων. Η χρονική διαφοροποίηση στις συλλήψεις των δύο ειδών υποδηλώνει ότι πιθανώς να υφίσταται ανταγωνισμός για την εξασφάλιση φωλιάς, αλλά τα στοιχεία δεν επαρκούν για να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για το ποιο είδος είναι επικρατές ως προς το άλλο. Η εποχική επικράτηση ενός είδους μπορεί να εξαρτάται από παράγοντες όπως το μέγεθος των δύο πληθυσμών, την ένταση της μετανάστευσης, τον ενδοειδικό ανταγωνισμό κ.α. Στα μεγαλύτερα υψόμετρα όπου ο *A. mystacinus* συνυπάρχει με το *A. sylvaticus* η επικράτηση του μεγαλύτερου σε μέγεθος *A. mystacinus* είναι εμφανέστερη. Οι βιότοποι που προτιμάει είναι περιοχές βραχώδεις, με περισσότερες θέσεις για φώλιασμα και περισσότερα δέντρα.

Όσον αφορά στα *A. sylvaticus*, όταν δεν συνυπάρχουν με κάποιο άλλο είδος, τότε προτιμούν τις περιοχές με αυξημένη δυνατότητα φωλιάσματος (βραχώδεις) παρά τους ανοιχτούς χώρους. Στις περιοχές που το *A. sylvaticus* είναι συμπάτριο με τον *Acomys*, το πρώτο εντοπίζεται σε περιοχές που υπάρχει εντονότερη βλάστηση μακί και κατά συνέπεια σε

μικροκλίματα με μεγαλύτερη υγρασία. Αντίθετα στους σταθμούς που είναι συμπάτριο με το *A. mystacinus*, απαντάται σε περιοχές με λιγότερα δέντρα και πέτρες. Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις συνύπαρξης με μεγαλύτερα ζώα, το *A. sylvaticus* φαίνεται να εκτοπίζεται. Παρόλα αυτά, το είδος χαρακτηρίζεται από μεγάλη προσαρμοστικότητα (Abramsky, 1981) που του επιτρέπουν να εξαπλώνεται σε πολλούς τύπους βιοτόπων σε όλη την έκταση του νησιού.

Όσον αφορά στο *M. musculus* η χωρική κατανομή του είναι αρκετά διακριτή στους δύο σταθμούς που συλλαμβάνεται σε ικανοποιητικά νούμερα (800m σε Δίκη και Λευκά Όρη) ενώ απαντάται σε περιοχές που είναι πιο έντονη η ανθρώπινη παρουσία (καλλιέργειες). Επιπλέον, το είδος συλλαμβάνεται σε μεγαλύτερους αριθμούς σε υψόμετρα των 800m από ότι στους σταθμούς των 400m.

Η χωρική κατανομή της *C. suaveolens* δεν φαίνεται να ακολουθεί συγκεκριμένο χωρικό πρότυπο από τους σταθμούς των 400m που υπήρχαν αρκετές συλλήψεις. Έτσι, το μικρό αυτό εντομοφάγο δεν φαίνεται να ανταγωνίζεται τα άλλα τρωκτικά και αυτό είναι φυσιολογικό μιας και καταλαμβάνει διαφορετικό θώκο (τροφή) από τα άλλα είδη, ενώ διαφέρει σημαντικά και ως προς το μέγεθος.

Όπως και στην παρούσα εργασία, την επιλογή διαφορετικών μικρο-βιοτόπων ώστε να μετριάζεται ο ανταγωνισμός μεταξύ συμπάτριων ειδών έχει δείξει ο Abramsky (1981) για τα *A. mystacinus* και *A. sylvaticus*. Παρόμοια αποτελέσματα, παρουσιάζονται και από τους Vukicevic-Radic et al. (2006) για τα *A. flavicollis* και *A. agrarius*, τους Dammhahn & Kappeler (2008), τους Haim & Rubal (1992) και τους Pita, Mira, & Beja (2010).

#### **7.4.10 Μέση / Μέγιστη ακτίνα δράσης**

Από τα στοιχεία για την ακτίνα δράσης (πίνακας 6.3.2) δεν μπορούν να εξαχθούν πολλά συμπεράσματα. Η σύγκριση στις ακτίνες δράσης μεταξύ αρσενικών και θηλυκών στο *A. minous* στα 400m της Δίκης δεν έδειξε διαφορά ( $t=-0,484$ ,  $df=16$ ,  $p=0,635$ ), ενώ αντίστοιχα για το *A. mystacinus* στα 800m των Λευκών Ορέων επίσης δεν δείχνει στατιστική διαφορά ( $t=-1,292$ ,  $df=8$ ,  $p=0,233$ ). Στις υπόλοιπες περιπτώσεις δεν μπορεί να γίνει σύγκριση μιας και τα δεδομένα είναι πολύ λίγα, αλλά και στις παραπάνω δύο περιπτώσεις τα αποτελέσματα δεν πρέπει να θεωρηθούν ιδιαίτερα σωστά μιας και το πείραμα δεν είναι στημένο για αυτό το σκοπό.

Για τον υπολογισμό του ζωτικού χώρου απαιτούνται αρκετές παρατηρήσεις ώστε να μπορεί να εφαρμοστεί κάποια από τις πολλές μεθόδους που υπάρχουν (Worton, 1987). Ο



ζωτικός χώρος είναι μεγαλύτερος στα αρσενικά από ότι στα θηλυκά, ενώ όσο αυξάνεται το βάρος των αρσενικών ατόμων, τόσο μεγαλώνει ο ζωτικός χώρος. Αντίθετα στα θηλυκά η αύξηση του σωματικού βάρους σχετίζεται με τη μείωση του ζωτικού χώρου (Korn, 1986).

Παρουσιάζει ενδιαφέρον ότι στο σταθμό των 1200m της Δίκτης όπου απουσιάζουν οι ανταγωνιστές και το πεδίο παρουσιάζει ομοιογένεια ως προς τη μορφολογία και τη βλάστηση, η μέση παρατηρούμενη ακτίνα δράσης είναι η μεγαλύτερη που καταγράφεται ανάμεσα στα *A. sylvaticus* όλων των σταθμών (84m). Επιπλέον στον ίδιο σταθμό καταγράφεται η μεγαλύτερη μέγιστη απόσταση σύλληψης του ίδιου ζώου μεταξύ δύο παγίδων (169m). Υψηλά νούμερα για το *A. sylvaticus* εμφανίζει επίσης ο σταθμός των 800m των Λευκών Ορέων (62m μέση ακτίνα δράσης, 81m μέγιστη απόσταση σύλληψης). Οι μέγιστες αποστάσεις έγιναν από αρσενικά άτομα.

Στον ίδιο σταθμό συλλαμβάνονται και *A. mystacinus* με υψηλές σχετικά τιμές (51m μέση ακτίνα δράσης, 121m μέγιστη απόσταση σύλληψης από θηλυκό άτομο).

Όσον αφορά στον *A. minous*, οι μέσες τιμές για τους δύο σταθμούς που συλλήφθηκε εμφανίζονται ίδιες (44m για τη Δίκτη, 40m για τα Λευκά Όρη), ενώ στη Δίκτη υπάρχει άτομο που έχει συλληφθεί σε απόσταση 111m μεταξύ δύο παγιδεύσεων.

Τέλος, έχει ενδιαφέρον να αναφερθεί ότι υπάρχει μια επανασύλληψη *C. suaveolens* στα 400m της Δίκτης και η απόσταση μεταξύ των δύο παγιδεύσεων ήταν 46m.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

## 8. Συμπεράσματα

Η εργασία καταπιάνεται με την οικολογία των μικροθηλαστικών κατά μήκος του υψομετρικού κλινούς σε δύο ορεινούς όγκους της Κρήτης. Η αρχική ιδέα της έρευνας ήταν η διερεύνηση της δραστηριοποίησης των μικροθηλαστικών στο υψόμετρο. Εκτός από τη φαινολογία εξετάστηκαν, μορφομετρικά και πληθυσμιακά δεδομένα που προέκυψαν από τις δειγματοληψίες. Τέλος, ένα κεφάλαιο εστιάζει στον τρόπο που κατανέμονται τα μικροθηλαστικά στους μικροβιοτόπους που συνθέτουν τους σταθμούς δειγματοληψίας ως αποτέλεσμα διαειδικού ανταγωνισμού. Ακολούθως, παρουσιάζονται συνοπτικά τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την ερευνητική εργασία.

### 8.1 Γενικά συμπεράσματα

✓ Στα 400m και στα δύο βουνά, το πιο άφθονο είδος είναι το *A. minous*. Το είδος δεν φαίνεται να εξαπλώνεται ψηλότερα από τα 400-600m στη βόρεια πλευρά των δύο ορεινών όγκων και το ίδιο συμβαίνει και στην Ίδη όπως έχει δείξει ο Κουτσοπάκης (2006). Εστιασμένες δειγματοληψίες σε πολλούς σταθμούς σε αυτά τα υψόμετρα θα καθόριζαν την ακριβή υψομετρική εξάπλωση του είδους. Αντίθετα, από τη νότια πλευρά των ορεινών όγκων, το είδος εξαπλώνεται σε αρκετά μεγαλύτερα υψόμετρα.

✓ Το *A. sylvaticus* απαντάται σε όλα τα υψόμετρα και στα δύο βουνά. Πρόκειται για ένα πολύ προσαρμοστικό είδος που φαίνεται να διατηρεί τους μεγαλύτερους πληθυσμούς στα 1200m, πιθανόν λόγω μειωμένου ανταγωνισμού. Ίδια αποτελέσματα παρουσιάζει και ο Βαρδάκης (2006).

✓ Το *A. mystacinus* απαντάται σε λιγότερους σταθμούς με κυριότερους τα 800m και 1200m των Λευκών Ορέων. Η αυξημένη παρουσία του σε αυτούς τους σταθμούς (ιδιαίτερα στα 800m) συνδέεται με την ύπαρξη βραχωδών τοποθεσιών και δάσους με *C. sempervirens*.

✓ Όσον αφορά στο *M. musculus*, απαντάται στα 400m και 800m τόσο στη Δίκτη όσο και τα Λευκά Όρη με τη συλληψιμότητα να είναι σημαντικά μεγαλύτερη στους ψηλότερους σταθμούς και των δύο ορεινών όγκων.

✓ Η κοινή μυγαλή *C. suaveolens* συλλαμβάνεται στους χαμηλούς σταθμούς (400, 800m) των δύο βουνών. Είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο μικροθηλαστικό και για να μελετηθεί η οικολογία του απαιτείται ειδική μεταχείριση λόγω της αυξημένης θνησιμότητας που παρουσιάζει η πρακτική της παγίδευσης με παγίδες Sherman.

✓ Δεν συλλήφθηκε η ενδημική μυγαλή *C. zimmermanni* στις παγίδες αν και αναμένονταν τουλάχιστο στα 1200 και 1800m των Λευκών Ορέων και στα 1600m της Δίκτης. Αντί αυτού,

πιάστηκαν 2 άτομα σε παγίδες pitfall στο σταθμό των 1600m των Λευκών Ορέων που καταργήθηκε.

✓ Τα άτομα *A. sylvaticus* των διαφορετικών σταθμών δεν διαφέρουν ως προς το μέγεθος του σώματος τους, ενώ δεν παρατηρείται διαφορά μεταξύ αρσενικών και θηλυκών.

✓ Όσον αφορά στο *A. minous*, δεν παρατηρείται διαφορά μεταξύ των ατόμων της Δίκτης και των Λευκών Ορέων. Αντίθετα όμως, τα αρσενικά άτομα είναι μεγαλύτερα από τα θηλυκά.

✓ Τα άτομα *A. mystacinus* των 800m των Λευκών Ορέων είναι μεγαλύτερα από τα άτομα των 1200m του ίδιου βουνού. Δεν παρατηρείται διαφορά μεταξύ αρσενικών και θηλυκών. Τέλος, για τα άτομα που βρέθηκαν νεκρά το Μάρτιο στα 1200m των Λευκών Ορέων, το σωματικό τους βάρος είναι εμφανώς μικρότερο από τους υπόλοιπους μήνες και αυτό αποδίδεται στη μειωμένη διαθεσιμότητα σε τροφή και τις έντονες καιρικές συνθήκες.

✓ Για το σύνολο των ειδών, με την αύξηση του υψομέτρου παρατηρείται μείωση της συλληψιμότητας. Αυτό οφείλεται αποκλειστικά στην παρουσία του *A. minous* που διατηρεί υψηλούς πληθυσμούς στα χαμηλά υψόμετρα.

✓ Η συλληψιμότητα του *A. sylvaticus* παραμένει σχετικά σταθερή σε όλους τους σταθμούς εκτός από τα 1200m της Δίκτης και τους ψηλούς σταθμούς και των δύο βουνών (1600m και 1800m). Στα 1200m αυτό αποδίδεται στην απουσία άλλων ανταγωνιστικών ειδών, ενώ στους άλλους δύο στη μείωση των πληθυσμών λόγω του υψομέτρου.

✓ Όσον αφορά στον αριθμό των ειδών, παρατηρείται μια σχεδόν γραμμική μείωση του αριθμού των συλληφθέντων ειδών καθώς αυξάνεται το υψόμετρο. Τα πολλά είδη στα χαμηλά υψόμετρα οφείλονται κυρίως στην παρουσία του *A. minous* (θερμόφιλο είδος) και του *M. musculus* (ανθρωπόφιλο είδος).

## 8.2 Φαινολογία

✓ Το υψόμετρο αποτελεί ένα πολυδιάστατο οικολογικό παράγοντα και η αύξηση του σημαίνει ταυτόχρονη μείωση της θερμοκρασίας. Από τις αναλύσεις προέκυψε ότι οι μηνιαίες συλλήψεις του *A. sylvaticus*, τόσο στα Λευκά Όρη όσο και τη Δίκη δεν συσχετίζονται με τη θερμοκρασία.

✓ Και στους δύο ορεινούς όγκους εμφανίζεται η τάση της μετατόπισης της κύριας δραστηριοποίησης του *A. sylvaticus* προς τους καλοκαιρινούς μήνες όσο αυξάνεται το υψόμετρο και το πρότυπο αυτό είναι πιο ευδιάκριτο στα Λευκά Όρη. Η διαφορετική εποχικότητα οφείλεται σε διαφορετικές ευνοϊκές περιόδους που επιλέγουν τα μικροθηλαστικά σε κάθε υψόμετρο (θερμοκρασία, ξηρασία, τροφή).

✓ Στα Λευκά Όρη, στα 400m υπάρχει μια ισχυρή συγκέντρωση της δραστηριοποίησης του *A. sylvaticus* τους χειμερινούς μήνες ενώ αντίθετα στα 800m η κατανομή είναι πιο ομοιόμορφη στο χρόνο και ο σταθμός επαμφοτερίζει με στοιχεία από τα 400m και 1200m. Στα 1200m ο σταθμός δείχνει στοιχεία αλπικότητας με σαφή τάση συγκέντρωσης της δραστηριοποίησης τους ζεστούς μήνες τους χρόνου, ενώ στα 1800m τα ζώα πλέον επιλέγουν να δραστηριοποιούνται λίγους μήνες το χρόνο.

✓ Στη Δίκτη, ενώ η μέγιστη δραστηριοποίηση του *A. sylvaticus* είναι τους χειμερινούς μήνες, δεν υπάρχει αντίστοιχα ισχυρή συγκέντρωση. Στα 800m δεν υπάρχει πλήρης σειρά δεδομένων, ενώ στα 1200m τα ζώα είναι κινητικά όλο το χρόνο. Τέλος, στα 1600m ο σταθμός παρουσιάζει όμοια συμπεριφορά με τα 1800m των Λευκών Ορέων (αλπικό χαρακτήρα, μικρή περίοδο δραστηριοποίησης).

✓ Οι σταθμοί L800 και D1200 παρουσιάζουν ίδια συμπεριφορά όσον αφορά στο χρονικό πρότυπο των συλλήψεων του *A. sylvaticus*. Οι δύο αυτοί σταθμοί μοιάζουν επίσης και θερμοκρασιακά. Όσον αφορά στη θερμοκρασία, πολύ κοντά σε αυτούς είναι ο σταθμός των L1200, αλλά σε σχέση με τις συλλήψεις, προσεγγίζει περισσότερο τους ψηλούς αλπικούς σταθμούς παρά το γεγονός ότι εντοπίζεται αρκετά χαμηλότερα από το δασοόριο.

✓ Το μέγιστο της δραστηριοποίησης του *A. sylvaticus* στους ψηλούς σταθμούς (L1800 και D1600) εντοπίζεται την περίοδο Αύγουστο-Νοέμβριο και όχι αρχές του καλοκαιριού όπως θα ανέμενε κάποιος. Η εξήγηση που δίνεται αποδίδει το πρότυπο αυτό στις ευνοϊκότερες περιβαλλοντικές συνθήκες και τη μεγαλύτερη προβλεψιμότητα από πλευράς οργανισμών.

✓ Το δασοόριο αποτελεί μια ευδιάκριτη γραμμή σε ένα βουνό και σε άλλες εργασίες έχει αποδειχτεί ότι επηρεάζει την παρουσία και τη φαινολογία των οργανισμών. Στην παρούσα εργασία είναι δύσκολο να αποδειχτεί η αμιγής σχέση του δασοορίου με τη διακύμανση των συλλήψεων στο χρόνο. Σταθμοί που βρίσκονται κάτω από το δασοόριο (L1200, D1200) συμπεριφέρονται τελείως διαφορετικά μεταξύ τους, ο πρώτος έχοντας αλπικά στοιχεία και ο δεύτερος προσομοιάζει τον L800 που είναι χαμηλότερου υψομέτρου σταθμός.

✓ Το πρότυπο που υπάρχει στους ορεινούς όγκους της Κρήτης κατά μήκος του υψομέτρου, συμφωνεί με αντίστοιχες εργασίες που υπάρχουν για άλλες περιοχές της Μεσογείου, τόσο για τα χαμηλά υψόμετρα, όσο και για άλλους ορεινούς όγκους (Πυρηναία).

### 8.3 Πληθυσμιακή οικολογία

✓ Από όλους τους πληθυσμούς των μικροθηλαστικών για όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας, ικανός αριθμός συλλήψεων ώστε να εφαρμοστεί ένα πληθυσμιακό ανοιχτό

μοντέλο υπήρχε μόνο στα 400m της Δίκτης για το *A. minous*. Ο πληθυσμός αυτός μελετήθηκε τόσο στο σύνολο του, όσο και σε δύο μικρότερες ομάδες (αρσενικά και θηλυκά).

✓ Για το σύνολο του πληθυσμού το μοντέλο {φ.ρ.φ.} αποδεικνύεται το πιο φειδωλό, ακολουθούμενο από το {φ. ρt f.}. Αυτά τα δύο μοντέλα υποστηρίζουν τα δεδομένα κατά 89% και συνεπώς φαίνεται ότι για το σύνολο του πληθυσμού, η επιβίωση (φ) και η στρατολόγηση νέων ατόμων (f) παραμένουν σταθερά μέσα στο χρόνο και δεν μεταβάλλονται. Ο πληθυσμός της περιοχής εκτιμάται ότι παραμένει σταθερός στο χρόνο και ίσος με 31 άτομα.

✓ Ο ρυθμός επιβίωσης παίρνει αρκετά υψηλή τιμή και αυτό αποδίδεται στην πυκνή βλάστηση που υπάρχει στο σταθμό μελέτης με αποτέλεσμα τα ζώα να μην είναι εκτεθειμένα στους από αέρος θηρευτές και στο μεγάλο μέγεθος του *A. minous* που το ισχυροποιεί σε πιθανά φαινόμενα ανταγωνισμού απέναντι στα μικρότερα τρωκτικά, *A. sylvaticus* και *M. musculus* που είναι παρόντα στο σταθμό.

✓ Συγκρίνοντας τις βασικές πληθυσμιακές παραμέτρους μεταξύ αρσενικών και θηλυκών, το 76,6% των μοντέλων υποστηρίζει ότι η επιβίωση φ είναι ανεξάρτητη του φύλου και του χρόνου, το 55,1% αυτών υποστηρίζει ότι η συλληψιμότητα ρ είναι ανεξάρτητη του φύλου και του χρόνου, ενώ το 55,5% αυτών υποστηρίζει ότι η στρατολόγηση f είναι ανεξάρτητη του χρόνου, αλλά διαφέρει ανάμεσα στα αρσενικά και στα θηλυκά άτομα.

#### 8.4 Χρήση του χώρου – Ανταγωνισμός

✓ Το *A. minous* προτιμά βραχώδεις ξηρές περιοχές λόγω ύπαρξης περισσότερων καταφυγίων και εξεύρεσης τροφής ευκολότερα (σαλιγκάρια).

✓ Το *A. sylvaticus* είναι πολύ προσαρμοστικό και απαντάται σε πολλούς τύπους βιοτόπων σε όλα τα υψόμετρα. Σε περιπτώσεις που συνυπάρχει με άλλα είδη διατηρεί χαμηλότερους πληθυσμούς σε σχέση με την περίπτωση που απουσιάζουν τα άλλα είδη. Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις συνύπαρξης με μεγαλύτερα ζώα, το *A. sylvaticus* φαίνεται να εκτοπίζεται.

✓ Το *A. mystacinus* πιθανόν ανταγωνίζεται το *A. minous* στην εξεύρεση φωλιών αφού στους σταθμούς που συλλαμβάνεται επιλέγει περιοχές με πολλά βράχια. Στα μεγαλύτερα υψόμετρα όπου ο *A. mystacinus* συνυπάρχει με το *A. sylvaticus* η επικράτηση του μεγαλύτερου σε μέγεθος *A. mystacinus* είναι εμφανής.

✓ Το *M. musculus* δεν διατηρεί μεγάλους πληθυσμούς σε όλους τους σταθμούς που συλλήφθηκε, πιθανόν λόγω ανταγωνισμού.

✓ Η μυγαλή *C. suaveolens* δεν φαίνεται να ανταγωνίζεται τα άλλα τρωκτικά και αυτό είναι φυσιολογικό μιας και καταλαμβάνει διαφορετικό θώκο (τροφή) από τα άλλα είδη, ενώ διαφέρει σημαντικά και ως προς το μέγεθος.

✓ Σε όλους τους σταθμούς που συλλαμβάνονται περισσότερα από ένα είδη, υπάρχει μια τάση για διακριτή χωρική κατανομή και επιλογή μικρο-περιοχών. Εκτός από τη χωρική διαφοροποίηση, είναι πολύ πιθανό να υπάρχει και χρονική διαφοροποίηση στις κατανομές των ειδών.

✓ Η μέση παρατηρούμενη ακτίνα δράσης για το *A. sylvaticus* στον D1200 είναι η μεγαλύτερη από όλους τους σταθμούς (84m) και αυτό οφείλεται στην απουσία ανταγωνισμού καθώς και στη μορφολογία του εδάφους. Στον ίδιο σταθμό καταγράφεται και η μεγαλύτερη μέγιστη απόσταση σύλληψης του ίδιου ζώου μεταξύ δύο παγίδων (169m).

✓ Για το *A. mystacinus*, η μέση παρατηρούμενη ακτίνα δράσης είναι 51m και η μέγιστη 121m και αυτές οι τιμές παρατηρούνται στο σταθμό L800.

✓ Όσον αφορά στο *A. minous*, οι μέσες τιμές για τους δύο σταθμούς που συλλήφθηκε εμφανίζονται ίδιες (44m για τη Δίκητη, 40m για τα Λευκά Όρη), ενώ στη Δίκητη υπάρχει άτομο που έχει συλληφθεί σε απόσταση 111m μεταξύ δύο παγιδεύσεων.

✓ Τέλος, υπάρχει μια επανασύλληψη *C. suaveolens* στα 400m της Δίκητης και η απόσταση μεταξύ των δύο παγιδεύσεων ήταν 46m.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ



## Ξένη Βιβλιογραφία

- Abramsky, Z.** (1981) Habitat relationships and competition in two Mediterranean *Apodemus* spp. *Oikos*, **36**, 219-225.
- Alcantara, M.** (1991) Geographical variation in body size of the wood mouse *Apodemus sylvaticus* L. *Mammal Review*, **21**, 143-150.
- Amori, G., Hutterer, R., Krystufek, B., Yigit, N., Mitsain, G. & Munoz, L.J.** (2008a) *Apodemus mystacinus*. IUCN Red List of Threatened Species. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Date accessed: 2010.10.28.
- Amori, G., Hutterer, R., Krystufek, B., Yigit, N., Mitsain, G. & Munoz, L.J.** (2008b) *Acomys minous*. IUCN Red List of Threatened Species. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Date accessed: 2010.10.28.
- Angerbjorn, A.** (1986) Gigantism in island populations of wood mice (*Apodemus*) in Europe. *Oikos*, **47**, 47-56.
- Anonymous.** (1998) *Inventory Methods for Small Mammals: Shrews, Voles, Mice & Rats, Standards for Components of British Columbia's Biodiversity, No. 31*. The Province Of British Columbia, Ministry Of Environment
- Anthony, N.M., Ribic, C.A., Bautz, R. & Garland, T.** (2005) Comparative effectiveness of Longworth and Sherman live traps. *Wildlife Society Bulletin*, **33**, 1018-1026.
- Baker, J.R.** (1930) The breeding seasons in British wild mice. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 113-127.
- Ballinger, R.E.** (1979) Intraspecific Variation in demography and life history of the Lizard, *Sceloporus Jarrovi*, along an altitudinal gradient in Southeastern Arizona. *Ecology*, **60**, 901-909.
- Barnett, A. & Dutton, J.** (1995) *Expedition Field Techniques: Small Mammals (excluding bats)*. Expedition Advisory Centre, London.
- Barome, P.O., Lymberakis, P., Monnerot, M. & Gautun, J.C.** (2001) Cytochrome b sequences reveal *Acomys minous* (Rodentia, Muridae) paraphyly and answer the question about the ancestral karyotype of *Acomys dimidiatus*. *Molecular phylogenetics and evolution*, **18**, 37-46.
- Barthlott, W., Lauer, W. & Placke, A.** (1996) Global distribution of species diversity in vascular plants: Towards a world map of phytodiversity. *Erdkunde*, **50**, 317-327.
- Bates, P.J.J.** (1994) The distribution of *Acomys* (Rodentia: Muridae) in Africa and Asia. *Israel Journal of Zoology*, **40**, 199-214.
- Batschelet, E.** (1981) *Circular Statistics in Biology*. Academic Press, London.

- Bears, H., Martin, K. & White, G.C.** (2009) Breeding in high-elevation habitat results in shift to slower life-history strategy within a single species. *Journal of Animal Ecology*, **78**, 365-375.
- Becker, A., Körner, C., Brun, J.-J., Guisan, A. & Tappeiner, U.** (2007) Ecological and Land Use Studies Along Elevational Gradients. *Mountain Research and Development*, **27**, 58–65.
- Bengtson, S.A., Nilsson, A. & Rundgren, S.** (1989) Population structure and dynamics of wood mouse *Apodemus sylvaticus* in Iceland. *Holarctic Ecology*, **12**, 351-368.
- Bergmann, K.** (1847) Über die Verhältnisse der wärmeökonomie der Thiere zu ihrer Grösse. *Göttinger Studien*, **3**, 595-708.
- Bernard, J.** (1969) Les mammifères de Tunisie et des régions voisines. I Les rongeurs. *Bulletin de la Faculté d'Agronomie de Tunis*, **10**, 37-172.
- Bobretsov, A.V., Luk'yanova, L.E. & Poroshin, E.A.** (2005) Structure of the communities of small mammals (micromammalia) in forests on western slopes of the Northern Urals. *Russian Journal of Ecology*, **36**, 120-126.
- Brown, J.H.** (2001) Mammals on mountainsides: elevational patterns of diversity. *Global Ecology & Biogeography*, **10**, 101-109.
- Burgman, M.A. & Fox, J.C.** (2003) Bias in species ranges estimates from minimum convex polygons: implications for conservation and options for improved planning. *Animal Conservation*, **6**, 19-28.
- Burnham, K.P., Anderson, D.R., White, G.C., Brownie, C. & Pollock, K.H.** (1987) Design and analysis methods for fish survival experiments based on release-recapture. *American Fisheries Society, Monograph*.
- Burt, W.H.** (1943) Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy*, **24**, 346-352.
- Calhoun, J.B. & Casby, J.U.** (1958) Calculating home range and density of small mammals. *Public Health Reports*, **73**.
- Case, T.J.** (1978) A General Explanation for Insular Body Size Trends in Terrestrial Vertebrates. *Ecology*, **59**, 1-18.
- Chatzaki, M., Lymberakis, P., Markakis, G. & Mylonas, M.** (2005) The distribution of ground spiders (Araneae, Gnaphosidae) along the altitudinal gradient of Crete, Greece: species richness, activity and altitudinal range. *Journal of Biogeography*, **32**, 813-831.
- Choquet, R., Reboulet, A.M., Lebreton, J.D., Gimenez, O. & Pradel, R.** (2005) *U-CARE 2.2 User's Manual*. Montpellier, France.
- Clarke, J.R.** (1985) The reproductive biology of the bank vole (*Clethrionomys glareolus*) and the wood mouse (*Apodemus sylvaticus*). *Symposium of the Zoological Society London*, **55**, 33-59.

- Cooch, E. & White, G.** (2006) Program MARK: A Gentle Introduction.
- Cormack, R.M.** (1964) Estimates of survival from the sighting of marked animals. *Biometrika*, **51**, 429-438.
- Corominas, I.T.** (2004) *Distribution, population dynamics and habitat selection of small mammals in Mediterranean environments: the role of climate, vegetation structure, and predation risk*. PhD Thesis, Universitat de Barcelona, Facultat de Biologia, Departament de Biologia Animal.
- Dammhahn, M. & Kappeler, P.M.** (2008) Small-scale coexistence of two mouse lemur species (*Microcebus berthae* and *M. murinus*) within a homogeneous competitive environment. *Oecologia*, **157**, 473-83.
- Dayan, T. & Simberloff, D.** (1998) Size patterns among competitors: ecological character displacement and character release in mammals, with special reference to island populations. *Mammal Review*, **28**, 99-124.
- Dunmire, W.W.** (1960) An Altitudinal Survey of Reproduction in *Peromyscus maniculatus*. *Ecology*, **41**, 174-182.
- Eccard, J.A. & Ylönen, H.** (2003) Interspecific competition in small rodents: from populations to individuals. *Evolutionary Ecology*, **17**, 423-440.
- Ernest, S.K.M.** (2005) Body size, energy use, and community structure of small mammals. *Ecology*, **86**, 1407-1413.
- Fabre, G. & Maire, R.** (1982) Découverte de relief glaciaire dans l'île de Crète (Grèce). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Sér. II* 294, 1135-1137.
- Fernandez, F.A.S., Evans, P.R. & Dunstone, N.** (1996) Population dynamics of the wood mouse *Apodemus sylvaticus* (Rodentia: Muridae) in a Sitka spruce successional mosaic. *Journal of Zoology*, **239**, 717-730.
- Filippucci, M.G., Macholan, M. & Michaux, J.R.** (2002) Genetic variation and evolution in the genus *Apodemus* (Muridae: Rodentia). *Biological Journal of the Linnean Society*, **75**, 395-419.
- Fisher, N.I.** (1993) *Statistical Analysis of Circular Data*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Flowerdew, J.R.** (1972) The effect of supplementary food on a population of wood mice (*Apodemus sylvaticus*). *Journal of Animal Ecology*, **41**, 553-566.
- Flowerdew, J.R.** (1985) The population dynamics of wood mice and yellow-necked mice. *Symposium of the Zoological Society London*, **55**, 0.
- Fons, R. & Saint-Girons, M.C.** (1993) Le cycle sexuel chez le mulot sylvestre, *Apodemus sylvaticus* (L., 1758), (Muridae) en région méditerranéenne. *Z. Säugetierkunde*, **58**, 38-47.

- Fons, R., Libois, R. & Saint-Girons, M.C.** (1980) Les micromammifères dans le département des Pyrénées-Orientales. Essai de repartition altitudinale en liaison avec les étages de végétation. (Small mammals in the eastern Pyrenees. Altitudinal distribution in relation with vegetation levels). , **30**, 285-299.
- Foster, J.B.** (1964) Evolution of Mammals on Islands. *Nature*, **202**, 234-235.
- Fuller, W.A.** (1988) Is weight a reliable index to age in microtine rodents? *Acta Theriologica*, **33**, 247-261.
- Gannon, W.L. & Sikes, R.S.** (2007) Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research. *Journal of Mammalogy*, **88**, 809-823.
- Gentry, J.B., Golley, F.B. & McGinnis, J.T.** (1966) Effect of Weather on Captures of Small Mammals. *American Midland Naturalist*, **75**, 526 - 530.
- Gerrard, A.J.** (1990) *Mountain environments: an examination of the physical geography of mountains*. Belhaven Press, London.
- Getz, L.L.** (1968) Influence of Weather on the Activity of the Red-Backed Vole. *Journal of Mammalogy*, **49**, 565 - 570.
- Getz, W.M. & Wilmers, C.C.** (2004) A local nearest-neighbor convex-hull construction of home ranges and utilization distributions. *Ecography*, **27**, 489-505.
- Getz, W.M., Fortmann-Roe, S., Cross, P.C., Lyons, A.J., Ryan, S.J. & Wilmers, C.C.** (2007) LoCoH: nonparametric kernel methods for constructing home ranges and utilization distributions (T Coulson, Ed.). *PLoS one*, **2**, e207.
- Gliwicz, J.** (1981) Competitive Interactions within a Forest Rodent Community in Central Poland. *Oikos*, **37**, 353 - 362.
- Grace, J., Berninger, F. & Nagy, L.** (2002) Impacts of Climate Change on the Tree Line. *Annals of Botany*, **90**, 537-544.
- Grant, P.R.** (1972) Interspecific Competition Among Rodents. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **3**, 79-106.
- Gurnell, J. & Flowerdew, J.R.** (2006) *Live Trapping Small Mammals. A Practical Guide*. Occasional Publication of the Mammal Society. The Mammal Society, London.
- Gurnell, J.** (1978) Seasonal changes in numbers and male behavioural interaction in a population of wood mice, *Apodemus sylvaticus*. *J. Anim. Ecol.*, **47**, 741-755.
- Haim, A. & Rubal, A.** (1992) The coexistence of two *Apodemus* species in the Mediterranean woodlands of Israel. *Medecos VI*. (ed C.A. Thanos), pp. 127-132. Athens: University of Athens.

- Harich, N. & Benazzou, T.** (1990) Contribution a l'étude de la biologie du mulot (*Apodemus sylvaticus*, Rongeurs, Murides) de la plaine cotiere du Maroc. *Mammalia*, **54**, 47-59.
- Hayne, D.W.** (1949) Calculation of Size of Home Range. *Journal of Mammalogy*, **30**, 1 - 18.
- Heaney, L.R.** (1978) Island Area and Body Size of Insular Mammals: Evidence from the Tri-Colored Squirrel (*Callosciurus prevosti*) of Southeast Asia. *Evolution*, **32**, 29 - 44.
- Heaney, L.R.** (2001) Small mammal diversity along elevational gradients in the Philippines: an assessment of patterns and hypotheses. *Global Ecology & Biogeography*, **10**, 15-39.
- Hempel, L.** (1991) *Forschungen zur physischen Geographie der Insel Kreta im Quartar: Ein Beitrag zur Geokologie des Mittelmeerraumes (Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften in Göttingen)*. Vandenhoeck & Ruprecht.
- Hon-Tsen, Y.** (1994) Distribution and abundance of small mammals along a subtropical elevational gradient in central Taiwan. *Journal of Zoology*, **234**, 577-600.
- Hooge, P.N. & Eichenlaub, B.** (2000) Animal movement extension to Arcview. Alaska Science Center - Biological Science Office, U.S. Geological Survey.
- Hutterer, R., Amori, G., Krystufek, B., Yigit, N., Mitsain, G. & Munoz, L.J.** (2008) *Crociodura suaveolens*. IUCN Red List of Threatened Species. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Date accessed: 2010.10.28.
- James, F.C. & McCulloch, C.E.** (1990) Multivariate analysis in ecology and systematics: panacea or Pandora's box? *Annual Review of Ecology and Systematics*, **21**, 129-166.
- Jamon, M.** (1986) The dynamics of Wood mouse (*Apodemus sylvaticus*) populations in the Camargue. *Journal of Zoology*, **208**, 569-582.
- Jennrich, R.I. & Turner, F.B.** (1969) Measurement of non-circular home range. *Journal of Theoretical Biology*, **22**, 227-237.
- Jolly, G.M.** (1965) Explicit Estimates from Capture-Recapture Data with Both Death and Immigration-Stochastic Model. *Biometrika*, **52**, 225-247.
- Khammes, N. & Aulagnier, S.** (2007) Diet of the wood mouse, *Apodemus sylvaticus* in three biotopes of Kabylie of Djurdjura (Algeria). *Folia Zoologica*, **56**, 243-252.
- Korn, H.** (1986) Changes in home range size during growth and maturation of the wood mouse (*Apodemus sylvaticus*) and the bank vole (*Clethrionomys glareolus*). *Oecologia*, **68**, 623-628.
- Korn, H.** (1987) Effects of live-trapping and toe-clipping on body weight of European and African rodent species. *Oecologia*, **71**, 597-600.
- Körner, C.** (2000) Why are there global gradients in species richness? mountains might hold the answer. *Trends in Ecology & Evolution*, **15**, 513-514.

- Körner, C.** (2007) The use of “altitude” in ecological research. *Trends in Ecology & Evolution*, **22**, 569-574.
- Korslund, L. & Steen, H.** (2006) Small rodent winter survival: Snow conditions limit access to food resources. *Journal of Animal Ecology*, **75**, 156-166.
- Kovach, W.L.** (2006) *Oriana-Circular Statistics for Windows*.
- Kowalski, K.** (1985) Annual cycle of reproduction in *Apodemus sylvaticus* in Algeria. *Acta Zoologica Fennica*, **173**, 85-86.
- Krystufek, B. & Vohralik, V.** (2009) *Mammals of Turkey and Cyprus. Rodentia II*. Koper: Science and Research Centre of the Republic of Slovenia.
- Lawton, J.H., MacGarvin, M. & Heads, P.A.** (1987) Effects of Altitude on the Abundance and Species Richness of Insect Herbivores on Bracken. *Journal of Animal Ecology*, **56**, 147 - 160.
- Lebreton, J.D., Burnham, K.P., Clobert, J. & Anderson, D.R.** (1992) Modeling survival and testing biological hypotheses using marked animals: a unified approach with case studies. *Ecological Monographs*, **62**, 67-118.
- Lee, L.L.** (1997) Effectiveness of Live Traps and Snap Traps in Trapping Small Mammals in Kinmen. *Acta Zoologica Taiwanica*, **8**, 79-85.
- Lettink, M. & Armstrong, D.P.** (2003) An introduction to using mark-recapture analysis for monitoring threatened species. *Department of Conservation Technical Series*, **28A**, 5-32.
- Link, W.A. & Barker, R.J.** (2005) Modeling association among demographic parameters in analysis of open population capture–recapture data. *Biometrics*, **61**, 46–54.
- Linnaeus, C. von.** (1743) On the growth of the habitable earth. *Select Dissertations from the Amoenitates Academicae*, **I**.
- Lockard, R.B. & Owings, D.H.** (1974) Moon-related surface activity of bannertail (*Dipodomys spectabilis*) and fresno (*D. nitratoides*) kangaroo rats. *Animal Behaviour*, **22**, 262-273.
- Lomolino, M.V.** (1985) Body Size of Mammals on Islands: The Island Rule Reexamined. *The American Naturalist*, **125**, 310 - 316.
- Lomolino, M.V.** (2001) Elevation gradients of species-density: historical and prospective views. *Global Ecology & Biogeography*, **10**, 3-13.
- Lomolino, M.V., Riddle, B.R. & Brown, J.H.** (2006) *Biogeography*. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- MacArthur, R.H. & Wilson, E.O.** (1967) *The theory of island biogeography*. Princeton University Press.

- MacArthur, R.H.** (1972) *Geographical ecology: patterns in the distribution of species*. Harper & Row, New York.
- Macdonald, D.W. & Barrett, P.** (1993) *Mammals of Britain and Europe*. Harper Collins Publishers.
- Mani, M.S.** (1990) *Fundamentals of high altitude biology*. Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd.
- Mazurkiewicz, M. & Rajska-Jurgiel, E.** (1998) Spatial behaviour and population dynamics of woodland rodents. *Acta Theriologica*, **43**, 137-161.
- Melton, R.H.** (1982) Body size and island *Peromyscus*: a pattern and a hypothesis. *Evolutionary Theory*, **6**, 113–126.
- Montgomery, W.I.** (1980) Population structure and dynamics of sympatric *Apodemus* species (Rodentia: Muridae). *Journal of Zoology*, **192**, 351-377.
- Montgomery, W.I.** (1987) The application of Capture-Mark-Recapture methods to the enumeration of small mammal populations. *Symp. Zool. Soc. Lond.*, **58**, 25-57.
- Montgomery, W.I.** (1989) Population regulation in the wood mouse, *Apodemus sylvaticus*. I. Density dependence in the annual cycle of abundance. *Journal of Animal Ecology*, **58**, 465-475.
- Montgomery, W.I., Wilson, W.L. & Elwood, R.W.** (1977) Spatial regulation and population growth in the woodmouse *Apodemus sylvaticus*: Experimental manipulations of males and females in natural populations. *J. Anim. Ecol.*, **66**, 755-768.
- Musser, G.G., Amori, G., Hutterer, R., Krystufek, B., Yigit, N. & Mitsain, G.** (2008) *Mus musculus*. IUCN Red List of Threatened Species. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Date accessed: 2010.10.28.
- Niethammer, J.** (1956) Insektenfresser und Nager Spaniens. *Bonn. zool. Beitr.*, **7**, 249-295.
- Noble, G.K.** (1939) The Rôle of Dominance in the Social Life of Birds. *The Auk*, **56**, 263 - 273.
- Nor, S.M.** (2001) Elevational diversity patterns of small mammals on Mount Kinabalu, Sabah, Malaysia. *Global Ecology & Biogeography*, **10**, 41-62.
- O'Farrell, M.J.** (1974) Seasonal Activity Patterns of Rodents in a Sagebrush Community. *Journal of Mammalogy*, **55**, 809 - 823.
- Owen, J.G.** (1990) Patterns of Mammalian Species Richness in Relation to Temperature, Productivity, and Variance in Elevation. *Journal of Mammalogy*, **71**, 1-13.
- Papadatou, E.** (2006) *Ecology and conservation of the long-fingered bat Myotis capaccinii in the National Park of Dadia-Lefkimi-Soufli, Greece*. PhD Thesis, University of Leeds, Institute of Integrative and Comparative Biology.
- Pauli, H., Gottfried, M., Hohenwallner, D., Reiter, K., Casale, R. & Grabherr, G.** (2009) *The GLORIA Field Manual – Multi-Summit Approach*.

- Pianka, E.R.** (2000) *Evolutionary Ecology*. Benjamin Cummings.
- Pita, R., Mira, A. & Beja, P.** (2010) Spatial segregation of two vole species (*Arvicola sapidus* and *Microtus cabreræ*) within habitat patches in a highly fragmented farmland landscape. *European Journal of Wildlife Research*.
- Pita, R., Mira, A. & Mathias, M.** (2003) Small mammal community structure in two successional stages of a mediterranean ecosystem. *Galemys*, **15**, 67-79.
- Pledger, S., Pollock, K.H. & Norris, J.L.** (2003) Open Capture-Recapture Models with Heterogeneity: I. Cormack-Jolly-Seber Model. *Biometrics*, **59**, 786 - 794.
- Pollock, K.H., Nichols, J.D., Brownie, C. & Hines, J.E.** (1990) Statistical inference for capture-recapture experiments. *Wildlife Monographs*, **107**, 1-97.
- Pradel, R.** (1993) Flexibility in Survival analysis from recapture data: Handling trap-dependence. (eds J.D. Lebreton & P.M. North), pp. 29-37. Birkhäuser Verlag, Basel, Switzerland.
- Pradel, R., Hines, J.E., Lebreton, J.D. & Nichols, J.D.** (1997) Capture-Recapture Survival Models Taking Account of Transients. *Biometrics*, **53**, 60 - 72.
- Price, M.V., Waser, N.M. & Bass, T.A.** (1984) Effects of Moonlight on Microhabitat Use by Desert Rodents. *Journal of Mammalogy*, **65**, 353 - 356.
- Rackham, O. & Moody, J.** (1998). *Η δημιουργία του Κρητικού τοπίου*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης (μτφ στα Ελληνικά).
- Rahbek, C.** (1995) The elevational gradient of species richness: a uniform pattern? *Ecography*, **18**, 200-205.
- Richart, E.A.** (2001) Elevational diversity gradients, biogeography and the structure of montane mammal communities in the intermountain region of North America. *Global Ecology & Biogeography*, **10**, 77-100.
- Rosario, I.T. & Mathias, M.L.** (2004) Annual weight variation and reproductive cycle of the wood mouse (*Apodemus sylvaticus*) in a Mediterranean environment. *Mammalia*, **68**, 133-140.
- Rowe, R.J.** (2009) Environmental and geometric drivers of small mammal diversity along elevational gradients in Utah. *Ecography*, **32**, 411-422.
- Saint-Girons, M.C.** (1967) Etude du genre *Apodemus* Kaup, 1829, en France II. *Mammalia*, **31**, 55-100.
- Sanchez-Cordero, V.** (2001) Elevation gradients of diversity for rodents and bats in Oaxaca, Mexico. *Global Ecology & Biogeography*, **10**, 63-76.
- Sans-Coma, V. & Gosalbez, J.** (1976) Sobre la reproduccion de *Apodemus sylvaticus* L., 1758 en el nordeste iberico. *Miscelanea Zoologica*, **3**, 227-233.



- Schlitter, D., Van Der Straeten, E., Amori, G., Hutterer, R., Krystufek, B., Yigit, N. & Mitsain, G.** (2008) *Apodemus sylvaticus*. IUCN Red List of Threatened Species. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Date accessed: 2010.10.28.
- Schwarz, C.J. & Arnason, A.N.** (1996) A General Methodology for the Analysis of Capture-Recapture Experiments in Open Populations. *Biometrics*, **52**, 860 - 873.
- Schwarz, C.J.** (2001) The Jolly-Seber Model: More than Just Abundance. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, **6**, 195 - 205.
- Seaman, D.E. & Powell, R.A.** (1996) An evaluation of the accuracy of kernel density estimators for home range analysis. *Ecology*, **77**, 2075-2085.
- Seaman, D.E., Griffith, B. & Powell, R.A.** (1998) KERNELHR: a program for estimating animal home ranges. *Wildlife Society Bulletin*, **26**, 95-100.
- Seber, G.A.F.** (1965) A Note on the Multiple-Recapture Census. *Biometrika*, **52**, 249-259.
- Skinner B.J., Porter S.C. & Park J.** (2004) *The Dynamic Earth: An Introduction to Physical Geology*. Wiley.
- Stokes, M.K., Slade, N.A. & Blair, S.M.** (2001) Influences of weather and moonlight on activity patterns of small mammals: a biogeographical perspective. *Can. J. Zool.*, **79**, 966-972.
- Storch, G.** (1977) Die Ausbreitung der Felsenmaus (*Apodemus mystacinus*): Zur Problematik der Inselbesiedlung und Tiergeographie in der Ägäis. *Natur und Museum*, **107**, 174-182.
- Torre, I., Arrizabalaga, A. & Diaz, M.** (2002) Raton de campo (*Apodemus sylvaticus* Linnaeus, 1758). *Galemys*, **14**, 1-26.
- Vericad, J.R.** (1970) Estudio faunístico y biológico de 10s mamíferos montaraces del Pirineo. *Publicaciones del Centro Pirenaico de Biología Experimental*, **4**, 1-232.
- Vickery, W.L. & Bider, J.R.** (1981) The Influence of Weather on Rodent Activity. *Journal of Mammalogy*, **62**, 140 - 145.
- Vogel, P.** (1999) *Crocidura zimmermanni*. *The Atlas of European Mammals*. (eds A.J. Mitchell-Jones, G. Amori, W. Bogdanowicz, B. Krystufek, P.J.H. Reijnders, F. Spitzenberger, M. Stubbe, J.B.M. Thissen, V. Vohralik & J. Zima), p. 484. Academic Press, London, UK.
- Vohralik, V., Frynta, D., Mikulová, P., Benda, P. & Nová, P.** (2002) Multivariate morphometrics of *Apodemus mystacinus* in the Near East and its divergence from European *A. m. epimelas* (Mammalia: Rodentia). *Israel Journal of Zoology*, **48**, 135-148.
- Vukicevic-Radic, O., Matic, R., Vujadinovic, T., Jovanovic, T. & Kataranovski, D.** (2006) Spatial distribution of *Apodemus flavicollis* and *A. agrarius* in a forest community Quercetum-Petraea on Mt. Avala (Serbia). *Biotechnol. & Biotechnol. Eq.*, **20**, 57-60.

- Watts, C.H.S.** (1968) The foods eaten by wood mice (*Apodemus sylvaticus*) and bank voles (*Clethrionomys glareolus*) in Wytham Woods, Berkshire. *Journal of Animal Ecology*, **37**, 25-41.
- Watts, C.H.S.** (1969) The regulation of wood mouse (*Apodemus sylvaticus*) numbers in Wytham woods, Berkshire. *J. Anim. Ecol.*, **38**, 285-304.
- White, G.C. & Burnham, K.P.** (1999) Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study*, **46**, 120–138.
- White, G.C.** (1992) *PC SURVIVE user's manual*. Fort Collins.
- Whittaker, J.C., Feldhamer, G.A. & Charles, E.M.** (1998) Captures of Mice, *Peromyscus*, in Two Sizes of Sherman Live Traps. *Canadian Field-Naturalist*, **112**, 527-529.
- Willdenow, K.L.** (1805) *The principles of botany, and vegetable physiology*. Blackwood, Cadell and Davies, London.
- William, B.K., Nichols, J.D. & Conroy, M.J.** (2002) *Analysis and Management of Animal Populations*. Academic Press.
- Wilson, D.E. & Reeder, D.M.** (2005) *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference*. Johns Hopkins University Press.
- Wilson, D.E., Cole, F.R., Nichols, J.D., Rudran, R. & Foster, M.S.** (1996) *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for mammals*. Smithsonian Institution Press.
- Wolff, J.O. & Sherman, W. (Eds.)**. (2007) *Rodent societies : an ecological & evolutionary perspective*. The University of Chicago Press.
- Wood, A G., Naef-Daenzer, B., Prince, P.A. & Croxall, J.P.** (2000) Quantifying habitat use in satellite-tracked pelagic seabirds: application of kernel estimation to albatross locations. *Journal of Avian Biology*, **31**, 278-286.
- Worton, B.J.** (1987) A review of models of home range for animal movement. *Ecological Modelling*, **38**, 277–298.
- Worton, B.J.** (1989) Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology*, **70**, 164-168.
- Yoccoz, N.G. & Ims, R.A.** (1999) Demography of Small Mammals in Cold Regions: The Importance of Environmental Variability. *Ecological Bulletins*, **47**, 137-144.
- Yousef, M.A. & Amr, Z.S.** (2005) Altitudinal stratification and habitat selection of rodents in Dana Nature Reserve, Jordan. *Zoology in the Middle East*, **35**, 13-18.

## Ελληνική Βιβλιογραφία

- Βαρδάκης, Μ.** (2006) *Υψομετρική διαφοροποίηση στους πληθυσμούς των μικροθηλαστικών του Ψηλορείτη*. Πτυχιακή Εργασία, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Βιολογίας.
- Καλτσάς, Δ.** (2004) *Οικολογία του είδους *Mesobuthus gibbosus* (Brulle, 1832) (Arachnida : scorpiones) σε παράκτιες περιοχές του Αιγαίου*. Μεταπτυχιακή Εργασία, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Βιολογίας.
- Κουτσουπάκης, Σ.** (2006) *Υψομετρική διαφοροποίηση των πληθυσμών των μικροθηλαστικών στον Ψηλορείτη*. Πτυχιακή Εργασία, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Βιολογίας.
- Λυμπεράκης, Π.** (2003) *Υψομετρική διαφοροποίηση της πανίδας των Λευκών Ορέων Κρήτης*. Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Βιολογίας.
- Μαρτζούκος, Γ.Α.** (2007) *Ορειβάσια. Ιστορία και Ιστορίες*. Εκδ. Ανάβαση. Αθήνα
- Παπαμιχαήλ, Δ.** (2007) *Δομή και λειτουργία ενός τροφικού δικτύου και των μεταπληθυσμών μικρών θηλαστικών και των θηρευτών τους*. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Περιβάλλοντος.
- Παράβας, Β.** (2000) *Στοιχεία πληθυσμιακής οικολογίας και διατροφής του ενδημικού τρωκτικού της Κρήτης *Acomys minous* (Bate, 1906), Muridae, Rodentia (Αγκαθοποντικός)*. Πτυχιακή Εργασία, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Βιολογίας.
- Φασουλάς, Χ.** (2000) *Οδηγός υπαίθρου για τη γεωλογία της Κρήτης*. Εκδ. Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Κρήτης, 104 σελ. Ηράκλειο.
- Χατζάκη, Μ.** (2003) *Η εδαφική αραχνοπανίδα της Κρήτης (οικογένεια Gnaphosidae). Συστηματική οικολογία και βιογεωγραφία*. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Βιολογίας.