

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΙ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ,
ΑΚΟΥΣΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ
ΤΩΝ ΧΕΙΡΟΠΤΕΡΩΝ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΓΕΩΡΓΙΑΚΑΚΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2009

**UNIVERSITY OF CRETE
BIOLOGY DEPARTMENT**

**GEOGRAPHICAL AND ELEVATIONAL
DISTRIBUTION, ACOUSTIC IDENTIFICATION AND
ECOLOGY OF CRETAN BATS**

DOCTORAL THESIS

GEORGIAKAKIS PANAGIOTIS

IRAKLEIO, SEPTEMBER 2009

Επιβλέπων καθηγητής:

Μυλωνάς Μ. Καθηγητής Παν/μιο Κρήτης, Τμ. Βιολογίας

Λοιπά μέλη συμβουλευτικής επιτροπής:

Οικονομόπουλος Α. Ομότιμος Καθηγητής (Παν/μιο Κρήτης, Τμ. Βιολογίας)

Λεγάκις Α. Επίκουρος Καθηγητής (Ε. Κ. Παν/μιο Αθηνών, Τμ. Βιολογίας)

Λοιπά μέλη εξεταστικής επιτροπής:

Καρακάσης Ι. Αναπληρωτής Καθηγητής (Παν/μιο Κρήτης, Τμ. Βιολογίας)

Παντής Ι. Αναπληρωτής Καθηγητής (Α. Παν/μιο Θεσσαλονίκης, Τμ. Βιολογίας)

Βαλάκος Ε. Επίκουρος Καθηγητής (Ε. Κ. Παν/μιο Αθηνών, Τμ. Βιολογίας)

Russo D. Λέκτορας (Univ. degli Studi di Napoli Federico II, Dipartimento di Ar. Bo. Pa. Ve.)

Η παρούσα διατριβή συγχρηματοδοτήθηκε κατά:

- 75% της Δημόσιας Δαπάνης από την Ευρωπαϊκή Ένωση – Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο
- 25% της Δημόσιας Δαπάνης από το Ελληνικό Δημόσιο – Υπουργείο Ανάπτυξης – Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας
- και από τον Ιδιωτικό Τομέα (ΑΚΟΜΜ-ΨΗΛΟΡΕΙΤΗΣ Α.Ε.) στο πλαίσιο του Μέτρου 8.3 του Ε.Π. Ανταγωνιστικότητα – Γ' Κοινωνικό Πλαίσιο Στήριξης (Πρόγραμμα Ενίσχυσης Επιστημονικού Δυναμικού 2003).

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Πάνε έξι σχεδόν χρόνια από τότε που, στην αποκοτιά της νιότης, τόλμησα να πραγματοποιήσω αυτή τη διατριβή. Είχα ήδη συνειδητοποιήσει ότι ο παραγωγικός μου χρόνος δεν μπορεί να είναι «ανελεύθερος». Ως προς αυτό, μπορώ να πω ότι χαίρομαι για την πορεία των τελευταίων ετών, καθώς ήταν ο μόνος τρόπος ανακούφισης από τις, βασανιστικές συχνά, δημιουργικές δυνάμεις μου. Κάθε άλλη κρίση είναι δύσκολη έως ασύλληπτη, καθώς τα πράγματα θα μπορούσε να είναι πολύ καλύτερα ή πολύ χειρότερα σε αυτό ή όποιο δρόμο και να διάλεγα, κάτι που δεν θα το μάθουμε ποτέ. Γι' αυτό άλλωστε θα πρέπει να προσέχει κανείς τι εύχεται... Λένε ότι ο ρόλος της επιστήμης δεν είναι μόνο να δίνει απαντήσεις στα τρέχοντα ερωτήματα, αλλά και να τα επαναδιατυπώνει και να θέτει νέα. Το αν υπήρξα συνεπής ως επιστήμονας θα το κρίνουν οι αναγνώστες αυτής της διατριβής. Σίγουρα πάντως στο τέλος της πορείας που συνοψίζεται εδώ, επαναδιατυπώνεται το ερώτημα «τι θα γίνω όταν μεγαλώσω». Θα χρειαστούν κάμποσες «διατριβές» ακόμα για να απαντηθούν-επαναδιατυπωθούν τα νέα ερωτήματα που πλέον προβάλλουν επιτακτικά...

Όπως δεν νοείται άνθρωπος χωρίς γονείς, έτσι δεν νοείται και διατριβή χωρίς επιβλέποντες. Γι' αυτό και ευχαριστώ αμφότερες τις οικογένειές μου, φυσική και επιστημονική, για το ότι υπέκυψαν στην ανάγκη να πιστέψουν σ' εμένα και πλαισίωσαν θεσμικά τις δραστηριότητές μου. Ιδιαίτερα ευχαριστώ τους γονείς μου Ιωάννα και Μιχάλη και τον επιβλέποντά μου Μωυσή Μυλωνά διότι στο, συχνά απύθμενο, σκοτάδι της ελληνικής νυχτεριδολογίας τα αδυσώπητα ερωτήματά τους με απέτρεπαν να λοξοδρομήσω.

Είμαι επίσης υπόχρεος στους λοιπούς επιβλέποντες Α. Οικονομόπουλο και Α. Λεγάκι, αλλά και στα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής για τη γόνιμη κριτική και γενικότερη συνεισφορά τους στη διατριβή αυτή. Ιδιαίτερα ευχαριστώ τον Danilo Russo γιατί με βοήθησε να «εισαγάγω» τη νυχτεριδολογία στην Κρήτη, δίνοντάς μου ιδέες και συμβουλές, βοηθώντας με στην αναζήτηση δημοσιευμένων πληροφοριών και απαντώντας σε απορίες, που στην Ελλάδα εντάσσονταν στο χώρο της επιστημονικής φαντασίας. Η πραγματοποίηση αυτής της διατριβής χωρίς τη συνεισφορά του θα ήταν μάλλον αδιανόητη.

Η διατριβή αυτή δεν μπορεί παρά να ενταχθεί στη συνολική προσπάθεια του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Κρήτης να μελετήσει και να κατανοήσει το φυσικό περιβάλλον της ανατολικής Μεσογείου. Ελπίζω να σταθεί

επάξια δίπλα στις δουλειές των συναδέλφων μου εδώ, οι οποίοι με υποδέχτηκαν εγκάρδια και με «ξενάγησαν» στην άγρια φύση της Κρήτης, αλλά και με ενέπνευσαν με τις αγωνίες και ενίοτε τον τρόπο ζωής τους. Ιδιαίτερα ευχαριστώ τον Πέτρο Λυμπεράκη για τη βιβλιογραφική και τεχνική βοήθεια, για τις συζητήσεις μας και τη ψυχική υποστήριξη. Ευχαριστώ ιδιαίτερα και το Μανόλη Νικολακάκη για τη σωτήρια καθοδήγησή του στην ανάπτυξη των βάσεων δεδομένων και των χαρτών. Το προσωπικό του ενδιαφέρον αναμφίβολα έδωσε μία επιπλέον διάσταση σε αυτή την εργασία, όπως και σε τόσες άλλες. Από τους συνάδελφους στο ΜΦΙΚ ξεχώρισαν για τη βοήθεια στο πεδίο και τις συζητήσεις μας η Milica Ινονις, ο Γιώργος Ηλιόπουλος, ο Γιώργος Αλεξανδράκης, ο Χρήστος Μπαρμούτης, ο Θάνος Γιαννακάκης, η Ιάσμη Στάθη και ο Δημήτρης Καλτσάς, αλλά και η Κατερίνα Βαρδινογιάννη για την πολύπλευρη βοήθεια. Ευχαριστώ επίσης τη Γιώτα, τη Βίκυ, το Νίκο και τη γραμματεία του Τμ. Βιολογίας του Πανεπ. Κρήτης για τη γραμματειακή υποστήριξη και τη Μίνα για τη βοήθεια με τη βιβλιογραφία.

Συναυτουργός στην εμπλοκή μου με τη μελέτη των Χειροπτέρων ήταν ο Καλούστ Παραγκαμιάν, διευθυντής πλέον του Ινστιτούτου Σπηλαιολογικών Ερευνών, ο οποίος έφυγε νωρίς από το ΜΦΙΚ, αλλά είναι πάντα τριγύρω προσφέροντας πληροφορίες και ποικίλη άλλη βοήθεια όταν την χρειάζομαι. Τον ευχαριστώ, όπως και όλους τους συνοδοιπόρους από το Τμήμα Κρήτης της Ελληνικής Σπηλαιολογικής Εταιρείας, για τη συντροφιά στις σπηλαιολογικές αποστολές που πραγματοποιήσαμε μαζί. Κατά την ενασχόλησή μου με τις νυχτερίδες είχα την τύχη να γνωρίσω τους συνάδελφους νυχτεριδολόγους Έλενα Παπαδάτου Dino Scaravelli, Petr Benda, Vladimir Hanák, Ivan Horáček, Christian & Isabel Dietz, Frieder Mayer, Wolfram Schulze και να διδαχτώ από την εμπειρία, τα προτερήματα και τα ελαττώματά τους. Τους ευχαριστώ για τη βοήθεια στο πεδίο, τη βιβλιογραφική υποστήριξη και τις διαφωτιστικές συζητήσεις και ιδίως την Έλενα που με βοήθησε με πραγματικό ενδιαφέρον, έχοντας περάσει δοκιμασίες αρκετά παρόμοιες με αυτές που έπρεπε να αντιμετωπίσω.

Αρκετοί φοιτητές, προπτυχιακοί και μεταπτυχιακοί, ήλθαν κοντά μου όλα αυτά τα χρόνια για να αποκομίσουν γνώσεις, ή/και διδακτικές μονάδες: Κοσμούλα Γαλανάκη, Πάρης Βασιλακόπουλος, Γεωργής Φλωριώτης, Κώστας Χασπιλίδης, Βέσσα Μαρκαντωνάτου, Μιχάλης Βαρδάκης, Scott Brenton. Αν και μαθητευόμενοι, είχαν καθοριστικό ρόλο στην πραγματοποίηση των δειγματοληψιών και τους είμαι υπόχρεος, ιδίως

στην Κοσμούλα που ακόμα διατηρεί το ενδιαφέρον της για τις νυχτερίδες της Κρήτης και μου παρέχει πολύτιμες πληροφορίες.

Τέλος, ευχαριστώ τους καλούς φίλους Π. Ζαχαριάδου, Χ. Οικονομάκη, Μ. Δαμιανάκη και Π. Μπαξεβάνη, όπως και τους εθελοντές του EVS (Elsa, Maurice, Mathieu και Serena) και πολλούς άλλους φίλους και συναδέλφους για την βοήθεια και την καλή παρέα στις δειγματοληψίες.

Η συνδρομή όλων αυτών που αναφέρονται εδώ, όχι μόνο έκανε πιο ευχάριστη και ενδιαφέρουσα τη διατριβή, αλλά ήταν και απαραίτητη προϋπόθεση την εκπόνηση της, γι' αυτό και χαίρομαι διπλά που κέρδισα την εκτίμηση και την εμπιστοσύνη τους.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΓΕΝΙΚΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1	ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΕΙΕΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΝΥΧΤΕΡΙΔΕΣ.....	1
1.1.1	Ενεργητική πτήση.....	2
1.1.2	Ηχοεντοπισμός.....	4
1.1.2.1	Ηχοεντοπισμός και τροφική οικολογία στις νυχτερίδες.....	6
1.1.3.	Εξέλιξη των Χειροπτέρων.....	9
1.1.4	Καταφύγια.....	11
1.2	ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ.....	12
1.3	ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	14
1.3.1	Γεωλογική ιστορία και γεωγραφία της Κρήτης.....	14
1.3.2	Κλίμα.....	15
1.3.3	Βλάστηση και βιοποικιλότητα της Κρήτης.....	16

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΧΕΙΡΟΠΤΕΡΩΝ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

2.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	19
2.1.1	Στόχοι του 2 ^{ου} Κεφαλαίου.....	20
2.2	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	21
2.3	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	24
	<i>Rhinolophus blasii</i>	28
	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	31
	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	34
	<i>Eptesicus serotinus</i>	36
	<i>Myotis blythii/oxygnathus</i>	38
	<i>Myotis capaccinii</i>	41
	<i>Myotis emarginatus</i>	44
	<i>Myotis mystacinus/aurascens</i>	46
	<i>Hypsugo savii</i>	48
	<i>Pipistrellus hanaki</i>	50
	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	52
	<i>Pipistrellus nathusii</i>	54
	<i>Nyctalus leisleri</i>	54
	<i>Plecotus kolombatovici</i>	57
	<i>Plecotus macrobullaris</i>	57
	<i>Miniopterus schreibersii</i>	59
	<i>Tadarida teniotis</i>	61

2.4	ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	63
-----	---------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΦΩΝΩΝ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΧΕΙΡΟΠΤΕΡΩΝ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

3.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	73
3.1.1	Ο ηχοεντοπισμός στη μελέτη των Χειροπτέρων.....	73
3.1.2	Σκοπός της μελέτης.....	76
3.2	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	77
3.2.1	Ηχογράφηση υπερήχων.....	77
3.2.1.1	Θέσεις ηχογράφησης και είδη που ηχογραφήθηκαν.....	77
3.2.1.2	Συνθήκες ηχογράφησης.....	78
3.2.2	Ανάλυση υπερήχων.....	81
3.2.3	Στατιστική επεξεργασία.....	83
3.2.3.1	Περιγραφικά στατιστικά και μονομεταβλητές συγκρίσεις..	83
3.2.3.2	Πολυμεταβλητές συγκρίσεις.....	86
3.2.3.3	Σύγκριση των φωνών εντοπισμού στην Κρήτη και τον Έβρο.....	87
3.3	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	88
3.3.1	Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία και μονομεταβλητές συγκρίσεις.....	88
3.3.1.1	Γένος <i>Rhinolophus</i> (φωνές τύπου FM/CF/FM).....	88
3.3.1.2	Γένος <i>Myotis</i> (φωνές τύπου FM).....	88
3.3.1.3	Γένη <i>Tadarida</i> , <i>Hypsugo</i> , <i>Pipistrellus</i> και <i>Miniopterus</i> (φωνές τύπου FM/QCF).....	95
3.3.2	Πολυμεταβλητές συγκρίσεις.....	98
3.3.2.1	Σύνολο των επτά ειδών (γένη <i>Myotis</i> , <i>Pipistrellus</i> , <i>Hypsugo</i> , <i>Miniopterus</i>).....	98
3.3.2.2	Είδη του γένους <i>Myotis</i>	98
3.3.2.3	Είδη με υπέρηχους του τύπου FM/QCF (γένη <i>Pipistrellus</i> , <i>Hypsugo</i> και <i>Miniopterus</i>).....	101
3.3.3	Σύγκριση των φωνών εντοπισμού στην Κρήτη και τον Έβρο.....	101
3.4	ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	104
3.4.1	Περιγραφή των φωνών εντοπισμού των ειδών της Κρήτης. Συγκρίσεις ειδών, επίδραση τύπου ενδιαιτήματος & συγκρίσεις με πληθυσμούς άλλων περιοχών.....	104
3.4.1.1.	Είδη του γένους <i>Rhinolophus</i> (φωνές τύπου FM/CF/FM)....	105
3.4.1.2	Είδη του γένους <i>Myotis</i> (φωνές τύπου FM).....	106

3.4.1.3	Είδη των γενών <i>Pipistrellus</i> , <i>Hypsugo</i> , <i>Miniopterus</i> , <i>Eptesicus</i> , <i>Nyctalus</i> και <i>Tadarida</i> (φωνές τύπου FM/QCF)...	109
3.4.2	Πολυμεταβλητές συγκρίσεις και Τετραγωνική Διαφοροποιός Ανάλυση	113
3.4.2.1	Σύνολο των επτά ειδών (γένη <i>Myotis</i> , <i>Pipistrellus</i> , <i>Hypsugo</i> , <i>Miniopterus</i>).....	113
3.4.2.2	Είδη του γένους <i>Myotis</i> (φωνές τύπου FM).....	113
3.4.2.3	Είδη των γενών <i>Pipistrellus</i> , <i>Hypsugo</i> , <i>Miniopterus</i> και <i>Tadarida</i> (φωνές τύπου FM/QCF).....	114
3.5	ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	115

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΚΑΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΧΕΙΡΟΠΤΕΡΩΝ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

4.1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	121
4.2.	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	124
4.2.1.	Περιοχή και χρονική περίοδος μελέτης	124
4.2.2.	Πραγματοποίηση των ηχογραφήσεων στους θαμνώνες των διαφόρων υψομετρικών ζωνών	128
4.2.3.	Προσδιορισμός των διελεύσεων	129
4.2.4.	Επεξεργασία των δεδομένων	132
4.3.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	133
4.3.1.	Αφθονία και θηρευτική δραστηριότητα ανά υψομετρική ζώνη	133
4.3.2.	Διαφοροποίηση του πλούτου ειδών σε σχέση με το υψόμετρο	140
4.3.2.1	Πλούτος ειδών στους θαμνώνες των διαφόρων υψομετρικών ζωνών.....	140
4.3.2.2	Υψομετρική διαφοροποίηση του πλούτου των ειδών ανεξαρτήτως οικοτόπου.....	142
4.4.	ΣΥΖΗΤΗΣΗ	143
4.4.1.	Υψομετρική και εποχική διαφοροποίηση της δραστηριότητας των Χειροπτέρων στους θαμνώνες του Ψηλορείτη	145
4.4.1.1.	Διαφοροποίηση της δραστηριότητας μεταξύ των υψομετρικών ζωνών.....	145
4.4.1.2.	Σύγκριση της ανοιξιάτικης με τη φθινοπωρινή δραστηριότητα.....	146
4.4.2.	Διαφοροποίηση της πυκνότητας και του πλούτου ειδών	148

σε σχέση με το υψόμετρο.....

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΕΠΟΧΙΚΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΤΟΠΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΧΕΙΡΟΠΤΕΡΩΝ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

5.1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	153
5.1.1.	Εποχικότητα του βιολογικού κύκλου και της θηρευτικής δραστηριότητας των νυκτερίδων στις εύκρατες περιοχές	153
5.1.2.	Τροφική οικολογία των εντομοφάγων Χειροπτέρων.....	155
5.1.3.	Σκοπός της μελέτης.....	157
5.2.	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	159
5.2.1.	Περιοχή και χρονική περίοδος μελέτης.....	159
5.2.2.	Πραγματοποίηση των ηχογραφήσεων στους διάφορους οικοτόπους.....	162
5.2.3.	Προσδιορισμός των διελεύσεων.....	164
5.2.4.	Επεξεργασία των δεδομένων.....	166
5.3.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	168
5.3.1.	Σύνολο των διελεύσεων (όλα τα είδη).....	169
5.3.1.1.	Σύνολο των διελεύσεων, ανεξαρτήτως εποχής.....	170
5.3.1.2.	Σύνολο των διελεύσεων, καλοκαίρια.....	170
5.3.1.3.	Σύνολο των διελεύσεων, χειμώνες.....	170
5.3.1.4.	Σύγκριση χειμώνων με καλοκαίρια.....	171
5.3.2.	Σύνολο των βόμβων θήρευσης (όλα τα είδη).....	172
5.3.2.1.	Σύνολο των βόμβων θήρευσης, ανεξαρτήτως εποχής.....	172
5.3.2.2.	Σύνολο των βόμβων θήρευσης, καλοκαίρια.....	173
5.3.2.3.	Σύνολο των βόμβων θήρευσης, χειμώνες.....	173
5.3.2.4.	Σύγκριση των χειμώνων με τα καλοκαίρια.....	174
5.3.3.	<i>Pipistrellus hanaki</i>	175
5.3.3.1.	Δραστηριότητα του <i>Pipistrellus hanaki</i> , ανεξαρτήτως εποχής.....	176
5.3.3.2.	Καλοκαιρινή δραστηριότητα του <i>Pipistrellus hanaki</i>	176
5.3.3.3.	Χειμερινή δραστηριότητα του <i>Pipistrellus hanaki</i>	176
5.3.3.4.	Σύγκριση των χειμώνων με τα καλοκαίρια.....	178
5.3.4.	<i>Hypsugo savii</i>	178
5.3.4.1.	Δραστηριότητα του <i>Hypsugo savii</i> , ανεξαρτήτως εποχής....	178
5.3.4.2.	Καλοκαιρινή δραστηριότητα του <i>Hypsugo savii</i>	178
5.3.4.3.	Χειμερινή δραστηριότητα του <i>Hypsugo savii</i>	178
5.3.4.4.	Σύγκριση των χειμώνων με τα καλοκαίρια.....	181
5.3.5.	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	182

5.3.5.1.	Δραστηριότητα του <i>Pipistrellus kuhlii</i> , ανεξαρτήτως εποχής.....	182
5.3.5.2.	Καλοκαιρινή δραστηριότητα του <i>Pipistrellus kuhlii</i>	182
5.3.5.3.	Χειμερινή δραστηριότητα του <i>Pipistrellus kuhlii</i>	183
5.3.5.4.	Σύγκριση των χειμώνων με τα καλοκαίρια.....	183
5.3.6.	<i>Tadarida teniotis</i>	185
5.3.6.1.	Δραστηριότητα του <i>Tadarida teniotis</i> , ανεξαρτήτως εποχής.....	185
5.3.6.2.	Καλοκαιρινή δραστηριότητα του <i>Tadarida teniotis</i>	186
5.3.6.3.	Χειμερινή δραστηριότητα του <i>Tadarida teniotis</i>	187
5.3.6.4.	Σύγκριση των χειμώνων με τα καλοκαίρια.....	188
5.3.7.	Γένη <i>Myotis</i> και <i>Rhinolophus</i>	188
5.3.8.	Πλούτος ειδών	188
5.3.8.1.	Διαφοροποίηση του πλούτου ειδών μεταξύ οικοτόπων, ανεξαρτήτως εποχής.....	188
5.3.8.2.	Διαφοροποίηση του πλούτου ειδών μεταξύ οικοτόπων τα καλοκαίρια.....	189
5.3.8.3.	Διαφοροποίηση του πλούτου ειδών μεταξύ οικοτόπων τους χειμώνες.....	189
5.3.8.4.	Σύγκριση των χειμώνων με τα καλοκαίρια ως προς τον πλούτο ειδών.....	189
5.4.	ΣΥΖΗΤΗΣΗ	192
5.4.1.	Οικοτοπικές προτιμήσεις και εποχικότητα στη δραστηριότητα των διαφόρων ειδών	195
5.4.2.	Σύγκριση των οικοτόπων ως προς την αξία τους για τα χειρόπτερα.....	200
5.4.3.	Εποχική διαφοροποίηση της δραστηριότητας των Χειροπτέρων.....	202

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΓΕΝΙΚΗ ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	205	
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	217	
ENGLISH ABSTRACT	223	
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	227	
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ		
A.	Συστηματική κατάταξη των χειροπτέρων της Κρήτης.....	251
B.	Ημερομηνίες και ευρήματα των παρατηρήσεων.....	252
Γ.	Κατάλογος με τις θέσεις των παρατηρήσεων.....	272

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΓΕΝΙΚΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΝΥΧΤΕΡΙΔΕΣ

Οι νυχτερίδες (Χειρόπτερα) είναι η δεύτερη μεγαλύτερη τάξη των θηλαστικών, μετά τα τρωκτικά, περιλαμβάνοντας περίπου το 20% των ειδών αυτής της ομάδας (Teeling *et al.*, 2005). Γύρω στα 1100 αρτίγονα είδη αναφέρονται στη σχετική βιβλιογραφία, ενώ μέχρι και τις μέρες μας περιγράφονται νέα είδη ακόμα και στις πιο μελετημένες περιοχές, όπως η Ευρώπη (Helvesen *et al.*, 2001; Mayer *et al.*, 2007). Η παραδοσιακή συστηματική των Χειροπτέρων χωρίζει την ομάδα αυτή σε δύο υποτάξεις: τα Μικροχειρόπτερα (18 οικογένειες, 920 είδη περίπου) και τα Μεγαχειρόπτερα (μία οικογένεια, 190 είδη περίπου), βασιζόμενη σε μορφολογικούς χαρακτήρες και την ικανότητα ηχοεντοπισμού (Simmons and Conroy, 2003). Εν τούτοις, πιο πρόσφατες φυλογενετικές αναλύσεις δείχνουν ότι η ομάδα των Μικροχειροπτέρων είναι παραφυλετική, καθώς οι τέσσερις οικογένειες των Rhinolophoidea φαίνεται να είναι πιο συγγενικές με τα Μεγαχειρόπτερα, όπως είχε ήδη προταθεί από τον Koopman (1985). Έτσι, με βάση μορφολογικούς και γενετικούς χαρακτήρες, οι νυχτερίδες κατατάσσονται σήμερα σε δύο κύριους κλάδους, τα Yinpterochiroptera (Μεγαχειρόπτερα και Rhinolophoidea) και τα Yangochiroptera (Emballonuroidea, Noctilionoidea, Vespertilionoidea) (Simmons and Geisler, 1998; Teeling *et al.*, 2005).

Οι νυχτερίδες εξαπλώνονται σε όλες σχεδόν τις περιοχές του κόσμου, με εξαίρεση την Ανταρκτική, κάποια ωκεάνια νησιά και τις βορειότερες περιοχές της Αμερικής και της Ευρασίας (Hill and Smith, 1984). Διαθέτουν ένα αρκετά ευρύ διαιτολόγιο που περιλαμβάνει έντομα και άλλα αρθρόποδα (για την πληθώρα των Μικροχειροπτέρων), φρούτα, γύρη και νέκταρ, μικρά σπονδυλόζωα (ακόμα και ψάρια αλλά και νυχτερίδες), μέχρι και αίμα θηλαστικών και πτηνών (Patterson *et al.*, 2003).

Στις εύκρατες περιοχές τα χειρόπτερα παρουσιάζουν έναν αναπαραγωγικό κύκλο το χρόνο. Οι γεννήσεις πραγματοποιούνται συγχρονισμένα στο τέλος της άνοιξης ή τις αρχές του καλοκαιριού, καθώς οι υψηλές θερμοκρασίες και η αυξημένη διαθεσιμότητα τροφής ευνοούν την ανάπτυξη των εμβρύων και των νεογνών (Altringham, 1996). Καθώς το ζευγάρι πραγματοποιείται το φθινόπωρο ή το χειμώνα, ένα σημαντικό

χρονικό διάστημα περνάει μέχρι την έναρξη της κυοφορίας και η καθυστέρηση αυτή εξασφαλίζεται με τον κατάλληλο χρονισμό της γονιμοποίησης, της εμφύτευσης του ζυγωτού στη μήτρα, ή της ανάπτυξης του εμβρύου (Racey and Entwistle, 2000). Στις τροπικές περιοχές δεν παρατηρούνται οι καθυστερήσεις αυτές, ενώ πολλά είδη πραγματοποιούν δύο ή περισσότερους αναπαραγωγικούς κύκλους το χρόνο, οι οποίοι συγχρονίζονται με τις κλιματικές συνθήκες (Altringham, 1996).

Στην τάξη των Χειροπτέρων συναντάμε μία μεγάλη ποικιλία στρατηγικών ζευγαρώματος, αλλά η μονογαμία μάλλον δεν εντάσσεται σε αυτές (Altringham, 1996). Η στρατηγική που ακολουθεί κάθε είδος φαίνεται ότι καθορίζεται από την κοινωνική οργάνωση των θηλυκών, καθώς όταν αυτά σχηματίζουν μεγάλες συγκεντρώσεις παρατηρείται το φαινόμενο της πολυγυνίας με το σχηματισμό «χαρεμιών» με ένα ή περισσότερα αρσενικά, τα οποία υπερασπίζονται τον πολύτιμο αυτό πόρο. Αντίθετα, όταν η κατανομή των θηλυκών στο χώρο είναι πιο εκτενής, αλλά σταθερή στο χρόνο, παρουσιάζεται το φαινόμενο της πολυανδρίας. Τέλος, στα είδη που τα θηλυκά αλλάζουν καταφύγια κατά την περίοδο του ζευγαρώματος, τα αρσενικά επιλέγουν να σχηματίζουν επικράτειες περιμένοντας το υποψήφιο ταίρι τους να τα επισκεφθεί και να τα επιθεωρήσει (Altringham, 1996).

1.1.1 Ενεργητική πτήση

Το σημαντικότερο ίσως κοινό χαρακτηριστικό των Χειροπτέρων είναι η μοναδική ανάμεσα στα θηλαστικά ικανότητα ενεργητικής πτήσης. Η ικανότητα αυτή επιτρέπει στις νυχτερίδες να συλλαμβάνουν τροφή απομακρυσμένη από το έδαφος, να διασπείρονται στο χώρο και να πραγματοποιούν εποχικές μετακινήσεις, και να αποφεύγουν τους θηρευτές τους, τόσο κατά την περίοδο δραστηριότητας όσο και κατά την ανάπαυσή τους, επιλέγοντας το κατάλληλο καταφύγιο (Hill and Smith, 1984).

Η ανάπτυξη της ικανότητας ενεργητικής πτήσης στις νυχτερίδες επιτεύχθηκε με μία σειρά από τροποποιήσεις σε αρκετά από τα οστά, τους μύες και άλλα όργανα των άκρων, που οδήγησαν στη δημιουργία της πτητικής συσκευής, την οποία μπορούμε να χωρίσουμε σε τέσσερα μέρη (**Εικόνα 1.1**):

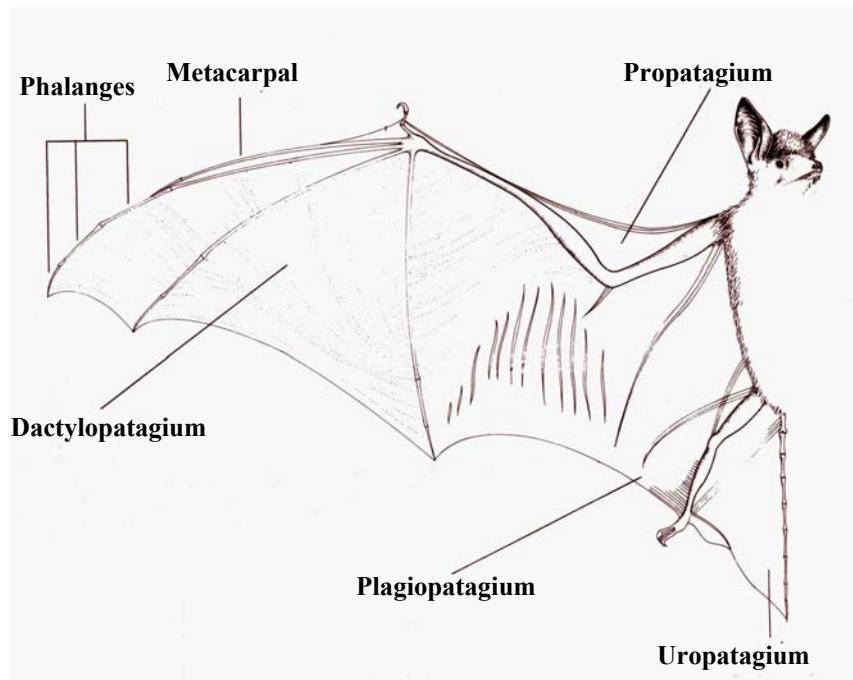
1) Το πρόσθιο τμήμα ή προπτερυγική μεμβράνη (proptagium). Περιλαμβάνει τη μεμβράνη που εκτείνεται μπροστά από το βραχίονα και

τον πήχη, ο οποίος είναι αρκετά διαφοροποιημένος, με την ωλένη υποπλασμένη και την κερκίδα αρκετά επιμηκυμένη.

2) Το μεσαίο τμήμα ή πλαγιοπτερυγική μεμβράνη (plagiopatagium). Η μεμβράνη αυτού του τμήματος ενώνει το βραχίονα και τον πήχη με το πέμπτο δάχτυλο, τον κορμό του σώματος και το πίσω άκρο. Έχει αρκετά μεγάλη επιφάνεια σε σχέση με το υπόλοιπο σώμα, η οποία εξασφαλίστηκε με τη σταδιακή επιμήκυνση της κερκίδας και των δακτύλων.

3) Το ακραίο τμήμα ή δακτυλοπτερυγική μεμβράνη (dactylopatagium). Εκτείνεται μεταξύ του δεύτερου και του πέμπτου δακτύλου, τα οποία όπως και το δεύτερο και τρίτο διαθέτουν επιμηκυμένες φάλαγγες και ακόμα πιο επιμηκυμένα μετακαρπικά οστά, σε αντίθεση με τα καρπικά που είναι τροποποιημένα χωρίς όμως ουσιαστικές διαφοροποιήσεις στο μέγεθος (βλ. παρακάτω).

4) Η ουραία ή ουροπτερυγική μεμβράνη (uropatagium). Εκτείνεται μεταξύ των πίσω άκρων και είναι παρούσα σε αρκετά, αλλά όχι όλα σε τα είδη (κυρίως Μικροχειρόπτερα). Ο βαθμός έκτασής της και η καμπυλότητά της μεταβάλλεται με τη δράση της ουράς (στα είδη που αυτή είναι παρούσα και διαθέτει ικανό μέγεθος). Οι παραλλαγές στην κατασκευή της πτητικής συσκευής όπως και στο βάρος μεταξύ των διαφόρων ειδών επιβάλλουν διαφοροποιήσεις στην πτήση, περιορίζοντας κατ' αυτόν τον τρόπο τον οικολογικό θώκο κάθε είδους, και καθιστώντας έτσι δυνατό το διαμερισμό των διαθέσιμων πόρων (Norberg and Rayner, 1987). Έτσι, εντομοφάγα είδη με μεγάλο φορτίο πτερύγων (βάρος δια τη συνολική επιφάνεια του σώματος), επίμηκες οξύληκτο ακραίο τμήμα και υψηλή σχέση μήκους - πλάτους στην πτέρυγα πραγματοποιούν ταχείες και παρατεταμένες πτήσεις σε ανοιχτούς χώρους όπως λιβάδια, μεγάλα ξέφωτα, πάνω από δέντρα κ.τ.λ. και δύνανται να πραγματοποιήσουν ταχείς ελιγμούς προκειμένου να συλλάβουν την τροφή τους (Norberg and Rayner, 1987). Είδη με μικρό βάρος, μικρό φορτίο, και αποστρογγυλεμένο άκρο της πτέρυγας πετούν σχετικά αργά αναζητώντας ιπτάμενη τροφή στα ανοικτά ή κοντά στη βλάστηση αντίστοιχα. Η παρουσία παρόμοιων διαμορφώσεων στην πτητική συσκευή σε συνδυασμό με ακόμα μικρότερο βάρος επιτρέπει τη σύλληψη ακίνητων αρthropόδων είτε από τη βλάστηση, είτε από το έδαφος (με μετεωρισμό). Ο συνδυασμός μικρού φορτίου, οξύληκτων άκρων και υψηλής σχέσης μήκους - πλάτους επιτρέπει την αναζήτηση τροφής στην επιφάνεια του νερού, ενώ είδη με μικρό φορτίο, οξύληκτα άκρα και μικρή σχέση μήκους - πλάτους συνήθως ανιχνεύουν τη γύρω περιοχή ψάχνοντας για τη λεία τους αναπαυόμενα πάνω σε κλαδιά ή βράχια (Norberg and Rayner, 1987).



Εικόνα 1.1. Τα βασικά μέρη της πτητικής συσκευής των Χειροπτέρων (τροποποιημένη από Hill and Smith, 1984).

1.1.2 Ηχοεντοπισμός

Οι παρατηρήσεις το 1793 του Lazaro Spallanzani ότι οι τυφλωμένες νυχτερίδες μπορούσαν να πετούν φυσιολογικά, όπως και αυτές του σύγχρονου του Louis Jurine, ότι η απόφραξη των ακουστικών τους πόρων προκαλούσε τον πλήρη αποπροσανατολισμό τους στο σκοτάδι, δεν μπορούσαν να προϊδεάσουν κανένα για τον «ανήκουστο κόσμο» των ιπτάμενων θηλαστικών. Η επανάληψη των πειραμάτων τους από τον Hahn (1908, ανασκόπηση σε Griffin, 2001) τον οδήγησε στην υπόθεση ότι οι νυχτερίδες αντιλαμβάνονται τα εμπόδια με ειδικά όργανα που εδράζονται στο εσωτερικό αυτί τους. Η άποψη ότι οι νυχτερίδες εκπέμπουν ήχους χαμηλής συχνότητας και από τις ανακλάσεις τους μπορούν να εντοπίζουν τα στερεά σώματα γύρω τους διατυπώθηκε για πρώτη φορά από τον Maxim (1912, ανασκόπηση σε Griffin, 2001). Η εναλλακτική θεωρία ότι οι νυχτερίδες εκπέμπουν υπέρηχους (ήχους με συχνότητα άνω των 20 kHz) διατυπώθηκε από τον Hartridge (1920, ανασκόπηση σε Griffin, 2001). Μόνο όταν κατασκευάστηκε ο πρώτος δέκτης υπερήχων, από τον G. Pierce στο Πανεπιστήμιο του Harvard, το 1939, έγινε δυνατή η ανακάλυψη της

εκτεταμένης χρήσης υπερήχων από τα χειρόπτερα από τους Griffin and Galambos (1941, ανασκόπηση σε Griffin, 2001).

Μέχρι το 1951 όλες οι σχετικές μελέτες γίνονταν «εντός των τειχών», καθώς ο απαραίτητος εξοπλισμός ήταν ογκώδης και όλοι πίστευαν ότι οι υπέρηχοι χρησιμοποιούν στις νυχτερίδες μόνο για να εντοπίζουν και να αποφεύγουν τα εμπόδια στην πορεία της πτήσης τους. Η απρογραμματίστη βραδινή επίσκεψη μίας λιμνούλας από τον Griffin ήταν η πρώτη ευκαιρία του να αντιληφθεί το «υπερηχητικό πανδαιμόνιο» που επικρατούσε από τις νυχτερίδες των ειδών *Eptesicus fuscus* και *Myotis lucifugus* οι οποίες κυνηγούσαν έντομα τριγύρω. Με τον εξοπλισμό με τον οποίο ήταν γεμάτο το φορτηγό του, διαπίστωσε ότι οι υπέρηχοι των ελεύθερων νυχτερίδων ήταν διαφορετικοί σε διάρκεια, ρυθμό επανάληψης και συχνότητα σε σχέση με αυτούς που κατέγραφε στο εργαστήριο. Μετέπειτα πειράματά του έδειξαν ότι η εκπομπή ήχων χαμηλής συχνότητας δεν εμπόδιζαν στο ελάχιστο αυτά τα είδη να εντοπίσουν την τροφή τους, ενώ η εκπομπή ακόμα και ασθενών υπερήχων τις έκαναν να προσκρούουν (νηστικές) στους τείχους του εργαστηρίου του (Griffin, 2001).

Παρά τις ανακαλύψεις αυτές, στις επόμενες δεκαετίες ελάχιστες μελέτες πραγματοποιήθηκαν τη χρήση των υπερήχων από τις νυχτερίδες. Εξίσου λίγες ήταν και οι εργασίες σχετικά με την οικολογία των νυχτερίδων, καθώς η πτήση και η δραστηριοποίησή τους τη νύχτα έθετε σημαντικές δυσκολίες στη μελέτη των ζώων αυτών στο φυσικό τους περιβάλλον. Η διάθεση στην αγορά δεκτών υπερήχων (ultrasound receivers ή bat detectors) με μικρές διαστάσεις και ανεκτό κόστος άρχισε μετά το 1980 και ακολουθήθηκε από μία ερευνητική «έκρηξη» και τη δημοσίευση ολοένα και περισσότερων εργασιών (Fenton, 2004).

Σήμερα πλέον γνωρίζουμε ότι η αντίληψη του περιβάλλοντος μέσω της εκπομπής υπερήχων και της ακοής και επεξεργασίας της ηχούς αυτών (ηχοεντοπισμός – echolocation σύμφωνα με τον Griffin) χαρακτηρίζει όλα τα Μικροχειρόπτερα. Ενώ σε όλα τα είδη της υπόταξης αυτής οι υπέρηχοι παράγονται από τις φωνητικές χορδές, σε κάποια είδη του γένους *Rousettus* (υπόταξη Μεγαχειρόπτερα) υποτυπώδεις υπέρηχοι παράγονται με πλατάγιασμα της γλώσσας και εξυπηρετούν τον προσανατολισμό μέσα στα καταφύγιά τους. Όλα τα υπόλοιπα Μεγαχειρόπτερα φαίνεται ότι δεν ηχοεντοπίζουν. Υποτυπώδεις ηχοεντοπιστικές ικανότητες εμφανίζονται και σε δύο άλλες τάξεις θηλαστικών (εντομοφάγα και κητώδη), όπως και σε δύο τάξεις πτηνών (Αιγοθηλόμορφα και Αποδόμορφα), μόνο όμως στα Μικροχειρόπτερα ο ηχοεντοπισμός είναι τόσο εκλεπτυσμένος και έχει

τόσο καθοριστική σημασία σε όλες τις πτυχές της ζωής τους (Fenton, 2004).

1.1.2.1 Ηχοεντοπισμός και τροφική οικολογία στις νυχτερίδες

Η συχνότητα των φωνών εντοπισμού των Μικροχειροπτέρων διαφέρει μεταξύ των ειδών (ή μεταξύ ομάδων ειδών) και κυμαίνεται από τα 10 KHz (*Tadarida teniotis*, *Euderma maculatum*), έως τα 200 KHz (*Cloeotis percivali*). Καθώς η εξασθένιση των φωνών εντοπισμού (και του ήχου εν γένει) είναι μεγαλύτερη σε μεγαλύτερες συχνότητες (Pettersson, 2004), η εμβέλειά τους μειώνεται με την αύξηση της συχνότητας και κυμαίνεται από 2 έως 10 μέτρα. Αντίστοιχα, ο χρόνος που διαθέτει μία νυχτερίδα (με μέση ταχύτητα πτήσης 5 m/s) για να φθάσει ένα έντομο από τη στιγμή που το ανιχνεύει, κυμαίνεται μεταξύ 400 και 2000 msec (Fenton, 2004). Οι διαφορές στο διαιτολόγιο των διαφόρων ειδών, αλλά και στους τύπους ενδαιτημάτων όπου αναζητούν την τροφή τους, «αντικατοπτρίζονται» στις διαφορές των φωνών εντοπισμού (συχνότητες, ένταση, διάρκεια και ρυθμός επανάληψης) που χρησιμοποιούν για να αποφύγουν στερεά εμπόδια στην πορεία της πτήσης τους και να εντοπίσουν και να καταδιώξουν την τροφή τους (Simmons *et al.*, 1979; Aldridge and Rautenbach, 1987). Μία αδρή ομαδοποίηση των φωνών αυτών (και συνεπώς και των Μικροχειροπτέρων) μπορεί να γίνει με βάση τις συχνότητες και τη διάρκειά τους (Schnitzler and Kalko, 2001): Φωνές με μικρό εύρος συχνοτήτων (Frequency Modulated/Quasi Constant Frequency–FM/QCF, **Εικόνα 3.6**) και μέτρια διάρκεια, όπως στα είδη των γενών *Pipistrellus* και *Eptesicus*, ενεργοποιούν παρατεταμένα ένα μικρό σχετικά αριθμό ομάδων νευρώνων στον κοχλία του αυτιού, καθιστώντας πιθανότερη την ανίχνευση ενός μικρού ή απομακρυσμένου αντικειμένου. Τα είδη που εκπέμπουν τέτοιες φωνές είναι συνεπώς ικανότερα στην ανίχνευση των εντόμων, υστερούν όμως σε ικανότητα εκτίμησης της απόστασης στην οποία βρίσκονται. Είδη με φωνές πολύ μικρού εύρους συχνότητας (Frequency Modulated/Constant Frequency/Frequency Modulated–FM/CF/FM, **Εικόνα 3.6**) και μεγάλης διάρκειας (οικογένεια *Rhinolophidae*), έχουν την επιπλέον ικανότητα να αντιλαμβάνονται εάν η ανάκλαση της φωνής προκαλείται από κάποιο ιπτάμενο έντομο ή κάποιο άλλο, ακίνητο αντικείμενο. Αυτό συμβαίνει όταν το επίπεδο των φτερών του εντόμου είναι κάθετο προς τον άξονα μετάδοσης της φωνής, καθώς το φτερούγισμά του επηρεάζει τη συχνότητα και την ένταση της ηχούς (φαινόμενο Doppler), κατά τρόπο που γίνεται αντιληπτός από τη

νυχτερίδα. Το φαινόμενο αυτό εμφανίζεται και λόγω της κίνησης της ίδιας της νυχτερίδας, γι' αυτό και οι εκπεμπόμενες φωνές έχουν συχνότητα διαφορετική από αυτήν στην οποία η νυχτερίδα έχει τη μέγιστη ευαισθησία. Ουσιαστικά δηλαδή η συχνότητα της φωνής είναι χαμηλότερη, έτσι ώστε η ηχώ να έχει τη βέλτιστη συχνότητα, ένα φαινόμενο που ονομάζεται «αντιστάθμιση της μετατόπισης Doppler (Doppler shift compensation)». Οι φωνές με μεγάλο εύρος συχνοτήτων (Frequency Modulated-FM, **Εικόνα 3.6**) και μικρή διάρκεια, όπως στα είδη του γένους *Myotis*, δεν είναι ιδιαίτερα αποδοτικές στην ανίχνευση των εντόμων σε μεγάλες αποστάσεις. Υπερέχουν όμως στην δυνατότητα εκτίμησης της θέσης αυτών, καθώς η ηχώ τους έχει επίσης μεγάλο εύρος συχνοτήτων και προκαλεί διέγερση περισσότερων ομάδων νευρώνων στον κοχλία του εσωτερικού αυτιού. Επίσης, οι φωνές με μεγάλο εύρος συχνοτήτων επιτρέπουν τη διάκριση διαφορετικών αντικειμένων που βρίσκονται στο ίδιο «ακουστικό πεδίο», καθώς οι διαφορές στο μέγεθος και την απόστασή τους αποδίδονται στην ηχώ που επιστρέφει στη νυχτερίδα (Schnitzler and Kalko, 2001).

Η ενδεχόμενη επικάλυψη της εκπεμπόμενης φωνής εντοπισμού με την ηχώ που προέρχεται από ένα έντομο, ή της ηχούς από το έντομο με αυτήν που προέρχεται από άλλα αντικείμενα μπορεί να κάνει αδύνατο τον εντοπισμό της τροφής (φαινόμενο απόκρυψης – masking effect). Στα είδη που εκπέμπουν φωνές σταθερής συχνότητας και εκμεταλλεύονται το φαινόμενο Doppler, το φαινόμενο απόκρυψης δεν δημιουργεί σημαντικά προβλήματα, καθώς η ηχώ έχει συχνότητα που εξαρτάται από την κίνηση του εντόμου και είναι διαφορετική από αυτή της φωνής και της ηχούς που προέρχεται από άλλα σώματα. Τα είδη αυτά (οικογένεια Rhinolophidae) μπορούν να εκπέμπουν φωνές μεγάλης διάρκειας και υψηλού ρυθμού επανάληψης, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα είδη στα οποία οι τιμές των παραμέτρων αυτών είναι σαφώς μικρότερες, έτσι ώστε να «υπάρχει χρόνος» για να ακούσουν τη φωνή τους, την ηχώ από τα έντομα και αυτή από τα διάφορα εμπόδια, χωρίς οι τρεις ήχοι να επικαλύπτονται χρονικά (Fenton *et al.*, 1995; Jones, 1999)

Τα διαφορετικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των δύο πιο συνηθισμένων τύπων φωνών (μεγάλου και μικρού εύρους συχνότητας με μικρή και μέτρια διάρκεια, αντίστοιχα) «αναγκάζουν» πολλά είδη να τροποποιούν τις φωνές τους ανάλογα με τις συνθήκες, χωρίς όμως να αλλοιώνεται πλήρως ο χαρακτήρας τους (Simmons *et al.*, 1979; Barclay *et al.*, 1999; Berger-Tal *et al.*, 2007; Bayefsky-Anand *et al.*, 2008). Έτσι, πολλά είδη του γένους *Myotis* όταν πετούν μακριά από τη βλάστηση εκπέμπουν

φωνές με τμήματα περιορισμένου εύρους συχνοτήτων (εναλλαγή FM και QCF στοιχείων μέσα σε μία φωνή), ενώ είδη του γένους *Pipistrellus* υπό τις ίδιες συνθήκες εκπέμπουν φωνές σχεδόν σταθερής συχνότητας (FM/CF/FM), ενώ κοντά στη βλάστηση, ή όταν καταδιώκουν κάποιο έντομο το εύρος των συχνοτήτων αυξάνει σημαντικά (Schnitzler and Kalko, 2001).

Θεωρώντας ότι ο τύπος του ενδιαιτήματος (ανοικτοί χώροι, στα όρια της βλάστησης ή ανάμεσα στη βλάστηση), ο τύπος της τροφής (ιπτάμενα έντομα, ψάρια, χερσαία σπονδυλωτά, αίμα, φρούτα, νέκταρ, ποικιλία τροφής) και ο τρόπος σύλληψης (εν πτήσει, από την επιφάνεια του νερού και από την επιφάνεια φυτών ή το έδαφος) είναι οι βασικές παράμετροι της τροφικής οικολογίας των νυχτερίδων, οι Schnitzler και Kalko (2001) τις κατηγοριοποιούν σε «λειτουργικές ομάδες» (συντεχνίες) με βάση τους συνδυασμούς αυτών των παραμέτρων. Με βάση αυτή την προσέγγιση, τα μέλη κάθε συντεχνίας θα έχουν ομοιάζουσες φωνές εντοπισμού, αλλά και παρόμοια πτήση (Norberg and Rayner, 1987; Schnitzler and Kalko, 2001). Για παράδειγμα, στα είδη που κυνηγούν ιπτάμενα έντομα σε ανοικτούς χώρους, όπου η αφθονία της τροφής είναι συχνά περιορισμένη (οικογένειες *Molossidae*, *Rhinopomatidae*, *Emballonuridae* και *Vespertilionidae*), η ηχώ που φτάνει στα αυτιά τους υποδεικνύει με βεβαιότητα την παρουσία κάποιου εντόμου, καθώς δεν υπάρχουν άλλα σώματα στο ακουστικό τους πεδίο. Τα είδη αυτά έχουν ευθεία και γρήγορη πτήση (Norberg and Rayner, 1987) και εκπέμπουν φωνές με χαμηλές συχνότητες και μικρό εύρος συχνοτήτων, μεγάλη διάρκεια και χαμηλό ρυθμό επανάληψης και περιορίζονται σε σχετικά μεγάλα έντομα (Schnitzler and Kalko, 2001). Από την άλλη, είδη που συλλαμβάνουν έντομα από την επιφάνεια φυτών ή το έδαφος επωφελούνται από την αυξημένη αφθονία τροφής, αλλά η ηχώ που προέρχεται από τα διάφορα σώματα του περιβάλλοντος δυσχεραίνει τον εντοπισμό της. Τα είδη αυτά (οικογένειες *Megadermatidae*, *Nycteridae*, *Phyllostomidae* και *Vespertilionidae*) έχουν πιο αργή και ευέλικτη πτήση (Norberg and Rayner, 1987) και εκπέμπουν φωνές μεγάλου εύρους συχνοτήτων, μικρής διάρκειας, υψηλού ρυθμού επανάληψης και μικρής έντασης (ψιθυρίζουσες νυχτερίδες). Οι φωνές αυτές χρησιμεύουν κυρίως στην αντίληψη του περιβάλλοντος χώρου και την αποφυγή πρόσκρουσης στα διάφορα εμπόδια, ενώ ο εντοπισμός των εντόμων βασίζεται σε σημαντικό βαθμό στους ήχους που αυτά παράγουν, ενώ οι υπέρηχοι χρησιμοποιούνται μόνο κατά την προσέγγισή τους (Schnitzler and Kalko, 2001; Russo *et al.*, 2007a).

Η εμφάνιση της ηχοεντοπιστικής ικανότητας στις νυχτερίδες κατά το Ηώκαινο άσκησε μία σοβαρή εξελικτική πίεση στα νυκτόβια έντομα και την ακόλουθη εμφάνιση προσαρμογών που θα εξασφάλιζαν αποτελεσματική αποφυγή των θηρευτών. Τουλάχιστον επτά αρτίγονες υπεροικογένειες Λεπιδοπτέρων (π.χ. Pteraloidea, Drepanoidea, Geometroidea, Noctuoidea), αλλά και αρκετά κολεόπτερα, νευρόπτερα, δικτυόπτερα και ορθόπτερα έχουν τη δυνατότητα να ακούν ήχους συχνότητας 10 έως 50 KHz, αντιλαμβανόμενα έτσι τα περισσότερα είδη νυχτερίδων. Ενώ τα περισσότερα τυμπανοφόρα έντομα αλλάζουν την πορεία της πτήσης τους όταν αντιληφθούν μία νυχτερίδα και πραγματοποιούν ελεύθερες πτώσεις όταν αυτή πλησιάζει, κάποια είδη των Arctiidae & Nymphalidae (λεπιδόπτερα) εκπέμπουν ήχους οι οποίοι προειδοποιούν τις νυχτερίδες για την κακή γεύση τους (αποσηματισμός) ή παρεμβάλλονται μεταξύ των φωνών εντοπισμού καθιστώντας αδύνατο τον εντοπισμό τους (Miller and Surlykke, 2001; Jones and Rydell, 2003).

Αν και η σημασία του ηχοεντοπισμού στην τροφική οικολογία των εντομοφάγων νυχτερίδων έχει αναγνωριστεί εδώ και δεκαετίες (βλ. παραπάνω), μόλις τη δεκαετία του 1990 έγινε γνωστό ότι κάποιες νεκταροφάγες νυχτερίδες στους τροπικούς του Νέου Κόσμου χρησιμοποιούν υπέρηχους για να εντοπίζουν την τροφή τους. Τυπικό παράδειγμα αποτελεί το αναρριχητικό φυτό *Mucuna holtonii* τα άνθη του οποίου ανοίγουν μόνο τη νύχτα και κάποια πέταλα λειτουργούν ως ανακλαστήρες των υπερήχων του *Glossophaga commissarisi* (οικογένεια Phyllostomidae, υποοικογένεια Glossophaginae) προσελκύνοντάς το κατά αυτόν τον τρόπο τη νυχτερίδα – επικονιαστή του (Helvesen and Winter, 2003).

1.1.3. Εξέλιξη των Χειροπτέρων

Η διαφοροποίηση των δύο υποτάξεων Χειροπτέρων ως προς την ηχοεντοπιστική τους ικανότητα έχει κεντρική θέση στη συζήτηση για την εξέλιξη και τη φυλογένεση των Χειροπτέρων. Μέχρι πρότινος το απολιθωματικό αρχείο αποτελείτο εξ ολοκλήρου από είδη τα οποία ήταν ικανά τόσο να πετούν ενεργητικά, όσο και να ηχοεντοπίζουν, γεγονός που δεν επέτρεπε τη διατύπωση τεκμηριωμένων υποθέσεων για το εάν η πτήση ή ο ηχοεντοπισμός εμφανίστηκαν πρώτα, και η σχετική συζήτηση ήταν σε σημαντικό βαθμό υποθετική (Speakman, 2001). Μία από τις υποθέσεις που είχαν προταθεί (Hill and Smith, 1984, Fenton *et al.*, 1995, Arita and Fenton, 1997) είναι ότι ο ηχοεντοπισμός εμφανίστηκε πρώτα,

διευκολύνοντας την επικοινωνία των δενδρόβιων, εντομοφάγων και νυκτόβιων προγόνων των νυχτερίδων. Η τελειοποίηση της ικανότητας ηχοεντοπισμού, σύμφωνα με αυτό το σενάριο, επέτρεψε στις νυχτερίδες να επεκτείνουν το διαιτολόγιό τους στα περαστικά ιπτάμενα έντομα και, στη συνέχεια, η εμφάνιση της ενεργητικής πτήσης έκανε δυνατή την καταδίωξή τους. Η επακόλουθη προτίμηση φυτικής τροφής, έθεσε τον ηχοεντοπισμό σε αχρηστία για τα Μεγαχειρόπτερα. Στον αντίποδα αυτής της άποψης, διατυπώθηκε η θεωρία ότι η εμφάνιση της πτήσης προηγήθηκε επιτρέποντας τη μετακίνηση σε μεγάλες αποστάσεις και την αποφυγή των θηρευτών (Norberg, 1985; 1986; Simmons and Geisler, 1998). Σύμφωνα και με αυτήν την άποψη, οι πρόγονοι των νυχτερίδων ήταν δενδρόβιοι, εντομοφάγοι και νυκτόβιοι, μετά την ανάπτυξη όμως της πτητικής ικανότητας, τα Μεγαχειρόπτερα εξειδικεύτηκαν στην φυτική τροφή, ενώ οι υπόλοιπες επεκτάθηκαν και στα ιπτάμενα έντομα, μόνο μετά την εμφάνιση της ηχοεντοπιστικής ικανότητας. Μία τρίτη θεωρία, η οποία υιοθετεί στοιχεία των δυο προηγούμενων, διατυπώθηκε από τη Norberg (1985) και προτείνει ότι ο κοινός (επίσης δενδρόβιος, εντομοφάγος και νυκτόβιος) πρόγονος των Χειροπτέρων διέθετε υποτυπώδη ικανότητα ηχοεντοπισμού. Η ικανότητα αυτή επέτρεπε την επικοινωνία μεταξύ των ατόμων κάθε είδους, αλλά και την αντίληψη του περιβάλλοντος χώρου κατά τη διάρκεια της νύχτας και τη μεταπήδηση από κλαδί σε κλαδί. Σύμφωνα με αυτήν την άποψη, η ταυτόχρονη τελειοποίηση της ηχοεντοπιστικής και της πτητικής ικανότητας έκαναν δυνατή την καταδίωξη ιπτάμενων εντόμων.

Οι τρεις παραπάνω θεωρίες προϋποθέτουν ότι οι νυχτερίδες αποτελούν μονοφυλετικό τάξο, η προϋπόθεση όμως αυτή αμφισβητήθηκε όταν βρέθηκε ότι τα αναπαραγωγικά όργανα και το οπτικό νεύρο των Μεγαχειροπτέρων παρουσιάζουν σημαντικές ομοιότητες με αυτά των πρωτεύοντων (Pettigrew, 1986; Pettigrew *et al.*, 1989). Η υπόθεση της διφυλετικότητας αυτής των Χειροπτέρων συνδυάστηκε με την άποψη ότι και οι δύο κλάδοι είχαν (διαφορετικούς) δενδρόβιους προγόνους και ότι η ενεργητική πτήση στα θηλαστικά εμφανίστηκε δύο φορές. Σύμφωνα με αυτήν τη θεωρία, ο ηχοεντοπισμός εμφανίστηκε μόνο στα Μικροχειρόπτερα, είτε πριν, είτε μετά, είτε ταυτόχρονα με την ενεργητική πτήση (Pettigrew, 1986). Η πραγματοποίηση μοριακών μελετών στην αρχή του 21^{ου} αιώνα τεκμηρίωσε επαρκώς τη μονοφυλετικότητα των νυχτερίδων (Teeling *et al.*, 2000), πειστική όμως απόδειξη του ότι η ηχοεντοπιστική ικανότητα των Χειροπτέρων εμφανίστηκε μετά από την ενεργητική πτήση δόθηκε μόλις πολύ πρόσφατα. Η ανακάλυψη του

Onychonycteris finneyi από τις Ηωκαινικές αποθέσεις του Wyoming (Η.Π.Α.) είχε καταλυτική σημασία, καθώς πρόκειται για είδος εντομοφάγο με πλήρη πτητική ικανότητα, χωρίς όμως δυνατότητα ηχοεντοπισμού, όπως φάνηκε από τη κατασκευή του ακουστικού λοβού των απολιθωμένων ατόμων του (Simmons *et al.*, 2008).

1.1.4 Καταφύγια

Οι νυχτερίδες ζουν τη μισή τουλάχιστον ζωή τους μέσα στα καταφύγια τους, καθώς δραστηριοποιούνται μόνο τα βράδια για να τραφούν, να αναζητήσουν ερωτικό σύντροφο και να πραγματοποιήσουν μεγάλες εποχιακές μετακινήσεις (Kunz, 1982). Στις εύκρατες περιοχές ο χρόνος παραμονής στα καταφύγια είναι σαφώς μεγαλύτερος, καθώς οι νυχτερίδες διαχειμάζουν μέσα σε αυτά και συνεπώς, για το ένα τρίτο περίπου του έτους, μπορεί να τα εγκαταλείπουν για λίγες μόνο ώρες κάθε μήνα ή και καθόλου. Τα καταφύγια των Χειροπτέρων χαρακτηρίζονται από μεγάλη ποικιλία, συμπεριλαμβάνοντας σπήλαια, ορυχεία, σχισμές βράχων, το εσωτερικό κτηρίων ή μικρά κενά στους τοίχους και την οροφή τους, γέφυρες, κοιλότητες στον κορμό δέντρων (όπως φωλιές τρυποκάρυδων) ή κάτω από τον φλοιό, ακόμα και μεγάλα φύλλα, τα οποία διαμορφώνουν καταλλήλως (Kunz, 1982; Kunz and Lumsden, 2003). Εκτός από προστασία από τους θηρευτές, τα καταφύγια προσφέρουν στις νυχτερίδες και τις κλιματικές εκείνες συνθήκες που απαιτούνται σε κάθε φάση του ετήσιου κύκλου τους. Η θερμοκρασία είναι ίσως ο πιο σημαντικός παράγοντας, κυρίως τις πιο ευαίσθητες περιόδους της διαχείμασης και της ύστερης κυοφορίας και γαλουχίας των νεογνών. Καθώς ο παρατεταμένος λήθαργος είναι «οικονομικός» από ενεργητικής άποψης μόνο εντός κάποιων συγκεκριμένων τιμών θερμοκρασίας, συνήθως κάτω των 10 °C, ένα μικρό ποσοστό των διαθέσιμων καταφυγίων ενδείκνυται και επιλέγεται για διαχείμαση (Barclay and Harder, 2003). Αντιθέτως, κατά την περίοδο της ύστερης κυοφορίας (τέλη της άνοιξης) τα ενήλικα θηλυκά επιλέγουν θέσεις με όσο το δυνατόν υψηλότερες θερμοκρασίες, καθώς αυτές ευνοούν την ανάπτυξη των εμβρύων και των νεογνών (Racey and Entwistle, 2000). Στα βρεφοκομεία (nurseries) συγκεντρώνονται λίγα άτομα έως μερικά εκατομύρια ατόμων για να ολοκληρώσουν την κυοφορία, να γεννήσουν και να ανθρέψουν τα νεογνά τους, μέχρι αυτά να απογαλακτιστούν, 3 έως 5 εβδομάδες μετά τις γηνήσεις (Altringham, 1996). Την ίδια περίοδο, τα ενήλικα αρσενικά δεν έχουν ιδιαίτερα αυξημένες ενεργειακές ανάγκες (με εξαίρεση το κόστος

της σπερματογένεσης) και συνεπώς μπορούν να καταφεύγουν σε καταφύγια με μικρότερες θερμοκρασίες και να πέφτουν σε λήθαργο την ημέρα (Speakman and Thomas, 2003). Οι περιορισμένες ενεργειακές ανάγκες κατά την περίοδο των γεννήσεων, σε συνδυασμό με την ανάγκη για μείωση του ανταγωνισμού για τροφή με τα θηλυκά, πιστεύεται ότι εξηγούν την απουσία των αρσενικών από τα βρεφοκομεία και τη συνήθη παρουσία τους σε θέσεις με μεγαλύτερο υψόμετρο (Holzhaidner and Zahn, 2001; Russo, 2002).

1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Η Ελλάδα είναι από τις λιγότερο μελετημένες χώρες της Ευρώπης, όσον αφορά στην κατανομή και οικολογία των Χειροπτέρων της. Αν και από τα μέσα του 19^{ου} αιώνα έχουν δημοσιευθεί μερικές δεκάδες εργασίες που έχουν πραγματοποιηθεί στη χώρα μας, οι γνώσεις μας απέχουν πολύ από το να είναι πλήρεις. Οι περισσότερες από τις εργασίες αυτές πραγματοποιήθηκαν από ξένους ερευνητές, οι οποίοι αναπόφευκτα είχαν περιορισμένο χρόνο στη διάθεσή τους και ο περιορισμός αυτός αντικατοπτρίζεται στην ποσότητα και την ποιότητα των διαθέσιμων πληροφοριών (βλ. ανασκόπηση στους Hanák *et al.*, 2001). Ιδιαίτερο σταθμό στη μελέτη των Χειροπτέρων της Ελλάδας αποτέλεσε η διδακτορική διατριβή της Ηλιοπούλου- Γεωργουδάκη (1977), καθώς και μία σειρά από δημοσιεύσεις, είτε προσωπικές της (Ιλιουρούλου-Georgudaki 1984; 1988), είτε από κοινού με άλλους συγγραφείς (Ιλιουρούλου-Georgudaki and Ontrias 1977; 1986, Ιλιουρούλου-Georgudaki and Giagia 1984, Ιλιουρούλου-Georgudaki and Paparetropoulou 1990) οι οποίες εμπλούτισαν τις υπάρχουσες γνώσεις στο πεδίο της συστηματικής, της εξάπλωσης και της παρασιτολογίας. Η πρώτη μελέτη που προσέγγισε το θέμα της επιλογής ενδιαίτηματος από τα ελληνικά χειρόπτερα πραγματοποιήθηκε από τους Legakis *et al.* (2000) στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας, ενώ οικοτοπικές προτιμήσεις των νυχτερίδων της Λέσβου μελετήθηκαν από την Παπαδάτου λίγο αργότερα (Papadatou, 2001). Η ίδια ερευνήτρια μελέτησε και την οικολογία του *Myotis caraccinii*, αλλά και τις φωνές εντοπισμού των περισσότερων ειδών στη βορειανατολική Ελλάδα (Papadatou, 2006; Papadatou *et al.*, 2008). Παρόλο που υπάρχουν αρκετές αναφορές σχετικά με την κατανομή των Χειροπτέρων στην Κρήτη (βλ εισαγωγή του 2^{ου} Κεφαλαίου), η οικολογία τους έχει μελετηθεί στοιχειωδώς μόνο, από τον γράφοντα (Γεωργιακάκης, 2003).

Ο σκοπός αυτής της διατριβής είναι η επέκταση της γνώσης μας σε θέματα κατανομής, ηχοεντοπισμού και οικολογίας των Χειροπτέρων της Κρήτης. Στο **2^ο Κεφάλαιο** εξετάζεται η κατανομή όλων των ειδών του νησιού, μέσα από το συνδυασμό κυρίως οπτικών παρατηρήσεων σε καταφύγια και συλλήψεων και ηχογραφήσεων σε καταφύγια και θέσεις αναζήτησης τροφής. Οι δημοσιευμένες και αδημοσίευτες πληροφορίες ερευνητών από άλλες χώρες εμπλουτίζονται από πολυάριθμες αναφορές του γράφοντος και παρατηρήσεις του σχετικά με την οικολογία των ειδών. Τα αποτελέσματα σχολιάζονται υπό το πρίσμα της ευρύτερης κατανομής κάθε είδους και της οικολογίας του σε άλλες περιοχές. Τέλος, ανιχνεύονται οι πανδικές σχέσεις των μεγάλων νησιών της Μεσογείου με βάση την κατανομή των Χειροπτέρων σε αυτά.

Στο **3^ο Κεφάλαιο** περιγράφονται οι φωνές εντοπισμού των περισσότερων ειδών της Κρήτης, προκειμένου να αναπτυχθεί μία μεθοδολογία προσδιορισμού των ατόμων που ηχογραφούνται σε ελεύθερη πτήση κατά τη διενέργεια οικολογικών και άλλων μελετών. Οι φωνές εντοπισμού προσδιορισμένων ατόμων ηχογραφούνται και με τη χρήση κατάλληλου λογισμικού λαμβάνονται μετρήσεις οι οποίες χρησιμοποιούνται ευρέως για την περιγραφή τους. Περιγραφικές στατιστικές δοκιμασίες γίνονται προκειμένου να εκτιμηθεί κατά πόσο οι φωνές των διαφόρων ειδών μοιάζουν μεταξύ τους και ακολούθως πραγματοποιείται Ανάλυση Διαφοροποιών Εξισώσεων (Discriminant Function Analysis) για τον προσδιορισμό φωνών μη προσδιορισμένων ατόμων. Επίσης, γίνεται μία πρώτη προσπάθεια σύγκρισης των φωνών των κρητικών πληθυσμών με αυτές από άλλες περιοχές της Ευρώπης, με βάση δημοσιευμένες πληροφορίες.

Στόχος του **4^{ου} Κεφαλαίου** είναι η εκτίμηση της σημασίας των θαμνοτόπων ως θέσεις αναζήτησης τροφής από τα χειρόπτερα, αλλά και η μελέτη της υψομετρικής διαφοροποίησης στη δραστηριότητα και την κατανομή τους. Στα πλαίσια αυτού του κεφαλαίου γίνονται ανοιξιάτικες και καλοκαιρινές ηχογραφήσεις διελεύσεων νυχτερίδων σε 15 διαδρομές των 2 km, σε τρεις υψομετρικές ζώνες την άνοιξη και το φθινόπωρο. Οι ηχογραφημένες διελεύσεις προσδιορίζονται σε επίπεδο είδους ή ομάδας ειδών με τη μεθοδολογία που αναπτύσσεται στο **3^ο Κεφάλαιο** και πραγματοποιούνται συγκρίσεις μεταξύ ειδών, υψομετρικών ζωνών και εποχών. Επίσης, εξετάζεται η ύπαρξη υψομετρικών προτύπων στην κατανομή των ειδών, αναλύοντας τις πληροφορίες που συγκεντρώνονται στο **2^ο Κεφάλαιο**. Τα αποτελέσματα συζητούνται υπό το πρίσμα των πιο

πρόσφατων απόψεων σχετικά με την υψομετρική εξάπλωση των θηλαστικών.

Στο **5^ο Κεφάλαιο** εξετάζονται οι οικοτοπικές προτιμήσεις των Χειροπτέρων του νησιού, αλλά και η εποχικότητα στην τροφοληπτική τους δραστηριότητα. Σε 25 θέσεις πέντε διαφορετικών τύπων οικοτόπων γίνονται καλοκαιρινές και χειμερινές ηχογραφήσεις σύμφωνα με τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στο **4^ο Κεφάλαιο**. Και εδώ, οι διελευσεις προσδιορίζονται με την Ανάλυση Διαφοροποιών Εξισώσεων και γίνονται συγκρίσεις μεταξύ ειδών, οικοτόπων και εποχών. Τα αποτελέσματα συζητούνται με βάση τις γνώσεις μας για την οικολογία των ειδών σε άλλες περιοχές της Ευρώπης και γίνονται εκτιμήσεις για τη διαχειριστική αξία κάθε τύπου οικοτόπου.

Στο **6^ο Κεφάλαιο** επιχειρείται μία σύνθεση των αποτελεσμάτων αυτής της διατριβής, με έμφαση τα κύρια ευρήματα, τις ιδιαιτερότητες της Κρήτης και τους μελλοντικούς δρόμους που ανοίγονται για όποιο ενδιαφέρεται για τη βιογεωγραφία και οικολογία των Χειροπτέρων της ανατολικής Μεσογείου.

1.3 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

1.3.1 Γεωλογική ιστορία και γεωγραφία της Κρήτης

Η Κρήτη είναι το μεγαλύτερο νησί της Ελλάδας και από τα μεγαλύτερα της Μεσογείου, μετά τη Σικελία, τη Σαρδηνία, την Κύπρο και την Κορσική, (αλλά και την Πελοπόννησο) καταλαμβάνοντας έκταση 8.312km² και έχοντας περίμετρο 1.046 km. Μαζί με την Κύπρο είναι επίσης το νοτιότερο από τα νησιά αυτά, αν και η Σικελία είναι σαφώς πιο κοντά στην Αφρική.

Η ανάδυση της Κρήτης από τον πυθμένα της θάλασσας είναι αποτέλεσμα της σύγκλισης της Αφρικανικής με την Ευρασιατική τεκτονική πλάκα η οποία, αρκετά νωρίτερα, είχε οδηγήσει στην συρρίκνωση της Τηθύος (Δερμιτζάκης και Παπανικολάου, 1981). Μέρος των πετρωμάτων του νησιού αναδύθηκαν πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και ξαναβυθίστηκαν κατά το τέλος του Κρητιδικού και τις αρχές του Ιουρασικού (Μγα). Η Κρήτη ξανααναδύθηκε στις αρχές του Μειόκαινου, γύρω στα 23 εκατομμύρια χρόνια πριν, ως τμήμα μίας ενιαίας ξηράς, της Αιγαιίδας, που συμπεριλάμβανε το σημερινό Αιγαίο Πέλαγος και την ηπειρωτική Ελλάδα (Ζαμάνη, 1973). Το νότιο Αιγαιακό τόξο διαχωρίζεται από τις Κυκλάδες κατά το μέσο Μειόκαινο, δηλαδή γύρω στα 11 Μγα

(Δερμιτζάκης και Παπανικολάου, 1981), η οριστική απομόνωση όμως της Κρήτης από τα Αντικύθηρα, τα Κύθηρα, την ηπειρωτική Ελλάδα, την Κάρπαθο, τη Ρόδο και τη Μικρά Ασία χρονολογείται κάπου στο Μεσσήνιο (~5 Μγα, Schule, 1993).

Το ανάγλυφο της Κρήτης είναι ιδιαίτερα έντονο, με τρεις μεγάλους ορεινούς όγκους (τα Λευκά Όρη, την Ίδη και τη Δίκτη, από τα δυτικά προς τα ανατολικά) και κάποιους μικρότερους διάσπαρτους σε όλο το μήκος του νησιού. Οι υψηλότερες κορυφές του νησιού είναι οι Πάχνες στα Λευκά Όρη και ο Ψηλορείτης στην Ίδη (2456 m), ενώ στο νησί υπάρχουν πάνω από 60 ακόμα κορυφές άνω των 2000 m. Λίγες πεδιάδες εντοπίζονται στην Κρήτη (με μεγαλύτερη αυτή της Μεσσαράς στα νότια του νομού Ηρακλείου), καθώς το 39% του νησιού βρίσκεται σε υψόμετρο άνω των 400 m, το 12,5% πάνω από 800 m και το 1,6% πάνω από 1600 m. Το κενό αυτό αναπληρώνουν εν μέρει τα πολυάριθμα οροπέδια του νησιού, όπως αυτό του Ομαλού στα Λευκά Όρη, της Νίδας στην Ίδη και του Ψυχρού και του Καθαρού στη Δίκτη, τα οποία χρησιμοποιούνται για γεωργικούς, κτηνοτροφικούς και οικιστικούς σκοπούς.

Ακόμα και οι ψηλότεροι και πιο εκτεταμένοι ορεινοί όγκοι της Κρήτης είναι αρκετά νέοι στο γεωλογικό χρόνο, καθώς εκτιμάται ότι πριν από 5 Μγα, το μέγιστο υψόμετρο του νησιού δεν υπερέβαινε τα 500 m και ότι η ορογενετική διαδικασία κορυφώθηκε στις αρχές του Πλειστόκαινου, περίπου 1,5 Μγα (Meulenkamp *et al.*, 1994). Η νεότητα αυτή των βουνών της Κρήτης ερμηνεύει και το έντονο ανάγλυφό τους, το οποίο συνδιαμορφώνεται από την παρουσία πολλών δεκάδων φαραγγιών σε όλο το μήκος του νησιού.

Στην Κρήτη μπορούμε να βρούμε μία μεγάλη ποικιλία πετρωμάτων, μαζί όμως με τα νεογενή, κυριαρχούν οι πλακώδεις ασβεστόλιθοι και οι ασβεστόλιθοι της ενότητας του Τρυπαλίου, της Πίνδου και της Τρίπολης. Ο έντονος τεκτονισμός της περιοχής, σε συνδυασμό με την ακόλουθη καρστική αποσάθρωση των ανθρακικών αυτών πετρωμάτων, έχει οδηγήσει στο σχηματισμό άνω των 6000 σπηλαίων και σπηλαιοβαράθρων, αλλά και αμέτρητων βραχοσκεπών και σπηλαιώσεων κάθε λογής οι οποίες αποτελούν καταφύγια διαφόρων οργανισμών (Πλατάκης, 1974, 1975; Fassoulas *et al.*, 2007).

1.3.2 Κλίμα

Το κλίμα της Κρήτης είναι τυπικό μεσογειακό με εκτεταμένο ξηρό και θερμό καλοκαίρι και ήπιο χειμώνα. Το 90 % περίπου των βροχοπτώσεων

πέφτει μεταξύ του Οκτωβρίου και του Μαρτίου και κυρίως από το Δεκέμβριο μέχρι και το Φεβρουάριο (Πέννας, 1977). Η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι 400-600 mm, παρατηρούνται όμως μεγάλες διαφοροποιήσεις μεταξύ των διαφόρων περιοχών του νησιού: ενώ στις κορυφές των Λευκών Ορέων εκτιμάται ότι η βροχόπτωση πλησιάζει τα 2000 mm, στα νοτιοανατολικά παράλια του νησιού δεν υπερβαίνει τα 600 mm (Πέννας, 1977). Την αντίθετη γεωγραφική τάση ακολουθεί η θερμοκρασία του αέρα, με τα νοτιοανατολικά του νησιού να είναι πιο θερμά από τα βορειοδυτικά (Πέννας, 1977).

1.3.3 Βλάστηση και βιοποικιλότητα της Κρήτης

Ο έντονος τεκτονισμός της Κρήτης και το επακόλουθο πλούσιο ανάγλυφο αποτελούν ιδανικές συνθήκες για την εμφάνιση μίας μεγάλης ποικιλίας οικοτόπων, από τους οποίους οι αμμώδεις παραλίες, οι απόκρημνες ακτές, τα φαράγγια, τα σπήλαια, οι υγρότοποι, τα δάση, τα οροπέδια και οι ορεινές έρημοι αποτελούν λίγα μόνο παραδείγματα (Rackham and Moody, 1996). Ο πιο εκτεταμένος ημι-φυσικός τύπος βλάστησης είναι οι θαμνώνες, καθώς απαντώνται σε όλη την έκταση της Κρήτης, από τα παράλια μέχρι πάνω από το δασοόριο (Kyriotakis *et al.*, 1996). Τα πιο τυπικά είδη αυτής της διάπλασης είναι τα: *Sarcopoterium spinosum*, *Thymus capitatus*, *Phlomis cretica*, *P. lanata*, *P. fruticosa*, *Cistus creticus*, *Genista acanthoclada* και *Berberis cretica* (βλ. εισαγωγή στο **4^ο Κεφάλαιο**). Τα μακί απαντώνται σε λίγες θέσεις της κεντρικής και δυτικής κυρίως Κρήτης, συνήθως κάτω από τα 600 m, με πιο αντιπροσωπευτικά είδη τα *Calicotome villosa*, *Ceratonia siliqua*, *P. terebinthus*, *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *Arbutus unedo*, *Juniperus phoenicea*, *J. oxycedrus* και *Erica arborea*. Το πιο κοινό αυτοφυές δέντρο της Κρήτης είναι η τραχεία Πεύκη (*Pinus brutia*), η οποία σχηματίζει αξιόλογα δάση στα νότια των Λευκών Ορέων και τα νότια της Δίκτης. Αξιοσημείωτο είναι και το φαινόμενο της δενδροποίησης του *Quercus coccifera* η οποία λαμβάνει χώρα μόνο στην Ελλάδα και σε μεγαλύτερο βαθμό στην Κρήτη με μικρά ή μέτρια δάση στα Λευκά Όρη, την Ίδη και τη Δίκτη. Άλλα χαρακτηριστικά αυτοφυή δέντρα του νησιού είναι το σφεντάμι (*Acer sempervirens*), το κυπαρίσσι (*Cupressus sempervirens*) και η αμπελιτσιά (*Zelkova ampelicea*) που απαντώνται κυρίως στα Λευκά Όρη, και ο φοίνικας του Θεοφράστου (*Phoenix theophrastii*) που σχηματίζει εκτεταμένες συστάδες στις εκβολές του Κουρταλιώτη ποταμού (νομός Ρεθύμνου) και το Βάι (νομός Λασιθίου).

Από βιογεωγραφικής άποψης η Κρήτη αποτελεί ένα μωσαϊκό μεσογειακών, Αιγαιακών, Ευρωπαϊκών και Ασιατικών στοιχείων, τα οποία μαρτυρούν την σύνδεσή τους με τις αντίστοιχες μάζες ξηράς στο παρελθόν. Ιδιαίτερα μεγάλο είναι το ποσοστό του ενδημισμού στα φυτά (Turland *et al.*, 1993), τα μαλάκια (Βαρδινογιάννη, 1994), τα έντομα (Τριχάς, 1996) και άλλες ζωικές ομάδες. Όσον αφορά στα θηλαστικά, η προϊστορική πανίδα του νησιού φαίνεται ότι δεν ήταν ισορροπημένη, καθώς χαρακτηρίζεται από την απουσία σαρκοφάγων (με εξαίρεση τη λουτρογαλή *Lutrogale cretensis*), βοοειδών και άλλων ομάδων, ενώ κάποια μεγάλα είδη (π.χ. ελέφαντες και ιπποπόταμοι) ανέπτυξαν νέες μορφές (van der Geer *et al.*, 2006). Η άφιξη του ανθρώπου στο νησί, πριν από 10000 χρόνια περίπου, πιστεύεται ότι επέφερε δραματικές αλλαγές στην πανίδα των θηλαστικών (Masseti 1998) και σήμερα ο μόνος αντιπρόσωπός της είναι η κρητική μυγαλή (*Crocidura zimmermanni*), το μοναδικό ενδημικό θηλαστικό της Ελλάδας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΧΕΙΡΟΠΤΕΡΩΝ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μελέτη των νυχτερίδων της Κρήτης μπορούμε να πούμε ότι ξεκίνησε επίσημα στα τέλη του 19^{ου} αιώνα, με την αναφορά της παρουσίας των *Miniopterus schreibersii* και του *Myotis blythii* στο Λαβύρινθο της Γόρτυνας, του *Myotis blythii* στην περιοχή της Μονής Καθολικού (Raulin, 1869) και του *Rhinolophus blasii* στο σπήλαιο της Μιλιάτου (Doria, 1887). Δύο ακόμα είδη, τα *R. ferrumequinum* και *R. hipposideros* αναφέρθηκαν για πρώτη φορά από την Bate (1905) στη μελέτη της για τα θηλαστικά του νησιού, αλλά έκτοτε και μέχρι τα μισά του 20^{ου} αιώνα καμία σχετική μελέτη δεν δημοσιεύτηκε. Αρχής γενομένης με την εργασία του Rohle (1953), η οποία πραγματοποιήθηκε κατά το 2^ο παγκόσμιο πόλεμο, ο κατάλογος των ειδών της Κρήτης άρχισε ξανά να συμπληρώνεται σιγά-σιγά με σποραδικές αναφορές από λίγες θέσεις, κυρίως από τους Kahmann (1959), Martens (1967) και Pieper (1977). Έντεκα είδη ήταν ήδη γνωστά όταν ξεκίνησε τη διδακτορική της διατριβή η Ηλιοπούλου-Γεωργουδάκη (1977), την πρώτη μελέτη που εκπονήθηκε από Ελληνικό πανεπιστήμιο με θέμα την κατανομή και συστηματική των Χειροπτέρων της χώρας. Οι μέχρι τις αρχές του 21^{ου} αιώνα υφιστάμενες πληροφορίες συνοψίστηκαν από ερευνητές του Πανεπιστημίου της Πράγας, οι οποίοι προσέθεσαν αρκετές νέες αναφορές από την Κρήτη, αλλά και από την υπόλοιπη χώρα (Hanák *et al.*, 2001). Αναφέροντας δύο ακόμα είδη από το νησί (το *Myotis aurascens* και το *P. austriacus*), οι συγγραφείς τόνισαν ότι η πανίδα των Χειροπτέρων της Κρήτης (με 14 είδη) ήταν πολύ πιο μελετημένη από άλλες νησιωτικές περιοχές της Ελλάδας, αλλά όπως φάνηκε και μετέπειτα, η γνώση μας δεν ήταν ακόμα επαρκής, για τρεις κυρίως λόγους: 1. Οι αναφορές για κάθε είδος ήταν πολύ λίγες και δεν μπορούσαν να δώσουν ακριβή εικόνα της κατανομής των ειδών, πόσω μάλλον των αποικιών τους και της υψομετρικής τους εξάπλωσης. 2. Ο κατάλογος των ειδών του νησιού δεν ήταν πλήρης, καθώς δεν περιλάμβανε το *Pipistrellus nathusii*, το οποίο εντοπίστηκε πολύ πρόσφατα από τον Skiba (2007), αλλά ούτε και το *Nyctalus leisleri*, που εντοπίστηκε για πρώτη φορά τον Ιούλιο του 2008, από τον Horáček (προσωπική επικοινωνία) και λίγο αργότερα από τον γράφοντα. 3. Η πρόσφατη

εξέταση, με μοριακές τεχνικές δείγματος που είχε προσδιοριστεί ως *Plecotus kolombatovici*, έδειξε ότι στην πραγματικότητα επρόκειτο για το *P. macrobullaris*, προσθέτοντας έτσι ένα ακόμα είδος (Juste *et al.*, 2004). Παρομοίως, με μοριακές τεχνικές φάνηκε ότι αντί του *Pipistrellus pipistrellus*, το οποίο είχε αναφερθεί από διάφορες θέσεις στον νησί, στην πραγματικότητα υπάρχει το Λιβυκής προέλευσης, *Pipistrellus hanaki* (Hulva *et al.*, 2007).

Μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του 1970 οι περισσότερες αναφορές βασίζονταν σε οπτικές παρατηρήσεις και συλλήψεις νυχτερίδων, ενώ σημαντική ήταν και η συνεισφορά της μελέτης των εμεσμάτων της πεπλόγλαυκας (*Tyto alba*), από τους Uttendörfer (1952) και Kahmann (1959), αλλά κυρίως από τον Pieper (1977). Η κατασκευή φθηνών και εύχρηστων ανιχνευτών υπερήχων τη δεκαετία του '80 (Fenton, 2004), επηρέασε τις χειροπτερολογικές μελέτες και στη Κρήτη, καθώς από τις 116 αναφορές που δημοσιεύτηκαν έκτοτε, οι 96 βασίζονται σε ακουστικές παρατηρήσεις (Hanák *et al.*, 2001; Skiba, 2007). Από τις 200 δημοσιευμένες αναφορές (**Πίνακας 2.1**) λοιπόν, περισσότερες από τις μισές βασίζονται σε ακουστικές παρατηρήσεις και πολλές από αυτές θα πρέπει να αντιμετωπιστούν με επιφυλακτικότητα για δύο λόγους: Πρώτον, διότι πολλές από αυτές τις παρατηρήσεις έγιναν με το σύστημα Heterodyne, η αξιοπιστία του οποίου για γενικές πανιδικές μελέτες αμφισβητείται από πολλούς ερευνητές. Δεύτερον, διότι οι ερευνητές που τις πραγματοποίησαν δεν έχουν γνώση της γεωγραφικής διαφοροποίησης των φωνών εντοπισμού (βλ. σχετική συζήτηση στο **3^ο Κεφάλαιο**). Μία αδημοσίευτη σύγκριση (από τον γράφοντα και την Ε. Παπαδάτου) της Κρήτης με το ν. Έβρου, όσον αφορά στα χαρακτηριστικά των φωνών εντοπισμού των Χειροπτέρων έδειξε ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές σε ορισμένα είδη, επιβεβαιώνοντας αυτό τον περιορισμό.

2.1.1 Στόχοι του 2^{ου} Κεφαλαίου

Η μελέτη της ποικιλίας των διάφορων μορφών ζωής και των μηχανισμών που βρίσκονται πίσω από την εξέλιξή της, απαιτεί πριν από όλα τη συλλογή λεπτομερών και αξιόπιστων πληροφοριών για την κατανομή των ειδών, παρά το ότι η διαδικασία αυτή συχνά χαρακτηρίζεται ως ασήμαντη (Horáček *et al.*, 2000). Το ίδιο προφανώς ισχύει και για όλα τα άλλα πεδία της περιβαλλοντικής βιολογίας, καθώς η βασική πληροφορία είναι το προαπαιτούμενο για κάθε πιο ενδελεχή ερευνητική προσπάθεια. Συνεπώς, στην Κρήτη (όπου η βασική πληροφορία ήταν ελλιπέστατη) κάθε

άλλη ερευνητική προσπάθεια δεν μπορούσε παρά να απαιτεί την παράλληλη συγκέντρωση πρωτογενούς πληροφορίας, αλλά και να προσφέρει με τη σειρά της νέα δεδομένα για την κατανομή των ειδών στο νησί. Παραδόξως ίσως, στο Κεφάλαιο αυτό συνοψίζονται δεδομένα τα οποία συγκεντρώθηκαν στα πλαίσια των άλλων Κεφαλαίων της διατριβής, αλλά ταυτόχρονα προσφέρει πληροφορίες για την παρουσία ατόμων των διαφόρων ειδών, τα οποία συνελήφθησαν και ηχογραφήθηκαν για τις ανάγκες του 3^{ου} και ακολούθως του 4^{ου} και του 5^{ου} **Κεφαλαίου**. Συνοψίζοντας λοιπόν, μπορούμε να πούμε ότι οι στόχοι αυτού του Κεφαλαίου είναι:

1. Η ενημέρωση του καταλόγου των Χειροπτέρων της Κρήτης, υπό το φως των νέων ευρημάτων και των πρόσφατων ταξινομικών αλλαγών.
2. Η βελτίωση της εικόνας των κατανομών και της αφθονίας των Χειροπτέρων στο νησί.
3. Η σύγκριση της πανίδας των Χειροπτέρων της Κρήτης με τα άλλα μεγάλα νησιά της Μεσογείου και την ηπειρωτική Ελλάδα και η ιστορική και οικολογική ερμηνεία των όποιων ομοιοτήτων και διαφορών.
4. Ο εντοπισμός των σημαντικότερων αποικιών Χειροπτέρων στο νησί και η συγκέντρωση προκαταρκτικών δεδομένων για τη σύσταση και δυναμική τους.
5. Η μελέτη των οικοτοπικών προτιμήσεων των ειδών της Κρήτης, τόσο ως προς τα καταφύγια τους, όσο και ως προς τις θέσεις αναζήτησης τροφής και την εποχικότητα στην χρήση αυτών.

2.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Στην ενότητα αυτή επιχειρείται μία σύνθεση των πληροφοριών που συλλέχθηκαν τόσο από άλλους ερευνητές (Hapák *et al.*, 2001 και εκεί αναφορές; Γαλανάκη, 2006; Skiba, 2007), όσο και από τον γράφοντα, συναδέλφους (παλαιότερους και τωρινούς) από το Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Κρήτης και διάφορους κατοίκους της Κρήτης. Επίσης, εξετάζονται αρκετές αδημοσίευτες πληροφορίες οι οποίες συγκεντρώθηκαν από ερευνητές του Πανεπιστημίου της Πράγας μετά το 2006 και κοινοποιήθηκαν στον γράφοντα στα πλαίσια της προετοιμασίας κοινού άρθρου.

Οι νέες αναφορές που παρατίθενται και μελετώνται εδώ συγκεντρώθηκαν από 159 θέσεις με τους εξής τρόπους:

A. Επιθεωρήσεις σε σπήλαια, ορυχεία και εγκαταλελειμμένα ή περιστασιακά χρησιμοποιούμενα κτίσματα (σπίτια, αντλιοστάσια,

νερόμυλοι, ναοί κ.α.). Σε 68 μέχρι τότε άγνωστα καταφύγια εντοπίστηκαν νυχτερίδες από το γράφοντα, τους συνεργάτες του στο Μ.Φ.Ι.Κ. και κατοίκους της Κρήτης: 24 κτίσματα, 33 σπήλαια και ορυχεία και 11 σπηλαιοβάραθρα (η εξερεύνηση των οποίων απαιτεί την εφαρμογή τεχνικών κατακόρυφης σπηλαιολογίας). Οι εξερευνήσεις των εν δυνάμει καταφυγίων έγιναν σε όλη την Κρήτη χωρίς συγκεκριμένο πρόγραμμα. Ορισμένες έγιναν στα πλαίσια των δραστηριοτήτων του Τμήματος Κρήτης της Ελληνικής Σπηλαιολογικής Εταιρείας, ενώ άλλες έγιναν με αφορμή ασαφείς πληροφορίες τρίτων για την ύπαρξη καταφυγίων νυχτερίδων. Ο προσδιορισμός των ειδών *R. ferrumequinum*, *R. hipposideros* και *Myotis blythii* απεδείχθη αρκετά εύκολος, ακόμα και με εξ' αποστάσεως παρατήρηση. Με αυτό τον τρόπο εντοπίστηκαν στα καταφύγιά τους και τα είδη *Miniopterus schreibersii*, *Rhinolophus blasii*, *Myotis caraccinii* και *Myotis emarginatus*, λόγω όμως της δυσκολίας στον ασφαλή προσδιορισμό τους, οι σχετικές αναφορές ελήφθησαν υπ' όψιν μόνο όταν επιβεβαιώθηκαν από κοντινή παρατήρηση ή κατόπιν σύλληψης των ζώων, ή από ηχογράφηση των φωνών εντοπισμού και ακόλουθη εξέτασή τους με τη βοήθεια κατάλληλου λογισμικού (βλ. **Κεφάλαιο 3**).

Β. Συλλήψεις κατά την έξοδο των νυχτερίδων από τα καταφύγιά τους μετά το ηλιοβασίλεμα. Οι συλλήψεις έγιναν με δίχτυα παρεμβολής (mist nets) ή αυτοσχέδια παγίδα-χωνί (Kunz and Kurta, 1988), σε 30 από τα καταφύγια που αναφέρονται παραπάνω (σπήλαια, σπηλαιοβάραθρα, ορυχεία και κτίσματα).

Γ. Συλλήψεις με δίχτυα παρεμβολής σε μικρά ποτάμια, ρέματα και υδατοσυλλογές για το πότισμα αιγοπροβάτων, όπου οι νυχτερίδες πάνε για να κυνηγήσουν έντομα ή να πιούν νερό, αλλά και σε δάση. Όλες οι συλλήψεις έγιναν στους ν. Χανίων, Ρεθύμνου και Ηρακλείου. Επίσης, μία δειγματοληψία έγινε από την Μ. Ιονία στο φράγμα του Μπραμμιανού ποταμού (ν. Λασιθίου), στα πλαίσια ορνιθολογικών μελετών. Συνολικά, από το γράφοντα και τους συνεργάτες του πραγματοποιήθηκαν συλλήψεις νυχτερίδων σε 16 θέσεις αναζήτησης τροφής, στους ν. Χανίων, Ρεθύμνου και Ηρακλείου.

Δ. Συλλογή νεκρών νυχτερίδων σε διαφόρων ειδών καταφύγια (κυρίως ανθρώπινες κατασκευές). Τα περισσότερα από τα δείγματα αυτά (έξι σε ισάριθμα κτίσματα στους ν. Ηρακλείου και Λασιθίου) συλλέχθηκαν από συναδέλφους και φίλους του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Κρήτης και παραδόθηκαν στο γράφοντα.

Ο προσδιορισμός των συλληφθέντων ατόμων (ζωντανών και νεκρών) σε επίπεδο είδους έγινε με την φωτογραφική κλείδα των Dietz and Helversen

(2004), η εκτίμηση της αναπαραγωγικής κατάστασης σύμφωνα με τον Racey (1988) και η εκτίμηση της ηλικιακής κλάσης σύμφωνα με την Anthony (1988).

Ε. Ηχογραφήσεις των φωνών εντοπισμού των νυχτερίδων και προσδιορισμός τους με τη βοήθεια κατάλληλου λογισμικού (βλ. **Κεφάλαιο 3**). Μικρός αριθμός αναφορών συλλέχθηκε από το γράφοντα, από 16 θέσεις των Λ. Ορέων (ν. Χανίων) και του Ψηλορείτη (ν. Ρεθύμνου και Ηρακλείου), στα πλαίσια της μεταπτυχιακής διατριβής του (Γεωργιακάκης, 2003). Δεδομένα από 35 επιπλέον θέσεις, οι περισσότερες από το Ψηλορείτη συγκεντρώθηκαν στα πλαίσια των **Κεφαλαίων 4 και 5** αυτής της διατριβής. Οι ηχογραφήσεις στις 51 παραπάνω θέσεις έγιναν σε επιλεγμένες διαδρομές μήκους 2 km, ενώ σε 30 επιπλέον θέσεις έγιναν ηχογραφήσεις χωρίς συγκεκριμένο προγραμματισμό και μεθοδολογία, στους ν. Χανίων, Ρεθύμνου και Ηρακλείου. Τέλος ηχογραφήσεις έγιναν και σε 16 καταφύγια, όλων των νομών, είτε μέσα σ' αυτά (για τον προσδιορισμό ατόμων του γένους *Rhinolophus*), είτε κατά την έξοδο των νυχτερίδων, το ηλιοβασίλεμα.

Για τα είδη των οικογενειών Vespertilionidae (γένη *Myotis*, *Pipistrellus* και *Hypsugo*) και Miniopteridae (*Miniopterus schreibersii*), όλες οι νέες αναφορές που προήλθαν από ηχογραφήσεις συμπεριλήφθηκαν αφού η ορθότητά τους επιβεβαιώθηκε με τη χρήση της Διαφοροποιού Ανάλυσης που περιγράφεται στο **Κεφάλαιο 3** και με πιθανότητα λάθους ίση ή μικρότερη του 1%. Οι διαθέσιμες φωνές των γενών *Eptesicus*, *Nyctalus* και *Plecotus* δεν ελήφθησαν υπ' όψιν, καθώς ο προσδιορισμός τους σε επίπεδο είδους είναι ιδιαίτερα παρακινδυνευμένος. Αντιθέτως, ο προσδιορισμός των φωνών εντοπισμού είναι εύκολος και ασφαλής για τα γένη *Rhinolophus* και *Tadarida*.

Όλες οι πληροφορίες που συμπεριλαμβάνονται στο κεφάλαιο αυτό έχουν καταχωρηθεί στη Βάση Δεδομένων του Μ.Φ.Ι.Κ. Η επεξεργασία τους έγινε με τα λογισμικά προγράμματα Microsoft Access και Excel και η κατασκευή των χαρτών με το πρόγραμμα ArcMap v9.2. Τα δένδρογράμματα έγιναν με το λογισμικό πρόγραμμα NTSYSpc, v2.0.2.11. Για την απόδοση των ειδών σε χωρότυπους χρησιμοποιήθηκε η κατάταξη των Vigla Tagliani *et al.* (1999). Σύμφωνα με την κατάταξη αυτή, Ευρωπαϊκό χωρότυπο έχουν τα είδη που κατανέμονται σε όλες τις ευρωπαϊκές χώρες, Βόρειο-ευρωπαϊκό αυτά που κατανέμονται στην Ολλανδία, τη Β. Γερμανία, τις Σκανδιναβικές χώρες, τις χώρες της Β. Θάλασσας και τη Β.Δ. Ρωσία, Κεντρο-ευρωπαϊκό αυτά που απαντώνται βόρεια και ανατολικά των Άλπεων, μέχρι τη Β. Θάλασσα και την Ουκρανία και Νοτιο-ευρωπαϊκό χωρότυπο έχουν τα είδη

που κατανέμονται στις ευρωπαϊκές περιοχές νότια των Άλπεων και των Καρπαθίων, συμπεριλαμβανομένης της Κ. και Ν. Γαλλίας και της Ιβηρικής χερσονήσου. Επίσης, Μεσογειακό χωρότυπο έχουν τα είδη που κατανέμονται στις μεσογειακές χώρες, με τα όρια μεταξύ Δυτικο-μεσογειακού και Ανατολικο-μεσογειακού χωρότυπου να διατρέχουν την Ιταλία και τη Β. Λιβύη. Σύμφωνα με την ίδια κατάταξη, Κεντροασιατικό χωρότυπο έχουν τα είδη που κατανέμονται μεταξύ ερήμου Γκόμπι και Κασπίας Θάλασσας και μεταξύ Ιμαλαΐων και Ρωσίας, Νοτιοδυτικο-ασιατικό χωρότυπο έχουν τα είδη που απαντώνται στην Τουρκία, τη Μέση Ανατολή, την Αραβική χερσόνησο, το Ιράκ και το Ιράν, ενώ Σινδικό χωρότυπο έχουν τα είδη που κατανέμονται στο Ιράν, το Πακιστάν και το Αφγανιστάν. Τέλος, Τουρανικό χωρότυπο έχουν τα είδη που κατανέμονται στην περιοχή η οποία οριοθετείται από το Ιράν, το Ιράκ, το Καζακστάν και τον Καύκασο, ενώ Αφροτροπικό χωρότυπο έχουν τα είδη που απαντώνται στην Αφρική νότια της Σαχάρας. Από τους συνδυασμούς των χωρότυπων αυτών προκύπτουν κάποιοι πιο «σύνθετοι», οι οποίοι αναφέρονται στα αποτελέσματα και τη συζήτηση.

2.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

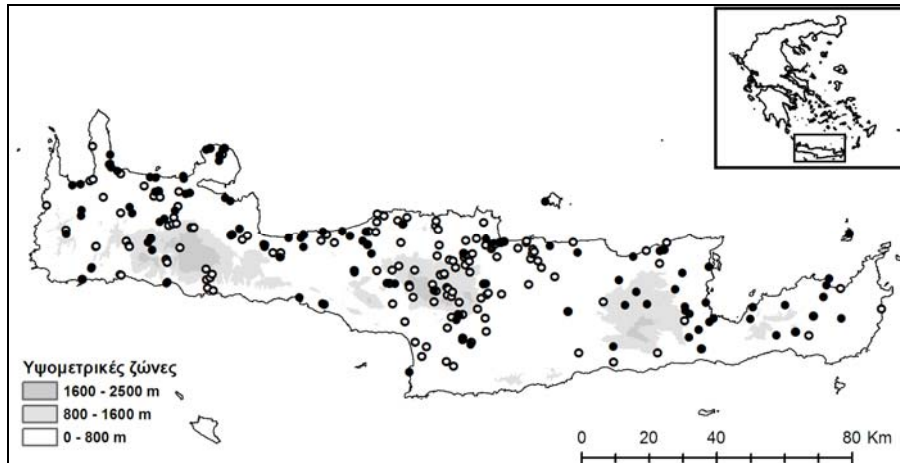
Από τις δειγματοληψίες του γράφοντος (από το 2000 και μέχρι τον Απρίλιο του 2009), από τις σχετικές δημοσιευμένες εργασίες και από προσωπική επικοινωνία με ερευνητές του Πανεπιστημίου της Πράγας και συνάδελφους στην Κρήτη, συγκεντρώθηκαν 767 αναφορές παρουσίας των 17 ειδών Μικροχειροπτέρων της Κρήτης (**Πίνακας 2.1, Παράρτημα Β & Γ**). Οι αναφορές αυτές προέρχονται από 283 θέσεις στην Κρήτη (**Χάρτης 2.1**): 102 θέσεις στο ν. Χανίων (**Πίνακας 2.3**), 65 στο ν. Ρεθύμνου, 76 στο ν. Ηρακλείου και 40 στο ν. Λασιθίου (46, 43, 59 και 11 νέες θέσεις αντίστοιχα). Αρκετές από αυτές τις θέσεις επισκέφτηκε ο γράφων, αλλά και άλλοι ερευνητές, ενώ κάποιες θέσεις βρίσκονται πολύ κοντά σε άλλες (ακόμα και σε απόσταση μερικών δεκάδων μέτρων).

Οι περισσότερες αναφορές (τόσο αυτές του γράφοντος, όσο και στο σύνολο των αναφορών) προέρχονται από ακουστικές παρατηρήσεις. Έπονται, σε αριθμό αναφορών, οι οπτικές παρατηρήσεις και οι παγιδεύσεις. Όπως φαίνεται και στον **Πίνακα 2.2**, η αποτελεσματικότητα κάθε μεθόδου διαφέρει μεταξύ των ειδών. Για παράδειγμα, το *T. teniotis* πετά πολύ ψηλά και συνεπώς δύσκολα συλλαμβάνεται, αλλά οι φωνές εντοπισμού που εκπέμπει είναι πολύ δυνατές και δεν συγχέονται με αυτές κανενός άλλου ευρωπαϊκού είδους. Αντιθέτως, τα είδη του γένους *Myotis*,

εκπέμπουν φωνές που δεν διαφοροποιούνται επαρκώς μεταξύ των ειδών, αλλά συλλαμβάνονται πιο εύκολα. Σε ορισμένες θέσεις η παρουσία ενός είδους διαπιστώθηκε τόσο με ακουστική παρατήρηση, όσο και με σύλληψη ή άλλη οπτική παρατήρηση (σε μία ή περισσότερες επισκέψεις στη θέση).

Πίνακας 2.1. Αναφορές ανά είδος και προέλευσή τους. Κάποια είδη αναφέρονται περισσότερες από μία φορές από την ίδια θέση (από διαφορετικούς ερευνητές).

Είδος	Νέες αναφορές	Α δημοσίευτες αναφορές τρίτων	Δημοσιευμένες αναφορές	Σύνολο
<i>Rhinolophus blasii</i>	33	7	10	50
<i>R. ferrumequinum</i>	67	16	25	108
<i>R. hipposideros</i>	69	10	18	88
<i>Eptesicus serotinus</i>	3	9	7	19
<i>Myotis blythii/oxygnathus</i>	30	6	19	55
<i>Myotis capaccinii</i>	8	9	5	22
<i>Myotis emarginatus</i>	13	-	10	23
<i>Myotis aurascens/mystacinus</i>	8	2	3	13
<i>Hypsugo savii</i>	41	20	11	72
<i>Pipistrellus hanaki</i>	23	7	12	42
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	40	20	29	89
<i>Pipistrellus nathusii</i>	1	-	1	2
<i>Nyctalus leisleri</i>	1	2	-	3
<i>Plecotus kolombatovici</i>	3	7	3	13
<i>Plecotus macrotus</i>	1	2	1	4
<i>Miniopterus schreibersii</i>	20	5	16	41
<i>Tadarida teniotis</i>	81	13	30	124
Γενικό σύνολο	432	135	200	767



Χάρτης 2.1. Με γεμάτους κύκλους απεικονίζονται οι θέσεις των δημοσιευμένων αναφορών καθώς και των αδημοσίεωτων αναφορών από άλλους ερευνητές. Με κενούς κύκλους απεικονίζονται οι θέσεις δειγματοληψιών του γράφοντος και των συνεργατών του.

Από τα 17 είδη του νησιού, τα 14 έχουν βρεθεί σε όλους τους νομούς. Το *Nyctalus leisleri* έχει βρεθεί μόνο στο ν. Χανίων και το ν. Ρεθύμνου. Το *Pipistrellus nathusii* αναφέρεται μόνο από το ν. Χανίων και το ν. Λασιθίου, ενώ το *Plecotus macrobullaris* δεν αναφέρεται μόνο από το ν. Λασιθίου (**Πίνακας 2.3**).

Ακολουθώς παρατίθενται οι πληροφορίες για την κατανομή, την αφθονία, τα καταφύγια και τις οικολογικές προτιμήσεις και συνήθειες που είναι πλέον διαθέσιμες για κάθε είδος. Οι ημερομηνίες των παρατηρήσεων, τα ευρήματά τους και ο κατάλογος των θέσεων όπου αυτές έγιναν, δίνονται στο **Παράρτημα Α & Β**.

Πίνακας 2.2. Αριθμός αναφορών ανά είδος και κατηγορία παρατήρησης (σε παρένθεση δίνονται οι παρατηρήσεις του γράφοντος).

Είδος	Ακουστική παρατήρηση	Οπτική παρατήρηση (καταφύγια)	Παγίδευση	Οστά σε εμβύσματα	Ακουστική παρατήρηση & παγίδευση	Οπτική και ακουστική παρατήρηση	Αδειευκρίνιστος τρόπος	Σύνολο
<i>Rhinolophus blasii</i>	18 (13)	13 (8)	10 (5)	1 (0)	2 (2)	6 (5)	1 (0)	52 (34)
<i>R. ferrumequinum</i>	27 (18)	44 (30)	19 (9)	3 (0)	2 (1)	8 (8)	3 (0)	111 (70)
<i>R. hipposideros</i>	26 (23)	41 (27)	9 (3)	2 (0)	2 (0)	5 (5)	1 (0)	91 (63)
<i>Eptesicus serotinus</i>	9 (0)	1 (0)	5 (3)	4 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	19 (3)
<i>Myotis blythii</i>	7 (0)	20 (18)	19 (11)	8 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	57 (32)
<i>Myotis capaccinii</i>	12 (0)	3 (2)	7 (5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	22 (7)
<i>Myotis emarginatus</i>	4 (0)	7 (6)	8 (7)	4 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	23 (13)
<i>Myotis mystacinus</i>	1 (0)	3 (2)	9 (6)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	13 (8)
<i>Hypsugo savii</i>	46 (27)	1 (0)	22 (14)	2 (0)	4 (4)	0 (0)	0 (0)	76 (45)
<i>Pipistrellus hanaki</i>	31 (16)	1 (0)	7 (4)	0 (0)	3 (3)	0 (0)	0 (0)	42 (23)
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	57 (23)	5 (1)	16 (11)	2 (0)	7 (5)	0 (0)	0 (0)	89 (41)
<i>Pipistrellus nathusii</i>	1 (0)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (1)
<i>Nyctalus leisleri</i>	1 (0)	0 (0)	2 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (1)
<i>Plecotus kolombatovici</i>	0 (0)	1 (0)	12 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	13 (3)
<i>Plecotus macrobullaris</i>	0 (0)	0 (0)	4 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4 (1)
<i>Miniopterus schreibersii</i>	16 (7)	13 (8)	11 (4)	2 (0)	2 (2)	0 (0)	0 (0)	45 (22)
<i>Tadarida teniotis</i>	10 (78)	8 (1)	4 (2)	3 (0)	0 (0)	1 (0)	1 (0)	124 (81)
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ	36 (205)	161 (103)	165 (90)	31 (0)	22 (17)	20 (18)	6 (0)	786 (449)

Πίνακας 2.3. Αριθμός θέσεων όπου αναφέρεται κάθε είδος, ανά νομό και συνολικά. Στις παρενθέσεις δίπλα από κάθε είδος δίνεται το εκατοστιαίο ποσοστό των θέσεων όπου βρέθηκε το κάθε είδος.

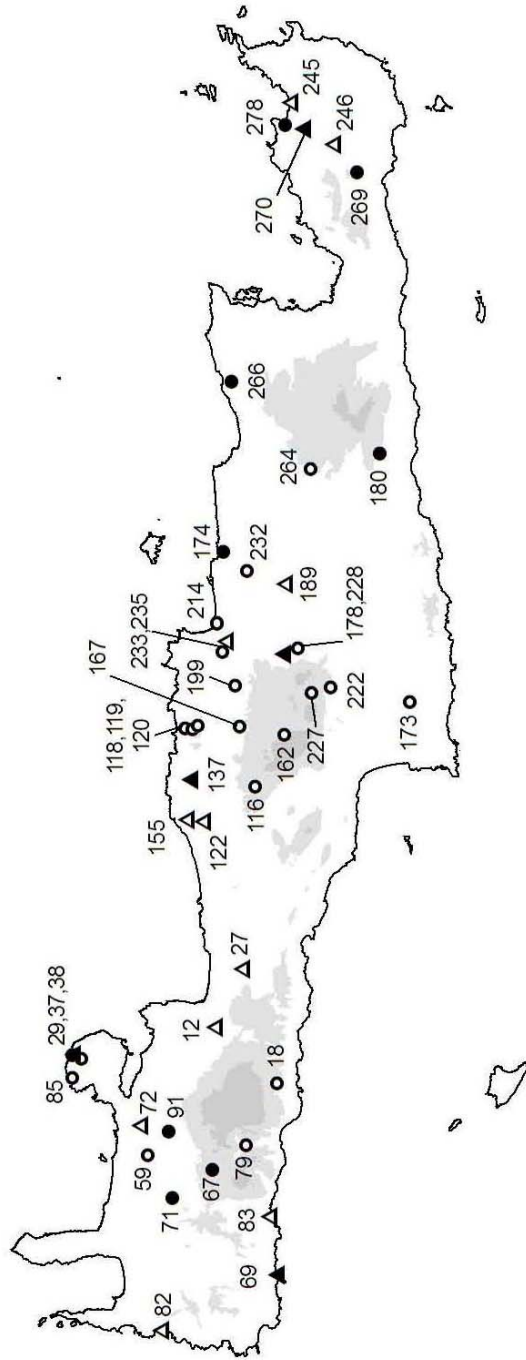
Είδος	Νομός Χανίων (102 θέσεις)	Νομός Ρεθύμνου (65 θέσεις)	Νομός Ηρακλείου (76 θέσεις)	Νομός Λασιθίου (40 θέσεις)	Σύνολο
<i>Rhinolophus blasii</i>	16 (15,3)	9 (13,6)	13 (17,1)	7 (17,1)	45 (15.90)
<i>R. ferrumequinum</i>	37 (35,3)	22 (33,3)	27 (35,0)	10 (24,4)	96 (33.92)
<i>R. hipposideros</i>	30 (28,6)	21 (31,8)	23 (30,3)	7 (17,1)	82 (28.62)
<i>Eptesicus serotinus</i>	9 (08,6)	2 (03,0)	7 (09,1)	1 (02,4)	19 (06.71)
<i>Myotis blythii</i>	11 (11,4)	5 (07,6)	23 (29,9)	9 (21,9)	49 (17.31)
<i>Myotis capaccinii</i>	7 (06,7)	5 (07,6)	4 (05,2)	4 (09,8)	21 (07.42)
<i>Myotis emarginatus</i>	8 (07,6)	3 (04,5)	9 (11,7)	2 (04,9)	22 (07.77)
<i>Myotis mystacinus</i>	5 (04,8)	3 (04,5)	2 (02,6)	2 (04,9)	12 (04.24)
<i>Hypsugo savii</i>	15 (14,3)	24 (36,4)	26 (33,8)	6 (14,6)	71 (25.09)
<i>Pipistrellus hanaki</i>	13 (12,4)	12 (18,2)	7 (09,1)	5 (12,2)	37 (13.07)
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	22 (20,9)	26 (39,4)	25 (32,5)	12 (29,3)	85 (30.04)
<i>Pipistrellus nathusii</i>	1 (00,9)	0 (00,0)	0 (00,0)	1 (02,4)	2 (00.71)
<i>Nyctalus leisleri</i>	2 (01,9)	1 (01,5)	0 (00,0)	0 (00,0)	3 (01.06)
<i>Plecotus kolombatovici</i>	6 (05,7)	2 (03,0)	2 (02,6)	2 (04,9)	12 (04.24)
<i>Pl. macrobullaris</i>	1 (00,9)	2 (03,0)	1 (01,3)	0 (00,0)	4 (01.41)
<i>Miniopterus schreibersii</i>	8 (07,6)	9 (13,6)	7 (09,1)	11 (26,8)	35 (12.37)
<i>Tadarida teniotis</i>	39 (37,1)	27 (40,9)	41 (53,2)	14 (34,1)	121 (42.76)

***Rhinolophus blasii* Peters, 1866**

Το *Rhinolophus blasii* έχει Αφροτροπικο-τουρανο-μεσογειακό χωρότυπο, αν και απουσιάζει από την ΒΔ και τη ΝΑ Μεσόγειο και η κατανομή του στην Αφρική είναι κατακερματισμένη (Jacobs *et al.*, 2008b). Στην Ελλάδα δεν φαίνεται να είναι κοινό και έχει κατακερματισμένη κατανομή (Haniák *et al.*, 2001), στην Κρήτη όμως είναι αρκετά κοινό και με ευρεία κατανομή (Πίνακας 2.3), καθώς αναφέρεται σε 46 θέσεις, από την Επαρχία Κισσάμου, έως και την Επαρχία Σητείας (Χάρτης 2.2, Παράρτημα Γ). Οι πρωτότυπες αναφορές που παρέχονται εδώ τεκμηριώνουν την (αναμενόμενη) ευρεία εξάπλωσή του στο ν. Ρεθύμνου, από όπου μόνο μία

αναφορά υπάρχει στη βιβλιογραφία (Skiba, 2007). Οι περισσότερες αναφορές αυτού του είδους προέρχονται από ακουστικές παρατηρήσεις (**Πίνακας 2.2**), αν και οι φωνές εντοπισμού των Rhinolophidae είναι σχετικά ασθενείς (Vaughan *et al.*, 1997a) και γίνονται αντιληπτές πιο σπάνια από ότι στα περισσότερα λοιπά είδη της Κρήτης. Εκτός από εισόδους καταφυγίων, έχει ηχογραφηθεί κυρίως σε θαμνότοπους και δάση *Quercus*, αλλά και σε πευκοδάση και ποτάμια με βλάστηση και φαίνεται να μην παρουσιάζει συγκεκριμένες οικοτοπικές προτιμήσεις. Απαντάται σε ένα μεγάλο εύρος υψομέτρων (10 έως 1500 m), αλλά ο μέσος όρος της υψομετρικής του εξάπλωσης (average) είναι σχετικά χαμηλός (367 m), όπως και στην Κύπρο (Benda *et al.*, 2007), ενώ στην Υεμένη έχει βρεθεί μέχρι τα 2.215 m (Jacobs *et al.*, 2008b). Τα καταφύγια του είδους αυτού εντοπίζονται σε σπήλαια και ορυχεία, όπως σε και σε άλλες περιοχές της εξάπλωσής του (Schober and Grimmberger, 1997) και οι (γνωστές) αποικίες του δεν υπερβαίνουν σε μέγεθος τα 70-80 ενήλικα άτομα. Μία ανοιξιότικη μεταβατική αποικία είναι γνωστή, σε σπήλαιο με υψόμετρο 218 m. Τρεις αναπαραγωγικές αποικίες του είδους έχουν βρεθεί σε σπήλαια με υψόμετρο 10 έως 150 m. Δύο φθινοπωρινές αποικίες βρέθηκαν επίσης σε σπήλαια, με υψόμετρο κάτω των 150 m. Τέλος, σε σπήλαια έχουν βρεθεί και τρεις χειμερινές αποικίες, σε θέσεις με υψόμετρο κάτω των 280 m. Τα μέλη των χειμερινών αυτών αποικιών δραστηριοποιούνται το σούρουπο και εξέρχονται προς αναζήτηση τροφής (όταν οι κλιματικές συνθήκες το επιτρέπουν).

Θηλυκά άτομα σε γαλουχία από το είδος αυτό έχουν συλληφθεί κατά τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο, με προτιμότερη αναφορά την 7^η Ιουνίου (2008). Δυστυχώς, λίγες πληροφορίες είναι διαθέσιμες γι' αυτό το είδος, καθώς οι χώρες όπου απαντάται δεν έχουν παράδοση στις σχετικές μελέτες και συνεπώς δεν είναι δυνατή η σύγκριση των βιολογικών και οικολογικών του χαρακτηριστικών στην Κρήτη (όπου φιλοξενείται ένας από τους μεγαλύτερους νησιωτικούς πληθυσμούς παγκοσμίως) με άλλες περιοχές.



Χάρτης 2.2. Η κατανομή του *Rhinolorphus biasii* στην Κρήτη. Δίνονται οι αριθμοί των θέσεων, όπως στο **Παράρτημα Γ**. Με τρίγωνα συμβολίζονται οι αποικίες άνω των 10 ατόμων και με κύκλους οι υπόλοιπες αναφορές. Οι ανοικτοί κύκλοι και τρίγωνα υποδεικνύουν τις αναφορές του γράφοντος και τα κλειστά αυτές άλλων ερευνητών (δημοσιευμένες ή μη).

***Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774)**

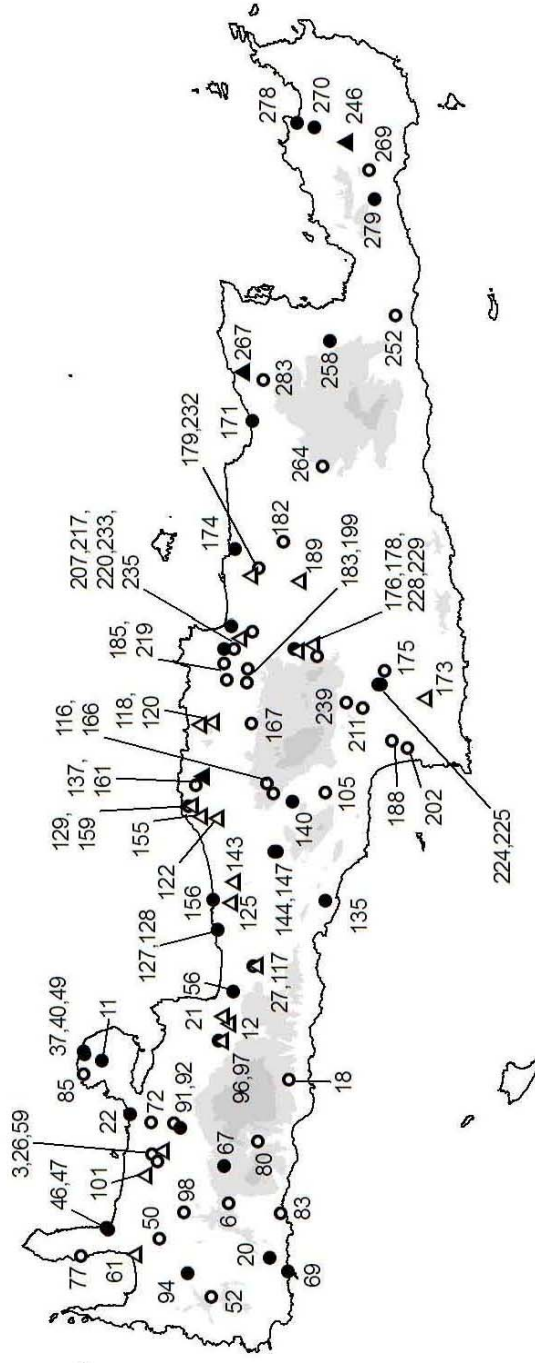
Το *R. ferrumequinum* έχει αρκετά ευρεία κατανομή με Κεντροασιατικό-ευρω-μεσογειακό χωρότυπο (Aulagnier *et al.*, 2008a). Στην Ελλάδα φαίνεται να είναι κοινό, με ενιαία κατανομή σε όλη την ηπειρωτική χώρα και αναφορές από αρκετά νησιά (Hanák *et al.*, 2001). Το είδος αυτό είναι το δεύτερο (μετά το *T. teniotis*) πιο κοινό στην Κρήτη (**Πίνακας 2.3**). Όπως έχει φανεί και από προηγούμενες μελέτες (Hanák *et al.*, 2001 και εκεί αναφορές; Skiba, 2007), έχει ευρύτατη κατανομή και είναι κοινότατο, με αναφορές από 96 θέσεις, από την Επαρχία Κισσάμου έως και την Επαρχία Σητείας (**Χάρτης 2.3, Παράρτημα Γ**). Οι περισσότερες αναφορές αυτού του είδους προέρχονται από οπτικές παρατηρήσεις σε καταφύγια (**Πίνακας 2.3**). Αρκετές παρατηρήσεις προέρχονται και από ηχογράφιση φωνών εντοπισμού του είδους, σε εισόδους καταφυγίων, αλλά και σε υγροτόπους (12 θέσεις), θαμνώνες (7 θέσεις), δάση και ελαιώνες (από 3 θέσεις).

Απαντάται σε περιοχές με χαμηλό έως μέτριο υψόμετρο (5 έως 1025 m, μ.ο.: 273 m), όπως και στις βορειότερες περιοχές της Ευρώπης (Schober and Grimmberger, 1997), ενώ στην Κύπρο έχει βρεθεί έως και τα 1665 m (μ.ο.: 606 m, Benda *et al.*, 2007). Μία ανοιξιότικη μεταβατική αποικία είναι γνωστή σε σπήλαιο με υψόμετρο 210 m. Επτά αναπαραγωγικές αποικίες (βρεφοκομία) του είδους βρέθηκαν σε σπήλαια, ορυχεία και εγκαταλελειμμένα κτήρια, σε περιοχές με υψόμετρο 17 έως 280 m, ενώ ακόμα μία είναι γνωστή από τη βιβλιογραφία σε υψόμετρο 480 m (Γαλανάκη, 2006). Η εγκατάσταση βρεφοκομείων του είδους σε σπήλαια είναι χαρακτηριστικό των νοτιο-ευρωπαϊκών μόνο πληθυσμών του (Schober and Grimmberger, 1997). Φθινοπωρινές αποικίες έχουν βρεθεί σε 11 σπήλαια με υψόμετρο 110 έως 480 m (νέες πληροφορίες και Γαλανάκη, 2006), ενώ χειμερινές αποικίες εντοπίστηκαν σε 12 σπήλαια με υψόμετρο 130 έως 480 m (νέες πληροφορίες και Γαλανάκη, 2006). Από παρατηρήσεις στις χειμερινές αυτές αποικίες προκύπτει ότι τα περισσότερα άτομα του εν λόγω είδους πέφτουν σε βαθύ λήθαργο μόνο όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι κάτω των 5 °C ή βρέχει για μέρες, ειδάλλως οι νυχτερίδες εξέρχονται το σούρουπο προς αναζήτηση τροφής, όπως αναφέρεται και στη βιβλιογραφία (Schober and Grimmberger, 1997; Ransome, 2002; Γαλανάκη, 2006), αν και παρατεταμένος λήθαργος κατά το χειμώνα έχει παρατηρηθεί σε σπήλαιο στο Διδυμότειχο (Papadatou, 2006).

Το *R. ferrumequinum* είναι από τα πιο πολυάριθμα σπηλαιόβια είδη, καθώς το μέγεθος των αποικιών του (όλων των τύπων) κυμαίνεται από μερικά άτομα έως λίγες εκατοντάδες (330 άτομα).

Όπως έχει βρεθεί και σε άλλες περιοχές της Ευρώπης (Schober and Grimmberger, 1997), αλλά και στην Κρήτη (Γαλανάκη, 2006), οι αναπαραγωγικές αποικίες του είδους αυτού περιέχουν και ώριμα αρσενικά. Οι γεννήσεις ξεκινούν τα τέλη Μαΐου ή τις αρχές Ιουνίου (βλ. και Γαλανάκη, 2006), όπως και στη Βουλγαρία (Dietz *et al.*, 2007a), αλλά τρεις περίπου εβδομάδες νωρίτερα από ότι στην Αγγλία (Ransome and McOwat, 1994), αν και τα τελευταία χρόνια οι γεννήσεις εκεί ξεκινούν πιο νωρίς από ότι παλαιότερα (Ransome, προσωπική επικοινωνία).

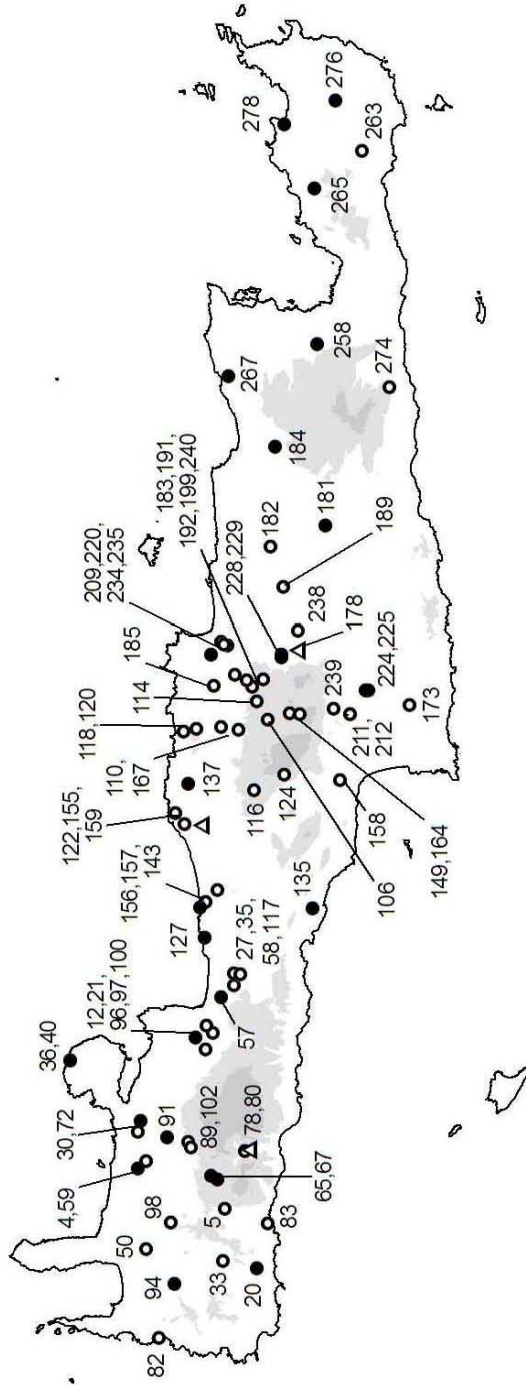
Το μικρότερο μέγεθος των κρητικών ατόμων του είδους (σε σύγκριση με άτομα από την ηπειρωτική Ελλάδα και την Ευρώπη) οδήγησε στην υπόθεση ότι πρόκειται για ξεχωριστό υποείδος, το *R. ferrumequinum creticum* Ιλιουρούλου-Georgudaki & Ondrias, 1986 (Ηλιοπούλου-Γεωργουδάκη, 1977; Ιλιουρούλου-Georgudaki and Ondrias, 1986). Εν τούτοις, ανεξάρτητες μοριακές μελέτες του κυτοχρώματος b, που έγιναν στο Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Κρήτης και το Πανεπιστήμιο της Πράγας (Benda, προσωπική επικοινωνία) έδειξαν ότι δεν υπάρχει γενετική διαφοροποίηση των πληθυσμών της Κρήτης, και συνεπώς η ύπαρξη του υποείδους θα πρέπει να αναθεωρηθεί (Benda, προσωπική επικοινωνία).



Χάρτης 2.3. Η κατανομή του *Rhipidolophus ferrugineum* στην Κρήτη. Επεξηγήσεις όπως και στο Χάρτη 2.2.

***Rhinolophus hipposideros* (Borkhausen, 1797)**

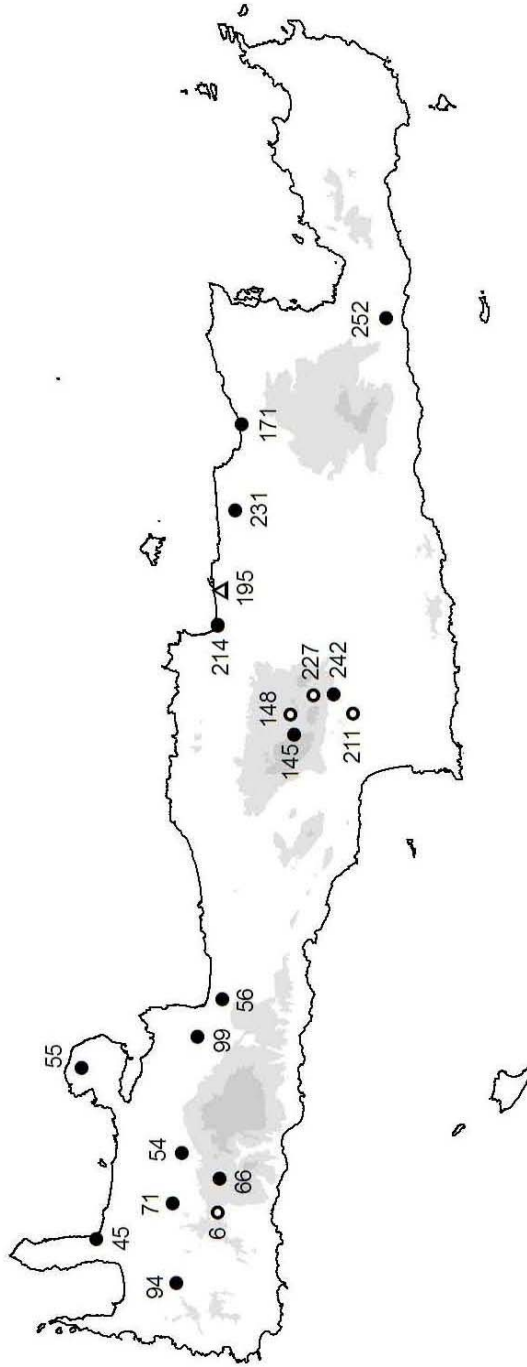
Το είδος αυτό έχει Τουρανο-ευρω-μεσογειακό χωρότυπο με προέκταση στα ανατολικά της Αραβικής χερσονήσου (Jacobs *et al.*, 2008α). Στην Ελλάδα είναι κοινό με ενιαία κατανομή σε όλη την ηπειρωτική χώρα και παρουσία σε κάποια νησιά, αν και το ένα τρίτο των δημοσιευμένων αναφορών προέρχεται από την Κρήτη (Hanák *et al.*, 2001). Το *Rhinolophus hipposideros* είναι το 2^ο πιο κοινό είδος της οικογένειας Rhinolophidae και το τέταρτο πιο κοινό από όλα τα είδη της Κρήτης, με αναφορές από 82 θέσεις, σε όλους τους νομούς του νησιού. Οι περισσότερες από τις δημοσιευμένες αναφορές (Hanák *et al.*, 2001 και εκεί αναφορές; Skiba, 2007) προέρχονται από το ν. Χανίων, οι νέες όμως αναφορές δείχνουν ότι έχει ευρεία κατανομή και στους υπόλοιπους νομούς (**Πίνακας 2.3**). Απαντάται σε όλο το γεωγραφικό μήκος του νησιού (**Χάρτης 2.4, Παράρτημα Γ**) και σε υψόμετρο 10 έως 1510 m (μ.ο.: 400 m), όπως και στις Άλπεις (Barataud, 2004), ενώ στην Κύπρο έχει αναφερθεί έως και τα 1665 m (μ.ο.: 650 m, Benda *et al.*, 2007). Οι περισσότερες αναφορές αυτού του είδους προέρχονται από οπτικές παρατηρήσεις σε καταφύγια (**Πίνακας 2.2**), ενώ αρκετές παρατηρήσεις προέρχονται και από ηχογράφηση φωνών εντοπισμού του είδους, σε εισόδους καταφυγίων, υγροτόπους και θαμνώνες (από 7 θέσεις), αλλά και δάση και ελαιώνες (από 2 θέσεις). Συνήθως καταφεύγει σε σπήλαια και πιο σπάνια σε ορυχεία και εγκαταλελειμμένα ή απομακρυσμένα κτήρια, όπως είναι γνωστό και από βορειότερες περιοχές της Ευρώπης (Schober and Grimmberger, 1997). Η αφθονία του φαίνεται να είναι περιορισμένη, καθώς οι λίγες γνωστές αποικίες του δεν ξεπερνούν τα 10 άτομα, με εξαίρεση το μοναδικό γνωστό βρεφοκομείο του (σε μία εκκλησία, 380 m) όπου συγκεντρώνονται μέχρι και 80 ενήλικα άτομα. Έξι ακόμα αποικίες του είδους έχουν εντοπιστεί σε σπήλαια με υψόμετρο από 150 έως 550 m. Οι πέντε από τις αποικίες αυτές σχηματίζονται το χειμώνα και τα μέλη τους είναι ενεργά τη νύχτα, όταν οι καιρικές συνθήκες το επιτρέπουν. Σε αντίθεση με ότι είναι γνωστό από τη βιβλιογραφία (Schober and Grimmberger, 1997) και από άλλα είδη του γένους στην Κρήτη, δεν έχουν βρεθεί σημαντικές θερινές αποικίες του είδους σε σπήλαια του νησιού, χωρίς βέβαια να μπορεί να αποκλειστεί η ύπαρξή τους. Οι γεννήσεις ξεκινούν από τα μέσα Μαΐου το αργότερο, περίπου τέσσερις εβδομάδες πιο νωρίς από ότι αναφέρεται στη βιβλιογραφία (Schober and Grimmberger, 1997) και διαρκούν τουλάχιστον μέχρι τις αρχές Ιουλίου. Είναι δε πιθανό (όπως και σε όλα τα άλλα είδη), ότι οι ημερομηνίες των γεννήσεων να επηρεάζονται από το κλίμα των τελευταίων μηνών (Ransome and McOwat, 1994).



35 **Χάρτης 2.4.** Η κατανομή του *Rhinolorphus hipposideros* στην Κρήτη. Επεξηγήσεις όπως και στο **Χάρτη 2.2.**

***Eptesicus serotinus* (Schreber, 1774)**

Το *E. serotinus* είναι είδος με Κεντροασιατικο-ευρω-μεσογειακό χωρότυπο (Hutson *et al.*, 2008d), με λίγες σχετικά αναφορές από την Ελλάδα, κυρίως από τη βόρεια και κεντρική ηπειρωτική χώρα (Hanák *et al.*, 2001). Το είδος αυτό δεν είναι ιδιαίτερα κοινό στην Κρήτη, καθώς αναφέρεται μόλις από 19 θέσεις (**Πίνακας 2.3**). Οι περισσότερες αναφορές προέρχονται από ηχογραφήσεις ξένων ερευνητών με το σύστημα Heterodyne, η αξιοπιστία του οποίου αμφισβητείται από ορισμένους επιστήμονες, ενώ δεν υπάρχουν πληροφορίες σχετικά με την ενδεχόμενη διαφοροποίηση των φωνών εντοπισμού του είδους στην Κρήτη (βλ. σχετική συζήτηση στο **3^ο Κεφάλαιο**). Οι φωνές εντοπισμού του *Eptesicus serotinus* παρουσιάζουν μεγάλες ομοιότητες με αυτές του *Nyctalus leisleri* (Russo and Jones, 2002; Papadatou *et al.*, 2008), γι' αυτό και δεν συμπεριλαμβάνονται εδώ αρκετές νέες αναφορές φωνών εντοπισμού αυτού του ζεύγους ειδών, αν και το *N. leisleri* φαίνεται να είναι ιδιαίτερα σπάνιο στην Κρήτη (βλ. παρακάτω). Συμπερασματικά, αν και κάποιες αναφορές άλλων ερευνητών (Skiba, 2007; Benda, προσωπική επικοινωνία) μπορεί να είναι λανθασμένες, το *E. serotinus* είναι μάλλον ελαφρώς πιο διαδεδομένο και άφθονο στην Κρήτη από αυτό που φαίνεται στο **Χάρτη 2.5**. Οι λιγότερες αναφορές για το είδος προέρχονται από το ν. Λασιθίου (μία μόνο αναφορά, **Παράρτημα Γ**), γεγονός που μπορεί να οφείλεται στη μικρότερη δειγματοληπτική προσπάθεια εκεί. Έχει με βεβαιότητα βρεθεί από τα 10 έως τα 1490 m, αρκετά ψηλότερα από ότι αναφέρουν οι Schober and Grimmberger (1997) για την Ευρώπη, αν και σε μία μελέτη στις Άλπεις βρέθηκε μόνο πάνω από τα 1990 m (Barataud, 2004), ενώ στην Κύπρο έχει εντοπιστεί μέχρι και τα 1650 m (Benda *et al.*, 2007; προσωπικά αδημοσίευτα δεδομένα). Έχει συλληφθεί σε μικρά ποτάμια (3 θέσεις) και έξω από καταφύγια (2 θέσεις), ενώ σημαντικό ποσοστό των αναφορών (5 θέσεις) προέρχεται από εμέσματα πεπλόγλαυκας (Pieper, 1977; Horáček, προσωπική επικοινωνία). Δεν υπάρχουν επαρκείς πληροφορίες για τα καταφύγια του, με εξαίρεση δύο αναφορές (ισάριθμων ατόμων) σε σπήλαια μεγάλου υψομέτρου (άνω των 1400 m). Η σύλληψη ενός νεαρού μερικών εβδομάδων σε κτήριο στην τάφρο των τειχών του Ηρακλείου αποτελεί τη μόνη διαθέσιμη αναφορά για αναπαραγωγική αποικία (στην ευρύτερη περιοχή). Σχεδόν τίποτα δεν είναι γνωστό για τα οικολογικά και άλλα βιολογικά χαρακτηριστικά των Κρητικών πληθυσμών του είδους.



Χάρτης 2.5. Η κατανομή του *Eptesicus serotinus* στην Κρήτη. Επεξηγήσεις όπως και στο Χάρτη 2.2.

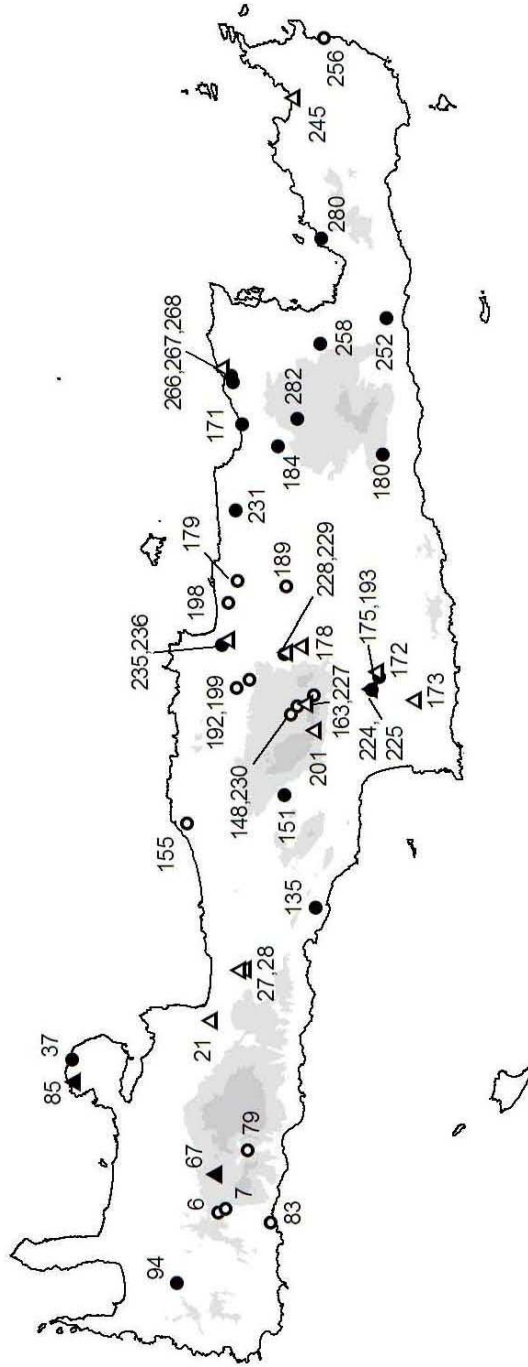
Myotis blythii/oxygnathus

Το *M. blythii* (Tomes, 1857) έχει Κεντροασιατικο-ευρωπαϊκό χωρότυπο (Hutson *et al.*, 2008h). Στην Ελλάδα απαντάται σε όλη την ηπειρωτική χώρα και σε αρκετά νησιά (Hanák *et al.*, 2001). Βασιζόμενος σε μορφολογικούς χαρακτήρες, ο Strelkon (1972) κατέταξε τους πληθυσμούς της ηπειρωτικής Ελλάδας στο ευρωπαϊκό υποείδος *M. blythii oxygnathus* (Monticelli, 1885) (terra typica: Matera, N. Ιταλία) και τον πληθυσμό της Κρήτης στο ασιατικό *M. blythii omari* Tomas, 1906 (t. t.: Derbent, κεντρικό Ιράν). Ο διαχωρισμός αυτός έγινε αργότερα αποδεκτός από την Ηλιοπούλου-Γεωργουδάκη (Ηλιοπούλου-Γεωργουδάκη, 1977; Ιλιορουλου-Georgudaki, 1979, 1984) και τους Hanák *et al.* (2001). Εν τούτοις, κάποιοι ερευνητές θεωρούν ότι το *M. blythii oxygnathus* αποτελεί ξεχωριστό είδος (*M. oxygnathus*) και σε αυτό ανήκουν όλοι οι πληθυσμοί δυτικότερα της Ανατολίας (συμπεριλαμβανομένου και αυτού της Κρήτης), ενώ το όλοι οι πληθυσμοί από την Ανατολία και ανατολικότερα ανήκουν στο *Myotis blythii* (Dietz *et al.*, 2007b; Mayer *et al.*, 2007). Όποιο από τα δύο είδη και να υπάρχει στην Κρήτη, έχει ευρύτατη κατανομή και είναι κοινό, με 49 θέσεις σε όλους τους νομούς (**Πίνακας 2.3**), από την Επαρχία Κισσάμου έως και το ανατολικότερο άκρο του νησιού (**Χάρτης 2.6, Παράρτημα Γ**). Είναι είδος με μεγαλύτερη υψομετρική εξάπλωση στην Κρήτη, καθώς απαντάται από ενάλια σπήλαια (το καλοκαίρι), έως και σπήλαια σε υψόμετρο 1650 m (το χειμώνα), με μέσο όρο τα 415 m. Παρόμοιες τιμές δίνονται από τους Schober and Grimmberger (1997) για την Ευρώπη (έως 1923 m το καλοκαίρι, 1460 m το χειμώνα) και από τους Benda *et al.* (2007) για την Κύπρο.

Η δυσκολία διάκρισης των φωνών εντοπισμού των ειδών του γένους *Myotis*, ενδεχομένως οδηγεί στην υποτίμηση του βαθμού εξάπλωσής του, ενώ οι αναφορές άλλων ερευνητών που βασίζονται σε ακουστικές παρατηρήσεις θα πρέπει να αντιμετωπιστούν με σκεπτικισμό (βλ. **Κεφάλαιο 3**). Αν και το είδος έχει εντοπιστεί από τον γράφοντα σε θαμνώνες με τη μεθοδολογία που περιγράφεται στα υπόλοιπα κεφάλαια αυτής της διατριβής, οι αναφορές αυτές δεν περιλαμβάνονται στο **Παράρτημα Β & Γ** και το **Χάρτη 2.6**, λόγω της έλλειψης αρκετών φωνών αναφοράς από το *M. mystacinus* (βλ. σχετική συζήτηση στο **Κεφάλαιο 3**).

Οι περισσότερες αναφορές προέρχονται από οπτικές παρατηρήσεις και συλλήψεις σε καταφύγια, ενώ άτομα του είδους έχουν συλληφθεί και σε υδατοσυλλογές (3 θέσεις) όπου πάνε για να κυνηγήσουν ή/και να πιούν νερό. Καταφεύγει κυρίως σε σπήλαια και σπανιότερα σε ορυχεία και εγκαταλελειμμένα κτήρια, ενώ όλες οι αποικίες του (άνω των 10 ατόμων)

έχουν εντοπιστεί σε σπήλαια, όπως είναι γνωστό και από τη βιβλιογραφία (Schober and Grimmberger, 1997). Έξι βρεφοκομεία του είδους έχουν βρεθεί, σε θέσεις με υψόμετρο 10 έως 365 m, σε ορισμένες από τις οποίες αναπαράγονται και τα είδη *R. ferrumequinum*, *Myotis emarginatus*, *M. caraccinii* και *Miniopterus schreibersii*. Ορισμένες από τις αναπαραγωγικές του αποικίες αριθμούν μερικές εκατοντάδες ατόμων, καθιστώντας το ένα από τα πιο άφθονα σπηλαιόβια είδη στην Κρήτη, μαζί με το *Miniopterus schreibersii*. Τα βρεφοκομεία περιλαμβάνουν και αρκετά ενήλικα αρσενικά άτομα, έχουν βρεθεί όμως και 2 αποικίες που αποτελούνται κυρίως ή αποκλειστικά από αρσενικά (υψόμετρο: 235 και 400 m). Τέσσερις μεταβατικές (φθινοπωρινές) αποικίες έχουν βρεθεί σε υψόμετρο 1 έως 1025 m: στις τρεις χαμηλότερες οι νυχτερίδες είναι ενεργές και τη μέρα, ενώ στην ψηλότερη είναι ενεργές μόνο τη νύχτα. Το *Myotis blythii* είναι το μόνο είδος για το οποίο έχει διαπιστωθεί παρατεταμένος λήθαργος στην Κρήτη, αν και ο εντοπισμός άλλων ειδών σε σπήλαια διαχείμασης είναι αρκετά δύσκολος, καθώς κρύβονται σε χαραμάδες της οροφής. Οι δύο μοναδικές θέσεις διαχείμασης του *M. blythii* που έχουν βρεθεί, εντοπίζονται σε σπήλαια με υψόμετρο 1450 και 1650 m, με μέγιστο αριθμό 90 και 65 καταμετρημένα άτομα, αντίστοιχα. Στο νομό Έβρου έχουν παρατηρηθεί άτομα του είδους αυτού να βρίσκονται σε παρατεταμένο λήθαργο σε σπήλαιο με υψόμετρο χαμηλότερο των 200 m (Papadatou, 2006), ενώ πιθανότατα διαχειμάζει και στο σπήλαιο Πολυφήμου (Μαρώνειας) στο νομό Ροδόπης, το οποίο βρίσκεται σε εξίσου χαμηλό υψόμετρο (Παραγκαμιάν κ.α., 2004). Η διαφορά αυτή μεταξύ Β. Ελλάδας και Κρήτης πιθανότατα οφείλεται στο ότι τα σπήλαια στα πεδινά της Κρήτης είναι πιο θερμά από ότι στη Β. Ελλάδα: συνεπώς, οι νυχτερίδες θα πρέπει να μετακινηθούν σε μεγαλύτερα υψόμετρα για να βρουν πιο ψυχρά σπήλαια να διαχειμάσουν (για τη σχέση θερμοκρασίας καταφυγίου και κόστους λήθαργου, βλ. Barclay and Harder, 2003). Αντιστρόφως, σπήλαια με χαμηλή θερμοκρασία δεν φιλοξενούν νυχτερίδες (κανενός είδους το καλοκαίρι), καθώς τα ζώα είναι ενεργά σε 24ωρη βάση, κάτι που θα ήταν απαγορευτικά ενεργοβόρο σε αυτές τις συνθήκες (Altringham, 1996). Η διαχείμαση φαίνεται να αρχίζει τον Οκτώβριο και να διαρκεί μέχρι τέλη Απριλίου, με κορύφωση στα τέλη του Μαρτίου, αν και χρειάζονται περισσότερες παρατηρήσεις σε μία σειρά ετών για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων για το φαινόμενο. Η περίοδος των γεννήσεων σε αυτό το είδος ξεκινάει την τρίτη εβδομάδα του Μαΐου ή και νωρίτερα και διαρκεί μέχρι τα μέσα Ιουλίου (ή και αργότερα).



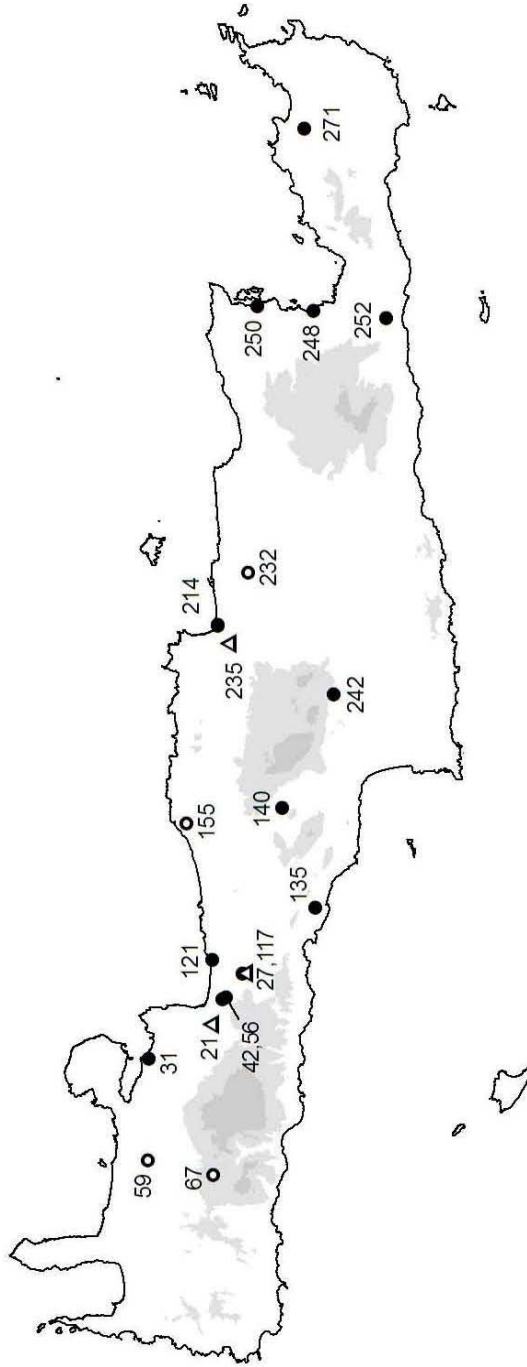
Χάρτης 2.6. Η κατανομή του *Myotis blythii/oxughathus* στην Κρήτη. Επεξηγήσεις όπως και στο Χάρτη 2.2.

***Myotis caraccinii* (Bonaparte, 1837)**

Το είδος αυτό έχει Τουρανο-μεσογειακό χωρότυπο (Hutson *et al.*, 2008i). Είναι σχετικά κοινό στην Ήπειρο, τη Μακεδονία και τη Θράκη, με λίγες όμως αναφορές από τη Στερεά Ελλάδα και την Πελοπόννησο. Μία ακόμα αναφορά υπάρχει από τη Σάμο (Hanák *et al.*, 2001). Το *Myotis caraccinii* δεν είναι ιδιαίτερα κοινό στην Κρήτη. Έχει αναφερθεί από 20 θέσεις στο νησί, αλλά οι περισσότερες από τις αναφορές ξένων ερευνητών βασίζονται σε ακουστικές παρατηρήσεις (κυρίως από υγροτόπους) με το σύστημα Heterodyne και χωρίς να διαθέτουν πληροφορίες σχετικά με την ομοιότητα των φωνών εντοπισμού στα είδη του γένους *Myotis* και την ενδεχόμενη διαφοροποίηση των φωνών εντοπισμού στην Κρήτη (βλ. σχετική συζήτηση στο **3^ο Κεφάλαιο**). Αν και το είδος έχει εντοπιστεί από τον γράφοντα σε θαμνώνες και υγροτόπους με τη μεθοδολογία που περιγράφεται στα υπόλοιπα κεφάλαια αυτής της διατριβής, οι αναφορές αυτές δεν περιλαμβάνονται στο **Παράρτημα A & B** και το **Χάρτη 2.7**, λόγω της έλλειψης αρκετών φωνών αναφοράς από το *M. mystacinus* (βλ. σχετική συζήτηση στο **Κεφάλαιο 3**). Οι περισσότερες οπτικές παρατηρήσεις και παγιδεύσεις έγιναν από τον γράφοντα (στους ν. Χανίων, Ηρακλείου και Ρεθύμνου) και ενδεχομένως το είδος να έχει λιγότερο ευρεία κατανομή από ότι φαίνεται στο **Χάρτη 2.7** και το **Παράρτημα Γ**. Εκτός από καταφύγια, το είδος έχει συλληφθεί και σε υγροτόπους, γεγονός αναμενόμενο, καθώς σε άλλες περιοχές έχει αναφερθεί ότι προτιμάει να τρέφεται πάνω από επιφάνειες με γλυκό νερό (Schober and Grimmberger, 1997; Russo and Jones, 2003; Papadatou, 2006; Hutson *et al.*, 2008i). Η υψομετρική του εξάπλωση κυμαίνεται από τα 2 έως τα 410 m, με μια επιπλέον οπτική παρατήρηση (εξ αποστάσεως) στα 1025 m (μεταβατική αποικία σε σπήλαιο, Dietz, προσωπική επικοινωνία).

Το *M. caraccinii* στην Κρήτη καταφεύγει σε σπήλαια την άνοιξη έως και το τέλος του καλοκαιριού, όπου σχηματίζει αποικίες λίγων δεκάδων ατόμων. Μία μεταβατική αποικία εντοπίστηκε σε σπήλαιο με υψόμετρο 115 m, ενώ δύο βρεφοκομεία έχουν βρεθεί σε σπήλαια με υψόμετρο 210 και 260 m. Οι γεννήσεις το 2006, σε ένα από τα βρεφοκομεία αυτά, ξεκίνησαν την τρίτη εβδομάδα του Μαΐου το αργότερο, ενώ στον Έβρο έχει βρεθεί ότι όλες οι γεννήσεις πραγματοποιούνται αυτόν το μήνα (Papadatou, 2006). Τα χειμερινά καταφύγια του είδους στην Κρήτη είναι άγνωστα. Στον Έβρο έχει βρεθεί να σχηματίζει σε ορυχεία και σπήλαια αναπαραγωγικές αποικίες μερικών εκατοντάδων ατόμων, αλλά όχι και να διαχειμάζει. Η μόνη γνωστή χειμερινή αποικία στην περιοχή βρίσκεται σε ένα σπήλαιο

στο Διδυμότειχο, όπου οι νυχτερίδες δεν πέφτουν σε βαθύ λήθαργο, σε αντίθεση με άλλα είδη (Paradatou, 2006), πιθανώς όμως διαχειμάζει στο σπήλαιο Πολυφήμου (Μαρώνειας) στο νομό Ροδόπης (Παραγκαμιάν κ.α., 2004). Δεδομένα από μετακινήσεις δακτυλιωμένων ζώων έχουν δείξει ότι άτομα του είδους που το καλοκαίρι συνελήφθηκαν στον Έβρο διαχειμάζουν σε σπήλαια της Βουλγαρίας (Paradatou, 2006). Από μία μελέτη σε σπήλαιο χαμηλού υψομέτρου στο ΒΔ Ισραήλ (Levin *et al.*, 2006), φάνηκε ότι κανένα μέλος της εκεί αποικίας δεν έπεφτε σε παρατεταμένο λήθαργο κατά το χειμώνα, ακόμα και όταν η ελάχιστη θερμοκρασία του περιβάλλοντος άγγιζε τους 5 °C. Το φαινόμενο όμως αυτό αποδόθηκε από τους συγγραφείς στην θήρευση κουνουπόψαρων (*Gambusia affinis*) από τις γειτονικές δεξαμενές ιχθυοκαλλιέργειας και συνεπώς, ίσως δεν περιγράφει επακριβώς τη χειμερινή δραστηριότητα του είδους στη ΝΑ Μεσόγειο.



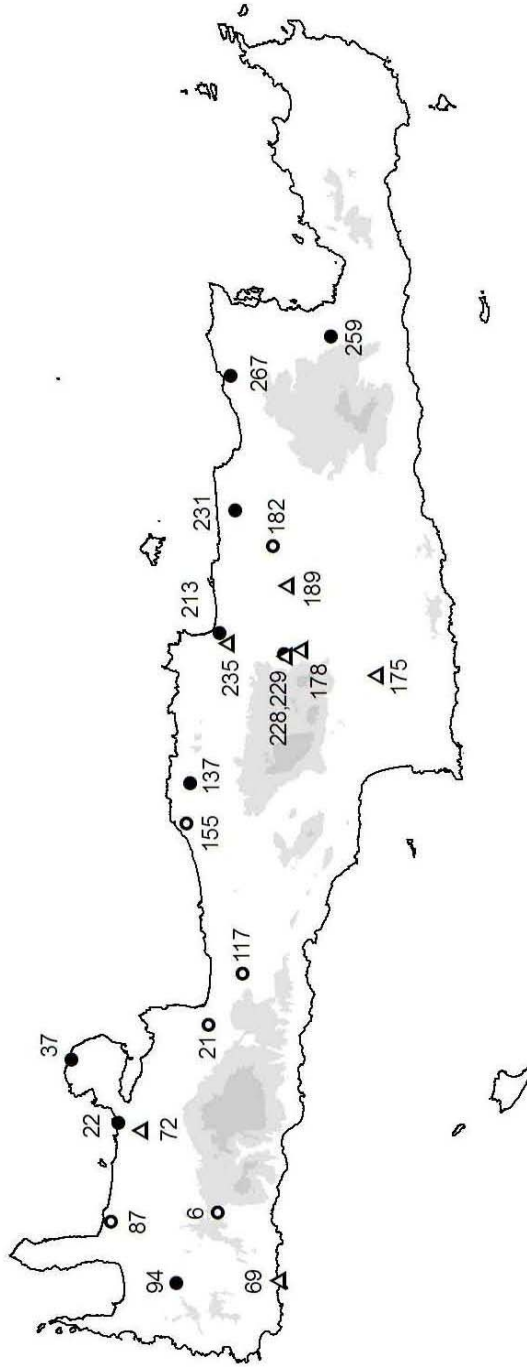
Χάρτης 2.7. Η κατανομή του *Myotis caraccinii* στην Κρήτη. Επεξηγήσεις όπως και στο Χάρτη 2.2.

***Myotis emarginatus* (Geoffroy, 1806)**

Το *M. emarginatus* έχει Τουρανο-ευρω-μεσογειακό χωρότυπο (Hutson *et al.*, 2008k). Στην Ελλάδα έχει βρεθεί μόλις σε 29 δημοσιευμένες θέσεις, από τον Έβρο μέχρι την Πελοπόννησο, τα Δωδεκάνησα και την Κρήτη (Hapák *et al.*, 2001; Skiba', 2007). Στην Κρήτη υπάρχουν 23 αναφορές από 22 θέσεις, κυρίως στους ν. Χανίων και Ηρακλείου, όπου η ερευνητική προσπάθεια υπήρξε πιο έντονη (**Πίνακας 2.3, Χάρτης 2.8, Παράρτημα Γ**). Οι παρατηρήσεις και δειγματοληψίες του γράφοντος προσέθεσαν αναφορές από 12 νέες θέσεις στους ν. Χανίων, Ρεθύμνου και Ηρακλείου, ενώ οι υπάρχουσες αναφορές από το ν. Λασιθίου είναι αμφισβητούμενες, καθώς προέρχονται από ακουστικές παρατηρήσεις με το σύστημα Heterodyne (βλ. πιο πάνω και συζήτηση στο Κεφάλαιο 2). Αν και το είδος έχει εντοπιστεί από τον γράφοντα σε θαμνώνες και υγροτόπους με τη μεθοδολογία που περιγράφεται στα υπόλοιπα κεφάλαια αυτής της διατριβής, οι αναφορές αυτές δεν περιλαμβάνονται στο **Παράρτημα Γ** και το **Χάρτη 2.8**, λόγω της έλλειψης αρκετών φωνών αναφοράς από το *M. mystacinus* (βλ. σχετική συζήτηση στο **Κεφάλαιο 3**). Από την άλλη, κρίνοντας από την παρουσία του στη ΒΔ Αφρική και τη Μ. Ανατολή (Hutson *et al.*, 2008k) και την προτίμησή του σε καρστικές περιοχές (Schober and Grimmberger, 1997), μπορούμε να υποθέσουμε ότι η κατανομή του στην Κρήτη είναι όντως ευρεία, αν και δεν φαίνεται να είναι ιδιαίτερα κοινό, ούτε άφθονο.

Χωρίς να ληφθούν υπ' όψιν οι παραπάνω αμφισβητούμενες αναφορές, η υψομετρική εξάπλωση του είδους κυμαίνεται από τα 15 έως τα 600 m (μ.ο.: 220 m), αν και στην Κύπρο έχει βρεθεί μέχρι τα 1665 m (Benda *et al.*, 2007) και στις Άλπεις φτάνει μέχρι τα 1500 m (Barataud, 2004). Οι περισσότερες αναφορές για το είδος προέρχονται από παγιδεύσεις (σε καταφύγια και μικρά ποτάμια) και οπτικές παρατηρήσεις σε καταφύγια, ενώ τέσσερις αναφορές προέρχονται από εμέσματα πεπλόγλαυκας.

Τα μοναδικά γνωστά βρεφοκομεία του είδους εντοπίζονται σε σπήλαια 260 έως 480 m (λίγες δεκάδες έως 250 άτομα), σε αντίθεση με βορειότερες περιοχές της Ευρώπης, όπου γεννάει σε σοφίτες κτηρίων (Schober and Grimmberger, 1997). Οι γεννήσεις αρχίζουν την τελευταία εβδομάδα του Μαΐου, τουλάχιστον δύο εβδομάδες νωρίτερα από ότι είναι γνωστό για την κεντρική και βόρεια Ευρώπη (Schober and Grimmberger, 1997). Στις ίδιες θέσεις αναπαράγονται και τα είδη *R. ferrumequinum*, *Myotis blythii*, *M. capaccinii* και *Miniopterus schreibersii*. Πιθανότατα, αναπαραγωγική αποικία αποτελεί και ένα ορυχείο (200 m), καθώς εντοπίστηκαν σε αυτό μερικές δεκάδες ατόμων και συνελήφθησαν λίγα ενήλικα θηλυκά το Μάιο του 2008. Ακόμα ένα ορυχείο (20 m) φιλοξενεί μία μεταβατική ανοιξιάτικη αποικία.

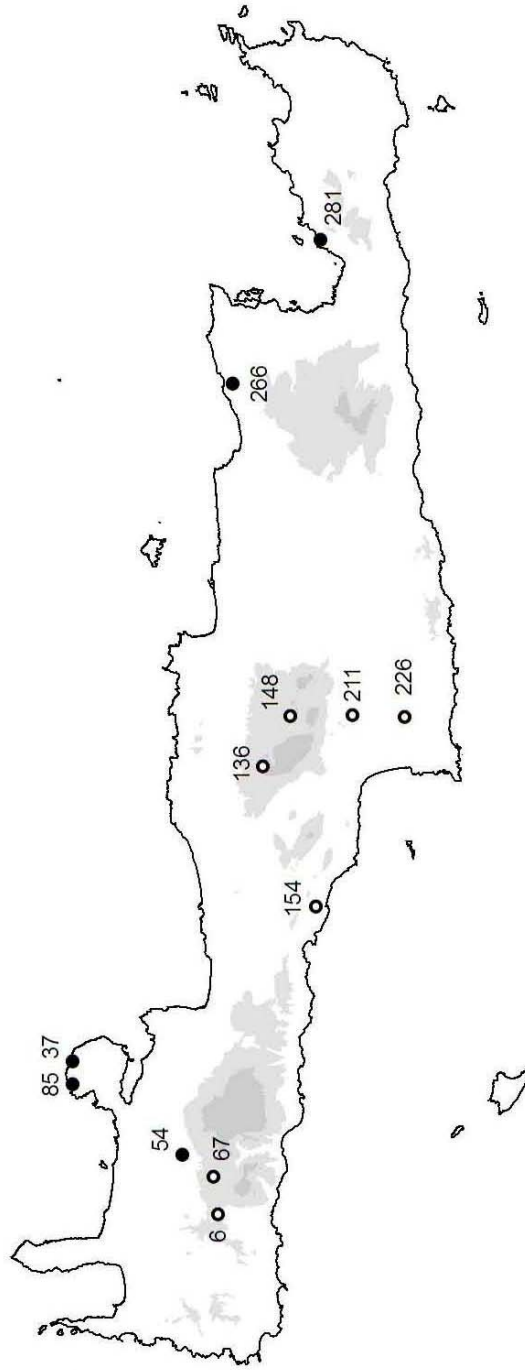


Χάρτης 2.8. Η κατανομή του *Myotis emarginatus* στην Κρήτη. Επεξηγήσεις όπως και στο Χάρτη 2.2

Myotis mystacinus/aurascens

Πρόσφατες μοριακές μελέτες (Mayer *et al.*, 2007) έδειξαν ότι στη Βουλγαρία και την Ελλάδα υπάρχει μόνο το *M. mystacinus bulgaricus*, ενώ παρόμοια αποτελέσματα έδωσε και η μελέτη ατόμων από την Κρήτη (Mayer, προσωπική επικοινωνία). Εντούτοις, ορισμένοι ερευνητές (Benda and Tsystsulina, 2000; Benda and Karatas, 2005), βασιζόμενοι σε μορφολογικούς χαρακτήρες, θεωρούν ότι στην Ελλάδα υπάρχει και το *Myotis aurascens* Kuszakin, 1935, το οποίο αναφέρουν και από την Κρήτη, αλλά όχι και το *M. mystacinus* (Hanák *et al.*, 2001). Στη συνέχεια θα χρησιμοποιείται το όνομα *M. mystacinus/aurascens*, αποφεύγοντας ο γράφων να πάρει θέση στη διαφωνία.

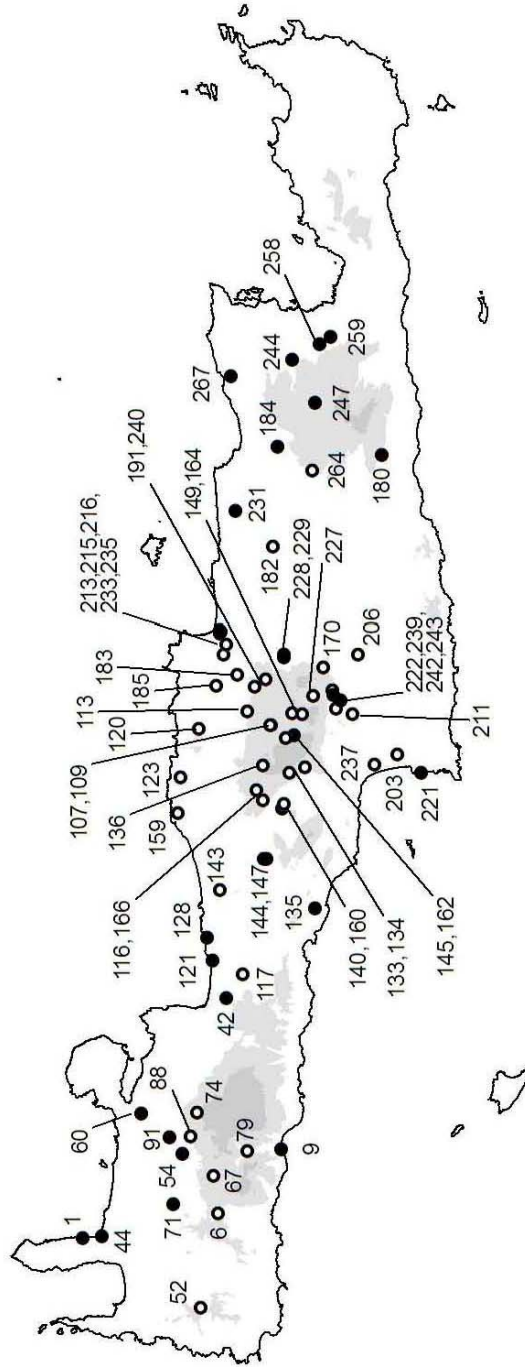
Το *M. mystacinus* έχει Ευρωπαϊκό χωρότυπο, με προεκτάσεις στην κεντρική Ρωσία και την Ανατολία και ένα απομονωμένο πληθυσμό στο Μαρόκο (Hutson *et al.*, 2008e), ενώ το *M. aurascens* είναι Τουρανο-μεσογειακό και πιο συγκεκριμένα ανατολικο-βαλκανικό είδος (Benda *et al.*, 2008). Οι κατανομές των δύο ειδών στην Ελλάδα είναι ασαφείς, λόγω των πρόσφατων ταξινομικών ανακατατάξεων, αλλά δεν φαίνεται να είναι ιδιαίτερα κοινά, καθώς οι δημοσιευμένες αναφορές δεν υπερβαίνουν τις 35 στο σύνολο τους. Στην Κρήτη, η οποία βρίσκεται στο νοτιότερο άκρο της κατανομής τους (είτε πρόκειται για το *M. mystacinus*, είτε για το *M. aurascens*), είναι μάλλον σπάνιο και με σχετικά περιορισμένη κατανομή, καθώς αναφέρεται από 12 μόνο θέσεις, κυρίως των ν. Χανίων και Ρεθύμνου (**Πίνακας 2.3, Παράρτημα Γ, και Χάρτης 2.9**). Οι περισσότερες αναφορές προέρχονται από παγιδεύσεις σε καταφύγια (σπήλαια, γέφυρες, κτήρια) αλλά και σε ποτάμια και φαίνεται ότι η αφθονία του είναι περιορισμένη. Η υψομετρική του εξάπλωση κυμαίνεται από 25 έως 1500 m, σε συμφωνία με σχετικές πληροφορίες από άλλες περιοχές της εξάπλωσής του (Schober and Grimmberger, 1997). Σε δύο από τις ψηλότερες θέσεις (σπήλαια στα 1025 και τα 1450 m) βρέθηκε στα τέλη του Αυγούστου του 2008, όπου πιθανότατα αναζητούσε ταίρι, ή επιθεωρούσε τα χειμερινά καταφύγιά του (Altringham, 1996). Επιπλέον ένα ανώριμο θηλυκό βρέθηκε σε ένα κτήριο στον Ψηλορείτη, στα 1500 m, τον Απρίλιο του 2009. Αν και η περιοχή είχε ακόμα αρκετό χιόνι, το άτομο αυτό ήταν σχεδόν ενεργό (σε «αβαθή» λήθαργο), γεγονός που δείχνει ότι τα βράδια πιθανότατα κυνηγούσε. Η μεγαλύτερη γνωστή αποικία του είδους στην Κρήτη αριθμεί 6 άτομα (Αύγουστος του 2008, σε μία παλιά γέφυρα στα 45 m). Δεδομένου ότι το καλοκαίρι φωλιάζει σε μικρά διάκενα κτηρίων και το χειμώνα διαχειμάζει σε σπήλαια (Schober and Grimmberger, 1997), μάλλον μεγάλου υψομέτρου, πιθανώς είναι πιο κοινό από ότι γνωρίζουμε προς το παρόν, καθώς οι τύποι αυτοί καταφυγίων είναι από τους λιγότερο διερευνημένους στην Κρήτη.



Χάρτης 2.9. Η κατανομή του *Myotis aurascens/mystacinus* στην Κρήτη. Επεξηγήσεις όπως και στο Χάρτη 2.2.

***Hypsugo savii* (Bonaparte, 1837)**

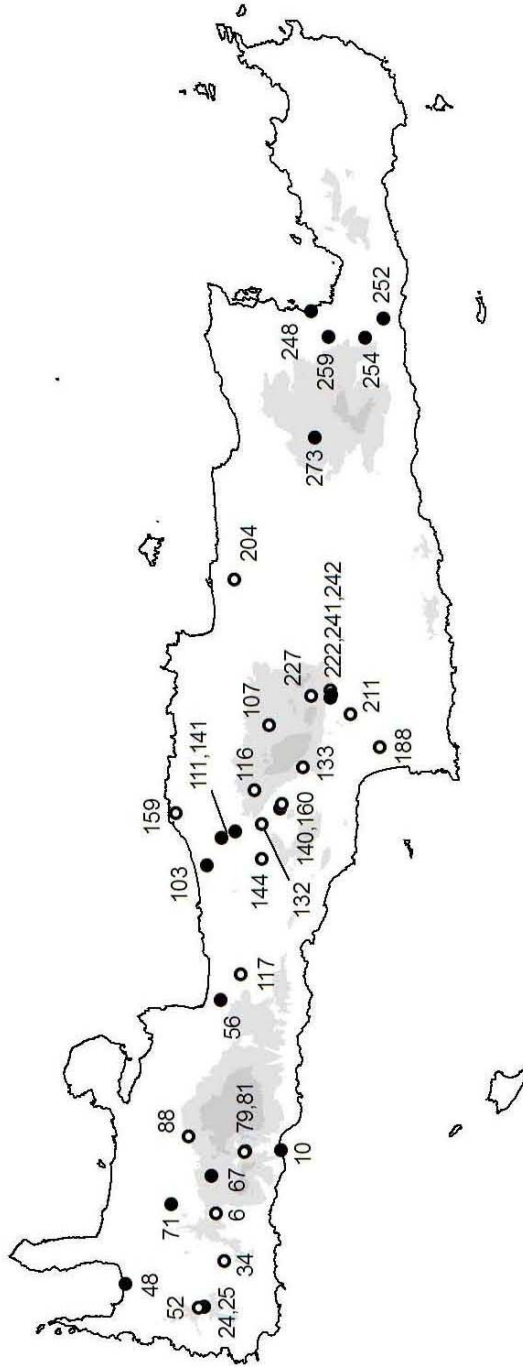
Είναι είδος με Τουρανο-ευρω-μεσογειακό χρωτότυπο, με προέκταση μέχρι τα Ιμαλάια στα ανατολικά (Hutson *et al.*, 2008m). Στην ηπειρωτική Ελλάδα είναι αρκετά κοινό και έχει βρεθεί σε διάφορα ενδιαιτήματα, ενώ αναφέρεται και σε λίγα νησιά του Αιγαίου (Hapák *et al.*, 2001). Στην Κρήτη είναι αρκετά διαδεδομένο και κοινό, με αναφορές από 71 θέσεις (**Πίνακας 2.3**). Στο ν. Λασιθίου δεν φαίνεται να είναι τόσο κοινό όσο αλλού (**Παράρτημα Γ, Χάρτης 2.10**), αλλά αυτό μπορεί να οφείλεται στην σχετικά περιορισμένη δειγματοληπτική προσπάθεια εκεί. Πολλές από τις αναφορές ξένων ερευνητών είναι μάλλον αμφισβητούμενες για τους λόγους που αναφέρονται παραπάνω (συστήματα ηχογράφησης, άγνοια της διαφοροποίησης των φωνών στην Κρήτη). Ακόμα όμως και αν βασιστούμε μόνο στις παγιδεύσεις και τις πιο «σίγουρες ηχογραφήσεις», φαίνεται ότι είναι κοινό και άφθονο από την επαρχία Κισσάμου, μέχρι την επαρχία Μιραμπέλου. Παρουσιάζει ευρεία υψομετρική εξάπλωση, από το επίπεδο της θάλασσας μέχρι και τα 1500 m, όπως είναι γνωστό και από την Κύπρο (Benda *et al.*, 2007) και άλλες περιοχές της Ευρώπης (Schober and Grimmberger, 1997), ενώ στις Άλπεις έχει βρεθεί μέχρι τα 2500 m (Barataud, 2004). Απαντάται σε μία μεγάλη ποικιλία οικοτόπων, όπως θαμνώνες, ελαιώνες και κατοικημένες περιοχές, αλλά και δάση *Quercus* και υγροτόπους, όπου και η μεγαλύτερη αφθονία του όπως έχει αναφερθεί και αλλού (Russo and Jones, 2003; Hutson *et al.*, 2008m). Έχει συλληφθεί κυρίως πάνω από ήρεμες επιφάνειες νερού (ποτάμια, λιμνοδεξαμενές και ποτίστρες ζώων), αλλά και σε εγκαταλελειμμένα κτήρια και σπήλαια. Δεν έχουν εντοπιστεί καταφύγια του είδους στην Κρήτη. Ελάχιστα είναι γνωστά για τις αναπαραγωγικές συνήθειες του είδους στην Κρήτη, αλλά από τις ημερομηνίες συλλήψεων ανώριμων ατόμων, μακριά από τα καταφύγια τους, προκύπτει ότι οι γεννήσεις ξεκινούν πριν τα μέσα του Ιουνίου.



Χάρτης 2.10. Η κατανομή του *Hirsutigo sanii* στην Κρήτη. Επεξηγήσεις όπως και στο Χάρτη 2.2.

***Pipistrellus hanaki* Hulva & Benda, 2004**

Το *Pipistrellus hanaki* εξαπλώνεται στην Κρήτη και τη Λιβύη, όπου ανακαλύφθηκε για πρώτη φορά (Benda *et al.*, 2004; Hulva *et al.*, 2004, 2007). Οι κρητικοί πληθυσμοί του *P. hanaki* διαφοροποιούνται ελαφρώς, μορφολογικά και γενετικά, από αυτούς της Λιβύης (Benda, προσωπική επικοινωνία) και είναι οι μόνοι πληθυσμοί του είδους για τους οποίους γίνονται γνωστές οι οικοτοπικές τους προτιμήσεις και η εξάπλωσή τους (με αυτή τη διατριβή). Οι παλαιότερες αναφορές για το *Pipistrellus pipistrellus* (Kahmann, 1959; Hanák *et al.*, 2001; Mayer and von Helversen, 2001; Skiba, 2007) αποδίδονται σε αυτό το είδος λόγω της ομοιότητας των δύο ειδών, τόσο στους μορφολογικούς τους χαρακτήρες, όσο και στις φωνές εντοπισμού (βλ. σχετική συζήτηση στο **2^ο Κεφάλαιο**). Το είδος είναι αρκετά κοινό στους ν. Χανίων και Ρεθύμνου (13 και 12 θέσεις αντίστοιχα) και λιγότερο κοινό στους ν. Ηρακλείου και Λασιθίου (7 και 5 θέσεις αντίστοιχα, **Πίνακας 2.3, Παράρτημα Γ και Χάρτης 2.11**). Η υψομετρική του εξάπλωση κυμαίνεται μεταξύ 2 και 1025 m (μ.ο.: 414 m). Οι περισσότερες αναφορές προέρχονται από ακουστικές παρατηρήσεις, τόσο με το σύστημα Time Expansion (αναφορές του γράφοντος, βλ. **Κεφάλαια 3 και 4**), όσο και με το σύστημα Heterodyne. Κάποιες από τις αναφορές άλλων ερευνητών μπορεί να είναι επισφαλείς λόγω ομοιότητας των φωνών εντοπισμού του είδους με αυτές του *Miniopterus schreibersii*, αν και οι ομοιότητες αυτές είναι περιορισμένες (βλ. **Κεφάλαιο 3**). Έχει ηχογραφηθεί σε χωριά, ελαιώνες, θαμνώνες και πευκοδάση, αλλά είναι κατά πολύ πιο άφθονο σε δάση *Quercus* και ποτάμια και ρέματα με δενδρώδη βλάστηση (βλ. **Κεφάλαιο 5**), ενώ και περισσότερες συλλήψεις ατόμων αυτού του είδους έχουν γίνει σε παρόμοια ενδιαιτήματα. Παρόμοιες οικολογικές προτιμήσεις έχουν και τα στενά συγγενικά του είδη *Pipistrellus pygmaeus* (Oakeley and Jones, 1998; Russo and Jones, 2003; Hutson *et al.*, 2008f) και *Pipistrellus pipistrellus* (Russo and Jones, 2003; Hutson *et al.*, 2008g). Τα καταφύγια του στην Κρήτη, αλλά και στη Λιβύη, είναι άγνωστα. Υπάρχει μόνο μία αναφορά για παρουσία λίγων ατόμων στην περιοχή ενός σπηλαίου (1025 m) τον Οκτώβριο του 2006 (Hulva *et al.*, 2007), όπου πιθανότατα αναζητούσε ταίρι, ή επιθεωρούσε τα χειμερινά καταφύγια του (Altringham, 1996). Τίποτα δεν είναι γνωστό για την αναπαραγωγικές συνήθειες του είδους στην Κρήτη, εκτός από το ότι οι γεννήσεις έχουν αρχίσει τα μέσα του Ιουνίου.

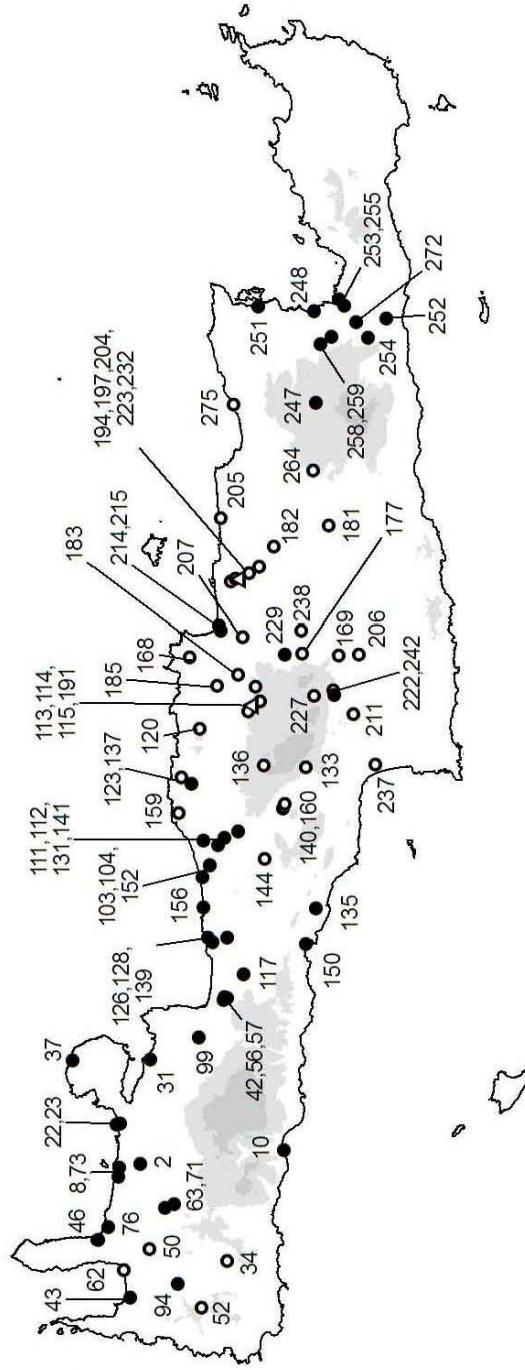


Χάρτης 2.11. Η κατανομή του *Pipistrellus haseki* στην Κρήτη. Επεξηγήσεις όπως και στο Χάρτη 2.2.

***Pipistrellus kuhlii* (Kuhl, 1817)**

Το είδος αυτό έχει Τουρανο-ευρω-μεσογειακό χωρότυπο και είναι σχετικά άφθονο σε όλη τη Μεσόγειο και τη Μέση Ανατολή (Aulagnier *et al.*, 2008b). Κοινό στις περισσότερες παράκτιες περιοχές της Ελλάδας, ενώ έχει αναφερθεί και από αρκετά νησιά (Haniák *et al.*, 2001) Είναι από τα πιο διαδεδομένα κοινά είδη της Κρήτης με αναφορές από 85 θέσεις (**Πίνακας 2.3**). Έχει βρεθεί από την επαρχία Κισσάμου έως την Επαρχία Ιεράπετρας (**Παράρτημα Γ, Χάρτης 2.12**), ενώ πιθανότατα βρίσκεται και πιο ανατολικά, όπου η δειγματοληπτική προσπάθεια υπήρξε λιγότερο εκτενής. Η υψομετρική του εξάπλωση εκτείνεται από τα 3 έως τα 1000 m, με μία ακόμα ακουστική παρατήρηση του γράφοντος στα 1500 m (μ.ο.: 270 m). Τα δεδομένα αυτά συμφωνούν με την υπάρχουσα βιβλιογραφία, όπου αναφέρεται σε ένα εύρος υψομέτρων, με προτίμηση στα χαμηλά (Schober and Grimmberger, 1997; Barataud, 2004; Benda *et al.*, 2007), αν και στις Άλπεις έχει βρεθεί μέχρι τα 2300 m, με αρκετά έντονη δραστηριότητα στα 1800 m (Barataud, 2004).

Τα δύο τρίτα των αναφορών προέρχονται από ακουστικές παρατηρήσεις (**Πίνακας 2.2**), οι περισσότερες από ξένους ερευνητές με το σύστημα Heterodyne (Benda και Horáček, προσωπική επικοινωνία), ή το Time Expansion (Skiba, 2007; Benda και Horáček, προσωπική επικοινωνία) με τα προβλήματα που αναφέρονται παραπάνω και στο **Κεφάλαιο 3**. Αρκετές αναφορές του γράφοντος προέρχονται επίσης από ακουστικές παρατηρήσεις (βλ. **Κεφάλαια 4 και 5**) με πιθανότητες λάθους, λόγω της ομοιότητας των φωνών εντοπισμού του είδους με αυτές του *P. nathusii* (Zingg, 1990; Russo and Jones, 2002; Papadatou, 2006) Ακόμα όμως και αν κάποιες από τις αναφορές αυτές είναι λανθασμένες, το γεγονός αυτό μάλλον δεν επηρεάζει το εύρος της κατανομής του στο νησί και το πόσο κοινό είναι, καθώς οι περισσότερες παρατηρήσεις του γράφοντος έγιναν την θερινή περίοδο, κατά την οποία το *P. nathusii* απουσιάζει από την Κρήτη. Είναι αρκετά άφθονο σε υγροτόπους και οικισμούς, ενώ έχει ηχογραφηθεί σε ελαιώνες, θαμνότοπους και δάση *Quercus*. Οι περισσότερες συλλήψεις ατόμων του είδους έχουν γίνει σε υγροτόπους, άλλα και σε σπίτια και άλλα κτήρια όπου μπαίνουν κυνηγώντας έντομα. Από τα παραπάνω φαίνεται ότι δραστηριοποιείται σε ένα μεγάλο εύρος ενδιαιτημάτων, με προτίμηση στους υγροτόπους και τους οικισμούς, όπως είναι γνωστό και στη βιβλιογραφία (Schober and Grimmberger, 1997; Russo and Jones, 2003). Δύο μόνο καταφύγια του είδους (βρεφοκομεία) έχουν βρεθεί στην Κρήτη, σε εξωτερικούς τοίχους κτηρίων (125 και 800 m). Οι αναπαραγωγικές συνήθειες του είδους στην Κρήτη είναι ελάχιστα γνωστές και το μόνο που μπορούμε να πούμε είναι ότι τα βρεφοκομεία σχηματίζονται γύρω στα τέλη Απριλίου και οι γεννήσεις ξεκινούν πριν το μέσο του Ιουνίου.



Χάρτης 2.12. Η κατανομή του *Pipistrellus kuhlii* στην Κρήτη. Επεξηγήσεις όπως και στο Χάρτη 2.2.

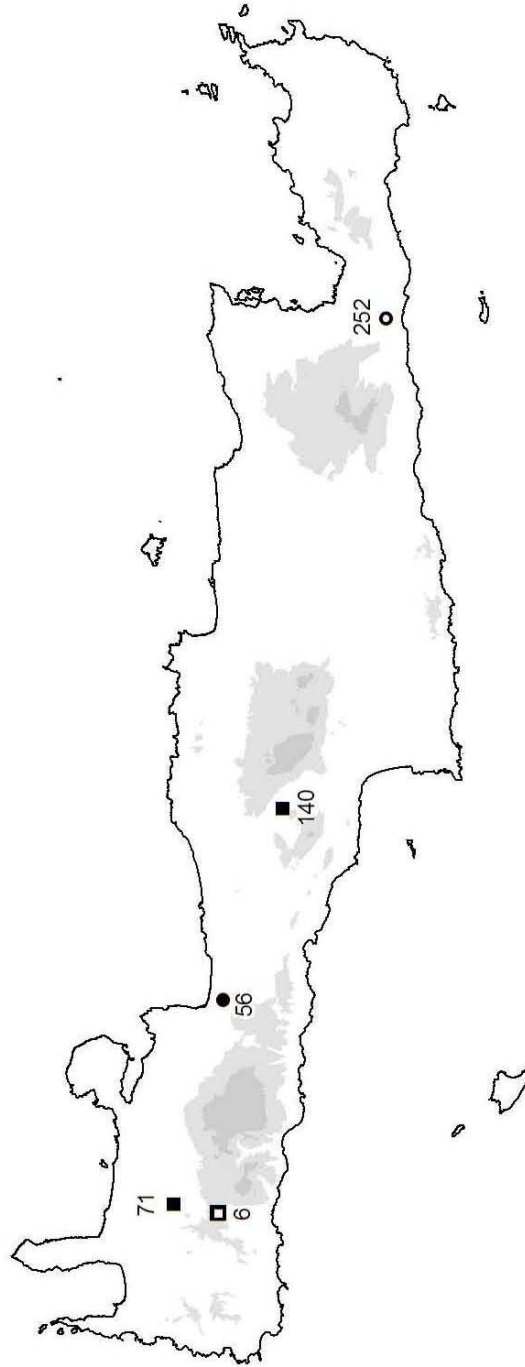
***Pipistrellus nathusii* (Keyserling and Blasius, 1839)**

Είναι είδος με Κεντρο- και νοτιο-ευρωπαϊκό χωρότυπο και προεκτάσεις στο Ηνωμένο Βασίλειο και τη Ρωσία. Πρόκειται για μεταναστευτικό, το οποίο αναπαράγεται στη ΝΑ Ευρώπη και το φθινόπωρο μεταναστεύει προς τα νοτιοδυτικά, όπου παραμένει μέχρι το καλοκαίρι (Hutson *et al.*, 2008). Στην Ελλάδα έχει βρεθεί μόνο στη Θεσσαλία, την Ήπειρο, τη Μακεδονία και τη Θράκη (Hapák *et al.*, 2001). Φαίνεται να είναι το σπανιότερο είδος χειροπτέρου της Κρήτης μαζί με το *N. leisleri* (**Πίνακας 2.3**), αν και κάποιες αναφορές του *P. kuhlii* ίσως στην πραγματικότητα προέρχονται από αυτό (βλ. παραπάνω). Το είδος αυτό εντοπίστηκε για πρώτη φορά από τον Skiba (2007) στην λίμνη του Κουρνά (40 m), μέσω της εξέτασης των κοινωνικών του καλεσμάτων, το Μάιο του 2003. Ακόμα μία αναφορά υπάρχει από τη νησί, από τη λίμνη του Μπραμιανού ποταμού (65 m), όπου συνελήφθη ένα ενήλικο αρσενικό, επίσης το Μάιο του 2003 (**Παράρτημα Β & Γ, Χάρτης 2.13**). Η σύλληψη του ατόμου έγινε από την Μ. Ινονίς, εργαζόμενη τότε στο ΜΦΙΚ και ο προσδιορισμός του από τον P. Benda (Πανεπιστήμιο της Πράγας) το φθινόπωρο του 2008. Οι αναφορές αυτές αποτελούν τις νοτιότερες στην παγκόσμια κατανομή του είδους. Στην Ελλάδα έχει βρεθεί κυρίως στη Μακεδονία και τη Θράκη (όπου πιθανώς αναπαράγεται) και τη Θεσσαλία, με ελάχιστες αναφορές από τη Στερεά Ελλάδα και το Ν. Αχαΐας, ενώ υπάρχει και μία αναφορά από τη Λέσβο (Hapák *et al.*, 2001). Τίποτα άλλο δεν είναι γνωστό για το είδος στην Κρήτη.

***Nyctalus leisleri* (Kuhl, 1817)**

Το *N. leisleri* έχει Τουρανο-ευρω-μεσογειακό χωρότυπο με προέκταση στο Ηνωμένο Βασίλειο (Hutson *et al.*, 2008j). Στην Ελλάδα είναι κοινό στα βόρεια και κεντρικά, ενώ έχει βρεθεί και στην Αττική, την Πελοπόννησο και τη Ρόδο (από μία θέση, Hapák *et al.*, 2001). Στην Κρήτη το είδος αυτό ανακαλύφθηκε για πρώτη φορά από τον I. Horáček στις ΒΔ παρυφές των Λ. Ορέων, τον Ιούλιο του 2008 (προσωπική επικοινωνία). Εντοπίστηκε σε ακόμα μία θέση λίγο πιο νότια τον Αύγουστο του 2008 από τον γράφοντα και γερμανούς συνεργάτες (**Παράρτημα Β & Γ, και Χάρτης 2.13**). Μία αναφορά από την επαρχία Αμαρίου (ν. Ρεθύμνου) βασίζεται σε ακουστική παρατήρηση (Benda, προσωπική επικοινωνία) και θα πρέπει να αντιμετωπιστεί με επιφυλακτικότητα, λόγω της μεγάλης ομοιότητας των φωνών εντοπισμού του με το *E. serotinus* (Russo and Jones, 2002) και της

έλλειψης πληροφοριών σχετικά με την ενδεχόμενη διαφοροποίησή τους στην Κρήτη (βλ. σχετική συζήτηση στο **3^ο Κεφάλαιο**). Και οι τρεις αναφορές προέρχονται από θέσεις με γλυκό νερό και πλούσια δενδρώδη βλάστηση (260 έως 600 m). Είναι δε πιθανόν, το είδος να είναι ιδιαίτερα σπάνιο και να περιορίζεται στα δυτικά του νησιού, καθώς φωλιάζει σε κοιλότητες ώριμων δέντρων (Spada *et al.*, 2008) και η Κρήτη βρίσκεται κοντά στο νοτιότερο άκρο της κατανομής του. Το θερμό και ξηρό κλίμα του ανατολικού άκρου της μάλλον δεν είναι αρκετά «φιλικό» προς το ευρωπαϊκό αυτό είδος. Στην υπόθεση αυτή συνηγορεί και ο ιδιαίτερα περιορισμένος αριθμός φωνών εντοπισμού που θα μπορούσαν να αποδοθούν σε αυτό το είδος, από τις ηχογραφήσεις του Ψηλορείτη (βλ. **Κεφάλαιο 4**). Δεν υπάρχουν άλλες διαθέσιμες πληροφορίες για το είδος στην Κρήτη.



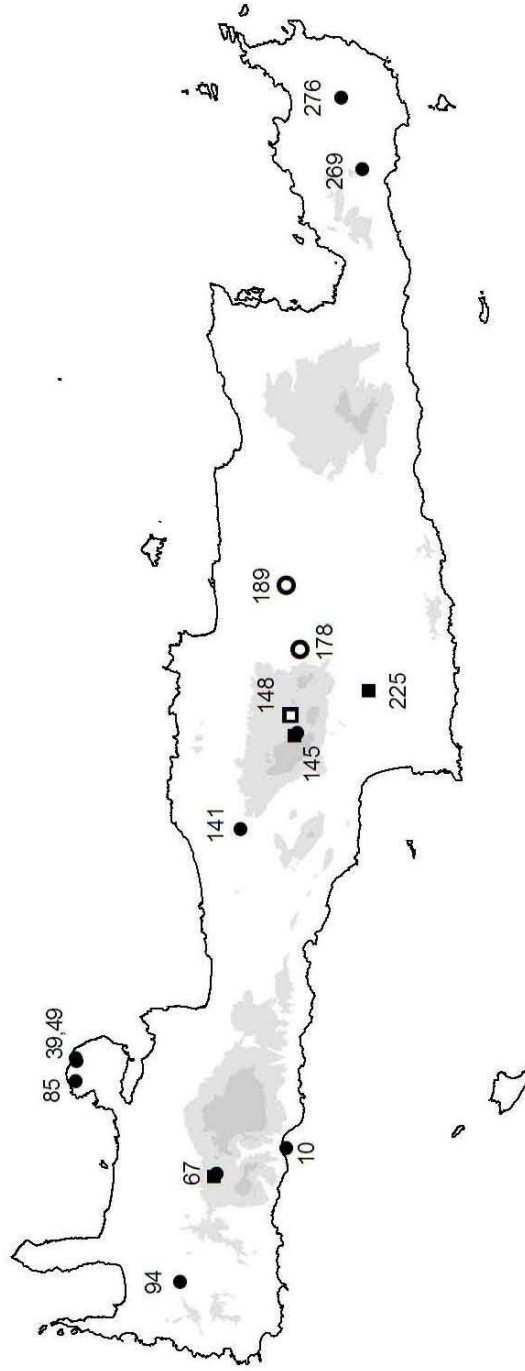
Χάρτης 2.13. Η κατανομή των *Nystaleus leisleri* (τετράγωνα) και *Pipistrellus nathusii* (κύκλοι). Τα κενά σύμβολα υποδεικνύουν τις αναφορές του γράφοντος και τα γεμάτα αυτές άλλων ερευνητών (δημοσιευμένες ή μη).

***Plecotus kolombatovici* Đulić, 1980**

Το *Plecotus kolombatovici* αρχικά είχε περιγραφεί ως υποείδος του *P. austriacus*, αλλά όπως έδειξαν γενετικές (Mayer and Helversen 2001) και μορφολογικές (Tvrtnkovic *et al.*, 2005) μελέτες είναι σαφώς διαφορετικό είδος. Η κατανομή του είδους είναι Μεσογειακή και κατακερματισμένη, καθώς απαντάται στα Βαλκάνια, τη Μικρά Ασία και τη Μέση Ανατολή, την Κυρηναϊκή χερσόνησο (Λιβύη), τη βορειοανατολική Αφρική και κάποια νησιά της κεντρικής και ανατολικής μεσογείου (Hutson *et al.*, 2008b). Στην Ελλάδα φαίνεται να έχει κατακερματισμένη κατανομή, αν και κάποιες παλιές αναφορές του *P. austriacus* από τα νησιά του Ιονίου, του Αιγαίου και της Πελοποννήσου ενδεχομένως να αφορούν σε αυτό το είδος (Hanák *et al.*, 2001). Το είδος αυτό είναι σχετικά σπάνιο στην Κρήτη (**Πίνακας 2.3**), αν και παρόν σε όλους τους νομούς (**Παράρτημα Γ, Χάρτης 2.14**). Σχεδόν όλες οι αναφορές προέρχονται από παγιδεύσεις σε καταφύγια (σπήλαια, αλλά και αχρησιμοποίητα κτήρια), σε θέσεις με υψόμετρο από 15 έως 490 m. Καμία σημαντική αποικία του είδους δεν έχει βρεθεί στην Κρήτη και τίποτα δεν είναι γνωστό για τις οικολογικές και άλλες βιολογικές του συνήθειες.

***Plecotus macrobullaris* Kuzjakin, 1965**

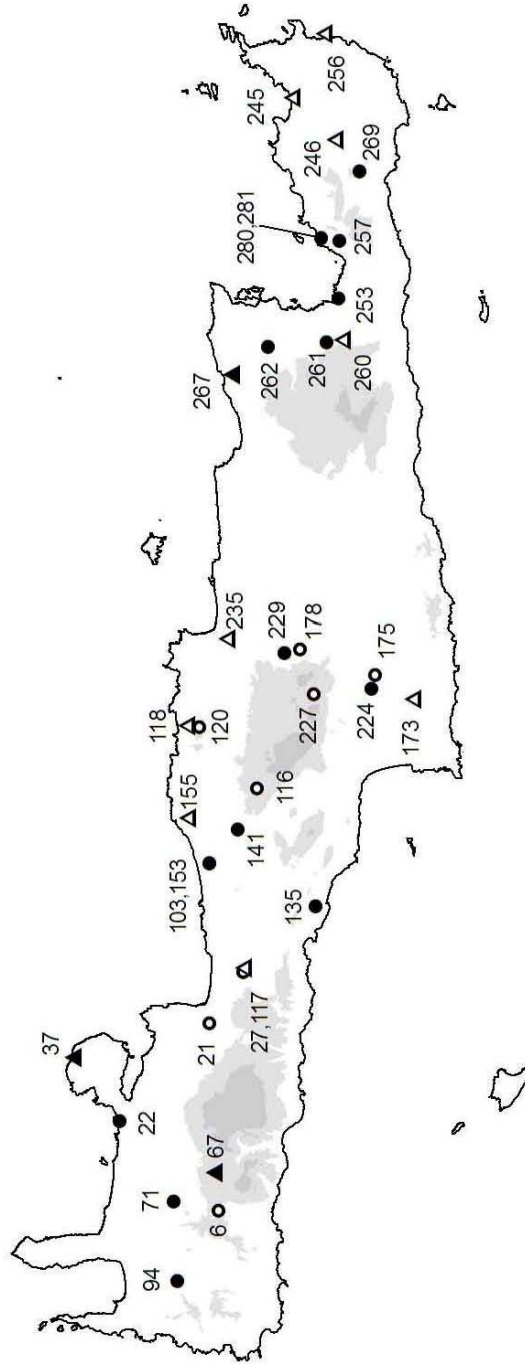
Το *Plecotus macrobullaris* θεωρείτο παλαιότερα υποείδος του *P. auritus*. Το 2002 περιγράφηκαν δύο νέα είδη, τα *Plecotus alpinus* Kiefer and Veith, 2002 και *Plecotus microdontus* Spitzenberger, 2002. Όμως, μετέπειτα μορφολογικές και μοριακές μελέτες έδειξαν ότι τα νέα αυτά είδη είναι συνώνυμα του *Plecotus macrobullaris* Kuzjakin, 1965 (Spitzenberger *et al.*, 2003; Tvrtnkovic *et al.*, 2005). Το είδος αυτό έχει Τουρανο-ευρωπαϊκή και κατακερματισμένη κατανομή, καθώς αναφέρεται από τα Πυρηναία, τις Άλπεις και τις Δειναρικές Άλπεις, την Κορσική, και από την Ανατολία, μέσω του Ιράν προς το νότιο Καύκασο και τη Συρία (Hutson *et al.*, 2008c). Στην Ελλάδα έχει αναφερθεί μόνο από λίγες θέσεις στην Ήπειρο και τη Φθιώτιδα (Παπαδάτου, προσωπική επικοινωνία), αν και παλαιότερες αναφορές του *P. auritus* μπορεί να αφορούν σε αυτό το είδος. Στην Κρήτη είναι από τα σπανιότερα είδη, με αναφορές από 4 θέσεις στους ν. Χανίων, Ρεθύμνου και Ηρακλείου (**Πίνακας 2.3, Παράρτημα Γ, Χάρτης 2.14**). Όλες οι αναφορές προέρχονται από παγιδεύσεις σε καταφύγια: τρία σπήλαια και ένα ορυχείο (410 έως 1490 m). Η αφθονία του είναι μάλλον περιορισμένη, καθώς καμία σημαντική αποικία του είδους δεν έχει βρεθεί στην Κρήτη και οι διαθέσιμες αναφορές είναι λίγες. Τίποτα δεν είναι γνωστό για τις οικολογικές και άλλες βιολογικές του συνήθειες.



Χάρτης 2.14. Η κατανομή των *Plecticus kolimbatonici* (κύκλοι) και *P. macrobilisaris* (πετράγωνα) στην Κρήτη. Τα κενά σύμβολα υποδεικνύουν τις αναφορές του γράφοντος και τα γεμάτα αυτές άλλων ερευνητών (δημοσιευμένες ή μη).

***Miniopterus schreibersii* (Kuhl, 1817)**

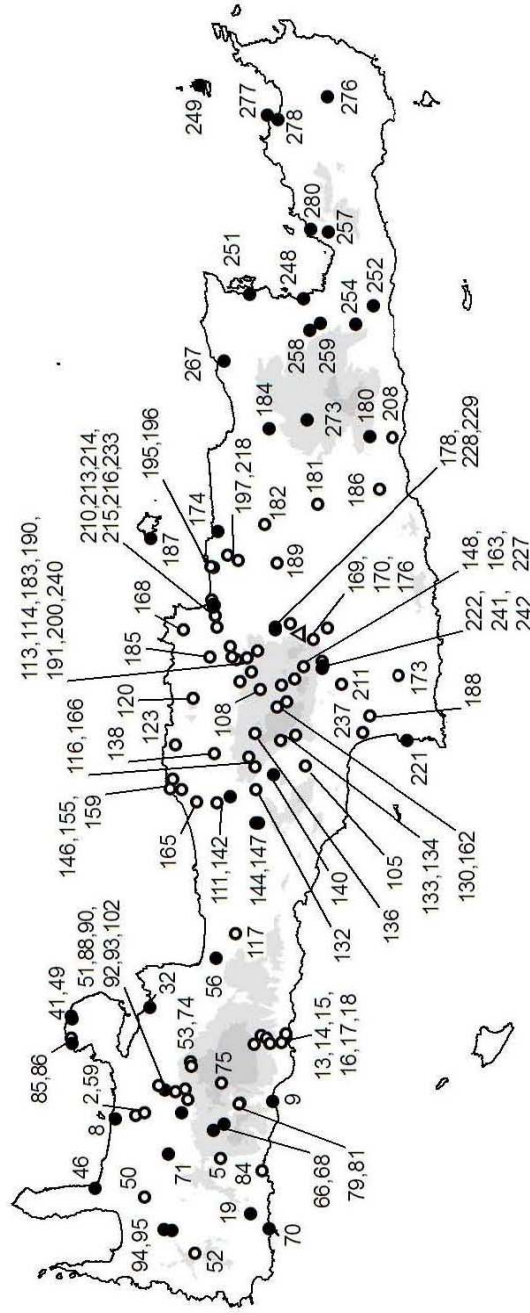
Το *M. schreibersii* έχει Τουρανο-ευρωπαϊκή κατανομή η οποία προεκτείνεται και στη βορειοδυτική Αφρική (Hutson *et al.*, 2008a). Φαίνεται να είναι κοινό στη βόρεια Ελλάδα, δεν υπάρχουν όμως αναφορές από την Θεσσαλία, ενώ είναι σχετικά σπάνιο στη Στερεά Ελλάδα και την Πελοπόννησο). Αναφορές υπάρχουν και από κάποια μεγάλα νησιά του Αιγαίου και του Ιονίου πελάγους (Hanák *et al.*, 2001). Στην Κρήτη έχει ευρεία κατανομή και είναι σχετικά κοινό (**Πίνακας 2.3**), με αναφορές από 35 θέσεις σε όλους τους νομούς (**Παράρτημα Γ, Χάρτης 2.15**). Κάποιες από τις αναφορές ξένων ερευνητών βασίζονται σε ακουστικές παρατηρήσεις και ίσως είναι επισφαλείς. Ακόμα όμως και έτσι φαίνεται ότι είναι αρκετά κοινό, ιδίως σε ασβεστολιθικές περιοχές, καθώς τα καταφύγια του εντοπίζονται σχεδόν αποκλειστικά σε σπήλαια (Schober and Grimmberger, 1997) και αναμφίβολα εξαπλώνεται από την επαρχία Κισσάμου μέχρι την επαρχία Σητείας. Η υψομετρική του εξάπλωση κυμαίνεται από 10 έως 1025 m, (μ.ο.: 313 m), παρομοίως με την Κύπρο (Benda *et al.*, 2007) και άλλες περιοχές όπου απαντάται (Schober and Grimmberger, 1997). Έχει ηχογραφηθεί σε θαμνότοπους, οικισμούς και δάση *Quercus* και λίγα άτομα έχουν συλληφθεί σε υγροτόπους, αλλά οι οικότοποι όπου αναζητά την τροφή του είναι εν πολλοίς άγνωστοι, καθώς οι πληροφορίες από τις ηχογραφήσεις και τις συλλήψεις είναι περιορισμένες. Μία μεταβατική ανοιξιόφιλη αποικία έχει βρεθεί στην Κρήτη, σε σπήλαιο με υψόμετρο 80 m. Τα πέντε γνωστά βρεφοκομεία του εντοπίζονται σε σπήλαια με υψόμετρο 10 έως 365 m, σε όλους τους νομούς της Κρήτης και αριθμούν από λίγες δεκάδες μέχρι και μερικές εκατοντάδες ενήλικα άτομα, καθιστώντας το ένα από τα πιο άφθονα είδη του νησιού. Σε κάποιες από τις θέσεις αυτές αναπαράγονται και άτομα των ειδών *Rhinolophus blasii*, *R. ferrumequinum*, *R. hipposideros*, *Myotis blythii* και *M. emarginatus*. Το φθινόπωρο σχηματίζει μεταβατικές αποικίες σε σπήλαια με υψόμετρο 30 έως 1025 m. Αν και σε κάποιες περιοχές πέφτει σε παρατεταμένο λήθαργο το χειμώνα (Schober and Grimmberger, 1997), δεν υπάρχουν σχετικές αναφορές για την Κρήτη. Αντιθέτως, σε ένα σπήλαιο με υψόμετρο 780 m έχουν παρατηρηθεί ενεργές νυχτερίδες αργά το φθινόπωρο ή το χειμώνα. Από τις συλλήψεις θηλαζόντων θηλυκών προκύπτει ότι οι γεννήσεις ξεκινούν στις αρχές του Ιουνίου, δύο περίπου εβδομάδες νωρίτερα από ότι αναφέρεται στη βιβλιογραφία (Schober and Grimmberger, 1997).



Χάρτης 2.15. Η κατανομή του *Miniortopterus schreibersii* στην Κρήτη. Επεξηγήσεις όπως και στο Χάρτη 2.2.

***Tadarida teniotis* (Rafinesque, 1814)**

Το είδος αυτό έχει Τουρανο-μεσογειακή κατανομή με λίγους απομονωμένους πληθυσμούς ανατολικά της Ινδίας και θεωρείται κοινό στη Μεσόγειο (Aulagnier *et al.*, 2008c). Στην Ελλάδα έχει αναφερθεί από διάφορες θέσεις στη Μακεδονία, τη Θράκη, την Ήπειρο, τη Θεσσαλία, τη Στερεά Ελλάδα, την Πελοπόννησο και αρκετά νησιά αν και οι υπάρχουσες αναφορές είναι σχετικά λίγες (Haniák *et al.*, 2001). Είναι ίσως το πιο κοινό είδος της Κρήτης (**Πίνακας 2.3**), με αναφορές από 121 θέσεις σε όλους τους νομούς (από την επαρχία Κισσάμου μέχρι την επαρχία Σητείας, βλ. **Παράρτημα Γ και Χάρτη 2.16**). Η υψομετρική του εξάπλωση κυμαίνεται μεταξύ 5 και 1600 m (μ.ο.: 469), ενώ στις Άλπεις έχει βρεθεί να φτάνει μέχρι τα 2500 m (Barataud, 2004). Η συντριπτική πλειονότητα των αναφορών προέρχεται από ηχογραφήσεις σε διάφορους τύπους οικοτόπων, η μεγαλύτερη όμως αφθονία του έχει παρατηρηθεί σε κατοικημένες περιοχές, υγροτόπους και θαμνώνες. Το μοναδικό γνωστό καταφύγιό του έχει εντοπιστεί σε υψόμετρο 580 m, στην απότομη πλαγιά ενός φαραγγιού, υπάρχουν όμως αρκετές ενδείξεις ότι φωλιάζει και μέσα στην πόλη του Ηρακλείου. Τίποτα δεν είναι γνωστό για τις αναπαραγωγικές και άλλες συνήθειές του στο νησί.



Χάρτης 2.16. Η κατανομή του *Tadarida teniotis* στην Κρήτη. Μία μόνο αποικία, των 5 ατόμων έχει βρεθεί (στα ανατολικά του Ψηλορείτη). Λοιπές επεξηγήσεις όπως και στο **Χάρτη 2.2.**

2.4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Με τη μελέτη αυτή βελτιώνεται σημαντικά η γνώση μας για την κατανομή και την αφθονία των Χειροπτέρων της Κρήτης. Αν και από τις προσπάθειες των διαφόρων ξένων ερευνητών έχουν συγκεντρωθεί πολλές αναφορές (357 από 124 θέσεις) για όλα τα είδη της Κρήτης, η προσθήκη ακόμα 446 αναφορών από άλλες 159 θέσεις, όχι μόνο συμπληρώνει την εικόνα, αλλά και προκαλεί σημαντικές ποιοτικές αλλαγές σε αυτή: 1. Καταδεικνύεται το γεγονός ότι τα σπηλαιόβια είδη του γένους *Rhinolophus*, αλλά και το *Myotis emarginatus*, είναι σαφώς πιο κοινά από ότι είχε φανεί σε άλλες μελέτες (Hanák *et al.*, 2001; Skiba, 2007). Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι μεγάλο μέρος της ερευνητικής προσπάθειας του γράφοντος εστιάστηκε στα σπήλαια της Κρήτης και βασίστηκε στην καλύτερη γνώση του νησιού, αλλά και των απαιτούμενων σπηλαιολογικών τεχνικών, σε αντίθεση με άλλους ερευνητές. 2. Επιβεβαιώθηκε η παρουσία του *Pipistrellus nathusii* με την συλλογή ενός ατόμου (από την Μ. Ιονίς) και τον προσδιορισμό του από τον Ρ. Bendá, στα πλαίσια συνεργασίας με τον γράφοντα. 3. Αν και πολλές αναφορές των ξένων ερευνητών βασίστηκαν σε ακουστικές παρατηρήσεις, με τα προβλήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω, η κατανομή των ειδών που αυτές οι παρατηρήσεις προτείνουν επιβεβαιώθηκε και από (πιο αυστηρές) παρατηρήσεις του γράφοντος. 4. Προστέθηκαν οι ν. Ηρακλείου και Ρεθύμνου στην περιοχή εξάπλωσης του *Myotis aurascens/mystacinus*, ο ν. Λασιθίου σε αυτήν του *Pipistrellus nathusii* και ο ν. Ηρακλείου σε αυτήν του *Plecotus kolombatovici*. 5. Εντοπίστηκαν αρκετές αποικίες διαφόρων ειδών (κυρίως σπηλαιόβιων) οι οποίες όχι μόνο μπορούν πλέον να αποτελέσουν αντικείμενο μελλοντικών ερευνών, αλλά είναι και σημαντικό αντικείμενο προστασίας για τα απειλούμενα αυτά είδη. 6. Συγκεντρώθηκαν αρκετές παρατηρήσεις για το βιολογικό κύκλο πολλών ειδών, αλλά και τις οικοτοπικές τους προτιμήσεις, με εξέχουσα μάλλον περίπτωση το πρόσφατα ανακαλυφθέν *Pipistrellus hanaki*.

Όσον αφορά στην έκταση που καταλαμβάνουν οι πληθυσμοί των διαφόρων ειδών στην Κρήτη και το μέγεθός τους, τα πιο σπάνια είδη φαίνεται ότι είναι το μεταναστευτικό *Pipistrellus nathusii*, αλλά και το *Nyctalus leisleri* (2 και 3 θέσεις αντίστοιχα, με πολύ λίγα άτομα). Η Κρήτη είναι το νοτιότερο άκρο της παγκόσμιας κατανομής του *P. nathusii*, το οποίο πιθανότατα έρχεται εδώ (από την ανατολική κεντρική Ευρώπη) το φθινόπωρο και φεύγει στα τέλη της άνοιξης. Προφανώς, είναι πιο άφθονο από ότι γνωρίζουμε, αλλά η περιορισμένη δραστηριότητα των νυχτερίδων τους ψυχρούς μήνες (βλ. **Κεφάλαιο 5**) και η ομοιότητα των φωνών

εντοπισμού με αυτές του *P. kuhlii* (Zingg, 1990) καθιστά δύσκολο τον εντοπισμό του, πόσω μάλλον εάν το χειμώνα πέφτει σε λήθαργο, όπως σε άλλες περιοχές της Δ. Ευρώπης (Jarzembowski, 2003).

Το *Nyctalus leisleri* εξαπλώνεται κυρίως στην κεντρική και νότια Ευρώπη και στην Κρήτη πλησιάζει το νοτιότερο άκρο της κατανομής του παγκοσμίως. Αν και αναζητάει την τροφή του σε διάφορους οικοτόπους, η εξάρτησή του από γέρικα δέντρα με κοιλότητες, όπου φωλιάζει συνήθως (Schober and Grimmberger, 1997; Horáček *et al.*, 2000; Hutson *et al.*, 2008j), ενδεχομένως μπορεί να ερμηνεύσει την περιορισμένη κατανομή και αφθονία του στο νησί.

Το *Plecotus kolombatovici* έχει ευρεία κατανομή στην Κρήτη, αλλά φαίνεται να έχει περιορισμένη αφθονία, καθώς ουδέποτε έχουν αναφερθεί περισσότερα από πέντε άτομα ταυτοχρόνως και οι θέσεις που έχει βρεθεί είναι σχετικά λίγες. Αν και στη Β. Αφρική θεωρείται σχετικά κοινό, δεν είναι ιδιαίτερα άφθονο στην Ευρώπη (Hutson *et al.*, 2008b). Το *Plecotus macrobullaris* είναι ακόμα πιο σπάνιο, με λίγες αναφορές, από τους ν. Χανίων, Ρεθύμνου και Ηρακλείου. Φαίνεται ότι η αφθονία του είναι ιδιαίτερα περιορισμένη, καθώς έχουν συλληφθεί μόλις έξι ενήλικα αρσενικά άτομα, σε τέσσερις θέσεις και δεν έχει εντοπιστεί καμία αποικία του. Εξίσου σπάνιο φαίνεται να είναι και στο υπόλοιπο της περιοχής εξάπλωσής του, με τον Ευρωπαϊκό γνωστό πληθυσμό του να μην ξεπερνάει τα 2.500 άτομα (Hutson *et al.*, 2008c). Είναι πιθανόν ότι στην Κρήτη ήρθε από την Πελοπόννησο, όπου είναι παρόν και σήμερα, καθώς δεν έχει αναφερθεί από την Αφρική, την Τουρκία και τα νησιά του Αιγαίου.

Ο μικρός αριθμός συλληφθέντων ατόμων του *Myotis mystacinus/aurascens*, αλλά και ο περιορισμένος αριθμός φωνών εντοπισμού των ειδών του γένους *Myotis* που έχουν ηχογραφηθεί στην Κρήτη, δείχνουν ότι το εν λόγω είδος είναι επίσης σπάνιο και με περιορισμένη αφθονία. Η Κρήτη είναι κοντά στο νοτιότερο άκρο της παγκόσμιας κατανομής και των δύο ειδών και το γεγονός αυτό ίσως ευθύνεται για το μικρό μέγεθος του πληθυσμού του είδους που υπάρχει στην Κρήτη. Το *Myotis mystacinus* αναζητάει συνήθως την τροφή του σε υγροτόπους (Hutson *et al.*, 2008e), οι οποίοι είναι σχετικά σπάνιοι στο νησί, αλλά λίγα είναι γνωστά για την οικολογία του *Myotis aurascens* και συνεπώς δεν μπορούμε να κάνουμε ασφαλείς υποθέσεις για την ύπαρξη οικολογικών περιορισμών στους πληθυσμούς της Κρήτης.

Τέλος, το *Eptesicus serotinus* αν και έχει ευρεία κατανομή στην Κρήτη, δεν είναι ιδιαίτερα κοινό (καθώς έχει βρεθεί σε περιορισμένο αριθμό θέσεων), ούτε άφθονο (λίγα άτομα). Το γεγονός αυτό είναι μάλλον απροσδόκητο,

λαμβάνοντας υπ' όψιν την παγκόσμια κατανομή του και τις ευρείες οικολογικές του προτιμήσεις (Schober and Grimmberger, 1997; Hutson *et al.*, 2008d), αν και δεν φαίνεται να είναι ιδιαίτερα κοινό στην υπόλοιπη Ελλάδα (Hanák *et al.*, 2001), την Τουρκία (Benda and Horáček, 1998) ή την Κύπρο (Benda *et al.*, 2007).

Με εξαίρεση τα παραπάνω είδη και το *Myotis caraccinii*, το οποίο δεν έχει ιδιαίτερα ευρεία κατανομή (ούτε μεγάλη αφθονία), τα υπόλοιπα έχουν βρεθεί σε αρκετές θέσεις σε όλους τους νομούς. Τα πιο κοινά και άφθονα είναι τα: *Rhinolophus ferrumequinum*, *Myotis blythii* και *Miniopterus schreibersii*, τα οποία εντοπίζονται συνήθως μέσα στα καταφύγια τους (κυρίως σπήλαια) και τα: *Hypsugo savii*, *Pipistrellus hanaki*, *Pipistrellus kuhlii* και *Tadarida teniotis*, είδη με ευρείες οικολογικές προτιμήσεις (Schober and Grimmberger, 1997), για τα οποία οι περισσότερες αναφορές προέρχονται από ηχογραφήσεις. Όλα τα παραπάνω είδη είναι αρκετά κοινά και άφθονα στην Παλαιαρκτική (Horáček *et al.*, 2000), με εξαίρεση το *Tadarida teniotis*, το οποίο απαντάται κυρίως στη Μεσόγειο και τις γύρω περιοχές (Aulagnier *et al.*, 2008c). Εκτός από το *Pipistrellus hanaki*, του οποίου τα καταφύγια είναι άγνωστα, τα υπόλοιπα έξι είδη καταφεύγουν σε σπήλαια ή/και ρωγμές βράχων, τουλάχιστον σε κάποιο στάδιο του ετήσιου κύκλου τους (Schober and Grimmberger, 1997). Προφανώς τα είδη αυτά ευνοούνται από τη γεωλογία της Κρήτης, με τους αμέτρητους γκρεμούς ο σχηματισμός των οποίων οφείλεται στον έντονο τεκτονισμό της περιοχής, αλλά και τις πολλές χιλιάδες σπηλαίων που εντοπίζονται στις ασβεστολιθικές περιοχές. Αν και τα *Rhinolophus ferrumequinum*, *Myotis blythii* και *Miniopterus schreibersii* αφθονούν στα σπήλαια, είναι εν πολλοίς άγνωστο το πού αναζητούν την τροφή τους. Το γεγονός αυτό είναι αναμενόμενο για το *R. ferrumequinum*, καθώς τα Rhinolophidae εκπέμπουν ήχους χαμηλής έντασης (Vaughan *et al.*, 1997a), αλλά όχι και για τα δύο άλλα είδη. Αντιστρόφως, τα είδη που ηχογραφούνται κατά κόρον στα διάφορα οικοσυστήματα έχουν καταφύγια άγνωστα στους ερευνητές, αν και σε άλλες περιοχές είναι γνωστό ότι καταφεύγουν σε δέντρα, σχισμές βράχων και ανθρώπινες κατασκευές. Το γεγονός ότι τα είδη αυτά δεν σχηματίζουν πολύ μεγάλες αποικίες ευθύνεται εν μέρει για το ότι τα καταφύγια τους εντοπίζονται δύσκολα, ενώ η καλύτερη γνώση των καταφυγίων των σπηλαιόβιων ειδών οφείλεται στις σπηλαιολογικές δραστηριότητες του γράφοντος, αλλά και στην επικοινωνία με άλλους σπηλαιολόγους.

Πίνακας 2.4. Τα ευρωπαϊκά είδη Χειροπτερώων (εξαιρούνται τα ενδημικά των Κανάριων Νησιών και των Αζορών) και οι χωρότυποι τους (κατά Vigla Tagliani *et al.*, 1999). Οι σταυροί υποδεικνύουν παρουσία (σύμφωνα με την IUCN, 2008 και τους Hanák *et al.*, 2001; Benda *et al.*, 2007; Dietz *et al.*, 2007b).

Είδος	Κρήτη	Σικελία	Σαρδηνία	Κορσική	Κύπρος	Πελοπόννησος	Χωρότυπος
<i>Rhinolophus blasii</i>	+	-	-	-	+	+	Αφροτροπικό-τουρανο-μεσογειακός
<i>Rhinolophus euryale</i>	-	+	+	+	-	+	Τουρανο-μεσογειακός
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	+	+	+	+	+	+	Κεντρασιατικό-ευρω-μεσογειακός
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	+	+	+	+	+	+	Τουρανο-ευρω-μεσογειακός
<i>Rhinolophus mehelyi</i>	-	+	+	-	+	+	Τουρανο-μεσογειακός
<i>Barbastella barbastellus</i>	-	+	+	+	-	-	Ευρω-μεσογειακός
<i>Eptesicus bottae</i>	-	-	-	-	+	-	Νοτιοδυτικό-αιατικός
<i>Eptesicus isabellinus</i>	-	-	-	-	-	-	Δυτικό-μεσογειακός
<i>Eptesicus nilssonii</i>	-	-	-	-	-	-	Κεντρο- και βόρειο-ευρωπαϊκός
<i>Eptesicus serotinus</i>	+	+	+	+	+	+	Κεντρασιατικό-ευρω-μεσογειακός
<i>Hypsugo savii</i>	+	+	+	+	+	+	Τουρανο-ευρω-μεσογειακός
<i>Myotis alcathoe</i>	-	-	-	-	-	-	Νοτιο-ευρωπαϊκός
<i>Myotis aurascens</i>	*	-	-	-	-	*	Τουρανο-μεσογειακός
<i>Myotis bechsteinii</i>	-	-	-	+	-	+	Ευρω-μεσογειακός
<i>Myotis blythii</i>	+	+	-	-	+	+	Κεντρασιατικό-ευρωπαϊκός
<i>Myotis brandtii</i>	-	-	-	-	-	-	Κεντρο- και βόρειο-ευρωπαϊκός
<i>Myotis capaccinii</i>	+	+	+	+	-	+	Τουρανο-μεσογειακός

<i>Myotis dasycneme</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Κεντρο-ευρωπαϊκός
<i>Myotis daubentonii</i>	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Κεντροασιατικο-ευρωπαϊκός
<i>Myotis emarginatus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Τουρανο-ευρω-μεσογειακός
<i>Myotis myotis</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	Κεντρο- και νοτιο-ευρωπαϊκός
<i>Myotis mystacinus</i>	*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	*	Ευρωπαϊκός
<i>Myotis nattereri</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	Τουρανο-ευρω-μεσογειακός
<i>Myotis punicus</i>	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	Δυτικο-μεσογειακός
<i>Nyctalus lasiopterus</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	Ευρω-μεσογειακός
<i>Nyctalus leisleri</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	Τουρανο-ευρω-μεσογειακός
<i>Nyctalus noctula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	Κεντροασιατικο-ευρωπαϊκός
<i>Pipistrellus hanaki</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Κρήτη και Λιβύη
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Τουρανο-ευρω-μεσογειακός
<i>Pipistrellus nathusii</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Κεντρο- και νοτιο-ευρωπαϊκός
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Κεντροασιατικο-ευρω-μεσογειακός
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	Τουρανο-ευρωπαϊκός
<i>Plecotus auritus</i>	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	Ευρωπαϊκός
<i>Plecotus austriacus</i>	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	Κεντρο- και νοτιο-ευρωπαϊκός
<i>Plecotus kolombatovici</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	Μεσογειακός
<i>Plecotus macrobullaris</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	Τουρανο-ευρωπαϊκός
<i>Plecotus sardus</i>	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	Ενδημικό Σαρδηνίας

<i>Vespertilio murinus</i>	-	-	-	-	-	-	Κεντρο- και βόρειο-ευρωπαϊκός
<i>Miniopterus schreibersii</i>	+	+	+	+	+	+	Αφροτροπικό-τουρανο-ευρωπαϊκός
<i>Tadarida teniotis</i>	+	+	+	+	+	+	Τουρανο-μεσογειακός
<i>Rousettus aegyptiacus</i>	-	-	-	-	-	-	Αφροτροπικό-σινδικός
ΣΥΝΟΛΟ	17	20	21	22	19	25	
Αριθμός ειδών / 1000 Km²	2,045	0,778	0,872	2,534	2,054	1,160	

*: Είναι παρόν ή το *Myotis auraszens*, ή το *Myotis mystacinus*

Από τα 17 είδη Χειροπτέρων στην Κρήτη, το πιο «εντυπωσιακό» από βιογεωγραφικής άποψης είναι το *Pipistrellus hanaki*, καθώς έχει βρεθεί μόνο στην Κυρηναϊκή χερσόνησο (Benda *et al.*, 2004) και την Κρήτη, όπου πιστεύεται ότι ήρθε διασχίζοντας το Λιβυκό πέλαγος, κατά την κρίση αλατότητας του Μεσσηνίου (Hulva *et al.*, 2007). Είναι αρκετά συγγενικό με το *P. pygmaeus*, αλλά και με το *P. pipistrellus*, το οποίο είναι κοινότατο σε όλη την Ευρώπη και την Ανατολία (Hutson *et al.*, 2008g), απουσιάζει όμως από την Κρήτη (οι παλιές αναφορές αυτού του είδους από το νησί αναφέρονται στο *P. hanaki*). Οι μορφολογικές ομοιότητες του *Pipistrellus hanaki* με το *P. pipistrellus*, οι ομοιότητες των φωνών εντοπισμού των δύο ειδών, αλλά και η σχετικά μεγάλη αφθονία του *P. hanaki* στην Κρήτη, δείχνουν ότι πιθανότατα καταλαμβάνουν παρόμοιους οικολογικούς θώκους. Είναι δε πιθανό, το *Pipistrellus hanaki* να έχει ευρύτερη κατανομή στον Ελληνικό χώρο, καθώς παλιές αναφορές (πριν τις πρόσφατες ταξινομικές αλλαγές) του *P. pipistrellus* υπάρχουν από την Κάρπαθο, τη Ρόδο, τη Ν. Πελοπόννησο και τις Κυκλάδες. Η παρουσία του *P. pipistrellus* στην Πελοπόννησο επιβεβαιώθηκε πρόσφατα (Hulva *et al.*, 2004) και παραμένει ανοικτό το ερώτημα εάν τα δύο είδη (*Pipistrellus hanaki* και *P. pipistrellus*) βρίσκονται ή όχι συμπάτρια σε κάποιο μέρος της Ν. Ελλάδας (στην Πελοπόννησο ή αλλού).

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν και τα δύο είδη του γένους *Plecotus*, καθώς από τα χειρόπτερα της Κρήτης έχουν την πιο περιορισμένη κατανομή σε παγκόσμιο επίπεδο (μετά το *P. hanaki*): Από τα μεγάλα νησιά της Μεσογείου μόνο η Κρήτη και η Κύπρος «φιλοξενούν» το *Plecotus kolombatovici* (έχει βρεθεί και στη Ρόδο), ενώ το *Plecotus macrobullaris* έχει βρεθεί μόνο στην Κρήτη και την Κορσική (Dietz *et al.*, 2007b).

Εκτός από το *Pipistrellus nathusii*, το οποίο διανύει μεγάλες αποστάσεις κατά την μετανάστευση, ακόμα

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω και δείχνεται και στον **Πίνακα 2.4**, δέκα από τα είδη της Κρήτης έχουν ευρύτατη κατανομή στη Παλαιαρκτική και απαντώνται στην Ευρώπη, την Ασία και τη Β. Αφρική (**Πίνακας 2.4**). Αξίζει δε να σημειωθεί ότι, από τα είδη αυτά, το *Rhinolophus blasii* αν και είναι σχετικά κοινό στην Κρήτη δεν απαντάται σε κανένα από τα δυτικότερα νησιά της Μεσογείου (πιθανότατα όμως είναι παρόν σε κάποια από τα Επτάνησα) και το δυτικότερο άκρο της κατανομής του βρίσκεται στις Διηναικές Άλπεις (Jacobs *et al.*, 2008b). Το είδος με τη μικρότερη κατανομή είναι το *P. hanaki* (Κρήτη και Λιβύη), ενώ περιορισμένη είναι και η εξάπλωση των *M. capaccinii*, *Plecotus kolombatovici*, *P. macrobullaris* και *Tadarida teniotis*. Σχετικά περιορισμένη είναι και η εξάπλωση του

Pipistrellus nathusii, αν και κατά τη μεταναστευτική περίοδο διανύει αποστάσεις χιλιάδων χιλιομέτρων.

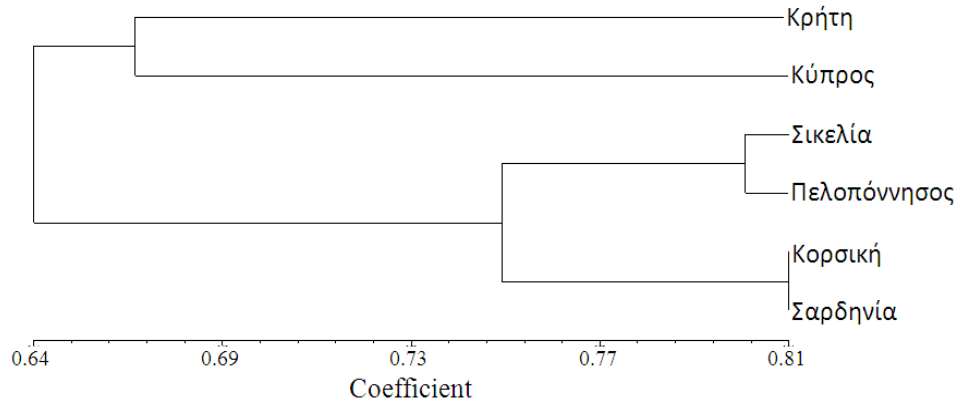
Η Κρήτη έχει το μικρότερο αριθμό ειδών, μεταξύ των πέντε μεγάλων νησιών της Μεσογείου και της Πελοποννήσου, καθώς 16 είδη απαντώνται σε μία ή περισσότερες από τις περιοχές αυτές, αλλά όχι και εδώ. Εάν όμως λάβουμε υπ' όψιν μας την έκταση των νησιών, τότε η Κρήτη όπως και τα δύο άλλα μικρότερα από τα νησιά αυτά (Κύπρος και Κορσική) εμφανίζονται να έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα ειδών (**Πίνακας 2.4**).

Η απουσία από την Κρήτη κάποιων ειδών που απαντώνται αλλού στη Μεσόγειο είναι πιθανό να οφείλεται στην ιστορία της εξάπλωσής τους ή/και στη γεωγραφική της απομόνωση από άλλες μεγάλες μάζες ξηράς. Αυτή η εξήγηση φαίνεται αρκετά πιθανή για τα είδη *Pipistrellus pygmaeus*, *Myotis myotis*, *Plecotus auritus*, *Plecotus austriacus*, *Rhinolophus euryale* και *Rhinolophus mehelyi*, κρίνοντας από την παρουσία τους σε άλλα νησιά της Μεσογείου (μεγάλα και μικρότερα), αλλά και (για ορισμένα είδη) στην Πελοπόννησο, τη Μικρά Ασία και τη Μέση Ανατολή. Παρόμοια μπορεί να είναι η εξήγηση για την απουσία και των *Nyctalus noctula*, *N. lasiopterus*, *Myotis bechsteinii*, *M. nattereri* και *Barbastella barbastellus*, τα οποία απουσιάζουν και από την Πελοπόννησο και τα νησιά του Αιγαίου, αν και πρόκειται για είδη που εξαρτώνται σε σημαντικό βαθμό από δασικές εκτάσεις με υγρό κλίμα (Hogáček *et al.*, 2000), οι οποίες δεν είναι ιδιαίτερα εκτενείς στην Κρήτη. Όσον αφορά στο *Pipistrellus pipistrellus*, η απουσία του από την Κρήτη μπορεί επίσης να οφείλεται σε ιστορικούς λόγους και την απόσταση, αν και οι ομοιότητες στη μορφολογία και τις φωνές εντοπισμού με το *P. hanaki* (βλ. και παραπάνω) μπορεί να καθιστούν απαγορευτική την παρουσία και των δύο ειδών στο νησί. Τέλος, τα είδη *Eptesicus bottae*, *Myotis runicus*, *Plecotus sardus* και *Rousettus aegyptiacus* έχουν πολύ περιορισμένη κατανομή στα νησιά της Μεσογείου και δεν εκπλήσσει το ότι δεν είναι παρόντα εδώ.

Αν χρησιμοποιήσουμε το δείκτη του Jaccard (1908) και τη μέθοδο UPGMA για να ομαδοποιήσουμε τα έξι μεγαλύτερα νησιά της Μεσογείου, με βάση τα είδη του **Πίνακα 2.4** που υπάρχουν σε ένα τουλάχιστον νησί, παίρνουμε το **Δενδρογράμμα 2.1**.

Από το δενδρογράμμα αυτό βλέπουμε ότι η Κορσική είναι στενά συνδεδεμένη με τη Σαρδηνία, γεγονός που προφανώς οφείλεται στην παρουσία των *Myotis daubentonii* και *Myotis runicus* και την απουσία του *Myotis blythii* σε αυτά μόνο τα νησιά. Παρομοίως, η σύνδεσή τους με τη Σικελία ερμηνεύεται από την κοινή παρουσία των *Barbastella barbastellus* και *Plecotus austriacus* και την κοινή απουσία του *Plecotus kolombatovici*.

Από την άλλη, η στενή σύνδεση της Κύπρου με την Κρήτη με μία πρώτη ματιά φαίνεται να σχετίζεται μόνο με την κοινή απουσία του *Rhinolophus euryale*. ενώ η παρουσία των *Rhinolophus euryale*, *Myotis bechsteinii*, *Myotis myotis* και *Nyctalus noctula*, στην Πελοπόννησο και όχι την Κρήτη και την Κύπρο, μάλλον ευθύνονται για τη διαφοροποίησή τους σύμφωνα με τη UPGMA. Η κοινή παρουσία άλλωστε ορισμένων ειδών και η απουσία άλλων από τη Σικελία και την Πελοπόννησο, συνηγορεί υπέρ της σύνδεσής τους.



Δενδρογραμμα 2.1. Ομαδοποίηση των έξι μεγαλύτερων νησιών της Μεσογείου ως προς τη νυχτεριδοπανίδα τους, σύμφωνα με τη μέθοδο UPGMA και το δείκτη του Jaccard. Οι αναλύσεις έγιναν με το λογισμικό NTSYSpc.

Συνοψίζοντας λοιπόν, μπορούμε να πούμε ότι στα μεγάλα νησιά της Μεσογείου υπάρχει κατ' αρχάς ένας γεωγραφικός διαχωρισμός, με τη Σικελία και τα νησιά ανατολικά αυτής να ανήκουν σε διαφορετικό κλάδο από τη Σαρδηνία και την Κορσική. Σε αυτό το διαχωρισμό παίζουν σημαντικό ρόλο τα είδη *Myotis punicus*, *Myotis blythii*, *Plecotus austriacus*, *Plecotus kolombatovici*, *Rhinolophus euryale*, *Rhinolophus blasii*, η κατανομή των οποίων στη Μεσόγειο φαίνεται να οφείλεται σε βιογεωγραφικούς-ιστορικούς κυρίως λόγους, αλλά και τα *Myotis daubentonii*, *Barbastella barbastellus*, *Myotis bechsteinii*, *Nyctalus noctula*, για τα οποία οι συνθήκες της νοτιοανατολικής Μεσογείου (κλίμα και βλάστηση) πιθανότατα δεν είναι ευνοϊκές. Θα πρέπει πάντως να τονιστεί ότι ο κατάλογος των ειδών της Κύπρου πιθανότατα δεν είναι πλήρης, καθώς η γνώση μας για την χειροπτεροπανίδα του νησιού και ιδίως του βόρειου τμήματος είναι περιορισμένη και κάποιες παλιές αναφορές ειδών (που δεν ελήφθησαν υπ' όψιν εδώ) είναι αμφισβητούμενες (Benda *et al.*, 2007). Παρομοίως, ατελείς είναι οι γνώσεις μας και για την πανίδα των

Κεφάλαιο 2. Κατανομές

υπόλοιπων νησιών πλην της Κρήτης και ακόμα και οι πιο πρόσφατες πηγές πληροφόρησης (Dietz *et al.*, 2007b; IUCN Red List of Threatened Species, 2008) δεν συμφωνούν ως προς την παρουσία κάποιων ειδών. Συνεπώς, τα αποτελέσματα της ομαδοποίησης που παρατίθενται εδώ θα ίσως πρέπει να αντιμετωπιστούν με επιφυλακτικότητα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΦΩΝΩΝ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΧΕΙΡΟΠΤΕΡΩΝ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

3.1.1 Ο ηχοεντοπισμός στη μελέτη των Χειροπτέρων

Από την εμφάνιση των πρώτων φορητών δεκτών υπερήχων έχουν πραγματοποιηθεί πολυάριθμες μελέτες που βασίζονται εν μέρει ή αποκλειστικά στην παρακολούθηση και καταγραφή των φωνών εντοπισμού των Χειροπτέρων. Οι μελέτες αυτές καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα θεμάτων, όπως η συστηματική (Jones and Van Parijs, 1993), η αυτοοικολογία (Jensen *et al.*, 2001), η εξελικτική οικολογία (Siemers *et al.*, 2001), η κατανομή των ειδών (Rydell *et al.*, 2002) και η προτίμηση ενδιαιτήματος (Krusic and Neefus, 1996; Vaughan *et al.*, 1997a; Russo *et al.*, 2002; Walsh *et al.*, 1996a, b; Walsh *et al.*, 2004). Η παρακολούθηση των φωνών εντοπισμού έχει εξίσου σημαντικές εφαρμογές στη διαχείριση των πληθυσμών των νυχτερίδων και των ενδιαιτημάτων τους, μέσω του εντοπισμού καταφυγίων, σημαντικών θέσεων τροφοληψίας, διαδρόμων και θέσεων ζευγαρώματος και της μακροχρόνιας παρακολούθησης της παρουσίας και αφθονίας των ειδών στους διάφορους οικοτόπους (Boye, 2004).

Οι δέκτες υπερήχων που χρησιμοποιούνται για τη μελέτη των νυχτερίδων (bat detectors) διαθέτουν κυκλώματα τα οποία επεξεργάζονται τις φωνές εντοπισμού και τις καθιστούν ακουστές με τρεις διαφορετικούς τρόπους (Pettersson, 2004):

α) Heterodyne. Σε αυτή τη λειτουργία ο χειριστής επιλέγει τη συχνότητα στην οποία θα λειτουργήσει ο δέκτης και η συχνότητα του ήχου που φτάνει στα αυτιά του είναι η διαφορά της επιλεγμένης συχνότητας, από την εκπεμπόμενη (από τη νυχτερίδα). Αυτή η λειτουργία είναι πολύ ευαίσθητη και ανιχνεύει ασθενείς φωνές, ενώ επιτρέπει τον προσδιορισμό των ειδών επί τόπου με βάση τη συχνότητα, αλλά και τα τονικά χαρακτηριστικά του ήχου που προκύπτει από την επεξεργασία. Τα μειονεκτήματά της είναι ότι είναι δυνατόν να εντοπίσει ταυτόχρονα περιορισμένο αριθμό ειδών και μπορεί να αξιοποιηθεί μόνο από κατάλληλα εκπαιδευμένους και πολύ έμπειρους χρήστες και βασίζεται

στην ποιότητα της ακοής του χρήστη και την ακουστική του μνήμη (Ahlén, 2004). Επιπλέον μειονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι δεν είναι δυνατή η μελέτη των ήχων εκ των υστέρων, καθώς δεν υπάρχει τρόπος να καταγραφεί επακριβώς η συχνότητά τους.

β) Frequency Division. Αυτή η μέθοδος ανιχνεύει ήχους από ένα ευρύ φάσμα συχνοτήτων, σε όλο το ακουστό και υπερηχητικό φάσμα και υποπολλαπλασιάζει τη συχνότητά τους προκειμένου να είναι ακουστοί από το χρήστη, επιτόπου ή στο εργαστήριο (όταν αυτοί καταγράφονται σε κάποιο μέσο αποθήκευσης). Δυνητικά μπορεί να εντοπίσει όλα τα είδη που βρίσκονται στην περιοχή μελέτης, συχνά όμως είδη με ασθενείς φωνές (ψιθυρίζουσες νυχτερίδες, π.χ. είδη του γένους *Plecotus*) δεν γίνονται αντιληπτά. Επίσης, η μέθοδος αυτή αλλοιώνει τα χαρακτηριστικά του ήχου, καθώς συγκρατεί ένα μικρό ποσοστό της υπάρχουσας πληροφορίας που αυτός εμπεριέχει (συνήθως το ένα δέκατο) και γι' αυτό χρησιμοποιείται μόνο για αδρούς προσδιορισμούς ειδών, ή για μετρήσεις της σχετικής αφθονίας όλων των ειδών αδιακρίτως. Εν τούτοις, υπάρχει διαθέσιμο λογισμικό για την επεξεργασία ήχων που προκύπτουν με αυτήν την τεχνική, χρησιμοποιείται όμως μόνο στην Αμερική και την Αυστραλία και η χρήση του είναι εν πολλοίς άγνωστη στην Ευρώπη.

γ) Time Expansion. Όπως καταδεικνύει το όνομά της, η μέθοδος αυτή οδηγεί στη «χρονική διαστολή» ενός επιλεγμένου χρονικού διαστήματος και γι' αυτό η εφαρμογή της προϋποθέτει την ταυτόχρονη εφαρμογή και μίας από τις δύο άλλες μεθόδους, προκειμένου να παρακολουθεί ο χρήστης τη δραστηριότητα των νυχτερίδων σε πραγματικό χρόνο. Κατά το επιλεγμένο χρονικό διάστημα, τα ηλεκτρονικά κυκλώματα του δέκτη λαμβάνουν δείγματα του υπάρχοντος ήχου (επίσης σε όλο το ακουστό και υπερηχητικό φάσμα) με πολύ μεγάλη συχνότητα (sampling rate) και ακολούθως τα αναπαράγουν, στις περισσότερες περιπτώσεις με τη χρονική διάρκεια πολλαπλασιασμένη και τη συχνότητα διαιρεμένη κατά δέκα φορές. Οι τροποποιημένες κατ' αυτόν τον τρόπο φωνές είναι υψηλής ποιότητας και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό σε επίπεδο είδους στο εργαστήριο, με την εξέταση της μορφής τους σε διαγράμματα συχνότητας – χρόνου, έντασης – χρόνου και έντασης – συχνότητας, ή/και με τη λήψη και επεξεργασία των σχετικών μετρήσεων (Jones *et al.*, 2000). Η μέθοδος όμως αυτή δεν στερείται μειονεκτημάτων, καθώς για την εφαρμογή της απαιτείται περισσότερος χρόνος από ότι τις άλλες και οι δέκτες που τη διαθέτουν είναι ακριβότεροι. Επίσης, η διαστολή του επιλεγμένου χρονικού διαστήματος και η ακόλουθη αναπαραγωγή του δεν επιτρέπουν τη συνεχή καταγραφή της

δραστηριότητας των νυχτερίδων. Το τελευταίο αυτό πρόβλημα υπερπηδήθηκε μόλις πρόσφατα με την κατασκευή δεκτών οι οποίοι μπορούν να συνδεθούν με ηλεκτρονικούς υπολογιστές που διαθέτουν κατάλληλες κάρτες ήχου, καθιστώντας δυνατή τη συνεχή καταγραφή ήχων υψηλής συχνότητας (Jones *et al.*, 2000). Τα μειονεκτήματα αυτής της τεχνικής είναι το ακόμα υψηλότερο κόστος του εξοπλισμού, η δυσκολία χρήσης του εκτός εργαστηρίου και ο ακόμα μεγαλύτερος χρόνος επεξεργασίας των υπέρογκων αρχείων ήχου (Jones *et al.*, 2004; Waters and Gannon, 2004).

Καμία από τις τρεις παραπάνω μεθόδους δεν είναι τέλεια, γι' αυτό και ο συνδυασμός δύο ή περισσότερων από αυτές μπορεί να βελτιώσει τα αποτελέσματα κάθε ακουστικής μελέτης. Ακόμα και σε αυτήν την περίπτωση όμως, η μελέτη ειδών που δεν ανιχνεύονται λόγω χαμηλής έντασης στις φωνές τους ή/και λόγω του ότι πετούν σε μεγάλο ύψος, όπως κατά συνέπεια και η συγκριτική μελέτη όλων των ειδών μίας περιοχής είναι επισφαλής (Gannon and Sherwin, 2004; Limpens and McCracken, 2004; Walsh *et al.*, 1996a, b; Walsh *et al.*, 2004). Ο συνδυασμός των ακουστικών μελετών με άλλες τεχνικές, όπως οι επιθεωρήσεις καταφυγίων, οι συλλήψεις και η ακόλουθη ραδιοπαρακολούθηση ενδείκνυνται σε αυτές τις περιπτώσεις, προκειμένου να γίνεται μία ολοκληρωμένη προσέγγιση της νυχτεριδοπανίδας της περιοχής μελέτης (Gannon *et al.*, 2003).

Σε περιοχές όπου απαντώνται λίγα είδη ή/και είδη με ανόμοιες φωνές εντοπισμού, ο προσδιορισμός ηχογραφημένων φωνών υψηλής ποιότητας μπορεί να γίνει σχετικά εύκολα και με μικρή πιθανότητα λάθους, με την οπτική εξέταση των φωνών σε διαγράμματα συχνότητας-χρόνου και τη σύγκρισή τους με ήδη προσδιορισμένες φωνές από την ίδια ή άλλες περιοχές (Ahlén, 1990; Barataud, 1996). Ο προσδιορισμός όμως γίνεται επισφαλής και συχνά αδύνατος εάν τα υπάρχοντα είδη είναι πολλά και με όμοιες φωνές (Barclay, 1999; Jones *et al.*, 2000). Επιπλέον δυσκολίες στον προσδιορισμό των φωνών θέτουν μία σειρά από παράγοντες, όπως η ενδοπληθυσμιακή ποικιλομορφία τους (Obrist, 1995; Barclay, 1999; Barclay *et al.*, 1999; Waters and Gannon, 2004), η γεωγραφική διαφοροποίησή τους (Barclay, 1999; Barclay *et al.*, 1999; Barclay and Brigham, 2004; Waters and Gannon, 2004) και η διαφοροποίησή τους ανάλογα με τον τύπο του ενδιαιτήματος όπου αυτές ηχογραφούνται (Simmons *et al.*, 1979; Obrist, 1995; Barclay, 1999; Limpens, 2004). Για την υπερπήδηση αυτών των δυσκολιών έχουν αναπτυχθεί διάφορες τεχνικές οι οποίες βασίζονται στη δημιουργία και στατιστική επεξεργασία «βιβλιοθηκών» με μεγάλους αριθμούς προσδιορισμένων φωνών

εντοπισμού και οι οποίες παρέχουν τη δυνατότητα ελέγχου και επανάληψης (Waters and Gannon, 2004). Η εφαρμογή της Ανάλυσης Διαφοροποιών Εξισώσεων (Discriminant Function Analysis – DFA) είναι η παλαιότερη και πιο διαδεδομένη μέθοδος (Zingg, 1990; Krusic and Neefus, 1996; Vaughan *et al.*, 1997a, b; Jones *et al.*, 2000; Russo and Jones, 2002; 2003; Papadatou *et al.*, 2008) και θα παρουσιαστεί εκτενέστερα ακολούθως. Πιο πρόσφατα έχουν αναπτυχθεί βελτιωμένες τεχνικές προσδιορισμού φωνών εντοπισμού με τη χρήση Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων (Artificial Neural Networks, Parsons and Jones, 2000; Parsons, 2001; 2004) και Αλγόριθμους Συνεργικής Αναγνώρισης Προτύπων (Synergistic Pattern Recognition Algorithms, Obrist *et al.*, 2004). Παρά τα πλεονεκτήματά τους έναντι της DFA, η εφαρμογή τους είναι ακόμα σε πειραματικό στάδιο και απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις, γι' αυτό και δεν ήταν δυνατό να εφαρμοστεί και να αξιολογηθεί στα πλαίσια αυτής της μελέτης.

3.1.2 Σκοπός της μελέτης

Οι γνώσεις μας για τα χαρακτηριστικά των φωνών εντοπισμού των νυχτερίδων στην Ελλάδα είναι ιδιαίτερα φτωχές, γεγονός που περιορίζει τις δυνατότητές μας να μελετήσουμε και να κατανοήσουμε την οικολογία τους. Εξίσου περιορισμένες είναι και οι οικολογικές μελέτες που αναφέρονται στη χώρα μας. Ο Legakis *et al.* (2000) μελέτησαν την κατανομή των Χειροπτέρων στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας, χρησιμοποιώντας την τεχνική Heterodyne, η οποία έχει αρκετές αδυναμίες, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως. Η τεχνική Time Expansion έχει χρησιμοποιηθεί από την Papadatou (2001) και το γράφοντα (Γεωργιακάκης, 2003) για να μελετηθεί η χρήση διαφόρων οικοτόπων στη Λέσβο και την Κρήτη αντίστοιχα, ενώ παρόμοια μελέτη έχει πραγματοποιηθεί και στη Ζάκυνθο (Davy *et al.*, 2007). Στις τρεις αυτές μελέτες ο προσδιορισμός των φωνών εντοπισμού βασίστηκε σε δημοσιευμένα δεδομένα, προερχόμενα από άλλες χώρες (Ahlén, 1990; Barataud, 1996; Russo and Jones, 2002), με υψηλές πιθανότητες λάθους, λόγω γεωγραφικής διαφοροποίησης των φωνών (Barclay *et al.*, 1999; Barclay and Brigham, 2004; Waters and Gannon, 2004). Τα χαρακτηριστικά των φωνών εντοπισμού των νυχτερίδων της Θράκης μελετήθηκαν από τους Papadatou *et al.* (2008) με την τεχνική Time Expansion και την εφαρμογή Διαφοροποιών Εξισώσεων. Τα αποτελέσματά της μελέτης όμως αυτής μπορούν να χρησιμοποιηθούν για έρευνες σε άλλες περιοχές της

Ελλάδας μόνο με μεγάλες επιφυλάξεις, λόγω της γεωγραφικής διαφοροποίησης των φωνών εντοπισμού. Λίγα επιπλέον δεδομένα έχουν δημοσιευτεί για τις φωνές εντοπισμού του *Tadarida teniotis* στη Ζάκυνθο από τους Bayefsky-Anand *et al.* (2008) και αυτές των Rhinolophidae (Heller and Helversen, 1989). Με εξαίρεση τις λιγοστές πληροφορίες που παρέχονται από τους Mayer και von Helversen (2001) και τον Skiba (2007), τίποτα άλλο δεν είναι γνωστό για τις φωνές εντοπισμού των νυχτερίδων της Κρήτης.

Το αντικείμενο αυτής της ενότητας είναι η μελέτη των φωνών εντοπισμού των νυχτερίδων της Κρήτης. Πιο συγκεκριμένα, οι επιμέρους στόχοι είναι: 1) Η περιγραφή των φωνών εντοπισμού των νυχτερίδων της Κρήτης. Μεταξύ αυτών συγκαταλέγεται και το πρόσφατα ανακαλυφθέν *Pipistrellus hanaki*, οι φωνές εντοπισμού του οποίου δεν έχουν περιγραφεί επαρκώς σε καμία από τις περιοχές εξάπλωσής του. 2) Η σύγκριση των γνωρισμάτων των φωνών αυτών με τη βορειανατολική Ελλάδα και άλλες περιοχές της Ευρώπης. 3) Η διερεύνηση του κατά πόσο διαφέρουν τα χαρακτηριστικά των φωνών εντοπισμού συγκεκριμένων ειδών, ο προσδιορισμός των οποίων (φωνών) έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα δύσκολος σε άλλες περιοχές της εξάπλωσής τους. 4) Η διερεύνηση του κατά πόσο τα γενικά γνωρίσματα του ενδιαίτηματος (ανάγλυφο και βλάστηση) επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά των φωνών εντοπισμού. 5) Η ανάπτυξη και αξιολόγηση μεθοδολογίας για τον προσδιορισμό φωνών εντοπισμού νυχτερίδων οι οποίες δεν είναι δυνατόν να συλληφθούν και να αναγνωριστούν σε επίπεδο είδους. Προϋπόθεση για την επίτευξη αυτών των στόχων, αποτελούσε η δημιουργία μιας βιβλιοθήκης φωνών εντοπισμού, η οποία έχει ήδη καταχωρηθεί στις συλλογές του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Κρήτης (Πανεπιστήμιο Κρήτης) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μελλοντικές έρευνες.

3.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.2.1 Ηχογράφηση υπερήχων

3.2.1.1 Θέσεις ηχογράφησης και είδη που ηχογραφήθηκαν

Για την περιγραφή των φωνών εντοπισμού των νυχτερίδων της Κρήτης χρησιμοποιήθηκαν φωνές που ηχογραφήθηκαν κατά την περίοδο 5 Μαΐου 2007 έως 31 Αυγούστου 2008. Έγιναν 97 δειγματοληψίες ήχων από 87 θέσεις, κυρίως από τους Νομούς Χανίων (26 θέσεις), Ρεθύμνου (26 θέσεις)

και Ηρακλείου (33 θέσεις), ενώ από το νομό Λασιθίου συλλέχθηκαν φωνές από 2 θέσεις. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν φωνές εντοπισμού 570 ατόμων, από 16 εκ των 17 ειδών που απαντώνται στην Κρήτη (**Πίνακας 3.1**). Το μόνο είδος που δεν μελετάται εδώ είναι το *Pipistrellus nathusii*, μεταναστευτικό είδος η παρουσία του οποίου στην Κρήτη έγινε γνωστή το 2007 (Skiba, 2007).

3.2.1.2 Συνθήκες ηχογράφησης

Η καταγραφή των φωνών εντοπισμού έγινε με έναν από τους τέσσερις παρακάτω τρόπους:

- α. Ηχογράφηση από το χέρι. Τα άτομα των ειδών αυτών συγκρατιόντουσαν σε σταθερή απόσταση (50cm περίπου) από το δέκτη των υπερήχων κατά την ηχογράφησή τους (Heller nd Helversen, 1989). Έγινε σε άτομα των *Rhinolophus blasii*, *R. ferrumequinum* και *R. hipposideros*, προκειμένου να αποφευχθεί η αντιστάθμιση στο φαινόμενο Doppler (βλ. εισαγωγή).
- β. Ηχογράφηση κατά την εσπερινή έξοδο από το καταφύγιο. Η ηχογράφηση έγινε σε απόσταση άνω των δέκα μέτρων από την είσοδο του καταφυγίου, προκειμένου οι φωνές των ζώων να έχουν προσαρμοστεί στις συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος. Στα επόμενα βήματα χρησιμοποιήθηκε ένα μικρό ποσοστό των φωνών που ηχογραφήθηκαν με αυτόν τον τρόπο, προκειμένου να αποφευχθεί η ψευδοεπανάληψη (χρήση δύο ή περισσότερων σημάτων από το ίδιο άτομο). Ηχογράφηση αυτού του είδους πραγματοποιήθηκε σε ένα καταφύγιο του *Myotis emarginatus*, αφ' ότου επιβεβαιώθηκε η παρουσία του και η απουσία άλλων ειδών του γένους *Myotis*, οι φωνές των οποίων θα μπορούσαν να μπερδευτούν με αυτούς του εν λόγω είδους. Αυτού του τύπου η ηχογράφηση έγινε και σε 2 σπήλαια-καταφύγια του *Miniopterus schreibersii*. Το μόνο ευρωπαϊκό είδος του οποίου οι υπέρηχοι συγχέονται με το είδος αυτό, είναι το *Pipistrellus pipistrellus*, το οποίο όμως δεν χρησιμοποιεί τα σπήλαια, με εξαίρεση τη Ρουμανία όπου σχηματίζει μεγάλες αποικίες εντός κάποιων σπηλαίων.
- γ. Ηχογράφηση παγιδευμένων ζώων κατά την απελευθέρωσή τους. Σε αυτές τις περιπτώσεις ένα από τα μέλη της ομάδας πεδίου απελευθέρωνε μία-μία τις νυχτερίδες προς την κατεύθυνση του δέκτη υπερήχων, κατόπιν παραγγελίας του χειριστή αυτού (δηλαδή του γράφοντος). Η απόσταση του σημείου απελευθέρωσης από το δέκτη

Πίνακας 3. 1. Αριθμός ατόμων που ηχογραφήθηκαν (και αριθμός θέσεων στις παρενθέσεις), ανά είδος και ανά τρόπο ηχογράφησης. Για την παρουσία του *Myotis mystacinus* ή του *M. aurascens* στην Κρήτη, βλ. σχετική συζήτηση στο **Κεφάλαιο 1.**

Είδος	Τρόπος ηχογράφησης				
	Αρ. ατόμων (θέσεων)	Από το χέρι	Έξοδος από καταφύγιο	Απελευθέρωση	Ελεύθερη πτήση
<i>Rhinolophus blasii</i>	55 (10)	55	-	-	-
<i>R. ferrumequinum</i>	67 (10)	67	-	-	-
<i>R. hipposideros</i>	48 (12)	48	-	-	-
<i>Eptesicus serotinus</i>	2 (2)	-	-	2	-
<i>Hypsugo savii</i>	60 (17)	-	-	43	17
<i>Miniopterus schreibersii</i>	69 (4)	-	45	24	-
<i>Myotis mystacinus/aurascens</i>	6 (3)	-	-	6	-
<i>Myotis blythii</i>	56 (8)	-	-	56	-
<i>Myotis capaccinii</i>	27 (1)	-	-	44	-
<i>Myotis emarginatus</i>	49 (7)	-	3	46	-
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	43 (18)	-	-	23	20
<i>Pipistrellus hanaki</i>	47 (21)	-	-	12	35
<i>Pipistrellus nathusii</i>	0 (0)	-	-	-	-
<i>Plecotus kolombatovici</i>	3 (2)	-	-	3	-
<i>Plecotus macrobullaris</i>	1 (1)	-	-	1	-
<i>Nyctalus leisleri</i>	2 (2)	-	-	2	-
<i>Tadarida teniotis</i>	35 (35)	-	-	-	35

των υπερήχων ήταν πάντα γύρω στα δέκα μέτρα. Αυτό ήταν απαραίτητο, προκειμένου η νυχτερίδα να μην είναι πολύ κοντά στο χειριστή του δέκτη κατά την ηχογράφησή της, αλλά και για να είναι η ηχογράφηση δυνατή μετά από λίγα δευτερόλεπτα πτήσης, ώστε οι φωνές του ζώου να είναι πιο «φυσιολογικές». Έγινε σε άτομα όλων των ειδών, πλην του *Tadarida teniotis* και αυτών του γένους *Rhinolophus*.

δ. Ηχογράφηση σε ελεύθερη πτήση. Έγινε σε θέσεις τροφοληψίας είτε για τους σκοπούς αυτού του κεφαλαίου, είτε στα πλαίσια άλλων μελετών. Χρησιμοποιήθηκαν υπέρηχοι αυτής της προέλευσης από τα είδη *Tadarida teniotis*, *Pipistrellus kuhlii*, *Hypsugo savii* και *Pipistrellus hanaki*. Ενώ το πρώτο από αυτά τα είδη έχει διακριτούς υπέρηχους, οι ήχοι των *P. kuhlii* και *H. savii* είναι αρκετά παρόμοιοι, ενώ αυτοί του *P. hanaki* ομοιάζουν εν μέρει με τους υπέρηχους του *Miniopterus schreibersii*. Για τα τέσσερα αυτά είδη αρχικά λήφθηκαν οι μετρήσεις από τις προσδιορισμένες φωνές (τρόπος ηχογράφησης γ) και διαπιστώθηκαν οι περιοχές επικάλυψης των μετρήσεων στα ζευγάρια ειδών *P. kuhlii*-*H. savii* και *P. hanaki*-*M. schreibersii*. Οι φωνές από ελεύθερη πτήση επιλέχθηκαν ακολούθως, έτσι ώστε οι τιμές των παραμέτρων που χρησιμοποιήθηκαν στα επόμενα βήματα (βλ. 3.2) να μην εντοπίζονται μέσα στις περιοχές επικάλυψης. Προκειμένου να μειωθεί η πιθανότητα χρήσης δύο ή περισσότερων σημάτων από το άτομο, χρησιμοποιήθηκε μόνο ένα σήμα του *Tadarida teniotis* (είδος που πετάει γρήγορα και σε μεγάλες αποστάσεις) από κάθε θέση. Από ορισμένες θέσεις όπου ηχογραφήθηκαν αρκετά σήματα των ειδών *Pipistrellus kuhlii*, *Hypsugo savii* και *Pipistrellus hanaki*, χρησιμοποιήθηκαν περισσότερες της μίας φωνές. Στις περιπτώσεις αυτές, τα σημεία ηχογράφησης των σημάτων που επιλέχθηκαν απείχαν 250 τουλάχιστον μέτρα, ούτως ώστε να αποφευχθεί κατά το δυνατόν το ενδεχόμενο της ψευδοεπανάληψης.

Με εξαίρεση τον τρόπο ηχογράφησης «α», οι ηχογραφήσεις έγιναν σε διαφόρων τύπων ενδιαιτήματα, καθώς αυτό επιβαλλόταν από το περιβάλλον των θέσεων σύλληψης, αλλά και προκειμένου να περιγραφούν οι φωνές που εκπέμπουν τα είδη υπό διάφορες συνθήκες. Σε κάθε ηχογράφηση η δομή του ενδιαιτήματος κωδικοποιήθηκε και καταχωρήθηκε σε μία από τις εξής τέσσερις γενικές κατηγορίες:

1. Πυκνή βλάστηση με αρκετά δέντρα σε απόσταση μικρότερη των τριών μέτρων από το δέκτη των υπέρηχων και το σημείο απελευθέρωσης των ζώων ή την έξοδο του καταφυγίου τους.
2. Αραιή βλάστηση με λίγα δέντρα ή αρκετά δέντρα σε απόσταση μεγαλύτερη των πέντε μέτρων. Στις περισσότερες περιπτώσεις που καταχωρήθηκαν εδώ επρόκειτο για ηχογραφήσεις κατά μήκος στενών δρόμων με δέντρα στη μία ή και τις δύο πλευρές τους.
3. Ηχογραφήσεις κοντά σε κατακόρυφες πλαγιές ή τοίχους κτηρίων (σε απόσταση μικρότερη των 5 μέτρων).

4. Ηχογραφήσεις σε ανοικτούς χώρους χωρίς δέντρα, μεγάλους βράχους και κτήρια, ή με αραιά δέντρα σε μεγάλη απόσταση.

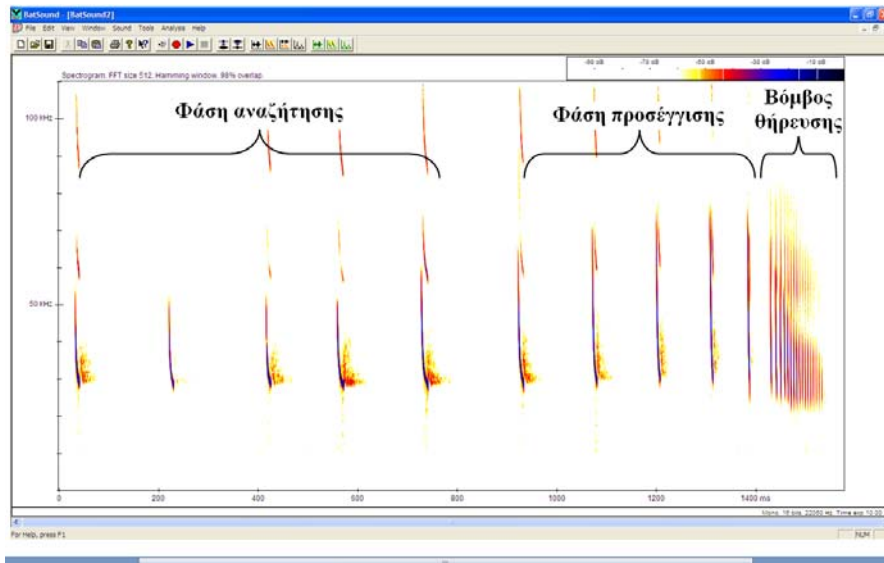
Από τα 570 άτομα που ηχογραφήθηκαν, η ηχογράφιση των 18 (1 *Hypsugo savii*, 1 *Myotis mystacinus/aurascens*, 1 *Nyctalus leisleri*, 4 *Pipistrellus hanaki* και 11 *Rhinolophus ferrumequinum*) έγινε με δέκτη υπερήχων Pettersson D1000X ενώ οι υπόλοιπες έγιναν με δέκτη Pettersson D 980 (Pettersson Elektronik AB, Uppsala, Sweden). Ο πρώτος τύπος δέκτη αποθηκεύει τις ηχογραφήσεις στην κάρτα cf που φέρει σε μορφή αρχείων .wav με ρυθμό λήψης (sample rate) 44.1kHz και ανάλυση (resolution) 16 bit. Για το δεύτερο δέκτη χρησιμοποιήθηκε ως μέσο αποθήκευσης στερεοφωνικός ψηφιακός καταγραφέας ήχου EDIROL R-09 (Roland Co., www.edirol.net. Frequency response: 20Hz-22KHz). Ο καταγραφέας αυτός φέρει κάρτα SD και ρυθμίστηκε να αποθηκεύει τα αρχεία ήχου σε μορφή .wav με ρυθμό λήψης (sample rate) 44.1 kHz και ανάλυση (resolution) 16 bit.

3.2.2 Ανάλυση υπερήχων

Η ανάλυση των ηχογραφημένων φωνών έγινε σύμφωνα με τους Russo and Jones, (2002), με το λογισμικό BatSound (version 1.2, Pettersson Elektronik AB, Uppsala, Sweden) στο οποίο έγιναν οι ακόλουθες ρυθμίσεις για τα διαγράμματα συχνότητας - χρόνου (spectrogram) και έντασης – συχνότητας (Power spectrum): FFT size=512, FFT window=Hamming. Επιπλέον, για τα διαγράμματα συχνότητας - χρόνου επιλέχθηκαν και οι ρυθμίσεις: FFT overlap=98, Threshold=4, Amplitude contrast=0. Η προκύπτουσα (από τις παραπάνω ρυθμίσεις) ανάλυση συχνοτήτων (Frequency resolution) ήταν 1120 Hz.

Από κάθε αλληλουχία φωνών εντοπισμού μετρήθηκε μία μόνο φωνή, η οποία επιλέχθηκε εφ' όσον ήταν αρκετά ισχυρή και είχε υψηλό λόγο σήματος – θορύβου (signal to noise ratio), προκειμένου να είναι δυνατή η πραγματοποίηση των μετρήσεων. Από τις ηχογραφήσεις σε ελεύθερη πτήση επιλέχθηκαν φωνές προερχόμενες από τη φάση αναζήτησης (1^η φάση) της ακολουθίας. Οι φωνές αυτής της φάσης εκπέμπονται όταν οι νυχτερίδες «σαρώνουν» τον περιβάλλοντα χώρο αναζητώντας στερεά ή υγρά σώματα (π.χ. έντομα, δέντρα, βράχια, επιφάνειες λιμνών), με τις φωνές της φάσης προσέγγισης προσπαθούν να συλλέξουν όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τη θέση και την κίνηση της λείας τους, ενώ οι βόμβοι θήρευσης (τελική φάση) εκπέμπονται όταν επιτίθενται στη λεία τους (Schnitzler and Kalko, 2001; **Εικόνα 3.1**). Οι

φωνές της φάσης αναζήτησης επιλέχθηκαν επειδή τα χαρακτηριστικά τους διαφοροποιούνται περισσότερο μεταξύ των ειδών (Schnitzler and Kalko, 2001). Επίσης, η φάση αυτή της ακολουθίας είναι η πιο συνηθισμένη (καθώς οι άλλες δύο προϋποθέτουν τον εντοπισμό τροφής) και συνεπώς η πλέον ενδεικνυόμενη για το προσδιορισμό ιπτάμενων νυχτερίδων από τις φωνές τους. Τέλος, από τις ηχογραφήσεις μετά από απελευθέρωση (οπότε εκπέμπονται φωνές μόνο από τη φάση αναζήτησης), επιλέχθηκαν φωνές όσο το δυνατόν προς το τέλος της ακολουθίας, ώστε να μοιάζουν περισσότερο με αυτά της ελεύθερης πτήσης. Όλες οι φωνές σε αυτές τις ακολουθίες ανήκουν στη φάση αναζήτησης.



Εικόνα 3.1. Οι διαφορετικές φάσεις σε μία ακολουθία φωνών εντοπισμού του *Eptesicus serotinus*.

Σε κάθε φωνή μετρήθηκαν οι εξής παράμετροι (**Εικόνα 3.2**):

1. Αρχική συχνότητα (SF). Είναι επίσης η υψηλότερη συχνότητα σε όλα τα είδη, πλην αυτών του γένους *Rhinolophus*.
2. Τελική συχνότητα (EF). Είναι η συχνότητα στο τέλος της φωνής.
3. Χαμηλότερη συχνότητα (LF). Σε ορισμένα άτομα των γενών *Hypsugo*, *Pipistrellus*, *Miniopterus*, *Eptesicus* και *Nyctalus* και σε όλα τα άτομα των ειδών του γένους *Myotis* διαφοροποιείται αισθητά από την Τελική συχνότητα. Η διαφορά αυτή είναι μικρότερη στα είδη του γένους

Plecotus και στο *Tadarida teniotis* και ανύπαρκτη στα είδη του γένους *Rhinolophus*.

4. Συχνότητα μέγιστης ενέργειας (FMAXE). Είναι η συχνότητα στην οποία η φωνή έχει τη μέγιστη ενέργεια.
5. Συχνότητα μέγιστης ενέργειας, όπως υπολογίζεται αυτόματα από το λογισμικό (FMsoft). Μετρήθηκε μόνο για τα είδη του γένους *Myotis*, καθώς διαπιστώθηκε ότι σε αυτά τα είδη η τιμή της FMAXE επηρεάζεται σημαντικά από την ακριβή θέση των χρονικών σημείων t1 και t2 (**Εικόνα 3.2**). Η αξιοπιστία της FMsoft και της FMAXE εκτιμώνται στα επόμενα βήματα.
6. Συχνότητα στο μέσο της χρονικής διάρκειας του σήματος (MF).
7. Χρονική διάρκεια της φωνής (D).
8. Χρονική απόσταση δύο διαδοχικών φωνών (IPI). Είναι το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από την αρχή του σήματος από το οποίο λήφθηκαν οι μετρήσεις 1 έως 7 μέχρι την αρχή του επόμενου σήματος. Οι τιμές των παραμέτρων 1 έως 6 δίνονται σε χιλιοκύκλους (KHz), ενώ αυτές των παραμέτρων 7 και 8 σε χιλιοστά του δευτερολέπτου (ms). Οι μετρήσεις των SF, EF, LF έγιναν από τα διαγράμματα συχνότητας – χρόνου (spectrograms), οι μετρήσεις των FMAXE και FMsoft από τα διαγράμματα έντασης - συχνότητας (Power spectra), ενώ αυτές των D και IPI από τα διαγράμματα έντασης – χρόνου (oscillograms). Σε πολλά άτομα του γένους *Myotis* τα Power spectra είχαν δύο ή περισσότερες κορυφές σχεδόν ισοϋψείς. Στην περίπτωση που η συχνότητα της υψηλότερης κορυφής διέφερε λιγότερο από 1 ντεσιμπέλ (dB) από τις άλλες κορυφές, ως συχνότητα μέγιστης ενέργειας υπολογίστηκε η μέση τιμή των συχνοτήτων που αντιστοιχούσαν στις κορυφές αυτές. Στις φωνές που διέθεταν περισσότερες από μία αρμονικές (ταυτόχρονες φωνές με διαφορετικά εύρη συχνοτήτων, **Εικόνα 3.1**), όλες οι μετρήσεις έγιναν στην αρμονική με την μεγαλύτερη ένταση, δηλαδή την πρώτη αρμονική, με εξαίρεση τα είδη του γένους *Rhinolophus*, όπου η ισχυρότερη αρμονική είναι η δεύτερη.

3.2.3 Στατιστική επεξεργασία

3.2.3.1 Περιγραφικά στατιστικά και μονομεταβλητές συγκρίσεις

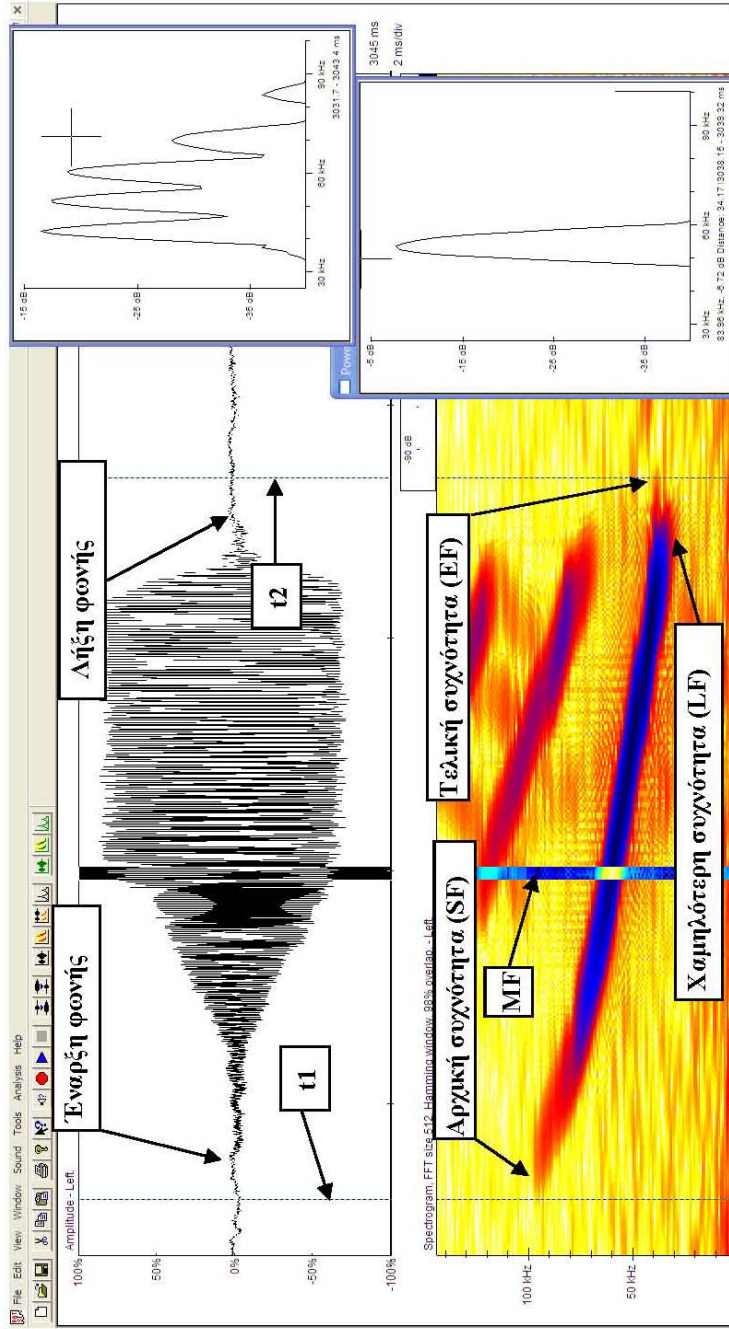
Στα είδη όπου ηχογραφήθηκαν περισσότερα από δύο άτομα, υπολογίστηκε η ελάχιστη, η μέγιστη και η μέση τιμή (mean), ενώ σε αυτά που ηχογραφήθηκαν έξι ή περισσότερα άτομα υπολογίστηκε και η τυπική

απόκλιση (standard deviation) και έγιναν τα σχετικά κυτιογράμματα (Box plots).

Μονομεταβλητές συγκρίσεις (univariate comparisons) έγιναν στις παρακάτω περιπτώσεις, εφ' όσον υπήρχαν αρκετά διαθέσιμα δείγματα:

- A. Για να συγκριθούν οι φωνές ειδών που είναι γνωστό από άλλες περιοχές ότι παρουσιάζουν ομοιότητες. Προϋπόθεση αποτελεί το να έχουν γίνει οι ηχογραφήσεις με παρόμοιο τρόπο και σε όμοια ενδιαιτήματα (βλ. 3.2.1.2). Σε αυτήν την κατηγορία εντάσσονται οι ακόλουθες συγκρίσεις:
1. *Hypsugo savii* (28 άτομα) με *Pipistrellus kuhlii* (13 άτομα). Ηχογράφηση κατά την απελευθέρωση σε ενδιαιτήματα με αραιά δέντρα ή πυκνά δέντρα σε μέτρια απόσταση (τύπος 2).
 2. *Myotis emarginatus* (36 άτομα) με *Myotis blythii* (35 άτομα). Ηχογράφηση κατά την απελευθέρωση σε ενδιαιτήματα με κατακόρυφες πλαγιές (τύπος 3).
 3. *Myotis emarginatus* (10 άτομα) με *Myotis blythii* (32 άτομα) και *Myotis caraccinii* (27 άτομα). Ηχογράφηση κατά την απελευθέρωση σε ενδιαιτήματα με αραιά δέντρα ή πυκνά δέντρα σε μέτρια απόσταση (τύπος 2).
- B. Για να συγκριθούν οι υπέρηχοι ενός είδους που καταγράφηκαν σε διαφορετικά ενδιαιτήματα. Προϋπόθεση αποτελεί το να έχουν γίνει οι ηχογραφήσεις με τον ίδιο τρόπο. Σε αυτή την κατηγορία εντάσσονται οι ακόλουθες συγκρίσεις:
1. *Myotis blythii* κατά την απελευθέρωση σε ενδιαιτήματα με αραιά δέντρα ή πυκνά δέντρα σε μέτρια απόσταση (τύπος 2, 22 άτομα) και σε ενδιαιτήματα με κατακόρυφες πλαγιές (τύπος 3, 35 άτομα).
 2. *Myotis emarginatus* κατά την απελευθέρωση σε ενδιαιτήματα με αραιά δέντρα ή πυκνά δέντρα σε μέτρια απόσταση (τύπος 2, 10 άτομα) και σε ενδιαιτήματα με κατακόρυφες πλαγιές (τύπος 3, 36 άτομα).
 3. *Miniopterus schreibersii* κατά την έξοδο από καταφύγιο σε ενδιαιτήματα με πυκνά δέντρα (τύπος 1, 19 άτομα) και σε ανοικτούς χώρους (τύπος 4, 25 άτομα).
- Γ. Η σύγκριση των φωνών του *Miniopterus schreibersii* που έγινε στο B3 έδειξε ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές, οπότε έγινε ακολούθως και σύγκριση όλων των φωνών που ηχογραφήθηκαν κατά την έξοδο από καταφύγια (45 άτομα) με αυτές που ηχογραφήθηκαν κατά την απελευθέρωση σε ενδιαιτήματα με κατακόρυφες πλαγιές (24 άτομα).

Εικόνα 3. 2. Διαγράμματα συχνότητας-χρόνου (κάτω), έντασης-χρόνου (πάνω) και έντασης-συχνότητας (πάνω ένθετο για FMAXE & FMsoft, κάτω ένθετο για MF) μίας φωνής εντοπισμού του *Myotis blythii*. Στο διάγραμμα έντασης-χρόνου δείχνονται τα χρονικά σημεία t1 και t2 μεταξύ των οποίων μετρήθηκαν οι FMAXE & FMsoft. Η MF μετρήθηκε στο μέσο του σήματος (σκιασμένη περιοχή). Η D μετρήθηκε μεταξύ των ενδείξεων Έναρξης και Λήξης.



Σε κάθε ομάδα μετρήσεων έγιναν έλεγχοι κανονικότητας (Shapiro-Wilkinson) στις αρχικές τιμές των μετρήσεων και κατόπιν μετασχηματισμού (\log_{10}). Αναλόγως με τα αποτελέσματά τους, εφαρμόστηκαν παραμετρικές (t-test, one-way ANOVA με Games-Howell, LSD και Dunnett's C post-hoc ελέγχους) ή μη παραμετρικές (Mann-Whitney, Kruskal-Wallis) μέθοδοι σύγκρισης.

3.2.3.2 Πολυμεταβλητές συγκρίσεις

Οι πολυμεταβλητές συγκρίσεις έγιναν στα είδη *Myotis blythii*, *Myotis caraccinii*, *Myotis emarginatus*, *Hypsugo savii*, *Pipistrellus kuhlii*, *Miniopterus schreibersii* και *Pipistrellus hanaki*. Τα είδη του γένους *Rhinolophus* (*R. blasii*, *R. ferrumequinum* και *R. hipposideros*), όπως και το *Tadarida teniotis* δεν εξετάστηκαν εδώ, καθώς οι υπέρηχοί τους είναι χαρακτηριστικοί και ο προσδιορισμός των ειδών από αυτούς, εύκολος και ασφαλής με πιο απλές μεθόδους. Τα είδη *Eptesicus serotinus*, *Myotis mystacinus/aurascens*, *Plecotus kolombatovici*, *Plecotus macrotus* και *Nyctalus leisleri* επίσης δεν συμμετείχαν στις πολυμεταβλητές συγκρίσεις, καθώς τα διαθέσιμα δείγματα ήταν πολύ λίγα.

Οι πολυμεταβλητές συγκρίσεις έγιναν σε τρεις ομάδες ειδών:

1. Σε όλα τα παραπάνω 7 είδη.
2. Στα 3 είδη του γένους *Myotis*.
3. Στα 4 είδη με φωνές τύπου FM/QCF (*Hypsugo savii*, *Pipistrellus kuhlii*, *Miniopterus schreibersii* και *Pipistrellus hanaki*).

Η επανάληψη αυτής της διαδικασίας έγινε προκειμένου να εξεταστεί το κατά πόσο ο αρχικός «αδρός» προσδιορισμός ενός υπερηχητικού σήματος και η απόδοσή του σε μία ομάδα ειδών (*Myotis* ή FM/QCF) αυξάνει τη διακριτική ισχύ της μεθόδου που αναπτύσσεται ακολούθως.

Αρχικά εξετάστηκε η κανονικότητα της κατανομής του συνόλου των τιμών κάθε μέτρησης (δηλ. για όλα τα είδη κάθε ομάδας, Shapiro-Wilkinson και Kolmogorov-Smirnov). Οι έλεγχοι αυτοί έγιναν στις πρωτογενείς τιμές και ακολούθως, όπου ήταν αναγκαίο, στις μετασχηματισμένες (\log_{10}). Ακολούθως πραγματοποιήθηκε (για κάθε ομάδα ειδών) Πολυμεταβλητή Ανάλυση Διακύμανσης (MANOVA), προκειμένου να εξεταστεί η υπόθεση ομοιογένειας των Πινάκων Συνδιακύμανσης (Equality of Covariance Matrices, με τον έλεγχο του Box) και να αποφασιστούν τα επόμενα βήματα. Επιπλέον, με τη MANOVA και πιο συγκεκριμένα με το κριτήριο του Wilk (Λ), εξετάστηκε η υπόθεση διαφοροποίησης των ειδών μέσα σε κάθε ομάδα και υπολογίστηκε η συνεισφορά κάθε διαφοροποιού εξίσωσης (discriminant function) στην «ερμηνεία» της υπάρχουσας

διακύμανσης. Για την εκτίμηση της συνεισφοράς κάθε παραμέτρου στη διαφοροποίηση των ειδών έγιναν ακολούθως Πολυμεταβλητές Αναλύσεις Διακύμανσης για κάθε παράμετρο ξεχωριστά (ανεξάρτητα σε κάθε ομάδα ειδών).

Σε κάθε ομάδα ειδών ελέγχθηκε η συσχέτιση των παραμέτρων που μετρήθηκαν με υπολογισμό του συντελεστή (r) του Spearman (έλεγχος σημαντικότητας: 2-tailed).

Τέλος, σε κάθε ομάδα ειδών πραγματοποιήθηκε Τετραγωνική Διαφοροποιός Ανάλυση (Quadratic Discriminant Analysis, QDA) με τη μέθοδο της διασταυρούμενης πιστότητας (cross validation). Η εναλλακτική της Γραμμικής Διαφοροποιού Ανάλυσης απορρίφτηκε, καθώς οι έλεγχοι του Box έδειξαν ότι οι Πίνακες Συνδιακύμανσης (Covariance Matrices), δεν ήταν ομοιογενείς. Προκειμένου να διαπιστωθεί ποιος συνδυασμός από τις παραμέτρους που μετρήθηκαν δίνει τα υψηλότερα ποσοστά σωστής κατάταξης (σε κάθε ομάδα ειδών), η QDA πραγματοποιήθηκε με διάφορους συνδυασμούς παραμέτρων. Το σύνολο όλων των διαφορετικών συνδυασμών των παραμέτρων ανέρχονται σε αρκετές δεκάδες και θα ήταν εξαιρετικά χρονοβόρο να πραγματοποιηθεί η QDA για κάθε ένα από αυτούς. Για το λόγο αυτό, δοκιμάστηκαν επιλεγμένοι συνδυασμοί, με βάση τα αποτελέσματα των Πολυμεταβλητών Αναλύσεων Διακύμανσης (για κάθε παράμετρο) και των ελέγχων συσχέτισης που αναφέρθηκαν παραπάνω: σε κάποιους συνδυασμούς απουσίαζαν οι παράμετροι με τη μικρότερη συνεισφορά στην ποικιλομορφία, η/και παράμετροι ισχυρά συσχετιζόμενες με κάποιες άλλες.

Τα περιγραφικά στατιστικά, οι έλεγχοι κανονικότητας, οι μονομεταβλητές συγκρίσεις και ο έλεγχος συσχέτισης έγιναν με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS 15, ενώ οι Πολυμεταβλητές Αναλύσεις Διακύμανσης και οι Διαφοροποιού Αναλύσεις έγιναν με το στατιστικό πρόγραμμα Minitab15.

3.2.3.3 Σύγκριση των φωνών εντοπισμού στην Κρήτη και τον Έβρο

Σύγκριση των φωνών μεταξύ Κρήτης και Έβρου έγινε για τα είδη *Hypsugo savii*, *Pipistrellus kuhlii*, *Miniopterus schreibersii*, *Myotis blythii*, *Myotis caraccinii*, *Myotis emarginatus* και *Tadarida teniotis*, από τα οποία υπήρχαν αρκετές διαθέσιμες φωνές και από τις δύο περιοχές. Επίσης, έγινε σύγκριση των φωνών του *Pipistrellus hanaki* (το οποίο έχει βρεθεί μόνο στην Κρήτη και τη Λιβύη) με φωνές του συγγενικού του *Pipistrellus pipistrellus* από τον Έβρο, προκειμένου να διαπιστωθεί το κατά πόσο οι φωνές των δύο ειδών είναι παρόμοιες όπως έχει προταθεί (Hulva *et al.*, 2004). Οι φωνές των πληθυσμών του Έβρου ηχογραφήθηκαν και οι

μετρήσεις αυτών έγιναν από την Παπαδάτου με την μεθοδολογία που περιγράφηκε στις παραγράφους 2.2.1.2 και 2.2.2 (Paradatou *et al.* 2008). Χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές της αρχικής (SF) και τελικής (EF) συχνότητας, την συχνότητας μέγιστης ενέργειας (FMAXE), της διάρκειας της φωνής (D) και της χρονικής απόστασης δύο διαδοχικών φωνών (IPI), καθώς μόνο αυτές οι παράμετροι μετρήθηκαν με τον ίδιο τρόπο στις δύο περιοχές. Στις τιμές των μετρήσεων αυτών έγιναν έλεγχοι κανονικότητας κατανομών (Shapiro-Wilk) και ομοιογένειας της διακύμανσης (Levene's test) και αναλόγως με το αποτέλεσμα πραγματοποιήθηκαν δοκιμασίες t για δύο ανεξάρτητα δείγματα (2 independent samples t-test) ή μη παραμετρικές δοκιμασίες (Mann-Whitney U test).

3.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.3.1 Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία και μονομεταβλητές συγκρίσεις

Από 11 είδη συγκεντρώθηκε ικανοποιητικός αριθμός δειγμάτων, από πέντε είδη δεν συγκεντρώθηκαν περισσότερα από δέκα δείγματα, ενώ κανένα δείγμα δεν λήφθηκε από το *Pipistrellus nathusii*. Τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία δίνονται στον **Πίνακα 3.3.1**.

3.3.1.1 Γένος *Rhinolophus* (φωνές τύπου FM/CF/FM).

Όπως φαίνεται στην **Εικόνα 3.3**, δεν υπάρχει καμία επικάλυψη στις τιμές της συχνότητας μέγιστης ενέργειας (FMAXE) και της συχνότητας στο μέσο της χρονικής διάρκειας του σήματος (MF). Επικάλυψη υπάρχει στην αρχική (SF) και την τελική συχνότητα (EF) και ακόμα μεγαλύτερη επικάλυψη παρατηρείται στις χρονικές παραμέτρους (διάρκεια D και χρονική απόσταση δύο διαδοχικών σημάτων IPI).

3.3.1.2 Γένος *Myotis* (φωνές τύπου FM)

Μεταξύ των ειδών του γένους *Myotis*, το *M. emarginatus*, φαίνεται να έχει σαφώς υψηλότερες τιμές συχνότητων, κυρίως στην αρχική συχνότητα (SF), τη συχνότητα μέγιστης ενέργειας (FMAXE) και τη συχνότητα μέγιστης ενέργειας, όπως υπολογίζεται αυτόματα από το λογισμικό (FMsoft). Το *M. blythii* έχει τις χαμηλότερες τιμές συχνότητων (ιδίως στην χαμηλότερη και την τελική συχνότητα), με εξαίρεση την αρχική συχνότητα και τη συχνότητα στο μέσο της διάρκειας του σήματος, όπου οι τιμές του είναι ενδιάμεσες (**Εικόνα 3.4**).

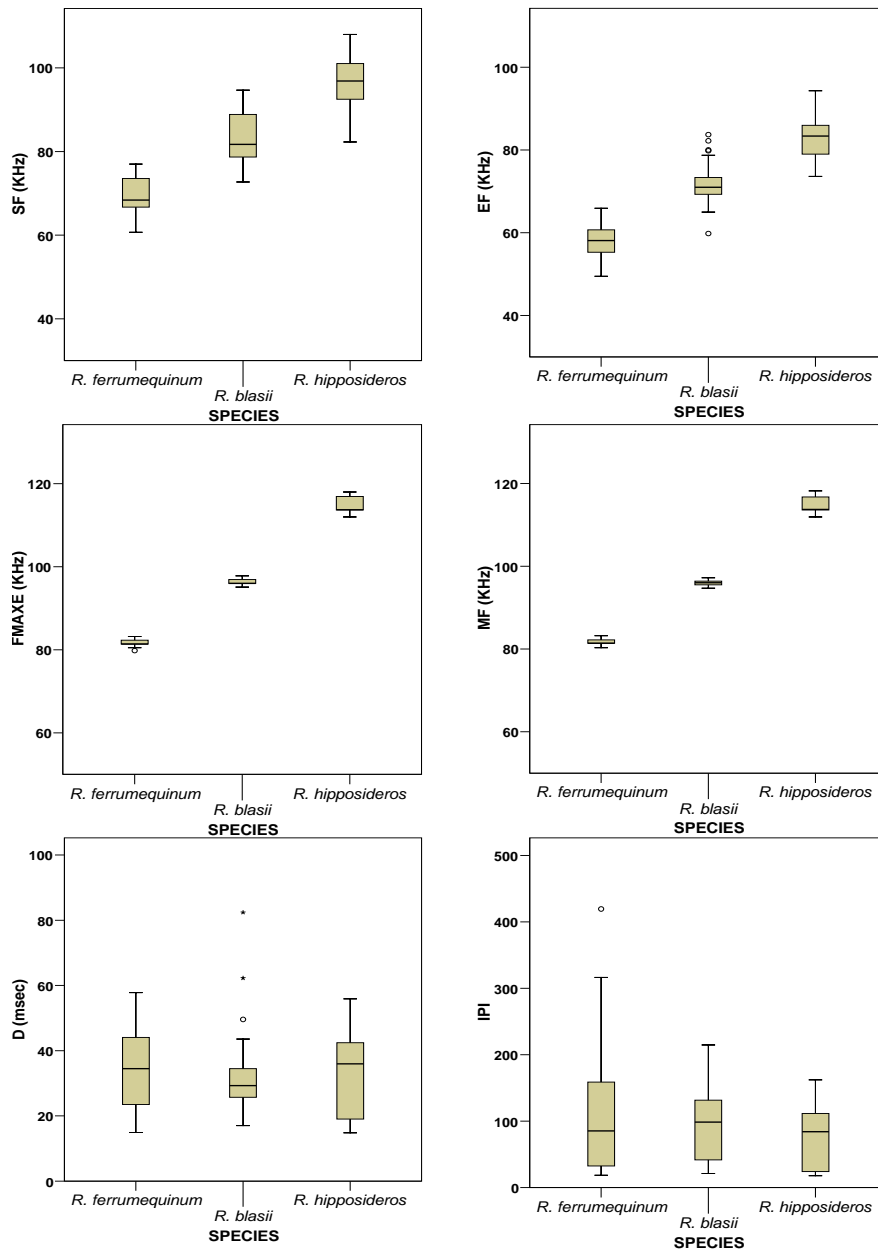
Πίνακας 3.3.1. Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των φωνών εντοπισμού για τα 16 από τα 17 είδη Χειροπτερών της Κρήτης. Στα είδη *E. serotinus*, *N. leisleri* και *P. macrobullaris* δίνονται οι τιμές των μετρήσεων για όλα τα άτομα που ηχογραφήθηκαν. Στα υπόλοιπα είδη δίνεται η μέση τιμή (average) και η τυπική απόκλιση (πάνω σειρά) και οι ελάχιστες και μέγιστες τιμές (κάτω σειρά).

Είδος	N	SF	EF	LF	FMAXE	FMsoft	MF	D	IPI
<i>Rhinolophus blasii</i>	55	83,54±6,05	71,64±4,05		96,39±0,57		95,99±0,55	31,17±10,84	92,63±52,32
		72,70-94,70	59,80-		95,10-97,80		94,70-97,20	17,05-82,40	21,20-214,70
<i>R. ferrumequinum</i>	67	69,58±4,02	58,11±3,67		81,77±0,65		81,77±0,62	34,97±12,27	107,42±83,23
		60,70-77,00	49,50-		79,80-83,20		80,30-83,20	14,90-57,80	18,64-419,40
<i>R. hipposideros</i>	48	96,88±5,62	82,91±4,68		114,64±1,84		114,65±1,88	32,83±13,35	76,04±45,72
		82,30-108,00	73,60-		112,00-		111,90-	14,80-55,90	18,00-162,30
<i>Myotis blythii</i>	56	105,08±13,63	31,94±4,42	25,02±3,82	44,60±5,32	42,57±5,04	54,80±7,09	5,28±1,32	113,53±31,44
		76,10-133,00	25,30-	18,40-	33,10-53,90	32,70-	41,70-75,00	3,10-9,82	49,50-240,34
<i>Myotis capaccinii</i>	27	87,15±9,24	40,42±1,67	32,99±2,90	48,84±4,06	47,89±4,57	50,59±1,72	4,67±0,86	95,00±29,73
		62,30-100,00	36,20-	25,40-	44,00-58,80	43,10-	46,80-53,50	2,53-6,40	47,96-175,70
<i>Myotis emarginatus</i>	49	125,70±14,57	41,79±3,55	35,03±2,97	57,09±5,79	54,39±5,30	60,41±5,37	4,01±0,77	85,47±28,42
		91,00-151,00	35,70-	27,60-	47,80-72,35	45,65-	51,00-72,70	2,20-5,30	51,16-178,87
<i>M. mystacinus/aurascens</i>	6	101,38±11,46	36,55±3,94	30,40±4,04	51,00±4,52		47,93±1,61	3,30±0,40	113,80±29,60
		88-118,50	31,00-	25,40-	45,80-56,37		45,80-50,10	3,04-4,10	75,29-151,33
<i>Eptesicus serotinus</i>	2	59,50-77,50	24,50-	22,00-	26,90-28,44		31,30-33,80	7,29-10,81	66,76-240,21
<i>Nyctalus leisleri</i>	2	63,50-68,00	22,80-	20,70-	28,50-32,35		29,50-32,30	2,83-4,73	57,60-76,80
<i>Plecotus kolombatovici</i>	3	51,83	25,9	25,03	35,03		30,17	3,15	91,83
		49,00-54,00	24,50-	24,00-	30,40-43,10		29,50-30,70	2,85-3,41	85,77-101,16
<i>Pl. macrobullaris</i>	1	43,00	20,00	19,00	28,50		21,68	2,90	98,15
		65,91±19,13	35,06±1,62	32,40±1,86	37,50±2,18		38,07±2,77	7,75±2,45	167,22±120,52
<i>Hypsugo savii</i>	60	35,38-104,00	32,60-	26,30-	33,70-41,80		33,70-46,10	3,50-14,54	34,40-549,00

Κεφάλαιο 3. Ακουστικός προσδιορισμός

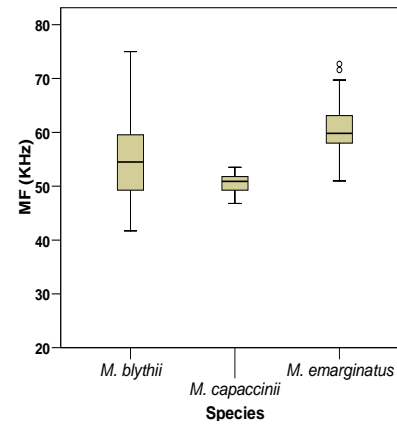
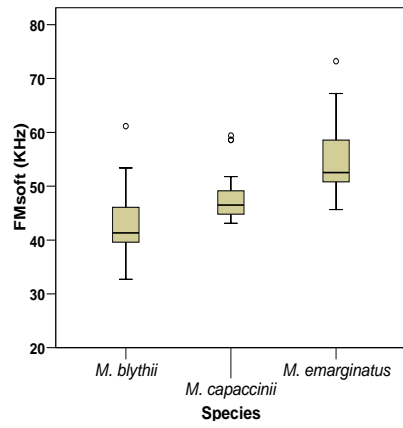
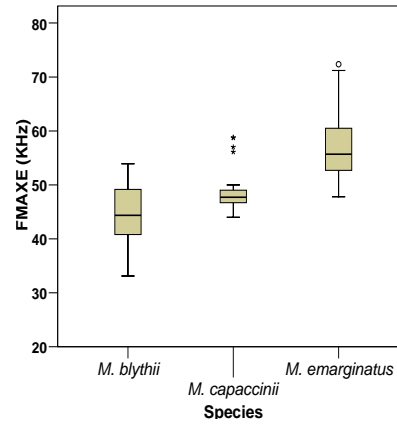
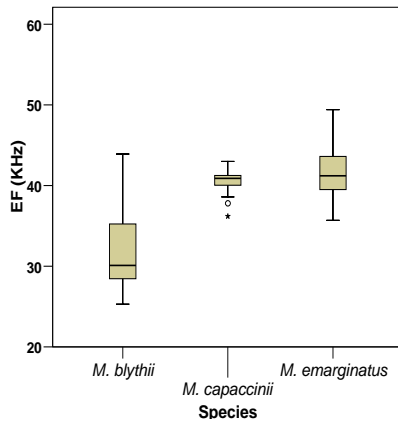
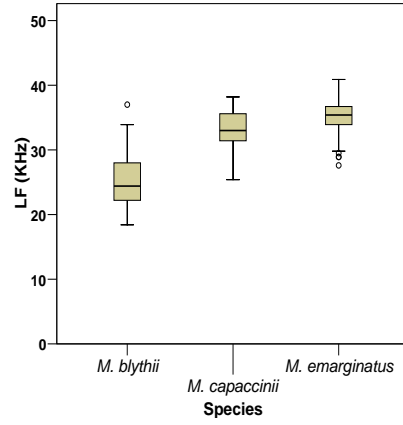
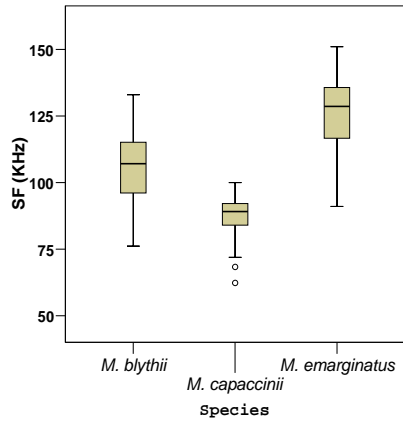
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	43	80,59±14,04	39,54±2,17	35,93±2,77	41,69±1,72		43,02±2,36	5,22±1,12	111,65±54,67
		55,40-107,10	34,00-	28,00-	36,60-44,83		37,00-48,10	3,10-8,50	58,10-382,83
<i>Pipistrellus hanaki</i>	47	80,01±18,41	48,51±1,67	45,67±1,89	48,89±1,66		48,90±1,74	5,84±1,53	137,55±61,73
		49,20-109,50	44,30-	40,60-	44,83-52,10		44,86-51,89	2,50-11,47	26,20-270,00
<i>Miniopterus schreibersii</i>	69	94,83±13,32	52,55±1,14	48,50±1,67	54,41±2,06		55,30±1,65	6,45±1,50	105,26±42,70
		62,40-122,00	50,00-	44,90-	51,30-60,50		52,10-59,70	4,32-11,50	47,50-229,70
<i>Tadarida teniotis</i>	35	19,37±6,50	12,01±1,23	10,72±1,32	13,03±1,68		12,97±1,83	16,23±4,27	672,06±306,34
		12,30-38,20	10,20-	8,30-14,20	10,40-17,60		10,10-18,60	7,86-24,30	131,00-

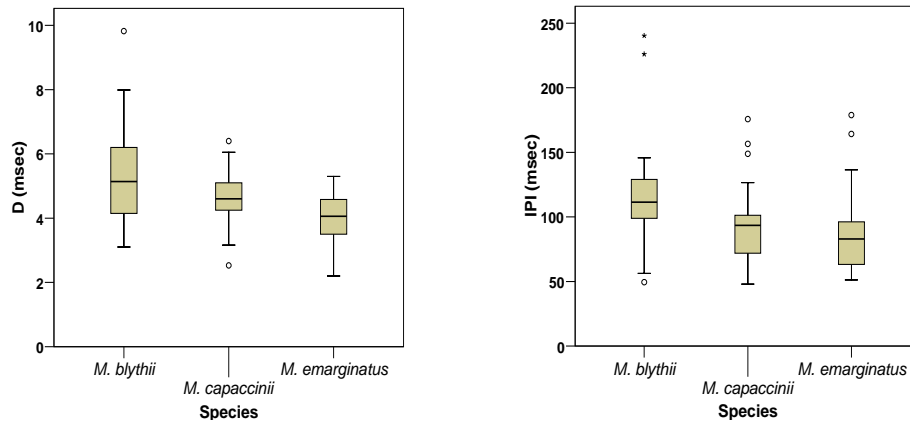
Κεφάλαιο 3. Ακουστικός προσδιορισμός



Εικόνα 3.3. Κυτιογράμματα για τις παραμέτρους που μετρήθηκαν στα είδη του γένους *Rhinolophus*. Δίνονται οι μέγιστες και οι ελάχιστες τιμές, τα quartiles και οι median. Με κύκλους συμβολίζονται τα έκτοπα σημεία (outliers) και με αστερίσκους οι ακραίες τιμές.

Κεφάλαιο 3. Ακουστικός προσδιορισμός





Εικόνα 3.4. Κυτιογράμματα για τις παραμέτρους που μετρήθηκαν στα είδη του γένους *Myotis*. Το *M. mystacinus/aurascens* δεν συμπεριλαμβάνεται εδώ λόγω του πολύ μικρού διαθέσιμου δείγματος. Επεξηγήσεις όπως και στην **Εικόνα 3.3**.

Σε κάθε ένα από τα είδη *M. blythii* και *M. emarginatus*, η σύγκριση των υπερήχων που ηχογραφήθηκαν κατά την απελευθέρωση σε ενδιαιτήματα με λίγα δέντρα ή πολλά δέντρα σε μέτρια απόσταση (τύπος 2) και σε ενδιαιτήματα με κατακόρυφες πλαγιές (τύπος 3) έδειξε ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές. Εξαιρέση αποτελούν η διάρκεια του σήματος (D) στο *M. blythii* (N=22 και 35 αντίστοιχα, $t=-2,271$, $p=0,027$), και η τελική συχνότητα (EF, Mann-Whitney $Z=-2,265$, $t=0,024$) και η διάρκεια του σήματος (D, Mann-Whitney $Z=-2,811$, $p=0,005$) στο *M. emarginatus* (N=10 και 36 αντίστοιχα).

Η σύγκριση του *M. emarginatus* με το *M. blythii* (ηχογράφηση κατά την απελευθέρωση, σε ενδιαιτήματα με κατακόρυφες πλαγιές, N=36 και 35 αντίστοιχα) έδειξε ότι όλες οι παράμετροι διαφέρουν σημαντικά (**Πίνακας 3.3.2**).

Παρομοίως, η σύγκριση των υπερήχων που ηχογραφήθηκαν κατά την απελευθέρωση σε ενδιαιτήματα του τύπου 2 από τα είδη *M. emarginatus* (N=10), *M. blythii* (N=21) και *M. capaccinii* (N=27) έδειξε ότι όλες οι παράμετροι διαφέρουν σημαντικά (**Πίνακας 3.3.3**). Προκειμένου να αποκαλυφθεί μεταξύ ποίων ακριβώς ειδών εντοπίζονται οι διαφορές, έγιναν post-hoc έλεγχοι στις Αναλύσεις Διακύμανσης (LSD για τις περιπτώσεις με ομοιογενείς διακυμάνσεις και Games-Howell για τις υπόλοιπες) και έλεγχοι Mann-Whitney για κάθε ζευγάρι ειδών, όπου οι κατανομές δεν είναι κανονικές (**Πίνακας 3.3.4**). Τα αποτελέσματα των συγκρίσεων αυτών είναι στατιστικά σημαντικά ($0,01 < p < 0,05$ ή $p < 0,01$) στις

περισσότερες περιπτώσεις. Εξαίρεση αποτελεί αρχική (SF) συχνότητα στο ζευγάρι *M. blythii*-*M. emarginatus*, η συχνότητα στο μέσο του σήματος (MF) στα ζευγάρια *M. blythii*-*M. emarginatus* και *M. blythii*-*M. caraccinii*, η διάρκεια του σήματος (D) στο ζευγάρι *M. blythii*-*M. caraccinii* και η χρονική απόσταση δύο διαδοχικών σημάτων (IPI) στο ζευγάρι *M. blythii*-*M. emarginatus*. Η πραγματοποίηση του ελέγχου των Mann-Whitney ανά ζεύγη σε παρόμοιες περιπτώσεις ενέχει το κίνδυνο αυξημένων σφαλμάτων Τύπου II, γι' αυτό και θα πρέπει να δούμε με επιφυλακτικότητα τα σχετικά αποτελέσματα (Field, 2005). Το πρόβλημα αυτό ανακύπτει στην περίπτωση της χρονικής απόστασης δύο διαδοχικών φωνών (IPI) στο ζευγάρι *M. blythii*-*M. emarginatus*, όπου η στατιστική σημασία του Z είναι οριακή ($p=0,047$). Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις, το αποτέλεσμα της σύγκρισης είτε δεν έχει στατιστική σημασία ($p>0,05$), είτε αυτή είναι πολύ υψηλή ($p<0,01$).

Πίνακας 3.3.2. Αποτελέσματα της σύγκρισης ορισμένων από τις φωνές εντοπισμού των ειδών *M. emarginatus* και *M. blythii*. Για επεξηγήσεις βλ. στο κείμενο.

Παράμετρος	Στατιστικός έλεγχος	Τιμή	Στατιστική σημασία (p)
SF	t-test	7,957	< 0,001
LF	Mann-Whitney (Z)	-6,673	< 0,001
EF	Mann-Whitney (Z)	-6,442	< 0,001
FMAXE	t-test	9,445	< 0,001
Log ₁₀ FMsoft	t-test	10,786	< 0,001
MF	t-test	4,266	< 0,001
D	t-test	-5,475	< 0,001
IPI	Mann-Whitney (Z)	-4,313	< 0,001

Πίνακας 3.3.3. Αποτελέσματα της σύγκρισης υπερήχων των ειδών *M. emarginatus* και *M. blythii*. Για επεξηγήσεις βλ. στο κείμενο.

Παράμετρος	Στατιστικός έλεγχος	Τιμή	Στατιστική σημασία (p)
SF	Kruskal-Wallis (H)	30,745	< 0,001
LF	ANOVA (F)	51,578	< 0,001
EF	Kruskal-Wallis (H)	38,568	< 0,001
FMAXE	Kruskal-Wallis (H)	25,913	< 0,001
FMsoft	Kruskal-Wallis (H)	24,216	< 0,001
MF	Kruskal-Wallis (H)	17,382	< 0,001
D	ANOVA (F)	9,191	< 0,001
IPI	Kruskal-Wallis (H)	8,921	0,012

Πίνακας 3.3.4. Ανά ζεύγη συγκρίσεις των ειδών του γένους *Myotis*. Σε παρένθεση αναφέρεται ο στατιστικός έλεγχος που χρησιμοποιήθηκε. M. bly = *M. blythii*, M. cap = *M. capaccinii*, M. ema = *M. emarginatus*.

Παράμετροι και στατιστικοί έλεγχοι	Αποτελέσματα ανά ζευγάρι ειδών		
		M. ema	M. bly
SF (Games-Howell post-hoc)	M. bly	-11,982	-
	M. cap	-32,182**	-20,199**
LF (LSD post-hoc)	M. bly	-11,084**	-
	M. cap	-2,885*	8,199**
EF (Mann-Whitney Z)	M. bly	4,311**	-
	M. cap	2,911**	5,458**
FMAXE (Mann-Whitney Z)	M. bly	4,353**	-
	M. cap	3,680**	2,994**
FMsoft (Mann-Whitney Z)	M. bly	3,743**	-
	M. cap	3,221**	3,651**
MF (Games-Howell post-hoc)	M. bly	-4,453	-
	M. cap	-8,035**	-3,581
D (LSD post-hoc)	M. bly	1,443**	-
	M. cap	1,325**	-0,118
IPI (Mann-Whitney Z)	M. bly	2,028*	-
	M. cap	1,197	2,712**

*: 0,01<p<0,05

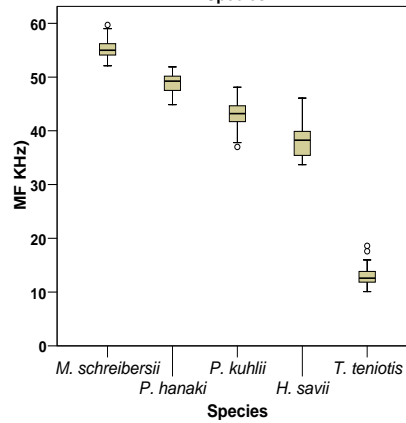
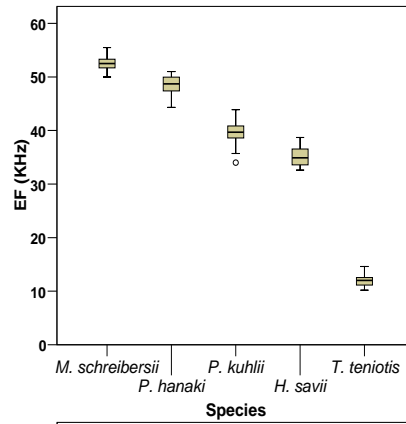
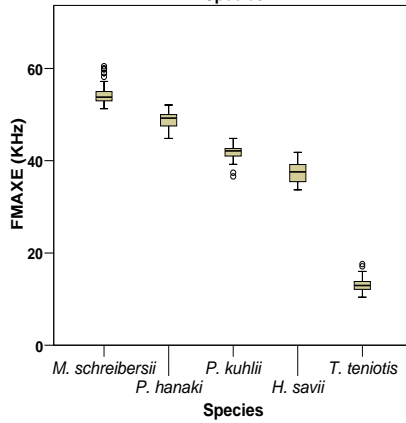
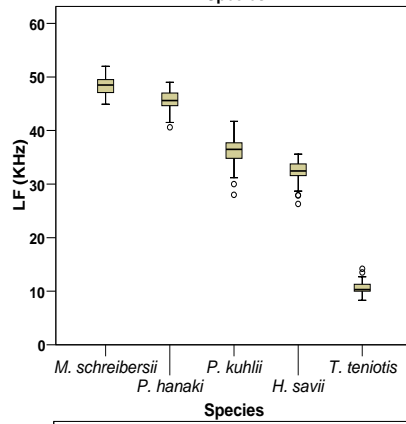
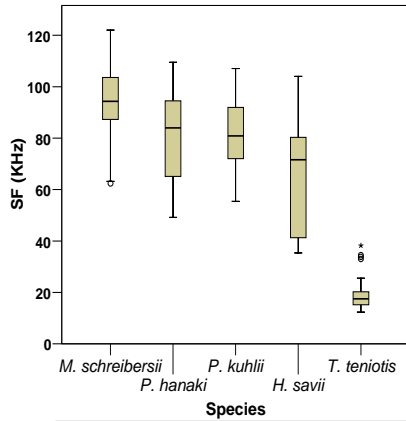
** : p<0,01

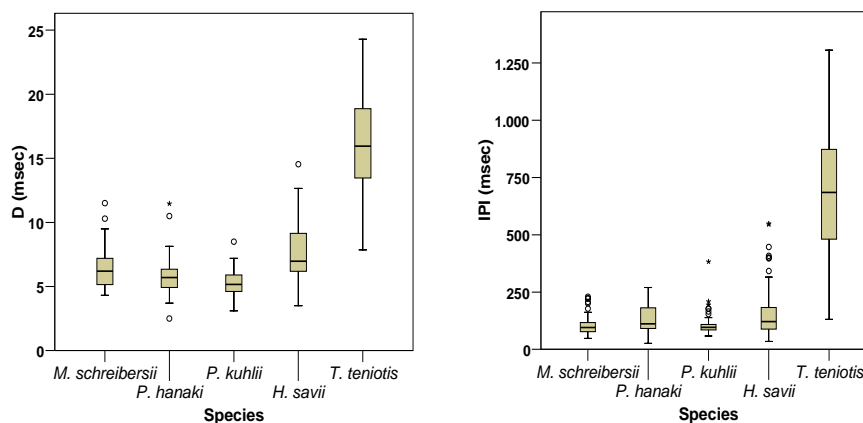
3.3.1.3 Γένη *Tadarida*, *Hypsugo*, *Pipistrellus* και *Miniopterus* (φωνές τύπου FM/QCF)

Τα είδη που εξετάζουμε εδώ φαίνεται να διαχωρίζονται, με βάση τις παραμέτρους συχνότητας πλην της αρχικής (SF), ως εξής (**Εικόνα 3.5**): Το *Miniopterus schreibersii* και το *Pipistrellus hanaki* έχουν λίγο υψηλότερες (5 έως 15 KHz) συχνότητες από το *Pipistrellus kuhlii* και το *Hypsugo savii*. Το *Tadarida teniotis* έχει πολύ χαμηλότερες συχνότητες και υψηλότερες τιμές στις χρονικές παραμέτρους από τα παραπάνω είδη, αλλά και όλα τα είδη της Κρήτης (**Πίνακας 3.3.1**).

Η σύγκριση των υπερήχων του *M. schreibersii* που ηχογραφήθηκαν κατά την έξοδο από καταφύγια, σε ενδιαιτήματα με πυκνή βλάστηση (N=19) και σε ανοικτά ενδιαιτήματα (N=25) έδειξε ότι οι διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Εξάιρεση αποτελεί η χαμηλότερη συχνότητα (LF), η οποία είναι υψηλότερη σε ανοικτούς χώρους (t=2,434, p=0,019). Έπειτα, έγινε σύγκριση των φωνών του *M. schreibersii* που ηχογραφήθηκαν κατά

Κεφάλαιο 3. Ακουστικός προσδιορισμός





Εικόνα 3.5. Κυτιογράμματα για τις παραμέτρους που μετρήθηκαν στα είδη των γενών *Pipistrellus*, *Hypsugo*, *Miniopterus* και στο *Tadarida teniotis*. Επεξηγήσεις όπως και στην **Εικόνα 3.3**.

την έξοδο από καταφύγια σε όλων των τύπων τα ενδιαιτήματα (N=45) με αυτές που ηχογραφήθηκαν κατά την απελευθέρωση κοντά σε κατακόρυφες πλαγιές (N=24). Η σύγκριση έδειξε ότι κατά την απελευθέρωση οι SF και EF είναι σημαντικά μεγαλύτερες (SF: $t=2,721$, $t=0,008$, EF: $t=2,095$, $p=0,040$), ενώ η D είναι σημαντικά μικρότερη ($t=-3,548$, $p=0,001$).

Τέλος, η σύγκριση του *H. savii* (N=30) με το *P. kuhlii* (N=14) ως προς τους υπέρηχους που εκπέμπουν κατά την απελευθέρωση σε ενδιαιτήματα με αραιή ή σχετικά απομακρυσμένη βλάστηση (τύπος 2), έδειξε ότι σε όλες τις παραμέτρους, πλην του IPI, οι διαφορές είναι στατιστικά σημαντικές (**Πίνακας 3.3.5**).

Πίνακας 3.3.5. Αποτελέσματα της σύγκρισης υπέρηχων των ειδών *H. savii* και *P. kuhlii*. Για επεξηγήσεις βλ. στο κείμενο.

Παράμετρος	Στατιστικός έλεγχος	Τιμή	Στατιστική σημασία (p)
SF	t-test	-2,247	0,030
LF	Mann-Whitney (Z)	-3,498	<0,001
EF	t-test	-6,145	<0,001
FMAXE	t-test	-8,235	<0,001
MF	t-test	-7,521	<0,001
D	t-test	5,251	<0,001
IPI	Mann-Whitney (Z)	-0,101	0,920

3.3.2 Πολυμεταβλητές συγκρίσεις

Οι έλεγχοι κανονικότητας των κατανομών στο σύνολο των αρχικών και των μετασχηματισμένων τιμών κάθε μέτρησης έδειξαν ότι, σε όλες τις ομάδες ειδών, η συνθήκη αυτή δεν ικανοποιείται σε πολλές περιπτώσεις. Εν τούτοις, οι πολυμεταβλητές δοκιμασίες είναι «ανθεκτικές» στις αποκλίσεις από την πολυμεταβλητή κανονικότητα (Quinn and Keough, 2002) και η παραβίαση της συνθήκης αυτής απαντάται σε όλη την έκταση της σχετικής βιβλιογραφίας (Vaughan *et al.*, 1997b; Russo and Jones, 2002; Waters and Gannon, 2004). Οι Πολυμεταβλητές Αναλύσεις Διακύμανσης, ακολούθως, έδειξαν ότι οι Πίνακες Συνδιακύμανσης (έλεγχος του Box) δεν είναι ομοιογενείς, οπότε στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε (σε κάθε ομάδα ειδών) Τετραγωνική Διαφοροποιός Ανάλυση, αντί της Γραμμικής (Quinn and Keough, 2002).

3.3.2.1 Σύνολο των επτά ειδών (γένη *Myotis*, *Pipistrellus*, *Hypsugo*, *Miniopterus*)

Η Πολυμεταβλητή Ανάλυση Διακύμανσης έδειξε ότι η διάκριση των ειδών σε αυτή την ομάδα είναι στατιστικά σημαντική (Wilks' $\Lambda = 0,00655$, $F_{42,1588}=72,677$, $p<0,001$).

Οι ακόλουθες ανεξάρτητες Αναλύσεις Διακύμανσης έδωσαν την εξής φθίνουσα σειρά διαφοροποίησης των παραμέτρων (αύξουσα σειρά του Wilks' Λ , φθίνουσα σειρά του F): LF > EF > MF > FMAXE > SF > D > IPI (**Πίνακας 3.3.6**).

Τα αποτελέσματα της Διαφοροποιού Ανάλυσης δίνονται στον **Πίνακα 3.3.7**. Για τις 351 φωνές εντοπισμού που εξετάστηκαν, το συνολικό ποσοστό ορθής κατάταξης (90,3%, υψηλότερο ποσοστό στο *M. schreibersii*: 98,6%, χαμηλότερο στο *H. savii*: 83,3%) επιτεύχθηκε με τη χρήση των παραμέτρων: SF, EF, FMAXE, MF, D και IPI. Η απουσία της LF από το καλύτερο μοντέλο, οφείλεται προφανώς στην υψηλή του συσχέτιση με την EF (**Πίνακας 3.3.8**).

3.3.2.2 Είδη του γένους *Myotis*

Όπως έδειξε και η Πολυμεταβλητή Ανάλυση Διακύμανσης, η διάκριση των ειδών σε αυτό το γένος είναι επίσης στατιστικά σημαντική (Wilks' $\Lambda = 0,07373$, $F_{16,244}=40,911$, $p<0,001$, για 132 φωνές). Η σειρά διαφοροποίησης των μεταβλητών εδώ έχει ως εξής: LF > EF > SF > FMAXE > FMsoft > MF > D > IPI (**Πίνακας 3.3.6**).

Τα αποτελέσματα της Διαφοροποιού Ανάλυσης δίνονται στον **Πίνακα 3.3.9**. Τα υψηλότερα ποσοστά σωστής κατάταξης (93,9%) επιτεύχθηκαν με τη χρήση των παραμέτρων SF, EF, LF, FMAXE, MF, D και IPI. Το υψηλότερο ποσοστό σωστής κατάταξης παρατηρήθηκε στο *Myotis blythii* (96,4 %) και το χαμηλότερο στο *Myotis caraccinii* (88,9%). Η χρήση της FMsoft, επιδεινώνει την απόδοση του μοντέλου, καθώς η συσχέτισή του με το FMAXE είναι υψηλή (**Πίνακας 3.3.8**).

Πίνακας 3.3.6. Αποτελέσματα των Πολυμεταβλητών Αναλύσεων Διακύμανσης (MANOVA, Wilk's Λ και F) για κάθε μεταβλητή σε κάθε ομάδα ειδών. Σε όλες τις αναλύσεις η στατιστική σημασία ήταν πολύ υψηλή ($p < 0,001$).

Μεταβλητή	Όλα τα είδη		<i>Myotis</i>		FM/QCF είδη,	
	Wilks' Λ	F	Wilks' Λ	F	Wilks' Λ	F
LF	0,09870	523,534	0,33669	127,072	0,04682	1458,874
EF	0,12106	416,259	0,38054	104,995	0,07330	906,007
MF	0,21260	212,341	0,45209	78,170	0,07768	850,931
FMAXE	0,21703	206,836	0,46521	74,148	0,08882	735,185
FMsoft			0,47346	71,731		
SF	0,39907	86,336	0,69836	27,859	0,68128	33,527
D	0,63685	32,693	0,77248	18,997	0,78455	19,681
IPI	0,84957	10,152	0,84560	11,777	0,89997	7,966

Πίνακας 3.3.7. Αποτελέσματα κατάταξης των υπερήχων όλων των εξεταζόμενων ειδών, σύμφωνα με τη Τετραγωνική Διαφοροποιό Ανάλυση, όταν χρησιμοποιούνται οι παράμετροι SF, EF, FMAXE, MF, D και IPI. *M. cap.* = *M. caraccinii*, *M. ema.* = *M. emarginatus*, *M. sch.* = *M. schreibersii*.

Εικαζόμενο είδος	Πραγματικό είδος						
	<i>H. savii</i>	<i>M. blythii</i>	<i>M. cap.</i>	<i>M. ema.</i>	<i>M. sch.</i>	<i>P. hanaki</i>	<i>P. kuhlii</i>
<i>H. savii</i>	50	0	0	0	0	0	5
<i>M. blythii</i>	1	52	1	2	1	0	0
<i>M. caraccinii</i>	0	1	23	2	0	0	1
<i>M. emarginatus</i>	0	3	3	44	0	0	0
<i>M. schreibersii</i>	0	0	0	0	69	3	0
<i>P. hanaki</i>	0	0	0	0	0	43	1
<i>P. kuhlii</i>	9	0	0	0	0	1	36
Συνολικός αρ.ατόμων	60	56	27	48	70	47	43
Αρ. ατόμων σωστά προσδιορισμένων	50	52	23	44	69	43	36
Ποσοστό σωστού προσδιορισμού (%)	83,3	92,9	85,2	91,7	98,6	91,5	83,7

Κεφάλαιο 3. Ακουστικός προσδιορισμός

Πίνακας 3.3.8. Συντελεστές μη παραμετρικών συσχετίσεων (Spearman rank correlation coefficient, rho) για κάθε ζευγάρι παραμέτρων σε κάθε ομάδα ειδών.

Ομάδα ειδών	Παράμετρος	SF	LF	EF	FMAXE	FMsoft	MF	D
Όλα τα είδη	LF	-0,063 ns						
	EF	0,127 *	0,898 **					
	FMAXE	0,569 **	0,539 **	0,699 **				
	MF	0,792 **	0,212 **	0,416 **	0,846 **	-		
	D	-0,521 **	0,120 *	-0,028 ns	-0,346 **	-	-0,392 **	
	IPI	-0,415 **	-0,046 ns	-0,164 **	-0,318 **	-	-0,299 **	0,474 **
	<i>Myotis</i>	LF	0,145 ns					
EF	0,206 *	0,798 **						
FMAXE	0,501 **	0,669 **	0,648 **					
FMsoft	0,398 **	0,696 **	0,669 **	0,897 **				
MF	0,836 **	0,282 **	0,313 **	0,623 **	0,501 **			
D	-0,248 **	-0,372 **	-0,443 **	-0,505 **	-0,509 **	-0,278 **		
IPI	-0,190 *	-0,276 **	-0,368 **	-0,394 **	-0,377 **	-0,164 *	0,442 **	
FM/QCF	LF	0,513 **						
	EF	0,606 **	0,951 **					
	FMAXE	0,633 **	0,940 **	0,968 **				
	MF	0,678 **	0,922 **	0,964 **	0,985 **	-		
	D	-0,456 **	-0,173 *	-0,197 **	-0,242 **	-	-0,259 **	
	IPI	-0,527 **	-0,173 *	-0,241 **	-0,261 **	-	-0,299 **	0,441 **

ns: $p > 0,05$ *: $0,01 < p < 0,05$ **: $p < 0,01$

Πίνακας 3.3.9. Αποτελέσματα κατάταξης των υπερήχων των ειδών του γένους *Myotis*, σύμφωνα με τη Τετραγωνική Διαφοροποιό Ανάλυση, όταν χρησιμοποιούνται οι παράμετροι SF, EF, LF, FMAXE, MF, D και IPI.

Εικαζόμενο είδος	Πραγματικό είδος		
	<i>M. blythii</i>	<i>M. caraccinii</i>	<i>M. emarginatus</i>
<i>M. blythii</i>	54	2	1
<i>M. caraccinii</i>	1	24	2
<i>M. emarginatus</i>	1	1	46
Συνολικός αριθμός ατόμων	56	27	49
Αρ. ατόμων σωστά προσδιορισμένων	54	24	46
Ποσοστό σωστού προσδιορισμού (%)	96,4	88,9	93,9

3.3.2.3 Είδη με υπέρηχους του τύπου FM/QCF (γένη *Pipistrellus*, *Hypsugo* και *Miniopterus*)

Η διάκριση των ειδών και σε αυτή την ομάδα είναι στατιστικά σημαντική (Wilks' $\Lambda = 0,01735$, $F_{21,600}=88,769$, $p<0,001$) και η σειρά διαφοροποίησης των παραμέτρων είναι: EF > FMAXE > LF > MF > SF > D > IPI. Στον **Πίνακα 3.3.10** δίνονται τα αποτελέσματα της Διαφοροποιού Ανάλυσης. Το υψηλότερο ποσοστό σωστής κατάταξης που επιτεύχθηκε ήταν 100% στο *M. schreibersii* και χαμηλότερο ήταν 86,7% στο *H. savii*. Το καλύτερο μοντέλο (91,8% σωστοί προσδιορισμοί για το σύνολο των ειδών) περιλάμβανε τις παραμέτρους: SF, EF, MF και D. Η απουσία των FMAXE και LF από το καλύτερο μοντέλο οφείλεται στην υψηλή τους συσχέτιση με τις MF και EF, αντίστοιχα (**Πίνακας 3.3.8**), ενώ η απουσία της IPI οφείλεται στην χαμηλή της διαφοροποίηση (**Πίνακας 3.3.6**).

3.3.3 Σύγκριση των φωνών εντοπισμού στην Κρήτη και τον Έβρο

Τα αποτελέσματα της σύγκρισης των φωνών στα είδη και τις παραμέτρους που εξετάστηκαν δίνονται στους **Πίνακες 3.3.11** έως **3.3.18**. Μεγάλες και στατιστικά σημαντικές διαφορές βρέθηκαν στην EF, στο *Hypsugo savii*, σε όλες τις παραμέτρους πλην της IPI στο *Pipistrellus kuhlii* και στην EF και την FMAXE στο *Miniopterus schreibersii*. Το *Pipistrellus hanaki* παρουσιάζει μεγάλες και σημαντικές διαφορές από το *Pipistrellus pipistrellus* στην EF και την IPI. Όσον αφορά στα είδη του γένους *Myotis*, μεγάλες και σημαντικές διαφορές στο *Myotis blythii* εντοπίζονται σε όλες τις

Κεφάλαιο 3. Ακουστικός προσδιορισμός

παραμέτρους πλην της D και της IPI, στο *Myotis caraccinii* εντοπίζονται στην EF και το IPI, και στο *Myotis emarginatus* στην SF, την FMAXE και την D. Τέλος, στο *Tadarida teniotis*, μεγάλη και σημαντική διαφορά έχουμε μόνο στην EF.

Πίνακας 3.3.10. Αποτελέσματα κατάταξης των υπερήχων τύπου FM/QCF, σύμφωνα με την Τετρ. Διαφοροποιό Ανάλυση, όταν χρησιμοποιούνται οι παράμετροι SF, EF, MF και D.

Εικαζόμενο είδος	Πραγματικό είδος			
	<i>H. savii</i>	<i>M. schreibersii</i>	<i>P. hanaki</i>	<i>P. kuhlii</i>
<i>H. savii</i>	52	0	0	4
<i>M. schreibersii</i>	0	69	4	0
<i>P. hanaki</i>	0	0	42	1
<i>P. kuhlii</i>	8	0	1	38
Συνολικός αριθμός ατόμων	60	69	47	43
Αρ. ατόμων σωστά προσδιορισμένων	52	69	42	38
Ποσοστό σωστού προσδιορισμού (%)	86,7	100	89,4	88,4

Πίνακας 3.3.11. Σύγκριση των φωνών εντοπισμού του *Hypsugo savii*, μεταξύ της Κρήτης (60 δείγματα) και του Έβρου (53 δείγματα).

Παράμετρος	Στατιστικός έλεγχος	Τιμή	Στατιστική σημασία (p)
SF	Mann-Whitney Z	-2,934	0,003
EF	Mann-Whitney Z	-3,938	<0,001
FMAXE	Mann-Whitney Z	-2,342	0,019
D	Mann-Whitney Z	-1,997	0,046
IPI	Mann-Whitney Z	-1,154	0,249

Πίνακας 3.3.12. Σύγκριση των φωνών εντοπισμού του *Pipistrellus kuhlii*, μεταξύ της Κρήτης (43 δείγματα) και του Έβρου (31 δείγματα).

Παράμετρος	Στατιστικός έλεγχος	Τιμή	Στατιστική σημασία (p)
SF	Mann-Whitney Z	-4,963	<0,001
EF	Mann-Whitney Z	-4,226	<0,001
FMAXE	Mann-Whitney Z	-4,797	<0,001
D	t-test	-4,229	<0,001
IPI	Mann-Whitney Z	-2,301	0,021

Πίνακας 3.3.13. Σύγκριση των φωνών εντοπισμού του *Miniopterus schreibersii*, μεταξύ της Κρήτης (69 δείγματα) και του Έβρου (60 δείγματα).

Παράμετρος	Στατιστικός έλεγχος	Τιμή	Στατιστική σημασία (p)
SF	Mann-Whitney Z	-0,600	0,549
EF	Mann-Whitney Z	-7,486	<0,001
FMAXE	Mann-Whitney Z	-3,615	<0,001
D	Mann-Whitney Z	-1,308	0,191
IPI	Mann-Whitney Z	-1,931	0,053

Πίνακας 3.3.14. Σύγκριση των φωνών εντοπισμού του *Pipistrellus hanaki* (Κρήτη, 47 δείγματα) με αυτές του *Pipistrellus pipistrellus* (Έβρος, 46 δείγματα).

Παράμετρος	Στατιστικός έλεγχος	Τιμή	Στατιστική σημασία (p)
SF	Mann-Whitney Z	-0,046	0,963
EF	t-test	3,239	0,002
FMAXE	t-test	0,907	0,367
D	Mann-Whitney Z	-0,296	0,767
IPI	Mann-Whitney Z	-3,842	<0,001

Πίνακας 3.3.15. Σύγκριση των φωνών εντοπισμού του *Myotis blythii*, μεταξύ της Κρήτης (56 δείγματα) και του Έβρου (52 δείγματα).

Παράμετρος	Στατιστικός έλεγχος	Τιμή	Στατιστική σημασία (p)
SF	Mann-Whitney Z	-5,934	<0,001
EF	Mann-Whitney Z	-5,138	<0,001
FMAXE	Mann-Whitney Z	-5,347	<0,001
D	t-test	-2,381	0,019
IPI	Mann-Whitney Z	-1,433	0,152

Πίνακας 3.3.16. Σύγκριση των φωνών εντοπισμού του *Myotis caraccinii*, μεταξύ της Κρήτης (27 δείγματα) και του Έβρου (56 δείγματα).

Παράμετρος	Στατιστικός έλεγχος	Τιμή	Στατιστική σημασία (p)
SF	Mann-Whitney Z	-1,769	0,077
EF	Mann-Whitney Z	-6,772	<0,001
FMAXE	Mann-Whitney Z	-0,209	0,834
D	t-test	0,158	0,875
IPI	Mann-Whitney Z	-3,145	0,002

Πίνακας 3.3.17. Σύγκριση των φωνών εντοπισμού του *Myotis emarginatus*, μεταξύ της Κρήτης (49 δείγματα) και του Έβρου (42 δείγματα).

Παράμετρος	Στατιστικός έλεγχος	Τιμή	Στατιστική σημασία (p)
SF	Mann-Whitney Z	-5,032	<0,001
EF	Mann-Whitney Z	-0,784	0,433
FMAXE	Mann-Whitney Z	-7,560	<0,001
D	t-test	4,467	<0,001
IPI	Mann-Whitney Z	-1,131	0,258

Πίνακας 3.3.18. Σύγκριση των φωνών εντοπισμού του *Tadarida teniotis*, μεταξύ της Κρήτης (35 δείγματα) και του Έβρου (9 δείγματα).

Παράμετρος	Στατιστικός έλεγχος	Τιμή	Στατιστική σημασία (p)
SF	Mann-Whitney Z	-1,703	0,089
EF	Mann-Whitney Z	-2,077	0,038
FMAXE	Mann-Whitney Z	-0,874	0,382
D	t-test	-1,755	0,087
IPI	t-test	-0,831	0,411

3.4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.4.1 Περιγραφή των φωνών εντοπισμού των ειδών της Κρήτης. Συγκρίσεις ειδών, επίδραση τύπου ενδιαιτήματος και συγκρίσεις με πληθυσμούς άλλων περιοχών

Ικανοποιητικός αριθμός δειγμάτων (27 έως 69 άτομα) συλλέχθηκε από 11 εκ των 17 ειδών χειροπτέρων που απαντώνται στην Κρήτη. Λιγότερα από 10 άτομα ηχογραφήθηκαν από κάθε ένα από τα είδη *Myotis mystacinus/aurascens*, *Eptesicus serotinus*, *Nyctalus leisleri*, *Plecotus kolombatovici* και *Plecotus macrobullaris*, τα οποία είναι και τα πιο σπάνια στο νησί (βλ. **Κεφάλαιο 2**). Εξίσου σπάνιο είναι και το μεταναστευτικό *Pipistrellus nathusii* (το οποίο δεν εξετάζεται εδώ), καθώς έχει εντοπιστεί σε δύο μόνο θέσεις στην Κρήτη μέχρι στιγμής. Ακολούθως επιχειρείται μια σύγκριση των φωνών εντοπισμού των ειδών της Κρήτης με αυτές από άλλες περιοχές της Ευρώπης, από όπου υπάρχουν δημοσιευμένες πληροφορίες. Σε κάθε είδος η σύγκριση γίνεται σε παραμέτρους οι οποίες έχουν μετρηθεί με τον ίδιο τρόπο.

3.4.1.1. Είδη του γένους *Rhinolophus* (φωνές τύπου FM/CF/FM).

Τα τρία είδη του γένους *Rhinolophus* διακρίνονται εύκολα από όλα τα άλλα είδη της Κρήτης, τόσο κατά την ακρόαση, όσο και κατά την οπτική εξέταση των διαγραμμάτων συχνότητας – χρόνου των φωνών εντοπισμού (**Εικόνα 3.6**). Η μεταξύ τους διάκριση είναι επίσης εύκολη και αξιόπιστη, καθώς διαφέρουν κατά πολύ στις τιμές των FMAXE και MF.

Η FMAXE του *Rhinolophus hipposideros* παρουσιάζει μείωση κατά τον άξονα ΒΔ-ΝΑ στη δυτική Παλαιαρκτική (108-115 kHz στην Ιρλανδία, 109-114 kHz στη Μ. Βρετανία, 105-110 kHz στη Γερμανία, 106-111 kHz στην ηπειρωτική Ελλάδα και 106 kHz στη Μ. Ασία, Heller and Helversen, 1989). Η παρουσία του *R. mehelyi* έχει προταθεί ότι μπορεί να «ευθύνεται» για την αύξηση της τιμής της FMAXE σε νησιωτικές περιοχές όπου τα είδη *R. hipposideros*, *R. mehelyi* και *R. euryale* είναι συμπάτρια (Russo *et al.*, 2007b). Η θεωρία αυτή βασίστηκε στη διαπίστωση ότι στη Σαρδηνία, όπου τα 3 είδη είναι συμπάτρια, η FMAXE του *R. hipposideros* είναι υψηλότερη (~ 115 kHz) από ότι στην Ιταλία (~ 112 kHz), από όπου το *R. mehelyi* απουσιάζει. Αν και το *R. mehelyi* δεν είναι παρόν στην Κρήτη, η FMAXE του *R. hipposideros* εδώ (114,64±1,84 kHz) έχει τιμές συγκρίσιμες με τη Σαρδηνία και μεγαλύτερες από ότι στην ηπειρωτική Ευρώπη και τη Μ. Ασία, γεγονός που ενδεχομένως οφείλεται στο φαινόμενο του νησιωτισμού.

Όσον αφορά στο *Rhinolophus ferrumequinum*, αν και οι Heller and Helversen (1989) αναφέρουν μείωση της FMAXE στην Ευρώπη από τα βορειοδυτικά προς τα νοτιοανατολικά (86 kHz στην Αγγλία, 80 έως 85 kHz τη Ν. Γερμανία, 79 έως 81 kHz στη Ν. Γαλλία, 77 έως 81 kHz στην Ηπειρωτική Ελλάδα και 78 έως 81 kHz στη Μικρά Ασία), η Κρήτη (81,77 ± 0,65 kHz) φαίνεται να αποτελεί εξαίρεση σε αυτόν το κανόνα, και πάλι ίσως λόγω νησιωτισμού. Σύμφωνα με τους Heller and Helversen (1989) η FMAXE του εν λόγω είδους στην Κρήτη κυμαίνεται μεταξύ 79 και 81 kHz (n=5), η παρούσα όμως μελέτη δίνει σαφώς υψηλότερη μέση τιμή, από περισσότερα άτομα. Ένας πιθανός μηχανισμός με τον οποίο ο νησιωτισμός επιδρά στην FMAXE αυτού του είδους είναι η μείωση του μεγέθους του στην Κρήτη, (Ιλιορουλίου-Georgudaki and Ondrias, 1986). Σε συμφωνία με αυτή την υπόθεση, η μείωση της FMAXE στην ηπειρωτική Ευρώπη κατά τον άξονα ΒΔ-ΝΑ συμπίπτει με αντίστοιχη μείωση του μεγέθους των ατόμων του είδους (Krystufek, 1993), αν και οι Heller και Helversen (1989) δεν βρήκαν στατιστικά σημαντική συσχέτιση των δύο τιμών, πιθανώς λόγω του ότι εξέτασαν περιορισμένο αριθμό ατόμων (35 άτομα από πέντε

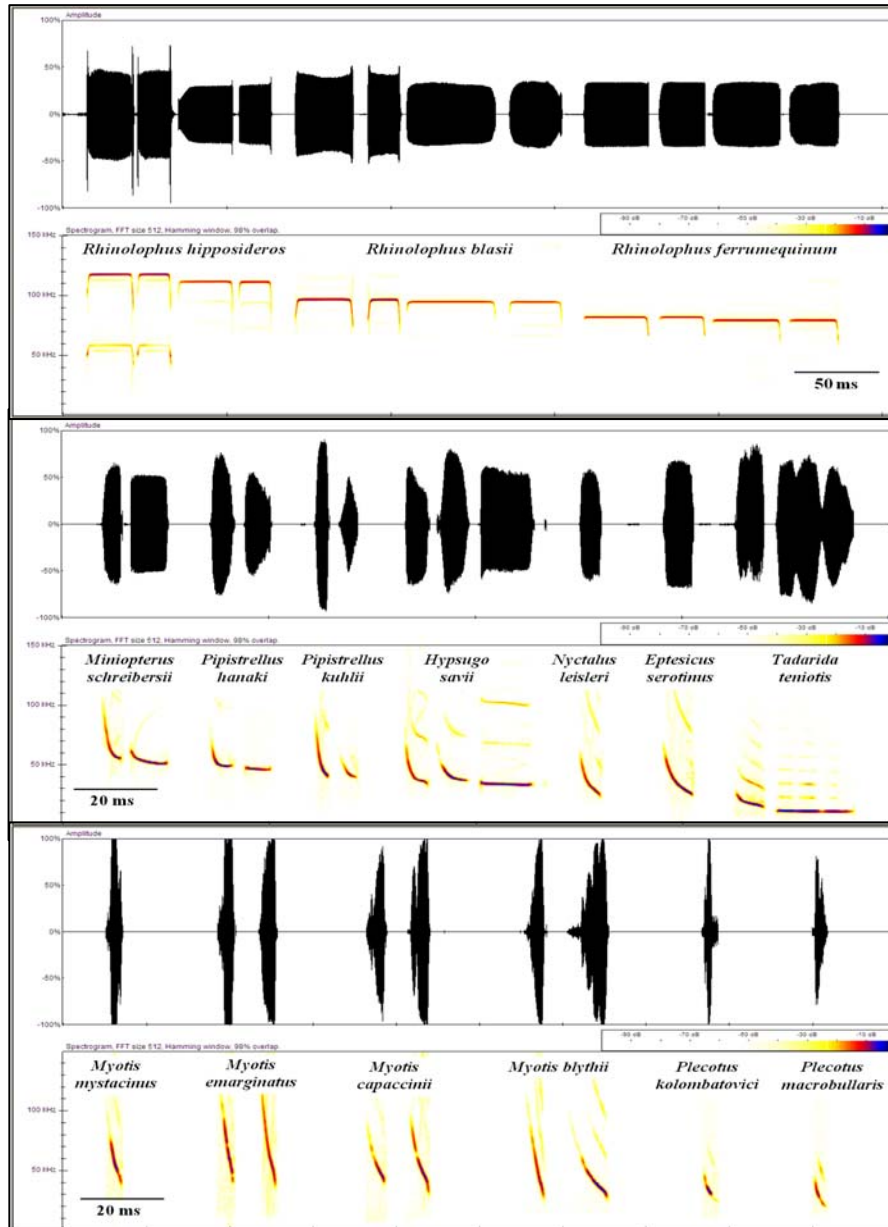
χώρες). Η σχέση του μεγέθους του ατόμου με την FMAXE των φωνών εντοπισμού έχει άλλωστε τεκμηριωθεί στα είδη *Rhinolophus euryale* και *Rhinolophus mehelyi*, από τους Russo *et al.* (2001).

Τέλος, η FMAXE του *Rhinolophus blasii* στην Κρήτη ($96,39 \pm 0,57$ kHz) έχει ελαφρώς μεγαλύτερες τιμές από αυτές που αναφέρονται από την υπόλοιπη Ελλάδα και τη Μικρά Ασία (93 έως 97 kHz και 91 έως 95 kHz αντίστοιχα, Heller and Helversen, 1989). Και σε αυτή την περίπτωση, ο νησιωτισμός μέσω της μείωσης του μεγέθους μπορεί να ευθύνεται για αυτή την απόκλιση της Κρήτης, όπως προτάθηκε από τους Heller and Helversen (1989).

3.4.1.2 Είδη του γένους *Myotis* (φωνές τύπου FM)

Τα είδη του γένους *Myotis* μπορούν να διακριθούν εύκολα από τα υπόλοιπα είδη της Κρήτης, τόσο κατά την ακρόασή τους, όσο και σε ένα διάγραμμα συχνότητας – χρόνου, καθώς παρουσιάζουν εικόνα έντονα κεκλιμένης ευθείας (μεγάλο εύρος συχνοτήτων και μικρή διάρκεια) ή έχουν σιγμοειδές σχήμα (**Εικόνα 3.6**). Τα μόνα είδη οι φωνές των οποίων έχουν παρόμοια δομή με τα είδη του γένους *Myotis* είναι αυτά του γένους *Plecotus*, αν και οι παράμετροι συχνοτήτων (SF, LF, EF, FMAXE, MF) έχουν σαφώς μικρότερες τιμές (Russo and Jones, 2002; Papadatou *et al.*, 2008). Δυστυχώς, δεν συλλέχθηκαν αρκετά δείγματα φωνών από τα τελευταία αυτά είδη και έτσι δεν ήταν δυνατή η εκτενής μελέτη τους.

Η διάκριση μεταξύ των ειδών του γένους *Myotis* είναι δύσκολη, καθώς υπάρχει μεγάλη επικάλυψη στις τιμές όλων των μετρήσεων που λήφθηκαν (**Πίνακας 3.3.1, Εικόνα 3.4**). Εν τούτοις, οι μονοπαραμετρικές δοκιμασίες έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών *M. emarginatus* και *M. blythii* σε όλες τις παραμέτρους, για τις φωνές που ηχογραφήθηκαν κοντά σε κατακόρυφες πλαγιές (**Πίνακας 3.3.2**). Όλες οι παράμετροι συχνοτήτων που μετρήθηκαν έχουν σαφώς μεγαλύτερη μέση τιμή στο *M. emarginatus*, ενώ οι χρονικές παράμετροι έχουν μικρότερες μέσες τιμές. Παρομοίως, τα τρία είδη του γένους που εξετάστηκαν (*M. emarginatus*, *M. blythii* και *M. caraccinii*) διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε όλες τις παραμέτρους σύμφωνα με τα αποτελέσματα των σχετικών δοκιμασιών (**Πίνακας 3.3.3**), με κάποιες εξαιρέσεις που αναδείχθηκαν από τους post-hoc ελέγχους (**Πίνακας 3.3.4**). Στον **Πίνακα 3.3.1** δείχνεται ότι το *M. caraccinii* έχει ενδιάμεσες τιμές σε όλες τις παραμέτρους.



Εικόνα 3.6. Διαγράμματα έντασης-χρόνου (πάνω) και συχνότητας-χρόνου (κάτω) των φωνών εντοπισμού για τις τρεις ομάδες ειδών. Η ενδοειδική ποικιλομορφία των φωνών δείχνεται στα περισσότερα είδη. Οι αποστάσεις μεταξύ των φωνών δεν είναι αντιπροσωπευτικές.

Η σύγκριση των φωνών που ηχογραφήθηκαν κοντά σε κατακόρυφες πλαγιές με φωνές που ηχογραφήθηκαν σε ενδιαιτήματα με λίγα δέντρα ή πολλά δέντρα σε μέτρια απόσταση, έδειξαν ότι στο *M. blythii* διαφοροποιείται η διάρκεια της φωνής (D, $t=-2,271$, $p=0,027$), ενώ στο *M. emarginatus* διαφοροποιείται η τελική συχνότητα (EF, Mann-Whitney $Z=-2,265$, $t=0,024$) και η διάρκεια του σήματος (D, Mann-Whitney $Z=-2,811$, $p=0,005$). Οι διαφορές αυτές επιβεβαιώνουν εν μέρει την άποψη ότι τα γνωρίσματα του ενδιαιτήματος επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά των φωνών εντοπισμού των νυχτερίδων και ότι επιβάλλεται η συλλογή και επεξεργασία φωνών που εκπέμπονται σε όσο το δυνατότερο περισσότερους τύπους ενδιαιτημάτων (Vaughan *et al.*, 1997b; Limpens, 2004; Waters and Gannon, 2004).

Η σύγκριση των φωνών του *Myotis blythii* στην Κρήτη και τον Έβρο έδειξε ότι μεγάλες αλλά και σημαντικές διαφορές εντοπίζονται στην αρχική (SF, $83,3 \pm 18,22$ kHz στον Έβρο, Mann-Whitney $Z=-5,934$, $p<0,001$) και την τελική συχνότητα (EF, $27,7 \pm 2,35$ kHz στον Έβρο, Mann-Whitney $Z=-5,138$, $p<0,001$), όπως και στην συχνότητα μέγιστης ενέργειας (FMAXE, $39,2 \pm 3,41$ kHz στον Έβρο, Mann-Whitney $Z=-5,347$, $p<0,001$) με τις μέσες τιμές των παραμέτρων αυτών να είναι μεγαλύτερες στην Κρήτη (**Πίνακας 3.3.15**). Επίσης, μεγαλύτερες είναι οι τιμές των FMAXE, MF και D στην Κρήτη (FMAXE: $44,60 \pm 5,32$ kHz, MF: $54,80 \pm 7,09$ kHz και D: $5,28 \pm 1,32$ ms), σε σχέση με τη Νότια και Κεντρική Ιταλία (FMAXE: $41,4 \pm 4,37$ kHz, MF: $49,1 \pm 7,69$ kHz και D: $4,3 \pm 1,23$ ms, Russo and Jones, 2002), ενώ στην Ελβετία (Obrist *et al.*, 2004) οι τιμές της FMAXE είναι ακόμα υψηλότερες ($53,2 \pm 10,9$ kHz), αλλά αυτές της D είναι χαμηλότερες ($3,3 \pm 0,7$ ms). Από τα παραπάνω φαίνεται μείωση των τιμών της FMAXE και αύξηση αυτών της D κατά τον άξονα ΒΔ-ΝΑ, αλλά η Κρήτη δεν υπακούει σε αυτό το πρότυπο, ίσως λόγω νησιωτισμού. Μια άλλη ενδεχόμενη εξήγηση της «απόκλισης» αυτής της Κρήτης είναι η απουσία του *M. myotis*, το οποίο είναι αδελφό είδος με το *M. blythii* και οι φωνές εντοπισμού των δύο ειδών μοιάζουν πάρα πολύ (Russo and Jones, 2002, Papadatou, 2006).

Όσον αφορά στο *Myotis caraccinii* (**Πίνακας 3.3.7**), σημαντικές διαφορές μεταξύ Κρήτης και Έβρου εντοπίζονται στην EF (Mann-Whitney $Z=-6,772$, $p<0,001$) και το IPI (Mann-Whitney $Z=-3,145$, $p=0,002$), με τις τιμές της Κρήτης να είναι και εδώ μεγαλύτερες. Από τη σύγκριση με τη Β. Ιταλία (Preatoni *et al.*, 2005) προκύπτει ότι η LF ($36,0 \pm 2,2$ kHz) και η FMAXE ($44,3 \pm 2,7$ kHz) είναι αντίστοιχα μεγαλύτερες και μικρότερες από ότι στην Κρήτη (LF: $32,99 \pm 2,90$ kHz, FMAXE: $48,84 \pm 4,06$ kHz), διαφορετικά όμως αποτελέσματα δίνει η σύγκριση με τις τιμές από τη νότια και κεντρική

Ιταλία (FMAXE: 50,4±3,15 kHz, D: 3,8±0,68, Russo and Jones, 2002). Η FMAXE είναι μικρότερη (45,1±4,3 kHz) και στην Ελβετία (Obrist *et al.*, 2004), αλλά όχι και στον Έβρο (48,9 ± 4,76, Papadatou, 2006).

Τέλος, στο *Myotis emarginatus* (Πίνακας 3.3.8) σημαντικές και μεγάλες διαφορές μεταξύ Κρήτης και Έβρου διαπιστώθηκαν στην SF (μεγαλύτερη στην Κρήτη, Mann-Whitney $Z=-5,138$, $p<0,001$), την FMAXE (μικρότερη στην Κρήτη, Mann-Whitney $Z=-5,138$, $p<0,001$) και την D (μικρότερη στην Κρήτη, Mann-Whitney $Z=-5,138$, $p<0,001$). Η FMAXE στην Ελβετία (Obrist *et al.*, 2004) είναι μικρότερη (54,5±7,4 kHz) από την Κρήτη (57,09±5,79 kHz), ενώ στη Νότια και Κεντρική Ιταλία (Russo and Jones, 2002) η MF (68,7±11,1 kHz) είναι μεγαλύτερη από αυτή των κρητικών πληθυσμών (60,41±5,37 kHz).

3.4.1.3 Είδη των γενών *Pipistrellus*, *Hypsugo*, *Miniopterus*, *Eptesicus*, *Nyctalus* και *Tadarida* (φωνές τύπου FM/QCF)

Στα διαγράμματα συχνότητας – χρόνου οι φωνές των ειδών αυτών έχουν χαρακτηριστικό σχήμα, με ένα κεκλιμένο αρχικό τμήμα και ένα σχεδόν οριζόντιο τελικό, ενώ σε φωνές που ηχογραφούνται σε ανοικτούς χώρους το αρχικό τμήμα είναι περιορισμένο ή απουσιάζει πλήρως (Εικόνα 3.6.). Τα είδη με φωνές αυτού του τύπου μπορούν να διακριθούν σε τέσσερις ομάδες με βάση τις συχνότητες και τις χρονικές τους παραμέτρους:

Οι φωνές του *Tadarida teniotis* έχουν τις χαμηλότερες συχνότητες από όλα τα άλλα είδη της Κρήτης, τη μεγαλύτερη διάρκεια (με εξαίρεση τα Rhinolophidae) και τη μεγαλύτερη χρονική απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών φωνών, τόσο στην Κρήτη (Πίνακας 3.3.1, Εικόνα 3.5), όσο και στην υπόλοιπη Ευρώπη (Zingg, 1990; Russo and Jones, 2002; Obrist *et al.*, 2004, Papadatou *et al.*, 2008). Η τελική συχνότητα (EF) των φωνών του είδους στην Κρήτη είναι σημαντικά υψηλότερη (12,01±1,23 kHz) από ότι στον Έβρο (11,1±1,34 kHz, Mann-Whitney $Z=-2,077$, $p=0,038$), ενώ παρόμοιες τιμές με την Κρήτη αναφέρονται και από την Ιταλία (12,1±1,19, Russo and Jones, 2002). Επίσης, στην Ελβετία χαμηλότερες τιμές έχουν βρεθεί και στην LF (8,0±0,7 kHz, Obrist *et al.*, 2004, 10,72±1,32 kHz στην Κρήτη).

Το *Eptesicus serotinus* και το *Nyctalus leisleri* έχουν φωνές με συχνότητες ενδιάμεσες του *Tadarida teniotis* και όλων των άλλων ειδών αυτής της ομάδας που απαντώνται στην Κρήτη. Ο διαχωρισμός τους συνεπώς από τα υπόλοιπα είδη είναι εύκολος, μεταξύ τους όμως υπάρχουν μεγάλες επικαλύψεις στις τιμές όλων των παραμέτρων (Zingg, 1990; Russo *et al.*,

2002; Obrist *et al.*, 2004, Papadatou *et al.*, 2008) οι οποίες δυσχεραίνουν τον προσδιορισμό τους.

Οι φωνές των ειδών *Hypsugo savii* και *Pipistrellus kuhlii* διαχωρίζονται εύκολα από αυτές των υπολοίπων ειδών της ομάδας, με βάση τις τιμές των LF, EF, FMAXE, MF, αλλά μεταξύ τους υπάρχει μεγάλη επικάλυψη στις τιμές όλων των παραμέτρων (**Πίνακας 3.3.1, Εικόνα 3.5**). Εν τούτοις, η σύγκριση φωνών των δύο ειδών, οι οποίες ηχογραφήθηκαν κατά την απελευθέρωση σε ενδιαιτήματα με αραιή ή σχετικά απομακρυσμένη βλάστηση, έδειξε ότι σε όλες τις παραμέτρους, πλην του IPI, οι διαφορές είναι στατιστικά σημαντικές (**Πίνακας 3.3.5**).

Από τη σύγκριση των φωνών του *Hypsugo savii* στην Κρήτη και τον Έβρο (**Πίνακας 3.3.11**), φάνηκε ότι σημαντική διαφορά υπάρχει μόνο στην EF (35,06±1,62 kHz στην Κρήτη, 33,7±1,43 kHz στον Έβρο, Mann-Whitney Z=-3,938, p<0,001). Μεγαλύτερες είναι στην Κρήτη σε σχέση με την Ελβετία και οι μέσες τιμές της LF (32,40±1,86 kHz στην Κρήτη, 28,8±0,8 kHz, στην Ελβετία, Obrist *et al.*, 2004). Επίσης, η FMAXE είναι σαφώς μεγαλύτερη στην Κρήτη (37,50±2,18 kHz) από την κεντρική και νότια Ιταλία (34,6±1,83 kHz, Russo and Jones, 2002) και από την Ελβετία (34,9±2,0 kHz, Obrist *et al.*, 2004), όχι όμως και από τη Β. Ελλάδα (36,7±1,23 kHz, Papadatou, 2006). Η μέτρηση αυτή είναι συνεπώς η μόνη του είδους που παρουσιάζει κάποιο σαφές γεωγραφικό πρότυπο, με αύξηση κατά τον άξονα ΒΔ-ΝΑ.

Όσον αφορά στο *P. kuhlii*, στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της Κρήτης και της ΒΑ. Ελλάδας βρέθηκαν σε όλες τις παραμέτρους και εξαιρουμένης της IPI, οι διαφορές αυτές ήταν αρκετά υψηλές. Όλες οι χρονικές παράμετροι έχουν μικρότερες μέσες τιμές στην Κρήτη, ενώ οι τιμές των SF, EF και FMAXE είναι μικρότερες στον Έβρο. Παρόμοιες διαφορές εντοπίζονται και στις LF, FMAXE και D μεταξύ Κρήτης (35,93±2,77 kHz, 41,69±1,72 kHz, 5,22±1,12 ms, αντίστοιχα) και Ελβετίας (αντίστοιχα, 33,6±1,3 kHz, 39,5±1,8 kHz και 7,6±0,9 ms, Obrist *et al.*, 2004). Μεταξύ Κρήτης και Ιταλίας (Russo and Jones, 2002) δεν εντοπίστηκαν αξιοσημείωτες διαφορές στις φωνές εντοπισμού αυτού του είδους.

Οι φωνές των *Miniopterus schreibersii* και *Pipistrellus hanaki* έχουν υψηλότερες συχνότητες από όλα τα άλλα είδη αυτής της ομάδας, αλλά μεταξύ τους υπάρχει επικάλυψη στις τιμές όλων των παραμέτρων (**Πίνακας 3.3.1, Εικόνα 3.5**). Η στατιστική σύγκριση των φωνητικών παραμέτρων στα δύο είδη δεν ήταν δυνατή, καθώς οι φωνές κάθε είδους ηχογραφήθηκαν υπό διαφορετικές συνθήκες.

Οι φωνές που εκπέμπει το *Miniopterus schreibersii* κατά την έξοδο από τα καταφύγια του δεν επηρεάζονται από τη βλάστηση του περιβάλλοντος

χώρου. Μόνο η τελική συχνότητα (LF) είναι υψηλότερη σε ανοικτούς χώρους ($t=2,434$, $p=0,019$) από ότι σε καταφύγια περιβαλλόμενα από βλάστηση. Από την άλλη, οι SF και EF είναι σημαντικά μεγαλύτερες, ενώ η D είναι σημαντικά μικρότερη στις φωνές που ηχογραφήθηκαν κατά την έξοδο από καταφύγια σε όλων των τύπων τα ενδιαιτήματα σε σχέση με αυτές που ηχογραφήθηκαν κατά την απελευθέρωση κοντά σε κατακόρυφες πλαγιές ($N=24$). Οι διαφορές αυτές μπορούν να αποδοθούν είτε στις διαφορές των ενδιαιτημάτων (Vaughan *et al.*, 1997b; Limpens, 2004; Waters and Gannon, 2004), είτε στις συνθήκες ηχογράφησης (Russo and Jones, 2002; Berger-Tal *et al.*, 2007; Papadatou *et al.*, 2008), είτε και στα δύο. Από τη σύγκριση των φωνών αυτού του είδους μεταξύ Κρήτης και Έβρου (Papadatou, 2006), Ιταλίας (Russo and Jones, 2002) και Ελβετίας (Obrist *et al.*, 2004) δεν προέκυψαν σημαντικές διαφορές.

Το *Pipistrellus hanaki* έχει σημαντικά μεγαλύτερη IPI στην Κρήτη από ότι το *Pipistrellus pipistrellus* στον Έβρο ($137,55\pm 61,73$ ms και $94,9\pm 29,90$ ms αντίστοιχα, Mann-Whitney $Z=-3,842$, $p<0,001$) και παρομοίως, σημαντικά μεγαλύτερη EF ($48,51\pm 1,67$ kHz και $47,5\pm 1,43$ kHz αντίστοιχα, $t=3,239$, $p=0,002$), όπως φαίνεται στον **Πίνακα 3.3.14**. Το *P. hanaki* εδώ έχει επίσης μεγαλύτερη LF ($45,67\pm 1,89$ kHz) από το *P. pipistrellus* στην βόρεια Ιταλία ($41,1\pm 3,8$ kHz, Preatoni *et al.*, 2005) και την Ελβετία ($42,6\pm 1,4$ kHz, Obrist *et al.*, 2004). Μεγαλύτερη στην Κρήτη είναι και η FMAXE στο *P. hanaki* ($48,89\pm 1,66$ kHz) από ότι στο *P. pipistrellus* στη Βρετανία ($46,74$ kHz, Parsons and Jones, 2000), την Ελβετία ($47,4\pm 2$ kHz, Obrist *et al.*, 2004) και την κεντρική και τη νότια Ιταλία ($46,9\pm 1,81$ kHz, Russo and Jones, 2002), όχι όμως και τη Β. Ιταλία ($50,5-4,7$ kHz, Preatoni *et al.*, 2005) και τον Έβρο ($48,6\pm 1,46$ kHz, Papadatou, 2006). Τέλος, η διάρκεια των φωνών εντοπισμού του *P. hanaki* στην Κρήτη ($5,84\pm 1,53$ ms) είναι σαφώς μεγαλύτερη από την αυτήν του *P. pipistrellus* στη Βρετανία ($4,78$ ms, Parsons and Jones, 2000) και τη Β. Ιταλία ($3,0\pm 1,3$ ms, Preatoni *et al.*, 2005), αλλά μικρότερη από αυτή στην Ελβετία ($6,3\pm 0,9$ kHz, Obrist *et al.*, 2004).

Το *Pipistrellus hanaki* εξαπλώνεται στη Λιβύη, όπου ανακαλύφθηκε για πρώτη φορά (Benda *et al.*, 2004; Hulva *et al.*, 2004; 2007) και την Κρήτη. Ανήκει στον κλάδο του *Pipistrellus pygmaeus*, το οποίο διακρίθηκε από το *Pipistrellus pipistrellus* με βάση γενετικές μελέτες αλλά και διαφορές στις φωνές εντοπισμού (π.χ., EF και FMAXE: ~ 55 kHz στο *P. pygmaeus*, ~ 45 kHz στο *P. pipistrellus*, Jones G. and Van Parijs, 1993; Barratt *et al.*, 1997). Επιπλέον, οι κρητικοί πληθυσμοί του *Pipistrellus hanaki* διαφοροποιούνται, μορφολογικά και γενετικά από αυτούς της Λιβύης

(Benda, προσωπική επικοινωνία). Οι EF και FMAXE την τάξης των 45-47 kHz αποτελούν τον πλησιομορφικό χαρακτήρα ο οποίος διατηρήθηκε στο *P. pipistrellus* και το *P. hanaki* της Λιβύης, ενώ οι τιμές της τάξης των 55 kHz που εμφανίζονται στο *P. pygmaeus* θεωρούνται απωμορφικές και εμφανίστηκαν μετά το διαχωρισμό των δύο κλάδων, στη Β. Αφρική, 3,1 έως 4,1 εκατομμύρια χρόνια πριν (Hulva *et al.*, 2004). Οι Benda *et al.* (2004) αναφέρουν ότι η FMAXE του *P. hanaki* στη Λιβύη κυμαίνεται γύρω στα 45 kHz, τιμή σημαντικά μικρότερη από αυτή στην Κρήτη. Καθώς όμως δεν παρέχουν πληροφορίες για το μέγεθος του δείγματος που εξέτασαν και τη διακύμανση ή την τυπική απόκλιση αυτής της μέτρησης, δεν είναι δυνατόν να ελέγξουμε εάν οι φωνές του είδους διαφοροποιούνται πραγματικά μεταξύ της Κρήτης και της Λιβύης.

Οι τιμές των παραμέτρων LF, EF, FMAXE, MF και D φαίνεται να είναι ίσες ή μεγαλύτερες στην Κρήτη από ότι στις άλλες περιοχές εξάπλωσης που εξετάστηκαν και στα είδη *Tadarida teniotis*, *Hypsugo savii* και *Pipistrellus kuhlii*. Σε καμία παράμετρο κανενός είδους δεν παρατηρήθηκαν μικρότερες τιμές στην Κρήτη. Τόσο σε αυτή, όσο και στις άλλες ομάδες ειδών, οι συγκρίσεις δεν έχουν στατιστική στήριξη (με εξαίρεση τη σύγκριση με τον Έβρο), καθώς διαθέσιμες ήταν μόνο οι μέσες τιμές και η τυπική απόκλιση (Parsons and Jones, 2000; Russo and Jones, 2002; Obrist *et al.*, 2004; Preatoni *et al.*, 2005) για κάποιες παράμετρους των φωνών εντοπισμού. Ενδεχομένως δε, οι διαφορές που διαπιστώθηκαν οφείλονται στην υποκειμενικότητα των ερευνητών κατά τη λήψη των μετρήσεων (Parsons, 2004), γεγονός ιδιαίτερα πιθανό για τις μετρήσεις που προέρχονται από την Ελβετία, καθώς στο σχετικό άρθρο (Obrist *et al.*, 2004) δεν αποσαφηνίζεται πλήρως ο τρόπος λήψης τους. Ενδεχόμενη εξήγηση των διαφορών αποτελεί και η χρήση διαφορετικών δεκτών υπερήχων και συσκευών καταγραφής των φωνών (Obrist, 1995). Για την ασφαλέστερη πραγματοποίηση συγκρίσεων τέτοιου είδους είναι σαφώς προτιμότερη η λήψη των μετρήσεων από ένα και μόνο ερευνητή ή η χρήση κάποιου αυτοματοποιημένου τρόπου επεξεργασίας των αρχείων ήχου (Parsons, 2004). Επίσης, για μία πιο ολοκληρωμένη και ασφαλή σύγκριση, θα πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν τα χαρακτηριστικά του ενδιαίτηματος όπου ηχογραφείται η κάθε φωνή (Vaughan *et al.*, 1997b; Limpens, 2004; Waters and Gannon, 2004), αν και αυτά δεν φαίνεται να επηρεάζουν την τελική συχνότητα σε τρία είδη του γένους *Pipistrellus* (Kalko, 1995), καθώς και το φύλο του κάθε ατόμου (Park *et al.*, 1996). Αυτές οι προϋποθέσεις δεν ήταν δυνατόν να τηρηθούν εδώ, λόγω

απουσίας των σχετικών πληροφοριών στις εργασίες για άλλες χώρες/περιοχές οι οποίες εξετάστηκαν.

3.4.2 Πολυμεταβλητές συγκρίσεις και Τετραγωνική Διαφοροποιός Ανάλυση

3.4.2.1 Σύνολο των επτά ειδών (γένη *Myotis*, *Pipistrellus*, *Hypsugo*, *Miniopterus*)

Όταν η Διαφοροποιός Ανάλυση συμπεριέλαβε και τα επτά είδη για τα οποία υπήρχαν αρκετά δείγματα, το ποσοστό σωστής κατάταξης στο καλύτερο μοντέλο (με τις παραμέτρους SF, EF, FMAXE, MF, D και IPI) ανήλθε στο 90,3%. Το ποσοστό αυτό είναι υψηλότερο από αυτά που αναφέρονται από τον Έβρο (86,8%, Papadatou *et al.*, 2008), την Ιταλία (81,8%, Russo and Jones, 2002), την Ελβετία (75% με Διαφοροποιό Ανάλυση, 86% με Αλγόριθμους Συνεργικής Αναγνώρισης Προτύπων, Obrist *et al.*, 2004) και τη Βρετανία (81% με Διαφοροποιό Ανάλυση, 87% με Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα, Parsons and Jones, 2000). Οι διαφορές αυτές ενδεχομένως οφείλονται στο ότι ο αριθμός των ειδών που εξετάστηκαν στην Κρήτη είναι μικρότερος από ότι στις άλλες περιοχές (11 είδη στον Έβρο, 18 στην Ιταλία, 24 στην Ελβετία, 12 στη Βρετανία).

Τη μεγαλύτερη διακριτική ισχύ έχει η EF, ακολουθούμενη από την MF, ενώ την μικρότερη ισχύ έχει η IPI (**Πίνακας 3.3.6**). Η LF έχει ακόμα μεγαλύτερη ισχύ, λόγω όμως υψηλής συσχέτισης με την EF (**Πίνακας 3.3.8**) η χρήση της εξασθενεί τα αποτελέσματα της Διαφοροποιό Ανάλυσης. Το υψηλότερο ποσοστό σωστής κατάταξης επιτεύχθηκε στο *M. schreibersii* (98,6%) και το χαμηλότερο (83,3%) στο *H. savii* (**Πίνακας 3.3.7**).

3.4.2.2 Είδη του γένους *Myotis* (φωνές τύπου FM)

Η Διαφοροποιός Ανάλυση συμπεριέλαβε μόνο τρία από τα είδη του γένους *Myotis* και κατέταξε επιτυχώς το 93,9% των φωνών. Το καλύτερο μοντέλο χρησιμοποίησε τις παραμέτρους SF, EF, LF, FMAXE, MF, D και IPI. Το υψηλότερο ποσοστό σωστής κατάταξης παρατηρήθηκε στο *Myotis blythii* (96,4 %) και το χαμηλότερο στο *Myotis capaccinii* (88,9%). Και εδώ, τα αποτελέσματα της μεθόδου είναι καλύτερα από άλλες περιοχές της Ευρώπης (4 είδη, 89,3% στην Ελλάδα, Papadatou *et al.*, 2008, 10 είδη, 71,3% στην Ιταλία, Russo and Jones, 2002, 12 είδη, 59% και 74% στην Ελβετία, Obrist *et al.*, 2004, 5 είδη, 72% στη Βρετανία, Parsons and Jones,

2000). Χαμηλότερο ποσοστό σωστής κατάταξης από την Κρήτη (96,4%) έχει το *Myotis blythii* στον Έβρο (86,5%, Papadatou *et al.*, 2008) και την Ιταλία (51%, Russo and Jones, 2002), λόγω της μεγάλης επικάλυψης στις παραμέτρους των φωνών του με το συγγενικό του *Myotis myotis*. Αντιθέτως, στην Κρήτη όπου το *M. myotis* απουσιάζει, το *M. blythii* έχει τα υψηλότερα ποσοστά σωστής κατάταξης στο γένος και από τα υψηλότερα μεταξύ όλων των ειδών. Επίσης, χαμηλά ποσοστά κατάταξης έχει και το *M. mystacinus* στην Ιταλία και τη Βρετανία λόγω επικάλυψης με άλλα είδη του γένους (Russo and Jones, 2002; Parsons and Jones, 2000). Το είδος αυτό (ή το *M. aurascens*) απαντάται και στην Κρήτη αλλά η συμπεριληψη του σε αυτή τη μελέτη, ή οποία πιθανότατα θα μείωνε τα ποσοστά σωστής κατάταξης των ειδών του γένους, δεν ήταν δυνατή λόγω περιορισμένου δείγματος.

Σε αυτή την ομάδα ειδών την υψηλότερη διακριτική ισχύ έχουν οι LF και EF και τη χαμηλότερη η IPI (**Πίνακας 3.3.6**). Η FMsoft έχει μέτρια διακριτική ισχύ, λόγω όμως της υψηλής συσχέτισης με την FMAXE (**Πίνακας 3.3.8**), της οποίας η ισχύς είναι υψηλότερη, η χρήση της μειώνει τα ποσοστά σωστής κατάταξης. Από τα αποτελέσματα αυτά, προκύπτει ότι η μέτρηση της συχνότητας μέγιστης ενέργειας με την αυτοματοποιημένη λειτουργία του λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε (BatSound) δεν ενδείκνυται.

3.4.2.3 Είδη των γενών *Pipistrellus*, *Hypsugo*, *Miniopterus* και *Tadarida* (φωνές τύπου FM/QCF)

Σε αυτή την ομάδα ειδών το καλύτερο μοντέλο κατέταξε σωστά το 91,8% των φωνών, χρησιμοποιώντας τις παραμέτρους SF, EF, MF και D. Τη μεγαλύτερη διακριτική ισχύ είχε η EF και τη χαμηλότερη η IPI (**Πίνακας 3.3.6**). Η απουσία των FMAXE και LF από το καλύτερο μοντέλο οφείλεται στην υψηλή τους συσχέτιση με τις MF και EF, αντίστοιχα (**Πίνακας 3.3.8**). Τα χαμηλότερα ποσοστά υψηλής κατάταξης παρατηρήθηκαν στα είδη *Pipistrellus kuhlii* (88,4%) και *Hypsugo savii* (86,7%), λόγω της επικάλυψης στις τιμές των παραμέτρων των φωνών τους. Τα ποσοστά σωστής κατάταξης αυτών των ειδών είναι παρόμοια στον Έβρο (90,3% και 84,9%, Papadatou *et al.*, 2008), αλλά υψηλότερα στην Ιταλία (98% και 97%, Russo and Jones, 2002) και την Ελβετία (93% και 97%, Obrist *et al.*, 2004, με Αλγόριθμους Συνεργικής Αναγνώρισης Προτύπων). Όπως είδαμε και παραπάνω (**Παράγραφος 3.4.1.3**), οι παράμετροι συχνότητων στις φωνές του *H. savii* έχουν υψηλότερες τιμές και συνεπώς μεγαλύτερη επικάλυψη

με αυτές του *P. kuhlii*, σε σχέση με την Ιταλία και την Ελβετία, γεγονός που μάλλον δυσχεραίνει τη διάκρισή τους κατά τη Διαφοροποιό Ανάλυση. Τα ποσοστά σωστής κατάταξης του *P. kuhlii* πιθανώς θα ήταν ακόμα χαμηλότερα, εάν είχε συμπεριληφθεί και το *P. nathusii*, καθώς μεγάλη επικάλυψη στις παραμέτρους των δύο ειδών έχει παρατηρηθεί στη Ελβετία (Zingg, 1990; Kalko, 1995; Obrist *et al.*, 2004). Το 18% των φωνών του *P. kuhlii* κατατάχθηκαν στο *P. nathusii*, ενώ το αντίστροφο έγινε στο 10% των φωνών (Obrist *et al.*, 2004).

Το ποσοστό σωστής κατάταξης του *Pipistrellus hanaki* (89,4%) είναι επίσης χαμηλότερο από αυτό του *P. pipistrellus* στον Έβρο (95,7%, Papadatou *et al.*, 2008), την Ιταλία (98%, Russo and Jones, 2002), την Ελβετία (95% με Διαφοροποιό Ανάλυση, 98% με Αλγόριθμους Συνεργικής Αναγνώρισης Προτύπων, Obrist *et al.*, 2004) και τη Βρετανία (100% με Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα, Parsons and Jones, 2000). Και εδώ, η διαφορά στα ποσοστά σωστής κατάταξης μπορεί να αποδοθεί στις υψηλότερες τιμές των παραμέτρων συχνότητων του *Pipistrellus hanaki* σε σχέση με το *P. pipistrellus*.

Τέλος, στο *M. schreibersii* το ποσοστό κατάταξης είναι 100%, μεγαλύτερο δηλαδή από αυτό που αναφέρεται από Έβρο (95%), την Ιταλία (98%) και την Ελβετία (89% με Διαφοροποιό Ανάλυση, 92% με Αλγόριθμους Συνεργικής Αναγνώρισης Προτύπων). Στις περιοχές αυτές, η παρουσία του *P. pygmaeus*, το οποίο απουσιάζει από την Κρήτη, δυσχεραίνει την σωστή κατάταξη των φωνών του *M. schreibersii*, λόγω επικάλυψης τιμών των παραμέτρων τους (Russo and Jones, 2002; Obrist *et al.*, 2004; Papadatou *et al.*, 2008).

Το υψηλότερο ποσοστό σωστής κατάταξης που επιτεύχθηκε ήταν 100% στο *M. schreibersii* και χαμηλότερο ήταν 86,7% στο *H. savii*. Το καλύτερο μοντέλο (91,8% σωστοί προσδιορισμοί για το σύνολο των ειδών) περιλάμβανε τις παραμέτρους: SF, EF, MF και D.

3.5 ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σε αυτή τη μελέτη, για πρώτη φορά, περιγράφηκαν οι φωνές εντοπισμού των Κρητικών πληθυσμών Χειροπτέρων και δημιουργήθηκε μια βιβλιοθήκη φωνών, ή οποία έχει καταχωρηθεί στις συλλογές του Μ.Φ.Ι.Κ. Τόσο οι παράμετροι των φωνών που δίνονται εδώ, όσο και οι ίδιες οι φωνές, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μελλοντικές έρευνες για την κατανομή και την οικολογία των Χειροπτέρων της Κρήτης. Οι φωνές εντοπισμού των Χειροπτέρων διαφοροποιούνται κατά μήκος της περιοχής

εξάπλωσής τους (Barclay, 1999; Barclay *et al.*, 1999; Barclay and Brigham, 2004; Waters and Gannon, 2004) και η έλλειψη σχετικών πληροφοριών από την Κρήτη έχει πιθανότατα οδηγήσει ορισμένους ερευνητές (Hanák *et al.*, 2001; Skiba, 2007) σε λανθασμένα συμπεράσματα σχετικά με την κατανομή κάποιων ειδών στο νησί (βλ. σχετική συζήτηση στο **2^ο Κεφάλαιο**). Επίσης, για πρώτη φορά σε παγκόσμιο επίπεδο περιγράφηκαν εκτενώς οι φωνές εντοπισμού του πρόσφατα ανακαλυφθέντος *P. hanaki*. Από τη μελέτη αυτή φαίνεται ότι το εν λόγω είδος καταλαμβάνει παρόμοιο «ακουστικό θώκο» με το *P. pipistrellus* όπως είχε υποτεθεί και παλαιότερα (Hulva *et al.*, 2004).

Από τη σύγκριση των μέσων τιμών από τις παραμέτρους των φωνών εντοπισμού των κρητικών πληθυσμών με αυτούς άλλων ευρωπαϊκών περιοχών φάνηκε ότι στα περισσότερα από τα είδη που εξετάστηκαν υπάρχει σημαντική γεωγραφική διαφοροποίηση, με μόνη εξαίρεση το *Miniopterus schreibersii*. Σημαντική διαφοροποίηση βρέθηκε σε ορισμένες περιπτώσεις και όταν συγκρίθηκαν τα πρωτογενή δεδομένα από την Κρήτη με αυτά από τη ΒΑ Ελλάδα. Οι διαφορές όμως αυτές θα πρέπει να αντιμετωπιστούν με επιφυλακτικότητα, καθώς σε κάθε περιοχή οι ηχογραφήσεις και οι μετρήσεις έχουν ληφθεί από διαφορετικό ερευνητή, δεν υπάρχει συμφωνία ως το πώς ακριβώς θα πρέπει αυτές να λαμβάνονται και σε κάποιες περιπτώσεις έχει γίνει διαφορετικού τύπου επεξεργασία των ήχων, παράγοντες οι οποίοι δυσχεραίνουν κατά πολύ τη σύγκριση (Parsons, 2004). Το πρόβλημα αυτό είναι μεγαλύτερο σε κάποιες από τις μετρήσεις, όπως η SF η οποία εξαρτάται σημαντικά από την απόσταση του ζώου από το μικρόφωνο (Lawrence and Simmons, 1982) και από τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος χώρου, όπως και η IPI (Simmons *et al.*, 1979; Obrist, 1995; Barclay, 1999). Επισφαλής είναι και η χρήση των EF και LF, καθώς ορισμένοι ερευνητές (Parsons and Jones, 2000; Russo and Jones, 2002; Papadatou, 2006) χρησιμοποιούν μόνο την πρώτη και συστηματικά της αποδίδουν μικρότερες τιμές από ότι άλλοι που χρησιμοποιούν και τις δύο μετρήσεις (Obrist *et al.*, 2004; Preatoni *et al.*, 2005). Από τα παραπάνω φαίνεται ότι οι πιο αξιόπιστες μετρήσεις για την πραγματοποίηση συγκρίσεων είναι οι FMAXE και D, οι οποίες και εξετάζονται εδώ. Στο *H. savii* η FMAXE φαίνεται να αυξάνεται κατά τον άξονα ΒΔ-ΝΑ, ενώ στο *M. blythii* μειώνεται κατά τον άξονα ΒΔ-ΝΑ και η D ακολουθεί αντίστροφη τάση. Η Κρήτη αποτελεί εξαίρεση (με μεγαλύτερη FMAXE και μικρότερη D) στο πρότυπο αυτό που παρατηρείται στο *M. blythii*, πιθανότατα λόγω νησιωτισμού. Όσον αφορά στα τρία είδη του γένους *Rhinolophus*, στην Κρήτη η FMAXE (η μόνη αξιόπιστη μέτρηση στα

Rhinolophidae) έχει μεγαλύτερες τιμές από διάφορες περιοχές της ηπειρωτικής Ευρώπης και τη Μικρά Ασία. Οι υψηλές τιμές στην FMAXE των *Rhinolophus ferrumequinum* και *R. hipposideros* στην Κρήτη δεν συμβαδίζουν με τη σταδιακή μείωσή της κατά μήκος του άξονα ΒΔ-ΝΑ (Heller and Helversen, 1989), γεγονός που ενδεχομένως οφείλεται στο νησιωτισμό. Σε κανένα άλλο από τα είδη που εξετάστηκαν δεν παρατηρήθηκε κάποιο σαφές γεωγραφικό πρότυπο στις παραμέτρους των φωνών εντοπισμού τους.

Όπως έχει φανεί και από παρόμοιες μελέτες σε άλλες περιοχές της Ευρώπης (Zingg, 1990; Russo and Jones, 2002; Obrist *et al.*, 2004; Preatoni *et al.*, 2005; Papadatou, 2006), στην παρούσα μελέτη παρατηρήθηκε σημαντική επικάλυψη στις τιμές των παραμέτρων που μετρήθηκαν σε μία σειρά από ομάδες ειδών (**Πίνακας 3.3.1**). Το πρόβλημα αυτό της επικάλυψης είναι μεγαλύτερο μεταξύ των ειδών του γένους *Myotis*, αλλά εξίσου σοβαρό αν και μικρότερο στα ζεύγη ειδών *P. kuhlii/H. savii*, *P. hanaki/M. schreibersii*. Αν και η στατιστική σύγκριση των τιμών των παραμέτρων έδειξε σημαντικές διαφορές στις περισσότερες περιπτώσεις, το φαινόμενο αυτό της επικάλυψης καταδεικνύει την ανάγκη χρήσης πιο εκλεπτυσμένων τεχνικών για τον ακουστικό προσδιορισμό των Χειροπτέρων στην Κρήτη, όπως η Ανάλυση Διαφοροποιών Εξισώσεων που αναπτύχθηκε σε αυτή τη μελέτη. Τα μόνα είδη οι φωνές των οποίων μπορούν να προσδιοριστούν άμεσα από την ακρόαση ή/και την οπτική εξέτάσή τους είναι αυτά του *T. teniotis* και του γένους *Rhinolophus*.

Παρόλο που σε άλλες μελέτες (Russo and Jones, 2002; Papadatou, 2006) έχει δείχθει ότι τα γενικά χαρακτηριστικά των ενδιαιτημάτων στα οποία πραγματοποιούνται οι ηχογραφήσεις (παρουσία δέντρων και κατακόρυφων βράχων) επηρεάζουν τις παραμέτρους των φωνών εντοπισμού, στην παρούσα μελέτη φάνηκε ότι το φαινόμενο αυτό δεν είναι τόσο έντονο στους πληθυσμούς της Κρήτης. Ενδεχομένως και σε αυτή την περίπτωση η διαφορά αυτή οφείλεται στην υποκειμενικότητα του εκάστοτε ερευνητή.

Τα είδη *Eptesicus serotinus*, *Nyctalus leisleri*, *Plecotus kolombatovici* και *P. macrotis*, δεν εξετάστηκαν με την Ανάλυση Διαφοροποιών Εξισώσεων (DFA), λόγω έλλειψης αρκετών φωνών αναφοράς. Από την εφαρμογή της ανάλυσης αυτής στα επτά είδη των γενών *Myotis*, *Hypsugo*, *Pipistrellus* και *Miniopterus* το συνολικό ποσοστό σωστής κατάταξης ανήλθε στο 90,3% και ήταν υψηλότερο από αυτό που αναφέρεται από αντίστοιχες μελέτες (Parsons and Jones, 2000; Russo and Jones, 2002; Obrist *et al.*, 2004;

Papadatou *et al.*, 2008), ίσως λόγω του ότι εδώ εξετάστηκαν σχετικά λίγα είδη.

Όταν η DFA εφαρμόστηκε στην ομάδα ειδών με φωνές τύπου FM ξεχωριστά από την ομάδα με φωνές τύπου FM/QCF, φάνηκε ότι τα ποσοστά σωστού προσδιορισμού είναι υψηλότερα για τα περισσότερα είδη, όπως έχει φανεί και από άλλες μελέτες (Vaughan *et al.*, 1997b; Russo and Jones, 2002; Papadatou, 2006). Παραδόξως, το ποσοστό σωστού προσδιορισμού του *P. hanaki* στην δεύτερη περίπτωση είναι μικρότερο, ενώ το ποσοστό για το ζευγάρι ειδών *P. hanaki/M. schreibersii* δεν διαφέρει (Πίνακες 3.3.7 και 3.3.10). Για τον προσδιορισμό των φωνών στο γένος *Myotis* όλες οι παράμετροι αποδείχθηκαν χρήσιμες. Αντιθέτως, για τα είδη με φωνές του τύπου FM/QCF χαμηλή σημασία είχε η FMAXE αλλά και η LF, πιθανότατα λόγω υψηλής συσχέτισης με την EF. Χαμηλή σημασία είχε και η IPI, ίσως λόγω της σημαντικής εξάρτησής της από τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος χώρου (Simmons *et al.*, 1979; Obrist, 1995; Barclay, 1999), η οποία ενδεχομένως είχε σαν αποτέλεσμα τη μεγάλη διασπορά των τιμών. Σε κάθε περίπτωση, τα ποσοστά υψηλού προσδιορισμού ήταν αρκετά ικανοποιητικά, καθώς υπερέβησαν το 86,7 % (Πίνακες 3.3.9 και 3.3.10). Από τη σύγκριση με αντίστοιχες μελέτες στην Ιταλία (Russo and Jones, 2002) και τη ΒΑ Ελλάδα (Papadatou, 2006), προκύπτει ότι στην Κρήτη το ποσοστό σωστού προσδιορισμού του *M. blythii* είναι υψηλότερο, πιθανότατα λόγω απουσίας του συγγενικού του *M. myotis*. Υψηλότερο είναι το ποσοστό και στο *M. emarginatus* σε σχέση με την Ιταλία, όπου εξετάστηκαν επτά είδη του γένους *Myotis*, αλλά όχι και σε σχέση με την ΒΑ Ελλάδα, όπου εξετάστηκαν μόνο τέσσερα είδη του γένους αυτού. Αντιθέτως, το ποσοστό σωστής κατάταξης του *M. caraccinii* ήταν μικρότερο στην Κρήτη, από ότι στις παραπάνω περιοχές. Η «γενική επίδοση της μεθόδου» ήταν υψηλότερη στην Κρήτη από ότι στην ΒΑ Ελλάδα και την Ιταλία και σε αυτή την περίπτωση, καθώς το *M. blythii* είχε την υψηλότερη αντιπροσώπευση και το *M. caraccinii* τη χαμηλότερη. Στην παρούσα μελέτη, όπως και σε αυτή της Papadatou (2006) δεν εξετάστηκαν οι φωνές του *M. mystacinus/aurascens*, λόγω έλλειψης αρκετών δειγμάτων αναφοράς. Το γεγονός αυτό πιθανότατα αύξησε τα ποσοστά σωστής κατάταξης των φωνών των υπολοίπων ειδών του γένους, καθώς από τη μελέτη των Russo and Jones (2002) φάνηκε ότι το ποσοστό στο εν λόγω είδος είναι πολύ χαμηλό. Όσον αφορά στα είδη με φωνές τύπου FM/QCF, στην Κρήτη επιτεύχθηκαν χαμηλότερα ποσοστά σωστής κατάταξης από ότι στη ΒΑ Ελλάδα και την Ιταλία στο *P. kuhlii*, το *H. savii* και *P. hanaki* (σε σύγκριση με το *P. pipistrellus*), πιθανότατα λόγω των υψηλότερων τιμών της EF που καταμετρήθηκαν εδώ στα δύο τελευταία

είδη. Η ύπαρξη υψηλότερων τιμών στην ΕΦ αυξάνει την επικάλυψη των τιμών του *H. savii* με αυτές του *P. kuhlii* και των τιμών του *P. hanaki* με αυτές του *M. schreibersii*, κάνοντας τον προσδιορισμό των φωνών στην Κρήτη πιο δύσκολο από ότι αλλού. Τα συνολικά ποσοστά σωστής κατάταξης (και για τα τέσσερα είδη) στην Κρήτη ήταν υψηλότερα από αυτά στην ΒΑ Ελλάδα, αλλά χαμηλότερα από ότι στην Ιταλία. Το *P. nathusii* δεν συμπεριλήφθηκε σε αυτή τη μελέτη λόγω έλλειψης φωνών αναφοράς, γεγονός που μπορεί να αύξησε τα ποσοστά σωστής κατάταξης των *H. savii* και *P. kuhlii*, καθώς στην Ελβετία έχει βρεθεί ότι οι φωνές των τριών αυτών ειδών μοιάζουν σημαντικά (Zingg, 1990).

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, το γεγονός ότι κάποια είδη δεν μελετήθηκαν εδώ πιθανότατα μας κάνει να υπερεκτιμήσουμε τις δυνατότητες της μεθόδου, καθώς οι φωνές των ειδών αυτών, που ενδεχομένως θα ηχογραφηθούν σε κάποια μελλοντική έρευνα, αναπόφευκτα καταταχθούν σε κάποιο άλλο είδος (Parsons, 2004). Στην περίπτωση όμως που πρόκειται για σπάνια είδη, όπως το *Pipistrellus nathusii* και το *Nyctalus leisleri* στην Κρήτη, η παράλειψη αυτή δεν προβλέπεται να προκαλέσει σοβαρά λάθη (Vaughan *et al.*, 1997b.). Η συλλογή και εξέταση φωνών από όλους τους νομούς της Κρήτης για τα περισσότερα είδη, εξασφαλίζει ότι η γεωγραφική διαφοροποίηση που ενδεχομένως υπάρχει εντός του νησιού δεν θα δυσχεράνει τον προσδιορισμό των ειδών σε μελλοντικές έρευνες (Russo *et al.*, 2002).

Η εφαρμογή της Διαφοροποιού Ανάλυσης μπορεί να δώσει ικανοποιητικά ποσοστά σωστής κατάταξης των φωνών των νυχτερίδων της Κρήτης και να εφαρμοστεί σε οικολογικές και άλλες μελέτες όπου απαιτείται η ηχογράφηση φωνών και ο μετέπειτα προσδιορισμός τους. Η αρχική αδρή αναγνώριση των φωνών και η εφαρμογή της Διαφοροποιού Ανάλυσης σε ομάδες ειδών αυξάνει τα ποσοστά σωστής κατάταξης σε όλα τα είδη, πλην του *P. hanaki* (Πίνακες 3.3.7 και 3.3.10), όπως έχει προκύψει και από άλλες παρόμοιες μελέτες (Russo and Jones, 2002; Parsons and Jones, 2000; Papadatou *et al.*, 2008). Τα ποσοστά σωστής κατάταξης είναι υψηλότερα στα είδη του γένους *Myotis* σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη (με εξαίρεση το *Miniopterus schreibersii*), σε αντίθεση με άλλες περιοχές (Vaughan *et al.* 1997b; Parsons and Jones, 2000; Russo and Jones, 2002; Obrist *et al.*, 2004; Papadatou *et al.*, 2008). Η διαφοροποίηση αυτή οφείλεται τόσο στις διαφορές των παραμέτρων κάποιων ειδών, όσο και στο μικρό αριθμό ειδών του γένους *Myotis* που υπάρχουν στην Κρήτη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΚΑΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΧΕΙΡΟΠΤΕΡΩΝ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα βουνά θεωρούνται ιδανικά πεδία για την αναζήτηση και μελέτη προτύπων που χαρακτηρίζουν τη βιοποικιλότητα και μηχανισμών που καθορίζουν την ανάπτυξη των προτύπων αυτών. Το συγκριτικό τους πλεονέκτημα είναι ότι παρέχουν μία ελέγξιμη διαβάθμιση σε μία σειρά παραγόντων (όπως η βροχόπτωση, η θερμοκρασία και η πρωτογενής παραγωγικότητα), σε μία σχετικά μικρής έκτασης περιοχή και έτσι ελαχιστοποιούν την επίδραση των εξελικτικών και άλλων ιστορικών διαδικασιών (Brown, 2001; Lomolino, 2001; McCain, 2007). Η αρχική εντύπωση ότι ο πλούτος των ειδών περιορίζεται καθώς το υψόμετρο αυξάνει (Stevens, 1992), γρήγορα αναιρέθηκε και είναι πλέον γνωστό ότι ο αριθμός των ειδών μπορεί να είναι μεγαλύτερος σε ενδιάμεσο υψόμετρο, ή και να αυξάνει μαζί με αυτό (Rahbek, 1995; Brown, 2001; McCain, 2005). Είναι άλλωστε αναμενόμενο, ότι τα όποια πρότυπα στην εξάπλωση και ποικιλότητα κατά μήκος υψομετρικών διαβαθμίσεων διαφέρουν μεταξύ των διαφόρων ομάδων οργανισμών (McCain, 2005).

Η επίδραση του υψομέτρου στον πλούτο ειδών, την κατανομή και την αφθονία των χειροπτέρων έχει μελετηθεί κυρίως στις υποτροπικές (Sanchez-Cordero, 2001), τροπικές (Patterson *et al.*, 1996; 1998) και εύκρατες (Grindal *et al.*, 1999; McCain, 2005) περιοχές του νέου κόσμου. Οι αντίστοιχες μελέτες στη Δυτική Παλαιαρκτική είναι «μικρότερου διαμετρήματος» (Walsh and Harris, 1996a; Cervený, 1998; Holzhaider and Zahn, 2001; Russo, 2002; Barataud, 2004; Kaňuch and Křižík, 2006), ενώ μέχρι στιγμής δεν έχει δημοσιευτεί καμία σχετική έρευνα από τη Μεσόγειο ή κάποια άλλη μεσογειακή περιοχή του πλανήτη. Η λεπτομερής και ακριβής εκτίμηση της επίδρασης του υψομέτρου στον πλούτο ειδών, την κατανομή και την αφθονία μιας ομάδας οργανισμών, απαιτεί τη συλλογή ποσοτικών δεδομένων με συστηματικό τρόπο (Lomolino, 2001; Willing *et al.*, 2003; Rahbek, 2005). Εν τούτοις, ελάχιστες από τις δημοσιευμένες μελέτες πληρούν τα κριτήρια αυτά (McCain, 2005), σε

σημαντικό βαθμό λόγω της δυσκολίας στη μελέτη των Χειροπτέρων (Willing *et al.*, 2003). Επιπλέον, στις περισσότερες σχετικές μελέτες, διαφορετικοί οικοτόποι έχουν μελετηθεί σε κάθε υψομετρική ζώνη (αλλά βλ. Grindal *et al.*, 1999), γεγονός που μπορεί να επισκιάζει αυτή καθαυτή την επίδραση του υψομέτρου και να δυσχεραίνει την κατανόηση των μηχανισμών που οδηγούν στη διαμόρφωση των όποιων προτύπων (Patterson *et al.*, 1996; Brown, 2001).

Ένας από τους αντιπροσωπευτικότερους τύπους βλάστησης στη Μεσόγειο, η ανάπτυξη του οποίου φαίνεται να έχει επηρεαστεί σε μεγάλο βαθμό από τις μακροχρόνιες δραστηριότητες του ανθρώπου, είναι οι θαμνώνες (matorrals, Blondel and Aronson, 1999). Στην Κρήτη είναι η πιο κοινή ημι-φυσική ομάδα τύπων βλάστησης, καθώς καλύπτουν γύρω στο 35% της επιφάνειας του νησιού (Kyriotakis *et al.*, 1996). Απαντώνται τόσο σε ημερημικές περιοχές, όπως τα παράλια της ΝΑ Κρήτης, όσο και στις δυτικές πλαγιές των Λευκών Ορέων, όπου οι ετήσιες κατακρημνίσεις υπερβαίνουν τα 2500 mm (Πέννας, 1977). Οι θαμνότοποι χαρακτηρίζονται από αείφυλλα σκληρόφυλλα φυτά, που υπερβαίνουν σε ύψος τα 2m (π.χ. γένη *Arbutus*, *Ceratonia*, *Quercus*, *Olea*), ενώ άλλα και από θάμνους που σπάνια ξεπερνούν το 1m και εμφανίζουν το φαινόμενο του εποχικού διμορφισμού (*Calicotome*, *Genista*, *Sarcopoterium*, *Thymus* κ.α.). Στην Κρήτη, πάνω από το δασόριο συναντάμε τους υποαλπικούς θαμνώνες οι οποίοι χαρακτηρίζονται από τα είδη *Berberis cretica*, *Rhamnus saxatilis*, *Prunus prostrata*, *Satureja spinosa* και *Astragalus angustifolius*, ενώ σε ακόμα μεγαλύτερα υψόμετρα η βλάστηση είναι ιδιαίτερα αραιή, σε βαθμό που οι Rackham and Moody, 1996 αποκάλεσαν τις ορεινές αυτές διαπλάσεις «αλπικές έρημοι». Παρά τη χλωριδική αλλά και πανιδική ετερογένεια αυτών των οικοτόπων (φρύγανα, μακί και αλπικοί θαμνώνες), υποθέτουμε ότι η γενική δομή τους (από την άποψη των νυχτερίδων) είναι αρκετά όμοια για να τους αντιμετωπίσουμε συλλήβδην, αποκαλώντας τους στο εξής «θαμνώνες» ή «θαμνότοπους».

Εδώ και δεκαετίες, οι υγρότοποι και τα πλατύφυλλα δάση έχουν αποδειχθεί πιο «ελκυστικοί» οικοτόποι για τους ερευνητές, καθώς φιλοξενούν περισσότερα είδη νυχτερίδων και σε μεγαλύτερη αφθονία (Walsh and Harris, 1996a, b; Vaughan *et al.*, 1997a; Russo and Jones, 2003). Η σημασία των μεσογειακών θαμνώνων για τις νυχτερίδες είναι ελάχιστα μελετημένη (αλλά βλ. Carmel and Safriel, 1998; Russo and Jones, 2003),

λόγω της περιορισμένης έκτασης της περιοχής εμφάνισής τους (οι Μεσογειακές χώρες άλλωστε δεν έχουν παράδοση στις χειροπτερολογικές έρευνες) και της σχετικά μικρής πρωτογενούς παραγωγικότητας και της απουσίας επιφανειακών υδατοσυλλογών σε αυτούς. Εν τούτοις, το γεγονός της εκτεταμένης παρουσίας των θαμνώνων σε όλες τις παραμεσογειακές χώρες, εγείρει το ερώτημα κατά πόσο αυτοί έχουν σχετικά αυξημένη και συνεπώς υποτιμημένη αξία για τις νυχτερίδες. Επιπλέον, η εκτεταμένη παρουσία των θαμνώνων, σε όλες τις υψομετρικές ζώνες, επιτρέπει τη διερεύνηση της διαφοροποίησης του πλούτου των ειδών, της κατανομής και της αφθονίας των Χειροπτέρων (όπως και άλλων ζωικών οργανισμών) σε σχέση με το υψόμετρο, «εξουδετερώνοντας» την επίδραση του τύπου βλάστησης.

Σε αυτό το κεφάλαιο εξετάζεται αφ' ενός η σημασία των θαμνώνων για τα χειρόπτερα της Κρήτης και αφ' ετέρου η επίδραση του υψομέτρου στην κατανομή και τη δραστηριότητά τους σε αυτούς. Επιπρόσθετα, αναλύεται το σύνολο των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν στα πλαίσια αυτής της διατριβής, προκειμένου να διερευνηθεί η ύπαρξη κάποιου υψομετρικού προτύπου στην κατανομή και τον πλούτο των ειδών, ανεξαρτήτως της δομής των οικοτόπων.

Πιο συγκεκριμένα, οι στόχοι του κεφαλαίου είναι:

1. Ο εντοπισμός των ειδών που δραστηριοποιούνται και θηρεύουν στους θαμνώνες του Ψηλορείτη.
2. Η μελέτη της διαφοροποίησης της δραστηριότητας του συνόλου των Χειροπτέρων σε σχέση με το υψόμετρο στους θαμνώνες της Ίδης.
3. Η μελέτη της διαφοροποίησης της δραστηριότητας των πιο άφθονων στους θαμνώνες ειδών, σε σχέση με το υψόμετρο.
4. Η μελέτη της διαφοροποίησης της δραστηριότητας των πιο άφθονων στους θαμνώνες ειδών και του συνόλου των ειδών μεταξύ άνοιξης και φθινοπώρου, για κάθε υψομετρική ζώνη ξεχωριστά και για το σύνολο της περιοχής μελέτης.
5. Η διερεύνηση της ύπαρξης υψομετρικών προτύπων στην εξάπλωση και τον πλούτο των ειδών Χειροπτέρων, στους θαμνώνες της Ίδης και την Κρήτη γενικότερα.

Η μελέτη της δραστηριότητας στους θαμνότοπους του Ψηλορείτη αποτέλεσε το αντικείμενο άρθρου το οποίο υποβλήθηκε πρόσφατα στο διεθνές περιοδικό *Hystrix*.

4.2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

4.2.1. Περιοχή και χρονική περίοδος μελέτης

Για τη διερεύνηση της επίδρασης του υψομέτρου στην κατανομή-παρουσία των νυχτερίδων στην Κρήτη, χρησιμοποιήθηκαν δημοσιευμένα (Hapák *et al.*, 2001 και εκεί αναφορές; Γεωργιακάκης, 2003; Γαλανάκη, 2006; Skiba, 2007) και αδημοσίευτα δεδομένα που προέρχονται από όλο το νησί και από όλους σχεδόν τους τύπους οικοτόπων.

Οι νέες (αδημοσίευτες) αναφορές συλλέχθηκαν με τους έξης τρόπους:

Α. Επιθεωρήσεις σε καταφύγια (σπήλαια, ορυχεία και εγκαταλελειμμένα ή περιστασιακά χρησιμοποιούμενα κτίσματα).

Β. Συλλήψεις κατά την έξοδο των νυχτερίδων από τα καταφύγια τους μετά το ηλιοβασίλεμα.

Γ. Συλλήψεις με δίχτυα παρεμβολής σε μικρά ποτάμια, ρέματα και υδατοσυλλογές για το πότισμα αιγοπροβάτων, όπου οι νυχτερίδες πάνε για να κυνηγήσουν έντομα ή να πιούν νερό.

Δ. Συλλογή νεκρών νυχτερίδων σε διαφόρων ειδών καταφύγια (κυρίως ανθρώπινες κατασκευές).

Τα δεδομένα αυτά συλλέχθηκαν κυρίως από τον γράφοντα, αλλά και από πρώην και νυν συναδέλφους στο Πανεπιστήμιο Κρήτης. Παρατίθενται και σχολιάζονται στο **Κεφάλαιο 2** αυτής της διατριβής, όπου υπάρχει και λεπτομερέστερη περιγραφή της μεθοδολογίας των συλλήψεων. Επίσης, αρκετές αναφορές προήλθαν από τις ηχογραφήσεις που έγιναν κατά μήκος διαδρομών προκειμένου να μελετηθεί η επίδραση του υψομέτρου, της εποχής και του οικοτόπου στη δραστηριότητα των νυχτερίδων (βλ. παρακάτω και **Κεφάλαιο 5**).

Η υψομετρική διαφοροποίηση της δραστηριότητας των Χειροπτέρων στους θαμνοτόπους μελετήθηκε ως επί το πλείστον στον Ψηλορείτη (Ιδη). Μία μόνο από τις 15 θέσεις ηχογράφησης εντοπίζεται στα Ταλαία Όρη, σε χαμηλό υψόμετρο (500 m). Η μεγάλη κινητικότητα των νυχτερίδων και η στενή γειτνίαση των δύο ορεινών όγκων εξασφαλίζει το ότι τα όποια αποτελέσματα και συμπεράσματα δεν επηρεάζονται από τη μεθοδολογική αυτή «έκπτωση» της συλλογής δεδομένων από δύο διαφορετικές περιοχές. Η κεντρική Κρήτη επιλέχθηκε ως περιοχή μελέτης για την

ενότητα αυτή, σύμφωνα με το αντικείμενο του Προγράμματος Ένταξης Νέου Επιστημονικού Δυναμικού που χρηματοδότησε την παρούσα διατριβή και τη συνεργασία σε αυτό της Αναπτυξιακής Εταιρείας του Ψηλορείτη ΑΚΟΜΜ. Πέραν αυτού, η γειτνίαση της εν λόγω περιοχής με την πόλη του Ηρακλείου παρουσιάζει δύο πλεονεκτήματα: 1. Παρέχει τη δυνατότητα πιο άμεσης παρακολούθησης των καιρικών συνθηκών και συνεπώς την καλύτερη επιλογή του χρόνου των ηχογραφήσεων και 2. Καθιστά λιγότερο «ζημιογόνες» τις αποτυχημένες (λόγω ακατάλληλων καιρικών συνθηκών) επισκέψεις στο πεδίο.

Οι θαμνότοποι είναι ο πιο χαρακτηριστικός οικότοπος της περιοχής, ιδίως πάνω από τα 1000 μέτρα και μέχρι το δασοόριο, ενώ σε χαμηλότερα υψόμετρα παρεμβάλλονται ανάμεσα σε δασωμένες εκτάσεις, υγροτόπους, καλλιέργειες και οικισμούς. Σε περιοχές χαμηλού και μέτριου υψομέτρου συναντάμε κυρίως τα είδη θάμνων *Sarcopoterium spinosum*, *Thymus capitatus*, *Phlomis cretica*, *P. lanata*, *P. fruticosa*, *Cistus creticus*, *Genista acanthoclada*, *Calicotome villosa* και *Euphorbia acanthothamnus*. Σε μεγαλύτερα υψόμετρα, επικρατούν τα: *Berberis cretica*, *Rhamnus saxatilis*, *Prunus prostrata*, *Satureja spinosa* και *Astragalus angustifolius*.

Για τη μελέτη της υψομετρικής διαφοροποίησης της δραστηριότητας των νυχτερίδων, επιλέχθηκαν τρεις υψομετρικές ζώνες: 400 έως 600 m.a.s.l., 900 έως 1100 m.a.s.l. και 1400 έως 1600 m.a.s.l., στο εφεξής ζώνες των 500, 1000 και 1500 μέτρων. Δυστυχώς, η μελέτη δεν ήταν δυνατόν να επεκταθεί σε χαμηλότερες ή υψηλότερες ζώνες, λόγω της απουσίας αρκετών διαθέσιμων θέσεων, σε ικανή μεταξύ τους απόσταση: ενώ σε περιοχές χαμηλού υψομέτρου οι ακαλλιέργητες και μη οικοδομημένες εκτάσεις είναι ελάχιστες και μικρής έκτασης, πάνω από το δασοόριο δεν υπάρχει αρκετός διαθέσιμος χώρος για την εφαρμογή της μεθοδολογίας που αναπτύσσεται ακολούθως.

Σε κάθε υψομετρική ζώνη επιλέχθηκαν 5 θαμνότοποι (θέσεις), η απόσταση μεταξύ των οποίων ήταν μεγαλύτερη των 5 km, με εξαίρεση δύο θέσεις στην ζώνη των 1500 m. Η απόσταση μεταξύ θέσεων διαφορετικών υψομετρικών ζωνών στις περισσότερες περιπτώσεις υπερέβαινε επίσης τα 5 km και σε καμία περίπτωση δεν ήταν μικρότερη των 2 km. Οι 15 θέσεις είναι αρκετά εκτεταμένες, ώστε να επιτρέπουν τη συλλογή των πρωτογενών δεδομένων κατά μήκος διαδρομών 2 km, χωρίς οι διαδρομές αυτές να άπτονται στα όρια των θαμνώνων. Πιο συγκεκριμένα, οι θέσεις όπου πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληψίες-ηχογραφήσεις κατά την άνοιξη του 2007 και του 2008 και το φθινόπωρο του 2007 είναι (**Χάρτης 4.1**):

Κεφάλαιο 4. Υψομετρική διαφοροποίηση

A. Ζώνη των 500 m.:

- i. Στο οροπέδιο του Στρούμπουλα, από το παρεκκλήσι στην ανατολική είσοδο του οροπεδίου και προς τα δυτικά (Επαρχία Μαλεβιζίου). Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 12/ 05/ 2008 και στις 13/11/2007.
- ii. Στο λόφο Βασιλικό, από το νεκροταφείο του χωριού Αχλάδα και προς τα νότια (Επαρχία Μαλεβιζίου). Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 30/04 και στις 13/10/2007.
- iii. Στην περιοχή του λατομείου της Δαμάστας (λόφος Βιτσιλιά), από το νεκροταφείο του χωριού και προς τα νότια (Επαρχία Μαλεβιζίου). Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 05/06/2008 και στις 10/10/2007.
- iv. Μεταξύ των κορυφών Κουτσοτρούλης και Σοφιανή Κορυφή, κατά μήκος του ασφαλτόδρομου που οδηγεί από τον Κάμπο Δοξαρού στο Μοναστήρι του Βώσακου (Επαρχία Μυλοποτάμου). Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 05/05 και στις 28/10/2007.
- v. Βόρεια του χωριού Νύβριτος, από τη Σκήτη του Αγίου Ευθυμίου και προς τα ανατολικά (Επαρχία Καινουργίου). Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 02/05 και στις 29/10/2007.

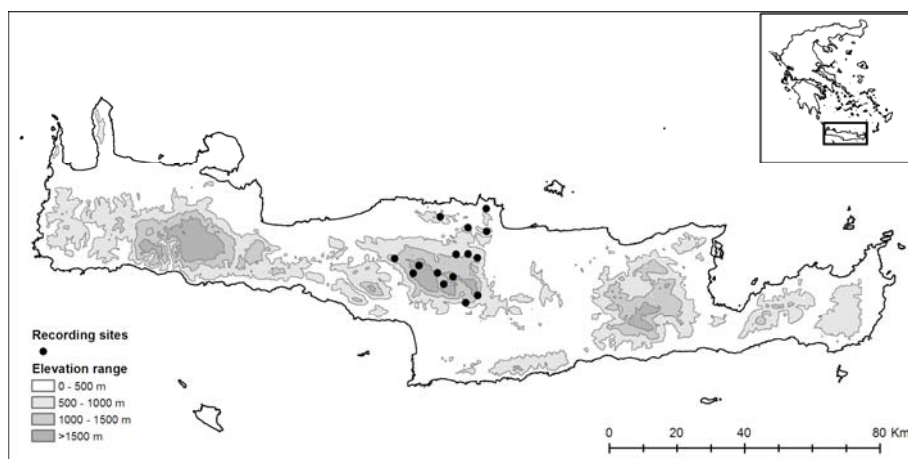
B. Ζώνη των 1000 m.:

- vi. Στη θέση Στεφάνα, πάνω από τα Ανώγεια, κυρίως κατά μήκος της ασφάλτινης οδού που οδηγεί στο οροπέδιο της Νίδας (Επαρχία Μυλοποτάμου). Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 09/05 και στις 22/11/2007.
- vii. Στην κορυφή Βοσκερό, κατά μήκος του δρόμου που οδηγεί στο αιολικό πάρκο (Επαρχία Μαλεβιζίου). Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 21/05 και στις 18/10/2008.
- viii. Νότια του χωριού Γωνιές, από τις κεραιές και προς την κορυφή Ελέπρινος (Επαρχία Μαλεβιζίου). Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 13/05 και στις 30/10/2007.
- ix. Δυτικά του αιολικού πάρκου της Αγίας Βαρβάρας, κατά μήκος του παλιού χωματόδρομου (Επαρχία Μονοφατσίου). Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 25/05/2008 και στις 02/11/2007.
- x. Βορειανατολικά του χωριού Βισταγή, στην περιοχή της κορυφής Τσουνες (Επαρχία Αμαρίου). Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 15/05 και στις 04/11/2007.

Γ. Ζώνη των 1500 m.:

Κεφάλαιο 4. Υψομετρική διαφοροποίηση

- xi. Κατά μήκος του χωματόδρομου που ενώνει το οροπέδιο της Νίδας με το χιονοδρομικό κέντρο του Ψηλορείτη (Επαρχία Μυλοποτάμου). Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 27/05 και στις 19/10/2007.
- xii. Στη θέση Βάρσαμο, μεταξύ των κορυφών Πίπερος και Χαλασοκεφάλα (Επαρχία Μυλοποτάμου). Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 20/05/2008 και στις 28/11/2007.
- xiii. Στην περιοχή της κορυφής Κόχρης, νότια του χωριού Λιβάδια (Επαρχία Μυλοποτάμου). Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 02/06 και στις 01/11/2007.
- xiv. Στην θέση Πετραδολάκια, από το παρεκκλήσι του Αγίου Φανουρίου, κατά μήκος του δρόμου που οδηγεί στο αστεροσκοπείο του Σκίνακα (Επαρχία Μυλοποτάμου). Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 03/06 και στις 26/11/2007.
- xv. Βορειανατολικά του χωριού Κουρούτες, από το καταφύγιο «Τουμπωτός Πρίνος» και προς τα βορειοδυτικά (Επαρχία Αμαρίου). Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 16/06 και στις 03/11/2007.



Χάρτης 4.1. Απεικονίζεται η θέση των θαμώνων όπου πραγματοποιήθηκαν οι ηχογραφήσεις.

4.2.2. Πραγματοποίηση των ηχογραφήσεων στους θαμνώνες των διαφόρων υψομετρικών ζωνών

Από τις 30 ηχογραφήσεις, οι 23 έγιναν από τον γράφοντα, ενώ 7 ηχογραφήσεις (στις ζώνες των 500 και 1000 m, την άνοιξη του 2007) έγιναν από τον τότε μεταπτυχιακό φοιτητή του Τμ. Βιολογίας του Παν. Κρήτης Παρασκευά Βασιλακόπουλο, στα πλαίσια της εργαστηριακής του άσκησης. Ηχογραφήσεις στις θέσεις της ζώνης των 500 m πραγματοποιήσαμε από κοινού νωρίς την άνοιξη (17/03 έως 03/04/2007), καθώς όμως η δραστηριότητα ήταν ακόμα πολύ περιορισμένη, τα αποτελέσματά τους δεν λήφθηκαν υπ' όψιν και οι ηχογραφήσεις επαναλήφθηκαν αργότερα. Όπως φαίνεται και πιο πάνω, η χρονική περίοδος κατά την οποία έγιναν οι ηχογραφήσεις σε κάθε υψομετρική ζώνη, επικαλύφθηκε με τις περιόδους επίσκεψης στις δύο άλλες ζώνες. Όσον αφορά δε στις ανοιξιότικες ηχογραφήσεις, επισκεφθήκαμε όλες τις υψομετρικές ζώνες και τις δύο χρονιές, ενώ οι φθινοπωρινές ηχογραφήσεις έγιναν όλες το 2007. Όλες οι ηχογραφήσεις έγιναν σε βραδιές χωρίς βροχή και όταν η ένταση του ανέμου δεν υπερέβαινε τα 5 Μποφόρ, προκειμένου να μην περιορίζεται η δραστηριότητα των ζώων από προσωρινές καιρικές συνθήκες.

Οι ηχογραφήσεις άρχιζαν 30' μετά τη δύση του ήλιου και κάθε διαδρομή των 2 km διανύονταν με (κατά το δυνατόν) σταθερή ταχύτητα 2,7 km την ώρα, σύμφωνα με τη μεθοδολογία των Vaughan *et al.* (1997a).

Για την επεξεργασία και καταγραφή των φωνών εντοπισμού (echolocation calls) και των βόμβων θήρευσης (feeding buzzes) των νυχτερίδων χρησιμοποιήθηκε δέκτης υπερήχων (D-980, Pettersson Elektronik AB, Uppsala, Sweden) συνδεδεμένος με ψηφιακό καταγραφέα Disonic Voice Bank DDR S100, (Disonic Technology Co., LTD., MP3 encode: 256Kbps, recording ModeQ: 32Kbps, Frequency response 300Hz ~ 4.0 KHz (-6dB), signal to noise ratio: 60dB). Η συνεχής παρακολούθηση και καταγραφή της δραστηριότητας των νυχτερίδων γινόταν με τη λειτουργία Υποδιαίρεσης Συχνότητας (Frequency Division). Το βασικό μειονέκτημα της λειτουργίας αυτής είναι ότι οι ήχοι που καταγράφει δεν έχουν ποιότητα αρκετά υψηλή, ώστε να είναι δυνατός ο προσδιορισμός τους σε επίπεδο είδους, με εξαίρεση λίγα μόνο είδη. Συνεπώς, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για εκτιμήσεις της δραστηριότητας των Χειροπτέρων εν γένει και σε ορισμένες περιπτώσεις, σε επίπεδο ομάδων ειδών (Pettersson, 2004). Προκειμένου να είναι δυνατός ο προσδιορισμός όσο το δυνατόν περισσότερων ακολουθιών φωνών σε επίπεδο είδους, όταν η παρουσία κάποιου ζώου

γινόταν αντιληπτή, ενεργοποιούσαμε τη λειτουργία της Χρονικής Διαστολής (Time Expansion). Η λειτουργία αυτή επιτρέπει την δειγματοληψία ήχων με μεγάλη ακρίβεια, η οποία ενδείκνυται για τον προσδιορισμό των φωνών. Το βασικό μειονέκτημά της είναι ότι δεν λειτουργεί σε συνθήκες πραγματικού χρόνου, καθώς για κάθε χρονικό διάστημα δειγματοληψίας απαιτεί δεκαπλάσιο χρόνο για την επεξεργασία και αναπαραγωγή του καταγεγραμμένου ήχου, κατά τον οποίο η εγγραφή νέων ήχων δεν είναι δυνατή. Αν και υπάρχει η δυνατότητα διακοπής της επεξεργασίας και αναπαραγωγής ανά πάσα στιγμή, αποτέλεσμα της αδυναμίας αυτής είναι να «χάνονται» φωνές σε περιπτώσεις που η δραστηριότητα είναι έντονη (όταν δηλαδή υπάρχουν πολλές νυχτερίδες κοντά στο δέκτη). Τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των ήχων με τις δύο αυτές λειτουργίες καταγράφηκαν σε δύο ανεξάρτητα κανάλια εξόδου, προκειμένου να καταστεί δυνατή η εκτίμηση της συνολικής δραστηριότητας σε κάθε ηχογράφηση και να προσδιοριστούν όσο το δυνατόν περισσότερες φωνές.

Η θερμοκρασία και η (εκατοστιαία) σχετική υγρασία του αέρα καταγράφονταν στην αρχή και το τέλος κάθε ηχογράφησης, και η μέση τιμή αυτών χρησιμοποιήθηκε στην στατιστική επεξεργασία.

4.2.3. Προσδιορισμός των διελεύσεων

Με εξαίρεση τις ηχογραφήσεις που έγιναν στους θαμνότοπους διαφορετικών υψομέτρων (βλ. προηγούμενη παράγραφο), σε όλες τις άλλες χρησιμοποιήθηκαν ως αποθηκευτικά μέσα ψηφιακό μαγνητόφωνο (Sony TCD D8 DAT Recorder, Tokyo Japan) ή ψηφιακός καταγραφέας (Edirol R09, Roland Co., Shizuoka Japan. Data format: 16bit, 44.1 KHz). Και οι δύο καταγραφείς αποθηκεύουν τους ήχους σε αρχεία τύπου wav, είτε άμεσα (Edirol), είτε κατόπιν μετεγγραφής σε Η/Υ. Τα αρχεία τύπου .MP3 στα οποία αποθηκεύθηκαν οι ηχογραφήσεις στους θαμνότοπους μετατράπηκαν αργότερα σε αρχεία .WAV με τη βοήθεια του λογισμικού Cdex (v. 1.51) και με τη χρήση του κωδικοποιητή Lame MP3 (version 1.30, engine 3,92 MMX). Τα αρχεία .WAV εισήχθησαν στο λογισμικό BatSound, (Pettersson Elektronik, Uppsala, έκδοση 1.2) και μελετήθηκαν σε ανάλυση 44100 δειγμάτων ανά δευτερόλεπτο (samples per second) και 16 δυαδικά ψηφία ανά δείγμα (bits per sample). Για τα διαγράμματα συχνότητας-χρόνου (spectrograms) και έντασης-συχνότητας (power spectra) επιλέχθηκαν μετασχηματισμοί (Fast Fourier Transformations) 512 δειγμάτων με «παράθυρο» τύπου Hamming και 98% επικάλυψη των δειγμάτων. Συνεπώς, η προκύπτουσα ανάλυση συχνότητας σε πραγματικό

χρόνο ανήλθε στα 1120 Hz. Από κάθε ακολουθία φωνών εντοπισμού, μελετήθηκε μία φωνή, από την αρχική φάση (φάση αναζήτησης της ακολουθίας). Περισσότερες πληροφορίες για τις ακολουθίες φωνών εντοπισμού και τη μεθοδολογία επεξεργασίας, αυτών έχουν ήδη δοθεί στο **Κεφάλαιο 3** αυτής της διατριβής.

Ο προσδιορισμός των φωνών του είδους *Tadarida teniotis*, όπως και των ειδών του γένους *Rhinolophus* έγινε χωρίς περαιτέρω επεξεργασία, είτε από το κανάλι της λειτουργίας Frequency Division, είτε από αυτό της λειτουργίας Time Expansion, καθώς τα εν λόγω είδη έχουν αρκετά διακριτές φωνές εντοπισμού (Vaughan *et al.*, 1997b; Russo and Jones, 2002; Papadatou *et al.* 2008).

Για τον προσδιορισμό των φωνών που καταγράφηκαν με τη λειτουργία Time Expansion και που, με μία πρώτη ματιά, φάνηκε ότι προέρχονται από τα γένη *Hypsugo*, *Pipistrellus*, *Miniopterus* και *Myotis* χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της Ανάλυσης Διαφοροποιών Εξισώσεων που αναπτύχθηκε στο **3^ο Κεφάλαιο** της διατριβής: ξεχωριστά για το γένος *Myotis* (FM φωνές) και ξεχωριστά για τα γένη *Hypsugo*, *Pipistrellus* και *Miniopterus* (FM/QCF φωνές). Αρχικά μετρήθηκαν οι παράμετροι συχνότητων και χρόνου στις επιλεγμένες φωνές, σύμφωνα με τη μεθοδολογία που περιγράφηκε στο **3^ο Κεφάλαιο** αυτής της διατριβής και εν συνεχεία οι τιμές των παραμέτρων εισήχθησαν στα αρχεία τα οποία είχαν χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη των Διαφοροποιών Εξισώσεων (λογισμικό Minitab 15). Για τον προσδιορισμό των φωνών του γένους *Myotis* χρησιμοποιήθηκαν οι παράμετροι: αρχική, χαμηλότερη, τελική και μέση συχνότητα, συχνότητα μέγιστης ενέργειας, διάρκεια και χρόνος μεταξύ δύο διαδοχικών φωνών, καθώς η χρήση αυτού του συνδυασμού παραμέτρων φάνηκε (στο **3^ο Κεφάλαιο**) ότι δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα. Παρομοίως, για τις φωνές των γενών *Hypsugo*, *Pipistrellus* και *Miniopterus* χρησιμοποιήθηκαν η αρχική, η τελική και η μέση συχνότητα και η διάρκεια. Η εφαρμογή της Ανάλυσης Διαφοροποιών Εξισώσεων σε δείγματα «άγνωστης ταυτότητας» δεν μπορεί να οδηγήσει σε σίγουρο προσδιορισμό όταν ένα νέο δείγμα είναι κοντά στα κεντροειδή δυο ή περισσότερων ομάδων δειγμάτων αναφοράς στο σχετικό διάγραμμα. Με άλλα λόγια δεν μπορεί να προσδιορίσει ένα δείγμα με απόλυτη βεβαιότητα όταν οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του έχουν τιμές ομοιάζουσες με αυτές δύο ή περισσότερων ομάδων (είδη στην περίπτωση μας). Στην περίπτωση αυτή η μέθοδος υπολογίζει την (εκατοστιαία) πιθανότητα «πατρότητας» των νέων δειγμάτων και θα πρέπει να καθοριστεί ένα όριο πιθανότητας πάνω από το οποίο η «πατρότητα» μπορεί να γίνει αποδεκτή.

Στην παρούσα μελέτη εξετάσαμε το ενδεχόμενο τοποθέτησης του ορίου στο 70% και το 95%, και προέκυψε ότι η μετέπειτα στατιστική επεξεργασία των πρωτογενών δεδομένων δεν έδωσε διαφορετικά αποτελέσματα. Ακολούθως παραθέτουμε τα αποτελέσματα που προέκυψαν όταν εφαρμόστηκε το όριο ης πιθανότητας κατά 70% (Russo, προσωπική επικοινωνία).

Όπως αναφέρθηκε στο 3^ο Κεφάλαιο, τα είδη *Myotis aurascens/mystacinus*, *Nyctalus leisleri*, *Pipistrellus nathusii*, *Eptesicus serotinus*, *Plecotus kolombatovici* και *Plecotus macrobullaris* δεν συμπεριλήφθηκαν στην ανάπτυξη των Διαφοροποιών Εξιιώσεων, καθώς δεν ήταν διαθέσιμες αρκετές φωνές τους. Συνεπώς, φωνές αυτών των ειδών που ενδεχομένως ηχογραφήθηκαν στα πλαίσια αυτής της ενότητας, δεν ήταν δυνατόν να προσδιοριστούν σε επίπεδο είδους. Πιο συγκεκριμένα, φωνές του *Myotis mystacinus s. l.* (εάν ηχογραφήθηκαν, καθώς είναι σχετικά σπάνιο στην Κρήτη και εξαρτάται από περιοχές με μεγάλα δέντρα και γλυκό νερό) προσδιορίστηκαν σαν ένα από τα υπόλοιπα 3 είδη του γένους *Myotis* που έχουν βρεθεί στην Κρήτη, καθώς οι φωνές εντοπισμού παρουσιάζουν πολύ μεγάλες ομοιότητες (Zingg, 1990; Vaughan *et al.*, 1997b; Russo and Jones, 2002; Papadatou *et al.* 2008) Παρομοίως, όσες φωνές του *Pipistrellus nathusii* ηχογραφήθηκαν (πρόκειται για μεταναστευτικό είδος που έχει βρεθεί σε 2 μόνο θέσεις στην Κρήτη), πιθανότατα προσδιορίστηκαν σαν *Pipistrellus kuhlii* λόγω της μεγάλης ομοιότητας στις φωνές τους που έχει παρατηρηθεί στην Ελβετία (Zingg, 1990) και ενδεχομένως υπάρχει και στην Κρήτη. Επίσης, ορισμένες φωνές προέρχονται είτε από το *Nyctalus leisleri*, είτε από το *Eptesicus serotinus*, αλλά δεν ήταν δυνατός ο προσδιορισμός τους σε επίπεδο είδους. Αν και το *Nyctalus leisleri* είναι εξαιρετικά σπάνιο στην Κρήτη και σε άλλες περιοχές εξαρτάται στενά από δασωμένες εκτάσεις με ώριμα δέντρα και γλυκό νερό (Schober and Grimmberger, 1997) η παρουσία του στους θαμνώνες του Ψηλορείτη δεν μπορεί να αποκλειστεί προτού μελετηθεί επαρκώς η οικολογία του στην Κρήτη. Τέλος, δεν ήταν δυνατός ο προσδιορισμός σε επίπεδο είδους των ηχογραφημένων φωνών ατόμων του γένους *Plecotus*.

Αρκετές από τις φωνές εντοπισμού που ηχογραφήθηκαν ήταν πολύ ασθενείς, ή δεν μετασηματίστηκαν με τη λειτουργία Time Expansion και συνεπώς δεν ήταν δυνατός ο προσδιορισμός τους σε επίπεδο είδους. Οι φωνές αυτές αποδόθηκαν στα ζεύγη ειδών *Pipistrellus kuhlii/Hypsugo savii* και *Miniopterus schreibersii/Pipistrellus hanaki*, με βάση την εικόνα που παρουσίαζαν στα διαγράμματα συχνότητας-χρόνου (spectrograms).

4.2.4. Επεξεργασία των δεδομένων

Από το κανάλι της λειτουργίας Frequency Division, για κάθε μία από τις 30 ηχογραφήσεις, καταμετρήθηκε ο συνολικός αριθμός των βόμβων θήρευσης και ο συνολικός αριθμός των διελεύσεων, ανεξαιρέτως είδους. Ως διέλευση θεωρήθηκε κάθε ακολουθία δύο ή περισσότερων φωνών που απείχε χρονικά τέσσερις φορές το IPI του εκάστοτε ηχογραφούμενου είδους (**Παράγραφος 3.2.2, Πίνακας 3.3.1**). Είναι προφανές ότι περισσότερες της μίας διελεύσεις μπορεί να πραγματοποιήθηκαν από μία νυχτερίδα, γι' αυτό και ο αριθμός των διελεύσεων που ηχογραφήθηκαν δεν αντιστοιχεί κατ' ανάγκη στον αριθμό των νυχτερίδων που πετούσαν κοντά στον δέκτη των υπερήχων. Συνεπώς, η μέθοδος αυτή μας δίνει μία ημι-ποσοτική προσέγγιση του μεγέθους ενός πληθυσμού και μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για τη σύγκριση διαφορετικών σταθμών ή/και εποχών (Vaughan *et al.*, 1997a). Επίσης, καταμετρήθηκε ο αριθμός των διελεύσεων και των βόμβων θήρευσης για κάθε είδος (και ηχογράφηση) ξεχωριστά, όπου ο προσδιορισμός ήταν δυνατός. Η κανονικότητα της κατανομής των δεδομένων ελέγχθηκε με τη δοκιμασία των Kolmogorov-Smirnov και η ομοιογένεια της διακύμανσης με τη δοκιμασία του Levene. Προκειμένου να εξακριβωθεί το κατά πόσο οι διελεύσεις αποτελούν αξιόπιστο μέτρο της θηρευτικής δραστηριότητας των νυχτερίδων, πραγματοποιήθηκε Ανάλυση Συσχέτισης (Correlation Analysis, one-tailed) του συνολικού αριθμού των διελεύσεων με το συνολικό αριθμό των βόμβων θήρευσης, για την άνοιξη, το φθινόπωρο και για τις δύο εποχές μαζί. Από την ανάλυση αυτή εξαιρέθηκαν τα είδη του γένους *Rhinolophus*, καθώς τα άτομά τους δεν παράγουν βόμβους θήρευσης. Ανάλυση συσχέτισης (one-tailed) πραγματοποιήθηκε και μεταξύ της μέσης θερμοκρασίας και του συνολικού αριθμού των διελεύσεων στις ανοιξιάτικες και τις φθινοπωρινές ηχογραφήσεις ανεξάρτητα, προκειμένου να διερευνηθεί το εάν η αύξηση της θερμοκρασίας επηρεάζει θετικά τη δραστηριότητα των ζώων. Ακολούθως, εξετάστηκε η ύπαρξη διαφορών μεταξύ των τριών υψομετρικών ζωνών, όσον αφορά στον αριθμό των ειδών που ηχογραφήθηκαν (πυκνότητα ειδών – species density), το σύνολο των διελεύσεων και το σύνολο των βόμβων θήρευσης, καθώς και τον αριθμό των διελεύσεων για κάθε ένα από τα πιο άφθονα είδη. Η διερεύνηση των πρωτογενών δεδομένων μέσω διαγραμμάτων (scatterplots) και Αναλύσεων Συσχέτισης έδειξε ότι η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία δεν είχαν σαφή και ομοιογενή (μεταξύ των διαφορετικών υψομετρικών ζωνών) επίδραση στις παραπάνω μεταβλητές. Συνεπώς, η

πραγματοποίηση Ανάλυσης Συνδιακύμανσης (ANCOVA) δεν ήταν σκόπιμη και ως εκ τούτου, η επίδραση του υψομέτρου πραγματοποιήθηκε με Ανάλυση Διακύμανσης (ANOVA). Στις περιπτώσεις δε, που οι προϋποθέσεις της ANOVA δεν ικανοποιήθηκαν, ακόμα και κατόπιν μετασχηματισμού των δεδομένων, πραγματοποιήθηκε η μη παραμετρική δοκιμασία Kruskal-Wallis.

Οι διαφορές μεταξύ των δύο εποχών της μελέτης στον αριθμό των ειδών, το σύνολο των διελεύσεων και το σύνολο των βόμβων θήρευσης, καθώς και τον αριθμό των διελεύσεων για τα πιο άφθονα είδη, διερευνήθηκαν για κάθε υψομετρική ζώνη ξεχωριστά και για όλες τις θέσεις μαζί, με τη δοκιμασία *t* για ζεύγη δειγμάτων (*paired samples t-test*). Όταν, ακόμα και μετά το μετασχηματισμό των δεδομένων, η κατανομή τους δεν ήταν κανονική, ή/και η διακύμανσή τους δεν ήταν ομοιογενής, οι έλεγχοι έγιναν με τη δοκιμασία Wilcoxon signed-rank.

Όλες οι πληροφορίες που συμπεριλαμβάνονται σε αυτό, όπως και τα υπόλοιπα κεφάλαια της Διατριβής αυτής έχουν καταχωρηθεί στη Βάση Δεδομένων του Μ.Φ.Ι.Κ. (Microsoft Access). Το σύνολο των διαθέσιμων δεδομένων εξετάστηκε με τη βοήθεια του λογισμικού προγράμματος Microsoft Excel, προκειμένου να αποδοθεί γραφικά η μεταβολή του αριθμού των ειδών με το υψόμετρο και η υψομετρική εξάπλωσή τους.

4.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.3.1. Αφθονία και θηρευτική δραστηριότητα ανά υψομετρική ζώνη

Στο σύνολο των 30 ηχογραφήσεων καταγράφηκαν 639 ακολουθίες φωνών εντοπισμού (διελεύσεις νυχτερίδων, **Πίνακας 4.1**) και 45 βόμβοι θήρευσης: 469 διελεύσεις και 37 βόμβοι την άνοιξη, 170 διελεύσεις και 8 βόμβοι το φθινόπωρο. Οι φωνές από 142 ακολουθίες αποδόθηκαν στα 3 είδη τους γένους *Rhinolophus* και το *Tadarida teniotis*, ενώ 290 επιπλέον ακολουθίες αποδόθηκαν στα είδη των γενών *Myotis*, *Hypsugo*, *Pipistrellus* και *Miniopterus*, κατόπιν εφαρμογής των Διαφοροποιών Αναλύσεων. Ο συνολικός αριθμός των ηχογραφημένων ακολουθιών που προσδιορίστηκαν σε επίπεδο είδους, ανήλθε σε 432 (67,6% του συνόλου), 43 ακολουθίες προσδιορίστηκαν ως *E. serotinus/N. leisleri* και 4 ακολουθίες ως *Plecotus sp.* Στο ζευγάρι *P. kuhlii/H. savii* αποδόθηκαν 138 ακολουθίες που ήταν πολύ ασθενείς ή ηχογραφήθηκαν μόνο με τη λειτουργία Frequency Division, ενώ στο ζευγάρι *M. schreibersii/P. hanaki* αποδόθηκαν 3 ακολουθίες για τους ίδιους λόγους. Τέλος, 19 ακολουθίες

Κεφάλαιο 4. Υψομετρική διαφοροποίηση

χαμηλής έντασης ή φτωχής ποιότητας ηχογράφησης δεν ήταν δυνατόν να αποδοθούν σε κανένα είδος ή ομάδα ειδών.

Το πιο άφθονο είδος, σε κάθε εποχή αλλά και για το σύνολο της μελέτης, ήταν το *Hypsugo savii*. Την άνοιξη το αμέσως πιο άφθονο ήταν το *Pipistrellus kuhlii* και ακολούθησε το *Tadarida teniotis*, ενώ το φθινόπωρο το *T. teniotis* ήταν σαφώς πιο άφθονο από το *P. kuhlii* (Πίνακας 4.1).

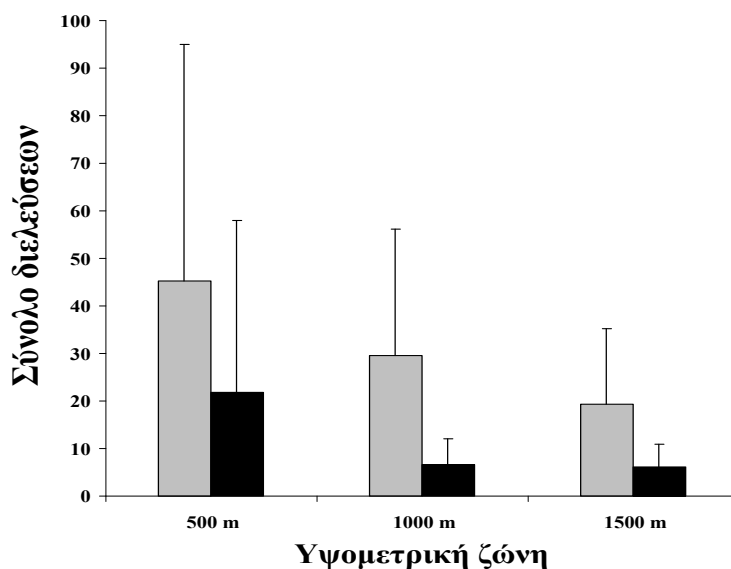
Πίνακας 4.1. Αριθμός των διελεύσεων που καταγράφηκαν από κάθε είδος ή ζευγάρι ειδών. Σε παρένθεση δίνονται τα εκατοστιαία ποσοστά.

Είδος	Άνοιξη		Φθινόπωρο		Σύνολο	
<i>Rhinolophus blasii</i>	3	(0,47)	5	(0,78)	8	(1,25)
<i>R. ferrumequinum</i>	13	(2,03)	1	(0,16)	14	(2,19)
<i>R. hipposideros</i>	10	(1,56)	11	(1,72)	21	(3,29)
<i>Myotis blythii</i>	6	(0,94)	0	(0,00)	6	(0,94)
<i>Myotis capaccinii</i>	5	(0,78)	1	(0,16)	6	(0,94)
<i>Myotis emarginatus</i>	3	(0,47)	0	(0,00)	3	(0,47)
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	82	(12,83)	8	(1,25)	90	(14,08)
<i>Hypsugo savii</i>	107	(16,74)	69	(10,80)	176	(27,54)
<i>P. kuhlii/H. savii</i>	105	(16,43)	33	(5,16)	138	(21,60)
<i>Pipistrellus hanaki</i>	0	(0,00)	2	(0,31)	2	(0,31)
<i>Miniopterus schreibersii</i>	1	(0,16)	6	(0,94)	7	(1,10)
<i>M. schreibersii/P. hanaki</i>	3	(0,47)	0	(0,00)	3	(0,47)
<i>E. serotinus/N. leisleri</i>	43	(6,73)	0	(0,00)	43	(6,73)
<i>Plecotus sp.</i>	0	(0,00)	4	(0,63)	4	(0,63)
<i>Tadarida teniotis</i>	69	(10,80)	30	(4,69)	99	(15,49)
Απροσδιόριστα	19	(2,97)	0	(0,00)	19	(2,97)
ΣΥΝΟΛΟ	469	(73,40)	170	(26,60)	639	(100,00)

Η Ανάλυση Συσχέτισης έδειξε ότι υπήρχε ισχυρή και σημαντική συσχέτιση του αριθμού των διελεύσεων (εξαιρουμένων των Rhinolophidae) με αυτό των βόμβων θήρευσης, την άνοιξη, το φθινόπωρο και όταν τα δεδομένα και από τις δύο εποχές εξετάστηκαν μαζί (Spearman's $r=0,885$, $DF=14$, $p<0,001$, $r=0,704$, $DF=28$, $p<0,01$ and $r=0,856$, $DF=28$, $p<0,001$, αντίστοιχα). Η ελάχιστη και η μέγιστη μέση θερμοκρασία που καταγράφηκαν την άνοιξη ήταν 14°C και 21°C, αντίστοιχα ενώ το φθινόπωρο ήταν 9°C και 22°C αντίστοιχα. Η διερεύνηση των τιμών της μέσης θερμοκρασίας έδειξε ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων

υψομετρικών ζωνών (την άνοιξη ή το φθινόπωρο), ούτε μεταξύ των δύο εποχών (για κάθε υψομετρική ζώνη ξεχωριστά ή για το σύνολο των υψομετρικών ζωνών). Επίσης, η Ανάλυση Συσχέτισης έδειξε ότι δεν υπήρχε γραμμική σχέση μεταξύ του δεκαδικού λογάριθμου της μέσης θερμοκρασίας και του δεκαδικού λογάριθμου του αριθμού των διελεύσεων (Pearson $r=0,423$, $DF=14$, $p>0,05$ την άνοιξη και $r=0,349$, $p>0,101$ το φθινόπωρο).

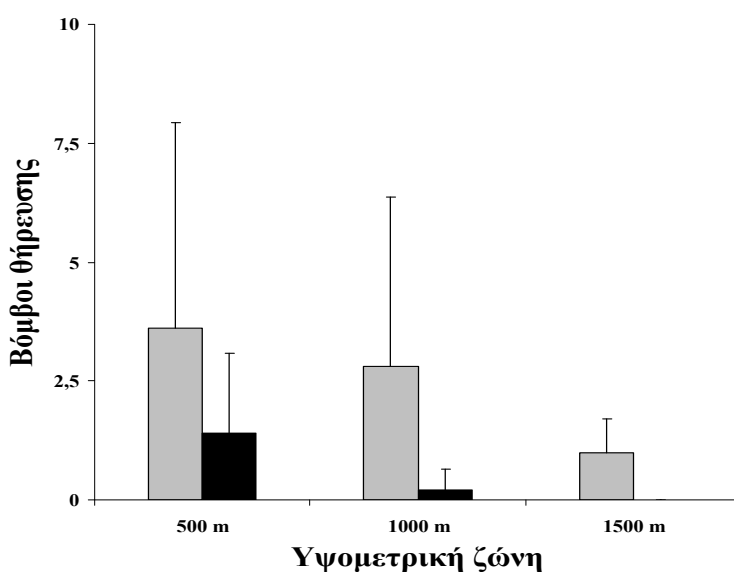
Η συνολική δραστηριότητα (διελεύσεις όλων των ειδών) παρουσίασε πτωτική τάση με την αύξηση του υψομέτρου και τις δύο εποχές (**Διάγραμμα 4.1**), αλλά το πρότυπο αυτό δεν ήταν στατιστικά σημαντικό (one-way ANOVA: $F_{2,12} = 0,735$, $p = 0,50$, διελεύσεις την άνοιξη και $F_{2,12} = 0,310$, $p = 0,74$, \log_{10} των διελεύσεων το φθινόπωρο). Το εύρος των τιμών σε κάθε υψομετρική ζώνη ήταν πολύ μεγάλο (ιδίως στη ζώνη των 500 m), γεγονός που προφανώς σχετίζεται με την έλλειψη στατιστικής σημασίας στις παρατηρούμενες διαφορές.



Διάγραμμα 4.1. Αριθμητικός μέσος (average) των συνολικών διελεύσεων ανά υψομετρική ζώνη. Οι γκρι ράβδοι αποδίδουν τις ανοιξιάτικες και οι μαύρες τις φθινοπωρινές τιμές. Οι κατακόρυφες γραμμές αντιστοιχούν στην τυπική απόκλιση.

Την άνοιξη η συνολική δραστηριότητα ήταν μεγαλύτερη σε όλες τις υψομετρικές ζώνες και ανεξαρτήτως υψομέτρου (**Πίνακες 4.1 &**

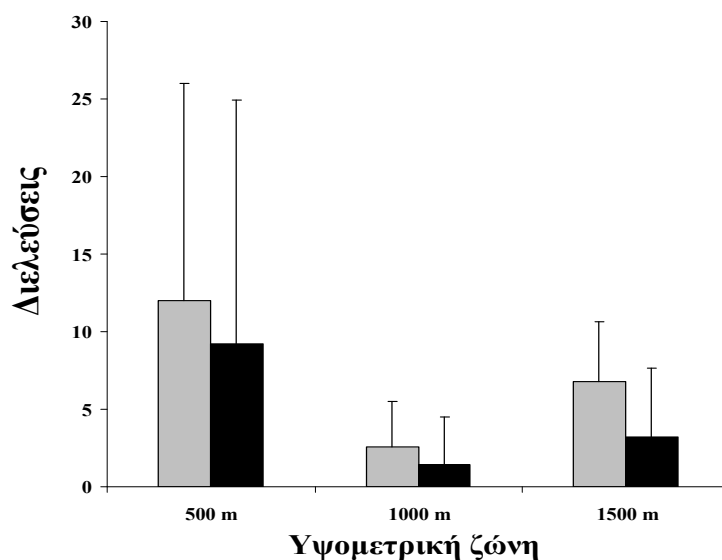
Διάγραμμα 4.1). Στατιστική σημασία όμως είχαν μόνο οι διαφορές στη ζώνη των 500 m (Paired samples t-test: $t(4) = 5,162$, $p < 0,05$, $r = 0,932$, \log_{10} των διελεύσεων) και για το σύνολο των υψομετρικών ζωνών (Paired samples t-test: $t(14) = 4,451$, $p < 0,05$, $r = 0,765$, \log_{10} των διελεύσεων). Ο αριθμός των βόμβων θήρευσης ήταν επίσης υψηλότερος σε χαμηλότερα υψόμετρα και τις δύο εποχές (**Διάγραμμα 4.2**), αλλά και εδώ οι διαφορές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές (one-way ANOVA: $F_{2,12} = 0,831$, $p = 0,459$, για τον αριθμό των βόμβων την άνοιξη και έλεγχος Kruskal-Wallis: $H(2) = 4,865$, $p = 0,88$ για τον αριθμό των βόμβων το φθινόπωρο). Οι 37 «ανοιξιάτικοι» βόμβοι θήρευσης ηχογραφήθηκαν σε 11 θέσεις όλων των υψομέτρων, ενώ οι 8 «φθινοπωρινοί» ηχογραφήθηκαν σε 4 θέσεις των 500 m και 1000 m. Ο αριθμός των συνολικών βόμβων θήρευσης (ανεξαρτήτως είδους και υψομετρικής ζώνης) ήταν σημαντικά υψηλότερος την άνοιξη (έλεγχος signed-rank του Wilcoxon: $T = 4$, $p < 0,05$, $r = 0,513$).



Διάγραμμα 4.2. Αριθμητικός μέσος (average) των (συνολικών) βόμβων θήρευσης ανά υψομετρική ζώνη. Οι γκρι ράβδοι αποδίδουν τις ανοιξιάτικες και οι μαύρες τις φθινοπωρινές τιμές. Οι κατακόρυφες γραμμές αντιστοιχούν στην τυπική απόκλιση.

Το *Hypsugo savii* ηχογραφήθηκε σε 13 από τις 15 θέσεις της μελέτης (12 θέσεις την άνοιξη, 6 θέσεις το φθινόπωρο). Και τις δύο εποχές, ήταν παρόν σε όλες τις υψομετρικές ζώνες και ο μέγιστος αριθμός διελεύσεων

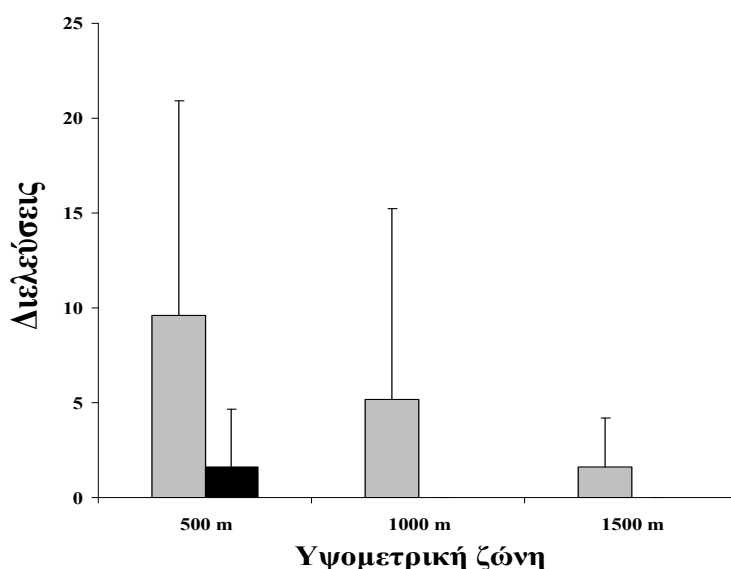
του καταγράφηκε στη ζώνη των 500 m, ενώ ο ελάχιστος καταγράφηκε στη ζώνη των 1000 m (Πίνακας 4.2). Οι διαφορές μεταξύ των υψομετρικών ζωνών δεν ήταν στατιστικά σημαντικές, πιθανότατα λόγω της μεγάλης διασποράς των τιμών σε κάθε υψομ. ζώνη (one-way ANOVA: $F_{2,12}=1.693$, $p=0.22$, $\log_{10}(\text{διελεύσεις} + 1)$ την άνοιξη και Kruskal-Wallis: $H(2)=1,205$, $p=0,55$, για τις διελεύσεις το φθινόπωρο). Η δραστηριότητα του είδους αυτού ήταν υψηλότερη την άνοιξη (Πίνακας 3.1 & Διάγραμμα 4.3). Εντούτοις, από τον έλεγχο signed-rank του Wilcoxon προέκυψε ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της άνοιξης και του φθινοπώρου στον αριθμό των διελεύσεων αυτού του είδους, σε κάθε υψομετρική ζώνη ξεχωριστά, αλλά και ανεξαρτήτως υψομέτρου. Την άνοιξη ηχογραφήθηκαν 6 βόμβοι θήρευσης του *H. savii* σε θέσεις των 500 m και 2 βόμβοι σε θέσεις των 1500 m, ενώ το φθινόπωρο ηχογραφήθηκαν 3 βόμβοι σε θέσεις των 500 και ένας ακόμα βόμβος στα 1000 m.



Διάγραμμα 4.3. Αριθμητικός μέσος (average) των διελεύσεων του *H. savii* ανά υψομετρική ζώνη. Οι γκρι ράβδοι αποδίδουν τις ανοιξιάτικες και οι μαύρες τις φθινοπωρινές τιμές. Οι κατακόρυφες γραμμές αντιστοιχούν στην τυπική απόκλιση.

Το *Pipistrellus kuhlii* ηχογραφήθηκε σε 7 από τις 15 θέσεις; σε 7 θέσεις την άνοιξη (σε όλες τις υψομετρικές ζώνες) και σε 2 από αυτές (στα 500 m) το φθινόπωρο. Η δραστηριότητά του ήταν μεγαλύτερη στα χαμηλότερα

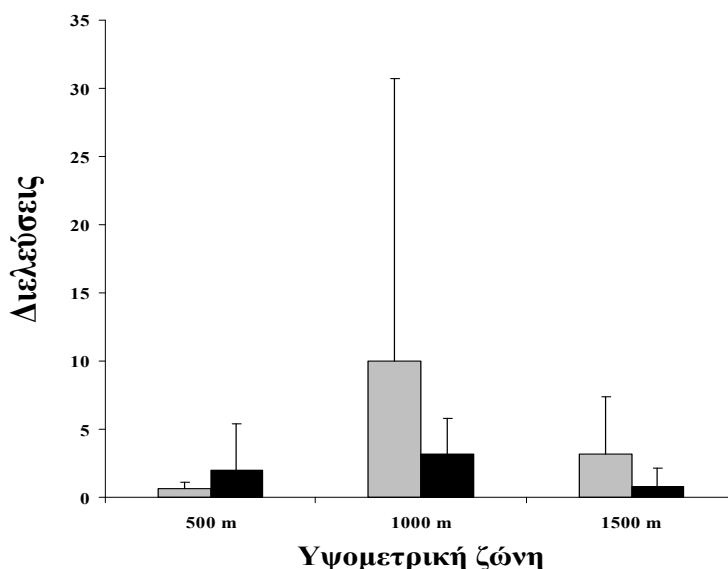
υψόμετρα (**Διάγραμμα 4.4**), οι διαφορές όμως μεταξύ των υψομετρικών ζωνών δεν ήταν στατιστικά σημαντικές (έλεγχος των Kruskal-Wallis: $H(2)=1,182$, $p=0,55$ την άνοιξη και $H(2)=4,286$, $p=0,18$ το φθινόπωρο). Το *Pipistrellus kuhlii* ήταν πιο δραστήριο στην περιοχή μελέτης την άνοιξη (**Πίνακες 4.1 και 4.2, Διάγραμμα 4.4**), μόνο όμως η διαφορά μεταξύ των εποχών ανεξαρτήτως υψομέτρου ήταν μεγάλη και στατιστικά σημαντική (έλεγχος signed-rank του Wilcoxon: $z=2,366$, $p<0,05$, $r=0,611$). Την άνοιξη ηχογραφήθηκαν από 5 βόμβοι θήρευσης του είδους αυτού σε θέσεις των 500 m και 1000 m, και κανένας στα 1500 m. Το φθινόπωρο ηχογραφήθηκε ένας μόνο βόμβος του είδους, στα 500 m.



Διάγραμμα 4.4. Αριθμητικός μέσος (average) των διελεύσεων του *P. kuhlii* ανά υψομετρική ζώνη. Οι γκρι ράβδοι αποδίδουν τις ανοιξιάτικες και οι μαύρες τις φθινοπωρινές τιμές. Οι κατακόρυφες γραμμές αντιστοιχούν στην τυπική απόκλιση.

Το *Tadarida teniotis* ηχογραφήθηκε και τις δύο εποχές σε όλες τις υψομετρικές ζώνες: σε 10 θέσεις την άνοιξη, σε 9 θέσεις το φθινόπωρο, συνολικά σε 13 από τις 15 θέσεις. Η μέγιστη δραστηριότητά του καταγράφηκε και τις 2 εποχές στα 1000 m, ενώ η ελάχιστη καταγράφηκε στα 500 m την άνοιξη και τα 1500 m το φθινόπωρο (**Διάγραμμα 4.5**). Και εδώ, οι παρατηρούμενες αλλαγές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές (one-

way ANOVA: $F_{2,12} = 0,698$, $p = 0,52$ την άνοιξη, $F_{2,12} = 1,43$, $p = 0,276$ το φθινόπωρο, \log_{10} (διελεύσεις) και για τις 2 εποχές). Αν και παρατηρήθηκαν διαφορές στη δραστηριότητα του *T. teniotis* μεταξύ της άνοιξης και του φθινοπώρου, αυτές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Όλοι οι βόμβοι θήρευσης του είδους αυτού ηχογραφήθηκαν την άνοιξη: ένας στα 500 m, δύο στα 1000 m και ακόμα ένας στα 1500 m.



Διάγραμμα 4.5. Αριθμητικός μέσος (average) των διελεύσεων του *T. teniotis* ανά υψομετρική ζώνη. Οι γκρι ράβδοι αποδίδουν τις ανοιξιάτικες και οι μαύρες τις φθινοπωρινές τιμές. Οι κατακόρυφες γραμμές αντιστοιχούν στην τυπική απόκλιση.

Τα είδη του γένους *Rhinolophus* ήταν σχετικά σπάνια (**Πίνακας 4.1**). Το πιο κοινό από αυτά ήταν το *R. hipposideros*, το οποίο ηχογραφήθηκε σε όλες τις υψομετρικές ζώνες την άνοιξη, ενώ το φθινόπωρο απουσίαζε από αυτήν των 500 m. Συνολικά το είδος αυτό ηχογραφήθηκε σε έξι θέσεις. Από τις 14 διελεύσεις του *R. ferrumequinum*, οι 11 ηχογραφήθηκαν σε μία θέση των 500 m, την άνοιξη. Δύο ακόμα διελεύσεις ηχογραφήθηκαν σε μία θέση των 500 m και μία των 1000 m την άνοιξη, ενώ το φθινόπωρο το είδος αυτό ηχογραφήθηκε σε μία μόνο θέση των 500 m (μία διέλευση). Το *R. blasii* ηχογραφήθηκε στις ζώνες των 500 m και των 1500 m την άνοιξη και μόνο στη ζώνη των 500 m το φθινόπωρο.

Τα είδη *Pipistrellus hanaki* and *Miniopterus schreibersii* ήταν αρκετά σπάνια, καθώς 12 μόνο διελεύσεις ηχογραφήθηκαν (Πίνακας 4.1). Όλες οι διελεύσεις που προσδιορίστηκαν σε επίπεδο είδους ηχογραφήθηκαν στα 500 m, το φθινόπωρο, με εξαίρεση μία διέλευση του *M. schreibersii* που ηχογραφήθηκε την άνοιξη. Δύο διελεύσεις ηχογραφήθηκαν στη ζώνη των 1500 m, την άνοιξη, ο προσδιορισμός τους όμως σε επίπεδο είδους δεν ήταν δυνατός.

Τα είδη του γένους *Myotis* ήταν επίσης σπάνια και 13 από τις 15 διελεύσεις τους ηχογραφήθηκαν σε μία θέση των 500 m (12 διελεύσεις την άνοιξη και μία το φθινόπωρο).

Οι διελεύσεις των ειδών *E. serotinus* και *N. leisleri* ηχογραφήθηκαν όλες την άνοιξη, σε δύο θέσεις των 500 m, τρεις θέσεις των 1000 m (30 από τις 43 διελεύσεις) και μία θέση των 1500 m.

Τέλος, ήχοι των ειδών του γένους *Plecotus* ηχογραφήθηκαν μόνο το φθινόπωρο, σε μία θέση των 500 m και μία θέση των 1000 m.

4.3.2. Διαφοροποίηση του πλούτου ειδών σε σχέση με το υψόμετρο

4.3.2.1 Πλούτος ειδών στους θαμνώνες των διαφόρων υψομετρικών ζωνών

Ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών καταγράφηκε στις θέσεις της ζώνης των 500 m: έντεκα είδη μετά βεβαιότητας, ένα είδος του γένους *Plecotus* (μία διέλευση) και το *Eptesicus serotinus* ή το *Nyctalus leisleri*, ή και τα δύο (12 διελεύσεις σε 2 θέσεις). Συνεπώς τουλάχιστον 13 είδη ηχογραφήθηκαν σε αυτή την υψομετρική ζώνη (Πίνακας 4.2). Στη ζώνη των 1000 m ηχογραφήθηκαν επτά είδη τουλάχιστον: 5 είδη με βεβαιότητα, το *Eptesicus serotinus* ή το *Nyctalus leisleri*, ή και τα δύο (30 διελεύσεις σε 3 θέσεις) και ένα ή δύο είδη του γένους *Plecotus* (3 διελεύσεις σε 1 θέση). Τέλος, στη ζώνη των 1500 m ηχογραφήθηκαν 8 ή περισσότερα είδη: 6 με σιγουριά, το *Eptesicus serotinus* ή το *Nyctalus leisleri* (1 διέλευση) και το *Pipistrellus hanaki* ή το *Miniopterus schreibersii*, ή και τα δύο (2 διελεύσεις σε 2 θέσεις). Τουλάχιστον 11 είδη ηχογραφήθηκαν την άνοιξη και 10 ή περισσότερα το φθινόπωρο.

Οι διαφορές στον πλούτο των ειδών μεταξύ των τριών υψομετρικών ζωνών δεν ήταν στατιστικά σημαντικές την άνοιξη (Kruskal-Wallis test, $H(2)=0,748$, $p=0,688$), το φθινόπωρο ($H(2)=4,519$, $p=0,104$) και όταν διερευνήθηκαν ανεξαρτήτως εποχής ($H(2)=0,979$, $p=0,613$).

Πίνακας 4.2. Τα είδη που καταγράφηκαν στους θαμνώνες σε κάθε υψομετρική ζώνη, την άνοιξη, το φθινόπωρο και ανεξαρτήτως εποχής. Μόνο ο ελάχιστος πιθανός αριθμός ειδών λαμβάνεται υπ' όψιν.

Είδος	Άνοιξη			Φθινόπωρο			Άνοιξη και Φθινόπωρο		
	500	1000	1500	500	1000	1500	500	1000	1500
<i>Rhinolophus blasii</i>	X		X	X			X		X
<i>Rhinolophus</i>	X	X		X			X	X	X
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Myotis blythii</i>	X						X		
<i>Myotis capaccinii</i>	X			X			X		X
<i>Myotis emarginatus</i>	X		X				X		X
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	X	X	X	X			X	X	X
<i>Hypsugo savii</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pipistrellus hanaki</i>				X			X		
<i>Miniopterus schreibersii</i>	X			X			X		X
<i>E. serotinus/N. leisleri</i>	X	X	X	X			X	X	X
<i>Plecotus sp.</i>									
<i>Tadarida teniotis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Συνολικός αριθμός ειδών	11	6	8	9	4	3	13	7	8
Μέσος αριθμός ειδών ± τυπική απόκλιση	4,4 ± 2,7	3 ± 0,4	3 ± 0,8	3 ± 2,8	2 ± 0,5	1 ± 0,4	5,6 ± 3,8	3,6 ± 0,5	3,4 ± 0,9
Εύρος του αριθμού των ειδών	2-9	3-4	2-4	1-8	1-2	1-2	1-9	1-4	1-4

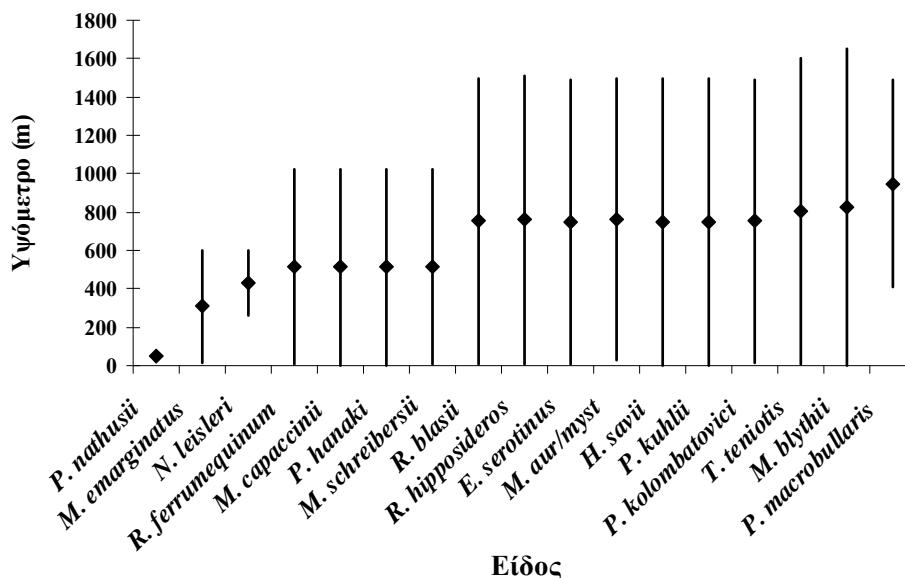
4.3.2.2 Υψομετρική διαφοροποίηση του πλούτου των ειδών ανεξαρτήτως οικοτόπου

Από τη σχετική βιβλιογραφία, τις ηχογραφήσεις και τις άλλες δειγματοληψίες του γράφοντος και των συναδέλφων του, αλλά και από την προσωπική επικοινωνία με ερευνητές του εξωτερικού συγκεντρώθηκαν 786 αναφορές για την κατανομή των 17 ειδών της Κρήτης. Οι αναφορές αυτές προέρχονται από 283 θέσεις όλων των νομών του νησιού, από το επίπεδο της θάλασσας (ενάλια σπήλαια) μέχρι και σε υψόμετρο 1650 m.a.s.l. Η υψομετρική εξάπλωση των ειδών δίνεται στο **Διάγραμμα 4.6**, όπου φαίνεται ότι περιορισμένη υψομετρική εξάπλωση (μικρότερη των 600 m) έχουν τρία μόνο είδη, τα *P. nathusii*, *N. leisleri* και *M. emarginatus*, τα οποία περιορίζονται σε χαμηλό υψόμετρο. Ιδιαίτερα περιορισμένο είναι το εύρος των δύο πρώτων ειδών, αλλά μόνο δύο αναφορές γι' αυτά είναι διαθέσιμες μέχρι στιγμής. Από τα πέντε είδη στα οποία η υψομετρική εξάπλωση φαίνεται να κυμαίνεται γύρω στα 1000 m. (*M. schreibersii*, *R. ferrumequinum*, *M. caraccinii*, *P. hanaki* και *P. macrobullaris*), τα τέσσερα «προτιμούν» χαμηλό και μέτριο υψόμετρο και μόνο το *P. macrobullaris* φθάνει σε πιο ψηλές περιοχές. Τέλος, τα υπόλοιπα είδη (*M. mystacinus*, *P. kolombatovici*, *E. serotinus*, *R. blasii*, *P. kuhlii*, *H. savii*, *R. hipposideros*, *T. teniotis* και *M. blythii*) έχουν ευρεία εξάπλωση που υπερβαίνει τα 1474 m, αρχής γενομένης από το επίπεδο της θάλασσας.

Από τα δεδομένα του 2^{ου} **Κεφαλαίου** προκύπτει ότι στην ευρύτερη περιοχή του Ψηλορείτη απαντώνται 15 είδη, καθώς απουσιάζει το *P. nathusii* και το *N. leisleri*. Στο **Διάγραμμα 4.7** φαίνεται ότι σε καμία υψομετρική ζώνη δεν απαντώνται και τα 15 είδη. Ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών (13) συναντάται από τα 100 έως τα 1100 m, ενώ ένα δεύτερο πλάτωμα βλέπουμε μέχρι τα 1400 m, με 10 είδη. Ακολουθως, ο αριθμός των ειδών «πέφτει» σχετικά απότομα. Τα τελευταία είδη που «εμφανίζονται» είναι αυτά του γένους *Plecotus*. Τα πρώτα είδη που «εξαφανίζονται» είναι τα *Myotis caraccinii* και το *Myotis emarginatus* και τα τελευταία είναι τα *Myotis blythii* και *Tadarida teniotis*.

Στο **Διάγραμμα 4.8** αποδίδεται η σχέση του αριθμού των ειδών με το υψόμετρο σε όλη την Κρήτη. Αν και περισσότερα είδη είναι παρόντα σε όλες τις υψομετρικές ζώνες μέχρι τα 1200 m, η μορφή της καμπύλης είναι παρόμοια με αυτή στον Ψηλορείτη. Φαίνεται ότι σε καμία ζώνη δεν είναι παρόντα όλα τα είδη, αλλά το φαινόμενο αυτό πιθανότατα οφείλεται στις ελλειπείς γνώσεις μας για την κατανομή των *P. nathusii* και *P. macrobullaris* (βλ. συζήτηση). Η καμπύλη πέφτει αρχικά με την «εξαφάνιση» του *P.*

nathusii, αλλά ανακάμπτει με την εμφάνιση του *N. leisleri* και ακολούθως του *P. macrobullaris*. Τα πρώτα είδη που εξαφανίζονται αρχικά είναι τα *M. emarginatus* και *N. leisleri* και τα τελευταία είναι τα *T. teniotis* και *M. blythii*.



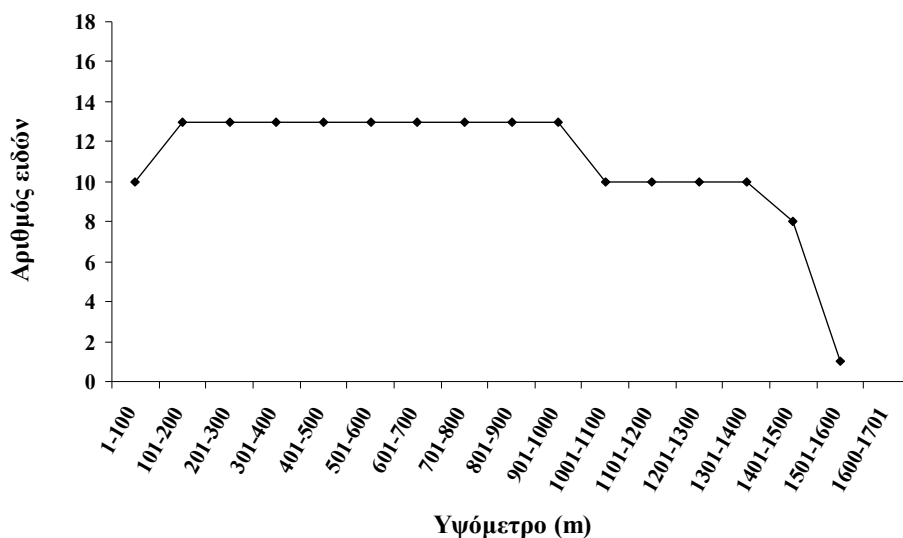
Διάγραμμα 4.6. Εύρος της υψομετρικής εξάπλωσης (κατακόρυφες ράβδοι) των νυκτερίδων την Κρήτης και μέσες τιμές αυτής (ρόμβοι).

4.4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

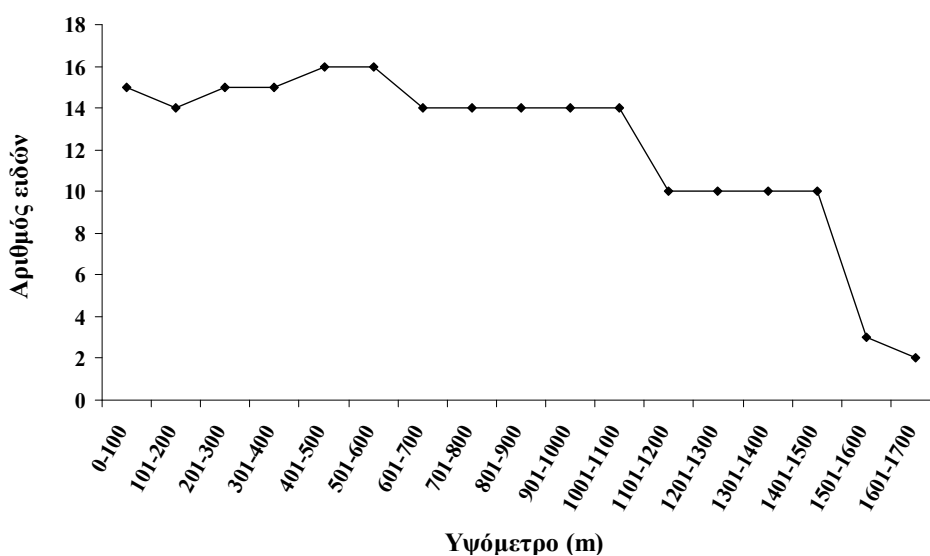
Τουλάχιστον 13 είδη Χειροπτέρων εντοπίστηκαν στους θαμνώνες του Ψηλορείτη, κατά τη διάρκεια αυτής της μελέτης. Έντεκα είδη προσδιορίστηκαν με ακρίβεια, ενώ ηχογραφήθηκε τουλάχιστον ένα είδος του γένους *Plecotus* και το *Eptesicus serotinus* ή το *Nyctalus leisleri*, ή και τα δύο. Σε αυτά τα δύο ζεύγη ειδών, ο προσδιορισμός δεν μπόρεσε να προχωρήσει σε επίπεδο είδους, λόγω της ομοιότητας των φωνών εντοπισμού (Russo and Jones, 2002) και της έλλειψης φωνών αναφοράς για την προετοιμασία των Διαφοροποιών Αναλύσεων. Για τους ίδιους λόγους δεν μπορούμε να αποκλείσουμε την ηχογράφιση των *Pipistrellus nathusii* and *Myotis aurascens/mystacinus*, αν και τα είδη αυτά φαίνεται να είναι σπάνια στην Κρήτη (βλ. **Κεφάλαιο 2**). Από τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής φαίνεται ότι οι θαμνώνες υποστηρίζουν σε κάποιο βαθμό τα περισσότερα, εάν όχι όλα τα είδη της Κρήτης. Το συμπέρασμα αυτό έρχεται σε αντίθεση με τις παρατηρήσεις των Carmel and Safriel (1998), οι

Κεφάλαιο 4. Υψομετρική διαφοροποίηση

οποίοι δεν εντόπισαν κανένα είδος Χειροπτέρου στους θαμνότοπους (batha) του Ισραήλ.



Διάγραμμα 4.7. Μεταβολή του αριθμού των ειδών σε σχέση με το υψόμετρο (ζώνες των 100 m) στην ευρύτερη περιοχή του Ψηλορείτη, από το επίπεδο της θάλασσας.



Διάγραμμα 4.8. Μεταβολή του αριθμού των ειδών σε σχέση με το υψόμετρο (ζώνες των 100 m) στην Κρήτη.

Την υψηλότερη δραστηριότητα στους θαμνώνες του Ψηλορείτη κατά την περίοδο της μελέτης είχε το *Hypsugo savii*. Το είδος αυτό φωλιάζει σε σχισμές βράχων και θηρεύει σε δάση, βοσκοτόπια και υγροτόπους (Russo and Jones, 2003; Hutson *et al.*, 2008m). Η δραστηριότητά του δεν φάνηκε να επηρεάζεται σημαντικά από το υψόμετρο. Το *Pipistrellus kuhlii* είχε σχετικά υψηλή δραστηριότητα την άνοιξη και σε ορισμένες μόνο θέσεις, κυρίως στη ζώνη των 500m. Καθώς το είδος αυτό δεν έχει ιδιαίτερες προτιμήσεις όσον αφορά τους οικοτόπους όπου αναζητάει την τροφή του (Russo and Jones, 2003), είναι πιθανό ότι η επιλεκτική του παρουσία σχετίζεται με το σχηματισμό των βρεφοκομείων του σε ανθρώπινες κατασκευές (Aulagnier *et al.*, 2008b). Αν και τα καταφύγιά του στην Κρήτη είναι εν πολλοίς άγνωστα, πιθανώς η διαθεσιμότητά τους καθορίζει την παρουσία του είδους στους θαμνώνες (βλ. και παρακάτω). Υψηλή ήταν η δραστηριότητα και του *Tadarida teniotis*, καθώς είναι γνωστό ότι συχνά καταφεύγει σε σχισμές βράχων σε κατακόρυφες πλαγιές (που αφθονούν στην περιοχή) και αναζητάει την τροφή του σε ημερημικούς οικοτόπους (Aulagnier *et al.*, 2008c). Η υψηλότερη δραστηριότητα αυτού του είδους καταγράφηκε στη ζώνη των 1000m, καθώς όμως το 48,5% των διελεύσεων του ηχογραφήθηκε σε μία θέση, οι διαφορές με τις άλλες ζώνες δεν ήταν στατιστικά σημαντικές.

4.4.1. Υψομετρική και εποχική διαφοροποίηση της δραστηριότητας των Χειροπτέρων στους θαμνώνες του Ψηλορείτη

4.4.1.1. Διαφοροποίηση της δραστηριότητας μεταξύ των υψομετρικών ζωνών

Τόσο την άνοιξη, όσο και το φθινόπωρο, οι διαφορές μεταξύ των τριών υψομετρικών ζωνών στις διελεύσεις και τους βόμβους θήρευσης του συνόλου των ειδών και τις διελεύσεις των πιο άφθονων ειδών δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Αν και το ποσοστό των διελεύσεων που προσδιορίστηκαν σε επίπεδο είδους ήταν μικρότερο από άλλες παρόμοιες μελέτες (67,6%, έναντι 83% σε Russo and Jones, 2003), τα 2/3 των μη προσδιορισμένων διελεύσεων αποδόθηκαν στο ζευγάρι ειδών *Pipistrellus kuhlii/Hypsugo savii*. Από την εξέταση των πρωτογενών δεδομένων προκύπτει ότι ακόμα και αν όλες αυτές οι διελεύσεις αποδοθούν σε ένα από τα δύο είδη, δεν θα μπορούσε να στηριχθεί στατιστικά η υπόθεση της μείωσης της δραστηριότητάς του με την αύξηση του υψομέτρου.

Σε μία παρόμοια μελέτη σε λίμνες και ξέφωτα δασών στον Καναδά, οι Grindal *et al.* (1999) διαπίστωσαν μείωση της θηρευτικής δραστηριότητας και του ρυθμού συλλήψεων των νυχτερίδων με την αύξηση του υψομέτρου. Οι συγγραφείς απέδωσαν τα ευρήματά τους στην αντίστοιχη μείωση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος, καθώς η φαινολογία των υπτάμενων εντόμων (με τα οποία τρέφονται τα μικροχειρόπτερα στις εύκρατες περιοχές) συσχετίζεται θετικά με τη θερμοκρασία (Williams, 1961). Στην παρούσα μελέτη όμως, η διαφορά στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος μεταξύ των τριών υψομετρικών ζωνών δεν ήταν στατιστικά σημαντικές, γεγονός που δικαιολογεί, εν μέρει τουλάχιστον, την απουσία σημαντικής διαφοροποίησης στη δραστηριότητα των νυχτερίδων. Εξάλλου, σε μία μόνο θέση (φθινόπωρο στα 1000 m) η μέση θερμοκρασία ήταν χαμηλότερη από τους 10 °C, τιμή κάτω από την οποία η θερμοκρασία καθορίζει την δραστηριότητα των εντόμων (Williams, 1961).

Η ετερογένεια του περιβάλλοντος έχει θεωρηθεί ως καθοριστικός παράγοντας για τη δραστηριότητα και τον πλούτο των ειδών στους ορεινούς όγκους (Patterson *et al.*, 1996; Lomolino, 2001; Willig *et al.*, 2003) και αυτό φαίνεται να συμβαίνει και στην περίπτωση του Ψηλορείτη, όπου η μωσαϊκότητα των οικοτόπων είναι ιδιαίτερα έντονη (Rackham and Moody, 1996). Η παρατηρούμενη μεγάλη ποικιλομορφία στην πυκνότητα και τη δραστηριότητα των ειδών μεταξύ θέσεων της ίδιας υψομετρικής ζώνης, πιθανώς υποδεικνύει ότι οι πιο «πλούσιες» θέσεις προσφέρουν περισσότερα καταφύγια, ή είναι πιο κοντά σε άλλους οικοτόπους σημαντικούς για τις νυχτερίδες. Τουλάχιστον εννέα από τα 17 είδη Χειροπτέρων της Κρήτης (*H. savii*, *T. teniotis*, τρία είδη του γένους *Rhinolophus* και τρία είδη του γένους *Myotis*) φωλιάζουν σε σπήλαια ή διάκενα σε βράχους (Schober and Grimmberger, 1997), τα οποία αφθονούν στον Ψηλορείτη (Πλατάκης, 1975; Fassoulas *et al.*, 2007), προφανώς όμως η κατανομή τους δεν είναι τελείως ομοιόμορφη. Αν η υπόθεση αυτή για τη σημασία της ετερογένειας του περιβάλλοντος ισχύει, τότε η πραγματοποίηση δειγματοληψιών σε μία μόνο διατομή κατά μήκος του υψομετρικού κλινούς μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένα συμπεράσματα για την επίδραση του υψομέτρου στην κατανομή και αφθονία των ειδών (Rahbek, 2005).

4.4.1.2. Σύγκριση της ανοιξιότητας με τη φθινοπωρινή δραστηριότητα

Ο αριθμός των ειδών και ο συνολικός αριθμός των διελεύσεων που ηχογραφήθηκαν ήταν σημαντικά υψηλότερος την άνοιξη από ότι το

φθινόπωρο, τόσο στη ζώνη των 500m, όσο και σε όλες τις υψομετρικές ζώνες μαζί. Το ίδιο παρατηρήθηκε στις διελεύσεις του *P. kuhlii* (για όλες τις υψομετρικές ζώνες μαζί), αλλά στο *H. savii* και το *T. teniotis* οι διαφορές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Σε καμία δειγματοληψία η μέση θερμοκρασία δεν ήταν χαμηλότερη των 9 °C, ενώ οι διαφορές μεταξύ των μέσων θερμοκρασιών στις δύο εποχές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Συνεπώς, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι οι όποιες σημαντικές διαφορές δεν μπορούν να αποδοθούν σε θερμορρυθμιστικούς παράγοντες. Με άλλα λόγια, τις νύχτες που έγιναν οι φθινοπωρινές ηχογραφήσεις η θερμοκρασία δεν ήταν τόσο χαμηλότερη από την άνοιξη, ώστε να περιορίζεται σημαντικά η δραστηριότητα των νυχτερίδων. Ενδεχομένως, η αυξημένη δραστηριότητα κατά την άνοιξη οφείλεται στο ότι τα ενεργειακά αποθέματα των ζώων έχουν εξαντληθεί μετά από μία μακρά περίοδο δυσμενών κλιματικών συνθηκών και συνεπώς η ανάγκη για τροφή είναι αυξημένη. Ακόμα μεγαλύτερες δε, είναι οι ενεργειακές ανάγκες των ενήλικων θηλυκών, λόγω του τοκετού και της ακόλουθης γαλουχίας (Altringham, 1996). Από την άλλη, ο περιορισμός της δραστηριότητας το φθινόπωρο ενδεχομένως οφείλεται στο ότι οι νυχτερίδες (κάποια είδη και ίσως κάποια άτομα από αυτά) προβλέποντας την επερχόμενη επιδείνωση του καιρού έχουν μετακινηθεί προς τις θέσεις διαχείμασης και έχουν αρχίσει να πέφτουν σε μακροχρόνιο λήθαργο (Altringham, 1996). Όπως δείχνεται στο **Κεφάλαιο 5**, το χειμώνα η δραστηριότητα σε διάφορους οικοτόπους είναι σημαντικά περιορισμένη ή ανύπαρκτη και ίσως η μετάβαση στην κατάσταση αυτή της αδράνειας ξεκινάει από τα μέσα με τέλη Οκτωβρίου. Η διαχείμαση στο *M. blythii* φαίνεται να αρχίζει τον Οκτώβριο και να διαρκεί μέχρι τέλη Απριλίου (βλ. **Κεφάλαιο 2**), γεγονός που συνηγορεί στην παραπάνω υπόθεση. Καθώς όμως το είδος αυτό είναι από τα λιγότερο άφθονα στους θαμνώνες του Ψηλορείτη, ενώ τα καταφύγια άλλων πιο άφθονων ειδών δεν είναι γνωστά, δεν μπορούμε να καταλήξουμε σε ασφαλή συμπεράσματα για την ερμηνεία του φαινομένου.

Παρόμοιος είναι και ο ετήσιος κύκλος των εντόμων, με μία «έκρηξη» στη φαινολογία τους την άνοιξη και κατάπαυση της δραστηριότητας τον Οκτώβρη, οπότε τα περισσότερα πέφτουν σε διάπαυση ή χειμερεία νάρκη. Το γεγονός αυτό δημιουργεί υπόνοιες για το ότι η διαθεσιμότητα της τροφής παίζει αποφασιστικό ρόλο στον χρονισμό του ετήσιου κύκλου των νυχτερίδων.

4.4.2. Διαφοροποίηση της πυκνότητας και του πλούτου ειδών σε σχέση με το υψόμετρο

Από την επεξεργασία όλων των αναφορών παρουσίας νυχτερίδων που είναι διαθέσιμες για την Κρήτη, προκύπτει ότι τα περισσότερα είδη εξαπλώνονται από τις πεδινές περιοχές μέχρι και τα 1500 m.a.s.l. ή ελαφρώς ψηλότερα (**Διάγραμμα 4.8**). Μέχρι και τα 1500 m.a.s.l. φθάνει και το *P. macrobullaris*, ενώ το γεγονός ότι δεν έχει βρεθεί κάτω από τα 400 m.a.s.l. πιθανώς σχετίζεται με το ότι είναι σπάνιο στην Κρήτη, καθώς στην Κροατία φθάνει μέχρι το επίπεδο της θάλασσας (Hutson *et al.*, 2008c). Παρομοίως, τα είδη *P. nathusii* και *N. leisleri* έχουν ιδιαίτερα περιορισμένη υψομετρική εξάπλωση, αλλά η εικόνα αυτή πιθανότατα οφείλεται στο ότι μόνο δύο αναφορές από το κάθε είδος είναι διαθέσιμες. Τέλος, περιορισμένη υψομετρική εξάπλωση (15 έως 600 m.a.s.l.) φαίνεται να έχει και το, σχετικά κοινό στην Κρήτη, *M. emarginatus* αν και στην Κύπρο έχει βρεθεί μέχρι τα 1665 m.a.s.l. (Benda *et al.*, 2007).

Από τις ηχογραφήσεις στους θαμνώνες του Ψηλορείτη προέκυψε ότι η ζώνη των 500m «διαθέτει» σαφώς περισσότερα είδη, ενώ μεταξύ των 1000 και 1500m δεν υπάρχει σημαντική διαφορά (13, 7 και 8 είδη αντίστοιχα). Η αυξημένη πυκνότητα ειδών της χαμηλής ζώνης οφείλεται στα ευρήματα λίγων θέσεων, ενώ σε άλλες θέσεις πολύ λίγα είδη εντοπίστηκαν (**Πίνακας 4.2**). Εάν χρησιμοποιήσουμε όλα τα δεδομένα από την ευρύτερη περιοχή του Ψηλορείτη, φαίνεται ότι γύρω στα 1000m ο αριθμός των ειδών μειώνεται και στα 1500 m μειώνεται ξανά (**Διάγραμμα 4.7**). Παρόμοια μείωση του αριθμού των ειδών εμφανίζεται και όταν εξετάσουμε όλα τα διαθέσιμα δεδομένα από την Κρήτη, με τη διαφορά ότι μέχρι τα 1200m έχουμε περισσότερα είδη (**Διάγραμμα 4.8**). Οι διαφορές που παρατηρούνται μεταξύ της Κρήτης στο σύνολό της, του Ψηλορείτη και των θαμνοτόπων του Ψηλορείτη οφείλονται σε τέσσερις κυρίως λόγους:

A. Την περιορισμένη κατανομή κάποιων ειδών (*Plecotus spp.*, *Pipistrellus nathusii*, *Nyctalus leisleri* και *Myotis aurascens/mystacinus*). Η συνεισφορά των ειδών αυτών στο όποιο υψομετρικό πρότυπο επικρατεί, μπορεί να αποκαλυφθεί μόνο με σαφώς πιο εντατική δειγματοληπτική προσπάθεια. Το ότι μέχρι στιγμής δεν έχουν βρεθεί σε κάποια υψομετρική ζώνη, ή κάποιο βουνό, δεν σημαίνει κατ' ανάγκη και ότι δεν υπάρχουν εκεί.

B. Την ένταση της δειγματοληπτικής προσπάθειας. Ηχογραφήσεις κατά μήκος διαδρομών σε περισσότερους θαμνώνες με ενδιάμεσο υψόμετρο (π.χ. 750 και 1250m) πιθανότατα θα έδιναν πιο λεπτομερή εικόνα, αν και η μεγάλη κινητικότητα των νυχτερίδων τις επιτρέπει να μετακινούνται μεταξύ θέσεων με διαφορετικό υψόμετρο μέσα σε λίγα λεπτά της ώρας.

Από την άλλη, το γεγονός ότι περισσότερες παρατηρήσεις σε καταφύγια και συλλήψεις στις θέσεις αναζήτησης τροφής έγιναν σε περιοχές με υψόμετρο κάτω των 1000m, ενδεχομένως «υποτιμάει» τον πλούτο ειδών στα ορεινά. Στον Ψηλορείτη οι μισές θέσεις βρίσκονται κάτω από τα 500 τα 3/4 αυτών κάτω από τα 1000 m, ενώ το 88% των συνολικών συνθέσεων της Κρήτης βρίσκεται κάτω από τα 1000m και το 50% κάτω από τα 300m. Πολύ λίγες θέσεις εξετάστηκαν πάνω από τα 1500m, γι' αυτό και οι αριθμοί των ειδών που βρέθηκαν εκεί δεν θα πρέπει να θεωρηθούν αντιπροσωπευτικοί.

Γ. Την ατελή διακριτική ικανότητα της μεθόδου προσδιορισμού των φωνών εντοπισμού των ζώων. Αν και στους θαμνότοπους η πραγματική εικόνα δεν μπορεί να είναι πολύ διαφορετική (13 έως 14 είδη στα 500, 7 έως 9 είδη στα 1000 και 8 έως 9 είδη στα 1500m), για το σύνολο του Ψηλορείτη και την Κρήτη γενικότερα οι αδυναμίες της μεθόδου μπορεί να επηρεάζουν σημαντικά τα αποτελέσματα.

Δ. Τις μεθοδολογικές διαφορές. Ενώ στους θαμνώνες πραγματοποιήθηκαν μόνο ηχογραφήσεις, για το σύνολο της περιοχής του Ψηλορείτη και για ολόκληρη την Κρήτη συνδυάστηκε μία ποικιλία τεχνικών. Οι δυσκολίες ηχογράφησης κάποιων ειδών (*Rhinolophus spp.* & *Plecotus spp.*), αλλά και οι αδυναμίες της μεθόδου προσδιορισμού των φωνών εντοπισμού, όπως ήδη αναφέρθηκε, μπορεί να ευθύνονται εν μέρει για τις εν λόγω διαφορές. Δυστυχώς, οι θαμνότοποι δεν ενδείκνυνται για την πραγματοποίηση ενός σωστά οργανωμένου προγράμματος συλλήψεων, καθώς δεν διαθέτουν αρκετές θέσεις κατάλληλες για κάτι τέτοιο.

Αν και κάποιες από τις αναφορές ξένων ερευνητών έχουν αμφισβητούμενη αξιοπιστία (βλ. σχετικά σχόλια στο **2^ο Κεφάλαιο**), καμία από αυτές δεν οριοθετεί την υψομετρική εξάπλωση των ειδών και συνεπώς το ζήτημα αυτό δεν έχει ιδιαίτερη σημασία εδώ.

Η πραγματοποίηση δειγματοληψιών σε όλες τις υψομετρικές ζώνες είναι καθοριστικής σημασίας (McCain, 2005). Η προϋπόθεση αυτή, δεν ήταν δυνατόν να τηρηθεί εδώ, λόγω της μορφολογίας του Ψηλορείτη, καθώς η έκτασή του πάνω από τα 1500m δεν είναι αρκετή για την πραγματοποίηση ηχογραφήσεων με το σχεδιασμό που ακολουθήθηκε. Εν τούτοις, από το σύνολο των δεδομένων για την Κρήτη, αλλά και από τη σχετική βιβλιογραφία, φαίνεται ότι κανένα από τα είδη του νησιού δεν «αποφεύγει» τις πεδινές περιοχές. Το γεγονός αυτό προφανώς εξηγείται από τις υψηλότερες θερμοκρασίες, αλλά κυρίως από τη μεγαλύτερη ετερογένεια των οικοτόπων εκεί (Rackham and Moody, 1996).

Μία σειρά μελετών σε διάφορους ορεινούς όγκους του πλανήτη, έχει δείξει ότι ο αριθμός των ειδών χειροπτέρων είτε μειώνεται με την αύξηση

του υψομέτρου (Pandurska, 1996; Patterson *et al.*, 1996; 1998; Sanchez-Cordero V., 2001; Willig *et al.*, 2003; McCain, 2005; Kanůch and Křištín, 2006), είτε μεγιστοποιείται σε ενδιάμεσα υψόμετρα (Sanchez-Cordero V., 2001; Barataud, 2004; McCain, 2005). Με βάση τις σημαντικότερες από τις μελέτες αυτές, η McCain (2005) διατύπωσε τη θεωρία ότι η υψομετρική εξάπλωση των ειδών καθορίζεται όχι μόνο από τη θερμοκρασία, αλλά και από τη βροχόπτωση η οποία καθορίζει την πρωτογενή παραγωγικότητα και τη δομή των οικοσυστημάτων. Έτσι, στις τροπικές περιοχές ο μέγιστος πλούτος ειδών θα εντοπίζεται στις πεδινές περιοχές, ενώ στις εύκρατες περισσότερα είδη θα είναι παρόντα σε ενδιάμεσο υψόμετρο, όπου η βροχόπτωση είναι υψηλότερη. Η διαπίστωση αυτή δεν φαίνεται να ισχύει στην περίπτωση της Κρήτης, καθώς με την αύξηση του υψομέτρου μειώνεται όχι μόνο η μέση ημερήσια θερμοκρασία, αλλά και η πρωτογενής παραγωγικότητα (παρά την αύξηση της ετήσιας βροχόπτωσης), λόγω της μειωμένης παρουσίας εδάφους και της διείσδυσης του νερού μέσα στον ασβεστόλιθο, ο οποίος επικρατεί πάνω από τα 1000m (Fassoulas *et al.*, 2007). Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης προκύπτει ότι ο αριθμός των ειδών νυχτερίδων στους θαμνώνες του Ψηλορείτη μειώνεται με την αύξηση του υψομέτρου (αν και οι διαφορές μεταξύ των τριών υψομετρικών ζωνών δεν ήταν στατιστικά σημαντικές). Παρόμοια τάση εμφανίζεται και το σύνολο αυτού του ορεινού όγκου, αλλά και στην Κρήτη στο σύνολό της (**Διαγράμματα 4.7 και 4.8**), συνηγορώντας στην άποψη ότι η πρωτογενής παραγωγικότητα και η ποικιλία των οικοτόπων καθορίζουν σε σημαντικό βαθμό τον πλούτο ειδών των Χειροπτέρων στα βουνά. Το γεγονός αυτό καταδεικνύει ότι η υψομετρική εξάπλωση των νυχτερίδων (και όλων των άλλων οργανισμών) επηρεάζεται όχι μόνο από τις κλιματικές συνθήκες στην περιοχή μελέτης, αλλά και τη γεωλογία αυτής, ένας παράγοντας μάλλον παραγνωρισμένος στις σχετικές μελέτες.

Μείωση του αριθμού των ειδών με το υψόμετρο έχει καταγραφεί και στα ισόποδα, τόσο στα Λ. Όρη (Λυμπεράκης, 2003), όσο και στον Ταΰγετο, τον Όλυμπο και την Τύμφη (Sfenthourakis, 1992). Στα Λ. Όρη, παρόμοια τάση έχει καταγραφεί και στις αράχνες, τα χειλόποδα, τα διπλόποδα και τα μυρμήγκια, όχι όμως και τα φαλάγγια, τα ορθόπτερα και τα ομόπτερα, με τις δύο τελευταίες ομάδες να εμφανίζουν το μέγιστο αριθμό ειδών σε ενδιάμεσα υψόμετρα (Λυμπεράκης, 2003). Οι Chatzaki *et al.* (2005) εξάλλου αναφέρουν ότι στην Κρήτη τα περισσότερα είδη αραχνών της οικογένειας Gnaphosidae απαντώνται επίσης σε ενδιάμεσα υψόμετρα. Όπως παρατηρεί ο Λυμπεράκης (2003) και η McCain (2005), σε κάθε ομάδα ζώων η μεταβολή του αριθμού ειδών με το υψόμετρο είναι

διαφορετική και γι' αυτό και οι συγκρίσεις μεταξύ διαφορετικών ομάδων είναι παρακινδυνευμένες. Η σύγκριση των νυχτερίδων με τα εδαφόβια ασπόνδυλα, αλλά και τα άλλα θηλαστικά, φαίνεται ακόμα πιο επισφαλής, λόγω της πτητικής ικανότητας των πρώτων. Ένας άλλος παραγνωρισμένος παράγοντας, συνδεδεμένος με την ικανότητα πτήσης, είναι οι εποχικές μετακινήσεις πολλών ειδών Χειροπτέρων, κατά μήκος του υψομετρικού κλεινούς. Είναι ευρέως γνωστό ότι πολλά είδη το φθινόπωρο πραγματοποιούν μεγάλες μετακινήσεις για να συγκεντρωθούν για λίγες ώρες σε ένα σπήλαιο ή ορυχείο στα ορεινά (swarming behaviour, Parsons *et al.*, 2003), αλλά και ότι μετακινούνται σε σπήλαια μεγαλύτερου υψόμετρου για να διαχειμάσουν (Altringham, 1996). Εν τούτοις, οι μελέτες της υψομετρικής εξάπλωσης των Χειροπτέρων παρουσιάζουν μια μάλλον στατική εικόνα, καθώς οι δειγματοληψίες στις οποίες βασίζονται γίνονται την ανοιξιάτικη ή θερινή περίοδο, οπότε η θηρευτική δραστηριότητα είναι μέγιστη. Μέχρι στιγμής, πέντε από τα είδη της Κρήτης (*Eptesicus serotinus*, *Myotis blythii*, *Myotis mystacinus*, *Plecotus kolombatovici* και *Plecotus macrobullaris*) έχουν βρεθεί σε υψόμετρο άνω των 1450m, μόνο σε σπήλαια και μόνο την φθινοπωρινή ή την χειμερινή περίοδο. Το παράδειγμα αυτών των ειδών αποδεικνύει ότι εάν δεν γίνονταν δειγματοληψίες σε καταφύγια, ή γίνονταν μόνο το καλοκαίρι, η μορφή των καμπυλών στα **Διαγράμματα 4.7** και **4.8** θα ήταν αρκετά διαφορετική. Συνεπώς, η γνώση της φυσικής ιστορίας και της οικολογίας των ειδών φαίνεται να αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για τη διερεύνηση των υψομετρικών προτύπων της κατανομής τους.

Η μελέτη αυτή είναι η πρώτη που πραγματοποιείται στη Μεσόγειο και από τις λίγες που έχουν γίνει σε νησιωτική περιοχή. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν, πιθανότατα καθορίζονται από το ότι η Κρήτη είναι νησί, καθώς τα μεσογειακά νησιά χαρακτηρίζονται από σημαντικές διαφορές στο μέγεθος των πληθυσμών, το εύρος των οικολογικών θώκων και τη συμπεριφορά των ατόμων σε διάφορα είδη, σε σχέση με την ενδοχώρα (Blondel and Aronson, 1999). Επιπλέον, η μακρόχρονη αποψίλωση και το κάψιμο των δασών στη μεσόγειο (Blondel and Aronson, 1999) και η πιο πρόσφατη εγκατάλειψη των καλλιεργειών και η υπερβόσκηση στην Κρήτη (Papanastasis, 2004) έχουν ευνοήσει την επέκταση των θαμνοτόπων εις βάρος άλλων τύπων βλάστησης. Ο περιορισμός των ευνοϊκών για τις νυχτερίδες οικοτόπων σε μία νησιωτική περιοχή, μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές αλλαγές στην θηρευτική οικολογία των νυχτερίδων (Davy *et al.*, 2007). Δυστυχώς, η έλλειψη σχετικών μελετών από άλλα νησιά της Μεσογείου, δεν μας επιτρέπει να κάνουμε υποθέσεις για τη γενικότερη σημασία των ευρημάτων από την Κρήτη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΠΟΧΙΚΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΤΟΠΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΧΕΙΡΟΠΤΕΡΩΝ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

5.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

5.1.1. Εποχικότητα του βιολογικού κύκλου και της θηρευτικής δραστηριότητας των νυχτερίδων στις εύκρατες περιοχές

Για τις νυχτερίδες, όπως και τα περισσότερα άλλα ζώα των εύκρατων περιοχών, οι έντονες ετήσιες διακυμάνσεις των κλιματικών συνθηκών και της διαθεσιμότητας τροφής αποτελούν μία από τις σημαντικότερες «προκλήσεις» στον ετήσιο κύκλο τους. Προκειμένου να αντιμετωπίσουν την εποχικότητα αυτή, πολλές νυχτερίδες πέφτουν το χειμώνα σε χειμέρια νάρκη (hibernation) εξοικονομώντας ενέργεια, καθώς το κόστος της ομοιόστασης γίνεται δυσβάσταχτο λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών (Ransome and McOwat, 1994; Speakman and Thomas, 2003). Όλες οι ενεργοβόρες διαδικασίες (τοκετός, γαλουχία, σπερματογένεση, ζευγάρωμα) πραγματοποιούνται τους θερμούς μήνες (Kunz, 1974; Hood *et al.*, 2002), οπότε η θερμοκρασία του περιβάλλοντος και η κινητικότητα των εντόμων είναι υψηλότερες (Williams, 1961). Η χειμέρια νάρκη αποτελεί μία κατάσταση αδράνειας, κατά την οποία η θερμογένεση και η θερμορύθμιση είναι περιορισμένες και δεν πραγματοποιείται τροφοληψία ή κάποια άλλη δραστηριότητα για τουλάχιστον ένα εικοσιτετράωρο (Ransome, 1971), η διάρκειά της όμως δεν είναι προκαθορισμένη και εξαρτάται εν πολλοίς από τις κλιματικές συνθήκες. Παρά το υψηλό ενεργειακό κόστος της αφύπνισης από το βαθύ λήθαργο (Speakman and Thomas, 2003), εάν οι συνθήκες είναι κατάλληλες, τρεφόμενες οι νυχτερίδες μπορούν όχι μόνο να αποζημιωθούν για αυτό, αλλά και να ανανεώσουν τα ενεργειακά τους αποθέματα, η εξάντληση των οποίων μπορεί να οδηγήσει στο θάνατο κατά τη διάρκεια του χειμώνα, ή την αρχή της άνοιξης (Avery, 1985; Ransome, 2002). Για μία σειρά από είδη, έχει βρεθεί ότι ο λήθαργος διακόπτεται όταν ο καιρός είναι αρκετά καλός ώστε να επιτρέπει την δραστηριοποίηση των ιπτάμενων εντόμων και συνεπώς, τη θήρευσή τους από τα χειρόπτερα. Αρκετές πληροφορίες για τη χειμερινή δραστηριότητα του *Rhinolophus ferrumequinum* είναι διαθέσιμες από την Αγγλία, όπου έχει βρεθεί ότι όταν η θερμοκρασία του

περιβάλλοντος υπερβαίνει τους 6 °C, ο ρυθμός εξόδου από τα καταφύγια αυξάνει με τη θερμοκρασία (Ransome, 1971). Η διάρκεια της περιόδου δραστηριότητας αυτού του είδους (εν μέσω του χειμώνα) συσχετίζεται επίσης θετικά με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος (Park *et al.*, 2000), ενώ η επιλογή του καταφυγίου στο τέλος της νύχτας, γίνεται με βάση τη διαθεσιμότητα τροφής. Εάν η τροφή είναι περιορισμένη, οι νυχτερίδες επιλέγουν καταφύγια κατάλληλα για χειμέρα νάρκη, ενώ εάν υπάρχει άφθονη τροφή προτιμώνται τα καταφύγια που ενδείκνυνται μόνο για ημερήσιο λήθαργο. Στη δεύτερη αυτή περίπτωση, το καταφύγιο επιλέγεται με κριτήριο το εάν η θερμοκρασία του αλλάζει με αυτή του εξωτερικού περιβάλλοντος άμεσα, προκειμένου οι νυχτερίδες να ενημερώνονται για τις κλιματικές συνθήκες και την καταλληλότητά τους για αναζήτηση τροφής (Ransome, 1968). Η ύπαρξη χειμερινής δραστηριότητας έχει τεκμηριωθεί και για το *Nyctalus noctula* στην Αγγλία (Avery, 1986) και τη Σλοβακία (Kanuch *et al.*, 2005), το *Pipistrellus pipistrellus* στην Αγγλία (Avery, 1985), αλλά και το *Chalinolobus tuberculatus* στη Νέα Ζηλανδία (O'Donnell, 2000), το οποίο έχει βρεθεί ότι δραστηριοποιείται ακόμα και σε θερμοκρασίες κοντά στους 0°C.

Οι κλιματικές συνθήκες κατά τη διάρκεια της άνοιξης φαίνεται ότι καθορίζουν την έναρξη του τοκετού και συνεπώς το χρονισμό των γεννήσεων (Racey and Entwistle, 2000). Η χρονική μετατόπιση των γεννήσεων (αργότερα το καλοκαίρι), όταν ο καιρός την άνοιξη είναι πιο ψυχρός και βροχερός, έχει παρατηρηθεί στο *R. ferrumequinum* (Ransome, 1989; Ransome and McOwat, 1994) και σε είδη του γένους *Myotis* στον Καναδά (Grindal *et al.*, 1992). Παρόμοια αποτελέσματα έδωσε η υποβολή θηλυκών ατόμων του είδους *Pipistrellus pipistrellus* σε εργαστηριακές συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας και τα αποτελέσματα αυτά συσχετίστηκαν με τη συχνότερη προσφυγή στο λήθαργο, ως στρατηγική εξοικονόμησης ενέργειας (Racey, 1969). Η διακοπή της ανάπτυξης των εμβρύων και η αναβολή των γεννήσεων λόγω δυσμενών κλιματικών συνθηκών δεν είναι όμως άνευ κόστους, καθώς έχει βρεθεί ότι οδηγεί στη γέννηση πιο μικρόσωμων και λιποβαρών νεογνών (Hood *et al.*, 2002; Dietz *et al.*, 2007a; Solick and Barclay, 2007). Εντυπωσιακά είναι άλλωστε τα αποτελέσματα μίας πολυετούς μελέτης στην Αγγλία, καθώς έδειξαν ότι οι νυχτερίδες του είδους *R. ferrumequinum* που γεννιούνται (καθυστερημένα) μετά από μια κακή άνοιξη έχουν αυξημένη θνησιμότητα τον πρώτο χρόνο της ζωής τους, αλλά και μέσα στην επόμενη δεκαετία (Ransome, 1989).

Η ένταση της εποχικότητας του κλίματος και της διαθεσιμότητας τροφής επηρεάζεται από το γεωγραφικό πλάτος και συνεπώς ανάλογες διαφοροποιήσεις στο βιολογικό κύκλο των ζώων είναι αναμενόμενες (Racey and Entwistle, 2000). Σε μία συγκριτική μελέτη τριών ειδών στη Φλόριντα, ο McNab (1974) διαπίστωσε ότι ενώ το *Myotis austroriparius* πέφτει σε λήθαργο πιο συχνά στα βόρεια της πολιτείας από ότι στα νότια, το *M. grisescens* μεταναστεύει βορειότερα για να διαχειμάσει, ενώ το *Pipistrellus subflavus* πέφτει σε χειμερία νάρκη, ανεξαρτήτως γεωγραφικού πλάτους. Οι διαφορές αυτές μεταξύ των ειδών αποδόθηκαν από τον ερευνητή στο διαφορετικό μέγεθός τους, αλλά και το διαφορετικό τύπο συναθροίσεων που σχηματίζουν μέσα στα καταφύγια το χειμώνα. Παρομοίως, το *Myotis myotis*, ενώ στη βόρεια Ευρώπη διαχειμάζει και γεννάει τον Ιούνιο (Scober and Grimberger, 1997), στη νότια Ισπανία μάλλον δεν πέφτει σε πολυήμερη νάρκη και οι γεννήσεις ξεκινούν από τον Ιανουάριο, με τις περισσότερες να πραγματοποιούνται τον Απρίλιο (Ibanez, 1997). Αντίστοιχες παρατηρήσεις για αυξημένη χειμερινή δραστηριότητα και πιο πρώιμες γεννήσεις αρκετών ειδών προέρχονται άλλωστε και από το Ισραήλ (Mendelssohn and Yom-Tov, 1999; Korine and Pinshow, 2004) και την Αλγερία (Kowalski *et al.*, 1986). Η αντιξοότητα του χειμώνα, σε συνδυασμό με τη φυσιολογία κάποιων ειδών, φαίνεται να επηρεάζει και τη χειμερινή γεωγραφική τους εξάπλωση. Παράδειγμα αποτελεί το βορειοαμερικάνικο είδος *Myotis lucifugus*, το οποίο το χειμώνα απαντάται 250 έως 300 km νοτιότερα από ότι το καλοκαίρι, καθώς δεν μπορεί να επιβιώσει, ούτε καν πέφτοντας σε λήθαργο, στο δρυμό χειμώνα του Καναδά και της Αλάσκας (Humphries *et al.*, 2006). Τέλος, ακόμα και στις νότιες περιοχές της εύκρατης ζώνης φαίνεται ότι η χειμερινή δραστηριότητα κάποιων ειδών επηρεάζεται από τις κλιματικές συνθήκες, καθώς έχει βρεθεί ότι στην Πορτογαλία τους θερμούς χειμώνες τα άτομα του *Miniopterus schreibersii* δεν μετακινούνται προς τα σπήλαια όπου διαχειμάζουν, αλλά παραμένουν ενεργά (Rodrigues and Palmeirim, 2008). Παρομοίως, μία μελέτη στη Β. Αλγερία έδειξε ότι η χειμερινή δραστηριότητα των νυχτερίδων ήταν υψηλότερη όταν ο καιρός ήταν πιο θερμός (Gaisler, 1984), ενώ αντίστοιχα αποτελέσματα έχει δώσει και η μελέτη μίας αποικίας του *R. ferrumequinum* στην Κρήτη (Γαλανάκη, 2006).

5.1.2. Τροφική οικολογία των εντομοφάγων Χειροπτέρων

Από τα 1000 και πλέον είδη Χειροπτέρων που υπάρχουν στον κόσμο, το 70% είναι εντομοφάγα. Τα περισσότερα από αυτά ανήκουν στην υπόταξη

Κεφάλαιο 5. Εποχική και οικοτοπική διαφοροποίηση της δραστηριότητας

των Μικροχειροπτέρων και εκπέμπουν υπέρηχους με τους οποίους καταφέρνουν να προσανατολίζονται στο χώρο και να εντοπίζουν την τροφή τους (Altringham, 1996).

Καθώς τα ιπτάμενα έντομα και τα εδαφόβια αρθρόποδα (με τα οποία επίσης τρέφονται κάποιες νυχτερίδες) αποτελούν τις πιο πολυάριθμες και διαφοροποιημένες ομάδες ζώων στον πλανήτη, οι νυχτερίδες έχουν ένα τεράστιο εύρος οικοτόπων και μικροενδιαιτημάτων για να αναζητήσουν την τροφή τους. Εν τούτοις, πολλά είδη περιορίζονται σε ένα ή λίγα είδη οικοτόπων, με βάση τις οικομορφολογικές προσαρμογές τους και τα χαρακτηριστικά των φωνών εντοπισμού που εκπέμπουν (Norberg and Rayner, 1987; βλ. **Κεφάλαιο 3**).

Η μελέτη της θηρευτικής δραστηριότητας των Χειροπτέρων ήταν καθηλωμένη μέχρι πρόσφατα, λόγω της ικανότητάς τους να πετούν και του νυκτόβιου χαρακτήρα τους. Πριν την δεκαετία του 1980, πολύ λίγες μελέτες είχαν πραγματευτεί το θέμα, η διάθεση όμως στην αγορά σχετικά φθηνών και φορητών δεκτών υπερήχων συντέλεσε στην εμφάνιση μίας μικρής «επανάστασης» στο χώρο της οικολογίας των Χειροπτέρων (Fenton, 2004). Η δυνατότητα παρατήρησης των νυχτερίδων στις θέσεις θήρευσης μέσω της ακρόασης και καταγραφής των φωνών εντοπισμού που εκπέμπουν, επέτρεψε να πραγματοποιηθούν πολυάριθμες μελέτες πάνω σε επιλεγμένα είδη, προκειμένου να κατανοηθεί η τροφική οικολογία τους (π.χ. Racey and Swift, 1985) και να διερευνηθεί το εάν ο οικολογικός τους θώκος επικαλύπτεται με αυτόν άλλων συγγενικών ειδών (Arlettaz, 1999). Αρκετές επίσης ερευνητικές προσπάθειες έχουν επικεντρωθεί στη συσχέτιση της δραστηριότητας των νυχτερίδων με τα χαρακτηριστικά διαφόρων τύπων οικοτόπων, όπως τα δάση (Erickson and West, 2003; Kusch *et al.*, 2004; Kanuch *et al.*, 2008), οι οικισμοί (Blake *et al.*, 1994; Gaisler *et al.*, 1998; Bartonicka and Zukal, 2003), οι υγρότοποι (Grindall *et al.*, 1999; Seidman and Zabel, 2001) και οι καλλιέργειες (Wickramasinghe *et al.*, 2003; Davy *et al.*, 2007). Σημαντικές μελέτες έχουν γίνει και σε επίπεδο βιοκοινότητας, αποσκοπώντας αφ' ενός μεν στη διερεύνηση των οικοτοπικών προτιμήσεων όσο το δυνατόν περισσότερων ειδών και αφ' ετέρου στην αξιολόγηση διαφόρων τύπων οικοτόπων όσον αφορά στη σημασία τους για τα χειρόπτερα (Walsh and Harris 1996a, b; Vaughan *et al.*, 1997a; Carmel and Safriel, 1998; Mickeviciene and Mickevicius, 2001; Russo and Jones, 2003). Εξάλλου, έχει προταθεί ότι η γνώση των οικοτοπικών προτιμήσεων των διαφόρων ειδών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη της κατανομής τους σε εθνική ή μικρότερη κλίμακα (Jaberg and Guisan, 2001).

Οι νυχτερίδες θεωρούνται από τα πιο απειλούμενα ζώα του πλανήτη και οι κυριότεροι λόγοι είναι η καταστροφή ή υποβάθμιση των καταφυγίων τους και των θέσεων όπου αναζητούν την τροφή τους (Stebbins, 1988). Διάφορα χαρακτηριστικά της φυσικής τους ιστορίας, όπως η αναπαραγωγική ωρίμανση σε σχετικά μεγάλη ηλικία, και ο μικρός ρυθμός γεννήσεων (ένα νεογνό το χρόνο στα περισσότερα είδη) τις καθιστούν ευαίσθητες στην υποβάθμιση των οικοτόπων τους, καθώς οι ρυθμοί ανάκαμψης των πληθυσμών τους είναι αρκετά μικροί (Walsh and Harris, 1996b). Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με το ότι βρίσκονται στην κορυφή της τροφικής πυραμίδας, καθιστά τις νυχτερίδες δείκτες της υγείας των οικοσυστημάτων (Vaughan *et al.*, 1997a). Για την παρακολούθηση όμως της τάσης των πληθυσμών τους και της θηρευτικής δραστηριότητάς τους, είναι απαραίτητη η συλλογή ποσοτικών δεδομένων (Walsh and Harris, 1996b).

5.1.3. Σκοπός της μελέτης

Αν και η εποχικότητα στη θηρευτική δραστηριότητα συγκεκριμένων ειδών Χειροπτέρων μελετάται εδώ και δεκαετίες σε χώρες της βόρειας Ευρώπης και της Β. Αμερικής (βλ. αναφορές παραπάνω), δεν υπάρχουν αρκετές πληροφορίες σχετικά με τη χειμερινή δραστηριότητα για το σύνολο αυτής της ομάδας ζώων. Ακόμα λιγότερες είναι οι πληροφορίες που προέρχονται από τις μεσογειακές περιοχές, γεγονός μάλλον αναμενόμενο, καθώς οι μεσογειακές χώρες δεν έχουν παράδοση στη μελέτη των Χειροπτέρων. Εκτός από τις μελέτες των Gaisler (1984), Ibanez (1997) και Rodrigues and Palmeirim (2008) οι οποίες αναφέρθηκαν προηγουμένως, μία μελέτη στο Ισραήλ πραγματεύεται ακροθιγώς τη χειμερινή θηρευτική δραστηριότητα των νυχτερίδων, χωρίς όμως να δίνει αρκετά στοιχεία (Carmel and Safriel, 1998). Καμία σχετική μελέτη δεν έχει γίνει σε νησιωτική περιοχή της Μεσογείου ή άλλη περιοχή με μεσογειακού τύπου κλίμα ή οικοσυστήματα. Λίγες πληροφορίες για την Ελλάδα μπορούν να αντληθούν από τη διδακτορική διατριβή της Παπαδάτου (2006) στο ν. Έβρου και τη μεταπτυχιακή διατριβή της Γαλανάκη (2006) στην Κρήτη και οι δύο όμως μελέτες πραγματεύονται τη χρήση των καταφυγίων από τις νυχτερίδες και όχι τη θηρευτική τους δραστηριότητα.

Εξίσου λίγες πληροφορίες είναι διαθέσιμες σχετικά με τις οικοτοπικές προτιμήσεις των Χειροπτέρων στη Μεσόγειο. Η μόνη εργασία που προσεγγίζει το θέμα σε επίπεδο βιοκοινότητας προέρχεται από την Ιταλία (Russo and Jones, 2003), ενώ μερικές ακόμα εργασίες πραγματεύονται τη

Κεφάλαιο 5. Εποχική και οικοτοπική διαφοροποίηση της δραστηριότητας

Θηρευτική δραστηριότητα επιλεγμένων ειδών στην Ιταλία (Russo 2002; Russo *et al.*, 2002; Biscardi *et al.*, 2007) και την Ισπανία (Serra-Cobo *et al.*, 2000; Russo *et al.*, 2005). Στην Ελλάδα, οι οικοτοπικές προτιμήσεις των Χειροπτέρων έχουν μελετηθεί με τη χρήση ανιχνευτών υπερήχων στην Αττική (Legakis *et al.*, 2000), τη Λέσβο (Papadatou, 2001) και την Κρήτη (Γεωργιακάκης, 2003), οι μελέτες όμως αυτές είχαν περιορισμένη έκταση και οι μεθοδολογίες προσδιορισμού των φωνών εντοπισμού που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτές είχαν αρκετές αδυναμίες (βλ. **Κεφάλαιο 3**) με αποτέλεσμα να μην συνεισφέρουν αρκετά στην τροφική οικολογία των Χειροπτέρων στην Ελλάδα. Ακόμα μία ακουστική μελέτη πραγματοποιήθηκε στη Ζάκυνθο από ξένους ερευνητές (Davy *et al.*, 2007), χωρίς όμως να είναι γνωστό το ποια είδη είναι παρόντα στο νησί και χωρίς να έχει προηγηθεί η εξέταση των φωνών εντοπισμού των εκεί πληθυσμών, γεγονός που γεννά ερωτήματα ως προς την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων.

Αν και οι μέχρι τώρα διαθέσιμες πληροφορίες είναι σχετικά λίγες, οι ιδιαίτερες κλιματικές και άλλες οικολογικές συνθήκες που χαρακτηρίζουν τη λεκάνη της Μεσογείου (Blondel and Aronson, 1999) και την Κρήτη ιδιαίτερα (Rackham and Moody, 1996) κάνουν τη μελέτη των οικοτοπικών προτιμήσεων των Χειροπτέρων και τη διερεύνηση της εποχικότητάς τους ιδιαίτερα δελεαστική, για δύο τουλάχιστον λόγους: 1. Για την πληρέστερη κατανόηση της φυσικής ιστορίας μίας από τις μεγαλύτερες ομάδες θηλαστικών, προσθέτοντας στοιχεία από την πλουσιότερη σε αριθμό ειδών περιοχή της παλαιαρκτικής (Horáček *et al.*, 2000). 2. Για τη συγκέντρωση πληροφοριών πολύτιμων για την περαιτέρω μελέτη και χάραξη αποτελεσματικότερων στρατηγικών προστασίας των Χειροπτέρων στην περιοχή μας.

Η παρούσα ερευνητική προσπάθεια έρχεται να συμπληρώσει εν μέρει το κενό της γνώσης όσον αφορά στη τροφική οικολογία των Χειροπτέρων στην Ελλάδα και τη Μεσόγειο γενικότερα. Πιο συγκεκριμένα, οι στόχοι του κεφαλαίου αυτού είναι:

1. Η μελέτη της διαφοροποίησης της δραστηριότητας του συνόλου των Χειροπτέρων σε μία σειρά από διαφορετικούς τύπους οικοτόπων της Κρήτης.
2. Η μελέτη της διαφοροποίησης της δραστηριότητας των πιο άφθονων ειδών, στους επιλεγμένους τύπους οικοτόπων.
3. Η διερεύνηση της εποχικότητας στη θηρευτική δραστηριότητα των Χειροπτέρων, μέσα από τη σύγκριση της χειμερινής με τη θερινή δραστηριότητα, για τα πιο άφθονα είδη και το σύνολο των ειδών.

4. Η συγκριτική αξιολόγηση επιλεγμένων τύπων οικοτόπων, ως προς τον πλούτο των ειδών που αυτά υποστηρίζουν.

5.2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

5.2.1. Περιοχή και χρονική περίοδος μελέτης

Το μεγαλύτερο μέρος των δειγματοληψιών γι' αυτό το κεφάλαιο πραγματοποιήθηκε στο Ψηλορείτη και τα Ταλαία Όρη, καθώς οι δύο αυτοί ορεινοί όγκοι αποτέλεσαν την περιοχή μελέτης του προγράμματος Π.Ε.Ν.Ε.Δ.03, το οποίο χρηματοδότησε τη διατριβή του γράφοντος. Ένα μικρό μόνο μέρος των δειγματοληψιών πραγματοποιήθηκε εκτός των δύο αυτών ορεινών όγκων, προκειμένου να μελετηθούν επαρκώς όλοι οι οικοτόποι, σύμφωνα με τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε (βλ. παρακάτω).

Επιλέχθηκαν πέντε τύποι οικοτόπων, με κριτήριο την (αναμενόμενη) σημασία τους για τις νυχτερίδες και το πόσο κοινοί είναι στην Κρήτη: ελαιώνες, πρινοδάση, θαμνότοποι (όπως και στο **4^ο Κεφάλαιο**), οικισμοί και ποτάμια. Σε κάθε τύπο οικοτόπου πραγματοποιήθηκαν ηχογραφήσεις κατά μήκος διαδρομών των 2 km σε πέντε διαφορετικές θέσεις, οι οποίες απείχαν μεταξύ τους 5 km τουλάχιστον. Πιο αναλυτικά, οι θέσεις των ηχογραφήσεων ήταν (**Χάρτης 5.1**):

- A. Ελαιώνες. Οι ηχογραφήσεις έγιναν σε συμβατικές καλλιέργειες ελιάς, κατά μήκος αγροτικών (χωμάτινων ή ασφάλτινων) δρόμων. Σε κάποιες περιπτώσεις παρεμβαλλόντουσαν καλλιέργειες αμπελιού ή άλλες, οι οποίες όμως δεν καταλάμβαναν πάνω από το 20% της διαδρομής.
- i. Από το δρόμο που ενώνει τη Σχολή Ασωμάτων με το Βιζάρι και προς τα Πλατάνια (Επαρχία Αμαρίου). Μέσο υψόμετρο: 320 m.a.s.l. Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 26/2 και 23/8 του 2008.
 - ii. Μεταξύ των χωριών Σιριπιδιανά και Εξάντης (Επαρχία Μυλοποτάμου). Μέσο υψόμετρο: 65 m.a.s.l. Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 22/2 και 19/7 του 2008.
 - iii. Νότια του δρόμου που ενώνει το Ζαρό με τα Βορίζια (Επαρχία Πυργιωτίσσης). Μέσο υψόμετρο: 370 m.a.s.l. Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 21/2 και 9/7 του 2008
 - iv. Ανατολικά του δρόμου που ενώνει την Επαρχιακή οδό Ηρακλείου-Μοιρών με τα Κάτω Μούλια (Επαρχία Μονοφατσίου). Μέσο υψόμετρο: 420 m.a.s.l. Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 27/6/2008 και 8/1/2009.

Κεφάλαιο 5. Εποχική και οικολογική διαφοροποίηση της δραστηριότητας

- v. Νοτιοανατολικά του χωριού Αστυράκι (Επαρχία Μαλεβιζίου). Μέσο υψόμετρο: 460 m.a.s.l. Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 3/3 και 17/6 του 2008.
- B. Πρινοδάση. Απαρτίζονται κυρίως από *Quercus coccifera*, *Q. ilex* και *Q. macrolepis*. Με εξαίρεση το δάσος της Μαθιάς, κυριαρχούν τα ώριμα δέντρα με ύψος άνω των 2 μέτρων. Οι ηχογραφήσεις στις περιπτώσεις έγιναν κατά μήκος κτηνοτροφικών δρόμων.
- i. Δάσος πάνω (ανατολικά) από το χωριό Μαθιά (Επαρχία Πεδιάδος). Η βλάστηση στην περιοχή αυτή βρίσκεται στο ενδιάμεσο στάδιο μεταξύ μακίας και δάσους. Μέσο υψόμετρο: 890 m.a.s.l. Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 24/8/2008 και 10/3/2009.
- ii. Δάσος στη θέση «Αραβάνες», 5 km N-NA από το χωριό Αρχαία Ελεύθερνα (Επαρχία Μυλοποτάμου). Μέσο υψόμετρο: 935 m.a.s.l. Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 11/7/2008 και 4/3/2009.
- iii. Δάσος Ρούβα, 5 km Β-ΒΔ του Χωριού Γέργερη (Επαρχία Καινουργίου). Μέσο υψόμετρο: 970 m.a.s.l. Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 2/7/2008 και 6/2/2009.
- iv. Δάσος Παρδί, πάνω (ανατολικά) από το χωριό Κουρούτες, κατά μήκος του δρόμου που οδηγεί στο ορειβατικό καταφύγιο «Τουμπωτός Πρίνος» (Επαρχία Αμαρίου). Μέσο υψόμετρο: 1000 m.a.s.l. Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 5/8/2008 και 2/3/2009.
- v. Δάσος στη θέση «Ρούσα Λίμνη» (Επαρχία Μυλοποτάμου), από το παρεκκλήσι του Αγίου Υακίνθου και κατά μήκος του κτηνοτροφικού δρόμου. Μέσο υψόμετρο: 1170 m.a.s.l. Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 24/6/2008 και 11/3/2009
- Γ. Θαμνώνες με *Sarcopoterium spinosum*, *Coridothymus capitatus*, *Phlomis cretica*, *Cistus spp.*, *Genista acanthoclada*, *Calicotome villosa*, *Euphorbia spp.*, *Berberis cretica*, *Rhamnus saxatilis* (αναλόγως με το υψόμετρο). Σε όλες τις θέσεις που αναφέρονται ειδών πραγματοποιήθηκαν ηχογραφήσεις και στα πλαίσια του προηγούμενου κεφαλαίου και μάλιστα κάποιες ηχογραφήσεις είναι κοινές.
- i. Στο οροπέδιο του Στρούμπουλα (Επαρχία Μαλεβιζίου), από την ανατολική είσοδό του και προς τα δυτικά. Μέσο υψόμετρο: 400 m.a.s.l. Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 18/3/2007 και 15/7/2008.
- ii. Στην περιοχή του λατομείου της Δαμάστας (Επαρχία Μαλεβιζίου), από το νεκροταφείο του χωριού και προς τα νότια. Μέσο υψόμετρο:

Κεφάλαιο 5. Εποχική και οικολογική διαφοροποίηση της δραστηριότητας

- 435 m.a.s.l. Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 6/8/2008 και 18/1/2009.
- iii. Νότια του χωριού Γωνιές (Επαρχία Μαλεβιζίου), από τις κεραίες και προς την κορυφή Ελέπρινος. Μέσο υψόμετρο: 931 m.a.s.l. Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 25/6/2008 και 1/2/2009.
 - iv. Στην περιοχή της κορυφής Κόχρης, νότια του χωριού Λιβάδια (Επαρχία Μυλοποτάμου). Μέσο υψόμετρο: 1460 m.a.s.l. Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 2/6/2007 και 8/4/2009.
 - v. Στην θέση Πετραδολάκια, από το παρεκκλήσι του Αγίου Φανουρίου, κατά μήκος του δρόμου που οδηγεί στο αστεροσκοπείο του Σκίνακα (Επαρχία Μυλοποτάμου). Μέσο υψόμετρο: 1460 m.a.s.l. Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 3/6/2007 και 19/3/2009.
- Δ. Οικισμοί. Οι ηχογραφήσεις έγιναν κατά μήκος φωταγωγημένων δρόμων, στο μεγαλύτερο μέρος τους μέσα στην καρδιά των οικισμών (ανάμεσα στα σπίτια).
- i. Τυμπάκι (Πυργιωτίσσης), κατά το ήμισυ πάνω στον κεντρικό δρόμο και κατά το υπόλοιπο ήμισυ σε παράδρομους. Μέσο υψόμετρο: 20 m.a.s.l. Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 28/6/2008 και 1/3/2009.
 - ii. Μοίρες (Καινουγρίου), κατά το ήμισυ πάνω στον κεντρικό δρόμο και κατά το υπόλοιπο ήμισυ σε παράδρομους. Μέσο υψόμετρο: 80 m.a.s.l. Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 20/6/2008 και 16/2/2009.
 - iii. Αρκαλοχώρι (Επαρχία Πεδιάδος). Μέσο υψόμετρο: 410 m.a.s.l. Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 26/8/2008 και 3/3/2009.
 - iv. Αγία Βαρβάρα (Επαρχία Μονοφατίου), κατά μήκος του κεντρικού δρόμου. Μέσο υψόμετρο: 595 m.a.s.l. Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 18/7/2008 και 15/1/2009.
 - v. Ανώγεια (Επαρχία Μυλοποτάμου). Μέσο υψόμετρο: 770 m.a.s.l. Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 11/7/2008 και 5/2/2009.
- Ε. Ποτάμια. Παρά το ότι το είδος της παραποτάμιας βλάστησης επηρεάζει τη δραστηριότητα των νυχτερίδων, δεν ήταν δυνατόν να βρεθούν 5 ποτάμια με παρόμοια βλάστηση, οπότε το γεγονός αυτό παραβλέφθηκε αναγκαστικά.
- i. Γεροπόταμος (Επαρχία Μυλοποτάμου), από το αντλιοστάσιο δυτικά του χωριού Ρουμελή και προς τα δυτικότερα. Μέσο υψόμετρο: 20 m.a.s.l. Η βλάστηση χαρακτηρίζεται από καλαμιές και λίγα πλατάνια. Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 15/2 και 26/6 του 2008.

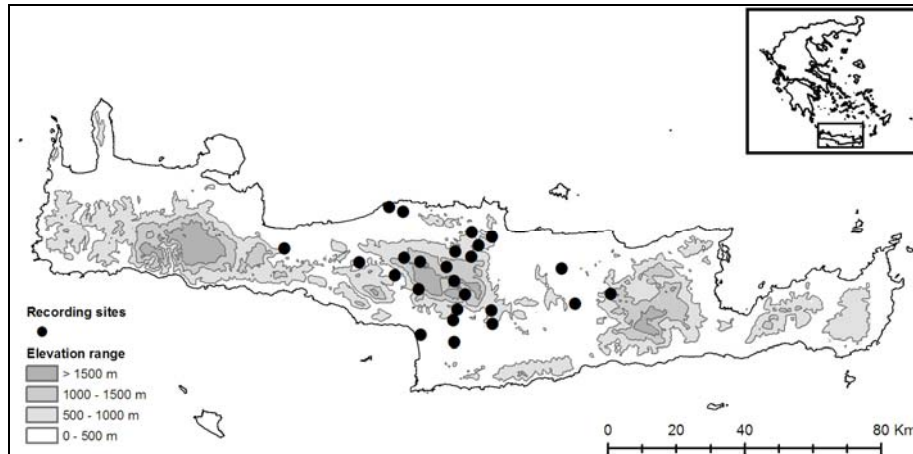
Κεφάλαιο 5. Εποχική και οικολογική διαφοροποίηση της δραστηριότητας

- ii. Ποταμός Μουσέλας (Επαρχία Αποκορώνου), κατά μήκος του δρόμου που ενώνει τις πηγές της Αργυρούπολης και την Ασή Γωνιά με τη Φυλακή. Μέσο υψόμετρο: 110 m.a.s.l. Η βλάστηση χαρακτηρίζεται από αρκετά δέντρα, κυρίως πλατάνια. Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 24/7 και 26/12/2008.
- iii. Φαραγγί Ασρακών (Επαρχία Πεδιάδας), από το Νεραϊδόσπηλιο και προς τα νότια. Μέσο υψόμετρο: 145 m.a.s.l. Η βλάστηση χαρακτηρίζεται από αρκετά δέντρα, κυρίως πλατάνια. Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 17/7/2008 και 26/1/2009.
- iv. Πατσιανός ποταμός και ρέμα Σταυρομάνας, στη θέση του Φράγματος των Ποταμών (Επαρχία Αμαρίου). Μέσο υψόμετρο: 175 m.a.s.l. Η βλάστηση χαρακτηρίζεται από καλαμιές και λίγα πλατάνια, αλλά και ελιές. Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 8/1 και 4/7/2008.
- v. Κουτσουλίτης ποταμός, από το Λαλουμά και προς τα βόρεια (Επαρχία Πυργιωτίσσης). Μέσο υψόμετρο: 200 m.a.s.l. Η βλάστηση χαρακτηρίζεται από αρκετά δέντρα, κυρίως πλατάνια. Οι ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 5/1 και 16/6 του 2008.

5.2.2. Πραγματοποίηση των ηχογραφήσεων στους διάφορους οικοτόπους

Όπως φαίνεται και πιο πάνω, οι ηχογραφήσεις σε όλους τους τύπους οικοτόπων έγιναν τις ίδιες περιόδους, με επικάλυψη των ημερομηνιών (έστω και σε διαφορετικά έτη), έτσι ώστε τα αποτελέσματα να μην επηρεάζονται από το χρονικό/εποχικό παράγοντα. Όσον αφορά δε στις ανοιξιάτικες ηχογραφήσεις, επισκεφθήκαμε όλες τις υψομετρικές ζώνες και τις δύο χρονιές, ενώ οι φθινοπωρινές ηχογραφήσεις έγιναν όλες το 2007. Όλες οι ηχογραφήσεις έγιναν σε βραδιές χωρίς βροχή και όταν η μέση ένταση του ανέμου δεν υπερέβαινε τα 4 Μποφώρ, προκειμένου να μην περιορίζεται η δραστηριότητα των ζώων από προσωρινές καιρικές συνθήκες.

Οι ηχογραφήσεις άρχιζαν 30' μετά τη δύση του ήλιου και κάθε διαδρομή των 2 km διανύονταν με (κατά το δυνατόν) σταθερή ταχύτητα 2,7 km την ώρα, σύμφωνα με τη μεθοδολογία των Vaughan *et al.* (1997a).



Χάρτης 5.1. Με κουκίδες απεικονίζονται οι θέσεις όπου πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληψίες.

Για την επεξεργασία και καταγραφή των φωνών εντοπισμού (echolocation calls) και των βόμβων θήρευσης (feeding buzzes) των νυχτερίδων χρησιμοποιήθηκε δέκτης υπερήχων (D-980, Pettersson Elektronik AB, Uppsala, Sweden). Στις 47 από τις 50 ηχογραφήσεις ως αποθηκευτικό μέσο χρησιμοποιήθηκε ο ψηφιακός καταγραφέας Edirol R09 (Roland Co., Shizuoka Japan), ο οποίος αποθηκεύει τους ήχους σε αρχεία τύπου WAV (Data format: 16bit, 44.1 KHz). Στις υπόλοιπες τρεις ηχογραφήσεις, οι οποίες έγιναν το 2007, χρησιμοποιήθηκε ο καταγραφέας Diksonic Voice Bank DDR S100, (Diksonic Technology Co., LTD., MP3 encode: 256Kbps, recording ModeQ: 32Kbps, Frequency response 300Hz ~ 4.0 KHz (-6dB), signal to noise ratio: 60dB). Η συνεχής παρακολούθηση και καταγραφή της δραστηριότητας των νυχτερίδων γινόταν με τη λειτουργία Υποδιαίρεσης Συχνότητας (Frequency Division) και όταν η παρουσία κάποιου ζώου γινόταν αντιληπτή, ενεργοποιόταν η λειτουργία της Χρονικής Διαστολής (Time Expansion). Τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των ήχων με τις δύο αυτές λειτουργίες καταγράφηκαν σε δύο ανεξάρτητα κανάλια εξόδου, προκειμένου να καταστεί δυνατή η εκτίμηση της συνολικής δραστηριότητας σε κάθε ηχογράφιση και να προσδιοριστούν όσο το δυνατόν περισσότερες διελεύσεις (βλ. και **Κεφάλαια 3** και **4**). Πριν από κάθε ηχογράφιση, κατά το ηλιοβασίλεμα, σημειωνόταν το ποσοστό νεφοκάλυψης του ουρανού. Επίσης, η θερμοκρασία και η (εκατοστιαία) σχετική υγρασία του αέρα καταγράφονταν στην αρχή και το τέλος κάθε ηχογράφησης. Η διάμεση τιμή της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας, όπως και η αρχική τιμή της νεφοκάλυψης χρησιμοποιήθηκαν

κατά τη στατιστική επεξεργασία, προκειμένου να εκτιμηθεί η επίδρασή τους στην παρουσία και τη δραστηριότητα των διαφόρων ειδών νυχτερίδων.

5.2.3. Προσδιορισμός των διελεύσεων

Τα αρχεία τύπου .MP3 στα οποία αποθηκεύθηκαν οι ηχογραφήσεις σε τρεις περιπτώσεις μετατράπηκαν αργότερα σε αρχεία .WAV με τη βοήθεια του λογισμικού Cdex (v. 1.51) και με τη χρήση του κωδικοποιητή Lame MP3 (version 1.30, engine 3,92 MMX). Όλα τα αρχεία .WAV εισήχθηκαν στο λογισμικό BatSound, (Pettersson Elektronik, Urpsala, έκδοση 1.2) και μελετήθηκαν σε ανάλυση 44100 δειγμάτων ανά δευτερόλεπτο (samples per second) και 16 δυαδικά ψηφία ανά δείγμα (bits per sample). Για τα διαγράμματα συχνότητας-χρόνου (spectrograms) και έντασης-συχνότητας (power spectra) επιλέχθηκαν μετασχηματισμοί (Fast Fourier Transformations) 512 δειγμάτων με «παράθυρο» τύπου Hamming και 98% επικάλυψη των δειγμάτων. Συνεπώς, η προκύπτουσα ανάλυση συχνότητας σε πραγματικό χρόνο ανήλθε στα 1120 Hz. Από κάθε ακολουθία φωνών εντοπισμού, μελετήθηκε μία φωνή, από την αρχική φάση (φάση αναζήτησης της ακολουθίας). Περισσότερες πληροφορίες για τις ακολουθίες φωνών εντοπισμού (διελεύσεις) και τη μεθοδολογία επεξεργασίας, αυτών έχουν ήδη δοθεί στο **Κεφάλαιο 3** αυτής της διατριβής.

Ο προσδιορισμός των διελεύσεων του είδους *Tadarida teniotis*, όπως και των ειδών του γένους *Rhinolophus* έγινε χωρίς περαιτέρω επεξεργασία, είτε από το κανάλι της λειτουργίας Frequency Division, είτε από αυτό της λειτουργίας Time Expansion, καθώς τα εν λόγω είδη έχουν αρκετά διακριτές φωνές εντοπισμού (Vaughan *et al.*, 1997b; Russo and Jones, 2002; Papadatou *et al.* 2008).

Για τον προσδιορισμό των διελεύσεων που καταγράφηκαν με τη λειτουργία Time Expansion και που, με μία πρώτη ματιά, φάνηκε ότι προέρχονται από τα γένη *Hypsugo*, *Pipistrellus*, *Miniopterus* και *Myotis* χρησιμοποιήθηκαν οι Αναλύσεις Διαφοροποιών Εξισώσεων που αναπτύχθηκαν στο **3^ο Κεφάλαιο** της διατριβής: ξεχωριστά για το γένος *Myotis* (FM φωνές) και ξεχωριστά για τα γένη *Hypsugo*, *Pipistrellus* και *Miniopterus* (FM/QCF φωνές). Αρχικά μετρήθηκαν οι παράμετροι συχνοτήτων και χρόνου στις επιλεγμένες φωνές, σύμφωνα με τη μεθοδολογία που περιγράφηκε στο **3^ο Κεφάλαιο** αυτής της διατριβής και εν συνεχεία οι τιμές των παραμέτρων εισήχθησαν στα αρχεία τα οποία

είχαν χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη των Διαφοροποιών Εξιιώσεων (λογισμικό Minitab 15). Για τον προσδιορισμό των φωνών του γένους *Myotis* χρησιμοποιήθηκαν οι παράμετροι: αρχική, χαμηλότερη, τελική και μέση συχνότητα, συχνότητα μέγιστης ενέργειας, διάρκεια και χρόνος μεταξύ δύο διαδοχικών φωνών, καθώς η χρήση αυτού του συνδυασμού παραμέτρων φάνηκε (στο **3^ο Κεφάλαιο**) ότι δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα. Παρομοίως, για τις φωνές των γενών *Hypsugo*, *Pipistrellus* και *Miniopterus* χρησιμοποιήθηκαν η αρχική, η τελική και η μέση συχνότητα και η διάρκεια. Η εφαρμογή της Ανάλυσης Διαφοροποιών Εξιιώσεων σε δείγματα «άγνωστης ταυτότητας» δεν μπορεί να οδηγήσει σε σίγουρο προσδιορισμό όταν ένα νέο δείγμα είναι κοντά στα κεντροειδή δυο η περισσότερων ομάδων δειγμάτων αναφοράς στο σχετικό διάγραμμα. Με άλλα λόγια δεν μπορεί να προσδιορίσει ένα δείγμα με απόλυτη βεβαιότητα όταν οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του έχουν τιμές ομοιάζουσες με αυτές δύο ή περισσότερων ομάδων (είδη στην περίπτωση μας). Στην περίπτωση αυτή η μέθοδος υπολογίζει την (εκατοστιαία) πιθανότητα «πατρότητας» των νέων δειγμάτων και θα πρέπει να καθοριστεί ένα όριο πιθανότητας πάνω από το οποίο η «πατρότητα» μπορεί να γίνει αποδεκτή. Ακολούθως παραθέτουμε τα αποτελέσματα που προέκυψαν όταν εφαρμόστηκε το όριο ης πιθανότητας κατά 70% (Russo, προσωπική επικοινωνία).

Όπως αναφέρθηκε στο **3^ο Κεφάλαιο**, τα είδη *Myotis aurascens/mystacinus*, *Nyctalus leisleri*, *Pipistrellus nathusii*, *Eptesicus serotinus*, *Plecotus kolombatovici* και *Plecotus macbullaris* δεν συμπεριλήφθηκαν στην ανάπτυξη των Διαφοροποιών Εξιιώσεων, καθώς δεν ήταν διαθέσιμες αρκετές φωνές τους. Συνεπώς, διελεύσεων αυτών των ειδών που ενδεχομένως ηχογραφήθηκαν στα πλαίσια αυτής της ενότητας, δεν ήταν δυνατόν να προσδιοριστούν σε επίπεδο είδους. Πιο συγκεκριμένα, διελεύσεων του *Myotis mystacinus s. l.* (εάν ηχογραφήθηκαν, καθώς είναι σχετικά σπάνιο στην Κρήτη και εξαρτάται από περιοχές με μεγάλα δέντρα και γλυκό νερό) προσδιορίστηκαν σαν ένα από τα υπόλοιπα 3 είδη του γένους *Myotis* που έχουν βρεθεί στην Κρήτη, καθώς οι φωνές εντοπισμού παρουσιάζουν πολύ μεγάλες ομοιότητες (Zingg, 1990; Vaughan *et al.*, 1997b; Russo and Jones, 2002; Papadatou *et al.* 2008). Παρομοίως, όσες διελεύσεων του *Pipistrellus nathusii* ηχογραφήθηκαν (πρόκειται για μεταναστευτικό είδος που έχει βρεθεί σε 2 μόνο θέσεις στην Κρήτη), πιθανότατα προσδιορίστηκαν σαν *Pipistrellus kuhlii* λόγω της μεγάλης ομοιότητας στις φωνές τους που έχει παρατηρηθεί στην Ελβετία (Zingg, 1990) και ενδεχομένως υπάρχει και

στην Κρήτη. Επίσης, ορισμένες διελεύσεις προέρχονται είτε από το *Nyctalus leisleri*, είτε από το *Eptesicus serotinus*, αλλά δεν ήταν δυνατός ο προσδιορισμός τους σε επίπεδο είδους. Αν και το *Nyctalus leisleri* είναι εξαιρετικά σπάνιο στην Κρήτη και σε άλλες περιοχές εξαρτάται στενά από δασωμένες εκτάσεις με ώριμα δέντρα και γλυκό νερό (Schober and Grimmberger, 1997), η παρουσία του στους θαμνώνες του Ψηλορείτη δεν μπορεί να αποκλειστεί προτού μελετηθεί επαρκώς η οικολογία του στην Κρήτη. Τέλος, δεν ήταν δυνατός ο προσδιορισμός σε επίπεδο είδους των ηχογραφημένων διελεύσεων ατόμων του γένους *Plecotus*.

Αρκετές από τις διελεύσεις που ηχογραφήθηκαν ήταν πολύ ασθενείς, ή δεν μετασηματίστηκαν με τη λειτουργία Time Expansion και συνεπώς δεν ήταν δυνατός ο προσδιορισμός τους σε επίπεδο είδους. Οι διελεύσεις αυτές αποδόθηκαν στα ζεύγη ειδών *Pipistrellus kuhlii/Hypsugo savii* και *Miniopterus schreibersii/Pipistrellus hanaki*, με βάση την εικόνα που παρουσίαζαν στα διαγράμματα συχνότητας-χρόνου (spectrograms).

5.2.4. Επεξεργασία των δεδομένων

Από το κανάλι της λειτουργίας Frequency Division, για κάθε μία από τις 30 ηχογραφήσεις, καταμετρήθηκε ο συνολικός αριθμός των βόμβων θήρευσης και ο συνολικός αριθμός των διελεύσεων, ανεξαιρέτως είδους. Επίσης, καταμετρήθηκε ο αριθμός των διελεύσεων και των βόμβων θήρευσης για κάθε είδος (και ηχογράφηση) ξεχωριστά, όπου ο προσδιορισμός ήταν δυνατός. Η κανονικότητα της κατανομής των δεδομένων ελέγχθηκε με τη δοκιμασία των Kolmogorov-Smirnov και η ομοιογένεια της διακύμανσης με τη δοκιμασία του Levene.

Προκειμένου να εξακριβωθεί το κατά πόσο ο αριθμός των διελεύσεων αποτελεί αξιόπιστο μέτρο της θηρευτικής δραστηριότητας των νυχτερίδων, πραγματοποιήθηκε Ανάλυση Συσχέτισης (Correlation Analysis, one-tailed) του συνολικού αριθμού των διελεύσεων με το συνολικό αριθμό των βόμβων θήρευσης, για το καλοκαίρι, το χειμώνα και για τις δύο εποχές μαζί. Από την ανάλυση αυτή εξαιρέθηκαν τα είδη του γένους *Rhinolophus*, καθώς τα άτομά τους δεν παράγουν βόμβους θήρευσης. Ανάλυση συσχέτισης (two-tailed) πραγματοποιήθηκε και μεταξύ της μέσης θερμοκρασίας και του συνολικού αριθμού των βόμβων θήρευσης, του συνολικού αριθμού των διελεύσεων και του αριθμού διελεύσεων για τα πιο άφθονα είδη, προκειμένου να διερευνηθεί το εάν η αύξηση της θερμοκρασίας επηρεάζει θετικά τη δραστηριότητα των ζώων. Οι αναλύσεις αυτές έγιναν ξεχωριστά για τις θερινές και τις χειμερινές

ηχογραφήσεις, αλλά και για τις δύο εποχές μαζί, σε κάθε περίπτωση για το σύνολο των οικοτόπων.

Ακολουθώντας, εξετάστηκε η ύπαρξη διαφορών μεταξύ των πέντε τύπων οικοτόπων, όσον αφορά στο σύνολο των διελεύσεων και το σύνολο των βόμβων θήρευσης, τον αριθμό των διελεύσεων για κάθε ένα από τα πιο άφθονα είδη και τον πλούτο των ειδών. Για τον υπολογισμό της πυκνότητας των ειδών σε κάθε ηχογράφιση και του πλούτου των ειδών σε κάθε τύπο οικοτόπου χρησιμοποιήθηκε ο ελάχιστος αριθμός ειδών σε κάθε περίπτωση. Για παράδειγμα, όπου καταγράφηκαν μία ή περισσότερες διελεύσεις από το ζεύγος ειδών *E. serotinus/N. leisleri*, ή από το γένος *Plecotus*, θεωρήθηκε ότι είναι παρόν ένα από τα δύο είδη. Επίσης, όπου καταγράφηκε μόνο το *P. kuhlii* ή το *H. savii* και ακολουθίες που αποδόθηκαν στο ζεύγος ειδών *P. kuhlii/H. savii*, θεωρήθηκε ότι είναι παρόν μόνο το είδος εκείνο που εντοπίστηκε με σιγουριά (παρομοίως και για τα *M. schreibersii/P. hanaki* και *Myotis spp.*).

Η διερεύνηση των πρωτογενών δεδομένων μέσω διαγραμμάτων (scatterplots) και Αναλύσεων Συσχέτισης έδειξε ότι το ποσοστό νεφοκάλυψης, η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία δεν είχαν σαφή και ομοιογενή (μεταξύ των διαφορετικών οικοτόπων) επίδραση στις παραπάνω μεταβλητές. Συνεπώς, η πραγματοποίηση Ανάλυσης Συνδιακύμανσης (ANCOVA) δεν ήταν σκόπιμη (Quinn and Keough, 2002) και ως εκ τούτου, οι τύποι οικοτόπων συγκρίθηκαν μεταξύ τους με Ανάλυση Διακύμανσης (ANOVA). Για τους παραπάνω λόγους, η επίδραση του υψομέτρου δεν ελήφθη υπ' όψιν, πόσο μάλλον που έχει βρεθεί ότι στους θαμνότοπους δεν επηρεάζει τη δραστηριότητα των νυχτερίδων (βλ. **Κεφάλαιο 4**). Όταν τα αποτελέσματα της ANOVA ήταν σημαντικά, χρησιμοποιήθηκε η post-hoc δοκιμασία Ryan-Einot-Gabriel-Welsch Range (REGWR). Όταν οι προϋποθέσεις της ANOVA δεν ικανοποιούνταν, ακόμα και κατόπιν μετασχηματισμού των δεδομένων ($\log_{10}(\text{πρωτογενή}+1)$, sqrt , $\text{sqrt}(\log_{10}(\text{πρωτογενή}+1))$, πραγματοποιήθηκε η μη παραμετρική δοκιμασία των Kruskal-Wallis. Στις περιπτώσεις αυτές και όταν η δοκιμασία έδινε σημαντικά αποτελέσματα, οι διαφορές σε κάθε ζευγάρι οικοτόπων εξετάστηκαν με την βοήθεια της παρακάτω εξίσωσης:

$$|\bar{R}_u - \bar{R}_v| \geq z_{\alpha/k(k-1)} \sqrt{\frac{N(N+1)}{12} \left(\frac{1}{n_u} + \frac{1}{n_v} \right)}$$

Κεφάλαιο 5. Εποχική και οικολογική διαφοροποίηση της δραστηριότητας

όπου R_u και R_v είναι τα Mean Rank των υπό σύγκριση οικοτόπων, z_α είναι μία σταθερά που καθορίζεται από το k (συνολικός αριθμός διαφορετικών τύπων οικοτόπων) και το επίπεδο σημαντικότητας (p), N είναι ο συνολικός αριθμός των δειγματοληψιών και n_u , n_v είναι ο αριθμός των δειγματοληψιών σε κάθε έναν από τους υπό σύγκριση οικοτόπους (Field, 2005).

Οι διαφορές μεταξύ των δύο εποχών της μελέτης, στο σύνολο των διελεύσεων και το σύνολο των βόμβων θήρευσης, τον αριθμό των διελεύσεων για τα πιο άφθονα είδη, καθώς και στον αριθμό των ειδών, διερευνήθηκαν για κάθε οικοτόπο ξεχωριστά και για όλους τους τύπους μαζί. Όταν τα πρωτογενή ή μετασχηματισμένα ($\log_{10}(\text{πρωτογενή}+1)$, $\text{sqr}t$) δεδομένα είχαν κανονική κατανομή και η διακύμανσή τους ήταν ομοιογενής, εξετάστηκαν με τη δοκιμασία t για ζεύγη δειγμάτων (paired samples t -test). Ειδιάλλως, οι έλεγχοι έγιναν με τη δοκιμασία signed-rank του Wilcoxon. Η κανονικότητα των κατανομών ελέγχθηκε με τη δοκιμασία των Kolmogorov – Smirnov. Μόνο τα στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα ($p \leq 0.05$) δίνονται ακολούθως.

5.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στις 50 ηχογραφήσεις που πραγματοποιήθηκαν, καταγράφηκαν 1959 διελεύσεις νυχτερίδων: 1680 (85,67%) το καλοκαίρι και 279 (14,24%) το χειμώνα. Με μία απλή εξέταση των φωνών εντοπισμού αποδόθηκαν 168 διελεύσεις στα τρία είδη του γένους *Rhinolophus* και το *Tadarida teniotis*, ενώ 130 διελεύσεις αποδόθηκαν στα είδη *H. savii*, *P. kuhlii*, or *P. hanaki*. Με τη χρήση των Διαφοροποιών Εξισώσεων εξετάστηκαν 1152 διελεύσεις, από τις οποίες, προσδιορίστηκαν σε επίπεδο είδους οι 1076 (με πιθανότητα 70% και πάνω). Τριάντα πέντε διελεύσεις αποδόθηκαν στο ζεύγος ειδών *Eptesicus serotinus*/*Nyctalus leisleri* ή στο γένος *Plecotus*, αλλά ο προσδιορισμός σε επίπεδο είδους δεν ήταν δυνατός λόγω έλλειψης ήχων αναφοράς (βλ. **3^ο Κεφάλαιο**). Στις ομάδες ειδών *M. schreibersii*/*P. hanaki*, *P. kuhlii*/*H. savii* και *Myotis spp.* αποδόθηκαν 517 διελεύσεις, είτε λόγω «αποτυχίας» των Διαφοροποιών Εξισώσεων, είτε διότι οι φωνές ήταν πολύ ασθενείς ή ηχογραφήθηκαν μόνο με τη λειτουργία Υποδιαίρεσης Συχνότητας. Τέλος, η προέλευση 33 ακολουθιών παρέμεινε παντελώς άγνωστη (**Πίνακας 5.1**). Συνολικά λοιπόν, σε επίπεδο είδους προσδιορίστηκαν 1374 διελεύσεις (70,14% του συνόλου). Ο αριθμός των διελεύσεων κάθε είδους σε κάθε είδος οικοτόπου και εποχή δίνεται στον **Πίνακα 5.5**.

5.3.1. Σύνολο των διελεύσεων (όλα τα είδη)

Διελεύσεις νυχτερίδων καταγράφηκαν σε όλες τις καλοκαιρινές ηχογραφήσεις. Σε τέσσερις χειμερινές ηχογραφήσεις δεν καταγράφηκε καμία διελευση: μία σε δάσος, δύο σε θαμνότοπους και μία σε οικισμό. Η σημαντική θετική συσχέτιση (2-tailed) του αριθμού των συνολικών διελεύσεων με τον αριθμό των βόμβων θήρευσης τα καλοκαίρια (Spearman's rho=0,727, $p<0,001$), τους χειμώνες (Spearman's rho=0,548, $p<0,01$) και για το σύνολο των εποχών (Spearman's rho=0,772, $p<0,001$) έδειξε ότι η μέτρηση αυτή αποτελεί αξιόπιστο δείκτη της θηρευτικής δραστηριότητας των νυχτερίδων (Russo and Jones, 2003).

Πίνακας 5.1. Αριθμός των διελεύσεων κάθε είδους που ηχογραφήθηκαν στους διάφορους οικοτόπους. Στις παρενθέσεις δίνονται τα εκατοστιαία ποσοστά.

Είδος	Καλοκαίρι		Χειμώνας		Σύνολο	
<i>Rhinolophus blasii</i>	3	(0,18)	0	(0,00)	3	(0,15)
<i>R. ferrumequinum</i>	39	(2,32)	3	(1,08)	42	(2,14)
<i>R. hipposideros</i>	33	(1,96)	12	(4,30)	45	(2,30)
<i>Myotis blythii</i>	2	(0,12)	1	(0,36)	3	(0,15)
<i>Myotis capaccinii</i>	6	(0,36)	3	(1,08)	9	(0,46)
<i>Myotis emarginatus</i>	30	(1,79)	1	(0,36)	31	(1,58)
<i>Myotis spp.</i>	16	(0,95)	1	(0,36)	17	(0,87)
<i>Hypsugo savii</i>	282	(16,79)	14	(5,02)	296	(15,11)
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	373	(22,20)	93	(33,33)	466	(23,79)
<i>P. kuhli/H. savii</i>	284	(16,90)	57	(20,43)	341	(17,41)
<i>Pipistrellus hanaki</i>	333	(19,82)	53	(19,00)	386	(19,70)
<i>Miniopterus schreibersii</i>	12	(0,71)	3	(1,08)	15	(0,77)
<i>M. schreibersii</i>						
<i>/P. hanaki</i>	152	(9,05)	7	(2,51)	159	(8,12)
<i>Eptesicus/Nyctalus</i>	30	(1,79)	0	(0,00)	30	(1,53)
<i>Plecotus spp.</i>	3	(0,18)	2	(0,72)	5	(0,26)
<i>T. teniotis</i>	57	(3,39)	21	(7,53)	78	(3,98)
Απροσδιόριστα	25	(1,49)	8	(2,87)	33	(1,68)
Σύνολο	1680	(100)	279	(100)	1959	(100)

Κεφάλαιο 5. Εποχική και οικοτοπική διαφοροποίηση της δραστηριότητας

5.3.1.1. Σύνολο των διελεύσεων, ανεξαρτήτως εποχής

Όταν εξετάστηκε ο συνολικός αριθμός των διελεύσεων ανεξαρτήτως οικοτόπου, συσχετίστηκε θετικά με τη διάμεση τιμή της θερμοκρασίας (Spearman's $\rho=0,588$, $p<0,001$, 2-tailed), αλλά όχι και τη διάμεση τιμή της σχετικής υγρασία. Καμία σημαντική συσχέτιση δεν βρέθηκε όταν ο έλεγχος έγινε για κάθε οικοτόπο ξεχωριστά. Η νεφοκάλυψη τα καλοκαίρια ήταν μηδενική (με εξαίρεση μία ηχογράφηση) και συνεπώς η επίδρασή της δεν εξετάστηκε.

Οι διαφορές στο συνολικό αριθμό των διελεύσεων μεταξύ των οικοτόπων ήταν σημαντικές (One-way ANOVA: $F_{4,45}=2,937$, $p<0,05$, $\log_{10}(\text{διελεύσεις}+1)$). Η μεγαλύτερη δραστηριότητα σημειώθηκε στα ποτάμια και η μικρότερη στους θαμνότοπους. Τα αποτελέσματα των post-hoc δοκιμασιών απεικονίζονται στο **Διάγραμμα 5.1**.

5.3.1.2. Σύνολο των διελεύσεων, καλοκαίρια

Καμία στατιστικά σημαντική συσχέτιση δεν βρέθηκε μεταξύ του συνολικού αριθμού των διελεύσεων και της θερμοκρασίας ή της σχετικής υγρασίας, για όλους τους οικοτόπους μαζί, ή για κάθε ένα ξεχωριστά.

Η Ανάλυση Διακύμανσης (ANOVA, one-way) έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των οικοτόπων ($F_{4,20}=6,530$, $p<0,01$, $\log_{10}(\text{διελεύσεις}+1)$). Η μεγαλύτερη δραστηριότητα σημειώθηκε στα ποτάμια και η μικρότερη στους θαμνότοπους, ενώ υψηλή ήταν η δραστηριότητα και στα δάση. Τα αποτελέσματα των post-hoc δοκιμασιών απεικονίζονται στο **Διάγραμμα 5.1**.

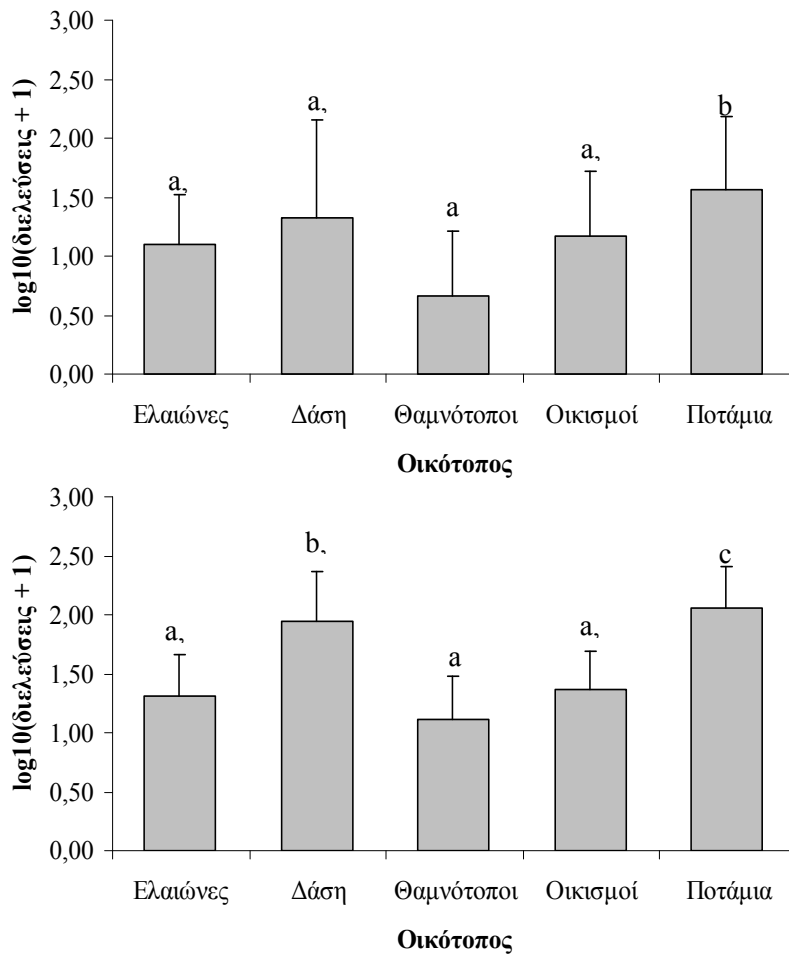
5.3.1.3. Σύνολο των διελεύσεων, χειμώνες

Ο συνολικός αριθμός των διελεύσεων, ανεξαρτήτως οικοτόπου, συσχετίστηκε θετικά και σημαντικά με τη θερμοκρασία (Spearman's $\rho=0,673$, $p<0,001$, 1-tailed), αλλά όχι και τη σχετική υγρασία ή την αρχική νεφοκάλυψη. Καμία σημαντική συσχέτιση δεν βρέθηκε για κάθε ένα από τους οικοτόπους ξεχωριστά.

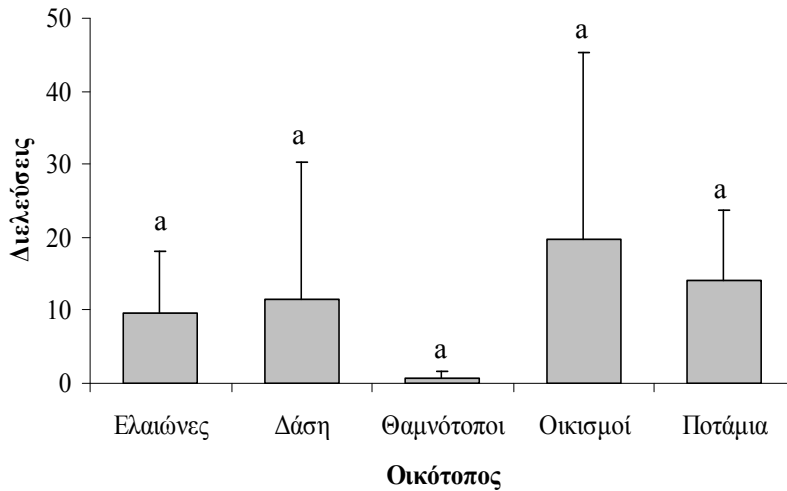
Η μεγαλύτερη χειμερινή δραστηριότητα σημειώθηκε στους οικισμούς (99 διελεύσεις) και η μικρότερη στους θαμνότοπους (4 διελεύσεις). Η Ανάλυση Διακύμανσης (ANOVA, one-way) δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των οικοτόπων, πιθανότατα λόγω της μεγάλης διασποράς των τιμών σε κάποιους οικοτόπους (**Διάγραμμα 5.1**).

5.3.1.4. Σύγκριση χειμώνων με καλοκαίρια

Η σύγκριση των δύο εποχών ως προς τον συνολικό αριθμό των διελεύσεων, ανεξαρτήτως οικολόπου, έδειξε ότι το καλοκαίρι η δραστηριότητα ήταν πολύ υψηλότερη και η διαφορά ήταν στατιστικά σημαντική (Paired samples t-test: $t(24)=6,305$, $r=0,95$, $p<0,001$, $\sqrt{t[\log_{10}(\text{διελεύσεις}+1)]}$). Επίσης, μεγάλες και σημαντικές διαφορές βρέθηκαν στα δάση (Paired samples t-test: $t(4)=3,194$, $r=0,85$, $p<0,05$) και τους θαμνότοπους (Paired samples t-test: $t(4)=6,592$, $r=0,96$, $p<0,01$, $\log_{10}(\text{διελεύσεις} + 1)$). Τα αποτελέσματα των συγκρίσεων των δύο εποχών (για το σύνολο των διελεύσεων, σύνολο των βόμβων θήρευσης, και αριθμός των διελεύσεων για κάθε ένα από τα πιο άφθονα είδη) δίνονται στον Πίνακα 5.4.



Κεφάλαιο 5. Εποχική και οικολογική διαφοροποίηση της δραστηριότητας



Διάγραμμα 5.1. Αριθμητικός μέσος (average) των συνολικών διελεύσεων που ηχογραφήθηκαν στις θέσεις των πέντε τύπων οικοτόπων. Πάνω: καλοκαίρια και χειμώνες ($\log_{10}(\text{διελεύσεις}+1)$), μέση: καλοκαίρια ($\log_{10}(\text{διελεύσεις}+1)$), κάτω: χειμώνες (διελεύσεις). Με όμοια γράμματα σημειώνονται οι οικοτόποι μεταξύ των οποίων δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές (για κάθε εποχή ξεχωριστά, με βάση τους post-hoc ελέγχους). Οι κατακόρυφες γραμμές αντιστοιχούν στην τυπική απόκλιση.

5.3.2. Σύνολο των βόμβων θήρευσης (όλα τα είδη)

Στο σύνολο της μελέτης ηχογραφήθηκαν 109 βόμβοι θήρευσης; 100 τα καλοκαίρια και 9 τους χειμώνες. Στις καλοκαιρινές ηχογραφήσεις βόμβοι θήρευσης ηχογραφήθηκαν σε όλες τις θέσεις (με εξαίρεση ένα ελαιώνα, ένα θαμνότοπο και ένα υγρότοπο), ενώ τους χειμώνες ηχογραφήθηκαν μόνο σε δάση (1 βόμβος), οικισμούς (4 βόμβοι) και υγροτόπους (4 βόμβοι). Οι βόμβοι θήρευσης που ηχογραφήθηκαν προήλθαν από τα είδη *P. hanaki* (33), *P. kuhlii* (28), *H. savii* (12), *M. caraccinii* (3), *M. emarginatus* (3), *M. schreibersii* (1), και *T. teniotis* (1). Τέλος, 28 βόμβοι θήρευσης αποδόθηκαν στο ζεύγος ειδών *P. kuhlii/H. savii* (16) και στο *M. schreibersii/P. hanaki* (12). Στους ελαιώνες ηχογραφήθηκαν βόμβοι θήρευσης από τουλάχιστον τέσσερα είδη, στα δάση και τους οικισμούς από τρία είδη, στους θαμνότοπους από δύο είδη και στα ποτάμια από έξι είδη.

5.3.2.1. Σύνολο των βόμβων θήρευσης, ανεξαρτήτως εποχής

Όταν εξετάστηκε ανεξαρτήτως οικοτόπου, ο συνολικός αριθμός (όλα τα είδη) των βόμβων θήρευσης συσχετίστηκε θετικά και σημαντικά με τη θερμοκρασία (Spearman's $\rho=0,689$, $p<0,001$, 2-tailed), ενώ η συσχέτιση

Κεφάλαιο 5. Εποχική και οικολογική διαφοροποίηση της δραστηριότητας

με τη σχετική υγρασία ήταν αρνητική και επίσης σημαντική (Spearman's $\rho = -0,476$, $p < 0,001$, 2-tailed). Σημαντική ήταν άλλωστε και η συσχέτιση της θερμοκρασίας με τη σχ. υγρασία: Spearman's $\rho = -0,514$, $p < 0,001$.

Πίνακας 5.2. Δείκτες συσχέτισης του συνολικού αριθμού των βόμβων θήρευσης με τη θερμοκρασία σε κάθε τύπο οικοτόπου

Οικότοπος	Δείκτης διαφοράς	p (2-tailed)	Δοκιμασία
Ελαιώνες	0,791	0,006	Spearman
Δάση	0,784	0,007	Spearman
Θαμνότοποι	0,784	0,007	Spearman
Οικισμοί	0,652	0,041	Pearson
Ποτάμια	0,685	0,029	Spearman

Σημαντική θετική συσχέτιση των βόμβων θήρευσης με τη θερμοκρασία υπήρξε και σε κάθε οικοτόπο ξεχωριστά (**Πίνακας 5.2**). Τέλος, σημαντική αρνητική συσχέτιση των βόμβων θήρευσης με τη σχ. υγρασία παρατηρήθηκε στους ελαιώνες (Spearman's $\rho = -0,777$, $p < 0,01$, 2-tailed) και τα δάση (Spearman's $\rho = 0,-754$, $p < 0,05$, 2-tailed). Και εδώ, η θερμοκρασία συσχετίστηκε αρνητικά και σημαντικά με τη σχ. υγρασία: Spearman's $\rho = -0,823$, $p < 0,01$ και Pearson $r = -0,894$, $p < 0,001$, αντίστοιχα. Ο μεγαλύτερος αριθμός βόμβων θήρευσης καταγράφηκε στα δάση (46 βόμβοι) και ο μικρότερος στους θαμνότοπους (4 βόμβοι), αλλά μόνο τα ποτάμια είχαν σημαντικά μεγαλύτερη θηρευτική δραστηριότητα από τους θαμνότοπους (Mann-Whitney: $z = 2,011$, $r = 0,636$, $p < 0,05$). Εν τούτοις, η δοκιμασία των Kruskal-Wallis δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές στον αριθμό των βόμβων θήρευσης μεταξύ των διαφόρων τύπων οικοτόπων (**Διάγραμμα 5.2**).

5.3.2.2. Σύνολο των βόμβων θήρευσης, καλοκαίρια

Ο συνολικός αριθμός των βόμβων θήρευσης δεν συσχετίστηκε σημαντικά με τη θερμοκρασία ή τη σχ. υγρασία, όταν εξετάστηκε για κάθε τύπο οικοτόπου ξεχωριστά, ή για όλους μαζί.

Ο μεγαλύτερος αριθμός βόμβων θήρευσης καταγράφηκε στα δάση (45 βόμβοι) και ο μικρότερος στους θαμνότοπους (4 βόμβοι). Η δοκιμασία των Kruskal-Wallis όμως, δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών τύπων οικοτόπων (**Διάγραμμα 5.2**).

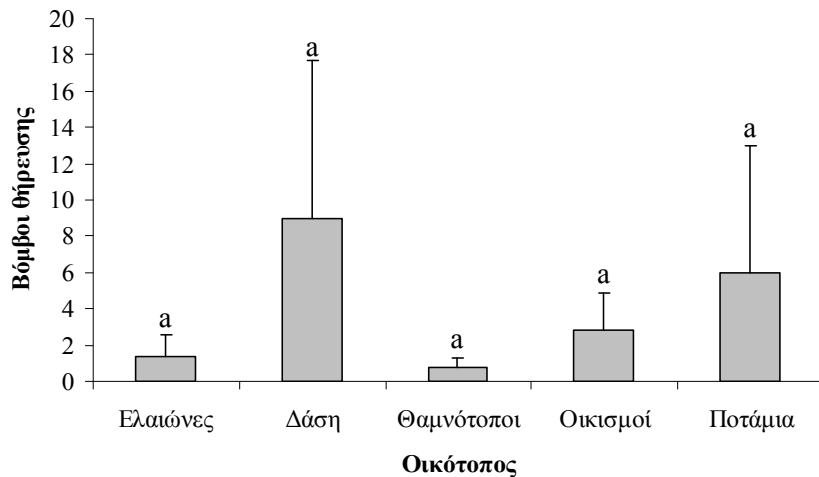
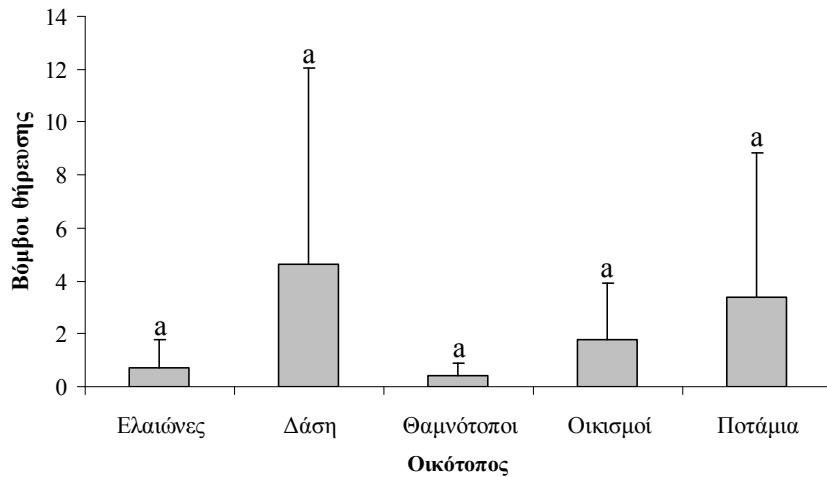
5.3.2.3. Σύνολο των βόμβων θήρευσης, χειμώνες

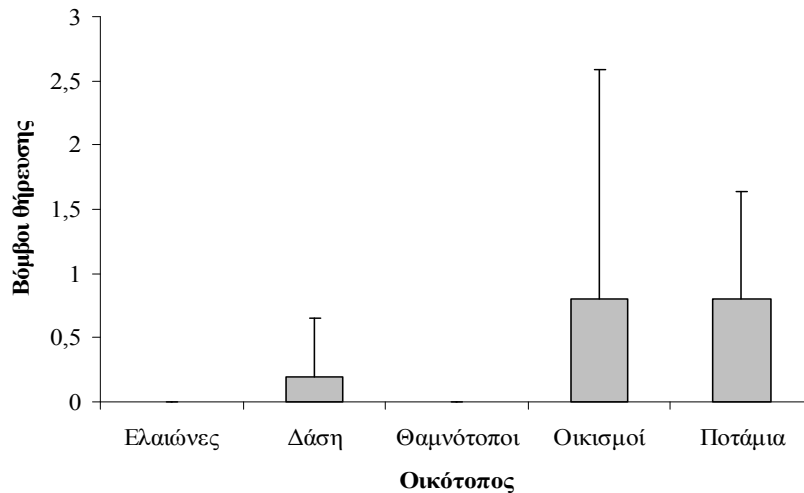
Κεφάλαιο 5. Εποχική και οικολογική διαφοροποίηση της δραστηριότητας

Ο αριθμός των βόμβων θήρευσης τους χειμώνες ήταν πολύ μικρός (9 βόμβοι σε 5 από τις 25 θέσεις) για να πραγματοποιηθούν αναλύσεις οποιουδήποτε είδους (**Διάγραμμα 5.2**).

5.3.2.4. Σύγκριση των χειμώνων με τα καλοκαίρια

Όταν το σύνολο των καλοκαιρινών βόμβων θήρευσης συγκρίθηκε με αυτό των χειμερινών (όλοι οι οικοτόποι μαζί), βρέθηκε υψηλή και σημαντική διαφορά (Wilcoxon Signed Ranks Test: $z=4,171$, $r=0,590$, $p<0,001$).





Διάγραμμα 5.2. Αριθμητικός μέσος (average) των συνολικών βόμβων θήρευσης που ηχογραφήθηκαν στις θέσεις των πέντε τύπων οικοτόπων. Πάνω: καλοκαίρια και χειμώνες, μέση: καλοκαίρια, κάτω: χειμώνες. Λοιπές επεξηγήσεις όπως και στο Διάγραμμα 5.1.

Επίσης, ο αριθμός των συνολικών βόμβων θήρευσης ήταν πολύ και σημαντικά μεγαλύτερος τα καλοκαίρια σε όλους τους τύπους οικοτόπων: Paired samples t-test: $t(4)=3,527$, $r=0,87$, $p<0,05$, $\sqrt{\text{buzzes}}$ στους ελαιώνες, Wilcoxon Signed Ranks Test: $z=2,032$, $r=0,643$, $p<0,05$, στα δάση, Wilcoxon Signed Ranks Test: $z=2$, $r=0,632$, $p<0,05$ στους θαμνότοπους, Wilcoxon Signed Ranks Test: $z=2,041$, $r=0,645$, $p<0,05$, στους οικισμούς και Paired samples t-test: $t(4)=6,842$, $r=0,96$, $p<0,01$, $\sqrt{\log_{10}(\text{buzzes}+1)}$ στα ποτάμια (**Πίνακας 5.4**).

5.3.3. *Pipistrellus hanaki*

Το *Pipistrellus hanaki* ήταν από τα πιο άφθονα είδη (**Πίνακας 5.1**) και ηχογραφήθηκε σε 20 δειγματοληψίες (13 θέσεις). Βόμβοι θήρευσης αυτού του είδους καταγράφηκαν μόνο στις καλοκαιρινές ηχογραφήσεις, σε τρία δάση (31 βόμβοι) και ένα ποτάμι (δύο βόμβοι). Η μεγαλύτερη δραστηριότητά του καταγράφηκε στα δάση, ενώ στους θαμνότοπους και τους οικισμούς η δραστηριότητά του ήταν αμελητέα (από μία διέλευση σε κάθε οικοτόπο και τις δύο εποχές).

5.3.3.1. Δραστηριότητα του *Pipistrellus hanaki*, ανεξαρτήτως εποχής

Ο αριθμός των διελεύσεων του *P. hanaki* δεν συσχετίστηκε σημαντικά με τη θερμοκρασία, όταν εξετάστηκε για όλους τους οικοτόπους ξεχωριστά και για κάθε ένα μαζί.

Ο αριθμός των διελεύσεων αυτού του είδους ήταν σημαντικά διαφορετικός μεταξύ των διαφόρων τύπων οικοτόπων (Kruskal–Wallis: $H(4)=18,147$, $p=0,001$, βλ. **Διάγραμμα 5.3**). Σημαντικά υψηλότερη ήταν η δραστηριότητα του είδους στα δάση σε σχέση με τους θαμνότοπους και τους οικισμούς, όπως προέκυψε από την επίλυση της Εξίσωσης που δίνεται στη σελίδα 161.

5.3.3.2. Καλοκαιρινή δραστηριότητα του *Pipistrellus hanaki*

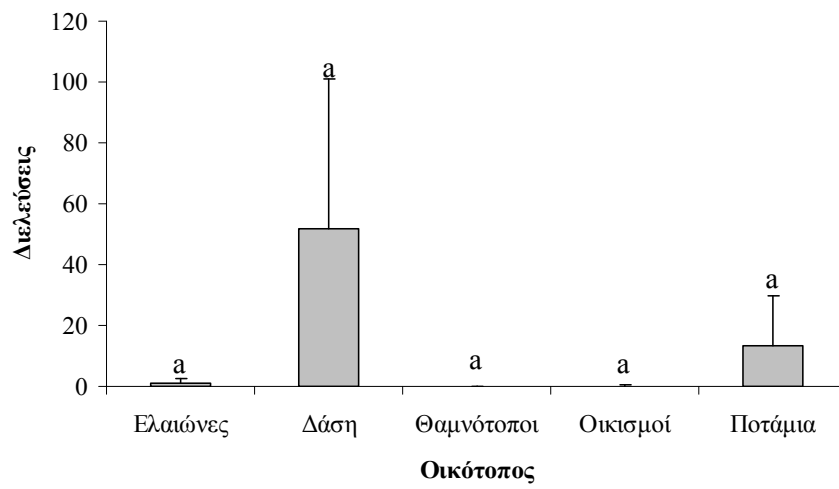
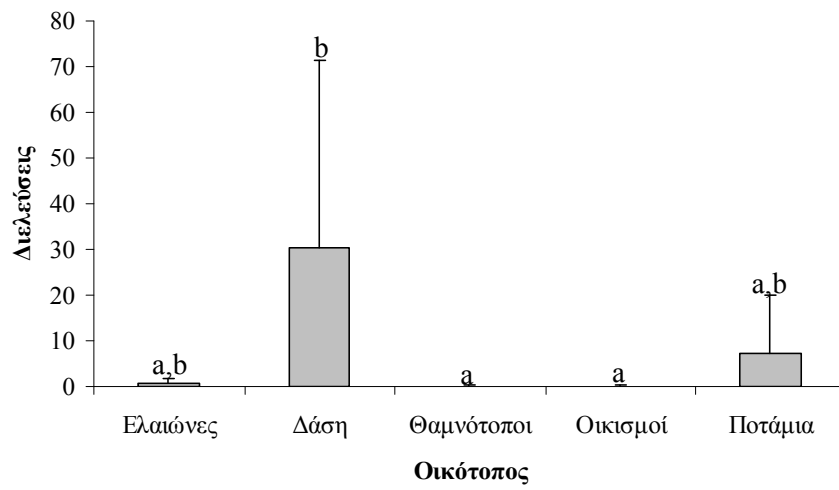
Το είδος αυτό ηχογραφήθηκε σε τρεις ελαιώνες (έξι διελεύσεις), τέσσερα δάση (260 διελεύσεις), ένα οικισμό (μία διέλευση) και τέσσερα ποτάμια (66 διελεύσεις). Ο αριθμός των διελεύσεων δεν συσχετίστηκε σημαντικά με τη θερμοκρασία ή τη σχετική υγρασία, όταν εξετάστηκε για όλους του τύπους οικοτόπου μαζί, ή κάθε ένα ξεχωριστά.

Η δοκιμασία Kruskal – Wallis έδειξε σημαντική διαφοροποίηση του αριθμού των διελεύσεων μεταξύ οικοτόπων ($H(4)=12,990$, $p<0,05$), αλλά με την επίλυση της Εξίσωσης που δίνεται στη σελίδα 161 δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά σε κανένα ζευγάρι οικοτόπων (**Διάγραμμα 5.3**), πιθανώς λόγω της μεγάλης διασποράς των τιμών σε κάθε τύπο οικοτόπου. Εν τούτοις, η δοκιμασία των Mann-Whitney, έδειξε ότι οι διελεύσεις του *P. hanaki* είναι αρκετά μεγαλύτερες στα δάση από ότι στους θαμνότοπους ($z=2,353$, $r=0,744$, $p=0,019$) και τους οικισμούς ($z=2,117$, $r=0,669$, $p=0,034$), αλλά και αρκετά μεγαλύτερες στα ποτάμια από ότι στους θαμνότοπους ($z=2,353$, $r=0,744$, $p=0,019$) και τους οικισμούς ($z=2,117$, $r=0,669$, $p=0,034$).

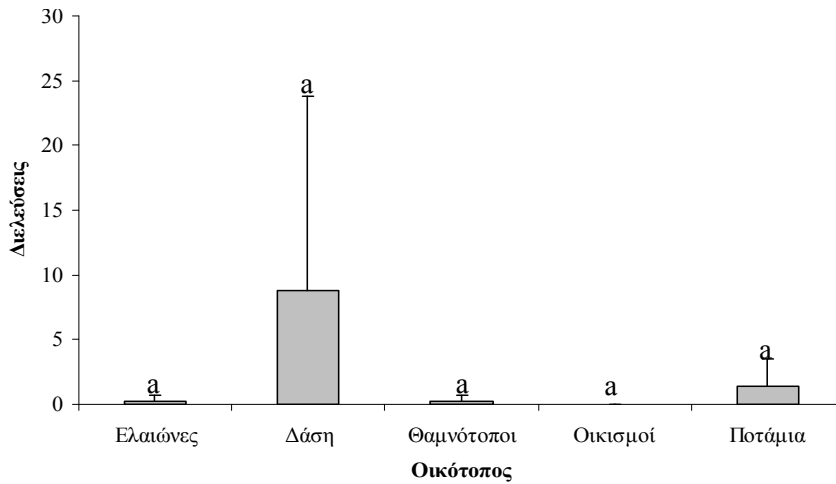
5.3.3.3. Χειμερινή δραστηριότητα του *Pipistrellus hanaki*

Το είδος αυτό ηχογραφήθηκε σε ένα ελαιώνα (μία διέλευση), τρία δάση (44 διελεύσεις), ένα θαμνότοπο (μία διέλευση) και τρία ποτάμια (επτά διελεύσεις). Ο αριθμός των διελεύσεων δεν συσχετίστηκε σημαντικά με τη θερμοκρασία, τη σχετική υγρασία ή τη νεφοκάλυψη, όταν εξετάστηκε για όλους του τύπους οικοτόπων μαζί, ή κάθε έναν ξεχωριστά. Η δοκιμασία Kruskal–Wallis δεν έδειξε σημαντική διαφοροποίηση του αριθμού των διελεύσεων μεταξύ οικοτόπων, πιθανότατα λόγω της περιορισμένης δραστηριότητας του είδους το χειμώνα (**Διάγραμμα 5.3**).

Κεφάλαιο 5. Εποχική και οικολογική διαφοροποίηση της δραστηριότητας



Κεφάλαιο 5. Εποχική και οικολογική διαφοροποίηση της δραστηριότητας



Διάγραμμα 5.3. Αριθμητικός μέσος (average) των διελεύσεων του *P. hanaki* που ηχογραφήθηκαν στις θέσεις των πέντε τύπων οικοτόπων. Πάνω: καλοκαίρια και χειμώνες, μέση: καλοκαίρια, κάτω: χειμώνες. Λοιπές επεξηγήσεις όπως και στο Διάγραμμα 5.1.

5.3.3.4. Σύγκριση των χειμώνων με τα καλοκαίρια

Η δραστηριότητα του *P. hanaki* ήταν μετρίως και σημαντικά υψηλότερη τα καλοκαίρια όταν εξετάστηκε για όλους τους τύπους οικοτόπων μαζί (Wilcoxon Signed Ranks Test: $z=2,698$, $r=0,382$, $p<0,01$), αλλά και στα δάση (Paired samples t-test: $t(4)=3,151$, $r=0,84$, $p<0,05$, $\sqrt{\text{dieleúσεων}}$), βλ. **Πίνακα 5.4**).

5.3.4. *Hypsugo savii*

Το *Hypsugo savii* ήταν το τρίτο πιο άφθονο είδος σε αυτή τη μελέτη, με 296 διελεύσεις σε 23 θέσεις: 282 διελεύσεις σε 22 θέσεις τα καλοκαίρια και 14 διελεύσεις σε 7 θέσεις τους χειμώνες (**Πίνακας 5.1**). Βόμβοι θήρευσης αυτού του είδους καταγράφηκαν μόνο στις καλοκαιρινές ηχογραφήσεις, σε ένα ελαιώνα (δύο βόμβοι), τέσσερα δάση (τέσσερις βόμβοι), δύο θαμνότοπους (δύο βόμβοι), έναν οικισμό (ένας βόμβος) και έναν υγρότοπο (τρεις βόμβοι).

5.3.4.1. Δραστηριότητα του *Hypsugo savii*, ανεξαρτήτως εποχής

Κεφάλαιο 5. Εποχική και οικολογική διαφοροποίηση της δραστηριότητας

Όταν εξετάστηκε για το σύνολο των οικοτόπων, ο αριθμός των διελεύσεων αυτού του είδους συσχετίστηκε θετικά και σημαντικά με τη θερμοκρασία (Spearman's $\rho=0,621$, $p<0,001$, 2-tailed) και αρνητικά και σημαντικά με τη σχ. υγρασία (Spearman's $\rho=-0,348$, $p<0,05$). Αρνητική άλλωστε συσχέτιση με τη σχ. υγρασία, είχε και η θερμοκρασία: Spearman's $\rho=-0,514$, $p<0,001$. Θετική συσχέτιση με τη θερμοκρασία βρέθηκε και στους περισσότερους οικοτόπους (Πίνακας 5.3).

Σημαντική (αρνητική) συσχέτιση βρέθηκε και μεταξύ του αριθμού των διελεύσεων αυτού του είδους και της σχ. υγρασίας στους ελαιώνες (Pearson correlation=0,919, $p<0,001$, sqrt(διελεύσεις)). Και εδώ η θερμοκρασία συσχετίστηκε αρνητικά με τη σχ. υγρασία: Spearman's $\rho=-0,823$, $p<0,01$.

Η δοκιμασία Kruskal–Wallis δεν έδειξε καμία σημαντική διαφορά στη δραστηριότητα του είδους, μεταξύ των διαφόρων τύπων οικοτόπων (Διάγραμμα 5.4), αν και η δραστηριότητα ήταν σαφώς μεγαλύτερη στα δάση (125 διελεύσεις) από ότι στους οικισμούς (18 διελεύσεις). Το γεγονός αυτό πιθανότατα οφείλεται στη μεγάλη διασπορά των τιμών σε όλους τους οικοτόπους και την περιορισμένη δραστηριότητα του είδους το χειμώνα (βλ. παρακάτω).

Πίνακας 5.3. Δείκτες συσχέτισης του συνολικού αριθμού των διελεύσεων του *Hypsugo savii* με τη θερμοκρασία σε κάθε τύπο οικοτόπου. Με εξαίρεση τα δάση, οι συσχετίσεις έγιναν με τα πρωτογενή δεδομένα.

Οικότοπος	Δείκτης διαφοράς	p (2-tailed)	Δοκιμασία
Ελαιώνες	0,759	0,011	Spearman's rho
Δάση	0,768	0,010	Spearman's rho
Θαμνότοποι	0,703	0,023	Spearman's rho
Οικισμοί	0,335	0,345	Spearman's rho
Ποτάμια	0,836	0,003	Spearman's rho

5.3.4.2. Καλοκαιρινή δραστηριότητα του *Hypsugo savii*

Ο αριθμός των καλοκαιρινών διελεύσεων του *H. savii* δε συσχετίστηκε θετικά με τη θερμοκρασία ή τη σχετική υγρασία, όταν εξετάστηκε για το σύνολο των τύπων οικοτόπων, ή για κάθε ένα ξεχωριστά.

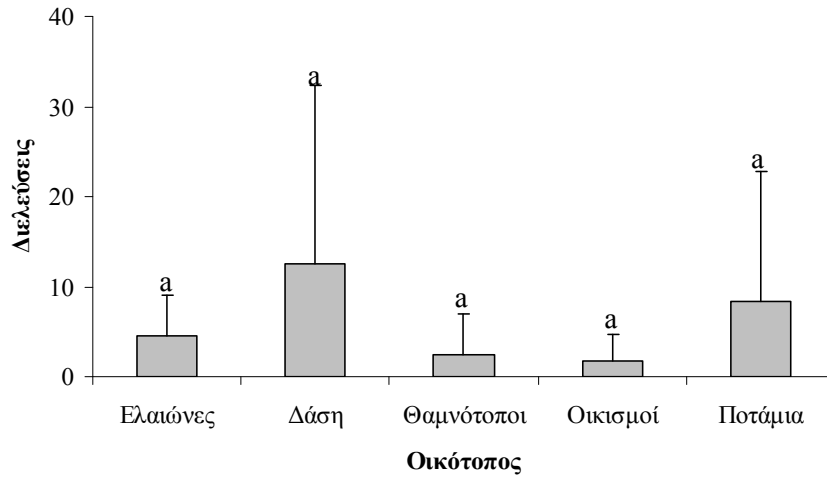
Η δοκιμασία Kruskal–Wallis έδειξε σημαντική διαφοροποίηση της δραστηριότητας του είδους μεταξύ των ειδών οικοτόπων ($H(4)=11,253$,

Κεφάλαιο 5. Εποχική και οικολογική διαφοροποίηση της δραστηριότητας

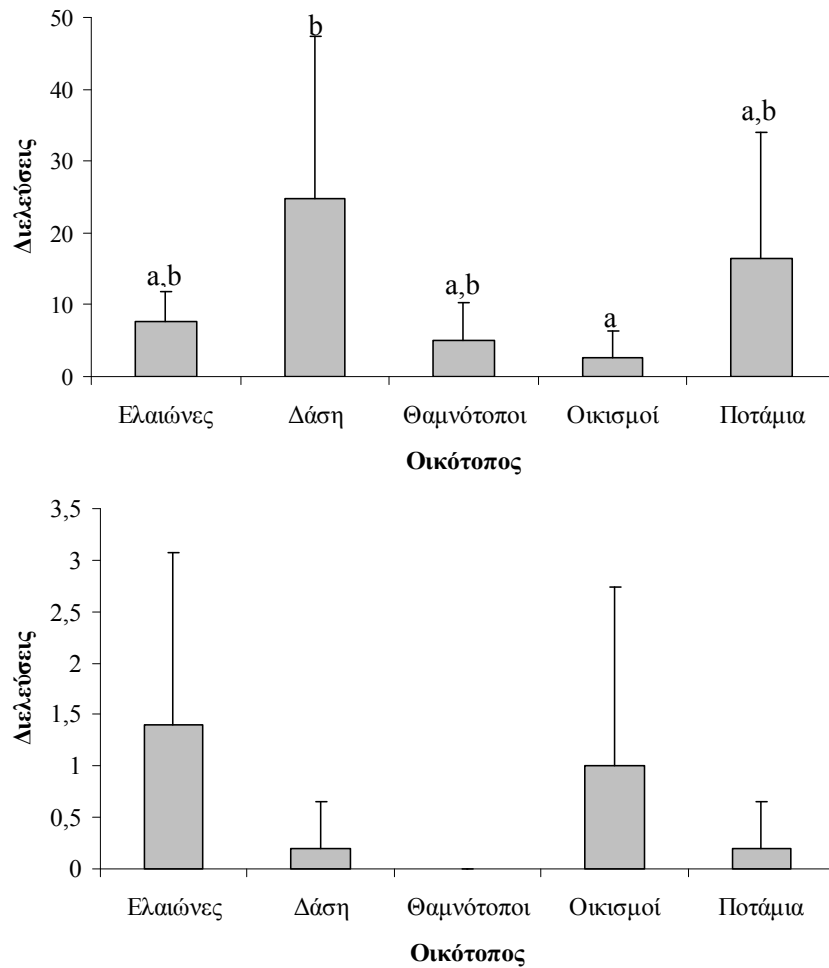
$p < 0,05$), ενώ με την επίλυση της Εξίσωσης που δίνεται στη σελίδα 161 φάνηκε ότι η δραστηριότητα ήταν σημαντικά υψηλότερη στα δάση από ότι στους οικισμούς (**Διάγραμμα 5.4**).

5.3.4.3. Χειμερινή δραστηριότητα του *Hypsugo savii*

Ο αριθμός των χειμερινών διελεύσεων του είδους ήταν πολύ μικρός (14 σε 7 θέσεις) για να πραγματοποιηθούν αναλύσεις οποιασδήποτε μορφής (**Διάγραμμα 5.4**).



Κεφάλαιο 5. Εποχική και οικολογική διαφοροποίηση της δραστηριότητας



Διάγραμμα 5.4. Αριθμητικός μέσος (average) των διελεύσεων του *H. sanii* που ηχογραφήθηκαν στις θέσεις των πέντε τύπων οικοτόπων. Πάνω: καλοκαίρια και χειμώνες, μέση: καλοκαίρια, κάτω: χειμώνες. Λοιπες επεξηγήσεις όπως και στο Διάγραμμα 5.1.

5.3.4.4. Σύγκριση των χειμώνων με τα καλοκαίρια

Όταν εξετάστηκε για το σύνολο των οικοτόπων, η δραστηριότητα του είδους αυτού ήταν πολύ και σημαντικά υψηλότερη το καλοκαίρι, από ότι το χειμώνα (Wilcoxon Signed Ranks Test: $z=3,957$, $r=0,560$, $p<0,001$). Μεγάλη και σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο εποχών βρέθηκε και στους ελαιώνες (Paired samples t-test: $t(4)=2,818$, $r=0,82$, $p<0,05$), τα δάση

(Wilcoxon Signed Ranks Test: $z=2,023$, $r=0,640$, $p<0,05$), τους θαμνότοπους (Wilcoxon Signed Ranks Test: $z=2,032$, $r=0,643$, $p<0,05$) και τους υγροτόπους (Wilcoxon Signed Ranks Test: $z=2,023$, $r=0,640$, $p<0,05$) (Πίνακας 5.4).

5.3.5. *Pipistrellus kuhlii*

Το *P. kuhlii* ήταν το πιο άφθονο είδος σε αυτή τη μελέτη, καθώς 466 διελεύσεις του ηχογραφήθηκαν σε 22 θέσεις: 373 διελεύσεις σε 22 θέσεις τα καλοκαίρια και 93 διελεύσεις σε 12 θέσεις τους χειμώνες (Πίνακας 5.1). Καλοκαιρινοί βόμβοι θήρευσης αυτού του είδους ηχογραφήθηκαν σε 2 ελαιώνες (2 βόμβοι), ένα δάσος (έναν βόμβο), ένα θαμνότοπο (έναν βόμβο), τέσσερις οικισμούς (10 βόμβοι) και τέσσερα ποτάμια (εννέα βόμβοι). Χειμερινοί βόμβοι καταγράφηκαν σε ένα οικισμό (τρεις βόμβοι) και δύο ποτάμια (δύο βόμβοι).

5.3.5.1. Δραστηριότητα του *Pipistrellus kuhlii*, ανεξαρτήτως εποχής

Η Ανάλυση Συσχέτισης έδειξε ότι, για όλους τους τύπους οικοτόπων μαζί, η δραστηριότητα του είδους αυτού συσχετίστηκε σημαντικά με τη θερμοκρασία (Spearman's $\rho=0,502$, $p<0,001$, 2-tailed), αλλά όχι και τη σχ. υγρασία. Θετική και σημαντική συσχέτιση με τη θερμοκρασία βρέθηκε και στα δάση (Spearman's $\rho=0,856$, $p=0,001$, 2-tailed) και τους υγροτόπους (Spearman's $\rho=0,634$, $p<0,049$, 2-tailed). Τέλος, σημαντική αρνητική συσχέτιση βρέθηκε μεταξύ της δραστηριότητας του είδους και της σχετικής υγρασίας στα δάση (Spearman's $\rho=-0,856$, $p<0,01$, 2-tailed). Αρνητική και σημαντική ήταν και η συσχέτιση της σχ. υγρασίας με τη θερμοκρασία: Pearson $r=-0,894$, $p<0,001$ σε αυτόν το τύπο οικοτόπου.

Η δοκιμασία Kruskal–Wallis έδειξε ότι η δραστηριότητα του *P. kuhlii* διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ των διαφόρων οικοτόπων ($H(4)=17,702$, $p=0,001$). Από την επίλυση της Εξίσωσης που δίνεται στη σελίδα 161 προέκυψε ότι η δραστηριότητα αυτού του είδους στα ποτάμια ήταν σημαντικά υψηλότερη από ότι στα δάση και τους θαμνότοπους, ενώ μεγαλύτερη από τους θαμνότοπους ήταν και στα χωριά (Διάγραμμα 5.5).

5.3.5.2. Καλοκαιρινή δραστηριότητα του *Pipistrellus kuhlii*

Ο αριθμός των καλοκαιρινών διελεύσεων του *P. kuhlii* δεν συσχετίστηκε θετικά με τη θερμοκρασία ή τη σχετική υγρασία, όταν εξετάστηκε για το σύνολο των τύπων οικοτόπων ή για κάθε ένα ξεχωριστά.

Η δραστηριότητα αυτού του είδους διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ των διαφόρων τύπων οικοτόπων (One-way ANOVA, $\log_{10}(\text{passes}+1)$: $F_{4,20}=3,813$, $p<0,05$) και στους υγροτόπους ήταν σημαντικά μεγαλύτερη από ότι στους θαμνότοπους (**Διάγραμμα 5.5**).

Κατά τις χειμωνιάτικες ηχογραφήσεις, το είδος αυτό καταγράφηκε σε τέσσερεις ελαιώνες (25 διελεύσεις), τέσσερεις οικισμούς (34 διελεύσεις) και όλους τους υγροτόπους (34 διελεύσεις). Δεν καταγράφηκε στα δάση και τους θαμνότοπους.

Η συνολική δραστηριότητα του *P. kuhlii* (όλοι οι τύποι οικοτόπων) συσχετίστηκε σημαντικά με τη θερμοκρασία (Spearman's $\rho=0,610$, $p<0,001$, 1-tailed), αλλά όχι και με τη σχ. υγρασία ή το ποσοστό νεφοκάλυψης. Καμία σημαντική συσχέτιση δε βρέθηκε σε κάθε τύπο οικοτόπου ξεχωριστά.

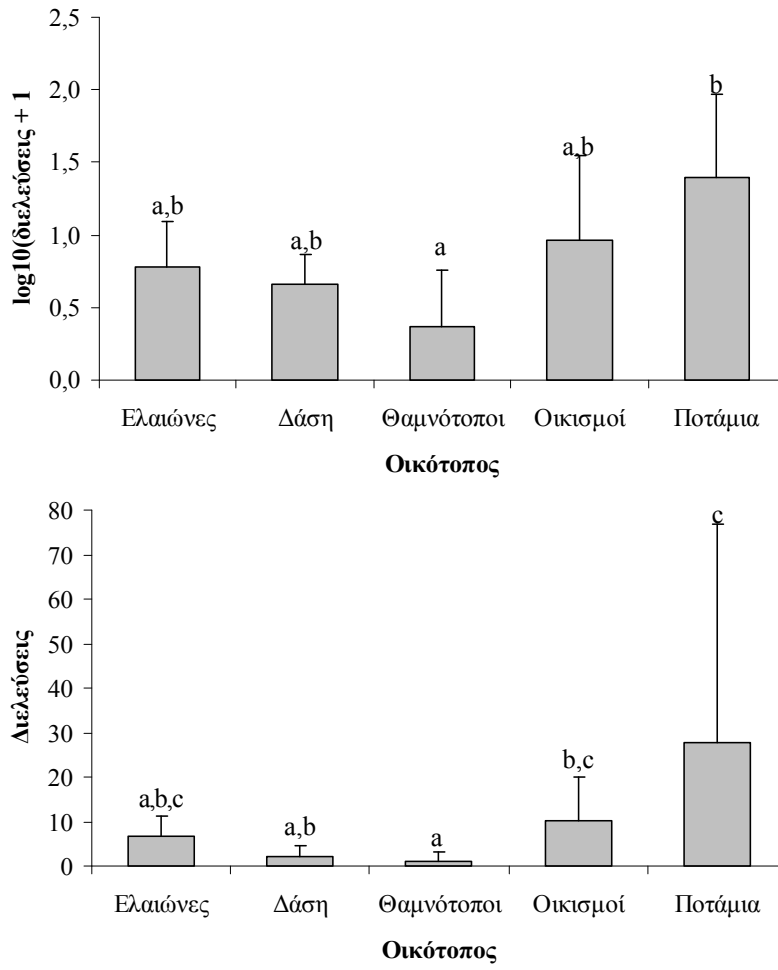
5.3.5.3. Χειμερινή δραστηριότητα του *Pipistrellus kuhlii*

Η δοκιμασία Kruskal-Wallis έδειξε ότι η δραστηριότητα αυτού του είδους διαφοροποιείται σημαντικά μεταξύ των οικοτόπων ($H(4)=13,078$, $p<0,05$). Σε κανένα όμως ζευγάρι οικοτόπων δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά με την επίλυση της Εξίσωσης που δίνεται στη σελίδα 161, πιθανότατα λόγω της μεγάλης διασποράς των τιμών σε ορισμένους από αυτούς (**Διάγραμμα 5.5**). Εν τούτοις, η δοκιμασία Mann-Whitney έδειξε ότι η δραστηριότητα του *P. kuhlii* στα δάση και τους θαμνότοπους ήταν χαμηλότερη από ότι στους ελαιώνες ($z=2,353$, $r=0,744$, $p<0,05$ και $z=2,012$, $r=0,636$, $p<0,05$, αντίστοιχα), τους οικισμούς ($z=2,353$, $r=0,744$, $p<0,05$ και $z=2,117$, $r=0,669$, $p<0,05$, αντίστοιχα) και τα ποτάμια ($z=2,353$, $r=0,744$, $p<0,05$ και $z=2,117$, $r=0,669$, $p<0,05$, αντίστοιχα).

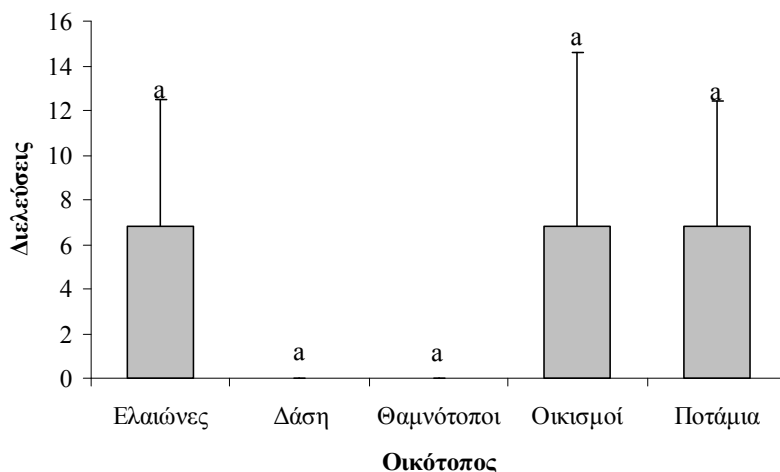
5.3.5.4. Σύγκριση των χειμώνων με τα καλοκαίρια

Όταν εξετάστηκαν τα δεδομένα από όλους τους τύπους οικοτόπων μαζί, φάνηκε ότι η δραστηριότητα του *P. kuhlii* ήταν μετρίως και σημαντικά μεγαλύτερη το καλοκαίρι από ότι το χειμώνα (Wilcoxon Signed Ranks Test: $z=3,392$, $r=0,480$, $p<0,001$). Πολύ και σημαντικά μεγαλύτερη ήταν το καλοκαίρι η δραστηριότητα του είδους και στα δάση (Wilcoxon Signed Ranks Test: $z=2,032$, $r=0,643$, $p<0,05$, **Πίνακας 5.4**).

Κεφάλαιο 5. Εποχική και οικολογική διαφοροποίηση της δραστηριότητας



Κεφάλαιο 5. Εποχική και οικολογική διαφοροποίηση της δραστηριότητας



Διάγραμμα 5.5. Αριθμητικός μέσος (average) των διελεύσεων του *P. kuhlii* που ηχογραφήθηκαν στις θέσεις των πέντε τύπων οικοτόπων. Πάνω: καλοκαίρια και χειμώνες (διελεύσεις), μέσο: καλοκαίρια ($\log_{10}(\text{διελεύσεις}+1)$), κάτω: χειμώνες (διελεύσεις). Λοιπρες επεξηγήσεις όπως και στο Διάγραμμα 5.1.

5.3.6. *Tadarida teniotis*

Το είδος αυτό ήταν το 4^ο πιο άφθονο στη μελέτη και ηχογραφήθηκε σε 16 θέσεις: 21 διελεύσεις σε 7 θέσεις τους χειμώνες (όλοι οι οικοτόποι εκτός θαμνοτόπων) και 57 διελεύσεις σε 13 θέσεις όλων των οικοτόπων τα καλοκαίρια (**Πίνακας 5.1**). Ένας μόνο (χειμερινός) βόμβος θήρευσης αυτού του είδους ηχογραφήθηκε, σε οικισμό.

5.3.6.1. Δραστηριότητα του *Tadarida teniotis*, ανεξαρτήτως εποχής

Η μεγαλύτερη δραστηριότητα του *T. teniotis* καταγράφηκε στους οικισμούς (26 διελεύσεις σε τέσσερις θέσεις) και η μικρότερη στα δάση (πέντε διελεύσεις σε μία θέση).

Η συνολική δραστηριότητα του είδους αυτού (όλοι οι οικοτόποι) συσχετίστηκε θετικά και σημαντικά με τη θερμοκρασία (Spearman's $\rho=0,331$, $p<0,05$, 2-tailed), αλλά όχι και με τη σχετική υγρασία. Σε κανένα από τους τύπους οικοτόπων δεν παρατηρήθηκε συσχέτιση της δραστηριότητάς του με τη θερμοκρασία ή τη σχετική υγρασία.

Η δοκιμασία Kruskal–Wallis δεν έδειξε διαφοροποίηση της δραστηριότητας του *T. teniotis* (**Διάγραμμα 5.6**), πιθανότατα λόγω της

Κεφάλαιο 5. Εποχική και οικολογική διαφοροποίηση της δραστηριότητας

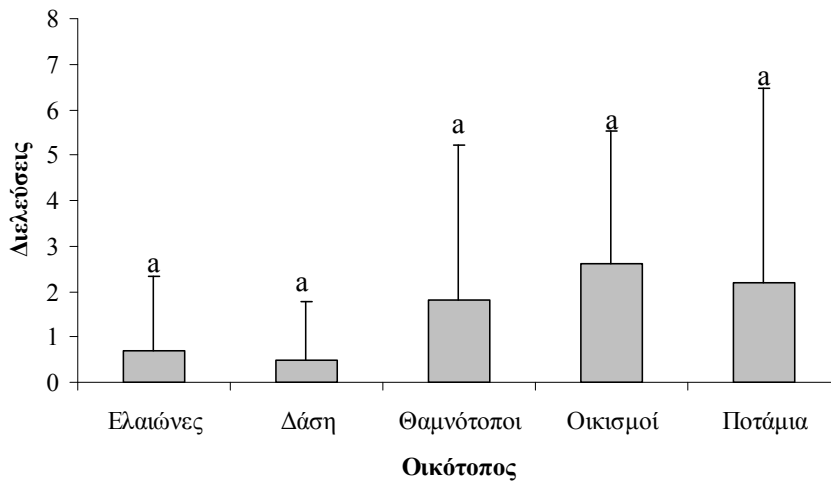
απουσίας του είδους από πολλές θέσεις, σε όλους τους τύπους οικοτόπων.

5.3.6.2. Καλοκαιρινή δραστηριότητα του *Tadarida teniotis*

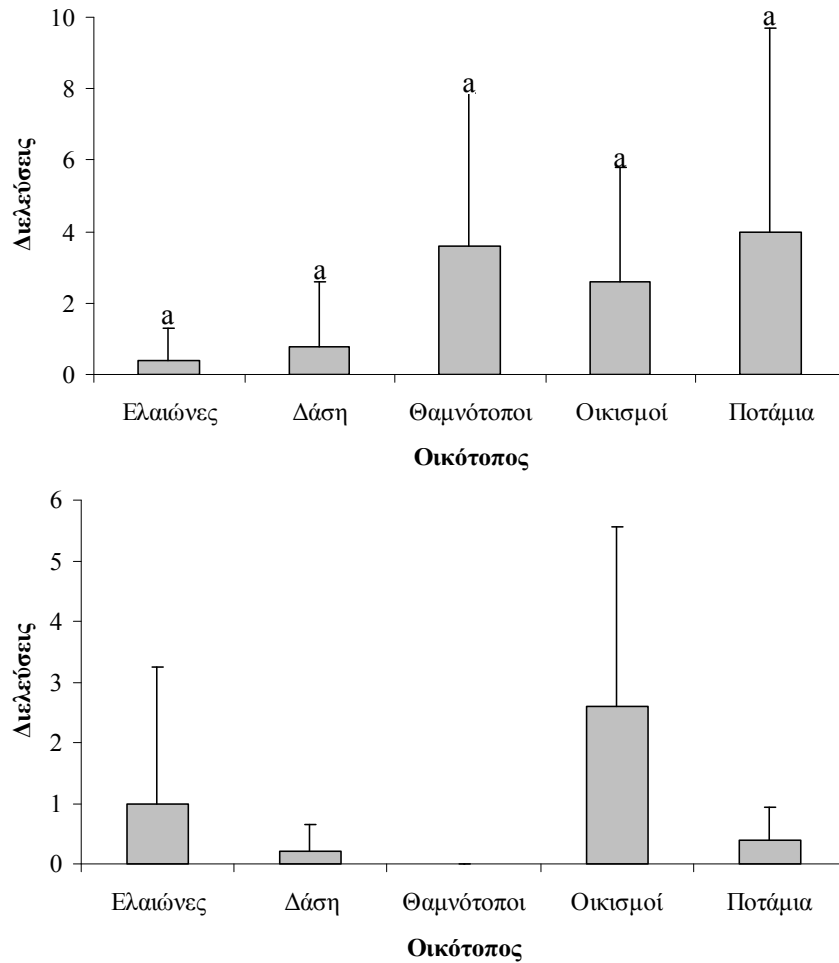
Η μεγαλύτερη θερινή δραστηριότητα του *T. teniotis* καταγράφηκε στους θαμνότοπους (18 διελεύσεις σε τέσσερις θέσεις) και η μικρότερη στα δάση (τέσσερις διελεύσεις σε μία θέση).

Σε κανένα από τους τύπους οικοτόπων, ούτε για όλους τους οικοτόπους μαζί, δεν παρατηρήθηκε συσχέτιση της δραστηριότητάς του *T. teniotis* με τη θερμοκρασία ή τη σχετική υγρασία.

Η δοκιμασία Kruskal–Wallis δεν έδειξε διαφοροποίηση της δραστηριότητας του *T. teniotis* (**Διάγραμμα 5.6**), πιθανότατα λόγω της απουσίας του είδους από πολλές θέσεις, σε όλους τους τύπους οικοτόπων.



Κεφάλαιο 5. Εποχική και οικολογική διαφοροποίηση της δραστηριότητας



Διάγραμμα 5.6. Αριθμητικός μέσος (average) των διελεύσεων του *T. teniotis* που ηχογραφήθηκαν στις θέσεις των πέντε τύπων οικοτόπων. Πάνω: καλοκαίρια και χειμώνες, μέση: καλοκαίρια, κάτω: χειμώνες. Λοιπες επεξηγήσεις όπως και στο Διάγραμμα 5.1.

5.3.6.3. Χειμερινή δραστηριότητα του *Tadarida teniotis*

Ο αριθμός των χειμερινών διελεύσεων του είδους ήταν πολύ μικρός (16 σε 16 θέσεις) για να πραγματοποιηθούν αναλύσεις οποιασδήποτε μορφής (Διάγραμμα 5.6).

5.3.6.4. Σύγκριση των χειμώνων με τα καλοκαίρια

Οι διαφορές μεταξύ των δύο εποχών όσον αφορά στη δραστηριότητα αυτού του είδους, σε κάθε τύπο οικοτόπου ξεχωριστά, αλλά και για όλους μαζί, δεν ήταν στατιστικά σημαντικές (**Πίνακας 5.4**).

5.3.7. Γένη *Myotis* και *Rhinolophus*

Το πιο άφθονο είδος του γένους *Myotis* ήταν το *M. emarginatus*, με 31 διελεύσεις σε 7 θέσεις (**Πίνακας 5.1**). Από αυτές τις διελεύσεις οι 23 ηχογραφήθηκαν σε τρία ποτάμια το καλοκαίρι του 2008. Το είδος αυτό ηχογραφήθηκε χειμώνα μόνο σε ένα οικισμό. Τα είδη *M. blythii* και *M. caraccinii* ηχογραφήθηκαν σε ελαιώνες και δάση, τα καλοκαίρια και σε ποτάμια, τους χειμώνες. Το *M. caraccinii* ηχογραφήθηκε και σε τρία ποτάμια, το καλοκαίρι του 2008.

Από τα είδη του γένους *Rhinolophus*, το *R. blasii* ηχογραφήθηκε μόνο σε δύο δάση, το καλοκαίρι του 2008 (από μία διέλευση). Τα *R. ferrumequinum* και *R. hipposideros* ήταν πιο άφθονα, με 42 διελεύσεις σε 10 θέσεις και 45 διελεύσεις σε 9 θέσεις, αντίστοιχα (**Πίνακας 5.1**). Και στα δύο είδη, η μεγαλύτερη δραστηριότητα καταγράφηκε κατά τις καλοκαιρινές ηχογραφήσεις στα ποτάμια.

5.3.8. Πλούτος ειδών

5.3.8.1. Διαφοροποίηση του πλούτου ειδών μεταξύ οικοτόπων, ανεξαρτήτως εποχής

Ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών (11 είδη) καταγράφηκε σε ένα ποτάμι, ενώ ο μικρότερος (δύο είδη) σε έναν ελαιώνα, έναν θαμνότοπο και δύο οικισμούς. Τουλάχιστον 10 είδη ηχογραφήθηκαν στους ελαιώνες, 12 είδη στα δάση, από 7 είδη τους θαμνότοπους και τους οικισμούς και 12 είδη στα ποτάμια. Όταν για κάθε θέση υπολογίστηκε ο αριθμός των ειδών που εντοπίστηκαν και στις δύο εποχές μαζί, η δοκιμασία Kruskal-Wallis έδειξε ότι υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση των αριθμού των ειδών μεταξύ διαφορετικών τύπων οικοτόπων ($H(4)=14,442$, $p<0,01$). Από την επίλυση της Εξίσωσης που δίνεται στη σελίδα 161 προκύπτει ότι τα ποτάμια υποστηρίζουν περισσότερα είδη από τους θαμνότοπους και τους οικισμούς (**Διάγραμμα 5.7**).

5.3.8.2. Διαφοροποίηση του πλούτου ειδών μεταξύ οικοτόπων τα καλοκαίρια

Στις καλοκαιρινές ηχογραφήσεις ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών καταγράφηκε σε ένα ποτάμι (11 είδη) και ο μικρότερος σε ένα οικισμό (ένα είδος). Η διαφοροποίηση των τύπων οικοτόπων, όσον αφορά στον πλούτο ειδών, βρέθηκε στατιστικά σημαντική (One – way ANOVA: $F_{4,20}=10,245$, $p<0,001$). Από την post-hoc δοκιμασία προέκυψε ότι οι οικισμοί υποστηρίζουν λιγότερα είδη από τα δάση και τα ποτάμια και ότι τα ποτάμια υποστηρίζουν περισσότερα είδη από όλους τους άλλους τύπους οικοτόπων (**Διάγραμμα 5.7**).

5.3.8.3. Διαφοροποίηση του πλούτου ειδών μεταξύ οικοτόπων τους χειμώνες

Στις χειμερινές ηχογραφήσεις ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών καταγράφηκε σε ένα ποτάμι (5 είδη), ενώ κανένα είδος δεν ηχογραφήθηκε σε ένα δάσος, δύο θαμνότοπους και ένα οικισμό. Η δοκιμασία Kruskal-Wallis έδειξε ότι υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση των αριθμού των ειδών μεταξύ διαφορετικών τύπων οικοτόπων ($H(4)=10,450$, $p<0,05$). Με την επίλυση της Εξίσωσης που δίνεται στη σελίδα 161 βρέθηκε ότι τα ποτάμια είχαν μεγαλύτερο πλούτο ειδών από τους θαμνότοπους (**Διάγραμμα 5.7**).

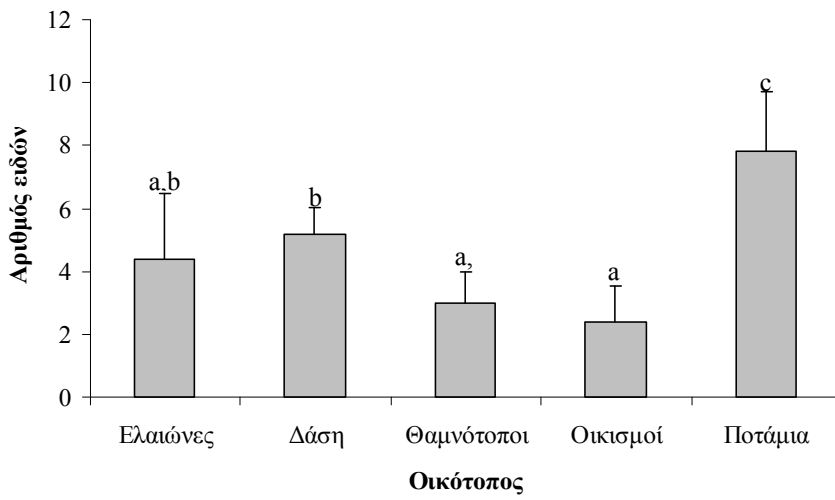
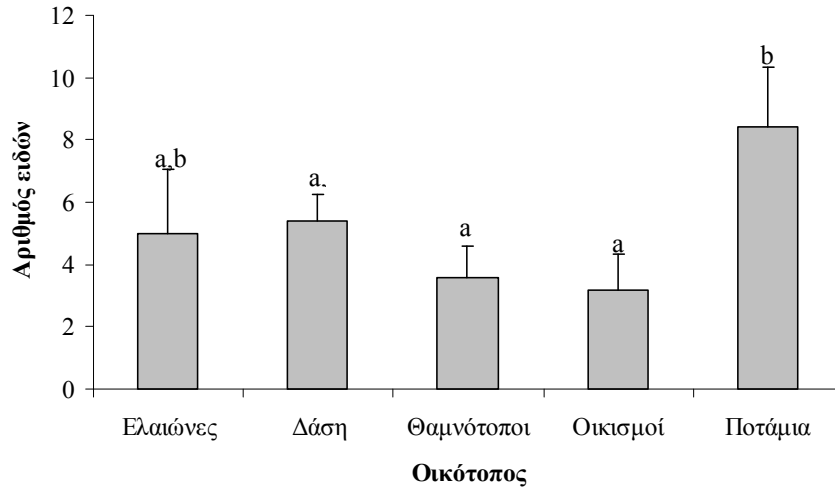
5.3.8.4. Σύγκριση των χειμώνων με τα καλοκαίρια ως προς τον πλούτο ειδών

Σε 21 από τις 25 θέσεις καταγράφηκαν περισσότερα είδη τα καλοκαίρια από ότι τους χειμώνες και σε μία μόνο θέση το αντίστροφο. Η μεγαλύτερη διαφορά βρέθηκε σε ένα ποτάμι, όπου το καλοκαίρι ηχογραφήθηκαν 11 είδη και το χειμώνα τρία.

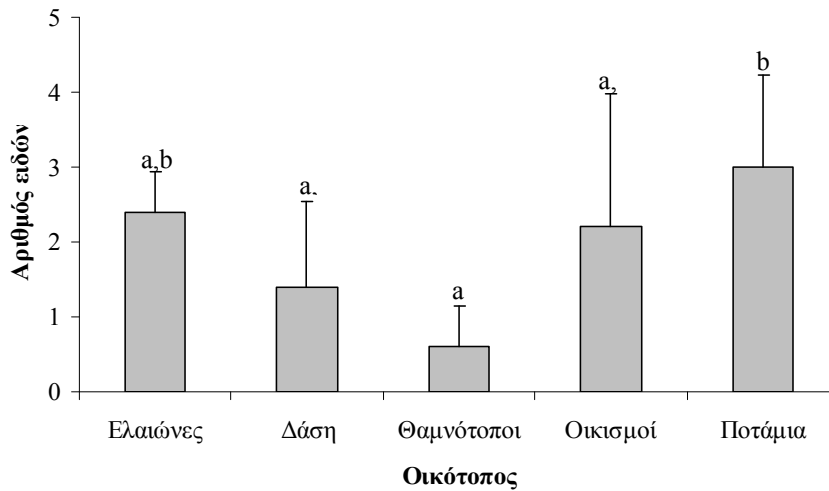
Όταν εξετάστηκαν τα δεδομένα από όλους τους τύπους οικοτόπων μαζί, φάνηκε ότι περισσότερα είδη δραστηριοποιήθηκαν το καλοκαίρι και η διαφορά ήταν μεγάλη και στατιστικά σημαντική (Wilcoxon Signed Ranks Test: $z=3,782$, $r=0,535$, $p<0,001$).

Μεγάλες και στατιστικά σημαντικές διαφορές βρέθηκαν και στα δάση (Paired samples t-test: $t(4)=12,649$, $r=0,99$, $p<0,001$), τους θαμνότοπους (Wilcoxon Signed Ranks Test: $z=2,060$, $r<0,65$, $p<0,05$) και τα ποτάμια (Paired samples t-test: $t(4)=4,5$, $r=0,91$, $p<0,05$) (**Πίνακας 5.4**).

Κεφάλαιο 5. Εποχική και οικολογική διαφοροποίηση της δραστηριότητας



Κεφάλαιο 5. Εποχική και οικολογική διαφοροποίηση της δραστηριότητας



Διάγραμμα 5.7. Αριθμητικός μέσος (average) του αριθμού των ειδών που ηχογραφήθηκαν στις θέσεις των πέντε τύπων οικοτόπων. Πάνω: καλοκαίρια και χειμώνες, μέση: καλοκαίρια, κάτω: χειμώνες. Λοιπές επεξηγήσεις όπως και στο Διάγραμμα 5.1.

Πίνακας 5.4. Δίνεται η σημαντικότητα των διαφορών μεταξύ καλοκαιριού και χειμώνα, όσον αφορά στο σύνολο των διελεύσεων και το σύνολο των βόμβων θήρευσης, τον αριθμό των διελεύσεων για κάθε ένα από τα πιο άφθονα είδη, καθώς και το πλούτο των ειδών.

	Όλοι οι οικότοποι	Ελαιώνες	Δάση Quercus	Θαμνότοποι	Οικισμοί	Ποτάμια
Σύνολο διελεύσεων	+++/**	-	+++/*	+++/**	-	-
Σύνολο βόμβων θήρευσης	+++/**	+++/*	+++/*	+++/*	+++/*	+++/**
<i>P. hanaki</i>	++/**	-	+++/*	-	-	-
<i>H. savii</i>	+++/**	+++/*	+++/*	+++/*	-	+++/*
<i>P. kuhlii</i>	++/**	-	+++/*	-	-	-
<i>T. teniotis</i>	-	-	-	-	-	-
Πλούτος ειδών	+++/**	-	+++/**	+++/*	-	+++/*

++: Μέτρια διαφορά ($0,5 > r > 0,3$)

+++ : Μεγάλη διαφορά ($r > 0,5$)

-: Μη σημαντική διαφορά

*: $p < 0,05$

** : $p < 0,01$

***: $p < 0,001$

5.4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Όλα τα είδη Χειροπτέρων, οι φωνές εντοπισμού των οποίων μπορούν να προσδιοριστούν με σιγουριά, εντοπίστηκαν στα πλαίσια αυτής της μελέτης (Πίνακες 5.1 και 5.5). Επίσης, ηχογραφήθηκε τουλάχιστον ένα είδος του γένους *Plecotus* και το *Eptesicus serotinus* ή το *Nyctalus leisleri*, ή και τα δύο. Σε αυτά τα δύο ζεύγη ειδών, ο προσδιορισμός δεν μπόρεσε να προχωρήσει σε επίπεδο είδους, λόγω της ομοιότητας των φωνών εντοπισμού (Russo and Jones, 2002) και της έλλειψης φωνών αναφοράς για την προετοιμασία των διαφοροποιών αναλύσεων. Για τους ίδιους λόγους δεν μπορούμε να αποκλείσουμε την ηχογράφιση των ειδών *Pipistrellus nathusii* και *Myotis aurascens/mystacinus*, αν και φαίνεται να είναι σπάνια στην Κρήτη. Συνολικά, 13 είδη ηχογραφήθηκαν τα καλοκαίρια και 11 τους χειμώνες.

Το ποσοστό προσδιορισμού σε επίπεδο είδους των διελεύσεων ανήλθε στο 70,14%, αρκετά μικρότερο από αυτό που πέτυχαν οι Russo and Jones (2003) στην Ιταλία. Το μεγαλύτερο ποσοστό των μη προσδιορισμένων διελεύσεων στην Κρήτη αποδόθηκαν στα ζεύγη ειδών *P. kuhlii/H. savii* και *M. schreibersii/P. hanaki* (Πίνακες 5.1 και 5.5). Τα είδη *P. kuhlii*, *H. savii* και *M. schreibersii* είναι παρόντα στην Ιταλία και το *Pipistrellus pipistrellus* που υπάρχει εκεί έχει όμοιες φωνές εντοπισμού με το *P. hanaki*. Εντούτοις, η διαφορά στο ποσοστό προσδιορισμού των διελεύσεων μεταξύ των δύο περιοχών είναι εν μέρει αναμενόμενη, καθώς οι ομοιότητες των φωνών του *P. kuhlii* με αυτές του *H. savii* και των φωνών του *M. schreibersii* με αυτές του *P. hanaki* είναι μεγαλύτερες στην Κρήτη (βλ. Κεφάλαιο 3).

Στα περισσότερα είδη και τους περισσότερους τύπους οικοτόπων παρατηρήθηκε σημαντική ετερογένεια όσον αφορά στον αριθμό των διελεύσεων που ηχογραφήθηκαν. Το γεγονός αυτό είχε ως αποτέλεσμα την άμβλυνση των διαφορών μεταξύ των διαφόρων τύπων οικοτόπων και της έλλειψης στατιστικής σημαντικότητας στις δοκιμασίες σύγκρισής τους (βλ. παρακάτω). Η ετερογένεια αυτή πιθανότατα οφείλεται στην ποικιλομορφία των χαρακτηριστικών των θέσεων κάθε τύπου οικοτόπου, όπως η πυκνότητα της βλάστησης στα δάση και η ηλικία των δέντρων (Erickson and West, 2003; Kusch *et al.*, 2004; Kanuch *et al.*, 2008) και η παρουσία δέντρων στα ποτάμια (Warren *et al.*, 2000). Η πραγματοποίηση δειγματοληψιών σε περισσότερες θέσεις θα συνεισέφερε ενδεχομένως στην επίλυση αυτού του προβλήματος, δεν ήταν όμως δυνατή εδώ, λόγω χρονικών και άλλων περιορισμών της μελέτης. Εξάλλου, δεν είναι δυνατό να βρεθούν αρκετά ποτάμια και δάση μήκους άνω των 2 km στην περιοχή μελέτης, αλλά και στην Κρήτη γενικότερα.

Κεφάλαιο 5. Εποχική και οικοτοπική διαφοροποίηση της δραστηριότητας

Πίνακας 5.5. Συνολικός αρ. διελεύσεων κάθε είδους σε κάθε τύπο οικότοπου, για τις δύο εποχές και συνολικά. Επίσης δίνεται ο αριθμός, ο αριθμητικός μέσος, η τυπ. απόκλιση και το εύρος του αριθμού των ειδών. Μόνο ο ελάχιστος αριθμός ειδών δίνεται σε κάθε περίπτωση.

Είδος	Οικότοπος									
	Ελαιώνες		Δάση <i>Quercus</i>		Θαμνότοποι		Οικισμοί		Πατάμια	
	Θέρους	Χειμώνας	Θέρους	Χειμώνας	Θέρους	Χειμώνας	Θέρους	Χειμώνας	Θέρους	Χειμώνας
<i>R. blasii</i>			3							
<i>R. ferrumequinum</i>	5	1	2	3					32	2
<i>R. hipposideros</i>	1	1	2	2	4	2	6		28	9
<i>M. blythii</i>	1	1	1	1						1
<i>M. capaccinii</i>	2	2	1	1					3	3
<i>M. emarginatus</i>	4	4	1	1	2	2	2	1	23	23
<i>Myotis spp.</i>			1	1		1	1		15	15
<i>H. savii</i>	38	7	45	1	25	25	25	13	82	1
<i>P. kuhlii</i>	31	25	56	20	11	11	11	68	243	34
<i>P. kuhlii/H. savii</i>	25	8	33	53	20	20	20	38	148	11
<i>P. hanaki</i>	6	1	7	260	1	1	1	1	66	7
<i>M. schreibersii</i>	1		1	7				3	4	4
<i>M. schreib/</i>										
<i>P. hanaki</i>	2		2	113	7	120		1	36	36
<i>Eptesicus/</i>										
<i>Nyctalus</i>				5			1	5	19	19
<i>Plecotus spp.</i>				2	2	2			3	3
<i>T. teniotis</i>	2	5	7	4	18	18	18	13	20	2
Απροσδιόριστο	1		1	3	2	5	1	6	20	20
Σύνολο	119	48	167	598	58	656	86	139	742	70
διελεύσεων							4	99	238	812

Κεφάλαιο 5. Εποχική και οικολογική διαφοροποίηση της δραστηριότητας

Σύνολο ειδών	10	6	10	11	4	12	6	3	7	5	5	7	11	8	12
Μ. όρος & Τ. Αποκλ.	4.4 (2.07)	2.4 (0.55)	5 (2.55)	5.2 (0.84)	1.4 (1.14)	5.4 (0.55)	3 (1)	0.6 (0.55)	3.6 (1.34)	2.4 (1.14)	2.2 (1.79)	3.2 (1.3)	3 (1.22)	7.8 (1.92)	8.4 (1.67)
Εύρος αρ. ειδών	2-7	2-3	2-8	4-6	0-3	2-8	2-4	0-1	2-5	1-4	0-4	2-5	6-11	2-5	7-11
Μεση Θερμ.(°C)	24.5-29	10-12.5	10-29	18.5-24.5	6-12	6-24.5	14-26.5	0-10	0-6.5	23-29	9.5-13.5	9.5-29	22-26.5	13-14	13-26.5
Μεση Σχ. Υγρ.(%)	43-60	65-89.5	43-89.5	21-61	65-86	21-86	29-96.5	30-78.5	29-96.5	33-67	52-85	33-85	47-70	63.5-86	47-86

5.4.1. Οικολογικές προτιμήσεις και εποχικότητα στη δραστηριότητα των διαφόρων ειδών

Το πιο άφθονο και ένα από τα πιο κοινά είδη ήταν το *P. kuhlii*, με 466 διελεύσεις (23,79 % του συνόλου), σε 22 θέσεις όλων των τύπων οικοτόπων (**Πίνακας 5.5**). Το 25,69% του συνόλου των βόμβων θήρευσης προήλθαν από αυτό το είδος και ηχογραφήθηκαν, επίσης, σε όλους τους τύπους οικοτόπων. Η παρουσία του σε ποικιλία οικοτόπων έχει τεκμηριωθεί και στην Ιταλία (Russo and Jones, 2003), όπου θεωρείται επίσης αρκετά κοινό (Lanza and Agnelli, 1999). Εξίσου κοινό είναι το είδος αυτό και στο Ισραήλ (Mendelssohn and Yom-Tov, 1999) και την Αλγερία (Kowalski and Rzebik-Kowalska, 1991). Ο ευρύοικος χαρακτήρας του σχετίζεται με την πλαστικότητα των φωνών εντοπισμού, που του επιτρέπουν να αναζητάει την τροφή του σε μία ποικιλία οικοτόπων (Norberg and Rayner, 1987; Berger-Tal *et al.*, 2007).

Η θετική συσχέτιση της δραστηριότητας του είδους αυτού με τη θερμοκρασία και για τις δύο εποχές μαζί, τόσο στο σύνολο των οικοτόπων, όσο και στα δάση και τους υγροτόπους, μάλλον θα πρέπει να αποδοθεί στη χαμηλή δραστηριότητά του τους χειμώνες, οπότε η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη (**Πίνακας 5.5**). Τα καλοκαίρια άλλωστε οι διαφορές της θερμοκρασίας (14 έως 29°C) δεν φάνηκε να επηρεάζουν τη δραστηριότητα του είδους. Το χειμώνα η εικόνα είναι διαφορετική, καθώς στα δάση και τους θαμνότοπους, όπου η θερμοκρασία ήταν χαμηλότερη από αυτή στους άλλους τύπους οικοτόπων, η δραστηριότητα του είδους είναι μηδενική. Αντιθέτως, στα χωριά η μείωση της δραστηριότητάς του το χειμώνα είναι αμελητέα (**Πίνακας 5.5**). Η μείωση της συνολικής δραστηριότητας του είδους αυτού το χειμώνα είναι στατιστικά σημαντική (**Πίνακας 5.4**), ενώ παρόμοια αποτελέσματα προέρχονται και από μελέτες στο Ισραήλ (Carmel and Safriel, 1998; Mendelssohn and Yom-Tov, 1999), την Αίγυπτο (Hoath, 2003) και την Αλγερία (Kowalski and Rzebik-Kowalska, 1991), όπου η χειμερινή δραστηριότητά του είναι περιορισμένη. Η αρνητική συσχέτιση της δραστηριότητάς του με τη σχ. υγρασία στα δάση, πιθανότατα οφείλεται στην αρνητική συσχέτιση της σχ. υγρασίας με τη θερμοκρασία. Αν και το είδος αυτό ηχογραφήθηκε να θηρεύει σε όλους τους τύπους οικοτόπων, η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έδειξε ότι προτιμάει τα ποτάμια και τους οικισμούς και ότι αποφεύγει τους θαμνότοπους. Παρόμοια αποτελέσματα έδωσε και μία αντίστοιχη μελέτη στην Ιταλία (Russo and Jones, 2003) ενώ σε μία περιοχή του Ισραήλ βρέθηκε να έχει ισχυρή προτίμηση στους οικισμούς (Carmel and Safriel, 1998). Παρόμοια αποτελέσματα προέκυψαν και όταν εξετάστηκε η

δραστηριότητα τους είδους το καλοκαίρι και το χειμώνα ξεχωριστά (**Διάγραμμα 5.5**). Εάν συγκρίνουμε τα αποτελέσματα των καλοκαιρινών ηχογραφήσεων με αυτά των ανοιξιάτικων του **Κεφαλαίου 4**, βλέπουμε ότι η αφθονία του *P. kuhlii* στους θαμνότοπους φαίνεται εδώ να είναι πολύ μικρότερη (11 διελεύσεις σε 5 ηχογραφήσεις, έναντι 82 διελεύσεων σε 15 ηχογραφήσεις). Καθώς στα πλαίσια αυτού του κεφαλαίου πραγματοποιήθηκαν ηχογραφήσεις σε θαμνώνες όλων των υψομετρικών ζωνών (όπως ορίστηκαν στο **Κεφάλαιο 4**), είναι πιθανό ότι η διαφορά αυτή στη δραστηριότητα του είδους σχετίζεται με τις κλιματικές συνθήκες. Φαίνεται ότι η δραστηριότητά του στους θαμνότοπους είναι μεγαλύτερη την άνοιξη από ότι το καλοκαίρι και αυτή η υπόθεση έρχεται σε συμφωνία με την παρατήρηση των Zahn *et al.* (2007), ότι στην Πορτογαλία η διαθεσιμότητα της τροφής του *M. myotis* αγγίζει τα χαμηλότερα επίπεδα της το καλοκαίρι, λόγω της ξηρασίας. Τέλος, η περιορισμένη δραστηριότητα του είδους στα δάση πιθανότατα σχετίζεται με το υψόμετρο αυτών (γύρω στα 1000m.a.s.l.), καθώς πιστεύεται ότι προτιμάει τα χαμηλά υψόμετρα (Schober and Grimmberger, 1997). Στην Ιταλία άλλωστε έχει μέτρια αφθονία σε δάση χαμηλού υψομέτρου με *Quercus ilex* (Russo and Jones, 2003).

Το *Pipistrellus hanaki* είναι το δεύτερο πιο άφθονο είδος στους οικοτόπους που εξετάστηκαν, με 386 διελεύσεις (19,70 % του συνόλου), σε 13 θέσεις. Αν και ήταν παρόν σε όλους τους τύπους οικοτόπων, η μεγαλύτερη αφθονία του παρατηρήθηκε στα δάση και τα ποτάμια, όπου και ηχογραφήθηκαν και όλοι οι βόμβοι θήρευσης (33 βόμβοι, 30,27% του συνόλου), ενώ η μικρότερη αφθονία καταγράφηκε στους θαμνότοπους και τους οικισμούς (**Διάγραμμα 5.3**). Καθώς το είδος αυτό απαντάται μόνο στην Κρήτη και τη Λιβύη (Huilva *et al.*, 2007) και περιγράφηκε πρόσφατα (Benda *et al.*, 2004), αυτή η μελέτη είναι η πρώτη που παρέχει πληροφορίες για τις οικολογικές προτιμήσεις του. Το *P. hanaki* είναι στενά συγγενικό με το *P. pygmaeus* (Benda *et al.*, 2004), το οποίο στην Αγγλία αναζητάει την τροφή του κυρίως σε υγροτόπους (Vaughan *et al.*, 1997a), κοντά στους οποίους εντοπίζονται και τα καταφύγια του (Oakeley and Jones, 1998), αν και στην Ιταλία απαντάται συχνά και σε καλλιέργειες καστανιάς, δάση *Quercus ilex* και αρόσιμες εκτάσεις (Russo and Jones, 2003). Συνεπώς, μπορούμε να πούμε ότι τα δύο αυτά είδη έχουν παρόμοιες οικολογικές προτιμήσεις. Αρκετά συγγενικό είναι και το *P. pipistrellus*, το οποίο έχει πιο γενικευμένες θηρευτικές συνήθειες αναζητώντας την τροφή του σε υγροτόπους, δάση, καλλιέργειες και οικισμούς (Vaughan *et al.*, 1997a; Russo and Jones, 2003). Συνεπώς, αν και οι φωνές εντοπισμού του *P. hanaki* μοιάζουν με αυτές του *P. pipistrellus*

(βλ. σχετική συζήτηση στο **Κεφάλαιο 3**), από τα παραπάνω διαφαίνεται ότι το πρώτο είναι επιλεκτικός θηρευτής, όπως και το *P. pygmaeus*, γεγονός που πιθανότατα σχετίζεται με τη στενή συγγενεία τους. Οι κλιματικές συνθήκες (θερμοκρασία, σχετική υγρασία και νεφοκάλυψη) δεν συσχετίστηκαν με τη δραστηριότητα του είδους αυτού σε καμία περίπτωση, αλλά η δραστηριότητά του ήταν σημαντικά υψηλότερη το καλοκαίρι (**Πίνακας 5.2**). Η διαφοροποίηση αυτή μάλλον οφείλεται στο μεγάλο περιορισμό της δραστηριότητας του είδους το χειμώνα στα δάση, αν και σε μία θέση, στις αρχές του Μάρτη του 2009, ηχογραφήθηκαν 35 διελεύσεις. Δυστυχώς, δεν υπάρχουν δημοσιευμένες πληροφορίες για τη χειμερινή δραστηριότητα του είδους αυτού στη Λιβύη, αλλά ούτε και για τη χειμερινή δραστηριότητα του *P. pygmaeus*.

Το *H. savii* ήταν το τρίτο πιο άφθονο είδος σε αυτή τη μελέτη, αλλά το πιο κοινό, με 296 διελεύσεις σε 23 θέσεις σε όλους τους τύπους οικοτόπων (**Πίνακας 5.5**). Οι βόμβοι θήρευσης αυτού του είδους (12 βόμβοι, 11% του συνόλου) ηχογραφήθηκαν επίσης σε όλους τους τύπους οικοτόπων, αλλά μόνο τα καλοκαίρια. Τα δύο τρίτα των διελεύσεων αυτού του είδους ηχογραφήθηκαν στα δάση και τα ποτάμια, αλλά δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη δραστηριότητά του μεταξύ των διαφόρων οικοτόπων, όταν εξετάστηκαν ανεξαρτήτως εποχής. Αντιθέτως, τα καλοκαίρια η δραστηριότητά του ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στα δάση, από ότι στους οικισμούς (**Διάγραμμα 5.4**). Το *H. savii* έχει τουρανο-ευρω-μεσογειακό χωρότυπο και θεωρείται ευρύοικο σε όλη την περιοχή εξάπλωσής του (Hutson *et al.*, 2008m). Μία παρόμοια μελέτη στην Ιταλία όπου είναι αρκετά κοινό (Lanza and Agnelli, 1999), έδειξε ότι στη χώρα αυτή δείχνει προτίμηση στα ποτάμια σε σχέση με τα δάση (Russo and Jones, 2003), γεγονός που έρχεται σε διαφωνία με τα ευρήματα από την Κρήτη. Και σε αυτό το είδος, η δραστηριότητα στους θαμνότοπους είναι μικρότερη το καλοκαίρι από ότι την άνοιξη (25 διελεύσεις σε 5 ηχογραφήσεις, έναντι 107 διελεύσεων σε 15 ηχογραφήσεις, βλ. **Κεφάλαιο 4**), γεγονός που μπορεί να οφείλεται επίσης στην καλοκαιρινή ξηρασία, καθώς οι θαμνώνες είναι πιο ξηροί από τα πρινοδάση και τα ποτάμια. Η δραστηριότητα του *H. savii* (ανεξαρτήτως εποχής) σχετίστηκε θετικά με την θερμοκρασία στο σύνολο των οικοτόπων, αλλά και στους περισσότερους από τους οικοτόπους. Η συσχέτιση αυτή προφανώς συνδέεται με την ιδιαίτερα περιορισμένη δραστηριότητά του τους χειμώνες, οπότε η θερμοκρασία είναι σαφώς χαμηλότερη, τουλάχιστον στα δάση και τους θαμνότοπους (**Πίνακας 5.5**). Περιορισμένη ήταν η χειμερινή δραστηριότητά του και στους ελαιώνες και τα ποτάμια, παρ' όλο που η θερμοκρασία εκεί δεν ήταν ιδιαίτερα χαμηλή (10-12,5 και 13-14 °C,

αντίστοιχα). Δυστυχώς, δεν υπάρχουν δημοσιευμένες πληροφορίες για τη χειμερινή δραστηριότητα του είδους στις υπόλοιπες περιοχές της εξάπλωσής του. Η αρνητική συσχέτιση της δραστηριότητάς του (ανεξαρτήτως εποχής) με τη σχ. υγρασία στο σύνολο των οικοτόπων και τους ελαιώνες, πιθανότατα οφείλεται στην αρνητική συσχέτιση της σχ. υγρασίας με τη θερμοκρασία. Τα καλοκαίρια δεν παρατηρήθηκε καμία συσχέτιση της δραστηριότητάς του με τη θερμοκρασία ή τη σχετική υγρασία.

Το *Tadarida teniotis* ήταν το τέταρτο πιο άφθονο είδος, με 78 διελεύσεις (3,98% του συνόλου) σε 16 θέσεις (**Πίνακας 5.1**). Εξίσου άφθονο και κοινό φαίνεται ότι είναι και στο Ισραήλ (Mendelssohn and Yom-Tov, 1999). Αν και ηχογραφήθηκε σε όλους τους τύπους οικοτόπων (**Πίνακας 5.5**), ο μοναδικός βόμβος θήρευσης αυτού του είδους καταγράφηκε σε ένα οικισμό. Οι μισές σχεδόν διελεύσεις του *Tadarida teniotis* ηχογραφήθηκαν στους θαμνότοπους και τα ποτάμια, αλλά η στατιστική επεξεργασία δεν έδειξε διαφοροποιήσεις στη δραστηριότητά του μεταξύ των διαφόρων τύπων οικοτόπων το καλοκαίρι ή στο σύνολο των ηχογραφήσεων (**Διάγραμμα 5.7**). Το είδος αυτό είναι επίσης ευρύοικο στην Ιταλία (Russo and Jones, 2003), ενώ σε μία παρόμοια μελέτη στη Λέσβο ηχογραφήθηκε μόνο σε ένα ελαιώνα (Papadatou, 2001). Τέλος, στο Ισραήλ φαίνεται να έχει προτίμηση στους οικισμούς και σε μικρότερο βαθμό σε υγροτόπους με φτωχή ή ανύπαρκτη βλάστηση (Carmel and Safriel, 1998). Σε αντίθεση με τα *P. kuhlii* και *H. savii*, η δραστηριότητα του *T. teniotis* δεν φαίνεται να περιορίζεται ιδιαίτερα το καλοκαίρι σε σχέση με την άνοιξη (18 διελεύσεις σε 5 ηχογραφήσεις, έναντι 69 διελεύσεων σε 15 ηχογραφήσεις, βλ. **Κεφάλαιο 4**) και συνεπώς φαίνεται να είναι πιο ανθεκτικό στην ξηρασία. Η θετική συσχέτιση της δραστηριότητάς του με τη θερμοκρασία, σε όλους τους οικοτόπους και όλες τις εποχές, πιθανότατα συνδέεται με την περιορισμένη δραστηριότητα που παρατηρήθηκε το χειμώνα, αν και οι διαφορές μεταξύ των δύο εποχών δεν ήταν στατιστικά σημαντικές (**Πίνακας 5.4**). Δυστυχώς, δεν υπάρχουν δημοσιευμένες πληροφορίες για τη χειμερινή δραστηριότητα του είδους από τις άλλες περιοχές της εξάπλωσής του με εξαίρεση την Ιταλία όπου είναι δραστήριο καθ' όλη τη διάρκεια του έτους (Lanza and Agnelli, 1999).

Τα είδη του γένους *Myotis* δεν ήταν ιδιαίτερα άφθονα: 60 μόνο διελεύσεις ηχογραφήθηκαν σε δέκα θέσεις όλων των τύπων οικοτόπων, αλλά οι 45 από αυτές καταγράφηκαν στα ποτάμια. Η ιδιαίτερα χαμηλή δραστηριότητα του *M. blythii* ήταν απροσδόκητη, καθώς αποτελεί ένα από τα πιο κοινά και άφθονα είδη της Κρήτης (βλ. **Κεφάλαιο 2**). Το είδος αυτό κυνηγάει σε λειβαδικές συνήθως εκτάσεις (Arlettaz, 1999) και συχνά

τρέφεται με εδαφόβια έντομα (Schober and Grimmberger, 1997), οπότε θα ήταν αναμενόμενη η παρουσία του τουλάχιστον στους θαμνότοπους. Παραδόξως όμως, δεν ηχογραφήθηκε ούτε στον ποταμό Μουσέλα, κοντά στον οποίο βρίσκεται μία από τις μεγαλύτερες αναπαραγωγικές αποικίες του. Το πιο άφθονο είδος του γένους ήταν το *M. emarginatus* με 31 διελεύσεις οι περισσότερες στα ποτάμια (**Πίνακας 5.5**), αν και πιστεύεται ότι προτιμάει τους θαμνότοπους και τα λιβάδια (Hutson *et al.*, 2008k).

Σχετικά σπάνια ήταν και τα είδη του γένους *Rhinolophus*, αν και είναι από τα πιο άφθονα σπηλαιόβια είδη (βλ. **Κεφάλαιο 2**). Το γεγονός αυτό πιθανότατα οφείλεται στο ότι οι φωνές εντοπισμού των ειδών αυτών ηχογραφούνται σχετικά δύσκολα (Vaughan *et al.*, 1997a; Russo and Jones, 2003). Το πιο άφθονο είδος του γένους ήταν το *R. hipposideros* με 45 διελεύσεις (**Πίνακας 5.5**). Οι 37 από αυτές ηχογραφήθηκαν στα ποτάμια, οι 26 σε μία μόνο θέση. Πρόκειται για είδος που αναζητάει την τροφή του σε φυτοφράκτες και δάση (Jones and Rayner, 1989; Bontadina *et al.*, 2002; Holzhaider *et al.*, 2002; Motte and Libois, 2002) και η προτίμησή του σε περιοχές με παραποτάμια βλάστηση στην Κρήτη πιθανότατα σχετίζεται με την αυξημένη συγκέντρωση εντόμων εκεί. Τριάντα δύο διελεύσεις του *R. ferrumequinum* ηχογραφήθηκαν, οι περισσότερες στα ποτάμια (**Πίνακας 5.5**). Το είδος αυτό αναζητάει την τροφή του κοντά σε ψηλούς θάμνους και δέντρα, συχνά στις άκρες δασών (Jones and Rayner, 1989; Ransome and Hutson, 2002). Και σε αυτό το είδος, η προτίμησή του σε περιοχές με παραποτάμια βλάστηση στην Κρήτη πιθανότατα σχετίζεται με την αυξημένη συγκέντρωση εντόμων εκεί. Στη Λέσβο άλλωστε, η συντριπτική πλειοψηφία των ατόμων του γένους ηχογραφήθηκαν σε ποτάμια (Papadatou, 2001).

Απροσδόκητη είναι και η περιορισμένη αφθονία του *Miniopterus schreibersii*, το οποίο είναι από τα πιο άφθονα σπηλαιόβια είδη στην Κρήτη (βλ. **Κεφάλαιο 2**). Το είδος αυτό θεωρείται ότι αναζητάει την τροφή του σε μία ποικιλία ενδιαιτημάτων (Schober and Grimmberger, 1997; Lanza and Agnelli, 1999; Russo and Jones, 2003; Hutson *et al.*, 2008a) και συνεπώς η παρουσία του στους οικοτόπους που μελετήθηκαν εδώ θα μπορούσε να ήταν υψηλότερη.

Τέλος, το γεγονός ότι πολύ λίγες διελεύσεις των ειδών του γένους *Plecotus* εντοπίστηκαν σε αυτή τη μελέτη είναι εν μέρει αναμενόμενο, καθώς τα είδη αυτά είναι σχετικά σπάνια στην Κρήτη (**Κεφάλαιο 2**) και οι φωνές εντοπισμού αυτών ηχογραφούνται δύσκολα (Vaughan *et al.* 1997a; Russo and Jones, 2003).

5.4.2. Σύγκριση των οικοτόπων ως προς την αξία τους για τα χειρόπτερα

Ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών στα πλαίσια αυτής της μελέτης καταγράφηκε στα ποτάμια και τα δάση (από 12 είδη, **Πίνακας 5.5**). Επίσης, σε αυτούς του οικοτόπους καταγράφηκαν τα 2/3 του συνόλου των διελύσεων (**Διάγραμμα 5.1**), αν και οι διαφορές τους με τους ελαιώνες και τους οικισμούς δεν ήταν στατιστικά σημαντικές (ούτε και των δασών με τους θαμνότοπους).

Το πιο άφθονο είδος στα ποτάμια είναι το *P. kuhlii*, ενώ αρκετά άφθονα είναι και τα *H. savii* και *P. hanaki*. Λιγότερο άφθονα είναι τα *M. emarginatus*, *R. ferrumequinum*, *R. hipposideros* και *T. teniotis* (**Πίνακας 5.5**). Η αυξημένη σημασία των υγροτόπων για τις νυχτερίδες έχει τεκμηριωθεί σε μία σειρά από μελέτες στην Αγγλία (Vaughan *et al.*, 1997a), τη Μ. Βρετανία στο σύνολό της (Walsh and Harris, 1996a, b), την Ιταλία (Russo and Jones, 2003), το Ισραήλ (Carmel and Safriel, 1998) και τη Λέσβο (Paradatou, 2001). Τόσο στις παραπάνω περιοχές, όσο και στην Κρήτη, οι υγρότοποι καταλαμβάνουν μία πολύ μικρή έκταση, αλλά συγκεντρώνουν σημαντικό μέρος της δραστηριότητας των Χειροπτέρων. Η προτίμηση που δείχνουν στους υγροτόπους είδη εξειδικευμένα (*P. hanaki*, *Rhinolophus* spp., *M. emarginatus*), όσο και κάποια ευκαιριακά (*P. kuhlii*, *H. savii*, *T. teniotis*) πιθανότατα συνδέεται με αντίστοιχη αυξημένη αφθονία εντόμων, κυρίως αυτών που έχουν υδρόβια προνυμφικά στάδια (Walsh and Harris, 1996b). Η υποβάθμιση των υγροτόπων πιστεύεται ότι επηρεάζει την αξία τους για τις νυχτερίδες (Stebbing, 1988) και μία μελέτη στην Αγγλία έδειξε ότι η απόρριψη οικιακών λυμάτων σε ποτάμια ευθύνεται για την μείωση της δραστηριότητας των ατόμων του γένους *Pipistrellus*, ενώ αντίθετες επιπτώσεις έχει σε αυτά του γένους *Myotis* (Vaughan *et al.*, 1996). Τα παραπάνω καταδεικνύουν την ανάγκη για ορθολογική διαχείριση των υγροτόπων της Κρήτης και έλεγχο των ανθρώπινων παρεμβάσεων σε αυτούς, κάτι το οποίο δεν έχει γίνει μέχρι στιγμής.

Σε αντίθεση με τα ποτάμια, η υψηλή δραστηριότητα στα πρινοδάση οφείλεται κατά κύριο λόγο στην μεγάλη αφθονία του *P. hanaki* και σε μικρότερο βαθμό στο *H. savii*. Όλα τα άλλα είδη που εντοπίστηκαν εκεί είχαν μικρή αφθονία (**Πίνακας 5.5**). Η μεγάλη σημασία των δασών (με εξαίρεση τα μεσογειακά κωνοφόρα) έχει τονιστεί και σε άλλες μελέτες (Walsh and Harris, 1996b; Vaughan *et al.*, 1997a; Carmel and Safriel, 1998; Russo and Jones, 2003). Η Κρήτη είναι από τις λίγες περιοχές όπου το *Quercus coccifera* παίρνει δενδρώδη μορφή και το *P. hanaki* φαίνεται να

εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα σπάνια αυτά δάση. Δυστυχώς, δεν υπάρχουν πληροφορίες για τις οικολογικές προτιμήσεις του είδους στην Λιβύη, οι οποίες θα μας επέτρεπαν να εξετάσουμε τη σχέση του με τις δασικές εκτάσεις σε μια ευρύτερη χωρική κλίμακα. Σε κάθε περίπτωση, η περιορισμένη εμφάνιση των δασών *Quercus coccifera* και η σημασία τους για το *P. hanaki* τονίζουν την ανάγκη για προστασία αυτού του ιδιαίτερου τύπου οικοτόπου.

Στους οικισμούς εντοπίστηκαν επτά είδη με μέτρια συνολικά αφθονία. Σχεδόν οι μισές διελεύσεις που ηχογραφήθηκαν προήλθαν από το *P. kuhlii*, ενώ δεύτερο σε αφθονία ήταν το *T. teniotis*, επίσης είδος με γενικευμένες θηρευτικές συνήθειες. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν προκύψει και από σχετικές μελέτες στο Ισραήλ (Carmel and Safriel, 1998), τη Λέσβο (Paradatou, 2001) και την Ιταλία (Russo and Jones, 2003). Η σημασία της βλάστησης εντός των κατοικημένων περιοχών για τις νυχτερίδες έχει καταδειχθεί σε διάφορες μελέτες (π.χ. Gaisler *et al.*, 1998). Στην παρούσα μελέτη η μεγαλύτερη δραστηριότητα καταγράφηκε στους οικισμούς που είχαν πλουσιότερη βλάστηση εντός τους ή στα όριά τους, αλλά το δείγμα δεν ήταν αρκετά μεγάλο για την πραγματοποίηση σχετικής ανάλυσης. Όταν η ηχογράφηση γίνονταν κατά μήκος κεντρικών δρόμων η δραστηριότητα ήταν μικρότερη, πιθανότατα λόγω του θορύβου από τα διερχόμενα οχήματα, μέρος του οποίου βρίσκεται στο υπερηχητικό φάσμα. Εάν οι ηχογραφήσεις γίνονταν κατά μήκος διαδρομών με λιγότερο θόρυβο, ενδεχομένως η καταγραφόμενη συνολική δραστηριότητα να ήταν υψηλότερη, αλλά κάτι τέτοιο δεν ήταν δυνατόν στην περιοχή μελέτης, καθώς όλα τα χωριά είναι σχετικά μικρά για να διαθέτουν εναλλακτικές διαδρομές και το δείγμα που εξετάστηκε εδώ ήταν πολύ μικρό και για αυτού του είδους την ανάλυση.

Στους ελαιώνες ηχογραφήθηκαν σχετικά πολλά είδη (τουλάχιστον 10), αλλά η συνολική αφθονία ήταν περιορισμένη και τα 2/3 αυτής προήλθε από τα είδη *P. kuhlii* και *H. savii*, ενώ όλα τα υπόλοιπα είδη ήταν σπάνια. Μεγάλος αριθμός ειδών και περισσότερες διελεύσεις από τα πλατύφυλλα δάση ηχογραφήθηκαν και στους ελαιώνες της Ν. Ιταλίας από τους Russo and Jones (2003), αλλά τα πιο δραστήρια είδη εκεί ήταν το *P. kuhlii* και το *M. schreibersii*, ενώ το *H. savii* ήταν σχετικά σπάνιο. Σε μία παρόμοια άλλωστε, μελέτη στη Λέσβο, το πιο άφθονο είδος στους ελαιώνες ήταν το *P. pipistrellus* ή/και το *P. pygmaeus* (Paradatou, 2001). Σε μία συγκριτική μελέτη στη Ζάκυνθο οι Davy *et al.* (2007) δεν διαπίστωσαν διαφορές στη ποικιλότητα και την αφθονία των Χειροπτέρων σε ελαιώνες, συστάδες *Pinus halepensis* και *Quercus ilex*. Στην ίδια μελέτη βρέθηκε ότι ένας ετήσιος ψεκασμός των ελαιώνων δεν είχε επιπτώσεις στη δραστηριότητα

Κεφάλαιο 5. Εποχική και οικολογική διαφοροποίηση της δραστηριότητας

των Χειροπτέρων, αλλά δεν γνωρίζουμε τις επιπτώσεις των εντατικότερων ψεκασμών που λάμβαναν χώρα στο παρελθόν στην Κρήτη και σε άλλες περιοχές της νότιας Ελλάδας. Από μία αντίστοιχη μελέτη στην Αγγλία και την Ουαλία (Wickramasinghe *et al.*, 2003), προέκυψε ότι οι οργανικές καλλιέργειες (βοσκοτόπια, αρόσιμες εκτάσεις και δενδροκαλλιέργειες) υποστηρίζουν περισσότερα είδη Χειροπτέρων και σε μεγαλύτερη αφθονία.

Τέλος, στους θαμνώνες ηχογραφήθηκαν επτά μόλις είδη και η συνολική αφθονία ήταν χαμηλότερη από ότι σε όλους τους άλλους τύπους οικοτόπων (**Πίνακας 5.5**). Τα πιο άφθονα είδη εκεί ήταν τα *P. kuhlii*, *H. savii* και *T. teniotis*, τα οποία έχουν γενικευμένες θηρευτικές συνήθειες. Τόσο ο αριθμός των ειδών, όσο και η συνολική δραστηριότητα τα καλοκαίρια ήταν σαφώς μικρότερα από ότι τις ανοίξεις: έξι είδη και 82 διελεύσεις σε πέντε ηχογραφήσεις τα καλοκαίρια, έναντι 11 είδη και 469 διελεύσεις σε 15 ηχογραφήσεις τις ανοίξεις (**Κεφάλαιο 4**). Τα είδη που δεν ηχογραφήθηκαν τα καλοκαίρια στους θαμνότοπους (*R. blasii*, *R. ferrumequinum*, *M. blythii*, *M. caraccinii* και *M. schreibersii*) ήταν σπάνια και τις ανοίξεις (**Πίνακας 4.1**) και ίσως θα εντοπιζόντουσαν τα καλοκαίρια εάν γινόντουσαν ηχογραφήσεις σε περισσότερες θέσεις. Παρά το ενδεχόμενο αυτό, η δραστηριότητα τα καλοκαίρια είναι πιο περιορισμένη, ιδίως στα πιο άφθονα *P. kuhlii* και *H. savii*, αλλά και στο ζεύγος *E. serotinus/N. leisleri*. Το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται στην καλοκαιρινή ξηρασία, ή οποία ενδεχομένως επηρεάζει τα έντομα ή και τις νυχτερίδες αυτές καθαυτές οι οποίες μπορεί να αντιμετωπίζουν πρόβλημα αφυδάτωσης στους θαμνότοπους. Σε κάθε περίπτωση, από τις παρατηρήσεις αυτού του κεφαλαίου προκύπτει ότι και τα καλοκαίρια οι θαμνότοποι της Κρήτης υποστηρίζουν εν μέρει κάποια είδη Χειροπτέρων, σε αντίθεση με τα μεσογειακά παράλια του Ισραήλ, όπου καμία νυχτερίδα δεν εντοπίστηκε σε αυτό το είδος οικοτόπου (Carmel and Safriel, 1998).

5.4.3. Εποχική διαφοροποίηση της δραστηριότητας των Χειροπτέρων

Τα μόνα είδη που ηχογραφήθηκαν τα καλοκαίρια αλλά όχι τους χειμώνες ήταν το *R. blasii* και αυτά του ζεύγους *E. serotinus/N. leisleri* (**Πίνακας 5.5**). Εν τούτοις, ο πλούτος των ειδών ήταν σημαντικά υψηλότερος τα καλοκαίρια, στο σύνολο των οικοτόπων και στους περισσότερους από αυτούς, γεγονός που αντικατοπτρίζεται στη μειωμένη δραστηριότητα των περισσότερων ειδών τους χειμώνες (**Πίνακας 5.4**). Επίσης, η συνολική θηρευτική δραστηριότητα ήταν πολύ και σημαντικά χαμηλότερη τους

χειμώνες σε όλους τους οικοτόπους, ενώ αντίστοιχη μείωση παρατηρήθηκε στη δραστηριότητα όλων των ειδών, πλην του *T. teniotis* (**Πίνακας 5.4**), το οποίο τους χειμώνες δραστηριοποιείται σε σημαντικό βαθμό και στην Ιταλία (Lanza and Agnelli, 1999). Το είδος στο οποίο η δραστηριότητα περιορίζεται περισσότερο το χειμώνα είναι το *H. savii*, αν και ηχογραφήθηκε σε όλους τους τύπους οικοτόπων το χειμώνα (**Πίνακας 5.5**). Στα είδη *P. kuhlii* και *P. hanaki*, η δραστηριότητα περιορίστηκε σημαντικά μόνο στα πρινοδάση, αλλά και στο σύνολο των οικοτόπων, όταν αυτοί εξετάστηκαν μαζί.

Η μεγαλύτερη μείωση της συνολικής δραστηριότητας κατά τους χειμώνες, παρατηρήθηκε στα δάση και τους θαμνότοπους (**Πίνακες 5.4 και 5.5**). Οι οικοτόποι αυτοί έχουν το μεγαλύτερο μέσο υψόμετρο (993 και 935 m.a.s.l. αντίστοιχα) και η παρατηρούμενη μείωση μπορεί να αποδοθεί στις χαμηλές θερμοκρασίες αυτήν την εποχή, σε συμφωνία με τη θετική συσχέτιση της δραστηριότητας ορισμένων ειδών με τη θερμοκρασία. Στα ποτάμια η δραστηριότητα ήταν επίσης πολύ μειωμένη τους χειμώνες, αλλά η διαφορά αυτή δεν ήταν στατιστικά σημαντική, ίσως λόγω της μεγάλης ετερογένειας στον αριθμό των διελεύσεων το καλοκαίρι. Η θερμοκρασία κατά τις χειμερινές ηχογραφήσεις εκεί ήταν πάντα ίση ή μεγαλύτερη των 13 °C, γεγονός που ίσως επίσης σχετίζεται με την απουσία σημαντικών διαφορών με το καλοκαίρι. Σχετικά υψηλή ήταν η θερμοκρασία κατά τις χειμερινές ηχογραφήσεις και στους ελαιώνες και τους οικισμούς (**Πίνακας 5.5**), γεγονός που επίσης φαίνεται να ευθύνεται για το ότι η μείωση της δραστηριότητας στους οικοτόπους αυτούς δεν ήταν σημαντική (με εξαίρεση το *H. savii* στους ελαιώνες).

Συνοψίζοντας, σε όλα τα είδη η χειμερινή δραστηριότητα είναι μικρότερη από την καλοκαιρινή. Σε κάποια από αυτά και σε κάποιους οικοτόπους, αλλά και στο σύνολο των ειδών και των οικοτόπων οι διαφορές μεταξύ των δύο οικοτόπων είναι στατιστικά σημαντικές. Χειμερινή δραστηριότητα παρατηρήθηκε σε όλα τα είδη, εκτός από το ζευγάρι *E. serotinus/N. leisleri* και το *R. blasii*, το τελευταίο όμως έχει παρατηρηθεί να εξέρχεται από τα καταφύγιά του (βλ. **Κεφάλαιο 2**) και συνεπώς τρέφεται κατά τους χειμερινούς μήνες, παρ' όλο που δεν ηχογραφήθηκε στα πλαίσια αυτού του κεφαλαίου. Χειμερινή δραστηριότητα έχει παρατηρηθεί σε ορισμένα είδη και σε διάφορες περιοχές της Ευρώπης (Ransome, 1971; Avery, 1985; 1986; Ibanez, 1997; Kanuch *et al.*, 2005; Rodrigues and Palmeirim, 2008), αλλά και στην Αλγερία (Gaisler, 1984; Kowalski and Rzebik-Kowalska, 1991), την Αίγυπτο (Hoath, 2003) και το Ισραήλ (Carmel and Safriel, 1998; Mendelssohn and Yom-Tov, 1999). Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις, η ένταση της δραστηριότητας σχετίζεται θετικά με τη θερμοκρασία, όπως βρέθηκε

και στην Κρήτη. Αν και είναι δύσκολο να συγκρίνουμε την ένταση της χειμερινής δραστηριότητας στην Κρήτη με άλλες περιοχές, λόγω του ότι το ζήτημα έχει προσεγγιστεί με διαφορετική μεθοδολογία σε κάθε μελέτη, δεν φαίνεται να επιβεβαιώνονται απόλυτα οι παρατηρήσεις του McNab (1974), ότι ο βαθμός χρήσης του λήθαργου (και συνεπώς και η δραστηριότητα) διαφοροποιούνται με το γεωγραφικό πλάτος. Παρόλο που δεν έχει εξεταστεί η δραστηριότητα των Χειροπτέρων στις νοτιότερες περιοχές της Κρήτης, όπου οι θερμοκρασίες είναι υψηλότερες (Πέννας, 1977), οι μετακινήσεις των νυχτερίδων του νησιού προς αυτή την περιοχή κατά το χειμώνα δεν είναι πολύ πιθανές, καθώς η περιοχή αυτή έχει την μικρότερη πρωτογενή παραγωγικότητα στο νησί.

Οι πιο απαιτητικές ενεργειακά φάσεις του ετήσιου κύκλου των νυχτερίδων είναι η ύστερη κυοφορία και η γαλουχία για τα θηλυκά και η σπερματογένεση και το ζευγάρωμα για τα αρσενικά (Racey and Entwistle, 2000; Speakman and Thomas, 2003). Εάν στην Κρήτη οι νυχτερίδες ήταν πλήρως δραστήριες τους χειμώνες, τότε αυτό θα μπορούσε να έχει ως συνέπεια την πραγματοποίηση των γεννήσεων πολύ νωρίτερα, μέσα στην άνοιξη ή και το χειμώνα, όπως έχει παρατηρηθεί στο *M. myotis* στην Ισπανία (Ibanez, 1997). Το γεγονός ότι οι χειμώνες στην Κρήτη είναι πιο ήπιοι δεν σημαίνει κατ' ανάγκη ότι και η διαθεσιμότητα της τροφής είναι αρκετή για να στηρίξει τις πιο ενεργοβόρες λειτουργίες των διαφόρων ειδών, νωρίτερα από το καλοκαίρι. Η μύγα της Μεσογείου (*Ceratitis capitata*) στην Κρήτη είναι δραστήρια και αναπαράγεται ακόμα και το χειμώνα, σε αντίθεση με την κεντρική και βόρεια Ελλάδα (Mavrikakis *et al.*, 2000), αλλά είναι άγνωστο εάν το ίδιο συμβαίνει και με άλλα έντομα τα οποία συμπεριλαμβάνονται στο διαιτολόγιο των Χειροπτέρων. Στην Κύπρο, η οποία βρίσκεται στο ίδιο γεωγραφικό πλάτος με την Κρήτη, οι εντομοφάγες νυχτερίδες γεννούν το Μάιο και τον Ιούνιο, ενώ η φρουτοφάγος *Rousettus aegyptiacus* γεννάει όλο το χρόνο (Χ. Νικολάου, προσωπική επικοινωνία). Το γεγονός αυτό καταδεικνύει τη σημασία της εποχικότητας στη διαθεσιμότητα τροφής, ακόμα και στα νησιά της Μεσογείου, καθώς οι καρποί και τα φρούτα αποτελούν μια μάλλον πιο σταθερή πηγή τροφής σε σύγκριση με τα ιπτάμενα έντομα. Η σημασία της διαθεσιμότητας τροφής, άσχετα ή σε συνδυασμό με τη θερμοκρασία, έχει βρεθεί ότι παίζει σημαντικό ρόλο στη χειμερινή δραστηριότητα των νυχτερίδων (O'Donnell, 2000; Wojciechowski *et al.*, 2007), αλλά και στο χρονισμό των γεννήσεων (Arlettaz *et al.*, 2001). Είναι πιθανό ότι και στα νησιά της Μεσογείου η φαινολογία των ιπτάμενων εντόμων παρουσιάζει έντονη εποχικότητα, χωρίς όμως να υπάρχουν αρκετά διαθέσιμα στοιχεία που να τεκμηριώνουν αυτή την υπόθεση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΓΕΝΙΚΗ ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας μελέτης η Κρήτη καθίσταται το πλέον μελετημένο νησί της Μεσογείου, όσον αφορά στην κατανομή και την οικολογία των χειροπτέρων και τα χαρακτηριστικά των υπερήχων τους. Οι πληροφορίες που προστίθενται εδώ, βελτιώνουν τις γνώσεις μας σχετικά με τη γεωγραφική και υψομετρική εξάπλωση των διαφόρων ειδών στο νησί, αλλά και παρέχουν σημαντικές πληροφορίες για τις θέσεις και τη δυναμική των αποικιών αρκετών από αυτά.

Όπως έχει βρεθεί και σε άλλες περιοχές της νότιας Ευρώπης, αρκετά είδη (*Rhinolophus blasii*, *R. ferrumequinum*, *R. hipposideros*, *M. blythii*, *M. caraccinii*, *Myotis emarginatus* και *Miniopterus schreibersii*) χρησιμοποιούν τα σπήλαια όχι μόνο ως μεταβατικά καταφύγια, αλλά και ως «βρεφοκομεία», σε αντίθεση με τη βόρεια Ευρώπη, όπου οι γεννήσεις και η ανατροφή των νεογνών πραγματοποιούνται κυρίως σε ανθρώπινες κατασκευές (Schober and Grimmberger, 1997). Στα περισσότερα από τα παραπάνω είδη οι γεννήσεις πραγματοποιούνται πιο νωρίς στην Κρήτη από ότι στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη (Schober and Grimmberger, 1997): δύο εβδομάδες νωρίτερα στα *Myotis emarginatus* και *Miniopterus schreibersii*, έως 3 εβδομάδες στο *Rhinolophus ferrumequinum* και έως 4 εβδομάδες στο *R. hipposideros*. Το *Myotis caraccinii*, το οποίο κατανέμεται στη Μεσόγειο, γεννάει στην Κρήτη το Μάιο, όπως και στον Έβρο (Paradatou, 2006), ενώ για τα υπόλοιπα 12 είδη της Κρήτης δεν υπάρχουν αρκετές διαθέσιμες πληροφορίες που θα επέτρεπαν σύγκριση με άλλες περιοχές. Αν και οι πληροφορίες που έχουμε σχετικά με το χρονισμό των γεννήσεων στην Κρήτη είναι ακόμα ελλιπέστατες, τα παραπάνω συνιστούν σοβαρή ένδειξη για το ότι οι πρωιμότερες γεννήσεις στο νησί είναι καθολικό φαινόμενο. Οι καιρικές συνθήκες των ανοιξιάτικων μηνών έχει βρεθεί ότι επηρεάζουν τις ημερομηνίες των γεννήσεων στο *R. ferrumequinum* (Ransome and McOwat, 1994) και καθώς το κλίμα της Κρήτης είναι θερμότερο από αυτό των βορειότερων περιοχών, η παραπάνω υπόθεση φαίνεται προφανής, αν και περισσότερη έρευνα χρειάζεται για την επιβεβαίωσή της.

Τα σπήλαια σε περιοχές με μέτριο ή χαμηλό υψόμετρο, χρησιμοποιούνται και τους χειμώνες από τα είδη *Rhinolophus blasii*, *R. ferrumequinum*, *R. hipposideros* και *Miniopterus schreibersii*, τα οποία την ημέρα πέφτουν σε

λήθαργο, αλλά το βράδυ βγαίνουν για να αναζητήσουν τροφή, όταν ο καιρός το επιτρέπει. Αντιθέτως, το *Myotis blythii* το χειμώνα απαντάται μόνο σε σπήλαια μεγάλου υψομέτρου (άνω των 1450 m), όπου διαχειμάζει πέφτοντας σε παρατεταμένο λήθαργο. Τα είδη *Myotis caraccinii* και *M. emarginatus*, αν και τους θερμούς μήνες εντοπίζονται σε σπήλαια και ορυχεία, σε προφανή σημεία το χειμώνα είναι απόντα από τις θέσεις αυτές. Πιθανότατα μετακινούνται σε σπήλαια μεγάλου υψομέτρου όπου διαχειμάζουν, όπως και το *M. blythii*, αλλά οι θέσεις αυτές δεν έχουν βρεθεί ακόμα.

Τα πιο σπάνια είδη Χειροπτέρων της Κρήτης είναι τα *Pipistrellus nathusii*, *Nyctalus leisleri* και *Myotis mystacinus/aurascens*, τα οποία έχουν το νότιο όριο της κατανομής τους εδώ. Καθώς μόνο αρσενικά άτομα έχουν συλληφθεί από τα δύο πρώτα είδη, είναι πιθανό ότι η παρουσία τους στην Κρήτη δεν είναι μόνιμη, αλλά μεταναστεύουν (P. Benda, προσωπική επικοινωνία). Σπάνια είναι και τα *Plecotus kolombatovici* και *Plecotus macrobullaris*, αν και η Κρήτη βρίσκεται στο κέντρο της κατανομής τους. Εν τούτοις, η σπανιότητά τους μάλλον δεν θα πρέπει να μας εντυπωσιάζει, καθώς τα είδη αυτά δεν είναι κοινά ούτε στην υπόλοιπη Ευρώπη (Hutson *et al.*, 2008b, c). Τα πιο κοινά είδη της Κρήτης είναι τα *Rhinolophus ferrumequinum*, *Myotis blythii* και *Miniopterus schreibersii*, το κέντρο της κατανομής των οποίων είναι κοντά στο νησί. Η διαθεσιμότητα των θέσεων φωλιάσματος παίζει καθοριστικό ρόλο στην κατανομή και αφθονία των Χειροπτέρων παγκοσμίως (Kunz, 1982), και τα τυπικά σπηλαιόβια αυτά είδη φαίνεται να επωφελούνται από την αφθονία των σπηλαιίων του νησιού. Τα είδη αυτά έχουν εντοπιστεί σε αρκετά σπήλαια του νησιού και σχηματίζουν μεγάλες αποικίες, αλλά στις ηχογραφήσεις σπανίζουν, γεγονός αναμενόμενο για το *R. ferrumequinum* (Vaughan *et al.*, 1997a), αλλά όχι και για τα άλλα δύο. Αρκετά κοινά και άφθονα είναι και τα *Hypsugo savii*, *Pipistrellus hanaki*, *Pipistrellus kuhlii* και *Tadarida teniotis*, τα οποία επίσης κατανέμονται στις περιοχές γύρω από την Κρήτη και έχουν γενικευμένες θηρευτικές συνήθειες. Τα παραπάνω είδη, αντίθετα με τα σπηλαιόβια, είναι τα πιο άφθονα στις ηχογραφήσεις, αλλά ελάχιστα είναι γνωστά για τα καταφύγιά τους, καθώς πιθανότατα φωλιάζουν σε σχισμές βράχων, δέντρα και μικρά διάκενα σε κτίσματα (Schober and Grimmberger, 1997), τα οποία είναι δύσκολο να επιθεωρηθούν εκτενώς. Με εξαίρεση λοιπόν το *Pipistrellus hanaki*, όλα τα υπόλοιπα κοινά και άφθονα είδη της Κρήτης είναι χαρακτηριστικά είδη της Μεσογείου, αρκετά κοινά στις γύρω περιοχές.

Τριάντα τρία είδη Χειροπτέρων έχουν βρεθεί στα πέντε μεγαλύτερα νησιά της Μεσογείου και την Πελοπόννησο (**Πίνακας 2.4**). Πέντε από αυτά τα είδη (*Nyctalus noctula*, *N. lasiopterus*, *Myotis bechsteinii*, *M. nattereri* και *Barbastella barbastellus*) δεν απαντώνται στην Κρήτη, λόγω ίσως της εξάρτησής τους από τα δάση με υγρό κλίμα (Horáček *et al.*, 2000) που σπανίζουν εδώ, αν και τα *N. lasiopterus* και *M. nattereri* έχουν βρεθεί στην Κύπρο (Benda *et al.*, 2007). Η απουσία των υπολοίπων 11 «μεσογειακών» ειδών από το νησί, ίσως οφείλεται σε ιστορικούς παράγοντες ή/και την μακρόχρονη απομόνωση της Κρήτης από την ηπειρωτική Ελλάδα. Από την άλλη, τα σπηλαιόβια *Rhinolophus euryale*, *Rhinolophus mehelyi*, *Myotis myotis*, αλλά και το ευρύοικο *Pipistrellus pipistrellus*, θα μπορούσαν ενδεχομένως να έλθουν εδώ από την Πελοπόννησο, ακόμα και μετά την κρίση αλατότητας του Μεσσηνίου, μέσω των Κυθήρων. Η απουσία του τελευταίου από την Κρήτη, ενδεχομένως οφείλεται στον ανταγωνισμό με το *P. hanaki* και ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει η διερεύνηση της κατανομής του τελευταίου στον Ελλαδικό χώρο (ξεκινώντας από τη Γαύδο, τα Κύθηρα και το Καστελόριζο), καθώς και του εάν τα δύο είδη απαντώνται συμπάτρια σε κάποια περιοχή.

Σε σύγκριση με τα υπόλοιπα μεγάλα νησιά της Μεσογείου, η Κρήτη συνδέεται στενότερα με την Κύπρο, με βάση τις κοινές παρουσίες και απουσίες ειδών. Η σύνδεση αυτή σχετίζεται τόσο με την ιστορία της εξάπλωσης κάποιων ειδών, όπως τα *Rhinolophus blasii* και *Rhinolophus euryale*, όσο και τις οικολογικές προτιμήσεις κάποιων άλλων, όπως τα *Myotis bechsteinii* και *Nyctalus noctula*.

Όπως φαίνεται και στο **Χάρτη 2.1**, οι θέσεις δειγματοληψίας δεν κατανέμονται ομοιόμορφα στο νησί, αλλά σημαντικό μέρος τους εντοπίζεται στην ευρύτερη περιοχή του Ψηλορείτη και τα βόρεια παράλια του νησιού. Είναι σαφές λοιπόν, ότι χρειάζονται περισσότερες δειγματοληψίες, ιδίως στο ανατολικό και το δυτικό άκρο του νησιού, τη Δίκτη και τα Λευκά Όρη, αλλά και τα πεδινά των νομών Ρεθύμνου και Ηρακλείου, προκειμένου να αποκτήσουμε μία πληρέστερη γνώση της κατανομής και της αφθονίας των διαφόρων ειδών. Τα περισσότερα από τα είδη της Κρήτης δεν έχουν εντοπιστεί στις παραπάνω περιοχές, πιθανότατα λόγω της περιορισμένης δειγματοληπτικής προσπάθειας εκεί και επιπλέον δειγματοληψίες ενδέχεται να αλλάξουν σημαντικά την εικόνα που έχουμε, για τα πιο σπάνια είδη τουλάχιστον.

Αν και υπάρχουν δημοσιευμένες αρκετές ακουστικές παρατηρήσεις ξένων ερευνητών από την Κρήτη, μέχρι στιγμής τα χαρακτηριστικά των φωνών εντοπισμού των νυχτερίδων του νησιού ελάχιστα είχαν μελετηθεί (Heller

και Helversen, 1989). Στα πλαίσια της διατριβής αυτής μελετήθηκαν εκτενώς οι φωνές των περισσότερων ειδών, με εξαίρεση τα πιο σπάνια *Myotis mystacinus/aurascens*, *Eptesicus serotinus*, *Nyctalus leisleri*, *Plecotus kolombatovici* και *P. macrobullaris*. Για πρώτη φορά περιγράφονται εδώ οι φωνές εντοπισμού του *P. hanaki*. Όπως πρότειναν οι Hulva *et al.* (2004), το είδος αυτό καταλαμβάνει τον «ακουστικό θώκο» του *P. pipistrellus*, αν και είναι πιο συγγενικό με το *P. pygmaeus*, του οποίου οι φωνές διαφοροποιούνται αισθητά. Δυστυχώς δεν υπάρχουν διαθέσιμες αρκετές πληροφορίες για τις φωνές του είδους από τη Λιβύη, οι οποίες θα μας επέτρεπαν μία σύγκριση με την Κρήτη.

Η γενική δομή των οικοτόπων φάνηκε να επηρεάζει τις φωνές των ειδών *M. blythii*, *M. emarginatus* και *M. schreibersii* (τα μόνα στα οποία η επίδραση του παράγοντα αυτού εξετάστηκε εδώ). Παρόμοια ευρήματα έχουν αναφερθεί και από αλλού (Simmons *et al.*, 1979; Obrist, 1995; Vaughan *et al.*, 1997b; Russo and Jones, 2002; Papadatou, 2006) και το γεγονός αυτό θα πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν κατά τον ακουστικό προσδιορισμό των νυχτερίδων (Barclay, 1999; Limpens, 2004; Waters and Gannon, 2004).

Από τη σύγκριση με τη Βορειοανατολική Ελλάδα, από όπου ήταν διαθέσιμα τα πρωτογενή δεδομένα της Papadatou (2006), προέκυψαν σημαντικές διαφορές σε όλα τα είδη που συγκρίθηκαν (*Myotis blythii*, *M. capaccinii*, *M. emarginatus*, *Hypsugo savii*, *Pipistrellus kuhlii*, *Miniopterus schreibersii* και *Tadarida teniotis*). Μεγάλες διαφορές προέκυψαν και από τη σύγκριση των μέσων τιμών από την Κρήτη με αυτές από άλλες περιοχές της Ευρώπης (Heller and Helversen, 1989; Zingg, 1990; Parsons and Jones, 2000; Russo and Jones, 2002; Obrist *et al.*, 2004; Preatoni *et al.*, 2005; Russo *et al.*, 2007). Οι διαφορές αυτές έρχονται σε συμφωνία με τη γεωγραφική διαφοροποίηση των φωνών που έχει παρατηρηθεί σε είδη της Β. Αμερικής (Barclay, 1999; Barclay *et al.*, 1999; Barclay and Brigham, 2004) και επιβεβαιώνουν την άποψη ότι ο ακουστικός προσδιορισμός των χειροπτέρων μίας περιοχής προϋποθέτει την μελέτη των φωνών τους (Waters and Gannon, 2004), ιδίως στα Vespertilionidae.

Η μείωση της FMAXE στην Ευρώπη κατά τον άξονα ΒΔ-ΝΑ, που έχει παρατηρηθεί στα είδη *Rhinolophus blasii*, *R. ferrumequinum* και *R. hipposideros* (Heller and Helversen, 1989), αλλά και στο *M. blythii*, όπως και η αντίστοιχη αύξηση της D στο τελευταίο (Russo and Jones, 2002; Obrist *et al.*, 2004; Papadatou, 2006) δεν φαίνεται να ακολουθούνται στην Κρήτη, πιθανώς λόγω νησιωτισμού. Ειδικά για το *M. blythii*, μία

εναλλακτική εξήγηση είναι η απουσία από την Κρήτη του συγγενικού του *M. myotis*, σε αντίθεση με την ηπειρωτική Ευρώπη.

Σε κάθε περίπτωση πάντως, θα πρέπει να είμαστε επιφυλακτικοί απέναντι στις διαφορές αυτές, καθώς τα πρωτογενή δεδομένα στις περισσότερες περιπτώσεις δεν ήταν διαθέσιμα, οι ηχογραφήσεις είχαν γίνει με διαφορετικές συσκευές και οι μετρήσεις λήφθηκαν από διαφορετικούς ερευνητές με τη χρήση διαφορετικών λογισμικών προγραμμάτων (για μία εκτενέστερη συζήτηση, βλ. Obrist *et al.*, 2004; Parsons, 2004 και Waters and Gannon, 2004).

Σε ορισμένες ομάδες ειδών (*P. kuhlii/H. savii*, *P. hanaki/M. schreibersii* και είδη του γένους *Myotis*) παρατηρήθηκαν σημαντικές επικαλύψεις στις τιμές όλων των παραμέτρων, όπως έχει βρεθεί και αλλού (Vaughan *et al.* 1997b; Russo and Jones, 2002; Παπαδάτου, 2006). Το γεγονός αυτό επέβαλλε την εφαρμογή της Ανάλυσης Διαφοροποιών Εξισώσεων (DFA), παρά το γεγονός ότι στις περισσότερες μονομεταβλητές συγκρίσεις που πραγματοποιήθηκαν οι διαφορές ήταν στατιστικά σημαντικές (**Πίνακες 3.3.2 έως 3.3.5**). Η εφαρμογή της ανάλυσης αυτής έδωσε υψηλότερα συνολικά ποσοστά σωστής κατάταξης, όταν έγινε στα είδη του γένους *Myotis* ξεχωριστά από τα είδη με φωνές τύπου FM/QCF. Τα συνολικά ποσοστά σωστής κατάταξης από τη DFA που έγινε σε όλα τα είδη μαζί και σε αυτά του είδους *Myotis* ξεχωριστά ήταν υψηλότερα στην Κρήτη από ότι σε άλλες περιοχές της Ευρώπης, πιθανότατα λόγω του ότι εδώ συμπεριλήφθηκαν λιγότερα είδη του γένους αυτού. Η συμπερίληψη του *M. mystacinus/aurascens* πιθανότατα θα μείωνε την απόδοση της μεθόδου στην Κρήτη. Αντίθετα, η DFA που εφαρμόστηκε στα είδη με φωνές του τύπου FM/QCF έδωσε μικρότερα συνολικά ποσοστά σωστής κατάταξης σε σύγκριση με την Ιταλία (Russo and Jones, 2002) και τη ΒΑ Ελλάδα (Παπαδάτου, 2006), αν και εδώ συμπεριλήφθηκαν λιγότερα είδη. Η μειωμένη απόδοση της μεθόδου στην Κρήτη πιθανότατα οφείλεται στις σχετικά υψηλές συχνότητες των *H. savii* και *P. hanaki* και τη συνεπακόλουθη μεγάλη επικάλυψη με τα αντίστοιχα είδη (*P. kuhlii* και *M. schreibersii*). Η συμπερίληψη του *P. nathusii*, πιθανότατα θα μείωνε την απόδοση της μεθόδου ακόμα περισσότερο.

Η χρησιμοποίηση της Ανάλυσης Διαφοροποιών Εξισώσεων στα **Κεφάλαια 1, 4 και 5** αυτής της διατριβής έδειξε ότι μπορεί να αποτελέσει ένα πολύτιμο εργαλείο σε διάφορες πανιδικές και οικολογικές μελέτες, ενώ εξίσου σημαντική μπορεί να είναι και σε μελέτες που αποσκοπούν στην διαχείριση και προστασία οικοτόπων ή ειδών (Vaughan *et al.* 1997a; Russo and Jones, 2002; Παπαδάτου, 2006). Εν τούτοις, ένα σημαντικό ποσοστό

ακολουθιών (30% περίπου) δεν ήταν δυνατόν να προσδιοριστεί σε επίπεδο είδους. Το πρόβλημα της αδυναμίας προσδιορισμού εντοπίστηκε κυρίως στο ζευγάρι ειδών *P. kuhlii/H. savii* και σε μικρότερο βαθμό στο *M. schreibersii /P. hanaki*, καθώς τα τρία πρώτα είδη ήταν τα πιο άφθονα στις ηχογραφήσεις. Εξάλλου, η έλλειψη φωνών αναφοράς από τα είδη *M. mystacinus/aurascens*, *P. nathusii*, *E. serotinus*, *N. leisleri* και *Plecotus* spp. έθεσε σημαντικούς περιορισμούς στην μελέτη της κατανομής και της οικολογίας τους. Για την επίλυση αυτών των προβλημάτων απαιτείται η σύλληψη ή/και ηχογράφιση ακόμα περισσότερων ατόμων, από όσο το δυνατόν πιο ποικίλους οικοτόπους, μια διαδικασία αρκετά χρονοβόρα και δαπανηρή (ιδίως για τα πιο σπάνια είδη) η οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο σε συνδυασμό με άλλες ερευνητικές δραστηριότητες.

Στους θαμνότοπους του Ψηλορείτη ηχογραφήθηκαν τουλάχιστον δεκατρία είδη Χειροπτέρων, σε αντίθεση με τις παρατηρήσεις των Carmel and Safrieli (1998) από το Ισραήλ, οι οποίοι δεν εντόπισαν κανένα είδος Χειροπτέρου σε αυτό το είδος οικοτόπου. Τα περισσότερα από τα είδη που καταγράφηκαν εδώ σχετίζονται άμεσα με τα σπήλαια και τις κατακρύφες ασβεστολιθικές πλαγιές και η αυξημένη παρουσία τους σε κάποιους θαμνότοπους πιθανώς υποδεικνύει την παρουσία καταφυγίων σε αυτούς, ή την ευρύτερη περιοχή τους. Τα είδη με τη μεγαλύτερη αφθονία στους θαμνότοπους την άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο ήταν τα *Hypsugo savii*, *Pipistrellus kuhlii* και *Tadarida teniotis* και η δραστηριότητά τους δεν φάνηκε να επηρεάζεται από το υψόμετρο, πιθανότατα λόγω της μεγάλης διασποράς των μετρήσεων σε κάθε υψομετρική ζώνη. Παρόμοια αποτελέσματα προέκυψαν και όταν αναζητήθηκε υψομετρικό πρότυπο στις διελεύσεις και τους βόμβους θήρευσης του συνόλου των ειδών, γεγονός που μπορεί να θεωρηθεί ως ένδειξη του ότι η αφθονία των Χειροπτέρων παρουσιάζει τοπικές εξάρσεις, όχι άμεσα συνδεδεμένες με το υψόμετρο. Η έλλειψη υψομετρικής διαφοροποίησης στη δραστηριότητα των Χειροπτέρων στους θαμνότοπους μπορεί να θεωρηθεί αναμενόμενη, καθώς δεν καταγράφηκαν σημαντικές διαφορές στη θερμοκρασία και τις άλλες κλιματικές συνθήκες των διαφόρων υψομετρικών ζωνών. Ο αριθμός των ειδών στους θαμνότοπους φάνηκε να είναι υψηλότερος στη ζώνη των 500 m από αυτές των 1000 και 1500 m, αν και οι διαφορές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Παρόμοιο πρότυπο παρουσιάζει και το σύνολο των αναφορών από την περιοχή του Ψηλορείτη (**Διάγραμμα 4.7**), ενώ όταν εξετάστηκαν οι αναφορές από όλη την Κρήτη, φάνηκε ότι ο μέγιστος

αριθμός ειδών απαντάται στα 500 – 600 m και ακολούθως μειώνεται μέχρι τα 1650 m που είναι και το μεγαλύτερο υψόμετρο στο οποίο έχει αναφερθεί (αλλά και αναζητηθεί) νυχτερίδα στο νησί (**Διάγραμμα 4.8**). Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι, με εξαίρεση τους θαμνότοπους του Ψηλορείτη, η δειγματοληπτική προσπάθεια ήταν σχεδόν αντιστρόφως ανάλογη του υψομέτρου και συνεπώς είναι πιθανότατο ότι περισσότερα είδη απαντώνται σε υψόμετρο άνω των 1000 m. Αν και η μεγαλύτερη ποικιλία οικοτόπων που απαντάται στα πεδινά της Κρήτης προφανώς σχετίζεται με την παρουσία περισσότερων ειδών, οι νυχτερίδες κάποιων ειδών έχει βρεθεί ότι μετακινούνται εποχικά κατά μήκος του υψομετρικού κλινοῦς, γεγονός που «τροφοδοτεί» τα σπήλαια των μεγαλύτερων υψομέτρων με είδη το φθινόπωρο και το χειμώνα. Από τις παρατηρήσεις αυτές συνάγεται το συμπέρασμα ότι η κατακόρυφη στρωμάτωση της ποικιλίας των Χειροπτέρων καθορίζεται όχι μόνο από τη βροχόπτωση, όπως έχει προταθεί από τη McCain (2005), αλλά και από τη γεωλογία και την τεκτονική ιστορία της υπό μελέτη περιοχής. Η εκτεταμένη παρουσία του ασβεστόλιθου στην Κρήτη και ο έντονος τεκτονισμός του εξασφαλίζουν την διάθεση πληθώρας καταφυγίων για τα περισσότερα είδη Χειροπτέρων του νησιού, σε όλες τις υψομετρικές ζώνες.

Από τις ηχογραφήσεις στους θαμνότοπους του Ψηλορείτη (**Κεφάλαιο 4**) φάνηκε ότι ο πλούτος των ειδών, αλλά και η συνολική δραστηριότητα (διελεύσεις) και η θηρευτική δραστηριότητα (βόμβοι θήρευσης) ήταν σημαντικά υψηλότερος την άνοιξη από ότι το φθινόπωρο, τόσο στη ζώνη των 500m, όσο και σε όλες τις υψομετρικές ζώνες μαζί. Ανάλογες διαφορές παρατηρήθηκαν στα τρία πιο άφθονα είδη, *P. kuhlii*, *H. savii* και *T. teniotis*, αλλά μόνο στο πρώτο είδος ήταν στατιστικά σημαντικές.

Περιορισμένη αποδείχθηκε η συνολική δραστηριότητα και ο πλούτος ειδών και το χειμώνα, σε σχέση με τα καλοκαίρια, στο σύνολο των οικοτόπων που εξετάστηκαν (**Πίνακας 5.5**). Από τα πιο άφθονα είδη, τα *P. hanaki*, *P. kuhlii* και *H. savii* ήταν σαφώς πιο δραστήρια το καλοκαίρι, όχι όμως και το *T. teniotis*, ενώ σημαντικά υψηλότερο το καλοκαίρι ήταν και το σύνολο των βόμβων θήρευσης. Η μεγαλύτερη περιτολή της δραστηριότητας πραγματοποιήθηκε στα δάση και τους θαμνότοπους, πιθανότατα λόγω του μεγάλου υψομέτρου της πλειονότητας αυτών των θέσεων και συνεπώς της μεγαλύτερης πτώσης της θερμοκρασίας το χειμώνα εκεί, όπως δείχνει και η θετική συσχέτιση της δραστηριότητας των *P. kuhlii*, *H. savii* και *T. teniotis* με τη θερμοκρασία.

Αν και οι ηχογραφήσεις στα πλαίσια των **Κεφαλαίων 4** και **5** έγιναν σε διαφορετικές θέσεις και διαφορετικούς τύπους οικοτόπων, από τα

αποτελέσματα των δύο αυτών μελετών προκύπτει ότι η δραστηριότητα των νυχτερίδων της Κρήτης ακολουθεί τις ετήσιες μεταβολές του κλίματος και της φωτοπεριόδου: μεγαλύτερη δραστηριότητα στο τέλος της άνοιξης από ότι το φθινόπωρο (στους θαμνότοπους) και μεγαλύτερη δραστηριότητα το καλοκαίρι από το χειμώνα (σε διάφορους τύπους οικοτόπων). Ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών καταγράφηκε το καλοκαίρι (13 είδη), ενώ ελαφρώς λιγότερα είδη καταγράφηκαν τους χειμώνες, σε σχέση με τα καλοκαίρια (11 και 13 είδη, αντίστοιχα). Με εξαίρεση ορισμένα δάση και θαμνότοπους (μία θέση το φθινόπωρο και εννέα το χειμώνα), η θερμοκρασία ήταν πάνω από τους 10 °C, τιμή κάτω από την οποία έχει θεωρηθεί ότι η δραστηριότητα των ιπτάμενων εντόμων περιορίζεται (Williams, 1961). Φαίνεται λοιπόν, ότι ακόμα και σε περιοχές με ήπιους χειμώνες, όπως η Κρήτη, η δραστηριότητα των Μικροχειροπτέρων μειώνεται δραστικά από το φθινόπωρο μέχρι την άνοιξη. Η χειμερινή δραστηριότητα των Μικροχειροπτέρων έχει συσχετιστεί θετικά με τη θερμοκρασία σε μία σειρά από μελέτες (Racey, 1969; Ransome, 1971; Park *et al.*, 2000; Wojciechowski *et al.*, 2007), αλλά και η διαθεσιμότητα τροφής και η εποχή του χρόνου αυτές καθαυτές φαίνεται ότι έχουν εξίσου καθοριστική σημασία (O'Donnell, 2000; Arlettaz *et al.*, 2001; Wojciechowski *et al.*, 2007). Θα ήταν συνεπώς ιδιαίτερα ενδιαφέρον το να μελετηθεί η εποχικότητα της φαινολογίας των ιπτάμενων εντόμων στην Κρήτη και το διαιτολόγιο των ειδών της Κρήτης και να συσχετιστούν με τα αποτελέσματα της παρούσας διατριβής.

Βεβαίως, η δραστηριότητα κάθε είδους μπορεί να ακολουθεί διαφορετικό εποχικό πρότυπο, όπως φάνηκε και εδώ: αν και τουλάχιστον 11 είδη ηχογραφήθηκαν το χειμώνα, το 50% των χειμερινών ακολουθιών που προσδιορίστηκαν σε επίπεδο είδους αποδόθηκαν στο *P. kuhlii* και το 25% στο *P. hanaki* (Πίνακας 5.5). Η δραστηριότητα των ειδών αυτών όπως και του *T. teniotis* μειώνεται τους ψυχρούς μήνες λιγότερο από αυτή του *H. savii* (Πίνακας 5.4).

Τα αποτελέσματα αυτής της διατριβής δίνουν αντιφατικές ενδείξεις σχετικά με το φαινόμενο της διαχείμασης (παρατεταμένος λήθαργος) στην Κρήτη. Από τις ηχογραφήσεις προκύπτει ότι οι νυχτερίδες «προετοιμάζονται» για διαχείμαση από τα μέσα του Οκτωβρίου, με μείωση της δραστηριότητάς τους, και το χειμώνα η κινητικότητά τους είναι ιδιαίτερα περιορισμένη. Φαίνεται λοιπόν ότι, τουλάχιστον κάποια είδη, όπως το *H. savii*, καταφεύγουν σε παρατεταμένο λήθαργο τη χειμερινή περίοδο. Ωστόσο, τα είδη του γένους *Rhinolophus*, αλλά και το *M. schreibersii*, σχηματίζουν χειμερινές αποικίες σε σπήλαια χαμηλού

υψομέτρου και δραστηριοποιούνται το σούρουπο όταν ο καιρός το επιτρέπει. Τα Rhinolophidae δύσκολα ηχογραφούνται σε ελεύθερη πτήση (Vaughan *et al.*, 1997b) και συνεπώς μπορεί να ήταν δραστήρια στις θέσεις όπου έγιναν φθινοπωρινές και χειμωνιάτικες ηχογραφήσεις, παρ' όλο που δεν εντοπίστηκαν σε μεγάλους αριθμούς εκεί, δεν ισχύει όμως το ίδιο και με το *M. schreibersii*. Το είδος αυτό ήταν σπάνιο και στις θερινές ηχογραφήσεις, ακόμα και σε θέσεις κοντά σε γνωστές αποικίες του και συνεπώς μάλλον δεν αποτελεί καλό «μοντέλο» για τη μελέτη της εποχικότητας στη δραστηριότητα των νυχτερίδων. Μελέτες στην Ιταλία έχουν δείξει ότι το είδος αυτό διανύει αποστάσεις δεκάδων χιλιομέτρων μέσα σε ένα βράδυ, καθιστώντας πολύ δύσκολη την παρακολούθησή του, ακόμα και με ραδιοπομπούς (D. Scaravelli, προσωπική επικοινωνία). Τα σπήλαια στα οποία καταφύγουν τα είδη αυτά το χειμώνα είναι σχετικά θερμά (η θερμοκρασία τους κυμαίνεται μεταξύ 10 και 17 °C και είναι σχετικά σταθερή σε κάθε σπήλαιο) και το γεγονός αυτό ενδεχομένως επιτρέπει τη δραστηριοποίησή τους τα βράδια. Αντιθέτως, τα είδη *P. hanaki*, *P. kuhlii* και *H. savii* καταφύγουν σε κοιλότητες δέντρων, κτήρια και σχισμές βράχων, των οποίων οι θερμοκρασίες ακολουθούν αυτές του περιβάλλοντος και είναι ενίοτε πολύ χαμηλές. Είναι πιθανόν ότι τα είδη αυτά δεν μπορούν να αντέξουν το κόστος της θερμορύθμισης, το οποίο τις κρύες μέρες είναι μεγαλύτερο από ότι στα σπηλαιόβια και αναγκαστικά μετακινούνται σε θέσεις με σταθερή χαμηλή θερμοκρασία (σε μεγαλύτερα υψόμετρα;) όπου καταφύγουν σε παρατεταμένο λήθαργο. Εξίσου απροσδόκητη είναι και η περιορισμένη καταγραφή του *M. blythii* στις ηχογραφήσεις, καθώς είναι από τα πιο άφθονα είδη της Κρήτης. Όπως αναφέρθηκε και στο **Κεφάλαιο 2**, στην Κρήτη διαχείμαση έχει παρατηρηθεί μόνο στο είδος αυτό και μόνο σε σπήλαια μεγάλου υψομέτρου (άνω των 1450 m), οι γνώσεις μας όμως σχετικά με το φαινόμενο του λήθαργου στο νησί απέχουν πολύ από το να είναι πλήρεις. Τα σπήλαια με υψόμετρο κάτω των 1000 m μάλλον δεν αποτελούν θέσεις διαχείμασης, όπως έχει προκύψει από παρατηρήσεις του γράφοντος και αυτό οφείλεται στην υψηλή τους θερμοκρασία. Υπάρχει όμως ένας μεγάλος αριθμός σπηλαίων και βεράθρων πάνω από αυτό το υψόμετρο, τα οποία δεν έχουν ελεγχθεί για την καταλληλότητά τους για τις νυχτερίδες. Δυστυχώς, η πρόσβαση σε αυτές τις εν δυνάμει θέσεις διαχείμασης είναι ιδιαίτερα δύσκολη και επικίνδυνη λόγω των καιρικών συνθηκών και απαιτεί καλή γνώση των τεχνικών σπηλαιολογίας αλλά και χειμερινής διαβίωσης στο βουνό. Επιπλέον δυσκολίες σε αυτή τη μελέτη αποτελούν η συνήθεια αρκετών ειδών να κρύβονται σε δυσθεώρητα

σημεία των σπηλαίων, ενώ άλλα τα οποία διαχειμάζουν σε χαραμάδες βράχων είναι σχεδόν αδύνατο να εντοπιστούν κατά τη χειμερινή περίοδο. Αν διαιρέσουμε το συνολικό αριθμό διελεύσεων που ηχογραφήθηκαν στους θαμνότοπους (Πίνακες 4.1 και 5.5) με τον αριθμό των ηχογραφήσεων που πραγματοποιήθηκαν σε κάθε μία από τις τέσσερις περιόδους (από 15 το τέλος της άνοιξης και το φθινόπωρο, από 5 το καλοκαίρι και το χειμώνα) και αν λάβουμε υπ' όψιν μας τον ελάχιστο πιθανό αριθμό των ειδών που ηχογραφήθηκε σε κάθε περίοδο, παίρνουμε τις τιμές του Πίνακα 6.1. Στον πίνακα αυτό βλέπουμε ότι το καλοκαίρι η δραστηριότητα μειώνεται δραστικά, όπως και ο πλούτος ειδών, ο οποίος όμως ανακάμπτει το φθινόπωρο για να ξαναπέσει το χειμώνα. Παρόλο που, πιθανότατα, ο πλούτος ειδών εξαρτάται από τον αριθμό των θέσεων ηχογράφησης και αυτός είναι μικρότερος το καλοκαίρι και το χειμώνα, από την παραπάνω σύγκριση προκύπτει το συμπέρασμα ότι η καταλληλότητα των θαμνοτόπων για τις νυχτερίδες μειώνεται το καλοκαίρι. Η υπόθεση αυτή είναι σε συμφωνία με την παρατήρηση των Zahn *et al.* (2007), ότι στην Πορτογαλία η διαθεσιμότητα της τροφής του *M. myotis* αγγίζει τα χαμηλότερα επίπεδά της το καλοκαίρι, λόγω της ξηρασίας.

Πίνακας 6.1. Σύνολο διελεύσεων, αριθμός διελεύσεων ανά ηχογράφηση και αριθμός ειδών που ηχογραφήθηκαν στους θαμνότοπους του Ψηλορείτη στις τέσσερις περιόδους.

Εποχή	Άνοιξη	Θέρος	Φθινόπωρο	Χειμώνας
Σύνολο διελεύσεων	469	82	170	4
Διελεύσεις ανά ηχογράφηση	31,27	16,4	11,33	0,8
Αριθμός ειδών	12-13	6	11-12	3

Από τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης προκύπτει ότι τα ποτάμια και τα δάση *Quercus* υποστηρίζουν το μεγαλύτερο πλούτο ειδών (από 12 είδη, τουλάχιστον), ακολουθούμενα από τους ελαιώνες (10 είδη). Οι δύο πρώτοι τύποι οικοτόπων υποστηρίζουν και τους μεγαλύτερους αριθμούς νυχτερίδων, κυρίως λόγω της αφθονίας των *P. kuhlii* (στα ποτάμια) και των *Pipistrellus hanaki* και *H. savii* (στα δάση). Η σημασία των υγροτόπων για τις νυχτερίδες έχει καταδειχθεί σε πολυάριθμες μελέτες, σε διάφορα μέρη του κόσμου (π.χ. Vaughan *et al.*, 1997a; Russo and Jones, 2003; Carmel and Safriel, 1998) και υπό αυτή την άποψη τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται εδώ δεν εντυπωσιάζουν, η παρούσα μελέτη όμως είναι η πρώτη που τεκμηριώνει επαρκώς τις οικολογικές προτιμήσεις των χειροπτέρων της Ελλάδας. Αντιθέτως, η παρουσία και δραστηριότητα των

νυχτερίδων στα δάση με *Quercus coccifera* δεν έχει μελετηθεί στο παρελθόν, καθώς μόνο στην Ελλάδα το είδος αυτό παίρνει δενδρώδη μορφή.

Το πιο ιδιαίτερο είδος νυχτερίδας στην Κρήτη είναι αναμφίβολα το *Pipistrellus hanaki* και η διατριβή αυτή προσφέρει τις πρώτες πληροφορίες σχετικά με την κατανομή και την οικολογία του. Το είδος αυτό απαντάται από το επίπεδο της θάλασσας μέχρι τα 1000 m, αν όχι ψηλότερα και έχει εντοπιστεί από το δυτικό άκρο του νησιού μέχρι και τα Λασιθιώτικα Όρη (Δίκητη), ενώ δεν μπορούμε να αποκλείσουμε την παρουσία του και ανατολικότερα. Οι γεννήσεις ξεκινούν στα μέσα Ιουνίου, ή και νωρίτερα, όπως μαρτυράει η σύλληψη στα μέσα του Ιουλίου του 2008 ιπτάμενων νεαρών του ίδιου έτους. Αν και έχει εντοπιστεί σε μία ποικιλία οικοτόπων, φαίνεται να είναι ιδιαίτερα επιλεκτικό ως προς τις θηρευτικές του συνθήκες, καθώς το 78,3% των διελεύσεων του ηχογραφήθηκε σε δάση *Quercus* και το 18,8% σε ποτάμια. Η παρουσία του στους υπόλοιπους τύπους οικοτόπων που εξετάστηκαν ήταν αμελητέα. Ένας άλλος παράγοντας που πιθανότατα καθορίζει την παρουσία και την αφθονία του είναι η ύπαρξη μεγάλων και ώριμων δέντρων, τα οποία ενδεχομένως παρέχουν καταφύγιο στο είδος αυτό. Δυστυχώς, καμία σαφής πληροφορία σχετικά με τα καταφύγια του δεν μας είναι διαθέσιμη προς το παρόν. Η δραστηριότητα του είδους περιορίζεται σημαντικά τους χειμώνες, γεγονός που καταδεικνύει ότι μάλλον διαχειμάζει τους ψυχρούς μήνες.

Συνοψίζοντας, βλέπουμε ότι η Κρήτη παρουσιάζει κάποια ιδιαίτερα πανιδικά και οικολογικά χαρακτηριστικά όσον αφορά στα χειρόπτερα. Εκτός από την παρουσία του αφρικανικού *P. hanaki*, αξιοσημείωτη είναι και η διαδεδομένη παρουσία του *R. blasii* το οποίο εξαπλώνεται κυρίως στη δυτική Ασία και την Αφρική. Η ευρωπαϊκή κατανομή του είδους αυτού δεν ξεπερνάει τα Βαλκάνια και τόσο στην ηπειρωτική Ελλάδα (Hanák *et al.*, 2001), όσο και στην Κύπρο (Benda *et al.*, 2007; προσωπικές παρατηρήσεις) δεν είναι ιδιαίτερα κοινό.

Το μικρότερο μέγεθος του *Rhinolophus ferrumequinum* (Ilioroulou-Georgoudaki and Ondrias, 1986) και οι σχετικά μεγάλες τιμές της FMAXE στις φωνές εντοπισμού των *R. ferrumequinum*, *R. hipposideros*, *R. blasii* και *Myotis blythii* αποτελούν επίσης στοιχεία που διαφοροποιούν την Κρήτη από την υπόλοιπη Ευρώπη, ενδεχομένως λόγω του νησιωτικού της χαρακτήρα.

Όπως και σε άλλες περιοχές της νότιας Ευρώπης, τα σπήλαια της Κρήτης έχουν ιδιαίτερη σημασία για τις νυχτερίδες, καθώς φιλοξενούν

αναπαραγωγικές αποικίες που σε ορισμένα είδη αριθμούν μερικές εκατοντάδες ατόμων. Το χειμώνα, ορισμένα σπήλαια σε περιοχές με μεγάλο υψόμετρο λειτουργούν ως θέσεις διαχείμασης, ενώ άλλα, σε χαμηλό υψόμετρο, φιλοξενούν νυχτερίδες που ενίοτε δραστηριοποιούνται για να τραφούν.

Η διατριβή αυτή μπορεί να αποτελέσει την αφετηρία για τη χάραξη στρατηγικών προστασίας των Χειροπτέρων της Κρήτης, καθώς οι βασικές απειλές που αυτά δέχονται είναι η υποβάθμιση των καταφυγίων τους και των θέσεων αναζήτησης τροφής (Stebbing, 1988). Όλα τα είδη νυχτερίδων της Ελλάδας είναι αυστηρά προστατευόμενα σύμφωνα με το Δασικό κώδικα, τη Συμφωνία για την Προστασία των Ευρωπαϊκών Πληθυσμών Χειροπτέρων (EUROBATS), τη Σύμβαση της Βέρνης (Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats – Παράρτημα II) και την Οδηγία των οικοτόπων (92/43/EEC – Παράρτημα II). Επιπλέον, 13 από τα 33 είδη Χειροπτέρων της Ελλάδας αναφέρονται στο Παράρτημα IV της Κοινοτικής Οδηγίας 92/43/EEC και συνεπώς για την προστασία τους απαιτείται ο σχεδιασμός Ειδικών Περιοχών Προστασίας. Δέκα από τα είδη αυτά είναι αυστηρά συνδεδεμένα με τα σπήλαια, καθώς αναπαράγονται ή/και διαχειμάζουν σε αυτά. Εξάλλου, 5 σπηλαιόβια είδη νυχτερίδων έχουν χαρακτηριστεί ως τρωτά από τη Διεθνή Ένωση για την Προστασία της Φύσης (IUCN). Εν τούτοις, ελάχιστα έχουν γίνει για την προστασία των Χειροπτέρων στην Κρήτη και την Ελλάδα γενικότερα, γεγονός που εν μέρει οφείλεται στην έλλειψη σχετικών πληροφοριών. Πολλά από τα δεδομένα που συλλέχθηκαν στα πλαίσια αυτής της διατριβής προέρχονται από περιοχές του Δικτύου NATURA 2000 και θα πρέπει να αξιοποιηθούν στις μελλοντικές ενέργειες διαχείρισης των θέσεων αυτών. Αναμφίβολα, θέσεις που δεν βρίσκονται εντός του δικτύου αυτού αλλά έχουν μεγάλη σημασία για τις νυχτερίδες θα πρέπει να περιέλθουν σε κάποιο καθεστώς προστασίας. Η συνεργασία που αναπτύχθηκε με την ΑΚΟΜΜ-ΨΗΛΟΡΕΙΤΗΣ Α.Ε. θα πρέπει να συνεχιστεί στην κατεύθυνση της αξιοποίησης των συμπερασμάτων και να αποτελέσει παράδειγμα προς μίμηση για άλλους φορείς του νησιού.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διατριβή μελετήθηκε η κατανομή και η αφθονία των Χειροπτέρων της Κρήτης. Συνολικά συγκεντρώθηκαν 767 αναφορές από 283 θέσεις σε όλους τους νομούς του νησιού: 432 από έρευνες του γράφοντος και 335 από μελέτες άλλων ερευνητών (δημοσιευμένες και μη). Στα δεκαέξι είδη που αναφέρονται στη βιβλιογραφία, προστίθεται εδώ το *Nyctalus leisleri*, το οποίο έχει εντοπιστεί μόνο στους ν. Χανίων και Ρεθύμνου. Το είδος αυτό, όπως και τα *Pipistrellus nathusii*, *Myotis mystacinus/aurascens*, *Plecotus kolombatovici* και *Plecotus macrobullaris* είναι τα πιο σπάνια του νησιού, καθώς έχουν εντοπιστεί σε λιγότερες των 15 θέσεων το καθένα και σε μικρούς αριθμούς. Τα πιο άφθονα και κοινά είδη είναι τα *Rhinolophus ferrumequinum*, *Myotis blythii/oxugnathus* και *Miniopterus schreibersii*, όπως φάνηκε από επιθεωρήσεις των καταφυγίων τους, αλλά και τα *Hypsugo savii*, *Pipistrellus hanaki*, *Pipistrellus kuhlii* και *Tadarida teniotis*, όπως προέκυψε από ακουστικές μελέτες. Όπως έχει βρεθεί και σε άλλες μεσογειακές περιοχές, και σε αντίθεση με τη βόρεια Ευρώπη, αρκετά είδη (*Rhinolophus blasii*, *R. ferrumequinum*, *R. hipposideros*, *Myotis blythii/oxugnathus*, *M. capaccinii*, *M. emarginatus* και *Miniopterus schreibersii*) χρησιμοποιούν τα σπήλαια ως «βρεφοκομία». Τα σπήλαια σε περιοχές με μέτριο ή χαμηλό υψόμετρο, χρησιμοποιούνται και τους χειμώνας από τα είδη *Rhinolophus blasii*, *R. ferrumequinum*, *R. hipposideros* και *Miniopterus schreibersii*, τα οποία, όταν ο καιρός το επιτρέπει, εγκαταλείπουν τα καταφύγια τους το βράδυ προς αναζήτηση τροφής. Το μόνο είδος το οποίο διαπιστωμένα πέφτει σε παρατεταμένο λήθαργο το χειμώνα στην Κρήτη είναι το *M. blythii/oxugnathus*. Το είδος αυτό τους χειμερινούς μήνες απαντάται μόνο σε σπήλαια μεγάλου υψομέτρου.

Προκειμένου να μελετηθεί η οικολογία αλλά και οι κατανομές των Χειροπτέρων της Κρήτης ήταν αναγκαία η περιγραφή των φωνών εντοπισμού που εκπέμπει κάθε είδος. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκαν ηχογραφήσεις νυχτερίδων κατόπιν σύλληψής τους, κατά την έξοδο από τα καταφύγια τους και σε ελεύθερη πτήση. Συνολικά ηχογραφήθηκαν 570 άτομα 16 εκ των ειδών της Κρήτης (όλα πλην του *Pipistrellus nathusii*) μεταξύ των οποίων και το *Pipistrellus hanaki*, οι φωνές του οποίου περιγράφονται για πρώτη φορά παγκοσμίως. Από τις φωνές των ατόμων αυτών λήφθηκαν μετρήσεις των χρονικών παραμέτρων και παραμέτρων συχνότητας και εξετάστηκε η ενδοειδική ποικιλομορφία σε σχέση με τις συνθήκες ηχογράφησης, αλλά και σε σύγκριση με άλλες

περιοχές εξάπλωσης των ειδών. Η γενική δομή των οικοτόπων φάνηκε να επηρεάζει τις φωνές ορισμένων, αλλά όχι όλων των ειδών. Από τη σύγκριση με τη Βορειοανατολική Ελλάδα, αλλά και άλλες περιοχές της Ευρώπης προέκυψαν σημαντικές διαφορές στις φωνές αρκετών ειδών. Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής καταδεικνύουν την ανάγκη για μελέτη της γεωγραφικής ποικιλομορφίας των φωνών εντοπισμού ορισμένων ειδών, πριν από κάθε πανιδική ή οικολογική μελέτη, όπως έχει ήδη αναφερθεί στη σχετική βιβλιογραφία. Οι μετρήσεις που λήφθηκαν από τις ηχογραφημένες φωνές εντοπισμού επτά ειδών (*H. savii*, *Myotis blythii/oxygnathus*, *M. caraccinii*, *M. emarginatus*, *Miniopterus schreibersii*, *P. hanaki* και *P. kuhlii*) χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση Τετραγωνικής Ανάλυσης Διαφοροποιών Εξισώσεων, προκειμένου να αναπτυχθεί μία μεθοδολογία προσδιορισμού φωνών που ηχογραφούνται σε ελεύθερη πτήση. Η αξιολόγηση της μεθοδολογίας αυτής με τη μέθοδο της διασταυρούμενης πιστότητας (cross validation) έδειξε ότι δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα, καθώς τα ποσοστά σωστού προσδιορισμού μεταξύ των ειδών κυμάνθηκαν μεταξύ 83% και 100%. Η εφαρμογή της Ανάλυσης Διαφοροποιών Εξισώσεων έδωσε υψηλότερα συνολικά ποσοστά σωστής κατάταξης, όταν έγινε στα είδη του γένους *Myotis* ξεχωριστά από τα είδη με φωνές τύπου FM/QCF. Τα είδη *Pipistrellus nathusii* και *M. mystacinus/aurascens* δεν συμπεριλήφθηκαν στην ανάλυση αυτή λόγω της έλλειψης αρκετών φωνών αναφοράς, γεγονός που πιθανότατα αύξησε την επίδοση της μεθόδου.

Ένας επιπλέον στόχος της παρούσας διατριβής ήταν η μελέτη της υψομετρικής διαφοροποίησης της θηρευτικής δραστηριότητας των Χειροπτέρων στους θαμνώνες της Κρήτης, οι οποίοι αποτελούν τον πιο εκτεταμένο ημι-φυσικό οικότοπο του νησιού. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκαν ανοιξιάτικες και φθινοπωρινές ηχογραφήσεις των διερχόμενων νυχτερίδων σε 15 θαμνότοπους τριών υψομετρικών ζωνών (500, 1000 και 1500 m) της Ίδης, κατά μήκος διαδρομών 2 Km. Οι ηχογραφημένες διελεύσεις προσδιορίστηκαν σε επίπεδο είδους ή ομάδας ειδών με τη χρήση της Ανάλυσης Διαφοροποιών Εξισώσεων που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια αυτής της διατριβής και εξακριβώθηκε η παρουσία 13 τουλάχιστον ειδών σε αυτόν τον οικότοπο. Η επεξεργασία των πρωτογενών δεδομένων έδειξε ότι το υψόμετρο δεν ασκεί κάποια στατιστικά σημαντική επίδραση στη δραστηριότητα των πιο άφθονων ειδών (*Hypsugo savii*, *Pipistrellus kuhlii* και *Tadarida teniotis*) ή του συνόλου των Χειροπτέρων που απαντώνται στους θαμνότοπους. Ο αριθμός των ειδών στους θαμνότοπους φάνηκε να είναι υψηλότερος στη

ζώνη των 500 m από τις δύο άλλες ζώνες, αν και οι διαφορές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Η έλλειψη κάποιου υψομετρικού προτύπου στη δραστηριότητα των Χειροπτέρων της Ίδης πιθανότατα σχετίζεται με το γεγονός ότι η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε ένα τύπο οικοτόπου μόνο. Καθώς πολλά είδη Χειροπτέρων έχουν συγκεκριμένες θηρευτικές συνήθειες, η υψομετρική διαφοροποίηση της δραστηριότητάς τους σε ένα ορεινό όγκο εν πολλοίς θα εξαρτάται από τη γεωλογική του σύσταση και τη συνακόλουθη κατακόρυφη στρωμάτωση των οικοτόπων σε αυτόν. Ιδιαίτερη σημασία έχει η διαθεσιμότητα των καταφυγίων, καθώς η δραστηριότητα των νυχτερίδων είναι μεγαλύτερη γύρω από αυτά και η ανομοιόμορφη κατανομή τους στην Ίδη πιθανότατα ευθύνεται για την μεγάλη ετερογένεια σε κάθε υψομετρική ζώνη.

Προκειμένου να εξεταστεί η υψομετρική εξάπλωση των Χειροπτέρων της Ίδης και της Κρήτης γενικότερα, συνδυάστηκαν οι διαθέσιμες αναφορές από όλους τους τύπους οικοτόπων, συμπεριλαμβανομένων και των καταφυγίων. Από την ανάλυση των πληροφοριών αυτών προέκυψε ότι ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών απαντάται σε περιοχές με χαμηλό υψόμετρο (κάτω από τα 1000 m στην Ίδη, κάτω από τα 600 m σε όλη την Κρήτη) και σταδιακά μειώνεται με την αύξηση του υψομέτρου. Το πρότυπο αυτό πιθανότατα σχετίζεται με τη μείωση της ποικιλίας των οικοτόπων με την αύξηση του υψομέτρου, ως αποτέλεσμα της γεωλογίας της Κρήτης, αν και η δειγματοληπτική προσπάθεια ήταν σαφώς μικρότερη στις υψηλότερες περιοχές. Η ικανότητα των νυχτερίδων να διανύουν αποστάσεις αρκετών χιλιομέτρων σε διάστημα λίγων ωρών και η εποχική εναλλαγή καταφυγίων διαφορετικού υψομέτρου που έχει τεκμηριωθεί σε πολλά είδη, προφανώς αυξάνει την υψομετρική εξάπλωσή τους, γεγονός που έχει μάλλον παραβλεφθεί στις σχετικές μελέτες.

Οι οικοτοπικές προτιμήσεις των Χειροπτέρων, όσον αφορά στην αναζήτηση τροφής και η εποχικότητα της δραστηριότητάς τους έχουν μελετηθεί ελάχιστα στην Ελλάδα και τη Μεσόγειο γενικότερα. Στα πλαίσια αυτής της διατριβής συγκρίθηκε η χειμερινή με την καλοκαιρινή δραστηριότητα των νυχτερίδων σε πέντε διαφορετικούς οικοτόπους: ελαιώνες, δάση, θαμνότοπους, χωριά και ποτάμια. Σε πέντε θέσεις από κάθε τύπο οικοτόπου πραγματοποιήθηκαν θερινές και χειμερινές ηχογραφήσεις κατά μήκος διαδρομών 2 Km και οι ηχογραφημένες διελεύσεις προσδιορίστηκαν σε επίπεδο είδους ή ομάδα ειδών με την Ανάλυση Διαφοροποιών Εξισώσεων. Ο μεγαλύτερος πλούτος ειδών εντοπίστηκε στα δάση και τα ποτάμια (από 12 είδη, τουλάχιστον), ενώ σημαντικός αριθμός (10 είδη) καταγράφηκε και στους ελαιώνες. Τα δάση

και τα ποτάμια υποστηρίζουν επίσης και τη μεγαλύτερη αφθονία νυχτερίδων, κυρίως λόγω των μεγάλων αριθμών διειλεύσεων από τα είδη *P. kuhlii* (στα ποτάμια) και *Pipistrellus hanaki* και *H. savii* (στα δάση). Τα είδη αυτά, μαζί με το *Tadarida teniotis* είναι τα πιο κοινά και άφθονα στους οικότοπους που εξετάστηκαν εδώ.

Ο αριθμός των δραστήριων ειδών ήταν μικρότερος τους χειμώνες στο σύνολο των οικοτόπων που εξετάστηκαν, ενώ αντίστοιχα περιορισμένη ήταν και η συνολική δραστηριότητα των Χειροπτέρων. Τα είδη *P. hanaki*, *P. kuhlii* και *H. savii* ήταν σαφώς πιο δραστήρια το καλοκαίρι, όχι όμως και το *T. teniotis*, ενώ η μεγαλύτερη περιστολή της δραστηριότητας πραγματοποιήθηκε στα δάση και τους θαμνότοπους, πιθανότατα λόγω του μεγάλου υψομέτρου της πλειονότητας αυτών των θέσεων και συνεπώς της μεγαλύτερης πτώσης της θερμοκρασίας το χειμώνα εκεί. Παρομοίως, από τις ηχογραφήσεις στους θαμνότοπους της Ίδης φάνηκε ότι ο πλούτος των ειδών, αλλά και η δραστηριότητα των Χειροπτέρων ήταν σημαντικά υψηλότερος την άνοιξη από ότι το φθινόπωρο, τόσο στη ζώνη των 500m, όσο και σε όλες τις υψομετρικές ζώνες μαζί. Καθώς δεν διαπιστώθηκαν αντίστοιχες διαφορές στη θερμοκρασία στις θέσεις αυτές, τα παραπάνω αποτελέσματα οδηγούν δημιουργούν υπόνοιες ότι ο περιορισμός της δραστηριότητας των νυχτερίδων στους θαμνότοπους κατά τους ψυχρούς μήνες δεν σχετίζεται μόνο με τις κλιματικές συνθήκες. Από τη διατριβή αυτή προκύπτει ότι η δραστηριότητα κάποιων ειδών της Κρήτης ακολουθεί τις ετήσιες μεταβολές του κλίματος και της φωτοπερίοδου: μεγαλύτερη δραστηριότητα στο τέλος της άνοιξης από ότι το φθινόπωρο και μεγαλύτερη δραστηριότητα το καλοκαίρι από το χειμώνα. Καθώς με εξαίρεση λίγες περιπτώσεις, η θερμοκρασία ήταν πάνω από τους 10 °C, φαίνεται ότι ακόμα και σε σχετικά θερμές περιοχές όπως η Κρήτη η δραστηριότητα κάποιων Μικροχειροπτέρων παρουσιάζει σημαντικές εποχιακές διακυμάνσεις. Η εποχικότητα στη θηρευτική δραστηριότητα είναι λιγότερο προφανής όχι μόνο στο *T. teniotis*, αλλά και στα σπηλαιόβια είδη του γένους *Rhinolophus*, όπως και στο *M. schreibersii*, γεγονός που ενδεχομένως σχετίζεται με τις σχετικά υψηλές θερμοκρασίες των χειμερινών καταφυγίων τους. Αντιθέτως, το *M. blythii/oxygnathus*, το οποίο είναι επίσης σπηλαιόβιο, είναι το μόνο είδος που εξακριβωμένα διαχειμάζει στην Κρήτη.

Σε αυτή τη διατριβή μελετήθηκαν για πρώτη φορά οι φωνές εντοπισμού και η οικολογία του *Pipistrellus hanaki*. Το είδος αυτό καταλαμβάνει τον ακουστικό θώκο του *Pipistrellus pipistrellus*, αν και είναι πιο συγγενικό με το *Pipistrellus pygmaeus*. Έχει καταγραφεί σε όλο σχεδόν το νησί και σε

υψόμετρο έως και 1000 m και απαντάται σε μία ποικιλία οικοτόπων, αλλά προτιμάει τα δάση *Quercus* και τα ποτάμια. Η δραστηριότητά του περιορίζεται σημαντικά τους χειμώνες, γεγονός που καταδεικνύει ότι τους ψυχρούς μήνες μάλλον διαχειμάζει.

Εν κατακλείδι, η διατριβή αυτή όχι μόνο παρέχει βασικές πληροφορίες για την κατανομή, τις φωνές εντοπισμού και την οικολογία των Χειροπτέρων της Κρήτης, αλλά μπορεί να αποτελέσει και τη βάση για την προστασία τους, μέσω της κατάλληλης διαχείρισης των καταφυγίων και των θέσεων αναζήτησης τροφής που εντοπίστηκαν στα πλαίσιά της.

ENGLISH ABSTRACT

This study was focused on the distribution and abundance of Cretan bats. In total, 767 records from 283 localities along the island were collected: 432 own records and 335 resulting for the research efforts of other scientists (published or communicated to the author). The recent discovery of *Nyctalus leisleri* by Czech researchers and the author in the prefectures of Chania and Rethymno increases the number of Cretan species to 17. This species, along with *Pipistrellus nathusii*, *Myotis mystacinus/aurascens*, *Plecotus kolombatovici* and *Plecotus macrobullaris* are rarest and less abundant species of Crete, being located in small numbers in less than 15 localities each. The commonest and more abundant species in underground shelters are *Rhinolophus ferrumequinum*, *Myotis blythii/oxygnathus* and *Miniopterus schreibersii*. On the contrary, in various feeding grounds *Hypsugo savii*, *Pipistrellus hanaki*, *Pipistrellus kuhlii* and *Tadarida teniotis* are by far more common and abundant. Similarly with other Mediterranean areas, some caves on Crete house maternity colonies of the species *Rhinolophus blasii*, *R. ferrumequinum*, *R. hipposideros*, *Myotis blythii/oxygnathus*, *M. capaccinii*, *M. emarginatus* and *Miniopterus schreibersii*. Furthermore, low to mid-elevation caves are being used by *Rhinolophus blasii*, *R. ferrumequinum*, *R. hipposideros* and *Miniopterus schreibersii*, which emerge to forage during warm evenings with no rain. *M. blythii/oxygnathus* is the only species found to hibernate on Crete, in caves situated above 1450 m.a.s.l.

The echolocation calls of the Cretan bats were also described here, in order to facilitate the study of their distribution and ecology. For this purpose 570 bats from 16 species (excluding *Pipistrellus nathusii*) were recorded after their capture or during free flight while exiting from their roosts or foraging. The echolocation calls of *Pipistrellus hanaki* were studied thoroughly for first time since its discovery. Investigation of the spectral and temporal parameters of the recorded calls showed that the recording conditions (habitat structure) affected the call shape in some species. Comparison of the calls of Cretan populations with those from northeast Greece and other European areas revealed significant differences in several species. These results verify the already proposed existence of geographic variation in bat echolocation calls and demonstrate the necessity of their detailed description before conducting acoustic surveys in a certain area. The collected echolocation calls from seven species (*H. savii*, *Myotis blythii/oxygnathus*, *M. capaccinii*, *M. emarginatus*, *Miniopterus*

schreibersii, *P. hanaki* and *P. kuhlii*) were used to develop Quadratic Discriminant Function Analyses, in order to identify free flight calls of unknown origin. Evaluation of the method's results with cross-validation showed it has a satisfactorily high performance, with correct classification rates for different species ranging from 83% to 100%. When Discriminant Function Analysis was applied for FM and QCF calls separately, it generally gave higher classification results. The high performance of the method may be attributed to the small number of the Cretan bat species and the exclusion of *Pipistrellus nathusii* and *Myotis mystacinus/aurascens* (due to the lack of enough reference samples) which may result in some misclassifications in acoustic surveys.

An additional aim of this thesis was the study of altitudinal differentiation of bat feeding activity in shrublands, the most widespread semi-natural habitat type on Crete. Spring and autumn recordings were made in 15 shrublands of three elevation zones (500, 1000 and 1500 m.a.s.l.), along 2 Km transects in Idi (Psiloritis) Mts. The Discriminant Function Analysis developed earlier was used to identify the recorded echolocation calls to species or species group level and substantiated the presence of at least 13 bat species in the Cretan shrublands. The most common and abundant species in this habitat type were *Hypsugo savii*, *Pipistrellus kuhlii* and *Tadarida teniotis*. Elevation had no significant effect on the activity of these species or the overall activity of bats. Additionally, more species were recorded in the 500 m zone, but no significant elevational trend was detected. The lack of a clear altitudinal pattern in bat activity contrasts the results of other studies reporting low or mid elevation peaks. A possible explanation for this differentiation is that in this study only one habitat type was investigated. Since several bat species have specialized foraging habits, their activity in a certain mountain range shall be affected by the succession of the main rock and (correspondingly) habitat types across the elevational gradient. Roosting sites availability is expected to be of particular importance, since in many species most of the activity takes place around their refugia in a radius of few kilometers. Uneven distribution of bat roosts is probably related to the high heterogeneity of bat activity in each elevation zone which was observed here.

All the available records related to the presence of bats on Idi Mts and Crete in general (from feeding grounds and roosts) were analysed, in order to assess the altitudinal distribution on bats. The number of species was highest in mid to low elevation areas (below 1000 m in Idi, below 600 m in Crete) and decreased with elevation. This trend is probably related to the

decrease of habitat variability as elevation increases, although sampling effort in higher areas was limited. The ability of many bat species to travel very long distances (several kilometers) in a few hours and switch roosts seasonally obviously inflates their altitudinal distribution, a fact that has been largely neglected in the relevant studies. Unfortunately, it was not possible to inspect all possible hibernation and swarming roosts, due to time restrictions in this study and practical difficulties, since these sites are expected to be located in high elevation areas, surrounded by snow during winter.

The foraging habitat preferences and winter activity of bats in Greece and the Mediterranean in general have been poorly studied so far. In this study the feeding activity of Cretan bats was investigated in five different habitat types (olive groves, oak forests, shrublands, villages and rivers). Echolocation calls of bats were recorded during summers and winters in five sites in each habitat type, along 2 Km transects. Recorded calls were identified to species or species group level with the use of Discriminant function Analyses. Oak forests and rivers support a high number of species (at least 12 species each), when at least 10 species were recorded in olive groves. Oak forests and rivers support higher numbers of bats, mainly due to the high abundance of *P. kuhlii* (in rivers) and *P. hanaki* and *H. savii* (in forests). These species, together with *Tadarida teniotis* are the more common and abundant in the examined habitat types.

The overall activity of bats (all species in all habitat types) was significantly reduced and a smaller number of species was recorded during winters, in comparison with summers. The activity of *P. hanaki*, *P. kuhlii* and *H. savii* was also significantly reduced in winters, while no significant difference was detected in the activity of *Tadarida teniotis*. The greatest seasonal fluctuation in foraging and commuting activity was recorded in oak forests and shrublands, presumably due to the high elevation of most sites of these habitat types. Similarly, in the shrublands of Idi Mts the activity of bats was lower in autumns and less species were recorded in comparison with springs (in the 500 m zone and in the sum of sites sampled). Since no significant differences in the ambient temperature of shrublands in springs and autumns were recorded, we can assume than the annual cycle in the activity of Cretan bats is synchronized not only by climate, but also by other factors, not identified so far. The results of this study demonstrate that in Crete the foraging activity of some bat species (namely *P. hanaki*, *P. kuhlii* and *H. savii*) exhibit a clear seasonal pattern with reduced activity in autumns and winters, although ambient temperatures in these seasons

rarely fell below 10 °C. Seasonality in foraging activity was less prominent in *T. teniotis*, but also in the three rhinolophids and *M. schreibersii*. The latter four species are cave dwellers and the relatively high temperatures of low elevation caves probably allow them to maintain in a state of homeothermy at a reduced cost. On the contrary, the only known winter colonies of *Myotis blythii/oxygnathus*, another cave dweller, are situated in high elevation caves with low temperature. As already mentioned, this is the only species that truly hibernates on Crete, according to our best knowledge.

In conclusion, the findings of this study not only provide some insight to the distribution, the echolocation calls and the ecology of Cretan bats, but can be used as a starting point for their conservation through the protection of their roosts and the effective management of their key foraging habitats.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

- Ahlén I. 1990. Identification of bats in flight. Stockholm: Swedish Society for Conservation of Nature and the Swedish Youth Association for Environmental Studies and Conservation.
- Ahlén I. 2004. Heterodyne and Time-expansion methods for the identification of bats in the field and through sound analysis. In: Brigham R. M., *et al.* (Eds). Bat echolocation research: Tools, techniques and analysis. Bat Conservation International. Austin, Texas.
- Aldridge H. D. J. N. and Rautenbach I. N. 1987. Morphology, echolocation and resource partitioning in insectivorous bats. *Journal of Animal Ecology*, 56(3): 736-778.
- Altringham J. D. 1996. Bats. Biology and behaviour. Oxford University Press. ix + 264 pp.
- Anthony E. L. P. 1988. Age determination in Bats. In: Kunz T.H. (Ed). Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats. Smithsonian Institution Press. Washington D.C., London
- Arita, H. T. and Fenton, M. B. 1997. Flight and echolocation in the ecology and evolution of bats. *Trends in Ecology and Evolution*, 12: 53–58.
- Arlettaz R. 1999. Habitat selection as a major resource partitioning mechanism between the two sympatric sibling bat species *Myotis myotis* and *Myotis blythii*. *Journal of Animal Ecology*, 68(3): 460–471.
- Arlettaz R., Christe F., Lugin A., Perrin N. and Vogel P. 2001. Food availability dictates the timing of parturition in insectivorous mouse-eared bats. *Oikos*, 95: 105-111.
- Aulagnier S., Hutson A. M., Spitzenberger F., Juste J., Karataş A., Palmeirim J. and Paunovic, M. 2008a. *Rhinolophus ferrumequinum*. In: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 01 October 2008.
- Aulagnier S., Juste J., Karataş A., Palmeirim J. and Paunović M. 2008b. *Pipistrellus kuhlii*. In: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 10 October 2008.
- Aulagnier S., Paunovic M., Karataş A., Palmeirim J., Hutson A. M., Spitzenberger F., Juste J. and Benda P. 2008c. *Tadarida teniotis*. In:

- IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 01 October 2008.
- Avery M. I. 1985. Winter activity of pipistrelle bats. *Journal of Animal Ecology*, 54(3): 721-738.
- Avery M. I. 1986. The winter activity of Noctule bats (*Nyctalus noctula*). *Journal of Zoology (Lond.)*, 209: 296-299 (Comm. mamm. Soc., 52) .
- Barataud M. 1996. The world of bats. Mens, Sittelle.
- Barataud M. 2004. Fréquentation des paysages sud-alpins par des chiroptères en activité de chasse. *Le Rhinolophe*, 17: 11-22.
- Barclay R. M. R. 1999. Bats are not birds-a cautionary note on using echolocation calls to identify bats: a comment. *Journal of Mammalogy*, 80(1): 290-296.
- Barclay R. M. R. and Brigham R. M. 2004. Geographic variation in the echolocation calls of bats: a complication for identifying species by their calls. In: Brigham R. M., *et al.* (Eds). *Bat echolocation research: tools, techniques and analysis*. Bat Conservation International. Austin, Texas.
- Barclay R. M. R., Fullard J. H. and Jacobs D. S. 1999. Variation in the echolocation calls of the hoary bat (*Lasiurus cinereus*): influence of body size, habitat structure, and geographic location. *Canadian Journal of Zoology*, 77: 530–534.
- Barclay R.M.R. and Harder L.D. 2003. Life histories of bats: Life in the slow lane. In: Kunz T. H. and Fenton M. B. (Eds). *Bat ecology*. The University of Chicago Press. Chicago.
- Barratt E. M., Deaville R., Burland T. M., Bruford M. W., Jones G., Racey P. A. and Wayne R. K. 1997. DNA answers the calls of pipistrelle bats species. *Nature*, 387: 138-139.
- Bartonicka T. and Zukal J. 2003. Flight activity and habitat use of four bat species in a small town revealed by bat detectors. *Folia Zoologica*, 52(2): 155 –166.
- Bate D. M. A. 1905. On the mammals of Crete. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 1905, 2: 315–323.
- Bayefsky-Anand S., Skowronski M. D., Fenton M. B., Korine C. and Holderied M. W. 2008. Variations in the echolocation calls of the European free-tailed bat. *Journal of Zoology (Lond.)*, 275: 115–123.

- Benda P., Aulagnier S., Hutson A.M., Tsytsulina K., Karataş A., Palmeirim J. and Paunović, M. 2008. *Myotis aurascens*. In: IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 09 June 2009.
- Benda P., Hanák V., Horáček I., Hulva P., Lucan R. and Ruedi M. 2007. Bats (Mammalia: Chiroptera) of the Eastern Mediterranean. Part 5. Bat fauna of Cyprus: review of records with confirmation of six species new for the island and description of a new subspecies. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*, 71: 71–130.
- Benda P. and Horáček I. 1998: Bats (Mammalia: Chiroptera) of the Eastern Mediterranean. Part 1. Review of distribution and taxonomy of bats in Turkey. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*, 62: 255–313.
- Benda P., Hulva P. and Gaisler J. 2004. Systematic status of African populations of *Pipistrellus pipistrellus* complex (Chiroptera: Vespertilionidae), with a description of a new species from Cyrenaica, Libya. *Acta Chiropterologica*, 6(2): 193–217.
- Benda P. and Karatas A. 2005. On some Mediterranean populations of bats of the *Myotis mystacinus* morpho-group (Chiroptera: Vespertilionidae). *Lynx (Praha)*, n. s., 36: 9–38.
- Benda P. and Tsytsulina K. A. 2000. Taxonomic revision of *Myotis mystacinus* group (Mammalia: Chiroptera) I 10 the western Palearctic. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*, 64: 331-398.
- Berger-Tal O., Berger-Tal R., Korine C., Holderied M. W. and Fenton M. B. 2007. Echolocation calls produced by Kuhl's pipistrelles in different flight situations. *Journal of Zoology (Lond.)*, 274: 59–64.
- Biscardi S., Russo D., Casciani V., Cesarini D., Mei M. and Boitani L. 2007. Foraging requirements of the endangered long-fingered bat: the influence of micro-habitat structure, water quality and prey type. *Journal of Zoology (Lond.)*, 273(4): 372–381.
- Blake D., Hutson A., Racey P., Rydell J. and Speakman J. 1994. Use of lamplit roads by foraging bats in southern England. *Journal of Zoology (Lond.)*, 234: 453-462.
- Blondel J. and Aronson J. 1999. Biology and wildlife of the Mediterranean region. Oxford University Press.

- Bontadina F., Schofield H. and Naef-Daenzer B. 2002. Radio-tracking reveals that lesser horseshoe bats (*Rhinolophus hipposideros*) forage in woodland. *Journal of Zoology (Lond.)*, 258, 281-290.
- Boye P. 2004. European agency perspectives. Expectations from bat detector studies. In: Brigham R. M., *et al.* (Eds). *Bat echolocation research: Tools, techniques and analysis*. Bat Conservation International. Austin, Texas.
- Brown J.H. 2001. Mammals on mountainsides: Elevational patterns of diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 10: 101-109.
- Carmel W. and Safriel U. 1998. Habitat use by bats in a Mediterranean ecosystem in Israel-conservation implications. *Biological Conservation*, 84(3): 245-250.
- Cervený J. 1998. Bat communities of mountain peat bogs in the Sumava Mts. (southwestern Bohemia, Czech Republic). *Lynx (Prague)*, 29: 11-21.
- Chatzaki M., Lymberakis P., Markakis G. and 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.
- Davy C. M., Russo D. and Fenton M. B. 2007. Use of native woodlands and traditional olive groves by foraging bats on a Mediterranean island: consequences for conservation. *Journal of Zoology (Lond.)*, 273(4): 397-405.
- Dice L. R. 1945. Measures of the amount of ecologic association between species. *Ecology*, 26: 297-302.
- Dietz C., Dietz I. and Siemers B. M. 2007a. Growth of horseshoe bats (Chiroptera: Rhinolophidae) in temperate continental conditions and the influence of climate. *Mammalian Biology* 72: 3, 129-144.
- Dietz C. and Herversen O. von. 2004. Illustrated identification key to the bats of Europe. Electronic Publication, Version 1.0. Released 15.12.2004. Tuebingen & Erlangen, 72 pp.
- Dietz C., Herversen O. von and Nill D. 2007b. *Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwestafrikas*. Kosmos Naturführer, 400 pp.
- Doria G. 1887. I chiroterri trovati finora in Liguria. *Annali del Museo Civico di Storia Naturale di Genova, Serie 2^a*, 4[1886]: 385-474.

- Erickson J. L. and West S. D. 2003. Associations of bats with local structure and landscape features of forested stands in western Oregon and Washington. *Biological Conservation*, 109(1), 95-102.
- Fassoulas C., Paragamian K. and Iliopoulos G. 2007. Identification and assessment of Cretan geotopes. *Bulletin of the Geological Society of Greece*, 37: 1780-1795.
- Fenton M. B. 2004. Bat natural history and echolocation. In: Brigham R. M., *et al.* (Eds). *Bat echolocation research: tools, techniques and analysis*. Bat Conservation International. Austin, Texas.
- Fenton M. B., Audet D., Obrist M. K. and Rydell J. 1995. Signal strength, timing and self deafening: the evolution of echolocation in bats. *Paleobiology*, 21: 229–242.
- Field A. 2005. *Discovering statistics using SPSS*. Sage Publications, xxiv + 781 pp.
- Gaisler J. 1984. Bats of Northern Algeria and their winter activity. *Myotis*, 21-22: 89-94.
- Gaisler J., Zukal J., Rehak Z. and Homolka M. 1998. Habitat preference and flight of bats in a city. *Journal of Zoology (Lond.)*, 244: 439-445.
- Gannon W. L. and Sherwin R. E. 2004. Are bat detectors a “silver bullet” for assessing habitat use by bats? In: Brigham R. M., *et al.* (Eds). *Bat echolocation research: Tools, techniques and analysis*. Bat Conservation International. Austin, Texas.
- Gannon W. L., Sherwin R. E. and Haymond S. 2003. On the importance of articulating assumptions when conducting acoustic studies of habitat use by bats. *Wildlife society Bulletin*, 31(1): 45-61.
- Griffin D. R. 2001. Return to the Magic Well: Echolocation behaviour of bats and responses of insect prey. *BioScience*, 51(7): 555-556.
- Griffin D. R. and Galambos R. 1941. The sensory basis of obstacle avoidance by flying bats. *Journal of Experimental Zoology*, 86: 481-506.
- Grindal S. D., Collard T. S., Brigham R. M. and Barclay R. M. R. 1992. The influence of precipitation on reproduction by *Myotis* bats in British Columbia. *American Midland Naturalist*, 128(2), 339-344.
- Grindall S. D., Morissette J. L. and Brigham R. M. 1999. Concentration of bat activity in riparian habitats over an elevational gradient. *Canadian Journal of Zoology*, 77: 972-977.

- Hahn W. L. 1908.. Some habits and sensory adaptations of cave-inhabiting bats. *Biological Bulletin*, 15: 135-198.
- Hanák V., Benda P., Ruedi E., Horáček I. and Sofianidou T. 2001. Bats (Mammalia: Chiroptera) of the Eastern Mediterranean. Part 2. New records and review of distribution of bats in Greece. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*, 65: 279-346.
- Hartridge H. 1920. The avoidance of objects by bats in their flight. *Journal of Physiology*, 54: 54-57.
- Heller K. G. and Helversen O. von 1989. Resource partitioning of sonar frequency bands in rhinolophid bats. *Oecologia*, 80: 178-186.
- Helversen O. von and Winter Y. 2003. Glossophagine bats and their flowers: costs and benefits for plants and pollinators. In Kunz T.H. (editor) *Bat Ecology*. University of Chicago Press. Chicago.
- Helversen O. von, Heller K. G., Mayer F., Nemeth A., Volleth M. and Gombkoto P. 2001. Cryptic mammalian species: a new species of whiskered bat (*Myotis alcathoe* n. sp.) in Europe. *Naturwissenschaften*, 88: 217-223.
- Hill J. E. and Smith, J. D. 1984. *Bats: A Natural History*. University of Texas Press, Austin. 243 pp.
- Hoath R. 2003. *A Field Guide to the Mammals of Egypt*. American University in Cairo Press, 236 pp.
- Holzhaider J., Kriner E., Rudolph B-U. and Zahn A. 2002. Radio-tracking a Lesser horseshoe bat (*Rhinolophus hipposideros*) in Bavaria: an experiment to locate roosts and foraging sites. *Myotis*, 40: 47-54.
- Holzhaider J. and Zahn A. 2001. Bats in the Bavarian Alps: species composition and utilization of higher altitudes in summer. *Mammalian Biology*, 66: 144-154.
- Hood W. R., Bloss J. and Kunz T. H. 2002. Intrinsic and extrinsic sources of variation in size at birth and rates of postnatal growth in the big brown bat *Eptesicus fuscus* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Journal of Zoology (Lond.)*, 258, 355-363.
- Horáček I., Hanák V. And Gaisler J. 2000. Bats of the Palearctic region: a taxonomic and biogeographic review. Pp.: 11–157, In: Woloszyn B. W. (Ed.). *Proceedings of the VIIIth EBRS. Vol. 1. Approaches to Biogeography and Ecology of Bats*. Kraków. Platan Publishing House.

- Hulva P., Horáček I., Strelkov P. and Benda P. 2004. Molecular architecture of the *Pipistrellus pipistrellus/Pipistrellus pygmaeus* complex (Chiroptera: Vespertilionidae): further cryptic species and Mediterranean origin of the divergence. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 32: 1023-1035.
- Hulva P., Benda P., Hanák V., Evin A. and Horace I. 2007. New mitochondrial lineages within the *Pipistrellus pipistrellus* complex from Mediterranean Europe. *Folia Zoologia*, 56(4): 378.388.
- Humphries M., Speakman J. R., and Thomas D. W. 2006. Temperature, hibernation energetics and the cave and continental distribution of little brown *Myotis*. In: Zubaid A., McCracken G. and Kunz T. (Eds.). *Functional and evolutionary ecology of bats*. Oxford University Press.
- Hutson A. M., Aulagnier S., Benda P., Karataş A., Palmeirim J. and Paunović M. 2008a. *Miniopterus schreibersii*. In: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 24 November 2008.
- Hutson A. M., Aulagnier S., Juste J., Karataş A., Palmeirim J. and Paunović M. 2008b. *Plecotus kolombatovici*. In: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 01 October 2008.
- Hutson A. M., Aulagnier S., Juste J., Karataş A., Palmeirim J. and Paunović M. 2008c. *Plecotus macrobullaris*. In: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 01 October 2008.
- Hutson A.M., Spitzenberger F., Aulagnier S., Alcaldé J.T., Csorba G., Bumrungsri S., Francis C., Bates P., Gumal M., Kingston T. and Benda P. 2008d. *Eptesicus serotinus*. In: IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 09 June 2009.
- Hutson A. M., Spitzenberger F., Aulagnier S. and Coroiu I. 2008e. *Myotis mystacinus*. In: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 01 October 2008.
- Hutson A.M., Spitzenberger F., Aulagnier S., Coroiu I., Karataş A., Juste J., Paunović M., Palmeirim J. and Benda P. 2008f. *Pipistrellus pygmaeus*. In: IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 09 June 2009

- Hutson A.M., Spitzenberger F., Aulagnier S., Coroiu I., Karataş A., Juste J., Paunović M., Palmeirim J. and Benda P. 2008g. *Pipistrellus pipistrellus*. In: IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 09 June 2009.
- Hutson A. M., Spitzenberger F., Aulagnier S., Juste J., Karataş A., Palmeirim J. and Paunović M. 2008h. *Myotis blythii*. In: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 01 October 2008.
- Hutson A. M., Spitzenberger F., Aulagnier S., Juste J., Karataş A., Palmeirim J. and Paunović M. 2008i. *Myotis capaccinii*. In: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 01 October 2008.
- Hutson A. M., Spitzenberger F., Aulagnier S., Juste J., Karataş A., Palmeirim J. and Paunović M. 2008j. *Nyctalus leisleri*. In: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 01 October 2008.
- Hutson A. M., Spitzenberger F., Aulagnier S. and Nagy Z. 2008k. *Myotis emarginatus*. In: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 01 October 2008.
- Hutson A. M., Spitzenberger F., Juste J., Aulagnier S., Palmeirim J., Karataş A. and Paunović M. 2008l. *Pipistrellus nathusii*. In: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 01 October 2008.
- Hutson A. M., Spitzenberger F., Juste J., Aulagnier S., Palmeirim J., Paunovic M. and Karataş A. 2008m. *Pipistrellus savii*. In: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 24 November 2008.
- Ibanez C. 1997. Winter reproduction in the greater mouse-eared bat (*Myotis myotis*) in south Iberia. *Journal of Zoology*, 243: 836-840 (Comm. Mamm. Soc. 75).
- Iliopoulou-Georgudaki J. 1979. A record of *Myotis blythii omari* (Mammalia, Chiroptera) from Crete, Greece. *Bonner Zoologische Beiträge*, 30: 22–26.
- Iliopoulou-Georgudaki J. G. 1984: Intraspecific and interpopulation morphologic variation in the sharp-eared bat, *Myotis blythii* (Tomes,

- 1857) (Chiroptera: Vespertilionidae), from Greece. *Bonner Zoologische Beiträge*, 35: 15–24.
- Iliopoulou-Georgudaki J. 1988. Chiropteroфаuna of Lesbos island (east Aegean) and their divergence from these of the Greek mainland. *Bulletin D' Ecologie*, 19(2-3): 205-209
- Iliopoulou-Georgudaki J. and Giagia E. B. 1984. Distribution notes on *Myotis myotis* (Borkhausen, 1797) (Chiroptera; Vespertilionidae) from Greece, including the Karyotype of specimens from Lesbos Island. *Säugetierkundliche Mitteilungen*, 31: 135-139
- Iliopoulou-Georgudaki J. and Ontrias J. 1977. Population variation in *Miniopterus schreibersii* from Crete. *Biologia Gallo-Hellenica*, 7(1-2): 223-232
- Iliopoulou-Georgudaki J. and Ondrias J. C. 1986. The greater horseshoe bat, *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774), in Greece, with description of a new subspecies. *Occasional Papers of the Museum of Texas Tech University*, 102: 1–8.
- Iliopoulou-Georgudaki J. and Papapetropoulou M. 1990. Contribution to the parasitological study of chiroptera: ectoparasites of the bats *Rhinolophus ferrumequinum*, *Miniopterus schreibersii* and *Myotis blythii oxygnathus* from the Greek cave of Limnon. *Biologia Gallo-Hellenica*, 17(2): 199-202
- Jaberg C., Guisan A. 2001. Modeling the distribution of bats in relation to landscape structure in a temperate mountain environment. *Journal of Applied Ecology*, 38: 1169-1181.
- Jaccard P. 1908. Nouvelles recherches sur la distribution florale. *Bulletin del la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*, 44:223-270.
- Jacobs D., Cotterill F.W., Taylor P., Aulagnier S., Juste J., Spitzenberger F. and Hutson A. M. 2008a. *Rhinolophus hipposideros*. In: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 01 October 2008.
- Jacobs D., Cotterill F.W., Taylor P., Aulagnier S., Nagy Z. and Karataş A. 2008b. *Rhinolophus blasii*. In: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 01 October 2008.

- Jarzebowski T. 2003. Migration of the Nathusius' pipistrelle *Pipistrellus nathusii* (Vespertilionidae) along the Vistula Split. *Acta Theriologica*, 48, 3: 301-308.
- Jensen M. E., Miller L. A. and Rydell J. 2001. Detection of prey in a cluttered environment by the northern bat *Eptesicus nilssonii*. *The Journal of Experimental Biology*, 204: 199–208.
- Jones G. 1999. Scaling of echolocation call parameters in bats. *The Journal of Experimental Biology*, 202: 3359–3367.
- Jones G. and Rayner J.M.V. 1989. Foraging behavior and echolocation of wild horseshoe bats *Rhinolophus ferrumequinum* and *R. hipposideros* (Chiroptera, Rhinolophidae). *Behavioural Ecology and Sociobiology*, 25: 183-191.
- Jones G. and Rydell J. 2003. Attack and defence: interactions between echolocating bats and their insect prey. In Kunz T.H. (editor) *Bat Ecology*. University of Chicago Press. Chicago.
- Jones G. and Van Parijs S. M. 1993. Bimodal echolocation in Pipistrelle bats: Are cryptic species present? *Proceedings of the Royal Society of London B*, 251(1331): 119-125.
- Jones G., Vaughan N. and Parsons S. 2000. Acoustic identification of bats from directly sampled and time-expanded recordings of vocalizations. *Acta Chiropterologica* 2: 155-170.
- Jones G., Vaughan N., Russo D., Wickramasinghe L. P. and Harris S. 2004. Designing bat activity surveys using time expansion and direct sampling of ultrasound. In: Brigham R. M., *et al.* (Eds). *Bat echolocation research: tools, techniques and analysis*. Bat Conservation International. Austin, Texas.
- Juste J., Ibañez C., Muñoz J., Trujillo D., Benda P., Karataş A. and Ruedi M. 2004: Mitochondrial phylogeography of the long-eared bats (*Plecotus*) in the Mediterranean Palaeartic and Atlantic Islands. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 31: 1114–1126.
- Kahmann H. 1959. Beitrag zur Kenntnis der Fledermausfauna auf der Insel Kreta. *Säugetierkundliche Mitteilungen*, 7: 153–156.
- Kalko E. K. V. 1995. Insect pursuit, prey capture, and echolocation in pipistrelle bats (Microchiroptera). *Animal Behaviour*, 50(4): 861-880.

- Kanuch P., Danko S., Celuch M., Kristin A., Pjencak P., Matis S. and Smidt J. 2008. Relating bat species presence to habitat features in natural forests of Slovakia (Central Europe). *Mammalian biology*, 73: 147–155.
- Kanuch P., Janeckova K. and Kristin A. 2005. Winter diet of the noctule bat *Nyctalus noctula*. *Folia Zoologia*, (1–2): 53–60.
- Kanuch P. and Krištín A. 2006. Altitudinal distribution of bats in the Polana Mts area (Central Slovakia). *Biologia*, 61: 605-610.
- Koopman K. F. 1985. A synopsis of the families of bats, Part VII. *Bat Research News* 25, 25-27.
- Korine C. and Pinshow B. 2004. Guild structure, foraging space use, and distribution in a community of insectivorous bats in the Negev Desert. *Journal of Zoology (Lond.)*, 262, 187–196.
- Kowalski K., Gaisler J., Bessam H., Issaad C. and Ksantini H. 1986. Annual life cycle of cave bats in Northern Algeria. *Acta Theriologica*, 13(15): 185-206.
- Kowalski K. and Rzebik-Kowalska B. 1991. *Mammals of Algeria*. Ossolineum, Wrocław-Warszawa-Kraków, 370 pp.
- Krusic R. A. and Neefus C. D. 1996. Habitat associations of bat species in the White Mountain National Forest. In: Barclay, Robert M. R. and Mark Brigham (Eds). *Bats and Forests Symposium, October 19–21, 1995*, Victoria, British Columbia, Canada. Res. Br., B. C. Min. For., Victoria, B.C.
- Krystufek B. 1993. Geographic variation in the Greater horseshoe bat *Rhinolophus ferrumequinum* in the south-eastern Europe. *Acta Theriologica*, 38(1): 67-79.
- Kunz T. H. 1974. Feeding ecology of a temperate insectivorous bat (*Myotis velifer*). *Ecology*, 55: 693-711.
- Kunz T. H. 1982. Roosting ecology of bats. In: T. H. Kunz (Ed). *The Ecology of Bats*. Plenum Press. New York and London.
- Kunz T.H. and Kurta A. 1988. Capture methods and holding devices. In: Kunz T.H. (Ed). *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats*. Smithsonian Institution Press. Washington D.C., London
- Kunz T. H. and Lumsden L. F. 2003. Ecology of Cavity and Foliage Roosting Bats. In: Kunz T. H. and Fenton M. B. (Eds). *Bat ecology*. The University of Chicago Press. Chicago.

- Kusch J., Weber C., Idelberger S. and Koob T. 2004. Foraging habitat preferences of bats in relation to food supply and spatial vegetation structures in a western European low mountain range forest. *Folia Zoologica*, 53(2): 113–128.
- Kypriotakis Z., Tzanoudakis D. and Tsiourlis G. M. 1996. Vegetation map of Crete. Proceedings of the 6th Botanical Scientific Conference, Paralimni, Cyprus: 301-306.
- Lanza B. and Agnelli P. 1999. Chiroterti In: Spagnesi M. and Toso S. (Eds). *Iconografia dei mammiferi d'Italia*. Ministero dell'Ambiente, Settore Conservazione della natura. Roma.
- Lawrence B. D. and Simmons J. A. 1982. Measurements of atmospheric attenuation at ultrasonic frequencies and the significance for echolocation by bats. *Journal of the Acoustical Society of America*, 71: 585-590.
- Legakis A., Papadimitriou C., Gaethlich M. and Lazaris D. 2000. Survey of the bats of the Athens metropolitan area. *Myotis*, 38: 41-46.
- Levin E., Barnea A. Yovel Y. and Yom-Tov Y. 2006. Have introduced fish initiated piscivory among the long-fingered bat? *Mammalian Biology*, 71: 139-143.
- Limpens H. J. G. A. 2004. Field identification: using bat detectors to identify species. In: Brigham R. M., *et al.* (Eds). *Bat echolocation research: tools, techniques and analysis*. Bat Conservation International. Austin, Texas.
- Limpens H. J. G. A. and McCracken G. F. 2004. Choosing a bat detector: theoretical and practical aspects. In: Brigham R. M., *et al.* (Eds). *Bat echolocation research: tools, techniques and analysis*. Bat Conservation International. Austin, Texas.
- Lomolino M.V. 2001. Elevational gradients of species-density: Historical and prospective views. *Global Ecology and Biogeography*, 10: 3-13.
- Martens J. 1967. *Plecotus austriacus* (Fischer) auf Kreta; mit Bemerkungen zu weiteren Arten (Mammalia, Chiroptera). *Bonner Zoologische Beiträge*, 18: 253–257.
- Masetti M. 1999: Holocene endemic and anthropochorous wild mammals of the Mediterranean islands. *Anthropozoologica*, 28: 3–20.

- Mavrikakis P. G., Economopoulos A. P. and Carey J. R. 2000. Continuous winter reproduction and growth of the Mediterranean fruit fly (Diptera, Tephritidae) in Heraklion, Crete, Southern Greece. *Environmental Entomology*, 29(6): 1180-1187.
- Maxim H. 1912. The sixth sense of the bat. Sir Hiram Maxim's contention. The possible prevention of sea collisions. *Scientific American* (Supplement, 7 September): 148-150.
- Mayer F., Dietz C. and Kiefer A. 2007. Molecular species identification boosts bat diversity. *Frontiers in Zoology*, 4, 4.
- Mayer F. and Helversen O. von. 2001. Sympatric distribution of two cryptic bat species across Europe. *Biological Journal of the Linnean Society*, 74: 365–374.
- McCain C.M. 2005. Could temperature and water availability drive elevational species richness patterns? A global case study for bats. *Global Ecology and Biogeography*, 16: 1-13.
- McCain C.M. 2007. Area and mammalian elevational diversity. *Ecology*, 88(1): 76-86.
- McNab B. K. 1974. The behavior of temperate cave bats in a subtropical environment. *Ecology*, 55: 943-968.
- Mendelssohn H. and Yom-Tov Y. 1999. *Fauna Palaestina: Mammalia of Israel*. The Israel Academy of Sciences and Humanities, Jerusalem. Keterpress Enterprises, 439 pp.
- Meulenkamp J. E., Van der Zwaan G. J. and Van Wamel W. A. 1994. On Late Miocene to recent vertical motions in the Cretan segment of the Hellenic arc. *Tectonophysics*, 234: 53–72.
- Mickevičienė I., Mickevičius E. 2001. The importance of various habitat types to bats (Chiroptera: Vespertilionidae) in Lithuania during the Summer period. *Acta Zoologica Lituanica*, 11(1): 3-14.
- Miller L. A. and Surlykke A. 2001. How some insects detect and avoid being eaten by bats: Tactics and counter tactics of prey and predator. *BioScience*, 51(7): 570-581.
- Motte G. and Libois R. 2002. Conservation of the lesser horseshoe bat (*Rhinolophus hipposideros* Bechstein, 1800) (Mammalia: Chiroptera) in Belgium. A case study of feeding habitat requirements. *Belgium Journal of Zoology*, 132(1): 47-52.

- Norberg U. M. 1985. Evolution of vertebrate flight: an aerodynamic model for the transition from gliding to active flight. *American Naturalist*, 126: 303–327.
- Norberg U. M. 1986. On the evolution of flight and wing form in bats. In: Nachtigall W. (Ed.). *Bat Flight – Fledermausflug*. Biona Report, 5: 13–26. Fischer, Stuttgart.
- Norberg U. and Rayner J. M. 1987. Ecological Morphology and Flight in Bats (Mammalia; Chiroptera): Wing Adaptations, Flight Performance Foraging Strategy and Echolocation. *Philosophical Transactions of the Royal Society. London B*, 316(1179): 335-427.
- Oakeley S. F. and Jones G. 1998. Habitat around maternity roosts of the 55kHz phonic type of pipistrelle bats (*Pipistrellus pipistrellus*). *Journal of Zoology (Lond.)*, 245: 222-228.
- Obrist M. K. 1995. Flexible bat echolocation: the influence of individual, habitat and conspecifics on sonar signal design. *Behavioural Ecology and Sociobiology*, 36: 207-219.
- Obrist M. K., Boesch R. and Fluckiger P. F. 2004. Variability in echolocation call design of 26 Swiss bat species: consequences, limits and options for automated field identification with a synergetic pattern recognition approach. *Mammalia (Paris)*, 68(4): 307-322.
- O'Donnell C.F.J., 2000. Influence of season, habitat, temperature, and invertebrate availability on nocturnal activity of the New Zealand longtailed bat (*Chalinolobus tuberculatus*). *New Zealand Journal of Zoology* 27, 207-221.
- Pandurska R. 1996. Altitudinal distribution of bats in Bulgaria. *Myotis*, 34: 45-50.
- Papadatou E. 2001. Bat diversity on the island of Lesbos, Greece. MSc Dissertation. University of Leeds, School of Biology, Leeds.
- Papadatou E. 2006. Ecology and conservation of the long-fingered bat *Myotis capaccinii* in the National Park of Dadia-Lefkimi-Soufli, Greece. PhD Thesis. The University of Leeds, Institute of Integrative and Comparative Biology.
- Papadatou E., Butlin R. K. and Altringham J. D. 2008. Identification of bat species in Greece from their echolocation calls. *Acta Chiropterologica*, 10(1): 127-143.

- Papanastasis V. P. 2004. Traditional vs. contemporary management of Mediterranean vegetation: the case of the island of Crete. *Journal of Biological Research*, 1: 39-46.
- Park K. J., Altringham J. D. and Jones G. 1996. Assortative roosting in the two phonic types of *Pipistrellus pipistrellus* during the mating season. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 263(1376): 1495-1499.
- Park K. J., Jones G. and Ransome R. D. 2000. Torpor, arousal and activity of hibernating Greater Horseshoe Bats (*Rhinolophus ferrumequinum*). *Functional Ecology*, 14: 580–588.
- Parsons S. 2001. Identification of New Zealand bats (*Chalinolobus tuberculatus* and *Mystacina tuberculata*) in flight from analysis of echolocation calls by artificial neural networks. *Journal of Zoology (Lond.)*, 253: 447-456.
- Parsons S. 2004. Signal processing techniques for species identification. In: Brigham R. M., *et al.* (Eds). *Bat echolocation research: tools, techniques and analysis*. Bat Conservation International. Austin, Texas.
- Parsons S. and Jones G. 2000. Acoustic identification of twelve species of echolocating bat by discriminant function analysis and artificial neural networks. *The Journal of Experimental Biology*, 203: 2641-2656.
- Parsons K. N., Jones G., Davidson-Watts I. and Greenaway F. 2003. Swarming of bats at underground sites in Britain - implications for conservation. *Biological Conservation*, 111: 63-70.
- Patterson B.D., Pacheco V. and Solari S. 1996. Distributions of bats along an elevational gradient in the Andes of southeastern Peru. *Journal of Zoology (Lond.)*, 240: 637-658.
- Patterson B.D., Stotz D.F. Solari S., Fitzpatrick J.W. and Pacheco V. 1998. Contrasting patterns of elevational zonation for birds and mammals in the Andes of south-eastern Peru. *Journal of Biogeography*, 25: 593-607.
- Patterson B. D., Willig M. R. and Stevens R. D. 2003. Trophic strategies, niche partitioning and patterns of ecological organization. In: Kunz T. H. and Fenton M. B. (Eds). *Bat Ecology*. The University of Chicago Press. Chicago.
- Pettersson L. 2004. The properties of sound and bat detectors. In: Brigham R. M., *et al.* (Eds). *Bat echolocation research: tools, techniques and analysis*. Bat Conservation International. Austin, Texas.

- Pettigrew J. D. 1986. Flying primates? Megabats have the advanced pathway from eye to midbrain. *Science*, 231: 1304–1306.
- Pettigrew J. D., Jamieson B. G. M., Robson S. K., Hall L. S. and McAnally K. I. and Cooper H. M. 1989. Phylogenetic relations between microbats, megabats and primates (Mammalia: Chiroptera and primates). *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 325: 489–559.
- Pieper H. 1977. Fledermäuse aus Schleiereulen-Gewöllen von der Insel Kreta. *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 43: 7-12.
- Pohle H. 1953. Über Fledertiere von Kreta. In: Zimmermann K., v. Wettstein O., Siewert H. and Pohle H.: *Die Wildsäuger von Kreta*. *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 17: 1-72.
- Preatoni D. G., Nodari M., Chirichella R., Tosi G., Wauters L. A. and Martinoli A. 2005. Identifying bats from time-expanded recordings of search calls: comparing classification methods. *Journal of Wildlife Management*, 69(4): 1601-1614
- Quinn G. P. and Keough M. J. 2002. *Experimental Design and Data Analysis for Biologists*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Qumsiyeh M. B. 1996. *Mammals of the Holy Land*. Texas Technical University Press, 387 pp.
- Racey P. A. 1969. Diagnosis of pregnancy and experimental extension of gestation in the pipistrelle bat, *Pipistrellus pipistrellus*. *Journal of Reproduction and Fertility*, 19(3): 465-474.
- Racey P. A. 1988. Reproductive assessment in Bats. In: Kunz T.H. (Ed). *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats*. Smithsonian Institution Press. Washington D.C., London
- Racey P. A. and Entwistle A. C. 2000. Life-history and Reproductive Strategies of Bats. In: Crichton E. G. and Krutzsch P. H. (Eds). *Reproductive Biology of Bats*. Academic Press, London.
- Racey P. A. and Swift S. 1985. Feeding ecology of *Pipistrellus pipistrellus* (Chiroptera: Vespertilionidae) during pregnancy and lactation. I. Foraging activity. *Journal of Animal Ecology*, 54(1): 205-215.
- Rackham O. and Moody J. 1996. *The Making of the Cretan Landscape*. Manchester University Press, Manchester, UK.
- Rahbek C. 1995. The elevational gradient of species richness: a uniform pattern? *Ecography*, 18: 200-205.

- Rahbek C. 2005. The role of spatial scale and the perception of large-scale species-richness patterns. *Ecology Letters*, 8: 224–239.
- Ransome R. D. 1968. The distribution of the Greater horseshoe bat, *Rhinolophus ferrumequinum* during hibernation, in relation to environmental factors. *Journal of Zoology (Lond.)*, 154: 77-112.
- Ransome R. D. 1971. The effect of ambient temperature on the arousal frequency of the hibernating greater horseshoe bat, *Rhinolophus ferrumequinum*, in relation to site selection and the hibernation state. *Journal of Zoology (Lond.)*, 164: 353-371.
- Ransome R. 1989. Population changes of greater horseshoe bats studied near Bristol over the past twenty-six years. *Biological Journal of the Linnean Society*, 38: 71-82.
- Ransome R. D. 2002. Winter feeding studies on greater horseshoe bats. English Nature Research Report No. 449. English Nature, Peterborough. 47pp.
- Ransome R. D. and Hutson A. M. 2002. Action plan for the conservation of the greater horseshoe bat in Europe (*Rhinolophus ferrumequinum*). *Nature and Environment*, No. 109.
- Ransome R. and McOwat T. 1994. Birth timing and populations changes in greater horseshoe bat colonies (*Rhinolophus ferrumequinum*) are synchronized by climatic temperature. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 112: 337-351.
- Raulin V. 1869: Description physique de l'île de Crète. Tome second. Paris: Arthus Bertrand, viii+463–1078 pp.
- Rodrigues L. and Palmeirim J. M. 2008. Migratory behaviour of the Schreiber's bat: when, where and why do cave bats migrate in a Mediterranean region? *Journal of Zoology (Lond.)*, 274: 116-125.
- Russo D. 2002. Elevation affects the distribution of the two sexes in Daubenton's bats *Myotis daubentonii* (Chiroptera: Vespertilionidae) from Italy. *Mammalia*, 66(4): 543-551.
- Russo D., Almenar D., Aihartza J., Goiti U., Salsamendi E. and Garin I. 2005. Habitat selection in sympatric *Rhinolophus mehelyi* and *R. euryale* (Mammalia: Chiroptera). *Journal of Zoology (Lond.)*, 266: 327-332.
- Russo D. and Jones G. 2002. Identification of twenty-two bat species (Mammalia: Chiroptera) from Italy by analysis of time-expanded

- recordings of echolocation calls. *Journal of Zoology (Lond.)*, 258: 91-103.
- Russo D. and Jones G. 2003. Use of foraging habitats by bats in a Mediterranean area determined by acoustic surveys: conservation implications. *Ecography*, 26: 197-209.
- Russo D., Jones G. and Arlettaz R. 2007a. Echolocation and passive listening by foraging mouse-eared bats *Myotis myotis* and *M. blythii*. *The Journal of Experimental Biology*, 210: 166-176.
- Russo D., Jones G. and Migliozi A. 2002. Habitat selection by the Mediterranean horseshoe bat, *Rhinolophus euryale* (Chiroptera: Rhinolophidae) in a rural area of southern Italy and implications for conservation. *Biological Conservation*, 107: 71-81.
- Russo D., Jones G. and Mucedda M. 2001. Influence of age, sex and body size on echolocation calls of Mediterranean (*Rhinolophus euryale*) and Mehely's (*Rhinolophus mehelyi*) horseshoe bats (Chiroptera: Rhinolophidae). *Mammalia*, 65: 429-436.
- Russo D., Mucedda M., Bello M., Biscardi S., Pidinchedda E. and Jones G. 2007b. Divergent echolocation call frequencies in insular rhinolophids (Chiroptera): a case of character displacement? *Journal of Biogeography*, 34(12): 2129-2138.
- Rydell J., Arita H. T., Santos M. and Granados J. 2002. Acoustic identification of insectivorous bats (order Chiroptera) of Yucatan, Mexico. *Journal of Zoology (Lond.)*, 257: 27-36.
- Sanchez-Cordero V. 2001. Elevation gradients of diversity for rodents and bats in Oaxaca, Mexico. *Global Ecology and Biogeography*, 10: 63-76.
- Schnitzler H.-U. and Kalko E. K. V. 2001. Echolocation by insect-eating bats. *BioScience*, 51(7): 557-569.
- Schober W. and Grimmberger E. 1997. *The bats of Europe and North America*. – T.F.H. publications. 239 pp.
- Schule W. 1993. Mammals, vegetation and the initial human settlement of the Mediterranean islands: a palaeoecological approach. *Journal of Biogeography* 20: 399-412.
- Seidman V. M. and Zabel C. 2001. Bat activity along intermittent streams in north-eastern California. *Journal of Mammalogy*, 82(3): 738-747.

- Serra-Cobo J., López-Roig M., Marquès-Bonet T., Lahuerta E. 2000. Rivers as possible landmarks in the orientation flight of *Miniopterus schreibersii*. *Acta Theriologica*, 45: 347-352.
- Sfenthourakis S. 1992. Altitudinal effect on species richness of Oniscidea (Crustacea; Isopoda) on three mountains in Greece. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 2: 157-164.
- Siemers B. M., Kalko E. K. V. and Schnitzler H.-U. 2001. Echolocation behavior and signal plasticity in the Neotropical bat *Myotis nigricans* (Schinz, 1821) (Vespertilionidae): a convergent case with European species of *Pipistrellus*? *Behavioural Ecology and Sociobiology*, 50: 317-328.
- Simmons N. B. and Conway T. M. 2003. Evolution of Ecological Diversity in Bats. In: Kunz T. H. and Fenton M. B. (Eds). *Bat Ecology*. The University of Chicago Press. Chicago.
- Simmons S., Fenton M., O' Farrell M. 1979. Echolocation and pursuit of prey by bats. *Science, New Series*, 203(4375): 16-21.
- Simmons N. B. and Geisler J. H. 1998. Phylogenetic relationships of *Icaronycteris*, *Archaeonycteris*, *Hassianycteris*, and *Paleochiropteryx* to extant bat lineages, with comments on the evolution of echolocation and foraging strategies in microchiroptera. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 235: 1- 182.
- Simmons N. B., Seymour K. L., Habersetzer J. and Gunnell G. F. 2008. Primitive Early Eocene bat from Wyoming and the evolution of flight and echolocation. *Nature*, 451, 818-821.
- Skiba R. 2007. Zum Vorkommen der Fledermäuse in Kreta (Griechenland). *Nyctalus (Neue Folge)* **12**, 1: 52-60.
- Solick D. I. and Barclay R. M. R. 2007. Geographic variation in the use of torpor and roosting behaviour of female western long-eared bats. *Journal of Zoology (Lond.)*, 272: 358–366.
- Spada M., Szentkuti S., Zambelli N., Mattei-Roesli M., Moretti M., Bontadina F., Arlettaz R., Tosi G. and Martinoli A. 2008. Roost selection by non-breeding Leisler's bats (*Nyctalus leisleri*) in montane woodlands: implications for habitat management. *Acta Chiropterologica*, 10, 1: 81-88.
- Speakman J. R. 2001. The evolution of flight and echolocation in bats: another leap in the dark. *Mammal Review*, 31(2): 111-130.

- Speakman J. R. and Thomas D.W. 2003. Physiological ecology and energetics of bats. In: Kunz, T.H. and Fenton, M.B. (Eds.). *Bat Ecology*. The University of Chicago Press, pp. 430-490. Chicago.
- Spitzenberger F., Strelkov P. and Haring E. 2003. Morphology and mitochondrial DNA sequences show that *Plecotus alpinus* Kiefer & Veith, 2002 and *Plecotus microdontus* Spitzenberger, 2002 are synonyms of *Plecotus macrobullaris* Kuzyakin, 1965. *Natura Croatica*, 12: 39-53.
- Stebbing R. E. 1988. Conservation of European bats. Christopher Helm.
- Stevens G. C. 1992. The elevational gradient in altitudinal range: an extension of Rapoport's latitudinal rule to altitude. *American Naturalist*, 140, 893-911.
- Strelkov P. P. 1972. Ostrouhije nočnicy; rasprostrenenie, geografičeskaja izmenčivost', otličija ot bol'ših nočnic [*Myotis blythi* (Tomes, 1857): distribution, geographical variability and differences from *Myotis myotis* (Borkhausen, 1797)]. *Acta Theriologica*, 17: 355-380 (στα Ρώσικα, με αγγλική περίληψη).
- Teeling E. C., Scally M., Kao D. J., Romagnoli M. L., Springer M. S. and Stanhope M. J. 2000. Molecular evidence regarding the origin of echolocation and flight in bats. *Nature*, 403: 188-192.
- Teeling E. C., Springer M. S., Madsen O., Bates P., O'Brien S. J. and Murphy W. J. 2005. A molecular phylogeny for bats illuminates biogeography and the fossil record. *Science*, 307(5709): 580-584.
- Tvrkovic N., Pavlinic I. and Haring E. 2005. *Plecotus macrobullaris* (Mammalia, Vespertilionidae) and related sibling species in Croatia: Field identification and distribution. *Folia Zoologica*, 154: 75-88.
- Turland N. J., Chilton L. and Press J. R. 1993: *Flora of the Cretan area: annotated checklist & atlas* [2nd impression, 1995]. The Natural History Museum and HMSO, London.
- Uttendörfer O. 1952. *Neue Ergebnisse über die Ernährung der Greifvögel und Eulen*. Eugen Ulmer, 230 pp. Stuttgart.
- van der Geer A., Dermitzakis M. and de Vos J. 2006. Crete before the Cretans: The reign of dwarfs. *Pharos*, 13: 121-132. Netherlands Institute. Athens.

- Vaughan N., Jones G. and Harris S. 1996. Effects of sewage effluent on the activity of bats (Chiroptera: Vespertilionidae) foraging along rivers. *Biological Conservation*, 78: 337-343.
- Vaughan N., Jones G. and Harris S. 1997a. Habitat use by bats (Chiroptera) assessed by means of a broad-band acoustic method. *Journal of Applied Ecology*, 34: 716-730.
- Vaughan N., Jones G. and Harris S. 1997b. Identification of British bat species by multivariate analysis of echolocation call parameters. *Bioacoustics*, 7: 189-207.
- Vigla Taglianti A., Audisio P. A., Biondi M., Bologna M. A., Cappaneto G. M., De Biase A., Fattorini S., Piattella E., Sindaco R., Venchi A. and Zapparoli M. 1999. A proposal for a chorotype classification of the Near East fauna, in the framework of the Western Palearctic region. *Biogeographia* 20: 31-59.
- Walsh A. L., Barclay R. M. R. and McCracken G. F. 2004. Designing bat activity surveys for inventory and monitoring studies at local and regional scales. In: Brigham R. M., *et al.* (Eds). *Bat echolocation research: Tools, techniques and analysis*. Bat Conservation International. Austin, Texas.
- Walsh A. L. and Harris S. 1996a. Factors determining the abundance of vespertilionid bats in Britain: geographical, land class and local habitat relationships. *Journal of Applied Ecology*, 33: 519-529.
- Walsh A. L. and Harris S. 1996b. Foraging habitat preferences of vespertilionid bats in Britain. *Journal of Applied Ecology*, 33: 508-518.
- Warren R., Waters D., Altringham J. and Bullock D. 2000. The distribution of Daubenton's bats (*Myotis daubentonii*) and pipistrelle bats (*Pipistrellus pipistrellus*) (Vespertilionidae) in relation to small scale variation in riverine habitats. *Biological Conservation*, 92: 85-91.
- Waters D. A. and Gannon W. L. 2004. Bat call libraries: management and potential use. In: Brigham R. M., *et al.* (Eds). *Bat echolocation research: tools, techniques and analysis*. Bat Conservation International. Austin, Texas.
- Wickramasinghe L. P., Harris S., Jones G. and Vaughan N. 2003. Bat activity and species richness on organic and conventional farms: impact of agricultural intensification. *Journal of Applied Ecology*, 40: 984-993.

- Williams C. B. 1961. Studies in the effect of weather conditions on the activity and abundance of insect populations. *Philosophical Transactions Biological Sciences*, 244(713): 331-378.
- Willing M.R., Patterson B.D. and Stevens R.D. 2003. Patterns of range size, richness and body size in the chiroptera. In: Kunz T. H. and Fenton M. B. (Eds). *Bat Ecology*. The University of Chicago Press. Chicago.
- Wojciechowski M. S., Jefimow M. and Tegowska E. 2007. Environmental conditions, rather than season, determine torpor use and temperature selection in large mouse-eared bats (*Myotis myotis*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 147: 828-840.
- Zahn A., Rodrigues L., Rainho A. and Palmeirim J. M. 2007. Critical times of the year for *Myotis myotis*, a temperate zone bat: roles of climate and food resources. *Acta Chiropterologica*, 9(1): 115-125.
- Zingg P. E. 1990. Akustische Artidentifikation von Fledermausen (Mammalia: Chiroptera) in der Schweiz. Acoustic species identification of bats (Mammalia Chiroptera) in Switzerland. *Revue Suisse de Zoologie*, 97(2): 263-294.

Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία

- Βαρδινογιάννη Κ. 1994. Βιογεωγραφία των χερσαίων μαλακίων στο νότιο Αιγαϊακό τόξο. Διδ. Διατριβή. Ε. Κ. Π. Αθηνών, Τμήμα Βιολογίας. Αθήνα.
- Γαλανάκη Κ. 2006. Δυναμική μίας αποικίας των ειδών *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774) και *Rhinolophus hipposideros* (Bechstein, 1800) (Mammalia, Chiroptera) σε συνάρτηση με τις κλιματικές συνθήκες. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Βιολογίας. Ηράκλειο
- Γεωργιακάκης Π. 2003. Τροφική οικολογία των Χειροπτέρων της Κρήτης. Μεταπτυχιακή διατριβή. Πανεπιστήμιο Κρήτης, τμήμα Βιολογίας. Ηράκλειο.
- Δερμιτζάκης Μ. Δ. και Παπανικολάου Δ. Ι. 1981. Παλαιογεωγραφία και γεωδυναμική της περιοχής του Αιγαίου κατά το Νεογενές. *Annales Geologiques des Pays Helleniques*, 30: 245-289.

- Ηλιοπούλου–Γεωργουδάκη Ι. 1977. Συστηματική μελέτη και γεωγραφική εξάπλωση των Χειροπτέρων της Ελλάδος. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών, Φυσικομαθηματική Σχολή. Πάτρα.
- Λυμπεράκης Π. 2003. Υψομετρική διαφοροποίηση της πανίδας των Λευκών Ορέων Κρήτης. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Βιολογίας. Αθήνα.
- Παραγκαμιάν Κ., Νικολουδάκης Ι., Παπαδάτου Ε. και Σφακιανάκη Ε. 2004. Ερευνητικό Πρόγραμμα: Βιολογική – Περιβαλλοντική Μελέτη του σπηλαιού Μαρώνειας. Ανάλυση υφιστάμενης κατάστασης - Προτάσεις. Ινστιτούτο Σπηλαιολογικών Ερευνών Ελλάδας. Ηράκλειο.
- Πέννας Π. Ι. 1977. Το κλίμα της Κρήτης. Διδακτορική Διατριβή, Αριστ. Πανεπ. Θεσσαλονίκης. Θεσσαλονίκη.
- Πλατάκης Ε. 1974. Σπήλαια και άλλαι καρστικά μορφαί της Κρήτης. Τόμος Α΄. Ηράκλειο.
- Πλατάκης Ε. 1975. Σπήλαια και άλλαι καρστικά μορφαί της Κρήτης. Τόμος Β΄. Ηράκλειο.
- Τριχάς Α. 1996. Οικολογία και Βιογεωγραφία των εδαφικών κολεοπτέρων στο Νότιο Αιγαίο με έμφαση στη σύνθεση, Εποχιακή και Βιοτοπική διαφοροποίηση και Ζωογεωγραφία των οικογενειών Carabidae και Tenebrionidae. Διδ. Διατριβή, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμ. Βιολογίας. Ηράκλειο.
- Ζαμάνη Π. Α. 1973. Φυσικογεωγραφική μελέτη της νήσου Κρήτης. Διατριβή επι Υψηγείας. Ε. Κ. Π. Αθηνών. Αθήνα.

Άρθρα που αναφέρονται μόνο στο Παράρτημα

- Beron P. 1970. Sur quelques acariens (Myobiidae, Psorergatidae, Spinturnicidae, Sarcoptidae et Listrophoroidea) de Bulgarie et de l'île de Crète. *Izvestija na Zoologičeskija Institut s Muzej (Sofija)*, 32: 143-149.
- Boettger C. R. 1962. Schalen juveniler Wurmschnecken (Fam. Vermetidae) in einer Höhle der Insel Kreta. *Archiv für Molluskenkunde*, 91: 57-59.
- Boettger C. R. 1963. Die als Schalen juveniler Wurmschnecken (Fam. Vermetidae) angesprochenen Funde aus einer Höhle der Insel Kreta. *Archiv für Molluskenkunde*, 92: 77-78.

- Felten H. and Storch G. 1970. Kleinsäuger von den italienischen Mittelmeer-Inseln Pantelleria und Lampedusa (Mammalia). *Senckenbergiana Biologica*, 52: 371-376.
- Felten H., Spitzenberger F. and Storch G. 1977. Zur Kleinsäugerfauna West-Anatoliens. Teil IIIa. *Senckenbergiana Biologica*, 58: 1-44.
- Iliopoulou-Georgudaki J. 1985. New records of the occurrence of the genus *Pipistrellus* (Chiroptera: Vespertilionidae) in Greece. *Mammalia*, 49: 131-133.
- Kahmann H. and Çağlar M. 1960. Beiträge zur Säugetierkunde der Türkei. 1 – Fledermäuse aus der Landschaft Hatay. *Istanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası, Seri B*, 25: 1-21.
- Kock D. 1969. Die Fledermaus-Fauna des Sudan (Mammalia, Chiroptera). *Abhandlungen der Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft*, 521: 1-238.
- Kock D. 1974. Pupipare Dipteren von Säugetieren des nordöstlichen Mittelmeerraumens (Ins.: Diptera). *Senckenbergiana Biologica*, 55: 87-104.
- Kock D. 1989. Fledermaus-Fliegen aus der E-Mediterraneis (Diptera: Nycteribiidae). *Entomologisches Zeitschrift*, 99, 5: 56-58.
- Kock D., Malec F. and Storch G. 1972. Rezente und subfossile Kleinsäuger aus dem Vilayet Elaziğ, Ostanatolien. *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 37: 204-229.
- Myers P., Espinosa R., Parr C. S., Jones T., Hammond G. S. and Dewey T. A. 2008. The Animal Diversity Web (online). Accessed September 10, 2009 at <http://animaldiversity.org>.
- Miller G. S. 1912. *Catalogue of the Mammals of Western Europe (Europe exclusive of Russia) in the Collection of the British Museum*. London: Trustees of the British Museum, 1019 pp.
- Theodor O. 1967. *An illustrated catalogue of the Rothschild collection of Nycteribidae (Diptera) in the British Museum (Natural History)*. London: Trustees of the British Museum (Natural History), Publication 655, 506 pp.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

A. Συστηματική κατάταξη των χειροπτέρων της Κρήτης (τροποποιημένο από Myers *et al.*, 2008)

Υποτάξη: Μικροχειρόπτερα

Υπεροικογένεια: Rhinolophoidea

Οικογένεια: Rhinolophidae

Υποοικογένεια: Rhinolophinae

Γένος: *Rhinolophus*

Rhinolophus blasii

R. ferrumequinum

R. hipposideros

Υπεροικογένεια: Vespertilionoidea

Οικογένεια: Vespertilionidae

Υποοικογένεια: Vespertilioninae

Γένος: *Eptesicus*

Eptesicus serotinus

Γένος: *Nyctalus*

Nyctalus leisleri

Γένος: *Pipistrellus*

Pipistrellus hanaki

Pipistrellus kuhlii

Pipistrellus nathusii

Γένος: *Plecotus*

Plecotus kolombatovici

Plecotus macrobullaris

Γένος: *Hypsugo*

Hypsugo savii

Υποοικογένεια: Myotinae

Γένος: *Myotis*

Myotis blythii/oxygnathus

Myotis capaccinii

Myotis emarginatus

Myotis aurascens/mystacinus

Οικογένεια: Miniopteridae

Γένος: *Miniopterus*

Miniopterus schreibersii

Υπεροικογένεια: Molossoidea

Οικογένεια: Molossidae

Υποοικογένεια: Molossinae

Γένος: *Tadarida*

Tadarida teniotis

B. Ημερομηνίες και ευρήματα των παρατηρήσεων.

Οι αριθμοί σε αγκύλες αντιστοιχούν σε αυτούς στο Β' μέρος του παραρτήματος, αλλά και στους χάρτες. Σε παρένθεση δίνονται οι παραπομπές στα σχετικά άρθρα ή οι ερευνητές που έκαναν τις αδημοσίευτες παρατηρήσεις.

Συντομογραφίες: a = ενήλικο, f = θηλυκό, j = ανήλικο (νεαρότερο των 6 μηνών), m = αρσενικό; s = ανώριμο (δεν έχει αναπαραχθεί), ind/s. = άτομο/α. L = θηλάζουσα/ες, G = κυοφορούσα/ες

***Rhinolophus blasii* Peters, 1866**

ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΕΝΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Χανίων: [37]: 13-14/3/1965: Observation 5 inds; (Martens, 1967); 4/5/2003: Detection 15-20 inds. (Skiba, 2007);- [38]: 11/9/1986: Trapping 1 m (Hanák *et al.*, 2001);- [69]: 19/3/1965: Observation 25 inds.; (Martens, 1967)

N. Ρεθύμνου: [137]: 30/4/2003: Detection 7-10 inds. (Skiba, 2007)

N. Ηρακλείου: [178]: 7/10/2005: Observation 1 ind.; 25/10/2005: Observation 1 ind.; 16/1/2006: Observation 1 ind.; 24/2/2006: Observation 1 ind. (Γαλανάκη, 2006);- [180]: Collection 2 inds. (bones from owl pellets) (Pieper, 1977);- [228]: 10/4/1955: Trapping 1 m, 3 f (Hanák *et al.*, 2001)

N. Λασιθίου: [266]: Observation (Doria, 1887);- [270]: 22-23/3/1958: Observation colony (trapping 3 f); (Kahmann, 1959);- [278]: Observation 1 ind. (Felten *et al.*, 1977)

ΝΕΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Χανίων: [12]: 7/2/2008: Observation 1 ind.;- [18]: 19/9/2002: Recording 1 call;- [27]: 29/1/2006: Observation 3 inds.; 21/3/2008: Observation few inds., Trapping 1 fs, 1fa;- [29]: 22/3/2008: Trapping 2 f;- [37]: 28/4/2008: Trapping 2 m, 1 fs, 2 fa;- [59]: 2/5/2005: Recording 1 call; 24/7/2007: Trapping 1 m, 1faL;- [67]: 17/8/2008: Trapping 2 fa;- [69]: 25/4/2008: Observation ca. 30 inds., Trapping 7 m, 1 fs, 1 fa, 1 faG, 1 ind.;- [72]: 9/7/2005: Observation several inds.; 30/4/2008: Observation several inds.; 2/5/2008: Trapping 1 m, 1 fs, 2 fa, 6 faG;- [79]: 5/7/2008: Trapping 1 m, 1 faL;- [82]: 16/9/2005: Observation 10 inds., Collection bones; 5/11/2006: Observation 19 inds.;- [83]: 14/3/2006: Observation ca.70 inds.; 23/3/2008: Observation 11 inds., Trapping 7 m, 2 fs, 1 fa, Collection 1 fa;- [85]: 26/12/2005: Recording few calls

N. Ρεθύμνου: [116]: 11/7/2008: Recording 1 call;- [118]: 24/1/2003: Observation 8 inds.; 11/11/2004: Trapping 2 m, 4 fs; 9/11/2007: Recording 1 call;- [119]: 9/11/2007: Recording 1 call;- [120]: 6/5/2007: Recording 1 call; 28/10/2007: Recording 3;- [122]: 28/12/2006: Recording several calls;- [155]: 21/5/2005: Recording several calls; 1/3/2006: Observation & recording few calls; 18/11/2006: Recording several calls; 11/10/2007: Trapping 9 m, 3 ma, 6 fs, 2 fa; 19/6/2008: Trapping 1 m, 5 fs, 8 faL;- [162]: 27/5/2007: Recording 2 calls;- [167]: 23/6/2008: Recording few calls; 12/8/2008: Observation 4 inds, Trapping 2 fs

N. Ηρακλείου: [173]: 25/5/2007: Recording few calls.;- [189]: 16/9/2007: Recording few calls; 18/5/2008: Recording several calls; 7/6/2008: Trapping 1 fs, 1 faG, 3 faL; 22/6/2008: Recording few calls.;- [199]: 9/10/2006: Observation few calls.;- [214]: 5/4/2006: Recording 1 call.;- [222]: 29/10/2007: Recording 1 call.;- [227]: 4/6/2008: Trapping 2 ma, Recording 1 ind.;- [228]: 16/1/2005: Observation 1 ind.; 20/5/2005: Trapping 1 m; 26/11/2005: Observation several inds.; 1/12/2005: Trapping 3 ma, 3 m; 21/12/2005: Observation 5 inds.; 19/3/2006: Observation 1 ind.; 9/9/2006: Trapping 2 m; 17/11/2006: Observation 15 inds.; 14/2/2008: Recording few calls.;- [233]: 13/11/2007: Recording 1 call; 12/5/2008: Recording 1 call.;- [235]: 3/2/2006: Trapping 2 ma, 3 m; 23/3/2006: Recording ca. 10 calls; 7/4/2006: Recording 2 calls; 6/11/2006: Observation ca. 80 inds.; 9/11/2006: Trapping 2 ma, 4 fa; 23/3/2007: Trapping 2 m; 23/10/2007: Trapping 1 fs

N. Λασιθίου: [245]: 20/7/2006: Observation ca. 20 inds.;- [246]: 5/9/2004: Recording several calls.;- [264]: 24/8/2008: Recording 2 calls

ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΤΡΙΤΩΝ

N. Χανίων: [37]: 27/5/2008: Detection 1 ind., Trapping 2 ma, 1 ms (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [67]: 1/10/2006: Detection 1 ind., Trapping 1 fa; (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [71]: 19/7/2008: Trapping 1 fa (Horacek, προσωπική επικοινωνία), προσωπική επικοινωνία);- [91]: 8/10/2007: Trapping 1 fs (Benda, προσωπική επικοινωνία)

N. Ηρακλείου: [174]: 4/10/2006: Detection several inds., Trapping 1 ma (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [232]: 26/5/2008: Detection 1 ind. (Benda, προσωπική επικοινωνία)

N. Λασιθίου: [269]: 12/10/2007: Trapping 1fs (Benda, προσωπική επικοινωνία)

***Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774)**

ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΕΝΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Χανίων: [11]: 15/8/1971: Collection 1 f; (Hanak *et al.*, 2001);- [20]: 13/3/1965: Observation 3 inds.; (Martens, 1967);- [22]: Summer 1971: Trapping 1 fa; (Hanak *et al.*, 2001);- [37]: 4/5/2003: Detection 2 inds.; (Skiba, 2007);- [40]: 13/3/1965: Observed 6; (Martens, 1967);- [47]: Trapping 1 m, 2 f; (Miller, 1912, Theodor, 1967);- [56]: 2/5/2003: Detection 1 ind.; (Skiba, 2007);- [64]: Observation 3 inds. (Bate, 1905);- [69]: 13/3/1965: Observation 1 j (mummy) (Martens, 1967);- [94]: 16–17 March 1965: 2 inds. (Martens, 1967);- [95]: Collection; 14 inds. (bones from owl pellets) (Pieper, 1977);- [96]: 15/1/1968: Observation (Beron, 1970)

N. Ρεθύμνου: [128]: 16/7/1995: Detection 1 ind.; (Hanak *et al.*, 2001);- [137]: 30/4/2003: Detection 40–50 inds.; (Skiba, 2007);- [156]: 20/4/1975: Observation: 1 ind. (Felten *et al.* 1977, Kock, 1989)

N. Ηρακλείου: [171]: Collection 1 ind. (bones from owl pellets) (Pieper, 1977);- [178]: 6/10/2004 έως 29/3/2006: Observation 14 έως 245 inds.; 18/10/2004: Trapping 8 ma, 6 fs, 2 fa; 5/12/2004: Trapping 7 ma, 2 fs, 2 fa; 15/1/2005: Trapping 6 ma, 3 fs; 28/2/2005: Trapping 9 ma, 1 fs, 2 fa; 5/4/2005: Trapping 7 ma, 12 fa; 23/4/2005: Trapping 2 ma, 1 fs, 2 fa; 30/5/2005: Trapping 3 fs, 3 fa, 16 faG;

26/6/2005: Trapping 4 ma, 1 fs, 1 faG, 13 faL; 29/7/2005: Trapping 5 ma, 19 mj, 3 fs, 1 fa, 7 faL, 21 fj; 20/10/2005: Trapping 9 ma, 4 fs, 1 fa; (Γαλανάκη, 2006);- [217]: 8/7/1995: Observation 1 ind. (Hanak *et al.*, 2001);- [224]: Collection 1 ind.; (Strelkov, 1972; Hanak *et al.*, 2001); 8/8/1973: Collection 3 m, 1 f; (Iliopoulou-Georgudaki, 1977, 1979; Iliopoulou-Georgudaki and Ondrias, 1986);- [229]: Collection 10 inds. (bones from owl pellets) (Pieper, 1977)

N. Λασιθίου: [246]: 11/5/1905: (Kahmann, 1959), osteologic remnants (Boettger, 1962; 1963; Martens, 1967);- [267]: Collection 1 f; (Iliopoulou Georgudaki, 1977, Iliopoulou-Georgudaki and Ondrias, 1986); 28/4/2004: Detection; 15–20 inds. (Skiba, 2007);- [270]: 22/3/1958: (Kahmann, 1959);- [278]: Observation 1 ind. (Felten *et al.* 1977);- [279]: Collection 5 m, 7 f; (Iliopoulou-Georgudaki, 1977, Iliopoulou-Georgudaki, and Ondrias, 1986)

ΝΕΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Χανίων: [3]: 29/4/2008: Observation 1 ind.;- [6]: 18/8/2008: Trapping 1 ma;- [12]: 30/12/2004: Observation ca. 40 inds.; 7/2/2008: Observation ca. 40 inds.;- [18]: 19/9/2002: Recording 3 calls;- [21]: 11/4/2005: Observation 50 inds.; 2/7/2005: Trapping 2 ma, 1 fa; 1/9/2005: Observation ca. 30 inds.; 28/10/2005: Observation 2 inds.; 4/4/2007: Trapping 2 ma, 1 fs, 11 fa; 12/5/2007: Trapping 6 ma, 19 faG, 1 fa, 3 fs; 21/7/2007: Recording few calls;- [26]: 3/10/2004: Trapping 1 m, 1 f; 22/1/2005: Observation 1 ind.;- [27]: 21/9/2006: Observation ca. 50 inds.; 21/3/2008: Recording few calls;- [37]: 28/4/2008: Trapping 1 ma;- [50]: 16/6/2003: Observation 2 inds.; 13/4/2004: Observation 3 inds.;- [52]: 19/8/2008: Trapping 1 fs;- [59]: 2/5/2005: Trapping 1 ma, 17 fa, 1 fs; 2/9/2005: Observation ca. 20 inds.; 24/7/2007: Trapping 1 ma, 2 mj, 17 faL, 3 fj;- [61]: 6/11/2008: Observation ca. 80 inds.;- [67]: 17/8/2008: Trapping 1 ma, 2 fs;- [72]: 3/9/2005: Observation 3 inds.;- [77]: 5/2/2008: Observation 1 ind.;- [80]: 6/7/2008: Observation 4 inds.;- [83]: 14/3/2006: Observation 1 ind.;- [85]: 26/12/2005: Trapping 3 ma, 1 fa;- [92]: 4/10/2002: Recording 3 calls;- [96]: 30/12/2004: Observation some inds.;- [97]: 30/12/2004: Observation 39 inds.; 2/1/2005: Trapping 10 fa; 6/1/2008: Observation 27 inds., Trapping 1 m, 8 ma, 1 fs;- [98]: 27/12/2004: Observation 1 ind.;- [101]: 30/12/2004: Observation ca. 100 inds.; 2/1/2005: Collection bones; 21/10/2007: Observation 30 inds.

N. Ρεθύμνου: [105]: 26/5/2007: Recording few calls;- [116]: 12/8/2008: Trapping 2 ma, f fa;- [117]: 24/7/2008: Recording 5 calls;- [118]: 24/1/2003: Observation 2 inds; 11/11/2004: Trapping 2 ma, 9 m, 1 fs; 18/1/2006: Observation ca. 30 inds.; 7/6/2006: Observation 5 inds.; 9/11/2007: Observation ca. 40 inds.;- [120]: 6/5/2007: Recording 11 calls; 28/10/2007: Recording 1 call;- [122]: 3/4/2005: Observation ca. 220 inds.; 17/5/2006: Observation 5 inds.; 28/12/2006: Observation ca. 280 inds.; 29/2/2008: Trapping 1 m, 10 ma;- [125]: 24/4/2008: Observation ca. 30 inds.; 12/6/2008: Observation ca. 35 inds.;- [129]: 5/7/2006: Observation ca. 500 inds. (adults and juveniles); 21/9/2006: Observation ca. 25 inds.;- [137]: 23/2/2006: Observation 15 inds.;- [140]: 2/6/2008: Trapping 1 faG;- [143]: 12/6/2008: Observation ca. 20 inds.;- [144]: 4/7/2008: Recording 2 calls;-

[155]: 21/5/2005: Recording several inds.; 1/3/2006: Observation few inds.; 18/11/2006: Recording several inds.; 11/10/2007: Trapping 11 ma, 11 fs; 19/6/2008: Trapping 2 m, 4 ma, 2 faL;- [159]: 16/4/2006: Observation 3 inds.; 15/2/2008: Recording 1 call; 26/6/2008: Recording 3 calls;- [161]: 22/2/2008: Recording 1 ind.;- [166]: 15/5/2007: Recording 1 call;- [167]: 12/8/2008: Trapping 1 m

N. Ηρακλείου: [173]: 11/1/2006: Observation 9 inds.; 25/5/2007: Observation several inds.;- [175]: 19/5/2007: Observation 1 ind.; 26/1/2008: Observation 1 ind.; 6/4/2008: Observation 4 inds.; 17/5/2008: Observation several inds., Trapping 1 fa, Collection 1 mummy;- [176]: 22/5/2008: Recording few calls;- [178]: 27/7/2004: Trapping 6 mj, 3 ma, 3 fj, 3 fa, 4 fs; 14/5/2006: Observation ca 100 inds.; 31/5/2006: Observation ca. 100 inds.; 19/8/2006: Observation ca. 200 inds.; 31/1/2007: Observation ca. 80 inds.; 5/7/2007: Observation 5 juveniles; 23/5/2008: Observation ca. 200 inds.;- [179]: 12/4/2003: Observation ca. 20 inds.; 9/5/2003: Observation ca. 10 inds.; 20/5/2003: Observation ca. 10 inds.; 22/6/2003: Observation 2 inds.; 25/11/2003: Observation 3 inds.; 27/1/2004: Trapping 1 ind.; 13/3/2004: Observation 5 inds.; 26/5/2004: Observation 8 inds.; 10/8/2004: Observation 5 inds., Trapping 2 m, 1 fs;- [182]: 3/6/2008: Recording several calls; 17/7/2008: Recording 18 calls; 14/8/2008: Trapping 2 fa; 26/1/2009: Recording 2 calls;- [183]: 17/6/2008: Recording 1 call;- [185]: 5/6/2008: Recording 1 call;- [188]: 28/2/2008: Recording 1 call;- [189]: 28/8/2007: Observation 5 inds.; 16/9/2007: Recording few calls; 30/9/2007: Observation 10 inds.; 30/12/2007: Observation ~ 250 inds; 18/5/2008: Recording few calls; 7/6/2008: Trapping 1 m, 1ma; 22/6/2008: Recording few calls;- [199]: 19/11/2006: Observation 2 inds; 17/1/2008: Observation 1 ind.;- [202]: 17/12/2005: Observation 2 inds.;- [207]: 3/7/2008: Recording few calls;- [211]: 26/8/2007: Recording few calls; 29/5/2008: Recording 1 ind.; 16/6/2008: Recording 4 calls;- [219]: 22/2/2006: Observation 5 inds.;- [224]: 16/1/2005: Observation 1 ind.; 24/5/2007: Observation 4 inds.;- [225]: 16/1/2005: Observation 4 inds.;- [228]: 16/1/2005: Observation 32 inds.; 21/1/2005: Trapping 2 ma, 1m; 20/5/2005: Trapping 8 fa, 2 fs; 10/6/2005: Observation several inds.; 26/11/2005: Observation several inds.; 1/12/2005: Trapping 9 ma, 4 m, 3 fs, 16; 21/12/2005: Observation 45 inds.; 19/3/2006: Observation 20 inds.; 14/5/2006: Observation ca. 110 inds.; 29/5/2006: Observation ca. 100 inds.; 14/6/2006: Observation 40 juveniles; 1/7/2006: Observation ca. 75 inds.; 19/8/2006: Observation ca. 100 inds.; 22/8/2006: Trapping 1 fj, 1 fa; 9/9/2006: Trapping 1 ma, 9 f, 4fa; 16/9/2006: Observation 10 inds.; 17/11/2006: Observation 15 inds.; 15/12/2006: Observation 80 inds.; 18/3/2007: Observation 6 inds., Collection 12 mummies; 18/4/2007: Observation 10 inds.; 30/6/2007: Observation ca. 65 inds (adults and juveniles); 27/1/2008: Observation 14 inds., Trapping 6 m, 4 ma, 1 fs; 14/2/2008: Recording 1 call;- [233]: 12/5/2008: Recording 1 call;- [235]: 11/6/2005: Observation ca. 100 inds.; 16/6/2005: Observation ca 260 inds. (adult and juveniles); 20/1/2006: Observation ca. 330 inds.; 3/2/2006: Observation ca 150 inds., Trapping 4 ma; 23/3/2006:

Trappings 4 ma, 2m, 2 fa; 7/4/2006: Observation ca. 100 inds., Trapping 1 ma, 5 fs, 7 fa; 7/5/2006: Observation ca. 100 inds., Trapping 1 m, 3 ma, 2 fs, 4 fa, 4 faG; 16/5/2006: Observation ca. 20 inds., Trapping 2 m, 1 ma, 3 fs, 1 fa; 22/5/2006: Observation ca 100 inds., Trapping 4 ma, 2 faG; 2/6/2006: Trapping 1 m, 1 fs, 3 faG; 12/6/2006: Trapping 1 m, 1faG; 13/6/2006: Observation ca. 100 inds. (adult and juv.); 20/6/2006: Trapping 1 mj, 1 faG; 25/6/2006: Trapping 1 m, 1 mj, 1 faG, 2 faL; 3/7/2006: Trapping 1 m, 1ma, 3 faL; 4/7/2006: Observation ca 45 juveniles; 12/7/2006: Trapping 3 ma, 15 mj, 21 fs, 2 faL; 16/9/2006: Observation ca. 120 inds.; 23/9/2006: Observation ca. 50 inds., Trapping 2 m, 4 ma, 3 f, 5 ma; 6/11/2006: Observation ca 220 inds.; 9/11/2006: Trapping 4 m, 7 ma, 4 fs, 2 fa; 16/12/2006: Observation ca. 200 inds.; 23/3/2007: Trapping 7 m, 7 ma, 8 fs, 4 fa; 4/4/2007: Observation ca. 100 inds.; 20/4/2007: Trapping 1 m, 4 ma, 3 fs, 2 fa; 28/7/2007: Trapping 1 m, 1 ma, 4 mj, 1 fs, 3 fa, 3 fj; 23/10/2007: Trapping 2 m, 4 ma, 2 fs, 3 fa; 9/4/2008: Recording several inds.; 13/4/2008: Trapping 6 ms, 2 ma, 5 fs, 3 fa;- [239]: 8/7/2008: Recording 4 calls

N. Λασιθίου: [246]: 5/9/2004: Recording several calls;- [252]: 21/5/2003: Collection 1 faG;- [264]: 24/8/2008: Recording 2 calls;- [267]: 2/11/2004: Trapping 1 fa, Collection 1 ms; 12/8/2007: Observation ca. 20 inds.; 27/12/2007: Observation 83 inds., Trapping 5 m, 4 ma, 1 fs;- [269]: 23/11/2007: Observation 5 inds., Trapping 2 fa;- [283]: 13/1/2002: Observation 2 inds.

ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΤΡΙΤΩΝ

N. Χανίων: [20]: 8/10/2007: Observation 2 inds.; (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [37]: 27/5/2008: Detection 2-3 inds., Trapping 1 ma (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [46]: 29/9/2006: Observation 2 inds.; 9/10/2006: Trapping 1 ma, 1 fs, (Benda, προσωπική επικοινωνία); 13/7/2008: Trapping 2 ma; (Horacek, προσωπική επικοινωνία), προσωπική επικοινωνία);- [49]: 28/9/2006: Trapping 1 ma (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [67]: 1/10/2006: Detection 1 ind., Trapping 2 ma, det. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [91]: 8/10/2007: Observation 5 inds., Trapping 2 ma, 5 fa (Benda, προσωπική επικοινωνία)

N. Ρεθύμνου: [127]: 6/10/2006: Trapping 1 ma; 8/10/2007: Trapping 1 fa (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [135]: 30/5/2008: Detection 1 ind., Trapping 1 faG; (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [140]: 2/6/2008: Recording 4 inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [147]: 3/10/2006: Trapping 1 fs (Benda, προσωπική επικοινωνία)

N. Ηρακλείου: [174]: 4/10/2006: Detection several inds., Trapping 1 ma; (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [220]: 14/10/2007: Observation 1 ind. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [225]: 7/10/2007: Trapping 1ma; 25/5/2008: Observation 1 ind. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [232]: 26/5/2008: Detection 1 ind. (Benda, προσωπική επικοινωνία)

N. Λασιθίου: [258]: 14/10/2007: Trapping 1 fa; 31/5/2008: Trapping 2 ma; (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [267]: 7/10/2006: Trapping 4 ma, 2 ms, 1 fa, 2 fs; (Benda, προσωπική επικοινωνία)

***Rhinolophus hipposideros* (Borkhausen, 1797)**

ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΕΝΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Χανίων: [4]: 23/4/1958: Observation 1 f; (Kahmann, 1959);- [20]: 13/3/1965: Observation 1 ind. (Martens, 1967);- [30]: Observation 1 ind. (Bate, 1905);- [40]: 13/3/1965: Observation 2 inds. (Martens, 1967);- [57]: 14/4/1958: Trapping 1 f (Kahmann, 1959);- [65]: 13/7/1995: Collection 1 skeleton (Hanak *et al.*, 2001);- [67]: 7/4/1965: Observation 2 inds. (Martens, 1967);- [94]: 16-17/3/1965: Observation 1 ind. (Martens, 1967);- [97]: 15/1/1968 (Beron, 1970);- [100]: Observation 1 ind. (Pohle, 1953)

N. Ρεθύμνου: [137]: 30/4/2003: Detection 3-6 inds. (Skiba, 2007);- [156]: Observation 1 ind. (Felten *et al.*, 1977)

N. Ηρακλείου: [178]: 6/10/2004 έως 10/12/2005: Observation 1 έως 11 inds.; 5/12/2004: Trapping 1 m; 28/2/2005: Trapping 1 ma; 5/4/2005: Trapping 1 ma, 1 m, 1 fa; 26/6/2005: Trapping 1 faL; 29/7/2005: Trapping 1 ma, 1 m, 1 fj, 1 faL; 20/10/2005: Trapping 1 ma (Γαλανάκη, 2006);- [181]: Collection (bones from owl pellets) (Kahmann, 1959);- [229]: Collection 1 ind. (bones from owl pellets) (Pieper, 1977)

N. Λασιθίου: [265]: Observation (Kahmann, 1959);- [267]: Trapping 5 inds. (Iliopoulou-Georgudaki, 1977); 28/4/2004: Detection 1 ind.; (Skiba, 2007);- [278]: Observation (Kahmann, 1959)

ΝΕΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Χανίων: [5]: 24/4/2008: Observation 1 ind.;- [12]: 30/12/2004: Observation 3 inds.; 7/2/2008: Observation 6 inds.;- [21]: 23/1/2005: Observation 2 inds.; 11/4/2005: Observation 3 inds.; 28/10/2005: Observation 1 ind.; 21/7/2007: Recording few calls;- [27]: 21/9/2006: Observation 5 inds.;- [33]: 3/11/2008: Observation 3 inds.;- [35]: 20/2/2006: Observation 1 ind.;- [36]: 28/4/2008: Trapping 1 fa;- [50]: 16/6/2003: Observation 3 inds.; 13/4/2004: Observation 2 inds.;- [58]: 17/8/2008: Observation 3 inds.; 17/8/2008: Trapping 1 fa;- [59]: 2/5/2005: Trapping 1 fa; 24/7/2007: Trapping 1 ma, 3 faL;- [72]: 26/12/2004: Observation 1 ind.; 2/5/2008: Trapping 1 m;- [78]: 4/6/2005: Observation ca 100 inds.; 5/7/2008: Observation ca. 20 adults, 3 juveniles, Trapping 2 m, 1 ma, 1 fs, 1 fa, 1 faG, 5 faL;- [80]: 6/7/2008: Observation 1 ind.;- [82]: 5/11/2006: Observation 1 ind.;- [83]: 23/3/2008: Observation 3 inds., Trapping 1 m, 2 fa;- [89]: 23/1/2005: Observation 1 ind.;- [96]: 30/12/2004: Observation ;- [97]: 30/12/2004: Observation 6 inds.; 2/1/2005: Trapping 4 fa; 6/1/2008: Observation 15 inds., Trapping 10 ma, 1 fs;- [98]: 27/12/2004: Observation 1 ind.;- [102]: 26/10/2002: Recording 2 calls

N. Ρεθύμνου: [106]: 15/6/2008: Observation 1 ind.;- [110]: 27/5/2008: Recording 5 calls;- [114]: 9/5/2007: Recording 2 calls; 22/11/2007: Recording 1 call;- [116]: 9/10/2002: Recording 1 call;- [117]: 24/7/2008: Recording 1 call; 26/12/2008: Recording 5 calls;- [118]: 18/1/2006: Observation 1 ind.;- [120]: 6/5/2007: Recording 2 calls;- [122]: 3/4/2005: Observation 14 inds.; 28/12/2006: Observation 5 inds.;- [124]: 3/11/2007: Observation 2 inds.;- [137]: 23/2/2006: Observation 3

inds.;- [143]: 12/6/2008: Recording few calls;- [149]: 3/6/2007: Recording 4 calls; 26/11/2007: Recording 6 calls;- [155]: 21/5/2005: Recording 3 inds.; 1/3/2006: Observation 1 ind.; 18/11/2006: Recording 1 ind.; 11/10/2007: Trapping 1 fa; 19/6/2008: Trapping 2 faL;- [157]: 30/11/2005: Observation 2 inds.;- [158]: 24/8/2007: Observation 3 inds.;- [159]: 18/4/2007: Recording 1 call;- [164]: 27/10/2007: Recording 2 calls;- [167]: 23/6/2008: Recording few calls

N. Ηρακλείου: [173]: 25/5/2007: Recording few calls;- [178]: 19/8/2006: Observation 2 inds.; 31/1/2007: Observation 3 inds.;- [182]: 3/6/2008: Recording several inds.; 17/7/2008: Recording 1 call; 26/1/2009: Recording 4 calls; 17/6/2008: Recording 1 call;- [185]: 18/1/2009: Recording 2 calls;- [189]: 16/9/2007: Recording few calls; 18/5/2008: Recording few calls;- [191]: 13/5/2007: Recording 1 call;- [192]: 25/3/2006: Observation 3 inds.;- [199]: 16/12/2005: Observation 6 inds.; 9/10/2006: Observation few inds.; 19/11/2006: Observation 5 inds.; 10/8/2007: Trapping 1 fa; 17/1/2008: Observation 11 inds.;- [209]: 10/9/2006: Recording 2 calls;- [211]: 26/8/2007: Recording few inds.; 3/12/2007: Recording few inds.; 16/6/2008: Recording 26 calls;- [212]: 29/5/2008: Observation 4 inds., Trapping 1 faL, 1 juvenile; 16/6/2008: Observation 3 adult, 1 juvenile, Trapping 1 m, 1 faG;- [224]: 16/1/2005: Observation 5 inds.; 24/5/2007: Recording 3 calls;- [228]: 16/1/2005: Observation 5 inds.; 20/5/2005: Trapping 1 ma; 10/6/2005: Observation few inds.; 26/11/2005: Observation few inds.; 1/12/2005: Trapping 2 ma, 1m, 1 f; 21/12/2005: Recording few calls; 19/3/2006: Observation 2 inds.; 22/8/2006: Trapping 2 m; 9/9/2006: Trapping 2 faG; 15/12/2006: Observation 4 inds.; 18/3/2007: Observation 4 inds.; 27/1/2008: Observation 4 inds., Trapping 4 ma; 14/2/2008: Recording several calls;- [234]: 13/4/2007: Recording 1 call;- [235]: 3/2/2006: Recording few calls; 23/3/2006: Recording 2 calls 7/4/2006: Observation 1 ind.; 9/4/2008: Recording few calls;- [238]: 9/6/2008: Recording 1 call;- [239]: 21/2/2008: Recording 1 call; 8/7/2008: Recording 1 call;- [240]: 21/5/2007: Recording 1 call; 18/10/2007: Recording 2 calls
N. Λασιθίου: [263]: 14/8/2004: Observation 1 ind.;- [267]: 27/12/2007: Trapping 2 m; 27/12/2007: Observation 3 inds.;- [274]: 6/2/2000: Collection 1 ind.

ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΤΡΙΤΩΝ

N. Χανίων: [91]: 8/10/2007: Trapping 2 ma, 7 fa; (Benda, προσωπική επικοινωνία)

N. Ηρακλείου: [184]: 10/10/2007: Detection 5 inds., Trapping 1 ma; (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [199]: 5/6/2008: Observation 1 ind.; (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [220]: 14/10/2007: Observation 1 ind. (torpid) (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [225]: 7/10/2007: Trapping 1 ms (Benda, προσωπική επικοινωνία)

N. Ρεθύμνου: [127]: 6/10/2006: Trapping 1 ms, 1 fs; 8/10/2007: Trapping 1 ms (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [135]: 30/5/2008: Detection 1 ind. (Benda, προσωπική επικοινωνία)

N. Λασιθίου: [258]: 14/10/2007: Trapping 1 ma; 31/5/2008: Detection 2 inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [267]: 7/10/2006: Trapping 1 ms, 1 fa (Benda,

προσωπική επικοινωνία);- [276]: 13/10/2007: Observation 4-5 inds., Trapping 1 ma (Benda, προσωπική επικοινωνία)

***Eptesicus serotinus* (Schreber, 1774)**

ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΕΝΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Χανίων: [55]: 4/5/2003: Detection 1 ind. (Skiba, 2007);- [56]: 2/5/2003: Detection 2 inds. (Skiba, 2007);- [66]: 16/6/1942: Observation 1ind. (Pohle, 1953);- [94]: Collection 2 inds. (bones from owl pellets) (Pieper, 1977)

N. Ηρακλείου: [171]: Collection 2 inds. (bones from owl pellets) (Pieper, 1977);- [231]: Collection 1 ind. (bones from owl pellets) (Pieper, 1977)

N. Λασιθίου: [252]: 30/4/2004: Detection 1 ind. (Skiba, 2007)

ΝΕΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Χανίων: [6]: 18/8/2008: Trapping 1 ma

N. Ρεθύμνου: [148]: 20/8/2008: Trapping 1 fa

N. Ηρακλείου: [195]: 8/7/2007: Trapping 1 mj

ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΤΡΙΤΩΝ

N. Χανίων: [45]: 13/7/2008: Collection humerus in *Tyto alba* pellet (Horacek, προσωπική επικοινωνία);- [54]: 5/10/2006: Trapping 1 ma; (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [71]: 17/7/2008: Trapping 3 ma, 1 fj; 21/7/2008: Trapping 1ma (Horacek, προσωπική επικοινωνία);- [99]: 2/10/2006: Detection 1ind. (Benda, προσωπική επικοινωνία)

N. Ρεθύμνου: [145]: 30/9/2006: Detection 2-3 inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία)

N. Ηρακλείου: [211]: 29/5/2008: Detection 2 inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [214]: 5/6/2008: Detection 1-2 inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [227]: 4/6/2008: Detection 1-2 inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [242]: 25/5/2008: Detection 2 inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία)

***Myotis blythii* (Tomes, 1857)**

ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΕΝΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Χανίων: [67]: 5/8/1971: Collection 5 ma 1 fa; 12/7/1995: Trapping 1 ma, 1 faL, 2 inds. (Hanak *et al.*, 2001);- [85]: 10/7/1995: Trapping 6 ma, 2 fa (Hanak *et al.*, 2001);- [94]: Collection 21 inds. (bones from owl pellets) (Pieper, 1977)

N. Ρεθύμνου: [151]: Collection 3 inds. (bones from owl pellets) (Pieper, 1977)

N. Ηρακλείου: [171]: Collection 5 inds. (bones from owl pellets) (Pieper, 1977);- [172]: Observation 22 inds. (Pohle, 1953);- [178]: 20/4/2005: Observation 1 ind.; 8/5/2005: Observation 1 ind.; 24/5/2005: Observation 1 inds.; 26/5/2005: Observation 3 inds.; 30/5/2005: Trapping 2 ma, 4 m; 1/6/2005: Observation 3 inds.; 8/6/2005: Observation 2 inds.; 22/6/2005: Observation 1 ind.; 26/6/2005: Trapping 3 ma, 1m, 1 faL; 28/6/2005: Observation 2 inds.; 4/7/2005: Observation 3 inds.; 14/7/2005: Observation 2 inds. Mating; 27/7/2005: Observation 8 inds.;

29/7/2005: Trapping 3 ma, 1 fs; 9/8/2005: Observation 2 inds. (Γαλανάκη, 2006);- [180]: Collection 25 inds. (bones from owl pellets) (Pieper, 1977);- [193]: August and Oct. 1942: Collection 4 inds. (bones from owl pellets) (Uttendorfer, 1942); Collection 1 ind. (Pohle, 1953);- [224]: Collection 4 inds. (Strelkov, 1972, Hanak *et al.*, 2001); Trapping 3 m, 1 f (Miller, 1912, cf. Bate, 1905);- [225]: 8/8/1973: Collection 15 m, 18 f (Iliopoulou-Georgudaki, 1977, 1979, 1984);- [229]: Collection 5 inds. (bones from owl pellets) (Pieper, 1977);- [231]: Collection 5 inds. (bones from owl pellets) (Pieper, 1977);- [236]: Collection 5 inds. (bones from owl pellets) (Pieper, 1977)

N. Λασιθίου: [252]: 30/4/2004: Detection 1 ind. (Skiba, 2007);- [266]: 28/4/2004: Detection 3 inds. (Skiba, 2007);- [267]: 12/5/1955: Trapping 2 ma, 1 fa (Hanak *et al.*, 2001);- [280]: 27/4/2004: Detection 3 inds.; (Skiba, 2007);- [282]: 18/7/1995: Detection 2 inds. (Hanak *et al.*, 2001)

ΝΕΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Χανίων: [6]: 18/8/2008: Trapping 1 ma;- [7]: 24/4/2008: Observation 2 inds., Trapping 1 m, 1 ma; 18/8/2008: Trapping 1 ma;- [21]: 4/4/2007: Trapping 11 fa; 12/5/2007: Trapping 8 m, 2 ma, 5 fs, 5 ma, 5 faG;- [27]: 8/7/2006: Observation several hundreds; 21/9/2006: Observation 5 inds.; 6/7/2008: Observation some hundreds; 16/8/2008: Trapping 1 ma; 16/8/2008: Observation 2 inds.;- [28]: 1/10/2001: Observation 30 ind.;- [37]: 28/4/2008: Trapping 1 m;- [67]: 17/8/2008: Trapping 1 ms, 9 ma;- [79]: 5/7/2008: Trapping 3 faL;- [83]: 6/8/2007: Observation 3 inds.;- [85]: 1/5/2008: Trapping 6 m, 12 ma, 1 fs

N. Ρεθύμνου: [148]: 1/4/2006: Observation 1 ind.; 20/8/2008: Trapping 2 ma;- [155]: 19/6/2008: Trapping 2 ma, 1 fs, 1 fj;- [163]: 26/3/2006: Observation ca. 50 inds.; 8/11/2006: Observation 15 inds.; 20/12/2006: Observation 43 inds.; 29/3/2007: Observation ca 90 inds.; 30/5/2007: Collection bones; 17/7/2007: Collection bones

N. Ηρακλείου: [173]: 11/1/2006: Collection bones; 15/7/2006: Observation several hundreds; 25/5/2007: Observation and recorded several hundreds;- [175]: 19/5/2007: Observation ca 30 inds.;- [178]: 27/7/2004: Observation 12 inds., Trapping 2 ma; 23/5/2008: Trapping 1 m;- [179]: 10/8/2004: Observation 1 ind.; 16/7/2008: Trapping 1 ma;- [189]: 28/8/2007: Observation 3 inds., Trapping 1 m; 18/5/2008: Observation 2 inds.; 7/6/2008: Trapping 15 ma;- [192]: 27/7/2005: Observation 2 inds.;- [198]: 27/8/2003: Collection 1 f;- [199]: 4/8/2006: Observation 5 inds.; 10/8/2007: Trapping 5 ma, 2fs;- [201]: 20/4/2005: Observation 5 inds., Collection bones; 26/2/2006: Observation several inds.; 25/10/2006: Observation 32 inds.; 2/4/2007: Observation 65 inds.;- [225]: 24/5/2007: Observation 1 ind.;- [228]: 20/5/2005: Trapping 11 ma, 5 m, Collection 1 m; 10/6/2005: Observation several inds.; 14/5/2006: Observation few inds.; 29/5/2006: Observation few inds.; 14/6/2006: Observation 3 inds.; 1/7/2006: Observation 10 inds.; 19/8/2006: Observation few inds.; 22/8/2006: Trapping 33 ma, 2 fs; 9/9/2006: Trapping 3 m, 2 ma, 2 fs; 30/6/2007: Observation 10 inds.;- [230]: 21/10/2006: Observation 5 inds.; 26/11/2006: Observation 4 inds.;

18/7/2007: Observation 2 inds.;- [235]: 23/3/2006: Trappings 9 fa, 1 fs; 7/4/2006: Trapping 23 fa, 1 fs; 7/5/2006: Trapping 15 m, 12 ma, 7 fs, 16 fa, 15 faG, Collection 2 fa; 16/5/2006: Trapping 8 m, 17 ma, 14 fs, 4 fa, 16 faG; 22/5/2006: Trapping 19 m, 20 ma, 11 f, 9 fa, 26 faG; 2/6/2006: Trapping 7 m, 18 ma, 5 f, 10 fa, 13 faG, 8 faL; 12/6/2006: Trapping 16 ma, 5 m, 3 mj, 9 fs, 3 fa, 5 faG, 28 faL, 2 fj; 13/6/2006: Observation ca. 500 (adult and juv.); 20/6/2006: Trapping 3 m, 20 ma, 10 mj, 6 fs, 3 fa, 23 faL, 13 fj; 25/6/2006: Trapping 3 m, 19 ma, 16 mj, 13 fs, 1 fa, 28 faL, 7 fj; 3/7/2006: Trapping 2 m, 15 ma, 17 mj, 9 fs, 6 fa, 14 faL, 21 fj; 4/7/2006: Observation ca. 250 inds.; 12/7/2006: Trapping 26 ma, 18 mj, 7 fs, 11 fa, 2 faG, 9 faL, 10 fj; 23/3/2007: Trapping 3 fa; 4/4/2007: Observation ca. 50 inds.; 20/4/2007: Trapping 1 m, 5 ma, 8 fs, 31 fa; 28/7/2007: Trapping 3 m, 24 ma, 11 fs, 2 fa, 2 faL, 2 fj; 13/4/2008: Trapping 2 m, 3 ma, 9 fs, 18 fa, 1 faG

N. Λασιθίου: [245]: 20/7/2006: Observation ca. 200 inds.; 3/7/2007: Observation several hundreds, Collection 1 mummy;- [256]: 8/3/2008: Collection 1 fa;- [267]: 12/8/2007: Observation 6 inds.;- [268]: 26/7/2003: Observation ca. 50 inds.; 8/6/2007: Observation 4 inds.

ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΤΡΙΤΩΝ

N. Χανίων: [37]: 27/5/2008: Trapping 7 ma (Benda, προσωπική επικοινωνία)

N. Ρεθύμνου: [135]: 30/5/2008: Trapping 1 ma, 2 faL, 1 ind. (Benda, προσωπική επικοινωνία)

N. Ηρακλείου: [184]: 10/10/2007: Detection 2 inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [227]: 4/6/2008: Detection 1 ind. (Benda, προσωπική επικοινωνία)

N. Λασιθίου: [258]: 31/5/2008: Detection 1 ind. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [267]: 7/10/2006: Trapping 1 ms (Benda, προσωπική επικοινωνία)

***Myotis caraccinii* (Bonaparte, 1837)**

ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΕΝΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Χανίων: [56]: 2/5/2003: Detection 10–15 inds.; 3/5/2003: Detection 15–20 inds. (Skiba, 2007)

N. Λασιθίου: [248]: 29/4/2004: Detection; 5–7 inds. (Skiba, 2007);- [250]: 24/4/2004: Detection 10–15 inds. (Skiba, 2007);- [252]: 30/4/2004: Detection 8–10 inds. (Skiba, 2007);- [271]: 21/5/1960: Observation 2 inds. (Kock, 1974, cf. Kahmann and Caglar, 1960)

ΝΕΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Χανίων: [21]: 4/4/2007: Trapping 4 m, 2 ma, 5 fs, 11 fa; 12/5/2007: Trapping 4 ma, 11 faG;- [27]: 29/1/2006: Observation 4 inds.; 8/7/2006: Trapping 1 faL; 8/7/2006: Observation few inds.; 21/3/2008: Observation few inds.; 6/7/2008: Observation 5 inds.; 6/7/2008: Trapping 1 fj; 16/8/2008: Observation ca 50 inds., Trapping 10 ms, 13 ma, 12 fs, 11 fa ;- [59]: 24/7/2007: Trapping 1 fs, 1 faL;- [67]: 17/8/2008: Observation few inds.

N. Ρεθύμνου: [117]: 16/8/2008: Trapping 2 ms, 2 ma, 2 fs;- [155]: 19/6/2008: Trapping 1 fj, 1 fs

N. Ηρακλείου: [232]: 26/5/2008: Detection;- [235]: 3/2/2006: Trapping 3 ma, 1 m; 7/5/2009: Trapping 2 fa; 16/5/2006: Trapping 1 ma, 1 fs, 1faG; 22/5/2006: Trapping 1 m, 1 fa; 12/6/2006: Trapping 2 fj; 20/6/2006: Trapping 1 fa; 25/6/2006: Trapping 1 mj, 1fj; 9/11/2006: Trapping 1; 23/3/2007: Trapping 2 m; 28/7/2007: Trapping 1 mj

ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΤΡΙΤΩΝ

N. Χανίων: [31]: 9/10/2007: Detection 1 ind.; (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [42]: 1/6/2008: Detection 3 inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία)

N. Ρεθύμνου: [117]: 3/6/2008: Trapping 2faL, Detection 1 ind. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [121]: 6/10/2006: Trapping 1 fa (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [135]: 30/5/2008: Detection several inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [140]: 2/6/2008: Detection 6 inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία)

N. Ηρακλείου: [214]: 5/6/2008: Detection 4 inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [232]: 26/5/2008: Detection 2-3 inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [242]: 25/5/2008: Detection 1 ind. (Benda, προσωπική επικοινωνία)

***Myotis emarginatus* (Geoffroy, 1806)**

ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΕΝΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Χανίων: [22]: 12/8/1971: Trapping 1 fa; (Hanak *et al.*, 2001);- [37]: 4/5/2003: Detection 3 inds. (Skiba, 2007);- [94]: Collection 6 inds. (bones from owl pellets) (Pieper, 1977)

N. Ρεθύμνου: [137]: 30/4/2003: Detection 5-8 inds. (Skiba, 2007)

N. Ηρακλείου: [178]: 23/4/2005: Collection 1 fs; 24/5/2005: Observation 10 inds.; 30/5/2005: Trapping 5faG; 8/6/2005: Observation several juveniles; 14/6/2005: Observation several adults and 10 juveniles; 22/6/2005: Observation 1 adult and 6 juveniles; 26/6/2005: Trapping 1 fs, 4 fj, 4 fL, 4 mj, 1 ind.; 28/6/2005: Observation 3 juveniles; 14/7/2005: Observation some inds. (Γαλανάκη, 2006);- [213]: Collection 1 ind. (bones from owl pellets) (Hanak *et al.*, 2001);- [229]: Collection 2 ind. (bones from owl pellets) (Pieper, 1977);- [231]: Collection 1 ind. (bones from owl pellets) (Pieper, 1977)

N. Λασιθίου: [259]: 1/5/2004: Detection 2 inds. (Skiba, 2007);- [267]: 28/4/2004: Detection 2 inds. (Skiba, 2007)

ΝΕΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Χανίων: [6]: 18/8/2008: Trapping 1 ma;- [21]: 12/5/2007: Trapping 1 fa;- [69]: 25/4/2008: Trapping 3 fa; 25/4/2008: Observation ca. 50 inds.; 27/4/2008: Observation ca. 25 inds.;- [72]: 30/4/2008: Observation several inds.; 2/5/2008: Trapping 2 fa;- [87]: 24/4/2008: Collection 1 m

N. Ρεθύμνου: [117]: 16/8/2008: Trapping 1 ms, 1 fs;- [155]: 19/6/2008: Trapping 1 faL, 1 fj

N. Ηρακλείου: [175]: 17/5/2008: Observation several inds.; 17/5/2008: Trapping 4 fa;- [178]: 31/5/2006: Observation ca. 50 inds.; 5/7/2007: Observation ca. 80 juveniles; 23/5/2008: Observation ca. 10 inds.; 23/5/2008: Trapping 1 fs, 1 faL, 3 faG, 1 ind.;- [182]: 14/8/2008: Trapping 1 fs;- [189]: 7/6/2008: Trapping 8 fs, 34

faL;- [228]: 20/5/2005: Trapping 5 fa, 1f; 14/6/2006: Observation 15 juveniles;- [235]: 11/6/2005: Observation ca. 50 inds.; 16/6/2005: Observation ca 50 inds., adult and juveniles; 7/4/2006: Trapping 2 fa; 7/5/2006: Observation ca. 100 inds., Trapping 1 m, 1 fs, 2ma, 1faG; 16/5/2006: Trapping 2 fs; 22/5/2006: Observation ca 100 inds.; 22/5/2006: Trapping 2 fs, 1faG; 12/6/2006: Trapping 6 mj, 1 fs, 3 faL, 2 fj; 20/6/2006: Trapping 11 mj, 1 fs, 1fa, 1faL, 15 fj; 25/6/2006: Trapping 5 mj, 9 fj; 3/7/2006: Trapping 2 mj, 6 fj.; 12/7/2006: Trapping 1 fj; 4/4/2007: Observation ca. 30 inds.; 20/4/2007: Trapping 1 fs, 4 ma; 13/4/2008: Trapping 2 fs, 5 fa

Myotis aurascens/mystacinus

ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΕΝΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Χανίων: [85]: 10/7/1995: Trapping 1 ma (ως *Myotis aurascens*, Hanak *et al.*, 2001)

N. Λασιθίου: [266]: 28/4/2004: Detection 3 inds. (Skiba, 2007);- [281]: 27/4/2004: Observation 1 ind. (Skiba, 2007)

ΝΕΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Χανίων: [6]: 18/8/2008: Trapping 1 ma;- [37]: 28/4/2008: Trapping 3 fa;- [67]: 17/8/2008: Trapping 1 ma

N. Ρεθύμνου: [136]: 8/4/2009: Observation 1 fs;- [148]: 20/8/2008: Trapping 4 ma;- [154]: 16/8/2008: Trapping 1 fs, 3 fa; 16/8/2008: Observation 6 inds.

N. Ηρακλείου: [211]: 16/4/2008: Collection 1 ms;- [226]: 19/3/2008: Collection 1 mummy

ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΤΡΙΤΩΝ (ως *Myotis aurascens*)

N. Χανίων: [37]: 27/5/2008: Trapping 1 faG (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [54]: 5/10/2006: Trapping 1 ma; (Benda, προσωπική επικοινωνία)

***Hypsugo savii* (Bonaparte, 1837)**

ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΕΝΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Χανίων: [9]: 14/7/1995: Detection 1 ind. (Hanak *et al.*, 2001);- [60]: Trapping 1 m, 2 f (Iliopoulou-Georgudaki, 1977);- [69]: 13/7/1975: Detection 1 ind. (Hanak *et al.*, 2001)

N. Ρεθύμνου: [128]: 16/7/1995: Detection 1 ind. (Hanak *et al.*, 2001)

N. Ηρακλείου: [180]: Collection 1 ind. (bones from owl pellets) (Pieper, 1977);- [213]: 7/7/1995: Detection 1 ind. (Hanak *et al.*, 2001);- [216]: 8/7/1995: Detection 1 ind. (Hanak *et al.*, 2001);- [229]: Collection 5 inds. (bones from owl pellets) (Pieper, 1977);- [243]: 5/5/1975: Collection 1 m (Iliopoulou-Georgudaki, 1985)

N. Λασιθίου: [244]: 10/9/1974: Collection 1 f (Iliopoulou-Georgudaki, 1977, 1985);- [259]: 1/5/2004: Detection 2 inds. (Skiba, 2007)

ΝΕΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Χανίων: [6]: 18/8/2008: Trapping 2 ms, 5 ma, 4 fs, 1 fa;- [52]: 19/8/2008: Trapping 2 ma, 3 fs, 2 fa;- [67]: 17/8/2008: Trapping 1 ma;- [74]: 22/7/2008:

Trapping 4 mj, 5 ma;- [79]: 5/7/2008: Trapping 1 ma;- [88]: 2/11/2008: Trapping 1 ms

N. Ρεθύμνου: [107]: 24/6/2008: Recording 23 calls;- [109]: 13/7/2008: Trapping 3 m, 2fa, 1 faL; 11/8/2008: Trapping 1 ma;- [113]: 10/7/2008: Recording 2 calls;- [116]: 11/7/2008: Recording 46 calls; 13/8/2008: Trapping 9 ms, 17 ma, 2 fs, 5 fa, 1 fj;- [117]: 24/7/2008: Recording 2 calls; 16/8/2008: Trapping 1 ms, 2 ma, 1 fs, 2 fa;- [120]: 6/5/2007: Recording 10 calls; 28/10/2007: Recording 23 calls;- [123]: 19/7/2008: Recording 8 calls;- [133]: 5/8/2008: Recording 4 calls;- [134]: 14/6/2007: Recording 4 calls;- [136]: 3/6/2007: Recording 8 calls; 1/11/2007: Recording 4 calls;- [143]: 12/6/2008: Trapping 1 ma;- [144]: 4/7/2008: Recording 31 calls;- [149]: 3/6/2007: Recording 3 calls;- [159]: 26/6/2008: Recording 4 calls;- [160]: 26/2/2008: Recording 3 calls; 23/8/2008: Recording 3 calls;- [162]: 27/5/2007: Recording 6 calls;- [164]: 27/10/2007: Recording 8 calls; 20/5/2008: Recording 4 calls;- [166]: 15/5/2007: Recording 6 calls

N. Ηρακλείου: [170]: 25/5/2008: Recording 3 calls;- [182]: 17/7/2008: Recording 3 calls; 14/8/2008: Trapping 1 ma, 2 fs;- [183]: 17/6/2008: Recording 12 calls;- [185]: 10/10/2007: Recording 3 calls; 5/6/2008: Recording 14 calls; 6/8/2008: Recording 4 calls;- [191]: 30/10/2007: Recording 5 calls;- [203]: 10/8/2008: Trapping 1 fa;- [206]: 27/6/2008: Recording 1 call;- [211]: 29/9/2007: Trapping 2 m; 29/5/2008: Recording 1 call; 16/6/2008: Recording 1 call;- [222]: 2/5/2007: Recording 4 calls; 29/10/2007: Recording 5 calls;- [227]: 2/7/2008: Recording 12 calls;- [228]: 20/5/2005: Collection 1 f; 1/12/2005: Trapping 2 ma; 22/8/2006: Trapping 2 ma, 1 fs; 9/9/2006: Trapping 1 ma;- [233]: 12/5/2008: Recording 2 calls;- [235]: 16/5/2006: Trapping 1 fs, 22/5/2006: Trapping 1 m;- [237]: 28/6/2008: Recording 7 calls; 1/3/2009: Recording 1 call;- [239]: 8/7/2008: Recording 6 calls;- [240]: 21/5/2007: Recording 3 calls

N. Λασιθίου: [264]: 24/8/2008: Recording 2 calls

ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΤΡΙΤΩΝ

N. Χανίων: [1]: 14/7/2008: Detection 1 ind. (Horacek, προσωπική επικοινωνία);- [42]: 1/6/2008: Detection 3 inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [44]: 14 & 20/7/2008: Detection 4-6 inds (Horacek, προσωπική επικοινωνία);- [54]: 5/10/2006: Detection several inds., Trapping 2 ma; (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [71]: 19/7/2008: Trapping 1 fa; 21 July 2008: net. 2 mj, 1 fa, 1 fj; (Horacek, προσωπική επικοινωνία);- [91]: 8/10/2007: Observation & Detection several inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία)

N. Ρεθύμνου: [121]: 6/10/2006: Trapping 2 ma, 1 fs (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [135]: 11/10/2007: Trapping 1 ma, 1 ms; Detection 1 ind. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [140]: 2/6/2008: Detection 3 inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [145]: 30/9/2006: Detection several inds, Trapping 1 ind; (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [147]: 3/10/2006: Trapping 1 ms, 1 fs (Benda, προσωπική επικοινωνία)

N. Ηρακλείου: [184]: 10/10/2007: Detection several inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [215]: 5/6/2008: Detection 3 inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία)

επικοινωνία);- [221]: 8/10/2006: Detection several inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [227]: 4/6/2008: Detection 2 inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [231]: 4/10/2006: Detection several inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [242]: 25/5/2008: Detection several inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία)
N. Λασιθίου: [247]: 28/5/2008: Detection 3 inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [258]: 31/5/2008: Detection 2 inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [267]: 7/10/2006: Trapping 2 ma, 1 fa (Benda, προσωπική επικοινωνία)

***Pipistrellus hanaki* Hulva et Benda, 2004**

ΔΗΜΟΣΙΕΜΕΝΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ (ως *P. pipistrellus* Schreber, 1774)

N. Χανίων: [10]: 14/7/1995: Detection ca. 20 inds. (Hanak *et al.*, 2001);- [25]: Trapping 1 ind. (Mayer and von Helvesen, 2001);- [48]: 20/4/1958: Observation 1 m; (Kahmann, 1959);- [56]: 2/5/2003: Detection 2 inds. (Skiba, 2007)

N. Ρεθύμνου: [103]: 30/4/2003: Detection 2 inds. (Skiba, 2007);- [111]: 28/4/2003: Detection few inds. (Skiba, 2007);- [141]: 28/4/2003: Detection few inds. (Skiba, 2007)

N. Λασιθίου: [248]: 29/4/2004: Detection 2 inds. (Skiba, 2007);- [252]: 30/4/2004: Detection 6 inds. (Skiba, 2007);- [254]: 30/4/2004: Detection 15-20 inds. (Skiba, 2007);- [259]: 1/5/2004: Detection 15-20 inds. (Skiba, 2007);- [273]: 19/7/1995: Detection 1 ind. (Hanak *et al.*, 2001)

ΝΕΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Χανίων: [6]: 18/8/2008: Trapping 3 ma, 3 fs;- [34]: 3/11/2008: Recording 1 call;- [52]: 19/8/2008: Trapping 1 ma, 1 ms, 1 fs, 3 fa;- [67]: 17/8/2008: Trapping 1 ma;- [79]: 5/7/2008: Recording few calls;- [81]: 4/6/2005: Recording 1 call;- [88]: 2/11/2008: Recording 1 call

N. Ρεθύμνου: [107]: 24/6/2008: Recording 6 calls;- [111]: 9/8/2008: Recording 1 call;- [116]: 10/6/2008: Recording few call; 11/7/2008: Recording 100 calls; 12/8/2008: Trapping 1 fa; 13/8/2008: Trapping 1 ms, 4 ma, 1 fa; 4/3/2009: Recording 27 calls;- [117]: 24/7/2008: Recording 33 calls; 16/8/2008: Trapping 1 fs;- [132]: 9/8/2008: Recording few calls;- [133]: 5/8/2008: Recording 91 calls; 2/3/2009: Recording 3 calls;- [140]: 2/6/2008: Trapping 1 ma, 1 faG;- [144]: 24/8/2007: Recording few calls; 8/1/2008: Recording 1 call; 4/7/2008: Recording 2 calls;- [159]: 18/4/2007: Recording few calls; 26/6/2008: Recording 5 calls;- [160]: 23/8/2008: Recording 1 call

N. Ηρακλείου: [188]: 28/2/2008: Recording 1 ind.;- [204]: 22/4/2008: Recording 1 ind.;- [211]: 16/6/2008: Recording 11 calls;- [222]: 29/10/2007: Recording 2 calls;- [227]: 1/11/2006: Recording few calls; 4/6/2008: Trapping 6 ma; 2/7/2008: Recording 43 calls;- [241]: 4/3/2006: Recording 3 calls

ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΤΡΙΤΩΝ

N. Χανίων: [24]: 29/9/2006: Detection 2-3 inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [67]: 1/10/2006: Detection 5 inds., Trapping 1 ma (Benda, προσωπική

επικοινωνία);- [71]: 17/7/2008: Trapping 2 mj, 1 fa; 19/7/2008: Trapping 1 mj, 1 fa (Horacek, προσωπική επικοινωνία)

N. Ηρακλείου: [211]: 29/5/2008: Recording 1 ind; ; (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [227]: 4/6/2008: Detecting many inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία) ; - [241]: 25/5/2008: Trapping 1 ma; (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [242]: 25/5/2008: Detection 1 ind. (Benda, προσωπική επικοινωνία)

***Pipistrellus kuhlii* (Kuhl, 1817)**

ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΕΝΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Χανίων: [2]: 6/4/1943: Observation 1 ind. (Pohle, 1953);- [10]: 14/7/1995: Detection ca. 30 inds. (Hanak *et al.*, 2001);- [22]: 21/5/1942: Observation 1 ind.; 24/5/1942: Observation 1 ind. (Pohle, 1953);- [23]: 9/7/1995: Observation ca. 20 inds. (Hanak *et al.*, 2001);- [37]: 4/5/2003: Detection 15-20 inds. (Skiba, 2007);- [43]: 22/4/1942: Observation 1 (Pohle, 1953); 26/4/1942: Observation 1; (Pohle, 1953);- [56]: 2/5/2003: Detection 5 inds.; 3/5/2003: Detection 5 inds. (Skiba, 2007);- [57]: 15/4/1958: Trapping 1 f (Kahmann, 1959, Felten & Storch 1970, Kock *et al.*, 1972); ; - [94]: Collection 4 inds. (bones from owl pellets) (Pieper, 1977)

N. Ρεθύμνου: [103]: 28/4/2003: Detection; (Skiba, 2007);- [104]: 30/4/2003: Detection 8-10 inds. (Skiba, 2007);- [111]: 28/4/2003: Detection few inds. (Skiba, 2007);- [126]: 29/4/2003: Detection 2 inds. (Skiba, 2007);- [128]: 16/7/1995: Detection 1 ind.; (Hanak *et al.*, 2001);- [131]: 28/4/2003: Detection few inds. (Skiba, 2007);- [137]: 30/4/2003: Detection 7-10 inds. (Skiba, 2007);- [139]: 29/4/2003: Detection 2 inds. (Skiba, 2007);- [141]: 28/4/2003: Detection few inds. (Skiba, 2007);- [152]: 24/4/2003: Detection 4-6 inds; 27/4/2003: Detection 7-9 inds. (Skiba, 2007);- [156]: 19/4/1974: Collection 1 m, 1 f (Iliopoulou-Georgudaki, 1985)

N. Ηρακλείου: [229]: Collection 3 inds. (bones from owl pellets) (Pieper, 1977)

N. Λασιθίου: [248]: 29/4/2004: Detection det. 3 inds. (Skiba, 2007);- [251]: 21/4/2004: Detection 12 inds. (Skiba, 2007);- [252]: 30/4/2004: Detection 1 ind. (Skiba, 2007);- [253]: 27/4/2004: Detection 1 ind.; 30/4/2004: Detection few inds. (Skiba, 2007);- [254]: 30/4/2004: Detection det. 6 inds. (Skiba, 2007);- [255]: 30/4/2004: Detection few inds. (Skiba, 2007);- [259]: 1/5/2004: Detection 8-12 inds. (Skiba, 2007);- [272]: 30/4/2004: Detection few inds. (Skiba, 2007)

ΝΕΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Χανίων: [34]: 3/11/2008: Trapping 1 fs;- [50]: 10/9/2006: Collection 1 ma;- [52]: 19/8/2008: Trapping 2 ms, 2 fa;- [62]: 5/11/2008: Recording few calls.

N. Ρεθύμνου: [113]: 10/7/2008: Recording 11 calls; 5/2/2009: Recording 2 calls;- [114]: 9/5/2007: Recording 17 calls;- [115]: 15/6/2008: Recording 2 faL; 15/6/2008: Trapping 2;- [117]: 24/7/2008: Recording 110 calls; 16/8/2008: Trapping 1 ms, 1 ma, 1 fa; 26/12/2008: Recording 9 calls;- [120]: 6/5/2007: Recording 10 calls;- [123]: 19/7/2008: Recording 3 calls;- [133]: 5/8/2008: Recording 2 calls;- [136]: 3/6/2007: Recording 2 calls;- [144]: 8/1/2008: Recording 5 calls; 4/7/2008: Recording 10 calls;- [159]: 18/4/2007: Recording few. calls;

15/2/2008: Recording 4 calls; 26/6/2008: Recording 2 calls;- [160]: 26/2/2008: Recording 7 calls; 23/8/2008: Recording 7 calls

N. Ηρακλείου: [168]: 30/4/2007: Recording 2 calls;- [169]: 18/7/2008: Recording 7 calls; 15/1/2009: Recording 1 call;- [177]: 11/2007 Collection 1 ms;- [181]: 26/8/2008: Recording 5 calls; 3/3/2009: Recording 4 calls;- [182]: 17/7/2008: Recording 30 calls; 26/1/2009: Recording 5 calls;- [183]: 3/3/2008: Recording 1 call;- [185]: 6/8/2008: Recording 3 calls;- [191]: 13/5/2007: Recording 1 call;- [194]: 23/9/2008: Collection 1 m;- [197]: 10/7/2005: Trapping 1 faL; 8/2008: Collection bones;- [204]: 22/4/2008: Observation 5 inds.; 14/6/2008: Trapping 5 faL;- [205]: 5/8/2007: Collection 1 mj;- [206]: 27/6/2008: Recording 1 call; 8/1/2009: Recording 9 calls;- [207]: 3/7/2008: Recording several calls; 12/7/2008: Trapping 2 ma, 6 mj, 5 faL, 8 fj;- [211]: 29/9/2007: Trapping 1 ma; 16/6/2008: Recording 2 calls;- [215]: 20/10/2006: Recording few calls;- [222]: 2/5/2007: Recording 9 calls; 29/10/2007: Recording 1 call;- [223]: 28/1/2006: Collection 1 m;- [227]: 2/7/2008: Recording 1 call;- [232]: 26/5/2008: Trapping 5; 26/5/2008: Recording few calls.- [237]: 28/6/2008: Recording 32 calls; 1/3/2009: Recording 17 calls;- [238]: 31/8/2008: Trapping 2 m, 2 ma, 1fs, 1 fa

N. Λασιθίου: [252]: 11/5/2000: Collection 1 f;- [264]: 24/8/2008: Recording 1 call;- [275]: 7/9/2004: Collection 1 m

ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΤΡΙΤΩΝ

N. Χανίων: [8]: 27/9/2006: Detection 1 ind. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [31]: 9/10/2007: Trapping 1 fs; Detection several inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [37]: 27/5/2008: Detection 2 inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [42]: 1/6/2008: Detection 4 inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [46]: 9/10/2006: Detection several inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [63]: 16/7/2008: Trapping 1 fj; Detection ca. 8 inds.; (Horacek, προσωπική επικοινωνία);- [71]: 17/7/2008: Trapping 1 fa; 19/7/2008: Trapping 3 fa; 21/7/2008: Trapping 2 mj, 4 fa (Horacek, προσωπική επικοινωνία);- [73]: 29/9/2006: Detection several inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [76]: 12–22/7/2008: Detection ca. 5 inds., 23/7/2008: Trapping 1 fj; (Horacek, προσωπική επικοινωνία);- [99]: 2/10/2006: Detection ca. 15 inds., Trapping 1 ma, 2 fa; (Benda, προσωπική επικοινωνία)

N. Ρεθύμνου: [112]: 16/10/2007: Detection several inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [117]: 3/6/2008: Detection several inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [135]: 11/10/2007: Trapping 1 ma, 1 ms, 3 fa, 3 inds., Detection several inds.; 14/10/2007: Trapping. 1 ma, Detection many inds.; 30/5/2008: Trapping 3 ma, 5 faG, Detection many foraging inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [140]: 2/6/2008: Detection 3 inds.- [150]: 17/10/2007: Detection 1-2 inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία)

N. Ηρακλείου: [214]: 5/6/2008: Detection several inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [215]: 5/6/2008: Detection 2 inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [242]: 25/5/2008: Detection several inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία)

N. Λασιθίου: [247]: 28/5/2008: Detection 1 ind. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [258]: 31/5/2008: Detection 1 ind. (Benda, προσωπική επικοινωνία)

***Pipistrellus nathusii* (Keyserling and Blasius, 1839)**

ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΕΝΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Χανίων: [56]: 2/5/2003: Detection 2-3 inds. (Skiba, 2007)

ΝΕΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Λασιθίου: [252]: 19/5/2003: Collection 1 ma

***Nyctalus leisleri* (Kuhl, 1817)**

ΝΕΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Χανίων: [6]: 18/8/2008: Trapping 2 ma

ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΤΡΙΤΩΝ

N. Χανίων: [71]: 19/7/2008: Trapping 1 ma (Horacek, προσωπική επικοινωνία)

N. Ρεθύμνου: [140]: 2/6/2008: Detection 1 ind. (Benda, προσωπική επικοινωνία)

***Plecotus kolombatovici* Đulić, 1980**

ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΕΝΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Χανίων: [10]: 14/7/1995: Observation 5 inds. (as *P. austriacus*, Hanak *et al.*, 2001);- [85]: 10/7/1995: Trapping 1 FaL (as *P. austriacus*, Hanak *et al.*, 2001);- [94]: 16/3/1965: Trapping 1 f (as *P. austriacus*, Martens, 1967)Collection 12 inds. (bones from owl pellets) (as *P. auritus* / *P. austriacus*, Pieper, 1977)

ΝΕΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Χανίων: [67]: 17/8/2008: Trapping 2 fa

N. Ηρακλείου: [178]: 28/2/2005: Collection 1 ma;- [189]: 7/6/2008: Trapping 1 m

ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΤΡΙΤΩΝ

N. Χανίων: [39]: 27/5/2008: Trapping 1 ma (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [49]: 28/9/2006: Trapping 1 ma, 2 fa (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [67]: 1/10/2006: Trapping 1 ma (Benda, προσωπική επικοινωνία)

N. Ρεθύμνου: [141]: 16/10/2007: Trapping 1 ma (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [145]: 30/9/2006: Trapping 1 fa (Benda, προσωπική επικοινωνία)

N. Λασιθίου: [269]: 12/10/2007: Trapping 1 ma, 1 ms, 1 fs (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [276]: 13/10/2007: Trapping 1 fa (Benda, προσωπική επικοινωνία)

***Plecotus macrobullaris* Kuzjakin, 1965**

ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΕΝΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Ηρακλείου: [225]: 2/4/1999: Trapping 1 ma (as *P. kolombatovici*, Hanak *et al.*, 2001)

ΝΕΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Ρεθύμνου: [148]: 20/8/2008: Trapping 1 ma

ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΤΡΙΤΩΝ

N. Χανίων: [67]: 1/10/2006: Trapping 3 ma (Benda, προσωπική επικοινωνία)

N. Ρεθύμνου: [145]: 30/9/2006: Trapping 1 ma (Benda, προσωπική επικοινωνία)

***Miniopterus schreibersii* (Kuhl, 1817)**

ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΕΝΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Χανίων: [22]: before 1886: Observation 1 ind. (Kock, 1974);- [37]: 4/5/2003: Detection 1 social & 5–7 echolocation calls (Skiba, 2007);- [67]: 12/7/1995: Trapping 1 ma (Hanak *et al.*, 2001);- [94]: Collection 10 inds. (bones from owl pellets) (Pieper, 1977)

N. Ρεθύμνου: [103]: 30/4/2003: Detection 5 inds. (Skiba, 2007);- [141]: 28/4/2003: Detection 2 inds. (Skiba, 2007);- [153]: 27/4/2003: Detection 5 inds. (Skiba, 2007)

N. Ηρακλείου: [178]: 26/6/2005: Trapping 1 m; 20/11/2005: Observation 1 ind.; 24/11/2005: Observation 1 ind.; 24/3/2006: Observation 1 ind. (Γαλανάκη, 2006);- [224]: Collection 3 inds; (Strelkov, 1972, Hanak *et al.*, 2001); Observation 2 inds. (Miller, 1912, cf. Bate, 1905); 11/6/1925: Observation 1 ind. (Pohle, 1953);- [229]: Collection 1 ind. (bones from owl pellets) (Pieper, 1977)

N. Λασιθίου: [253]: 30 April 2004: det. 2 inds. (Skiba, 2007);- [257]: 27/4/2004: Detection few inds. (Skiba, 2007);- [261]: 1/5/2004: Detection 2 inds. (Skiba, 2007);- [262]: Observation (Theodor, 1967);- [267]: 28/4/2004: Detection 15-20 inds. (Skiba, 2007);- [280]: 27/4/2004: Detection few inds. (Skiba, 2007)

ΝΕΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Χανίων: [6]: 18/8/2008: Trapping 1 ma, 1 fs;- [21]: 2/7/2005: Trapping 1 ma, 12/5/2007: Trapping 2 fs;- [27]: 8/7/2006: Observation several hundreds; 8/7/2006: Trapping exam. 1m, 1 faL; 21/3/2008: Observation few inds.; 6/7/2008: Trapping 2 m, 2 faL; 6/7/2008: Observation some hundreds; 16/8/2008: Trapping 1 ms, 2 ma; 16/8/2008: Observation ca. 50 inds.;- [37]: 28/4/2008: Trapping 4 m, 1 ma, 2 fs, 20 fa;- [67]: 17/8/2008: Observation several inds.; 17/8/2008: Trapping 4 ms, 12 ma, 2 fs, 2 fa, 1 ind

N. Ρεθύμνου: [116]: 11/7/2008: Recording 2 calls;- [117]: 24/7/2008: Recording 3 calls;- [118]: 11/11/2004: Trapping 16 m, 3 fs; 9/11/2007: Recording several calls;- [120]: 28/10/2007: Recording 3 calls;- [155]: 21/5/2005: Recording several calls; 18/11/2006: Recording few calls; 11/10/2007: Trapping 1 fs; 19/6/2008: Trapping 9 faL

N. Ηρακλείου: [173]: 25/5/2007: Observation several hundreds;- [175]: 6/4/2008: Observation 1 ind.;- [227]: 2/7/2008: Recording 2 calls;- [235]: 23/3/2006: Trappings 1 m, 6 fs; 7/4/2006: Trapping 8 m, 14 fs, 3 fa; 7/5/2006: Trapping 3 m, 1 fs, 1 fa, 11faG; 16/5/2006: Trapping 7 m, 1 fs, 1 fa, 13 faG; 22/5/2006: Trapping 2m, 1 fs, 4 faG; 12/6/2006: Trapping 2 m, 1 fs, 1 faL; 3/7/2006: Trapping 2 m, 1 ma, 1 fs; 12/7/2006: Trapping 1 ma; 6/11/2006: Recording few calls; 23/3/2007: Trapping 1 m, 5 fs; 20/4/2007: Trapping 7 m, 1fs, 14 fa; 28/7/2007: Trapping 8 m, 1 ma; 23/10/2007: Trapping 4 m, 2 fs; 9/4/2008: Recording several calls; 13/4/2008: Trapping 7 m, 7fs, 6 fa

N. Λασιθίου: [245]: 20/7/2006: Observation ca. 1000 inds; 3/7/2007: Collection 1 mummy; 3/7/2007: Observation several hundreds;- [246]: 5/9/2004: Recording several calls;- [256]: 6/9/2007: Observation ca. 20 inds.-; [260]: 23/11/2007: Detection several calls;- [267]: 2/11/2004: Trapping 1 ma, 1 fa; 9/10/2006: Observation ca. 50 inds. (Paragamian); 12/8/2007: Observation 1 ind.-; [269]: 23/11/2007: Trapping 1 m, 1 fa; 23/11/2007: Observation 5 inds.

ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΤΡΙΤΩΝ

N. Χανίων: [67]: 1/10/2006: Trapping ca 40 inds, exam. 13 ma, 2 fs (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [71]: 17/7/2008: Trapping 2 fa; 19/7/2008: Trapping 1 fa; 21/7/2008: Trapping 1 fa (Horacek, προσωπική επικοινωνία)

N. Ρεθύμνου: [135]: 11/10/2007: Trapping 1 ma (Benda, προσωπική επικοινωνία)

N. Λασιθίου: [267]: 7/10/2006: Trapping 3 ma, 1 fa, 2 fs, 1 ms (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [269]: 12/10/2007: Trapping 1 fs, 1 ind (Benda, προσωπική επικοινωνία)

***Tadarida teniotis* (Rafinesque, 1814)**

ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΕΝΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Χανίων: [9]: 14/7/1995: Detection 1 ind. (Hanak *et al.*, 2001);- [19]: 19/3/1965: Observation (Martens, 1967);- [32]: 22/3/1965: Observation (Martens, 1967);- [41]: 13/3/1965: Observation (Martens, 1967); 4/5/2003: Detection 2 inds. (Skiba, 2007);- [51]: 6/4/1965: Observation (Martens, 1967) ;- [56]: 2 & 3/5/2003: Detection 4-5 inds. (Skiba, 2007);- [66]: 12/7/1995: Detection 1 ind.; (Hanak *et al.*, 2001);- [68]: 13/7/1995: Detection 1 ind. (Hanak *et al.*, 2001);- [70]: 21/3/1965: Observation (Martens, 1967);- [86]: 10/7/1995: Detection 1 ind. (Hanak *et al.*, 2001);- [94]: Collection 1 ind. (bones from owl pellets) (Pieper, 1977);- [95]: 17/3/1965: Observation (Martens, 1967)

N. Ρεθύμνου: [142]: 28/4/2003: Detection 3 inds. (Skiba, 2007)

N. Ηρακλείου: [180]: Collection 2 inds. (bones from owl pellets) (Pieper, 1977);- [187]: Observation (Kahmann, 1959);- [213]: 7/7/1995: Detection 1 ind. (Hanak *et al.*, 2001);- [216]: 8 & 10/7/1995: Detection 2 ind. (Hanak *et al.*, 2001);- [229]: Collection 1 ind. (bones from owl pellets) (Pieper, 1977)

N. Λασιθίου: [248]: 29/4/2004: Detection 2 inds. (Skiba, 2007);- [249]: (Kahmann, 1959);- [251]: 21 & 24/4/2003: Detection 3 inds. (Skiba, 2007);- [252]: 30/4/2004: Detection 4 inds. (Skiba, 2007);- [254]: 30/4/2004: Detection 2 inds. (Skiba, 2007);- [257]: 27/4/2004: Detection few inds. (Skiba, 2007);- [259]: 1/5/2004: Detection 6 inds. (Skiba, 2007);- [267]: 28/4/2004: Detection 1 ind. (Skiba, 2007);- [273]: 19/7/1995: Detection 1 ind. (Hanak *et al.*, 2001);- [277]: 22/3/1958: 1 ind. (Kahmann, 1959), 23/3/1965: Observed (Martens, 1967);- [278]: Collection 1 ind. (Kock, 1969);- [280]: 27/4/2004: Detection few inds. (Skiba, 2007)

ΝΕΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

N. Χανίων: [2]: 22/12/2007: Recording few calls;- [5]: 24/4/2008: Recording few calls;- [13]: 14/9/2002: Recording 2 calls;- [14]: 17/9/2002: Recording ca. 50 calls;- [15]: 16/9/2002: Recording ca. 11 calls;- [16]: 15/9/2002: Recording ca. 20 calls;-

[17]: 18/9/2002: Recording ca. 24 calls;- [18]: 19/9/2002: Recording ca. 36 calls;- [50]: 26/4/2008: Recording few calls;- [52]: 19/8/2008: Trapping 1 fa;- [53]: 27/10/2002: Recording 8 calls;- [59]: 24/7/2007: Recording 1 call;- [74]: 22/7/2008: Recording few calls;- [75]: 5/10/2002: Recording 9 calls;- [79]: 5/7/2008: Recording few calls;- [81]: 4/6/2005: Recording 1 call;- [84]: 14/3/2006: Recording 1 call;- [85]: 26/12/2005: Recording 1 call; 1/5/2008: Recording 1 call;- [88]: 2/11/2008: Recording 1 call;- [92]: 4/10/2002: Recording ca. 11 calls;- [93]: 27/9/2002: Recording 3 calls;- [102]: 26/10/2002: Recording ca. 37 calls

N. Ρεθύμνου: [105]: 26/5/2007: Recording few calls;- [108]: 2/11/2002: Recording 1 call;- [111]: 9/8/2008: Recording 1 call;- [113]: 10/7/2008: Recording 7 calls; 5/2/2009: Recording 2 calls;- [114]: 9/5/2007: Recording 1 call; 22/11/2007: Recording 4 calls;- [116]: 11/7/2008: Recording few calls;- [117]: 24/7/2008: Recording 2 calls;- [120]: 28/10/2007: Recording 8 calls;- [123]: 19/7/2008: Recording 2 calls;- [130]: 18/10/2002: Recording 3 calls;- [132]: 9/8/2008: Recording few calls;- [133]: 5/8/2008: Recording 4 calls; 2/3/2009: Recording 1 call;- [134]: 14/6/2007: Recording 4 calls; 3/11/2007: Recording 1 call;- [136]: 3/6/2007: Recording 10 calls;- [138]: 23/10/2002: Recording 2 calls;- [140]: 2/6/2008: Recording 1 call;- [144]: 24/8/2007: Recording few calls; 4/7/2008: Recording 1 call;- [146]: 2/9/2007: Recording few calls;- [148]: 17/10/2008: Recording 1 call;- [155]: 18/11/2006: Recording few calls; 11/10/2007: Recording 1 call;- [159]: 16/4/2006: Recording several calls; 18/4/2007: Recording few calls; 26/6/2008: Recording 3 calls;- [162]: 27/5/2007: Recording 2 calls; 19/10/2007: Recording 3 calls;- [163]: 8/11/2006: Recording 1 call;- [165]: 9/8/2008: Recording few inds.-; [166]: 4/11/2007: Recording 2 calls

N. Ηρακλείου: [168]: 13/10/2007: Recording 1 call;- [169]: 18/7/2008: Recording 1 call;- [170]: 25/5/2008: Recording 47 calls;- [173]: 25/5/2007: Recording few calls;- [176]: 22/5/2008: Observation 5 inds.-; [178]: 5/7/2007: Recording few calls;- [181]: 3/3/2009: Recording 4 calls;- [182]: 3/6/2008: Recording few calls; 17/7/2008: Recording 14 calls; 26/1/2009: Recording 1 call;- [183]: 3/3/2008: Recording 5 calls;- [185]: 5/6/2008: Recording 1 call; 6/8/2008: Recording 1 call;- [186]: 24/5/2008: Recording few calls;- [188]: 28/2/2008: Recording few calls;- [189]: 7/6/2008: Recording 1 call;- [190]: 16/10/2002: Recording 3 calls;- [191]: 13/5/2007: Recording 1 call; 30/10/2007: Recording 7 calls; 25/6/2008: Recording 1 call;- [195]: 27/11/2007: Recording 1 call;- [196]: 22/5/2001: Collection 1 f;- [197]: 7/4/2008: Recording few calls;- [200]: 9/10/2006: Recording few calls;- [208]: 12/3/2007: Recording 1 call;- [210]: 15/7/2008: Recording 6 calls;- [211]: 26/8/2007: Recording few calls; 31/8/2007: Recording few calls; 5/1/2008: Recording 1 call;- [213]: 20/10/2006: Recording few calls;- [214]: 19/3/2007: Recording few calls;- [215]: 20/10/2006: Recording few calls;- [218]: 9/8/2008: Recording 1 call;- [222]: 2/5/2007: Recording 1 call;- [227]: 4/6/2008: Recording 2 calls;- [228]: 17/11/2006: Recording few calls;- [233]: 11/10/2002: Recording 9 calls; 13/11/2007: Recording 1 call; 12/5/2008: Recording 1 call;- [237]: 28/6/2008: Recording 5 calls; 1/3/2009: Recording 7 calls;- [240]: 21/5/2007: Recording 1 call;

18/10/2007: Recording 3 calls;- [241]: 4/3/2006: Recording few calls;- [242]: 4/3/2006: Recording few calls; 12/4/2008: Recording few calls

ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΤΡΙΤΩΝ

N. Χανίων: [8]: 27/9/2006: Detection 1-2 inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [46]: 13/7/2008: Detection 1 ind. (Horacek, προσωπική επικοινωνία), προσωπική επικοινωνία);- [49]: 28/9/2006: Detection several inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [71]: 17/7/2008: Trapping 1 ma (Horacek, προσωπική επικοινωνία), προσωπική επικοινωνία);- [90]: 8/10/2007: Detection 3 inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία)

N. Ρεθύμνου: [147]: 3/10/2006: Detection 1 ind. (Benda, προσωπική επικοινωνία)

N. Ηρακλείου: [174]: 4/10/2006: Detection 1 ind. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [184]: 10/10/2007: Detection several inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [221]: 8/10/2006: Detection 1 ind. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [242]: 25/5/2008: Detection 2 inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία)

N. Λασιθίου: [258]: 31/5/2008: Detection 2 inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [267]: 7/10/2006: Detection several inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία);- [276]: 13/10/2007: Detection 2 inds. (Benda, προσωπική επικοινωνία)

Γ. Κατάλογος με τις θέσεις των παρατηρήσεων.

Οι αριθμοί αντιστοιχούν με αυτούς παραπάνω, όπως και στους χάρτες. Δίνονται οι ονομασίες των ευρύτερων περιοχών, των ακριβών θέσεων και τα υψόμετρα αυτών. Οι ονομασίες των σπηλαίων παραλείπονται για λόγους προστασίας των αποικιών.

Νομός Χανίων

[1] Αφράτα. Γκρεμός πάνω από τη θάλασσα. 5 m [2] Αγιά. Λίμνη Αγίας. 35 m [3] Αγιά. Παλαιό κτήριο. 35 m [4] Αγιά. Στο δρόμο από την Αγιά προς το Κυρτωμάδο. 35 m [5] Αγία Ειρήνη. Φαράγγι Αγίας Ειρήνης. 550 m [6] Αγία Ειρήνη. Ρέμα βόρεια του χωριού. 600 m [7] Αγία Ειρήνη. Παλαιά εκκλησία. 590 m [8] Αγία Μαρίνα. Στο χωριό. 30 m [9] Αγία Ρουμέλη. Γκρεμός. 40 m [10] Αγία Ρουμέλη. Στο χωριό. 15 m [11] Ακρωτήρι. Μοναστήρι Αγίας Τριάδας. 85 m [12] Αλικάμπος. Σπήλαιο. 350 m [13] Ανώπολη. Θαμνότοπος, στο οροπέδιο της Αγκαθωπής. 1600 m [14] Ανώπολη. Στο χωριό. 600 m [15] Ανώπολη. Πευκοδάσος στη θέση «Αργιδόλαγκος». 1200 m [16] Ανώπολη. Θαμνότοπος στη θέση «Δραγκού». 500 m [17] Ανώπολη. Κυπαρίσσοδάσος στη θέση «Πορόλαγκος». 800 m [18] Ανώπολη. Πευκοδάσος στη θέση «Πορόλαγκος». 600 m [19] Αζογυρές. Στο χωριό. 380 m [20] Αζογυρές. Σπήλαιο. 585 m [21] Χάμπαθα. Σπήλαιο. 210 m [22] Χανιά. Στην πόλη. 15 m [23] Χανιά. Στο Φρούριο (Φιρκάς). 5 m [24] Έλος. Φυτεία Καστανιών. 468 m [25] Έλος. Στο χωριό. 540 m [26] Επισκοπή. Αντλιοστάσιο. 45 m [27] Φυλακή. Σπήλαιο 1. 116 m [28] Φυλακή. Σπήλαιο 2. 150 m [29] Κουμάρες. Μοναστήρι Γουβερνέτου. Σπήλαιο 1. 283 m [30] Λόφοι νότια των Χανίων. Σπήλαιο. [31] Καλάμι. Γέφυρα της Εθνικής οδού, πάνω από τον Κοιλιάρη ποταμό. 5 m [32] Καλύβες. Στο χωριό. 5 m [33] Κάνδανος. Παρεκκλήσι. 365 m [34] Κάνδανος. Ποτάμι. 365 m [35] Κάστελος.

Ανώνυμο Σπήλαιο. 220 m [36] Μοναστήρι Καθολικού. Σπήλαιο 1. 50 m [37] Μοναστήρι Καθολικού. Σπήλαιο 2. 80 m [38] Μοναστήρι Καθολικού. Σπήλαιο. 80 m [39] Μοναστήρι Καθολικού. στο Μοναστήρι. 80 m [40] Μοναστήρι Καθολικού. Σπήλαιο. 80 m [41] Μοναστήρι Καθολικού. Κοντά στο μοναστήρι. 80 m [42] Καβάλλος. ΒΔ ακτή της λίμνης Κουρνά. 52 m [43] Κίσσαμος. Μέσα στην πόλη. 10 m [44] Κολυμβάρι. Παλαιά κτήρια Αγροτικού Συνεταιρισμού. 15 m [45] Κολυμβάρι. Σπήλαιο. 45 m [46] Κολυμβάρι. Ορυχείο. 44 m [47] Κολυμβάρι. Μονή Γωνιάς. 10 m [48] Κορφαλώνας. 2 m [49] Κουμάρες. Μοναστήρι Γουβερνέτου. Σπήλαιο 2. 198 m [50] Κρύα Βρύση. Στο χωριό. 250 m [51] Λάκκοι. Στο χωριό. 500 m [52] Λίμνη. Λιμνούλα έξω από το χωριό. 582 m [53] Μαδαρό. Θαμνότοπος (στο καταφύγιο του ΕΟΣ). 1236 m [54] Μεσκλά. Ρυάκι. 206 m [55] Ακρωτήρι. Στο δρόμο από τη Μονή Αγ. Τριάδας προς τη Μονή Γουβερνέτου. 180 m [56] Μουρί. Λίμνη Κουρνά. 40 m [57] Μουρί. Στο χωριό. 42 m [58] Φυλακή. Παλαιό κτήριο στον ποταμό Μουσέλα. 105 m [59] Μυλωνιανά. Σπήλαιο. 155 m [60] Νεροκούρου. Σπήλαιο. 160 m [61] Νωπήγεια. Γερμανικό Τούνελ. 10 m [62] Νωπήγεια. Εκβολές Τυφλού ποταμού. 3 m [63] Ντερές. Γέφυρα κοντά στο χωριό. 187 m [64] Χανιά. ΒΔ ακτή. Σπήλαιο κοντά στη θάλασσα. 5 m [65] Οροπέδιο Ομαλού. Σπήλαιο. 1025 m [66] Οροπέδιο Ομαλού. Στο Οροπέδιο. 1050 m [67] Οροπέδιο Ομαλού. Σπήλαιο 1. 1025 m [68] Οροπέδιο Ομαλού. Σπήλαιο στο Ξυλόσκαλο. 1200 m [69] Παλαιόχωρα. Τούνελ. 20 m [70] Παλαιόχωρα. Στο χωριό. 15 m [71] Παπαδιανά. Ρυάκι. 260 m [72] Περιβόλια. Σπήλαιο. 150 m [73] Πλατανιάς. Πάνω από τον Ξεκωλομένο ποταμό. 8 m [74] Πλατυβόλα. Οροπέδιο «Αθυμόλακος». 1350 m [75] Λευκά Όρη. Θαμνότοπος πάνω από το Φάραγγα. θέση «Ποριά». 1500 m [76] Ραπανιανά. Στο χωριό. 10 m [77] Χερσόνησος Ροδωπού. Ανώνυμο Σπήλαιο. 5 m [78] Σαμαριά. Παρεκκλήσι. 380 m [79] Σαμαριά. Λιμνούλα. 340 m [80] Σαμαριά. Στο χωριό. 350 m [81] Σαμαριά. Φάραγγας. 400 m [82] Σφηνάρι. Σπήλαιο. 10 m [83] Σούγια. Ορυχείο Γύψου. 50 m [84] Σούγια. Ρυάκι. 10 m [85] Σταυρός. Σπήλαιο. 235 m [86] Σταυρός. Στο χωριό. 5 m [87] Ταυρωνίτης. Στο χωριό. 18 m [88] Θέρισο. Οροπέδιο «Αλιάκες». 860 m [89] Θέρισο. Σπήλαιο 1. [90] Θέρισο. Κοντά στο σπήλαιο Σαρακήνας. 470 m [91] Θέρισο. Σπήλαιο 2. 480 m [92] Θέρισο. Θαμνότοπος (στο δρόμο για Παναγιά). 400 m [93] Θέρισο. Στο χωριό. 580 m [94] Τοπόλια. Σπήλαιο. 350 m [95] Τοπόλια. Στο χωριό (;). 265 m [96] Βαφές. Σπήλαιο 1. 280 m [97] Βαφές. Σπήλαιο 2. 280 m [98] Βουκολιές. Ορυχείο στο δρόμο για Σέμπρωνα. [99] Βρύσες. Στο ποτάμι. 50 m [100] Βρύσες. Στο χωριό. 50 m [101] Βρύσες (Κυδωνιάς). Σπήλαιο. [102] Ζούρβα. Κυπαρισσοδάσος. 584 m

Νομός Ρεθύμνου

[103] Άδελε. Στο χωριό. 110 m [104] Άδελε. Στο χωριό και την γύρω περιοχή. 120 m [105] Άγιος Ιωάννης. Πλατύς Ποταμός. 190 m [106] Ίδη. Παρεκκλήσι Αγίου Υακίνθου. 1000 m [107] Ίδη. Άγιος Υακίνθος. Δάσος *Quercus*. 1000 m [108] Ίδη. Άγιος Υακίνθος. Θαμνότοπος. 1200 m [109] Ίδη. Άγιος Υακίνθος. Υδατοσυλλογή. 1000 m [110] Αγγίδια. Ανώνυμο Σπήλαιο. 430 m [111] Αμνατός. Στο χωριό. 319 m [112] Άνω Βιράν Επισκοπή. Κουλάδα κάτω από το χωριό. 70 m [113] Ανώγεια. Στο χωριό. 800 m [114] Ανώγεια. Θαμνότοπος. 1000 m [115] Ανώγεια. Αποθήκη. 800 m [116] Αρχαία Ελεύθερνα. Δάσος *Quercus* «Αραβάνες». 1000 m [117] Πηγές

Αργυρούπολης. Ποταμός Μουσέλας. 125 m [118] Δοξαρό. Σπήλαιο. 277 m [119] Δοξαρό. Συστάδα *Quercus*. 380 m [120] Δοξαρό. Θαμνότοπος. 500 m [121] Δράμια. Γέφυρα ποταμού Πετρέ. 2 m [122] Έρφοι. Σπήλαιο. 154 m [123] Εξάντης. Ελαιώνες. 80 m [124] Φουρφουράς. Υδατοσυλλογή. 1510 m [125] Φαράγγι Γάλλου. Νερόμυλος. 220 m [126] Γεράνι. 85 m [127] Γεράνι. Σπήλαιο. 21 m [128] Γεράνι. Φαράγγι. 5 m [129] Ρουμελή. Γεροπόταμος. Νερόμυλος. 42 m [130] Ίδη. Οροπέδιο Νίδας. 1546 m [131] Κυριανά. Στο χωριό. 223 m [132] Κλησίδι. Ελαιώνες. 485 m [133] Κουρούτες. Δάσος *Quercus* «Παρδί». 1000 m [134] Κουρούτες. Θαμνότοπος στο καταφύγιο «Τουμπωτός Πρίνος». 1500 m [135] Λευκόγεια. Ενετική γέφυρα του ποταμού Κουρταλιώτη. 45 m [136] Λιβάδεια. Θαμνότοπος με λίγα κτίσματα. 1500 m [137] Μελιδόνη. Σπήλαιο. 218 m [138] Μελισσουράκι. Δάσος *Quercus* «Κουρούπι». [139] Φραντζεσκιάνα Μετόχια. Στο χωριό. 200 m [140] Μοναστηράκι. Γενιανός Ποταμός. 305 m [141] Μονή Αρκαδίου. Στο μοναστήρι. 495 m [142] Μονή Αρκαδίου. Μονή και γύρω περιοχή. 500 m [143] Μύλοι. Στο παλαιό χωριό. 260 m [144] Μύρθιος. Πατσιανός ποταμός. 180 m [145] Οροπέδιο Νίδας. Σπήλαιο Ιδαίο Άντρο. 1490 m [146] Πάνορμο. Εκβολές Γεροπόταμου. 5 m [147] Πατσός. Σπήλαιο Αγίου Αντωνίου. 200 m [148] Ίδη. Πετραδολάκια. Βάραθρο στον Αγ. Φανούριο. 1464 m [149] Ίδη. Πετραδολάκια. Θαμνότοπος στον Αγ. Φανούριο. 1500 m [150] Πλακιάς. Στο χωριό. 10 m [151] Πλατάνια. Στο χωριό. 405 m [152] Πλατανιάς. Πλατανιάς και γύρω περιοχή. 10 m [153] Πλατανιάς και Άδελε. 50 m [154] Λευκόγεια. Ενετική γέφυρα παραπόταμου του Κουρταλιώτη. 50 m [155] Πρίνος. Σπήλαιο. 140 m [156] Ρέθυμνο. Στην πόλη. 21 m [157] Ρέθυμνο. Ορυχείο. 104 m [158] Ριζικάς. Στο χωριό. 223 m [159] Ρουμελή. Γεροπόταμος. 17 m [160] Σχολή Ασωμάτων. Ελαιώνες. 318 m [161] Σιριπιδιανά. Ελαιώνες. 40 m [162] Ίδη. Χιονοδρομικό Κέντρο. Θαμνότοπος. 1500 m [163] Ίδη. Βάρσαμο. Σπήλαιο. 1450 m [164] Ίδη. Βάρσαμο. Θαμνότοπος. 1500 m [165] Βιράν Επισκοπή. Ελαιώνες. 60 m [166] Βισταγή. Θαμνότοπος. 1000 m [167] Ζωνιανά. Σπήλαιο Σφεντόνη. 664 m

Νομός Ηρακλείου

[168] Αχλάδα. Θαμνότοπος. 500 m [169] Αγία Βαρβάρα. Στο χωριό. 600 m [170] Αγία Βαρβάρα. Θαμνότοπος κοντά στις ανεμογεννήτριες. 900 m [171] Άγιο Πνεύμα. 10 m [172] Άγιοι Δέκα. 150 m [173] Αληθινή. Σπήλαιο. 365 m [174] Αμισός. Σπήλαιο. 62 m [175] Αμπελούζος. Ορυχείο. 200 m [176] Άνω Ασίτες. Φαράγγι Αγίου Χαραλάμπου. 580 m [177] Άνω Ασίτες. Στο χωριό. 490 m [178] Άνω Ασίτες. Σπήλαιο. 480 m [179] Άνω Φορτέσα. Γερμανικό Τούνελ. 165 m [180] Άνω Βιάννος. Στο χωριό. 550 m [181] Αρκαλοχώρι. Στο χωριό. 386 m [182] Ασπρακοί. Φαράγγι. 146 m [183] Αστυράκι. Ελαιώνες. 500 m [184] Αβδού. Σπήλαιο. 713 m [185] Δαμάστα. Θαμνότοπος. 500 m [186] Δεμάτι. Γέφυρα Αναποδάρη. 208 m [187] Νήσος Ντία. 100 m [188] Φαιστός. Γεροπόταμος. 26 m [189] Γιούχτας. Σπήλαιο. 396 m [190] Γωνιές. Στο χωριό. 628 m [191] Γωνιές. Θαμνότοπος. 1000 m [192] Γωνιές. Βάραθρο. 750 m [193] Γόρτυνα. Γόρτυνα. 167 m [194] Ηράκλειο. Περιοχή Αγίου Ιωάννη. 100 m [195] Ηράκλειο. Κτήριο σε τάφρο ενετικών τειχών. 46 m [196] Ηράκλειο. Κέντρο της πόλης. 30 m [197] Ηράκλειο. Παλιές Πανεπιστημιακές εγκαταστάσεις. 117 m [198] Ηράκλειο. Εγκαταστάσεις ΑΤΕΙ Κρήτης. 58 m [199] Καμαράκι. Σπήλαιο. 547 m [200] Καμαράκι. Ρέμα. 482 m

[201] Καμάρες. Σπήλαιο. 1650 m [202] Καμηλάρι. Γερμανικό καταφύγιο. 130 m [203] Καμηλάρι. Στο χωριό. 95 m [204] Κάτω Φορτέτσα. Αποθήκη. 126 m [205] Κάτω Γούβες. Εγκαταστάσεις ΕΛΚΕΘΕ. 10 m [206] Κάτω Μούλια. Ελαιώνες. 417 m [207] Καβροχώρι. Γαζανός ποταμός. 48 m [208] Κερατόκαμπος. Σπήλαιο. 550 m [209] Λόφος Κέρης. Βάραθρο. 500 m [210] Λόφος Κέρης. Θαμνότοπος. 500 m [211] Λαλουμάς. Κουτσουλίτης ποταμός. 160 m [212] Λαλουμάς. Στο χωριό. 170 m [213] Λινοπεράματα. Φαράγγι Αλμυρού ποταμού. 70 m [214] Λινοπεράματα. Αλμυρός ποταμός. 10 m [215] Λινοπεράματα. Πηγές Αλμυρού ποταμού. 28 m [216] Λινοπεράματα. Έξω από σπήλαιο. 43 m [217] Λινοπεράματα. Μικρό σπήλαιο. 43 m [218] Μαραθίτης. Στο χωριό. 237 m [219] Μάραθος. Σπήλαιο 1. 547 m [220] Μάραθος. Σπήλαιο 2. 458 m [221] Μάταλα. Στην παραλία. 5 m [222] Νύβριτος. Θαμνότοπος. 500 m [223] Πατσίδες. Στο χωριό. 270 m [224] Πλουτή. Ορυχείο 1. 390 m [225] Πλουτή. Ορυχείο 2. 408 m [226] Πόμπια. Εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού. 96 m [227] Δάσος Ρούβα. Δάσος Ρούβα. 940 m [228] Σάρχος. Σπήλαιο. 280 m [229] Σάρχος. Στο χωριό (;). 233 m [230] Ίδη. Περιοχή Σκοίνακα. Βάραθρο. 1550 m [231] Σκοτεινό. Σπήλαιο. 209 m [232] Σπήλια. Υδραγωγείο. 130 m [233] Οροπέδιο Στρούμπουλα. Θαμνότοπος. 500 m [234] Τύλισος. Περιοχή Βουλισμένου Αλωνιού. 240 m [235] Τύλισος. Σπήλαιο. 260 m [236] Τύλισος. Βουλισμένο Αλώνι. 327 m [237] Τυμπάκι. Στο χωριό. 25 m [238] Βενεράτο. Ρέμα στον Άγιο Φανούριο. 210 m [239] Βορίζια. Ελαιώνες. 370 m [240] Κρουσώνας. Βοσκερό. Θαμνότοπος. 1000 m [241] Ζαρός. Ρέμα στη ρωμαϊκή δεξαμενή. 348 m [242] Ζαρός. Λίμνη Βότομος. 410 m [243] Ζαρός. Στο χωριό. 327 m

Νομός Λασιθίου

[244] Αδριανός. Σπήλαιο. 650 m [245] Αγία Φωτιά. Σπήλαιο. 10 m [246] Άγιος Γεώργιος. Σπήλαιο. 450 m [247] Άγιος Κωνσταντίνος. Πηγή κοντά στην καταβόθρα Χώνος. 815 m [248] Αμμουδάρα. Στο χωριό. 20 m [249] Νήσος Δραγονάδα. 50 m [250] Ελούντα. Στο χωριό. 70 m [251] Ελούντα και γύρω περιοχή. 75 m [252] Γρα Λυγιά. Φράγμα Μπραμανού ποταμού. 65 m [253] Ίστρο. 25 m [254] Καλαμαύκα. Στο χωριό. 493 m [255] Καλό Χωριό. Στο χωριό. 56 m [256] Χοχλακιές. Παραλία Καρούμπες. Σπήλαιο. 30 m [257] Καβούσι. Στο χωριό. 95 m [258] Κριτσά. Σπήλαιο. 725 m [259] Κρούστας. Στο χωριό. 518 m [260] Κρούστας. Σπήλαιο. 782 m [261] Κρούστας και Κριτσά. 400 m [262] Λίμνες. Στο χωριό. 179 m [263] Λιθίνες. Σπήλαιο. [264] Μαθιά. Δάσος *Quercus*. 950 m [265] Μέσα Μουλιανά. Στο χωριό. 407 m [266] Μίλατος. Στο χωριό. 43 m [267] Μίλατος. Σπήλαιο. 129 m [268] Μίλατος. Ενάλιο σπήλαιο. 1 m [269] Πεύκοι. Σπήλαιο. 548 m [270] Πισκοκέφαλο. Σπήλαιο. [271] Πισκοκέφαλο. Στο χωριό. 45 m [272] Πρίνα. Στο χωριό. 350 m [273] Ψυχρό. Στο χωριό. 853 m [274] Ρίζα. Σπήλαιο. [275] Σίσι. Στο χωριό. 10 m [276] Σίτανος. Σπήλαιο. 678 m [277] Σητεία. Γκρεμός στο ακρωτήριο. 30 m [278] Σητεία. Στην πόλη. 40 m [279] Σταυροχώρι. Στο χωριό. 323 m [280] Καβούσι. Περιοχή Θόλος. 26 m [281] Θόλος και Καβούσι. 26 m [282] Τζερμιάδο. Στο χωριό. 844 m [283] Βραχάσι. Σπήλαιο. 300 m