

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ**

Δυναμική μίας αποικίας των ειδών *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774) και *Rhinolophus hipposideros* (Bechstein, 1800) (MAMMALIA, CHIROPTERA) σε συνάρτηση με τις κλιματικές συνθήκες

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Γαλανάκη Κοσμούλα



ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Μ.Μυλωνάς: Καθηγητής Πανεπιστημίου Κρήτης

Γ.Καρακάσης: Αναπληρωτής καθηγητής Πανεπιστημίου Κρήτης

**Σεπτέμβριος 2006
Ηράκλειο**

Αντί Προλόγου....

Τελειώνοντας αυτήν την εργασία θέλω να ευχαριστήσω όλα τα άτομα που βοήθησαν, ο καθένας με τον τρόπο του, στην πραγματοποίησή της. Καταρχήν ευχαριστώ πολύ τον καθηγητή και διευθυντή του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Πανεπιστημίου Κρήτης, κ. Μυλωνά για την επίβλεψη της εργασίας, την καθοδήγηση και τις συμβουλές και επίσης τον αναπληρωτή καθηγητή κ. Καρακάση που ανέλαβε χωρίς δισταγμό τη θέση του δεύτερου επιβλέποντα.

Ευχαριστώ θερμά τον Παναγιώτη Γεωργιακάκη για τη μεγάλη βοήθεια, τις συμβουλές, την καθοδήγηση, την οικονομική ενίσχυση και την συνεργασία όλο αυτόν τον καιρό.

Τη Milica Ivonic και τον Πέτρο Λυμπεράκη για την καθοδήγηση στα πρώτα “βήματα” των συλλήψεων και δειγματοληψιών. Τον Χρηστάκο, τον Νίκο, το Δημήτρη, τον Στέλιο, το Γιώργο, το Μανώλη, τον Πέτρο, και όλα τα υπόλοιπα παιδιά του μουσείου για τη βοήθεια και τις συμβουλές. Επίσης ευχαριστώ την Έλενα, για τη φιλοξενία και την εμπειρία στον Έβρο, την εύρεση βιβλιογραφίας και τις πληροφορίες.

Αισθάνομαι μεγάλη υποχρέωση σε όλα τα παιδιά που βοήθησαν στις δειγματοληψίες – συλλήψεις, κατά τη διάρκεια της έρευνας, όπως και για την παρέα που μου προσέφεραν κατά τις παρατηρήσεις στο σπήλαιο: το Χρηστάκο, τη Γλυκερία, τη Μαρία, το Μιχαλάκη, την Πόπη το Γιώργο, το Γιάννη, την Πασχαλιά, την Ισμήνη, την Πόλυ και τη Ματίνα. Χωρίς αυτούς οι πραγματοποίηση της εργασίας δεν θα ήταν εφικτή.

Ευχαριστώ τον πατέρα μου για την ψυχική, ηθική αλλά και οικονομική υποστήριξη.

Τέλος δεν μπορώ να μην ευχαριστήσω τις φίλες και συγκατοίκους μου Γλυκερία και Μαρία, για την υπομονή, την ανοχή, την κατανόηση και βοήθεια όλο αυτό τον καιρό που μοιραζόμαστε το ίδιο “περιβάλλον”.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	
1.1. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΧΕΙΡΟΠΤΕΡΑ	1
1.2. ΚΑΤΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΤΑΞΗΣ ΤΩΝ ΧΕΙΡΟΠΤΕΡΩΝ	5
1.3. ΤΑ ΧΕΙΡΟΠΤΕΡΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	8
1.4. ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ RHINOLOPHIDAE	10
1.4.1. Το είδος <i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	13
1.4.1.1. Συστηματική κατάταξη και γεωγραφική εξάπλωση του είδους <i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	13
1.4.1.2. Μορφολογικά γνωρίσματα του <i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	14
1.4.1.3. Στοιχεία οικολογίας και πληθυσμιακής βιολογίας του <i>R. ferrumequinum</i>	16
Οικολογία φωλιάσματος (roosting ecology)	16
Αναπαραγωγή	17
Θήρευση-Δραστηριότητα	19
1.4.1.4. Καθεστώς προστασίας του είδους <i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	22
1.4.2. Το είδος <i>Rhinolophus hipposideros</i>	23
1.4.2.1. Συστηματική κατάταξη και γεωγραφική εξάπλωση του είδους <i>Rhinolophus hipposideros</i> (Bechstein, 1800)	23
1.4.2.2. Μορφολογικά γνωρίσματα του <i>Rhinolophus hipposideros</i>	24
1.4.2.3. Στοιχεία οικολογίας και πληθυσμιακής βιολογίας για το είδος <i>Rhinolophus hipposideros</i>	26
Οικολογία φωλιάσματος	26
Αναπαραγωγή	27
Θήρευση-Δραστηριότητα	28
1.4.2.4. Καθεστώς προστασίας του είδους <i>Rhinolophus hipposideros</i>	29
1.5. ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	29
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	
2.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	31
2.1.1. Χωρικός προσδιορισμός	31
2.1.2. Καθεστώς διαχείρισης	31
2.1.3. Κλιματικά χαρακτηριστικά ευρύτερης περιοχής του σπηλαίου	31
2.1.4. Περιγραφή σπηλαίου	32
2.2. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	34
2.3. ΣΥΛΛΟΓΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ	36
2.3.1. Μετρήσεις αβιοτικών παραγόντων	36
2.3.2. Συλλογή οικολογικών και πληθυσμιακών στοιχείων	36
2.4. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΡΩΤΟΓΕΝΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	39
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	
3.1. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	- 45 -
3.1.1. Αβιοτικά χαρακτηριστικά του σπηλαίου	- 45 -
3.1.2. Χρήση σπηλαίου από τις νυχτερίδες	- 49 -
3.2. RHINOLOPHUS FERRUMEQUINUM	- 51 -
3.2.1. Δυναμική της αποικίας	- 51 -
3.2.2. Επίδραση αβιοτικών παραγόντων στο μέγεθος του πληθυσμού του <i>Rhinolophus ferrumequinum</i> κατά τη χειμερινή περίοδο	- 61 -
3.2.3. Επίδραση των αβιοτικών παραγόντων στη δραστηριότητα του <i>Rhinolophus ferrumequinum</i> , κατά τη χειμερινή περίοδο	- 63 -
3.2.4. Αναπαραγωγική βιολογία του είδους	- 71 -
3.2.5. Μεταβολή του βάρους του <i>R. ferrumequinum</i>	- 73 -
3.2.6. Γενικές παρατηρήσεις για το <i>R. ferrumequinum</i>	- 74 -
3.3. RHINOLOPHUS HIPPOSIDEROS	- 77 -
3.3.1. Δυναμική της αποικίας	- 77 -
3.3.2. Επίδραση αβιοτικών παραγόντων στο μέγεθος του πληθυσμού του <i>Rhinolophus hipposideros</i> κατά τη χειμερινή περίοδο	- 84 -
3.3.3. Επίδραση αβιοτικών παραγόντων στην δραστηριότητα του <i>Rhinolophus hipposideros</i> , κατά τη χειμερινή περίοδο	- 85 -
3.3.4. Αναπαραγωγική βιολογία του είδους	- 91 -
3.3.5. Γενικές παρατηρήσεις για το είδος <i>R. hipposideros</i>	- 92 -
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	
4.1. RHINOLOPHUS FERRUMEQUINUM	- 93 -
Μέγεθος και δομή πληθυσμού	- 93 -
Δραστηριότητα μετά τη δύση του ήλιου –θήρευση	- 100 -

Αναπαραγωγή.....	- 104 -
Γενικές παρατηρήσεις.....	- 108 -
4.2. <i>RHINOLOPHUS HIPPOSIDEROS</i>	- 109 -
<i>Μέγεθος και δομή πληθυσμού</i>	- 109 -
Δραστηριότητα μετά τη δύση του ήλιου – Θήρευση.....	- 112 -
Γενικές παρατηρήσεις.....	- 115 -
5. ΣΥΝΟΨΗ	
5.1 <i>RHINOLOPHUS FERRUMEQUINUM</i>	- 118 -
<i>Μέγεθος και δομή πληθυσμού</i>	- 118 -
<i>Κατάσταση και δραστηριότητα των ατόμων κατά τη διάρκεια της ημέρας</i>	- 119 -
<i>Αναπαραγωγή</i>	- 121 -
5.2 <i>RHINOLOPHUS HIPPOSIDEROS</i>	- 122 -
<i>Μέγεθος και δομή πληθυσμού</i>	- 122 -
<i>Κατάσταση και δραστηριότητα των ατόμων κατά τη διάρκεια της ημέρας</i>	- 123 -
<i>Δραστηριότητα μετά τη δύση του ήλιου-θήρευση</i>	- 123 -
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ



1.1 Γενικά για τα Χειρόπτερα

Οι νυχτερίδες είναι τα μόνα θηλαστικά με ικανότητα ενεργητικής πτήσης. Αποτελούν μία από τις ελάχιστες ομάδες ζώων που διαθέτουν ικανότητα ηχοεντοπισμού (μαζί με ορισμένα κητώδη, κάποιες μυγαλές και ελάχιστα πουλιά, (π.χ. το είδος *Steatornis caripensis* και πουλιά του γένους *Aerodramus*). Επίσης έχουν την ικανότητα να “πέφτουν” σε λήθαργο ή νάρκη όταν οι περιβαλλοντικές συνθήκες δεν είναι ευνοϊκές για την διαβίωσή τους. Ορισμένες μπορούν να επιβιώνουν και κοντά στους ανθρώπους φωλιάζοντας σε ανθρώπινες κατασκευές και αναζητώντας την τροφή τους σε περιοχές με τεχνητό φωτισμό και σε καλλιέργειες

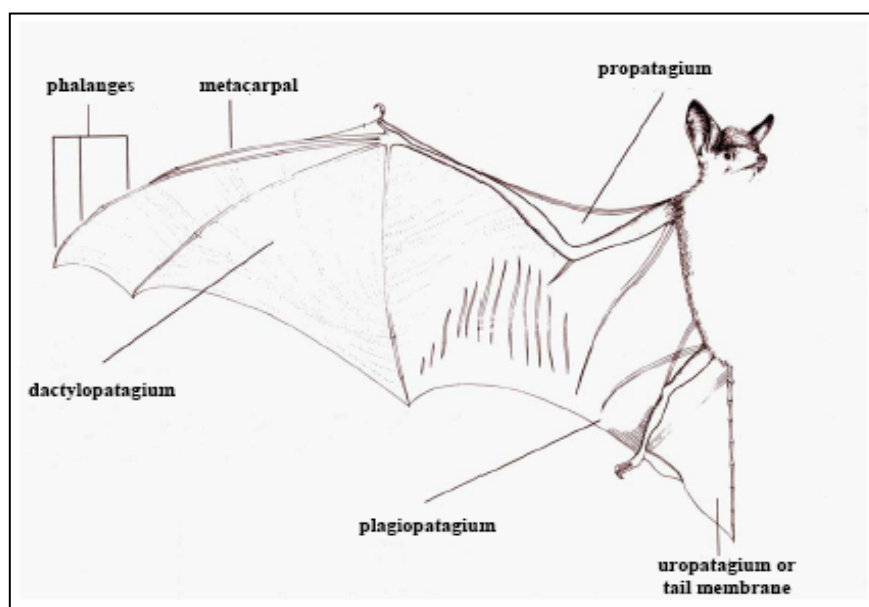
Εξαπλώθηκαν σε όλες σχεδόν τις περιοχές του κόσμου (με εξαίρεση την Ανταρκτική και τις βορειότερες περιοχές της Αμερικής και της Ευρασίας) χρησιμοποιώντας μια πληθώρα καταφυγίων. Διαθέτουν ένα αρκετά ευρύ διαιτολόγιο που περιλαμβάνει έντομα και άλλα αρθρόποδα, φρούτα, γύρη και νέκταρ, μικρά σπονδυλόζωα (ακόμα και ψάρια αλλά και νυχτερίδες), μέχρι και αίμα θηλαστικών και πτηνών (Hill and Smith 1984).

Πτητική ικανότητα: Η ικανότητα για ενεργητική πτήση σε συνδυασμό με τη νυκτερινή δραστηριότητα, επιτρέπει στα χειρόπτερα να εκμεταλλεύονται πόρους απροσπέλαστους στα υπόλοιπα θηλαστικά. Η πτητική ικανότητα επιτρέπει στους οργανισμούς να ξεφεύγουν από τους θηρευτές τους, να τρέφονται, να αναπαράγονται και να αναπτύσσονται σε σχετική ασφάλεια. Επίσης τους επιτρέπει να μετακινούνται γρήγορα και να μεταναστεύουν σε μεγάλες αποστάσεις χωρίς να επηρεάζονται από φυσικούς φραγμούς όπως οι οροσειρές, οι έρημοι και οι ωκεανοί (Altringham 2003). Για να γίνει αυτό δυνατό έχουν υποστεί διαφοροποιήσεις στην ανατομία τους, στη φυσιολογία, στη συμπεριφορά και στην οικολογία τους.

Σύμφωνα με τους Hill & Smith (1984), μπορούμε να χωρίσουμε την πτητική συσκευή των χειρόπτερων σε τέσσερα μέρη (**Εικόνα 1**):

- 1) Το πρόσθιο τμήμα ή προπτερυγική μεμβράνη (proptagium). Περιλαμβάνει τη μεμβράνη που εκτείνεται μπροστά από το βραχίονα και τον πήχη.
- 2) Το μεσαίο τμήμα ή πλαγιοπτερυγική μεμβράνη (plagiopatagium). Η μεμβράνη αυτού του τμήματος ενώνει το βραχίονα και τον πήχη με το πέμπτο δάκτυλο, τον κορμό του σώματος και το πίσω άκρο.
- 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 επιμηκυσμένες φάλαγγες και ακόμα πιο επιμηκυσμένα μετακαρπικά οστά, σε αντίθεση με τα καρπικά που είναι τροποποιημένα χωρίς όμως ουσιαστικές διαφοροποιήσεις στο μέγεθος.

4) Την ουραία ή ουροπτερυγική μεμβράνη (uropatagium) η οποία εκτείνεται μεταξύ των πίσω άκρων



Εικόνα 1. Τα βασικά μέρη της πτητικής συσκευής των χειροπτέρων (τροποποιημένη από Hill and Smith 1984)

Ηχοεντοπισμός: Την ικανότητα αυτή διαθέτουν μόνο τα μέλη των Μικροχειρόπτέρων (τα Μεγαχειρόπτερα βασίζονται στην οξυμένη ορασή τους, με εξαίρεση τα είδη του γένους *Rousettus*, στα οποία οι υπέρηχοι παράγονται με την γλώσσα και δεν είναι τόσο εκλεπτυσμένοι και λειτουργικοί όσο στα Μικροχειρόπτερα). Τα Μικροχειρόπτερα εκπέμπουν υπέρηχους (ήχοι συχνότητας 20 kHz και άνω, ορισμένα είδη και μικρότερης συχνότητας, π.χ. *Tadarida teniotis*). Προσλαμβάνουν τον ήχο που προκύπτει από την αντανάκλαση των υπερήχων αυτών σε οποιοδήποτε αντικείμενο του περιβάλλοντος χώρου, με μέγεθος μεγαλύτερο του πλάτους της ταλάντωσης και έτσι μπορούν να αντλήσουν συμπεράσματα για την απόσταση, το μέγεθος, το σχήμα, την ταχύτητα, την διεύθυνση κίνησης του αντικειμένου καθώς και να διακρίνουν τα στερεά σώματα μεταξύ τους. Επίσης αντλούν πληροφορίες για την δικιά τους ταχύτητα και κατεύθυνση σε σχέση με τον γύρω χώρο. Τα χειρόπτερα έχουν αναπτύξει διάφορες κατασκευές για να λαμβάνουν τους ανακλώμενους ήχους: μεγάλα εξωτερικά αυτιά και κάποια είδη μία ειδική φυλλοειδής χόνδρινη κατασκευή, τον “τράγο” η οποία προεκτείνεται από την βάση του αυτιού και μέχρι κάποιο ύψος μέσα σε αυτό. Ο τράγος συντελεί στην τροποποίηση και κατεύθυνση των εισερχόμενων ήχων αλλά και στη προστασία από τους έντονους εξερχόμενους ήχους (Hill & Smith

1984). Οι υπέρηχοι που εκπέμπουν οι νυχτερίδες δεν είναι κοινοί σε όλα τα είδη, ούτε και στερεότυποι σε κάθε είδος, αλλά συχνά παρατηρούνται ενδοειδικές διαφοροποιήσεις, ιδίως στα είδη μικρού μεγέθους με ευέλικτη πτήση όπου πιστεύεται (Aldridge and Rautenbach 1987) ότι η τροφοληπτική συμπεριφορά τους είναι πιο ευκαιριακή. Μετάβαση από χώρους κοντά στη βλάστηση σε πιο ανοικτούς χώρους συνοδεύεται συχνά από αύξηση της έντασης του σήματος και μείωση του εύρους της συχνότητας (Simmons *et al.* 1979). Σε πολλά είδη η προσέγγιση της λείας συμπίπτει με αύξηση του εύρους της συχνότητας, αλλά σταδιακά παρατηρείται η αντίστροφη μεταβολή, μείωση της τιμής της συχνότητας και της διάρκειας και αύξηση του ρυθμού επανάληψης των σημάτων με κατάληξη στο λεγόμενο «βόμβο θήρευσης» (feeding buzz, Ahlén 1990).

Λήθαργος: Οι νυχτερίδες των εύκρατων περιοχών έχουν την ικανότητα να μειώνουν την θερμοκρασία του σώματός τους, ρίχνοντας έτσι τον μεταβολικό τους ρυθμό αλλά διατηρώντας συγχρόνως τις απαραίτητες για την ζωή λειτουργίες σε οριακά επίπεδα. Οι νυχτερίδες λόγω μικρού μεγέθους και μεγάλης επιφάνειας πρέπει να παράγουν θερμότητα με υψηλούς ρυθμούς. Ο ημερήσιος λήθαργος ή “ημερήσια ύπωση” (daily torpor ή daytime lethargy ή daytime dormancy ή summer torpor) και ο λήθαργος (hibernation ή torpor) καταστάσεις ίδιες φυσιολογικά (Hock 1951, Altringham, 2003) διαφέρουν μόνο στην ένταση και στην διάρκεια. Η ημερήσια ύπωση και ο λήθαργος επιτρέπουν στα χειρόπτερα να επιτυγχάνουν αυτήν την εύθραυστη ισορροπία στο ενεργειακό τους απόθεμα με συνέπεια όχι μόνο να διατηρούνται στη ζωή αλλά να εξαπλώνονται και σε ακραία περιβάλλοντα.

Όλα τα είδη που χρησιμοποιούν τον λήθαργο και έχουν μελετηθεί, φαίνεται να επανέρχονται από τον λήθαργο περιστασιακά. Η δραστηριότητα αυτή ενώ καταναλώνει μεγάλο ποσοστό των ενεργειακών αποθεμάτων τους (Kaiser 1953, Wang 1978, Thomas *et.al.* 1990 σε: Thomas & Geiser 1997), ακόμα αποτελεί ένα φαινόμενο αμφίβολης αιτίας. Σχετικά με την εξήγηση της ανάπτυξης δραστηριότητας κατά την διάρκεια του λήθαργου έχουν αναπτυχθεί διάφορες υποθέσεις, όπως ότι προκαλείται από την κατανάλωση της αποθηκευμένης ενέργειας του σώματος που αναγκάζει τις νυχτερίδες να ξυπνήσουν για να αναζητήσουν τροφή ή από την συγκέντρωση άχρηστων παραγώγων του μεταβολισμού που πρέπει να απορριφθούν (Baumer *et.al.* 1971, Mrosovsky 1971, Galster & Morrison 1972 σε: Thomas & Geiser 1997). Μία επιπλέον υπόθεση είναι ότι αποτελεί μία παρατεταμένη έκφραση του φυσικού κερκαδικού κύκλου ζωής των νυχτερίδων, λόγω της μείωσης της θερμοκρασίας του σώματος και του μεταβολισμού (Heller *et.al.* 1989 σε: Park *et.al.* 2000, Stumwasser 1959, Pohl 1987 και Lyman *et.al.* 1982 σε: Thomas & Geiser 1997). Επίσης έχει αποδοθεί στην απώλεια νερού από το σώμα, κατά την διάρκεια του ληθάργου, μέσω

της εξάτμισης, η οποία αναγκάζει τις νυχτερίδες να ξυπνήσουν για να πιούν νερό (Fisher & Mannery 1967, Speakman & Racey 1989, Thomas & Cloutier 1992 σε: Park *et. al.* 2000, Thomas & Geiser 1997) και στην αντιμετώπιση παθογόνων μικροοργανισμών (Schmidt 1967 σε: Park *et.al.* 2000 και Burton & Reichman 1999). Κάποιοι υποστηρίζουν ότι συντελεί στην αναπλήρωση των ωφελειών της λειτουργίας του ύπνου αφού η κανονική λειτουργία του ύπνου αναστέλλεται σε χαμηλές θερμοκρασίες του εγκεφάλου (Daan *et.al.* 1991, Thomas & Geiser 1997, Trachsel *et.al.* 1991 σε: Park *et.al.* 2000).

Οι νυχτερίδες που πέφτουν σε λήθαργο επιλέγουν θέσεις διαχείμασης με χαμηλές θερμοκρασίες έτσι ώστε να διατηρούν χαμηλό μεταβολικό ρυθμό και να μην καταναλώνουν γρήγορα τα αποθέματα ενέργειας του σώματός τους (Twente 1955). Μία θέση φωλιάσματος με υψηλές θερμοκρασίες το καλοκαίρι μειώνει το ενεργειακό κόστος για τις νυχτερίδες (Entwistle *et al.* 1997), ωστόσο είναι ακατάλληλη για τον χειμώνα, γι' αυτό άλλωστε παρατηρούνται και οι μετακινήσεις των νυχτερίδων από τις αποικίες αναπαραγωγής (nursery colonies), που σχηματίζονται την άνοιξη, στις χειμερινές αποικίες στις οποίες οι νυχτερίδες διαχειμάζουν (Bihari 2001). Για τον σκοπό αυτό είναι δυνατό να πραγματοποιούν μετακινήσεις πολλών χιλιομέτρων όπως π.χ. το *R. ferrumequinum* που πραγματοποιεί μετακινήσεις 20-30 km (Corbet & Harris 1991 σε: Mitchell-Jones *et.al.* 1999). Η σχετική υγρασία του περιβάλλοντος χώρου επηρεάζει επίσης την επιλογή της θέσης φωλιάσματος ή λήθαργου αλλά αυτό διαφέρει από είδος σε είδος. Η υψηλή σχετική υγρασία προστατεύει τις νυχτερίδες που είναι σε λήθαργο από την εξάτμιση της υγρασίας του σώματός τους (Ransome 1968). Έχει παρατηρηθεί ότι η διάρκεια του λήθαργου είναι μεγαλύτερη σε σταθερές χαμηλές θερμοκρασίες όπου υπάρχει και μικρό ρεύμα αέρα, παρά σε συνθήκες με χαμηλές θερμοκρασίες αλλά με μεγάλες διακυμάνσεις ή σε σταθερές αλλά υψηλές θερμοκρασίες (Twente 1955).

Οι νυχτερίδες συνήθως φωλιάζουν σε υπόγεια έγκοιλα, ερείπια κτιρίων, παλιά λατομεία, στοές, κοιλότητες δέντρων, κάτω από τους φλοιούς τους, μέσα σε τυλιγμένα φύλλα, σοφίτες, κεραμοσκεπές, κλαδιά δέντρων κ.α., σε περιοχές οι οποίες διατηρούν σχετικά σταθερές συνθήκες και σχετικά χαμηλή θερμοκρασία.

Οι συνθήκες ακόμα και μέσα σε ένα σπήλαιο ή ένα κτήριο είναι δυνατό να παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις ανάλογα με την απόσταση από την είσοδο, το ύψος της οροφής και την κυκλοφορία του αέρα. Στους διαδρόμους που οδηγούν σε αδιέξοδο, όταν η κυκλοφορία του αέρα είναι μικρή, συνήθως η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία είναι υψηλότερες. Οι μικροκλιματικές συνθήκες κοντά στα τοιχώματα και στην οροφή εξαρτώνται από το πόσο τραχιά είναι η επιφάνεια

τους. Οι λειασμένες επιφάνειες επιτρέπουν μεγαλύτερη κυκλοφορία των ρευμάτων αέρα ενώ οι τραχιές και ανώμαλες επιφάνειες δημιουργούν πιο σταθερές συνθήκες (Twente 1955).

Τα άτομα ορισμένων ειδών φωλιάζουν μεμονωμένα όπως το *Tadarida teniotis*, ενώ άλλα είδη δημιουργούν μεγάλες ή μικρές ομάδες (clusters) (Altringham, 2003), όπως τα είδη της οικογένειας Rhinolophidae). Οι νυχτερίδες που φωλιάζουν κατά ομάδες μπορούν να ρυθμίζουν την θερμοκρασία του σώματός τους πιο εύκολα από αυτές που φωλιάζουν μεμονωμένα. (Twente 1955, Altringham 2003). Μέσα σε μία πυκνή συναθροίση (cluster) νυχτερίδων, την άνοιξη και το καλοκαίρι, επικρατούν σταθερότερες συνθήκες, αφού εμποδίζεται η κίνηση του αέρα ανάμεσα στα άτομα, και διατηρείται περισσότερο η θερμότητα που χάνεται προς το έξω περιβάλλον την οποία για παράδειγμα μπορούν οι νυχτερίδες να χρησιμοποιήσουν για να πετύχουν μία οικονομικότερη χώνευση (Twente 1955). Η λειτουργία των πυκνών συναθροίσεων κατά την χειμερινή περίοδο φαίνεται να είναι η διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματός τους σε χαμηλά επίπεδα, ώστε να μπορούν να πέσουν σε λήθαργο. Μία νυχτερίδα η οποία διαχειμάζει σε στενή επαφή με τις υπόλοιπες επηρεάζεται λιγότερο από την κυκλοφορία του ζεστού αέρα γύρω από αυτήν ενώ συγχρόνως χάνει θερμότητα προς την επιφάνεια της οροφής κάτω από την οποία βρίσκεται (Twente 1955). Σύμφωνα με τον McNab (1974) το μέγεθος του cluster είναι αντιστρόφως ανάλογο με την θερμοκρασία του σπηλαίου.

1.2 Καταγωγή και εξέλιξη της τάξης των χειρόπτερων

Από το διαθέσιμο απολιθωματικό αρχείο, γνωρίζουμε ότι οι νυχτερίδες 50 εκατομμύρια χρόνια πριν ήταν σχεδόν όπως και σήμερα. Αν και παρουσίαζαν κάποια πρωτόγονα στοιχεία, είχαν όλα τα χαρακτηριστικά των σύγχρονων νυχτερίδων. Διέθεταν την ικανότητα γρήγορης και ενεργητικής πτήσης όπως επίσης και την ικανότητα ηχοεντοπισμού (Altringham 2003). Η εύρεση απολιθωμάτων πλήρως ανεπτυγμένων νυχτερίδων που χρονολογούνται στο κατώτερο Ηώκαινο (49-53 Mya), επέτρεψε την διατύπωση της άποψης ότι οι πρώτοι διαφοροποιημένοι πρόγονοι των χειροπτέρων εμφανίστηκαν στο ανώτερο Κρητιδικό (100-65 Mya, Hill & Smith 1984).

Οι "αρχέγονες" νυχτερίδες ακολούθησαν μία ακτινωτή εξέλιξη που οδήγησε στην εμφάνιση δύο υποτάξεων, 18 οικογενειών, 180 γενών και 1001 ειδών (Πίνακας 1.1) και η οποία τις ανήγαγε στην δεύτερη μεγαλύτερη Τάξη θηλαστικών (μετά τα τρωκτικά που αριθμούν 1.700 περίπου είδη).

Όσον αφορά την καταγωγή και εξέλιξη των χειρόπτερων, πολλά ερωτήματα παραμένουν ακόμα αναπάντητα. Παρόλο που η τάξη των χειρόπτερων αντιπροσωπεύεται από πολλά

απολιθώματα, τα περισσότερα από αυτά αποτελούνται από μεμονωμένα μικρά τμήματα και ακόμα και τα παλαιότερα απολιθώματα αντιπροσωπεύουν πλήρως ανεπτυγμένες νυχτερίδες, οπότε και δεν απαντούν στα ερωτήματα για την εξέλιξή τους από την προγονική τους μορφή στην σημερινή. Η εξέλιξη των προγονικών τους μορφών στις σημερινές νυχτερίδες είναι στενά συνδεδεμένη με την ανάπτυξη των πτερύγων και της ενεργητικής πτήσης. Οι πτέρυγες έχουν αναπτυχθεί τρεις φορές, ανεξάρτητα, στην ιστορία των χερσαίων σπονδυλωτών. Στα πτηνά, στα χειρόπτερα και στα πτεροσαύρια. Εικασίες τοποθετούν την ανάπτυξη των χειρόπτερων νωρίς στο Παλαιόκαινο ή στα τέλη του Κρητιδικού. Εκείνη την εποχή ξεκινούσε η διαφοροποίηση των αγγειόσπερμων και τα Κολεόπτερα, τα Δίπτερα και πιθανόν τα Λεπιδόπτερα όλα πιθανά θηράματα για νυχτερίδες, ήταν καλά ανεπτυγμένα και εξαπλωμένα. Τα χειρόπτερα (τουλάχιστον τα μικροχειρόπτερα) θεωρείται ότι αποτελούν εξελιγμένες μορφές μικρών τετράποδων και δεντρόβιων εντομοφάγων τα οποία ανέπτυξαν μεμβράνη ανάμεσα στα δάκτυλα και είναι πολύ πιθανό ότι μοιράζονται κάποιο κοινό πρόγονο με τα σημερινά εντομοφάγα. Η συγγένεια των Μικροχειρόπτερων με τα Μεγαχειρόπτερα είναι ακόμα αμφισβητούμενη. Είναι πιθανό οι δύο αυτές υποτάξεις να μην είναι στενά συνδεδεμένες αλλά η ικανότητα της πτήσης αναπτύχθηκε ανεξάρτητα σε αυτές τις δύο ομάδες ιπτάμενων θηλαστικών. Η θεωρία αυτή υποστηρίζεται και από το γεγονός ότι τα μεγαχειρόπτερα παρουσιάζουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά με τα πρωτεύοντα, στη σκελετική δομή, στο κεντρικό νευρικό σύστημα, στο μυϊκό, στο κυκλοφοριακό και στο σύστημα της αναπαραγωγής τα οποία δεν τα μοιράζονται με τα μικροχειρόπτερα (Hill & Smith 1984).

Πίνακας 1.1. Ταξινόμηση των Χειροπτέρων και αριθμοί γενών και ειδών ανά οικογένεια (τροποποιημένο από Hutson *et.al.* 2001).

<u>Ταξινόμική</u>	<u>βαθμίδα</u>	<u>Αριθμός γενών</u>	<u>Αριθμός ειδών</u>
Υποτάξη ΜΕΓΑΧΕΙΡΟΠΤΕΡΑ			
Οικογένεια:	PTEROPODIDAE	42	167
Υποτάξη ΜΙΚΡΟΧΕΙΡΟΠΤΕΡΑ			
Υπεροικογένεια EMBALLONUROIDEA			
Οικογένειες:	RHINOPOMATIDAE	1	4
	EMBALLONURIDAE	13	48
	CRASEONYCTERIDAE	1	1
Υπεροικογένεια RHINOLOPHOIDEA			
Οικογένειες:	NYCTERIDAE	1	14
	MEGADERMATIDAE	4	5
	RHINOLOPHIDAE	1	66
	HIPPOSIDERIDAE	9	75
Υπεροικογένεια PHYLLOSTOMOIDEA			
Οικογένειες:	NOCTILIONIDAE	1	2
	MORMOOPIDAE	2	8
	PHYLLOSTOMIDAE	49	151
Υπεροικογένεια VESPERTILIONOIDEA			
Οικογένειες:	NATALIDAE	1	5
	FURIPTERIDAE	2	2
	THYROPTERIDAE	1	3
	MYZOPODIDAE	1	1
	VESPERTILIONIDAE	36	356
	MYSTACINIDAE	1	2
	MINIOPTERIDAE	1	1
	MOLOSSIDAE	12	90
Υπεροικογένεια PALAIOCHIROPTERYGOIDEA*			
Οικογένειες:	PALAIOCHIROPTERYGIDAE*	-	-
	ARCHAEONYCTERIDAE*	-	-
	ICARONYCTERIDAE*	-	-

*Γνωστές μόνο από το απολιθωματικό αρχείο

1.3 Τα Χειρόπτερα στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα τα χειρόπτερα που απαντώνται ανήκουν στην υπόταξη των μικροχειρόπτερων. Συνολικά υπάρχουν 32 είδη με 14 από αυτά παρόντα και στην Κρήτη (Πίνακας 1.2).

Πίνακας 1.2. Τα χειρόπτερα της Ευρώπης, της Ελλάδας και της Κρήτης (Από Mitchell-Jones *et al.* 1999, προσαρμοσμένος σύμφωνα με Hanak *et al.* 2001).

Οικογένεια	Ευρώπη	Ελλάδα	Κρήτη
Rhinolophidae	<i>Rhinolophus blasii</i> Peters, 1866	+	+
	<i>Rhinolophus euryale</i> Blasius, 1853	+	
	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> (Schreber, 1774)	+	+
	<i>Rhinolophus hipposideros</i> (Bechstein, 1800)	+	+
	<i>Rhinolophus mehelyi</i> Matschie, 1901	+	
Vespertilionidae	<i>Barbastella barbastellus</i> (Schreber, 1774)	+	
	<i>Eptesicus bottae</i> (Peters, 1869)	+	
	<i>Eptesicus nilssonii</i> (Keyserling & Blasius, 1839)		
	<i>Eptesicus serotinus</i> (Schreber, 1774)	+	+
	<i>Hypsugo savii</i> (Bonaparte, 1837)	+	+
	<i>Myotis alcathoe</i> Helversen & Heller, 2001	+	
	<i>Myotis aurascens</i> Kuszakin, 1935	+	+
	<i>Myotis bechsteinii</i> (Kuhl, 1817)	+	
	<i>Myotis blythii</i> (Tomes, 1857)	+	+
	<i>Myotis brandtii</i> (Eversmann, 1845)		
	<i>Myotis capaccinii</i> (Bonaparte, 1837)	+	+
	<i>Myotis dasycneme</i> (Boie, 1825)		
	<i>Myotis daubentonii</i> (Kuhl, 1817)	+	
	<i>Myotis emarginatus</i> (Geoffroy, 1806)	+	+
	<i>Myotis myotis</i> (Borkhausen, 1797)	+	
	<i>Myotis mystacinus</i> (Kuhl, 1817)	+	
	<i>Myotis nattereri</i> (Kuhl, 1817)	+	
	<i>Nyctalus azoreum</i> (Thomas, 1901)		
	<i>Nyctalus lasiopterus</i> (Schreber, 1780)	+	
	<i>Nyctalus leisleri</i> (Kuhl, 1817)	+	
	<i>Nyctalus noctula</i> (Schreber, 1774)	+	
	<i>Pipistrellus kuhlii</i> (Kuhl, 1817)	+	+
	<i>Pipistrellus maderensis</i> (Dobson, 1878)		
<i>Pipistrellus nathusii</i> (Keyserling & Blasius, 1839)	+		
<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Schreber, 1774)	+	+	
<i>Pipistrellus pygmaeus</i> (Leach, 1825)	+		
<i>Plecotus auritus</i> (Linnaeus, 1758)	+		
<i>Plecotus austriacus</i> (Fischer, 1829)	+		
<i>Plecotus colombatovici</i> (Đulić, 1980)	+	+	
<i>Plecotus teneriffae</i> Barrett-Hamilton, 1907			
<i>Plecotus alpinus</i> Kiefer & Veith, 2002			
Miniopteridae	<i>Miniopterus schreibersii</i> (Kuhl, 1817)	+	+

Molossidae	<i>Tadarida teniotis</i> (Rafinesque, 1814)	+	+
Total	39	32	14

Αν εξαιρέσουμε την αναφορά του Αριστοτέλη πάνω στα χειρόπτερα της Ελλάδας, οι πρώτες χειροπτερολογικές παρατηρήσεις στη χώρα μας δημοσιεύθηκαν το 19^ο αιώνα (Geoffroy Saint-Hilaire 1832, Erhard 1858, Heldreich 1878). Ωστόσο η πρώτη αξιόλογη προσπάθεια καταγραφής των ειδών της Ελλάδας πραγματοποιήθηκε από τον Lindermayer (1855) ο οποίος ανέφερε 10 είδη από την περιοχή της Εύβοιας, ενώ κάποια είδη είχαν αναφερθεί και από την Πελοπόννησο, την Στερεά Ελλάδα και τη Θεσσαλία και από άλλους ερευνητές εκείνης της εποχής (Keyserling & Blasius 1839, Kolenati 1856 και 1859, Blasius 1857, Koch 1865). Η γνώση μας για την χειροπτεροπανίδα της Ελλάδας εμπλουτίστηκε αργότερα από τις καταγραφές των Dobson (1878), Lataste (1885), Doria (1887), Douglass (1892) και Winge (1881). Ο επόμενος που αναφέρθηκε στη χειροπτεροπανίδα της Ελλάδας ήταν ο Miller (1912) ο οποίος για μία μακρά περίοδο μελέτησε τα θηλαστικά της Μακεδονίας και της Θεσσαλίας και παρουσίασε δεδομένα και για τις νυχτερίδες της περιοχής του Ολύμπου. Έκτοτε και μέχρι το τέλος του εμφυλίου Πολέμου είναι αξιοσημείωτο ότι μόνο περιστασιακές αναφορές έγιναν για τις νυχτερίδες όπως αυτές των Bolkay (1926) και Wettstein (1926, 1933 και 1941). Οι χειροπτερολογικές έρευνες ξανάρχισαν στη χώρα μας στις αρχές της δεκαετίας του 1950, όταν ξένοι ερευνητές συμπεριέλαβαν τις νυχτερίδες στις μελέτες τους που αφορούσαν ευρύτερες πανιδικές ομάδες ή σπηλαιολογικές δραστηριότητες (Lindberg 1955, Strinati 1955 και 1959, Lanza 1957, Wolf 1964). Στη συνέχεια ακολούθησαν οι έρευνες του Pieper (1966, 1977 και 1978) ο οποίος ήταν και ο πρώτος που σημείωσε την ύπαρξη υπολειμμάτων από νυχτερίδες στα εμέσματα (pellets) των γλαυκόμορφων πτηνών. Αξιόλογες, πιο εμπειριστατωμένες και εις βάθος έρευνες πραγματοποιήθηκαν την δεκαετία του 1960. Μεταξύ άλλων τότε ήταν και οι Laar & Daan, οι οποίοι σε μία εργασία του 1964 παραθέτουν τις παρατηρήσεις που πραγματοποίησαν κατά την διάρκεια τρίμηνης δειγματοληψίας. Οι ίδιοι συνέλεξαν την μέχρι τότε υπάρχουσα βιβλιογραφία πάνω στα χειρόπτερα της Ελλάδας συμπεριλαμβανομένων και των νησιών. Το ίδιο αξιόλογες ήταν και οι δημοσιεύσεις πάνω στην πανίδα των θηλαστικών της Ελλάδας, συνολικά ή για συγκεκριμένες τοποθεσίες που έγιναν την ίδια περίοδο από Έλληνες ερευνητές (Kanelli & Hadzisarantou 1963, Ondrias 1965). Σταθμός όμως για την χειροπτεροπανίδα της Ελλάδας υπήρξε η διδακτορική διατριβή και οι δημοσιεύσεις της Ηλιοπούλου-Γεωργουδάκη, τις οποίες πραγματοποίησε μόνη της ή σε συνεργασία με άλλους ερευνητές (Πιορουλou-Georgoudaki 1979, 1984, 1985 και 1986, Πιορουλou-Georgoudaki & Ondrias 1978 και 1986, Πιορουλou-Georgoudaki & Giagia 1984). Οι έρευνες αυτές εμπλούτισαν τις μέχρι τότε υπάρχουσες γνώσεις της συστηματικής των χειροπτέρων στη χώρα μας. Από τότε μέχρι

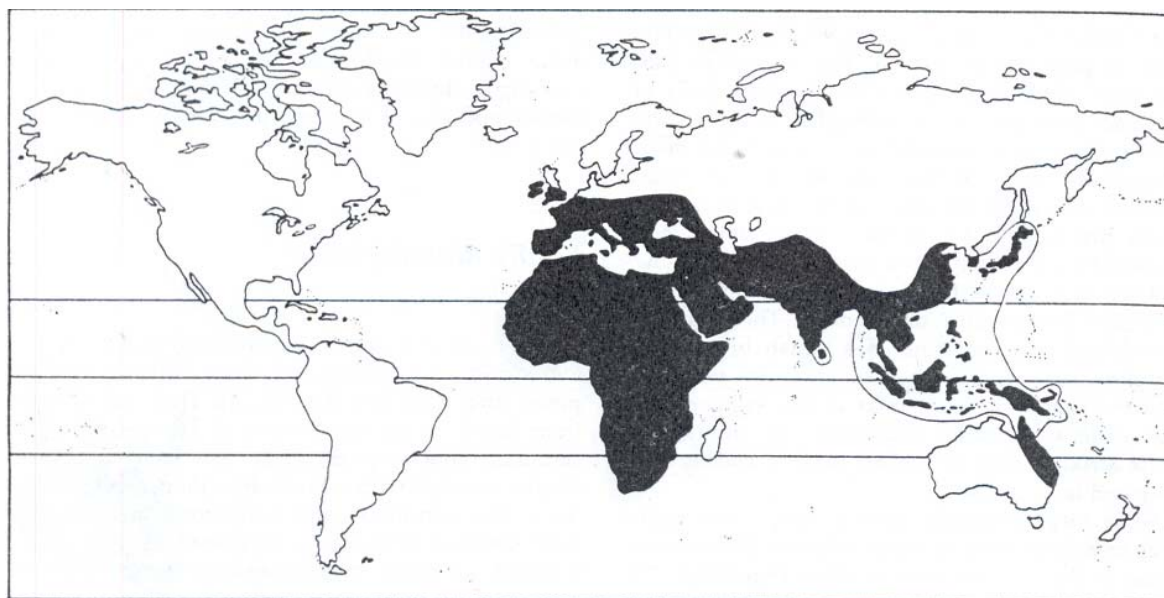
σήμερα πραγματοποιήθηκαν πολλές χειροπτερολογικές έρευνες στην Ελλάδα από ερευνητές του Πανεπιστημίου του Erlangen της Γερμανίας οι οποίοι επικεντρώθηκαν κυρίως στη μελέτη των υπερηχητικών σημάτων των ελληνικών πληθυσμών, αλλά συνέλεξαν επίσης και πολλά ακόμα δεδομένα κατά την διάρκεια επαναλαμβανόμενων δειγματοληψιών στο πεδίο, συμπεριλαμβανομένων και των καταγραφών πέντε (τουλάχιστον) νέων ειδών για την Ελλάδα (*Myotis bechsteinii*, *M. daubentonii*, *Barbastella barbastellus*, *Myotis alcathoe*, *Eptesicus bottae*, Volleth 1987, Weid 1988, Helversen 1989, Helversen & Weid 1990, Helversen & Helversen 1994, Weid 1994, Helversen 1998, Helversen σε: Mitchell-Jones *et al.* 1999, Helversen, *et al.* 2001, Volleth *et al.* 2001). Στα τέλη της προηγούμενης δεκαετίας πραγματοποιήθηκαν έρευνες πάνω στην ελληνική πανίδα, από το Πανεπιστήμιο της Πράγας, σε συνεργασία με το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Τα δεδομένα που έχουν προκύψει για την χειροπτεροπανίδα του Ελληνικού χώρου αποτελούν τμήματα δημοσιευμένων μελετών (Kryštufek 1993, Benda & Horáček 1995, Benda & Tsytsulina 2000) και συνοψίζονται στην ανασκόπηση των Hanák *et al.* (2001). Τέλος, πραγματοποιούνται έρευνες, κυρίως πάνω στην οικολογία του είδους *Myotis capaccini*, στην προστατευόμενη περιοχή της Δαδιάς Έβρου από την Έλενα Παπαδάτου, στα πλαίσια της διδακτορικής της διατριβής στο πανεπιστήμιο του Leeds, καθώς και έρευνες πάνω στα χειρόπτερα, από το Τμήμα Βιολογίας του Πανεπιστημίου Κρήτης από τον Παναγιώτη Γεωργιακάκη, στα πλαίσια της διδακτορικής του διατριβής.

1.4 Οικογένεια *Rhinolophidae*

Η οικογένεια *Rhinolophidae* εξαπλώνεται στην Ευρώπη, από την Αφρική μέχρι την Ιαπωνία, στις Φιλιππίνες, στην Νέα Γουινέα και στην Αυστραλία (Koopman 1982, Corbet & Hill, 1986 σε: Bogdanowicz & Owen, 1992) (Χάρτης 1.1). Απολιθώματα αυτής της οικογένειας έχουν βρεθεί από τα τέλη του Ηώκαινου στην Ευρώπη, από το Μειόκαινο στην Αφρική και από το Πλειστόκαινο στην Ασία (Friant 1963, Koopman and Jones 1982, Butler 1978, Russel *et al.* 1982, Hand 1984 σε: Bogdanowicz & Owen, 1992). Το παλαιότερο απολίθωμα νυχτερίδας στην Αυστραλία, από το μέσο Μειόκαινο, θεωρείται ότι πιθανόν ανήκει στην οικογένεια *Rhinolophidae* (Archer 1978 σε: Bogdanowicz & Owen, 1992).

Το γένος *Rhinolophus* είναι και το μοναδικό γένος της οικογένειας *Rhinolophidae*. Στην Ευρώπη έχουν αναφερθεί πέντε είδη του γένους *Rhinolophus* και όλα θεωρούνται απειλούμενα τουλάχιστον σε κάποιο τμήμα της γεωγραφικής τους κατανομής. Στην Μεγάλη Βρετανία το είδος *Rhinolophus ferrumequinum* εξαρτάται από σπήλαια και υπόγεια έγκοιλα κατά την χειμερινή

περίοδο και από κτίσματα με συνήθως ανοικτές οροφές, κατά την περίοδο της αναπαραγωγής. Παρόλο που η μείωση των πληθυσμών του, σε όλη την έκταση της κατανομής του, αμφισβητείται, ίσως είναι μεγαλύτερη από 90% (Stebbins 1988 σε: Hutson *et al.* 2001). Το είδος αυτό εξαπλωνόταν και στην νοτιοανατολική Βρετανία στις αρχές του εικοστού αιώνα ενώ τώρα περιορίζεται κυρίως μόνο στην νότιο-δυτική Βρετανία. Στην κεντρική Ευρώπη το είδος αυτό τώρα θεωρείται σπάνιο σε πολλές χώρες. Λιγότερα από 250 άτομα αναφέρεται ότι υπάρχουν στο Βέλγιο, στο Λουξεμβούργο έχει απομείνει μόνο μία αναπαραγωγική αποικία ενώ και στην Ουγγαρία είναι πιθανόν το πιο απειλούμενο είδος. Παρόμοιες εκτιμήσεις γίνονται και για το *Rhinolophus hipposideros*. Στην Μεγάλη Βρετανία οι πληθυσμοί του θεωρούνται σχετικά σταθεροί, με μία τάση αύξησης τα τελευταία χρόνια. Στον κατάλογο της IUCN αναφέρεται πλέον ως εκλιπών από την Ολλανδία και το Λουξεμβούργο και ιδιαίτερα κινδυνεύον (critically endangered) στην Γερμανία. Στην Ελβετία επίσης ο πληθυσμός του *Rhinolophus hipposideros* έχει παρουσιάσει μία σημαντική μείωση από το 1940 και έπειτα. Τα τρία υπόλοιπα είδη του γένους *Rhinolophus* (*R. blasii*, *R. euryale*, *R. mehelyi*) ομοίως θεωρούνται εκλιπόντα ή ιδιαίτερα απειλούμενα (critically endangered) σε πολλές χώρες (Hutson *et al.* 2001). Στην Ελλάδα δεν υπάρχουν στοιχεία για την μεταβολή των πληθυσμών των χειροπτέρων της χώρας.

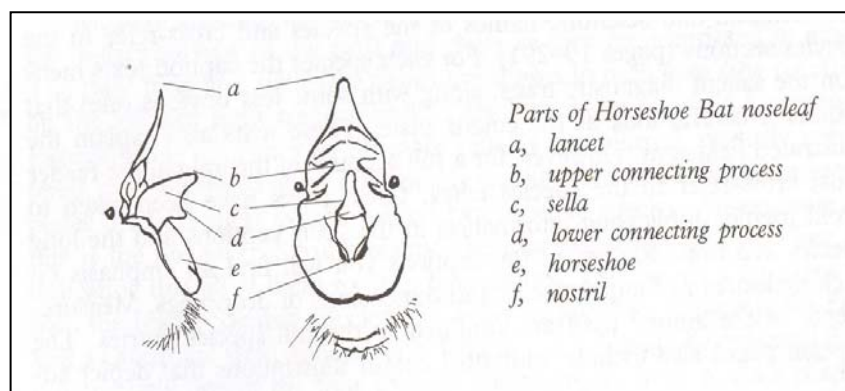


Χάρτης 1.1. Γεωγραφική κατανομή της οικογένειας Rhinolophidae από Hill & Smith (1984).

Το πιο έντονο χαρακτηριστικό των ατόμων του γένους *Rhinolophus* είναι η ύπαρξη δερματικών αποφύσεων στο ρύγχος (noseleaf), που χρησιμεύουν στην πρόσδωση της επιθυμητής κατεύθυνσης

στους εκπεμπόμενους υπέρηχους (**Εικόνα 1.1**). Η πολύπλοκη αυτή συσκευή κατεύθυνσης των υπερήχων περιλαμβάνει έναν φυλλοειδή σχηματισμό, το “πέταλο” (horseshoe), μία μεσαία απόφυση, τη “σέλα” (sella) και ένα ορθό λογχίδιο (lancet). Η σέλα αποτελείται από δύο

αποφύσεις, μία στο επάνω (upper connecting process) και μία στο κάτω μέρος της (lower connecting process). Στα μέλη της οικογένειας αυτής απουσιάζει ο τράγος. Τα σήματα υπερήχων που εκπέμπουν τα μέλη αυτής της οικογένειας στην μεγαλύτερη διάρκειά τους, παρουσιάζουν σταθερή συχνότητα (constant frequency: CF) και στην αρχή και το τέλος τους παρουσιάζουν σταδιακή μείωση της συχνότητας και σχετικά μεγάλο εύρος συχνοτήτων (frequency modulated: FM) (Simmons *et al.* 1979).



Εικόνα 1.1. Τα μέρη του ρύγχους του γένους *Rhinolophus* (από MacDonald & Barrett, 1993).

Τα άτομα του γένους *Rhinolophus* σε κατάσταση λήθαργου ή νάρκης, τυλίγουν το σώμα τους με τις πτέρυγες. Τα θηλυκά άτομα φέρουν ψεύτικες θηλές στο κάτω μέρος της κοιλιάς τους, οι οποίες χρησιμεύουν για την στήριξη των νεογέννητων και νεαρών ατόμων (MacDonald & Barrett 1993, Dietz & Helversen 2004).

1.4.1 Το είδος *Rhinolophus ferrumequinum*

1.4.1.1. Συστηματική κατάταξη και γεωγραφική εξάπλωση του είδους *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774)

Η συστηματική κατάταξη του *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774) είναι η εξής:

Κλάση: Θηλαστικά

Τάξη: Χειρόπτερα

Υπόταξη: Μικροχειρόπτερα

Οικογένεια: Rhinolophidae

Υποοικογένεια: Rhinolophinae

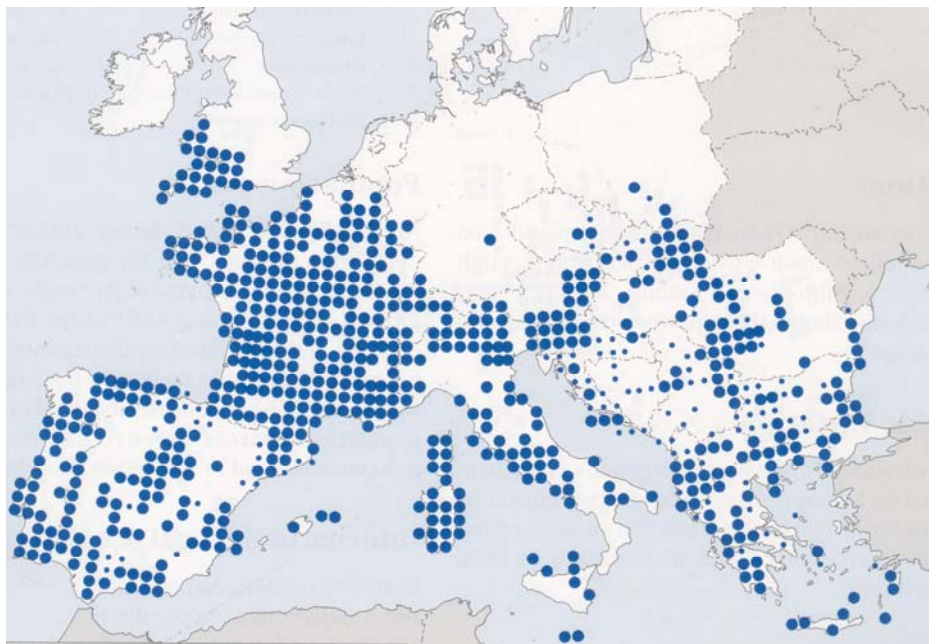
Γένος: *Rhinolophus* (Lacépède, 1799)

Είδος: *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774)

(τροποποιημένη από Hill, J. & Smith, J., 1984)

Το *Rhinolophus ferrumequinum* είναι ένα από τα 66 γνωστά μέχρι σήμερα είδη του γένους *Rhinolophus* (Hutson *et al.* 2001). Πρόκειται για παλαιαρκτικό είδος καθώς εξαπλώνεται στις εύκρατες περιοχές της Ευρασίας από την Βρετανία ως την Κίνα και την Ιαπωνία, στη βορειοδυτική Αφρική (αλλά όχι στη Αίγυπτο), στη Παλαιστίνη, στο Ιράν, στο Πακιστάν και στην βόρεια Ινδία. Έχει καταγραφεί στην νότια και κεντρική Ευρώπη, και στην νοτιοδυτική Μ. Βρετανία (Ransome σε Mitchell-Jones *et al.* 1999, **Χάρτης 1.2**). Έχουν περιγραφεί αρκετά υποείδη του είδους (Hutson *et al.* 2001).

Το *Rhinolophus ferrumequinum* κατανέμεται σε όλες τις περιοχές της Ελλάδας συμπεριλαμβανομένης της Κρήτης και 12 άλλων νησιών (Hanák *et al.* 2001). Οι Ηλιοπούλου-Γεωργουδάκη και Όντριας (1981) μελέτησαν αρκετά άτομα του είδους από την ηπειρωτική Ελλάδα και από την Κρήτη και άλλα νησιά και πρότειναν την παρουσία του υποείδους *Rhinolophus ferrumequinum martinoi* στην ηπειρωτική Ελλάδα και την κατάταξη του πληθυσμού της Κρήτης ως νέο υποείδος, το *Rhinolophus ferrumequinum creticus*. Σύμφωνα με τον Hanák και τους συνεργάτες του (2001) η ύπαρξη του *Rhinolophus ferrumequinum creticus* παραμένει ένα ανοιχτό ερώτημα το οποίο απαιτεί επανεξέταση και σύγκριση των ατόμων του *Rhinolophus ferrumequinum* της Κρήτης με πληθυσμούς που βρίσκονται σε γειτονικές περιοχές (Ασία, Νοτιοανατολική Ευρώπη, Ιταλία, Β. Αφρική).



Χάρτης 1.2. Γεωγραφική εξάπλωση του *R. ferrumequinum* στην Ευρώπη από Mitchell-Jones *et.al.* (1999).

1.4.1.2. Μορφολογικά γνωρίσματα του *Rhinolophus ferrumequinum*

Το είδος *Rhinolophus ferrumequinum* είναι το μεγαλύτερο ευρωπαϊκό είδος του γένους *Rhinolophus*. Η επάνω απόφυση της “σέλας” είναι κοντή και στρογγυλεμένη ενώ η κάτω είναι πιο οξύλικτη (MacDonald & Barrett 1993, Εικόνα 1.2.). Έχει μαλακό, γουδωτό τρίχωμα, γκριζωπό-καφετί με ερυθρή απόχρωση στην πλάτη και ανοιχτόχρωμο γκρι έως κιτρινωπό - άσπρο στην κοιλιά. Η μεμβράνη που ενώνει τον πήχη και την ουρά όπως και τα αυτιά έχουν ανοιχτόχρωμο γκρι χρώμα (MacDonald & Barrett 1993). Τα νεαρά άτομα συνήθως έχουν γριζωπή απόχρωση (Schober & Grimmberger 1997).

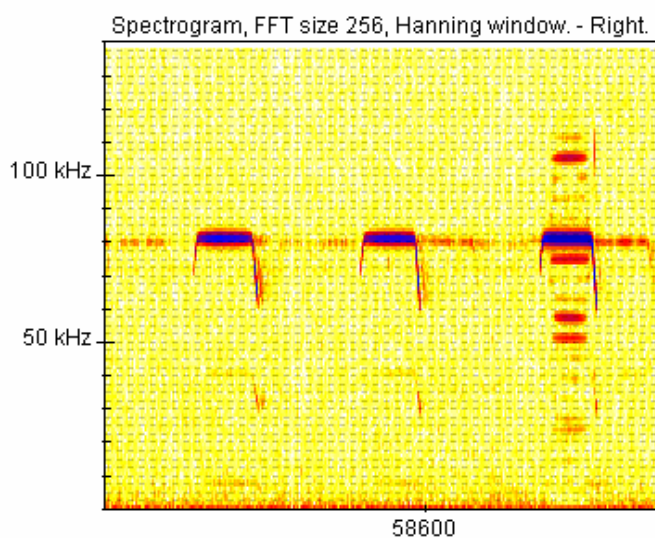
Σύμφωνα με τους MacDonald & Barrett (1993) το μήκος του σώματος του *Rhinolophus ferrumequinum* κυμαίνεται από 57-71 mm ενώ το μήκος της ουράς από: 35-43 mm, το μήκος ταρσού: 11-13 mm, το μήκος πήχη: 49-61 mm, το άνοιγμα πτερύγων: 290-350 mm, το μήκος αυτιού: 20-26 mm, το κονδυλογναθικό μήκος από: 20-22 mm και το βάρος από: 14-34 gr.

Ο οδοντικός τύπος είναι ο εξής: $1/2, 1/1, 2/3, 3/3 = 32$



Εικόνα 1.2. Η sella του *Rhinolophus ferrumequinum* (απο Dietz & Helversen, 2004)

Οι υπέρηχοι που εκπέμπει κατά τις νυχτερινές πτήσεις και την αναζήτηση τροφής έχουν σύντομα τμήματα με μεταβαλλόμενη συχνότητα (Frequency Modulated) στην αρχή και το τέλος τους, ενώ το, σαφώς μεγαλύτερο, ενδιάμεσο τμήμα τους έχει σταθερή συχνότητα (Constant Frequency) 77-83 KHz (Simmons *et al.* 1979, Jones & Rayner 1989) (Εικόνα 1.3).



Εικόνα 1.3. Διάγραμμα συχνότητας – χρόνου τμήματος ακολουθίας υπερηχητικών σημάτων του *Rhinolophus ferrumequinum*, όπως καταγράφηκε από δέκτη υπερήχων. Η ακολουθία είναι χρονικά διασταλμένη δέκα (10) φορές.

Το *Rhinolophus ferrumequinum* θεωρείται από τα πιά μακρόβια είδη νυχτερίδας, καθώς άτομα που δαχτυλιώθηκαν μετά τη γέννησή τους επανασυλλήφθηκαν μετά από τριάντα (30) χρόνια (Schober & Grimmberger 1997).

1.4.1.3. Στοιχεία οικολογίας και πληθυσμιακής βιολογίας του *R. ferrumequinum*

Οικολογία φωλιάσματος (roosting ecology)

Τα άτομα αυτού του είδους, όπως και των υπόλοιπων ειδών της οικογένειας Rhinolophidae, αναζητούν καταφύγιο σε υπόγεια έγκοιλα και κτήρια όπου κρέμονται ελεύθερα από την οροφή (Hill & Smith 1984). Η επιλογή των θέσεων φωλιάσματος εξαρτάται από περιβαλλοντικούς παράγοντες οι οποίοι διαφέρουν εποχιακά, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και ο τύπος των ενδιαιτημάτων εκεί κοντά (Ransome 1971) καθώς και από τις ανάγκες των ζώων οι οποίες επίσης διαφέρουν εποχιακά.

Σύμφωνα με τους Schober & Grimmberger (1997) το είδος *R. ferrumequinum* μπορεί να βρεθεί, γενικά, σε λήθαργο από τον Οκτώβριο έως τον Απρίλιο. Ο Ransome (1968) έχει παρατηρήσει ότι μπορεί να βρίσκεται σε λήθαργο κατά διαστήματα μέχρι και τα μέσα Μάη και διαχειμάζει σε μέρη με εύρος θερμοκρασιών από 3°C έως 13°C αλλά κυρίως σε θερμοκρασίες 8°C-11°C.

Στα άτομα του είδους αυτού έχει παρατηρηθεί ότι ο λήθαργος είναι δυνατό να διακόπτεται αρκετά συχνά (Ransome 1968, 1971, Erkert 1982, Park *et al.* 1999, Park *et al.* 2000). Σε έρευνες που πραγματοποιήθηκαν στην νοτιοδυτική Αγγλία (Park *et al.* 2000) παρατηρήθηκε ότι άτομα του είδους ξυπνούσαν κατά μέσο όρο ανά 1.3 έως 7.4 ημέρες ενώ η μέγιστη χρονική διάρκεια συνεχόμενου ληθάργου ήταν 11.8 ημέρες. Σύμφωνα με τους ίδιους η αφύπνιση από τον λήθαργο, η οποία ορίζεται ως η στιγμή που η επιφανειακή θερμοκρασία του σώματος ενός ζώου θα φτάσει τους 20 °C, δεν συνδέεται πάντα με απόπειρα θήρευσης.

Ο Ransome το 1971 απέδειξε ότι τα άτομα αυτού του είδους επιλέγουν θέση φωλιάσματος ανάλογα με την θερμοκρασία της και έτσι καθορίζουν και την δική τους συχνότητα αφύπνισης. Μία μέγιστη εξωτερική θερμοκρασία πάνω από 16°C, στην οποία υπάρχει διαθέσιμη τροφή, έχει ως αποτέλεσμα την επιλογή από τις νυχτερίδες μίας θέσης φωλιάσματος με τέτοια θερμοκρασία η οποία θα τους επιτρέπει να ξυπνάνε κάθε ημέρα. Μία μέγιστη εξωτερική θερμοκρασία γύρω στους 8 °C, στην οποία η διαθέσιμη τροφή δεν θα επαρκεί, οδηγεί στην επιλογή μίας θέσης με θερμοκρασία η οποία θα επιτρέψει στις νυχτερίδες να ενεργοποιηθούν μετά από 6 ημέρες. Η επιλογή λοιπόν μίας θέσης, στην οποία η θερμοκρασία μεταβάλλεται σύμφωνα με την εξωτερική, έχει ως αποτέλεσμα τον συγχρονισμό της αφύπνισης των νυχτερίδων με τις ζεστές ημέρες κατά τις

οποίες η διαθεσιμότητα των εντόμων θα είναι μεγάλη (Ransome 1971, Ransome & McOwat 1994). Οι Park, Jones και Ransome (1999, 2000) επίσης παρατήρησαν θετική συσχέτιση της συχνότητας αφύπνισης με την θερμοκρασία έξω και μέσα από το σπήλαιο. Οι ίδιοι αναφέρουν ότι η δραστηριότητα βρισκόταν στα χαμηλότερα επίπεδα περίπου στα μέσα του χειμώνα και ενώ χαμηλά επίπεδα δραστηριότητας συνέβαιναν ανεξάρτητα από την εσωτερική θερμοκρασία, έντονη δραστηριότητα παρατηρούνταν μόνο σε υψηλές εσωτερικές θερμοκρασίες.

Σε περιοχές με ήπιες κλιματικές συνθήκες και χαμηλό υψόμετρο, είναι πολύ πιθανό οι νυχτερίδες να μην πέφτουν καθόλου σε λήθαργο ή αυτός να είναι πολύ σύντομος (Ransome, 1971)

Παρατηρείται επίσης ότι το είδος αυτό διαχειμάζει κυρίως μέσα σε ομάδες (clusters) και σπάνια μεμονωμένα (Ransome 1968, McNab 1982).

Αναπαραγωγή

Ο αναπαραγωγικός κύκλος των χειρόπτερων διαφέρει από περιοχή σε περιοχή και εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος που αυτή βρίσκεται. (Racey & Entwistle, 2000).

Όσον αφορά το *R. ferrumequinum* τα θηλυκά άτομα ωριμάζουν αναπαραγωγικά συνήθως μετά από 3 χρόνια και πολύ συχνά δεν γεννούν πριν τον πέμπτο χρόνο της ηλικίας τους, ενώ τα αρσενικά συνήθως είναι αναπαραγωγικά ώριμα μετά τα 2 πρώτα χρόνια της ηλικίας τους (Racey 1982, MacDonald & Barrett 1993).

Τα είδη των εύκρατων περιοχών του βόρειου ημισφαιρίου παρουσιάζουν μία μόνο περίοδο οίστρου κάθε έτος (Racey 1982) σε αντίθεση με κάποια είδη άλλων περιοχών που παρουσιάζουν περισσότερες. Στις περιοχές αυτές υπάρχει μία καλοκαιρινή περίοδος με μεγάλη διαθεσιμότητα τροφής και μία εκτεταμένη περίοδος χειμερινού ληθάργου. Το μεγαλύτερο μέρος της αναπαραγωγικής διαδικασίας, όπως η γαμετογένεση, η κυοφορία και η γαλουχία, περιορίζεται στους 8 μήνες του καλοκαιριού και φθινοπώρου και μόνο μία αναπαραγωγική περίοδος είναι εφικτή κάθε χρόνο (Tuttle & Stevenson 1982 σε: Racey & Entwistle 2000).

Στα αρσενικά άτομα η σπερματογένεση συμβαίνει τον Ιούνιο-Ιούλιο κάθε καλοκαίρι και μετά τον Αύγουστο το σπέρμα συγκεντρώνεται στα ουραία τμήματα των επιδιδυμίδων όπου είναι δυνατό να αποθηκευτεί μέχρι και την άνοιξη, η αναπαραγωγική σύζευξη συμβαίνει το φθινόπωρο και το χειμώνα, συνήθως κατά το λήθαργο των θηλυκών και σπάνια την άνοιξη (Thomas *et.al.* 1979, Racey *et.al.* 1987, Racey 1988 και Mendonca and Hopkins 1997 σε: Racey & Entwistle, 2000). Ενώ η αναπαραγωγική σύζευξη πραγματοποιείται το φθινόπωρο και τον χειμώνα, η γονιμοποίηση είναι ελεγχόμενη από τα θηλυκά άτομα και δεν πραγματοποιείται μέχρι την άνοιξη (Schober & Grimmberger 1997, Ransome & Hutson 2000, Racey & Entwistle 2000, Hayashi *et al.* 2002).

Μετά την συνένυρεση ο κόλπος του θηλυκού ατόμου παραμένει κλειστός από ένα ειδικό πάμα που δημιουργείται εκεί (Matthews 1937 σε: Rossiter *et al.* 2000, Racey 1979 σε: Racey & Entwistle 2000), είτε για την αποφυγή του ανεπιθύμητου ξένου σπέρματος (Racey 1979 σε: Racey & Entwistle 2000, Fenton 1994), είτε για την διατήρηση του σπέρματος μέχρι την στιγμή της γονιμοποίησης αργότερα (Rossiter *et al.* 2000). Η γονιμοποίηση συμβαίνει αρχές και μέσα Απριλίου και οι περισσότερες γεννήσεις συμβαίνουν περίπου στα τέλη Ιουνίου και τον Ιούλιο (Ransome & McOwat 1994, Ransome 1995, Schober & Grimmberger, 1997, Duvergé *et al.* 2000).

Η διάρκεια της κύησης εξαρτάται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες και κυρίως από την θερμοκρασία και τη διαθεσιμότητα της τροφής (Racey & Entwistle 2000). Η κυοφορία επιβραδύνεται σημαντικά όταν το θηλυκό βρίσκεται σε λήθαργο λόγω της μείωσης του μεταβολικού ρυθμού (Eisentraut 1937, Racey 1973, Ransome 1973, Racey & Swift 1981, Lewis 1993, McOwat & Andrews 1994-95 σε: Arlettaz *et al.* 2001). Για μία περίοδο 9 χρόνων που μελετήθηκαν αποικίες του είδους στην Μ. Βρετανία, η μέση ημερομηνία γεννήσεων κυμαινόταν από τις 3 έως τις 27 Ιουλίου ενώ οι γεννήσεις διαρκούσαν από τις 11 Ιουνίου έως τις 17 Αυγούστου. Σε πιο νότιες περιοχές με πιο ήπιες κλιματικές συνθήκες οι γεννήσεις συμβαίνουν νωρίτερα. Στην Τουρκία οι γεννήσεις διαρκούν από Μάιο έως Ιούλιο (Baydemir & Albayrak 2006) ενώ και στην βόρεια Ελλάδα, στην περιοχή του Έβρου το έτος 2003 όλες οι γεννήσεις είχαν ολοκληρωθεί μέχρι τις 9 Ιουλίου (Παπαδάτου προσωπική επικοινωνία).

Οι γεννήσεις σε μία αναπαραγωγική αποικία πραγματοποιούνται μέσα σε 3-4 εβδομάδες. Οι διαφορές στις ημερομηνίες των γεννήσεων οφείλονται στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε ατόμου όπως στην διαφορετική ικανότητα των ατόμων στη θήρευση και στην ποιοτική διαφορά μεταξύ των ενδιαιτημάτων που χρησιμοποιούνται για θήρευση (Ransome & Hutson 2000).

Κάθε θηλυκό γεννάει συνήθως ένα νεαρό άτομο το οποίο ζυγίζει γύρω στα 6.2 gr και έχει πήχη μήκους 26 mm περίπου (Ransome & Hutson 2000). Τα μικρά ανοίγουν τα μάτια τους μετά από μία εβδομάδα (Schober & Grimmberger 1997) και αρχίζουν να πετάνε μετά από 2 εβδομάδες συνήθως μέσα στην θέση αναπαραγωγής και μετά από μία περίπου εβδομάδα την εγκαταλείπουν και βγαίνουν έξω (Hughes *et al.* 1989 σε: Duvergé *et al.* 2000, Jones *et al.* 1995). Τα μικρά ξεκινούν να τρέφονται μόνα τους μετά από περίπου 30 ημέρες και κατά την έβδομη-όγδοη εβδομάδα απογαλακτίζονται πλήρως (Jones *et al.* 1995, Schober & Grimmberger 1997, Duvergé *et al.* 2000). Μετά από 55-60 ημέρες μπορούν να πετάνε σε αποστάσεις 2-3 χλμ. από την περιοχή αναπαραγωγής. Η ανάπτυξη του πήχη σχεδόν ολοκληρώνεται μετά από 40 ημέρες περίπου ενώ η ανάπτυξη των δακτύλων και η οστεοποίηση τους συνεχίζεται και μετά από 50 ημέρες. (Jones *et al.* 1995). Από τα νέα άτομα που γεννιούνται κάθε χρόνο, σύμφωνα με τον Ransome (1990 σε:

Rossiter *et al.* 2000), τα περισσότερα πεθαίνουν μέσα στα δύο πρώτα χρόνια. Στην Μ.Βρετανία ο αριθμός των ατόμων που πεθαίνουν φτάνει το 72% των νεογέννητων.

Η κυοφορία και έπειτα η γαλουχία των μικρών αυξάνει τις ενεργειακές ανάγκες των θηλυκών. Κατά την περίοδο αυτή απαιτείται αυξημένη κατανάλωση ενέργειας όχι μόνο για την ανάπτυξη του μωρού και την παραγωγή του γάλακτος αλλά και για την συντήρηση των ίδιων, την δυσκολότερη πτήση λόγω αυξημένου βάρους, για τις ανάγκες της θερμορύθμισης των μικρών και γενικά για την μητρική φροντίδα που αυτά απαιτούν.

Θήρευση-Δραστηριότητα

Το *Rhinolophus ferrumequinum* είναι ένα εντομοφάγο, νυκτόβιο θηλαστικό που συνήθως θηρεύει σχετικά μεγάλα έντομα, κυρίως Λεπιδόπτερα και Κολεόπτερα (Jones 1990) αλλά και Δίπτερα της οικογένειας Tipulidae (Jones *et al.* 1995). Έχει παρατηρηθεί επίσης λιγότερο συχνά ότι ένα μέρος του διαιτολογίου του αποτελούν έντομα των τάξεων Trichoptera και Hymenoptera (Ransome & Hutson 2000). Το *Rhinolophus ferrumequinum* χρησιμοποιεί υπέρηχους συχνότητας 77-81 kHz για τον εντοπισμό της λείας του (Schober & Grimmberger 1997).

Το είδος αυτό ακολουθεί συγκεκριμένες στρατηγικές θήρευσης. Συχνά αναπαύεται σε κάποιο κλαδί ή άλλο μέρος, εποπτεύοντας τον γύρω χώρο με την εκπομπή υπερήχων και πραγματοποιεί κοντινές πτήσεις συλλαμβάνοντας την λεία του μόλις την εντοπίσει (θήρευση με ενέδρα: “perch feeding”). Το *Rhinolophus ferrumequinum* είναι πολύ ευέλικτο στην πτήση. Έχει την ικανότητα να πετάει ανάμεσα από κλαδιά δέντρων και πολύ κοντά σε τοίχους και βλάστηση ακόμα και υπό δύσκολες περιβαλλοντικές συνθήκες (Jones & Rayner 1989). Πετάει συνήθως αργά (8.3 m/s) ακολουθώντας συγκεκριμένες διαδρομές στον αέρα. Επίσης θηρεύει πετώντας σε χαμηλό ύψος πάνω από θάμνους ή γρασίδι σε δεντρώδεις περιοχές ή στα όριά τους, κατά μήκος γραμμικών χαρακτηριστικών του τοπίου ή αρπάζει έντομα (beetles) από το έδαφος. (Corbet & Harris 1991, Mitchell-Jones *et al.* 1999).

Το είδος αυτό δείχνει προτίμηση σε ενδιαιτήματα με δέντρα, θάμνους τα οποία βρίσκονται σχετικά κοντά στο σημείο διαμονής και στην θέση φωλιάσματος (Schober & Grimmberger 1997) καθώς και ιδιαίτερη προτίμηση στην ύπαρξη υγρού στοιχείου (ποτάμια, λίμνες, δεξαμενές κ.τ.λ) όπως και τα υπόλοιπα εντομοφάγα είδη (Vaughan *et al.* 1997, Entwistle *et al.* 1997, Grindal *et al.* 1999, Vaughan *et al.* 2003). Έρευνες σε περιοχές της ανατολικής Μεσογείου (Papadatou 2001) έχουν δείξει ότι τα είδη του γένους *Rhinolophus* προτιμούν τις περιοχές με παρόχθια βλάστηση και τα πευκοδάση «εις βάρος» των πρινοδασών, των χωριών και των θαμνώνων. Έρευνες στην νότια Ιταλία από τους Russo & Jones (2003) επιβεβαιώνουν την προτίμηση αυτού του είδους σε περιοχές με ποτάμια αλλά και επιπλέον στις ελαιοκαλλιέργειες και σε περιοχές με μεσογειακή και

υπομεσογειακή βλάστηση. Οι Vaughan *et al.*(1997) σε έρευνα που έκαναν, στην νοτιοδυτική Αγγλία, διαπίστωσαν ότι το είδος ήταν παρόν με μεγαλύτερη αφθονία σε παλαιό ημιαυτοφύες δάσος, σε βοσκοτόπια και σε ανεκμετάλλευτα λιβάδια και με μικρότερη αφθονία σε κωνοφόρα δάση και σε οικισμούς. Στην μοναδική μελέτη της τροφικής οικολογίας των χειροπτέρων που έχει πραγματοποιηθεί στην Κρήτη (Γεωργιακάκης 2003) το είδος παρατηρήθηκε μόνο σε πευκοδάσος και θαμνώνα μεσογειακής βλάστησης, αν και δεν έγιναν παρατηρήσεις σε οικοσυστήματα με γλυκό νερό.

Τα άτομα αυτού του είδους έχουν παρατηρηθεί να κυνηγάνε σε περιόδους με ήπιες κλιματικές συνθήκες, κατά την διάρκεια του χειμώνα, ακόμα και στις βορειοευρωπαϊκές περιοχές (Hooper & Hooper 1956 σε: Ransome 1968, Ransome 1968, 1971, Park *et al.*1999, Park *et.al.* 2000) όπως επίσης και στην Γαλλία (Gruet & Dufour 1949). Η διάρκεια της αναζήτησης τροφής εξαρτάται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες και την εποχή (Ransome & MacOwat 1994, Park *et.al.* 1999, 2000). Σύμφωνα με τους Park, Jones και Ransome (1999, 2000) η διάρκεια της δραστηριότητας μετά την αφύπνιση, κατά την οποία οι νυχτερίδες θα αναζητήσουν την τροφή τους, αυξάνει όσο αυξάνει και η θερμοκρασία, όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη των 10°C. Αυτό σε κάποιο βαθμό ερμηνεύεται από τη φαινολογία της λείας τους. Σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 14 °C όλα τα έντομα-θηράματά τους μπορούν να είναι δραστήρια αλλά όσο η θερμοκρασία μειώνεται τόσο και διαφορετικά είδη εντόμων γίνονται διαθέσιμα στις νυχτερίδες. Οι περισσότερες νυχτοπεταλούδες απαιτούν θερμοκρασία τουλάχιστον 12°C για να πετάξουν, πολλά έντομα της οικογένειας Tipulidae χρειάζονται τουλάχιστον 9 °C και της οικογένειας Ichneumonoidea τουλάχιστον 3°C (Ransome & Hutson 2000).

Η δραστηριότητα και αυτού του είδους εξαρτάται από το υψόμετρο αφού η θερμοκρασία μεταβάλλεται με το υψόμετρο και η δραστηριότητα των εντόμων καθορίζεται από την θερμοκρασία. (Jones *et.al.* σε: Ransome & MacOwat 1994, Taylor 1963). Η δραστηριότητα των χειρόπτερων φαίνεται να είναι μεγαλύτερη στα μικρότερα υψόμετρα (Barclay 1991).

Η έξοδος από την θέση φωλιάσματος ή συγκέντρωσης, για αναζήτηση της τροφής γίνεται κυρίως κατά την δύση του ήλιου, οπότε και η συγκέντρωση των ιπτάμενων εντόμων είναι η μέγιστη (Duvergé, 2000). Επιπλέον, όταν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές, η έξοδος προς αναζήτηση τροφής, γίνεται και κατά την ανατολή του ήλιου. Στις βορειοευρωπαϊκές περιοχές το είδος αυτό κυνηγάει συνήθως μόνο κατά το ηλιοβασίλεμα, ή και καθόλου την χειμερινή περίοδο. Στην αρχή της άνοιξης κυνηγάει μόνο στη δύση του ήλιου και μόνο προς το τέλος της άνοιξης και το καλοκαίρι, βγαίνει δύο φορές έξω να κυνηγήσει, μία στην δύση του ήλιου και μία στην αυγή (Ransome & Hutson 2000). Ο Ransome παρακολούθησε μία αποικία του είδους το 1973 και

συσχέτισε την επιτυχία θήρευσης με την εξωτερική θερμοκρασία, από την παραγωγή της ξηρής μάζας περιττωμάτων. Από τις παρατηρήσεις συμπέρανε ότι μέση θερμοκρασία 10°C κάποια ημέρα του Απριλίου και του Μαΐου, ήταν αρκετή για να επιτρέψει, στις νυχτερίδες, 2 εξόδους προς αναζήτηση τροφής ενώ 8° C επέτρεπαν μόνο μία έξοδο κατά την δύση του ήλιου και με θερμοκρασία μικρότερη των 6° C η δραστηριότητα σταματούσε (Ransome & MacOwat 1994).

Σύμφωνα με τους Jones και Rydell (1994) τα άτομα αυτού του είδους εξέρχονται από την θέση φωλιάσματος για να κυνηγήσουν 25 λεπτά, κατά μέσο όρο, μετά την δύση του ήλιου. Ο ακριβής τρόπος που οι νυχτερίδες συγχρονίζονται με την δύση του ήλιου ή αντιλαμβάνονται τις εξωτερικές συνθήκες και την διαθεσιμότητα της τροφής ώστε να επιλέξουν αν θα διακόψουν τον λήθαργο για να ικανοποιήσουν τις υπόλοιπες ανάγκες τους ή θα παραμείνουν σε λήθαργο, δεν είναι ακόμα απόλυτα γνωστός. Ο Twente (1955) αναφέρει πως παλιότεροι ερευνητές έχουν ισχυριστεί ότι η αιτία που οδηγεί τις νυχτερίδες να εγκαταλείψουν την περιοχή φωλιάσματος είναι η μειωμένη ένταση του φωτός (Guthrie 1933) ή τα αέρια ρεύματα που δημιουργούνται λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος που προκύπτει εκείνη την ώρα (Allison 1937). Ο ίδιος όμως αφού πραγματοποίησε μετρήσεις θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας μέσα και έξω από την περιοχή συνάθροισης παρατήρησε ότι δεν υπήρχε διαφορά στην θερμοκρασία ή ότι αυτή ήταν πολύ μικρή. Επίσης αναφέρει ότι οι Griffin & Welsh (1937) παρατήρησαν ότι τα περισσότερα άτομα από τις νυχτερίδες που είχαν αιχμαλωτίσει και διατηρούσαν σε σταθερές περιβαλλοντικές συνθήκες και σε απόλυτο σκοτάδι δραστηριοποιούνταν την ώρα της δύσης του ήλιου περίπου, κάθε φορά. Ο Park και οι συνεργάτες του, το 1999, ερεύνησαν την χειμερινή δραστηριότητα μιάς αποικίας *R.ferrumequinum* και απέδωσαν το γεγονός ότι το είδος αυτό καταφέρνει να συγχρονίσει το βιολογικό του ρολόι με την δύση του ήλιου λόγω της συχνής δραστηριότητας που εμφανίζει κατά την διάρκεια της διαχείμασης και στις ημερήσιες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας που γίνονταν αισθητές και μέσα στην θέση φωλιάσματος.

Η ακριβής ώρα εξόδου διαφοροποιείται και μεταξύ των ατόμων της ίδιας αποικίας ανάλογα με την σωματική τους κατάσταση και την θέση τους μέσα στην περιοχή φωλιάσματος. Διαφοροποιείται και μεταξύ διαφορετικών αποικιών ανάλογα με την μορφολογία της περιοχής και τις κλιματικές συνθήκες, αλλά και μεταξύ των διάφορων εξόδων της ίδιας περιοχής ανάλογα με την εκθεσή τους και την βλάστηση που τις καλύπτει (Kunz & Anthony 1996, Rydell *et al.* 1996 σε: Duvergé *et. al.* 2000). Έχει παρατηρηθεί ότι από τις εξόδους που καλύπτονται με βλάστηση οι νυχτερίδες φεύγουν πιο νωρίς προς τα έξω από όσες φεύγουν από ακάλυπτες εξόδους, ειδικά αν υπάρχουν διάδρομοι βλάστησης που οδηγούν μακριά από την θέση φωλιάσματος και αυτό πολύ πιθανόν οφείλεται στην προστασία που προσφέρει η βλάστηση στις νυχτερίδες από τα αρπακτικά

πουλιά και στις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις εντόμων που παρατηρούνται σε αυτή. Ο Duvergé και οι συνεργάτες του (2000) παρατήρησαν σε αποικία του είδους στην νοτιοδυτική Αγγλία, ότι η αναχώρηση γίνονταν πιο νωρίς σε περίπτωση που είχε προηγηθεί χρονικό διάστημα με αντίξοες συνθήκες το οποίο είχε εμποδίσει τις νυχτερίδες να τραφούν οπότε και λόγω μεγαλύτερης ανάγκης διακυνδύνευαν περισσότερο. Παρολαυτά, η αναχώρηση πριν τη δύση του ήλιου πραγματοποιούνταν μόνο όταν ο θάνατός τους από ασιτία ήταν επικείμενος και αναπόφευκτος. Τα άτομα του είδους αυτού δεν κυνηγούν όλη την νύχτα σε μία περιοχή αλλά συχνά επισκέπτονται διάφορες περιοχές. Ενήλικα άτομα είναι δυνατό να χρησιμοποιήσουν από 2 έως 11 διαφορετικές περιοχές για θήρευση μέσα σε ένα μόνο βράδυ και αυτή η συμπεριφορά ίσως αποτελεί στρατηγική αποφυγής των δικών τους θηρευτών (Duvergé 1997 σε: Rossiter *et.al.* 2002, Ransome & Hutson 2000).

1.4.1.4. Καθεστώς προστασίας του είδους *Rhinolophus ferrumequinum*

Το *R. ferrumequinum* προστατεύεται στα περισσότερα ευρωπαϊκά κράτη. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση περιλαμβάνεται στην Οδηγία 92/43 (Habitats Directive), στο παράρτημα II, το οποίο περιλαμβάνει είδη που χρειάζονται αυστηρή προστασία και στο παράρτημα IV, το οποίο περιλαμβάνει είδη που απαιτούν για την διατήρησή τους τον σχεδιασμό ειδικών προστατευταίων περιοχών. Περιλαμβάνεται στο παράρτημα II, της συνθήκης της Βέρνης (1982), το οποίο ορίζει τα προστατευόμενα είδη της πανίδας. Επιπλέον οι επεκτάσεις της συνθήκης αυτής, 36 και 43 που πραγματοποιήθηκαν το 1992 και 1995 για την προστασία των υπόγειων ενδιαιτημάτων και των απειλούμενων θηλαστικών της Ευρώπης αντίστοιχα, συσχετίζονται άμεσα με την προστασία του. Επιπλέον έχει υπογραφεί συμφωνία από 48 κράτη, στα πλαίσια της συνθήκης της Βόννης (1994), για την προστασία των χειρόπτερων της ευρώπης (Eurobats–Agreement on the Conservation of Populations of European Bats). Επίσης περιλαμβάνεται στην κόκκινη λίστα της IUCN και από το 2000 και έπειτα χαρακτηρίζεται ως είδος χαμηλού κινδύνου και σχεδόν απειλούμενου (Lower Risk: near threatened).

1.4.2. Το είδος *Rhinolophus hipposideros*

1.4.2.1. Συστηματική κατάταξη και γεωγραφική εξάπλωση του είδους *Rhinolophus hipposideros* (Bechstein, 1800)

Η συστηματική κατάταξη του είδους *Rhinolophus hipposideros* (Bechstein, 1800) όπως παρουσιάζεται από τους Hill και Smith (1984) αλλά τροποποιημένη, είναι η εξής:

Κλάση: Θηλαστικά

Τάξη: Χειρόπτερα

Υπόταξη: Μικροχειρόπτερα

Οικογένεια: Rhinolophidae

Υποοικογένεια: Rhinolophinae

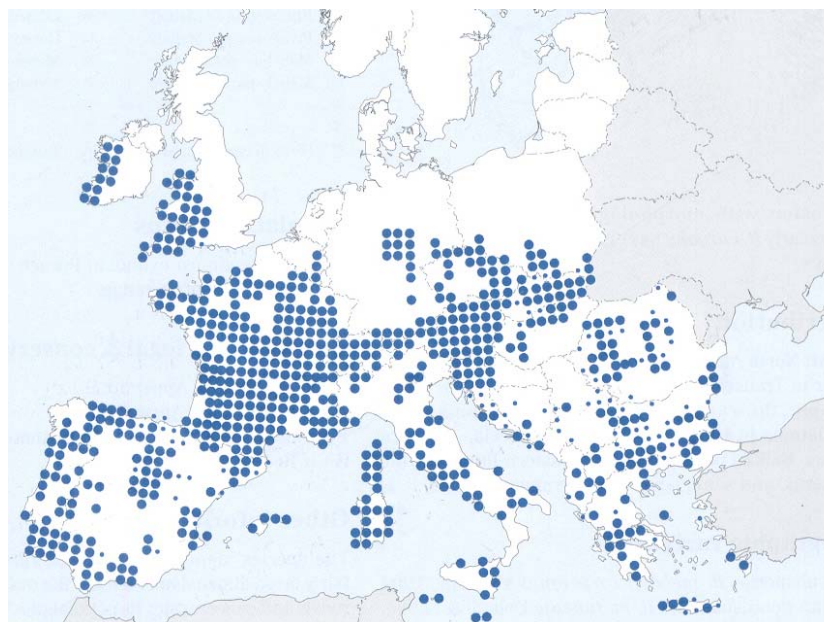
Γένος: *Rhinolophus* (Lacépède, 1799)

Είδος: *Rhinolophus hipposideros* (Bechstein, 1800)

Το είδος *Rhinolophus hipposideros* απαντάται από την Ιρλανδία και την Αγγλία, μέχρι την Ιβηρική χερσόνησο και το Μαρόκκο. Στην νότια Ευρώπη και στη βόρεια Αφρική μέχρι το Κιργιστάν και το Κασμίρ, την Αραβία, το Σουδάν αλλά και στην Αιθιοπία (Koopman in Wilson & Reeder (eds) 1993). Η ευρωπαϊκή του εξάπλωση φαίνεται στον χάρτη 1.3. Σύμφωνα με τις έρευνες που έχουν γίνει, το *R. hipposideros* είναι σπάνιο είδος στην κεντρική Ευρώπη. Το γεγονός αυτό είναι ήδη μία πραγματικότητα για την Ολλανδία και τις Κάτω χώρες, όπου έχει σχεδόν εκλείψει, ενώ και στην νότιο-νοτιοανατολική Γερμανία οι πληθυσμοί που έχουν καταγραφεί δεν ξεπερνούν συνολικά τα 600 άτομα. Οι χώρες της ανατολικής Ευρώπης ακόμα υποστηρίζουν ικανοποιητικά μεγάλους πληθυσμούς του είδους αν και ακόμα και σε αυτές, έχουν παρατηρηθεί μειωτικές τάσεις των πληθυσμών του. Στις περισσότερες νοτιοευρωπαϊκές χώρες οι πληροφορίες για την γενική τάση των πληθυσμών του είδους και την τωρινή κατάσταση είναι ελάχιστες. Ωστόσο υπάρχουν ήδη αρκετές αναφορές για μείωση των αποικιών και σε αυτήν την περιοχή (Bontadina & Arlettaz, 2000).

Στην Ελλάδα είναι ευρέως εξαπλωμένο σε όλη την ηπειρωτική χώρα εκτός από τα βουνά της βόρειας Μακεδονίας και Θράκης. Έχει αναφερθεί και σε κάποια νησιά στα οποία έγιναν έρευνες, όπως στην Λέσβο, την Κεφαλονιά, την Κέρκυρα, την Ρόδο, την Ικαρία, την Σκύρο και την Κρήτη. Θεωρείται είδος λιγότερο κοινό από ότι το *Rhinolophus ferrumequinum*. Ωστόσο έχουν γίνει

πολλές αναφορές από την νότια Ελλάδα και την Κρήτη λόγω των καρστικών πετρωμάτων και των πολυάριθμων σπηλαίων που υπάρχουν σε αυτές τις περιοχές και τα οποία συνδέονται άμεσα με την ύπαρξη του είδους αυτού. Οι περισσότερες αναφορές γι' αυτό το είδος, αφορούν χαμηλά υψόμετρα αλλά έχει αναφερθεί μέχρι και 1000 μ. υψόμετρο. Ο Felten και οι συνεργάτες του (1977) κατατάσσουν τα άτομα της Κρήτης σε ξεχωριστό υποείδος, το *R. h. minimus*, από ότι αυτά της κεντρικής Ελλάδας του *R. h. hipposideros*. Ο Corbet (1978) συμπεριέλαβε όλους τους μεσογειακούς πληθυσμούς του είδους σε ένα υποείδος ενώ ο Koorman το 1994 χώρισε τους ευρωπαϊκούς πληθυσμούς σε τέσσερα υποείδη και συμπεριέλαβε όλους τους πληθυσμούς της Ελλάδας στο είδος *R. h. minimus* (σε: Hanak *et. al.* 2001).



Χάρτης 1.3. Γεωγραφική εξάπλωση του *R.hipposideros* στην Ευρώπη από Mitchell-Jones *et.al.* (1999)

1.4.2.2. Μορφολογικά γνωρίσματα του *Rhinolophus hipposideros*

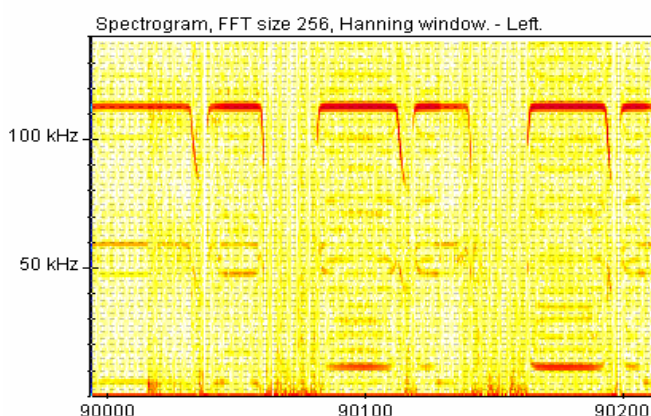
Το είδος αυτό ξεχωρίζει από το ιδιαίτερα μικρό του μέγεθος. Είναι το μικρότερο ευρωπαϊκό είδος του γένους *Rhinolophus*. Η επάνω απόφυση της sella είναι μικρή και στρογγυλεμένη ενώ η κάτω είναι πιο μακριά (Εικόνα 1.4). Έχει τρίχωμα χρώματος ανοιχτό γκρι, με καφετί απόχρωση στην πλάτη και γκρι-ασπριδερό στην κοιλιά. Τα αυτιά και η μεμβράνη των πτερύγων είναι χρώματος ανοιχτό καφέ-γκρί. (MacDonald & Barrett, 1993).



Εικόνα 1.4. Η sella του *Rhinolophus hipposideros* (απο Dietz & Helversen, 2004).

Εκπέμπει σήματα στα οποία η συχνότητα του σταθερού και ενδιάμεσου τμήματος είναι κοντά στα 112 kHz (Jones & Rayner 1989). Στην **Εικόνα 1.5** απεικονίζεται το σήμα του *Rhinolophus hipposideros* διευρυμένο στον χρόνο κατά 10 φορές όπως καταγράφεται από τον ανιχνευτή υπερήχων.

Το μήκος του σώματός του κυμαίνεται από 37-45 mm και το μήκος της ουράς από 23-33 mm. Το μήκος ταρσού φτάνει τα 7.5-10.5 mm και το μήκος πήχη είναι περίπου 32-42.5 mm. Το άνοιγμα των πτερύγων κυμαίνεται μεταξύ 192-254 mm, το μήκος αυτιού: 15-19 mm, το κονδυλογναθικό μήκος: 13.4-16 mm και βάρος του μόλις φτάνει τα 5 με 9 gr. Ο οδοντικός του τύπος είναι: 1/2, 1/1, 2/3, 3/3 = 32 (MacDonald & Barrett 1993). Η μέγιστη διάρκεια ζωής που έχει ως τώρα καταγραφεί για αυτό το είδος είναι 21 χρόνια. (Schober & Grimmberger 1989) αλλά ο μέσος όρος ζωής του είναι 3-4 χρόνια (Gaisler 1965,1966, Dinale 1968 σε: Crucitti & Cavalletti, 2002).



Εικόνα.1.5. Διάγραμμα συχνότητας – χρόνου τμήματος ακολουθίας υπερηχητικών σημάτων του *Rhinolophus hipposideros*, όπως καταγράφηκε από δέκτη υπερήχων. Η ακολουθία είναι χρονικά διασταλμένη δέκα (10) φορές.

1.4.2.3. Στοιχεία οικολογίας και πληθυσμικής βιολογίας για το είδος *Rhinolophus hipposideros*

Οικολογία φωλιάσματος

Το *R. hipposideros* χρησιμοποιεί και αυτό υπόγεια έγκοιλα και κτήρια ως καταφύγιο όπου κρέμεται ελεύθερο, συνήθως σε εμφανή σημεία από την οροφή και χωρίς να δημιουργεί συναθροίσεις (clusters) με άλλα άτομα του είδους ή με άλλα είδη (MacDonald & Barrett, 1993). Πολλές φορές όμως δημιουργεί συναθροίσεις στις αναπαραγωγικές αποικίες (Reiter 2004, Schofield 1996, Reiter 2002 σε: Reiter 2004). Το είδος αυτό συχνά βρίσκεται σε λήθαργο σε εκτεθειμένα σημεία και σε πολύ χαμηλά σημεία, ακόμα και σε ύψος <1 μ. από το δάπεδο. Επίσης, κατά τη διάρκεια του ληθάργου, καλύπτει με τις πτέρυγες ολόκληρο το σώμα του (Zukal *et.al.* 2005). Στις βόρειοευρωπαϊκές περιοχές, κατά τη χειμερινή περίοδο, βρίσκεται μέσα σε σπήλαια και άλλα υπόγεια έγκοιλα, φυσικά ή τεχνητά, ενώ τους θερινούς μήνες μετακινείται σε εγκατελειμμένα ή ημιεγκατελειμμένα κτίσματα (MacDonald & Barrett 1993, Kayikcioglu & Zahn 2004). Σε μικρότερα γεωγραφικά πλάτη δημιουργεί θερινές αποικίες σε υπόγεια έγκοιλα και όχι σε κτήρια ακόμα και το καλοκαίρι (MacDonald & Barrett 1993, Crucitti & Cavalletti 2002). Το είδος είναι γνωστό ότι πραγματοποιεί μετακινήσεις, μεταξύ χειμερινών και θερινών-αναπαραγωγικών περιοχών, από 0-153 km (MacDonald & Barrett 1993). Συνήθως όμως μετακινείται πολύ μικρότερες αποστάσεις, 5-10 χιλιομέτρων, αφού είναι ένα ιδιαίτερα φιλοπατρικό είδος (Mitchell-Jones *et. al.*, 1999). Οι μετακινήσεις αυτές οφείλονται στην ανάγκη των θηλυκών για υψηλότερες θερμοκρασίες κατά την αναπαραγωγική περίοδο όπως συμβαίνει και σε πολλά άλλα είδη (Issel 1950, Speakman & Thomas 2003 σε: Seckerdieck *et. al.* 2005). Το είδος αυτό είναι γνωστό ότι εκτός από την κύρια περιοχή φωλιάσματος της αποικίας επισκέπτεται ενίοτε και παραμένει για κάποιο χρονικό διάστημα, σε περισσότερες από μία θέσεις φωλιάσματος (night roosts) το βράδυ (Holzhaidler *et.al.* 2002, Kayikcioglu & Zahn 2004).

Θεωρείται στενόθερμο, θερμόφιλο είδος (Crucitti & Cavalletti, 2002, Holzhaider & Zahn, 2001). Φαίνεται να είναι όμως λιγότερο θερμόφιλο από το *R. ferrumequinum*. Σε σπήλαιο που μελετήθηκε στην Τσεχία από τους Zukal, Berkova και Reháč (2005) το είδος βρέθηκε να διαχειμάζει σε περιοχές με θερμοκρασίες που κυμαίνονταν από 2.0-13.0 °C. Στην Ιταλία παρατηρήθηκε σε περιοχές με θερμοκρασίες που κυμαίνονταν από 10.0-12.2 °C, από 11.8-13.2 °C και από 9.5-13.5 °C (Crucitti & Cavalletti, 2002). Στην Ιρλανδία έχει βρεθεί σε λήθαργο σε θερμοκρασίες από 5 έως 12.5 °C (McAney, προσωπική επικοινωνία). Εάν ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι οι θερμοκρασίες που επιλέγουν οι νυχτερίδες συσχετίζονται αρνητικά με το βάρος του σώματός τους (McNab 1974) και ότι όταν δημιουργούν συναθροίσεις (clusters) επιλέγουν ακόμα

χαμηλότερες θερμοκρασίες, φαίνεται ότι το το είδος αυτό, ιδιαίτερα μικρού μεγέθους, το οποίο επίσης συνήθως τον χειμώνα δεν δημιουργεί clusters, μπορεί να διαχειμάσει σε αρκετά μεγαλύτερες θερμοκρασίες από αυτές. Χρειάζεται όμως ένα σταθερό μικροκλίμα που μόνο τα εσωτερικά μέρη προστατευμένων περιοχών, όπως τα σπήλαια, μπορούν να του προσφέρουν (Zukal *et.al.* 2005). Η περίοδος που βρίσκεται σε λήθαργο αυτό το είδος ποικίλει επίσης, ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες, το υψόμετρο και το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής. Στην Πολωνία έχει αναφερθεί ότι αρχίζει από τα μέσα Νοεμβρίου και διαρκεί μέχρι τον Φεβρουάριο του ερχόμενου έτους (Harmata, 2000 σε: Zukal *et.al.* 2005). Στην Τσεχία οι Zukal, Berkova και Reháček (2005) αναφέρουν ότι η περίοδος στην οποία παρατηρήθηκε η μικρότερη δραστηριότητα σε μία περιοχή φωλιάσματος του είδους, ήταν από αρχές Δεκεμβρίου μέχρι μέσα Μάρτη. Επίσης οι ίδιοι παρατήρησαν ότι, όταν οι κλιματικές συνθήκες ήταν καλές, κάποια άτομα του είδους εγκατέλειπαν την περιοχή και επέστρεφαν αργότερα σε αυτήν, ακόμα και κατά την χειμερινή περίοδο. Στην Ιταλία αναφέρεται ότι το είδος μπορεί να βρεθεί σε βαθύ λήθαργο από τις αρχές του Νοεμβρίου (Crucitti 1985 σε: Crucitti & Cavalletti 2002) και κυρίως Δεκέμβριο-Φεβρουάριο (Crucitti *et. al.* 1998).

Αναπαραγωγή

Η διαδικασία της αναπαραγωγής είναι όμοια με αυτήν που παρατηρείται στο *R. ferrumequinum* και εξαρτάται επίσης από πολλούς παράγοντες όπως τις κλιματικές συνθήκες, το γεωγραφικό πλάτος και τον τύπο των κοντινών στην αποικία οικοσυστημάτων. Η αναπαραγωγική σύζευξη συμβαίνει το φθινόπωρο και περιστασιακά και τον χειμώνα και το σπέρμα αποθηκεύεται από το θηλυκό μέχρι την άνοιξη, τον Μάρτιο/Απρίλιο, όπου συμβαίνει η παραγωγή του ωαρίου και η γονιμοποίηση του. Μετά την συνένωση ο κόλπος του θηλυκού παραμένει κλειστός και σε αυτό το είδος όπως και στο *R. ferrumequinum*, από ειδικό πώμα που δημιουργείται εκεί (Kruttsch 2000). Τα θηλυκά από την άνοιξη και μετά, δημιουργούν αναπαραγωγικές αποικίες στις οποίες παραμένουν πολύ λίγα ή και καθόλου αρσενικά άτομα. (MacDonald & Barrett 1993).

Τα άτομα αυτού του είδους ωριμάζουν αναπαραγωγικά 1-2 χρόνια μετά την γέννησή τους (Gaisler 1965, 1966 και Dinale 1968 σε: Crucitti & Cavalletti 2002). Η κνοφορία διαρκεί περίπου 3-4 εβδομάδες αλλά η διάρκειά της καθορίζεται από τις συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος (Reiter 2004a). Οι γεννήσεις συμβαίνουν συνήθως από τέλη Ιουνίου έως αρχές Ιουλίου και καμιά φορά μέχρι και τον Αύγουστο (Meyer 2000, Weiner & Zahn 2000, Gaisler 1966, Bonato & Fioretto 2000, McAney & Fairley 1989, Schofield 1996 σε: Reiter 2004a). Τα νεογέννητα άτομα τα οποία γεννιούνται με αραιό γκρί τρίχωμα στο σώμα, εκτός την περιοχή της κοιλιάς, ζυγίζουν περίπου 1.8

gr. Ανοίγουν τα μάτια τους σε 3 ημέρες, απογαλακτίζονται μετά από 4-5 εβδομάδες και είναι πλήρως ανεξάρτητα μετά από 6-7 εβδομάδες (MacDonald & Barrett, 1993). Από τα μικρά που γεννιούνται ένα μεγάλο ποσοστό δεν επιβιώνει περισσότερο από 1 χρόνο. Στην Ολλανδία, μετά από μαρκάρισμα ζώων που πραγματοποιήθηκε σε ένα σπήλαιο, υπολογίστηκε ότι το 57 % των νέων ατόμων επέζησε από 1-5 χρόνια μετά την γέννηση (Hill & Smith 1984).

Θήρευση-Δραστηριότητα

Όπως και όλα τα ευρωπαϊκά είδη και το *R. hipposideros* είναι νυχτόβιο εντομοφάγο. Στην Ελλάδα δεν έχει πραγματοποιηθεί καμία μελέτη του διαιτολογίου του αλλά από έρευνες που έχουν γίνει στο εξωτερικό μπορούμε σε γενικές γραμμές να δούμε τις διατροφικές του συνήθειες. Ο Gould (1955) υποστήριξε ότι οι νυχτερίδες μπορούν να πιάνουν έντομα, όχι μικρότερα από το μήκος κύματος των υπερήχων που εκπέμπουν. Το *R. hipposideros* το οποίο εκπέμπει στα 113 kHz περίπου, με μήκος κύματος 2.94 mm μπορεί να θηρεύει ιδιαίτερα μικρά έντομα. Ο Newstead (1897) παρατήρησε ότι τα περιττώματα του είδους που έβρισκε μέσα στα σπήλαια αποτελούνταν κυρίως από Λεπιδόπτερα, Δίπτερα και αράχνες και ο Eisentraut το 1951 παρουσίασε όμοια αποτελέσματα (σε: McAney & Fairley 1989). Οι McAney και Fairley (1989) αναλύοντας περιττώματα του είδους κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τρέφεται κυρίως από Νηματόκερα (Diptera) και κατά μικρότερο ποσοστό από άλλα Δίπτερα, Λεπιδόπτερα, Τριχόπτερα, Νευρόπτερα, Υμενόπτερα, Αραχνίδια, Κολεόπτερα και Ημίπτερα. Επίσης παρατήρησαν ότι τα άτομα του είδους θήρευαν Τριχόπτερα και Δίπτερα κατά το φθινόπωρο και την άνοιξη, όταν τα υπόλοιπα είδη εντόμων παρουσίαζαν μικρότερη αφθονία, ενώ επικεντρωνόντουσαν περισσότερο στα Λεπιδόπτερα, Νευρόπτερα και Αραχνίδια κατά τον Ιούλιο-Αύγουστο, ακόμα και όταν τα Δίπτερα και τα Τριχόπτερα ήταν ακόμα σε αφθονία. Κάποιες διατροφικές έρευνες όπως των Fenton & Thomas (1980), των Swift, Racey & Avery (1985) έχουν δείξει ότι οι νυχτερίδες παρουσιάζουν, γενικά, “ευκαιριακή” στρατηγική θήρευσης (Vaughan *et.al.* 1997a).

Το είδος αυτό εντοπίζει και αιχμαλωτίζει τα θηράματά του συνήθως πετώντας συνέχεια αλλά είναι πολύ πιθανό να αναπαύεται σε κάποιο κλαδί ή άλλο μέρος, εποπτεύοντας τον γύρω χώρο με την εκπομπή υπερήχων και πραγματοποιεί κοντινές πτήσεις συλλαμβάνοντας την λεία του μόλις την εντοπίσει (perch feeding), όπως και το *R. ferrumequinum*. Θηρεύει σε όχθες ποταμών κοντά στην υδρόφιλη βλάστηση, σε συστάδες βλάστησης, κοντά σε τοίχους ενώ έχει παρατηρηθεί να αρπάζει θήραμα από το έδαφος (Jones & Rayner 1989). Το είδος αυτό προτιμάει να θηρεύει σε δασώδεις περιοχές και κυρίως δάση πλατύφυλλων δέντρων, περισσότερο από καλλιέργειες και βοσκοτόπια (Bontadina *et.al.* 2002). Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν και οι Vaughan, Jones, Harris (1997a) μετά από ηχογραφήσεις σε διάφορα οικοσυστήματα στην νοτιοδυτική Αγγλία. Την

σημασία του δάσους για τις αναπαραγωγικές αποικίες και ως περιοχές θήρευσης, στην Αυστρία, τόνισε και ο Reiter (2004b). Οι McAney και Fairley (1988b) στην Ιρλανδία παρατήρησαν ότι τα άτομα *R. hipposideros* κυνηγάνε κυρίως σε περιοχές με νερό και καλλιέργειες και σε μικρότερο βαθμό σε φυτοφράκτες κατά μήκος των δρόμων και σε δεντρώδεις περιοχές. Αναφέρουν επιπλέον ότι το είδος κυνηγούσε σπάνια σε βοσκότοπους, ενώ βρέθηκε ενίοτε σε όλες τις διαφορετικού τύπου περιοχές που διερευνήθηκαν. Στις ελάχιστες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί στον ελληνικό χώρο το είδος έχει παρατηρηθεί σε πευκοδάσος και ποτάμια, στην Λέσβο (Παπαδάτου 2001) και στην Κρήτη (Γεωργιακάκης 2003) σε κυπαρισσόδασος και σε πρινοδάσος στα 600 μ. και στα 900μ υψόμετρο αντίστοιχα.

Η διάρκεια της θήρευσης επίσης εξαρτάται όπως και στα υπόλοιπα χειρόπτερα από πολλούς παράγοντες. Συνήθως εγκαταλείπει την περιοχή διημέρευσης 30 λεπτά μετά την δύση του ήλιου (Jones & Rydell 1994) και επιστρέφει σίγουρα κάποια στιγμή πριν την ανατολή του ήλιου. Στην Αγγλία οι Jones & Rayner αναφέρουν ότι η θηρευτική δραστηριότητα ατόμων αυτού του είδους συνεχιζόταν, τουλάχιστον μέχρι 5 ώρες μετά την δύση του ήλιου και αφού τα υπόλοιπα είδη χειροπτέρων είχαν εγκαταλείψει την περιοχή ή παρουσίαζαν εξαιρετικά μειωμένη θηρευτική δραστηριότητα αυτήν την ώρα. Οι McAney και Fairley (1988b) κατέγραψαν δραστηριότητα του είδους καθόλη την διάρκεια της νύχτας, μεγαλύτερη όμως μετά την δύση του ήλιου ενώ παρατήρησαν συγχρόνως ότι ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού επέστρεφε στην θέση φωλιάσματος αρκετά πριν την αυγή και παρέμενε εκεί. Παρατήρησαν επίσης εποχική διαφοροποίηση της διάρκειας θήρευσης με την μεγαλύτερη θηρευτική δραστηριότητα να εμφανίζεται στις αρχές του φθινοπώρου.

1.4.2.4. Καθεστώς προστασίας του είδους *Rhinolophus hipposideros*

Το *R. hipposideros* όπως και το *R. ferrumequinum* περιλαμβάνεται στο παράρτημα II και IV της Οδηγίας 92/43 και στο παράρτημα II της συνθήκης της Βέρνης (1982). Επιπλέον περιλαμβάνεται στην συμφωνία EUROBATS που έχει υπογραφεί μεταξύ 48 κρατών, στα πλαίσια της συνθήκης της Βόννης (1994). Περιλαμβάνεται επίσης στην κόκκινη λίστα της IUCN και από το 2000 και έπειτα χαρακτηρίζεται ως τρωτό είδος (VU) με υψηλό κίνδυνο εξαφάνισης στα επόμενα 10 χρόνια (ή σε 3 γενιές) λόγω καταστροφής και υποβάθμισης των ενδιαιτημάτων του.

1.5. Στόχος της παρούσας εργασίας

Η παρούσα εργασία έχει στόχο τη μελέτη των ειδών *R. ferrumequinum* και *R. hipposideros*. Οι βασικές βιολογικές γνώσεις για τα χειρόπτερα της Ελλάδας είναι απαραίτητες για την προστασία

τους και τον σχεδιασμό προστατευταίων περιοχών. Και τα δύο υπό μελέτη είδη εντάσσονται στην Οδηγία της Ε.Ε 92/43, στη συνθήκη της Βέρνης (1982) και στη συνθήκη της Βόννης (1994) στις οποίες συμμετέχει και η Ελλάδα. Επίσης έχει τεθεί ως γενικός στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης, μαζί με άλλες δράσεις, η διατήρηση των πληθυσμών τους και η προσπάθεια για αύξησή τους αλλά και η αποτίμηση της κατάστασης, της κατανομής και των απειλών των πληθυσμών τους στα όρια κάθε κράτους και ειδικά των νότιοευρωπαϊκών κρατών.

Η οικολογία φωλιάσματος, αυτών των ειδών αλλά και γενικά των χειροπτέρων στην Κρήτη αποτελεί πρόκληση και ανάγκη μαζί για πολλούς λόγους. Η οικολογία των χειρόπττερων στην Ελλάδα αποτελεί ένα ελάχιστα μελετημένο πεδίο και δεν έχει διερευνηθεί ξανά στην Κρήτη, στην οποία βρίσκονται οι νοτιότεροι νησιωτικοί πληθυσμοί της Ευρώπης.

Επιπλέον οι διαφοροποιήσεις που παρουσιάζονται, όπως και προαναφέρθηκε, στην φαινολογία της δραστηριότητας των χειρόπττερων ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες, το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής και το υψόμετρο, καθιστούν τον έλεγχο του κύκλου της ζωής τους και της συμπεριφοράς τους απαραίτητο σε μία περιοχή με ιδιαίτερα ήπιες κλιματικές συνθήκες όπως η Κρήτη.

Με την πραγματοποίηση της εργασίας αυτής έγινε προσπάθεια να διερευνηθεί:

- Η σημασία του Νυχτεριδόσπηλιου των Άνω Ασιτών Μαλεβιζίου ως καταφύγιο των χειροπτέρων της περιοχής και οι τύποι της χρήσης του από αυτά
- Το μέγεθος και η δομή των πληθυσμών δύο εκ των επικρατέστερων ειδών, *Rhinolophus ferrumequinum* και *Rhinolophus hipposideros* και η μεταβολή αυτών στο χρόνο.
- Η κατάσταση των ατόμων των δύο ειδών κατά την παραμονή τους στο σπήλαιο και οι έξοδοί τους το βράδυ προς αναζήτηση τροφής ή/και άλλων θέσεων φωλιάσματος.
- Ο αναπαραγωγικός κύκλος των δύο ειδών.
- Η επίδραση των κλιματικών συνθηκών (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, βροχόπτωση και ένταση ανέμου) σε όλα τα παραπάνω.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ



2.1. Περιγραφή περιοχής μελέτης

2.1.1. Χωρικός προσδιορισμός

Οι παρατηρήσεις αυτής της εργασίας πραγματοποιήθηκαν στο σπήλαιο Νυχτεριδόσπηλιος της κοινότητας Άνω Ασιτών, 24 χιλ. νότια-νοτιοδυτικά της πόλης του Ηρακλείου και σε υψόμετρο 480μ. από την επιφάνεια της θάλασσας. Το σπήλαιο βρίσκεται πολύ κοντά στον οικισμό, στην βορειοανατολική πλευρά του φαραγγιού του Αγίου Αντωνίου και σε απόσταση 200μ. από το ποτάμι το οποίο διατρέχει το φαράγγι. Η περιοχή χαρακτηρίζεται από ασβεστολιθικά πετρώματα και είναι βραχώδης.

2.1.2. Καθεστώς διαχείρισης

Η ευρύτερη περιοχή (Εικόνα 2.1) γύρω από τον οικισμό χρησιμοποιείται κυρίως για βόσκηση αλλά και για ελαιοκαλλιέργειες και αμπελοκαλλιέργειες, και σε μικρότερο βαθμό καλλιέργειες εσπεριδοειδών. Τα αυτοφυή φυτά της περιοχής, εκτός από είδη μεσογειακής φρυγανικής και μακκίας βλάστησης όπως τα: *Pistachia lentiscus*, *Cistus sp.*, *Euphorbia sp.*, *Caparis spinosa*, *Phlomis sp.*, *Origanum onites*, *Ebenus creticus*, *Sarcopoterium spinosum* είναι και υγρόφιλα είδη που φύονται κοντά στον χειμάρρο όπως *Platanus orientalis*, *Juglans regia*, *Ficus carica*. Η κεντρική είσοδος του σπηλαίου (Εικόνα. 2.2) βρίσκεται σε χώρο περίφραξης αιγοπροβάτων τα οποία συχνά καταφεύγουν στην αίθουσα της εισόδου για να αναπαυθούν και να προστατευθούν από τις καιρικές συνθήκες. Το υπόλοιπο μέρος του σπηλαίου δεν χρησιμοποιείται από τους κατοίκους, εκτός από μεμονωμένες και σπάνιες περιπτώσεις επισκεπτών που εισέρχονται μέσα σε αυτό για ψυχαγωγικούς λόγους.

2.1.3. Κλιματικά χαρακτηριστικά ευρύτερης περιοχής του σπηλαίου

Η ευρύτερη περιοχή χαρακτηρίζεται από μεσογειακό κλίμα με μακρά ξηρή περίοδο που διαρκεί περίπου 5 μήνες και σχετικά βροχερό χειμώνα. Την πρόσφατη δεκαετία (1991-2001), η μέγιστη μέση μηνιαία βροχόπτωση παρατηρείται τον Δεκέμβριο και τον Ιανουάριο (202.6 mm και 177.4 mm αντίστοιχα) ενώ η ελάχιστη μέση μηνιαία τον Άγουστο (0.0 mm). Η ετήσια βροχόπτωση κυμαίνεται από 650-1100 mm περίπου. Η ελάχιστη μέση μηνιαία θερμοκρασία παρατηρείται συνήθως τον Φεβρουάριο (11°C) ενώ η μέση μέγιστη τον Ιούλιο (26,9). Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται από 17.5-19.3 °C (Στοιχεία από το μετεωρολογικό σταθμό Κρουσώνα).



Εικόνα 2.1. Τμήμα της ευρύτερης περιοχής του σπηλαίου. Φαίνεται η βλάστηση κατά μήκος του ποταμού.

2.1.4. Περιγραφή σπηλαίου

Ο Νυχτεριδόσπηλιος των Άνω Ασιτών είναι ένα καρστικό σπήλαιο ηλικίας 7-11 εκατομμυρίων χρόνων (Εικόνα 2.3). Στο πρώτο τμήμα του σπηλαίου (αίθουσες Γ, Δ) η νότια πλευρά του δεν αποτελείται πλέον από συμπαγές ασβεστόλιθο, αλλά από συσσωρευμένους ογκόλιθους λόγω κατάρρευσης του τοιχώματος αυτού. Στο δεύτερο τμήμα του σπηλαίου (αίθουσες Α, Β) παρατηρείται σταγονοροή που γίνεται πιο έντονη κατά τους χειμερινούς μήνες, με αποτέλεσμα σε ορισμένα σημεία του δαπέδου να κατακρατείται νερό και να σχηματίζονται λιμνούλες. Στο τμήμα αυτό επίσης παρατηρείται ο σχηματισμός σπηλαιοδιάκοσμου που αποτελείται κυρίως από μικρών διαστάσεων και όχι εκτεταμένους σταλακτίτες και σταλαγμίτες.

Το σπήλαιο έχει τουλάχιστον 7 εισόδους- εξόδους. Η κεντρική είσοδος έχει βορειοανατολική έκθεση, ενώ υπάρχουν ακόμα δύο, πιο προφυλαγμένες από την βλάστηση και λιγότερο ορατές, εισοδοί με νοτιο-ανατολική, έκθεση. Από τις εισόδους αυτές είναι εφικτή η είσοδος στους επισκέπτες και η ανθρώπινη παρουσία μέσα στο σπήλαιο. Όλες οι άλλες εισοδοί-εξοδοί επιτρέπουν την διέλευση των νυχτερίδων αλλά όχι και των ανθρώπων. Το κυρίως σπήλαιο αποτελείται από 2 αίθουσες οι οποίες στην παρούσα έρευνα έχουν ονομαστεί αίθουσα Α (η βαθύτερη και μεγαλύτερη) και η αίθουσα Β. Στην αίθουσα Β καταλήγει η αίθουσα εισόδου του σπηλαίου, ένας διάδρομος που έχει σχηματιστεί από την κατάπτωση ογκολίθων από την οροφή (αίθουσα Γ). Στο ανατολικό τμήμα

του σπηλαίου έχει διαμορφωθεί ένας χώρος από βράχια που έχουν καταρρεύσει ο οποίος επικοινωνεί με την αίθουσα Γ και καταλήγει στις δύο πλάγιες νοτιοανατολικής έκθεσης εξόδους (αίθουσα Δ). Οι αίθουσες Γ και Δ βρίσκονται στην εύφωτη ζώνη και χαρακτηρίζονται από μη σταθερές περιβαλλοντικές συνθήκες. Η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία σε αυτούς τους χώρους μεταβάλλονται σε μεγάλο βαθμό σύμφωνα με τις εξωτερικές συνθήκες. Επίσης σε αυτούς τους χώρους η ενόχληση από άλλους οργανισμούς που εισέρχονται μέσα στο σπήλαιο και από τον άνθρωπο είναι μεγαλύτερη. Οι συνθήκες στις αίθουσες Α και Β είναι πιο σταθερές και η Α χαρακτηρίζεται από απόλυτο σκοτάδι και κατά τη διάρκεια της ημέρας.

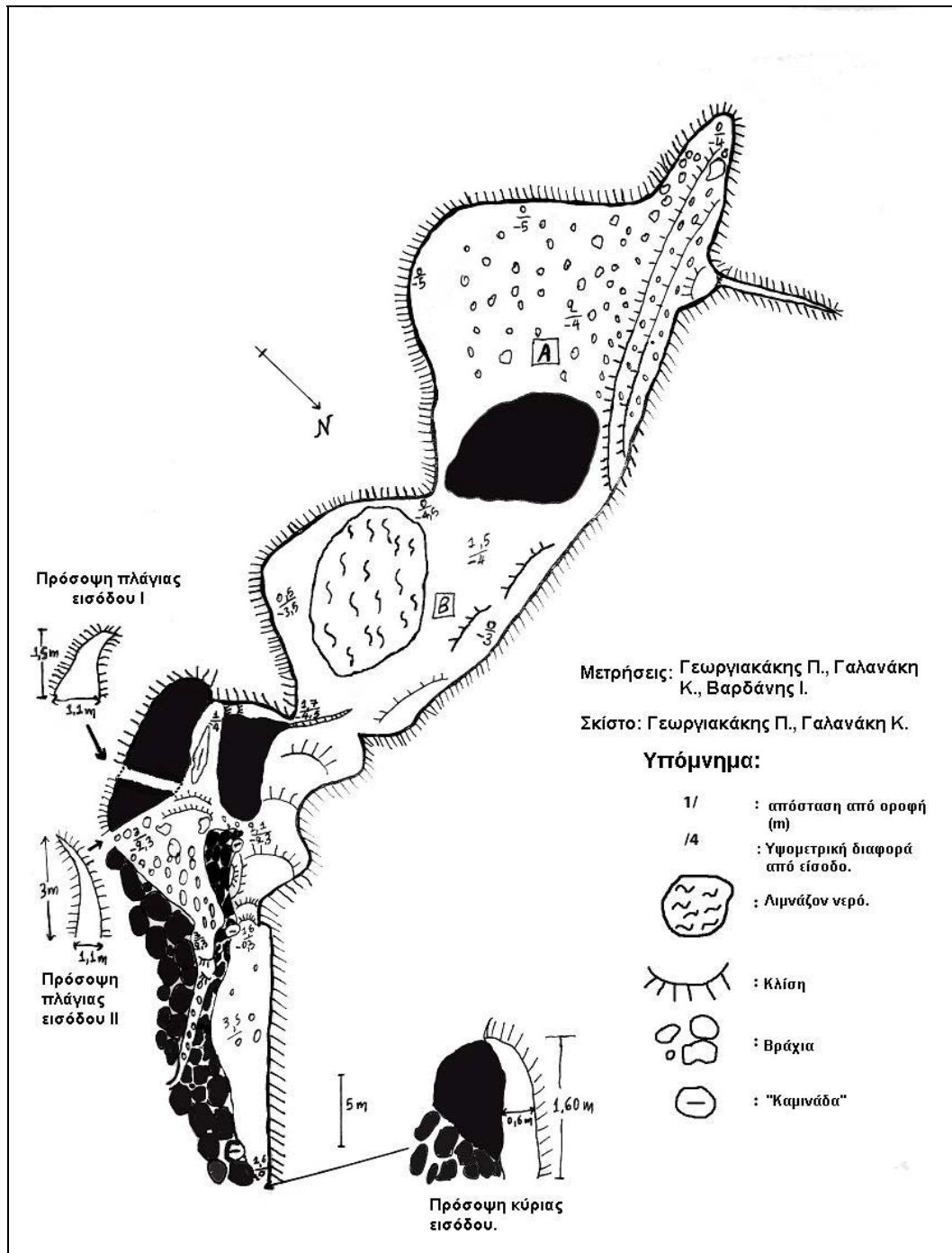


Εικόνα 2.2. Η κεντρική είσοδος του σπηλαίου

2.2. Κριτήρια επιλογής περιοχής μελέτης

Το συγκεκριμένο σπήλαιο επιλέχθηκε για την πραγματοποίηση αυτής της μελέτης για τους εξής λόγους:

- Αποτελεί θέση φωλιάσματος (roosting site), αλλά και αναπαραγωγής για σημαντικό αριθμό ατόμων του είδους *Rhinolophus ferrumequinum*, ενώ φιλοξενεί και άτομα των ειδών
- *Rhinolophus hipposideros*, *Plecotus sp.*, *Myotis emarginatus*, *Myotis blythi*, *Miniopterus schreibersii* και *Rhinolophus blasii* καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.
- Είναι εύκολα προσιτό.
- Η ενόχληση των νυχτερίδων από τους επισκέπτες είναι μικρή λόγω της ιδιωτικής χρήσης του εξωτερικού χώρου του σπηλαίου για τη συγκέντρωση αιγοπροβάτων.
- Η εσωτερική διαμόρφωση του σπηλαίου επιτρέπει την παρακολούθηση των νυχτερίδων, την αναγνώριση των ειδών και την καταμέτρησή τους, αφού είναι χαμηλό και χωρίς έντονο και περίπλοκο διάκοσμο και οι νυχτερίδες των 2 υπό μελέτη ειδών φωλιάζουν κρεμάμενες από ομαλά σημεία της οροφής του.
- Τουλάχιστον 2 αίθουσες, με διαφορετικές μικροκλιματικές συνθήκες, του σπηλαίου αυτού χρησιμοποιούνται από τις νυχτερίδες με αποτέλεσμα να καθίσταται δυνατή η σύγκρισή τους και η μελέτη της χρήσης τους και άρα και των προτιμήσεων των νυχτερίδων ως προς τις συνθήκες αυτές.



Εικόνα 2.3. Χαρτογράφηση του σπηλαίου. Διακρίνεται η αίθουσα Α και η αίθουσα Β.

2.3. Συλλογή πληροφοριών

Για την πραγματοποίηση της μελέτης έγιναν μετρήσεις αβιοτικών παραγόντων μέσα και έξω από το σπήλαιο, κατά τη διάρκεια 13 μηνών περίπου (από 20 Οκτωβρίου 2004 έως 28 Νοεμβρίου 2005). Επίσης πραγματοποιήθηκαν παρατηρήσεις μέσα στο σπήλαιο, με συχνότητα περίπου μία φορά την εβδομάδα, κατά τη διάρκεια αυτής της χρονικής περιόδου και συλλήψεις με δίχτυα περίπου μία φορά τον μήνα. Καταβλήθηκε προσπάθεια οι παρατηρήσεις να γίνονται με τέτοιο τρόπο ώστε η ενόχληση των νυχτερίδων να είναι πάντα η ελάχιστη δυνατή.

2.3.1. Μετρήσεις αβιοτικών παραγόντων

Στις 2 από τις αίθουσες του σπηλαίου (Α και Β) τοποθετήθηκαν θερμουγρόμετρα (Escort junior data loggers) με τα οποία γινόταν μέτρηση της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας με ακρίβεια 0,1°C και 0,5% αντίστοιχα, κάθε μισή ώρα. Τα θερμουγρόμετρα τοποθετήθηκαν κοντά στην οροφή του σπηλαίου και κοντά στις θέσεις φωλιάσματος των νυχτερίδων. Επίσης τοποθετήθηκε ένα θερμουγρόμετρο, σε σκιερό, απάνεμο και ξηρό μέρος, έξω από το σπήλαιο ώστε να είναι γνωστή η εξωτερική θερμοκρασία και η σχετική υγρασία. Η συλλογή των δεδομένων και ο επαναπρογραμματισμός των θερμουγρομέτρων γινόταν μία φορά κάθε μήνα επιτόπου με την χρήση φορητού υπολογιστή.

Κατά τις εβδομαδιαίες επισκέψεις στο σπήλαιο πραγματοποιούντουσαν, την ώρα της δύσης του ηλίου, μέτρηση της εξωτερικής θερμοκρασίας, της σχετικής υγρασίας της ατμόσφαιρας και της μέσης ταχύτητας του ανέμου με την χρήση θερμο-υγρο-ανεμόμετρου (Kestrel 3000, Spectrum Technologies Inc.). Η ακριβής ώρα της δύσης και της ανατολής του ήλιου, για τις συγκεκριμένες συντεταγμένες, έγιναν γνωστές από την ηλεκτρονική διεύθυνση του Αστεροσκοπείου του ναυτικού των Η.Π.Α. (U.S. Naval Observatory-Astronomical Applications Department). Επίσης γινόταν παρατηρήσεις για την νεφοκάλυψη και την βροχόπτωση κατά την διάρκεια εκείνης της ημέρας.

2.3.2. Συλλογή οικολογικών και πληθυσμικών στοιχείων

Κατά τις εβδομαδιαίες επισκέψεις γίνονταν παρατήρηση της αποικίας των νυχτερίδων περίπου 90 λεπτά πριν την δύση του ηλίου δηλαδή πριν την έξοδό τους από το σπήλαιο για την αναζήτηση τροφής. Καταγράφονταν τα είδη και ο αριθμός των ατόμων κάθε είδους μέσα στο σπήλαιο, η κατάσταση στην οποία βρίσκονταν (ενεργά ή ανενεργά), η θέση τους μέσα στο σπήλαιο και ο βαθμός στον οποίο δημιουργούσαν συναθροίσεις (clusters). Επίσης καταγράφονταν και η ώρα έναρξης της δραστηριότητάς τους πριν την έξοδο. Τα άτομα θεωρούνταν ότι έχουν παραμείνει σε συνεχόμενο λήθαργο, όταν βρισκόντουσαν ακριβώς στο ίδιο σημείο και με την ίδια στάση για δύο

διαδοχικές παρατηρήσεις. Μετά την έξοδο των νυχτερίδων και την παύση της δραστηριότητας, συνήθως 90 λεπτά μετά την δύση του ηλίου ή και αργότερα, πραγματοποιούνταν δεύτερη επίσκεψη μέσα στο σπήλαιο και καταγράφονταν ξανά τα τυχόν άτομα που είχαν παραμείνει μέσα, ως προς το είδος, την κατάστασή τους (σε λήθαργο ή ενεργά) και την θέση τους μέσα στο σπήλαιο.

Επίσης πραγματοποιούνταν ηχογράφηση των νυχτερίδων που εξέρχονταν από το σπήλαιο καθώς και όσων πετούσαν μέσα σε αυτό μεταξύ των αιθουσών Γ, Β με δέκτη υπερήχων (D 980 Ultrasound Detector, Pettersson Elektronik AB, Sweden, εύρος συχνοτήτων 10-200kHz). Οι εξερχόμενοι από τις διατάξεις Frequency Division (συντελεστής υποδιαίρεσης συχνότητας: 10) και Time Expansion ήχοι αποθηκεύτηκαν σε ψηφιακές κασσέτες (DT-60 και DT-90, Sony Corporation, Japan και 467 R-124, Ampex Corporation, U.S.A.) μέσω ψηφιακού μαγνητοφώνου (DAT TCD-D8, Sony Corporation, Japan, sampling frequency: LP).

Για τη συγκέντρωση πληθυσμιακών και δημογραφικών δεδομένων πραγματοποιήθηκαν συλλήψεις ατόμων με ειδικού τύπου δίχτυα (mist nets, denier: 70/2, mesh: 16 mm, shelves: 5, Kunz 1988). Τα δίχτυα τοποθετούνταν κατακόρυφα σε δύο από τις εισόδους του σπηλαίου αρκετή ώρα πριν αρχίσει η δραστηριότητα και για περίπου 2 ώρες αφού η δραστηριότητα είχε ξεκινήσει. Τα άτομα που συλλαμβάνονταν τοποθετούνταν αρχικά σε πάνινα σακουλάκια μέχρι το πέρας των συλλήψεων. Έπειτα οι προσδιορισμοί και οι μετρήσεις πραγματοποιούνταν επί τόπου και τα συλληφθέντα άτομα απελευθερώνονταν. Κατά τις συλλήψεις των νυχτερίδων πραγματοποιούνταν προσδιορισμός των παγιδευμένων ατόμων σε επίπεδο είδους, όπου ήταν εφικτό, με τη βοήθεια ειδικών οδηγών (Yalden 1985, Stebbings 1985, Schober & Grimmberger 1997, Dietz & Helversen 2004). Ακολούθως πραγματοποιούνταν προσδιορισμός φύλου, ηλικιακής τάξης, εκτίμηση της αναπαραγωγικής κατάστασης των ατόμων, μέτρηση του βάρους τους με ζυγαριά ακριβείας (Pesola, Ecotone Poland, max: 30 gr και 10 gr με ακρίβεια 0,25 gr και 0,1 gr αντίστοιχα), αλλά και μορφολογικές μετρήσεις οι οποίες δεν χρησιμοποιήθηκαν σε αυτήν την εργασία.

Επιπλέον από τις 30 Μαΐου 2005 μέχρι και το τέλος της εργασίας, πραγματοποιήθηκαν μαρκαρίσματα των συλληφθέντων ατόμων των ειδών *R. ferrumequinum* και *R. hipposideros* με δακτυλίδια κράματος αλουμινίου (Porzana Ltd., 4,2 mm και 2,9 mm αντίστοιχα).

Παρακάτω στους Πίνακες 2.1 και 2.2 παρουσιάζονται οι ημερομηνίες που έγιναν οι συλλήψεις με δίχτυα και οι ημερομηνίες κατά τις οποίες έγιναν οι παρατηρήσεις στο σπήλαιο, αντίστοιχα.

Πίνακας 2.1. Οι ημερομηνίες των συλλήψεων με δίχτυα.

18 Οκτωβρίου 2004	23 Απριλίου 2005
5 Δεκεμβρίου 2004	30 Μαΐου 2005
15 Ιανουαρίου 2005	27 Ιουνίου 2005
28 Φεβρουαρίου 2005	29 Ιουλίου 2005
5 Απριλίου 2005	20 Οκτωβρίου 2005

Πίνακας 2.2. Οι ημερομηνίες παρατηρήσεων.

1	20 Οκτωβρίου 2004	21	17 Μαρτίου 2005	41	1 Αυγούστου 2005
2	28 Οκτωβρίου 2004	22	23 Μαρτίου 2005	42	9 Αυγούστου 2005
3	3 Νοεμβρίου 2004	23	30 Μαρτίου 2005	43	18 Αυγούστου 2005
4	10 Νοεμβρίου 2004	24	7 Απριλίου 2005	44	28 Αυγούστου 2005
5	27 Νοεμβρίου 2004	25	13 Απριλίου 2005	45	31 Αυγούστου 2005
6	3 Δεκεμβρίου 2004	26	20 Απριλίου 2005	46	7 Σεπτεμβρίου 2005
7	9 Δεκεμβρίου 2004	27	8 Μαΐου 2005	47	11 Σεπτεμβρίου 2005
8	21 Δεκεμβρίου 2004	28	17 Μαΐου 2005	48	23 Σεπτεμβρίου 2005
9	6 Ιανουαρίου 2005	29	24 Μαΐου 2005	49	3 Οκτωβρίου 2005
10	10 Ιανουαρίου 2005	30	26 Μαΐου 2005	50	7 Οκτωβρίου 2005
11	18 Ιανουαρίου 2005	31	1 Ιουνίου 2005	51	14 Οκτωβρίου 2005
12	26 Ιανουαρίου 2005	32	8 Ιουνίου 2005	52	19 Οκτωβρίου 2005
13	1 Φεβρουαρίου 2005	33	14 Ιουνίου 2005	53	25 Οκτωβρίου 2005
14	4 Φεβρουαρίου 2005	34	17 Ιουνίου 2005	54	1 Νοεμβρίου 2005
15	8 Φεβρουαρίου 2005	35	22 Ιουνίου 2005	55	11 Νοεμβρίου 2005
16	11 Φεβρουαρίου 2005	36	28 Ιουνίου 2005	56	20 Νοεμβρίου 2005
17	16 Φεβρουαρίου 2005	37	4 Ιουλίου 2005	57	24 Νοεμβρίου 2005
18	22 Φεβρουαρίου 2005	38	14 Ιουλίου 2005	58	28 Νοεμβρίου 2005
19	2 Μαρτίου 2005	39	19 Ιουλίου 2005		
20	9 Μαρτίου 2005	40	27 Ιουλίου 2005		

Ο προσδιορισμός του φύλου ήταν εφικτός με την εξέταση των εξωτερικών γεννητικών οργάνων των ζώων (Racey 1988). Τα ανήλικα άτομα αναγνωρίστηκαν μετά από οπτική εξέταση των αρθρώσεων των δακτύλων, καθώς σε αυτά οι αρθρώσεις δεν είναι τελείως οστεοποιημένες και συμπαγείς όπως των ενήλικων (Anthony 1988). Τον Οκτώβριο πια η διάκριση μεταξύ ενήλικων και ανήλικων ατόμων δεν είναι εφικτή αφού έχει ολοκληρωθεί η οστεοποίηση των αρθρώσεων και η ανάπτυξη του πήχη (Ransome 1968).

Στα θηλυκά, η διάγνωση της κύησης έγινε με ψηλάφηση και από την εξογκωμένη κοιλιά του θηλυκού, ενώ η περίοδος της γαλουχίας αναγνωρίστηκε από την ύπαρξη των μεγεθυμένων θηλών και των εξογκωμένων ψευδών θηλών στο κάτω μέρος της κοιλιάς του ατόμου (Racey 1988).

Η αναγνώριση των νεογέννητων ατόμων ήταν εφικτή από την έλλειψη τριχώματος, από το μέγεθος και την ύπαρξη ομφάλιου λώρου, όπου αυτός υπήρχε.

Τα ανώριμα άτομα που δεν έχουν γεννήσει στο παρελθόν (Nulliparus) διακρίνονταν από αυτά που έχουν γεννήσει (Parus) από τις πιο μεγάλες θηλές των δευτέρων οι οποίες επίσης δεν περιβάλλονται από τρίχες όπως αυτές των ανώριμων ατόμων (Racey 1974).

Όσον αφορά τα αρσενικά άτομα αυτά διακρίνονταν σε άτομα στα οποία υπάρχει σπέρμα συγκεντρωμένο στους όρχεις αλλά όχι στα ουραία τμήματα των επιδιδυμίδων, άτομα στα οποία υπάρχει σπέρμα συγκεντρωμένο στους όρχεις και στα ουραία τμήματα των επιδιδυμίδων και άτομα στα οποία τίποτα από αυτά δεν συμβαίνει.

2.4. Επεξεργασία πρωτογενών δεδομένων και στατιστική επεξεργασία

Οι μετρήσεις από τα θερμογρόμετρα καταχωρήθηκαν σε φύλλα Microsoft Excel 2003 και ακολούθως υπολογίστηκε για κάθε ημέρα (12ωρο) και νύχτα (12ωρο) ξεχωριστά, για τις αίθουσες A, B του σπηλαίου και για το εξωτερικό περιβάλλον, η μέση, η ελάχιστη και η μέγιστη θερμοκρασία (T°) και η μέση σχετική υγρασία (% RH). Επίσης υπολογίστηκε και η μέση θερμοκρασία του 24ώρου που προηγείται της παρατήρησης.

Στην στατιστική επεξεργασία των στοιχείων, η εκάστοτε επιλογή του στατιστικού test έγινε μετά από τον έλεγχο των προϋποθέσεων που αυτό απαιτεί. Κάθε μεταβλητή εξετάστηκε ως προς την κυρτότητα (kurtosis) και την ασυμμετρία (skewness), την ομοιογένεια των διασπορών και με εφαρμογή του Kolmogorov-Smirnov test. Όπου η κυρτότητα και η ασυμμετρία ήταν κοντά στο μηδέν, οι διασπορές κατανέμονταν ομοιογενώς και το στατιστικό Kolmogorov-Smirnov έδινε $p > 0.05$, η μεταβλητή θεωρήθηκε ότι ακολουθεί κανονική κατανομή και εφαρμόστηκε παραμετρική στατιστική ανάλυση (Fowler *et al.* 1998, Dytham 1999). Στις υπόλοιπες περιπτώσεις εφαρμόστηκαν παραμετρικές μέθοδοι ανάλυσης. Επίσης εφαρμόστηκε Spearman rank Correlation όπου τα δεδομένα εκφράζονταν σε ποσοστά και η κατανομή τους δεν ήταν πάντοτε κανονική.

Η μέση εικοσιτετράωρη θερμοκρασία κάθε αίθουσας συσχετίστηκε, με Spearman rank Correlation, με τη μέση εικοσιτετράωρη εξωτερική θερμοκρασία. Εξετάστηκε η εποχικότητα στην διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των αιθουσών A και B με παραμετρική ανάλυση διασποράς (ANOVA) και Post hoc Tukey HSD test έτσι ώστε να φανεί η διαφορά των εποχών μεταξύ τους ως προς τη θερμοκρασία. Επίσης εξετάστηκε η εποχικότητα της μέσης εικοσιτετράωρης εξωτερικής θερμοκρασίας και των μέσων εικοσιτετράωρων θερμοκρασιών στις αίθουσες A και B με ANOVA και Post Hoc Tukey HSD test.

Έγινε επεξεργασία μόνο των στοιχείων που συγκεντρώθηκαν για τα είδη *R. ferrumequinum* και *R. hipposideros* καθώς οι πληθυσμοί μόνο των ειδών αυτών έχουν ικανοποιητικό μέγεθος και παρουσία μέσα στο σπήλαιο. Τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν για το είδος *R. ferrumequinum*, για τη θερμή-αναπαραγωγική περίοδο (7 Απριλίου 2005 - 31 Αυγούστου 2005) δεν επεξεργάστηκαν στατιστικά. Η συλλογή στοιχείων αυτή την περίοδο, όσον αφορά στο μέγεθος του πληθυσμού και στη δραστηριότητα των ατόμων του είδους, συχνά δεν ήταν εφικτή λόγω της μεγάλης αφθονίας του και της μεγάλης πτητικής δραστηριότητας των ατόμων του, που καθιστούσε αδύνατη την καταμέτρησή τους. Επιπλέον, αυτήν την περίοδο, οι ανάγκες των θηλυκών ατόμων είναι διαφορετικές από ό,τι στις υπόλοιπες περιόδους και η δομή και το μέγεθος της αποικίας αλλάζει λόγω της δημιουργίας αναπαραγωγικής αποικίας στο σπήλαιο. Όσον αφορά στο είδος *Rhinolophus hipposideros*, έγινε επεξεργασία των στοιχείων που συγκεντρώθηκαν από τέλη Οκτώβρη 2004 έως τέλη Απριλίου 2005 και από τέλη Σεπτέμβρη 2005 έως τέλη Νοέμβρη 2005 καθώς την υπόλοιπη περίοδο το είδος απουσίαζε από το σπήλαιο. Επίσης εξετάστηκαν μόνο τα στοιχεία που αφορούν στο σπήλαιο συνολικά και στις αίθουσες Α και Β καθώς τα δύο αυτά είδη ελάχιστα χρησιμοποιούσαν τις υπόλοιπες αίθουσες του σπηλαίου.

Τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν από τις *in situ* παρατηρήσεις της αποικίας εισήχθησαν επίσης σε φύλλα του στατιστικού πακέτου Microsoft Office Excel 2003 και έπειτα υπολογίστηκε το εκατοστιαίο ποσοστό ατόμων του πληθυσμού κάθε είδους που χρησιμοποιεί κάθε αίθουσα και το εκατοστιαίο ποσοστό του πληθυσμού κάθε είδους, σε κάθε αίθουσα, που βρίσκεται σε λήθαργο, πριν τη δύση του ήλιου.

Επίσης υπολογίστηκε, για κάθε είδος, το εκατοστιαίο ποσοστό των ατόμων του αρχικού πληθυσμού που δεν βγαίνει έξω από το σπήλαιο μετά τη δύση του ήλιου, το εκατοστιαίο ποσοστό του αρχικού πληθυσμού που μένει μέσα στο σπήλαιο σε λήθαργο και το εκατοστιαίο ποσοστό των ατόμων του αρχικού πληθυσμού που μένει σε λήθαργο στις αίθουσες Α και Β, μετά τη δύση του ήλιου, για τα δύο είδη.

Προκειμένου να φανεί από τί επηρεάζεται και σε τί βαθμό η δραστηριότητα των ατόμων του *R. ferrumequinum* και *R. hipposideros* και ο βαθμός στον οποίο χρησιμοποιούν τη συγκεκριμένη θέση φωλιάσματος και έμμεσα έτσι η προτίμησή τους ως προς συγκεκριμένες συνθήκες διαχείμασης ή διημέρευσης, εξετάστηκε η σχέση της θερμοκρασίας με το μέγεθος του συνολικού πληθυσμού κάθε είδους και με τον αριθμό ατόμων σε κάθε αίθουσα, πριν και μετά τη δύση του ήλιου.

Συγκεκριμένα, ο συνολικός αριθμός ατόμων στο σπήλαιο, πριν τη δύση του ήλιου, εξετάστηκε με συσχέτιση Spearman rank ως προς τη μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά τη νύχτα (12ωρο) που προηγείται της ημέρας παρατήρησης. Ο αριθμός ατόμων κάθε αίθουσας, πριν τη δύση του ήλιου,

συσχετίστηκε επίσης με Spearman rank Correlation με τη μέση θερμοκρασία της κάθε αίθουσας κατά το βράδυ που προηγείται της ημέρας παρατήρησης και κατά την προηγούμενη ημέρα (12ωρο) από την ημέρα που πραγματοποιείται η παρατήρηση και με τη μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά το βράδυ που προηγείται της ημέρας παρατήρησης. Έγινε η υπόθεση ότι ένα άτομο θα επιλέξει το πού ακριβώς θα φωλιάσει κρίνοντας από την εξωτερική θερμοκρασία του προηγούμενου βραδιού, όταν οι νυχτερίδες βρίσκονται έξω για αναζήτηση τροφής, από τη θερμοκρασία της αίθουσας αυτής το προηγούμενο βράδυ, όταν θα επισκεφτεί τη συγκεκριμένη θέση ή κατά τη διάρκεια της προηγούμενης ημέρας καθώς το άτομο αυτό βρισκόταν εκεί. Ο συνολικός αριθμός ατόμων που δεν βγαίνουν έξω από το σπήλαιο, μετά τη δύση του ήλιου, συσχετίστηκε με Spearman rank Correlation ως προς τη θερμοκρασία κατά τη δύση του ήλιου την ημέρα παρατήρησης, τη μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά το 12ωρο που προηγείται της παρατήρησης και τη μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά το βράδυ που προηγείται της ημέρας παρατήρησης. Ο αριθμός ατόμων σε κάθε αίθουσα, μετά τη δύση του ήλιου, συσχετίστηκε ομοίως με τη μέση θερμοκρασία κάθε αίθουσας κατά το 12ωρο που προηγείται της παρατήρησης και κατά την ημέρα (12ωρο) που προηγείται της ημέρας παρατήρησης και με τη μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά το 12ωρο που προηγείται της παρατήρησης και με τη θερμοκρασία κατά τη δύση του ήλιου.

Η σχετική υγρασία στις αίθουσες Α και Β του σπηλαίου ήταν σταθερή και ίση με 100% καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης. Επιπλέον από τη βιβλιογραφική έρευνα που πραγματοποιήθηκε φαίνεται ότι η σχετική υγρασία δεν επηρεάζει άμεσα την δραστηριότητα των νυχτερίδων έξω από τη θέση φωλιάσματος επομένως θα εξαιρεθεί από την επεξεργασία.

Για να φανεί η συσχέτιση της εκάστοτε εξωτερικής θερμοκρασίας και των εσωτερικών θερμοκρασιών μέσα στις αίθουσες του σπηλαίου με την κατάσταση των ατόμων (ανενεργά ή σε λήθαργο) κάθε είδους, σε κάθε αίθουσα, πριν και μετά τη δύση του ήλιου, εφαρμόστηκε επίσης Spearman rank Correlation. Συγκεκριμένα, το εκατοστιαίο ποσοστό ανενεργών ατόμων κάθε αίθουσας, πριν τη δύση του ήλιου, συσχετίστηκε με τη μέση θερμοκρασία κάθε αίθουσας κατά το 12ωρο που προηγείται της παρατήρησης και κατά την ημέρα (12ωρο) που προηγείται της ημέρας παρατήρησης. Επίσης συσχετίστηκε με τη μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά το βράδυ που προηγείται της ημέρας παρατήρησης και κατά το 12ωρο που προηγείται της παρατήρησης. Το εκατοστιαίο ποσοστό ατόμων του αρχικού πληθυσμού, κάθε είδους, που βρίσκεται σε λήθαργο, σε κάθε αίθουσα, μετά τη δύση του ήλιου, συσχετίστηκε με τη μέση θερμοκρασία της κάθε αίθουσας κατά το 12ωρο που προηγείται της παρατήρησης και κατά την προηγούμενη ημέρα (12ωρο) της ημέρας παρατήρησης, με τη μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά το 12ωρο που προηγείται της παρατήρησης και με την εξωτερική θερμοκρασία στη δύση του ήλιου.

Για την εκτίμηση της επίδρασης της βροχόπτωσης στη δραστηριότητα των ατόμων κάθε είδους χρησιμοποιήθηκε το Mann-Whitney U test με κατηγορική μεταβλητή την βροχόπτωση (ύπαρξη ή όχι ύπαρξη κατά την διάρκεια της ημέρας της παρατήρησης) και εξαρτημένη μεταβλητή τον συνολικό αριθμό ατόμων που δεν βγαίνουν έξω από το σπήλαιο και το εκατοστιαίο ποσοστό ατόμων του συνολικού πληθυσμού που μένουν σε λήθαργο μέσα στο σπήλαιο, μετά τη δύση του ήλιου. Επίσης εφαρμόστηκε Spearman Rank Correlation για τη συσχέτιση της έντασης του ανέμου με το συνολικό αριθμό ατόμων, κάθε είδους, που μένουν μέσα στο σπήλαιο και το εκατοστιαίο ποσοστό ατόμων του αρχικού πληθυσμού, κάθε είδους, που βρίσκεται σε λήθαργο, μέσα στο σπήλαιο, μετά τη δύση του ήλιου. Η βροχόπτωση και η ένταση του ανέμου κατά τη δύση του ήλιου δεν εξετάστηκαν σε σχέση με τον αριθμό των ατόμων των δύο ειδών μέσα στο σπήλαιο και την κατάστασή τους, πριν την δύση του ήλιου, καθώς οι νυχτερίδες είναι προφυλαγμένες και θεωρήθηκε ότι οι αβιοτικοί παράγοντες δεν τις επηρεάζουν κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Η ώρα έναρξης της δραστηριότητας (“Emergence time”) μετά την ημερήσια ανάπαυση εκφράστηκε σε λεπτά πριν (-) ή μετά (+) την ώρα δύσης του ήλιου και ορίστηκε ως η ώρα που οι νυχτερίδες αρχίζουν να πετάνε μέσα και έξω από την περιοχή φωλιάσματος και μεταξύ των διάφορων αιθουσών του σπηλαίου. Η συσχέτιση της ώρας έναρξης δραστηριότητας του κάθε είδους με τη μέση εσωτερική θερμοκρασία κάθε αίθουσας της ημέρας (12ωρο) παρατήρησης καθώς και με τη μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά το βράδυ που προηγείται της ημέρας παρατήρησης, εξετάστηκε με Spearman Rank Correlation, ενώ η ύπαρξη εποχικότητας σε αυτήν διερευνήθηκε με την πραγματοποίηση παραμετρικής ανάλυσης διασποράς (ANOVA) με κατηγορική μεταβλητή την εποχή και εξαρτημένη την ώρα έναρξης δραστηριότητας.

Η διαφοροποίηση της ώρας έναρξης δραστηριότητας ως προς την βροχόπτωση ή τον άνεμο δεν εξετάζονται, διότι οι παράγοντες αυτοί θεωρείται επίσης ότι δεν επηρεάζουν τις νυχτερίδες οι οποίες κατά τη διάρκεια της ημέρας βρίσκονται στο εσωτερικό του σπηλαίου.

Ο βαθμός συνάθροισης (clustering) ο οποίος δηλώνει το πόσο έντονα συσπειρωμένες ομάδες δημιουργεί ο πληθυσμός του είδους μέσα στο σπήλαιο εκφράστηκε σε τέσσερις κατηγορίες ως εξής: **1:** Καθόλου συνάθροιση, **2:** Αραιή συνάθροιση, **3:** Μέτρια συνάθροιση, ύπαρξη κάποιων συσπειρωμένων ομάδων ατόμων αλλά όχι όλος ο πληθυσμός σε μία ομάδα, **4:** Έντονη συνάθροιση, όλος ο πληθυσμός σε μία συσπειρωμένη ομάδα ή πολλές μικρότερες έντονα συσπειρωμένες ομάδες. Η επίδραση της μέσης θερμοκρασίας της αίθουσας A και της μέσης εξωτερικής θερμοκρασίας κατά το 12ωρο που προηγείται της παρατήρησης και της μέσης εξωτερικής θερμοκρασίας κατά την προηγούμενη ημέρα και νύχτα της ημέρας παρατήρησης (24ωρο που προηγείται της ημέρας παρατήρησης), στο βαθμό συνάθροισης των ατόμων του *R. ferrumequinum*,

πριν την έξοδο των νυχτερίδων, εξετάστηκε με τη χρήση Kruskal-Wallis test, με κατηγορική μεταβλητή τον βαθμό συνάθροισης και εξαρτημένη τη μέση θερμοκρασία. Επιπλέον διερευνήθηκε η εποχιακή διαφοροποίηση του βαθμού συνάθροισης με το στατιστικό Kruskal-Wallis. Χρησιμοποιήθηκε μη παραμετρική μέθοδος καθώς ο βαθμός συνάθροισης εκφράστηκε σε κατηγορίες-κλάσεις. Επίσης εφαρμόστηκε Kruskal-Wallis test με κατηγορική μεταβλητή το βαθμό συνάθροισης και εξαρτημένη το ποσοστό ατόμων που είναι σε λήθαργο, πριν τη δύση του ήλιου, έτσι ώστε να φανεί τυχόν διαφοροποίηση της κατάστασης των ατόμων σε σχέση με το βαθμό συσπείρωσής τους σε ομάδες.

Εφαρμόστηκε παραμετρική ανάλυση διασποράς ANOVA και Post hoc Tukey HSD test για την εποχιακή μεταβολή του βάρους του *R. ferrumequinum* αφού πρώτα ελέγχθηκε η τυχόν ύπαρξη φυλετικού διμορφισμού ως προς το βάρος με Mann-Whitney U test. Από τα 184 άτομα που συλλήφθηκαν και μετρήθηκαν (μαζί με 6 επανασυλλήψεις), κατά τις επιτόπου δειγματοληψίες, στις διάφορες εποχές του έτους, τα 99 από αυτά που ήταν ενήλικα και όχι έγκυα ή σε περίοδο γαλουχίας, χρησιμοποιήθηκαν στο στατιστικό έλεγχο για την τυχόν εποχιακή μεταβολή του βάρους.

Υπολογίστηκε η αναλογία φύλου εποχιακά και της αναπαραγωγικής κατάστασης των αρσενικών και θηλυκών ατόμων και σχηματίστηκαν γραφήματα σε κάθε περίπτωση. Όσον αφορά τα αρσενικά άτομα, αυτά τα οποία ούτε είχαν παράξει σπέρμα, ούτε ήταν σε κατάσταση σπερματογένεσης, ονομάστηκαν “Ανενεργά”, “Δραστήρια ” ονομάστηκαν τα άτομα στα οποία οι όρχεις ήταν διογκωμένοι (ένδειξη του ότι παρήγαγαν σπέρμα), ενώ ενεργά “SCE (Swollen Caudae Epididymis)” ονομάστηκαν τα άτομα στα οποία υπάρχει συγκεντρωμένο σπέρμα στα ουραία τμήματα των επιδιδυμίδων τους και ήταν έτοιμα για αναπαραγωγική σύζευξη.

Τα θηλυκά κατηγοριοποιήθηκαν σε: άτομα “Με γέννα”: άτομα τα οποία έχουν γεννήσει τουλάχιστον μία φορά στο παρελθόν (Parus), σε “Άγεννες”: ενήλικα άτομα που φαίνεται να μην έχουν γεννήσει στο παρελθόν (Nulliparus), σε “Έγκυες” και σε “Θηλάζουσες”: άτομα που γέννησαν αυτήν τη χρονιά και θηλάζουν το μικρό τους (Lactating).

Η ανάλυση των καταγεγραμμένων υπερήχων έγινε στο εργαστήριο με τη χρήση του λογισμικού προγράμματος BatSound Pro 3.31 (Pettersson Elektronik AB, sampling frequency: 28000, 8 bits/sample, automatic FFT size, Hanning window). Οι υποδεκαπλασιασμένης συχνότητας υπέρηχοι (frequency divided) χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της ώρας έναρξης της δραστηριότητας των νυχτερίδων μέσα στο σπήλαιο, ενώ οι υποδεκαπλασιασμένης συχνότητας χρονικά διευρυμένοι ήχοι (time expanded, 10X) χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό των ειδών (Ahlen 1990, Vaughan *et al.* 1997a, Jones *et al.* 2000). Για τους προσδιορισμούς

συγκρίθηκαν τα γενικά χαρακτηριστικά των σημάτων και η συχνότητα μέγιστης ενέργειας (FMAXE), αλλά κυρίως η καταληκτική συχνότητα, EF (Vaughan *et al.* 1997b) με τα αντίστοιχα γνωρίσματα προσδιορισμένων ήχων από τη Γαλλία και την Ελβετία (Barataud 1996), τη Σουηδία (Ahlén 1990), τη Μ. Βρετανία (Vaughan *et al.* 1997b) και την Ιταλία (Russo and Jones 2002). Η επεξεργασία όλων των στοιχείων που συγκεντρώθηκαν για κάθε είδος έγινε με το στατιστικό πακέτο Statistica 6.0.

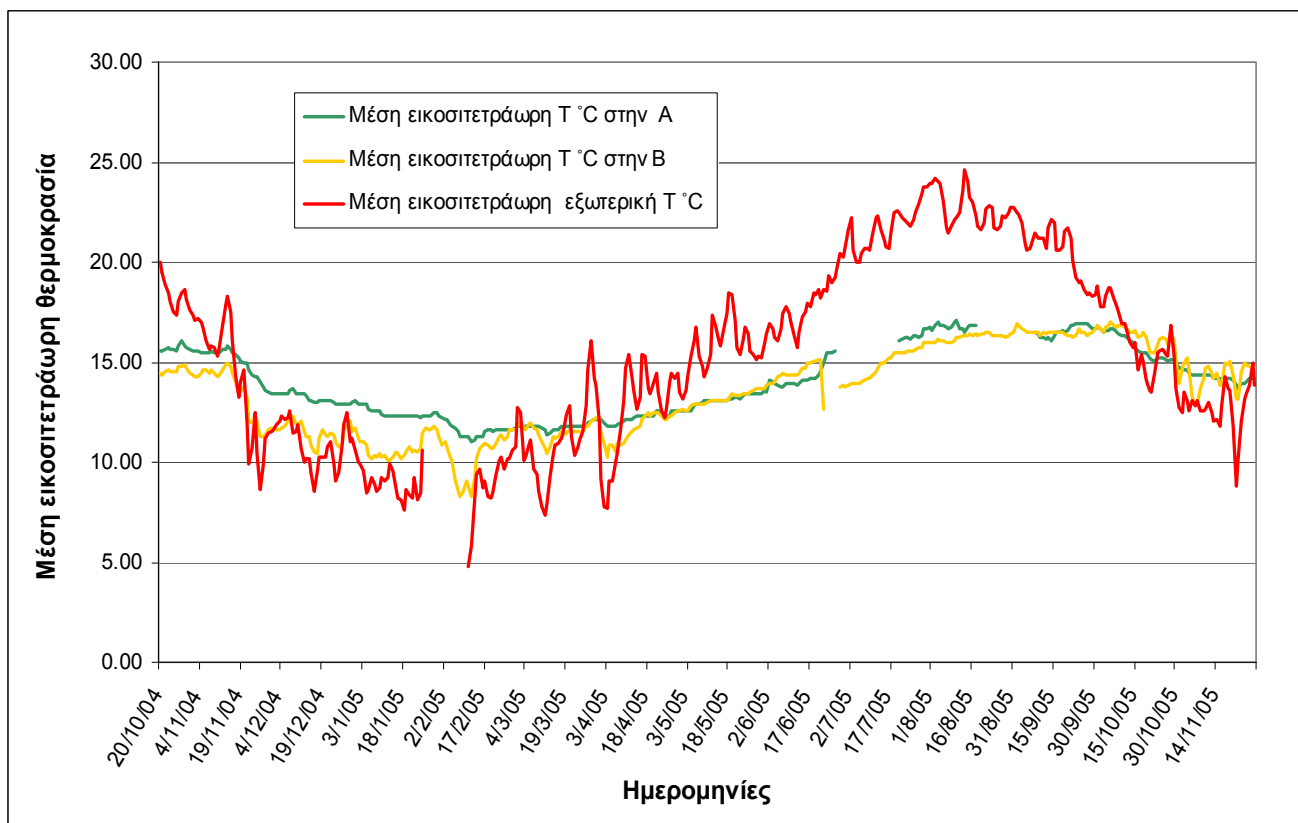
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ



3.1. Γενικές παρατηρήσεις

3.1.1. Αβιοτικά χαρακτηριστικά του σπηλαίου

Στο **Γράφημα 3.1** που ακολουθεί απεικονίζεται η μέση εικοσιτετράωρη θερμοκρασία στις δύο αίθουσες A, B του σπηλαίου και η μέση εικοσιτετράωρη εξωτερική θερμοκρασία, όπως καταγράφηκαν από τα θερμογρόμετρα κατά τη διάρκεια της έρευνας.

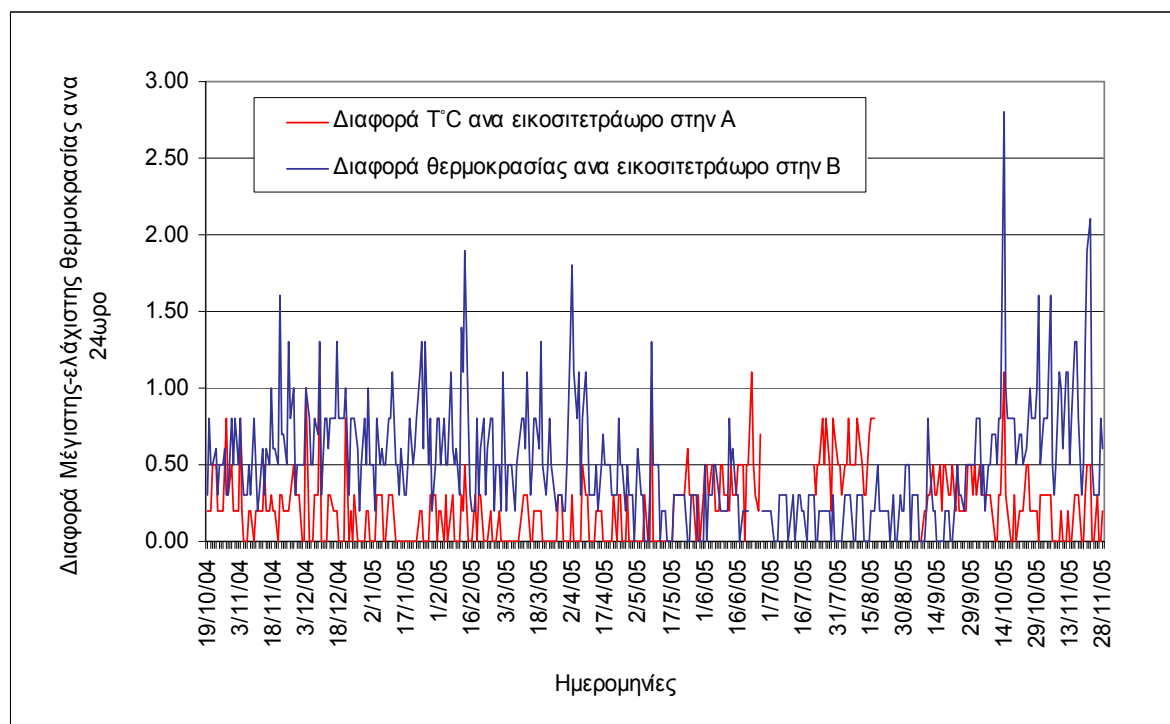


Γράφημα 3.1. Μέσες ανα εικοσιτετράωρο θερμοκρασίες στις αίθουσες A, B και έξω από το σπήλαιο κατά τη διάρκεια της μελέτης.

Όπως φαίνεται στο **Γράφημα 3.1**, η θερμοκρασία στην αίθουσα A και στην αίθουσα B του σπηλαίου ακολουθεί τις διακυμάνσεις της εξωτερικής θερμοκρασίας. Η παρατήρηση αυτή επιβεβαιώνεται από το στατιστικό έλεγχο Spearman rank Correlation της συσχέτισης των μέσων 24ωρων θερμοκρασιών στις αίθουσες A και B με τη μέση 24ωρη εξωτερική: Spearman $R=0.7944$, $p=0.00$ και: Spearman $R=0.852$, $p=0.00$ αντίστοιχα.

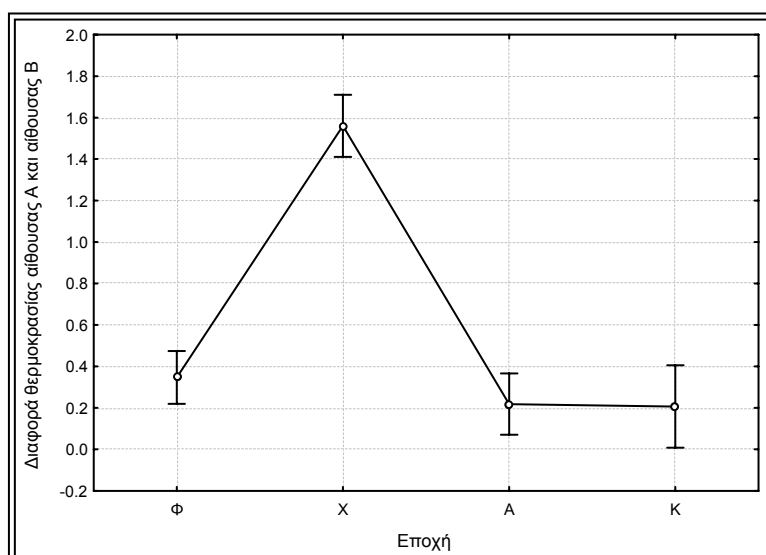
Η εικοσιτετράωρη διακύμανση της θερμοκρασίας μέσα στο σπήλαιο είναι πολύ μικρότερη (ιδίως στην αίθουσα A) από αυτή της εξωτερικής θερμοκρασίας (**Γράφημα 3.2**). Η διαφορά της μέσης εικοσιτετράωρης θερμοκρασίας της αίθουσας B και της μέσης εικοσιτετράωρης εξωτερικής θερμοκρασίας, όπως φαίνεται από το **Γράφημα 3.1**, είναι μικρή τη χειμερινή περίοδο ενώ το

καλοκαίρι η θερμοκρασία της αίθουσας Β δεν αυξάνει πάνω από τους 16.9°C ακόμα και σε πολύ υψηλότερες εξωτερικές θερμοκρασίες.



Γράφημα 3.2. Διακύμανση θερμοκρασίας ανά εικοσιτετράωρο στις αίθουσες Α και Β.

Επίσης, η διαφορά της μέσης εικοσιτετράωρης θερμοκρασίας μεταξύ της αίθουσας Α και Β εμφανίζει εποχιακή διαφοροποίηση (*one-way ANOVA: $F(3,353)=71.983, p=0.0000$*). Από το Tukey HSD Post Hoc test που εφαρμόστηκε (**Πίνακας 3.1**) φάνηκε ότι μόνο η περίοδος του χειμώνα, από το Δεκέμβριο του 2004 έως το Φεβρουάριο του 2005, διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες περιόδους. Την περίοδο του χειμώνα η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των δύο αιθουσών (θερμοκρασία στην αίθουσα Α μείον θερμοκρασία στην αίθουσα Β), είναι μεγαλύτερη από 1°C, από ότι στις υπόλοιπες περιόδους (**Γράφημα 3.3**).



Γράφημα 3.3. Εποχιακή διαφοροποίηση της θερμοκρασιακής διαφοράς μεταξύ Α και Β αίθουσας

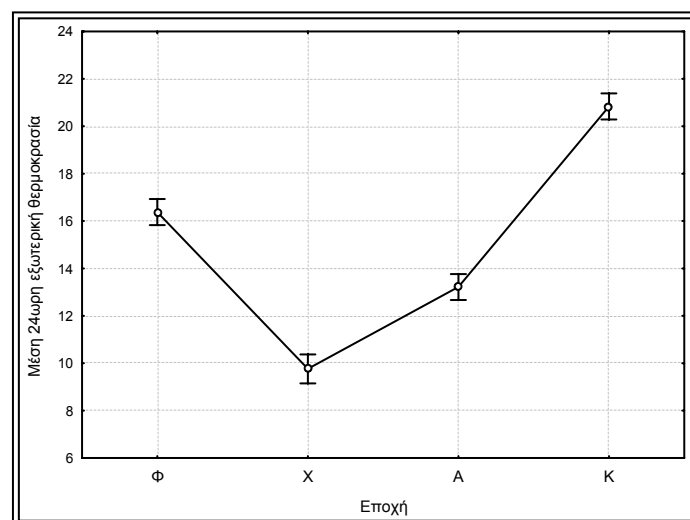
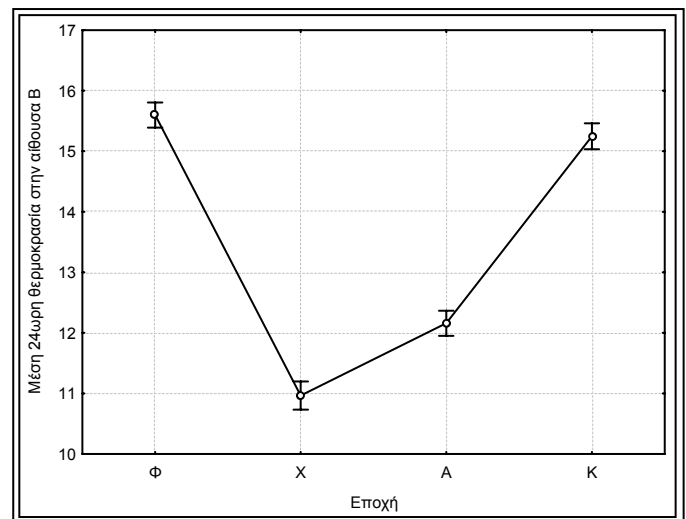
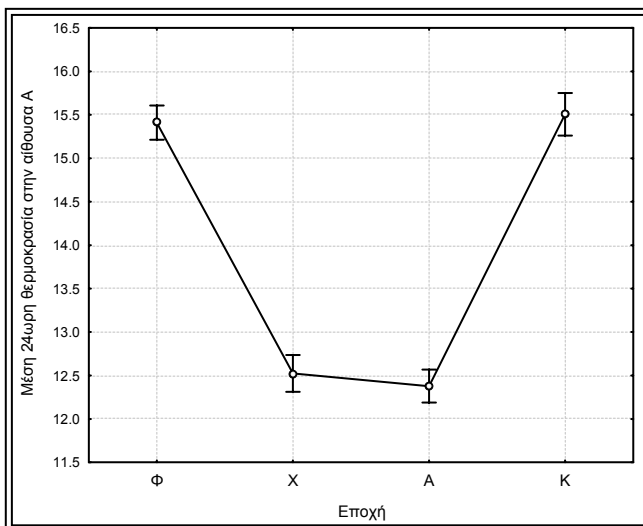
Πίνακας 3.1. Tukey HSD Post Hoc test για εποχιακή διαφοροποίηση της θερμοκρασιακής διαφοράς των αιθουσών Α και Β. Οι στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των εποχών υποδεικνύονται με έντονο χρώμα.

Εποχή	Φ	Χ	Α
Χ	0.000008		
Α	0.567876	0.000008	
Κ	0.646898	0.000008	0.999696

Η εποχιακή διαφοροποίηση των μέσων 24ωρων θερμοκρασιών στις αίθουσες Α και Β και της μέσης 24ωρης εξωτερικής θερμοκρασίας εξετάστηκε με παραμετρική ανάλυση διασποράς (ANOVA) και φάνηκε ότι είναι στατιστικά σημαντική (αίθουσα Α: $F(3, 302)=267.85, p=0.0000$, αίθουσα Β: $F(3, 341)=424.07, p=0.0000$, εξωτερική: $F(3, 346)=260.32, p=0.0000$). Ακολούθως εφαρμόστηκε Post Hoc Tukey HSD Test για να φανεί μεταξύ ποιανών εποχών διαφέρει σημαντικά η θερμοκρασία (**Πίνακας 3.2, Γράφημα 3.4**).

Πίνακας 3.2. Αποτελέσματα Post hoc Tukey HSD test για τη μέση εικοσιτετράωρη θερμοκρασία στις αίθουσες Α και Β και έξω από το σπηλαιο και την εποχή κατά την διάρκεια της μελέτης. Όπου **Φ**: φθινόπωρο, **Χ**: χειμώνας, **Α**: άνοιξη και **Κ**: καλοκαίρι. Οι στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των εποχών υποδεικνύονται με έντονο χρώμα.

		Φ	Χ	Α
Αίθουσα Α	Χ	0.000008		
	Α	0.000008	0.742960	
	Κ	0.930912	0.000008	0.000008
Αίθουσα Β	Χ	0.000008		
	Α	0.000008	0.000008	
	Κ	0.093415	0.000008	0.000008
Εξωτερικό του σπηλαίου	Χ	0.000008		
	Α	0.000008	0.000008	
	Κ	0.000008	0.000008	0.000008



Γράφημα 3.4. Η εποχιακή διαφοροποίηση της μέσης εικοσιτετράωρης θερμοκρασίας στις αίθουσες Α και Β και της εξωτερικής αντίστοιχα. Απεικονίζονται οι μέσοι όροι και τα κατά 95% διαστήματα εμπιστοσύνης.

Όπως φαίνεται από το **Γράφημα 3.4** και τον **Πίνακα 3.2** η μέση 24ωρη θερμοκρασία της Α αίθουσας του φθινοπώρου και του καλοκαιριού διαφέρει στατιστικά σημαντικά από αυτήν του χειμώνα και της άνοιξης ενώ η θερμοκρασία του χειμώνα δεν διαφοροποιείται από αυτήν της άνοιξης ούτε η θερμοκρασία του καλοκαιριού από αυτήν του φθινοπώρου. Οι μεγαλύτερες θερμοκρασίες επικρατούν το φθινόπωρο και το καλοκαίρι. Η μέση 24ωρη θερμοκρασία στη Β διαφοροποιείται σημαντικά μεταξύ όλων των εποχών πλην του φθινοπώρου και του καλοκαιριού. Η μέση 24ωρη θερμοκρασία έξω από το σπήλαιο διαφοροποιείται σημαντικά μεταξύ όλων των εποχών με τις μεγαλύτερες θερμοκρασίες να σημειώνονται το καλοκαίρι.

Η σχετική υγρασία παρέμενε σταθερή και ίση με 100% μέσα στις αίθουσες Α και Β του σπηλαίου καθ' όλη την διάρκεια των παρατηρήσεων.

3.1.2. Χρήση σπηλαίου από τις νυχτερίδες

Κατά την διεξαγωγή της έρευνας παρατηρήθηκαν μέσα στο σπήλαιο άτομα από 7 είδη 3 οικογενειών χειροπτέρων (Rhinolophidae: *Rhinolophus ferrumequinum*, *Rhinolophus hipposideros*, *Rhinolophus blasii*, Vespertilionidae: *Myotis emarginatus*, *Myotis blythi*, *Plecotus sp.*-Miniopteridae: *Miniopterus schreibersii*). Παρατηρήθηκε ότι το σπήλαιο αυτό αποτελεί θέση διαχείμασης και αναπαραγωγής για έναν σχετικά μεγάλο αριθμό ατόμων του είδους *Rhinolophus ferrumequinum* (14 έως τουλάχιστον 250 άτομα), περιοχή διαχείμασης για μερικά άτομα του είδους *Rhinolophus hipposideros* (1 έως 11 άτομα) και πιθανόν περιοχή αναπαραγωγής για κάποια άτομα αυτού του είδους και περιοχή αναπαραγωγής για λίγα άτομα του είδους *Myotis emarginatus* (≈ 20 άτομα).

Τα άτομα του είδους *R. ferrumequinum* χρησιμοποιούν το σπήλαιο καθ' όλη την διάρκεια του έτους. Τους χειμερινούς μήνες βρίσκονται συνήθως σε ημερήσιο λήθαργο ή λήθαργο μεγαλύτερης διάρκειας ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες και από την άνοιξη έως το φθινόπωρο δημιουργούν αναπαραγωγική αποικία (nursery colony), καθώς συγκεντρώνονται θηλυκά από άλλες θέσεις διαχείμασης για να γεννήσουν και να αναθρέψουν τα νεογνά τους.

Άτομα του είδους *R. hipposideros* βρίσκονται μέσα στο σπήλαιο κυρίως κατά τη διάρκεια του χειμώνα ενώ τη θερινή περίοδο, από τις 20 Απριλίου έως τις 23 Σεπτεμβρίου του 2005, μόνο σε δύο περιπτώσεις κατά τη διάρκεια δειγματοληψιών με δίχτυα συνελήφθησαν άτομα αυτού του είδους από τα οποία τα 2 ενήλικα θηλυκά θήλαζαν.

Το είδος *Myotis blythi* παρατηρήθηκε μόνο κατά τους θερμούς μήνες (από 20 Απριλίου-11 Σεπτέμβρη του 2005) σε μικρούς αριθμούς μέσα στην αίθουσα Α του σπηλαίου. Το είδος αυτό δεν φάνηκε να δημιουργεί αναπαραγωγική αποικία ούτε παρατηρήθηκαν νεογέννητα ή ανήλικα άτομα. Η μόνη ένδειξη που υπάρχει για το αντίθετο είναι η σύλληψη ενός ατόμου το οποίο ήταν σε

περίοδο γαλουχίας. Το άτομο αυτό όμως είναι πιθανόν να προέρχεται από άλλη αναπαραγωγική αποικία και να είχε εισέλθει μέσα στο σπήλαιο την ημέρα της δειγματοληψίας.

Άτομα των ειδών *Rhinolophus blasii*, *Miniopterus schreibersii* και του γένους *Plecotus* παρατηρήθηκαν μέσα στο σπήλαιο μόνο περιστασιακά και σε πολύ μικρό αριθμό (Πίνακας 3.3).

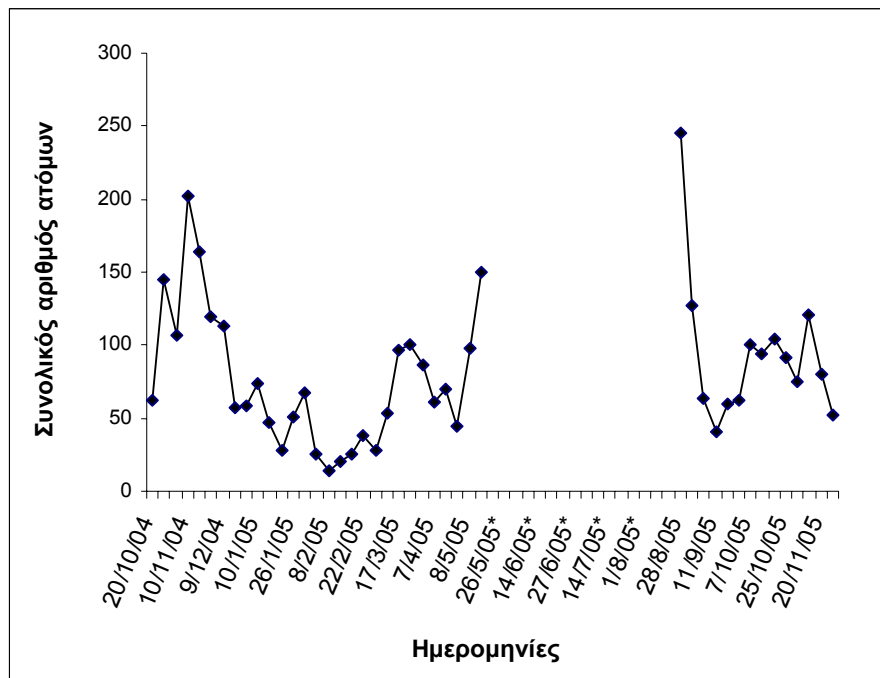
Πίνακας 3.3. Μέγιστος αριθμός ενήλικων ατόμων κάθε είδους που εντοπίστηκαν σε μία παρατήρηση, κατά την διάρκεια της μελέτης και οι ημερομηνίες ή χρονικές περίοδοι κατά τις οποίες παρατηρήθηκε κάθε είδος μέσα στο σπήλαιο.

Είδος	Ημερομηνίες παρατηρήσεων ή συλλήψεων	Μέγιστος αριθμός ατόμων που παρατηρήθηκαν
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Όλο το έτος	> 250
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Όλο το έτος εκτός το καλοκαίρι κατά το οποίο παρατηρήθηκε περιστασιακά	11
<i>Rhinolophus blasii</i>	20 Απριλίου'05, 7 Οκτωβρίου '05, 25 Οκτωβρίου'05	1
<i>Myotis emarginatus</i>	7 Απριλίου'05 έως 14 Ιουλίου'05	≈20
<i>Myotis blythi</i>	20 Απριλίου'05 έως 11 Σεπτεμβρίου'05	10
<i>Miniopterus schreibersii</i>	20 και 24 Νοεμβρίου'05, 27 Ιουνίου'05	1
<i>Plecotus sp</i>	28 Φεβρουαρίου'05, 7 και 20 Οκτωβρίου'05	2

3.2. *Rhinolophus ferrumequinum*

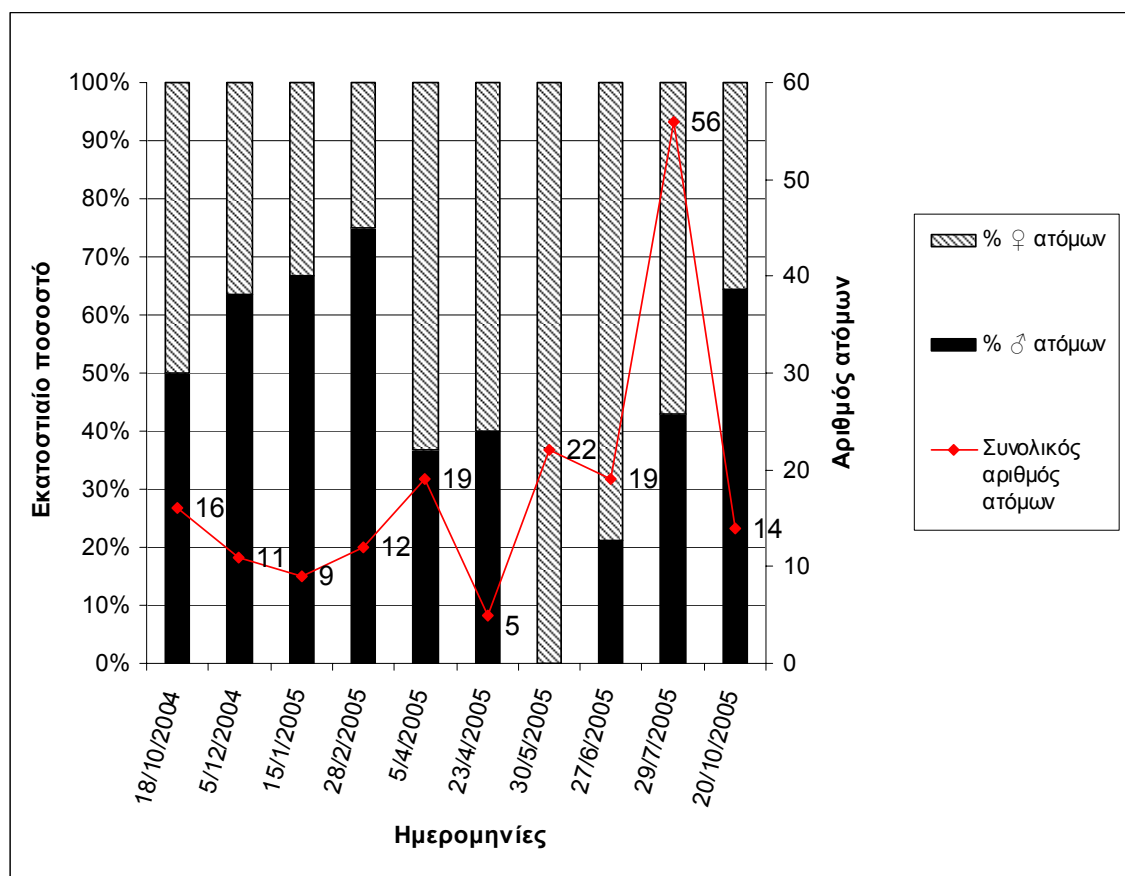
3.2.1. Δυναμική της αποικίας

Η μεταβολή του πληθυσμού του *R. ferrumequinum* κατά τη διάρκεια της μελέτης, εκτός των παρατηρήσεων της θερμής περιόδου, όπου η καταμέτρηση των ατόμων ήταν αδύνατη, απεικονίζεται στο **Γράφημα 3.5**. Το μέγεθος του πληθυσμού παρουσιάζει έντονες διακυμάνσεις και διαφοροποιείται φανερά μεταξύ χειμερινής και θερμής περιόδου. Ο ελάχιστος αριθμός ατόμων που βρέθηκαν είναι 14 άτομα στις 8 Φεβρουαρίου 2005 ενώ το καλοκαίρι του ίδιου έτους η αποικία αποτελούνταν από τουλάχιστον 250 ενήλικα άτομα. Όσον αφορά την χειμερινή περίοδο, φαίνεται ότι το μέγεθος της αποικίας είναι αυξημένο από τα τέλη Οκτώβρη 2004 έως τις αρχές Δεκεμβρίου 2004, όπου ο ελάχιστος αριθμός ατόμων που παρατηρήθηκε ήταν 107 άτομα στις 3 Νοεμβρίου και ο μέγιστος 202 άτομα στις 10 Νοεμβρίου 2004. Αυξημένος επίσης ήταν, αν και το μέγεθος της αποικίας ήταν μικρότερο από ότι το φθινόπωρο του 2004 και στα τέλη Οκτώβρη και τον Νοέμβριο του 2005, όπου ο αριθμός ξεπερνούσε τα 52 άτομα, ενώ στις 19 Οκτωβρίου, στις 11 Νοεμβρίου και στις 28 Νοεμβρίου αυτού του έτους, υπήρχαν περισσότερα από 100 άτομα μέσα στο σπήλαιο. Το ακριβές μέγεθος του πληθυσμού το καλοκαίρι, από μέσα Μάη μέχρι μέσα Αυγούστου, ίσως ήταν πολύ μεγαλύτερο αλλά δεν ήταν δυνατό να υπολογιστεί, λόγω της έντονης πτητικής δραστηριότητας των ατόμων εκείνη την περίοδο, που καθιστούσε αδύνατη την καταμέτρησή τους.



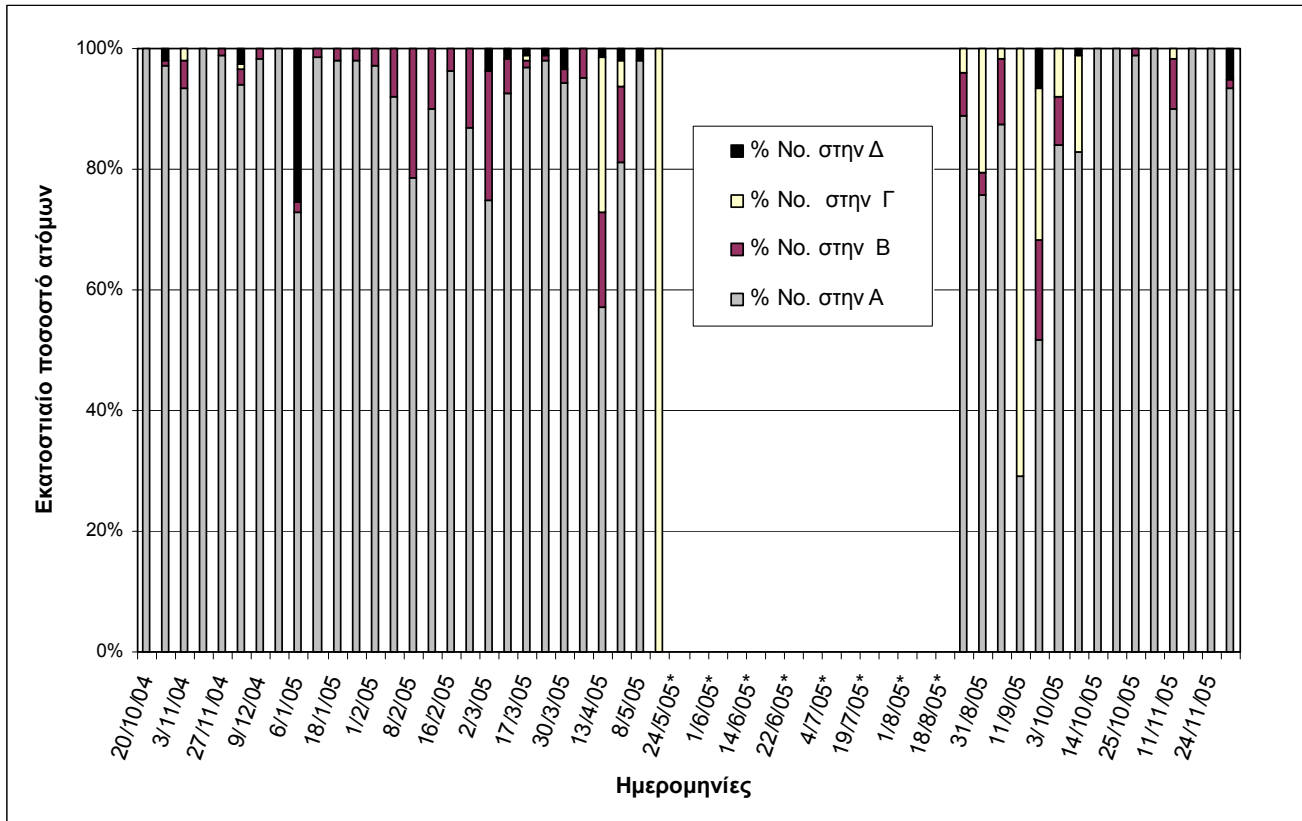
Γράφημα 3.5. Μεταβολή του πληθυσμού του *R. ferrumequinum* κατά την περίοδο της μελέτης (Οι ημερομηνίες κατά τις οποίες η καταμέτρηση των ατόμων ήταν αδύνατη συμβολίζονται με *).

Η αναλογία αρσενικών – θηλυκών ατόμων του είδους παρουσίαζε επίσης εποχική διαφοροποίηση κατά την περίοδο μελέτης. Κατά τις συλλήψεις που πραγματοποιήθηκαν, το φθινόπωρο και το χειμώνα, στην αποικία υπήρχαν και θηλυκά και αρσενικά άτομα, ενώ στο τέλος του Μαΐου του 2005 συνελήφθησαν μόνο θηλυκά και κανένα αρσενικό άτομο. Από τα τέλη Ιουνίου του 2005 και έπειτα υπάρχει πάλι παρουσία αρσενικών ατόμων στην αποικία (**Γράφημα 3.6**).



Γράφημα 3.6. Έκταστοιαιό ποσοστό θηλυκών και αρσενικών ατόμων του *R. ferrumequinum*, επί του συνόλου των συλλήψεων, και συνολικός αριθμός ατόμων, κατά τις δειγματοληψίες.

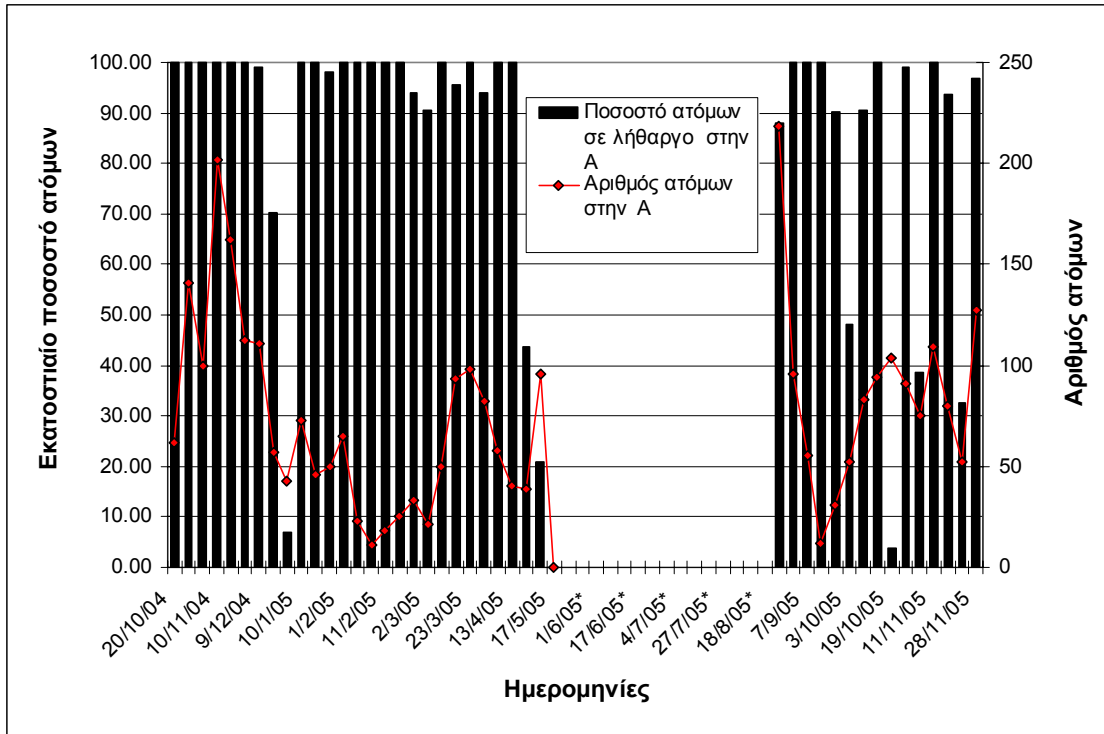
Κατά τις παρατηρήσεις που πραγματοποιήθηκαν πριν τη δύση του ήλιου και την έξοδο των νυχτερίδων και από την επεξεργασία των πρωτογενών στοιχείων έγινε φανερό ότι το μεγαλύτερο ποσοστό ατόμων του *R. ferrumequinum* χρησιμοποιεί την αίθουσα Α, πολύ μικρότερο ποσοστό τη Β, ενώ το είδος αυτό έχει βρεθεί λίγες φορές στην αίθουσα Δ και μόνο την άνοιξη και το φθινόπωρο στην αίθουσα Γ. Ο αριθμός των ατόμων που χρησιμοποιούν την αίθουσα Β φαίνεται λίγο αυξημένος το μήνα Φεβρουάριο και στις αρχές Μαρτίου (του 2005). Από αρχές Μαΐου μέχρι τέλη Αυγούστου το είδος αυτό χρησιμοποιούσε μόνο τις αίθουσες Γ και Α (**Γράφημα 3.7**). Η θερμή περίοδος δεν συμπεριλαμβάνεται στο γράφημα λόγω της αδυναμίας καταμέτρησης νυχτερίδων.



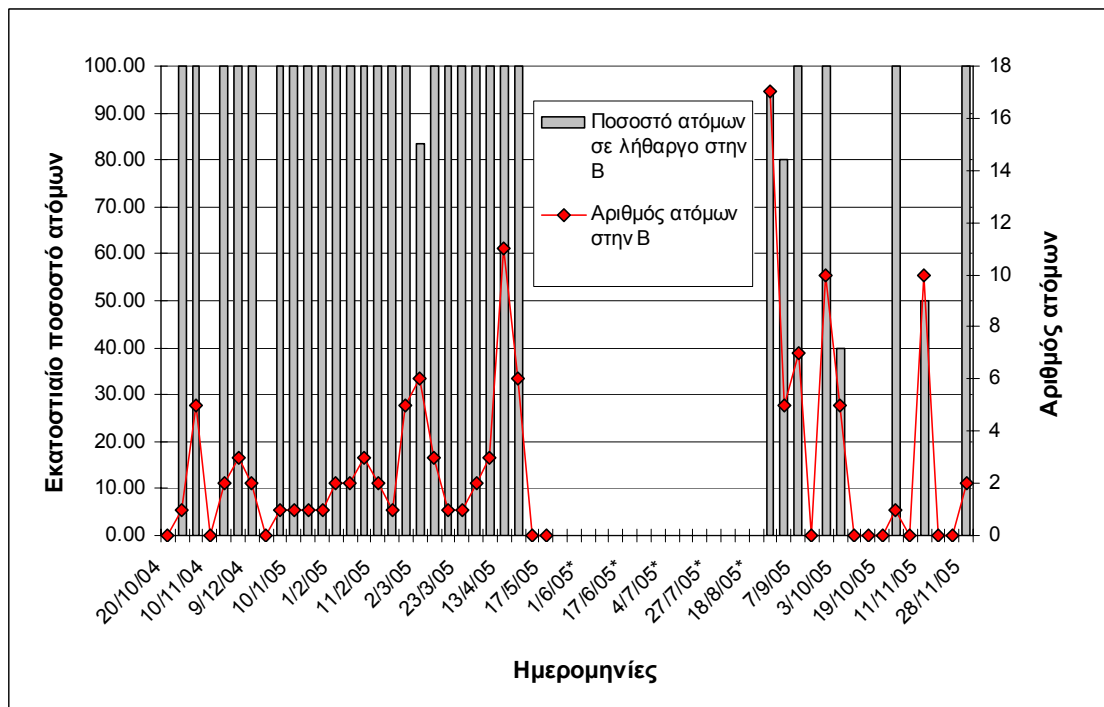
Γράφημα 3.7. Ποσοστιαία κατανομή του *R. ferrumequinum* στις αίθουσες του σπηλαιού, κατά τις παρατηρήσεις, πριν την έξοδο των νυχτερίδων (Οι ημερομηνίες κατά τις οποίες η καταμέτρηση των ατόμων ήταν αδύνατη συμβολίζονται με*).

Επειδή το *R. ferrumequinum* ελάχιστα χρησιμοποιούσε τις αίθουσες Γ και Δ, θα εξεταστούν τα στοιχεία που αφορούν στις αίθουσες Α και Β, αλλά και στο σπήλαιο συνολικά.

Στην αίθουσα Α οι περιπτώσεις κατά τις οποίες σημειώθηκε δραστηριότητα, πριν τη δύση του ήλιου, ήταν πιο πολλές. Από τις 42 περιπτώσεις που παρατηρήθηκαν άτομα σε αυτήν την αίθουσα πριν την έξοδο των νυχτερίδων, τις 19 αναφέρθηκε δραστηριότητα (στο 45 % των περιπτώσεων), ενώ στις 23 υπόλοιπες περιπτώσεις όλες οι νυχτερίδες παρέμεναν ανενεργές (**Γράφημα 3.8**). Στην αίθουσα Β, από τις 31 περιπτώσεις που παρατηρήθηκαν άτομα του είδους πριν τη δύση του ήλιου, μόνο κατά τις 3 από αυτές (στο 9,67 % δηλαδή των περιπτώσεων) υπήρχαν κάποια άτομα που δεν ήταν σε λήθαργο (**Γράφημα 3.9**). Όπως φαίνεται επίσης από τα γραφήματα αυτά, το φθινόπωρο του 2004 (τέλη Οκτώβρη – Νοέμβριο) στις περισσότερες παρατηρήσεις, το ποσοστό των ανενεργών ατόμων στο σπήλαιο είναι μεγαλύτερο από αυτό που καταγράφηκε το φθινόπωρο του 2005.

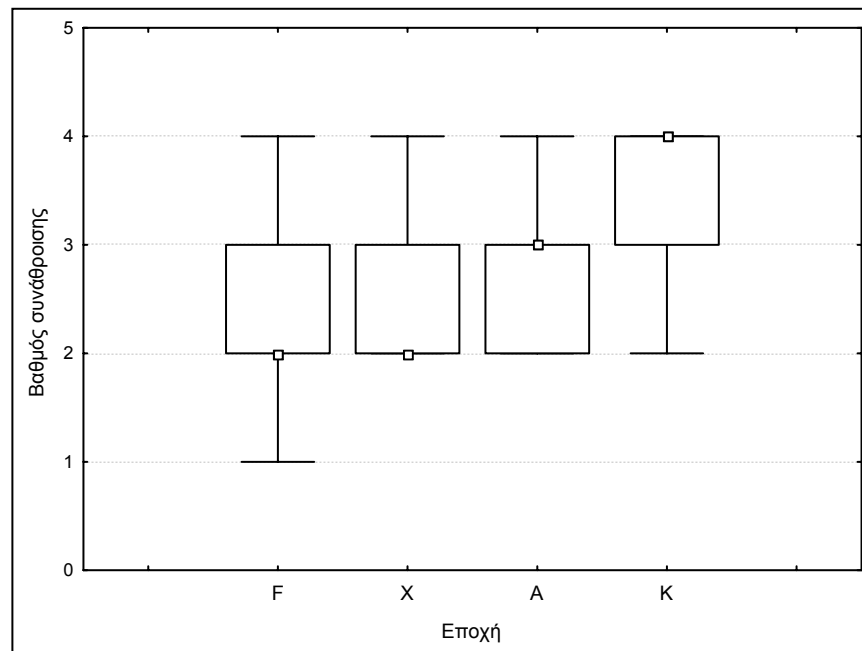


Γράφημα 3.8. Αριθμός ατόμων *R. ferrumequinum* στην αίθουσα A, πριν τη δύση του ήλιου και το εκατοστιαίο ποσοστό των ατόμων αυτών που βρίσκονται σε λήθαργο (Με * συμβολίζονται οι ημερομηνίες κατά τις οποίες η καταμέτρηση των ατόμων ήταν αδύνατη).



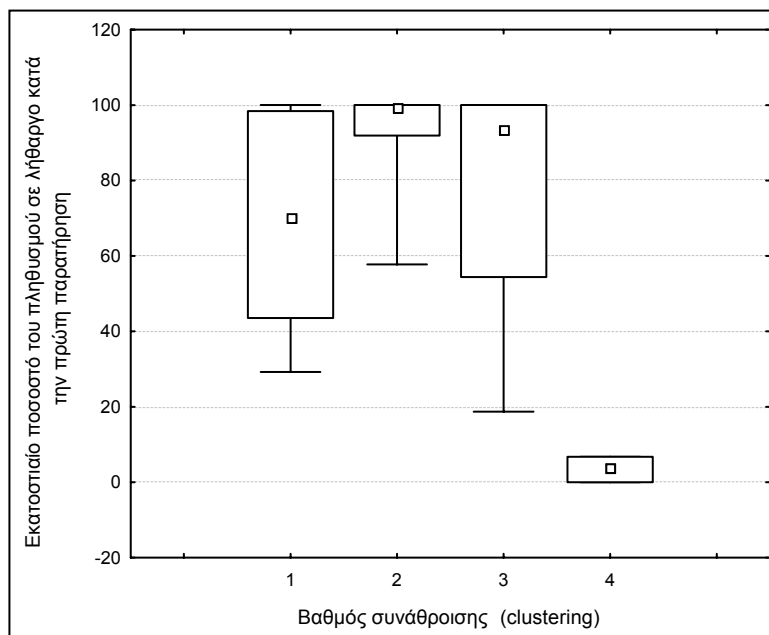
Γράφημα 3.9. Αριθμός ατόμων *R. ferrumequinum* στην αίθουσα B, πριν τη δύση του ήλιου και το εκατοστιαίο ποσοστό των ατόμων αυτών που βρίσκονται σε λήθαργο (Με * συμβολίζονται οι ημερομηνίες κατά τις οποίες η καταμέτρηση των ατόμων ήταν αδύνατη).

Όσον αφορά στο βαθμό συνάθροισης (clustering), από τον Οκτώβριο του 2004 μέχρι και το τέλος Μαρτίου του 2005, οι νυχτερίδες δημιουργούσαν αραιές ή μέτριες συναθροίσεις (κατηγορία 2 και 3). Τον Απρίλιο και μέχρι τα μέσα Μαΐου παρατηρήθηκε ένα μέρος του πληθυσμού σε έντονη συνάθροιση στην αίθουσα Γ, όπου τα μικροκλιματικά χαρακτηριστικά παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις και επηρεάζονται από τις εξωτερικές συνθήκες, ενώ στις 17 Μαΐου, παρατηρήθηκε έντονη συνάθροιση ολόκληρου του πληθυσμού στην αίθουσα Γ. Με την αρχή των γεννήσεων και μέχρι τα μέσα Αυγούστου τα άτομα του είδους δημιουργούσαν έντονες συναθροίσεις μόνο στην αίθουσα Α. Έντονη συνάθροιση, στην αίθουσα Α, σημειώθηκε μόνο σε δύο παρατηρήσεις εκτός αυτής της περιόδου, στις 6 Ιανουαρίου και στις 19 Οκτωβρίου του 2005. Μόνο σε λίγες περιπτώσεις, στις αρχές του δεύτερου φθινοπώρου, δεν παρατηρήθηκε η δημιουργία κάποιου είδους συνάθροισης των ατόμων. Τα στοιχεία που ελέγχθηκαν στατιστικά για τον βαθμό συνάθροισης (clustering), αφορούν μόνο την αίθουσα Α, καθώς στην αίθουσα Β δεν παρατηρήθηκε η δημιουργία συνάθροισης σε καμία περίπτωση. Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση του βαθμού συνάθροισης, μεταξύ καλοκαιριού και φθινοπώρου-χειμώνα, με τις πιο έντονες συναθροίσεις να σημειώνονται το καλοκαίρι όπως αποδεικνύεται και στατιστικά με τη χρήση μη παραμετρικού στατιστικού test Kruskal-Wallis με ανεξάρτητη (κατηγορική) μεταβλητή την εποχή (χειμώνας: **W**, άνοιξη: **Spr.**, καλοκαίρι: **S**, φθινόπωρο: **Au**) και εξαρτημένη το βαθμό συνάθροισης: $H(3, N=51) = 13.02051$, $p=0.0046$ (**Γράφημα 3.10**).



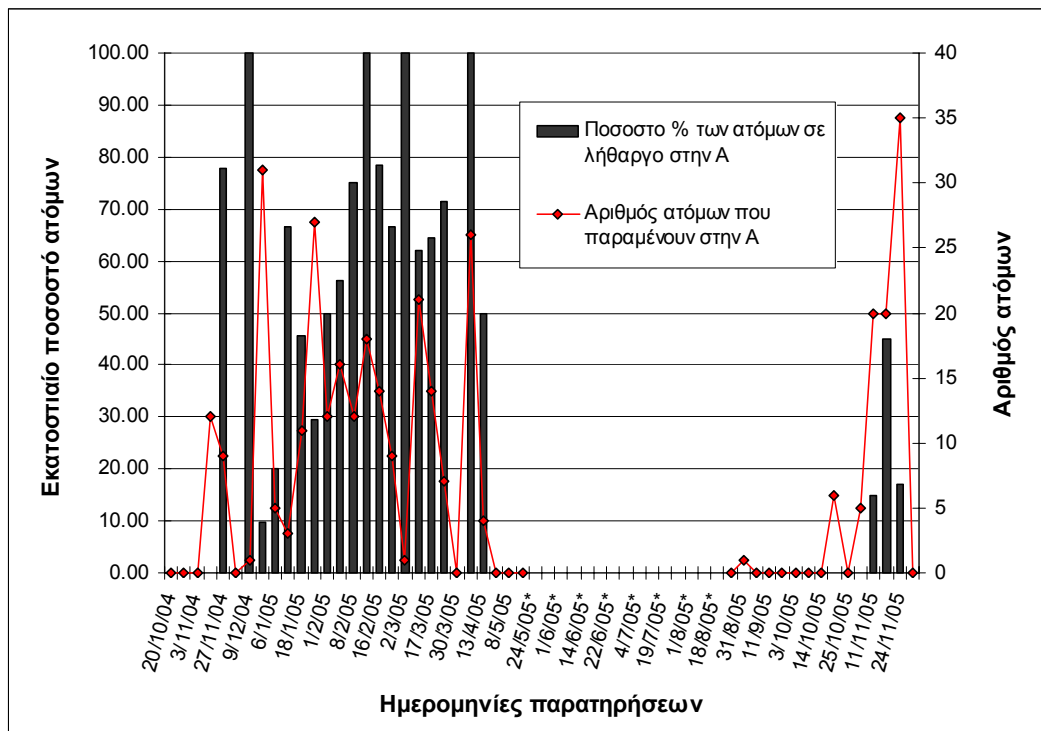
Γράφημα 3.10. Box-Whisker plot για την εποχιακή διαφοροποίηση του βαθμού συνάθροισης στην αίθουσα Α. Απεικονίζονται οι διάμεσοι, το 25%-75% των τιμών και τα ελάχιστα-μέγιστα.

Ο βαθμός συνάθροισης επίσης φαίνεται να σχετίζεται με τη δραστηριότητα των νυχτερίδων. Κατά την διάρκεια της ημέρας ακόμα και κατά τη χειμερινή περίοδο, παρατηρήθηκε ότι τα άτομα μέσα σε ένα cluster παρέμεναν συνήθως ενεργά ενώ τα μεμονωμένα βρισκόντουσαν σε λήθαργο. Συγκεκριμένα, όταν οι νυχτερίδες δημιουργούσαν πυκνό cluster (βαθμός συνάθροισης: 4) το ποσοστό των ατόμων σε λήθαργο ήταν πολύ μικρότερο, ενώ δεν φαίνεται να διαφοροποιείται μεταξύ των υπόλοιπων κατηγοριών συνάθροισης (**Γράφημα 3.11**). Εφαρμόστηκε μη παραμετρική ανάλυση διασποράς με ανεξάρτητη (κατηγορική) μεταβλητή τον βαθμό συνάθροισης και εξαρτημένη μεταβλητή το ποσοστό ατόμων που είναι σε λήθαργο, πριν τη δύση του ήλιου, κατά τη χειμερινή περίοδο (Kruskal-Wallis test $H(3, N=42) = 12.00097 p = 0.0074$).

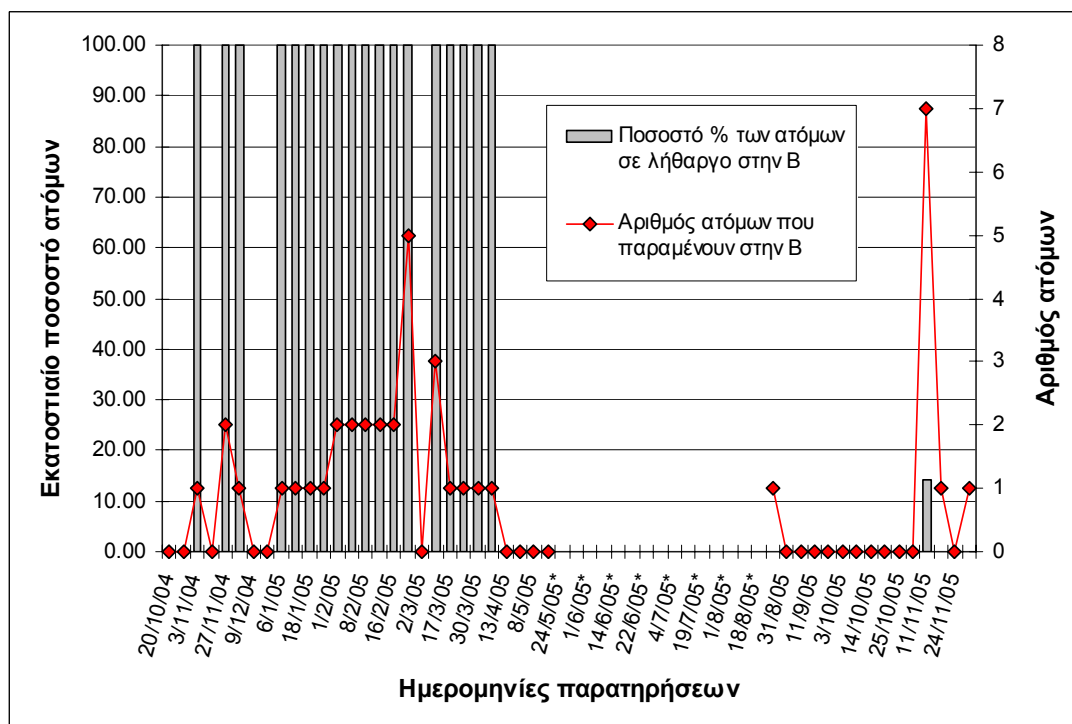


Γράφημα 3.11. Box-Whisker plot για το ποσοστό του πληθυσμού που βρίσκεται σε λήθαργο, πριν τη δύση του ήλιου, στην Α αίθουσα, για κάθε κατηγορία συνάθροισης. Απεικονίζονται οι διάμεσοι, τα διαστήματα 25%-75% των τιμών και τα ελάχιστα-μέγιστα.

Μετά τη δύση του ήλιου, σε 26 από τις συνολικές παρατηρήσεις που έγιναν, κάποια από τα άτομα του είδους παρέμειναν στην αίθουσα Α. Στις 22 από τις περιπτώσεις αυτές υπήρχε δραστηριότητα, ενώ μόνο στις 4 (μεταξύ Δεκεμβρίου 2004 και Απριλίου 2005) όλα τα άτομα που παρέμειναν μέσα στην αίθουσα ήταν ανενεργά (**Γράφημα 3.12**). Από τις 22 περιπτώσεις που παρατηρήθηκαν άτομα στην αίθουσα Β, μετά τη νυχτερινή έξοδο, μόνο σε μία από αυτές (11 Νοεμβρίου 2005) κάποια άτομα ήταν ενεργά (**Γράφημα 3.13**).



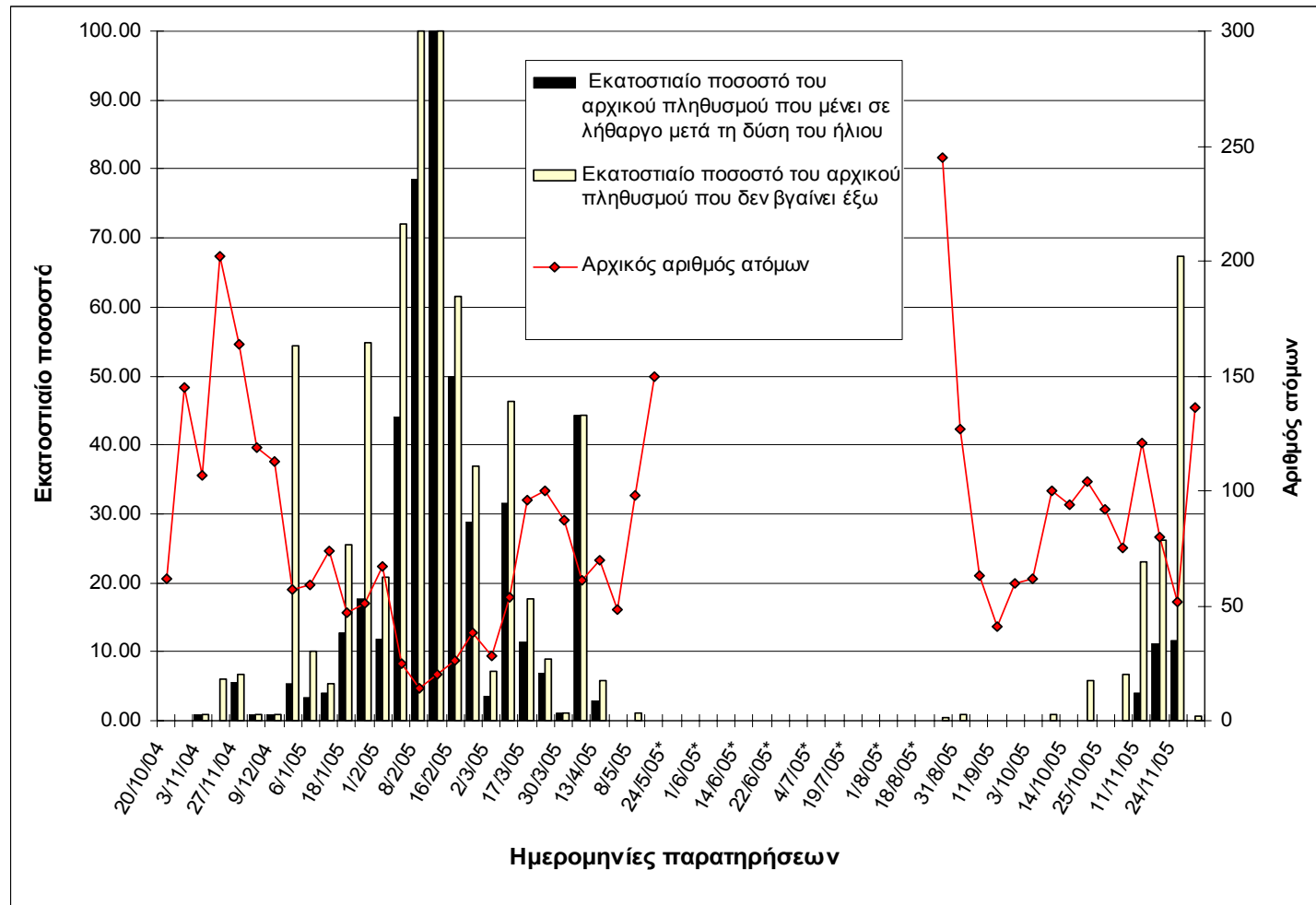
Γράφημα 3.12. Αριθμός των ατόμων του *R. ferrumequinum* που παραμένουν μέσα στην αίθουσα Α, μετά τη βραδινή έξοδο και το εκατοστιαίο ποσοστό των ατόμων αυτών που είναι σε λήθαργο (Με * συμβολίζονται οι ημερομηνίες, κατά τις οποίες η καταμέτρηση των ατόμων ήταν αδύνατη).



Γράφημα 3.13. Αριθμός των ατόμων του *R. ferrumequinum* που παραμένουν μέσα στην αίθουσα Β, μετά τη βραδινή έξοδο και εκατοστιαίο ποσοστό των ατόμων αυτών που είναι σε λήθαργο (Με * συμβολίζονται οι ημερομηνίες κατά τις οποίες η καταμέτρηση των ατόμων ήταν αδύνατη).

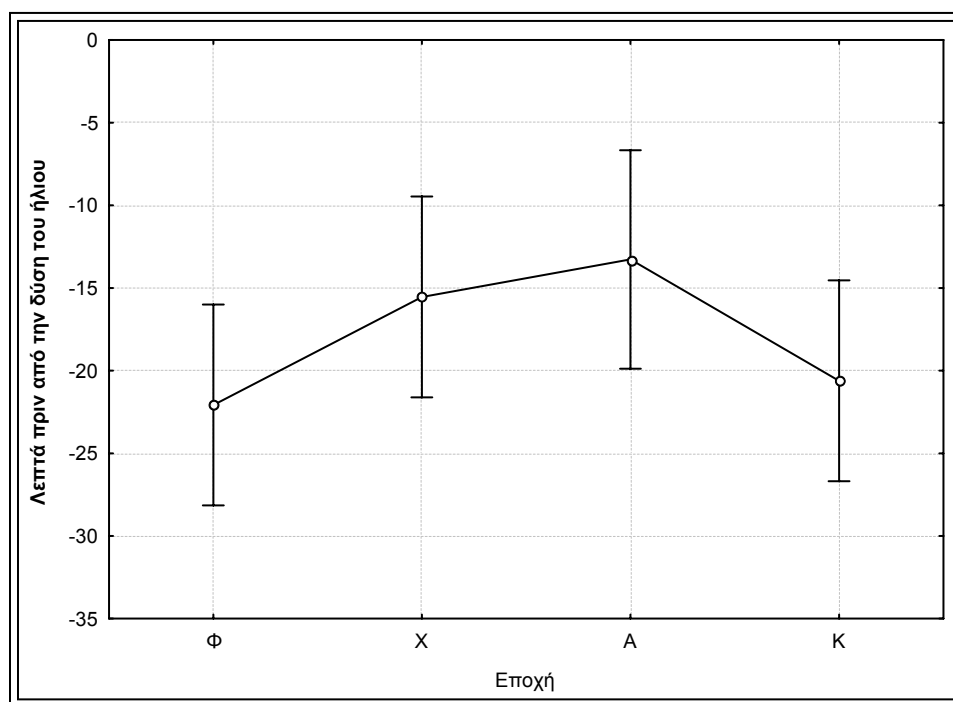
Σε όλες τις περιπτώσεις, κατά τη δεύτερη παρατήρηση, υπήρχαν ενεργά άτομα του είδους, μετά τη νυχτερινή έξοδο των νυχτερίδων, εκτός από μία μοναδική περίπτωση στις 11 Φεβρουαρίου 2005 που κανένα άτομο δεν βγήκε έξω και παρέμειναν όλα ανενεργά (**Γράφημα 3.14**). Το γεγονός αυτό δεν σημαίνει ότι κανένα άτομο δεν δραστηριοποιήθηκε κατά τη διάρκεια της νύχτας ή πριν το επόμενο ξημέρωμα. Από αυτά, 3 άτομα που ήταν μέσα στο σπήλαιο, κατά την πρώτη παρατήρηση, ξύπνησαν, δραστηριοποιήθηκαν και ξαναέπεσαν σε λήθαργο λίγο αργότερα καθώς βρέθηκαν μέσα στο σπήλαιο κατά τη δεύτερη παρατήρηση σε διαφορετική θέση ή σε διαφορετική στάση από την αρχική.

Μόνο σε δύο περιπτώσεις παρατηρήθηκε άτομο σε συνεχόμενο λήθαργο για περισσότερο της μίας ημέρας. Συγκεκριμένα, ένα άτομο στην Δ αίθουσα παρέμεινε στην ίδια θέση για 6 τουλάχιστον μέρες χωρίς να δραστηριοποιηθεί (17 έως 23 Μαρτίου του 2005) και ένα άτομο στην Α αίθουσα το οποίο παρέμεινε ανενεργό για 3 μέρες τουλάχιστον (5 έως 7 Απριλίου του 2005). Το δεύτερο αυτό άτομο συνελήφθη και δακτυλιώθηκε στις 5 Απριλίου και έπειτα αφού απελευθερώθηκε έμεινε μέσα στο σπήλαιο σε λήθαργο. Και οι δύο περιπτώσεις αναφέρθηκαν στην αρχή της άνοιξης και ενώ οι κλιματικές συνθήκες ήταν ευνοϊκότερες απ'ότι νωρίτερα, το χειμώνα. Επίσης, μόνο σε δύο περιπτώσεις δεν εγκατέλειψε το σπήλαιο καμία νυχτερίδα κατά τη δύση του ήλιου: στις 8 Φεβρουαρίου που υπήρχαν κάποια ενεργά άτομα και στις 11 Φεβρουαρίου, που ήταν όλα ανενεργά (**Γράφημα3.14**).



Γράφημα 3.14. Αρχικός αριθμός ατόμων του *R. ferrumequinum* στο σπήλαιο (πριν την έξοδο) και εκατοστιαίο ποσοστό αυτού που μένει μέσα στο σπήλαιο μετά την έξοδο και εκατοστιαίο ποσοστό αυτού που μένει σε λήθαργο μετά την έξοδο (Με * συμβολίζονται οι ημερομηνίες κατά τις οποίες η καταμέτρηση των ατόμων ήταν αδύνατη).

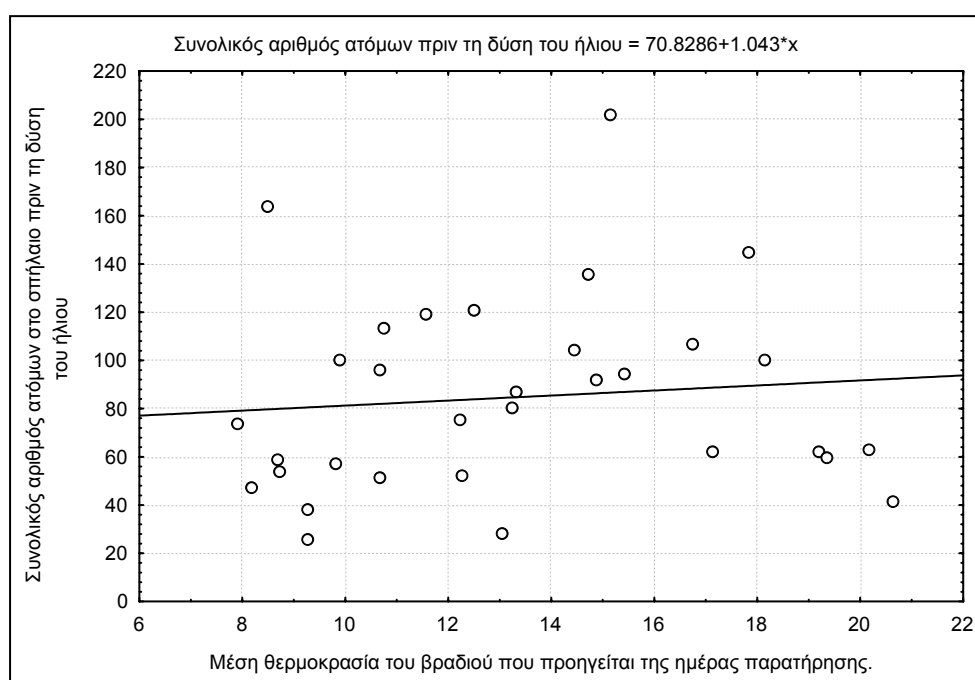
Σε όλες τις παρατηρήσεις που πραγματοποιήθηκαν, οι νυχτερίδες πριν εγκαταλείψουν τη θέση φωλιάσματος, δραστηριοποιούνταν και πετούσαν για κάποια λεπτά ανάμεσα στις αίθουσες του σπηλαίου ή από την μία έξοδο στην άλλη, χωρίς να αναχωρούν για αναζήτηση τροφής. Οι νυχτερίδες του είδους αυτού δραστηριοποιούνταν συνήθως πριν τη δύση του ήλιου (κατά μέσο όρο 18 λεπτά πριν). Υπήρξε και μέρα που δραστηριοποιήθηκαν 43 λεπτά πριν τη δύση του ήλιου, στις 31 Αυγούστου'05, αλλά και πολύ αργότερα, 8 λεπτά μετά τη δύση του ήλιου, στις 18 Ιανουαρίου'05. Η έναρξη της δραστηριότητας, η οποία εκφράστηκε σε λεπτά πριν (-) ή μετά (+) την ώρα δύσης του ήλιου, φάνηκε ότι τον χειμώνα και την άνοιξη πραγματοποιήθηκε λίγο πιο αργά από ότι το καλοκαίρι και το φθινόπωρο, αλλά δεν διαφοροποιείται στατιστικά σημαντικά ως προς την εποχή (ANOVA με ανεξάρτητη (κατηγορική) μεταβλητή την εποχή και εξαρτημένη την ώρα έναρξης της δραστηριότητας: $F(3, 46) = 1.7723$, $p=0.16567$, **Γράφημα 3.15**).



Γράφημα 3.15. Εποχιακή μεταβολή της ώρας έναρξης της δραστηριότητας του *R. ferrumequinum*. Φαίνονται οι μέσοι όροι και τα κατά 95% διαστήματα εμπιστοσύνης.

3.2.2. Επίδραση αβιοτικών παραγόντων στο μέγεθος του πληθυσμού του *Rhinolophus ferrumequinum* κατά τη χειμερινή περίοδο.

Ο συνολικός πληθυσμός του είδους μέσα στο σπήλαιο, κατά την περίοδο των παρατηρήσεων, εξετάστηκε, με συσχέτιση Spearman rank, ως προς τη μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά το βράδυ που προηγείται της ημερας παρατήρησης, με σκοπό να φανεί αν επηρεάζεται από αυτήν και σε ποιό βαθμό και προέκυψε ότι δεν συσχετίζεται στατιστικά σημαντικά με αυτήν (*Spearman R*=0.202, *p*=0.265). Στο **Γράφημα 3.16** απεικονίζεται ο συνολικός αριθμός ατόμων σε σχέση με τη μέση εξωτερική θερμοκρασία της νύχτας που προηγήθηκε της παρατήρησης.



Γράφημα 3.16. Μέση εξωτερική θερμοκρασία (°C) της νύχτας που προηγείται της ημέρας παρατήρησης σε σχέση με το συνολικό πληθυσμό του *R. ferrumequinum* τις ημέρες των παρατηρήσεων.

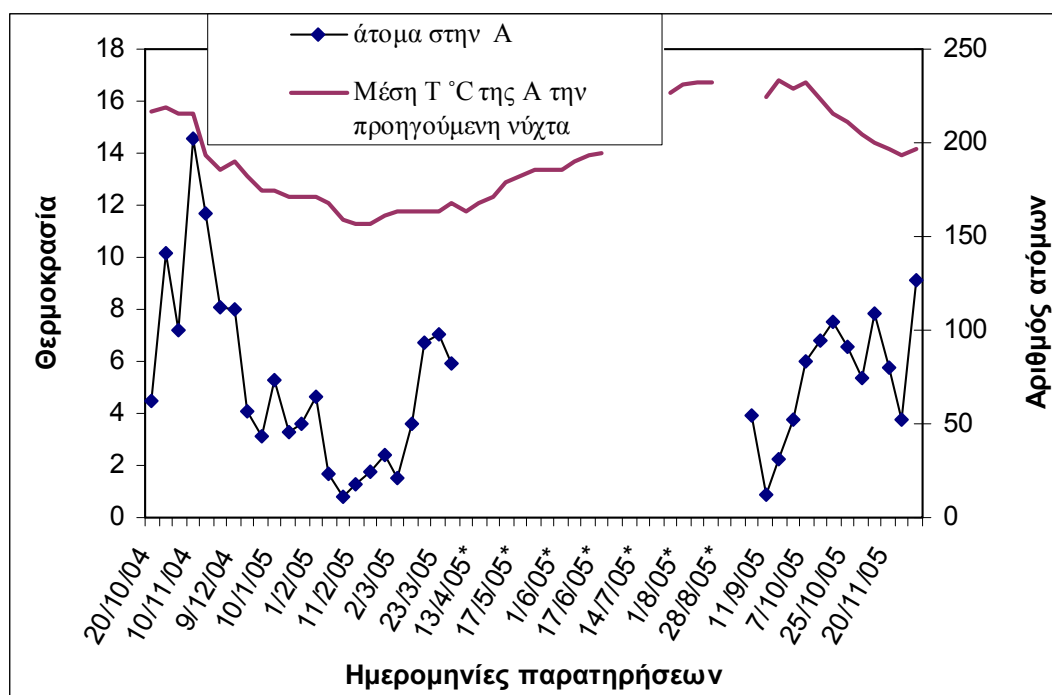
Παρόλο που δεν προέκυψε συσχέτιση του συνολικού αριθμού ατόμων στο σπήλαιο και της εξωτερικής θερμοκρασίας, στις 8 και 11 Φεβρουαρίου 2005, όπου οι θερμοκρασίες ήταν οι ελάχιστες που αναφέρθηκαν κατά τη διάρκεια της μελέτης στη δύση του ήλιου (3,9°C και 3,4°C αντίστοιχα, **Παράρτημα I, Πίνακας 2**) και οι ελάχιστες ανά εικοσιτετράωρο μέσες θερμοκρασίες που αναφέρθηκαν μέσα στο σπήλαιο και έξω (**Παράρτημα I, Πίνακας 1**), καταμετρήθηκαν και τα λιγότερα άτομα του είδους μέσα σε αυτό (14 και 20 άτομα αντίστοιχα).

Ο αριθμός των ατόμων που επέλεξαν την αίθουσα Α για να διημερεύσουν δεν εμφανίζει συσχέτιση με τη θερμοκρασία που επικρατεί σε αυτήν την αίθουσα το προηγούμενο βράδυ

(Spearman rank Correlation: $R=0.250$, $p=0.150$) ή κατά την προηγούμενη ημέρα (Spearman rank Correlation: $R=0.247$, $p=0.179$) ενώ δεν συσχετίζεται επίσης ούτε με την εξωτερική θερμοκρασία κατά την προηγούμενη νύχτα (Spearman rank Correlation: $R=0.098$, $p=0.590$, **Πίνακας 3.4**, **Γράφημα 3.17**). Επίσης, κανένας από τους παράγοντες που διερευνήθηκαν σε σχέση με τον αριθμό ατόμων της αίθουσας B, ούτε η εξωτερική θερμοκρασία κατά την προηγούμενη νύχτα (Spearman rank Correlation: $R=-0.100$, $p=0.585$), ούτε η θερμοκρασία στην B, κατά την προηγούμενη ημέρα (Spearman rank Correlation: $R=-0.142$, $p=0.437$) ή νύχτα (Spearman rank Correlation: $R=-0.041$, $p=0.821$), δεν συσχετίζονται στατιστικά σημαντικά με τον αριθμό των ατόμων που βρίσκονται εκεί την ημέρα της παρατήρησης (**Πίνακας 3.4**).

Πίνακας 3.4. Αποτελέσματα του ελέγχου Spearman rank για τη συσχέτιση της μέσης θερμοκρασίας κατά τη νύχτα που προηγείται της ημέρας παρατήρησης και κατά την ημέρα που προηγείται της ημέρας παρατήρησης σε κάθε αίθουσα και της μέσης εξωτερικής θερμοκρασίας της νύχτας που προηγείται της ημέρας παρατήρησης, με τον πληθυσμό του *R. ferrumequinum* στις αίθουσες A και B, πριν τη δύση του ήλιου.

Συσχέτιση του αριθμού ατόμων στην αίθουσα A με τη:	Συντελεστής R	p
Μέση T (°C) στην αίθουσα A κατά το βράδυ που προηγείται της ημέρας παρατήρησης	0.250	0.150
Μέση T (°C) στην αίθουσα A κατά την ημέρα που προηγείται της ημέρας παρατήρησης	0.247	0.179
Μέση εξωτερική T (°C) κατά το βράδυ που προηγείται της ημέρας παρατήρησης	0.098	0.590
Συσχέτιση του αριθμού ατόμων στην αίθουσα B με τη:	Συντελεστής R	p
Μέση T (°C) στην αίθουσα B κατά το βράδυ που προηγείται της ημέρας παρατήρησης	-0.100	0.585
Μέση T (°C) στην αίθουσα B κατά την ημέρα που προηγείται της ημέρας παρατήρησης	-0.142	0.437
Μέση εξωτερική T (°C) κατά το βράδυ που προηγείται της ημέρας παρατήρησης	-0.041	0.821



Γράφημα 3.17. Ο αριθμός ατόμων του *R. ferrumequinum* της αίθουσας A και η μέση θερμοκρασία (°C) της A το βράδυ που προηγείται της ημέρας παρατήρησης (Με * συμβολίζονται οι ημερομηνίες των παρατηρήσεων της θερμής περιόδου).

3.2.3. Επίδραση των αβιοτικών παραγόντων στη δραστηριότητα του *Rhinolophus ferrumequinum*, κατά τη χειμερινή περίοδο

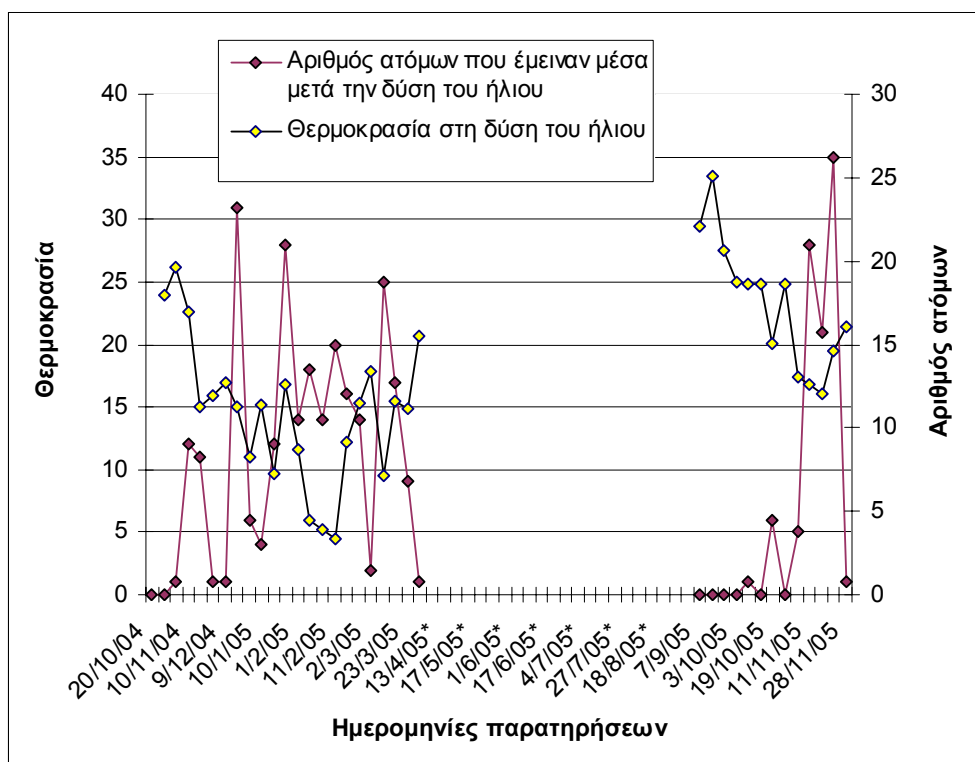
Η συσχέτιση της εκάστοτε εξωτερικής θερμοκρασίας και των εσωτερικών θερμοκρασιών μέσα στις αίθουσες του σπηλαίου με την κατάσταση των ατόμων (σε λήθαργο ή ενεργά), σε κάθε αίθουσα, πριν και μετά τη δύση του ήλιου και την αναχώρηση των νυχτερίδων, εξετάστηκε με το στατιστικό έλεγχο Spearman rank correlation. Πριν τη δύση του ηλίου το εκατοστιαίο ποσοστό ατόμων που μένουν ανενεργά στην αίθουσα A δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τη θερμοκρασία αυτής της αίθουσας είτε κατά την ίδια ημέρα ($R=-0.100$, $p=0.597$) είτε κατά την ημέρα που προηγείται της ημέρας παρατήρησης ($R=-0.076$, $p=0.688$), ούτε από την εξωτερική θερμοκρασία, είτε κατά το βράδυ που προηγείται της ημέρας παρατήρησης ($R=-0.038$, $p=0.836$), είτε κατά το 12ωρο που προηγείται αυτής ($R=-0.044$, $p=0.812$). Στην αίθουσα B η μέση θερμοκρασία της αίθουσας είτε κατά το 12ωρο που προηγείται της παρατήρησης, είτε κατά την ημέρα που προηγήθηκε της ημέρας παρατήρησης, παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση με το ποσοστό επί τοις % των ανενεργών ατόμων αυτής της αίθουσας (Spearman rank correlation: $R=-0.444$, $p=0.010$ και $R=-0.455$, $p=0.008$ αντίστοιχα). Αυτό το γεγονός δηλώνει ότι μείωση της θερμοκρασίας της αίθουσας έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του αριθμού των ατόμων που βρίσκονται σε λήθαργο σε αυτήν την αίθουσα. Αντιθέτως, η μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά το βράδυ που προηγήθηκε της ημέρας

παρατήρησης και κατά το 12ωρο που προηγείται της παρατήρησης δεν παρουσίασαν σημαντική συσχέτιση με το ποσοστό (%) των ανενεργών ατόμων αυτής της αίθουσας ($R=-0.229$, $p=0.206$ και $R=-0.203$, $p=0.263$ αντίστοιχα). (Πίνακας 3.5).

Πίνακας 3.5. Αποτελέσματα του ελέγχου Spearman rank correlation για τη συσχέτιση της μέσης θερμοκρασίας κατά το 12ωρο που προηγείται της παρατήρησης και κατά την ημέρα που προηγείται της ημέρας παρατήρησης, σε κάθε αίθουσα και της μέσης εξωτερικής θερμοκρασίας κατά το βράδυ που προηγείται της ημέρας παρατήρησης και κατά το 12ωρο που προηγείται της παρατήρησης, με το εκατοστιαίο ποσοστό ανενεργών ατόμων, σε κάθε αίθουσα, πριν την νυχτερινή έξοδο.

Συσχέτιση του εκατοστιαίου ποσοστού ανενεργών ατόμων στην αίθουσα Α, πριν τη δύση του ήλιου, με τη:	Συντελεστής R	p
Μέση T°C στην αίθουσα Α την ημέρα παρατήρησης (κατά το 12ωρο που προηγείται)	-0.100	0.597
Μέση T°C στην αίθουσα Α της ημέρας που προηγήθηκε της ημέρας παρατήρησης	-0.076	0.688
Μέση εξωτερική T°C κατά το βράδυ που προηγήθηκε της ημέρας παρατήρησης	-0.038	0.836
Μέση εξωτερική T°C της ημέρας παρατήρησης (κατά το 12ωρο που προηγείται)	-0.044	0.812
Συσχέτιση του εκατοστιαίου ποσοστού ανενεργών ατόμων στην αίθουσα Β, πριν τη δύση του ήλιου, με τη:		
Μέση T°C στην αίθουσα Β την ημέρα παρατήρησης (κατά το 12ωρο που προηγείται)	-0.444	0.010
Μέση T°C στην αίθουσα Β της ημέρας που προηγήθηκε της ημέρας παρατήρησης	-0.455	0.008
Μέση εξωτερική T°C κατά το βράδυ που προηγήθηκε της ημέρας παρατήρησης	-0.229	0.206
Μέση εξωτερική T°C της ημέρας παρατήρησης (κατά το 12ωρο που προηγείται)	-0.203	0.263

Μετά τη δύση του ήλιου, προέκυψε ότι υπάρχει υψηλή αρνητική συσχέτιση του αριθμού των ατόμων που μένουν μέσα στο σπήλαιο με τη μέση εξωτερική θερμοκρασία, είτε αυτή είναι η θερμοκρασία στη δύση του ήλιου (*Spearman rank correlation*: $R=-0.708$, $p=0.000$) ή κατά τη διάρκεια της ημέρας της παρατήρησης (κατά το 12ωρο που προηγείται) (*Spearman rank correlation*: $R=-0.703$, $p=0.000$), είτε αυτή είναι η θερμοκρασία κατά την νύχτα που προηγείται της ημέρας παρατήρησης (*Spearman rank correlation*: $R=-0.694$, $p=0.000$). Η θερμοκρασία στη δύση του ήλιου απεικονίζεται στο **Γράφημα 3.18** σε σχέση με τον συνολικό αριθμό ατόμων.



Γράφημα 3.18. Η θερμοκρασία εκτός του σπηλαίου κατά τη δύση του ήλιου και ο αριθμός ατόμων του *R. ferrumequinum* που βρίσκονται μέσα στο σπήλαιο 90 λεπτά μετά τη δύση του ήλιου (Με * συμβολίζονται οι ημερομηνίες των παρατηρήσεων της θερμής περιόδου, η οποία δεν συμπεριλαμβάνεται).

Εξετάζοντας τον αριθμό των ατόμων που μένει μέσα σε κάθε αίθουσα χωριστά, μετά τη δύση του ήλιου (**Πίνακας 3.6**), προέκυψε ότι αυτός συσχετίζεται αρνητικά στατιστικά σημαντικά με τη μέση θερμοκρασία της κάθε αίθουσας κατά την ημέρα της παρατήρησης (Spearman rank correlation για αίθουσα Α: $R=-0.558$, $p=0.0010$ και για αίθουσα Β: $R=-0.677$, $p=0.0000$), και κατά την ημέρα που προηγείται της ημέρας παρατήρησης (Spearman rank correlation για αίθουσα Α: $R=-0.575$, $p=0.0002$ και για αίθουσα Β: $R=-0.679$, $p=0.0000$) αλλά και με τη μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά την ημέρα της παρατήρησης (Spearman rank correlation για αίθουσα Α: $R=-0.680$, $p=0.0000$ και για αίθουσα Β: $R=-0.640$, $p=0.0000$) και με την εξωτερική θερμοκρασία κατά τη δύση του ήλιου, την ημέρα παρατήρησης (Spearman rank correlation για αίθουσα Α: $R=-0.685$, $p=0.000$ και για αίθουσα Β: $R=-0.723$, $p=0.000$).

Πίνακας 3.6. Αποτελέσματα του ελέγχου Spearman rank correlation για τη μέση θερμοκρασία κάθε αίθουσας, κατά την ημέρα παρατήρησης (το 12ωρο που προηγείται) και κατά την ημέρα που προηγείται της ημέρας παρατήρησης καθώς και με τη μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά το 12ωρο που προηγείται της παρατήρησης και της θερμοκρασίας κατά τη δύση του ήλιου, με τον αριθμό ατόμων που βρίσκεται σε κάθε αίθουσα, μετά τη δύση του ήλιου.

Συσχέτιση του αριθμού ατόμων στην αίθουσα Α, μετά τη δύση, με τη:	Συντελεστής R	p
Μέση T°C στην αίθουσα Α κατά την ημέρα παρατήρησης (το 12ωρο που προηγείται)	-0.558	0.0010
Μέση T°C στην αίθουσα Α κατά την ημέρα (12ωρο) που προηγείται της ημέρας παρατήρησης	-0.575	0.0002
Μέση εξωτερική T°C κατά την ημέρα παρατήρησης (το 12ωρο που προηγείται)	-0.680	0.0000
T°C στη δύση του ήλιου την ημέρα παρατήρησης	-0.685	0.0000
Συσχέτιση του αριθμού ατόμων στην αίθουσα Β, μετά τη δύση, με τη:		
Μέση T°C στην αίθουσα Β κατά την ημέρα παρατήρησης (το 12ωρο που προηγείται)	-0.677	0.0000
Μέση T°C στην αίθουσα Β κατά την ημέρα (12ωρο) που προηγείται της ημέρας παρατήρησης	-0.679	0.0000
Μέση εξωτερική T°C κατά την ημέρα παρατήρησης (το 12ωρο που προηγείται της παρατήρησης)	-0.640	0.0000
T°C στη δύση του ήλιου την ημέρα παρατήρησης	-0.723	0.0000

Όπως δείχνεται στον **Πίνακα 3.7** παρακάτω, σε κάθε αίθουσα, το ποσοστό του πληθυσμού που μένει ανενεργό μετά τη δύση του ήλιου, εμφανίζει στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση με τη θερμοκρασία της αίθουσας αυτής κατά την ίδια (Spearman rank correlation για αίθουσα Α: $R=-0.804$, $p=0.000$ και για αίθουσα Β: $R=-0.829$, $p=0.000$) και κατά την προηγούμενη ημέρα (Spearman rank correlation για αίθουσα Α: $R=-0.799$, $p=0.000$ και για αίθουσα Β: $R=-0.842$, $p=0.000$) αλλά και με τη μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά την ημέρα της παρατήρησης (Spearman rank correlation για αίθουσα Α: $R=-0.752$, $p=0.000$ και για αίθουσα Β: $R=-0.729$, $p=0.000$) και κατά τη δύση του ήλιου (Spearman rank correlation για αίθουσα Α: $R=-0.816$, $p=0.000$ και για αίθουσα Β: $R=-0.789$, $p=0.000$). Το ποσοστό ανενεργών ατόμων στην αίθουσα Α, παρουσιάζει τη μεγαλύτερη συσχέτιση με τη θερμοκρασία κατά τη δύση του ήλιου, την ημέρα της παρατήρησης. Στην αίθουσα Β εμφανίζει υψηλότερες συσχετίσεις με τις εσωτερικές θερμοκρασίες στην αίθουσα αυτή και τη μεγαλύτερη συσχέτιση με τη θερμοκρασία εντός αυτής κατά την προηγούμενη ημέρα. Σε όλες όμως τις περιπτώσεις ο συντελεστής συσχέτισης είναι μεγάλος.

Πίνακας 3.7. Αποτελέσματα του ελέγχου Spearman rank correlation για τη μέση θερμοκρασία κάθε αίθουσας, κατά την ημέρα παρατήρησης (το 12ωρο που προηγείται) και κατά την ημέρα που προηγείται της ημέρας παρατήρησης καθώς και με τη μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά το 12ωρο που προηγείται της παρατήρησης και της θερμοκρασίας κατά τη δύση του ήλιου με το εκατοστιαίο ποσοστό ανενεργών ατόμων του αρχικού πληθυσμού του σπηλαίου, που βρίσκεται σε κάθε αίθουσα, μετά τη δύση του ήλιου.

Συσχέτιση του εκατοστιαίου ποσοστού ανενεργών ατόμων στην αίθουσα Α, μετά τη δύση, με τη:	R	p
Μέση T°C στην αίθουσα Α κατά την ημέρα παρατήρησης (το 12ωρο που προηγείται)	-0.804	0.000
Μέση T°C στην αίθουσα Α κατά την ημέρα που προηγείται της ημέρας παρατήρησης	-0.799	0.000
Μέση εξωτερική T°C κατά την ημέρα παρατήρησης (το 12ωρο που προηγείται)	-0.752	0.000
T°C στη δύση του ήλιου την ημέρα παρατήρησης	-0.816	0.000
Συσχέτιση του εκατοστιαίου ποσοστού ανενεργών ατόμων στην αίθουσα Β, μετά τη δύση, με τη:		
Μέση T°C στην αίθουσα Β κατά την ημέρα παρατήρησης (το 12ωρο που προηγείται)	-0.829	0.000
Μέση T°C στην αίθουσα Β κατά την ημέρα που προηγείται της ημέρας παρατήρησης	-0.842	0.000
Μέση εξωτερική T°C κατά την ημέρα παρατήρησης (το 12ωρο που προηγείται)	-0.729	0.000
T°C στη δύση του ήλιου την ημέρα παρατήρησης	-0.789	0.000

Ο συνολικός αριθμός ατόμων που δεν βγαίνει έξω από το σπήλαιο κατά τη δύση του ήλιου, παρουσίασε στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση με την ένταση του ανέμου (Spearman rank correlation: $R=0.495$, $p=0.002$) και στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ βροχερών και μη βροχερών ημερών (Mann-Whitney U test: $Z=-2.92$, $p=0.003$, **Πίνακας 3.8**).

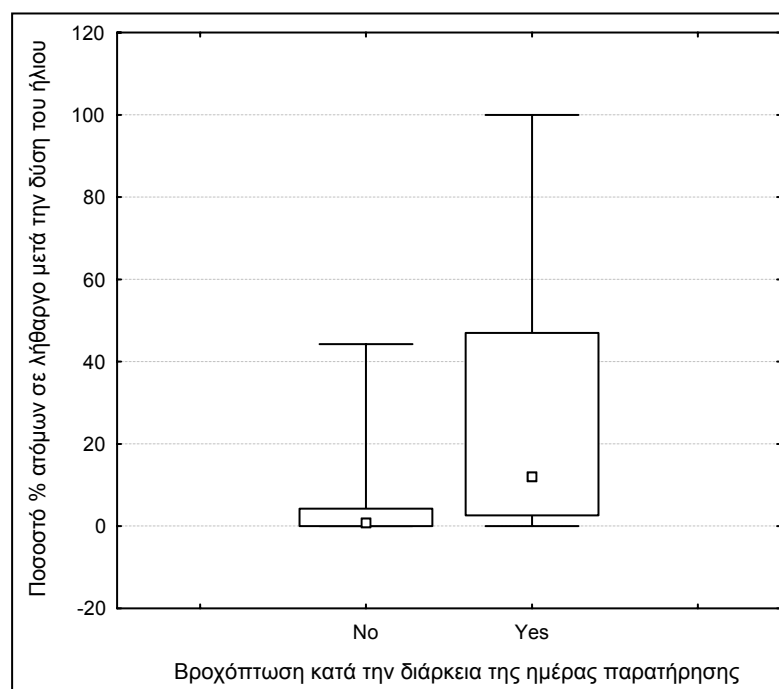
Η ένταση του ανέμου κατά τη δύση του ήλιου επίσης εμφανίζει στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση με το ποσοστό των ατόμων που βρίσκονται μέσα στο σπήλαιο μετά τη δύση του ήλιου, σε κατάσταση λήθαργου, (Spearman rank correlation: $R=0.415$, $p=0.013$). Η βροχόπτωση επίσης επηρεάζει στατιστικά σημαντικά το ποσοστό ανενεργών ατόμων μετά την έξοδο (Mann-Whitney U test: $Z=-2.62$, $p=0.008$, **Πίνακας 3.9**), καθώς τις βροχερές ημέρες το ποσοστό των ατόμων που επιλέγουν να μη βγουν αλλά να παραμείνουν μέσα στο σπήλαιο σε λήθαργο είναι μεγαλύτερο (**Γράφημα 3.19**).

Πίνακας 3.8. Αποτελέσματα στατιστικού ελέγχου για την επίδραση της βροχόπτωσης κατά τη διάρκεια της ημέρας παρατήρησης και της έντασης του ανέμου, κατά τη δύση του ήλιου, την ημέρα της παρατήρησης, στον συνολικό αριθμό ατόμων του *R. ferrumequinum* μέσα στο σπήλαιο, μετά τη δύση του ήλιου.

	Στατιστικό test	Z/R	p
Βροχόπτωση	Mann-Whitney	Z=-2.92	0.003
Άνεμος	Spearman rank correlation	R=0.495	0.002

Πίνακας 3.9. Αποτελέσματα στατιστικού ελέγχου για την επίδραση της βροχόπτωσης κατά τη διάρκεια της ημέρας παρατήρησης και της έντασης του ανέμου, κατά τη δύση του ήλιου, την ημέρα της παρατήρησης, στο ποσοστό του αρχικού πληθυσμού που βρίσκεται ανενεργό μέσα στο σπήλαιο, μετά τη δύση του ήλιου.

	Στατιστικό test	Z/R	p
Βροχόπτωση	Mann-Whitney	Z=-2.62	0.0086
Άνεμος	Spearman rank correlation	R=0.415	0.013



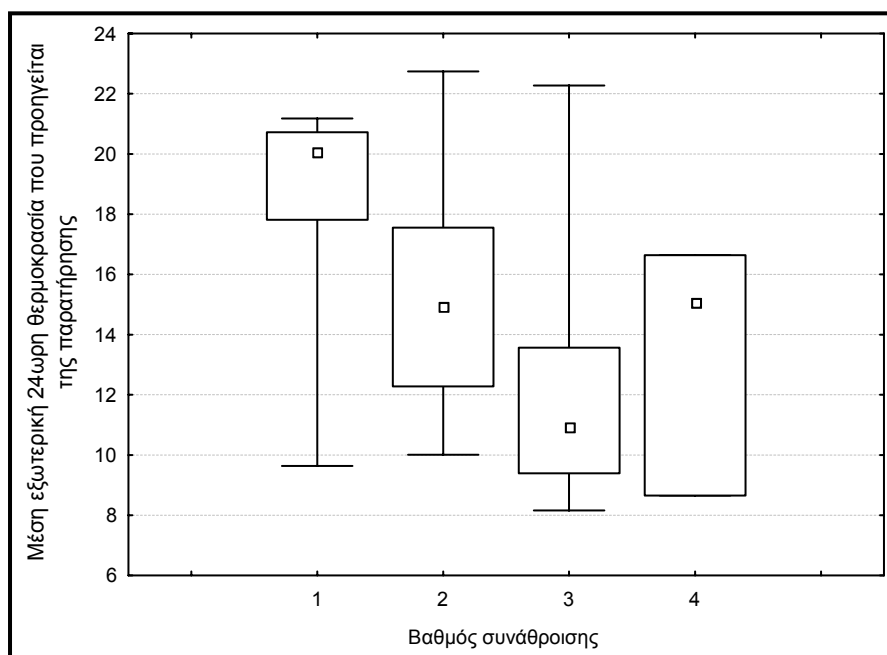
Γράφημα 3.19. Εκατοστιαίο ποσοστό ατόμων σε λήθαργο κατά τη δεύτερη παρατήρηση, τις ημέρες με βροχή (Yes) και τις ημέρες χωρίς βροχή (No). Απεικονίζονται οι διάμεσοι, τα διαστήματα 25%-75% των τιμών και τα ελάχιστα- μέγιστα.

Στις δύο περιπτώσεις που κανένα άτομο του είδους δεν βγήκε από το σπήλαιο κατά τη δύση του ήλιου (8 Φεβρουαρίου'06 και 11 Φεβρουαρίου'06), είχε σημειωθεί βροχή κατά τη διάρκεια της ημέρας και την ώρα της δύσης του ήλιου και οι θερμοκρασίες, ήταν οι ελάχιστες που αναφέρθηκαν στη δύση του ήλιου (3,9°C και 3,4°C αντίστοιχα) και οι ελάχιστες ανα εικοσιτετράωρο μέσες θερμοκρασίες που αναφέρθηκαν μέσα στο σπήλαιο και έξω καθ'όλη τη διάρκεια της μελέτης. Σε θερμοκρασία 4.5°C στη δύση του ήλιου και με βροχή κατά τη διάρκεια της ημέρας στις 4 Φεβρουαρίου του 2005, από τα 25 άτομα που υπήρχαν μέσα στο σπήλαιο δραστηριοποιήθηκαν τα 14 και μόνο τα 7 από αυτά εγκατέλειψαν το σπήλαιο. Θερμοκρασία κάτω από 8°C αλλά και πάνω από 5°C, κατά τη δύση του ήλιου, σημειώθηκε μόνο ακόμα δύο φορές (18 Ιανουαρίου και 9 Μαρτίου, **Παράρτημα I, Πίνακας 2**) στις οποίες το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού δραστηριοποιήθηκε και μάλιστα υπό βροχή. Στις 24 Νοεμβρίου 2005 ενώ η θερμοκρασία, στη δύση του ήλιου, ήταν σχετικά υψηλή σε σχέση με των προηγούμενων ημερών (14.6°C), αλλά είχε βρέξει και η ένταση του ανέμου ήταν μεγάλη (μέσος όρος ταχύτητας ανέμου: 5.0 m/sec με μέγιστες ριπές ταχύτητας 8.7 m/sec), 35 από τα 52 άτομα παρέμειναν μέσα στο σπήλαιο.

Η διαφοροποίηση του βαθμού συνάθροισης στην αίθουσα Α, ως προς τη θερμοκρασία, εξετάστηκε με Kruskal-Wallis test, για τα στοιχεία που αφορούν μόνο τη χειμερινή περίοδο (Kruskal-Wallis test για βαθμό συνάθροισης με: μέση θερμοκρασία στην αίθουσα Α κατά το 12ωρο που προηγείται της παρατήρησης: $H(3, N=35) = 9.683, p = 0.0215$, μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά το 12ωρο που προηγείται της παρατήρησης: $H(3, N=32) = 15.00, p = 0.0018$, μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά την ημέρα και νύχτα που προηγούνται της ημέρας παρατήρησης: $H(3, N=32) = 15.898, p = 0.0012$). Από τον στατιστικό έλεγχο Kruskal-Wallis προέκυψε ότι ο βαθμός συνάθροισης διαφοροποιείται στατιστικά σημαντικά ως προς τη μέση θερμοκρασία της αίθουσας Α της ημέρας παρατήρησης και ως προς την εξωτερική θερμοκρασία, είτε της ημέρας παρατήρησης, είτε του 24ώρου που προηγείται της παρατήρησης. Από το **Γράφημα 3.20** φαίνεται ότι η κατηγορία 1 του βαθμού συνάθροισης διαφέρει ξεκάθαρα ως προς τη μέση 24ωρη εξωτερική θερμοκρασία και όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι υψηλή (μεγαλύτερη από 18°C), οι νυχτερίδες δεν δημιουργούν συσπειρωμένες ομάδες (**Πίνακας 3.10**).

Πίνακας 3.10. Αποτελέσματα του ελέγχου Kruskal-Wallis για την επίδραση της θερμοκρασίας στο βαθμό συνάθροισης (clustering) των ατόμων του *R. ferrumequinum* μέσα στην αίθουσα Α.

Βαθμός συνάθροισης στην αίθουσα Α με:	H	p
Μέση θερμοκρασία στην αίθουσα Α κατά την ημέρα παρατήρησης (κατά το 12ωρο που προηγείται)	H (3, N= 35) =9.683	0.0215
Μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά την ημέρα παρατήρησης (κατά το 12ωρο που προηγείται)	H (3, N= 32) =15.000	0.0018
Μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά το 24ωρο που προηγείται της ημέρας παρατήρησης.	H (3, N= 32) =15.898	0.0012

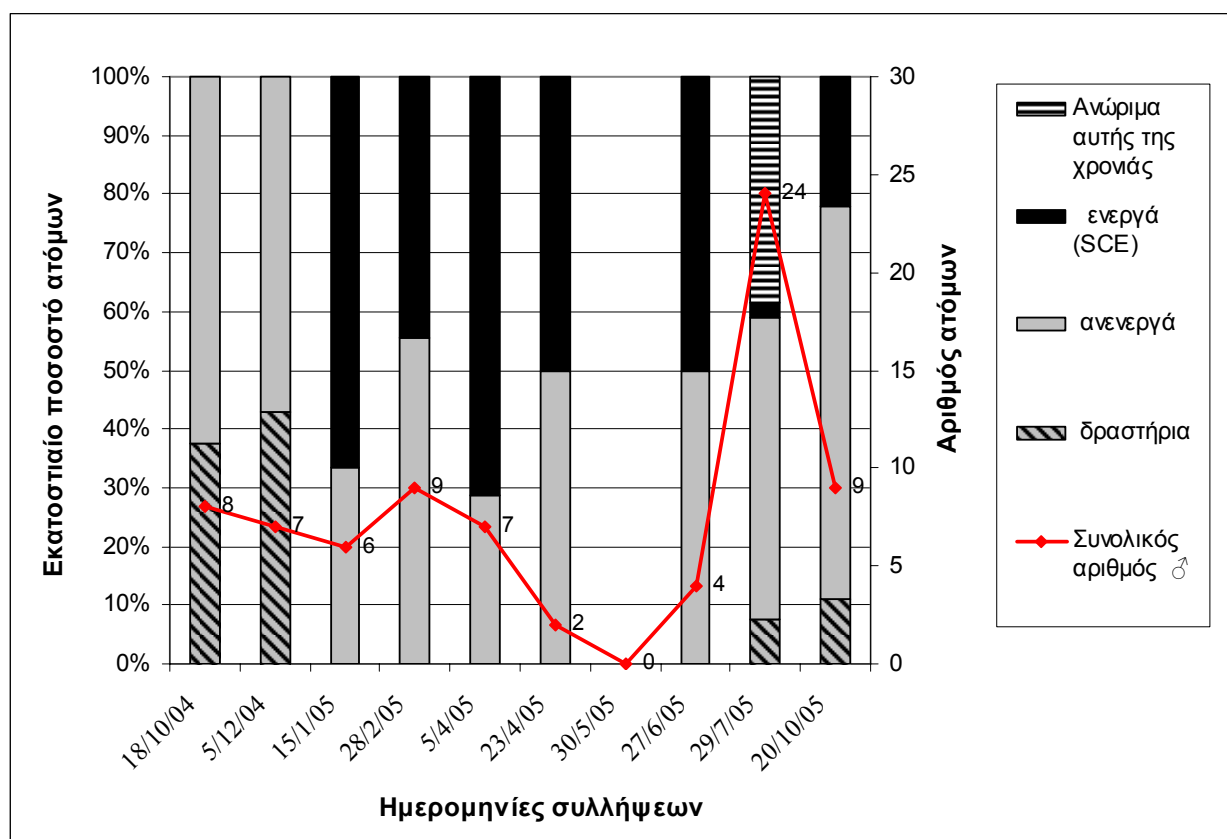


Γράφημα 3.20. Box-Whisker plot για το βαθμό συνάθροισης των ατόμων του *R. ferrumequinum* στην αίθουσα Α με την εξωτερική θερμοκρασία της προηγούμενης ημέρας και νύχτας (24ωρο). Απεικονίζονται οι διάμεσοι, το 25%-75% των τιμών και τα ελάχιστα-μέγιστα για τη μέση εξωτερική θερμοκρασία της προηγούμενης ημέρας-νύχτας.

Η ώρα έναρξης δραστηριότητας πριν τη δύση του ήλιου (emergence time) δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την εσωτερική θερμοκρασία της αίθουσας Α της ίδιας ημέρας (Spearman rank correlation: $R= 0.040$, $p=0.84$), ούτε με τη μέση εσωτερική θερμοκρασία της αίθουσας Β της ίδιας ημέρας (Spearman rank correlation: $R= -0.117$, $p=0.559$) αλλά και ούτε με τη μέση εξωτερική θερμοκρασία της προηγούμενης νύχτας (Spearman rank correlation: $R=-0.167$, $p=0.403$).

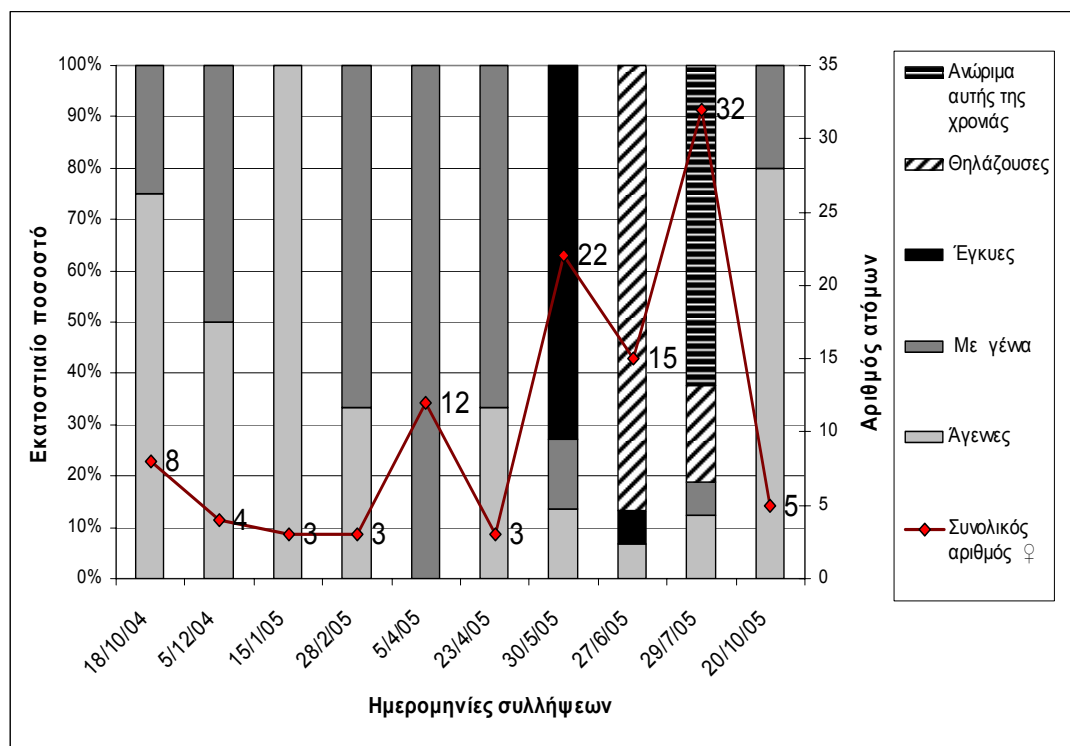
3.2.4. Αναπαραγωγική βιολογία του είδους

Η αναπαραγωγική κατάσταση των αρσενικών και θηλυκών ατόμων του είδους κατά τη διάρκεια της περιόδου μελέτης, παρουσιάζεται στα **Γραφήματα 3.21** και **3.22** αντίστοιχα. Το φθινόπωρο του 2004 τα αρσενικά άτομα είναι είτε “ανενεργά” είτε “δραστήρια”, δηλαδή έχει αρχίσει να παράγεται σπέρμα, ενώ από τα μέσα Ιανουαρίου 2005 έως και τα τέλη της άνοιξης παρατηρούνται “S.C.E.” άτομα, έτοιμα για αναπαραγωγική σύζευξη και “ανενεργά” άτομα ενώ δεν παρατηρούνται καθόλου άτομα “δραστήρια”. Προς το τέλος της άνοιξης και στις αρχές καλοκαιριού ο αριθμός των αρσενικών στο σπήλαιο είναι πολύ μικρός ή μηδενικός ενώ είναι πάλι παρόντα από τα τέλη Ιούνη και μετά, χωρίς όμως να έχουν συλληφθεί “δραστήρια” άτομα. Στα τέλη Ιουλίου του 2005 εμφανίζονται πολλά “ανενεργά” και ένα μικρότερο ποσοστό από “δραστήρια” και “SCE” ενώ ένα μεγάλο ποσοστό των συλλήψεων ήταν τα ανήλικα άτομα αυτής της χρονιάς. Τον Οκτώβριο του 2005 επίσης συνελήφθησαν ενεργά S.C.E., δραστήρια αλλά και πολλά ανενεργά άτομα.



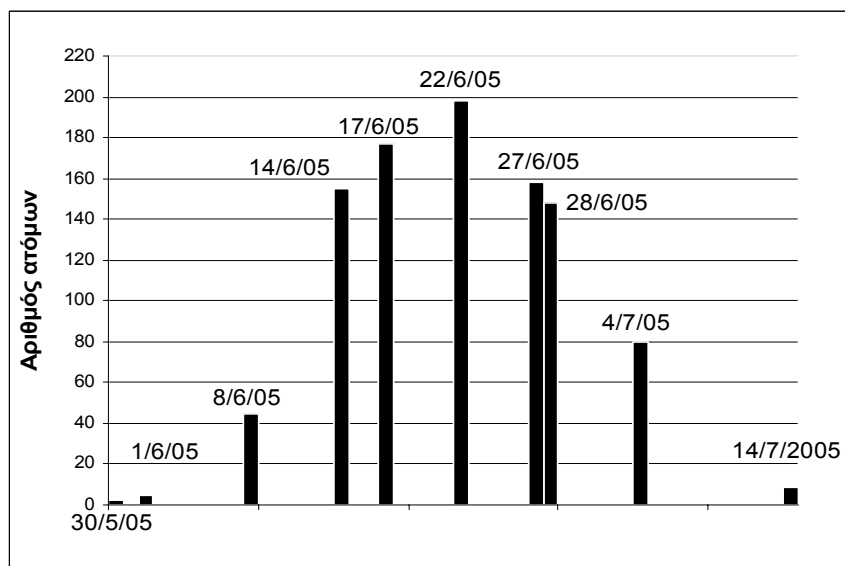
Γράφημα 3.21. Μεταβολή της αναπαραγωγικής κατάστασης των αρσενικών ατόμων του *R. ferrumequinum* κατά την περίοδο μελέτης.

Όσον αφορά τα θηλυκά, το φθινόπωρο του 2004 επικρατούν τα θηλυκά που δεν έχουν γεννήσει ποτέ (Nulliparus), μέχρι και τα τέλη Απριλίου όμως του 2005, υπάρχουν άτομα που έχουν γεννήσει κάποια στιγμή στο παρελθόν (Parus) και άγεννα άτομα. Έπειτα, στο τέλος της άνοιξης, επικρατούν οι έγκυες και στα τέλη Ιουνίου υπάρχουν θηλάζουσες, ένα μικρό ποσοστό από έγκυες και άγεννες (Nulliparus), ενώ δεν παρατηρούνται καθόλου άτομα που είχαν γεννήσει κάποια στιγμή στο παρελθόν (Parus) και που δεν γέννησαν αυτήν τη χρονιά. Στη σύλληψη που πραγματοποιήθηκε τέλη Ιουλίου του 2005, βρέθηκαν ξανά άτομα με γέννα, άγεννες και θηλάζουσες, δεν βρέθηκε καμία έγκυος ενώ ένα μεγάλο μέρος των συλλήψεων ήταν ανώριμα άτομα αυτής της χρονιάς. Στα τέλη Οκτώβρη του 2005 συνελήφθησαν άγεννες και άτομα που είχαν ξαναγεννήσει στο παρελθόν ενώ δεν βρέθηκαν ούτε έγκυες ούτε θηλάζουσες.



Γράφημα 3.22. Μεταβολή της αναπαραγωγικής κατάστασης των θηλυκών ατόμων του *R. ferrumequinum* κατά την περίοδο μελέτης.

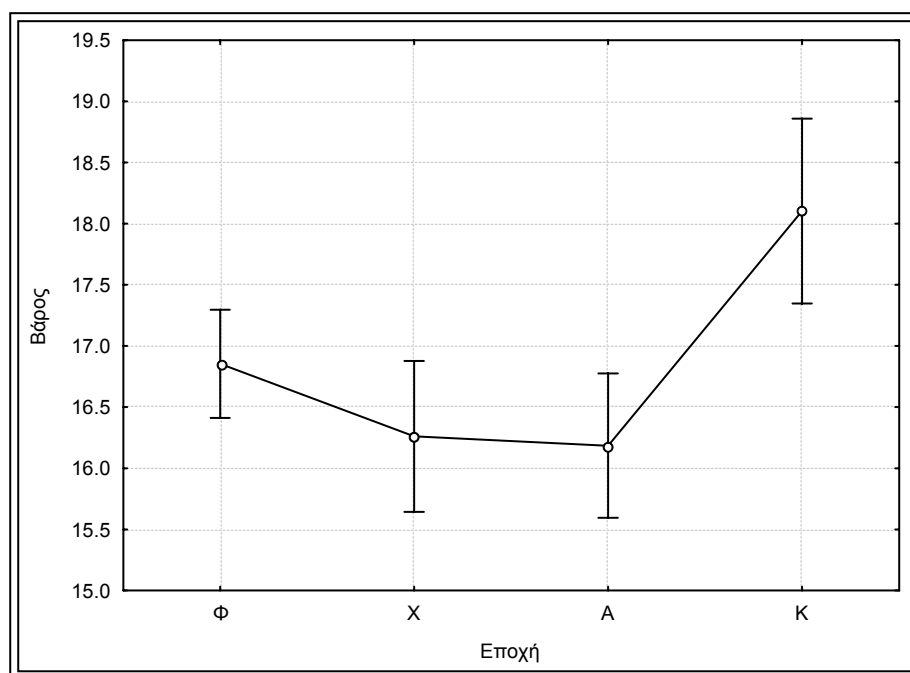
Οι πρώτες γεννήσεις πραγματοποιήθηκαν στο τέλος Μαΐου (29-30 Μαΐου) ενώ οι περισσότερες τη δεύτερη εβδομάδα του Ιουνίου (8/6-14/6). Οι τελευταίες γεννήσεις πραγματοποιήθηκαν στις αρχές Ιουλίου. Στο **Γράφημα 3.23** ακολούθως παρουσιάζεται ο αριθμός των νεογέννητων ατόμων που καταμετρήθηκαν μέσα στο σπήλαιο την περίοδο 30/5 έως 14/7 του 2005.



Γράφημα 3.23. Αριθμός προσφάτως γεννημένων ατόμων μέσα στο σπήλαιο. Στο διάγραμμα αναγράφεται η ημερομηνία παρατήρησης.

3.2.5. Μεταβολή του βάρους του *R. ferrumequinum*

Τα άτομα του είδους αυτού δεν εμφάνισαν φυλετική διαφοροποίηση ως προς το βάρος (*Mann-Whitney U test*: $Z=1.70$, $p=0.088$) και συνεπώς θα συμπεριληφθούν όλα μαζί (πλύν των εγκύων θηλυκών) στην στατιστική επεξεργασία. Από την παραμετρική ανάλυση διασποράς (ANOVA) και το Post hoc test προέκυψε ότι το βάρος των ατόμων αυτού του είδους διαφοροποιείται στατιστικά σημαντικά μόνο μεταξύ του καλοκαιριού και των υπόλοιπων εποχών (**Γράφημα 3.24 και Πίνακας 3.11**). Το ελάχιστο βάρος που σημειώθηκε (13gr), κατά τις δειγματοληψίες, ήταν ενός αρσενικού ενήλικου ατόμου στις 5 Απριλίου του 2005, ενώ το μέγιστο βάρος (20gr) σημειώθηκε σε ενήλικο θηλυκό άτομο στις 20 Οκτωβρίου 2005.



Γράφημα 3.24. Εποχιακή μεταβολή του βάρους (Φ: φθινόπωρο, Χ: χειμώνας, Α: άνοιξη, Κ: καλοκαίρι). Οι κατακόρυφες γραμμές δείχνουν τα κατά 95% διαστήματα εμπιστοσύνης.

Πίνακας 3.11. Post hoc Tukey HSD test για τη διαφοροποίηση του βάρους μεταξύ των εποχών του έτους.

	Season	{Φ}	{Χ}	{Α}
2	X	0.411897		
3	A	0.279418	0.998110	
4	K	0.028489	0.001817	0.000900

3.2.6. Γενικές παρατηρήσεις για το *R. ferrumequinum*

Αρκετά άτομα του είδους συχνά επέλεξαν τις ίδιες συγκεκριμένες θέσεις μέσα στο σπήλαιο για να διημερεύσουν ή να διαχειμάσουν. Η αναγνώριση των ατόμων ήταν εφικτή από τα δακτυλίδια ή από ιδιαίτερα μόνιμα σημάδια που έφεραν.

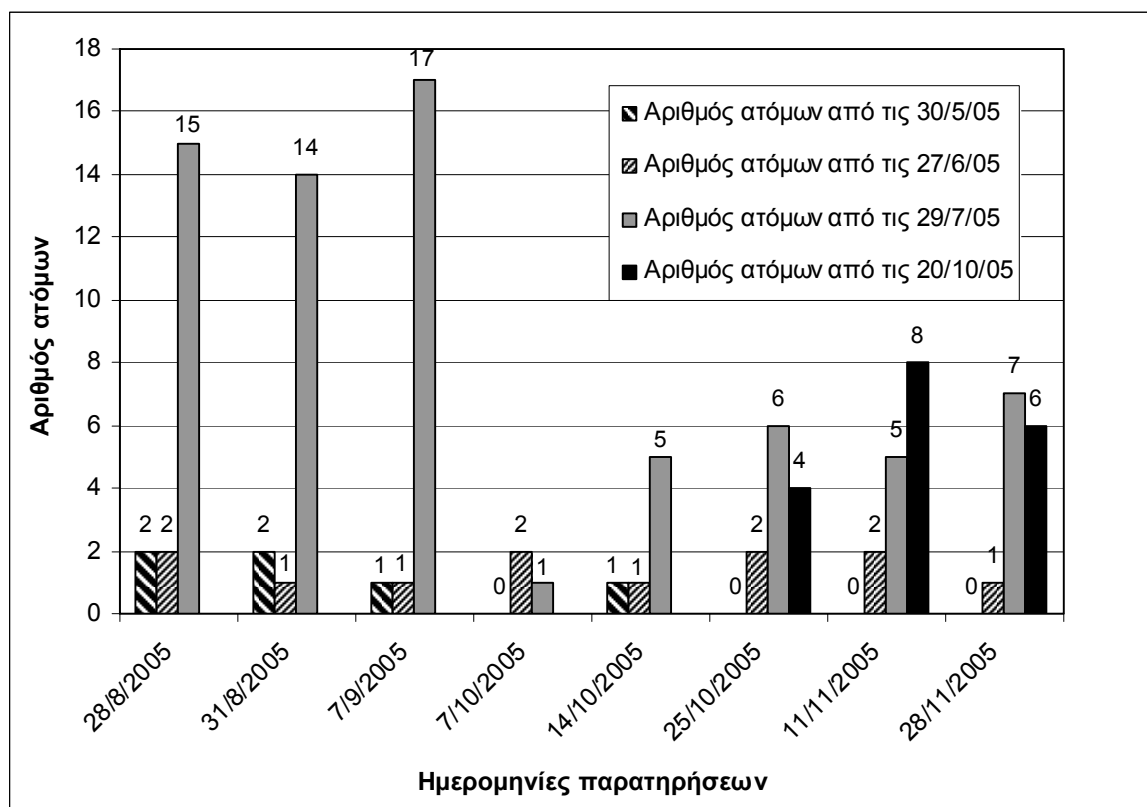
Τα άτομα του είδους αυτού συχνά σχημάτιζαν κοινές συναθροίσεις (clusters) με άτομα άλλων ειδών όπως τα: *Miniopterus shreibersii*, *Rhinolophus blasii* και *Myotis emarginatus* κατά την αναπαραγωγική περίοδο όπου υπήρχαν και τα νεογέννητα μέσα στις συναθροίσεις αλλά και εκτός αυτής. Ποτέ δεν παρατηρήθηκαν μαζί με άτομα των ειδών: *Plecotus spp.*, *Myotis blythi* και *R. hipposideros*.

Τα άτομα του είδους *R. ferrumequinum* παρατηρούνταν συχνά, μόλις εγκατέλειπαν το σπήλαιο να κυνηγάνε κοντά στους γκρεμούς και τους θάμνους ακριβώς έξω από το σπήλαιο και να

απομακρύνονται μετά από λίγα λεπτά πετώντας αρκετά χαμηλά πάνω από βράχια και θάμνους ακολουθώντας συγκεκριμένες διαδρομές.

Από τα τέλη του Αυγούστου του 2005 μέχρι και τα τέλη Νοεμβρίου του 2005, μέσα στο σπήλαιο, εντοπιζόντουσαν νυχτερίδες οι οποίες είχαν δακτυλιωθεί κατά τις συλλήψεις με δίχτυα από την προηγούμενη άνοιξη μέχρι και τα τέλη Οκτώβρη (22 άτομα στις 30 Μαΐου, 19 άτομα στις 27 Ιουνίου, 55 άτομα στις 29 Ιουλίου και 14 άτομα στις 20 Οκτωβρίου 2005, **Πίνακας 2.1**). Στο **Γράφημα 3.25** παρακάτω απεικονίζεται ο αριθμός ατόμων από κάθε προηγούμενη σύλληψη-δακτυλίωση που είχε πραγματοποιηθεί και που παρατηρήθηκαν μέσα στο σπήλαιο κατά τις επισκέψεις.

Στο τέλος καλοκαιριού και στις αρχές φθινοπώρου παρατηρήθηκαν ελάχιστα άτομα από τις δακτυλίωσεις που πραγματοποιήθηκαν στο τέλος του Μάη και τον Ιούνιο, ενώ τα περισσότερα ήταν άτομα που είχαν δακτυλιωθεί στο τέλος του Ιούλη, μετά τις γεννήσεις. Από το τέλος Οκτώβρη και έπειτα παρατηρήθηκαν άτομα που είχαν δακτυλιωθεί το καλοκαίρι, και στα τέλη Οκτώβρη, ενώ δεν παρατηρήθηκε κανένα από τα άτομα που δακτυλιώθηκαν στα τέλη Μαΐου (**Γράφημα 3.25**).



Γράφημα 3.25. Αριθμός δακτυλιωμένων ατόμων από κάθε προηγούμενη σύλληψη-δακτυλίωση που παρατηρήθηκε μέσα στο σπήλαιο κατά τις επισκέψεις.

Κατά την επίσκεψη στο σπήλαιο, στις 7 Οκτωβρίου 2005, παρατηρήθηκε μέσα στην αίθουσα Α ένα άτομο το οποίο είχε συλληφθεί και δακτυλιωθεί στο σπήλαιο “Χώνος” της κοινότητας Σάρχου στις 1 Δεκεμβρίου 2005. Το σπήλαιο αυτό απέχει περίπου 3,5 Km σε ευθεία πορεία από το “Νυχτεριδόσπηλιο” των Άνω Ασιτών.

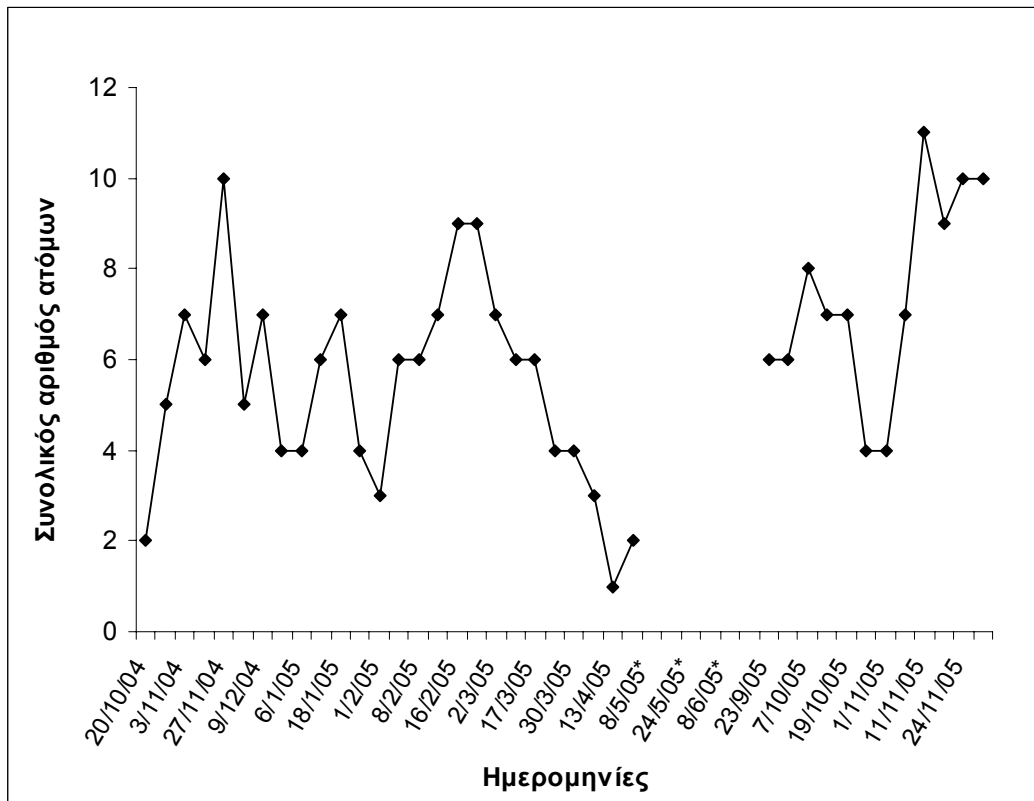
3.3. *Rhinolophus hipposideros*

3.3.1. Δυναμική της αποικίας

Ο πληθυσμός του *R. hipposideros* μέσα στο σπήλαιο δεν ήταν σταθερός κατά τη διάρκεια του έτους. Από τις οπτικές παρατηρήσεις και τις ηχογραφήσεις φάνηκε ότι το *R. hipposideros* χρησιμοποιεί το Νυχτεριδόσπηλιο των Άνω Ασιτών μόνο κατά το φθινόπωρο, το χειμώνα και την άνοιξη και απουσιάζει από αυτό από το Μάιο έως και το Σεπτέμβριο. Εξαιρέση αποτέλεσαν οι δειγματοληψίες του Ιουνίου και του Ιουλίου του 2005, κατά τις οποίες συνελήφθησαν ένα ενήλικο θηλυκό άτομο και 3 ενήλικα (ένα θηλυκό και δύο αρσενικά) και ένα άτομο της ίδιας χρονιάς, αντίστοιχα.

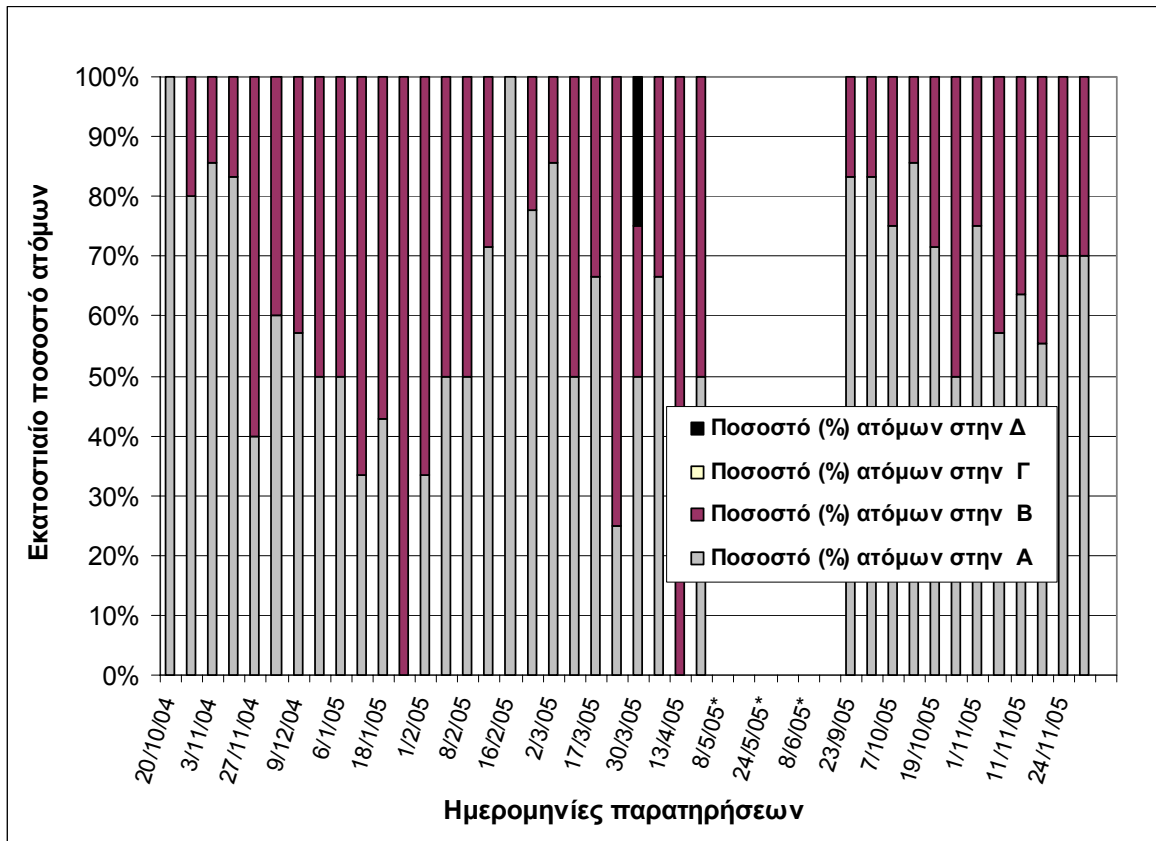
Ο πληθυσμός του είδους στο σπήλαιο μειώθηκε αισθητά κατά τον Απρίλιο του 2005 και ο μικρότερος αριθμός ατόμων σημειώθηκε στις 13 Απριλίου, όπου μέσα στο σπήλαιο βρέθηκε μόνο ένα άτομο. Από τα τέλη Σεπτεμβρίου και έπειτα ο πληθυσμός αυξήθηκε. Ο μέγιστος αριθμός ατόμων του είδους που καταγράφηκε δεν ξεπερνούσε τα 11 άτομα και σημειώθηκε στις 11 Νοεμβρίου 2005. Ο πληθυσμός ήταν αυξημένος κατά τον μήνα Νοέμβριο του 2004 και του 2005 όπως και τον Φεβρουάριο του 2005.

Άτομα αυτού του είδους συνελήφθησαν πρώτη φορά στις 5 Δεκεμβρίου 2004 και ο συνολικός αριθμός των συλληφθέντων ατόμων δεν ξεπέρασε τα 10 άτομα. Αρσενικά άτομα συνελήφθησαν, από το Δεκέμβριο του 2004 μέχρι και αρχές του Απριλίου του 2005 και ξανά από τέλη Ιουλίου και μετά, ενώ μόνο ένα θηλυκό άτομο συνελήφθη, κατά τη χειμερινή περίοδο, στις αρχές Απριλίου. Η μεταβολή του μεγέθους του πληθυσμού του είδους, κατά τη χειμερινή περίοδο (20 Οκτωβρίου 2004 - 20 Απριλίου 2005 και 23 Σεπτεμβρίου 2005 - 28 Νοεμβρίου 2005), όπως καταγράφηκε κατά τις παρατηρήσεις, απεικονίζεται στο **Γράφημα 3.26**.



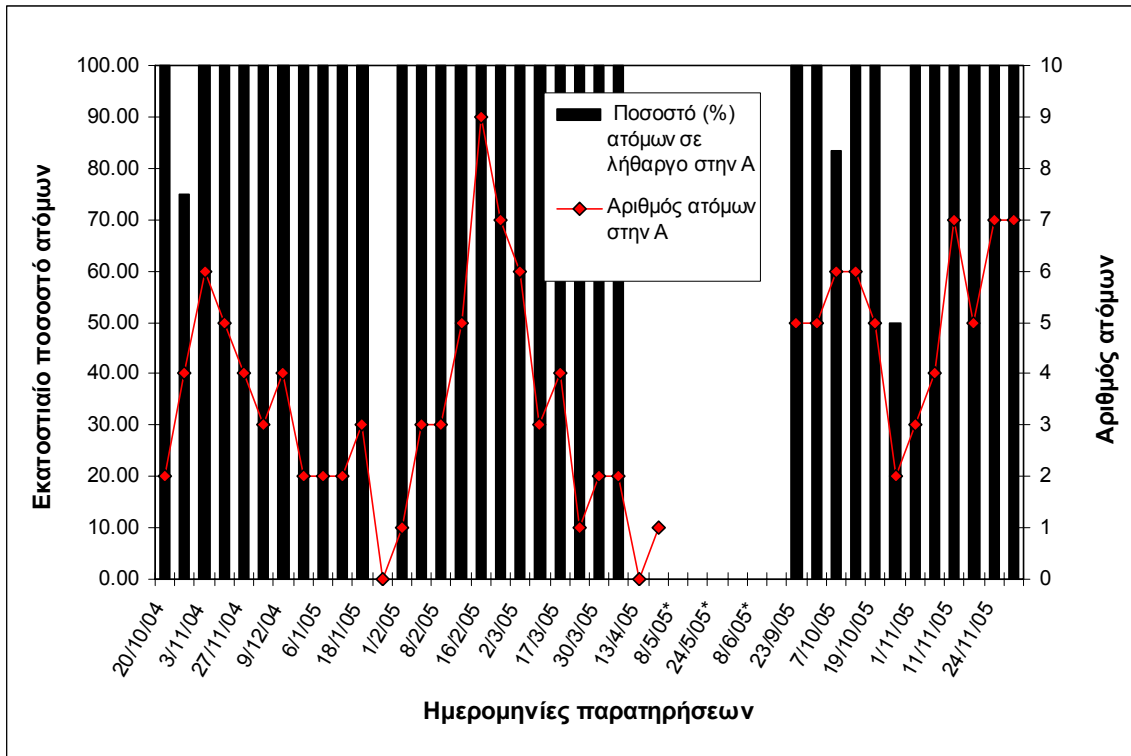
Γράφημα 3.26. Μεταβολή του αριθμού ατόμων του *R. hipposideros* που χρησιμοποιούν το σπήλαιο κατά την περίοδο των παρατηρήσεων (με * σημειώνονται οι ημερομηνίες κατά τις οποίες το είδος ήταν απών από το σπήλαιο).

Τα άτομα του είδους *Rhinolophus hipposideros* κατά τη διάρκεια των 13 μηνών χρησιμοποιούσαν σχεδόν αποκλειστικά και στον ίδιο βαθμό περίπου τις αίθουσες Α και Β, καθόλου τη Γ ενώ ένα μόνο άτομο βρέθηκε μία φορά στην αίθουσα Δ (Γράφημα 3.27). Στην εργασία αυτή θα χρησιμοποιηθούν μόνο τα στοιχεία που αφορούν στις αίθουσες Α και Β και συνολικά στο σπήλαιο, καθώς το *R. hipposideros* ελάχιστα χρησιμοποιούσε τις υπόλοιπες αίθουσες του σπηλαίου.

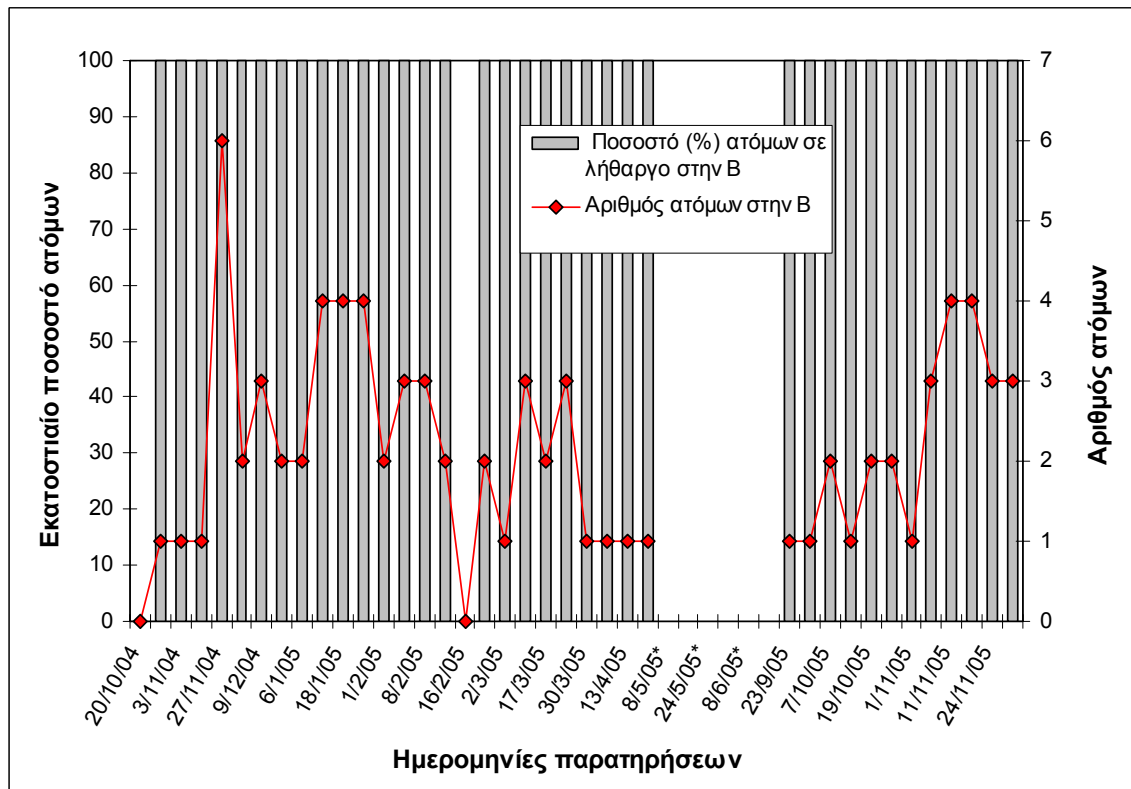


Γράφημα 3.27. Ποσοστιαία κατανομή του *R. hipposideros* στις αίθουσες του σπηλαίου κατά τις παρατηρήσεις, πριν τη δύση του ήλιου (με * σημειώνονται οι ημερομηνίες των παρατηρήσεων της περιόδου, κατά την οποία, το είδος ήταν απών από το σπήλαιο).

Στις παρατηρήσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά τη χειμερινή περίοδο, πριν τη δύση του ήλιου, εντοπίστηκαν ανενεργά άτομα μέσα στο σπήλαιο μέχρι τις 20 Απριλίου. Στην αίθουσα Α μόνο σε 3 από τις 36 περιπτώσεις βρέθηκαν ενεργά άτομα (**Γράφημα 3.28**) ενώ όλα τα άτομα που βρίσκονταν στην αίθουσα Β ήταν πάντα σε ημερήσιο λήθαργο (**Γράφημα 3.29**). Από τις 20 Απριλίου και κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, μέχρι και τις 23 Σεπτεμβρη, δεν παρατηρήθηκαν ανενεργά άτομα μέσα στο σπήλαιο (**Γραφήματα 3.28** και **3.29**). Στα γραφήματα παρακάτω με αστερίσκο (*) σημειώνονται οι ημερομηνίες των παρατηρήσεων της περιόδου, κατά την οποία το είδος ήταν απών από το σπήλαιο.

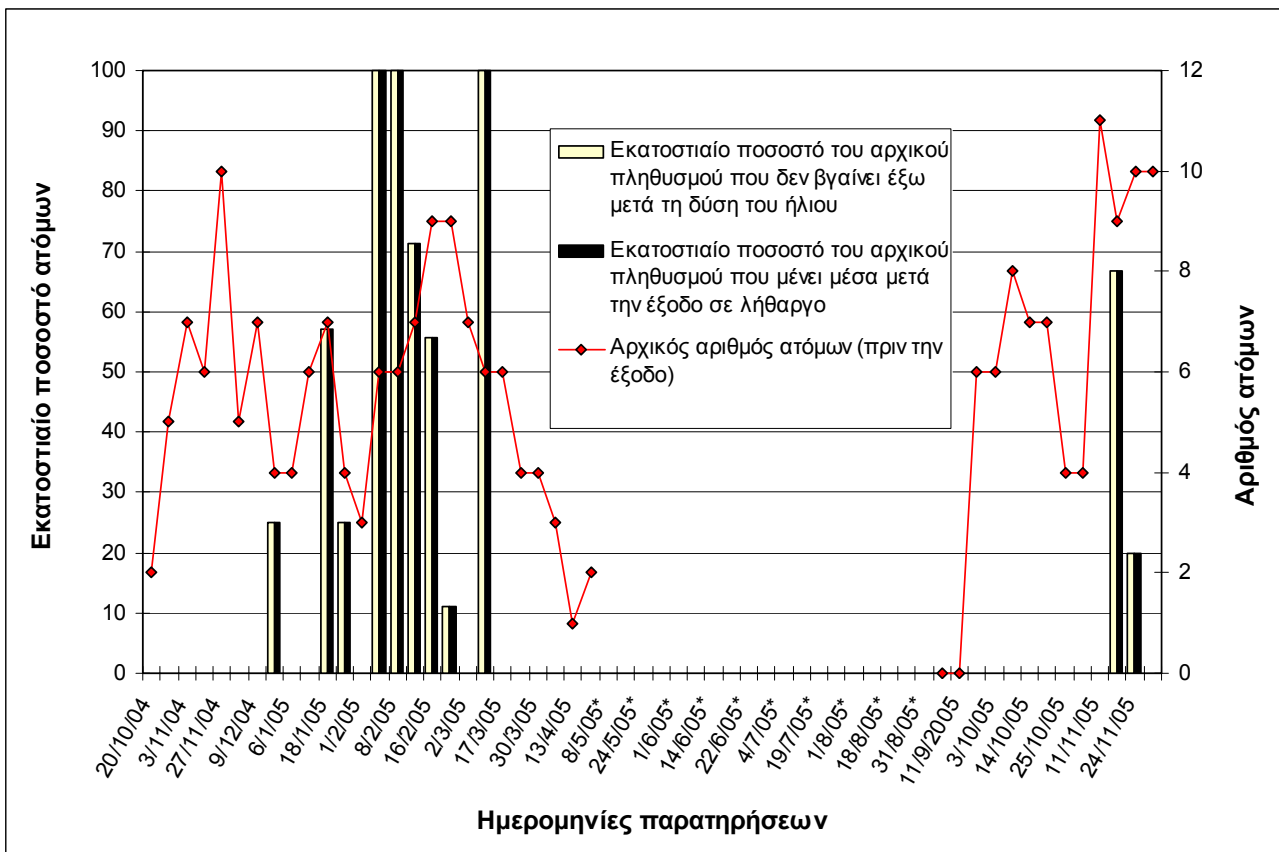


Γράφημα 3.28 Αριθμός ατόμων του *R. hipposideros* στην αίθουσα A και το ποσοστό των ατόμων αυτών που βρίσκονται σε λήθαργο, κατά τις παρατηρήσεις πριν την έξοδο των νυχτερίδων.



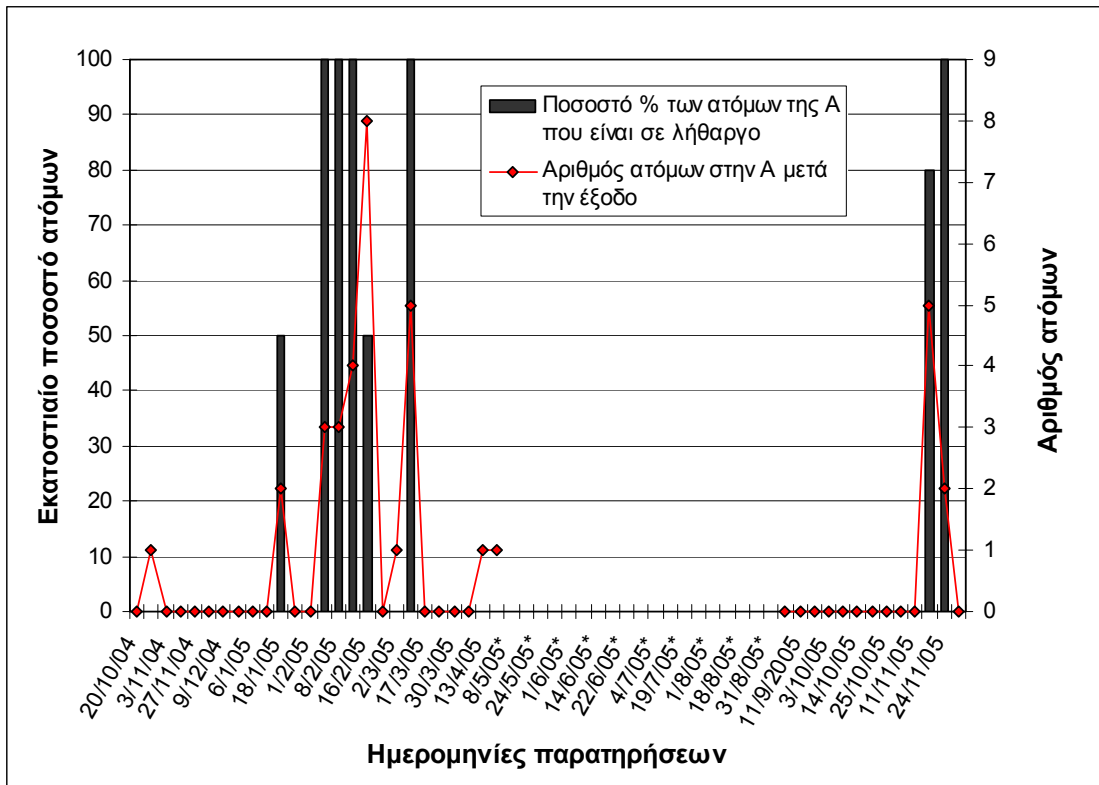
Γράφημα 3.29. Αριθμός ατόμων *R. hipposideros* στην B αίθουσα και το ποσοστό αυτών των ατόμων που βρίσκονται σε λήθαργο, κατά τις παρατηρήσεις πριν την έξοδο των νυχτερίδων

Από τις 37 περιπτώσεις που βρέθηκαν άτομα του είδους στο σπήλαιο κατά την πρώτη παρατήρηση, τις 22 είχαν όλα εγκαταλείψει τη θέση, μετά τη δύση του ήλιου και την έξοδο των νυχτερίδων (**Γράφημα 3.30**). Σε μία μόνο περίπτωση παρατηρήθηκαν όλα τα άτομα (3 άτομα στην αίθουσα Α και 3 άτομα στην αίθουσα Β) σε συνεχόμενο λήθαργο για τουλάχιστον 4 ημέρες (4-8 Φεβρουαρίου'05) αλλά σίγουρα δεν παρέμειναν σε λήθαργο περισσότερο από 6 ημέρες, δηλαδή και μετά από τις 10 Φεβρουαρίου.

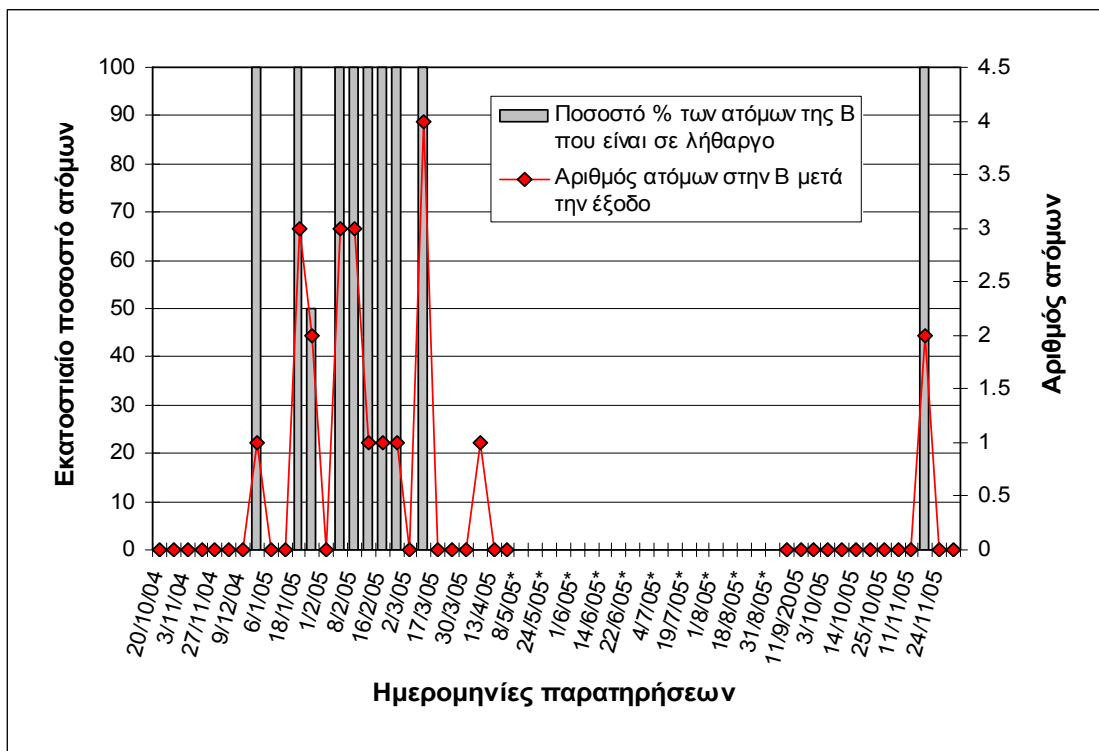


Γράφημα 3.30. Αρχικός αριθμός ατόμων του *R. hipposideros* (πριν την έξοδο), εκατοστιαίο ποσοστό αυτού που μένει μέσα μετά την έξοδο και εκατοστιαίο ποσοστό αυτού που μένει μέσα μετά την έξοδο, σε λήθαργο (με αστερίσκο * σημειώνονται οι ημερομηνίες κατά τις οποίες το είδος ήταν απών από το σπήλαιο).

Στην αίθουσα Α, από τις ημέρες που παρατηρήθηκαν άτομα, μετά τη δύση του ήλιου, παραπάνω από τις μισές υπήρχαν και κάποια ενεργά (7 στις 12 φορές, **Γράφημα 3.31**) ενώ στην αίθουσα Β του σπηλαίου, τα άτομα που παρέμεναν μέσα μετά τη δύση του ήλιου παρέμεναν συνήθως σε λήθαργο. Μόνο 2 από τις 11 παρατηρήσεις σημειώθηκε δραστηριότητα στην Β αίθουσα (**Γράφημα 3.32**). Στα γραφήματα παρακάτω, με αστερίσκο (*) σημειώνονται οι ημερομηνίες των παρατηρήσεων, την περίοδο όπου το είδος ήταν απών από το σπήλαιο).

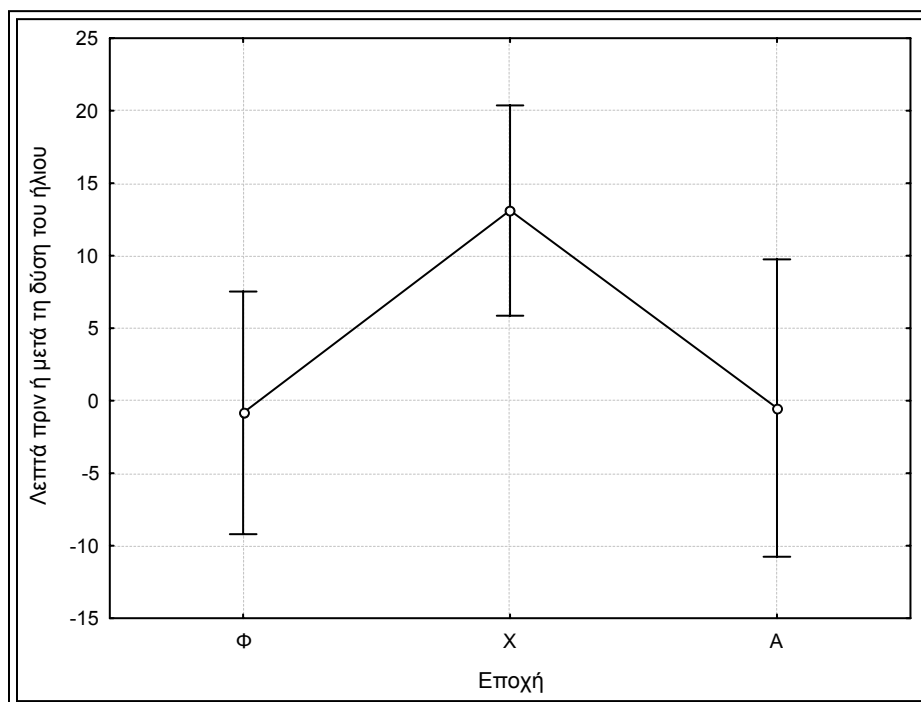


Γράφημα 3.31. Αριθμός ατόμων *R. hipposideros* στην Α αίθουσα και το ποσοστό αυτών των ατόμων που βρίσκονται σε λήθαργο, κατά τις παρατηρήσεις, μετά τη δύση του ήλιου.



Γράφημα 3.32. Αριθμός ατόμων *R. hipposideros* στην αίθουσα Β και το ποσοστό αυτών των ατόμων που βρίσκονται σε λήθαργο, κατά τις παρατηρήσεις, μετά τη δύση του ήλιου.

Τα άτομα και αυτού του είδους αμέσως μετά την “ημερήσια ανάπαυση” πετούσαν μέσα και έξω από το σπήλαιο και μεταξύ των αιθουσών του σπηλαίου, για κάποια λεπτά, χωρίς να αναχωρούν. Η ώρα έναρξης της δραστηριότητας αυτής (emergence time) μέσα στο σπήλαιο, μετά την “ημερήσια ανάπαυση” εκφράστηκε σε λεπτά πριν (-) ή μετά (+) την ώρα δύσης του ήλιου. Το είδος αυτό δραστηριοποιείται κατά μέσο όρο 5,4 λεπτά μετά τη δύση του ήλιου, αλλά παρατηρήθηκε επίσης να δραστηριοποιείται και πίο πριν, όπως στις 13 Απριλίου που δραστηριοποιήθηκε 18 λεπτά πριν τη δύση του ήλιου. Το αργότερο που παρατηρήθηκε να δραστηριοποιείται, ήταν στις 1 Φεβρουαρίου, 23 λεπτά μετά τη δύση του ήλιου. Η ώρα έναρξης της δραστηριότητας διαφέρει στατιστικά σημαντικά μόνο μεταξύ φθινοπώρου και χειμώνα (ANOVA μεταξύ άνοιξης (A), χειμώνα (X) και φθινοπώρου (Φ) και εξαρτημένη μεταβλητή το emergence time: $F(2,15)=4.5892$, $p=0.02786$ και Post Hoc Tukey HSD test) με τις νυχτερίδες το χειμώνα να δραστηριοποιούνται αργότερα από ό,τι το φθινόπωρο (Γράφημα 3.33 και Πίνακας 3.12).



Γράφημα 3.33. Εποχιακή διαφοροποίηση της ώρας έναρξης δραστηριότητας για το είδος *R. hipposideros*. Απεικονίζονται οι μέσοι όροι και τα κατά 95% διαστήματα εμπιστοσύνης.

Πίνακας 3.12. Post hoc Tukey HSD test για την ώρα έναρξης δραστηριότητας και τις εποχές μεταξύ τους.

Season	{Φ}	{X}
X	0.042373	
A	0.998505	0.084858

3.3.2. Επίδραση αβιοτικών παραγόντων στο μέγεθος του πληθυσμού του *Rhinolophus hipposideros* κατά τη χειμερινή περίοδο.

Ο συνολικός αριθμός ατόμων στο σπήλαιο, πριν τη δύση του ήλιου, δεν συσχετίζεται στατιστικά σημαντικά με τη μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά την προηγούμενη νύχτα (Spearman rank correlation: $R = -0.057$, $p = 0.74$).

Ο αριθμός των ατόμων που επιλέγουν την αίθουσα Α για να διαχειμάσουν ή να διημερεύσουν επίσης δεν επηρεάζεται από την εξωτερική θερμοκρασία κατά την προηγούμενη νύχτα (Spearman rank Correlation: $R = 0.200$, $p = 0.255$) αλλά ούτε και από τη θερμοκρασία της αίθουσας αυτής κατά την προηγούμενη ημέρα (Spearman rank Correlation: $R = 0.236$, $p = 0.159$) ή κατά την προηγούμενη νύχτα (Spearman rank Correlation: $R = 0.239$, $p = 0.154$) (Πίνακας 3.13). Ο αριθμός των ατόμων που παρατηρούνται στην αίθουσα Β συσχετίζεται στατιστικά σημαντικά και αρνητικά με τη μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά την προηγούμενη νύχτα (Spearman rank Correlation: $R = -0.526$, $p = 0.001$) ενώ δεν συσχετίζεται σημαντικά με τη θερμοκρασία σε αυτήν την αίθουσα, είτε κατά το προηγούμενο βράδυ (Spearman rank Correlation: $R = -0.257$, $p = 0.123$) είτε κατά την προηγούμενη ημέρα (Spearman rank Correlation: $R = -0.264$, $p = 0.114$) (Πίνακας 3.13, Γράφημα 3.34).

Πίνακας 3.13. Αποτελέσματα ελέγχου Spearman rank για τη συσχέτιση: της μέσης θερμοκρασίας κάθε αίθουσας κατά το βράδυ που προηγείται την ημέρα παρατήρησης και κατά την ημέρα που προηγείται της ημέρας παρατήρησης και της μέσης εξωτερικής θερμοκρασίας κατά το βράδυ που προηγείται της ημέρας παρατήρησης, με τον αριθμό ατόμων που βρίσκεται σε κάθε αίθουσα, πριν την έξοδο των νυχτερίδων.

Συσχέτιση του αριθμού ατόμων στην αίθουσα Α με τη:	Συντελεστής R	p
Μέση $T^{\circ}C$ στην αίθουσα Α κατά το βράδυ που προηγείται της ημέρας παρατήρησης	0.2390	0.1542
Μέση $T^{\circ}C$ στην αίθουσα Α κατά την ημέρα που προηγείται της ημέρας παρατήρησης	0.2361	0.1593
Μέση εξωτερική $T^{\circ}C$ κατά το βράδυ που προηγείται της ημέρας παρατήρησης	0.2006	0.2552
Συσχέτιση του αριθμού ατόμων στην αίθουσα Β με τη:	Συντελεστής R	p
Μέση $T^{\circ}C$ στην αίθουσα Β κατά το βράδυ που προηγείται της ημέρας παρατήρησης	-0.2577	0.1235
Μέση $T^{\circ}C$ στην αίθουσα Β κατά την ημέρα που προηγείται της ημέρας παρατήρησης	-0.2642	0.1140
Μέση εξωτερική $T^{\circ}C$ κατά το βράδυ που προηγείται της ημέρας παρατήρησης	-0.5269	0.0013



Γράφημα 3.34. Αριθμός ατόμων του *R. hipposideros* στην αίθουσα Β τις ημέρες παρατηρήσεων και η μέση εξωτερική θερμοκρασία τις νύχτες που προηγούνται αυτών (με * σημειώνονται οι ημερομηνίες παρατηρήσεων την περίοδο που το είδος είναι απών από το σπήλαιο).

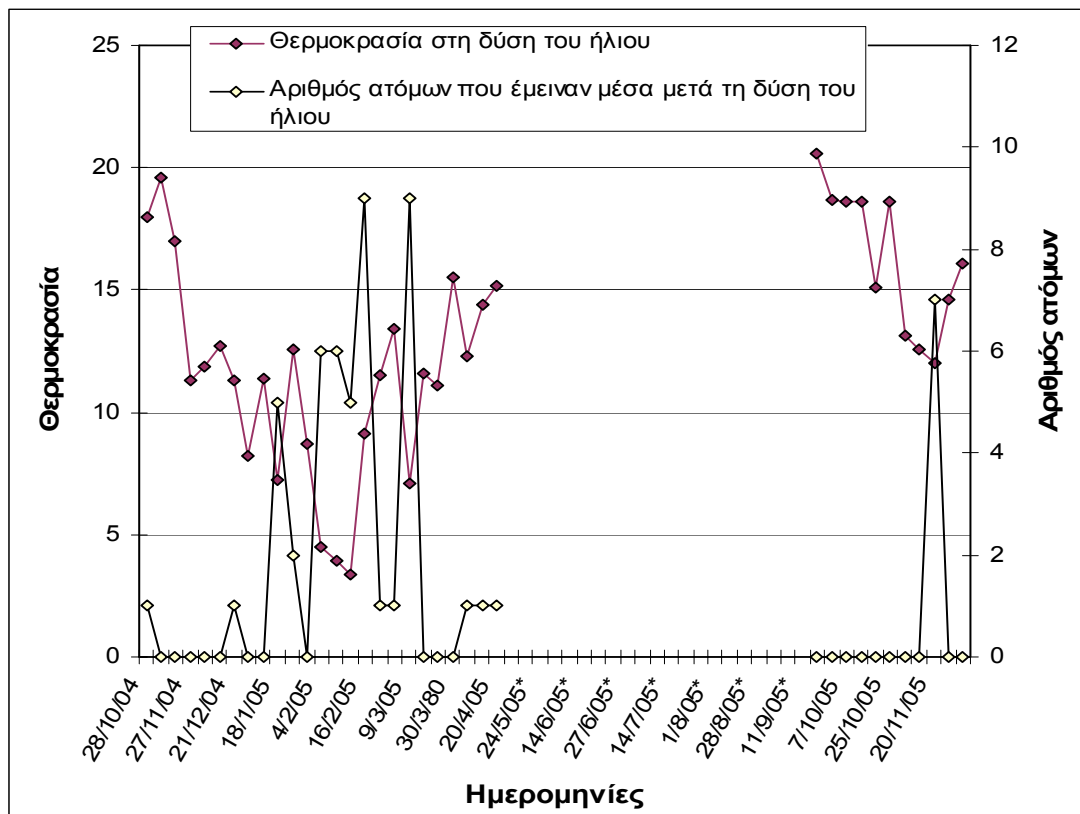
3.3.3. Επίδραση αβιοτικών παραγόντων στην δραστηριότητα του *Rhinolophus hipposideros*, κατά τη χειμερινή περίοδο.

Το εκατοστιαίο ποσοστό ανενεργών ατόμων στην αίθουσα Α, κατά τη διάρκεια της ημέρας, συσχετίζεται αρνητικά στατιστικά σημαντικά με τη μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά την προηγούμενη νύχτα (Spearman rank Correlation: $R=-0.344$, $p=0.049$) και τη μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά την ημέρα αυτή (12ωρο) (Spearman rank Correlation: $R=-0.393$, $p=0.023$). Δεν συσχετίζεται σημαντικά με τη θερμοκρασία της αίθουσας Α κατά την ημέρα αυτή και με τη θερμοκρασία της αίθουσας αυτής κατά την ημέρα που προηγείται της ημέρας παρατήρησης. Το ποσοστό επί τοις % των ατόμων που βρίσκονται ανενεργά στην αίθουσα Β, πριν τη δύση του ήλιου, εξετάστηκε ανάλογα και δε παρουσιάζει στατιστικά σημαντική συσχέτιση με κανέναν από τους θερμοκρασιακούς παράγοντες που εξετάστηκαν (Πίνακας 3.14).

Πίνακας 3.14. Αποτελέσματα της συσχέτισης Spearman rank για τη μέση θερμοκρασία κάθε αίθουσας, κατά το 12ωρο που προηγείται της παρατήρησης και κατά την ημέρα (12ωρο) που προηγείται της ημέρας παρατήρησης και για τη μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά το βράδυ που προηγείται της ημέρας παρατήρησης και κατά το 12ωρο που προηγείται της παρατήρησης, με το εκατοστιαίο ποσοστό ανενεργών ατόμων κάθε αίθουσας πριν τη δύση του ήλιου.

Συσχέτιση του εκατοστιαίου ποσοστού ανενεργών ατόμων στην Αίθουσα Α με τη:	Συντελεστής R	p
Μέση T°C στην αίθουσα Α κατά την ημέρα παρατήρησης (το 12ωρο που προηγείται)	-0.281	0.091
Μέση T°C στην αίθουσα Α κατά την ημέρα που προηγείται της ημέρας παρατήρησης	-0.272	0.102
Μέση εξωτερική T°C κατά το βράδι που προηγείται της ημέρας παρατήρησης	-0.344	0.049
Μέση εξωτερική T°C της ημέρας παρατήρησης (το 12ωρο που προηγείται)	-0.393	0.023
Συσχέτιση του εκατοστιαίου ποσοστού ανενεργών ατόμων στην αίθουσα Β με τη:	Συντελεστής R	p
Μέση T°C στην αίθουσα Β κατά την ημέρα παρατήρησης (το 12ωρο που προηγείται)	0.055	0.742
Μέση T°C στην αίθουσα Β κατά την ημέρα που προηγείται της ημέρας παρατήρησης	0.067	0.692
Μέση εξωτερική T°C κατά το βράδι που προηγείται της ημέρας παρατήρησης	-0.053	0.768
Μέση εξωτερική T°C της ημέρας παρατήρησης (το 12ωρο που προηγείται)	-0.013	0.941

Ο συνολικός αριθμός ατόμων του είδους που μένουν μέσα στο σπήλαιο μετά τη βραδινή έξοδο, παρουσιάζει στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση με την εξωτερική θερμοκρασία στη δύση του ήλιου (*Spearman Rank Correlation: R= -0.492, p=0.002*), αλλά και με τη μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά την ίδια ημέρα (12ωρο που προηγείται) (*Spearman Rank Correlation: R=-0.398, p=0.021*) και κατά την προηγούμενη νύχτα (*Spearman Rank Correlation: R=-0.357, p= 0.040*). Στο **Γράφημα 3.35** απεικονίζεται η θερμοκρασία στη δύση του ήλιου και ο συνολικός αριθμός ατόμων του είδους που μένουν μέσα στο σπήλαιο μετά τη βραδινή έξοδο, κατά την περίοδο 28 Οκτώβρη 2004 - 20 Απριλίου 2005 και από 23 Σεπτέμβρη 2004 έως 28 Νοεμβρίου 2005. Οι παρατηρήσεις της θερμής περιόδου, κατά την οποία το είδος ήταν απών από το σπήλαιο και των οποίων οι ημερομηνίες συμβολίζονται με αστερίσκο (*), δεν συμπεριλαμβάνονται.



Γράφημα 3.35. Ο αριθμός ατόμων του *R. hipposideros* που δεν εξέρχονται από το σπήλαιο, μετά τη δύση του ήλιου και η εξωτερική θερμοκρασία στη δύση του ήλιου (με * σημειώνονται οι ημερομηνίες των παρατηρήσεων, την περίοδο που το είδος είναι απών από το σπήλαιο).

Ο αριθμός ατόμων που μένει σε κάθε αίθουσα, μετά τη δύση του ήλιου, συσχετίστηκε σημαντικά με τη μέση θερμοκρασία της αίθουσας κατά την ημέρα της παρατήρησης (αίθουσα A: *Spearman* $R=-0.427$, $p=0.0065$, αίθουσα B: *Spearman* $R=-0.537$, $p=0.0004$) και κατά την ημέρα που προηγείται της ημέρας παρατήρησης (αίθουσα A: *Spearman* $R=-0.431$, $p=0.0061$, αίθουσα B: *Spearman* $R=-0.539$, $p=0.0003$) αλλά και με την εξωτερική θερμοκρασία στη δύση του ήλιου (αίθουσα A: *Spearman* $R=-0.429$, $p=0.0071$, αίθουσα B: *Spearman* $R=-0.628$, $p=0.0000$). Με τη μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά την ημέρα παρατήρησης δεν παρουσίασε σημαντική συσχέτιση ο αριθμός ατόμων στην αίθουσα A (*Spearman* $R=-0.263$, $p=0.126$), 90 περίπου λεπτά μετά τη δύση του ήλιου, ενώ συσχετίστηκε σημαντικά ο αριθμός ατόμων που βρίσκονται τότε στην αίθουσα B (*Spearman* $R=-0.571$, $p=0.0003$, Πίνακας 3.15).

Πίνακας 3.15. Αποτελέσματα της συσχέτισης Spearman rank για τη μέση θερμοκρασία κάθε αίθουσας, κατά το 12ωρο που προηγείται της παρατήρησης και κατά την ημέρα που προηγείται της ημέρας παρατήρησης καθώς και για τη μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά το 12ωρο που προηγείται της παρατήρησης και κατά τη δύση του ήλιου, με τον αριθμό ατόμων σε κάθε αίθουσα, μετά τη δύση του ήλιου.

Συσχέτιση του αριθμού ατόμων στην αίθουσα Α, μετά τη δύση, με τη:	Συντελεστής <i>R</i>	<i>p</i>
Μέση T°C στην αίθουσα Α κατά την ημέρα παρατήρησης (κατά το 12ωρο που προηγείται)	-0.427	0.0065
Μέση T°C στην αίθουσα Α κατά την ημέρα (12ωρο) που προηγείται της ημέρας παρατήρησης	-0.431	0.0061
Μέση εξωτερική T°C κατά την ημέρα παρατήρησης (το 12ωρο που προηγείται)	-0.263	0.1265
T°C στη δύση του ήλιου την ημέρα παρατήρησης	-0.429	0.0071
Συσχέτιση του αριθμού ατόμων στην αίθουσα Β, μετά τη δύση, με τη:		
Μέση T°C στην αίθουσα Β κατά την ημέρα παρατήρησης (κατά το 12ωρο που προηγείται)	-0.537	0.0004
Μέση T°C στην αίθουσα Β κατά την ημέρα (12ωρο) που προηγείται της ημέρας παρατήρησης	-0.539	0.0003
Μέση εξωτερική T°C κατά την ημέρα παρατήρησης (κατά το 12ωρο που προηγείται της παρατήρησης)	-0.571	0.0003
T°C στη δύση του ήλιου την ημέρα παρατήρησης	-0.628	0.0000

Όπως φαίνεται από τον **Πίνακα 3.16** το ποσοστό του αρχικού πληθυσμού που μένει ανενεργό, σε κάθε αίθουσα, παρουσιάζει ανάλογη συσχέτιση με αυτήν του αριθμού ατόμων κάθε αίθουσας, με τις θερμοκρασίες που εξετάζονται. Η θερμοκρασία στην αίθουσα Α κατά την ημέρα παρατήρησης και κατά την ημέρα που προηγείται της ημέρας παρατήρησης όπως και η εξωτερική θερμοκρασία στη δύση του ήλιου συσχετίζεται αρνητικά με το ποσοστό των ατόμων του αρχικού πληθυσμού που παραμένουν ανενεργά μέσα σε αυτήν (*Spearman R*= -0.355, *p*=0.030, *Spearman R*= -0.348, *p*=0.034 και *Spearman R*= -0.495, *p*=0.002 αντίστοιχα). Η μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά την ημέρα της παρατήρησης δεν συσχετίζεται σημαντικά με το ποσοστό ανενεργών ατόμων (*Spearman R*=-0.281, *p*=0.112). Στην αίθουσα Β το ποσοστό ανενεργών ατόμων συσχετίζεται σημαντικά με τη μέση θερμοκρασία της αίθουσας, είτε κατά την ίδια ημέρα (*Spearman R*= -0.499, *p*=0.001) είτε κατά την προηγούμενη ημέρα (*Spearman R*= -0.493, *p*=0.001) και με τη θερμοκρασία στην δύση του ήλιου (*Spearman R*=-0.633, *p*=0.000). Συσχετίζεται επίσης και με τη μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά την ημέρα της παρατήρησης (*Spearman R*= -0.533, *p*=0.000). Οι πιο ισχυρές συσχετίσεις όμως είναι μεταξύ του ποσοστού ανενεργών ατόμων και της εξωτερικής θερμοκρασίας κατά τη δύση του ήλιου. Επίσης όλες οι

συσχετίσεις είναι αρνητικές γεγονός που δηλώνει ότι το ποσοστό των ατόμων σε λήθαργο αυξάνει όταν οι εξωτερικές και οι εσωτερικές θερμοκρασίες μειώνονται.

Πίνακας 3.16. Αποτελέσματα της συσχέτισης Spearman rank για τη μέση θερμοκρασία κάθε αίθουσας, κατά το 12ωρο που προηγείται της παρατήρησης και κατά την ημέρα που προηγείται της ημέρας παρατήρησης καθώς και για τη μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά το 12ωρο που προηγείται της παρατήρησης και κατά τη δύση του ήλιου, με το εκατοστιαίο ποσοστό ανενεργών ατόμων σε κάθε αίθουσα, μετά τη δύση του ήλιου.

Συσχέτιση του εκατοστιαίου ποσοστού ανενεργών ατόμων στην αίθουσα Α, μετά τη δύση, με τη:	Συντελεστής R	p
Μέση T°C στην αίθουσα Α κατά την ημέρα παρατήρησης (κατά το 12ωρο που προηγείται)	-0.355	0.030
Μέση T°C στην αίθουσα Α κατά την ημέρα (12ωρο) που προηγείται της ημέρας παρατήρησης	-0.348	0.034
Μέση εξωτερική T°C κατά την ημέρα παρατήρησης (το 12ωρο που προηγείται)	-0.281	0.112
T°C στη δύση του ήλιου την ημέρα παρατήρησης	-0.495	0.002
Συσχέτιση του εκατοστιαίου ποσοστού ανενεργών ατόμων στην αίθουσα Β, μετά τη δύση, με τη:	Συντελεστής R	p
Μέση T°C στην αίθουσα Β κατά την ημέρα παρατήρησης (κατά το 12ωρο που προηγείται)	-0.499	0.0016
Μέση T°C στην αίθουσα Β κατά την ημέρα (12ωρο) που προηγείται της ημέρας παρατήρησης	-0.493	0.0018
Μέση εξωτερική T°C κατά την ημέρα παρατήρησης (το 12ωρο που προηγείται της παρατήρησης)	-0.533	0.0014
T°C στη δύση του ήλιου την ημέρα παρατήρησης	-0.633	0.0000

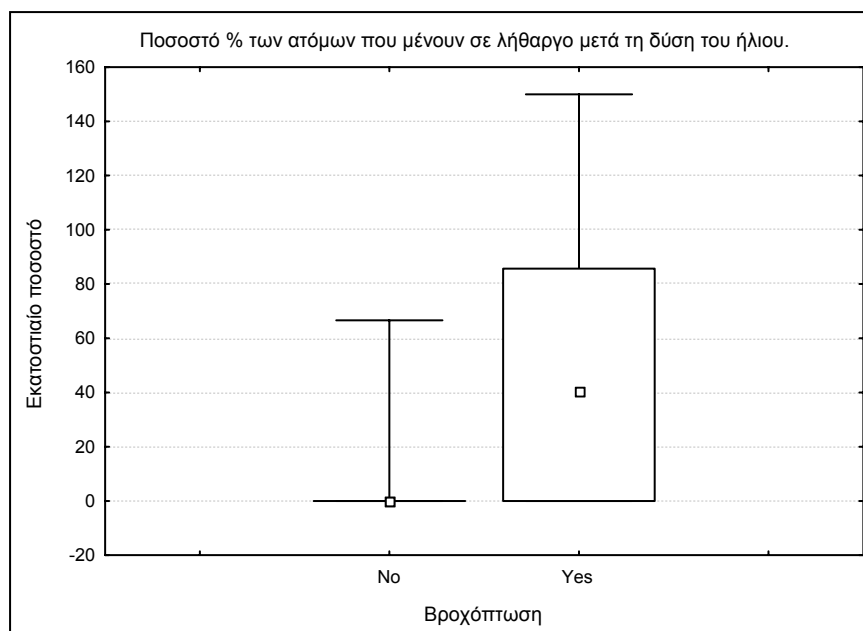
Ο συνολικός αριθμός ατόμων του είδους που δεν βγαίνουν έξω κατά τη δύση του ήλιου, διαφοροποιείται στατιστικά σημαντικά μεταξύ των βροχερών και μη βροχερών ημερών (Mann-Whitney test: $Z = -2.46$, $p = 0.013$) και δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την ένταση του ανέμου (Spearman Rank Correlation: $R = 0.32$, $p = 0.052$, **Πίνακας 3.17**). Επίσης το ποσοστό των ατόμων που παραμένουν σε λήθαργο, μετά τη δύση του ήλιου, διαφοροποιείται στατιστικά σημαντικά μεταξύ των ημερών με βροχή και των ημερών χωρίς βροχή (Mann-Whitney test: $Z = -2.87$, $p = 0.004$) και εμφανίζεται μεγαλύτερο τις ημέρες με βροχή, ενώ δεν φαίνεται να επηρεάζεται από την ένταση του ανέμου (Spearman rank correlation: $R = 0.200$, $p = 0.235$, **Πίνακας 3.18** και **Γράφημα 3.36**).

Πίνακας 3.17. Η επίδραση της βροχόπτωσης κατά τη διάρκεια της ημέρας παρατήρησης και της έντασης του ανέμου κατά τη δύση του ήλιου, την ημέρα της παρατήρησης, στο συνολικό αριθμό ατόμων του *R. hipposideros*, μέσα στο σπήλαιο, μετά τη δύση του ήλιου.

	Στατιστικό test	Συντελεστής R /z	p
Βροχόπτωση	Mann-Whitney	Z=-2.46	0.013
Άνεμος	Spearman rank correlation	R=0.32	0.052

Πίνακας 3.18. Η επίδραση της βροχόπτωσης κατά τη διάρκεια της ημέρας παρατήρησης και της έντασης του ανέμου, κατά τη δύση του ήλιου, την ημέρα της παρατήρησης, στο εκατοστιαίο ποσοστό του συνολικού πληθυσμού του *R. hipposideros* που παραμένει ανενεργό μέσα στο σπήλαιο μετά τη δύση του ήλιου.

	Στατιστικό test	Συντελεστής R /z	p
Βροχόπτωση	Mann-Whitney	Z=-2.87	0.004
Άνεμος	Spearman rank correlation	R=0.200	0.235



Γράφημα 3.36. Εκατοστιαίο ποσοστό ατόμων του *R. hipposideros* σε λήθαργο, μετά τη δύση του ήλιου, τις ημέρες με (Yes) και χωρίς βροχή (No). Απεικονίζονται οι διάμεσοι, τα διαστήματα 25%-75% των τιμών και τα ελάχιστα-μέγιστα.

Τις ημέρες που όλα τα άτομα βρίσκονταν σε συνεχόμενο λήθαργο (4-8 Φεβρουαρίου'05) οι θερμοκρασίες ήταν από τις χαμηλότερες που σημειώθηκαν κατά την διάρκεια της έρευνας. Στη δύση του ήλιου η θερμοκρασία ήταν χαμηλότερη από 5 °C (4.5 °C στις 4 Φεβρουαρίου, 3.9 °C στις

8 Φεβρουαρίου και 3.4 °C στις 11 Φεβρουαρίου) και οι τρεις αυτές ημέρες ήταν βροχερές. Λίγες ημέρες μετά, στις 16 Φεβρουαρίου, παρόλο που η θερμοκρασία έφτανε τους 9.1 °C στη δύση του ήλιου, και τα 9 άτομα που υπήρχαν αρχικά μέσα στο σπήλαιο παρέμειναν μέσα και τα 4 από αυτά ενεργά. Την ημέρα αυτή έβρεχε όπως και τις προηγούμενες ημέρες. Άξια αναφοράς είναι η παρατήρηση στις 9 Μαρτίου, όπου η θερμοκρασία στη δύση του ήλιου ήταν 7.1°C και είχε βρέξει και ενώ κατά την πρώτη παρατήρηση είχαν βρεθεί 6 ανενεργά άτομα μέσα στο σπήλαιο, στην δεύτερη παρατήρηση βρέθηκαν αυτά και 3 επιπλέον άτομα ανενεργά. Τα επιπλέον άτομα είχαν εισέλθει στο σπήλαιο μετά την πρώτη παρατήρηση. Σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 8°C τα άτομα αυτού του είδους εγκατέλειπαν την θέση φωλιάσματος ακόμα και με βροχή. Στις 1 Φεβρουαρίου του 2005, όπου η θερμοκρασία την ώρα εξόδου των νυχτερίδων ήταν 8.7 °C και επιπλέον είχε βρέξει κατά την διάρκεια της ημέρας, τα 3 άτομα που υπήρχαν μέσα στο σπήλαιο βγήκαν έξω το βράδυ. Στις 6 Ιανουαρίου, που δεν έβρεχε, όλα τα άτομα που ήταν μέσα σε λήθαργο, εγκατέλειψαν την θέση φωλιάσματος με 8.2 °C κατά τη δύση του ήλιου. Ακόμα και όταν η θερμοκρασία δεν είναι πολύ χαμηλή αλλά δρα ένας συνδυασμός άλλων αντίξοων συνθηκών όπως ισχυρός άνεμος και βροχή τότε η δραστηριότητα των ατόμων εμφανίζεται μειωμένη. Στις 20 Νοεμβρίου 2005, η θερμοκρασία στη δύση του ήλιου, ήταν συγκριτικά πολύ υψηλή (12 °C), έβρεχε την ώρα της δύσης του ήλιου και επικρατούσε μεγάλης έντασης άνεμος καθόλη την διάρκεια της ημέρας ενώ στη δύση του ήλιου, η ένταση του ανέμου ήταν ιδιαίτερα μικρή. Την ημέρα αυτή από τα 9 άτομα που βρισκόντουσαν μέσα στο σπήλαιο τα 7 παρέμειναν μέσα και τα 6 από αυτά ήταν ανενεργά.

Όσον αφορά την ώρα έναρξης δραστηριότητας (emergence time), αυτή συσχετίζεται στατιστικά σημαντικά με τη μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά την προηγούμενη νύχτα (Spearman rank correlation: $R=-0.678$, $p=0.002$). Η συσχέτιση είναι αρνητική που σημαίνει ότι σε υψηλότερες θερμοκρασίες τα άτομα θα ενεργοποιούνται νωρίτερα από ότι σε χαμηλότερες.

Τέλος, η θερμοκρασία της αίθουσας Β συσχετίζεται αρνητικά και στατιστικά σημαντικά με την ώρα έναρξης δραστηριότητας (Spearman rank correlation: $R= -0.478$, $p= 0.044$) ενώ δεν βρέθηκε να υπάρχει συσχέτιση με τη θερμοκρασία της αίθουσας Α (Spearman rank correlation: $R=-0.36$, $p=0.132$).

3.3.4. Αναπαραγωγική βιολογία του είδους

Οι πληροφορίες που αντλήθηκαν σχετικά με την αναπαραγωγική κατάσταση των ατόμων και τις γεννήσεις του είδους αυτού είναι ελάχιστες, λόγω του μικρού αριθμού ατόμων, μέσα στο σπήλαιο την περίοδο της αναπαραγωγής, τα οποία παρέμεναν πάντα ενεργά και δεν ήταν δυνατή η καταμέτρησή τους. Οι μόνες πληροφορίες παρέχονται από τις συλλήψεις με δίχτυα. Στις 27 Ιουνίου 2005 έγινε σύλληψη μιας θηλάζουσας και στις 29 Ιουλίου 2005 πιάστηκαν μια θηλάζουσα,

δύο αρσενικά και ένα ανήλικο. Από την παρουσία της θηλαζουσας και του ανήλικου μπορούμε να υποθέσουμε ότι το σπήλαιο ίσως χρησιμοποιείται ως θέση αναπαραγωγής απο ένα πολύ μικρό αριθμό ατόμων. Αρσενικά άτομα τα οποία είχαν συγκεντρώσει σπέρμα στα ουραία τμήματα των επιδυμιδίων (SCE) βρέθηκαν τον Φεβρουάριο 2005, στις αρχές Απριλίου του 2005 και ξανά τον Οκτώβριο 2005.

3.3.5. Γενικές παρατηρήσεις για το είδος *R. hipposideros*

Κατά τις συλλήψεις που πραγματοποιήθηκαν (**Πίνακας 2.1**), δακτυλιώθηκαν συνολικά 6 άτομα αυτού του είδους. Στις 27/06/2005 δακτυλιώθηκε 1 άτομο, στις 29/07/2005 δακτυλιώθηκαν 4 άτομα και στις 20/10/2005 δακτυλιώθηκε 1 άτομο ακόμη. Το άτομο που δακτυλιώθηκε στα τέλη Οκτώβρη είναι και το μόνο που ξαναβρέθηκε μέσα στο σπήλαιο κατά τις παρατηρήσεις και τις συλλήψεις.

Σε αυτό το είδος όπως και στο συγγενικό του, *R. ferrumequinum*, παρατηρήθηκε η προτίμηση κάποιων ατόμων για συγκεκριμένες θέσεις μέσα στο σπήλαιο. Η αναγνώριση των ατόμων ήταν εφικτή από τα δακτυλίδια που έφεραν. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση του ατόμου, που από δακτυλιώθηκε στις 20 Οκτωβρίου 2005 και το οποίο έπειτα, και στις 6 παρατηρήσεις που βρέθηκε μέσα στο σπήλαιο, βρίσκονταν στην ίδια θέση.

Κατά την διάρκεια του ημερήσιου λήθαργου τα άτομα του *R. hipposideros* κάλυπταν το σώμα τους τελείως με τις πτέρυγές τους και δεν παρατηρήθηκαν ποτέ σε άμεση επαφή με άτομα του ίδιου ή κάποιου άλλου είδους.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ



4.1 *Rhinolophus ferrumequinum*

Μέγεθος και δομή πληθυσμού

Ο πληθυσμός αυτού του είδους δεν είναι σταθερός κατά τη διάρκεια της μελέτης (**Γράφημα 3.5**), διαπίστωση που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι μέλη αυτού χρησιμοποιούν πολλές θέσεις φωλιάσματος όπως έχει διαπιστωθεί και παλαιότερα από τον Ransome (1968). Ο Ransome (1968) κατέληξε ότι ο συνολικός πληθυσμός που χρησιμοποιεί ενίοτε ένα σπήλαιο, μέσα σε ένα χρόνο, είναι πολύ μεγαλύτερος από τον αριθμό ατόμων που βρίσκεται εκεί κατά τις επισκέψεις και ότι τα άτομα του πληθυσμού διασπείρονται σε διάφορα σπήλαια. Από τις 30 Μαΐου του 2005 μέχρι τα τέλη Ιουλίου του 2005 δακτυλιώθηκαν στο σπήλαιο αυτό 96 άτομα του είδους και έπειτα, στις 20 Οκτωβρίου, δακτυλιώθηκαν ακόμα 14 άτομα, αλλά σε κάθε επίσκεψη μέσα στο σπήλαιο, ήταν παρόν λιγότερο από το 20 % των μέχρι τότε δακτυλιωμένων ατόμων (**Γράφημα 3.25**). Η εύρεση, εξάλλου, στις αρχές του Οκτώβρη του 2005, μέσα στο σπήλαιο, ενός ατόμου που είχε δακτυλιωθεί στο σπήλαιο “Χώνος” στο Σάρχο 10 μήνες νωρίτερα, αποτελεί ένδειξη ότι συμβαίνει εμπλουτισμός του πληθυσμού με άτομα του είδους από άλλες θέσεις φωλιάσματος.

Η αναλογία φύλου στα άτομα της αποικίας παρουσίασε διαφορές, στις συλλήψεις που πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της μελέτης, (**Γράφημα 3.6**). Η μειωμένη παρουσία των αρσενικών ατόμων στην αποικία από τον Απρίλιο και έπειτα και η απουσία τους στο τέλος της άνοιξης ενδεχομένως οφείλεται στη συγκέντρωση των θηλυκών ατόμων και στη δημιουργία της αναπαραγωγικής αποικίας. Τα θηλυκά πιθανόν απωθούν τα αρσενικά, αυτήν την περίοδο ή τα αρσενικά επιλέγουν να μείνουν σε άλλες θέσεις φωλιάσματος. Οι Holzhaider & Zahn (2001) σε έρευνα που έκαναν στις Άλπεις, για τους μήνες Μάιο μέχρι Σεπτέμβριο, παρατήρησαν ότι οι θέσεις φωλιάσματος για μία πληθώρα ειδών (*Myotis myotis*, *M. emarginatus*, *M. brandti*, *Pipistrellus pipistrellus*, *P. nathusii*, *Plecotus auritus*, *Vespertilio murinus*), σε μεγάλα υψόμετρα, καταλαμβάνονταν κυρίως από ενήλικα αρσενικά άτομα. Κάποιοι ερευνητές (Altringham 1996, Barclay 1991 σε: Holzhaider & Zahn 2001, Grinevitch *et.al.* 1995 σε: Russo 2002) έχουν υποστηρίξει ότι τα αρσενικά άτομα ενδεχομένως να μετακινούνται σε θέσεις φωλιάσματος με χαμηλότερες θερμοκρασίες αφού είναι πιο συμφέρον για αυτά να βρίσκονται σε λήθαργο και όχι ενεργά, κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου. Επίσης μπορούν έτσι να αποφεύγουν και τον ανταγωνισμό στην τροφή με τα άτομα από τις αναπαραγωγικές αποικίες (Kunz 1974 σε: Holzhaider & Zahn 2001). Είναι πιθανό να συμβαίνει κάτι τέτοιο και με τα αρσενικά άτομα του *R. ferrumequinum*.

Από τα τέλη του Οκτώβρη του 2004 μέχρι τα τέλη του Φεβρουαρίου του 2005 και ξανά από τα τέλη του Οκτώβρη του 2005, τα αρσενικά άτομα που συνελήφθησαν ήταν περισσότερα από τα

θηλυκά (**Γράφημα 3.6**). Σύμφωνα με τους Ransome & Hutson (2000) οι θέσεις διαχείμασης που δημιουργεί αυτό το είδος μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε 3 τύπους ανάλογα με το φύλο και την ηλικία των ατόμων που διαχειμάζουν σε αυτές. Πρώτον, στις θέσεις διαχείμασης στις οποίες υπάρχουν ανώριμα αρσενικά και θηλυκά άτομα και ενίοτε εμφανίζονται και ενήλικα αρσενικά στη μέση της χειμερινής περιόδου. Δεύτερον, στις θέσεις στις οποίες υπάρχουν μερικά ανώριμα άτομα της ίδιας χρονιάς, περισσότερα ανώριμα άτομα των προηγούμενων ετών και πολλά αρσενικά ενήλικα άτομα. Στις τελευταίες, αν υπάρχουν θηλυκά συνήθως διαχειμάζουν μεμονωμένα ειδάλλως μετακινούνται στα βαθύτερα τμήματα άλλων θέσεων φωλιάσματος. Τέλος στις θέσεις εκείνες οι οποίες καταλαμβάνονται από τα ίδια αρσενικά άτομα για πολλά χρόνια και χρησιμεύουν ως θέσεις ζευγαρώματος. Ο Νυχτεριδόσπηλιος των Άνω Ασιτών φαίνεται να ανήκει στη δεύτερη κατηγορία. Παλαιότερες εργασίες (McNab 1974 και Davis & Hitchcock 1964, Phillips 1966 & Fenton 1970, 1972 σε: McNab 1974) αναφέρουν για κάποια άλλα είδη (*Myotis lusifugus*, *Eptesicus fuscus*, *Pipistrellus hesperus*, *Pipistrellus subflavus*) ότι τα θηλυκά άτομα απαιτούν χαμηλότερες θερμοκρασίες και είναι λιγότερο δραστήρια από ό,τι τα αρσενικά το χειμώνα και το αποδίδουν στην ανάγκη των θηλυκών να παραμείνουν σε λήθαργο για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα έτσι ώστε να διατηρήσουν το σπέρμα μέχρι την άνοιξη. Η θέση της μελέτης φιλοξενεί και ενήλικα και ανήλικα άτομα και από τα δύο φύλα, από το φθινόπωρο έως και την άνοιξη και η μεγαλύτερη αναλογία αρσενικών ατόμων το χειμώνα ίσως οφείλεται στο ότι περισσότερα θηλυκά απ' ότι αρσενικά άτομα μετακινούνται σε άλλες θέσεις φωλιάσματος με χαμηλότερες θερμοκρασίες ώστε να παραμένουν σε λήθαργο για περισσότερες ημέρες.

Ο πληθυσμός του είδους, στο σπήλαιο, παρουσιάζει αύξηση στα τέλη Οκτώβρη έως αρχές Δεκεμβρίου του 2004, έπειτα μειώνεται το χειμώνα και ιδιαίτερα κατά το Φεβρουάριο του 2005 και αυξάνει πάλι με το τέλος του χειμώνα. Από τα μέσα Μαΐου μέχρι το τέλος του Αυγούστου του 2005 ο αριθμός των ατόμων στην αποικία είναι πολύ μεγάλος. Ο πληθυσμός είναι αισθητά μειωμένος μετά το καλοκαίρι του 2005 μέχρι και τις αρχές Οκτώβρη και αυξάνει πάλι από μέσα Οκτώβρη και τον Νοέμβριο του 2005 (**Γράφημα 3.5**).

Ο πληθυσμός στη θέση φωλιάσματος είναι ιδιαίτερα αυξημένος τη θερμή περίοδο, από την άνοιξη και μετά και κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, διότι το σπήλαιο χρησιμοποιείται ως περιοχή αναπαραγωγής και πολλά θηλυκά της αποικίας συγκεντρώνονται εκεί από τα τέλη της άνοιξης και έπειτα, για να γεννήσουν και να μεγαλώσουν τα μικρά τους. Η συγκέντρωση αυτή των θηλυκών φαίνεται και από το γεγονός ότι από το τέλος Φεβρουαρίου και μετά αυξάνει το ποσοστό ώριμων αναπαραγωγικά θηλυκών ατόμων που συλλαμβάνονται (**Γράφημα 3.22**) και ότι στις συλλήψεις στο τέλος του Μάη συνελήφθησαν μόνο θηλυκά άτομα (**Γράφημα 3.6**).

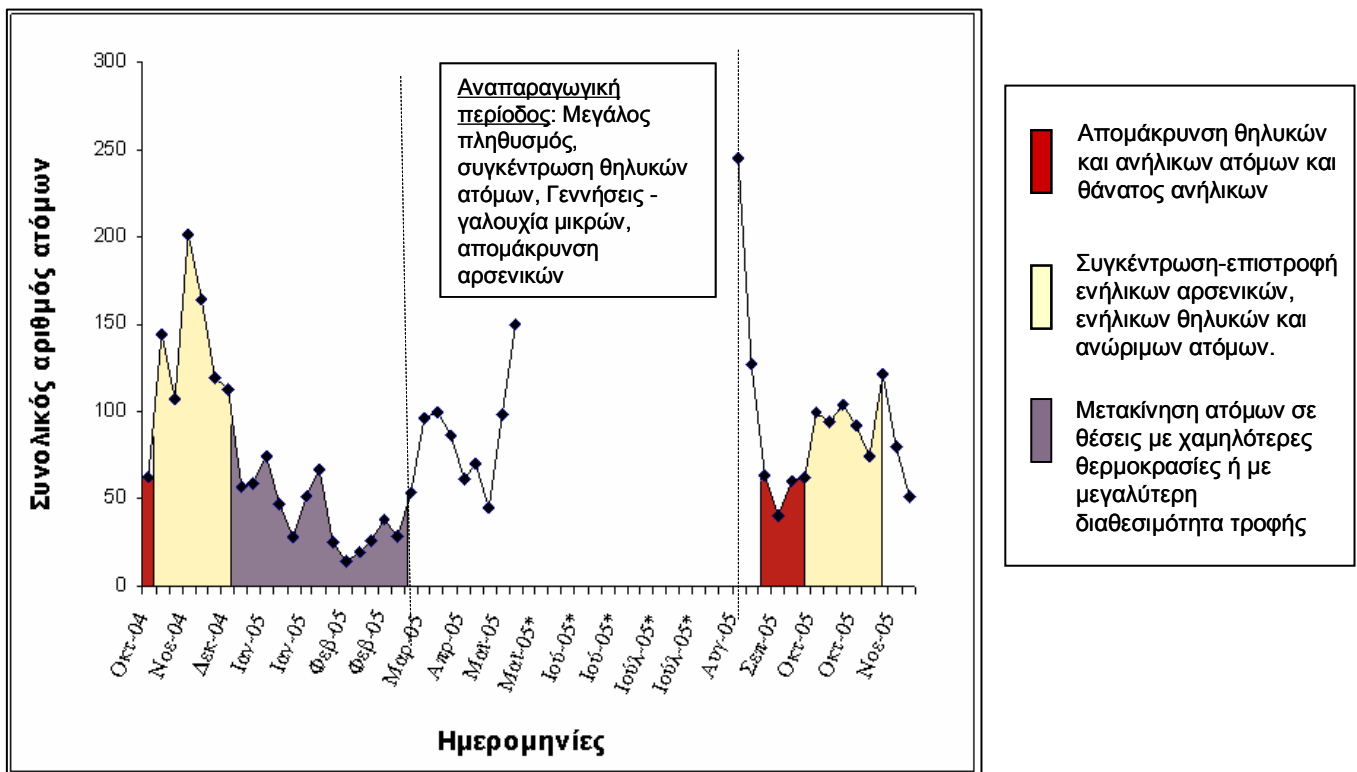
Όσον αφορά στη μείωση του πληθυσμού μετά το καλοκαίρι, ενδεχομένως οφείλεται στα θηλυκά που είχαν έρθει για να γεννήσουν και εγκαταλείπουν το σπήλαιο και στην μετακίνηση πολλών ανήλικων ατόμων αυτής της χρονιάς σε άλλες θέσεις φωλιάσματος. Από τις παρατηρήσεις των δακτυλιωμένων ατόμων μέσα στο σπήλαιο, κατά το φθινόπωρο του 2005, φάνηκε ότι από μέσα Οκτώβρη και μετά, μειώνεται ο αριθμός των ενήλικων θηλυκών ατόμων που γέννησαν το καλοκαίρι εκεί. Φάνηκε επιπλέον ότι ένα μεγάλο ποσοστό από τα ανήλικα άτομα της ίδιας χρονιάς εγκαταλείπουν το σπήλαιο. Οι Ransome & Hutson (2000) αναφέρουν ότι τα νεαρά άτομα, μετά το πρώτο τους καλοκαίρι, αν δεν μείνουν στην ίδια θέση φωλιάσματος, μετακινούνται σε θέσεις που απέχουν συνήθως έως και 16 km από τη θέση της αναπαραγωγικής αποικίας, ενώ μπορεί να μετακινηθούν μέχρι και 45 km σε άλλες θέσεις διαχείμασης. Επίσης στη μείωση αυτή του πληθυσμού ίσως συμβάλει και η μεγάλη θνησιμότητα των νεαρών ατόμων αυτής της χρονιάς που δακτυλιώθηκαν το καλοκαίρι. Σύμφωνα με τον Ransome (1990) σε: Rossiter *et. al.* 2000) η θνησιμότητα των νεαρών ατόμων είναι πολύ μεγάλη (περίπου το 1/3 του πληθυσμού πεθαίνει στα δύο πρώτα χρόνια). Στην Κρήτη βέβαια το ποσοστό αυτό ίσως είναι πολύ μικρότερο λόγω ευνοϊκότερου κλίματος.

Ο Ransome (1990) επίσης, υποστηρίζει ότι οι νυχτερίδες, στην αρχή και στο τέλος της περιόδου διαχείμασης, όταν θηρεύουν συχνά, προτιμούν θέσεις με θερμοκρασία που παρουσιάζει ημερήσια διακύμανση σύμφωνα με την εξωτερική θερμοκρασία, λόγω των ρευμάτων αέρα που εισέρχονται στον εσωτερικό χώρο. Οι διακυμάνσεις αυτές τους επιτρέπουν να συγχρονίζουν την αφύπνισή τους με τις ημέρες με ευνοϊκές καιρικές συνθήκες. Οι θερμοκρασίες των αιθουσών Α και Β του σπηλαίου ακολουθούν τις διακυμάνσεις της εξωτερικής θερμοκρασίας (**Γράφημα 3.1**) και πιθανόν γι' αυτό το λόγο οι νυχτερίδες μένουν εκεί όταν οι εξωτερικές συνθήκες επιτρέπουν συχνά τη θήρευση. Στην προτίμηση αυτή, των ατόμων αυτού του είδους, που αναφέρει ο Ransome, πιθανόν οφείλεται και η γενική αύξηση που εμφανίζει ο πληθυσμός του είδους στο σπήλαιο κατά τον Οκτώβριο-Νοέμβριο του 2004 και του 2005. Από τις παρατηρήσεις των δακτυλιωμένων ατόμων μέσα στο σπήλαιο, κατά το φθινόπωρο του 2005 φάνηκε ότι από τις 7 Οκτώβρη μέχρι τέλη Νοέμβρη του 2005, συγκεντρώνονται εκεί ενήλικα αρσενικά άτομα από άλλες θέσεις φωλιάσματος, καθώς και ότι ενδεχομένως επιστρέφουν ανώριμα άτομα από προηγούμενες χρονιές. Φάνηκε επίσης ότι το φθινόπωρο, εκτός από τα θηλυκά άτομα που γέννησαν στο σπήλαιο το καλοκαίρι και παρέμεναν ακόμα εκεί, υπήρχαν κάποια ενήλικα θηλυκά άτομα τα οποία ήταν είτε άτομα που γέννησαν εκεί το καλοκαίρι και τα οποία δεν συνελήφθησαν και δεν δακτυλιώθηκαν κατά τις συλλήψεις του καλοκαιριού, είτε άτομα που επέστρεψαν εκεί από άλλες θέσεις φωλιάσματος.

Όταν σημειώθηκε ο ελάχιστος πληθυσμός (στις 8 και 11 Φεβρουαρίου του 2005), οι θερμοκρασίες ήταν οι ελάχιστες που αναφέρθηκαν κατά τη διάρκεια της μελέτης στη δύση του

ήλιου (3,9°C και 3,4°C αντίστοιχα) και οι ελάχιστες ανά εικοσιτετράωρο μέσες θερμοκρασίες που αναφέρθηκαν μέσα και έξω από το σπήλαιο. Ο Ransome (1968, 1971, 1990) και οι Park *et.al.* (1999) τονίζουν ότι η θερμοκρασία της θέσης διαχείμασης είναι πολύ σημαντικός παράγοντας στην επιλογή της, διότι καθορίζει τη συχνότητα αφύπνισης των ατόμων από το λήθαργο. Εάν η διαθεσιμότητα της τροφής, το προηγούμενο βράδυ που θα κυνηγήσουν οι νυχτερίδες, δεν είναι επαρκής για να καλύψει τις ανάγκες τους, τότε επιλέγουν να μείνουν σε θέσεις με χαμηλότερη θερμοκρασία ώστε να πέσουν σε λήθαργο για κάποιο χρονικό διάστημα. Και οι δύο αίθουσες του σπηλαίου, οι οποίες φιλοξενούν το σύνολο σχεδόν των ατόμων του είδους, έχουν υψηλότερη θερμοκρασία από αυτήν που αναφέρεται στη βιβλιογραφία ότι χρειάζονται τα άτομα αυτού του είδους για να πέσουν σε πολυήμερο λήθαργο. Ο Ransome (1968) από παρατηρήσεις που έκανε για 10 χρόνια, σε διάφορα σπήλαια στην Αγγλία, αναφέρει ότι τα άτομα του *R. ferrumequinum* διαχειμάζαν σε θερμοκρασίες από 3°C-13°C αλλά το μεγαλύτερο ποσοστό του πληθυσμού διαχειμάζε σε θερμοκρασίες από 8°C-11°C, ενώ ο Altringham (1996) αναφέρει ότι το είδος διαχειμάζει σε θερμοκρασίες από 5°C-11°C. Πιθανώς τα άτομα αυτού του είδους, όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι πολύ χαμηλή και η διαθέσιμη τροφή ανεπαρκής, μετακινούνται σε άλλες θέσεις φωλιάσματος με χαμηλότερη θερμοκρασία ή με μεγαλύτερη διαθεσιμότητα τροφής και γι'αυτό παρατηρήθηκε η μείωση του πληθυσμού το χειμώνα και ιδιαίτερα όταν καταγράφηκαν οι ελάχιστες θερμοκρασίες.

Στο **Γράφημα 3.37** παρακάτω αποδίδεται γραφικά η ετήσια μεταβολή του πληθυσμού του *R. ferrumequinum* σε αντιστοίχιση με τις διάφορες φάσεις του βιολογικού του κύκλου.



Γράφημα 3.37. Ετήσια μεταβολή του πληθυσμού του *R.ferrumequinum* σε αντιστοίχιση με τις διάφορες φάσεις του βιολογικού του κύκλου.

Ο συνολικός πληθυσμός του είδους στο σπήλαιο, ωστόσο, δεν συσχετίστηκε με τη μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά τη προηγούμενη νύχτα (*Spearman* $R=0.202$, $p=0.265$). Επίσης, ούτε ο αριθμός των ατόμων σε κάθε αίθουσα συσχετίστηκε με τη θερμοκρασία της αντίστοιχης αίθουσας κατά το βράδυ που προηγείται της παρατήρησης ή κατά την ημέρα που προηγείται της ημέρας παρατήρησης, αλλά ούτε και με την εξωτερική θερμοκρασία κατά τη νύχτα που προηγείται της παρατήρησης (Πίνακας 3.4) παρόλο που, όπως προαναφέρθηκε, η εξωτερική θερμοκρασία και η θερμοκρασία της θέσης φωλιάσματος, έχουν σημαντικότερο ρόλο στην επιλογή της θέσης από τις νυκτερίδες (Ransome 1968, 1971, 1990 και Park *et.al.* 1999). Η έλλειψη συσχέτισης ενδεχομένως οφείλεται στο ότι ο πληθυσμός του είδους ακολουθεί ένα γενικό πρότυπο αυξομείωσης κατά τη διάρκεια του έτους, το οποίο καθορίζεται από άλλους παράγοντες και όχι μόνο από τη θερμοκρασία, αλλά δεν ακολουθεί τις επιμέρους αυξομειώσεις της θερμοκρασίας.

Το ποσοστό των ανενεργών ατόμων, κατά τη διάρκεια της ημέρας, μέσα στις αίθουσες A και B δεν συσχετίζεται με τις εξωτερικές θερμοκρασίες, προφανώς διότι η κατάστασή τους, εφόσον επιλέγουν να παραμείνουν στο σπήλαιο, επηρεάζεται από τις εσωτερικές θερμοκρασίες και όχι από τις εξωτερικές. Στην αίθουσα A, το ποσοστό των ανενεργών ατόμων δεν επηρεάζεται ούτε από τη θερμοκρασία της αίθουσας αυτής, ενώ το ποσοστό των ατόμων που είναι σε λήθαργο, στην αίθουσα B, πριν τη δύση του ήλιου, συσχετίζεται αρνητικά με τη θερμοκρασία της αίθουσας κατά

την ημέρα της παρατήρησης και τη θερμοκρασία της κατά την ημέρα που προηγείται της ημέρας παρατήρησης (**Πίνακας 3.5**). Η θερμοκρασία της αίθουσας Α φαίνεται ότι δεν υπερβαίνει το θερμοκρασιακό όριο πάνω από το οποίο οι νυχτερίδες επιλέγουν να θερμορυθμίσουν για να μείνουν ενεργές, οπότε η θερμοκρασία της δεν επηρεάζει το ποσοστό των ατόμων που θα βρίσκονται εκεί σε λήθαργο. Στις περισσότερες περιπτώσεις, φάνηκε ότι όλες οι νυχτερίδες παραμένουν σε λήθαργο (ημερήσιο) σε αυτήν την αίθουσα, κατά τη χειμερινή περίοδο, πριν τη δύση του ήλιου (**Γράφημα 3.8**). Η αρνητική συσχέτιση του ποσοστού ανενεργών ατόμων στην αίθουσα Β με τη θερμοκρασία της, δηλώνει ότι το ποσοστό ανενεργών ατόμων στη Β μειώνεται όταν αυξάνει η θερμοκρασία της και το αντίστροφο. Στις περισσότερες περιπτώσεις που υπήρχαν άτομα στην αίθουσα Β, πριν την έξοδο των νυχτερίδων, ήταν σε λήθαργο (**Γράφημα 3.9**). Από τις 31 περιπτώσεις που παρατηρήθηκαν άτομα του είδους, πριν τη δύση του ήλιου, σε αυτήν την αίθουσα, μόνο κατά τις 3 από αυτές (στο 9,67 % δηλαδή των περιπτώσεων) υπήρχαν κάποια άτομα που δεν ήταν σε λήθαργο (**Γράφημα 3.9**). Καθώς μόνο ένα μικρό μέρος του πληθυσμού του είδους χρησιμοποιεί την αίθουσα Β (**Γράφημα 3.7**), οι συσχετίσεις αυτές, κατά πάσα πιθανότητα, είναι τυχαίες και οι επιλογές των ατόμων οφείλονται σε προσωπικές προτιμήσεις.

Το είδος αυτό κατά τη διάρκεια αυτής της εργασίας παρατηρήθηκε σε πολλές περιπτώσεις να δημιουργεί πυκνές ή πιο αραιές συναθροίσεις. Η δημιουργία συναθροίσεων από ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού, στην αίθουσα Γ, από το τέλος Μαρτίου μέχρι τα μέσα Μάη, πιθανόν οφείλεται στην εξοικονόμηση ενέργειας από τα θηλυκά για την ανάπτυξη των εμβρύων τους διότι η θερμοκρασία αυτής της αίθουσας, κατά τη θερμή περίοδο, είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία της αίθουσας Α ή Β, αφού βρίσκεται κοντά στην είσοδο, είναι πιο φωτεινή και με καλύτερο αερισμό. Ο Ransome (1989 σε: Ransome 1995) έδειξε ότι η επιβίωση των μικρών συσχετιζόταν αρνητικά με τη μέση ημερομηνία γεννήσεων. Όπως προαναφέρθηκε, η κυοφορία επιβραδύνεται σημαντικά όταν το θηλυκό βρίσκεται σε λήθαργο λόγω της μείωσης του μεταβολικού του ρυθμού (Eisentraut 1937, Racey 1973, Ransome 1973, Racey & Swift 1981, Lewis 1993, McOwat & Andrews 1994-95 σε: Arlettaz *et al.* 2001). Η επιλογή πιο θερμών θέσεων, όπως σε αυτή την περίπτωση η αίθουσα Γ, την άνοιξη, στην οποία η θερμοκρασία είναι πιο κοντά στην εξωτερική, επιτρέπουν στα θηλυκά να διατηρούν μια υψηλή θερμοκρασία σώματος, η οποία συντελεί στην γρήγορη ανάπτυξη του εμβρύου (Grindal S.D., Morissette J.L., Brigham R.M., 1999). Επίσης, αυτήν την περίοδο, τα άτομα έχουν μεγαλύτερη ανάγκη να παραμένουν ενεργά περισσότερο χρόνο, έτσι ώστε να χωνεύουν την τροφή τους (Twente 1955), λόγω της μεγαλύτερης διαθεσιμότητας τροφής σε σχέση με τον χειμώνα. Η δημιουργία πυκνής συνάθροισης στην αίθουσα Γ μειώνει ακόμα περισσότερο τις απώλειες θερμότητας.

Η δημιουργία έντονων συναθροίσεων από το τέλος Μαΐου και μέχρι το τέλος Αυγούστου, στην αίθουσα Α (**Γράφημα 3.10**), συσχετίζεται άμεσα με τις γεννήσεις και την ανάπτυξη των μικρών. Οι πυκνές συναθροίσεις αρχίζουν με την αρχή των γεννήσεων και σταματάνε με τον απογαλακτισμό των μικρών. Την αναπαραγωγική περίοδο τα θηλυκά άτομα έχουν να φροντίσουν για την παραγωγή του γάλακτος, αλλά και για την συντήρηση των ίδιων και τη «θέρμανση» των μικρών τα οποία δεν μπορούν να θερμορυθμίσουν επαρκώς και γενικά για τη μητρική φροντίδα που αυτά απαιτούν (Ransome & Hutson 2000). Η παραγωγή του γάλακτος, όπως και η θέρμανση των μικρών απαιτεί τα θηλυκά να παραμένουν ενεργά. Μία στρατηγική ώστε να παραμένουν ενεργές και να εξοικονομούν ενέργεια είναι η δημιουργία πυκνών συναθροίσεων μέσα στις οποίες επικρατούν σταθερότερες συνθήκες, αφού εμποδίζεται η κίνηση του αέρα ανάμεσα στα άτομα που φωλιάζουν και συνεπώς διατηρείται η θερμότητα που αλλιώς θα χάνονταν προς το έξω περιβάλλον (Twente 1955, Park *et.al.* 1999, Ransome 1968, 1990). Οι πιο σταθερές συνθήκες που δημιουργούνται μέσα στην πυκνή συνάθροιση είναι απαραίτητες και για τη “μόνωση” των μικρών τα οποία δεν μπορούν να θερμορυθμίσουν επαρκώς. Στο εν λόγω σπήλαιο η θερμοκρασία την περίοδο των γεννήσεων κυμαινόταν από 13.4°C έως 15.5°C. Σε τέτοιες θερμοκρασίες λοιπόν τα άτομα αυτού του είδους μπορούν να μεγαλώσουν τα μικρά τους.

Πυκνές συναθροίσεις σε πληθυσμούς του είδους έχουν καταγραφεί και το χειμώνα, μετά από την τροφοληπτική δραστηριότητα, προκειμένου οι νυχτερίδες να μείνουν ξύπνιες για να χωνέψουν την τροφή τους. Ο Ransome (1968) όμως, υποστηρίζει ότι το είδος δημιουργεί πυκνές συναθροίσεις και σε περιόδους με αντίξοες καιρικές συνθήκες οπότε δεν υπάρχει διαθέσιμη τροφή και σε αυτήν την περίπτωση αποδίδει την δημιουργία τους στην αντιμετώπιση της διακύμανσης της θερμοκρασίας μέσα στη θέση φωλιάσματος. Στο Νυχτεριδόσπηλιο τα άτομα του είδους είχαν δημιουργήσει πυκνή συνάθροιση το χειμώνα, σε δύο περιπτώσεις, ενδεχομένως μετά από επιτυχημένη θήρευση το βράδυ που είχε προηγηθεί, με σκοπό να χωνέψουν την τροφή τους.

Το δεύτερο φθινόπωρο των παρατηρήσεων κατά την περίοδο 7 Σεπτέμβρη '05 έως 3 Οκτώβρη '05, τα άτομα αυτού του είδους παρατηρήθηκαν να μην έχουν δημιουργήσει καθόλου συναθροίσεις. Κανένα άτομο δεν βρισκόταν σε κοντινή απόσταση ή επαφή με άλλο άτομο. Το φθινόπωρο, η θερμοκρασία ήταν ακόμα υψηλή (**Πίνακας 3.2, Γράφημα 3.4**) και οι νυχτερίδες δεν είχαν να αντιμετωπίσουν τις αυξημένες ενεργειακές ανάγκες που παρουσιάζονται στην αναπαραγωγική περίοδο. Όπως φάνηκε από τον στατιστικό έλεγχο, κατά την περίοδο 20 Οκτώβρη 2004 – 30 Μάρτη 2005 και 07 Σεπτέμβρη 2005 – 28 Νοέμβρη 2005, ο βαθμός συνάθροισης διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά ως προς τις εσωτερικές και εξωτερικές θερμοκρασίες (**Πίνακας 3.10**) και όταν η εξωτερική θερμοκρασία ήταν υψηλή οι νυχτερίδες δεν δημιουργούσαν συναθροίσεις (**Γράφημα 3.20**). Οι νυχτερίδες, εκτός της αναπαραγωγικής περιόδου, φαίνεται ότι

δημιουργούν πυκνές συναθροίσεις σε περιπτώσεις που επιλέγουν για κάποιους λόγους, να παραμείνουν ενεργές γι' αυτό και όταν οι νυχτερίδες δημιουργούσαν πυκνή συνάθροιση (βαθμός συνάθροισης: 4) το ποσοστό των ατόμων σε λήθαργο ήταν πολύ μικρότερο (**Γράφημα 3.11**). Στην αίθουσα Β δεν παρατηρήθηκε ποτέ η δημιουργία κάποιου είδους συνάθροισης από τα άτομα αυτού του είδους. Στις περισσότερες παρατηρήσεις η αίθουσα Β χρησιμοποιείτο από λίγα άτομα οπότε και η δημιουργία συνάθροισης δεν θα ήταν εφικτή.

Δραστηριότητα μετά τη δύση του ήλιου –θήρευση

Οι πτήσεις εντός και εκτός του σπηλαιίου ορισμένων ατόμων του *R. ferrumequinum*, που παρατηρούνταν κοντά στη δύση του ήλιου, συμφωνούν με παρατηρήσεις σε άλλες αποικίες (Ransome 1968, Jones *et.al.* 1995). Σύμφωνα με τους Twente (1955) και De Coursey & De Coursey (1964), Vouite, Sluiter & Grimm (1974) σε: McAney & Fairley (1988), έχει ως στόχο την εξακρίβωση της κατάλληλης ώρας εξόδου ανάλογα με την ένταση του φωτός. Οι ίδιοι αναφέρουν ότι η ώρα δραστηριοποίησης μετά τον ημερήσιο λήθαργο, μπορεί να καθορίζεται από έναν ενδογενή ρυθμό αλλά η ακριβής ώρα εξόδου εξαρτάται, από την ένταση του φωτός έξω από τη θέση φωλιάσματος. Η συμπεριφορά αυτή επιπλέον επιτρέπει στις νυχτερίδες να ελέγχουν τις εξωτερικές συνθήκες και να επιλέγουν αν θα εγκαταλείψουν τη θέση φωλιάσματος ή θα παραμείνουν μέσα. Αυτό ενισχύεται και από την παρατήρηση ατόμων που δραστηριοποιήθηκαν κοντά στη δύση του ήλιου, αλλά επέστρεψαν ξανά μέσα στη θέση φωλιάσματος και παρέμειναν σε λήθαργο όταν οι συνθήκες φαίνονταν να μην είναι ευνοϊκές. Την ώρα αυτή, όπου η ένταση του φωτός ήταν ακόμα μεγάλη και δεν επέτρεπε στις νυχτερίδες, να βγουν προς αναζήτηση τροφής, λόγω αυξημένου κινδύνου καθώς είναι καλύτερα ορατές από τους θηρευτές τους, παρατηρούνταν αρκετά άτομα να κυνηγάνε στο γκρεμό έξω από το σπήλαιο και στη βλάστηση που βρίσκεται ακριβώς έξω από τις εισόδους του σπηλαιίου. Ο Ransome (1968) υποστηρίζει ότι οι νυχτερίδες τρέφονται αρχικά κοντά στη θέση φωλιάσματος, πετώντας μέσα και έξω από την είσοδο και μετά απομακρύνονται για να τραφούν αλλού. Πιθανόν λοιπόν οι νυχτερίδες να εκμεταλλεύονται το χρόνο αυτό για να τραφούν με ασφάλεια και αφού και η συγκέντρωση των εντόμων είναι μεγαλύτερη στη δύση του ήλιου (Duvergé, *et.al.* 2000).

Οι νυχτερίδες μόλις εγκατέλειπαν το σπήλαιο πετούσαν πολύ κοντά στα βράχια και στους θάμνους ακολουθώντας τις ίδιες διαδρομές. Η συμπεριφορά αυτή έχει παρατηρηθεί από πολλούς ερευνητές, οι οποίοι έχουν αναπτύξει διάφορες θεωρίες για την ερμηνεία της. Οι Duvergé *et al.* (2000) αποδίδουν αυτήν τη συμπεριφορά στο ότι οι νυχτερίδες κατά την έξοδο τους από τη θέση φωλιάσματος ευνοούνται από διαδρόμους βλάστησης που οδηγούν μακριά από τη θέση αυτή επειδή μειώνεται έτσι ο κίνδυνος από τους θηρευτές τους, αρπακτικά πουλιά, τα οποία μπορούν πιο

εύκολα να κυνηγήσουν σε ανοιχτές περιοχές με περισσότερο φως και ορατότητα και όπου υπάρχουν λιγότερα φυσικά εμπόδια. Άλλοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι αυτή η συμπεριφορά οφείλεται στη μεγαλύτερη συγκέντρωση εντόμων κοντά στα κάθετα στοιχεία του φυσικού τοπίου, τοίχους, βράχους, δεντροστοιχείες (Lewis & Stephenson 1966, Lewis 1969, 1970, Lewis & Dibley 1970 σε: Verboom & Spoelstra 1999). Κάποιοι άλλοι πάλι την αποδίδουν στην προστασία από τον άνεμο που προσφέρουν τέτοια στοιχεία του τοπίου (Norberg & Rayner 1987 και Norberg 1990 σε: Verboom & Spoelstra 1999) ή στην χρήση τους ως σημάδια προσανατολισμού (Limpens *et. al.* 1989 και Limpens & Kapteyn 1991 σε: Verboom & Spoelstra 1999). Ενδεχομένως και οι νυχτερίδες στην αποικία της μελέτης, πετούσαν κοντά στα βράχια και τους θάμνους έξω από το σπήλαιο, μόλις το εγκατέλειπαν, εκμεταλλευόμενα την προστασία που αυτά τους παρέχουν από τους εχθρούς τους και από τον άνεμο. Ενδεχομένως πάλι επειδή χρησιμοποιούν τους βράχους και τους θάμνους ως σημάδια προσανατολισμού ή επειδή εκεί η συγκέντρωση των εντόμων είναι μεγαλύτερη.

Μεταξύ των ατόμων που παρατηρήθηκαν μέσα στο σπήλαιο 90 λεπτά μετά τη δύση του ήλιου, ελάχιστα είχαν έλθει εκεί κατά τη δύση του ήλιου. Τα περισσότερα βρίσκοταν μέσα στο σπήλαιο κατά τη διάρκεια της ημέρας και είτε δεν έβγαιναν καθόλου έξω, είτε δραστηριοποιούνταν κατά τη δύση του ήλιου αλλά επέλεγαν να μείνουν μέσα στο σπήλαιο, σε λήθαργο ή ενεργά. Τα άτομα αυτού του είδους παρατηρήθηκαν να είναι ανενεργά και μετά τη δύση του ήλιου, σε θερμοκρασίες από 11.2°C-14.4°C στην αίθουσα Α και 8.3°C-14,7°C στη Β. Οι θερμοκρασίες στις οποίες άτομα του είδους παρατηρήθηκαν να παραμένουν ανενεργά, είναι κοντά, και ενίοτε υψηλότερες από αυτές που αναφέρει ο Ransome (1968) από παρατηρήσεις που έκανε για 10 χρόνια σε διάφορα σπήλαια στην Αγγλία (από 3°C-13°C αλλά το μεγαλύτερο ποσοστό του πληθυσμού διαχειμάζε σε θερμοκρασίες από 8°C-11°C).

Η επιλογή των ατόμων να εξέλθουν από το σπήλαιο ή όχι, όπως και η κατάστασή τους στην περίπτωση που παραμένουν μέσα στο σπήλαιο, μετά τη δύση του ήλιου, φαίνεται ότι καθορίζεται από τις εξωτερικές και τις εσωτερικές θερμοκρασίες (**Πίνακας 3.6, Πίνακας 3.7**), όπως και από τη βροχόπτωση κατά τη διάρκεια της ημέρας της παρατήρησης και την ένταση του ανέμου κατά τη δύση του ήλιου (**Πίνακας 3.8 και 3.9, Γράφημα 3.19**).

Ο συνολικός αριθμός ατόμων που βρίσκονται μέσα στο σπήλαιο, μετά τη δύση του ήλιου, παρουσίασε στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση με τις εξωτερικές θερμοκρασίες και ιδιαίτερα με τη θερμοκρασία κατά τη δύση του ήλιου (*Spearman rank correlation: R=-0.708, p=0.000, Γράφημα 3.18*). Ο αριθμός ατόμων σε κάθε αίθουσα, κατά τη δεύτερη παρατήρηση, επίσης, καθώς και το εκατοστιαίο ποσοστό του αρχικού πληθυσμού που μένει σε λήθαργο, σε κάθε αίθουσα, συσχετίστηκε αρνητικά με τις θερμοκρασίες της κάθε αίθουσας και με τις εξωτερικές

(Πίνακας 3.6 και 3.7). Και στις δύο αίθουσες που εξετάστηκαν, όλες οι συσχετίσεις προέκυψαν αρνητικές και περίπου με ίδιους συντελεστές που δείχνει ότι ο αριθμός των ατόμων και το ποσοστό του αρχικού πληθυσμού που είναι ανενεργό, μετά τη δύση του ήλιου, μεταβάλλονταν αντιστρόφως ανάλογα και στον ίδιο περίπου βαθμό με όλες τις θερμοκρασίες που εξετάστηκαν. Η θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος καθορίζει τη διαθεσιμότητα της τροφής και την ενέργεια που θα καταναλώσουν οι νυχτερίδες αναζητώντας την τροφή τους (κατά τη θήρευση με ενέδρα). Όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι χαμηλές η δραστηριότητα των εντόμων είναι μικρή (Taylor 1963, Ransome & MacOwat 1994, Ransome & Hutson 2000). Οι Park *et.al.* (1999) παρατήρησαν ότι σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 10°C η διάρκεια της δραστηριότητας του *R. ferrumequinum* εμφάνιζε υψηλή θετική συσχέτιση με την εξωτερική θερμοκρασία, ενώ οι Ransome & MacOwat (1994) αναφέρουν ότι με μέση ημερήσια εξωτερική θερμοκρασία μικρότερη των 6°C η δραστηριότητα σταματούσε. Οι εσωτερικές θερμοκρασίες, από την άλλη, καθορίζουν το ενεργειακό κόστος που έχει ένα άτομο καθώς παραμένει σε λήθαργο μέσα στο σπήλαιο. Σε μεγαλύτερες εσωτερικές θερμοκρασίες οι νυχτερίδες, παραμένοντας εκεί, καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια από ό,τι σε χαμηλότερες. Στην αίθουσα Α τη μεγαλύτερη (αρνητική) συσχέτιση με το ποσοστό των ατόμων σε λήθαργο, μετά τη δύση του ήλιου, παρουσιάζει η θερμοκρασία κατά τη δύση του ήλιου (*Spearman* $R=-0.816$, $p=0.000$). Τα άτομα του είδους αυτού, έχει παρατηρηθεί ότι θυμούνται τις μικροκλιματικές συνθήκες της κάθε εν δυνάμει θέσης φωλιάσματος και μπορούν έτσι να επιλέγουν πού θα μείνουν κάθε φορά ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες (Ransome 1971) ενδεχομένως λοιπόν η μεγάλη αυτή συσχέτιση προκύπτει διότι όπως προαναφέρθηκε την ώρα της δύσης του ήλιου οι νυχτερίδες πολύ πιθανόν ελέγχουν τις εκάστοτε εξωτερικές περιβαλλοντικές συνθήκες και ανάλογα με αυτές επιλέγουν την επόμενη θέση φωλιάσματος. Τέλος, παρατηρήθηκε ότι κάποια άτομα επιλέγουν τις ίδιες πάντα θέσεις στο σπήλαιο για να φωλιάσουν, συνήθεια που είναι γνωστή και από παλιότερες εργασίες (Ransome 1971).

Ο συνολικός αριθμός ατόμων που βρίσκονται μέσα στο σπήλαιο, κατά τη δεύτερη παρατήρηση, όπως και το εκατοστιαίο ποσοστό του πληθυσμού που παραμένει σε λήθαργο, μετά τη δύση του ήλιου, παρουσίασαν θετική συσχέτιση με την ένταση του ανέμου και σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ βροχερών και μη βροχερών ημερών (Πίνακας 3.8 και 3.9, Γράφημα 3.19). Όσο πιο μεγάλη είναι η ταχύτητα του ανέμου τόσο πιο πολλά άτομα μένουν μέσα στο σπήλαιο και τόσο πιο μεγάλο είναι το ποσοστό των ατόμων σε λήθαργο, μετά τη δύση του ήλιου. Η μεγάλη ένταση του ανέμου επηρεάζει αρνητικά την διαθεσιμότητα της τροφής, καθώς η δραστηριότητα των εντόμων μειώνεται (Williams 1961, Taylor 1963). Ο ισχυρός άνεμος επίσης ίσως δυσχεραίνει την πτήση των νυχτερίδων οι οποίες θα πρέπει να δαπανήσουν περισσότερη ενέργεια για να κινήσουν και να

μετακινηθούν. Η μειωμένη δραστηριότητα τις ημέρες με βροχή (**Γράφημα 3.19**) πιθανόν οφείλεται στην μείωση της δραστηριότητας των εντόμων που επιφέρει η βροχόπτωση όπως και στην μεγαλύτερη δυσκολία που πιθανόν προκαλεί η βροχή στην πτήση των νυχτερίδων.

Ενδιαφέρον είναι ότι κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου (20 Οκτωβρίου 2004-30 Μαρτίου 2005 και 7 Σεπτεμβρίου 2005-28 Νοεμβρίου 2005), εκτός από ελάχιστες περιπτώσεις, το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού της αποικίας ήταν δραστήριο, μετά τη δύση του ήλιου, είτε μέσα, είτε έξω από το σπήλαιο και μόνο ένα μικρό ποσοστό του παρέμενε σε λήθαργο, κυρίως υπό την επίδραση συνδυασμού αντίξοων συνθηκών. Συνδυασμός θερμοκρασίας κάτω από 5°C στη δύση του ήλιου και βροχόπτωσης κατά τη διάρκεια της ημέρας, παρατηρήθηκε ότι αποτρέπει τις νυχτερίδες από έξοδο και οδηγεί σε αρκετά μικρή δραστηριότητα. Από την άλλη, είχε παρατηρηθεί δραστηριότητα, έξω από το σπήλαιο, σε θερμοκρασία 4.5°C στη δύση του ήλιου και με βροχή κατά τη διάρκεια της ημέρας. Βέβαια δεν είναι βέβαιο ότι οι νυχτερίδες κάθε φορά που έκαναν απόπειρα θήρευσης, αυτή ήταν επιτυχημένη. Είναι πολύ πιθανό να δραστηριοποιούνταν για να μετακινηθούν σε άλλες θέσεις φωλιάσματος με προτιμότερες αβιοτικές συνθήκες. Το είδος αυτό έχει παρατηρηθεί να πραγματοποιεί μετακινήσεις από θέση σε θέση, τον χειμώνα (Bels 1952 και Hooper & Hooper 1956 σε: Ransome 1968), ακόμα και με εξωτερική θερμοκρασία - 8°C (Verschuren 1949 σε: Ransome 1968). Επίσης η ισχυρή ένταση του ανέμου σε συνδυασμό με τη βροχόπτωση φαίνεται να επηρεάζει αρνητικά τη δραστηριότητα ακόμα και όταν η θερμοκρασία είναι σχετικά υψηλή. Όμοιες παρατηρήσεις έχουν γίνει και για άλλα είδη όπως π.χ. από τον Rydell (1989 σε: Ransome & MacOwat 1994) για το *Eptesicus nilssonii* για το οποίο δεν παρατήρησε θηρευτική δραστηριότητα ποτέ σε εξωτερική θερμοκρασία μικρότερη των 6°C και σε εύρος θερμοκρασιών από 6-10° C η θήρευση εξαρτιόταν και από την ένταση του ανέμου.

Είναι αναγκαίο να μελετηθεί η ταυτόχρονη επίδραση όλων των αβιοτικών παραγόντων και συνδυασμοί μεταξύ τους, στο μέγεθος της αποικίας και στη δραστηριότητά της, ώστε να φανεί αν όντως η συμπεριφορά των νυχτερίδων καθορίζεται από τη συνδυαστική δράση διαφόρων παραγόντων και ποίος παράγοντας ή συνδυασμός παραγόντων την επηρεάζει στο μεγαλύτερο βαθμό. Απαραίτητη προϋπόθεση όμως για την εφαρμογή στατιστικών ελέγχων σε αυτήν την περίπτωση είναι η συλλογή περισσότερων οικολογικών και πληθυσμικών δεδομένων.

Η παρατήρηση ότι κάποιες ημέρες ένα μεγάλο ποσοστό του πληθυσμού παρέμενε μέσα στο σπήλαιο είτε ενεργό είτε ανενεργό ενώ οι συνθήκες φαινόταν ευνοϊκές, όπως και οι παραπάνω παρατηρήσεις, οδηγεί στην υπόθεση ότι η δραστηριότητα των νυχτερίδων αυτού του είδους επηρεάζεται από τις καιρικές συνθήκες των προηγούμενων ημερών οι οποίες επηρεάζουν τη φαινολογία των ιπτάμενων εντόμων. Είναι πιθανό οι νυχτερίδες να επιλέγουν να μείνουν σε λήθαργο σε ημέρες με ευνοϊκές συνθήκες όταν εξαιτίας των συνθηκών των προηγούμενων ημερών

έχει μειωθεί η δραστηριότητα των εντόμων, περιμένοντας έτσι την ανάκαμψη του πληθυσμού τους. Η υπόθεση αυτή μπορεί να διερευνηθεί με τον έλεγχο των διατροφικών συνηθειών των ατόμων αυτού του είδους και της επίδρασης των αβιοτικών παραγόντων στη δραστηριότητα, στη συγκέντρωση και στην ανάπτυξη των ειδών που αποτελούν τη λεία του ώστε να φανεί η σχέση δραστηριότητας θηραμάτων – δραστηριότητας θηρευτών.

Αναπαραγωγή

Ο πληθυσμός στη θέση φωλιάσματος αυξάνει ιδιαίτερα τη θερμή περίοδο διότι, όπως προαναφέρθηκε, το σπήλαιο χρησιμοποιείται ως θέση αναπαραγωγής. Τα θηλυκά άτομα της αποικίας μπορεί να χρησιμοποιούν μόνο αυτήν τη θέση φωλιάσματος ή και άλλες, κατά την περίοδο της αναπαραγωγής, ερώτημα η απάντηση του οποίου δεν κατέστη δυνατή στα πλαίσια αυτής της εργασίας, αλλά είναι προφανές ότι θηλυκά από άλλες χειμερινές αποικίες συγκεντρώνονται εδώ για να γεννήσουν και να μεγαλώσουν τα μικρά τους. Η χρήση του σπηλαίου ως θέση αναπαραγωγής δείχνει ότι οι θερμοκρασίες της αίθουσας Α και Γ, όπου είναι και οι αίθουσες που χρησιμοποιούνται από τις νυχτερίδες αυτήν την περίοδο, είναι κατάλληλες για τη γέννηση και την ανάπτυξη των μικρών και ότι η γύρω περιοχή παρέχει στις νυχτερίδες όση τροφή χρειάζονται για να καλύψουν τις ανάγκες τους αυτή την απαιτητική περίοδο.

Σύμφωνα με τον Ransome (1991 σε: Rossiter *et al.* 2000) και τους Ransome & Hutson (2000), το φθινόπωρο, τα θηλυκά άτομα του είδους επισκέπτονται τα αρσενικά, στις ξεχωριστές θέσεις που αυτά βρίσκονται, για να ζευγαρώσουν. Επανασυλλήψεις που έχουν πραγματοποιηθεί στην Μ. Βρετανία έχουν δείξει ότι κάποια αρσενικά άτομα επέστρεφαν επανειλημμένως στην ίδια θέση φωλιάσματος για 16 χρόνια και συχνά τα επισκέπτονταν τα ίδια θηλυκά για να ζευγαρώσουν μαζί τους. Στο Νυχτεριδόσπηλιο των Άνω Ασιτών, η παρουσία των αρσενικών ατόμων είναι ξανά αισθητή από το τέλος κιάλας του Ιουνίου, δηλαδή με το τέλος των γεννήσεων και μετά (**Γράφημα 3.6**).

Τον Οκτώβριο και το Δεκέμβριο του 2004, τα αρσενικά άτομα ήταν είτε “ανεργά” είτε “δραστήρια” (έχει δηλαδή αρχίσει να παράγεται σπέρμα στους όρχεις), ενώ από τα μέσα του Ιανουαρίου του 2005 και την άνοιξη συνελήφθησαν ενεργά άτομα (S.C.E.), δηλ. έτοιμα για αναπαραγωγική σύζευξη, “ανεργά” άτομα και δεν συνελήφθησαν καθόλου άτομα “δραστήρια”, γεγονός το οποίο πιθανόν οφείλεται στο ότι όλα τα “δραστήρια” άτομα του φθινοπώρου είχαν παράξει σπέρμα και κατηγοριοποιήθηκαν όλα ως “S.C.E.”. Άτομα “δραστήρια” συνελήφθησαν ξανά στα τέλη του Ιουλίου του 2005 και συνελήφθησαν επίσης και τον Οκτώβριο του 2005. Τον Ιούλιο ένα μεγάλο ποσοστό των συλληφθέντων ατόμων ήταν ανήλικα άτομα αυτής της χρονιάς (νεογέννητα). Στα ανήλικα άτομα αυτής της χρονιάς τα οποία, τον Οκτώβριο πλέον, δεν είναι

δυνατό να διαχωριστούν από τα ανώριμα αναπαραγωγικά άτομα των προηγούμενων ετών (Ransome 1968) και έτσι κατηγοριοποιούνται μαζί, πιθανόν οφείλεται και ο μεγάλος αριθμός ανενεργών ατόμων στα τέλη Οκτωβρίου του 2005, αλλά και του 2004 (**Γράφημα 3.21**), καθώς τα αρσενικά άτομα είναι συνήθως αναπαραγωγικά ώριμα μετά τα 2 πρώτα χρόνια της ηλικίας τους (Racey 1982, MacDonald & Barrett 1993). Ανενεργά αρσενικά άτομα είναι εξάλλου παρόντα κατά τη διάρκεια όλου του έτους και είναι είτε τα ανώριμα άτομα της ίδιας χρονιάς, είτε τα ανώριμα άτομα προηγούμενων ετών που παραμένουν ακόμα στη θέση φωλιάσματος. Οι Ransome και Hutson (2000) αναφέρουν ότι τα νεαρά άτομα μπορεί να παραμείνουν στη θέση φωλιάσματος που γεννήθηκαν κατά τον πρώτο χειμώνα.

Η σπερματογένεση λοιπόν φαίνεται να πραγματοποιείται από τέλη Ιούλη έως αρχές Δεκέμβρη και από τέλη Οκτώβρη του 2005 εμφανίζονται πιθανόν τα καινούργια S.C.E. άτομα, αν και τέτοια συνελήφθησαν από τον Ιανουάριο μέχρι τέλη του Ιούλη του 2005. Οι Racey & Entwistle (2000) αναφέρουν για το *R. ferrumequinum* ότι το σπέρμα μπορεί να παραμένει στις επιδιδυμίδες των αρσενικών ατόμων μέχρι και την άνοιξη, ακόμα και μετά την αναπαραγωγική σύζευξη του κάθε ατόμου. Σύμφωνα με τις αναφορές που υπάρχουν για τις βορειοευρωπαϊκές περιοχές, όπου είναι γνωστό ότι η σπερματογένεση συμβαίνει τον Ιούνιο-Ιούλιο κάθε καλοκαίρι και μετά τον Αύγουστο το σπέρμα συγκεντρώνεται στα ουραία τμήματα των επιδιδυμίδων (Thomas *et.al.* 1979, Racey *et.al.* 1987, Racey 1988 και Mendonca and Hopkins 1997 σε: Racey & Entwistle 2000), φαίνεται στην προκειμένη περίπτωση, να υπάρχει καθυστέρηση στη σπερματογένεση και στη συγκέντρωση του σπέρματος στις επιδιδυμίδες των ατόμων. Το φθινόπωρο του 2004 δεν συνελήφθησαν καθόλου άτομα S.C.E. ενώ το φθινόπωρο του 2005 συνελήφθησαν. Ίσως ο αναπαραγωγικός τους κύκλος διαφέρει απο χρόνο σε χρόνο ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες ή η διαφορά αυτή οφείλεται σε αποτυχία σύλληψης ατόμων S.C.E λόγω του μικρού μεγέθους του δείγματος, ή σε λάθος προσδιορισμό της αναπαραγωγικής κατάστασης τους, κατά το φθινόπωρο του 2004. Επίσης, είναι πιθανό τα αρσενικά άτομα, της αποικίας αυτής, να έρχονται από άλλες θέσεις φωλιάσματος στην υπό μελέτη θέση για να ζευγαρώσουν οπότε και η επιλογή τους ως προς τη θέση ή η στιγμή της άφιξής τους να εξαρτάται από τις εξωτερικές αβιοτικές συνθήκες. Ενδεχομένως πάλι, η αναπαραγωγική σύζευξη να πραγματοποιείται αλλού και η θέση αυτή να χρησιμοποιείται μόνο ως θέση διημέρευσης ή διαχείμασης.

Όσον αφορά τα θηλυκά (**Γράφημα 3.22**), το υψηλό ποσοστό των θηλυκών που δεν είχαν γεννήσει (nulliparus), το φθινόπωρο και το χειμώνα του 2004 και του 2005, μπορεί να δικαιολογείται λόγω των ανώριμων ατόμων αυτής της χρονιάς τα οποία παραμένουν ακόμα στην περιοχή (Ransome & Hutson 2000) και επειδή από τον Οκτώβριο και έπειτα δεν είναι δυνατή η διάκριση από τα αναπαραγωγικά ανώριμα άτομα των προηγούμενων ετών (Ransome 1968),

κατηγοριοποιούνται μαζί. Τα θηλυκά άτομα αυτού του είδους ωριμάζουν αναπαραγωγικά συνήθως μετά από 3 χρόνια και πολύ συχνά δεν γεννούν πριν τον πέμπτο χρόνο της ηλικίας τους (Racey 1982, MacDonald & Barrett 1993). Στο τέλος της άνοιξης του 2005, επικρατούν οι έγκυες. Στα τέλη Ιουνίου του 2005 παρατηρήθηκαν άτομα που θήλαζαν, έγκυες και άτομα που δεν είχαν γεννήσει (nulliparus), ενώ δεν παρατηρήθηκαν καθόλου άτομα με γέννα προηγούμενης χρονιάς αλλά όχι αυτής (Parus). Ενδεχομένως αυτό μπορεί να δικαιολογηθεί με την υπόθεση ότι όλα τα αναπαραγωγικά ώριμα θηλυκά άτομα γέννησαν και αυτήν τη χρονιά ή όσα δεν γέννησαν χρησιμοποιούσαν άλλη θέση φωλιάσματος γι' αυτό και απουσιάζουν από αυτήν τη θέση της μελέτης. Στα τέλη Ιουλίου μέχρι και τον Οκτώβριο βρέθηκαν ξανά άτομα “με γέννα”, που πιθανόν είναι τα άτομα που γέννησαν νωρίς αυτήν την περίοδο και τα μικρά τους έχουν απογαλακτιστεί ή είναι τα άτομα που επέστρεψαν στη θέση αυτή από άλλες θέσεις φωλιάσματος.

Οι πρώτες γεννήσεις πραγματοποιήθηκαν τις δύο τελευταίες ημέρες του Μαΐου (2005) και οι περισσότερες τη δεύτερη εβδομάδα του Ιουνίου (**Γράφημα 3.23**). Οι Ransome & McOwat (1994), Ransome (1995) και Duvergé *et al.* (2000) αναφέρουν ότι στη νοτιοδυτική Αγγλία οι γεννήσεις συμβαίνουν περίπου στα τέλη Ιουνίου και τον Ιούλιο. Η περίοδος των γεννήσεων στο Νυχτεριδόσπηλιο των Άνω Ασιτών είναι η ίδια με άλλες νότιες περιοχές του βόρειου ημισφαιρίου, όπως στην περιοχή του Έβρου (Παπαδάτου, προσωπική επικοινωνία), ή στην Τουρκία (Baydemir & Albayrak 2006). Οι γεννήσεις στην Κρήτη, περιοχή με μεσογειακό κλίμα, αναμένεται να συμβαίνουν νωρίτερα από ότι στις άλλες περιοχές της βόρειας Ευρώπης καθώς η διάρκεια της κύησης εξαρτάται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες και κυρίως από τη θερμοκρασία (Racey & Entwistle 2000). Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος μπορεί να επηρεάσει τη διάρκεια της κύησης με δύο τρόπους: αυξάνοντας τη θερμοκρασία της θέσης φωλιάσματος, μειώνοντας έτσι την απώλεια θερμότητας και επιτρέποντας την κατανάλωση περισσότερης ενέργειας για την ανάπτυξη του εμβρύου και δεύτερον, επηρεάζοντας τη διαθεσιμότητα της τροφής. Η διαθεσιμότητα της τροφής, έπειτα, καθορίζει το χρονικό διάστημα που τα θηλυκά θα είναι σε λήθαργο, διότι η κυοφορία επιβραδύνεται σημαντικά όταν το θηλυκό βρίσκεται σε λήθαργο λόγω της μείωσης του μεταβολικού ρυθμού (Eisentraut 1937, Racey 1973, Ransome 1973, Racey & Swift 1981, Lewis 1993, McOwat & Andrews 1994-95 σε: Arlettaz *et al.* 2001) και ακολούθως και το ρυθμό αύξησης του εμβρύου. Σε έρευνα αποικίας αυτού του είδους στην Μ. Βρετανία εκτιμήθηκε ότι μέση θερμοκρασία Απριλίου/Μαΐου 10°C οδηγεί σε μέση ημερομηνία γεννήσεων στις 11 Ιουλίου ενώ μέση θερμοκρασία 8°C έχει αποτέλεσμα οι περισσότερες γεννήσεις να πραγματοποιούνται γύρω στις 30 Ιουλίου (Ransome & McOwat 1994). Η μέση θερμοκρασία κατά τον Απρίλιο-Μάιο έξω από την υπό μελέτη θέση φωλιάσματος ήταν 14.26°C. Οι τελευταίες γεννήσεις πραγματοποιήθηκαν

στις αρχές Ιουλίου που σημαίνει ότι όλα τα μικρά είχαν ήδη πραγματοποιήσει τις πρώτες τους πτήσεις μέχρι τις 20 Ιουλίου περίπου και είχαν απογαλακτιστεί πλήρως μέχρι λίγο μετά το τέλος του Αυγούστου, αφού για τον πλήρη απογαλακτισμό τους απαιτούνται 7-8 εβδομάδες από την στιγμή της γέννησης (Jones *et al.* 1995, Schober & Grimmberger 1997, Duvergé *et al.* 2000).

Δεδομένου ότι στο *R. ferrumequinum* η κυοφορία διαρκεί περίπου 2.5-3 μήνες (Ransome & McOwat 1994, Ransome 1995, Schober & Grimmberger, 1997, Duvergé *et al.* 2000) και οι πρώτες γεννήσεις πραγματοποιήθηκαν στο τέλος Μαΐου, μπορούμε να υπολογίσουμε ότι οι πρώτες γονιμοποιήσεις έγιναν στις αρχές της άνοιξης. Το ότι συμβαίνει αυτό, αν και το είδος παραμένει ενεργό και το χειμώνα, μπορεί να σημαίνει ότι η αναπαραγωγική σύζευξη πραγματοποιήθηκε το φθινόπωρο ή το χειμώνα και η γονιμοποίηση την άνοιξη, ή ότι η αναπαραγωγική σύζευξη έγινε στις αρχές της άνοιξης, αμέσως πριν την γονιμοποίηση. Κατά τη διάρκεια των παρατηρήσεων αυτής της αποικίας δεν έγινε αντιληπτό ποιά χρονική περίοδο ακριβώς πραγματοποιείται η αναπαραγωγική σύζευξη των ατόμων, πιθανόν επειδή τα άτομα δεν ζευγαρώνουν σε αυτή τη θέση φωλιάσματος. Οι αναφορές που υπάρχουν για το είδος, για την περίοδο της αναπαραγωγικής σύζευξης, αφορούν κυρίως βορειοευρωπαϊκές περιοχές με εύκρατο κλίμα όπου το είδος βρίσκεται αρκετές ημέρες τον χρόνο σε βαθύ λήθαργο. Σύμφωνα με αυτές οι αναπαραγωγικές συζεύξεις πραγματοποιούνται το φθινόπωρο και τον χειμώνα και η γονιμοποίηση είναι ελεγχόμενη από τα θηλυκά άτομα και δεν πραγματοποιείται μέχρι την άνοιξη (Schober & Grimmberger 1997, Ransome & Hutson 2000, Racey & Entwistle 2000, Hayashi *et al.* 2002).

Στα είδη *Rhinolophus capensis*, *Rhinolophus clivosus* της Νότιας Αφρικής και *Rhinolophus megaphyllus* της Αυστραλίας η σπερματογένεση συμβαίνει κατά τη διάρκεια της άνοιξης και του καλοκαιριού μέχρι και τις αρχές φθινοπώρου, αλλά μόνο στο *R. clivosus* η αναπαραγωγική σύζευξη συμβαίνει το φθινόπωρο και το σπέρμα αποθηκεύεται στα θηλυκά μέχρι την άνοιξη. Στο *R. megaphyllus* η αναπαραγωγική σύζευξη συμβαίνει κατά τη διάρκεια του χειμώνα και η γονιμοποίηση γίνεται απευθείας, ενώ στο *R. capensis* η αναπαραγωγική σύζευξη συμβαίνει στο τέλος του χειμώνα και η γονιμοποίηση γίνεται αμέσως (Bernard 1985 σε: Krutzsch 2000). Στο *Myotis austroriparius* η περίοδος της αναπαραγωγικής σύζευξης αλλάζει από το χειμώνα στην άνοιξη από τις πιο ψυχρές στις πιο θερμές περιοχές (Rice 1957 σε: McNab 1974).

Από τις συλλήψεις στην αποικία της μελέτης φαίνεται ότι αρσενικά άτομα έτοιμα για αναπαραγωγική σύζευξη υπάρχουν από Ιανουάριο μέχρι τέλη Ιούλη οπότε είναι πιθανό η αναπαραγωγική σύζευξη να μην πραγματοποιείται το φθινόπωρο αλλά από τον Ιανουάριο και μετά. Είναι σημαντικό λοιπόν να γίνει έλεγχος της αναπαραγωγικής δραστηριότητας που παρουσιάζουν τα άτομα του είδους αυτού, στην περιοχή, έτσι ώστε να διασαφηνιστεί η ακριβής χρονική περίοδος της αναπαραγωγικής σύζευξης και της σπερματογένεσης. Στην περίπτωση που η αναπαραγωγική

σύζευξη, στα άτομα αυτού του είδους, συμβαίνει το φθινόπωρο και το χειμώνα και η γονιμοποίηση την άνοιξη, όπου οι συνθήκες είναι ευνοϊκότερες για την ανάπτυξη των μικρών, ενισχύεται η άποψη ότι η αποθήκευση του σπέρματος από τα θηλυκά δεν συνδέεται άμεσα με το λήθαργο και τη μείωση του μεταβολικού ρυθμού, εφόσον υπάρχουν είδη που αποθηκεύουν το σπέρμα ακόμα και αν δεν παραμένουν σε λήθαργο τον χειμώνα (Crichton 2000).

Γενικές παρατηρήσεις

Τα άτομα του είδους δεν παρουσίασαν φυλετικό διμορφισμό ως προς το βάρος. Οι Corbet & Harris (1991) αναφέρουν ότι τα αρσενικά άτομα είναι ελάχιστα πιο μικρά από τα θηλυκά: έχουν 2% κοντύτερο πήχη και 2-15% μικρότερο βάρος. Οι Ηλιοπούλου-Γεωργουδάκη και Όντριας (1981,1985) αναφέρουν ότι ο φυλετικός διμορφισμός που εμφανίζει αυτό το είδος, στους πληθυσμούς της Ελλάδας, είναι πολύ ασθενής.

Το βάρος των ατόμων βρέθηκε σε κάποιες περιπτώσεις μικρότερο από το ελάχιστο βάρος που σημειώνεται από παλαιότερους ερευνητές γι' αυτό το είδος. Το ελάχιστο βάρος που σημειώθηκε, κατά τις δειγματοληψίες, ήταν ενός αρσενικού ενήλικου ατόμου στις 5 Απριλίου του 2005 (13 gr.), ενώ το μέγιστο βάρος σημειώθηκε σε ενήλικο θηλυκό άτομο στις 20 Οκτωβρίου 2005 (20 gr.). Ο Ransome, ο 1968, ανέφερε ότι το ελάχιστο βάρος που έχει μετρήσει σε ζωντανό ενήλικο άτομο αυτού του είδους, ήταν 14 gr. ενώ είχε πιάσει άτομο βάρους 30 gr. Επίσης το βάρος των ενήλικων ατόμων που είχε συλλάβει το 1962-1963 ήταν από 17 gr. μέχρι 29.2 gr. Οι Hooper & Hooper (1956 σε: Ransome 1968) επίσης, δίνουν ως ελάχιστο βάρος του είδους τα 13.4 gr. Το μικρότερο βάρος που παρατηρήθηκε ίσως οφείλεται στο ότι οι πληθυσμοί της Κρήτης είναι πιο μικρόσωμοι από αυτούς των πληθυσμών της Ευρώπης. Σύμφωνα με τους Ηλιοπούλου- Γεωργουδάκη και Όντρια (1981,1986) οι οποίοι σύγκριναν τις διαστάσεις του σώματος και κυρίως του κρανίου, των ατόμων της Κρήτης, με αυτές από άτομα άλλων περιοχών, οι πληθυσμοί της Κρήτης κατατάσσονται στο πιο μικρόσωμο υποείδος *Rhinolophus ferrumequinum creticus* Iliopoulou-Georgoudaki et Ondrias 1986. Αργότερα και οι Mitchell-Jones *et al.* (1999) επιβεβαίωσαν την ύπαρξη του *R.f. creticus* στην Κρήτη.

Τέλος, το βάρος των ατόμων διαφοροποιείται στατιστικά σημαντικά μόνο μεταξύ του καλοκαιριού και των υπόλοιπων εποχών οπότε δεν υπάρχει κάποια ένδειξη ότι τα άτομα συγκεντρώνουν λίπος το φθινόπωρο, ώστε να το καταναλώσουν την περίοδο της διαχείμασης. Αυτό είναι αναμενόμενο διότι, στις δεδομένες συνθήκες, παρατηρήθηκε συχνή θηρευτική δραστηριότητα, από τα άτομα της αποικίας, καθόλη τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου.

4.2. *Rhinolophus hipposideros*

Μέγεθος και δομή πληθυσμού

Ο αριθμός των ατόμων που χρησιμοποιούν αυτήν τη θέση φωλιάσματος είναι μικρός. Ο μέγιστος αριθμός ατόμων του είδους που καταγράφηκε δεν ξεπερνούσε τα 11 άτομα. Λόγω του μικρού αριθμού τα οποιαδήποτε συμπεράσματα που θα προκύψουν πρέπει να αντιμετωπιστούν με επιφύλαξη. Εντούτοις, έχουν δημοσιευθεί, παλαιότερα, εργασίες που αφορούν σε έναν μικρό αριθμό ατόμων του είδους (Crucitti & Cavalletti 2002, Kayikcioglu & Zahn 2004). Από βιβλιογραφικές αναφορές (Crucitti & Cavalletti 2002, McAney-προσωπική επικοινωνία) και από προσωπικές παρατηρήσεις φαίνεται ότι το είδος αυτό, κατά τη διάρκεια του χειμώνα, δεν σχηματίζει μόνο μεγάλες αποικίες αλλά συχνά βρίσκεται σε μικρούς αριθμούς.

Ο πληθυσμός και αυτού του είδους στο σπήλαιο δεν είναι σταθερός κατά τη διάρκεια των παρατηρήσεων (**Γράφημα 3.26**). Η μεταβολή του πληθυσμού φανερώνει ότι το είδος αυτό χρησιμοποιεί διάφορες θέσεις φωλιάσματος ανάλογα με τις ανάγκες του και τις μικροκλιματικές συνθήκες που αυτές του προσφέρουν. Είναι γνωστό ότι τα άτομα αυτού του είδους μπορεί να μετακινηθούν σε άλλες θέσεις φωλιάσματος (Brigham και Fenton 1986, Kerth et al. 2001, Kunz και Lumsden 2003 σε: Seckerdieck *et.al.* 2005), τις οποίες επιλέγουν ανάλογα με τις εξωτερικές και εσωτερικές αβιοτικές συνθήκες του προηγούμενου βραδιού (Seckerdieck *et.al.* 2005).

Η παρουσία των θηλυκών ατόμων στο σπήλαιο φαίνεται από τις συλλήψεις που πραγματοποιήθηκαν ότι είναι μικρή καθώς μόνο ένα θηλυκό άτομο συνελήφθη κατά τη χειμερινή περίοδο. Από τις συλλήψεις που πραγματοποιήθηκαν φαίνεται ότι αρσενικά άτομα υπάρχουν στην αποικία κατά τη διάρκεια του χειμώνα μέχρι τις αρχές Απρίλη, έπειτα απουσιάζουν, με εξαίρεση τα 2 αρσενικά που συνελήφθησαν τον Ιούλιο και ξανά εμφανίζονται το επόμενο φθινόπωρο.

Ο συνολικός πληθυσμός του είδους μέσα στο σπήλαιο παρουσιάζεται αυξημένος το Νοέμβριο μήνα (και κατά το έτος 2004 και κατά το 2005, αλλά και τον Φεβρουάριο του 2005 (**Γράφημα 3.26**). Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην κεντρική Ιταλία, σε χειμερινές αποικίες αυτού του είδους, από τους Crucitti & Cavalletti (2002), παρατηρήθηκε από Νοέμβριο και έπειτα, αύξηση του πληθυσμού, ο οποίος παρέμενε αυξημένος για 2 μήνες περίπου και έφτανε στις περισσότερες αποικίες το μέγιστο αριθμό στο τέλος του Ιανουαρίου. Τον Φεβρουάριο - Μάρτιο άρχισε να μειώνεται και τον Απρίλιο μόνο λίγα άτομα ήταν παρόν, ενώ από το Μάιο το είδος απουσίαζε από αυτές τις αποικίες. Η αυξομείωση του πληθυσμού σε αυτές τις αποικίες της Ιταλίας είναι παρόμοια με αυτή που παρατηρήθηκε και στο υπό μελέτη σπήλαιο.

Τη θερμή περίοδο (20 Απριλίου 2005 έως 23 Σεπτεμβρίου 2005) το είδος δεν είναι παρόν στο σπήλαιο και μόνο με επιφύλαξη μπορούμε να υποθέσουμε ότι ελάχιστα άτομα έμειναν εκεί για να

γεννήσουν, λόγω της σύλληψης, κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, δύο διαφορετικών ατόμων που θήλαζαν και ενός ανήλικου ατόμου. Το γεγονός ότι συνελήφθη (και άρα μπορούσε να πετάξει) ανήλικο άτομο στις 29 Ιουλίου, αν ληφθεί υπόψη ότι τα μικρά χρειάζονται περίπου 3 εβδομάδες για να μπορούν να πετάξουν έξω από τη θέση φωλιάσματος, σημαίνει ότι αυτό το άτομο γεννήθηκε το αργότερο στις 7 Ιουλίου.

Τη θερμή περίοδο ο πληθυσμός μειώνεται πιθανόν λόγω της μετακίνησης των ελάχιστων θηλυκών ατόμων που βρίσκονται στην αποικία, σε άλλες θέσεις με μεγαλύτερες θερμοκρασίες, όπου σχηματίζουν αναπαραγωγικές αποικίες και των αρσενικών ατόμων σε θέσεις με χαμηλότερες θερμοκρασίες ώστε να παραμένουν σε λήθαργο κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Ενδεχομένως οι θερμοκρασίες των αιθουσών του σπηλαίου δεν είναι οι κατάλληλες για την ανάπτυξη των μικρών και πιθανόν απαιτούνται μεγαλύτερες θερμοκρασίες ή περιοχές με διαφορετική διακύμανση της θερμοκρασίας (π.χ. μικρότερη διακύμανση) και γι'αυτό τα θηλυκά άτομα εγκαταλείπουν το σπήλαιο για να δημιουργήσουν αλλού αναπαραγωγική αποικία. Τα θηλυκά άτομα αυτού του είδους είναι γνωστό ότι δημιουργούν θερινές αποικίες σε εγκατελειμμένα ή ημιεγκατελειμμένα κτίσματα (MacDonald & Barrett 1993, Gaisler 1963 και Gaisler *et.al.* 1988 σε: Crucitti & Cavalletti 2002, Kayikcioglu & Zahn 2004). Στην Κρήτη έχει παρατηρηθεί αποικία, 100 ατόμων αυτού του είδους, στο εσωτερικό μίας εκκλησίας (στα 400 μέτρα υψόμετρο, στο Φαράγγι της Σαμαριάς, στα Χανιά), στις αρχές Ιούνη του 2005, από τον Γεωργιακάκη Π., το οποίο μπορεί να σημαίνει ότι και στην Κρήτη τα θηλυκά μετακινούνται σε πιο θερμές θέσεις τη θερινή περίοδο για να μεγαλώσουν τα μικρά τους.

Τα αρσενικά άτομα ενδεχομένως να μετακινούνται σε θέσεις φωλιάσματος με χαμηλότερες θερμοκρασίες αφού είναι πιο συμφέρον για αυτά να βρίσκονται σε λήθαργο και όχι ενεργά, κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου (Altringham 1996, Barclay 1991 σε: Holzhaider & Zahn 2001, Grinevitch *et.al.* 1995 σε: Russo 2002). Οι Holzhaider & Zahn (2001) παρατήρησαν ότι, τη θερινή περίοδο, οι θέσεις φωλιάσματος για μία πληθώρα ειδών (*Myotis myotis*, *M. emarginatus*, *M. brandti*, *Pipistrellus pipistrellus*, *P. nathusii*, *Plecotus auritus*, *Vespertilio murinus*), σε μεγάλα υψόμετρα, καταλαμβάνονταν κυρίως από ενήλικα αρσενικά άτομα. Τα θηλυκά άτομα την αναπαραγωγική περίοδο προτιμούν θέσεις με υψηλές θερμοκρασίες για την ανάπτυξη του εμβρύου (Audet 1992, Racey 1969, Tuttle & Stevenson 1982 και Zahn 1999 σε: Holzhaider & Zahn 2001) ενώ τα αρσενικά που δεν έχουν αυξημένες ενεργειακές απαιτήσεις είναι ικανά να ζήσουν σε δριμύτερες συνθήκες (Barclay 1991 σε: Holzhaider & Zahn 2001) και να χρησιμοποιήσουν για παράδειγμα θέσεις σε μεγαλύτερα υψόμετρα (Holzhaider & Zahn 2001) αποφεύγοντας έτσι και τον ανταγωνισμό στην τροφή με τα άτομα από τις αναπαραγωγικές αποικίες (Kunz 1974 σε: Holzhaider & Zahn 2001). Η θερμοκρασία των αιθουσών Α και Β του σπηλαίου θα μπορούσε να αποτελεί την

αιτία για αυτήν τη μετακίνηση, καθώς ενδέχεται τα αρσενικά άτομα να προτιμούν χώρους με χαμηλότερη θερμοκρασία για να ρίχνουν ακόμα περισσότερο το μεταβολισμό τους και να κάνουν μεγαλύτερη οικονομία ενέργειας.

Τα άτομα του είδους αυτού χρησιμοποιούν σχεδόν αποκλειστικά τις αίθουσες A και B, το οποίο δείχνει ότι προτιμούν αίθουσες με μικρές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας σε σχέση με την εξωτερική και μεγάλη σχετική υγρασία. Επειδή το είδος αυτό δεν δημιουργεί συναθροίσεις, τον χειμώνα (MacDonald & Barrett, 1993) ώστε να μπορεί να διατηρήσει τη θερμοκρασία του σταθερή (Twente 1955), χρειάζεται περιοχές με σταθερότερη θερμοκρασία από την εξωτερική, όπως οι αίθουσες A και B.

Παρόλο που το Φεβρουάριο του 2005 που καταγράφηκαν οι ελάχιστες μέσες, ανά εικοσιτετράωρο, θερμοκρασίες (**Γράφημα 3.1**), ο πληθυσμός του είδους στο σπήλαιο ήταν αυξημένος (**Γράφημα 3.26**), ο συνολικός αριθμός ατόμων στο σπήλαιο δεν φαίνεται από τον στατιστικό έλεγχο να συσχετίζεται με κανέναν από τους θερμοκρασιακούς παράγοντες που εξετάστηκαν. Το ίδιο ισχύει και για τον αριθμό των ατόμων που επιλέγουν να μείνουν στην αίθουσα A (**Πίνακας 3.13**). Αντιθέτως, ο αριθμός των ατόμων που βρίσκονται στην αίθουσα B συσχετίζεται αρνητικά με τη μέση εξωτερική θερμοκρασία της προηγούμενης νύχτας δηλαδή όσο η εξωτερική θερμοκρασία το προηγούμενο βράδυ είναι μικρότερη τόσο πιο πολλά άτομα βρίσκονται στην αίθουσα B την επόμενη ημέρα (**Πίνακας 3.13, Γράφημα 3.34**). Φαίνεται λοιπόν ότι ο συνολικός αριθμός ατόμων που θα επιλέξουν να μείνουν σε αυτό το σπήλαιο καθορίζεται από διαφορετικούς παράγοντες και όχι από τη θερμοκρασία, αλλά μεταξύ των ατόμων που θα μείνουν στο σπήλαιο, αυτά που θα επιλέξουν να μείνουν στην αίθουσα B και όχι στην A, είναι περισσότερα όταν η εξωτερική θερμοκρασία της προηγούμενης νύχτας είναι μικρότερη. Η αίθουσα B λοιπόν φαίνεται ότι χρησιμοποιείται όταν η χαμηλή εξωτερική θερμοκρασία καταστέλλει τη θηρευτική δραστηριότητα και οι χαμηλές θερμοκρασίες της αίθουσας αυτής επιτρέπουν στα άτομα του είδους να “πέσουν” σε λήθαργο βαθύτερο απ’ ότι στην A και συνεπώς να εξοικονομήσουν ενέργεια. Ωστόσο, ο αριθμός ατόμων που χρησιμοποιούν το σπήλαιο και την αίθουσα B είναι μικρός και οι συσχετίσεις που προκύπτουν ενδεχομένως να είναι τυχαίες.

Πριν τη δύση του ήλιου, τα άτομα αυτού του είδους, παρέμεναν συνήθως σε λήθαργο, στην αίθουσα A (**Γράφημα 3.28**). Το εκατοστιαίο ποσοστό των ατόμων που παρέμεναν ανενεργά μέσα στην αίθουσα A, πριν τη δύση του ήλιου, συσχετίζεται αρνητικά στατιστικά σημαντικά με την εξωτερική θερμοκρασία κατά την προηγούμενη νύχτα και την ίδια ημέρα. Δεν συσχετίζεται σημαντικά με τις εσωτερικές θερμοκρασίες (**Πίνακας 3.14**). Φαίνεται λοιπόν ότι όσο η εξωτερική θερμοκρασία κατά την προηγούμενη νύχτα αυξάνει, τόσο το ποσοστό των ανενεργών ατόμων μέσα στην αίθουσα A, κατά τη διάρκεια της ημέρας, μειώνεται. Όσο οι εξωτερικές θερμοκρασίες

αυξάνουν τόσο πιο μεγάλη είναι η συγκέντρωση των εντόμων και συνεπώς η διαθέσιμη ενέργεια που θα επιτρέπει στις νυχτερίδες να παραμένουν ενεργές μέσα στο σπήλαιο κατά τη διάρκεια της ημέρας. Επίσης οι νυχτερίδες χρειάζεται να παραμένουν ενεργές για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, ώστε να χωνεύουν, όσο αυξάνεται η διαθεσιμότητα της τροφής (Twente 1955, Ransome 1968). Στην αίθουσα Α, όμως, μόνο σε 3 από τις 36 περιπτώσεις που βρέθηκαν άτομα, υπήρχαν κάποια ενεργά (**Γράφημα 3.28**), συνεπώς οι συσχετίσεις αυτές πρέπει να θεωρηθούν τυχαίες. Στην αίθουσα Β, οι νυχτερίδες, πριν τη δύση του ήλιου, παρέμεναν πάντα σε λήθαργο (**Γράφημα 3.29**) γι' αυτό δεν είναι δυνατό να προκύψει και κάποια συσχέτιση με τις αυξομειώσεις της θερμοκρασίας (**Πίνακας 3.14**). Λόγω του ιδιαίτερα μικρού τους μεγέθους, που έχει ως αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη απώλεια θερμότητας και της χαμηλής θερμοκρασίας αυτής της αίθουσας θα ήταν προφανώς εξαιρετικά ενεργοβόρο να παραμένουν ενεργά, κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Δραστηριότητα μετά τη δύση του ήλιου – Θήρευση

Τα άτομα και αυτού του είδους, συχνά, μετά την “ημερήσια ανάπαυση”, πετούσαν μέσα και έξω από το σπήλαιο και μεταξύ των αιθουσών του σπηλαίου, για κάποια λεπτά, χωρίς να αναχωρούν. Η συμπεριφορά αυτή έχει παρατηρηθεί ξανά σε αποικίες αυτού του είδους (McAney & Fairley 1988a) και πιθανόν έχει ως στόχο, την εξακρίβωση της κατάλληλης ώρας εξόδου ανάλογα με την ένταση του φωτός (Twente 1955 και De Coursey & De Coursey 1964, Vouite, Sluiter & Grimm 1974 σε: McAney & Fairley 1988a). Το είδος αυτό δραστηριοποιούνταν σχεδόν πάντα μετά τη δύση του ήλιου, σε αντίθεση με το *R. ferrumequinum* και κατά μέσο όρο 5,4 λεπτά μετά τη δύση του ήλιου. Οι Jones & Rydell (1994) υποστηρίζουν ότι οι διαφορές που εμφανίζονται στην ώρα που κάθε είδος εγκαταλείπει τη θέση φωλιάσματος προς αναζήτηση τροφής, οφείλονται σε οικολογικούς παράγοντες, όπως στις διαφορές στην ικανότητά αποφυγής των θηρευτών (π.χ. νυκτόβια αρπακτικά πουλιά) και στο βαθμό εξάρτησής του κάθε είδους από τη συγκέντρωση των ιπτάμενων εντόμων στη δύση του ήλιου. Σύμφωνα με τους ίδιους, η ώρα εξόδου από τη θέση φωλιάσματος εμφανίζει αρνητική συσχέτιση με το “Φορτίο πτέρυγας” (το πηλίκο της διαίρεσης του γινομένου της μάζας με την επιτάχυνση της βαρύτητας (M.g) δια της συνολικής επιφάνειας S, M.g/S) και άρα και με την ταχύτητα πτήσης κάθε είδους. Οι νυχτερίδες με μεγάλο φορτίο πτέρυγας είναι ικανές να πετάνε πιο γρήγορα (Norberg & Rayner 1987) και να αποφεύγουν έτσι τους εχθρούς τους οπότε αναμένεται να εγκαταλείπουν τη θέση φωλιάσματος νωρίτερα από ότι αυτές με μικρότερο φορτίο πτέρυγας, που δεν είναι ικανές για τόσο γρήγορη πτήση, υπόθεση την οποία υποστήριζαν οι Jones & Rydell (1994) με τις ερευνές τους. Ενδεχομένως η διαφορά στην ώρα έναρξης δραστηριότητας μεταξύ των δύο αυτών ειδών να οφείλεται στο ότι το *R. hipposideros* έχει

μικρότερο φορτίο πτέρυγας από ό,τι το *R. ferrumequinum* (7.1 έναντι 12.2 αντίστοιχα, Norberg & Rayner 1987).

Η ώρα έναρξης δραστηριότητας του *R. hipposideros* εμφανίζει στατιστικά σημαντική εποχιακή διαφοροποίηση και το είδος δραστηριοποιείται, κατά μέσο όρο, νωρίτερα το φθινόπωρο από ότι το χειμώνα. Το χειμώνα τα άτομα του είδους αυτού φαίνεται επίσης να δραστηριοποιούνται αργότερα και από ό,τι την άνοιξη (**Γράφημα 3.33, Πίνακας 3.12**) αν και ο στατιστικός έλεγχος δεν έδωσε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ αυτών των δύο εποχών. Επιπλέον, η ώρα έναρξης της δραστηριότητας συσχετίζεται στατιστικά σημαντικά και αρνητικά με τη μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά την προηγούμενη νύχτα και με τη μέση θερμοκρασία κατά την ημέρα παρατήρησης, της αίθουσας Β. Η συσχέτιση μόνο με τη θερμοκρασία της αίθουσας Β και όχι με αυτήν της αίθουσας Α ενδεχομένως προέκυψε επειδή η ώρα έναρξης της δραστηριότητας επηρεάζεται από την εξωτερική θερμοκρασία και επειδή η θερμοκρασία της αίθουσας Β ακολουθεί πιο πολύ τις διακυμάνσεις της εξωτερικής θερμοκρασίας. Η αρνητική συσχέτιση δηλώνει ότι σε χαμηλότερες θερμοκρασίες οι νυχτερίδες δραστηριοποιούνται πιο αργά σε σχέση με την ώρα δύσης του ήλιου. Οι μέσες εικοσιτετράωρες θερμοκρασίες στις αίθουσες Α και Β του σπηλαίου, αλλά και η εξωτερική εμφανίζουν στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ φθινοπώρου και χειμώνα (**Πίνακες 3.2 και Γράφημα 3.4**). Η εποχιακή διαφοροποίηση στην ώρα έναρξης δραστηριότητας πιθανόν οφείλεται στις χαμηλότερες θερμοκρασίες του χειμώνα σε σχέση με αυτές του φθινοπώρου. Από την άλλη, η εποχιακή διαφοροποίηση στην ώρα έναρξης δραστηριότητας ενδεχομένως οφείλεται σε εποχιακή διαφοροποίηση της δραστηριότητας των εντόμων που αποτελούν τη λεία του, υπόθεση όμως που προκειμένου να διερευνηθεί απαιτείται η έρευνα του διαιτολογίου του είδους και η εποχιακή διαφοροποίηση και η επίδραση της θερμοκρασίας στη δραστηριότητα της λείας του. Επίσης επειδή ο αριθμός των ατόμων που χρησιμοποιούσαν το σπήλαιο είναι μικρός ίσως η συσχέτιση αυτή που προκύπτει να είναι τυχαία και η ώρα έναρξης της δραστηριότητας να οφείλεται σε προσωπικές προτιμήσεις των ατόμων. Για να προκύψουν ασφαλή συμπεράσματα για την εποχιακή διακύμανση της ώρας έναρξης δραστηριότητας πρέπει να συλλεχθούν δεδομένα για περισσότερα άτομα και για περισσότερα έτη.

Άτομα του είδους παρατηρήθηκαν να βρίσκονται σε λήθαργο, μετά τη δύση του ήλιου, σε θερμοκρασίες από 11.2°C-14.1°C στην αίθουσα Α και 8.3°C-14.4°C στην αίθουσα Β. Οι θερμοκρασίες αυτές είναι κοντά στο εύρος θερμοκρασιών που έχει αναφερθεί από διάφορες άλλες χώρες. Οι Zukal *et.al.* 2005, Crucitti & Cavalletti 2002 και McAney (προσωπική επικοινωνία) για παράδειγμα, έχουν παρατηρήσει αυτό το είδος να διαχειμάζει μέχρι και τη μέγιστη εσωτερική θερμοκρασία των 13.5°C. Μόνο σε μία περίπτωση παρατηρήθηκαν άτομα σε συνεχόμενο λήθαργο για περισσότερο από μία ημέρα (4-8 Φεβρουαρίου 2005), όταν οι θερμοκρασίες εκείνες τις ημέρες

ήταν από τις χαμηλότερες μέσες εικοσιτετράωρες θερμοκρασίες που αναφέρθηκαν μέσα και έξω από το σπήλαιο κατά τη διάρκεια της μελέτης (**Παράρτημα I, Πίνακας 1**), οπότε και η διαθεσιμότητα τροφής ήταν πολύ χαμηλή.

Μετά τη δύση του ήλιου, ο συνολικός αριθμός των ατόμων που μένουν μέσα στο σπήλαιο, φαίνεται να αυξάνει όσο η εξωτερική θερμοκρασία στη δύση του ήλιου και η μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά την ημέρα παρατήρησης ή κατά την προηγούμενη νύχτα, μειώνεται (**Γράφημα 3.35**), γεγονός που φάνηκε και από τις συσχετίσεις με τις εξωτερικές θερμοκρασίες.

Ο αριθμός των ατόμων που μένουν σε κάθε αίθουσα, όπως και το εκατοστιαίο ποσοστό του αρχικού πληθυσμού που μένει ανενεργό, σε κάθε αίθουσα, μετά τη δύση του ήλιου, παρουσίασε αρνητική συσχέτιση με τη θερμοκρασία κάθε αίθουσας, είτε κατά την ημέρα της παρατήρησης, είτε κατά την ημέρα που προηγείται της ημέρας παρατήρησης αλλά και με την εξωτερική θερμοκρασία κατά τη δύση του ήλιου. Ο αριθμός των ατόμων που βρίσκονται μέσα στην αίθουσα Β και το εκατοστιαίο ποσοστό του αρχικού πληθυσμού που μένει σε λήθαργο εκεί, μετά τη δύση του ήλιου, συσχετίστηκε και με τη μέση ημερήσια εξωτερική θερμοκρασία (**Πίνακας 3.15 και 3.16**). Η εξωτερική θερμοκρασία καθορίζει τη διαθεσιμότητα της τροφής. Σε χαμηλές θερμοκρασίες η δραστηριότητα των εντόμων είναι μικρή και η αφθονία των ειδών μειώνεται με τη μείωση της θερμοκρασίας (Taylor 1963, Ransome & Hutson 2000, Ransome & MacOwat 1994). Αναμενόμενο λοιπόν είναι οι νυχτερίδες και αυτού του είδους να επιλέγουν να παραμείνουν σε λήθαργο, όταν οι θερμοκρασίες είναι τόσο χαμηλές ώστε δεν επιτρέπουν τη θηρευτική δραστηριότητα. Τη μεγαλύτερη συσχέτιση με το συνολικό αριθμό ατόμων που μένουν μέσα στο σπήλαιο και μέσα σε κάθε αίθουσα χωριστά, μετά τη δύση του ήλιου, καθώς και το εκατοστιαίο ποσοστό αυτών που είναι ανενεργά, στις δύο αίθουσες, παρουσιάζει η θερμοκρασία στη δύση του ήλιου. Οι νυχτερίδες είναι πολύ πιθανό ότι ελέγχουν τις εκάστοτε καιρικές συνθήκες και την εξωτερική θερμοκρασία, κατά τη δύση του ήλιου όταν πετάνε μέσα - έξω από το σπήλαιο και ανάλογα με αυτές και τις ανάγκες τους επιλέγουν αν θα μείνουν μέσα, αν θα βγούν να κυνηγήσουν ή αν θα μετακινηθούν σε άλλη θέση φωλιάσματος με ευνοϊκότερες συνθήκες, ώστε να “πέσουν” σε λήθαργο, ή με μεγαλύτερη διαθεσιμότητα τροφής στο εξωτερικό τους περιβάλλον. Ο Ransome, το 1968, είχε παρατηρήσει ότι τα άτομα του συγγενικού είδους *R. ferrumequinum*, πετούσαν κατά τη δύση του ήλιου, κοντά στις εισόδους των σπηλαίων, αλλά όταν η θερμοκρασία ήταν πολύ χαμηλή ξαναεπέστρεφαν μέσα. Την υπόθεση αυτή ενισχύουν παρατηρήσεις ατόμων αυτού του είδους, στην αποικία της μελέτης, τα οποία δραστηριοποιήθηκαν κατά τη δύση του ήλιου και έπειτα επέστρεψαν μέσα στο σπήλαιο και παρέμειναν σε αυτό, όπως και η παρατήρηση τριών επιπλέον ατόμων που μπήκαν κατά τη δύση του ήλιου και έμειναν μέσα στο σπήλαιο, σε λήθαργο, στις 9 Μαρτίου 2005 και τα οποία δεν βρίσκονταν στο σπήλαιο πριν τη δύση του ήλιου. Όπως πρότειναν οι Seckerdieck

et.al. (2005), τα άτομα αυτού του είδους είναι ικανά να θυμούνται και να προβλέπουν τις μικροκλιματικές συνθήκες της επόμενης ημέρας, κάθε πιθανής θέσης φωλιάσματος και έτσι να επιλέγουν κατά τη διάρκεια της νύχτας, που θα μείνουν την ερχόμενη ημέρα.

Ο αριθμός των ατόμων που βρίσκονται μέσα στο σπήλαιο και το ποσοστό του αρχικού πληθυσμού που παραμένει σε λήθαργο, μετά τη δύση του ήλιου, διαφοροποιείται επιπλέον τις βροχερές και μή βροχερές ημέρες, ενώ δεν φαίνεται να επηρεάζεται από την ένταση του ανέμου (Πίνακας 3.17 και 3.18). Η δραστηριότητα των ατόμων και αυτού του είδους είναι μειωμένη τις βροχερές ημέρες (Γράφημα 3.36) πιθανόν λόγω της μειωμένης δραστηριότητας των εντόμων λόγω της βροχής και της μεγαλύτερης δυσκολίας που ενδεχομένως προκαλεί η βροχή στην πτήση των νυχτερίδων. Ο Gaisler (1963 σε: McAney & Fairley 1988a.) υποστήριξε ότι η δυνατή βροχή εμποδίζει τη δραστηριότητα του είδους αυτού. Ο άνεμος δεν φαίνεται να επηρεάζει την δραστηριότητα του, παρόλο που ο ισχυρός άνεμος θα περίμενε κανείς να δυσχεραίνει την πτήση των νυχτερίδων και να εμποδίζει την πτήση των εντόμων.

Η δραστηριότητα του *R. hipposideros* φαινόταν μειωμένη όταν δρούσε ένας συνδυασμός αντίξοων συνθηκών όπως ισχυρός άνεμος και βροχή, ακόμα και όταν η θερμοκρασία δεν ήταν πολύ χαμηλή. Η 20^η Νοεμβρίου 2005 (Παράρτημα I, πίνακας 1,2), αποτελεί ένα τέτοιο παράδειγμα. Είναι όμως απαραίτητο να συλλεχθούν περισσότερες πληροφορίες, οικολογικά και πληθυσμιακά δεδομένα, για περισσότερα άτομα του είδους και για περισσότερους ετήσιους κύκλους ώστε να προκύψουν πιο ασφαλή συμπεράσματα για τη συμπεριφορά του και για την επίδραση των αβιοτικών παραγόντων στη δραστηριότητά του.

Γενικές παρατηρήσεις

Τα λίγα άτομα που πιάστηκαν κατά μέσο όρο ζύγιζαν 4.32 gr. ενώ το ελαφρύτερο άτομο που μετρήθηκε, ζύγιζε 3.75 gr, και το βαρύτερο 4.75 gr. Από βιβλιογραφικές αναφορές, το βάρος του *R. hipposideros* κυμαίνεται από 5-9 gr. (MacDonald & Barrett 1993) άρα τα άτομα που συνελήφθησαν ήταν ελαφρύτερα από το κατώτερο όριο του βάρους που αναφέρεται για το είδος. Το μικρότερο βάρος που παρατηρήθηκε ίσως οφείλεται στην παρουσία του υποείδους *R. h. minimus* (Heuglin, 1861), στην Κρήτη. Ο Felten και οι συνεργάτες του (1977 σε: Hanák *et.al.* 2001) πρότειναν ότι στην Ελλάδα υπάρχουν δύο υποείδη, το *R. h. hipposideros* (Bechstein, 1800) στην κεντρική ηπειρωτική Ελλάδα και το *R. h. minimus* (Heuglin, 1861) στην Κρήτη. Ο Koopman (1994) κατέταξε τους πληθυσμούς της Ευρώπης σε τέσσερα υποείδη συμπεριλαμβάνοντας, όπως και οι Miller (1912), Ellerman & Morrison-Scott (1951), Saint-Girons & Caubere (1966), όλους τους πληθυσμούς της Ελλάδας στο υποείδος *R. h. minimus*. Αναλύσεις στον καρύοτυπο ατόμων από την Ευρώπη (Σλοβακία, Βουλγαρία, Καύκασος) και τη Μέση Ανατολή (δυτική Ανατολία, Συρία,

Ιορδανία) έδειξαν ότι τα άτομα της Μέσης Ανατολής διαφέρουν από αυτά της Ευρώπης ως προς τον καρυότυπό τους ($2n=58$ αντί για $2n=56$ αντίστοιχα) και η διαχωριστική γραμμή μεταξύ αυτών των πληθυσμών είναι η ανατολική Μεσόγειος. Ωστόσο μέχρι σήμερα δεν έχουν γίνει καρυολογικές αναλύσεις σε άτομα από τους πληθυσμούς της Κρήτης (Hanák *et.al.* 2001).

Τα άτομα αυτού του είδους, όταν εγκατέλειπαν το σπήλαιο, συνήθως πετούσαν σε χαμηλό ύψος ακολουθώντας τις ίδιες διαδρομές κάθε φορά, πάνω από τα βράχια και τους θάμνους. Οι McAney και Fairley (1988b) στην Ιρλανδία παρατήρησαν ότι τα άτομα του *R. hipposideros* κυνηγάνε συνήθως σε ύψος 2-5 μ. πάνω από το έδαφος, και ακολουθούν συγκεκριμένες πορείες κατά μήκος δέντρων και δρόμων. Κάποιοι ερευνητές αποδίδουν αυτή τη συμπεριφορά στο ότι οι νυχτερίδες κατά την έξοδο τους από τη θέση φωλιάσματος ευνοούνται από διαδρόμους βλάστησης που οδηγούν μακριά από τη θέση αυτή επειδή μειώνεται έτσι ο κίνδυνος από τους θηρευτές τους (Duvergé *et.al.* 2000) Άλλοι, υποστηρίζουν ότι αυτή η συμπεριφορά οφείλεται στη μεγαλύτερη συγκέντρωση εντόμων κοντά στα κάθετα στοιχεία του φυσικού τοπίου, τοίχους, βράχους, δεντροστοιχείες (Lewis & Stephenson 1966, Lewis 1969, 1970, Lewis & Dibley 1970 σε: Verboom & Spoelstra 1999) ή στην προστασία από τον άνεμο που προσφέρουν τέτοια στοιχεία του τοπίου (Norberg & Rayner 1987 και Norberg 1990 σε: Verboom & Spoelstra 1999) ή στην χρήση τους ως σημάδια προσανατολισμού (Limpens *et. al.* 1989 και Limpens & Kapteyn 1991 σε: Verboom & Spoelstra 1999). Είναι πιθανό τα άτομα και αυτού του είδους να παρουσιάζουν τέτοια συμπεριφορά, λόγω της ασφάλειας που τους παρέχουν τα βράχια και οι θάμνοι, από τους θηρευτές τους και τον άνεμο, καθώς απομακρύνονται από το σπήλαιο, ή πάλι να επωφελούνται από τη μεγαλύτερη συγκέντρωση εντόμων εκεί ή ακόμα και να τα χρησιμοποιούν ως σημάδια προσανατολισμού.

Σε αυτό το είδος όπως και στο *R. ferrumequinum*, παρατηρήθηκε η προτίμηση κάποιων ατόμων για συγκεκριμένες θέσεις μέσα στο σπήλαιο. Είναι γνωστό ότι οι νυχτερίδες επιλέγουν τη θέση τους μέσα σε μία θέση φωλιάσματος (Kolb 1950, Audet and Fenton 1988 σε: Seckerdieck *et. al.* 2005) και συχνά επιλέγουν με “προσωπικά κριτήρια” (Seckerdieck *et. al.* 2005).

Κατά τη διάρκεια του ημερήσιου λήθαργου τα άτομα του *R. hipposideros* δεν βρέθηκαν ποτέ σε cluster με άτομα του ίδιου είδους ή με άτομα κάποιου άλλου είδους. παρατήρηση που συμφωνεί με την υπάρχουσα βιβλιογραφία (McNab 1974, MacDonald & Barrett 1993).

Επίσης πάντα κάλυπταν το σώμα τους τελείως με τις πτερυγές τους. Τα άτομα του είδους αυτού, λόγω του μικρού τους μεγέθους έχουν μεγαλύτερη ειδική επιφάνεια και συνεπώς μεγαλύτερη θερμική αγωγιμότητα και μεταβολικό ρυθμό ανά γραμμάριο βάρους (Thomas & Speakman 2006). Καλύπτοντας με τις πτερυγές τους το σώμα τους, μειώνουν την ειδική του επιφάνεια (Twente 1955) και εγκλωβίζουν ένα λεπτό στρώμα αέρα κάτω από αυτές (Bartholomew *et. al.* 1964 σε: Thomas & Speakman, 2006), περιορίζοντας έτσι τις απώλειες θερμότητας.

5. ΣΥΝΟΨΗ



Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν να διερευνηθούν:

1. Η σημασία του Νυχτεριδόσπηλιου των Άνω Ασιτών Μαλεβιζίου ως καταφύγιο των χειροπτέρων της περιοχής και οι τύποι της χρήσης του από αυτά.
2. Το μέγεθος και η δομή των πληθυσμών δύο εκ των επικρατέστερων ειδών, *Rhinolophus ferrumequinum* και *Rhinolophus hipposideros* και η μεταβολή αυτών στο χρόνο.
3. Η κατάσταση των ατόμων των δύο ειδών κατά την παραμονή τους στο σπήλαιο και οι έξοδοί τους το βράδυ προς αναζήτηση τροφής ή/και άλλων θέσεων φωλιάσματος.
4. Ο αναπαραγωγικός κύκλος, των δύο ειδών, στο χρόνο.
5. Η επίδραση των κλιματικών συνθηκών (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, βροχόπτωση και ένταση ανέμου) σε όλα τα παραπάνω.

Για την πραγματοποίηση της μελέτης έγιναν παρατηρήσεις μέσα στο σπήλαιο, με συχνότητα περίπου μία φορά την εβδομάδα, κατά τη διάρκεια της χρονικής περιόδου 20 Οκτωβρίου 2004 έως 28 Νοεμβρίου 2005 και συλλήψεις με δίχτυα παρεμβολής περίπου μία φορά τον μήνα. Επίσης, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις αβιοτικών παραγόντων (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, βροχόπτωση και ένταση ανέμου) μέσα και έξω από το σπήλαιο.

Ο Νυχτεριδόσπηλιος των Άνω Ασιτών αποτελεί θέση διαχείμασης και αναπαραγωγής για έναν σχετικά μεγάλο αριθμό (έως 250 άτομα περίπου) ατόμων του είδους *Rhinolophus ferrumequinum*, θέση διαχείμασης για μερικά άτομα του είδους *Rhinolophus hipposideros* και πιθανόν θέση αναπαραγωγής για κάποια ελάχιστα άτομα αυτού του είδους και για λίγα άτομα του είδους *Myotis emarginatus*. Το είδος *Myotis blythi* παρατηρήθηκε μόνο κατά τους θερμούς μήνες σε μικρούς αριθμούς και τα άτομα των ειδών *Rhinolophus blasii*, *Miniopterus schreibersii* και του γένους *Plecotus* παρατηρήθηκαν μέσα στο σπήλαιο μόνο περιστασιακά και σε πολύ μικρό αριθμό.

Η θερμοκρασία στην αίθουσα Α και στην αίθουσα Β του σπηλαίου ακολουθεί τις πολυήμερες – εποχικές διακυμάνσεις της εξωτερικής θερμοκρασίας, αλλά η εικοσιτετράωρη διακύμανση της θερμοκρασίας μέσα στο σπήλαιο είναι πολύ μικρότερη (ιδίως στην αίθουσα Α) από αυτή της εξωτερικής θερμοκρασίας.

Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων αυτής της έρευνας, για τη δομή και την οικολογία της αποικίας των χειροπτέρων, καταλήγουμε στις παρακάτω παρατηρήσεις και συμπεράσματα για κάθε είδος.

5.1 *Rhinolophus ferrumequinum*

Μέγεθος και δομή πληθυσμού

Από τις αρχές Απριλίου και μετά αρχίζουν να συγκεντρώνονται στο σπήλαιο ώριμα αναπαραγωγικά θηλυκά άτομα και μέχρι το τέλος της άνοιξης έχουν απομακρυνθεί από την αποικία τα αρσενικά άτομα. Ο πληθυσμός του είδους αυξάνει ιδιαίτερα τη θερμή περίοδο αφού αυτή η θέση χρησιμοποιείται από τα θηλυκά άτομα του είδους αυτού ως θέση αναπαραγωγής. Αμέσως μετά το τέλος του Αυγούστου ο πληθυσμός μειώνεται και η μείωση αυτή οφείλεται στη μετακίνηση των θηλυκών ατόμων που είχαν έρθει για να γεννήσουν και πολλών ανήλικων ατόμων που γεννήθηκαν αυτήν τη χρονιά σε άλλες θέσεις φωλιάσματος και πιθανόν στη μεγάλη θνησιμότητα των ανήλικων ατόμων. Αυτό φαίνεται και από την απουσία, το φθινόπωρο, των ατόμων που δακτυλιώθηκαν στο τέλος της άνοιξης και στα τέλη του Ιούνη. Η αύξηση του πληθυσμού του είδους από τέλη Οκτώβρη έως αρχές Δεκεμβρίου του 2004 και κατά τον Οκτώβριο – Νοέμβριο του 2005 φαίνεται να οφείλεται στην συγκέντρωση-επιστροφή ενήλικων αρσενικών ατόμων και ενδεχομένως ανώριμων ατόμων προηγούμενων ετών. Από τις συλλήψεις που πραγματοποιήθηκαν το φθινόπωρο του 2004 και του 2005 φάνηκε επίσης ότι το 35 έως 50% των ατόμων του είδους ήταν θηλυκά. Ενδεχομένως κάποια από αυτά γέννησαν εκεί πριν από λίγους μήνες και δεν εγκατέλειψαν το σπήλαιο, τον Αύγουστο, είτε το καλοκαίρι είχαν καταφύγει σε κάποια άλλη θέση. Τον Οκτώβριο του 2004 και του 2005, συνελήφθησαν επίσης πολλά ανενεργά άτομα που πολύ πιθανόν είναι αυτά που γεννήθηκαν εκεί αυτήν τη χρονιά και παραμένουν ακόμα στην αποικία. Η μείωση του πληθυσμού κατά το Φεβρουάριο του 2005 ενδεχομένως οφείλεται στο ότι τα άτομα αυτού του είδους, το χειμώνα, που η διαθέσιμη τροφή είναι ανεπαρκής, προτιμούν να μένουν σε θέσεις με χαμηλότερες θερμοκρασίες από ότι αυτές που επικρατούν στις αίθουσες του “Νυχτεριδόσπηλιου”, π.χ. στα βαθύτερα τμήματα μεγαλύτερων σπηλαίων έτσι ώστε να εξοικονομούν ενέργεια μειώνοντας το μεταβολισμό τους και μην “ξυπνάνε” συχνά από το λήθαργο. Μια άλλη, εναλλακτική, εξήγηση της μείωσης αυτής του πληθυσμού είναι ότι δεν διαχειμάζουν καθόλου αλλά μετακινούνται σε περιοχές με ευνοϊκότερες εξωτερικές αβιοτικές συνθήκες και μεγαλύτερη διαθεσιμότητα τροφής. Το εάν ένα άτομο του είδους εγκαταλείπει το σπήλαιο την περίοδο αυτή, φαίνεται ότι εξαρτάται και από τις προσωπικές επιλογές του κάθε ατόμου, ανάλογα με τις ανάγκες του, καθώς κάποια παραμένουν στο σπήλαιο ακόμα και τότε.

Το χειμώνα (τέλη Οκτωβρίου του 2004 μέχρι τέλη Φεβρουαρίου του 2005 και ξανά από τέλη Οκτώβρη του 2005), τα αρσενικά άτομα που συνελήφθησαν ήταν περισσότερα από τα θηλυκά. Αυτό πιθανόν οφείλεται στο ότι τα θηλυκά άτομα, περισσότερο από τα αρσενικά, μετακινούνται το χειμώνα σε άλλες θέσεις φωλιάσματος με χαμηλότερες θερμοκρασίες ώστε να παραμένουν σε

λήθαργο για περισσότερες ημέρες. Ανενεργά θηλυκά άτομα ήταν παρόντα στην αποικία κατά τη διάρκεια όλου του έτους και ήταν είτε τα ανώριμα άτομα της ίδιας χρονιάς, είτε τα ανώριμα άτομα προηγούμενων ετών που παραμένουν στη θέση φωλιάσματος. Ανενεργά αρσενικά άτομα επίσης υπήρχαν στην αποικία καθ'όλη τη διάρκεια της μελέτης.

Το μεγαλύτερο ποσοστό ατόμων του *R. ferrumequinum* χρησιμοποιεί την αίθουσα Α, πολύ μικρότερο ποσοστό τη Β, ενώ το είδος αυτό έχει βρεθεί λίγες φορές στην αίθουσα Δ και μόνο την άνοιξη και το φθινόπωρο στην αίθουσα Γ. Από αρχές Μαΐου μέχρι τέλη Αυγούστου το είδος αυτό χρησιμοποιούσε μόνο τις αίθουσες Γ και Α.

Ο αριθμός των ατόμων του *R. ferrumequinum* που χρησιμοποιούν το υπο μελέτη σπήλαιο δεν συσχετίστηκε με τη μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά το βράδυ που προηγείται της ημέρας παρατήρησης. Ούτε ο αριθμός των ατόμων σε κάθε αίθουσα Α και Β, χωριστά, πριν τη δύση του ήλιου, συσχετίστηκε με τις εσωτερικές θερμοκρασίες ή με την εξωτερική.

Κατάσταση και δραστηριότητα των ατόμων κατά τη διάρκεια της ημέρας

Στην αίθουσα Α, από τις 42 περιπτώσεις που παρατηρήθηκαν άτομα σε αυτήν την αίθουσα πριν την έξοδο των νυχτερίδων, τις 19 αναφέρθηκε δραστηριότητα (στο 45 % των περιπτώσεων) από κάποια άτομα, ενώ στις 23 υπόλοιπες περιπτώσεις όλες οι νυχτερίδες παρέμεναν ανενεργές (**Γράφημα 3.8**). Στην αίθουσα Β, από τις 31 περιπτώσεις που παρατηρήθηκαν άτομα του είδους πριν τη δύση του ήλιου, μόνο κατά τις 3 από αυτές (στο 9,67 % δηλαδή των περιπτώσεων) υπήρχαν κάποια άτομα που δεν ήταν σε λήθαργο.

Το ποσοστό των ανενεργών ατόμων, κατά τη διάρκεια της ημέρας, μέσα στην αίθουσα Α δεν συσχετίστηκε με τις εξωτερικές θερμοκρασίες και την εσωτερική θερμοκρασία της αίθουσας. Η θερμοκρασία της αίθουσας Α φαίνεται ότι δεν υπερβαίνει το θερμοκρασιακό όριο πάνω από το οποίο οι νυχτερίδες επιλέγουν να θερμορυθμίσουν και να παραμείνουν ενεργές, συνεπώς η θερμοκρασία της δεν επηρεάζει το ποσοστό των ατόμων που μένουν εκεί σε λήθαργο πριν τη νυχτερινή έξοδο των ζώων. Γι'αυτό άλλωστε, στις περισσότερες περιπτώσεις, το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού παρέμενε σε λήθαργο σε αυτήν την αίθουσα, πριν τη δύση του ήλιου.

Οι συσχετίσεις που προέκυψαν για το ποσοστό ανενεργών ατόμων στην αίθουσα Β και τη θερμοκρασία αυτής της αίθουσας, πολύ πιθανόν είναι τυχαίες, καθώς μόνο ένα μικρό μέρος του πληθυσμού χρησιμοποιεί αυτήν την αίθουσα.

Την άνοιξη του 2005, από το τέλος Μαρτίου μέχρι μέσα Μάη, τα θηλυκά άτομα διημέρευαν στην αίθουσα Γ διότι έχει μεγαλύτερη θερμοκρασία από τις εσωτερικές αίθουσες του σπηλαίου με αποτέλεσμα να διατηρούν υψηλή θερμοκρασία σώματος η οποία συντελεί στη γρηγορότερη ανάπτυξη του εμβρύου και δημιουργούσαν συναθροίσεις για να μειώσουν ακόμα περισσότερο τις

απώλειες θερμότητας. Την περίοδο των γεννήσεων μέχρι και τον απογαλακτισμό των μικρών, από τέλη Μαΐου μέχρι τέλος Αυγούστου, τα θηλυκά δημιουργούσαν στην αίθουσα Α, του σπηλαίου, μία πυκνή συνάθροιση (μαζί με όποια νεογνά είχαν γεννηθεί τις ημέρες των παρατηρήσεων). Η παραγωγή του γάλακτος και η ανάπτυξη του εμβρύου γίνεται πιο γρήγορα όταν τα θηλυκά παραμένουν ενεργά. Μία στρατηγική ώστε να παραμένουν ενεργές και να εξοικονομούν ενέργεια είναι η δημιουργία πυκνών συναθροίσεων μέσα στις οποίες η απώλεια θερμότητας είναι μικρότερη. Η δημιουργία πυκνής συνάθροισης είναι απαραίτητη επίσης και για τη “μόνωση” των μικρών τα οποία δεν μπορούν να θερμορυθμίσουν επαρκώς.

Κατά την περίοδο: 7 Σεπτεμβρίου - 3 Οκτώβρη του 2005, τα άτομα του είδους, δεν δημιουργούσαν καθόλου συναθροίσεις, ενδεχομένως επειδή, αυτή την περίοδο, δεν είχαν να αντιμετωπίσουν αυξημένες ενεργειακές ανάγκες ενώ συγχρόνως οι εσωτερικές και εξωτερικές θερμοκρασίες ήταν ακόμα υψηλές.

Δραστηριότητα μετά τη δύση του ήλιου-θήρευση

Μόνο σε δύο περιπτώσεις παρατηρήθηκε άτομο σε συνεχόμενο λήθαργο για περισσότερο της μίας ημέρας. Συγκεκριμένα, ένα άτομο στην Δ αίθουσα παρέμεινε στην ίδια θέση για 6 τουλάχιστον μέρες χωρίς να δραστηριοποιηθεί (17 έως 23 Μαρτίου του 2005) και ένα άτομο στην Α αίθουσα το οποίο παρέμεινε ανενεργό για 3 μέρες τουλάχιστον (5 έως 7 Απριλίου του 2005). Επίσης, μόνο σε δύο περιπτώσεις δεν εγκατέλειψε το σπήλαιο καμία νυχτερίδα κατά τη δύση του ήλιου: στις 8 Φεβρουαρίου που υπήρχαν κάποια ενεργά άτομα, μέσα στο σπήλαιο και στις 11 Φεβρουαρίου, που ήταν όλα ανενεργά.

Τα άτομα του είδους άρχιζαν να πετάνε μέσα και έξω από το σπήλαιο, για κάποια ώρα, πριν την οριστική έξοδό τους κατά τη δύση του ήλιου, συμπεριφορά γνωστή από παλαιότερες έρευνες. Άρχιζαν να πετάνε κατά μέσο όρο 18 λεπτά, πριν τη δύση του ήλιου. Η ώρα έναρξης της δραστηριότητας αυτής δεν παρουσίασε εποχιακή διαφοροποίηση.

Η επιλογή των ατόμων να βγουν έξω από τη θέση φωλιάσματος, μετά τη δύση του ήλιου, ή όχι καθώς και η κατάσταση (σε λήθαργο ή ενεργά) αυτών που παραμένουν στο σπήλαιο, καθορίζεται από τις εξωτερικές και τις εσωτερικές θερμοκρασίες. Όταν οι εξωτερικές και οι εσωτερικές θερμοκρασίες και κυρίως η εξωτερική θερμοκρασία κατά τη δύση του ήλιου την ημέρα της παρατήρησης μειώνονταν, ο αριθμός των ατόμων που έμεναν μέσα στο σπήλαιο και το εκατοστιαίο ποσοστό του αρχικού πληθυσμού που έμενε σε λήθαργο, μετά τη δύση του ήλιου, συνολικά αλλά και σε κάθε αίθουσα χωριστά, αυξάνονταν. Τα αποτελέσματα αυτά είναι αναμενόμενα, καθώς όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι χαμηλές η δραστηριότητα των εντόμων είναι μικρή και οι νυχτερίδες δεν αποζημιώνονται επαρκώς για την έξοδό τους. Οι εσωτερικές θερμοκρασίες, από την

άλλη, καθορίζουν το ενεργειακό κόστος που έχει ένα άτομο καθώς παραμένει σε λήθαργο μέσα στο σπήλαιο. Σε μεγαλύτερες εσωτερικές θερμοκρασίες, οι νυχτερίδες καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια παραμένοντας εκεί, σε λήθαργο, από ό,τι σε χαμηλότερες.

Ο αριθμός των ατόμων που δεν βγαίνουν έξω από το σπήλαιο, παρουσίασε διαφοροποίηση μεταξύ βροχερών και μη βροχερών ημερών και θετική συσχέτιση με την ένταση του ανέμου, καθώς όταν η ένταση του ανέμου ήταν μεγαλύτερη, ο αριθμός των ατόμων που δεν έβγαιναν έξω, αυξάνονταν. Το εκατοστιαίο ποσοστό ατόμων του αρχικού πληθυσμού του σπηλαίου, που μένει μέσα σε λήθαργο, μετά τη δύση του ήλιου, είναι μεγαλύτερο τις ημέρες με βροχή από ό,τι τις μη βροχερές ημέρες και επίσης αυξάνονταν όταν η ένταση του ανέμου αυξάνονταν. Η μεγάλη ένταση του ανέμου επηρεάζει αρνητικά τη διαθεσιμότητα της τροφής, καθώς η δραστηριότητα των εντόμων μειώνεται και επίσης ίσως δυσχεραίνει την πτήση των νυχτερίδων. Η μειωμένη δραστηριότητα τις ημέρες με βροχή, συνδέθηκε με τη μείωση της δραστηριότητας των εντόμων που επιφέρει η βροχόπτωση, όπως και με τη μεγαλύτερη δυσκολία που πιθανόν προκαλεί η βροχή στην πτήση των νυχτερίδων.

Εξωτερική θερμοκρασία μικρότερη από 4°C, κατά τη δύση του ήλιου, σε συνδυασμό με βροχή κατά τη διάρκεια της ημέρας, εμπόδιζε τη δραστηριότητα του είδους. Η θερμοκρασία, η βροχόπτωση και η ένταση του ανέμου, φαίνεται να δρουν σε συνεργεία στη δραστηριότητα του είδους αλλά για να προκύψουν ασφαλή συμπεράσματα, πρέπει να μελετηθεί η ταυτόχρονη επίδραση των αβιοτικών παραγόντων καθώς και συνδυασμοί αυτών στη δραστηριότητα του είδους, το οποίο προϋποθέτει τη συλλογή περισσότερων οικολογικών και πληθυσμιακών δεδομένων για το είδος.

Αναπαραγωγή

Η σπερματογένεση στα αρσενικά άτομα φαίνεται να πραγματοποιείται από τέλη Ιούλη έως αρχές Δεκέμβρη, ενώ άτομα έτοιμα για αναπαραγωγική σύζευξη (S.C.E.) παρατηρήθηκαν από Ιανουάριο μέχρι τέλη Ιούλη και από τέλη Οκτώβρη και έπειτα εμφανίστηκαν πιθανόν τα καινούργια S.C.E άτομα. Στα άτομα που βρέθηκαν στην αποικία της μελέτης, η σπερματογένεση και η συγκέντρωση του σπέρματος στις επιδιδυμίδες των ατόμων φαίνεται να πραγματοποιείται νωρίτερα από ό,τι στις βορειοευρωπαϊκές περιοχές, όπου η σπερματογένεση συμβαίνει Ιούνιο-Ιούλιο και μετά τον Αύγουστο το σπέρμα συγκεντρώνεται στα ουραία τμήματα των επιδιδυμίδων των αρσενικών ατόμων.

Οι πρώτες γεννήσεις πραγματοποιήθηκαν τις δύο τελευταίες μέρες του Μαΐου, τουλάχιστον 2 εβδομάδες νωρίτερα από ό,τι πραγματοποιούνται οι πρώτες γεννήσεις στις βορειοευρωπαϊκές περιοχές και την ίδια περίοδο που ξεκινούν οι γεννήσεις σε νότιες περιοχές του βόρειου

ημισφαιρίου, όπως στην Τουρκία και στην περιοχή του Έβρου, στη βόρεια Ελλάδα. Τα αρσενικά άτομα απουσιάζουν από το σπήλαιο, κατά τη διάρκεια των γεννήσεων, επειδή πιθανόν εξοβελίζονται από τα θηλυκά ή προτιμούν να μένουν σε άλλες θέσεις φωλιάσματος είτε για να βρίσκονται σε λήθαργο, κατά τη διάρκεια της ημέρας, είτε για να αποφεύγουν τον ανταγωνισμό στην τροφή με τα άτομα από τις αναπαραγωγικές αποικίες.

Δεδομένου ότι στο *R. ferrumequinum* η κυοφορία διαρκεί περίπου 2.5-3 μήνες και οι πρώτες γεννήσεις πραγματοποιήθηκαν στο τέλος Μαΐου, μπορούμε να υπολογίσουμε ότι οι πρώτες γονιμοποιήσεις έγιναν αρχές με μέσα Μαρτίου. Αυτό μπορεί να σημαίνει ότι η αναπαραγωγική σύζευξη πραγματοποιήθηκε το φθινόπωρο ή το χειμώνα και η γονιμοποίηση την άνοιξη, ή ότι η αναπαραγωγική σύζευξη έγινε στις αρχές της άνοιξης, αμέσως πριν τη γονιμοποίηση. Η αναπαραγωγική σύζευξη των ατόμων δεν έγινε αντιληπτό ποιά χρονική περίοδο ακριβώς πραγματοποιείται, πιθανόν επειδή τα άτομα δεν ζευγαρώνουν σε αυτή τη θέση φωλιάσματος.

5.2 *Rhinolophus hipposideros*

Μέγεθος και δομή πληθυσμού

Το είδος ήταν παρόν στο σπήλαιο από 20 Οκτωβρίου του 2004 έως τις 20 Απριλίου του 2005 και από 23 Σεπτεμβρίου του 2005 έως τις 28 Νοεμβρίου του 2005. Τη θερμή περίοδο (αρχές Μαΐου έως αρχές Σεπτέμβρη) το είδος δεν ήταν παρόν στο σπήλαιο ενδεχομένως λόγω της μετακίνησης των ελάχιστων θηλυκών ατόμων που πιθανόν υπήρχαν σε άλλες θέσεις για το σχηματισμό αναπαραγωγικών αποικιών και των αρσενικών ατόμων σε άλλες θέσεις με ευνοϊκότερες συνθήκες με σκοπό τη μείωση του ενεργειακού τους κόστους κατά τη διάρκεια της ημέρας. Ο μέγιστος αριθμός ατόμων αυτού του είδους που παρατηρήθηκε στο σπήλαιο ήταν 11 άτομα και γι'αυτό τα οποιαδήποτε συμπεράσματα που θα προκύψουν, για το είδος, θα πρέπει να αντιμετωπιστούν με επιφύλαξη. Ο αριθμός των ατόμων που χρησιμοποιούν το σπήλαιο αυξάνεται κατά το Νοέμβριο του 2004 και του 2005, καθώς και το Φεβρουάριο του 2005.

Αρσενικά άτομα, του είδους, συνελήφθησαν, από το Δεκέμβριο του 2004 μέχρι και τις αρχές Απριλίου του 2005 και ξανά από τέλη Ιουλίου και μετά, ενώ μόνο ένα θηλυκό άτομο συνελήφθη, κατά τη χειμερινή περίοδο, στις αρχές Απριλίου.

Τα άτομα του είδους *Rhinolophus hipposideros* κατά τη διάρκεια των 13 μηνών χρησιμοποιούσαν σχεδόν αποκλειστικά και στον ίδιο βαθμό περίπου τις αίθουσες Α και Β, καθόλου τη Γ ενώ ένα μόνο άτομο βρέθηκε μία φορά στην αίθουσα Δ, του σπηλαίου.

Κατάσταση και δραστηριότητα των ατόμων κατά τη διάρκεια της ημέρας

Στις παρατηρήσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά τη χειμερινή περίοδο, πριν τη δύση του ήλιου, στην αίθουσα Α, μόνο σε 3 από τις 36 περιπτώσεις βρέθηκαν ενεργά άτομα ενώ όλα τα άτομα που βρίσκονταν στην αίθουσα Β ήταν πάντα σε ημερήσιο λήθαργο.

Ο συνολικός αριθμός ατόμων που επιλέγουν να μείνουν σε αυτό το σπήλαιο, δεν καθορίζεται μόνο από τη θερμοκρασία. Τα άτομα που μένουν στο σπήλαιο όμως, προτιμούν την αίθουσα Β όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες δεν επιτρέπουν τη θηρευτική δραστηριότητα, λόγω της χαμηλότερης θερμοκρασίας της, που τους επιτρέπει να εξοικονομούν περισσότερη ενέργεια, όταν παραμένουν εκεί σε λήθαργο.

Το ποσοστό των ατόμων που ήταν σε λήθαργο πριν τη δύση του ήλιου, στην αίθουσα Α, συσχετίστηκε αρνητικά σημαντικά με τη μέση εξωτερική θερμοκρασία κατά το βράδυ που προηγείται της παρατήρησης και κατά την ημέρα της παρατήρησης. Ωστόσο, από τις 36 περιπτώσεις που υπήρχαν άτομα αυτού του είδους, στην Α, πριν τη δύση του ήλιου, μόνο σε 3 παρατηρήσεις υπήρχαν κάποια ενεργά άτομα. Συνεπώς, οι συσχετίσεις αυτές δεν πρέπει να χρησιμοποιηθούν στην εξαγωγή συμπερασμάτων. Το ποσοστό των ατόμων σε λήθαργο στην αίθουσα Β δεν συσχετίστηκε με τις θερμοκρασίες που εξετάστηκαν, αφού πάντα τα άτομα που βρίσκονταν εκεί ήταν σε λήθαργο.

Δραστηριότητα μετά τη δύση του ήλιου-θήρευση

Στις δεδομένες εξωτερικές και εσωτερικές συνθήκες τα άτομα του είδους δεν παρατηρήθηκαν να βρίσκονται σε συνεχόμενο λήθαργο, για περισσότερο από μία ημέρα, εκτός από μία περίπτωση (4-8 Φεβρουαρίου), όπου όλα τα άτομα μέσα στο σπήλαιο έμειναν ανενεργά. Οι μέσες εξωτερικές και εσωτερικές θερμοκρασίες, αυτές τις ημέρες, ήταν από τις χαμηλότερες που καταγράφηκαν καθόλη τη διάρκεια της μελέτης. Ενδεχομένως και τα άτομα αυτού του είδους όπως και του *R. ferrumequinum*, επιλέγουν να μείνουν σε συνεχόμενο λήθαργο σε άλλες θέσεις φωλιάσματος με χαμηλότερες θερμοκρασίες, όταν δεν υπάρχει αρκετή διαθεσιμότητα τροφής.

Τα άτομα του είδους αυτού δραστηριοποιούνταν κατά μέσο όρο 5.4 λεπτά μετά τη δύση του ήλιου και πετούσαν για κάποια ώρα μέσα και έξω από το σπήλαιο, συμπεριφορά γνωστή και για αυτό το είδος. Η ώρα έναρξης της δραστηριότητας παρουσίασε εποχιακή διαφοροποίηση και τα άτομα του είδους δραστηριοποιούνταν νωρίτερα το φθινόπωρο από ό,τι το χειμώνα, ενδεχομένως λόγω των χαμηλότερων θερμοκρασιών του χειμώνα σε σχέση με αυτές του φθινοπώρου.

Ο συνολικός αριθμός των ατόμων που μένουν μέσα στο σπήλαιο, μετά τη δύση του ήλιου, αυξάνει όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες και κυρίως η θερμοκρασία στη δύση του ήλιου, της ημέρας παρατήρησης μειώνονται. Ο αριθμός των ατόμων που μένουν σε κάθε αίθουσα Α και Β,

χωριστά, όπως και το εκατοστιαίο ποσοστό του αρχικού πληθυσμού που μένει ανενεργό, σε κάθε αίθουσα, μετά τη δύση του ήλιου, αυξάνεται όταν η θερμοκρασία κάθε αίθουσας, είτε κατά την ημέρα της παρατήρησης, είτε κατά την ημέρα που προηγείται της ημέρας παρατήρησης αλλά και η εξωτερική θερμοκρασία κατά τη δύση του ήλιου, μειώνονται. Τα άτομα και αυτού του είδους επιλέγουν να μη βγούν έξω από το σπήλαιο όταν οι θερμοκρασίες και άρα και η συγκέντρωση και η δραστηριότητα των εντόμων είναι μικρή.

Ο συνολικός αριθμός ατόμων που μένουν μέσα στο σπήλαιο, μετά τη δύση του ήλιου, διαφοροποιήθηκε μεταξύ βροχερών και μή βροχερών ημερών ενώ δεν εμφάνισε συσχέτιση με την ένταση του ανέμου. Το εκατοστιαίο ποσοστό του αρχικού πληθυσμού που βρίσκεται σε λήθαργο, μέσα στο σπήλαιο, μετά τη δύση του ήλιου, ήταν μεγαλύτερο τις βροχερές ημέρες από ό,τι τις μη βροχερές ενώ και αυτό δεν εμφάνισε συσχέτιση με την ένταση του ανέμου. Η μειωμένη δραστηριότητα τις ημέρες με βροχή οφείλεται πιθανόν στη μείωση της δραστηριότητας των εντόμων που επιφέρει η βροχόπτωση, όπως και στη μεγαλύτερη δυσκολία που ίσως προκαλεί η βροχή στην πτήση των νυκτερίδων.

Θερμοκρασία, κατά τη δύση του ήλιου, μικρότερη από 5°C, σε συνδυασμό με βροχή, κατά τη διάρκεια της ημέρας, εμποδίζει τη δραστηριότητα του είδους, αλλά είναι απαραίτητη η συλλογή περισσότερων δεδομένων για περισσότερα άτομα και για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, ώστε να προκύψουν συμπεράσματα για την επίδραση της ταυτόχρονης δράσης των αβιοτικών παραγόντων και για το ποιός επηρεάζει σε μεγαλύτερο βαθμό τη δραστηριότητα του είδους.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ



Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Ahlén I. 1990. Identification of bats in flight, Swedish Society for Conservation of Nature and the Swedish Youth Association for Environmental studies and Conservation, Stockholm.
- Aldridge H.D.J.N., 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
- Altringham D.J. 2003. British Bats, HarperCollinsPublishers, London
- Anthony E.L.P. 1988 "Age determination in Bats" *in*: Kunz T.H. (ed.) 1988. Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats, Smithsonian Institution Press, Washington D.C., London
- Arlettaz R., Christe P., Lugon A., Perrin N., Vogel P. 2001. "Food availability dictates the timing of parturition in insectivorous mouse-eared bats", *Oikos* **95**: 105-111
- Asan Baydemür & Albayrak I. 2006. "A Study on the Breeding Biology of Some Bat Species in Turkey (Mammalia: Chiroptera)", *Turkey journal of Zoology* **30**: 103-110
- Barataud M. 1996. The world of bats, Sittelle Publishers, France
- Barclay, R.M.R. 1991. "Population structure of temperate zone insectivorous bats in relation to foraging behavior and energy demand", *Journal of Animal Ecology* **60**: 1-13.
- Bihari, Z. 2001. "Characteristics of the northernmost population of *Rhinolophus ferrumequinum* in the Carpathian basin", *Acta Theriologica* **46** (1): 13-21
- Bogdanowicz W, Owen R.D. 1992. "Phylogenetic analyses of the bat family Rhinolophidae", *Z.zool.Syst.Evolut.-forsch* **30**: 142-160
- Bontadina F., Arlettaz R. 2000. "*Rhinolophus hipposideros*: Research program for the conservation of the lesser horseshoe bat in Switzerland", Swiss Coordination Centre for the Study and Protection of Bats.
- Bontadina F., Schofield H., Naef-Daenzer B., 2002. "Radio-tracking reveals that lesser horseshoe bats (*Rhinolophus hipposideros*) forage in woodland", *Journal of Zoology* **258**: 281-290
- Burton R.S., Reichman O.J. 1999. "Does immune challenge affect torpor duration?", *Functional Ecology* **13**: 232-237
- Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats, Bern, 1982.
- Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals, Bonn, 1994
- Corbet G.B. & Harris S. 1991. The Handbook of British Mammals / Third Edition, Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK for the Mammal Society

- Crucitti P., Andreini M., Morelli R., Rotella G. 1998. "The structure and dynamics of a rhinolophid bat community of Latium (central Italy) (CHIROPTERA)", *Hystrix* **10** (2):3-11
- Crucitti P., Cavalletti L. 2002. "Size, dynamics and structure of the Lesser Horseshoe bat (*Rhinolophus hipposideros*) winter aggregations in central Italy", *Hystrix* **13**: 29-40
- Dietz C., Helversen O. 2004. "Illustrated identification Key to the bats of Europe" electronic publication, version 1.0
- Duvergé P L., Jones G., Rydell J., Ransome R.D. 2000. "Functional significance of emergence timing in bats", *Ecography* **23**: 32-40
- Dytham C., 1999. Choosing and Using statistics: A Biologist's Guide, Blackwell Science Ltd.
- Entwistle, A.C., Racey, P.A., Speakman, J.R. 1997. "Roost selection by the brown long-eared bat *Plecotus auritus*", *Journal of Applied Ecology* **34**: 399 – 408
- Erket, H. 1982. Ecological Aspects of Bat Activity Rhythms. pp. 201-236 in *Ecology of Bats*. New York: Plenum Press
- Fenton, M. 1994. Just Bats, Toronto: University of Toronto Press
- Findley J. S. 1993. Bats: a community perspective, Cambridge Univ. Press, Cambridge
- Fowler J., Cohen L., Jarvis P. 1998. Practical statistics for field Biology, John Wiley & Sons Ltd.
- Gaisler J., Chytil J., 2002. "Mark recapture results and changes in bat abundance at the cave of Na Turoldu, Czech Republic", *Folia Zoologica* **5**: 1-10
- Grindal, S.D., Morissette, J.L., Brigham, R.M. 1999. "Concentration of bat activity in riparian habitats over an elevational gradient", *Canadian Journal of Zoology* **77**: 972-977.
- Hanák, V., Benda, P., Ruedi, M., Horáček, I., Sofianidou, T., 2001. "Bats (Mammalia: Chiroptera) of Eastern Mediterranean. Part 2. New records and review of distribution of bats in Greece", *Acta Soc. Zool. Bohem.* **65**: 279-346
- Hayashi T., Uchida K., Kawamoto K. 2002. "Basic Properties and Annual Changes of Follicle – Stimulating Hormone Receptors in the Testis of Horseshoe Bats, *Rhinolophus ferrumequinum*", *Journal of Experimental Zoology* **292**: 304-313, WILEY-LISS, INC
- Hill J.E., Smith J.D. (1984) Bats: A Natural History, University of Texas Press, Austin
- Holzhaider J., Kriner E., Rudolph B., 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., Zahn A., 2001. "Bats in the Bavarian Alps: species composition and utilization of higher altitudes in summer", *Mammalian Biology* **66**: 144-154

- Hutson A.M., Mickleburgh S.P., Racey P.A., 2001. "Microchiropteran bats: global status survey and conservation action plan. IUCN/SSC Chiroptera Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Iliopoulou-Georgoudaki J., Ondrias J.C. 1981. "Contribution to the study of *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774) in Greece with description of *R. ferrumequinum creticum* ssp. nov", *2e congrés international sur la Zoogeographie et L'ecologie de la Grèce et des régions avoisinantes*.
- Iliopoulou-Georgoudaki J., Ondrias J.C. 1985. "Contribution to the study of *Rhinolophus ferrumequinum creticum*" spp. Nov. 2nd. Inter. Cong. of Zoogeography and Ecology of Greece and adjacent regions, *Biol. Gallo-Hell.* **10**: 357-368.
- Iliopoulou-Georgoudaki J., Ondrias J.C. 1986. "The Greater horseshoe bat, *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774) in Greece with description of with description of a new subspecies", *Occas. Pap. Mus. Texas Tech. Univ.* **102**: 1-8.
- Jones G., Rayner M.V. 1989. "Foraging behavior and echolocation of wild horseshoe bats *R. ferrumequinum* and *R. hipposideros* (Chiroptera, Rhinolophidae)", *Behavioral Ecology and Sociobiology* **25**: 183-191, Springer-Verlag
- Jones G. 1990. "Prey selection by the Greater horseshoe bat (*Rhinolophus ferrumequinum*): optimal foraging by echolocation?", *Journal of Animal Ecology* **59**: 587-602
- Jones G., Rydell J., 1994. "Foraging strategy and predation risk as factors influencing emergence time in echolocating bats", *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* **346**: 445-455
- Jones G., Duvergé P., Ransome R. 1995. "Conservation biology of an endangered species: field studies of greater horseshoe bats", *Symposium of the Zoological Society of London* No. **67**: 309-324
- Jones G., Vaughan N., Parsons S. 2000. "Acoustic identification of bats from directly sampled and time expanded recordings of vocalizations", *Acta Chiropterologica* **2** (2): 155-170
- Kayikcioglu A., Zahn A.2004. "High temperatures and the use of satellite roosts in *Rhinolophus hipposideros*", *Mammalian biology* **69** (5): 337-341
- Krebs C. 1999. *Ecological Methodology*, Addison Wesley Longman, Inc.,second edition
- Krutzsch P.H. 2000. "Anatomy, Physiology and Cyclicity of the Male Reproductive Tract" in: Crichton E., Krutzsch P. (eds) *Reproductive Biology of Bats*, Academic Press
- Kunz T.H. (ed.) 1988. *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats*, Smithsonian Institution Press, Washington D.C., London
- MacDonald, D., Barrett, P. 1993. *Field Guide Mammals/ Britain and Europe*, HarperCollinsPublishers, London
- McAney C.M., Fairley J.S. 1988a. "Activity patterns of the lesser horseshoe bat *Rhinolophus hipposideros* at summer roosts", *Journal of Zoology* **216**: 325-338

- McAney C.M., Fairley J.S. 1988b. "Habitat preference and overnight and seasonal variation in the foraging activity of Lesser horseshoe bats", *Acta Theriologica* **33,28**: 393-402
- McAney C.M., Fairley J.S. 1989. "Analysis of the diet of the lesser horseshoe bat *Rhinolophus hipposideros* in the West of Ireland" *Journal of Zoology* **217**: 491-498
- McNab B.K., 1974. "The behaviour of temperate bats in a subtropical environment", *Ecology* **55**: 943-958
- McNab, B.K. 1982. Evolutionary Alternatives in Physiological Ecology of Bats. Pp. 151-196 in *Ecology of Bats*, New York: Plenum Press
- Mitchell-Jones A. J., Amori G., Bogdanowicz W., Kryštufek B., Reijnders P. J. H., Spitzenberger F., Stubbe M., Thissen, J. B. M., Vohralík V. and Zima J. 1999. The Atlas of European Mammals. Academic Press
- Norberg U.M., Rayner J.M.V. 1987. "Ecological Morphology and Flight in Bats (Mammalia; Chiroptera): Wing Adaptations, Flight Performance, Foraging Strategy and Echolocation", *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences* **36** (1179): 335-427
- Park K., Jones G., Ransome R. 1999. "Winter activity of a population of Greater horseshoe bats (*Rhinolophus ferrumequinum*)", *J. Zool., Lond.* **248**: 419-427
- Park K.J., Jones, G., Ransome, R.D. 2000. "Torpor, arousal and activity of hibernating Greater Horseshoe Bats (*Rhinolophus ferrumequinum*)", *Functional Ecology* **14**: 580-588
- Papadatou E. 2001. Bat diversity on the island of Lesvos, Greece. Msc in Biodiversity and Conservation, University of Leeds.
- Racey P. 1982. Ecology of Bat Reproduction. Pp. 57-93 in *Ecology of Bats*. New York: Plenum Press
- Racey P. 1988. "Reproductive assessment in Bats" in: Kunz T.H. (ed.) 1988. Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats, Smithsonian Institution Press, Washington D.C., London
- Racey P., Entwistle A. 2000. "*Life History and Reproductive Strategies of Bats*" in: Crichton E., Krutzsch P. (eds) Reproductive Biology of Bats, Academic Press
- Ransome R.D. 1968. "The distribution of the Greater horse-shoe bat, *Rhinolophus ferrumequinum*, during hibernation, in relation to environmental factors", *Journal of Zoology* **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", *J. Zool., Lond.* **164**: 353-371
- Ransome R.D. 1990. The Natural History of Hibernating Bats. Christopher Helms Ltd., London

- Ransome, R.D. & McOwat, T.P. 1994. "Birth timing and population changes in greater horseshoe bat colonies (*Rhinolophus ferrumequinum*) are synchronized by climatic temperature", *Zoological Journal of the Linnean Society* **112**: 337-351
- Ransome R.D. 1995. "Earlier breeding shortens life in female greater horseshoe bats", *Phil. Trans. Soc. Lond. B* **350**: 153-161
- Ransome R.D., Hutson A.M. 2000. "Action plan for the conservation of the greater horseshoe bat in Europe (*Rhinolophus ferrumequinum*)", Council of Europe Publishing
- Rasweiler J.J., Badwaik N. 2000. "Anatomy and Physiology of the female reproductive tract" in: Crichton E., Krutzsch P. (eds) *Reproductive Biology of Bats*, Academic Press
- Reiter G., 2004a. "Postnatal growth and reproductive biology of *Rhinolophus hipposideros* (Chiroptera: Rhinolophidae)", *Journal of Zoology* **262**: 231-241
- Reiter G., 2004b. "The importance of woodland for *Rhinolophus hipposideros* (Chiroptera, Rhinolophidae) in Austria", *Mammalia* **68** (4): 403-410.
- Rossiter S., Gareth J., Ransome R., Barratt E. 2000. "Parentage, reproductive success and breeding behaviour in the greater horseshoe bat (*Rhinolophus ferrumequinum*)", *Proc. R. Soc. Lond.* **267**: 545-551
- Rossiter, S., J. Jones, R. Ransome, E. Barratt. 2000. "Genetic variation and population structure in the endangered greater horseshoe bat *Rhinolophus ferrmequinum*", *Molecular Ecology* **9**: 1131-1135.
- Rossiter J.S., Jones G., Ransome R.D., Barratt E.M. 2002. "Relatedness structure and kin-biased foraging in the Greater-horseshoe bat (*Rhinolophus ferrumequinum*)", *Behav Ecol Sociobiol* **51**: 510-518.
- Rossiter J.S., Gareth J., Ransome R.D., Barratt E. 2006. "Causes and Consequences of Genetic Structure in the Greater Horseshoe Bat, *Rhinolophus ferrumequinum*" in: Zubaid A., McCracken G.F., Kunz T.H. (eds). *Functional and Evolutionary Ecology of Bats*, Oxford University Press, Inc.
- 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. 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* **258**: 91-103
- Russo D., Jones G. 2003. "Use of foraging habitats by bats in a Mediterranean area determined by acoustic surveys: Conservation Implications", *Ecography* **26**: 197-209
- Schober W.E. Grimmberger. 1997. *The Bats of Europe and North America*. New Jersey: TFH Publications Inc.

- Seckerdieck A., Walther B., Halle S., 2005 (article in press). “Alternative use of two different roost types by a maternity colony of the lesser horseshoe bat (*Rhinolophus hipposideros*)”, *Mammalian Biology*
- Simmons S., Fenton M., O' Farrell M. 1979. “Echolocation and pursuit of prey by bats”. *Science*, New Series **203** (4375): 16-21
- Stebbins R.E. 1985. Which Bat is it? A guide to bat identification in Great Britain and Ireland, The Mammal Society and The Vincent Wildlife Trust
- Thomas D.W., Geiser F. 1997. “Periodic arousals in hibernating mammals: is evaporative water loss involved?”, *Functional Ecology* **11**, 585-591
- Thomas D.W., Speakman J.R. 2006. “Physiological Ecology” σε: Zubaid A., McCracken G. F., Kunz T.H. (eds) *Functional and Evolutionary Ecology of Bats*, Oxford University Press 2006.
- Twente W.J. 1955. “Some Aspects of Habitat Selection and Other Behavior of Cavern-Dwelling Bats”, *Ecology* **36** (4): 706-732
- Vaughan N., Jones G., Harris S. 1997a. “Habitat use by bats (Chiroptera) assessed by means of a broad-band acoustic method”, *J. App. Ecology* **34**: 716-730
- Vaughan N., Jones G., Harris S. 1997b. “Identification of British bat species by multivariate analysis of echolocation call parameters”, *Bioacoustics* **7**: 189-207
- Verboom B., Spoelstra K. 1999. “Effects of food abundance and wind on the use of tree lines by an insectivorous bat, *Pipistrellus pipistrellus*”, *Journal of Zoology* **77**: 1393-1401
- Wilson D., Reeder D. (eds).1993. “Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference-2nd edition”, Smithsonian Institution
- Williams C.B. 1961. “Studies in the effect of weather conditions on the activity and abundance of insect populations” *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences* **244** (713): 331-378.
- Yalden D.W. 1985. The Identification of British Bats. An Occasional Publication of The Mammal Society, London
- Zukal J., Berkova H., Reháč Z. 2005. “Activity and shelter selection by *Myotis myotis* and *Rhinolophus hipposideros* hibernating in the Kateřinská cave (Czech Republic)”, *Mammalian Biology* **70** (5): 271-281

Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία

- Γεωργιακάκης, Π. 2003. Τροφική οικολογία των Χειρόπτερων της Κρήτης. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Κρήτης, τμήμα Βιολογίας, Ηράκλειο.
- Ηλιοπούλου – Γεωργουδάκη Ι. 1977. Συστηματική Μελέτη και Γεωγραφική Εξάπλωση των Χειρόπτερων της Ελλάδας, Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Πάτρας