

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΤΟΜΕΑΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΖΩΩΝ

**Ποικιλότητα της εδαφοπανίδας του Μεγανησίου και
των δορυφορικών νησίδων (Κεντρικό Ιόνιο Πέλαγος)**



**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΔΙΠΛΩΜΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ ΣΤΗΝ
ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ – ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ & ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΦΥΣΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

Όλγα Τζωρτζακάκη

Βιολόγος

ΠΑΤΡΑ, 2012

Τριμελής εξεταστική επιτροπή

Σίνος Γκιώκας, Επίκουρος Καθηγητής Πανεπιστημίου Πατρών (Επιβλέπων)

Σπύρος Σφενδουράκης, Αναπληρωτής Καθηγητής Πανεπιστημίου Κύπρου

Μωυσής Μυλωνάς, Καθηγητής Πανεπιστημίου Κρήτης

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διατριβή πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Οικολογία, Διαχείριση και Προστασία Φυσικού Περιβάλλοντος» του Τμήματος Βιολογίας του Πανεπιστημίου Πατρών. Αποτελεί τμήμα του ερευνητικού προγράμματος «Επιφανειακή έρευνα Μεγανησίου», που εκπονείται από το Τμήμα Ιστορίας και Αρχαιολογίας του Πανεπιστημίου Κρήτης και τη ΛΣΤ' Εφορεία Προϊστορικών και Κλασικών Αρχαιοτήτων σε συνεργασία με το Δήμο Μεγανησίου, υπό την επιστημονική επίβλεψη της αναπλ. καθηγήτριας Δρ. Νένας Γαλανίδου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στην πραγματοποίηση αυτής της μελέτης:

- Πρωτίστως, την αναπλ. καθηγήτρια του Πανεπιστημίου Κρήτης κα. Νένα Γαλανίδου για την πρότασή της να αναλάβω την εκπόνηση της μελέτης της βιοποικιλότητας του Μεγανησίου και των δορυφορικών νησίδων και για την εμπιστοσύνη της όλα αυτά τα χρόνια της συνεργασίας μας. Την ευχαριστώ ιδιαίτερα για τη δυνατότητα που μου έδωσε να συμμετάσχω σε μία διεπιστημονική ερευνητική ομάδα αποτελούμενη από καταξιωμένους επιστήμονες, καθώς και για τη μύησή μου στον κόσμο της Προϊστορικής Αρχαιολογίας, αναζητώντας τα ίχνη των ανθρώπων του Νεάντερταλ!
- Το Δήμο Μεγανησίου για την πολυεπίπεδη στήριξή του σ' αυτή την προσπάθεια και ιδιαίτερα το δήμαρχο κ. Στάθη Ζαβιτσάνο και τον καπετάνιο κ. Αντρέα Μάλαμα, ο οποίος μας μετέφερε οποιαδήποτε στιγμή του ζητήσαμε και πάντα με προθυμία στα νησιά, συχνά υπό δύσκολες καιρικές συνθήκες. Ευχαριστώ επίσης όλους τους κατοίκους του Μεγανησίου που μας φιλοξένησαν και μας φρόντισαν κατά τη διάρκεια της διαμονής μας στο νησί.
- Τον επιβλέποντα της διατριβής μου επικ. καθηγητή κ. Σίνο Γκιώκα για την εμπιστοσύνη του, τις συμβουλές και την καθοδήγησή του σε όλα τα βήματα της διατριβής, τη στήριξή του, επιστημονική και ηθική, τις εμπυχωτικές συζητήσεις και φυσικά για την ικανότητά του να μεταφέρει αισιοδοξία ακόμα και στις πιο δύσκολες καταστάσεις.
- Τον αναπλ. καθηγητή του Πανεπιστημίου Κύπρου κ. Σπύρο Σφενδουράκη και τον καθηγητή του Πανεπιστημίου Κρήτης κ. Μωυσή Μυλωνά για τη συμμετοχή τους στην τριμελή εξεταστική επιτροπή. Θα ήθελα, επίσης, να τονίσω ότι ο καθηγητής κ. Μυλωνάς ήταν ο άνθρωπος που με εισήγαγε στο χώρο της Ζωολογίας, Οικολογίας και Βιογεωγραφίας και με ενέπνευσε να ασχοληθώ με αυτό το τόσο ενδιαφέρον αντικείμενο.

- Τον έφορο Αρθροπόδων του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Κρήτης δρ. Απόστολο Τριχά για την αναγνώριση των Κολεοπτέρων, το δρ. Στέλιο Σημαιάκη για την αναγνώριση των Χειλοπόδων και τη Μελένια Κανιαδάκη για την αναγνώριση των Ψευδοσκορπιών.
- Το λέκτορα του Τμήματος Γεωλογίας κ. Γιώργο Ηλιόπουλο για την πολυτιμότερη συμβολή του στη δουλειά πεδίου. Χωρίς τα γεωλογικά σφυριά του και το εξασκημένο στο σκάψιμο χέρι του η τοποθέτηση των παγίδων θα ήταν πολύ χρονοβόρα. Και βέβαια για την αξιοσημείωτη ικανότητά του να θυμάται την ακριβή θέση της κάθε παγίδας, ακόμα και μέσα στις υπερβολικά πυκνές ασφάκες.
- Τους φίλους και «συμπάσχοντες» από το εργαστήριο Ζωολογίας υποψ. διδάκτορες Εύη Θάνου, Εύα Πίττα, Ονούφριο Μεττούρη, τη δρ. Χριστίνα Κασσάρα και το δρ. Παναγιώτη Κορνήλιο για την πολύτιμη συνδρομή τους στη δουλειά πεδίου – παρά τη βροχή, το κρύο, την αφόρητη καλοκαιρινή ζέστη και τις ασφάκες - και εργαστηρίου, αλλά και για όλες τις αξέχαστες στιγμές που μοιραστήκαμε και μοιραζόμαστε.
- Τον Κωστή Πρασά για τη δημιουργία των χαρτών και τον Κώστα Ζήσση για την παροχή φωτογραφικού υλικού.
- Τους προπτυχιακούς και μεταπτυχιακούς φοιτητές που συμμετείχαν στην αρχαιολογική και γεωλογική έρευνα για τα όμορφα καλοκαίρια που περάσαμε στο Μεγανήσι, αναζητώντας λίθινα εργαλεία κάτω από υψηλές θερμοκρασίες και υποφέροντας από τις αλλεργιογόνες ασφάκες!
- Τους γονείς μου που πάντα μου άνοιγαν διάπλατα τους ορίζοντες της γνώσης και της επιστημονικής αναζήτησης.
- (Ξανά) το σύντροφό μου Γιώργο για την ηθική και ψυχολογική στήριξη σε όλες τις δύσκολες στιγμές, την απέραντη υπομονή του και τα πάντα ενθαρρυντικά και εμπνευστικά του λόγια που πηγάζουν από το αστείρευτο πάθος του για την επιστήμη.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	1
SUMMARY	3
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
1.1 Παράγοντες που καθορίζουν τις κατανομές των αρθροπόδων στα μεσογειακά οικοσυστήματα	5
1.2 Τα αρθρόποδα ως βιοδείκτες	6
1.3 Σκοπός της εργασίας.....	8
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	10
2.1 Περιοχή μελέτης	10
2.1.1 Παλαιογεωγραφία.....	12
2.1.2 Γεωλογία-Γεωμορφολογία.....	12
2.1.3 Κλίμα	14
2.1.4 Βλάστηση	15
2.2 Σταθμοί δειγματοληψίας	16
2.2.1 Λουτρολίμνη	17
2.2.2 Αη Γιάννης.....	17
2.2.3 Μακκία.....	17
2.2.4 Άγιος Γρηγόριος	18
2.2.5 Κυθρός	18
2.2.6 Θηλειά	18
2.3 Μέθοδοι δειγματοληψίας	22
2.3.1 Παγίδες παρεμβολής.....	22
2.3.2 Ποιοτικές καταγραφές και παρατηρήσεις	23
2.4 Ανάλυση δεδομένων.....	23
2.4.1 Διαλογή και αναγνώριση	23
2.4.2 Στατιστική επεξεργασία	24
2.4.2.1 Αφθονία.....	24
2.4.2.2 Ποικιλότητα.....	24
2.4.2.3 Ομοιότητα και ομαδοποίηση βιοκοινοτήτων.....	26
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	28
3.1 Ισόποδα.....	28
3.1.1 Αφθονία ειδών.....	30

3.1.2 Ποικιλότητα.....	38
3.1.3 Ομοιότητα βιοκοινοτήτων	39
3.2 Κολεόπτερα	41
3.2.1 Αφθονία	43
3.2.1.1 Μεταβολή της αφθονίας στο χώρο	44
3.2.1.2 Μεταβολή της αφθονίας στο χρόνο	49
3.2.2 Ποικιλότητα.....	54
3.2.3 Ομοιότητα βιοκοινοτήτων	55
3.3 Χειλόποδα	57
3.4 Ψευδοσκορπιοί.....	59
3.5 Σπονδυλόζωα.....	59
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	62
4.1 Τα Ισόποδα του Ιονίου	62
4.2 Κατανομή των ειδών στο χώρο και το χρόνο	65
4.2.1 Ισόποδα	65
4.2.2 Κολεόπτερα.....	67
4.2.3 Χειλόποδα	71
4.3 Ποικιλότητα	71
4.4 Ομοιότητα κοινοτήτων	73
4.5 Σπονδυλόζωα.....	74
4.6 Γενική συζήτηση	74
4.7 Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες.....	75
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	77
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	85

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πανίδα των νησιών του Αιγαίου προσέλκυε ανέκαθεν το ενδιαφέρον Ελλήνων και ξένων επιστημόνων, κυρίως λόγω της ιδιαίτερης γεωλογικής ιστορίας και τοπογραφίας τους. Αντιθέτως, για την πανίδα των νησιών του Ιονίου διαθέτουμε περιορισμένα στοιχεία. Λόγω της σχετικά πρόσφατης απομόνωσής τους (ύστερο Πλειστόκαινο) από την ηπειρωτική περιοχή, δεν αναμένονται εντυπωσιακές διαφορές στη σύνθεση των ειδών τους. Ωστόσο, η διερεύνηση των προτύπων ποικιλότητας στο χώρο και το χρόνο εμφανίζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

Σκοπός της παρούσας διατριβής είναι η συλλογή ποιοτικών και ποσοτικών στοιχείων για τις κοινότητες ορισμένων ομάδων εδαφόβιων Αρθροπόδων (Κολεοπτέρων, Ισοπόδων, Χειλοπόδων και Ψευδοσκορπιών) και ποιοτικών για τις κοινότητες των Ερπετών και των Θηλαστικών στα νησιά Μεγανήσι, Κυθρός και Θηλειά του Εσωτερικού Αρχιπελάγους του Ιονίου (GR 2220003). Κυρίως, όμως, επικεντρώνεται στη μελέτη και σύγκριση της σύνθεσης των κοινοτήτων των ισοπόδων και των κολεοπτέρων μεταξύ των διαφορετικών βιοτόπων των νησιών και των εποχών, καθώς και στην εκτίμηση της ποικιλότητας των διαφορετικών βιοτόπων και των εποχών.

Για τις δειγματοληψίες επιλέχθηκαν τέσσερις σταθμοί στο Μεγανήσι και ένας σε καθένα από τα μικρά νησιά, ώστε να αντιπροσωπεύονται οι επικρατέστεροι βιότοποι (μακκία βλάστηση, τέλματα με μακκία, ελαιώνες, βοσκότοποι). Οι δειγματοληψίες διεξήχθησαν σε τρεις χρονικές περιόδους (φθινόπωρο 2010, άνοιξη και καλοκαίρι 2011). Η συλλογή του υλικού έγινε με παγίδες παρεμβολής (pitfall traps), οι οποίες παρέμεναν ενεργές συνήθως 7-10 μέρες σε κάθε σταθμό.

Για τις ομάδες με μικρό αριθμό παρατηρήσεων καταγράφηκε μόνο ο αριθμός των ειδών (χειλόποδα: 10, ερπετά: 11, θηλαστικά: 4 είδη) ή των οικογενειών (ψευδοσκορπιόι: 4 οικογένειες). Για τα ισοπόδα και τα κολεόπτερα, για τα οποία υπήρχε ικανοποιητικός όγκος δεδομένων, αφού υπολογίστηκε η αφθονία (άτομα/100 παγιδοημέρες) των ειδών και των οικογενειών αντίστοιχα, πραγματοποιήθηκαν στατιστικές αναλύσεις (two-way ANOVA, εκτίμηση ποικιλότητας και ισοκατανομής, ανάλυση ομαδοποίησης) για τη διερεύνηση των παραπάνω ερωτημάτων.

Συνολικά καταγράφηκαν 9 είδη ισοπόδων, από τα οποία 7 είναι ενδημικά της Ελλάδας και 4 είδη του γένους *Armadillidium* ενδημικά του Ιονίου. Τα είδη *Armadillidium frontemarginatum* και *Chaetophiloscia leucadia* εμφανίζουν τη μέγιστη αφθονία, ενώ το τελευταίο αποτελεί το μόνο είδος που είναι παρόν σε όλους τους βιοτόπους. Όσον αφορά στα Κολεόπτερα, καταγράφηκαν περισσότερες από 25 οικογένειες, ωστόσο, κυριαρχούν

κατά βάση τρία είδη (*Thorectes brullei*, *Carabus preslii* και *Oryzaephilus surinamensis*). Ομοίως και για τις δύο ομάδες, οι τιμές της αφθονίας δε σημείωσαν σημαντικές μεταβολές μεταξύ των διαφορετικών βιοτόπων. Από την άλλη, εμφανίζεται ένα σαφές εποχικό πρότυπο, με τη μέγιστη αφθονία να καταγράφεται κατά την καλοκαιρινή και τη φθινοπωρινή περίοδο για τα ισόποδα και τα κολεόπτερα αντίστοιχα.

Όπως αναμενόταν, η μέγιστη ποικιλότητα καταγράφηκε στους βιοτόπους με μακκία βλάστηση και για τις δύο ομάδες που μελετήθηκαν, σε αντίθεση με το διαταραγμένο βιότοπο του Κυθρού, όπου κυριαρχούν λίγα είδη με σχετικά μεγάλες αφθονίες, με συνέπεια να μειώνεται και η ποικιλότητα. Εξάιρεση αποτελεί ο σταθμός με τους ελαιώνες, όπου η κολεοπτεροπανίδα είναι πιο πλούσια και ισορροπημένη σε σχέση με την ισοποδοπανίδα. Από την άλλη, κατά την καλοκαιρινή δειγματοληψία καταγράφηκε μία σημαντική αύξηση τόσο στον αριθμό των ειδών των ισόπόδων και των οικογενειών των κολεοπτέρων όσο και στην ποικιλότητα. Η απόκλιση από το αναμενόμενο πρότυπο εμφάνισης της μέγιστης ποικιλότητας την άνοιξη οφείλεται ενδεχομένως στην παρατεταμένη διάρκεια της υγρής περιόδου και στις σχετικά χαμηλότερες θερμοκρασίες που επικρατούν στο Ιόνιο.

Επιπλέον, η ανάλυση ομαδοποίησης (με το δείκτη Jaccard) για τα ισόποδα τοποθετεί τους σταθμούς με παρόμοια χαρακτηριστικά βιοτόπου σε κοντινούς κλάδους, ενώ οι σταθμοί που έχουν υποστεί έντονες ανθρωπογενείς επεμβάσεις διαφοροποιούνται περισσότερο όσο αυξάνεται ο βαθμός διατάραξης. Αντιθέτως, βάσει των κολεοπτέρων (με τους δείκτες Bray-Curtis και Jaccard) προκύπτει ένα σύμφωνο με τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά των νησιών πρότυπο: οι βιότοποι του Μεγανησίου σχηματίζουν ένα ενιαίο κλάδο και ο Κυθρός με τη Θηλειά ένα δεύτερο.

Γενικά, οι βιοκοινότητες κυριαρχούνται από λίγα είδη, ενώ τα υπόλοιπα βρίσκονται σε μικρές αφθονίες. Η εποχικότητα, οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή, ο κατακερματισμός των βιοτόπων και η ένταση των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων φαίνεται να αποτελούν τους κύριους παράγοντες διαμόρφωσης των χωρο-χρονικών προτύπων των ειδών στα νησιά μελέτης.

SUMMARY

As the fauna of the Aegean archipelago has always attracted ecologists' interest, Ionian Islands' fauna has remained in obscurity, mainly due to their rather recent isolation from the mainland (during Late Pleistocene). Thus, compared with the mainland no surprising differences in terms of species composition are expected; however, the identification of special diversity patterns, seasonal and between different habitats as well, is considered of particular interest.

The present thesis is a preliminary contribution to the study of the temporal and spatial composition and diversity of specific pedofaunal groups (terrestrial Isopoda (Oniscidea), Coleoptera, Chilopoda, Pseudoscorpiones) on Meganisi Island and on its satellite islets Kythros and Thilia, located in the Internal Ionian Archipelago, which consists a Natura 2000 site (GR 2220003). Qualitative data were also collected for reptiles and terrestrial (non-chiropteran) mammals.

Four sampling sites on Meganisi and one on each islet were established, covering the main habitats of the islands (maquis shrublands, ponds with maquis, olive groves, grazing land). Arthropod assemblages were sampled using pitfall traps (20 traps at each site) during three sampling periods, i.e. autumn 2010, spring 2011 and summer 2011. Traps were left active each period between 7 and 10 days for each site. The collected material was first sorted and then determined to the family level (Coleoptera, Pseudoscorpiones) and, where possible, to the species level (Isopoda, Chilopoda).

Abundance (individuals per 100 trap-days) of the most abundant taxa, i.e. Isopoda and Coleoptera, was calculated for each sampling site and each period, as well. Statistical analysis, including two-way ANOVA, diversity estimate with different diversity and evenness indices (Shannon-Wiener H' , Simpson's D , Pielou J' , Simpson's E) and cluster analysis (based on Jaccard and Bray-Curtis indices), was performed. Due to scarce data, the conducted sampling for the other animal groups was only qualitative. As a result, eleven reptile, four terrestrial mammal, ten Chilopoda species and four Pseudoscorpion families were identified.

A total of 9 isopod species were identified, revealing a relatively high endemism ratio; 7 of them are endemic in Greece, of which four *Armadillidium* species are distributed only in the Ionian Islands. The dominant isopod species are *Armadillidium frontemarginatum* and *Chaetophiloscia leucadia*, the latter being a very common species for the study area and the only one found in all sampling sites. Isopod abundance values did not show any statistically

significant variation among the sampling sites. Nevertheless, a clear seasonal pattern was evident, with a significant increase in the abundance and species richness during summer.

Concerning Coleoptera, more than 25 families were determined. The dominant coleopteran species are *Thorectes brullei*, a coprophagus beetle that thrives due to the presence of abundant cattle on the islands, *Carabus preslii*, with a notable activity peak during autumn, and *Oryzaephilus surinamensis*, a cosmopolitan species probably brought by humans and related with cereal cultivation. Abundance values did not differ significantly among the sampling sites; however, a significantly higher abundance value was recorded during autumn.

The number of recorded taxa on Meganisi was higher than the other two islets and a decreasing trend related to the respective size of the island surface was observed. Only ten Coleopteran families, three Isopod and three Chilopod species were common findings in all three islands.

As expected, diversity was found higher in maquis shrublands. On the other hand, the disturbed islet of Kythros, which was dominated by a few species with quite high abundances, showed low diversity. Consequently, comparisons between these two different cases highlight the importance of natural undisturbed habitats for biodiversity conservation. Olive grove habitats provided also interesting results, where coleopteran communities were found to be much more balanced than the isopod ones. Another notable finding of this study is the observed increase in the number of isopod species and coleopteran families and their diversity as well during summer, contrary to the commonly observed activity peak during spring. Most likely, the prevailing weather conditions in Western Greece with late spring rainfalls and relatively low temperatures seem to be responsible for this delayed activity.

In addition, cluster analysis (based on Jaccard index) on isopod data grouped similar habitats in the same clades, whereas similarity decreased in the highly impacted habitats according to the disturbance level. Thus, habitat character seems to play an important role on isopod distribution. Conversely, coleopterans present a different pattern, as community similarity (based on both Bray-Curtis and Jaccard indices) showed a clear geographical pattern of distribution.

Generally, it is clear that the recorded number of dominant species on the islands under study remains small, while all the others are found in small abundances. Seasonality, local climatic conditions, habitat fragmentation and intense human activities, especially during the last decades seem to affect significantly the spatial and temporal distribution of the studied arthropod fauna.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Παράγοντες που καθορίζουν τις κατανομές των αρθροπόδων στα μεσογειακά οικοσυστήματα

Για την προστασία της βιοποικιλότητας πρωταρχική ανάγκη είναι να κατανοήσουμε πώς αυτή μεταβάλλεται στο χώρο και το χρόνο. Τα πρότυπα ποικιλότητας και η δομή των βιοκοινοτήτων προκύπτουν από το συνδυασμό μιας πληθώρας παραγόντων, οι κυριότεροι απ' τους οποίους είναι η γεωλογική ιστορία της περιοχής, οι κλιματικές μεταβολές, η ποικιλότητα των ενδιαιτημάτων και η επίδραση των δραστηριοτήτων του ανθρώπου. Οι αλληλεπιδράσεις που αναπτύσσονται μεταξύ τους και η επίδρασή τους στις κατανομές των οργανισμών είναι αρκετά εμφανείς και έντονες στην περιοχή της Μεσογείου, γεγονός που την καθιστά ιδανικό σύστημα μελέτης των οργανισμών και της ιστορίας τους (Blondel & Aronson, 1999).

Πράγματι, τα μεσογειακά οικοσυστήματα χαρακτηρίζονται από εντυπωσιακή ποικιλομορφία των βιοτόπων τους. Η μωσαϊκότητα του τοπίου ευνοεί και συντηρεί την υψηλή ποικιλότητα των ειδών (μεγάλος πλούτος ειδών, υψηλά επίπεδα ενδημισμού κλπ.) (Blondel & Aronson, 1999). Προκειμένου να ερμηνευτεί το πρότυπο αυτό έχει διατυπωθεί η «υπόθεση της ετερογένειας των βιοτόπων» (“habitat heterogeneity hypothesis”) (MacArthur & MacArthur, 1961), η οποία προτείνει ότι οι δομικά σύνθετοι βιότοποι παρέχουν στα είδη περισσότερους θώκους και ποικίλες οδούς εκμετάλλευσης των περιβαλλοντικών τους πόρων, αυξάνοντας κατ' αυτόν τον τρόπο τον πλούτο των ειδών (Bazzaz, 1975).

Ένα άλλο χαρακτηριστικό των μεσογειακών οικοσυστημάτων είναι οι χωρικές και χρονικές διακυμάνσεις των αβιοτικών παραμέτρων. Οι ημερήσιες, εποχικές και ετήσιες μεταβολές της θερμοκρασίας και της υγρασίας, η εποχική διακύμανση στη διαθεσιμότητα της τροφής, σε συνδυασμό με τη μη ισόρροπη χωρική κατανομή των πόρων δημιουργούν ένα αρκετά «σκληρό» περιβάλλον για τους οργανισμούς (Stamou, 1998).

Από την άλλη, δεν πρέπει να παραβλέπουμε ότι και οι οχλήσεις αυξάνουν την ετερογένεια των συστημάτων. Ωστόσο, οι μεταβολές του βιοτόπου δεν έχουν τον ίδιο αντίκτυπο σε όλα τα είδη της βιοκοινότητας. Ενώ για κάποια είδη οι αλλαγές μπορεί είναι συνώνυμες με αύξηση της ετερογένειας του βιοτόπου για κάποια άλλα σημαίνει κατακερματισμό του (Tews *et al.*, 2004).

Τέτοιο παράδειγμα αποτελούν και τα μεσογειακά οικοσυστήματα, τα οποία είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με τις ανθρώπινες δραστηριότητες, την αποψίλωση, τις πυρκαγιές και τη βόσκηση (Stamou, 1998, Blondel & Aronson, 1999). Εδώ και αρκετές χιλιάδες χρόνια ένα

είδος «συνεξέλιξης» έχει αναπτυχθεί μεταξύ οικοσυστημάτων και ανθρώπου (di Castri, 1981). Στην ουσία πρόκειται για ετερογενή χωρο-χρονικά μωσαϊκά, διαμορφωμένα από τη μακρόχρονη παρουσία και δραστηριότητα του ανθρώπου στην περιοχή (Zamora *et al.*, 2007).

Η μεγάλη ετερογένεια στο τοπίο και τις περιβαλλοντικές συνθήκες αντικατοπτρίζεται και στις κατανομές των ειδών των αρθροπόδων και τη σύνθεση των βιοκοινοτήτων τους. Αφενός οι ανθρωπογενείς μεταβολές του τοπίου και των βιοτόπων έχουν επιδράσει καταλυτικά στις κατανομές τους (Blondel & Aronson, 1999) και αφετέρου τα αρθρόποδα έχουν αναπτύξει δημογραφικές και μεταβολικές στρατηγικές για να αντεπεξέρχονται στις σφοδρές περιβαλλοντικές διακυμάνσεις (Stamou *et al.*, 2004), διαμορφώνοντας τα χωρο-χρονικά πρότυπα που παρατηρούμε σήμερα.

Άλλωστε, οι κλιματικές συνθήκες έχουν εξέχουσα σημασία για τα εδαφόβια αρθρόποδα, καθώς διαμορφώνουν το μικροκλίμα του εδάφους και τον τύπο της βλάστησης. Ο τύπος βλάστησης καθορίζει την ποσότητα και ποιότητα του οργανικού περιεχομένου του εδάφους, το οποίο μαζί με τη διαθεσιμότητα σε νερό αποτελούν τους κύριους περιβαλλοντικούς παράγοντες που καθορίζουν τη δυναμική των πληθυσμών των αρθροπόδων. Η δραστηριότητά τους ακολουθεί τις χρονικές διακυμάνσεις των παραγόντων αυτών, δημιουργώντας τελικά εποχικά πρότυπα. Ως αποτέλεσμα, στα μεσογειακά οικοσυστήματα τα περισσότερα είδη εμφανίζουν συνήθως το μέγιστο της δραστηριότητάς τους το φθινόπωρο ή/και την άνοιξη και το ελάχιστο κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου, δηλαδή το καλοκαίρι (di Castri & Vitali-di Castri, 1981).

Συμπερασματικά, τα εδαφόβια αρθρόποδα συνιστούν ένα εργαλείο κατάλληλο για μελέτες των χωρο-χρονικών διακυμάνσεων και αποκρίσεων των οργανισμών στα μεσογειακά οικοσυστήματα.

1.2 Τα αρθρόποδα ως βιοδείκτες

Τα αρθρόποδα παρουσιάζουν αρκετά πλεονεκτήματα ως δείκτες εκτίμησης και παρακολούθησης της βιοποικιλότητας. Ο μικρός κύκλος ζωής, το μικρό σωματικό μέγεθος και η ευαισθησία τους στη διατάραξη του οικοσυστήματος τα καθιστούν αποτελεσματικούς δείκτες για την παρακολούθηση των αλλαγών ενός βιοτόπου από έτος σε έτος (Rosenberg *et al.*, 1986, McGeoch, 1998, Longcore, 2003). Καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο φάσμα των μικροενδιαιτημάτων και θώκων και παίζουν περισσότερους οικολογικούς ρόλους από οποιαδήποτε άλλη ζωική ομάδα. Το μεγάλο μέγεθος των πληθυσμών τους, το

αναπαραγωγικό δυναμικό τους και η μικρή διάρκεια γενεάς επιτρέπουν τη συλλογή δειγμάτων με επαρκές στατιστικό μέγεθος, χωρίς να επηρεάζονται οι πληθυσμοί τους (Longcore, 2003). Επιπλέον η διαδικασία συλλογής τους είναι αρκετά πιο εύκολη σε σχέση με τα λιγότερο άφθονα και περισσότερο κρυπτικά σπονδυλόζωα (Hilty & Merenlender, 2000).

Τα βασικά μειονεκτήματα σχετίζονται με την έλλειψη ειδικών στην ταξινόμησή τους, αφού είναι η ομάδα οργανισμών με τα περισσότερα είδη, και την περιορισμένη γνώση μας για τις σχέσεις μεταξύ των κοινοτήτων των αρθροπόδων και των κοινοτήτων των σπονδυλοζώων (Longcore, 2003).

Τα εδαφόβια αρθρόποδα χρησιμοποιούνται ευρέως ως βιοδείκτες της κατάστασης του οικοσυστήματος και για την παρακολούθηση της βιοποικιλότητας (Wilson, 1988, McGeoch, 1998, Andersen *et al.*, 2004). Δεδομένης της αριθμητικής κυριαρχίας τους έναντι των υπόλοιπων ζωικών ομάδων, κάθε πρόγραμμα μελέτης της βιοποικιλότητας, για να θεωρείται αξιόπιστο και αποτελεσματικό, θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει και τα αρθρόποδα (Taylor & Doran, 2001).

Λόγω της μεγάλης ποικιλομορφίας εντός της ομάδας των αρθροπόδων σε κάθε περιοχή ή τύπο βιοτόπου συνήθως επιλέγονται κάποια αντιπροσωπευτικά τάξα, ανάλογα με το βαθμό κυριαρχίας τους στις αντίστοιχες εδαφόβιες κοινότητες. Στο νότιο ημισφαίριο οι περισσότερες μελέτες βασίζονται στην οικογένεια Formicidae (Floren *et al.*, 2001, Andersen *et al.*, 2004), ενώ στην Ευρώπη στα κολεόπτερα και πρωτίστως στην οικογένεια των Carabidae (Magura *et al.*, 2000, Niemelä, 2000). Στην ανατολική (και ευρύτερη) Μεσόγειο οι ομάδες εδαφόβιων μακροαρθροπόδων με τη μεγαλύτερη αφθονία είναι οι αράχνες, τα κολεόπτερα, τα διπλόποδα (di Castri & Vitali-di Castri 1981, Τριχάς 1996).

Τα κολεόπτερα αποτελούν την πιο ποικίλη και άφθονη ομάδα της εδαφικής πανίδας. Η μεγάλη διαφοροποίηση και ποικιλομορφία τους δυσχεραίνει μεν την αναγνώριση των ειδών, επιτρέπει ωστόσο τη μελέτη τους στο επίπεδο υψηλότερης ταξινομικής βαθμίδας (συνήθως οικογένειας). Στα μεσογειακού τύπου οικοσυστήματα κυρίαρχες οικογένειες είναι οι Carabidae, Curculionidae, Staphylinidae και Tenebrionidae (di Castri & Vitali-di Castri, 1981). Η γνώση μας για τα κολεόπτερα της Ελλάδας είναι σχετικά φτωχή, αν και τα τελευταία χρόνια έχει διευρυνθεί αρκετά, ιδιαίτερα για τις οικογένειες των Carabidae και Tenebrionidae (Τριχάς, 1996, Καλτσάς, 2010, Arndt *et al.*, 2011, Αναστασίου, 2012). Παρόλα αυτά, εξακολουθούν να υπάρχουν σημαντικά κενά στη βιβλιογραφία, αν αναλογιστεί κανείς ότι δεν υπάρχει ούτε επίσημος κατάλογος των οικογενειών της Ελλάδας (Καλτσάς, 2010).

Μία άλλη ομάδα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μελέτες βιοποικιλότητας είναι τα χερσόβια ισόποδα, τα οποία στον ελλαδικό χώρο εμφανίζουν υψηλό ενδημισμό. Από τα περίπου 213 είδη της οικογένειας Oniscidea που υπάρχουν στην Ελλάδα τα 137 είναι

ενδημικά (Sfenthourakis *et al.*, 2005). Πέραν αυτού, διακρίνονται για δύο βασικά πλεονεκτήματα που τα καθιστούν κατάλληλα εργαλεία για τέτοιου είδους μελέτες: αφενός η συστηματική και οι κατανομές τους είναι αρκετά καλά μελετημένες (π.χ. Σφενδουράκης, 1994, Lymberakis *et al.*, 2003, Schmalfluss, 1979, 2004) και αφετέρου η συλλογή τους είναι σχετικά εύκολη διαδικασία (Sfenthourakis *et al.*, 2005).

1.3 Σκοπός της εργασίας

Η παρούσα εργασία αποτελεί τμήμα μιας ευρύτερης διεπιστημονικής έρευνας με τίτλο «Επιφανειακή έρευνα Μεγανησίου», που πραγματοποιείται στα νησιά Μεγανήσι, Κυθρός και Θηλειά της Λευκάδας από το Τμήμα Ιστορίας και Αρχαιολογίας του Πανεπιστημίου Κρήτης και τη ΛΣΤ' Εφορεία Προϊστορικών και Κλασικών Αρχαιοτήτων, σε συνεργασία με το Δήμο Μεγανησίου, υπό την επιστημονική επίβλεψη της αναπλ. καθηγήτριας Δρ. Νένας Γαλανίδου. Βασικός στόχος της είναι η μελέτη και καταγραφή των δραστηριοτήτων του ανθρώπου από την Παλαιολιθική Εποχή μέχρι σήμερα, με έμφαση στον εντοπισμό και τη μελέτη προϊστορικών ευρημάτων και κυρίως λίθινων εργαλείων. Προκειμένου να γίνουν κατανοητοί οι παράγοντες που διαμόρφωσαν τις συνθήκες στα νησιά από το Ύστερο Πλειστόκαινο κι έπειτα και να διερευνηθούν οι σχέσεις και αλληλεπιδράσεις μεταξύ περιβάλλοντος και ανθρώπων, συγκροτήθηκε μία μεγάλη επιστημονική ομάδα που απαρτίζεται από αρχαιολόγους, γεωλόγους, βιολόγους, κοινωνικούς ανθρωπολόγους και αρχιτέκτονες.

Η συμβολή της παρούσας μελέτης στο ερευνητικό αυτό πρόγραμμα έγκειται στη μελέτη της ποικιλότητας της εδαφικής πανίδας των νησιών. Παρά τις εκτενείς μελέτες της χερσαίας πανίδας των ελληνικών νησιών, εύκολα μπορεί κανείς να διαπιστώσει το έλλειμμα γνώσης για την πανίδα των νησιών του Ιονίου Πελάγους. Ο εξαιρετικά μεγάλος αριθμός των νησιών του Αιγαίου, η άκρως ενδιαφέρουσα παλαιογεωγραφία του χώρου και ο μεγάλος αριθμός ενδημικών ειδών τοποθετούσαν τα νησιά αυτά ανέκαθεν στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος των περισσότερων Ελλήνων και ξένων ερευνητών. Τα ηπειρωτικά νησιά του Ιονίου, τα οποία απομονώθηκαν από την ηπειρωτική περιοχή στο πρόσφατο γεωλογικό παρελθόν, δεν αναμένεται να έχουν τον πλούτο των ενδημικών ειδών που καταγράφεται στο Αιγαίο. Αντιθέτως, η πανίδα τους θα πρέπει να εμφανίζει σημαντικές ομοιότητες με τις γειτονικές περιοχές της ηπειρωτικής Ελλάδας. Για όλους αυτούς τους λόγους, τα νησιά παρέμειναν «παραμελημένα» όλα αυτά τα χρόνια και οι περισσότερες από τις ούτως ή άλλως περιορισμένες βιβλιογραφικές αναφορές προέρχονται από μεμονωμένες επισκέψεις ξένων ερευνητών στις αρχές του προηγούμενου αιώνα.

Η έλλειψη βιβλιογραφίας αποτέλεσε μεν μία επιπλέον δυσκολία στην επιτυχή ολοκλήρωση αυτής της μελέτης, αφού δεν υπήρχαν δεδομένα προς σύγκριση, αλλά ταυτόχρονα και μία πρόκληση. Έτσι, η μεταπτυχιακή αυτή διατριβή αποτελεί μία πρώτη προσέγγιση στη μελέτη της πανίδας και κυρίως της εδαφοπανίδας του Μεγανησίου και των δορυφορικών νησίδων, καθώς επιχειρεί:

1. να συγκεντρώσει ποιοτικά και ποσοτικά στοιχεία για τη σύνθεση των κοινοτήτων ορισμένων ομάδων εδαφόβιων Αρθροπόδων (Κολεοπτέρων, Ισοπόδων, Χειλοπόδων και Ψευδοσκορπιών) και ποιοτικά για τις κοινότητες των Ερπετών και των Θηλαστικών,
2. να συγκρίνει τη σύνθεση των κοινοτήτων των ισοπόδων και των κολεοπτέρων μεταξύ των διαφορετικών βιοτόπων των νησιών και των εποχών,
3. να εκτιμήσει και να συγκρίνει την ποικιλότητα των νησιών και των βιοτόπων τους και
4. να διερευνήσει και να ερμηνεύσει την ύπαρξη τυχόν χωρικών και χρονικών προτύπων.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Περιοχή μελέτης

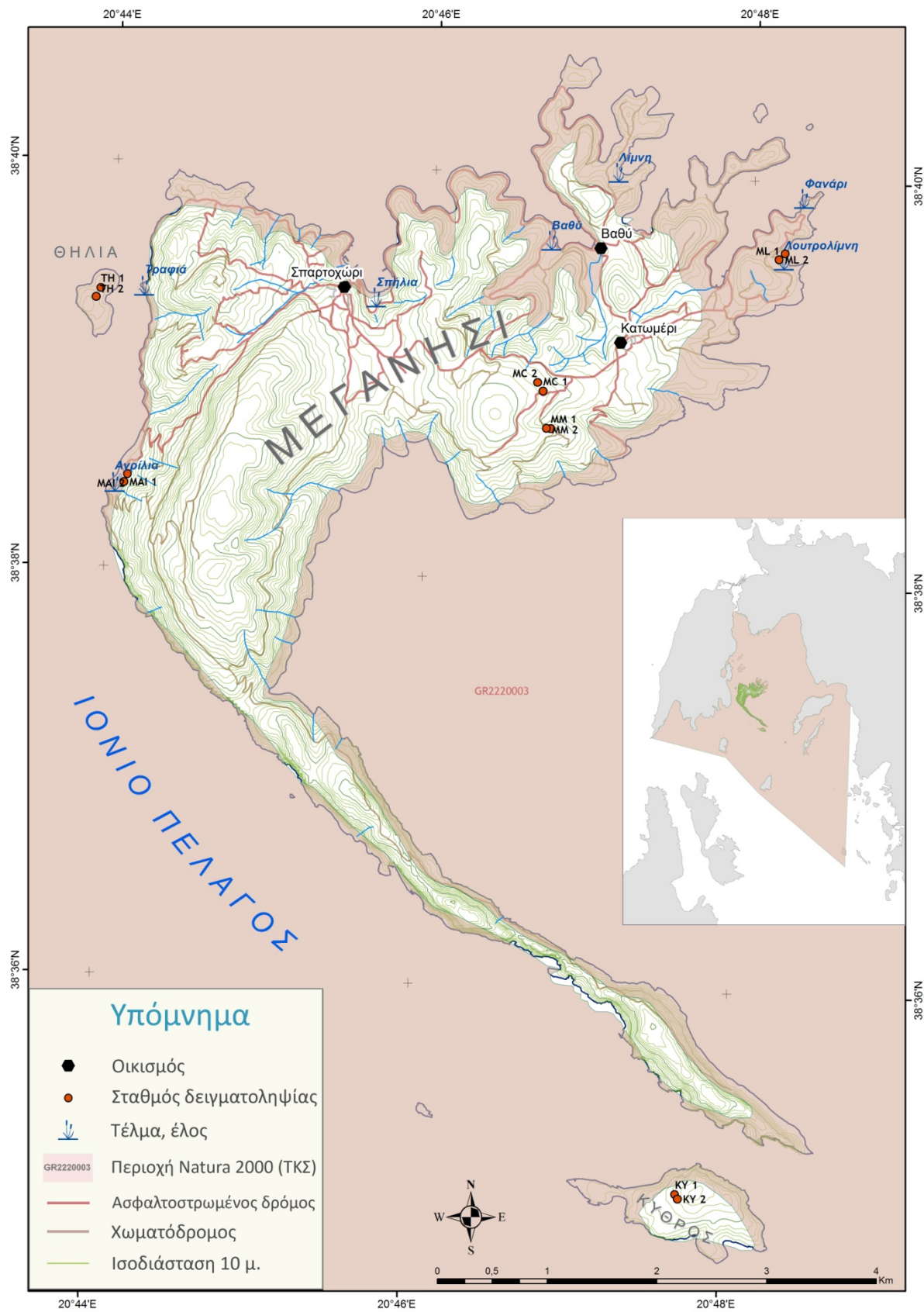
Η μελέτη εκπονήθηκε στα νησιά Μεγανήσι, Κυθρός και Θηλειά, τα οποία βρίσκονται στο κεντρικό Ιόνιο Πέλαγος, στο θαλάσσιο τμήμα μεταξύ Λευκάδας και Αιτωλοακαρνανίας και υπάγονται διοικητικά στο Δήμο Μεγανησίου. Στην ευρύτερη θαλάσσια περιοχή μεταξύ Λευκάδας, Ιθάκης, Κεφαλονιάς και Αιτωλοακαρνανίας σχηματίζεται ένα αρχιπέλαγος 36 νησιών, εκ των οποίων μόνο τα 4 κατοικούνται. Σημαντικό τμήμα της περιοχής εντάσσεται στο δίκτυο Natura 2000 ως Τόπος Κοινοτικής Σημασίας (SCI), με την ονομασία «Εσωτερικό Αρχιπέλαγος Ιονίου (Μεγανήσι, Άτοκος, Αρκούδι, Βρόμωνας)» και τον κωδικό GR 2220003. Βρίσκεται σε μέσο γεωγραφικό μήκος 20° 56' και πλάτος 38° 30' και έχει συνολική έκταση 88.333,27 ha, εκ των οποίων μόλις τα 1.713,22 ha αντιστοιχούν σε χερσαίες περιοχές (Φιλότης, 2011). Όσον αφορά στα νησιά μελέτης, η συνολική επιφάνεια της Θηλειάς και μόνο οι ακτές του Μεγανησίου και του Κυθρού βρίσκονται εντός των ορίων της προστατευόμενης περιοχής (Εικ. 2.1). Στην περιοχή απαντώνται έξι τύποι φυσικών οικοτόπων που περιλαμβάνονται στο Παράρτημα Ι της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ (Πίν. 2.1).

Πίνακας 2.1. Τύποι οικοτόπων του παραρτήματος Ι της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ που έχουν καταγραφεί στο «Εσωτερικό Αρχιπέλαγος Ιονίου» (Πηγή: European Environment Agency – Natura 2000 Viewer, <http://natura2000.eea.europa.eu/>).

Κωδικός	Οικότοπος	% Κάλυψη	Αντιπροσωπευτικότητα ¹
1120	Θαλάσσια λιβάδια με <i>Posidonia</i>	10,07	A
1150	Παράκτιες λιμνοθάλασσες	0,01	B
1170	Ύφαλοι	0,22	A
2250	Θίνες παραλιών με <i>Juniperus</i> spp.	0,00	C
5420	<i>Sarcopoterium spinosum phryganas</i>	0,69	C
8330	Σπήλαια μερικώς ή πλήρως βυθισμένα κάτω απ' την επιφάνεια της θάλασσας	0,00	A

¹ Βαθμός αντιπροσωπευτικότητας του οικοτόπου στην περιοχή: A: άριστη, B: καλή, C: επαρκής.

Συνολικά ο Δήμος Μεγανησίου έχει έκταση 22.356 km², στα οποία περιλαμβάνονται και τα νησιά Σπάρτη, Μαδουρή, Σκορπιός, Σκορπίδι, Κυθρός και Θηλειά. Το Μεγανήσι,



Εικόνα 2.1 Χάρτης της περιοχής μελέτης και των σταθμών δειγματοληψίας.

παρά τη σχετικά μικρή έκτασή του, διαθέτει ένα μεγάλο αριθμό φυσικών παράκτιων υγροτόπων. Πρόκειται για μόνιμα ή εποχικά τέλματα με αλμυρό ή υφάλμυρο νερό. Κατά τη διάρκεια της παρούσας μελέτης καταγράφηκαν συνολικά 7 τέτοιοι υγρότοποι (Εικ. 2.1), αλλά ορισμένοι απ' αυτούς έχουν υποστεί πλέον αμετάκλητη υποβάθμιση.

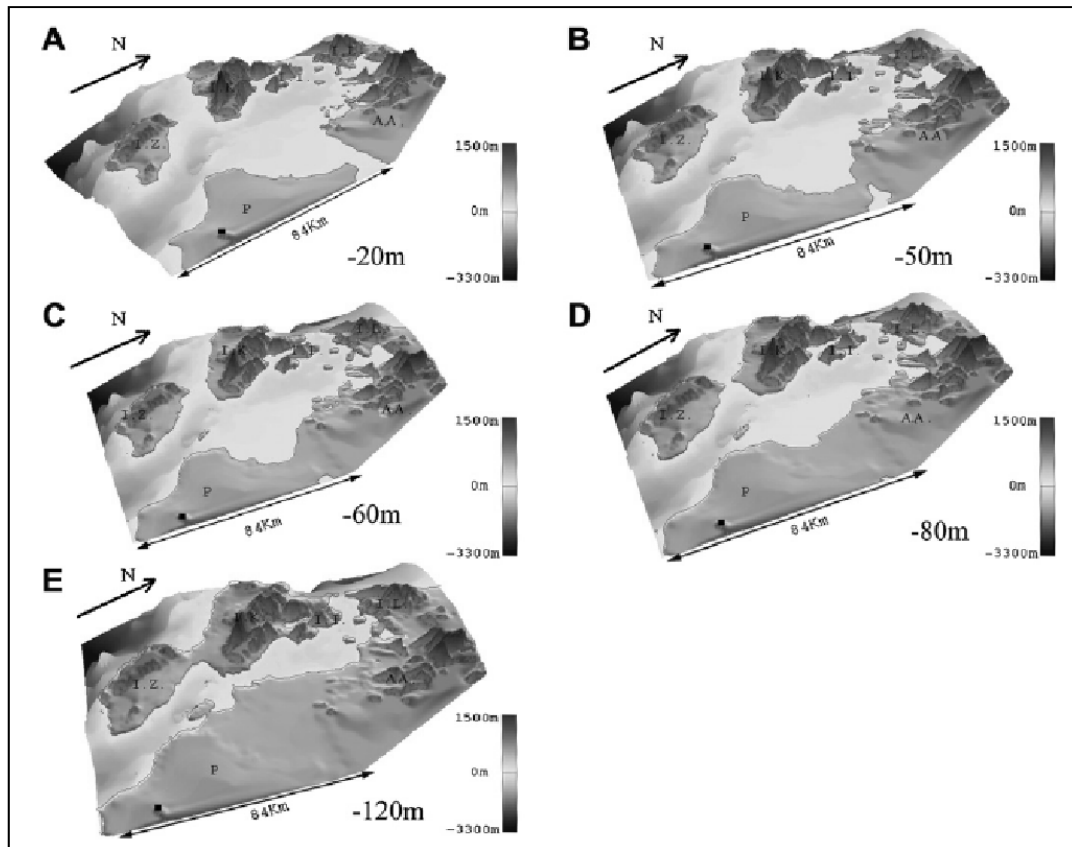
Το νησί έχει χαρακτήρα κυρίως αγροτικό. Παρόλα αυτά, κατά τις τελευταίες δύο δεκαετίες παρατηρείται μία μετατόπιση της οικονομικής δραστηριότητας από τον πρωτογενή στον τριτογενή τομέα παραγωγής. Οι κάτοικοι σταδιακά εγκαταλείπουν την παραδοσιακή γεωργία (καλλιέργεια ελιάς) και στρέφονται προς τον τουρισμό, με επακόλουθο την εντατικοποίηση της οικοδομικής δραστηριότητας και την αύξηση των τουριστικών καταλυμάτων (από Μπέτσης κ.ά., 2010).

2.1.1 Παλαιογεωγραφία

Τα νησιά του Ιονίου είναι νησιά της ηπειρωτικής κρηπίδας και η πιο πρόσφατη απομόνωσή τους έλαβε χώρα κατά το τέλος του Πλειστοκαίνου και την αρχή του Ολοκαίνου (Perissoratis & Conispoliatis, 2003, Ferentinos *et al.*, 2012) (Εικ. 2.2 και 2.3). Τελευταία στοιχεία δείχνουν ότι στα 18.000 χρ., οπότε και η στάθμη της θάλασσας ήταν κατά 120 m χαμηλότερη σε σχέση με τη σημερινή, η Ζάκυνθος, η Κεφαλονιά και η Ιθάκη ήταν ενωμένες και απείχαν πολύ μικρή απόσταση από την Αιτωλοακαρνανία (5-12 km) και τη Λευκάδα (5-7 km) που τότε ήταν χερσόνησος (Εικ. 2.2E) (Ferentinos *et al.*, 2012). Ο Κυθρός απομονώθηκε λίγο αργότερα, περίπου στα 12.000 χρ. (Εικ. 2.3β) (Perissoratis & Conispoliatis, 2003), ενώ η Λευκάδα και το Μεγανήσι κατά το Ολόκαινο, μεταξύ 10.000 – 8.000 χρ. (Εικ. 2.2A-B) (Ferentinos *et al.*, 2012).

2.1.2 Γεωλογία – Γεωμορφολογία

Το Μεγανήσι και οι δορυφορικές νησίδες καλύπτονται από πετρώματα της Ιονίου ζώνης, που αποτελούνται από πελαγικούς έως νηριτικούς ασβεστόλιθους στα ανώτερα τμήματα της ακολουθίας, με κονδύλους κερατόλιθου. Οι ηλικίες των στρωμάτων κυμαίνονται από το Μέσο Ιουρασικό (Δογγέριο) έως Ηώκαινο. Μεγάλο μέρος των νησιών καλύπτεται από μεσο- έως παχυπλακώδεις ασβεστόλιθους του Παλαιοκαίνου και του Ηωκαίνου, ενώ παράλληλα παρατηρούνται και τεταρτογενείς και σύγχρονες κλαστικές αποθέσεις. Τα παλαιότερα στρώματα περιορίζονται στο βόρειο και δυτικό τμήμα του Μεγανησίου και του Κυθρού, ενώ η Θηλειά αποτελείται εξολοκλήρου από κρητιδικά στρώματα.



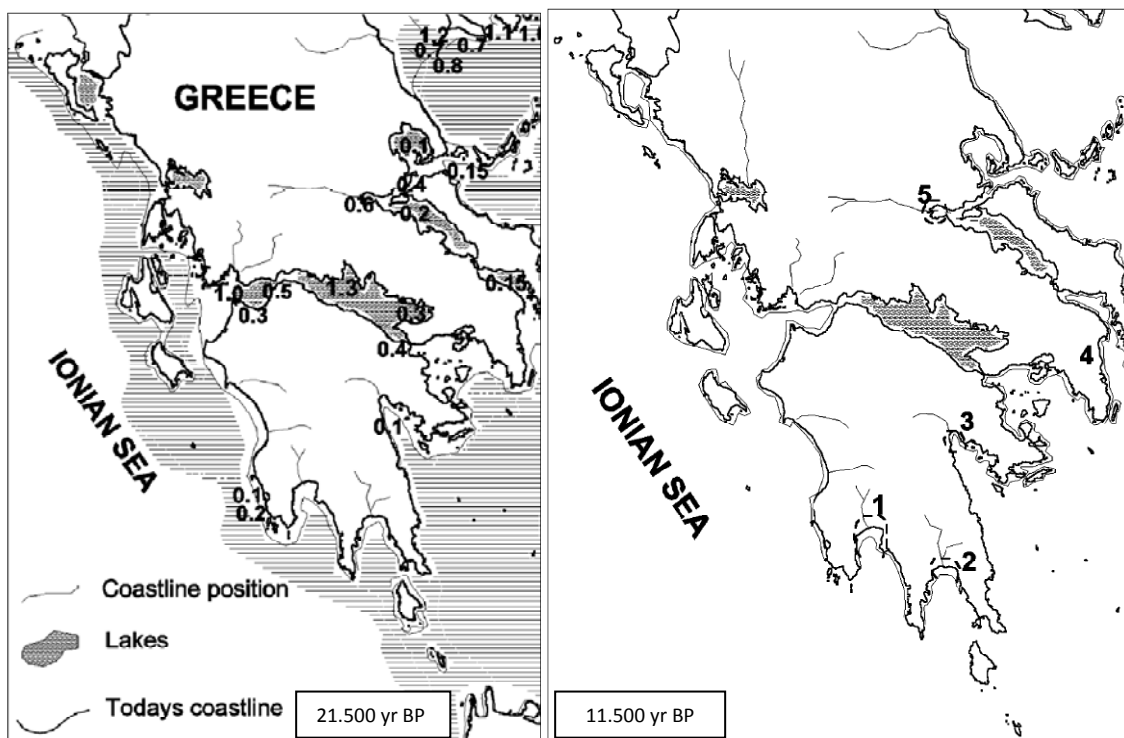
Εικόνα 2.2. 3-D χωρο-χρονικά μοντέλα αναπαράστασης της παλαιο-ακτής των νησιών του νότιου Ιονίου στα 100, 60, 30, 18, 10 και 8 χιλιάδες χρ. πριν, όταν η στάθμη της θάλασσας ήταν -20, -80, -60, -120, -50 και -20 m χαμηλότερη από τη σημερινή, αντίστοιχα (Ferentinis *et al.*, 2012).

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της περιοχής αποτελεί το τεκτονικό καθεστώς της. Το Μεγανήσι χωρίζεται από ένα αριθμό ρηγμάτων με διευθύνσεις κυρίως Β-Ν και Α-Δ, στα οποία οφείλονται και τα απότομα πρηνή και το έντονο ανάγλυφο στο νότιο τμήμα (πόδι) του νησιού. Ένα άλλο τεκτονικό χαρακτηριστικό του νησιού είναι ο διαχωρισμός του σε δύο τεμάχια, που χωρίζονται από αντίστοιχο ρήγμα, καθώς και η περιστροφή αυτών. Το νότιο τμήμα περιστρέφεται με μεγαλύτερο ρυθμό, με αποτέλεσμα τα στρώματα να εμφανίζονται σήμερα κατακόρυφα ή σχεδόν κατακόρυφα. Το βόρειο τμήμα, από την άλλη, παρουσιάζει πιο αργό ρυθμό περιστροφής, η οποία προκαλεί βύθιση του αντίστοιχου τμήματος προς τα ΒΑ. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη χαρακτηριστική γεωμορφολογία των βόρειων και ανατολικών ακτών του νησιού, όπου, λόγω βύθισης, δημιουργούνται όρμοι τύπου φιορδ. Η θάλασσα εισέρχεται στις κοιλάδες που σχηματίστηκαν κατά το Πλειστόκαινο και δημιουργεί τους βαθείς όρμους.

Επιπλέον, λόγω αυτής της βύθισης δημιουργούνται ευνοϊκές συνθήκες για το σχηματισμό τελμάτων μέσω της δημιουργίας φραγμών στο παραλιακό μέτωπο και ταπεινώσεων πίσω απ' αυτούς, οι οποίες τελικά πληρώνονται με νερό.

Λόγω της έντονης καρστικοποίησης των ασβεστολίθων και των μεγάλων κλίσεων των στρωμάτων το νερό κατεισδύει στα πετρώματα και τελικά χάνεται στη θάλασσα. Για το λόγο αυτό, τα μόνα υδάτινα σώματα που παρατηρούνται στην επιφάνεια του Μεγανησίου είναι τα τέλματα.

Συμπερασματικά, η έντονη καρστικοποίηση των ασβεστολίθων και ο ισχυρός τεκτονισμός προσδίδουν στο Μεγανήσι το πολύ ιδιαίτερο βραχώδες και έντονο ανάγλυφο του (Ηλιόπουλος, προσ. επικοινωνία).



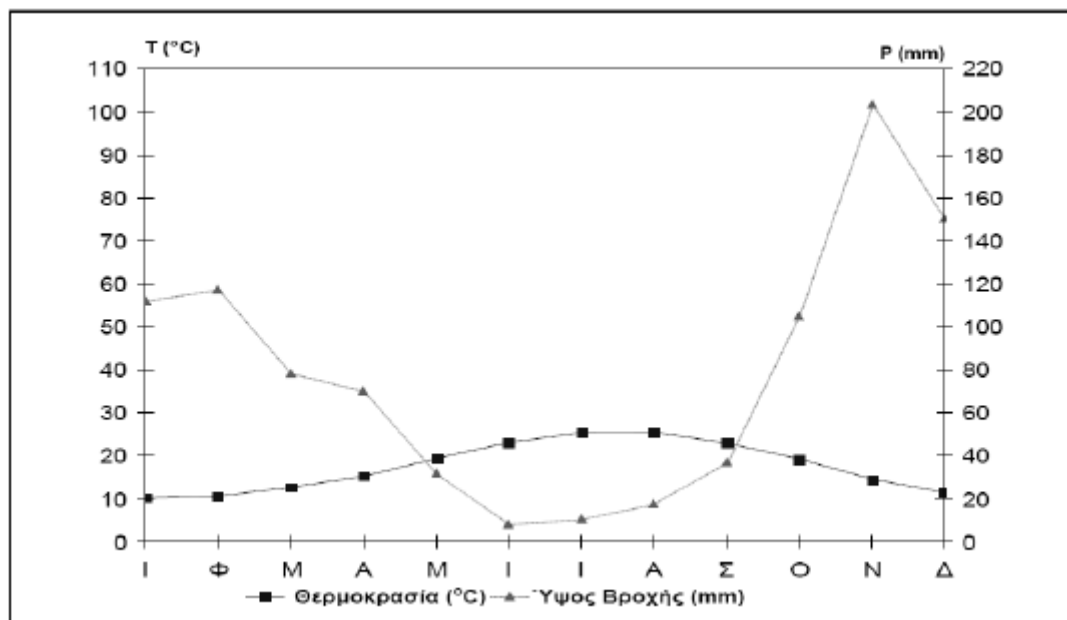
Εικόνα 2.3. Παλαιogeωγραφικοί χάρτες της δυτικής Ελλάδας κατά το Ύστερο Πλειστόκαινο α) στα 21.500 και β) στα 11.500 χρόνια πριν από σήμερα (Perissoratis & Conispoliatis, 2003).

2.1.3 Κλίμα

Το κλίμα της περιοχής της Λευκάδας χαρακτηρίζεται από ήπιους χειμώνες με πολλές βροχοπτώσεις, σχεδόν άνυδρο θέρος και μεγάλη ετήσια ηλιοφάνεια (Τρίγκου, 2006).

Η συνολική ετήσια βροχόπτωση ανέρχεται σε 942,3 mm. Ο μήνας με το μεγαλύτερο μέσο μηνιαίο ύψος βροχής είναι ο Νοέμβριος (203,6 mm) και ακολουθεί Δεκέμβριος (150,6 mm). Αντιθέτως, ο ξηρότερος μήνας είναι ο Ιούνιος (8,4 mm), ακολουθούμενος από τον Ιούλιο (10,5 mm) (Εικ. 2.4). Η μέση μηνιαία θερμοκρασία κυμαίνεται από 10,2°C (Ιανουάριο) έως 25,5°C (Αύγουστο). Η ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία παρατηρείται τον Ιανουάριο και το Φεβρουάριο (6,8°C), ενώ η μέγιστη τον Ιούλιο και τον Αύγουστο (29,0°C). Στην περιοχή από τον Απρίλιο έως τον Οκτώβριο επικρατούν οι βορειοδυτικοί άνεμοι και τους υπόλοιπους μήνες οι νοτιοανατολικοί (Από Μπέτσης κ.ά., 2010).

Με βάση το ομβροθερμικό διάγραμμα και τον ξηροθερμικό δείκτη το βιοκλίμα του νομού Λευκάδας έχει χαρακτήρα έντονο μεσο-μεσογειακό και ανήκει κατά Emberger στον υγρό βιοκλιματικό μεσογειακό όροφο με ήπιους ως και θερμούς χειμώνες (Από Μπέτσης κ.ά., 2010).



Εικόνα 2.4. Ομβροθερμικό διάγραμμα (βάσει των στοιχείων του Μετεωρολογικού Σταθμού της Ε.Μ.Υ. στην πόλη της Λευκάδας (38ο 37 N, 20ο 43 E) για την περίοδο παρατηρήσεων από 1975-1997) (Από Μπέτσης κ.ά., 2010).

2.1.4 Βλάστηση

Στα νησιά του αρχιπελάγους εμφανίζεται η Ευμεσογειακή ζώνη βλάστησης (*Quercetalia ilicis*). Στη ζώνη αυτή απαντώνται ιδιαίτερα ανεπτυγμένες σκληρόφυλλες – αείφυλλες διαπλάσεις από *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Quercus*

coccifera, *Rosa* spp., *Arbutus unedo* και *Myrtus communis* κ.ά. Η θαμνώδης βλάστηση εκτείνεται σε όλα τα νησιά και αποτελεί τον κύριο τύπο βλάστησης (Τρίγκου, 2006). Ωστόσο, οι επιτόπιες παρατηρήσεις έδειξαν ότι στους πιο διαταραγμένους βιοτόπους, όπως τον Κυθρό, οι φυσικές φυτοκοινωνίες έχουν υποβαθμιστεί σε ενώσεις φρυγάνων με κυρίαρχα τα είδη *Phlomis fruticosa*, *Charybdis maritime* εκτός από τις περιοχές όπου υπάρχουν ελαιώνες.

2.2 Σταθμοί δειγματοληψίας

Η επιλογή των σταθμών δειγματοληψίας έγινε με τέτοιο τρόπο, ώστε να καλυφθούν οι επικρατέστεροι βιότοποι των νησιών και να εξασφαλιστεί ικανοποιητική αντιπροσωπευτικότητα και η απαραίτητη επαναληψιμότητα, με σκοπό να αποκλειστούν φαινόμενα «ψευδο-δεδομένων». Επιλέχθηκαν συνολικά 6 σταθμοί, εκ των οποίων οι 4 βρίσκονται στο Μεγανήσι, ένας στον Κυθρό και ένας στη Θηλειά (Πίν. 2.2 & Εικ. 2.1). Συγκεκριμένα, στο Μεγανήσι επιλέχθηκε ένας σταθμός σε καθέναν απ' τους δύο μεγάλους υγρότοπους, ένας σταθμός σε καλλιεργούμενες εκτάσεις (ελαιώνες) και ένας σταθμός σε περιοχή με πιο φυσική βλάστηση (μακκία). Όλοι οι σταθμοί βρίσκονται στο βόρειο τμήμα του νησιού, καθώς το νότιο είναι πολύ βραχώδες και με απότομο ανάγλυφο, γεγονός που το κάνει δυσπρόσιτο και δύσβατο. Ο Κυθρός και η Θηλειά, από την άλλη, είναι μικρά νησιά ομοιογενή σε όλη την έκτασή τους, με μικρές μόνο διαφορές ως προς την πυκνότητα της βλάστησης.

Πίνακας 2.2. Σταθμοί στους οποίους πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες με παγίδες παρεμβολής.

ΟΝΟΜΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΝΗΣΙ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΙΟΤΟΠΟΥ
Λουτρολίμνη	ML	Μεγανήσι	12 m	Υγρότοπος με μακκία
Άη Γιάννης	MAI	Μεγανήσι	13 m	Υγρότοπος με μακκία & ελιές
Μακκία	MM	Μεγανήσι	115 m	Μακκία με ασφάκες
Αγ. Γρηγόριος	MC	Μεγανήσι	120 m	Καλλιέργειες (ελαιώνες)
Κυθρός	KY	Κυθρός	62 m	Βοσκότοπος με ασφάκες
Θηλειά	TH	Θηλειά	20 m	Μακκία & ελιές

2.2.1 Λουτρολίμνη

Η Λουτρολίμνη αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους υγρότοπους του νησιού με συνολική έκταση περίπου 4 στρ (Εικ. 2.5). Εμφανίζει τη μέγιστη πληρότητα σε νερό κατά τους χειμερινούς μήνες, ενώ συρρικνώνεται σημαντικά κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Η τροφοδοσία με νερό γίνεται κυρίως από τα θαλάσσια κύματα, ενώ δεν αποκλείεται να υπάρχει και κάποια υπόγεια παροχή. Η χλωρίδα της περιοχής χαρακτηρίζεται από τα τάξα *Ruppia maritima*, *Juncus* sp., *Olea europaea*, *Rubus fruticosus* περιμετρικά του τέλματος, ενώ η ευρύτερη περιοχή καλύπτεται από πυκνή μακκία βλάστηση (κυρίως *Pistacia lentiscus* και *Arbutus unedo*). Οι κύριες απειλές που αντιμετωπίζει είναι η προσπάθεια αποστράγγισής της, η αποψίλωση της βλάστησης και η διάνοιξη νέου δρόμου, ως αποτέλεσμα της επεκτεινόμενης τουριστικής ανάπτυξης.

2.2.2 Άη Γιάννης

Στον Άη Γιάννη βρίσκεται το τέλμα Αγριλιά, ο μεγαλύτερος υγρότοπος του νησιού, με συνολική έκταση 14 στρ. Πρόκειται για ένα παράκτιο μόνιμο τέλμα με υφάλμυρο έως αλμυρό νερό, ωστόσο η στάθμη του νερού μεταβάλλεται ανάλογα με την υδατική φάση στην οποία βρίσκεται. Τα φυτικά τάξα που απαντώνται κατά κύριο λόγο είναι τα *Juncus* sp., *Scirpus* sp., ενώ περιμετρικά του υγροτόπου εμφανίζεται μία συστάδα από θάμνους *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Juniperus phoenicea* και δέντρα *Olea europaea* και *Tamarix* sp. Στην ευρύτερη περιοχή, όπου ήταν και ο συγκεκριμένος σταθμός δειγματοληψίας, υπάρχουν ελαιώνες, θάμνοι *Pistacia lentiscus*, *Mentha* sp., *Cistus parviflorus* και *Quercus coccifera* (Εικ. 2.6).

Η κυριότερη ανθρωπογενής επίδραση στην περιοχή είναι η ύπαρξη ενός δρόμου στη νότια πλευρά του τέλματος, που έχει κατακερματίσει τον υγρότοπο. Στην ευρύτερη περιοχή παρατηρείται, επίσης, βόσκηση, κυνηγετική δραστηριότητα και αυξανόμενη αποψίλωση, με πιθανό σκοπό τη δημιουργία τουριστικών καταλυμάτων.

2.2.3 Μακκία

Ο σταθμός αυτός βρίσκεται στο εσωτερικό του νησιού και χαρακτηρίζεται κυρίως από μακκία βλάστηση, αλλά και από φρυγανικά στοιχεία (Εικ. 2.7). Τα τάξα που συναντώνται είναι, μεταξύ άλλων, τα *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea*, *Phlomis fruticosa* και *Charybdis maritima*. Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες στην περιοχή είναι περιορισμένες.

2.2.4 Άγιος Γρηγόριος

Η περιοχή του Αγίου Γρηγορίου καλύπτεται κυρίως από ελαιώνες και *Phlomis fruticosa* (Εικ. 2.8) και απέχει λιγότερο από 1 km από το ΧΥΤΑ του νησιού. Το έδαφος είναι έντονα ασβεστολιθικό, γεγονός που καθιστά αδύνατη τη φύτευση των ελαιόδεντρων σε διάταξη. Αξιοσημείωτο είναι ότι στα όρια του σταθμού υπάρχουν και άτομα του είδους *Quercus coccifera*, δείγμα της αλλοτινής βλάστησης της περιοχής. Εκτός από την καλλιέργεια ελιάς στην περιοχή και το επακόλουθο κόψιμο και κάψιμο κλαδιών, άλλη δραστηριότητα είναι η βόσκηση προβάτων.

2.2.5 Κυθρός

Όπως και τα υπόλοιπα νησιά του αρχιπελάγους, έτσι κι ο Κυθρός καλυπτόταν άλλοτε από μακκία βλάστηση. Εδώ και πάρα πολλές δεκαετίες, όμως, λειτουργεί ως βοσκότοπος, ενώ παλαιότερα υπήρχαν και εκτεταμένες καλλιέργειες σιτηρών. Η αλλαγή στη χρήση γης επηρέασε καθοριστικά το τοπίο. Λόγω των επανειλημμένων πυρκαγιών, οι οποίες διευκόλυναν την αναγέννηση της χαμηλής βλάστησης, και της υπερβόσκησης στο νησί απαντώνται πλέον θαμνώνες με τα είδη *Phlomis fruticosa*, *Charybdis maritime*, *Arisarum vulgare* και άλλα ποώδη φυτά και μόνο ελάχιστοι μεμονωμένοι αντιπρόσωποι της αλλοτινής χλωρίδας (*Pistacia lentiscus*, *Olea europea*) στα περιφερειακά και απόκρυμνα σημεία του (Εικ. 2.9).

2.2.6 Θηλειά

Η Θηλειά είναι μία επίσης ακατοίκητη νησίδα, στο θαλάσσιο διάδρομο μεταξύ Λευκάδας και Μεγανησίου, στην οποία κάποτε υπήρχε αρκετά ανεπτυγμένη γεωργική δραστηριότητα. Το νησί καλύπτεται από μακκία βλάστηση (κυρίως *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus* και *Arbutus unedo*) και στο εσωτερικό του απαντάται ένα μωσαϊκό μακκίας βλάστησης με εγκαταλελειμμένους ελαιώνες (Εικ. 2.10). Σήμερα η μοναδική δραστηριότητα στο νησί είναι η βόσκηση μικρού αριθμού κατσικιών.



Εικόνα 2.5. Ο σταθμός στο τέλμα της Λουτρολίμνης (ML).



Εικόνα 2.6. Ο σταθμός στο μόνιμο τέλμα Αγγίλια στον Άη Γιάννη (MAI).



Εικόνα 2.7. Ο σταθμός της μακκίας (MM).



Εικόνα 2.8. Ο σταθμός με τους ελαιώνες στον Άγιο Γρηγόριο (MC).



Εικόνα 2.9. Ο σταθμός του Κυθρού (ΚΥ) την άνοιξη (α) και το καλοκαίρι (β).



Εικόνα 2.10. Ο σταθμός της Θηλειάς (ΤΗ).

2.3 Μέθοδοι δειγματοληψίας

2.3.1 Παγίδες παρεμβολής

Η συλλογή του υλικού πραγματοποιήθηκε κατά κύριο λόγο με τη χρήση παγίδων παρεμβολής (pitfall traps). Πρόκειται για ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδο σε οικολογικές μελέτες εδαφόβιων και κινητικών οργανισμών. Έχει αποδειχτεί κατάλληλη για την εκτίμηση της ποικιλότητας των εδαφόβιων ασπονδύλων, καθώς και αμφιβίων και μικρών ερπετών (Thomson *et al.*, 2003). Παρέχει στοιχεία για την εποχική διακύμανση των ειδών κι έτσι επιτρέπει τη σύγκριση βιοκοινοτήτων σε βάθος χρόνου και την ανίχνευση τυχόν εποχικών προτύπων (Ausden, 1996, Τριχάς, 1996, Λυμπεράκης, 2003, Καλτσάς, 2010). Γενικώς, θεωρείται εύχρηστη (Greenslade & Greenslade, 1971), αποτελεσματική και οικονομική (Ausden, 1996, Liu *et al.*, 2007).

Ωστόσο, το κύριο μειονέκτημά της είναι ότι τα αποτελέσματα δεν αντικατοπτρίζουν απόλυτα την πυκνότητα (density) του πληθυσμού ενός είδους στο ενδιαίτημα, καθώς η συλληψιμότητα επηρεάζεται σε πολύ μεγάλο βαθμό από την κινητικότητα κάθε είδους (Greenslade, 1964, Liu *et al.*, 2007). Πρόκειται, δηλαδή, για ημιποσοτική μέθοδο εκτίμησης της αφθονίας-κινητικότητας των εδαφόβιων οργανισμών (Λυμπεράκης, 2003).

Ως παγίδες χρησιμοποιήθηκαν πλαστικά ποτήρια με διάμετρο στομίου περίπου 75 mm (270 ml), καθένα απ' τα οποία περιείχε περίπου 40 ml αιθυλενογλυκόλη (Ausden, 1996). Για να αποφευχθούν πιθανές καταστροφές από μεγαλύτερα ζώα, ανθρώπους ή περιβαλλοντικούς παράγοντες, τα ποτήρια σκεπάζονταν με μία επίπεδη πέτρα αφήνοντας πάντα 2-3 cm περιθώριο από το έδαφος, για να επιτρέπεται η πρόσβαση στα εδαφόβια ζώα.

Σε κάθε σταθμό τοποθετούνταν 20 παγίδες, οι οποίες κατανέμονταν σε δύο σειρές των 10 παγίδων (Εικ. 2.1). Η απόσταση μεταξύ δύο παγίδων σε κάθε σειρά κυμαινόταν από 3 έως 5 m (Ausden, 1996). Οι δύο σειρές τοποθετούνταν σε απόσταση από 40 έως 100 m μεταξύ τους, ώστε να καλύπτεται η μέγιστη δυνατή επιφάνεια, αλλά και να αντικατοπτρίζεται στο μέγιστο δυνατό βαθμό η μικροενδιαίτηματική ετερογένεια. Όπου αυτό ήταν εφικτό, για την τοποθέτηση των παγίδων επιλέγονταν σημεία στο «εσωτερικό» κάθε περιοχής, ώστε να αποφεύγεται το φαινόμενο των παρυφών (edge effect) (Καλτσάς, 2010). Εξαίρεση αποτελεί ο σταθμός του Κυθρού, όπου οι εξαιρετικά πυκνές και ψηλές ασφάκες δεν επέτρεπαν την προσέγγιση πιο «εσωτερικών» σημείων.

Δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν στους έξι σταθμούς που περιγράφηκαν στην ενότητα 2.2 και σε τρεις διαφορετικές εποχές του έτους (φθινόπωρο, άνοιξη και καλοκαίρι). Λόγω πρακτικών, χρονικών και κυρίως οικονομικών περιορισμών στη μετάβαση της ομάδας εργασίας στα νησιά έγιναν τρεις δειγματοληψίες, μία για κάθε εποχή (Α: Νοέμβριος 2010, Β: Μάρτιος - Απρίλιος 2011 και C: Ιούνιος-Ιούλιος 2011), περιορισμένης χρονικής διάρκειας. Οι

παγίδες έμειναν ενεργές 7-10 μέρες (Gómez *et al.*, 2003, Argyropoulou *et al.*, 2005, Verdu *et al.*, 2007) σε κάθε σταθμό για κάθε εποχή, με εξαίρεση την καλοκαιρινή δειγματοληψία στα νησιά Κυθρός και Θηλειά (24 και 34 ημέρες αντίστοιχα).

Από τις 360 παγίδες (10 παγίδες * 2 σειρές * 6 σταθμοί * 3 περίοδοι) που τοποθετήθηκαν συνολικά, 8 καταστράφηκαν ολοσχερώς από σκυλιά, βοοειδή και τρωκτικά ή δε βρέθηκαν. Επίσης, το περιεχόμενο 8 παγίδων φαγώθηκε από κάποιο μεγάλο θηλαστικό (πιθανόν από αλεπού), οπότε τοποθετήθηκαν εκ νέου και τελικά έμειναν ενεργές λιγότερες μέρες.

Παράλληλα στους δειγματοληπτικούς σταθμούς καταγράφηκαν καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνας κλιματικά δεδομένα (θερμοκρασία και σχετική υγρασία) με τη χρήση αυτόματων κλιματικών καταγραφών (HOBO[®] U23 Pro v2 Data Loggers).

2.3.2 Ποιοτικές καταγραφές και παρατηρήσεις

Πέραν της συλλογής δεδομένων για τα ασπόνδυλα της περιοχής, έγινε και μία προσπάθεια καταγραφής των χερσαίων σπονδυλοζώων. Για το σκοπό αυτό, έγιναν παρατηρήσεις εντός των προαναφερθέντων σταθμών δειγματοληψίας, αλλά και τυχαία σε άλλα σημεία των νησιών. Καταγράφονταν τα ζωντανά άτομα που εντοπίζονταν και τα βιοδηλωτικά ίχνη, ενώ συλλέγονταν και νεκρά ζώα ή τμήματα σωμάτων, τα οποία εν συνεχεία ταυτοποιούνταν στο εργαστήριο. Ειδικά για τα μικροθηλαστικά τοποθετήθηκαν 45 παγίδες κατά την φθινοπωρινή περίοδο κατανεμημένες στους έξι σταθμούς. Πρόκειται για πολυπαγίδες τύπου Uggjan που έχουν κατασκευαστεί στο Εργαστήριο Ζωολογίας του Τμήματος Βιολογίας του Πανεπιστημίου Πατρών (περιγράφονται αναλυτικά από τον Μήτσαϊνα, 2006). Όμως, λόγω οικονομικών περιορισμών δεν κατέστη δυνατό να επαναληφθεί η διαδικασία κατά τη διάρκεια της άνοιξης. Επίσης, σημειώνεται ότι για τις μικρόσωμες σαύρες πολλά στοιχεία συγκεντρώθηκαν και από τις παγίδες παρεμβολής.

2.4 Ανάλυση δεδομένων

2.4.1 Διαλογή και αναγνώριση

Το υλικό που συλλέχθηκε από τις δειγματοληψίες μεταφέρθηκε στο εργαστήριο Ζωολογίας του Τμήματος Βιολογίας του Πανεπιστημίου Πατρών, όπου ακολούθησε διαλογή με τη χρήση στερεοσκοπίου, ταξινόμηση των οργανισμών σε επίπεδο τάξης και τέλος, αναγνώριση συγκεκριμένων ομάδων σε επίπεδο είδους ή οικογένειας. Η αναγνώριση των ισοπόδων πραγματοποιήθηκε από το Δρ. Σπύρο Σφενδουράκη, των κολεοπτέρων από το

Δρ. Αποστόλη Τριχά, των χειλοπόδων από το Δρ. Στέλιο Σημιαίκη, των ερπετών από το Δρ. Παναγιώτη Κορνήλιο και των οικογενειών των ψευδοσκορπιών από τη Μελένια Κανιαδάκη.

2.4.2 Στατιστική επεξεργασία

2.4.2.1 Αφθονία

Προκειμένου τα δεδομένα από τις διαφορετικές δειγματοληψίες να είναι συγκρίσιμα μεταξύ τους, έγινε αναγωγή του αριθμού των συλληφθέντων ατόμων από κάθε σταθμό για το σύνολο των ημερών σε άτομα ανά 100 παγιδοήμερες, με βάση τον τύπο (1).

$$N' = \frac{N}{t * d} * 100 \quad (1)$$

όπου N ο αριθμός των συλληφθέντων ατόμων ανά σταθμό,
 t ο αριθμός των ενεργών παγίδων,
 d ο αριθμός των ημερών που οι παγίδες ήταν ενεργές.

Η επεξεργασία των πρωτογενών δεδομένων, οι πίνακες και τα διαγράμματα παρουσίασης των αποτελεσμάτων έγιναν στο Microsoft® Excel 2007.

Επιπλέον, προκειμένου να ελεγχθεί αν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των υπό εξέταση παραγόντων (τύπος βιοτόπου και εποχή), αλλά και αυτή καθαυτή η επίδρασή τους στην αφθονία χρησιμοποιήθηκε η Ανάλυση Διακύμανσης Δύο Δρόμων (two-way Analysis of Variance - ANOVA). Βασική προϋπόθεση της ANOVA είναι τα δεδομένα να έχουν, τουλάχιστον κατά προσέγγιση, κανονική κατανομή. Για το σκοπό αυτό, τα δεδομένα της αφθονίας υπέστησαν μετασχηματισμό της μορφής $\log_{10}(x+1)$, προκειμένου να μειωθεί η επίδραση των πολύ άφθονων ειδών και να αυξηθεί η συμμετοχή των σπάνιων (Krebs, 1989, Clarke & Warwick, 1994). Ο εκ των υστέρων έλεγχος των διαφορών μεταξύ των δειγμάτων έγινε με τη διόρθωση Bonferroni, που είναι κατάλληλη για μικρό αριθμό συγκρίσεων (Field, 2005). Οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS 13.0 (SPSS Inc.).

2.4.2.2 Ποικιλότητα

Η ποικιλότητα μιας βιοκοινότητας χαρακτηρίζεται από δύο διαστάσεις: τον πλούτο (ή πυκνότητα) των ειδών και την ισοκατανομή (Krebs, 1989). Ο πλούτος των ειδών αντιπροσωπεύει τον αριθμό των ειδών που εμφανίζονται στη βιοκοινότητα, ενώ η ισοκατανομή προσδιορίζει το πρότυπο κατανομής των ατόμων μεταξύ των ειδών. Η

τελευταία παρέχει, δηλαδή, την πληροφορία σε τι βαθμό συμμετέχει το κάθε είδος στη σύνθεση της βιοκοινότητας (Καρανδρινός, 2007). Για παράδειγμα, εάν ένα δείγμα 100 ατόμων αποτελείται από 10 είδη των 10 ατόμων το καθένα, τότε παρουσιάζει τη μέγιστη ισοκατανομή, ενώ αν αποτελείται από ένα είδος των 91 ατόμων και 9 είδη του ενός ατόμου, τότε παρουσιάζει την ελάχιστη (Southwood & Henderson, 2000). Στην πραγματικότητα, σε μία βιοκοινότητα επικρατούν λίγα είδη, τα οποία αντιπροσωπεύονται από πολλά άτομα, ενώ τα υπόλοιπα εμφανίζουν σημαντικά μικρότερες αφθονίες (Krebs, 1989, Southwood & Henderson, 2000).

Για τη μέτρηση της ποικιλότητας συνήθως χρησιμοποιούνται τρία μεγέθη: α) ο αριθμός των ειδών (με τη χρήση δεικτών πλούτου ειδών), β) οι αφθονίες των ειδών (με τη χρήση μοντέλων αφθονίας των ειδών) και γ) ένας παράγοντας που συνδυάζει τα δύο προηγούμενα μεγέθη (με τη χρήση δεικτών ποικιλότητας, οι οποίοι βασίζονται στις σχετικές αφθονίες των ειδών) (Magurran, 1988).

Τα μοντέλα αφθονίας των ειδών (species abundance models) (γεωμετρικές σειρές, λογαριθμικές σειρές, log-normal και το μοντέλο της σπασμένη ράβδου του MacArthur) προϋποθέτουν ότι τα δεδομένα από διαφορετικές βιοκοινότητες πρέπει να ταιριάζουν στο ίδιο μοντέλο (Southwood & Henderson, 2000). Οι περιορισμοί που προκύπτουν κατά την εφαρμογή τέτοιων μοντέλων σε διαφορετικά σύνολα δεδομένων οδήγησαν στην ανάπτυξη μη-παραμετρικών δεικτών (Southwood & Henderson, 2000).

Σε αντίθεση με τα μοντέλα αφθονίας των ειδών, οι δείκτες που βασίζονται στις σχετικές αφθονίες των ειδών παρέχουν μία εναλλακτική προσέγγιση στη μέτρηση της ποικιλότητας, καθώς δεν κάνουν υποθέσεις σχετικά με το σχήμα της κατανομής της αφθονίας των ειδών και για το λόγο αυτό βρίσκουν ευρεία εφαρμογή (Magurran, 1988). Ο πλούτος των ειδών και η ισοκατανομή μπορούν, δηλαδή, να ενσωματωθούν σε μοντέλα-δείκτες που περιγράφουν τη σχέση ειδών-αφθονίας. Τους δείκτες αυτούς ο Peet (1974) τους ονόμασε δείκτες ετερογένειας (heterogeneity indices). Επειδή, όμως, καθένας απ' αυτούς έχει διαφορετική ευαισθησία στις δύο διαστάσεις (Southwood & Henderson, 2000, Καρανδρινός, 2007), δεν μπορεί να υπάρξει γενικευμένος δείκτης ποικιλότητας που να ταιριάζει απόλυτα σε κάθε περίπτωση. Σήμερα υπάρχει μία πληθώρα δεικτών, γεγονός που συχνά δυσχεραίνει την επιλογή του καταλληλότερου. Η κατάσταση περιπλέκεται ακόμα περισσότερο, καθώς οι πιο δημοφιλείς δεν είναι απαραίτητα και οι καλύτεροι (Magurran, 2004).

Ο δείκτης με την ευρύτερη εφαρμογή είναι ο Shannon-Wiener (H') (2), παρότι δεν είναι απαραίτητα και ο καλύτερος. Βασικό μειονέκτημά του είναι ότι επηρεάζεται τόσο από τον αριθμό των ειδών όσο και από την ισοκατανομή. Κατά συνέπεια, δεν είναι σαφές αν κάθε αύξηση της τιμής του δείκτη προκύπτει από μεγαλύτερο πλούτο ειδών, από μεγαλύτερη ισοκατανομή ή από το συνδυασμό των δύο παραμέτρων (Magurran, 2004).

Μία άλλη σημαντική πηγή σφάλματος αποτελεί το γεγονός ότι είναι μάλλον σπάνιο ένα δείγμα να περιλαμβάνει όλα τα είδη της βιοκοινότητας (Peet, 1974), παραβιάζοντας μία βασική υπόθεση του δείκτη. Έτσι, όσο μειώνεται ο αριθμός των ειδών της βιοκοινότητας που αντιπροσωπεύονται στο δείγμα τόσο αυξάνεται το σφάλμα (Magurran, 2004).

$$H' = -\sum p_i \ln p_i \quad (2),$$

όπου p_i η αναλογία των ατόμων του είδους i (n_i) προς το σύνολο των ατόμων του δείγματος (N).

Από την άλλη, η Magurran (2004) θεωρεί ότι ο δείκτης Simpsons (D) (3) είναι ο πιο σημαντικός και «δυνατός» δείκτης ποικιλότητας, παρόλο που επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τα πιο άφθονα είδη του δείγματος, ενώ ταυτόχρονα είναι λιγότερο ευαίσθητος στον πλούτο των ειδών. Στην ουσία, ενσωματώνει τη διακύμανση της κατανομής της αφθονίας των ειδών.

$$D = \sum \left(\frac{n_i [n_i - 1]}{N [N - 1]} \right) \quad (3)$$

Η ισοκατανομή (ή κανονικότητα) εκφράζεται ως ο λόγος της παρατηρηθείσας ποικιλότητας προς τη μέγιστη δυνατή ποικιλότητα που θα μπορούσε να έχει η βιοκοινότητα με το συγκεκριμένο αριθμό ειδών (Southwood & Henderson, 2000). Η μέτρηση της ισοκατανομής μπορεί να γίνει, μεταξύ άλλων, με τους δείκτες Pielou (J') (4), Simpson's (E) (5), McIntosh (E), Brillouin (E) και Heip.

$$J' = \frac{H'}{H_{\max}} = \frac{H'}{\ln S} \quad (4), \text{ όπου } S \text{ ο πλούτος των ειδών.}$$

$$E = \frac{1/D}{S} \quad (5)$$

Στην προκειμένη περίπτωση για την εκτίμηση της ποικιλότητας επιλέχθηκαν οι μη-παραμετρικοί δείκτες Shannon-Wiener H' (2) και Simpson's D (3) και για τη μέτρηση της ισοκατανομής οι Pielou J' (1975) (4) και Simpson's E (5). Οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με το λογισμικό Species Diversity & Richness IV (Seaby & Henderson, 2006 / Pisces Conservation Ltd, 2007).

2.4.2.3 Ομοιότητα και ομαδοποίηση βιοκοινοτήτων

Στις μελέτες σύνθεσης των ειδών διαφορετικών βιοκοινοτήτων γεννάται συχνά το ερώτημα ποιες βιοκοινότητες εμφανίζουν μεγαλύτερη ομοιότητα ή ανομοιότητα (Southwood

& Henderson, 2000). Τέτοιου είδους συγκρίσεις μπορούν να γίνουν με τους συντελεστές ομοιότητας. Οι δείκτες ομοιότητας διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: α) στους δυαδικούς συντελεστές ομοιότητας (binary similarity coefficients) και β) στους ποσοτικούς (quantitative similarity coefficients). Η πρώτη ομάδα δεικτών χρησιμοποιεί ποιοτικά δεδομένα (παρουσίας-απουσίας) και η δεύτερη ποσοτικά δεδομένα (αφθονίας, βιομάζας κ.λπ.) (Krebs, 1989). Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι οι δυαδικοί δείκτες δίνουν ίσο βάρος σε όλα τα είδη της βιοκοινότητας, χωρίς να λαμβάνουν υπόψη αν αυτά είναι πολύ κοινά ή σπάνια (Clarke & Warwick, 1994). Ωστόσο, επειδή οι δείκτες ομοιότητας είναι κυρίως περιγραφικοί και όχι εκτιμητές κάποιας στατιστικής παραμέτρου, είναι δύσκολο να πάρουμε διαστήματα εμπιστοσύνης για τις περισσότερες μετρήσεις ομοιότητας. Τυχόν λάθη μπορούν να εντοπιστούν μόνο με κάποιου τύπου τυχαιοποίηση ή επανάληψη της δειγματοληψίας (Krebs, 1989).

Σε περίπτωση που αναζητούμε σχέσεις μεταξύ δειγμάτων (περιοχών ή σταθμών) ή επιθυμούμε να κατατάξουμε αντικείμενα (περιοχές ή είδη) βάσει κάποιας ιδιότητας ή κάποιου χαρακτηριστικού καταφεύγουμε στην πολυπαραγοντική ανάλυση (Southwood & Henderson, 2000). Οι μέθοδοι ομαδοποίησης είναι τεχνικές της πολυμεταβλητής στατιστικής, οι οποίες αποσκοπούν στη δημιουργία ομοιογενών ομάδων, έτσι ώστε τα στοιχεία (παρατηρήσεις) που βρίσκονται στην ίδια ομάδα να παρουσιάζουν το μέγιστο βαθμό συσχέτισης, ενώ τα στοιχεία διαφορετικών ομάδων να παρουσιάζουν τον ελάχιστο βαθμό συσχέτισης. Επομένως, η ανάλυση αυτή μπορεί να αναδείξει τα πρότυπα ομαδοποίησης που σχηματίζουν τα διάφορα δεδομένα, χωρίς όμως να παρέχει ερμηνείες για αυτά.

Η ιεραρχική ανάλυση ομαδοποίησης (hierarchical cluster analysis) επιτρέπει την ανά ζεύγη σύγκριση των δειγμάτων ως προς τη σύνθεση των ειδών τους, ώστε τα δείγματα με παρόμοια σύνθεση ειδών τελικά να ομαδοποιηθούν. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται με τη μορφή δένδρογραμματος. Επειδή, όμως, δεν υπάρχουν αντικειμενικά κριτήρια για τη βέλτιστη ομαδοποίηση των δειγμάτων, τα δένδρογραμματα θα πρέπει να αξιολογούνται, ώστε να αντικατοπτρίζουν το φυσικό κόσμο (Southwood & Henderson, 2000).

Για τη μέτρηση της ομοιότητας χρησιμοποιήθηκαν μετασχηματισμένα δεδομένα αφθονίας ($\log_{10}(x+1)$), ώστε να μειωθεί η επίδραση των πολύ άφθονων ειδών (Clarke & Warwick, 1994). Η Συναθροιστική Ανάλυση Ομαδοποίησης (Agglomerative Cluster Analysis) στηρίχθηκε στους δείκτες Bray-Curtis και Jaccard για ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα αντίστοιχα. Όλες οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με το λογισμικό Community Analysis Package 4.0 (Pisces Conservation Ltd, 2007).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η εργασία αυτή εστιάζει κατά κύριο λόγο στα Ισόποδα και τα Κολεόπτερα, για τα οποία προέκυψαν ικανά δεδομένα για ποιοτική και ποσοτική ανάλυση. Ωστόσο, περιλαμβάνονται και κατάλογοι με τα τάξα άλλων ομάδων (Χειλόποδα, Ψευδοσκορπιοί, Ερπετά, Θηλαστικά), καθώς αυτή είναι η πρώτη αναλυτική καταγραφή της πανίδας για την περιοχή μελέτης.

3.1 Ισόποδα

Από τις παγίδες παρεμβολής συλλέχθηκαν συνολικά 326 ισόποδα, τα οποία ταξινομήθηκαν σε 9 διαφορετικά είδη. Οι σταθμοί με το μεγαλύτερο αριθμό ειδών είναι οι **ΜΑΙ** και **ΚΥ**, ακολουθούν οι **ΜΜ** και **ΤΗ**, ο **ΜΛ** και τέλος ο **ΜC** (Πίν. 3.1). Αντίστοιχα για τις περιόδους δειγματοληψίας, ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών εμφανίζεται κατά την καλοκαιρινή δειγματοληψία (C) και ακολουθούν η ανοιξιάτικη (B) και τέλος η φθινοπωρινή (A) (Πίν. 3.2).

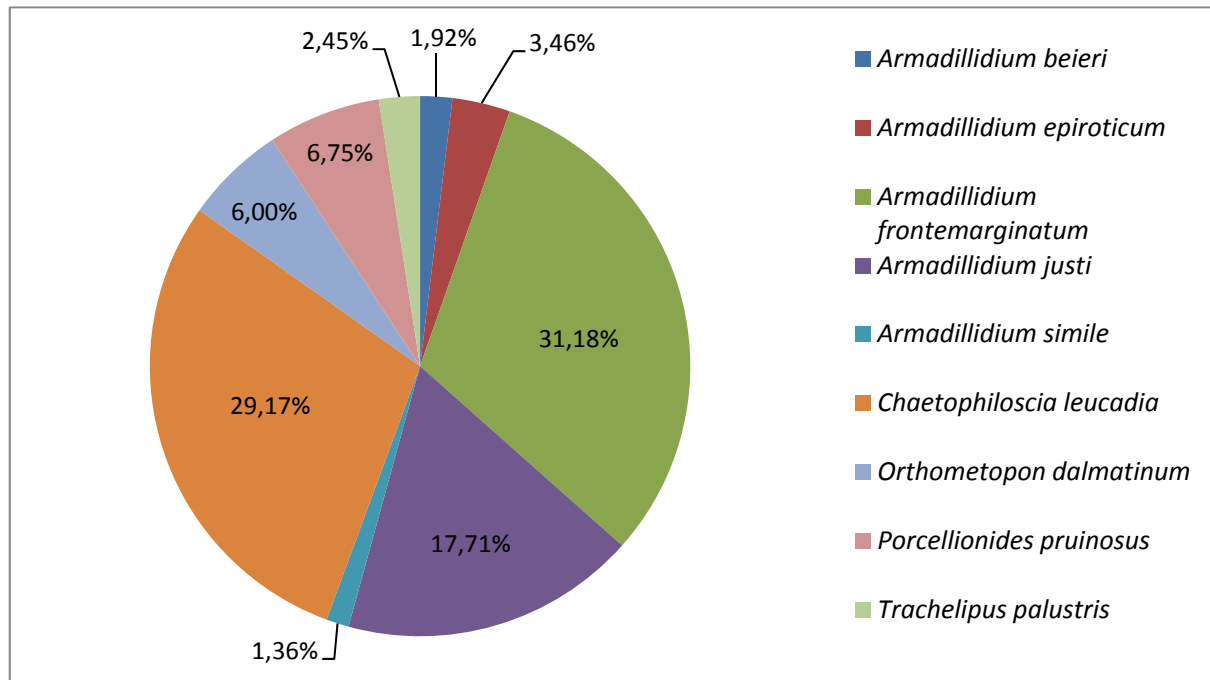
Πίνακας 3.1. Τα είδη των ισόποδων που εμφανίζονται σε κάθε σταθμό για το σύνολο των δειγματοληψιών.

ΕΙΔΟΣ	ΣΤΑΘΜΟΣ					
	ML	ΜΑΙ	ΜΜ	ΜC	ΚΥ	ΤΗ
<i>Armadillidium beieri</i>					x	
<i>Armadillidium epiroticum</i>			x			
<i>Armadillidium frontemarginatum</i>		x	x		x	x
<i>Armadillidium justi</i>	x	x	x	x		x
<i>Armadillidium simile</i>			x		x	x
<i>Chaetophiloscia leucadia</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Orthometopon dalmatinum</i>	x	x				x
<i>Porcellionides pruinosus</i>	x	x			x	
<i>Trachelipus palustris</i>		x			x	
Σύνολο σταθμού	4	6	5	2	6	5
Σύνολο νησιού		8			6	5

Πίνακας 3.2. Τα είδη των ισοπόδων που εμφανίζονται στις τρεις περιόδους δειγματοληψίας για το σύνολο των σταθμών.

ΕΙΔΟΣ	ΠΕΡΙΟΔΟΣ		
	A	B	C
<i>Armadillidium beieri</i>			x
<i>Armadillidium epiroticum</i>		x	x
<i>Armadillidium frontemarginatum</i>			x
<i>Armadillidium justi</i>	x	x	x
<i>Armadillidium simile</i>	x	x	
<i>Chaetophiloscia leucadia</i>	x	x	x
<i>Orthometopon dalmatinum</i>	x	x	x
<i>Porcellionides pruinosus</i>	x	x	x
<i>Trachelipus palustris</i>			x
Σύνολο	5	6	8

Από αυτά τα 9 είδη επικρατέστερα είναι τα *Armadillidium frontemarginatum*, *Chaetophiloscia leucadia* και *A. justi*, ενώ τα υπόλοιπα συνεισφέρουν στη συνολική αφθονία σε σημαντικά μικρότερο ποσοστό (21,94%) (Εικ. 3.1).



Εικόνα 3.1. Διάγραμμα της συνολικής σχετικής αφθονίας (άτομα ανά 100 παγιδοημέρες) των ισοπόδων.

3.1.1 Αφθονία ειδών

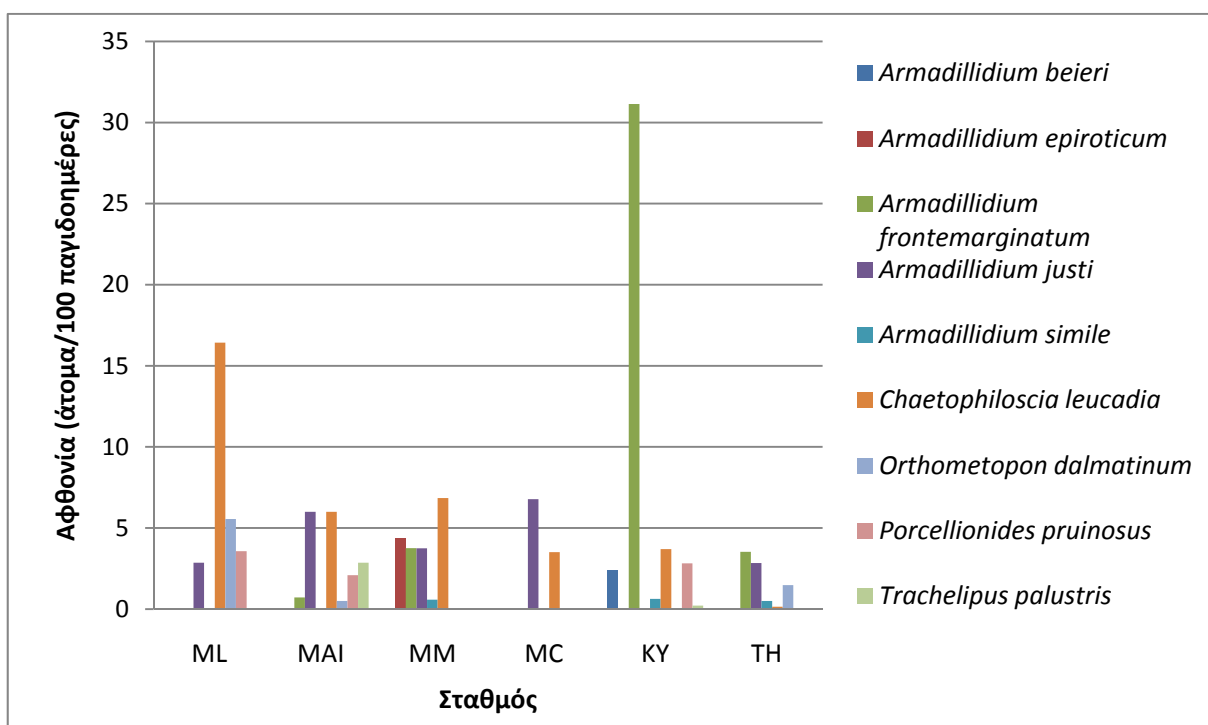
Συγκρίνοντας τους σταθμούς δειγματοληψίας ως προς τη συνολική αφθονία των ειδών ισοπόδων (σε άτομα ανά 100 παγιδοημέρες) (Πίν. 3.3) μπορούμε να τους κατατάξουμε σε φθίνουσα σειρά ως εξής: **KY, ML, MM, MAI, MC, TH**. Παρατηρούμε, επίσης, ότι στους σταθμούς KY και ML η αφθονία επηρεάζεται κυρίως από δύο είδη, τα *Armadillidium frontemarginatum* και *Chaetophiloscia leucadia* αντίστοιχα (Πίν. 3.4 & Εικ. 3.2), ενώ τα είδη *A. beieri* και *A. epiroticum* εμφανίζονται αποκλειστικά στους σταθμούς KY και MM αντίστοιχα (Εικ. 3.2).

Πίνακας 3.3. Αφθονία των ειδών ισοπόδων ανά σταθμό δειγματοληψίας για το σύνολο των εποχών (σε άτομα ανά 100 παγιδοημέρες).

ΕΙΔΟΣ	ΣΤΑΘΜΟΣ					
	ML	MAI	MM	MC	KY	TH
<i>Armadillidium beieri</i>	0	0	0	0	2,41	0
<i>Armadillidium epiroticum</i>	0	0	4,34	0	0	0
<i>Armadillidium frontemarginatum</i>	0	0,71	3,76	0	31,14	3,53
<i>Armadillidium justii</i>	2,86	6	3,75	6,78	0	2,84
<i>Armadillidium simile</i>	0	0	0,58	0	0,63	0,50
<i>Chaetophiloscia leucadia</i>	16,43	6	6,84	3,51	3,70	0,15
<i>Orthometopon dalmatinum</i>	5,56	0,50	0	0	0	1,48
<i>Porcellionides pruinosus</i>	3,57	2,09	0	0	2,82	0
<i>Trachelipus palustris</i>	0	2,86	0	0	0,22	0
Σύνολο	28,41	18,16	19,28	10,29	40,91	8,50

Πίνακας 3.4. Παρουσία (σε ποσοστό %) των ειδών των ισοπόδων στους σταθμούς δειγματοληψίας.

ΕΙΔΟΣ	ΣΤΑΘΜΟΣ					
	ML	MAI	MM	MC	KY	TH
<i>Armadillidium beieri</i>	-	-	-	-	5,9%	-
<i>Armadillidium epiroticum</i>	-	-	22,5%	-	-	-
<i>Armadillidium frontemarginatum</i>	-	3,9%	19,5%	-	76,1%	41,5%
<i>Armadillidium justii</i>	10,1%	33,0%	19,5%	65,9%	-	33,4%
<i>Armadillidium simile</i>	-	-	3,0%	-	1,5%	5,9%
<i>Chaetophiloscia leucadia</i>	57,8%	33,0%	35,5%	34,1%	9,0%	1,7%
<i>Orthometopon dalmatinum</i>	19,6%	2,8%	-	-	-	17,4%
<i>Porcellionides pruinosus</i>	12,6%	11,5%	-	-	6,9%	-
<i>Trachelipus palustris</i>	-	15,7%	-	-	0,5%	-
Σύνολο	100%	100%	100%	100%	100%	100%



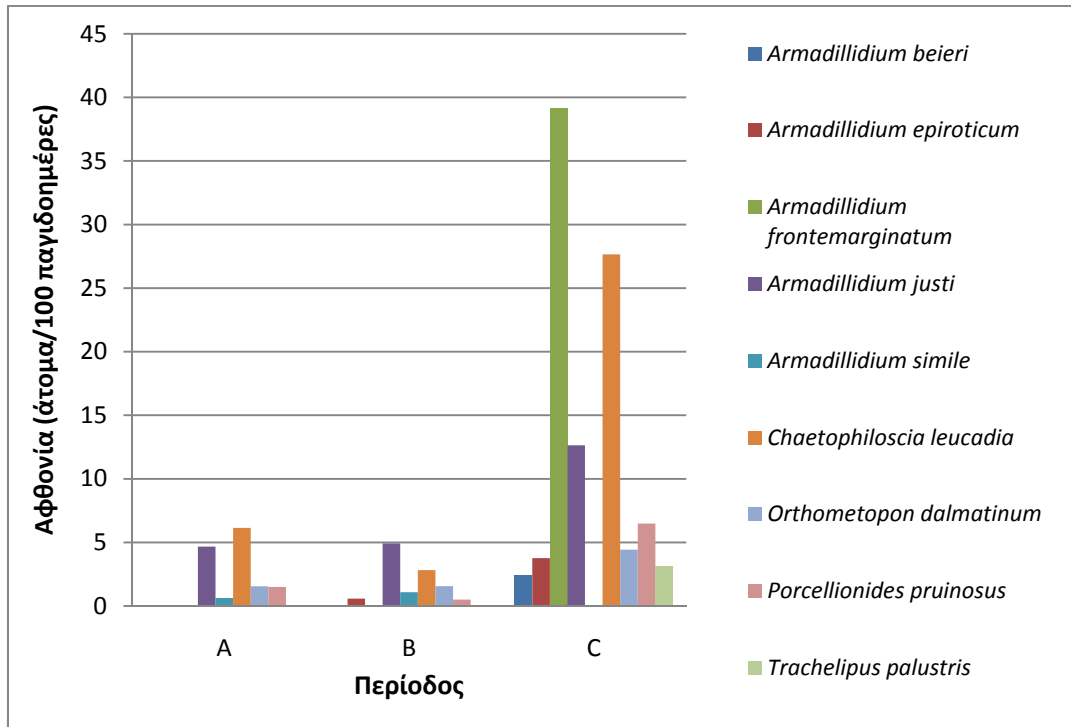
Εικόνα 3.2. Διάγραμμα της αφθονίας των ειδών ισοπόδων ανά σταθμό δειγματοληψίας.

Συγκρίνοντας τις περιόδους δειγματοληψίας ως προς τη συνολική αφθονία των ειδών ισοπόδων παρατηρούμε ότι η μέγιστη αφθονία εμφανίζεται κατά την καλοκαιρινή περίοδο (C) και ακολουθούν η φθινοπωρινή (A) και η ανοιξιάτικη (B) (Πίν. 3.5). Όπως και παραπάνω,

Πίνακας 3.5. Αφθονία των ειδών ισοπόδων ανά περίοδο δειγματοληψίας για το σύνολο των σταθμών (σε άτομα ανά 100 παγιδοημέρες).

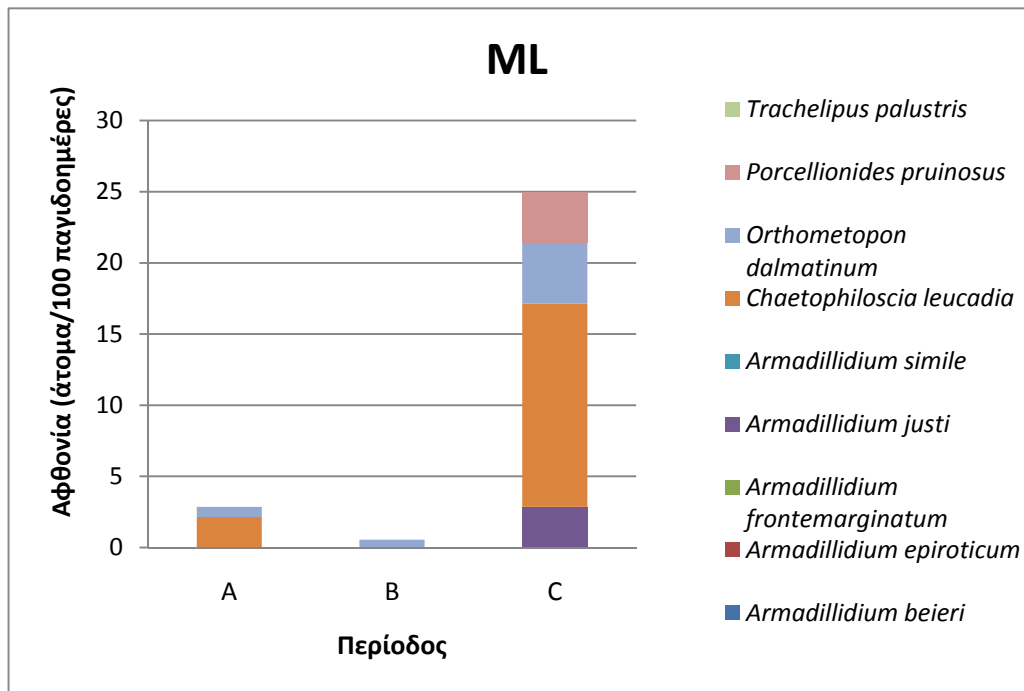
ΕΙΔΟΣ	ΠΕΡΙΟΔΟΣ		
	A	B	C
<i>Armadillidium beieri</i>	0	0	2,41
<i>Armadillidium epiroticum</i>	0	0,58	3,76
<i>Armadillidium frontemarginatum</i>	0	0	39,14
<i>Armadillidium justii</i>	4,67	4,92	12,64
<i>Armadillidium simile</i>	0,63	1,08	0
<i>Chaetophiloscia leucadia</i>	6,15	2,82	27,65
<i>Orthometopon dalmatinum</i>	1,55	1,56	4,43
<i>Porcellionides pruinosus</i>	1,50	0,50	6,48
<i>Trachelipus palustris</i>	0	0	3,08
Σύνολο	14,49	11,47	99,60

τη μεγαλύτερη επίδραση στην αφθονία κατά την καλοκαιρινή περίοδο έχουν τα είδη *Armadillidium frontemarginatum* και *Chaetophiloscia leucadia* (Εικ. 3.3). Επιπλέον, παρατηρούμε ότι τρία είδη εμφανίζονται αποκλειστικά το καλοκαίρι (*A. beieri*, *A. frontemarginatum*, *T. palustris*).

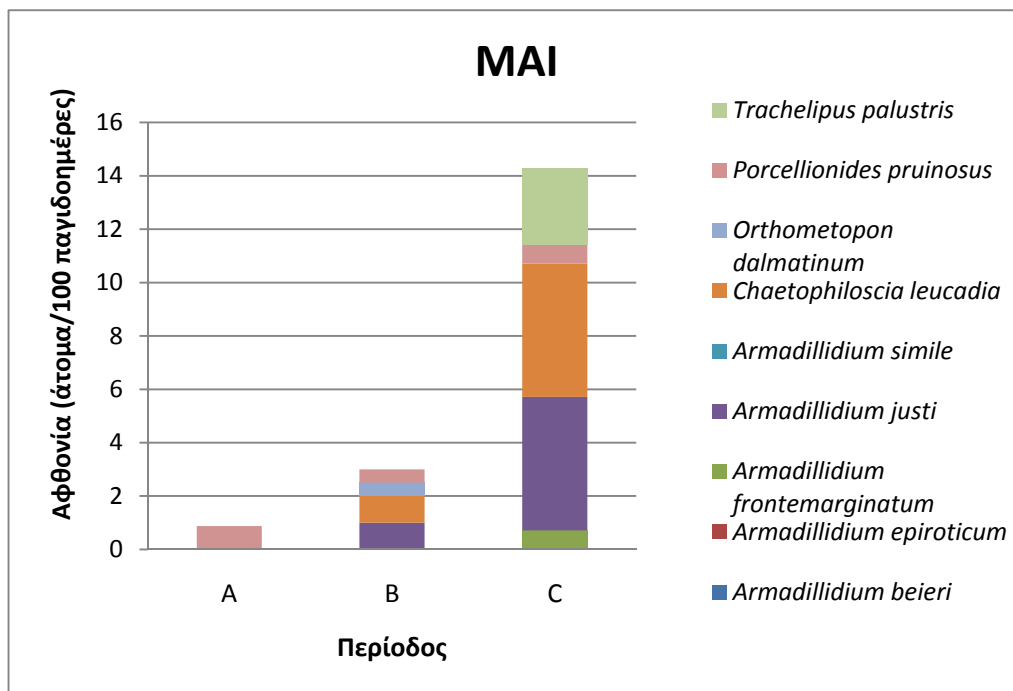


Εικόνα 3.3. Διάγραμμα της αφθονίας των ειδών ισοπόδων ανά περίοδο δειγματοληψίας.

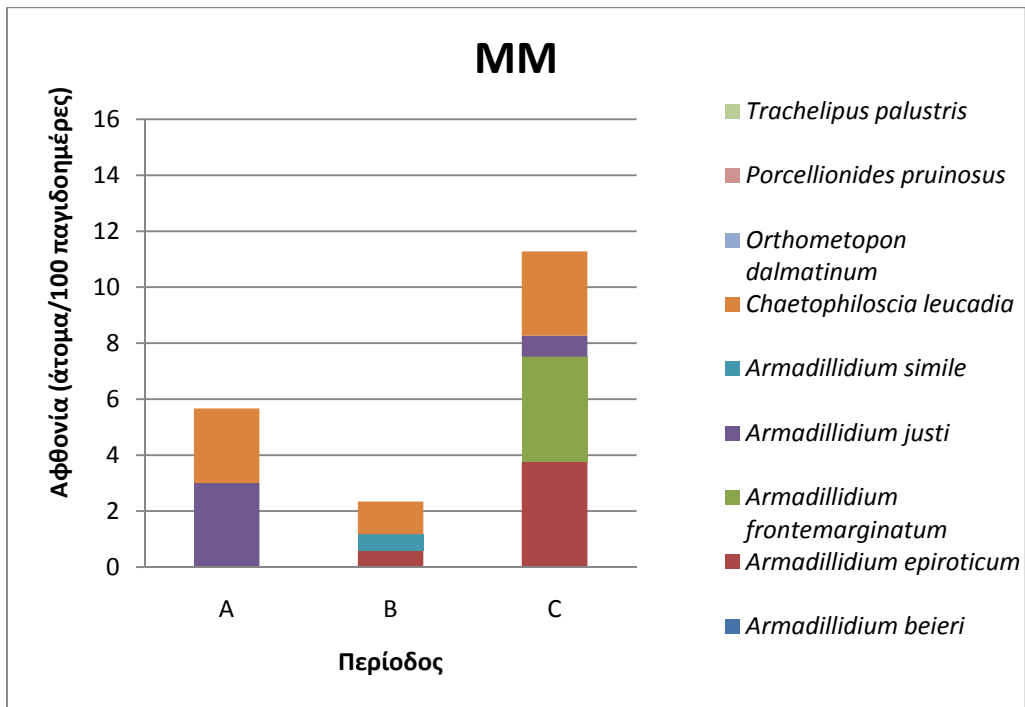
Στις εικόνες 3.4 – 3.9 παρουσιάζεται η συμμετοχή των ειδών στην αφθονία αναλυτικά για κάθε σταθμό και περίοδο δειγματοληψίας.



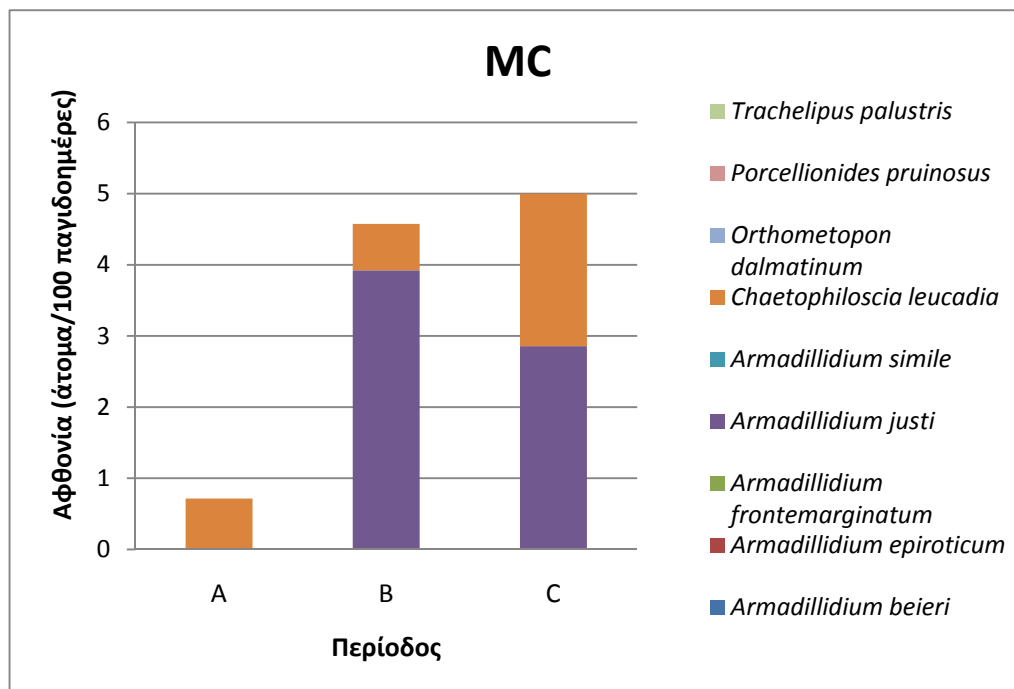
Εικόνα 3.4. Διάγραμμα της αφθονίας των ειδών ισποδών στο σταθμό ML ανά περίοδο δειγματοληψίας.



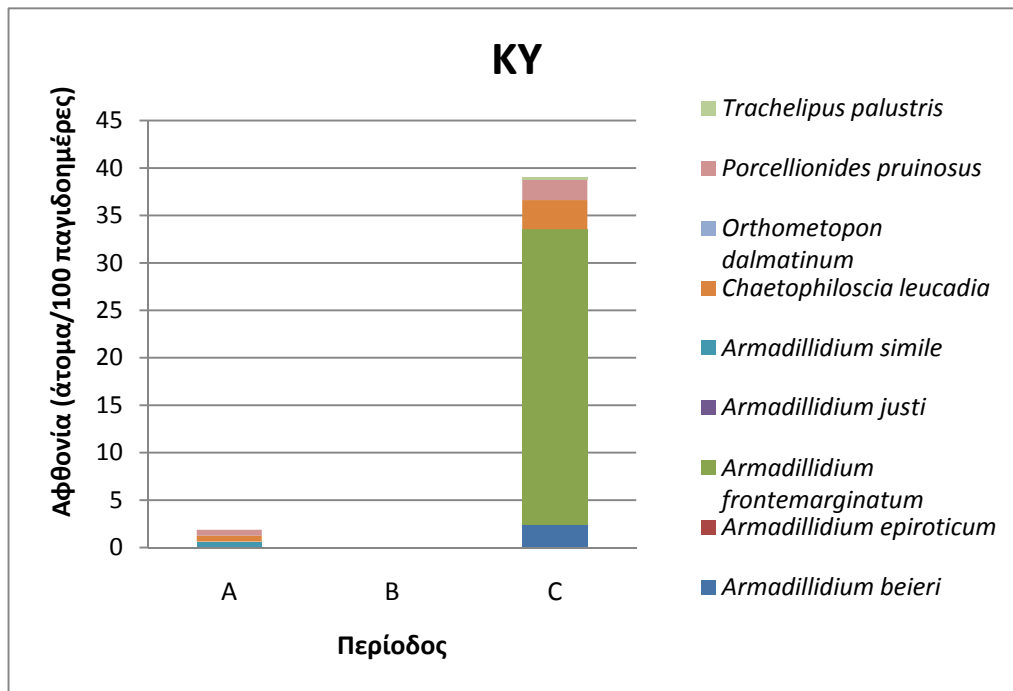
Εικόνα 3.5. Διάγραμμα της αφθονίας των ειδών ισποδών στο σταθμό MAI ανά περίοδο δειγματοληψίας.



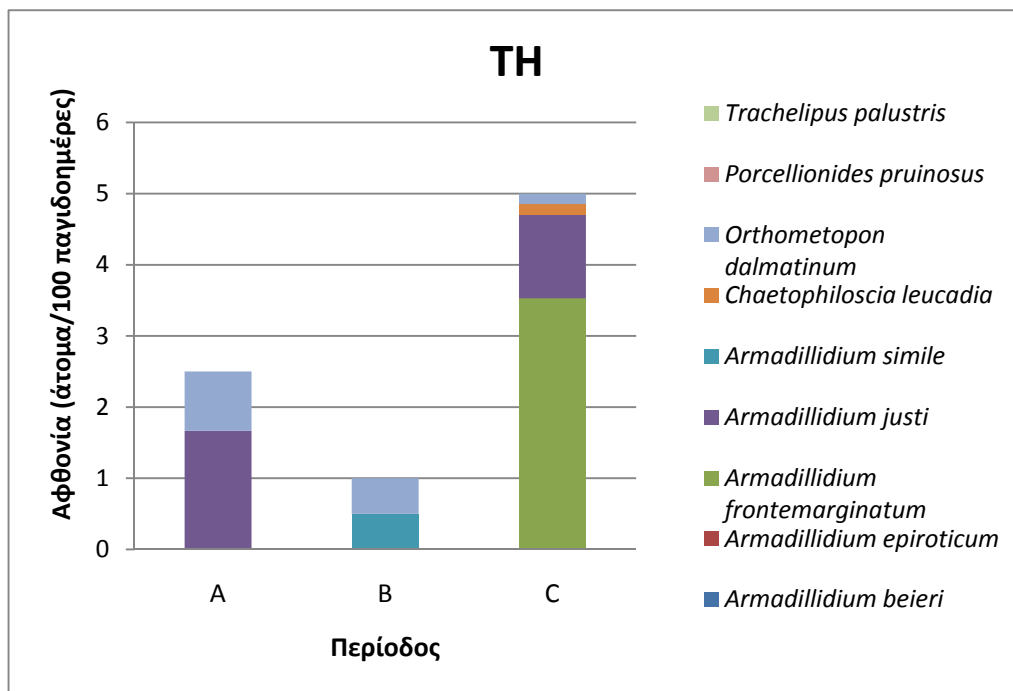
Εικόνα 3.6. Διάγραμμα της αφθονίας των ειδών ισποδών στο σταθμό MM ανά περίοδο δειγματοληψίας.



Εικόνα 3.7. Διάγραμμα της αφθονίας των ειδών ισποδών στο σταθμό MC ανά περίοδο δειγματοληψίας.



Εικόνα 3.8. Διάγραμμα της αφθονίας των ειδών ισποδών στο σταθμό KY ανά περίοδο δειγματοληψίας.



Εικόνα 3.9. Διάγραμμα της αφθονίας των ειδών ισποδών στο σταθμό TH ανά περίοδο δειγματοληψίας.

Από τα παραπάνω προκύπτει το ερώτημα αν οι σταθμοί (βιότοποι) και οι περίοδοι δειγματοληψίας (εποχές) διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους ως προς την αφθονία των ισοπόδων, καθώς και αν οι δύο αυτοί παράγοντες αλληλεπιδρούν και επηρεάζουν συνδυαστικά την αφθονία. Έτσι, ελέγχθηκαν οι επιδράσεις του παράγοντα «σταθμός» και του παράγοντα «περίοδος» στην αφθονία των ισοπόδων, καθώς και η ύπαρξη τυχόν αλληλεπίδρασης μεταξύ τους, με two-way ANOVA. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν φαίνονται στον Πίνακα 3.6. Παρατηρούμε ότι καταρχάς δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ αυτών των δύο παραγόντων ($p = 0,547$). Επίσης, οι σταθμοί δεν διαφέρουν μεταξύ τους ($p = 0,73$) (Εικ. 3.10), ενώ αντίθετα οι εποχές παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0,05$) (Πίν. 3.7).

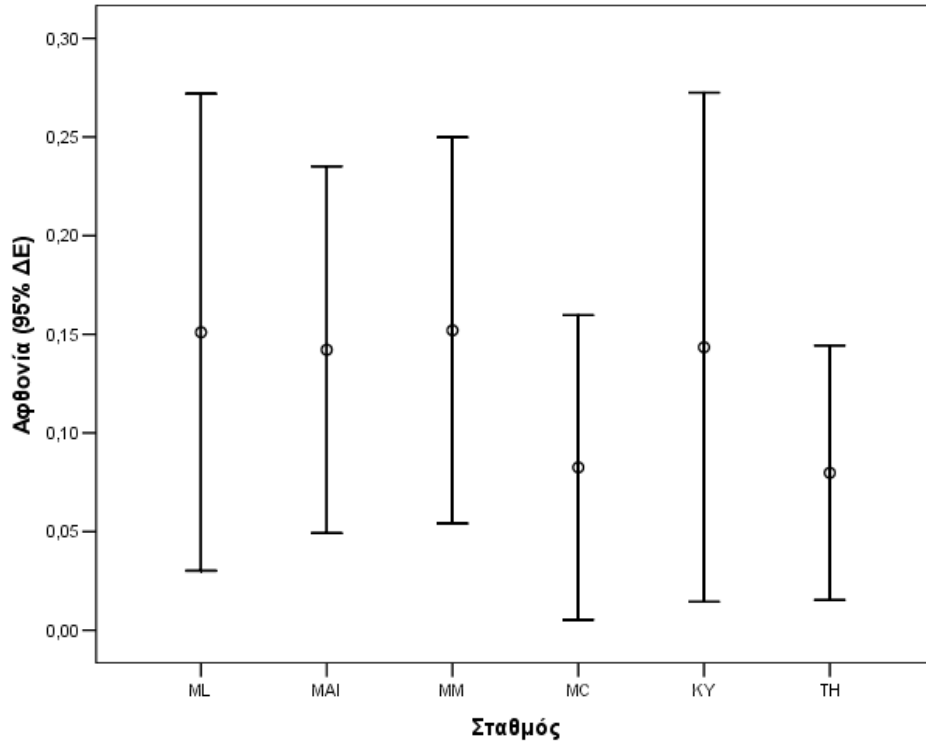
Πίνακας 3.6. Αφθονία των ισοπόδων ανά σταθμό και ανά περίοδο δειγματοληψίας (σε άτομα ανά 100 παγιδοημέρες).

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΠΕΡΙΟΔΟΣ			Σύνολο
	A	B	C	
ML	2,86	0,56	25	28,41
MAI	0,88	3	14,29	18,16
MM	5,67	2,34	11,28	19,28
MC	0,71	4,58	5	10,29
KY	1,88	0	39,04	40,91
TH	2,50	1,00	5	8,50
Σύνολο	14,49	11,47	99,60	125,56

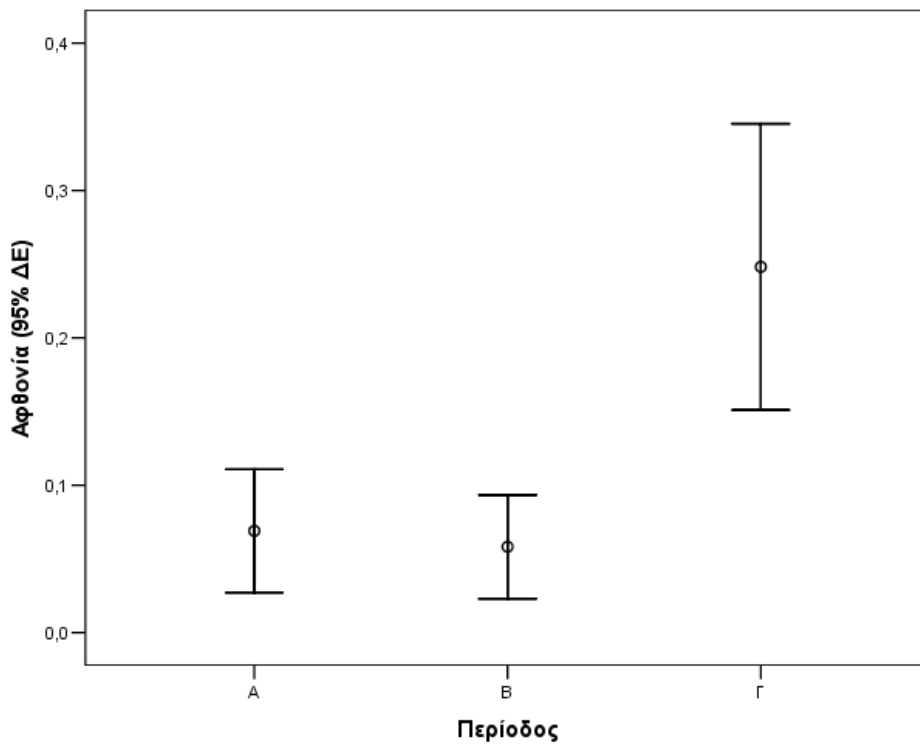
Πίνακας 3.7. Αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης (two-way ANOVA) για τα ισόποδα.

Πηγή	Βαθμοί Ελευθερίας	F	p
Σταθμός * Περίοδος	10	0,887	0,547
Σταθμός	5	0,560	0,730
Περίοδος	2	10,833	0,000
Σφάλμα	144		
Σύνολο	162		

Ο εκ των υστέρων έλεγχος Bonferroni έδειξε ότι η καλοκαιρινή δειγματοληψία διαφέρει στατιστικώς σημαντικά τόσο από τη φθινοπωρινή ($p < 0,05$) όσο και από την ανοιξιάτικη ($p < 0,05$) ως προς την αφθονία των ισοπόδων (Εικ. 3.11).



Εικόνα 3.10. Μέσοι όροι και 95% διαστήματα εμπιστοσύνης της αφθονίας των ισοτόπων ανά σταθμό δειγματοληψίας.



Εικόνα 3.11. Μέσοι όροι και 95% διαστήματα εμπιστοσύνης της αφθονίας των ισοτόπων ανά περίοδο δειγματοληψίας.

3.1.2 Ποικιλότητα

Τα αποτελέσματα από την εκτίμηση της ποικιλότητας με τους δείκτες Shannon-Wiener (H'), Simpson (D), Pielou J' και Simpson's E για κάθε σταθμό παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.8 και για κάθε περίοδο δειγματοληψίας στον Πίνακα 3.9.

Με βάση τις τιμές του δείκτη Shannon-Wiener (H') μπορούμε να κατατάξουμε τους σταθμούς σε φθίνουσα σειρά ως εξής: **MAI > MM > TH > ML > KY > MC**. Βάσει του δείκτη Simpson (D) η σειρά κατάταξης των σταθμών είναι η εξής: **MM > MAI > TH > ML > MC > KY**. Τη μεγαλύτερη ισοκατανομή (E) εμφανίζει ο σταθμός **MC** και ακολουθούν οι **MM > MAI > ML > TH > KY**, ενώ ο δείκτης ισοκατανομής Pielou J' τους κατατάσσει ως **MAI > MM > TH > ML > KY > MC**.

Τόσο ο δείκτης Shannon-Wiener (H') όσο και ο δείκτης Simpson (D) δείχνουν ότι η μεγαλύτερη ποικιλότητα στην ισοποδοπανίδα εμφανίζεται κατά τους θερινούς μήνες και ακολουθούν η άνοιξη και το φθινόπωρο (**C > B > A**) (Πίν. 3.8). Αντιθέτως, οι δείκτες ισοκατανομής δε συμφωνούν μεταξύ τους. Ο δείκτης Simpson's (E) εκτιμά ότι η ισοκατανομή είναι μέγιστη κατά τους φθινοπωρινούς μήνες και φθίνει όπως κινούμαστε προς το καλοκαίρι (**A > B > C**), ενώ ο δείκτης Pielou J' προτείνει το αντίθετο πρότυπο.

Πίνακας 3.8. Εκτίμηση της ποικιλότητας των ισοπόδων στους σταθμούς δειγματοληψίας. Με έντονους αριθμούς υποδεικνύονται οι μεγαλύτερες τιμές κάθε δείκτη.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ	ΣΤΑΘΜΟΣ						All Sample Index	Jackknife Std Error
	ML	MAI	MM	MC	KY	TH		
Species No.	4	6	5	2	6	5	9	1,054
Shannon H'	1,128	1,497	1,446	0,6418	0,8686	1,273	1,722	0,0697
Variance H	0,00017	0,0002	0,0001	0,000095	0,0003	0,0005		
Exp H	3,088	4,47	4,247	1,9	2,384	3,573		
Simpson's D	2,511	3,872	3,95	1,818	1,679	3,151	4,463	0,3627
Simpson's E	0,6279	0,6454	0,79	0,909	0,2798	0,6301	0,4959	0,07101
Pielou J'	0,5132	0,6815	0,6582	0,2921	0,3953	0,5796	0,7836	0,03172

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις εκτιμήσεις της αφθονίας και της ποικιλότητας των ισοπόδων στους σταθμούς δειγματοληψίας, παρατηρούμε ότι ο κάθε δείκτης ποικιλότητας (H' και D) δίνει μεν διαφορετική εκτίμηση για το σταθμό με τη μεγαλύτερη και τη μικρότερη ποικιλότητα, χωρίς όμως μεγάλη απόκλιση. Παρόμοιο πρότυπο δίνει και ο δείκτης Pielou J' . Μόνο ο δείκτης ισοκατανομής E αποκλίνει.

Πίνακας 3.9. Εκτίμηση της ποικιλότητας των ισοπόδων για κάθε περίοδο δειγματοληψίας. Με έντονους αριθμούς υποδεικνύονται οι μεγαλύτερες τιμές κάθε δείκτη.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ	ΠΕΡΙΟΔΟΣ			All Sample Index	Jackknife Std Error
	A	B	C		
Species No.	5	6	8	9	2
Shannon H'	1,339	1,49	1,622	1,722	0,1581
Variance H	0,00030	0,00045	0,00007		
Exp H	3,814	4,436	5,065		
Simpson's D	3,256	3,622	3,895	4,463	0,4492
Simpson's E	0,6511	0,6036	0,4868	0,4959	0,08241
Pielou J'	0,6092	0,678	0,7383	0,7837	0,07197

Ο σταθμός ML χαρακτηρίζεται από μεγάλη αφθονία, αλλά σχετικά χαμηλές τιμές ποικιλότητας και ισοκατανομής (λόγω της μεγάλης αφθονίας του *Chaetophiloscia leucadia*) και μικρό αριθμό ειδών. Ο σταθμός TH εμφανίζει το αντίστροφο πρότυπο, με ενδιάμεσες τιμές ποικιλότητας και ισοκατανομής, σχετικά υψηλό αριθμό ειδών, αλλά τη χαμηλότερη αφθονία.

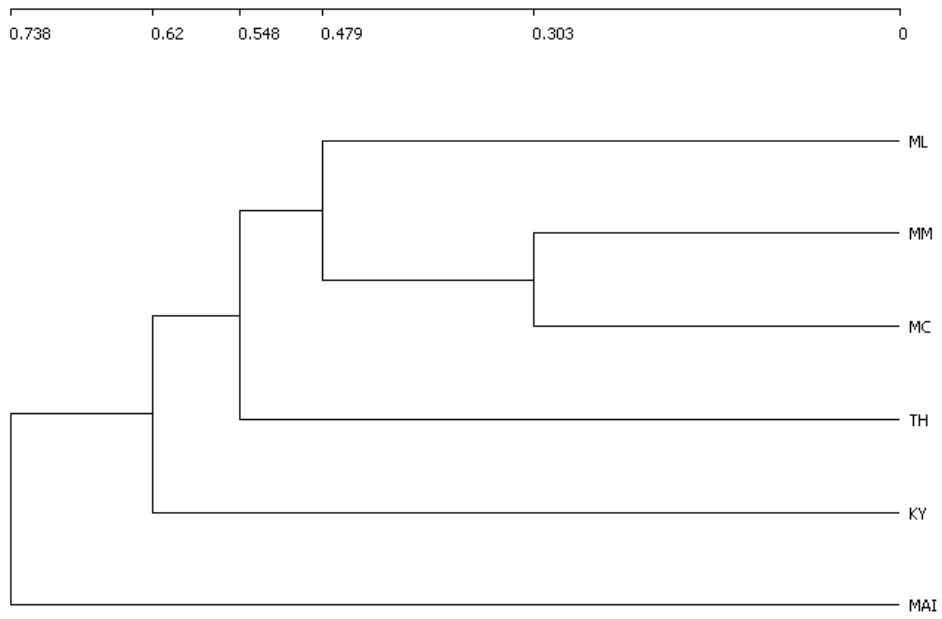
Από την άλλη, ο σταθμός KY, παρόλο που έχει τη μέγιστη αφθονία ισοπόδων και το μέγιστο αριθμό ειδών, παρουσιάζει τη μικρότερη ποικιλότητα και τη μικρότερη ισοκατανομή. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι επικρατεί ένα είδος (*Armadillidium frontemarginatum*), ενώ τα υπόλοιπα έχουν πολύ μικρές αφθονίες (Πίν. 3.4).

Οι σταθμοί MM και MAI παρουσιάζουν γενικά μεγάλη ποικιλότητα και ισοκατανομή και ενδιάμεσες τιμές αφθονίας καθώς και ενδιάμεσο αριθμό ειδών. Πρόκειται, δηλαδή, για μία πιο ισορροπημένη κατανομή των ειδών και της αφθονίας τους στη βιοκοινότητα. Τέλος, ο σταθμός MC έχει χαμηλή αφθονία και ποικιλότητα και πολύ μικρό αριθμό ειδών, αλλά ο δείκτης Simpson's E του δίνει τη μέγιστη ισοκατανομή.

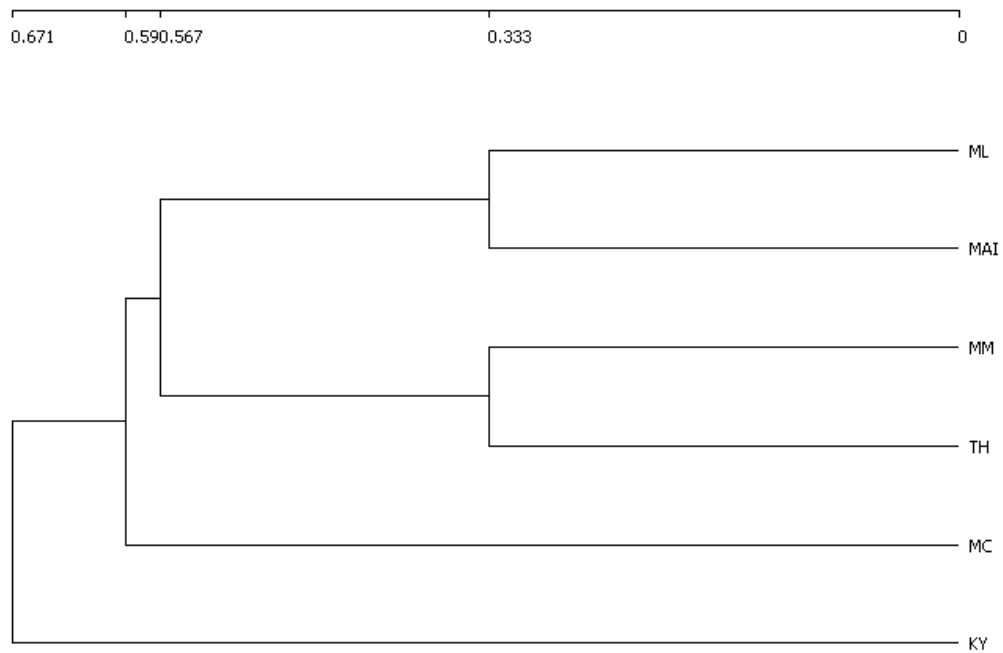
3.1.3 Ομοιότητα βιοκοινοτήτων

Από την ανάλυση ομαδοποίησης (Cluster analysis) με το δείκτη Bray-Curtis (δηλ. με ποσοτικά δεδομένα) προέκυψε ότι οι σταθμοί MM και MC παρουσιάζουν το μέγιστο βαθμό ομοιότητας. Τη μικρότερη απόσταση από το ζεύγος MM-MC εμφανίζει ο σταθμός ML και ακολουθούν οι TH, KY και MAI (Εικ. 3.12).

Από την ανάλυση ομαδοποίησης με το δείκτη Jaccard (δηλ. με ποιοτικά δεδομένα) προέκυψε ότι τα ζεύγη ML-MAI και MM-TH παρουσιάζουν το μέγιστο βαθμό ομοιότητας και ισαπέχουν από τους σταθμούς MC και KY (Εικ. 3.13).



Εικόνα 3.12. Δενδρόγραμμα ομαδοποίησης των σταθμών ως προς την αφθονία των ισοπόδων με το δείκτη Bray-Curtis.



Εικόνα 3.13. Δενδρόγραμμα ομαδοποίησης των σταθμών ως προς την παρουσία-απουσία ειδών ισοπόδων με το δείκτη Jaccard.

3.2 Κολεόπτερα

Από τις παγίδες παρεμβολής συλλέχθηκαν συνολικά 560 ενήλικα κολεόπτερα, από τα οποία τα 552 ταξινομήθηκαν σε 24 διαφορετικές οικογένειες, ενώ τα υπόλοιπα 8 άτομα ανήκουν σε άλλες μη προσδιορισθείσες οικογένειες (Πίν. 3.10). Στις οικογένειες περιλαμβάνεται καταχρηστικά και για λόγους απλούστευσης και η υπεροικογένεια των Scarabaeoidea. Λόγω της έλλειψης ειδικών για τις οικογένειες εκτός των Carabidae, Tenebrionidae και Scarabaeoidea, οι αναλύσεις περιορίστηκαν στο επίπεδο της οικογένειας. Οι προνύμφες επίσης δε συμπεριλήφθηκαν στις αναλύσεις λόγω της δυσκολίας αναγνώρισής τους.

Πίνακας 3.10. Οι οικογένειες (εδαφόβιες ή μη) των κολεοπτέρων που βρέθηκαν στην περιοχή μελέτης.

ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	ΕΔΑΦΟΒΙΑ	ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	ΕΔΑΦΟΒΙΑ
Alleculidae	√	Meloidae	√
Anthricidae		Melyridae	
Bruchidae		Mordellidae	
Buprestidae		Nitidulidae	√
Cantharidae		Oedemeridae	
Carabidae	√	Pselaphidae	√
Chrysomelidae		Ptinidae	√
Curculionidae		Scarabaeoidea	√
Dermestidae	√	Scydmaenidae	√
Elateridae	√	Silvanidae	√
Lathridiidae	√	Staphylinidae	√
Leiodidae	√	Tenebrionidae	√

Στο Μεγανήσι βρέθηκαν συνολικά τουλάχιστον 20 διαφορετικές οικογένειες, στον Κυθρό 15 και στη Θηλειά 13 (Πίν. 3.11). Έξι οικογένειες (Alleculidae, Bruchidae, Cantharidae, Leiodidae, Oedemeridae και Pselaphidae) ήταν παρούσες αποκλειστικά στο Μεγανήσι, τέσσερις (Elateridae, Meloidae, Mordellidae και Nitidulidae) μόνο στον Κυθρό, μία στη Θηλειά (Buprestidae) και δέκα κοινές μεταξύ των τριών νησιών.

Πίνακας 3.11. Οι οικογένειες των κολεοπτέρων που βρέθηκαν σε κάθε νησί.

ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	ΝΗΣΙ		
	Μεγανήσι	Κυθρός	Θηλειά
Alleculidae	x		
Anthicidae	x		x
Bruchidae	x		
Buprestidae			x
Cantharidae	x		
Carabidae	x	x	x
Chrysomelidae	x	x	x
Curculionidae	x	x	x
Dermestidae	x	x	x
Elateridae		x	
Lathridiidae	x	x	x
Leiodidae	x		
Meloidae		x	
Melyridae	x		x
Mordellidae		x	
Nitidulidae		x	
Oedemeridae	x		
Pselaphidae	x		
Ptinidae	x	x	x
Scarabaeoidea	x	x	x
Scydmaenidae	x	x	x
Silvanidae	x	x	x
Staphylinidae	x	x	x
Tenebrionidae	x	x	
Other families	x		
Σύνολο	20	15	13

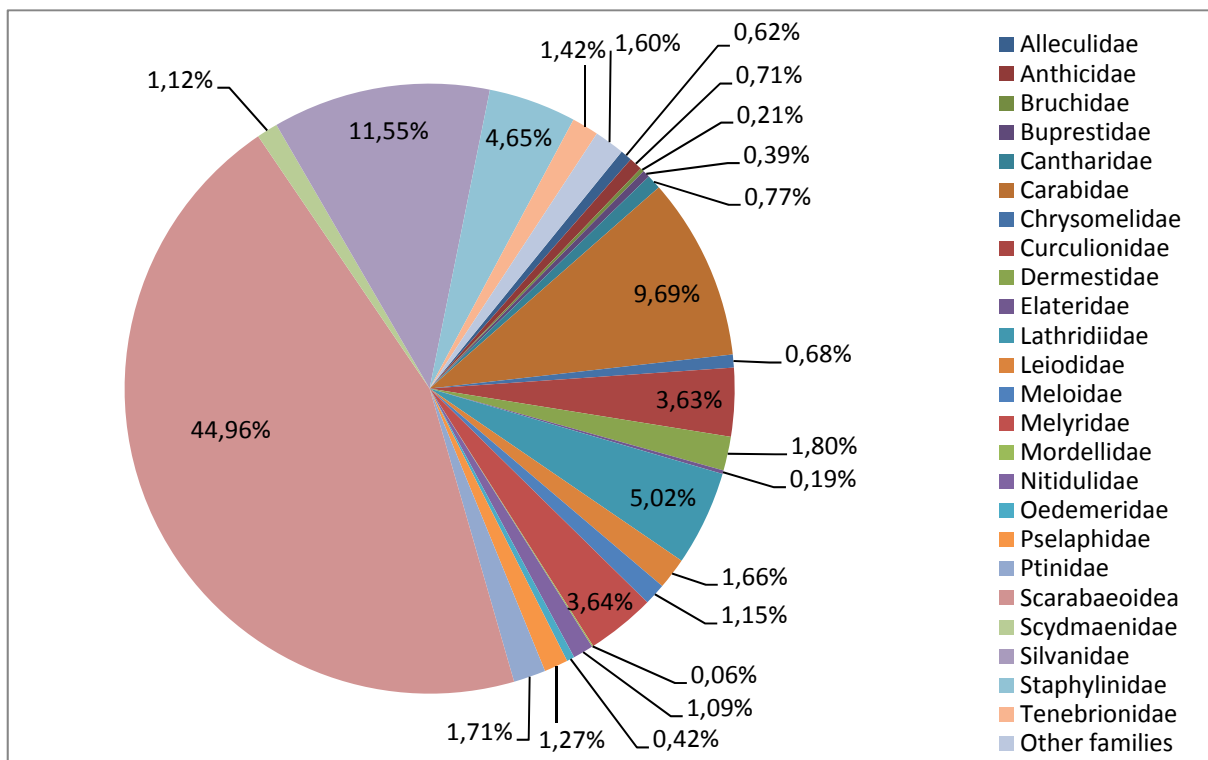
Τα άτομα των οικογενειών Carabidae, Tenebrionidae και Scarabaeoidea αναγνωρίστηκαν σε επίπεδο γένους ή είδους, όπου αυτό ήταν εφικτό (Πίν. 3.12). Τα Carabidae αντιπροσωπεύονται κυρίως από το είδος *Carabus (Oreocarabus) preslii* Dejean & Boisduval, 1830 (σε ποσοστό 82,5%) και τα Scarabaeoidea από το *Thorectes brullei* Jekel, 1866 (σε ποσοστό 96%), ενώ τα Tenebrionidae έχουν γενικώς πολύ περιορισμένη παρουσία στα νησιά. Εξαιτίας του πολύ μικρού δείγματος των υπόλοιπων ειδών, δεν μπορούμε επεκταθούμε σε περαιτέρω αναλύσεις.

Πίνακας 3.12. Τα είδη των Carabidae, Tenebrionidae και Scarabaeoidea που βρέθηκαν σε κάθε σταθμό και ο αντίστοιχος αριθμός των ατόμων τους.

		ΣΤΑΘΜΟΣ						Σύνολο ατόμων
	ΕΙΔΟΣ	ML	MAI	MM	MC	KY	TH	
Carabidae	<i>Carabus preslii</i>		1	31	1			33
	<i>Carterus sp.</i>					4		4
	<i>Leistus sp.</i>						1	1
	<i>Microlestes sp.</i>					1		1
	<i>Notiophilus sp.</i>					1		1
	Σύνολο ειδών		0	1	1	1	3	1
Tenebrionidae	<i>Dailognatha quadricollis laticolis</i>				1			1
	<i>Dendarus sp.</i>			1				1
	<i>Opatrum sp.</i>					1		1
	<i>Pedinus sp.</i>			1				1
	<i>Raiboscelis azureus</i>			2	1	1		4
	Σύνολο ειδών		0	0	3	2	2	0
Scarabaeoidea	<i>Haplidia sp.</i>		2					2
	<i>Ochodeaus sp.</i>		2		1			3
	<i>Potosia sp.</i>						1	1
	<i>Sisyphus schaefferi</i>		2			1		3
	<i>Thorectes brullei</i>		1	6	1	164	44	216
	Σύνολο ειδών		0	4	1	2	2	2

3.2.1 Αφθονία

Τη μεγαλύτερη αφθονία παρουσιάζει η υπεροικογένεια των Scarabaeoidea και ιδιαίτερα το είδος *Thorectes brullei* της οικογένειας Geotrupidae. Σημαντική είναι και η παρουσία των οικογενειών Silvanidae, με μοναδικό αντιπρόσωπο το είδος *Oryzaephilus surinamensis* Linnaeus, 1758, και Carabidae, με κύριο αντιπρόσωπο το είδος *Carabus preslii*. Ακολουθούν οι Lathridiidae (επίσης αντιπροσωπεύεται από ένα μη προσδιορισθέν είδος μόνο), Staphylinidae, Melyridae και Curculionidae, ενώ οι υπόλοιπες οικογένειες εμφανίζουν πολύ μικρές αφθονίες (Εικ. 3.14).



Εικόνα 3.14. Διάγραμμα της συνολικής σχετικής αφθονίας των οικογενειών των κολεοπτέρων.

3.2.1.1 Μεταβολή της αφθονίας στο χώρο

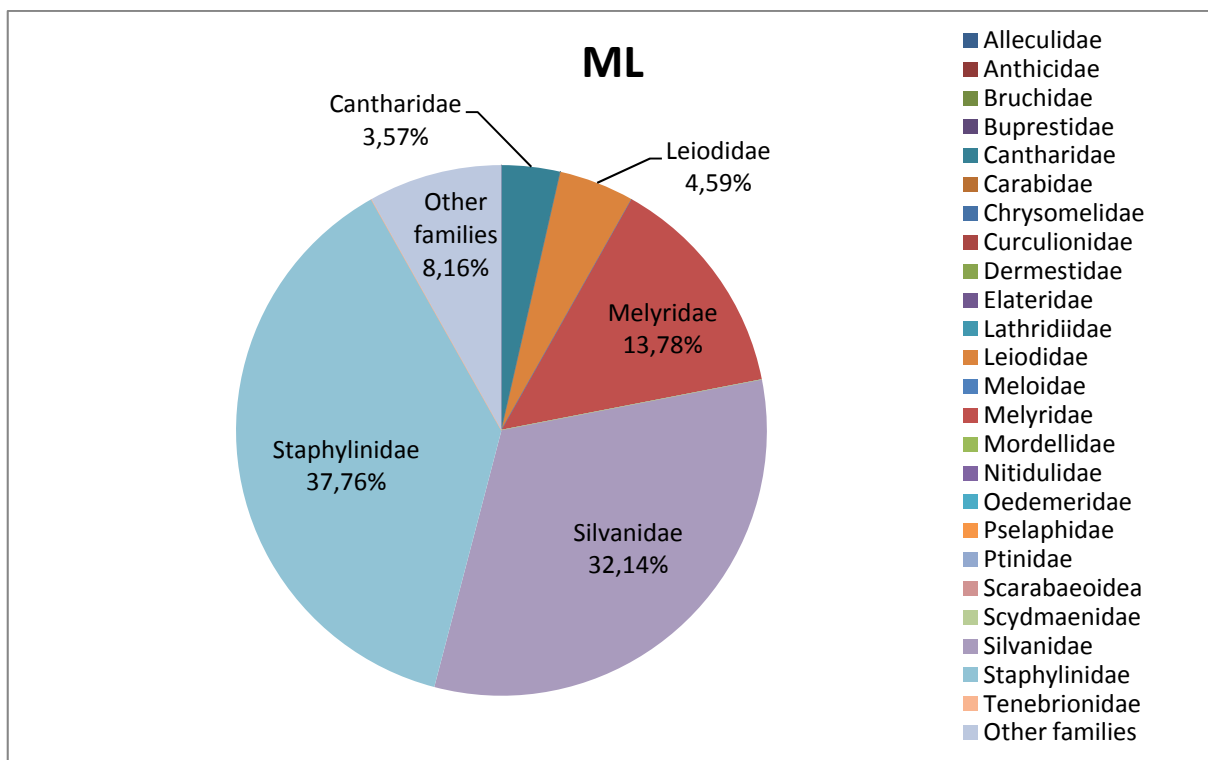
Ο σταθμός **KY** παρουσιάζει τη μεγαλύτερη αφθονία κολεοπτέρων (άτομα/100 παγίδοημέρες) και ακολουθούν οι σταθμοί **MM, MAI, TH, MC, ML** (Πίν. 3.13).

Αναλυτικά για κάθε σταθμό έχουμε τα εξής:

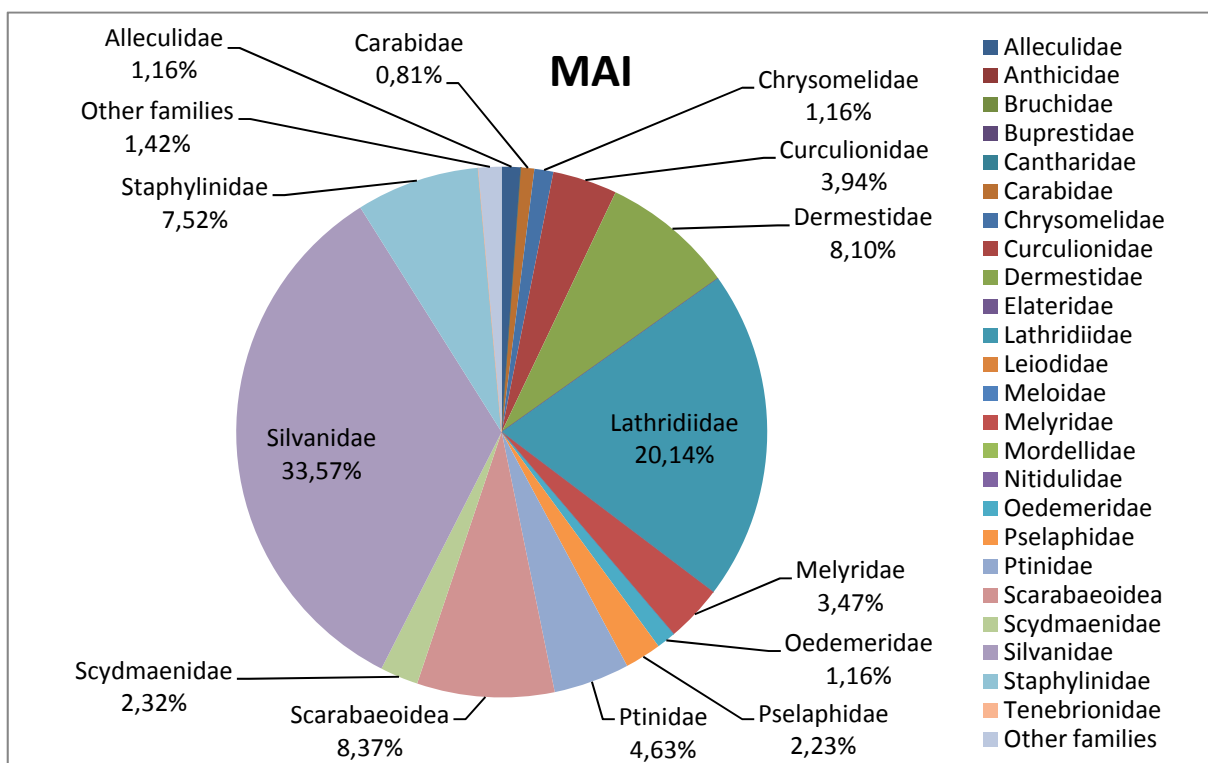
- στο σταθμό ML επικρατούν οι οικογένειες Staphylinidae και Silvanidae (Εικ. 3.15)
- στο σταθμό MAI οι Silvanidae και Lathridiidae (Εικ. 3.16)
- στο σταθμό MM οι Carabidae και Scarabaeoidea (Εικ. 3.17)
- στο σταθμό MC οι Silvanidae, Curculionidae και Melyridae (Εικ. 3.18) και
- στους σταθμούς KY και TH η Scarabaeoidea (Εικ. 3.19 και Εικ. 3.20).

Πίνακας 3.13. Αφθονία των οικογενειών των κολεοπτέρων ανά σταθμό δειγματοληψίας για το σύνολο των εποχών (σε άτομα ανά 100 παγιδομήρες).

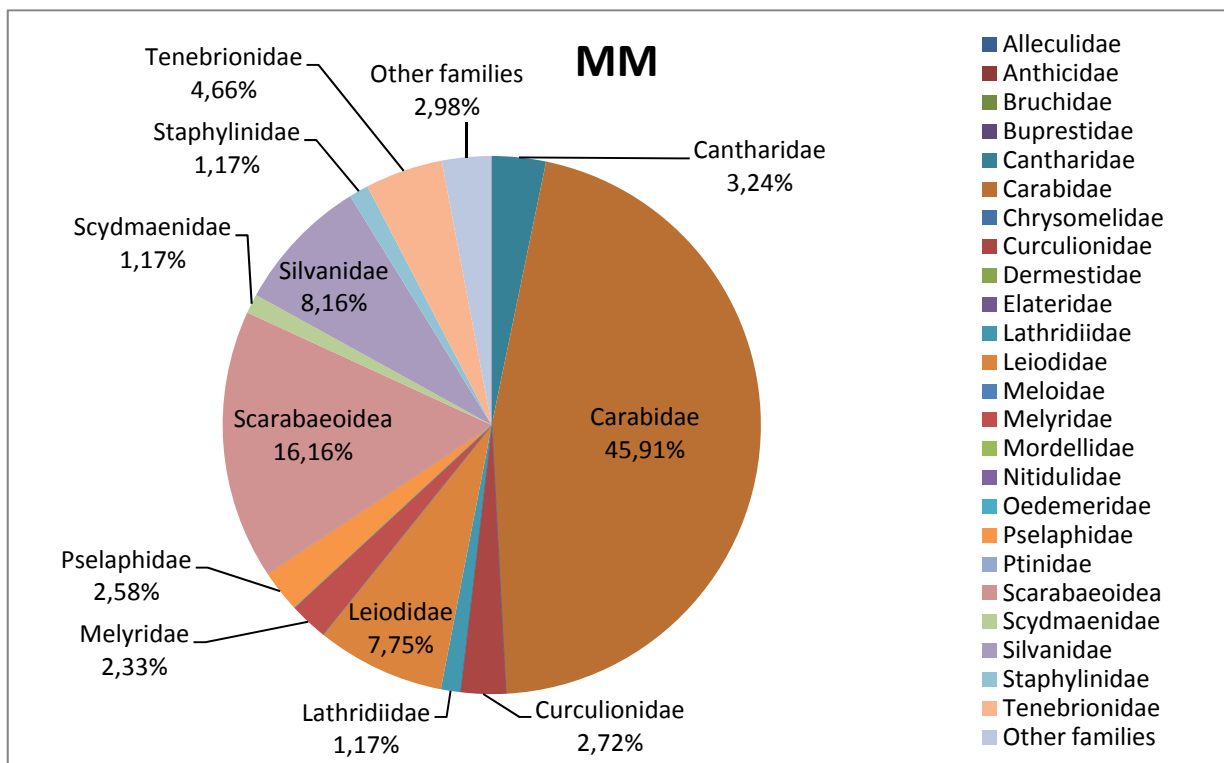
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	ΣΤΑΘΜΟΣ					
	ML	MAI	MM	MC	KY	TH
Alleculidae	0	0,71	0	1,43	0	0
Anthricidae	0	0	0	2,14	0	0,29
Bruchidae	0	0	0	0,71	0	0
Buprestidae	0	0	0	0	0	1,32
Cantharidae	0,56	0	2,09	0	0	0
Carabidae	0	0,5	29,60	0,71	1,62	0,83
Chrysomelidae	0	0,71	0	0	0,66	0,98
Curculionidae	0	2,43	1,75	7,08	1,06	0,15
Dermestidae	0	5,00	0	0	0,44	0,74
Elateridae	0	0	0	0	0,66	0
Lathridiidae	0	12,43	0,75	2,61	0,88	0,59
Leiodidae	0,71	0	5,00	0	0	0
Meloidae	0	0	0	0	3,95	0
Melyridae	2,14	2,14	1,50	6,43	0	0,29
Mordellidae	0	0	0	0	0,22	0
Nitidulidae	0	0	0	0	3,73	0
Oedemeridae	0	0,71	0	0,71	0	0
Pselaphidae	0	1,38	1,67	1,31	0	0
Ptinidae	0	2,86	0	0	2,72	0,29
Scarabaeoidea	0	5,16	10,42	1,43	101,82	35,63
Scydmaenidae	0	1,43	0,75	0,71	0,66	0,29
Silvanidae	5,00	20,71	5,26	7,74	0,22	0,74
Staphylinidae	5,87	4,64	0,75	1,96	2,59	0,15
Tenebrionidae	0	0	3,01	1,43	0,44	0
Other families	1,27	0,88	1,92	1,43	0	0
Σύνολο	15,56	61,70	64,48	37,84	121,66	42,29



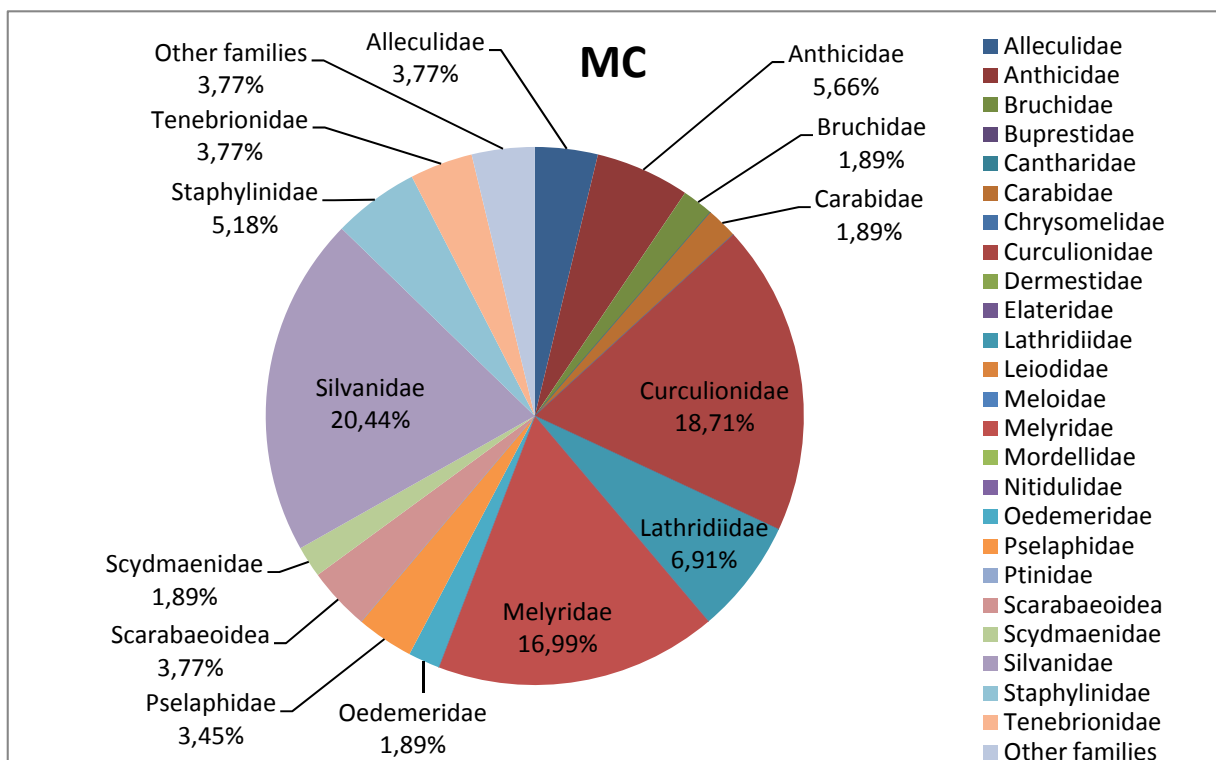
Εικόνα 3.15. Διάγραμμα της σχετικής αφθονίας των οικογενειών των κολεοπτέρων στο σταθμό ML.



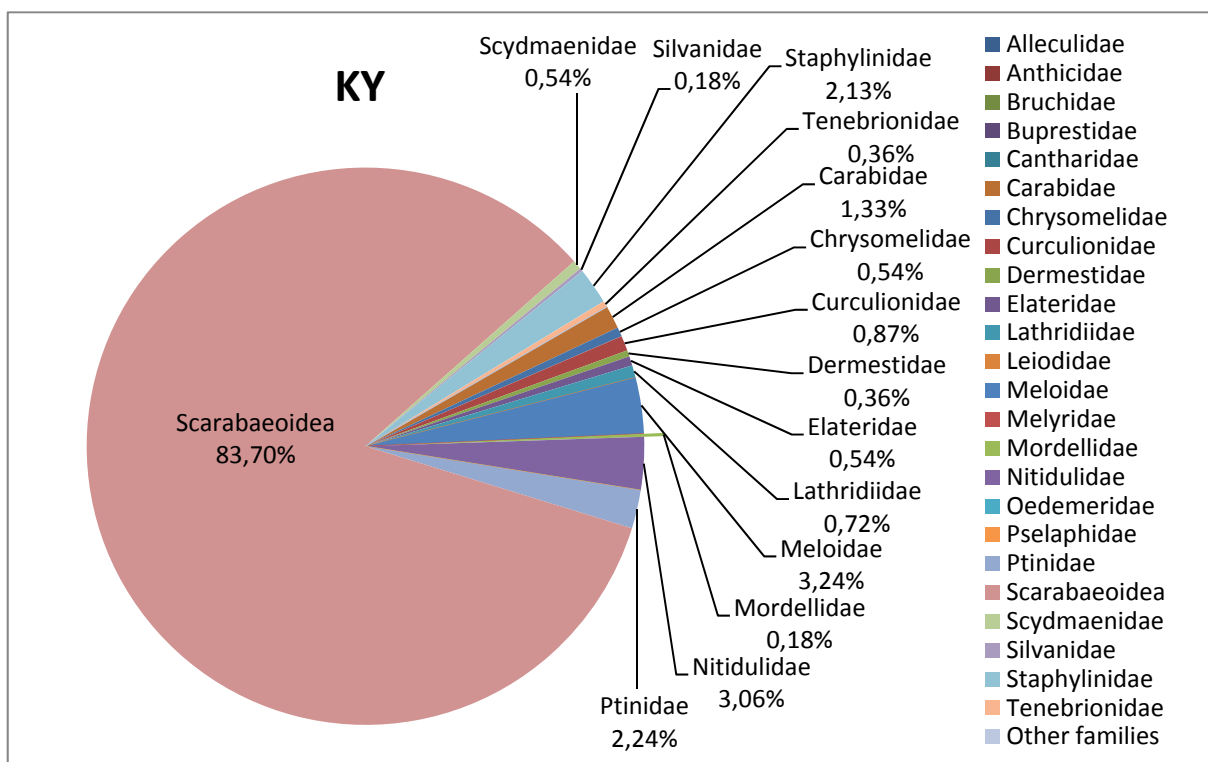
Εικόνα 3.16. Διάγραμμα της σχετικής αφθονίας των οικογενειών των κολεοπτέρων στο σταθμό MAI.



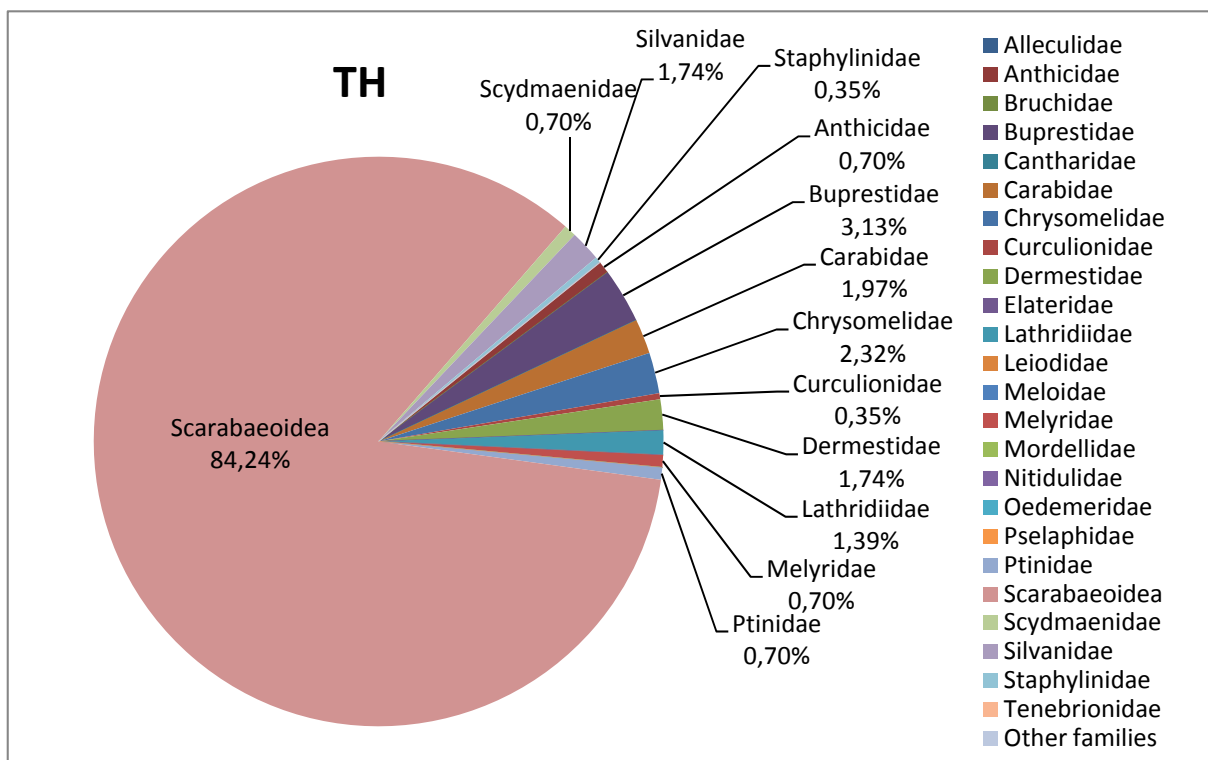
Εικόνα 3.17. Διάγραμμα της σχετικής αφθονίας των οικογενειών των κολεοπτέρων στο σταθμό MM.



Εικόνα 3.18. Διάγραμμα της σχετικής αφθονίας των οικογενειών των κολεοπτέρων στο σταθμό MC.



Εικόνα 3.19. Διάγραμμα της σχετικής αφθονίας των οικογενειών των κολεοπτέρων στο σταθμό KY.



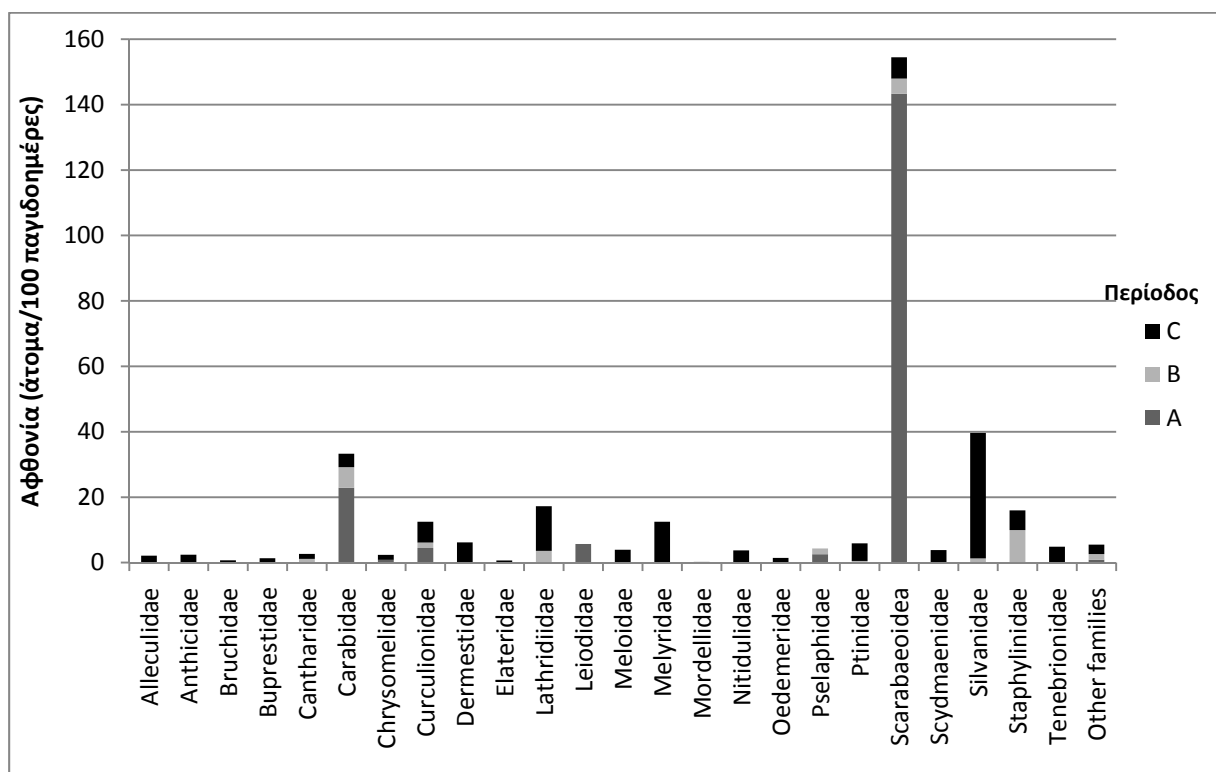
Εικόνα 3.20. Διάγραμμα της σχετικής αφθονίας των οικογενειών των κολεοπτέρων στο σταθμό TH.

3.2.1.2 Μεταβολή της αφθονίας στο χρόνο

Όσον αφορά στις περιόδους δειγματοληψίας τη μεγαλύτερη αφθονία παρατηρούμε κατά τη φθινοπωρινή περίοδο (A) και ακολουθούν η καλοκαιρινή (C) και η ανοιξιάτικη (B) (Πίν. 3.14). Ωστόσο, διαφορετικό πρότυπο παρουσιάζει ο αριθμός των οικογενειών. Κατά την καλοκαιρινή δειγματοληψία καταγράφουμε το μέγιστο αριθμό (προσδιορισμένων) οικογενειών (22), ενώ για την ανοιξιάτικη και τη φθινοπωρινή ο αριθμός τους ανέρχεται στις 9 και 6 αντίστοιχα (Εικ. 3.21).

Πίνακας 3.14. Αφθονία των οικογενειών των κολεοπτέρων ανά περίοδο δειγματοληψίας για το σύνολο των σταθμών (σε άτομα ανά 100 παγιδοημέρες).

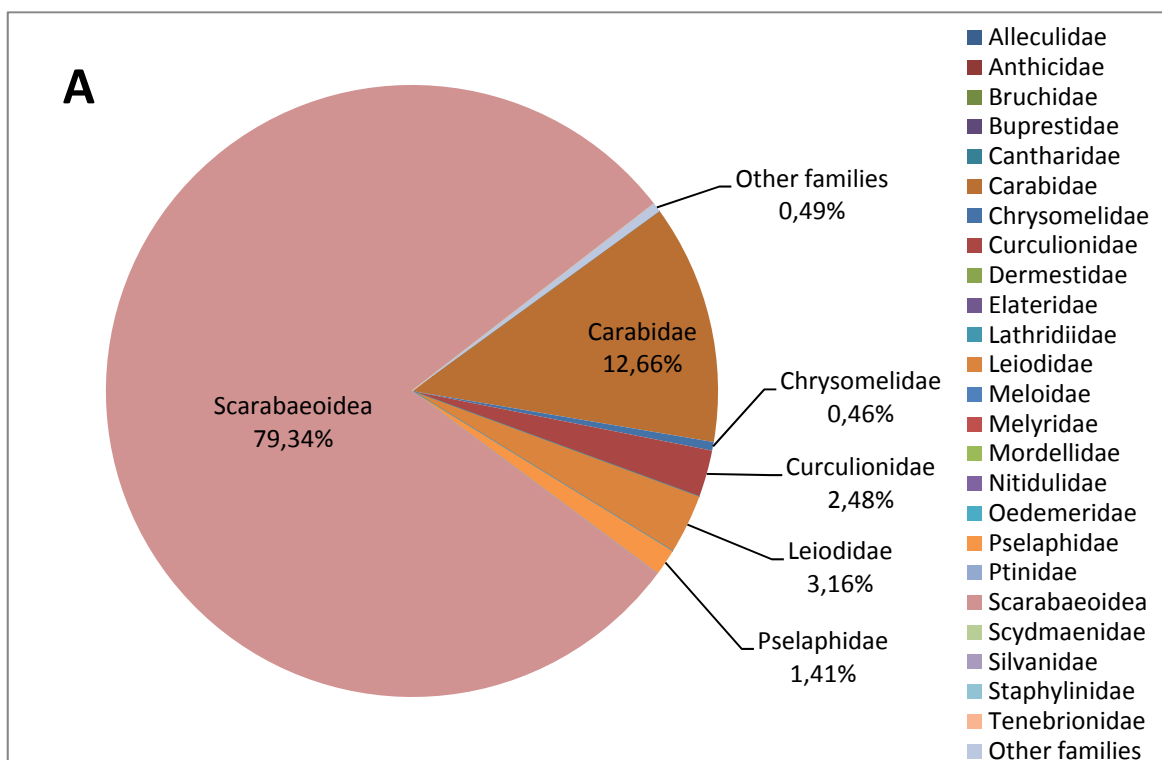
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	ΠΕΡΙΟΔΟΣ		
	A	B	C
Alleculidae	0	0	2,14
Anthicidae	0	0	2,44
Bruchidae	0	0	0,71
Buprestidae	0	0	1,32
Cantharidae	0	1,14	1,50
Carabidae	22,88	6,29	4,10
Chrysomelidae	0,83	0	1,52
Curculionidae	4,48	1,65	6,34
Dermestidae	0	0	6,17
Elateridae	0	0	0,66
Lathridiidae	0	3,61	13,65
Leiodidae	5,71	0	0
Meloidae	0	0	3,95
Melyridae	0	0	12,51
Mordellidae	0	0	0,22
Nitidulidae	0	0	3,73
Oedemeridae	0	0	1,43
Pselaphidae	2,54	1,81	0
Ptinidae	0	0,53	5,34
Scarabaeoidea	143,34	4,63	6,48
Scydmaenidae	0	0	3,85
Silvanidae	0	1,31	38,36
Staphylinidae	0	9,96	6,01
Tenebrionidae	0	0	4,87
Other families	0,88	1,73	2,89
Σύνολο	180,67	32,65	130,21



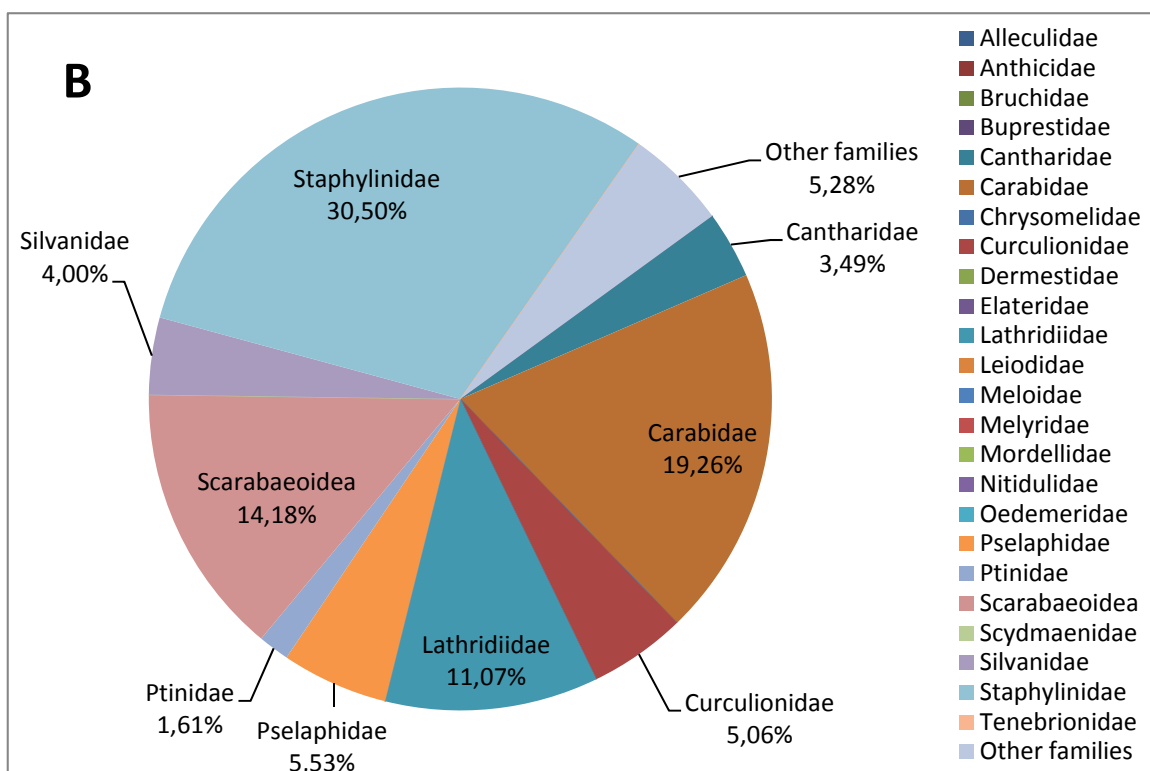
Εικόνα 3.21. Διάγραμμα της αφθονίας των οικογενειών των κολεοπτέρων ανά περίοδο δειγματοληψίας.

Αναλυτικά για κάθε εποχή έχουμε τα εξής στοιχεία:

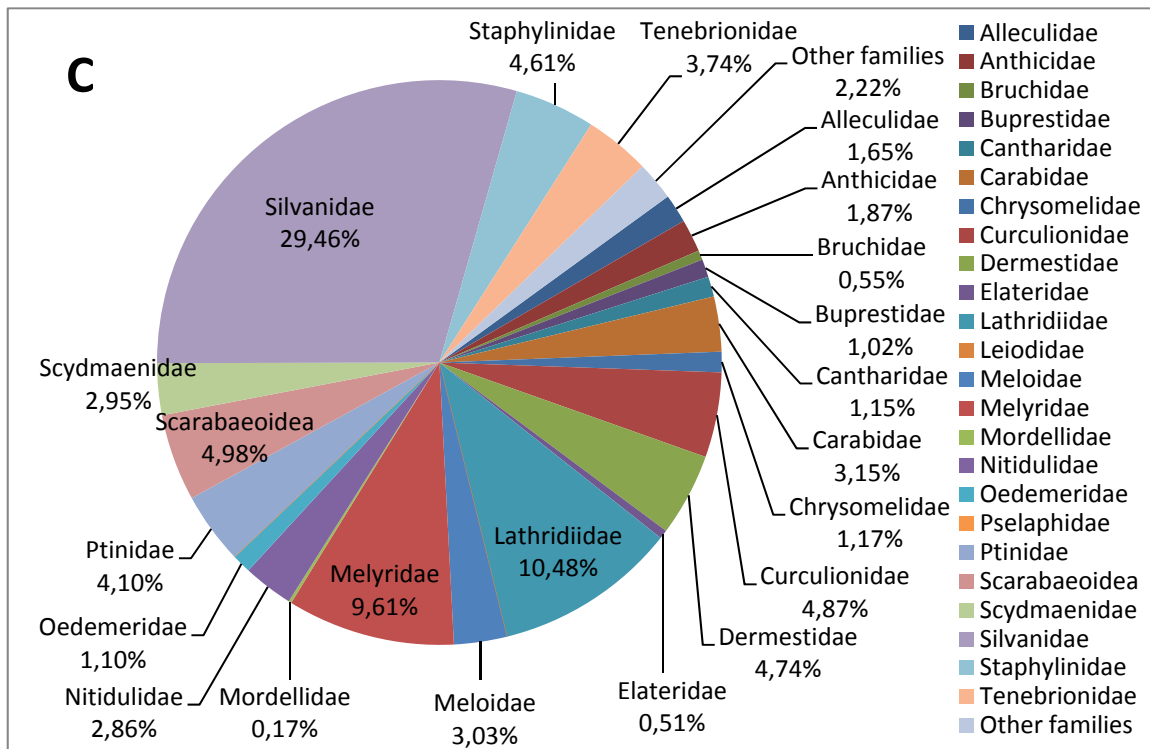
- κατά τη φθινοπωρινή περίοδο επικρατούν οι Scarabaeoidea και Carabidae (Εικ. 3.22),
- κατά την ανοιξιάτικη οι Staphylinidae, Carabidae, Scarabaeoidea και Lathridiidae (Εικ. 3.23) και
- κατά την καλοκαιρινή οι Silvanidae, Lathridiidae, Melyridae, ενώ η Scarabaeoidea περιορίζεται σημαντικά (Εικ. 3.24).



Εικόνα 3.22. Διάγραμμα της σχετικής αφθονίας των οικογενειών των κολεοπτέρων κατά τη φθινοπωρινή περίοδο.



Εικόνα 3.23. Διάγραμμα της σχετικής αφθονίας των οικογενειών των κολεοπτέρων κατά την εαρινή περίοδο.



Εικόνα 3.24. Διάγραμμα της σχετικής αφθονίας των οικογενειών των κολεοπτέρων κατά τη θερινή περίοδο.

Στη συνέχεια, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω για τα ισόποδα, ελέγχθηκαν οι επιδράσεις του παράγοντα «σταθμός» και του παράγοντα «περίοδος» στην αφθονία των κολεοπτέρων, καθώς και η ύπαρξη τυχόν αλληλεπίδρασης μεταξύ τους. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση διακύμανσης φαίνονται στον Πίνακα 3.15. Παρατηρούμε

Πίνακας 3.15. Αφθονία των κολεοπτέρων ανά σταθμό και ανά περίοδο δειγματοληψίας (σε άτομα ανά 100 παγίδοημέρες).

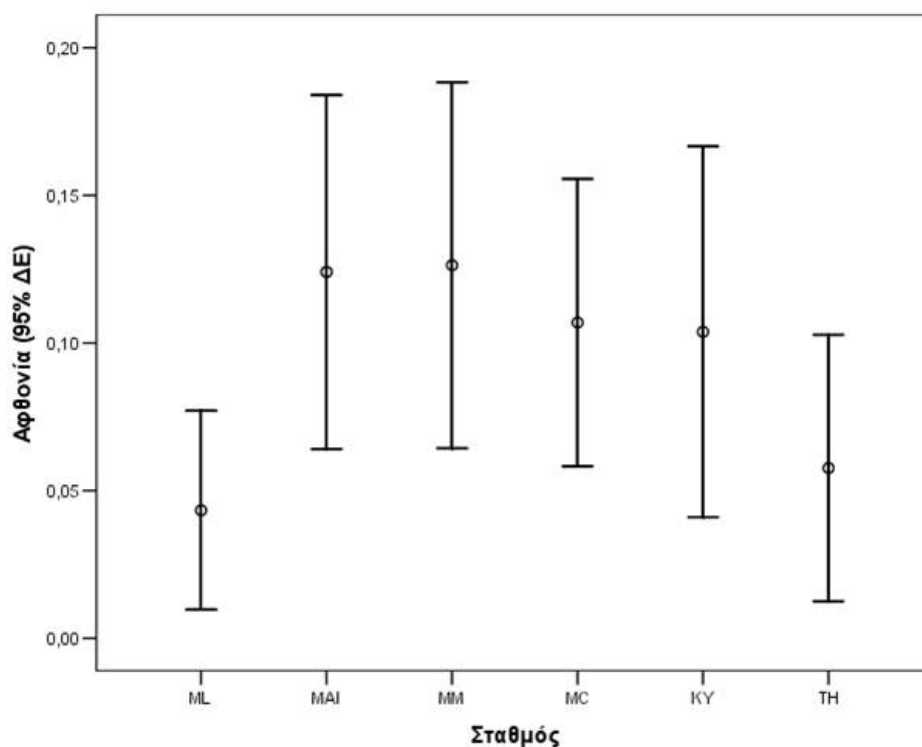
ΣΤΑΘΜΟΣ	ΠΕΡΙΟΔΟΣ			Σύνολο
	A	B	C	
ML	0,71	5,56	9,29	15,56
MAI	2,63	5,50	53,57	61,70
MM	38,67	7,02	18,80	64,48
MC	4,29	7,84	25,71	37,84
KY	99,38	4,74	17,54	121,66
TH	35,00	2,00	5,29	42,29
Σύνολο	180,67	32,65	130,21	343,53

ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων ($p = 0,179$), οι σταθμοί δεν διαφέρουν μεταξύ τους ($p = 0,110$) (Εικ. 3.25), ενώ οι εποχές παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p << 0,05$) (Πίν. 3.16).

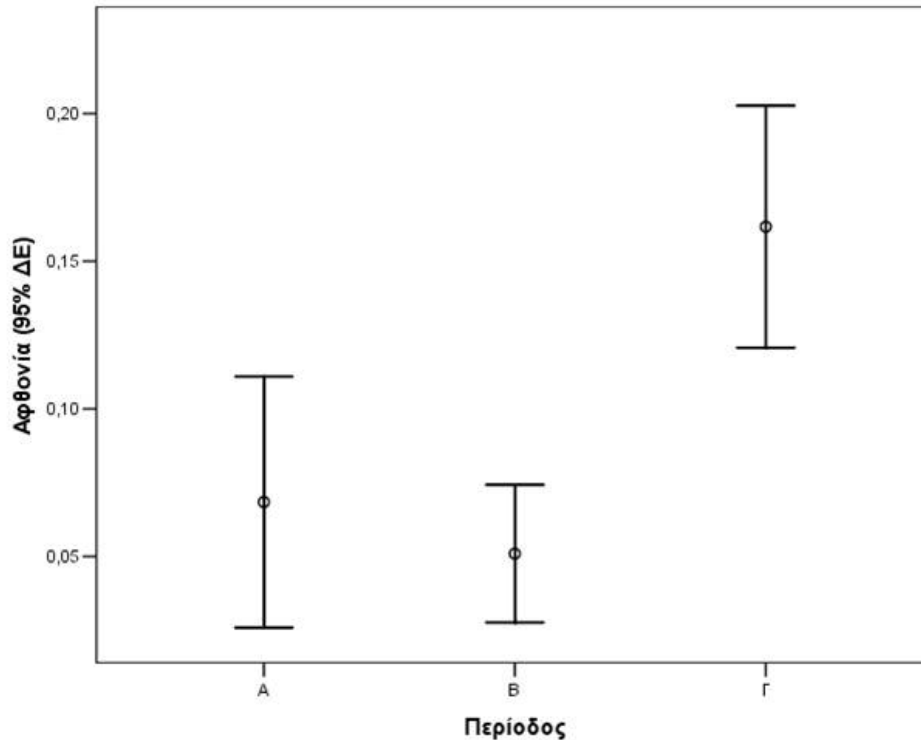
Πίνακας 3.16. Αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης (two-way ANOVA) για τα κολεόπτερα.

Πηγή	Βαθμοί Ελευθερίας	F	p
Σταθμός	5	1,809	0,110
Περίοδος	2	10,505	0,000
Σταθμός*Περίοδος	10	1,396	0,179
Σφάλμα	432		
Σύνολο	450		

Ο εκ των υστέρων έλεγχος Bonferroni έδειξε, όπως και παραπάνω, ότι η καλοκαιρινή δειγματοληψία διαφέρει στατιστικώς σημαντικά τόσο από τη φθινοπωρινή ($p << 0,05$) όσο και από την ανοιξιάτικη ($p << 0,05$) ως προς την αφθονία των κολεοπτέρων (Εικ. 3.26).



Εικόνα 3.25. Μέσοι όροι και 95% διαστήματα εμπιστοσύνης της αφθονίας των κολεοπτέρων ανά σταθμό δειγματοληψίας.



Εικόνα 3.26. Μέσοι όροι και 95% διαστήματα εμπιστοσύνης της αφθονίας των κολεοπτέρων ανά περίοδο δειγματοληψίας.

3.2.2 Ποικιλότητα

Τα αποτελέσματα από την εκτίμηση της ποικιλότητας των κολεοπτέρων για κάθε σταθμό παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.17.

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα της αφθονίας και της ποικιλότητας των κολεοπτέρων στους σταθμούς δειγματοληψίας, παρατηρούμε ότι οι δείκτες ποικιλότητας H' , D και J' δίνουν πανομοιότυπο πρότυπο. Αντιθέτως, ο δείκτης ισοκατανομής E διαφοροποιείται, όπως και στην περίπτωση των ισοπόδων, αξιολογώντας ότι ο σταθμός με τη μικρότερη αφθονία και το μικρότερο αριθμό οικογενειών (εδώ ο ML) είναι αυτός με τη μεγαλύτερη ισοκατανομή. Για το σταθμό ΚΥ βλέπουμε παρόμοια αποτελέσματα μ' αυτά που δίνουν και τα ισόποδα. Ο σταθμός ΤΗ έχει χαμηλή αφθονία, ποικιλότητα και ισοκατανομή και σχετικά μικρό αριθμό οικογενειών. Ο σταθμός ΜΑΙ παρουσιάζει γενικά μεγάλη ποικιλότητα, ισοκατανομή και αριθμό οικογενειών και ενδιάμεση τιμή αφθονίας, ενώ ο σταθμός ΜΜ χαρακτηρίζεται από μεγάλη αφθονία, αλλά σχετικά χαμηλές τιμές ποικιλότητας και ισοκατανομής και μικρό αριθμό οικογενειών. Τέλος, ο σταθμός ΜC φαίνεται να έχει υψηλή ποικιλότητα, ισοκατανομή και αριθμό οικογενειών, παρά τη μικρή αφθονία, υποδεικνύοντας ότι η κολεοπτεροπανίδα έχει μία πιο ισορροπημένη κατανομή σε σχέση με την ισοποδοπανίδα.

Πίνακας 3.17. Εκτίμηση της ποικιλότητας των κολεοπτέρων στους σταθμούς δειγματοληψίας. Με έντονους αριθμούς υποδεικνύονται οι μεγαλύτερες τιμές κάθε δείκτη.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ	ΣΤΑΘΜΟΣ						All Sample Index	Jackknife Std Error
	ML	MAI	MM	MC	KY	TH		
Families No. ¹	6	15	13	15	15	13	25	3,162
Shannon H'	1,471	2,107	1,849	2,35	0,817	0,7949	2,123	0,4121
Variance H	0,00032	0,00017	0,00021	0,00018	0,00018	0,00050		
Exp H	4,352	8,228	6,354	10,49	2,264	2,214		
Simpson's D	3,644	5,587	3,907	8,031	1,421	1,403	4,267	3,613
Simpson's E	0,6074	0,3724	0,3005	0,5354	0,09474	0,1079	0,1707	0,1912
Pielou J'	0,4569	0,6547	0,5744	0,7301	0,2538	0,2469	0,6596	0,128

¹Πρόκειται για τον ελάχιστο αριθμό οικογενειών, αφού δεν ήταν δυνατόν να προσδιοριστούν όλες επακριβώς.

Τέλος, όσον αφορά στις περιόδους δειγματοληψίας, με βάση τους δείκτες H' , D και J' , μεγαλύτερη ποικιλότητα και ισοκατανομή εμφανίζονται το καλοκαίρι και ακολουθούν η άνοιξη και το φθινόπωρο, ενώ ο δείκτης E εκτιμά ότι η υψηλότερη ισοκατανομή εμφανίζεται την άνοιξη (Πίν. 3.18).

Πίνακας 3.18. Εκτίμηση της ποικιλότητας των κολεοπτέρων για κάθε περίοδο δειγματοληψίας. Με έντονους αριθμούς υποδεικνύονται οι μεγαλύτερες τιμές κάθε δείκτη.

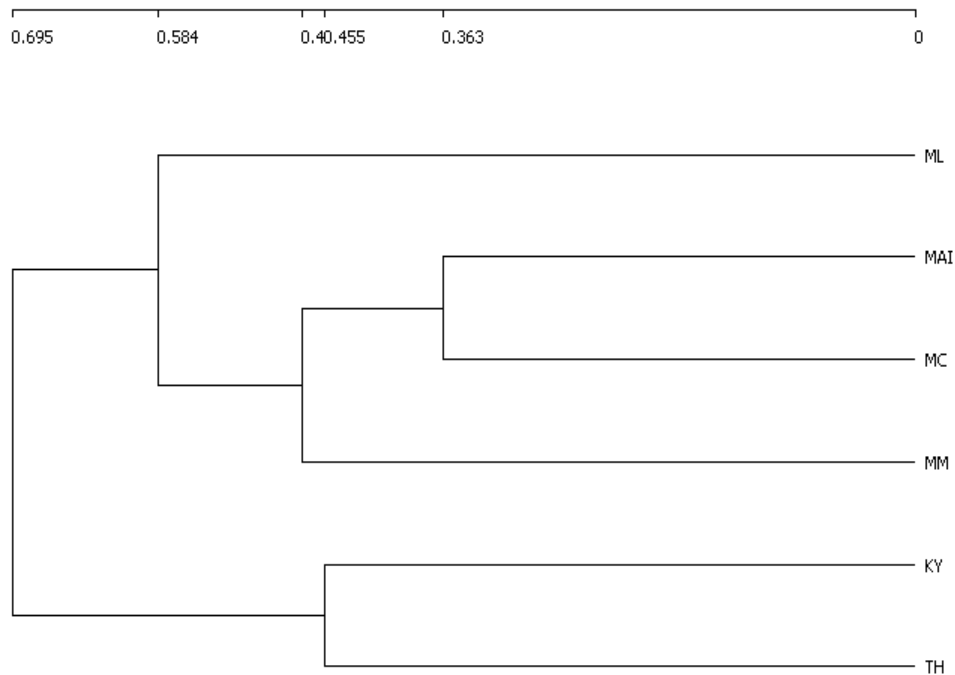
ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ	ΠΕΡΙΟΔΟΣ			All Sample Index	Jackknife Std Error
	A	B	C		
Families No. ¹	7	10	23	25	8,353
Shannon H'	0,7568	1,98	2,571	2,123	0,8583
Variance H	0,00007	0,00017	0,00009		
Exp H	2,131	7,239	13,08		
Simpson's D	1,545	5,758	8,029	4,268	4,582
Simpson's E	0,2207	0,5758	0,3491	0,1707	0,1605
Pielou J'	0,2351	0,615	0,7989	0,6596	0,2666

¹Πρόκειται για τον ελάχιστο αριθμό οικογενειών, αφού δεν ήταν δυνατόν να προσδιοριστούν όλες επακριβώς.

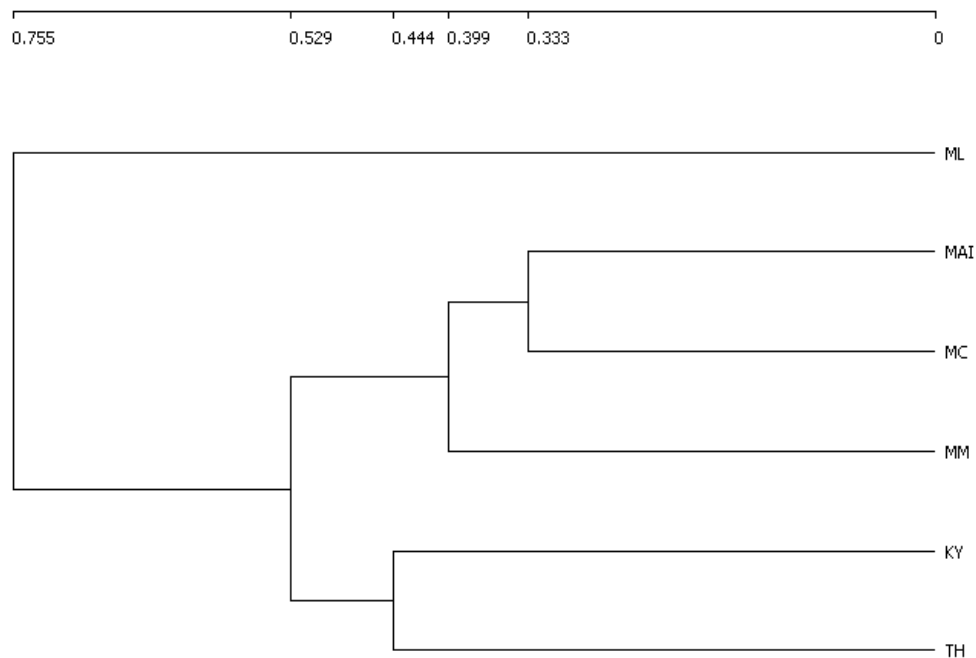
3.2.3 Ομοιότητα βιοκοινοτήτων

Από την ανάλυση ομαδοποίησης των σταθμών με το δείκτη Bray-Curtis προέκυψε ότι όλοι οι σταθμοί του Μεγανησίου ομαδοποιούνται σε ένα κλάδο και ο Κυθρός με τη Θηλειά σε ένα δεύτερο (ΚΥ και ΤΗ) (Εικ. 3.27). Ειδικά για το Μεγανήσι παρατηρούμε ότι οι MAI και MC διαφέρουν μεταξύ τους στο μικρότερο βαθμό και ισαπέχουν από τον MM, ενώ ο ML διαφέρει

περισσότερο. Ο δείκτης Jaccard δίνει ένα παρόμοιο πρότυπο με τον Bray-Curtis, με τη διαφορά ότι η μέγιστη ανομοιότητα εμφανίζεται στο σταθμό ML (Εικ. 3.28).



Εικόνα 3.27. Δενδρόγραμμα ομαδοποίησης των σταθμών ως προς την αφθονία των κολεοπτέρων με το δείκτη Bray-Curtis.



Εικόνα 3.28. Δενδρόγραμμα ομαδοποίησης των σταθμών βάσει της παρουσίας των οικογενειών των κολεοπτέρων με το δείκτη Jaccard.

3.3 Χειλόποδα

Από τις παγίδες παρεμβολής συλλέχθηκαν συνολικά 42 χειλόποδα, τα οποία ανήκουν σε 4 τάξεις και 10 διαφορετικά είδη. Στο Μεγανήσι καταγράφηκαν συνολικά εννέα είδη, στον Κυθρό τέσσερα και στη Θηλειά πέντε. Τρία είδη (*Lithobius erythrocephalus*, *L. lucifugus*, *Scolopendra cingulata*) είναι παρόντα σε όλα τα νησιά.

Σημειώνεται ότι για την ομάδα αυτή δε γίνονται αναλύσεις όπως για τις παραπάνω ομάδες, επειδή ο αριθμός των ατόμων είναι πολύ μικρός και δεν μπορεί να υποστηρίξει αξιόπιστα αποτελέσματα. Για το λόγο αυτό, παρατίθενται τα πρωτογενή δεδομένα (και όχι οι αφθονίες των ειδών).

Βάσει του αριθμού των ειδών τους οι σταθμοί ταξινομούνται με την εξής σειρά: **MAI > MM > ML & TH > KY > MC** (Πίν. 3.19). Αντίστοιχα για τις περιόδους δειγματοληψίας, ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών εμφανίζεται κατά την καλοκαιρινή δειγματοληψία (C) και ακολουθούν η φθινοπωρινή (A) και η ανοιξιάτικη (B) (Πίν. 3.20).

Πίνακας 3.19. Τα είδη των χειλοπόδων που εμφανίζονται σε κάθε σταθμό για το σύνολο των δειγματοληψιών και ο αριθμός των ατόμων κάθε είδους.

ΤΑΞΗ	ΕΙΔΟΣ	ΣΤΑΘΜΟΣ						Σύνολο
		ML	MAI	MM	MC	KY	TH	
Lithobiomorpha	<i>Eupolybothrus litoralis</i>	0	5	2	1	1	0	9
Lithobiomorpha	<i>Lithobius agilis</i>	0	1	0	0	0	0	1
Lithobiomorpha	<i>Lithobius erythrocephalus</i>	0	2	1	0	2	1	6
Lithobiomorpha	<i>Lithobius lucifugus</i>	1	1	1	0	1	1	5
Lithobiomorpha	<i>Lithobius microps*</i>	0	0	1	0	0	0	1
Lithobiomorpha	<i>Pleuroolithobius jonicus</i>	1	1	1	1	0	4	8
Scolopendromorpha	<i>Cryptops parisi</i>	1	0	0	0	0	0	1
Scolopendromorpha	<i>Scolopendra cingulata</i>	1	2	1	0	3	1	8
Scutigermorpha	<i>Scutigera coleoptrata</i>	1	1	0	0	0	0	2
Geophilomorpha	<i>Clinopodes flavidus</i>	0	0	0	0	0	1	1
	Σύνολο	5	13	7	2	7	8	42
	Αριθμός ειδών	5	7	6	2	4	5	10

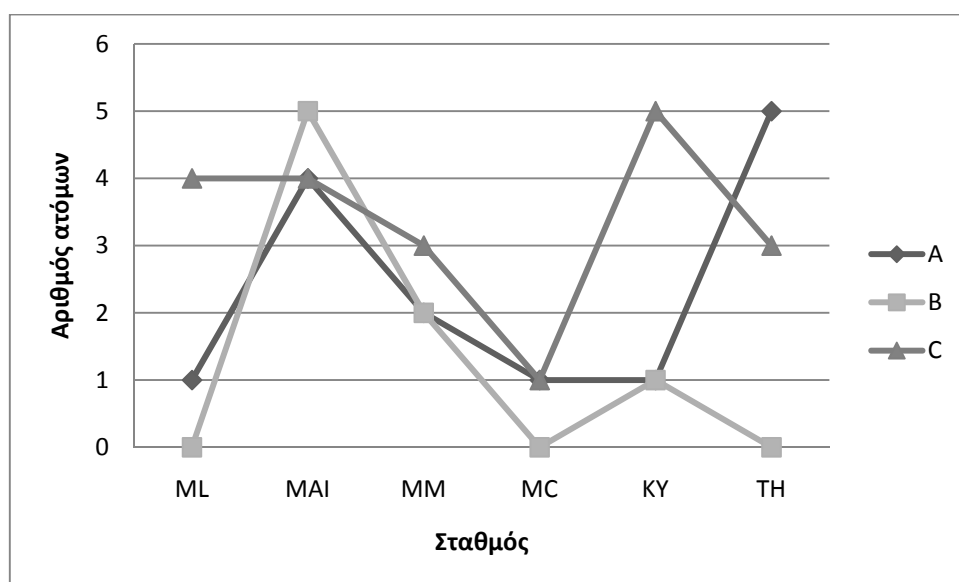
* Το είδος αυτό αναφέρεται με επιφύλαξη, καθώς το δείγμα ήταν αρκετά κατεστραμμένο.

Πίνακας 3.20. Τα είδη των χειλοπόδων που εμφανίζονται στις τρεις περιόδους δειγματοληψίας για το σύνολο των σταθμών και ο αριθμός των ατόμων κάθε είδους.

ΕΙΔΟΣ	ΠΕΡΙΟΔΟΣ		
	A	B	C
<i>Eupolybothrus litoralis</i>	2	3	4
<i>Lithobius agilis</i>	0	1	0
<i>Lithobius erythrocephalus</i>	4	0	2
<i>Lithobius lucifugus</i>	0	1	4
<i>Lithobius microps*</i>	0	1	0
<i>Pleuroolithobius jonicus</i>	8	0	0
<i>Cryptops parisi</i>	0	0	1
<i>Scolopendra cingulata</i>	0	2	6
<i>Scutigera coleoptrata</i>	0	0	2
<i>Clinopodes flavidus</i>	0	0	1
Σύνολο	14	8	20
Αριθμός ειδών	3	5	7

* Το είδος αυτό αναφέρεται με επιφύλαξη, καθώς το δείγμα ήταν αρκετά κατεστραμμένο.

Αναλύοντας τα δεδομένα ανά σταθμό και ανά περίοδο δειγματοληψίας η παρουσία των χειλοπόδων φανερώνει μία αρκετά σταθερή τάση στο χώρο και το χρόνο (Εικ. 3.29), χωρίς, όμως, να μπορούμε να βγάλουμε κάποιο ασφαλές συμπέρασμα.



Εικόνα 3.29. Κατανομή των χειλοπόδων στους σταθμούς και τις περιόδους δειγματοληψίας.

3.4 Ψευδοσκορπιοί

Λόγω του μικρού δείγματος των ψευδοσκορπιών (11 άτομα) δεν πραγματοποιήθηκαν κάποιοι είδους αναλύσεις. Παρατίθενται απλώς οι οικογένειες που εντοπίστηκαν σε κάθε σταθμό και εποχή (Πίν. 3.21 και 3.22 αντίστοιχα). Στο Μεγανήσι βρέθηκαν συνολικά τέσσερις οικογένειες και στον Κυθρό και τη Θηλειά μία. Το φθινόπωρο και την άνοιξη ο αριθμός των οικογενειών και των ατόμων είναι μεγαλύτερος σε σχέση με το καλοκαίρι.

Πίνακας 3.21. Οι οικογένειες των ψευδοσκορπιών που εμφανίζονται σε κάθε σταθμό για το σύνολο των δειγματοληψιών και ο αριθμός των ατόμων ανά οικογένεια.

ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	ΣΤΑΘΜΟΣ					
	ML	MAI	MM	MC	KY	TH
Chthoniidae	0	3	1	1	0	0
Neobisiidae	0	1	1	0	0	0
Chernetidae	0	0	0	1	1	0
Garypinidae	0	0	0	1	0	1
Σύνολο	0	4	2	3	1	1
Αριθμός οικογενειών	0	2	2	3	1	1

Πίνακας 3.22. Οι οικογένειες των ψευδοσκορπιών που εμφανίζονται σε κάθε περίοδο δειγματοληψίας για το σύνολο των σταθμών και ο αριθμός των ατόμων ανά οικογένεια.

ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	ΠΕΡΙΟΔΟΣ		
	A	B	C
Chthoniidae	3	2	0
Neobisiidae	2	0	0
Chernetidae	0	1	1
Garypinidae	1	1	0
Σύνολο	6	4	1
Αριθμός οικογενειών	3	3	1

3.5 Σπονδυλόζωα

Επειδή τα δεδομένα για τα Σπονδυλόζωα είναι μόνο ποιοτικά, δεν αναλύθηκαν όπως αυτά των εδαφόβιων αρθροπόδων και γι' αυτό παρατίθενται μόνο ως καταγραφές στον Πίνακα 3.23. Εντοπίστηκαν συνολικά 10 είδη ερπετών, απ' τα οποία το είδος *Emys orbicularis* αποτελεί νέα καταγραφή για την περιοχή. Βρίσκεται στα είδη του Παραρτήματος

IV της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ και συνεπώς θα έπρεπε να περιέχεται στις λίστες των σημαντικών ειδών της περιοχής GR2220003 (Natura 2000).

Τέλος, όσον αφορά στα θηλαστικά ο αριθμός των ειδών παραμένει αδιευκρίνιστος. Η παρουσία μικροθηλαστικών, εκτός των ανθρωπόφιλων και ανθρωπομεταφερόμενων *Rattus* και *Mus musculus*, σχεδόν αποκλείστηκε. Στις παγίδες που τοποθετήθηκαν τα συνολικά τέσσερα άτομα που συνελήφθησαν ανήκαν αποκλειστικά στο γένος *Rattus*, ακόμα και στους βιοτόπους με πυκνή βλάστηση που συνήθως καταλαμβάνονται από άλλα πιο μικρόσωμα μικροθηλαστικά. Από τα υπόλοιπα (εκτός Χειροπτέρων) θηλαστικά επιβεβαιώθηκε η παρουσία των *Vulpes vulpes* και *Erinaceus roumanicus*, ενώ δε βρέθηκαν σαφή ίχνη των *Meles meles* και *Martes foina*. Τέλος, για τις νυχτερίδες θα πρέπει να διεξαχθεί μία στοχευμένη και εξειδικευμένη μελέτη λόγω της ιδιαιτερότητάς τους.

Πίνακας 3.23. Τα είδη των χερσόβιων Σπονδυλοζώων που καταγράφηκαν στα νησιά μελέτης.

ΕΙΔΟΣ	Μεγανήσι	Κυθρός	Θηλειά	Παλαιότερη αναφορά
Ερπετά				
<i>Emys orbicularis</i>	x			
<i>Eurotestudo hermanni</i>				Natura 2000*
<i>Algyroides nigropunctatus</i>	x	x	x	Natura 2000*
<i>Hemidactylus turcicus</i>	x			
<i>Cyrtopodion kotschy</i>		x		Natura 2000*
<i>Lacerta trilineata</i>	x	x		Natura 2000*
<i>Podarcis taurica ionica</i>	x	x	x	
<i>Elaphe quatuorlineata</i>	x			Natura 2000*
<i>Hierophis gemonensis</i>	x	x	x	
<i>Malpolon monspessulanus</i>	x			
<i>Platyceps najadum</i>	x			Natura 2000*
Θηλαστικά				
<i>Erinaceus roumanicus</i>	x			
<i>Rattus sp.</i>	x	x	x	
<i>Mus musculus</i>	x			
<i>Vulpes vulpes</i>	x			
<i>Meles meles</i>	?			
<i>Martes foina</i>	?			
<i>Rhinolophus sp.</i>	x			
<i>Pipistrellus sp.</i>	x			
<i>Myotis capaccinii</i>				Natura 2000*
<i>Myotis blythi</i>				Natura 2000*
<i>Rhinolophus blasii</i>				Natura 2000*
<i>Rhinolophus euryale</i>				Natura 2000*

* Η αναφορά είναι για την ευρύτερη περιοχή (GR2220003) και όχι αποκλειστικά για το Μεγανήσι.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1 Τα ισόποδα του Ιονίου

Όπως αναφέρθηκε, στην περιοχή μελέτης συλλέχθηκαν με παγίδες παρεμβολής άτομα από 9 διαφορετικά επίγαια είδη ισοπόδων. Εκτός απ' αυτά, στα νησιά και τις ακτές του Ιονίου έχουν καταγραφεί και άλλα είδη ισοπόδων (Schmalfuss, 2003) όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1. Για τα είδη που έχουν ήδη καταγραφεί (ιδιαίτερα γι' αυτά του Κεντρικού Ιονίου), αλλά δε βρέθηκαν στην περιοχή μελέτης, μπορούμε να διατυπώσουμε ορισμένες υποθέσεις. Για κάποια είδη η μέθοδος ή/και η ένταση της δειγματοληψίας δεν ήταν αποτελεσματικές, καθώς μ' αυτόν τον τρόπο συλλαμβάνονται μόνο τα πιο κινητικά είδη με έντονη επίγεια δραστηριότητα (Topping & Sunderland, 1992). Εξάλλου πολλά είδη ισοπόδων προτιμούν την ενδόγαια διαβίωση σε βαθύτερα οργανικά στρώματα (Petersen & Luxton, 1982). Για άλλα είδη μπορούμε να υποθέσουμε είτε ότι δεν υπάρχουν στα συγκεκριμένα νησιά είτε ότι απουσιάζουν απ' τις περιοχές, όπου πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληψίες.

Από τα 9 καταγραφέντα είδη τα *Armadillidium beieri*, *A. epiroticum*, *A. frontemarginatum*, *A. justii*, *A. simile*, *Chaetophiloscia leucadia* και *Trachelipus palustris* είναι ενδημικά της Ελλάδας (Λεγάκης, 2010). Ο Schmalfuss (2001) αναφέρει ότι 6 είδη του γένους *Armadillidium* (*A. arcadicum*, *A. beieri*, *A. frontemarginatum*, *A. jonicum*, *A. justii*, *A. wernerii*) είναι ενδημικά αποκλειστικά των Ιονίων Νήσων και απουσιάζουν από τις γειτονικές ηπειρωτικές περιοχές. Θεωρεί ότι αυτά τα είδη υπήρχαν προηγουμένως στην ηπειρωτική περιοχή, αλλά εξαφανίστηκαν λόγω αυξημένης θήρευσης ή/και ανταγωνισμού. Το ενδεχόμενο να προέρχονται από κάποια συμβάντα *in situ* ειδογένεσης φαίνεται μάλλον απίθανο, μιας και τα νησιά αποκόπηκαν απ' την ηπειρωτική περιοχή σχετικά πρόσφατα. Ειδικά για το Μεγανήσι και τα δορυφορικά νησιά γνωρίζουμε ότι απομονώθηκαν κατά το Ύστερο Πλειστόκαινο, μετά τα 21.000 έτη (Perissoratis & Conispoliatis, 2003). Εξάλλου, η απόσταση τόσο μεταξύ των νησιών όσο και μεταξύ αυτών και της ηπειρωτικής περιοχής είναι πολύ μικρή, ώστε να μην μπορεί να αποκλειστεί πιθανή γονιδιακή ροή.

Επιπλέον, ο Schmalfuss (2001) αναφέρει για το Ιόνιο 3 ενδημικά είδη ενός νησιού (single-island endemics, SIE), τα *A. hauseni*, *A. simile* και *A. kalamium*. Βάσει των δεδομένων μας το *A. simile* δεν αποτελεί τέτοια περίπτωση, αλλά αντιθέτως είναι παρόν και στα τρία νησιά μελέτης.

Πίνακας 4.1. Τα επίγαια είδη των ισοπόδων που έχουν καταγραφεί στην ευρύτερη περιοχή του Ιονίου και της δυτικής Ελλάδας. Με αστερίσκο (*) σημειώνονται τα ενδημικά είδη της Ελλάδας (Λεγάκης, 2010).

ΕΙΔΟΣ	ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΗΣ Δ. ΕΛΛΑΔΑΣ ΟΠΟΥ ΕΧΕΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΙ	ΠΗΓΗ	ΠΑΡΟΥΣΑ ΜΕΛΕΤΗ
<i>Armadillidium albanicum</i> Verhoeff, 1901	Κέρκυρα, ΒΔ Ελλάδα	Schmalfuss, 2011	
<i>A. album</i> Dollfus, 1887	Ζάκυνθος	Schmalfuss, 2011	
<i>A. arcadicum</i> Verhoeff, 1901*	Κεφαλονιά, Ζάκυνθος	Schmalfuss, 2011	
<i>A. beieri</i> Strouhal, 1937*	Λευκάδα, Κάλαμος, Κεφαλονιά	Schmalfuss, 2011	Κυθρός
<i>A. bicurvatum</i> Verhoeff, 1901	Κέρκυρα, Παξοί, Ήπειρος	Schmalfuss, 2011	
<i>A. cephalonicum</i> Strouhal, 1929*	Κεφαλονιά, Ζάκυνθος	Schmalfuss, 2011	
<i>A. corcyraeum</i> Verhoeff, 1901*	Κέρκυρα, Παξοί, Λευκάδα, ΒΔ Ελλάδα	Schmalfuss, 2011	
<i>A. epiroticum</i> Strouhal, 1956*	Ήπειρος	Schmalfuss, 2010	Μεγανήσι
<i>A. frontemarginatum</i> Strouhal, 1927*	Λευκάδα, Μεγανήσι, Κάλαμος, Κεφαλονιά, Ζάκυνθος	Schmalfuss, 2011	Μεγανήσι, Κυθρός, Θηλειά
<i>A. frontetriangulum</i> Verhoeff, 1901*	Κέρκυρα, Κεφαλονιά, ΒΔ Ήπειρος	Schmalfuss, 2011	
<i>A. granulatum</i> Brandt, 1833	Λευκάδα, Κεφαλονιά, Στροφάδες	Schmalfuss, 2011	
<i>A. hauseni</i> Schmalfuss, 1985*	Παξοί	Schmalfuss, 2011	
<i>A. humectum</i> Strouhal, 1937*	Κεφαλονιά, Λευκάδα, Ζάκυνθος, Δ Ελλάδα	Schmalfuss, 2011	
<i>A. jonicum</i> Strouhal, 1927*	Λευκάδα, Κάλαμος, Κεφαλονιά, Ιθάκη	Schmalfuss, 2011	
<i>A. justii</i> Strouhal, 1937*	Λευκάδα, Μεγανήσι και Κάλαμος	Schmalfuss, 2011	Μεγανήσι, Θηλειά
<i>A. kalamium</i> Strouhal, 1956*	Κάλαμος	Schmalfuss, 2011	
<i>A. marmoratum</i> Strouhal, 1929	Λευκάδα, Πελοπόννησος	Schmalfuss, 2011	
<i>A. pallasi</i> Brandt, 1833	Κέρκυρα	Schmalfuss, 2011	
<i>A. peloponnesiacum</i> Verhoeff, 1901*	Λευκάδα, Κεφαλονιά, Ζάκυνθος, Δ Ελλάδα	Schmalfuss, 2011	
<i>A. simile</i> Strouhal, 1937*	Κέρκυρα	Schmalfuss, 2011	Μεγανήσι, Κυθρός, Θηλειά
<i>A. vulgare</i> Latreille, 1804	Κοσμοπολιτικό	Schmalfuss, 2011	

ΕΙΔΟΣ	ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΗΣ Δ. ΕΛΛΑΔΑΣ ΟΠΟΥ ΕΧΕΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΙ	ΠΗΓΗ	ΠΑΡΟΥΣΑ ΜΕΛΕΤΗ
<i>A. weneri</i> Strouhal, 1927*	Κέρκυρα	Schmalfuss, 2011	
<i>Bathytropa dollfusi</i> Strouhal, 1936	Λευκάδα	Schmalfuss, 2004	
<i>Chaetophiloscia leucadia</i> Strouhal, 1937*	ΒΔ Ελλάδα, Νησιά Ιονίου	Schmalfuss, 2004	Μεγανήσι, Κυθρός, Θηλειά
<i>Hyloniscus beckeri</i>	Δ Ελλάδα, Ιόνιο	Schmalfuss, 2004	
<i>Leptotrichus panzerii</i> Audouin, 1826	Κεφαλονιά, Ζάκυνθος, Στροφάδες, Λευκάδα, Κάλαμος	Schmalfuss, 2000	
<i>Orthometopon dalmatinum</i> Verhoeff, 1901	Νησιά Ιονίου, Δ Ελλάδα	Schmalfuss, 1993	Μεγανήσι, Θηλειά
<i>Paxodillidium schawalleri</i> Schmalfuss, 1985*	Νησιά Ιονίου	Schmalfuss, 2004	
<i>Platyarthrus beieri</i> Strouhal, 1954*	Νησιά Ιονίου, Πελοπόννησος	Schmalfuss, 2004	
<i>Porcellio messenicus</i> Verhoeff, 1907*	Κεφαλονιά, Ζάκυνθος, Ν Πελοπόννησος	Schmalfuss, 2004	
<i>Porcellionides pruinosis</i> Brandt, 1833	Κοσμοπολιτικό	Schmalfuss, 2004	
<i>Stenophiloscia glarearum</i> Verhoeff, 1908	Ακτές Ιονίου	Schmalfuss, 2004	
<i>Tendosphaera graeca</i>	Λευκάδα	Schmalfuss, 1998	
<i>Trachelipus palustris</i> Strouhal, 1936*	Πελοπόννησος	Parmakelis <i>et al.</i> , 2008	Μεγανήσι, Κυθρός
<i>Trichoniscus chasmatophilus</i> Strouhal, 1936*	Λευκάδα	Schmalfuss, 2004	
<i>Trichoniscus corcyraeus</i> Verhoeff, 1901*	Κέρκυρα	Schmalfuss, 2004	
<i>Xeroporcellio pandazisi</i> Strouhal, 1954*	Κέρκυρα, ΒΔ Ελλάδα	Schmalfuss, 2004	

Γενικά, το γένος *Armadillidium* εμφανίζει πολύ μεγάλη ποικιλομορφία στην Ελλάδα με περίπου 55 είδη, εκ των οποίων περίπου τα 40 θεωρούνται ενδημικά (Schmalfuss, 2001). Ειδικά στην ηπειρωτική και δυτική Ελλάδα υπάρχουν περίπου 50 καταγεγραμμένα είδη (Schmalfuss, 2006), ενώ όσο προχωράμε προς τα ανατολικά ο αριθμός τους μειώνεται δραστικά. Οι ξηρές συνθήκες που επικρατούν στην ανατολική Ελλάδα και, κατ' επέκταση, η αραιή βλάστηση ευνοούν την παρουσία ξηρόφιλων γενών που μπορούν να σφαιροποιούνται πιο αποτελεσματικά, άρα και να προστατεύονται από τους θηρευτές, όπως το *Schizidium* και το *Armadillo* (Schmalfuss, 2001). Προφανώς όλα τα παραπάνω εξηγούν το γεγονός ότι το 56% των ειδών που καταγράφονται στην παρούσα μελέτη ανήκει στο γένος αυτό.

Ο υψηλός ενδημισμός των ισοπόδων που παρατηρείται στα νησιά του Ιονίου είναι πιθανόν να οφείλεται στην απομόνωση πληθυσμών τους στους ορεινούς όγκους των νησιών, οι οποίοι αποτέλεσαν καταφύγια κατά τη διάρκεια των παγετωδών περιόδων του Πλειστοκαίνου, με συνέπεια τη δημιουργία νέων ειδών.

4.2 Κατανομή των ειδών στο χώρο και το χρόνο

4.2.1 Ισόποδα

Τρία είδη ισοπόδων (*Armadillidium frontemarginatum*, *A. simile* και *Chaetophiloscia leucadia*) βρέθηκαν και στα τρία νησιά, αλλά μόνο ένα από αυτά (*C. leucadia*) σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας. Μεγαλύτερη συνολική κινητικότητα-αφθονία εμφανίζουν τα *Armadillidium frontemarginatum* (31,18%), *Chaetophiloscia leucadia* (29,17%) και *A. justii* (17,71%) (Εικ. 3.1). Το *A. frontemarginatum* εμφανίζει μεν τη μεγαλύτερη συνολική αφθονία, η οποία όμως δεν είναι ισοβαρώς κατανεμημένη μεταξύ των σταθμών και των εποχών. Στην ουσία η υψηλή αφθονία του οφείλεται στην πολύ αυξημένη αφθονία που παρατηρείται κυρίως στον Κυθρό, αλλά και τη Θηλειά (76,1% και 41,5% αντίστοιχα) (Πίν. 3.4) κατά τους θερινούς μήνες (Εικ. 3.8 - 3.9). Το πρότυπο αυτό έχει παρατηρηθεί και σε ορεινούς όγκους της Ν. Ελλάδας, όπου το πιο άφθονο είδος ανήκει συνήθως στο γένος *Armadillidium* (Sfenthourakis *et al.*, 2005). Ωστόσο, στους υπόλοιπους σταθμούς παρατηρούμε μία πιο ισορροπημένη κατανομή. Ενδεχομένως, το φρυγανικό οικοσύστημα του Κυθρού που κατακλύζεται από *Phlomis fruticosa*, σε συνδυασμό με τα περιπτώματα των προβάτων να ευνοούν τον πληθυσμό του. Φαίνεται να είναι ξηρόφιλο είδος που προτιμά τα φρύγανα (KY) και τη μακκία (MM, TH) και αποφεύγει τους υγρότοπους (ML, MAI).

Το *C. leucadia* είναι το μόνο είδος που βρίσκεται σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας, αλλά κυριαρχεί στους σταθμούς του Μεγανησίου. Φαίνεται ότι είναι αρκετά

κοινό είδος στην περιοχή. Για την οικολογία του δε διαθέτουμε πολλά στοιχεία, ωστόσο, γενικά για τα είδη του γένους γνωρίζουμε ότι είναι δρομείς, υγρόφιλα και ζουν σε πλούσια φυλλοστρωμένη δένδρων και θάμνων, χωρίς ιδιαίτερη προτίμηση σε κάποιο είδος φυτού (Schmalfluss, 1990). Το *Orthometopon dalmatinum* ανήκει επίσης στην κατηγορία των δρομέων και απαντάται τόσο σε μακκία όσο και σε φυλλοβόλα δάση (Schmalfluss, 1993). Στην περιοχή μελέτης βρέθηκε στους δύο υγροτόπους του Μεγανησίου (ML, MAI) και τη Θηλειά (TH), όπου επικρατούσα βλάστηση είναι η μακκία.

Το *P. pruinosis* είναι ένα κοσμοπολιτικό, ευρύοικο είδος-δρομέας που συναντάται σ' όλους τους βιοτόπους εκτός της παραλιακής ζώνης (Σφενδουράκης, 1994). Στην παρούσα μελέτη εντοπίστηκε - σε μικρές αφθονίες - στους δύο υγροτόπους (ML, MAI) και τον Κυθρό (KY) και τις τρεις περιόδους δειγματοληψίας.

Τέλος, το *Trachelipus palustris* εμφανίζεται στο μεγαλύτερο υγρότοπο του Μεγανησίου (MAI), όπου επικρατεί η μακκία, αλλά και στον Κυθρό (KY) κατά την καλοκαιρινή περίοδο, οπότε το νησί είναι ξηρό και καλύπτεται αποκλειστικά από ασφάκες. Ο Schmalfluss (1979) αναφέρει ότι απαντάται σε περιοχές με μακκία βλάστηση. Παλαιότερα θεωρούνταν το ίδιο είδος με το *T. kytherensis* με ευρεία εξάπλωση στον ελλαδικό χώρο (Schmalfluss, 2004), αλλά πιο πρόσφατα δεδομένα το επαναπροσδιορίζουν ως διαφορετικό είδος με περιοχή εξάπλωσης την Πελοπόννησο (Parmakelis *et al.*, 2008). Το είδος *T. kytherensis* (*sensu lato*) θεωρείται υγρόφιλο, που προτιμά δασωμένες περιοχές και εμφανίζει μεγάλες αφθονίες κοντά σε υγροτόπους (Parmakelis *et al.*, 2008).

Ωστόσο, σε καμία περίπτωση δεν μπορούμε να γενικεύσουμε τα συμπεράσματά μας για τις κατανομές των ειδών, μιας και οι διαφορές που παρατηρούνται από σταθμό σε σταθμό δεν είναι στατιστικώς σημαντικές.

Όσον αφορά στην κατανομή των ισόποδων στο χρόνο παρατηρούμε ότι ο αριθμός των ειδών (για το σύνολο των σταθμών) σημειώνει μία μεγάλη αύξηση κατά τους θερινούς μήνες, οπότε και απαντώνται όλα τα είδη πλην του *A. simile*. Το φθινόπωρο ο αριθμός των ειδών ανά σταθμό είναι μικρός (1-3 είδη ανά σταθμό), υποδεικνύοντας ότι τα ζώα μειώνουν τη δραστηριότητά τους ενόψει του χειμώνα, ενώ την άνοιξη φτάνει τα 4 και το καλοκαίρι μέχρι και 5 (Πίν. 4.2). Αξιοσημείωτο είναι ότι στον Κυθρό δεν συνελήφθησαν καθόλου ισόποδα κατά την ανοιξιάτικη περίοδο, γεγονός όμως που μπορεί και να οφείλεται σε τυχαίους παράγοντες. Τέλος, κατά την καλοκαιρινή δειγματοληψία καταγράφεται η μέγιστη αφθονία, γεγονός που συμφωνεί με αντίστοιχες μελέτες σε ορεινούς όγκους της Ελλάδας (Λευκά Όρη: Λυμπεράκης, 2003, Παναχαϊκό: Sfenthourakis *et al.*, 2005, Χελμός: Σκούρας, 2007, Πάρνηθα: Πίττα, 2009), όπου, όμως, επικρατούν αρκετά πιο ακραίες καιρικές συνθήκες. Μία πιθανή ερμηνεία για τη σύγκλιση αυτή είναι ότι τόσο στις ορεινές περιοχές όσο και στο Ιόνιο

η υγρή περίοδος έχει συνήθως μεγάλη διάρκεια, καθώς οι βροχοπτώσεις μπορεί να διαρκούν μέχρι και τις αρχές του καλοκαιριού.

Πίνακας 4.2. Ο αριθμός των ειδών των ισοπόδων που καταγράφεται σε κάθε σταθμό για κάθε περίοδο δειγματοληψίας, καθώς και για το σύνολό τους.

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΠΕΡΙΟΔΟΣ			Σύνολο
	A	B	C	
ML	2	1	4	4
MAI	1	4	5	6
MM	2	3	4	5
MC	1	2	2	2
KY	3	0	4	5
TH	2	2	4	5
Σύνολο	5	6	8	9

4.2.2 Κολεόπτερα

Η δεύτερη ομάδα που μελετήθηκε, τα κολεόπτερα, αντιπροσωπεύεται από πολύ περισσότερα είδη, ο ακριβής αριθμός των οποίων, όμως, δεν ήταν δυνατόν να προσδιοριστεί. Κυριαρχούν πάλι λίγα εδαφόβια είδη - και κατ' επέκταση και οι αντίστοιχες οικογένειες - και τα υπόλοιπα υπάρχουν σε μικρές μόνο αφθονίες. Η *Silvanidae*, καθώς και η *Staphylinidae* είναι οι μόνες οικογένειες που είναι παρούσες σε όλους τους σταθμούς. Οι οικογένειες *Carabidae*, *Curculionidae*, *Lathridiidae*, *Melyridae*, *Scarabaeoidea* και *Scydmaenidae* απαντώνται σε 5 σταθμούς, ενώ οι υπόλοιπες σε 3 ή λιγότερους σταθμούς.

Ο αριθμός των οικογενειών παραμένει σχεδόν σταθερός στους 5 σταθμούς (13-15 οικογ./σταθμό), με εξαίρεση τη Λουτρολίμνη (ML), όπου εμφανίζονται λιγότερες από τις μισές (Πίν. 4.3). Στη Λουτρολίμνη οι κύριες οικογένειες είναι οι *Staphylinidae*, *Silvanidae* και *Melyridae*. Στον άλλο υγρότοπο (MAI) του νησιού εκτός της οικογένειας *Silvanidae*, έντονη είναι και η παρουσία της *Lathridiidae* (περίπου 34% και 20% αντίστοιχα). Κατά τ' άλλα, ο αριθμός των οικογενειών αυξάνεται πολύ με αρκετά ισορροπημένη συμμετοχή όλων στη συνολική αφθονία. Αξιοσημείωτη είναι επίσης η παντελής απουσία των ξηρόφιλων *Tenebrionidae* απ' τους σταθμούς των δύο υγροτόπων.

Στο σταθμό της μακκίας (MM) κυριαρχεί η οικογένεια *Carabidae* σε ποσοστό σχεδόν 46%. Ξεχωρίζουν ακόμα τα *Scarabaeoidea*, *Silvanidae* και *Leiodidae*, ενώ τα *Lathridiidae*, *Melyridae* και *Curculionidae* περιορίζονται πολύ. Στους ελαιώνες (MC) τα *Silvanidae*, *Curculionidae*, *Melyridae* και *Lathridiidae* συνθέτουν το 63% της συνολικής αφθονίας. Ο

κάθε σταθμός, δηλαδή, εμφανίζει ένα διαφορετικό πρότυπο. Ωστόσο, δεν μπορούμε να βασιστούμε στις διαφορές αυτές, γιατί δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Οι μόνοι σταθμοί που έχουν εμφανή ομοιότητα είναι ο Κυθρός (ΚΥ) και η Θηλειά (ΤΗ). Στον Κυθρό και τη Θηλειά μεγαλύτερη σχετική αφθονία παρουσιάζει η υπερ-οικογένεια των Scarabaeoidea (83,7% και 84,24% αντίστοιχα), η οποία, όμως, έχει υψηλή αφθονία μόνο κατά τη φθινοπωρινή δειγματοληψία (Α) και στη συνέχεια η αφθονία της περιορίζεται πάρα πολύ.

Πίνακας 4.3. Ο ελάχιστος¹ αριθμός των οικογενειών των κολεοπτέρων που καταγράφεται σε κάθε σταθμό για κάθε περίοδο δειγματοληψίας, καθώς και για το σύνολό τους.

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΠΕΡΙΟΔΟΣ			Σύνολο
	A	B	C	
ML	1	3	4	6
MAI	3	5	12	15
MM	5	3	11	13
MC	3	5	11	15
ΚΥ	2	4	15	15
ΤΗ	3	1	12	13
Σύνολο	7	10	23	25

¹Ο πραγματικός αριθμός των οικογενειών σε ορισμένες περιπτώσεις είναι μεγαλύτερος, αλλά κάποιες οικογένειες δεν ήταν δυνατόν να προσδιοριστούν.

Ενδιαφέρον προκαλεί το γεγονός ότι οι οικογένειες που είναι δραστήριες κατά τη φθινοπωρινή περίοδο (Α), κατά τη θερινή περίοδο (C) είτε απουσιάζουν εντελώς (Pselaphidae και Leioididae) είτε περιορίζονται πάρα πολύ (Scarabaeoidea και Carabidae), ενώ μόνο δύο σημειώνουν μία μικρή αύξηση (Chrysomelidae και Curculionidae), υποδεικνύοντας διαφορετικές οικολογικές απαιτήσεις. Κατά την ανοιξιότικη δειγματοληψία οι πολύ άφθονες οικογένειες του φθινοπώρου μειώνονται σημαντικά, αλλά εμφανίζονται μερικές νέες (Cantharidae, Lathridiidae, Ptinidae, Silvanidae και Staphylinidae).

Οι περισσότερες οικογένειες - και ιδιαίτερα οι ανθόφιλες - φαίνεται να μεγιστοποιούν τη δραστηριότητά τους στην αρχή της καλοκαιρινής περιόδου (για την ξηρή περίοδο του καλοκαιριού δεν έχουμε στοιχεία). Η παρατήρηση αυτή αποκλίνει από το πρότυπο που καταγράφεται στην Κρήτη και τα νησιά του Αιγαίου, όπου η μέγιστη δραστηριότητα παρατηρείται κατά τους ανοιξιότικους μήνες (Τριχάς, 1996). Η διαφορά αυτή οφείλεται ενδεχομένως στην αρκετά μεγαλύτερης διάρκειας υγρή περίοδο του Ιονίου.

Από την άλλη, ειδικά για τα Carabidae υπάρχει σύγκλιση με την ανατολική Ελλάδα, αφού σε όλες τις περιπτώσεις παρουσιάζουν εντονότερη δραστηριότητα το φθινόπωρο,

λόγω αυξημένης υγρασίας (Trihas & Legakis, 1991, Τριχάς, 1996, Καλτσάς, 2010). Δεν πρέπει, όμως, να αγνοήσουμε ότι η υψηλή αφθονία της οικογένειας οφείλεται κατά βάση στην κυριαρχία του *Carabus preslii*, το οποίο αναπαράγεται το φθινόπωρο (Turin *et al.*, 2003). Αντιθέτως, στους ορεινούς όγκους της Πελοποννήσου το είδος έχει μέγιστη δραστηριότητα την άνοιξη (Αναστασίου, 2012). Τέλος, για τα Scarabaeoidea έχουν επίσης παρατηρηθεί αυξημένες αφθονίες το φθινόπωρο (Trihas & Legakis, 1991).

Εξετάζοντας πιο λεπτομερώς τις κυρίαρχες εδαφώβιες οικογένειες και τα αντίστοιχα κυρίαρχα είδη τους μπορούμε ενδεχομένως να δώσουμε μία ερμηνεία για τα πρότυπα κατανομής τους. Για τα είδη της υπεροικογένειας Scarabaeoidea γνωρίζουμε ότι σε μεγάλο ποσοστό είναι κοπροφάγα (Verdú *et al.*, 2004). Τα κοπροφάγα κολεόπτερα και ιδιαίτερα η υποοικογένεια των Scarabaeinae (dung beetles) τρέφονται σχεδόν αποκλειστικά με περιπτώματα θηλαστικών (Halffter & Edmonds, 1982). Έχουν εξέχοντα ρόλο σε αγροτικά οικοσυστήματα, καθώς συμβάλλουν στη διασπορά των σπερμάτων των φυτών και στην ανακύκλωση της οργανικής ύλης, αυξάνουν την πρωτογενή παραγωγικότητα και περιορίζουν τα παράσιτα των οικόσιτων ζώων (Blondel & Aronson, 1999, Nichols *et al.*, 2008), αφού τρέφονται με τα βακτήρια που βρίσκονται στα περιπτώματά τους (Cambefort, 1991). Η σημασία τους στη λειτουργία των αγροτικών οικοσυστημάτων υποστηρίζεται και από άλλες εργασίες (π.χ. Verdú *et al.*, 2007, Zamora *et al.*, 2007, Errouissi *et al.*, 2011).

Όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 2, στα νησιά μελέτης συντηρούνται πολλά κοπάδια οικόσιτων αιγοπροβάτων. Η μεγάλη αφθονία που παρατηρείται στα Scarabaeoidea το φθινόπωρο στον Κυθρό και τη Θηλεία αποδίδεται στην παρουσία και αυξημένη δραστηριότητα των αιγοπροβάτων. Μετά την καλοκαιρινή περίοδο ξηρασίας οι κτηνοτρόφοι του Μεγανησίου αφήνουν ελεύθερα κοπάδια, καθώς υπάρχει αναγέννηση των φρέσκων πράσινων φύλλων των ποωδών φυτών, με δεδομένο ότι ο υγρότερος μήνας στο Ιόνιο είναι ο Νοέμβριος. Το φαινόμενο είναι εντονότερο στον Κυθρό, όπου δεν υπάρχουν θερινά καταφύγια για προστασία απ' την ηλιακή ακτινοβολία. Ως αποτέλεσμα, αυξάνονται πολύ οι συγκεντρώσεις των περιπτωμάτων και ευνοούνται κοπροφάγα είδη όπως το *Thorectes brullei*. Τα κολεόπτερα της οικογένειας Geotrupidae κατασκευάζουν σβώλους περιπτωμάτων, τους οποίους χρησιμοποιούν είτε για τροφή είτε για την αναπαραγωγή τους, αποθέτοντας το αυγό τους σε κάποιο κελί του σβώλου (Verdú *et al.*, 2004).

Γενικά, οι παραδοσιακές κτηνοτροφικές πρακτικές ευνοούν τους πληθυσμούς τους και γι' αυτό θεωρούνται βασικό διαχειριστικό εργαλείο για τη διατήρησή τους. Τα «ελεύθερα» οικόσιτα ζώα συμβάλλουν στον έλεγχο της αύξησης της βλάστησης και στη διατήρηση ποικιλόμορφων μωσαϊκών, τα οποία και υποστηρίζουν συνήθως υψηλότερη ποικιλότητα σε σχέση με την κλειστή και πυκνή βλάστηση (Argyropoulou *et al.*, 2005, Verdú *et al.*, 2007, Errouissi *et al.*, 2011, Plexida *et al.*, 2011).

Εκτός από τη σημασία που έχουν τα εδαφόβια κολεόπτερα για τη λειτουργία των αγροτικών οικοσυστημάτων αποτελούν και τροφή για πολλά άλλα ζώα. Στις μεσογειακές περιοχές τα κολεόπτερα και κυρίως αυτά των οικογενειών Carabidae, Scarabeidae και Geotrupidae αποτελούν το 68,28% και 32% της τροφής των ασβών (*Meles meles*) και των αλεπούδων (*Vulpes vulpes*) αντίστοιχα (De Marinis & Asprea, 2004). Επίσης, πολλές νυχτερίδες (Dietz *et al.*, 2007), αλλά και εντομοφάγα πουλιά (Lovei & Sunderland, 1996) τρέφονται με κολεόπτερα των οικογενειών Scarabaeidae και Carabidae. Αυτό ενδεχομένως αιτιολογεί γιατί το περιεχόμενο των παγίδων στη Μακκία (MM), όπου κυριαρχούν τα Carabidae, έγινε λεία κάποιου μεγαλόσωμου θηλαστικού, κατά πάσα πιθανότητα αλεπούς, αφού η παρουσία ασβών στο Μεγανήσι δεν έχει επιβεβαιωθεί.

Το δεύτερο σε αφθονία είδος στην περιοχή, το *Oryzaephilus surinamensis*, είναι πολύ κοινό στο Μεγανήσι, αλλά στον Κυθρό και τη Θηλειά η παρουσία του είναι περιορισμένη. Πρόκειται για ένα κοσμοπολιτικό είδος, το οποίο έχει μεταφερθεί με τον άνθρωπο. Προσβάλλει τα σιτηρά και κυρίως το κριθάρι, το σιτάρι και το ρύζι. Η παρουσία του στα νησιά πιθανώς συνδέεται με τις καλλιέργειες σιτηρών που υπήρχαν άλλοτε στα νησιά.

Τα Lathridiidae βρίσκονται συνήθως στην αποσυντιθέμενη φυτική ύλη και τρέφονται με τα σπόρια των μυκήτων και κυρίως των μανιταριών. Οι τροφικές προτιμήσεις των περισσότερων ειδών δεν είναι γνωστές. Έχουν παγκόσμια εξάπλωση και βρίσκονται σε όλους τους βιοτόπους (Lord *et al.*, 2010). Στην περιοχή μελέτης βρέθηκε ένα μόνο είδος. Είναι παρόν σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας σε μικρές αφθονίες, πλην της Λουτρολίμνης απ' όπου απουσιάζει εντελώς. Μεγαλύτερη αφθονία παρουσιάζει στον υγρότοπο του Άη Γιάννη (MAI).

Τέλος, όσον αφορά στην οικογένεια των Carabidae φαίνεται ότι η κατανομή τους καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από τη δομή της βλάστησης και το pH, τη σχετική υγρασία και τη μορφολογία του εδάφους (Αναστασίου, 2012), αποφεύγοντας τα πιο ξηρά φρυγανικά μικροενδιαιτήματα (Trihas & Legakis, 1991, Καλτσάς, 2010) και τα όξινα εδάφη (Αναστασίου, 2012). Ειδικότερα, το *Carabus preslii* θεωρείται υπολειμματικό είδος της Βαλκανικής και σήμερα περιορίζεται σε χαμηλά υψόμετρα της μεσογειακής κλιματικής ζώνης (Guéorguiev, 2007) στη δυτική, κατά βάση, βαλκανική χερσόνησο και τη Ν. Ιταλία (Turin *et al.*, 2003). Προτιμά τις υψηλές θερμοκρασίες του χειμώνα (Guéorguiev, 2007) και απαντάται τόσο σε δασικά οικοσυστήματα όσο και σε μακκία και φρύγανα (Αναστασίου, 2012). Αυτό εξηγεί μεν γιατί είναι άφθονο στο σταθμό της μακκίας (MM), αλλά δεν ερμηνεύει την εξαιρετικά περιορισμένη παρουσία του στον υγρότοπο του Άη Γιάννη (MAI) και τη Θηλειά (TH) και την απουσία τους από τη Λουτρολίμνη (ML), όπου επίσης συναντάμε μακκία.

4.2.3 Χειλόποδα

Τα είδη των χειλοπόδων με τη συχνότερη παρουσία στην περιοχή είναι τα *Eurpolybothrus litoralis*, *Pleurolithobius jonicus* και *Scolopendra cingulata*. Ακολουθούν τα είδη *Lithobius erythrocephalus* και *Lithobius lucifugus*, ενώ τα υπόλοιπα έχουν εξαιρετικά περιορισμένη παρουσία. Οι λιγότερο διαταραγμένοι σταθμοί με μακκία (MAI, MM, ML, TH) χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερους αριθμούς ειδών. Ειδικά το πιο άφθονο είδος *Eurpolybothrus litoralis* αναφέρεται σε περιοχές με μακκία (Σημαιάκης, 2001). Η παρουσία των ειδών αυτών είναι γνωστή στον ελλαδικό χώρο (π.χ. Zapparoli, 2002, Stoen, 2004, Fauna Euroraea, 2011), αλλά δεν διαθέτουμε πολλά στοιχεία για την οικολογία τους. Τα δεδομένα της παρούσας εργασίας είναι πολύ περιορισμένα και συνεπώς, δεν μπορούν να αναδείξουν την ύπαρξη κάποιου συγκεκριμένου προτύπου.

4.3 Ποικιλότητα

Ως προς την ποικιλότητα που καταγράφεται στους διαφορετικούς σταθμούς βάσει των ισοπόδων, διαπιστώνουμε ότι οι πιο διαταραγμένοι βιότοποι (KY και MC) τείνουν να έχουν μικρότερη ποικιλότητα και ισοκατανομή. Ο υψηλός αριθμός των ειδών και η μεγάλη αφθονία σε μία περιοχή δε συνεπάγεται απαραίτητα και υψηλή ποικιλότητα. Γι' αυτό, άλλωστε, χρησιμοποιούνται κατά προτίμηση οι δείκτες ποικιλότητας και όχι ο πλούτος ειδών (Balmford, 2002). Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο Κυθρός (KY), που παρουσιάζει τη μικρότερη ποικιλότητα και ισοκατανομή, παρόλο που έχει τη μέγιστη αφθονία ισοπόδων και το μέγιστο αριθμό ειδών. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι επικρατεί ένα είδος (το *Armadillidium frontemarginatum*) σε ποσοστό 76,1%, ενώ τα υπόλοιπα 5 είδη καταλαμβάνουν μόλις το 23,9% της συνολικής αφθονίας (Πίν. 3.4), επηρεάζοντας έτσι σημαντικά την ισοκατανομή. Από την άλλη, στους ελαιώνες (MC) όλοι οι δείκτες έχουν χαμηλές τιμές, υποδεικνύοντας ένα φτωχό σε ισοποδοπανίδα σταθμό. Αντιθέτως, οι περιοχές με μακκία (MAI, MM, TH και ML) τείνουν να έχουν μεγαλύτερη ποικιλότητα και ισοκατανομή (Πίν. 4.4).

Πίνακας 4.4. Κατάταξη των σταθμών δειγματοληψίας βάσει των διαφορετικών δεικτών που εφαρμόστηκαν στα δεδομένα των ισοπόδων για τη σύγκριση των σταθμών. Οι τιμές των δεικτών φθίνουν από αριστερά προς τα δεξιά.

ΔΕΙΚΤΗΣ	ΣΤΑΘΜΟΙ					
	KY	ML	MM	MAI	MC	TH
Αφθονία (άτ./100π-ημ)	KY	ML	MM	MAI	MC	TH
Αριθμός ειδών	MAI & KY		MM & TH		ML	MC
Shannon H'	MAI	MM	TH	ML	KY	MC
Simpson's D	MM	MAI	TH	ML	MC	KY
Simpson's E	MC	MM	MAI	ML	TH	KY
Pielou J'	MAI	MM	TH	ML	KY	MC

Τα αποτελέσματα αυτά ήταν μάλλον αναμενόμενα. Γνωρίζουμε ότι οι ανθρωπογενείς διαταραχές, όπως η αλλαγή των χρήσεων γης, οι πυρκαγιές κ.λπ., αλλάζουν τη δομή των κοινοτήτων των αρθροπόδων και τις αφθονίες των ειδών (Floren *et al.*, 2001, Radea & Arianooutsou, 2002, Lubin *et al.*, 2011). Από την άλλη, ο φυσικός τύπος βλάστησης των νησιών του Ιονίου είναι η μακκία, οπότε περιμένουμε στους αντίστοιχους σταθμούς οι κοινότητες των ισοπόδων να είναι πιο ισορροπημένες. Η διαφορά που παρατηρείται στο δείκτη Simpson's E αποδίδεται στο γεγονός ότι επηρεάζεται από την κυριαρχία των ειδών (Ενότητα 2.4.2.2 – τύπος (5)). Κατά συνέπεια, δίνει μεγαλύτερες τιμές στις κοινότητες εκείνες όπου τα είδη εμφανίζουν αναλογικά πιο ισορροπημένες αφθονίες, παρόλο που η ποικιλότητα μπορεί να είναι χαμηλή, όπως συμβαίνει στο σταθμό MC (Πίν. 4.2).

Αντιστοίχως για τις εποχές, η μεγαλύτερη ποικιλότητα και ισοκατανομή παρατηρούνται το καλοκαίρι. Ακολουθούν η άνοιξη και το φθινόπωρο. Αυτό συμφωνεί με το πρότυπο της αφθονίας και του αριθμού ειδών. Ο δείκτης Simpson's E δίνει πολύ κοντινές τιμές ισοκατανομής στο φθινόπωρο και την άνοιξη και μικρότερη στο καλοκαίρι, για το λόγο που περιγράφεται παραπάνω για τους σταθμούς.

Για τα κολεόπτερα τα αποτελέσματα της εκτίμησης της ποικιλότητας, ιδιαίτερα στους υγρότοπους (MAI και ML) και τη μακκία (MM), δείχνουν ένα παρόμοιο πρότυπο με αυτά των ισοπόδων (Πίν. 4.5). Όπως και παραπάνω, ο Κυθρός (KY) παρουσιάζει μεγάλη αφθονία και υψηλό αριθμό οικογενειών, αλλά πολύ χαμηλή ποικιλότητα και ισοκατανομή. Αιτία αποτελεί και πάλι η επικράτηση ενός πολύ άφθονου τάξου, της υπεροικογένειας των Scarabaeoidea. Για τον ίδιο λόγο, και η Θηλειά (TH) έχει πολύ μικρή ποικιλότητα και ισοκατανομή. Εξαίρεση αποτελεί ο σταθμός με τους ελαιώνες (MC), που εμφανίζει υψηλή ποικιλότητα, ισοκατανομή και αριθμό οικογενειών, παρά τη μικρή αφθονία, υποδεικνύοντας ότι η κολεοπτεροπανίδα έχει πιο ισορροπημένη κατανομή σε σχέση με την ισοποδοπανίδα. Τέλος, παρατηρούμε ότι εδώ ο δείκτης E προσεγγίζει σε μεγάλο βαθμό τους υπόλοιπους.

Πίνακας 4.5. Κατάταξη των σταθμών δειγματοληψίας βάσει των διαφορετικών δεικτών που εφαρμόστηκαν στα δεδομένα των κολεοπτέρων για τη σύγκριση των σταθμών. Οι τιμές των δεικτών φθίνουν από αριστερά προς τα δεξιά.

ΔΕΙΚΤΗΣ	ΣΤΑΘΜΟΣ					
	KY	MM	MAI	TH	MC	ML
Αφθονία (άτ./100π-ημ)	KY	MM	MAI	TH	MC	ML
Αριθμός οικογενειών	MAI & KY & MC			MM & TH		ML
Shannon H'	MC	MAI	MM	ML	KY	TH
Simpson's D	MC	MAI	MM	ML	KY	TH
Simpson's E	ML	MC	MAI	MM	TH	KY
Pielou J'	MC	MAI	MM	ML	KY	TH

Η χαμηλότερη ποικιλότητα και ισοκατανομή παρατηρείται το φθινόπωρο, καθώς, από τις >6 οικογένειες που είναι παρούσες, αυτή των Scarabaeoidea καταλαμβάνει σχεδόν το 80% της συνολικής αφθονίας (Εικ. 3.22). Την άνοιξη ο αριθμός των οικογενειών ανέρχεται σε λίγες περισσότερες από 9, αλλά με πιο ισορροπημένη κατανομή, και το καλοκαίρι ο αριθμός τους υπερβαίνει τις 23. Γι' αυτό αυξάνονται η ποικιλότητα και η ισοκατανομή όσο προχωράμε προς το καλοκαίρι.

4.4 Ομοιότητα κοινοτήτων

Η ανάλυση ομαδοποίησης ως προς την παρουσία-απουσία των ειδών των ισοπόδων (με το δείκτη Jaccard) μας δείχνει ότι οι σταθμοί με παρόμοια χαρακτηριστικά βιοτόπου ομαδοποιούνται. Πιο συγκεκριμένα, οι υγρότοποι (ML & MAI) και οι σταθμοί με μακκία βλάστηση (MM & TH) σχηματίζουν δύο διακριτές ομάδες, ενώ οι σταθμοί που έχουν υποστεί πολύ έντονες ανθρωπογενείς επεμβάσεις διαφοροποιούνται περισσότερο όσο αυξάνεται ο βαθμός διατάραξης (MC και KY, αντίστοιχα). Αντιθέτως, η ανάλυση βάσει του δείκτη Bray-Curtis δεν αποκαλύπτει κάποιο συγκεκριμένο και ερμηνεύσιμο πρότυπο, πιθανώς λόγω του μικρού δείγματος των ισοπόδων.

Από την ανάλυση ομαδοποίησης για τα κολεόπτερα με το δείκτη Bray-Curtis προκύπτει ότι οι βιότοποι του Μεγανησίου σχηματίζουν ένα ενιαίο κλάδο και ο Κυθρός με τη Θηλειά ένα δεύτερο. Το πρότυπο αυτό συμφωνεί με τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά και την προφανή απομόνωση των νησιών από το Μεγανήσι. Παρόμοιο πρότυπο δίνει και ο δείκτης Jaccard, αλλά διαφοροποιεί περισσότερο το σταθμό της Λουτρολίμνης (ML), επειδή ο αριθμός των οικογενειών είναι σημαντικά μικρότερος απ' ότι στους υπόλοιπους σταθμούς.

4.5 Σπονδυλόζωα

Τα νησιά έχουν συνήθως λιγότερα είδη ανά μονάδα επιφάνειας απ' ό,τι οι ηπειρωτικές περιοχές. Το φαινόμενο αυτό γίνεται εντονότερο όσο μικρότερη είναι η έκταση του νησιού. Πράγματι, στα νησιά μελέτης ο αριθμός των ειδών των ερπετών μειώνεται όσο μειώνεται η έκταση του νησιού (Μεγανήσι > Κυθρός > Θηλειά). Επίσης, ο αριθμός των ερπετών είναι μικρότερος στο Μεγανήσι απ' ό,τι στη Λευκάδα και τη γειτονική περιοχή της Αιτωλοακαρνανίας (Valakos *et al.*, 2008).

Αντίστοιχο πρότυπο παρατηρείται και στα χερσόβια θηλαστικά, καθώς στα μικρά νησιά βρέθηκε μόνο ένα είδος, το *Rattus* sp. Τυχόν παρουσία άλλων ειδών μικροθηλαστικών πλην του *Mus musculus* στην περιοχή δεν είναι γνωστή. Άλλωστε, υπάρχουν ενδείξεις ότι το υπερ-άφθονο στο Μεγανήσι γένος *Rattus* έχει καταλάβει όλους τους βιοτόπους, εκτοπίζοντας τα άλλα είδη μικροθηλαστικών.

4.6 Γενική συζήτηση

Συνοψίζοντας τα παραπάνω στοιχεία για την εδαφική μακροπανίδα καταλήγουμε ότι οι βιοκοινότητες κυριαρχούνται από λίγα είδη και τα υπόλοιπα βρίσκονται σε πολύ μικρές αφθονίες, το οποίο αποτελεί και ένα βασικό χαρακτηριστικό όλων των (εδαφικών και μη) βιοκοινοτήτων (Whittaker & Fernández-Palacios, 2007).

Οι συνολικά χαμηλές αφθονίες που καταγράφονται πιθανώς να σχετίζονται με τη σύντομη χρονική διάρκεια των δειγματοληψιών, αν και θεωρητικά το μέγεθος της αφθονίας, όπως υπολογίζεται εδώ (σε άτομα/100 παγιδοημέρες), δε θα πρέπει να επηρεάζεται σημαντικά από τη διάρκεια της δειγματοληψίας. Ο αριθμός των ατόμων θα πρέπει να αυξάνεται περίπου αναλογικά με το χρόνο (και όχι π.χ. εκθετικά ή γεωμετρικά).

Εναλλακτικά, μπορεί να σχετίζονται με το μέγεθος των νησιών και τον τύπο της βλάστησης, τον ανταγωνισμό ή άλλους σύνθετους αβιοτικούς και βιοτικούς παράγοντες. Τα είδη τείνουν να είναι πιο άφθονα στις περιοχές, όπου οι περιβαλλοντικές συνθήκες είναι πιο ευνοϊκές, και πιο σπάνια (ή απόντα) εκεί όπου οι περιβαλλοντικοί παράγοντες γίνονται εξαιρετικά περιοριστικοί. Ειδικά για τα κολεόπτερα έχει παρατηρηθεί ότι οι περιοχές με μακκία βλάστηση εμφανίζουν σχετικά φτωχή κολεοπτεροπανίδα (Τριχάς, 1996, Καλτσάς, 2010).

Οι χρονικές διακυμάνσεις που παρατηρούνται στις αφθονίες των οργανισμών δεν οφείλονται σε χρονικές μεταβολές της σύνθεσης των ειδών, αλλά στην έντονη εποχικότητα που χαρακτηρίζει τα μεσογειακά οικοσυστήματα (Zamora *et al.*, 2007). Οι οργανισμοί έχουν

αναπτύξει προσαρμογές στις «σκληρές» και ασταθείς περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως τις υψηλές θερινές θερμοκρασίες και, κατ' επέκταση, την παρατεταμένη ξηρασία και την περιορισμένη διαθεσιμότητα τροφής (Stamou, 1998). Έτσι, σε διαφορετικές περιοχές της Μεσογείου τα ίδια είδη είναι δυνατόν να εμφανίζουν το μέγιστο της δραστηριότητάς τους με κάποια χρονική διαφορά (Errouissi *et al.*, 2011).

Στην περίπτωση του Μεγανησίου και των δορυφορικών νησιών, επισημαίνεται ότι η χαμηλή αφθονία-κινητικότητα της άνοιξης (Μάρτιος-Απρίλιος) και η αύξησή της κατά την έναρξη της καλοκαιρινής περιόδου (Ιούνιος-μέσα Ιουλίου) πιθανώς σχετίζεται με τις δυσμενέστερες περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν στο Ιόνιο σε σχέση με την ανατολική Ελλάδα. Οι έντονες βροχοπτώσεις και οι σχετικά χαμηλότερες θερμοκρασίες ενδέχεται να μετατοπίζουν χρονικά τη δραστηριότητα των εδαφικών οργανισμών. Για τους ξηρούς μήνες Ιούλιο και Αύγουστο θα αναμέναμε μία σημαντική μείωση, αντίστοιχη μ' αυτή που παρατηρείται στα νησιά του Αιγαίου.

Στην πραγματικότητα, οι παράγοντες που καθορίζουν τις κατανομές και τις αφθονίες των οργανισμών είναι πιο σύνθετοι. Ο ενδο- και διαειδικός ανταγωνισμός, η θήρευση καθώς και οι πιέσεις που δέχονται τα αρθρόποδα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες είναι ορισμένοι πολύ σημαντικοί παράγοντες, των οποίων ο αντίκτυπος είναι αδύνατο να ποσοτικοποιηθεί. Η αποψίλωση της θαμνώδους βλάστησης, οι προσπάθειες αποξήρανσης των τελμάτων, η επεκτεινόμενη οικοδομική δραστηριότητα - ακόμα και στους σταθμούς δειγματοληψίας - είναι πιέσεις που λαμβάνουν χώρα παράλληλα με τη μελέτη και συνεπώς, είναι αδύνατο να προβλεφθούν οι επιπτώσεις τους στις βιοκοινότητες. Σε κάθε περίπτωση, η εργασία αυτή αναδεικνύει τη σημασία των φυσικών βιοτόπων (περιοχές με μακκία βλάστηση) για τους οργανισμούς, καθώς φαίνεται να υποστηρίζουν υψηλότερη βιοποικιλότητα. Τυχόν αλλαγές στις χρήσεις γης, μπορεί να οδηγήσουν σε απώλεια βιοποικιλότητας.

4.7 Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες

Με την παρούσα διατριβή ολοκληρώθηκε ένα μέρος της μελέτης της βιοποικιλότητας στα νησιά Μεγανήσι, Κυθρός και Θηλειά. Για να αποκτήσουμε μία πιο ολοκληρωμένη εικόνα για την εδαφοπανίδα της περιοχής σκοπός είναι να μελετηθούν ακόμα:

- οι εδαφικές αράχνες απ' τις παγίδες παρεμβολής,
- τα δείγματα των σαλιγκαριών και των ισσπόδων που συλλέχθηκαν με το χέρι,

- οι ψευδοσκορπιοί, τα κολεόπτερα των οικογενειών Carabidae και Tenebrionidae και οι σκορπιοί, σε επίπεδο είδους.

Τα συνολικά αποτελέσματα που θα προκύψουν θα δημοσιευτούν στον τόμο του προγράμματος «Επιφανειακή έρευνα Μεγανησίου».

Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει η ιδέα μιας πιο εκτεταμένης έρευνας της χερσαίας πανίδας που θα αφορά όλα τα νησιά του αρχιπελάγους, τη Λευκάδα και τη γειτονική περιοχή της Αιτωλοακαρνανίας. Μία τέτοια μελέτη θα αποκάλυπτε τις βιογεωγραφικές καταβολές των ειδών και θα παρείχε περισσότερα στοιχεία για τα πρότυπα που δημιουργούν οι εδαφικές κοινότητες στο χώρο και το χρόνο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Andersen, A.N., Fisher, A., Hoffmann, B.D., Read, J.L. & Richards, R. (2004). Use of terrestrial invertebrates for biodiversity monitoring in Australian rangelands, with particular reference to ants. *Austral Ecol* 29(1): 87-92.

Argyropoulou, M.D., Karris, G., Papatheodorou, E.M. & Stamou G.P. (2005). Epiedaphic Coleoptera in the Dadia forest reserve (Thrace, Greece): the effect of human activities on community organization patterns. *Belg J Zool* 135 (2): 127-133.

Arndt, E., Schnitter, P., Sfenthourakis, S. & Wrase, D.S. (2011). *Ground Beetles (Carabidae) of Greece*. Pensoft Series Faunistica # 100, Pensoft Publishers. 394pp.

Blondel, J. & Aronson, J. (1999). *Biology and wildlife of the Mediterranean Region*. 1st ed. Oxford University Press. 328 pp.

Ausden, M. (1996). Invertebrates. In: Sutherland, W. (Ed.) *Ecological census techniques: a handbook*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 332pp.

Balmford, A. (2002). Selecting sites for conservation. In: Norris, K. & Pain, D.J. (Eds.) *Conserving Bird Biodiversity: General Principles and their Application*. Cambridge University Press, New York. Pp. 337.

Bazzaz, F.A. (1975). Plant species diversity in old-field successional ecosystems in southern Illinois. *Ecology* 56: 485–488.

Clarke, K.R. & Warwick, R.M. (1994). *Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation*. 1st ed. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, UK. 144pp.

Cambefort, Y. (1991). From saprophagy to coprophagy. In: Hanski, I. & Cambefort, Y. (Eds.) *Dung Beetle Ecology*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

Colwell, R.K. & Coddington, J.A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil Trans R Soc Lond B* 345: 101-118.

Coddington, J.A., Young, L.H. & Coyle, F.A. (1996). Estimating spider species richness in a southern Appalachian cove hardwood forest. *J Arachnol* 24: 111-128.

- De Marinis, A.M. & Asprea, A. (2004). The diet of red fox *Vulpes vulpes* and badger *Meles meles* in the Mediterranean ecosystems. In: Arianoutsou, M. & Papanastasis, V.P. (Eds.) *Proceedings 10th MEDECOS Conference*, Rhodes, Greece. Millpress, Rotterdam.
- di Castri, F., (1981). Mediterranean-type shrublands of the world. In: di Castri, F., Goodall, D.W. & Specht, R.L. (Eds.) *Mediterranean-type Shrublands. Ecosystems of the World* Vol. 11: 1-52. Elsevier, Amsterdam (NL).
- di Castri, F. & Vitali-di Castri, V. (1981). Soil fauna of Mediterranean-climate regions. In: di Castri, F., Goodall, D.W. & Specht, R.L. (Eds.) *Mediterranean-type Shrublands. Ecosystems of the World* Vol. 11: 445-478. Elsevier, Amsterdam (NL).
- Dietz, C., von Helversen, O. & Nill, D. (2007). *Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwestafrikas. Kosmos Naturführer*. Franckh-Kosmos Verlags GmbH & Co. Stuttgart, Deutschland.
- Errouissi, F., Labidi, I., Jay-Robert, P., Nouira, S. & Lumaret, J.-P. (2011). Dung beetle assemblages organization in two contrasted areas of the Mediterranean region: affinities and divergences. *Ann soc entomol Fr (n.s.)* 47: 402-417.
- Ferentinos, G., Gkioni, M., Geraga, M. & Papatheodorou, G. (2012). Early seafaring activity in the southern Ionian Islands, Mediterranean Sea. *J Archaeol Sci* 39(7): 2167–2176.
- Field, A. (2005). *Discovering statistics using SPSS*. 2nd ed. SAGE Publications Ltd.
- Floren, A., Freking, A., Biehl, M. & Linsenmair, K.E. (2001). Anthropogenic disturbance changes the structure of arboreal tropical ant communities. *Ecography* 24: 547-554.
- Gómez, C., Casellas, D., Oliveras, J. & Bas, J.M. (2003). Structure of ground-foraging ant assemblages in relation to land-use change in the northwestern Mediterranean region. *Biodivers Conserv* 12: 2135-2146.
- Greenslade, P.J.M. (1964). Pitfall trapping as a method for studying populations of Carabidae. *J Anim Ecol* 33: 301-310.
- Greenslade, P. & Greenslade, P.J.M. (1971). The use of baits and preservatives in pitfall traps. *J Aust ent Soc* 10: 253-260.
- Halffter, G. & Edmonds, W.D., (1982). *The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae): an ecological and evolutive approach*. Instituto de Ecología, México, D. F. 176pp.

- Hilty, J. & Merenlender, A. (2000). Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health. *Biol Conserv* 92: 185–97.
- Krebs, C. J. (1989). *Ecological methodology*. HarperCollins Publishers, New York. Pp. 654.
- Larochelle, A. (1990). The food of carabid beetles (Coleoptera: Carabidae, including Cicindelinae). *Faberies Supp* 5: 1-132.
- Longcore, T. (2003). Terrestrial arthropods as indicators of ecological restoration success in coastal sage scrub (California, U.S.A.). *Restor Ecol* 11(4): 397-409.
- Lord, N.P., Hartley, C.S., Lawrence, J.F., McHugh, J.V., Whiting, M.F. & Miller, K.B. (2010). Phylogenetic analysis of the minute brown scavenger beetles (Coleoptera: Latridiidae), and recognition of a new beetle family, Akalyptoischiidae fam.n. (Coleoptera: Cucujoidea). *Syst Entomol* 35(4): 753-763.
- Lövei, G.L. & Sunderland, K.D. (1996). Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Annu Rev Entomol* 41: 231-256.
- Liu, Y., Axmacher, J.C., Li, L., Wang, C. & Yu, Z. (2007). Ground beetle (Coleoptera: Carabidae) inventories: a comparison of light and pitfall trapping. *B Entomol Res* 97: 577-583.
- Lymberakis, P., Mylonas, M. & Sfenthourakis, S. (2003). Altitudinal variation of Oniscidean communities on Cretan Mountains. In: Sfenthourakis, S., de Araujo, P.B., Hornung, E., Schmalfuss, H., Taiti, S. & Szlavecz K. (Eds.) *The Biology of Terrestrial Isopods, V. Crustaceana Monographs* 2: 217-230.
- Magura, T., Tóthmérész, B. & Bordán, Z. (2000). Effects of nature management practice on carabid assemblages (Coleoptera: Carabidae) in a non-native plantation. *Biol Conserv* 93: 95–102.
- Magurran, A. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 179pp.
- Magurran, A. (2004). *Measuring biological diversity*. Blackwell Science Ltd. 256pp.
- McGeoch, M.A. (1998). The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biol Rev* 73: 181–201.

Nichols E., Spector S., Louzada J., Larsen T., Amezcuita S. & Favila M.E. (2008). Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biol Conserv* 14, 1461-1474.

Niemelä, J., Kotze, J., Ashworth, A., Brandmayr, P., Desender, K., New, T., Penev, L., Samways, M. & Spence, J. (2000). The search for common anthropogenic impacts on biodiversity: a global network. *J Ins Conserv* 4: 3–9.

Peet, R. K. (1974). The measurement of species diversity. *Annu Rev Ecol Syst* 5: 285-307.

Perissoratis, C. & Conispoliatis, N. (2003). The impacts of sea-level changes during latest Pleistocene and Holocene times on the morphology of the Ionian and Aegean seas (SE Alpine Europe). *Mar Geol* 196: 145-156.

Petersen, H. & Luxton, M. (1982). A comparative analysis of soil arthropod population and their role in decomposition processes. *Oikos* 39(3): 288-388.

Plexida, S.G., Sfougaris, A.I. & Papadopoulos, N.T. (2011). Variation in beetle (Coleoptera: Carabidae, Scarabaeidae) assemblages at a local scale in mountain grasslands of central Greece. In: Pötsch, E.M., Krautzer, B., Hopkins, A. (Eds.) *Grassland farming and land management systems in mountainous regions*. Proceedings of the 16th Symposium of the European Grassland Federation. Agricultural Research and Education Centre (AREC) Raumberg-Gumpenstein, Irdning, Austria.

Rosenberg D.M., Danks H.V. & Lehmkuhl D.M. (1986). Importance of insects in environmental impact assessment. *Environ Manage* 10: 773–83.

Seaby R. M. & Henderson, P. A. (2006) *Species Diversity and Richness Version 4*. Pisces Conservation Ltd., Lymington, England.

Schmalfuss, H. (1979). Revidierte Checklist der Landisopoden Griechenlands. *Stuttgarter Beitr Naturk* 331: 1-42.

- (1990): Die Landisopoden (Oniscidea) Griechenlands. 11. Beitrag: Gattung *Chaetophiloscia* (Philosciidae). *Revue Suisse Zool* 97: 169-193.

- (1993). Die Land-Isopoden (Oniscidea) Griechenlands. 13. Beitrag: Gattung *Orthometopon* ("Trachelipidae"). *Stuttgarter Beitr Naturk Ser A* 498: 44pp.

- (1998). Die Land-Isopoden Griechenlands. 18. Beitrag: Gattung *Thrakosphaera* gen.n. (Crustacea: Isopoda: ?Tendosphaeridae). *Ann Naturhist Mus Wien* 100B: 595-604.

- (2000). The terrestrial isopods (Oniscidea) of Greece. 20th Contribution: Genus *Leptotrichus* (Porcellionidae). *Stuttgarter Beitr Naturk Ser A* 618: 64pp.
 - (2001). Distributional patterns in the Greek species of the terrestrial isopod genus *Armadillidium* Brandt, 1833. *Belg J Zool* 130: 75-80.
 - (2004). World catalog of terrestrial isopods (Isopoda, Oniscidea). <http://www.oniscidea-catalog.naturkundemuseum-bw.de/Cat-terr-isop.pdf>
 - (2006). The terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea) of Greece. 23rd contribution: The genus *Armadillidium* (Armadillidiidae) on the Peloponnese. *Stuttgarter Beitr Naturk Ser A* 693: 102pp.
 - (2010). The terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea) of Greece. 26th contribution: The genus *Armadillidium* (Armadillidiidae) in the province Epirus. *Stuttgarter Beitr Naturk A, Neue Serie* 3: 1–31.
 - (2011). The terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea) of Greece. 27th contribution: The genus *Armadillidium* (Armadillidiidae) on the Ionian islands. *Stuttgarter Beitr Naturk Ser A, Neue Serie* 4: 1–42.
- Sfenthourakis, S., Anastasiou, I. & Strutenschi, T. (2005). Altitudinal terrestrial isopod diversity. *Eur J Soil Biol* 41: 91-98.
- Southwood, T. R. E. & Henderson, P. A. (2000). *Ecological methods*. 3rd ed. Blackwell Science Ltd. 575pp.
- SPSS Inc (2004). SPSS 13.0. Chicago, Illinois.
- Stamou, G.P. (1998). *Arthropods of Mediterranean type Ecosystems*. Springer, Berlin.
- Stamou, G.P., Stamou, G.V., Papatheodorou, E.M., Argyropoulou, M.D. & Tzafestas, S.G. (2004). Population dynamics and life history tactics of arthropods from Mediterranean-type ecosystems. *Oikos* 104: 98-108.
- Taylor R.J. & Doran N. (2001). Use of terrestrial invertebrates as indicators of the ecological sustainability of forest management under the Montreal Process. *J Ins Conserv* 5: 221–231.
- Tews, J., Brose, U., Grimm, V., Tielbörger, K., Wichmann, M.C., Schwager, M. & Jeltsch, F. (2004). Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *J Biogeogr* 31(1): 79-92.

- Thompson, G.G., Withers P.C., Pianka, E.R. & Thompson, S.A. (2003). Assessing biodiversity with species accumulation curves; inventories of small reptiles by pit-trapping in Western Australia. *Austral Ecol* 28: 361-383.
- Topping, C.J. & Sunderland, K.D. (1992). Limitations to the use of pitfall traps in ecological studies exemplified by a study of spiders in a field of winter wheat. *J Appl Ecol* 29: 485–491.
- Trihas, A. & Legakis, A. (1991). Phenology and patterns of activity of ground Coleoptera in an insular Mediterranean ecosystem (Cyclades, Greece). *Pedobiologia* 35: 327-335.
- Turin, H., Penev, L. & Casale, A. (2003). *The genus Carabus in Europe. A synthesis*. Co-published by Pensoft Publishers, Sofia-Moscow & European Invertebrate Survey, Leiden. Pp. 512.
- Valakos, E.D., Pafilis, P., Sotiropoulos, K., Lymberakis, P., Maragou, P. & Foufopoulos, J. (2008). *The Amphibians and Reptiles of Greece*. Edition Chimaira, Frankfurt am Main.
- Verdú, J.R., Galante, E., Lumaret, J.-P. & Cabrero-Sañudo, F.J. (2004). Phylogenetic analysis of Geotrupidae (Coleoptera, Scarabaeoidea) based on larvae. *Syst Entomol* 29: 509-523.
- Verdú, J.R., Moreno, C.E., Sánchez-Rojas, G., Numa, C., Galante, E. & Halffter, G. (2007). Grazing promotes dung beetle diversity in the xeric landscape of a Mexican Biosphere Reserve. *Biol Conserv* 140: 308-317.
- Walther, B. A. & Martin, J.-L. (2001). Species richness estimation of bird communities: how to control for sampling effort? *Ibis* 143: 413-419.
- Wilson, E.O. (1988). *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, DC.
- Whittaker, R.J. & Fernández-Palacios, J.-M. (2007). *Island biogeography. Ecology, evolution and conservation*. Oxford University Press.
- Zamora, J., Verdú, J.R. & Galante, E. (2007). Species richness in Mediterranean agroecosystems: Spatial and temporal analysis for biodiversity conservation. *Biol Conserv* 134(1): 113-121.
- Zapparoli, M. (2002). A catalogue of the centipedes from Greece (Chilopoda). *Frag Entomol* 34(1): 1-146.

Αναστασίου, Ι. (2012). Βιογεωγραφία και στοιχεία οικολογίας των εδαφικών Κολεοπτέρων (Οικογένειες: Carabidae – Tenebrionidae) σε βουνά της Πελοποννήσου. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Βιολογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Καλτσάς, Δ. (2010). Συγκριτική μελέτη της δομής βιοκοινοτήτων Κολεοπτέρων σε μεσογειακού τύπου οικοσυστήματα στην Ανατολική Μεσόγειο. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Κρήτης.

Καρανδεινός, Μ. (2007). Ποσοτικές οικολογικές μέθοδοι, Από τη θεωρία στην πράξη. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης. Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας, Ηράκλειο Κρήτης.

Λεγάκης, Α. (2010). Απειλούμενα, προστατευόμενα και ενδημικά είδη ζώων της Ελλάδας. 7^η έκδοση. Ζωολογικό Μουσείο, Τμήμα Βιολογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Λυμπεράκης, Π. (2003). Υψομετρική διαφοροποίηση της πανίδας των Λευκών Ορέων Κρήτης. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Βιολογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Μήτσαινας, Γ.Π. (2006). Η χρωμοσωματική εξέλιξη του ποντικού *Mus musculus domesticus* στο Robertsonian σύστημα της Δυτικής Πελοποννήσου. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών.

Μπέτσης, Α., Κοψιδά, Μ., Ταμουρίδης, Π. & Μποσινάκου, Π. (2010). Σχέδιο Οικιστικής Οργάνωσης Ανοικτής Πόλης (ΣΧ.Ο.Ο.Α.Π.). Δήμος Μεγανησίου.

Πίττα, Ε. (2009). Μελέτη της πανίδας των χερσόβιων αρθροπόδων σε διάφορους τύπους ενδιαιτήματος της Πάρνηθας. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών.

Σημιαϊκής, Σ. (2001). Μελέτη της συστηματικής της κατανομής και της φαινολογίας των χειλοπόδων της Κρήτης με έμφαση στα αλπικά οικοσυστήματα των ορεινών όγκων του νησιού. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Κρήτης.

Σκούρας, Δ. (2007). Συγκριτική μελέτη της ισοποδοπανίδας διαφόρων τύπων ενδιαιτήματος του όρους Χελμού. Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών.

Σφενδουράκης, Σ. (1994). Βιογεωγραφία, συστηματική και στοιχεία οικολογίας των χερσαίων ισοπόδων στα νησιά του Κεντρικού Αιγαίου. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Βιολογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Τρίγκου, Β. (2006). Σημαντικοί βιότοποι και φυτά της νήσου Λευκάδας: προτάσεις για την προστασία των βιοτόπων και της αυτοφυούς χλωρίδας. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών.

Τριχάς, Α. (1996). Οικολογία και βιογεωγραφία των εδαφικών Κολεοπτέρων στο νότιο Αιγαίο. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Κρήτης.

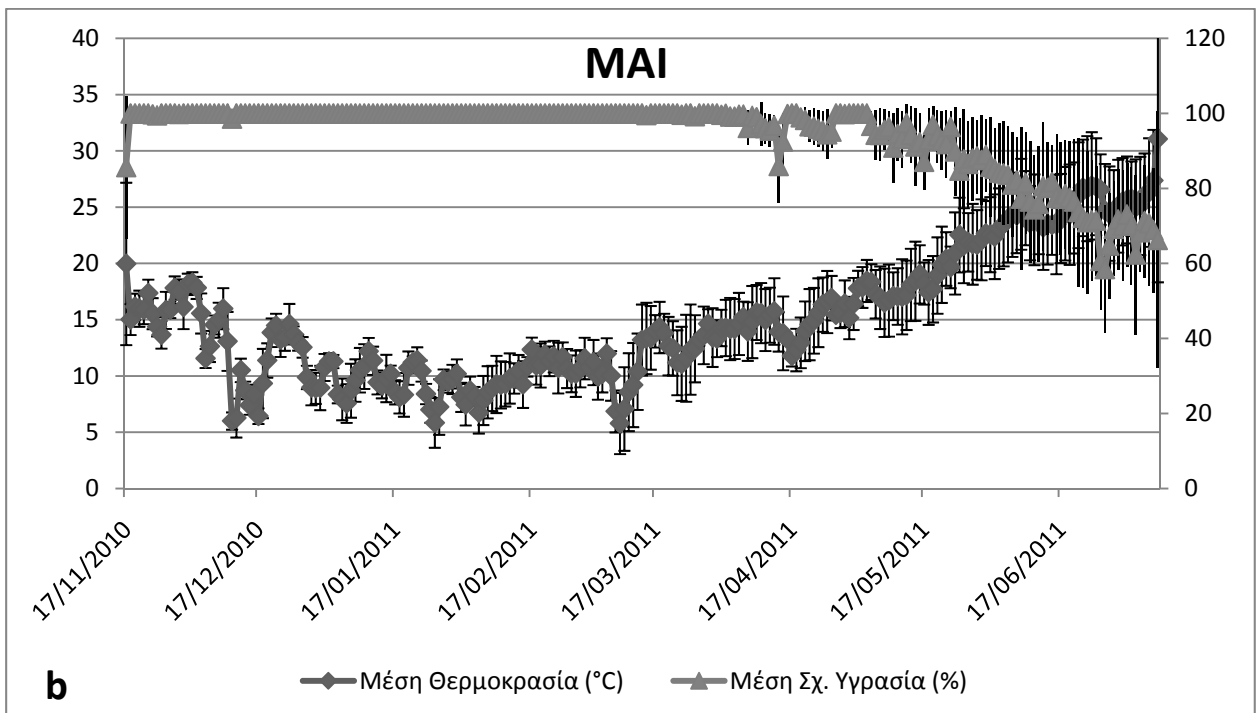
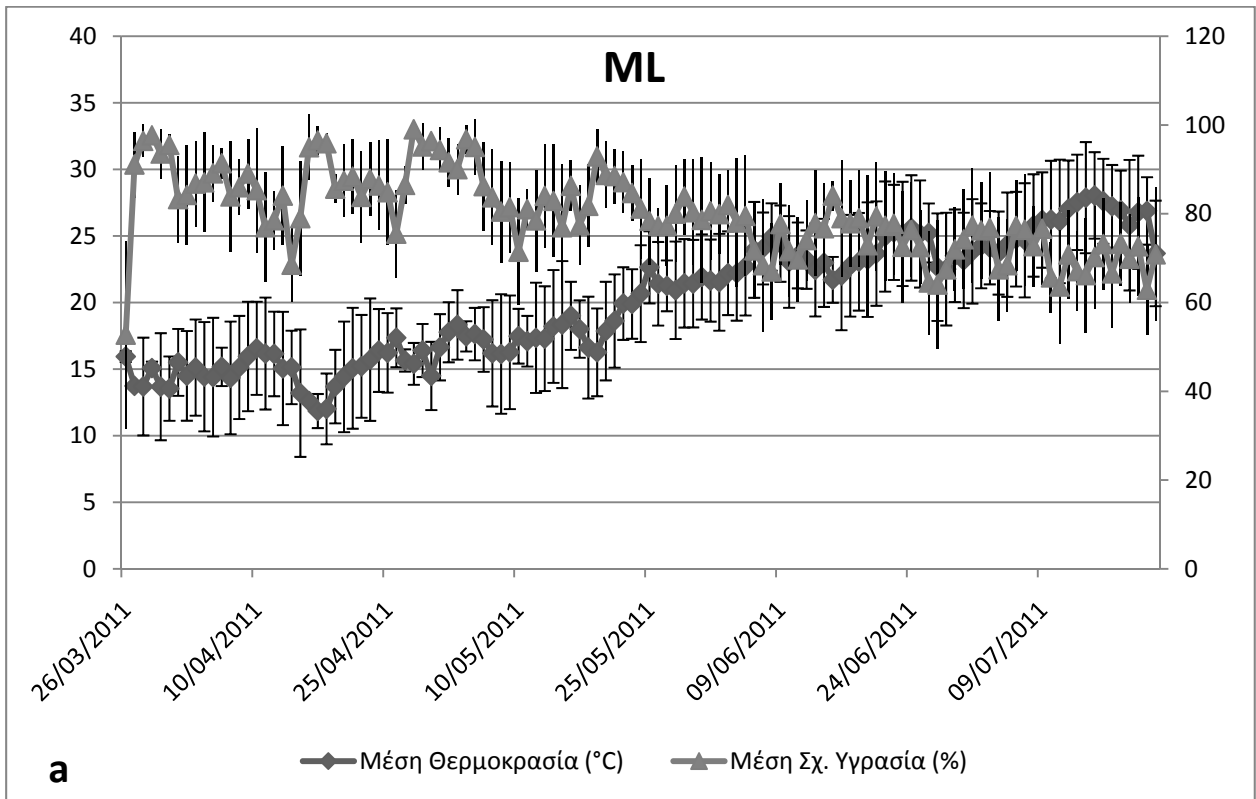
Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

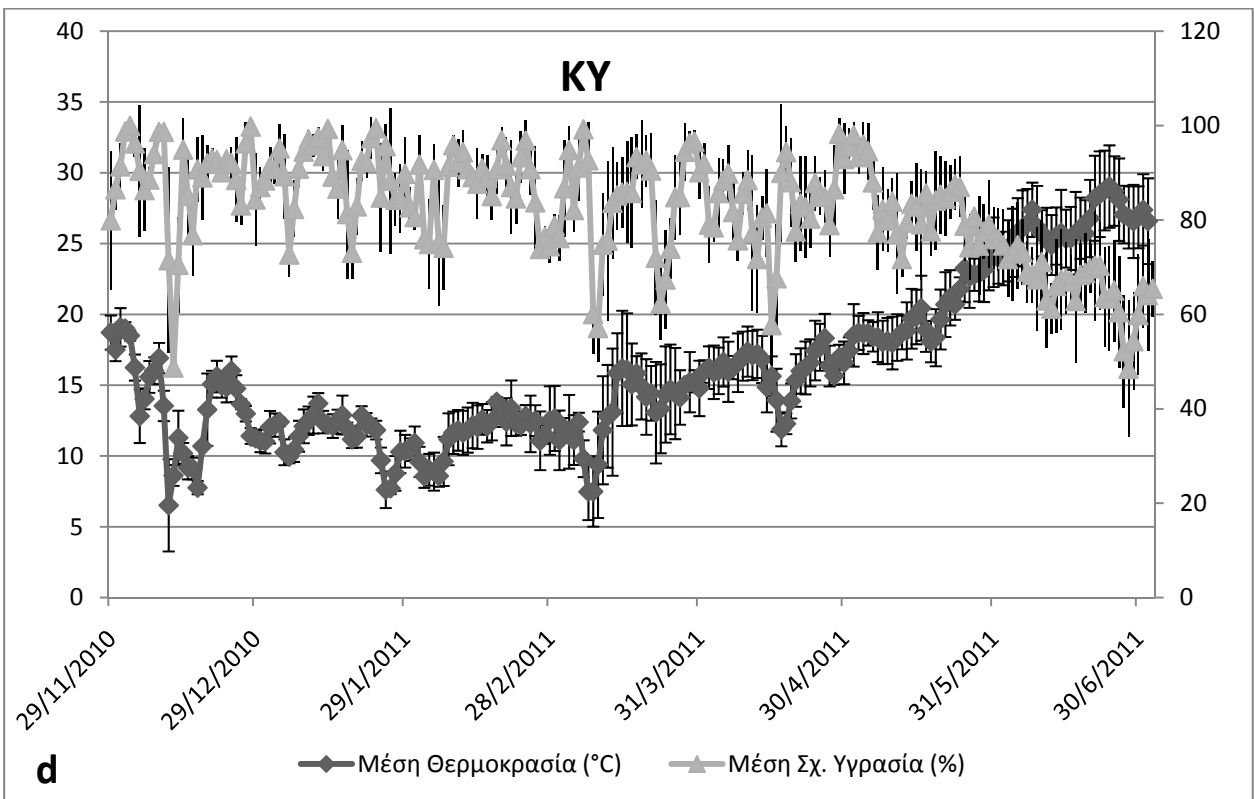
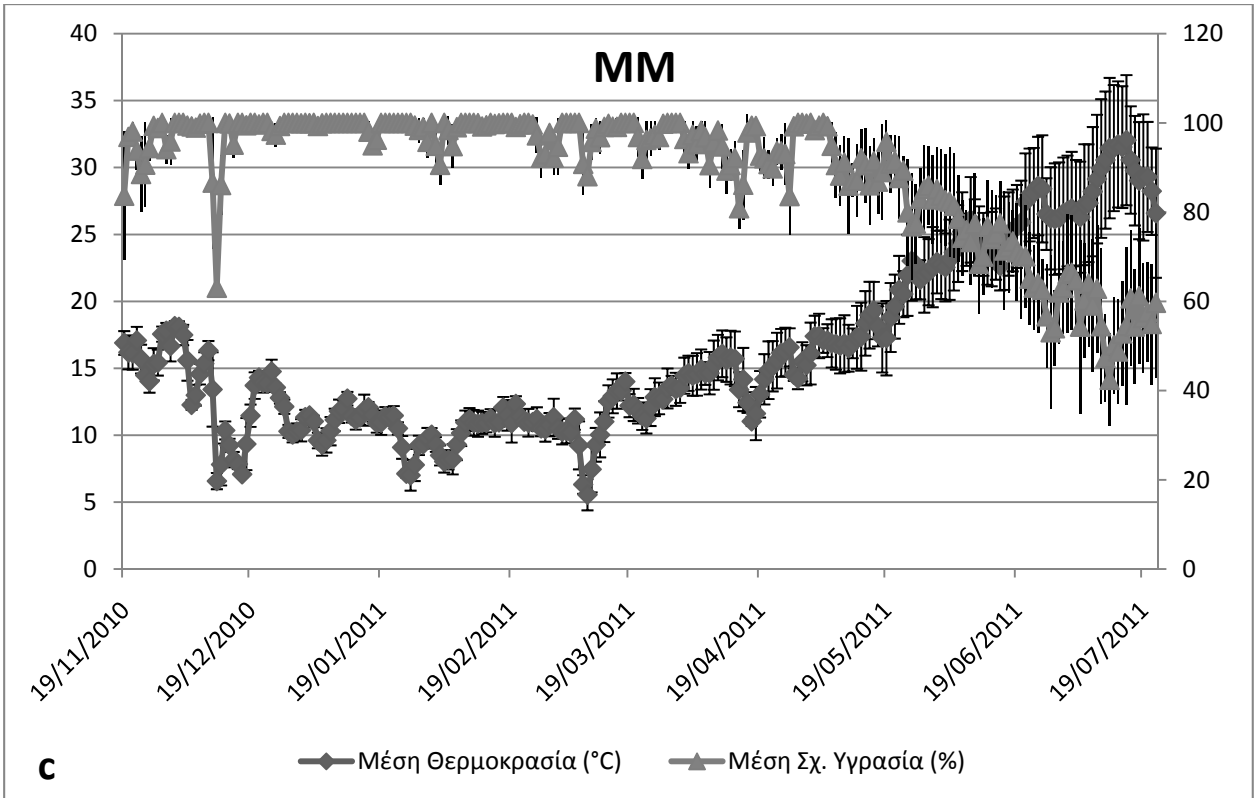
European Environment Agency (EEA). Natura 2000 Viewer. Τελευταία ενημέρωση Μάιος 2012. <http://natura2000.eea.europa.eu/natura2000/SDFPublic.aspx?site=GR2220003>

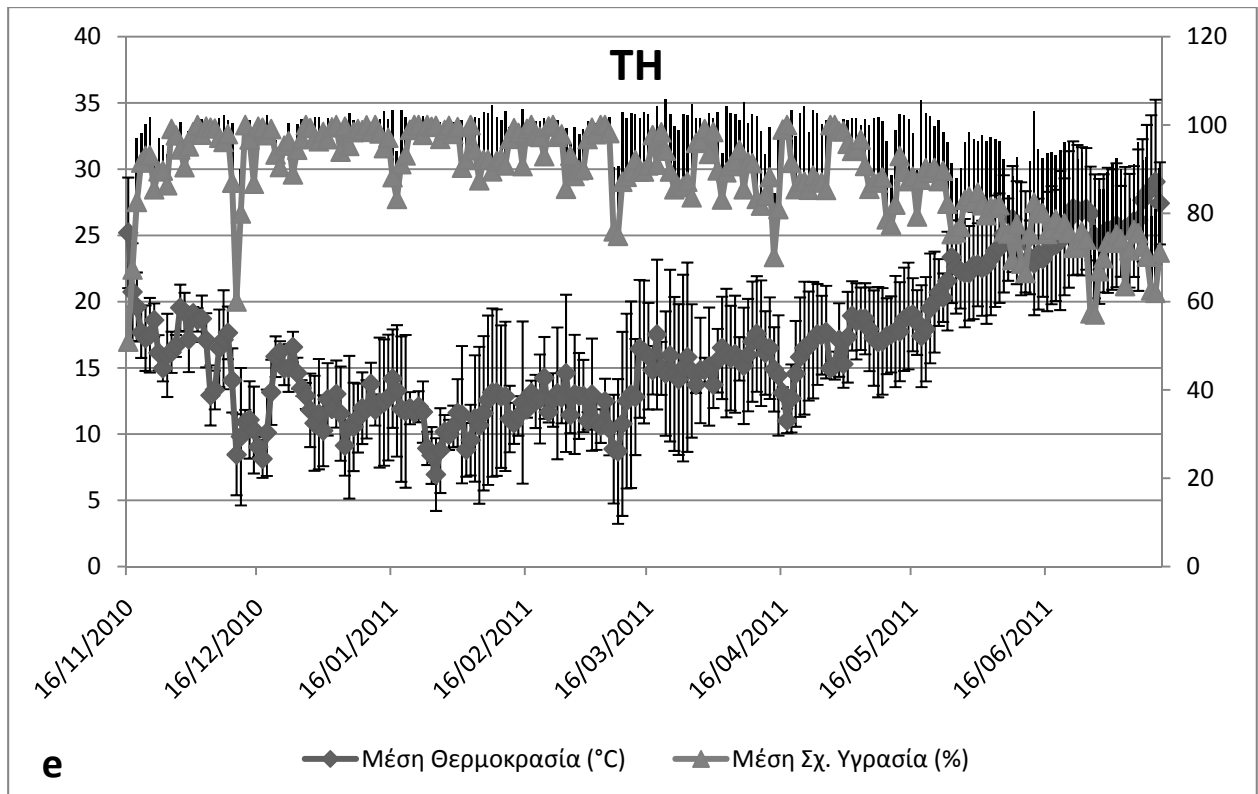
Fauna Europaea (2011). Fauna Europaea version 2.4. <http://www.faunaeur.org>

Φιλότης (2011). Βάση Δεδομένων για την Ελληνική Φύση. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος. <http://filotis.itia.ntua.gr>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ







Εικόνα Π.1. Μέση ημερήσια θερμοκρασία, μέση ημερήσια σχετική υγρασία και η τυπική τους απόκλιση, όπως προκύπτει από τα δεδομένα των αυτόματων κλιματικών καταγραφών για τους σταθμούς ML (a), MAI (b), MM (c), KY (d) και TH (e). Στο σταθμό ML τα δεδομένα προέρχονται από το διάστημα 26/03-22/07/11, επειδή ο αρχικός καταγραφέας ήταν ελαττωματικός και στην πορεία αντικαταστάθηκε από νέο. Στο σταθμό MC δεν τοποθετήθηκε καταγραφέας λόγω της διαρκούς παρουσίας ανθρώπων στην περιοχή, ώστε να αποφευχθεί τυχόν απώλεια ή καταστροφή του.