

Α.Τ.Ε.Ι. ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
Πρόγραμμα Σπουδών Επιλογής
‘ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ’

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σύγκριση της δομής της εδαφοπανίδας σε τέσσερα δασικά οικοσυστήματα (*Quercus macrolepys*, *Quercus ilex*, *Quercus coccifera*, *Cupressus sempervirens*) της Δυτικής Κρήτης

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ

Ροδιτάκης Ζαχαρίας

ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ

MSc Στάθη Ιάσμη

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Dr Κολλάρος Δημήτριος
Dr Χατζάκη Μαρία

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2003
ΗΡΑΚΛΕΙΟ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	1
---------------	---

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	2
---------------	---

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ... 3

1.1. ΑΒΙΟΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ.....	3
--------------------------------	---

1.1.1. Μεσογειακού τύπου κλίμα (ΜΤΚ).....	3
-------------------------------------------	---

1.1.2. Φυσιογνωμία των μεσογειακών εδαφών.....	6
------------------------------------------------	---

1.2. ΒΙΟΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ.....	7
-------------------------------	---

1.2.1. Βλάστηση.....	7
----------------------	---

1.2.2. Πανίδα.....	9
--------------------	---

1.3. ΕΤΕΡΟΓΕΝΕΙΑ ΤΩΝ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	10
------------------------------------------------------	----

1.3.1. Ετερογένεια στο χώρο.....	10
----------------------------------	----

1.3.2. Ετερογένεια στο χρόνο.....	11
-----------------------------------	----

1.4. ΕΔΑΦΟΠΑΝΙΔΑ.....	11
-----------------------	----

1.4.1. Εδαφοπανίδα στα Μεσογειακά οικοσυστήματα.....	13
------------------------------------------------------	----

1.5. ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΕΔΑΦΟΠΑΝΙΔΑΣ ΣΤΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΣΧΕΣΗ ΤΗΣ ΜΕ ΤΑ ΦΥΤΑ.....	15
----------------------------------------------------------------------------------	----

1.5.1. Ποικιλότητα και εδαφοπανίδα στο δασικό οικοσύστημα.....	21
----------------------------------------------------------------	----

1.6. ΓΝΩΡΙΜΙΑ ΜΕ ΤΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ.....	23
----------------------------------------	----

1.6.1. ΑΡΘΡΟΠΟΔΑ	24
-------------------------------	----

1.6.1.1. Έντομα	25
------------------------------	----

1.6.1.1.1. <i>ΚΟΛΕΟΠΤΕΡΑ</i> (Τάξη Coleoptera).....	25
-----------------------------------------------------	----

1.6.1.1.2. <i>ΚΟΛΛΕΜΒΟΛΑ</i> (Τάξη Collembola).....	26
-----------------------------------------------------	----

1.6.1.1.3. <i>ΔΙΚΤΥΟΠΤΕΡΑ</i> (Τάξη Dictyoptera).....	26
-------------------------------------------------------	----

1.6.1.1.4. <i>ΥΜΕΝΟΠΤΕΡΑ</i> (Τάξη Hymenoptera).....	26
------------------------------------------------------	----

1.6.1.1.5. <i>ΟΡΘΟΠΤΕΡΑ</i> (Τάξη Orthoptera).....	27
----------------------------------------------------	----

1.6.1.1.6. <i>ΘΥΣΑΝΟΥΡΑ</i> (Τάξη Thysanura).....	27
---------------------------------------------------	----

1.6.1.1.7. ΔΕΡΜΑΠΤΕΡΑ (Τάξη Dermaptera).....	28
1.6.1.1.8. ΗΜΙΠΤΕΡΑ (Τάξη Hemiptera).....	28
1.6.1.1.9. ΔΙΠΤΕΡΑ (Τάξη Diptera).....	29
1.6.1.1.10. ΛΕΠΙΔΟΠΤΕΡΑ (Τάξη Lepidoptera).....	29
1.6.1.2. Αραχνίδια (Arachnida).....	29
1.6.1.2.1. ΣΚΟΡΠΙΟΙ.....	30
1.6.1.2.2. ΑΡΑΧΝΕΣ(Τάξη Araneae).....	30
1.6.1.2.2. ΦΑΛΛΑΓΓΙΑ (Τάξη Opiliones).....	31
1.6.1.2.3. ΑΚΑΡΕΑ (Τάξη Acarina).....	31
1.6.1.3.Μονοεξαρτηματικά.....	32
1.6.1.3.1. ΧΕΙΛΟΠΟΔΑ (Τάξη Chilopoda).....	32
1.6.1.3.2. ΔΙΠΛΟΠΟΔΑ (Τάξη Diplopoda).....	34
1.6.1.4. Καρκινοειδή.....	36
1.6.1.4.1.Ισόποδα (Τάξη Isopoda).....	36
1.6.1.5. Μαλάκια.....	37
1.6.1.5.1.Γαστερόποδα (Τάξη Gastropoda).....	37
1.6.2. ΣΠΟΝΔΥΛΟΖΩΑ.....	39
1.6.2.1. Τρωκτικά.....	39
1.6.2.2. Ερπετά.....	40
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ</u>	42
2.1. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	42
2.2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ.....	47
2.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	51
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ</u>	52
3.1. ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΙΚΩΝ ΟΜΑΔΩΝ.....	52
3.2. ΓΙΑ ΤΑ ΧΕΙΛΟΠΟΔΑ.....	65
3.3. ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ – ΙΣΟΔΙΑΝΟΜΗΣ.....	82
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	87

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ο τομέας της οικολογίας αποτελούσε ανέκαθεν έναν ενδιαφέρον τομέα έρευνας για εμένα. Αυτό το ενδιαφέρον εδραιώθηκε μετά τα σχετικά θέματα που παρακολούθησα κατά τη διάρκεια των προπτυχιακών σπουδών μου. Κυρίως με ενθουσίαζε ο τρόπος που αλληλεπιδρούσαν οι έμβιοι οργανισμοί, πανίδα και χλωρίδα μεταξύ τους, και με το αβιοτικό περιβάλλον, καθώς και οι αλλαγές που προκαλούνται στη δομή των κοινωνιών τους.

Για την διεκπεραίωση της εργασίας αυτής καθοριστικό ρόλο έπαιξε η εισηγήτρια μου, Στάθη Ιάσμη, με τις υποδείξεις της και την υποστήριξή της σε όλη την διάρκεια της εργασίας, τόσο στο πειραματικό, όσο και στο θεωρητικό μέρος.

Ευχαριστώ τον μεταπτυχιακό φοιτητή Σημιαϊκή Στυλιανό, ο οποίος αφιέρωσε αρκετές ώρες για τον προσδιορισμό των χειλοπόδων σε επίπεδο είδους.

Ευχαριστώ επίσης τον μεταπτυχιακό φοιτητή Καλτσά Δημήτριο για τον χρόνο που αφιέρωσε να μου κάνει υποδείξεις και να μου δώσει λύσεις στα προβλήματα μορφοποίησης του κειμένου.

Ευχαριστώ τον Νικολακάκη Μανόλη για τις υποδείξεις, όσον αφορά τον διαχωρισμό των οργανισμικών ομάδων που συνέλεγα, και για τη βοήθεια που μου προσέφερε με το πρόγραμμα GIS για την χαρτογράφηση των σταθμών.

Σημαντική ήταν η βοήθεια της συναδέλφου Παπαδοπούλου Αναστασίας κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών και της υποστήριξης καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας μου.

Τέλος, ευχαριστώ τους γονείς μου που στέκονταν και στέκονται συμπαραστάτες σε όλες τις κινήσεις μου, καθώς χωρίς αυτούς ίσως δεν θα είχα καταφέρει ότι έχω κάνει έως σήμερα.

SUMMARY

Forestry ecosystems of Crete have been degraded as far as quantity and quality are concerned. This problem is due to overgrazing, tourism and wide spread monocultures. The existed forests are mainly consisted of oaks (*Quercus spp.*), as well as Pine trees (*Cupressus sempervirens* on Western Crete and *Pinus Brutia* in Eastern Crete).

In this study we mainly collect arthropods from four forests of Western Crete, presenting data that were revealed by the comparison of the different. Samplings took place in the following regions of Western Crete: a) *Quercus macrolepis* forest, near Armenoi village, Southern of Rethimno. b) *Quercus ilex* forest near Kastelos village at Apokorona region of Chania. c) *Quercus coccifera* forest over Krapu plateau. d) mixed *Cupressus sempervirens*, *Acer campestre*, *Quercus coccifera* forest, after Askyfou' s village, before Niato' s plateau.

A large number of soil invertebrates from different taxa and some small vertebrates were collected by means of pitfall traps (8 cm height and 6,5 cm in diameter) from four sampling stations (The areas that were described before) The fixing medium was ethylenoglycole, which is colorless, odorless and not volatile. Pitafall traps were set in operation for six months period (Spring months and Autumn months), and the content of the traps were collected and studied monthly. Arthropods were preserved in 70% alcohol. Based on the number of items, comparisons have been made among the sampling areas and between the seasons per sampling area. Moreover biodiversity was compared with Shannon – Wiener (H') index among the sampling stations and between the seasons per station. Centipedes were studied in detail and seasonal distribution of the main species referred in the present study. Main species appeared to be *Eupolybothrus litoralis*, *Scolopendra cretica*, and *Lithobious nigripalpis*.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα δασικά οικοσυστήματα στο νησί της Κρήτης έχουν υποβαθμιστεί όσον αφορά στην έκταση, όσο και στην ποιότητα. Κύριες αιτίες είναι η βόσκηση, ο τουρισμός και οι εκτεταμένες μονοκαλλιέργειες. Όπου υπάρχουν, επικράτουν είδη βελανιδιάς, (*Quercus spp.*), και κωνοφόρα (*Cupressus sempervirens* Δυτικά και *Pinus brutia* Ανατολικά).

Στη παρούσα μελέτη ασχοληθήκαμε με τη συλλογή, καταγραφή και επεξεργασία δεδομένων που αφορούν αρθρόποδα από τέσσερα δάση της Δυτικής Κρήτης. Οι δειγματοληψίες έγιναν στις ακόλουθες περιοχές Δυτικής Κρήτης: Ένα δάσος με κύρια βλάστηση αποτελούμενη από *Quercus macrolepis* κοντά στο χωριό Αρμένοι στο Ρέθυμνο, ένα δεύτερο δάσος με κύριο είδος το *Quercus ilex* κοντά στο χωριό Κάστελος στον Αποκορώνα, ένα τρίτο με επικρατούσα βλάστηση το είδος *Quercus coccifera* πάνω από το οροπέδιο Κράπης και τέλος ένα τέταρτο όπου επικρατούν κυπαρίσσια (*Cupressus sempervirens*), σφεντάμια (*Acer campestre*), και πουρνάρια (*Quercus coccifera*) πάνω από το χωριό Ασκούφου, πριν το οροπέδιο Νιάτου.

Τοποθετήθηκαν δέκα παγίδες εδάφους ανά σταθμό, οι οποίες ελέγχονταν κάθε μήνα για τους μήνες Φεβρουάριο, Μάρτιο, Απρίλιο και Σεπτέμβριο, Οκτώβριο και Νοέμβριο. Συλλέχθηκε πληθώρα από εδαφόβια ασπόνδυλα από διαφορετικές ομάδες, καθώς και λίγα μικρά σπονδυλόζωα.

Με βάση τα αποτελέσματα έγιναν συγκρίσεις μεταξύ σταθμών δειγματοληψίας και μεταξύ εποχών ανα σταθμό. Επίσης συγκρίθηκαν η βιοποικιλότητα με το δείκτη Shannon-Wiener (H') και η ισοδιανομή με το δείκτη ισομερούς κατανομής (J') μεταξύ των σταθμών και μεταξύ των εποχών ανα σταθμό. Ειδική αναφορά γίνεται στα χειλόποδα, όπου η ανάλυση φτάνει το επίπεδο γένους και είδους. Κυρίαρχα είδη εμφανίστηκαν τα *Eupolybothrus litoralis*, *Scolopendra cretica*, και *Lithobius nigripalpis*.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η συγκεκριμένη εργασία έχει σαν αντικείμενο την μελέτη και καταγραφή της εδαφόβιας πανίδας, σε τέσσερα βελανιδοδάση της Κρητης, με ιδιαίτερη αναφορά στα χειλόποδα. Οι περιοχές που επιλέχθηκαν αποτελούν διαφορετικά οικοσυστήματα, λόγω του υψομέτρου, του υποορόφου, του τύπου εδάφους, της δομής της βλάστησης και άλλα.

Ερωτήματα τα οποία μπορούν να απαντηθούν ή να αποτελούν θέματα διερεύνησης μιας τέτοιας εργασίας, αφορούν στην σχέση που μπορεί να έχει η εδαφοπανίδα, με τα διαφορετικά είδη βελανιδιών και γενικότερα με τα διαφορετικά οικοσυστήματα, αφού είναι γνωστό ότι υπάρχει ουσιαστική αλληλεπίδραση μεταξύ της χλωρίδας και της πανίδας σε όλες τις μορφές οικοσυστημάτων. Επίσης, σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των δύο εποχών, Φθινοπώρου και Άνοιξης, μπορεί να μας δώσει συγκριτικά συμπεράσματα μέσα στο χρόνο για κάθε σταθμό μελέτης.

Μελετώντας την ποικιλότητα και την αφθονία της εδαφικής πανίδας μπορούν να εξαχθούν κάποια συμπεράσματα για την κατάσταση των οικοσυστημάτων και ειδικότερα για τις πληθυσμιακές αποκρίσεις των ζωικών ομάδων μέσα σε αυτά. Η παρουσία ή όχι κάποιων ειδών, που θεωρούνται οικολογικοί δείκτες, δίνει, επίσης, σημαντικές ενδείξεις για την υγεία των οικοσυστημάτων αυτών.

Για την καλύτερη κατανόηση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων, πρέπει να γίνει μια γενική αναφορά στα χαρακτηριστικά τόσο των μεσογειακών οικοσυστημάτων όσο και των επιμέρους οργανισμικών ομάδων που συλλέχθηκαν και συμμετέχουν στη δομή τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

1.1. ΑΒΙΟΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

1.1.1. Μεσογειακού τύπου κλίμα (ΜΤΚ)

Το μεσογειακό κλίμα μπορεί να ορισθεί ως η μεταβατική κατάσταση μεταξύ των ήπιων και τροπικών κλιμάτων, που χαρακτηρίζεται από χειμωνιάτικες βροχοπτώσεις, καλοκαιρινή ξηρασία σε ποικίλη διάρκεια, υψηλή διακύμανση των βροχοπτώσεων από χρόνο σε χρόνο, ήπια μέχρι ζεστά καυτά καλοκαίρια, ψυχρούς έως πολύ ψυχρούς χειμώνες και έντονη ηλιακή ακτινοβολία, ιδίως το καλοκαίρι. Κατά μήκος των δυτικών ακτών των ηπείρων, όπου κατά βάση κυριαρχεί το τυπικό μεσογειακό κλίμα, η θαλάσσια ομίχλη (marine fog) είναι συχνή, ενώ η υγρασία του αέρα είναι συνήθως υψηλή.

Για το ΜΤΚ έχουν δοθεί αρκετοί ορισμοί. Ενδεικτικά αναφέρονται τρεις από αυτούς:

1. Ταξινόμηση των κλιμάτων κατά Koeppen and Geiger (1930), ο οποίος ορίζει σαν ΜΤΚ ή κλίμα τύπου Ελιάς, αυτό, στο οποίο η μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα δεν κατεβαίνει κάτω από τους -3°C . Η άποψη αυτή υιοθετήθηκε πολύ στη Β. Αμερική, την Αυστραλία και την Χιλή.
2. Οι διάφορες βιοκλιματικές ταξινομήσεις, μεταξύ των οποίων κυριαρχεί αυτή του Luis Emberger (1962). Μια απλουστευμένη εφαρμογή της ταξινόμησης δίνει έξι τύπους ΜΤΚ ανάλογα με την διάρκεια της καλοκαιρινής ξηρασίας.

ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ	ΜΗΝΕΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ
Υπέξηρο (perarid)	11 – 12
Ξηρό (arid)	9 – 10
Ημίξηρο (semi arid)	7 – 8
Ύφυγρο (subhumid)	5 – 6
Υγρό (humid)	3 – 4
Υπέρυγρο (perhumid)	1 – 2

3. Κατά τον Aschmann (1973) για να έχει μια περιοχή MTK πρέπει να πληρούνται τρία κριτήρια:
- i. Το ετήσιο ποσοστό βροχόπτωσης για τις παράκτιες περιοχές να είναι μεταξύ 275-975mm. Για της θερμότερες ηπειρωτικές το κατώτερο όριο να είναι 350mm.
 - ii. Το 65% των ετήσιων βροχοπτώσεων να συμβαίνει μεταξύ Νοεμβρίου και Απριλίου στο Βόρειο ημισφαίριο και Μαΐου-Οκτωβρίου στο Νότιο.
 - iii. Κατά το Χειμώνα πρέπει να υπάρχει περίοδος ενός μηνός, κατά την οποία η μέση θερμοκρασία να είναι μικρότερη των 15 °C, αλλά η διάρκεια του παγετού (θερμοκρασίες μικρότερες του 0 °C) να αποτελεί ποσοστό μικρότερο του 3% του συνολικού.

Το μόνο όμως κριτήριο που είναι αποδεκτό από όλους τους κλιματολόγους είναι η παρουσία μιας περιόδου ξηρασίας στην θερμή εποχή κατά την οποία η βλάστηση χρειάζεται περισσότερο νερό από αυτό που δέχεται (Querel & Barbero, 1982).

Όπως φαίνεται και στην εικόνα 1.1, οι περιοχές με Μεσογειακό κλίμα βρίσκονται μεταξύ γεωγραφικού πλάτους 32 Β και 40 Ν του Ισημερινού, στις δυτικές άκρες των ηπείρων (Καλιφόρνια, Κεντρική Χιλή, ΝΔ Αυστραλία, Ν Αφρική, Μεσογειακή λεκάνη) .

Παρά το γεγονός ότι οι περιοχές αυτές δεν σχετίζονται γεωγραφικά μεταξύ τους, παρουσιάζουν πολλά κοινά χαρακτηριστικά που οφείλονται στο μεσογειακό κλίμα.



Εικόνα 1.1. Περιοχές με μεσογειακού τύπου κλίμα (ΜΤΚ). (Από Di Castri, 1981)

1.1.2. Φυσιογνωμία των μεσογειακών εδαφών

Οι Μεσογειακές περιοχές έχουν να παρουσιάσουν ομοιότητα στον χαρακτήρα και τις διαδικασίες σχηματισμού του εδαφικού τους ανάγλυφου. Από αυτές, η μεσογειακή λεκάνη, η Καλιφόρνια και η Χιλή χαρακτηρίζονται από σχετικά νέα ορογενετικά συστήματα με ψηλά και απότομα βουνά και λόφους μέχρι και κοντά στη θάλασσα. Η σημερινή τους μορφολογία οφείλεται στη έντονη ηφαιστειακή δραστηριότητα που κυριαρχούσε κατά τα τέλη του Τριτογενούς-αρχές Τεταρτογενούς (5 – 2 εκατομμύρια χρόνια πριν).

Η τεκτονική αστάθεια και η ηφαιστειακή δραστηριότητα συνδέονται στενά με τις οροσειρές αυτές ακόμη και σήμερα. Οι παγετώνες, ακόμα και στην μεγαλύτερη τους έξαρση, δεν έπληξαν ιδιαίτερα αυτές τις περιοχές και πιθανότατα τροποποίησαν μόνο κοιλάδες που είχαν είδη σχηματιστεί από το Πλειστόκαινο.

Τα μεσογειακά εδάφη είναι λεπτά, με στενούς δεσμούς με το μητρικό πέτρωμα από το οποίο σχηματίστηκαν. Κανένας τύπος εδάφους δεν κυριαρχεί και γενικά οι περιοχές αυτές, όπως η Χιλή, η Καλιφόρνια και η μεσογειακή λεκάνη, χαρακτηρίζονται από εδάφη όχι πολύ γόνιμα, ιδιαίτερα η κεντρική ζώνη της Χιλής, αλλά πάντως γονιμότερα από αυτά της Αυστραλίας και της Ν. Αφρικής. Μεγάλο μέρος των εδαφών αυτών των περιοχών έχει αναπτυχθεί από γηρασμένα μητρικά πετρώματα και το θρεπτικό τους περιεχόμενο είναι φτωχό.

Τα ποτάμια έχουν μια ισχυρή εποχιακή δραστηριότητα. Η απογύμνωση εκτάσεων είναι πολύ συνηθισμένη, ενώ η διάβρωση πολύ έντονη. Κοινό φαινόμενο είναι επίσης η θαλάσσια αποσάθρωση των εδαφών που πολλές φορές οδηγεί στο σχηματισμό σπηλαίων.

Η χημική ωρίμανση των πετρωμάτων στις μεσογειακές περιοχές είναι χαμηλή. Αυτό οφείλεται στην καλοκαιρινή ξηρασία και στις καταρρακτώδεις βροχές που δεν διευκολύνουν την διείσδυση του νερού σε βάθος.

1.2. ΒΙΟΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

1.2.1. Βλάστηση

Οι κλιματικοί παράγοντες που είναι περιοριστικοί για την ζωή των φυτών στα μεσογειακά οικοσυστήματα είναι:

- A) η λίγο ως πολύ εκτεταμένη καλοκαιρινή ξηρασία και
- B) το κρύο του Χειμώνα (Nahal1981, Μητράκος, 1982)

Οι παράγοντες αυτοί είναι αποφασιστικοί για τον καθορισμό των ειδών της φυσικής βλάστησης.

Οι προσαρμογές που έχουν αναπτύξει οι φυτικοί οργανισμοί στο μεσογειακό κλίμα διακρίνονται σε δύο τύπους:

- προσαρμογές αποφυγής (avoidance)
- προσαρμογές αντοχής (resistance)

Παραδείγματα του πρώτου τύπου προσαρμογής αποτελούν τα είδη φυτών που ολοκληρώνουν τον βιολογικό τους κύκλο στην υγρή περίοδο αφήνοντας τους σπόρους για την εποχή ξηρασίας. Μηχανισμοί που διευκολύνουν την αντοχή των φυτών στην ξηρασία είναι η αύξηση της ικανότητας απορρόφησης νερού από το έδαφος (ανεπτυγμένο ριζικό σύστημα) και η μείωση της διαπνοής (μικρότερος αριθμός και επιφάνεια φύλλων).

Η βλάστηση που επικρατεί στα μεσογειακά οικοσυστήματα αποτελείται από αείφυλλα και σκληρόφυλλα είδη. Στο άκρο του ορίου βροχοπτώσεων (900mm) φύονται πυκνές αείφυλλες φυτοκοινωνίες θάμνων, ενώ στο ξηρό (275mm) αυτές αντικαθίστανται από ανοικτές θαμνοσυστάδες. Στην Ελλάδα η έκταση που καταλαμβάνουν αυτοί οι τύποι, σε ποσοστό, είναι 40% της συνολικής και ονομάζονται μακκί και φρύγανα αντίστοιχα (εικ. 1.2.).

Εικόνα 1.2. Βλάστηση της Κρήτης. (Από Χατζάκη, 2003)



1.2.2. Πανίδα

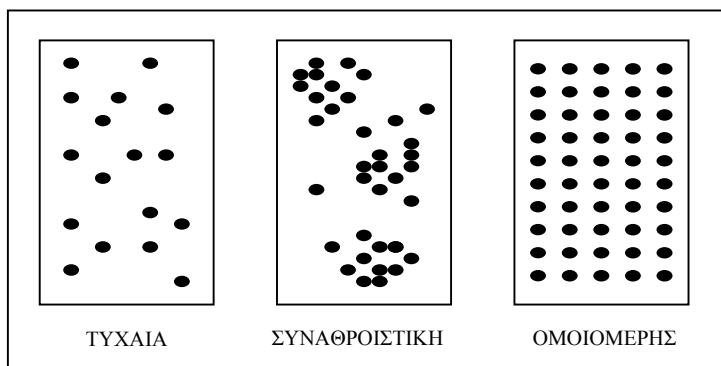
Η εδαφοπανίδα των μεσογειακών οικοσυστημάτων έχει μελετηθεί ελάχιστα. Οι λίγες μελέτες που έχουν γίνει αναφέρονται κυρίως στη Χιλή (Di Castri, 1970; Di Castri & Vitali-Di Castri, 1981) και σε οικοσυστήματα με μακκία βλάστηση στη νότια Ελλάδα (Παράσχη, 1988).

Οι Di Castri & Vitali-Di Castri (1981) κάνοντας μια ανασκόπηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας παρουσιάζουν τα κύρια χαρακτηριστικά της εδαφοπανίδας στα μεσογειακά οικοσυστήματα.

Η πυκνότητα και η ποικιλότητα των ειδών μειώνονται σταδιακά από τα πυκνά υγρόφιλα δάση προς τις θαμνώδεις και γυμνές διαπλάσεις. Στη μακκία βλάστηση οι τιμές αυτές κυμαίνονται ανάμεσα στις τιμές των δασωμένων περιοχών και αυτές της σαβάνας και των υποερημικών οικοσυστημάτων. Η προοδευτική μείωση της πυκνότητας και της ποικιλότητας οφείλεται κυρίως στην οργανική ύλη και στην περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό.

Όσον αφορά την φαινολογία τους, η μέγιστη πυκνότητα βρέθηκε την Άνοιξη και το Φθινόπωρο, ενώ η ελάχιστη πυκνότητα και δραστηριότητα παρουσιάζονται το Καλοκαίρι.

Η πανίδα του εδάφους δεν κατανέμεται τυχαία αλλά σε συναθροίσεις (εικ. 1.3). Η συναθροιστικότητα αυξάνει μαζί με την πυκνότητα. Αν και το φαινόμενο αυτό δεν χαρακτηρίζει μόνο τα μεσογειακά οικοσυστήματα, είναι πιθανό σε αυτά να είναι πιο έντονο εξαιτίας της ετερογένειας που παρουσιάζουν.



Εικόνα 1.3. Οι τρεις πιθανοί τύποι κατανομής ατόμων, είτε φυτικών είτε ζωικών πληθυσμών, στο βιότοπό τους.

Όπως συμβαίνει με τη γλωρίδα έτσι και πολλοί οργανισμοί της πανίδας των μεσογειακών οικοσυστημάτων έχουν αναπτύξει μηχανισμούς για την αντιμετώπιση της ξηρασίας, όπως:

- Μηχανισμοί αποφυγής
 - Ζουν σε βαθύτερα επίπεδα μέσα στο χώμα, όπου διατηρούνται ευνοϊκές συνθήκες υγρασίας καθ' όλη την διάρκεια του έτους
 - Εμφανίζουν διάπαυση στη διάρκεια της ξηρής περιόδου
 - μετακινούνται κατακόρυφα (μέσα στο έδαφος), ή οριζόντια σε άλλους γειτονικούς μικροβιότοπους
- Μηχανισμοί αντοχής
 - Έχουν μηχανισμούς μείωσης της απώλειας νερού.

1.3. ΕΤΕΡΟΓΕΝΕΙΑ ΤΩΝ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Ένα από τα σημαντικότερα γνωρίσματα των μεσογειακών οικοσυστημάτων είναι η ετερογένεια. Στις περιοχές αυτές η ετερογένεια τόσο στο χώρο όσο και στο χρόνο είναι πολύ μεγάλες.

1.3.1. Ετερογένεια στο χώρο

Εκτός από την ετερογένεια που παρουσιάζουν οι μεσογειακές περιοχές στο σύνολό τους, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η οριζόντια ετερογένεια στην κλίμακα των βιοτόπων.

Μέσα σε λίγα χιλιόμετρα συναντάμε ποικιλία οικολογικών διαπλάσεων, από ξηρές έως υγρές. Σε μια μικρότερη ακόμα κλίμακα, σε απόσταση λίγων μέτρων, σχηματίζεται ποικιλία μικροβιοτόπων που οφείλεται κύρια στις συνθήκες του εδάφους.

Η κατακόρυφη ετερογένεια είναι επίσης μεγάλη λόγω του έντονου ανάγλυφου του εδάφους. Στο επίπεδο της βλάστησης υπάρχει ετερογένεια λόγω της ποικιλότητας του εδαφικού προφίλ. Το ίδιο συμβαίνει και στο έδαφος.

1.3.2. Ετερογένεια στο χρόνο

Η ετερογένεια στο χρόνο οφείλεται στις έντονες εποχιακές μεταβολές που χαρακτηρίζουν το μεσογειακό κλίμα. Οι αλλαγές αυτές εμφανίζονται συχνά μέσα στην ίδια εποχή, όπου μια βροχερή και κρύα μέρα, μπορεί να τη διαδεχτεί μια ηλιόλουστη μέρα. Τέλος, στη διάρκεια του εικοσιτετραώρου, οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας είναι μεγάλες (διαφορά θερμοκρασίας μέχρι και 20°C είναι συχνή στα μεσογειακά οικοσυστήματα).

Η ετερογένεια αποτελεί μια πηγή εξελικτικών διεργασιών για τους οργανισμούς των μεσογειακών περιοχών. Ιδιαίτερα η ετερογένεια στο χώρο θεωρείται σημαντικός παράγοντας για την αύξηση της ποικιλίας των ειδών (biodiversity). Έτσι, οι μεσογειακές περιοχές είναι πλούσιες σε αριθμό ειδών.

1.4. ΕΔΑΦΟΠΑΝΙΔΑ

Οι ζωοκοινωνίες του εδάφους ανήκουν στις πλέον ποικιλόμορφες ζωικές συναθροίσεις. Αποτελούν μικροσκοπικές μορφές ζωής που μοιράζονται όλους τους πιθανούς οικολογικούς ρόλους και δημιουργούν ποικίλες σχέσεις μεταξύ τους, είτε μέσα στο έδαφος είτε πάνω από αυτό. Οι σπουδαιότερες ζωικές ομάδες της εδαφοπανίδας, στους περισσότερους εδαφικούς τύπους, είναι τα πρωτόζωα, οι νηματώδεις, οι δακτυλιοσκώληκες, τα μαλάκια και τα αρθρόποδα (Wallwork, 1970, 1976, Τριχάς, 1996).

Τα εδαφόβια αρθρόποδα είναι συνήθως μέλη των χερσαίων καρκινοειδών (ισόποδα), των μυριάποδων (χειλόποδα, διπλόποδα), των απτερυγωτών και πτερυγωτών εντόμων και των αραχνιδίων (αράχνες, φαλάγγια, σκορπιοί, ακάρεα και ψευδοσκορπιοί) (Wallwork, 1970, 1976, Τριχάς, 1996)

Για την κατάταξη των εδαφόβιων ζωικών οργανισμών χρησιμοποιούνται διάφορα κριτήρια όπως:

- Το μέγεθος τους
- Οι μικροβιοτοπικές τους προτιμήσε

- Ο βαθμός παρουσίας τους στους ορίζοντες του εδάφους

Το μέγεθος των εδαφικών αρθροπόδων ποικίλει από 0,1 mm (πολλά ακάρεα) μέχρι 40cm (τροπικά έντομα, χειλόποδα και διπλόποδα). Έτσι με βάση το μέγεθός τους μπορούν να ανήκουν στις εξής ομάδες (Wallwork, 1970, Τριχάς, 1996):

- Μικροπανίδα, ζώα που έχουν μέγεθος μικρότερο των 0,2mm, όπου κυριαρχούν τα πρωτόζωα.
- Μεσοπανίδα (ή μειοπανίδα για πολλούς συγγραφείς), στην οποία ανήκουν ζώα που έχουν μέγεθος 0,2mm μέχρι 1 cm.
- Μακροπανίδα, ζώα τα οποία είναι μεγαλύτερα του 1 cm

Ως προς τις μικροβιοτοπικές τους προτιμήσεις (habitat preferences), διακρίνονται σε (κατάταξη κατά Gisin, 1943, Wallwork, 1970, Τριχάς, 1996):

- Υδρόφιλους (ισόποδα, διπλόποδα)
- Μεσόφιλους
- Ξηρόφιλους (Tenebrionidae, θυσάνουρα)

Σύμφωνα με τον βαθμό παρουσίας τους στο έδαφος χωρίζονται σε (Kevan, 1962, Τριχάς, 1996):

- Μεταβατικούς (Transient): οργανισμοί οι οποίοι μετακινούνται διαρκώς μέσα και έξω από το έδαφος (κατακόρυφη μετακίνηση)
- Προσωρινούς (Temporary): οργανισμοί οι οποίοι σε ορισμένες φάσεις της ζωής τους βρίσκονται στο έδαφος και στη συνέχεια μεταφέρονται έξω από αυτό
- Περιοδικούς (periodic): οργανισμοί που εμφανίζονται κατά περιόδους στο έδαφος, π.χ. στην περίπτωση διαθέρισης κατά την ξηρή περίοδο (aestivation)
- Σταθερούς (perennant): οργανισμοί που παραμένουν στο έδαφος όλη τη διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου (γαιοσκώληκες)

Τα ζώα αυτής της μελέτης είναι μέλη της μεσοπανίδας και της μακροπανίδας και στην πλειοψηφία τους είναι μεσόφιλα και ξηρόφιλα, ενώ με βάση το βαθμό παρουσίας τους στο έδαφος κατατάσσονται και στις τέσσερις αντίστοιχες κατηγορίες.

Εκτός όμως από τα αρθρόποδα, στην μελέτη αυτή έχουμε και την παρουσία σπονδυλοζώων και μαλακίων.

Ως προς το ρόλο τους στην δυναμική των εδαφών, σημαντικές είναι διάφορες τάξεις πτερυγωτών και απτερύγωτων εντόμων, όπως τα κολέμβολα, τα κολεόπτερα, τα δίπτερα,

τα υμενόπτερα (κυρίως μυρμήγκια), ενώ λιγότερο σημαντικές είναι τάξεις όπως τα δερμάπτερα, τα δικτυόπτερα, τα θυσανόπτερα, τα θυσάνουρα και τα ορθόπτερα, παρά τη συμμετοχή τους με μεγάλους πληθυσμούς στα εδαφικά οικοσυστήματα (Wallwork, 1970, Τριχάς, 1996).

1.4.1. Εδαφοπανίδα στα Μεσογειακά οικοσυστήματα

Διάφορες μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί στα μεσογειακού τύπου οικοσυστήματα και αναφέρονται στα χαρακτηριστικά που παρουσιάζει η εδαφοπανίδα σε κάθε περιοχή που ερευνάται.

Υπάρχουν αρκετά προβλήματα που εμπλέκονται και δυσκολεύουν την διεξαγωγή συγκριτικών αποτελεσμάτων. Τα πιο σημαντικά είναι τα εξής:

- Οι δυσκολίες στην ταξινόμηση των μελετούμενων οργανισμών
- Η αδυναμία σύγκρισης των αποτελεσμάτων, εξαιτίας των διαφορετικών μεθόδων δειγματοληψίας που ακολουθούνται από τις διάφορες ερευνητικές ομάδες
- Η έλλειψη συσχετισμού των ερευνών που αφορούν την δομή της κοινότητας των εδαφικών ζώων (πυκνότητα, ποικιλότητα και αυτών της λειτουργίας του εδαφικού υποσυστήματος, η πτώση στρωμνής και ο βαθμός αποικοδόμησής της, η εδαφική βιολογική δραστηριότητα σαν αποτέλεσμα του μεταβολισμού της μικροχλωρίδας, η αναπνοή των ριζών κ.ά.).

Παρά τα παραπάνω προβλήματα και με βάση κυρίως τα εδαφικά αρθρόποδα (εδαφική μεσοπανίδα), προκύπτουν χαρακτηριστικά που αφορούν την εδαφοπανίδα των μεσογειακών οικοσυστημάτων. Σημαντική μελέτη έχει γίνει στη περιοχή της Χιλής από τον Di Castri (1981) και από την σύγκριση προκύπτουν τα εξής:

- 1) Η έξαρση της πυκνότητας, φαινολογικά, συμπίπτει με την περίοδο του Χειμώνα, ή πιο συχνά με δύο εποχές, την άνοιξη και το φθινόπωρο με ελάχιστο το καλοκαίρι. Είναι ενδιαφέρον το γεγονός ότι σε περιοχές της Β. Αφρικής, όπου οι βροχοπτώσεις συμβαίνουν το καλοκαίρι, η πληθυσμιακή πυκνότητα των εδαφικών ζώων φτάνει το μέγιστό της το Χειμώνα.
- 2) Κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής ξηρασίας κάποιες ομάδες εδαφικών ζώων είναι δραστήριες, αν και η πυκνότητα τους έχει μειωθεί, ενώ μερικές άλλες

πέφτουν σε αδράνεια με τη διαθέριση (aestivation). Ένας πολύ ενδιαφέρον τύπος διαθέρισης έχει περιγραφεί για την Ν. Γαλλία και την Τυνησία (Poinsot-Balaguer 1971, 1974, 1976) καθώς και για την Αυστραλία (Wood, 1971, Greenslade & Greenslade, 1973): από τα κολέμβολα, δύο γένη (*Folsomides* και *Brachystomell*) είναι ικανά να ξεπεράσουν την ξηρή περίοδο σαν ώριμα άτομα σε ένα αδρανές στάδιο ανυδροβίωσης. Ακόμη και μια ξαφνική καλοκαιρινή μπόρα, μπορεί να επαναδραστηριοποιήσει τους διαθερίζοντες αυτούς οργανισμούς. Στα ίδια αποτελέσματα καταλήγουν και μετά από εργαστηριακά πειράματα.

- 3) Οι πληθυσμοί των εδαφικών ζώων δεν παρουσιάζουν τυχαία κατανομή αλλά συνήθως εμφανίζονται σε συσσωματώματα. Ο βαθμός συνάθροισης αυξάνει ανάλογα με την πυκνότητα του πληθυσμού. Το φαινόμενο αυτό δεν αποτελεί ιδιομορφία της μεσογειακής πανίδας αλλά είναι περισσότερο έντονο σ' αυτήν εξαιτίας της μεγάλης ετερογένειας του περιβάλλοντος στο οποίο αναπτύσσεται
- 4) Η πυκνότητα ανάμεσα σε διάφορες ομάδες ακάρεων έχει μελετηθεί από τον Di Castri (1981) ο οποίος προτείνει ένα δείκτη ή μια αναλογία ανάμεσα σε δύο υποομάδες ακάρεων (Oribatei/Prostignata). Ο λόγος αυτός χαρακτηρίζει το βαθμό ξηροφιλίας της ακαροπανίδας (και γενικά της εδαφοπανίδας) ενός εδάφους.
- 5) Μεταξύ των κυρίαρχων ομάδων, τα ακάρεα είναι σε μεγαλύτερη αφθονία από ότι τα κολέμβολα, σε αναλογία μεγαλύτερη του 2/1, που αναφέρεται για τα εδάφη ήπιων κλιμάτων. Τα κολέμβολα αντιδρούν γρηγορότερα από τα ακάρεα στις περιβαλλοντικές αλλαγές και ιδίως στην υγρασία του εδάφους (με διακυμάνσεις της πυκνότητάς τους (θάνατο ή διαθέριση σε δυσμενείς συνθήκες, έναρξη ταχείας αναπαραγωγικής διαδικασίας σε ευνοϊκές συνθήκες).
- 6) Πολύ συχνά γίνονται κατακόρυφες μετακινήσεις των ζώων του εδάφους σε βαθύτερα στρώματα, σαν αποκρίσεις στις αλλαγές του ποσοστού υγρασίας. Ο Chabbour (Di Castri, 1981), βρήκε ότι ακόμα και στα ξηρότερα όρια του μεσογειακού κλίματος στην Β. Αίγυπτο, τα βαθύτερα στρώματα εδάφους (στα 50cm) έχουν σχετική υγρασία 100% την μεγαλύτερη διάρκεια της χρονιάς. Το νερό που υπάρχει διαθέσιμο στο βάθος αυτό λειτουργεί σαν καταφύγιο για τα

- κινούμενα ζώα σε περιπτώσεις επικράτησης δυσμενών συνθηκών στα επιφανειακά στρώματα.
- 7) Όσον αφορά την στρωματοποίηση, φυσικά θα κυμαίνεται ανάλογα με τις κατακόρυφες μετακινήσεις των ζώων. Συνήθως η πυκνότητα των ζώων είναι μεγαλύτερη στο χούμο από ότι στη στρωμνή και εμφανίζει μεγαλύτερες εποχιακές διακυμάνσεις στη στρωμνή από ότι στα βαθύτερα στρώματα
 - 8) Οι δύο παράγοντες κλειδιά που καθορίζουν την δυναμική των πληθυσμών των εδαφικών ζώων στα μεσογειακά οικοσυστήματα είναι το περιεχόμενο του εδάφους σε οργανική ουσία και σε διαθέσιμο νερό. Η οργανική ουσία του εδάφους είναι υπεύθυνη για τις διαφορές στην κατανομή των ειδών και στην ποικιλότητά τους. Από την άλλη, το διαθέσιμο νερό είναι ο κυρίαρχος παράγοντας που προωθεί τις αλλαγές στον πληθυσμό μιας ορισμένης θέσης (αύξηση ή μείωση, κατακόρυφη μετακίνηση). Συνήθως η αύξηση της εδαφικής υγρασίας ενεργοποιεί θετικά τους πληθυσμούς. Ο Vannier (1970) σε μια σειρά μελετών της εδαφοπανίδας σε φυτά βελανιδιάς στη νότια Γαλλία κατάληξε στο ότι τα ακάρεα και τα κολέμβολα είναι ανεξάρτητα της εδαφικής υγρασίας. Επίσης κάνει τη διαπίστωση ότι μεγάλη σημασία έχει το διαθέσιμο νερό και όχι το συνολικό ποσό του νερού. Πιο συγκεκριμένα αναφέρει ότι τα ζώα επηρεάζονται από την αποξήρανση του υποστρώματος, από ένα σημείο της υγρασίας και κάτω, που είναι χαρακτηριστικό και σταθερό για κάθε είδος. Τα ζώα πέρα από το σημείο αυτό δεν μπορούν να νικήσουν τη δύναμη συγκράτησης που εξασκείται από το ξηρό υλικό στο νερό. Πιο ευαίσθητα στην ελάττωση του διαθέσιμου νερού παρουσιάζονται τα κολέμβολα σε σχέση με τα ακάρεα.

1.5. ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΕΔΑΦΟΠΑΝΙΔΑΣ ΣΤΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΣΧΕΣΗ ΤΗΣ ΜΕ ΤΑ ΦΥΤΑ

Παρά το μικρό τους μέγεθος και πολύ συχνά τη μη αισθητή παρουσία τους, τα ζώα της εδαφοπανίδας έχουν εξίσου σημαντικό ρόλο με όλα τα άλλα μέλη που συμμετέχουν στη ζωή και την ισορροπία ενός οικοσυστήματος.

Τα αρθρόποδα μπορούν να θεωρηθούν ως τα πλέον επιτυχημένα ζώα πάνω στη γη, γεγονός που οφείλεται στις δομικές και προσαρμοστικές κατασκευές του σώματός τους. Τα χαρακτηριστικά τους όμως αυτά και η προσαρμοστικότητά τους, κάνει τη συμμετοχή τους στις τροφικές αλυσίδες κάθε οικοσυστήματος πολύ σημαντική. Συγκεκριμένα, ορισμένα αρθρόποδα τρέφονται με φυτική ύλη, δηλαδή λειτουργούν σαν α' καταναλωτές (προνύμφες λεπιδοπτέρων, διπτέρων, νύμφες και ενήλικα ημιπτέρων), ενώ υπάρχουν και αρθρόποδα που παίζουν ρόλο β' καταναλωτών (αράχνες, σκορπιοί, χειλόποδα).

Διάφορα είδη εντόμων είτε σαν pronύμφες είτε σαν ενήλικα άτομα συμμετέχουν στην τροφική αλυσίδα αποτελώντας την τροφή άλλων οργανισμών (πουλιών, βατράχων, σαυρών, ψαριών, σαρκοφάγων φυτών). Συχνά όμως υπάρχουν έντομα τα οποία αποτελούν περιοδική και προαιρετική τροφή για σποροφάγα ποντίκια και πουλιά, όταν λόγω έλλειψης δεν βρίσκουν την φυσιολογική τροφή τους, ή κατά την περίοδο εκτροφής των μικρών τους, οπότε ζητούν πρωτεϊνούχο τροφή.

Γενικά μέσα από ένα κλίμα συνεργασίας, ανταγωνισμού και αλληλεπίδρασης της εδαφοπανίδας σχηματίζεται ένα δυναμικό σύστημα που κατά κύριο λόγο βοηθάει στην αποικοδόμηση του οργανικού υλικού, τον εμπλουτισμό του εδάφους και την χρήση του από τα φυτά. Τέτοιοι οργανισμοί που λειτουργούν σαν σαπροφάγοι είναι πολλά είδη ισόποδων, διπλοπόδων, κολλέμβολων, ακάρεων και θυσάνουρων (πίν. 1.1).

Πίνακας 1.1: Επιδράσεις των εδαφικών οργανισμών στις εδαφικές διεργασίες των Οικοσυστημάτων

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ	ΚΥΚΛΟΣ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ	ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΕΛΑΦΟΥΣ
<p>Μικροχλωρίδα (μύκητες, βακτήρια)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Καταβολισμός οργανικής ύλης ▪ Ανοργανοποίηση και σταθεροποίηση θρεπτικών 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Παραγωγή οργανικών συμπλόκων που δεσμεύουν συσσωματώματα ▪ Παραγωγή κολοειδών
<p>Μικροπανίδα (ακάρεα, κολέμβολα)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ρύθμιση πληθυσμών βακτηρίων και μυκήτων ▪ Εναλλαγή θρεπτικών 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Επηρεάζουν τη δομή των συσσωματωμάτων, αλληλεπιδρώντας με τη μικροχλωρίδα
<p>Μεσοπανίδα (ακάρεα, κολέμβολα, νηματώδεις)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ρύθμιση πληθυσμών ▪ Εναλλαγή θρεπτικών ▪ Διάσπαση θρεπτικών υπολειμάτων 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Παραγωγή περιττωμάτων ▪ Δημιουργία εδαφικών πόρων ▪ Επαγωγή ενυδάτωσης, ύγρανσης
<p>Μακροπανίδα (ισόποδα, χειλόποδα, γαιοσκώληκες κτλ)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Διάσπαση φυτικών υπολειμάτων ▪ Ενεργοποίηση μικροβιακής δραστηριότητας 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ανάμειξη οργανικών και ανόργανων σωματιδίων ▪ Ανακατανομή οργανικής ύλης και μικροοργανισμών ▪ Δημιουργία εδαφικών πόρων ▪ Επαγωγή ενυδάτωσης ▪ Παραγωγή περιττωμάτων

Πολύ σημαντικός είναι ο ρόλος των γαιοσκωλήκων για τον αερισμό και τη δομή του εδάφους και γενικότερα για την γονιμότητά του. Επίσης, με την δημιουργία στοών κατά την κίνησή του ο γαιοσκώληκας κατασκευάζει ένα κύκλωμα αποτελεσματικής αποστράγγισης του εδάφους. Παρόμοιες διεργασίες εκτελούν και τα μαλάκια, τα οποία, με την βλέννα που εκλύουν ορισμένα είδη, βοηθούν στην δημιουργία κολλοειδών συσσωματωμάτων.

Ορισμένοι ζωικοί οργανισμοί έχουν την ιδιότητα να χαρακτηρίσουν μια περιοχή ή ένα οικοσύστημα. Έτσι έχουν οριστεί σαν οικολογικοί δείκτες ομάδες, ή υποομάδες ζώων, που, μέσω αναλογιών, πολλές φορές μπορούν να δώσουν στοιχεία για την κατάσταση ενός βιοτόπου σε γενικές γραμμές ή για ορισμένα χαρακτηριστικά του (έδαφος, διαταραχές) ειδικότερα. Πολλά εδαφόβια μεσοαρθρόποδα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν δείκτες και να συμμετέχουν στον χαρακτηρισμό της φυσικής κατάστασης ενός οικοσυστήματος.

Σαν δείκτες χρησιμοποιούνται συνήθως οργανισμοί που είναι στενόοικοι, δηλαδή οργανισμοί με μικρά διαστήματα μεταξύ των ορίων αντοχής τους (στενόθερμοι, στενούγροιοι, στενόφωτοι, στενούαλοι, στενοφάγοι κ.ά.) πρέπει να σημειωθεί ότι οι νεαρές μορφές (αυγά, προνύμφες) έχουν συνήθως μικρότερα εύρη ανοχής για διάφορους λόγους από τα ενήλικα άτομα του είδους τους.

Σε πολλές μελέτες έχουν χρησιμοποιηθεί σαν δείκτες μερικά είδη ακάρεων (λόγος *Oribatei/Prostigmata*, *Oribatei/Trombidiformes*, *Cryptostigmata/Prostigmata*) που εκφράζουν το βαθμό ξηροφιλίας μιας περιοχής (Di Castri & Vitali Di Castri, 1981). Επίσης αναφέρεται ότι η αναλογία *Oribatei/Acaridae** προτείνεται σαν καλός δείκτης για την μέτρηση της ανθρώπινης δραστηριότητας στα μεσογειακά εδάφη της Χιλής. Σε φυσικά οικοσυστήματα, η αναλογία είναι περίπου 6 έως 7, ενώ μειώνεται σταδιακά όσο αυξάνεται η ύπαρξη του ανθρώπινου παράγοντα στα εδάφη, για να φτάσει το 0,9 σε ξηρά καλλιεργημένα εδάφη και το 0,1 σε αρδευόμενες εκτάσεις.

*Πρόκειται για οικογένειες της τάξης των *Cryptostigmata* με εδαφοβια είδη, που συμβάλλουν στη γονιμότητα του εδάφους με την αποσύνθεσή τους. Επίσης τα *Oribatei* αφθονούν σε περιοχές με οργανική ουσία.

Ορισμένες ξηροφιλικές ομάδες εδαφόβιων αρθροπόδων μπορούν να δώσουν σημαντικά στοιχεία για τη διαβάθμιση της ξηρότητας σε μια περιοχή. Τέτοιες ομάδες είναι τα ξηροφιλικά Tenebrionidae (Di Castri, 1981, Τριχάς, 1996) που αντιπροσωπεύονται σε όλα τα εδάφη μεσογειακού τύπου και αποτελούν καλούς οικολογικούς δείκτες διαβάθμισης ξηρότητας. Επίσης μια άλλη ομάδα ζώων, τα οποία χαρακτηρίζονται ξηροφιλικά και υπολογίζονται σαν δείκτες ξηρότητας, είναι τα Thysanura (Θυσάνουρα).

Πέρα από τη διαπίστωση του βαθμού ξηρότητας μιας περιοχής, με τη χρήση οικολογικών δεικτών, μπορούν να εξαχθούν και άλλα συμπεράσματα για ένα βιότοπο. Τα σαλιγκάρια λόγω χάρη, είναι γεγονός ότι αφθονούν (από άποψη αριθμού ειδών αλλά και μεγέθους πληθυσμών) στα ασβεστούχα εδάφη σε σχέση με τα μη ασβεστούχα (Μυλωνάς, 1982).

Το ασβέστιο είναι απαραίτητο στη δημιουργία του κελύφους τους αλλά και στην αναπαραγωγική διαδικασία, επομένως η ύπαρξη των σαλιγκαριών σε εδάφη πλούσια σε ασβέστιο είναι αναμενόμενη.

Άλλη ομάδα εδαφόβιων εντόμων που χρησιμοποιούνται σαν βιοδείκτες είναι τα Staphylinidae (Bohac, 1999). Για την οικογένεια αυτή των κολεοπτέρων αφενός γνωρίζουμε τις ευρύτερες βιοτοπικές απαιτήσεις των κοινότερων ειδών, αφετέρου η οικογένεια αυτή συναντάται σε όλα τα ημιφυσικά και ανθρωπογενή περιβάλλοντα. Χρησιμοποιούνται όμως λιγότερο από τα Carabidae σαν βιοδείκτες λόγω των προβλημάτων στην ταξινόμησή τους. Σαν δείκτες έχουν χρησιμοποιηθεί επίσης Heteroptera, των οποίων οι πληθυσμιακές κατανομές φαίνεται να είναι καλοί δείκτες διαταραχών που παρουσιάζονται σε καλλιεργούμενες περιοχές (Fauvel, 1999). Τα Heteroptera όπως και τα Hymenoptera έχουν χρησιμοποιηθεί επίσης σαν δείκτες βιοποικιλότητας ενός οικοσυστήματος (Duelli *et al.*, 1999). Για την ανίχνευση βαρέων μετάλλων σε συμβατικές και βιολογικές καλλιέργειες, έχουν χρησιμοποιηθεί τα ισόποδα, διότι έχουν την ικανότητα να συσσωρεύουν Zn, Pb, Cd και Cu, στα λυσοσώματα του ηπατοπαγκρέατος.

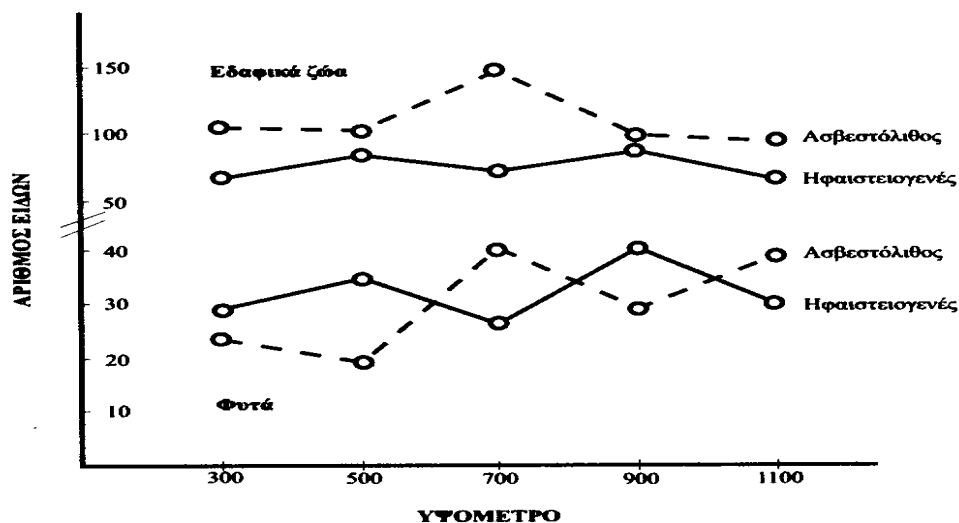
Μια επιπλέον χρήση των γαιοσκωλήκων, εκτός από τον ρόλο τους στην γονιμότητα του εδάφους έχει να κάνει με την χρήση τους σαν δείκτες της κατάστασης του οικοσυστήματος στο οποίο διαβιούν, ειδικά όταν πρόκειται για αγροοικοσύστημα. Η περιορισμένη κινητικότητά τους, κάνει αυτά τα ζώα κατάλληλα για την μελέτη της

επίδρασης της μόλυνσης, των αλλαγών στη δομή του εδάφους και της επίδρασης των καλλιεργητικών πρακτικών. Στα λιγότερο διαταραγμένα αγροοικοσυστήματα οι γαιοσκώληκες παρουσιάζουν αυξημένη αφθονία και ποικιλότητα.

Οι οικολογικοί δείκτες δίνουν σαφέστατα μια πλευρά του συνόλου του οικοσυστήματος που εξετάζεται. Τα στοιχεία όμως που θα ολοκληρώσουν τη συνολική εικόνα του βιοτόπου δεν μπορούν να βασίζονται μόνο στα είδη δείκτες που θα βρεθούν. Πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όλοι οι αβιοτικοί και βιοτικοί παράγοντες που συγκροτούν το οικοσύστημα, ώστε τα συμπεράσματα να είναι έγκυρα και ασφαλή, αποφεύγοντας όσο το δυνατόν συγκρίσεις και συσχετίσεις που δεν έχουν τις ίδιες βάσεις και παραμέτρους. Διαφορετικά οδηγούμαστε σε εσφαλμένες εκτιμήσεις.

Πέρα όμως από τις παραπάνω λειτουργίες της εδαφοπανίδας σε ένα οικοσύστημα και την χρήση ορισμένων ομάδων της σαν δείκτες, σημαντική είναι και η σχέση εξάρτησης και αλληλεπίδρασης που αναπτύσσει με τα φυτά.

Το φυτικό περιβάλλον επιδρά στην δομή του ζωικού πληθυσμού που ζει σε ένα βίοτοπο. Εκείνο όμως που καθορίζει τη δομή και τη δυναμική της εδαφοπανίδας, δεν είναι τόσο η ποικιλότητα των φυτικών ειδών, όσο η φυτοκάλυψή τους και πάνω από όλα η ποσότητα και ποιότητα της στρωμνής. Σε αυτά τα συμπεράσματα έχει καταλήξει ο Di Castri (1981) μετά από έρευνα σε μεσογειακού τύπου οικοσυστήματα



Εικόνα 1.4. Αριθμός ειδών των φυτών και των ζώων της εδαφοπανίδας σε συνάρτηση με δύο γεωλογικά υποστρώματα και με πέντε υψόμετρα στην Ιταλία. (Τροποποιημένο από Di Castri, 1981)

Από την εικόνα 1.4 φαίνεται ότι ο αριθμός των ειδών των ζώων είναι μεγαλύτερος από αυτόν των φυτών, ενώ φαίνεται ότι η εδαφική πανίδα δείχνει μεγαλύτερη πιστότητα ως προς το γεωλογικό υπόστρωμα, απ' ότι η χλωρίδα.

Οι σχέσεις της εδαφοπανίδας και της χλωρίδας θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν σαν σχέσεις θηρευτή- λείας. Έτσι εκτός της κατανάλωσης των φυτών ως τροφής, επηρεάζουν και με άλλους τρόπους τον βαθμό παρουσίας ή απουσίας των ζώων ενός βιοτόπου.

Τα ζώα της εδαφοπανίδας τρέφονται από το μη ξυλώδες μέρος των φυτών, τους χυμούς τους ή την αποσυντιθέμενη φυτική ουσία (σαπροφάγοι οργανισμοί), ενώ παράλληλα τα φυτά προσφέρουν τόπους κατοικίας και θήρευσης. Σε περιπτώσεις δυσμενών καιρικών συνθηκών πολλά ζώα μπορούν να βρουν καταφύγιο στα φυτά για να αντιμετωπίσουν την ξηρασία (π. χ. σαλιγκάρια που βρίσκουν καταφύγιο στα δέντρα το καλοκαίρι), ενώ τα φυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και κατά την περίοδο της διάπαυσης. Σχετικές με τα παραπάνω είναι και οι κατακόρυφες μετακινήσεις των εδαφόβιων εντόμων που πραγματοποιούν ανάμεσα στη στρωμή και τα βαθύτερα εδάφη, σαν απόκριση στις αλλαγές υγρασίας του εδάφους, που ακολουθούν κατά τις περιόδους ξηρασίας-βροχόπτωσης. Μελέτες που έχουν γίνει σε οικοσυστήματα από τον Duelli (1997) κατέληξαν στο πόρισμα ότι η βιοποικιλότητα του οικοσυστήματος, εξαρτάται από την ποικιλότητα των ενδιαιτημάτων (habitats) και του τοπίου, καθώς και την δυναμική των κοινωνιών.

Σαν συμπέρασμα από τα παραπάνω είναι το γεγονός, ότι σε ένα ισορροπημένο οικοσύστημα η χλωρίδα και η πανίδα, συμπεριλαμβανομένης και της εδαφοπανίδας, συντηρούν με απλό τρόπο τις, όποιες μορφής και αποτελέσματος, σχέσεις που οδηγούν στην ομαλή και σταδιακή εξέλιξη και των δύο. Αντιθέτως όταν διαταραχθούν από διάφορους παράγοντες, οι σχέσεις χλωρίδας και πανίδας, τότε το οικοσύστημα χάνει την ισορροπία του και επηρεάζεται αρνητικά.

1.5.1. Ποικιλότητα και εδαφοπανίδα στο δασικό οικοσύστημα

Στα εύκρατα δάση με τα φυλλοβόλα δέντρα, όπως στην περίπτωση της παρούσας μελέτης, η εναλλαγή των εποχών σημαδεύεται έντονα. Για να επιβιώσουν σ' ένα τόσο ευμετάβλητο περιβάλλον τα ζώα πρέπει να προσαρμοστούν, είτε ν' ανέχονται, είτε ν' αποφεύγουν τη δοκιμασία του χειμώνα. Για τα πιο δραστήρια ζώα, ιδιαίτερα τα πουλιά, η

αποδημία είναι η καλύτερη λύση, επειδή η δραστηριότητα απαιτεί φαγητό, το οποίο σπανίζει το χειμώνα. Στο άλλο άκρο της κλίμακας δραστηριότητας, τα θερμόαιμα σπονδυλωτά μεταναστεύουν μόνο τοπικά, αν όχι καθόλου. Η χαμηλή θερμοκρασία του φθινοπώρου παγώνει το σώμα τους, ρίχνει τις ζωτικές τους λειτουργίες, και έτσι αντιδρούν με τη χειμερία νάρκη.

Η μόνιμη σήψη των φύλλων προσφέρει στα εύκρατα φυλλοβόλα δάση ένα πλούσιο, σκούρο χόμα, που στα επιφανειακά του στρώματα κατοικείται από ασπόνδυλα. Οι γαιοσκώληκες τρέφονται με σάπιες ύλες μέσα στο χόμα και μ' αυτόν τον τρόπο δρουν ως φυσικοί καλλιεργητές. Με τα χρόνια φέρνουν θαμμένες ύλες στην επιφάνεια, με τη μορφή απορριγμάτων, και οι τρύπες που ανοίγουν αερίζουν το χόμα. Αναποδογυρίζουν δηλαδή το έδαφος και το σπάνε ως και το άροτρο. Μικρότερα αλλά εξίσου σημαντικά είναι τα κολέμβολα που τρέφονται με σάπια φύλλα ή με μύκητες που προκαλούν σήψη.

Στα πεσμένα κλαδιά και κορμούς βρίσκουμε πολλά φυτοφάγα ζώα –σαλιγκάρια και γυμνοσάλιαγκες, αρθρόποδα, έντομα και μυριάποδα. Εκεί βρίσκουν κάποιο βαθμό ασφάλειας από θηρευτές, καθώς και τροφή. Τα σαλιγκάρια και οι γυμνοσάλιαγκες βγαίνουν να ψάξουν για τροφή κυρίως μετά τη βροχή ή τη νύχτα, που πέφτει η θερμοκρασία και ο αέρας μετατρέπει την υγρασία του αέρα σε δροσιά.

Μικρά σαρκοφάγα συναντώνται εκεί πέρα, καθώς αρέσκονται να είναι κοντά στη λεία τους. Επίσης τα μικρά σαρκοφάγα αποτελούν λεία για μεγαλύτερα, άρα είναι και ένα είδος καταφυγίου. Ένας άλλος λόγος είναι ότι μερικά αρπακτικά κυνηγοί των αρθροπόδων - κυρίως μερικές αράχνες – αναπνέουν εν μέρει με υγρά «εξωτερικά βράγχια», γι' αυτό χρειάζονται υγρό περιβάλλον. Αυτά τα αρπακτικά περιλαμβάνουν μια μεγάλη ποικιλία από αράχνες που είναι κυρίως μικρές και περνούν απαρατήρητες γιατί, αντίθετα μ' ό,τι πιστεύεται, ελάχιστες μόνο φτιάχνουν εμφανείς και εκτεθειμένους ιστούς. Επίσης υπάρχουν χειλόποδα και ψευδοσκορπιοί με εξίσου σημαντικούς ρόλους.

Με όλα τα ασπόνδυλα τρέφονται και τα σπονδυλωτά. Οι μυγαλές, για παράδειγμα, είναι πολύ πιο άφθονες απ' ό,τι στα κωνοφόρα δάση και κάθε λίγες ώρες της ημέρας και της νύχτας πρέπει να βγούν από τις κρυψώνες τους για αναζήτηση τροφής, ώστε να καλύψουν την ενέργεια που χάνουν με ταχύτατους ρυθμούς.

Η ποικιλότητα των ενδιαιτημάτων (αριθμός τύπων βιοτόπων ανά μονάδα επιφάνειας).

Σύμφωνα με τη θεωρία του μωσαϊκού τοπίου, όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός τύπων βιοτόπων σε μια περιοχή, τόσο ευρύτερο είναι το φάσμα της γενετικής δεξαμενής που τροφοδοτεί την περιοχή αυτή. Κάθε τύπος βιοτόπου, συνεισφέρει στη συνολική ποικιλότητα με κάποιους εξειδικευμένους μηχανισμούς. Πολλοί οργανισμοί και μέλη της εδαφοπανίδας χρειάζονται διαφορετικά ενδιαιτήματα για την ανάπτυξη, την διατροφή, τη διαχείμανση και την αναπαραγωγή τους. Είναι πιθανότερο επομένως να βρουν τον κατάλληλο συνδυασμό ενδιαιτημάτων σε ένα μωσαϊκό τοπίο, παρά σε μια ομοιόμορφη και ομοιογενή έκταση.

Ετερογένεια ενδιαιτημάτων

Έχει παρατηρηθεί αύξηση της βιοποικιλότητας ανάλογη του αριθμού των τμημάτων του μωσαϊκού τοπίου, ακόμα και όταν ο αριθμός των βιοτύπων παραμένει ο ίδιος. Η παρατήρηση αυτή οφείλεται στη δυναμική των μετακοινωνιών. Σαν μετακοινωνία ή μεταπληθυσμό θεωρούμε πληθυσμούς που παρουσιάζουν ψηφιδωτή κατανομή στο χώρο (ευκρινείς συναθροίσεις). Οι κυριαρχίες των ειδών είναι λίγο πολύ διαφορετικές σε κάθε κομμάτι μωσαϊκού ακόμα και αν είναι ίδιου βιοτόπου. Αυτό οφείλεται στην διαφορετική έκθεση των οργανισμών σε εισβολές θηρευτών, παρασιτοειδών ή παθογόνων οργανισμών. Οι κενοί θώκοι, που είναι αποτέλεσμα τοπικών εξαφανίσεων, επιτρέπουν την εποίκηση και εγκαθίδρυση νέων ειδών, έστω προσωρινά. Επιπλέον, μικρότερα αλλά περισσότερα μωσαϊκά τμήματα προσφέρουν περισσότερους οικοτόνους (το όρια ανάμεσα σε δύο τύπους βιοτόπων). Πολλά είδη, όπως μυρμήγκια, μέλισσες, κολεόπτερα, λεπιδόπτερα, είναι γνωστό ότι μεταπηδούν από ένα ενδιαίτημα σε ένα άλλο κατά την διάρκεια της ημέρας, για αναζήτηση τροφής, ξεκούραση και αναπαραγωγή.

1.6. ΓΝΩΡΙΜΙΑ ΜΕ ΤΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ

Οι οργανισμοί με τους οποίους θα ασχοληθούμε σε αυτή τη μελέτη, αποτελούν κυρίως μέλη της εδαφόβιας μεσοπανίδας. Σαν μέλη της μεσοπανίδας χαρακτηρίζονται ζώα τα οποία έχουν μέγεθος 0,2mm ως 1cm. Οι ομάδες στις οποίες θα αναφερθούμε είναι κυρίως υποομάδες που ανήκουν στα αρθρόποδα, όπως τα εδαφοβια έντομα (απετερύγωτα

και πτερυγωτά), τα αραχνίδια (αράχνες, σκορπιοί, ψευδοσκορπιοί, ακάρεα, φαλάγγια), τα μυριάποδα (χειλόποδα, διπλόποδα), τα καρκινοειδή (ισόποδα, τα μόνα χερσαία καρκινοειδή, όλα τα υπόλοιπα είναι θαλάσσια-λιμναία). Άλλες ομάδες ζώων που θα μας απασχολήσουν είναι τα μαλάκια και σε μικρότερο βαθμό τα σπονδυλωτά (ερπετά, τρωκτικά).

Οι τομείς οι οποίοι αφορούν το αντικείμενο της μελέτης αυτής, είναι τα γενικά χαρακτηριστικά των ζώων της εδαφοπανίδας, οι οικολογικές τους απαιτήσεις, και η εποχικότητά τους.

Πηγή των πληροφοριών που αναφέρονται παρακάτω αποτελούν βιβλιογραφικά δεδομένα και εργασίες που έχουν γίνει και αφορούν συγκεκριμένες ομάδες ζώων που παρουσιάστηκαν στη μελέτη αυτή.

1.6.1. Αρθρόποδα

Το φύλο των αρθροπόδων όπως αναφέρθηκε παραπάνω, μεταξύ άλλων, περιλαμβάνει τις κλάσεις των εντόμων, των αραχνιδίων, των χειλοπόδων και διπλοπόδων καθώς και το υποφύλο των καρκινοειδών.

Πιθανή πηγή προέλευσης των αρθροπόδων είναι οι γνωστοί μας δακτυλιοσκώληκες (φύλο Annelida), παρόλο που δεν υπάρχουν ενδιάμεσες μορφές που να βεβαιώνουν την υπόθεση αυτή. Αποτελούν μια εξαιρετικά επιτυχή ομάδα ζώων, από εξελικτική άποψη. Μπορούν να επιβιώσουν σε ευρεία ποικιλία συνθηκών, έχουν ποικίλους μηχανισμούς μετακίνησης, την ευρύτερη ποικιλία ειδών διατροφής και περιλαμβάνουν τον μεγαλύτερο αριθμό ειδών από κάθε άλλη ταξινομική ομάδα του ζωικού βασιλείου (1.000.000 γνωστά είδη αρθροπόδων, 78% των γνωστών ζωικών ειδών).

Ο ρόλος τους για την ισορροπία ενός οικοσυστήματος είναι πολύ σημαντικός, αφού καταλαμβάνουν θέσεις α' και β' καταναλωτών καθώς και μακροαποσυνθετών, στην τροφική πυραμίδα. Υπάρχουν ομάδες που περνούν όλη την διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου στο έδαφος (π.χ. ακάρεα, κολλέμβολα), ενώ από την άλλη υπάρχουν ομάδες που περνούν ένα μέρος του βιολογικού τους κύκλου μέσα στο έδαφος (π.χ. κολεόπτερα και λεπιδόπτερα, στάδιο προνύμφης). Υπάρχουν βέβαια και αρθρόποδα τα οποία κινούνται από το έδαφος προς την επιφάνεια και αντίστροφα, όπως διάφορα χειλόποδα και

διπλόποδα, αρκετές οικογένειες κολεοπτέρων, καθώς και ορισμένα έντομα όπως οι τερμίτες και τα μυρμήγκια (κοινωνικά έντομα).

Μεγαλύτερη βαρύτητα θα δοθεί στα μέλη της εδαφοπανίδας που παρουσιάζουν ιδιαίτερη σημασία για ένα βιότοπο, από το βλέμμα της μελέτης αυτής, ενώ η υπάρχουσα σχετική βιβλιογραφία θα βοηθήσει και στον τελικό σχολιασμό των αποτελεσμάτων, λαμβάνοντας υπόψη τις περιοχές και τις περιόδους μελέτης.

1.6.1.1. Έντομα

Τα έντομα είναι ζώα με πολλές σωματικές υποδιαιρέσεις (μεταμερή), σχετικά σκληρό σωματικό περίβλημα και αρθρωτά άκρα. Το σώμα τους διακρίνεται σε κεφαλή θώρακα και κοιλία.

Ο αριθμός των γνωστών ειδών εντόμων είναι δύσκολο να εκτιμηθεί αλλά σίγουρα είναι μεγαλύτερος από το σύνολο των υπολοίπων ζωικών οργανισμών. Ο αριθμός των εντόμων που έχουν περιγραφεί και ονομαστεί, φτάνει τις 800.000, ενώ κάθε χρόνο καταγράφονται μερικές χιλιάδες νέα είδη (Καπετανάκης, 1994).

Το μεγαλύτερο ποσοστό των ήδη γνωστών εντόμων είναι φυτοφάγα (53%), ενώ υπάρχουν και ζωοφάγα (28%) και σε μικρότερο ποσοστό σαπροφάγα (Τζανακάκης, 1995). Υπάρχουν όμως περιπτώσεις όπου ορισμένα είδη σαπροφάγα, μπορεί να προσβάλουν και ζωντανά φυτά, ενώ άλλα είδη, ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξής τους είναι φυτοφάγα, σαπροφάγα ή σαρκοφάγα.

Η προσαρμοστικότητά τους είναι από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά τους, σχετικά με την οικολογία τους και την ικανότητά τους να βρίσκονται σε ποικίλους τύπους ενδιαιτημάτων.

1.6.1.1.1. ΚΟΛΕΟΠΤΕΡΑ (Τάξη Coleoptera)

Η τάξη των κολεοπτέρων αποτελεί μια από τις σημαντικότερες και πολυπληθέστερες κατηγορίες εντόμων (περισσότερα από 300,000 είδη). Παρά την ικανότητά τους να βρίσκονται παντού όπως όλα τα έντομα, δύσκολα γίνονται αντιληπτά, εξαιτίας των κρυπτικών τους συνηθειών. Οι τροφικές τους συνήθειες καλύπτουν και αυτές μεγάλη ποικιλία. Είναι σχεδόν αδύνατο να κατονομάσει κανείς κάποια πηγή ενέργειας στα χερσαία οικοσυστήματα που να μην εκμεταλλεύονται τα κολεόπτερα. Πολλά κολεόπτερα

είναι αρπακτικά άλλων εντόμων και γενικότερα αρθροπόδων και έτσι είναι ωφέλιμα, όταν βέβαια η λεία τους είναι κοκκοειδή, ακάρεα, και γενικότερα ομάδες που αποτελούν φυτοπαράσιτα οικονομικής σημασίας.

1.6.1.1.2. ΚΟΛΛΕΜΒΟΛΑ (Τάξη Collembola)

Τα κολλέμβολα αποτελούν μια τάξη των Αρθροπόδων με άτομα μικρού μεγέθους μέχρι 5mm. Συγκριτικά με τους υπόλοιπους αντιπροσώπους της εδαφόβιας μεσοπανίδας είναι μικροσκοπικά ζώα, για την συλλογή των οποίων οι παγίδες εδάφους δεν είναι ενδεδειγμένες. Παρ' όλα αυτά η καταμέτρηση τους θεωρείται αναγκαία εφόσον τα κολλέμβολα αποτελούν καλό δείκτη για την ύπαρξη οργανικής ουσίας στο έδαφος. Όσον αφορά τις βιοτοπικές προτιμήσεις τους, τα κολλέμβολα βρίσκονται στα επιφανειακά εδαφικά στρώματα ή κάτω από φύλλα σε υγρές κυρίως περιοχές. Τρέφονται με σπυρόμενη φυτική ουσία αλλά υπάρχουν και φυτοφάγα είδη που προσβάλλουν νεαρά φυτάρια.

1.6.1.1.3. ΔΙΚΤΥΟΠΤΕΡΑ (Τάξη Dictyoptera)

Στην τάξη των Δικτυόπττερων περιλαμβάνονται γύρω στα 6000 είδη που έχουν μέτριο ως μεγάλο μέγεθος με εδαφόβιους κυρίως αντιπροσώπους. Διαχωρίζονται σε δύο υποτάξεις με διαφορετικά οικολογικά δεδομένα:

A. Υποτάξη **Blattodea**. Σε αυτήν ανήκουν οι κατσαρίδες. Είναι γνωστή η υγειονομική σημασία εκείνων των ειδών, που διαβιούν σε ανθρώπινες κατοικίες και υπονόμους. Τρέφονται με ανθρώπινη τροφή ή αποσυντιθέμενη οργανική ύλη. Φαίνεται να βρίσκονται παρούσες σε κάθε δυνατό βιότοπο.

B. Υποτάξη **Mantodea**. Σε αυτήν ανήκουν οι μάντιδες (αλογάκια της Παναγίας), που διαβιούν κυρίως ως αρπακτικά εντόμων και άλλων αρθροπόδων.

1.6.1.1.4. ΥΜΕΝΟΠΤΕΡΑ (Τάξη Hymenoptera)

Τα Υμενόπτερα αποτελούν μια από τις πιο πολυπληθείς τάξεις εντόμων, με 110.000 είδη. Σε αυτά περιλαμβάνονται οι μέλισσες, οι σφήκες, τα μυρμήγκια που συλλέχθηκαν σε

μεγάλους αριθμούς, αλλά και ευρισκόμενα σε συναθροίσεις. Υπάρχει πληθώρα ειδών μυρμηγκιών με αποτέλεσμα να διαβιούν σε μεγάλης ποικιλότητας βιοτόπους. Η τροφή τους συνίσταται κυρίως σε σπόρους ή τμήματα φυτών, ενώ αναφέρονται και εντομοφάγα είδη. Διάφορα είδη μυρμηγκιών, με τον βαθμό παρουσίας τους, μπορούν να χαρακτηρίσουν ένα βιότοπο.

Όσον αφορά τα υπόλοιπα Υμενόπτερα, πρόκειται κυρίως για έντομα που πετούν και επιτελούν ουσιαστικό ρόλο στην επικονίαση των φυτών, ενώ συλλέχθηκαν στις παγίδες εδάφους είτε επειδή ξεγελάστηκαν από την αντανάκλαση της επιφάνειας του υγρού, κατά την αναζήτηση τους για νερό, είτε παρασυρμένα από τον άνεμο.

1.6.1.1.5. ΟΡΘΟΠΤΕΡΑ (Τάξη Orthoptera)

Τα ορθόπτερα είναι μια τάξη εντόμων γνωστή για τα σμήνη των ακριδών που συγκεντρώνονται και καταστρέφουν καλλιεργημένες εκτάσεις, κυρίως με αγρωστώδη. Πρόκειται για έντομα, με μεσαίο ως μεγάλο μέγεθος, που αριθμούν περί τα 20.000 είδη με κυριότερους εκπροσώπους τις ακρίδες και τους γρύλους.

Όσον αφορά τις ακρίδες (οικογένεια Acrididae), είναι έντομα που ζουν κυρίως στο έδαφος, ενώ υπάρχουν και δενδρόβιες μορφές. Οι νύμφες των ακριδών είναι εδαφόβιες. Τα μέλη της οικογένειας είναι από φυτοφάγα ως παμφάγα, ενώ αναφέρονται και σαρκοφάγα είδη (κυρίως στην οικογένεια Tettigoniidae), που τρέφονται με άλλα έντομα και ειδικότερα άλλες ακρίδες.

Οι γρύλοι (οικογένεια Gryllidae), διαβιούν στους αγρούς στο έδαφος ή και κάτω από πέτρες. Είναι κυρίως νυκτόβια και φυτοφάγα έντομα, ενώ πολλά από αυτά μετά την εκκόλασή τους καταφεύγουν κατά το φθινόπωρο στις βάσεις των θάμνων για την διαχείμασή τους.

1.6.1.1.6. ΘΥΣΑΝΟΥΡΑ (Τάξη Thysanura)

Στην τάξη των Θυσάνουρων περιλαμβάνονται περίπου 500 είδη. Είναι ευρέως διαδεδομένη τάξη εντόμων με πολλά από αυτά να συναντώνται στα σπίτια σαν σαπροφάγοι οργανισμοί σε κουζίνες, αποθήκες τροφίμων και βιβλιοθήκες.

Σύμφωνα με τον Di Castri (1981) είναι μια σημαντική ομάδα ξηροφιλικών εντόμων που μπορούν να χαρακτηρίσουν την ξηρότητα μιας περιοχής. Στους αγρούς διαβιούν σε

φωλιές μυρμηγκιών και τερμιτών ενώ εμφανίζονται καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου σε διαφορετικά μεγέθη, ανάλογα με την ηλικία τους. Παίζουν σημαντικό ρόλο στο οικοσύστημα ως σαπροφάγα έντομα ενεργώντας με παρόμοιο τρόπο με τα Διπλόποδα .

1.6.1.1.7. ΔΕΡΜΑΠΤΕΡΑ (Τάξη Dermaptera)

Η τάξη αυτή είναι κυρίως γνωστή από τις ψαλίδες που περιλαμβάνει (βρέθηκαν στις δειγματοληψίες). Είναι εδαφόβια ζώα που κρύβονται κάτω από πέτρες ή σε φλοιούς δέντρων και είναι νυκτόβια. Είναι παμφάγα ζώα με μερικά φυτοφάγα είδη και άλλα με ωφέλιμη δράση ως αρπακτικά εντόμων (π.χ. *Forficula auricularia*).

1.6.1.1.8. ΗΜΙΠΤΕΡΑ (Τάξη Hemiptera)

Η τάξη αυτή περιλαμβάνει γύρω στα 65.000 είδη εντόμων που διαχωρίζονται σε δύο υποτάξεις μεγάλης σημασίας:

- Υποτάξη Heteroptera

Διαιρείται σε δύο σειρές με έντομα υδρόβια και έντομα χερσαία. Στην τελευταία σειρά εναπόκειται το ενδιαφέρον μας καθώς περιλαμβάνει μεταξύ άλλων εδαφόβια έντομα. Είναι κυρίως φυτοφάγα είδη (βρωμούσα), χωρίς όμως να παραλείπονται και είδη αρπακτικά αφίδων, ψύλλων και ακάρεων. Αν και η παρουσία τους είναι περισσότερο αισθητή τέλη χειμώνα και άνοιξη-ως ακμαία-συναντήσαμε ορισμένα άτομα ετερόπτερων στο στάδιο της νύμφης, καθώς η φθινοπωρινή περίοδος δεν προσφερόταν για τέλεια έντομα. Συνιστούν μεγάλο μέρος της συνολικής εδαφοπανίδας σε πολλές καλλιέργειες (αριθμό ατόμων). Η μεγάλη κινητικότητα που διαθέτουν τους επιτρέπει να επανεποικίζουν περιοχές από τις οποίες είχαν εξαφανιστεί.

Οι μεταβολές στους πληθυσμούς των ετεροπτερων, φαίνεται να είναι καλοί δείκτες για τις διαταραχές σε καλλιεργούμενες κυρίως περιοχές (Fauvel, 1999). Πολλά είδη είναι ωφέλιμα και παίζουν σημαντικό ρόλο στην ρύθμιση των εξάρσεων των βλαβερών πληθυσμών για τα φυτά, συνεισφέροντας στην σταθερότητα του οικοσυστήματος. Η σύνθεση της πανίδας των ετερόπτερων φαίνεται να επηρεάζεται από τους εξής 5 παράγοντες (Fauvel, 1999):

1) Την κλιματική ζώνη και τα μικροκλιματικά χαρακτηριστικά της περιοχής

- 2) Από τον τύπο της βλάστησης και από την ύπαρξη διαφόρων στρωμάτων βλάστησης (επιλεκτικότητα στην βλάστηση που προτιμούν)
- 3) Την εποχή. Συνήθως η ποικιλότητα των ειδών των ετεροπτέρων αυξάνει μέχρι τα μέσα του καλοκαιριού
- 4) Παρουσία τροφής
- 5) Επιδράσεις του ανθρώπου στην εν λόγω περιοχή. Είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στους χημικούς ψεκασμούς, ειδικά στα εντομοκτόνα (Fauvel, 1999).

- Υποτάξη Homoptera

Σε αυτήν υπάγονται κυρίως έντομα που δεν χαρακτηρίζονται εδαφόβια π.χ. αφίδες, αλευρώδεις.

1.6.1.1.9. ΔΙΠΤΕΡΑ (Τάξη Diptera)

Τα Δίπτερα δεν αποτελούν μέλη της εδαφόβιας εντομοπανίδας, ωστόσο στις δειγματοληψίες εδάφους που πραγματοποιήθηκαν βρέθηκαν αρκετοί αντιπρόσωποι τους, ποικίλων μεγεθών (μύγες, κουνούπια). Ανήκοντας στις πολυπληθείς ομάδες εντόμων, ήταν αναμενόμενη η πτώση τους στις παγίδες εδάφους κατά την πτήση τους. Όσον αφορά δε τις βιοτοπικές προτιμήσεις τους, παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλότητα και στο περιβάλλον διαβίωσης αλλά και στις τροφικές συνήθειες. Έτσι συναντώνται είδη σαπροφάγα, φυτοφάγα που περιλαμβάνουν επιζήμιους εχθρούς καλλιεργειών, αλλά και αρπακτικά εντόμων ή παράσιτα εντόμων και ανώτερων ζώων.

1.6.1.1.10. ΛΕΠΙΔΟΠΤΕΡΑ (Τάξη Lepidoptera)

Πρόκειται επίσης για τάξη χωρίς εδαφόβιους αντιπροσώπους (όσον αφορά το στάδιο του ακμαίου εντόμου), ωστόσο όμως άτομα από διάφορα είδη που ανήκουν σε αυτή βρέθηκαν στις παγίδες εδάφους. Πρόκειται κυρίως για φυτοφάγα είδη που ζουν σε μεγάλη ποικιλία βιοτόπων και υψομέτρων.

1.6.1.2. Αραχνίδια (Arachnida)

Τα Αραχνίδια είναι μια κλάση των Χηληκεραιωτών (Chelicerata) και ανήκουν στα Αρθρόποδα. Συνολικά στα αραχνίδια έχουν περιγραφεί γύρω στα 80.000 είδη. Σε αυτά περιλαμβάνονται οι Σκορπιοί, οι Ψευδοσκορπιοί, τα Ακάρεια, οι Αράχνες, τα Φαλάγγια

και τα περισσότερα Αραχνίδια είναι αρπακτικά και τρέφονται κυρίως με έντομα. Λόγω της φτωχής τους όρασης τα πιο πολλά είναι νυκτόβια. Εκτός από ορισμένα Ακάρεα που είναι υδρόβια, τα περισσότερα Αραχνίδια είναι χερσαία, ενώ ορισμένες τάξεις τους αποτελούν τυπικές ζωικές ομάδες ξηρών και θερμών περιοχών.

Στην παρούσα μελέτη η κατάταξη των Αραχνιδίων παρέμεινε στο επίπεδο της τάξης, λόγω της πρακτικής δυσκολίας ενός μη ειδικού ερευνητή να καθορίσει τις διαφορές ανάμεσα στα διάφορα είδη Αραχνών, Ακάρων αλλά και Φαλαγγίων που ευρέθησαν στις μελετώμενες εκτάσεις.

1.6.1.2.1. ΣΚΟΡΠΙΟΙ

Οι σκορπιοί είναι ανώτεροι θηρευτές της εδαφόβιας πανίδας. Είναι νυκτόβια ζώα. Ζούν κάτω από πέτρες, σε σχισμές βράχων και δέντρων, σε ξερολιθιές, σε σπηλιές και γενικά προτιμούν σκοτεινά και υγρά σημεία. Όλα τα είδη είναι δηλητηριώδη ,αλλά μόνο λίγα μπορούν να προκαλέσουν θάνατο (Polis 1990). Στην Κρήτη δεν υπάρχουν θανατηφόροι σκορπιοί, αλλά το κέντρισμά τους είναι ιδιαίτερα επώδυνο για τον άνθρωπο (Στάθη 1998). Στην παρούσα μελέτη συλλέχθηκαν τα είδη *Mesobuthus gibbosus* και *Euscorpium carpathicus*.

1.6.1.2.2. ΑΡΑΧΝΕΣ(Τάξη Araneae)

Είναι η μεγαλύτερη τάξη των αραχνιδίων. Από οικολογική σκοπιά, οι αράχνες εύκολα θεωρούνται «πανταχού παρούσες» στα χερσαία οικοσυστήματα, παρουσιάζοντας πολύ μεγάλη ποικιλομορφία και διαφοροποίηση στο χώρο και το χρόνο και καταλαμβάνοντας μεγάλο αριθμό οικολογικών θώκων. Μπορούν να επιβιώσουν σε ευρύτατο φάσμα κλιματικών συνθηκών, σε όλα τα γεωγραφικά μήκη και πλάτη και σε κάθε πιθανό περιβάλλον, εκτός του αέρα και της θάλασσας. Ανάλογα μεγάλη είναι και η ποικιλία χρωμάτων, μεγεθών και σχημάτων που μπορεί να έχουν, οι συνήθειες και η συμπεριφορά τους, καθώς και οι ανοχές τους σε διάφορους κλιματολογικούς παράγοντες, στοιχεία που αποδεικνύουν την εξελικτική επιτυχία της ομάδας στο σύνολό της.

Ως προς την έρευνα σε θέματα οικολογίας, οι αράχνες έχουν το πλεονέκτημα ότι είναι αποκλειστικά σαρκοφάγες και συνιστούν ένα πολύ σημαντικό κομμάτι των θηρευτών στα τροφικά πλέγματα (Χατζάκη 2003).

1.6.1.2.2. ΦΑΛΑΓΓΙΑ (Τάξη Opiliones)

Τα φαλάγγια αποτελούν μια τάξη των αραχνιδίων, με μέτριο μέγεθος και χαρακτηριστικά μακριά και λεπτά πόδια.

Είναι χερσαία είδη και θεωρούνται αρπακτικά τρεφόμενα κυρίως με έντομα. Ορισμένα είδη απομυζούν φυτικούς χυμούς από καλλιεργούμενα φυτά, χωρίς όμως να προκαλούν σοβαρές ζημιές.

1.6.1.2.3. ΑΚΑΡΕΑ (Τάξη Acarina)

Τα ακάρεα λόγω του μικροσκοπικού μεγέθους τους είναι πολύ δύσκολο να ανιχνευθούν σε μια μελέτη με παγίδες εδάφους. Παρόλα αυτά η συνύπαρξή τους μαζί με τις άλλες ομάδες της εδαφόβιας πανίδας σε ένα βιότοπο αποτελεί μια πραγματικότητα που δεν πρέπει να παραβλεφθεί και να υποβαθμιστεί. Υπάρχουν 7.000 είδη, 1.000 γένη και 150 οικογένειες. Τα περισσότερα είδη των ακάρεων είναι χερσαία ενώ αρκετά είναι υδρόβια. Πολλά είδη είναι σαπροφάγα, τρέφονται δηλαδή με νεκρά και αποσυντιθέμενα μέρη φυτών και ζώων παίζοντας έτσι σημαντικό ρόλο στα πρώιμα στάδια της αποσύνθεσης της οργανικής ύλης και της διαδικασίας της ανακύκλωσης. Άλλα τρέφονται με ζωντανά φυτά, αποτελώντας ένα σημαντικό εχθρό για τις δραστηριότητες του ανθρώπου καθώς ζημιώνουν καλλιέργειες και αποθηκευμένα προϊόντα. Πολλά είδη ακάρεων παρασιτούν σε ζώα και είναι ιδιαίτερης οικονομικής σημασίας όσα παρασιτούν βοοειδή, πρόβατα, μέλισσες. Δεν παραλείπονται και ορισμένα ακάρεα θηρευτές άλλων ακάρεων ή μικρών εντόμων, ενώ υπάρχουν και μυκητοφάγα ακάρεα στην οικογένεια Oribatei. Ορισμένα είδη χρησιμοποιούνται στη βιολογική καταπολέμηση των νηματωδών (Di Castri, 1981).

Όπως αναφέρει ο Jones (1983), τα περισσότερα ακάρεα αφθονούν το καλοκαίρι και το φθινόπωρο, ευρισκόμενα κυρίως στη χαμηλή βλάστηση, σε βρύα ή και στη φυλλοστρωμνή. Οι πυκνότητες τους μπορούν να φτάσουν αρκετές εκατοντάδες χιλιάδες άτομα / m². Δεν αποτελούν κύριο χαρακτηριστικό της εδαφόβιας πανίδας, ωστόσο χρησιμοποιούνται διαφορετικές αναλογίες υποομάδων ακάρεων για ορισμένες μετρήσεις.

Όπως αναφέρει ο Di Castri (1981) η αναλογία Oribatei / Acaridiae που εμφανίζεται σε ένα βιότοπο, αποτελεί ένα καλό δείκτη για τον βαθμό της ανθρώπινης παρέμβασης σε μεσογειακά εδάφη της Χιλής. Επιπλέον η αναλογία Oribatei / Prostigmata μπορεί να χαρακτηρίσει το βαθμό ξηροφιλίας της ακαρεοπανίδας και γενικότερα της εδαφοπανίδας

σε ένα έδαφος. Άλλες αναλογίες μεταξύ υποομάδων ακάρεων, μπορούν να χρησιμεύσουν σε συμπεράσματα για την περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία. Επίσης στα μεσογειακά εδάφη είναι αφθονότερα τα ακάρεα σε σχέση με τα κολλέμβολα, ενώ φαίνεται τα ακάρεα να επηρεάζονται αρνητικά (πυκνότητα, ποικιλότητα), όταν βρίσκονται σε εδάφη με μικρή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία και μεγάλη υδατοπεριεκτικότητα. Τα μη διαταραγμένα αγροοικοσυστήματα μπορεί να έχουν 20-30 διαφορετικά είδη.

Το μικρό μέγεθος των ακάρεων δεν τα εμποδίζει λοιπόν να δώσουν σημαντικά στοιχεία για την κατάσταση ενός οικοσυστήματος, καθώς και να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην λειτουργία του. Ορισμένες ομάδες μάλιστα βρίσκονται μόνο σε ιδιαίτερα διαταραγμένα περιβάλλοντα (Di Castri, 1981).

1.6.1.3. Μονοεξαρτηματικά

1.6.1.3.1. ΧΕΙΛΟΠΟΔΑ (Τάξη Chilopoda)

Η ομοταξία των χειλοπόδων ανήκει στα Μονοεξαρτηματικά (όπως και τα Διπλόποδα) στο φύλο των Αρθροπόδων. Αριθμούν γύρω στα 3.000 είδη και έχουν εξαπλωθεί ευρέως από τις τροπικές μέχρι τις εύκρατες και πολύ ψυχρές περιοχές.

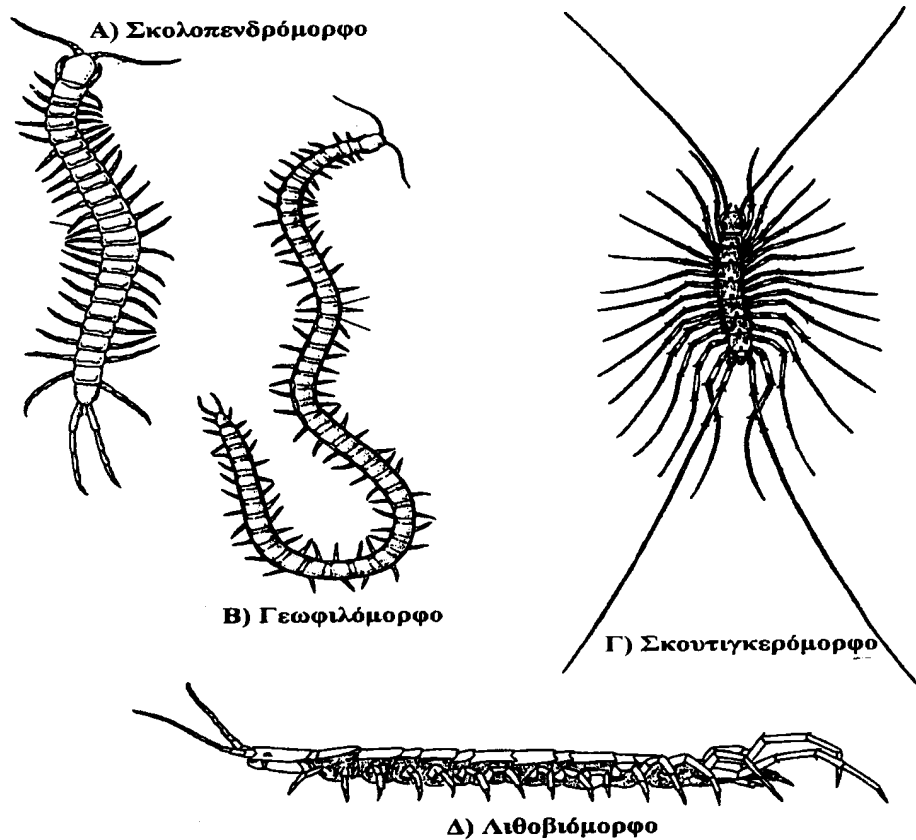
Οικολογικά δεδομένα

Τα Χειλόποδα προτιμούν το υγρό περιβάλλον, πολλά όμως από αυτά έχουν εξαπλωθεί και εγκατασταθεί σε ξηρές και θερμές περιοχές προσαρμοσμένα να ζουν σε ξηρούς βραχώδεις λόφους και σε ερήμους. Είναι χερσαία και κυρίως νυκτόβια. Θεωρούνται σαρκοφάγα και τροφή τους αποτελούν διάφορα έντομα, ακάρεα κ.α. ενώ ανήκουν στα σημαντικότερα αρπακτικά Αρθρόποδα. Παραλύουν και φονεύουν το θήραμά τους και πολλές φορές αποδεικνύονται ωφέλιμα για τις δραστηριότητες του ανθρώπου. Η θέση τους στο οικοσύστημα είναι μεγάλης σημασίας, καθώς σαν θηρευτές ελέγχουν τον πληθυσμό των θηραμάτων τους και η έλλειψή τους μπορεί να δώσει αξιόλογα συμπεράσματα για τις διαταραχές που μπορεί να έχει υποστεί ένας βιότοπος.

Τα αρθρόποδα αυτής της ομοταξίας, γνωστά ως Εκατοντάποδα, (Centipedes), είναι ίσως τα πιο διάσημα από τα μυριάποδα. Κατανέμονται σε ολόκληρο τον κόσμο σε ψυχρές,

Τα αρθρόποδα αυτής της ομοταξίας, γνωστά ως Εκατοντάποδα, (Centipedes), είναι ίσως τα πιο διάσημα από τα μυριάποδα. Κατανέμονται σε ολόκληρο τον κόσμο σε ψυχρές, εύκρατες και τροπικές περιοχές. Διαβιούν κάτω από πέτρες, μέσα στο χώμα, στον χούμο, σε πεσμένους κορμούς δέντρων. Τα ως τώρα 2500 είδη που έχουν αναγνωριστεί χωρίζονται σε τέσσερις κύριες τάξεις οι οποίες είναι οι παρακάτω (εικ. 1.5):

- Σκολοπεντρόμορφα (Scolopendromorpha),
- Γεωφιλόμορφα (Geophilomorpha),
- Σκουτιγκερόμορφα (Scutigeroformorpha),
- Λιθοβιόμορφα (Lithobiomorpha).



Εικόνα 1.5. Χειλόποδα. Α) Ένα Σκολοπεντρόμορφο (*Otocryptops sexspinosa*). Β) Ένα κοινό Γεωφιλόμορφο. Γ) Η *Scutigera coleoptrata*, το κοινό Χειλόποδο των σπιτιών, Σκουτιγκερόμορφο και Δ) Λιθοβιόμορφο του γένους *Lithobius*. (Από Σημαιάκης 2001)

Η τάξη των Γεωφιλομόρφων περιλαμβάνει επιμήκη, νηματοειδή χειλόποδα, που είναι προσαρμοσμένα να ζουν στο έδαφος, σε μικρά ή μεγάλα βάθη. Οι τάξεις των

Λιθοβιομόρφων και των Σκολοπεντρομόρφων περιλαμβάνουν νωτοκοιλιακά πεπιεσμένα ζώα, αξιόλογου μεγέθους και βάρους, τα οποία ζουν σε σχισμές βράχων, στο χώμα και κάτω από ριγμένα κλαδιά ή κορμούς δέντρων. Τέλος, τα Σκουτιγκερόμορφα είναι ζώα με λεπτά και μακριά πόδια, μερικά από τα οποία ζουν κοντά σε ανθρώπινες κατοικίες (Σημαιάκης 2001).

1.6.1.3.2. ΔΙΠΛΟΠΟΔΑ (Τάξη Diplopoda)

Τα διπλόποδα αποτελούν μια ομοταξία και ανήκουν στα αρθρόποδα. Η καταγωγή τους είναι πολύ παλιά και τα σημερινά είδη προέρχονται από είδη του παλαιozoϊκού αιώνα. Ο αριθμός των ειδών ανέρχεται σε 8000, αν και ανακαλύπτονται συνεχώς νέα είδη. Στην Ελλάδα έχουν καταγραφεί μέχρι σήμερα 130 είδη που διαχωρίζονται σε 8 τάξεις (Καραμαούνα, 1987). Είναι υγρόφιλα και σαπροφάγα αρθρόποδα που ζουν κυρίως στη φυλλοστρωμνή και τα επιφανειακά στρώματα του εδάφους.

Οικολογικά δεδομένα

A. Βιότοποι

Τα διπλόποδα ως προς την αφθονία και τον πλούτο των ειδών τους αντιπροσωπεύονται εντονότερα σε υγρόφιλα περιβάλλοντα, όπως τα φυλλοβόλα δάση παρά τα λιβάδια και τις καλλιέργειες. Όπως αναφέρθηκε αρέσκονται σε υγρό και δροσερό περιβάλλον αλλά παρουσιάζουν διαφορετικές προτιμήσεις ως προς τους μικροβιοτόπους, οι οποίοι επιλέγονται να είναι οι εξής: 1) η επιφάνεια του εδάφους και πάνω στα φυτά, 2) μέσα στη φυλλοστρωμνή και στο έδαφος, 3) κάτω από τον φλοιό των δέντρων και στο σηπόμενο ξύλο των πεσμένων κορμών και κούτσουρων (Καραμαούνα, 1987). Σε ένα βιότοπο όπου υπάρχουν πέτρες, κούτσουρα και πεσμένοι κορμοί, η πανίδα των διπλοπόδων είναι αφθονότερη και πλουσιότερη, από ένα βιότοπο με ομοιόμορφη επιφάνεια (Blower, 1955). Παρά την προτίμησή τους σε υγρά μέρη, κατάφεραν να εποίκισουν περιοχές με πιο ξηρές συνθήκες όπως ξηρόφιλα δάση, έρημους, σαβάνες και μεσογειακές διαπλάσεις, που δέχονται, όμως εποχιακές βροχοπτώσεις. Γνωστή είναι επίσης και η προτίμηση των διπλοπόδων στα ασβεστούχα εδάφη (Καραμαούνα, 1987).

B. Τροφή

Τα διπλόποδα είναι σαπροφάγοι οργανισμοί. Τρέφονται με σηπόμενη φυτική ουσία, κυρίως φυλλοστρωμνή την οποία καταβροχθίζουν. Στη διαίτα τους αναφέρονται επίσης το σηπόμενο ξύλο καθώς και κυανοφύκη, φύκη, μύκητες, λειχήνες, βρύα.

Παρόλο που τα διπλόποδα δεν περιορίζονται σε ένα συγκεκριμένο είδος τροφής, παρουσιάζουν κάποιες τροφικές προτιμήσεις (Barlow, 1957; Wallwork, 1970), που έχουν να κάνουν με τη γευστικότητα της τροφής. Αυτή εξαρτάται από τα φυσικά χαρακτηριστικά της (υφή, περιεκτικότητα σε νερό), αλλά και τα χημικά χαρακτηριστικά, όπως η περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες που λειτουργούν αρνητικά για τα διπλόποδα και η περιεκτικότητα σε άζωτο και ζάχαρα που λειτουργούν θετικά (Καραμαούνα, 1987). Κατά την ίδια συγγραφέα, τα διπλόποδα προτιμούν σε μεγάλο βαθμό αποσυντιθέμενη φυλλοστρωμνή ώστε να καθίσταται πιο κατάλληλη για την αφομοίωση της από τους οργανισμούς. Έχει παρατηρηθεί ότι τα νεκρά φύλλα που δεν έχουν ακόμα προσβληθεί από μικροοργανισμούς, δεν τρώγονται από τα διπλόποδα, γεγονός που έχει να κάνει με την μείωση της σύστασης των φύλλων σε πολυφαινόλες και στην αύξηση του περιεχομένου σε θρεπτικά συστατικά, μετά την δράση των μικροοργανισμών.

Από την άλλη παρουσιάζουν μικρό ποσοστό στην αφομοίωσή της τροφής, λόγω της περιεκτικότητας σε δομικούς πολυσακχαρίτες που είναι δύσκολο να διασπαστούν (έλλειψη απαραίτητων ενζύμων).

Τα διπλόποδα αποτελούν κυρίως μακροαποσυνθέτες στο οικοσύστημα καθώς χάρη σε αυτά επιτυγχάνεται ταχύτερη ανακύκλωση των θρεπτικών αλάτων και ανάδευση του χούμου - φυλλοστρωμνής (Κολλάρος, 1990). Θεωρούνται πρωτογενείς διασπαστές-κατακερματιστές της σηπόμενης φυτικής ουσίας. Η συνεισφορά τους στο οικοσύστημα του εδάφους είναι περισσότερο μηχανικής παρά χημικής φύσης: κατακερματισμός της φυλλοστρωμνής που ευνοεί την αύξηση της μικροβιακής δραστηριότητας που επιταχύνει την αποικοδόμηση καθώς και την ανάμειξη της οργανικής ουσίας με τα ανόργανα συστατικά του εδάφους (Καραμαούνα, 1987). Σημαντικός είναι και ο ρόλος τους στη γονιμότητα του εδάφους και στην ανακύκλωση του ασβεστίου.

Τα διπλόποδα δεν αποτελούν λεία ιδιαίτερης προτίμησης, εξαιτίας του απωθητικού τους υγρού που εκκρίνουν από τους αμυντικούς τους αδένες. Περιστασιακοί ωστόσο θηρευτές

τους είναι πουλιά, ερπετά, αμφίβια, μικρά θηλαστικά, καθώς και αράχνες, χειλόποδα, σκορπιοί και κολεόπτερα. Παράσιτα των διπλοπόδων είναι νηματώδεις, προνύμφες διπτέρων και ακάρεα.

Όπως αναφέρουν πολλοί ερευνητές, οι μακροαποσυνθέτες (διπλόποδα), είναι αυτοί που παίζουν σημαντικό ρόλο στην ισορροπία ενός οικοσυστήματος αλλά και αυτοί που εμφανίζονται πιο ευαίσθητοι στις διαταραχές που παρουσιάζει αυτό.

1.6.1.4. Καρκινοειδή

1.6.1.4.1. *ΙΣΟΠΟΔΑ* (Τάξη Isopoda)

Τα ισόποδα αποτελούν μια από τις τάξεις των Καρκινοειδών (Crustacea) και ανήκουν στα Αρθρόποδα. Η κλάση των Καρκινοειδών περιλαμβάνει κυρίως υδρόβια μέλη αλμυρών και γλυκών υδάτων, ενώ κύριοι εδαφόβιοι αντιπρόσωποι είναι τα Ισόποδα και από αυτά τα Oniscidae είναι η οικογένεια που παρουσιάζει το μεγαλύτερο γεωργικό ενδιαφέρον.

Οικολογικά δεδομένα

Τα Ισόποδα προτιμούν υγρό και σκοτεινό περιβάλλον και θεωρούνται νυκτόβια αφού δραστηριοποιούνται κυρίως τη νύχτα. Όπως και τα Διπλόποδα έτσι και αυτά παρουσιάζουν τη μέγιστή τους πυκνότητα σε υγρόφιλα δάση, με την αφθονία τους να μεταβάλλεται ανάλογα με τον τύπο του δασικού περιβάλλοντος (Di Castri, 1981). Τέλος τα Ισόποδα αποτελούν κατάλληλους οργανισμούς για την εκτίμηση της κατάστασης ενός οικοσυστήματος διότι:

- είναι ευρέως διαδεδομένα
- αναγνωρίζονται και ταυτοποιούνται αμέσως
- σχηματίζουν κυρίαρχο συστατικό της εδαφοπανίδας σε πολλά εύκρατα οικοσυστήματα με μεγάλες πυκνότητες (ειδικά σε ασβεστούχα εδάφη)

Η ποικιλότητα του ενδιαίτηματος φαίνεται να είναι ο πιο καθοριστικός παράγοντας για τον πλούτο των ειδών στα ισόποδα (Sfenthourakis, 1996).

Τρέφονται με νεκρό οργανικό υλικό και αποτελούν ρυθμιστές της λειτουργίας στα οικοσυστήματα που βρίσκονται, όσον αφορά την αποικοδόμηση και ανακύκλωση των θρεπτικών ουσιών. Είναι ευαίσθητα στην δράση των εντομοκτόνων.

Το σκληρό επιδερμικό περίβλημά τους απωθεί τους θηρευτές τους και δεν αποτελούν βασική τροφή για άλλες ομάδες ζώων, παρά για ένα είδος αράχνης που καταφέρνει να σπάσει το χιτινώδες περίβλημα που έχουν.

Οι διαφορές που παρουσιάζουν στην πυκνότητά τους σε συμβατικές και οργανικές καλλιέργειες οδηγεί στην χρήση τους σαν βιοδείκτες για την ανίχνευση βαρέων μετάλλων. Έχουν την ικανότητα να συσσωρεύουν Zn, Pb, Cd και Cu στα λυσοσώματα του ηπατοπαγκρέατος.

1.6.1.5. Μαλάκια

1.6.1.5.1. ΓΑΣΤΕΡΟΠΟΔΑ (Τάξη Gastropoda)

Τα Γαστερόποδα αποτελούν μια από τις τάξεις του φύλου Mollusca (Μαλάκια) και στην παρούσα μελέτη αναφέρονται χερσαίοι αντιπρόσωποι τους τα κοινώς ονομαζόμενα σαλιγκάρια. Φέρουν κέλυφος, το οποίο είναι ανύπαρκτο ή ατροφικό στους λίμακες (γυμνοσάλιαγκες), είναι κυρίως φυτοφάγα τρεφόμενα με φυτά και σηπόμενη φυτική ύλη, ενώ συχνά προκαλούν εκτεταμένες καταστροφές σε καλλιέργειες.

Οικολογικά δεδομένα

A. Βιότοποι

Η επίδραση του ασβεστίου στα χερσαία μαλάκια είναι πρωταρχικής σημασίας. Είναι γενικώς αποδεκτό και αποδεδειγμένο από όλες τις έρευνες που έχουν γίνει και αφορούν τα μαλάκια ότι στα ασβεστούχα εδάφη πάντοτε η μαλακοπανίδα είναι πιο πλούσια ποσοτικά και ποιοτικά σε σχέση με τα υπόλοιπα μη ασβεστούχα. Επίσης πλούσια μαλακοπανίδα υπάρχει και σε περιοχές χωρίς ασβεστούχα πετρώματα που όμως είναι εμπλουτισμένες με Ca από τον άνθρωπο εξ αιτίας κτισμάτων, καλλιεργειών και άλλων ενεργειών (Μυλωνάς, 1982). Ανάμεσα στα ασβεστούχα εδάφη, τα καλύτερα είναι αυτά

που έχουν πολλές πέτρες και βράχια, καθώς και πλούσιο χώμα (Lozek, 1962). Πυκνοί βράχοι και πέτρες συγκρατούν την υγρασία και προσφέρουν καταφύγιο στα σαλιγκάρια.

B. Κλίμα

Το κλίμα είναι ένας από τους βασικότερους οικολογικούς παράγοντες που επιδρούν στην εξάπλωση και στον πλούτο της μαλακοπανίδας. Έμμεσα επιδρά μεταβάλλοντας το περιβάλλον τους, ενώ άμεσα επιδρώντας στις βασικές λειτουργίες τους, μεταβάλλοντας τον κύκλο της ζωής τους.

Οι σπουδαιότεροι κλιματικοί παράγοντες για τα σαλιγκάρια είναι:

- 1) Βροχή
- 2) Υγρασία
- 3) Άνεμος
- 4) Θερμοκρασία

Γ. Τροφή

Τα σαλιγκάρια τρέφονται κυρίως με φυτά, αλλά υπάρχουν αρκετά σαρκοφάγα, σαπροφάγα και παμφάγα.

Η φυσική τροφή των φυτοφάγων σαλιγκαριών είναι νεκρά τμήματα ανώτερων φυτών, μύκητες, λειχήνες και φύκη. Τα σαλιγκάρια του εδάφους τρέφονται βασικά με σηπόμενη φυτική ουσία συμβάλλοντας έτσι στην αποικοδόμηση της. Τα σαρκοφάγα τρέφονται κυρίως με σκουλήκια, μικρά αρθρόποδα, προνύμφες αρθροπόδων, άλλα σαλιγκάρια καθώς και με μικρά αυγά.

Ο ανταγωνισμός για την τροφή που για τα άλλα φυτά και ζώα παίζει σημαντικό ρόλο για την δημιουργία βιοκοινωνιών, στα σαλιγκάρια, λόγω του μεγάλου εύρους τροφής που καταναλώνουν, δεν παίζει κανένα. Έτσι μεταβολή στη χλωρίδα δεν ακολουθείται από μεταβολή στη σύνθεση της μαλακοπανίδας, ή η μεταβολή γίνεται με πολύ αργό ρυθμό.

Δ. Η θέση τους στο οικοσύστημα

Ο ρόλος των σαλιγκαριών στα οικοσυστήματα είναι πολύ σημαντικός. Τα σαλιγκάρια που τρέφονται με χλωρά φυτά μπορούν να τα καταστρέψουν τελείως, ενώ τα σαλιγκάρια που τρέφονται με ποώδη φυτά, μπορούν να αυξήσουν το ύψος των φυτών αυτών

(Μυλωνάς, 1982). Ο Mason (1970) βρήκε ότι τα σαλιγκάρια δεσμεύουν το 50% της ενέργειας των φύλλων, ενώ το υπόλοιπο αποβάλλεται με την μορφή πολύ μικρών κομματιών που γίνονται έτσι κατάλληλα για τροφή για άλλα μικροαρθρόποδα. Επίσης το κέλυφός τους αποτελεί μια σημαντική πηγή ασβεστίου για το έδαφος.

Τα σαλιγκάρια δεν παίζουν σημαντικό ρόλο στους τροφικούς κύκλους άλλων ζώων. Αποκλειστικός καταναλωτής είναι η προνύμφη της πυγολαμπίδας, ενώ άλλα ζώα που τρέφονται με σαλιγκάρια είναι πουλιά, ποντίκια, ερπετά (Boycott, 1934).

1.6.2. ΣΠΟΝΔΥΛΟΖΩΑ

Ανάμεσα στα ζώα-μέλη της μακροπανίδας, περιλαμβάνονται και ορισμένα σπονδυλόζωα μικρού μεγέθους. Πρόκειται για μικρά θηλαστικά, νεαρά ερπετά, αμφίβια. Όλα αυτά συμμετέχουν στο οικοσύστημα με τον δικό τους τρόπο και διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο μαζί με όλα τα ζώα που έχουμε αναφέρει μέχρι τώρα.

Στη παρούσα μελέτη, λόγω της χρήσης των παγίδων εδάφους, δεν αναμενόταν η παρουσία σπονδυλοζώων. Παρ' όλα αυτά βρέθηκαν και καταγράφηκαν μικρά ποντίκια, σαύρες, δίνοντας και αυτά το «στίγμα» τους και την παρουσία τους μέσα στα μελετώμενα οικοσυστήματα.

1.6.2.1. Τρωκτικά

Τα τρωκτικά είναι μια από τις τάξεις των Θηλαστικών. Περιλαμβάνει 6.400 είδη περίπου που κατατάσσονται σε πολλές οικογένειες. Τα γνωστότερα είδη είναι οι σκίουροι, οι κάστορες, τα ποντίκια, οι αρουραίοι που συναντάμε συχνότερα σε περιοχές όπως αυτές που κάναμε την συγκεκριμένη μελέτη (δάση).

Το κύριο χαρακτηριστικό τους είναι η οδοντοφυΐα τους. Έχουν από ένα ζεύγος κοπτήρων σε κάθε σαγόني. Τα τρωκτικά ροκανίζουν συνεχώς εκτός από την τροφή τους διάφορα αντικείμενα, για να τρίβουν την επιφάνεια των κοπτήρων τους. Αν δεν το κάνουν αυτό τότε οι κοπτήρες τους συνεχίζουν να αυξάνονται σε μήκος με προφανή αποτελέσματα. Το σαγόني τους κινείται σε οριζόντια διεύθυνση και όχι σε κατακόρυφη, όπως συμβαίνει στα περισσότερα ζώα.

Τα περισσότερα είδη είναι φυτοφάγα, αλλά υπάρχουν και ορισμένα παμφάγα. Είναι ζώα που μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές ζημιές στις καλλιέργειες αλλά και στα

αποθηκευμένα προϊόντα, ενώ μεταδίδουν και πολλές ασθένειες στον άνθρωπο. Η γονιμότητά τους είναι μεγάλη. Αρκετά είδη πέφτουν θύματα κυνηγών είτε για ταρίχευση, είτε για τη γούνα που έχουν. Είναι ευρέως διαδεδομένα.

Ποντίκια

Το πιο διαδεδομένο είδος είναι το *Mus musculus*. Θεωρείται κυρίως οικιακό ποντίκι, αλλά εμφανίζεται στους αγρούς και στους κήπους χωρίς να αποκλείεται και η εποίκιση φυσικών οικοσυστημάτων. Προκαλούν ζημιές στις καλλιέργειες καθώς σκάβουν στοές στο έδαφος χτίζοντας τις φωλιές τους. Τρέφονται κυρίως με σπόρους των φυτών, αλλά το εύρος των τροφικών τους προτιμήσεων δεν είναι περιορισμένο, ιδιαίτερα αν υπάρχει μεγάλη ποικιλία τροφής. Γι' αυτό είναι πιθανό να στραφούν και προς την εντομοπανίδα όταν αυτή αφθονεί (ανοιξιάτικους μήνες).

Είναι εμφανές ότι τα τρωκτικά αυτά δεν προτιμούν συγκεκριμένο βίοτοπο για τις βιολογικές δραστηριότητες και η παρουσία τους στους μελετούμενους χώρους είναι δείγμα της ευρείας προσαρμοστικότητάς τους, όταν φυσικά έχουν την δυνατότητα να επιβιώσουν.

1.6.2.2. Ερπετά

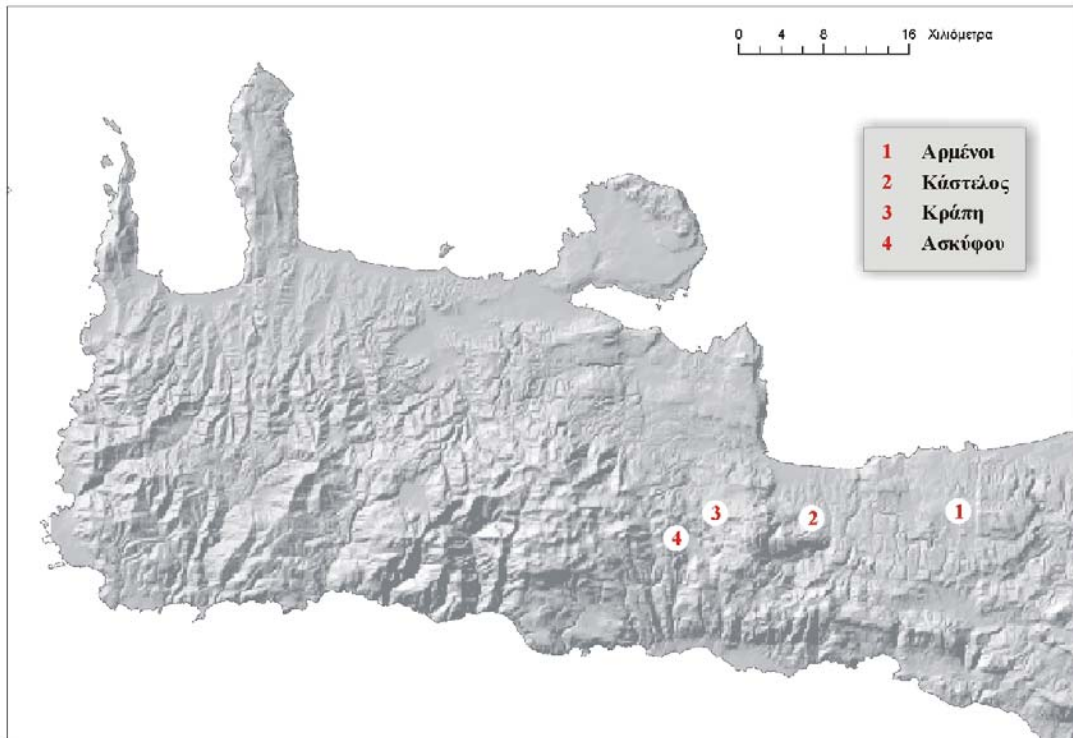
Αποτελούν ομοταξία των Σπονδυλωτών (κλάση Reptilia) που περιλαμβάνει ζώα τα οποία έρπουν με την κοιλιά. Υπάρχουν τέσσερις τάξεις ερπετών: οι σαύρες, οι κροκόδειλοι, τα φίδια και οι χελώνες. Στη Ευρώπη έχουν καταγραφεί περίπου 85 είδη χερσαίων ερπετών. Μαζί με τα Αμφίβια, με τα οποία έχουν πολλά κοινά χαρακτηριστικά και προτιμήσεις, αποτελούν τα πρώτα χερσαία Σπονδυλόζωα και έχουν προσαρμοστεί σε ξηροθερμικές περιοχές από το Μεσοζωικό αιώνα. Όλα τα ερπετά αναπνέουν με πνευμόνια, συγκρατούν όμως πολύ λιγότερο οξυγόνο απ' ότι τα πτηνά και τα θηλαστικά, με συνέπεια να έχουν μειωμένες καύσεις και να μη διατηρείται σταθερή η θερμοκρασία στο σώμα τους. Γι αυτό λέγονται ποικιλόθερμα ή ψυχρόαιμα ζώα. Ζουν κυρίως στις θερμές χώρες. Αυτά που ζουν σε εύκρατες χώρες, όπως συμβαίνει στην Ελλάδα, το χειμώνα ναρκώνονται. Τρέφονται με σκουλήκια, σαλιγκάρια, βατράχους, ποντικούς και άλλα μικρά ζώα. Μερικά μπορούν να καταναλώσουν και μεγαλύτερα ζώα.

Γεννούν αυγά τα οποία ορισμένα είδη κρατούν, ανάλογα με τις συνθήκες της περιοχής που ζουν μέσα στον οργανισμό τους, και όταν έρθει η ώρα της εκκόλαψης, τα γεννούν αμέσως, οπότε σπάζουν τα αυγά και βγαίνουν τα μικρά. Γι' αυτό τα συγκεκριμένα είδη λέγονται ζωοτόκα ή ωοζωοτόκα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Οι περιοχές μελέτης βρίσκονται στους νομούς Ρεθύμνου και Χανίων (εικ. 2.1). Είναι τέσσερα δάση που επικρατούν είδη βελανιδιάς. Η βοσκή είναι έντονη σε όλους τους βιοτόπους. Πέρα από αυτό σήμερα δεν υφίστανται άλλη ανθρώπινη επέμβαση. Στο παρελθόν τα βελανίδια από το δάσος των Αρμένων (*Quercus macrolepis*) χρησιμοποιούνταν στην βυρσοδεψία.



Εικόνα 2.1. Οι σταθμοί της έρευνας όπως φαίνονται στον χάρτη.

Στον νομό Ρεθύμνου, 12 περίπου χιλιόμετρα νότια της πόλης του Ρεθύμνου, εγκαταστάθηκε ο πρώτος σταθμός. Η περιοχή ονομάζεται Αρμένοι, όπου βρίσκεται και το υστερομινωικό νεκροταφείο (εικ. 2.2). Εκεί επικρατεί το *Quercus macrolepis*. Επίσης συναντάμε δέντρα χαρουπιάς (*Cerratonia siliqua*), σκυλοκρεμμύδες (*Drimia maritima*), ασφόδελους (*Asphodelus aestivus*), άγριο σπαράγκι (*Asparagus sp.*), θυμάρι (*Corydorthymus capitatus*), φτέρες (*Pteris cretica*), φλόμη (*Phlomis fruticosa*) και γαλατσίδα (*Euphorbia acanthothamnus*). Η στρωμνή είναι στεγνή, ενώ η έντονη παρουσία ασφόδελων και σκυλοκρεμμύδων υποδηλώνει έντονη βόσκηση.



Εικόνα 2.2. Άποψη του σταθμού στο δάσος των Αρμένων

Στο νομό Χανίων στην επαρχία Αποκορώνου εγκαταστάθηκε ο δεύτερος σταθμός, κοντά στο χωριό Κάστελος (εικ. 2.3). Το είδος της βελανιδιάς που συναντάμε είναι το *Quercus ilex*. Επίσης φύονται κουμαριές (*Arbutus sp*) και υπάρχει πλούσιος χούμος. Η βλάστηση είναι αρκετά πυκνή. Το μέρος είναι αρκετά υγρό.



Εικόνα 2.3. Άποψη του σταθμού του Κάστελου

Στην ίδια επαρχία μετά το χωριό Βρύσσεσες και πριν το Ασκύφου, στην περιοχή Κράπη εγκαταστάθηκε ο τρίτος δειγματοληπτικός σταθμός (εικ. 2.4). Εκεί κυριαρχεί το *Quercus coccifera*. Φύονται κυκλάμινα (*Cyclamen sp*) και σε πολλά δέντρα έχει αναρριχηθεί κισσός (*Hedera helix*). Υπάρχουν βρύα και λειχήνες, που σημαίνει καθαρό, αλλά και υγρό περιβάλλον. Η στρωμνή είναι λίγη και αποτελείται κυρίως από πεσμένα βελανίδια. Η χαμηλή βλάστηση είναι αραιή, καθώς η περιοχή χαρακτηρίζεται σάρα. Υπάρχουν πέτρες όλων των μεγεθών και πολύ μητρικό πέτρωμα. Ο υποόροφος έχει ελάχιστα είδη. Επίσης βρίσκονται πολλά σπασμένα κλαδιά, πιθανότατα από έντονη χιονόπτωση ή βροχόπτωση κατά τη διάρκεια του χειμώνα.



Εικόνα 2.4. Άποψη του σταθμού της Κράπης.

Λίγα χιλιόμετρα πάνω από το χωριό Ασκύφου, πριν από το οροπέδιο του Νιάτου εγκαταστάθηκε ο τελευταίος σταθμός (εικ. 2.5). Το δάσος στην συγκεκριμένη περιοχή είναι μικτό και αποτελείται από κυπαρίσσια (*Cupressus sempervirens*), σφεντάμια (*Acer campestre*), πουρνάρια (*Quercus coccifera*), κισσούς (*Hedera helix*), αστοιβίδες (*Sarcopoterium spinosum*) και θυμάρι (*Corydanthus capitatus*). Το έδαφος εδώ είναι ιδιαίτερα αμμώδες. Ο σταθμός έχει εγκατασταθεί δίπλα στο ορειβατικό μονοπάτι.



Εικόνα 2.5. Άποψη του σταθμού του Ασκύφου.

Στον πίνακα 2.1 δίνονται τα κύρια χαρακτηριστικά των σταθμών

Πίνακας 2.1. Χαρακτηριστικά των σταθμών μελέτης

	Αρμένιοι	Κάστελος	Κράπη	Ασκούφου
Υψόμετρο (m)	386	262	615	868
Κλίση (%)	0 - 6	~ 15	~ 40	~ 40
Ποσοστό πετρών	Μικρό	Μικρό	Μεγάλο	Μεγάλο
Επίπεδο διάβρωσης	Ελάχιστο	Ελάχιστο	Μεγάλο	Μεγάλο
Τυπική βλάστηση	<i>Quercus macrolepys</i>	<i>Quercus ilex</i>	<i>Quercus coccifera</i>	<i>Cupressus sempervirens</i>
Τύπος εδάφους	Αργιλώδες	Αργιλώδες	Αργιλώδες - σάρα	Αργιλώδες - αμμώδες
Τύπος πετρώματος	Ασβεστόλιθος	Ασβεστόλιθος	Ασβεστόλιθος	Ασβεστόλιθος

2.2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

Η μελέτη αφορά άτομα, τα οποία ανήκουν στην εδαφόβια πανίδα. Έπρεπε επομένως να γίνει η επιλογή της σωστότερης μεθόδου δειγματοληψίας, λαμβάνοντας υπ' όψη τα ζώα που θέλουμε να μελετήσουμε (μέλη της μεσοπανίδας κυρίως), τους συγκεκριμένους βιότοπους (δασικά οικοσυστήματα) και το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα (τρεις μήνες Άνοιξη και τρεις Φθινόπωρο). Η μέθοδος που συνήθως χρησιμοποιείται για παρόμοιες μελέτες είναι αυτή των παγίδων παρεμβολής (pitfall traps) (Duelli *et al.*, 1999). Έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία σε δειγματοληψίες εδαφόβιων αρθροπόδων, όπως κολεοπτέρων, κολλεμβόλων, μυρμηγκιών, ισοπόδων, μυριάποδων, αραχνιδίων κλπ (Κολλάρος και άλ., 2001).

Οι παγίδες παρεμβολής είναι μια ημιποσοτική μέθοδος που στηρίζεται στη δραστηριότητα και την αφθονία των οργανισμών. Παγιδεύουν λίγο έως πολύ τυχαία ζώα

καθώς αυτά κινούνται μέσα στο ενδιαίτημά τους. Αν θεωρήσουμε, ότι οι κινήσεις των ζώων της εδαφοπανίδας στην επιφάνεια του εδάφους είναι τυχαίες, τότε η πιθανότητα ένα ζώο να έρθει σε επαφή με το χείλος της κυκλικής παγίδας είναι γραμμική συνάρτηση της διαμέτρου της παγίδας αλλά και μιας πληθώρας άλλων παραμέτρων που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της κάθε παγίδας (Duelli *et al.*, 1999). Η αποτελεσματικότητα των παγίδων παρεμβολής επηρεάζεται φυσικά από το μέγεθος του πληθυσμού, αλλά γενικότερα, ο αριθμός των ατόμων που παγιδεύονται εξαρτάται από (Κολλάρος και άλ., 2001) :

~ την πυκνότητα του πληθυσμού

~ την κινητικότητα των οργανισμών

~ το σχήμα και το μέγεθος του χείλους της παγίδας

~ το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένα τα δοχεία (τα μεταλλικά δοχεία που οξειδώνονται γρήγορα, προσφέρουν τραχείες επιφάνειες στις οποίες οι οργανισμοί μπορούν να αναρριχηθούν και να φύγουν).

Οι Duelli *et al.* (1999).σε μελέτες που έκαναν για την εκτίμηση της βιοποικιλότητας σε αγροοικοσυστήματα, συναρτήσκει εδαφόβιων αρθροπόδων, κατέληξαν ότι ακόμα και το βάθος των δοχείων (εκτός της διαμέτρου) παίζει σημαντικό ρόλο. Οι παγίδες με μεγάλο βάθος είναι τρεις φορές αποτελεσματικότερες σε συγκεκριμένες ομάδες (Carabidae, Staphylinidae, Diplopoda, κ.ά.). Επίσης ζώα που έχουν την ικανότητα να κάνουν άλματα (ορθόπτερα, τρωκτικά, βάτραχοι, φρύννοι, σαύρες), όταν πέσουν σε παγίδες με μικρό βάθος, και λίγο υγρό, πηδούν και διαφεύγουν.

Επίσης η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων από την μέθοδο αυτή, εξαρτάται από τη σταθερότητα του αριθμού των παγίδων, της συντηρητικής ουσίας που περιέχουν, της μέσης απόστασης μεταξύ τους, καθώς και του τρόπου που εφαρμόζουν στο έδαφος (Τριχάς, 1996). Οι παγίδες παρεμβολής που χρησιμοποιήσαμε αποτελούνταν από κυλινδρικά πλαστικά δοχεία διαμέτρου 6,5 cm και ύψους 8 cm, οι οποίες τοποθετήθηκαν στο έδαφος με τέτοιο τρόπο, ώστε το χείλος του δοχείου να βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με το έδαφος. Τοποθετήθηκαν κοντά στους κορμούς των δέντρων, αλλά σε σημεία όπου δεν ήταν εύκολο τα αιγοπρόβατα να τις καταστρέψουν. Σαν συντηρητικό χρησιμοποιήθηκε αιθυλενογλυκόλη (αντιψυκτική ουσία). Η χημική ένωση αυτή είναι

άχρωμη, άοσμη και μη πτητική. Έτσι δεν έλκει ούτε απωθεί τους οργανισμούς, ενώ ταυτόχρονα τους συντηρεί για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η στάθμη του υγρού έφτανε περίπου στο 1/3 του κάθε δοχείου. Σε κάθε σταθμό τοποθετήθηκαν δέκα παγίδες. Η απόσταση μεταξύ τους ήταν περίπου δέκα μέτρα. Οι συλλογές γίνονταν αυστηρά κάθε μήνα, όπου επανατοποθετούσαμε τα δοχεία στις αρχικές τους θέσεις, αφού αδειάζαμε το περιεχόμενό τους και συμπληρώναμε με υγρό στο 1/3 το κάθε δοχείο (εικ. 2.6). Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 6 συλλογές. Δειγματοληψίες έγιναν για τους μήνες Μάρτιο, Απρίλιο, Μάιο και Σεπτέμβριο, Οκτώβριο, Νοέμβριο το έτος 2002 (πίν. 2.2).

Στο εργαστήριο αρθροπόδων του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας έγινε η διαλογή των συλλεχθέντων οργανισμών σε επίπεδο τάξης, εκτός των χειλοπόδων, όπου έγινε σε επίπεδο οικογένειας – είδους. Κατόπιν τοποθετήθηκαν σε φιαλίδια με συντηρητικό διάλυμα 70% αλκοόλης.



Εικόνα 2.6. Σκηνή κατά το άδειασμα και την επανατοποθέτηση των παγίδων.

Πίνακας 2.2. Συνοπτικά στοιχεία των σταθμών.

Σταθμός	Ημερομηνία	Αρ. Ενεργ. Παγίδων	Αρ. Ενεργ. Ημερών	παγιδοημέρες
Αρμένοι	02/03 - 31/03/2002	9	30	270
	31/03 - 28/04/2002	10	28	280
	28/04 - 26/05/2002	10	28	280
	30/08 - 27/09/2002	9	28	252
	27/09 - 25/10/2002	9	28	252
	25/10 - 24/11/2002	8	30	240
Κάστελος	02/03 - 31/03/2002	10	30	300
	31/03 - 28/04/2002	9	28	252
	28/04 - 26/05/2002	9	28	252
	30/08 - 27/09/2002	8	28	224
	27/09 - 25/10/2002	9	28	252
	25/10 - 24/11/2002	10	30	300
Κρόπη	03/03 - 31/03/2002	9	29	261
	31/03 - 28/04/2002	10	28	280
	28/04 - 26/05/2002	10	28	280
	31/08 - 27/09/2002	9	27	243
	27/09 - 25/10/2002	9	28	252
	25/10 - 24/11/2002	8	30	240
Ασκύφου	03/03 - 31/03/2002	10	29	290
	31/03 - 28/04/2002	10	28	280
	28/04 - 26/05/2002	10	28	280
	31/08 - 27/09/2002	9	27	243
	27/09 - 25/10/2002	8	28	224
	25/10 - 24/11/2002	9	30	270

2.3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Οι περιοχές μελέτης χαρτογραφήθηκαν με τη χρήση του Garmin GPS12.

Η χάρτης των σταθμών έγινε με τη χρήση του ESRI ArcGIS Desktop 8.2

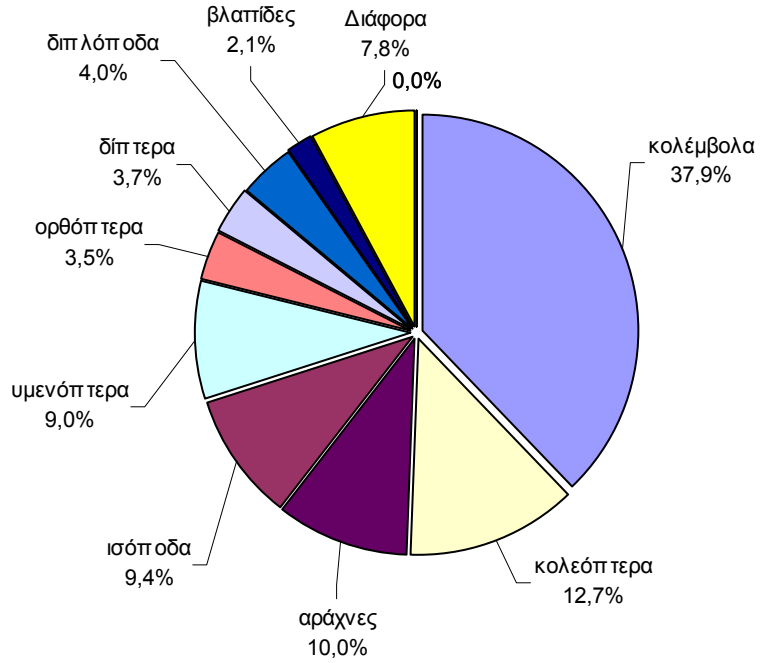
Η επεξεργασία των φωτογραφιών έγινε με τη χρήση του προγράμματος Corel 9

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε με το υπολογιστικό πρόγραμμα Excell XP.

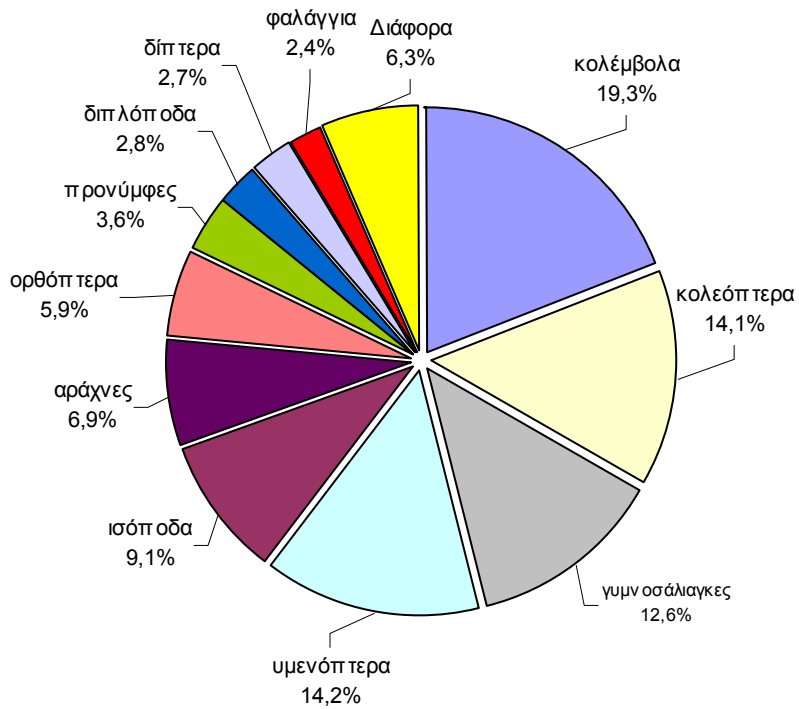
Έγινε σύγκριση των βιοτόπων και παρατηρήθηκαν οι εποχιακές διακυμάνσεις των οργανισμικών ομάδων που συλλέχθηκαν, και ειδικότερα των χειλοπόδων. Επιπλέον εκτιμήθηκε η βιοποικιλότητα των τριών οικοσυστημάτων, με τη χρήση των δεικτών Shannon – Wiener (H'), και ισομερούς διανομής (J').

Τα αποτελέσματα και ο σχολιασμός παρατίθενται στο κεφάλαιο 3.

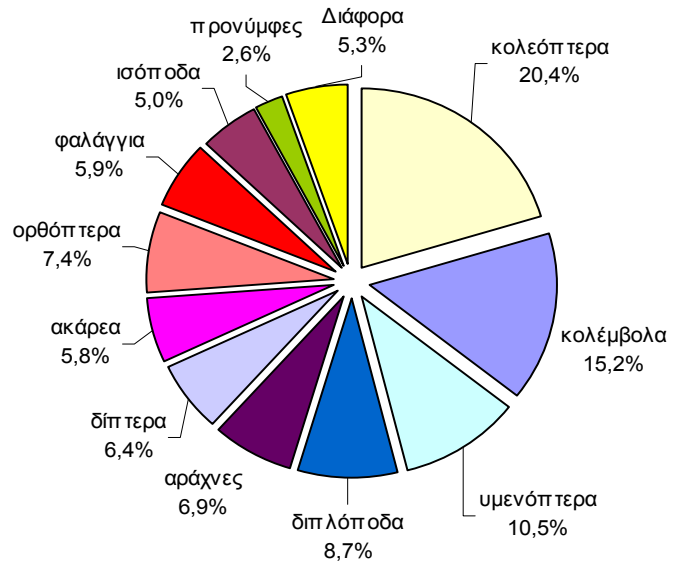
Εικόνα 3.1 Σχετική αφθονία πολυπληθέστερων ομάδων ζώων στο σταθμό των Αρμένων



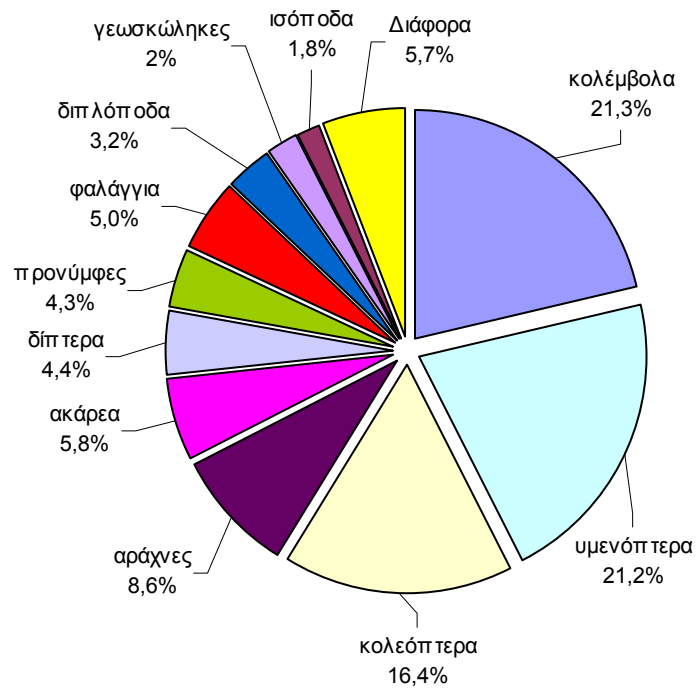
Εικόνα 3.2 Σχετική αφθονία πολυπληθέστερων ομάδων ζώων στο σταθμό του Κάστελου



Εικόνα 3.3 Σχετική αφθονία πολυπληθέστερων ομάδων ζώων στο σταθμό της Κράτης



Εικόνα 3.4 Σχετική αφθονία πολυπληθέστερων ομάδων ζώων στο σταθμό του Ασκύφου



Οι εικόνες 3.1 έως 3.4 παρουσιάζουν τη σχετική αφθονία των πολυπληθέστερων ομάδων ζώων όπου αξίζει να αναφερθούμε, καθώς έχουν σχετικά αξιόλογη παρουσία στο μωσαϊκό της αρθροποδοπανίδας.

Στο σταθμό των Αρμένων τα κολέμβολα παρουσιάζουν σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό σε σχέση με τους άλλους. Επίσης οι προνύμφες, καθώς και τα φαλάγγια, εμφανίζονται σε πολύ μικρά ποσοστά. Αξιόλογη παρουσία βλαττίδων μόνο εδώ υπάρχει. Σε αυτούς τους δυο σταθμούς (Αρμένους και Κάστελο), τα ακάρεα εμφανίζονται σε μικρά ποσοστά.

Στον Κάστελο οι γυμνοσάλιαγκες έχουν πολύ μεγαλύτερη αφθονία σε σχέση με τους άλλους σταθμούς.

Στο σταθμό του Ασκύφου τα ορθόπτερα έχουν πολύ μικρή παρουσία σε σχέση με τους άλλους σταθμούς, που παρουσιάζουν σχεδόν σταθερό ποσοστό, ενώ μόνο εδώ υπάρχει ελαφρώς μεγαλύτερη αφθονία γαιοσκωλήκων, σε σύγκριση με τους άλλους σταθμούς.

Σταθερή παρουσία έχουν οι αράχνες, τα διπλόποδα, τα δίπτερα, τα ισόποδα, τα κολέμβολα, τα κολεόπτερα και τα υμενόπτερα, τα οποία εμφανίζονται σε όλους τους σταθμούς.

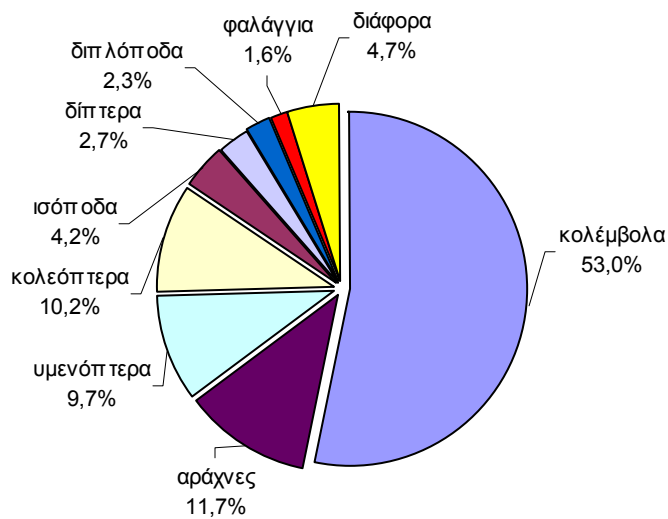
Στον πίνακα 3.3 δίνονται τα taxa των οργανισμών που συλλέχθησαν ανά εποχή ανά σταθμό. Με εντονότερα γράμματα δίνονται τα taxa που σχολιάζονται.

Στις εικόνες 3.5 - 3.12 φαίνεται η σχετική αφθονία των πολυπληθέστερων ομάδων ζώων στους σταθμούς της έρευνάς μας, ανά εποχή.

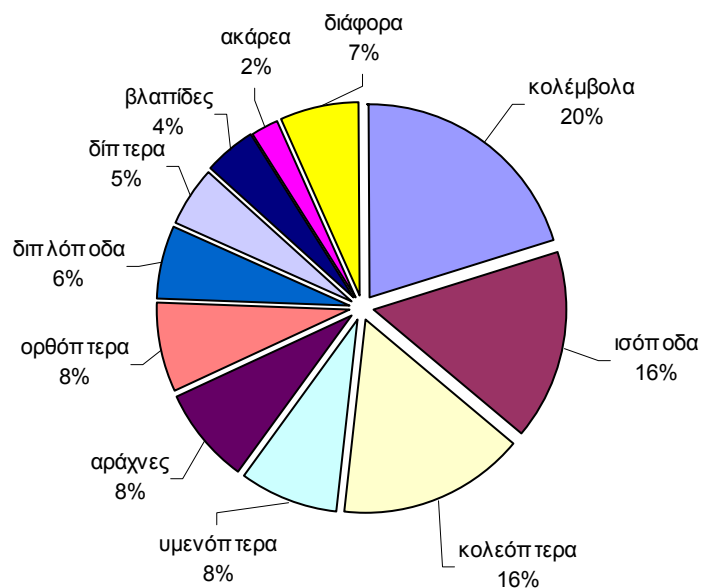
Πίνακας 3.3. Σχετική αφθονία οργανισμών που συλλέχθηκαν κατά την περίοδο της Άνοιξης και του Φθινοπώρου στους σταθμούς δειγματοληψιών.

	Αρμένιοι		Κάστελος		Κράπη		Ασκόφου	
	Άνοιξη	Φθινόπωρο	Άνοιξη	Φθινόπωρο	Άνοιξη	Φθινόπωρο	Άνοιξη	Φθινόπωρο
ακάρεα	1,16	2,30	0,92	1,61	10,61	2,02	9,06	1,56
αράχνες	11,66	8,12	5,24	9,51	7,40	6,48	11,33	5,13
βλαττίδες	0,15	4,36	0,71	2,78	0,12	-	1,01	1,40
γεωσκόληκες	0,12	0,85	0,04	1,86	0,13	0,98	0,33	4,78
γυμνοσάλιαγκες	0,38	1,06	9,40	17,63	0,52	2,81	0,33	2,83
διπλόποδα	2,30	6,09	2,81	3,01	7,73	9,36	3,05	3,39
δίπτερα	2,67	4,89	1,83	3,96	7,17	5,77	2,85	6,50
εμβιόπτερα	-	-	0,25	0,30	0,06	-	-	0,07
ημίπτερα	0,03	-	-	-	0,07	-	0,10	-
θυσάνουρα	0,73	0,74	0,54	0,06	0,31	0,11	0,10	-
ισόποδα	4,16	15,67	9,38	8,64	1,88	7,41	0,63	3,34
ισόπτερα	-	-	-	0,09	-	-	-	-
κολέμβολα	52,94	20,31	28,24	5,39	12,20	17,53	19,69	23,53
κολεόπτερα	10,22	15,73	16,45	10,44	17,10	22,90	15,34	17,70
λεπιδόπτερα	0,03	-	0,20	-	0,19	-	0,10	-
μυγαλή	-	-	-	-	-	-	-	0,07
ορθόπτερα	0,03	7,65	-	14,98	0,25	12,96	0,14	2,43
ποντίκι	-	-	-	-	0,06	-	-	-
προνύμφες	0,70	1,19	2,97	4,64	1,51	3,45	0,72	9,00
σαλιγκάρια	0,14	0,28	0,09	0,26	0,06	0,92	-	0,22
σαύρες	-	-	0,04	0,08	-	-	-	-
σκορπιοί	-	0,23	0,24	2,27	0,25	0,76	0,05	-
σκουτίγκερες	0,26	0,50	-	0,40	0,25	0,53	0,19	0,20
υμενόπτερα	9,72	8,21	17,83	8,69	20,53	2,72	27,49	12,93
φαλάγγια	1,59	0,50	2,34	2,49	9,63	3,01	5,66	4,07
χειλόποδα (όχι σκουτίγκερες)	0,87	1,23	0,49	0,46	1,52	0,16	1,59	0,72
ψευδοσκορπιοί	0,15	0,12	-	0,44	0,44	0,11	0,24	0,15

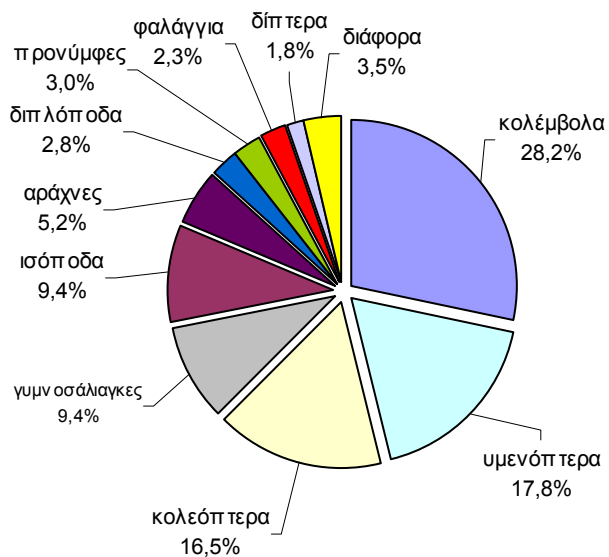
Εικόνα 3.5. Σχετική αφθονία πολυπληθέστερων ομάδων ζώων στο σταθμό των Αρμένων την περίοδο της Άνοιξης.



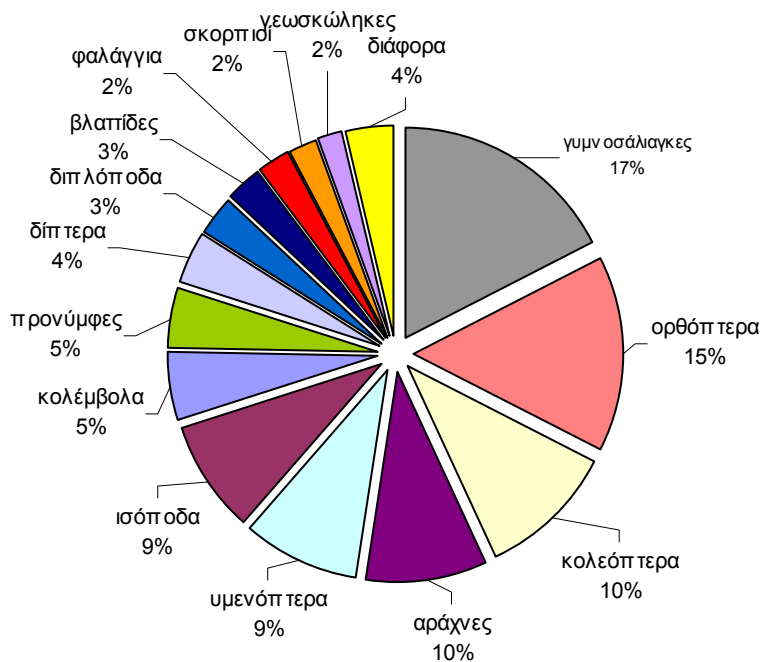
Εικόνα 3.6. Σχετική αφθονία πολυπληθέστερων ομάδων ζώων στο σταθμό των Αρμένων την περίοδο του Φθινοπώρου.



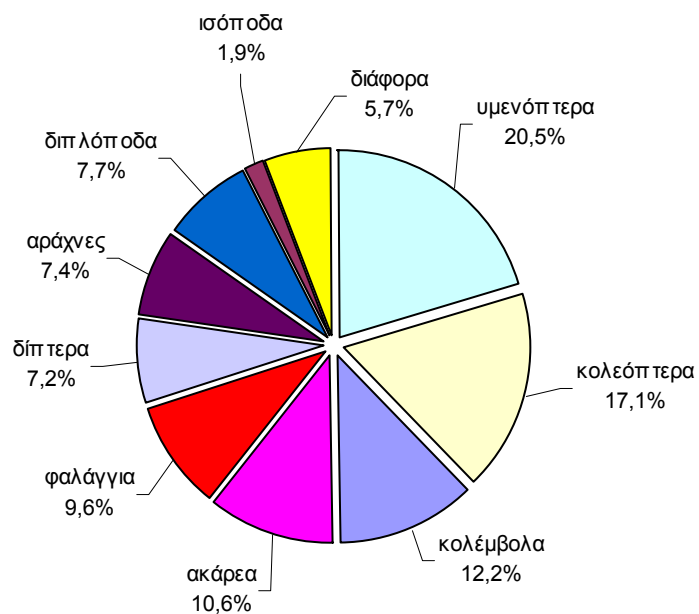
Εικόνα 3.7. Σχετική αφθονία πολυπληθέστερων ομάδων ζώων στο σταθμό του Κάστελου την περίοδο της Άνοιξης.



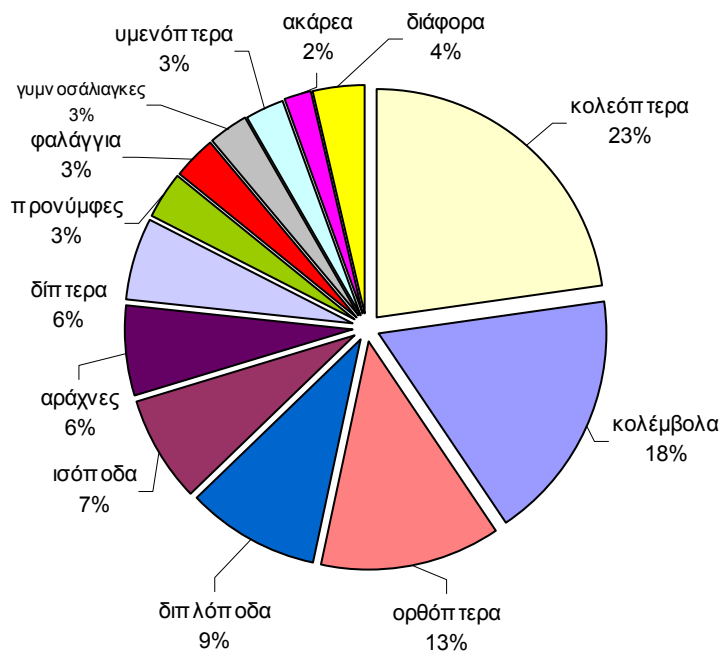
Εικόνα 3.8. Σχετική αφθονία πολυπληθέστερων ομάδων ζώων στο σταθμό του Κάστελου την περίοδο του Φθινοπώρου



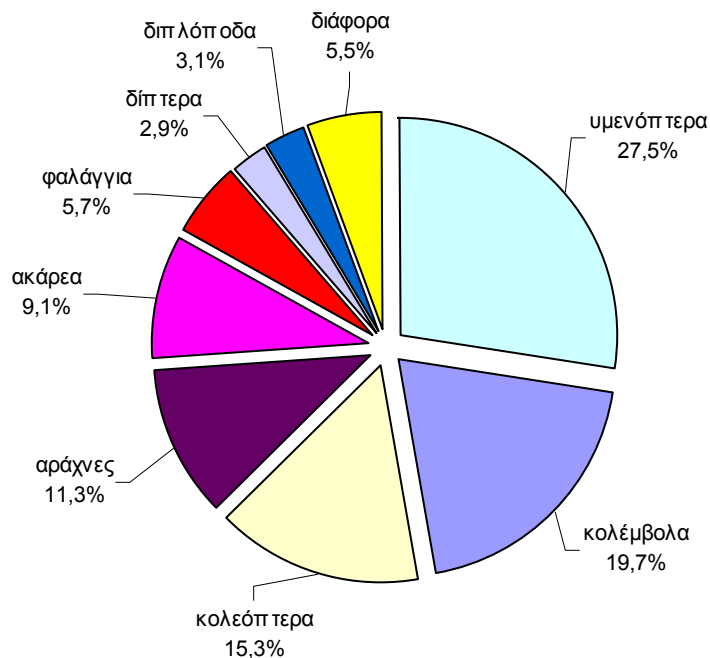
Εικόνα 3.9. Σχετική αφθονία πολυπληθέστερων ομάδων ζώων στο σταθμό της Κράτης την περίοδο της Άνοιξης



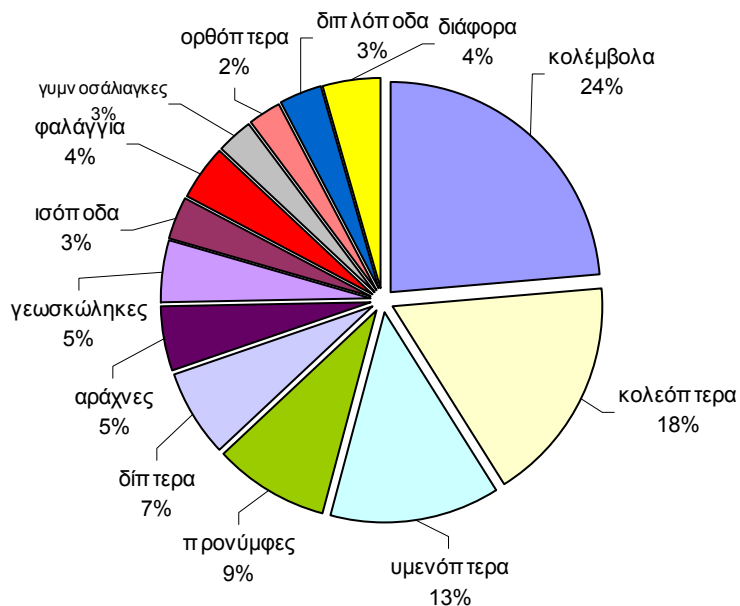
Εικόνα 3.10. Σχετική αφθονία πολυπληθέστερων ομάδων ζώων στο σταθμό της Κράτης την περίοδο του Φθινοπώρου



Εικόνα 3.11. Σχετική αφθονία πολυπληθέστερων ομάδων ζώων στο σταθμό του Ασκύφου την περίοδο της Άνοιξης.



Εικόνα 3.12. Σχετική αφθονία πολυπληθέστερων ομάδων ζώων στο σταθμό του Ασκύφου την περίοδο του Φθινοπώρου.



Στον σταθμό των Αρμένων κατά την περίοδο της Άνοιξης (Μάρτιος, Απρίλιος, Μάιος) δεν υπάρχουν ακάρεα, τα οποία υπάρχουν σε όλους τους άλλους σταθμούς. Επίσης τα κολέμβολα έχουν σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό κατά την Άνοιξη. Πρέπει να επισημανθεί ότι τα ισόποδα κατά την περίοδο του Φθινοπώρου αυξάνονται πολύ. Το φθινόπωρο απουσιάζουν οι γυμνοσάλιαγκες, τα φαλάγγια, οι γαιοσκώληκες και οι προνύμφες, τα οποία κατά την ίδια περίοδο εμφανίζονται με αξιόλογα ποσοστά στους υπόλοιπους σταθμούς. Μόνο το φθινόπωρο συναντάμε εδώ ορθόπτερα, βλατίδες και ακάρεα, ενώ μόνο την Άνοιξη τα φαλάγγια.. Τα κολεόπτερα εμφανίζουν μια μικρή άνοδο το φθινόπωρο, ενώ μείωση παρατηρείται κατά την ίδια περίοδο στα υμενόπτερα και στις αράχνες. Τελειώνοντας, τα διπλόποδα έχουν αυξημένους πληθυσμούς το φθινόπωρο, ενώ τα δίπτερα παραμένουν σε σταθερό επίπεδο τις δυο περιόδους.

Στο σταθμό του Κάστελου κατά την Άνοιξη εμφανίζονται γυμνοσάλιαγκες και προνύμφες, κάτι το οποίο δε συμβαίνει σε κανένα άλλο σταθμό την ίδια περίοδο. Επίσης τα ακάρεα βρίσκονται σε αρκετά χαμηλά ποσοστά, τόσο κατά την άνοιξη, όσο και κατά το φθινόπωρο, σε σύγκριση με τους άλλους σταθμούς. Την Φθινοπωρινή περίοδο παρουσιάζεται ένα αξιόλογο ποσοστό αφθονίας σκορπιών, γεγονός το οποίο δεν συμβαίνει σε κανένα άλλο σταθμό σε καμία περίοδο. Γεγονός είναι ότι και σε αυτόν το σταθμό μειώνονται τα κολέμβολα κατά την Άνοιξη, όπως και στους Αρμένους, ενώ στους άλλους δυο σταθμούς μένουν περίπου σταθερά τα ποσοστά εμφάνισης. Επίσης το φθινόπωρο αυξάνονται οι αράχνες και οι γυμνοσάλιαγκες, ενώ μειώνονται τα υμενόπτερα και εμφανίζουν μικρή μείωση τα κολεόπτερα. Κατά την περίοδο μόνο του Φθινοπώρου παρουσιάζονται με αξιόλογα ποσοστά ορθόπτερα, βλατίδες και γαιοσκώληκες. Τα ισόποδα, οι προνύμφες, τα δίπτερα και τα φαλάγγια διατηρούν παρόμοια ποσοστά μεταξύ των δυο εποχών.

Στον σταθμό της Κράτης την περίοδο του Φθινοπώρου απουσιάζουν οι βλαττίδες και οι γαιοσκώληκες. Τα ισόποδα αυξάνονται κατά πολύ το Φθινόπωρο, ενώ επίσης εντυπωσιακά μειώνονται τα υμενόπτερα., τα ακάρεα και τα φαλάγγια. Ακόμα, μόνο την Φθινοπωρινή περίοδο, συναντάμε στην Κράτη, σε αξιοσημείωτα ποσοστά, ορθόπτερα, προνύμφες και γυμνοσάλιαγκες. Οι λοιπές πολυπληθείς ομάδες, όπως τα κολεόπτερα, τα κολέμβολα, τα δίπτερα, οι αράχνες και τα διπλόποδα παραμένουν στα ίδια ποσοστά.

Οι δειγματοληψίες που έγιναν στο Ασκύφου δείχνουν ότι κατά την περίοδο της Άνοιξης μόνο εκεί απουσίαζαν τα ισόποδα, ενώ το φθινόπωρο δεν βρέθηκαν αξιόλογα ποσοστά από ακάρεα και βλατίδες. Επίσης οι προνύμφες το φθινόπωρο σημειώνουν αξιόλογο ποσοστό ενώ την Άνοιξη απουσιάζουν. Το φθινόπωρο οι αράχνες μειώνονται και εμφανίζονται γαιοσκώληκες και γυμνοσάλιαγκες ενώ επίσης μειώνονται τα υμενόπτερα. Αντίθετα, αυξάνονται τα δίπτερα και εμφανίζονται ορθόπτερα, τα οποία απουσίαζαν κατά την Άνοιξη. Τέλος, τα κολεόπτερα, τα κολέμβολα, τα φαλάγγια και τα χειλόποδα δεν παρουσιάζουν αξιόλογες εποχιακές διακυμάνσεις, παραμένοντας σε μεγάλα ποσοστά.

Αξίζει να σημειωθεί ότι και στις δυο περιόδους, σε όλους τους σταθμούς εμφανίζονται σε σχετικά μεγάλα ποσοστά αράχνες, δίπτερα, κολεόπτερα, διπλόποδα, κολέμβολα και υμενόπτερα. Επίσης τα ορθόπτερα εμφανίζονται σε όλους τους σταθμούς κατά το φθινόπωρο μόνο.

3.2 ΓΙΑ ΤΑ ΧΕΙΛΟΠΟΔΑ

Στην περίπτωση των χειλοπόδων, στα οποία η ανάλυσή μας έφτασε στο επίπεδο οικογένειας και είδους, όπου ήταν δυνατό, η αφθονία εκτιμήθηκε πάλι με την παράμετρο «αριθμός ατόμων ανά εκατό παγιδοημέρες» (πίν. 3.5). Η σχετική αφθονία των ειδών δίδεται στον πίνακα 3.6. Στους πίνακες 3.5 και 3.6 φαίνεται στο σύνολο των δειγματοληψιών ανά σταθμό ο πληθυσμός των χειλοπόδων και η σχετική αφθονία τους αντίστοιχα.

Πίνακας 3.5. Τα taxa των χειλοπόδων που συνελλέχθηκαν, σε αριθμό ατόμων ανά 100 παγιδοημέρες.

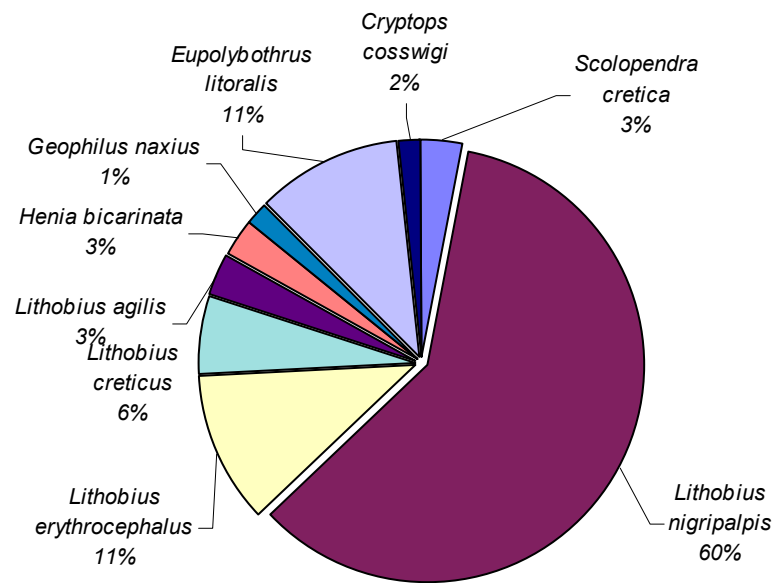
Είδη	Αρμένιοι	Κάστελος	Κράπη	Ασκούφου
<i>Scolopendra cretica</i>	0,79	-	1,84	2,11
<i>Pachymerium ferrugineum</i> <i>ferrugineum</i>	-	-	0,38	2,44
<i>Lithobius nigripalpis</i>	16,25	0,73	2,65	9,23
<i>Lithobius erythrocephalus</i>	3,10	-	0,79	-
<i>Lithobius creticus</i>	1,63	-	-	0,41
<i>Lithobius agilis</i>	0,77	-	-	-
<i>Insigniporus sturanyi</i>	-	-	-	0,36
<i>Henia bicarinata</i>	0,81	-	-	0,78
<i>Geophilus carpophagus</i>	-	0,40	-	-
<i>Geophilus naxius</i>	0,40	-	-	-
<i>Eupolybothrus litoralis</i>	3,02	4,46	3,35	-
<i>Dignathodon microcephalus</i>	-	0,40	-	-
<i>Cryptops kosswigi</i>	0,42	-	-	-
<i>Cryptops anomalans</i>	-	0,33	-	-
<i>Clinopodes flavidus</i>	-	-	-	0,34

Πίνακας 3.6. Σχετική αφθονία χειλοπόδων που συνελλέχθησαν.

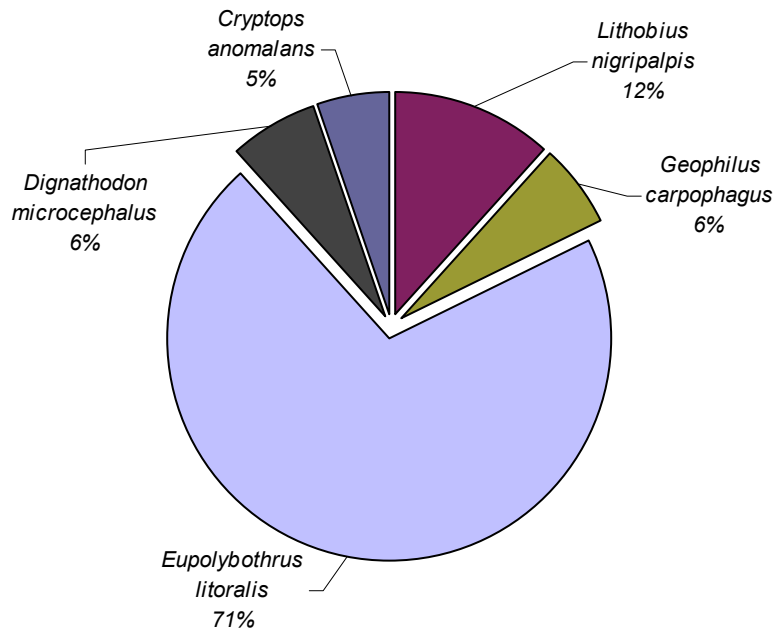
Είδη	Αρμένιοι	Κάστελος	Κράπη	Ασκούφου
<i>Scolopendra cretica</i>	2,92	-	20,39	13,44
<i>Pachymerium ferrugineum</i> <i>ferrugineum</i>	-	-	4,25	15,57
<i>Lithobius nigripalpis</i>	59,78	11,55	29,41	58,90
<i>Lithobius erythrocephalus</i>	11,39	-	8,82	-
<i>Lithobius creticus</i>	5,99	-	-	2,63
<i>Lithobius agilis</i>	2,85	-	-	-
<i>Insigniporus sturanyi</i>	-	-	-	2,28
<i>Henia bicarinata</i>	2,99	-	-	4,99
<i>Geophilus carpophagus</i>	-	6,28	-	-
<i>Geophilus naxius</i>	1,46	-	-	-
<i>Eupolybothrus litoralis</i>	11,09	70,62	37,13	-
<i>Dignathodon microcephalus</i>	-	6,28	-	-
<i>Cryptops kosswigi</i>	1,53	-	-	-
<i>Cryptops anomalans</i>	-	5,27	-	-
<i>Clinopodes flavidus</i>	-	-	-	2,20

Στις εικόνες 3.13 – 3.16 παριστάνεται γραφικά η σχετική αφθονία στο σύνολο των δειγματοληψιών στους τέσσερις σταθμούς.

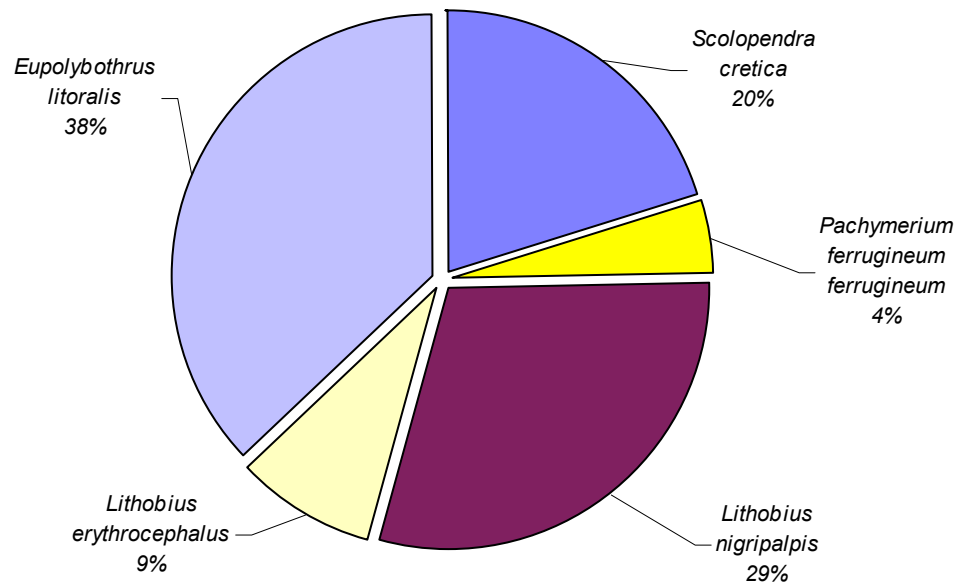
Εικόνα 3.13. Σχετική αφθονία χειλοπόδων στο σταθμό των Αρμένων στο σύνολο των δειγματοληψιών.



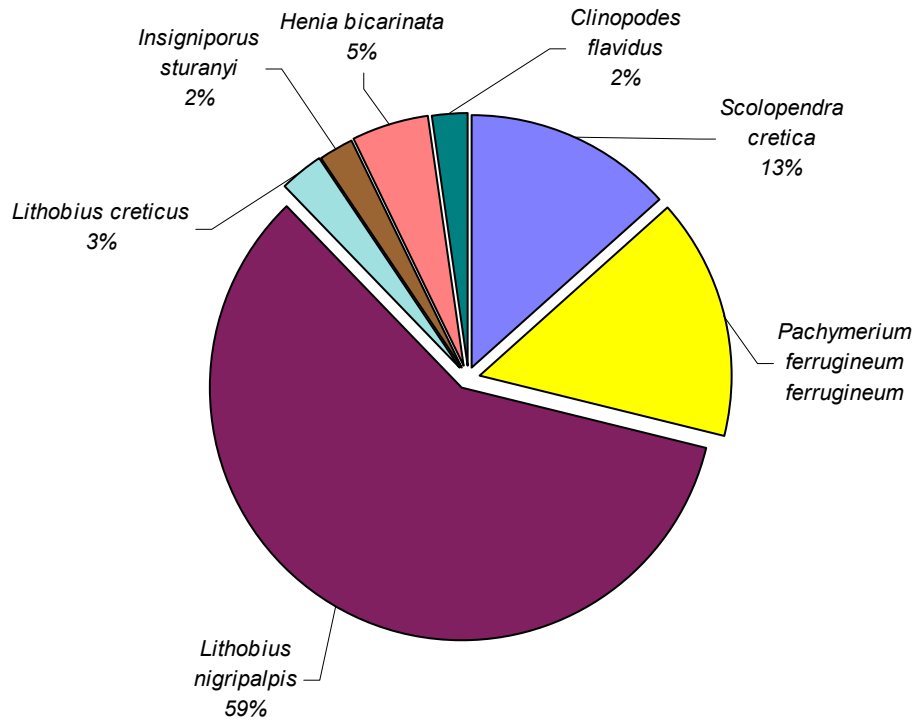
Εικόνα 3.14. Σχετική αφθονία χειλοπόδων στο σταθμό του Κάστελου στο σύνολο των δειγματοληψιών.



Εικόνα 3.15. Σχετική αφθονία χειλοπόδων στο σταθμό Κράπης στο σύνολο των δειγματοληψιών.



Εικόνα 3.16. Σχετική αφθονία χειλοπόδων στο σταθμό του Ασκύφου, στο σύνολο των δειγματοληψιών.



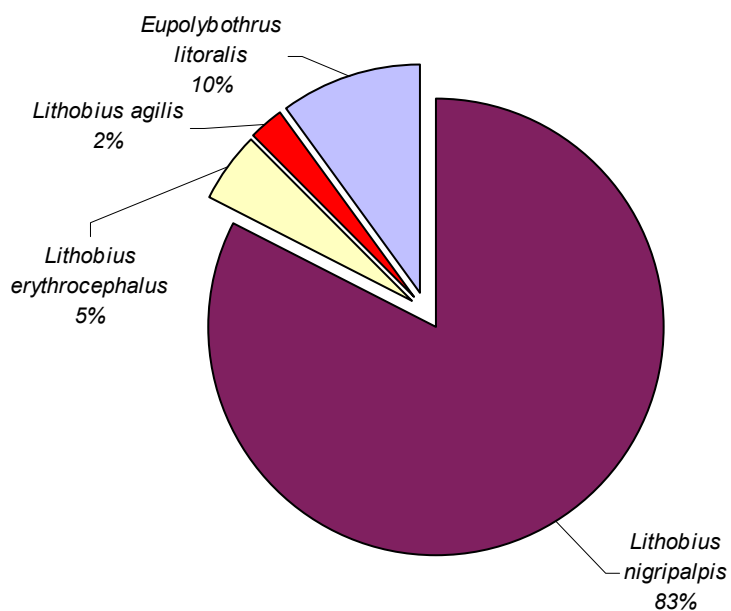
Στον πίνακα 3.7 δίνονται τα taxa των χειλοπόδων που συλλέχθηκαν ανά εποχή ανά σταθμό. Στις εικόνες 3.17 - 3.24 παριστάνεται η σχετική αφθονία των χειλοπόδων στους σταθμούς της έρευνάς μας, ανά εποχή.

Πίνακας 3.7. Συγκριτικός πίνακας σχετικής αφθονίας χειλοπόδων κατά την Άνοιξη και κατά το φθινόπωρο στις περιοχές δειγματοληψίας.

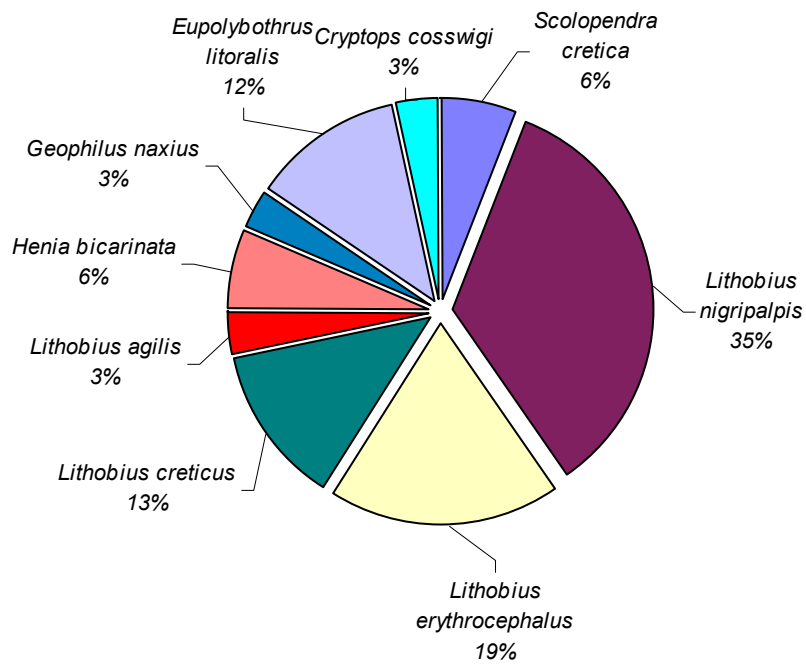
Είδη	Αρμενοι		Κάστελος		Κράπη		Ασκούφου	
	Άνοιξη	Φθινόπωρο	Άνοιξη	Φθινόπωρο	Άνοιξη	Φθινόπωρο	Άνοιξη	Φθινόπωρο
<i>Scolopendra cretica</i>	-	6,19	-	-	24,91	-	18,08	-
<i>Pachymerium ferrugineum ferrugineum</i>	-	-	-	-	5,19	-	17,76	9,21
<i>Lithobius nigripalpis</i>	82,60	34,21	10,16	13,79	24,91	49,71	58,14	61,10
<i>Lithobius erythrocephalus</i>	4,97	18,58	-	-	5,19	25,15	-	-
<i>Lithobius creticus</i>	-	12,69	-	-	-	-	-	10,24
<i>Lithobius agilis</i>	2,49	3,25	-	-	-	-	-	-
<i>Insigniporus sturanyi</i>	-	-	-	-	-	-	3,07	-
<i>Henia bicarinata</i>	-	6,35	-	-	-	-	-	19,45

<i>Geophilus carpophagus</i>	-	-	10,16	-	-	-	-	-
<i>Geophilus naxius</i>	-	3,10	-	-	-	-	-	-
<i>Eupolybothrus litoralis</i>	9,94	12,38	60,98	86,21	39,79	25,15	-	-
<i>Dignathodon microcephalus</i>	-	-	10,16	-	-	-	-	-
<i>Cryptops kosswigi</i>	-	3,25	-	-	-	-	-	-
<i>Cryptops anomalans</i>	-	-	8,54	-	-	-	-	-
<i>Clinopodes flavidus</i>	-	-	-	-	-	-	2,96	-

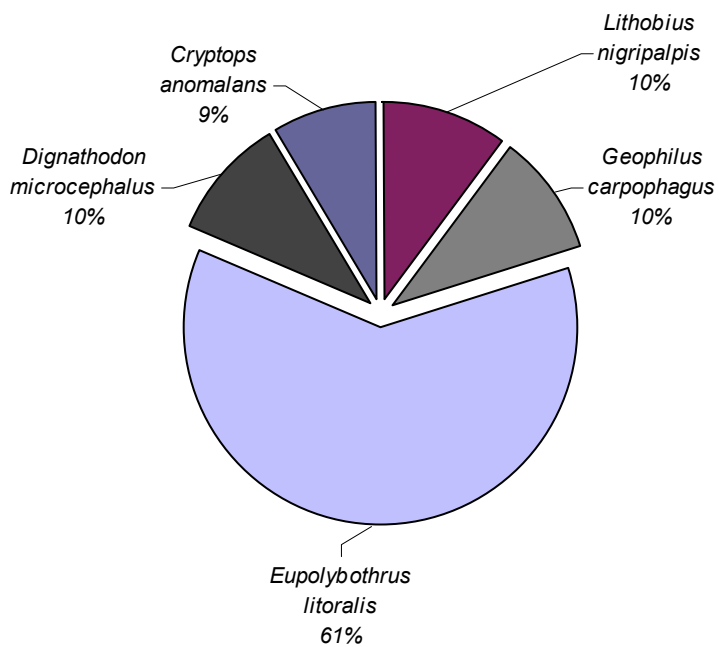
Εικόνα 3.17. Σχετική αφθονία χειλοπόδων στο σταθμό των Αρμένων την Άνοιξη.



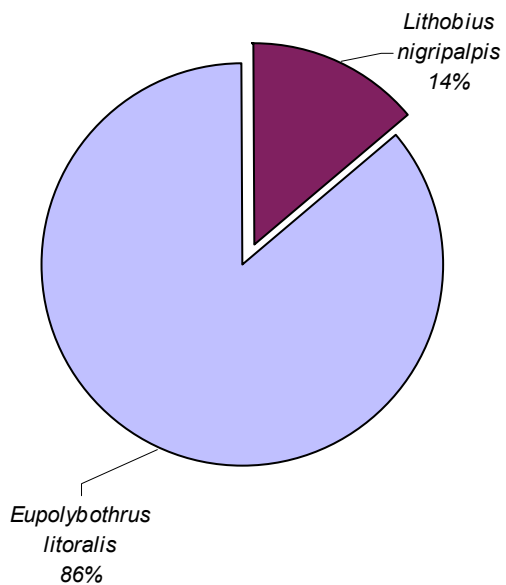
Εικόνα 3.18. Σχετική αφθονία χειλοπόδων στο σταθμό των Αρμένων το φθινόπωρο.



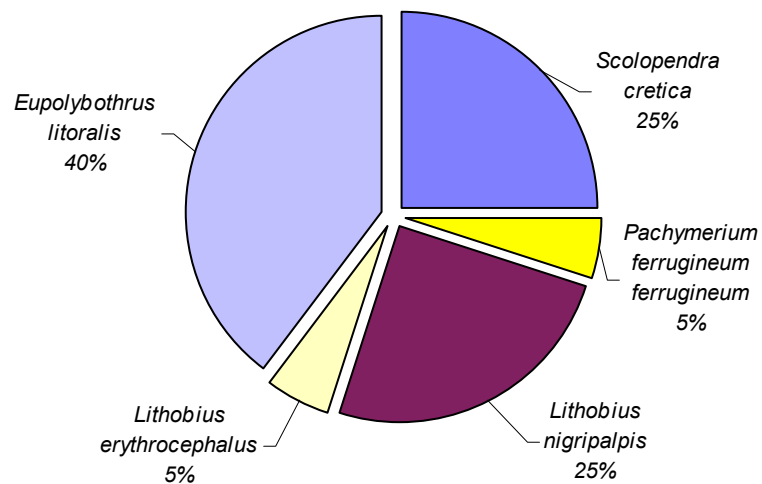
Εικόνα 3.19. Σχετική αφθονία χειλοπόδων στο σταθμό του Κάστελου την Άνοιξη.



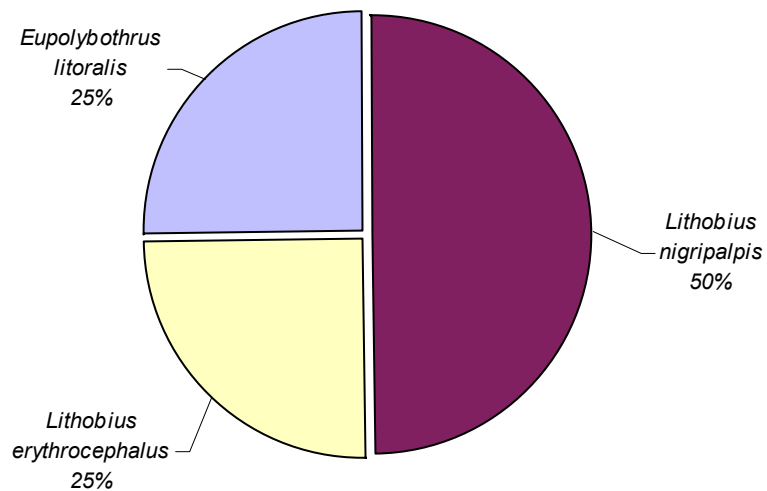
Εικόνα 3.20. Σχετική αφθονία χειλοπόδων στο σταθμό του Κάστελου το Φθινόπωρο.



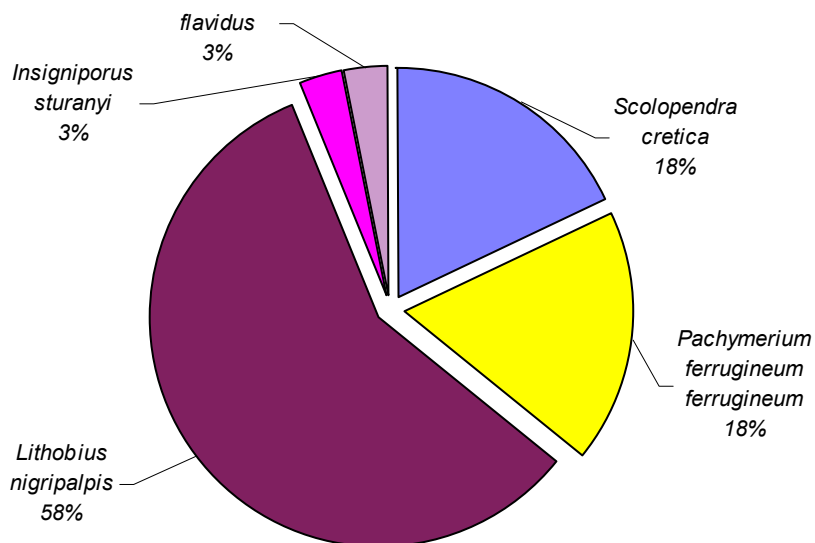
Εικόνα 3.21. Σχετική αφθονία χειλοπόδων στο σταθμό της Κράτης την Άνοιξη.



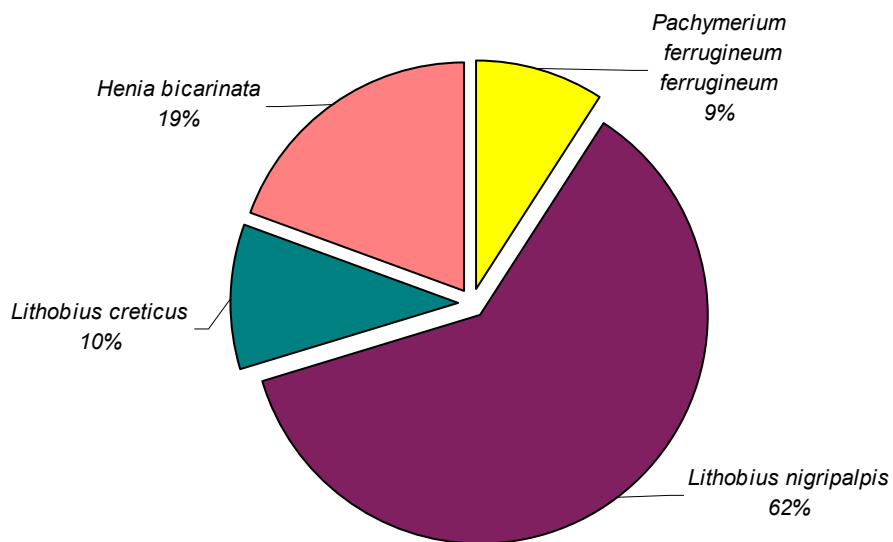
Εικόνα 3.22. Σχετική αφθονία χειλοπόδων στο σταθμό της Κράτης το Φθινόπωρο.



Εικόνα 3.23. Σχετική αφθονία χειλοπόδων στο σταθμό του Ασκύφου την Άνοιξη.

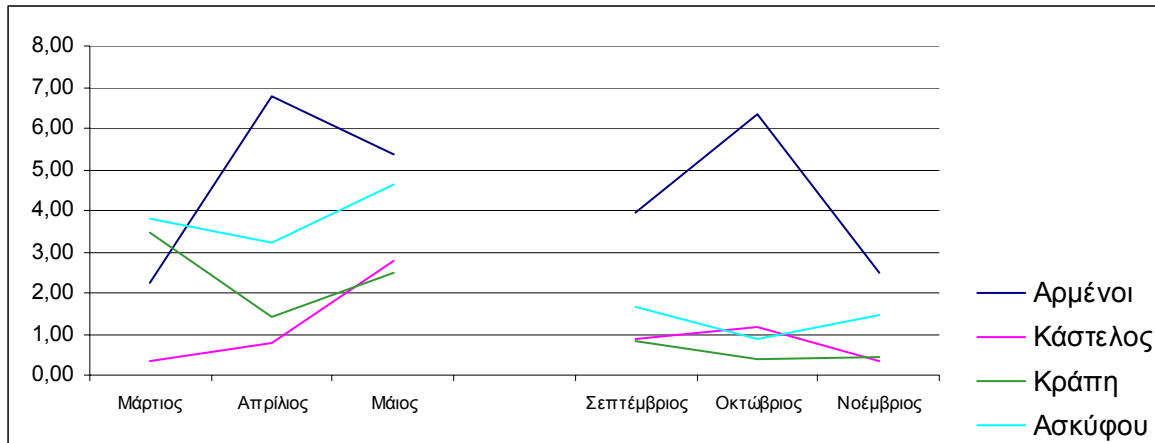


Εικόνα 3.24. Σχετική αφθονία χειλοπόδων στο σταθμό του Ασκύφου το Φθινόπωρο.

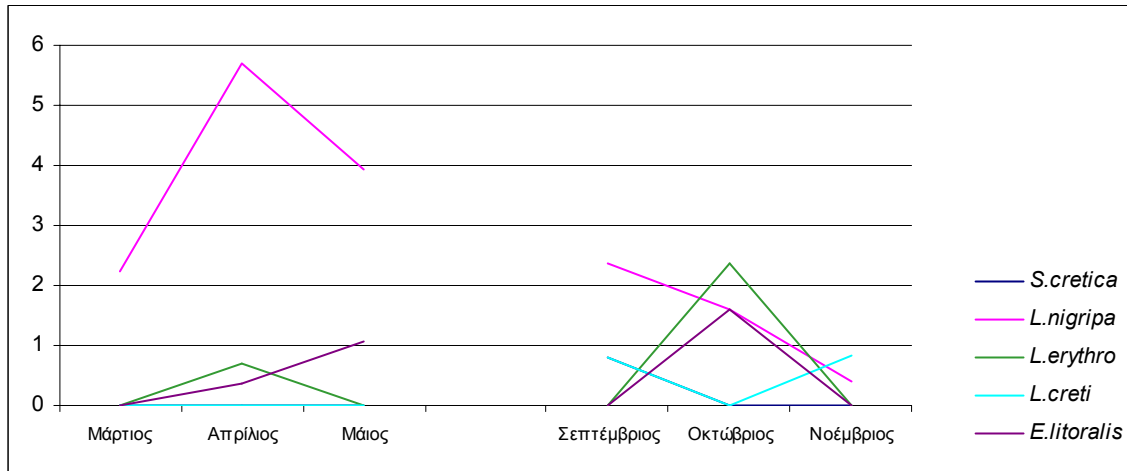


Ακολουθούν οι γραφικές παραστάσεις των φαινολογιών, δηλαδή της εποχιακής δραστηριότητας, των χειλοπόδων που συλλέχθηκαν στους σταθμούς της μελέτης (εικ. 3.25 – 3.32).

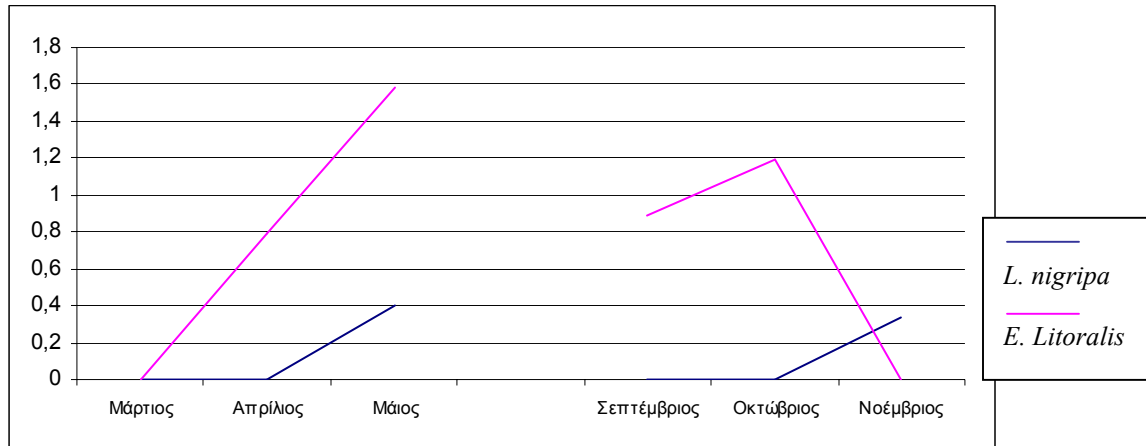
Εικόνα 3.25. Σύνολο χειλόποδων που συλλέχθηκαν, σε άτομα ανά εκατό παγιδιοημέρες.



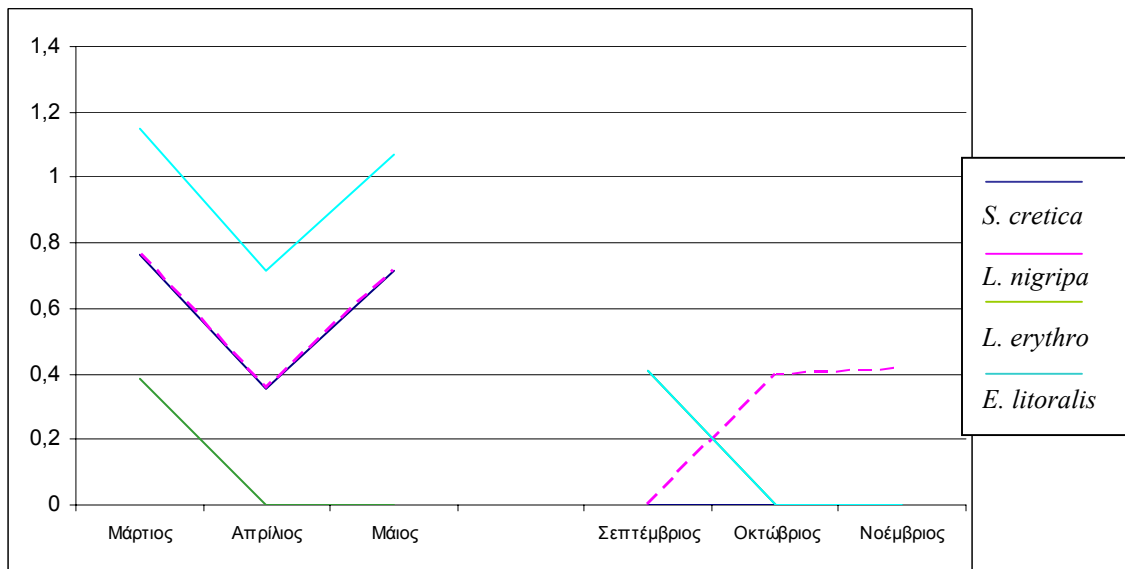
Εικόνα 3.26. Άτομα ανά εκατό παγιδιοημέρες ορισμένων χειλόποδων που συλλέχθηκαν στην περιοχή των Αρμένων.



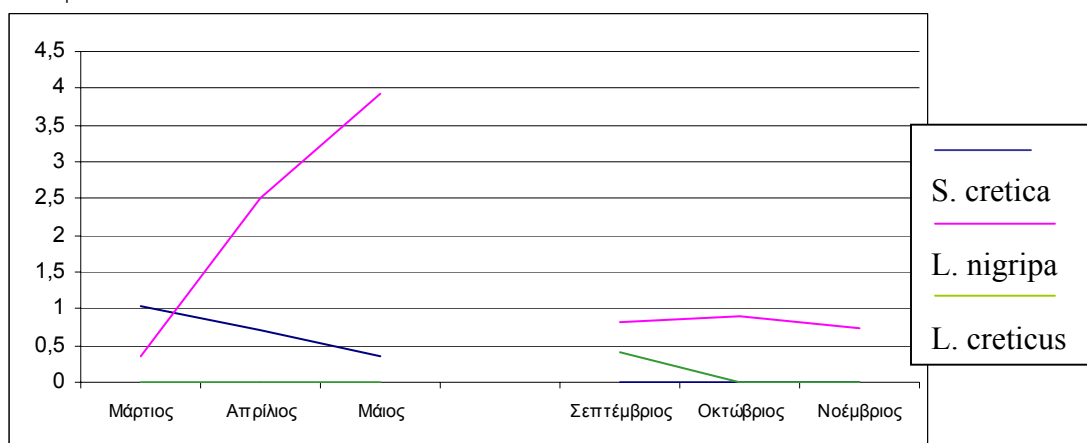
Εικόνα 3.27. Άτομα ανά εκατό παγιδιοημέρες ορισμένων χειλοπόδων που συλλέχθηκαν στην περιοχή του Κάστελου.



Εικόνα 3.28. Άτομα ανά εκατό παγιδιοημέρες ορισμένων χειλοπόδων που συλλέχθηκαν στην περιοχή της Κράτης.



Εικόνα 3.29. Άτομα ανά εκατό παγιδοημέρες ορισμένων χειλοπόδων που συλλέχθηκαν στην περιοχή του Ασκύφου .



Στους σταθμούς των Αρμένων (εικ. 3.26) και του Καστέλου (εικ. 3.27) παρατηρείται απουσία του *Pachymerium ferrugineum*, ενώ βρίσκεται στην Κράπη (εικ. 3.28), μόνο την Άνοιξη, και στο Ασκύφου (εικ. 3.29) και στις δυο περιόδους. Στη περιοχή των Αρμένων εμφανίζεται το *Lithobius agilis*, και τις δυο περιόδους, ενώ δε συναντιέται πουθενά αλλού. Μόνο στις δειγματοληψίες του Φθινοπώρου στην συγκεκριμένη περιοχή, και μόνο σ' αυτήν, εμφανίζεται το *Geophilus naxius* και το *Cryptops kosswigi*. Ακόμα, την περίοδο του Φθινοπώρου, τόσο στους Αρμένους, όσο και στο Ασκύφου την περίοδο του φθινοπώρου εμφανίζεται το *Henia bicarinata*. Την περίοδο του Φθινοπώρου μεταβάλλονται οι αφθονίες σε κάποια χειλόποδα, καθώς το *Lithobius nigripalpis* μειώνεται και το *Lithobius erythrocephalus* αυξάνεται, ενώ τα *Lithobius agilis* και *Eupolybothrus litoralis* διατηρούν περίπου σταθερά ποσοστά εμφάνισης.

Στο σταθμό του Καστέλου απουσιάζει η *Scolopendra cretica*, η οποία εμφανίζεται στην Κράπη και το Ασκύφου κατά την Άνοιξη, και στους Αρμένους κατά το Φθινόπωρο. Επίσης, στον ίδιο σταθμό, παρατηρείται απουσία τόσο του *Pachymerium ferrugineum* όσο και του *Lithobius erythrocephalus*. Μόνο στην περιοχή του Καστέλου και μόνο την Άνοιξη εμφανίζονται το *Geophilus carrophagus*, το *Dignathodon microcephalus* και το *Cryptops anomalans*. Κατά το Φθινόπωρο ελαχιστοποιούνται τα είδη καθώς απομένει μόνο το *Eupolybothrus litoralis*, το οποίο και εμφανίζεται με μεγαλύτερη αφθονία, και το *Lithobius nigripalpis*, το οποίο παραμένει σχεδόν στα ίδια ποσοστά. Η αύξηση του

Eupolybothrus litoralis καλύπτει την απουσία των *Dignathodon microcephalus*, *Cryptops anomalans*, και *Geophilus carophagus* την περίοδο της Άνοιξης.

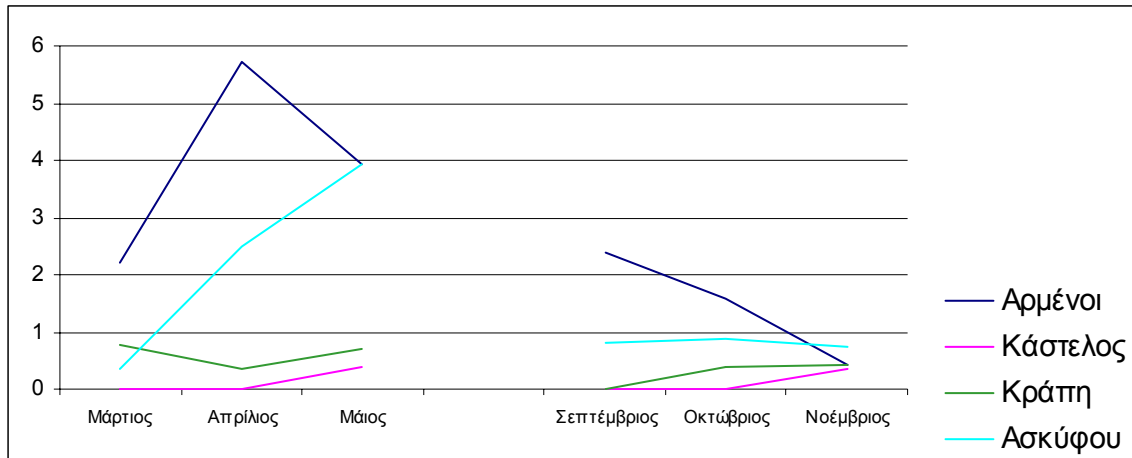
Οι δειγματοληψίες που έγιναν στην περιοχή της Κράπης και του Κάστελου δείχνουν ότι απουσιάζει από εκεί το *Lithobius creticus*. Κατά την περίοδο του Φθινοπώρου, αυξάνεται ο πληθυσμός του *Lithobius nigripalpis* και του *Lithobius erythrocephalus*, ενώ μειώνεται το *Eupolybothrus litoralis* καλύπτοντας την απουσία των *Scolopendra cretica* και του *Pachymerium ferrugineum*.

Στο σταθμό του Ασκύφου, όπως και του Κάστελου, απουσιάζει το *Lithobius erythrocephalus*, ενώ μόνο από το σταθμό του Ασκύφου απουσιάζει το *Eupolybothrus litoralis*, το οποίο συναντάται σε όλες τις άλλες περιπτώσεις. Κατά την περίοδο της Άνοιξης κάνουν στο σταθμό του Ασκύφου τις μοναδικές τους εμφανίσεις τα *Insigniporus sturanyi* και *Clinopodes flavidus* (πίν. 3.7). Την εμφάνισή της κάνει εδώ και η *Henia bicarinata*, η οποία εμφανίστηκε μόνο στους Αρμένους κατά την ίδια πάλι περίοδο. Πέρα από το *Lithobius nigripalpis* και το *Pachymerium ferrugineum* τα οποία μειώνονται και αυξάνονται αντίστοιχα το Φθινόπωρο, τα *Scolopendra cretica*, *Clinopodes flavidus*, *Insigniporus sturanyi*, αντικαθίστανται με τα *Henia bicarinata* και *Lithobius creticus*.

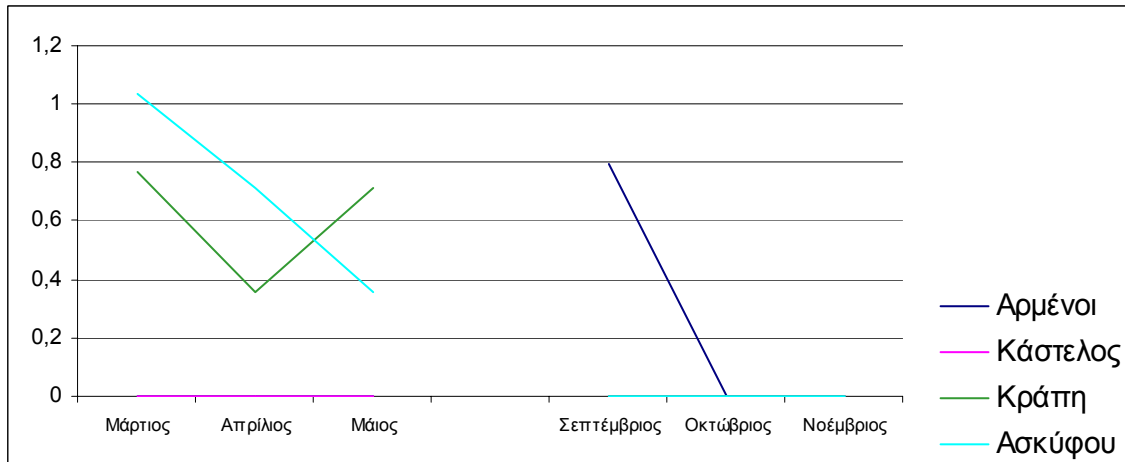
Τελειώνοντας παρατηρούμε ότι το μοναδικό χειλόποδο που εμφανίζεται σε όλους τους σταθμούς, και στις δυο περιόδους, είναι το *Lithobius nigripalpis* το οποίο, εκτός από τους Αρμένους που μειώνεται κατά το Φθινόπωρο, σε όλες τις άλλες περιπτώσεις αυξάνεται.

Ακολουθούν οι φαινολογίες των πολυπληθέστερων ειδών ανά σταθμό, τα οποία και σχολιάζονται στη συνέχεια (εικ. 3.30 - 3.32)

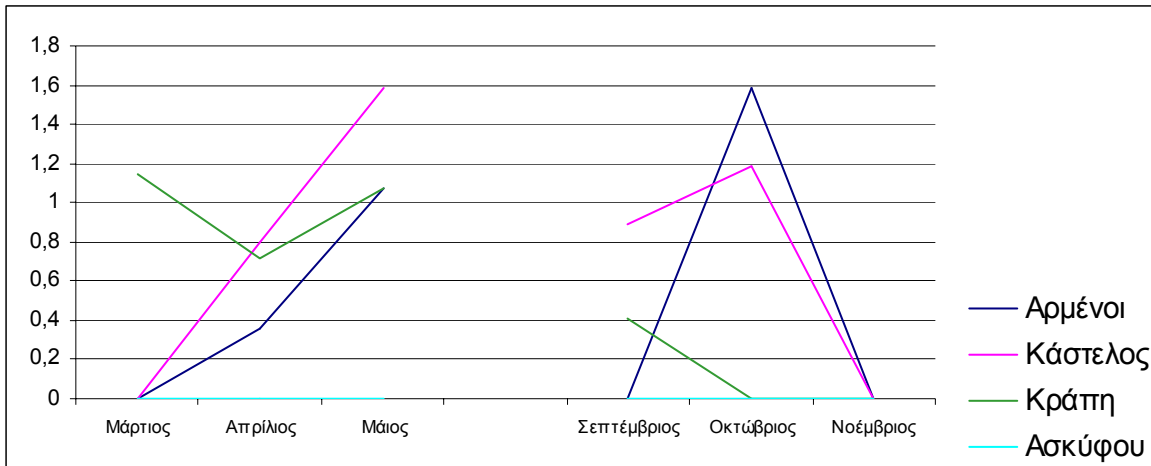
Εικόνα 3.30. Άτομα *Lithobious nigripalpis* που συλλέχθηκαν υπολογισμένα σε άτομα ανά εκατό παγηδοημέρες.



Εικόνα 3.31. Άτομα *Scolopendra cretica* που συλλέχθηκαν υπολογισμένα σε άτομα ανά εκατό παγηδοημέρες.



Εικόνα 3.32. Άτομα *Eurolybothrus litoralis* που συλλέχθηκαν υπολογισμένα σε άτομα ανά εκατό παγηδοημέρες.



Στοιχεία οικολογίας *Lithobius nigripalpis* (εικ. 3.30)

Το είδος παρουσιάζει έντονη κινητικότητα τους ανοιξιάτικους μήνες σε όλες τις περιοχές, ενώ κατά το φθινόπωρο η κινητικότητα – αφθονία μειώνεται. Αυτό ακριβώς το πρότυπο εποχικής κατανομής ακολουθείται στην περίπτωση των Αρμένων, ενώ υπάρχουν και υψηλές τιμές αφθονίας σε σύγκριση με οποιοδήποτε άλλο είδος και σταθμό. Στους Αρμένους, σε αντίθεση με τους άλλους σταθμούς, παρατηρείται δραστηριοποίηση του *L. nigripalpis* ένα μήνα νωρίτερα (μήνας Απρίλιος). Τη φθινοπωρινή περίοδο η αφθονία του *L. nigripalpis* ελαττώνεται δραματικά σε σχέση με την Άνοιξη, κυρίως όσο αφορά το Ασκήφου και τους Αρμένους.

Στοιχεία οικολογίας *Scolopendra cretica* (εικ. 3.31)

Στο σταθμό των Αρμένων παρατηρείται έντονη δραστηριότητα το Σεπτέμβριο, ενώ τους υπόλοιπους μήνες του φθινοπώρου και της άνοιξης δεν υπάρχει παρουσία του συγκεκριμένου είδους. Αντίθετα, στο σταθμό της περιοχής του Ασκήφου το Μάρτιο παρουσιάζει μεγάλη αφθονία, ενώ τους υπόλοιπους μήνες της άνοιξης η παρουσία του μειώνεται βαθμιαία. Το φθινόπωρο δεν δραστηριοποιείται. Είναι λογικό καθώς οι συνθήκες στην περιοχή είναι ιδιαίτερα δυσμενείς το φθινόπωρο και το χειμώνα. Στην Κράπη εμφανίζει δυο μέγιστα κατά τον Μάρτη και τον Μάιο, ενώ δεν παρατηρείται

παρουσία του μετά το Σεπτέμβρη. Στο σταθμό του Κάστελου δε συλλέχθηκε την περίοδο των δειγματοληψιών.

Οι αφθονίες περιγράφονται από κλίσεις που δεν εμφανίζουν συγκεκριμένο πρότυπο μεταξύ των τεσσάρων σταθμών, καθώς τόσο οι κλιματολογικές συνθήκες όσο και οι τύποι βιότοπων έχουν ουσιαστικές διαφορές. Παρόλα ταύτα παρόμοια κλίση παρατηρείται κατά την περίοδο Μάρτη – Απρίλη στους σταθμούς Κράπη και Ασκύφου πιθανότατα εξαιτίας του ότι βρίσκονται δυτικότερα των άλλων και έχουν μεγαλύτερο υψόμετρο σε σύγκριση με τους άλλους (615 και 868 m αντίστοιχα).

Στοιχεία οικολογίας *Eupolybothrus litoralis* (εικ. 3.32)

Μέγιστη δραστηριότητα του είδους παρατηρείται στους σταθμούς του Κάστελου και των Αρμένων, τους μήνες Μάιο και Οκτώβριο, αντίστοιχα. Η περίπτωση της Κράπης ακολουθεί άλλο πρότυπο φαινολογίας, καθώς εμφανίζει δυο μέγιστα το Μάρτη και το Μάιο, ενώ πέρα από μια σχετικά μικρή παρουσία το Σεπτέμβρη δε καταγράφεται περαιτέρω δραστηριότητα. Καμία δραστηριότητα δε σημειώνεται στην περιοχή του Ασκύφου. Γενικά παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται το υψόμετρο τόσο εντονότερη είναι η μείωση της δραστηριότητας τις περιόδους που μελετήθηκαν. Πάντως η δραστηριότητα του *E. litoralis* είναι εντονότερη την άνοιξη παρά το φθινόπωρο.

Στοιχεία οικολογίας των σταθμών συνολικά (εικ. 3.25)

Τόσο στους Αρμένους όσο και στον Κάστελο παρατηρείται δραστηριοποίηση τόσο την άνοιξη, όσο και το φθινόπωρο, σχετικά νωρίτερα από την περιοχή του Ασκύφου και της Κράπης. Στους Αρμένους παρατηρείται υψηλότερη αφθονία χειλοπόδων σε σχέση με τους άλλους σταθμούς, ενώ το μέγιστο της αφθονίας εμφανίζεται ένα μήνα νωρίτερα την άνοιξη. Επιπλέον, όλα τα είδη εμφανίζουν αυξημένη φθινοπωρινή δραστηριότητα κατά τον Οκτώβρη. Ειδικά στην περιοχή του Κάστελου, όπου το υψόμετρο είναι περίπου το ίδιο με τους Αρμένους, ακολουθείται περίπου η ίδια εποχική κατανομή, αν και κατά την άνοιξη η έντονη δραστηριότητα συμβαίνει κατά το μήνα Μάιο. Τον Οκτώβριο, ενώ οι άλλες περιοχές εμφανίζουν έντονη δραστηριότητα, στην Κράπη και στο Ασκύφου υπάρχει ελάχιστη αφθονία - κινητικότητα, ενώ η επαναδραστηριοποίηση σημειώνεται ένα μήνα αργότερα το Νοέμβρη.

Στοιχεία οικολογίας στο σταθμό των Αρμένων (εικ. 3.26)

Στο σταθμό αυτό υπάρχει ιδιαίτερα έντονη δραστηριότητα του *L. nigripalpis* κατά τον Απρίλη, ενώ την ίδια περίοδο φαίνεται να δραστηριοποιείται και το *L. erythrocephalus*, αν και σε μικρότερο βαθμό. Αντίστοιχα, στο τέλος της ανοιξιάτικης περιόδου φαίνεται να δραστηριοποιείται το *E. litoralis*. Το Σεπτέμβρη εμφανίζεται αποκλειστικά το είδος *S. cretica*. Την ίδια περίοδο εμφανίζεται και το *L. creticus*, ενώ άλλο ένα μέγιστο παρατηρείται το Νοέμβρη. Η μέγιστη δραστηριότητα του *L. erythrocephalus* και του *E. litoralis* καταγράφεται τη φθινοπωρινή περίοδο, κατά τον Οκτώβρη. Τέλος, το *L. nigripalpis* ακολουθεί σταθερά φθίνουσα εποχική δραστηριότητα κατά το φθινόπωρο.

Στοιχεία οικολογίας στο σταθμό του Κάστελου (εικ. 3.27)

Αν και ο σταθμός του Κάστελου έχει το ίδιο περίπου υψόμετρο με των Αρμένων παρατηρείται σημαντική διαφορά ως προς τη δομή του πληθυσμού και την εποχική διακύμανση της χειλοποδοπανίδας. Το *L. nigripalpis* εμφανίζει κορύφωση της δραστηριότητας του ένα μήνα αργότερα, σε σύγκριση με τους Αρμένους, κατά τον Μάιο, ενώ η αντίστοιχη τη χειμερινή περίοδο είναι τον Οκτώβριο. Ο αριθμός των ατόμων βέβαια είναι αισθητά χαμηλότερος από τους Αρμένους.

Στοιχεία οικολογίας χειλόποδων στο σταθμό της Κράτης (εικ. 3.28)

Στο σταθμό της Κράτης επικρατούν εντελώς διαφορετικές συνθήκες από τους δύο προηγούμενους σταθμούς, τόσο στο κλίμα (λόγω υψομέτρου και θέσης), όσο και στον τύπο βλάστησης στον υποόροφο του (*Q. coccifera*). Αυτό φαίνεται και από τις μεταβολές των χειλόποδων. Πλην του *L. nigripalpis* τα υπόλοιπα είδη δε δραστηριοποιούνται τους μήνες μετά το Σεπτέμβρη – Οκτώβρη. Πιθανότερος παράγοντας είναι οι δυσμενείς καιρικές συνθήκες. Κατά τα άλλα φαίνεται να δραστηριοποιείται κυρίως τον Μάρτιο και τον Μάιο. Το *L. erythrocephalus* δραστηριοποιείται το Μάρτη και το Σεπτέμβρη, ένα μήνα νωρίτερα σε σχέση με τους Αρμένους, και με πολύ λιγότερο πληθυσμό. Το *E. litoralis* κορυφώνει τη δραστηριότητά του το Μάρτη και το Μάη, ενώ απουσιάζει

εντελώς μετά τον Οκτώβρη. Στις δυο προηγούμενες περιοχές αντίστοιχες κορυφώσεις είχαμε κατά τον Μάη και Νοέμβρη. Η *S. cretica* παρουσιάζει δυο μέγιστα δραστηριότητας κατά τον Μάρτιο και τον Μάιο ενώ μετά δεν καταγράφονται άλλες τιμές. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι όλα τα είδη εμφανίζουν μέγιστη δραστηριότητα το Μάρτιο και το Μάιο, πλην του *L. erythrocephalus*. Αυτό οφείλεται στο λιώσιμο των χιονιών τη συγκεκριμένη περίοδο που επέτρεψε τη δραστηριότητα των χειλοπόδων για αναζήτηση τροφής το Μάρτιο.

Στοιχεία οικολογίας χειλοπόδων στο σταθμό του Ασκύφου (εικ. 3.29)

Το *L. nigripalpis* κορυφώνει την Ανοιξιάτικη δραστηριότητά του κατά το Μάιο, ενώ παραμένει σταθερή η παρουσία του κατά τους Φθινοπωρινούς μήνες. Η *S. cretica* παρουσιάζει μικρή αφθονία την άνοιξη, ενώ δε δραστηριοποιείται καθόλου στην περιοχή του Ασκύφου κατά το Φθινόπωρο. Το *L. creticus* εμφανίζεται μόνο κατά το Σεπτέμβρη. Τα δεδομένα αυτά πιθανόν να μην είναι αντιπροσωπευτικά, καθώς στη συγκεκριμένη περιοχή πολλές φορές ευρέθησαν κατεστραμμένες παγίδες είτε από αιγοπρόβατα, είτε από τη βροχή λόγω υπερχειλίσης.

3.3. ΔΕΙΚΤΕΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ – ΙΣΟΔΙΑΝΟΜΗΣ

Για να εκτιμήσουμε την ποικιλότητα των τεσσάρων βιοκοινοτήτων που μελετάμε πρέπει να λάβουμε υπόψη τη σχέση των οργανισμικών ομάδων με την αφθονία των ατόμων τους. Στη συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιήσαμε το **δείκτη ποικιλότητας Shannon-Wiener (H')** και το **δείκτη ισομερούς κατανομής (J)**.

Ο δείκτης (H') είναι μέτρο του μέσου βαθμού αβεβαιότητας στην πρόβλεψη του είδους, στον οποίο ανήκει ένα άτομο που συλλαμβάνεται τυχαία σε ένα δείγμα S ειδών και N ατόμων. Συνεπώς όταν ο δείκτης (H') πλησιάζει το 0 έχουμε και μείωση του αριθμού των ειδών (μειωμένη ποικιλότητα), ενώ όταν όλα τα είδη του δείγματος αντιπροσωπεύονται από την ίδια αφθονία (ίση σχετική πυκνότητα για όλα τα είδη) ο (H') παίρνει τη μέγιστη τιμή. Η τιμή του δείκτη αυτού κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 1,5

και 3,5. Ο αριθμός των ειδών του δείγματος που παίρνουμε είναι συνήθως μικρότερος του αριθμού των ειδών της βιοκοινωνίας. Έτσι επειδή αγνοούνται τα πολύ σπάνια είδη η εκτίμηση θεωρείται υποκειμενική, πράγμα που ελαχιστοποιείται όσο μεγαλύτερο είναι το δείγμα που παίρνουμε.

Ο υπολογισμός του (H') στην πράξη γίνεται από την εξίσωση:

$$H' = -\sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{n} \right) \ln \left(\frac{n_i}{n} \right)$$

όπου, n_i = ο αριθμός των ατόμων που ανήκουν στο είδος i .

n = ο συνολικός αριθμός ατόμων του δείγματος

Ο δεύτερος δείκτης που χρησιμοποιήσαμε είναι ο δείκτης ισομερούς κατανομής (J), ο οποίος σχετίζεται με τον (H') και εκφράζει το κατά πόσο είναι ομοιομερώς κατανεμημένοι οι πληθυσμοί των διαφορετικών ειδών σε ένα συγκεκριμένο βιότοπο.

Ο υπολογισμός του (J) γίνεται από την εξίσωση:

$$J = \frac{H'}{H_{\max}}$$

όπου, H' = ο εκτιμηθείς δείκτης ποικιλότητας Shannon-Wiener

H'_{\max} = ο δείκτης ποικιλότητας όταν όλα τα είδη του δείγματος αντιπροσωπεύονται από ίσο αριθμό ατόμων στο δείγμα. Το H'_{\max} υπολογίζεται από τον τύπο: $H'_{\max} = \ln(S)$, όπου S είναι ο αριθμός των ειδών στο δείγμα.

Η εφαρμογή των παραπάνω δεικτών στα αποτελέσματά μας, δίνει τους πίνακες 3.8 και 3.9 δείχνουν τη βιοποικιλότητα και ισοκατανομή των διαφόρων taxa στα διάφορα οικοσυστήματα.

Πίνακας 3.8. Η βιοποικιλότητα στα τέσσερα δασικά οικοσυστήματα στο σύνολο των δειγματοληψιών, κατά την Άνοιξη και κατά το Φθινόπωρο (δείκτης Shannon-Wiener H')

	Αρμένιοι	Κάστελος	Κράπη	Ασκούφου
Γενικά	2,20	2,47	2,46	2,30
Άνοιξη	1,83	2,12	2,29	2,08
Φθινόπωρο	2,38	2,56	2,36	2,35

Πίνακας 3.9. Η ισοκατανομή στα τέσσερα δασικά οικοσυστήματα στο σύνολο των δειγματοληψιών, κατά την Άνοιξη και κατά το Φθινόπωρο (δείκτης ισομερούς κατανομής J')

	Αρμένιοι	Κάστελος	Κράπη	Ασκούφου
Γενικά	0,10	0,10	0,10	0,10
Άνοιξη	0,09	0,11	0,10	0,10
Φθινόπωρο	0,12	0,11	0,12	0,12

Η περιοχή της Κράπης, την Άνοιξη, εμφανίζει μεγαλύτερη ποικιλότητα, καθώς πρόκειται για περιοχή καθώς πρόκειται για περιοχή με σάρα και έντονο μητρικό πέτρωμα, όπου οι οργανισμοί βρίσκουν πληθώρα ενδιαιτημάτων. Τη φθινοπωρινή περίοδο υπερτερεί ο σταθμός του Κάστελου σε βιοποικιλότητα, καθώς στην Κράπη οι συνθήκες γίνονται δύσκολες (χαμηλότερες θερμοκρασίες σε συνδυασμό με τον ανοιχτό θόλο, όπου δεν προσφέρεται ιδιαίτερη προστασία από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα) και τα άτομα δεν κυκλοφορούν. Το περιβάλλον του Κάστελου, από την άλλη ευνοεί τη βιοποικιλότητα το Φθινόπωρο, καθώς προσφέρει ενδιαιτήματα και έχει υγρασία. Ο σταθμός του Ασκούφου, καθώς έχει κυρίως αργιλώδες – αμμώδες έδαφος και εντονότερες κλιματολογικές μεταβολές λόγω υψομέτρου, δεν προσφέρεται για υψηλή βιοποικιλότητα. Ούτε και οι Αρμένιοι προσφέρονται καθώς είναι σχετικά ξηρότερο μέρος, η επίδραση της βόσκησης είναι εντονότερη, και γενικότερα η επίδραση του ανθρώπου ήταν έντονη τους ιστορικούς χρόνους (υστερομινωικό νεκροταφείο, καθώς και την εκμετάλευση του δάσους για βυρσοδεψία). Ο Κάστελος διατηρεί υψηλό δείκτη

βιοποικιλότητας και κατά το σύνολο των δειγματοληψιών, με μικρή διαφορά από την Κράπη, καθώς και τα δύο περιβάλλοντα προσφέρουν ευνοϊκότερες συνθήκες για τους εδαφόβιους οργανισμούς.

Ο δείκτης ισοδιανομής στα προκείμενα οικοσυστήματα, όπως προκύπτει από τις δειγματοληψείες, εμφανίζεται με παραπλήσιες τιμές, μακριά πολύ όμως σε κάθε περίπτωση από την πλήρη ισοδιανομή. Είναι εμφανές ότι κάποια είδη υπερτερούν σε μεγάλο βαθμό σε σύγκριση με άλλα. Ειδικά στην περιοχή των Αρμένων την περίοδο της Άνοιξης, όπου εμφανίζεται η χαμηλότερη τιμή ισοδιανομής, οφείλεται στα κολλέμβολα, όπου εμφανίζονται περίπου με τη μισή σχετική αφθονία του σταθμού. Είναι εύλογο λόγω της περιστασιακά αυξημένης υγρασίας.

Οι πίνακες 3.10 και 3.11 δίδουν τη βιοποικιλότητα και την ισοκατανομή στηριζόμενοι στους πληθυσμούς των χειλοπόδων που έχουν καταγραφεί στη μελέτη μας.

Πίνακας 3.10. Η βιοποικιλότητα των διαφόρων taxa χειλοπόδων στα τέσσερα δασικά οικοσυστήματα στο σύνολο των δειγματοληψιών, κατά την Άνοιξη και κατά το Φθινόπωρο (δείκτης Shannon-Wiener H').

	Αρμένοι	Κάστελος	Κράπη	Ασκούφου
Γενικά	1,40	1,00	1,40	1,29
Άνοιξη	0,63	1,21	1,37	1,14
Φθινόπωρο	1,88	0,40	1,04	1,07

Πίνακας 3.11. Η ισοκατανομή των διαφόρων taxa χειλοπόδων στα τέσσερα δασικά οικοσυστήματα στο σύνολο των δειγματοληψιών, κατά την Άνοιξη και κατά το Φθινόπωρο (δείκτης ισομερούς κατανομής J')

	Αρμένοι	Κάστελος	Κράπη	Ασκούφου
Γενικά	0,16	0,20	0,28	0,18
Άνοιξη	0,16	0,24	0,27	0,23
Φθινόπωρο	0,21	0,20	0,35	0,27

Υψηλότερη βιοποικιλότητα στα χειλόποδα εμφανίζουν οι σταθμοί των Αρμένων και της Κράπης στο σύνολο των δειγματοληψιών. Στο σταθμό της Κράπης υπάρχει η υψηλότερη

βιοποικιλότητα κατά τη διάρκεια της Άνοιξης, καθώς προσφέρει ενδιαιτήματα για όλους τους οργανισμούς η σάρα. Επίσης είναι πιθανό να οφείλεται και σε εξόδους για τροφή και ζευγάρι μετά τη δύσκολη περίοδο του χειμώνα. Κατά το φθινόπωρο υψηλότερη βιοποικιλότητα εμφανίζει ο σταθμός των Αρμένων , καθώς στην Κράπη την περίοδο αυτή οι συνθήκες γίνονται όλο και πιο δύσκολες λόγω της έλευσης του χειμώνα και ο σταθμός των Αρμένων είναι χαμηλότερου υψομέτρου από όλους. Επίσης ο θόλος είναι αρκετά πυκνός, ώστε τα καιρικά φαινόμενα, όπως έντονη βροχόπτωση ή δυνατός άνεμος εξασθενούν.

Ο δείκτης ισοδιανομής (*J*) παρουσιάζεται με μικρότερη τιμή, τόσο στο σύνολο των δειγματοληψιών, όσο και κατά την περίοδο της Άνοιξης, στο σταθμό των Αρμένων. Η ανισοκατανομή αυτή οφείλεται στο μεγάλο ποσοστό εμφάνισης του λιθοβιόμορφου *Lithobius nigripalpis*. Κατά το φθινόπωρο μεγαλύτερη ανισοκατανομή εμφανίζεται στον Κάστελο, όπου το *Eupolybothrus litoralis* υπερισχύει έναντι του *Lithobius nigripalpis*. Η Κράπη εμφανίζεται πιο ισοκατανεμημένη σε σύγκριση με τους τρεις σταθμούς.

BIBΛIOΓΡΑΦΙΑ

- 1 **Aschmann, H.**, 1973. Distribution and peculiarity of Mediterranean ecosystems. **In:** F. di Castri and H.A. Mooney (Editors), *Mediterranean Type Ecosystems, Origin and Structure*. Springer- Verlag, Berlin, pp 11-19.
- 2 **Barlow, C.A.**, 1957. A factorial analysis of distribution in three species of Diplopods. *Tijdschr. Ent.*, 100: 349-426.
- 3 **Blower, J.K.**, 1955. Millipedes and centipedes as soil animals. **In:** (Kevan, D.K. McE., ed.) *Soil Zoology*, Butterworths London, 138-151.
- 4 **Bohac, J.**, 1999. Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 74: 357-372.
- 5 **Boycott, A.E.**, 1934. The habitats of land Mollusca in Britain. *J. Ecol.* 22: 1-38
- 6 **Di Castri & Vitali Di Castri**, 1981. Soil fauna of Mediterranean climate regions. **In:** *Ecosystems of the World*, 11. Amsterdam, Oxford, New York: Elsevier: 445-478.
- 7 **Di Castri, F.**, 1970. Les grands problemes qui se posent aux ecologists pour l'etude des ecosystemes du sol. **In:** J. Phillipson (Editor), *Methods of study in soil ecology, Proceedings of the Paris Symposium. Ecology and conservation*, 2. UNESCO, Paris, pp. 15-31.
- 8 **Di Castri, F.**, 1981. *Mediterranean-type shrub lands of the world*. Elsevier Scientific Publishing Company: 1-52.
- 9 **Duelli, P.**, 1997. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: An approach at two different scales. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 62: 81-91.
- 10 **Duelli, P., Obrist, M.K., Schmatz, D.R.**, 1999. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: above-ground insects. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 74: 33-64.
- 11 **Fauvel, G.**, 1999. Diversity of Heteroptera in agroecosystems: role of sustainability and bioindication. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 74: 275-303.
- 12 **Gisin, H.**, 1943. Oekologie und Lebensgemeinschaften der Collembolen in schweizerischen Excursiongebiet Basels. *Rev. Suisse Zool.*, 50: 131-224.
- 13 **Greenslade, P., Greenslade, P. J. M.**, 1973. The use of baits and preservatives in pitfall traps. *J. Aust. ent. Soc.* 10: 253-260.

- 14 **Στάθη Ι.**, 1998. *Κατανομή των σκορπιών στην Κεντρική και Ανατολική Μεσόγειο και στοιχεία οικολογίας των σκορπιών της Κρήτης*. Μεταπτυχική διτριβή. Τμήμα Βιολογίας. Πανεπιστήμιο Κρήτης.
- 15 **Jones, D.**, 1983. *The country life guide to spiders of Britain and Northern Europe*.
- 16 **Καραμαούνα, Μ.**, 1987. *Οικολογία των διπλοπόδων σε μεσογειακούς βιότοπους κωνοφόρων της νότιας Ελλάδας*. Διδακτορική διατριβή Παν/μιο Αθηνών. Σελ. 1-7.
- 17 **Kevan, D.K. McE.**, 1962. *Soil animals*. Philosophical Library, New York, xv + 237 pp.
- 18 **Koeppen, W. and Geiger, R.**, 1930. *Handbuch der Klimatologie*. Borntraeger, Berlin.
- 19 **Κολλάρος, Δ., Κασαπίδης, Π., Στάθη, Ι.**, 2001. Εργαστηριακές Ασκήσεις Γενικής Οικολογίας. Τ.Ε.Ι. Κρήτης. Σελ. 21-26, 52-55.
- 20 **Καπετανάκης, Ε.**, 1994. Γεωργική Εντομολογία, Σημειώσεις. Τ.Ε.Ι. Κρήτης.
- 21 **Lozek, V.**, 1962. In. "Progress in Soil Zoology" (P.W. Murphy, E.d.), pp 334- 342. Butterworths, London.
- 22 **Mason, C.F.**, 1970. *Geologia*, 4: 358-373.
- 23 **Mitrakos, K.**, 1982. Winter low temperatures in mediterranean-type ecosystems. *Ecol. medit.*, 8(1/2): 95-102.
- 24 **Μυλωνάς, Μ.**, 1982. *Μελέτη πάνω στη Ζωογεωγραφία και Οικολογία των χερσαίων μαλακίων των Κυκλάδων*. Διδακτορική διατριβή. Παν/μιο Αθηνών. Σελ. 31-37.
- 25 **Nahal, I.**, 1981. The Mediterranean climate from biological viewpoint. 10: *Ecosystems of the World*, 11. Elsevier Scientific Publishing Company: 63-86.
- 26 **Παράσχη, Λ.**, 1988. *Μελέτη των Αραχνών σε Οικοσυστήματα Μακκίας της Νότιας Ελλάδας (Ηπειρωτικό-Νησιωτικό)*. Διδακτορική διατριβή. Παν/μιο Αθηνών σελ 3-53, 173-176, 205-208.
- 27 **Poinsot-Balaguer, N.**, 1971. Ethologie de quelques especes de Collemboles Istomides de Provence. *Ann. Univ. Prov.*, 45: 33-53.
- 28 **Poinsot-Balaguer, N.**, 1974. Comportement de Certains Collemboles dans les biotypes xeriques mediterraneens : un nouveau cas d'anhydrobiose. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 278: 2213-2215.

- 29 Poinso-Balaguer, N.**, 1976. Dynamique des communicautes de Collemboles en milieu xerique mediterraneen *Pedobiologia*, 16: 1-17.
- 30 Polis, G.A.**, 1990. The biology of Scorpions. Stanford, California: Stanford University Press. pp 587
- 31 QuereI, P. & Barbero, M.** 1982. Definition and Characterization of Mediterranean-type ecosystems. *Ecol. Medit.* 8(1/2): 15-29.
- 32 Σημιαϊάκης, 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. Σελ. 4
- 33 Sfenthourakis, S.**, 1996. The species-area relationship of terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidae) from the Aegean Archipelago (Greece): A comparative study. *Global Ecol. Biogeogr. Lett.*, 5 (3).
- 34 Τζανακάκης, Μ.Ε.**, 1995. *Εντομολογία.* University Studio Press. Θεσσαλονίκη. Σελ. 501.
- 35 Τριχάς, Α.**, 1996. *Οικολογία και Βιογεωγραφία των εδαφικών κολεοπτέρων στο νότιο Αιγαίο.* Διδακτορική διατριβή. Παν/μιο Κρήτης σελ 14-15, 35-47, 123- 136, 290-298.
- 36Vannier, G.**, 1970. *Reactions des Microarthropodes aux variations de l'etat hydriques relatives a l' extraction des Arthropodes du sol.* Editions du Centre National de la Recherche Scientifique (C.N.R.S.), Paris, 319.
- 37 Wallwork, J.A.**, 1970. *Ecology of soil animals.* McGraw Hill. pp. 283.
- 38 Wallwork, J.A.**, 1976. The distribution and diversity of soil fauna. *Academic Press*, pp. 355.
- 39 Wood, T.G.**, 1971. The distribution and abundance of *Folsomides deserticola* Wood (Collembola, Isotomidae) and other microarthropods In arid and semiarid solids in southern Australia, with a note on nematode populations. *Pedobiologia*, 11: 446-468
- 40 Χατζακη, Μ.**, 2003. *Η εδαφική αραχνοπανίδα της Κρήτης (οικογένεια Gnaphosidae) : Συστηματική, Οικολογία και Βιογεωγραφία – Διδακτορική Διατριβή.* Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Κρήτης

