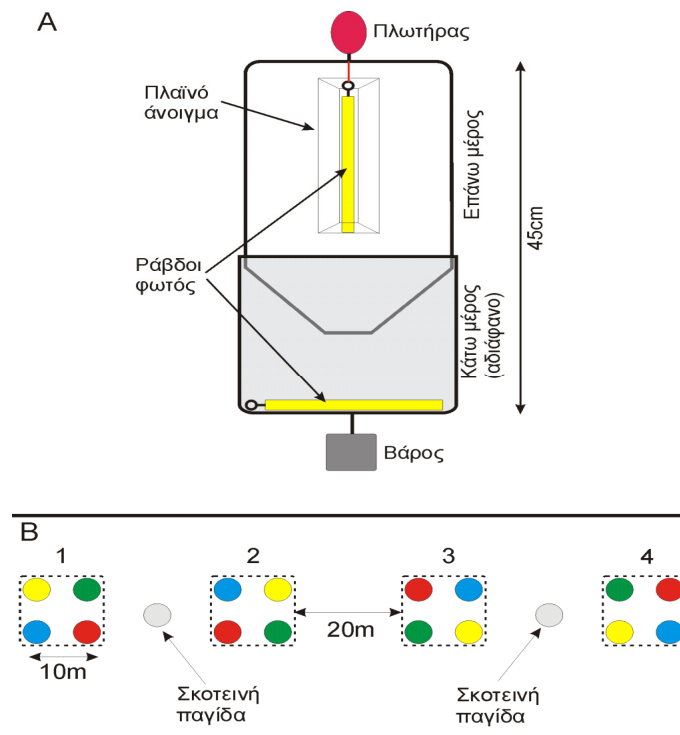


ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΛΙΕΙΑΣ - ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:
« ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ
ΦΩΤΟΠΑΓΙΔΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΛΛΗΨΗ ΠΛΑΓΚΤΟΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΕΠΙΒΕΝΘΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ»



ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΡΑΜΦΟΣ ΑΛΕΞΗΣ

ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΙΔΕΡΗΣ ΣΑΒΒΑΣ

A.M. 11204

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 2015

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα καταρχήν να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν με οποιονδήποτε τρόπο στην επιτυχή εκπόνηση αυτής της πτυχιακής εργασίας. Θα πρέπει να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή κ. Ράμφο Αλέξη για την επίβλεψη αυτής της πτυχιακής εργασίας. Ήταν πάντα διαθέσιμος να μου προσφέρει τις γνώσεις και την εμπειρία του για τη βαθύτερη κατανόηση της περιοχής μελέτης, και τις συμβουλές του για την επιτυχή ολοκλήρωση της εργασίας.

Περίληψη

Παρότι οι φωτοπαγίδες αποτελούν έναν ιδιαίτερα αποτελεσματικό τρόπο συλλογής νεαρών σταδίων ψαριών και ασπόνδυλων πλαγκτονικών οργανισμών έχουν χρησιμοποιηθεί ελάχιστα σε μελέτες που αφορούν στην επιπανίδα των θαλάσσιων φανερόγαμων. Στην παρούσα εργασία δοκιμάζεται η χρήση μιας απλής και οικονομικής φωτοπαγίδας χημικού φωτός με στόχο τη συλλογή επιβενθικών ασπονδύλων που διαβιούν σε λιβάδια του θαλάσσιου φανερογάμου *Cymodocea nodosa* στη Λιμνοθάλασσα Κλείσοβας. Οι φωτοπαγίδες αποδείχθηκαν ιδιαίτερα αποτελεσματικές προσελκύοντας διαφορετικές ταξινομικές ομάδες οργανισμών. Σημαντικές διαφορές στην απόδοση των φωτοπαγίδων παρατηρήθηκαν μεταξύ των χρωμάτων χημικού φωτός που δοκιμάστηκαν καθώς και μεταξύ των διαφορετικών χρόνων παραμονής των φωτοπαγίδων στο νερό.

Λέξεις Κλειδιά: Φωτοπαγίδες, ασπόνδυλα, επιβενθικός, λιμνοθάλασσα

Abstract

Light-traps consist an effective way of sampling larval fish as well as planktonic invertebrates in marine ecosystems. Yet they have seldom been used in studies concerning demersal organisms living in seagrass meadows. In the present study, a simple and cost-effective light trap with chemical sticks as a light source is used in order to collect epibenthic invertebrates in a *Cymodocea nodosa* meadow. The light traps proved to be very effective by attracting different taxa. Significant differences were also observed in the effectiveness of the traps among the different colours of chemical light that were used as well as among the different duration periods of trap employment.

Keywords: Light-traps, invertebrates, epibenthic, lagoon, demersal.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΣΩΓΗ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ	6
1.1 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΦΩΤΟΠΑΓΙΔΕΣ	10
2.1 ΦΩΤΟΤΑΚΤΙΣΜΟΣ	10
2.2 ΑΝΑΚΑΛΥΨΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΠΑΓΙΔΩΝ	11
2.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΠΑΓΙΔΩΝ ΒΑΣΗ ΤΟΥ ΤΥΠΟΥ ΤΗΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΗΣ ΠΗΓΗΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΡΕΥΝΑ	18
3.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	18
3.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	21
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	27
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	29

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας, στο Τμήμα Τεχνολογίας Αλιείας-Υδατοκαλλιέργειών.

Μέρος της εργασίας αποτελεί: η διερεύνηση της αποτελεσματικότητας των φωτοπαγίδων, για τη σύλληψη πλαγκτονικών και επιβενθικών οργανισμών, στη Λιμνοθάλασσα Κλείσοβα, Σύμπλεγμα Λιμνοθάλασσας Μεσολογγίου – Αιτωλικού, με επιστημονικό υπεύθυνο τον Επίκουρο καθηγητή Ράμφο Αλέξιο.

Η πλειονότητα των θαλάσσιων ασπόνδυλων οργανισμών εμφανίζει θετική απόκριση προς τις φωτεινές πηγές κατά τη διάρκεια της νύχτας, ιδιότητα που την ονομάζουμε θετικό φωτοτροπισμό. Μια ομάδα δειγματοληπτών που εκμεταλλεύεται την παραπάνω ιδιότητα (φωτοπαγίδες) έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται εκτεταμένα στη θαλάσσια έρευνα τις τελευταίες δεκαετίες με πολύ ενθαρρυντικά αποτελέσματα.

Για τις ανάγκες του εργαστηριακού μέρους της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες, στη Λιμνοθάλασσα Μεσολογγίου και πιο συγκεκριμένα στην ευρύτερη περιοχή της Κλείσοβας.

Η εργασία αυτή περιλαμβάνει 4 κεφάλαια. Πιο συγκεκριμένα, στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται η περιγραφή της Λιμνοθάλασσας του Μεσολογγίου, δηλαδή η τοπογραφία, η υδρολογία καθώς και σύντομη περιγραφή βιολογικών παραμέτρων. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια ανάλυση στις φωτοπαγίδες που έχουν κατασκευαστεί μέχρι τώρα καθώς και στα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των φωτοπαγίδων, επίσης γίνεται και αναφορά στο φαινόμενο του φωτοτακτισμού. Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύουμε τη μεθοδολογία της έρευνας, καθώς και τα υλικά και τις μεθόδους που ακολουθήσαμε κατά τη δειγματοληψία. Στο τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο αναλύονται τα αποτελέσματα της έρευνας και παρατίθενται τα συμπεράσματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ

1.1 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ

Η λιμνοθάλασσα Μεσολογγίου καταλαμβάνει έκταση 11.200ha. Εντός της λιμνοθάλασσας υφίστανται οκτώ νησίδες: το Βασιλάδι, η Θολή, η Κλείσοβα, το Κόμα, η Μαρμαρού, η Πλώσταινα, ο Προκοπάνιστος και ο Σχοινιάς, προ των οποίων λαμβάνουν αντίστοιχα ονομασίες τα παρακείμενα επιμέρους ιχθυοτροφεία. Η περιοχή είναι ένα πολύπλοκο οικοσύστημα που βρίσκεται στη δυτική Ελλάδα και αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς υγροτόπους της χώρας. Εκτός από την κεντρική λιμνοθάλασσα υπάρχουν επίσης άλλες μικρότερες: βόρεια του Αιτωλικού (1.400 ha), ανατολικά της Κλείσοβας (3.000 ha) και δυτικά του Παλαιοπόταμου και οι Γουρουνπούλες (800 ha). Τμήμα της λιμνοθάλασσας του Αιτωλικού έχει καθοριστεί ως περιοχή Ειδικής Προστασίας σύμφωνα με την οδηγία 79/409/ΕΟΚ για την προστασία της ορνιθοπανίδας. Αποτελεί επίσης, οροθετημένο υγρότοπο διεθνούς σημασίας, σύμφωνα με τη συνθήκη Ramsar, ενώ η περιοχή έχει επίσης ενταχθεί στο Δίκτυο προστατευόμενων φυσικών τόπων και περιοχών Natura 2000. Η λιμνοθάλασσα Μεσολογγίου βρίσκεται πίσω από μια διακεκομμένη αμμώδη παραλιακή λωρίδα, που βρίσκεται μεταξύ των εκβολών του ποταμού Εύηνου και του λόφου Κουτσιάρη και συνδέονται με τον Πατραϊκό κόλπο με ένα μεγάλο άνοιγμα. Στο ανατολικό τμήμα της πεδιάδας του Μεσολογγίου σχηματίζεται το δέλτα του Εύηνου. Στο δυτικότερο τμήμα της περιοχής υπάρχει το δέλτα του Αχελώου. Το μεγαλύτερο τμήμα της πεδιάδας έχει σχηματιστεί από αποθέσεις των δύο αυτών ποταμών. Στα δυτικά της περιοχής, οι αποθέσεις του Αχελώου περιβάλλουν κάποιους βράχους και λόφους, από τους οποίους υψηλότερος είναι ο Κουτσιάρης (433 m). Στην ίδια περιοχή διακρίνονται προηγούμενες κοίτες του Αχελώου. Σε περιοχές των λιμνοθαλασσών κοντά στην Αγία Τριάδα, στους Αγίους Ταξιάρχες και στο Μεγάλο Βουνό παρατηρούνται πρωτογενείς αμμοθίνες (ΥΠΕΧΩΔΕ).

Οι έξι ενότητες που αποτελούν σήμερα το σύστημα από Ανατολικά προς Δυτικά είναι οι ακόλουθες (Katselis et al. 2003):



Εικόνα 1.1 : Τοπογραφία Λιμνοθάλασσας Μεσολογγίου

Λιμνοθάλασσα Διαύλου Κλείσοβας (Λ1, εικόνα 1)

Είναι κλειστού τύπου λιμνοθάλασσα που επικοινωνεί με τη θάλασσα με ένα διάυλο, οριοθετείται από τη θάλασσα με δύο ιχθυοφραγμούς και είναι σχετικά χαμηλής αλατότητας. Έχει έκταση 5000 στρεμμάτων και μέσο βάθος 0.8 m ενώ το μέγιστο βάθος είναι 1.5 m. Χαρακτηρίζεται από ένα βόρειο τμήμα αβαθές και ένα διάυλο μήκους 3000 m και πλάτους 150 m. Το στόμιό της έχει πλάτος 40 m και είναι πλήρως απομονωμένη από την υπόλοιπη Κλείσοβα.

Λιμνοθάλασσα Κλείσοβας (Λ2, εικόνα 1)

Είναι συνδυασμός κλειστού και ανοιχτού τύπου λιμνοθάλασσας που επικοινωνεί με τη θάλασσα με δύο διαύλους συνολικού πλάτους 80m οριοθετείται από τη θάλασσα με πέντε ιχθυοφραγμούς. Χαρακτηρίζεται από πλήθος εγκάρσιων

αναχωμάτων που κατασκευάστηκαν με σκοπό την αύξηση της αλατότητας για την τροφοδοσία των αλυκών Μεσολογγίου.

Κεντρική λιμνοθάλασσα Μεσολογγίου (Λ3, εικόνα 1)

Είναι λιμνοθάλασσα ανοικτού τύπου που επηρεάζεται άμεσα από τη θάλασσα και η οριοθέτηση της από την ανοικτή θάλασσα γίνεται από φυσικές αμμονησίδες και ιχθυοφραγμούς. Έχει μέσο βάθος 0.6 m ενώ το μέγιστο φτάνει το 1.5 m. Το μέτωπό της, Νότια, βρίσκεται στον Πατραϊκό κόλπο με όριο τις αμμώδεις προσχωσιγενείς νησίδες Βασιλάδι, Αϊ Σώστης, Κόμμα, Σχοινιάς συνολικού μήκους 9100 m και τους παραδοσιακούς ιχθυοφραγμούς συνολικού μήκους 6000 m, που συνδέουν τις νησίδες αυτές.

Λιμνοθάλασσα Παλαιοποτάμου (Λ4, εικόνα 1)

Είναι κλειστή λιμνοθάλασσα υψηλής σχετικά αλατότητας, έκτασης 4500 στρεμμάτων και βάθους που κυμαίνεται 0.1 – 6 m. Αποτελείται από δύο κύρια τμήματα το ανατολικό και το δυτικό.

Λιμνοθάλασσα Θολής (Λ5, εικόνα 1)

Είναι κλειστού τύπου λιμνοθάλασσα που επικοινωνεί με τη θάλασσα με δύο διαύλους συνολικού μήκους 50-150 m, εφοδιασμένους με ιχθυοσυλληπτικές εγκαταστάσεις, ενώ οριοθετείται από τη θάλασσα με φυσική αμμονησίδα μήκους 2500 m. Έχει έκταση 8000-12000 στρέμματα και μέσο βάθος 0.6 m. Χαρακτηρίζεται από χαμηλή αλατότητα καθώς είναι αποδέκτης αντλιοστασίου που αποστραγγίζει την περιοχή του κάμπου του Νεοχωρίου. Διαθέτει δύο στόμια εκ των οποίων το ένα με σύγχρονες ιχθυοσυλληπτικές εγκαταστάσεις. Το μέτωπό της νοτιοδυτικά βρίσκεται στο Ιόνιο πέλαγος. Ανατολικά βρίσκεται η λιμνοθάλασσα Προκοπάνιστος με την οποία δεν επικοινωνεί, ενώ δυτικά βρίσκεται η λιμνοθάλασσα του Παλαιοποτάμου με την οποία απομονώθηκε εντελώς την δεκαετία του '60.

Λιμνοθάλασσα Αιτωλικού (Λ6, εικόνα 1)

Είναι μια εσωτερική λεκάνη σχεδόν παραλληλόγραμμου σχήματος μήκους 7.5 km, πλάτους 2.3 km και συνολικής έκτασης περίπου 17000 στρεμμάτων. Το μέσο βάθος είναι 12m και το μεγαλύτερο βάθος 32m. Εξ αιτίας του τρόπου δημιουργίας της όπου είναι λιμνοθάλασσα τεκτονικής προέλευσης (ρήγματος ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης) παρουσιάζει μεγάλο βάθος (33 m) σε σχέση με την έκτασή της, ακανόνιστο σχήμα και προσανατολισμό ασυνήθιστο για μια λιμνοθάλασσα, καθώς έχει τον μεγάλο άξονά της κάθετο προς την ανοικτή θάλασσα (εικόνα 8). Και συνδέεται με του Μεσολογίου στα νότια μέσα από δύο κοντά, στενά και ρηχά (περίπου 2m) κανάλια. Η λιμνοθάλασσα επικοινωνεί με τον Πατραϊκό κόλπο διαμέσου αμμωδών φραγματικών νησίδων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΦΩΤΟΠΑΓΙΔΕΣ

2.1 ΦΩΤΟΤΑΚΤΙΣΜΟΣ

Ως φωτοτακτισμός ορίζεται η αντίδραση των οργανισμών προς μια φωτεινή πηγή. Ο φωτοτακτισμός διαχωρίζεται σε θετικό φωτοτακτισμό (ο οργανισμός να έλκεται από το φως) και σε αρνητικό φωτοτακτισμό (ο οργανισμός απωθείται από το φως). Ένας οργανισμός μπορεί να εμφανίζει φωτοτακτισμό καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους ή σε κάποιο στάδιο του κύκλου ζωής του. Πρόκειται για ιδιότητα που είχε προ πολλού παρατηρηθεί σε χερσαία ασπόνδυλα ζώα, με κάποιες ομάδες εντόμων να αποτελούν πολύ χαρακτηριστικές περιπτώσεις (Sutherland 2006).

Ο θετικός φωτοτακτισμός είναι ένα γνωστό φαινόμενο που συναντάται τόσο στα ψάρια όσο και σε πολλές άλλες κατηγορίες θαλάσσιων ασπόνδυλων οργανισμών. Ο φωτοτακτισμός των θαλάσσιων ασπονδύλων εξαρτάται από πολλούς παράγοντες αλλά κυρίως από την ένταση και το φάσμα της ακτινοβολίας (Forward & Cronin, 1979) αν και οι γνώσεις μας σχετικά με την ικανότητα διάκρισης των χρωμάτων από τους θαλάσσιους ασπόνδυλους οργανισμούς είναι μέχρι σήμερα σχετικά περιορισμένες (Martynova & Gordeeva, 2010). Οι Kehayias et al. (2008) αναφέρουν επίσης ενδείξεις για την προτίμηση κάποιων πλαγκτονικών οργανισμών σε συγκεκριμένα χρώματα χημικού φωτός χωρίς όμως να καταλήγουν σε ασφαλή συμπεράσματα. Η φωτοευαισθησία των θαλάσσιων καρκινοειδών έχει συσχετιστεί με το μήκος κύματος της ακτινοβολίας που επικρατεί στο περιβάλλον που διαβιούν και συνήθως οι βαθύβιοι οργανισμοί είναι πιο φωτοευαίσθητοι στο εύρος των 470-490nm (μπλε) ενώ οργανισμοί ρηχών νερών ανταποκρίνονται σε μεγαλύτερο εύρος του οπτικού φάσματος (Stearns & Forward, 1984; Frank & Widder, 1999) αλλά κυρίως στα μήκη κύματος που αντιστοιχούν στην μπλέ και πράσινη ακτινοβολία (Forward, 1987). Οι Stearns & Forward (1984) έδειξαν ότι το είδος κωπηπόδου *Acartia tonsa* ανταποκρίνεται σε ένα ευρύ φάσμα ακτινοβολίας (453-620nm) και εάν η ένταση της ακτινοβολίας είναι υψηλή σε ακόμα ευρύτερο φάσμα (380-700nm). Οι Ράμφοι και συν. (2012) επίσης βρήκαν διαφορετική απόκριση των ασπόνδυλων οργανισμών ανάλογα με το μήκος κύματος της φωτεινής ακτινοβολίας συγκρίνοντας την αποδοτικότητα τεσσάρων διαφορετικών χρωμάτων χημικού φωτός σε φωτοπαγίδες. Στα αποτελέσματα τους αναφέρουν το κόκκινο χρώμα ως το λιγότερο αποδοτικό και

συμπεραίνουν ότι η χαμηλότερη αποδοτικότητα των «κόκκινων» φωτοπαγίδων είναι πιθανόν να οφείλεται τόσο στην φωτοευαισθησία των οργανισμών καθώς και στην περιορισμένη ακτίνα δράσης του κόκκινου φωτός αφού η ακτινοβολία με μήκος κύματος >600nm (κόκκινο) απορροφάται 2 έως 10 φορές γρηγορότερα συγκριτικά με την ακτινοβολία στο εύρος των 400-550nm (Kaiser et al., 2005).

2.2 ΑΝΑΚΑΛΥΨΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΠΑΓΙΔΩΝ

Οι φωτοπαγίδες αποτελούν έναν εναλλακτικό τρόπο συλλογής οργανισμών σε περιβάλλοντα όπου άλλοι πιο «παραδοσιακοί» δειγματολήπτες δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν (π.χ. κοραλλιογενείς ύφαλοι, βραχώδεις περιοχές). Η χρήση τους έχει αποδειχθεί να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική για τη συλλογή νεαρών σταδίων ψαριών από τις αρχές της δεκαετίας του 1980 αλλά παράλληλα προσελκύουν και πλήθος πλαγκτονικών και επιβενθικών οργανισμών (Meekan et al., 2001). Παρόλα αυτά, πολύ σπάνια έχουν χρησιμοποιηθεί σε μελέτες επιπανιδικών ασπόνδυλων σε λιβάδια ποσειδωνίας (Michel et al., 2010) ενώ δεν υπάρχουν αναφορές για τη χρήση τους σε λιμνοθαλάσσια περιβάλλοντα.

Οι φωτοπαγίδες χρησιμοποιούνται συχνά στα θαλάσσια οικοσυστήματα για να προσελκύσουν και να συλλάβουν ασπόνδυλα καθώς και προνύμφες ψαριών. Από την αρχική χρήση τους στα παράκτια ύδατα στα τέλη της δεκαετίας του 1980, οι φωτοπαγίδες έχουν γίνει μια δημοφιλής τεχνική δειγματοληψίας, ιδίως σε τροπικά περιβάλλοντα όπου υπάρχουν κοραλλιογενείς ύφαλοι.

Οι φωτοπαγίδες έχουν χρησιμοποιηθεί εκτενώς για τη δειγματοληψία των προνυμφών στις τελευταίες τους ημέρες πριν από την εγκατάστασή τους, και έχουν χρησιμοποιηθεί σε περιορισμένο βαθμό για τη διερεύνηση της κατακόρυφης κατανομής των προνυμφών στο χώρο. Αυτές οι μελέτες έχουν δείξει ότι ενώ τα περισσότερα είδη φαίνεται να είναι πιο άφθονα στην επιφάνεια, υπάρχουν σαφείς διαφορές σε σχέση με μερικά είδη που προτιμούν παγίδες σε μεγαλύτερο βάθος. Ωστόσο, αυτή η δειγματοληψία διαταράσσεται από το γεγονός ότι οι συμβατικές φωτοπαγίδες συλλέγουν ταυτόχρονα οργανισμούς από διαφορετικά στρώματα βάρους, επειδή φωτίζουν προς όλες τις κατευθύνσεις. Σε σχετικά καθαρά νερά, αυτές οι παγίδες μπορούν να συλλέξουν οργανισμούς σχεδόν από ολόκληρη τη στήλη του νερού, γεγονός που περιορίζει τη χρησιμότητα των συγκρίσεων ανά βάθος. Ακόμη και αν οι εν λόγω παγίδες τοποθετούνται ταυτόχρονα σε διαφορετικά βάθη, μια

ακριβής περιγραφή της κάθετης κατανομής των προνυμφών θα συμβεί μόνο με την παραδοχή ότι οι προνύμφες κολυμπούν προς την πιο φωτεινή (πλησιέστερη) παγίδα. Λαμβάνοντας υπόψη ότι υπάρχουν ενδείξεις ότι οι προνύμφες των ψαριών μπορεί να αλλάξουν την φωτοτακτική απόκρισή τους καθώς ο προσανατολισμός της φωτεινής πηγής μεταβάλλεται (πάνω ή κάτω), η υπόθεση αυτή μπορεί να μην είναι εύλογη. Για το λόγο αυτό, έχουν κατασκευαστεί διαφορετικά σχέδια φωτοπαγίδας για πειραματικούς σκοπούς.

Οι φωτοπαγίδες χρησιμοποιήθηκαν σε υδάτινο περιβάλλον για πρώτη φορά από τους Hungerford et al. (1955), με σκοπό τη συλλογή υδρόβιων εντόμων, ενώ στη συνέχεια φώτα άρχισαν να χρησιμοποιούνται και για τη συλλογή και των υπόλοιπων υδρόβιων οργανισμών που εμφάνιζαν παρόμοια φωτοτακτική απόκριση, με αρκετά ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Σε πρώτη φάση, τα φώτα χρησιμοποιήθηκαν σε συνδυασμό με άλλους δειγματολήπτες για να αυξήσουν την αποτελεσματικότητα τους, π.χ. για την προσέλκυση οργανισμών πάνω σε δίχτυα πλαγκτού, όπως για παράδειγμα η παγίδα που χρησιμοποιήθηκε από τον Rooper et al. (1996). Σταδιακά άρχισαν να χρησιμοποιούνται και σε αυτόνομες ειδικές παγίδες (φωτοπαγίδες), παρόμοιες μ' αυτές που είχαν επινοηθεί για τις δειγματοληψίες εντόμων. Η χρήση τέτοιων παγίδων καθιερώθηκε στη θαλάσσια έρευνα ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του '80 (Faber 1981, Gregory and Powles (1985)). Η αρχή λειτουργίας τους παρέμενε η ίδια με αυτή των φωτοπαγίδων για τα έντομα, δηλαδή η προσέλκυση των οργανισμών μέσα στην παγίδα με κάποιο φως και στη συνέχεια η παγίδευση τους σ' αυτήν.

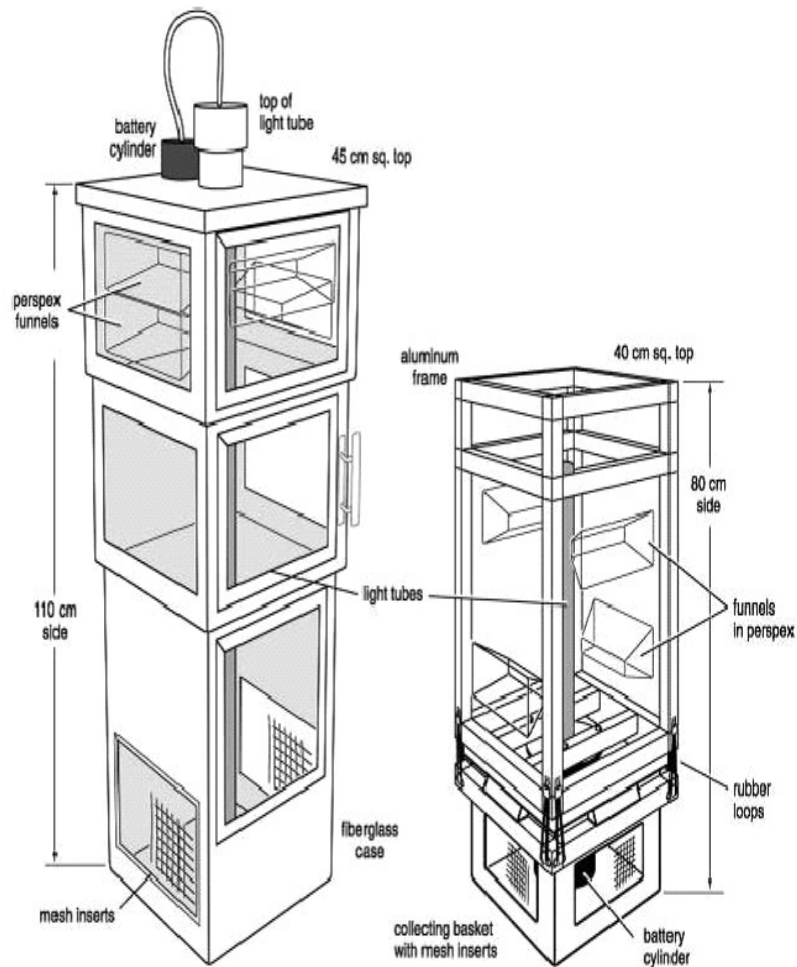
Το 1997 χρησιμοποιήθηκαν φωτοπαγίδες με σκοπό τη σύγκριση της αφθονίας και της σύνθεσης των αλιευμάτων των ψαριών και των ασπόνδυλων σε μεγάλες και μικρές φωτοπαγίδες στα ΒΔ παράλια της Αυστραλίας.

Ένα από τα χαρακτηριστικά βασικά πλεονεκτήματα της χρήσης των φωτοπαγίδων στο υδάτινο περιβάλλον είναι ότι μπορούμε να τις χρησιμοποιήσουμε σε περιοχές όπου άλλοι παραδοσιακοί συλλέκτες δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν, όπως π.χ. ρηχές βραχώδεις ή κοραλλιογενείς περιοχές. Επιπλέον, σε διάφορες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί, οι φωτοπαγίδες παρουσίασαν υψηλότερη συλλεκτική ικανότητα συγκριτικά με τα πλαγκτονικά δίχτυα ή μια συσκευή airlift (Michel et al, 2010).

Με τη χρήση των φωτοπαγίδων, έχουμε ακόμα το πλεονέκτημα ότι οι οργανισμοί παραμένουν ζωντανοί χωρίς να τραυματίζονται, οπότε μπορούμε να

μελετήσουμε την συμπεριφορά τους (Leis et al, 1999). Ωστόσο οι φωτοπαγίδες δεν έχουν την ικανότητα να παγιδεύσουν όλους τους θαλάσσιους και λιμνοθαλάσσιους ασπόνδυλους και πλαγκτονικούς οργανισμούς (Thorrold 1992, Doherty 1994, 1995, Kraemer, 1996).

Fig. 1 Designs of large and small light traps



Εικόνα 2.1 : Σχέδια μεγάλης και μικρής φωτοπαγίδας

Τόσο οι μεγάλες όσο και οι μικρές παγίδες ήταν παραλλαγές του σχεδιασμού του Doherty (1987) (εικ. 2.1) . Η μεγάλη παγίδα αποτελείται από ένα ορθογώνιο σώμα fiberglass, που εσωτερικά διαιρείται σε τρία τμήματα που συνδέονται με κωνικές σχισμές. Τα δύο ανώτερα σώματα είχαν πάνελ πλεξιγκλάς στις τρεις πλευρές, ενώ ο κάτω θάλαμος είχε μόνο ένα πάνελ. Ένας σωλήνας πλεξιγκλάς που περιέχει τα φώτα διατρέχει το κέντρο της παγίδας, έτσι ώστε κάθε θάλαμος να περιέχει ένα μόνο

λευκό φως φθορισμού. Ένας δεύτερος κύλινδρος που περιέχει μπαταρίες και ένα χρονόμετρο στεγάστηκε στην κορυφή της παγίδας. Έξι οριζόντιες κωνικές τομές στον πάνω θάλαμο επιτρέπουν την είσοδο των φωτοευαίσθητων οργανισμών. Τα φώτα στους θαλάμους ανάβουν διαδοχικά για να οδηγήσουν τους οργανισμούς αυτούς στον κάτω θάλαμο.

Η μικρή παγίδα αποτελούνταν από ένα μόνο τμήμα κατασκευασμένο από πλεξιγκλάς σε ένα πλαίσιο αλουμινίου. Στο κέντρο αυτού του θαλάμου ένας σωλήνας από πλεξιγκλάς στεγάζει ένα λευκό φως φθορισμού που λειτουργεί συνεχώς όταν η παγίδα αλιεύει. Οι φωτοευαίσθητοι οργανισμοί μπαίνουν από τέσσερις οριζόντιες, κωνικές τομές. Ένας πλαστικός κουβάς με ειδικές εσοχές συνδέεται με το κάτω μέρος του θαλάμου. Οι εσοχές αυτές επιτρέπουν την αποστράγγιση του νερού όταν η παγίδα έχει ανακτηθεί έτσι ώστε να συλλαμβάνονται οι οργανισμούς που έχουν συγκεντρωθεί στον κάδο.

Το 1999, χρησιμοποιήθηκε μία άλλη μορφή παγίδας, η οποία βασίζεται στο σχέδιο της παγίδας των Spronagle & Cowen (1994), με συνδυασμό υποβρύχιων ηχείων για να διαπιστωθεί αν οι προνύμφες προσελκύονται από τον ήχο που προέρχεται από έναν ύφαλο. Πολλές προνύμφες προσελκύονται από το φως κυρίως το βράδυ, κάνοντας τις φωτοπαγίδες εξαιρετικά (αλλά επιλεκτικά) εργαλεία για την συλλογή τους.

Το 2001 χρησιμοποιήθηκε ένα άλλο σχέδιο φωτοπαγίδας, με σκοπό να εξετάσει την κατακόρυφη κατανομή των προνυμφών στο τελευταίο τους στάδιο. Οι φωτοπαγίδες είχαν ως σκοπό να διανείμουν φως κατά κύριο λόγο σε μια οριζόντια κατεύθυνση. Αυτό επέτρεψε σε κάθε δείγμα φωτοπαγίδας μια ευδιάκριτα διαφορετική κατανομή σε διαφορετικά βάθη.

2.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΠΑΓΙΔΩΝ ΒΑΣΗ ΤΟΥ ΤΥΠΟΥ ΤΗΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΗΣ ΠΗΓΗΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ

Οι φωτοπαγίδες αποτελούν έναν ιδιαίτερο τύπο παγίδας που εκμεταλλεύεται τις θετικές φωτοτακτικές αποκρίσεις διαφόρων οργανισμών για τη σύλληψη τους. Γι αυτό το σκοπό χρησιμοποιείται κάποια φωτιστική πηγή για την προσέλκυση τους μέσα στην παγίδα. Βάσει του τύπου της φωτιστικής πηγής που χρησιμοποιείται στις φωτοπαγίδες, μπορούμε να τις κατατάξουμε σε δύο κατηγορίες: α) τις παγίδες που χρησιμοποιούν χημικό φωτισμό και β) αυτές που χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια.

Κάθε κατηγορία εμφανίζει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα έναντι της άλλης και εξαρτάται από το στόχο της έρευνας που διεξάγουμε το ποια κατηγορία φωτοπαγίδας θα επιλέξουμε να χρησιμοποιήσουμε.

Παρακάτω συγκρίνονται οι δύο αυτοί διαφορετικοί γενικοί τύποι παγίδων.

A) Φωτοπαγίδες που χρησιμοποιούν ηλεκτρικό φωτισμό:

Τα βασικά μειονεκτήματα χρήσης ηλεκτρικής πηγής για παραγωγή φωτός σε μια φωτοπαγίδα είναι:

- 1) Απαιτούν ειδικές κατασκευές και εξοπλισμό (συσσωρευτή, χρονόμετρα κλπ).
- 2) Αυξημένο κόστος κατασκευής, όχι μόνο λόγω των επιπλέον εξαρτημάτων που απαιτούνται, αλλά και λόγω των επιπλέον χώρων που πρέπει να κατασκευαστούν. Παρά τα παραπάνω μειονεκτήματα, η χρήση ηλεκτρικής πηγής παραγωγής φωτός προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα και κάνει την φωτοπαγίδα πολύ ευέλικτο εργαλείο με πολλές εναλλακτικές δυνατότητες χρήσης της. Συγκεκριμένα:
 - 1) Η ένταση της ακτινοβολίας που παράγει μια λάμπα είναι μετρήσιμη, οπότε γνωρίζουμε την ένταση της και δεύτερον η ακτινοβολία παραμένει σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια λειτουργίας της.
 - 2) Η λειτουργία των ηλεκτρικών κυκλωμάτων μπορεί να ρυθμιστεί με την παρέμβαση κάποιου ηλεκτρονικού χρονοδιακόπτη. Αυτό θα προσδώσει μεγάλη ευελιξία στον προγραμματισμό της λειτουργίας της παγίδας παρέχοντας μας απόλυτο έλεγχο σ' αυτόν.
 - 3) Παρέχεται η δυνατότητα χρήσης διαφορετικών τύπων λυχνιών, προσφέροντας έτσι δυνατότητα πειραματισμού σε αντιδράσεις των οργανισμών σε ακτινοβολία σ' όλο το ορατό φάσμα.
 - 4) Με κατάλληλη χρήση ειδικών ηλεκτρονικών και λυχνιών διαφόρων τύπων μπορούμε ακόμη να ρυθμίσουμε την ένταση της ακτινοβολίας, πειραματιζόμενοι και μ' αυτήν την παράμετρο.

Από τα παραπάνω διαπιστώνουμε ότι οι φωτοπαγίδες με ηλεκτρικό φωτισμό, μπορεί μεν να είναι πιο πολύπλοκες και ακριβές κατασκευές, μπορούν ωστόσο να αποτελέσουν πολύτιμα εργαλεία έρευνας και πειραματισμού στο πεδίο, ιδιότητα που δεν παρέχει κανένας άλλος από τους γνωστούς δειγματολήπτες.

B) Φωτοπαγίδες που χρησιμοποιούν χημικό φωτισμό: πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα

Σε γενικές γραμμές τα πλεονεκτήματα που παρέχουν αυτού του τύπου οι φωτοπαγίδες, έναντι αυτών που χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια, είναι ελάχιστα και κατ' εξοχήν οικονομικής φύσης. Συγκεκριμένα:

Τα βασικά πλεονεκτήματα τους είναι:

- 1) Αποτελούν φθηνή επιλογή.
- 2) Είναι απλές κατασκευές λόγω έλλειψης εξειδικευμένων χώρων για τα ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά μέρη.

Εκτός των προαναφερθέντων πλεονεκτημάτων, αυτού του τύπου οι φωτοπαγίδες υστερούν έναντι αυτών με ηλεκτρική ενέργεια σε όλα τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά τους. Ήτοι:

- 1) Η παραγωγή φωτός είναι προϊόν χημικής αντίδρασης δύο αντιδραστηρίων.
- 2) Όπως είναι ευνόητο, δεν μπορεί να γίνει κανένας έλεγχος στον τρόπο λειτουργίας αυτής της φωτιστικής πηγής. Η παραγωγή φωτός αρχίζει με την ανάμιξη των δύο αντιδραστηρίων πριν βυθιστεί η παγίδα και σταματά όταν ανασύρουμε την παγίδα και αφαιρέσουμε την ράβδο.
- 3) Δεν υπάρχει δυνατότητα συντονισμού της λειτουργίας των παγίδων. Κάθε παγίδα αρχίζει να λειτουργεί μετά την τοποθέτηση και ενεργοποίηση των ράβδων, κάτι που όπως προαναφέρθηκε γίνεται πριν η παγίδα ποντιστεί. Έτσι, ανάμεσα σε κάθε πόντιση μεσολαβεί χρονικό διάστημα που μπορεί να είναι μεγάλο όταν η απόσταση των παγίδων είναι μεγάλη, οπότε και ακυρώνεται ένα από τα κυριότερα πλεονεκτήματα των φωτοπαγίδων, δηλ. η ταυτόχρονη λήψη δειγμάτων από διαφορετικά απομακρυσμένα σημεία.
- 4) Δεν παρέχεται δυνατότητα προγραμματισμού στη λειτουργία της φωτιστικής πηγής. Η ράβδος αποτελεί χώρο που πραγματοποιείται χημική αντίδραση η οποία δεν μπορεί να διακοπεί και να ξαναλειτουργήσει αργότερα. Έτσι, αν θέλουμε για παράδειγμα να πάρουμε δείγμα σε δύο συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια της νύχτας, θα πρέπει να ανασύρουμε την παγίδα, να αφαιρέσουμε τη ράβδο και να τοποθετήσουμε καινούρια με την νέα πόντιση της σε κάποιο άλλο χρονικό σημείο.
- 5) Δεν παρέχονται πολλές επιλογές ως προς το μήκος κύματος της ακτινοβολίας (χρώμα του φωτός). Στο εμπόριο διατίθενται πέντε διαφορετικές αποχρώσεις φωτός

που μπορεί να παραχθεί απ' αυτές τις ράβδους, αποκλειστικά στο ορατό φάσμα ακτινοβολίας.

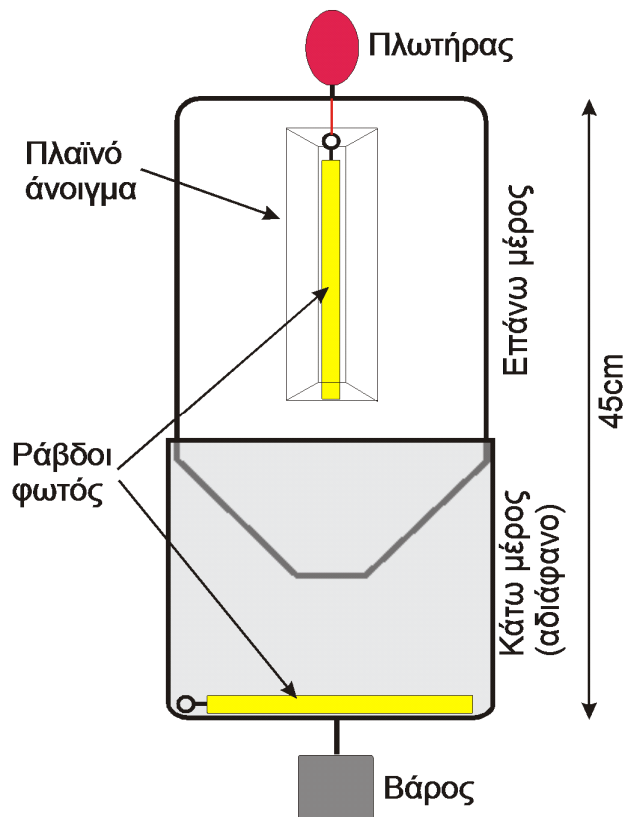
Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω φαίνεται ότι οι φωτοπαγίδες που χρησιμοποιούν ηλεκτρισμό υπερτερούν σε πολλά σημεία έναντι αυτών που χρησιμοποιούν χημικό φωτισμό. Οι δεύτερες αποτελούν απλά εργαλεία συλλογής οργανισμών χωρίς καμία περαιτέρω δυνατότητα πειραματισμού και χωρίς δυνατότητα άσκησης ποσοτικών ελέγχων στις αφθονίες των οργανισμών που μας ενδιαφέρουν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΡΕΥΝΑ

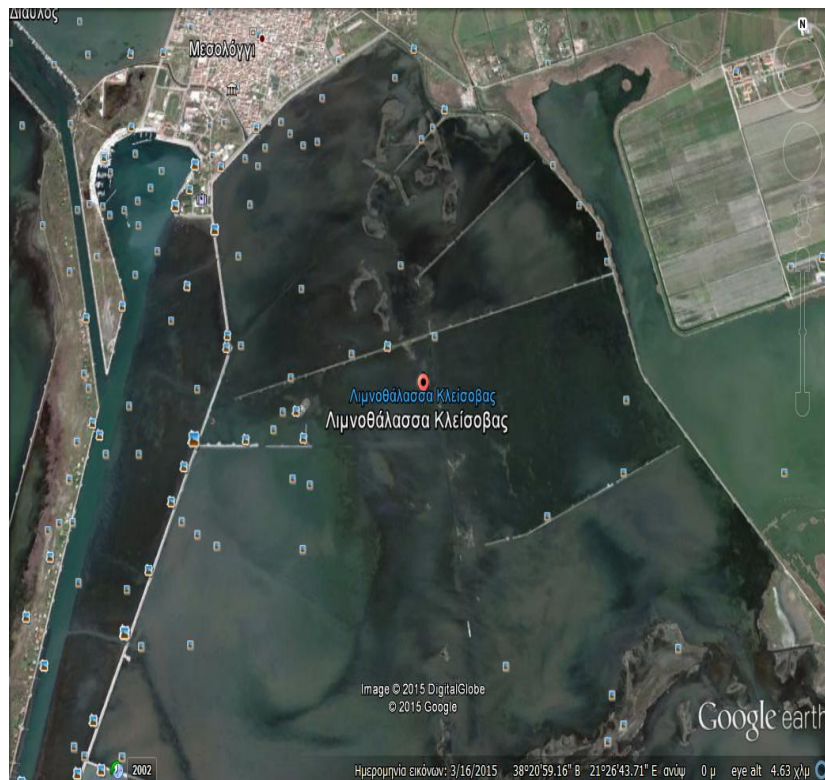
3.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Οι φωτοπαγίδες που κατασκευάστηκαν αποτελούν μια παραλλαγή του σχεδίου που περιγράφεται από τους Michel et al. (2010). Κάθε φωτοπαγίδα αποτελείται από δύο μέρη κάθε ένα από τα οποία κατασκευάστηκε από μια πλαστική διάφανη φιάλη όγκου 5L. Το επάνω μέρος αποτελείται από μια ολόκληρη φιάλη στα πλαϊνά της οποίας ανοίχθηκαν τέσσερις οπές διαστάσεων 14x2cm. Το κάτω μέρος αποτελείται από το κάτω μισό μιας φιάλης ντυμένο με μαύρο αδιάφανο πλαστικό. Στις δειγματοληψίες, τοποθετήθηκε μια ράβδος χημικού φωτός από το εμπόριο σε κάθε ένα από τα δύο μέρη. Ακολούθως τα δύο μέρη ενώθηκαν μεταξύ τους με μονωτική ταινία και τοποθετήθηκαν στο νερό (Εικόνα 3.1).

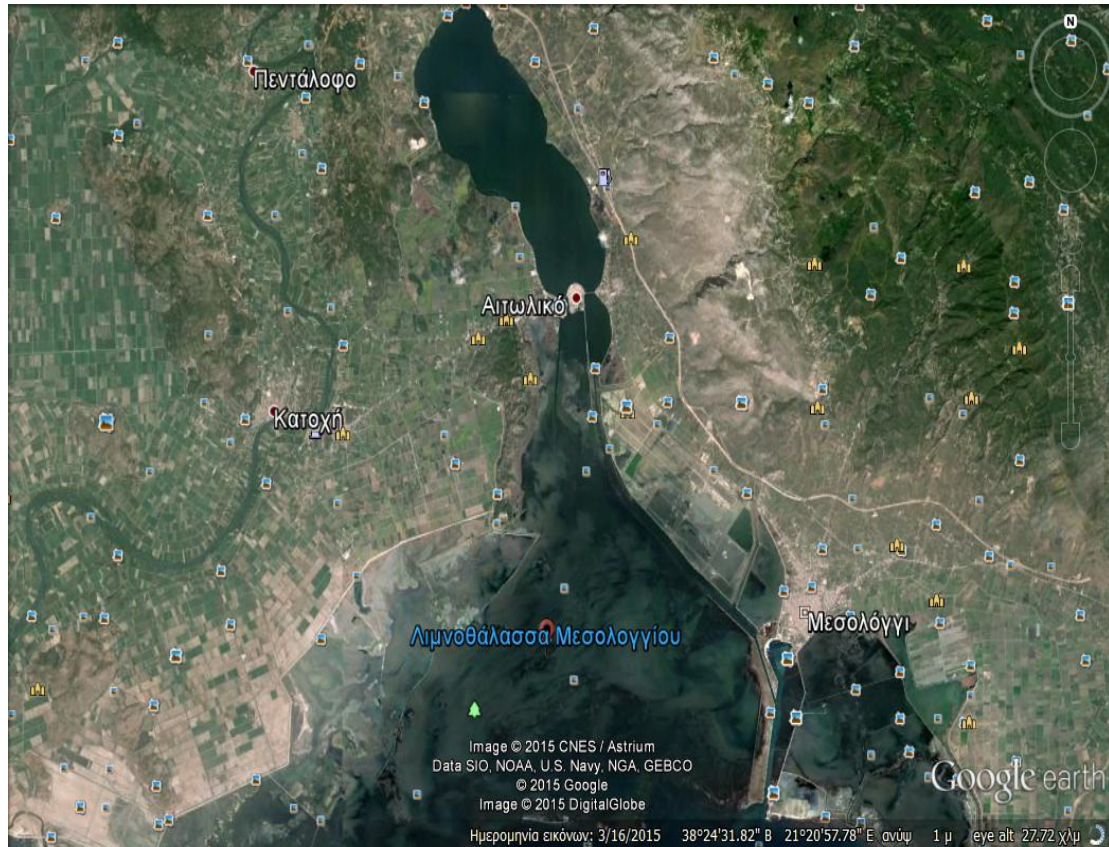
Η δειγματοληψία έγινε στις 13 Αυγούστου 2013 στη Λιμνοθάλασσα Κλείσοβα (Λ/Θ σύμπλεγμα Μεσολογγίου-Αιτωλικού) και αφορούσε στη συλλογή επιβενθικών οργανισμών .



Εικόνα 3.1. Σχέδιο της φωτοπαγίδας που χρησιμοποιήθηκε στις δειγματοληψίες.



Εικόνα 3.2 Λιμνοθάλασσα Κλείσοβας



Εικόνα 3.3 : Σύμπλεγμα Λιμνοθάλασσας Μεσολογγίου - Αιτωλικού

Επιλέχθηκε μια περιοχή με βάθος περίπου 60cm και υπόστρωμα καλυμμένο από το φυτό *Cymodocea nodosa*. Οι φωτοπαγίδες που τοποθετήθηκαν ήταν συνολικά 12. Οι έξι φωτοπαγίδες τοποθετήθηκαν σε λασπώδες υπόστρωμα ανάμεσα σε λειμώνες του φυτού και οι υπόλοιπες έξι φωτοπαγίδες τοποθετήθηκαν σε υπόστρωμα πλήρως καλυμμένο από το είδος *Cymodocea nodosa*. Στις φωτοπαγίδες τοποθετήθηκε από μια πλαστική ράβδος παραγωγής χημικού φωτός χρώματος πράσινου. Οι φωτοπαγίδες αφέθηκαν για 2 ώρες για να ξεκινήσει η διαδικασία της συλλογής των οργανισμών. Στη συνέχεια οι φωτοπαγίδες συλλέχθηκαν αφού πριν βγουν από το νερό περιτυλίχθηκαν από πλαγκτικό δίχτυ με άνοιγμα ματιού 150 mm για να περιοριστεί η απώλεια των οργανισμών. Οι φωτοπαγίδες και το πλαγκτικό δίχτυ ξεπλύθηκαν με άφθονο νερό έτσι ώστε όλοι οι οργανισμοί να καταλήξουν στο συλλεκτήρα. Οι οργανισμοί που συλλέχθηκαν τοποθετήθηκαν σε πλαστικά δοκιμαστικά δοχεία μαζί με διάλυμα φορμαλδεΰδης 4% για μονιμοποίηση.

Ακολούθως πραγματοποιήθηκε καταμέτρηση του συνολικού αριθμού των οργανισμών σε κάθε δείγμα με τη χρήση στερεοσκοπίου. Οι οργανισμοί

αναγνωρίστηκαν σε επίπεδο ταξινομικής ομάδας (taxon). Σε κάθε δείγμα πραγματοποιήθηκε φωτογράφιση των οργανισμών στο στερεοσκόπιο. Από τις φωτογραφίες κάθε δείγματος, μετρήθηκε το μήκος ικανού αριθμού ατόμων των αφθονότερων ταξινομικών ομάδων ώστε να παραχθούν οι κατανομές μηκών των οργανισμών. Η μέτρηση του μήκους των οργανισμών πραγματοποιήθηκε από τις ψηφιακές φωτογραφίες με τη χρήση εξειδικευμένου λογισμικού που αναπτύχθηκε στο Εργαστήριο Υδροβιολογίας και Αλιευτικής Διαχείρισης του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας.

3.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

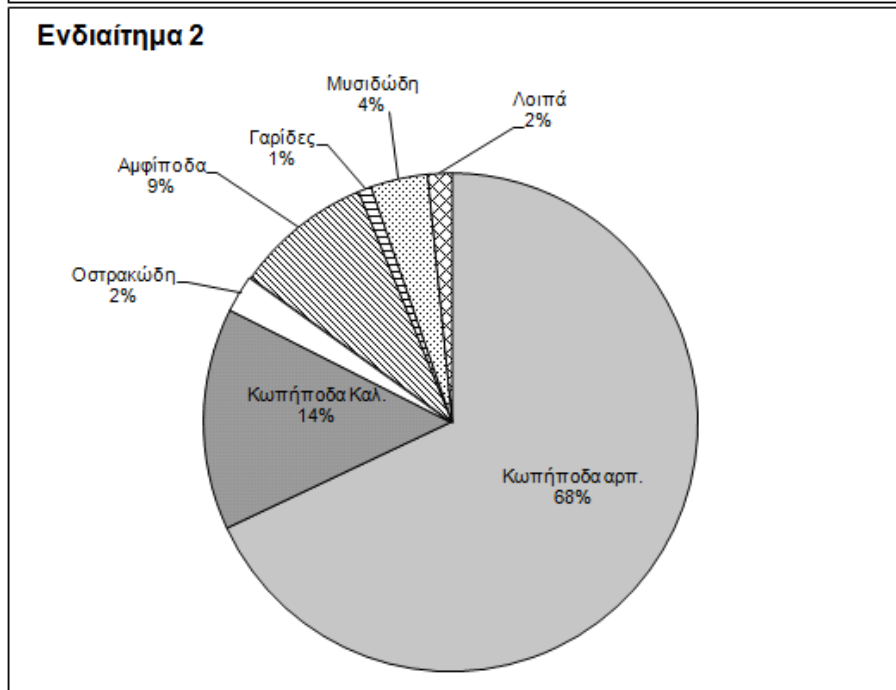
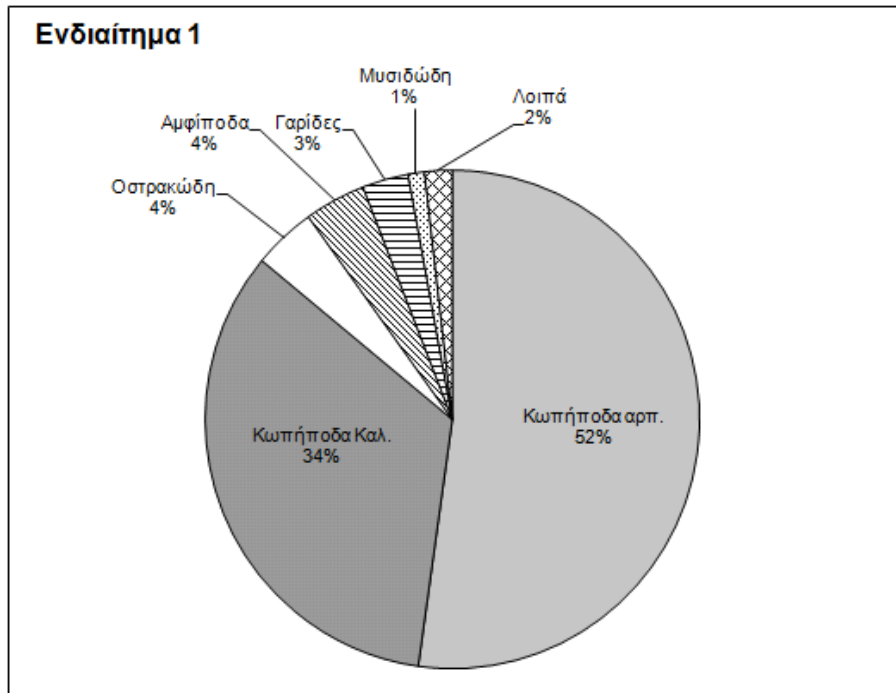
Η μέση συνολική αφθονία των οργανισμών που συλλέχθηκαν στις φωτοπαγίδες ήταν λίγο υψηλότερη στο ενδιαίτημα του λιβαδιού συγκριτικά με το ενδιαίτημα χωρίς βλάστηση (Πίνακας 1). Παρόλα αυτά δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη συνολική αφθονία μεταξύ των δύο ενδιαιτημάτων.

Συνολικά αναγνωρίστηκαν σε όλα τα δείγματα 12 ταξινομικές ομάδες. Από αυτές οι οκτώ άνηκαν στα αρθρόποδα καρκινοειδή (αμφίποδα, ισόποδα, γαρίδες, οστρακώδη, μυσιδώδη, κωπήποδα καλανοειδή, κωπήποδα αρπακτικοειδή και κουμώδη), τρεις ομάδες άνηκαν στα ασπόνδυλα (νηματώδεις, πολύχαιτοι και έντομα) και μία στα σπονδυλωτά (προνύμφες ψαριών) (Πίνακας 1).

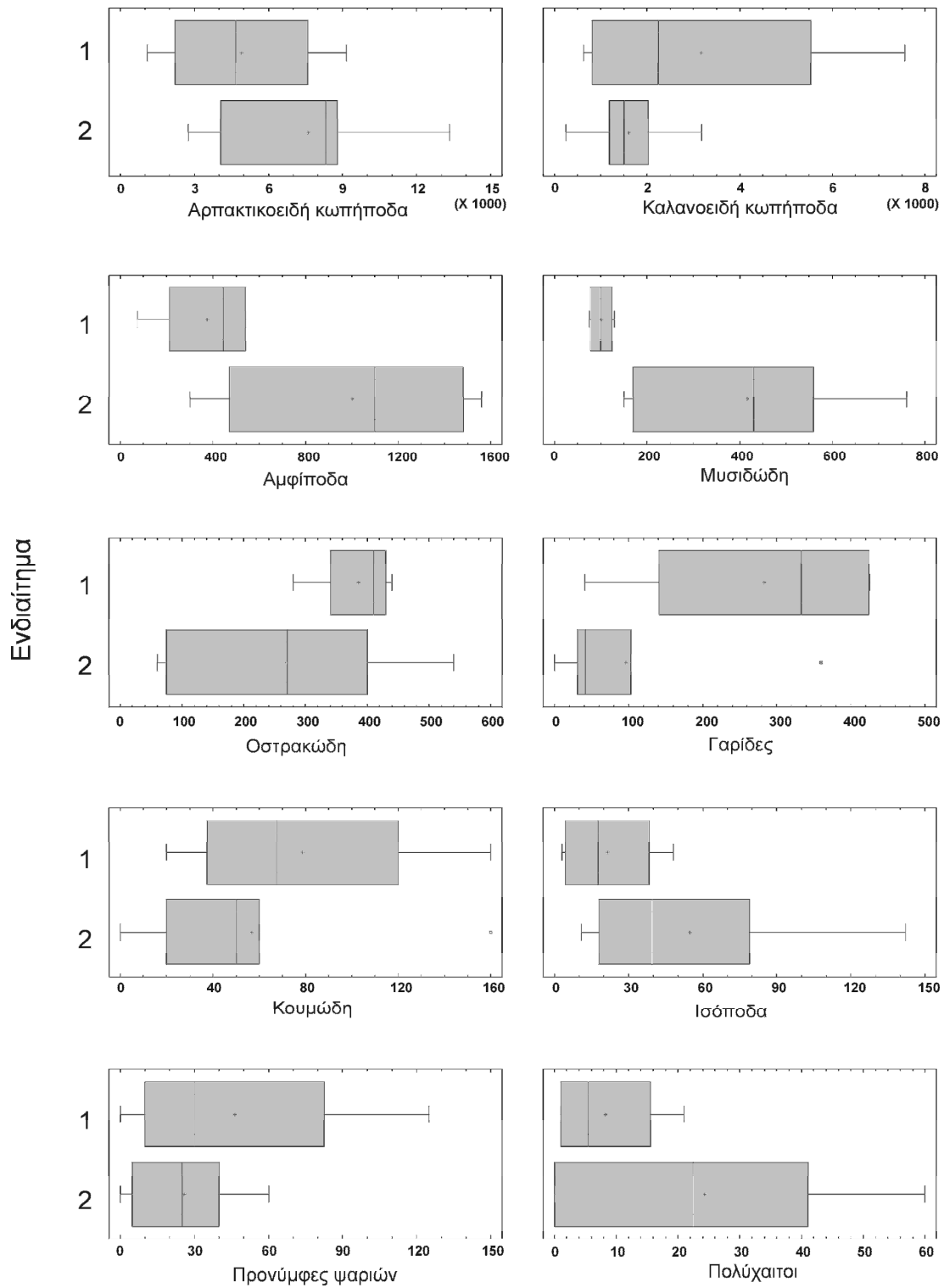
Και στα δύο ενδιαιτήματα, η κυρίαρχη αριθμητικά ομάδα ήταν τα κωπήποδα με σχετική αφθονία 86% και 82% στο λασπώδες υπόστρωμα και στους λειμώνες, αντίστοιχα (Εικόνα 3.4). Η πλειοψηφία των κωπηπόδων ήταν αρπακτικοειδή κωπήποδα (επιβενθικά). Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μέση αφθονία των αρπακτικοειδών ή των καλανοειδών κωπηπόδων μεταξύ των ενδιαιτημάτων (Πίνακας 1). Τα αμφίποδα, τα οστρακώδη, τα μυσιδώδη και οι γαρίδες συμμετείχαν στα δείγματα με ποσοστά που κυμάνθηκαν μεταξύ 2% και 9% (Εικόνα 3.5). Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν στη μέση αφθονία μόνο των μυσιδωδών με τις υψηλότερες τιμές στο ενδιαίτημα του λιβαδιού (Πίνακας 1, Εικόνα 3.6).

Πίνακας 1. Μέση τιμή (\pm Τυπική απόκλιση) της αφθονίας των επιβενθικών ομάδων που συλλέχθηκαν στις φωτοπαγίδες στα δύο ενδιαιτήματα. Ενδιαιτήμα 1: Λάσπη, Ενδιαιτήμα 2: Λιβάδι *Cymodocea nodosa*. Τα αποτελέσματα της στατιστικής σύγκρισης της μέσης αφθονίας μεταξύ των δύο ενδιαιτημάτων παρουσιάζονται επίσης. (-): Δεν πραγματοποιήθηκε στατιστικός έλεγχος λόγω μικρού αριθμού δείγματος (σπάνια παρουσία της ομάδας στα δείγματα).

	Ενδιαιτήμα 1	Ενδιαιτήμα 2	Σύνολο	Mann-Whitney (P)
Αμφίποδα	376.3 \pm 219.9	1001.7 \pm 518.1	751.5 \pm 519.2	>0.05
Ισόποδα	21.5 \pm 21.1	54.8 \pm 48.8	41.5 \pm 42.1	>0.05
Γαρίδες	282.8 \pm 182.9	96.2 \pm 133.6	170.8 \pm 174.2	>0.05
Οστρακώδη	385 \pm 71.9	269.2 \pm 190.6	315.5 \pm 159.7	>0.05
Μυσιδώδη	101.3 \pm 27.8	416.7 \pm 236.9	290.5 \pm 240.7	0.01
Κουμώδη	78.8 \pm 59.5	56.7 \pm 55.7	65.5 \pm 55.1	>0.05
Νηματώδεις	7.5 \pm 15	1.7 \pm 4.1	4 \pm 9.7	-
Κωπήποδα αρπακτικοειδή	4900 \pm 3479.5	7594.2 \pm 3776.4	6516.5 \pm 3727.5	>0.05
Κωπήποδα καλανοειδή	3171.3 \pm 3191.6	1607.5 \pm 978.4	2233 \pm 2140	>0.05
Προν. Ψαριών	46.3 \pm 55	25.8 \pm 22.5	34 \pm 37.4	>0.05
Έντομα	2.8 \pm 4.9	20 \pm 40	13.1 \pm 31.2	-
Πολύχαιτοι	8.3 \pm 9.5	24.3 \pm 25.9	17.9 \pm 21.7	>0.05
Σύνολο	9381.8 \pm 6371.2	11168.7 \pm 5380.4	10453.9 \pm 5519.5	>0.05



Εικόνα 3.4: Ποσοστιαία συμμετοχή των ομάδων που συλλέχθηκαν με τις φωτοπαγίδες στα δύο διαφορετικά ενδιαίτηματα. Ενδιαίτημα 1: Λάσπη, Ενδιαίτημα 2: Λιβάδι *Cymodocea nodosa*.

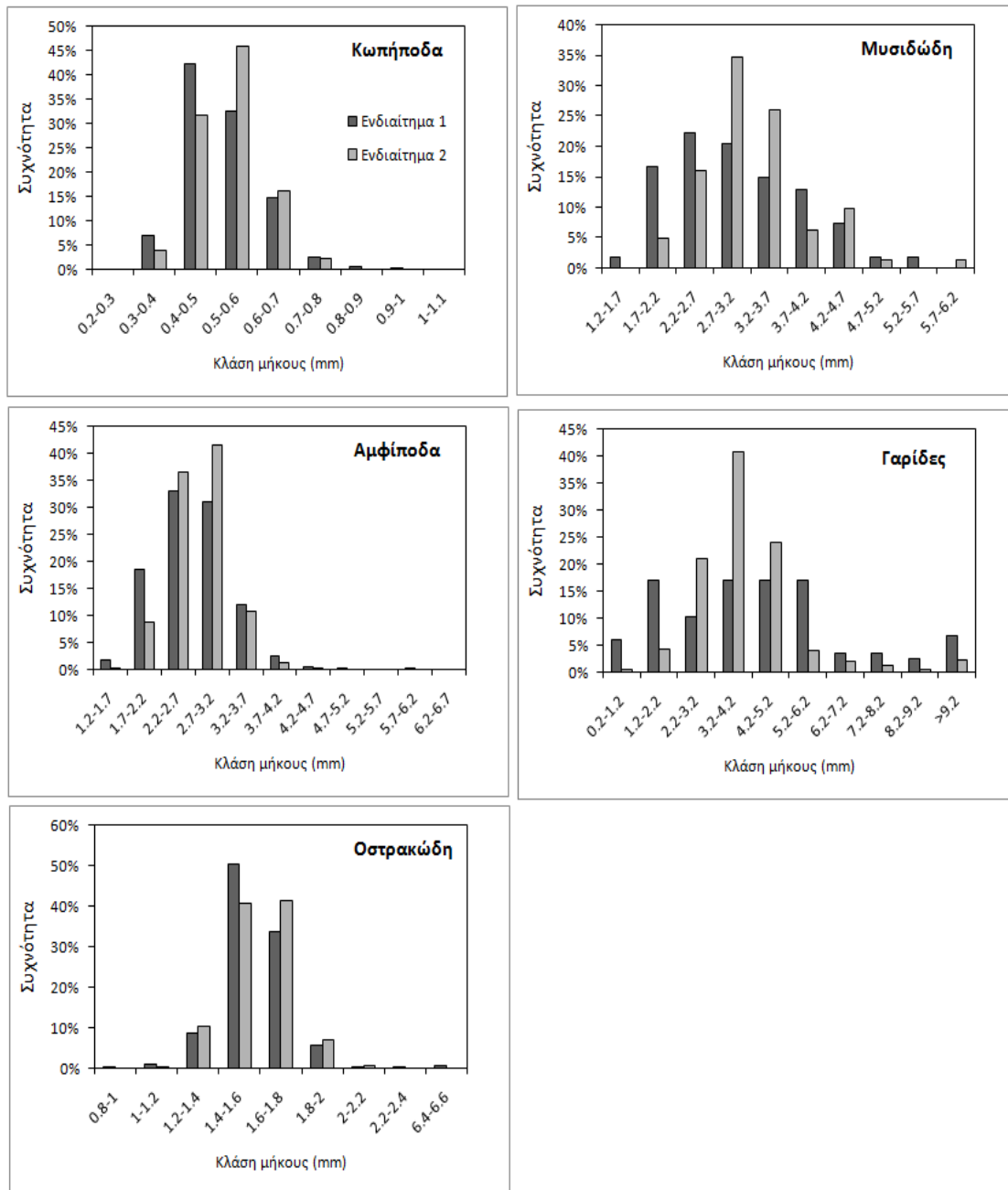


Εικόνα 3.5: Γραφήματα Box–Whisker για την αφθονία των ομάδων που συλλέχθηκαν με τις φωτοπαγίδες στα δύο διαφορετικά ενδιαίτηματα. Ενδιαίτημα 1: Λάσπη, Ενδιαίτημα 2: Λιβάδι *Cymodocea nodosa*.

Από τις μετρήσεις του μήκους των οργανισμών, στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μέσο μήκος μεταξύ των οργανισμών παρατηρήθηκαν για τις ομάδες των αμφιπόδων, των κωπήπόδων και των γαρίδων (Πίνακας 2). Μεγαλύτερα σε μέγεθος αμφίποδα και κωπήποδα παρατηρήθηκαν στο υπόστρωμα του λιβαδιού ενώ οι μεγαλύτερες γαρίδες βρέθηκαν στο λασπώδες υπόστρωμα. Για τις υπόλοιπες ταξινομικές ομάδες δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο μέσο μήκος των οργανισμών (Εικόνα 3.6).

Πίνακας 2. Μέση τιμή \pm Τυπική απόκλιση και ο αριθμός των ατόμων που μετρήθηκαν (παρένθεση) για το μήκος σώματος (mm) των επιβενθικών ομάδων που συλλέχθηκαν στις φωτοπαγίδες στα δύο ενδιαίτηματα. Ενδιαίτημα 1: Λάσπη, Ενδιαίτημα 2: Λιβάδι *Cymodocea nodosa*. Τα αποτελέσματα της στατιστικής σύγκρισης του μέσου μήκους κάθε ομάδας μεταξύ των δύο ενδιαιτημάτων παρουσιάζονται επίσης. (-): Δεν πραγματοποιήθηκε στατιστικός έλεγχος λόγω μικρού αριθμού δείγματος (σπάνια παρουσία της ομάδας στα δείγματα).

	Ενδιαίτημα 1	Ενδιαίτημα 2	Σύνολο	t-test (P)
Αμφίποδα	2.68 \pm 0.57 (357)	2.75 \pm 0.45 (969)	2.73 \pm 0.48 (1326)	0.02
Κωπήποδα	0.52 \pm 0.09 (4196)	0.53 \pm 0.08 (14266)	0.53 \pm 0.08 (18462)	<0.01
Κουμώδη	3.18 \pm 2.17 (68)	1.94 \pm 0.26 (9)	3.04 \pm 2.08 (77)	–
Προν. Ψαριών	2.02 \pm 0.41 (80)	3.83 \pm 1.64 (6)	2.14 \pm 0.73 (86)	–
Ισόποδα	3.53 \pm 1.7 (20)	3.46 \pm 1.86 (107)	3.47 \pm 1.83 (127)	–
Μυσιδώδη	3.06 \pm 0.88 (54)	3.22 \pm 0.7 (81)	3.16 \pm 0.78 (135)	>0.05
Οστρακώδη	1.58 \pm 0.36 (450)	1.59 \pm 0.15 (323)	1.59 \pm 0.29 (773)	>0.05
Πολύχαιτοι	8.18 \pm 4.46 (10)	1.42 \pm 0 (1)	7.57 \pm 4.7 (11)	–
Γαρίδες	4.96 \pm 4.26 (118)	4.18 \pm 2.5 (258)	4.43 \pm 3.18 (376)	0.03



Εικόνα 3.6: Κατανομές μήκους των αφθονότερων ομάδων στα δύο ενδιαίτηματα. Ενδιαίτημα 1: Λάσπη, Ενδιαίτημα 2: Λιβάδι *Cymodocea nodosa*. Οι κλάσεις μήκους είναι διαφορετικές σε κάθε γράφημα.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι φωτοπαγίδες αποτελούν έναν εναλλακτικό τρόπο συλλογής οργανισμών σε περιβάλλοντα όπου άλλοι πιο «παραδοσιακοί» δειγματολήπτες δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν (π.χ. κοραλλιογενείς ύφαλοι, βραχώδεις περιοχές). Η χρήση τους έχει αποδειχθεί να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική για τη συλλογή νεαρών σταδίων ψαριών από τις αρχές της δεκαετίας του 1980 αλλά παράλληλα προσελκύουν και πλήθος πλαγκτικών και επιβενθικών οργανισμών (Meekan et al., 2001). Παρόλα αυτά, πολύ σπάνια έχουν χρησιμοποιηθεί σε μελέτες επιπλανητικών ασπόνδυλων σε λιβάδια ποσειδωνίας (Michel et al., 2010) ενώ δεν υπάρχουν αναφορές για τη χρήση τους σε λιμνοθάλασσα περιβάλλοντα.

Ο συνολικός αριθμός των οργανισμών που συλλέχθηκε καθώς και ο αριθμός των διαφορετικών taxa, επιβεβαίωσε ότι οι συγκεκριμένες φωτοπαγίδες είναι αποτελεσματικές για τη συλλογή επιβενθικών οργανισμών σε λιβάδια φανερόγαμων σε λιμνοθάλασσες όπως αναφέρεται και από τους Ράμφοι και συν. (2010). Όλα τα taxa που συλλέχθηκαν στις δύο δειγματοληψίες (και ιδιαίτερα τα πιο άφθονα), αναφέρονται επίσης ως κυρίαρχα σε μελέτες βενθικών οργανισμών λιμνοθαλάσσιων ή παράκτιων οικοσυστημάτων (Sanchez-Herez et al, 1999; Reizopoulou & Nicolaidou, 2004). Επίσης, οι Michel et al. (2010) αναφέρουν τις φωτοπαγίδες ως τον πιο αποτελεσματικό τρόπο δειγματοληψίας αμφιπόδων σε λιβάδια ποσειδωνίας συγκριτικά με άλλες μεθόδους. Παρόλα αυτά, η ποσοτική εκτίμηση της αφθονίας των οργανισμών στο περιβάλλον δεν είναι εφικτή από δείγματα φωτοπαγίδων αφού η ακτίνα της επίδρασης τους δεν είναι γνωστή. Επίσης, δεν είναι βέβαιο ότι όλοι οι οργανισμοί εμφανίζουν θετικό φωτοτακτισμό. Εντούτοις, οι φωτοπαγίδες χρησιμοποιούνται συστηματικά για δειγματοληψίες νεαρών σταδίων ψαριών και θεωρούνται ιδιαίτερα χρήσιμες για τη μελέτη της ιχθυοπανίδας (Hickford & Shiel, 1999) και κατ' αντιστοιχία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση των επιβενθικών βιοκοινωνιών ασπονδύλων σε λιμνοθάλασσα ή παράκτια οικοσυστήματα.

Οι παγίδες που τοποθετήθηκαν σε λασπώδες υπόστρωμα απείχαν μερικά μέτρα από τα όρια των πλησιέστερων λιβαδιών του είδους *Cymodocea nodosa* και ήταν ουσιαστικά τοποθετημένες στα κενά που δημιουργούσε το λιβάδι. Η απουσία διαφορών στην αφθονία των οργανισμών (τόσο της συνολικής αφθονίας όσο και σχεδόν όλων των ομάδων, πλην των μυσιδωδών) μεταξύ των δύο ενδιαιτημάτων,

πιθανότητα υποδεικνύει την αποτελεσματικότητα των φωτοπαγίδων να προσελκύουν τους οργανισμούς από αποστάσεις τουλάχιστον μερικών μέτρων (5-10m). Παρόλα αυτά, δεν μπορεί να αποκλεισθεί η πιθανότητα της ομοιόμορφης κατανομής των οργανισμών στα δύο ενδιαιτήματα αφού οι αποστάσεις είναι μικρές. Η ομοιομορφία στην κατανομή των οργανισμών μεταξύ των δύο ενδιαιτημάτων στα οποία τοποθετήθηκαν οι φωτοπαγίδες ενισχύεται περισσότερο και από την έλλειψη διαφορών στο μέγεθος των οργανισμών που συλλέχθηκαν. Ακόμη και στις ομάδες για τις οποίες παρατηρήθηκαν διαφορές, οι διαφορές αυτές ήταν ιδιαίτερα μικρές.

Στην παρούσα μελέτη δεν στάθηκε δυνατή η υλοποίηση ενός δεύτερου πειραματικού σχεδιασμού με τοποθέτηση φωτοπαγίδων εντός των λιβαδιών και σε λασπώδες υπόστρωμα σε μεγάλη απόσταση (>100m) από το πλησιέστερο λιβάδι. Το ερώτημα αυτό αποτελεί ένα ενδιαφέρον θέμα για μελλοντική έρευνα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

Βαφείδης, .. (2002). Θαλάσσια βιολογία. Διδακτικές σημειώσεις (β' μέρος), Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης

Σίνης, Α. (2005). Λιμνολογία (θεωρία και ασκήσεις). Εκδόσεις University Studio Press. Θεσσαλονίκη. 163-170.

Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Δεκέμβριος 1999, «Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη Συμπλέγματος υγρότοπων Μεσολογίου – Αιτωλικού»

Ράμφος Α., Paschos J., Μπεκιάρη Β., Κατσέλης Γ. (2012). Συλλογή επιβενθικών ασπονδύλων με τη χρήση φωτοπαγίδων στη λιμνοθάλασσα Κλείσοβα (Σύμπλεγμα Λ/Θ Μεσολογίου-Αιτωλικού). Πρακτικά 10ου Συμποσίου Ωκεανογραφίας & Αλιείας, Αθήνα, 7-11 Μαΐου 2012. σελ.98.Ράμφος Α., Paschos J., Μπεκιάρη Β. & Κατσέλης Γ.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

Doherty P.J., 1987. Light-traps: Selective but useful devices for quantifying the distributions and abundances of larval fishes. *Bulletin of Marine Science*.

Faber, D. J. (1981). A light trap to sample littoral and limnetic regions of lakes. *Verh. int. Ver. Limnol.*

Gregory, R. S , Powles, P. M. (1985). Chronology, distribution, and sizes of larval fish sampled by light traps in macrophytic Chemung Lake. *Can. J. Zool.*

Hickford, M.J.H. & Schiel, D.R., 1999. Evaluation of the performance of light traps for sampling fish larvae in inshore temperate waters. *Marine Ecology Progress Series*, 186: 293-302.

Hungerford, H. B., Spangler, P. J. & Walker, N.A. 955. Subaquatic light traps for insects and other aquatic organisms. *Trans. Kans. Acad. Sci.*.

Katselis, G., Koutsikopoulos, C., Dimitriou, E. & Rogdakis, Y., 2003. Spatial patterns and temporal trends in the fishery landings of the Messolonghi-Etoliko lagoon system (western Greece coast). *Scientia Marina*,

Meekan, M.G., Wilson, S.G., Halford, A. & Retzel, A., 2001. A comparison of catches of fishes and invertebrates by two light trap designs in tropical NW Australia. *Marine Biology*, 139: 373-381.

Michel, L., Lepoint, G., Dauby, P. & Sturaro, N., 2010. Sampling methods of amphipods of *Posidonia oceanica* meadows: A comparative study. *Crustaceana*,

Reizopoulou, S. & Nicolaidou, A., 2004. Benthic diversity of coastal brackish-water lagoons in western Greece. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 14: S93-S102.

Rooker, S., Guillemaud, T., Bergé, J., Pasteur, N. and Raymond, M. (1996). Coamplification of A and B esterase genes as a single unit in *Culex pipiens* mosquitoes. *Heredity*.

Sánchez-Jerez, P., Cebrián, C.B., Ramos-Esplá, A.A., 1999. Comparison of the epifauna spatial distribution in *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa* and unvegetated bottoms: Importance of meadow edges. *Acta Oecologica*, 20: 391–405.

Sutherland, W.J. (2006) Predicting the ecological consequences of environmental change: a review of the methods. *Journal of Applied Ecology*.

