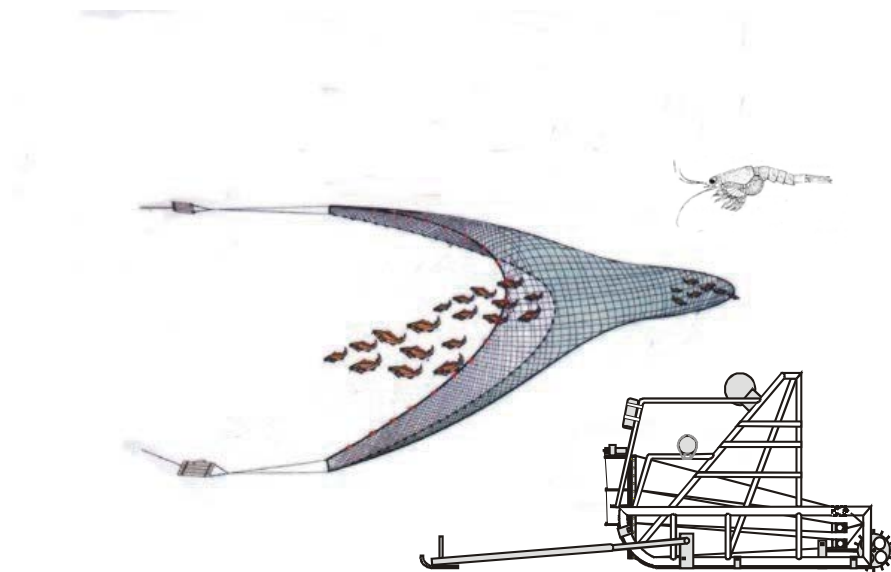


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΣΥΡΟΜΕΝΩΝ ΑΛΙΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΜΑΚΡΟΠΑΝΙΔΑ ΤΟΥ ΒΕΝΘΙΚΟΥ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΟΥ ΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

Διδακτορική Διατριβή

Παναγιώτα Κουλούρη



Ηράκλειο 2005

ΜΕΛΗ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

- A. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ, Ομότιμος Καθηγητής Πανεπιστημίου Κρήτης (Επιβλέπων)
M. ΜΥΛΩΝΑΣ, Αναπληρωτής Καθηγητής Πανεπιστημίου Κρήτης
K. ΝΤΟΥΝΑΣ, Διευθυντής Ερευνών Ελληνικού Κέντρου Θαλασσίων Ερευνών Κρήτης

ΜΕΛΗ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

- A. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ, Ομότιμος Καθηγητής Πανεπιστημίου Κρήτης (Επιβλέπων)
K. ΚΟΤΖΑΜΠΑΣΗΣ, Αναπληρωτής Καθηγητής Πανεπιστημίου Κρήτης
Δ. ΚΟΥΤΣΟΥΜΠΑΣ, Επίκουρος Καθηγητής Πανεπιστημίου Αιγαίου
N. ΜΙΧΑΛΟΠΟΥΛΟΣ, Καθηγητής Πανεπιστημίου Κρήτης
M. ΜΥΛΩΝΑΣ, Αναπληρωτής Καθηγητής Πανεπιστημίου Κρήτης
K. ΝΤΟΥΝΑΣ, Διευθυντής Ερευνών Ελληνικού Κέντρου Θαλασσίων Ερευνών Κρήτης
A. ΟΙΚΟΝΟΜΟΠΟΥΛΟΣ, Καθηγητής Πανεπιστημίου Κρήτης
M. ΠΑΥΛΙΔΗΣ, Λέκτορας Πανεπιστημίου Κρήτης
Γ. ΧΡΟΝΗΣ, Καθηγητής Πανεπιστημίου Αιγαίου

*“The fog’s just lifting.
You throw off your bow line,
throw off your stern.
You head out the South Channel...
...past Rocky Neck, Ten Pound Island...
...past Niles Pond, where I skated as a kid.
Blow your horn...
...and wave to the lighthouse keeper’s kid on Thatcher Island.
Then the birds show up.
Black-backs...herring gulls, big dump ducks.
The sun hits you.
Head north, open up to 12.
You’re steaming now.
The guys are busy, you’re in charge.
You know what?
You’re a goddam swordboat captain.
Is there anything better in the world?”*

From “The Perfect Storm” by Sebastian Junger

Επίλογος στη θέση του προλόγου

Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Τεχνολογίας και Διαχείρισης του Θαλάσσιου Περιβάλλοντος του Ελληνικού Κέντρου Θαλασσίων Ερευνών Κρήτης (πρώην Ινστιτούτο Θαλάσσιας Βιολογίας Κρήτης) στα πλαίσια του Διυδρματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Βιολογίας του Πανεπιστημίου Κρήτης σε συνεργασία με το ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε., με τίτλο «Περιβαλλοντική Βιολογία-Διαχείριση Χερσαίων και Θαλάσσιων Βιολογικών Πόρων». Διεξήχθη στα πλαίσια του Ερευνητικού Προγράμματος “Development of a new method for the quantitative measurement of the effects of otter trawling on benthic nutrient fluxes and sediment biogeochemistry” του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε., που χρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Στόχοι της συγκεκριμένης μελέτης ήταν η διερεύνηση για πρώτη φορά στην ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα της Μεσογείου, της ποιοτικής και ποσοτικής σύνθεσης της μακροπανίδας του βενθικού διαχωριστικού στρώματος και η εκτίμηση της άμεσης επίδρασης των συρόμενων αλιευτικών εργαλείων στην συγκεκριμένη πανίδα. Χρησιμοποιήθηκε ένας νέος δειγματολήπτης ο οποίος προσομοιώνει την ανατάραξη του ιζήματος που προκαλείται από το κατώτερο πρόσθιο τμήμα της τράτας (γραντί μολυβιού) καθώς σύρεται επί του βυθού και ταυτόχρονα συλλέγει τους οργανισμούς που διαταράσσονται και βρίσκονται εκτεθειμένοι στο αιωρούμενο ίζημα.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Α. Ελευθερίου για την εμπιστοσύνη και την υποστήριξη που μου έδειξε σε όλα τα στάδια της μελέτης.

Πολλά οφείλω στον Διευθυντή Ερευνών του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε., Δρ. Κ. Ντούνα τον οποίο ευχαριστώ θερμά για την αμέριστη ηθική και υλική βοήθεια που μου παρείχε και για την καθοριστική συμβολή του με συνεχείς υποδείξεις, συμβουλές και ουσιαστικές συζητήσεις σε όλα τα στάδια του συγκεκριμένου πονήματος.

Θα ήθελα ακόμη να ευχαριστήσω τα μέλη της Συμβουλευτικής και Εξεταστικής Επιτροπής, κ. Γ. Χρόνη, Καθηγητή του Παν/ου Αιγαίου και Πρόεδρο του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε., κ. κ. Α. Οικονομόπουλο, Ν. Μιχαλόπουλο, Καθηγητές του Παν/ου Κρήτης, κ. κ. Μ. Μυλωνά, Κ. Κοτζαμπάση, Αναπληρωτές Καθηγητές του Παν/ου Κρήτης, κ. Δ. Κουτσούμπα, Επίκουρο Καθηγητή του Παν/ου Αιγαίου, κ. Μ. Παυλίδη, Λέκτορα του Παν/ου Κρήτης, για τις χρήσιμες υποδείξεις και την κριτική ανάγνωση των χειρογράφων της μελέτης.

Ευχαριστώ ιδιαίτερα τον Dr. J.C. Sorbe Κύριο Ερευνητή στο Laboratoire d'Océanographie Biologique CNRS, για τη πολύτιμη βοήθεια του σε θέματα συστηματικής και για τις πληροφορίες που μου έδωσε σχετικά με την οικολογία των υπερβενθικών οργανισμών.

Θα ήθελα επίσης να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Dr. I. Davies Κύριο Ερευνητή στο Marine Laboratory του Aberdeen και συνεργάτη του ερευνητικού προγράμματος, για τις πολύτιμες συμβουλές του σε γενικότερα επιστημονικά θέματα καθώς και την Ms M. Eleftheriou για τον χρόνο που διέθεσε για τη διόρθωση και τη βελτίωση των αγγλικών κειμένων των

δημοσιεύσεων και γενικότερα του υλικού που έχει ήδη δημοσιοποιηθεί διεθνώς από τη μελέτη αυτή.

Ευχαριστώ ιδιαίτερα τη συνάδελφο κ. Β. Πλαϊτή για την βοήθεια της στον προσδιορισμό των καρκινοειδών και τον συνάδελφο και συνεργάτη του ερευνητικού προγράμματος κ. Κώστα Χριστοδούλου για την σημαντική βοήθεια του στην υλοποίηση της κατασκευής του δειγματολήπτη που χρησιμοποιήθηκε στα πλαίσια της συγκεκριμένης μελέτης.

Θερμές ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στα μέλη της ερευνητικής ομάδας του εργαστηρίου Τεχνολογίας και Διαχείρισης Θαλάσσιου Περιβάλλοντος για την πολύτιμη και ποικίλη βοήθεια που μου παρείχαν σε όλα τα στάδια της μελέτης αυτής και ιδιαίτερα στον Δρ. Χ. Αρβανιτίδη για την πολύτιμη και καθοριστική του βοήθεια στην αντιμετώπιση των στατιστικών προβλημάτων αυτής της εργασίας και για την γενικότερη επιστημονική συμβολή του σε όλα τα στάδια αυτής της εργασίας. Επίσης, στην κ. Β. Μάρα, την κ. Μ. Μαϊδανού, την κ. F. Radin, τον κ. Θ. Νταιλιάνη, την κ. Snezana Zivanovic, την κ. E. Δαφνομήλη και τον κ. Α. Κρυσταλλά που βοήθησαν συμβάλλοντας με διάφορους τρόπους στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

Εκφράζω επίσης τις ευχαριστίες μου στους συναδέλφους Δρ. Γ. Τριανταφύλλου, Δρ. Γ. Πετυχάκη, Δρ. Γ. Κωτούλα, Dr. C. Smith, Δρ. Τ. Τσελεπίδη, Δρ. Θ. Μαχιά, Δρ. Ε. Χατζηγιάνη, Δρ. Κ. Τσιγγενόπουλο, Δρ. Π. Κασαπίδη, Δρ. Ε. Σαρροπούλου, Δρ. Σ. Ψαρρά, κ. Α. Πολλάνη, κ. Ν. Παπαδοπούλου, κ. Μ. Τσαλαβούτα, κ. Α. Μανουσάκη, κ. Α. Πινάκη, για την συμπαράσταση και υποστήριξη τους.

Ιδιαίτερα σημαντική ήταν η συμβολή του πληρώματος του Ε/Σ «ΦΙΛΙΑ». Ευχαριστώ θερμά τον Καπετάνιο Μ. Κόκο και τα μέλη του πληρώματος Μανώλη Παρασχάκη, Κωστή Λυγεράκη, Μιχάλη Σουβλά, Κίκο Μάτσα, Κώστα Παρασκευά και Ανδρέα Κωνσταντάκη που δούλεψαν στο πεδίο κάτω από όλους τους καιρούς προκειμένου να ανταποκριθούν με επιτυχία στη διεξαγωγή των δειγματοληψιών της συγκεκριμένης μελέτης.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου Καλλιόπη και Θεόδωρο και τον αδερφό μου Γιώργο για την ηθική και υλική τους συμπαράσταση όλα αυτά τα χρόνια.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	13
2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΑΡΧΙΚΕΣ ΘΕΩΡΗΣΕΙΣ.....	13
2.2. ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΛΚΗΘΟΡΟΥ-ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΤΡΑΤΑΣ (TTSS2: TOWED TRAWL SIMULATOR SLEDGE).....	15
2.3. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΗ TTSS2 ΜΕ ΑΛΛΟΥΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΕΣ.....	27
2.4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	32
2.5. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΠΕΔΙΟ.....	37
2.5.1. Προκαταρκτικές δοκιμές λειτουργίας του δειγματολήπτη TTSS2.....	38
2.5.2. Πρώτη ομάδα πειραμάτων.....	38
2.5.3. Δεύτερη ομάδα πειραμάτων.....	39
2.5.4. Τρίτη ομάδα πειραμάτων.....	39
2.5.5. Τέταρτη ομάδα πειραμάτων.....	39
2.6. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ.....	40
2.7. ΔΙΑΛΟΓΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΜΑΚΡΟΠΑΝΙΔΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ.....	41
2.8. ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟΜΑΧΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΨΑΡΙΩΝ.....	41
2.9. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	42
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	47
3.1. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ.....	47
3.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ-ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΗ TTSS2. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΥΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΕΣ.....	48
3.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ-ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΗ TTSS2 ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ «ΓΡΑΝΤΙ ΜΟΛΥΒΙΟΥ» (GROUNDROPE ΤΥΠΟΥ Β).....	73
3.4. ΜΕΛΕΤΗ ΝΥΧΘΗΜΕΡΙΝΩΝ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΤΩΝ	

ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΒΕΝΘΙΚΟΥ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΟΥ ΣΤΡΩΜΑΤΟΣ.....	88
3.5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΗ ΤΤSS2 ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΒΑΘΗ.....	101
3.6. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΗ ΤΤSS2 ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΕΠΟΧΕΣ (ΧΕΙΜΩΝΑΣ-ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ).....	110
3.7. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΗ ΤΤSS2 ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΝΑΡΞΗ ΤΗΣ ΑΛΙΕΥΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΟΤΡΑΤΑΣ.....	118
3.8. ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΒΕΝΘΟΠΕΛΑΓΙΚΩΝ ΨΑΡΙΩΝ ΠΟΥ ΑΛΙΕΥΘΗΚΑΝ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΝΑΡΞΗ ΤΗΣ ΑΛΙΕΥΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΟΤΡΑΤΑΣ.....	135
<i>Diplodus annularis</i> (Linnaeus, 1758).....	139
<i>Mullus barbatus</i> Linnaeus, 1758.....	145
<i>Serranus cabrilla</i> (Linnaeus, 1758).....	153
<i>Serranus hepatus</i> (Linnaeus, 1758).....	159
<i>Pagellus erythrinus</i> (Linnaeus, 1758).....	165
<i>Trigloporus lastoviza</i> (Bonnaterre, 1788).....	171
3.9. ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΙΤΑ ΤΩΝ ΨΑΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΥ ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑΤΟΣ ΕΞΑΙΤΙΑΣ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΤΡΑΤΑΣ.....	177
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	187
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	203
6. ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	207
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	211
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι. Ορολογία σχετική με το υπερβένθος.....	227
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ. Μετρήσεις υδρογραφικών παραμέτρων.....	230
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ. Λίστα ειδών των Μαλακοστράκων Καρκινοειδών.....	248
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV. Λίστα ειδών λείας των βενθοπελαγικών ψαριών.....	254
8. ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ.....	259

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι γνωστό ότι η χρήση των συρόμενων επί του βυθού αλιευτικών εργαλείων στα αλιευτικά πεδία της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας και ανώτερης κατωφέρειας, όπου κυρίως συγκεντρώνεται η αλιευτική δραστηριότητα, προκαλεί χρόνιες και μεγάλης κλίμακας διαταραχές στο θαλάσσιο οικοσύστημα (Jones 1992, Watling & Norse 1998, Jennings & Kaiser 1998, Lindeboom & de Groot 1998, Hall 1999, Smith *et al.* 2000, Kaiser *et al.* 2002). Οι διαταραχές αυτές μπορεί να είναι άμεσες ή έμμεσες και να έχουν επιπτώσεις στη σύσταση και τις βιογεωχημικές διεργασίες των επιφανειακών ιζημάτων, καθώς και στη βιοποικιλότητα, τη λειτουργία και την παραγωγικότητα του βενθικού και πελαγικού οικοσυστήματος (Churchill 1989, Messieh 1991, Auster *et al.* 1996, Pilskaln *et al.* 1998, Schwinghamer *et al.* 1998, Fogarty & Murawski 1998, Thrush *et al.* 1998, Smith *et al.* 2000, Collie *et al.* 2000, Watling *et al.* 2001, Burrridge *et al.* 2003, Dounas *et al.* 2004, in press). Το εύρος και το μέγεθος των επιπτώσεων αυτών εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως: α) το βάθος της περιοχής αλίευσης, καθώς οι ρηχότερες περιοχές υφίστανται συχνότερα φυσικές διαταραχές ενώ αντίθετα οι βαθύτερες είναι συνήθως περισσότερο σταθερές και κατά συνέπεια περισσότερο ευάλωτες σε ανθρωπογενείς διαταραχές όπως η αλιευτική δραστηριότητα, β) η ένταση των ρευμάτων και της παλίρροιας, γ) ο τύπος του υποστρώματος στο οποίο εφαρμόζεται το αλιευτικό εργαλείο, καθώς σε λεπτόκοκκα ιζήματα η διείδυση ενός συρόμενου αλιευτικού εργαλείου είναι μεγαλύτερη, δ) ο τύπος του αλιευτικού εργαλείου (τράτα βυθού, δοκότρατα, δράγα) καθώς επίσης και η ταχύτητα σύρσης, η συχνότητα και η περίοδος αλίευσης και γενικότερα ο τρόπος εφαρμογής του. Ένα αλιευτικό πεδίο που αλιεύεται έντονα με τράτα βυθού υφίσταται σχετικά μικρότερες διαφοροποιήσεις σε σύγκριση με μια περιοχή που σπάνια αλιεύεται. Θα πρέπει στο σημείο αυτό να επισημανθεί ότι η αλιευτική προσπάθεια, ιδίως όσον αφορά την χρήση συρόμενων επί του βυθού αλιευτικών εργαλείων, δεν κατανέμεται ομοιογενώς στον χώρο (Rijnsdorp *et al.* 1998, Jennings *et al.* 2000, Ragnarsson & Steingrímsson 2003). Είναι γνωστό ότι οι ψαράδες επικεντρώνουν εμπειρικά την προσπάθεια τους σε συγκεκριμένες περιοχές των αλιευτικών πεδίων (καλάδες) από τις οποίες συλλέγουν μεγαλύτερες ποσότητες αλιευμάτων και γενικά αποφεύγουν περιοχές του θαλάσσιου πυθμένα με φυσικά ή τεχνητά εμπόδια και βυθούς με ανώμαλη επιφάνεια που θα μπορούσαν δυνητικά να προκαλέσουν ζημιά στα αλιευτικά τους εργαλεία.

Τα διάφορα επιμέρους εξαρτήματα των αλιευτικών εργαλείων που έρχονται σε επαφή με τον θαλάσσιο πυθμένα αναταράσσουν και επαναιωρούν το επιφανειακό στρώμα του ιζήματος σε βάθος που μπορεί να φτάσει σε ορισμένες περιπτώσεις μέχρι και τα 30 cm από την επιφάνεια του βυθού (Lindeboom & de Groot 1998). Η μηχανική επίδραση των εξαρτημάτων αυτών επί του βυθού έχει διαπιστωθεί ότι καταστρέφει την φυσική ετερογένεια του πυθμένα μειώνοντας την πολυπλοκότητα του βενθικού ενδιαιτήματος (Messieh *et al.* 1991, Engel & Kvitek 1998, Schwinghamer *et al.* 1998, Langton & Auster 1999, Ardizzone *et al.* 2000). Μπορεί επίσης να έχει σημαντικές επιδράσεις στους φυσικούς βιογεωχημικούς μηχανισμούς αποικοδόμησης του οργανικού υλικού και απελευθέρωσης ανόργανων θρεπτικών αλάτων από το ίζημα προς την στήλη του νερού (Mayer *et al.* 1991, Pilskaln *et al.* 1998, Dounas *et al.* 2004, in press).

Εκτός από τα βενθοπελαγικά είδη ψαριών-στόχων, η τράτα βυθού συλλέγει ταυτόχρονα και άλλους ζωικούς οργανισμούς οι οποίοι, είτε γιατί έχουν μικρή ή ελάχιστη εμπορική αξία, είτε γιατί είναι μικρότεροι σε μέγεθος από το επιτρεπόμενο όριο αλίευσης τους, απορρίπτονται στο θαλάσσιο περιβάλλον τις περισσότερες φορές τραυματισμένοι ή ήδη νεκροί αποτελώντας εν δυνάμει πηγή τροφής διάφορων άλλων οργανισμών, όπως πουλιά, θαλάσσια θηλαστικά, βενθοπελαγικά ψάρια και βενθικά ασπόνδυλα (Britton & Morton 1994, Kaiser & Spencer 1995, Ramsay *et al.* 1997, Jennings & Kaiser 1998, Groenewold & Fonds 2000, Fonds & Groenewold 2000). Παράλληλα, ένας μεγάλος αριθμός επιβενθικών και ενδοβενθικών οργανισμών, που τυχαίνει να βρίσκονται στο πέρασμα του αλιευτικού εργαλείου, εκτοπίζονται, τραυματίζονται ή και θανατώνονται αποτελώντας πλέον εύκολη λεία για τους θηρευτές τους (Kaiser & Spencer 1994, Evans *et al.* 1996, Kaiser & Ramsay 1997, Jennings & Kaiser 1998, Prena *et al.* 1999, Hall 1999, Hall-Spencer *et al.* 1999, Pranovi *et al.* 2000, Groenewold & Fonds 2000, Fonds & Groenewold 2000, Rumohr & Kujawski 2000). Έχει παρατηρηθεί ότι διάφοροι ζωικοί οργανισμοί, όπως ψάρια και βενθικά ασπόνδυλα, μετακινούνται ευκαιριακά προς τις πρόσφατα αλιευμένες περιοχές χρησιμοποιώντας διάφορες τακτικές προσέγγισης της πρόσθετης αυτής λείας που διατίθεται αμέσως μετά την δράση του αλιευτικού εργαλείου (Kaiser & Spencer 1994, Ramsay *et al.* 1996, 1997, 1998, Kaiser *et al.* 1998, Hall-Spencer *et al.* 1999, Groenewold & Fonds 2000, Fonds & Groenewold 2000, Demestre *et al.* 2000). Μακροπρόθεσμα, η αλιευτική δραστηριότητα μπορεί να ευνοήσει την αύξηση του πληθυσμού ορισμένων ειδών ψαριών ή και βενθικών ασπονδύλων (Kaiser & Spencer

1994, Rijnsdorp & van Leeuwen 1996, Walker & Heessen 1996, Kaiser & Horwood 1997, Ramsay *et al.* 1997, Fogarty & Murawski 1998, Frid *et al.* 1999).

Μέχρι σήμερα έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες για την άμεση εκτίμηση των επιδράσεων της αλιευτικής δραστηριότητας στο βένθος που περιορίζονται ωστόσο στην μελέτη της θνησιμότητας αλλά και του βαθμού επιβίωσης των μεγαβενθικών κυρίως ειδών που συλλέγονται στα δίχτυα των συρόμενων αλιευτικών εργαλείων (Kaiser & Spencer 1995, Philippart 1998, Hall-Spencer *et al.* 1999, Mensink *et al.* 2000, Moran & Stephenson 2000, Piet *et al.* 2000, McConnaughey *et al.* 2000). Παρόλα αυτά, το μεγαλύτερο μέρος της μακροβενθικής πανίδας διαφεύγει από το μεγάλο σχετικά άνοιγμα του δικτυού της τράτας, περιορίζοντας σημαντικά την αποτελεσματικότητα της άμεσης αυτής μεθοδολογικής προσέγγισης. Η αδυναμία αυτή οδήγησε στην ανάπτυξη διάφορων έμμεσων μεθόδων εκτίμησης της επίδρασης της αλιευτικής δραστηριότητας στους βενθικούς πληθυσμούς που περιλαμβάνουν την σύγκριση της αφθονίας τους πριν και μετά την πειραματική αλίευση μιας περιοχής με τη χρήση ποσοτικών ή ποιοτικών βενθικών δειγματοληπτών (Collie *et al.* 1997, Tuck *et al.* 1998, Frid *et al.* 1999, Prena *et al.* 1999, Bergman & van Santbrink 1994, 2000a,b, Lindegarth *et al.* 2000, Hansson *et al.* 2000, Kenchington *et al.* 2001). Η υποβρύχια φωτογραφία και η λήψη εικόνας με χρήση βιντεοκάμερας αποτελούν χρήσιμα συμπληρωματικά δειγματοληπτικά εργαλεία τα οποία όμως δεν προσφέρονται ιδιαίτερα για την μελέτη ζωϊκών οργανισμών μικρού μεγέθους που είναι δισδιάκριτοι ή κρύβονται στο ίζημα (Collie *et al.* 1997, Hall-Spencer *et al.* 1999, Moran & Stephenson 2000, de Broyer *et al.* 2001). Ένας άλλος έμμεσος τρόπος εκτίμησης της θνησιμότητας των βενθικών οργανισμών εξαιτίας της επίδρασης συρόμενων αλιευτικών εργαλείων είναι η εξέταση του στομαχικού περιεχομένου ψαριών ή μεγάλων επιβενθικών καρκινοειδών που συλλέγονται πριν και μετά την πειραματική αλίευση μιας συγκεκριμένης περιοχής (Kaiser & Spencer 1994, Ramsay *et al.* 1996, Kaiser & Ramsay 1997, Kaiser *et al.* 1998, Engel & Kvitek 1998, Groenewold & Fonds 2000).

Η ιδανικότερη μεθοδολογία προσδιορισμού των επιδράσεων της αλιευτικής δραστηριότητας στο βένθος θεωρείται σήμερα η συγκριτική μελέτη παρόμοιων ενδιαιτημάτων σε αλιεύσιμες και μη αλιεύσιμες περιοχές (control areas) σε συνδυασμό με εξειδικευμένα πειράματα που στοχεύουν στην μελέτη της ανταπόκρισης των βενθικών πληθυσμών σε επαναλαμβανόμενη διαταραχή με εφαρμογή πειραματικής αλιείας με συρόμενα επί του βυθού αλιευτικά εργαλεία (Kaiser & Spencer 1996, Hall 1999, Lindegarth *et al.* 2000, Hansson *et al.* 2000, Sanchez *et al.* 2000, Kenchington *et al.* 2001,

Drabsch *et al.* 2001, Schratzberger *et al.* 2002). Η μέθοδος αυτή είναι γνωστή με το ακρωνύμιο BACI (Before/After-Control/Impact) και έχει αντίστοιχη γενικευμένη εφαρμογή σε μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Bernstein & Zalinski 1983, Stewart-Oaten *et al.* 1986).

Σύμφωνα με τα παραπάνω και εξαιτίας δειγματοληπτικών κυρίως αδυναμιών δεν έχει δοθεί έμφαση στην ανάπτυξη άμεσης μεθοδολογίας για την εκτίμηση των επιπτώσεων των συρόμενων αλιευτικών εργαλείων στους μακροβενθικούς πληθυσμούς. Παράλληλα, η εφαρμογή κλασσικού τύπου ποσοτικών βενθικών δειγματοληπτών δεν είναι αποτελεσματική για την συλλογή οργανισμών μικρού μεγέθους και μεγάλης κινητικότητας που ζουν στην διαχωριστική επιφάνεια νερού-ιζήματος (sediment-water interface), κυρίως εξαιτίας της μικρής δειγματοληπτικής τους επιφάνειας και του ωστικού κύματος που προκαλούν κατά τη προσέγγιση τους στην επιφάνεια του πυθμένα (Dauvin *et al.* 1995, San Vicente *et al.* 1997, Marquiegui & Sorbe 1999, Brandt & Schnack 1999).

Η διαχωριστική επιφάνεια νερού-ιζήματος αποτελεί μια ιδιαίτερη περιοχή του βυθού που κατά κύριο λόγο διαταράσσεται εξαιτίας της δράσης συρόμενων αλιευτικών εργαλείων. Η περιοχή αυτή χαρακτηρίζεται από την απόθεση σωματιδιακού οργανικού υλικού που προέρχεται είτε από την εύρωτη ζώνη είτε από χερσογενείς πηγές σχηματίζοντας ένα είδος νεφελοειδούς στρώματος πάχους από μερικά εκατοστά έως και αρκετά μέτρα πάνω από την επιφάνεια του πυθμένα που είναι γνωστό ως βενθικό διαχωριστικό στρώμα (Benthic Boundary Layer-BBL). Η ζώνη αυτή αποτελεί τη βάση για μια σειρά φυσικο-γεωχημικών και βιολογικών διεργασιών που είναι σημαντικές για τις διαδικασίες αποικοδόμησης της οργανικής ύλης και ανακύκλωσης των ανόργανων θρεπτικών αλάτων, την πρωτογενή και δευτερογενή βενθική παραγωγικότητα, την στρατολόγηση των βενθικών και βενθοπελαγικών οργανισμών και την μεταφορά ιζήματος, ρυπαντών κ.α. (Wainwright 1990, Graf 1992, Snelgrove *et al.* 2000, Smith *et al.* 2000, Austen *et al.* 2002, Raffaelli *et al.* 2003). Η συχνότητα εμφάνισης έντονων υδροδυναμικών φαινομένων, οι εποχικές μεταβολές της πρωτογενούς παραγωγής, η εισαγωγή χερσογενούς υλικού καθώς και οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις (π.χ. ρύπανση, αλιεία), που καταγράφονται με μεγαλύτερη συχνότητα στην περιοχή της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας, διαφοροποιούν χωρικά και χρονικά την έκταση και ένταση σχηματισμού της ζώνης αυτής (Gardner & Sullivan 1981, Lampitt 1985, Auster 1998). Το βενθικό διαχωριστικό στρώμα χαρακτηρίζεται από έντονη βιολογική δραστηριότητα καθώς αποτελεί σημαντική πηγή τροφής για μια μεγάλη ποικιλία οργανισμών και παράλληλα πεδίο στρατολόγησης,

ανάπτυξης, αναπαραγωγής και εκμετάλλευσης βενθοπελαγικών ψαριών μεγάλης εμπορικής αξίας (Wishner 1980a,b, Wishner & Meise-Munns 1984, Gowing & Wishner 1992, Childress *et al.* 1989, Angel 1990, Townsend *et al.* 1992, Kontar & Sokov 1997, Turley 2000).

Η δυναμική λειτουργία πολλών θαλάσσιων οικοσυστημάτων, στα οποία συμπεριλαμβάνονται τα σημαντικότερα αλιευτικά πεδία, εξαρτάται από την στενή σύνδεση μεταξύ του βενθικού και πελαγικού συστήματος στην διαχωριστική επιφάνεια νερού-ιζήματος (Snelgrove *et al.* 2000). Ενας μεγάλος αριθμός οργανισμών πραγματοποιεί ημερήσιες, εποχικές καθώς και οντογενετικού χαρακτήρα μεταναστεύσεις, διασχίζοντας την διαχωριστική επιφάνεια νερού-ιζήματος, σε βαθμό που μπορεί να θεωρηθεί ότι οι οργανισμοί αυτοί συνιστούν μία ζωντανή «κλίμακα» σύνδεσης μεταξύ των Συστημάτων του Βένθους και του Πελάγους (Raffaelli *et al.* 2003). Ωστόσο, οι γνώσεις μας για τις δομικές και λειτουργικές σχέσεις στο επίπεδο της βενθικής-πελαγικής διασύνδεσης παραμένουν μέχρι σήμερα ιδιαίτερα περιορισμένες καθώς το επιστημονικό ενδιαφέρον για την καταγραφή της ποικιλότητας των οργανισμών που έχουν άμεση σχέση με την διαχωριστική επιφάνεια νερού-ιζήματος και τη μελέτη του κύκλου ζωής τους έχουν δυστυχώς περιθωριοποιηθεί τα τελευταία χρόνια (Snelgrove *et al.* 2000).

Στην περιοχή του βενθικού διαχωριστικού στρώματος συναντώνται τρεις κύριες κατηγορίες ζωικών οργανισμών: οι επιβενθικοί, οι υπερβενθικοί και οι πλαγκτονικοί. Ως επιβενθικοί χαρακτηρίζονται οι οργανισμοί που ζουν πάνω στην επιφάνεια του πυθμένα και εξαρτώνται άμεσα από αυτόν (Eleftheriou & Holme 1984). Κατά αναλογία η ομάδα των οργανισμών που ζουν κοντά στην επιφάνεια του πυθμένα χαρακτηρίζεται γενικά ως υπερβένθος (Mees & Jones 1997). Θα πρέπει ωστόσο να σημειωθεί ότι ακόμη και σήμερα εξακολουθεί να υπάρχει αρκετή σύγχυση σχετικά με τον ακριβή ορισμό των υπερβενθικών οργανισμών. Στο Παράρτημα I δίνονται οι όροι που χρησιμοποιούνται σήμερα σχετικά με το υπερβένθος.

Σύμφωνα με τους Mees & Jones (1997) ο όρος “υπερβένθος” θα πρέπει να επικρατεί των όρων “suprabenthos” ή “superbenthos” για ετυμολογικούς αλλά και για ιστορικούς λόγους. Ο ελληνικής προέλευσης όρος “βένθος” θα πρέπει να συνδέεται με το επίσης ελληνικής προέλευσης πρόθεμα «υπερ-» παρά με τα λατινογενή προθέματα «supra-» ή «super-». Ο Beyer (1958) ήταν ο πρώτος ο οποίος χρησιμοποίησε τον όρο «υπερβένθος» για να χαρακτηρίσει τους ζωικούς οργανισμούς οι οποίοι ζουν στα κατώτερα στρώματα της στήλης του νερού κατά τη διάρκεια διαφορετικών περιόδων του κύκλου ζωής τους ή σε

διαφορετικές περιόδους της ημέρας, διατηρώντας ταυτόχρονα την άμεση σχέση τους με το υπόστρωμα. Ο Boysen (1975) όρισε για πρώτη φορά τη μεταβατική ζώνη ανάμεσα στο βένθος και το πλαγκτόν ως «υπερβενθική» (hyperbenthal) και διατύπωσε την άποψη ότι οι υπερβενθικοί οργανισμοί δεν περιορίζονται σε ένα συγκεκριμένο χώρο, αλλά η πανίδα αυτή αντιπροσωπεύεται από ζωοπλακτονικούς οργανισμούς που βρίσκονται κοντά στον πυθμένα κυρίως κατά τη διάρκεια των ημερήσιων μετακινήσεων τους αλλά και από ενδοβενθικούς οργανισμούς που αναδύονται στην επιφάνεια του πυθμένα ή και στην στήλη του νερού. Οι Fager *et al.* (1966) χαρακτήρισαν ως «υποπλαγκτόν» οργανισμούς, όπως ορισμένα είδη μυσιδωδών, που ζουν έως ένα περίπου μέτρο από την επιφάνεια του πυθμένα. Ο όρος «suprabenthos» χρησιμοποιήθηκε για την περιγραφή όλων των ζωικών οργανισμών μεγάλης κολυμβητικής κινητικότητας που εξαρτώνται άμεσα από το θαλάσσιο πυθμένα (κυρίως καρκινοειδή) και παράλληλα μετακινούνται ημερήσια ή εποχικά στη στήλη του νερού με διαφορετικό βαθμό έκτασης, έντασης και συχνότητας (Brunel *et al.* 1978). Ο όρος αυτός υιοθετήθηκε από αρκετούς ερευνητές (Brunel *et al.* 1978, Kaartvedt 1989a, Sorbe 1989, Chevrier *et al.* 1991, Dauvin *et al.* 1994, Dauvin & Zouhiri 1996, Brandt 1997, Cunha *et al.* 1997a,b,) αντί του όρου “υπερβένθος” γιατί ο τελευταίος θεωρήθηκε ότι προκαλεί σύγχυση καθώς υποδηλώνει την έννοια «περισσότερο από» απ’ ότι την έννοια «πάνω από». Παράλληλα, υιοθετούνται οι όροι «βενθοπελαγικό πλαγκτόν» και «μακροπανίδα βενθικού διαχωριστικού στρώματος» (benthic boundary layer macrofauna) για να περιγράψουν την υπερβενθική πανίδα κυρίως στα βαθιά νερά (Wishner 1980 a,b, Wildish *et al.* 1992, Dauvin *et al.* 1995, 2000) και αντίστοιχα οι όροι «resident», «swarming», ή «demersal» ζωοπλαγκτόν για την περιγραφή του υπερβένθους στις τροπικές περιοχές (Emery 1968, Alldredge & King 1980, 1985, McWilliam *et al.* 1981, Youngbluth 1982, Stretch 1985, Carleton & Hamner 1989, Kim & Oliver 1989). Οι μεγαλύτερης κινητικότητας υπερβενθικοί οργανισμοί, όπως τα μυσιδώδη, έχουν κατά καιρούς αναφερθεί και ως «μικρονηκτόν» (Wiebe *et al.* 1985, Andersen & Sardou 1992) ή «νηκτοβένθος» (Salemaa *et al.* 1990). Άλλοι όροι που έχουν κατά καιρούς χρησιμοποιηθεί είναι «ημιπλακτονικοί οργανισμοί» (Sentz-Braconnot, 1967) και «κινητικό επιβένθος» (Kritzler & Eidemiller 1972). Σχετικά πρόσφατα οι Wang & Dauvin (1994) και οι Wang *et al.* (1994) διέκριναν το υπερβένθος σε «μόνιμο υπερβένθος» (μυσιδώδη, κουμώδη, δεκάποδα, αμφίποδα, ισόποδα και πυκνογονίδια) και σε «εγγύς του πυθμένα ζωοπλαγκτόν» που με τη σειρά του διακρίνεται σε μεσο-ζωοπλαγκτόν (κωπήποδα, προνύμφες καρκινοειδών, χαιτόγναθα, προνύμφες πολυχαίτων) και σε μακρο-ζωοπλαγκτόν (κτενοφόρα και

μετανυμφικά στάδια ψαριών). Προκειμένου να αποσαφηνισθεί η παρατηρούμενη σύγχυση οι Hamerlynck & Mees (1991) πρότειναν ο όρος υπερβένθος να χρησιμοποιείται γενικά για την περιγραφή όλων εκείνων των ζωικών οργανισμών που ζουν μέρος ή και ολόκληρη τη ζωή τους κοντά στην επιφάνεια του πυθμένα και εξαρτώνται άμεσα από αυτόν. Επιπρόσθετα, προτείνουν τον όρο «μερο-υπερβένθος» για την περιγραφή των οργανισμών που ζουν μόνο μέρος της πρώιμης ζωής τους ως υπερβένθος και στη συνέχεια στρατολογούνται στο νηκτόν, το επιβένθος ή το ενδοβένθος και τον όρο «ολο-υπερβένθος» για τους οργανισμούς που ζουν διάφορες περιόδους της ενήλικης ζωής τους ως υπερβένθος. Οι Mees και Jones (1997) προτείνουν επίσης τον διαχωρισμό του υπερβένθους σε μακρο-υπερβένθος (> 0.5 ή 1.0 mm) και μειο-υπερβένθος (μεταξύ 32, 45, ή 63 μm και 0.5 ή 1.0 mm). Για τις ανάγκες της συγκεκριμένης μελέτης υιοθετήθηκε ο ορισμός του υπερβένθους σύμφωνα με τους Hamerlynck & Mees (1991). Συμπερασματικά, φαίνεται ότι η υπερβενθική πανίδα αποτελείται από μια μεγάλη ποικιλία ομάδων οργανισμών οι οποίοι χαρακτηρίζονται ως υπερβενθικοί κυρίως λόγω της κατανομής τους στο χώρο και όχι λόγω της φυλογενετικής τους προέλευσης ή κάποιων συγκεκριμένων λειτουργικών τους ιδιοτήτων.

Ο ρόλος της πανίδας του βενθικού διαχωριστικού στρώματος στη λειτουργία του θαλάσσιου οικοσυστημάτος είναι σημαντικός (Mees & Jones 1997). Πολλά υπερβενθικά είδη, κυρίως μυσιδώδη, χρησιμοποιούν ως κύρια πηγή τροφής τα οργανικά θρύμματα που βρίσκονται στην στήλη του νερού, μικρής σχετικά τροφικής αξίας, παίζοντας σημαντικό ρόλο στις διαδικασίες αποικοδόμησης της οργανικής ύλης και αναγέννησης των ανόργανων θρεπτικών αλάτων (Cockcroft *et al.* 1988). Άλλα υπερβενθικά και επιβενθικά είδη τρέφονται κυρίως με σωματιδιακό οργανικό υλικό καθώς επίσης με φυτοπλαγκτονικούς και ζωοπλαγκτονικούς οργανισμούς (Mauchline 1980, Cooper & Goldman 1980, Wooldridge 1989, Webb & Wooldridg 1990). Οι ζωϊκοί οργανισμοί που ζουν στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα αποτελούν με την σειρά τους τροφή για ένα μεγάλο αριθμό βενθοπελαγικών ειδών ψαριών (Mauchline & Gordon 1991, Carrassón *et al.* 1997, Martin & Christiansen 1997, Labropoulou & Eleftheriou 1997, Cartes & Maynou 1998), καρκινοειδών (Barkai & Branch 1988, Cartes 1993a,b,c, Labropoulou & Kostikas 1999) και κεφαλοπόδων (Bergstrom 1985, Villanueva & Guerra 1991) τουλάχιστον σε κάποιο συγκεκριμένο στάδιο της ζωής τους. Πολλά από τα παραπάνω είδη έχουν ιδιαίτερα υψηλή εμπορική αξία και επομένως είναι σημαντικά για την αλιευτική παραγωγή. Το υπερβένθος αποτελεί επίσης σημαντική τροφή για τα πρώτα στάδια ανάπτυξης πολλών

βενθοπελαγικών ψαριών (Sorbe 1981, Wildish *et al.* 1992, Beyst *et al.* 1999). Διάφορα θαλάσσια θηλαστικά (π.χ. φάλαινες) και πουλιά τρέφονται με υπερβενθικούς οργανισμούς (Kim & Oliver 1989, Mees & Jones 1997) και κάποια υπερβενθικά είδη μυσιδωδών αποτελούν τροφή ακόμη και για τον άνθρωπο σε ορισμένες ασιατικές χώρες (Omori 1978). Σύμφωνα με τα παραπάνω είναι φανερό ότι η μακροπανίδα του βενθικού διαχωριστικού στρώματος αποτελεί έναν σημαντικό τροφικό κρίκο ανάμεσα στα κατώτερα και ανώτερα τροφικά επίπεδα του θαλάσσιου οικοσυστήματος.

Σύμφωνα με τους Mees & Jones (1997), από τα τέλη του 19ου αιώνα διατυπώθηκε η άποψη ότι οι ευρείας χρήσης δειγματολήπτες, όπως πχ. βενθικές αρπάγες (grabs), δράγες (dredges) και τράτες (trawls) δεν είναι αρκετά αποτελεσματικοί για τη συλλογή μακροπανιδικών βενθικών οργανισμών μικρού μεγέθους και μεγάλης κινητικότητας. Ακόμα και η συνδυασμένη εφαρμογή δειγματοληπτικών μεθόδων κλασσικού τύπου δεν επιτρέπει την επαρκή εκτίμηση της ποιοτικής και ποσοτικής σύστασης της μακροπανίδας του βενθικού διαχωριστικού στρώματος. Ο Russel (1925, 1926, σύμφωνα με τους Mees & Jones 1997) είναι πιθανότατα ο πρώτος που αναγνώρισε τη σημασία της πανίδας που ζει πολύ κοντά στο θαλάσσιο πυθμένα και την ανάγκη ανάπτυξης ειδικής δειγματοληπτικής τεχνολογίας για τη συλλογή της.

Ειδικά για την δειγματοληψία του υπερβένθους σε περιοχές της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας και κατωφέρειας με κινητό υπόστρωμα, έχουν σχεδιαστεί και κατασκευαστεί συρόμενα επί του βυθού εξειδικευμένα έλκηθρα στα οποία προσαρμόζονται δίχτυα πλαγκτού τοποθετημένα παράλληλα προς τον βυθό. Οι πρόδρομοι δειγματολήπτες αυτού του τύπου περιελάμβαναν δίχτυα με μικρή σχετικά διάμετρο ματιού προσαρμοσμένα σε κλασσικού τύπου δράγες ή τράτες βυθού (Russel 1928) και αρκετά αργότερα σε μικρά, απλού τύπου συρόμενα επί του βυθού έλκηθρα (Senz-Braconnot 1967, Hamerlynck & Mees 1991). Στις σχετικά αβαθείς περιοχές έχουν χρησιμοποιηθεί απλού τύπου έλκηθρα χωρίς μηχανισμό ανοίγματος-κλεισίματος της εισόδου των δικτύων (Oug, 1977). Οι απαιτήσεις ωστόσο της δειγματοληψίας σε μεγαλύτερα βάθη, επέβαλαν την κατασκευή περισσότερο εξελιγμένων και σχετικά πολύπλοκων ελκθρων εφοδιασμένων με διάφορους μηχανισμούς ανοίγματος-κλεισίματος του στομίου εισόδου των δικτύων ώστε να ελαχιστοποιείται η πιθανότητα διαφυγής των οργανισμών και να λαμβάνονται ποσοτικά δείγματα (Bossanyi 1951, Wickstead 1953, Beyer 1958, Frolander & Pratt 1962, Clutter 1965, Macer 1967, Omori 1969, Poirier *et al.* 1969, Sorbe 1983). Οι νέοι τύποι δειγματοληπτών περιελάμβαναν διάφορα καινοτομικά χαρακτηριστικά όπως

υδραυλικό (Fossa *et al.*, 1988) ή ακουστικό (Aldred *et al.* 1976) μηχανισμό ανοίγματος-κλεισίματος του στομίου των διχτύων, προσθήκη οδομέτρων και ροομέτρων για την ποσοτική εκτίμηση των δειγμάτων (Sorbe 1983, Thouzeau *et al.* 1991, Dauvin *et al.* 1995, Brandt & Barthel 1995), χρήση υποβρύχιας κάμερας (Holme & Barrett 1977, Rowell *et al.* 1997, Christiansen & Nuppenau 1997) και διχτύων συλλογής είτε σε διαφορετικά στρώματα της στήλης του νερού (Macer 1967, Brunel *et al.* 1978, Dauvin & Lorgeré 1989) είτε σε πολλαπλά επάλληλα επίπεδα κοντά στην επιφάνεια του πυθμένα (Oug 1977, Brunel *et al.* 1978, Sorbe 1983, Dauvin *et al.* 1995, Brandt & Barthel 1995). Αναπτύχθηκαν επίσης σε πολύ μικρότερο βαθμό τροποποιημένα έλκηθρα εφοδιασμένα με διάφορα πρόσθια εξαρτήματα ανατάραξης του ιζήματος, όπως αλυσίδες (tickler chains, Ockelman, 1964) καθώς επίσης μηχανισμοί εκτόξευσης νερού ή διέγερσης των οργανισμών με χρήση ηλεκτρικού ρεύματος (Turnbull & Watson 1992). Οι παραπάνω τεχνικές χρησιμοποιήθηκαν σε μεμονωμένες περιπτώσεις για τη ποιοτική συλλογή συγκεκριμένων οργανισμών-στόχων που βρίσκονται πολύ κοντά ή και πάνω στην επιφάνεια του πυθμένα.

Η σύγχρονη δειγματοληψία με χρησιμοποίηση υπερβενθικών ελκήθρων θεωρείται σήμερα αρκετά ικανοποιητική για τη συλλογή κυρίως των οργανισμών που βρίσκονται πολύ κοντά στην επιφάνεια του πυθμένα αν και φαίνεται ότι ακόμη δεν έχει κατασκευαστεί η «κατάλληλη» δειγματοληπτική συσκευή και κάθε σύγχρονος δειγματολήπτης χρησιμοποιείται γιατί απλώς «. . . φαίνεται να λειτουργεί καλύτερα από τους υπόλοιπους» (Mees & Jones 1997). Πληροφορίες σχετικές με την αποτελεσματικότητα και επιλεκτικότητα των υπερβενθικών ελκήθρων είναι ελάχιστες (Hesthagen & Gjermundsen 1978, Schnack 1978, Huberdeau & Brunel 1982, Brattegard & Fossa 1991). Είναι ωστόσο γενικά παραδεκτό ότι τα έλκηθρα αυτά δεν δειγματοληπτούν το τμήμα της στήλης του νερού που μεσολαβεί μεταξύ του κατώτερου διχτυού του δειγματολήπτη και της επιφάνειας του πυθμένα (Huberdeau & Brunel 1982, Mees & Jones 1997). Κατά συνέπεια ένα σημαντικό ποσοστό της υπερβενθικής πανίδας που ενδεχομένως βρίσκεται πολύ κοντά ή πάνω στην διαχωριστική επιφάνεια νερού-ιζήματος δεν δειγματοληπτείται καθόλου. Ένα άλλο σημαντικό μειονέκτημα είναι η συχνά παρατηρούμενη επιμόλυνση των δειγμάτων που συλλέγονται με ίζημα, ιδίως αυτών που συλλέγονται με το κατώτερο δίχτυ, εξαιτίας των απρόβλεπτων και μη ελεγχόμενων κατά την σύρση επαφών του δειγματολήπτη με εξάρσεις του πυθμένα που έχουν ως αποτέλεσμα την παράλληλη συλλογή «ανεπιθύμητων» ενδοβενθικών οργανισμών (Oug 1977,

Hesthagen & Gjermundsen 1978, Buhl-Jensen 1986, Dauvin *et al.* 1994, 1995, Dauvin & Sorbe 1995, Dauvin & Zouhiri 1996, Brandt 1995, Sorbe 1999).

Παρά το γεγονός ότι αναμφισβήτητα το σύνολο των μακροπανιδικών οργανισμών που ζουν στη διαχωριστική επιφάνεια νερού-ιζήματος διαταράσσεται από την επίδραση όλων των επιμέρους εξαρτημάτων των συρόμενων αλιευτικών εργαλείων, και κυρίως της μηχανότρατας, τα οποία έρχονται σε επαφή με το ίζημα (πόρτες, συρματόσχοινα, φτερά, γραντί μολυβιού), οι μέχρι σήμερα πληροφορίες που αφορούν την εκτίμηση της επίδρασης των εξαρτημάτων αυτών στους επιβενθικούς και υπερβενθικούς οργανισμούς μικρού μεγέθους που βρίσκονται πάνω ή πολύ κοντά στην επιφάνεια του πυθμένα είναι ελάχιστες και προέρχονται κυρίως από την εξέταση στομαχικών περιεχομένων ψαριών ή μεγάλων επιβενθικών ασπονδύλων πριν και μετά την πειραματική αλίευση. Οι πληροφορίες αυτές υποδηλώνουν μόνο έμμεσες και γενικού χαρακτήρα επιδράσεις των αλιευτικών εργαλείων στους παραπάνω οργανισμούς (Kaiser & Spencer 1994, Ramsay *et al.* 1996, Kaiser & Ramsay 1997, Kaiser *et al.* 1998).

Εκτός από το μέγεθος και το βάρος των επιμέρους εξαρτημάτων της τράτας αλλά και την πίεση που εξασκούν κατά την σύρση, η συνολική επιφάνεια «σάρωσης» του βυθού από την τράτα είναι μία σημαντική παράμετρος για την ποσοτική εκτίμηση της επίδρασης του συγκεκριμένου αλιευτικού εργαλείου στην βενθική πανίδα. Το μέγιστο πλάτος επαφής του πρόσθιου τμήματος της τράτας με τον πυθμένα (από πόρτα σε πόρτα), κυμαίνεται από 35 έως 55 μέτρα έχοντας ένα μέσο πλάτος 40 μέτρα (Churchill 1989, Auster *et al.* 1996, Lindeboom & de Groot 1998, Pilskaln *et al.* 1998) ενώ σύγχρονες εκτιμήσεις ανεβάζουν το μέσο πλάτος σάρωσης στα 100 περίπου μέτρα (εύρος τιμών 53.7 – 137.1) (Ragnarsson & Steingrímsson 2003). Οι τελευταίοι συγγραφείς έχουν υπολογίσει ότι κατά την σύρση της τράτας μόλις το 5% της επαφής της με τον πυθμένα οφείλεται στις δυο πόρτες και επομένως το μεγαλύτερο μέρος της διατάραξης των επιφανειακών ιζημάτων προέρχεται από το γραντί μολυβιού και τα συρματόσχοινα. Επομένως, από τα επιμέρους εξαρτήματα της τράτας, το γραντί μολυβιού θα πρέπει να προκαλεί σημαντικότερες επιδράσεις στην περιοχή της διαχωριστικής επιφάνειας νερού-ιζήματος και κατά επέκταση στους επιβενθικούς και υπερβενθικούς οργανισμούς που ζουν σε αυτήν.

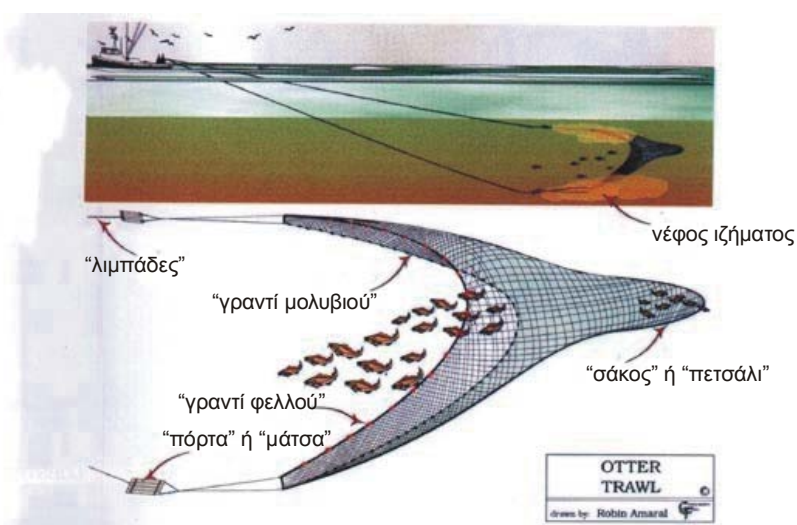
Κύριοι στόχοι αυτής της μελέτης είναι η διερεύνηση της ποιοτικής και ποσοτικής σύνθεσης της μακροπανίδας που ζει στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας του Κόλπου του Ηρακλείου και παράλληλα η εκτίμηση της άμεσης επίδρασης της μηχανότρατας στην συγκεκριμένη πανίδα.. Για τον σκοπό αυτό

αναπτύχθηκε, δοκιμάστηκε στο πεδίο και αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητα και η επιλεκτικότητα μιας νέας μεθοδολογίας που περιελάμβανε την κατασκευή ενός δειγματολήπτη τύπου ελκήθρου. Ο δειγματολήπτης αυτός έχει την δυνατότητα λήψης ποσοτικών μακροπανιδικών δειγμάτων από το βενθικό διαχωριστικό στρώμα και με την χρήση πρόσθετων εξαρτημάτων προσομοιώνει την ανατάραξη του ιζήματος που προκαλεί το κατώτερο πρόσθιο τμήμα της τράτας (γραντί μολυβιού) καθώς σύρεται επί του βυθού συλλέγοντας ταυτόχρονα τους οργανισμούς που διαταράσσονται και βρίσκονται εκτεθειμένοι στο αιωρούμενο ίζημα. Επίσης, ειδικό αντικείμενο της μελέτης αποτέλεσε η διερεύνηση της υπόθεσης του αν η συγκεκριμένη μορφή διατάραξης του ιζήματος προκαλεί σημαντικές αλλαγές στα διατροφικά πρότυπα που ακολουθούν τα βενθοπελαγικά είδη ψαριών ως προς την ποσότητα και την σύνθεση της τροφής τους.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΑΡΧΙΚΕΣ ΘΕΩΡΗΣΕΙΣ

Η τράτα βυθού αποτελεί ένα από τα πιο κοινά σε παγκόσμιο επίπεδο συρόμενα αλιευτικά εργαλεία και χρησιμοποιείται κυρίως στην ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα για την αλιεία βενθοπελαγικών ψαριών (Εικόνα 2.1).



Εικόνα 2.1 Τράτα βυθού (πηγή: <http://www.fishingnj.org/diaotter.htm>).

Η τράτα αποτελείται από 2 μεταλλικές ή ξύλινες πόρτες και από ένα κωνικό δίχτυ που καταλήγει στο πίσω μέρος του στον σάκο όπου συγκεντρώνεται το αλιεύμα. Το ανώτερο τμήμα του ανοίγματος του στομίου της τράτας διατηρείται σε σταθερό ύψος με τη χρήση σειράς πλωτήρων, το δε κατώτερο τμήμα του διατηρείται σταθερά στην επιφάνεια του πυθμένα εξαιτίας των δυνάμεων που ασκούν οι πόρτες κατά την κίνηση της τράτας καθώς επίσης και με την βοήθεια πρόσθετων βαρών ή και αλυσίδων. Τα επιμέρους τμήματα της τράτας μπορεί να παρουσιάζουν σημαντικές διαφοροποιήσεις ανάλογα με τις τοπικές προτιμήσεις και τις συνήθειες των ψαράδων (π.χ. σχήμα σάκου, προσθήκη πρόσθετων αλυσίδων, μπομπίνων, κλπ), που αποβλέπουν στην βελτίωση της αποτελεσματικότητας του εργαλείου σε σχέση με τα εκάστοτε είδη-στόχους. Κατά τη διάρκεια της σύρσης της τράτας επί του βυθού το νέφος ιζήματος και ο στροβιλισμός του νερού που προκαλούνται από την επαφή κάθε πόρτας με τον πυθμένα δημιουργούν κατά μήκος των συρματόσχοινων ένα οπτικό ερέθισμα που λειτουργεί σαν ένα διπλό νοητό

τείχος και οδηγεί τελικά τα ψάρια στο σάκο του διχτυού. Παρατηρήσεις που έχουν γίνει με δύτες και τηλεκατευθυνόμενα οχήματα εφοδιασμένα με υποβρύχια τηλεοπτική κάμερα, έχουν δείξει ότι το οπτικό ερέθισμα είναι εκείνο που καθορίζει τη συμπεριφορά των ψαριών απέναντι στο συγκεκριμένο εργαλείο μολονότι ορισμένα είδη ψαριών αντιδρούν επίσης και σε ηχητικά ερεθίσματα (NRC 2002). Γενικά έχει παρατηρηθεί ότι τα ψάρια που βρίσκονται μεταξύ των δύο πορτών και του ανοίγματος του σάκου κολυμπούν προς την ίδια κατεύθυνση και με ταχύτητα περίπου ίση με την ταχύτητα σύρσης της τράτας. Το κατώτερο πρόσθιο τμήμα του διχτυού της τράτας, γνωστό ως «γραντί μολυβιού» ή απλά «γραντί» (groundrope), το οποίο αποτελείται συνήθως από ένα συνδυασμό σχοινιών και αλυσίδων, εξασφαλίζει την καλή επαφή του εργαλείου με τον πυθμένα. Το μέγιστο πλάτος επαφής του πρόσθιου τμήματος της τράτας με τον πυθμένα (από πόρτα σε πόρτα) κυμαίνεται από 35 έως 55 m σε (Lindeboom & de Groot 1998) έχοντας ένα μέσο πλάτος 40 m (Auster *et al.* 1996) αν και νεότερες εκτιμήσεις αναφέρουν ένα μέσο πλάτος 100 περίπου μέτρων (Ragnarsson & Steingrímsson 2003). Σύμφωνα με τον Churchill (1989), το αντίστοιχο πλάτος επιφάνειας του βυθού με το οποίο έρχονται σε επαφή και οι δυο πόρτες της τράτας μαζί δεν υπερβαίνει τα 7 m. Αντίθετα, η μέση επιφάνεια επαφής του πρόσθιου-κατώτερου μέρους του ανοίγματος του διχτυού της τράτας («γραντί μολυβιού») είναι κατά πολύ μεγαλύτερη.

Σύμφωνα με τα παραπάνω το «γραντί μολυβιού» είναι το εξάρτημα της τράτας στο οποίο οφείλεται το μεγαλύτερο ποσοστό επαφής του συγκεκριμένου αλιευτικού εργαλείου με την επιφάνεια του θαλάσσιου πυθμένα και επομένως αναμένεται να αποτελεί την κύρια αιτία των αρνητικών επιδράσεων της τράτας βυθού στους μικρού μεγέθους ζωικούς οργανισμούς που ζουν είτε πάνω είτε πολύ κοντά στη διαχωριστική επιφάνεια νερού-ιζήματος. Επομένως η μελέτη αυτών των επιδράσεων μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσα από την ανάπτυξη μιας μεθοδολογίας προσομοίωσης της επαφής του κατώτερου πρόσθιου τμήματος της τράτας με την επιφάνεια του θαλάσσιου πυθμένα σε συνθήκες αλίευσης.

2.2. ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΛΚΗΘΡΟΥ-ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΤΡΑΤΑΣ (TTSS2: TOWED TRAWL SIMULATOR SLEDGE)

Ο ποσοτικός δειγματολήπτης TTSS2 (Εικόνα 2.2) κατασκευάστηκε χρησιμοποιώντας το πλαίσιο ενός βενθικού ελκήθρου που έχει περιγραφεί από τους Shand & Priestley (1999). Το έλκηθρο αυτό, που είναι εφοδιασμένο με υποβρύχιες κάμερες, αναπτύχθηκε για τη μελέτη της γεωμορφολογίας και της βενθικής πανίδας του θαλάσσιου πυθμένα στην Βόρεια Θάλασσα (Εικόνα 2.3). Το πλαίσιο του ελκήθρου είναι κατασκευασμένο από σωλήνες αλουμινίου ανθεκτικούς στο θαλασσινό νερό (βαθμός HE 30) και έχει μήκος 2.24 m, πλάτος 1.27 m και ύψος 1.52 m. Το πλαίσιο μαζί με τον εξοπλισμό της κάμερας ζυγίζει περίπου 127 kg στον αέρα και 55 kg στο νερό. Ο ποσοτικός δειγματολήπτης TTSS2 αποτελεί μια δεύτερη τροποποιημένη μορφή του ελκήθρου των Shand & Priestley (1999). Η πρώτη (δειγματολήπτης TTSS1) περιλαμβάνει ένα σύστημα δειγματοληπτών νερού με ηλεκτρομηχανικό μηχανισμό κλεισίματος (Εικόνα 2.4) με στόχο τη μελέτη των φυσικών και βιογεωχημικών επιδράσεων της μηχανότρατας στα επιφανειακά ιζήματα (Dounas *et al.* 2002).

Στο πρόσθιο μέρος του δειγματολήπτη TTSS2 τοποθετήθηκε ένα μεταλλικό πλαίσιο το οποίο χωρίζεται σε τρία επιμέρους ορθογώνια ανοίγματα στα οποία έχουν προσαρμοστεί τρεις θυρίδες (Εικόνες 2.5B, 2.6A) και ένας μηχανισμός ανοίγματος-κλεισίματος των θυρίδων (Εικόνες 2.5A,B, 2.6A). Η επιφάνεια ανοίγματος της κάθε θυρίδας είναι 0.15 m^2 (0.58 m πλάτος x 0.26 m ύψος). Τρία πλαγκτονικά δίκτυα με διάμετρο ματιού 0.5 mm προσαρμόστηκαν (με φερμουάρ) πίσω από τις θυρίδες και τοποθετήθηκαν σε οριζόντια θέση (Εικόνα 2.6B). Τα δίκτυα είναι διαταγμένα σε τρία επίπεδα παράλληλα με τον βυθό με τρόπο ώστε το κατώτερο σημείο του στομίου τους να βρίσκεται σε απόσταση 5, 31 και 57 cm από την επιφάνεια του πυθμένα. Κάθε δίκτυο έχει μήκος 1.6 m.

Η λειτουργία του δειγματολήπτη TTSS2 ελέγχεται οπτικά από μια έγχρωμη βιντεοκάμερα τύπου Osprey 1364 CCD που είναι τοποθετημένη σε ένα σταθερό σημείο στο επάνω μέρος του ελκήθρου (Εικόνες 2.5A,B, 2.6B, 2.7A).

Ο μηχανισμός ανοίγματος-κλεισίματος των θυρίδων στηρίζεται σε ένα αυτόματο ηλεκτρομηχανικό σύστημα που λειτουργεί κατά βούληση με εντολές από το σκάφος υποστήριξης (Εικόνα 2.6A). Το μηχανικό μέρος του συστήματος αυτού είναι τοποθετημένο στο ανώτερο τμήμα του μεταλλικού πλαισίου και συνδέεται διαδοχικά μέσω

λεπτού συρματόσχοινου (ή νήματος) και με τις τρεις θυρίδες (Εικόνες 2.5Α,Β, 2.6Α). Ο μηχανισμός αυτός δέχεται εντολές από το σκάφος υποστήριξης για να ανοίξει (οριζόντια θέση) και να κλείσει (κάθετη θέση) τις τρεις θυρίδες ταυτόχρονα, μέσω ενός ηλεκτρονικού συστήματος ελέγχου που είναι τοποθετημένο μαζί με την συσκευή παροχής ενέργειας (συσσωρευτής) σε ένα θάλαμο πίεσης που βρίσκεται στο επάνω μέρος του ελκλήθρου (Εικόνες 2.5Α,Β, 2.6Α,Β). Το ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου συνδέεται με το σκάφος επιφανείας μέσω ενός καλωδίου το οποίο παράλληλα παρέχει ηλεκτρικό ρεύμα στην υποβρύχια κάμερα και τους προβολείς του ελκλήθρου.

Το οπίσθιο μέρος του ελκλήθρου υποστηρίζει τα δίχτυα και τα δοχεία συλλογής τους (Εικόνες 2.5Α, 2.6Γ). Ένα οδόμετρο κατασκευασμένο από αλουμίνιο (τύπου οδοντωτής ρόδας με περιφέρεια ενός μέτρου) είναι προσαρμοσμένο στο οπίσθιο και κατώτερο μέρος του ελκλήθρου (Εικόνες 2.5Α, 2.6Γ). Κάθε περιστροφή του οδομέτρου καταγράφεται ηλεκτρονικά στο σκάφος υποστήριξης για τον υπολογισμό της συνολικής επιφάνειας σύρσης (Εικόνα 2.7Γ).

Μπροστά από το έλκηθρο και σε απόσταση 1.5 m από αυτό, ένα τμήμα «γραντιού μολυβιού» τράτας μήκους 1.8 m υποστηρίζεται από δυο ελαφρείς μεταλλικούς βραχίονες προσαρμοσμένους στα πλάγια του ελκλήθρου (Εικόνα 2.6Δ). Οι βραχίονες συνδέονται σταθερά μεταξύ τους με μια μεταλλική ράβδο ώστε να μην μεταβάλλεται κατά την σύρση του ελκλήθρου το σχήμα και η μορφή του «γραντιού» (Εικόνες 2.5Β, 2.6Δ). Οι βραχίονες είναι μεταβαλλόμενου μήκους (τηλεσκοπικοί) ώστε κατά τις δοκιμές να είναι δυνατή η τοποθέτηση του «γραντιού» σε απόσταση μέχρι 2.4 μέτρα μπροστά από το έλκηθρο και φέρουν στο σημείο επαφής τους με τον βυθό ειδικά πέδιλα ώστε να αποτρέπεται η διείσδυσή τους στο ίζημα. Ειδικές υποδοχές στο εσωτερικό τελικό άκρο των βραχιόνων επιτρέπουν την εύκολη πρόσδεση του «γραντιού» σε θέση πλήρους διάτασης.

Αποτελεσματικότητα φιλτραρίσματος δικτύων

Για τον έλεγχο της αποτελεσματικότητας φιλτραρίσματος των δικτύων υπολογίστηκε ο λόγος (R) της επιφάνειας φιλτραρίσματος των δικτύων (F) προς την συνολική επιφάνεια του στομίου τους (A).

Η επιφάνεια φιλτραρίσματος (F) δίνεται από τη σχέση:

$$F = B \times m \quad (1)$$



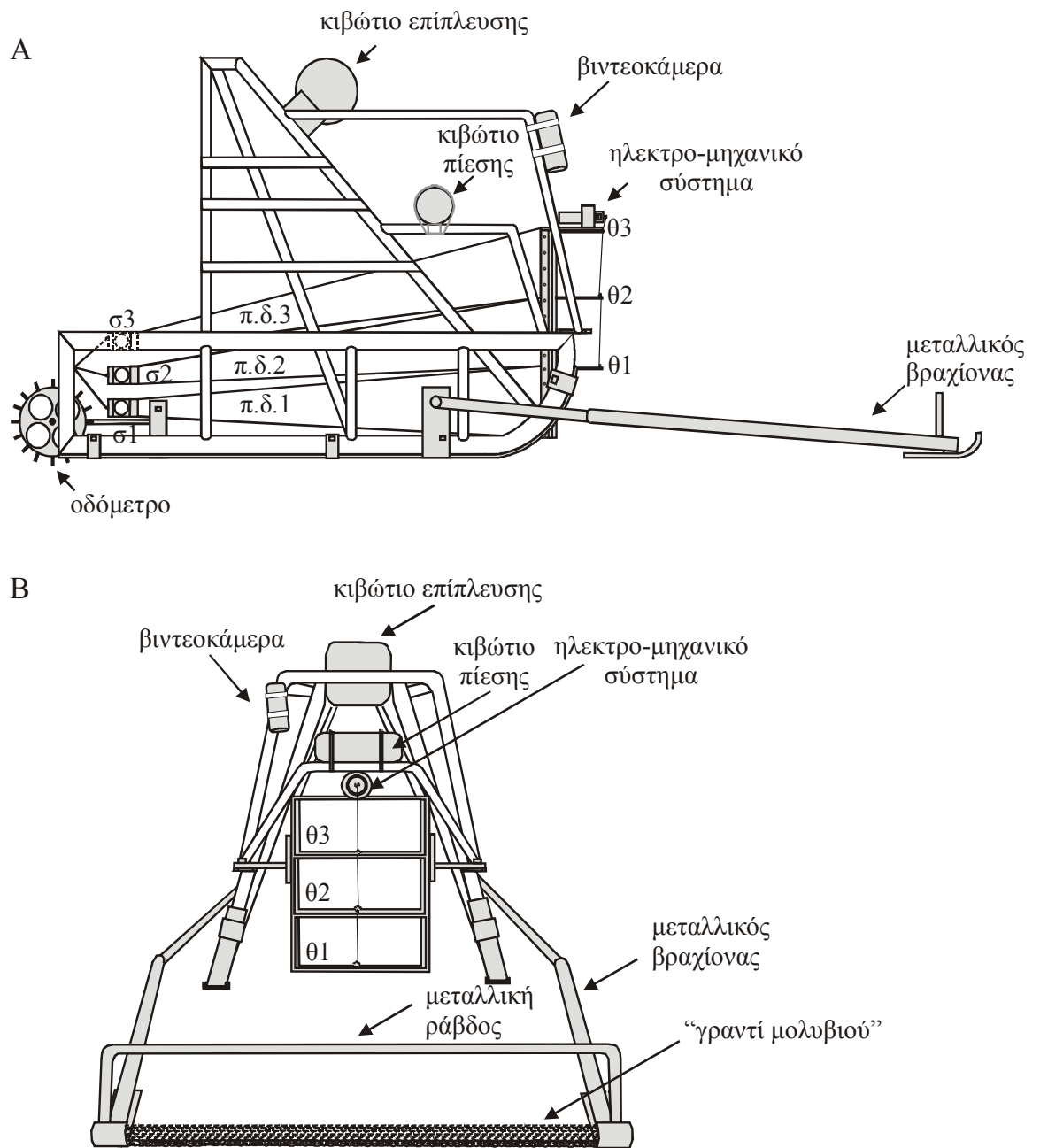
Εικόνα 2.2. Γενική άποψη του δειγματολήπτη ΤΤΣΣ2 (Towed Trawl Simulator Sledge).



Εικόνα 2.3. Γενική άποψη του βενθικού ελκίθρου των Shand & Priestley (1999).



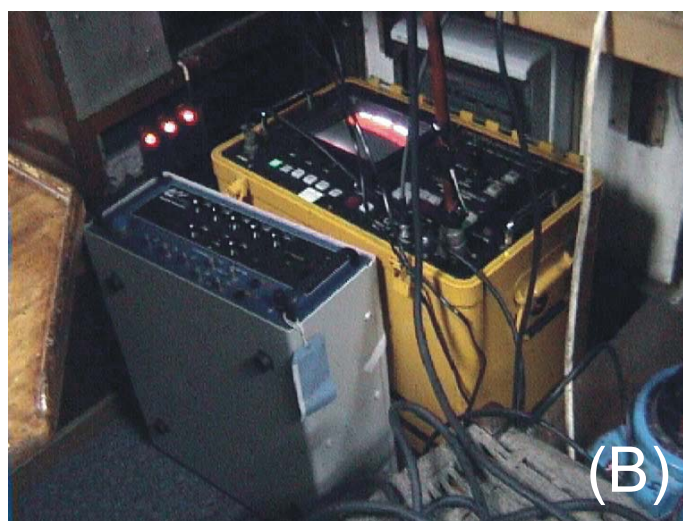
Εικόνα 2.4. Γενική άποψη του δειγματολήπτη TTSS1 (Dounas *et al.* 2002).



Εικόνα 2.5. (Α) Πλάγια και (Β) Πρόσθια σχηματική παράσταση του δειγματολήπτη TTSS2: π.δ. 1-3=πλαγκτονικά δίκτυα σ 1-3=δοχεία συλλογής θ 1-3=πόρτες διχτυών.



Εικόνα 2.6. Επιμέρους εξαρτήματα του δειγματολήπτη TTSS2. (Α) Ηλεκτρομηχανικός μηχανισμός ανοίγματος-κλεισίματος της εισόδου των δικτύων, θάλαμος πίεσης, (Β) Έγχρωμη βιντεοκάμερα, θάλαμος πίεσης, πλαγκτονικά δίκτυα, (Γ) Δίκτυα συλλογής, οδόμετρο, (Δ) «Γραντί μολυβιού», μεταλλικοί βραχίονες, μεταλλική ράβδος, (Ε) Ανέλκυση του δειγματολήπτη TTSS2 χωρίς «γραντί» στο σκάφος υποστήριξης «ΦΙΛΙΑ», (Ζ) Συλλογή δειγμάτων μετά την ανέλκυση του δειγματολήπτη TTSS2 στο «ΦΙΛΙΑ».



Εικόνα 2.7. Εξαρτήματα υποστήριξης του δειγματολήπτη TTSS2 από το σκάφος επιφανείας. (Α) Σύστημα προβολής και αποθήκευσης ψηφιακής εικόνας (Β) Κονσόλα ελέγχου ψηφιακής εικόνας (Γ) Μηχανισμός ηλεκτρονικής καταγραφής των περιστροφών του οδομέτρου.

όπου:

B = η διαπερατότητα της επιφάνειας του διχτυού

m = η συνολική επιφάνεια του διχτυού

Η διαπερατότητα του διχτυού ορίζεται από την εξίσωση (Smith *et al.* 1968):

$$B = a^2/(a+f)^2 \quad (2)$$

όπου:

a = η μέση διάμετρος ματιού διχτυού

f = η μέση διάμετρος νήματος διχτυού

Η μέση διάμετρος ματιού του διχτυού (a) που χρησιμοποιήθηκε είναι 0.5 mm και η μέση διάμετρος του νήματος του (f) είναι 0.25 mm. Επομένως σύμφωνα με την εξίσωση (2) η διαπερατότητα του διχτυού είναι 0.446. Η συνολική επιφάνεια του διχτυού είναι 1.760 m². Εφαρμόζοντας την εξίσωση (1) προκύπτει ότι η επιφάνεια φιλτραρίσματος είναι 0.785 m². Σύμφωνα με τα παραπάνω ο λόγος επιφάνειας φιλτραρίσματος προς επιφάνεια ανοίγματος του διχτυού είναι :

$$R = F/A = 0.785 \text{ m}^2/0.15 \text{ m}^2 = 5.24$$

Σύμφωνα με τους Smith *et al.* (1968), η αποτελεσματικότητα φιλτραρίσματος των διχτυών είναι μεγαλύτερη από 85% όταν ο λόγος της επιφάνειας φιλτραρίσματος προς την επιφάνεια ανοίγματος του διχτυού είναι μεγαλύτερος από 3.2. Επομένως, η αποτελεσματικότητα φιλτραρίσματος των διχτυών που χρησιμοποιήθηκαν στη συγκεκριμένη μελέτη είναι μεγαλύτερη από 85%, εφόσον ο λόγος της επιφάνειας φιλτραρίσματος προς την επιφάνεια ανοίγματος του διχτυού στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι 5.24.

2.3. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΗ TTSS2 ΜΕ ΑΛΛΟΥΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΕΣ

Σύμφωνα με ανασκόπηση της σχετική βιβλιογραφίας, έχουν κατασκευαστεί κατά καιρούς διάφοροι τύποι δειγματοληπτών που χρησιμοποιούνται για την συλλογή

δειγμάτων επιβενθικής και υπερβενθικής πανίδας καθώς και ζωοπλαγκτονικών οργανισμών που βρίσκονται πολύ κοντά στην επιφάνεια του πυθμένα. Οι κυριότεροι τύποι αυτών των δειγματοληπτών, που χρησιμοποιούνται ευρέως ακόμη και σήμερα, και μια σύνοψη των τεχνικών χαρακτηριστικών τους δίνονται στον Πίνακα 2.1.

Κυρίως για εφαρμογές στην βαθιά θάλασσα έχουν χρησιμοποιηθεί «επιβενθικά» έλκηθρα, κατασκευές με βαρύ σκελετό εφοδιασμένες με δίχτυ συλλογής διαμέτρου ανοίγματος ματιού από 0.5 έως 10 mm, κατάλληλα για την συλλογή επιβενθικών δειγμάτων (Hessler & Sanders 1967, SQUAREVE III: Thouzeau *et al.* 1991, IOS sledge: Christiansen & Nuppenau 1997). Για τη λήψη ποσοτικών δειγμάτων υπερβενθικής πανίδας κυρίως στην περιοχή της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας και κατωφέρειας χρησιμοποιούνται ειδικά διαμορφωμένα υπερβενθικά έλκηθρα με δίχτυα συλλογής ανοίγματος ματιού 0.5 mm (Sorbe 1983, Beyer & Indrehus 1995, Macer-GIROQ sledge: Dauvin *et al.* 1995, RP sledge: Brandt & Barthel 1995). Εκτός από έλκηθρα έχουν κατά καιρούς χρησιμοποιηθεί δράγες ή τράτες ειδικά τροποποιημένες για την συλλογή μακροπανιδικών οργανισμών (Triple-D: Bergman & Van Santbrink 1994, 2-m beam trawl: Kaiser *et al.* 1994). Στις περισσότερες από τις παραπάνω δειγματοληπτικές συσκευές έχουν προσαρμοστεί μηχανισμοί ανοίγματος-κλεισίματος της εισόδου των δικτύων καθώς και μηχανισμοί μέτρησης της επιφάνειας ή του όγκου σύρσης (οδόμετρο ή ροόμετρο αντίστοιχα) ώστε τα δείγματα που λαμβάνονται να επιδέχονται ποσοτική επεξεργασία.

Με εξαίρεση τα υπερβενθικά έλκηθρα, τα επιβενθικά έλκηθρα, οι δράγες και οι τράτες είναι εφοδιασμένα συνήθως με δίχτυα μεγάλης σχετικά διαμέτρου ματιού (>5 ή 10 mm), ώστε να αποφεύγεται το φράξιμο των δικτύων τους με ίζημα, με αποτέλεσμα να μην είναι εφικτή η συλλογή του μικρότερου κλάσματος της μακροπανίδας. Ωστόσο, δοκιμαστικές σύρσεις του TTSS2, που χρησιμοποιήθηκε στη συγκεκριμένη μελέτη, έδειξαν ότι ο συγκεκριμένος δειγματολήπτης συλλέγει χωρίς ανάλογο πρόβλημα ακόμη και μικρού μεγέθους μακροπανιδικούς οργανισμούς (>0.5 mm). Στους περισσότερους σύγχρονους δειγματολήπτες χρησιμοποιείται μηχανικός μηχανισμός για το άνοιγμα και το κλείσιμο της εισόδου των δικτύων (Sorbe 1983, Wildish *et al.* 1992, Dauvin *et al.* 1995, Cartes *et al.* 2001a) ή σε μερικές ειδικές περιπτώσεις ακουστικός μηχανισμός (Aldred *et al.* 1976), ή μηχανισμός που λειτουργεί με πεπιεσμένο αέρα (Fossa *et al.* 1988). Η σωστή λειτουργία αυτών των μηχανισμών εξαρτάται κυρίως από την σταθερή επαφή του ελκίθρου με την επιφάνεια του πυθμένα που δεν είναι συνήθως εφικτή και επίσης εξαρτάται σημαντικά από τις συνθήκες δειγματοληψίας π.χ. βάθος, κλίσεις στην επιφάνεια του πυθμένα, καιρικές συνθήκες – ένταση κυματισμού. Ο ηλεκτρομηχανικός μηχανισμός

Πίνακας 2.1. Σύγχρονες μέθοδοι δειγματοληψίας ζωικών οργανισμών που βρίσκονται στη διαχωριστική επιφάνεια νερού-ιζήματος.

Τύπος δειγματοληψία	Αριθμός δειγμάτων	Απόσταση από διαχωριστική επιφάνεια νερού-ιζήματος (cm)	Άνοιγμα δειγτών (πλάτος x ύψος cm ²)	Μηχανισμός μέτρησης επιφάνειας ή όγκου σύρσης	Διάμετρος ματιού δειγτού (mm)	Μηχανισμός ανοίγματος-κλεισίματος των δειγτών	Ταχύτητα σύρσης (kn)	Τύπος πανίδας	Αναφορές
«Επιβενθικό» έλικθρο του Beyer (1958)	1 ή 3	0-80	50 cm (διάμετρος)		0.5	μηχανικός ή με αγγελιοφόρο	1	υπερβένθος	Hesthagen 1973, Boysen 1975, Oug 1977, Fossa 1985, Beyer & Indrehus 1995
Επιβενθικό έλικθρο των Hessler & Sanders (1967)	1		81x30		0.5 ή 1		1-1.5	επι-, ενδο-, υπερβένθος	Hessler & Sanders 1967, Marquiegui & Sorbe 1999
Υπερβενθικό έλικθρο του Sorbe (1983)	2	0-100		Οδόμετρο, ροόμετρο	0.5 ή 1	μηχανικός	1.5	υπερβένθος	Sorbe 1983, Sorbe 1989, Cunha et al. 1997a,b, Dewicke et al. 2002, 2003
BBL sledge - Τροποποιημένο υπερβενθικό έλικθρο του Macer-GIROQ (1989)	2 ή 3 ή 4	28-142 ή 33-149 ή 10-145	46x38 ή 80x40 ή 60x30	Ροόμετρο, οδόμετρο	0.5	μηχανικός	1.8-2	υπερβένθος	Macer 1967, Brunel et al. 1978, Dauvin & Lorgere 1989, Wildish et al. 1992, Cartes et al. 1994a,b, 2002, Dauvin et al. 1995, Vallet & Dauvin 1995, 1998, 1999, 2001
Τροποποιημένο επιβενθικό έλικθρο του AQUAREVE III εφοδιασμένο με βιντεοκάμερα	1	(-2.5)-40	34x40	οδόμετρο	10	ηλεκτρο-μηχανικός	1-1.5	επι-, ενδο-, υπερβένθος	Thouzeau et al. 1991, Thouzeau & Vine 1991, Rowell et al. 1997, Prena et al. 1999
«Επιβενθικό» έλικθρο των Brandt & Barthel (1995) - Τροποποιημένο RP sledge (1977)	1 ή 2	27-60 και 100-133	30x30	ροόμετρο ή GPS	0.5	μηχανικός ή με πεπιεσμένο αέρα	1-2	υπερβένθος	Rothlisberg & Percy 1977, Fossa et al. 1988, Brattegard & Fossa 1991, Brandt & Barthel 1995, Brandt 1995, 1997, 2001, Miskov-Nodland et al. 1999, Brandt & Schnack 1999
«Επιβενθικό» έλικθρο IOS	1 ή 2 ή 3	80 ή 80-122	230-60 ή 120x50	Ροόμετρο, Οδόμετρο ή όγι	0.3 ή 1 και 4.5	ακουστικός ή ηλεκτρο-μηχανικός	1-2	υπερβένθος	Aldred et al. 1976, Rice et al. 1982, Christiansen & Nuppenau 1997
Triple-D Επι- και ενδο-βενθική δράγα εφοδιασμένη και με κάμερα	1	(-10)-(-5)	150x150	οδόμετρο	>10	-	3	επι-, ενδο-βένθος	Bergman & Van Santbrink 1994, 2000, Rumohr 1999
2-m beam trawl Τροποποιημένη μικρή τράτα	1	<0	-	Decca navigator	10 ή 20	-	1	επιβένθος	Kaiser et al. 1994, Rumohr 1999, Callaway et al. 2000a,b
TTSS2 (Towed Trawl Simulator Sledge)	3	<0-83	58x26	οδόμετρο	0.5	ηλεκτρο-μηχανικός	2	επι-, υπερ-βένθος	Koulouri et al. 2003

ανοίγματος-κλεισίματος της εισόδου των διχτυών που αναπτύχθηκε και χρησιμοποιείται στο TTSS2, ελέγχεται λειτουργικά από το σκάφος υποστήριξης και οπτικά μέσω της κάμερας του ελκήθρου. Ο μηχανισμός αυτός πλεονεκτεί έναντι των υπόλοιπων μηχανισμών λειτουργώντας κατά περίπτωση και με ελάχιστες εξαιρέσεις έγκαιρα και κατά βούληση.

Όπως συνήθως αναφέρεται στην σχετική βιβλιογραφία, τα υπερβενθικά έλκηθρα έχουν σε γενικές γραμμές την ικανότητα να δειγματοληπτούν πολύ κοντά στην περιοχή του βυθού. Στην πραγματικότητα όμως και ανάλογα με τις τεχνικές τους προδιαγραφές, η απόσταση του ανοίγματος του κατώτερου διχτυού από την επιφάνεια του πυθμένα είναι συνήθως μεγαλύτερη από τα 10 cm. Θα πρέπει ωστόσο να σημειωθεί ότι συχνά τα υπερβενθικά έλκηθρα έρχονται σε επαφή με τον πυθμένα «επιμολύνοντας» με ίζημα και κατά συνέπεια με επι- και ενδοβενθικούς οργανισμούς τα δείγματα που συλλέγονται από το βενθικό διαχωριστικό στρώμα (Oug 1977, Hesthagen & Gjermundsen 1978, Buhl-Jensen 1986, Dauvin *et al.* 1994, 1995, Brandt 1995, Sorbe 1999). Σε πολύ μεμονωμένες ειδικές περιπτώσεις έχουν προσαρμοστεί στο πρόσθιο μέρος των ελκήθρων εξαρτήματα διατάραξης του ιζήματος είτε με αλυσίδες (Ockelman 1964, Kritzler & Eidemiller 1972) είτε με μηχανισμούς εκτόξευσης νερού ή διέγερσης των οργανισμών με παροχή ηλεκτρικού ρεύματος (Turnbull & Watson 1992) για την ποιοτική συλλογή ζωικών οργανισμών που ζουν στην διαχωριστική επιφάνεια νερού-ιζήματος. Η χρήση αυτών των τεχνικών που προκαλούν τεχνητή ανατάραξη της επιφάνειας του ιζήματος είναι ιδιαίτερα περιορισμένη, πιθανόν λόγω της αδυναμίας ελέγχου ενός τέτοιου φαινομένου που έχει ως τελικό αποτέλεσμα τα δείγματα που συλλέγονται να μην είναι αντιπροσωπευτικά και συγκρίσιμα μεταξύ τους. Αντίθετα, ο δειγματολήπτης TTSS2 εφοδιασμένος στο πρόσθιο τμήμα του με «γραντί» όμοιο με αυτό που χρησιμοποιείται ευρέως από τις Αιγαιοπελαγίτικες μηχανότρατες, διαταράσσει και επαναιωρεί το επιφανειακό ίζημα σε ένα βάθος που, όπως έχει υπολογιστεί, δεν ξεπερνά το 0.5 mm (Dounas *et al.* 2002) συλλέγοντας τους ζωικούς εκείνους οργανισμούς που βρίσκονται στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα και μάλιστα πολύ κοντά στη διαχωριστική επιφάνεια νερού-ιζήματος.

Η ποσοτική δειγματοληψία στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα, πέρα από τις τεχνικές δυσκολίες που έχουν επισημανθεί μέχρι τώρα, εμφανίζει επιπλέον προβλήματα που σχετίζονται με το πρότυπο κατανομής των οργανισμών στο χώρο και το χρόνο καθώς και με τον καθορισμό των ορίων του συγκεκριμένου ενδιαιτήματος (Omori & Hamner 1982, Vereshchaka 1995, Mees & Jones 1997). Είναι επίσης γνωστό ότι η αποτελεσματικότητα

και επιλεκτικότητα ενός ποσοτικού δειγματολήπτη επηρεάζεται από το μέγεθος της δειγματοληπτικής επιφάνειας, ενώ η επαναληψιμότητα των δειγμάτων που συλλέγονται σε ένα σταθμό εξαρτάται από τη σωστή λειτουργία του δειγματολήπτη κάτω από διαφορετικές συνθήκες (Hesthagen & Gjermundsen 1978, Schnack 1978, Brattegard & Fossa 1991). Στις περιπτώσεις που πειραματικές τράτες και δράγες χρησιμοποιούνται για την συλλογή μακροβενθικών δειγμάτων χαρακτηρίζονται ως ημι-ποσοτικά δειγματοληπτικά εργαλεία κύρια εξαιτίας της μεταβαλλόμενης αποτελεσματικότητας τους ανάλογα με την λειτουργία τους σε διαφορετικούς τύπους υποστρώματος και μάλιστα σε ποσοστό διακύμανσης που σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να φτάσει το 30% (Carney & Carey 1980, Eleftheriou & Holme 1984, Kaiser *et al.* 1994). Έχει διαπιστωθεί αντίστοιχα ότι τα υπερβενθικά έλκηθρα συλλέγουν μια συγκεκριμένου τύπου πανίδα αν και στα δείγματα συνήθως περιλαμβάνονται επιπλέον επιβενθικά και ενδοβενθικά είδη (Hesthagen & Gjermundsen 1978, Huberdeau & Brunel 1982). Η επαναληψιμότητα στα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη χρήση διαφόρων τύπων υπερβενθικών ελκήθρων, έχει θεωρηθεί ως ικανοποιητική μόνο για εκείνες τις ομάδες οργανισμών που δεν βρίσκονται πολύ κοντά στην επιφάνεια του πυθμένα (Hesthagen & Gjermundsen 1978, Schnack 1978, Brattegard & Fossa 1991). Η εκτέλεση επαναληπτικών σύρσεων με το TTSS2 δίνει, όπως θα δούμε στη συνέχεια στα αποτελέσματα, δείγματα παρόμοιας ποσοτικής σύστασης τουλάχιστον για τις περισσότερες και πολυπληθέστερες ομάδες οργανισμών συλλέγοντας σταθερά μια συγκεκριμένης σύνθεσης πανίδα που βρίσκεται στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα και μάλιστα πολύ κοντά ή και σε άμεση επαφή με την επιφάνεια του πυθμένα.

2.4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Το Κρητικό πέλαγος μπορεί να θεωρηθεί ένα ξεχωριστό σύστημα της Ανατολικής Μεσογείου λόγω των ιδιαίτερων κλιματικών, υδρογραφικών, γεωμορφολογικών και πανιδικών χαρακτηριστικών του (Tselepidis & Eleftheriou 1992). Η ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα και ανώτερη κατώφλεια των βορείων ακτών της Κρήτης εμφανίζουν μια σχετικά πλούσια πανίδα, ενώ στις περιοχές της μέσης και κατώτερης ηπειρωτικής κατώφλειας η ποικιλότητα της πανίδας μειώνεται σχετικά απότομα (Tselepidis & Eleftheriou 1992, Karakassis & Eleftheriou 1997, Tselepidis *et al.* 2000).

Ως ευρύτερος χώρος διεξαγωγής των πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια της συγκεκριμένης μελέτης, επιλέχθηκε το αλιευτικό πεδίο του Κόλπου του Ηρακλείου που καταλαμβάνει έκταση περίπου 110 Km² (25°02'-25° 20' Α και 35° 20'-35°

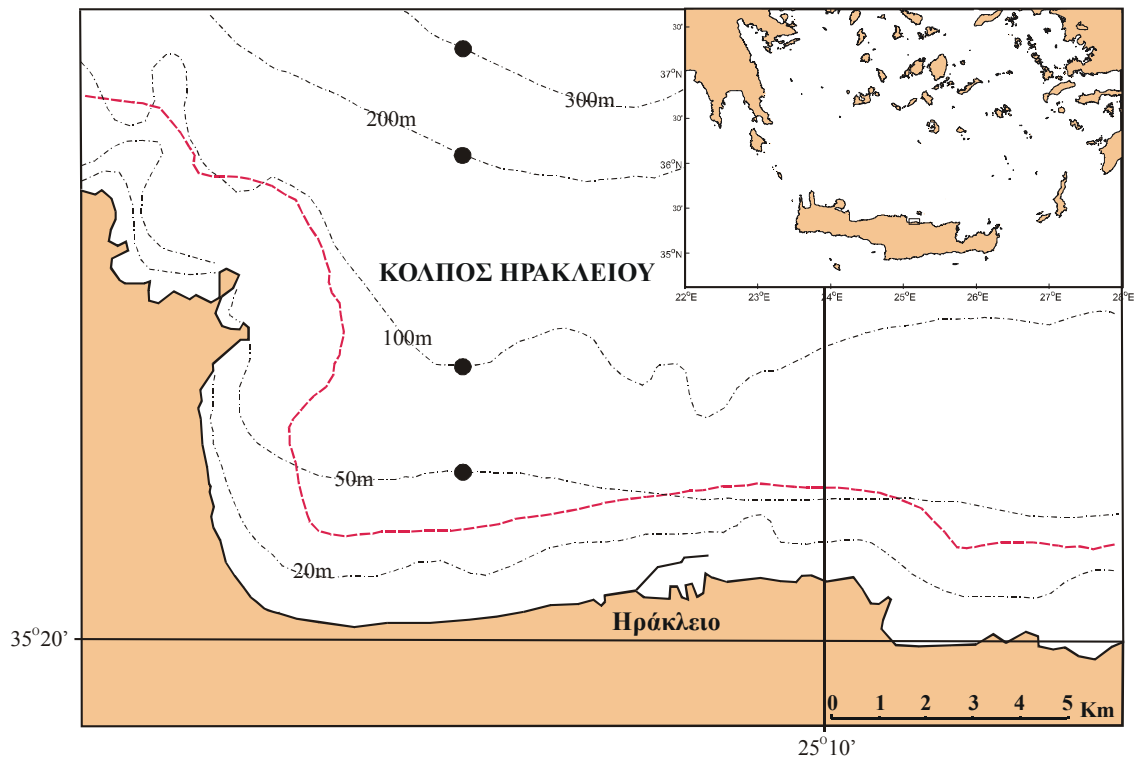
28'Β) (Εικόνα 2.8) αποτελώντας μια εκτεταμένη και σχετικά ανοιχτή θαλάσσια περιοχή στο κέντρο περίπου των βορείων ακτών της Κρήτης.

Η ετήσια πρωτογενής παραγωγικότητα της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας του Κόλπου φθάνει τα 80 gC/m²/έτος ενώ στα ανοιχτά, στο επίπεδο της ανώτερης ηπειρωτικής κατωφέρειας, περιορίζεται στα 59 gC/m²/έτος (Psarra *et al.* 2000). Τα επιφανειακά ιζήματα της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας και ανώτερης κατωφέρειας σε βάθη από 40 μέχρι 250-300 μέτρα ταξινομούνται, σύμφωνα με τον Folk (1974), ως αμμώδεις ιλύες, ιλύες και ιλυώδεις άμμοι, με ποσοστό οργανικού άνθρακα που κυμαίνεται από 0.4 έως 0.8% (Chronis *et al.* 2000, Tselepidis *et al.* 2000). Τα αδρότερα συστατικά του ιζήματος είναι βιογενούς προέλευσης και αποτελούνται κυρίως από ασβεστολιθικά κελύφη και σκελετικά στοιχεία γαστεροπόδων, διθύρων, εχινοδέρμων, τρηματοφόρων, οστρακωδών και σπόγγων (Chronis *et al.* 2000).

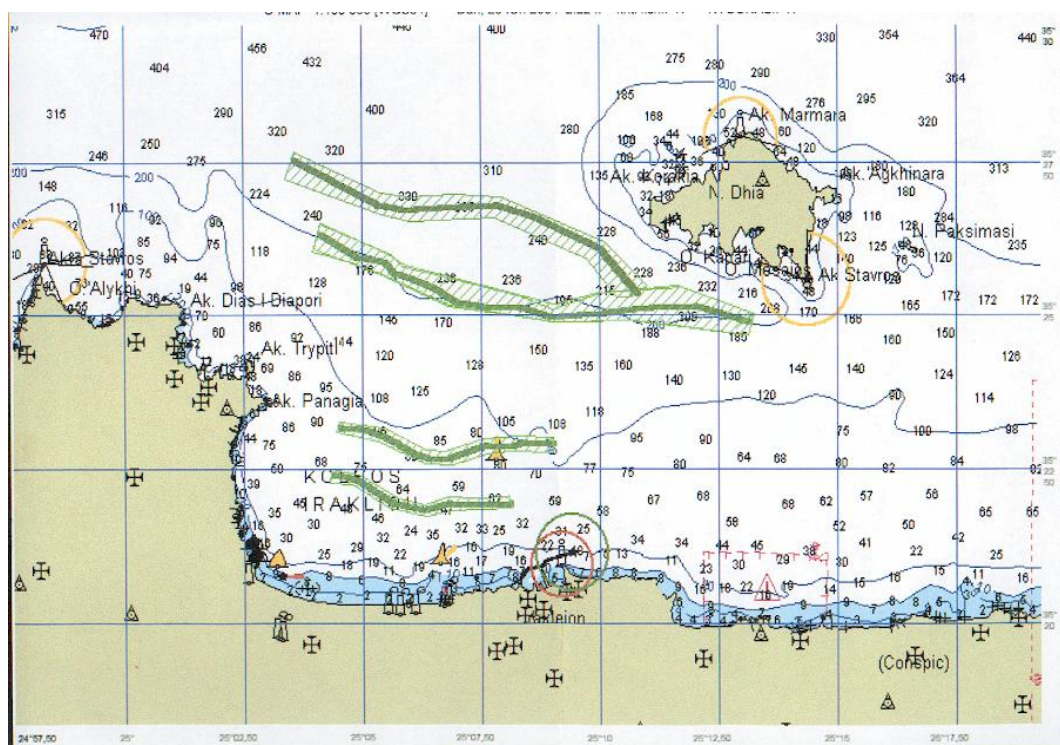
Η μέση βενθική βιομάζα, αφθονία και ποικιλότητα του Κόλπου μειώνονται με το βάθος με τους πολύχαιτους να αποτελούν σταθερά την κυρίαρχη μακροβενθική ομάδα ακολουθούμενοι από τις ομάδες των μαλακίων και των καρκινοειδών (Karakassis & Eleftheriou 1997). Η ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα χαρακτηρίζεται από την παρουσία επιφανειακών ιζηματοφάγων ειδών πολυχαιτών ενώ στην ηπειρωτική κατωφέρεια επικρατούν σαρκοφάγα και αιωρηματοφάγα είδη της ίδιας ομάδας οργανισμών (Tselepidis *et al.* 2000).

Περισσότερα από 130 είδη βενθοπελαγικών ψαριών έχουν καταγραφεί στο αλιευτικό πεδίο του Κόλπου του Ηρακλείου, εκ των οποίων 28 είδη είναι τα κυριότερα αποτελώντας περίπου το 80% της αφθονίας του συνολικού αλιεύματος της τράτας βυθού (Λαμπροπούλου 1995, Kallianiotis *et al.* 2000). Η ρηχότερη εσωτερική ζώνη της υφαλοκρηπίδας του Κόλπου σε βάθος 50 m χαρακτηρίζεται από την παρουσία 4 κυρίαρχων βενθοπελαγικών ειδών ψαριών μεγάλης εμπορικής σημασίας που είναι τα είδη: *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758 (κ. κουτσομούρα), *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758, κ. λιθρίνι), *Diplodus annularis* (Linnaeus, 1758, κ. σπάρος) και *Pagellus acarne* (Risso, 1827, κ. κατεργάρης) (Kallianiotis *et al.* 2000). Τα είδη: *Mullus barbatus*, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758, κ. μπακαλιάρος), *Boops boops* (Linnaeus, 1758, κ. γόπα), *Solea variegata* (Donovan, 1808, κ. γλώσσα) και *Macroramphosus scolopax* (Linnaeus, 1758, κ. μεκάτσα σαλπικτής) φαίνεται να κυριαρχούν στη ζώνη των 100 m (εξωτερική ζώνη της υφαλοκρηπίδας), ενώ τα είδη *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846, κ. κόκκινη γαρίδα) και *Merluccius merluccius* είναι τα κύρια εμπορικά είδη τα οποία αλιεύονται από την μηχανότρατα στη ζώνη των 300 m (ανώτερη κατωφέρεια) (Kallianiotis *et al.* 2000).

Η εξωτερική ζώνη της υφαλοκρηπίδας και η ανώτερη ηπειρωτική κατωφέρεια του αλιευτικού πεδίου του Κόλπου του Ηρακλείου αποτελούν την κύρια περιοχή δραστηριότητας της μηχανότρατας που ασκείται σχεδόν αποκλειστικά από δύο ή, σε ορισμένες περιόδους, και από τρία αλιευτικά σκάφη. Σύμφωνα με την σχετική Αλιευτική Νομοθεσία τα σκάφη αυτά επιτρέπεται να αλιεύουν στον Κόλπο κατά την περίοδο από τις αρχές Οκτωβρίου έως τα τέλη Μαΐου σε απόσταση μεγαλύτερη του ενός ναυτικού μιλίου από την ακτή. Από στατιστικά στοιχεία της Βάσης Αλιευτικών Δεδομένων του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. (Α. Καπανταγάκης, προσωπική επικοινωνία) προκύπτει ότι η μέση ετήσια διάρκεια αλιείας της μηχανότρατας στην Κρήτη είναι 163.5 ημέρες με μέση ημερήσια διάρκεια αλιείας 12.6 ώρες. Αν θεωρήσουμε ότι η ευρύτερη περιοχή του κόλπου του Ηρακλείου καλύπτει μια έκταση 375 περίπου τετραγωνικών χιλιομέτρων και εφαρμόζοντας ένα μέσο πλάτος σάρωσης της τράτας της τάξης των 40 μέτρων (Auster *et al.* 1996) και μία μέση ταχύτητα σύρσης της τάξης των 2.2 NM/ώρα, υπολογίζεται ότι μια τράτα καλύπτει ετησίως (ανά αλιευτική περίοδο) περίπου το 90% της συνολικής έκτασης του Κόλπου του Ηρακλείου. Επομένως, ο τοπικός αλιευτικός στόλος μπορεί να θεωρηθεί ότι διαταράσσει σε ετήσια βάση μια έκταση βυθού περίπου τρεις φορές μεγαλύτερη της έκτασης του Κόλπου που αντιστοιχεί σε ένταση αλίευσης αντίστοιχη με εκείνη που έχει παρατηρηθεί στα μεγάλα παραγωγικά αλιευτικά πεδία της Βόρειας Θάλασσας όπως π.χ. η νότια περιοχή της Βόρειας Θάλασσας, ο κόλπος του Μαΐην κ.λ.π. (Watling & Norse 1998). Είναι γεγονός ωστόσο ότι στην πράξη η αλιευτική προσπάθεια σε ένα πεδίο είναι ανομοιογενώς κατανεμημένη δεδομένου ότι οι αλιείς προτιμούν να αλιεύουν σε συγκεκριμένες αλιευτικές διαδρομές (καλάδες) προκειμένου να αποφύγουν φυσικά ή τεχνητά εμπόδια του πυθμένα που θα μπορούσαν να προκαλέσουν ζημιές στα αλιευτικά τους εργαλεία. Μια παρόμοια αλιευτική διαδρομή στην οποία συγκεντρώνεται το ενδιαφέρον του τοπικού αλιευτικού στόλου, ιδιαίτερα την περίοδο αμέσως μετά την έναρξη της αλιευτικής δραστηριότητας (αρχές Οκτωβρίου–μέσα Νοεμβρίου), βρίσκεται στα βορειοδυτικά της πόλης του Ηρακλείου σε βάθος 50 m κοντά στο τοπικό όριο απαγόρευσης της αλιείας με μηχανότρατα (Εικόνα 2.9). Στην συγκεκριμένη αλιευτική διαδρομή επιλέχθηκε ένας κύριος σταθμός δειγματοληψίας στον οποίο πραγματοποιήθηκε το μεγαλύτερο μέρος των πειραμάτων που σχεδιάστηκαν για τις ανάγκες της συγκεκριμένης μελέτης. Συμπληρωματικοί σταθμοί δειγματοληψίας επιλέχθηκαν κατά μήκος μιας διατομής σε βάθη 100, 200 και 300 m. Οι σταθμοί αυτοί βρίσκονται εντός των ορίων αντίστοιχων εμπορικών αλιευτικών διαδρομών της μηχανότρατας στον Κόλπο του Ηρακλείου (Πίνακας 2.2).



Εικόνα 2.8. Περιοχή μελέτης του αλιευτικού πεδίου του Κόλπου του Ηρακλείου (οι μαύροι κύκλοι δείχνουν τους σταθμούς δειγματοληψίας και η κόκκινη διακοπτόμενη γραμμή δείχνει το όριο αλίευσης ενός ναυτικού μιλίου σύμφωνα με την Εθνική Ελληνική Νομοθεσία).



Εικόνα 2.9. Κύριες αλιευτικές διαδρομές (καλάδες) όπως επισημαίνονται στους ηλεκτρονικούς χάρτες των αλιευτικών σκαφών της περιοχής του κόλπου του Ηρακλείου.

Πίνακας 2.2 Τα βάθη και οι συντεταγμένες των σταθμών δειγματοληψίας στην περιοχή του Κόλπου του Ηρακλείου.

Βάθη (m)	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος
50	35° 21.720B	25° 06.040A
100	35° 22.973B	25° 05.961A
200	35° 25.367B	25° 05.689A
300	35° 26.642B	25° 05.623A

2.5. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΠΕΔΙΟ

Στα πλαίσια ανάπτυξης της νέας μεθοδολογίας πραγματοποιήθηκαν στην περίοδο από τον Νοέμβριο του 2000 έως τον Οκτώβριο του 2001 τέσσερις δειγματοληπτικές αποστολές με το Ε/Σ “ΦΙΛΙΑ” στον Κόλπο του Ηρακλείου. Οι δειγματοληψίες περιελάμβαναν διάφορες ομάδες πειραμάτων που είχαν ως κοινό στόχο την αξιολόγηση της νέας μεθόδου και ταυτόχρονα την διερεύνηση της ποιοτικής και ποσοτικής σύνθεσης των μακροπανιδικών οργανισμών που συλλέγονταν με τον νέο δειγματολήπτη. Σε όλα τα πειράματα η ταχύτητα σύρσης του δειγματολήπτη TTSS2 διατηρήθηκε σταθερή και συγκεκριμένα 2.2 NM/ώρα που συμπίπτει με την μέση ταχύτητα σύρσης της μηχανότρατας στον Κόλπο του Ηρακλείου. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην σύνθεση των ειδών των Καρκινοειδών (Crustacea) της υπόκλασης των Μαλακοστράκων (Malacostraca). Η αποτελεσματικότητα και επιλεκτικότητα του δειγματολήπτη TTSS2 ελέγχθηκε:

- σε σχέση με υπερβενθικά δείγματα που συλλέχθηκαν με τον δειγματολήπτη TTSS2 ως τυπικό υπερβενθικό έλκηθρο (χωρίς «γραντί»)
- σε σχέση με μακροβενθικά δείγματα που συλλέχθηκαν με ποσοτικό δειγματολήπτη τύπου Smith McIntyre
- σε σχέση με ζωοπλαγκτονικά δείγματα που συλλέχθηκαν με δειγματολήπτη τύπου WP2
- σε σχέση με δείγματα που συλλέχθηκαν με τον δειγματολήπτη TTSS2 εφοδιασμένο με διαφορετικούς τύπους «γραντιού»
- κατά την διάρκεια του 24ώρου (ημερήσια – νυκτερινά δείγματα)

- σε διαφορετικά βάθη (50, 100, 200, 300 m)
- σε εποχικό επίπεδο (χειμώνας – καλοκαίρι)
- πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου της μηχανότρατας
- σε σχέση με τα είδη λείας βενθοπελαγικών ψαριών που συλλέχθηκαν με τράτα βυθού πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου της μηχανότρατας.

2.5.1. Προκαταρκτικές δοκιμές λειτουργίας του δειγματολήπτη TTSS2

Στα πλαίσια των προκαταρκτικών δοκιμών λειτουργίας του δειγματολήπτη TTSS2 πραγματοποιήθηκαν ορισμένες πειραματικές σύρσεις μήκους 50, 80 και 120 m στο σταθμό βάθους 50 m και συλλέχθηκαν δείγματα μακροπανιδικών οργανισμών που ζουν στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα ώστε να γίνει μια αρχική εκτίμηση της διακύμανσης στη χωρική κατανομή των συγκεκριμένων οργανισμών και να επιλεγθεί το τελικό μήκος σύρσης των πειραμάτων που ακολούθησαν.

2.5.2. Πρώτη ομάδα πειραμάτων

Όλα τα δείγματα συλλέχθηκαν από μια περιοχή του βυθού έκτασης 0.1 Km² (1000 m x 100 m) κατά μήκος της ισοβαθούς των 50 m (35°21.72'Β-25°06.04'Α) του Κόλπου του Ηρακλείου (Εικόνα 2.8). Τα πειράματα περιελάμβαναν δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν στις αρχές Μαρτίου και επαναλήφθηκαν τον Σεπτέμβριο του 2001 με τον δειγματολήπτη TTSS2 εφοδιασμένο με ένα τύπο «γραντιού» που χρησιμοποιείται ευρέως από τις μηχανότρατες στην Κρήτη (τύπος Α, διάμετρος: 6.5cm, βάρος στο νερό: 2 kgf/m). Διεξήχθησαν τρεις επαναληπτικές σύρσεις, μήκους 50 m. Τρεις επιπλέον επαναληπτικές σύρσεις μήκους 500 m, πραγματοποιήθηκαν με τον ίδιο δειγματολήπτη ως τυπικό υπερβενθικό έλκηθρο, δηλαδή χωρίς το «γραντί». Στα πλαίσια του ίδιου πειράματος συλλέχθηκαν παράλληλα 5 βενθικά και 5 πλαγκτονικά μακροπανιδικά δείγματα με τη χρήση δειγματολήπτη τύπου Smith McIntyre (0.10 m²) και WP2 (κάθετες σύρσεις, διάμετρος ματιού 0.5 mm) αντίστοιχα. Οι παραπάνω δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν κατά την διάρκεια της ημέρας και επαναλήφθηκαν κατά την διάρκεια της νύχτας.

2.5.3. Δεύτερη ομάδα πειραμάτων

Τρεις συμπληρωματικές επαναληπτικές σύρσεις πραγματοποιήθηκαν τον Σεπτέμβριο του 2001 κατά μήκος της ισοβαθούς των 50 m με τον δειγματολήπτη TTSS2 εφοδιασμένο αυτή τη φορά με ένα διαφορετικό τύπο «γραντιού» (τύπος Β) το οποίο ήταν μεγαλύτερης διαμέτρου (9.5 cm) και αρκετά βαρύτερο (βάρος στο νερό: 6 kgf/m) σε σύγκριση με το «γραντί» τύπου Α.

2.5.4. Τρίτη ομάδα πειραμάτων

Μια τρίτη ομάδα πειραμάτων περιελάμβανε δειγματοληψίες με τον δειγματολήπτη TTSS2 στις αρχές του Μαρτίου που επαναλήφθηκαν την περίοδο του Σεπτεμβρίου 2001 κατά μήκος των ισοβαθών των 100 m, 200 m και 300 m (Εικόνα 2.8). Οι δειγματοληψίες περιελάμβαναν τυπικές υπερβενθικές σύρσεις (χωρίς «γραντί») και σύρσεις με τεχνητή ανατάραξη του ιζήματος (με «γραντί»). Έξαιτίας της μεγάλης χρονικής διάρκειας που απαιτούσε η δειγματοληψία σε μεγαλύτερα βάθη (2 περίπου ώρες ανά σύρση συμπεριλαμβάνοντας την πόντιση και ανέλκυση του δειγματολήπτη), θεωρήθηκε ότι μια μόνο σύρση ικανού μήκους μπορεί να θεωρηθεί ως αντιπροσωπευτική για κάθε έναν από τους βαθύτερους σταθμούς (Brattegard & Fossa 1991) με αποτέλεσμα να ληφθούν τελικά μόνο 2 δείγματα σε κάθε βάθος.

2.5.5. Τέταρτη ομάδα πειραμάτων

Η επόμενη ομάδα πειραμάτων περιελάμβανε δειγματοληψίες με τον δειγματολήπτη TTSS2 μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου (7 Οκτωβρίου 2001) κατά μήκος της ισοβαθούς των 50 m. Τέσσερις επαναληπτικές σύρσεις πραγματοποιήθηκαν με χρήση του «γραντιού» και 4 πρόσθετες σύρσεις χωρίς το «γραντί». Οι δειγματοληψίες αυτές αποτέλεσαν συνέχεια των δειγματοληψιών που πραγματοποιήθηκαν στις 27 Σεπτεμβρίου 2001 (πρώτη ομάδα πειραμάτων) τρεις ημέρες πριν την έναρξη της αλιευτικής περιόδου (1 Οκτωβρίου).

Στις ίδιες ημερομηνίες (πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου της μηχανότρατας) πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της ημέρας (8.00-10.00 π.μ.), δύο δειγματοληψίες βενθοπελαγικών ψαριών με τη χρήση της πειραματικής τράτας βυθού του

ερευνητικού σκάφους «ΦΙΛΙΑ». Η συγκεκριμένη τράτα έφερε σάκο με άνοιγμα ματιού 22mm. Οι καλάδες έγιναν στην περιοχή του σταθμού των 50 m και η διάρκεια σύρσης της τράτας ήταν περίπου 30 λεπτά. Η ταχύτητα του σκάφους κατά τις σύρσεις ήταν 2.2 NM/ώρα.

2.6. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Οι δειγματοληψίες μακροπανίδας και βενθοπελαγικών ψαριών συνοδεύτηκαν από ταυτόχρονες μετρήσεις των υδρογραφικών παραμέτρων στην στήλη του νερού. Συγκεκριμένα πραγματοποιήθηκαν κατακόρυφες συνεχείς καταγραφές της θερμοκρασίας, της αλατότητας, της φωτοσυνθετικά ενεργής ακτινοβολίας (PAR), του διαλυμένου οξυγόνου και της χλωροφύλλης-α χρησιμοποιώντας έναν καταγραφέα CTD (Conductivity-Temperature-Depth) της Εταιρείας SeaBird τύπου SBE-19. Τα επεξεργασμένα αποτελέσματα των μετρήσεων CTD δίνονται στο Παράρτημα II.

Σε κάθε σταθμό συλλέχθηκαν δείγματα νερού από την επιφάνεια έως την περιοχή του βυθού με φιάλες νερού τύπου Niskin (5l) για την μέτρηση του σωματιδιακού οργανικού άνθρακα και αζώτου, της χλωροφύλλης-α και των φαιοχρωστικών καθώς και των συγκεντρώσεων των θρεπτικών αλάτων (PO_4 , SiO_2 , NH_4 , NO_2 , NO_3). Παράλληλα ελήφθησαν δείγματα ιζήματος με ένα δειγματολήπτη 0.05m² USNEL box corer για την κατά βάθος μέτρηση των φυσικο-χημικών παραμέτρων όπως: δυναμικό οξειδοαναγωγής, διαπερατότητα, κοκκομετρική σύσταση, σωματιδιακός οργανικός άνθρακας (POC) και άζωτο (PON), χλωροφύλλη-α και φαιοχρωστικές. Η λεπτομερής περιγραφή της σχετικής μεθοδολογίας και τα αποτελέσματα των αναλύσεων αυτών δίνονται στην Τεχνική Έκθεση του Ευρωπαϊκού προγράμματος “A new method for the quantitative measurement of the effects of otter trawling on benthic nutrient fluxes and sediment biogeochemistry” (DG. XIV, Studies for the support of CFP, 1999-2002), του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. στα πλαίσια του οποίου πραγματοποιήθηκε η παρούσα διατριβή. Στόχος του συγκεκριμένου ερευνητικού αυτού προγράμματος ήταν η ανάπτυξη τεχνολογίας για την ποσοτικοποίηση των επιδράσεων της τράτας βυθού στην απελευθέρωση θρεπτικών αλάτων και στη βιογεωχημεία του ιζήματος.

2.7. ΔΙΑΛΟΓΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΜΑΚΡΟΠΑΝΙΔΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

Η επεξεργασία των δειγμάτων που συλλέχθηκαν πραγματοποιήθηκε στο κατάστρωμα και το υγρό εργαστήριο του ερευνητικού σκάφους. Για το διαχωρισμό ιζήματος-μακροπανίδας, όσον αφορά τα βενθικά δείγματα, καθώς και για τη συλλογή των υπερβενθικών και πλαγκτονικών δειγμάτων, χρησιμοποιήθηκαν κόσκινα με διάμετρο ματιού 0.5 mm. Μετά το κοσκίνισμα, τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε πλαστικά δοχεία, συντηρήθηκαν με διάλυμα φορμόλης 10% και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο. Η αραιώση της φορμόλης έγινε με θαλασσίνο νερό. Στη συνέχεια ακολούθησε έκπλυση των δειγμάτων με νερό σε κόσκινο 0.5 mm και διαλογή (sorting) όλων των οργανισμών με τη βοήθεια μεγεθυντικού φακού και στερεοσκοπίου, διαδικασία που επαναλαμβανόταν όσες φορές χρειαζόταν ώστε να συλλεχθούν όλοι οι μακροπανιδικοί οργανισμοί κάθε δείγματος (2-3 φορές). Κατά τη διαδικασία της διαλογής, οι οργανισμοί διακρίθηκαν στις κύριες ταξινομικές ομάδες: σπόγγοι, κνιδόζωα, κτενοφόρα, νημερτίνοι, σωληνοειδή, γαστερόποδα, σκαφόποδα, δίθυρα, κεφαλόποδα, πολύχαιτοι, κωπήποδα, οστρακώδη, δεκάποδα, μυσιδώδη, κουμώδη, ταναϊδώδη, ισόποδα, αμφίποδα, πυκνογονίδια, χαιτόγναθα, εχινόδερμα, κωπηλάτες, ασκίδια, θαλαιοειδή, ψάρια και προνύμφες καρκινοειδών. Στην συνέχεια και για κάθε δείγμα εκτιμήθηκε η αφθονία των παραπάνω ομάδων και τα άτομα κάθε ομάδας διατηρήθηκαν τελικά σε διάλυμα αλκοόλης 70%. Τα νεκρά κελύφη γαστεροπόδων και σκαφοπόδων τοποθετήθηκαν σε αραιό διάλυμα υδροχλωρικού οξέως ώστε να γίνει δυνατή η ανεύρεση οργανισμών που πιθανόν να τα χρησιμοποιούσαν ως καταφύγιο. Από τις κύριες ταξινομικές ομάδες προσδιορίστηκαν στο επίπεδο του είδους οι ομάδες της Υπόκλασης των Μαλακοστράκων (Malacostraca) της Κλάσης των Καρκινοειδών (Crustacea) με τη χρήση στερεοσκοπίου και μικροσκοπίου και εκτιμήθηκε η αφθονία τους. Η επιβεβαίωση του προσδιορισμού ορισμένων ειδών έγινε σε συνεργασία με το Εργαστήριο της Βιολογικής Ωκεανογραφίας του Arcachon που ανήκει στο Εθνικό Κέντρο Επιστημονικής Έρευνας της Γαλλίας (Laboratoire d'Océanographie Biologique, CNRS).

2.8. ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟΜΑΧΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΨΑΡΙΩΝ

Μετά τη συλλογή των δειγμάτων της πειραματικής αλιείας με τράτα και τον αρχικό διαχωρισμό των ειδών ψαριών επί του σκάφους, τα άτομα συντηρήθηκαν σε πλαστικά

δοχεία με διάλυμα φορμόλης και θαλασσινό νερό σε αναλογία 1/10. Τα άτομα που αποτέλεσαν το δείγμα του κάθε είδους συλλέχθηκαν από το συνολικό αλίευμα με τυχαίο τρόπο. Στην επιλογή των ατόμων των ειδών που αλιεύθηκαν δε συμπεριλαμβάνονταν άτομα για τα οποία υπήρχαν ενδείξεις ότι είχαν καταναλώσει τροφή ή είχαν αποβάλει τα στομαχικά τους περιεχόμενα κατά τη διάρκεια της καλάδας. Συγκεκριμένα τα άτομα τα οποία είχαν τραφεί όταν βρίσκονταν μέσα στον σάκο της τράτας αναγνωρίζονταν από την εμφάνιση της λείας στην περιοχή της στοματικής κοιλότητας ή στον οισοφάγο σε ακέραιη κατάσταση. Τα άτομα που είχαν μετά την αλίευση τους αποβάλει το στομαχικό τους περιεχόμενο αναγνωρίζονταν από την εμφάνιση του στομαχιού στο άνοιγμα του στόματος τους.

Κατά την επεξεργασία των δειγμάτων στο εργαστήριο τα άτομα κάθε είδους ψαριού ξεπλύθηκαν με άφθονο νερό, ώστε να απομακρυνθεί η φορμόλη, και στη συνέχεια μετρήθηκε το ολικό μήκος με ακρίβεια χιλιοστομέτρου και το ολικό βάρος κάθε ατόμου σε γραμμάρια με ακρίβεια δυο δεκαδικών ψηφίων. Στην συνέχεια γινόταν τομή κατά μήκος της σπλαχνικής κοιλότητας και αφαιρούνταν ο οισοφάγος, το στομάχι και το έντερο και ακολουθούσε η καταγραφή του στομαχικού βάρους και η εκτίμηση της στομαχικής πληρότητας. Για την εκτίμηση του βαθμού πληρότητας χρησιμοποιήθηκε η κλίμακα του Lebedev (1946, σύμφωνα με την Λαμπροπούλου 1995). Η επιπλέον υγρασία των στομαχιών απομακρυνόταν με τη χρησιμοποίηση απορροφητικού χαρτιού πριν γίνουν οι ζυγίσεις. Εκτός από το στομάχι εξετάστηκαν επίσης ο οισοφάγος και το έντερο γιατί σύμφωνα με τον Pillary (1952, σύμφωνα με την Λαμπροπούλου 1995) τα διάφορα άτομα που αποτελούν την τροφή ενός ψαριού, απαιτούν διαφορετικό χρόνο για να περάσουν από το πεπτικό σύστημα. Η εξέταση των στομαχικών περιεχομένων έγινε με τη χρήση στερεοσκοπίου και η λεία διακρίθηκε αρχικά στις κύριες ταξινομικές ομάδες και στη συνέχεια προσδιορίστηκε στο επίπεδο του είδους όπου ήταν δυνατόν. Τέλος, εκτιμήθηκε η αφθονία κάθε είδους λείας για κάθε άτομο κάθε είδους ψαριού.

2.9. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Μετά την ολοκλήρωση του διαχωρισμού του βιολογικού υλικού σε κύριες ταξινομικές ομάδες και τον προσδιορισμό των Μαλακοστράκων Καρκινοειδών στο επίπεδο του είδους καθώς και την μέτρηση της αφθονίας τους, υπολογίστηκε σε κάθε δείγμα ο αριθμός των ειδών και η πυκνότητα (αριθμός ατόμων ανά μονάδα επιφάνειας δειγματοληψίας).

Ειδικότερα για την ανάλυση του τροφικού περιεχομένου των ψαριών κάθε δείγματος υπολογίστηκαν οι τιμές των παρακάτω δεικτών για κάθε είδος ψαριού:

α) Η σχετική αφθονία (%N) λείας η οποία εκφράζει το ποσοστό του αριθμού των ατόμων ενός είδους λείας ως προς τον συνολικό αριθμό ατόμων όλων των ειδών λείας στο σύνολο των στομαχιών ενός δείγματος.

β) Η συχνότητα παρουσίας (%F) η οποία εκφράζει το ποσοστό του αριθμού των στομαχιών ενός δείγματος στα οποία εμφανίζεται ένα είδος λείας ως προς τον συνολικό αριθμό των στομαχιών του δείγματος τα οποία δεν είναι άδεια.

γ) Ο γραμμικός δείκτης επιλεκτικότητας της τροφής (Strauss 1979) που δίνεται από την σχέση:

$$L = r_i - p_i$$

όπου r_i και p_i είναι οι σχετικές αφθονίες του κάθε είδους λείας στη δίαιτα του ψαριού και στο ενδιαίτημα, αντίστοιχα. Ο δείκτης αυτός κυμαίνεται από -1 έως +1, με τις θετικές τιμές της κλίμακας να υποδηλώνουν προτίμηση του ψαριού στο συγκεκριμένο είδος λείας και τις αρνητικές τιμές να υποδηλώνουν αποφυγή ή έλλειψη πρόσβασης του, ενώ τιμές κοντά στο μηδέν ή και μηδέν να εκφράζουν την τυχαία θρέψη του ψαριού με αυτό το είδος λείας. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο συγκεκριμένος δείκτης δεν λαμβάνει υπόψη του το διαφορετικό χρόνο πέψης για κάθε τύπο λείας (Carassón & Cartes 2002).

Για τη διερεύνηση της πανιδικής συγγένειας μεταξύ των δειγμάτων, εφαρμόστηκε η μέθοδος της ανάλυσης ομάδων (Cluster Analysis) με τη μορφή δένδρογραμμάτων για την κατασκευή των οποίων χρησιμοποιήθηκε η τεχνική «group average linkage» κατά την οποία η ομοιότητα μεταξύ δυο ομάδων δειγμάτων ορίζεται ως η μέση ομοιότητα μεταξύ όλων των δυνατών ζευγών δειγμάτων, ένα από κάθε ομάδα (Field *et al.* 1982). Για τη διερεύνηση της πανιδικής συγγένειας μεταξύ των δειγμάτων, εφαρμόστηκε επίσης η μέθοδος της διευθέτησης MDS (Multi-Dimensional Scaling), με δισδιάστατη απεικόνιση της διάταξης των δειγμάτων, όπως περιγράφεται από τους Field *et al.* (1982) και Clarke (1993). Για την εφαρμογή των δυο παραπάνω μεθόδων εκτιμήθηκε η ομοιότητα των δειγμάτων με χρήση του δείκτη ομοιότητας Bray-Curtis (Bray & Curtis 1957) και τα δεδομένα μετασχηματίστηκαν στην τετραγωνική ρίζα (\sqrt{y}).

Ο δείκτης ομοιότητας Bray-Curtis, γνωστός και ως συντελεστής Czekanowski (Bray & Curtis 1957), δίνεται από την σχέση:

$$S_{jk} = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |Y_{ij} - Y_{ik}|}{\sum_{i=1}^n (Y_{ij} + Y_{ik})} \right\}$$

όπου S_{jk} : η εκατοστιαία ομοιότητα μεταξύ των δειγμάτων j και k

Y_{ij} : η αφθονία του είδους i στο δείγμα j

Y_{ik} : η αφθονία του είδους i στο δείγμα k

n : ο συνολικός αριθμός ειδών

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι δυο παραπάνω αναλύσεις δεν προϋποθέτουν κανονικότητα κατανομής και ομοιογένεια διασποράς των δειγμάτων (Clarke & Green 1988).

Προκειμένου να διαπιστωθεί αν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων δειγμάτων που προκύπτουν από την εφαρμογή των μεθόδων Cluster Analysis και MDS χρησιμοποιήθηκε η στατιστική δοκιμασία ANOSIM (ANalysis Of SIMilarities) που περιγράφηκε από τους Clarke & Green (1988). Στην στατιστική δοκιμασία ANOSIM χρησιμοποιείται ο δείκτης:

$$R = (\bar{r}_B - \bar{r}_W) / (M/2)$$

όπου r_B : ο μέσος όρος όλων των βαθμών ομοιότητας μεταξύ των επαναληπτικών δειγμάτων κάθε ομάδας δειγμάτων

r_W : ο μέσος όρος όλων των βαθμών ομοιότητας που προέρχεται από όλα τα ζεύγη επαναληπτικών δειγμάτων μεταξύ των διαφορετικών ομάδων δειγμάτων

$M = n(n-1)/2$, n : ο συνολικός αριθμός δειγμάτων

Ο δείκτης αυτός μπορεί να κυμαίνεται από -1 έως $+1$. Όταν ο δείκτης R τείνει προς την τιμή 1 τότε τα επαναληπτικά δείγματα των ομάδων δειγμάτων εμφανίζουν μεγαλύτερη

ομοιότητα μεταξύ τους. Όταν ο δείκτης R τείνει προς το μηδέν τότε ισχύει η μηδενική υπόθεση, δηλαδή δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των ομάδων δειγμάτων. Τιμές του R μικρότερες από το 0 δεν είναι πιθανές γιατί αυτό θα σήμαινε ότι εμφανίζονται ομοιότητες μεταξύ των επαναληπτικών δειγμάτων διαφορετικών ομάδων μεγαλύτερες από αυτές των δειγμάτων της ίδιας ομάδας υποδηλώνοντας λαθεμένη επιλογή δειγμάτων. Όταν ο δείκτης R παίρνει τιμές μεγαλύτερες του 0.8 και το p-value είναι μικρότερο από το επίπεδο σημαντικότητας 0.05, τότε οι διαφορές των ομάδων δειγμάτων είναι στατιστικώς σημαντικές.

Τέλος, εφαρμόστηκε η τεχνική SIMPER (SIMilarities PERcentages) για να καθοριστούν οι ταξινομικές ομάδες και τα είδη τα οποία συμβάλλουν στην ομαδοποίηση ή διαφοροποίηση των δειγμάτων που προκύπτουν από τις μεθόδους Cluster Analysis και MDS που περιγράφηκε από τον Clarke (1993).

Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων με τις παραπάνω μεθόδους που περιγράφονται επίσης στους Clarke & Warwick (1994, 2001) χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα PRIMER (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research) v5.

Για τον έλεγχο των στατιστικά σημαντικών διαφορών ανάμεσα στις πυκνότητες των κύριων ταξινομικών ομάδων και των ειδών που συλλέχθηκαν α) με την εφαρμογή των δυο διαφορετικών τύπων «γραντιού» β) κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας και γ) πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου, εφαρμόστηκε η στατιστική δοκιμασία Mann-Whitney U-test όπως περιγράφεται στον Zar (1998). Για την συγκεκριμένη μέθοδο χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα STATISTICA 6.0 (v5).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Η μακροσκοπική παρατήρηση της μακροπανίδας που συλλέχθηκε με τη χρήση του δειγματολήπτη TTSS2 έδειξε ότι το σύνολο σχεδόν των ζωικών οργανισμών που διαταράσσονται και αιωρούνται στην στήλη του νερού εξαιτίας της επίδρασης του «γραντιού», ακόμα και ιδιαίτερα εύθραυστοι οργανισμοί, όπως π.χ. τα οφιουροειδή, βρίσκονται σε σχετικά καλή κατάσταση, ακέραια και χωρίς ίχνη τραυματισμού (αποκοπή μελών, παραμορφώσεις κλπ.) ή άλλα εμφανή σημάδια της επίδρασης της μηχανικής δράσης του αλιευτικού εργαλείου στον εξωσκελετό τους. Εκτός από τους μακροπανιδικούς οργανισμούς (<20 mm) που κατά κανόνα συλλέγονται από το TTSS2, στα δείγματα βρέθηκαν περιστασιακά και αρκετοί μεγαπανιδικοί οργανισμοί, όπως γαρίδες, στοματόποδα και πλατύψαρα.

Όπως ήταν αναμενόμενο, οι κυριότερες όσον αφορά την αφθονία ταξινομικές ομάδες που συναντώνται στο σύνολο των δειγμάτων που συλλέχθηκαν, είναι μικρού μεγέθους καρκινοειδή όπως μυσιδώδη, αμφίποδα, κουμώδη και δεκάποδα. Ακολουθούν άλλες λιγότερο άφθονες ομάδες οργανισμών όπως οι πολύχαιτοι, τα γαστερόποδα, τα δίθυρα κλπ. Σύμφωνα με τα παραπάνω, από το σύνολο των πανιδικών ομάδων επιλέχθηκαν να προσδιορισθούν στο επίπεδο του είδους όλα τα μακροβενθικά Καρκινοειδή της υπόκλασης των Μαλακοστράκων και συγκεκριμένα οι Τάξεις: Στοματόποδα, Μυσιδώδη, Κουμώδη, Αμφίποδα, Δεκάποδα, Ισόποδα και Ταναϊδώδη. Στον Πίνακα 3.1 δίνεται αναλυτικά ο συνολικός αριθμός των ατόμων των ομάδων Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που εξετάστηκαν και ο συνολικός αριθμός των ειδών που προσδιορίστηκαν. Επίσης στο Παράρτημα III δίνεται ο κατάλογος όλων των ειδών των Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που αναφέρονται στην συγκεκριμένη μελέτη.

Τα αποτελέσματα των πειραματικών σύρσεων του TTSS2 στο σταθμό των 50 m έδειξαν ότι αν και ο συνολικός αριθμός των ατόμων που συλλέχθηκαν σε κάθε δοκιμαστική σύρση είναι διαφορετικός, ο αριθμός των ειδών σε κάθε σύρση και ο αριθμός των ατόμων ανά μονάδα επιφάνειας δεν επηρεάζονται σημαντικά από το διαφορετικό μήκος των σύρσεων (Πίνακας 3.2). Θεωρήθηκε λοιπόν ότι η χωρική κατανομή των ζωικών οργανισμών που ζουν στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα είναι μικρότερης

κλίμακας από το μήκος των δοκιμαστικών σύρσεων και το μήκος των 50 m επιλέχθηκε ως τελικό μήκος σύρσης των πειραμάτων τουλάχιστον για τον συγκεκριμένο σταθμό (50 m).

3.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ - ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΗ ΤΤSS2. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΥΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΕΣ

Κατά την διάρκεια της ημερήσιας δειγματοληψίας του Σεπτεμβρίου 2001 στον σταθμό των 50 m, η χρησιμοποίηση του μακροβενθικού ποσοτικού δειγματολήπτη τύπου Smith McIntyre (5 δείγματα) και του πλαγκτονικού διχτυού WP2 (5 δείγματα) απέδωσαν συνολικά 1,087 και 1,267 μακροπανιδικούς οργανισμούς οι οποίοι ταξινομήθηκαν σε 11 και 12 αντίστοιχα κύριες ταξινομικές ομάδες (Πίνακας 3.3). Η χρησιμοποίηση ωστόσο στον ίδιο σταθμό του ΤΤSS2 εφοδιασμένου με «γραντί» τύπου Α (3 σύρσεις των 50 m), απέδωσε συνολικά 3,324 άτομα τα οποία βρέθηκε να ανήκουν σε ένα σχεδόν διπλάσιο από ότι προηγουμένως αριθμό διαφορετικών ταξινομικών ομάδων (23). Αντίθετα, όταν το ΤΤSS2 χρησιμοποιήθηκε ως τυπικό υπερβενθικό έλκθηρο (3 σύρσεις των 500 m χωρίς «γραντί») συλλέχθηκαν μόνο 848 άτομα τα οποία ταξινομήθηκαν σε 16 κύριες ομάδες οργανισμών παρά το γεγονός ότι το μήκος των σύρσεων που πραγματοποιήθηκαν με αυτό ήταν 10 φορές μεγαλύτερο. Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι οι αφθονίες των κύριων ταξινομικών ομάδων συμπεριλαμβανομένων των προνυμφών του συνόλου των καρκινοειδών που συλλέχθηκαν με το ΤΤSS2 ανά μονάδα επιφανείας, ήταν πολύ μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες του υπερβενθικού ελκθήρου τουλάχιστον κατά μία τάξη μεγέθους. Στον Πίνακα 3.3. δίνεται ο μέσος όρος πυκνοτήτων (άτομα/m²) των κύριων ταξινομικών ομάδων που συλλέχθηκαν με τη χρήση των τεσσάρων διαφορετικών δειγματοληπτικών τεχνικών.

Τα αποτελέσματα εφαρμογής των πολυπαραμετρικών μεθόδων της διευθέτησης MDS και της ανάλυσης ομάδων (Cluster Analysis) χρησιμοποιώντας τις πυκνότητες των μακροπανιδικών ομάδων όλων των δειγμάτων της συγκεκριμένης δειγματοληψίας, έδειξαν σαφή διαφοροποίηση ανάμεσα στους τέσσερις δειγματολήπτες (Εικόνα 3.1Α,Β). Οι τέσσερις διακριτές ομάδες δειγμάτων που σχηματίζονται εμφανίζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ($R=1$, $p<0.001$).

Οι πολύχαιτοι (65%) και τα σωληνοειδή (13%) συνιστούν το 78% της συνολικής αφθονίας της μακροπανίδας που συλλέχθηκε με το δειγματολήπτη τύπου Smith McIntyre και ακολουθούν τα καρκινοειδή (10%), τα οποία αποτελούνται κατά κύριο λόγο από

Πίνακας 3.1. Συνολικός αριθμός ατόμων και ειδών των Καρκινοειδών της υπόκλασης των Μαλακοστράκων τα οποία εξετάστηκαν και προσδιορίστηκαν.

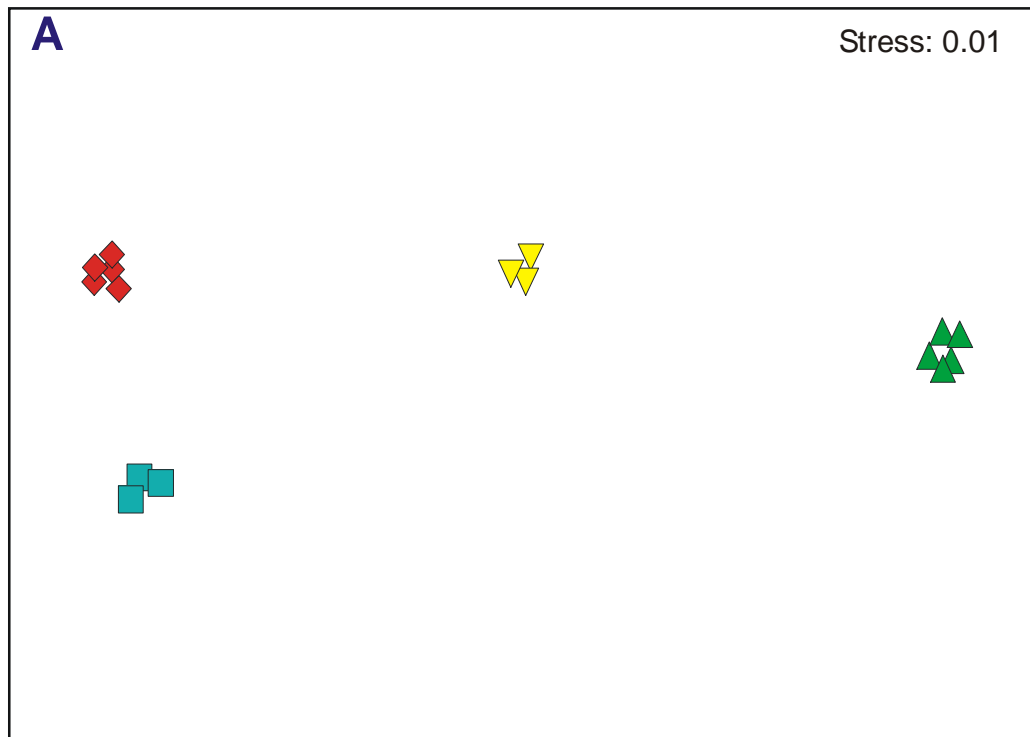
Υπόκλαση Malacostraca	Αριθμός ειδών	Αριθμός ατόμων
Τάξη		
Stomatopoda	1	1
Decapoda	36	7,611
Amphipoda	45	13,874
Cumacea	14	11,143
Mysidacea	15	32,240
Isopoda	13	1,148
Tanaidacea	3	33
Σύνολο	127	66,050

Πίνακας 3.2. Αποτελέσματα δοκιμαστικών σύρσεων του δειγματολήπτη TTSS2 στο σταθμό των 50 m.

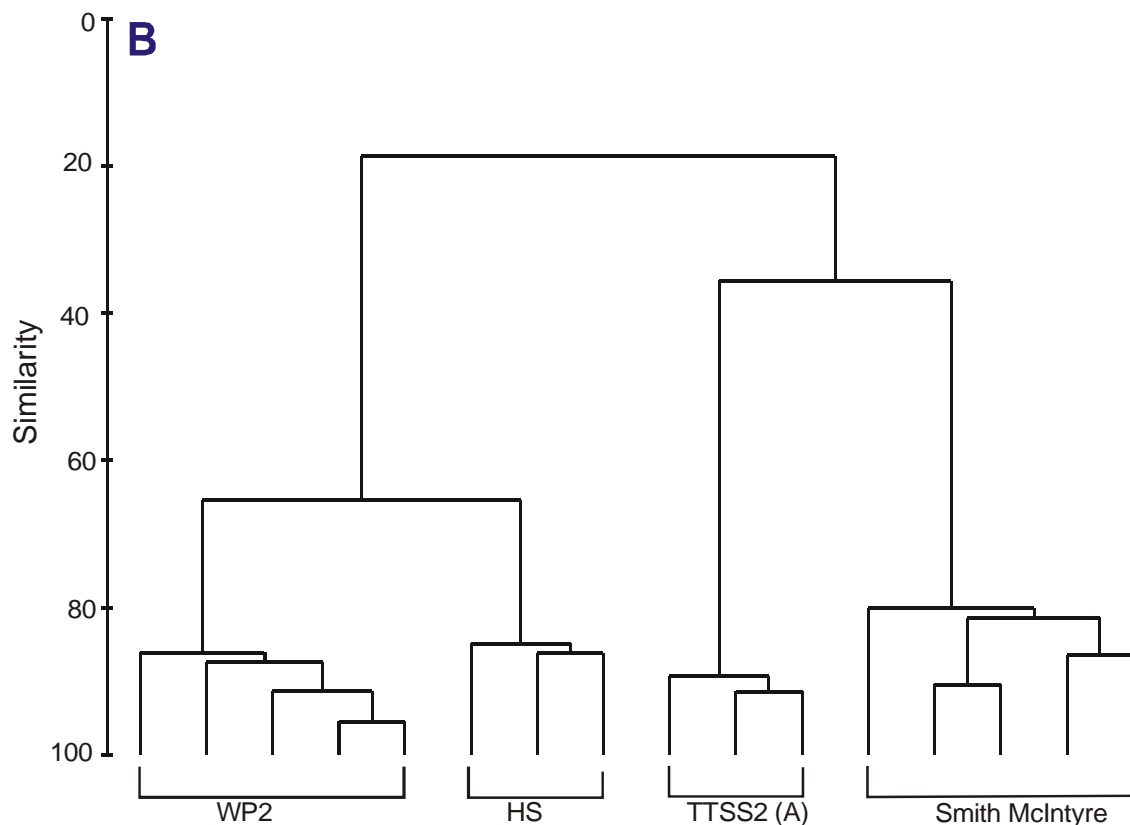
<u>άτομα/m²</u>	<u>Μήκος σύρσεων</u>		
	50 m	80 m	120 m
Mysidacea	27.10	26.21	22.86
Decapoda	2.31	2.39	2.43
Cumacea	4.66	3.60	3.52
Tanaidacea	0.00	0.00	0.00
Isopoda	0.14	0.37	0.13
Amphipoda	3.34	2.35	3.53
Συνολικός αριθμός ατόμων όλων των ταξινομικών ομάδων/m ²	46.03	42.05	37.57
<u>άτομα/σύρση</u>			
Mysidacea	834	1,283	1,644
Decapoda	94	121	172
Cumacea	136	169	248
Tanaidacea	0	0	0
Isopoda	5	14	13
Amphipoda	99	113	304
Συνολικός αριθμός ατόμων όλων των ταξινομικών ομάδων/σύρση	1,335	1,951	2,615
<u>αριθμός ειδών/σύρση</u>			
Mysidacea	9	11	8
Decapoda	8	10	11
Cumacea	5	4	7
Tanaidacea	1	0	0
Isopoda	2	3	3
Amphipoda	12	12	12
Συνολικός αριθμός ταξινομικών ομάδων/σύρση	16	16	16

Πίνακας 3.3. Μέσος όρος πυκνοτήτων (άτομα/m², ±s.d.) των κύριων ταξινομικών ομάδων που συλλέχθηκαν στο σταθμό των 50 m με δειγματολήπτη τύπου Smith McIntyre, υπερβενθικό έλκηθρο (HS), TTSS2 με «γραντί» τύπου A και δειγματολήπτη πλαγκτού WP2 (N=αριθμός επαναληπτικών δειγμάτων/σύρσεων) κατά τη διάρκεια της ημέρας την περίοδο του Σεπτεμβρίου του 2001.

Taxa	Smith McIntyre (άτομα/m ²) N=5	HS (άτομα/m ²) N=3	TTSS2 (A) (άτομα/m ²) N=3	WP2 (άτομα/m ³) N=5
Porifera	-	-	0.01±0.02	-
Cnidaria	-	0.10±0.05	0.08±0.07	2.72±0.98
Ctenophora	-	<0.01	-	-
Nemertini	94±43	-	0.02±0.02	-
Sipuncula	298±95	<0.01	0.10±0.12	-
Gastropoda	14±19	<0.01	6.25±1.37	0.64±0.32
Bivalvia	130±41	-	1.05±0.19	-
Polychaeta	1,446±168	<0.01	3.43±0.38	0.01±0.03
Crustacea (larvae)	2±4	0.52±0.30	2.91±0.65	2.90±0.76
Copepoda	-	0.11±0.05	0.36±0.12	8.18±2.52
Ostracoda	-	-	0.33±0.33	-
Decapoda	132±88	<0.01	1.53±0.40	-
Mysidacea	-	<0.01	9.54±1.97	-
Cumacea	10±7	<0.01	4.77±0.42	-
Tanaidacea	-	-	0.03±0.03	-
Isopoda	74±154	<0.01	0.20±0.11	0.01±0.03
Amphipoda	4±5	0.01±0.01	5.03±0.24	0.01±0.03
Pycnogonida	-	-	0.08±0.07	-
Chaetognatha	-	0.08±0.03	0.76±0.27	2.48±0.64
Echinodermata	36±29	0.03±0.02	1.22±0.50	0.31±0.29
Appendicularia	-	-	0.07±0.09	0.31±0.23
Asciacea	-	-	0.01±0.02	-
Thaliacea	-	0.04±0.02	0.01±0.02	0.08±0.15
Pisces	-	0.02±0.02	0.14±0.03	0.11±0.06



▲ : Smith McIntyre ▼ : TTSS2 (A) ■ : HS ◆ : WP2



Εικόνα 3.1. (A) Διάγραμμα MDS και (B) δενδρόγραμμα της μεθόδου ανάλυσης ομάδων (Cluster Analysis) με βάση την αφθονία όλων των κύριων ομάδων ζωικών οργανισμών που συλλέχθηκαν στο σταθμό των 50 m με τη χρήση των τεσσάρων διαφορετικών δειγματοληπτών κατά τη διάρκεια της ημέρας την περίοδο του Σεπτεμβρίου 2001 ($R=1$, $p<0.001$).

δεκάποδα και ισόποδα (>93% του συνόλου των Καρκινοειδών), και τέλος τα μαλάκια (6%) εκ των οποίων το 90% περίπου είναι δίθυρα (Εικόνα 3.2Α). Αντίστοιχα, τα δείγματα τα οποία συλλέχθηκαν με το δειγματολήπτη πλαγκτού WP2 και το υπερβενθικό έλκθηρο εμφανίζουν ένα τελείως διαφορετικό πρότυπο σύστασης ομάδων ζωικών οργανισμών με ένα μεγάλο ποσοστό πλαγκτονικών καρκινοειδών (σχεδόν αποκλειστικά προνύμφες καρκινοειδών και κωπήποδα με ποσοστό μεγαλύτερο από 96% του συνόλου των καρκινοειδών) και στη συνέχεια ακολουθούν τα κνιδόζωα και τα χαιτόγναθα με μικρότερα ποσοστά (Εικόνα 3.2Γ,Δ). Σε αντίθεση με τα παραπάνω, τα καρκινοειδή αποτελούν την σημαντικότερη μακροπανιδική ομάδα, όσον αφορά την αφθονία οργανισμών που συλλέχθηκαν με το TTSS2 (65%) με τα μυσιδώδη, κουμώδη και αμφίποδα να αποτελούν το σημαντικότερο ποσοστό τους (78% του συνόλου των καρκινοειδών) (Εικόνα 3.2Β). Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι η σημαντική σε αφθονία πανίδα των μαλακίων (19%) που συλλέχθηκε με τον συγκεκριμένο δειγματολήπτη αποτελείται κυρίως από γαστερόποδα (86% του συνόλου των μαλακίων), σε αντίθεση με τα δίθυρα μαλάκια τα οποία συλλέγονται σχεδόν αποκλειστικά με τη χρήση του δειγματολήπτη τύπου Smith McIntyre.

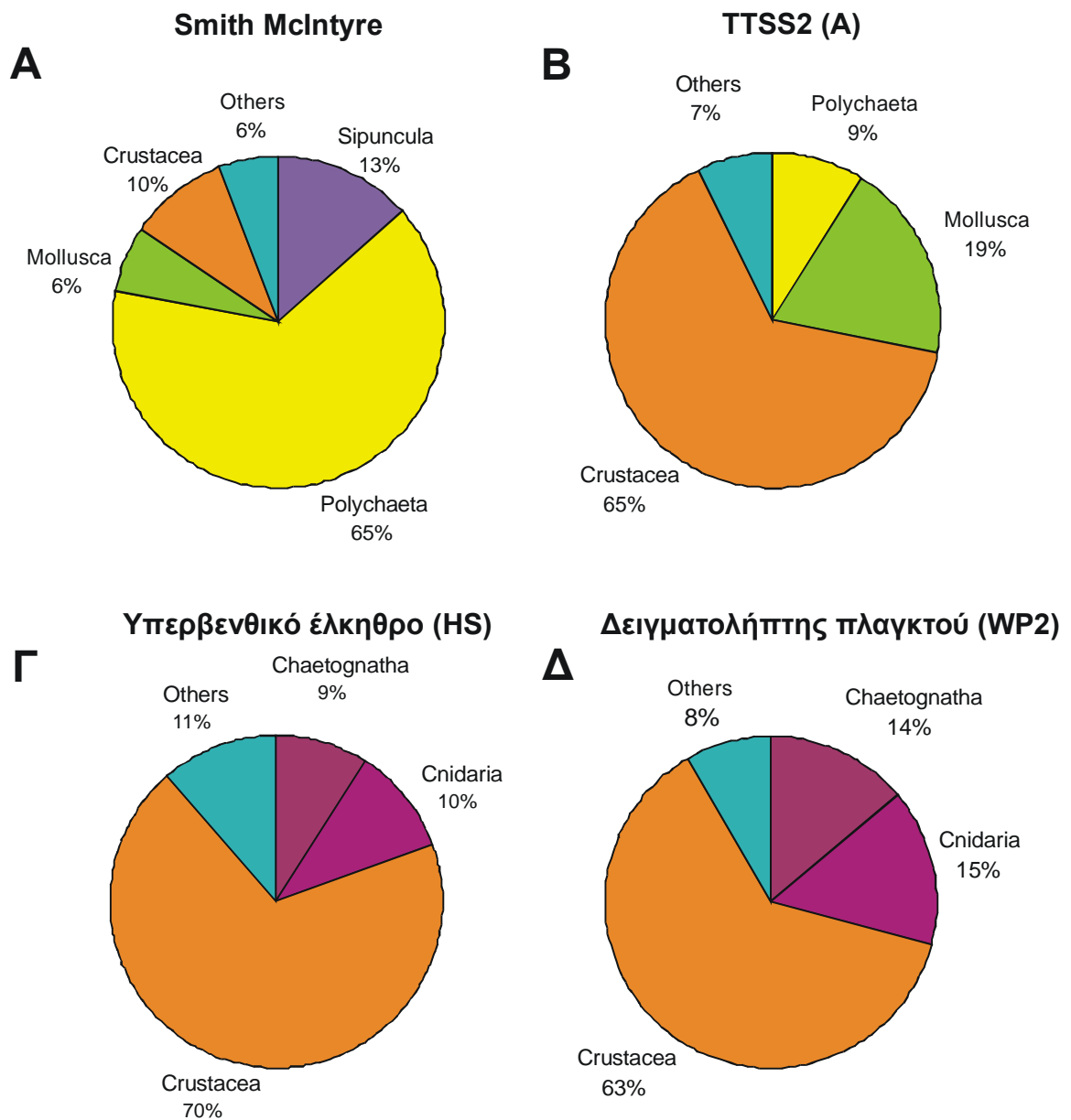
Η εφαρμογή των μεθόδων διευθέτησης MDS και ανάλυσης ομάδων (Cluster Analysis) χρησιμοποιώντας τις πυκνότητες μόνο των ειδών των Μαλακοστράκων Καρκινοειδών έδειξε ένα παρόμοιο με προηγουμένως πρότυπο διαφοροποίησης των τεσσάρων δειγματοληπτικών τεχνικών (Εικόνα 3.3Α,Β, $R=1$, $p<0.01$). Στην προκειμένη περίπτωση εξαιρέθηκαν τα πλαγκτονικά δείγματα εξαιτίας της απουσίας ειδών Μαλακοστράκων Καρκινοειδών. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα εφαρμογής της τεχνικής SIMPER, η ομοιότητα (46.57%) των δειγμάτων που συλλέχθηκαν με τον δειγματολήπτη τύπου Smith McIntyre η οποία προκύπτει από την εφαρμογή των πολυπαραμετρικών μεθόδων, οφείλεται κυρίως στη μεγάλη αφθονία των ειδών δεκαπόδων: *Urogebia tipica* (συμμετοχή στην ομοιότητα των δειγμάτων της τάξης του 40.04%), *Processa nouveli nouveli* (28.40%) και *Anapagurus breviaculeatus* (16.80%). Αντίθετα, η ομοιότητα (83.78%) των δειγμάτων που συλλέχθηκαν με το TTSS2 οφείλεται κυρίως στην αφθονία περισσότερων και διαφορετικών ομάδων και ειδών καρκινοειδών όπως τα μυσιδώδη: *Anchialina agilis* (συμβάλλοντας στην ομοιότητα των δειγμάτων με ποσοστό 9.79%), *Haplostylus lobatus* (8.82%), *Paraleptomysis apiops* (7.53%), τα κουμώδη: *Iphinoe rhodaniensis* (10.65%), *Diastylis rugosa* (5.01%), *Pseudocuma simile* (4.14%), τα αμφίποδα: *Westwoodila rectirostris* (8.64%), *Phtisica marina* (4.84%) καθώς επίσης και το δεκάποδο *Philocheras bispinosus* (5.40%). Τέλος, τα δείγματα του υπερβενθικού ελκθήρου (ομοιότητα 22.92%) χαρακτηρίζονται από την παρουσία των αμφιπόδων

(συμβάλλοντας συνολικά στην ομοιότητα των συγκεκριμένων δειγμάτων με ποσοστό 57.23%) της οικογένειας Hyperiidae και του είδους *Periocolodes longimanus longimanus*.

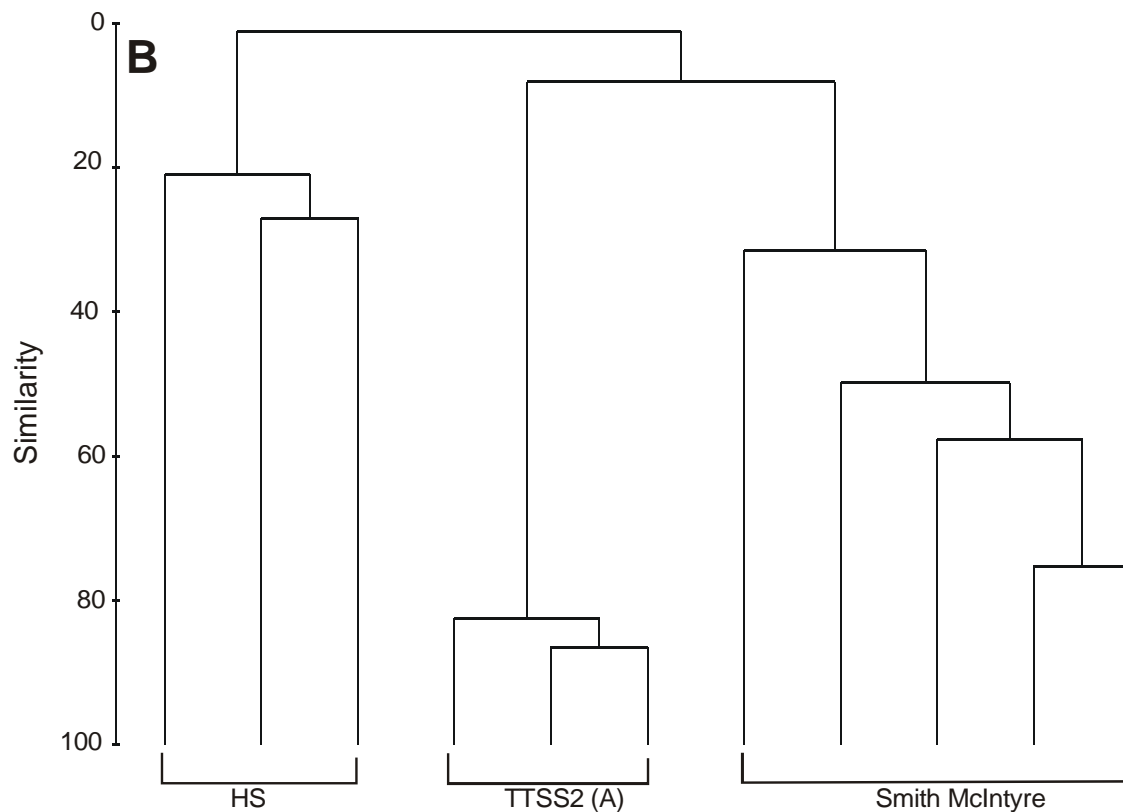
Στον Πίνακα 3.4 δίνονται τα 10 αφθονότερα είδη Μαλακοστράκων Καρκινοειδών τα οποία συλλέχθηκαν με τις τέσσερις διαφορετικές δειγματοληπτικές τεχνικές κατά την ημερήσια δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου 2001 και τα οποία αποτελούν το 80 με 100% της σχετικής αφθονίας στο σύνολο των ειδών. Παρά τις διαφορές της δειγματοληπτικής επιφάνειας των μεθόδων και τον διαφορετικό αριθμό επαναληπτικών δειγμάτων/σύρσεων που ελήφθησαν (Πίνακας 3.4), το TTSS2 συνέλεξε τον μεγαλύτερο αριθμό ειδών Μαλακοστράκων Καρκινοειδών (39) εκ των οποίων τα περισσότερα (24) συλλέχθηκαν αποκλειστικά και μόνο από το συγκεκριμένο δειγματολήπτη. Θα πρέπει ειδικότερα να επισημανθεί ότι αν και στην συγκεκριμένη περίπτωση η συνολική δειγματοληπτική επιφάνεια του υπερβενθικού ελκήθρου ήταν κατά μια τάξη μεγέθους μεγαλύτερη σε σχέση με την αντίστοιχη του TTSS2, ο συνολικός αριθμός των ειδών Μαλακοστράκων Καρκινοειδών τα οποία συλλέχθηκαν με το υπερβενθικό έλκηθρο (12), είναι κατά πολύ μικρότερος σε σχέση με τον αντίστοιχο αριθμό ειδών που συλλέχθηκαν με το TTSS2. Ωστόσο, τα περισσότερα κοινά είδη μεταξύ των διαφόρων δειγματοληπτικών μεθόδων εμφανίζονται στα δείγματα που συλλέχθηκαν με το TTSS2 και το υπερβενθικό έλκηθρο.

Πιο συγκεκριμένα στα δείγματα του υπερβενθικού ελκήθρου τα οποία συλλέχθηκαν στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα χωρίς τεχνητή ανάταραξη του ιζήματος επικρατούν το ισόποδο *Eurydice* sp., αντιπρόσωποι της Οικογένειας αμφιπόδων Hyperiidae και το αμφίποδο *Periocolodes longimanus longimanus*, ενώ το κουμώδες *Iphinoe rhodaniensis* και τα μυσιδώδη *Anchialina agilis*, *Haplostylus lobatus* επικρατούν στα δείγματα που συλλέχθηκαν από το βενθικό διαχωριστικό στρώμα με το TTSS2 με τεχνητή ανατάραξη του ιζήματος (Πίνακας 3.4). Στα δείγματα που συλλέχθηκαν με τον δειγματολήπτη τύπου Smith McIntyre επικρατούν το ισόποδο *Paranthura* sp., και τα δεκάποδα *Upogebia tipica*, *Anapagurus breviaculeatus*, *Processa nouveli nouveli*. Ο συγκεκριμένος δειγματολήπτης παρουσίασε λιγότερα κοινά είδη Μαλακοστράκων Καρκινοειδών σε σχέση με το TTSS2 ενώ 6 είδη συλλέχθηκαν αποκλειστικά και μόνο με την συγκεκριμένη δειγματοληπτική συσκευή. Τέλος, τα ελάχιστα άτομα που συλλέχθηκαν με το πλαγκτονικό δίχτυ τύπου WP2 υποδηλώνουν την ιδιαίτερα μειωμένη δραστηριότητα ειδών Μαλακοστράκων Καρκινοειδών στη στήλη του νερού κατά τη διάρκεια της ημέρας (Hyperiidae, *Cymodoce* sp.) (Πίνακας 3.4).

Κατά την διάρκεια της νυχτερινής δειγματοληψίας της συγκεκριμένης περιόδου (Σεπτέμβριος 2001) πραγματοποιήθηκε η ίδια ακριβώς σειρά πειραμάτων με στόχο τη



Εικόνα 3.2. Ποσοστό συμμετοχής των κύριων ταξινομικών ομάδων που συλλέχθηκαν με τους τέσσερις διαφορετικούς δειγματολήπτες κατά τη διάρκεια της ημέρας το Σεπτέμβριο του 2001.



Εικόνα 3.3. (A) Διάγραμμα MDS και (B) δένδρογραμμα της μεθόδου ανάλυσης ομάδων (Cluster Analysis) με βάση την αφθονία των ειδών Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συλλέχθηκαν στο σταθμό των 50 m με τη χρήση των τριών διαφορετικών δειγματοληπτών κατά τη διάρκεια της ημέρας την περίοδο του Σεπτεμβρίου 2001 ($R=1$, $p<0.001$).

Πίνακας 3.4. Λίστα των 10 σχετικά αφθονότερων ειδών Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συλλέχθηκαν στο σταθμό των 50 m με δειγματολήπτη τύπου Smith McIntyre, δειγματολήπτη TTSS2 με «γραντί» τύπου A, υπερβενθικό έλκηθρο (HS) και δειγματολήπτη πλαγκτού WP2 κατά την ημερήσια δειγματοληψία την περίοδο του Σεπτεμβρίου 2001 (S=δειγματοληπτική επιφάνεια, *: παρουσία ειδών πέρα των 10 αφθονότερων).

Είδη		Smith McIntyre	TTSS2 (A)	HS	WP2	
		S=0.1 m ²	S=29 m ²	S=290 m ²	S=13 m ³	
1	<i>Paranthura</i> sp.	iso.	1(34%)	*		
2	<i>Upogebia tipica</i>	dec.	2(30%)			
3	<i>Anapagurus breviaculeatus</i>	dec.	3(15%)	*		
4	<i>Processa nouveli nouveli</i>	dec.	4(11%)			
5	<i>Iphinoe rhodaniensis</i>	cum.	5(3%)	1(15.52%)	9(5%)	
6	<i>Diastylis rugosa</i>	cum.	6(2%)	8(3.87%)		
7	<i>Alpheus glaber</i>	dec.	7(2%)			
8	<i>Ampelisca typica</i>	amp.	8(1%)	*		
9	<i>Tryphosites longipes</i>	amp.	9(1%)			
10	<i>Anapagurus bicorniger</i>	dec.	10(1%)	*		
11	<i>Anchialina agilis</i>	mys.		2(15.25%)	*	
12	<i>Haplostylus lobatus</i>	mys.		3(14.98%)		
13	<i>Westwoodilla rectirostris</i>	amp.		4(11.49%)	4(10%)	
14	<i>Paraleptomysis apiops</i>	mys.		5(8.99%)		
15	<i>Philocheras bispinosus</i>	dec.		6(4.63%)	5(10%)	
16	<i>Phtisica marina</i>	amp.		7(4.58%)		
17	<i>Anchialina oculata</i>	mys.		9(2.89%)		
18	<i>Pseudocuma simile</i>	cum.		10(2.67%)	10(5%)	
19	<i>Eurydice</i> sp.	iso.		1(20%)		
20	Hyperiidæ	amp.		*	2(10%)	
21	<i>Perioculodes longimanus</i>	amp.		*	3(10%)	
22	<i>Gnathia venusta</i>	iso.		*	6(10%)	
23	<i>Harpinia crenulata</i>	amp.		*	7(5%)	
24	<i>Monoculodes gibbosus</i>	amp.		*	8(5%)	
25	<i>Cymodoce</i> sp.	iso.			2(50%)	
Σχετική αφθονία			98.2%	84.86%	90.0%	100.0%
Αποκλειστικά είδη			6	24	1	1
Συνολικός αριθμός ειδών			12	39	12	2

διερεύνηση τυχόν αλλαγών στη συμπεριφορά ορισμένων ομάδων ζωικών οργανισμών και επομένως την πιθανή διαφορετική αποτελεσματικότητα και επιλεκτικότητα των δειγματοληπτών που χρησιμοποιήθηκαν. Η χρήση των δειγματοληπτών τύπου Smith McIntyre και WP2 απέδωσε λιγότερα συνολικά άτομα από αυτά που συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια της ημέρας (889 και 947 αντίστοιχα) τα οποία και ταξινομήθηκαν στις ίδιες περίπου μακροπανιδικές ομάδες (Πίνακας 3.5). Είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι ενώ στα ημερήσια πλαγκτονικά δείγματα η ομάδα των μυσιδωδών απουσιάζει, κατά τη διάρκεια της νύχτας εμφανίζεται και μάλιστα με σημαντικές πυκνότητες υποδηλώνοντας μία έντονη δραστηριότητα της ομάδας αυτής στην στήλη του νερού τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Η χρήση τόσο του υπερβενθικού ελκλήθρου όσο και του TTSS2 απέδωσε πολύ περισσότερα άτομα (11,636 και 6,225 άτομα αντίστοιχα) κατά την διάρκεια της νύχτας σε σύγκριση με την ημέρα (848 και 3,324 άτομα αντίστοιχα) τα οποία ωστόσο κατανέμονται στις ίδιες με την ημέρα ομάδες οργανισμών. Παρά το γεγονός ότι το υπερβενθικό έλκνητρο συλλέγει κατά την διάρκεια της νύχτας συνολικά περισσότερα άτομα μακροπανιδικών οργανισμών από ότι το TTSS2, οι πυκνότητες των περισσότερων ομάδων ζωικών οργανισμών που συλλέχθηκαν με το TTSS2 παραμένουν και πάλι αρκετά μεγαλύτερες από εκείνες του υπερβενθικού ελκλήθρου (Πίνακας 3.5).

Το νυχτερινό πρότυπο διαφοροποίησης της αποτελεσματικότητας και επιλεκτικότητας των τεσσάρων δειγματοληπτών που προκύπτει από την εφαρμογή των μεθόδων της ανάλυσης των ομάδων (Cluster Analysis) και της διευθέτησης MDS, που έγιναν χρησιμοποιώντας την πυκνότητα των κύριων ομάδων ζωικών οργανισμών όλων των δειγμάτων, είναι παρόμοιο με αυτό που εμφανίζεται την ημέρα (Εικόνα 3.4A,B). Θα πρέπει ωστόσο να σημειωθεί ότι οι ομάδες δειγμάτων που συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια της νύχτας με το TTSS2, με το υπερβενθικό έλκνητρο και το πλαγκτονικό δίχτυ τύπου WP2 εμφανίζουν πολύ μεγαλύτερη συγγένεια μεταξύ τους από ότι κατά την διάρκεια της ημέρας. Ωστόσο, οι διαφορές μεταξύ των ομάδων δειγμάτων των τεσσάρων διαφορετικών δειγματοληπτών εξακολουθούν να παραμένουν στατιστικά σημαντικές ($R=1$, $p<0.001$).

Η σύνθεση των κύριων ομάδων οργανισμών που βρέθηκαν στα δείγματα που συλλέχθηκαν από τους διαφορετικούς δειγματολήπτες κατά τη διάρκεια της νύχτας δίνεται στα διαγράμματα της Εικόνας 3.5. Οι δειγματολήπτες τύπου Smith McIntyre και WP2, συλλέγουν αντίστοιχα τις ίδιες ομάδες τόσο τη νύχτα όσο και την ημέρα με τα ίδια περίπου ποσοστά αφθονίας (Εικόνα 3.5A,Δ). Το υπερβενθικό έλκνητρο συλλέγει επίσης τις ίδιες ομάδες οργανισμών μέρα και νύχτα με την διαφορά ότι το ποσοστό των

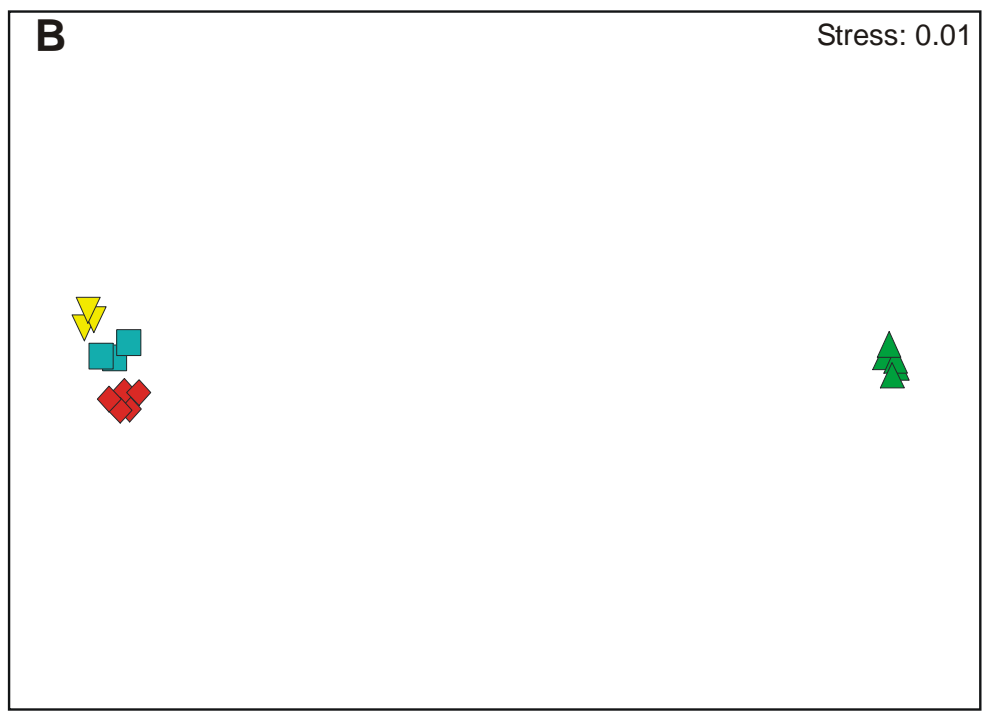
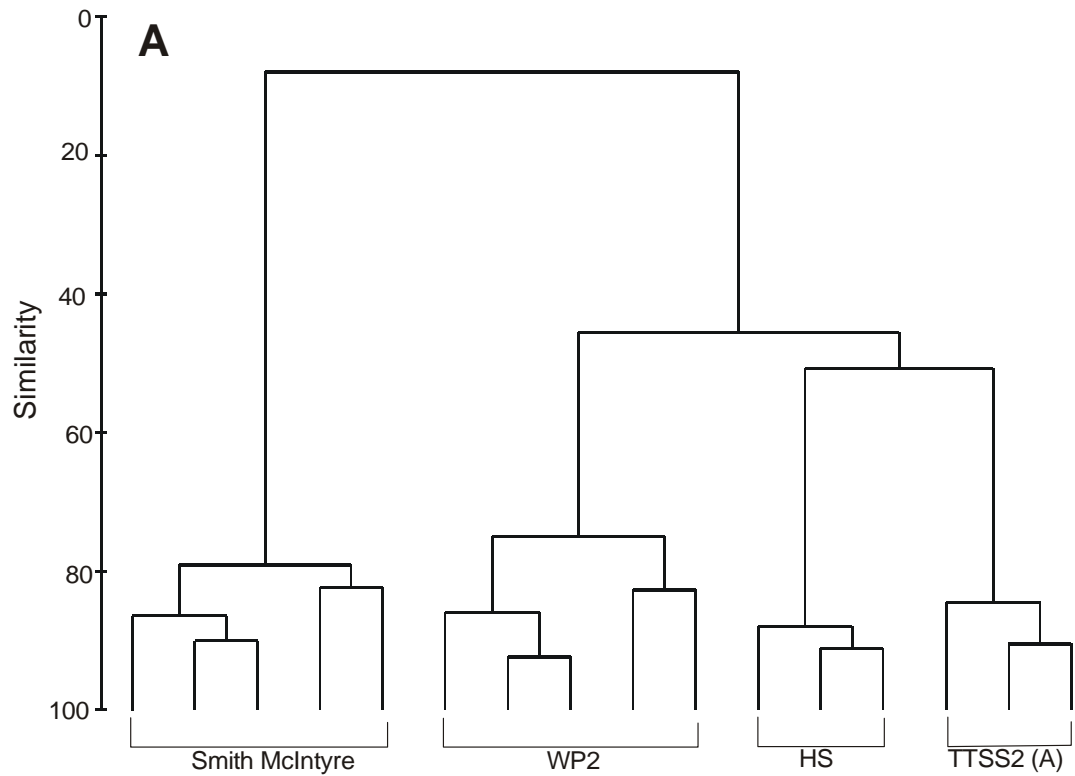
καρκινοειδών εμφανίζεται κατά πολύ μεγαλύτερο τη νύχτα (92%). Πιο συγκεκριμένα, εκτός από προνύμφες καρκινοειδών και κωπήποδα (67% του συνόλου των καρκινοειδών) συλλέγει περισσότερα αμφίποδα, κουμώδη, μυσιδώδη και δεκάποδα (33% του συνόλου των καρκινοειδών) (Εικόνα 3.5Γ). Το TTSS2 εξακολουθεί και τη νύχτα να συλλέγει ένα μεγάλο ποσοστό καρκινοειδών (78%) με κυρίαρχη όμως την ομάδα των προνυμφών των καρκινοειδών (41% του συνόλου των καρκινοειδών). Τα αμφίποδα, ισόποδα, κουμώδη και μυσιδώδη ακολουθούν με ένα εξίσου σημαντικό ποσοστό (47% του συνόλου των καρκινοειδών), το οποίο ωστόσο εμφανίζεται μειωμένο σε σύγκριση με την ημέρα εξαιτίας της δραστηκής μείωσης της πυκνότητας των μυσιδωδών στην διαχωριστική επιφάνεια νερού-ιζήματος (Εικόνα 3.5B) γεγονός που υποδηλώνει την μαζική μετακίνηση της ομάδας αυτής σε επίπεδα της στήλης του νερού ανώτερα από αυτά που δειγματοληπτεί το TTSS2 (>83 cm) η οποία επιβεβαιώνεται και από τις σημαντικές πυκνότητες των μυσιδωδών στα δείγματα που συλλέχθηκαν με το πλαγκτονικό δίχτυ στη στήλη του νερού.

Η εφαρμογή των μεθόδων της ανάλυσης ομάδων (Cluster Analysis) και της διευθέτησης MDS, με βάση τις πυκνότητες μόνο των ειδών Μαλακοστράκων Καρκινοειδών στα ίδια δείγματα, έδειξε παρόμοιο πρότυπο διαφοροποίησης στην επιλεκτικότητα των δειγματοληπτών (Εικόνα 3.6A,B) με το αντίστοιχο των κύριων ομάδων ζωικών οργανισμών ($R=0.9$, $p<0.001$). Θα πρέπει να επισημανθεί ότι ο δειγματολήπτης πλαγκτού WP2 συλλέγει τη νύχτα περισσότερα άτομα Μαλακοστράκων Καρκινοειδών σε σχέση με τα ημερήσια πλαγκτονικά δείγματα. Επιπρόσθετα, η ομάδα των πλαγκτονικών δειγμάτων, όσον αφορά μόνο τα είδη των Μαλακοστράκων Καρκινοειδών, διαχωρίζεται σαφέστερα από τις αντίστοιχες ομάδες δειγμάτων του TTSS2 και του υπερβενθικού ελκλήθρου σε σύγκριση με την ομαδοποίηση των δειγμάτων που προκύπτει από την εφαρμογή των πολυπαραμετρικών μεθόδων στο επίπεδο των κύριων ταξινομικών ομάδων.

Η εφαρμογή της τεχνικής SIMPER έδειξε ότι τα είδη Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συμβάλλουν σημαντικά στην ομαδοποίηση των δειγμάτων του Smith McIntyre (ποσοστό ομοιότητας των δειγμάτων της τάξης του 42.95%) εξακολουθούν και τη νύχτα να είναι τα δεκάποδα *Upogebia tipica* (με ποσοστό συμβολής στην ομαδοποίηση των δειγμάτων 47.01%), *Anapagurus breviaculeatus* (23.01%) και *Processa nouveli nouveli* (10.45%). Η μεγάλη ομοιότητα (75.66%) των δειγμάτων τα οποία συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια της νύχτας με το TTSS2 οφείλεται σε είδη Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που είναι κοινά με αυτά που επικρατούν στα ημερήσια δείγματα αν και τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο παρατηρείται μια σημαντική αύξηση

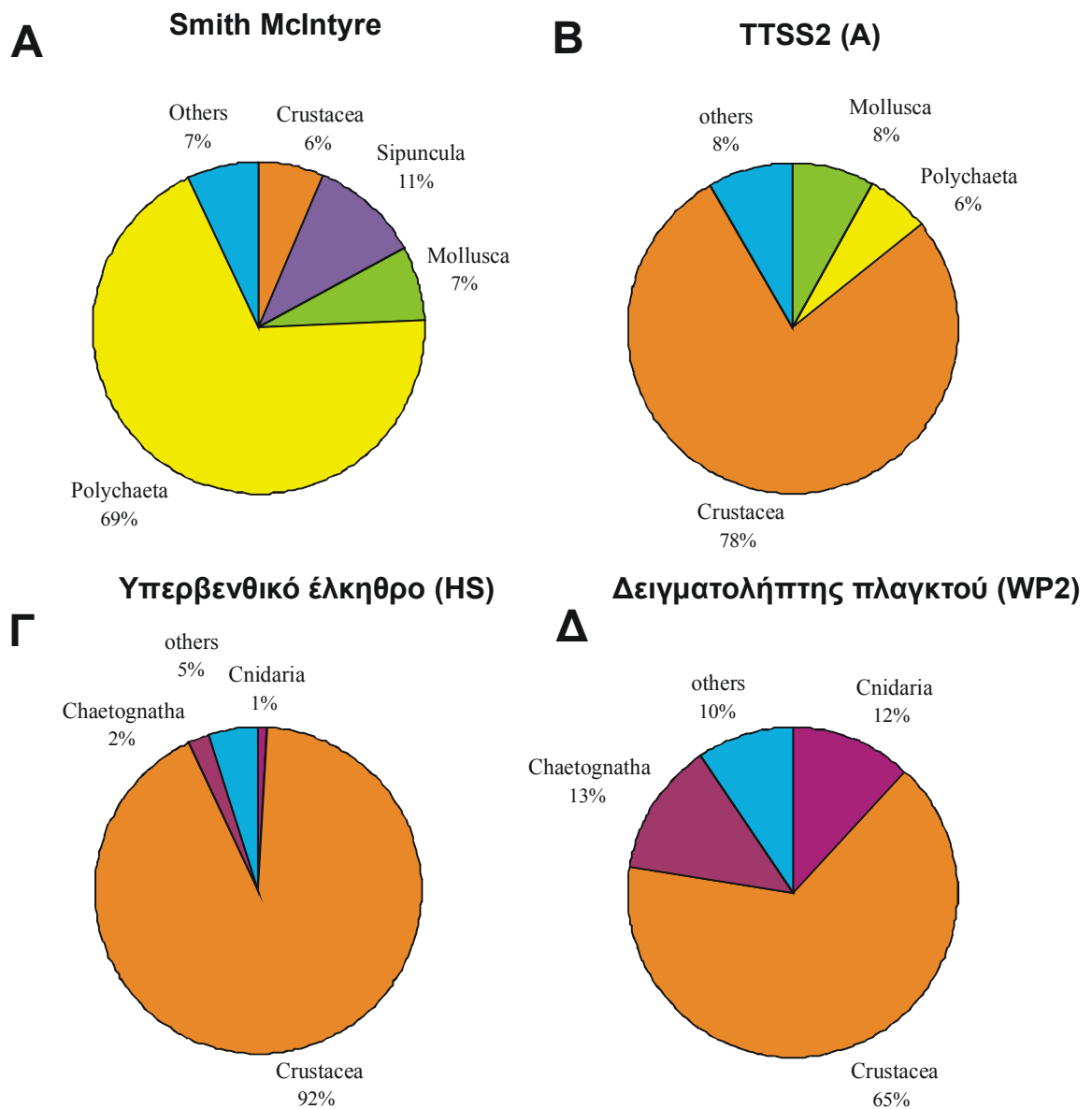
Πίνακας 3.5. Μέσος όρος πυκνοτήτων (άτομα/m², ±s.d.) των κύριων ταξινομικών ομάδων που συλλέχθηκαν στο σταθμό των 50 m με δειγματολήπτη τύπου Smith McIntyre, υπερβενθικό έλκηθρο (HS), TTSS2 με «γραντί» τύπου A και δειγματολήπτη πλαγκτού WP2 (N=αριθμός επαναληπτικών δειγμάτων/σύρσεων) κατά τη διάρκεια της νύχτας την περίοδο του Σεπτεμβρίου του 2001.

Taxa	Smith McIntyre (άτομα/m ²) N=5	HS (άτομα/m ²) N=3	TTSS2 (A) (άτομα/m ²) N=3	WP2 (άτομα/m ³) N=5
Cnidaria	-	0.11±0.05	0.45±0.39	1.56±0.62
Ctenophora	-	-	-	0.01±0.03
Nemertini	114±66	-	0.01±0.02	-
Sipuncula	196±46	<0.01	0.08±0.04	-
Gastropoda	20±16	0.01±0.01	4.54±4.21	0.35±0.17
Bivalvia	110±19	0.08±0.07	1.17±0.57	-
Cephalopoda	-	<0.01	-	-
Polychaeta	1,256±442	0.03±0.02	4.38±2.15	0.03±0.06
Crustacea (larvae)	-	8.11±1.67	26.39±3.88	3.93±1.52
Copepoda	-	0.25±0.04	1.95±0.81	3.89±1.33
Ostracoda	-	0.01±0.00	0.33±0.23	0.01±0.03
Decapoda	92±117	0.35±0.09	3.18±0.78	-
Mysidacea	2±5	0.84±0.21	3.40±1.27	0.76±0.44
Cumacea	8±8	1.13±0.56	8.98±2.36	-
Tanaidacea	-	<0.01	0.05±0.04	-
Isopoda	4±9	0.02±0.01	0.49±0.05	0.01±0.03
Amphipoda	8±8	1.77±0.74	10.41±4.84	0.03±0.06
Pycnogonida	-	<0.01	0.24±0.12	-
Chaetognatha	-	0.26±0.06	2.30±0.28	1.71±0.92
Echinodermata	12±8,37	0.03±0.01	1.78±0.59	0.18±0.27
Appendicularia	-	0.01±0.00	0.10±0.03	0.51±0.39
Thaliacea	-	0.03±0.01	0.03±0.06	-
Pisces	-	0.24±0.03	0.93±0.28	0.17±0.06

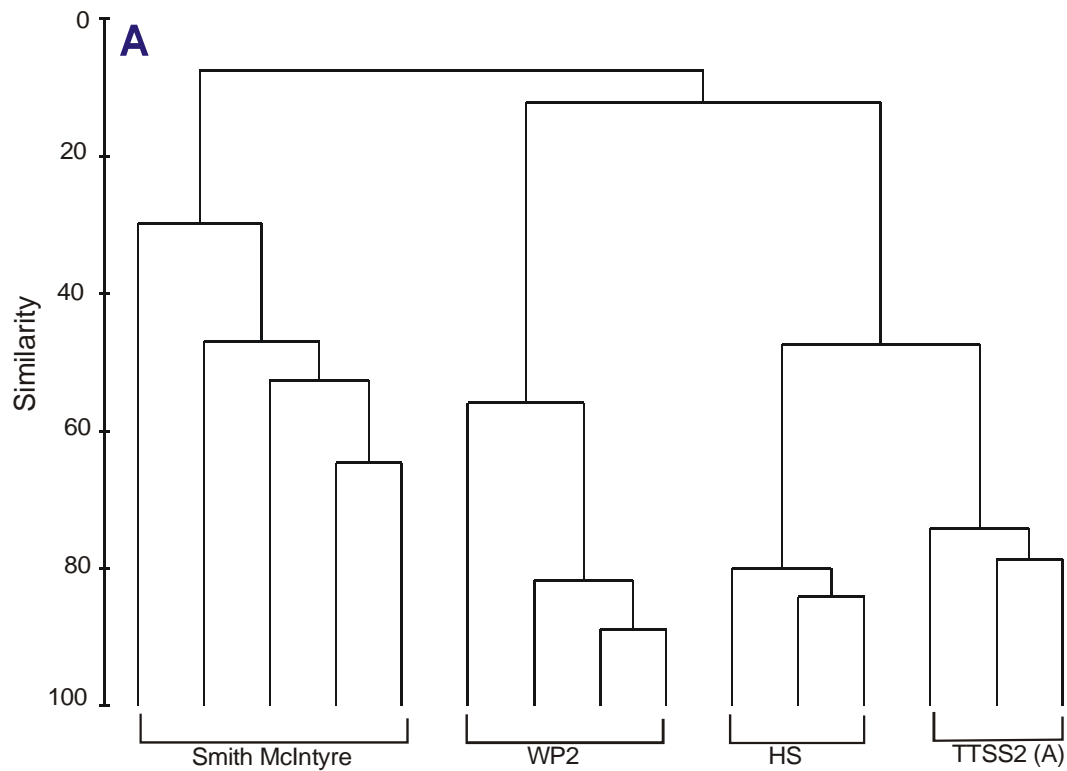


▲ : Smith McIntyre ▼ : TTSS2 (A) ■ : HS ◆ : WP2

Εικόνα 3.4. (Α) Δενδρόγραμμα της μεθόδου ανάλυσης ομάδων (Cluster Analysis) και (Β) διάγραμμα MDS με βάση την αφθονία όλων των κύριων ομάδων ζωικών οργανισμών που συλλέχθηκαν στο σταθμό των 50 m με τη χρήση των τεσσάρων διαφορετικών δειγματοληπτών κατά τη διάρκεια της νύχτας την περίοδο του Σεπτεμβρίου του 2001 ($R=1$, $p<0.001$).



Εικόνα 3.5. Ποσοστό συμμετοχής των κύριων ταξινομικών ομάδων που συλλέχθηκαν στο σταθμό των 50 m με τους τέσσερις διαφορετικούς δειγματολήπτες κατά τη διάρκεια της νύχτας το Σεπτέμβριο του 2001.



Εικόνα 3.6. (A) Δενδρόγραμμα της μεθόδου ανάλυσης ομάδων (Cluster analysis) και (B) διάγραμμα MDS με βάση την αφθονία των ειδών Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συλλέχθηκαν στο σταθμό των 50 m με τη χρήση των τεσσάρων διαφορετικών δειγματοληπτών κατά τη διάρκεια της νύχτας την περίοδο του Σεπτεμβρίου 2001 ($R=0.9$, $p<0.001$).

της αφθονίας των ειδών των κουμωδών: *Iphinoe rhodaniensis*, *Diastylis rugosa*, των δεκαπόδων: *Philocheras bispinosus*, *Processa nouveli nouveli* και των αμφιπόδων: *Westwoodila rectirostris*, *Monoculodes gibbosus* *Perioculodes longimanus longimanus* και ταυτόχρονα μείωση της αφθονίας των ειδών μυσιδωδών: *Haplostylus lobatus*, *Paraleptomysis ariops*. Παρόλο που συγκεκριμένα είδη Μαλακοστράκων όπως τα *Westwoodila rectirostris*, *Haplostylus lobatus*, *Philocheras bispinosus*, *Iphinoe rhodaniensis*, κυριαρχούν σε αφθονία τόσο στα δείγματα του υπερβενθικού ελκθήθρου όσο και στα δείγματα του TTSS2, οι ομάδες δειγμάτων των δυο δειγματοληπτών εμφανίζουν υψηλό ποσοστό διαφοροποίησης (52.59%) λόγω της πολύ μικρότερης συγκριτικά αφθονίας των συγκεκριμένων ειδών στα υπερβενθικά δείγματα. Τέλος, το υψηλό ποσοστό ομοιότητας των πλαγκτονικών δειγμάτων (69.98%) οφείλεται σχεδόν αποκλειστικά στα μυσιδώδη *Haplostylus lobatus* και *Anchialina agilis*.

Στον Πίνακα 3.6 δίνονται τα 10 αφθονότερα είδη Μαλακοστράκων Καρκινοειδών τα οποία συλλέχθηκαν με τους διαφορετικούς δειγματολήπτες κατά τη διάρκεια της νύχτας. Όπως και κατά την διάρκεια της ημέρας ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών Μαλακοστράκων Καρκινοειδών (49) συλλέχθηκε με το TTSS2. Αρκετά από τα είδη αυτά (17) συλλέχθηκαν αποκλειστικά και μόνο από το συγκεκριμένο δειγματολήπτη. Σε αντίθεση με τα ημερήσια υπερβενθικά δείγματα, τα αντίστοιχα νυχτερινά δείγματα εμφανίζουν ένα σημαντικά αυξημένο αριθμό ειδών (43). Οι δύο αυτοί δειγματολήπτες συλλέγουν πολύ περισσότερα κοινά είδη κατά τη διάρκεια της νύχτας από ότι κατά την διάρκεια της ημέρας. Τέλος, στα πλαγκτονικά δείγματα εμφανίζονται με μεγάλο ποσοστό αφθονίας μόνο κατά τη διάρκεια της νύχτας τα είδη μυσιδωδών: *Anchialina agilis*, *A. oculata*, *Haplostylus lobatus*. Η έντονη παρουσία των ειδών αυτών στα πλαγκτονικά δείγματα και ταυτόχρονα η δραστική μείωση της αφθονίας τους στα δείγματα τα οποία συλλέχθηκαν με το TTSS2, υποδηλώνουν την κατακόρυφη μετακίνηση τους από την διαχωριστική επιφάνεια νερού ιζήματος προς τα ανώτερα επίπεδα της στήλης του νερού.

3.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ-ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΗ TTSS2 ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ «ΓΡΑΝΤΙ ΜΟΛΥΒΙΟΥ» (GROUNDROPE ΤΥΠΟΥ B)

Κατά την διάρκεια της ημερήσιας δειγματοληψίας του Σεπτεμβρίου 2001 εκτός από την διενέργεια πειραμάτων με «γραντί» του τύπου A που χρησιμοποιείται συνήθως από τα

αλιευτικά σκάφη μέσης αλιείας της Κρήτης (μηχανότρατες), πραγματοποιήθηκαν παράλληλα δειγματοληψίες με το TTSS2 και με «γραντί» μεγαλύτερης διαμέτρου και βάρους (τύπος Β). Συγκεκριμένα πραγματοποιήθηκαν 3 πρόσθετες σύρσεις των 50 m και συνολικά συλλέχθηκαν 2,703 άτομα τα οποία και ταξινομήθηκαν σε 20 κύριες ομάδες ζωικών οργανισμών (Πίνακας 3.7).

Η εφαρμογή της ανάλυσης ομάδων (cluster analysis) και της διευθέτησης MDS έδειξαν σημαντική διαφοροποίηση ($R=0.9$, $p<0.01$) στα δείγματα του συνόλου της πανίδας που συλλέγεται από την χρήση των δυο διαφορετικών τύπων «γραντιού» τόσο μεταξύ τους όσο και με τα αντίστοιχα του τυπικού υπερβενθικού ελκλήθρου. Για την εφαρμογή των παραπάνω μεθόδων χρησιμοποιήθηκε η πυκνότητα των κύριων ταξινομικών ομάδων όλων των δειγμάτων (Εικόνα 3.7A,B). Η ποιοτική σύνθεση της πανίδας των δειγμάτων που συλλέχθηκαν από την εφαρμογή των δυο διαφορετικών τύπων «γραντιού» είναι παρόμοια (Πίνακας 3.7). Ωστόσο, η σύγκριση των πυκνοτήτων των κύριων ομάδων ζωικών οργανισμών, εφαρμόζοντας την τεχνική Mann-Whitney U test, έδειξε ότι η εφαρμογή του μεγαλύτερου και βαρύτερου τύπου «γραντιού» (τύπος Β) συλλέγει έναν σημαντικά μεγαλύτερο αριθμό γαστεροπόδων, διθύρων, πολυχαίτων, πυκνογονιδίων, χαιτόγναθων και εχινοδέρμων καθώς επίσης και ορισμένων καρκινοειδών όπως είναι τα κωπήποδα, τα οστρακώδη, τα δεκάποδα, τα κουμώδη και τα αμφίποδα ($p<0.05$, Εικόνα 3.8). Κατ' εξαίρεση, η αφθονία των προνυμφών των καρκινοειδών παραμένει στα ίδια περίπου επίπεδα ($p>0.05$), ενώ η αντίστοιχη των μυσιδωδών μειώνεται σημαντικά ($p<0.05$) (Εικόνα 3.8).

Τα αποτελέσματα εφαρμογής της ανάλυσης ομάδων (cluster analysis) και της διευθέτησης MDS χρησιμοποιώντας μόνο τα είδη Μαλακοστράκων Καρκινοειδών έδειξαν παρόμοιο πρότυπο διαφοροποίησης των δειγμάτων που συλλέχθηκαν με τους δύο διαφορετικούς τύπους «γραντιού» ($R=0.8$, $p<0.01$, Εικόνα 3.9A,B). Εφαρμόζοντας την τεχνική SIMPER για τις ομάδες των δειγμάτων που προκύπτουν από την εφαρμογή των πολυπαραμετρικών μεθόδων, φαίνεται ότι η διαφοροποίηση των δυο διαφορετικών τύπων «γραντιού» (31.13%) οφείλεται στην αδυναμία του μεγαλύτερου και βαρύτερου τύπου να συλλέξει συγκεκριμένα είδη μυσιδωδών, όπως τα είδη: *Anchialina agilis*, *A. oculata*, *Haplostylus lobatus*, ενώ αντίθετα συλλέγει μεγαλύτερο αριθμό ατόμων των ειδών αμφιπόδων: *Westwoodilla rectirostris*, *Phtisica marina*, κουμωδών: *Iphinoe rhodaniensis*, *Diastylis rugosa* και των δεκαπόδων: *Philocheras bispinosus*, *Anapagurus breviaculeatus*.

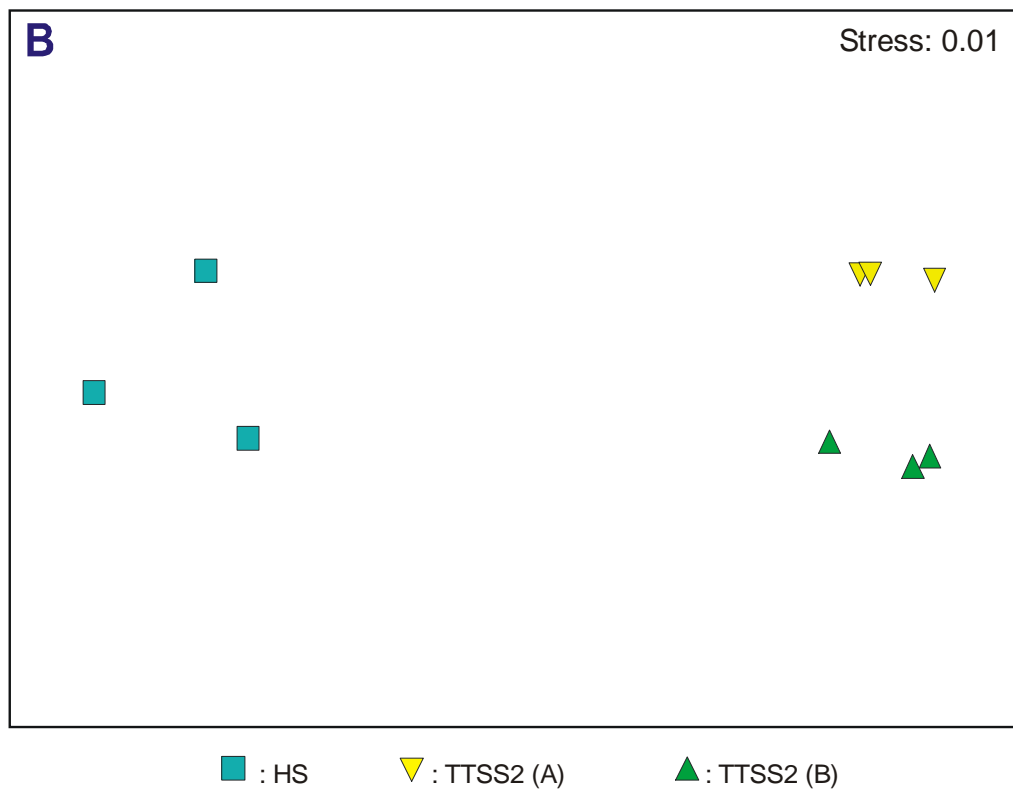
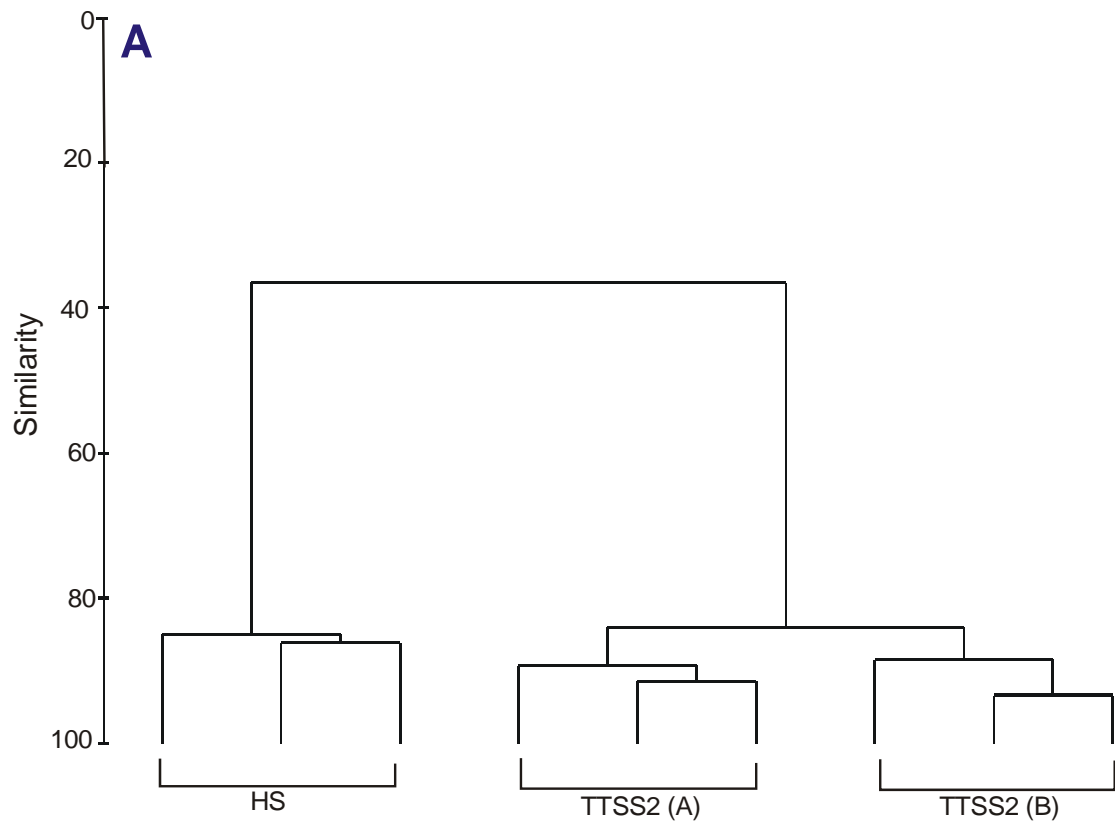
Στον Πίνακα 3.8 δίνεται η πυκνότητα (άτομα/m²) των ειδών Μαλακοστράκων Καρκινοειδών τα οποία συλλέχθηκαν με τους δυο διαφορετικούς τύπους «γραντιού» κατά

Πίνακας 3.6. Λίστα των 10 αφθονότερων ειδών Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συλλέχθηκαν στο σταθμό των 50 m με δειγματολήπτη τύπου Smith McIntyre, δειγματολήπτη TTSS2 με «γραντί» τύπου A, υπερβενθικό έλκηθρο (HS) και δειγματολήπτη πλαγκτού WP2 κατά την νυχτερινή δειγματοληψία την περίοδο του Σεπτεμβρίου 2001 (S=δειγματοληπτική επιφάνεια, *: παρουσία ειδών πέρα των 10 αφθονότερων).

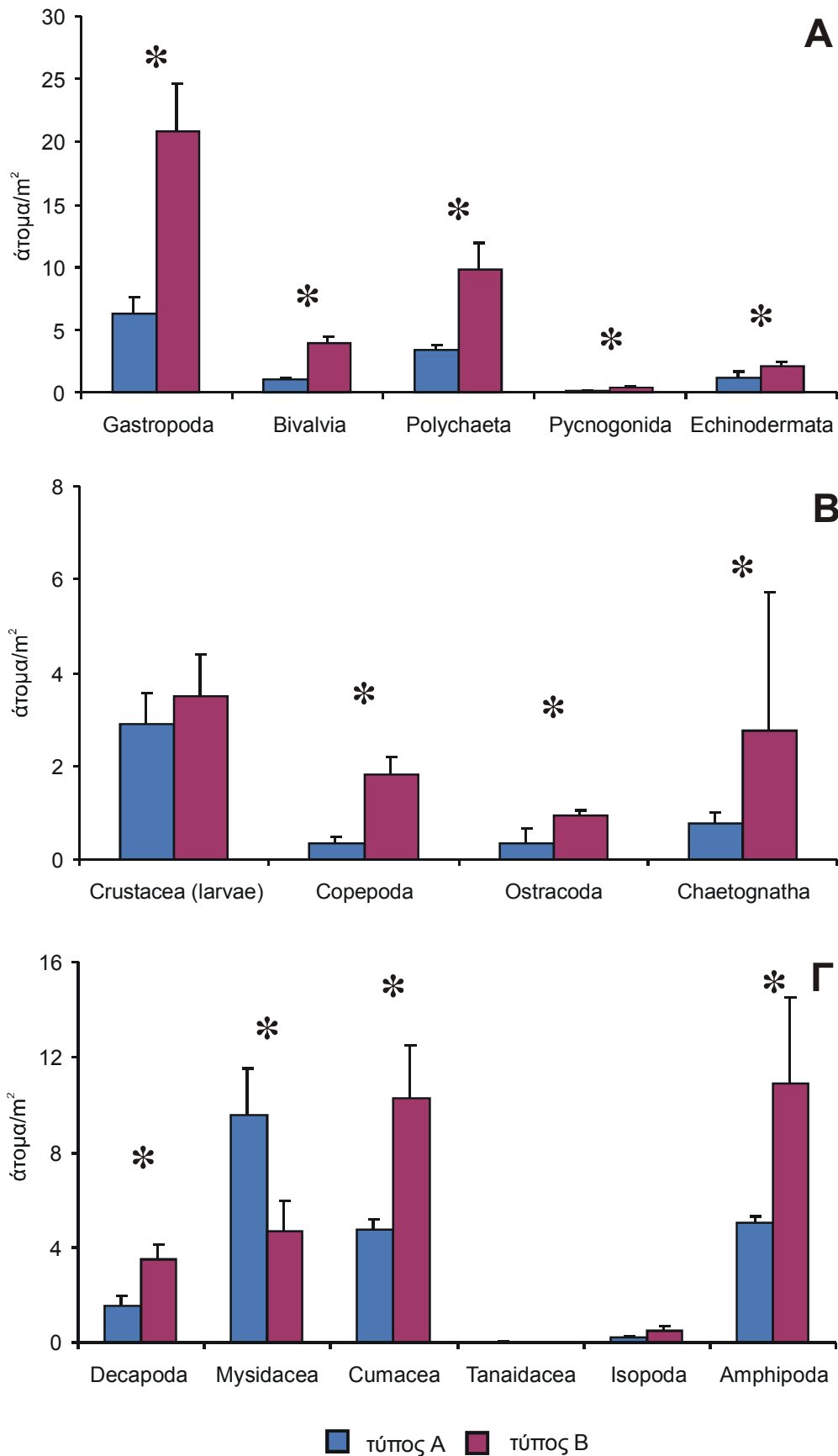
Είδη		Smith McIntyre	TTSS2 (A)	HS	WP2	
		S=0.1m ²	S=29m ²	S=290m ²	S=13m ³	
1	<i>Upogebia tipica</i>	dec.	1(40%)			
2	<i>Anapagurus breviaculeatus</i>	dec.	2(18%)	*		
3	<i>Processa nouveli nouveli</i>	dec.	3(18%)	8(4%)	*	
4	<i>Iphinoe rhodaniensis</i>	cum.	4(7%)	1(24.6%)	6(6.5%)	
5	<i>Ampelisca typica</i>	amp.	5(3.5%)	*	*	
6	<i>Westwoodila rectirostris</i>	amp.	6(3.5%)	2(14.5%)	3(11.6%)	
7	<i>Anapagurus bicorniger</i>	dec.	7(3.5%)	*		
8	<i>Paranthura</i> sp.	iso.	8(3.5%)	*	*	
9	<i>Galathea machadoi</i>	dec.	9(3.5%)			
10	<i>Monoculodes gibbosus</i>	amp.		3(10.7%)	1(20%)	
11	<i>Diastylis rugosa</i>	cum.		4(6.5%)	2(19.5%)	
12	<i>Paraleptomysis apiops</i>	mys.		5(5.4%)	9(3.7%)	
13	<i>Philocheras bispinosus</i>	dec.		6(5.3%)	5(7.1%)	
14	<i>Perioculodes longimanus longimanus</i>	amp.		7(4.1%)	10(3.5%)	
15	<i>Erythrops</i> cf. <i>peterdorhni</i>	mys.		9(2.9%)	*	
16	<i>Phthisica marina</i>	amp.		10(2.2%)	*	
17	<i>Haplostylus lobatus</i>	mys.		*	4(7.6%) 1(63.2%)	
18	<i>Siriella norvegica</i>	mys.		*	7(5.1%)	
19	<i>Tryphosites longipes</i>	amp.		*	8(4.5%)	
20	<i>Anchialina agilis</i>	mys.		*	* 2(24.6%)	
21	<i>Anchialina oculata</i>	mys.		*	* 3(7%)	
22	Hyperiididae	amp.		*	4(3.5%)	
23	<i>Eurydice</i> sp.	iso.		*	5(1.7%)	
Σχετική αφθονία			98.2%	80.0%	89.0%	100.0%
Αποκλειστικά είδη			2	17	9	0
Συνολικός αριθμός ειδών			9	49	43	5

Πίνακας 3.7. Μέσος όρος πυκνοτήτων (άτομα/m², ±s.d.) των κύριων ταξινομικών ομάδων που συλλέχθηκαν στο σταθμό των 50 m με υπερβενθικό έλκηθρο (HS) και τον δειγματολήπτη TTSS2 εφοδιασμένο με τους δυο διαφορετικούς τύπους «γραντιού» (τύποι A και B) (N=αριθμός επαναληπτικών σύρσεων) κατά την ημερήσια δειγματοληψία την περίοδο του Σεπτεμβρίου του 2001.

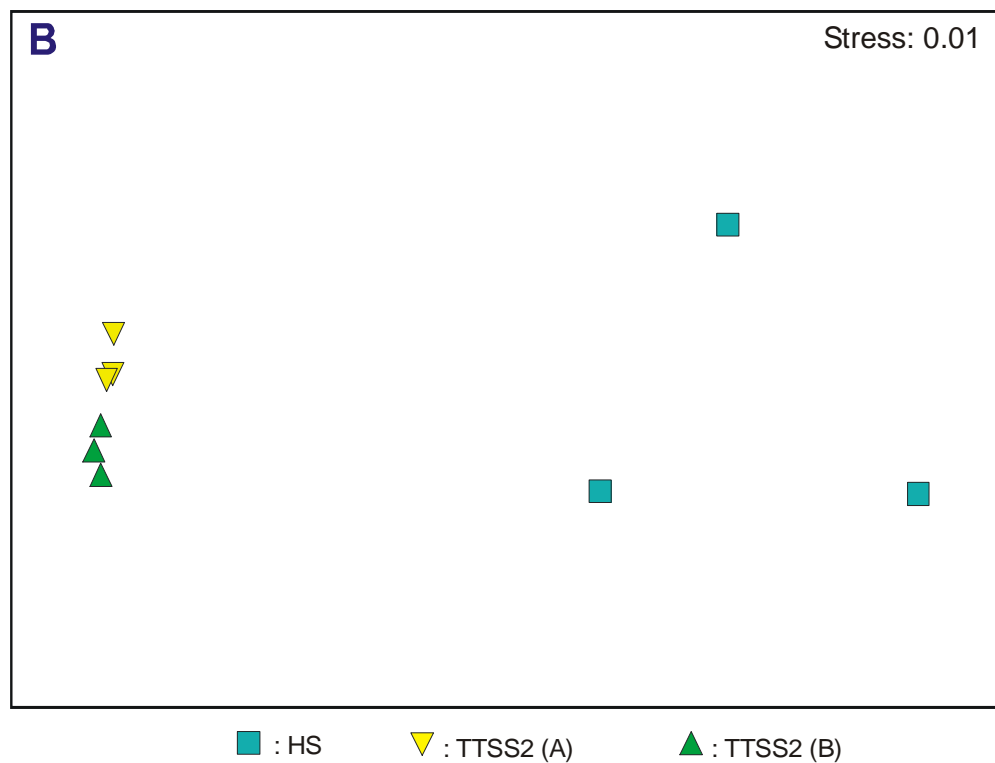
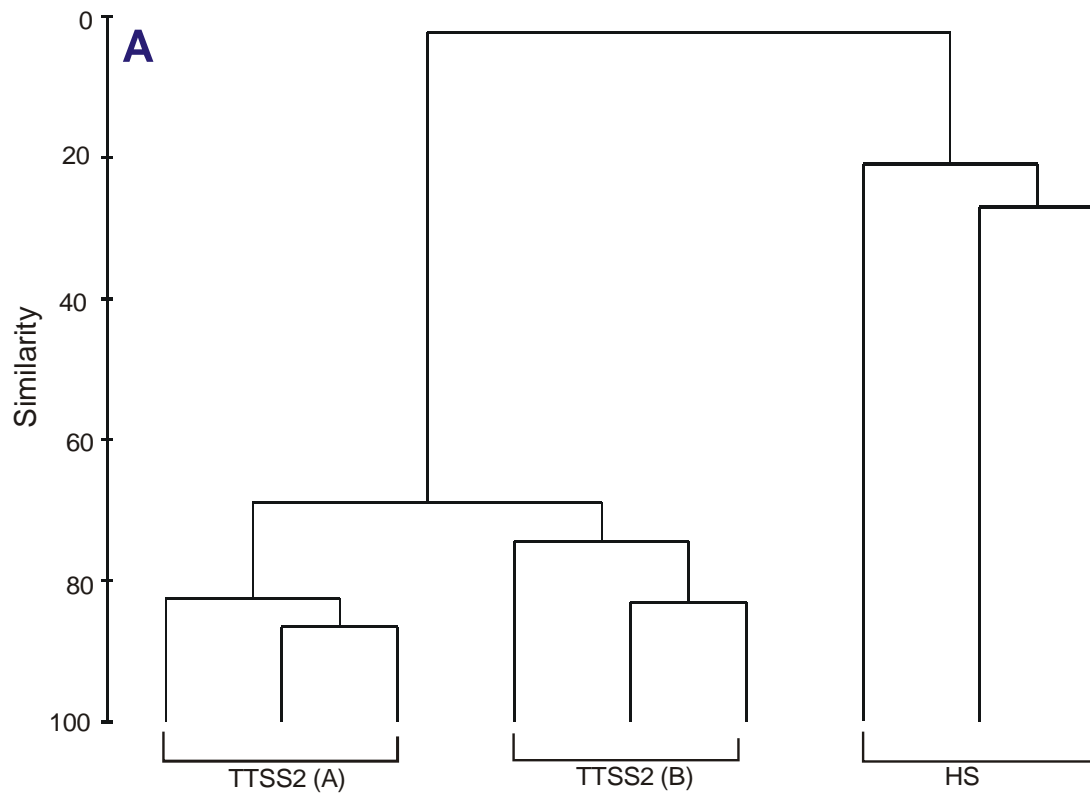
Taxa	HS (άτομα/m²) N=3	TTSS2 (A) (άτομα/m²) N=3	TTSS2 (B) (άτομα/m²) N=3
Porifera	-	0.01±0.02	0.06±0.10
Cnidaria	0.10±0.05	0.08±0.07	0.34±0.45
Ctenophora	<0.01	-	-
Nemertini	-	0.02±0.02	-
Sipuncula	<0.01	0.10±0.12	0.17±0.09
Gastropoda	<0.01	6.25±1.37	20.78±3.85
Scaphopoda	-	-	0.20±0.18
Bivalvia	-	1.05±0.19	3.94±0.47
Polychaeta	<0.01	3.43±0.38	9.86±2.10
Crustacea (larvae)	0.52±0.30	2.91±0.65	3.51±0.88
Copepoda	0.11±0.05	0.36±0.12	1.81±0.40
Ostracoda	-	0.33±0.33	0.95±0.09
Decapoda	<0.01	1.53±0.40	3.51±0.59
Mysidacea	<0.01	9.54±1.97	4.71±1.22
Cumacea	<0.01	4.77±0.42	10.26±2.27
Tanaidacea	-	0.03±0.03	-
Isopoda	<0.01	0.20±0.11	0.46±0.25
Amphipoda	0.01±0.01	5.03±0.24	10.92±3.61
Pycnogonida	-	0.08±0.07	0.37±0.18
Chaetognatha	0.08±0.03	0.76±0.27	2.76±2.99
Echinodermata	0.03±0.02	1.22±0.50	2.13±0.33
Appendicularia	-	0.07±0.09	0.06±0.10
Asciacea	-	0.01±0.02	-
Thaliacea	0.04±0.02	0.01±0.02	-
Pisces	0.02±0.02	0.14±0.03	0.26±0.15



Εικόνα 3.7. (A) Δενδρόγραμμα της μεθόδου ανάλυσης ομάδων (Cluster Analysis) και (B) διάγραμμα MDS με βάση την αφθονία όλων των κύριων ομάδων ζωικών οργανισμών που συλλέχθηκαν στο σταθμό των 50 m με τη χρήση του δειγματολήπτη TTSS2 εφοδιασμένου με τους δυο διαφορετικούς τύπους «γραντιού» (τύποι A και B) κατά τη διάρκεια της ημέρας την περίοδο του Σεπτεμβρίου 2001 ($R=0.9$, $p<0.01$).



Εικόνα 3.8. Μέσος όρος πυκνοτήτων (άτομα/μ², ± s.d.) κύριων ομάδων ζωικών οργανισμών που συλλέχθηκαν στο σταθμό των 50 m με τον δειγματολήπτη TTSS2 εφοδιασμένο με τους δυο διαφορετικούς τύπους «γραντιού» (τύποι A και B, *: p<0.05, στατιστικώς σημαντική διαφορά σύμφωνα με το Mann-Whitney U-test).



Εικόνα 3.9. (Α) Δενδρόγραμμα της μεθόδου ανάλυσης ομάδων (Cluster analysis) και (Β) διάγραμμα MDS με βάση την αφθονία των ειδών Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συλλέχθηκαν στο σταθμό των 50 m με χρήση του δειγματολήπτη TTSS2 εφοδιασμένου με τους δυο διαφορετικούς τύπους «γραντιού» (τύποι Α και Β) κατά τη διάρκεια της ημέρας την περίοδο του Σεπτεμβρίου 2001 ($R=0.8$, $p<0.01$).

Πίνακας 3.8. Μέσος όρος πυκνοτήτων (άτομα/m²±s.d.) των ειδών Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συλλέχθηκαν στο βάθος των 50 m με τον δειγματολήπτη TTSS2 εφοδιασμένο με τους δυο διαφορετικούς τύπους «γραντιού» (τύποι A και B) κατά την ημερήσια δειγματοληψία την περίοδο του Σεπτεμβρίου του 2001 (N=αριθμός επαναληπτικών σύρσεων). Οι στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των πυκνοτήτων των ειδών στις δυο περιπτώσεις εκτιμήθηκαν με την τεχνική Mann-Whitney U-test (n.s.: not significant).

Είδη	TTSS2 (A) N=3	TTSS2 (B) N=3	U-test
<i>Iphinoe rhodaniensis</i>	3.28±0.16	6.49±0.88	p<0.05
<i>Anchialina agilis</i>	3.22±0.87	0.83±0.39	p<0.05
<i>Haplostylus lobatus</i>	3.16±1.44	0.69±0.23	p<0.05
<i>Westwoodila rectirostris</i>	2.43±0.50	5.55±1.34	p<0.05
<i>Paraleptomysis apiops</i>	1.90±0.49	3.05±0.80	p<0.05
<i>Philocheras bispinosus</i>	0.98±0.25	2.10±0.33	p<0.05
<i>Phthisica marina</i>	0.97±0.54	2.59±0.60	p<0.05
<i>Diastylis rugosa</i>	0.82±0.19	2.21±1.38	n.s.
<i>Anchialina oculata</i>	0.61±0.26	-	p<0.05
<i>Pseudocuma simile</i>	0.56±0.13	1.24±0.35	p<0.05
<i>Anapagurus breviaculeatus</i>	0.46±0.16	1.18±0.70	n.s.
<i>Monoculodes gibbosus</i>	0.43±0.41	0.23±0.20	n.s.
<i>Periculodes longimanus longimanus</i>	0.36±0.07	0.52±0.40	n.s.
<i>Mysidopsis gibbosa</i>	0.33±0.13	0.11±0.10	p<0.05
<i>Synchelidium haplocheles</i>	0.24±0.17	0.29±0.25	n.s.
<i>Gitana sarsi</i>	0.22±0.09	0.55±0.43	n.s.
<i>Melphidippella macra</i>	0.15±0.14	0.43±0.46	n.s.
<i>Haplostylus normani</i>	0.14±0.03	-	p<0.05
<i>Paranthura sp.</i>	0.10±0.07	0.29±0.28	n.s.
<i>Gnathia venusta</i>	0.09±0.04	0.09±0.09	n.s.
<i>Erythropros cf. peterdorhni</i>	0.09±0.10	-	p<0.05
<i>Harpinia crenulata</i>	0.08±0.02	0.32±0.18	p<0.05
<i>Campylaspis glabra</i>	0.08±0.02	0.23±0.26	n.s.
<i>Haplostylus basescui</i>	0.06±0.10	-	n.s.
<i>Ampelisca typica</i>	0.05±0.04	0.09±0.15	n.s.
<i>Microdeutopus versiculatus</i>	0.05±0.04	0.09±0.09	n.s.
<i>Bodotria arenosa mediterranea</i>	0.03±0.03	0.09±0.09	n.s.
<i>Anapagurus bicorniger</i>	0.03±0.00	0.11±0.13	n.s.
<i>Leptocheilia sp.</i>	0.03±0.03	-	n.s.
<i>Corophium runcicorne</i>	0.02±0.04	0.09±0.00	p<0.05
<i>Stenothoe marina</i>	0.02±0.04	0.03±0.05	n.s.
<i>Ebalia crancii</i>	0.02±0.02	0.03±0.05	n.s.
<i>Mysideis parva</i>	0.02±0.02	0.03±0.05	n.s.
<i>Eualus occultus</i>	0.02±0.04	-	n.s.
<i>Gammaropsis palmata</i>	0.01±0.02	0.06±0.05	n.s.
<i>Hyperiididae</i>	0.01±0.02	-0.05	n.s.
<i>Leptocheirus mariae</i>	0.01±0.02	-	n.s.
<i>Inachus parvirostris</i>	0.01±0.02	0.09±0.00	n.s.
<i>Siriella norvegica</i>	0.01±0.02	-	n.s.
<i>Ampelisca jaffaensis</i>	-	0.03±0.00	n.s.
<i>Ampelisca sarsi</i>	-	0.03±0.05	n.s.
<i>Apherusa bispinosa</i>	-	0.03±0.05	n.s.
<i>Leucothoe incisa</i>	-	0.03±0.05	n.s.
<i>Eurydice sp.</i>	-	0.09±0.05	n.s.
Σχετική αφθονία 10 αφθονότερων ειδών	84.86%	86.80%	
Συνολικός αριθμός ειδών	39	35	
Σύνολο ατόμων/m ²	21.10	29.86	

την ημερήσια δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου 2001. Τα περισσότερα είδη τα οποία συλλέχθηκαν είναι κοινά για τους δυο διαφορετικούς τύπους με αφθονότερο είδος το κουμώδες *Iphinoe rhodaniensis*. Ο συνολικός αριθμός των ειδών που συλλέχθηκαν με χρήση «γραντιού» τύπου Α ήταν μεγαλύτερος (39) από ότι στα δείγματα που συλλέχθηκαν με τον τύπο Β (35). Πιο συγκεκριμένα στα δείγματα που συλλέχθηκαν με τον τύπο Α επικρατούν, όσον αφορά την αφθονία τους, τα μυσιδώδη *Anchialina agilis*, *Haplostylus lobatus*, *Paraleptomysis ariops*, τα αμφίποδα *Westwoodila rectirostris*, *Phtisica marina*, το δεκάποδο *Philocheras bispinosus* και το κουμώδες *Diastylis rugosa*. Αντίθετα, στα δείγματα που συλλέχθηκαν με τον βαρύτερο τύπο Β οι αφθονίες ορισμένων μυσιδωδών *Anchialina agilis*, *A. oculata*, *Haplostylus lobatus*, *H. normani*, *H. basescui*, *Erythropus* cf. *peterdorhni*, *Siriella norvegica*, μειώνονται δραστικά ή ορισμένα είδη απουσιάζουν τελείως πιθανότατα εξαιτίας μεγαλύτερης δυνατότητας διαφυγής (escape reaction) αντιδρώντας με τον τρόπο αυτό στην εντονότερη συγκριτικά με τον τύπο Α φυσική επίδραση του συγκεκριμένου τύπου στην περιοχή του πυθμένα. Τα αμφίποδα *Westwoodila rectorostris*, *Phtisica marina*, *Ampelisca jaffaensis*, *A. sarsi*, *Apherusa bispinosa*, *Leucothoe incisa*, το μυσιδώδες *Paraleptomysis ariops*, τα κουμώδη *Iphinoe rhodaniensis*, *Diastylis rugosa* και το δεκάποδο *Philocheras bispinosus* αυξάνονται ή βρίσκονται αποκλειστικά στα δείγματα που συλλέχθηκαν με τον τύπο Β υποδηλώνοντας πιθανότατα την παρουσία ατόμων σε περιοχές του ιζήματος βαθύτερα από την ζώνη διατάραξης που προκαλεί ο τύπος Α. Εφαρμόζοντας την μη παραμετρική δοκιμασία του Mann-Whitney U-test (Πίνακας 3.8) με στόχο τη διερεύνηση στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των πυκνοτήτων των ειδών Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συλλέχθηκαν με τους δυο διαφορετικούς τύπους «γραντιού», διαπιστώθηκε ότι οι πυκνότητες των ειδών μυσιδωδών *Anchialina agilis*, *A. oculata*, *Haplostylus lobatus*, *H. normani*, *Mysidopsis gibbosa*, *Erythropus* cf. *peterdorhni* μειώνονται σημαντικά στα δείγματα που συλλέχθηκαν με το βαρύτερο και μεγαλύτερο «γραντί» τύπου Β ($p < 0.05$), ενώ οι πυκνότητες των ειδών κουμωδών: *Iphinoe rhodaniensis*, *Pseudocuma simile*, των ειδών αμφιπόδων: *Westwoodila rectirostris*, *Phtisica marina*, *Harpinia crenulata*, *Corophium runcicorne* του μυσιδώδους *Paraleptomysis ariops* και του δεκαπόδου *Philocheras bispinosus* αυξάνονται σημαντικά ($p < 0.05$).

Η κατανομή των ατόμων ανά μονάδα επιφάνειας του συνόλου των ζωικών οργανισμών στα τρία δίχτυα συλλογής του TTSS2 εφοδιασμένου με τους δυο διαφορετικούς τύπους «γραντιού» δίνεται στον Πίνακα 3.9. Σε γενικές γραμμές παρατηρείται μια βαθμιαία μείωση της πυκνότητας των ατόμων που συλλέχθηκαν από το

κατώτερο προς το ανώτερο δίκτυ για τα δείγματα του «γραντιού» τύπου A, ενώ η εφαρμογή του τύπου B είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση του αριθμού των ατόμων από το κατώτερο προς το ενδιάμεσο δίκτυ και στην συνέχεια μια σημαντική μείωση του αριθμού των ατόμων στο ανώτερο δίκτυ.

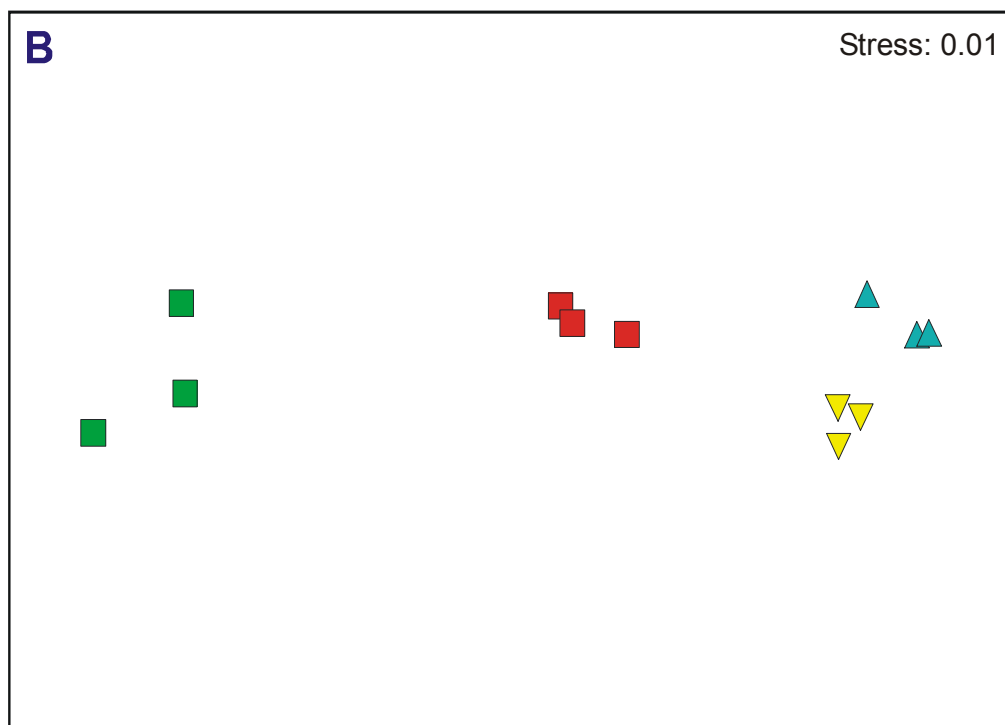
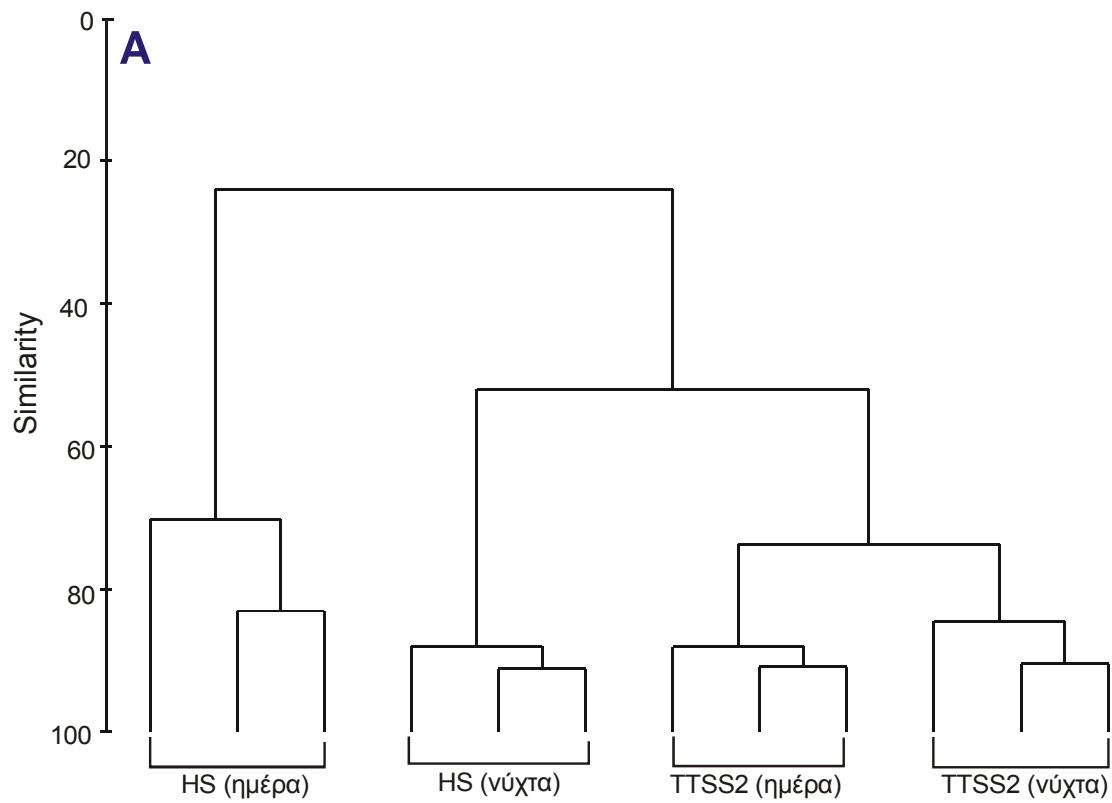
3.4. ΜΕΛΕΤΗ ΝΥΧΘΗΜΕΡΙΝΩΝ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΒΕΝΘΙΚΟΥ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΟΥ ΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, οι πυκνότητες των ατόμων των ζωικών οργανισμών τα οποία συλλέχθηκαν τόσο με το TTSS2 όσο και με το υπερβενθικό έλκρηρο είναι πολύ μεγαλύτερες τη νύχτα από ότι την ημέρα υποδηλώνοντας μια σημαντικά εντονότερη δραστηριότητα ορισμένων ειδών οργανισμών στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα (benthic boundary layer) τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Ειδικότερα, τα αποτελέσματα εφαρμογής της ανάλυσης ομάδων (cluster analysis) και της διευθέτησης MDS (Εικόνα 3.10A,B) στις οποίες χρησιμοποιήθηκαν οι πυκνότητες των κύριων ομάδων ζωικών οργανισμών, έδειξαν σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στα ημερήσια και νυχτερινά δείγματα που συλλέχθηκαν τόσο με το TTSS2 όσο και με το υπερβενθικό έλκρηρο στον σταθμό των 50 m τον Σεπτέμβριο του 2001 ($R=0.9$, $p<0.001$). Αν και η ποιοτική σύνθεση των κύριων ταξινομικών ομάδων των ημερήσιων και νυχτερινών δειγμάτων που συλλέχθηκαν με το TTSS2 δεν διαφέρει ιδιαίτερα, η στατιστικώς σημαντική διαφοροποίηση των συγκεκριμένων ομάδων δειγμάτων (ποσοστό διαφοροποίησης 26.27%) που προκύπτει από την εφαρμογή της δοκιμασίας ANOSIM, οφείλεται, σύμφωνα με την εφαρμογή της τεχνικής SIMPER, στην αυξημένη πυκνότητα ορισμένων συγκεκριμένων ομάδων καρκινοειδών κατά τη διάρκεια της νύχτας όπως οι προνύμφες καρκινοειδών, με συμμετοχή στην διαφοροποίηση των ομάδων δειγμάτων της τάξης του 26.58%, τα αμφίποδα (7.03%), τα κωπήποδα (6.13%), τα κουμώδη (6.08%) και τέλος τα δεκάποδα (4.21%) καθώς επίσης και στην μειωμένη πυκνότητα των μυσιδωδών που συμβάλλουν στην διαφοροποίηση των ομάδων δειγμάτων με 9.70%. Αντίστοιχα, η επίσης στατιστικώς σημαντική διαφοροποίηση των ημερήσιων και νυχτερινών δειγμάτων που συλλέχθηκαν με το υπερβενθικό έλκρηρο (61.67%) οφείλεται κυρίως στην ιδιαίτερα αυξημένη πυκνότητα κατά τη διάρκεια της νύχτας ορισμένων ταξινομικών ομάδων, όπως

Πίνακας 3.9. Μέσος όρος πυκνοτήτων του συνόλου των κύριων ταξινομικών ομάδων που συλλέχθηκαν στο σταθμό των 50 m με υπερβενθικό έλκηθρο (HS) και τον δειγματολήπτη TTSS2 εφοδιασμένο με τους δυο διαφορετικούς τύπους «γραντιού» (τύποι A και B) στα τρία δίχτυα συλλογής κατά τη διάρκεια της ημέρας την περίοδο του Σεπτεμβρίου 2001.

Δίχτυα	TTSS2 (A)		TTSS2 (B)	
	άτομα/m ²	%	άτομα/m ²	%
κατώτερο δίχτυ (1)	25.18	65.92	20.59	42.04
ενδιάμεσο δίχτυ (2)	11.17	29.24	23.32	47.61
ανώτερο δίχτυ (3)	1.85	4.84	5.07	10.35
ΣΥΝΟΛΟ	38.2	100	48.89	100



■ : HS (ημέρα) ■ : HS (νύχτα) ▼ : TTSS2 (ημέρα) ▲ : TTSS2 (νύχτα)

Εικόνα 3.10. (A) Δενδρόγραμμα της μεθόδου ανάλυσης ομάδων (Cluster Analysis) και (B) διάγραμμα MDS με βάση την αφθονία όλων των κύριων ομάδων ζωικών οργανισμών που συλλέχθηκαν στο σταθμό των 50 m με χρήση του δειγματολήπτη TTSS2 και του υπερβενθικού ελκίθρου κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας την περίοδο του Σεπτεμβρίου 2001 ($R=0.9$, $p<0.001$).

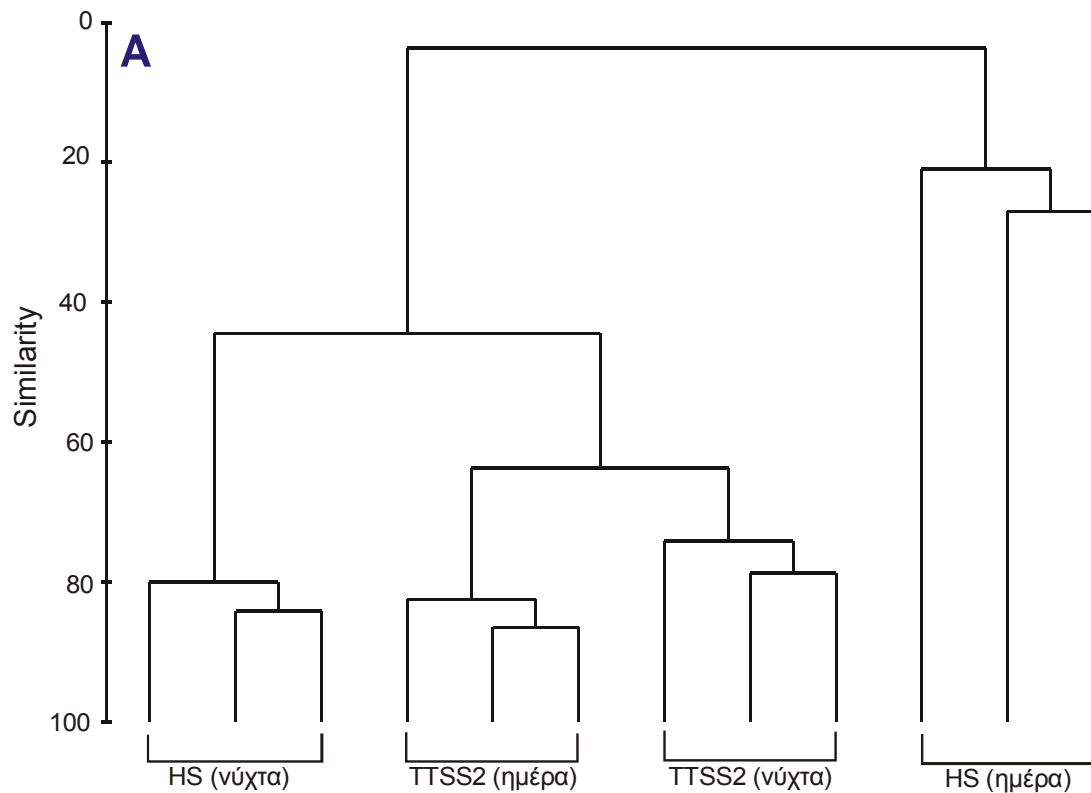
οι προνύμφες καρκινοειδών, με συμμετοχή στην διαφοροποίηση των ομάδων δειγμάτων της τάξης του 28.47%, τα αμφίποδα (16.11%), τα κουμώδη (13.13%), τα μυσιδώδη (11.82%) και τέλος τα δεκάποδα (7.36%).

Εφαρμόζοντας μη παραμετρικές μεθόδους (Cluster Analysis και MDS, Εικόνα 3.11A,B) και χρησιμοποιώντας τις πυκνότητες μόνο των ειδών Μαλακοστράκων Καρκινοειδών, το πρότυπο της διαφοροποίησης ανάμεσα στο ημερήσια και νυχτερινά δείγματα που συλλέχθηκαν τόσο με το TTSS2 όσο και με το υπερβενθικό έλκθηρο είναι παρόμοιο με αυτό των κύριων ομάδων ζωικών οργανισμών ($R=0.8$, $p<0.001$). Τα αποτελέσματα εφαρμογής της τεχνικής SIMPER έδειξαν ότι η διαφοροποίηση των ημερήσιων και νυχτερινών δειγμάτων τα οποία συλλέχθηκαν με το TTSS2 (ποσοστό διαφοροποίησης ομάδων δειγμάτων της τάξης του 36.31%) οφείλεται κυρίως στη μείωση των μυσιδωδών κατά την διάρκεια της νύχτας και συγκεκριμένα του είδους *Anchialina agilis* με ποσοστό συμμετοχής στην διαφοροποίηση της τάξης του 9.12%, του *Haplostylus lobatus* (6.63%), του *Anchialina oculata* (4.43%), του *Paraleptomysis apiops* (3.54%) καθώς και στην αύξηση της πυκνότητας του δεκαπόδου *Processa nouveli nouveli* (6.42%), των αμφιπόδων *Monoculodes gibbosus* (6.18%), *Westwoodila rectirostris* (3.87%) και του κουμώδου *Iphinoe rhodaniensis* με ποσοστό συμμετοχής στη διαφοροποίηση των δειγμάτων της τάξης του 4.49%. Αντίστοιχα, η διαφοροποίηση των ημερήσιων και νυχτερινών δειγμάτων τα οποία συλλέχθηκαν με το υπερβενθικό έλκθηρο (ποσοστό διαφοροποίησης 93.57%) οφείλεται σχεδόν αποκλειστικά στην απουσία πολλών ειδών Μαλακοστράκων από τα ημερήσια δείγματα όπως τα αμφίποδα *Monoculodes gibbosus* (10.82%), *Westwoodila rectirostris* (8.09%), *Tryphosites longipes* (5.19%), *Perioculodes longimanus longimanus* (4.14%), τα κουμώδη *Diastylis rugosa* (10.70%), *Iphinoe rhodaniensis* (6.13%), τα μυσιδώδη *Haplostylus lobatus* (7.05%), *Siriella norvegica* (5.70%), *Paraleptomysis apiops* (4.67%), *Erythrope* cf. *peterdorhni* (4.14%) και το δεκάποδο *Philocheras bispinosus* (6.43%).

Στον Πίνακα 3.10 δίνεται η πυκνότητα (άτομα/m²) των ειδών Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συλλέχθηκαν με τη χρήση του TTSS2 κατά την ημερήσια και νυχτερινή δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου 2001. Είναι φανερό ότι από ποιοτική άποψη τα ημερήσια και νυχτερινά δείγματα χαρακτηρίζονται από ένα σημαντικό αριθμό κοινών ειδών. Παρόλα αυτά ο αριθμός ατόμων ανά μονάδα επιφανείας και ο συνολικός αριθμός ειδών αυξάνονται κατά τη διάρκεια της νύχτας. Είναι επίσης χαρακτηριστικό ότι τα περισσότερα μυσιδώδη, όπως τα είδη: *Anchialina agilis*, *A. oculata*, *Haplostylus lobatus*, *H. normani*, *H. basescui*, *Paraleptomysis apiops*, *Mysidopsis gibbosa*, είτε μειώνονται

δραστικά είτε απουσιάζουν τελείως κατά τη διάρκεια της νύχτας υποδηλώνοντας πιθανότατα την κατακόρυφη μετακίνηση τους προς τα ανώτερα επίπεδα της στήλης του νερού κατά τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Υπάρχουν επίσης ορισμένα είδη, κυρίως αμφίποδα, όπως τα είδη: *Leucothoe incisa*, *Tryphosites longipes*, *Orchomenella nana*, *Parvipalpus linea* και δεκάποδα, όπως τα *Athanas amazone*, *Processa canaliculata*, *Processa nouveli nouveli* καθώς και το μυσιδώδες *Leptomysis gracilis*, τα οποία ενώ απουσιάζουν από τα ημερήσια δείγματα εμφανίζονται στα νυχτερινά δείγματα υποδηλώνοντας πιθανότατα την μετακίνηση τους από το ίζημα προς το βενθικό διαχωριστικό στρώμα κατά τη διάρκεια της νύχτας. Εφαρμόζοντας την μη παραμετρική δοκιμασία του Mann-Whitney U-test (Πίνακας 3.10) με στόχο τη διερεύνηση στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των πυκνοτήτων των ειδών Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας διαπιστώθηκε ότι οι πυκνότητες των ειδών αμφιπόδων: *Perioculodes longimanus longimanus*, *Leucothoe incisa*, *Orchomenella nana*, *Tryphosites longipes*, των ειδών δεκαπόδων *Athanas amazone*, *Processa nouveli nouveli*, των ειδών κουμωδών *Iphinoe rhodaniensis*, *Diastylis rugosa*, *Campylaspis glabra*, του ισοπόδου *Paranthura* sp. και του μυσιδώδους *Siriella norvegica* αυξάνονται σημαντικά ($p < 0.05$) στα νυχτερινά δείγματα, ενώ αντίστοιχα οι πυκνότητες των ειδών μυσιδωδών: *Anchialina agilis*, *A. oculata*, *Haplostylus lobatus*, *H. normani* μειώνονται σημαντικά.

Στα πλαίσια διερεύνησης της νυχθημερινής συμπεριφοράς των διάφορων ζωικών οργανισμών που συλλέχθηκαν, έγινε παράλληλα μια σύγκριση της κατανομής των οργανισμών κατά τη διάρκεια της νύχτας με το υπερβενθικό έλκηθρο στα τρία επίπεδα της στήλης του νερού πάνω από την επιφάνεια του πυθμένα, που αντιστοιχούν στα τρία διαφορετικά δίχτυα συλλογής σε σχέση με το αντίστοιχο ημερήσιο πρότυπο κατανομής τους. Στον Πίνακα 3.11 δίνεται το πρότυπο κατακόρυφης κατανομής των κύριων ομάδων Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας στα τρία διαφορετικά επίπεδα της στήλης του νερού πάνω από την επιφάνεια του πυθμένα. Κατά τη διάρκεια της ημέρας ο αριθμός των ατόμων ανά μονάδα επιφάνειας και ο αριθμός των ειδών για κάθε ομάδα Μαλακοστράκων Καρκινοειδών είναι ιδιαίτερα περιορισμένος και γενικότερα εμφανίζεται μια τάση μείωσης της αφθονίας από το κατώτερο προς το ανώτερο δίχτυ. Αντίθετα, κατά τη διάρκεια της νύχτας οι συγκεκριμένες παράμετροι εμφανίζουν πολύ μεγαλύτερες τιμές και το κατακόρυφο πρότυπο κατανομής των οργανισμών είναι σχετικά ομοιόμορφο και στα τρία διαφορετικά επίπεδα της στήλης του νερού επιβεβαιώνοντας για μια ακόμη φορά την έντονη δραστηριότητα



Εικόνα 3.11. (A) Δενδρόγραμμα της μεθόδου ανάλυσης ομάδων (Cluster Analysis) και (B) διάγραμμα MDS με βάση την αφθονία των ειδών Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συλλέχθηκαν στο σταθμό των 50 m με χρήση του δειγματολήπτη TTSS2 και του υπερβενθικού ελκίθρου κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας την περίοδο του Σεπτεμβρίου 2001 ($R=0.8$, $p<0.001$).

Είδη	TTSS2 (A)	TTSS2 (A)	U-test	
	(ημέρα) N=3	(νύχτα) N=3		
Πίνακας 3.10.	<i>Iphinoe rhodaniensis</i>	3.28±0.16	6.53±1.86	p<0.05
Μέσος όρος	<i>Anchialina agilis</i>	3.22±0.87	0.11±0.02	p<0.05
πυκνοτήτων	<i>Haplostylus lobatus</i>	3.16±1.44	0.49±0.16	p<0.05
(άτομα/m ² ±s.d.)	<i>Westwoodilla rectirostris</i>	2.43±0.50	3.85±2.35	n.s.
των ειδών	<i>Paraleptomysis apiops</i>	1.90±0.49	1.44±1.48	n.s.
Μαλακοστράκων	<i>Philocheras bispinosus</i>	0.98±0.25	1.40±0.51	n.s.
Καρκινοειδών που	<i>Phthisica marina</i>	0.97±0.54	0.60±0.28	n.s.
συλλέχθηκαν στο	<i>Diastylis rugosa</i>	0.82±0.19	1.71±0.38	p<0.05
βάθος των 50 m	<i>Anchialina oculata</i>	0.61±0.26	0.01±0.02	p<0.05
με τον	<i>Pseudocuma simile</i>	0.56±0.13	0.48±0.30	n.s.
δειγματολήπτη	<i>Anapagurus breviaculeatus</i>	0.46±0.16	0.48±0.22	n.s.
TTSS2 κατά την	<i>Monoculodes gibbosus</i>	0.43±0.41	2.85±1.93	n.s.
ημερήσια και	<i>Perioculodes longimanus longimanus</i>	0.36±0.07	1.08±0.53	p<0.05
νυχτερινή	<i>Mysidopsis gibbosa</i>	0.33±0.13	0.14±0.14	n.s.
δειγματοληψία	<i>Synchelidium haplocheles</i>	0.24±0.17	0.47±0.43	n.s.
την περίοδο του	<i>Gitana sarsi</i>	0.22±0.09	0.20±0.23	n.s.
Σεπτεμβρίου του	<i>Melphidippella macra</i>	0.15±0.14	0.20±0.13	n.s.
2001 (N= αριθμός	<i>Haplostylus normani</i>	0.14±0.03	-	p<0.05
επαναληπτικών	<i>Paranthura sp.</i>	0.10±0.07	0.37±0.08	p<0.05
σύρσεων). Οι	<i>Gnathia venusta</i>	0.09±0.04	0.13±0.05	n.s.
στατιστικώς	<i>Erythropus cf. peterdorhni</i>	0.09±0.10	0.77±1.10	n.s.
σημαντικές	<i>Harpinia crenulata</i>	0.08±0.02	0.08±0.02	n.s.
διαφορές μεταξύ	<i>Campylaspis glabra</i>	0.08±0.02	0.15±0.02	p<0.05
των πυκνοτήτων	<i>Haplostylus basescui</i>	0.06±0.10	-	n.s.
των ειδών	<i>Ampelisca typica</i>	0.05±0.04	0.07±0.06	n.s.
εκτιμήθηκαν με	<i>Microdeutopus versiculatus</i>	0.05±0.04	0.03±0.03	n.s.
την τεχνική Mann-	<i>Bodotria arenosa mediterranea</i>	0.03±0.03	0.09±0.04	n.s.
Whitney U-test	<i>Anapagurus bicorniger</i>	0.03±0.00	0.06±0.02	n.s.
(n.s.: not	<i>Leptocheilia sp.</i>	0.03±0.03	0.03±0.03	n.s.
significant).	<i>Corophium runcicorne</i>	0.02±0.04	-	n.s.
	<i>Stenothoe marina</i>	0.02±0.04	0.07±0.03	n.s.
	<i>Ebalia crancii</i>	0.02±0.02	0.02±0.04	n.s.
	<i>Eualus occultus</i>	0.02±0.02	-	n.s.
	<i>Mysideis parva</i>	0.02±0.04	0.05±0.05	n.s.
	<i>Gammaropsis palmata</i>	0.01±0.02	0.03±0.03	n.s.
	Hyperiididae	0.01±0.02	-	n.s.
	<i>Leptocheirus mariae</i>	0.01±0.02	0.02±0.02	n.s.
	<i>Inachus parvirostris</i>	0.01±0.02	0.02±0.04	n.s.
	<i>Siriella norvegica</i>	0.01±0.02	0.21±0.03	p<0.05
	<i>Ampelisca jaffaensis</i>	-	0.01±0.02	n.s.
	<i>Eusirus longipes</i>	-	0.01±0.02	n.s.
	<i>Leucothoe incisa</i>	-	0.32±0.18	p<0.05
	<i>Microdeutopus algicola</i>	-	0.01±0.02	n.s.
	<i>Orchomenella nana</i>	-	0.08±0.05	p<0.05
	<i>Parvipalpus linea</i>	-	0.05±0.04	n.s.
	<i>Scopelocheirus hopei</i>	-	0.01±0.02	n.s.
	<i>Tryphosites longipes</i>	-	0.36±0.28	p<0.05
	<i>Urothoe elegans</i>	-	0.01±0.02	n.s.
	<i>Cumella limicola</i>	-	0.01±0.02	n.s.
	<i>Athanas amazone</i>	-	0.03±0.00	p<0.05
	<i>Processa canaliculata</i>	-	0.09±0.09	n.s.
	<i>Processa nouveli nouveli</i>	-	1.07±0.36	p<0.05
	<i>Leptomysis gracilis</i>	-	0.18±0.32	n.s.
	<i>Tanais sp.</i>	-	0.01±0.02	n.s.
Σχετική αφθονία 10 αφθονότερων				
ειδών		84.86%	80.31%	
Συνολικός αριθμός ειδών		39	49	
Συνολο ατόμων/m ²		21.10	26.52	

Πίνακας 3.11. Κατακόρυφο πρότυπο κατανομής ειδών και πυκνοτήτων των ταξινομικών ομάδων των Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συλλέχθηκαν στο σταθμό των 50 m με υπερβενθικό έλκηθρο (HS) στα τρία δίχτυα συλλογής (N= αριθμός επαναληπτικών σύρσεων, S=δειγματοληπτική επιφάνεια) κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας την περίοδο του Σεπτεμβρίου 2001.

Ταξα	Αριθμός ειδών/σύρση		Αριθμός ατόμων/m ²	
	ημέρα N=3, S=290m ²	νύχτα N=3, S=290m ²	ημέρα N=3, S=290m ²	νύχτα N=3, S=290m ²
Κατώτερο δίχτυ				
Decapoda	0.33±0.58	3.33±0.58	<0.01	0.14±0.05
Mysidacea	-	5.33±1.53	-	0.25±0.05
Cumacea	0.67±0.58	3.00±0.00	<0.01	0.25±0.12
Tanaidacea	-	-	-	-
Isopoda	1.00±0.00	1.00±1.00	0.01±0.00	0.01±0.01
Amphipoda	1.67±1.15	9.67±0.58	0.01±0.00	0.57±0.24
Σύνολο	3.67±2.08	22.33±1.15	0.01±0.01	1.21±0.42
Ενδιάμεσο δίχτυ				
Decapoda	0.33±0.58	3.00±1.00	<0.01	0.13±0.03
Mysidacea	-	5.67±0.58	-	0.31±0.08
Cumacea	-	4.00±1.00	-	0.50±0.30
Tanaidacea	-	0.33±0.58	-	<0.01
Isopoda	0.33±0.58	1.00±0.00	<0.01	<0.01
Amphipoda	0.67±0.58	9.00±1.00	<0.01	0.70±0.33
Σύνολο	1.33±1.53	22.67±0.58	0.01±0.01	1.65±0.67
Ανώτερο δίχτυ				
Decapoda	-	2.33±0.58	-	0.08±0.01
Mysidacea	0.33±0.58	5.33±0.58	<0.01	0.27±0.08
Cumacea	-	4.33±0.58	-	0.38±0.13
Tanaidacea	-	-	-	-
Isopoda	-	1.33±0.58	-	0.01±0.00
Amphipoda	-	9.67±1.15	-	0.50±0.18
Σύνολο	0.33±0.58	23.00±1.73	<0.01	1.24±0.34
Σύνολο δικτύων				
Decapoda	0.67±1.15	4.00±0.00	<0.01	0.35±0.09
Mysidacea	0.33±0.58	6.67±0.58	<0.01	0.84±0.21
Cumacea	0.67±0.58	5.00±0.00	<0.01	1.13±0.56
Tanaidacea	-	0.33±0.58	-	<0.01
Isopoda	0.67±0.58	5.00±0.00	0.01±0.00	0.02±0.01
Amphipoda	2.33±1.53	13.00±1.00	0.01±0.01	1.77±0.74
Σύνολο	4.67±3.51	34.00±1.73	0.02±0.01	4.10±1.41

συγκεκριμένων ειδών Μαλακοστράκων Καρκινοειδών στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα που δειγματοληπτεί το TTSS2 κατά τη διάρκεια της νύχτας.

Στον Πίνακα 3.12 δίνεται αναλυτικά το κατακόρυφο πρότυπο κατανομής όλων των ειδών Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας με το υπερβενθικό έλκηθρο στα τρία διαφορετικά επίπεδα της στήλης του νερού πάνω από την επιφάνεια του πυθμένα. Ο αριθμός των ειδών και αντίστοιχα οι πυκνότητες τους (αριθμός ατόμων/m²) παρουσιάζουν κατά τη διάρκεια της ημέρας εξαιρετικά χαμηλές τιμές. Στα νυχτερινά δείγματα ωστόσο παρατηρείται μία έντονη δραστηριότητα και στα τρία επίπεδα με την ομάδα των αμφιπόδων να εμφανίζεται με μεγαλύτερη ποικιλότητα και στα τρία δίχτυα συλλογής και με περισσότερο άφθονα τα είδη: *Monoculodes gibbosus*, *Westwoodila rectirostris*, *Tryphosites longipes*, *Perioculodes longimanus longimanus* ακολουθούμενα από τα κουμώδη με πιο άφθονα τα είδη *Diastylis rugosa*, *Iphinoe rhodaniensis*, τα δεκάποδα με κυριότερο το είδος *Philocheras bispinosus* και τα μυσιδώδη με τα είδη *Haplostylus lobatus*, *Paraleptomysis apiops*, *Erythropros* cf. *peterdorhni* και *Siriella norvegica*.

3.5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΗ TTSS2 ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΒΑΘΗ

Κατά την διάρκεια των εργασιών πεδίου που πραγματοποιήθηκαν τον Σεπτέμβριο του 2001 το TTSS2 χρησιμοποιήθηκε παράλληλα και για την συλλογή δειγμάτων από μια σειρά σταθμών τοποθετημένων σε μια διατομή κάθετη προς την ακτογραμμή σε βάθη 100m, 200m και 300m της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας και ανώτερης κατωφέρειας στον Κόλπο του Ηρακλείου (Εικόνα 2.8). Οι δειγματοληψίες αυτές συνδυάστηκαν παράλληλα με δείγματα που ελήφθησαν με το υπερβενθικό έλκηθρο στους ίδιους σταθμούς και που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες. Συνολικά συλλέχθηκαν από όλα τα βάθη 6,272 μακροπανιδικά άτομα με τη χρήση του TTSS2 (μονές σύρσεις των 200 m) σε αντίθεση με τα 1,738 άτομα που συλλέχθηκαν με την χρήση του υπερβενθικού ελκλήθρου (μονές σύρσεις των 500 m). Στην Εικόνα 3.12 δίνονται τα πρότυπα της βαθυμετρικής κατανομής του αριθμού των ατόμων/m² και του αριθμού των ειδών ανά συνολική επιφάνεια σύρσης των κύριων ομάδων Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συλλέχθηκαν με το TTSS2 και με το υπερβενθικό έλκηθρο. Ο αριθμός των ατόμων ανά μονάδα επιφάνειας για κάθε ομάδα Μαλακοστράκων που συλλέχθηκαν με το TTSS2 μειώνεται με το βάθος με

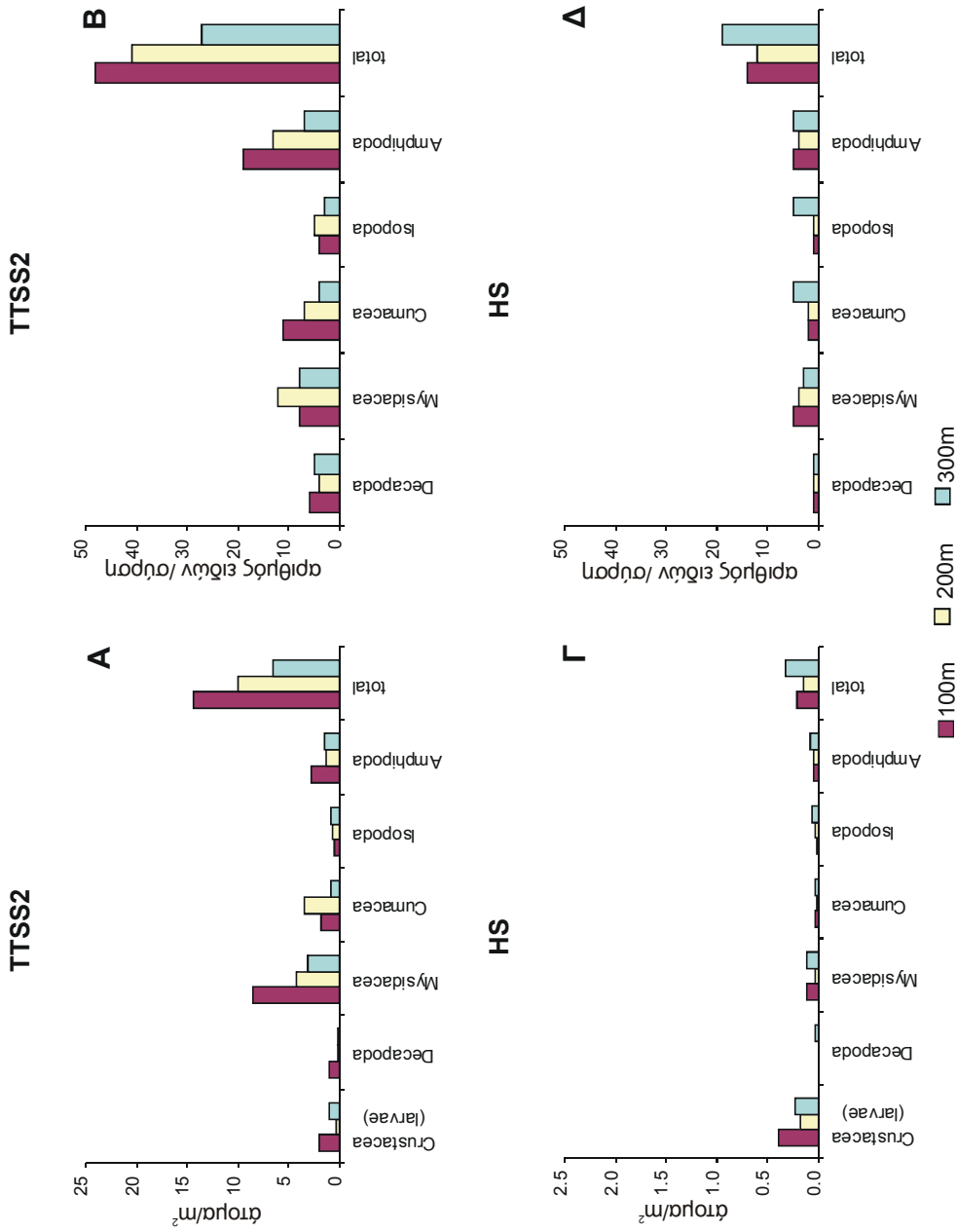
εξαίρεση τα ισοπόδα των οποίων η πυκνότητα φαίνεται ελαφρά να αυξάνει (Εικόνα 3.12Α). Οι αντίστοιχες τιμές που προκύπτουν με τη χρήση του υπερβενθικού ελκίθρου είναι τουλάχιστον μια τάξη μεγέθους μικρότερες, υποδηλώνοντας και πάλι μια ιδιαίτερα χαμηλή δραστηριότητα των συγκεκριμένων οργανισμών κατά την διάρκεια της ημέρας στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας που διατηρείται ακόμη και στο ανώτερο τμήμα της ηπειρωτικής κατωφέρειας (Εικόνα 3.12Γ). Ο συνολικός αριθμός ειδών Μαλακοστράκων Καρκινοειδών ανά επιφάνεια σύρσης που συλλέχθηκαν με το TTSS2 φαίνεται γενικά να μειώνεται σε σχέση με το βάθος (Εικόνα 3.12Β). Ο αντίστοιχος αριθμός ειδών που συλλέχθηκαν με το υπερβενθικό έλκηθρο είναι κατά πολύ μικρότερος (Εικόνα 3.12Δ) παρά την συνολικά μεγαλύτερη επιφάνεια δειγματοληψίας (290 m²) σε σύγκριση με την αντίστοιχη του TTSS2 (116 m²).

Στον Πίνακα 3.13 δίνεται η πυκνότητα (άτομα/m²) όλων των ειδών Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συλλέχθηκαν με το TTSS2 στους σταθμούς των 100, 200 και 300m. Ο αριθμός των ειδών Μαλακοστράκων και ο συνολικός αριθμός ατόμων ανά μονάδα επιφάνειας είναι μεγαλύτερος στην ισοβαθή των 100 m και μειώνεται στα μεγαλύτερα βάθη. Τα σημαντικότερα είδη, όσον αφορά την αφθονία, τα οποία συναντώνται στο βάθος των 100 m είναι τα μυσιδώδη *Erythrops* cf. *peterdorhni*, *Anchialina agilis*, *A. oculata*, και *Haplostylus lobatus*, το αμφίποδο *Perioculodes longimanus longimanus*, το κουμώδες *Diastylodes serratus* και το δεκάποδο *Philocheras bispinosus*. Στο βάθος αυτό βρέθηκαν αποκλειστικά τα είδη *Diastylodes serratus*, *Eudorella truncatula* και *Campylaspis rostrata*. Αντίστοιχα, στο βάθος των 200 m κυριαρχούν τα μυσιδώδη *Erythrops* cf. *peterdorhni*, *Anchialina agilis* και *Hypererythrops* sp., τα κουμώδη *Campylaspis glabra* και *Campylaspis sulcata* και το αμφίποδο *Rhachotropis integricauda*, ενώ στο βάθος των 300 m κυριαρχούν επίσης τα μυσιδώδη *Erythrops* cf. *peterdorhni* και *Hypererythrops* sp. και το αμφίποδο *Rhachotropis integricauda*. Στους σταθμούς των 200 και 300 m βρέθηκαν αποκλειστικά τα είδη *Plesionika heterocarpus*, *Chlorotocus crassicornis*, *Boreomysis* sp., *Parerythrops paucispinosa*, *Lophogaster typicus*, *Rhachotropis integricauda*, *Eriopisa elongata*, *Hypererythrops* sp., *Leptomysis megalops* και *Campylaspis sulcata*. Τα είδη *Erythrops* cf. *peterdorhni*, *Leptomysis gracilis* και *Campylaspis glabra* εμφανίζονται σε όλα τα βάθη στα οποία διεξήχθησαν δειγματοληψίες στην υπό μελέτη περιοχή.

Συνεξετάζοντας την πανίδα των Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συλλέχθηκε στον σταθμό των 50 m με την αντίστοιχη των βαθύτερων σταθμών (Πίνακες 3.10 και 3.13) φαίνεται ότι σε βάθη μέχρι 100 m συναντώνται αποκλειστικά τα είδη *Synchelidium*

Πίνακας 3.12. Πρότυπο κατακόρυφης κατανομής πυκνοτήτων (άτομα/m²) των ειδών Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συλλέχθηκαν στο σταθμό των 50 m από τρία διαφορετικά επίπεδα της στήλης του νερού με τη χρήση του υπερβενθικού ελκίθρου κατά τη διάρκεια της ημέρας (κίτρινο) και της νύχτας (μπλε) την περίοδο του Σεπτεμβρίου 2001 (N=αριθμός επαναληπτικών σύρσεων).

Είδη	Ημέρα N=3			Νύχτα N=3		
	5-31cm	31-57cm	57-83cm	5-31cm	31-57cm	57-83cm
<i>Athanas amazone</i>				0.01	0.01	
<i>Philocheras bispinosus</i>		0.01		0.11	0.11	0.07
<i>Planes minutus</i>				<0.01		
<i>Processa nouveli nouveli</i>	<0.01			0.02	0.01	0.01
<i>Upogebia tipica</i>					<0.01	<0.01
<i>Anchialina agilis</i>			<0.01	0.01	0.01	0.01
<i>Anchialina oculata</i>						0.01
<i>Erythrospis</i> sp.				0.06	0.03	0.02
<i>Haplostylus lobatus</i>				0.07	0.14	0.10
<i>Mysideis parva</i>				0.01	<0.01	
<i>Mysidopsis gibbosa</i>				<0.01		
<i>Paraleptomysis apiops</i>				0.08	0.05	0.02
<i>Siriella norvegica</i>				0.04	0.08	0.11
<i>Bodotria arenosa mediterranea</i>					<0.01	<0.01
<i>Campylaspis glabra</i>					<0.01	<0.01
<i>Diastylis rugosa</i>				0.17	0.37	0.27
<i>Eudorella truncatula</i>						0.01
<i>Iphinoe rhodaniensis</i>	<0.01			0.07	0.11	0.10
<i>Pseudocuma simile</i>	<0.01			0.02	0.02	0.01
<i>Desmosomatidae</i> sp. 1						<0.01
<i>Gnathia venusta</i>		<0.01		0.01	0.01	0.01
<i>Eurydice</i> sp.	0.01					<0.01
<i>Cirolana</i> sp.				<0.01		
<i>Paranthura</i> sp.					<0.01	
<i>Ampelisca typica</i>				<0.01	<0.01	
<i>Amphithoe ramondi</i>						<0.01
<i>Apherusa bispinosa</i>				<0.01		<0.01
<i>Corophium runcicorne</i>				<0.01	<0.01	
<i>Dexamine spinosa</i>						<0.01
<i>Harpinia crenulata</i>	<0.01					
Hyperiidae	<0.01	<0.01				<0.01
<i>Lysianassa longicornis</i>				<0.01		
<i>Melphidippella macra</i>				0.01	0.01	0.01
<i>Microdeutopus algicola</i>				<0.01		
<i>Monoculodes gibbosus</i>	<0.01			0.31	0.33	0.18
<i>Orchomenella nana</i>				0.01	0.02	0.02
<i>Perioculodes longimanus longimanus</i>	<0.01			0.04	0.06	0.05
<i>Phtisica marina</i>				0.01	0.01	<0.01
<i>Scopelocheirus hopei</i>					0.01	0.01
<i>Stenothoe marina</i>				<0.01		
<i>Synchelidium haplocheles</i>				0.01	0.01	0.01
<i>Tryphosites longipes</i>				0.07	0.06	0.06
<i>Westwoodilla rectirostris</i>		0.01		0.11	0.20	0.16



Εικόνα 3.12. Πυκνότητα (άτομα/μ²) και αριθμός ειδών ανά σύρση των ταξινομικών ομάδων των Μαλακοστράκων Καρκινοειδών τα οποία συλλέχθηκαν στα βάθη των 100, 200 και 300 m με τον δειγματολήπτη TTSS2 (S=δειγματοληπτική επιφάνεια σύρσης=116 m²) και το υπερβενθικό έλκρηρο (S=δειγματοληπτική επιφάνεια σύρσης=290 m²) αντίστοιχα την περίοδο του Σεπτεμβρίου 2001.

Πίνακας 3.13.
Πυκνότητες (άτομα/m²)
ειδών των
Μαλακοστράκων
Καρκινοειδών που
συλλέχθηκαν στις
ισοβαθείς των 100, 200
και 300 m με τον
δειγματολήπτη TTSS2
κατά την ημερήσια
δειγματοληψία την
περίοδο του Σεπτεμβρίου
του 2001
(S=δειγματοληπτική
επιφάνεια).

Είδη	100m S=116m ²	200m S=116m ²	300m S=116m ²
<i>Erythropus cf. peterdorhni</i>	5.70	0.59	1.53
<i>Periocolodes longimanus longimanus</i>	1.75	0.05	-
<i>Anchialina agilis</i>	1.56	0.53	0.14
<i>Diastylodes serratus</i>	1.07	0.28	0.06
<i>Philocheras bispinosus</i>	0.66	0.03	-
<i>Anchialina oculata</i>	0.55	0.24	0.16
<i>Haplostylus lobatus</i>	0.41	0.01	-
Desmosomatidae sp. 3	0.26	0.03	0.16
<i>Monoculodes gibbosus</i>	0.22	-	-
<i>Synchelidium haplocheles</i>	0.22	-	-
<i>Iphinoe rhodaniensis</i>	0.22	-	-
<i>Campylaspis glabra</i>	0.13	0.59	0.04
<i>Diastylis rugosa</i>	0.11	-	-
<i>Anapagurus breviaculeatus</i>	0.11	0.01	-
<i>Harpinia crenulata</i>	0.10	0.01	0.01
<i>Parvipalpus linea</i>	0.09	-	-
<i>Tryphosites longipes</i>	0.09	-	-
<i>Pseudocuma simile</i>	0.08	-	-
<i>Mysidopsis gibbosa</i>	0.08	0.01	-
<i>Parapenaeus longirostris</i>	0.08	0.09	0.09
<i>Eurydice</i> sp.	0.08	0.01	-
<i>Epimeria cornigera</i>	0.07	0.01	-
<i>Leucon siphonatus</i>	0.07	0.09	-
<i>Siriella norvegica</i>	0.07	0.01	-
<i>Leptomysis gracilis</i>	0.06	0.04	0.01
<i>Westwoodilla rectirostris</i>	0.05	0.01	-
<i>Gnathia venusta</i>	0.05	-	-
<i>Gitana sarsi</i>	0.04	0.03	-
<i>Leucon affinis</i>	0.04	0.01	-
<i>Anapagurus bicorniger</i>	0.04	-	-
<i>Phthisica marina</i>	0.03	-	-
<i>Mysideis parva</i>	0.03	0.22	0.33
<i>Melphidippella macra</i>	0.03	0.05	0.01
<i>Diastylodes bacescoi</i>	0.03	0.34	0.28
<i>Cirolana</i> sp.	0.03	-	-
<i>Corophium runcicorne</i>	0.02	-	-
Hyperiididae	0.02	0.05	0.07
<i>Rhachotropis glabra</i>	0.02	0.01	-
<i>Stenothoe marina</i>	0.02	0.02	-
<i>Eudorella truncatula</i>	0.02	-	-
<i>Ebalia nux</i>	0.02	0.03	0.03
<i>Ampelisca jaffaensis</i>	0.01	-	-
<i>Halice walkeri</i>	0.01	0.09	-
<i>Orchomenella nana</i>	0.01	0.02	-
<i>Scopelocheirus hopei</i>	0.01	-	-
<i>Campylaspis rostrata</i>	0.01	0.06	-
<i>Vemakylindrus doryphora</i>	0.01	-	-
<i>Inachus parvirostris</i>	0.01	-	-
<i>Eriopisa elongata</i>	-	-	0.02
<i>Monoculodes latissimanus</i>	-	0.03	0.29
<i>Rhachotropis integricauda</i>	-	0.90	1.12
<i>Urothoe elegans</i>	-	-	0.01
<i>Campylaspis sulcata</i>	-	2.10	0.41
<i>Hypererythropus</i> sp.	-	2.30	0.90
<i>Leptomysis megalops</i>	-	0.24	-
<i>Lophogaster typicus</i>	-	0.10	0.03
<i>Parerythropus paucispinosa</i>	-	0.02	-
<i>Boreomysis</i> sp.	-	-	0.05
<i>Chlorotocus crassicornis</i>	-	-	0.01
<i>Parthenope</i> sp.	-	-	-
<i>Plesionika heterocarpus</i>	-	-	0.05
<i>Processa nouveli nouveli</i>	-	-	0.01
Desmosomatidae sp. 1	-	0.50	0.52
Desmosomatidae sp.2	-	0.03	-
<i>Gnathia oxyuraea</i>	-	0.14	0.19
Σχετική αφθονία 10 αφθονότερων ειδών	86.21	86.97	87.85
Συνολικός αριθμός ειδών	48	41	27
Σύνολο ατόμων/m ²	14.38	9.92	6.53

haplocheles, *Iphinoe rhodaniensis*, *Diastylis rugosa*, *Parvipalpus linea*, *Tryphosites longipes*, *Pseudocuma simile*, *Anapagurus bicorniger*, *Phtisica marina*, *Corophium runcicorne*, *Scopelocheirus hopei*, *Ampelisca jaffaensis*, *Inachus parvirostris*, ενώ τα είδη *Halice walkeri*, *Diastylodes basescoi*, *Leucon affinis*, *Leucon siphonatus* και όλοι οι εκπρόσωποι της οικογένειας ισοπόδων Desmosomatidae παρουσιάζουν μία συνεχή βαθυμετρική κατανομή αποκλειστικά στην ζώνη μεταξύ 100 και 300 m (Πίνακας 3.10 και 3.13). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το είδος *Monoculodes gibbosus* εμφανίζεται αποκλειστικά σε βάθη μεταξύ 50 και 100 m, ενώ αντίστοιχα το συμπατρικό του είδος *Monoculodes latissimanus* εμφανίζεται αποκλειστικά στα μεγαλύτερα βάθη των 200 και 300 m. Επίσης, τα είδη *Gnathia venusta* και *Ebalia cranchii* συναντώνται αποκλειστικά στο βάθος των 50 m ενώ τα συμπατρικά τους είδη *Gnathia oxyurae* και *Ebalia nux* αντίστοιχα εμφανίζονται στα μεγαλύτερα βάθη των 100, 200 και 300 m.

Στον Πίνακα 3.14 δίνεται το ημερήσιο πρότυπο κατακόρυφης κατανομής των κύριων ομάδων Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συλλέχθηκαν στους σταθμούς των 100, 200 και 300 m με το υπερβενθικό έλκρηρο στα τρία δίχτυα συλλογής. Στα συγκεκριμένα υπερβενθικά δείγματα η αφθονία ανά μονάδα επιφάνειας και ο αριθμός των ειδών Μαλακοστράκων ανά επιφάνεια σύρσης σε κάθε ομάδα και στο σύνολο μειώνονται γενικά από το κατώτερο προς το ανώτερο δίχτυ συλλογής. Στον επόμενο Πίνακα 3.15 δίνεται αναλυτικά το ημερήσιο πρότυπο κατακόρυφης κατανομής όλων των ειδών Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συλλέχθηκαν στα τρία διαφορετικά επίπεδα της στήλης του νερού πάνω από την επιφάνεια του πυθμένα. Πιο συγκεκριμένα στο βάθος των 100m, στο κατώτερο δίχτυ επικρατούν τα μυσιδώδη *Erythrops* cf. *peterdorhni*, *Anchialina agilis*, το αμφίποδο *Perioculodes longimanus longimanus*, στο ενδιάμεσο δίχτυ το μυσιδώδες *Anchialina oculata* και στο ανώτερο δίχτυ τα μυσιδώδη *Anchialina oculata*, *Haplostylus lobatus* και το κουμώδες *Iphinoe rhodaniensis*. Αντίστοιχα, στο βάθος των 200m βρέθηκαν με μεγαλύτερες αφθονίες στο κατώτερο δίχτυ τα μυσιδώδη *Leptomysis megalops*, *Haplostylus lobatus*, *Anchialina agilis*, το ισόποδο *Gnathia oxyurae* και τα αμφίποδα της οικογένειας Hyperiididae καθώς και τα είδη *Parvipalpus linea*, *Perioculodes longimanus longimanus*, ενώ στο ενδιάμεσο και ανώτερο δίχτυ επικρατούν οι εκπρόσωποι της οικογένειας των αμφιπόδων Hyperiididae. Στο βάθος των 300m στο κατώτερο δίχτυ αφθονούν τα μυσιδώδη *Erythrops* cf. *peterdorhni*, *Hypererythrops* sp., *Anchialina oculata*, το δεκάποδο *Parapenaeus longirostris*, τα ισόποδα *Gnathia oxyuraea*, Desmosomatidae sp.1, το κουμώδες *Diastylodes serratus*, τα αμφίποδα της οικογένειας των Hyperiididae και

το είδος *Rhachotropis integricauda*, ενώ στο ενδιάμεσο και ανώτερο δίκτυ επικρατεί και πάλι σχεδόν αποκλειστικά η οικογένεια των αμφιπόδων Hyperiidae.

3.6. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΗ TTSS2 ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΕΠΟΧΕΣ (ΧΕΙΜΩΝΑΣ-ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ)

Οι περισσότερες ομάδες ζωικών οργανισμών που συλλέχθηκαν κατά την καλοκαιρινή περίοδο δειγματοληψίας (Σεπτέμβριος 2001) με το TTSS2 στους σταθμούς των 50, 100 και 200 m της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας του Κόλπου του Ηρακλείου εμφανίζονται με αυξημένες αφθονίες συγκριτικά με αντίστοιχα δείγματα που συλλέχθηκαν προηγουμένως κατά την χειμερινή περίοδο (Μάρτιος 2001).

Στην Εικόνα 3.13 δίνονται συγκριτικά οι πυκνότητες των κύριων ομάδων Μαλακοστράκων Καρκινοειδών τα οποία συλλέχθηκαν με το TTSS2 στους σταθμούς των 50 (ημέρα-νύχτα), των 100 (ημέρα) και 200 m (ημέρα) κατά τη χειμερινή και καλοκαιρινή δειγματοληπτική περίοδο. Στον σταθμό των 50 m οι προνύμφες καρκινοειδών, τα δεκάποδα, τα μυσιδώδη, τα κουμώδη και τα αμφίποδα που συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια της ημέρας το καλοκαίρι αυξάνονται σημαντικά σε σύγκριση με αντίστοιχα δείγματα που συλλέχθηκαν κατά την χειμερινή περίοδο (Εικόνα 3.13Α) κυρίως εξαιτίας της μεγαλύτερης αφθονίας των ειδών *Anchialina agilis*, *Haplostylus lobatus*, *Paraleptomysis apiops*, *Iphinoe rhodaniensis*, *Diastylis rugosa*, *Pseudocuma simile*, *Paranthura* sp., *Gnathia venusta*, *Westwoodila rectirostris*, *Phtisica marina*, *Monoculodes gibbosus*, *Perioculodes longimanus longimanus*, *Synchelidium haplocheles*. Παρόμοιο πρότυπο εμφανίζεται στην σύγκριση των νυχτερινών δειγματοληψιών (Εικόνα 3.13Β) της χειμερινής και καλοκαιρινής περιόδου με εξαίρεση την ομάδα των μυσιδωδών η αφθονία των οποίων φαίνεται να μειώνεται το καλοκαίρι. Τα είδη τα οποία συμβάλλουν στην αύξηση της αφθονίας των καλοκαιρινών νυχτερινών δειγμάτων είναι τα *Iphinoe rhodaniensis*, *Diastylis rugosa*, *Pseudocuma simile*, *Gnathia venusta*, *Paranthura* sp.

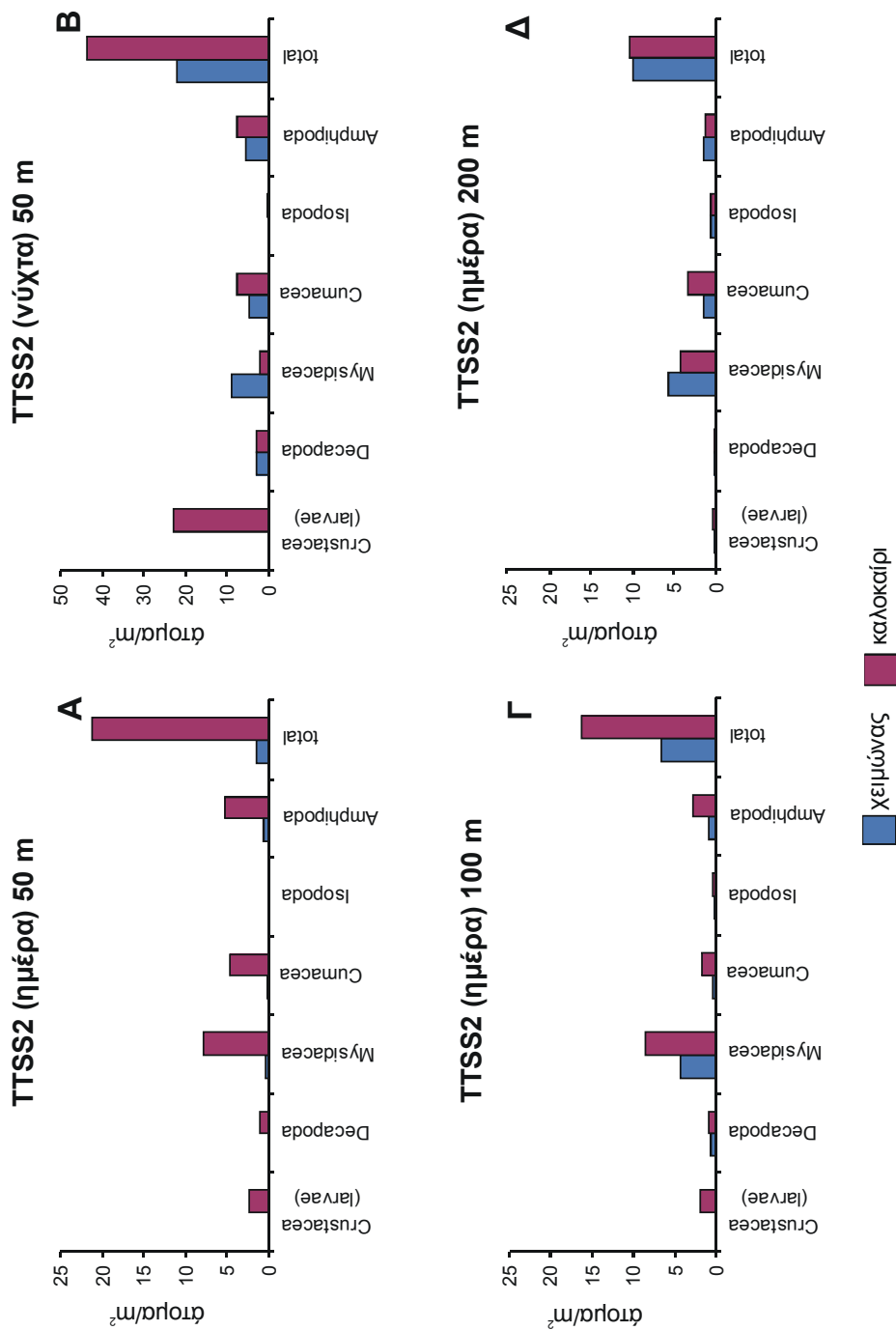
Στους σταθμούς δειγματοληψίας των 100 και 200 m δεν ελήφθησαν νυχτερινά δείγματα. Ωστόσο, η σύγκριση των πυκνοτήτων των κύριων ομάδων Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συλλέχθηκαν στα ημερήσια μονά δείγματα έδωσε γενικά μεγαλύτερες τιμές κατά την καλοκαιρινή περίοδο σε σύγκριση με την χειμερινή (Εικόνες 3.13Γ και 3.13Δ αντίστοιχα) με εξαίρεση τα μυσιδώδη και τα αμφίποδα στον σταθμό των 200 m που φαίνεται να παρουσιάζουν μία τάση μείωσης κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Η

Πίνακας 3.14. Κατακόρυφο πρότυπο κατανομής πυκνοτήτων και ειδών ανά σύρση των ταξινομικών ομάδων Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συλλέχθηκαν στις ισοβαθείς των 100m, 200m και 300m με το υπερβενθικό έλκηθρο στα τρία δίχτυα συλλογής κατά τη διάρκεια της ημέρας την περίοδο του Σεπτεμβρίου 2001.

Ταχα	Αριθμός ειδών/σύρση			Αριθμός ατόμων/m ²		
	100m	200m	300m	100m	200m	300m
Κατώτερο δίχτυ						
Decapoda	-	1	1	-	<0.01	0.03
Mysidacea	4	4	3	0.08	0.03	0.12
Cumacea	1	1	5	0.01	<0.01	0.03
Isopoda	1	1	5	0.01	0.03	0.06
Amphipoda	4	3	4	0.04	0.02	0.05
Σύνολο	10	10	18	0.14	0.10	0.29
Ενδιάμεσο δίχτυ						
Decapoda	1	-	-	<0.01	-	-
Mysidacea	3	-	-	0.01	-	-
Cumacea	1	2	-	<0.01	0.01	-
Isopoda	-	1	1	-	<0.01	<0.01
Amphipoda	1	2	1	<0.01	0.02	0.01
Σύνολο	6	5	2	0.02	0.03	0.02
Ανώτερο δίχτυ						
Decapoda	-	-	-	-	-	-
Mysidacea	2	-	-	0.01	-	-
Cumacea	1	-	-	0.02	-	-
Isopoda	-	-	-	-	-	-
Amphipoda	3	1	2	0.01	0.01	0.02
Σύνολο	6	1	2	0.04	0.01	0.02
Σύνολο δικτυών						
Decapoda	1	1	1	<0.01	<0.01	0.03
Mysidacea	5	4	3	0.11	0.03	0.12
Cumacea	2	2	5	0.03	0.01	0.03
Isopoda	1	1	5	0.01	0.04	0.06
Amphipoda	5	4	5	0.06	0.06	0.08
Σύνολο	14	12	19	0.21	0.14	0.33

Πίνακας 3.15. Πρότυπο κατακόρυφης κατανομής πυκνοτήτων (άτομα/m²) των ειδών Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συλλέχθηκαν από τα τρία διαφορετικά επίπεδα της στήλης του νερού με τη χρήση του υπερβενθικού ελκίθρου κατά την διάρκεια της ημέρας στις ισοβαθείς των 100 m (κίτρινο), 200 m (πορτοκαλί), 300 m (κόκκινο) την περίοδο του Σεπτεμβρίου 2001.

Είδη	100m			200m			300m		
	5-31cm	31-57cm	57-83cm	5-31cm	31-57cm	57-83cm	5-31cm	31-57cm	57-83cm
<i>Anapagurus breviaculeatus</i>		<0.01							
<i>Parapanaeus longirostris</i>							0.03		
<i>Processa novveli novveli</i>									
<i>Anchialina agilis</i>	0.02	<0.01	0.01	<0.01	0.01				
<i>Anchialina oculata</i>	<0.01	0.01					0.01		
<i>Erythrops</i> sp.	0.05			<0.01			0.07		
<i>Haplostylus lobatus</i>		<0.01	0.01		0.01				
<i>Hypererythrops</i> sp.							0.04		
<i>Leptomysis gracilis</i>	<0.01								
<i>Leptomysis megalops</i>									
<i>Campylaspis rostrata</i>				0.01			<0.01		
<i>Campylaspis sulcata</i>							<0.01		
<i>Diastyloides serratus</i>	0.01	<0.01					<0.01		
<i>Iphinoe rhodaniensis</i>			0.02	<0.01	<0.01				
<i>Leucon siphonatus</i>									
<i>Pseudocuma simile</i>								<0.01	
Desmosomatidae sp. 1									
Desmosomatidae sp. 3									
<i>Gnathia oxyuraea</i>									
<i>Gnathia venusta</i>	0.01								
<i>Eurydice</i> sp.									
Desmosomatidae sp. 4									
<i>Eriopisa elongata</i>									
Hyperidae									
<i>Monoculodes gibbosus</i>	0.01		<0.01						
<i>Parvipalpus linea</i>	0.01								
<i>Periculodes longimanus longimanus</i>	0.02		<0.01						
<i>Phitsica marina</i>									
<i>Rhachotropis integricauda</i>									
<i>Synchelidium haplocheles</i>									
<i>Urothoe elegans</i>	0.01	<0.01					0.02		
<i>Westwoodia rectirostris</i>			<0.01						



Εικόνα 3.13. Πυκνότητα (άτομα/μ²) των ταξινομικών ομάδων των Μαλακοστράκων Καρκινοειδών τα οποία συλλέχθηκαν με τον δειγματολήπτη TTSS2 στα βάθη των 50, 100, και 200 m κατά την χειμερινή (Μάρτιος 2001) και καλοκαιρινή (Σεπτέμβριος 2001) δειγματοληπτική περίοδο.

παρατηρούμενη αύξηση πυκνοτήτων στον σταθμό των 100 m οφείλεται κυρίως στις μεγάλες αφθονίες των ειδών: *Perioculodes longimanus*, *Diastylodes serratus*, *Anchialina agilis*, *A. oculata*, *Erythropros* cf. *peterdorhni*, *Philocheras bispinosus*, *Monoculodes gibbosus*, *Synchelidium haplocheles*, *Campylaspis glabra*, *Iphinoe rhodaniensis*, ενώ στο βάθος των 200 m οφείλεται κυρίως στην αύξηση της αφθονίας των ειδών *Campylaspis sulcata*, *Campylaspis glabra*. Η μείωση των μυσιδωδών και αμφιπόδων στο βάθος των 200 m οφείλεται κυρίως στην μειωμένη αφθονία των ειδών: *Halice walkeri*, *Anchialina agilis*, *Erythropros* cf. *peterdorhni*, *Lophogaster typicus*, *Mysideis parva*.

Οι περισσότερες ομάδες ζωικών οργανισμών που συλλέχθηκαν με το υπερβενθικό έλκηθρο κατά την ημερήσια δειγματοληψία στους σταθμούς των 50, 100 και 200 m εμφανίζουν αντίθετο πρότυπο από εκείνο που δίνει η χρήση του TTSS2 καθώς οι αντίστοιχες τιμές των πυκνοτήτων μειώνονται κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Κατ' εξαίρεση κατά τη νυχτερινή δειγματοληψία στον σταθμό των 50 m παρατηρήθηκε αύξηση των πυκνοτήτων των περισσότερων ταξινομικών ομάδων κατά την καλοκαιρινή περίοδο σε σύγκριση με την χειμερινή.

Από τις κύριες ομάδες των Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια της ημέρας στον σταθμό των 50 m (Εικόνα 3.14Δ), τα δεκάποδα, τα μυσιδώδη και τα αμφίποδα μειώνονται κατά την καλοκαιρινή δειγματοληπτική περίοδο και μόνο οι προνύμφες των καρκινοειδών αυξάνονται σημαντικά σε σύγκριση με την χειμερινή περίοδο. Η ιδιαίτερα χαμηλή δραστηριότητα που παρατηρήθηκε στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα κατά την περίοδο του καλοκαιριού σε σχέση με το χειμώνα οφείλεται κυρίως στην απουσία συγκεκριμένων ειδών όπως: *Anchialina oculata*, *A. agilis*, *Erythropros* cf. *peterdorhni*, *Haplostylus lobatus*, *Diastylis rugosa*, *Iphinoe rhodaniensis*, *Pseudocuma simile*, *Perioculodes longimanus longimanus*, *Phtisica marina*, *Westwoodila rectirostris*. Αντίθετα, κατά την διάρκεια της νύχτας οι πυκνότητες των περισσότερων ομάδων Μαλακοστράκων Καρκινοειδών (νύμφες καρκινοειδών, κουμώδη και αμφίποδα) αυξήθηκαν το καλοκαίρι σε σύγκριση με τον χειμώνα (Εικόνα 3.14Θ) κυρίως λόγω της μεγαλύτερης αφθονίας των ειδών *Philocheras bispinosus*, *Processa nouveli nouveli*, *Diastylis rugosa*, *Iphinoe rhodaniensis*, *Pseudocuma simile*, *Gnathia venusta*, *Monoculodes gibbosus*, *Westwoodila rectirostris*, *Tryphosites longipes*, *Perioculodes longimanus longimanus*.

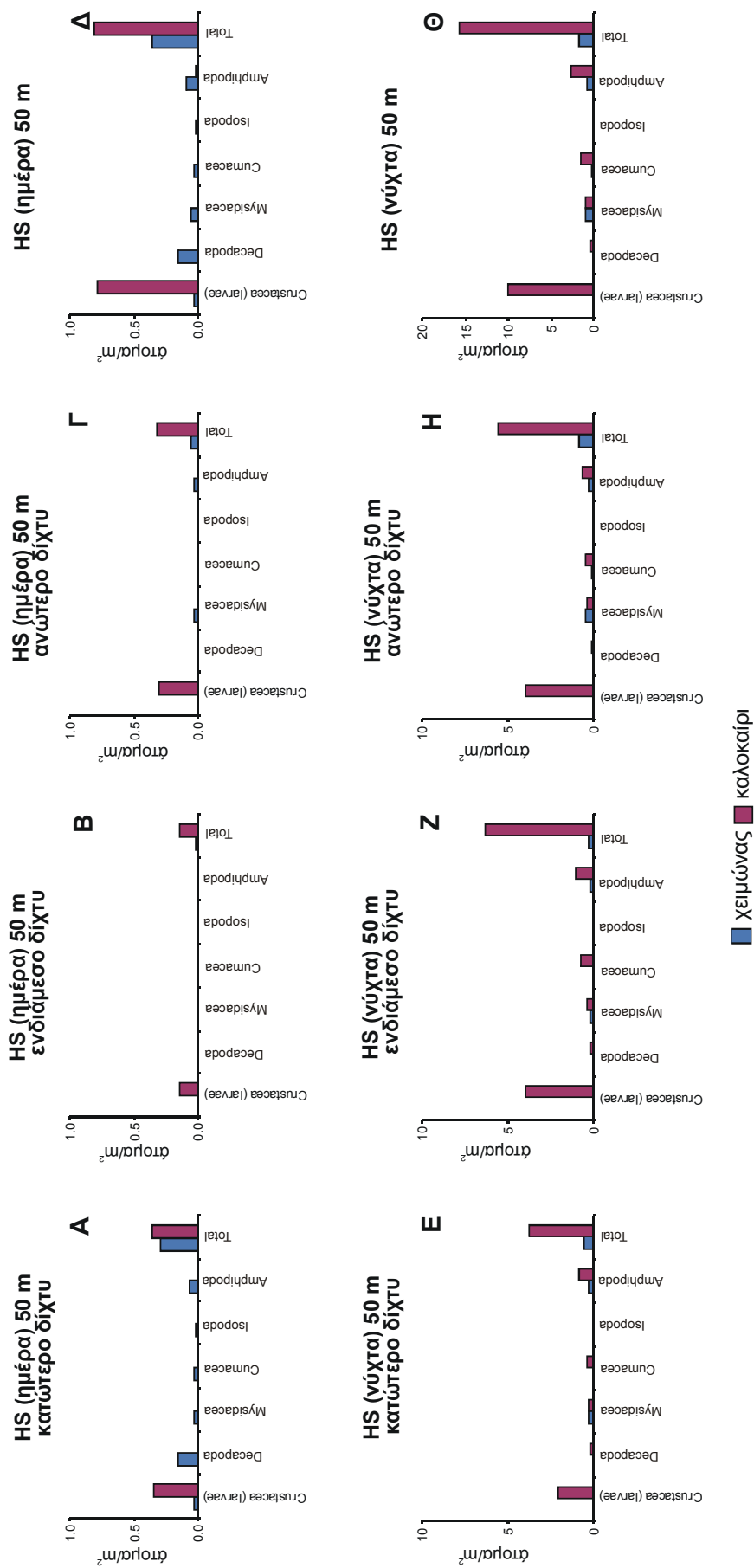
Στα μεγαλύτερα βάθη των 100m και 200m οι πυκνότητες των κύριων ομάδων Μαλακοστράκων Καρκινοειδών παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές το χειμώνα σε σχέση με το καλοκαίρι, με εξαίρεση τις προνύμφες των καρκινοειδών (Εικόνες 3.15Δ και 3.15Θ). Η

μείωση της αφθονίας των ομάδων Μαλακοστράκων κατά την καλοκαιρινή περίοδο στο σταθμό των 100 m οφείλεται κυρίως στην μειωμένη παρουσία των ειδών *Diastylodes serratus*, *Erythrops* cf. *peterdorhni*, *Eurydice* sp., ενώ αντίστοιχα στο σταθμό των 200 m οφείλεται στα είδη *Rhachotropis integricauda*, *Campylaspis sulcata*, *Anchialina agilis*, *Erythrops* cf. *peterdorhni*, *Hypererythrops* sp.

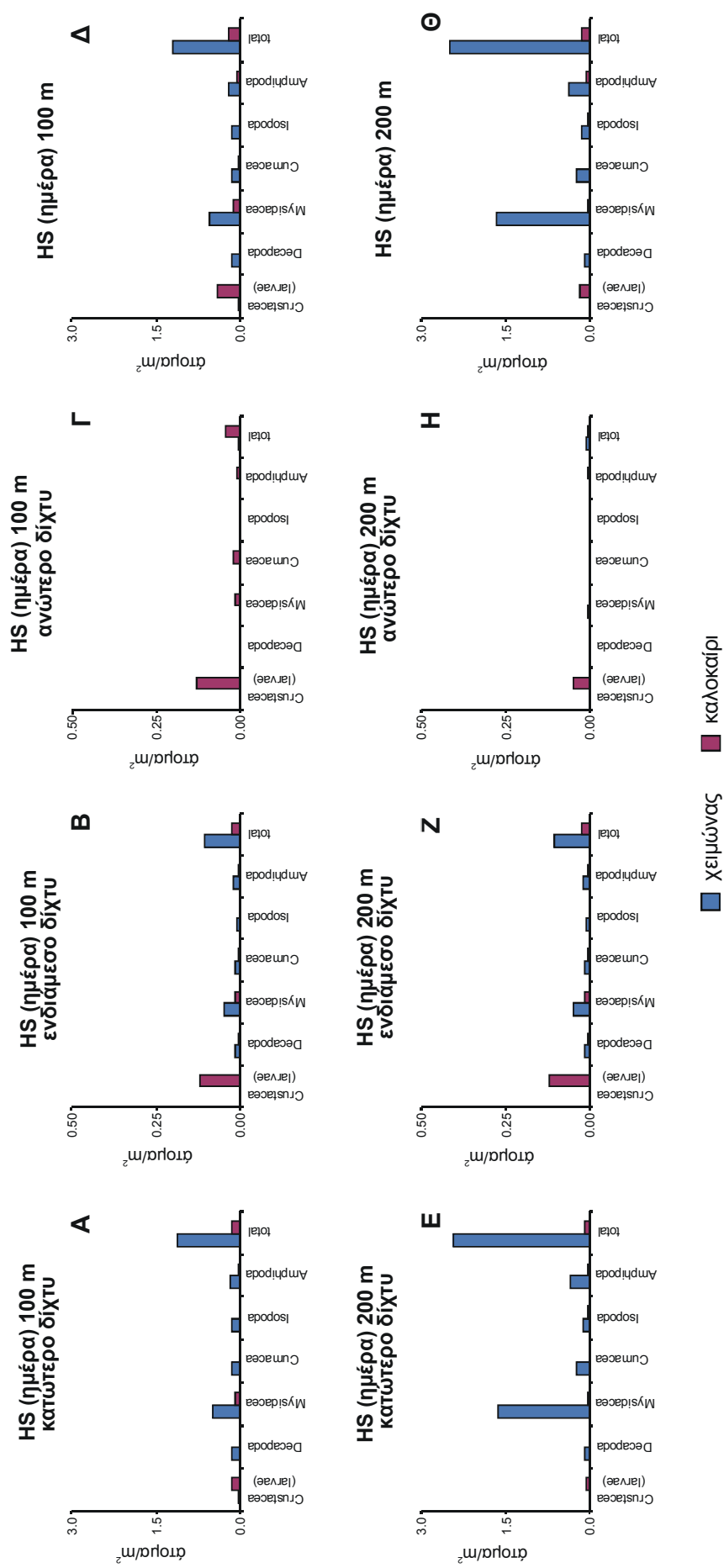
Το χειμερινό κατακόρυφο πρότυπο κατανομής των οργανισμών που συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια της ημέρας με το υπερβενθικό έλκηθρο στα τρία διαφορετικά δίχτυα συλλογής σε όλα τα βάθη είναι παρόμοιο με το αντίστοιχο του καλοκαιριού, δηλαδή ο αριθμός των ατόμων ανά μονάδα επιφάνειας σύρσης για κάθε κύρια ομάδα Μαλακοστράκων μειώνεται από το κατώτερο προς το ανώτερο δίχτυ (Εικόνες 3.14 και 3.15). Κατά τη διάρκεια της νύχτας στον σταθμό των 50 m παρατηρείται, όπως και κατά την καλοκαιρινή περίοδο, μια περισσότερο ομοιόμορφη κατανομή των οργανισμών στα τρία δίχτυα συλλογής του ελκλήθρου (Εικόνα 3.14). Παρά το γεγονός ότι οι τιμές πυκνοτήτων των Μαλακοστράκων Καρκινοειδών κατά τη διάρκεια της ημέρας είναι και τον χειμώνα πολύ χαμηλότερες από τις αντίστοιχες της νύχτας, οι διαφορές στις πυκνότητες οργανισμών ανάμεσα στην ημέρα και τη νύχτα είναι μικρότερες κατά την χειμερινή περίοδο υποδηλώνοντας μια σχετικά εντονότερη δραστηριότητα των οργανισμών αυτών στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα τον χειμώνα από ότι κατά την περίοδο του καλοκαιριού.

3.7. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΗ TTSS2 ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΝΑΡΞΗ ΤΗΣ ΑΛΙΕΥΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΟΤΡΑΤΑΣ

Κατά την διάρκεια της τελευταίας σειράς πειραμάτων χρησιμοποιήθηκε το TTSS2 και το υπερβενθικό έλκηθρο στο σταθμό των 50 m για την συλλογή δειγμάτων επτά ημέρες μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου με μηχανότρατα στον κόλπο του Ηρακλείου (1η Οκτωβρίου). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η περιοχή του συγκεκριμένου σταθμού δειγματοληψίας αποτελεί τμήμα του ευρύτερου αλιευτικού πεδίου του κόλπου του Ηρακλείου που αλιεύεται έντονα από τον τοπικό αλιευτικό στόλο. Η μηχανική επίδραση των διαφόρων τμημάτων του σάκου της μηχανότρατας στα επιφανειακά ιζήματα μια εβδομάδα μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου ήταν εμφανής. Κατά την περίοδο αυτή και σε αντίθεση με την εικόνα της επιφάνειας του πυθμένα που αποκάλυψε η



Εικόνα 3.14. Εποχιακές μεταβολές των ταξινομικών ομάδων των Μαλακοστράκων Καρκινοειδών τα οποία συλλέχθηκαν στο βάθος των 50 m με το υπερβενθικό έλκνητρο κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας τη χειμερινή (Μάρτιος 2001) και καλοκαιρινή δειγματοληπτική περίοδο (Σεπτέμβριος 2001).



Εικόνα 3.15. Εποχιακές μεταβολές των ταξινομικών ομάδων των Μαλακοστράκων Καρκινοειδών τα οποία συλλέχθηκαν στα βάθη των 100 και 200 m με το υπερβενθικό έλκρηρο κατά τη διάρκεια της χειμερινή (Μάρτιος 2001) και καλοκαιρινή δειγματοληπτική περίοδο (Σεπτέμβριος 2001).

υποβρύχια κάμερα του ελκήθρου πριν την έναρξη της αλιευτικής περιόδου, ο βυθός εμφάνιζε πολυάριθμα σύγχρονα ίχνη σύρσης που προκαλούνται από τις «πόρτες» της τράτας κατά την επαφή τους με τον βυθό. Παράλληλα παρατηρήθηκαν μεγάλης έκτασης ισοπεδωμένες περιοχές του βυθού οι οποίες χαρακτηρίζονταν από την πλήρη απουσία βιογενών δομών που θα πρέπει να αποδοθούν στην σταθερή επαφή του πρόσθιου τμήματος του σάκου της τράτας («γραντί μολυβιού») ή ενδεχομένως και στην παροδική επαφή με τον βυθό και άλλων κατώτερων τμημάτων της τράτας.

Συνολικά η χρήση του TTSS2 απέδωσε 4,582 άτομα που ταξινομήθηκαν σε 24 κύριες ταξινομικές ομάδες, ενώ αντίστοιχα με το υπερβενθικό έλκηθρο συλλέχθηκαν μόνο 761 άτομα τα οποία διαχωρίστηκαν σε 20 κύριες ομάδες ζωικών οργανισμών (Πίνακας 3.16). Τα δείγματα αυτά συγκρίθηκαν με αντίστοιχα που συλλέχθηκαν τρεις μόνο ημέρες πριν την έναρξη της αλιευτικής περιόδου από τον ίδιο σταθμό. Οι πολυμεταβλητές μέθοδοι της ανάλυσης ομάδων (cluster analysis) και της διευθέτησης MDS (Εικόνα 3.16A,B) που χρησιμοποιήθηκαν, έδειξαν στατιστικώς σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στα δείγματα που συλλέχθηκαν πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου τόσο από το TTSS2 όσο και από το υπερβενθικό έλκηθρο ($R=0.95$, $p<0.001$) υποδηλώνοντας μια σημαντική μεταβολή στην σύνθεση της βενθικής μακροπανίδας πιθανότατα λόγω της έντονης αλιευτικής δραστηριότητας του τοπικού αλιευτικού στόλου στην περιοχή του σταθμού δειγματοληψίας.

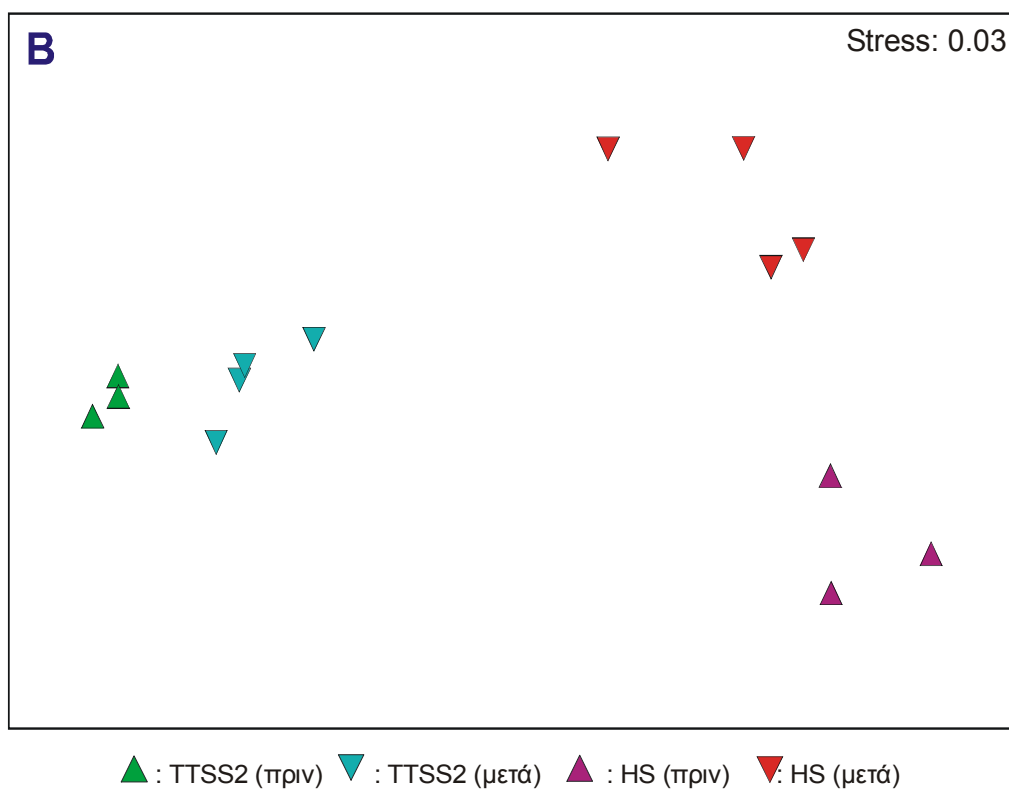
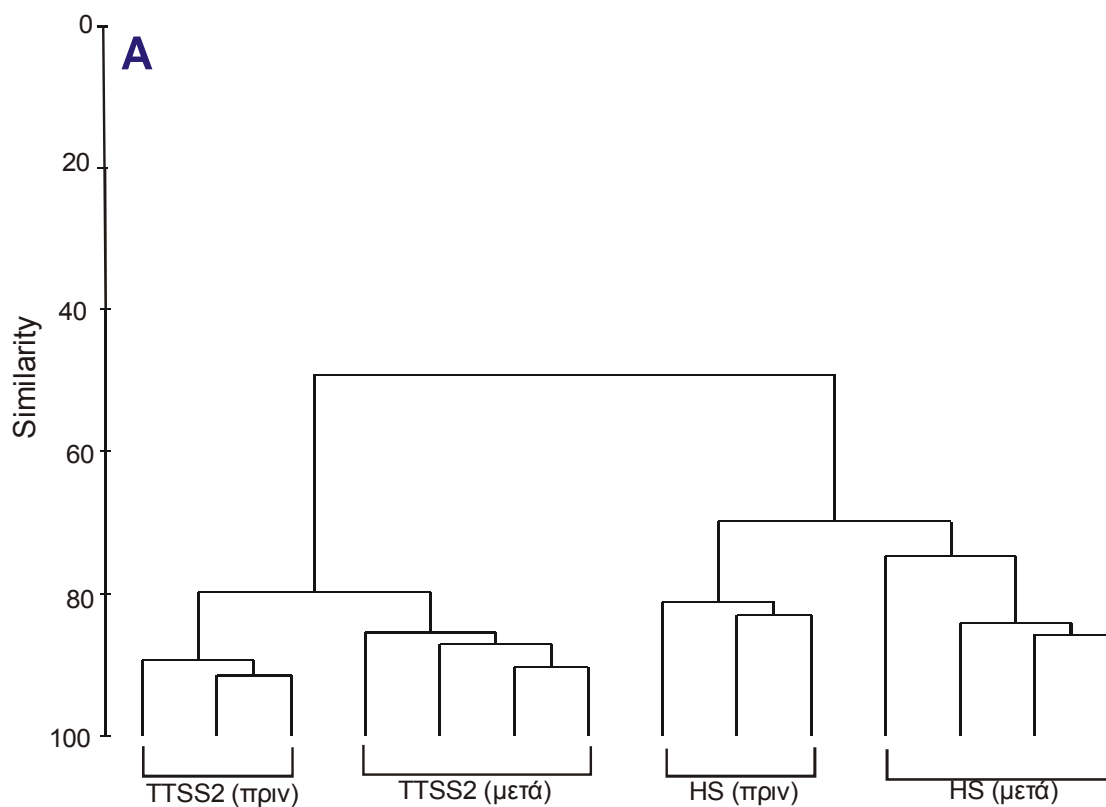
Στην Εικόνα 3.17 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι των πυκνοτήτων ορισμένων συγκεκριμένων ομάδων ζωικών οργανισμών που συλλέχθηκαν από τον σταθμό των 50 m με το TTSS2 πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου με μηχανότρατα στον κόλπο του Ηρακλείου. Πιο συγκεκριμένα, τα άτομα των ομάδων των γαστεροπόδων, των διθύρων και των πολυχαίτων εμφανίζουν μια σημαντική μείωση ($p<0.05$) μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου (Εικόνα 3.17A). Αντίθετα, οι πυκνότητες άλλων πανιδικών ομάδων, όπως τα κνιδόζωα, τα κωπήποδα και τα χαιτόγναθα, φαίνεται να αυξάνουν σημαντικά (Εικόνα 3.17B, $p<0.05$), ενώ η μέση πυκνότητα ορισμένων ομάδων όπως τα δεκάποδα, τα μυσιδώδη, τα κουμώδη και τα αμφίποδα, δεν φαίνεται να παρουσιάζει σημαντικές μεταβολές (Εικόνα 3.17Γ, $p>0.05$). Όσον αφορά τα υπερβενθικά δείγματα παρατηρήθηκαν ανάλογες με προηγουμένως αυξομειώσεις σε ορισμένες ταξινομικές ομάδες σε μικρότερη ωστόσο κλίμακα. Συγκεκριμένα παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση των πυκνοτήτων των ομάδων των κωπηπόδων και μυσιδωδών και αντίστοιχα σημαντική μείωση των εχινოდέρμων και θαλαιοειδών ($p<0.05$) μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου.

Στην Εικόνα 3.18 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εφαρμογής της ανάλυσης ομάδων (Cluster Analysis) και της διευθέτησης MDS χρησιμοποιώντας τις πυκνότητες μόνο των ειδών των Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συλλέχθηκαν με το TTSS2. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι τιμές των πυκνοτήτων και του αριθμού ειδών των Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συλλέχθηκαν με το υπερβενθικό έλκηθρο ήταν εξαιρετικά χαμηλές σε βαθμό που δεν επέτρεψε την περαιτέρω επεξεργασία τους. Η διαφοροποίηση που προκύπτει στα δείγματα πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου ($R=1$, $p<0.05$), σύμφωνα με την εφαρμογή της τεχνικής SIMPER (ποσοστό διαφοροποίησης 27.56%), οφείλεται κυρίως στην αύξηση των αμφιπόδων *Monoculodes gibbosus* και *Parvipalpus linea*, του μυσιδώδους *Erythrops* cf. *peterdorhni* και του κουμώδους *Diastylis rugosa* καθώς και στη μείωση των μυσιδωδών *Haplostylus lobatus*, *Paraleptomysis ariops* και του αμφιπόδου *Westwoodila rectirostris* μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου.

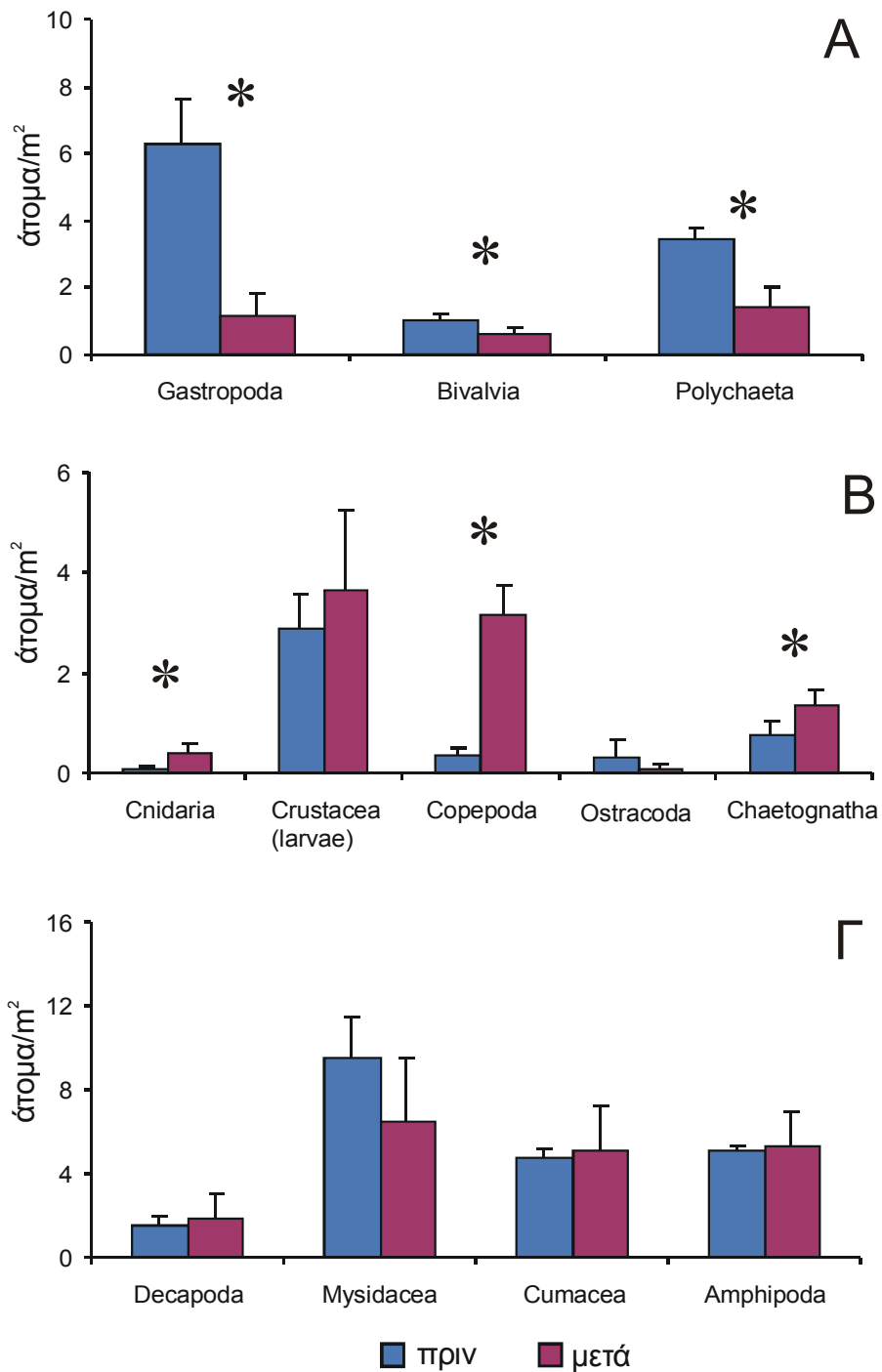
Στον Πίνακα 3.17 δίνεται αναλυτικά ο μέσος όρος των πυκνοτήτων όλων των ειδών Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συλλέχθηκαν με το TTSS2 πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου. Ο συνολικός αριθμός των ειδών Μαλακοστράκων Καρκινοειδών αυξάνεται μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου παρά το γεγονός ότι η συνολική αφθονία των ατόμων ανά μονάδα επιφάνειας παρουσιάζει μια μικρή μείωση. Αναλυτικότερα, βρέθηκαν ορισμένα είδη τα οποία εμφανίζονται μόνο μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου, όπως τα δεκάποδα: *Galathea machadoi*, *Processa nouveli nouveli*, τα μυσιδώδη: *Leptomysis gracilis*, *L. megalops*, *Siriella clausi*, το ισόποδο *Eurydice* sp., και τα αμφίποδα: *Iphimedia jugoslavica*, *Orchomenella nana*, *Parvipalpus linea*, *Scopelocheirus hopei*, *Tryphosites longipes*. Αντίθετα, ορισμένα άλλα είδη όπως το δεκάποδο *Ebalia cranchii*, το μυσιδώδες *Haplostylus basescui*, και τα αμφίποδα *Gammaropsis palmata*, *Stenothoe marina* δεν βρέθηκαν στα δείγματα που συλλέχθηκαν μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου. Τα είδη που εμφανίζουν την μεγαλύτερη αύξηση μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου είναι το μυσιδώδες *Erythrops* cf. *peterdorhni*, το κουμώδες *Diastylis rugosa*, και το αμφίποδο *Monoculodes gibbosus*, ενώ τα είδη τα οποία εμφανίζουν την μεγαλύτερη μείωση μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου είναι τα μυσιδώδη *Anchialina agilis*, *Haplostylus lobatus*, *Paraleptomysis ariops*, το κουμώδες *Iphinoe rhodaniensis* και τα αμφίποδα *Phtisica marina*, *Westwoodila rectirostris*. Εφαρμόζοντας την μη παραμετρική δοκιμασία Mann-Whitney U-test με στόχο τη διερεύνηση στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των πυκνοτήτων των ειδών Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συλλέχθηκαν πριν και μετά την έναρξη της

Πίνακας 3.16. Μέσος όρος πυκνοτήτων (άτομα/m², ±s.d.) των κύριων ταξινομικών ομάδων που συλλέχθηκαν στο σταθμό των 50 m με υπερβενθικό έλκηθρο (HS) και τον δειγματολήπτη TTSS2 εφοδιασμένο με το «γραντί» τύπου A (N=αριθμός επαναληπτικών σύρσεων) κατά τη διάρκεια της ημέρας πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου (1 Οκτωβρίου 2001).

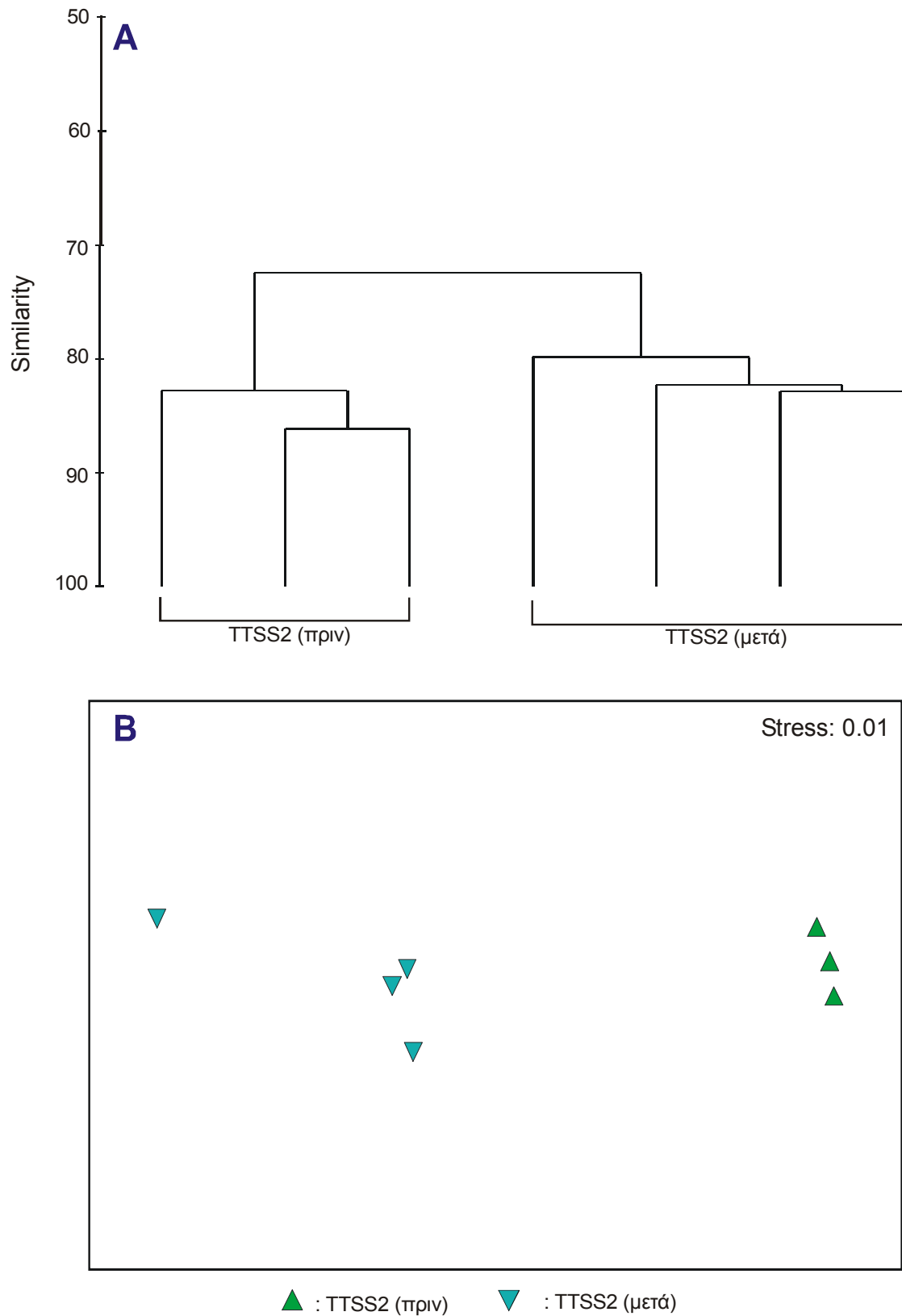
Taxa	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά
	HS		TTSS2	
	N=3	N=4	N=3	N=4
Porifera	-	-	0.01±0.02	0.02±0.04
Cnidaria	0.10±0.05	0.03±0.02	0.08±0.07	0.41±0.17
Ctenophora	<0.01	<0.01	-	0.01±0.02
Nemertini	-	-	0.02±0.02	-
Sipuncula	<0.01	<0.01	0.10±0.12	0.01±0.02
Gastropoda	<0.01	<0.01	6.25±1.37	1.12±0.71
Scaphopoda	-	<0.01	-	0.09±0.12
Bivalvia	-	-	1.05±0.19	0.60±0.21
Polychaeta	<0.01	<0.01	3.43±0.38	1.43±0.57
Crustacea (larvae)	0.52±0.30	0.23±0.05	2.91±0.65	3.65±1.59
Copepoda	0.11±0.05	0.20±0.05	0.36±0.12	3.17±0.59
Ostracoda	-	-	0.33±0.33	0.10±0.07
Decapoda	<0.01	0.01±0.00	1.53±0.40	1.82±1.24
Mysidacea	<0.01	0.01±0.01	9.54±1.97	6.47±3.08
Cumacea	<0.01	0.03±0.02	4.77±0.42	5.10±2.20
Tanaidacea	0.02±0.04	0.01±0.02	0.01±0.02	0.01±0.01
Isopoda	0.01±0.00	0.01±0.01	0.20±0.11	0.21±0.10
Amphipoda	0.01±0.01	0.02±0.03	5.03±0.24	5.31±1.58
Pycnogonida	-	-	0.08±0.07	0.06±0.06
Chaetognatha	0.08±0.03	0.07±0.02	0.76±0.27	1.37±0.29
Echinodermata	0.03±0.02	<0.01	1.22±0.50	0.44±0.28
Appendicularia	-	<0.01	0.07±0.09	0.02±0.02
Asciacea	-	-	0.01±0.02	-
Thaliacea	0.04±0.02	<0.01	0.01±0.02	0.03±0.03
Pisces	0.02±0.02	0.01±0.00	0.14±0.03	0.14±0.09



Εικόνα 3.16. (A) Δενδρόγραμμα της μεθόδου ανάλυσης ομάδων (Cluster Analysis) και (B) διάγραμμα MDS με βάση την αφθονία όλων των κύριων ομάδων ζωικών οργανισμών που συλλέχθηκαν στο σταθμό των 50 m με τη χρήση του δειγματολήπτη TTSS2 και του υπερβενθικού ελκίθρου πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου ($R=0.95$, $p<0.001$).



Εικόνα 3.17. Μέσος όρος πυκνοτήτων (άτομα/m², \pm s.d.) των κύριων ταξινομικών ομάδων τα οποία συλλέχθηκαν στο σταθμό των 50 m με τον δειγματολήπτη TTSS2 πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου (1 Οκτωβρίου 2001, *: $p < 0.05$, στατιστικώς σημαντική διαφορά σύμφωνα με την τεχνική Mann-Whitney U-test).



Εικόνα 3.18. (Α) Δενδρόγραμμα της μεθόδου ανάλυσης ομάδων (Cluster Analysis) και (Β) διάγραμμα MDS με βάση την αφθονία των ειδών Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συλλέχθηκαν στο σταθμό των 50 m με τη χρήση του δειγματολήπτη TTSS2 πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου ($R=1$, $p<0.05$).

Πίνακας 3.17. Μέσος όρος πυκνοτήτων (άτομα/m²±s.d.) των ειδών Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συλλέχθηκαν στο βάθος των 50 m με τον δειγματολήπτη TTSS2 πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου (1 Οκτωβρίου 2001) (N=αριθμός επαναληπτικών σύρσεων). Οι στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των πυκνοτήτων των ειδών εκτιμήθηκαν με την τεχνική Mann-Whitney U-test (n.s.: not significant).

Είδη	Πριν N=3	Μετά N=4	U-test
<i>Anapagurus bicorniger</i>	0.03±0.00	0.21±0.35	n.s.
<i>Anapagurus breviaculeatus</i>	0.46±0.16	0.25±0.14	n.s.
Decapoda (larvae)	-	0.01±0.01	n.s.
<i>Ebalia crancii</i>	0.02±0.02	-	n.s.
<i>Eualus occultus</i>	0.02±0.02	0.01±0.01	n.s.
<i>Galathea machadoi</i>	-	0.01±0.01	n.s.
<i>Inachus parvirostris</i>	0.01±0.02	0.01±0.02	n.s.
<i>Philocheras bispinosus</i>	0.98±0.25	1.28±0.87	n.s.
<i>Processa nouveli nouveli</i>	-	0.04±0.01	p<0.05
<i>Anchialina agilis</i>	3.22±0.87	2.28±1.00	n.s.
<i>Anchialina oculata</i>	0.61±0.26	0.38±0.14	n.s.
<i>Erythropis</i> sp.	0.09±0.10	1.38±0.49	p<0.05
<i>Haplostylus basescui</i>	0.06±0.10	-	n.s.
<i>Haplostylus lobatus</i>	3.16±1.44	1.73±1.50	n.s.
<i>Haplostylus normani</i>	0.14±0.03	0.04±0.09	n.s.
<i>Leptomysis gracilis</i>	-	0.01±0.02	n.s.
<i>Leptomysis megalops</i>	-	0.01±0.02	n.s.
<i>Mysideis parva</i>	0.02±0.04	0.13±0.03	p<0.05
<i>Mysidopsis gibbosa</i>	0.33±0.13	0.10±0.06	p<0.05
<i>Paraleptomysis apiops</i>	1.90±0.49	0.37±0.28	p<0.05
<i>Siriella clausi</i>	-	0.01±0.02	n.s.
<i>Siriella norvegica</i>	0.01±0.02	0.02±0.01	n.s.
<i>Bodotria arenosa mediterranea</i>	0.03±0.03	0.07±0.07	n.s.
<i>Campylaspis glabra</i>	0.08±0.02	0.08±0.07	n.s.
<i>Diastylis rugosa</i>	0.82±0.19	1.84±1.07	p<0.05
<i>Iphinoe rhodaniensis</i>	3.28±0.16	2.73±0.90	n.s.
<i>Pseudocuma simile</i>	0.56±0.13	0.38±0.27	n.s.
<i>Leptocheilia</i> sp.	0.03±0.03	0.02±0.02	n.s.
<i>Gnathia venusta</i>	0.09±0.04	0.01±0.01	p<0.05
<i>Eurydice</i> sp.	-	0.04±0.05	n.s.
<i>Paranthura</i> sp.	0.10±0.07	0.15±0.09	n.s.
<i>Ampelisca typica</i>	0.05±0.04	0.01±0.02	n.s.
<i>Corophium runcicorne</i>	0.02±0.04	0.05±0.04	n.s.
<i>Gammaropsis palmata</i>	0.01±0.02	-	n.s.
<i>Gitana sarsi</i>	0.22±0.09	0.10±0.07	n.s.
<i>Harpinia crenulata</i>	0.08±0.02	0.11±0.09	n.s.
Hyperiididae	0.01±0.02	0.01±0.01	n.s.
<i>Iphimedia jugoslavica</i>	-	0.01±0.01	n.s.
<i>Leptocheirus mariae</i>	0.01±0.02	0.01±0.02	n.s.
<i>Melphidippella macra</i>	0.15±0.14	0.08±0.01	n.s.
<i>Microdeutopus versiculatus</i>	0.05±0.04	0.01±0.01	n.s.
<i>Monoculodes gibbosus</i>	0.43±0.41	2.41±0.64	p<0.05
<i>Orchomenella nana</i>	-	0.01±0.02	n.s.
<i>Parvipalpus linea</i>	-	0.19±0.10	p<0.05
<i>Periculodes longimanus longimanus</i>	0.36±0.07	0.50±0.19	n.s.
<i>Phtisica marina</i>	0.97±0.54	0.35±0.08	p<0.05
<i>Scopelocheirus hopei</i>	-	0.01±0.01	n.s.
<i>Stenothoe marina</i>	0.02±0.04	-	n.s.
<i>Synchelidium haplocheles</i>	0.24±0.17	0.11±0.05	n.s.
<i>Tryphosites longipes</i>	-	0.08±0.05	p<0.05
<i>Westwoodila rectirostris</i>	2.43±0.50	1.28±0.60	n.s.
Σχετική αφθονία 10 αφθονότερων ειδών	84.86%	83.63%	
Συνολικός αριθμός ειδών	39	47	
Σύνολο ατόμων/m ²	21.10	18.92	

αλιευτικής περιόδου (Πίνακας 3.17) βρέθηκε ότι οι πυκνότητες του δεκαπόδου *Processa nouveli nouveli*, των ειδών μυσιδωδών *Erythrops cf. peterdorhni*, *Mysideis parva*, του κουμόδου *Diastylis rugosa* και των αμφιπόδων *Monoculodes gibbosus*, *Parvipalpus linea*, *Tryphosites longipes* αυξήθηκαν σημαντικά μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου ($p < 0.05$), ενώ τα είδη των μυσιδωδών *Mysidopsis gibbosa*, *Paraleptomysis ariops*, το ισόποδο *Gnathia venusta* και το αμφίποδο *Phthisica marina* μειώθηκαν σημαντικά την ίδια περίοδο ($p < 0.05$).

3.8. ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΒΕΝΘΟΠΕΛΑΓΙΚΩΝ ΨΑΡΙΩΝ ΠΟΥ ΑΛΙΕΥΘΗΚΑΝ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΝΑΡΞΗ ΤΗΣ ΑΛΙΕΥΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΟΤΡΑΤΑΣ

Στα πλαίσια του προηγούμενου πειράματος πραγματοποιήθηκε πειραματική αλιεία 6 βενθοπελαγικών ψαριών-στόχων με χρήση τράτας βυθού από το Ε/Σ «ΦΙΛΙΑ» παράλληλα με τα δείγματα που συλλέχθηκαν με το TTSS2 πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου της μηχανότρατας. Στόχος των συγκεκριμένων πρόσθετων δειγματολημιών ήταν α) να διερευνηθούν τυχόν βραχυπρόθεσμες μεταβολές στην σύνθεση της δίαιτας των βενθοπελαγικών ψαριών του συγκεκριμένου αλιευτικού πεδίου εξαιτίας της επίδρασης της μηχανότρατας και β) να ελεγχθεί κατά πόσο οι παραπάνω μεταβολές θα μπορούσαν να συσχετισθούν με τα αποτελέσματα της προσομοίωσης της επαφής του «γραντί μολυβιού» της τράτας με την επιφάνεια του πυθμένα χρησιμοποιώντας το TTSS2.

Στον Πίνακα 3.18 δίνονται το μέσο μήκος και συγκεντρωτικά στοιχεία της ανάλυσης των στομαχικών περιεχομένων των ειδών των ψαριών που συλλέχθηκαν με την τράτα βυθού πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου. Τα είδη αυτά είναι τα: *Diplodus annularis* (Linnaeus, 1758), *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758, *Serranus cabrilla* (Linnaeus, 1758), *Serranus hepatus* (Linnaeus, 1758), *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758) και *Trigloporus lastoviza* (Bonnaterre, 1788). Τα άτομα των ψαριών των οποίων τα στομάχια επιλέχθηκαν τελικά να αναλυθούν ανήκουν στο ίδιο περίπου εύρος μεγέθους ώστε να είναι εφικτή η σύγκριση της δίαιτας τους στις δυο συγκεκριμένες περιόδους. Η ανάλυση 301 συνολικά στομαχικών περιεχομένων απέδωσε 4,121 άτομα λείας τα οποία προσδιορίστηκαν, στον βαθμό που ήταν δυνατόν, μέχρι το επίπεδο του είδους. Τα 89 διαφορετικά είδη λείας που προσδιορίστηκαν δίνονται στον πίνακα του παραρτήματος IV.

Πίνακας 3.18. Μέσο μήκος και στοιχία της ανάλυσης των στομαχικών περιεχομένων των ειδών ψαριών τα οποία συλλέχθηκαν πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου.

Είδη ψαριών	Ολικό μήκος (mm) (μέση τιμή±s.d.)		Συνολικός αριθμός στομαχιών		Συνολικός αριθμός ειδών λείας		Συνολικός αριθμός ατόμων λείας		Μέσος όρος ατόμων λείας/στομάχι	
	πριν	μετά	πριν	μετά	πριν	μετά	πριν	μετά	πριν	μετά
<i>Diplodus annularis</i>	108.87±10.66	110.39±8.07	22	29	32	41	369	1617	16.77	55.76
<i>Mullus barbatus</i>	132.74±12.63	138.18±10.73	13	29	25	65	93	624	7.15	21.51
<i>Seranus cabrilla</i>	141.77±18.45	143.48±18.73	22	14	4	14	27	45	1.23	3.21
<i>Serranus hepatus</i>	91.77±6.54	85.95±9.76	23	19	16	11	71	52	3.08	2.74
<i>Pagrus erythrinus</i>	154.40±13.23	164.79±15.41	30	36	15	17	108	219	3.6	6.08
<i>Trigloporus lastoviza</i>	150.74±17.81	113.67±38.09	21	43	11	39	56	840	2.67	19.53

Στην συνέχεια δίνονται αναλυτικά και για κάθε είδος ψαριού η κατανομή των μηκών των ατόμων που εξετάστηκαν καθώς επίσης η σχετική αφθονία (%N) και η συχνότητα παρουσίας (%F) των ειδών λείας που βρέθηκαν στα στομάχια τους πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου. Επίσης δίνονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης της διαίτας των ψαριών με εφαρμογή της μη παραμετρικής μεθόδου διευθέτησης MDS για τις δυο δειγματοληπτικές περιόδους χρησιμοποιώντας την αφθονία των ατόμων όλων των ειδών λείας στο σύνολο των ατόμων κάθε είδους ψαριού.

Diplodus annularis (Linnaeus, 1758)

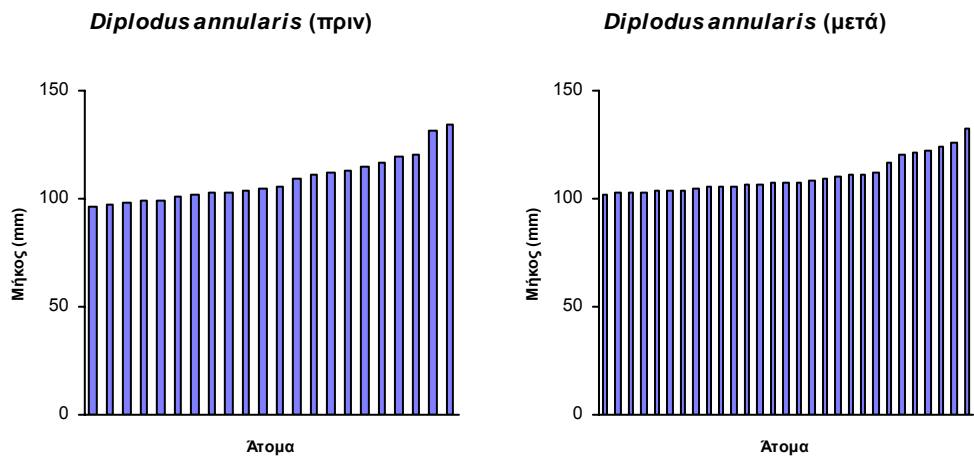
(κ. σπάρος)



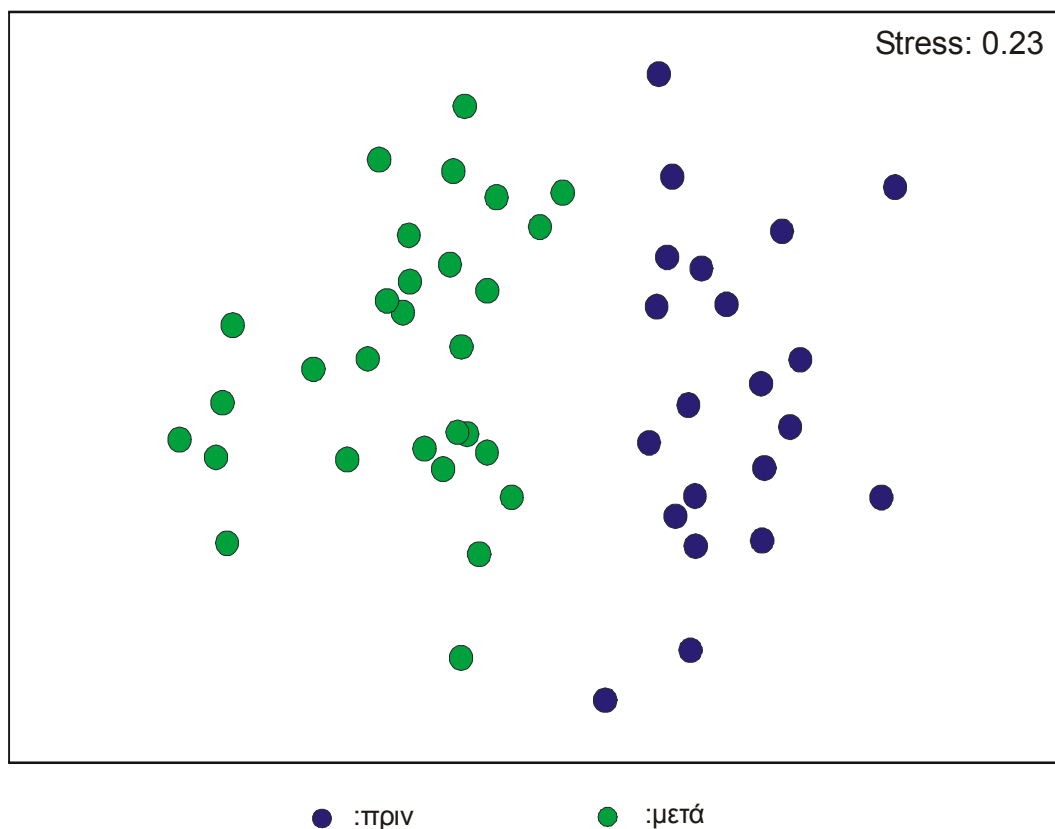
Το *Diplodus annularis* (κ. σπάρος) ανήκει στην Οικογένεια των Sparidae. Το σώμα του είναι ωσειδές, πεπιασμένο, με ασημί-γκρι χρώμα και έναν σκούρο δακτύλιο στο μίσχο του ουριαίου πτερυγίου. Το στόμα του έχει μικρό άνοιγμα και λεπτά χείλη. Έχει δόντια κοπτηρόμορφα και στις δυο γνάθους και μικρούς τραπεζίτες τοποθετημένους σε 2-3 σειρές ακριβώς πίσω από αυτά. Το μήκος του φτάνει τα 24 cm. Είναι ψάρι βενθοπελαγικό που ζει σε παράκτιες περιοχές με *Posidonia oceanica*, *Zostera marina*, αμμώδεις βυθούς και σε βάθος μέχρι 90 m. Είναι γονοχωριστικό είδος, αλλά έχουν βρεθεί και μερικά ερμαφρόδιτα άτομα. Είναι θηρευτής και σαρκοφάγο ψάρι που τρέφεται με πολύχαιτους, καρκινοειδή, μαλάκια, εχινόδερμα και υδρόζωα. Είναι ψάρι εμπορεύσιμο, ιδιαίτερα όταν έχει μεγάλο μέγεθος.

(πηγή: <http://www.fishbase.org/>)

Στην Εικόνα 3.19 δίνεται η κατανομή των μηκών των ατόμων του είδους *Diplodus annularis*. Ο αριθμός των ατόμων και το εύρος των τιμών του μήκους τους ήταν παρόμοια και στις δυο δειγματοληπτικές περιόδους, ενώ αντίθετα ο μέσος όρος ατόμων λείας ανά στομάχι ήταν πολύ μεγαλύτερος μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου (Πίνακας 3.18). Οι τιμές της σχετικής αφθονίας και της συχνότητας παρουσίας των ειδών λείας (Πίνακας 3.19) έδειξαν ότι το σωληνοειδές *Phascolosoma* sp., το δεκάποδο *Anapagurus breviaculeatus*, τα οστρακώδη, τα κνιδόζωα και μικρά ψάρια αποτελούν τη σημαντικότερη τροφή του είδους πριν την έναρξη της αλιευτικής περιόδου. Μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου ο συνολικός αριθμός των ειδών λείας με τα οποία τρέφεται ο σπάρος αυξάνεται. Αν και τα είδη *Phascolosoma* sp. και *Anapagurus breviaculeatus* εξακολουθούν να συμμετέχουν με σημαντικό ποσοστό στο διαιτολόγιο του συγκεκριμένου ψαριού, ωστόσο παρατηρείται μία σημαντική μείωση στο ποσοστό συμμετοχής των οστρακωδών και παράλληλα μια αύξηση του ποσοστού συμμετοχής των κωπηπόδων. Μετά την έναρξη



Εικόνα 3.19. Κατανομή των μηκών των ατόμων του είδους *Diplodus annularis* που συλλέχθηκαν πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου.



Εικόνα 3.20. Διάγραμμα MDS με βάση την αφθονία των ειδών λείας στο στομαχικό περιεχόμενο του είδους *Diplodus annularis* πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου ($R=0.6$, $p<0.001$).

Πίνακας 3.19. Η σχετική αφθονία και η συχνότητα παρουσίας των ειδών λείας του *Diplodus annularis* πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου.

Πριν			Μετά		
Είδη λείας	%N	%F	Είδη λείας	%N	%F
Fish	6.0	100.0	<i>Anapagurus breviaculeatus</i>	56.4	100.0
<i>Phascolosoma</i> sp.	34.1	90.9	Ophiuroidea	1.8	96.6
<i>Anapagurus breviaculeatus</i>	22.2	86.4	<i>Phascolosoma</i> sp.	14.8	82.8
Cnidaria	3.0	50.0	Gastropoda	3.5	55.2
Ostracoda	9.5	50.0	Copepoda	13.9	55.2
Copepoda	3.3	36.4	<i>Anapagurus bicorniger</i>	1.7	41.4
<i>Upogebia tipica</i>	1.9	31.8	<i>Upogebia tipica</i>	0.6	31.0
Gastropoda	2.2	27.3	Cnidaria	0.5	27.6
<i>Aspidosiphon muelleri kovalevskii</i>	3.0	22.7	<i>Diastylis rugosa</i>	1.2	27.6
<i>Stenothoe marina</i>	2.2	22.7	<i>Palliolum incomparabile</i>	0.4	20.7
<i>Musculus costulatus</i>	1.1	18.2	Ostracoda	0.4	20.7
<i>Corbula gibba</i>	0.8	13.6	<i>Monoculodes gibbosus</i>	0.5	20.7
<i>Orchomenella nana</i>	1.9	13.6	<i>Aspidosiphon muelleri kovalevskii</i>	0.5	17.2
<i>Phtisica marina</i>	0.8	13.6	Pycnogonida	0.3	17.2
Ophiuroidea	0.8	13.6	<i>Plagiocardium papillosum</i>	0.3	13.8
<i>Palliolum incomparabile</i>	1.1	9.1	<i>Iphinoe rhodaniensis</i>	0.4	13.8
<i>Syllis cornuta</i>	0.5	9.1	<i>Westwoodila rectirostris</i>	0.4	13.8
<i>Anapagurus bicorniger</i>	0.8	9.1	<i>Turitella communis</i>	0.2	10.3
<i>Goneplax rhomboides</i>	0.5	9.1	<i>Nucula nitidosa</i>	0.1	6.9
<i>Diastylis rugosa</i>	0.8	9.1	Phyllodocidae sp.	0.1	6.9
<i>Iphinoe rhodaniensis</i>	0.5	9.1	<i>Syllis cornuta</i>	0.2	6.9
<i>Chlamys varia</i>	0.3	4.5	<i>Goneplax rhomboides</i>	0.1	6.9
<i>Plagiocardium papillosum</i>	0.3	4.5	<i>Leptocheilia</i> sp.	0.1	6.9
<i>Chone filicaudata</i>	0.3	4.5	Porifera	0.1	3.4
<i>Sternaspis scutata</i>	0.3	4.5	<i>Chlamys varia</i>	0.1	3.4
<i>Athanas amazone</i>	0.3	4.5	<i>Musculus costulatus</i>	0.1	3.4
<i>Haplostylus lobatus</i>	0.3	4.5	Spionidae sp.	0.1	3.4
<i>Pseudocuma similis</i>	0.3	4.5	Crustacea (larvae)	0.1	3.4
<i>Leptocheilia</i> sp.	0.3	4.5	<i>Squilla mantis</i>	0.1	3.4
<i>Leptocheirus mariae</i>	0.3	4.5	<i>Haplostylus lobatus</i>	0.1	3.4
<i>Microdeutopus versiculatus</i>	0.3	4.5	<i>Mysidopsis gibbosa</i>	0.1	3.4
<i>Westwoodila rectirostris</i>	0.3	4.5	<i>Pseudocuma similis</i>	0.1	3.4
			<i>Gnathia</i> sp.	0.1	3.4
			<i>Paranthura</i> sp.	0.1	3.4
			<i>Ampelisca</i> sp.	0.1	3.4
			<i>Halice walkeri</i>	0.1	3.4
			<i>Leptocheirus mariae</i>	0.1	3.4
			<i>Microdeutopus versiculatus</i>	0.2	3.4
			<i>Orchomenella nana</i>	0.1	3.4
			<i>Phtisica marina</i>	0.1	3.4
			<i>Stenothoe marina</i>	0.2	3.4

της αλιευτικής περιόδου ο σπάρος φαίνεται να παύει να τρέφεται με ψάρια και παράλληλα φαίνεται να προτιμά περισσότερα είδη αμφιπόδων (*Monoculodes gibbosus*, *Ampelisca* sp., *Halice walkeri*), ισοπόδων (*Gnathia* sp., *Paranthura* sp.) μαλακίων (*Turitella communis*, *Nucula nitidosa*) και πολυχαίτων (Phyllodoceidae sp., Spionidae sp.). Παράλληλα, η συχνότητα παρουσίας των οφιοουροειδών, γαστεροπόδων και κωπηπόδων αυξάνεται σημαντικά μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου.

Η εφαρμογή της μεθόδου διευθέτησης MDS χρησιμοποιώντας την αφθονία των ατόμων των ειδών λείας όλων των ατόμων του είδους *Diplodus annularis* που εξετάστηκαν (Εικόνα 3.20) έδειξε ότι ο σπάρος αλλάζει τη διαίτα του μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου ($R=0.6$, $p<0.001$). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα εφαρμογής της τεχνικής SIMPER, το υψηλό ποσοστό διαφοροποίησης (63.46%) της διαίτας του σπάρου ανάμεσα στις δυο συγκεκριμένες περιόδους οφείλεται σε ένα μεγάλο βαθμό στην απουσία των ψαριών (συμβολή στην διαφοροποίηση με ποσοστό της τάξης του 10.84%) και τη σημαντική μείωση των οστρακωδών (με ποσοστό συμβολής 6.51% στη διαφοροποίηση της διαίτας) και των ανθοζώων (συμβολή της τάξης του 5.18%) στο στομαχικό του περιεχόμενο μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου καθώς επίσης και στην αυξημένη κατανάλωση οφιοουροειδών (7.36%), κωπηπόδων (6.23%), του σωληνοειδούς *Phascolosoma* sp. (6.17%), του δεκαπόδου *Anapagurus breviaculeatus* (6.04%) και ειδών της κλάσης των γαστεροπόδων (5.7%) τη συγκεκριμένη περίοδο.

***Mullus barbatus* Linnaeus, 1758**

(κ. κουτσομούρα)

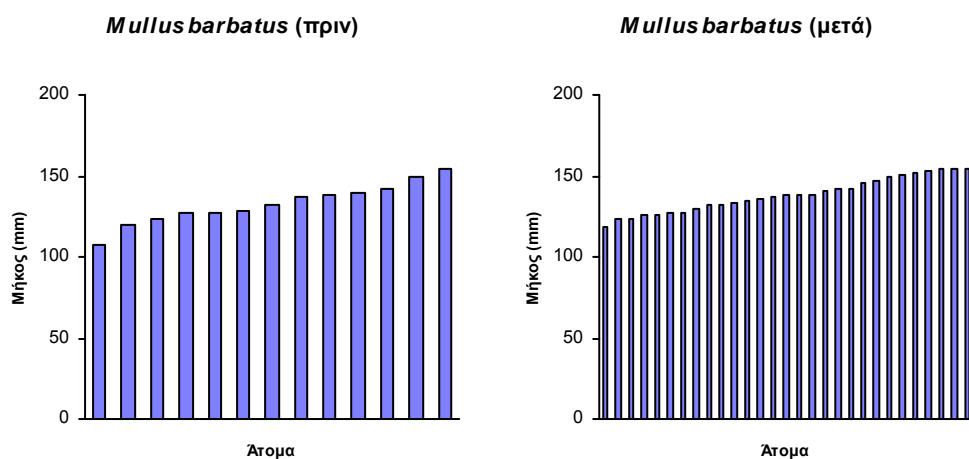


Το *Mullus barbatus* (κ. κουτσομούρα) ανήκει στην Οικογένεια των Mullidae. Το σώμα του είναι επιμήκες, μετρίως συμπίεμένο. Το ρύγχος του είναι κοντό και σχεδόν κάθετο. Έχει δυο μουστάκια στο πηγούνι που έχουν μήκος μικρότερο από αυτό των πλευρικών πτερυγίων. Το στόμα είναι μικρό και ελαφρώς εκτατό. Τα δόντια του είναι μικρά, κυνοδοντόμορφα και βρίσκονται μόνο στην κάτω γνάθο και την υπερία. Η πάνω γνάθος δεν έχει καθόλου δόντια. Έχει χαρακτηριστικό κόκκινο χρώμα στη ράχη και τα πλευρά και ασημί στην κοιλιά. Το μήκος του μπορεί να φτάσει τα 30 cm. Είναι βενθοπελαγικό ψάρι που ζει κυρίως σε λασπώδη υποστρώματα στην περιοχή της υφαλοκρηπίδας σε βάθη από 10 έως 270 m. Βρίσκεται και σε αμμώδεις και βραχώδεις βυθούς. Είναι θηρευτής και τρέφεται με μικρά καρκινοειδή, πολύχαιτους και μαλάκια και αποτελεί είδος με μεγάλη εμπορική αξία.

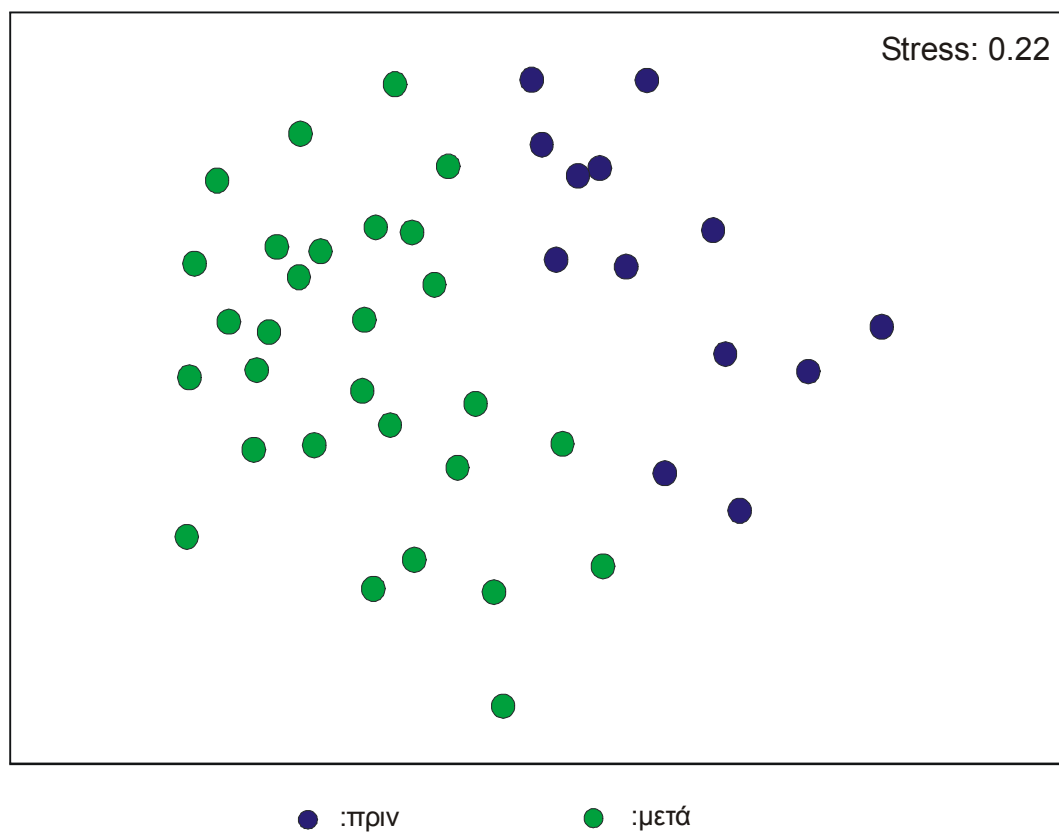
(πηγή: <http://www.fishbase.org>)

Στην Εικόνα 3.21 δίνεται η κατανομή των μηκών των ατόμων του είδους *Mullus barbatus*. Αν και ο αριθμός των ατόμων που εξετάστηκαν ήταν σχεδόν διπλάσιος μετά την έναρξη της αλιευτικής δραστηριότητας, ωστόσο το εύρος των τιμών του μήκους τους ήταν παρόμοιο στις δυο δειγματοληπτικές περιόδους. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι παρά τη διαφορά στον αριθμό των ατόμων, ο μέσος όρος των ατόμων λείας ανά στομάχι ήταν πολύ μεγαλύτερος μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου (Πίνακας 3.18). Οι τιμές της σχετικής αφθονίας και της συχνότητας παρουσίας των ειδών λείας (Πίνακας 3.20) έδειξαν ότι πριν την έναρξη της αλιευτικής περιόδου η κουτσομούρα τρέφεται κυρίως με το δίθυρο *Nuculana pella*, μικρά ψάρια, σωληνοειδή, ανθόζωα, κωπήποδα και πολύχαιτους (*Sternaspis scutata*, *Levinsenia gracilis*, *Terebellides stroemi*, *Drilonereis filum*). Μετά την έναρξη της αλιευτικής δραστηριότητας το δεκάποδο *Anapagurus breviaculeatus*, τα κωπήποδα, το κουμώδες *Iphinoe rhodaniensis*, το μυσιδώδες *Haplostylus lobatus* και το δίθυρο *Nuculana pella* αποτελούν τη σημαντικότερη τροφή του, ενώ τα μικρά ψάρια και το δεκάποδο *Urogebia tipica* εμφανίζονται επίσης αρκετά συχνά στο διαιτολόγιο της. Επιπλέον η κουτσομούρα τρέφεται με περισσότερα είδη πολυχαιτών (*Lumbrineridae* sp.1, *Aponuphis bilineata*, *Micronephthys maryae*, *Capitellidae* sp.1, *Goniada maculata*, *Melinna palmata*, *Armandia polyophtalma*, *Pista cristata*), δεκαπόδων (*Anapagurus breviaculeatus*, *A. bicorniger*, *Alpheus glaber*, *Galathea machadoi*) και αμφιπόδων (*Orchomenella nana*, *Tryphosites longipes*, *Perioculodes longimanus longimanus*).

Η εφαρμογή της μη παραμετρικής μεθόδου διευθέτησης MDS με βάση την αφθονία των ατόμων των ειδών λείας όλων των ατόμων του *Mullus barbatus* (Εικόνα 3.22) έδειξε ότι η κουτσομούρα φαίνεται να αλλάζει σημαντικά τη διαίτα της μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου ($R=0.6$, $p<0.001$). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα εφαρμογής της τεχνικής SIMPER, το υψηλό ποσοστό διαφοροποίησης (76.48%) της διαίτας της κουτσομούρας ανάμεσα στις δυο διαφορετικές περιόδους οφείλεται κυρίως στην εμφάνιση του δεκαπόδου *Anapagurus breviaculeatus* στην τροφή της (ποσοστό συμβολής στην διαφοροποίηση της διαίτας 7.59%) μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου καθώς και στην αύξηση κατανάλωσης κωπηπόδων (6.82%), του διθύρου *Nuculana pella* (5.85%), του κουμώδους *Iphinoe rhodaniensis* (1.55%) και του δεκαπόδου *Urogebia tipica* (5.42%) τη συγκεκριμένη περίοδο.



Εικόνα 3.21. Κατανομή των μηκών των ατόμων του είδους *Mullus barbatus* που συλλέχθηκαν πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου.



Εικόνα 3.22. Διάγραμμα MDS με βάση την αφθονία των ειδών λείας στο στομαχικό περιεχόμενο του είδους *Mullus barbatus* πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου ($R=0.6$, $p<0.001$).

Πίνακας
3.20. Η
σχετική
αφθονία και
η συχνότητα
παρουσίας
των ειδών
λείας του
Mullus
barbatus
πριν και
μετά την
έναρξη της
αλιευτικής
περιόδου.

Πριν		Μετά			
Είδη λείας		Είδη λείας			
	%N	%F			
Fish	12.9	92.3	<i>Anapagurus breviaculeatus</i>	9.6	82.8
Anthozoa	10.8	76.9	Fish	4.0	75.9
Sipuncula	12.9	61.5	Copepoda	27.4	72.4
<i>Nuculana pella</i>	19.4	61.5	<i>Upogebia tipica</i>	4.3	72.4
Copepoda	4.3	30.8	<i>Iphinoe rhodaniensis</i>	7.2	69.0
<i>Sternaspis scutata</i>	4.3	23.1	<i>Philocheras bispinosus</i>	3.2	48.3
<i>Upogebia tipica</i>	3.2	23.1	<i>Haplostylus lobatus</i>	6.4	48.3
<i>Corophium</i> sp.	4.3	23.1	Anthozoa	1.8	37.9
<i>Plagiocardium papillosum</i>	2.2	15.4	<i>Sternaspis scutata</i>	2.2	34.5
<i>Levinsenia gracilis</i>	2.2	15.4	<i>Nuculana pella</i>	6.7	27.6
<i>Terebellides stroemi</i>	2.2	15.4	<i>Processa nouveli</i>	1.8	27.6
<i>Processa nouveli</i>	2.2	15.4	Sipuncula	3.7	24.1
<i>Diastylis rugosa</i>	2.2	15.4	Lumbrineridae sp.1	1.1	24.1
<i>Harpinia crenulata</i>	2.2	15.4	Maldanidae sp.1	1.0	20.7
<i>Westwoodila rectirostris</i>	2.2	15.4	Ostracoda	1.3	17.2
<i>Abra prismatica</i>	1.1	7.7	<i>Alpheus glaber</i>	1.1	17.2
<i>Myrtea spinifera</i>	1.1	7.7	<i>Plagiocardium papillosum</i>	0.8	13.8
<i>Drilonereis filum</i>	2.2	7.7	<i>Aponuphis bilineata</i>	0.8	13.8
<i>Glycera alba</i>	1.1	7.7	<i>Micronephthys maryae</i>	1.0	13.8
<i>Glycera rouxi</i>	1.1	7.7	<i>Terebellides stroemi</i>	0.6	13.8
Maldanidae sp.1	1.1	7.7	<i>Diastylis rugosa</i>	1.0	13.8
<i>Pectinaria koreni</i>	1.1	7.7	<i>Harpinia crenulata</i>	0.6	13.8
<i>Philocheras bispinosus</i>	1.1	7.7	<i>Abra prismatica</i>	0.5	10.3
<i>Haplostylus lobatus</i>	1.1	7.7	Capitellidae sp.1	0.5	10.3
<i>Iphinoe rhodaniensis</i>	2.2	7.7	<i>Goniada maculata</i>	0.5	10.3
			<i>Anapagurus bicorniger</i>	0.5	10.3
			<i>Corophium</i> sp.	1.0	10.3
			<i>Orchomenella nana</i>	0.5	10.3
			<i>Tryphosites longipes</i>	0.6	10.3
			<i>Aspidosiphon muelleri kovalevskii</i>	0.3	6.9
			<i>Odostomia conoidea</i>	0.3	6.9
			Cirratulidae sp.1	0.3	6.9
			<i>Drilonereis filum</i>	0.5	6.9
			<i>Glycera rouxi</i>	0.3	6.9
			<i>Melinna palmata</i>	0.3	6.9
			<i>Pectinaria koreni</i>	0.3	6.9
			<i>Galathea machadoi</i>	0.5	6.9
			<i>Anchialina agilis</i>	0.3	6.9
			<i>Perioculodes longimanus</i>	0.6	6.9
			Porifera	0.2	3.4
			Gastropoda	0.2	3.4
			Scaphopoda	0.2	3.4
			<i>Abra alba</i>	0.3	3.4
			<i>Anodontia fragilis</i>	0.2	3.4
			<i>Armandia polyophthalma</i>	0.2	3.4
			Oweniidae sp. 1	0.2	3.4
			<i>Levinsenia gracilis</i>	0.2	3.4
			Phyllodocidae sp.1	0.2	3.4
			<i>Pista cristata</i>	0.2	3.4
			<i>Platynereis dumerilii</i>	0.2	3.4
			<i>Athanas amazone</i>	0.2	3.4
			<i>Calianassa subterranea</i>	0.2	3.4
			<i>Periclimenes</i> sp.	0.2	3.4
			<i>Erythrops</i> cf. <i>peterdorhni</i>	0.3	3.4
			<i>Mysideis parva</i>	0.2	3.4
			<i>Paraleptomysis apiops</i>	0.2	3.4
			<i>Pseudocuma simile</i>	0.2	3.4
			<i>Leptocheilia</i> sp.	0.2	3.4
			<i>Eurydice</i> sp.	0.2	3.4
			<i>Paranthura</i> sp.	0.2	3.4
			<i>Leucothoe incisa</i>	0.2	3.4
			<i>Melphidipella macra</i>	0.2	3.4
			<i>Monoculodes gibbosus</i>	0.2	3.4
			<i>Pseudoprotella phasma</i>	0.2	3.4
			<i>Westwoodila rectirostris</i>	0.2	3.4

Serranus cabrilla (Linnaeus, 1758)

(κ. χάνος)

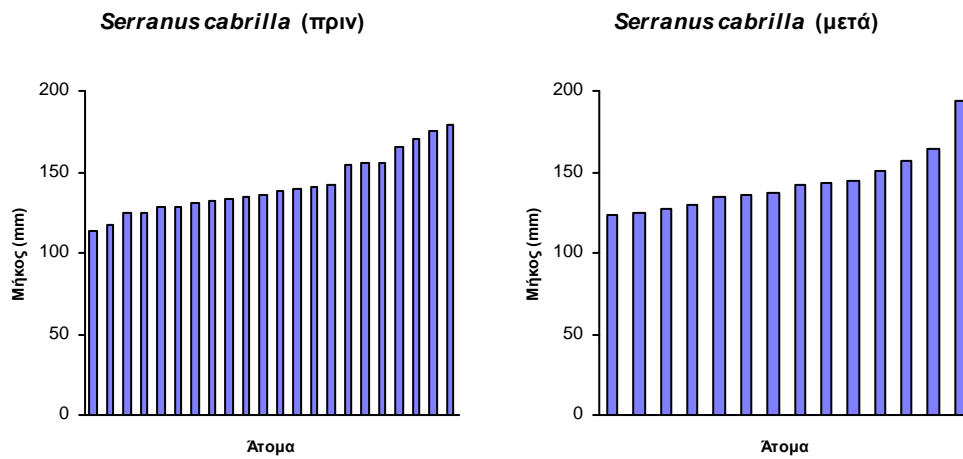


Το *Serranus cabrilla* (κ. χάνος) ανήκει στην Οικογένεια των Serranidae. Έχει σώμα επίμηκες, χρώμα γκριζοκίτρινο έως κοκκινωπό, με 7-9 κάθετες σκοτεινόχρωμες ταινίες στο σώμα. Το κεφάλι του είναι ανεπτυγμένο, με ισχυρό στόμα που έχει πολλά κυνοδοντόμορφα δόντια στις δυο γνάθους και την υπερώα. Το μήκος του μπορεί να φτάσει τα 40 cm. Είναι βενθοπελαγικό είδος, άφθονο κυρίως στην περιοχή της υφαλοκρηπίδας, μπορεί όμως να βρεθεί και σε βάθη μέχρι 500 m, σε διάφορους τύπους υποστρωμάτων. Είναι ψάρι ερμαφρόδιτο. Είναι θηρευτής και τρέφεται με ψάρια, κεφαλόποδα και καρκινοειδή. Αν και είναι εδωδιμο, έχει μικρή εμπορική αξία.

(πηγή: <http://www.fishbase.org/>)

Στην Εικόνα 3.23 δίνεται η κατανομή των μηκών των ατόμων του είδους *Serranus cabrilla*. Αν και ο αριθμός των ατόμων που εξετάστηκαν πριν την έναρξη της αλιευτικής περιόδου ήταν περίπου διπλάσιος από τον αντίστοιχο της περιόδου μετά την έναρξη της αλιευτικής δραστηριότητας με μηχανότρατα, το εύρος των τιμών του μήκους τους ήταν παρόμοιο στις δυο δειγματοληπτικές περιόδους. Παρά τη διαφορά αυτή στον αριθμό των ατόμων, ο μέσος όρος των ατόμων λείας ανά στομάχι ήταν και εδώ μεγαλύτερος μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου (Πίνακας 3.18). Οι τιμές της σχετικής αφθονίας και της συχνότητας παρουσίας των ειδών λείας που βρέθηκαν στα στομάχια του χάνου (Πίνακας 3.21) έδειξαν ότι μικρά ψάρια και δεκάποδα (*Anapagurus breviaculeatus*, *Goneplax rhomboides*, *Pilumnus* sp.) αποτελούν τη σημαντικότερη τροφή του πριν την έναρξη της αλιευτικής περιόδου. Μία εβδομάδα μετά την έναρξη της αλιευτικής δραστηριότητας της μηχανότρατας στο αλιευτικό πεδίο του κόλπου του Ηρακλείου, ο χάνος φαίνεται να τρέφεται με πολύ περισσότερα είδη δεκαπόδων όπως τα είδη: *Alpheus glaber*, *Chlorotocus crassicornis*, *Ebalia cranchii*, *Galathea machadoi*, *Liocarcinus maculatus*, *Processa nouveli*, *Upogebia tipica*. Επίσης, η συχνότητα παρουσίας των μικρών ψαριών στη διαίτα του χάνου μειώνεται μετά την έναρξη της αλιευτικής δραστηριότητας με μηχανότρατα, ενώ αντίθετα αυξάνεται σε μεγάλο βαθμό η συχνότητα παρουσίας των δεκαπόδων.

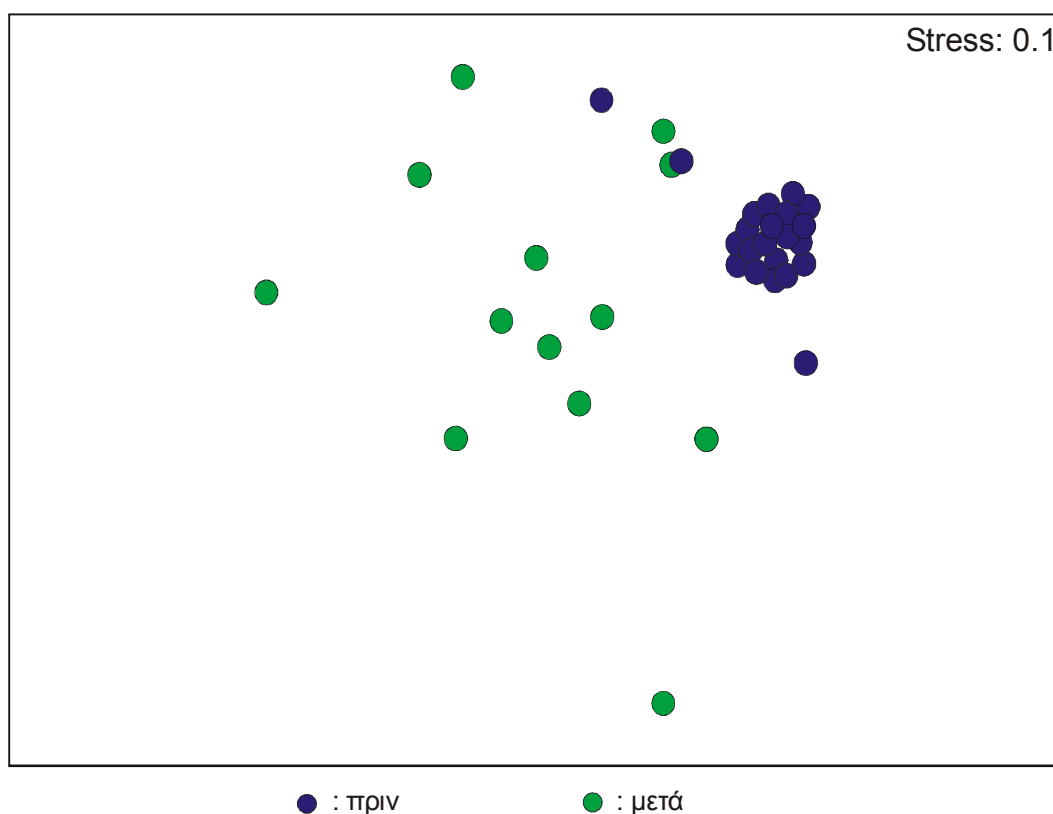
Η εφαρμογή της μεθόδου διευθέτησης MDS χρησιμοποιώντας την αφθονία των ατόμων των ειδών λείας (Εικόνα 3.24) έδειξε ότι ο χάνος αλλάζει και αυτός σημαντικά το διαιτολόγιο του μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου ($R=0.6$, $p<0.001$). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα εφαρμογής της τεχνικής SIMPER, το υψηλό ποσοστό διαφοροποίησης (61.67%) της διαίτας του χάνου ανάμεσα στις δυο δειγματοληπτικές περιόδους οφείλεται κυρίως στην σχεδόν αποκλειστική θρέψη του με μικρά ψάρια (ποσοστό συμμετοχής στην



Εικόνα 3.23. Κατανομή των μηκών των ατόμων του είδους *Serranus cabrilla* που συλλέχθηκαν πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου.

Πίνακας 3.21. Η σχετική αφθονία και η συχνότητα παρουσίας των ειδών λείας του *Serranus cabrilla* πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου.

Πριν			Μετά		
Είδη λείας	%N	%F	Είδη λείας	%N	%F
Fish	81.5	100.0	Fish	26.7	78.6
<i>Anapagurus breviaculeatus</i>	11.1	9.1	<i>Upogebia tipica</i>	20.0	64.3
<i>Goneplax rhomboides</i>	3.7	4.5	<i>Alpheus glaber</i>	13.3	35.7
<i>Pilumnus</i> sp.	3.7	4.5	<i>Anapagurus breviaculeatus</i>	15.6	35.7
			<i>Goneplax rhomboides</i>	4.4	14.3
			<i>Chlorotocus crassicornis</i>	2.2	7.1
			<i>Ebalia cranchii</i>	2.2	7.1
			<i>Galathea machadoi</i>	2.2	7.1
			<i>Liocarcinus maculatus</i>	2.2	7.1
			<i>Processa nouveli</i>	2.2	7.1
			<i>Leptomysis gracilis</i>	2.2	7.1
			<i>Gnathia</i> sp.	2.2	7.1
			<i>Phisica marina</i>	2.2	7.1
			Amphipoda	2.2	7.1



Εικόνα 3.24. Διάγραμμα MDS με βάση την αφθονία των ειδών λείας στο στομαχικό περιεχόμενο του είδους *Serranus cabrilla* πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου ($R=0.6$, $p<0.001$).

διαφοροποίηση της διαίτας 22.16%) πριν την έναρξη της αλιευτικής περιόδου και στην αυξημένη κατανάλωση δεκαπόδων όπως τα *Upogebia tipica* (24.3%), *Alpheus glaber* (16.63%), *Anapagurus breviaculeatus* (14.19%), *Goneplax rhomboides* (6.11%), *Ebalia cranchii* (2.61%) μετά την έναρξη της αλιείας με μηχανότρατα.

***Serranus hepatus* (Linnaeus, 1758)**

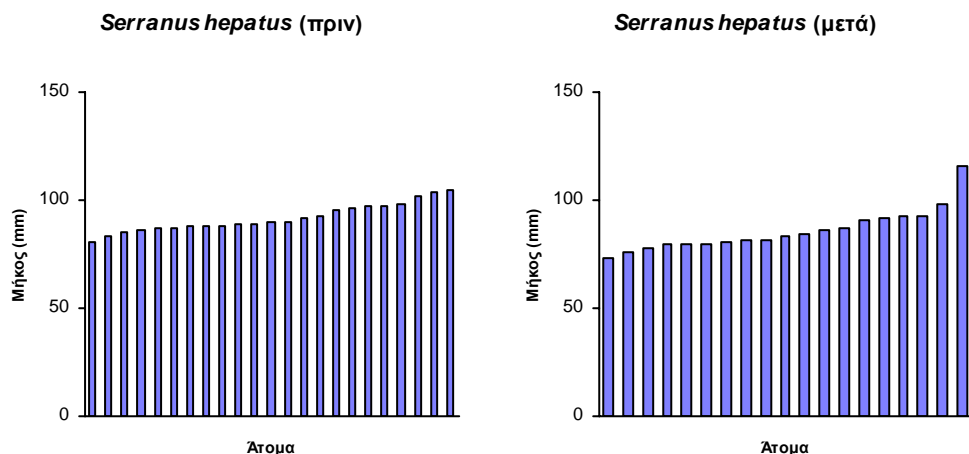
(κ. περκάκι)



Το *Serranus hepatus* (κ. περκάκι) ανήκει στην Οικογένεια των Serranidae. Έχει σώμα ατρακτοειδές, μάλλον ισχυρό, χρώματος καφέ με 3-5 κάθετες σκούρες ταινίες στα πλάγια. Χαρακτηριστικό γνώρισμα του είναι μια μαύρη κηλίδα στην αρχή του τμήματος των μαλακών ακτίνων του ραχιαίου πτερυγίου. Το στόμα του είναι μεγάλο και φέρει κυνοδοντόμορφα δόντια στις δυο γνάθους και την υπερώα. Το μήκος του φτάνει μέχρι και τα 25 cm. Είναι βενθοπελαγικό είδος και ιδιαίτερα άφθονο σε βάθη από 5-100 m, σε αμμώδη και λασπόδη υποστρώματα αλλά και σε λειμώνες του γένους *Posidonia*. Είναι ερμαφρόδιτο ψάρι, σαρκοφάγο, με μικρή εμπορική αξία.

(πηγή: <http://www.fishbase.org/>)

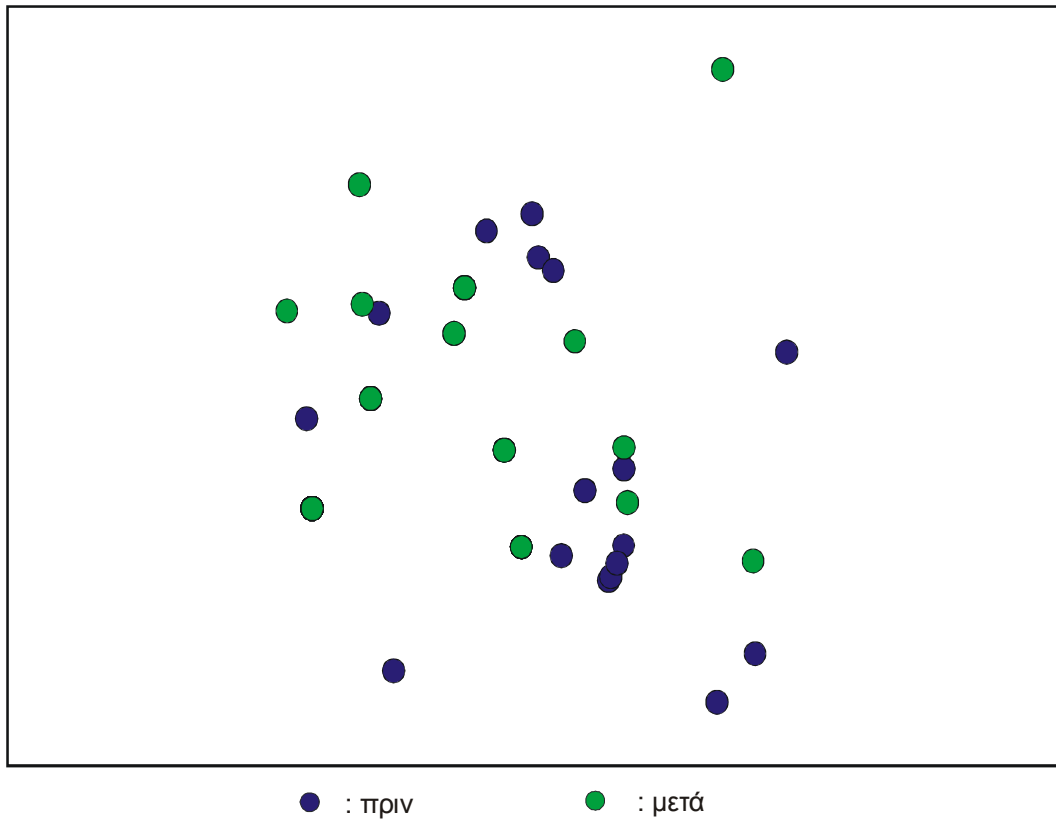
Στην Εικόνα 3.25 δίνεται η κατανομή των μηκών των ατόμων του είδους *Serranus hepatus*. Ο αριθμός των ατόμων και το εύρος των τιμών του μήκους τους ήταν παρόμοια στις δυο δειγματοληπτικές περιόδους. Ο μέσος όρος ατόμων λείας ανά στομάχι ήταν και αυτός παρόμοιος (Πίνακας 3.18). Οι τιμές της σχετικής αφθονίας και της συχνότητας παρουσίας των ειδών λείας (Πίνακας 3.22) έδειξαν ότι το περκάκι πριν την έναρξη της αλιευτικής δραστηριότητας τρέφεται κυρίως με μικρά ψάρια και δεκάποδα όπως είναι τα *Upogebia tipica*, *Anapagurus breviaculeatus*, *A. bicorniger*, *Alpheus glaber*, *Liocarcinus maculatus*, *Processa nouveli*, *Calianassa subterranean*, *Ebalia cranchii*, *Philocheras bispinosus*. Μια εβδομάδα μετά την έναρξη της αλιευτικής δραστηριότητας ο συνολικός αριθμός των ειδών λείας φαίνεται να μειώνεται ενώ παράλληλα αυξάνεται η κατανάλωση των ψαριών και των δεκαπόδων. Η εφαρμογή της μεθόδου διευθέτησης MDS με βάση την αφθονία των ειδών λείας του *Serranus hepatus* δεν έδειξε να διαφοροποιείται η διαίτα στο περκάκι μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου (Εικόνα 3.26).



Εικόνα 3.25. Κατανομή των μηκών των ατόμων του είδους *Serranus hepatus* που συλλέχθηκαν πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου.

Πίνακας 3.22. Η σχετική αφθονία και η συχνότητα παρουσίας των ειδών λείας του είδους *Serranus hepatus* πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου.

Πριν			Μετά		
Είδη λείας	%N	%F	Είδη λείας	%N	%F
Fish	28.2	87.0	Fish	32.7	89.5
<i>Upogebia tipica</i>	29.6	52.2	<i>Upogebia tipica</i>	23.1	57.9
<i>Alpheus glaber</i>	11.3	34.8	<i>Anapagurus breviaculeatus</i>	17.3	42.1
<i>Anapagurus breviaculeatus</i>	8.5	26.1	<i>Alpheus glaber</i>	9.6	26.3
<i>Anapagurus bicorniger</i>	2.8	8.7	<i>Anapagurus bicorniger</i>	3.8	10.5
<i>Liocarcinus maculatus</i>	2.8	8.7	<i>Philocheras bispinosus</i>	3.8	10.5
<i>Processa nouveli</i>	2.8	8.7	<i>Aspidosiphon muelleri kovalevskii</i>	1.9	5.3
Ophiuroidea	2.8	8.7	<i>Dardanus arrosor</i>	1.9	5.3
Maldanidae	1.4	4.3	<i>Inachus parvirostris</i>	1.9	5.3
<i>Calianassa subterranea</i>	1.4	4.3	<i>Phtisica marina</i>	1.9	5.3
<i>Ebalia cranchii</i>	1.4	4.3	<i>Stenothoe marina</i>	1.9	5.3
<i>Philocheras bispinosus</i>	1.4	4.3			
<i>Erythrops cf. peterdorhni</i>	1.4	4.3			
<i>Iphinoe rhodaniensis</i>	1.4	4.3			
<i>Apherusa bispinosa</i>	1.4	4.3			
<i>Periculodes longimanus</i>	1.4	4.3			



Εικόνα 3.26. Διάγραμμα MDS με βάση την αφθονία των ειδών λείας στο στομαχικό περιεχόμενο του είδους *Serranus hepatus* πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου.

Pagellus erythrinus (Linnaeus, 1758)

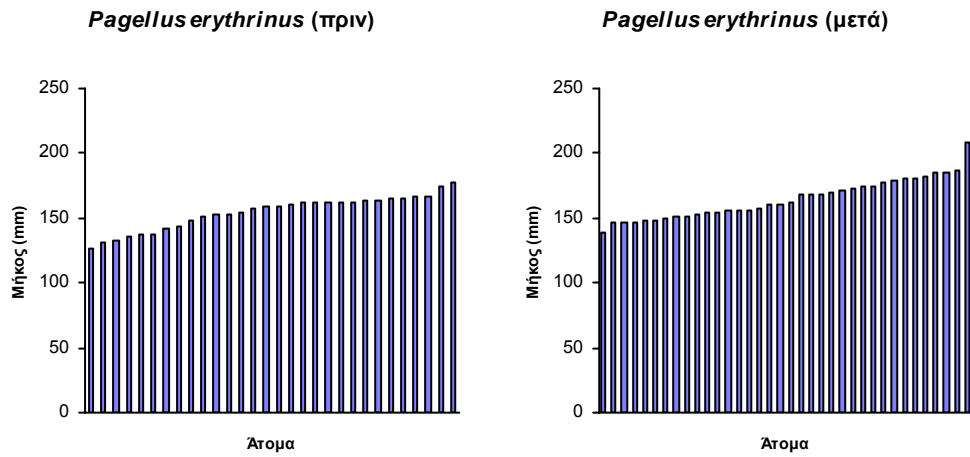
(κ. λιθρίνι)



Το *Pagellus erythrinus* (κ. λιθρίνι) ανήκει στην Οικογένεια των Sparidae. Το σώμα του είναι επιμήκες. Τα λέπια της ραχιαίας επιφάνειας μπροστά τελειώνουν πίσω από την κάθετη διάμετρο των οφθαλμών. Το ρύγχος του είναι σχετικά μυτερό και κωνικό. Τα δόντια του είναι γομφιόμορφα πλευρικά και μικρά αιχμηρά μπροστά από τις γνάθους. Η ύνιδα και η υπερώα δεν φέρουν δόντια. Το χρώμα του είναι υπέρυθρο. Το μήκος του μπορεί να φτάσει τα 60 cm. Είναι βενθοπελαγικό είδος και ζει σε διάφορους τύπους υποστρωμάτων των παράκτιων περιοχών μέχρι το βάθος των 300 m. Είναι συχνά ερμαφρόδιτο. Είναι θηρευτής και παμφάγο είδος αλλά τρέφεται κυρίως με βενθικά ασπόνδυλα και μικρά ψάρια. Είναι είδος με μεγάλη εμπορική αξία.

(πηγή :<http://www.fishbase.org/>)

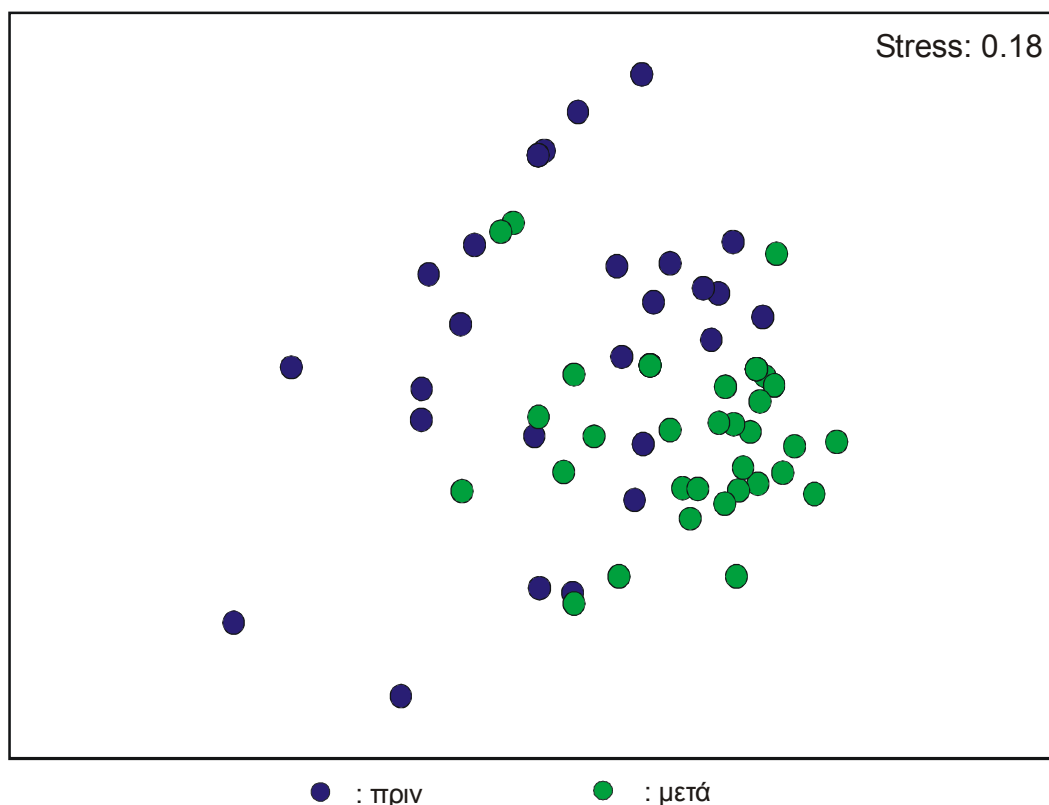
Στην Εικόνα 3.27 δίνεται η κατανομή των μηκών των ατόμων του είδους *Pagellus erythrinus* που εξετάστηκαν. Ο αριθμός των ατόμων και το εύρος των τιμών του μήκους τους ήταν και εδώ παρόμοια στις δυο δειγματοληπτικές περιόδους, ενώ αντίθετα ο μέσος όρος των ατόμων ανά στομάχι ήταν ελαφρά μεγαλύτερος μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου (Πίνακας 3.18). Οι τιμές της σχετικής αφθονίας και της συχνότητας παρουσίας των ειδών λείας (Πίνακας 3.23) έδειξαν ότι πριν την έναρξη της αλιευτικής περιόδου το λιθρίνι τρέφεται κυρίως με δεκάποδα (*Upogebia tipica*, *Anapagurus breviaculeatus*, *A. bicorniger*, *Alpheus glaber*, *Goneplax rhomboides*, *Ebalia cranchii*) και μικρά ψάρια. Μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου η διαίτα του λιθρινιού φαίνεται να διευρύνεται ελαφρά. Ωστόσο, εξακολουθεί να καταναλώνει κυρίως δεκάποδα και μικρά ψάρια εμπλουτίζοντας παράλληλα τη διαίτα του με δίθυρα, σωληνοειδή και πολύχαιτους. Η εφαρμογή της μεθόδου διευθέτησης MDS με βάση την αφθονία των ειδών λείας όλων των ατόμων του *Pagellus erythrinus* δεν έδειξε να διαφοροποιείται η διαίτα του λιθρινιού μετά την έναρξη της αλιευτικής δραστηριότητας με μηχανότρατα (Εικόνα 3.28).



Εικόνα 3.27. Κατανομή των μηκών των ατόμων του είδους *Pagellus erythrinus* που συλλέχθηκαν πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου.

Πίνακας 3.23. Η σχετική αφθονία και η συχνότητα παρουσίας των ειδών λείας του *Pagellus erythrinus* πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου.

Πριν			Μετά		
Είδη λείας	%F	%N	Είδη λείας	%F	%N
<i>Upogebia tipica</i>	83.33	25.93	<i>Anapagurus breviaculeatus</i>	91.67	49.77
<i>Anapagurus breviaculeatus</i>	56.67	23.15	<i>Upogebia tipica</i>	83.33	15.98
<i>Alpheus glaber</i>	40.00	11.11	Fish	63.89	10.50
<i>Goneplax rhomboides</i>	36.67	11.11	Anthozoa	22.22	3.65
Fish	20.00	5.56	<i>Nucula nitidosa</i>	22.22	3.65
Anthozoa	16.67	4.63	<i>Goneplax rhomboides</i>	22.22	4.57
<i>Nucula nitidosa</i>	16.67	4.63	<i>Aspidosiphon muelleri kovalekshii</i>	16.67	3.20
<i>Glycera unicornis</i>	16.67	5.56	<i>Alpheus glaber</i>	13.89	2.28
<i>Anapagurus bicorniger</i>	6.67	1.85	<i>Glycera alba</i>	8.33	1.37
<i>Ebalia cranchii</i>	6.67	1.85	<i>Glycera unicornis</i>	5.56	0.91
<i>Illex coindetii</i>	3.33	0.93	Polynoidae sp.	5.56	0.91
<i>Aponuphis bilineata</i>	3.33	0.93	<i>Terabellides stroemi</i>	5.56	0.91
Capitellidae sp.	3.33	0.93	<i>Processa nouveli</i>	5.56	0.91
<i>Dardanus arrosor</i>	3.33	0.93	<i>Aponuphis bilineata</i>	2.78	0.46
<i>Processa nouveli</i>	3.33	0.93	Oligochaeta sp.	2.78	0.46
			<i>Liocarcinus maculatus</i>	2.78	0.46
			<i>Anapagurus bicorniger</i>	0.00	0.00



Εικόνα 3.28. Διάγραμμα MDS με βάση την αφθονία των ειδών λείας στο στομαχικό περιεχόμενο του είδους *Pagellus erythrinus* πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου.

Trigloporus lastoviza (Bonnaterre, 1788)

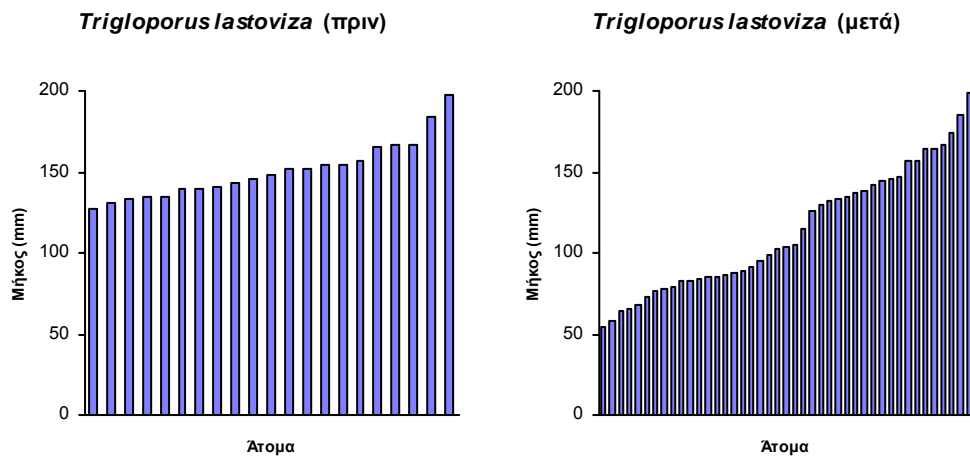
(κ. καπόνι)



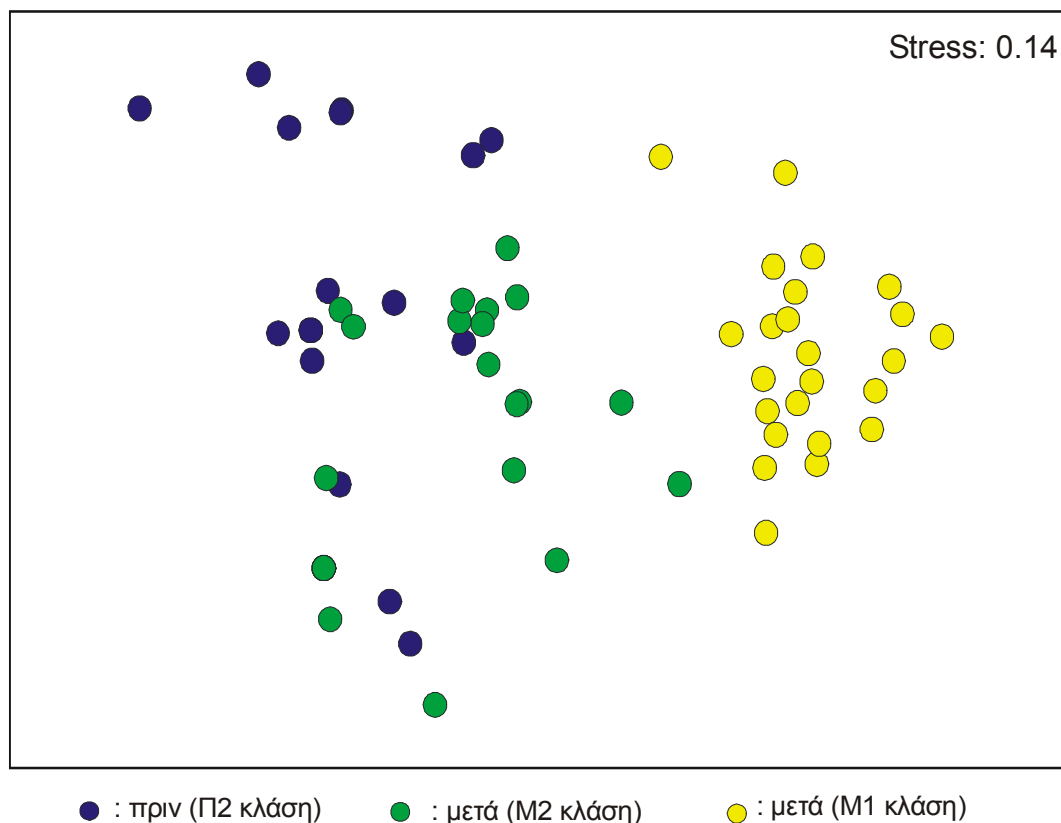
Το *Trigloporus lastoviza* (κ. καπόνι) ανήκει στην Οικογένεια των Triglidae. Έχει μεγάλο κεφάλι, ογκώδες και ισχυρό, τριγωνικού σχήματος. Το ρύγχος είναι στρογγυλεμένο, χωρίς αγκάθια. Έχει μικρά κυνοδοντόμορφα δόντια τοποθετημένα σε δυο σειρές και στις δυο γνάθους. Δεν υπάρχουν δόντια στην υπερώα. Το σώμα είναι λεπτό και επίμηκες με δερμικές αναδιπλώσεις κάθετες και λοξές και αγκάθια στην πλευρική γραμμή. Έχει κόκκινο χρώμα στην ραχιαία περιοχή και λευκό στην κοιλιά, με σκουρόχρωμες κηλίδες στο κεφάλι και τη ράχη. Το μήκος του φτάνει τα 40 cm. Είναι βενθοπελαγικό είδος και ζει σε βραχώδεις, λασπώδεις και αμμώδεις παράκτιες περιοχές και φτάνει σε βάθη από 10 έως 150 m. Τρέφεται με καρκινοειδή. Είναι είδος μεγάλης εμπορικής αξίας.

(πηγή: <http://www.fishbase.org/>)

Στην Εικόνα 3.29 δίνεται η κατανομή των μηκών των ατόμων του είδους *Trigloporus lastoviza*. Ο αριθμός των ατόμων που εξετάστηκαν ήταν σχεδόν διπλάσιος μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου και το εύρος των τιμών του μήκους ήταν μεγαλύτερο συγκριτικά με το αντίστοιχο την περίοδο πριν την έναρξη της αλιευτικής δραστηριότητας της μηχανότρατας. Δεδομένου λοιπόν ότι μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου συλλέχθηκαν επιπλέον και άτομα μικρότερου μεγέθους σε σχέση με τα άτομα που συλλέχθηκαν πριν την έναρξη της αλιευτικής περιόδου, τα άτομα διαχωρίστηκαν σε δυο κλάσεις: M1 κλάση=5.4-11.9 cm και M2 κλάση= 12-20 cm. Τα άτομα τα οποία συλλέχθηκαν πριν την έναρξη της αλιευτικής περιόδου ταξινομήθηκαν στην μεγαλύτερη κλάση, δηλαδή Π2=12-20 cm. Ο μέσος όρος των ατόμων λείας ανά στομάχι ήταν αρκετά μεγαλύτερος μετά την έναρξη της αλιευτικής δραστηριότητας (Πίνακας 3.18). Οι τιμές της σχετικής αφθονίας και της συχνότητας παρουσίας των ειδών λείας (Πίνακας 3.24) έδειξαν ότι μικρά ψάρια και δεκάποδα (*Goneplax rhomboides*, *Upogebia tipica*, *Callianassa subterranean*, *Alpheus glaber*, *Anapagurus bicorniger*, *Philocheras bispinosus*) αποτελούν σημαντική τροφή για τα άτομα του καπονιού που ανήκουν στην μεγαλύτερη κλάση μεγέθους τόσο πριν όσο και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου. Επιπλέον πριν την έναρξη της αλιευτικής περιόδου, το συγκεκριμένο είδος τρέφεται σε μικρότερο βαθμό με μυσιδώδη, σωληνοειδή και γαστερόποδα. Ωστόσο, μια εβδομάδα μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου ο αριθμός των ειδών λείας αυξάνεται και για τις δυο κλάσεις. Πιο συγκεκριμένα, τα μεγαλύτερα άτομα του καπονιού εξακολουθούν να τρέφονται με μικρά ψάρια και παράλληλα με περισσότερα είδη δεκαπόδων όπως είναι τα *Anapagurus breviaculeatus*, *Galathea machadoi*, *Liocarcinus maculatus*, *Periclimenes* sp. *Processa*



Εικόνα 3.29. Κατανομή των μηκών των ατόμων του είδους *Trigloporus lastoviza* που συλλέχθηκαν πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου.



Εικόνα 3.30. Διάγραμμα MDS με βάση την αφθονία των ειδών λείας στο στομαχικό περιεχόμενο του είδους *Trigloporus lastoviza* πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου ($R=0.7$, $p<0.001$).

Πίνακας 3.24. Η σχετική αφθονία και η συγγνότητα παρουσίας των ειδών λείας του είδους *Trigloropus lastoniza* πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου.

Πριν (κλάση Π2)		Μετά (κλάση Μ2)		Μετά (κλάση Μ1)				
Είδη λείας	Είδη λείας	Είδη λείας	Είδη λείας	Είδη λείας	Είδη λείας			
%N	%F	%N	%F	%N	%F			
<i>Goneplax rhomboidea</i>	41.1	66.7	Fish	21.2	100.0	<i>Haplostylus lobatus</i>	30.2	100.0
Fish	26.8	66.7	<i>Haplostylus lobatus</i>	32.3	68.4	<i>Philocheras bispinosus</i>	11.6	95.8
<i>Upogebia tipica</i>	8.9	23.8	<i>Goneplax rhomboidea</i>	10.1	47.4	<i>Anapagurus breviaculeatus</i>	14.4	91.7
<i>Haplostylus lobatus</i>	5.4	14.3	<i>Upogebia tipica</i>	10.1	42.1	<i>Westwoodia rectirostris</i>	8.1	83.3
Mysidacea	5.4	14.3	Mysidacea	6.1	21.1	<i>Diastylis rugosa</i>	5.4	79.2
<i>Callianassa subterranea</i>	3.6	9.5	<i>Processa noveli</i>	4.0	15.8	<i>Iphinoe rhodaniensis</i>	5.7	66.7
Sipuncula	1.8	4.8	Cephalopoda (Sepiolidae)	2.0	10.5	Fish	1.9	58.3
Gastropoda	1.8	4.8	<i>Alpheus glaber</i>	2.0	10.5	<i>Anchialina agilis</i>	7.6	50.0
<i>Alpheus glaber</i>	1.8	4.8	<i>Anapagurus breviaculeatus</i>	2.0	10.5	<i>Erythrops cf. petersdorhni</i>	1.1	33.3
<i>Anapagurus bicorniger</i>	1.8	4.8	<i>Liocarcinus maculatus</i>	2.0	10.5	<i>Periculodes longimanus</i>	1.1	33.3
<i>Philocheras bispinosus</i>	1.8	4.8	Copepoda	1.0	5.3	<i>Monoculodes gibbosus</i>	1.3	29.2
			<i>Galathea machadoi</i>	1.0	5.3	<i>Anchialina oculata</i>	2.3	25.0
			<i>Periclimenes</i> sp.	1.0	5.3	Mysidacea	1.6	25.0
			<i>Philocheras bispinosus</i>	2.0	5.3	<i>Diastylis serratus</i>	1.5	25.0
			<i>Paraleptomysis apiops</i>	1.0	5.3	<i>Galathea machadoi</i>	0.7	20.8
			<i>Diastylis rugosa</i>	1.0	5.3	<i>Upogebia tipica</i>	0.7	20.8
			Amphipoda	1.0	5.3	<i>Ampelisca</i> sp.	0.5	16.7
						Amphipoda	1.1	16.7
						<i>Liocarcinus maculatus</i>	0.4	12.5
						<i>Mysidopsis gibbosa</i>	0.3	8.3
						<i>Leucon affinis</i>	0.3	8.3
						<i>Pseudocuma simile</i>	0.4	8.3
						Cephalopoda (Sepiolidae)	0.1	4.2
						Copepoda	0.1	4.2
						<i>Alpheus glaber</i>	0.1	4.2
						<i>Anapagurus bicorniger</i>	0.1	4.2
						<i>Chlorotocus crassicornis</i>	0.1	4.2
						<i>Goneplax rhomboidea</i>	0.1	4.2
						Decapoda (larvae)	0.1	4.2
						Cumacea	0.1	4.2
						<i>Eurydice</i> sp.	0.1	4.2
						<i>Lembos</i> sp.	0.1	4.2
						<i>Orchomenella nana</i>	0.1	4.2
						<i>Parvipalpus lineae</i>	0.1	4.2
						<i>Scopelocheirus hopei</i>	0.1	4.2
						<i>Urothoe elegans</i>	0.1	4.2

nouveli. Είναι επίσης αξιοσημείωτο ότι το μυσιδώδες *Haplostylus lobatus* αποτελεί το σημαντικότερο είδος λείας για τα μεγαλύτερα άτομα του καπονιού μετά την έναρξη της αλιευτικής δραστηριότητας. Τα μικρότερα άτομα του είδους φαίνεται ότι την ίδια περίοδο τρέφονται με πολύ περισσότερα είδη μυσιδωδών (*Anchialina agilis*, *A. oculata*, *Erythrops* cf. *peterdorhni*, *Mysidopsis gibbosa*), κουμωδών (*Diastylodes serratus*, *Iphinoe rhodaniensis*, *Leucon affinis*, *Pseudocuma simile*) και αμφιπόδων (*Ampelisca* sp., *Lembos* sp., *Monoculodes gibbosus*, *Orchomenella nana*, *Parvipalpus linea*, *Perioculodes longimanus longimanus*, *Scopelocheirus hopei*, *Urothoe elegans*, *Westwoodila rectirostris*) και καταναλώνουν σχετικά μικρότερες ποσότητες δεκαπόδων και μικρών ψαριών.

Η εφαρμογή της μεθόδου διευθέτησης MDS με βάση την αφθονία των ατόμων των ειδών λείας (Εικόνα 3.30) έδειξε ότι τα μεγαλύτερα άτομα του καπονιού δεν φαίνεται να αλλάζουν το διαιτολόγιο τους μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου (κλάσεις Π2, Μ2). Αντίθετα, τα μικρότερα άτομα (κλάση Μ1) τα οποία και εμφανίζονται μόνο μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου φαίνεται να έχουν διαφορετική δίαιτα από τα μεγαλύτερα άτομα ($R=0.7$, $p<0.001$). Η διαφοροποίηση (83.40%) των μικρών από τα μεγάλα άτομα του καπονιού σύμφωνα με τα αποτελέσματα εφαρμογής της τεχνικής SIMPER οφείλεται κατά ένα μεγάλο ποσοστό (ποσοστό συμμετοχής στην διαφοροποίηση μεγαλύτερο του 60%) στην αυξημένη κατανάλωση ειδών δεκαπόδων (*Philoceras bispinosus*, *Anapagurus breviaculeatus*, *Galathea machadoi*), μυσιδωδών (*Haplostylus lobatus*, *Erythrops* cf. *peterdorhni*, *Anchialina agilis*, *A. oculata*), αμφιπόδων (*Westwoodila rectirostris*, *Perioculodes longimanus longimanus*, *Monoculodes longimanus*) και κουμωδών (*Diastylis rugosa*, *Iphinoe rhodaniensis*, *Diastylodes serratus*).

3.9 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΙΤΑ ΤΩΝ ΨΑΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΥ ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑΤΟΣ ΕΞΑΙΤΙΑΣ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΤΡΑΤΑΣ

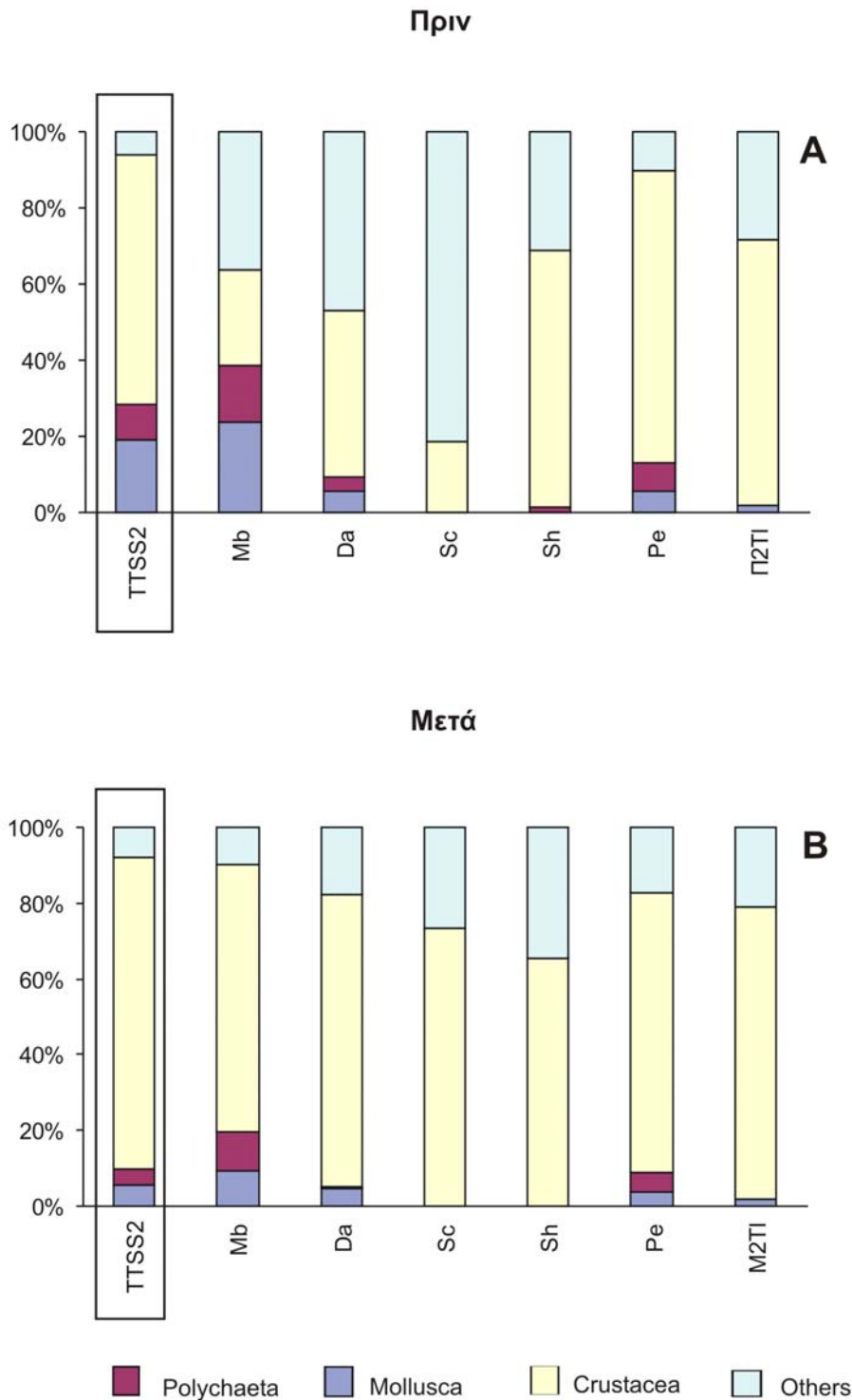
Στα πλαίσια μελέτης της διατροφής των βενθοπελαγικών ψαριών που συλλέχθηκαν πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής δραστηριότητας με μηχανότρατα διερευνήθηκε επίσης η σχέση των ομάδων λείας που βρέθηκαν στα στομάχια των συγκεκριμένων βενθοπελαγικών ψαριών που μελετήθηκαν με τις αντίστοιχες ομάδες ζωικών οργανισμών που συλλέχθηκαν με το TTSS2 στο ίδιο ενδιαίτημα και στις δυο δειγματοληπτικές περιόδους.

Στον Πίνακα 3.25 δίνονται οι τιμές του δείκτη επιλεκτικότητας της τροφής για κάθε είδος λείας και για κάθε είδος ψαριού τόσο πριν όσο και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου. Πριν την έναρξη της αλιευτικής περιόδου η κουτσομούρα (*Mullus barbatus*) φαίνεται να επιλέγει ως τροφή κυρίως δίθυρα, μικρά ψάρια, σωληνοειδή και κνιδόζωα και λιγότερο πολύχαιτους, κωπήποδα και δεκάποδα. Αντίθετα μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου προτιμά περισσότερο τα κωπήποδα και τα δεκάποδα και λιγότερο σωληνοειδή, δίθυρα, πολύχαιτους, οστρακώδη και ψάρια. Ο σπάρος (*Diplodus annularis*) πριν την έναρξη της αλιευτικής περιόδου δείχνει να προτιμά σωληνοειδή, δεκάποδα και σε μικρότερο βαθμό οστρακώδη, μικρά ψάρια, κωπήποδα, δίθυρα και κνιδόζωα. Μετά την έναρξη της αλιευτικής δραστηριότητας η επιλεκτικότητα του μειώνεται για τα σωληνοειδή και αυξάνεται για τα δεκάποδα. Ο χάνος (*Serranus cabrilla*) επιλέγει να τρέφεται αποκλειστικά με μικρά ψάρια και δεκάποδα πριν την έναρξη της αλιευτικής περιόδου ενώ στη συνέχεια προτιμά σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό τα δεκάποδα και λιγότερο τα μικρά ψάρια. Το περκάκι (*Serranus hepatus*) φαίνεται να επιλέγει δεκάποδα και μικρά ψάρια και τις δυο δειγματοληπτικές περιόδους. Το λιθρίνι (*Pagellus erythrinus*) αρχικά επιλέγει κυρίως δεκάποδα και σε μικρότερο βαθμό μικρού μεγέθους ψάρια, κνιδόζωα, δίθυρα και κεφαλόποδα, ενώ μετά φαίνεται να τρέφεται λιγότερο με δεκάποδα και περισσότερο με τα μικρά ψάρια. Τέλος, το καπόνι (*Trigloporus lastoviza*) επιλέγει αρχικά να τρέφεται κυρίως με δεκάποδα και μικρά ψάρια. Μετά την έναρξη της αλιευτικής δραστηριότητας εξακολουθεί να τρέφεται με τις ίδιες ομάδες ζωικών οργανισμών ενώ παράλληλα δείχνει μεγάλη προτίμηση και για τα μυσιδώδη. Ειδικότερα τα μικρότερα άτομα του καπονιού φαίνεται να επιλέγουν σχεδόν αποκλειστικά δεκάποδα και μυσιδώδη. Γενικότερα και σύμφωνα με τις τιμές του δείκτη GS (γενικός δείκτης επιλεκτικότητας) η επιλεκτικότητα των περισσότερων ψαριών που μελετήθηκαν μειώνεται μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου (Πίνακας 3.25).

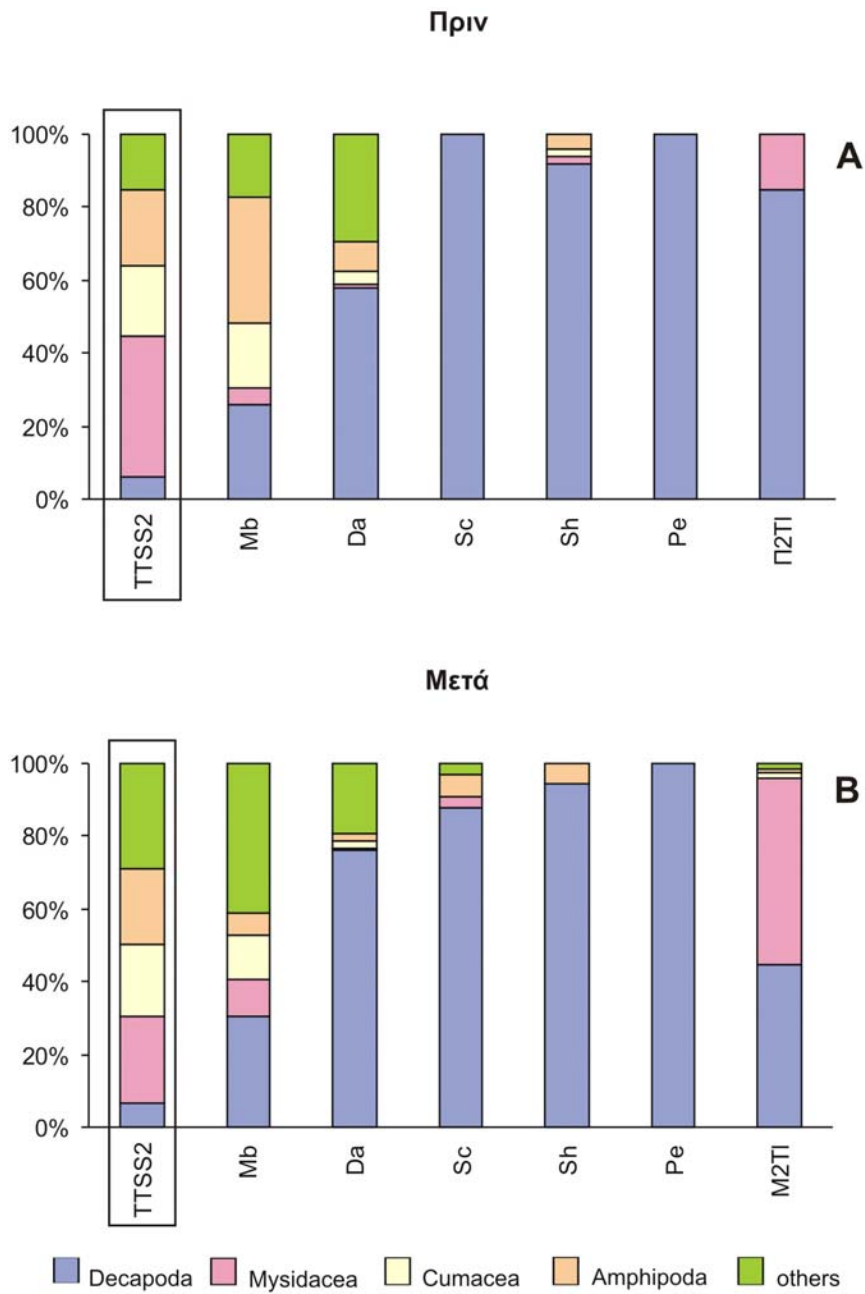
Στην Εικόνα 3.31 συγκρίνεται η σχετική αφθονία των κύριων ομάδων ζωικών οργανισμών που συλλέχθηκαν με το TTSS2 τις δυο δειγματοληπτικές περιόδους με τις αντίστοιχες ομάδες λείας που βρέθηκαν στο στομαχικό περιεχόμενο των 6 βενθοπελαγικών ψαριών που εξετάστηκαν. Όπως έχει ήδη αναφερθεί το TTSS2 συλλέγει ένα μεγάλο ποσοστό επιβενθικών και υπερβενθικών καρκινοειδών και ιδιαίτερα δεκάποδα, μυσιδώδη, κουμώδη και αμφίποδα (Εικόνα 3.32) που μαζί με τα κωπήποδα και τις προνύμφες των καρκινοειδών ξεπερνούν το 60% της σχετικής αφθονίας όλων των ζωικών οργανισμών που συλλέχθηκαν με τον συγκεκριμένο δειγματολήπτη πριν την έναρξη της αλιευτικής περιόδου (Εικόνα 3.31A). Την ίδια περίοδο τα βενθοπελαγικά ψάρια τα οποία

Πίνακας 3.25. Τιμές του δείκτη επιλεκτικότητας της τροφής για όλα τα είδη ψαριών τα οποία εξετάστηκαν πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου (Mb=*Mullus barbatus*, Da=*Diplodus annularis*, Sc=*Serranus cabrilla*, Sh=*Serranus hepatus*, Pe=*Pagellus erythrinus*, Tl=*Trigloporus lastoviza* Π2-M2: κλάση μεγέθους 12-20 cm πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου, M1: κλάση μεγέθους 5.4-11.9 cm μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου).

Taxa	Mb		Da		Sc		Sh		Pe		Tl	
	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά
Porifera		0.00		0.00								
Cnidaria	0.11	0.00	0.03	-0.01			0.04	0.02				
Ctenophora												
Sipuncula	0.13	0.04	0.37	0.15		0.02		0.03	0.02			
Gastropoda		-0.03	-0.14	0.00								-0.15
Scaphopoda		0.00										
Bivalvia	0.21	0.07	0.01	-0.01			0.02	0.02			0.02	0.00
Cephalopoda												
Polychaeta	0.06	0.06	-0.06	-0.04		-0.08		0.01				
Crustacea (larvae)				-0.11								
Cladocera												
Copepoda	0.03	0.16	0.02	0.03							-0.10	-0.11
Ostracoda		0.01	0.09	0.00								
Stomatopoda												
Decapoda	0.03	0.16	0.22	0.53	0.17	0.59	0.58	0.56	0.73	0.69	0.55	0.23
Mysidacea	-0.24	-0.12	-0.25	-0.20		-0.18	-0.24				-0.14	0.23
Cumacea	-0.08	-0.08	-0.11	-0.14			-0.11					-0.03
Tanaidacea		0.00	0.00	0.00								
Isopoda		0.00		-0.01		0.01						-0.01
Amphipoda	-0.05	-0.13	-0.10	-0.15		-0.13	-0.11	-0.13				-0.04
Pycnogonida				0.00								
Chaetognatha												
Echinodermata												
Appendicularia				-0.02	0.00							
Asciacea												
Thaliacea												
Pisces	0.13	0.04	0.06		0.79	0.26	0.28	0.32	0.05	0.10	0.26	0.01
GS	0.33	0.18	0.12	0.04	0.96	0.29	0.32	0.77	0.83	0.87	0.54	0.28



Εικόνα 3.31. Σχετική αφθονία των κύριων ομάδων ζωικών οργανισμών που συλλέχθηκαν με τον δειγματολήπτη TTSS2 και που παράλληλα βρέθηκαν στο στομαχικό περιεχόμενο 6 ψαριών-στόχων πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου στον Κόλπο του Ηρακλείου.



Εικόνα 3.32. Σχετική αφθονία των κύριων ομάδων Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που συλλέχθηκαν με τον δειγματολήπτη TTSS2 και που παράλληλα βρέθηκαν στο στομαχικό περιεχόμενο των 6 ψαριών-στόχων της συγκεκριμένης μελέτης πριν και μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου στον Κόλπο του Ηρακλείου.

εξετάστηκαν φαίνεται να τρέφονται με ένα σημαντικό ποσοστό καρκινοειδών το οποίο κυμαίνεται από 18-45% στην κουτσομούρα, το σπάρο και το χάνο και από 68-77% στο περκάκι, το λιθρίνι και το καπόνι. Επίσης για τα περισσότερα είδη ψαριών, τα δεκάποδα και σε μικρότερο βαθμό τα αμφίποδα, τα κουμώδη, τα μυσιδώδη και τα κωπήποδα αποτελούν τις σημαντικότερες ομάδες λείας των καρκινοειδών πριν την έναρξη της αλιευτικής περιόδου (Εικόνα 3.32A). Φαίνεται λοιπόν ότι η πανίδα που συλλέγει το TTSS2 αντιπροσωπεύει σε ένα μεγάλο ποσοστό τις ομάδες λείας των ψαριών που εξετάστηκαν και επομένως και το ενδιαίτημα στο οποίο αναζητούν την τροφή τους πριν την έναρξη της αλιευτικής περιόδου. Μετά την έναρξη της αλιευτικής δραστηριότητας με μηχανότρατα η σχετική αφθονία των μαλακοστράκων μαζί με τα κωπήποδα και τις προνύμφες των καρκινοειδών τα οποία βρέθηκαν στα δείγματα που συλλέχθηκαν με το TTSS2 αυξάνεται σημαντικά (82%) σε σύγκριση με την περίοδο πριν την έναρξη της αλιευτικής δραστηριότητας. Είναι αξιοσημείωτο ότι την περίοδο αυτή από το σύνολο των καρκινοειδών στο ενδιαίτημα μειώνεται η σχετική αφθονία των μυσιδωδών ενώ παράλληλα αυξάνεται το ποσοστό των κωπηπόδων και προνυμφών του συνόλου των καρκινοειδών (Εικόνα 3.32B). Το ποσοστό των καρκινοειδών που αποτελούν αντίστοιχα λεία επίσης αυξάνεται σημαντικά για τα περισσότερα είδη ψαριών που εξετάστηκαν μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου (Εικόνα 3.31B). Ειδικότερα, στην κουτσομούρα, το σπάρο, το χάνο και το καπόνι το ποσοστό των καρκινοειδών που αποτελούν την τροφή τους κυμαίνεται από 71-77%. Αντίθετα στο περκάκι και το λιθρίνι το ποσοστό των καρκινοειδών μειώνεται (65% και 74% αντίστοιχα). Αν και η σύνθεση των κύριων ομάδων καρκινοειδών που αποτελούν λεία των ψαριών που εξετάστηκαν δεν φαίνεται να διαφοροποιείται σημαντικά στις δυο δειγματοληπτικές περιόδους, ωστόσο οι αλλαγές στο διαιτολόγιο των περισσότερων ειδών ψαριών αντικατοπτρίζεται, ως ένα βαθμό, στις αντίστοιχες μεταβολές της πανίδας που συλλέχθηκε με το TTSS2 μετά την έναρξη της αλιευτικής δραστηριότητας με μηχανότρατα.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στα πλαίσια της συγκεκριμένης μελέτης αναπτύχθηκε μια νέα μέθοδος δειγματοληψίας που είχε ως στόχο την εκτίμηση της επίδρασης των συρόμενων αλιευτικών εργαλείων βυθού στους ζωικούς οργανισμούς που ζουν στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα και μάλιστα πολύ κοντά ή και πάνω στη διαχωριστική επιφάνεια νερού-ιζήματος. Η μέθοδος περιλαμβάνει την χρησιμοποίηση ενός νέου υπερβενθικού δειγματολήπτη τύπου ελκήθρου, ο οποίος έχει τη δυνατότητα προσομοίωσης της ανατάραξης του ιζήματος που προκαλείται από το κατώτερο πρόσθιο τμήμα του διχτυού της τράτας και ταυτόχρονης συλλογής των οργανισμών που διαταράσσονται και βρίσκονται εκτεθειμένοι στο αιωρούμενο ίζημα (Towed Trawl Simulator Sledge, TTSS2). Το πρόσθιο τμήμα της τράτας είναι γνωστό στην Ελληνική αλιευτική κοινότητα ως «γραντί μολυβιού» ή απλώς «γραντί» (groundrope). Το «γραντί» είναι το εξάρτημα της τράτας στο οποίο οφείλεται το μεγαλύτερο ποσοστό επαφής του συγκεκριμένου αλιευτικού εργαλείου με την επιφάνεια του θαλάσσιου πυθμένα και αποτελεί κύρια αιτία διατάραξης των μικρού σχετικά μεγέθους και μεγάλης κινητικότητας μακροπανιδικών οργανισμών που ζουν είτε στην διαχωριστική επιφάνεια νερού - ιζήματος είτε πολύ κοντά σε αυτή. Μέχρι σήμερα δεν είναι γνωστή κάποια ανάλογη άμεση μέθοδος συλλογής των παραπάνω οργανισμών που διαταράσσονται από την δράση της μηχανότρατας, ούτε και υπάρχουν πληροφορίες σχετικά με τις επιπτώσεις του συγκεκριμένου αυτού εργαλείου στις μακροβενθικές συναθροίσεις του βενθικού διαχωριστικού στρώματος.

Η μακροσκοπική παρατήρηση της μακροπανίδας που συλλέγεται με τη χρήση του TTSS2 δείχνει ότι το σύνολο σχεδόν των ζωικών οργανισμών που συλλέγονται ακόμα και ιδιαίτερα εύθραυστοι οργανισμοί, όπως π.χ. οφιουροειδή, βρίσκονται σε σχετικά καλή κατάσταση, ακέραιοι και χωρίς ίχνη τραυματισμού (αποκοπή μελών, παραμορφώσεις κλπ.) ή άλλα εμφανή σημάδια της επίδρασης της μηχανικής δράσης του αλιευτικού εργαλείου στον εξωσκελετό τους. Το γεγονός αυτό έρχεται σε αντίθεση με αντίστοιχες παρατηρήσεις άλλων ερευνητών που αναφέρονται σε πολυάριθμα ίχνη τραυματισμών σε μεγαβενθικούς οργανισμούς, π.χ. κατεστραμμένα ή αναγεννημένα μέλη εχινοδέρμων, εξωτερικές παραμορφώσεις οστράκων διθύρων και γαστεροπόδων, που προκαλούνται κυρίως από βαρύτερα αλιευτικά εργαλεία όπως είναι οι δοκότρατες (Witbaard & Klein 1994, Kaiser 1996, Mensink *et al.* 2000, Ramsay *et al.* 2000). Οι Gilkinson *et al.* (1998) πραγματοποιώντας εξειδικευμένα πειράματα προσομοίωσης της μηχανικής επίδρασης της

«πόρτας» της τράτας σε κινητά υποστρώματα, διαπίστωσαν επίσης εκτοπισμό και τραυματισμούς ορισμένων μακροβενθικών οργανισμών. Παρά το γεγονός ότι οι ζωικοί οργανισμοί οι οποίοι συλλέγονται με τη χρήση του TTSS2 βρίσκονται κατά κανόνα σε ακέραια κατάσταση, η προσωρινή έκθεση και εκτοπισμός τους που προκαλείται από την ανατάραξη τους από το «γραντί» της τράτας, αυξάνει την πιθανότητα να αποτελέσουν εύκολη λεία για τους θηρευτές τους, όπως θα δειχθεί στην συνέχεια.

Ο δειγματολήπτης TTSS2 συλλέγει μια πολύ συγκεκριμένη πανίδα η οποία είναι αντιπροσωπευτική της πανίδας που ζει στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα (Chevri er *et al.* 1991, Dauvin *et al.* 1994, 2000, Cunha *et al.* 1997a,b, Dewicke *et al.* 2002). Η πανίδα αυτή αποτελείται όχι μόνο από μικρού μεγέθους επιβενθικούς και υπερβενθικούς οργανισμούς (<20 mm) αλλά και μεσο- και μακρο-ζωοπλαγκτονικούς οργανισμούς (>0.5 mm) που είτε βρίσκονται στο πέρασμα του δειγματολήπτη καθώς αυτός σύρεται στην επιφάνεια του πυθμένα είτε αναταράσσονται και αιωρούνται στη στήλη του νερού εξαιτίας της επίδρασης του «γραντιού» της τράτας στα επιφανειακά ιζήματα. Οι κυριότερες ταξινομικές ομάδες που συλλέγονται με τη χρήση του συγκεκριμένου δειγματολήπτη στην ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα του Κόλπου του Ηρακλείου (σταθμός των 50 μέτρων), ανήκουν στην κλάση των Καρκινοειδών της υπόκλασης των Μαλακοστράκων με αφρονότερα τα μυσιδώδη: *Anchialina agilis*, *Haplostylus lobatus*, *Paraleptomysis ariops*, τα κουμώδη: *Iphinoe rhodaniensis*, *Diastylis rugosa*, *Pseudocuma simile*, τα αμφίποδα: *Westwoodilla rectirostris*, *Phthisica marina* και το δεκάποδο: *Philocheras bispinosus*. Τα είδη αυτά είτε κολυμπούν κοντά στην επιφάνεια του πυθμένα στην περιοχή του βενθικού διαχωριστικού στρώματος είτε βρίσκονται σε άμεση επαφή με την επιφάνεια του πυθμένα, τουλάχιστον κατά τη διάρκεια της ημέρας. Το TTSS2 συλλέγει εξίσου αποτελεσματικά βενθικά γαστερόποδα, δίθυρα και εχινόδερμα που ζουν στην επιφάνεια του πυθμένα καθώς επίσης και επιβενθικούς πολύχαιτους, είτε εδραίους (Sedentaria) είτε «πλάνητες» (Errantia). Θα πρέπει στο σημείο αυτό να επισημάνουμε τη παρουσία στα δείγματα πολυάριθμων προνυμφών του συνόλου των καρκινοειδών, χαιτόγναθων και πελαγικών κωπηπόδων (Τάξη Calanoidea) και μάλιστα σε άμεση επαφή με την επιφάνεια του πυθμένα. Παρά την σε βάθος ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας δεν έγινε δυνατή η εύρεση κάποιας αναφοράς σχετικά με την έντονη παρουσία των παραπάνω οργανισμών στην επιφάνεια του πυθμένα.

Η σύγκριση της αποτελεσματικότητας και επιλεκτικότητας του TTSS2 με άλλες δειγματοληπτικές μεθόδους συλλογής δειγμάτων από το ίζημα (αρπάγη τύπου Smith McIntyre), το βενθικό διαχωριστικό στρώμα (υπερβενθικό έλκηθρο) και την στήλη του

νερού (πλαγκτονικό δίκτυο τύπου WP2) έδειξε τη σχετική ικανότητα του κάθε δειγματολήπτη να συλλέγει συγκεκριμένους ζωικούς οργανισμούς που διαφέρουν στην συμπεριφορά και τα πρότυπα κατανομής τους στο χώρο και τον χρόνο. Είναι γνωστό ότι οι μακροβενθικοί οργανισμοί που ζουν σε άμεση σχέση με την επιφάνεια του θαλάσσιου πυθμένα, όπως για παράδειγμα ορισμένα είδη Καρκινοειδών των οποίων η κατανομή συνδέεται με την μεγάλη τους κινητικότητα, εμφανίζουν δυσκολίες στην ποσοτική τους δειγματοληψία (Vereshchaka 1995, Mees & Jones 1997). Η πλήρης έλλειψη συγκεκριμένων υπερβενθικών ομάδων οργανισμών (π.χ. μυσιδώδη) στα δείγματα που συλλέχθηκαν με το δειγματολήπτη τύπου Smith McIntyre υποδηλώνει ότι παρόμοιοι ποσοτικοί βενθικοί δειγματολήπτες είναι χρήσιμοι για τη συλλογή ενδοβενθικών ομάδων οργανισμών όπως είναι οι πολύχαιτοι, τα σωληνοειδή, τα μαλάκια και σε μικρότερο ποσοστό τα δεκάποδα. Ωστόσο, δεν είναι καθόλου αποτελεσματικοί για τη συλλογή οργανισμών με μεγάλη κινητικότητα που ζουν πολύ κοντά ή πάνω στην επιφάνεια του πυθμένα λόγω της μικρής δειγματοληπτικής τους επιφάνειας και του ωστικού κύματος που προκαλούν κατά τη κάθοδο τους προς την επιφάνεια του πυθμένα (Dauvin *et al.* 1995, San Vicente *et al.* 1997, Marquiegui & Sorbe 1999, Brandt & Schnack 1999). Παράλληλα, οι δειγματολήπτες πλαγκτού μπορεί να συλλέγουν ικανοποιητικά ζωοπλαγκτονικές ομάδες οργανισμών (π.χ. κωπήποδα, κνιδόζωα, χαιτόγναθα) που βρίσκονται στη στήλη του νερού αλλά δεν μπορούν να προσεγγίσουν εύκολα οργανισμούς που ζουν παροδικά ή μόνιμα στην στήλη του νερού λίγα εκατοστά έως μερικά μέτρα πάνω από την επιφάνεια του πυθμένα (Boysen 1975, Lasenby & Sherman 1991, Cahoon & Tronzo 1992, Choe & Deibel 2000). Η χρήση του TTSS2 ως τυπικού υπερβενθικού ελκίθρου (χωρίς το «γραντί») έδειξε ότι στην περιοχή της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας και ανώτερης κατωφέρειας η δραστηριότητα οργανισμών στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα είναι εξαιρετικά περιορισμένη τουλάχιστον κατά τη διάρκεια της ημέρας. Είναι γνωστό ότι πολλά είδη οργανισμών, όπως είναι τα μυσιδώδη, τα κουμώδη, τα αμφίποδα και τα δεκάποδα, σχετίζονται άμεσα με το ίζημα και μάλιστα αρκετά από αυτά «καταφεύγουν» στην επιφάνεια του πυθμένα την συγκεκριμένη χρονική περίοδο (Clutter 1967, Hesthagen 1973, Wittmann 1977, Fossa 1986, Sainte-Marie & Brunel 1985). Η απουσία των παραπάνω οργανισμών στα δείγματα του υπερβενθικού ελκίθρου που συλλέχθηκαν στον Κόλπο του Ηρακλείου, υποδηλώνει πιθανότατα την ανεπάρκεια των δειγματοληπτών αυτού του τύπου να λειτουργούν ικανοποιητικά στην περιοχή της στήλης του νερού έως μερικά εκατοστά πάνω από την επιφάνεια του πυθμένα (Huberdeau & Brunel 1982, Mees

& Jones 1997) όπου τελικά φαίνεται να βρίσκεται το σημαντικότερο μέρος της πανίδας του βενθικού διαχωριστικού στρώματος.

Θα πρέπει στο σημείο αυτό να σημειώσουμε ότι οι διαφορές στις πυκνότητες (άτομα ανά m^2) ορισμένων ομάδων οργανισμών που προκύπτουν από την σύγκριση των δειγμάτων των διάφορων δειγματοληπτικών συσκευών που χρησιμοποιήθηκαν στην συγκεκριμένη μελέτη, θα πρέπει να αντιμετωπίζονται με μεγάλη προσοχή δεδομένου ότι οι δειγματοληπτικές επιφάνειες των δειγματοληπτών αυτών είναι αρκετά διαφορετικές. Για παράδειγμα η λήψη ενός δείγματος με το TTSS2 καλύπτει μια έκταση βυθού αρκετών δεκάδων τετραγωνικών μέτρων ενώ αντίστοιχα τα δείγματα που συλλέγονται με τον δειγματολήπτη τύπου αρπάγης Smith McIntyre καλύπτουν δειγματοληπτικές επιφάνειες που είναι κατά πολύ μικρότερες. Επομένως όταν κατά την σύγκριση δύο διαφορετικών τύπων δειγματοληπτών η αφθονία των ατόμων ανάγεται στην ίδια μονάδα επιφάνειας, πολλές φορές τα αποτελέσματα που προκύπτουν υπερεκτιμούνται (de Grave *et al.* 2001).

Η επιλογή διαφορετικών τεχνικών χαρακτηριστικών στην κατασκευή των επιμέρους τμημάτων της τράτας βυθού είναι μία συνήθης πρακτική σε βαθμό που δεν θα ήταν υπερβολή να αναφέρουμε ότι κάθε αλιευτικό σκάφος χρησιμοποιεί, έστω και σε μικρή έκταση, τροποποιημένα αλιευτικά εργαλεία. Ειδικότερα, όσον αφορά το «γραντί μολυβιού», οι διαστάσεις του, το βάρος καθώς και η προσθήκη εξαρτημάτων (π.χ. αλυσίδες, rollers, rubber discs, brushes) μεταβάλλουν την έκταση και ένταση της επαφής της τράτας με την επιφάνεια του πυθμένα, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει σημαντικές διαφοροποιήσεις των επιδράσεων του αλιευτικού εργαλείου στους οργανισμούς (Chittenden & van Engel 1972, Creutzberg *et al.* 1987, Bergman & Hup 1992, Kaiser *et al.* 1994, Rose & Nunnallee 1998, Bergman & van Santbrink 2000a,b). Οι δυο διαφορετικοί τύποι «γραντιού» που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτέλεση συγκριτικών πειραμάτων, αναταράσσουν και επαναιωρούν το επιφανειακό ίζημα σε ιδιαίτερα μικρό βάθος που για τον ελαφρύ τύπο (τύπος A) υπολογίστηκε στο 0.5 mm και για τον σημαντικά βαρύτερο τύπο στο 1 mm (τύπος B) (Dounas *et al.* 2002). Αν και η διαφορά στη διείδυση των δυο τύπων «γραντιού» στο ίζημα είναι σχετικά μικρή, το TTSS2 εξακολουθεί να συλλέγει ίδιας σύνθεσης πανίδα ακόμη και με τη χρήση του μεγαλύτερου και βαρύτερου τύπου. Θα πρέπει ωστόσο να σημειωθεί μία αρκετά σημαντική ποσοτική διαφοροποίηση στην συλλογή ορισμένων ομάδων οργανισμών. Πιο συγκεκριμένα το βαρύτερο «γραντί» συλλέγει ένα σημαντικά μεγαλύτερο αριθμό ατόμων επιβενθικών και υπερβενθικών οργανισμών όπως: γαστερόποδα, δίθυρα, πολύχαιτοι, δεκάποδα, κουμώδη, αμφίποδα και κωπήποδα. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει πιθανότατα την παρουσία ενός πρόσθετου

αποθέματος ατόμων των παραπάνω ομάδων στην διαχωριστική επιφάνεια νερού-ιζήματος ελάχιστα βαθύτερα από τη ζώνη διατάραξης που προκαλεί το ελαφρύτερο «γραντί». Ταυτόχρονα, παρατηρείται μία μείωση της αφθονίας ορισμένων άλλων ειδών όταν εφαρμόζεται ο βαρύτερος και σημαντικά μεγαλύτερου μεγέθους τύπος «γραντιού». Πιθανότατα, το μέγεθος του τμήματος του συρόμενου αλιευτικού εργαλείου που έρχεται σε επαφή με το υπόστρωμα ενεργοποιεί ανάλογα «μηχανισμούς διαφυγής» ορισμένων ομάδων οργανισμών. Έχει παρατηρηθεί ότι τα μυσιδώδη καθώς επίσης και άλλες ομάδες καρκινοειδών, όπως αμφίποδα και δεκάποδα, έχουν την ικανότητα να διαφεύγουν κολυμπώντας μπροστά από το στόμιο δίχτων ελκήθρων ή τρατών (Rice *et al.* 1982, Lasenby & Sherman 1991, Kaiser *et al.* 1994, Brandt 1995, Dauvin *et al.* 1995, Christiansen & Nuppenau 1997, Jeffery & Revill 2002). Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης έδειξαν ότι συγκεκριμένα είδη μυσιδωδών όπως τα είδη: *Anchialina agilis*, *A. oculata*, *Haplostylus lobatus*, *H. normani*, *H. basescui*, *Erythropros cf peterdorhni* και *Siriella norvegica*, που χαρακτηρίζονται από μεγάλη κολυμβητική κινητικότητα (Χατζάκης 1982), φαίνεται να αντιδρούν εντονότερα στην ανατάραξη του ιζήματος που προκαλείται από το μεγαλύτερο και βαρύτερο «γραντί» αποφεύγοντας ως ένα βαθμό την σύλληψη τους. Η «διαφυγή» μπορεί να συμβεί είτε κάτω από το δίχτυ στις περιπτώσεις τυχαίας ή ηθελημένης κίνησης των οργανισμών προς την επιφάνεια του ιζήματος, είτε με δυναμική κίνηση προς άλλες κατευθύνσεις. Η «διαφυγή» των μυσιδωδών θα πρέπει να συμβαίνει πιθανότατα από τα πλάγια του TTSS2, θέση που ενισχύεται από το γεγονός ότι η αφθονία τους στο ανώτερο δίχτυ παραμένει σταθερή με τη χρήση και των δυο διαφορετικών τύπων «γραντιού».

Η αλλαγή της έντασης του φωτός φαίνεται ότι αποτελεί το σημαντικότερο παράγοντα που καθορίζει τις κατακόρυφες μετακινήσεις των οργανισμών στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα (Mauchline 1980, Fossa 1986, Macquart-Moulin 1984, 1985, 1991). Άλλοι παράγοντες, όπως ο κερκαδικός ρυθμός, οι τροφικές ανάγκες, η αποφυγή θηρευτών, το στάδιο ωριμότητας, το φύλο και η αναπαραγωγή μπορεί να παίζουν επίσης σημαντικό ρόλο στις κατακόρυφες μετακινήσεις και τις εποχιακές διακυμάνσεις τους (Fossa 1985, Sainte-Marie & Brunel 1985, Mees & Jones 1997).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης τα περισσότερα είδη οργανισμών και ιδιαίτερα τα Καρκινοειδή που ζουν στην περιοχή του βενθικού διαχωριστικού στρώματος, εκτελούν διαφορετικού εύρους νυκθημερινές κατακόρυφες μετακινήσεις ανάλογες με εκείνες που έχουν παρατηρηθεί και σε άλλες περιοχές της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας (Macquart-Moulin 1984, 1985, 1991, Fossa 1985, 1986, Kaartvedt 1986,

1989a,b, Sorbe 1989, Cunha *et al.* 1997a,b, Mees & Jones 1997, Dauvin *et al.* 2000). Ειδικότερα, η κατακόρυφη κατανομή των κύριων ομάδων υπερβενθικών καρκινοειδών στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα της περιοχής που μελετήθηκε, δείχνει ένα παρόμοιο πρότυπο κατανομής με αυτό που έχει παρατηρηθεί αντίστοιχα στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα άλλων γεωγραφικών περιοχών εκτός Μεσογείου (Dauvin *et al.* 1994, 1995, Cunha *et al.* 1997a,b). Συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια της ημέρας, ο αριθμός των ειδών καρκινοειδών και οι πυκνότητες τους μειώνονται από το κατώτερο προς το ανώτερο επίπεδο του βενθικού διαχωριστικού στρώματος, ενώ κατά την διάρκεια της νύχτας η κατανομή τους γίνεται περισσότερο ομοιόμορφη. Το γεγονός αυτό οφείλεται σε νυχτερινές κατακόρυφες μετακινήσεις συγκεκριμένων ειδών είτε από το ίζημα προς το βενθικό διαχωριστικό στρώμα είτε από το βενθικό διαχωριστικό στρώμα προς τα ανώτερα επίπεδα της στήλης του νερού (Macquart-Moulin 1984, 1985, 1991, Fossa 1985, 1986, Kaartvedt 1986, 1989a,b, Sorbe 1989, Macquart-Moulin & Maycas 1995, Vallet & Dauvin 1995, Zouhiri & Dauvin 1996, Cunha *et al.* 1997a,b, Dauvin *et al.* 2000). Φαίνεται ότι κατά τη διάρκεια της ημέρας, τα περισσότερα είδη της ομάδας των μυσιδωδών, όπως τα είδη: *Anchialina agilis*, *A. oculata*, *Haplostylus lobatus*, *Erythropus cf. peterdorhni* και *Paraleptomysis ariops* βρίσκονται πάνω ή πολύ κοντά στην επιφάνεια του πυθμένα. Κατά τη διάρκεια της νύχτας ορισμένα από τα είδη αυτά, όπως τα είδη: *Paraleptomysis ariops* και *Erythropus cf. peterdorhni*, αυξάνουν την δραστηριότητα τους στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα, ενώ ορισμένα άλλα, όπως τα είδη: *Anchialina agilis* και *Haplostylus lobatus*, μετακινούνται προς τα ανώτερα επίπεδα της στήλης του νερού. Τα περισσότερα είδη αμφιπόδων, κουμωδών, δεκαπόδων και ισοπόδων βρίσκονται πολύ κοντά στη διαχωριστική επιφάνεια νερού-ιζήματος κατά τη διάρκεια της ημέρας. Κατά τη διάρκεια της νύχτας ορισμένα από τα είδη αυτά, όπως τα είδη: *Perioculodes longimanus longimanus*, *Leucothoe incisa*, *Orchomenella nana*, *Tryphosites longipes*, *Athanas amazone*, *Processa nouveli nouveli*, *Iphinoe rhodaniensis*, *Diastylis rugosa*, *Campylaspis glabra*, αυξάνουν τη δραστηριότητα τους γενικότερα στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα και μόνο άτομα της πλαγκτονικής Οικογένειας αμφιπόδων Hyperiidae φαίνεται να μετακινούνται από το βενθικό διαχωριστικό στρώμα προς τα ανώτερα επίπεδα της στήλης του νερού. Σύμφωνα με βιβλιογραφικές πηγές φαίνεται ότι κατά τη διάρκεια της νύχτας το γενικό πρότυπο μετακινήσεων των μεσο- και μακρο-ζωοπλαγκτονικών οργανισμών, όπως οι προνύμφες του συνόλου των καρκινοειδών, τα κωπήποδα και τα χαιτόγναθα, περιλαμβάνει μετακινήσεις από την περιοχή του βυθού προς τα ανώτερα επίπεδα της στήλης του νερού (Hesthagen 1973, Hesthagen & Gjermundsen 1978, de Puellès *et al.*

1996, Maycas *et al.* 1999, Choe & Deibel 2000). Αντίθετα, τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης δείχνουν μια εντονότερη δραστηριότητα των οργανισμών αυτών στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα κατά την διάρκεια της νύχτας και μάλιστα πολύ κοντά ή ακόμη και πάνω στην επιφάνεια του πυθμένα. Το ιδιαίτερο αυτό πρότυπο μετακινήσεων χρειάζεται οπωσδήποτε περαιτέρω διερεύνηση σε επίπεδο κύριων ταξινομικών ομάδων ή και επιμέρους ειδών.

Η ομάδα των Μαλακοστράκων Καρκινοειδών κυριαρχεί, όσον αφορά την αφθονία των ατόμων των ειδών που ζουν στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας του Κόλπου του Ηρακλείου. Τα αμφίποδα, τα μυσιδώδη, τα δεκάποδα και τα κουμώδη, οι κυριότερες ομάδες οργανισμών στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα της υπό μελέτη περιοχής, έχουν βρεθεί να κυριαρχούν και σε άλλες αντίστοιχες περιοχές της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας του Ατλαντικού Ωκεανού (Wang & Dauvin 1994, Dauvin *et al.* 1994, Cunha *et al.* 1997a,b). Ο αριθμός των ειδών και οι πυκνότητες των συγκεκριμένων ομάδων οργανισμών, εμφανίζονται στον Κόλπο του Ηρακλείου με παρόμοιες τιμές (ίδιες τάξεις μεγέθους) σε σύγκριση με τις παραπάνω περιοχές (Sorbe 1989, Dauvin *et al.* 1994, Dauvin & Zouhiri 1996, Cunha *et al.* 1997a,b, Vallet & Dauvin 1999). Θα πρέπει ωστόσο να σημειώσουμε ότι οι τιμές πυκνότητας και ο αριθμός ειδών που αναφέρονται από τις περιοχές αυτές είναι αποτελέσματα της χρησιμοποίησης τυπικών υπερβενθικών ελκίθρων που δεν περιλαμβάνουν σταθερή τεχνητή επαναιώρηση του ιζήματος όπως αυτή επιτυγχάνεται με την χρήση του TTSS2. Από την άποψη αυτή οι τιμές πυκνότητας που έχουν κατά καιρούς δοθεί στη βιβλιογραφία πιθανότατα αποτελούν υποεκτιμήσεις του πραγματικού τοπικού αποθέματος υπερβενθικών οργανισμών. Όσον αφορά την περιοχή της Μεσογείου δεν γνωρίζουμε να υπάρχει κάποια συστηματική πληροφορία σχετικά με την μακροπανίδα του βενθικού διαχωριστικού στρώματος στην ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα. Οι ελάχιστες σχετικές μελέτες που έχουν γίνει στην Δυτική Μεσόγειο περιορίζονται στη ζώνη θραύσης του κύματος (León & Corrales 1995, San Vicente & Sorbe 1999) ή σε μεγαλύτερα βάθη της ηπειρωτικής κατωφέρειας (Cartes *et al.* 1994a,b, 2001a,b, 2002a,b, 2003, Cartes & Sorbe 1993, 1995, 1996, Cartes 1998). Οι μόνες πληροφορίες που υπάρχουν από τις Ελληνικές Θάλασσες είναι γενικού χαρακτήρα και αναφέρονται κυρίως στην ποιοτική σύνθεση της υπερβενθικής πανίδας. Οι πληροφορίες αυτές περιλαμβάνονται στην πραγματικά έξοχη προσπάθεια συστηματικής μελέτης των μυσιδωδών που έγινε από τον Χατζάκη (1982), και σε μία προσπάθεια για την ταξινομική και βιογεωγραφική μελέτη των βενθικών αμφιπόδων, ισοπόδων,

κουμωδών και ταναϊδωδών από την περιοχή της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας του Β. Αιγαίου (Στεφανίδου, 1996).

Από τα είδη των καρκινοειδών τα οποία προσδιορίστηκαν στη συγκεκριμένη μελέτη η παρουσία των ειδών μυσιδωδών: *Leptomysis megalops* Zimmer, 1915, *Mysideis parva* Zimmer, 1915, *Parerythrops paucispinosa* Nouvel & Lagardère, 1976, των ειδών κουμωδών: *Bodotria arenosa* Goodsir, 1843, *Leucon affinis* Fage, 1951, *Vemakylindrus doryphora* (Fage, 1940) και των ειδών αμφιπόδων: *Iphimedia jugoslavica* Karaman, 1975, *Monoculodes latissimanus* Stephensen, 1931 και *Parvipalpus linea* Mayer, 1890, δεν έχει εξακριβωθεί στις Ελληνικές Θάλασσες.

Στην ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα των βορείων ακτών της Κρήτης ο αριθμός των ειδών και των πυκνοτήτων των ενδοβενθικών και επιβενθικών καρκινοειδών έχει αναφερθεί να εμφανίζουν μέγιστες τιμές στο βάθος των 40 m και στη συνέχεια προοδευτικά να μειώνονται με το βάθος (Karakassis & Eleftheriou 1997). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης από την ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα του Κόλπου του Ηρακλείου κατά την διάρκεια του καλοκαιριού, οι πυκνότητες των κύριων ομάδων καρκινοειδών και ο αριθμός των ειδών τους στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα εμφανίζουν μέγιστες τιμές στα 50 m και στη συνέχεια μειώνονται με το βάθος. Αντίθετα, κατά την διάρκεια του χειμώνα παρατηρείται μια αύξηση των αντίστοιχων τιμών σε σχέση με το βάθος. Η εποχιακή αυτή μεταβολή του βαθυμετρικού προτύπου κατανομής των Καρκινοειδών πιθανόν να οφείλεται σε οριζόντιες μετακινήσεις ορισμένων ειδών προς μεγαλύτερα βάθη κατά την χειμερινή περίοδο για αναζήτηση ευνοϊκότερων συνθηκών πχ. θερμοκρασία, αλατότητα κλπ. (Hesthagen 1973, Macquart-Moulin & Maycas 1995).

Η σύγκριση της πανίδας του βενθικού διαχωριστικού στρώματος μεταξύ της χειμερινής και καλοκαιρινής περιόδου δείχνει, όπως αναμενόταν, ότι η δομή των υπερβενθικών κοινοτήτων χαρακτηρίζεται από μια έντονη εποχικότητα (Dewicke *et al.* 2002). Ο αριθμός των ειδών και οι πυκνότητες των κυριότερων ομάδων οργανισμών εμφανίζουν σχετικά χαμηλές τιμές κατά την χειμερινή περίοδο και αυξάνονται κατά την καλοκαιρινή περίοδο γεγονός που έχει παρατηρηθεί και σε άλλες γεωγραφικές περιοχές και συνδέεται γενικότερα με την αύξηση της πρωτογενούς παραγωγικότητας του συστήματος κατά την διάρκεια της άνοιξης και την επακόλουθη αντίστοιχη αύξηση του ρυθμού απόθεσης οργανικών θρυμμάτων στην περιοχή του βενθικού διαχωριστικού στρώματος (Chevrier *et al.* 1991, Dauvin *et al.* 1994, 2000, Vallet & Dauvin 1998, 1999). Θα πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι οι προνύμφες του συνόλου των καρκινοειδών κάνουν

αισθητή την παρουσία τους στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα μόνο κατά την καλοκαιρινή περίοδο (Lindley 1986).

Όταν χρησιμοποιείται το TTSS2 χωρίς «γραντί», δηλαδή ως τυπικό υπερβενθικό έλκηθρο, το αντίστοιχο χειμερινό-καλοκαιρινό πρότυπο που προκύπτει για την σύνθεση της μακροπανίδας του βενθικού διαχωριστικού στρώματος τουλάχιστον στο βάθος των 50 m είναι τελείως αντίθετο. Συγκεκριμένα, στην περιοχή του βενθικού διαχωριστικού στρώματος στη ρηχότερη ζώνη της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας (50 m) εμφανίζονται κατά την διάρκεια της ημέρας σχετικά μεγαλύτερες πυκνότητες οργανισμών τον χειμώνα από ότι το καλοκαίρι. Το καλοκαίρι, η πανίδα αυτή βρίσκεται συγκεντρωμένη πολύ κοντά ή και πάνω στην διαχωριστική επιφάνεια νερού-ιζήματος, ενώ αντίθετα κατά την διάρκεια του χειμώνα η δραστηριότητα των συγκεκριμένων οργανισμών στη στήλη του νερού φαίνεται αυξημένη πιθανότατα εξαιτίας των χαμηλότερων επιπέδων φωτός κατά την συγκεκριμένη περίοδο όπως έχει αναφερθεί σε ανάλογες συνθήκες (Fossa 1985).

Συνοψίζοντας τα μέχρι τώρα συμπεράσματα από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων της συγκεκριμένης μελέτης διαπιστώνουμε ότι το TTSS2 συλλέγει μια πολύ συγκεκριμένη πανίδα που βρίσκεται στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα και μάλιστα σε άμεση επαφή με την επιφάνεια του πυθμένα. Η πανίδα αυτή αποτελείται από μικρού κυρίως μεγέθους επιβενθικούς και υπερβενθικούς καθώς επίσης και από μεσο- και μακροζωοπλαγκτονικούς οργανισμούς που είτε βρίσκονται στο πέρασμα του δειγματολήπτη καθώς αυτός σύρεται στην επιφάνεια του πυθμένα, είτε αναταράσσονται και αιωρούνται στη στήλη του νερού εξαιτίας της μηχανικής επίδρασης στην επιφάνεια του ιζήματος του «γραντιού» της τράτας. Οι ζωικοί οργανισμοί που συλλέγονται από το TTSS2 βρίσκονται κατά κανόνα σε ακέραια κατάσταση. Έχει διαπιστωθεί ότι η έκθεση και ο εκτοπισμός των μακροβενθικών και μεγαβενθικών οργανισμών που προκαλείται από την τράτα βυθού αυξάνει σημαντικά την πιθανότητα να αποτελέσουν εύκολη λεία για τους θηρευτές τους (Kaiser & Spencer 1994, Ramsay *et al.* 1996, Jennings & Kaiser 1998). Στη συνέχεια θα προσπαθήσουμε να ελέγξουμε αυτή την υπόθεση για τους επιβενθικούς, υπερβενθικούς και πλαγκτονικούς οργανισμούς που συλλέγονται με το TTSS2.

Η τράτα βυθού αποτελεί το περισσότερο διαδεδομένο συρόμενο αλιευτικό εργαλείο και ειδικά στη Μεσόγειο Θάλασσα χρησιμοποιείται κυρίως για την αλίευση βενθοπελαγικών ειδών καρκινοειδών και ψαριών μεγάλης εμπορικής αξίας όπως για παράδειγμα τα είδη *Nephrops norvegicus*, *Merluccius merluccius*, *Mullus barbatus*, *Mullus surmuletus* (Sanchez *et al.* 2000, Kallianiotis *et al.* 2000). Η τράτα λειτουργεί με τέτοιο τρόπο ώστε τα επιμέρους της εξαρτήματα, όπως οι «πόρτες», τα συρματόσχοινα και το

«γραντί μολυβιού», να παραμένουν σε στενή επαφή με τον θαλάσσιο πυθμένα διατηρώντας κατά την κίνηση τους το στόμιο του διχτυού ανοιχτό. Ωστόσο, το μεγαλύτερο μέρος της διατάραξης των επιφανειακών ιζημάτων προέρχεται από το «γραντί μολυβιού» το οποίο και συνιστά το 90% της επαφής του αλιευτικού εργαλείου με την επιφάνεια του ιζήματος (Lindeboom & de Groot 1998, Ragnarsson & Steingrímsson 2003).

Οι παρατηρήσεις, που έγιναν με τη χρήση του TTSS2 σε ένα τμήμα του αλιευτικού πεδίου της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας του Κόλπου του Ηρακλείου που αλιεύεται έντονα από τον τοπικό αλιευτικό στόλο, δείχνουν ότι ακόμα και μια εβδομάδα μετά την έναρξη της αλιευτικής δραστηριότητας της μηχανότρατας (αρχές Οκτωβρίου) στην περιοχή αυτή, συμβαίνουν σημαντικές ποιοτικές και ποσοτικές αλλαγές στη σύνθεση της πανίδας που βρίσκεται όχι μόνο στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα αλλά και στη διαχωριστική επιφάνεια νερού-ιζήματος. Οι αλλαγές αυτές, που παρατηρήθηκαν τόσο στο επίπεδο των πληθυσμών διάφορων μακροπανιδικών ομάδων όσο και συγκεκριμένων ειδών, δεν φαίνεται να είναι αποτέλεσμα κάποιας έντονης φυσικής διατάραξης, γεγονός που επιβεβαιώνεται από μετρήσεις των υδρογραφικών παραμέτρων στην περιοχή έρευνας. Οι μετρήσεις αυτές έδειξαν ότι οι περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούσαν κατά την διάρκεια της περιόδου διενέργειας των πειραμάτων, δηλαδή τρεις μέρες πριν και μια εβδομάδα μετά την έναρξη της αλιευτικής δραστηριότητας της μηχανότρατας, ήταν σχετικά σταθερές.

Μια εβδομάδα μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου το TTSS2 εξακολουθεί να συλλέγει έναν μεγάλο αριθμό επιβενθικών, υπερβενθικών καθώς και ζωοπλαγκτονικών οργανισμών τα οποία ζουν σε άμεση συνάφεια με τον πυθμένα ή μερικά εκατοστά πάνω από αυτόν. Ωστόσο, μέσα σε μία περίοδο δέκα μόλις ημερών, παρατηρήθηκαν σημαντικές μειώσεις στις πυκνότητες των πληθυσμών κύριων επιβενθικών ομάδων οργανισμών όπως στα γαστερόποδα, τα δίθυρα και τους πολύχαιτους (Εικόνα 3.17). Ανάλογες πληθυσμιακές μεταβολές έχουν διαπιστωθεί για επιβενθικούς οργανισμούς που εκτίθενται και εκτοπίζονται από τη δράση της τράτας αποτελώντας τροφή εύκολα διαθέσιμη για τους θηρευτές τους (Britton & Morton 1994, Kaiser & Spencer 1994, Kaiser *et al.* 1998, Rumohr & Kujawski 2000). Αντίθετα, διάφορες ζωοπλαγκτονικές ομάδες, όπως τα κνιδόζωα, τα κωπήποδα και τα χαιτόγναθα, φαίνεται να αυξάνουν σημαντικά την πυκνότητα τους μετά την έναρξη της αλιευτικής δραστηριότητας (Εικόνα 3.17). Μια πιθανή εξήγηση αυτής της μεταβολής είναι η συγκέντρωση μεγάλου αριθμού ατόμων των συγκεκριμένων οργανισμών από την στήλη του νερού προς το βενθικό διαχωριστικό στρώμα και ιδιαίτερα κοντά στην διαχωριστική επιφάνεια νερού-ιζήματος λόγω αύξησης

της διαθεσιμότητας της τροφής και ενδεχομένως ταυτόχρονης αύξησης της αλιευτικής θνησιμότητας ή και απομάκρυνσης των θηρευτών τους. Ανάλογες μετακινήσεις από γειτονικές περιοχές προς το πεδίο δράσης της τράτας έχουν παρατηρηθεί κυρίως από επιβενθικούς οργανισμούς (Kaiser & Spencer 1994, Ramsay *et al.* 1996, 1997, 1998, Kaiser *et al.* 1998, Prena *et al.* 1999, Demestre *et al.* 2000, Groenewold & Fonds 2000, Fonds & Groenewold 2000). Η αφθονία άλλων ομάδων μακροβενθικών οργανισμών, όπως τα δεκάποδα, τα μυσιδώδη, τα αμφίποδα και τα κουμώδη φαίνεται να παραμένει σταθερή (Εικόνα 3.17). Παρόλα αυτά συγκεκριμένα είδη των παραπάνω ομάδων, όπως τα δεκάποδα: *Galathea machadoi* και *Processa nouveli nouveli*, τα μυσιδώδη: *Leptomysis gracilis*, *L. megalops*, *Siriella clausi*, *Erythrops cf. peterdorhni* και *Mysideis parva*, το κουμώδες *Diastylis rugosa* και τα αμφίποδα: *Iphimedia jugoslavica*, *Orchomenella nana*, *Parvipalpus linea*, *Scopelocheirus hopei*, *Tryphosites longipes* και *Monoculodes gibbosus*, εμφανίζονται με σημαντικά μεγαλύτερες αφθονίες στο αλιευτικό πεδίο μετά την έναρξη της αλιευτικής δραστηριότητας (Πίνακας 3.17). Αντίστοιχα, είδη όπως τα μυσιδώδη: *Haplostylus basescui*, *Mysidopsis gibbosa* και *Paraleptomysis ariops*, τα αμφίποδα: *Gammaropsis palmata*, *Stenothoe marina* και *Phtisica marina* και το δεκάποδο *Ebalia cranchii* εμφανίζουν σημαντική μείωση της αφθονίας τους στο αλιευτικό πεδίο μετά την έναρξη της αλιευτικής δραστηριότητας (Πίνακας 3.17). Δεν θα μπορούσε επομένως, ακόμη και στις περιπτώσεις ειδών που εμφανίζονται πληθυσμιακά σταθερά, να αποκλειστεί η πιθανότητα αυξημένης εισόδου ατόμων προς το αλιευτικό πεδίο από γειτονικές περιοχές με στόχο την αναζήτηση τροφής που διατίθεται εξαιτίας της δράσης της τράτας. Είναι ενδεχόμενο, η αύξηση αυτή της αφθονίας τους να συνοδεύεται ταυτόχρονα από μείωση των πληθυσμών τους λόγω αύξησης του ρυθμού θήρευσης τους (Kaiser & Spencer 1994).

Σύμφωνα με τα παραπάνω είναι φανερό ότι το TTSS2 προσφέρει τη δυνατότητα εκτίμησης μεταβολών που συμβαίνουν στους πληθυσμούς οργανισμών οι οποίοι βρίσκονται στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα και ιδιαίτερα στην διαχωριστική επιφάνεια νερού-ιζήματος όπου επιδρά η τράτα βυθού. Επιπρόσθετα, φαίνεται ότι η επίδραση αυτή είναι σημαντική όχι μόνο στο επίπεδο των μεγάλου σχετικά μεγέθους επιβενθικών οργανισμών, όπως ήταν μέχρι σήμερα γνωστό, αλλά παράλληλα και στους μικρού μεγέθους και μεγάλης κινητικότητας μακροπανιδικούς επιβενθικούς, υπερβενθικούς καθώς πιθανότατα και στους ζωοπλαγκτονικούς οργανισμούς.

Η μακροπανίδα που ζει στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα αποτελεί σημαντικό τμήμα της δίαιτας βενθοπελαγικών ψαριών (Sorbe 1981, Wildish *et al.* 1992, Mauchline &

Gordon 1991, Carrassón *et al.* 1997, Martin & Christiansen 1997, Labropoulou & Eleftheriou 1997, Cartes & Maynou 1998). Ωστόσο, οι μέχρι τώρα μελέτες εκτίμησης της δευτερογενούς παραγωγικότητας του συγκεκριμένου ενδιαιτήματος είναι λίγες και αφορούν κυρίως μελέτες εκτίμησης της παραγωγικότητας συγκεκριμένων ειδών οργανισμών που ζουν σε αυτό (Dauvin 1988, Sorbe 1991, San Vicente & Sorbe 1993, 1995, Cartes & Maynou 1998, Cartes & Sorbe 1999, Cartes *et al.* 2001a, 2002). Παρά το γεγονός ότι οι σύγχρονες δειγματοληπτικές μέθοδοι αδυνατούν να συλλέξουν αποτελεσματικά την πανίδα του βενθικού διαχωριστικού στρώματος, αρκετοί ερευνητές έχουν οδηγηθεί στο συμπέρασμα ότι η δευτερογενής βενθική παραγωγικότητα που απαιτείται για την διατήρηση των βενθοπελαγικών ιχθυοπληθυσμών μιας συγκεκριμένης θαλάσσιας περιοχής θα πρέπει να είναι σημαντικά μεγαλύτερη από αυτήν που υπολογίζεται συνήθως με βάση την αφθονία και βιομάζα των οργανισμών που συλλέγονται με κλασσικές δειγματοληπτικές μεθόδους. Σε ορισμένες περιπτώσεις έχει υπολογισθεί ότι η συμβολή της πανίδας του βενθικού διαχωριστικού στρώματος μπορεί να ξεπερνά ακόμη και το 50% της συνολικής δευτερογενούς βενθικής παραγωγικότητας (Cartes & Maynou 1998).

Από την ανάλυση του τροφικού περιεχομένου των ενήλικων ατόμων των βενθοπελαγικών ψαριών που εξετάστηκαν στη συγκεκριμένη μελέτη, είναι φανερό ότι τουλάχιστον ορισμένα από τα είδη αυτά, τρέφονται με μικρά καρκινοειδή που αποτελούν σημαντικό ποσοστό της διαίτας τους όσον αφορά την σχετική αφθονία και συχνότητα παρουσίας στα στομάχια τους. Ιδιαίτερα μάλιστα μετά την έναρξη της αλιευτικής δραστηριότητας της μηχανότρατας στο αλιευτικό πεδίο του Κόλπου του Ηρακλείου, το ποσοστό κατανάλωσης υπερβενθικών και επιβενθικών οργανισμών αυξάνεται σημαντικά, υποδηλώνοντας μια μεγαλύτερη διαθεσιμότητα στους θηρευτές τους που πιθανότατα συνδέεται με την δράση της τράτας.

Το είδος *Diplodus annularis*, που ως θηρευτής τρέφεται κυρίως με πολύχαιτους, καρκινοειδή και μαλάκια (Pita *et al.* 2002), μια εβδομάδα μετά την έναρξη της αλιευτικής δραστηριότητας στον Κόλπο του Ηρακλείου φαίνεται να τρέφονται με σημαντικά περισσότερα είδη και άτομα λείας και συγκεκριμένα με περισσότερα κωπήποδα, δεκάποδα, αμφίποδα, μαλάκια και πολύχαιτους. Το είδος *Mullus barbatus*, χαρακτηρίζεται ως «ευρύφαγο» (Ben-Eliahu & Golani 1990) και προτιμά να τρέφεται κυρίως με μικρά καρκινοειδή και πολύχαιτους (Ben-Eliahu & Golani 1990, Golani & Galil 1991, Labropoulou & Eleftheriou 1997, Labropoulou & Papadopoulou 1999). Μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου διευρύνει την διαίτα του τρεφόμενο με περισσότερα είδη και

μεγαλύτερες αφθονίες οργανισμών προτιμώντας κωπήποδα, αμφίποδα, κουμώδη, δεκάποδα, μυσιδώδη και πολύχαιτους. Αντίστοιχα, το είδος *Serranus cabrilla*, που τρέφεται κυρίως με δεκάποδα και ψάρια για τα οποία μάλιστα εκδηλώνει μια επιλεκτική συμπεριφορά (Labropoulou & Eleftheriou 1997), μετά την έναρξη της αλιευτικής δραστηριότητας προτιμά περισσότερα είδη και άτομα δεκαπόδων μειώνοντας παράλληλα σημαντικά την κατανάλωση ψαριών. Οι παραπάνω μεταβολές στην ποιοτική και ποσοτική σύνθεση της διαίτας των ψαριών θα πρέπει να οφείλονται σε αύξηση της διαθέσιμης τροφής, κυρίως επιβενθικών και υπερβενθικών μακροπανιδικών οργανισμών. Ανάλογες μεταβολές στην διαίτα των βενθοπελαγικών ψαριών έχουν κατά καιρούς αποδοθεί στην έκθεση και τον εκτοπισμό, μακροπανιδικών ενδοβενθικών και μεγαπανιδικών επιβενθικών οργανισμών, όπως είναι αμφίποδα και αστερίες, εξαιτίας της δράσης της τράτας (Kaiser & Spencer 1994, Kaiser & Ramsay 1997) και επίσης στην κατανάλωση ευκαιριακών σαρκοφάγων και πτωμοφάγων βενθικών ασπονδύλων (π.χ. αμφίποδα, δεκάποδα, πολύχαιτοι) που με μικρότερη ή μεγαλύτερη κινητικότητα μετακινούνται στην περιοχή δράσης της μηχανότρατας προς αναζήτηση τροφής (Kaiser & Spencer 1994, Britton & Morton 1994, Ramsay *et al.* 1996, 1997, 1998, Groenewold & Fonds 2000, Serrano *et al.* 2003).

Η διαίτα του είδους *Pagellus erythrinus* δεν φαίνεται να διαφοροποιείται εξαιτίας της δράσης της μηχανότρατας και το ίδιο, αν και σε μικρότερο βαθμό, φαίνεται να ισχύει και για το είδος *Serranus hepatus* παρά το γεγονός ότι χαρακτηρίζεται και ως «ευκαιριακό» είδος (Labropoulou & Eleftheriou 1997, Labropoulou *et al.* 1998). Παρόμοια συμπεριφορά απομάκρυνσης βενθοπελαγικών ψαριών ή και βενθικών ασπονδύλων από την περιοχή δράσης της τράτας έχει αναφερθεί και από άλλους ερευνητές (Ramsay *et al.* 1996, 1997, 1998, Kaiser *et al.* 1998, Watling *et al.* 2001).

Τέλος, το είδος *Trigloporus lastoviza*, που σύμφωνα με τους Labropoulou & Machias (1998) εμφανίζει και αυτό «ευκαιριακή» συμπεριφορά, δεν φαίνεται να διαφοροποιεί σημαντικά τη διαίτα του μετά την έναρξη της αλιευτικής δραστηριότητας παρά το γεγονός ότι φαίνεται να τρέφεται με περισσότερα είδη και άτομα μυσιδωδών. Θα πρέπει ωστόσο να σημειωθεί ότι μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου παρατηρήθηκε μία σημαντική αύξηση μικρότερων ατόμων του συγκεκριμένου είδους, υποδηλώνοντας πιθανώς είτε μία συγκριτικά μεγαλύτερη αύξηση της αλιευτικής θνησιμότητας στα μεγάλου μεγέθους άτομα, είτε μετακίνηση μικρότερων αλλά και μεγαλύτερων ατόμων του είδους στο αλιευτικό πεδίο προς αναζήτηση τροφής, είτε και τα δύο (Kaiser & Ramsay 1997, Groenewold & Fonds, 2000).

Συγκρίνοντας τις βραχυπρόθεσμες, αλλά ωστόσο σημαντικές, μεταβολές στη σύνθεση της διαίτας των παραπάνω ψαριών με τις αντίστοιχες μεταβολές της πανίδας στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα εξαιτίας της επίδρασης της μηχανότρατας που αναφέρθηκαν προηγουμένως, μπορούμε να οδηγηθούμε έμμεσα σε ορισμένα σημαντικά συμπεράσματα. Η μείωση της αφθονίας των γαστεροπόδων, διθύρων και πολυχαίτων στη διαχωριστική επιφάνεια νερού-ιζήματος μετά την έναρξη της αλιευτικής δραστηριότητας της μηχανότρατας, συμπίπτει με την αύξηση της κατανάλωσης τους από άτομα των ειδών ψαριών *Diplodus annularis* και *Mullus barbatus* κατά την ίδια περίοδο. Οι οργανισμοί αυτοί φαίνεται να εκτίθενται ή να εκτοπίζονται εξαιτίας της δράσης της τράτας με αποτέλεσμα να καταναλώνονται σε μεγαλύτερες ποσότητες από τους θηρευτές τους γεγονός που οδηγεί στην μείωση των πληθυσμών τους στο ενδιαίτημα. Είναι επίσης αξιοσημείωτο ότι η αφθονία των πλαγκτονικών κωπηπόδων (Τάξη Calanoida) αυξάνεται σημαντικά μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει πληθυσμοί κωπηπόδων προερχόμενοι από ανώτερα επίπεδα της στήλης του νερού να συγκεντρώνονται κοντά στον βυθό στην περιοχή δράσης της τράτας, πιθανόν προς αναζήτηση τροφής. Παράλληλα, φαίνεται να αυξάνεται, ως ένα βαθμό, η κατανάλωση κωπηπόδων από άτομα των παραπάνω ειδών ψαριών. Θα πρέπει ωστόσο να σημειωθεί ότι μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της κατανάλωσης βενθικών κωπηπόδων (Τάξη Harpacticoida) που ωστόσο, ως μειοπανιδικοί οργανισμοί, δεν συλλέγονται από το TTSS2. Οποσδήποτε το θέμα της συμμετοχής μειοβενθικών οργανισμών στην σύνθεση της τροφής βενθοπελαγικών ψαριών ως αποτέλεσμα της τεχνητής διατάραξης του ιζήματος από την τράτα βυθού χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση.

Η αφθονία ορισμένων ειδών αμφιπόδων, μυσιδωδών, κουμωδών και δεκαπόδων δεν βρέθηκε να μεταβάλλεται στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα μετά την έναρξη της αλιευτικής δραστηριότητας, ενώ αντίθετα η κατανάλωση τους από άτομα των ειδών ψαριών *Diplodus annularis*, *Mullus barbatus* και *Serranus cabrilla* αυξάνεται σημαντικά. Στην περίπτωση αυτή το παρατηρούμενο πληθυσμιακό ισοζύγιο στο ενδιαίτημα θα πρέπει να οφείλεται σε συνεχείς μετακινήσεις ατόμων των οργανισμών αυτών από γειτονικές περιοχές προς το αλιευτικό πεδίο για αναζήτηση τροφής γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένη τους κατανάλωση από τα ψάρια-θηρευτές τους. Ενδεχομένως, το μικρό σχετικά χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ της έναρξης της αλιείας με μηχανότρατα και πραγματοποίησης των δειγματοληψιών (7 ημέρες) να είναι το αίτιο στο οποίο οφείλεται βραχυπρόθεσμα η διατήρηση της αφθονίας των ειδών αυτών σε σταθερό

επίπεδο. Μακροπρόθεσμα, η υπερκατανάλωση των αποθεμάτων τους λόγω της συνεχιζόμενης αλιευτικής δραστηριότητας θα πρέπει και στην περίπτωση αυτή να επιφέρει δραστική μείωση των πληθυσμών τους στο συγκεκριμένο ενδιαίτημα.

Οι Townsend & Winfield (1985, σύμφωνα με την Λαμπροπούλου 1995) θεωρούν ότι οι κύριοι παράγοντες που καθορίζουν τη συμπεριφορά των ψαριών κατά τη διατροφή τους, με στόχο τη μεγιστοποίηση της ενέργειας που προσλαμβάνουν (optimal foraging theory), είναι τα χαρακτηριστικά της λείας (π.χ. σχήμα, ταχύτητα κίνησης, ικανότητα διαφυγής, αφθονία, μέγεθος), του θηρευτή (μέγεθος στοματικού ανοίγματος, κατασκευή του σώματος που σχετίζεται με την ταχύτητα της κίνησης) και του ενδιαιτήματος. Στην τελική επιλογή της στρατηγικής τροφοληψίας συνυπολογίζεται και η προσπάθεια κάθε είδους να αποφεύγει ταυτόχρονα τους θηρευτές του που έχει τις περισσότερες φορές ως αποτέλεσμα την επιλογή λιγότερο επιθυμητής λείας σε σχέση με εκείνη που θα επέλεγε απουσία θηρευτών (Mittelbach 1981, 1984, Werner *et al.* 1983a,b). Ωστόσο, σε ενδιαίτηματα που υπόκεινται σε έντονες διαταράξεις, όπως στην περίπτωση των συρόμενων επί του βυθού αλιευτικών εργαλείων, οι παρατηρούμενες μεταβολές στην πυκνότητα και τη σύνθεση της διαθέσιμης λείας οδηγεί τους θηρευτές στην προτίμηση ομάδων λείας που έστω και προσωρινά εμφανίζονται αφθονότερες (Keast 1979, σύμφωνα με την Λαμπροπούλου 1995) και επομένως το πρότυπο διατροφής ενός είδους ψαριού έχει άμεση σχέση με την κατανομή και την σχετική αφθονία των διαθέσιμων λειών που υπάρχουν στο περιβάλλον (Griffiths 1975). Στην περίπτωση λοιπόν ελάττωσης της σχετικής αφθονίας της αποδοτικότερης ενεργειακά μεγαλύτερης λείας, οι θηρευτές έχουν την τάση να καταναλώσουν τις περισσότερο άφθονες και χαμηλότερης ενεργειακής αξίας λείες. Επιπρόσθετα, είναι γνωστό ότι το είδος λείας που τελικά θα επιλεγεί από ένα θηρευτή, είναι συνάρτηση του ρυθμού συνάντησης του με την λεία στη μονάδα του χρόνου (encounter rate) (Hughes 1979, Werner & Mittelbach 1981, Pyke 1984). Σύμφωνα με τα παραπάνω, οι ζωικοί οργανισμοί που εκτοπίζονται από τη διαχωριστική επιφάνεια νερού ιζήματος και βρίσκονται προσωρινά αιωρούμενοι στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα εξαιτίας της επαφής των επιμέρους τμημάτων της τράτας με το βυθό θα πρέπει να εμφανίζουν υψηλότερους ρυθμούς συνάντησης με τους θηρευτές τους. Επομένως, η σημαντική αύξηση της κατανάλωσης μικρού μεγέθους επιβενθικών, υπερβενθικών ακόμη και ζωοπλαγκτονικών οργανισμών από βενθοπελαγικά ψάρια, που διαπιστώθηκε αμέσως μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου στον Κόλπο του Ηρακλείου, θα πρέπει να συνδέεται άμεσα ή έμμεσα με την επίδραση της μηχανότρατας στους πληθυσμούς των οργανισμών που ζουν στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα.

Η έρευνα στην περιοχή της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας του Κόλπου του Ηρακλείου με χρησιμοποίηση του TTSS2 και συμπληρωματικά με βενθικούς και πλαγκτονικούς δειγματολήπτες καθώς και η ανάλυση στομαχικών περιεχομένων βενθοπελαγικών ψαριών που ζουν στο ίδιο ενδιαίτημα, έδωσε νέες πληροφορίες για τους μικρού μεγέθους και μεγάλης κινητικότητας επιβενθικούς, υπερβενθικούς και ζωοπλαγκτονικούς οργανισμούς που ζουν στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα. Πιστεύουμε ότι η γενικευμένη χρήση της συγκεκριμένης μεθοδολογίας θα βοηθήσει στην επίλυση προβλημάτων τα οποία σχετίζονται με την μελέτη των οργανισμών που ζουν πάνω ή πολύ κοντά στη διαχωριστική επιφάνεια νερού ιζήματος και δεν συλλέγονται αποτελεσματικά με κλασσικού τύπου μεθόδους δειγματοληψίας. Ο δειγματολήπτης TTSS2 ο οποίος κατασκευάστηκε με στόχο την προσομοίωση της ανατάραξης του ιζήματος από το «γραντί μολυβιού» της μηχανότρατας μπορεί στο μέλλον να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο σε ανάλογες μελέτες και σε άλλες περιοχές με στόχο τη διερεύνηση των άμεσων επιδράσεων των συρόμενων αλιευτικών εργαλείων στις μακροπανιδικές κοινωνίες της περιοχής της διαχωριστικής επιφάνειας νερού ιζήματος και γενικότερα στο βενθικό σύστημα. Τέλος, η περαιτέρω ανάπτυξη ανάλογων δειγματοληπτικών συσκευών πεδίου για την εκτίμηση της επίδρασης και άλλων επιμέρους εξαρτημάτων αλιευτικών εργαλείων που έρχονται σε επαφή με την επιφάνεια του πυθμένα, όπως π.χ. οι πόρτες της τράτας, πιστεύεται ότι θα συμβάλλει στην τεχνολογική εξέλιξη των αλιευτικών αυτών εργαλείων με παράλληλη ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Στα πλαίσια της συγκεκριμένης μελέτης διερευνήθηκε για πρώτη φορά η ποιοτική και ποσοτική σύνθεση της μακροπανίδας που ζει στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας της Μεσογείου με χρήση υπερβενθικού ελκλήθρου κλασσικού τύπου (Κόλπος Ηρακλείου, Κρητικό Πέλαγος, Ανατολική Μεσόγειος). Παράλληλα μελετήθηκε για πρώτη φορά η εκτίμηση της άμεσης επίδρασης της μηχανότρατας στην μακροπανίδα του βενθικού διαχωριστικού στρώματος. Για τον σκοπό αυτό αναπτύχθηκε, κατασκευάστηκε και δοκιμάστηκε στο πεδίο, ένα νέο υπερβενθικό έλκθηρο (Towed Trawl Simulator Sledge 2, TTSS2) το οποίο προσομοιώνει την ανατάραξη του ιζήματος που προκαλεί το «γραντί μολυβιού» της μηχανότρατας καθώς σύρεται επί του βυθού συλλέγοντας ταυτόχρονα τους οργανισμούς που διαταράσσονται και βρίσκονται εκτεθειμένοι στο αιωρούμενο ίζημα. Το «γραντί μολυβιού» είναι το εξάρτημα της τράτας στο οποίο οφείλεται το μεγαλύτερο ποσοστό επαφής του συγκεκριμένου αλιευτικού εργαλείου με την επιφάνεια του θαλάσσιου πυθμένα αποτελώντας την κύρια αιτία διατάραξης των μακροπανιδικών οργανισμών που ζουν στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα.
- Το σύνολο σχεδόν των ζωικών οργανισμών που διαταράσσονται και αιωρούνται στη στήλη του νερού εξαιτίας της επίδρασης του γραντιού και ταυτόχρονα συλλέγονται με τη χρήση του TTSS2 βρίσκονται σε σχετικά καλή κατάσταση, ακέραιοι και χωρίς ίχνη τραυματισμού ή άλλα εμφανή σημάδια της επίδρασης της μηχανικής δράσης του συγκεκριμένου αλιευτικού εργαλείου στον εξωσκελετό τους.
- Η σύγκριση των διαφορετικών δειγματοληπτικών μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν στη συγκεκριμένη μελέτη έδειξε τη σχετική ικανότητα κάθε δειγματολήπτη να συλλέγει συγκεκριμένους ζωικούς οργανισμούς που φαίνεται να διαφέρουν στην συμπεριφορά και τα πρότυπα κατανομής τους στο χώρο και στο χρόνο. Οι ποσοτικοί βενθικοί δειγματολήπτες συλλέγουν αποτελεσματικά κυρίως ενδοβενθικούς οργανισμούς αλλά δεν είναι αποτελεσματικοί για τη συλλογή οργανισμών με μεγάλη κινητικότητα που ζουν πολύ κοντά ή πάνω στην επιφάνεια

του πυθμένα λόγω της μικρής δειγματοληπτικής τους επιφάνειας και του ωστικού κύματος που προκαλούν κατά τη κάθοδο τους προς την επιφάνεια του πυθμένα. Παράλληλα, οι δειγματολήπτες πλαγκτού συλλέγουν σχετικά ικανοποιητικά ζωοπλαγκτονικούς οργανισμούς που βρίσκονται στη στήλη του νερού αλλά δεν μπορούν να προσεγγίσουν εύκολα τους οργανισμούς που ζουν παροδικά ή μόνιμα στην στήλη του νερού λίγα εκατοστά έως μερικά μέτρα πάνω από την επιφάνεια του πυθμένα. Τέλος, η χρήση υπερβενθικών ελκήθρων κλασσικού τύπου φαίνεται να μην είναι επαρκής για τη συλλογή των οργανισμών που ζουν πάνω ή πολύ κοντά στην επιφάνεια του πυθμένα όπου τελικά φαίνεται να βρίσκεται και το σημαντικότερο μέρος της μακροπανίδας του βενθικού διαχωριστικού στρώματος. Το TTSS2 εφοδιασμένο στο πρόσθιο τμήμα του με το «γραντί μολυβιού» διαταράσσει και επαναιωρεί το επιφανειακό ίζημα συλλέγοντας αποτελεσματικά επιβενθικούς και υπερβενθικούς οργανισμούς (<20 mm) καθώς επίσης μεσο- και μακρο-ζωοπλαγκτονικούς οργανισμούς (>0.5 mm) που ζουν στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα και μάλιστα πολύ κοντά ή και πάνω στην επιφάνεια του πυθμένα. Ειδικότερα η σύγκεντρωση ζωοπλαγκτονικών οργανισμών και κυρίως πελαγικών κωπηπόδων, χαιτόγναθων και προνυμφών καρκινοειδών και μάλιστα σε μεγάλες πυκνότητες πάνω στην επιφάνεια του πυθμένα αναφέρεται για πρώτη φορά.

- Οι κυριότερες ταξινομικές ομάδες του βενθικού διαχωριστικού στρώματος της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας του κόλπου του Ηρακλείου ανήκουν στην κλάση των Καρκινοειδών της υπόκλασης των Μαλακοστράκων και πιο συγκεκριμένα στις τάξεις των Μυσιδωδών, Κουμωδών, Αμφιπόδων και Δεκαπόδων τα περισσότερα είδη των οποίων εκτελούν νυχθημερινές ή εποχικές μετακινήσεις διαφορετικού βαθμού έκτασης, έντασης και συχνότητας.
- Παρά το γεγονός ότι η μακροπανίδα που συλλέγεται με τη χρήση του TTSS2 βρίσκεται σε σχετικά ακέραιη κατάσταση και χωρίς ίχνη τραυματισμού, η έκθεση και ο εκτοπισμός τους που προκαλείται από την ανατάραξη τους από το «γραντί μολυβιού» της τράτας φαίνεται να αυξάνει, τουλάχιστον βραχυπρόθεσμα, την πιθανότητα να αποτελέσουν ευκολότερη λεία για τους θηρευτές τους. Η σημαντική αύξηση της κατανάλωσης μικρού μεγέθους επιβενθικών, υπερβενθικών ακόμη και

ζωοπλαγκτονικών οργανισμών από βενθοπελαγικά ψάρια, που διαπιστώθηκε μετά την έναρξη της αλιευτικής δραστηριότητας στην ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα του Κόλπου του Ηρακλείου, υποδηλώνει μια μεγαλύτερη διαθεσιμότητα στους θηρευτές τους που πιθανότατα συνδέεται άμεσα ή έμμεσα με την επίδραση της μηχανότρατας στους πληθυσμούς των οργανισμών αυτών που ζουν στο βενθικό διαχωριστικό στρώμα.

6. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η χρήση συρόμενων επί του βυθού αλιευτικών εργαλείων στα αλιευτικά πεδία της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας και ανώτερης κατωφέρειας, όπου κυρίως συγκεντρώνεται η αλιευτική δραστηριότητα, προκαλεί χρόνιες και μεγάλης κλίμακας διαταραχές στο θαλάσσιο οικοσύστημα που μπορεί να έχουν επιπτώσεις στη σύσταση και τις βιογεωχημικές διεργασίες των επιφανειακών ιζημάτων, καθώς και στη βιοποικιλότητα, τη λειτουργία και την παραγωγικότητα του βενθικού και πελαγικού συστήματος. Στόχος αυτής της μελέτης ήταν η διερεύνηση της ποιοτικής και ποσοτικής σύνθεσης της μακροπανίδας του βενθικού διαχωριστικού στρώματος της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας του Κόλπου του Ηρακλείου και παράλληλα η εκτίμηση της επίδρασης συρόμενων αλιευτικών εργαλείων βυθού στην συγκεκριμένη πανίδα. Οι οργανισμοί αυτοί βρίσκονται πάνω ή πολύ κοντά στη διαχωριστική επιφάνεια νερού-ιζήματος που κατά κύριο λόγο διαταράσσεται εξαιτίας της δράσης συρόμενων αλιευτικών εργαλείων. Η συνδυασμένη εφαρμογή δειγματοληπτικών μεθόδων κλασσικού τύπου δεν επιτρέπει την επαρκή εκτίμηση της ποιοτικής και ποσοτικής σύστασης της μακροπανίδας του βενθικού διαχωριστικού στρώματος και επομένως την μελέτη της επίδρασης της αλιευτικής δραστηριότητας στη ζώνη αυτή. Για τους παραπάνω λόγους αναπτύχθηκε ένας νέος δειγματολήπτης τύπου ελκήθρου (TTSS2), ο οποίος έχει τη δυνατότητα προσομοίωσης της ανατάραξης του ιζήματος που προκαλείται από το κατώτερο πρόσθιο τμήμα του διχτυού της τράτας, γνωστό και ως «γραντί μολυβιού», και ταυτόχρονης συλλογής των οργανισμών που διαταράσσονται και βρίσκονται εκτεθειμένοι στο αιωρούμενο ίζημα. Οι οργανισμοί που συλλέγονται με το TTSS2 (κυρίως Καρκινοειδή) είναι μικρού μεγέθους επιβενθικοί και υπερβενθικοί οργανισμοί (<20 mm) καθώς επίσης μεσο- και μακροζωοπλαγκτονικοί οργανισμοί (>0.5 mm), τα περισσότερα είδη των οποίων εκτελούν νυχθημερινές ή εποχικές μετακινήσεις διαφορετικής έκτασης, έντασης και συχνότητας. Παρά το γεγονός ότι η μακροπανίδα του βενθικού διαχωριστικού στρώματος που συλλέγεται με τη χρήση του TTSS2 βρίσκεται σε σχετικά ακέραιη κατάσταση, η έκθεση και ο εκτοπισμός τους που προκαλείται προσωρινά από την ανατάραξη τους από το «γραντί» της τράτας φαίνεται να αυξάνει σημαντικά την πιθανότητα να αποτελέσουν εύκολη λεία για τους θηρευτές τους.

6. ABSTRACT

The use of bottom fishing gears in the fishing grounds of the continental shelf and upper margin, where most fishing activities are concentrated, can cause long-term and large-scale perturbations to the marine ecosystem and alter the composition and the biogeochemical processes of the surface sediments, patterns of biodiversity, functioning and productivity of both benthic and pelagic systems. The aim of this study was to investigate the benthic boundary layer macrofauna in the continental shelf of Heraklion Bay (Crete, Greece) as well as bottom fishing gear effects on this particular macrofauna. Sampling of these often highly mobile animals, which live on or very close to the sediment-water interface -where the passage of bottom fishing gears takes place- is not easy. Even the combined use of all the classical types of sampling gears gives no adequate assessment of the composition of the benthic boundary layer macrofauna of soft bottoms. A new sampling device has been constructed (Towed Trawl Simulator Sledge version 2, TTSS2) to simulate the disturbance of the seabed caused by the passage of otter trawl groundropes over the sediment surface. The device has been used both to simulate the event and to collect simultaneously the small macrofaunal organisms found in the plume of the sediments thus disturbed. A well-defined and distinct fauna (mainly Crustacea), which was found in the plume of resuspended sediment behind the groundrope, consists of small-sized epibenthic and hyperbenthic animals (<20 mm) as well as meso- and macro-zooplanktonic organisms (>0.5 mm). Most of these organisms also perform, with varying amplitude, intensity and regularity, seasonal or daily vertical migrations above the seabed. Despite the fact that the benthic boundary layer macrofauna collected by the TTSS2 remains intact, the exposure and stress of these organisms may increase their vulnerability to predators.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Aldred R.G., Thurston M.H., Rice A.L. & D.R. Morley, 1976. An acoustically monitored opening and closing epibenthic sledge. *Deep Sea Research* 23: 167-174.
- Allredge A.L. & J.M. King, 1980. Effects of moonlight on the vertical migration patterns of demersal zooplankton. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 44: 133-156.
- Allredge A.L. & J.M. King, 1985. The distance demersal zooplankton migrate above the benthos: implications for predation. *Marine Biology* 84: 253-260.
- Andersen V. & J. Sardou, 1992. The diel migrations and vertical distributions of zooplankton and micronekton in the Northwestern Sea. 1. Euphausiids, mysids, decapods and fishes. *Journal of Plankton Research* 14(8): 1129-1154.
- Angel M.V., 1990. Life in the benthic boundary layer: connections to the mid-water and sea floor. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* A331: 15-28.
- Ardizzone G.D., Tucci P. & A. Belluscio, 2000. Is bottom trawling partly responsible for the regression of *Posidonia oceanica* meadows in the Mediterranean Sea? In: *The effects of fishing on non-target species and habitats*, M.J. Kaiser & S.J. de Groot (eds), Blackwell Science Inc, Oxford, UK, 3: 37-46.
- Austen M.C., Lamshead P.J.D., Hutchings P.A., Boucher G., Snelgrove P.V.R., Heip C., King G., Koike I. & C. Smith, 2002. Biodiversity links above and below the marine sediment-water interface that may influence community stability. *Biodiversity and Conservation* 11: 113-136.
- Auster P.J., 1998. A conceptual model of the impacts of fishing gear on the integrity of fish habitats. *Conservation Biology* 12(6): 1198-1203.
- Auster P.J., Malatesta R.J., Langton R.W., Watling L., Valentine P.C., Donaldson C.L.S., Langton E.W., Shepard A.N. & I.G. Babb, 1996. The impacts of mobile fishing gear on seafloor habitats in the Gulf of Maine (Northwest Atlantic): Implications for conservation of fish populations. *Reviews in Fisheries Science* 4(2): 185-202.
- Barkai A. & G.M. Branch, 1988. Energy requirements for a dense population of rock lobsters *Jasus lalandii*: novel importance of unorthodox food sources. *Marine Ecology Progress Series* 50: 83-96.
- Ben-Eliahu M.N. & D. Golani, 1990. Polychaetes (Annelida) in the gut contents of goatfishes (Mullidae), with new polychaete records for the Mediterranean coast of Israel and the Gulf of Elat (Red Sea). *P.S.Z.N.I.: Marine Ecology* 11(3): 193-205.
- Bergman M.J.N. & M. Hup, 1992. Direct effects of beam trawling on macrofauna in a sandy sediment in the southern North Sea. *ICES Journal of Marine Science* 49: 5-11.
- Bergman M.J.N. & J.W. van Santbrink, 1994. A new benthos dredge (triple-D) for quantitative sampling of infauna species of low abundance. *Netherlands Journal of Sea Research* 33(1): 129-133.
- Bergman M.J.N. & J.W. van Santbrink, 2000a. Mortality in megafaunal benthic populations caused by trawl fisheries on the Dutch continental shelf in the North Sea in 1994. *ICES Journal of Marine Science* 57: 1321-1331.
- Bergman M.J.N. & J.W. van Santbrink, 2000b. Fishing mortality of populations of megafauna in sandy sediments. In: *The effects of fishing on non-target species and habitats*, M.J. Kaiser & S.J. de Groot (eds), Blackwell Science Inc, Oxford, UK, 4: 49-68.
- Bergstrom B.I., 1985. Aspects of natural foraging by *Sepietta oweniana* (Mollusca, Cephalopoda). *Ophelia* 24 (1): 65-74.
- Bernstein B.B. & J. Zalinski, 1983. An optimum sampling design and power tests for environmental biologists. *Journal of Environmental Management* 16: 35-43.

- Beyer F., 1958. A new, bottom-living *Trachymedusa* from the Oslofjord (Description of the species, and a general discussion of the life conditions and fauna of the fjord deep). *Nytt Magazin for Zoologi* 6: 121-143.
- Beyer F. & J. Indrehus, 1995. Effekter av forurensning og dypvannsutskiftning pa faunaen langs bunnen av Oslofjorden basert pa materiale samlet siden 1952. Rapport nr. 621/95. Del II. Biologisk Institutt, Universitetet i Oslo: 153pp.
- Beyst B., Cattrijsse A. & J. Mees, 1999. Feeding ecology of juvenile flatfishes of the surf zone of a sandy beach. *Journal of Fish Biology* 55: 1171-1186.
- Bossanyi J., 1951. An apparatus for the collection of plankton in the immediate vicinity of the sea-bottom. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom* 30: 265-270.
- Boysen H.O., 1975. Seasonal variations in abundance of hyperbenthic animals in the Kiel Bight. *Merentutkimuslaitoksen Julkaisul/Havsforskningsinstitutets Skrift* 239: 206-212.
- Brandt A., 1995. Peracarid fauna (Crustacea, Malacostraca) of the Northeast Water Polynya off Greenland: documenting close benthic-pelagic coupling in the Westwind Trough. *Marine Ecology Progress Series* 121: 39-51.
- Brandt A., 1997. Suprabenthic Peracarida (Crustacea, Malacostraca) sampled at 75°N off East Greenland. *Polar Biology* 17: 462-464.
- Brandt A., 2001. Great differences in peracarid crustacean density between the Arctic and Antarctic deep sea. *Polar Biology* 24: 785-789.
- Brandt A. & D. Barthel, 1995. An improved supra- and epibenthic sledge for catching Peracarida (Crustacea, Malacostraca). *Ophelia* 43(1): 15-23.
- Brandt A. & K. Schnack, 1999. Macrofaunal abundance at 79°N off East Greenland: opposing data from epibenthic-sledge and box-corer samples. *Polar Biology* 22: 75-81.
- Brattegard T. & J.H. Fossa, 1991. Replicability of an epibenthic sampler. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom* 71: 153-166.
- Bray J.R. & J.T. Curtis, 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27: 220-249.
- Britton J.C. & B. Morton, 1994. Marine carrion and scavengers. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 32: 369-434.
- Brunel P., Besner M., Messier D., Poirier L., Granger D. & M. Weinstein, 1978. Le traîneau suprabenthique MACER-GIROQ: Appareil amélioré pour l' échantillonnage quantitatif étagé de la petite faune nageuse au voisinage du fond. *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie* 63 (6): 815-829.
- Buhl-Jensen L., 1986. The benthic amphipod fauna of the West-Norwegian continental shelf compared with the fauna of five adjacent fjords. *Sarsia* 71: 193-208.
- Burridge C.Y., Pitcher C.R., Wassenberg T.J., Poiner I.R. & B.J. Hill, 2003. Measurement of the rate of depletion of benthic fauna by prawn (shrimp) otter trawl: an experiment in the Great Barrier Reef, Australia. *Fisheries Research* 60: 237-253.
- Cahoon L.B. & C.R. Tronzo, 1992. Quantitative estimates of demersal zooplankton abundance in Onslow Bay, North Carolina, USA. *Marine Ecology Progress Series* 87: 197-200.
- Callaway R., Alsvag J., de Boois I., Cotter J., Ford A., Hinz H., Jennings S., Kroncke I., Lancaster J., Piet G., Prince P. & S. Ehrich, 2002a. Diversity and community structure of epibenthic invertebrates and fish in the North Sea. *ICES Journal of Marine Science* 59: 1199-1214.
- Callaway R., Jennings S., Lancaster J. & J. Cotter, 2002b. Mesh-size matters in epibenthic surveys. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 82: 1-8.
- Carleton J.H. & W.M. Hamner, 1989. Resident mysids: community structure, abundance and small-scale distributions in a coral reef lagoon. *Marine Biology* 102: 461-472.

- Carney R.S. & A.G.J. Carey, 1980. Effectiveness of metering wheels for measurement of area sampled by beam trawls. *Fishery Bulletin* 78 (3): 791-796.
- Carrassón M. & J.E. Cartes, 2002. Trophic relationships in a Mediterranean deep-sea fish community: partition of food resources, dietary overlap and connections within the benthic boundary layer. *Marine Ecology Progress Series* 241: 41-55.
- Carrassón M., Matallanas J. & M. Casadevall, 1997. Feeding strategies of deep-water morids in the western Mediterranean slope. *Deep-sea Research* 44 (9-10): 1685-1699.
- Cartes J.E., 1993a. Feeding habits of pasiphaeid shrimps close to the bottom on the Western Mediterranean slope. *Marine Biology* 117: 459-468.
- Cartes J.E., 1993b. Feeding habits of oplophorid shrimps in the deep western Mediterranean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 73: 193-206.
- Cartes J.E., 1993c. Diets of deep-sea brachyuran crabs in the Western Mediterranean Sea. *Marine Biology* 117: 449-457.
- Cartes J.E., 1998. Dynamics of the bathyal Benthic Boundary Layer in the northwestern Mediterranean: depth and temporal variations in macrofaunal-megafaunal communities and their possible connections within deep-sea trophic webs. *Progress in Oceanography* 41: 111-139.
- Cartes J.E. & J.C. Sorbe, 1993. Les communautés suprabenthiques bathyales de la mer Catalane (Méditerranée occidentale): Données préliminaire sur la repartition bathymétrique et l'abondance des crustacés pécararides. *Crustaceana* 64 (2): 155-171.
- Cartes J.E., Company J.B. & F. Maynou, 1994a. Deep-water decapod crustacean communities in the Northwestern Mediterranean: influence of submarine canyons and season. *Marine Biology* 120: 221-229.
- Cartes J.E., Sorbe J.C. & F. Sarda, 1994b. Spatial distribution and swimming activity of deep-sea decapods and euphausiids near the bottom in the northwestern Mediterranean. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 179: 131-144.
- Cartes J.E. & J.C. Sorbe, 1995. Deep-water mysids of the Catalan Sea: Species composition, bathymetric and near-bottom distribution. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 75: 187-197.
- Cartes J.E. & J.C. Sorbe, 1996. Temporal population structure of deep-water cumaceans from the western Mediterranean slope. *Deep Sea Research* 43 (9): 1423-1438.
- Cartes J.E. & F. Maynou, 1998. Food consumption by bathyal decapod crustacean assemblages in the Western Mediterranean: predatory impact of megafauna and the food consumption-food supply balance in a deep-water food web. *Marine Ecology Progress Series* 171: 233-246.
- Cartes J.E. & J.C. Sorbe, 1999. Estimating secondary production in bathyal suprabenthic peracarid crustaceans from the Catalan sea slope (Western Mediterranean; 391-1255m). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 239: 195-210.
- Cartes J.E., Elizalde M. & J.C. Sorbe, 2001a. Contrasting life-histories, secondary production, and trophic structure of Peracarid assemblages of the bathyal syprabenthos from the Bay of Biscay (NE Atlantic) and the Catalan Sea (NW Mediterranean). *Deep-Sea Research I* 48: 2209-2232.
- Cartes J.E., Maynou F., Morales-Nin B., Massuti E. & J. Moranta, 2001b. Trophic structure of a bathyal benthopelagic boundary layer community south of the Balearic Islands (southwestern Mediterranean). *Marine Ecology Progress Series* 215: 23-35.
- Cartes J.E., Brey T., Sorbe J.C. & F. Maynou, 2002a. Comparing production-biomass ratios of benthos and suprabenthos in macrofaunal marine crustaceans. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 59: 1616-1625.

- Cartes J.E., Grémare A., Maynou F., Villora-Moreno S. & A. Dinet, 2002b. Bathymetric changes in the distributions of particulate organic matter and associated fauna along a deep-sea transect down the Catalan sea slope (Northwestern Mediterranean). *Progress in Oceanography* 53: 29-56.
- Cartes J.E., Jaume D. & T. Madurell, 2003. Local changes in the composition and community structure of suprabenthic peracarid crustaceans on the bathyal Mediterranean: influence of environmental factors. *Marine Biology* 143: 745-758.
- Chevrier A., Brunel P. & D.J. Wildish 1991. Structure of a suprabenthic shelf sub-community of gammaridean amphipoda in the Bay of Fundy compared with similar sub-communities in the Gulf of St. Lawrence. *Hydrobiologia* 223: 81-104.
- Childress J.J., Gluck D.L., Carney R.S. & M.M. Gowing, 1989. Benthopelagic biomass distribution and oxygen consumption in a deep-sea benthic boundary layer dominated by gelatinous organisms. *Limnology and Oceanography* 34(5): 913-930.
- Chittenden M.E.J. & W.A. Van Engel, 1972. Effect of a tickler chain and tow duration on trawl catches of the blue crab *Callinectes sapidus*. *Transactions of the American Fisheries Society* (4): 732-734.
- Choe N. & D. Deibel, 2000. Seasonal vertical distribution and population dynamics of the chaetognath *Parasagitta elegans* in the water column and hyperbenthic zone of Conception Bay, Newfoundland. *Marine Biology* 137: 847-856.
- Christiansen B. & V. Nuppenau, 1997. The IHF Fototrawl: experiences with a television-controlled, deep sea epibenthic sledge. *Deep Sea Research I* 44(3): 533-540.
- Chronis G., Lykousis V., Anagnostou C., Karageorgis A., Stavrakakis S. & S. Poulos, 2000. Sedimentological processes in the southern margin of the Cretan Sea (NE Mediterranean). *Progress in Oceanography* 46 (2-4): 143-162.
- Churchill J.H., 1989. The effect of commercial trawling on sediment resuspension and transport over the Middle Atlantic Bight continental shelf. *Continental Shelf Research* 9(9): 841-864.
- Clarke K.R., 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18: 117-143.
- Clarke K.R. & R.H. Green, 1988. Statistical design and analysis for a "biological effects" study. *Marine Ecology Progress Series* 46: 213-226.
- Clarke K.R. & R.M. Warwick, 1994. Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation. 1st edition, Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, UK, 114pp.
- Clarke K.R. & R.M. Warwick, 2001. A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness. *Marine Ecology Progress Series* 216: 265-278.
- Clutter R.I., 1965. Self-closing device for sampling plankton near the sea bottom. *Limnology and Oceanography* 10: 293-295.
- Clutter R.I., 1967. Zonation of nearshore mysids. *Ecology* 48(2): 200-208.
- Cockcroft A.C., Webb P. & T. Wooldridge, 1988. Nitrogen regeneration by two surf-zone mysids, *Mesopodopsis slabberi* and *Gastrosaccus psammodytes*. *Marine Biology* 99: 75-82.
- Collie J.S., Escanero G.A. & P.C. Valentine, 1997. Effects of bottom fishing on the benthic megafauna of Georges Bank. *Marine Ecology Progress Series* 155: 159-172.
- Collie J.S., Hall S.J., Kaiser M.J. & I.R. Poiner, 2000. A quantitative analysis of fishing impacts on shelf-sea benthos. *Journal of Animal Ecology* 69: 785-798.
- Cooper S.D. & C.R. Goldman, 1980. Opossum shrimp (*Mysis relicta*) predation on zooplankton. *Canadian of Fisheries and Aquatic Sciences* 37(6): 909-919.

- Creutzberg F., Duineveld G.C.A. & G.J. van Noort, 1987. The effect of different numbers of tickler chains on beam-trawl catches. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer* 43: 159-168.
- Cunha M.R., Sorbe J.C. & C. Bernardes 1997a. On the structure of the neritic suprabenthic communities from the Portuguese continental margin. *Marine Ecology Progress Series* 157: 119-137.
- Cunha M.R., Sorbe J.C. & C. Bernardes 1997b. On the structure of the coastal suprabenthic communities from the continental shelf off Aveiro (NW Portugal). *Arquivos do Museu Bocage Nova Série* 3 (3): 165-188.
- Dauvin J., 1988. Rôle du macrobenthos dans l'alimentation des poissons démersaux vivant sur les fonds de sédiments fins de la Manche occidentale. *Cahier de Biologie Marine* 29: 445-467.
- Dauvin J.C. & J.C. Lorgeré, 1989. Modifications du traîneau Macer-GIROQ pour l'amélioration de l'échantillonnage quantitatif étagé de la faune suprabenthique. *Journal de la Recherche Océanographique* 14 (1-2): 65-67.
- Dauvin J., Iglesias A. & J. Lorgeré 1994. Circalittoral suprabenthic coarse sand community from the Western English Channel. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom* 74: 543-562.
- Dauvin J.C. & J.C. Sorbe, 1995. Suprabenthic amphipods from the southern margin of the Cap-Ferret canyon (Bay of Biscay, Northeastern Atlantic ocean): abundance and bathymetric distribution. *Polish Archives of Hydrobiology* 42 (4): 441-460.
- Dauvin J., Sorbe J. & J. Lorgeré 1995. Benthic boundary layer macrofauna from the upper continental slope and the Cap Ferret canyon (Bay of Biscay). *Oceanologica Acta* 18(1): 113-122.
- Dauvin J.C. & S. Zouhiri, 1996. Suprabenthic crustacean fauna of a dense *Ampelisca* community from the English channel. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 76: 909-929.
- Dauvin J.C., Vallet C., Mouny P. & S. Zouhiri 2000. Main characteristics of the boundary layer macrofauna in the English Channel. *Hydrobiologia* 426: 139-156.
- de Broyer C.D., Scailteur Y., Chapelle G. & M. Rauschert, 2001. Diversity of epibenthic habitats of gammaridean amphipods in the eastern Weddell Sea. *Polar Biology* 24: 744-753.
- de Grave S., Casey D. & A. Whitaker, 2001. "The accuracy of density standardization of infaunal benthos. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 81: 541-542.
- de Puellas M.L., Valdes L., Varela M., Alvarez-Ossorio M.T. & N. Halliday, 1996. Diel variations in the vertical distribution of copepods off the north coast of Spain. *ICES Journal of Marine Science* 53: 97-106.
- Demestre M., Sanchez P. & M.J. Kaiser 2000. The behavioural response of benthic scavengers to otter-trawling disturbance in the Mediterranean. In: *The effects of fishing on non-target species and habitats*, M.J. Kaiser & S.J. de Groot (eds), Blackwell Science Inc, Oxford, UK, 8: 121-129.
- Dewicke A., Cattrijsse A., Mees J. & M. Vincx, 2002. Evidence for an enriched hyperbenthic fauna in the Frisian front (North Sea). *Journal of Sea Research* 47: 121-139.
- Dewicke A., Cattrijsse A., Mees J. & M. Vincx, 2003. Spatial patterns of the hyperbenthos of subtidal sandbanks in the southern North Sea. *Journal of Sea Research* 49: 27-45.
- Dounas C., Davies I., Hayes P., Arvanitidis C. & P. Koulouri, 2002. Development of a new method for the quantitative measurement of the effects of otter trawling on benthic

- nutrient fluxes and sediment biogeochemistry. Study Project No. 99/036, Final Report, European Commission.
- Dounas C.G., Davies I.M., Hayes P.J., Arvanitidis C.D. & P.T. Koulouri, 2004. The effect of different types of otter trawl groundrope on benthic nutrient fluxes and sediment biogeochemistry. *American Fisheries Society* (in press).
- Drabsch S.L., Tanner J.E. & S.D. Connell, 2001. Limited infaunal response to experimental trawling in previously untrawled areas. *ICES Journal of Marine Science* 58: 1261-1271.
- Eleftheriou A. & N.A. Holme, 1984. Macrofauna techniques. In: *Methods for the study of marine benthos*, N.A. Holme & A.D. McIntyre (eds), Blackwell Science Inc, Oxford, UK, 140-216.
- Emery A.R., 1968. Preliminary observations on coral reef plankton. *Limnology and Oceanography* 13: 293-303.
- Engel J. & R. Kvitek, 1998. Effects of otter trawling on a benthic community in Monterey Bay National Marine Sanctuary. *Conservation Biology* 12(6): 1204-1214.
- Evans P.L., Kaiser M.J. & R.N. Hughes, 1996. Behaviour and energetics of whelks, *Buccinum undatum* (L.), feeding on animals killed by beam trawling. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 197: 51-62.
- Fager E.W., Flechsig A.O., Ford R.F., Clutter R.I. & R.J. Ghelardi, 1966. Equipment for use in ecological studies using scuba. *Limnology and Oceanography* 11: 503-509.
- Field J.G., Clarke K. R. & R.M. Warwick, 1982. A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns. *Marine Ecology Progress Series* 8: 37-52.
- Fogarty M.J. & S.A. Murawski, 1998. Large-scale disturbance and the structure of marine systems: fishery impacts on Georges Bank. *Ecological Applications* 8(1): S6-S22.
- Folk R.L., 1974. Petrology of sedimentary rocks. Hemphill Publishing Co., Austin, Texas, USA, 182pp.
- Fonds M. & S. Groenewold, 2000. Food subsidies generated by the beam-trawl fishery in the southern North Sea. In: *The effects of fishing on non-target species and habitats*, M.J. Kaiser & S.J. de Groot (eds), Blackwell Science Inc, Oxford, UK, 9: 130-150.
- Fossa J.H., 1985. Near-bottom vertical zonation during daytime of deep-living hyperbenthic mysids (Crustacea: Mysidacea). *Sarsia* 70: 297-307.
- Fossa J.H., 1986. Aquarium observations on vertical zonation and bottom relationships of some deep-living hyperbenthic mysids (Crustacea: Mysidacea). *Ophelia* 25(2): 107-117.
- Fossa J.H., Larsson J. & L. Buhl-Jensen 1988. A pneumatic, bottom activated, opening and closing device for epibenthic sledges. *Sarsia* 73: 299-302.
- Frid C.L.J., Clark R.A. & J.A. Hall, 1999. Long-term changes in the benthos on a heavily fished ground off the NE coast of England. *Marine Ecology Progress Series* 188: 13-20.
- Frolander H.F. & I. Pratt, 1962. A bottom skimmer. *Limnology and Oceanography* 7: 104-106.
- Gardner W.D. & L.G. Sullivan, 1981. Benthic storms: Temporal variability in a deep-ocean nepheloid layer. *Science* 213: 329-331.
- Gilkinson K., Paulin M., Hurley S. & P. Schwinghamer, 1998. Impacts of trawl door scouring on infaunal bivalves: results of a physical trawl door model/dense sand interaction. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 224: 291-312.
- Golani D. & B. Galil, 1991. Trophic relationships of colonizing and indigenous goatfishes (Mullidae) in the eastern Mediterranean with special emphasis on decapod crustaceans. *Hydrobiologia* 218: 27-33.

- Gowing M.M. & K.F. Wishner, 1992. Feeding ecology of benthopelagic zooplankton on an eastern tropical Pacific seamount. *Marine Biology* 112: 451-467.
- Graf G., 1992. Benthic-pelagic coupling: a benthic view. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 30: 149-190.
- Griffiths D., 1975. Prey availability and the food of predators. *Ecology* 56: 1209-1214.
- Groenewold S. & M. Fonds, 2000. Effects on benthic scavengers of discards and damaged benthos produced by the beam-trawl fishery in the southern North Sea. *ICES Journal of Marine Science* 57: 1395-1406.
- Hall S.J., 1999. The Effects of Fishing on marine ecosystems and communities. Blackwell Science Ltd, Oxford, UK, 274pp.
- Hall-Spencer J. M., Froggia C. Atkinson R.J.A. & P.G. Moore, 1999. The impact of Rapido trawling for scallops, *Pecten jacobaeus* (L.), on the benthos of the Gulf of Venice. *ICES Journal of Marine Science* 56: 111-124.
- Hamerlynck O. & J. Mees, 1991. Temporal and spatial structure in the hyperbenthic community of a shallow coastal area and its relation to environmental variables. *Oceanologica Acta* (special volume) 11: 205-212.
- Hansson M., Lindegarth M., Valentinsson D. & M. Ulmestrand, 2000. Effects of shrimp-trawling on abundance of benthic macrofauna in Gullmarsfjorden, Sweden. *Marine Ecology Progress Series* 198: 191-201.
- Hessler R.R. & H.L. Sanders, 1967. Faunal diversity in the deep-sea. *Deep Sea Research* 14: 65-78.
- Hesthagen I.H., 1973. Diurnal and seasonal variations in the near-bottom fauna-the hyperbenthos-in one of the deeper channels of the Kieler Bucht (Western Baltic). *Kieler Meeresforschungen* 29: 116-140.
- Hesthagen I.H. & B. Gjermundsen, 1978. The replicability of sampling the hyperbenthic region by means of Beyer's 50 cm epibenthic closing net. *Kieler Meeresforschungen* 26: 1-10.
- Holme N.A. & R.L. Barrett, 1977. A sledge with television and photographic cameras for quantitative investigation of the epifauna on the continental shelf. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom* 57: 391-403.
- Huberdeau L. & P. Brunel, 1982. Efficiency and comparative faunistic selectivity of four endo-, epi- and suprabenthic samplers on two bottom types. *Marine Biology* 69: 331-343.
- Hughes R.N., 1979. Optimal diets under the energy maximization premise: The effects of recognition time and learning. *American Naturalist* 113: 209-221.
- Jeffery S. & A. Revill, 2002. The vertical distribution of southern North Sea *Crangon crangon* (brown shrimp) in relation to towed fishing gears as influenced by water temperature. *Fisheries Research* 55: 319-323.
- Jennings S. & M.J. Kaiser, 1998. The effects of fishing on marine ecosystems. *Advances in Marine Biology* 34: 201-352.
- Jennings S., Warr K.J., Greenstreet S.P.R. & J.R. Cotter 2000. Spatial and temporal patterns in North Sea fishing effort. In: *The effects of fishing on non-target species and habitats*, M.J. Kaiser & S.J. de Groot (eds), Blackwell Science Inc, Oxford, UK, 1: 3-14.
- Jones J.B., 1992. Environmental impact of trawling on the seabed: a review. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 26: 59-67.
- Kaartvedt S., 1986. Diel activity patterns in deep-living cumaceans and amphipods. *Marine Ecology Progress Series* 30: 243-249.
- Kaartvedt S., 1989a. Retention of vertically migrating suprabenthic mysids in fjords. *Marine Ecology Progress Series* 57: 119-128.

- Kaartvedt S., 1989b. Nocturnal swimming of gammaridean amphipod and cumacean crustacea in Masfjorden, Norway. *Sarsia* 74: 187-193.
- Kaiser M.J., 1996. Starfish damage as an indicator of trawling intensity. *Marine Ecology Progress Series* 134: 303-307.
- Kaiser M.J. & B.E. Spencer, 1994. Fish scavenging behaviour in recently trawled areas. *Marine Ecology Progress Series* 112: 41-49.
- Kaiser M.J., Rogers S. I. & D.T. McCandless, 1994. Improving quantitative surveys of epibenthic communities using a modified 2 m beam trawl. *Marine Ecology Progress Series* 106: 131-138.
- Kaiser M.J. & B.E. Spencer, 1995. Survival of by-catch from a beam trawl. *Marine Ecology Progress Series* 126: 31-38.
- Kaiser M.J. & B.E. Spencer, 1996. The effects of beam-trawl disturbance on infaunal communities in different habitats. *Journal of Animal Ecology* 65: 348-358.
- Kaiser M.J. & K. Ramsay, 1997. Opportunistic feeding by dabs within areas of trawl disturbance: possible implications for increased survival. *Marine Ecology Progress Series* 152: 307-310.
- Kaiser M.J. & J.W. Horwood, 1997. Damage limitation on the seabed. *New Scientist* 156: 55.
- Kaiser M.J., Ramsay K. & R.N. Hughes, 1998. Can fisheries influence interspecific competition in sympatric populations of hermit crabs? *Journal of Natural History* 32: 521-531.
- Kaiser M.J., Collie J.S., Hall S.J., Jennings S. & I.R. Poiner, 2002. Modification of marine habitats by trawling activities: prognosis and solutions. *Fish and Fisheries* 3: 114-136.
- Kallianiotis A., Sophronidis K., Vidoris P. & A. Tselepides, 2000. Demersal fish and megafaunal assemblages on the Cretan continental shelf and slope (NE Mediterranean): seasonal variation in species density, biomass and diversity. *Progress in Oceanography* 46 (2-4): 429-455.
- Karakassis I. & A. Eleftheriou, 1997. The continental shelf of Crete: structure of macrobenthic communities. *Marine Ecology Progress Series* 160: 185-196.
- Kenchington E.L.R., Prena J., Gilkinson K.D., Gordon Jr. D.C., MacIsaac K., Bourbonnais C., Schwinghamer P.J., Rowell T.W., McKeown D.L. & W.P. Vass, 2001. Effects of experimental otter trawling on the macrofauna of a sandy bottom ecosystem on the Grand Banks of Newfoundland. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58: 1043-1057.
- Kim S.L. & J.S. Oliver, 1989. Swarming benthic crustaceans in the Bering and Chukchi seas and their relation to geographic patterns in gray whale feeding. *Canadian Journal of Zoology* 67: 1531-1542.
- Kontar E.A. & A.V. Sokov, 1997. On the benthic boundary layer's dynamics. *Journal of Marine Systems* 11: 369-385.
- Koulouri P.T., Dounas C.G. & A.S. Eleftheriou, 2003. A new apparatus for the direct measurement of otter trawling effects on the epibenthic and hyperbenthic macrofauna. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 83: 1363-1368.
- Kritzler H. & A. Eidemiller, 1972. A diver-monitored dredge for sampling motile epibenthos. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom* 52: 553-556.
- Labropoulou M. & A. Eleftheriou, 1997. The foraging ecology of two pairs of congeneric demersal fish species: importance of morphological characteristics in prey selection. *Journal of Fish Biology* 50: 324-340.
- Labropoulou M. & A. Machias, 1998. Effect of habitat selection on the dietary patterns of two triglid species. *Marine Ecology Progress Series* 173: 275-288.

- Labropoulou M., Tserpes G. & N. Tsimenides 1998. Age, growth and feeding habits of the Brown Comber *Serranus hepatus* (Linnaeus, 17580 on the Cretan Shelf). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 46: 723-732.
- Labropoulou M. & I. Kostikas, 1999. Patterns of resource use in deep-water decapods. *Marine Ecology Progress Series* 184: 171-182.
- Labropoulou M. & K.N. Papadopoulou-Smith, 1999. Foraging behaviour patterns of four sympatric demersal fishes. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 48 (Supplement A): 99-108.
- Lampitt R.S., 1985. Evidence for the seasonal deposition of detritus to the deep-sea floor and its subsequent resuspension. *Deep-Sea Research* 32(8): 885-897.
- Langton R.W. & P.J. Auster, 1999. Marine Fishery and Habitat interactions: To what extent are fisheries and habitat interdependent? *Fisheries* 24(6): 14-21.
- Lasenby D.C. & R.K. Sherman, 1991. Design and evaluation of a bottom-closing net used to capture mysids and other suprabenthic fauna. *Canadian Journal of Zoology* 69: 783-786.
- León T.M. & M.J. Corrales, 1995. Suprabentos de la playa de Rosas (Gerona, Mediterraneo occidental). *Orsis* 10: 83-90
- Lindeboom H.J. & de Groot S.J., 1998. Impact II. The effects of different types of fisheries on the North Sea and Irish Sea benthic ecosystems. NIOZ-Rapport 1998-1/RIVO-DLO Report, C003/98, 404 pp.
- Lindgarth M., Valentinsson D., Hansson M. & M. Ulmestrand, 2000. Effects of trawling disturbances on temporal and spatial structure of benthic soft-sediment assemblages in Gullmarsfjorden, Sweden. *ICES Journal of Marine Science* 57: 1369-1376.
- Lindley J.A., 1986. Vertical distributions of decapod crustacean larvae and pelagic post-larvae over Great Sole Bank (Celtic Sea) in June 1983. *Marine Biology* 90: 545-549.
- Macer C.T., 1967. A new bottom-plankton sampler. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer* 31(2): 158-163.
- Macquart-Moulin C., 1984. La phase pélagique nocturne et les comportements migratoires des amphipodes benthiques (Méditerranée Nord-Occidentale). *Téthys* 11(2): 171-196.
- Macquart-Moulin C., 1985. Le contrôle des phases pélagiques nocturnes chez les crustacés pélaricides benthiques *Téthys* 11(2): 275-287.
- Macquart-Moulin C., 1991. La phase pelagique nocturne des cumacés. *Journal of Plankton Research* 13(2): 313-337.
- Macquart-Moulin C. & E.R. Maycas, 1995. Inshore and offshore diel migrations in European benthopelagic mysids, genera *Gastrosaccus*, *Anchialina* and *Haplostylus* (Crustacea, Mysidacea). *Journal of Plankton Research* 17(3): 531-555.
- Marquiegui M.A. & J.C. Sorbe, 1999. Influence of near-bottom environmental conditions on the structure of bathyal macrobenthic crustacean assemblages from the Capbreton canyon (Bay of Biscay, NE Atlantic). *Acta Oecologica* 20(4): 353-362.
- Martin B. & B. Christiansen, 1997. Diets and standing stocks of benthopelagic fishes at two bathymetrically different mid-oceanic localities in the northeast Atlantic. *Deep-Sea Research I* 44(4): 541-558.
- Mauchline J., 1980. The biology of mysids and euphausiids. *Advances in Marine Biology* 18: 680pp.
- Mauchline J. & J.D.M. Gordon, 1980. The food and feeding of the deep-sea morid fish *Lepidion eques* (Gunther, 1887) in the Rockall trough. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 60:1053-1059.
- Maycas E.R., Bourdillon A., Macquart-Moulin C. Passelaigue F. & G. Patrity, 1999. Diel variations of the bathymetric distribution of zooplankton groups and biomass in Cap-Ferret Canyon, France. *Deep-Sea Research II* 46: 2081-2099.

- Mayer L. M., Schick D.F., Findlay R.H. & D.L. Rice, 1991. Effects of commercial dragging on sedimentary organic matter. *Marine Environmental Research* 31: 249-261.
- McConnaughey R.A., Mier K.L. & C.B. Dew, 2000. An examination of chronic trawling effects on soft-bottom benthos of the eastern Bering Sea. *ICES Journal of Marine Science* 57: 1377-1388.
- McWilliam P.S., Sale P.F. & D.T. Anderson, 1981. Seasonal changes in resident zooplankton sampled by emergence traps in one tree lagoon, great barrier reef. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 52: 185-203.
- Mees J. & M.B. Jones, 1997. The Hyperbenthos. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 35: 221-255.
- Mensink B.P., Fischer C.V., Cadee G.C., Fonds M., Ten Hallers-Tjabbes C.C. & J.P. Boon, 2000. Shell damage and mortality in the common whelk *Buccinum undatum* caused by beam trawl fishery. *Journal of Sea Research* 43: 53-64.
- Messieh S.N., Rowell T.W., Peer D.L. & P.J. Cranford, 1991. The effects of trawling, dredging and ocean dumping on the eastern Canadian continental shelf seabed. *Continental Shelf Research* 11(8-10): 1237-1263.
- Miskov-Nodland K., Buhl-Mortensen L. & T. Hoisaeter, 1999. Has the fauna in the deeper parts of the Skagerrak changed?: A comparison of the present amphipod fauna with observations from 1933/37. *Sarsia* 84: 137-155.
- Mittelbach G.G., 1981. Foraging efficiency and body size: a study of optimal diet and habitat use by bluegills. *Ecology* 62: 1370-1386.
- Mittelbach G.G., 1984. Predation and resource partitioning in two sunfishes (Centrarchidae). *Ecology* 65: 499-513.
- Moran M.J. & P.C. Stephenson, 2000. Effects of otter trawling on macrobenthos and management of demersal scalefish fisheries on the continental shelf of north-western Australia. *ICES Journal of Marine Science* 57: 510-516.
- NRC 2002. Effects of Trawling and Dredging on Seafloor Habitat. National Research Council, National Academy Press, Washington D.C.
- Ockelmann K.W., 1964. An improved detritus-sledge for collecting meiobenthos. *Ophelia* 1(2): 217-222.
- Omori M., 1969. A bottom-net to collect zooplankton living close to the sea floor. *Journal of the Oceanographical Society of Japan* 25(26): 291-294.
- Omori M., 1978. Zooplankton fisheries of the world: a review. *Marine Biology* 48: 199-205.
- Omori M. & W.M. Hamner, 1982. Patchy distribution of zooplankton: behaviour, population assessment and sampling problems. *Marine Biology* 72: 193-200.
- Oug E., 1977. Faunal distribution close to the sediment of a shallow marine environment. *Sarsia* 63: 115-121.
- Philippart C.J.M., 1998. Long-term impact of bottom fisheries on several by-catch species of demersal fish and benthic invertebrates in the south-eastern North Sea. *ICES Journal of Marine Science* 55: 342-352.
- Piet G.J., Rijnsdorp A.D., Bergman M.J.N., van Santbrink J.W., Craeymeersch J. & J. Buijs, 2000. A quantitative evaluation of the impact of beam trawling on benthic fauna in the southern North Sea. *ICES Journal of Marine Science* 57: 1332-1339.
- Pilskaln C.H., Churchill J.H. & L.M. Mayer, 1998. Resuspension of sediment by bottom trawling in the Gulf of Maine and potential geochemical consequences. *Conservation Biology* 12(6): 1223-1229.
- Pita C., Gamito S. & K. Erzini, 2002. Feeding habits of the gilthead seabream (*Sparus aurata*) from the Ria Formosa (southern Portugal) as compared to the black seabream

- (*Spondyliosoma cantharus*) and the annular seabream (*Diplodus annularis*). *Journal of Applied Ichthyology* 18:81-86.
- Poirier L., Granger D., Weinstein M. & P. Brunel, 1969. Pêches hyperbenthiques et planctoniques quantitatives à l'entrée de la Baie de Chaleurs: protocole et méthodes en 1968. Rapport annuel de la Station de Biologie marine Grande Rivière: 47-57.
- Pranovi F., Raicevich S., Franceschini G., Farrace M.G. & O. Giovanardi, 2000. Rapido trawling in the northern Adriatic Sea: effects on benthic communities in an experimental area. *ICES Journal of Marine Science* 57: 517-524.
- Prena J., Schwinghamer P., Rowell T.W., Gordon Jr D.C., Gilkinson K.D., Vass W.P. & D.L. McKeown, 1999. Experimental otter trawling on a sandy bottom ecosystem of the Grand Banks Of Newfoundland: analysis of trawl bycatch and effects on epifauna. *Marine Ecology Progress Series* 181: 107-124.
- Psarra S., Tselepides A. & L. Ignatiades, 2000. Primary productivity in the oligotrophic Cretan Sea (NE Mediterranean): Seasonal and interannual variability. *Progress in Oceanography* 46 (2-4): 187-204.
- Pyke G.H., 1984. Optimal foraging theory: A critical review. *Annual Review of Ecology and Systematics* 15: 523-575.
- Raffaelli D., Bell E., Weithoff G., Matsumoto A., Cruz-Motta J.J., Kershaw P., Parker R., Parry D. & M. Jones, 2003. The ups and downs of benthic ecology: considerations of scale, heterogeneity and surveillance for benthic-pelagic coupling. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 285-286: 191-203.
- Ragnarsson S.A. & S.A. Steingrímsson, 2003. Spatial distribution of otter trawl effort in Icelandic waters: comparison of measures of effort and implications for benthic community effects of trawling activities. *ICES Journal of Marine Science*: 1-16.
- Ramsay K., Kaiser M.J. & R.N. Hughes, 1996. Changes in hermit crab feeding patterns in response to trawling disturbance. *Marine Ecology Progress Series* 144: 63-72.
- Ramsay K., Kaiser M.J., Moore P.G. & R.N. Hughes, 1997. Consumption of fisheries discards by benthic scavengers: utilization of energy subsidies in different marine habitats. *Journal of Animal Ecology* 66: 884-896.
- Ramsay K., Kaiser M.J. & R.N. Hughes, 1998. Responses of benthic scavengers to fishing disturbance by towed gears in different habitats. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 224: 73-89.
- Ramsay K., Kaiser M. J., Richardson C.A., Veale L.O. & A.R. Brand, 2000. Can shell scars on dog cockles (*Glycymeris glycymeris* L.) be used as an indicator of fishing disturbance? *Journal of Sea Research* 43: 167-176.
- Rice A.L., Aldred R.G., Darlington E. & R.A. Wild, 1982. The quantitative estimation of the deep-sea megabenthos; a new approach to an old problem. *Oceanologica Acta* 5(1): 63-72.
- Rijnsdorp A.D. & P.I. van Leeuwen, 1996. Changes in growth of North Sea plaice since 1950 in relation to density, eutrophication, beam-trawl effort, and temperature. *ICES Journal of Marine Science* 53: 1199-1213.
- Rijnsdorp A.D., Buys A.M., Storbeck F. & E.G. Visser, 1998. Micro-scale distribution of beam trawl effort in the southern North Sea between 1993 and 1996 in relation to the trawling frequency of the sea bed and the impact on benthic organisms. *ICES Journal of Marine Science* 55: 403-419.
- Rose C.S. & E.P. Nunnallee, 1998. A study of changes in groundfish trawl catching efficiency due to differences in operating width, and measures to reduce width variation. *Fisheries Research* 36: 139-147.

- Rothlisberg P.C. & W.G. Pearcy, 1977. An epibenthic sampler used to study the ontogeny of vertical migration of *Pandalus jordani* (Decapoda, Caridea). *Fisheries Bulletin of the United States* 74: 994-997.
- Rowell T.W., Schwinghamer P., Chin-Yee M., Gilkinson K., Gordon Jr D.C., Hartgers E., Hawryluk M., McKeown D.L., Prena J., Reimer D.P., Sonnichsen G., Steeves G., Vass W.P., Vine R. & P. Woo, 1997. Grand Banks otter trawling experiment: III. Sampling equipment, experimental design, and methodology. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 2190, viii+36p.
- Rumohr H., 1999. Soft bottom macrofauna: Collection, treatment, and quality assurance of samples. *Ices Techniques in Marine Environmental Sciences* 27: 1-19.
- Rumohr H. & T. Kujawski, 2000. The impact of trawl fishery on the epifauna of the southern North Sea. *ICES Journal of Marine Science* 57: 1389-1394.
- Russell F.S., 1928. A net for catching plankton near the bottom. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 15 (1): 105-108.
- Sainte-Marie B. & P. Brunel, 1985. Suprabenthic gradients of swimming activity by cold-water gammaridean amphipod Crustacea over a muddy shelf in the Gulf of Saint Lawrence. *Marine Ecology Progress Series* 23: 57-69.
- Salemaa H., Vuorinen I. & P. Vaelipakka, 1990. The distribution and abundance of *Mysis* populations in the Baltic Sea. *Annales Zoologici Fennici* 27: 253-257.
- San Vicente C. & J.C. Sorbe, 1993. Biologie du mysidacé suprabenthique *Schistomysis parkeri* Norman, 1892 dans la zone sud du Golfe de Gascogne (Plage d' Hendaye). *Crustaceana* 65: 222-252.
- San Vicente C. & J.C. Sorbe, 1995. Biology of the suprabenthic mysid *Schistomysis spiritus* (Norman, 1860) in the southeastern part of the Bay of Biscay. *Scientia Marina* 59 (supplement 1): 71-86.
- San Vicente C., Ramos A., Jimeno A. & J.C. Sorbe, 1997. Suprabenthic assemblages from South Shetland islands and Bransfield Strait (Antarctica): preliminary observations on faunistical composition, bathymetric and near-bottom distribution. *Polar Biology* 18: 415-422.
- San Vicente C. & J.C. Sorbe, 1999. Spatio-temporal structure of the suprabenthic community from Creixell beach (western Mediterranean). *Acta Oecologica* 20(4): 377-389.
- Sanchez P., Demestre M., Ramon M. & M.J. Kaiser, 2000. The impact of otter trawling on mud communities in the northwestern Mediterranean. *ICES Journal of Marine Science* 57: 1352-1358.
- Schnack D., 1978. Comments on sampling tests made with Beyer's epibenthic closing net. *Kieler Meeresforschungen* 26: 11-14.
- Schratzberger M., Dinmore T.A. & S. Jennings, 2002. Impacts of trawling on the diversity, biomass and structure of meiofauna assemblages. *Marine Biology* 140: 83-93.
- Schwinghamer P., Gordon D.C.J., Rowell T.W., Prena J., McKeown D.L., Sonnichsen G. & J.Y. Guigne, 1998. Effects of experimental otter trawling on surficial sediment properties of a sandy-bottom ecosystem on the Grand Banks of Newfoundland. *Conservation Biology* 12(6): 1215-1222.
- Sentz-Braconnot F., 1967. Sur un filet permettant la récolte des animaux semi-planctoniques des herbiers de posidonies. *Vie et Milieu* 18: 453-455.
- Serrano A., Velasco F. & I. Olaso, 2003. Polychaete annelids in the diet of demersal fish from the southern shelf of the Bay of Biscay. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 83: 619-623.
- Shand C.W. & Priestley R., 1999. A towed sledge for benthic surveys. Fisheries Research Services, Scottish Fisheries Information Pamphlet, no. 22, 8 pp.

- Smith C.R., Austen M.C., Boucher G., Heip C., Hutchings A., King G.M., Koike I., Lambshead P.J.D. & P. Snelgrove, 2000. Global change and biodiversity linkages across the sediment-water interface. *Bioscience* 50(12): 1108-1120.
- Smith P.E., Counts R.C. & R.I. Clutter, 1968. Changes in filtering efficiency of plankton nets due to clogging under tow. *Journal de Conseil International pour l'Exploration de la Mer* 32(2): 232-248.
- Snelgrove P.V.R., Austen M.C., Boucher G., Heip C., Hutchings P.A., King G.M., Koike I., Lambshead P.J.D. & C.R. Smith, 2000. Linking biodiversity above and below the marine sediment-water interface. *Bioscience* 50(12): 1076-1088.
- Sorbe J.C., 1981. Rôle du benthos dans le régime alimentaire des poissons démersaux du secteur Sud Gascogne (Role of benthos in the diet of demersal fishes from South Gascogne area). *Kieler Meeresforschungen sonderheft* 5: 479-489.
- Sorbe J.C., 1983. Description d'un traîneau destiné à l'échantillonnage quantitatif étagé de la faune suprabenthique néritique. *Annales de l'Institut Océanographique, Paris* 59 (2): 117-126.
- Sorbe J.C., 1989. Structural evolution of two suprabenthic soft-bottom communities of the South Gascogne continental shelf. *Scientia Marina* 53(2-3): 335-342.
- Sorbe J.C., 1991. Biología del misidáceo suprabentónico *Schistomysis ornata* (Sars, 1864) en la plataforma continental aquitana (Suroeste de Francia). *Actas del V Simposio Ibérico de Estudios del Bentos Marino* 1: 273-298.
- Sorbe J. C., 1999. Deep-sea macrofaunal assemblages within the benthic boundary layer of the Cap-Ferret Canyon (Bay of Biscay, NE Atlantic). *Deep-Sea Research II* 46: 2309-2329.
- Stewart-Oaten A., Murdoch W. & K. Parker, 1986. Environmental impact assessment: "Pseudoreplication" in time? *Ecology* 67: 929-940.
- Strauss R.E., 1979. Reliability estimates for Ivlev's electivity index, the forage ratio, and a proposed linear index of food selection. *Transactions of the American Fisheries Society* 108: 344-352.
- Stretch J.J., 1985. Quantitative sampling of demersal zooplankton: reentry and airlift dredge sample comparisons. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 91: 125-136.
- Thouzeau G. & R.D. Vine, 1991. L'échantillonnage du mégabenthos en zone hauturière: technique développée sur le Georges Bank (Atlantique Nord-ouest). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris* 312 (SERIE III): 607-613.
- Thouzeau G., Robert G. & R. Ugarte, 1991. Faunal assemblages of benthic megainvertebrates inhabiting sea scallop grounds from eastern Georges Bank, in relation to environmental factors. *Marine Ecology Progress Series* 74: 61-82.
- Thrush S. F., Hewitt J. E., Cummings V.J., Dayton P.K., Cryer M., Turner S.J., Funnell G.A., Budd R.G., Milburn C.J. & M.R. Wilkinson, 1998. Disturbance of the marine benthic habitat by commercial fishing: impacts at the scale of the fishery. *Ecological Applications* 8 (3): 866-879.
- Townsend D. W., Mayer L. M., Dortch Q. & W. Spinrad, 1992. Vertical structure and biological activity in the bottom nepheloid layer of the Gulf of Maine. *Continental Shelf Research* 12 (2/3): 367-387.
- Tselepidis A. & A. Eleftheriou, 1992. South Aegean (Eastern Mediterranean) continental slope benthos: Macroinfaunal-Environmental relationships. In: *Deep-Sea Food Chains and the Global Carbon Cycle*, G. T. Rowe and V. Pariente (eds), Kluwer Academic Publications, Dordrecht, 139-156.

- Tselepides A., Papadopoulou K.N., Podaras D., Plaiti W. and D. Koutsoubas, 2000. Macrobenthic community structure over the continental margin of Crete (South Aegean Sea, NE Mediterranean). *Progress in Oceanography* 46 (2-4): 401-428.
- Tuck I.D., Hall S.J., Robertson M.R., Armstrong E. & D.J. Basford, 1998. Effects of physical trawling disturbance in a previously unfished sheltered Scottish sea loch. *Marine Ecology Progress Series* 162: 227-242.
- Turley C., 2000. Bacteria in the cold deep-sea benthic boundary layer and sediment-water interface of the NE Atlantic. *FEMS Microbiology Ecology* 33: 89-99.
- Turnbull C.T. & R.A. Watson, 1992. Sledges for daytime sampling of juvenile penaeid shrimp. *Fisheries Research* 14: 31-40.
- Vallet C. & J.C. Dauvin, 1995. Qualitative and quantitative composition of the suprabenthic amphipods from the English Channel. *Polish Archives of Hydrobiology* 42 (4): 461-481.
- Vallet C. & J. Dauvin, 1998. Composition and diversity of the benthic boundary layer macrofauna from the English Channel. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom* 78(2): 387-409.
- Vallet C. & J.C. Dauvin, 1999. Seasonal changes of macrozooplankton and benthic boundary layer macrofauna from the Bay of Saint-Brieuc (Western English Channel). *Journal of Plankton Research* 21(1): 35-49.
- Vallet C. & J.C. Dauvin, 2001. Biomass changes and benthic-pelagic transfers throughout the benthic boundary layer in the English Channel. *Journal of Plankton Research* 23(9): 903-922.
- Vereshchaka A.L., 1995. Macroplankton in the near-bottom layer of continental slopes and seamounts. *Deep-Sea Research I* 42(9): 1639-1668.
- Villanueva R. & A. Guerra, 1991. Food and prey detection in two deep-sea cephalopods: *Opisthoteuthis agassizi* and *O. vossi* (Octopoda:Cirrata). *Bulletin of Marine Science* 49(1-2): 288-299.
- Wainright S.C., 1990. Sediment-to-water fluxes of particulate material and microbes by resuspension and their contribution to the planktonic food web. *Marine Ecology Progress Series* 62: 271-281.
- Walker P.A. & H.J.L. Heessen, 1996. Long-term changes in ray populations in the North Sea. *ICES Journal of Marine Science* 53: 1085-1093.
- Wang Z. & J.C. Dauvin, 1994. The suprabenthic crustacean fauna of the infralittoral fine sand community from the Bay of Seine (Eastern English Channel): composition, swimming activity and diurnal variation. *Cahiers de Biologie Marine* 35: 135-155.
- Wang Z., Dauvin J.C. & E. Thiebaut, 1994. Preliminary data on the near-bottom meso- and macrozooplanktonic fauna from the eastern Bay of Seine: faunistic composition, vertical distribution and density variation. *Cahiers de Biologie Marine* 35: 157-176.
- Watling L. & E.A. Norse, 1998. Disturbance of the seabed by mobile fishing gear: a comparison to forest clearcutting. *Conservation Biology* 12(6): 1180-1197.
- Watling L., Findlay R.H., Mayer L.M. & D.F. Schick, 2001. Impact of a scallop drag on the sediment chemistry, microbiota, and faunal assemblages of a shallow subtidal marine benthic community. *Journal of Sea Research* 46: 309-324.
- Webb P. & T.H. Wooldridge, 1990. Diel horizontal migration of *Mesopodopsis slabberi* (Crustacea: Mysidacea) in Algoa Bay, southern Africa. *Marine Ecology Progress Series* 62: 73-77.
- Werner E.E. & G.G. Mittelbach, 1981. Optimal foraging: Field tests of diet choice and habitat switching. *American Zoology* 21: 813-829.
- Werner E.E., Gilliam J.F., Hall D.J. & G.G. Mittelbach, 1983a. An experimental test of the effects of predation risk on habitat use in fish. *Ecology* 64: 1540-1548.

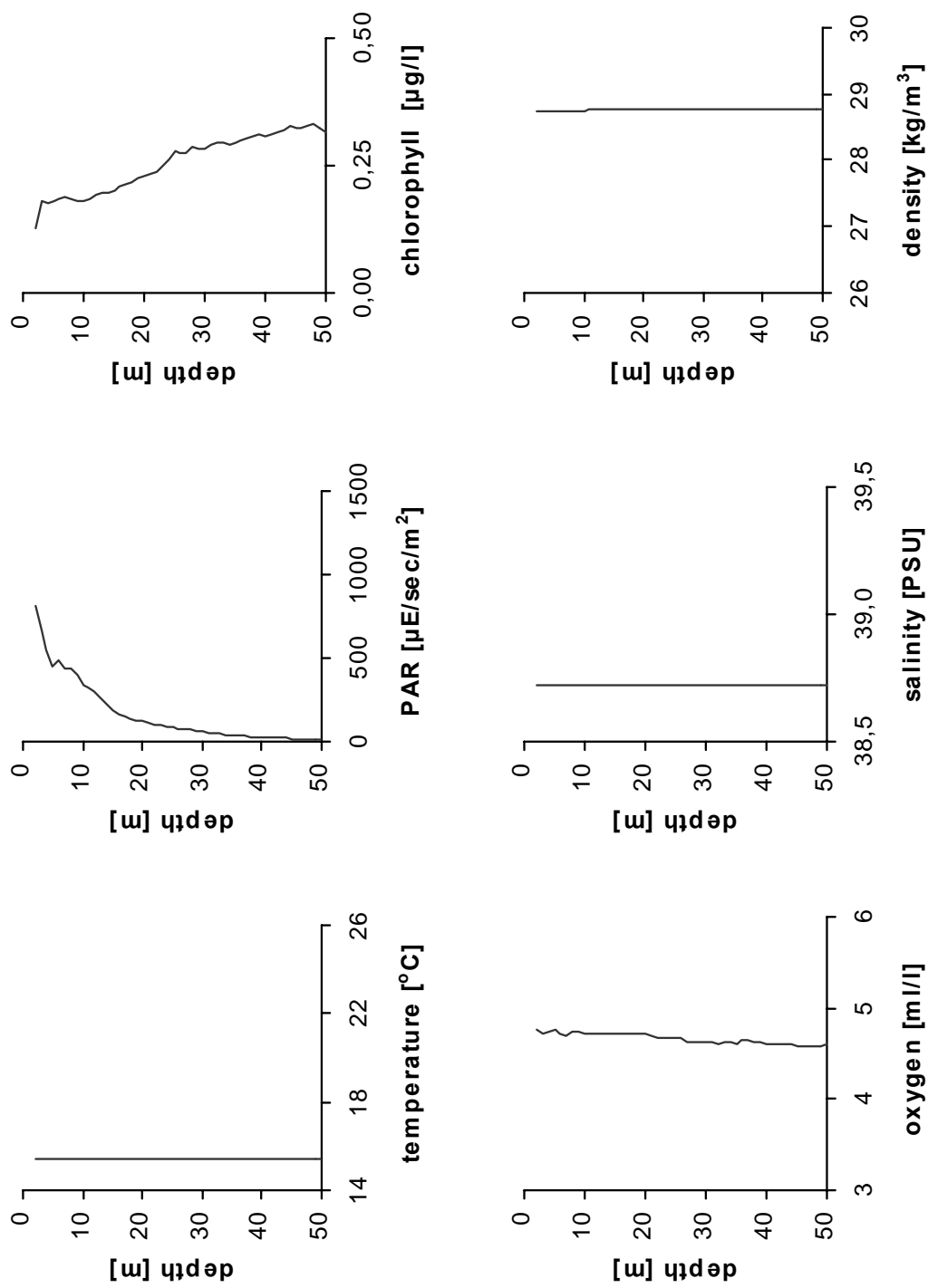
- Werner E.E., Mittelbach G.G., Hall D.J. & J.F. Gilliam, 1983b. Experimental tests of optimal habitat use in fish: the role of relative habitat profitability. *Ecology* 64: 1525-1539.
- Wickstead J., 1953. A new apparatus for the collection of bottom plankton. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom* 32: 347-355.
- Wiebe P.H., Morton A.W., Bradley A.M., Backus R.H., Craddock J.E., Barber V., Cowles T.J. & G.R. Flierl, 1985. New developments in the MOCNESS, an apparatus for sampling zooplankton and micronekton. *Marine Biology* 87: 313-323.
- Wildish D.J., Wilson A.J. & B. Frost, 1992. Benthic boundary layer macrofauna of Browns Bank, Northwest Atlantic, as potential prey of juvenile benthic fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 49: 91-98.
- Wishner K.F., 1980a. Aspects of the community ecology of deep-sea, benthopelagic plankton, with special attention to Gymnopleid copepods. *Marine Biology* 60: 179-187.
- Wishner K. F., 1980b. The biomass of the deep-sea benthopelagic plankton. *Deep-Sea Research* 27A: 203-216.
- Wishner K.F. & C.J. Meise-Munns, 1984. *In situ* grazing rates of deep-sea benthic boundary layer zooplankton. *Marine Biology* 84: 65-74.
- Witbaard R. & R. Klein, 1994. Long-term trends on the effects of the southern North Sea beamtrawl fishery on the bivalve mollusc *Arctica islandica* L. (Mollusca, bivalvia). *ICES Journal of Marine Science* 51: 99-105.
- Wittmann K.J., 1977. Modification of association and swarming in North Adriatic Mysidacea in relation to habitat and interacting species. In: *Biology of Benthic Organisms*, B.F. Keegan, P.O. Ceidigh & P.J.S. Boaden (eds), Pergamon press, New York, 605-612.
- Wooldridge T.H., 1989. The spatial and temporal distribution of mysid shrimps and phytoplankton accumulations in a high energy surfzone. *Vie et Milieu* 39 (3/4): 127-133.
- Youngbluth M.J., 1982. Sampling demersal zooplankton: a comparison of field collections using three different emergence traps. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 61: 111-124.
- Zar J.H., 1998. *Biostatistical Analysis*. 4th edition, Prentice Hall, 929pp.
- Zouhiri S. & J.C. Dauvin, 1996. Diel changes of the benthic boundary layer macrofauna over coarse sand sediment in the western English Channel. *Oceanologica Acta* 19(2): 141-153.
- Λαμπροπούλου Μ., 1995. Οικολογία διατροφής βενθικών ψαριών στον Κόλπο του Ηρακλείου. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Κρήτης, 233pp.
- Στεφανίδου Δ.Κ., 1996. Συμβολή στη μελέτη των βενθικών αμφιπόδων ισοπόδων, ταναϊδωδών και κουμωδών (Peracarida, Crustacea) της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας του Βορείου Αιγαίου. Διδακτορική διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 544pp.
- Χατζάκης Α.Κ., 1982. Τα μυσιδώδη καρκινοειδή των Ελληνικών θαλασσών (μορφοταξονομία, οικογεωγραφία, βιονομία). Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Αθηνών, 208pp.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

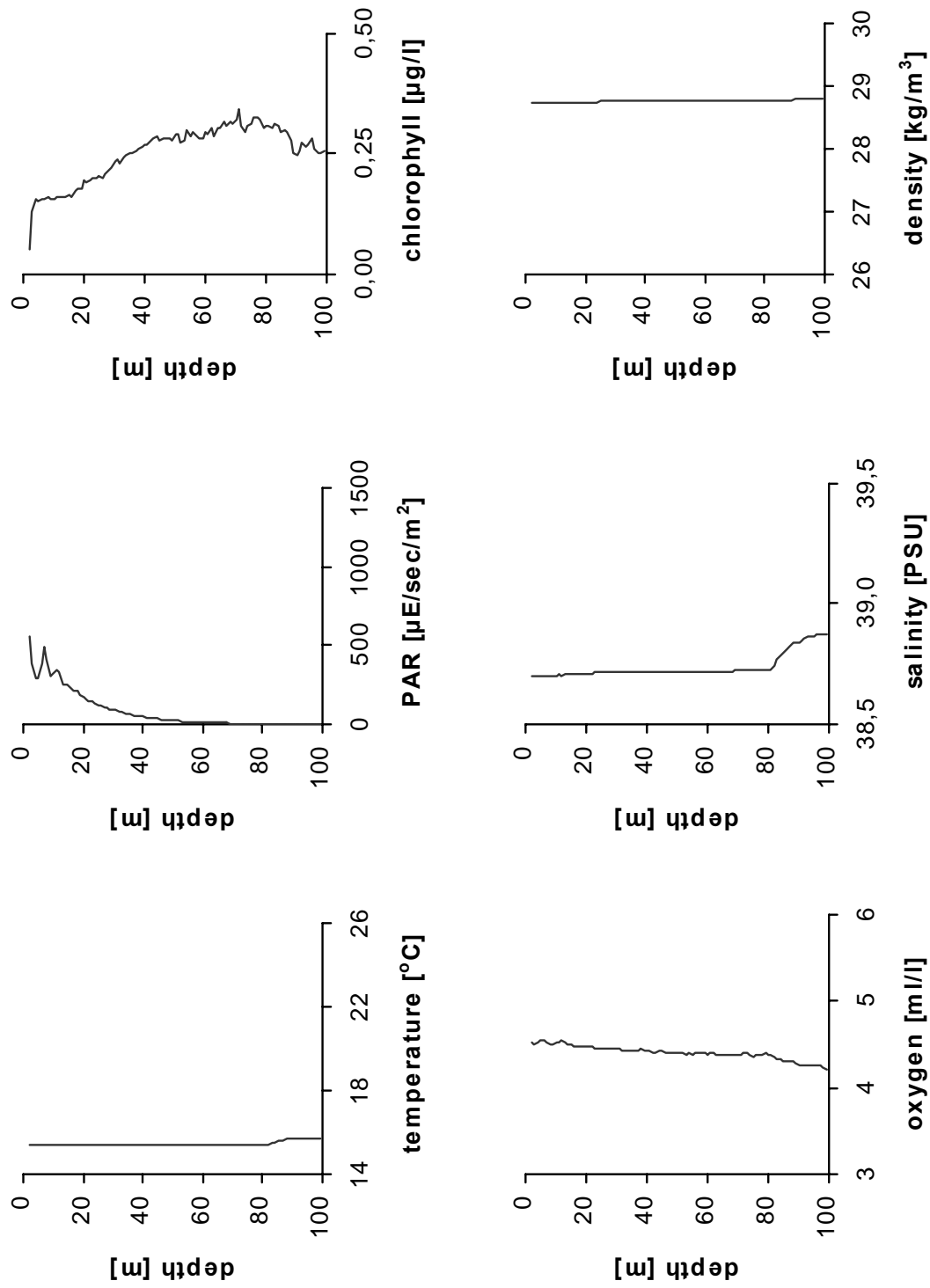
Όροι που χρησιμοποιούνται σχετικά με το υπερβένθος (σύμφωνα με τους Mees & Jones 1997).

Όρος	Σχόλια	Αναφορές
Βένθος	Οργανισμοί που ζουν στο ίζημα του πυθμένα και εξαρτώνται άμεσα από αυτόν	
Πλαγκτόν	Οργανισμοί που ζουν στη στήλη του νερού και η κίνηση τους εξαρτάται κυρίως από την κίνηση της υδάτινης μάζας	
Μακροζωοπλαγκτόν	Πλαγκτονικοί οργανισμοί (>1000-2000μ)	Wang & Dauvin 1994, Wang et al. 1994
Μεσοζωοπλαγκτόν	Πλαγκτονικοί οργανισμοί (55-63-200 έως 1000-2000μ)	Wang & Dauvin 1994, Wang et al. 1994
Μικρονηκτόν	Μεγάλης κινητικότητας πελαγικοί οργανισμοί μικρού μεγέθους (υπερβενθικοί και κυρίως μυσιδώδη)	Wiebe et al. 1985, Andersen & Sardou 1992
Βενθικό Διαχωριστικό Στρώμα (Benthic Boundary Layer, BBL)	Διαχωριστική επιφάνεια νερού-ιζήματος, η κολώνα του νερού πάνω από την επιφάνεια του πυθμένα	McCave 1976
Βενθοπελαγικό πλαγκτόν	Υπερβενθική πανίδα (βαθιά νερά) μικρού μεγέθους που σχετίζεται με την οριακή ζώνη του βένθους	Wishner 1980a,b
Μακροπανίδα βενθικού διαχωριστικού στρώματος (BBL macrofauna)	Υπερβενθική πανίδα (βαθιά νερά) μεγάλου μεγέθους που σχετίζεται με την οριακή ζώνη του βένθους	Wildish et al. 1992, Dauvin et al. 1995, 2000
Ενδοπανίδα	Οργανισμοί που ζουν μέσα στο ίζημα του πυθμένα	
Ενδοβένθος	Βενθικοί οργανισμοί που ζουν μέσα στο ίζημα του πυθμένα	
Επιβένθος	Βενθικοί οργανισμοί που ζουν στην επιφάνεια του ιζήματος	
Ενδοπέλος	Οργανισμοί που ζουν σε λασπώδες ίζημα	Remane 1940
Επιπέλος	Οργανισμοί που ζουν στην επιφάνεια του λασπώδους ιζήματος	Remane 1940
Μακροβένθος	Μεγάλη βενθική πανίδα (500-1000μ)	
Μειοβένθος	Μεσαία βενθική πανίδα (32-45-63 έως 500-1000μ)	
Μικροβένθος	Μικρή βενθική πανίδα (<32-45-63μ)	
Υπερβένθος	*Ορισμός	Beyer 1958
Υπερπέλος	Υπερβένθος λασπώδους ιζήματος	Beyer 1958
Suprabenthos	Συνώνυμο του υπερβένθους	Brunel et al. 1978, Kaartvedt 1989, Sorbe 1989, Chevrier et al. 1991, Dauvin et al. 1994, Dauvin & Zouhiri 1996, Brandt 1997, Cunha et al. 1997a,b, Salemaa et al. 1990
Νηκτοβένθος	Μεγάλης κινητικότητας υπερβενθικοί οργανισμοί (κυρίως μυσιδώδη). Συνώνυμο του υπερβένθους	
Υποπλαγκτόν	Οργανισμοί (κυρίως μυσιδώδη) που ζουν σε ένα μέτρο από την επιφάνεια του πυθμένα. Συνώνυμο του υπερβένθους	Fager et al. 1966
Βενθοπελαγικό ζωοπλαγκτόν (resident, swarming, benthopelagic)	Υπερβενθική πανίδα των τροπικών περιοχών	Emery 1968, Alldredge & King 1980, McWilliam et al. 1981, Youngbluth 1982, Stretch 1985, Carleton & Hamner 1989, Alldredge & King 1985, Kim & Oliver 1989
Πλαγκτόν του πυθμένα (bottom plankton)	Συνώνυμο του υπερβένθους	
Ζωοπλαγκτόν εγγύς του πυθμένος (near bottom zooplankton)	Συνώνυμο του υπερβένθους (μακρο- και μεσο-ζωοπλαγκτόν)	Wang & Dauvin 1994, Wang et al. 1994
«Μόνιμο» υπερβένθος	Μυσιδώδη, κουμόδη, δεκάποδα, αμφίποδα, ισόποδα, παντόποδα	Wang & Dauvin 1994, Wang et al. 1994
Ημιπλαγκτόν	Συνώνυμο του υπερβένθους	Sentz-Braconnot 1967
Τυχοβένθος	Τυχαία μέλη του υπερβένθους	Beyer 1958
Οικοβένθος	Όχι τυχαία μέλη του υπερβένθους	Beyer 1958
Ολουπερβένθος	Οργανισμοί που ζουν διάφορες περιόδους της ενήλικης ζωής τους ως υπερβένθος	Hamerlynck & Mees 1991
Μερουπερβένθος	Οργανισμοί που ζουν μέρος της πρώιμης ζωής τους ως υπερβένθος	Hamerlynck & Mees 1991
Μετανάστες (immigrants)	Προσωρινοί επισκέπτες της υπερβενθικής ζώνης	
Μακρουπερβένθος	Μεγάλη υπερβενθική πανίδα (500-1000μ)	Mees & Jones 1997
Μειουπερβένθος	Μεσαία υπερβενθική πανίδα (32-45-63 έως 500-1000μ)	Mees & Jones 1997
Μικρουπερβένθος	Μικρή υπερβενθική πανίδα (<32-45-63μ)	Mees & Jones 1997

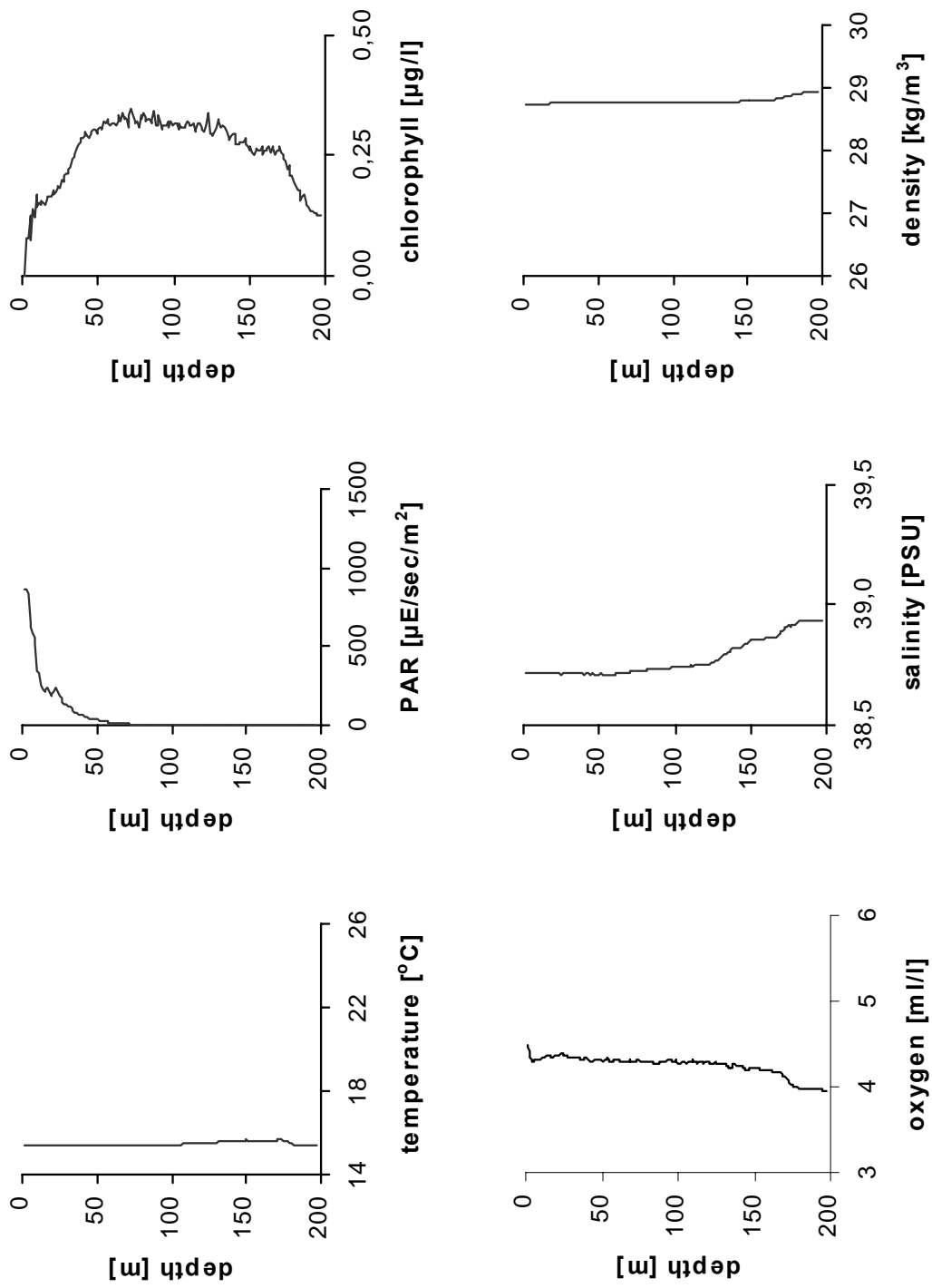
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ



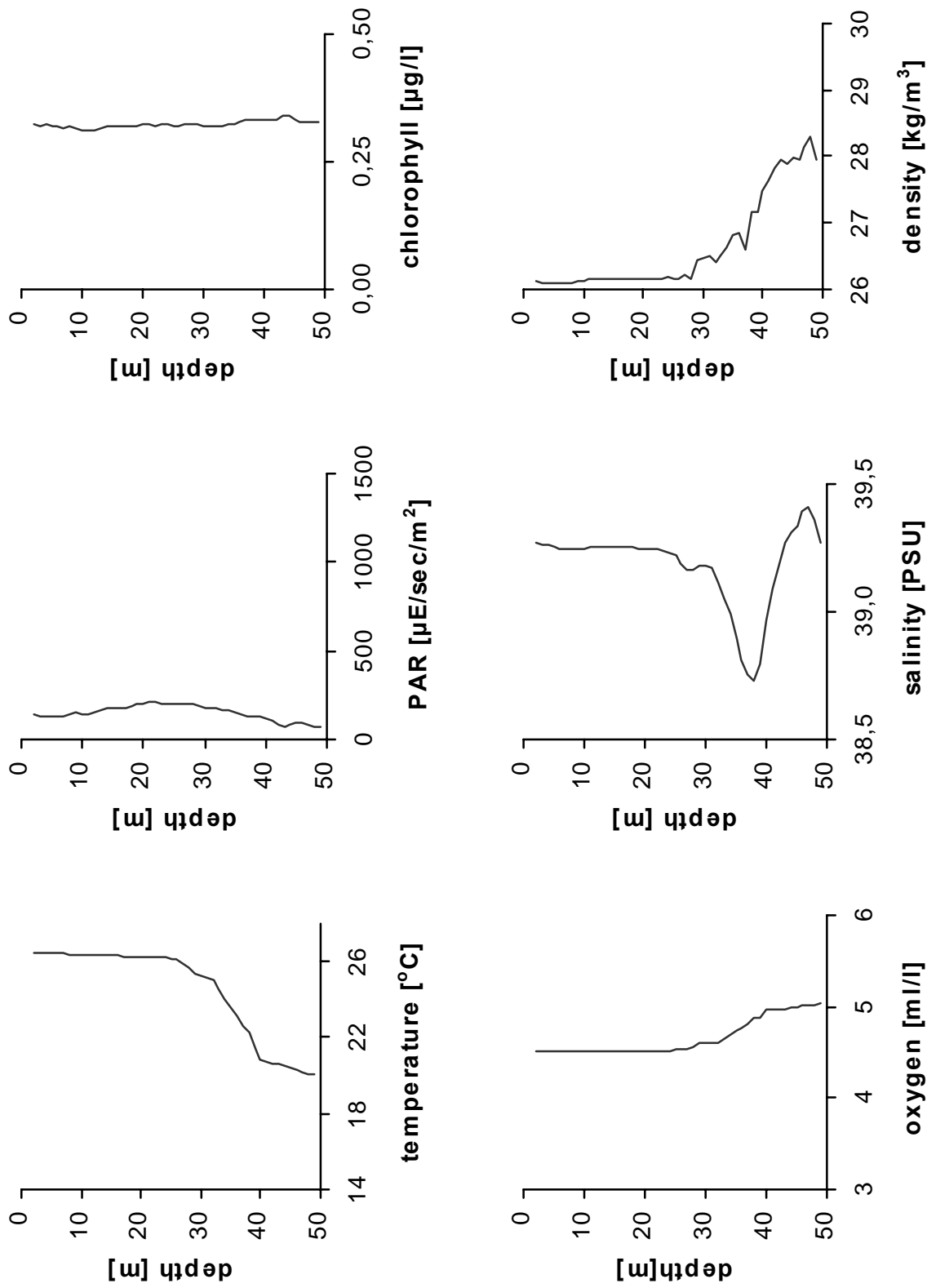
Εικόνα 1. Μετρήσεις CTD κατά την χειμερινή δειγματοληπτική περίοδο (Μάρτιος 2001) στο σταθμό των 50 m.



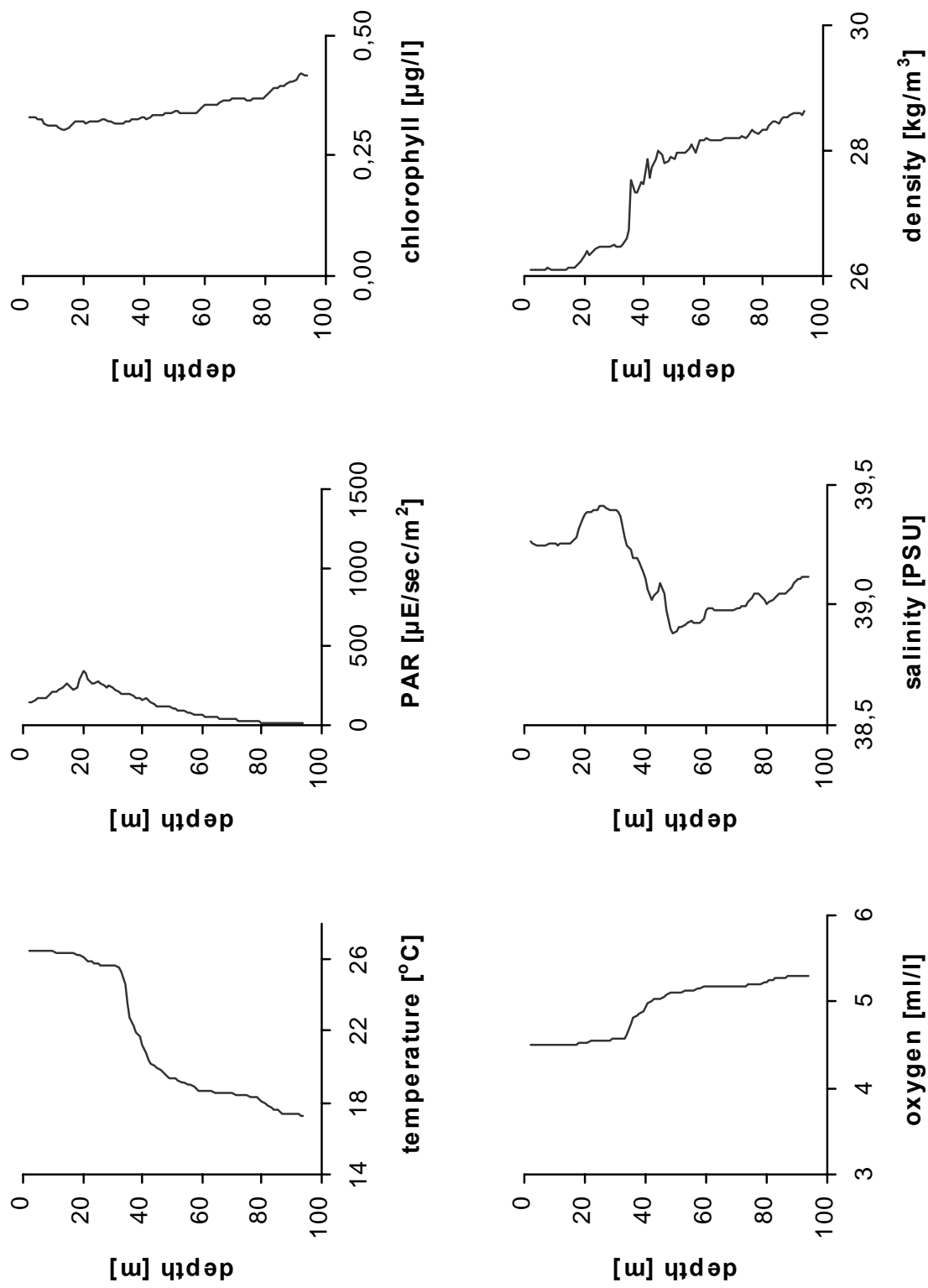
Εικόνα 2. Μετρήσεις CTD κατά την χειμερινή δειγματοληπτική περίοδο (Μάρτιος 2001) στο σταθμό των 100 m.



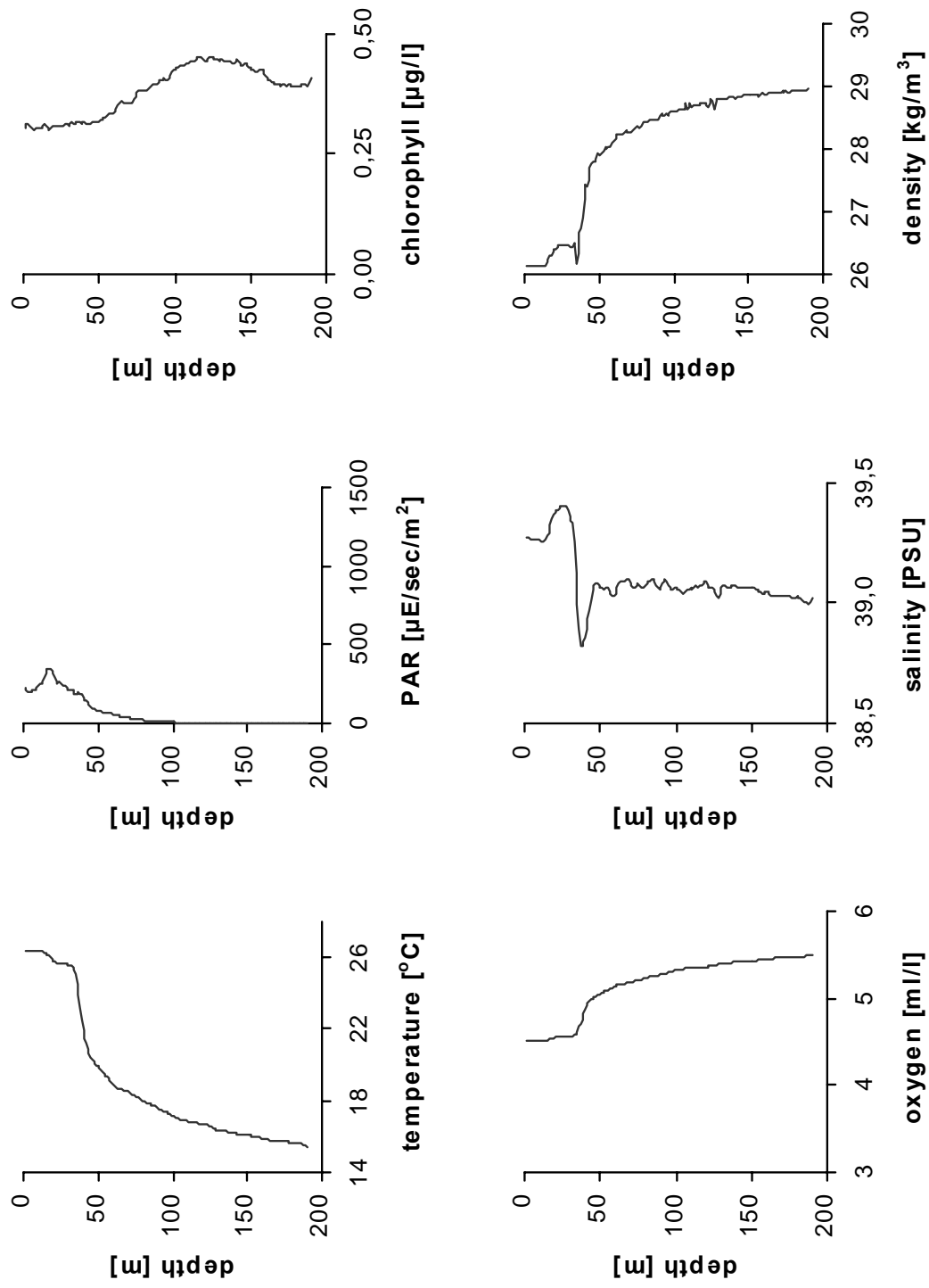
Εικόνα 3. Μετρήσεις CTD κατά την χειμερινή δειγματοληπτική περίοδο (Μάρτιος 2001) στο σταθμό των 200 m.



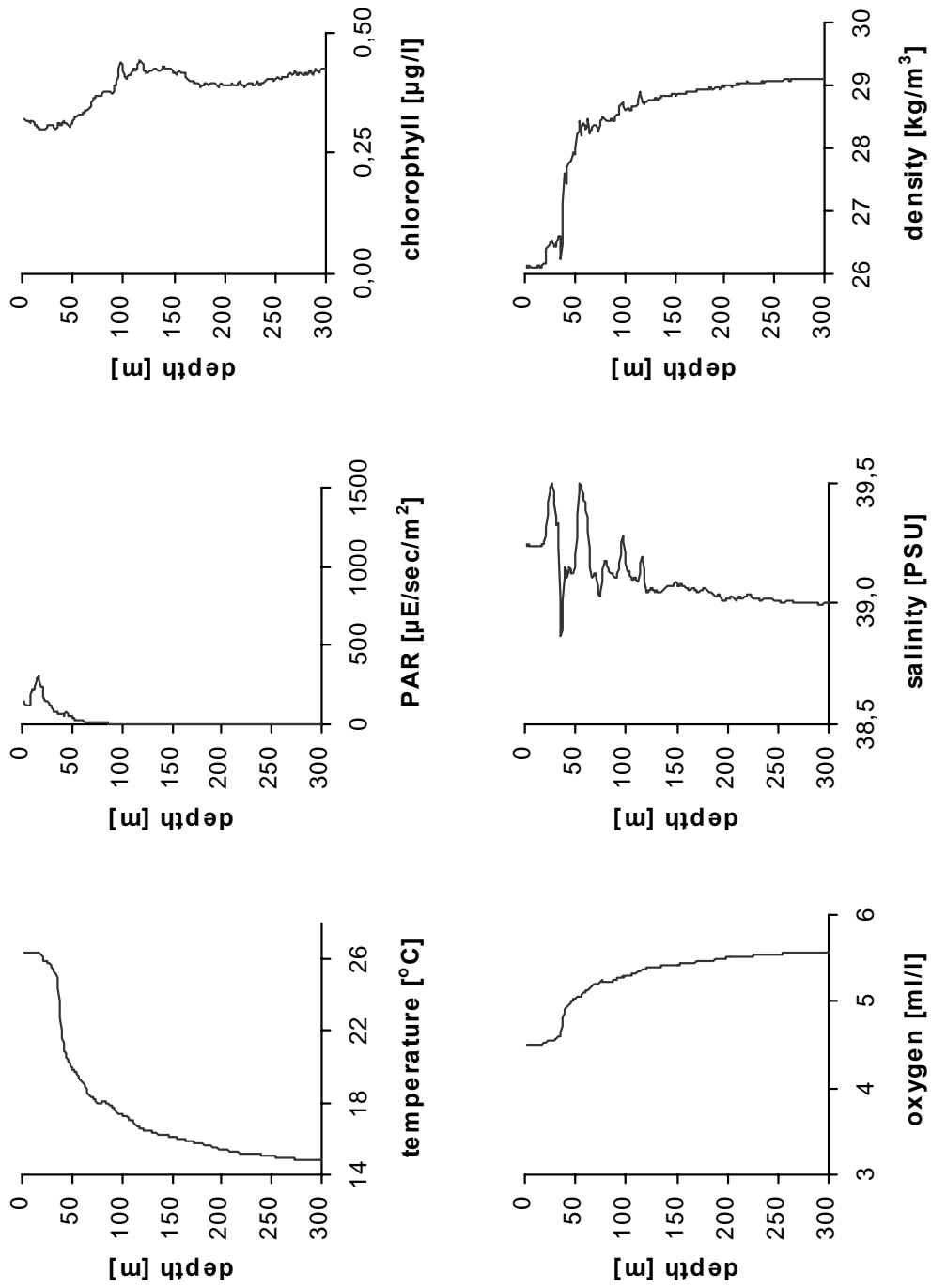
Εικόνα 4. Μετρήσεις CTD κατά την καλοκαιρινή δειγματοληπτική περίοδο (Σεπτέμβριος 2001) στο σταθμό των 50 m.



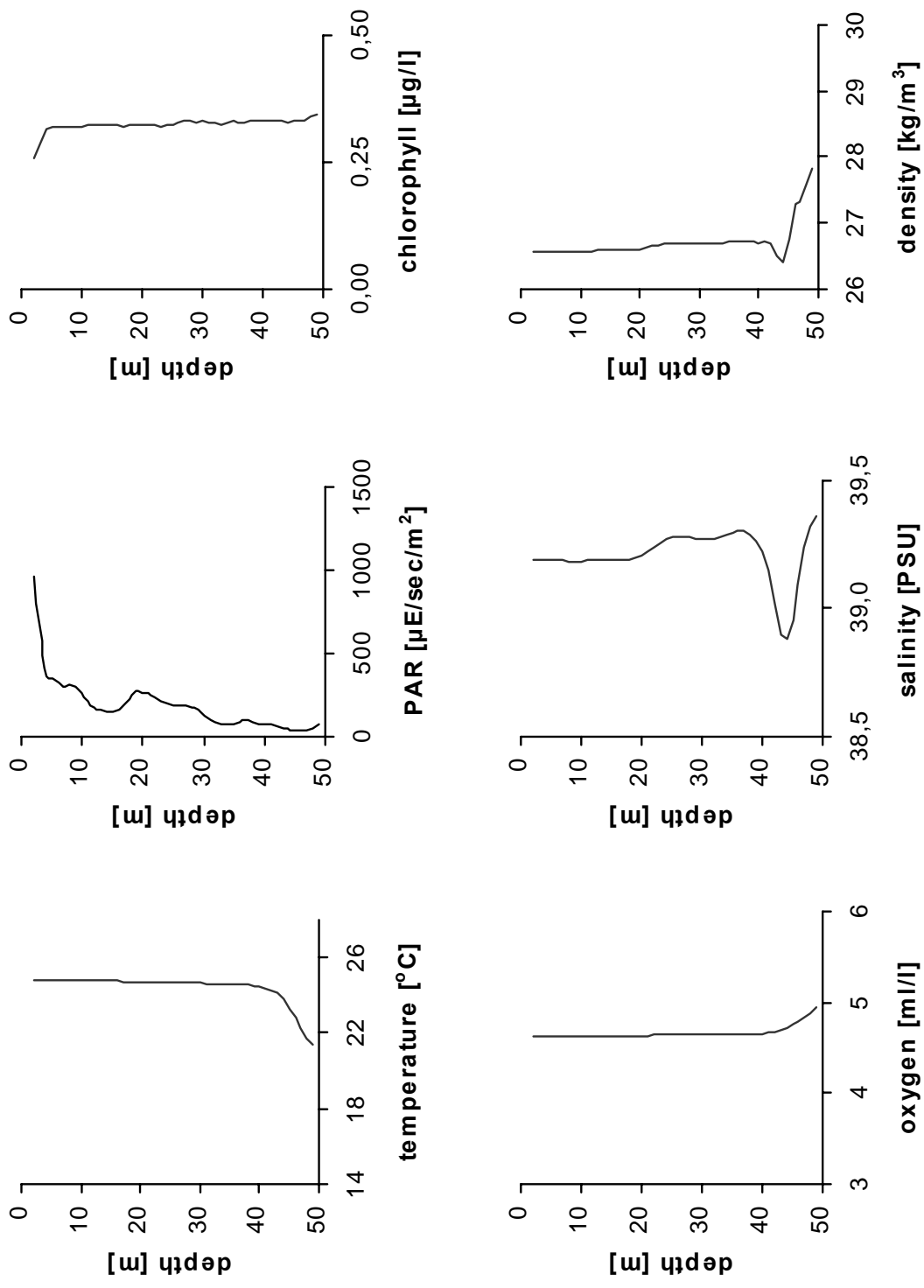
Εικόνα 5. Μετρήσεις CTD κατά την καλοκαιρινή δειγματοληπτική περίοδο (Σεπτέμβριος 2001) στο σταθμό των 100 m.



Εικόνα 6. Μετρήσεις CTD κατά την καλοκαιρινή δειγματοληπτική περίοδο (Σεπτέμβριος 2001) στο σταθμό των 200 m.



Εικόνα 7. Μετρήσεις CTD κατά την καλοκαιρινή δειγματοληπτική περίοδο (Σεπτέμβριος 2001) στο σταθμό των 300 m.



Εικόνα 8. Μετρήσεις CTD μετά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου (Οκτώβριος 2001) στο σταθμό των 50 m.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Λίστα ειδών των Μαλακοστράκων Καρκινοειδών που προσδιορίστηκαν στα πλαίσια της συγκεκριμένης μελέτης

Κλάση CRUSTACEA

Υπόκλαση MALACOSTRACA

Τάξη STOMATOPODA

Squilla mantis (Linnaeus, 1758)

Τάξη DECAPODA

Alpheus glaber (Olivi, 1792)

Anapagurus bicorniger A. Milne-Edwards & Bouvier, 1892

Anapagurus breviaculeatus Fenizia, 1937

Athanas amazone Holthuis, 1951

Calianassa subterranea (Montagu, 1808)

Chlorotocus crassicornis (Costa, 1871)

Dardanus arrosor (Herbst, 1796)

Ebalia crancii Leach, 1817

Ebalia deshayesi Lucas, 1846

Ebalia nux A. Milne-Edwards, 1883

Ethusa mascarone (Herbst, 1785)

Eualus occultus (Lebour, 1936)

Eurynome aspera (Pennant, 1777)

Galathea machadoi Barrois, 1888

Goneplax rhomboides (Linnaeus, 1758)

Heterocrypta maltzami Miers, 1881

Inachus parvirostris (Risso, 1816)

Latreillia elegans Roux, 1830

Liocarcinus maculatus (Risso, 1827)

Lucifer typus H. Milne-Edwards, 1837

Maja goletziana d'Oliveira, 1888

Medorippe lanata (Linnaeus, 1767)

Monodaeus couchi (Couch, 1851)

Munida iris rutllanti Zariquiey-Alvarez, 1952

Palicus caronii (Roux, 1830)

Parapenaeus longirostris (Lucas, 1846)

Parthenope massena (Roux, 1830)

Parthenope sp.

Periclimenes sp.

Philocheras bispinosus (Hailstone, 1835)

Planes minutus (Linnaeus, 1758)

Plesionika heterocarpus (Costa, 1871)

Pontocaris cataphracta (Olivi, 1792)

Processa canaliculata Leach, 1815

Processa nouveli nouveli Al-Adhub & Williamson, 1975

Upogebia tipica (Nardo, 1868)

Τάξη MYSIDACEA

Anchialina agilis (G.O. Sars, 1877)

Anchialina oculata Hoenigman, 1960

Boreomysis sp.

Erythroops cf. *peterdorhni* Basescu & Schiecke, 1974

Συνέχεια

Haplostylus basescui Hatzakis, 1977
Haplostylus lobatus (Nouvel, 1951)
Haplostylus normani G.O. Sars, 1877
Hypererythrops sp.
Leptomysis gracilis (G.O. Sars, 1864)
Leptomysis megalops Zimmer, 1915
Lophogaster typicus M. Sars, 1857
Mysideis parva Zimmer, 1915
Mysidopsis gibbosa G.O. Sars, 1864
Paraleptomysis apiops (G.O. Sars, 1877)
Parerythrops paucispinosa Nouvel & Lagardère, 1976
Siriella clausi G.O. Sars, 1877
Siriella norvegica G.O. Sars, 1869

Τάξη CUMACEA

Bodotria arenosa Goodsir, 1843
Campylaspis glabra Sars, 1878
Campylaspis rostrata Calman, 1905
Campylaspis sulcata Sars, 1870
Cumella limicola Sars, 1879
Diastylis rugosa Sars, 1865
Diastylodes bacescoi Fage, 1940
Diastylodes serratus (Sars, 1865)
Eudorella truncatula (Bate, 1856)
Iphinoe rhodaniensis Ledoyer, 1965
Leucon affinis Fage, 1951
Leucon siphonatus Calman, 1905
Pseudocuma simile Sars, 1900
Vemakylindrus doryphora (Fage, 1940)

Τάξη TANAIDACEA

Apseudes sp.
Leptochelia sp.
Tanais sp.

Τάξη ISOPODA

Cirolana sp.
Cymodoce sp.
Desmosomatidae sp. 1
Desmosomatidae sp. 2
Desmosomatidae sp. 3
Desmosomatidae sp. 4
Eurydice sp. 1
Eurydice sp. 2
Gnathia oxyuraea (Lilljeborg, 1855)
Gnathia venusta Monod, 1925
Limnoria sp.
Paranthura sp.
Synisoma capito (Rathke, 1837)

Συνέχεια

Τάξη AMPHIPODA

- Ampelisca jaffaensis* Bellan-Santini & Kaim-Malka, 1977
Ampelisca multispinosa Bellan-Santini & Kaim-Malka, 1977
Ampelisca sarsi Chevreux, 1888
Ampelisca typica (Bate, 1856)
Amphilochooides serratipes (Norman, 1869)
Amphithoe ramondi Audouin, 1826
Aora spinicornis Afonso, 1976
Apherusa bispinosa (Bate, 1857)
Corophium runcicorne Della Valle, 1893
Dexamine spinosa (Montagu, 1813)
Epimeria cornigera (Fabricius, 1779)
Eriopisa elongata (Bruzelius, 1859)
Eusirus longipes Boeck, 1861
Gammarella fucicola (Leach, 1814)
Gammaropsis palmata (Stebbing & Robertson, 1891)
Gammaropsis sp.
Gitana sarsi Boeck, 1871
Halice walkeri (Ledoyer, 1973)
Harpinia crenulata (Boeck, 1871)
Iphimedia jugoslavica Karaman, 1975
Iphimedia minuta G.O. Sars, 1882
Lembos sp.
Leptocheirus mariae Karaman, 1973
Leucothoe incisa Robertson, 1892
Lysianassa longicornis Lucas, 1849
Melphidippella macra (Norman, 1869)
Microdeutopus algicola Della Valle, 1893
Microdeutopus versiculatus (Bate, 1856)
Microjassa cumbrensis (Stebbing & Robertson, 1891)
Monoculodes gibbosus Chevreux, 1888
Monoculodes latissimanus Stephensen, 1931
Orchomenella nana (Kroyer, 1846)
Parvipalpus linea Mayer, 1890
Perioculodes longimanus longimanus (Bate & Westwood, 1868)
Phtisica marina Slabber, 1749
Pseudoprotella phasma (Montagu, 1804)
Rhachotropis glabra Ledoyer, 1977
Rhachotropis integricauda Carausu, 1948
Scopelocheirus hopei (Costa, 1851)
Stegocephaloides christianensis Boeck, 1871
Stenothoe marina (Bate, 1856)
Synchelidium haplocheles (Grube, 1864)
Tryphosites longipes (Bate & Westwood, 1861)
Urothoe elegans (Bate, 1857)
Westwoodila rectirostris (Della Valle, 1893)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV

Λίστα ειδών λείας των βενθοπελαγικών ψαριών που προσδιορίστηκαν στα πλαίσια της συγκεκριμένης μελέτης

Abra alba (Wood W., 1802)
Abra prismatica (Montagu, 1808)
Alpheus glaber (Olivi, 1792)
Ampelisca sp.
Anapagurus bicorniger A. Milne-Edwards & Bouvier, 1892)
Anapagurus breviaculeatus (Fenizia, 1937)
Anchialina agilis (G.O.Sars, 1877)
Anchialina oculata Hoenigman, 1960
Anodontia fragilis (Philippi, 1836)
Apherusa bispinosa (Bate, 1857)
Aponuphis bilineata (Baird, 1870)
Armandia polyophthalma Kukenthal, 1887
Aspidosiphon muelleri kovalevskii Murina, 1964
Athanas amazone Holthuis, 1951
Calianassa subterranea (Montagu, 1808)
Chlamys varia (Linnaeus, 1758)
Chlorotocus crassicornis (Costa, 1871)
Chone filicaudata Southern, 1914
Corbula gibba (Olivi, 1792)
Corophium sp.
Dardanus arrosor (Herbst, 1796)
Diastylis rugosa Sars, 1865
Diastylodes serratus (Sars, 1865)
Drilonereis filum (Claparède, 1868)
Ebalia cranchii Leach, 1817
Erythrops cf. *peterdorhni*
Eurydice sp.
Galathea machadoi Barrois, 1888
Glycera alba (O.F. Müller, 1776)
Glycera rouxi Audouin & Milne Edwards, 1833
Glycera unicornis Savigny, 1818
Gnathia sp.
Goneplax rhomboides (Linnaeus, 1758)
Goniada maculata Oersted, 1843
Halice walkeri (Ledoyer, 1973)
Haplostylus lobatus (Nouvel, 1951)
Harpinia crenulata (Boeck, 1871)
Illex coindetii (Vérany, 1839)
Inachus parvirostris (Risso, 1816)
Iphinoe rhodaniensis Ledoyer, 1965
Lembos sp.
Leptocheirus mariae Karaman, 1973
Leptochelia sp.
Leptomysis gracilis (G.O. Sars, 1864)
Leucon affinis Fage, 1951
Leucothoe incisa Robertson, 1892
Levinsenia gracilis (Tauber, 1879)
Liocarcinus maculatus (Risso, 1827)
Melinna palmata Grube, 1870
Melphidipella macra (Norman, 1869)
Microdeutopus versiculatus Della Valle, 1893
Micronephthys maryae San Martin, 1982

Συνέχεια

Monoculodes gibbosus Chevreux, 1888
Musculus costulatus (Risso, 1826)
Myrtea spinifera (Montagu, 1803)
Mysideis parva Zimmer, 1915
Mysidopsis gibbosa G.O.Sars, 1864
Nucula nitidosa Winckworth, 1930
Nuculana pella (Linnaeus, 1767)
Odostomia conoidea (Brocchi, 1814)
Orchomenella nana (Kroyer, 1846)
Palliohum incomparabile (Risso, 1826)
Paraleptomysis apiops (G.O.Sars, 1877)
Paranthura sp.
Parvipalpus linea Mayer, 1890
Pectinaria koreni (Malmgren, 1866)
Periclimenes sp.
Perioculodes longimanus longimanus (Bate & Westwood, 1868)
Phascolosoma sp.
Philocheras bispinosus (Hailstone, 1835)
Phtisica marina Slabber, 1749
Pilumnus sp.
Pista cristata (O.F. Müller, 1776)
Plagiocardium papillosum (Poli, 1795)
Platynereis dumerilii (Audouin & Milne-Edwards, 1833)
Processa nouveli (Al-Adhub & Williamson, 1975)
Pseudocuma simile Sars, 1900
Pseudoprotella phasma (Montagu, 1804)
Scopelocheirus hopei (Costa, 1851)
Squilla mantis (Linnaeus, 1758)
Stenothoe marina (Bate, 1856)
Sternaspis scutata (Ranzani, 1817)
Syllis cornuta Rathke, 1843
Terebellides stroemi M.Sars, 1835
Tryphosites longipes (Bate & Westwood, 1861)
Turitella communis Risso, 1826
Upogebia tipica (Nardo, 1868)
Urothoe elegans (Bate, 1857)
Westwoodila rectirostris (Della Valle, 1893)

8. ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

A new apparatus for the direct measurement of otter trawling effects on the epibenthic and hyperbenthic macrofauna

P.T. Koulouri*[‡], C.G. Dounas* and A.S. Eleftheriou[†]

*Institute of Marine Biology of Crete, PO Box 2214, 71003, Heraklion, Crete, Greece. [†]University of Crete, Department of Biology, PO Box 2208, Vasilika Vouton, 71409, Heraklion, Crete, Greece.

[‡]Corresponding author, e-mail: yol72@imbc.gr

A towed trawl simulator sledge (TTSS2) for collecting quantitatively small macrobenthic animals disturbed by the passage of otter trawl groundrope typical of the local fishery is described and illustrated. The TTSS2 was towed from a surface vessel at a speed within the range of commercial trawls, incorporating three sampling nets that open and close by means of an electro-mechanical system. An odometer in contact with the seabed provided a continuous record of the trawled ground. The degree of efficiency of the TTSS2—by means of the attached groundrope that stirs up the surface of the bottom ahead of the nets—was tested in the northern continental shelf of Crete (eastern Mediterranean). Additional trials with a much heavier groundrope were also performed. Analysis and comparison of TTSS2 samples with endobenthic, hyperbenthic and planktonic samples collected by means of conventional sampling gears indicate the presence of a well-defined and distinct fauna in the plume of resuspended sediment behind the groundrope.

INTRODUCTION

Demersal fishing methods (e.g. otter trawling) are commonly reported as causing severe disturbance to the sea-floor sediments and thus a variety of epi- and infaunal benthic organisms which are potential food sources for predators and scavengers are displaced, damaged or destroyed (e.g. Jennings & Kaiser, 1998). Until recently such disturbance by otter trawls was considered to be restricted to those effects caused by trawl doors (Hall, 1999). Nevertheless, it is the groundrope of the trawling rig which accounts in some cases for more than 90% of the contact of the entire gear with the seabed (Lindeboom & de Groot, 1998) and consequently it is assumed to be the major source of disturbance of the small invertebrate communities living on or just above the sediment–water interface.

Although there is a growing number of studies that have adopted comparative and experimental approaches to investigate the effects of trawling on benthic communities there are still problems and technical difficulties in carrying out trawl impact experiments (Hall, 1999). As a result, the study of the effects of towed fishing gears on benthic communities is still in need of innovative field methodologies and sampling techniques. The present paper describes a new sampling device that has been constructed to simulate the disturbance of the seabed caused by the passage of otter trawl groundropes. The device has been used both to simulate the event and to collect simultaneously the small macrobenthic animals found in the plume of the sediments thus disturbed. This innovative methodology aims to provide direct quantitative measurements of the effects of otter trawling mainly

on the small epibenthic and hyperbenthic animals of soft sediments.

MATERIALS AND METHODS

Technical description of the towed trawl simulator sledge (TTSS2)

The TTSS2 was developed around the frame of the towed benthic sledge described by Shand & Priestley (1999) extensively used to carry underwater cameras to study the seabed and the benthic fauna in Scottish waters (Figure 1). The sledge was made of salt-water resistant (grade HE 30) aluminium tubing of a total length of 2.24 m, width 1.27 m, and 1.52 m height. In the air, its weight with camera equipment mounted was about 127 kg and in the water 55 kg. The TTSS2 is the second modified version of the Shand & Priestley (1999) sledge. The first version (TTSS1) was a towed trawl simulator sledge equipped with water sampling bottles constructed in order to investigate physical and geochemical effects on surface sediments caused by trawling (Institute of Marine Biology of Crete, unpublished data).

The front part of the sledge was modified to hold a metal frame divided into three sub-frames with closing doors (Figure 2A,B) and an opening–closing mechanism. The surface area of the opening of each door was 0.15 m² (0.58 m width × 0.26 m height). Three standard plankton nets (0.5-mm mesh size) were zipped up behind the doors in a horizontal position. The nets 1–3 were positioned above the seabed with their lower edge at heights of 5 cm, 31 cm and 57 cm, respectively. Each net was 1.6 m long and the ratio of the filtering area to the mouth area was 9:1. An Osprey 1364 CCD colour video camera

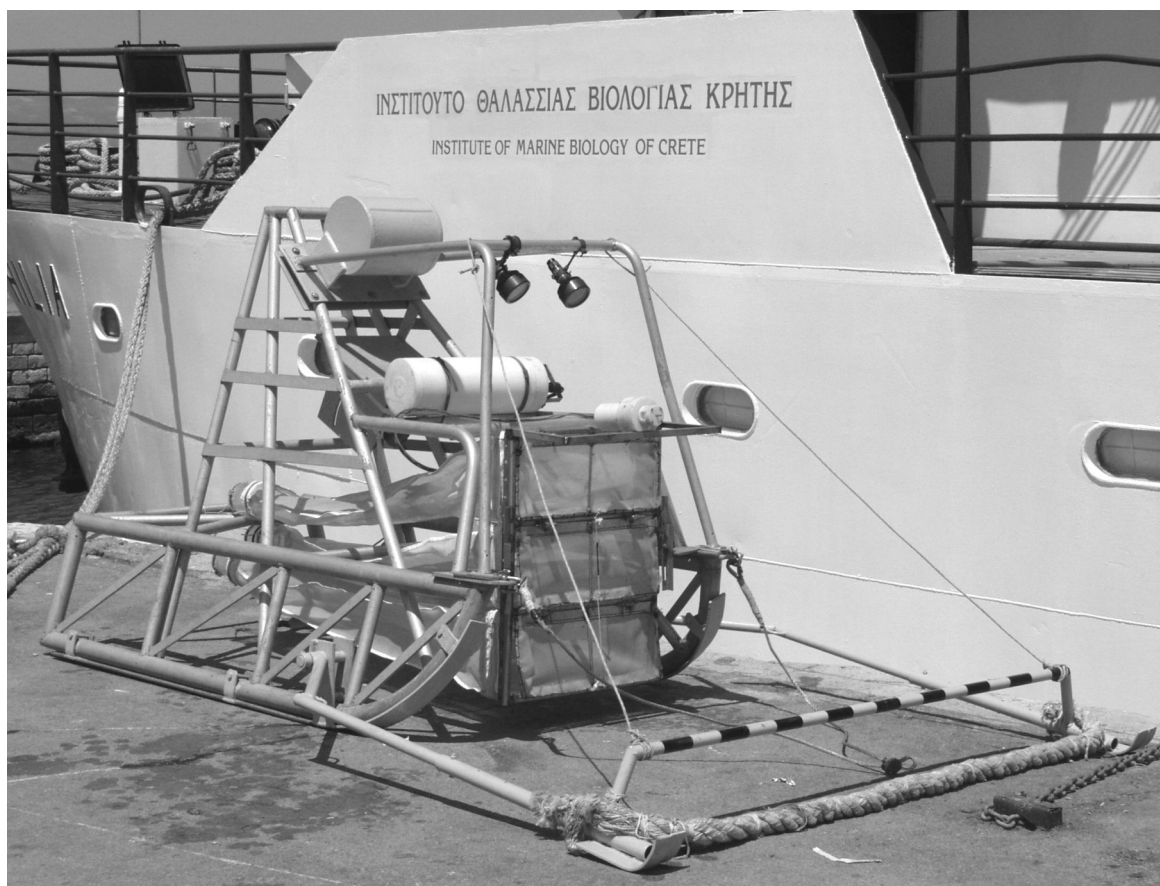


Figure 1. General aspect of the TTSS2.

mounted on a frontal bracket of the sledge ensured that the opening–closing mechanism was operating correctly.

An electro-mechanical system was mounted on the upper part of the metal frame and connected with thin wires to the three doors (Figure 2A,B). This system, also connected to an electronic controller operated from the surface, opened (horizontal position) and closed (vertical position) the three doors simultaneously. The battery package and the controller were held in a pressure housing mounted on the upper part of the sledge (Figure 2A,B). The controller was connected to the towing surface vessel through the sledge's umbilical cable that also supplied power to the underwater camera. The posterior part of the sledge ensured the protection and the support of the nets and their collectors (Figure 2A). An odometer (of 1 m circumference aluminium wheel) was mounted at the rear part of the sledge (Figure 2A). Each revolution of the wheel returned a signal recorded on a digital counter.

At the front of the sledge, there was a 1.8 m length of otter trawl groundrope positioned at a distance of 1.5 m, which could be adjusted if necessary. The groundrope was supported by two lightweight metal arms attached to the sides of the sledge and held in position by a transverse metal rod connecting the two arms in order to prevent changes in the curvature of the groundrope during operation (Figure 2B).

The RV 'Philia' towed the sledge at a normal trawling speed of 2 knots. The ratio of the wire paid out to depth was 2:1.

Experimental site

The experiments were carried out during the period of 20–30 September 2001 just before the opening of the eight-month trawling season on the continental shelf of Heraklion Bay, on the north coast of Crete (eastern Mediterranean). All samples were collected from an area of 1000 m × 100 m along the isobath of 50 m centred on 35° 21.72'N–25° 06.04'E.

The physical properties of the water column were recorded with a SBE-19 conductivity–temperature–depth probe. Water temperature ranged from 24.8°C at the surface decreasing to 21.7°C close to the bottom. Salinity and oxygen concentrations remained stable throughout the water column with values of about 39 and 4.6 ml/l respectively. Depth profiles of irradiance of photosynthetically active radiation (PAR) revealed values close to the bottom reaching 7% of the corresponding ones at the water surface, indicating that the sea-floor was an integral part of the photic zone. Sediment samples were taken by means of a 0.0225 m² USNEL box corer. Surficial sediments (0–1 cm depth) were classified as mud with the fraction less than 63 µm making up 80 to 83% of the sediment throughout the study area. The coarse-grained constituents were mainly shell fragments and debris of bivalves, gastropods, echinoderm tests, serpulid tube fragments, foraminiferan tests and sponge needles. Sediment redox potential (Eh) profiles, made using a conventional combined electrode, showed values higher than 300 mV

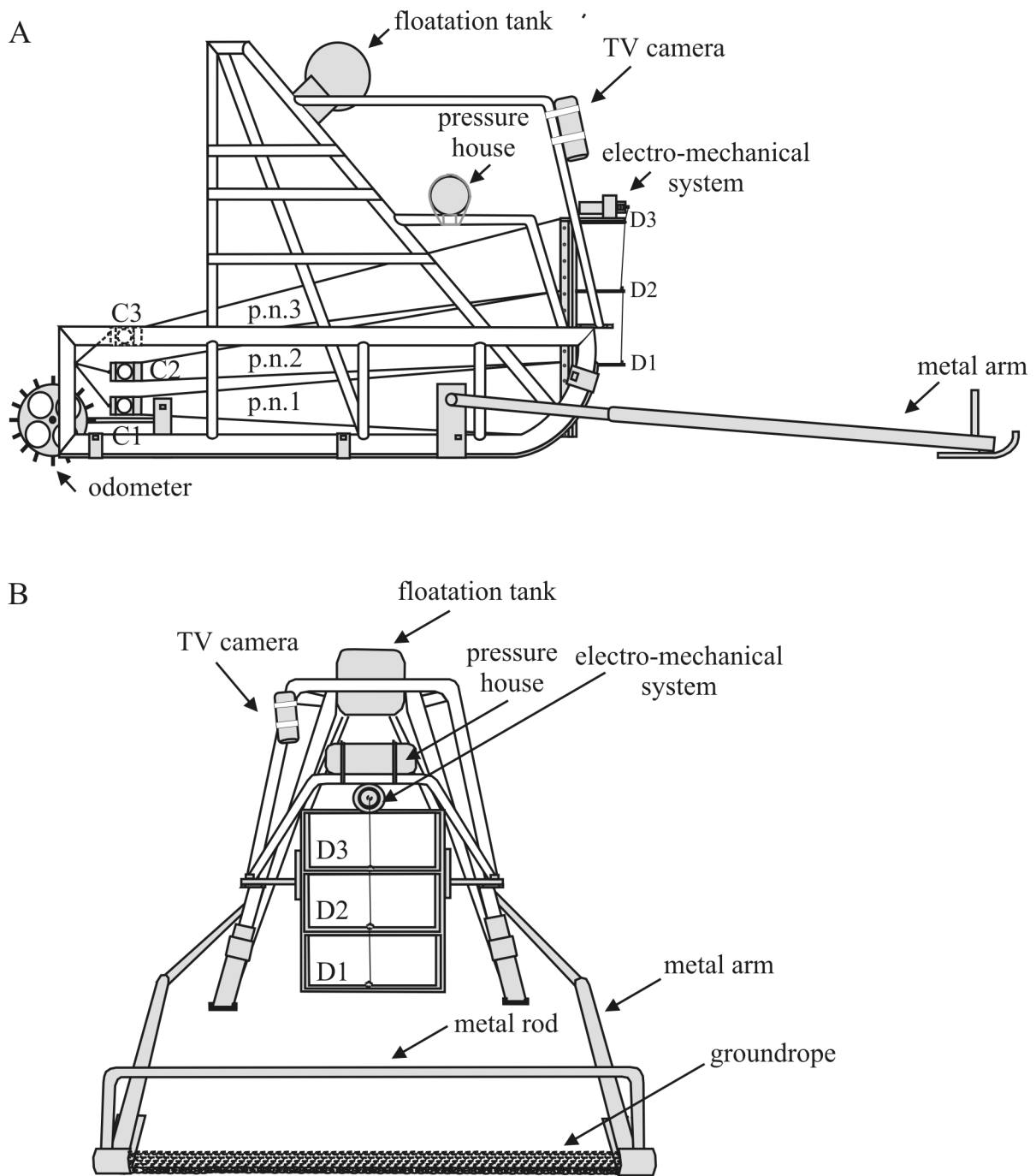


Figure 2. (A) Lateral schematic view of the TTSS2: p.n. 1–3, plankton nets; C 1–3, collectors; D 1–3, doors. (B) Front schematic view of the TTSS2.

for the top two cm of sediment, followed by an exponential decrease approaching baseline values ranging from 50 to 100 mV. Surface sediment porosity values of about 63% decreased irregularly to a depth of 6 cm where a baseline value of 49% was obtained. Sediment organic carbon and total nitrogen measurements, made using a Perkin Elmer CHN 2400 analyser, gave percentages ranging from 0.52–0.58% and 0.06–0.08%, showing little change with depth.

Field experiments design

The first set of experiments included the application of the TTSS2 equipped with a standard otter trawl ground-

rope of the type most commonly used in fisheries in the Cretan shelf (type A, 6.5 cm diameter and 2 kg/m weight in water). Three tows, 50 m in length, were carried out by the TTSS2. Three additional reference tows, each 500 m in length, were carried out with the same apparatus used as a hyperbenthic sledge (TTSS2 without the groundrope). Benthic and zooplanktonic macrofaunal samples were also collected by means of traditional sampling techniques. Five sediment samples were taken using a Smith McIntyre grab (0.10 m²) and five vertical hauls were made using a WP2 zooplankton net (0.5-mm mesh size). After collection, the sediment was sieved (0.5-mm mesh size) and all samples collected were preserved in 10%

Table 1. Average densities of the major taxonomic groups collected with the Smith McIntyre grab, the hyperbenthic sledge, the TTSS2 equipped with two different groundrope settings (types A and B) and the plankton net (*N*=number of replicates). Statistical significance of differences in densities between the two different groundrope settings was determined with Mann–Whitney *U*-test (*n.s.*, not significant).

Taxa	Smith McIntyre grab (ind m ⁻²)	HS (ind m ⁻²)	TTSS2 (A) (ind m ⁻²)	TTSS2 (B) (ind m ⁻²)	Plankton net (ind m ⁻³)	<i>U</i> -test
	N=5	N=3	N=3	N=3	N=5	
Porifera	—	—	0.01	0.06	—	<i>n.s.</i>
Cnidaria	—	0.09	0.08	0.34	2.72	<i>n.s.</i>
Nemertini	94	—	0.02	—	—	<i>n.s.</i>
Sipuncula	298	<0.01	0.10	0.17	—	<i>n.s.</i>
Gastropoda	14	<0.01	6.25	20.78	0.64	<i>P</i> <0.05
Scaphopoda	—	—	—	0.20	—	<i>n.s.</i>
Bivalvia	130	—	1.05	3.94	—	<i>P</i> <0.05
Polychaeta	1446	<0.01	3.43	9.86	0.01	<i>P</i> <0.05
Crustacea (larvae)	—	0.52	2.91	3.51	2.89	<i>n.s.</i>
Copepoda	—	0.11	0.36	1.81	8.18	<i>P</i> <0.05
Ostracoda	—	—	0.33	0.95	—	<i>P</i> <0.05
Decapoda	68	<0.01	1.69	3.59	0.01	<i>P</i> <0.05
Mysidacea	—	0.01	10.55	4.94	—	<i>P</i> <0.05
Cumacea	10	<0.01	4.33	10.34	—	<i>P</i> <0.05
Tanaidacea	—	—	0.01	—	—	<i>n.s.</i>
Isopoda	74	0.01	0.21	0.55	0.01	<i>n.s.</i>
Amphipoda	4	0.01	5.77	11.29	0.01	<i>P</i> <0.05
Pycnogonida	—	—	0.08	0.37	—	<i>P</i> <0.05
Chaetognatha	—	0.08	0.76	2.76	2.48	<i>P</i> <0.05
Echinodermata	36	0.03	1.22	2.13	0.31	<i>P</i> <0.05
Appendicularia	—	—	0.07	0.06	0.31	<i>n.s.</i>
Asciacea	—	—	0.01	—	—	<i>n.s.</i>
Thaliacea	—	0.04	0.01	—	0.08	<i>n.s.</i>
Pisces	—	0.02	0.14	0.26	0.11	<i>n.s.</i>

formalin on-board, sorted under a dissecting microscope and identified to the major taxa.

The second set of experiments included three additional tows of the TTSS2 equipped with another type of groundrope (type B) of larger diameter (9.5 cm) and considerably heavier (6 kg/m weight in water) than type A.

The video camera attached to the sledge showed that resuspension ahead of the sampling nets was caused solely by the groundropes, and that the sediment cloud was no higher than the upper sampling net. All experimental sampling was carried out during daytime (0900 h–1500 h).

Data analysis

Multidimensional scaling (MDS) ordination analysis of data (Field et al., 1982) was performed using the Bray–Curtis similarity coefficient (Bray & Curtis, 1957). Data were transformed to the fourth root prior to analysis. The significance of any differences found was determined by analysis of similarities test (Clarke, 1993). The Mann–Whitney *U*-test was applied to assess any significant differences between densities of the major taxonomic groups collected from the application of the two different groundrope settings.

RESULTS

Observation of the macrofauna collected by means of the TTSS2 revealed that most of the animals caught were not damaged by the passage of the groundropes but

remained intact. Even very fragile organisms such as small ophiuroids were found to be in very good condition. In addition to small-sized animals, large megafaunal elements such as shrimps, stomatopods and flatfish were occasionally caught by the TTSS2.

The use of the Smith McIntyre grab and the plankton net yielded, respectively, a total of 1088 and 1267 individuals, identified to 10 and 13 taxa (Table 1). However, the TTSS2 collected 9192 individuals identified to 24 different taxonomic groups; in sharp contrast, when the same apparatus (TTSS2) was used as a hyperbenthic sledge, it collected only 825 individuals identified to 15 taxa, despite the ten-fold length of tows performed by the latter gear (Table 1). Animal densities estimated from the TTSS2 samples were greater than those collected by the hyperbenthic sledge at least by one order of magnitude.

As expected, Polychaeta, Sipuncula and Mollusca accounted for more than 85% of the macrofauna collected by using the Smith McIntyre grab, followed by Crustacea of which more than 90% were Decapoda and Isopoda. A noticeably different pattern of taxa composition was evident in the plankton net and the hyperbenthic sledge samples, with a high proportion of Crustacea (mostly Copepoda and crustacean larvae), followed by Cnidaria and Chaetognatha. However, Crustacea accounted for 66% of the fauna collected by the TTSS2, followed by Mollusca and Polychaeta. Mysidacea, Cumacea and Amphipoda comprised the most significant component (79%) of the crustacean abundance. It should be pointed out that molluscan fauna collected by the TTSS2 comprised only Gastropoda, while the grab samples

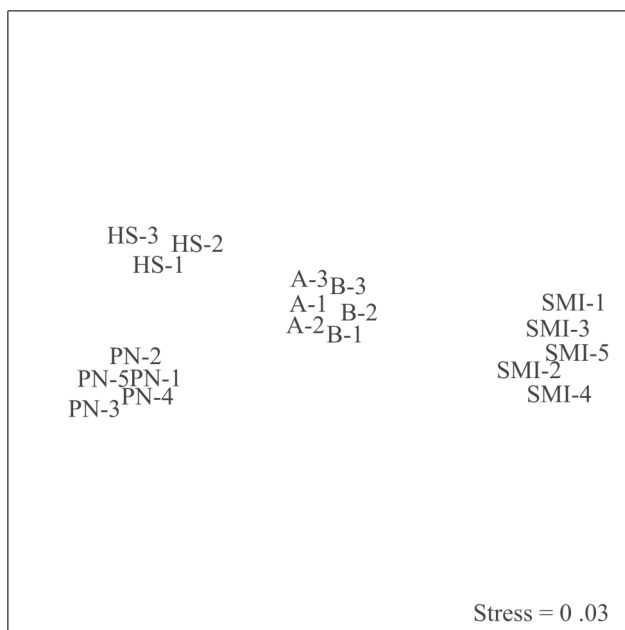


Figure 3. Multidimensional scaling (MDS) ordination plot based on density matrices of the major taxa collected by various sampling gears ($R=1$, $P<0.001$). SMI 1–5, Smith McIntyre grab; A 1–3 and B 1–3, TTSS2 equipped with types A and B groundropes; HS 1–3, hyperbenthic sledge; PN 1–5, plankton net.

contained almost exclusively *Bivalvia*. The MDS ordination plot based on the density matrices of the major taxa (Figure 3) showed marked differences between samples of all sampling gears used ($R=1$, $P<0.001$).

Experimental sampling with the TTSS2 equipped with a heavier groundrope setting (type B) showed significantly higher mean density values ($P<0.05$) of the major taxonomic groups (Table 1). Exceptionally, crustacean larvae densities were similar ($P>0.05$) while densities of mysids were surprisingly lower ($P<0.05$) when the heavier groundrope was applied.

A gradual decrease of the fauna from the lower net, to upper net was observed in hyperbenthic samples and also when type A groundrope was used. In sharp contrast, the passage of the heavier groundrope (type B) resulted in a significant increase in numbers of individuals in the middle net along with a very noticeable decrease in number of individuals in the uppermost net.

DISCUSSION

The comparison of the application of different sampling techniques on the continental shelf of Heraklion Bay reveals the relative efficiency of each gear in collecting organisms characterized by different behaviour and distribution patterns. The lack of certain hyperbenthic taxa (e.g. mysids) in the grab samples indicates that such quantitative gears are inadequate for sampling near-bottom highly motile benthic organisms (Brandt & Schnack, 1999). Vertically hauled plankton nets may sample macrozooplankton adequately but are not useful for collecting the fauna concentrated temporarily or permanently in the water column close to the seabed (Lasenby & Sherman,

1991). Furthermore, the application of typical hyperbenthic sampling gear revealed very limited activity of animals above the seabed, probably partly due to their close association with the sediment, at least during daylight, but perhaps also caused by the inefficiency of hyperbenthic sledges to sample adequately very close to the sediment (Mees & Jones, 1997).

Analysis of the macrofauna collected by the TTSS2, even at the level of major taxonomic groups, revealed that the new apparatus samples a very specific fauna living or sheltering at the sediment–water interface. This fauna consists mainly of small epibenthic and hyperbenthic animals suspended by the otter trawl groundrope passing over the seabed. The exposure and stress of these organisms may increase their predatory vulnerability (Jennings & Kaiser, 1998). The variability of groundrope characteristics, such as dimension and the extent of bottom contact, could cause striking differences in successive effects. Sediment penetration depth caused by the types of groundropes used in this study varied between 0.5 and 1 mm (Institute of Marine Biology of Crete, unpublished data). The use of the TTSS2, even given this small range of penetration, revealed significant changes in the composition and abundance of the fauna suspended by groundropes of differing sizes and weight. However, the size of the gear in use may influence the magnitude of the escape reaction of certain specific animal groups (Lasenby & Sherman, 1991). In the case of the present study, mysids, animals characterized by high mobility, seemed to react intensely to sediment disturbance caused by the groundrope most probably by escaping sideways as evinced by the fact that their abundance in the upper net of the TTSS2 remained stable when the two different types of groundropes were tested.

The application of the TTSS2 could be a useful tool in studies, which are aimed at identifying the direct impact of towed fishing gears on the macrobenthic communities living at the water–sediment interface and the resulting ecosystem responses. Further development of innovative field sampling devices, such as the TTSS2, which has been constructed to simulate the disturbance of muddy sediments by bottom trawling, is needed in order to ascribe observed effects to other gear components, e.g. doors, in contact with the seabed.

This work was carried out in the framework of the project ‘Development of a new method for the quantitative measurement of the effects of otter trawling on benthic nutrient fluxes and sediment biogeochemistry’ financed by the European Commission (DG. XIV, Studies for the support of CFP). The authors acknowledge the support provided by the captain and the crew of RV ‘Philia’.

REFERENCES

- Brandt, A. & Schnack, K., 1999. Macrofaunal abundance at 79°N off East Greenland: opposing data from epibenthic-sledge and box-corer samples. *Polar Biology*, **22**, 75–81.
- Bray, J.R. & Curtis, J.T., 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, **27**, 220–249.
- Clarke, K.R., 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, **18**, 117–143.

- Field, J.G., Clarke, K.R. & Warwick, R.M., 1982. A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns. *Marine Ecology Progress Series*, **8**, 37–52.
- Hall, S.J., 1999. *The effects of fishing on marine ecosystems and communities*. Oxford: Blackwell Science Ltd UK.
- Jennings, S. & Kaiser, M.J., 1998. The effects of fishing on marine ecosystems. *Advances in Marine Biology*, **34**, 201–352.
- Lasenby, D.C. & Sherman, R.K., 1991. Design and evaluation of a bottom-closing net used to capture mysids and other supra-benthic fauna. *Canadian Journal of Zoology*, **69**, 783–786.
- Lindeboom, H.J. & Groot, S.J. de, 1998. Impact II. The effects of different types of fisheries on the North Sea and Irish Sea benthic ecosystems. *NIOZ–Rapport 1998–1/RIVO–DLO Report*, C003/98, 404 pp.
- Mees, J. & Jones, M.B., 1997. The hyperbenthos. *Oceanography and Marine Biology. Annual Review*, **35**, 221–255.
- Shand, C.W. & Priestley, R., 1999. A towed sledge for benthic surveys. *Fisheries Research Services, Scottish Fisheries Information Pamphlet*, no. 22, 8 pp.

Submitted 9 April 2003. Accepted 26 October 2003.

Preliminary Results on the Effect of Otter Trawling on Hyperbenthic Communities in Heraklion Bay, Eastern Mediterranean, Cretan Sea

P. KOULOURI¹ AND C. DOUNAS²

Institute of Marine Biology of Crete, Post Office Box 2214, GR-71003, Heraklion, Crete, Greece

A. ELEFThERIOU³

Department of Biology, University of Crete, Post Office Box 2208, GR- 71409, Vassilika Vouton, Heraklion, Crete, Greece

Abstract. Although the benthopelagic fish species are a focus of commercial exploitation, relatively little attention has been paid to the small-sized invertebrates (0.5–20 mm) living on or very close to the seabed, thus inhabiting the same biotope, known also as hyperbenthos. Recently, interest in this faunal group has increased, as many demersal fish and epibenthic crustaceans have been found to feed on hyperbenthic animals for at least part of their lives. Otter trawls, the most common gear used for demersal fishing, result in significant disturbance of the sediment–water interface. Animals that are disturbed by the passage of a trawl may become more available to predators and scavengers. We have been unable to find any reports of studies of the impacts of towed fishing gears, including otter trawls, on hyperbenthos. We studied these effects on the Mediterranean continental shelf in Heraklion Bay (Cretan Sea) using a novel apparatus to simulate the contact of otter trawl groundrope with the seabed. A modified three-level hyperbenthic sledge was used for collecting disturbed (groundrope present) and undisturbed (without groundrope) macrofaunal samples at a towing speed typical of the local commercial vessels. Observations were made before and during the trawling season in an area being actively fished. The preliminary results reported here indicate that trawling causes significant changes in the structure of hyperbenthic communities.

Introduction

Otter trawls, the most common gear used for demersal fishing, have been reported to disturb the seabed sediment to depths of up to a few centimeters below the sediment–water interface (Lindeboom and de Groot 1998). Many studies have shown that benthic infauna and epifauna can be exposed, damaged, or killed by the passage of a trawl and that this may lead to increased opportunistic feeding by invertebrate and fish predators (Jennings and Kaiser 1998; Hall 1999; Kaiser and de Groot 2000). However, no reports on the effects of demersal fishing gears, particularly otter trawls, on hyperbenthic fauna were found.

The term “hyperbenthos” is defined as the 0.5–20-mm bottom-dependent animals which perform,

with varying amplitude, intensity, and regularity, seasonal or daily vertical migrations above the seabed (Brunel et al. 1978). Hyperbenthos can be distinguished as either the permanent hyperbenthos (amphipods, cumaceans, decapods, isopods, mysids, pycnogonids, and tanaids) or the near-bottom zooplankton (subdivided into mesozooplankton: copepods, crustacean larvae, chaetognaths, and polychaete larvae; and macrozooplankton: ctenophores and post-larval fishes) (Mees and Jones 1997). Thus, the hyperbenthos comprises a broad assemblage of various organisms related by their distribution in space and not by phylogeny or functional attributes. There are considerable practical difficulties in quantitatively sampling these often highly mobile and small animals. They may be caught occasionally by conventional sampling gears (e.g., grabs, and corers; Eleftheriou and Holme 1984) but are not retained in the net of traditional fisheries assessment gears (Hall 1999). Furthermore, observations of hyperbenthic animals in the stomach contents of predatory fish gives only qualita-

¹ E-mail: yol72@imbc.gr

² E-mail: kdounas@imbc.gr

³ E-mail: telef@imbc.gr

tive information on the presence of these groups of organisms in the benthic environment (Labropoulou and Eleftheriou 1997). This lack of quantitative information contrasts with the importance of hyperbenthos to fisheries, as the hyperbenthic communities act as a food resource for many commercially exploited demersal fish and epibenthic crustaceans (Carrassón et al. 1997; Martin and Christiansen 1997; Cartes and Maynou 1998).

The aim of this study was to investigate the effects of otter trawling on the hyperbenthic community of the continental shelf of Heraklion Bay (Cretan Sea, Greece, Eastern Mediterranean). The study utilized a new sampling device (Koulouri et al. 2003) that simulates the disturbance of the seabed (and hyperbenthic organisms) caused by the passage of an otter trawl groundrope over the sediment surface.

Methods

Heraklion Bay fishing ground, which occupies an area of 110 km², is located on the northern coast of Crete (Cretan Sea, Greece, Eastern Mediterranean) between 35°20'N and 35°28'N and 25°02'E and 25°20'E (Figure 1). The experimental site was selected within the fishing ground along the 50-m isobath, which coincides with a traditional fishing lane where most of the local commercial trawling is concentrated. Only one sedimentary facies, mud, is distinguished at the study

site (Chronis et al. 2000). Polychaetes are the dominant macrobenthic infaunal group, in terms of species numbers, abundance, and biomass, followed by mollusks and crustaceans (Karakassis and Eleftheriou 1997). The dominant benthopelagic fish species of commercial value are: *Mullus barbatus* Linnaeus 1758, *M. surmuletus* Linnaeus 1758, *Serranus hepatus* (Linnaeus 1758), and *S. cabrilla* (Linnaeus 1758) (Kallianiotis et al. 2000). The commercial trawling season runs from the beginning of October until the end of May. Our field experiments were carried out during daylight hours on two sampling occasions, before (27 September 2001) and a week after (7 October 2001) the beginning of commercial trawling. On both occasions, the experimental site was surveyed with an underwater towed video sledge. Recent trawling activity was evident by fresh marks on the seabed, indicated by hard edges, uncovered lighter-gray sediments, and flat areas with no sedimentary features. Before the beginning of commercial trawling, older marks, indicated by softer edges with numerous bioturbation features such as burrows and mounds, were visible. It should be noted that since the beginning of the trawling season (1 October 2001), two trawlers were observed operating within the experimental site.

The sampling gear constructed and used for the experiment was a modified version of Towed Trawl Simulator Sledge (TTSS2, Dounas et al. 2002; Koulouri et al. 2003) fitted with an otter trawl groundrope (as



Figure 1. Map of Heraklion Bay (Crete Island, Greece, Eastern Mediterranean) showing the location of the station occupied during this study (bold dashed line shows 1-nautical-mi trawling limit according to the Greek Fisheries Legislation (i.e., all bottom trawling must occur offshore of this line).

Give nautical miles in metric units.

used by local trawlers) in contact with the seabed (Figure 2). Three nets (0.5-mm mesh size) with three doors attached to a metal frame were added in order to permit sampling of macrobenthic fauna at three levels (5–30 cm, 31–56 m, and 57–82 m) above the sediment surface. An electro-mechanical system allowed the opening (horizontal position) and closing (vertical position) of the three doors simultaneously, and an odometer was used to measure the distance traveled by the gear while in contact with the bottom. The otter trawl groundrope (1.8-m length, 6.5-cm diameter, 2-kg/m weight in water) was supported by two light-weight metal arms attached to the sides of the sledge and was positioned at a distance of 1.5 m in front of the sledge. A video camera attached to the sledge visually covered the performance of the underwater apparatus and showed that resuspension ahead of the

sampling nets was caused solely by the groundrope and that the sediment cloud was no higher than the upper sampling net. The sledge was towed by the RV *PHILIA* at a normal trawling speed of 2 knots. The ratio of length of wire paid out to depth was 2:1.

Profiles of standard hydrographic parameters (temperature, photosynthetically active radiation, chlorophyll a, salinity, density, and dissolved oxygen) were measured in the water column at the 50-m isobath on both sampling occasions using a SBE-25 CTD system.

Experimental sledge tows during daylight hours were made before and after the beginning of the trawling season. Bearing in mind the homogeneity of the bottom habitat, samples were collected on three disturbed (groundrope present) and three undisturbed (without groundrope) replicate tows along the 50-m

Give knots in metric units.

What does CTD stand for? Please provide company and location of company for SBE-25.

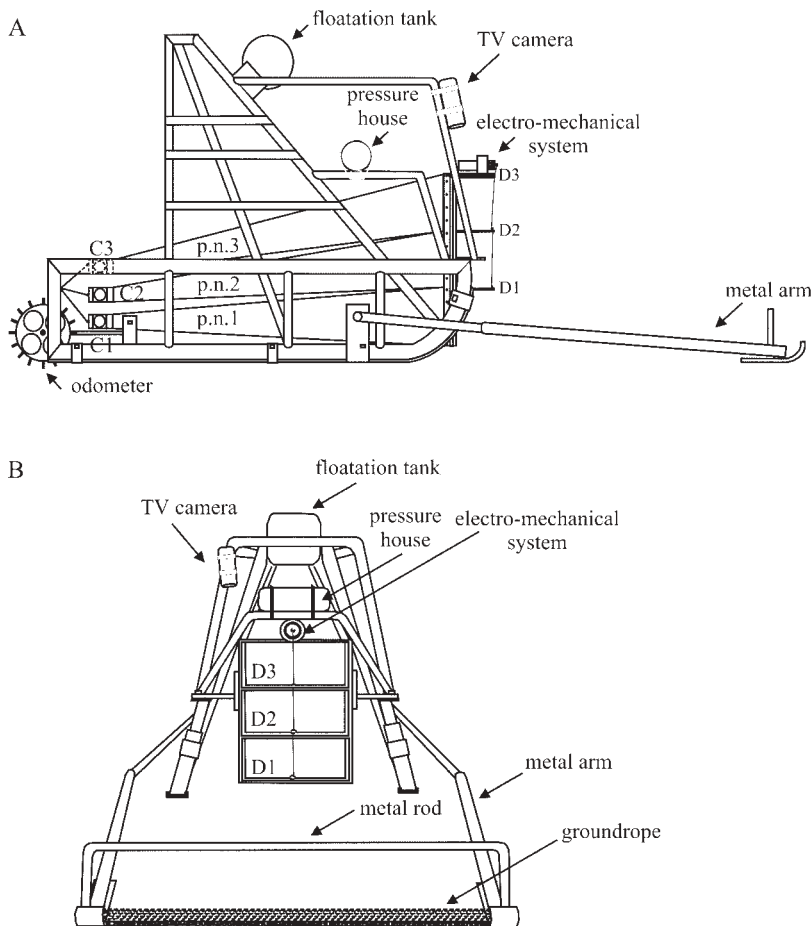


Figure 2. (A) Lateral schematic view of the TTSS2. p.n. = plankton net; C = collectors; D = doors. (B) Front schematic view of the TTSS2 (from Koulouri et al. 2003).

isobath on 27 September 2001, prior to the trawling season. No attempt was made to sample exactly on the same positions, and therefore, the sampling can be considered to have been randomly distributed along the trawl track. The experimental site was sampled again (four disturbed and four undisturbed replicate tows) on 7 October 2001, after the trawling season had commenced. Material collected was fixed with 10% formalin on board immediately after collection and sorted under a dissecting microscope, and the organisms were identified to the major taxonomic groups and counted for each replicate tow.

Densities of each taxon of the macrofauna were standardized separately to the number of individuals/m² of seabed for the three nets in each tow. Densities of the three nets were summed for each experimental sledge tow. Averaged densities of animals from the replicates of disturbed and undisturbed tows before and after the trawling season were calculated. The statistical significance of differences in the densities of the major taxonomic groups was assessed using the Mann–Whitney *U*-test.

In order to investigate the similarity between different tows, cluster analysis was performed using the Bray–Curtis similarity index (Bray and Curtis 1957) and the group average linkage method (Clarke and Warwick 1994). Data for the total number of individu-

als/m² were transformed to the square root prior to analysis. An analysis of similarity test (ANOSIM) was performed to investigate the significance of any differences found (Clarke and Green 1988; Clarke and Warwick 1993). The PRIMER statistical software package (Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, UK) was used for the above data analyses.

Results

Data of the hydrographic parameters measured before and after the beginning of the trawling season are similar, indicating relatively stable conditions (Figure 3). No storm event took place during the short period between the two sampling occasions.

A total of 10,065 individuals were identified to 27 major taxa from all the experimental sledge tows. The averaged densities of the major taxa collected from the undisturbed and disturbed sampling tows in both sampling occasions are shown in Tables 1 and 2, respectively. The TTSS2 with groundrope present collected animals from a wide range of taxonomic groups (27), while the TTSS2 without groundrope collected a much smaller number of taxa (13). Gastropoda, Polychaeta, Mysidacea, Amphipoda, and Cumacea were the most abundant groups in the disturbed

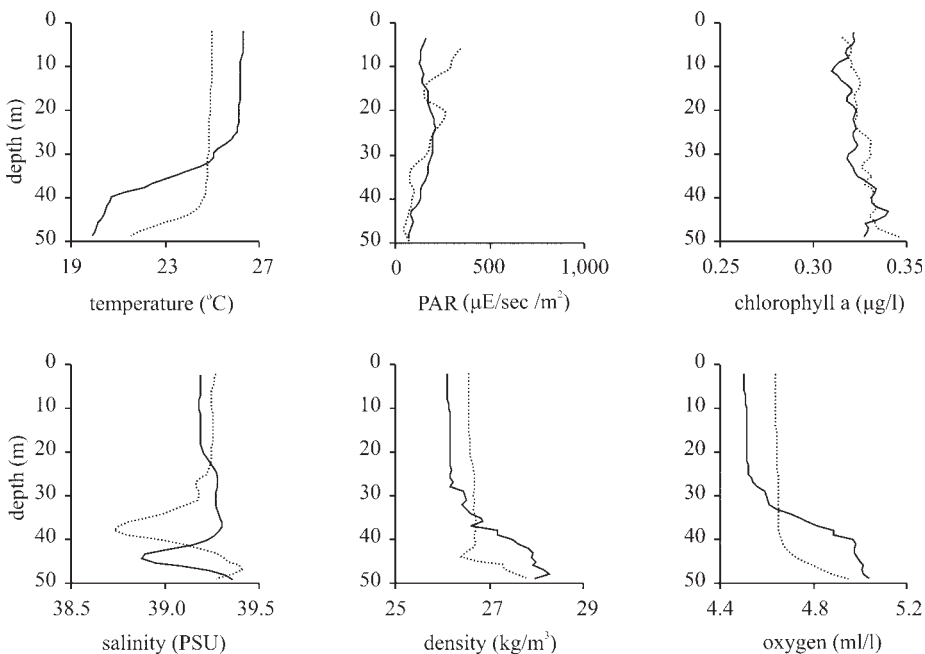


Figure 3. Standard water column hydrographic measurements (temperature, PAR, chlorophyll a, salinity, density, oxygen) before (27 September 2001; black line) and after (7 October 2001; dashed line) the beginning of the commercial trawling season in Crete.

Table 1. Averaged densities (individuals/m² ± SD) of the major taxa collected from the undisturbed experimental sledge tows before (27 September 2001) and after (7 October 2001) the beginning of the commercial trawling season in Crete (*n*: = number of tows). Statistical significance of differences in densities between the two sampling occasions was determined with Mann-Whitney *U*-test. n.s. = not significant.

Taxa	Before (<i>n</i> = 3)	After (<i>n</i> = 4)	<i>P</i>
Cnidaria	0.10 ± 0.05	0.03 ± 0.02	n.s.
Crustacea (larvae)	0.52 ± 0.30	0.23 ± 0.05	n.s.
Copepoda	0.11 ± 0.05	0.20 ± 0.05	<0.05
Decapoda	<0.01	<0.01	n.s.
Mysidacea	<0.01	0.02 ± 0.02	n.s.
Cumacea	<0.01	0.03 ± 0.02	<0.05
Isopoda	<0.01	<0.01	n.s.
Amphipoda	0.01 ± 0.01	0.03 ± 0.02	n.s.
Chaetognatha	0.08 ± 0.03	0.07 ± 0.02	n.s.
Echinodermata	0.03 ± 0.02	<0.01	<0.05
Thaliacea	0.04 ± 0.02	<0.01	<0.05
Fish larvae	0.02 ± 0.02	<0.01	n.s.
Eggs	0.01 ± 0.01	0.03 ± 0.02	n.s.

samples. Comparison of the averaged densities of the major taxa shows that most of the taxonomic groups collected from the disturbed (Table 2) tows were greater than those collected in the undisturbed (Table 1) tows at least by one order of magnitude.

The abundances of several animal groups were lower after the trawling season had commenced, while some others appeared to be higher. The densities of seven disturbed and four undisturbed major taxonomic groups varied significantly (Tables 1, 2, *P* < 0.05) between the two sampling occasions. In particular, the average densities of Gastropoda, Bivalvia, and Polychaeta (Figure 4a, 4b, 4c) collected from the disturbed tows decreased significantly after the beginning of the trawling period. On the other hand, the densities of Decapoda, Mysidacea, Amphipoda, and crustacean larvae appeared not to be affected by commercial trawling (Figures 4d, 5a, 5c, 5d). Abundances of Cumacea and Copepoda were significantly greater after the beginning of the trawling season in both disturbed and undisturbed sampling tows (Figures 5b, 5e), while numbers of Chaetognatha increased only in the disturbed tows (Figure 5f).

The similarity dendrogram based on the density matrices of the major taxonomic groups (Figure 6) showed a clear separation of the samples from disturbed and undisturbed tows comprising two major groups. Furthermore, within each group of tows, the two sampling occasions were also separated in two

Table 2. Averaged densities (individuals/m² ± SD) of the major taxa collected from the disturbed experimental sledge tows before (27 September 2001) and after (7 October 2001) the beginning of the commercial trawling season in Crete (*n* = number of tows). Statistical significance of differences in densities between the two sampling occasions was determined with Mann-Whitney *U*-test. n.s. = not significant.

Taxa	Before (<i>n</i> = 3)	After (<i>n</i> = 4)	<i>P</i>
Porifera	0.01 ± 0.02	0.02 ± 0.04	n.s.
Cnidaria	0.08 ± 0.07	0.41 ± 0.17	<0.05
Ctenophora		<0.01	n.s.
Nemertini	0.02 ± 0.02		n.s.
Sipuncula	0.10 ± 0.12	0.01 ± 0.02	n.s.
Gastropoda	6.25 ± 1.37	1.12 ± 0.71	<0.05
Scaphopoda		0.09 ± 0.12	n.s.
Bivalvia	1.05 ± 0.19	0.60 ± 0.21	<0.05
Polychaeta	3.43 ± 0.38	1.43 ± 0.57	<0.05
Crustacea (larvae)	2.91 ± 0.65	3.65 ± 1.59	n.s.
Copepoda	0.36 ± 0.12	3.17 ± 0.59	<0.05
Ostracoda	0.33 ± 0.33	0.10 ± 0.07	n.s.
Decapoda	1.53 ± 0.40	1.82 ± 1.24	n.s.
Mysidacea	10.55 ± 1.53	6.82 ± 3.15	n.s.
Cumacea	4.33 ± 1.66	7.38 ± 1.64	<0.05
Tanaidacea	0.01 ± 0.02	0.02 ± 0.03	n.s.
Isopoda	0.21 ± 0.12	0.21 ± 0.10	n.s.
Amphipoda	5.77 ± 1.10	5.67 ± 1.67	n.s.
Pycnogonida	0.08 ± 0.07	0.06 ± 0.06	n.s.
Chaetognatha	0.76 ± 0.27	1.37 ± 0.29	<0.05
Echinodermata	1.22 ± 0.50	0.44 ± 0.28	n.s.
Appendicularia	0.07 ± 0.09	0.02 ± 0.02	n.s.
Asciacea	<0.01		n.s.
Thaliacea	0.01 ± 0.02	0.03 ± 0.03	n.s.
Fish larvae	0.10 ± 0.06	0.09 ± 0.07	n.s.
Pisces	0.03 ± 0.03	0.05 ± 0.03	n.s.
Eggs	0.28 ± 0.12	0.13 ± 0.06	n.s.

distinct subgroups, indicating that the benthic community has been altered, probably as a result of commercial trawling activity in the area. The results of the ANOSIM test revealed that the above four groups of tows were significantly different.

Discussion

It has been suggested that the impact of otter trawling is largely restricted to the disturbance caused by the doors (Hall 1999). However, the effect of the groundrope in a trawling rig should not be underestimated, as it accounts usually for more than 90% of the area of contact of the trawl gear with the seabed (Lindeboom and de Groot 1998). The groundrope used in these experiments penetrated the muddy sediment

Is this correct?
Editors made change here.

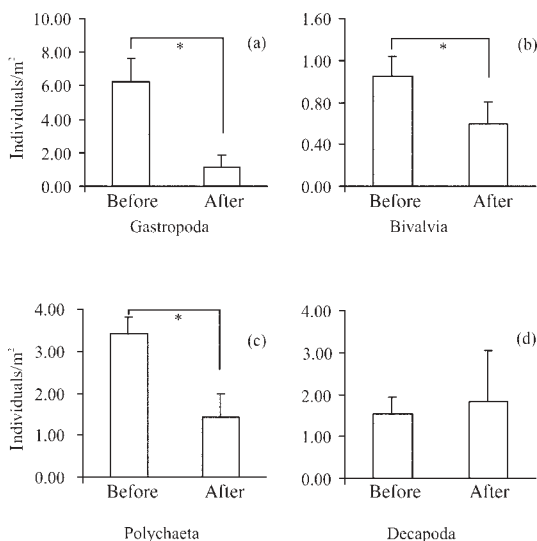


Figure 4. Averaged densities (individuals/m² ± SD) of four major epibenthic taxa collected from the “disturbed” tows before and after the beginning of the commercial trawling season. An asterisk indicates that statistically significant differences were determined by the Mann–Whitney *U*-test ($P < 0.05$).

of Heraklion Bay less than 1 mm (Dounas et al. 2002). Observations made on the Heraklion Bay fishing grounds using the new TTSS2 sampling gear to simulate sediment disturbance by otter trawl groundrope showed significant perturbations of small-sized benthos living on or very close to the sediment–water interface.

Hyperbenthic sampling (TTSS2 without groundrope) in the study area revealed low activity of animals above the seabed. Most hyperbenthic species seem to be very closely associated with the sediment during the day, undertaking vertical migrations during darkness (Sainte-Marie and Brunel 1983, 1985; Kaartvedt 1986). However, sediment disturbance experiments using the TTSS2 and the otter trawl groundrope disturbed not only a large number of epibenthic animals but also rich hyperbenthic and zooplanktonic fauna living on or a few centimeters above the bottom during daylight.

Changes observed in the abundance of certain taxonomic groups a week after the start of the trawling period in the area cannot be attributed to any natural disturbance event, as calm weather conditions prevailed throughout the sampling period. This is consis-

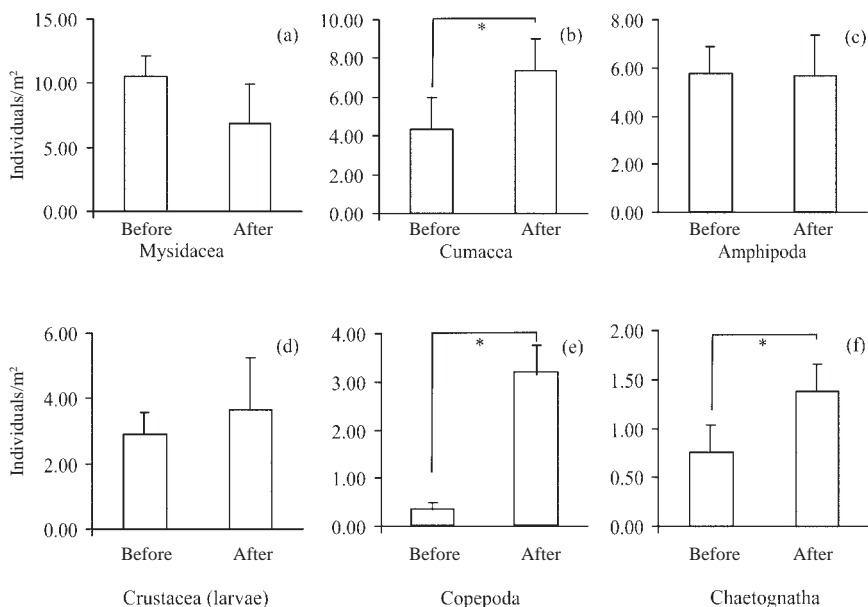


Figure 5. Averaged densities (individuals/m² ± SD) of six major hyperbenthic (a, b, c) and zooplanktonic (d, e, f) taxonomic groups collected from the “disturbed” tows before and after the beginning of the commercial trawling season. An asterisk indicates that statistically significant differences were determined by the Mann–Whitney *U*-test ($P < 0.05$).

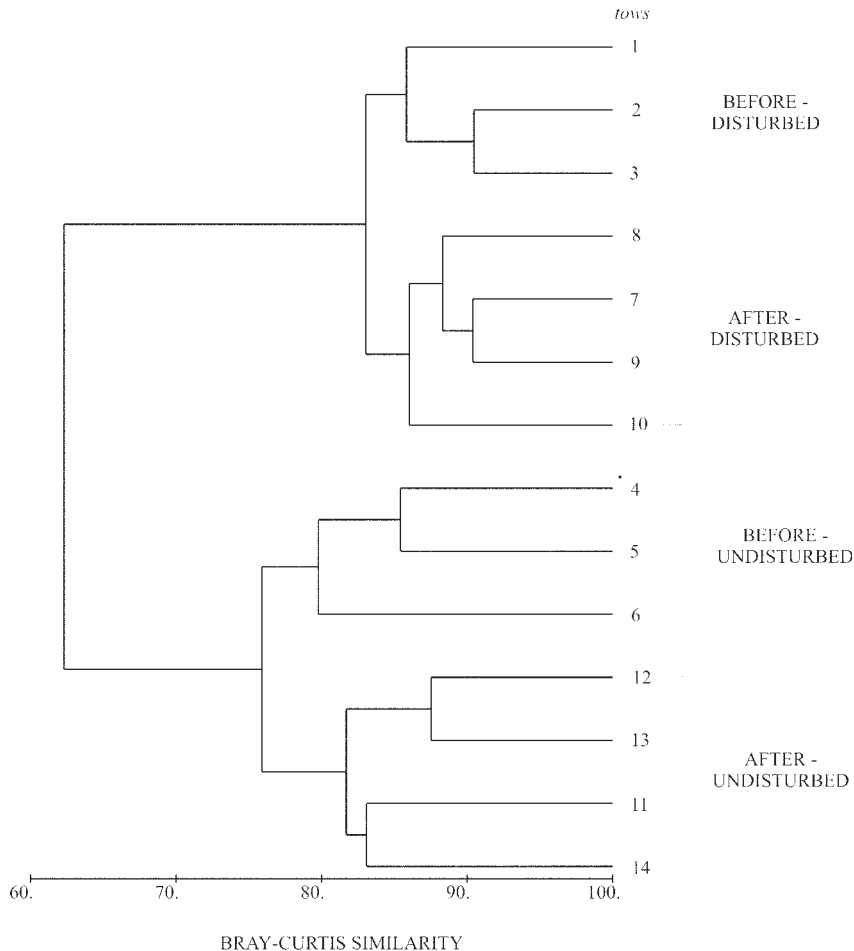


Figure 6. Similarity dendrogram based on density matrices of the major taxa collected from the “undisturbed” and “disturbed” tows before and after the beginning of the commercial trawling season. Statistical significance of differences among the four groups of tows was determined with an ANOSIM test ($R = 0.861$; $P < 0.001$).

tent with the similarity between the hydrographic conditions measured on the two sampling occasions.

A large number of benthic animals may have been displaced, damaged, or killed the passage of trawl gear, generating a food source for predators and scavengers (Britton and Morton 1994; Kaiser and Ramsay 1997; Groenewold and Fonds 2000). Hence, it was not unexpected to observe significant decreases in the abundance of the major epibenthic groups such as gastropods, bivalves, and polychetes shortly after the beginning of the trawling season. On the contrary, the densities of some hyperbenthic and zooplanktonic groups, such as cumaceans, copepods, and chaetognaths, increased markedly. These increases probably were due to immigration of animals from

the neighboring untrawled areas into the fishing ground where there is increased availability of food and to the removal of large predators by the fishing gear (Kaiser and Spencer 1994; Ramsay et al. 1997; Prena et al. 1999). Other groups, such as decapods, mysids, amphipods, and crustacean larvae, appeared to be unaffected, although they also may be attracted by the increased availability of food resource caused by trawling, but they were probably also more vulnerable to predatory pressure from demersal benthivorous fish (Labropoulou and Eleftheriou 1997).

Current knowledge does not allow the prediction of the long-term effects resulting from groundrope disturbance on the epibenthic, the hyperbenthic, or even

the zooplanktonic community. The development of novel direct sampling techniques (such as TTSS2) may assist in overcoming problems related to the inaccessibility of the hyperbenthos, which cannot be performed by standard sampling equipment. Ongoing research in the area using TTSS2 combined with conventional benthic and pelagic sampling and stomach content analyses of benthopelagic fish is expected to give further information on the effects of otter trawling on small invertebrates and on the resulting ecosystem responses.

Acknowledgments

This work was carried out in the framework of the project "Development of a new method for the quantitative measurement of the effects of otter trawling on benthic nutrient fluxes and sediment biogeochemistry," which was financed by the European Commission (DG. XIV, Studies for the support of CFP). The authors acknowledge the technical support provided by the captain and the crew of R/V *PHILIA*. We are also grateful for comments on the manuscript made by C. Arvanitidis.

References

- Bray, J. R., and J. T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27:220–249.
- Britton, J. C., and B. Morton. 1994. Marine carrion and scavengers. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 32:369–434.
- Brunel, P., M. Besner, D. Messier, L. Poirier, D. Granger, and M. Weinstein. 1978. Le traîneau suprabenthique Macer-GIROQ: appareil amélioré pour l'échantillonnage quantitatif étagé de la petite faune nageuse au voisinage du fond. *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie* 63:815–829.
- Carrassón, M., J. Matallanas, and M. Casadevall. 1997. Feeding strategies of deep-water morids on the western Mediterranean slope. *Deep-Sea Research I* 44:1685–1699.
- Cartes, J. E., and F. Maynou. 1998. Food consumption by bathyal decapod crustacean assemblages in the western Mediterranean: predatory impact of megafauna and the food consumption-food supply balance in a deep-water food web. *Marine Ecology Progress Series* 171:233–246.
- Chronis, G., V. Lykousis, C. Anagnostou, A. Karageorgis, S. Stavrakakis, and S. Poulos. 2000. Suspended particulate matter and nepheloid layers over the southern margin of the Cretan Sea (N. E. Mediterranean): seasonal distribution and dynamics *Progress in Oceanography* 46:143–162.
- Clarke, K. R., and R. H. Green. 1988. Statistical design and analysis for a "biological effects" study. *Marine Ecology Progress Series* 46:213–226.
- Clarke, K. R., and R. M. Warwick. 1993. Similarity-based testing for community pattern: the 2-way layout with no replication. *Marine Biology* 118:167–176.
- Clarke, K. R., and R. M. Warwick. 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Natural Environment Research Council, Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, UK.
- Dounas, C., I. Davies, P. Hayes, C. Arvanitidis, and P. Koulouri. 2002. Development of a new method for the quantitative measurement of the effects of otter trawling on benthic nutrient fluxes and sediment biogeochemistry. European Commission, Study Project 99/036, Final Report, WHERE?.
- Eleftheriou, A., and N. A. Holme. 1984. Macrofauna techniques. Pages 140–216 in N. A. Holme and A. D. McIntyre, editors. *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK.
- Groenewold, S., and M. Fonds. 2000. Effects on benthic scavengers of discards and damaged benthos produced by the beam-trawl fishery in the southern North Sea. *ICES Journal of Marine Science* 57:1395–1406.
- Hall, S. J. 1999. The effects of fishing on marine ecosystems and communities. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK.
- Jennings, S., and M. J. Kaiser. 1998. The effects of fishing on marine ecosystems. *Advances in Marine Biology* 34:201–352.
- Kaartvedt, S. 1986. Diel activity patterns in deep-living cumaceans and amphipods. *Marine Ecology Progress Series* 30:243–249.
- Kaiser, M. J., and S. J. de Groot. 2000. The effects of fishing on non-target species and habitats. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK.
- Kaiser, M. J., and K. Ramsay. 1997. Opportunistic feeding by dabs within areas of trawl disturbance: possible implications for increased survival. *Marine Ecology Progress Series* 152:307–310.
- Kaiser, M. J., and B. E. Spencer. 1994. Fish scavenging behaviour in recently trawled areas. *Marine Ecology Progress Series* 112:41–49.
- Kallianiotis, A., K. Sophronidis, P. Vidoris, and A. Tselepides. 2000. Demersal fish and megafaunal assemblages on the Cretan continental shelf and slope (NE Mediterranean): seasonal variation in species density, biomass and diversity. *Progress in Oceanography* 46:429–455.
- Karakassis, I., and A. Eleftheriou. 1997. The continental shelf of Crete: structure of macrobenthic communities. *Marine Ecology Progress Series* 160:185–196.
- Koulouri, P., C. Dounas, and A. Eleftheriou. 2003. A new apparatus for the direct measurement of otter trawling effects on the epibenthic and hyperbenthic macrofauna. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 83:1363–1368.
- Labropoulou, M., and A. Eleftheriou. 1997. The foraging ecology of two pairs of congeneric demersal fish spe-

What do DG and CFP stand for?

Where published?

cies: importance of morphological characteristics in prey selection. *Journal of Fish Biology* 50:324–340.

Lindeboom, H. J., and S. J. de Groot. 1998. Impact II. The effects of different types of fisheries on the North Sea and Irish Sea benthic ecosystems. NIOZ-Rapport 1998–1/RIVO-DLO Report C003/98, WHERE?

Martin, B., and B. Christiansen. 1997. Diets and standing stocks of benthopelagic fishes at two bathymetrically different midoceanic localities in the northeast Atlantic. *Deep-Sea Research I* 44:541–558.

Mees, J., and M. B. Jones. 1997. The hyperbenthos. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 35:221–255.

Prena, J., P. Schwinghamer, T. W. Rowell, D. C. Gordon, Jr., K. D. Gilkinson, W. P. Vass, and D. L. McKeown. 1999. Experimental otter trawling on a sandy bottom ecosystem of the Grand Banks of Newfoundland: analy-

sis of trawl bycatch and effects on epifauna. *Marine Ecology Progress Series* 181:107–124.

Ramsay, K., M. J. Kaiser, P. G. Moore, and R. N. Hughes. 1997. Consumption of fisheries discards by benthic scavengers: utilization of energy subsidies in different marine habitats. *Journal of Animal Ecology* 66:884–896.

Sainte-Marie, B., and P. Brunel. 1983. Differences in life history and success between suprabenthic shelf populations of *Arrhis phyllonyx* (Amphipoda, Gammaridea) in tow ecosystems of the Gulf of St. Lawrence. *Journal of Crustacean Biology* 3:45–69.

Sainte-Marie, B., and P. Brunel. 1985. Suprabenthic gradients of swimming activity by cold-water gammaridean amphipod Crustacea over a muddy shelf in the Gulf of Saint Lawrence. *Marine Ecology Progress Series* 23:57–69.

Where
pub-
lished?

