



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ, ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ
ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

Περιβαλλοντική Βιολογία: Διαχείριση Χερσαίων και Θαλάσσιων Βιολογικών Πόρων

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΜΕ ΤΙΤΛΟ:

***ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΡΙΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΩΝ ΣΚΛΗΡΟΥ
ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗ ΣΥΛΛΗΠΤΙΚΗ ΤΟΥΣ ΕΠΙΔΟΣΗ ΣΤΙΣ
ΒΕΝΘΙΚΕΣ ΣΥΝΕΥΡΕΣΕΙΣ (ΜΕΙΟ-ΜΑΚΡΟΠΑΝΙΔΑ)***



Κλεονίκη Κεκλίκογλου

Εξεταστική επιτροπή: Δρ. Χρήστος Αρβανιτίδης (Ερευνητής Β')

Δρ. Ιωάννης Καράκασης (Καθηγητής)

Δρ. Νικόλαος Λαμπαδαρίου (Ερευνητής Β')

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2014



UNIVERSITY OF CRETE
FACULTY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF BIOLOGY
HELLENIC CENTRE FOR MARINE RESEARCH
INSTITUTE OF MARINE BIOLOGY, BIOTECHNOLOGY AND
AQUACULTURE
Joint Postgraduate Program

Environmental Biology: Management of Terrestrial and Marine Resources

MASTER OF SCIENCE THESIS:

***COMPARATIVE STUDY OF THE COLLECTING
PERFORMANCE OF THREE HARD BOTTOM SAMPLERS
ON THE BENTHIC ASSEMBLAGES (MEIO- MACROFAUNA)***



Kleoniki Keklikoglou

Board of examination: Dr. Christos Arvanitidis (Senior Researcher)

Dr. Ioannis Karakassis (Professor)

Dr. Nikolaos Lampadariou (Senior Researcher)

HERAKLION 2014

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εργασία αυτή δεν θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί χωρίς τη βοήθεια κάποιων ανθρώπων. Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω των Δρ. Χρήστο Αρβανιτίδη ο οποίος με ανέλαβε, με καθοδήγησε, με εμπιστεύτηκε και με στήριξε σε όλη τη διάρκεια της μεταπτυχιακής μου εργασίας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους Δρ. Ιωάννη Καρακάση και Δρ. Νικόλαο Λαμπαδαρίου για τις χρήσιμες συμβουλές τους και την βοήθειά τους στην ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας .

Ένα μεγάλο ευχαριστώ το οφείλω σε τρία άτομα που η συμβολή τους ήταν καταλυτική για την πραγματοποίηση της παρούσας εργασίας. Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω το Γιώργο Χατζηγεωργίου για την βοήθεια και στήριξη του σε όλη τη διάρκεια της παρούσας εργασίας, από τον σχεδιασμό της εργασίας μέχρι και τις χρήσιμες συμβουλές του στην ανάλυση και συγγραφή. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τη Δρ. Βίκυ Καλογεροπούλου που με βοήθησε, με συμβούλεψε αλλά και με εκπαίδευσε καθώς και τη Sarah Faulwetter που με εκπαίδευσε στη χρήση του micro-CT και με βοήθησε σε όλα τα στάδια της εργασίας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον Μανώλη Πέττα για την κατασκευή του δειγματολήπτη που χρησιμοποιήθηκε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, καθώς και τους: Δρ. Γιολάντα Κουλούρη, Κατερίνα Βασιλειάδου, Χριστίνα Παυλούδη, Δρ. Ναυσικά Παπαγεωργίου, Δρ. Εύα Χατζηνικολάου και Wanda Πλαΐτη για τις συμβουλές τους και κυρίως για τη στήριξη τους από την πρώτη στιγμή που ήρθα στο εργαστήριο.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου που με στήριξε και συνεχίζει να με στηρίζει σε όλες τις επιλογές μου...

Στον Κώστα...

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	σελ.6
ABSTRACT	σελ.7
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	σελ.8
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	σελ.11
2.1 Περιοχή δειγματοληψίας	σελ.11
2.2 Δειγματολήπτες	σελ.12
2.2.1 Χειρωνακτική συλλογή (ΧΣ)	σελ.12
2.2.2 Συλλέκτης αναρρόφησης με αέρα (ΣΑΝΑ)	σελ.12
2.2.3 Υδραυλική αντλία (ΥΔΑ)	σελ.13
2.3 Διαδικασία δειγματοληψίας	σελ.14
2.4 Επεξεργασία δειγμάτων στο πεδίο	σελ.15
2.5 Εργαστηριακή επεξεργασία δειγμάτων	σελ.15
2.5.1 Επεξεργασία μακροπανίδας-Εκτίμηση ζημιών	σελ.15
2.5.2 Επεξεργασία μειοπανίδας-Εκτίμηση ζημιών	σελ.17
2.6 Στατιστικές αναλύσεις	σελ.18
2.6.1 Στατιστική επεξεργασία δεδομένων	σελ.18
2.6.2 Μη παραμετρική ανάλυση διακύμανσης (Kruskal-Wallis)	σελ.18
2.6.3 Διαγράμματα Μη μετρικής Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης (Non metric-Multi Dimensional Scaling, MDS)	σελ.19
2.6.4 Ανάλυση ομοιότητας (ANOSIM- analysis of similarity)	σελ.19
2.6.5 Μεταθετική μη παραμετρική πολυπαραγοντική ανάλυση διακύμανσης (PERMANOVA- Permutational multivariate analysis of variance)	σελ.20
2.6.6 Ανάλυση ποσοστιαίας ομοιότητας των δειγμάτων με βάση τις αφθονότερες ταξινομικές ομάδες (Simpser analysis)	σελ.20
2.6.7 Λογισμικό	σελ.20
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	σελ.21
3.1 Χρόνοι διεξαγωγής πειράματος	σελ.21
3.2 Δομή βενθικής πανίδας	σελ.21
3.2.1 Μακροπανίδα	σελ.21
3.2.2 Μειοπανίδα	σελ.23
3.3 Σύγκριση βενθικών συνευρέσεων μεταξύ των διαφορετικών δειγματοληπτών	σελ.25
3.3.1 Σύγκριση των μακροπανιδικών συνευρέσεων	σελ.25
3.3.2 Σύγκριση των οικογενειών των Πολυχαίτων	σελ.28
3.3.3 Σύγκριση των μειοπανιδικών συνευρέσεων	σελ.29
3.4 Επίπεδα ζημίας	σελ.32
3.4.1 Δείκτης Ζημίας (ΔΖ)	σελ.32
3.4.2 Επίπεδα ζημίας μειοπανίδας	σελ.38
3.4.3 Πολυμεταβλητή ανάλυση επιπέδων ζημίας Μακροπανίδας	σελ.39
3.4.4 Πολυμεταβλητή ανάλυση επιπέδων ζημίας της Μειοπανίδας	σελ.39
3.5 Σχέση μήκους οργανισμών με δειγματολήπτες	σελ.40
3.6 Διαφορά του μήκους της μακροπανίδας των δειγματοληπτικών μεθόδων με βάση τις ζημίες	σελ.42
4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ	σελ.47
4.1 Χρόνοι διεξαγωγής πειράματος	σελ.47
4.2 Μακροπανίδα	σελ.47
4.3 Μειοπανίδα	σελ.48
4.4 Επίπεδα Ζημιών	σελ.50
5. Συμπεράσματα	σελ.52
Βιβλιογραφία	σελ.53
Παράρτημα 1	σελ.57
Παράρτημα 2	σελ.64
Παράρτημα 3	σελ.65
Παράρτημα 4	σελ.66

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι παράκτιες υποθαλάσσιες περιοχές με σκληρό υπόστρωμα θεωρούνται πολύ παραγωγικά συστήματα με ιδιαίτερη επιστημονική και οικονομική αξία. Ωστόσο, υπάρχουν λιγότερες επιστημονικές μελέτες στις περιοχές αυτές σε σχέση μ' εκείνες με μαλακό υπόστρωμα ως αποτέλεσμα της έλλειψης τυποποιημένων μεθόδων δειγματοληψίας αλλά και της ανάγκης για δειγματοληψία με κατάδυση. Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η σύγκριση τριών δειγματοληπτικών μεθόδων σκληρού υποστρώματος ως προς τη συλληπτική τους ικανότητα αλλά και τις ζημιές που πιθανόν προκαλούν στους οργανισμούς. Οι δύο δειγματοληπτικές μέθοδοι είναι κλασικοί τρόποι δειγματοληψίας του σκληρού υποστρώματος (απόξεση επιφάνειας, χρήση αναρροφητικής συσκευής) ενώ η τρίτη πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια ενός νέου δειγματολήπτη (υδραυλική αντλία, MANOSS - Manual Operated Suction Sampler) που κατασκευάστηκε στο Ελληνικό Κέντρο Θαλασσιών Ερευνών. Για την εξέταση των τριών δειγματοληπτικών μεθόδων, επιλέχθηκε η περιοχή Αλυκές (B. Κρήτη) η οποία χαρακτηρίζεται από ένα συνεχές ενδιαίτημα σκληρού υποστρώματος από την μεσοπαραλιακή ζώνη μέχρι το βάθος των 20 μέτρων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, εμφανίζονται σημαντικές διαφορές ως προς τη συλληπτική ικανότητα των τριών δειγματοληπτικών αλλά και ως προς τις ζημιές που προκαλούν στους μακρο- και μειοβενθικούς οργανισμούς που συλλέγουν. Εντονότερες διαφορές εμφανίζονται στις μειοπανιδικές συνευρέσεις με την υδραυλική αντλία να παρουσιάζει καλύτερη συλληπτική ικανότητα σε σχέση με τις άλλες δύο δειγματοληπτικές μεθόδους. Όσον αφορά τα επίπεδα ζημιών, οι οργανισμοί παρουσίασαν μικρό ποσοστό ζημιών εξαιτίας της πίεσης που προκαλείται από τη χρήση των δειγματοληπτικών. Τέλος, το μήκος των οργανισμών είναι ενδεικτικό μέτρο του επιπέδου ζημίας των οργανισμών από τους δειγματολήπτες.

Abstract

Subtital hard bottoms are of particular scientific and economical value since they are characterized as highly productive systems. To date, much fewer studies focus on the investigation of hard substrate ecosystems than those on the soft ones because of the absence of standardized sampling methods and the need of using SCUBA diving techniques. In the present study, three hard bottom sampling methods were compared, regarding their catching efficiency and the damages they may cause to meiobenthic and macrobenthic organisms. While the two sampling methods are typically used for the study of hard bottom substrates (scraping, suction devices), the third has been carried out with a newly introduced sampler (MANOSS - Manual Operated Suction Sampler) which was constructed in the Hellenic Centre for Marine Research (HCMR). All three sampling methods were tested in Alykes (N. Crete) which is characterized as a continuous hard bottom habitat from the intertidal down to the 20 meters. According to our results, significant differences were observed between the catching efficiency and the damages caused by the three sampling methods. Furthermore, greater differences were observed in the catching performance in the meiobenthic assemblages using MANOSS rather than the other sampling methods. Concerning the damage levels, few damages were caused to the organisms by the use of the different samplers. Finally, the body length seems to be an indicative measure of the damage levels, caused by the samplers.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η υποβάθμιση της λειτουργικότητας των παράκτιων οικοσυστημάτων και η απώλεια σημαντικών ενδιαιτημάτων ως αποτέλεσμα της ανθρωπογενούς επίδρασης αλλά και την κλιματικής αλλαγής έχουν σημειωθεί από διάφορους επιστήμονες (Bianchi & Morri 2000; Lotze et al. 2006). Οι παράκτιες υποπαράλιες περιοχές με σκληρό υπόστρωμα, βρίσκονται μεταξύ των πιο παραγωγικών συστημάτων και χαρακτηρίζονται από υψηλή βιοποικιλότητα εξαιτίας της ετερογένειας που εμφανίζουν αλλά και από την ταχύτατη υποβάθμισή τους από τις ανθρώπινες δραστηριότητες (Airoldi et al. 2009). Επιπρόσθετα, οι περιοχές αυτές αποτελούν πόλο έλξης για τους αλιείς καθώς φιλοξενούν είδη με υψηλή εμπορική αξία αλλά και για τους τουρίστες για καταδύσεις αναψυχής (Bianchi et al. 2004).

Η επιστημονική και οικονομική αξία αυτών των παράκτιων οικοσυστημάτων καθιστά αναγκαία την ολοκληρωμένη διαχείρισή τους. Ωστόσο, η δυσκολία μελέτης των περιοχών σκληρού υποστρώματος εξαιτίας της πολυπλοκότητάς τους, έχει ως αποτέλεσμα οι επιστημονικές εργασίες που έχουν γίνει σε αυτές τις περιοχές να είναι ελάχιστες συγκριτικά με τις περιοχές μαλακού υποστρώματος (Bianchi et al. 2004). Μία σειρά από δειγματολήπτες έχουν χρησιμοποιηθεί στις περιοχές μαλακού υποστρώματος όπως πυρηνολήπτες, δειγματολήπτες τύπου αρπαγής, τράτες και βυθοκόροι (Eleftheriou & McIntyre 2005) το σύνολο των οποίων ποντίζεται και ελέγχεται για την απόδοσή τους από την επιφάνεια, σε αντίθεση με το σκληρό υπόστρωμα όπου η αναγκαστική λειτουργία των αντίστοιχων εργαλείων από αυτοδύτες μειώνει σημαντικά τις επιχειρησιακές δυνατότητες των δειγματοληπτικών επιλογών.

Η μεγαλύτερη δυσκολία εντοπίζεται στην επιλογή του δειγματολήπτη, ο οποίος πρέπει να είναι αποτελεσματικός στη σύλληψη των δειγμάτων με όρους τόσο ποιοτικούς όσο και ποσοτικούς (Kikuchi et al. 2006). Η μεθοδολογία της δειγματοληψίας σε σκληρό υπόστρωμα γίνεται κυρίως σε δύο διαδοχικά στάδια: α) με την απόξεση της επιφάνειας και β) με τη χρήση διάφορων αναρροφητικών συσκευών. Η απόξεση της επιφάνειας για τη συλλογή βενθικών οργανισμών είναι ένας ευρέως διαδεδομένος δειγματοληπτικός τρόπος, με υψηλή αποτελεσματικότητα συλλογής της χλωρίδας και των εδραίων οργανισμών, αλλά υστερεί στην σύλληψη των υψηλής κινητικότητας οργανισμών (Abbiati 1991). Όσον αφορά τις αναρροφητικές συσκευές,

η πρώτη χρήση αναρροφητικής συσκευής για τη δειγματοληψία βενθικών οργανισμών πραγματοποιήθηκε από τον Brett το 1964. Στη συνέχεια, δημιουργήθηκαν διάφορες παραλλαγές της αναρροφητικής συσκευής (π.χ. Elliott & Tullett 1983; Rostron 2001) οι οποίες περιελάμβαναν τροποποιήσεις σχετικά με την ευκολία χρήσης, τους οργανισμούς που ήθελαν να συλλέξουν και τον τύπο του ενδιαιτήματος. Τελικώς επικράτησαν 2 τύποι αναρροφητικής συσκευής, ανάλογα με τον τρόπο που πραγματοποιείται η αναρρόφηση: με αντλία νερού (χρήση εμβόλου) ή με συμπιεσμένο αέρα (Drake & Elliott 1982).

Σύμφωνα με τον Rostron (2001), υπάρχει μία σειρά από πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα της χρήσης των αναρροφητικών συσκευών. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης αυτών των συσκευών είναι τα εξής: α) είναι φορητοί, οικονομικοί ως προς την κατασκευή τους και εύκολοι στη χρήση, β) μπορούν να συλλέγουν τμήματα του υποστρώματος από το ίδιο σημείο όπου συλλέχθηκαν οι οργανισμοί με αποτέλεσμα να μπορούν να περιγραφούν καλύτερα οι συνθήκες του ενδιαιτήματος και γ) χαρακτηρίζονται από υψηλή αποτελεσματικότητα ως προς τη συλλογή των οργανισμών σε συνδυασμό με τη χρήση τους σε ενδιαιτήματα στα οποία είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθεί άλλη δειγματοληπτική μέθοδος (π.χ. βραχώδη ενδιαιτήματα). Ωστόσο, οι δειγματολήπτες αυτοί παρουσιάζουν τα εξής μειονεκτήματα: α) μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περιορισμένα βάθη και να συλλέξουν συγκεκριμένο αριθμό δειγμάτων που εξαρτώνται από τις ικανότητες του δύτη αλλά κυρίως από τους περιορισμούς που τίθενται από τη φυσιολογία της κατάδυσης (χρόνος παραμονής σε συγκεκριμένο βάθος, κλπ.), β) δεν μπορούν να συλλεχθούν άτομα με μέγεθος μεγαλύτερο του ανοίγματος του στομίου του δειγματολήπτη και γ) η χρήση αναρροφητικών συσκευών σε συνδυασμό με την απόξεση της επιφάνειας μπορεί να προκαλέσουν ζημιές στους εύθραυστους οργανισμούς.

Παρόλη την ανάπτυξη διάφορων δειγματοληπτικών μεθόδων, λίγες μόνο μελέτες έχουν γίνει για τη σύγκριση της αποτελεσματικότητάς τους. Οι μελέτες αυτές περιορίζονται μόνο στην συλλεπτική τους ικανότητα και όχι στις ζημιές των συλλεγόμενων οργανισμών που πιθανόν προκαλούν (π.χ. Emery 1968; Gale & Thompson 1975; Tanner et al. 1977; Metaxas & Scheibling 1994; Brooks 1994). Οι περισσότερες δημοσιεύσεις που μέχρι πρόσφατα αφορούν τις ζημιές των οργανισμών από δειγματολήπτες, αναφέρονται κυρίως στη χρήση αλιευτικών εργαλείων και τις

επιπτώσεις τους στους βενθικούς οργανισμούς (π.χ. Froglija et al. 1999; Fonds et al. 2000; Bergmann et al. 2001; Jennings et al. 2001; Pranovi et al. 2001).

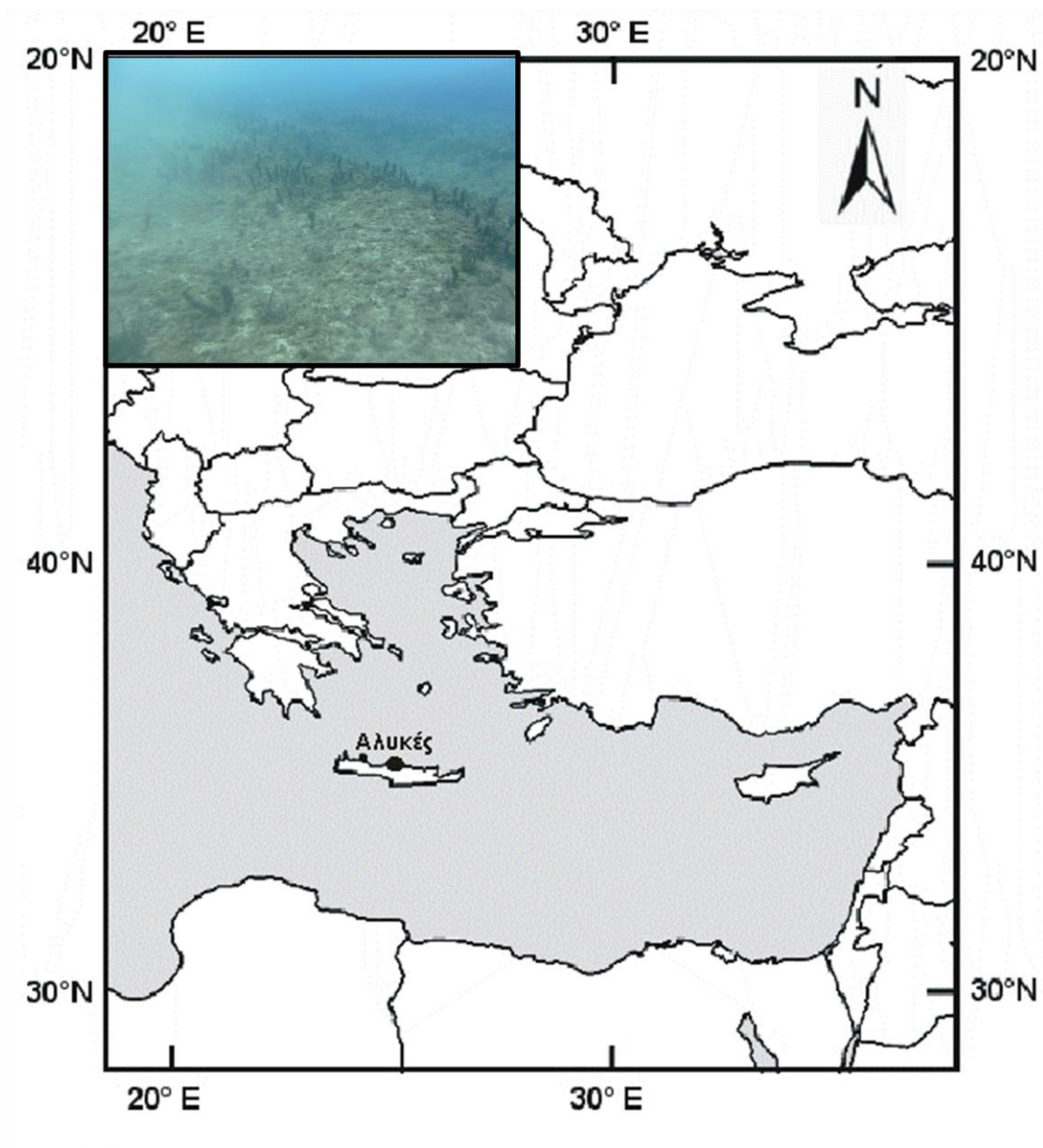
Η παρούσα εργασία προσπαθεί να καλύψει το παραπάνω κενό μέσα από τον έλεγχο 3 δειγματοληπτικών μεθόδων. Οι 2 δειγματοληπτικές μέθοδοι αποτελούν κλασσικούς τρόπους δειγματοληψίας που συμπεριλαμβάνουν τη χειρωνακτική συλλογή και τη συλλογή των οργανισμών μέσω μίας αναρροφητικής συσκευής συνδεδεμένης με φιάλη συμπιεσμένου αέρα, ενώ ο τρίτος είναι μία νέα αναρροφητική συσκευή η οποία κατασκευάστηκε στο Ελληνικό Κέντρο Θαλασσιών Ερευνών (ΕΛΚΕΘΕ) (Chatzigeorgiou et al. 2012a).

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι να περιγράψει την αποτελεσματικότητα του νέου δειγματολήπτη και να ενισχύσει τις γνώσεις μας στις δειγματοληπτικές μεθόδους σε περιοχές με σκληρό υπόστρωμα ώστε να συμβάλει στην μελλοντική τυποποίησή τους μέσα από την απάντηση των παρακάτω επιστημονικών ερωτημάτων: υπάρχουν διαφορές μεταξύ των δειγματοληπτικών μεθόδων ως προς: α) τους χρόνους συλλογής, διαλογής και αναγνώρισης των οργανισμών, β) τις αφθονίες των κύριων ταξινομικών ομάδων της μακροπανίδας, γ) τις αφθονίες των οικογενειών των Πολυχαίτων της μακροπανίδας, δ) τις αφθονίες των κύριων ταξινομικών ομάδων της μειοπανίδας, ε) τα επίπεδα ζημίας που προκαλούν στους μακροπανιδικούς και μειοπανιδικούς οργανισμούς, ζ) τα μήκη των συλλεγόμενων ατόμων και η) τα μήκη των συλλεγόμενων ατόμων σε κάθε επίπεδο ζημίας;

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Περιοχή δειγματοληψίας

Η εξέταση των 3 δειγματοληπτικών μεθόδων πραγματοποιήθηκε τον Δεκέμβριο του 2012 στην περιοχή Αλυκές (35°24'25''B; 24°59'19''A) που βρίσκεται στη Βόρεια Κρήτη (Ανατολική Μεσόγειος) σε βάθος 10.6-10.8 μέτρων. Η περιοχή αυτή χαρακτηρίζεται από ένα συνεχές ενδιαίτημα σκληρού υποστρώματος με έντονη φυτοκάλυψη (*Cystoseira* spp., *Sargassum* sp., *Corallinales* spp.) και μέτρια έκθεση στην κυματική δράση.



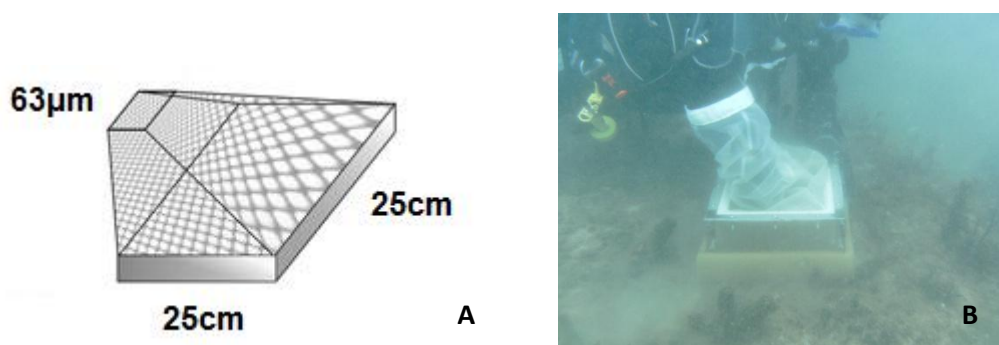
Εικόνα 1. Χάρτης με την περιοχή δειγματοληψίας

2.2 Δειγματολήπτες

Παρακάτω παρουσιάζονται οι 3 διαφορετικές δειγματοληπτικές μέθοδοι σκληρού υποστρώματος που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση της συλληπτικής τους ικανότητας και των ζημιών που πιθανόν προκαλούν στους οργανισμούς που συλλέγουν.

2.2.1 Χειρωνακτική συλλογή (ΧΣ)

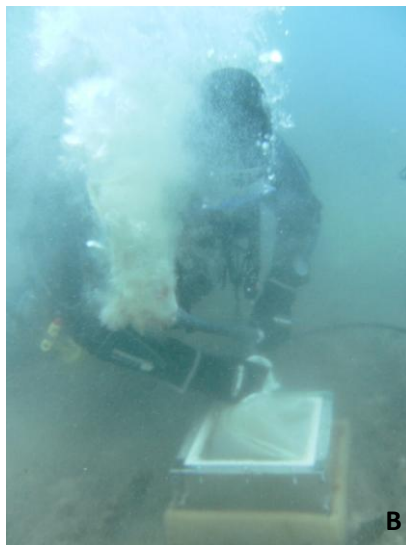
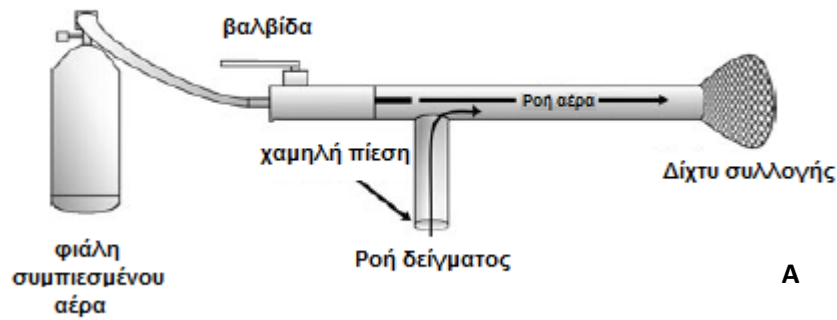
Ο πρώτος τρόπος δειγματοληψίας περιλαμβάνει τη χρήση ενός πλαισίου από μέταλλο ή πλεξιγκλάς (25 x 25 cm) το οποίο έχει προσκολλημένο ένα δίχτυ με άνοιγμα ματιού 63μm (Εικόνα 2). Το πλαίσιο αυτό τοποθετείται πάνω στην επιφάνεια του υποστρώματος και με τη βοήθεια διαφόρων εργαλείων (συνήθως σπάτουλες, αλλά και με μαχαίρι και σφυρί μερικές φορές) γίνεται η απόξεση της επιφάνειας. Στη συνέχεια με την κίνηση του χεριού, το αιωρούμενο υλικό συλλέγεται μέσα στο δίχτυ το οποίο είναι προσκολλημένο πάνω στο πλαίσιο. Ακολούθως, το δίχτυ αυτό αφαιρείται και τοποθετείται σε πλαστικό σάκο.



Εικόνα 2. A) Απεικόνιση του πλαισίου που χρησιμοποιήθηκε στη ΧΣ των δειγμάτων (τροποποιημένη από Chatzigeorgiou et al. 2012b). B) χρήση της ΧΣ κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας

2.2.2 Συλλέκτης αναρρόφησης με αέρα (ΣΑΝΑ)

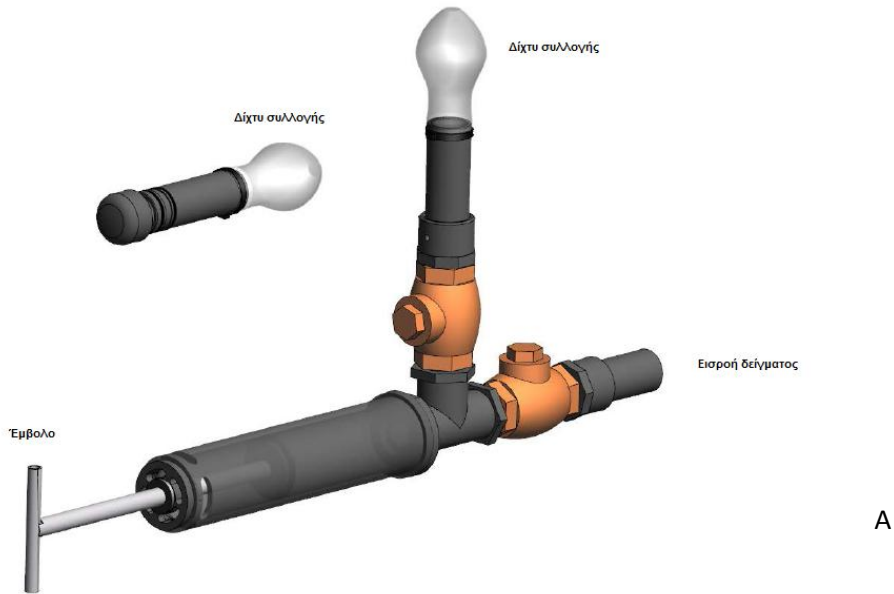
Ο δεύτερος τρόπος δειγματοληψίας διαφέρει από την προηγούμενη διαδικασία στο γεγονός ότι η συλλογή των οργανισμών μετά την απόξεση δεν γίνεται χειρωνακτικά αλλά με την χρήση μίας «αναρροφητικής συσκευής» (suction device) η οποία έχει περιγραφεί από τους Chatzigeorgiou et al. (2012b). Μετά τη διαδικασία απόξεσης, ο συμπιεσμένος αέρας που βρίσκεται εντός της καταδυτικής φιάλης καθώς εκτονώνεται δημιουργεί αναρροφητική τάση, η οποία έχει σαν αποτέλεσμα την αναρρόφηση του δείγματος και τη συλλογή του σε δίχτυ συλλογής του οποίου το άνοιγμα ματιού είναι 63μm (Εικόνα 3). Στο τέλος της διαδικασίας αυτής, τα μεγάλα κομμάτια (>2,5cm) που έχουν αποξυθεί συλλέγονται χειρωνακτικά.



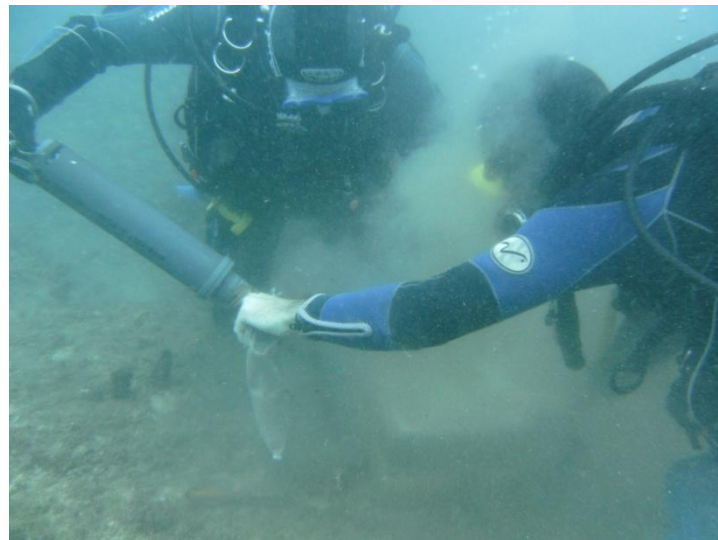
Εικόνα 3. Ο συλλέκτης αναρρόφησης με αέρα (ΣΑΝΑ): Α) απεικόνιση του ΣΑΝΑ (τροποποιημένη από Chatzigeorgiou et al. 2012b), Β),Γ) χρήση του ΣΑΝΑ κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας

2.2.3 Υδραυλική αντλία (ΥΔΑ)

Ο τρίτος τρόπος δειγματοληψίας περιλαμβάνει τη χρήση του νέου δειγματολήπτη που κατασκευάστηκε από το Ελληνικό Κέντρο Θαλασσιών Ερευνών (ΕΛΚΕΘΕ) ο οποίος είναι μία παραλλαγή της αναρροφητικής συσκευής χωρίς όμως να απαιτείται η χρήση καταδυτικής φιάλης. Η υδραυλική αντλία (MANOSS- Manual Operated Suction Sampler) είναι μια αναρροφητική συσκευή όπου η διαδικασία της αναρρόφησης βασίζεται στη χειροκίνητη μετακίνηση ενός εμβόλου (Εικόνα 4). Η διαδικασία κατασκευής του συγκεκριμένου δειγματολήπτη περιγράφεται αναλυτικά στη δημοσίευση των Chatzigeorgiou et al. (2012a). Αυτή η δειγματοληπτική μέθοδος απαιτεί, όπως και με τη χρήση του ΣΑΝΑ, αρχικά την απόξεση της επιφάνειας, στη συνέχεια, τη δημιουργία αναρρόφησης από την ΥΔΑ ενώ δεν απαιτείται η χειρωνακτική απομάκρυνση των μεγάλων κομματιών του υλικού που έχει αποξυθεί, εξαιτίας της μεγάλης διαμέτρου του στομίου (5cm) .



A



B

Εικόνα 4. Α) Απεικόνιση της υδραυλικής αντλίας (ΥΔΑ) (τροποποιημένη από Chatzigeorgiou et al. 2012a), Β) χρήση της ΥΔΑ κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας

2.3 Διαδικασία δειγματοληψίας

Για τη συλλογή των δειγμάτων με τη χρήση των 3 δειγματοληπτικών μεθόδων, πραγματοποιήθηκαν μέσα σε μία μέρα 2 καταδυτικές προσπάθειες. Τα δείγματα συλλέχθηκαν από τον ίδιο δύτη ώστε να μην υπάρχει συστηματικό λάθος, εξαιτίας των διαφορετικών ικανοτήτων των χρηστών των δειγματοληπτών. Στην πρώτη κατάδυση πάρθηκαν 5 επαναληπτικά δείγματα για κάθε μέθοδο με σειρά συλλογής ΧΣ, ΥΔΑ, ΣΑΝΑ. Στην δεύτερη κατάδυση συλλέχθηκαν άλλα 3 επαναληπτικά δείγματα αλλά η

σειρά συλλογής άλλαξε (ΣΑΝΑ, ΥΔΑ, ΧΣ) ώστε να μειωθεί το συστηματικό λάθος που θα μπορούσε να προκύψει από την καταπόνηση του δύτε.

Κατά τη διάρκεια της χρήσης κάθε δειγματοληπτικής μεθόδου καταγραφόταν ο χρόνος συλλογής του κάθε επαναληπτικού δείγματος και τυχόν προβλήματα που δημιουργήθηκαν κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας.

2.4 Επεξεργασία δειγμάτων στο πεδίο

Τα δείγματα που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας ξεπλύθηκαν με φιλτραρισμένο θαλασσινό νερό και η μακροπανίδα διαχωρίστηκε με τη βοήθεια κόσκινου με άνοιγμα ματιού 500μm ενώ η μειοπανίδα διαχωρίστηκε με κόσκινο 63μm. Τα διαχωρισμένα δείγματα τοποθετήθηκαν σε ειδικά δοχεία συλλογής και συντηρήθηκαν σε διάλυμα φορμόλης 4% .

2.5 Εργαστηριακή επεξεργασία δειγμάτων

2.5.1 Επεξεργασία μακροπανίδας- Εκτίμηση ζημιών

Συνολικά, 8 επαναληπτικά δείγματα από κάθε δειγματοληπτική μέθοδο αναλύθηκαν για το περιεχόμενο της μακροπανίδας που συνέλεξαν. Η επεξεργασία της μακροπανίδας περιελάμβανε τον διαχωρισμό των ατόμων που συλλέχθηκαν σε μεγάλες ταξινομικές κατηγορίες. Αρχικά, το δείγμα ξεπλύθηκε από τη φορμόλη και τοποθετήθηκε σε δίσκο ώστε να γίνει η διαλογή των οργανισμών. Με τη βοήθεια λαβίδας συλλέχθηκαν οι οργανισμοί και τοποθετήθηκαν σε δοχεία με 70% αλκοόλη ανάλογα με την ταξινομική ομάδα στην οποία ανήκουν (Καρκινοειδή, Πολύχαιτοι, Μαλάκια, Εχινόδερμα, Διάφορα). Κατά τη διάρκεια της διαλογής των οργανισμών υπολογιζόταν ο χρόνος διαλογής για κάθε επαναληπτικό δείγμα.

Στη συνέχεια, τα άτομα σε κάθε επαναληπτικό δείγμα των 3 μεθόδων κατατασσόταν σε ανώτερες ταξινομικές κατηγορίες με τη βοήθεια ενός στερεοσκοπίου, με σειρά αναγνώρισης ΧΣ, ΥΔΑ, ΣΑΝΑ και υπολογίστηκαν οι αφθονίες τους που αντιστοιχούν στα 625cm². Συγκεκριμένα, τα Καρκινοειδή διαχωρίστηκαν σε Αμφίποδα και Δεκάποδα, οι Πολύχαιτοι αναγνωρίστηκαν με τη βοήθεια κλειδών σε οικογένειες (Rousse & Pleijel 2001), τα Μαλάκια διαχωρίστηκαν σε Γαστερόποδα και Δίθυρα και τα Εχινόδερμα σε Οφιουροειδή και Εχινοειδή. Στο τέλος της αναγνώρισης των οργανισμών κάθε επαναληπτικού δείγματος υπολογιζόταν ο χρόνος αναγνώρισης.

Κατά τη διάρκεια της κατάταξης των οργανισμών στις προαναφερθείσες ταξινομικές ομάδες υπολογίστηκε το μήκος του σώματός τους, χωρίς να υπολογίζεται

το μήκος των εξαρτημάτων τους, αλλά και το επίπεδο ζημίας που έχουν υποστεί. Για την εκτίμηση του επιπέδου ζημίας τους χρησιμοποιήθηκε μία κλίμακα 5 επιπέδων διαμορφωμένη ανάλογα με την ταξινομική ομάδα στην οποία ανήκει ο οργανισμός (Πίνακας 1). Επιπρόσθετα, υπολογίστηκε και ένας δείκτης ζημίας (ΔZ) των οργανισμών ο οποίος έχει περιγραφεί από τους Jenkins et al. (2001). Ο υπολογισμός του δείκτη αυτού βασίζεται στο μαθηματικό τύπο:

$$\frac{\sum_{i=1}^5 n_i i}{N}$$

όπου n_i = ο αριθμός των οργανισμών της κατηγορίας ζημίας i , και N = συνολικός αριθμός των οργανισμών

Πίνακας 1. Κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν για την κατηγοριοποίηση των ζημιών που υπέστησαν οι οργανισμοί

	Κατηγορία 1	Κατηγορία 2	Κατηγορία 3	Κατηγορία 4	Κατηγορία 5
<i>Καρκινοειδή</i>	Καλή κατάσταση	Απουσία εξαρτημάτων	Σπασμένος εξωσκελετός	Σπασμένος εξωσκελετός & έλλειψη (θραύση) εξαρτημάτων	Συνθλιμμένο
<i>Οφιουροειδή</i>	Καλή κατάσταση	Σπασμένα ή απουσία βραχιόνων	Σπασμένος δίσκος	Σπασμένος δίσκος & Σπασμένα ή απουσία βραχιόνων	Συνθλιμμένο
<i>Εχινοειδή</i>	Καλή κατάσταση	Μικρή παραμόρφωση	<50% απουσία ακάνθων	>50% απουσία ακάνθων	Συνθλιμμένο
<i>Γαστερόποδα</i>	Καλή κατάσταση	Άκρη κελύφους σπασμένη	Κέλυφος ελαφρώς σπασμένο	Κέλυφος ευρέως σπασμένο	Συνθλιμμένο
<i>Δίθυρα</i>	Καλή κατάσταση	Άκρη κελύφους σπασμένη	Μία θύρα σπασμένη	Δύο θύρες σπασμένες	Συνθλιμμένο
<i>Πολύχαιτοι</i>	Καλή κατάσταση	Απουσία/σπασμένα εξαρτήματα/ τραυματισμένο σώμα	Απουσία οπίσθιων μεταμερών	Απουσία οπίσθιων μεταμερών & Απουσία/σπασμένα εξαρτήματα/ τραυματισμένο σώμα	Συνθλιμμένο

Παραδείγματα των ζημιών που παρουσιάζονται στον Πίνακα 1 απεικονίστηκαν με τη βοήθεια του μικροτομογράφου (micro-CT (micro computed tomography)) Skyscan 1172 (Παράρτημα 1). Ο μικροτομογράφος αυτός χρησιμοποιεί ακτίνες X, οι οποίες δημιουργούν προβολές εικόνων του δείγματος και στη συνέχεια οι εικόνες αυτές ανακατασκευάζονται ώστε να δημιουργηθεί μία 3D απεικόνιση του δείγματος.

Το επίπεδο ζημίας των μακροπανιδικών οργανισμών υπολογίστηκε και με βάση την κλίμακα 2 επιπέδων για όλες τις ταξινομικές ομάδες: α) στο πρώτο επίπεδο περιλαμβάνονταν τα άτομα χωρίς καμία ζημία (κατηγορία 0) και β) στο δεύτερο επίπεδο τα άτομα με οποιοδήποτε βαθμό ζημίας (κατηγορία 1).

2.5.2 Επεξεργασία μειοπανίδας- Εκτίμηση ζημιών

Συνολικά, 8 επαναληπτικά δείγματα από κάθε δειγματοληπτική μέθοδο αναλύθηκαν για το περιεχόμενο της μειοπανίδας που συνέλεξαν. Η επεξεργασία της μειοπανίδας περιελάμβανε τον διαχωρισμό των μειοπανιδικών οργανισμών από το δείγμα. Για τον διαχωρισμό αυτόν, χρησιμοποιήθηκε ένα κόσκινο με διάμετρο πόρων 63 μ m στο οποίο είναι τοποθετημένο το δείγμα και ξεπλύθηκε με νερό μέχρι να απομακρυνθεί το υλικό με μικρότερη διάμετρο από αυτή των πόρων του κόσκινου. Στη συνέχεια, η απομάκρυνση των οργανισμών από το δείγμα πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο των de Jonge και Bouwman (1977) σύμφωνα με την οποία το εναπομείναν υλικό τοποθετήθηκε σε δοχείο στο οποίο προστέθηκε το πολυμερές Ludox TM με ειδική πυκνότητα 1.15. Η πυκνότητα αυτή είναι ενδιάμεση από την πυκνότητα των μειοβενθικών οργανισμών και του εναπομείναντος ιζήματος με αποτέλεσμα οι οργανισμοί να επιπλέουν στο υπερκείμενο ενώ αντίθετα οι κόκκοι του ιζήματος να βυθίζονται. Για τον καλύτερο διαχωρισμό των οργανισμών από το ίζημα, το δείγμα ανακατεύτηκε ώστε το Ludox TM να εισχωρήσει καλύτερα μέσα στο ίζημα και οι οργανισμοί με τη βοήθεια της φυγοκέντρωσης να συγκεντρωθούν στην επιφάνεια. Μετά από μία ώρα παραμονής του δείγματος στο αναφερθέν πολυμερές, το υπερκείμενο το οποίο περιέχει τους μειοπανιδικούς οργανισμούς ξεπλύθηκε με νερό και συλλέχθηκε σε ένα δεύτερο δοχείο ενώ στο αρχικό δοχείο προστίθεται ξανά Ludox TM και επαναλήφθηκε η προαναφερθείσα διαδικασία για 2 επιπλέον φορές. Σύμφωνα με τους Austen και Warwick (1989) ο αριθμός αυτός (3 φορές) είναι ικανοποιητικός για τη συλλογή του μεγαλύτερου ποσοστού των οργανισμών (~97%). Τέλος, στο δοχείο με τους οργανισμούς προστέθηκε για την συντήρησή τους διάλυμα φορμόλης 4% και χρώση με Rose Bengal (1g/l) ώστε οι μειοπανιδικοί οργανισμοί να είναι ευδιάκριτοι κατά τη διαλογή και τον προσδιορισμό τους.

Για τη διαλογή των μειοβενθικών οργανισμών, το δείγμα ξεπλύθηκε σε κόσκινο με διάμετρο πόρων 63 μ m ώστε να φύγει η φορμόλη και η επιπλέον χρώση, και τοποθετήθηκε σε πλεξιγκλάς θήκη που ονομάζεται “Bogorov tray” (Giere 2009). Με τη βοήθεια του στερεοσκοπίου και μίας λεπτής βελόνας οι οργανισμοί χωρίστηκαν σε

κύριες ταξινομικές ομάδες και υπολογίστηκαν οι αφθονίες τους αναγόμενες στα 10cm^2 .

Για την εκτίμηση των ζημιών που έχουν υποστεί οι μειοβενθικοί οργανισμοί επιλέχθηκαν οι πιο άφθονες ταξινομικές ομάδες οι οποίες ήταν οι Νηματώδεις, τα Κωπήποδα και οι Πολύχαιτοι. Η κλίμακα εκτίμησης των ζημιών αυτών των ομάδων ήταν μόνο 2 επίπεδων με την κατηγορία 0 να αντιστοιχεί στους οργανισμούς σε καλή κατάσταση και τη κατηγορία 1 να αντιστοιχεί στους κατεστραμμένους οργανισμούς. Στα μειοπανιδικά δείγματα δεν χρησιμοποιήθηκε κλίμακα εκτίμησης των ζημιών σε 5 επίπεδα εξαιτίας του μικρού μεγέθους τους με αποτέλεσμα να απαιτείται χρήση μικροσκοπίου για την εκτίμηση των ζημιών όπως επίσης και μεγάλο χρονικό διάστημα για την επίτευξη αυτού του στόχου το οποίο θα ξεπερνούσε τα πλαίσια μιας μεταπτυχιακής διατριβής.

2.6 Στατιστικές αναλύσεις

2.6.1 Στατιστική επεξεργασία δεδομένων

Για την εύρεση διαφορών μεταξύ των δειγματοληπτών ως προς τις αφθονίες των μειο- και μακροπανιδικών οργανισμών που συλλέγουν, κατασκευάστηκαν αρχικά πίνακες οι οποίοι περιείχαν τις τιμές των αφθονιών των κύριων ταξινομικών ομάδων όλων των επαναληπτικών δειγμάτων. Στη συνέχεια, ακολούθησε η κανονικοποίηση (standardization) των δεδομένων και ο μετασχηματισμός τους με τετραγωνική ρίζα. Η ίδια διαδικασία κατασκευής των πινάκων και αρχικής επεξεργασίας των δεδομένων ακολούθηθηκε και για τα δεδομένα που σχετίζονται με τα μήκη των οργανισμών.

Όσον αφορά την σύγκριση μεταξύ των δειγματοληπτών ως προς τα επίπεδα ζημίας που έχουν υποστεί οι οργανισμοί, οι αρχικοί πίνακες περιείχαν τα ποσοστά ατόμων για κάθε επίπεδο.

2.6.2 Μη παραμετρική ανάλυση διακύμανσης (Kruskal-Wallis)

Για την εύρεση στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ των τιμών των αφθονιών, των ζημιών και των αντίστοιχων διαστάσεων (μηκών) τους, εφαρμόστηκε μη παραμετρικός έλεγχος με τη δοκιμασία Kruskal-Wallis (Kruskal & Wallis 1952) με τη βοήθεια του διαδικτυακού λογισμικού SOCR (Statistical Online Computational Resource; http://www.socr.ucla.edu/htmls/SOCR_Analyses.html). Η μη παραμετρική ανάλυση διακύμανσης Kruskal-Wallis με βάση τη σειρά και όχι τις μετρηθείσες τιμές είναι μία

δοκιμασία η οποία μπορεί να συγκρίνει περισσότερα από δύο δείγματα, με την προϋπόθεση ότι είναι ανεξάρτητα.

Το διαδικτυακό πρόγραμμα SOCR, μέσα από τον έλεγχο Kruskal-Wallis, πραγματοποιεί ταυτόχρονα και τις πολλαπλές *a posteriori* συγκρίσεις μεταξύ οποιουδήποτε ζεύγους δειγμάτων οι οποίες υπολογίζονται σύμφωνα με τον παρακάτω μαθηματικό τύπο:

$$\left| \frac{R_i}{n_i} - \frac{R_j}{n_j} \right| > t_{1-\alpha/2} \frac{(S^2 \frac{N-1-T}{N-k})^{1/2}}{(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j})^{1/2}}$$

όπου R_i = το άθροισμα των σειρών της ομάδας i , n_{ij} = το μέγεθος της ομάδας i, j , $t_{1-\alpha/2}$ = η κρίσιμη τιμή, S^2 = η διακύμανση, N = ο συνολικός αριθμός των παρατηρήσεων όλων των ομάδων, k = ο αριθμός των ομάδων και T = η τιμή της στατιστικής δοκιμασίας

2.6.3 Διαγράμματα Μη μετρικής Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης (Non metric-Multi Dimensional Scaling, MDS)

Για την απεικόνιση των ομοιοτήτων/διαφορών των 3 διαφορετικών δειγματοληπτικών μεθόδων, με βάση τη σύνθεση αλλά και τις αφθονίες των ταξινομικών κατηγοριών που συνέλεξαν, δημιουργήθηκαν τα διαγράμματα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης (MDS). Για τη δημιουργία ενός διαγράμματος MDS απαιτείται η δημιουργία ενός τριγωνικού πίνακα ομοιότητας που προκύπτει από τη χρήση του συντελεστή ομοιότητας Bray-Curtis (Bray & Curtis 1957), ο οποίος υπολογίζεται μεταξύ όλων των δυνατών ζευγών των δειγμάτων του αρχικού πίνακα δεδομένων.

2.6.4 Ανάλυση ομοιότητας (ANOSIM- analysis of similarity)

Για τη διερεύνηση στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ των δειγμάτων που συλλέχθηκαν με τους 3 τύπους δειγματοληπτών, εφαρμόστηκε η δοκιμασία ANOSIM (Clarke & Green 1988). Η δοκιμασία ANOSIM είναι ένας μη παραμετρικός έλεγχος όπου εντοπίζει κατά πόσο οι αποστάσεις μεταξύ των επαναληπτικών δειγμάτων που συλλέχθηκαν από έναν δειγματολήπτη είναι στατιστικά διαφορετικές από εκείνες των άλλων δειγματοληπτών.

2.6.5 *Μεταθετική μη παραμετρική πολυπαραγοντική ανάλυση διακύμανσης (PERMANOVA- Permutational multivariate analysis of variance)*

Για την εύρεση διαφορών μεταξύ των επιπέδων ζημίας των 3 δειγματοληπτικών μεθόδων εφαρμόστηκε η μη παραμετρική μέθοδος PERMANOVA (Anderson 2001). Χρησιμοποιήθηκαν 2 παράγοντες (Κατηγορία ζημίας, Δειγματολήπτης) ώστε η ανάλυση PERMANOVA να εντοπίσει τυχόν διαφορές μεταξύ των δειγμάτων μετά από 999 μεταθέσεις.

2.6.6 *Ανάλυση ποσοστιαίας ομοιότητας των δειγμάτων με βάση τις αφθονότερες ταξινομηκές ομάδες (SIMPER analysis)*

Για τον καθορισμό των ταξινομηκών ομάδων που συμβάλλουν περισσότερο στην ανομοιότητα των δειγματοληπτικών μεθόδων εφαρμόστηκε η ανάλυση SIMPER (Clarke & Ainsworth 1993). Με τη μέθοδο αυτή μπορεί να εντοπιστεί η συμμετοχή της κάθε ταξινομηκής ομάδας στην ομοιότητα εντός μιας ομάδας σταθμών ή δειγμάτων και στην απόσταση (ανομοιότητα) μεταξύ δύο τέτοιων ομάδων.

2.6.7 *Λογισμικό*

Η κατασκευή γραφημάτων και πινάκων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του Microsoft Office Excel. Για τον έλεγχο στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ των 3 δειγματοληπτικών με τη δοκιμασία Kruskal-Wallis χρησιμοποιήθηκε το διαδικτυακό στατιστικό λογισμικό SOCR (Statistical Online Computational Resource; <http://www.socr.ucla.edu/>) ενώ για τις υπόλοιπες μη παραμετρικές πολυπαραγοντικές αναλύσεις χρησιμοποιήθηκε το Primer v.6.1.5.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Χρόνοι διεξαγωγής πειράματος

Ένας τρόπος σύγκρισης των 3 δειγματοληπτικών μεθόδων ως προς την αποτελεσματικότητά τους αλλά και την ευκολία στη χρήση τους ήταν η μέτρηση των απαιτούμενων χρόνων για τη συλλογή των δειγμάτων, την εργαστηριακή διαλογή των οργανισμών αλλά και την αναγνώρισή τους στις κύριες ταξινομικές ομάδες. Οι χρόνοι αυτοί παρατίθεται στον Πίνακα 2. Οι χρόνοι συλλογής, διαλογής και αναγνώρισης των 3 διαφορετικών τεχνικών με βάση τη δοκιμασία Kruskal-Wallis, δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Kruskal-Wallis; $T=2,378$; $T=0,477$; $T=4,337$; $p>0,05$).

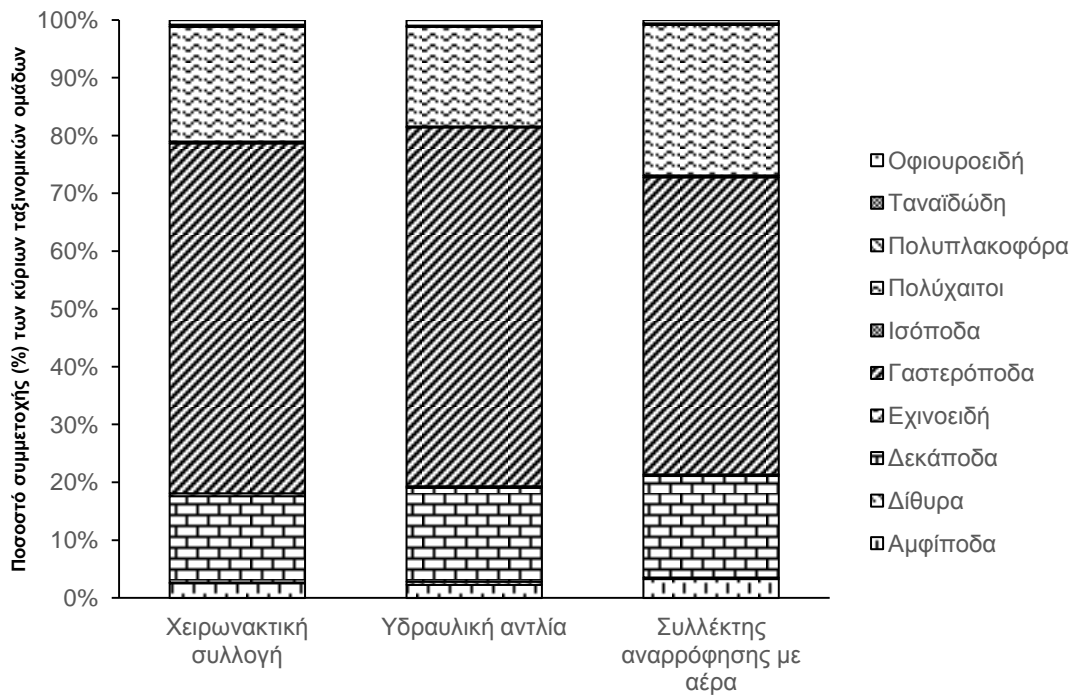
Πίνακας 2. Μέσος όρος χρόνου (μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση από τα 8 επαναληπτικά δείγματα) που απαιτείται για τη συλλογή, τη διαλογή και την αναγνώριση των κύριων ταξινομικών ομάδων ενός δείγματος

	Χρόνος συλλογής (λεπτά)	Χρόνος διαλογής (ώρες)	Χρόνος αναγνώρισης (ώρες)
Χειρωνακτική Συλλογή	2,43 \pm 2,26	6,5 \pm 1,41	1,79 \pm 2,05
Υδραυλική αντλία	1,3 \pm 0,69	6 \pm 1,07	2,62 \pm 2,61
Συλλέκτης αναρρόφησης με αέρα	2,12 \pm 1,45	6 \pm 1,07	1,78 \pm 1,70

3.2 Δομή βενθικής πανίδας

3.2.1 Μακροπανίδα

Με τη χρήση των 3 δειγματοληπτικών μεθόδων αναγνωρίστηκαν συνολικά 7337 άτομα από τα οποία τα 2176 συλλέχθηκαν με τη ΧΣ, τα 2942 με την ΥΔΑ και τα 2219 με το ΣΑΝΑ. Ο αριθμός των ατόμων που προσδιορίστηκε σε κάθε επαναληπτικό δείγμα παρουσιάζεται στο Παράρτημα 2. Δέκα κύριες ταξινομικές ομάδες αναγνωρίστηκαν των οποίων τα ποσοστά συμβολής στην συνολική αφθονία εμφανίζονται στην Εικόνα 5. Η πιο άφθονη ταξινομική ομάδα και για τις 3 μεθόδους ήταν τα Γαστερόποδα με ποσοστό συμβολής στην συνολική αφθονία πάνω από 50%. Οι αμέσως επόμενες πιο άφθονες ομάδες είναι οι Πολύχαιτοι (ΧΣ: 20%, ΥΔΑ: 17,2%, ΣΑΝΑ.: 26%) και τα Δεκάποδα (ΧΣ: 15%, ΥΔΑ: 16%, ΣΑΝΑ: 17%) τα οποία αντιπροσωπεύονταν κυρίως από Ανόμουρα. Μόνο το 4-5% του συνόλου της αφθονίας αποτελείται από άτομα των υπολοίπων 7 ταξινομικών ομάδων. Τέλος, παρατηρήθηκε ότι στα δείγματα που συλλέχθηκαν με το ΣΑΝΑ απουσιάζουν τα Πολυπλακοφόρα.

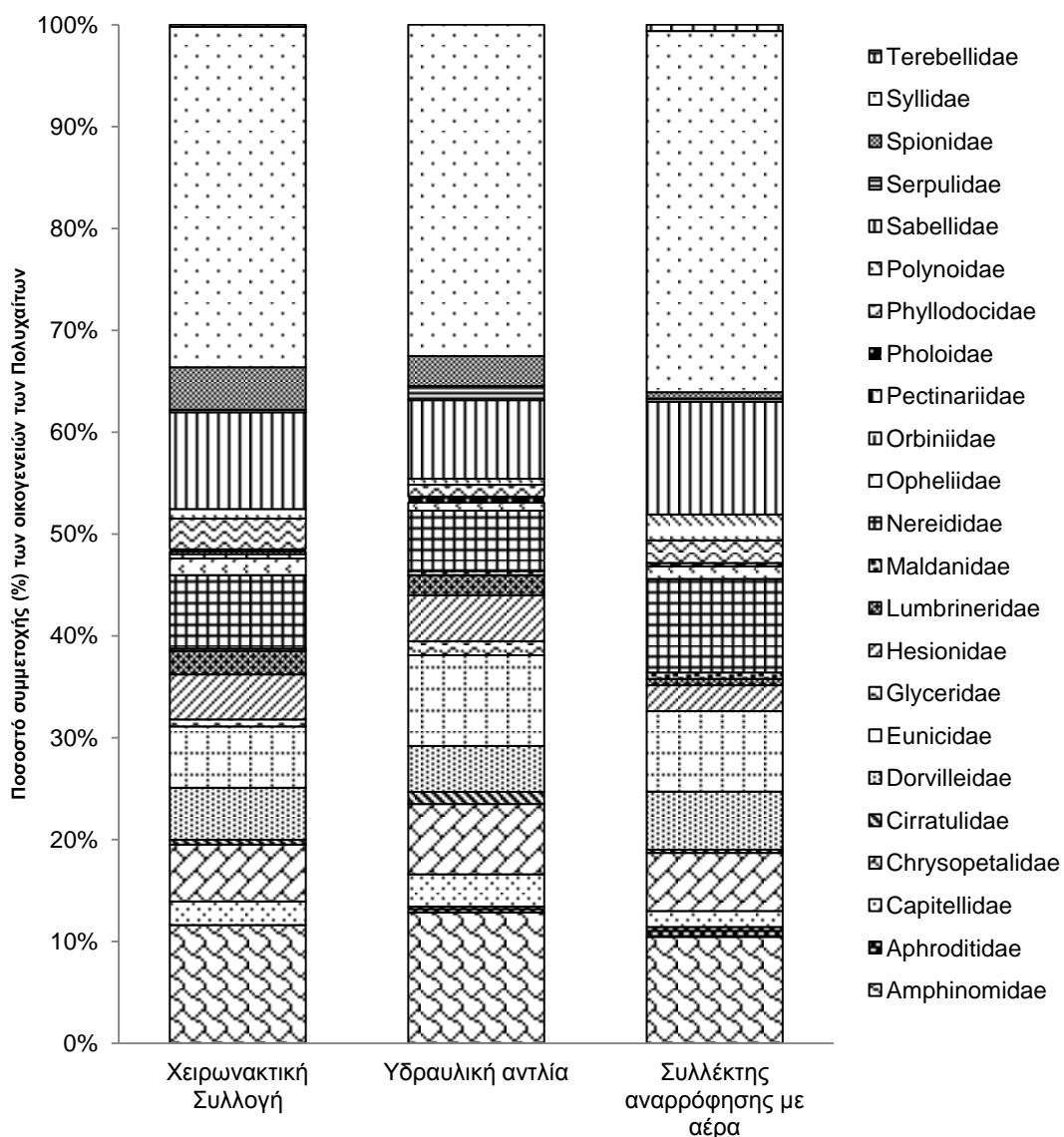


Εικόνα 5. Ποσοστό (%) συμμετοχής των 10 κύριων ταξινομικών ομάδων μακροπανίδας στη συνολική αφθονία που συλλέχθηκε από κάθε δειγματοληπτική μέθοδο

Από τα μακροπανιδικά δείγματα, μόνο η ομάδα των Πολυχαιτών αναγνωρίστηκε μέχρι το επίπεδο της οικογένειας όπου βρέθηκαν συνολικά 23 οικογένειες. Ο αριθμός των ατόμων κάθε οικογένειας που συλλέχθηκε με τις 3 διαφορετικές δειγματοληπτικές μεθόδους, παρουσιάζεται στο Παράρτημα 3. Η κυρίαρχη οικογένεια και για τις 3 δειγματοληπτικές μεθόδους είναι η οικογένεια των Syllidae όπου καταλαμβάνει περίπου το 35% του συνόλου της αφθονίας των Πολυχαιτών. Η αμέσως επόμενη πιο άφθονη οικογένεια, αν και με πολύ μικρότερη συμβολή σε σχέση με τα Syllidae, είναι η οικογένεια των Amphinomidae με ποσοστό συμμετοχής που αγγίζει το 10%.

Γεγονός αποτελεί η απουσία ορισμένων οικογενειών από την συνολική αφθονία κάθε δειγματοληπτικής μεθόδου. Συγκεκριμένα, από τους Πολύχαιτους που συλλέχθηκαν χειρωνακτικά απουσιάζουν τα Aphroditidae ενώ από την ΥΔΑ και το ΣΑΝΑ απουσιάζουν τα Orbiniidae. Επιπλέον, στα δείγματα της ΥΔΑ απουσιάζουν τα Pectinariidae και τα Terebellidae ενώ στο ΣΑΝΑ απουσιάζουν τα Glyceridae και Pholoidae. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι παραπάνω οικογένειες οι οποίες δεν εμφανίζονται σε κάποιες δειγματοληπτικές μεθόδους αντιπροσωπεύονται στα δείγματα

με πάρα πολύ μικρό αριθμό ατόμων της τάξεως του 1 με 3 άτομα. Τα ποσοστά συμμετοχής των οικογενειών των Πολυχαίτων στην συνολική αφθονία της κάθε δειγματοληπτικής μεθόδου παρουσιάζονται στην Εικόνα 6.

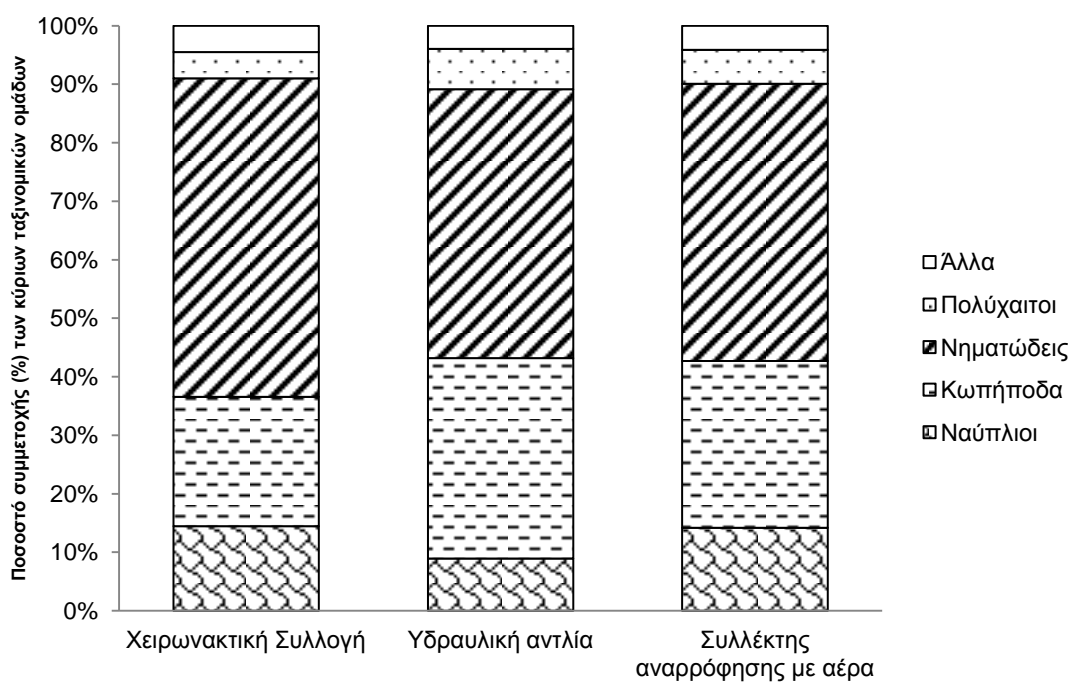


Εικόνα 6. Ποσοστό (%) συμμετοχής των οικογενειών των Πολυχαίτων της μακροπανίδας στη συνολική αφθονία που συλλέχθηκε από κάθε δειγματοληπτική μέθοδο

3.2.2 Μειοπανίδα

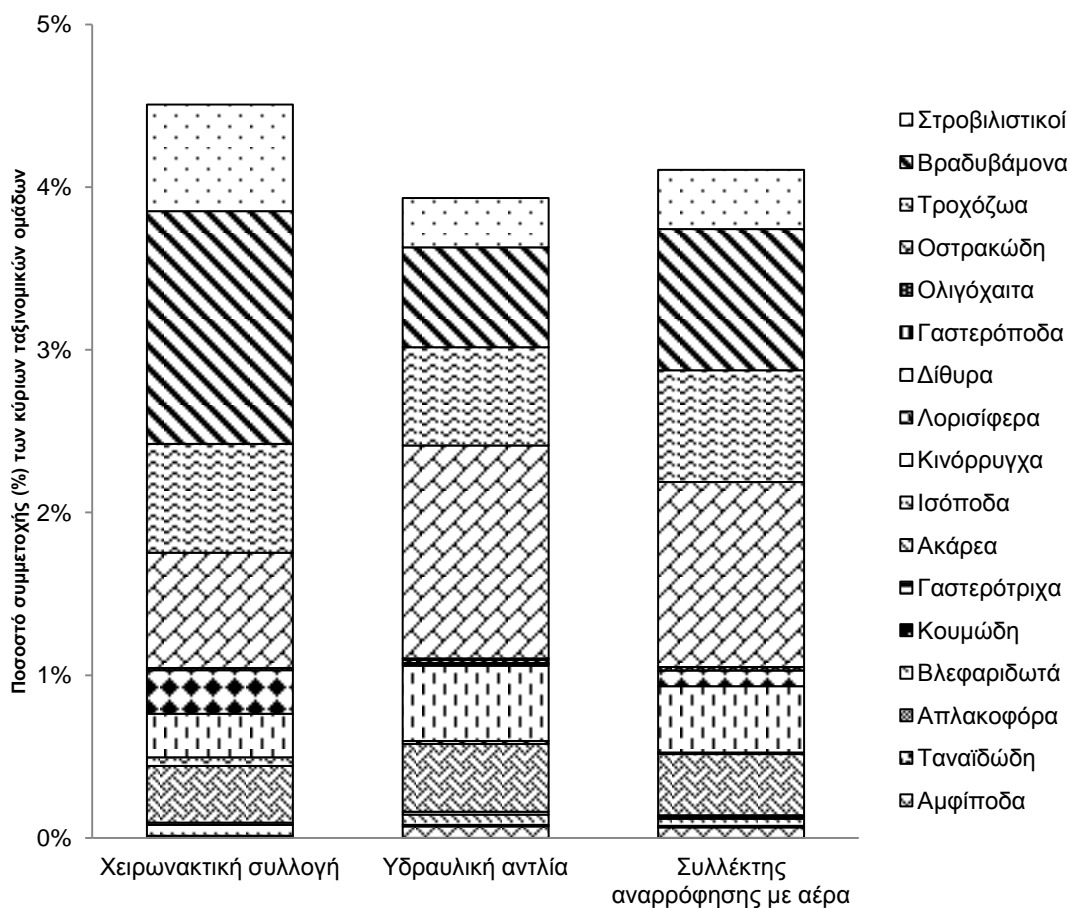
Σύμφωνα με την ανάλυση των μειοπανιδικών δειγμάτων, αναγνωρίστηκαν συνολικά 21 ταξινομικές ομάδες των οποίων οι αφθονίες αναγόμενες στα 10cm² εμφανίζονται στο Παράρτημα 4. Τέσσερις ταξινομικές ομάδες εμφανίζουν υψηλές τιμές αφθονίας

και για τις 3 δειγματοληπτικές μεθόδους (Εικόνα 7). Συγκεκριμένα, οι Νηματώδεις, τα Κωπήποδα, οι Ναύπλιοι και οι Πολύχαιτοι καταλαμβάνουν περίπου το 95%-96% του συνόλου της μειοπανίδας. Το υπόλοιπο 4%-5% της μειοπανίδας που παρουσιάζεται στην Εικόνα 7 ως «άλλα», αποτελείται από 17 ομάδες τα ποσοστά των οποίων παρουσιάζονται στην Εικόνα 8 .



Εικόνα 7. Ποσοστό (%) συμμετοχής των κυρίαρχων ταξινομικών ομάδων της μειοπανίδας για κάθε δειγματοληπτική μέθοδο

Παρατηρώντας τις λιγότερο άφθονες ταξινομικές ομάδες («άλλα» στην Εικόνα 7), απουσιάζουν διαφορετικές ταξινομικές ομάδες στις 3 δειγματοληπτικές μεθόδους. Συγκεκριμένα, με τη χρήση της ΧΣ αναγνωρίστηκαν 12 ταξινομικές ομάδες από τις οποίες λείπουν τα καρκινοειδή (Αμφίποδα, Ταναϊδώδη και Κουμώδη), όπως επίσης απουσιάζουν τα Γαστερόποδα και τα Λορισίφερα. Όσον αφορά την ΥΔΑ, εμφανίζονται 15 ταξινομικές ομάδες από τις οποίες λείπουν τα Κουμώδη και τα Απλακοφόρα. Τέλος με το ΣΑΝΑ, παρατηρούνται 14 ταξινομικές ομάδες ενώ απουσιάζουν τα Λορισίφερα, Γαστερόποδα και τα Απλακοφόρα.

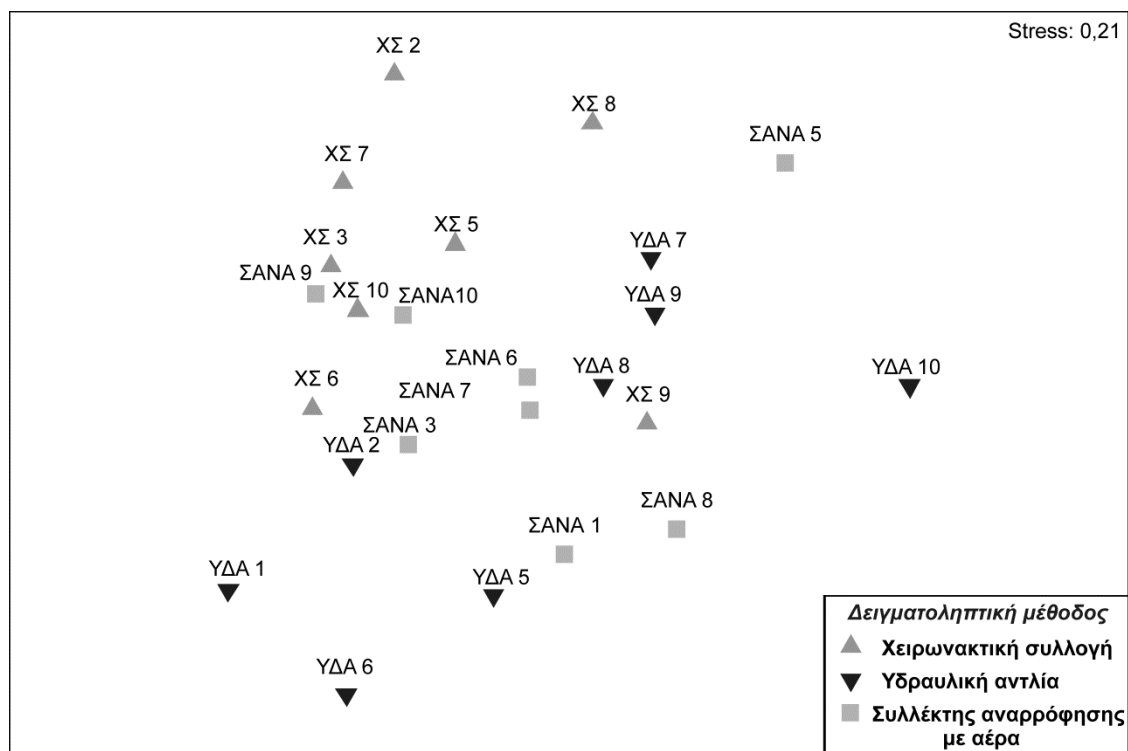


Εικόνα 8. Ποσοστό (%) συμμετοχής των λιγότερο άφθονων ταξινομικών ομάδων της μειοπανίδας σε κάθε δειγματοληπτική μέθοδο

3.3 Σύγκριση βενθικών συνενυρέσεων μεταξύ των διαφορετικών δειγματοληπτικών

3.3.1 Σύγκριση των μακροπανιδικών συνενυρέσεων

Στο παρακάτω διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης (Εικόνα 9) απεικονίζονται δισδιάστατα οι ομοιότητες των τριών διαφορετικών δειγματοληπτικών μεθόδων σύμφωνα με τον συντελεστή ομοιότητας Bray-Curtis, με βάση τις αφθονίες των κύριων ταξινομικών ομάδων που συνέλεξαν. Σύμφωνα με τον έλεγχο ομαδοποίησης (ANOSIM), μόνο τα δείγματα της μακροπανιδικής ποικιλότητας που συλλέχθηκαν από τη ΧΣ και την ΥΔΑ δείχνουν ένα πρότυπο ομαδοποίησης, ενώ η ποικιλότητα του ΣΑΝΑ δεν εμφανίζει κάποιο συγκεκριμένο πρότυπο. Αναλυτικά τα αποτελέσματα της ανάλυσης ANOSIM παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.

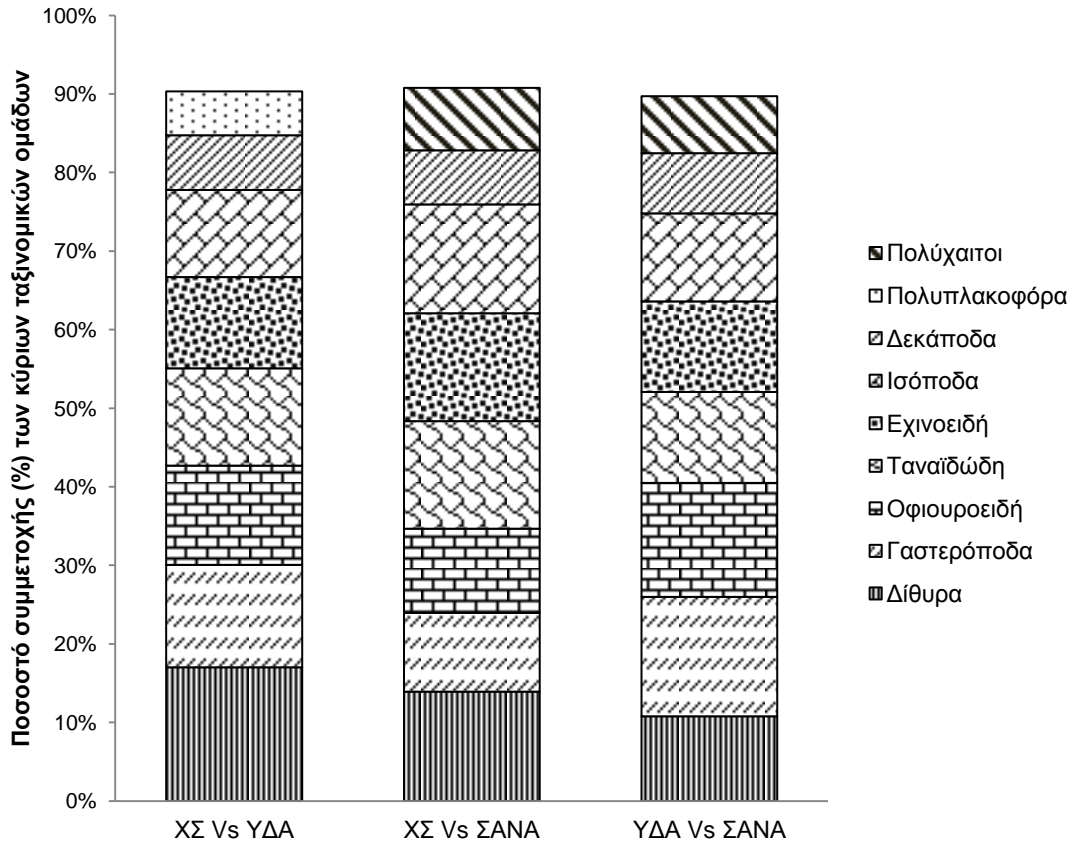


Εικόνα 9. Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης (MDS) της σύγκρισης των δειγμάτων με βάση τη σύνθεση και αφθονία των ταξινομικών ομάδων της βενθικής μακροπανίδας. Κάθε επαναληπτικό δείγμα αποτελείται από τις συντομογραφίες των δειγματοληπτικών μεθόδων (ΧΣ: χειρωνακτική συλλογή, ΥΔΑ: υδραυλική αντλία, ΣΑΝΑ: συλλέκτης αναρρόφησης με αέρα) και έναν αριθμό που αντιστοιχεί στον αριθμό του επαναληπτικού δείγματος

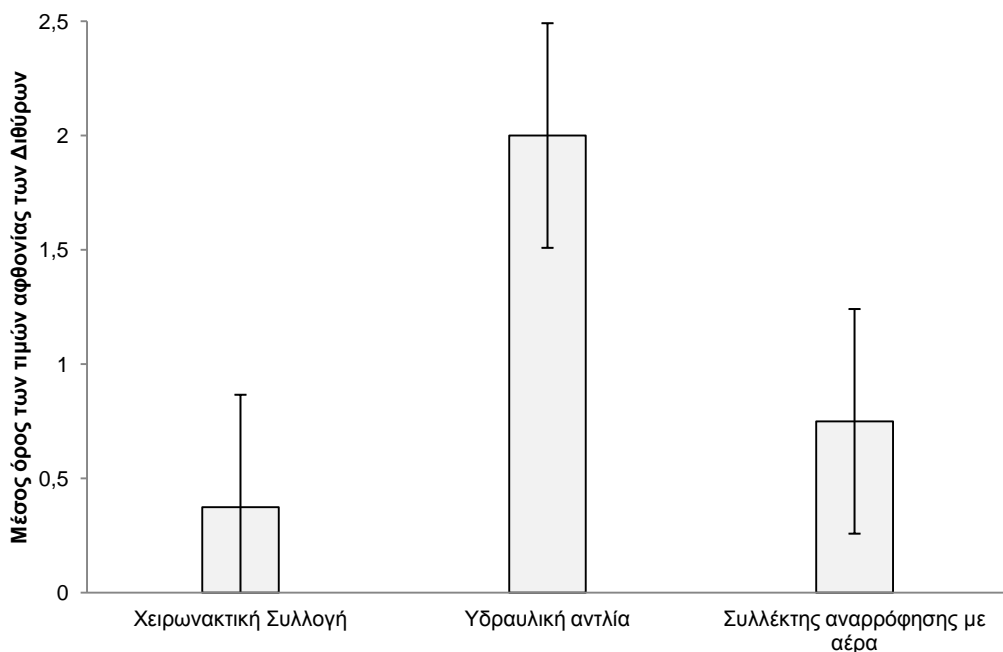
Πίνακας 3. Αποτελέσματα της δοκιμασίας ANOSIM για τις αφθονίες της μακροπανίδας που συλλέχθηκαν από κάθε δειγματοληπτική μέθοδο (μσ: μη σημαντικό; * $p < 0,05$)

ANOSIM	Global Test		ΧΣ Vs ΥΔΑ		ΥΔΑ Vs ΣΑΝΑ		ΧΣ Vs ΣΑΝΑ	
	R	ρ	R	ρ	R	ρ	R	ρ
Μακροπανίδα	0,105	0,05*	0,256	0,014*	0,008	μσ	0,054	μσ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης SIMPER, οι ταξινομικές ομάδες που συμβάλλουν σημαντικά στη διαφοροποίηση της ποικιλότητας μεταξύ των δειγματοληπτικών μεθόδων ΧΣ και ΥΔΑ (ποσοστό διαφοροποίησης: 18,81%) είναι 9, δηλαδή στην πραγματικότητα όλες οι ομάδες εκτός από τα Αμφίποδα (Εικόνα 10). Ωστόσο, οι αφθονίες που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ αυτών των δύο δειγματοληπτικών μεθόδων είναι αυτές των Διθύρων (Kruskal-Wallis; $T=9,168$, $p < 0,05$) όπου στην ΥΔΑ εμφανίζεται στατιστικά μεγαλύτερη μέση αφθονία Διθύρων σε σχέση με της ΧΣ (Εικόνα 11). Ο ΣΑΝΑ εμφανίζει επίσης στατιστικά μεγαλύτερη μέση αφθονία στα Δίθυρα σε σχέση με της ΧΣ (Kruskal-Wallis; $T=9,168$, $p < 0,05$) ενώ δεν διαφέρει σημαντικά με την ΥΔΑ.



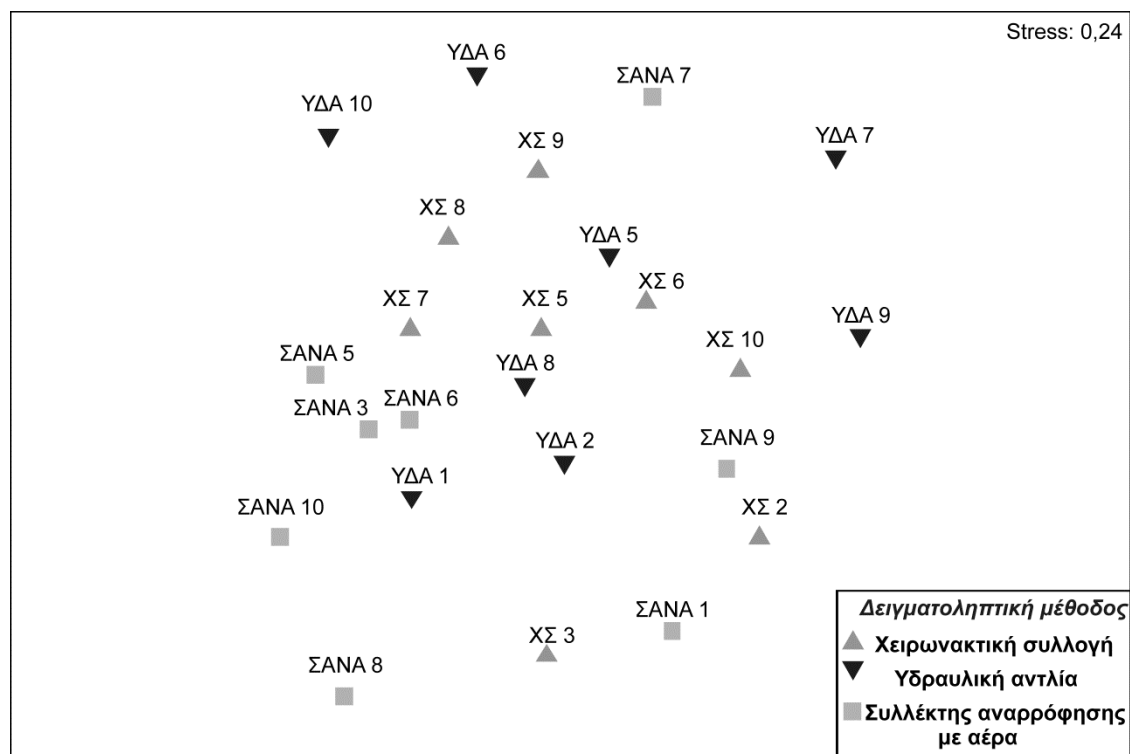
Εικόνα 10. Ποσοστά (%) συμμετοχής των κύριων ταξινομικών ομάδων της μακροπανίδας, σύμφωνα με την ανάλυση SIMPER, που συμβάλλουν στην διαφοροποίηση των δειγματοληπτικών μεθόδων μεταξύ τους



Εικόνα 11. Γραφική απεικόνιση των μέσων όρων και τυπικής απόκλισης των τιμών αφθονίας των Διθύρων για τις 3 δειγματοληπτικές μεθόδους

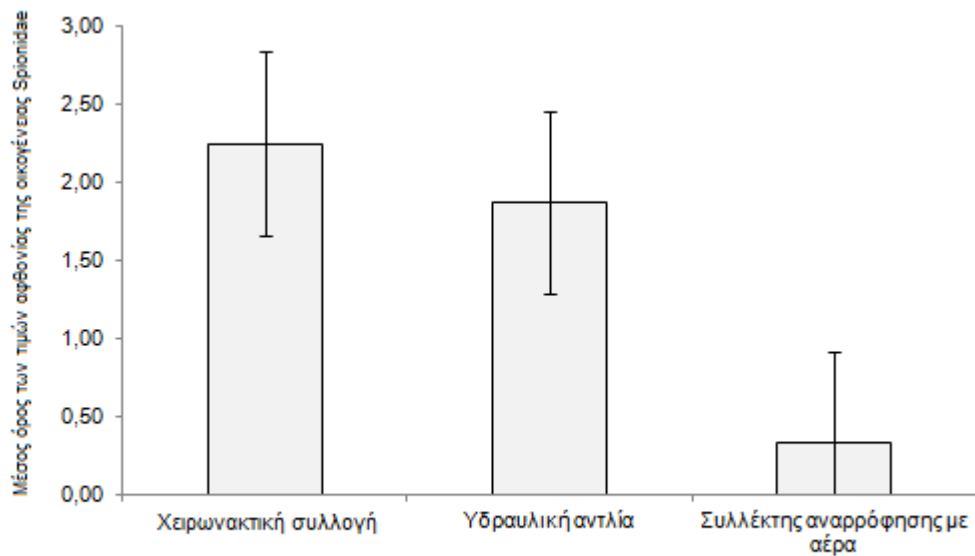
3.3.2 Σύγκριση των οικογενειών των Πολυχαίτων

Στο παρακάτω διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης (Εικόνα 12) απεικονίζονται δισδιάστατα οι ομοιότητες των δειγμάτων των 3 διαφορετικών δειγματοληπτικών μεθόδων με βάση τη σύνθεση και αφθονία των οικογενειών των Πολυχαίτων που συνέλεξαν. Δεν εμφανίζεται κάποιο πρότυπο ομοιότητας της ποικιλότητας των δειγμάτων με βάση τις οικογένειες, γεγονός που επιβεβαιώνεται και από τα αποτελέσματα της δοκιμασίας ANOSIM (Global R:0,056, $p>0,05$).

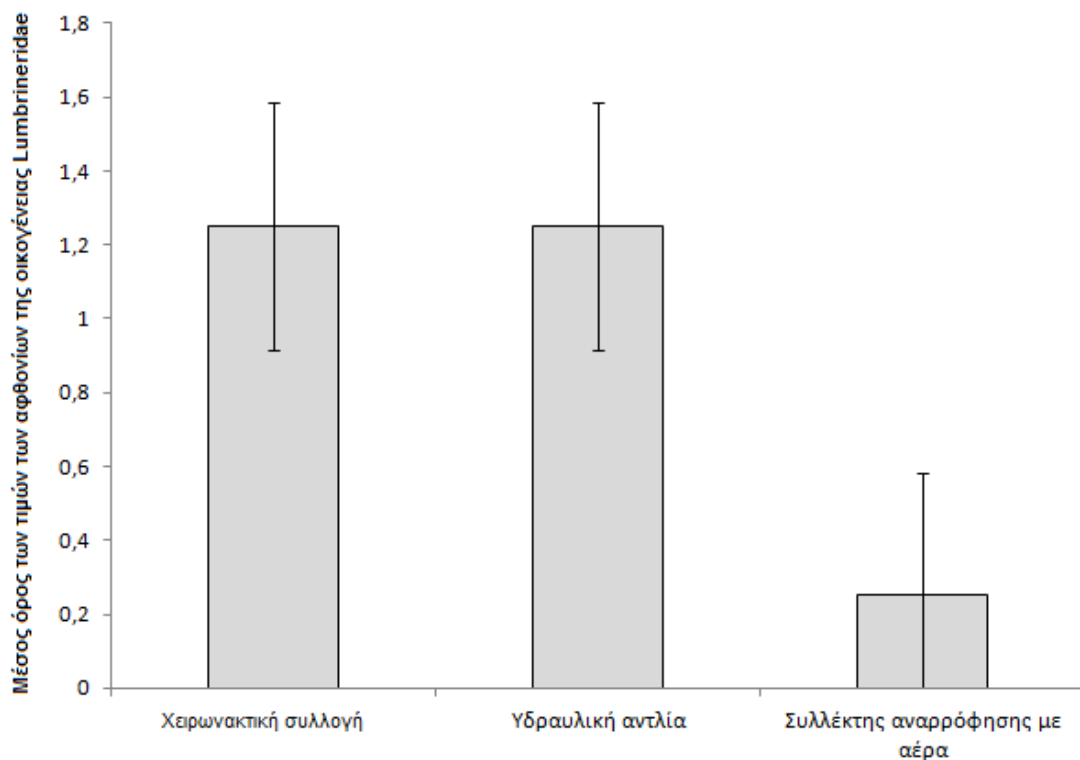


Εικόνα 12. Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης (MDS) των δειγμάτων με βάση τη σύνθεση και αφθονία των οικογενειών των Πολυχαίτων της μακροπανίδας. Οι κωδικοί των επαναληπτικών δειγμάτων αναλύονται στην Εικόνα 9

Σε γενικές γραμμές, οι μέσοι όροι των αφθονιών των Πολυχαίτων στο επίπεδο της οικογένειας, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους εκτός από τις οικογένειες Spionidae (Εικόνα 13) και Lumbrineridae (Εικόνα 14), όπου οι αφθονίες που συλλέγονται με τη ΧΣ διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με το ΣΑΝΑ (Kruskal-Wallis; $T=7,83$; $T=6,105$, $p<0,05$). Όσον αφορά τις αφθονίες της οικογένειας Spionidae που συλλέχθηκαν με την ΥΔΑ, δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές με καμία από τις άλλες 2 δειγματοληπτικές μεθόδους ενώ οι αφθονίες της οικογένειας Lumbrineridae εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο με το ΣΑΝΑ (Kruskal-Wallis; $T=6,105$, $p<0,05$).



Εικόνα 13. Γραφική απεικόνιση των μέσων όρων και τυπικής απόκλισης των τιμών αφθονίας της οικογένειας Spionidae για τις 3 δειγματοληπτικές μεθόδους

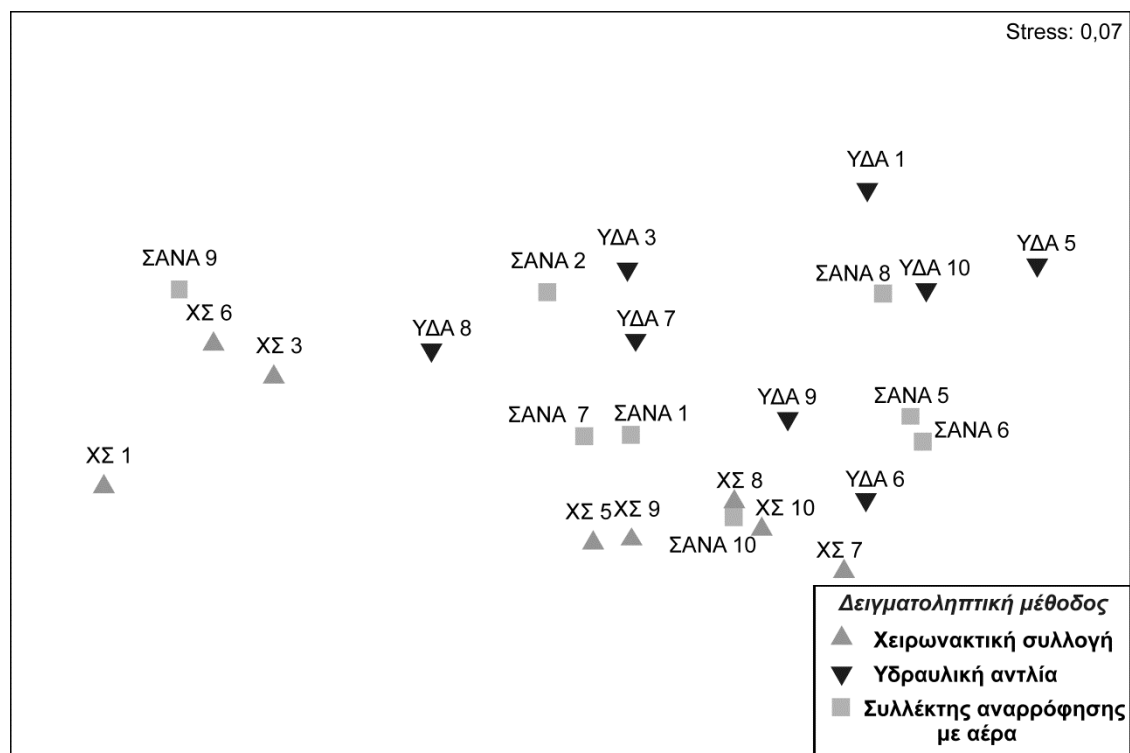


Εικόνα 14. Γραφική απεικόνιση των μέσων όρων και τυπικής απόκλισης των τιμών αφθονίας της οικογένειας Lumbripteridae για τις 3 δειγματοληπτικές μεθόδους

3.3.3 Σύγκριση των μειοπανιδικών συννευρέσεων

Στο διάγραμμα πολυδιάστατης κλιμάκωσης με βάση τη σύνθεση και αφθονία των κύριων ταξινομικών ομάδων της μειοπανίδας παρατηρείται παρόμοιο πρότυπο με αυτό

της μακροπανίδας (Εικόνα 15). Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της δοκιμασίας ANOSIM (Πίνακας 4) εμφανίζεται στην ΧΣ και στην ΥΔΑ διαφοροποίηση στην ομαδοποίηση των επαναληπτικών δειγμάτων τους με βάση τις αφθονίες της μειοπανίδας, ενώ ο ΣΑΝΑ δεν εμφανίζει κάποιο συγκεκριμένο πρότυπο.



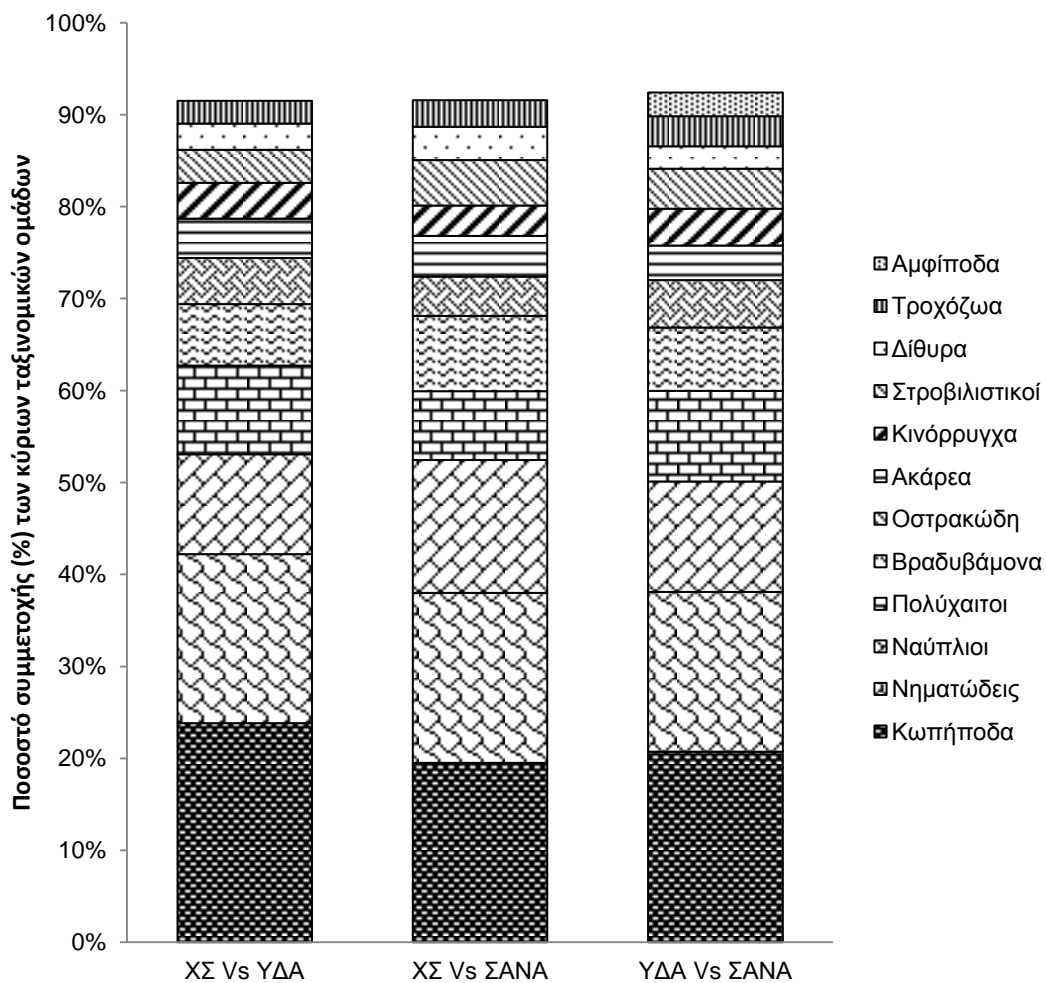
Εικόνα 15. Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης (MDS) των δειγμάτων, με βάση τη σύνθεση και αφθονία της βενθικής μειοπανίδας. Οι κωδικοί των επαναληπτικών δειγμάτων αναλύονται στην Εικόνα 9

Πίνακας 4. Αποτελέσματα της δοκιμασίας ANOSIM για τις αφθονίες της μειοπανίδας που συλλέχθηκαν από κάθε δειγματοληπτική μέθοδο (μσ: μη σημαντικό; * $p < 0,05$)

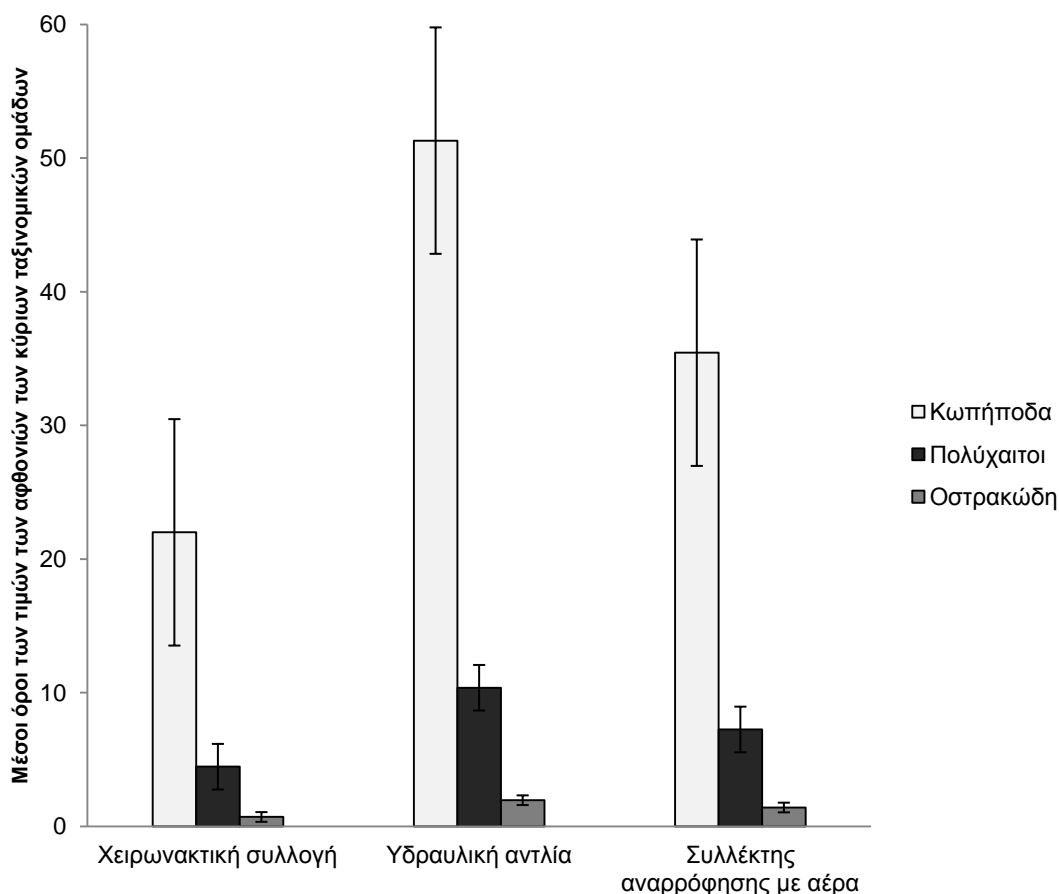
ANOSIM	Global Test		ΧΣ Vs ΥΔΑ		ΥΔΑ Vs ΣΑΝΑ		ΧΣ Vs ΣΑΝΑ	
	R	ρ	R	ρ	R	ρ	R	ρ
Μειοπανίδα	0,06	μσ	0,248	0,018*	-0,083	μσ	-0,006	μσ

Σύμφωνα με την ανάλυση SIMPER (Εικόνα 16), οι κύριες ταξινομικές ομάδες που συμβάλλουν στη διαφοροποίηση των προτύπων κατανομής των αφθονιών της ΧΣ και της ΥΔΑ (ποσοστό διαφοροποίησης: 23%) είναι οι εξής 12: Κωπήποδα, Νηματώδεις, Ναύπλιοι, Πολύχαιτοι, Βραδυβάμονα, Οστρακώδη, Ακάρεα, Κινόρρυγα, Στροβιλιστικοί, Δίθυρα, Τροχόζωα και Αμφίποδα. Οι διαφορές που εμφανίζονται μεταξύ των ομάδων, από την χρήση των τριών δειγματοληπτικών μεθόδων στη περίπτωση της μειοπανίδας, είναι μεγαλύτερες από εκείνες της μακροπανίδας με βάση

τον έλεγχο Kruskal-Wallis. Συγκεκριμένα, στατιστικά σημαντικές διαφορές εμφανίζονται στα Κωπήποδα (Kruskal-Wallis; $T=8,512$, $p<0,05$), στα Οστρακώδη (Kruskal-Wallis; $T=6,132$, $p<0,05$), και στους Πολύχαιτους (Kruskal-Wallis; $T=9,080$, $p<0,05$) όπου η μέση αφθονία τους στα δείγματα της ΥΔΑ είναι σχεδόν διπλάσια σε σχέση με εκείνη της ΧΣ (Εικόνα 17). Τέλος, στατιστικά σημαντικές διαφορές εμφανίζονται και μεταξύ του ΣΑΝΑ με τη ΧΣ ως προς τις αφθονίες Πολυχαιτών με τη μεγαλύτερη μέση αφθονία να εμφανίζεται στο ΣΑΝΑ (Εικόνα 17).



Εικόνα 16. Ποσοστά (%) συμμετοχής των κύριων ταξινομικών ομάδων της μειοπανίδας, σύμφωνα με την ανάλυση SIMPER, που συμβάλλουν στην διαφοροποίηση των δειγματοληπτικών μεθόδων μεταξύ τους



Εικόνα 17. Γραφική απεικόνιση των μέσων όρων και τυπικής απόκλισης των τιμών της αφθονίας (άτομα *10cm⁻²) των Κωπήποδων, Πολυχαιτών και Οστρακώδων στα δείγματα που συλλέχθηκαν με τις 3 δειγματοληπτικές μεθόδους

3.4 Επίπεδα ζημίας

3.4.1 Δείκτης Ζημίας (ΔΖ)

Τα επίπεδα ζημίας, υπολογισμένα ως δείκτης ζημίας, εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κύριων ταξινομικών ομάδων (Πίνακας 5). Τρεις κύριες ταξινομικές ομάδες εμφανίζουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δειγματοληπτικών μεθόδων. Τα Αμφίποδα και τα Ισόποδα παρουσιάζουν μεγαλύτερη ζημία με τη χρήση του ΣΑΝΑ (Kruskal-Wallis; T=7,352; T=6,821, p<0,05) συγκρινόμενα με τις άλλες 2 μεθόδους, ενώ τα Δεκάποδα εμφανίζουν μεγαλύτερη ζημία με τη ΧΣ και την ΥΔΑ (Kruskal-Wallis; T=7,75, p<0,05).

Πίνακας 5. Τιμές του δείκτη ζημίας (ΔΖ) των 10 κύριων ταξινομικών ομάδων που συλλέχθηκαν από τις 3 δειγματοληπτικές μεθόδους και αποτελέσματα της σύγκρισής τους (μσ: μη σημαντικό; * p<0,05)

	Δείκτης Ζημίας (ΔΖ)					
	ΧΣ	ΥΔΑ	ΣΑΝΑ	ΧΣ Vs ΥΔΑ	ΥΔΑ Vs ΣΑΝΑ	ΧΣ Vs ΣΑΝΑ
Αμφίποδα	1,51	1,52	2,01	μσ	*	*
Δίθυρα	1,00	1,81	2,83	μσ	μσ	μσ
Δεκάποδα	1,91	1,90	1,76	μσ	*	*
Εχινοειδή	2,55	2,67	3,00	μσ	μσ	μσ
Γαστερόποδα	1,59	1,64	1,73	μσ	μσ	μσ
Ισόποδα	1,13	1,25	1,88	μσ	*	*
Πολύχαιτοι	2,09	2,11	1,88	μσ	μσ	μσ
Πολυπλακοφόρα	1,00	3,00	-	μσ	-	-
Ταναϊδώδη	1,38	1,00	1,50	μσ	μσ	μσ
Οφιοουροειδή	2,24	2,12	1,92	μσ	μσ	μσ

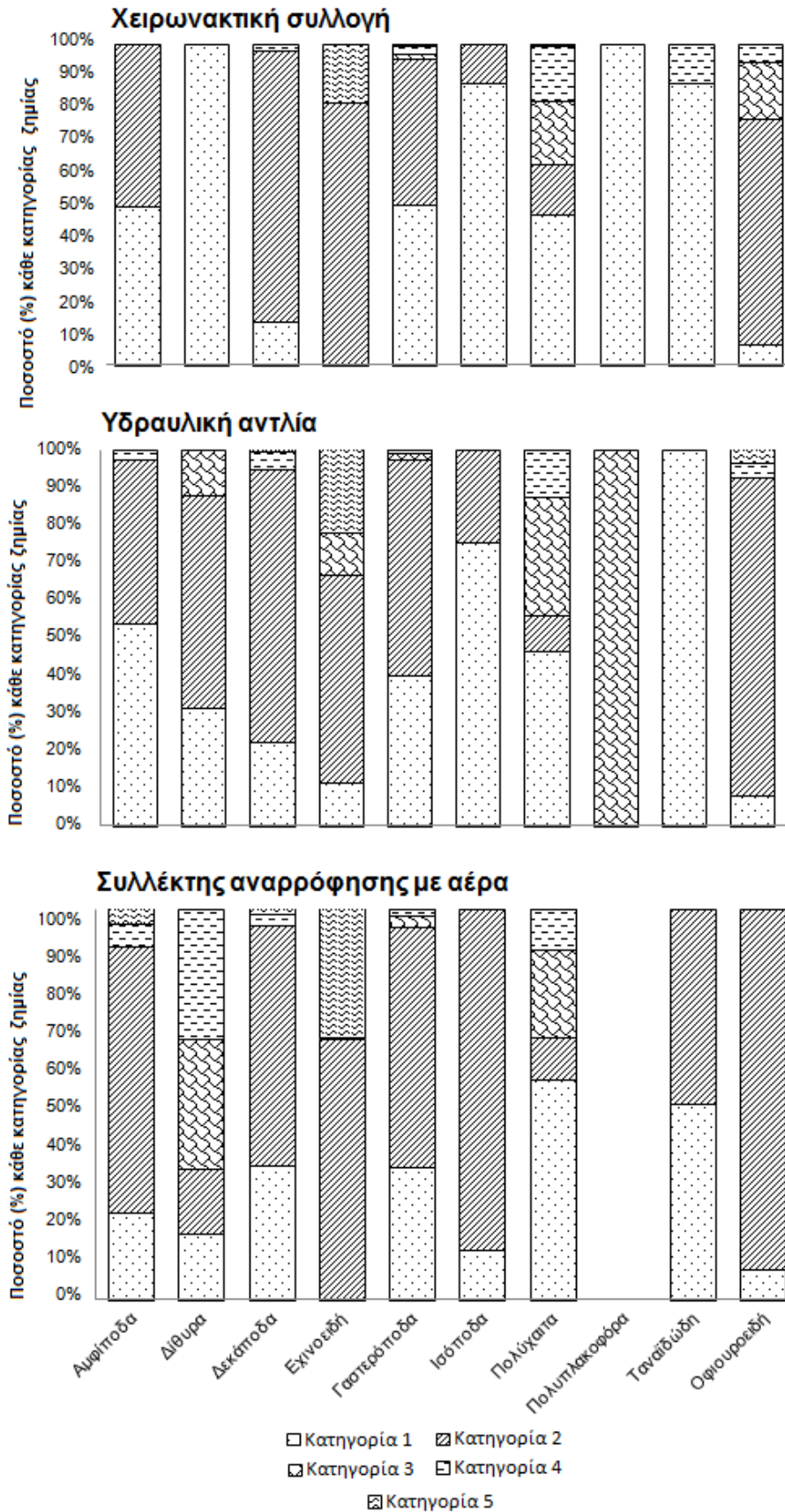
Τα ποσοστά των 5 κατηγοριών ζημίας για κάθε κύρια ταξινομική ομάδα παρουσιάζονται στην Εικόνα 18. Η σύγκριση μεταξύ των 3 δειγματοληπτικών μεθόδων έδειξε ότι στην κατηγορία 1, δηλαδή στην κατηγορία με τους μη κατεστραμμένους οργανισμούς, διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους η ΧΣ και η ΥΔΑ με το ΣΑΝΑ όσον αφορά τα Αμφίποδα και τα Δεκάποδα (Kruskal-Wallis; T=7,715; T=12,652, p<0,05). Τα Αμφίποδα που συλλέχθηκαν με τη ΧΣ και την ΥΔΑ παρουσιάζουν μεγαλύτερο ποσοστό καλής κατάστασης (49%; 53,7%) σε σχέση με αυτά του ΣΑΝΑ (22%). Το αντίθετο ισχύει για τα Δεκάποδα, όπου με τη ΧΣ και την ΥΔΑ εμφανίζουν μικρότερο ποσοστό, της τάξεως του 13% και 22% αντίστοιχα, σε σχέση με το ΣΑΝΑ (34%).

Στην κατηγορία 2, δηλαδή στην κατηγορία με την πιο ελαφριά μορφή ζημίας που μπορεί να υποστούν οι οργανισμοί, εμφανίστηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών δειγματοληπτικών μεθόδων σε συγκεκριμένες μόνο ταξινομικές ομάδες. Ειδικότερα, τα Δίθυρα που συλλέχθηκαν με την ΥΔΑ παρουσιάζουν διαφορές σε σχέση με τη ΧΣ και το ΣΑΝΑ (Kruskal-Wallis; T=11,225, p<0,05), όπου στην ΥΔΑ το 56% των Διθύρων εμφανίζουν αυτού του τύπου τη ζημία. Αντίθετα, στη ΧΣ δεν

εμφανίζεται κανένα είδος ζημίας ενώ στο ΣΑΝΑ τα Δίθυρα παρουσιάζουν ποσοστό ζημίας της τάξεως του 16,6%. Όσον αφορά τα Δεκάποδα, οι δειγματοληπτικές μέθοδοι που διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους είναι η ΧΣ και η ΥΔΑ με το ΣΑΝΑ (Kruskal-Wallis; $T=10,602$, $p<0,05$), όπου η ΧΣ εμφανίζει ζημία σε επίπεδο κατηγορίας 2 κατά 85% και η ΥΔΑ κατά 72,5% σε αντίθεση με το ΣΑΝΑ όπου εμφανίζει ζημία της τάξεως του 62%. Τέλος, στα Ισόποδα διαφέρουν η ΧΣ και η ΥΔΑ με το ΣΑΝΑ (Kruskal-Wallis; $T=10,226$, $p<0,05$), όπου οι πρώτοι 2 τρόποι δειγματοληψίας παρουσιάζουν ζημία της τάξεως του 12,5% και 25% αντίστοιχα σε αντίθεση με τον τρίτο όπου το 87,5% των Ισόποδων έχουν επίπεδο ζημίας 2. Οι πρώτοι 2 τρόποι δειγματοληψίας δεν εμφανίζουν κάποια στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους.

Στην κατηγορία 3, η ομάδα των Πολυχαίτων εμφανίζει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ΥΔΑ με τη ΧΣ και το ΣΑΝΑ (Kruskal-Wallis; $T=6,315$, $p<0,05$), όπου οι Πολύχαιτοι που συλλέχθηκαν με την ΥΔΑ εμφανίζουν μεγαλύτερο ποσοστό ζημίας (31,5%) σε σχέση με τους άλλους 2 δειγματοληπτικούς τρόπους (ΧΣ:19,7% και ΣΑΝΑ:22,3%).

Οι κατηγορίες 4 και 5 οι οποίες αντιπροσωπεύουν μεγαλύτερη ζημία των οργανισμών δεν εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών δειγματοληπτικών μεθόδων στις κύριες ταξινομικές ομάδες που συλλέχθηκαν (Kruskal-Wallis, $p>0,05$).

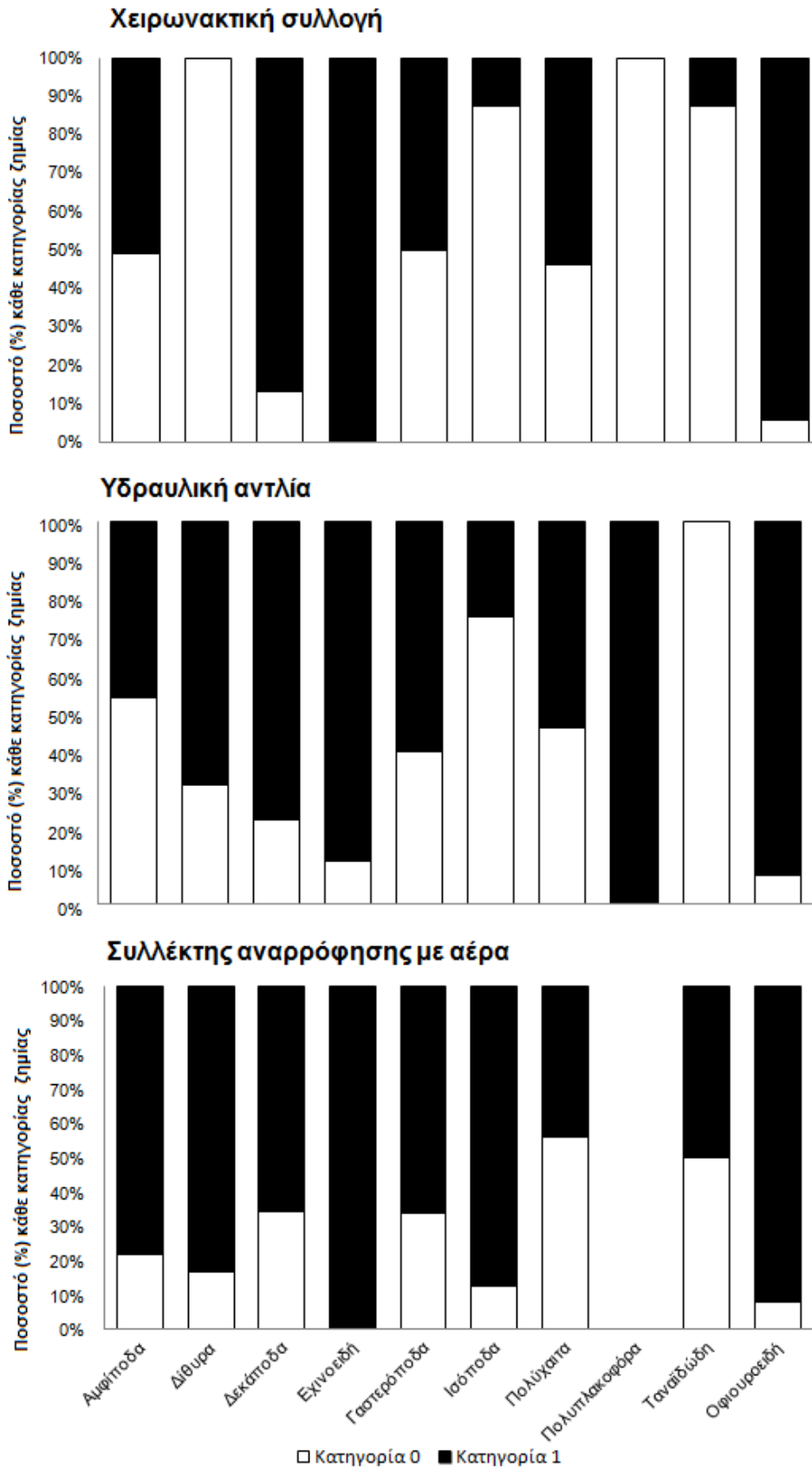


Εικόνα 18. Ποσοστό (%) των ατόμων των κύριων ταξινομικών ομάδων που συλλέχθηκαν από τις 3 δειγματοληπτικές μεθόδους σε κάθε κατηγορία ζημίας (5 επίπεδα ζημίας)

Στην περίπτωση της κατηγοριοποίησης της ζημίας των οργανισμών σε 2 επίπεδα οι ταξινομικές ομάδες που διαφέρουν μεταξύ των δειγματοληπτικών μεθόδων είναι τα Αμφίποδα, τα Δίθυρα, τα Δεκάποδα και τα Ισόποδα (Εικόνα 19). Αρχικά για τα Αμφίποδα στην κατηγορία 1, όπου η κατηγορία αυτή αντιπροσωπεύει τους κατεστραμμένους οργανισμούς, εμφανίζεται σημαντική διαφορά μεταξύ της ΧΣ και της ΥΔΑ με το ΣΑΝΑ (Kruskal-Wallis; $T=7,715$, $p<0,05$) με την ύπαρξη μεγαλύτερων ποσοστών ζημίας (78%) στο ΣΑΝΑ σε αντίθεση με τη ΧΣ και την ΥΔΑ (51% και 46% αντίστοιχα). Το αντίθετο γεγονός συμβαίνει, όπως και στη περίπτωση της κατηγοριοποίησης σε 5 επίπεδα, στα Δεκάποδα (Kruskal-Wallis; $T=12,426$, $p<0,05$) με ποσοστό ζημίας 87% στη ΧΣ και 78% στην ΥΔΑ σε αντίθεση με το ΣΑΝΑ (66%).

Στα Δίθυρα, η ΧΣ εμφανίζεται με άτομα που δεν έχουν υποστεί κάποιο είδος ζημίας σε αντίθεση με την ΥΔΑ και το ΣΑΝΑ οι οποίοι παρουσιάζουν υψηλά επίπεδα ζημίας (69% και 83% αντίστοιχα; Kruskal-Wallis; $T=9,91$, $p<0,05$). Τέλος, στα Ισόποδα επικρατεί το ίδιο πρότυπο με εκείνο της κατηγοριοποίησης σε 5 επίπεδα, όπου η ΧΣ και η ΥΔΑ παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικά μικρότερα ποσοστά ζημίας (Kruskal-Wallis; $T=11,983$, $p<0,05$), της τάξεως του 12,5% και 25% αντίστοιχα, σε αντίθεση με το ΣΑΝΑ (87,5%).

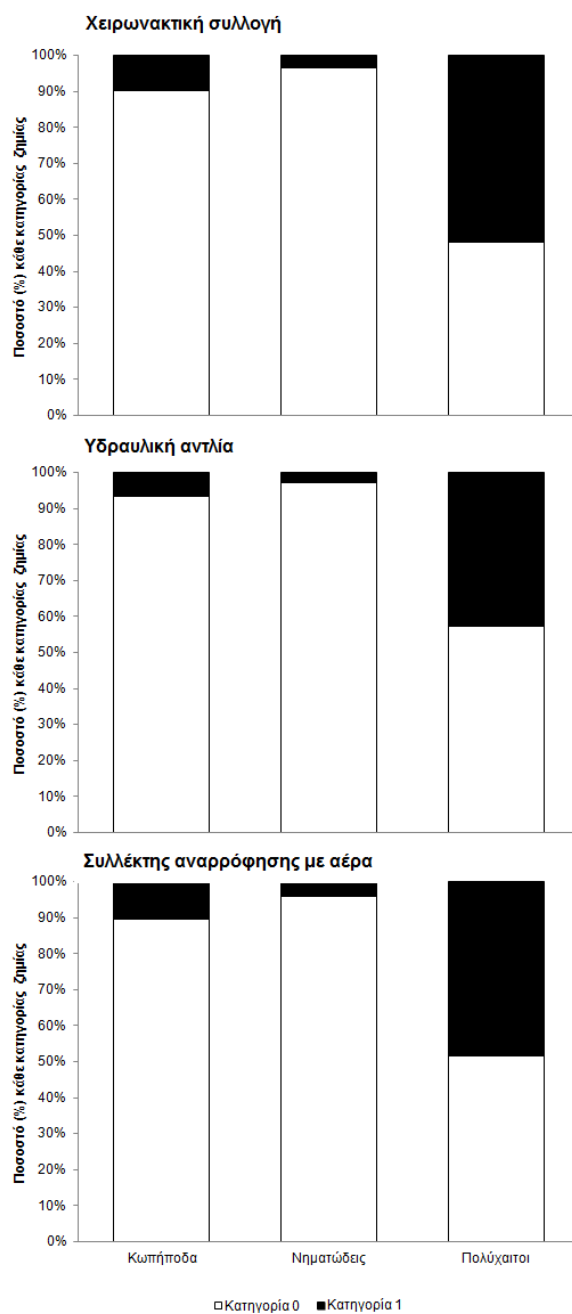
Παρατηρείται ότι η διαφορά μεταξύ της χρήσης 5 επιπέδων και 2 επιπέδων κατηγοριοποίησης της καταστροφής των οργανισμών εμφανίζεται στα Αμφίποδα, στα Δίθυρα και στους Πολύχαιτους όπου στην κατηγοριοποίηση 2 επιπέδων, οι πρώτες 2 ομάδες εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των προαναφερθεισών δειγματοληπτικών μεθόδων ενώ η τρίτη ομάδα δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι υπόλοιπες ταξινομικές ομάδες δεν εμφάνισαν καμία σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των δειγματοληπτικών μεθόδων.



Εικόνα 19. Ποσοστό (%) των ατόμων των κύριων ταξινομικών ομάδων που συλλέχθηκαν από τις 3 δειγματοληπτικές μεθόδους σε κάθε κατηγορία ζημίας (2 επίπεδα ζημίας)

3.4.2 Επίπεδα ζημίας μειοπανίδας

Η κλίμακα που χρησιμοποιήθηκε για την κατηγοριοποίηση των επιπέδων ζημίας στην μειοπανίδα ήταν μόνο σε επίπεδο 2 κατηγοριών (Εικόνα 20). Σύμφωνα με τη δοκιμασία Kruskal-Wallis δεν εμφανίζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των 3 δειγματοληπτικών μεθόδων με βάση τις ζημίες που έχουν υποστεί οι οργανισμοί σε κάθε κύρια ταξινομική ομάδα ($p > 0,05$).



Εικόνα 20. Ποσοστό (%) των ατόμων των κύριων ταξινομικών ομάδων που συλλέχθηκαν από τις 3 δειγματοληπτικές μεθόδους σε κάθε κατηγορία ζημίας (2 επίπεδα ζημίας)

3.4.3 Πολυμεταβλητή ανάλυση επιπέδων ζημίας Μακροπανίδας

Διαφορές στα επίπεδα ζημίας των οργανισμών μεταξύ των 3 δειγματοληπτικών μεθόδων με βάση τη μη παραμετρική πολυπαραγοντική ανάλυση διακύμανσης PERMANOVA παρουσιάζονται στον Πίνακα 6. Για την μακροπανίδα, σε επίπεδο 2 κατηγοριών (καμία ζημία - κάποιο είδος ζημίας), εμφανίζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ και των 3 δειγματοληπτών στην κατηγορία 1 όπου οι οργανισμοί έχουν υποστεί κάποιο είδος ζημίας ($p < 0.05$). Ωστόσο, στην κατηγορία 0 όπου οι οργανισμοί δεν έχουν υποστεί κανένα είδος ζημίας, οι διαφορές εντοπίζονται μόνο μεταξύ της ΧΣ και του ΣΑΝΑ ($p < 0.05$). Σε επίπεδο 5 κατηγοριών, οι διαφορές των δειγματοληπτών με βάση τις ζημίες που εμφανίζονται στους οργανισμούς, περιορίζονται μόνο στην κατηγορία 2 η οποία αντιπροσωπεύει τις ελάχιστες ζημίες που μπορούν να υποστούν οι οργανισμοί. Σε αυτή την κατηγορία, και οι 3 δειγματοληπτικές μέθοδοι εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ($p < 0,05$) ενώ δεν εμφανίζονται διαφορές στις κατηγορίες 3, 4 και 5 οι οποίες αντιπροσωπεύουν τις μεγαλύτερες ζημίες που μπορούν να υποστούν οι οργανισμοί.

Πίνακας 6. Ανάλυση της μη παραμετρικής πολυπαραγοντικής ανάλυσης διακύμανσης PERMANOVA σε 2 και σε 5 επίπεδα ζημίας των οργανισμών μεταξύ των δειγματοληπτικών μεθόδων. Οι στατιστικά σημαντικές διαφορές εμφανίζουν αστερίσκο (*) στα επίπεδα σημαντικότητας (p_{value})

	2 επίπεδα καταστροφής				5 επίπεδα καταστροφής									
	0		1		1		2		3		4		5	
	t	p	t	p	t	p	t	p	t	p	t	p	t	p
ΧΣ Vs ΥΔΑ	1,053	0,351	2,2982	0,003*	1,053	0,351	1,8558	0,038*	1,4787	0,056	1,4086	0,071	1,1254	0,215
ΥΔΑ Vs ΣΑΝΑ	1,4763	0,076	1,7881	0,023*	1,4763	0,076	2,1603	0,011*	1,4708	0,078	0,93599	0,51	0,90829	0,608
ΧΣ Vs ΣΑΝΑ	2,3891	0,003*	2,6194	0,001*	2,3891	0,003*	2,3152	0,005*	0,78993	0,711	1,3724	0,095	1,243	0,105

3.4.4 Πολυμεταβλητή ανάλυση επιπέδων ζημίας της μειοπανίδας

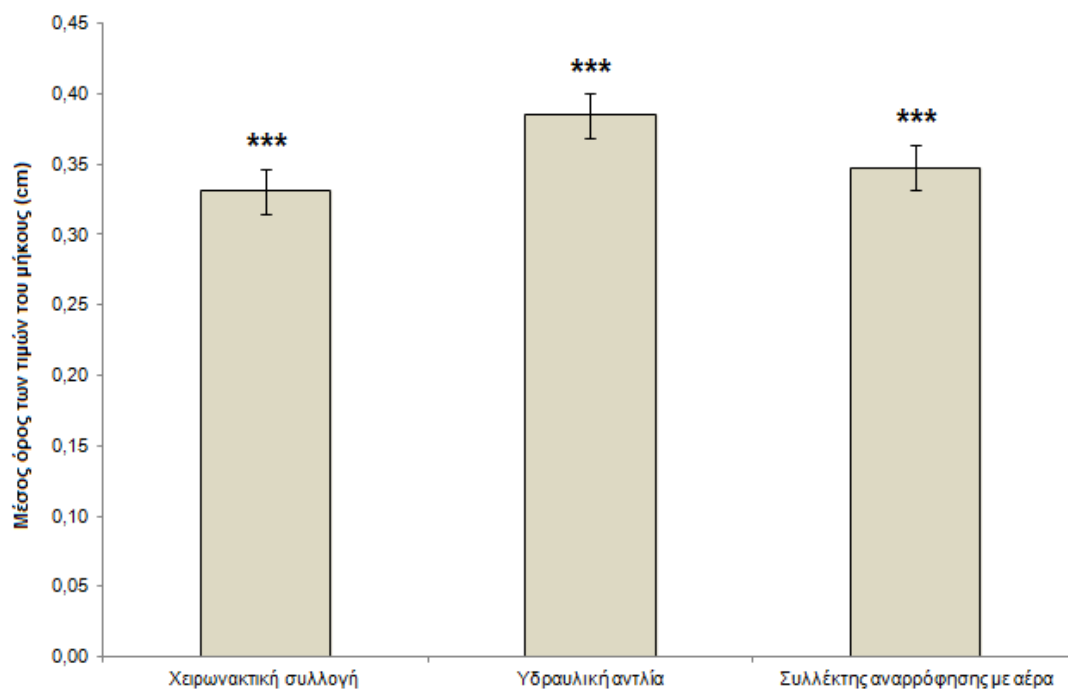
Τα αποτελέσματα της μη παραμετρικής πολυπαραγοντικής ανάλυσης διακύμανσης PERMANOVA ως προς τα επίπεδα ζημίας της μειοπανίδας μεταξύ των 3 διαφορετικών δειγματοληπτικών μεθόδων παρουσιάζονται στον Πίνακα 7. Σύμφωνα με αυτήν την ανάλυση, δεν εμφανίζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των 3 δειγματοληπτικών μεθόδων με βάση τις ζημίες που έχουν υποστεί οι οργανισμοί ($p > 0,05$).

Πίνακας 7. Ανάλυση της μη παραμετρικής πολυπαραγοντικής ανάλυσης διακύμανσης PERMANOVA σε 2 επίπεδα ζημίας των οργανισμών μεταξύ των δειγματοληπτικών μεθόδων της μειοπανίδας. Οι στατιστικά σημαντικές διαφορές εμφανίζουν αστερίσκο (*) στα επίπεδα σημαντικότητας (p_{value})

	2 επίπεδα ζημίας			
	0		1	
	t	p	t	p
ΧΣ Vs ΥΔΑ	1,2064	0,22	1,395	0,173
ΥΔΑ Vs ΣΑΝΑ	1,0575	0,319	0,44195	0,748
ΧΣ Vs ΣΑΝΑ	0,49722	0,705	1,1811	0,254

3.5 Σχέση μήκους οργανισμών με δειγματολήπτες

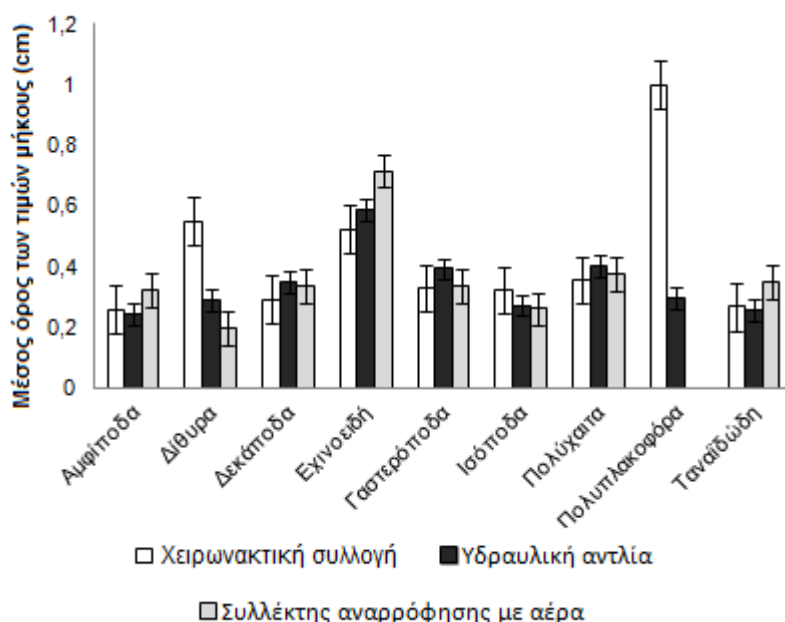
Ο μέσος όρος των τιμών του μήκους των ατόμων των μακροπανιδικών οργανισμών παρουσιάζονται στην Εικόνα 21. Οι 3 δειγματοληπτικές μέθοδοι διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους ως προς το μήκος των οργανισμών. Με τη χρήση της ΥΔΑ παρατηρείται ότι συνολικά συλλέγονται μεγαλύτερου μεγέθους οργανισμοί (μέση τιμή μήκους 0,38cm) σε σχέση με τις άλλες 2 δειγματοληπτικές μεθόδους (Kruskal-Wallis; $T=137,271$, $p<0,05$). Επιπρόσθετα, ο μικρότερος μέσος όρος μήκους των οργανισμών παρατηρείται με τη ΧΣ (μέσος όρος μήκους 0,33cm) ενώ με το ΣΑΝΑ ο μέσος όρος μήκους των οργανισμών που συλλέγονται είναι της τάξεως των 0,35cm.



Εικόνα 21. Μέσος όρος των τιμών του μήκους της μακροπανίδας που συλλέχθηκε από τις 3 δειγματοληπτικές μεθόδους

Ωστόσο, στο επίπεδο των κύριων ταξινομικών μακροπανιδικών ομάδων, οι δειγματοληπτικές μέθοδοι παρουσιάζουν διαφορετικές αναλογίες μεγέθους μεταξύ τους ανάλογα με την ταξινομική ομάδα (Εικόνα 22). Συγκεκριμένα, ενώ όπως προαναφέρθηκε, με τη χρήση της ΥΔΑ παρατηρούνται οργανισμοί με μεγαλύτερους μέσους όρους μηκών, στα Αμφίποδα η ΥΔΑ μαζί με τη μέθοδο ΧΣ συλλέγουν οργανισμούς με μικρότερους μέσους όρους μηκών σε σχέση με το ΣΑΝΑ (Kruskal-Wallis; $T=13,794$, $p<0,05$).

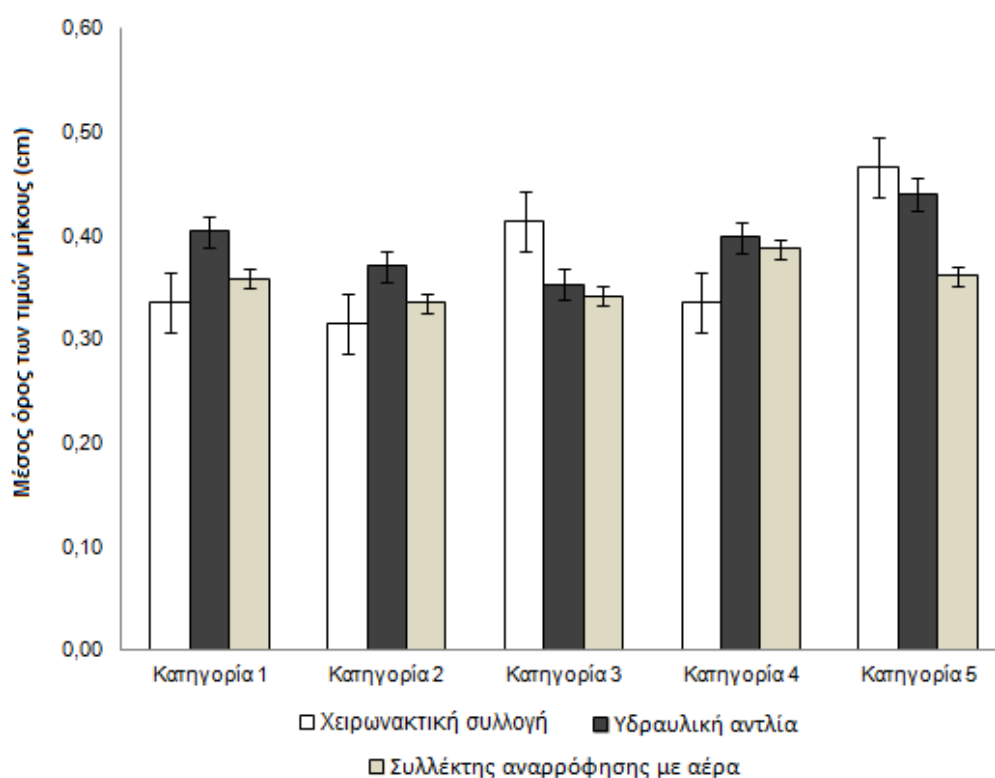
Στα Δίθυρα που συλλέχθηκαν με τη ΧΣ, εμφανίζονται μεγαλύτερα ζώα σε σχέση με τις άλλες δύο δειγματοληπτικές μεθόδους οι οποίες παρουσιάζουν παρόμοια μήκη (Kruskal-Wallis; $T=10,785$, $p<0,05$). Ωστόσο, στα Δεκάποδα ισχύει το αντίθετο, με την ΥΔΑ και το ΣΑΝΑ να εμφανίζουν μεγαλύτερα σε μέσο όρο μήκους Δεκάποδα σε σχέση με αυτά της ΧΣ (Kruskal-Wallis; $T=32,468$, $p<0,05$). Τέλος, μεγαλύτερα σε μέσο όρο μήκους Γαστερόποδα εμφανίζονται στην ΥΔΑ (Kruskal-Wallis; $T=171,092$, $p<0,05$) σε σχέση με τις άλλες 2 μεθόδους οι οποίες δεν διαφέρουν μεταξύ τους. Οι υπόλοιπες κύριες ταξινομικές ομάδες δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους ως προς τα μήκη των ατόμων τους ($p>0,05$).



Εικόνα 22. Μέσος όρος των τιμών του μήκους των κύριων ταξινομικών ομάδων που συλλέχθηκαν από τις 3 δειγματοληπτικές μεθόδους

3.6 Διαφορά του μήκους της μακροπανίδας των δειγματοληπτικών μεθόδων με βάση τις ζημίες

Ο μέσος όρος των τιμών του μήκους της μακροπανίδας σε κάθε επίπεδο ζημίας παρουσιάζεται στην Εικόνα 23. Στατιστικά σημαντικές διαφορές εντοπίζονται στις πρώτες 3 κατηγορίες ζημίας σε αντίθεση με τις κατηγορίες που αντιπροσωπεύουν τις μεγαλύτερες ζημίες (κατηγορία 4 και κατηγορία 5) στις οποίες δεν εμφανίζονται διαφορές. Συγκεκριμένα, παρατηρείται ότι στην κατηγορία 1 με τους οργανισμούς που δεν έχουν υποστεί κανένα είδος ζημίας τα μήκη των οργανισμών διαφέρουν σημαντικά μεταξύ και των 3 δειγματοληπτικών μεθόδων με τα μεγαλύτερα μήκη να εμφανίζονται με τη χρήση της ΥΔΑ (Kruskal-Wallis; $T=66,18$, $p<0,05$). Το ίδιο πρότυπο εμφανίζεται και στην κατηγορία 2 η οποία αντιπροσωπεύει την μικρότερη ζημία των οργανισμών. Αντίθετα στην κατηγορία 3 τα μεγαλύτερα μήκη εμφανίζονται στη ΧΣ όπου τα μήκη αυτά διαφέρουν σημαντικά σε σχέση με την ΥΔΑ και το ΣΑΝΑ (Kruskal-Wallis; $T=9,756$, $p<0,05$). Σε αυτήν την κατηγορία, τα μήκη των οργανισμών που συλλέγονται με τους τελευταίους δύο τρόπους δεν εμφανίζουν στατιστικά σημαντικά διαφορές.



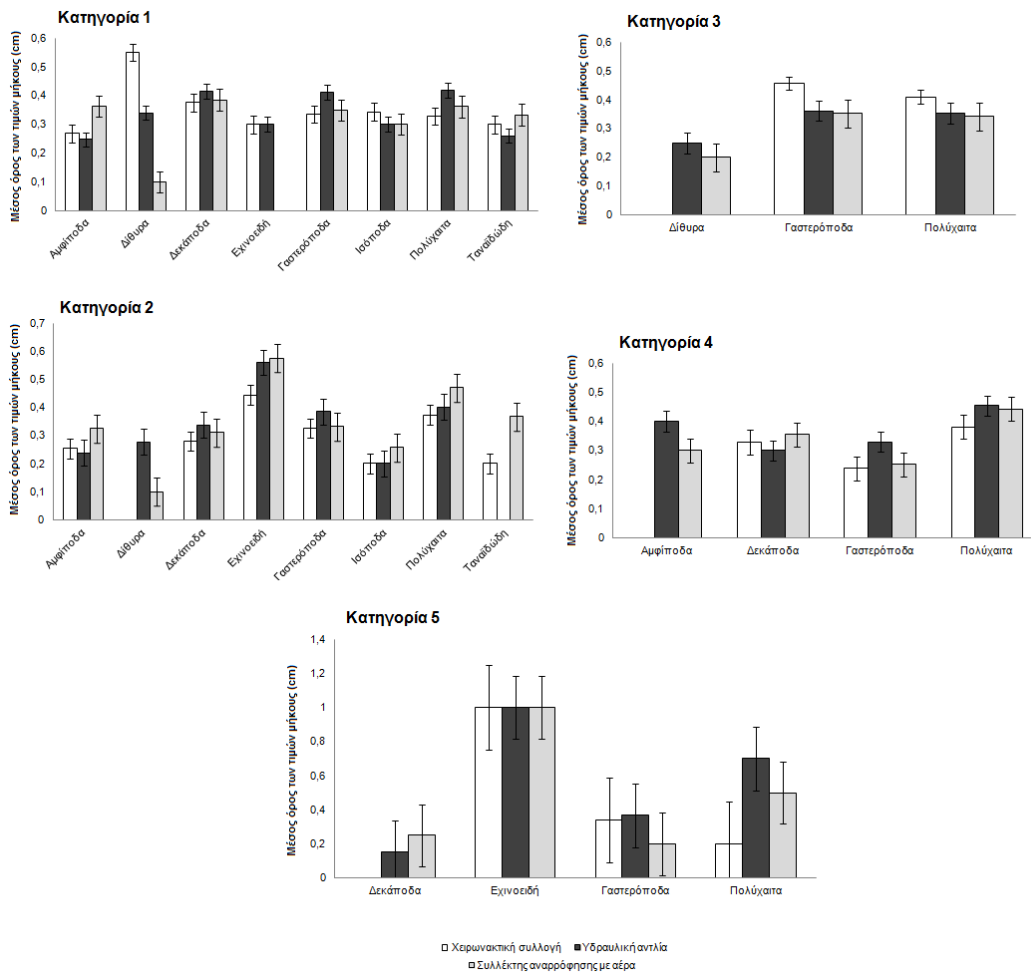
Εικόνα 23. Μέσος όρος των τιμών του μήκους των ατόμων της μακροπανίδας για κάθε κατηγορία ζημίας (5 επίπεδα ζημίας) κάθε δειγματοληπτικής μεθόδου

Όσον αφορά τις κύριες ταξινομικές ομάδες, σημαντικές διαφορές του μήκους των οργανισμών που συλλέχθηκαν με τις δειγματοληπτικές μεθόδους με βάση τις ζημίες που έχουν υποστεί εμφανίζονται σε όλες τις κατηγορίες ζημίας εκτός από την τελευταία κατηγορία (κατηγορία 5) η οποία αντιπροσωπεύει τους εκτεταμένα κατεστραμμένους οργανισμούς (Εικόνα 24). Στην κατηγορία 1, στατιστικά σημαντικές διαφορές εμφανίζονται στα Αμφίποδα όπου ο ΣΑΝΑ συλλέγει μεγαλύτερους οργανισμούς ως προς το μέσο όρο μήκους τους σε σχέση με την ΥΔΑ και τη ΧΣ (Kruskal-Wallis; $T=7,42$, $p<0.05$) ενώ τα μήκη που συλλέχθηκαν με τη ΧΣ δεν διαφέρουν με την ΥΔΑ. Ωστόσο, στα Γαστερόποδα ο μέσος όρος μήκους της ΥΔΑ είναι μεγαλύτερος από τις άλλες δύο μεθόδους (Kruskal-Wallis; $T=71,387$, $p<0.05$) ενώ τα μήκη της ΧΣ δεν διαφέρουν με το ΣΑΝΑ.

Στην κατηγορία 2, τα Αμφίποδα και τα Γαστερόποδα ακολουθούν το ίδιο πρότυπο με την κατηγορία 1. Αντίθετα, διαφορές εντοπίζονται και στα Δεκάποδα όπου ο μέσος όρος μήκους των οργανισμών που συλλέχθηκαν με την ΥΔΑ και το ΣΑΝΑ είναι μεγαλύτερος σε σχέση με αυτά της ΧΣ (Kruskal-Wallis; $T=22,249$, $p<0,05$).

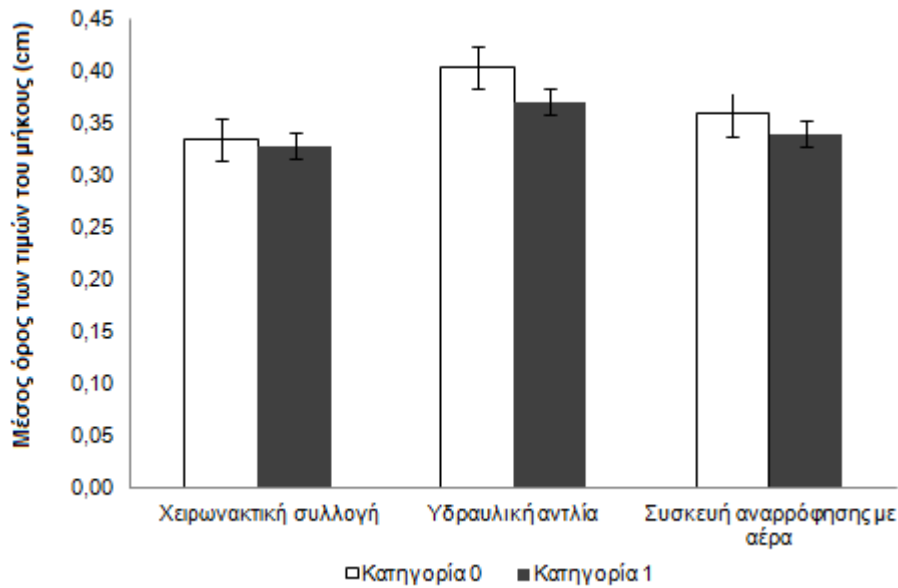
Η ταξινομική ομάδα που διαφέρει στην κατηγορία 3 είναι τα Πολύχαιτα όπου το είδος της ζημίας που αντιπροσωπεύεται από αυτή την κατηγορία για την συγκεκριμένη ομάδα είναι η έλλειψη του οπίσθιου τμήματος του οργανισμού. Είναι φανερό ότι με τη ΧΣ συλλέγονται Πολύχαιτοι με μεγαλύτερο μέσο όρο μήκους σε σχέση με τις άλλες δύο μεθόδους οι οποίες έχουν παρόμοιους μέσους όρους (Kruskal-Wallis; $T=10,071$, $p<0,05$).

Τέλος, στην κατηγορία 4, η ΥΔΑ πάλι εμφανίζει μεγαλύτερο μέσο όρο μήκους σε σχέση με τη ΧΣ αλλά δεν διαφέρει σημαντικά από τα μήκη του ΣΑΝΑ (Kruskal-Wallis; $T=8,212$, $p<0,05$). Οι υπόλοιπες ταξινομικές ομάδες δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους ως προς τα μήκη σε καμία από τις 5 κατηγορίες ζημίας.



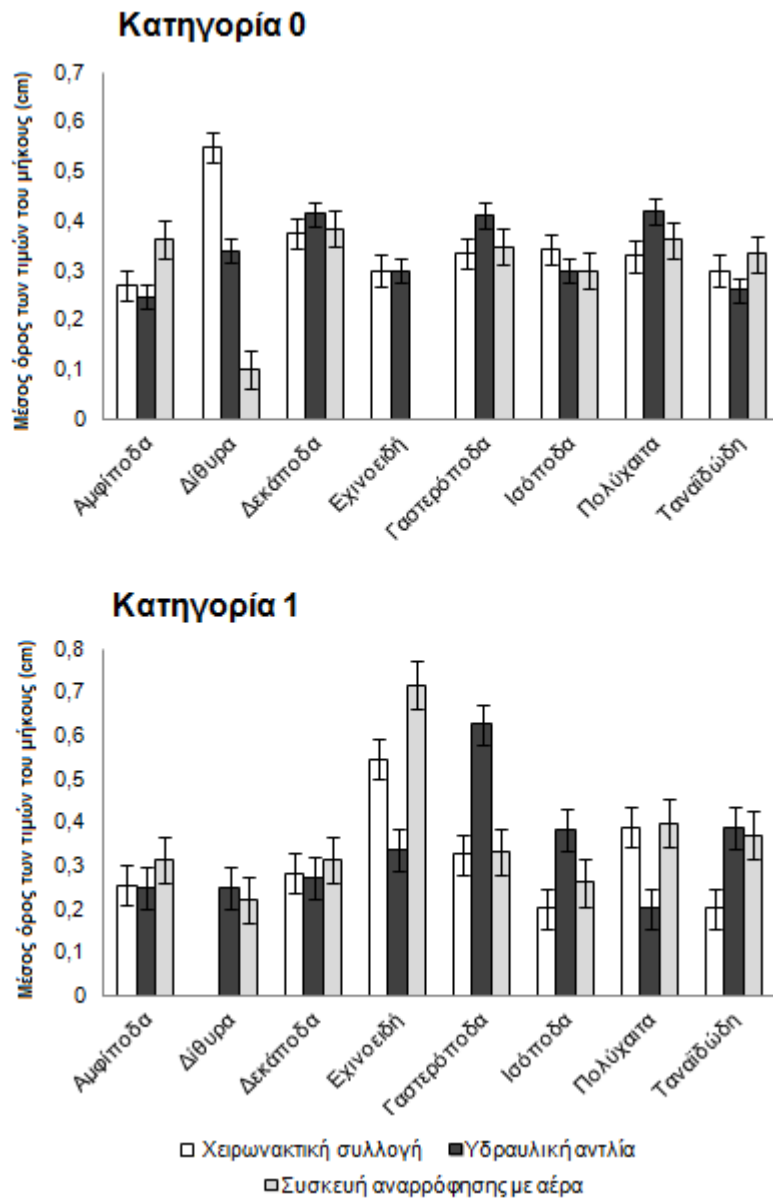
Εικόνα 24. Μέσος όρος των τιμών του μήκους των κύριων ταξινομικών ομάδων για κάθε κατηγορία ζημίας (5 επίπεδα ζημίας) που συλλέχθηκαν από τις 3 δειγματοληπτικές μεθόδους

Σε επίπεδο 2 κατηγοριών καταστροφής, οι διαφορές μεταξύ των μηκών των οργανισμών στην κατηγορία 0, η οποία αντιστοιχεί στην κατηγορία 1 της κλίμακας των 5 κατηγοριών, αναλύθηκε παραπάνω. Όσον αφορά την κατηγορία 1, η οποία αντιπροσωπεύει τους κατεστραμμένους οργανισμούς, η ΥΔΑ παρουσιάζει οργανισμούς με μεγαλύτερους μέσους όρους μήκους (Kruskal-Wallis; $T=77,547$, $p<0,05$) σε σχέση με τις άλλες δύο μεθόδους οι οποίες δεν διαφέρουν μεταξύ τους. Ο μέσος όρος μήκους των ατόμων της μακροπανίδας στις 2 κατηγορίες ζημίας απεικονίζεται στην Εικόνα 25.



Εικόνα 25. Μέσος όρος των τιμών του μήκους των ατόμων της μακροπανίδας για κάθε επίπεδο ζημίας (2 επίπεδα) που συλλέχθηκαν από τις 3 δειγματοληπτικές μεθόδους

Στις κύριες ταξινομικές ομάδες της μακροπανίδας, σε 2 επίπεδα καταστροφής (Εικόνα 26), η κατηγορία 1 με τους κατεστραμμένους οργανισμούς εμφανίζει διαφορές μεταξύ των Αμφιπόδων, Δεκάποδων και Γαστερόποδων. Στα Αμφίποδα, η ΧΣ και η ΥΔΑ εμφανίζουν σημαντικά μικρότερα σε μήκος άτομα σε σχέση με το ΣΑΝΑ (Kruskal-Wallis; $T=7,489$, $p<0,05$). Στα Δεκάποδα, η ΥΔΑ παρουσιάζει παρόμοια μήκη με το ΣΑΝΑ και αυτές οι δύο μέθοδοι εμφανίζουν σημαντικά μεγαλύτερα σε μήκος άτομα σε σχέση με αυτά της ΧΣ (Kruskal-Wallis; $T=19,294$, $p<0,05$). Τα Γαστερόποδα, ακολουθούν παρόμοιο πρότυπο διαφορών ως προς το μήκος με την κατηγορία 2 των 5 επιπέδων ζημίας. Συγκεκριμένα, η ΥΔΑ παρουσιάζει μεγαλύτερα μήκη Γαστερόποδων σε σχέση με τις άλλες δύο δειγματοληπτικές μεθόδους (Kruskal-Wallis; $T=104,077$, $p<0,05$) οι οποίες έχουν παρόμοια μήκη. Τέλος, οι υπόλοιπες ταξινομικές ομάδες δεν εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς τα μήκη τους σε κάθε κατηγορία ζημίας.



Εικόνα 26. Μέσος όρος των τιμών του μήκους των κύριων ταξινομικών ομάδων για κάθε κατηγορία ζημίας (2 επίπεδα ζημίας) που συλλέχθηκαν από τις 3 δειγματοληπτικές μεθόδους

4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1. Χρόνοι διεξαγωγής πειράματος

Σύμφωνα με τους χρόνους συλλογής, διαλογής και αναγνώρισης των δειγμάτων στις κύριες ταξινομικές ομάδες δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των 3 δειγματοληπτικών μεθόδων. Δεδομένου ότι όλες οι μέθοδοι χρησιμοποιούν πάντα την απόξυση της επιφάνειας του υποστρώματος, θα ήταν λογικό η ΥΔΑ και ο ΣΑΝΑ να απαιτούσαν περισσότερο χρόνο για την συλλογή των δεδομένων κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας σε σχέση με τη ΧΣ. Ωστόσο, κατά τη διάρκεια της ΧΣ, το δίχτυ συλλογής του δείγματος που είναι προσδεμένο στο πλαίσιο είναι δύσκολο να αφαιρεθεί γρήγορα χωρίς απώλειες στη συλλογή ατόμων με αποτέλεσμα η διαδικασία αυτή να απαιτεί περίπου το ίδιο χρονικό διάστημα με τις άλλες 2 μεθόδους. Όσον αφορά τους χρόνους διαλογής και προσδιορισμού των δειγμάτων στις κύριες ταξινομικές ομάδες, οι 3 μέθοδοι δεν διαφέρουν μεταξύ τους δεδομένου ότι οι αριθμοί των ατόμων που συλλέχθηκαν ήταν περίπου ίδιοι με αποτέλεσμα να απαιτούν την ίδια χρονική διάρκεια.

4.2. Μακροπανίδα

Σύμφωνα με την ανάλυση των μακροπανιδικών δειγμάτων, από τις 10 κυρίαρχες ταξινομικές ομάδες που βρέθηκαν και αναγνωρίστηκαν, εμφανής ήταν η απουσία των Πολυπλακοφόρων από το ΣΑΝΑ. Η ομάδα των Πολυπλακοφόρων είναι γνωστό πως εμφανίζεται σε περιοχές με σκληρό υπόστρωμα με πολύ μικρές αφθονίες (Antoniadou et al. 2005). Τα άτομα των Πολυπλακοφόρων που βρέθηκαν στη ΧΣ και την ΥΔΑ ήταν ελάχιστα, της τάξεως του 1 με 3 ατόμων, με αποτέλεσμα η απουσία αυτής της ταξινομικής ομάδας από το ΣΑΝΑ είναι δυνατόν να οφείλεται περισσότερο σε τυχαίους παράγοντες παρά στην συλληπτική ικανότητα του ίδιου του δειγματολήπτη.

Διαφορές εμφανίστηκαν και στην ομάδα των Διθύρων όπου οι μικρές αφθονίες της ΧΣ σε σχέση με την ΥΔΑ και το ΣΑΝΑ πιθανόν να σχετίζονται με τον τρόπο που συλλέγονται τα δείγματα. Συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια της ΧΣ συλλέγεται το υλικό που αιωρείται στην στήλη του νερού με τη δημιουργία ρεύματος που σχηματίζεται με την κίνηση του χεριού του δύτη, με αποτέλεσμα τα άτομα με μεγαλύτερο βάρος (πχ Δίθυρα) να καθιζάνουν γρήγορα και να διαφεύγουν της συλλογής.

Και στις 3 δειγματοληπτικές προσπάθειες παρατηρήθηκε ότι τα Γαστερόποδα αποτελούν την κυρίαρχη ταξινομική ομάδα ως προς τη συνολική αφθονία που συλλέχθηκε με ποσοστό πάνω από 50% και στη συνέχεια με μικρότερα ποσοστά ακολουθούν οι Πολύχαιτοι (>20%) και τα Δεκάποδα (>15%). Το πρότυπο συμβολής στην συνολική αφθονία αυτών των ταξινομικών ομάδων φαίνεται ότι είναι τυπικό για περιοχές με σκληρό υπόστρωμα στην Ανατολική Μεσόγειο όπως φαίνεται και από σχετικές μελέτες βιοποικιλότητας σκληρού υποστρώματος (Antoniadou et al. 2005; Antoniadou & Chintiroglou 2005).

Όσον αφορά τους Πολύχαιτους, παρατηρήθηκε ότι και στις 3 δειγματοληπτικές μεθόδους επικρατεί η οικογένεια των Syllidae, γεγονός σύνηθες σε περιοχές σκληρού υποστρώματος (Abbiati et al. 1987; San Martín 2003; Faulwetter et al. 2011). Διαφορές εντοπίστηκαν μεταξύ των δειγματοληπτικών μεθόδων ως προς την απουσία ορισμένων οικογενειών ανάλογα με τον δειγματολήπτη: Aphroditidae, Orbiniidae, Pectinariidae, Terebellidae Glyceridae και Pholoidae. Ωστόσο αυτές οι διαφορές όπως και στην περίπτωση των Πολυπλακοφόρων που αναλύθηκε παραπάνω, πιθανόν δεν σχετίζονται με τη συλλεπτική ικανότητα των δειγματοληπτών εφόσον ο αριθμός των ατόμων που βρέθηκε ήταν πάρα πολύ μικρός με αποτέλεσμα το γεγονός αυτό να οφείλεται περισσότερο σε τυχαίους παράγοντες. Επιπρόσθετα, ορισμένες οικογένειες όπως οι Orbiniidae, Pectinariidae και Glyceridae εμφανίζονται συνήθως σε περιοχές με μαλακό υπόστρωμα (Rousse & Pleijel 2001) με αποτέλεσμα η εμφάνιση αυτών των οικογενειών στην περιοχή μελέτης να ήταν πιθανώς ευκαιριακή.

4.3. Μειοπανίδα

Έχει παρατηρηθεί ότι η σύνθεση της μειοπανίδας του σκληρού υποστρώματος διαφέρει σημαντικά με αυτήν του μαλακού (Danovaro & Fraschetti 2002) εξαιτίας αφενός της ετερογένειας που χαρακτηρίζει τις περιοχές σκληρού υποστρώματος και αφετέρου της φυτοκάλυψης που επηρεάζει σημαντικά τις αφθονίες των Κωπηπόδων (Beckley 1980; Danovaro & Fraschetti 2002; Giere 2009). Στις περιοχές σκληρού υποστρώματος οι πιο άφθονες ταξινομικές ομάδες είναι οι Νηματώδεις και τα Κωπήποδα (Danovaro & Fraschetti 2002; Fraschetti et al. 2006) γεγονός που επιβεβαιώνεται από τις μειοπανιδικές συνευρέσεις που συλλέχθηκαν και από τις 3 δειγματοληπτικές μεθόδους.

Οι 3 δειγματοληπτικές μέθοδοι φαίνεται να παρουσιάζουν διαφορετική συλληπτική ικανότητα μεταξύ των κυριάρχων ταξινομικών μειοπανιδικών ομάδων. Συγκεκριμένα, με την χρήση της ΧΣ απουσιάζουν τα Καρκινοειδή (Αμφίποδα, Ταναϊδώδη και Κουμώδη), όπως επίσης παρατηρούνται και σημαντικές διαφορές μεταξύ των αφθονιών των Κωπηπόδων και Οστρακωδών της ΧΣ σε σχέση με την ΥΔΑ όπου τα Κωπήποδα και τα Οστρακώδη με την χρήση της ΥΔΑ έχουν σχεδόν διπλάσια αφθονία. Αυτή η έλλειψη ή η μειωμένη αφθονία των Καρκινοειδών στα δείγματα που συλλέχθηκαν με την ΧΣ πιθανόν να οφείλεται στην εύκολη διαφυγή αυτών των οργανισμών από το πλαίσιο αλλά και από το δίκτυ συλλογής εξαιτίας της έντονης κινητικότητας που τους χαρακτηρίζει συγκριτικά με τις υπόλοιπες βενθικές ομάδες (Carleton & Hamner 1987; Abbiati 1991).

Επιπρόσθετα, αυτές οι ομάδες μπορεί να είναι είτε αποκλειστικά υπερβενθικοί οργανισμοί, είτε ενδοβενθικοί ή επιβενθικοί όπου για συγκεκριμένους λόγους (πχ στάδιο ανάπτυξης, θήρευση, διαφυγή) μετατρέπονται σε υπερβενθικούς (Mees & Jones 1997). Οι κλασσικοί τρόποι δειγματοληψίας του υπερβένθους δεν είναι αποτελεσματικοί σε περιοχές με σκληρό υπόστρωμα. Για τον λόγο αυτόν, έχουν δοκιμαστεί διάφοροι τρόποι (δίκτυα, συσκευές αναρρόφησης, παγίδες) για την καλύτερη σύλληψη αυτών των ιδιαίτερα κινητικών οργανισμών (Johannes et al. 1970; Rutzler et al. 1980; Vaissière & Seguin 1984; Carleton & Hamner 1987).

Μια συμπεριφορά των οργανισμών όπου από καθαρά βενθικοί μετατρέπονται σε υπερβενθικοί είναι η συμπεριφορά της «ανάδυσης». Ταξινομικές ομάδες όπως τα Κωπήποδα και τα Οστρακώδη χαρακτηρίζονται από τη συμπεριφορά της «ανάδυσης» (Giere 2009), δηλαδή από την απομάκρυνση των οργανισμών αυτών από το υπόστρωμα προς τη στήλη του νερού. Η συμπεριφορά αυτή έχει υιοθετηθεί από αυτούς τους οργανισμούς είτε για εύρεση τροφής (Decho 1986) είτε για την αποφυγή θηρευτών (Alldredge & King 1985). Αυτόν τον χαρακτηριστικό τρόπο συμπεριφοράς τον έχουν υιοθετήσει και οι μειοπανιδικοί Πολύχαιτοι (Alldredge & King 1985; Armonies 1988) όπου στην παρούσα μελέτη βρέθηκαν μειωμένες αφθονίες αυτής της ομάδας στην ΧΣ σε σχέση με την ΥΔΑ και το ΣΑΝΑ. Ορισμένες ταξινομικές ομάδες που απουσίαζαν από τους δειγματολήπτες (π.χ. Λορισίφερα, Απλακοφόρα), όπως και στην περίπτωση της μακροπανίδας, πιθανόν να σχετίζονται με τις πολύ μικρές

αφθονίες, γεγονός που οφείλεται περισσότερο σε τυχαίους παράγοντες παρά στην συλληπτική ικανότητα του ίδιου του δειγματολήπτη.

4.4. Επίπεδα Ζημιών

Σύμφωνα με τους Pranovi et al (2001), οι ζημίες που δημιουργούνται στους οργανισμούς σχετίζονται με την μορφολογία (με ή χωρίς εξαρτήματα), τη δομή σώματος (εξωτερική προστασία ή μαλακοί ιστοί) και το μέγεθος. Σε αρκετές εργασίες έχουν χρησιμοποιηθεί πολλές διαφορετικές κλίμακες εκτίμησης της ζημίας που υπόκεινται οι οργανισμοί με τις περισσότερες να εστιάζονται στις ζημίες που δημιουργούνται από τη χρήση αλιευτικών εργαλείων (π.χ. Fonds et al. 2000; Bergmann et al. 2001; Jenkins et al. 2001; Pranovi et al. 2001; Moschino et al. 2003). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας η χρήση κλίμακας ζημιών 5 επιπέδων και 2 επιπέδων μπορεί να εμφανίσουν διαφορετικά αποτελέσματα. Η χρήση της κλίμακας 5 επιπέδων μπορεί να δώσει περισσότερες πληροφορίες για το είδος αλλά και την έκταση της ζημίας που έχει προκληθεί στον οργανισμό σε σχέση με τη χρήση της κλίμακας 2 επιπέδων. Η έλλειψη πρωτόκολλων για την εκτίμηση των ζημιών των οργανισμών οδηγεί στην ανάγκη για δημιουργία ενός κοινού τρόπου εκτίμησης τους ώστε να είναι δυνατή η σύγκριση των αποτελεσμάτων με παρόμοιες εργασίες.

Στην παρούσα μελέτη, οι 3 δειγματοληπτικές μέθοδοι εμφάνισαν διαφορές ως προς την ζημία που προκαλούν στους οργανισμούς που συνέλεξαν. Σημαντικό γεγονός αποτελεί η απουσία διαφορών μεταξύ των δειγματοληπτών στα μεγαλύτερα επίπεδα ζημίας. Σύμφωνα με αυτό το γεγονός, οι ζημίες μεγάλων επιπέδων που έχουν παρατηρηθεί στους οργανισμούς πιθανόν να μην οφείλονται στον ίδιο τον δειγματολήπτη αλλά στη διαδικασία απόξεσης της επιφάνειας που χρησιμοποιείται και στις τρεις δειγματοληπτικές μεθόδους (Bianchi et al. 2004) και στη διαδικασία ξεπλύματος και διαλογής των δειγμάτων (Bianchi et al. 2004; Eleftheriou & McIntyre 2005).

Όσον αφορά τις κύριες ταξινομικές ομάδες, οι διαφορές μεταξύ των δειγματοληπτικών μεθόδων ως προς τα επίπεδα ζημίας που προκαλούν ποικίλουν. Συγκεκριμένα, τα Αμφίποδα βρέθηκαν με μεγαλύτερα ποσοστά σε καλή κατάσταση στη ΧΣ και στην ΥΔΑ σε σχέση με το ΣΑΝΑ. Το γεγονός αυτό πιθανόν να οφείλεται στα μικρότερα

μήκους άτομα που εμφανίζονται στη ΧΣ και στην ΥΔΑ με αποτέλεσμα να μπορούν να διαφύγουν πιο εύκολα από την πίεση που ασκείται από την απόξεση της επιφάνειας. Αντίθετα στα Αμφίποδα που συλλέχθηκαν με το ΣΑΝΑ εμφανίζονται περισσότερα κατεστραμμένα άτομα γεγονός που πιθανόν να σχετίζεται με τα μεγαλύτερα σε μήκος άτομα που έχουν συλλεχθεί αλλά και από την έντονη πίεση που δημιουργείται από τη χρήση φιάλης με πεπιεσμένο αέρα του ΣΑΝΑ, το οποίο και τα συμπαρασύρει στο δίκτυ συλλογής. Ο Sheader (1998) παρατήρησε παρόμοιο πρότυπο για τα Αμφίποδα, με τα μικρότερα σε μέγεθος άτομα να καταστρέφονται σε μικρότερο ποσοστό σε σχέση με τα μεγαλύτερα άτομα.

Ωστόσο, το αντίθετο πρότυπο εμφανίζεται στα Δεκάποδα. Οι μικρότερες ζημιές που εντοπίζονται στο ΣΑΝΑ πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός ότι τα περισσότερα Δεκάποδα ανήκαν στα Ανόμουρα τα οποία στον συγκεκριμένο δειγματολήπτη είχαν μεγάλο μήκος και κατά συνέπεια το μεγάλο και σκληρό κέλυφος του Γαστερόποδου προστάτευε τα άτομα αυτά από την πίεση που ασκούσε ο δειγματολήπτης. Γενικότερα, έχει παρατηρηθεί ότι τα Ανόμουρα εμφανίζουν μικρή συχνότητα ζημιών εξαιτίας της ικανότητάς τους να εισέρχονται μέσα στο κέλυφος όταν υφίστανται κάποιου είδους διαταραχή (Bergmann et al. 2001). Στα άτομα των Δεκαπόδων που συλλέχθηκαν και από τις 3 δειγματοληπτικές μεθόδους, οι καταστροφές που εμφάνιζαν κυρίως τα Δεκάποδα και ιδιαίτερα τα Ανόμουρα ήταν η απώλεια των λαβίδων. Σύμφωνα με τους Juanes και Smith (1995), η απώλεια των λαβίδων είναι η πιο συχνή ζημία που υπόκειται αυτή η ομάδα.

Στα Δίθυρα, οι μικρότερες ζημιές της ΧΣ σε σχέση με την ΥΔΑ μπορεί να εμφανίζονται λόγω του μεγαλύτερου σε μήκος άρα και σκληρότερου κελύφους των ατόμων που συλλέχθηκαν με τη ΧΣ. Παρόμοιο πρότυπο έχει εμφανιστεί και σε Δίθυρα τα οποία έχουν υποστεί ζημιές από χρήση αλιευτικού εργαλείου όπου τα άτομα με μεγαλύτερο μέγεθος έχουν υποστεί μικρότερες ζημιές (Moschino et al. 2003). Τέλος, στα Ισόποδα οι μειωμένες ζημιές που παρατηρούνται στη ΧΣ και στην ΥΔΑ πιθανόν να οφείλονται καθαρά στην τριβή τους με τον πεπιεσμένο αέρα της φιάλης που χρησιμοποιεί ο ΣΑΝΑ.

Όσον αφορά την μειοπανίδα, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές ζημιές των οργανισμών από τη χρήση των 3 διαφορετικών δειγματοληπτικών μεθόδων. Η έλλειψη ζημιών στους οργανισμούς αυτούς πιθανόν να σχετίζεται με το μικρό μέγεθος που

χαρακτηρίζει την μειοπανίδα με αποτέλεσμα η πίεση που ασκείται σε αυτούς από τη χρήση των δειγματοληπτών να μην προκαλεί κάποιου είδους ζημία.

5 Συμπεράσματα

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 9) παρουσιάζονται συνοπτικά οι βασικές διαφορές (πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα) των 3 δειγματοληπτικών μεθόδων με βάση τη συλληπτική τους ικανότητα και τις ζημίες που προκαλούν στους οργανισμούς. Γεγονός αποτελεί η αποτελεσματικότητα της ΥΔΑ σε σχέση με τις άλλες 2 δειγματοληπτικές μεθόδους ως προς τις αφθονίες των ατόμων που συλλέγει και ιδιαίτερα ως προς τις αφθονίες της μειοπανίδας, ενώ οι διαφορές των 3 μεθόδων ως προς τις ζημίες που προκαλούν στους οργανισμούς ποικίλλουν σε κάθε κύρια ταξινομική ομάδα.

Πίνακας 9. Σύνοψη των βασικών διαφορών των 3 δειγματοληπτικών μεθόδων ως προς τους χρόνους συλλογής, διαλογής και αναγνώρισης των οργανισμών, τη συλληπτική τους ικανότητα με βάση τις αφθονίες της μακροπανίδας και μειοπανίδας και τις ζημίες που προκαλούν στους οργανισμούς. Με το σύμβολο (+) εμφανίζονται οι δειγματοληπτές που παρουσιάζουν πλεονεκτήματα σε σχέση με τους άλλους ενώ με το σύμβολο (-) εμφανίζονται τα μειονεκτήματα της κάθε δειγματοληπτικής μεθόδου

	Χρόνος συλλογής, διαλογής, αναγνώρισης	Συλλογή μακροπανίδας	Συλλογή μειοπανίδας	Πρόκληση μικρών ζημιών	Πρόκληση μεγάλων ζημιών
ΧΣ		+(Spionidae, Lumbrineridae)		-(Δεκάποδα)	
ΥΔΑ		+(Δίθυρα, Lumbrineridae)	+(Κωπήποδα, Οστρακώδη, Πολύχαιτοι)	-(Δεκάποδα, Πολύχαιτοι, Δίθυρα)	
ΣΑΝΑ			+(Πολύχαιτοι)	-(Αμφίποδα, Δίθυρα, Ισόποδα)	

Βιβλιογραφία

- Abbiati M (1991) Metodi di campionamento biologico subacqueo. Lez. del corso Form. per Ric. Sci. subacqueo. International School of Scientific Diving, Pisa, pp 3–12
- Abbiati M, Bianchi CN, Castelli A (1987) Polychaete Vertical Zonation along a Littoral Cliff in the Western Mediterranean. *Mar Ecol* 8:33–48.
- Airoidi L, Connell SD, Beck MW (2009) The Loss of Natural Habitats and the Addition of Artificial Substrata. In: Wahl M (ed) *Mar. Hard Bottom Communities*. Springer, Berlin Heidelberg, pp 269–280
- Allredge a. L, King JM (1985) The distance demersal zooplankton migrate above the benthos: implications for predation. *Mar Biol* 84:253–260. doi: 10.1007/BF00392494
- Anderson MJ (2001) A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecol* 26:32–46.
- Antoniadou C, Chintiroglou C (2005) Biodiversity of zoobenthic hard-substrate sublittoral communities in the Eastern Mediterranean (North Aegean Sea). *Estuar Coast Shelf Sci* 62:637–653. doi: 10.1016/j.ecss.2004.09.032
- Antoniadou C, Koutsoubas D, Chintiroglou CC (2005) Mollusca fauna from infralittoral hard substrate assemblages in the North Aegean Sea. 135:119–126.
- Armonies W (1988) Active emergence of meiofauna from intertidal sediment. *Mar Ecol Prog Ser* 43:151–159.
- Austen MC, Warwick RM (1989) Comparison of univariate and multivariate aspects of estuarine meiobenthic community structure. *Estuar Coast Shelf Sci* 29:23–42.
- Beckley LE (1980) Studies on the littoral seaweed epifauna of St Croix Island . 3 . *Gelidium pristoides* (Rhodophyta) and its epifauna. 3–10.
- Bergmann M, Beare DJ, Moore PG (2001) Damage sustained by epibenthic invertebrates discarded in the Nephrops fishery of the Clyde Sea area , Scotland. *J Sea Res* 45:105–118.
- Bianchi CN, Morri C (2000) Marine Biodiversity of the Mediterranean Sea: Situation, Problems and Prospects for Future Research. *Mar Pollut Bull* 40:367–376. doi: 10.1016/S0025-326X(00)00027-8
- Bianchi CN, Pronzato R, Cattaneo-Vietti R, et al. (2004) Hard bottoms. In: Gambi MC, Dappiano M (eds) *Mediterr. Mar. benthos a Man. methods its Sampl. study. Biol. Mar. Medit.*, pp 185–215

- Bray RJ, Curtis JT (1957) An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol Monogr* 27:325–349.
- Brett C (1964) A portable hydraulic diver-operated dredge-sieve for sampling subtidal macrofauna. *J Mar Res* 22:205–209.
- Brooks S (1994) An efficient and quantitative aquatic benthos sampler for use in diverse habitats with variable flow regimes. *Hydrobiologia* 281:123–128. doi: 10.1007/BF00006441
- Carleton JH, Hamner WM (1987) A diver-operated device for the capture of mobile epibenthic organisms. *Limnol Oceanogr* 32:503–510.
- Chatzigeorgiou G, Dailianis T, Faulwetter S, Pettas M (2012a) MANOSS - a manually operated suction sampler for hard bottom benthos. *Transitional Waters Bull* 6:42–49. doi: 10.1285/i1825229Xv6n2p42
- Chatzigeorgiou G, Faulwetter S, López E, et al. (2012b) Can coastal biodiversity measured in four Mediterranean sites be representative of the region? A test for the robustness of the NaGISA protocol by using the hard substrate syllid (Annelida, Polychaeta) taxo-communities as a surrogate. *Hydrobiologia* 691:147–156. doi: 10.1007/s10750-012-1065-5
- Clarke KR, Ainsworth M (1993) A method of linking multivariate community structure to environmental variables. *Mar Ecol Prog Ser* 92:205–219.
- Clarke KR, Green RH (1988) Statistical design and analysis for a “biological effects” study., *Marine Ecology Progress Series*, 46: 213-226. *Mar Ecol Prog Ser* 46:213–226.
- Costanza R, d’Arge R, de Groot R, et al. (1997) The value of the world’s ecosystem services and natural capital. *Nature* 387:253–260. doi: 10.1038/387253a0
- Danovaro R, Fraschetti S (2002) Meiofaunal vertical zonation on hard-bottoms: comparison with soft-bottom meiofauna. *Mar Ecol Prog Ser* 230:159–169. doi: 10.3354/meps230159
- Decho AW (1986) Water-cover influences on diatom ingestion rates by meiobenthic copepods. *Mar Ecol Prog Ser* 33:139–146.
- Drake CM, Elliott JM (1982) A comparative study of three air-lift samplers used for sampling benthic macro-invertebrates in rivers. *Freshw Biol* 12:511–533.
- Eleftheriou A, McIntyre A (2005) METHODS FOR THE STUDY OF MARINE BENTHOS, Third. 418.
- Elliott JM, Tullett PA (1983) A supplement to a bibliography of samplers for benthic invertebrates, Occasional. *Freshw Biol Assoc* 27.

- Emery AR (1968) Preliminary observations on coral reef plankton. *Limnol Oceanogr* 293–303.
- Faulwetter S, Chatzigeorgiou G, Galil BS, Arvanitidis C (2011) An account of the taxonomy and distribution of Syllidae (Annelida, Polychaetes) in the eastern Mediterranean, with notes on the genus *Prosphaerosyllis* San Martín, 1984 in the Mediterranean. *Zookeys* 281–326. doi: 10.3897/zookeys.150.2146
- Fonds M, Hallers-tjabbes CC Ten, Mensink BP, et al. (2000) Shell damage and mortality in the common whelk *Buccinum undatum* caused by beam trawl fishery. *J Sea Res* 43:53–64.
- Fraschetti S, Gambi C, Giangrande a, et al. (2006) Structural and functional response of meiofauna rocky assemblages to sewage pollution. *Mar Pollut Bull* 52:540–8. doi: 10.1016/j.marpolbul.2005.10.001
- Frogliá C, Atkinson RJA, Moore PG (1999) The impact of Rapido trawling for scallops, *Pecten jacobaeus* (L.), on the benthos of the Gulf of Venice. 111–124.
- Gale WF, Thompson JD (1975) A Suction Sampler for Quantitatively Sampling Benthos on Rocky Substrates in Rivers. *Trans Am Fish Soc* 104:398–405.
- Giere O (2009) *Meiobenthology. The Microscopic Motile Fauna of Aquatic Sediments*, Second edi. 527.
- Jenkins S, Beukers-Stewart B, Brand A (2001) Impact of scallop dredging on benthic megafauna: a comparison of damage levels in captured and non-captured organisms. *Mar Ecol Prog Ser* 215:297–301. doi: 10.3354/meps215297
- Jennings S, Pinnegar J, Polunin N, Warr K (2001) Impacts of trawling disturbance on the trophic structure of benthic invertebrate communities. *Mar Ecol Prog Ser* 213:127–142. doi: 10.3354/meps213127
- Johannes RE, Coles SL, Kuenxel NT (1970) THE ROLE OF ZOOPLANKTON IN THE NUTRITION SOME SCLERACTINIAN CORALS. *Limnol Oceanogr* 15:579–586.
- De Jonge VN, Bouwman LA (1977) A simple density separation technique for quantitative isolation of meiobenthos using the Colloidal silica Ludox-TM. *Mar Biol* 42:143–148.
- Juanes F, Smith LD (1995) The ecological consequences of limb damage and loss in decapod crustaceans : a review and prospectus. *J Exp Mar Bio Ecol* 193:197–223.
- Kikuchi RM, Fonseca-Gessner AA, Shimizu GY (2006) Suction sampler for collection of benthic macroinvertebrates in several continental aquatic environments : a comparative study with the Hess and Surber samplers . *Acta Limnol Bras* 18:29–37.

- Kruskal WH, Wallis WA (1952) Use of ranks in one-criterion variance analysis. *J Am Stat Assoc* 47:583–621.
- Lotze HK, Lenihan HS, Bourque BJ, et al. (2006) Depletion, degradation, and recovery potential of estuaries and coastal seas. *Science* 312:1806–9. doi: 10.1126/science.1128035
- Mees J, Jones MB (1997) The hyperbenthos. *Oceanogr Mar Biol an Annu Rev* 35:221–255.
- Metaxas A, Scheibling RE (1994) Spatial and temporal variability of tidepool hyperbenthos on a rocky shore in Nova Scotia, Canada. *Mar Ecol Prog Ser* 108:175–184.
- Moschino V, Deppieri M, Marin MG (2003) Evaluation of shell damage to the clam *Chamelea gallina* captured by hydraulic dredging in the Northern Adriatic Sea. *J Mar Sci* 60:393–401. doi: 10.1016/S1054
- Pranovi F, Raicevich S, Franceschini G, et al. (2001) Discard analysis and damage to non-target species in the “rapido” trawl fishery. *Mar Biol* 139:863–875. doi: 10.1007/s002270100646
- Rostron DM (2001) Procedural Guideline No . 3-10 Sampling marine benthos using suction samplers. In: Davies J, Baxter J, Bradley M, et al. (eds) *Mar. Monit. Handb.* Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, UK, pp 293–305
- Rousse GW, Pleijel F (2001) Polychaetes. 354.
- Rutzler K, Ferraris JD, Larson RJ (1980) A New Plankton Sampler for Coral Reefs. *Mar Ecol* 1:65–71. doi: 10.1111/j.1439-0485.1980.tb00222.x
- San Martín G (2003) Annelida Polychaeta II. Syllidae. In: Ramos M. (ed) Madrid, pp 1–554
- Shedder M (1998) Grazing predation on a population of *Ampelisca tenuicornis* (Gammaridae: Amphipoda) off the south coast of England. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*
- Tanner C, Hawkes MW, Lebednic PA (1977) A Hand-Operated Suction Sampler for the Collection of Subtidal Organisms. *J Fish Board Canada* 34:1031–1034.
- Vaissière R, Seguin G (1984) Initial observations of the zooplankton microdistribution on the fringing coral reef at Aqaba (Jordan). *Mar Biol* 83:1–11.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

Παρακάτω απεικονίζονται παραδείγματα ζημιών των κύριων ταξινομικών ομάδων με τη χρήση του microCT.

Αμφίποδα



Εικόνα 27. Αμφίποδο που ανήκει στην κατηγορία ζημίας 1



Εικόνα 28. Αμφίποδο που ανήκει στην κατηγορία ζημίας 2 (σπασμένα βαδιστικά πόδια)

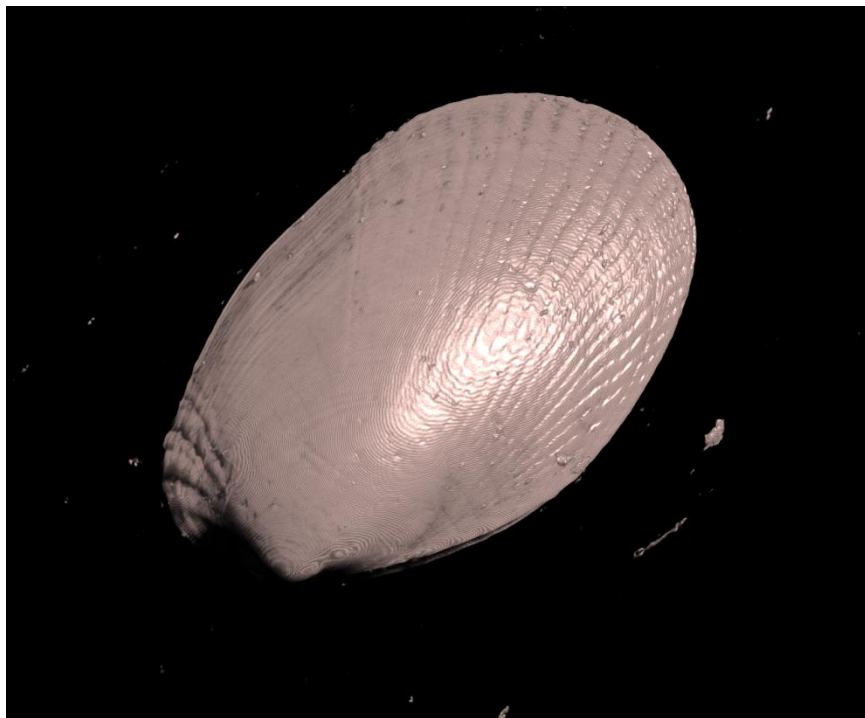


Εικόνα 29. Αμφίποδο που ανήκει στην κατηγορία ζημίας 4 (απουσία βαδιστικών ποδιών και κατεστραμμένο τέλος)

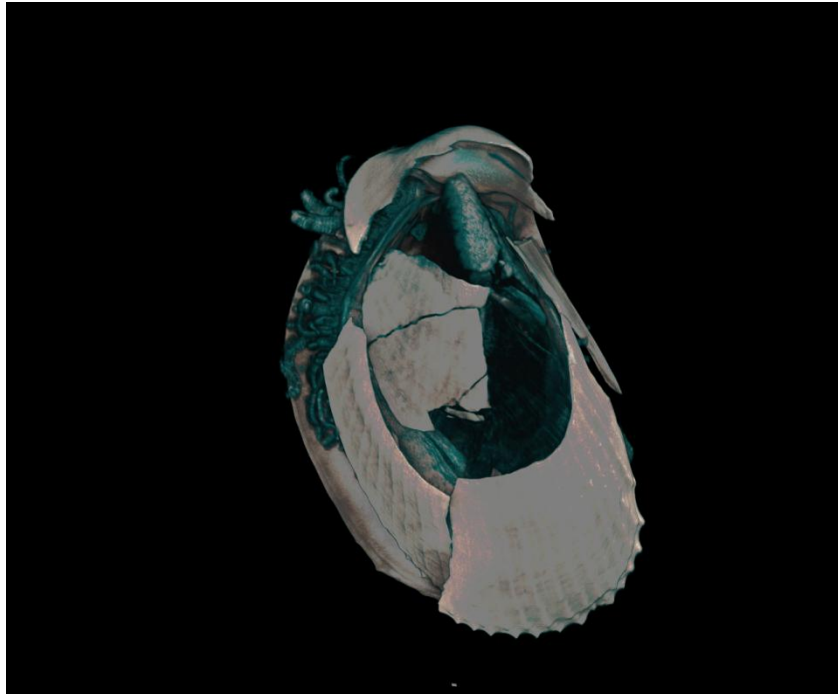


Εικόνα 30. Αμφίποδο που ανήκει στη κατηγορία ζημίας 5 (συνθλιμμένο)

Δίθυρα

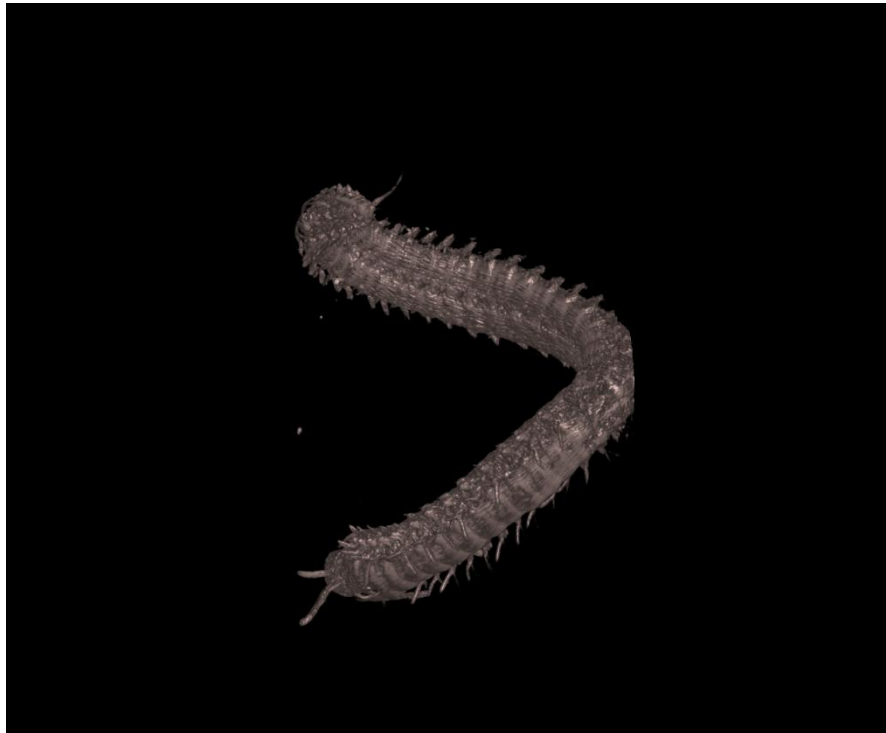


Εικόνα 31. Δίθυρο που ανήκει στην κατηγορία ζημίας 1



Εικόνα 32. Δίθυρο που ανήκει στη κατηγορία ζημίας 2 (μία θύρα σπασμένη)

Πολύχαιτα



Εικόνα 33. Πολύχαιτο της οικογενείας Eunicidae που ανήκει στη κατηγορία ζημίας 1



Εικόνα 34. Πολύχαιτο της οικογένειας Eunicidae που ανήκει στη κατηγορία ζημίας 2 (ζημία στο σώμα)

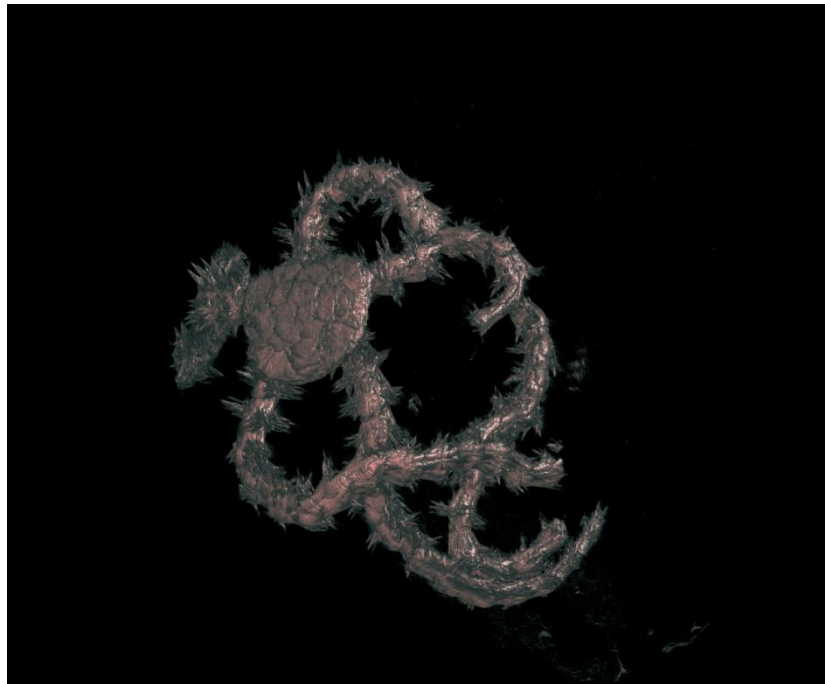


Εικόνα 35. Πολύχαιτο της οικογένειας Eunicidae που ανήκει στη κατηγορία ζημίας 3 (απουσία οπίσθιων μεταμερών)

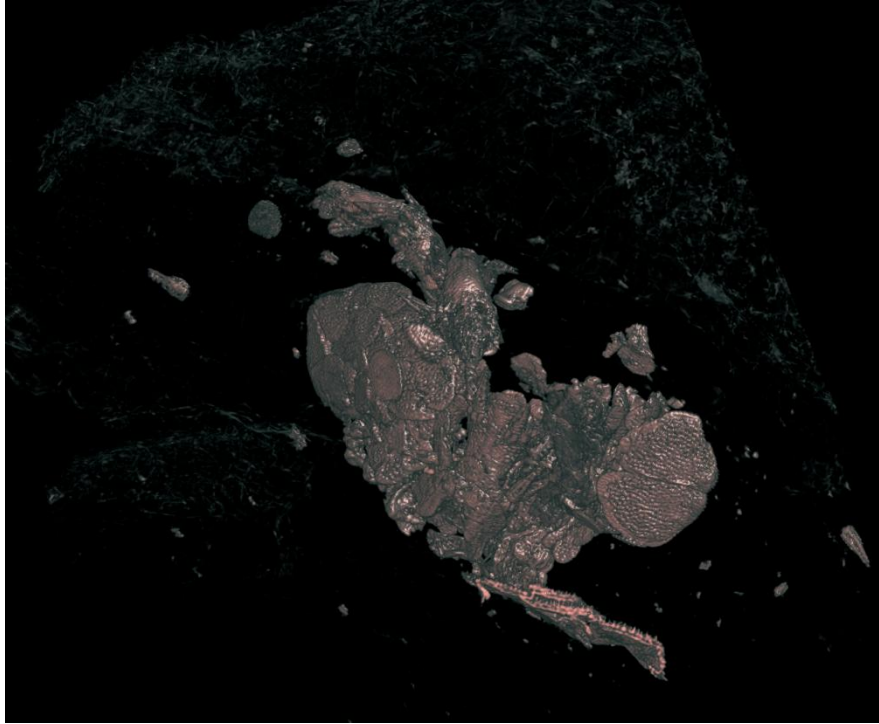


Εικόνα 36. Πολύχαιτο της οικογένειας Eunicidae που ανήκει στη κατηγορία ζημίας 4 (απουσία οπίσθιων μεταμερών και ζημία στο σώμα)

Οφιουροειδή



Εικόνα 37. Οφιούρος που ανήκει στη κατηγορία ζημίας 2 (σπασμένα βαδιστικά πόδια)



Εικόνα 38. Οφίουρος που ανήκει στη κατηγορία ζημίας 5 (συνθλιμμένο)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

Παρακάτω παρουσιάζεται ο συνολικός αριθμός ατόμων κάθε κύριας ταξινομικής ομάδας της μακροπανίδας που συλλέχθηκε σε κάθε επαναληπτικό δείγμα (625cm²). Κάθε επαναληπτικό δείγμα αποτελείται από τις συντομογραφίες των δειγματοληπτικών μεθόδων (ΧΣ: χειρωνακτική συλλογή, ΥΔΑ: υδραυλική αντλία, ΣΑΝΑ: συλλέκτης αναρρόφησης με αέρα) και έναν αριθμό που αντιστοιχεί στον αριθμό του επαναληπτικού δείγματος

	Χειρωνακτική Συλλογή								Υδραυλική Αντλία									Συλλέκτης Αναρρόφησης με αέρα								
	ΧΣ 10	ΧΣ 2	ΧΣ 3	ΧΣ 5	ΧΣ 6	ΧΣ 7	ΧΣ 8	ΧΣ 9	ΥΔΑ 1	ΥΔΑ 10	ΥΔΑ 2	ΥΔΑ 5	ΥΔΑ 6	ΥΔΑ 7	ΥΔΑ 8	ΥΔΑ 9	ΣΑΝΑ 1	ΣΑΝΑ 10	ΣΑΝΑ 3	ΣΑΝΑ 5	ΣΑΝΑ 6	ΣΑΝΑ 7	ΣΑΝΑ 8	ΣΑΝΑ 9		
Αμφίποδα	9	7	4	3	5	7	6	14	9	10	20	9	7	5	3	4	12	9	13	12	4	12	9	2		
Δίθυρα	0	0	0	0	1	0	0	2	3	1	1	5	1	1	2	2	2	0	1	0	1	1	1	0		
Δεκάποδα	45	42	45	40	61	45	26	21	119	27	69	67	78	34	59	24	64	49	71	80	35	19	39	33		
Εχινοειδή	1	0	1	2	4	3	0	0	2	0	2	1	3	0	0	1	0	1	2	0	1	1	0	1		
Γαστερόποδα	234	171	148	106	272	96	144	146	544	34	317	130	453	131	149	69	107	242	206	130	63	86	87	219		
Ισόποδα	1	0	3	2	0	0	0	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	2	1		
Πολύχαιτα	44	48	32	45	79	37	86	60	91	31	75	94	54	59	50	53	228	51	33	38	60	66	40	61		
Πολυπλακοφόρα	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Ταναϊδώδη	1	3	1	0	1	2	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	1	1		
Οφιοουρειδή	1	2	3	1	3	3	3	1	16	0	5	0	0	5	1	1	2	4	1	0	1	1	0	4		

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3

Παρακάτω παρουσιάζεται ο συνολικός αριθμός ατόμων κάθε οικογένειας των Πολυχαίτων της μακροπανίδας που συλλέχθηκε σε κάθε επαναληπτικό δείγμα (625cm²). Κάθε επαναληπτικό δείγμα αποτελείται από τις συντομογραφίες των δειγματοληπτικών μεθόδων (ΧΣ: χειρωνακτική συλλογή, ΥΔΑ: υδραυλική αντλία, ΣΑΝΑ: συλλέκτης αναρρόφησης με αέρα) και έναν αριθμό που αντιστοιχεί στον αριθμό του επαναληπτικού δείγματος

	Χειρωνακτική Συλλογή								Υδραυλική Αντλία									Συλλέκτης Αναρρόφησης με αέρα								
	ΧΣ 10	ΧΣ 2	ΧΣ 3	ΧΣ 5	ΧΣ 6	ΧΣ 7	ΧΣ 8	ΧΣ 9	ΥΔΑ 1	ΥΔΑ 10	ΥΔΑ 2	ΥΔΑ 5	ΥΔΑ 6	ΥΔΑ 7	ΥΔΑ 8	ΥΔΑ 9	ΣΑΝΑ 1	ΣΑΝΑ 10	ΣΑΝΑ 3	ΣΑΝΑ 5	ΣΑΝΑ 6	ΣΑΝΑ 7	ΣΑΝΑ 8	ΣΑΝΑ 9		
<i>Amphinomidae</i>	10	2	4	7	7	5	13	2	10	8	6	11	2	14	7	7	2	3	3	2	3	8	12	5		
<i>Aphroditidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0		
<i>Capitellidae</i>	0	1	0	1	0	1	1	6	0	1	2	1	6	5	1	0	1	1	3	0	0	1	1	0		
<i>Chrysopetalidae</i>	2	4	2	3	10	2	1	0	4	1	5	6	4	6	5	4	25	2	4	4	5	1	0	4		
<i>Cirratulidae</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	4	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0		
<i>Dorvilleidae</i>	1	0	1	2	4	1	6	7	2	0	5	3	1	2	1	9	8	1	3	2	1	6	6	0		
<i>Eunicidae</i>	2	2	2	2	11	1	4	2	7	3	10	6	6	1	7	5	17	5	4	4	4	6	3	4		
<i>Glyceridae</i>	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Hesionidae</i>	0	0	0	3	4	3	7	2	4	1	1	14	1	0	2	0	8	4	0	1	2	2	1	2		
<i>Lumbrineridae</i>	2	3	0	1	1	0	2	1	0	1	1	2	1	3	0	2	0	0	1	0	0	0	1	0		
<i>Maldanidae</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0		
<i>Nereididae</i>	3	7	4	3	8	3	0	3	10	1	8	4	3	1	3	0	14	4	5	5	3	8	6	2		
<i>Opheliidae</i>	0	0	0	0	0	3	3	1	1	0	0	2	1	0	0	0	0	2	0	1	2	1	0	0		
<i>Orbiniidae</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Pectinariidae</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
<i>Pholoidae</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Phyllodocidae</i>	4	2	0	1	2	1	1	2	0	1	0	2	1	0	1	1	2	0	0	0	3	0	4	0		
<i>Polynoidae</i>	0	2	1	0	0	0	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	8	0	3	2	0	0	0	3		
<i>Sabellidae</i>	3	5	4	3	4	2	11	9	4	1	5	5	6	2	9	7	15	1	11	7	2	2	9	4		
<i>Serpulidae</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0		
<i>Spionidae</i>	1	2	1	2	3	3	4	2	6	0	2	1	0	0	1	5	1	1	1	0	0	1	0	0		
<i>Syllidae</i>	15	16	12	16	22	10	31	22	43	12	29	28	12	19	11	11	123	9	20	20	13	24	20	15		
<i>Terebellidae</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	1		

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4

Παρακάτω παρουσιάζεται ο συνολικός αριθμός ατόμων κάθε κύριας ταξινομικής ομάδας της μειοπανίδας σε 10cm² που συλλέχθηκε σε κάθε επαναληπτικό δείγμα. Κάθε επαναληπτικό δείγμα αποτελείται από τις συντομογραφίες των δειγματοληπτικών μεθόδων (ΧΣ: χειρωνακτική συλλογή, ΥΔΑ: υδραυλική αντλία, ΣΑΝΑ: συλλέκτης αναρρόφησης με αέρα) και έναν αριθμό που αντιστοιχεί στον αριθμό του επαναληπτικού δείγματος

	Χειρωνακτική Συλλογή								Υδραυλική Αντλία									Συλλέκτης Αναρρόφησης με αέρα								
	ΧΣ 1	ΧΣ 10	ΧΣ 3	ΧΣ 5	ΧΣ 6	ΧΣ 7	ΧΣ 8	ΧΣ 9	ΥΔΑ 1	ΥΔΑ 10	ΥΔΑ 3	ΥΔΑ 5	ΥΔΑ 6	ΥΔΑ 7	ΥΔΑ 8	ΥΔΑ 9	ΣΑΝΑ 1	ΣΑΝΑ 10	ΣΑΝΑ 2	ΣΑΝΑ 5	ΣΑΝΑ 6	ΣΑΝΑ 7	ΣΑΝΑ 8	ΣΑΝΑ 9		
Αμφίποδα	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,21	0,00	0,32	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,21	0,11	0,21	0,11	0,00			
Ταναϊδώδη	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00			
Απλακοφόρα	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
Βλεφαριδωτά	0,00	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,00	0,11	0,00	0,00	0,21	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00			
Κωπήποδα	3,41	23,15	6,72	13,23	5,76	28,16	16,00	19,09	7,47	19,84	9,39	19,09	17,92	9,07	6,08	18,24	16,32	17,92	7,79	25,71	33,81	15,04	18,45	6,19		
Ναύπλιοι	11,63	32,96	12,80	19,84	12,59	35,84	29,33	21,01	61,44	68,80	42,56	85,76	41,92	31,36	24,43	54,19	29,33	26,88	34,35	49,60	52,69	25,60	56,53	8,53		
Κουμώδη	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Γαστερότριχα	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Ακάρεα	0,32	0,64	0,11	0,00	0,11	1,28	0,32	0,00	0,85	0,64	0,43	0,43	1,28	0,53	0,00	0,85	0,85	0,53	0,00	0,43	0,43	0,75	0,64	0,11		
Ισόποδα	0,00	0,00	0,00	0,32	0,00	0,11	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Κινόρρυγχα	0,21	0,53	0,21	0,21	0,00	0,64	0,11	0,21	0,32	1,07	0,00	1,92	0,85	0,64	0,21	0,53	0,64	0,53	0,43	1,07	0,85	0,21	0,21	0,11		
Λορισίφερα	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Δίθυρα	0,00	0,32	0,00	0,00	0,00	1,28	0,32	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,21	0,43	0,00	0,11	0,00		
Γαστερόποδα	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Νηματώδεις	19,20	68,59	31,47	70,51	33,49	69,87	76,27	64,85	97,07	101,23	46,72	91,09	67,52	50,13	36,27	61,23	41,92	61,65	51,41	77,44	69,33	43,52	90,45	35,41		
Ολιγόχαιτα	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,11	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00		
Οστρακώδη	0,53	0,64	0,53	0,75	0,21	1,28	0,96	0,75	1,28	2,35	0,64	3,20	4,59	1,92	0,85	0,85	1,17	2,13	0,53	2,67	1,60	0,64	2,03	0,53		
Πολύχαιτοι	4,16	4,69	3,95	4,80	3,20	6,29	4,69	3,95	14,51	8,11	10,56	22,51	7,68	9,17	6,19	4,27	7,04	4,91	8,75	10,99	13,65	4,69	5,87	2,13		
Τροχόζωα	0,32	0,75	0,75	1,28	0,32	0,64	0,64	0,64	0,96	0,53	1,17	0,32	1,39	1,49	0,85	0,53	0,43	1,49	0,64	2,03	0,85	0,64	0,21	0,53		
Βραδυβάμονα	0,11	1,81	0,00	0,96	0,00	4,91	2,24	1,39	0,32	0,32	0,53	0,85	3,31	0,53	0,21	1,28	1,39	1,81	0,00	1,81	2,24	1,17	0,21	0,00		
Στροβιλίσκοι	0,00	1,81	0,32	0,96	0,43	1,07	0,21	0,43	0,11	0,32	0,43	0,11	0,21	0,43	0,32	1,71	1,07	0,32	1,07	0,21	0,64	0,32	0,00	0,00		

