

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη εξετάζει τις χωρικές και χρονικές μεταβολές της πολυχαιτικής πανίδας στο μαλακό υπόστρωμα της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας του κόλπου του Ηρακλείου, στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος MAR.B.E.F.E.S. Συγκρίθηκαν θερινές δειγματοληψίες των ετών 2010, 2015 και 2024 σε βάθη 10 – 200m, ώστε να διερευνηθεί η ποικιλότητα και η επίδραση των περιβαλλοντικών παραμέτρων στη σύνθεση και δομή των κοινοτήτων. Τα αποτελέσματα έδειξαν μείωση της ποικιλότητας και αφθονίας την περίοδο 2024, με τις κοινότητες να διαφοροποιούνται βάσει βάθους, τύπου ιζήματος και αβιοτικών παραγόντων (π.χ χλωροφύλλη α, οργανικός άνθρακας). Η μελέτη επικαιροποιεί τα υπάρχοντα δεδομένα και συμβάλλει στη διαχείριση της θαλάσσιας βιοποικιλότητας του Κόλπου Ηρακλείου.

Εισαγωγή

Η μελέτη εντάσσεται στο ευρωπαϊκό πρόγραμμα MAR.B.E.F.E.S., που εξετάζει τη βιοποικιλότητα και τις οικοσυστημικές υπηρεσίες. Ο Κόλπος Ηρακλείου, ως ολιγοτροφικό σύστημα με ανθρωπογενείς πιέσεις, αποτελεί μία από τις 12 περιοχές μελέτης.

Η έρευνα εστιάζει στη διατομή H2, λόγω του παράκτιου χαρακτήρα της και της γειννιάσής της με την έξοδο επεξεργασμένων λυμάτων της ΔΕΥΑΗ. Οι Πολύχαιτοι, που αποτελούν το πιο άφθονο τάξο στο μαλακό υπόστρωμα και χρησιμοποιούνται ως βιολογικοί δείκτες, επιλέχθηκαν για τη μελέτη, καλύπτοντας ένα επιστημονικό κενό στην περιοχή.

Στο πλαίσιο της μελέτης, εξετάζονται οι εξής υποθέσεις εργασίας: (α) Η πολυχαιτική πανίδα δεν διαφοροποιείται σημαντικά μεταξύ των διαφορετικών βαθών (H1_ο) και χρονικών περιόδων (H2_ο). (β) Οι περιβαλλοντικές παράμετροι του ιζήματος δεν διαφοροποιούνται σημαντικά μεταξύ των διαφορετικών βαθών (H3_ο) και χρονικών περιόδων (H4_ο). (γ) Δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ βιοτικών και αβιοτικών παραμέτρων του ιζήματος και της στήλης νερού (H5_ο).



Εικόνα 1. Σταθμοί δειγματοληψίας (H2).

Υλικά και Μέθοδοι

Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στη διατομή H2 (10–200m) τον Αύγουστο 2024. Συλλέχθηκαν δείγματα νερού και ιζήματος για την ανάλυση αβιοτικών και βιοτικών παραμέτρων. Το ίζημα συλλέχθηκε με δειγματολήπτη Smith-McIntyre (0,1m²). Οι Πολύχαιτοι ταξινομήθηκαν σε επίπεδο είδους για τις περιόδους 2010, 2015 και 2024 (3 replicates).

Για τη στατιστική ανάλυση, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα αφθονίας ειδών πολυχαίτων από τις παραπάνω περιόδους. Υπολογίστηκαν δείκτες ποικιλότητας (H', d, J'). Επιπλέον, εφαρμόστηκαν πολυμεταβλητές αναλύσεις (π.χ Cluster analysis, ANOSIM, PERMANOVA) για τη διερεύνηση χωρικών και χρονικών διαφορών στη μακροβενθική πανίδα, ενώ η μέθοδος BIO-ENV χρησιμοποιήθηκε για τη συσχέτιση της κατανομής των ειδών με τις περιβαλλοντικές παραμέτρους.

Αποτελέσματα

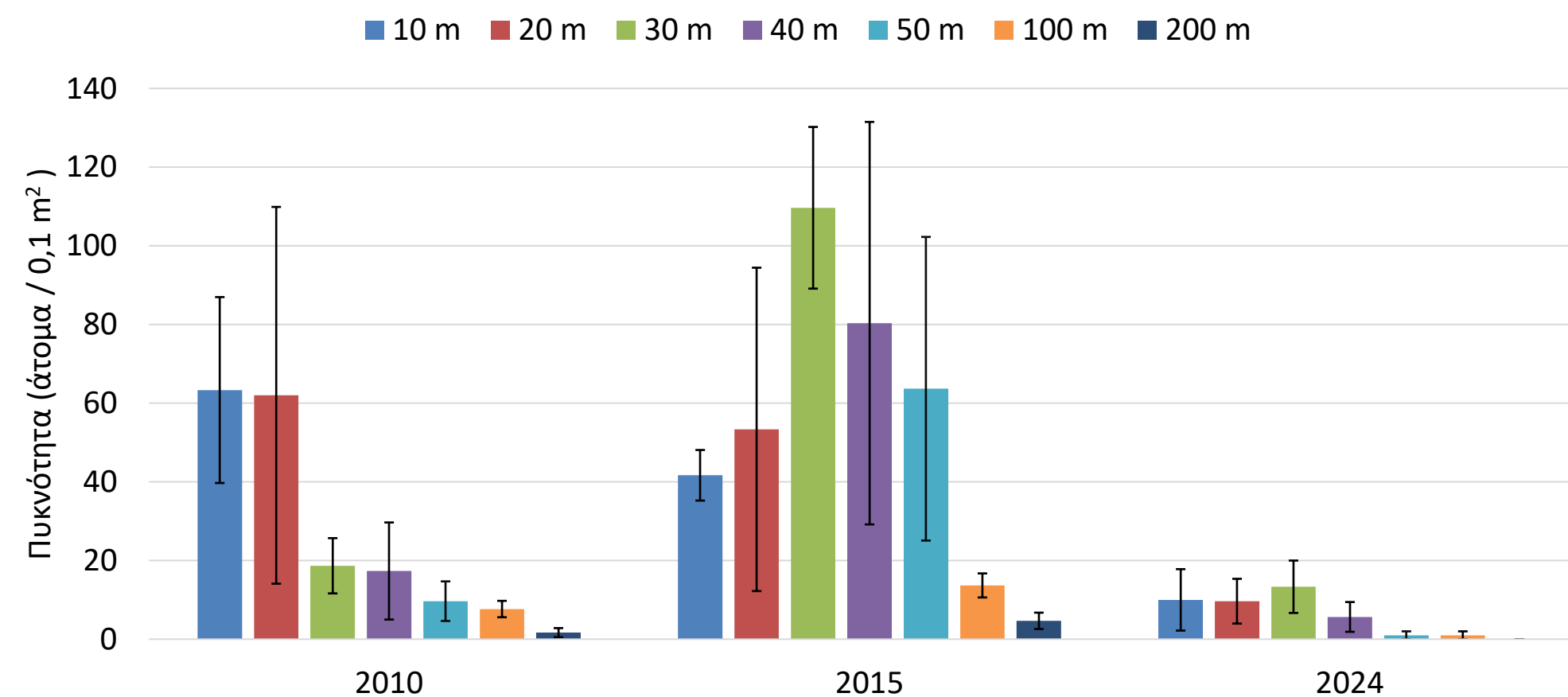
Η ανάλυση των δεδομένων αποκάλυψε σημαντικές χωρικές και χρονικές διαφοροποιήσεις στην πολυχαιτική πανίδα. Οι ενδιάμεσοι σταθμοί παρουσίασαν τη μεγαλύτερη ποικιλότητα, ενώ τόσο η συνολική ποικιλότητα όσο και η πυκνότητα των πολυχαίτων (Διάγραμμα 1) μειώθηκαν το 2024 (122 άτομα) σε σχέση με τις προηγούμενες περιόδους [540 (2010), 1088 (2015)].

Η ανάλυση ANOSIM ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές στη σύνθεση των κοινοτήτων μεταξύ των βαθών, επιβεβαιώνοντας τη διάκριση των σταθμών σε τρεις ομάδες: ρηχούς (10–20 m), ενδιάμεσους (30–50 m) και βαθύτερους (100–200 m) (2010, 2015: p-value = 0,001, 2024: p-value = 0,004).

Η ανάλυση BIO-ENV (Πίνακας 1) ανέδειξε το βάθος ως τον κύριο παράγοντα που επηρεάζει τη σύνθεση των πολυχαιτικών κοινοτήτων σε όλες τις δειγματοληπτικές περιόδους. Επιπλέον, σημαντικό ρόλο φαίνεται να διαδραματίζουν ο οργανικός άνθρακας, η χλωροφύλλη α του ιζήματος, καθώς και τα πυριτικά άλατα και το διαλυμένο οξυγόνο στη στήλη του νερού.

Πίνακας 1. Βέλτιστοι συνδυασμοί αβιοτικών παραμέτρων και συντελεστές συσχέτισης (ρ_w) ανά δειγματοληπτική περίοδο.

	Βάθος	ΤΟC ιζήματος (mg/gr)	Χλωροφύλλη α ιζήματος (μg/gr)	Διαλυμένο στο νερό οξυγόνο (mL/L)	ΡΟC στήλης νερού (mg/L)	SiO ₂ (μM)	NO ₂ (μM)	ρ _w
2010	X	X		X				0,838
2015	X		X	X	X	X		0,937
2024	X					X	X	0,683



Διάγραμμα 1. Μέσος όρος πυκνότητας (άτομα / m²) πολυχαίτων ανά δειγματοληπτική περίοδο και βάθος.

Συζήτηση

Η διαχρονική μείωση της ποικιλότητας και αφθονίας των πολυχαίτων, που κορυφώνεται το 2024, υποδηλώνει περιβαλλοντική υποβάθμιση, καθώς κυριαρχούν ανθεκτικά και ευκαιριακά είδη, ενώ τα ευαίσθητα στη ρύπανση μειώνονται.

Η ζώνωση των ειδών χαρακτηρίζεται από τρεις βιοκοινωνίες: καλά ταξινομημένης άμμου (SFBC, 10–20 m), μεταβατικής ζώνης – οικότονου με μέγιστη ποικιλότητα (30–50 m) και παράκτιων χερσογενών ιλύων (VTC, 100–200 m).

Οι πολυμεταβλητές αναλύσεις ανέδειξαν το βάθος ως τον κυριότερο παράγοντα διαφοροποίησης, με τις υπόλοιπες αβιοτικές παραμέτρους (π.χ οργανικός άνθρακας, χλωροφύλλη α, πυριτικά άλατα, διαλυμένο οξυγόνο) να επηρεάζουν τη δυναμική των πολυχαιτικών κοινοτήτων.

Η μελέτη οδήγησε στην απόρριψη όλων των υποθέσεων εργασίας, επιβεβαιώνοντας τον στόχο της έρευνας.

Συμπεράσματα

Η μελέτη ανέδειξε σημαντικές αλλαγές στη σύνθεση των πολυχαιτικών κοινοτήτων, με το βάθος να παίζει καθοριστικό ρόλο. Η μείωση της ποικιλότητας το 2024 και η επικράτηση ανθεκτικών ειδών υποδηλώνουν περιβαλλοντική υποβάθμιση, ενώ η ύπαρξη οικότονου στα 30–50 m αναδεικνύει τη σημασία αυτής της μεταβατικής ζώνης.

Οι διαφοροποιήσεις μεταξύ χρονικών περιόδων σχετίζονται με μεταβολές σε αβιοτικές παραμέτρους, τονίζοντας την ανάγκη διερεύνησης και άλλων παραγόντων, όπως η θερμοκρασία του ιζήματος. Τα αποτελέσματα υπογραμμίζουν τη σημασία των χρονοσειρών και της συστηματικής παρακολούθησης για την κατανόηση των μακροπρόθεσμων τάσεων και τη διατήρηση της βιοποικιλότητας στον Κόλπο Ηρακλείου.

Αναφορές

- Karakassis, I., & Eleftheriou, A. (1997). The continental shelf of Crete: Structure of macrobenthic communities. *Marine Ecology Progress Series*, 160, 185–196.
- Koulouri, P., Dounas, C., Arvanitidis, C., Koutsoubas, D., & Eleftheriou, A. (2006). Molluscan diversity along a Mediterranean soft-bottom sublittoral ecotone. *Scientia Marina*, 70(4), 573–583.
- Koulouri, P., Dounas, C., & Eleftheriou, A. (2013). Hyperbenthic community structure over oligotrophic continental shelves and upper slopes: Crete (South Aegean Sea, NE Mediterranean). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 117, 188–198.
- Pearson, T. H., & Rosenberg, R. (1978). Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 16, 229–311.
- Pérez, J. M. (1967). The Mediterranean benthos. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 5, 449–533.
- Pardo, S., Tseliades, A., & Ignatiades, L. (2000). Primary productivity in Eastern Mediterranean: Seasonal and interannual variability. *Progress in Oceanography*, 44(4), 441–460.
- Tseliades, A., Polychronaki, T., Mairale, D., Akoumianaki, I., & Papatheodorou, G. (2000). Benthic community structure and organic matter distribution in the continental shelf and deep waters of the Cretan Sea. *Progress in Oceanography*, 46(2–4), 311–344.
- Tsikropoulou, I., Moraitis, M. L., Geropoulos, A., Papadopoulos, K. N., Papageorgiou, N., Plati, W., Smith, C. J., Karakassis, I., & Eleftheriou, A. (2019). Long-term changes in the structure of benthic communities: Revisiting a sampling transect in Crete after 24 years. *Marine Environmental Research*, 144, 9–19.