

Συγκριτική μελέτη βένθους σκληρού υποστρώματος σε υποθαλάσσια σπήλαια της Προστατευόμενης Περιοχής Βόρειας Καρπάθου-Σαρίας

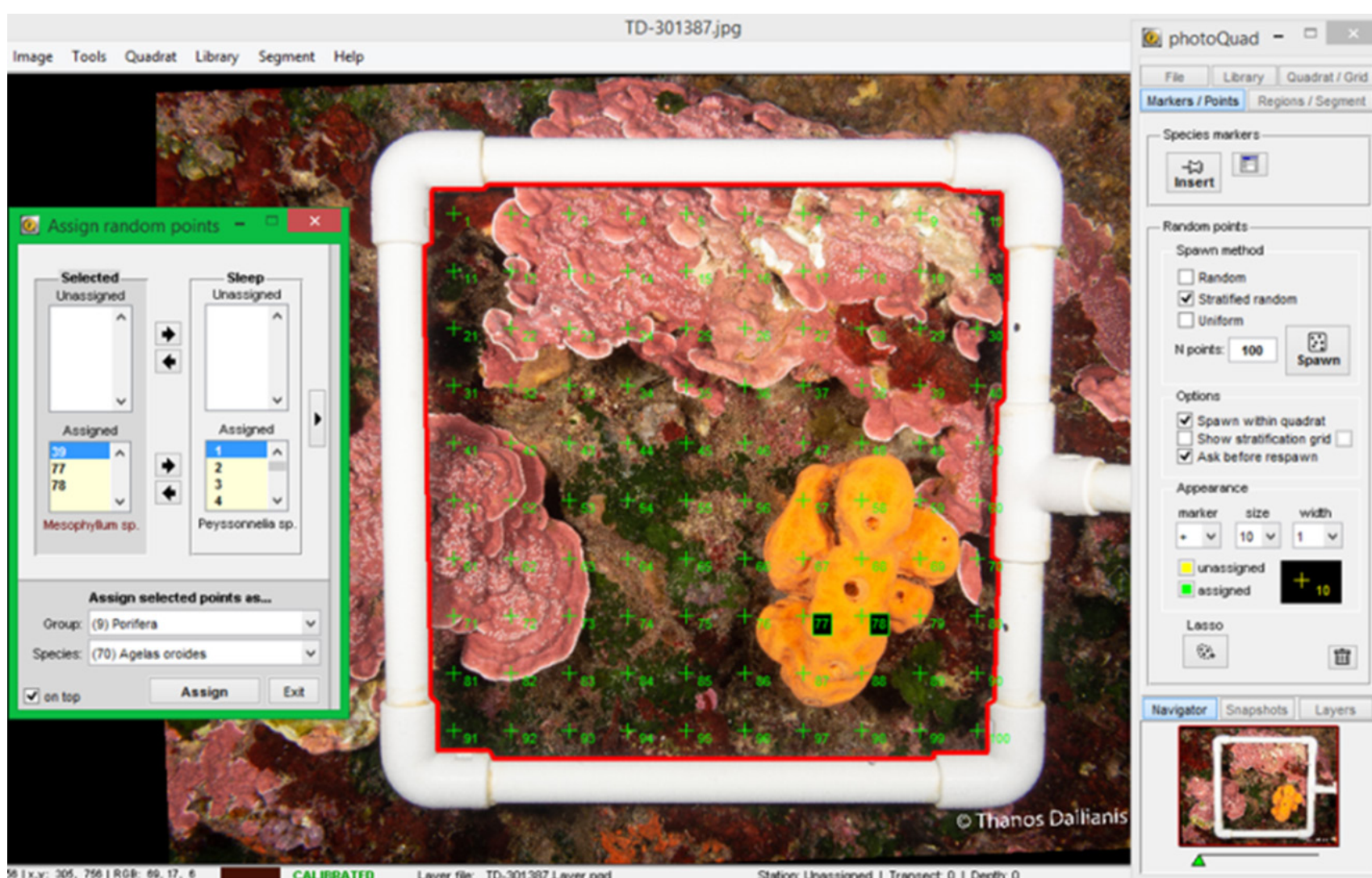
Μάρκος Διγενής
Επιβλέπων: ΧΡΗΣΤΟΣ ΑΡΒΑΝΙΤΙΔΗΣ

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία στοχεύει στην πρώτη ποιοτική και ποσοτική μελέτη της μακροβενθικής θαλάσσιας βιοποικιλότητας επτά θαλάσσιων σπηλαίων της Προστατευόμενης Περιοχής Βόρειας Καρπάθου-Σαρίας μέσω της ανάλυσης φωτογραφικών πλαισίων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, διαφορετικά τάξα είχαν τη μεγαλύτερη κάλυψη στις διαφορετικές οικολογικές ζώνες των σπηλαίων, ενώ οι σπόγγοι εμφανίσαν το μεγαλύτερο αριθμό τάξων σε όλες τις ζώνες. Συνολικά καταγράφηκαν 78 τάξα εδραίων και 43 τάξα κινητικών οργανισμών μεταξύ των οποίων προστατευόμενα, σπάνια και ξενικά είδη. Όταν τα σπήλαια συγκρίθηκαν μεταξύ τους βρέθηκε πως παράγοντες που αφορούν τη μορφολογία και την τοπογραφία των σπηλαίων συσχετίζονται με το ποσοστό ομοιότητας των φωτογραφικών πλαισίων. Τα αποτελέσματα χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη πρότασης διαχειριστικών μέτρων προστασίας των θαλάσσιων σπηλαίων της περιοχής.

Εισαγωγή

Από τις αρχές της δεκαετίας του 1950, οι πρώτες επιστημονικές μελέτες σε θαλάσσια σπήλαια κατέγραψαν μια πλούσια βιοποικιλότητα στο εσωτερικό τους. Τα θαλάσσια σπήλαια θεωρούνται οικότοπος προτεραιότητας (κωδικός NATURA-8330) σύμφωνα με την ευρωπαϊκή και εθνική νομοθεσία. Στη Μεσόγειο έχουν χαρακτηριστεί ως “ταμειωτήρες βιοποικιλότητας” καθώς φιλοξενούν ενδημικά, σπάνια και προστατευόμενα είδη, καθώς και βαθύβια είδη, ζωντανά απολιθώματα και μοναδικούς βιοσχηματισμούς (Gerasileiou & Voultsiadou 2012). Μέχρι σήμερα, έχουν καταγραφεί περίπου 3.000 θαλάσσια σπήλαια κατά μήκος των ακτών της Μεσογείου, περισσότερα από 600 από τα οποία βρίσκονται στις ακτές του Αιγαίου (Giakoumi et al. 2013). Ωστόσο, λίγα μόνο σπήλαια έχουν μελετηθεί συστηματικά για τη βιοποικιλότητά τους.



Εικόνα 1. Στιγμιότυπο από την ανάλυση φωτογραφικού πλαισίου μέσω του λογισμικού PhotoQuAD με υπέρθεση 100 ισοκατανεμημένων σημείων.

Υλικά και Μέθοδοι

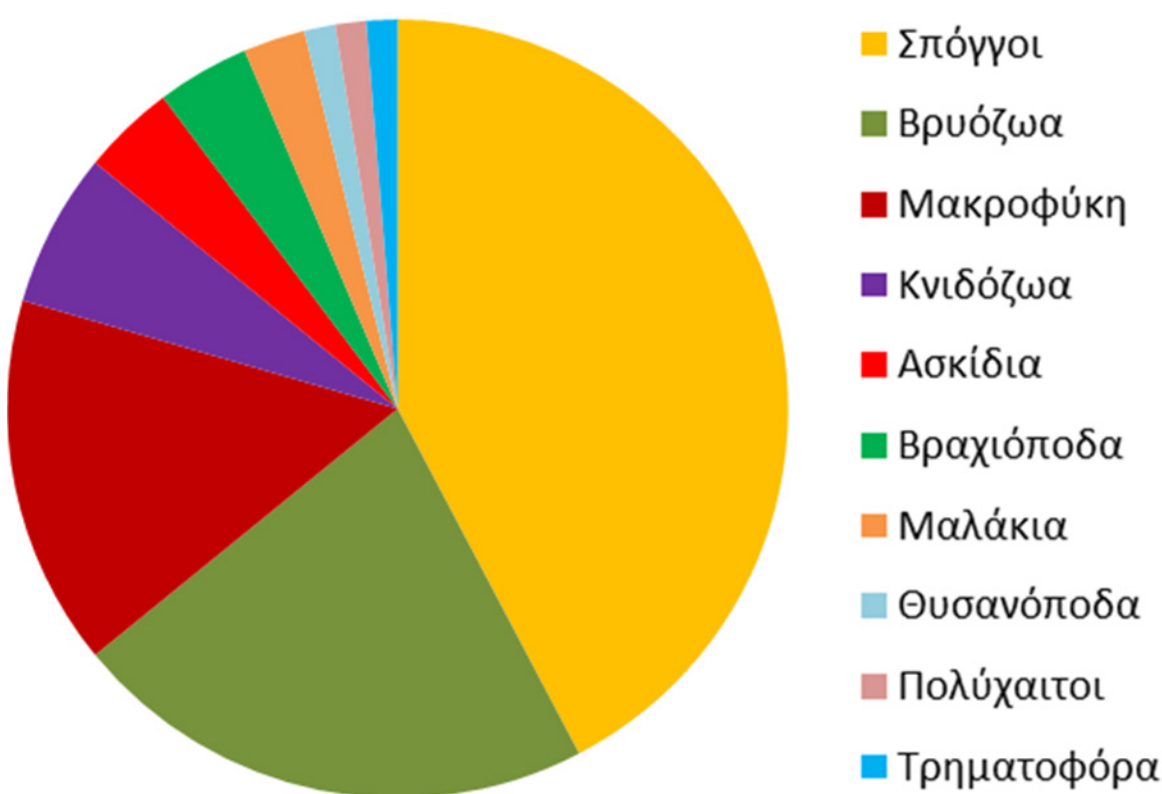
Τα μελετώμενα σπήλαια χωρίστηκαν σε τρεις οικολογικές ζώνες: τη ζώνη εισόδου, όπου η ένταση της προσπίπτουσας φωτεινής ακτινοβολίας ευνοεί την ανάπτυξη φωτοσυνθετικών οργανισμών, την ενδιάμεση ημισκότεινη ζώνη, όπου ο φωτισμός μειώνεται σταδιακά και την εσωτερική σκοτεινή ζώνη όπου επικρατούν συνθήκες σκότους. Χρησιμοποιήθηκε η μη καταστρεπτική φωτογραφική μέθοδος της λήψης φωτογραφικών πλαισίων διαστάσεων 25x25εκ. Συνολικά συλλέχθηκαν 140 φωτογραφικά πλαίσια τα οποία αναλύθηκαν ψηφιακά μέσω του εξειδικευμένου λογισμικού επεξεργασίας εικόνων photoQuAD (Trygonis & Sini 2012) με υπέρθεση 100 ισοκατανεμημένων σημείων σε κάθε οριοθετημένο πλαίσιο και αντιστοίχιση κάθε σημείου με το αναγνωρισμένο τάξο (Εικόνα 1). Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν οι αναλύσεις ANOSIM και SIMPER και απεικονίσες nMDS μέσω του λογισμικού στατιστικής επεξεργασίας PRIMER-6.

Αποτελέσματα

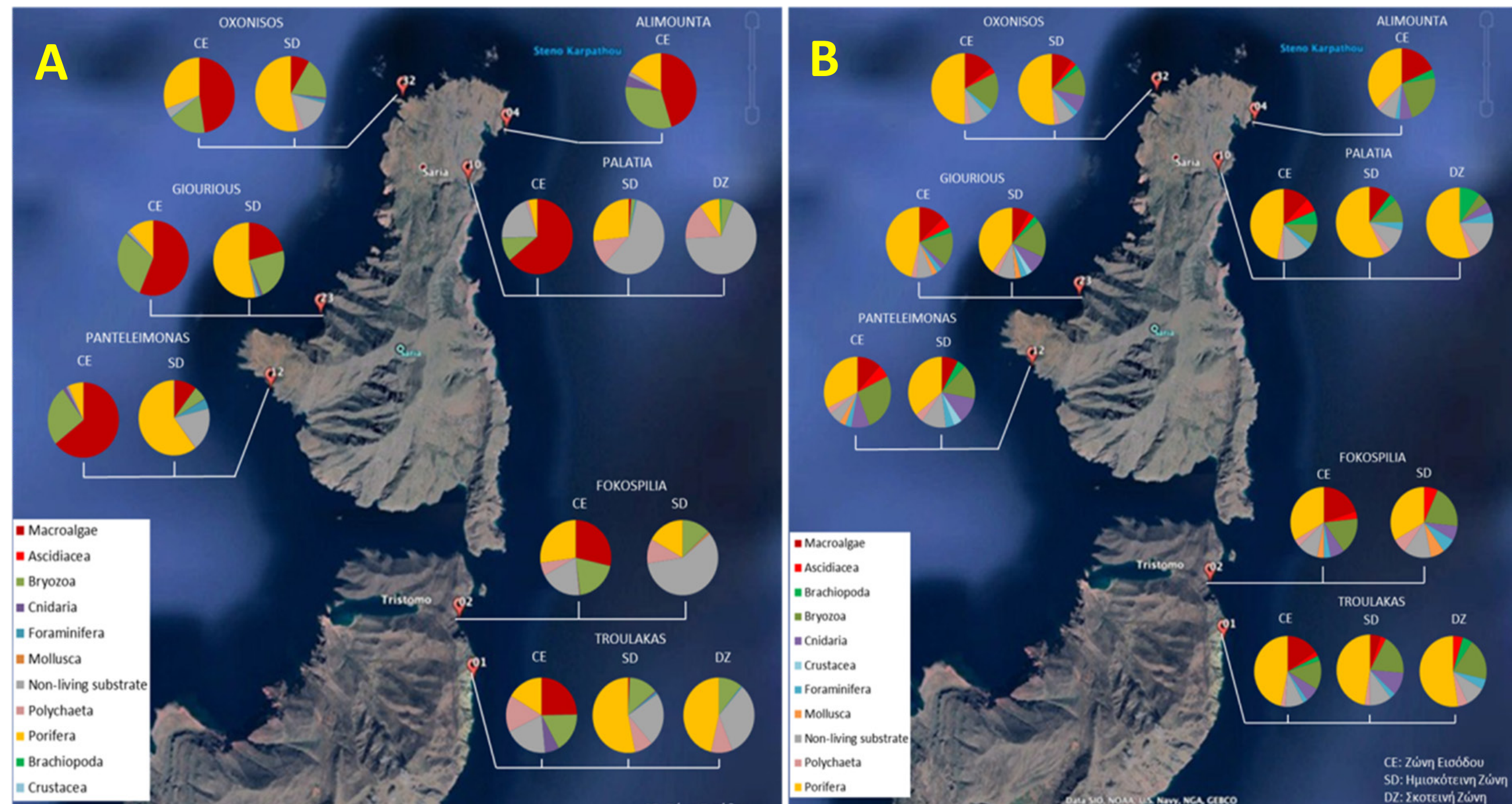
Συνολικά καταγράφηκαν 78 τάξα εδραίων οργανισμών (33 Σπόγγοι, 17 Βρυόζωα, 12 Μακροφύκη, 5 Κνιδόζωα, 3 Βραχιόποδα, 3 Ασκίδια, 2 Μαλάκια, 1 Τρηματοφόρο, 1 Πολύχαιτος και 1 Θυσανόποδο) και 43 τάξα κινητικών οργανισμών (23 Ιχθύες, 9 Καρκινοειδή, 6 Εχινόδερμα, 2 Πολύχαιτοι, 2 Μαλάκια και 1 Θηλαστικό. Διαφορετικός αριθμός εδραίων τάξων καταγράφηκε επίσης σε κάθε οικολογική ζώνη των μελετώμενων σπηλαίων (Εικόνα 2). Στα τάξα που αναγνωρίστηκαν συνολικά συγκαταλέγονται 11 προστατευόμενα είδη, 9 αλλόχθονα, αρκετά σπάνια και 2 εμπορικά είδη καθώς και είδη χαρακτηριστικά του οικοσυστήματος του σπηλαίου. Διαπιστώθηκε πως τα μακροφύκη είχαν τη μεγαλύτερη κάλυψη στην είσοδο των σπηλαίων ενώ οι σπόγγοι επικρατούσαν στην ημισκότεινη ζώνη (Εικόνα 4Α). Οι σπόγγοι επίσης εμφάνισαν το μεγαλύτερο αριθμό τάξων τόσο συνολικά όσο και σε κάθε ζώνη των σπηλαίων (Εικόνες 3, 4Β). Πραγματοποιήθηκε ανάλυση ANOSIM για έξι προκαθορισμένους παράγοντες (Σπήλαιο, Οικολογική ζώνη, Εμβαδόν και Βάθος εισόδου, Τύπος και Προσανατολισμός σπηλαίου). Από τα pairwise tests των αναλύσεων one-way ANOSIM βρέθηκε πως όλα τα σπήλαια διέφεραν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους. Ωστόσο, τα σπήλαια που είχαν εμβαδόν εισόδου πάνω από 110m² και βάθος εισόδου πάνω από 11m δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους όταν εξετάστηκαν οι αντίστοιχοι παράγοντες.

ALIMOUNDA	CE	47
FOKOSPILIA	CE	25
	SD	15
GIOURIOUS	CE	34
	SD	35
OXONISOS	CE	31
	SD	41
PALATIA	CE	27
	SD	32
	DZ	17
PANTELEIMONAS	CE	37
	SD	22
TROULAKAS	CE	35
	SD	41
	DZ	17

Εικόνα 2. Αριθμός τάξων που βρέθηκε σε κάθε οικολογική ζώνη των επτά σπηλαίων.



Εικόνα 3. Ποσοστό αριθμού εδραίων τάξων που βρέθηκαν συνολικά για κάθε κύρια ταξινομική ομάδα.



Εικόνα 4. Χάρτης Β. Καρπάθου – Σαρίας με τα ποσοστά κάλυψης (Α) και τα ποσοστά αριθμού τάξων (Β) των διαφορετικών οργανισμών για τα φωτογραφικά πλαίσια της κάθε οικολογικής ζώνης των μελετώμενων σπηλαίων (CE: ζώνη εισόδου, SD: ημισκότεινη ζώνη και DZ: σκοτεινή ζώνη).

Συζήτηση

Σε όλα τα μελετώμενα σπήλαια καταγράφηκε πλούσια βιοποικιλότητα. Η επικράτηση των Μακροφυκών στη ζώνη εισόδου οφείλεται στην επαρκή για την ανάπτυξη τους ένταση φωτεινής ακτινοβολίας. Καθώς η κάλυψη των μακροφυκών μειώνεται στα ημισκότεινα τμήματα, ευνοείται η ανάπτυξη σκιάφιλων σπόγγων που επωφελούνται από τον μικρότερο ανταγωνισμό για το χώρο με τα ροδοφύκη. Στα πιο σκοτεινά σημεία των σπηλαίων, η εμφανής σταδιακή μείωση της κάλυψης από τάξα οφείλεται στη μειωμένη ανανέωση του νερού και στις περισσότερο ολιγοτροφικές συνθήκες εξαιτίας της απουσίας πρωτογενών παραγωγών. Τα παραπάνω συμφωνούν με προηγούμενες μελέτες από άλλα σπήλαια της Μεσογείου και του Αιγαίου (Gerasileiou et al. 2015,2018, Gerasileiou et al. 2017, Διγενής 2019). Η μη διαφοροποίηση των πλαισίων μεταξύ της ημισκότεινης και της σκοτεινής ζώνης πιθανότατα οφείλεται στο μικρότερο αριθμό πλαισίων που συλλέχθηκαν στην τελευταία, καθώς καταλάμβανε πολύ μικρή έκταση μόνο σε δύο σπήλαια. Η μη διαφοροποίηση μεταξύ των σπηλαίων με εμβαδόν εισόδου μεγαλύτερο από 110m² πιθανόν να υποδεικνύει πως όταν οι διαστάσεις της εισόδου ενός σπηλαίου υπερβαίνουν κάποια τιμή τότε δεν μεταβάλλεται σημαντικά η δομή των βιοκοινοτήτων της. Αντίστοιχα, η μη διαφοροποίηση μεταξύ σπηλαίων με βάθος εισόδου μεγαλύτερο από 11m πιθανά να υποδηλώνει πως κάτω από ένα ορισμένο βάθος ο μειωμένος φωτισμός παύει να επηρεάζει σημαντικά τη δομή των βιοκοινοτήτων στη ζώνη εισόδου. Τέλος, διαφορετικές δράσεις διαχείρισης και προστασίας προτάθηκαν στο Φορέα Διαχείρισης Καρπάθου Σαρίας μεταξύ των οποίων είναι ένα σχέδιο παρακολούθησης (monitoring) εκτίμησης των πιέσεων όπως τα απορρίμματα και τα ξενικά είδη και δράσεις ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης του κοινού για τη σημασία και αξία των σπηλαίων στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Συμπεράσματα

- 1) Η δομή των βιοκοινοτήτων διαφέρει σημαντικά ανάμεσα στα μελετώμενα σπήλαια κυρίως λόγω διαφορετικών γεωμορφολογικών και τοπογραφικών παραγόντων. Το γεγονός αυτό καταδεικνύει τη μοναδικότητα κάθε σπηλαίου που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη σε μελλοντικά σχέδια προστασίας.
- 2) Τα πρότυπα κατανομής των τάξων που αναγνωρίστηκαν συμφωνούν με προηγούμενες μελέτες σε θαλάσσια σπήλαια της Ανατολικής Μεσογείου. Καταγράφηκαν 17 νέες αναφορές για την πανίδα των σπηλαίων και 11 προστατευόμενα είδη.
- 3) Σε όλα τα μελετώμενα σπήλαια καταγράφηκαν αλλόχθονα είδη, συχνά σε μεγάλη αφθονία, γεγονός που υποδηλώνει την εγκατάστασή τους στην περιοχή.

Αναφορές

1. Διγενής Μ (2019) Διαβάθμιση βιοποικιλότητας και περιβαλλοντικών παραμέτρων σε θαλάσσια σπήλαια της Κρήτης. Διπλωματική Εργασία. Ινστιτούτο Θαλάσσιας Βιολογίας, Βιοτεχνολογίας και Υδατοκαλλιεργειών (IOBAYK), Ελληνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών (ΕΛΚΕΘΕ), 81 σελ.
2. Gerasileiou V, Chintiroglou C, Vafidis D, Koutsoubas D, Sini M, Dailianis T, Issaris Y, Akritopoulou E, Dimarchopoulou D, Voultsiadou E (2015) Census of biodiversity in marine caves of the Eastern Mediterranean Sea. Mediterranean Marine Science, 16(1): 245-265.
3. Gerasileiou V, Dailianis T, Sini M, del MAR OTERO M, A. R. I. A, Numa C, Katsanevakis S, Voultsiadou E (2018) Assessing the regional conservation status of sponges (Porifera): the case of the Aegean ecoregion. Mediterranean Marine Science, 19(3): 526-537.
4. Gerasileiou V, Dimitriadis C, Arvanitidis C, Voultsiadou E (2017) Taxonomic and functional surrogates of sessile benthic diversity in Mediterranean marine caves. PLoS ONE, 12(9): e0183707.
5. Gerasileiou V, Voultsiadou E (2012) Marine caves of the Mediterranean sea: A sponge biodiversity reservoir within a biodiversity hotspot. PLoS ONE, 7(7): e39873.
6. Giakoumi S, Sini M, Gerasileiou V, Mazor T, Behar J, Possingham HP, Abdulla A, Çinar ME, Dendrinos P, Gucu AC, Karamanlidis A, A, Rodic P, Panayotidis P, Taskin E, Jaklin A, Voultsiadou E, Webster Ch, Zenetos A, Katsanevakis S (2013) Ecoregion-based conservation planning in the Mediterranean: dealing with large-scale heterogeneity. PLoS ONE, 8(10): e76449.
7. Trygonis V, Sini M (2012) photoQuAD: a dedicated seabed image processing software, and a comparative error analysis of four photoquadrat methods. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 424-425: 99-108.