ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Κουκουσιούρα Όλγα

Τα βενθονικά τρηματοφόρα ως δείκτες περιβαλλοντικής υγείας των ολοκαινικών παράκτιων οικοσυστημάτων: οι περιπτώσεις του Ευβοϊκού, Θερμαϊκού κόλπου και των ακτών του Ν. Ξάνθης

Διδακτορική Διατριβή

Αθήνα 2012

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Κουκουσιούρα Όλγα

Τα βενθονικά τρηματοφόρα ως δείκτες περιβαλλοντικής υγείας των Ολοκαινικών παράκτιων οικοσυστημάτων: οι περιπτώσεις του Ευβοϊκού, Θερμαϊκού κόλπου και των ακτών του Ν. Ξάνθης

Διδακτορική Διατριβή

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος
Τομέας Ιστορικής Γεωλογίας και Παλαιοντολογίας
Ημερομηνία προφορικής εξέτασης: 13 Ιουλίου 2012

Α.Μ.: 103

Εξεταστική Επιτροπή

Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Μ. Β. Τριανταφύλλου, Επιβλέπουσα
Καθηγητής Μ. Δ. Δερμιτζάκης, μέλος Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής
Καθηγητής Γ. Αναστασάκης, μέλος Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής

Καθηγήτρια Α. Ζαμπετάκη, μέλος Εξεταστικής Επιτροπής
Αναπληρωτής Καθηγητής Γ. Συρίδης, μέλος Εξεταστικής Επιτροπής
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Χ. Ντρίνια, μέλος Εξεταστικής Επιτροπής
Λέκτορας Μ. Δ. Δήμιζα, μέλος Εξεταστικής Επιτροπής

Αθήνα 2012

©Κουκουσιούρα Όλγα

© Ε.Κ.Π.Α.

Τα βενθονικά τρηματοφόρα ως δείκτες περιβαλλοντικής υγείας των Ολοκαινικών παράκτιων οικοσυστημάτων: οι περιπτώσεις του Ευβοϊκού, Θερμαϊκού κόλπου και των ακτών του Ν. Ξάνθης

ISBN

… …Η έγκριση της παρούσης Διδακτορικής Διατριβής από το Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών δεν υποδηλώνει και αποδοχή των γνωμών του συγγραφέα… …
(Ν. 5343/1932, άρθρο 202, παρ. 2)

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διδακτορική διατριβή με τίτλο "Τα βενθονικά τρηματοφόρα ως δείκτες περιβαλλοντικής υγείας των Ολοκαινικών παράκτιων οικοσυστημάτων: οι περιπτώσεις του Ευβοϊκού, Θερμαϊκού κόλπου και των ακτών του Ν. Ξάνθης" εντάσσεται στις ερευνητικές δραστηριότητες που αναπτύσσει ο Τομέας Ιστορικής Γεωλογίας και Παλαιοντολογίας του Τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Τα βενθονικά τρηματοφόρα αποτελούν μία από τις σημαντικότερες ομάδες στη μελέτη του μειοβένθους. Συγκεκριμένα η εφαρμογή τους είναι ευρύτατη στην οικολογία και παλαιοοικολογία, στην παλαιογεωγραφία, στη βιοστρωματογραφία, στην αναπαράσταση παλαιοπεριβαλλόντων και πιο πρόσφατα στην ανάπτυξη δεικτών περιβαλλοντικής υγείας. Στα πλαίσια της σύγχρονης επιστημονικής έρευνας, οι δυνατότητες εφαρμογής των βενθονικών τρηματοφόρων για την επίλυση διάφορων επιστημονικών ερωτημάτων, εξελίσσονται διαρκώς. Με γνώμονα αυτή τη διαπίστωση, στην παρούσα διδακτορική διατριβή, πραγματοποιήθηκε προσπάθεια ερμηνείας παλαιοπεριβαλλόντων του Ελληνικού χώρου με βάση την μελέτη των βενθονικών τρηματοφόρων στα αντίστοιχα σύγχρονα παράκτια οικοσυστήματα, και τη σύγκριση αυτών με τις Ολοκαινικές συγκεντρώσεις. Επιπρόσθετα αναπτύχθηκαν και καθιερώθηκαν δείκτες περιβαλλοντικής υγείας, που αναφέρονται τόσο στις σύγχρονες όσο και στις Ολοκαινικές συγκεντρώσεις των βενθονικών τρηματοφόρων. Με την ολοκλήρωσή της προσπάθειας αυτής θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους με βοήθησαν και με στήριξαν, ο καθένας με τον τρόπο του.

Αρχικά θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην Επιβλέπουσα Αν. Καθηγήτρια Μ.Β. Τριανταφύλλου για την αμέριστη συμπαράσταση, καθοδήγηση, βοήθεια και υποστήριξη, ηθική και υλική, που προσέφερε σε όλα τα στάδια της προσπάθειάς μου αυτής, από την αρχική υπόδειξη του θέματος, τις εργασίες υπαίθρου και σε όλα τα στάδια που μεσολάβησαν έως και την ολοκλήρωσή της διατριβής αυτής. Χωρίς τις πρωτοποριακές ιδέες, την ώθηση όποτε ήταν επιβεβλημένη και την άγρυπνη επίβλεψη της, η ολοκλήρωση της διατριβής αυτής θα ήταν αδύνατη.

Τις θερμές ευχαριστίες μου θα ήθελα να εκφράσω στον Καθηγητή Μ.Δ. Δερμιτζάκη μέλος της συμβουλευτικής επιτροπής, για τις πολύτιμες συμβουλές και την εν γένει ανεκτίμητη βοήθεια και συμπαράσταση, ηθική και υλική, που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια όλων των ετών των μεταπτυχιακών μου σπουδών αλλά και κατά τη διάρκεια της εκπόνησης αυτής της διατριβής.

Τον Καθηγητή Γ. Αναστασάκη και μέλος της συμβουλευτικής επιτροπής ευχαριστώ θερμά για την παραχώρηση του υλικού του πυρήνα ΔΕΗ-6, αλλά και την εύστοχη και εποικοδομητική κριτική και το συνεχές ενδιαφέρον του.

Ιδιαίτερα ευχαριστώ τον Αν. Καθηγητή Γ. Συρίδη του Τμήματος Γεωλογίας του Α.Π.Θ., μέλος της επταμελούς εξεταστικής επιτροπής, τόσο για την παραχώρηση του υλικού του πυρήνα ΚΙΤ-1, όσο και για τους προσδιορισμούς της πανίδας των μαλακίων, αλλά και για την ουσιαστική του βοήθεια, την καθοδήγηση και υποστήριξη όλα αυτά τα χρόνια από τότε που ήμουν φοιτήτρια μέχρι και την ολοκλήρωση της διδακτορικής μου διατριβής.

Στην Λέκτορα Μ.Δ. Δήμιζα και μέλος της επταμελούς εξεταστικής επιτροπής, θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες για την άψογη συνεργασία όλα αυτά τα χρόνια, αλλά και τη συνεχή, ουσιαστική και ειλικρινή συμπαράσταση και βοήθεια, με όλους τους δυνατούς τρόπους, από το ξεκίνημα έως και την τελευταία λεπτομέρεια της διατριβής.

Την Καθηγήτρια Α. Ζαμπετάκη και την Αν. Καθηγήτρια Χ. Ντρίνια, μέλη της επταμελούς εξεταστικής επιτροπής, ευχαριστώ ιδιαίτερα για τις πολύτιμες επισημάνσεις και παρατηρήσεις τους.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω όλα τα μέλη του Τομέα Ιστορικής Γεωλογίας και Παλαιοντολογίας, για τη συμπαράστασή τους και ιδιαίτερα τον Διευθυντή του Τομέα Καθηγητή Β. Καρακίτσιο, για την παροχή των εγκαταστάσεων και του εργαστηριακού εξοπλισμού καθώς και για το συνεχές ενδιαφέρον του.

Ιδιαιτέρως επιθυμώ να ευχαριστήσω τον Αν. Καθηγητή Κ. Παυλόπουλο και Πρόεδρο του Τμήματος Γεωγραφίας του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου, για την παροχή υλικού πολλών πυρήνων, για την αμέριστη βοήθειά του στις εργασίες υπαίθρου, την παραχώρηση των εργαστηριακών εγκαταστάσεων του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου, αλλά κυρίως για την καθοδήγηση, τις αμέτρητες εποικοδομητικές συζητήσεις και παρατηρήσεις και την ηθική και υλική συμπαράσταση και βοήθεια σε όλα τα στάδια της παρούσας διατριβής.

Ευχαριστώ την Καθηγήτρια P. Hallock-Muller του Πανεπιστημίου της Νότιας Φλόριντα, για την ανεκτίμητη επιστημονική συνδρομή της, καθώς και για τις πολύτιμες συμβουλές και την εποικοδομητική της κριτική. Ακόμη, ευχαριστώ τον Καθηγητή Martin Langer του Πανεπιστημίου της Βόννης για τη βοήθεια και τις συμβουλές κατά τον προσδιορισμό των βενθονικών τρηματοφόρων, αλλά και τον εκλιπόντα Καθηγητή Lucas Hottinger για τις παρατηρήσεις και την εποικοδομητική κριτική όσον αφορά τη συστηματική ταξινόμηση. Επίσης, ευχαριστώ τον Καθηγητή Α. Ammerman του Πανεπιστημίου της Νέας Υόρκης για την συνεργασία του στις εργασίες υπαίθρου αλλά και καθ' όλη τη μελέτη του υλικού των πυρήνων της Λαφρούδας Θράκης, καθώς και την υλική του βοήθεια και τις εποικοδομητικές παρατηρήσεις και επισημάνσεις.

Επιθυμώ να εκφράσω την ιδιαίτερη ευγνωμοσύνη μου προς την Αν. Καθηγήτρια Ε. Τσουκαλά του Τμήματος Γεωλογίας του Α. Π. Θ., για την ενθάρρυνση, τις πολύτιμες συμβουλές της και την ενεργή υλική και ηθική της συμπαράσταση. Επίσης, ευχαριστώ τον Επ. Καθηγητή Κ. Βουβαλίδη του Τμήματος Γεωλογίας του Α.Π.Θ., τόσο για την παραχώρηση του υλικού του πυρήνα ΚΙΤ-1 και των εργαστηριακών εγκαταστάσεων του Τομέα Γεωγραφίας, όσο και για το συνεχές ενδιαφέρον του.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζω προς τη διδάκτορα Κ. Κούλη και φίλη, για τη συνεχή συμπαράσταση και τις πολύτιμες συμβουλές που μου παρείχε σε όλα τα στάδια αυτής της έρευνας.

Τις πιο ειλικρινείς μου ευχαριστίες εκφράζω στους συνεργάτες και φίλους, διδάκτορα Σ. Πεχλιβανίδου και τον υπ. διδάκτορα Χ. Πέννο, για την κατασκευή χαρτών και διαγραμμάτων αλλά και την ουσιαστική τους βοήθεια, τις πολύτιμες συζητήσεις και συμβουλές και κυρίως την ηθική τους συμπαράσταση.

Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους συνεργάτες και φίλους Ι. Δημητρίου Γεωλόγο, Μ. Σπυριδάκη Γεωλόγο, Μ. Αθανασίου υπ. διδάκτορα, Κ. Μαντά Γεωλόγο, αλλά και τους φίλους Β. Βλαχοδήμου, Χ. Παστρίκη, Ζ. Μπέντσου, Α. Σερβετά, Ε. Κοσόγλου, Κ. Κάπαλη, Κ. Συράκη και Χ. Νικολαΐδη για τη βοήθεια τους στις εργασίες υπαίθρου, στην επεξεργασία κάποιων γραφικών αλλά κυριότερα για την υπομονή και τη συμπαράστασή τους.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στους γονείς μου Αστέριο και Αικατερίνη όπως και στον αδελφό μου Αθανάσιο χωρίς την υποστήριξη των οποίων η όλη προσπάθεια θα ήταν μάταιη και η ολοκλήρωση της διατριβής μου ανέφικτη. Τους ευχαριστώ για τη συμπαράσταση, την οικονομική και ψυχολογική στήριξη και τους αφιερώνω αυτή την έρευνα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια της παρούσας διδακτορικής διατριβής μελετήθηκε η σύνθεση των βενθονικών τρηματοφόρων σε σύγχρονα επιφανειακά ιζήματα πυθμένα και Ολοκαινικές ακολουθίες, όπως αυτές καταγράφηκαν στους πυρήνες ιζήματος, τριών παράκτιων περιοχών του βόρειου (Θερμαϊκός κόλπος και ακτές Νομού Ξάνθης) και κεντρικού Αιγαίου (νότιος Ευβοϊκός κόλπος). Οι περιοχές αυτές επιλέχθηκαν καθώς εμφανίζουν ποικιλία ως προς τη γεωγραφική θέση, τις φυσικογεωγραφικές παραμέτρους που ελέγχουν την εξέλιξή τους, το είδος του βιότοπου που αντιπροσωπεύουν και ως προς τη μεταβλητότητα των φυσικών περιβαλλοντικών συνθηκών και των ανθρωπογενών επιδράσεων από τη Νεολιθική εποχή έως σήμερα.

Για την επίτευξη της διατριβής πραγματοποιήθηκε η λεπτομερής συστηματική ταξινόμηση των ειδών των βενθονικών τρηματοφόρων, τόσο των σύγχρονων όσο και των Ολοκαινικών μελετηθέντων παράκτιων περιβαλλόντων (136 είδη), και πραγματοποιήθηκε η ανάλυση των συγκεντρώσεων με τον προσδιορισμό της αφθονίας και της ποικιλότητας, αλλά και μίας σειράς μικροπαλαιοντολογικών δεικτών.

Για τον καθορισμό δεικτών περιβαλλοντικής υγείας αναπτύχθηκαν/εφαρμόστηκαν οι ακόλουθοι μικροπαλαιοντολογικοί δείκτες: α) δείκτης *A*: Πραγματοποιήθηκαν βιομετρικές μετρήσεις στα κελύφη του γένους *Ammonia* και καθιερώθηκε η χρήση του λόγου ανάμεσα στα μεγάλα (L, large, >0,5 mm) και τα μικρά (S, small, <0,5 mm) κελύφη του γένους *Ammonia*: *A*=L/(S+L)*100, ως δείκτη εκτίμησης της αλμυρότητας. Η μείωση στις τιμές της αλμυρότητας έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της συμμετοχής στις συγκεντρώσεις του γένους *Ammonia*, του είδους *A. tepida*. Το είδος αυτό, που χαρακτηρίζεται από λοβώδη κελύφη, αντικαθιστά τις συμπαγέστερες μορφές του γένους *A. beccarii* και συνδυάζεται με μείωση του μεγέθους των κελυφών σε συνθήκες χαμηλότερης αλμυρότητας. β) δείκτης AEI: Χαμηλές τιμές του δείκτη AEI *Ammonia-Elphidium* index (Sen Gupta et al., 1996), πιστοποιούν περιβαλλοντική σταθερότητα. γ) δείκτες FAI και FMI: Αυξημένες τιμές των δεικτών Foraminiferal Abnormality Index και Foraminiferal Monitoring Index (FAI και FMI; Coccioni et al., 2003, 2005), στην παρούσα διατριβή, σχετίζονται με ραγδαίες και έντονες φυσικές περιβαλλοντικές αλλαγές και συγκεκριμένα με διακυμάνσεις της αλμυρότητας.

Οι συναθροίσεις των σύγχρονων βενθονικών τρηματοφόρων του κεντρικού και βόρειου Αιγαίου, χαρακτηρίζονται από υψηλή ποικιλότητα, καθώς και από την παρουσία των ξενικών μεταναστευτικών (Λεσσεψιανών) ειδών *Planogypsina acervalis, Sorites orbiculus, Amphistegina lobifera* και *Cymbaloporetta plana*. Οι σύγχρονες πανίδες του κεντρικού (ανοιχτή λιμνοθάλασσα Βραυρώνας) και βόρειου (κόλπος Κίτρους, παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων και Λαφρούδα Θράκης) Αιγαίου παρουσιάζουν εποχική, αλλά και χωρική διαφοροποίηση, καθώς αποδείχθηκε πως ο κύριος παράγοντας που καθορίζει την κατανομή των συναθροίσεων των βενθονικών τρηματοφόρων στο Αιγαίο είναι η γεωγραφική θέση (κυρίως το γεωγραφικό πλάτος και η θερμοκρασία).

Με βάση τις συναθροίσεις των σύγχρονων βενθονικών τρηματοφόρων, τυποποιήθηκαν τρία διαφορετικά σύγχρονα περιβάλλοντα με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά: κλειστή λιμνοθάλασσα (Λαφρούδα Θράκης), ανοιχτή λιμνοθάλασσα (Βραυρώνα Αττικής), και παράκτιο περιβάλλον (ακτές Κίτρους και Αβδήρων).

Κατά τη μελέτη της εξέλιξη της πανίδας των βενθονικών τρηματοφόρων κατά το Ολόκαινο, τα τελευταία 7500 χρόνια στην περιοχή του Αιγαίου καθορίστηκαν τρεις διαφορετικές ομάδες βενθονικών τρηματοφόρων: συνάθροιση κλειστής λιμνοθάλασσας, συνάθροιση ανοιχτής λιμνοθάλασσας και συνάθροιση βαθύτερου θαλάσσιου περιβάλλοντος.

Η πανίδα των τρηματοφόρων, σε συνδυασμό με τη χρήση των διαφόρων μικροπαλαιοντολογικών δεικτών, των πολυπαραγοντικών αναλύσεων και των απόλυτων

χρονολογήσεων καθόρισε τις συνθήκες περιβαλλοντικής υγείας και την παλαιοπεριβαλλοντική εξέλιξη των περιοχών του Αιγαίου. Οι Αλυκές Κίτρους και η Λαφρούδα Θράκης εμφανίζουν παρόμοια τάση καθώς παρουσιάζουν μια προοδευτική μετάβαση από περιβάλλοντα ανοιχτής λιμνοθάλασσας, σε συνθήκες κλειστής λιμνοθάλασσας. Αυτή η περιβαλλοντική αλλαγή έλαβε χώρα μετά τα 6500 cal yr BP στις Αλυκές Κίτρους και περίπου στα 3000 cal yr BP στη Λαφρούδα Θράκης. Στην περιοχή της Βραυρώνας Αττικής αναπτύχθηκε ένα περιβάλλον ανοιχτής λιμνοθάλασσας/ρηχής θάλασσας με συνεχή εισροή γλυκών υδάτων από τα 4700 έως τα 400 cal yr BP, το οποίο κατόπιν εξελίχθηκε σε ένα ολιγόαλο έως γλυκού νερού έλος. Στο νότιο Ευβοϊκό κόλπο καταγράφεται πριν από περίπου 5000 χρόνια η μεταβολή από συνθήκες ανοιχτής λιμνοθάλασσας/ρηχής θάλασσας σε συνθήκες βαθύτερης θάλασσας, σχετιζόμενες με την άνοδο της στάθμης θάλασσας, συνθήκες που παραμένουν σταθερές μέχρι σήμερα.

Οι Ολοκαινικές ιζηματογενείς ακολουθίες από την παράκτια περιοχή του Αιγαίου αντικατοπτρίζουν μια εξελικτική ακολουθία η οποία συμφωνεί εξαιρετικά με τα πρόσφατα προτεινόμενα μοντέλα της σχετικής ανόδου του επιπέδου της θάλασσας στις παράκτιες περιοχές του Αιγαίου. Ο σχετικά υψηλότερος ρυθμός της ανόδου του επιπέδου της θάλασσας που έχει καταγραφεί πριν τα 4000 cal yr BP θα μπορούσε να συσχετιστεί με τις θερμές και υγρές παλαιοκλιματικές συνθήκες που έχουν καταγραφεί στο Μέσο Ολόκαινο στην περιοχή του Αιγαίου και πλέον πιστοποιούνται εκτός από τις βαθιές λεκάνες και στα παράκτια περιβάλλοντα της ευρύτερης περιοχής.

ABSTRACT

The present thesis deals with the study of benthic foraminiferal composition of bottom sediments and Holocene borehole sedimentary successions, from three coastal plains of the north (Thermaikos gulf and Thrace coasts) and central (south Evoikos gulf) Aegean Sea. Studied areas were chosen due to their geographical location, their physicogeographical features, the kind of each biotope and the associated natural environmental conditions and anthropogenic impact from Neolithic times until today.

Concerning the systematic taxonomy, 136 benthic foraminiferal species were determined from both modern and Holocene Aegean ecosystems, and species richness, diversity and several micropaleontological indices have been calculated.

The environmental health indices developed/used, in this study, are the following: a) *A* index: Biometric measurements were performed on *Ammonia* species tests distinguishing them in two size categories: large (L, large, >0.5 mm) and small (S, small, <0.5 mm) tests. The use of the ratio between large (L) and small (S) *Ammonia* tests, is established as: *A*=L/(S+L)*100, as a size standard of *Ammonia* species. The reduction in salinity values leads to the dominance of the more lobate type *A. tepida* that replaces the compact type of *A. beccarii* in the assemblages, combined also with the reduction in test size. b) AEI index: Low values of *Ammonia-Elphidium* index (AEI; Sen Gupta et al., 1996) certify environmental stability. c) FAI and FMI indices: High values of the Foraminiferal Abnormality Index and Foraminiferal Monitoring Index (FAI and FMI; Coccioni et al., 2003, 2005), in the present thesis, are related to abrupt and intense natural environmental changes and particularly to salinity fluctuations.

Modern benthic foraminiferal assemblages of central and north Aegean Sea are characterized by high diversity, and the presence of the invasive lessepsian species *Planogypsina acervalis, Sorites orbiculus, Amphistegina lobifera* and *Cymbaloporetta plana*. These modern faunas present clear seasonal and geographical discrimination. The main factor effecting benthic foraminiferal faunal composition in Aegean Sea is proven to be the geographical distribution (mainly latitude and temperature).

Three different modern environments were standarized with certain characteristics: closed lagoon environment (Lafrouda Thrace), open lagoon environment (Vravron Attica), and coastal environment (Kitros and Avdira coasts).

Benthic foraminiferal faunal analysis of the Holocene sedimentary successions during the last 7500 years enabled the separation of three different foraminiferal groups: closed lagoon assemblage, open lagoon assemblage and deeper marine assemblage.

The foraminiferal assemblages, combined with the use of several micropaleontological indices, quantative analysis and radiometric dating, defined the paleoenvironmental evolution of the studied Aegean coastal plains. Alykes Kitros and Lafrouda Thrace boreholes show a similar trend, with an open lagoonal fauna in the lower part, which becomes upwards characteristic of closed lagoonal conditions. This environmental change has taken place after 6500 cal yr BP in Alykes Kitros and around 3000 cal yr BP at Lafrouda Thrace. The benthic communities of Vravron Attica borehole sediments seem to represent continuously an open lagoon/shallow marine environment from 4700 to 400 cal yr BP, which turned afterwards to an oligoaline to fresh water marsh. In South Evoikos gulf, the transition from open lagoon/shallow marine conditions to deeper marine environment took place approximately 5000 yr ago, related to the sea level rise. The established deeper marine conditions remain stable until today.

The Holocene sedimentary sequences from Aegean coastal plains reflect an evolutionary succession which agrees with the recently proposed models of the relative sea level for the Aegean Sea. The relatively higher rate of sea level rise that is documented before 4000 cal yr BP, can be associated with the warm and humid paleoclimatic conditions that have been documented for the Mid Holocene in Aegean Sea and they are now certified not only at deep basins but also at the coastal plains of the Aegean region.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	11
2.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	13
2.1.	Τα τρηματοφόρα	13
2.2.	Η απόκριση των βενθονικών τρηματοφόρων στα παράκτια οικοσυστήματα	15
3.	ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	21
3.1.	Γενικά στοιχεία φυσικής ωκεανογραφίας της Μεσογείου και του Αιγαίου	21
3.2.	Περιοχή μελέτης	23
3.3.	Αλυκές Κίτρους	24
3.4.	Λαφρούδα Θράκης	27
3.5.	Βραυρώνα Αττικής	31
4	ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	37
4.1.	Περιοχές δειγματοληψίας	37
	α. Περιοχή Αλυκών Κίτρους	37
	β. Περιοχή Λαφρούδας Θράκης	39
	γ. Περιοχή Βραυρώνας Αττικής	40
4.2.	Στρατηγική δειγματοληψίας	43
4.3.	Μέτρηση παραμέτρων στο πεδίο	44
4.4.	Εργαστηριακή επεξεργασία δειγμάτων	44
4.5.	Επεξεργασία τρηματοφόρων	44
4.6.	Συστηματική ταξινόμηση τρηματοφόρων	45
4.7.	Χρονολόγηση πυρήνων	45
4.8.	Ανάλυση δεδομένων	46
4.8.1.	Στατιστικές μέθοδοι ανάλυσης	46
4.8.2.	Δείκτες	47
	α. δείκτης *A*	47
	β. δείκτης AEI (*Ammonia-Elphidium* index)	47
	γ. δείκτες FAI και FMI	47
4.8.3.	Πολυπαραγοντικές αναλύσεις	48
5.	ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ	49
6	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΒΕΝΘΟΝΙΚΩΝ ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΩΝ ΣΤΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΤΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ	91
6.1.	Υπάρχον καθεστώς των σύγχρονων συναθροίσεων των βενθονικών τρηματοφόρων στις παράκτιες περιοχές του Αιγαίου	91
6.2.	Μελέτη των σύγχρονων επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα στις τρεις επιλεγμένες περιοχές μελέτης από τον χώρο του Αιγαίου	92
6.2.1.	Κόλπος Κίτρους	93
	α. δειγματοληψία επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα Ιουλίου 2009	93
	β. δειγματοληψία επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα Φεβρουαρίου 2010	95
6.2.2.	Κλειστή λιμνοθάλασσα Λαφρούδας και παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων (Θράκη)	98
	α. δειγματοληψία επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα Λαφρούδας Θράκης	98
	β. δειγματοληψία επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα Ιουνίου 2009 παραλίας Αη-Γιάννη Αβδήρων	99
	γ. δειγματοληψία επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα Απριλίου 2010 παραλίας Αη-Γιάννη Αβδήρων	101
6.2.3.	Κόλπος Βραυρώνας	105
	α. δειγματοληψία επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα Οκτωβρίου 2006 κόλπου Βραυρώνας	105
	β. δειγματοληψία επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα Μαρτίου 2010 κόλπου Βραυρώνας	108
6.3.	Κοκκομετρική ανάλυση των επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα	110

6.4. Η δομή της πανίδας των σύγχρονων βενθονικών τρηματοφόρων. Περιβαλλοντικοί δείκτες και καθορισμός περιβαλλοντικής υγείας..... 111
6.5. Τυποποίηση σύγχρονων περιβαλλόντων με βάση τις συγκεντρώσεις των βενθονικών τρηματοφόρων..... 115

7 ΟΙ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΒΕΝΘΟΝΙΚΩΝ ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΩΝ ΣΤΑ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΠΑΛΑΙΟΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΤΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ ΚΑΤΑ ΤΟ ΟΛΟΚΑΙΝΟ 117
7.1. Μελέτη πυρήνων ιζήματος..... 118
7.1.1. Αλυκές Κίτρους..... 118
7.1.2. Λαφρούδας Θράκης..... 125
α. πυρήνας ιζήματος LAF-8..... 125
β. πυρήνας ιζήματος LAF-11..... 129
γ. πυρήνας ιζήματος LAF-12..... 133
δ. πυρήνας ιζήματος LAF-13..... 135
ε. πυρήνας ιζήματος LAF-14..... 138
στ. Σύνθεση των πυρήνων ιζήματος της Λαφρούδας Θράκης..... 141
7.1.3. Βραυρώνα Αττικής..... 144
7.2. Η δομή της πανίδας των Ολοκαινικών βενθονικών τρηματοφόρων..... 150
α. Ομάδα Α (συνάθροιση κλειστής λιμνοθάλασσας)..... 150
β. Ομάδα Β (συνάθροιση ανοιχτής λιμνοθάλασσας)..... 151
7.2.1. Μορφολογικές διαφοροποιήσεις στα τρηματοφόρα των πυρήνων ιζήματος..... 152
7.3. Νότιος Ευβοϊκός κόλπος..... 155
7.3.1. Πυρήνας ιζήματος ΔΕΗ-6..... 155
7.3.2. Η δομή της πανίδας των Ολοκαινικών βενθονικών τρηματοφόρων βαθύτερων περιβαλλόντων..... 160
α. Ομάδα Β (συνάθροιση ανοιχτής λιμνοθάλασσας)..... 160
β. Ομάδα C (συνάθροιση βαθύτερου θαλάσσιου περιβάλλοντος)..... 160
7.4. Παλαιοπεριβαλλοντική εξέλιξη 162

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 167

9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 173

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι 191
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ 267

1. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Τα παράκτια θαλάσσια περιβάλλοντα, όπως τα παράκτια έλη, οι λιμνοθάλασσες και οι αβαθείς κόλποι, είναι τα πλέον κατάλληλα για να καταγράψουν τις περιβαλλοντικές διαφοροποιήσεις από τις επιπτώσεις κλιματικών αλλαγών ακόμη και μικρής κλίμακας, ή τις μεταβολές της στάθμης της θάλασσας, αλλά και τις ανθρωπογενείς επιδράσεις. Συγκεκριμένα, η βενθονική πανίδα παρουσιάζει μια σαφή απόκριση, ακόμα και σε μικρές μεταβολές των περιβαλλοντικών παραμέτρων, καθιστώντας τα βενθονικά τρηματοφόρα άριστους περιβαλλοντικούς αλλά και παλαιοπεριβαλλοντικούς δείκτες για τις σύγχρονες, και λοιπές Ολοκαινικές ιζηματογενείς ακολουθίες.

Η παρούσα διατριβή έχει σαν στόχο την ολοκληρωμένη θεώρηση της χωρικής και χρονικής κατανομής των βενθονικών τρηματοφόρων σε αντιπροσωπευτικές παράκτιες Ολοκαινικές ακολουθίες του βόρειου και κεντρικού Αιγαίου, σε συνδυασμό με την καταγραφή των σύγχρονων οικοσυστημάτων στην ίδια περιοχή, για τον καθορισμό των περιβαλλοντικών τους προτιμήσεων.

Κύριος στόχος της παρούσας διατριβής είναι η εξειδίκευση του ρόλου των βενθονικών τρηματοφόρων ως δεικτών περιβαλλοντικής υγείας Ολοκαινικών παράκτιων οικοσυστημάτων. Αυτό επιτυγχάνεται με λεπτομερή συστηματική ταξινόμηση, καθορισμό της οικολογίας και των προτιμήσεων αλλά και αποκρίσεων των βενθονικών τρηματοφόρων στην όποια διαφοροποίηση των περιβαλλοντικών μεταβλητών και προσδιορισμό της σύνθεσης, ποικιλότητας και κατανομής τους σε διάφορα, σύγχρονα και Ολοκαινικά παράκτια περιβάλλοντα.

Για την επίτευξη των στόχων της έρευνας κρίθηκε απαραίτητη η λεπτομερής καταγραφή και συστηματική ταξινόμηση της πανίδας σε ποικίλα περιβάλλοντα, καθώς η μέχρι τώρα γνώση της σύνθεσης της βιοκοινωνίας των τρηματοφόρων στο χώρο του Αιγαίου είναι αποσπασματική. Παράλληλα, ερευνήθηκε ένας από τους παράγοντες που έχει συμβάλει στην διαφοροποίηση της σύστασης των σύγχρονων συναθροίσεων των βενθονικών τρηματοφόρων στον εμπλουτισμό της βιοποικιλότητας. Πρόκειται για τα ξενικά μεταναστευτικά τρηματοφόρα, που έχουν εισβάλλει στη Μεσόγειο και έχουν καταγραφεί στον ελληνικό θαλάσσιο χώρο. Τέλος, περιγράφηκαν οι μορφολογικές ιδιαιτερότητες των παράκτιων ειδών στους Ολοκαινικούς σχηματισμούς και μελετήθηκε τόσο η προέλευση όσο και η παλαιοπεριβαλλοντική τους σημασία.

Στα πλαίσια της διατριβής μελετήθηκαν σύγχρονα επιφανειακά ιζήματα πυθμένα και Ολοκαινικές ακολουθίες όπως αυτές καταγράφηκαν στους πυρήνες ιζημάτων, από παράκτιες περιοχές του βόρειου (Θερμαϊκός κόλπος και ακτές Νομού Ξάνθης) και κεντρικού Αιγαίου (νότιος Ευβοϊκός κόλπος),
περιοχές που επιλέχθηκαν:

1) καθώς η ενεργός τεκτονική δεν είναι τόσο έντονη

   και επειδή εμφανίζουν ποικιλία ως προς:

2) τη γεωγραφική θέση και τις φυσικογεωγραφικές παραμέτρους που ελέγχουν την εξέλιξή τους
3) το είδος του βιότοπου που αντιπροσωπεύουν
4) τη μεταβλητότητα των φυσικών περιβαλλοντικών συνθηκών, αλλά και τις ανθρωπογενείς επιδράσεις (από τη Νεολιθική εποχή έως σήμερα)

Η κατανομή και σύνθεση της πανίδας των βενθονικών τρηματοφόρων μελετήθηκε με τη χρήση κατάλληλων στατιστικών μεθόδων ανάλυσης, παραμέτρων συγκέντρωσης αλλά και μικροπαλαιοντολογικών δεικτών περιβαλλοντικής υγείας που έχουν ήδη αναπτυχθεί για τα τρηματοφόρα, ή καθορίστηκαν στα πλαίσια της παρούσας διατριβής.

Η σαφής απεικόνιση της εποχικής βιοποικιλότητας και της πανιδικής σύστασης των βενθονικών τρηματοφόρων στα σύγχρονα περιβάλλοντα Λαφρούδας Θράκης (κλειστή λιμνοθάλασσα), Βραυρώνας Αττικής (ανοιχτή λιμνοθάλασσα), παραλίας Αη-Γιάννη Αβδήρων και κόλπου Κίτρους (παράκτιο περιβάλλον), προσφέρει όλα τα απαραίτητα δεδομένα για τον καθορισμό της σχέσης τους με συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες. Με αυτόν τον τρόπο λειτουργεί ως σύγχρονο ανάλογο, με σκοπό την ορθή εκτίμηση της παλαιοπεριβαλλοντικής μεταβλητότητας στο πρόσφατο γεωλογικό παρελθόν

Η καταγραφή των Ολοκαινικών παράκτιων ρηχών και βαθύτερων ακολουθιών, πραγματοποιήθηκε με την ανάλυση της κατανομής των βενθονικών τρηματοφόρων σε δύο πυρήνες ιζήματος του κεντρικού Αιγαίου (VG-3, Βραυρώνα Αττικής και ΔΕΗ-6, νότιος Ευβοϊκός κόλπος) και έξι του βόρειου Αιγαίου (ΚΙΤ-1, Αλυκές Κίτρους και LAF-8, LAF-11, LAF-12, LAF-13, LAF-14, Λαφρούδα Θράκης). Η γνώση των σύγχρονων συναθροίσεων χρησιμοποιήθηκε για τον καθορισμό δεικτών περιβαλλοντικής υγείας και συνεπακόλουθα για την ανασύσταση των παλαιοπεριβαλλοντικών συνθηκών στις παράκτιες Ολοκαινικές ακολουθίες του κεντρικού και βόρειου Αιγαίου τα τελευταία 7500 χρόνια.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

2.1. Τα τρηματοφόρα

Τα τρηματοφόρα είναι μονοκύτταροι οργανισμοί και σήμερα γνωρίζουμε ότι αποτελούν την πιο ποικίλη ομάδα, στους σύγχρονους ωκεανούς, καθώς έχουν υπολογιστεί περίπου 10.000 σύγχρονα είδη (Vickerman, 1992) (Εικ.2.1). Περιγράφηκαν για πρώτη φορά από τον van Leeuwenhoek το 1700 (Cifelli, 1990), ο οποίος τα μελέτησε (Dobell, 1932) και κατασκεύασε τα πρώτα τους λεπτομερή σκίτσα (Sen Gupta, 2000). Αποτελούν θαλάσσιους παραγωγούς ιζήματος και ιδιαίτερα σημαντικούς οργανισμούς για την αναπαράσταση παλαιοπεριβαλλόντων.

Βρίσκονται σε όλα τα θαλάσσια περιβάλλοντα και ο τρόπος ζωής τους μπορεί να είναι βενθονικός ή πελαγικός. Είναι στην πραγματικότητα μικροπαμφάγοι οργανισμοί και κατέχουν πολύ σημαντική θέση στην τροφική αλυσίδα.

Εικ.2.1. Ζωντανό άτομο του τρηματοφόρου *Amphistegina lobifera* (από http://www.mpi-bremen.de).

Τα τρηματοφόρα έχουν προσαρμοστεί σε κάθε θαλάσσιο οικοσύστημα, από τα πιο ρηχά ύδατα έως και κάποια από τα βαθύτερα μέρη του ωκεανού, και ακόμα και στα πιο ακραία ενδιαιτήματα (Dieckman et al., 1991; Lipps & Langer, 1999; Jonasson et al., 1995), όπου βρίσκονται σε σχετικά μεγάλη αφθονία (συχνά περισσότερα από 1000 άτομα/10 cc). Η χρήση τους επιτρέπει τη μελέτη και τον καθορισμό όλων σχεδόν των υδάτινων παράκτιων περιβαλλόντων, που βρίσκονται στα περιθώρια των θαλάσσιων συστημάτων (Scott et al., 2004).

Τα τρηματοφόρα κατασκευάζουν κέλυφος το οποίο όταν ο ζωντανός οργανισμός πεθαίνει παραμένει στα ιζήματα ως απολίθωμα (Scott et al., 2004). Το κέλυφος, ή εξωτερικός σκελετός, των τρηματοφόρων δομείται από υλικά διαφόρων ειδών (Loeblich & Tappan, 1964). Η εξωτερική μορφολογία του κελύφους τους, αποτελεί τη βάση της συστηματικής ταξινόμησης αυτών των οργανισμών. Ο τύπος του κελύφους γενικά, καθορίζει το περιβάλλον όπου είναι δυνατή η επιβίωση κάθε είδους (ή διατήρησή τους ως απολιθώματα). Έτσι οι μορφές που κατασκευάζουν ασβεστολιθικά κελύφη, εξαρτώνται άμεσα από το αν τα περιβάλλοντα όπου ζουν ενδείκνυνται για τη διατήρηση των κελυφών αυτών (π.χ., McCrone & Schafer, 1966). Από την άλλη πλευρά, τα τρηματοφόρα που κατασκευάζουν συμφυρματοπαγή κελύφη αν και μπορεί να θεωρούνται τα πλέον πρωτόγονα της ομάδας, μπορούν να ζήσουν σε ιζήματα με μηδενική παροχή ανθρακικών (π.χ., σε περιοχές όπου η χαμηλή αλμυρότητα ή το κρύο νερό καθιστά την καθίζηση του ανθρακικού ασβεστίου δύσκολη ή αδύνατη). Γενικά, καθώς η αλμυρότητα και η θερμοκρασία αυξάνονται, τα είδη με συμφυρματοπαγή κελύφη αντικαθίστανται από αυτά που φέρουν ασβεστολιθικά κελύφη, εκτός εάν το pH μειώνεται είτε εξαιτίας της χαμηλής οξυγόνωσης ή της μεγάλη συγκέντρωσης οργανικού υλικού. Οι ακραίες αυτές συνθήκες συχνά απαντώνται σε ρυπασμένα παράκτια

περιβάλλοντα (Schafer et al., 1975; Vilks et al., 1975; Sen Gupta et al., 1996; Bernhard et al., 1997).

Τα τρηματοφόρα αποτελούν ετεροτροφικούς οργανισμούς, αλλά βρίσκονται πολύ κοντά στους πρωτογενείς παραγωγούς. Επιπρόσθετα, πολλά είδη ρηχών υδάτων φέρουν συμβιωτικούς οργανισμούς όπως το *Amphistegina lobifera* (π.χ., Triantaphyllou et al., 2009a, 2012) και μπορούν να λειτουργήσουν ανάμεσα στην αυτοτροφική και την ετεροτροφική κατάσταση (Hallock, 1981). Για την πλειονότητα των βενθονικών ειδών υπάρχουν πολύ λίγα δεδομένα για το τι στα αλήθεια αποτελεί την τροφή τους (Scott et al., 2004). Στις περισσότερες περιπτώσεις όπου τα τρηματοφόρα καλλιεργήθηκαν επιτυχώς, τράφηκαν με ποικίλους τύπους διατόμων ή βλεφαριδωτών (Bradshaw, 1957, 1961).

Ο τυπικός κύκλος ζωής των τρηματοφόρων χαρακτηρίζεται από μια ετεροφασική εναλλαγή εγγενών και αγενών πολλαπλασιασμών, ο οποίος έχει δευτερογενώς προσαρτηθεί σε κάποιες ομάδες τρηματοφόρων. Σήμερα, ολοκληρωμένους κύκλους ζωής γνωρίζουμε για λιγότερα από 30 στο σύνολο των 10.000 ειδών σύγχρονων τρηματοφόρων που έχουν καταγραφεί (συγκεκριμένα στο Αιγαίο μόνο για το *Amphistegina lobifera*, Triantaphyllou et al., 2012). Παρόλα αυτά, αυτοί οι σχετικά ελάχιστοι, καλά γνωστοί, βιολογικοί κύκλοι ζωής, παρουσιάζουν ένα μεγάλο εύρος στην ποικιλία των τρόπων διαβίωσης και στην ανακλώμενη ποικιλία της μορφολογίας των κελυφών. Τελικά ο βιολογικός κύκλος ζωής των τρηματοφόρων είναι περισσότερο διαφοροποιημένος και ποικίλος από ότι σε οποιοδήποτε άλλη ομάδα πρωτοζώων (Goldstein, 2000).

Τα βενθονικά τρηματοφόρα ρηχών υδάτων εξαρτώνται από πλήθος παραγόντων, όπως η διαθεσιμότητα τροφής, ο τύπος του υποστρώματος, η ταχύτητα των ρευμάτων στον πυθμένα, η θερμοκρασία, η αλμυρότητα, η φυτοκάλυψη, η διείσδυση του φωτός και η παρουσία των ενδοσυμβιωτών σε πιο τροπικά και ολιγοτροφικά περιβάλλοντα (Jorissen, 1987; Langer et al., 1998; Pawlowski et al., 2001; Saraswati, 2002; Schönfeld, 2002; Saraswati et al., 2003; Mendes et al., 2004; Lee, 2006; Milker et al., 2009). Επιπρόσθετα, οι κοινότητες των βενθονικών τρηματοφόρων σε παράκτια θαλάσσια περιβάλλοντα, όπως η Μεσόγειος θάλασσα, επηρεάζονται ισχυρά από την ποιότητα της τροφής, π.χ. την εισροή, τη διασπορά και την υποβάθμιση του θαλάσσιου και χερσαίου οργανικού υλικού (Hyams-Kaphzan et al., 2008; Mojtahid et al., 2009). Ως αποτέλεσμα, η ιδιαίτερη περιβαλλοντική τοποθέτηση της Μεσογείου προσδιορίζει μια ευδιάκριτη βαθυμετρική ζώνωση των ποικίλων ρηχών και βαθειάς θάλασσας ειδών βενθονικών τρηματοφόρων (Bandy & Chierici, 1966; Cita & Zocchi, 1978; Milker et al., 2009). Αυτή η ζώνωση, παρουσιάζει γενικά αντιθέσεις μεταξύ των δυτικών και ανατολικών λεκανών της Μεσογείου, παρουσιάζοντας μια από δύση προς ανατολή μείωση της παραγωγικότητας του επιφανειακού ύδατος και των σχετικών διακυμάνσεων της τροφής στον πυθμένα της θάλασσας (de Rijk et al., 1999, 2000). Ειδικότερα, η παροχή τροφής στα τρηματοφόρα μειώνεται με την αύξηση του βάθους των υδάτων και την απομάκρυνση από την ακτή, ανταποκρινόμενη στην μείωση της διακύμανσης της οργανικής ύλης (de Stigter et al., 1998).

Όπως στους περισσότερους οργανισμούς η ποικιλότητα των τρηματοφόρων συνήθως αυξάνεται καθώς το περιβάλλον παρουσιάζει μεγαλύτερη σταθερότητα και ομοιογένεια. Υψηλότερες ποικιλότητες απαντώνται σε περιβάλλοντα υφάλων, τα οποία μπορούν να θεωρηθούν τα θαλάσσια ανάλογα των τροπικών δασών (Boltovskoy & Wright, 1976; Haynes, 1981; Murray,1991).

Παρόλο που η γνώση για την οικολογία των βενθονικών τρηματοφόρων είναι ακόμα ελλιπής, ωστόσο έχει αποδειχθεί ότι πρόκειται για την πιο ικανή ομάδα βένθους στη δυνατότητα αποτυπώσεως των περιβαλλοντικών συνθηκών και συνεπώς στην ανάπτυξη δεικτών περιβαλλοντικής υγείας (Hallock et al., 2000a; Triantaphyllou et al., 2005;

Koukousioura et al., 2011). Το γεγονός αυτό δεν οφείλεται μόνο στην αφθονία, αλλά και στην ικανότητα του κελύφους τους να διατηρείται καλά στα θαλάσσια ιζήματα (Murray, 2000), και να συλλέγεται και να διαχωρίζεται εύκολα από τα δείγματα, σε αντίθεση με άλλους μικροοργανισμούς. Η προσαρμοστικότητά των τρηματοφόρων στο να σχηματίζουν αποικίες ακόμη και στα πλέον μεταβλητά και ακραία περιβάλλοντα είναι ίσως ο κύριος λόγος για τον οποίο επιβίωσαν στις περιόδους μαζικών εξαφανίσεων κατά την ιστορία της γης.

2.2. Η απόκριση των βενθονικών τρηματοφόρων στα παράκτια οικοσυστήματα

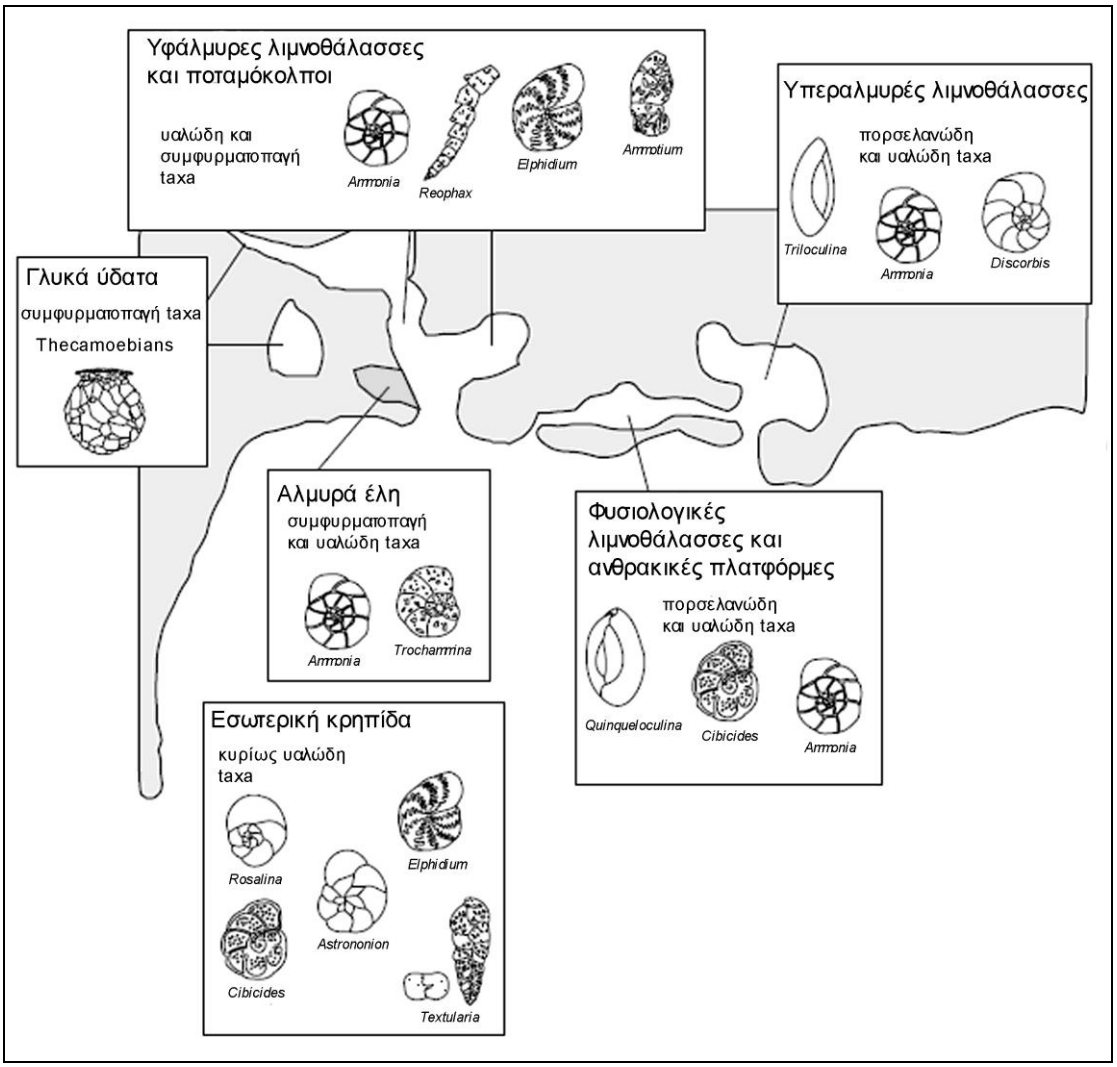
Η έννοια του παράκτιου συστήματος είναι ευρύτερη της παραδοσιακής παράκτιας ζώνης, περιλαμβάνοντας έναν μεγαλύτερο γεωγραφικό χώρο, μέσα στον οποίο τα χερσαία περιβάλλοντα επηρεάζουν και επηρεάζονται από τα θαλάσσια περιβάλλοντα (Poulos et al., 2000). Σε ένα τέτοιο σύστημα, οι φυσικοχημικές ιδιότητες των θαλάσσιων μαζών, παρουσιάζουν σαφείς εποχικές διακυμάνσεις που ανταποκρίνονται στις μεταβολές της θερμοκρασίας και της διεύθυνσης των ανέμων, στην εισαγωγή ποσοτήτων γλυκού νερού από τα ποτάμια στο θαλάσσιο σύστημα, αλλά και στη γενική κυκλοφορία των υδάτων (Robles et al., 1983). Γενικά, τα παράκτια περιβάλλοντα χαρακτηρίζονται από μεγάλη αστάθεια που οφείλεται στις ραγδαίες αλλαγές των φυσικοχημικών παραμέτρων όπως η θερμοκρασία, η αλμυρότητα και η οξυγόνωση. Ακόμη, η επιρροή των ανθρώπινων δραστηριοτήτων είναι μεγαλύτερη στις περιοχές αυτές από ότι στα ανοιχτά θαλάσσια περιβάλλοντα (Carboni et al., 2009). Η αστάθεια αυτών των περιβαλλόντων είναι που καθιστά τα βενθονικά τρηματοφόρα, καθώς αποτελούν ιδιαίτερα διαδεδομένους και ευαίσθητους περιβαλλοντικούς δείκτες, ως μία αποτελεσματική μέθοδο καθορισμού των περιβαλλοντικών συνθηκών (π.χ., Boltovskoy et al., 1991; Coccioni, 2000; Debenay, 2000; Frontalini & Coccioni, 2008; Triantaphyllou et al., 2005, 2010b; Evelpidou et al., 2011; Koukousioura et al., 2012).

Τα λιμνοθαλάσσια οικοσυστήματα είναι τα πιο συνήθη παράκτια περιβάλλοντα κατά μήκος των θερμών ξηρών ακτών της Μεσογείου. Από την άλλη πλευρά, στα τροπικά κλίματα αναπτύσσονται υφαλώδη παράκτια περιβάλλοντα, τα οποία εμφανίζουν την υψηλότερη ποικιλότητα τρηματοφόρων. Σε αντίθεση παρουσιάζονται οι εκβολές ποταμών που συνήθως περιέχουν μια περιορισμένη πανίδα, ιδιαίτερα όπου η αλμυρότητα λαμβάνει χαμηλές τιμές.

Η ταξινόμηση των σύγχρονων λιμνοθαλάσσιων οικοσυστημάτων μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας πολλά διαφορετικά κριτήρια: φυσικοχημικά, γεωμορφολογικά κ.τ.λ.. Όλα αυτά τα κριτήρια μπορούν να χρησιμοποιηθούν αναμφίβολα για να ταξινομηθεί ένα σύγχρονο οικοσύστημα, αλλά όχι και ένα παλαιό. Οι φυσικές ταξινομήσεις μπορούν συνήθως να επιτευχθούν με την αναπαράσταση των ιζηματογενών αποθετικών ακολουθιών που την πληρώνουν. Αυτό όμως γίνεται δυσκολότερο όσον αφορά τα φυσικοχημικά κριτήρια όπως η αλμυρότητα, η θερμοκρασία και η απόθεση οργανικών υλικών, όπου απουσιάζουν τα πρωτογενή δεδομένα. Τα τρηματοφόρα μπορούν αποδεδειγμένα να αποτελέσουν δείκτες αυτών των μεταβλητών (Murray, 1991; Phleger & Walton, 1950; Phleger, 1967; Phleger & Ewing, 1962), και σε συνδυασμό με ιζηματολογικά στοιχεία να προσφέρουν μια σαφή εικόνα παλαιοσυνθηκών για πλήθος λιμνοθαλασσών.

Η επιτυχής χρήση των βενθονικών τρηματοφόρων ως περιβαλλοντικών δεικτών, βασίζεται στην καλή καταγραφή των σύγχρονων περιβαλλόντων και τον προσδιορισμό του βαθμού επίδρασης των περιβαλλοντικών αλλαγών σε αυτά (Geslin et al., 2000; Bresler & Yanko-Hombach, 2000). Έτσι, η σχέση της εμφάνισης και της συνάθροισης των ειδών, συνδέεται ποσοτικά με το οικοσύστημα, στον υψηλότερο πιθανό βαθμό (Wilson et al., 1995; Shear, 1996; Yazvenko & Rapport, 1996) (Εικ.2.2). Πλήθος μελετητών ασχολήθηκαν με το αντικείμενο αυτό από πολύ νωρίς παρέχοντας δείκτες και

λεπτομερείς κατανομές τρηματοφόρων (Nichols, 1974; Höglund, 1947; Ellison & Nichols, 1974), συσχετίζοντάς τους ακόμη και με την ανθρωπογενή επίδραση και ρύπανση (ανασκόπηση από Alve, 1995). Με αυτόν τον τρόπο καταστάται σαφές ότι τα χαρακτηριστικά μιας περιοχής μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ερμηνευθούν παλαιοπεριβάλλοντα σε πυρήνες ιζημάτων (Scott et al., 2004, Triantaphyllou et al., 2010b). Τα τρηματοφόρα μπορούν να αποτελέσουν ικανούς βιοδείκτες θαλάσσιων και λιμνοθαλάσσιων περιβαλλόντων (Debenay, 2000; Gooday, 2003; Koukousioura et al., 2012), λόγω της αφθονίας τους και της καλής διατήρησης των κελυφών στα ιζήματα, που επιτρέπει τη σύγκριση μεταξύ ανθρωπογενών και προανθρωπογενών συνθηκών. Βέβαια, η αναγνώριση θαλάσσιων-υφάλμυρων μεταβάσεων στο γεωλογικό αρχείο απαιτεί εξοικείωση με τα είδη που απολιθώνονται και αυτά που βρίσκονται στα σύγχρονα παράκτια περιβάλλοντα. Αυτό περιλαμβάνει μελέτη της κατανομής των τρηματοφόρων σε τόσο διαφορετικά περιβάλλοντα όπως τα παράκτια αλμυρά έλη, οι βάλτοι, οι λιμνοθάλασσες, οι εκβολές ποταμών και τα δέλτα, τα οποία παρουσιάζουν υψηλό βαθμό φυσικής περιβαλλοντικής πίεσης (Schafer & Frape, 1974; Scott et al., 1991; Haman, 1990; Patterson, 1990). Έτσι, τα βενθονικά τρηματοφόρα χρησιμοποιούνται πλέον ως βιοδείκτες περιβαλλοντικών διαφοροποιήσεων (Murray, 2000; Geslin et al., 2000), ρύπανσης (Debenay, 2000; Coccioni, 2000; Ebrahim, 2000), καθώς και ως δείκτες υγιούς λειτουργίας περιβαλλόντων (Hallock, 2000a; Triantaphyllou et al., 2005; Koukousioura et al., 2011).



Εικ.2.2. Γενικευμένο παράκτιο θαλάσσιο οικοσύστημα, που απεικονίζει τυπικά γένη τρηματοφόρων για το κάθε περιβάλλον (από Brasier, 1980).

Πολυάριθμες μελέτες τεκμηρίωσαν τη χρησιμότητα των βενθονικών τρηματοφόρων στην καταγραφή σύγχρονων περιβαλλόντων (Murray, 1991). Γενικά τα βενθονικά τρηματοφόρα είναι περισσότερο γνωστά από τις απολιθωμένες μορφές, παρά από την ποικιλία ή την αφθονία των σύγχρονων αντιπροσώπων τους. Εντούτοις, οι ιδιαιτερότητες αυτής της ομάδας οργανισμών που ζουν στους σύγχρονους ωκεανούς, καθιστούν πολύ σημαντικό το ρόλο της στην ισορροπία της βιόσφαιρας (Sen Gupta, 2000). Η συγκριτικά υψηλή ποικιλότητα των βενθονικών πληθυσμών καθιστά τις τοπικές συναθροίσεις ικανές για τον εντοπισμό διαφόρων αλλαγών των περιβαλλοντικών μεταβλητών. Έτσι, μπορούν να εξαπλωθούν ταχύτατα σε μεταβατικές ζώνες που δε δείχνουν να χρησιμοποιούνται από άλλα είδη θαλάσσιων οργανισμών (Schafer, 1973). Επίσης, όπως έδειξαν οι Scott et al. (1997) και Schafer et al. (1975), τα τρηματοφόρα είναι συχνά ανάμεσα στους τελευταίους οργανισμούς που εξαφανίζονται εντελώς σε περιοχές που επηρεάζονται από βιομηχανική ρύπανση. Ακόμη και στις περιπτώσεις ανθρωπογενούς ρύπανσης που συνδέεται άμεσα με τη μείωση των συγκεντρώσεων οξυγόνου στο οικοσύστημα των τρηματοφόρων (Grant et al., 1995), βρέθηκε πως είναι ικανά να ανταπεξέρχονται και επιβιώνουν στα ακραία αυτά περιβάλλοντα με διάφορους τρόπους (νάρκη, αναερόβιος μεταβολισμός, συμβίωση με χλωροπλάστες) (Bernhard & Alve, 1996; Bernhard & Bowser, 1999). Για το λόγο αυτό, ένας πολύ μεγάλος αριθμός μελετών έχει πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας τα τρηματοφόρα ως δείκτες θαλάσσιας ρύπανσης (Murray, 1991; Alve, 1995; Culver & Buzas, 1995), σε σχέση με τις αλλαγές της σύνθεσης των συναθροίσεων στο χώρο και το χρόνο (Ferraro et al., 1991; Schafer et al., 1995).

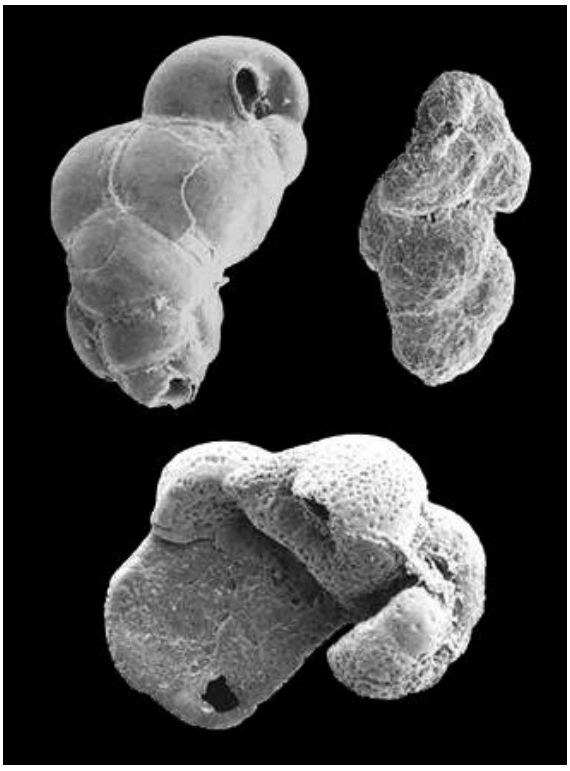
Τα βενθονικά τρηματοφόρα χρησιμοποιούνται ευρέως σε οικολογικές και παλαιοωκεανογραφικές μελέτες ποικίλων θαλάσσιων περιβαλλόντων. Σε βαθιάς θάλασσας βενθονικά οικοσυστήματα η ποικιλότητα, η σύνθεση των ειδών και οι προτιμήσεις του μικροπεριβάλλοντος των βενθονικών τρηματοφόρων, βασικά αντανακλούν τη διαθεσιμότητα τροφής και οξυγόνου στον πυθμένα της θάλασσας και στο ανώτερο επιφανειακό ίζημα (Corliss, 1985; Jorissen et al., 1995; Van der Zwaan et al., 1999; de Rijk et al., 2000; Triantaphyllou et al., 2009b; Drinia & Anastasakis, 2012). Παρόμοιες προσαρμογές της ομάδας αυτής έχουν παρατηρηθεί σε οικοσυστήματα υφάλων, τα οποία φέρουν λεπτόκοκκα υποστρώματα (Jorissen et al., 1992; Mojtahid et al., 2009). Ωστόσο, ρηχής θάλασσας (παράλια και νηρητικά) περιβάλλοντα μπορούν επιπρόσθετα να επηρεαστούν από μεταβολές του φωτός, της θερμοκρασίας, της αλμυρότητας, του υποστρώματος, όπως επίσης και από την ταχύτητα και την ανατάραξη των ρευμάτων των επιφανειακών υδάτων (Culver et al., 1996; Sen Gupta, 2000). Αυτές οι πανίδες συχνά επιδεικνύουν υψηλές αφθονίες τρηματοφόρων, υψηλές τιμές ποικιλότητας και επικράτηση επιπανιδικών και ρηχών ενδοπανιδικών ειδών (Semeniuk, 2000; Murray, 2007). Βέβαια, πολλά είδη ρηχών υδάτων εξαρτώνται από την υδροδυναμική ενέργεια του υποστρώματος του θαλάσσιου πυθμένα. Η απόκριση αυτών των ειδών στις ωκεανογραφικές, τροφικές και ιζηματολογικές παραμέτρους, αντανακλάται από μια στενοβαθύαλη κατανομή.

Στη Μεσόγειο η κατανομή των τρηματοφόρων έχει καταγραφεί σε πολλές τοπικές μελέτες (Jorissen, 1987; Cimerman & Langer, 1991; Sgarrella & Moncharmont Zei, 1993; Mojtahid et al., 2009). Αυτές οι μελέτες αποκάλυψαν σημαντικές χωρικές αντιθέσεις στη σύνθεση της πανίδας. Στα λεπτόκοκκα ιζήματα οι πανίδες δείχνουν μια σαφή μικροπεριβαλλοντική ζώνωση, που εξαρτάται από την διαθεσιμότητα τροφής και τη διείσδυση του οξυγόνου στο ίζημα (Barmawidjaja et al., 1992; Jorissen et al. 1992; Schmiedl et al., 2000). Σε άλλες περιοχές, παρατηρείται μια ισχυρή συσχέτιση ανάμεσα στην ποικιλότητα και την αφθονία των συμβιωτικών τρηματοφόρων, με τον φωτισμό της υδάτινης στήλης (Langer et al., 1998). Ακόμη, τα παράκτια θαλάσσια οικοσυστήματα μπορούν να επηρεαστούν από ανθρωπογενείς παράγοντες, όπως η ρύπανση από βαρέα μέταλλα (Frontalini & Coccioni, 2008; Romano et al., 2008). Οι

πανίδες των περιοχών αυτών αποτελούνται από τρηματοφόρα που παρουσιάζουν υψηλότερα ποσοστά μορφολογικών διαφοροποιήσεων των κελυφών και μεγαλύτερη αναλογία και αφθονία ειδών ανεκτικών στη ρύπανση.

Ανάμεσα στα ποσοστά των τρηματοφόρων που φέρουν κελύφη με μορφολογικές ανωμαλίες, ένας μεγάλος αριθμός ανήκει σε άτομα που βρίσκονται σε ρυπασμένα περιβάλλοντα (Boltovskoy et al., 1991). Ωστόσο η Alve (1991), επισήμανε ότι οι μορφολογικές διαφοροποιήσεις συνδέονται εξίσου με την ανθρωπογενή επίδραση, όσο και με φυσικά αίτια (Εικ.2.3). Σε όλες τις περιπτώσεις είναι σαφές πως μία υψηλή αναλογία ανώμαλων κελυφών προκύπτει ως αποτέλεσμα ακραίων φυσικών περιβαλλοντικών συνθηκών (Zaninetti, 1982; Zampi & d' Onofrio, 1984, 1987; Almogi-Labin et al., 1992), ή ραγδαίων αλλαγών των οικολογικών παραμέτρων (Seiglie, 1964; Closs & Madeira, 1968; Caralp, 1989). Βέβαια, τα άτομα που παρουσιάζουν μορφολογικές ανωμαλίες συνήθως απαρτίζουν λιγότερο από το 10% (Scott et al., 2004) της συνάθροισης (π.χ., μέγιστη τιμή 8.33% στη Ν. Άνδρο, Triantaphyllou et al., 2005; Κουκουσιούρα, 2005).
Πολλοί διαφορετικοί τύποι μορφολογικών διαφοροποιήσεων έχουν προσδιοριστεί στα κελύφη των τρηματοφόρων (Alve, 1991; Sharifi et al., 1991; Almogi-Labin et al., 1992; Yanko et al., 1994, 1998; Geslin et al., 1998), εκ των οποίων αρκετοί έχουν πιστοποιηθεί σε σύγχρονες πανίδες του Αιγαίου (Triantaphyllou et al., 2005; Κουκουσιούρα, 2005).

Φυσικά, τίποτα δεν περιορίζει τη χρήση των τρηματοφόρων που παρουσιάζουν μορφολογικές διαφοροποιήσεις, ως δείκτες περιβαλλοντικής μεταβολής αποκλειστικά και μόνο σε σύγχρονα οικοσυστήματα. Η παρουσία τους σε παλαιότερα ιζήματα θα μπορούσε, σε συνδυασμό πάντα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της υπόλοιπης πανίδας αλλά και των ιζηματολογικών ακολουθιών, να συσχετιστεί με φυσικές παλαιοπεριβαλλοντικές αλλαγές (Dimiza et al., 2012).



Εικ.2.3. Τρηματοφόρα που παρουσιάζουν μορφολογικές διαφοροποιήσεις εξαιτίας ρύπανσης από βαρέα μέταλλα (από Alve, 1991).

Ένας από τους παράγοντες, ίσως ο κυριότερος, που έχει συμβάλει στη διαφοροποίηση της σύστασης των παράκτιων σύγχρονων συναθροίσεων και τον εμπλουτισμό της βιοποικιλότητας, είναι τα ξενικά μεταναστευτικά είδη τρηματοφόρων. Τα Λεσσεψιανά είδη, όπως αυτά αποκαλούνται, έχουν εισβάλλει πρόσφατα στα παράκτια οικοσυστήματα της ανατολικής Μεσογείου, μέσω της διώρυγας του Σουέζ (Langer & Hottinger, 2000; Hyams et al., 2002; Hyams-Kaphzan et al., 2008). Ο αριθμός αυτών των μεταναστευτικών ειδών είναι συνεχώς υπό μελέτη, καθώς τα στοιχεία για τη βιογεωγραφία, την ποικιλότητα και την οικολογία τους είναι περιορισμένα και μεταβάλλονται δυναμικά. Μέχρι στιγμής ένας αρκετά μεγάλος αριθμός ξενικών ειδών τρηματοφόρων έχει καταγραφεί σε πολλές παράκτιες περιοχές της ανατολικής Μεσογείου (π.χ., Cimerman & Langer, 1991; Sgarella & Moncharmont Zei, 1993), αλλά και στο Αιγαίο (Blanc-Vernet, 1969; Cherif, 1970; Triantaphyllou et al., 2005, 2009a; Zenetos et al., 2009; Koukousioura et al., 2010a, b, 2011).

Τις τελευταίες δεκαετίες τα τρηματοφόρα έχουν δεθεί άρρηκτα με μελέτες που αφορούν στον προσδιορισμό της στάθμης της θάλασσας και έχουν χρησιμοποιηθεί είτε ως δείκτες της στάθμης (π.χ., Hayward et al., 2004), είτε συνδυαστικά ως παλαιοπεριβαλλοντικοί δείκτες (π.χ., Triantaphyllou et al., 2003; Triantaphyllou et al., 2010b).

Οι αλλαγές της στάθμης της θάλασσας σχετίζονται κυρίως με ευστατικούς και τεκτονικούς παράγοντες και έχουν ένα ισχυρό αντίκτυπο στις διεργασίες της ιζηματογένεσης στα ηπειρωτικά περιθώρια και στις επιηπειρωτικές θάλασσες. Το παγκόσμιο επίπεδο της θάλασσας ήταν περίπου 120-130 m κάτω από το σημερινό, κατά το τελευταίο παγετώδες μέγιστο, περίπου στα 22 kyr BP (Fairbanks, 1989). Η αποπαγοποίηση έλαβε χώρα περίπου ανάμεσα στα 21 και 5 kyr BP. Συσχετίστηκε με μία ραγδαία ανύψωση της στάθμης της θάλασσας, που παρουσίασε όμως μείωση του ρυθμού την περίοδο Younger Dryas και κατά το μέσο Ολόκαινο (Bard et al., 1996, 2010). Στη Μεσόγειο, η αλλαγή του επιπέδου της στάθμης της θάλασσας ακολουθεί γενικά το παγκόσμιο πλαίσιο, αλλά επίσης επηρεάζεται από την υδρο-ισοστατική επίδραση και τις νεοτεκτονικές κινήσεις (Lambeck & Bard, 2000; Morhange & Pirazolli, 2005; Stocchi & Spada, 2007).

Πολλές απόψεις και τοπικές εκφράσεις της αλλαγής της στάθμης της θάλασσας στη Μεσόγειο έχουν καταγραφεί από γεωμορφολογικές, γεωφυσικές και αρχαιολογικές παρατηρήσεις (π.χ., Kayan, 1988; Morhange et al., 2001; Sivan et al., 2001; Goy et al., 2003; Vouvalidis et al., 2005; Berne et al., 2007, Pavlopoulos, 2010; Pavlopoulos et al., 2011), και έχουν προσομοιωθεί με αριθμητικά μοντέλα (Lambeck & Bard, 2000; Lambeck et al., 2004, Lambeck & Purcell, 2005; Pirazolli, 2005; Stocchi & Spada, 2007). Συγκεκριμένα το Αιγαίο, είναι μια από τις περιοχές που ο Lambeck εφάρμοσε το παγετο-υδρο-ισοστατικό μοντέλο, λαμβάνοντας υπόψη πληροφορίες (από αρχαιολογικά-γεωλογικά δεδομένα) για τη στάθμη της θάλασσας στο μέσο και Ανώτερο Ολόκαινο. Η αλλαγή της θαλάσσιας στάθμης για τα τελευταία 1000 χρόνια, υπολογίστηκε σε 1 mm/yr (Lambeck, 1995). Κατά το μοντέλο των Lambeck & Purcell (2005) για το Αιγαίο, η στάθμη της θάλασσας, ήταν 3 έως 8 m χαμηλότερα από σήμερα στα 6000 yr BP και 0.5-1.5 m χαμηλότερα στα 2000 yr BP.

Πολυάριθμοι μελετητές έχουν χρησιμοποιήσει τις συγκεντρώσεις των τρηματοφόρων ως δείκτες στάθμης της θάλασσας (ανασκόπηση από Haynes, 1981),καταλήγοντας σε επιτυχή συμπεράσματα ακριβείας της τάξης εκατοστών. Διάφορες μέθοδοι που βασίζονται στα βενθονικά τρηματοφόρα έχουν αναπτυχθεί, για τον υπολογισμό του επιπέδου της στάθμης της θάλασσας (Hohenegger, 2005; Spezzaferri & Tamburini, 2007; Fujita et al., 2010; Morigi et al., 2005; Horton et al., 1999; Horton & Murray, 2006; Sabean, 2004; Boomer & Horton, 2006; Horton & Edwards, 2006; Nelson et al., 2008; Hawkes et al., 2010; Gehrels, 2000; Leorri et al., 2008; Nixon et al., 2009; Milker, 2010). Ίσως όμως τελικά, η σημαντικότερη συμβολή τους να είναι ο καθορισμός των παλαιοπεριβαλλόντων, που οφείλονται στις αλλαγές αυτές της στάθμης της θάλασσας.

Τα τρηματοφόρα έχουν ένα μεγάλο προνόμιο σε σχέση με τους περισσότερους βιολογικούς δείκτες. Αφήνουν απολιθωμένες συγκεντρώσεις που επιτρέπουν την αναπαράσταση της περιβαλλοντικής ιστορίας μιας περιοχής, παρόλη την απουσία πρωτογενών φυσικοχημικών δεδομένων. Η χρησιμότητά τους ως περιβαλλοντικοί δείκτες βασίζεται και σε ένα μεγάλο πεδίο δεδομένων, από ένα μεγάλο εύρος περιβαλλόντων (π.χ., Murray, 1991). Εξαιτίας της φύσης τους, βρίσκονται σε μεγάλους αριθμούς μέσα στα ιζήματα. Το γεγονός αυτό σημαίνει ότι μικρά δείγματα (<10cc) συνήθως περιέχουν στατιστικά σημαντικούς πληθυσμούς, ώστε η αναπαράσταση παλαιοπεριβαλλόντων να μπορεί να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας συγκεντρώσεις που προκύπτουν από πυρήνες ιζήματος (Scott et al., 2004).

Βέβαια, μπορεί ακόμα η γνώση της οικολογίας των τρηματοφόρων να αποτελεί ανοιχτό πεδίο έρευνας, αλλά καμιά άλλη ομάδα υδάτινων οργανισμών δεν έχει καταγραφεί τόσο μεθοδικά όσον αφορά στις περιβαλλοντικές της προτιμήσεις, σε ένα μεγάλο φάσμα τοπικών περιβαλλοντικών συνθηκών, της παράκτιας ζώνης. Για αυτό το λόγο, χρησιμοποιώντας τις ιδιαιτερότητες των σύγχρονων συναθροίσεων όπως έχουν καθοριστεί για συγκεκριμένα περιβάλλοντα, είναι δυνατόν να αξιοποιήσουμε τις απολιθωμένες συγκεντρώσεις για να αναπαραστήσουμε παλαιοπεριβάλλοντα με μεγάλη ακρίβεια.

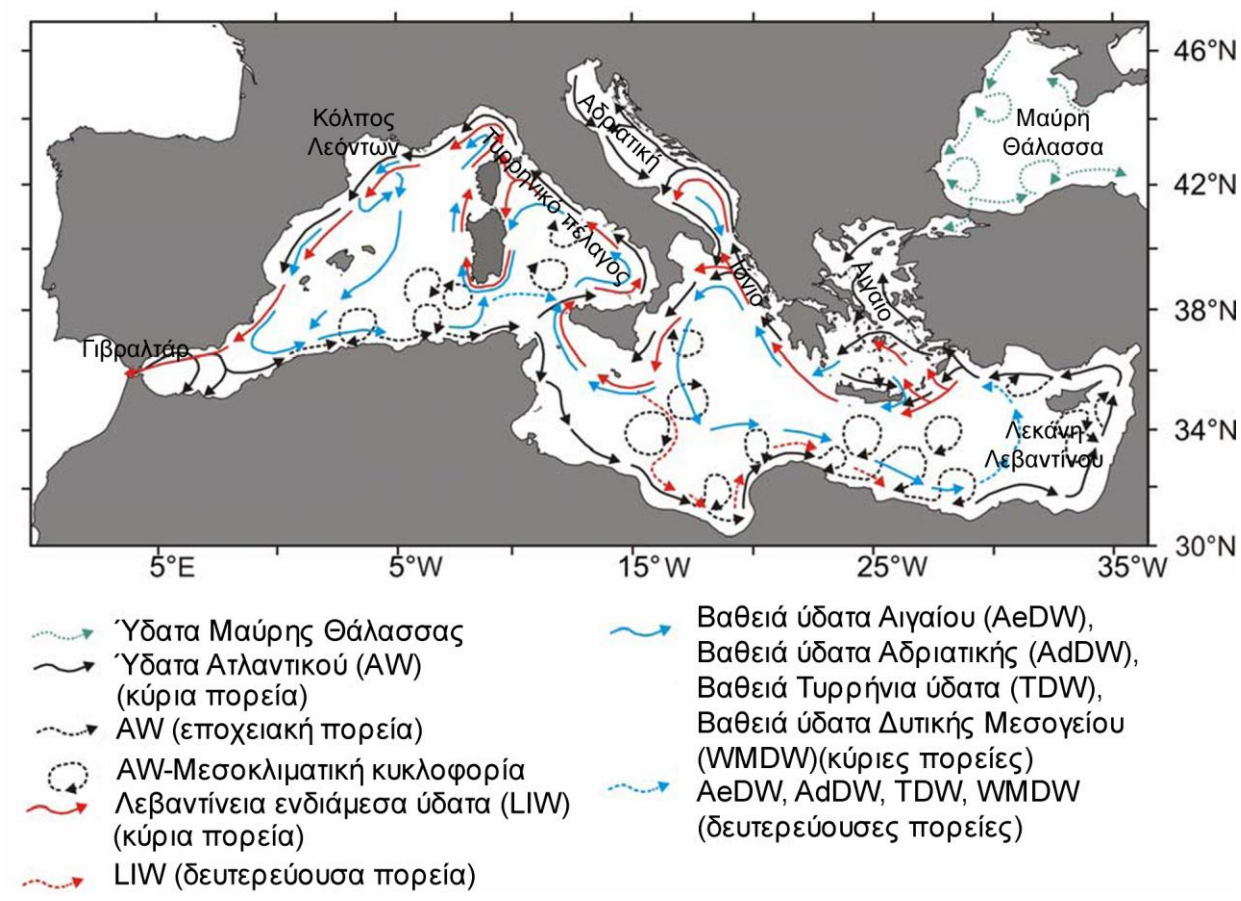
Επίσης μελέτες που αφορούν κυρίως τις ενδεχόμενες επιδράσεις της ανθρωπογενούς δραστηριότητας, μπορούν να πραγματοποιηθούν σε σύγχρονα περιβάλλοντα με σκοπό και στόχο το συνδυασμό τους με παλαιοντολογικά δεδομένα (Hallock & Glenn, 1986), προκειμένου να πιστοποιηθούν φυλογενετικές εξελικτικές αποκλίσεις και διαδικασίες μικροεξέλιξης. Είναι πλέον σαφές, ότι η δημιουργία σύγχρονων αναλόγων με βάση τις συγκεντρώσεις των βενθονικών τρηματοφόρων, ικανών να συμβάλλουν στην όσο το δυνατόν σαφέστερη απεικόνιση και ακριβή αναπαράσταση των παλαιοπεριβαλλοντικών συνθηκών, αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα μικροπαλαιοντολογικά εργαλεία για τη σύγχρονη έρευνα.

3. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

3.1. Γενικά στοιχεία φυσικής ωκεανογραφίας της Μεσογείου και του Αιγαίου

Η Μεσόγειος θάλασσα είναι μια ημί-κλειστη λεκάνη μεταξύ Ευρώπης και Αφρικής και μπορεί να διαχωριστεί σε δύο σχεδόν ίσες υπολεκάνες (λεκάνη δυτικής και ανατολικής Μεσογείου), οι οποίες συνδέονται στα στενά της Σικελίας (Robinson et al., 2001). Επικοινωνεί φυσικά με τον Ατλαντικό ωκεανό μέσω των στενών του Γιβραλτάρ και τεχνητά με την Ερυθρά θάλασσα μέσω της διώρυγας του Σουέζ.

Η Μεσόγειος χαρακτηρίζεται από τέσσερις κύριες υδάτινες μάζες, που κατανέμονται σύμφωνα με το βάθος. Τα επιφανειακά ύδατα βάθους ~75-150 m, συνιστώνται κυρίως από τα εισερχόμενα Ατλαντικά ύδατα (Atlantic water, AW) (π.χ., Robinson et al., 2001; Masque et al., 2003; Rixen et al., 2005). Η ενδιάμεση θαλάσσια μάζα ανάμεσα στα ~150-600 m αποτελείται από τα Λεβαντίνια ενδιάμεσα ύδατα (Levantine Intermidiate Water, LIW), τα οποία αναπτύσσονται στην ανατολική Μεσόγειο (Wüst, 1961; Robinson et al., 2001). Βαθύτερα από 600 m, οι λεκάνες καταλαμβάνονται από τα βαθειά ύδατα της δυτικής Μεσογείου (Western Mediterranean Deep Water, WMDW) τα οποία αναπτύσσονται στον κόλπο των Λεόντων (Μασσαλία), και από τα βαθειά ύδατα της ανατολικής Μεσογείου (Eastern Mediterranean Deep Water, EMDW) που αναπτύσσονται στη νότια Αδριατική και στο Αιγαίο (Robinson et al., 2001; Millot & Taupier-Letage, 2005) (Εικ.3.1).



Εικ.3.1. Γενική κυκλοφορία των θαλάσσιων μαζών της Μεσογείου (από Millot & Taupier-Letage, 2005).

Η πρωτογενής παραγωγικότητα στη Μεσόγειο, όπως προέκυψε από τα στοιχεία της χλωροφύλλης-α, χαρακτηρίζεται από μια σαφή αντίθεση ανάμεσα στην ανατολική και δυτική λεκάνη (Antoine et al., 1995). Στην ανατολική Μεσόγειο, οι μέσες ετήσιες τιμές αγγίζουν τα 110 g C/m^2/yr, ενώ ένα μέσο ετήσιο μέγιστο 158 g C/m^2/yr υπολογίζεται για τη δυτική λεκάνη. Η πιο παραγωγική περιοχή στην ανατολική Μεσόγειο είναι η Αδριατική με μέση ετήσια τιμή 241 g C/m^2/yr, και η πιο ολιγοτροφική η νότια Λεβαντίνια λεκάνη με 82 g C/m^2/yr (Antoine et al., 1995).

Η περιοχή του Αιγαίου σήμερα, βρίσκεται βορειότερα από τη γειτονική Μεσόγειο. Παρουσιάζοντας μία πολυσύνθετη και γρήγορα μεταβαλλόμενη τεκτονική εικόνα, λειτουργεί σαν μία ρηχή ηπειρωτική θάλασσα, με όλα τα χαρακτηριστικά μιας οπισθολεκάνης. Ο χώρος αυτός επηρεάζεται από μία εφελκυστική φάση με γενική διεύθυνση επέκτασης, Β-Ν. Η φάση αυτή εκδηλώνεται τόσο με οριζόντια ρήγματα ολίσθησης, όσο και με κανονικά ρήγματα, που έχουν σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία λεκανών και τεκτονικών τάφρων (McKenzie, 1972; McKenzie, 1978; Le Pichon & Angelier, 1979; Peters, 1985; Anastasakis & Dermitzakis, 1986; Papanikolaou et al., 2002).
Οι καταβυθίσεις που προκαλούνται, συντελούν σε μία εκ νέου επίκλυση της θάλασσας στο χώρο του Αιγαίου. Ταυτόχρονα, οι αυξομειώσεις της στάθμης της θάλασσας, που προκλήθηκαν από τις περιοδικές εμφανίσεις μεγάλων παγετωδών καλυμμάτων κατά το ανώτερο Τεταρτογενές, προκάλεσαν μεγάλης κλίμακας ευστατικές κινήσεις. Οπότε, οι πρόσφατες αλλαγές της στάθμης της θάλασσας, στο χώρο του Αιγαίου, διαμορφώνονται από τον συνδυασμό των ευστατικών και τοπικών κατακόρυφων κινήσεων σε συνδυασμό με τις τοπικές κλιματικές συνθήκες.

Η περιοχή του Αιγαίου χαρακτηρίζεται από ένα μεσογειακού τύπου κλίμα. Η ετήσια κλιματική διακύμανση διαιρείται σε δύο κύριες περιόδους: στη ψυχρή και βροχερή από το Νοέμβριο μέχρι το Μάρτιο και στη θερμή και σχετικά ξηρή από το Μάιο μέχρι το Σεπτέμβριο (Ζαμπάκας, 1981). Η μέση ετήσια θερμοκρασία αέρος κυμαίνεται ανάμεσα στους 8-9 ^{0}C έως 20-21 ^{0}C (Nastos et al., 2011), παρουσιάζοντας απλή διακύμανση με ελάχιστο τον Ιανουάριο και μέγιστο τον Ιούλιο ή τον Αύγουστο (Poulos et al., 1997). Γενικά, η περιοχή του Αιγαίου κυριαρχείται από βόρειους άνεμους. Η ετήσια διακύμανση της έντασης των ανέμων παρουσιάζει διπλή μετάπτωση: ένα πρώτο μέγιστο κατά τη διάρκεια του χειμώνα και ένα δεύτερο μέγιστο κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου (Poulos et al., 1997).

Η μεγάλης κλίμακας κυκλοφορία των επιφανειακών υδάτινων μαζών του Αιγαίου είναι πολύπλοκη, καθώς ελέγχεται από πολλούς παράγοντες. Τους παράγοντες αυτούς αποτελούν η γεωγραφική κατανομή του νησιωτικού συμπλέγματος του Αιγαίου, η ακανόνιστη τοπογραφία του πυθμένα, η εισροή ψυχρότερων χαμηλότερης αλμυρότητας ύδατα από τη Μαύρη Θάλασσα, οι εκροές ποτάμιων συστημάτων κυρίως από την περιοχή του βόρειου Αιγαίου και οι εποχικές αλλαγές των μετεωρολογικών συνθηκών (Poulos et al., 1997). Σε γενικές γραμμές, κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, οι υδάτινες μάζες κινούνται προς νότο.
Ο κύριος παράγοντας που επηρεάζει τη θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας είναι οι εποχικές ατμοσφαιρικές συνθήκες, που αντανακλούνται στη θερμοκρασία του αέρα. Οι αλλαγές στη θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας, σχετίζονται με τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του αέρα, οι οποίες συμβαίνουν ταυτόχρονα στο Αιγαίο πέλαγος. Οι ετήσιες μέγιστες θερμοκρασίες της επιφάνειας της θάλασσας (Sea Surface Temperature-SST) (>24 ^{0}C) απαντώνται τον Αύγουστο και οι ελάχιστες τιμές (<13 ^{0}C) τον Φεβρουάριο. Οι τιμές της επιφανειακής αλμυρότητας (Sea Surface Salinity-SSS) ποικίλουν εποχικά, και κυμαίνονται από <31.0 psu έως και >39.0 psu. Οι χαμηλότερες τιμές (<25 psu) απαντώνται γύρω από τις εκβολές ποταμών, ιδιαιτέρως κατά τη διάρκεια της άνοιξης και στις αρχές του καλοκαιριού, όπου οι εκφορτίσεις των ποταμών αγγίζουν τις μέγιστες τιμές τους (Poulos et al., 1997).

Το βόρειο τμήμα του Αιγαίου παρουσιάζει υψηλότερες τιμές πρωτογενούς παραγωγικότητας, εξαιτίας των εισροών υδάτων από τη Μαύρη θάλασσα (μέση ετήσια συγκέντρωση χλωροφύλλης-α 0.156-0.585 gg^{-1}), σε σχέση με το νότιο τμήμα που επηρεάζεται από το εποχικό θερμοκλινές (μέση ετήσια συγκέντρωση χλωροφύλλης-α <0.2 gg^{-1}). Παρόλα αυτά, το Αιγαίο χαρακτηρίζεται ως ένα ολιγοτροφικό περιβάλλον (Lykousis et al., 2002).

Ένα από τα πλέον συνήθη και σημαντικά παράκτια περιβάλλοντα κατά μήκος των ακτών του Αιγαίου, αποτελούν τα λιμνοθαλάσσια οικοσυστήματα. Οι λιμνοθάλασσες είναι υδάτινες εκτάσεις αποκομμένες από τη θάλασσα εξαιτίας φυσικών εμποδίων/φραγμάτων όπως θίνες, προσχώσεις, κοραλλιογενείς ύφαλοι κ.τ.λ. Συχνά επικοινωνούν με τη θάλασσα μέσω μικρών στενών καναλιών.

Τα λιμνοθαλάσσια περιβάλλοντα αποτελούν την κύρια μετάβαση μεταξύ των παραποτάμιων και των θαλάσσιων οικοσυστημάτων. Χαρακτηρίζονται ως περιβάλλοντα ισχυρών διακυμάνσεων των φυσικών μεταβλητών, συμπεριλαμβανομένων της αλμυρότητας και θερμοκρασίας των υδάτων και της βιογεωχημείας των ιζημάτων (π.χ., Magni et al., 2006; Hermand et al., 2008).

Από τις περιβαλλοντικές μεταβλητές που επηρεάζουν τις λιμνοθάλασσες, η κυριότερη είναι η εισροή γλυκών νερών. Η διακύμανση της εισροής αυτής αποτελεί τον σημαντικότερο παράγοντα απρόβλεπτων διαταραχών του οικοσυστήματος. Μεταξύ των διαταραχών αυτών, βρίσκεται η διάβρωση/απόθεση υλικών από τη χέρσο και η μείωση της αλμυρότητας των υδάτων (Cardoso et al., 2008; Kanaya et al., 2011). Σε άλλες περιπτώσεις, όπως στις τροπικές λιμνοθάλασσες, δημιουργούνται πολύ ρηχές υπεράλμυρες λιμνοθάλασσες εξαιτίας της πολύ υψηλής εξάτμισης (κάποιες φορές ακόμα και διπλάσιας από τη βροχόπτωση, π.χ., Debenay et al., 2001). Οι μεταβολές αυτές της αλμυρότητας των υδάτων, είτε πρόκειται για μείωση της αλμυρότητας (π.χ., Kanaya et al., 2011), είτε για αύξησή της (π.χ., Morton et al., 2000), οδηγεί σε αλλαγές της σύστασης των βιοκοινωνιών, ετερογενείς συναθροίσεις που εμφανίζουν πολύ χαμηλή ποικιλότητα και πανίδες που αναπτύσσουν ακόμα και μορφολογικές διαφοροποιήσεις προκειμένου να αναπτυχθούν σε αυτά τα διαφοροποιημένα οικοσυστήματα (Frontalini et al., 2009; Coccioni, 2000; Debenay et al., 2009; Samir, 2000).

3.2. Περιοχή μελέτης

Στα πλαίσια της παρούσας διατριβής μελετήθηκαν παράκτιες περιοχές του βόρειου (Αλυκές Κίτρους, κόλπος Κίτρους, Λαφρούδα Θράκης, παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων) και κεντρικού Αιγαίου (Βραυρώνα Αττικής, θαλάσσιος χώρος νότιου Ευβοϊκού κόλπου), που επιλέχθηκαν:

1) καθώς η ενεργός τεκτονική δεν είναι τόσο έντονη

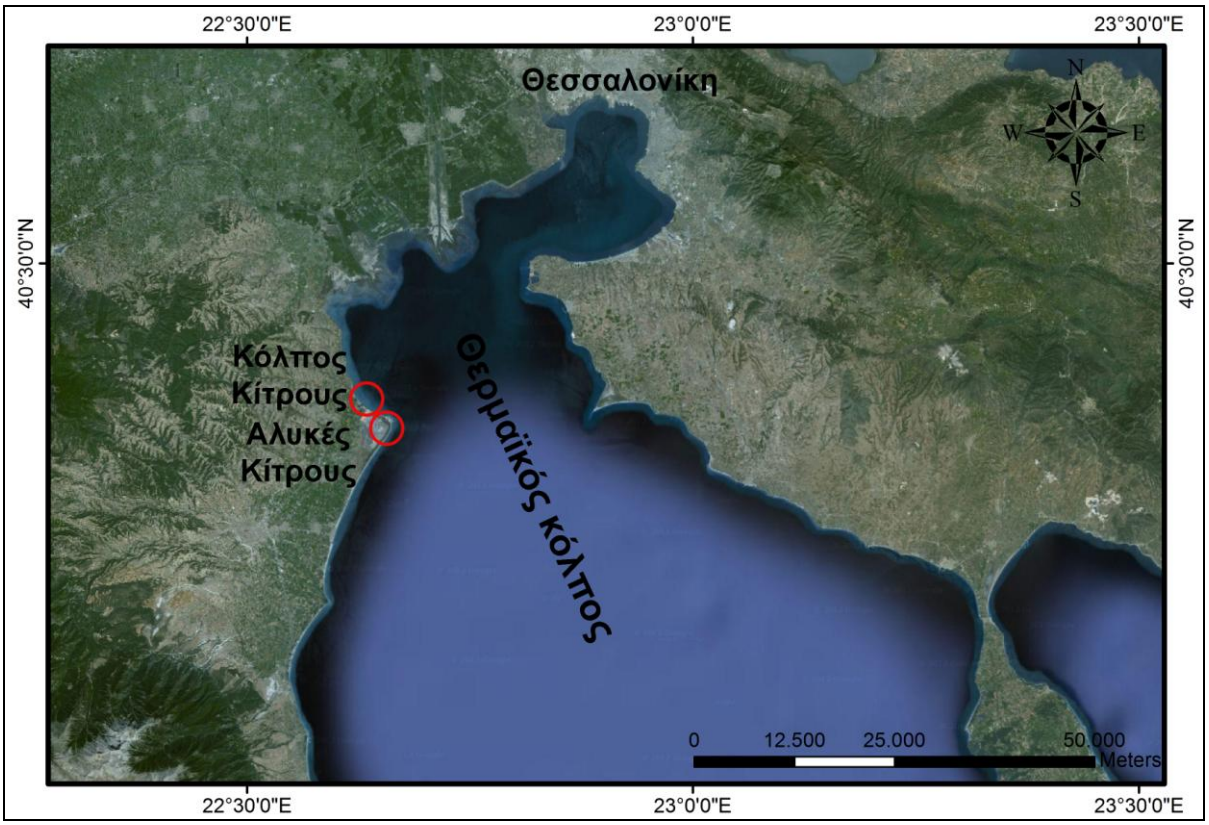
και επειδή εμφανίζουν ποικιλία ως προς:

2) τη γεωγραφική θέση και τις φυσικο-γεωγραφικές παραμέτρους που ελέγχουν την εξέλιξή τους
3) το είδος του βιότοπου που αντιπροσωπεύουν
4) τη μεταβλητότητα των φυσικών συνθηκών, αλλά και τις ανθρωπογενείς επιδράσεις (από τη Νεολιθική εποχή έως σήμερα) (Σχ.3.1).

Σχ.3.1. Γενικός χάρτης της Ελλάδας όπου διακρίνονται οι περιοχές μελέτης.

3.3. Αλυκές Κίτρους

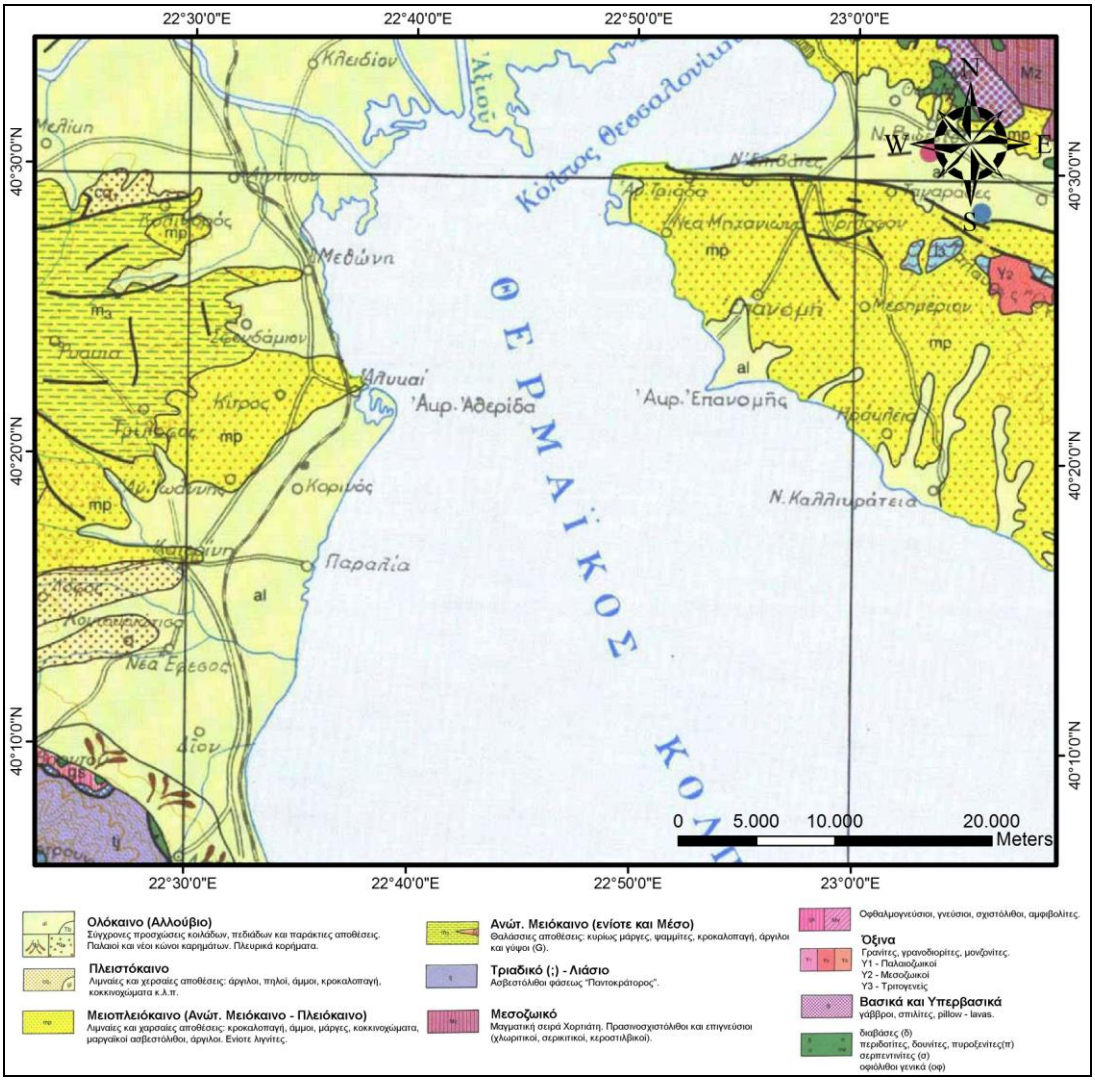
Η περιοχή των Αλυκών Κίτρους ανήκει στο δήμο Πύδνας του νομού Πιερίας. Βρίσκεται 18 km βορειοανατολικά από την πόλη της Κατερίνης και 4 km νοτιοανατολικά της περιοχής Μακρύγιαλου-Πύδνας κοντά στη λιμνοθάλασσα του Κίτρους και στο νοτιοδυτικό όριο της ευρύτερης λεκάνης του Θερμαϊκού κόλπου (Σχ.3.2).



Σχ.3.2. Χάρτης της περιοχής των Αλυκών Κίτρους (Υπόβαθρο: Εθνικό Κτηματολόγιο).

Η περιοχή της δυτικής πλευράς της ευρύτερης λεκάνης του Θερμαϊκού κόλπου, όπου ανήκουν οι Αλυκές Κίτρους, παρουσιάζει έντονο ενδιαφέρον, καθώς πλήθος δημοσιεύσεων έχει πραγματοποιηθεί με αναφορές στην τεκτονική, στη στρωματογραφία, στη γεωμορφολογία, στην κοιτασματολογία, καθώς και στην παλαιοντολογία της περιοχής (Spratt, 1857; Freyberg, 1951; Mercier, 1960, 1966, 1972a,b; Godfriaux, 1968; Gillet & Faugères, 1970; Faugères, 1975, 1977; Κούκουζας & Κούβελος, 1976; Benda & Steffens, 1981; Ιωακείμ, 1986; Μέττος & Κουτσουβέλη, 1986; Κώτης & Πλουμίδης, 1989; Παπανικολάου, 1990; Kalkreuth et al., 1991; Κώτης, 1997; Συλβέστρου, 2002; Ouzounis et al., 2002; Vouvalidis et al., 2005; Koukousioura et al., 2010a, b, 2012).

Η περιοχή των Αλυκών Κίτρους τοποθετείται γεωτεκτονικά στο όριο επαφής των ζωνών Αλμωπίας και Πελαγονικής. Η ευρύτερη περιοχή μελέτης δομείται γενικά από τα προαλπικά πετρώματα του υποβάθρου, τους Νεογενείς σχηματισμούς και τα Τεταρτογενή ιζήματα. Τα προαλπικά πετρώματα του υποβάθρου, αποτελούνται από μεταμορφωμένα πετρώματα ηλικίας Άνω Παλαιοζωικού-Μέσου Τριαδικού, που ακολουθούνται από τα οφιολιθικά πετρώματα της ζώνης Αλμωπίας. Στη συνέχεια ακολουθεί μια σειρά ιζημάτων βαθειάς θάλασσας (Α. Ιουρασικό-Κ. Κρητιδικό) και τέλος ασβεστόλιθοι (Α. Κρητιδικό). Οι Νεογενείς σχηματισμοί, χερσαίοι ως επί το πλείστον, αποτέθηκαν στη λεκάνη κατά τη λειτουργία της ως νεοτεκτονικό βύθισμα, στο Μειόκαινο. Τέλος αποτέθηκαν τα ιζήματα του Τεταρτογενούς (Σχ.3.3).



Σχ.3.3. Γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής των Αλυκών Κίτρους (Ι.Γ.Μ.Ε., 1983).

Η ευρύτερη λεκάνη Αξιού-Θερμαϊκού, σχηματίστηκε κατά την τεκτονική δράση του Νεογενούς, με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ (Psilovikos & Syrides, 1983; Συρίδης, 1990). Η πλήρωση της λεκάνης αυτής, έγινε σταδιακά με κλαστικά ιζήματα Νεογενούς ηλικίας που ξεπερνούν σε πάχος τα 1000 m (Benda & Steffens, 1981). Τα συνηθέστερα περιβάλλοντα που ευθύνονται για την απόθεση των κλαστικών ιζημάτων στην περιοχή, είναι ποταμολιμναία, ποταμοδελταϊκά και χερσοποτάμια, με μια παρεμβολή υφάλμυρης φάσης (από Συλβέστρου, 2002). Συγκεκριμένα, το δυτικό περιθώριο του Θερμαϊκού κόλπου χαρακτηρίζεται από τα επεκτεινόμενα δελταϊκά πεδία των ποταμών Αξιού, Γαλλικού και Αλιάκμονα τα οποία μεταφέρουν πολύ σημαντικές ποσότητες ιζημάτων, με έντονο εποχικό χαρακτήρα (Poulos et al., 1992, 1994).

Η περιοχή μπορεί γενικά να θεωρηθεί λοφώδης, ειδικότερα στη ζώνη που βρίσκεται κοντά στο υπόβαθρο, ενώ παρουσιάζει υψηλότερο ανάγλυφο που φτάνει τα 700 m στο ΝΔ τμήμα της λεκάνης. Το ανάγλυφο εξομαλύνεται εντελώς στην πεδιάδα της Κατερίνης έως τη θάλασσα, όπου σχηματίζει χαμηλό προφίλ και αμμώδεις ακτές. Το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής είναι καλά ανεπτυγμένο με μεγάλο αριθμό κοιλάδων και ρεμάτων. Συγκεκριμένα, στη λιμνοθάλασσα των Αλυκών Κίτρους καταλήγουν μονάδες του δικτύου που αποστραγγίζουν τα βόρεια τμήματα των Πιερίων Ορέων και τη λεκάνη Πιερίας-Κατερίνης. Τα ρέματα που αποτελούν αυτές τις μονάδες έχουν μια σχεδόν παράλληλη ΔΒΔ-ΑΝΑ ανάπτυξη των κυρίων κλάδων του υδρογραφικού δικτύου.

Η έντονη ιζηματογένεση στη λεκάνη του Θερμαϊκού, οδήγησε στη δημιουργία ενός καλύμματος στον πυθμένα του εσωτερικού και του δυτικού εξωτερικού περιθωρίου, κατά το Αν. Τεταρτογενές (Poulos et al., 2000). Το κάλυμμα αυτό των ιζημάτων, χωρίστηκε σε 3 στρωματογραφικές ενότητες: Ενότητα Α (Αν. Ολόκαινο, 6.000 yr BP-σήμερα), Ενότητα Β (Ολοκαινική επίκλυση, 18.000-6000 yr BP) και Ενότητα C (Αν. Παγετώδης περίοδος, 24.000-18.000 yr BP) (Lykousis et al., 2005).

Ο υπολογισμός των αλλαγών της στάθμης της θάλασσας στην περιοχή των Αλυκών Κίτρους βασίζεται στην καμπύλη για τον Θερμαϊκό κόλπο (Vouvalidis et al., 2005), που προτείνει πως στα 10.000 yr BP, η στάθμη της θάλασσας ανυψώθηκε ραγδαία με ένα μέσο ρυθμό της τάξης των 4 mm/yr. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων 4000 χρόνων, ο ρυθμός μειώθηκε σε ένα μέσο ρυθμό των 1 mm/yr, συγκρίσιμο με τις τιμές που προτείνονται από τους Pavlopoulos (2010) και Pavlopoulos et al. (2011), για το βόρειο Αιγαίο. Έτσι η είσοδος του νερού στον Θερμαϊκό κόλπο έγινε πριν 10000 (για στάθμη -30 m) καλύπτοντας μια εκτεταμένη επίπεδη περιοχή -40 m από τη σημερινή στάθμη, δημιουργώντας έναν αβαθή κόλπο με βάθος περίπου 10 m (Αλμπανάκης κ.α., 2005).

Γειτονικά της περιοχής μελέτης, βρίσκεται η θέση της αρχαίας Πύδνας, μιας πόλης που διαδραμάτισε σημαντικό ρόλο στην ιστορία της Μακεδονίας εξαιτίας του λιμανιού, αλλά και της στρατηγικής της θέσης. Η πρώτη κατοίκηση της περιοχής λαμβάνει χώρα κατά τη Νεότερη Νεολιθική εποχή, ενώ κατά την εποχή του Χαλκού, ιδρύονται οι πρώτοι οικισμοί στα παράλια της βόρειας Πιερίας και η αρχαία Πύδνα. Στη συνέχεια ο οικισμός γνωρίζει μεγάλη άνθηση κατά την Πρώιμη Εποχή του Σιδήρου, ενώ κατά την Αρχαϊκή εποχή συρρικνώνεται σημαντικά (Μπέσιος, 1997). Η περίοδος της μεγαλύτερης ακμής της Πύδνας υπήρξε ο 5ος αιώνας π.Χ. Κατά τον Διόδωρο η Πύδνα αποτελούσε ένα καλό λιμάνι, όπως επίσης και κατά τον Σκύμνιο ήταν μια πόλη στην ακτή. Σίγουρα υπήρξε παράλια πόλη κατά το 168 π.Χ., οπότε και έλαβε χώρα η μάχη της Πύδνας, όπου ο Μακεδονικός στρατός ηττήθηκε από τις Ρωμαϊκές λεγεώνες και καθόρισε την εξέλιξη του ελληνικού κόσμου (Hammond, 1984).

Οι Αλυκές Κίτρους σήμερα (Εικ.3.2), αποτελούν μία λιμνοθάλασσα η οποία φιλοξενεί έναν σημαντικό υδροβιότοπο, με σπάνιες πανίδες, και προστατεύεται από τη συνθήκη Ramsar (Ν.Δ. 191/174). Η λιμνοθάλασσα της Αλυκής έχει έκταση 3,52 km^2, μέγιστο βάθος 1,5 m και είναι πρακτικά αποκομμένη από τη θάλασσα, καθώς η επικοινωνία της επιτυγχάνεται από ένα στενό τεχνητό κανάλι πλάτους 4 m, στο οποίο η ροή ελέγχεται από ένα μικρό θυρόφραγμα. Ο γειτνιάζων κόλπος του Κίτρους (Εικ.3.3), χωρίζεται από τις αλυκές από έναν στενό βραχίονα εδάφους και ανήκει στον Θερμαϊκό κόλπο.

Το κλίμα της περιοχής είναι Μεσογειακού τύπου με μέσο ετήσιο ύψος βροχής (Pm) ίσο με 438,7 mm και μέση ετήσια θερμοκρασία Tm=20.6 ^{0}C (Μετεωρολογικός σταθμός Α.Π.Θ., για την περίοδο 1970-2000). Στην πραγματικότητα στην περιοχή επικρατεί ένα κλίμα Μεσογειακό με ηπειρωτικές επιρροές, εξαιτίας των ανέμων βόρειας προέλευσης που συνοδεύονται από πτώση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του χειμώνα και της άνοιξης και συμβάλλουν στην διαφοροποίηση αυτή (Lefort, 1986).

Σύμφωνα με τη διασκόπηση φυσικών παραμέτρων που πραγματοποιήθηκε στα νερά του Θερμαϊκού (Durrieu de Madron et al., 1992), σε βάθη μικρότερα από 40 m, που αφορά στην ακτή της περιοχής μελέτης, οι τιμές της θερμοκρασίας ξεπερνούν τους 13.5 ^{0}C και οι τιμές αλμυρότητας είναι χαμηλές, με μεγάλη χωρική μεταβλητότητα, εξαιτίας της παρουσίας των ποταμών.

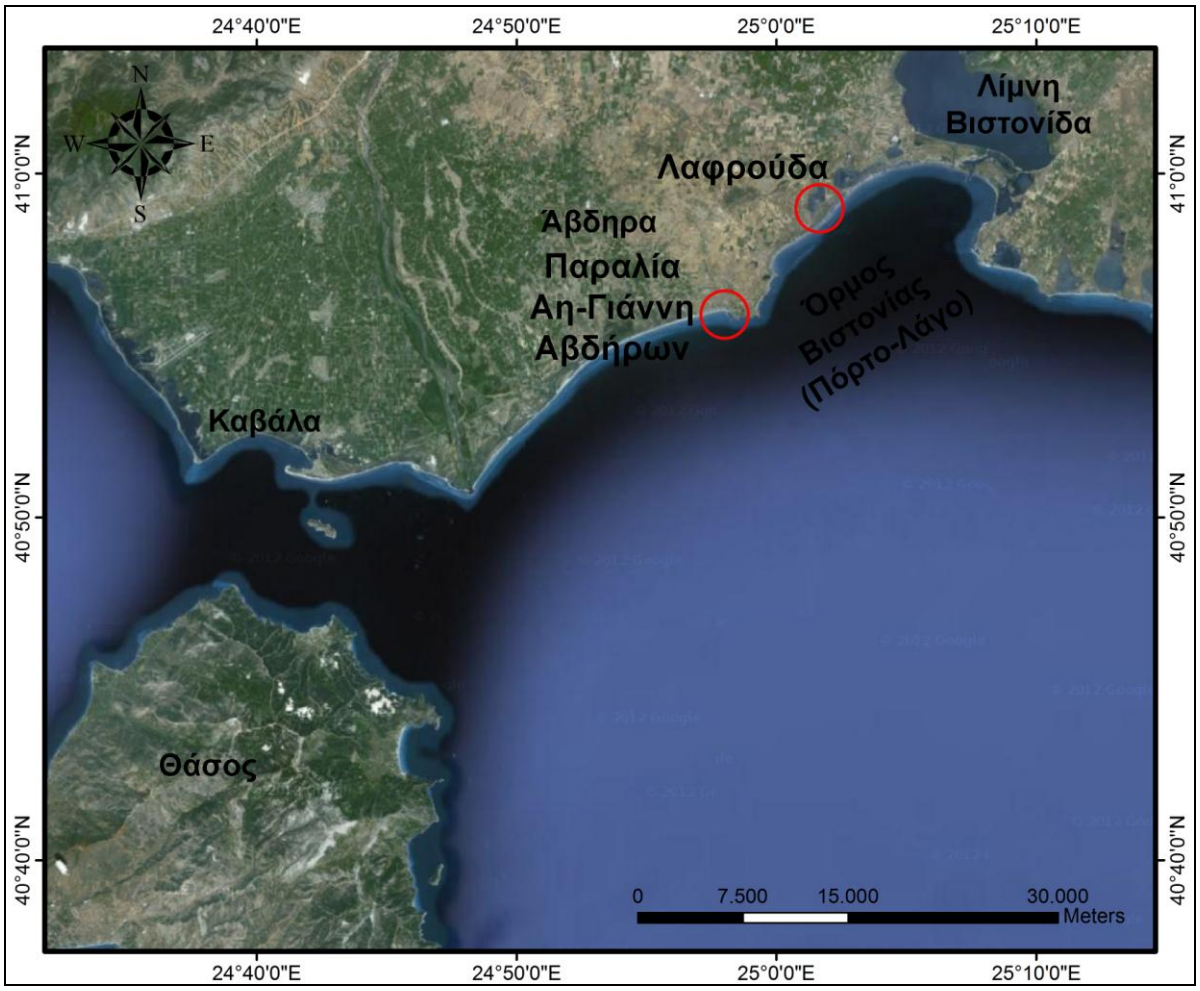
Εικ.3.2. Άποψη της λιμνοθάλασσας των Αλυκών Κίτρους.

Εικ.3.3. Άποψη του κόλπου του Κίτρους.

3.4. Λαφρούδα Θράκης

Η Λαφρούδα Θράκης είναι μια πεδινή περιοχή, που τοποθετείται στο βόρειο περιθώριο του Αιγαίου (Σχ.3.4). Βρίσκεται κοντά στα Άβδηρα, περίπου 30 km νοτιοανατολικά της πόλης της Ξάνθης, στην παράκτια ζώνη ανατολικά των εκβολών του ποταμού Νέστου. Αποτελεί έναν Νεολιθικό οικισμό (Νεολιθική τύμβο) δίπλα σε μια μικρή λιμνοθάλασσα νότια του όρμου Βιστονίας (Πόρτο Λάγος) (Σχ .3.4). Δυτικά της Λαφρούδας βρίσκεται η παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων σε μικρή απόσταση από τα Άβδηρα.

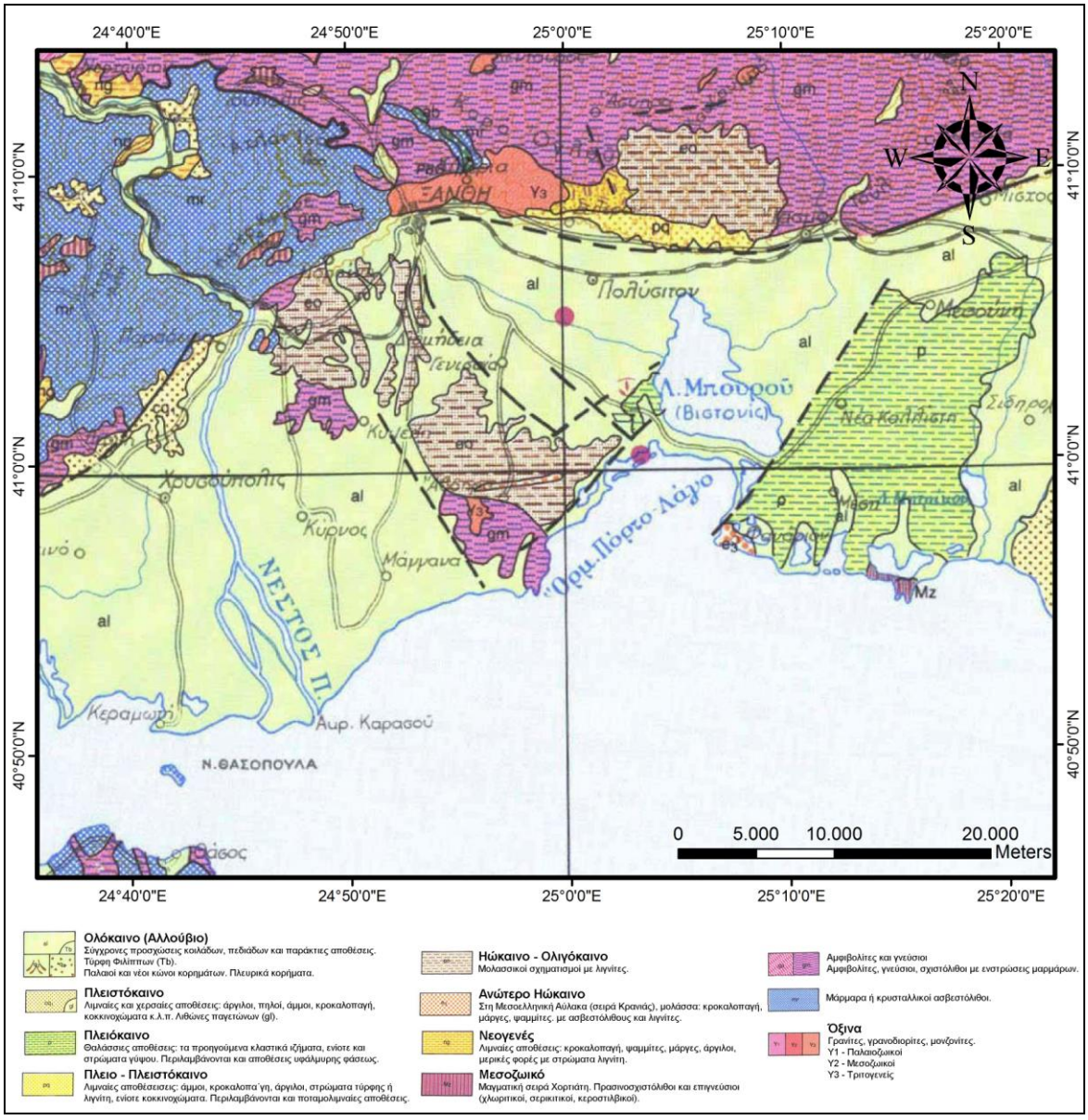
Πολλοί ερευνητές ασχολήθηκαν με τη γεωλογία, τεκτονική, πετρολογία, γεωμορφολογία, αλλά και την παλαιοντολογία της περιοχής (Osswald, 1938; Brunn, 1956; Kronberg et al., 1970; Boncev, 1988; Papanikolaou & Panagopoulos, 1981; Liati, 1986; Kilias & Mountrakis, 1990; Innocenti et al., 1984; Eleftheriadis & Lippolt, 1984; Κυριακόπουλος, 1987; Del Moro et al., 1988; Ψιλοβίκος κ.α., 1988; Ψιλοβίκος & Συρίδης, 1997; Συρίδης, 1996; Soldatos et al., 2001; Dinter et al., 1995, Eleftheriadis et al., 2001; Christofides et al., 2004; Pavlopoulos, 2010; Koukousioura et al., 2010a, b, 2012; Pavlopoulos et al., 2011).



Σχ.3.4. Χάρτης της περιοχής της Λαφρούδας Θράκης και των γειτονικών ακτών των Αβδήρων (Υπόβαθρο: Εθνικό Κτηματολόγιο).

Η περιοχή ανήκει γεωτεκτονικά στη μάζα της Ροδόπης η οποία συνιστά μια μεταμορφική ακολουθία (Osswald, 1938; Kronberg et al., 1970; Papanikolaou & Panagopoulos, 1981).
Αποτελείται από τα μεταμορφωμένα πετρώματα της ενότητας Παγγαίου, τα πλουτωνικά και ηφαιστειακά πετρώματα και τα τριτογενή και νεογενή ιζήματα. Η ενότητα Παγγαίου, ή Κατώτερη Τεκτονική Ενότητα που καταλαμβάνει τη δυτική, νοτιοδυτική Ροδόπη (Papanikolaou & Panagopoulos, 1981) αποτελείται από ορθογνεύσιους, σχιστόλιθους, αμφιβολίτες και μάρμαρα. Κατά την περίοδο του Τριτογενούς δημιουργήθηκε το τεκτονικό βύθισμα Ξάνθης–Κομοτηνής, όπου αποτέθηκαν ιζήματα καθώς επίσης και ηφαιστειοκλαστικά υλικά, ενώ συχνή είναι και η παρεμβολή συμπαγών ηφαιστειακών και πλουτωνικών πετρωμάτων, εξαιτίας μαγματικής δραστηριότητας που έλαβε χώρα την εποχή αυτή. Η ιζηματογενής ακολουθία αποτελείται στο κατώτερο τμήμα της από κροκαλοπαγή, ψαμμίτες και αργίλους ηλικίας Μέσου Ηωκαίνου (Λουτήσιο). Η

ιζηματογένεση συνεχίζεται κατά το Πριαμπόνιο με νουμμουλιτικούς ασβεστόλιθους, ψαμμίτες και μάργες με εναλλαγές πυροκλαστικών υλικών. Στην ολιγοκαινική σειρά παρατηρούνται αρχικά καθαρά θαλάσσιοι σχηματισμοί οι οποίοι μεταβαίνουν σε ψαμμιτικούς-μολασσικούς σχηματισμούς αβαθούς θάλασσας. Την εποχή αυτή ξεκινά και ο κύριος κύκλος ηφαιστειότητας και πλουτωνισμού (ρυόλιθοι, ανδεσίτες, πυροκλαστικά, μονζονίτες). Τέλος στο Νεογενές μετά από μία μακρά περίοδο διακοπής, η ιζηματογένεση, αρχίζει και πάλι στο Α. Μειόκαινο με την απόθεση κλαστικών-μολασσικών ιζημάτων αβαθούς θάλασσας (Lalechos, 1986; Παπαδόπουλος κ.α., 2003, 2005) (Σχ.3.5).



Σχ.3.5. Γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής Λαφρούδας Θράκης (Ι.Γ.Μ.Ε., 1983).

Γεωμορφολογικά, η περιοχή διαχωρίζεται στην ορεινή ζώνη στο βορά, τις Νεογενείς λεκάνες (πεδιάδες) στο νότο, και στις λοφώδεις εκτάσεις των πλειο-πλειστοκαινικών αποθέσεων (Xidakis et al., 1990), αλλά γενικά η ανθρωπογενής παρέμβαση μετά το 1945 ήταν τόσο ισχυρή, που τα φυσικά χαρακτηριστικά της περιοχής άλλαξαν σχεδόν ολοκληρωτικά (Ψιλοβίκος κ.α., 1988).

Το βάθος των παράκτιων αποθέσεων στη Λαφρούδα Θράκης καταδεικνύει έναν ελάχιστο ρυθμό της ανόδου της στάθμης της θάλασσας των 0.24 mm/yr κατά τη διάρκεια των τελευταίων 2770 χρόνων, που είναι συγκρίσιμες με τις τιμές που υπολογίστηκαν (0.25-0.38 mm/yr) από το μοντέλο των Lambeck & Purcell (Pavlopoulos, 2010; Pavlopoulos et al., 2011).

Κατά την πρώτη κατοίκηση περίπου 7500 χρόνια πριν, ο Νεολιθικός οικισμός τοποθετούνταν σε μια περιοχή της παράκτιας πεδιάδας που τότε βρίσκονταν σε κάποια απόσταση από τη θάλασσα (Ammerman et al., 2008). Μια μικρή αρχαιολογική ανασκαφή που πραγματοποιήθηκε από τη Ρωμιοπούλου (1965) στο ανώτερο μέρος του οικισμού οδήγησε στην ανακάλυψη κεραμικών τα οποία τοποθετήθηκαν στη Νεολιθική εποχή βάσει της τυπολογίας. Οι χρονολογήσεις που είναι μέχρι στιγμής διαθέσιμες για τα Νεολιθικά επίπεδα της Λαφρούδας είναι όλες νεότερες από 5500 cal yr BC γεγονός που σημαίνει ότι η κατοίκηση της περιοχής δεν έλαβε χώρα κατά την πρώιμη Νεολιθική περίοδο του Θρακικού Αιγαίου (Ammerman et al., 2008).

Η Λαφρούδα αποτελεί ένα Νεολιθικό οικισμό, που σήμερα βρίσκεται δίπλα σε μια μικρή λιμνοθάλασσα που χρησιμοποιείται ως ιχθυοτροφείο και επικοινωνεί με τη θάλασσα με ένα μικρού πλάτους τεχνητό κανάλι, στο οποίο η ροή ελέγχεται από θυρόφραγμα (Εικ.3.4). Ανάμεσα στην περιοχή μελέτης και στο αμμώδες φράγμα της ακτογραμμής υπάρχει μια απόσταση 800 m. Η λιμνοθάλασσα της Λαφρούδας αποτελεί έναν υδροβιότοπο Corine που φιλοξενεί μεγάλη πανίδα πουλιών και ερπετών και μαζί με τις γειτονικές λίμνες (Βιστονίδα, Ισμαρίδα) και λιμνοθάλασσες (Λάφρη και Πόρτο Λάγος) προστατεύονται από τη συνθήκη Ramsar (Ν.Δ. 191/74). Η γειτνιάζουσα παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων (Εικ.3.5), βρίσκεται δυτικά της περιοχής της Λαφρούδας.

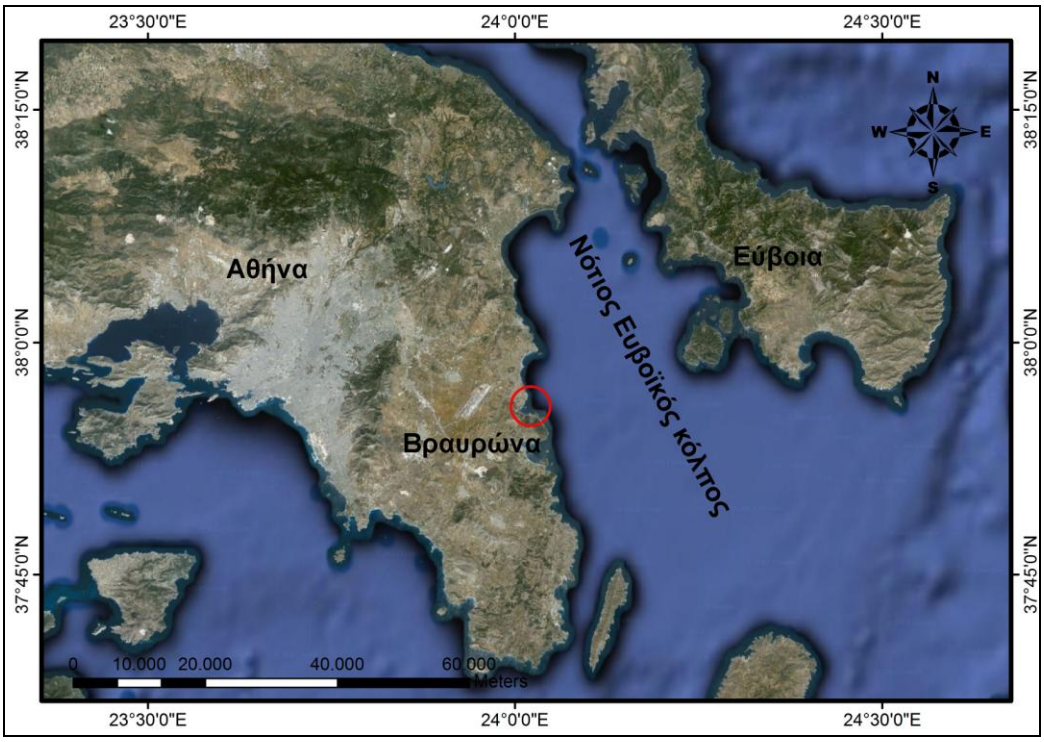
Εικ.3.4. Άποψη της λιμνοθάλασσας της Λαφρούδας Θράκης με το Νεολιθικό οικισμό (τύμβος).

Το κλίμα της περιοχής είναι Μεσογειακού τύπου στην παράκτια ζώνη. Στην πραγματικότητα στην περιοχή επικρατεί ένα κλίμα μεσογειακό με ηπειρωτικές επιρροές, εξαιτίας των ισχυρών ανέμων βόρειας προέλευσης που συνοδεύονται από πτώση της θερμοκρασίας και πνέουν κατά τη διάρκεια όλου του έτους.

Εικ.3.5. Άποψη της παραλίας Αη-Γιάννη Αβδήρων.

3.5. Βραυρώνα Αττικής

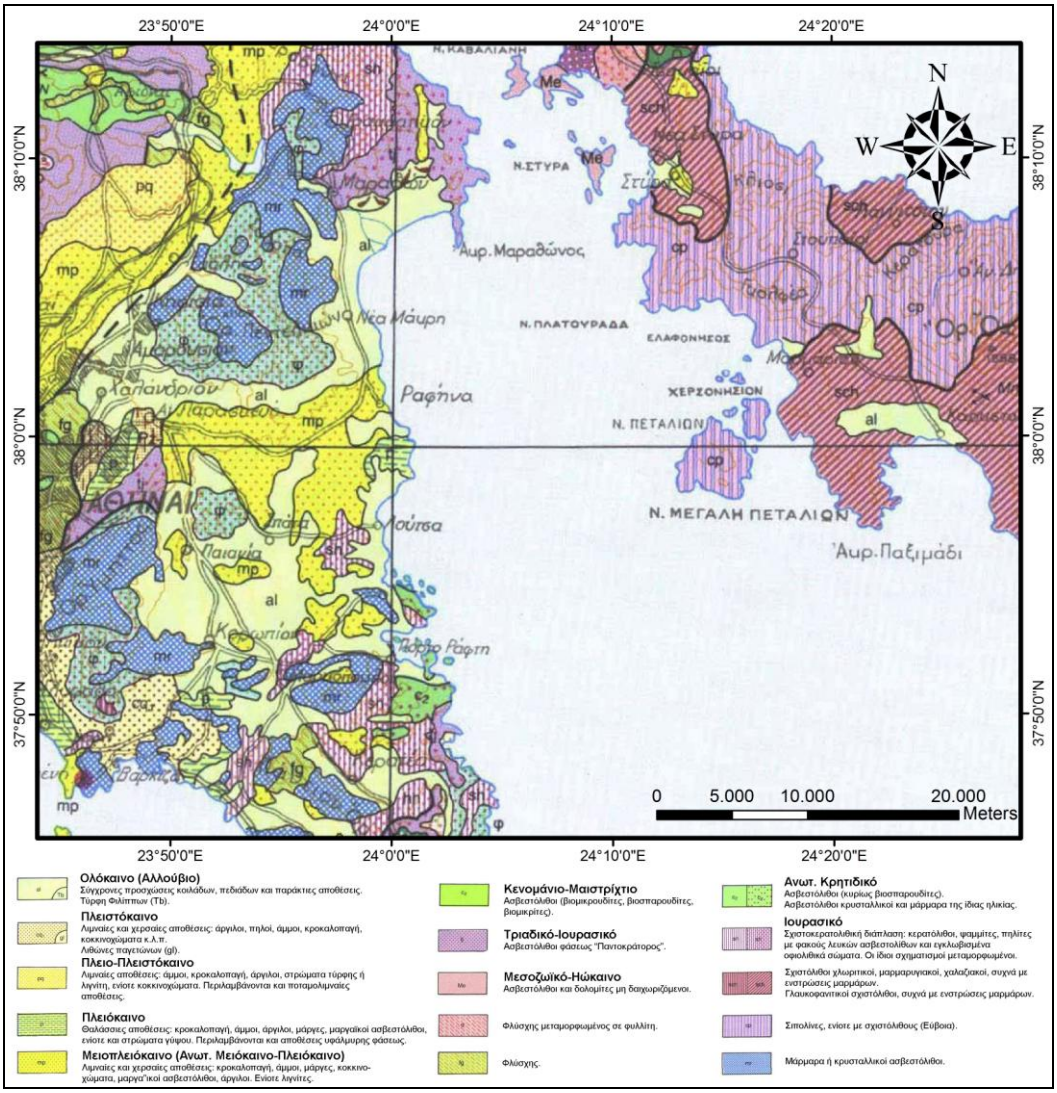
Η περιοχή της Βραυρώνας βρίσκεται στο ανατολικό μέρος της χερσονήσου της Αττικής και 38 km ανατολικά της Αθήνας. Πρόκειται για μια παράκτια βαλτώδη περιοχή, η οποία εκτείνεται από τον ομώνυμο γειτονικό αρχαιολογικό χώρο έως την παράκτια ζώνη, ακολουθώντας τον Ερασίνο ποταμό (Σχ.3.6). Τοποθετείται στο νότιο Ευβοϊκό κόλπο, στο μυχό ενός στενού κόλπου μεταξύ Ραφήνας και Πόρτο Ράφτη όπου αποστραγγίζει το κεντρικό και νότιο τμήμα της λεκάνης των Μεσογείων. Υπάρχουν δύο ευρείες δίοδοι για τον Ευβοϊκό κόλπο, μέσω της πεδιάδας της Αττικής, η νοτιότερη εκ των οποίων είναι ο Ερασίνος ποταμός που εκβάλει στο νότιο Ευβοϊκό κόλπο μέσω του κόλπου της Βραυρώνας. Η περιοχή της Βραυρώνας αποτελεί σημαντική τοποθεσία τόσο για τα αρχαιολογικά και παλαιοντολογικά της ευρήματα, όσο και γιατί κατατάσσεται ανάμεσα στους ελληνικούς υδροβιότοπους του δικτύου Natura 2003.



Σχ.3.6. Χάρτης της περιοχής της Βραυρώνας Αττικής (Υπόβαθρο: Εθνικό Κτηματολόγιο).

Στην ευρύτερη περιοχή του νότιου Ευβοϊκού κόλπου πραγματοποιήθηκαν πλήθος εργασιών που αφορούν στη γεωλογία, στρωματογραφία, τεκτονική, γεωμορφολογία, παλαιοντολογία καθώς και στην αρχαιολογία της περιοχής (Lepsius, 1893; Τρικαλλινός, 1935; Παπαδημητρίου, 1948; Κόντης, 1967; Mariolakos & Papanikolaou, 1973; Perissoratis & van Andelt, 1991; Λόζιος, 1993; Verginis, 1995; Symeonidis & Rapeder, 1995; Pavlopoulos et al., 2011; Pavlopoulos, 2010; Apostolopoulou-Kakavoyanni, 2001a, b, c, d; Polychronakou-Sgouritsa, 2001; Steinhaouer, 2001a,b,c; Anastasakis et al., 2006; Triantaphyllou et al., 2010b; Koukousioura et al., 2010a, b, 2012; Kouli, 2011; Drinia & Anastasakis, 2012).

Οι περιοχές της Βραυρώνας και του νότιου Ευβοϊκού κόλπου, ανήκουν στη γεωτεκτονική Αττικοκυκλαδική ζώνη και συγκεκριμένα στην Ενότητα της ΒΑ Αττικής, η οποία θεωρείται ως μία σχετικά αυτόχθονη μεταμορφωμένη ακολουθία (Lepsius, 1893; Mariolakos & Papanikolaou, 1973).
Η ευρύτερη περιοχή αποτελείται από τα μεταμορφωμένα πετρώματα, μάρμαρα και δολομίτες Α. Τριαδικού-Κ. Ιουρασικού, έναν ορίζοντα από μεταμορφωμένα πετρώματα του Α. Κρητιδικού (από Μουντράκη, 1985) και τις Τριτογενείς και Τεταρτογενείς αλλούβιες αποθέσεις (Λόζιος, 1993). Οι περισσότερες πεδιάδες της Αττικής χαρακτηρίζονται από αυτό το γεωλογικό υπόβαθρο που καλύπτεται από Πλειστοκαινικά και αλλούβια ιζήματα.



Σχ.3.7. Γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής Βραυρώνας Αττικής (Ι.Γ.Μ.Ε., 1983).

Συγκεκριμένα στην παράκτια βαλτώδη περιοχή της Βραυρώνας το προ-Ολοκαινικό υπόβαθρο αποτελείται από άνω Μειοκαινικά έως Ολοκαινικά χερσαία ιζήματα που εμφανίζονται εκατέρωθεν του Ερασίνου ποταμού, παρουσιάζουν μία μετάβαση προς πιο θαλάσσιο χαρακτήρα στην εκβολή του ποταμού (Verginis, 1995). Η ευρύτερη περιοχή της Βραυρώνας αποτελεί, μια μεταβατική γεωμορφολογική ενότητα μεταξύ της ηπειρωτικής Ελλάδας και των Κυκλάδων (Παυλόπουλος, 1997).

Στην περιοχή διαπιστώθηκαν τρεις φάσεις πτυχώσεων (από Μουντράκη, 1985). Όσον αφορά τη λεκάνη του νότιου Ευβοϊκού σταδιακά πλημμύρισε κατά το Πλειόκαινο και το Κ. Τεταρτογενές. Μια αλλαγή στην τεκτονική στο Α. Πλειόκαινο οδήγησε σε πιο ραγδαία καταβύθιση στον κόλπο και τη δημιουργία βαθύτερων θαλάσσιων συνθηκών. Γενικά, οι κόλποι του κεντρικού και νότιου Ευβοϊκού θεωρούνται περιοχές ήπιας τεκτονικής δραστηριότητας και συνεπώς μέτριας σεισμικότητας (Drakopoulos et al., 1984).

Σύμφωνα με τη καμπύλη των Lambeck & Purcell (2005), για τη στάθμη της θάλασσας της περιοχής της Βραυρώνας θα έπρεπε να είναι περίπου στα 5.5 m στα 6000 yr BP και 0.90 m στα 2000 yr BP, προβλέποντας μια άνοδο της στάθμης της θάλασσας με ρυθμό 0.83 mm/yr για τα τελευταία 6000 χρόνια και έναν ρυθμό των 0.67 mm/yr, για τα τελευταία 3000 χρόνια (Pavlopoulos, 2010; Triantaphyllou et al., 2010b; Pavlopoulos et al., 2011).

Στο ΝΔ τμήμα της παράκτιας πεδιάδας της Βραυρώνας βρίσκεται μια σπηλαιοδολίνη με πλούσια απολιθώματα σπονδυλωτών, μεταξύ άλλων τα είδη *Canis lupo*, *Vulpes vulpes*, *Ursus arctos*, *Panthera leo*, *Cervidae*, herpetofauna, και avifauna ηλικίας ca. 7–25 kyr (Symeonidis & Rabeder, 1995), παρέχοντας στοιχεία για τις παλαιοκλιματικές συνθήκες κατά τη διάρκεια της τελευταίας παγετώδους περιόδου.

Επίσης, οι αρχαιολογικές έρευνες έδειξαν πως η πρώτη κατοίκηση στην περιοχή της Βραυρώνας πραγματοποιήθηκε κατά την Κάτω με Μέση Νεολιθική εποχή (Apostolopoulou-Kakavoyanni, 2001a). Άνθιση γνώρισε η περιοχή με την οργάνωση συστήματος πόλης, κατά τη μέση εποχή του Χαλκού (Apostolopoulou-Kakavoyanni, 2001b, c) και τους Μυκηναϊκούς χρόνους (Polychronakou-Sgouritsa, 2001), οπότε και η περιοχή αυτή χρησιμοποιήθηκε ως ένα φυσικό λιμάνι. Κατά το τέλος των Μυκηναϊκών χρόνων, ο πληθυσμός της πόλης μεταφέρθηκε σε μικρές αγροτικές κοινότητες (Apostolopoulou-Kakavoyanni, 2001d). Το ιερό της Βραυρωνίας Αρτέμιδος που άνθισε κατά τους Αρχαϊκούς και Κλασσικούς Χρόνους (Κόντης, 1967; Steinhauer, 2001a, b), καταστράφηκε από πλημμύρα του Ερασίνου ποταμού περίπου στο τέλος του 3ου αιώνα π.Χ. και παρόλες τις προσπάθειες του Δήμου Αθηναίων για την αποκατάστασή του, καλύφθηκε από τις αποθέσεις του Ερασίνου ποταμού (Παπαδημητρίου, 1948; Κόντης, 1967). Κατά τους Ρωμαϊκούς χρόνους, οι εγκαταστάσεις μετατοπίστηκαν προς την ενδοχώρα (Steinhauer, 2001c), ενώ οι περισσότερες παράκτιες περιοχές όπως η Βραυρώνα εγκαταλείφθηκαν.

Η παράκτια περιοχή του κόλπου της Βραυρώνας σήμερα (Εικ.3.6), αποτελεί μια ελώδη περιοχή στο νότιο Ευβοϊκό κόλπο. Ο μικρός Ερασίνος ποταμός εισρέει εντός της παράκτιας πεδιάδας της Βραυρώνας και έχει επιφάνεια απορροής περίπου 210 km^2 (Εικ.3.7). Αποτελεί θέση με πλούσια βιοποικιλότητα, καθώς φιλοξενεί στις όχθες του πλήθος πουλιών, αλλά και στα υφάλμυρα ύδατα του κόλπου της Βραυρώνας όπου εκβάλει, βρίσκεται μεγάλος αριθμός ψαριών και για αυτό περιλαμβάνεται στους υδροβιότοπους του δικτύου Natura 2003. Η ευρύτερη περιοχή της Βραυρώνας παρουσιάζει έντονη επιρροή από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, και κυρίως μετά τη μεταφορά του Διεθνούς Αερολιμένα Αθηνών στην περιοχή, η Μεσογαία μετατράπηκε σε μία ραγδαία αναπτυσσόμενη αστική περιοχή.

Οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής της Βραυρώνας μπορούν να περιγραφούν ως τυπικού Μεσογειακού τύπου, με θερμά και ξηρά καλοκαίρια, και ήπιους και υγρούς

χειμώνες. Η μέση ετήσια κατακρήμνιση για την ανατολική Αττική είναι 567 mm και η μηνιαία θερμοκρασία αέρα κυμαίνεται ανάμεσα στους 27 ^{0}C και 10 ^{0}C με μέση ετήσια τιμή 18 ^{0}C (Εθνική Ελληνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, σταθμός Μαραθώνα, για την περίοδο 1925–1995). Η περιοχή γενικά εκτίθεται στους ΒΒΑ ανέμους, κυρίως κατά τη θερινή περίοδο.

Εικ.3.6. Άποψη του κόλπου της Βραυρώνας Αττικής.

Εικ.3.7. Άποψη του Ερασίνου ποταμού που εκβάλει στον κόλπο της Βραυρώνας Αττικής.

Ο νότιος Ευβοϊκός κόλπος (έκταση 472 km^2) έχει βάθος μικρότερο από 85 m. Η πιο σημαντική πηγή γλυκών νερών είναι ο Ασωπός που εκβάλει στο βόρειο μέρος του κόλπου. Το μεγαλύτερο μέρος του πυθμένα καλύπτεται από λεπτόκοκκα ιζήματα με μεγάλα ποσοστά ιλύος και αργίλου. Το ποσοστό της άμμου είναι μικρό με εξαίρεση τις ακτές της Εύβοιας (Λυκούσης & Σουρή-Κουρούμπαλη, 1984; Scoullos & Dasenakis, 1983; Satsmadjis & Voutsinou-Taliadouri, 1984). Η περιοχή είναι αποδέκτης των αστικών λυμάτων της Χαλκίδας και άλλων παραθεριστικών κέντρων και των αποβλήτων

της παρακείμενης βιομηχανικής ζώνης. Ο νότιος Ευβοϊκός χαρακτηρίζεται από τις μικρότερες συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων σε σχέση με άλλες περιοχές γεγονός που υποδηλώνει ότι η περιοχή δεν είναι ιδιαίτερα επιβαρυμένη ανθρωπογενώς (Scoullos & Dasenakis, 1983; Satsmadjis & Voutsinou-Taliadouri, 1984). Το νότιο τμήμα του νότιου Ευβοϊκού κόλπου αποτελεί ο κόλπος των Πεταλιών, που έχει βάθος μικρότερο από 160 m και είναι ανοιχτός προς το Αιγαίο. Στην περιοχή αυτή δεν εκβάλλουν σημαντικοί ποταμοί και δεν υπάρχουν σημαντικές εστίες ρύπανσης. Επικρατεί κυρίως άμμος, καθώς το ποσοστό της ιλύος και της αργίλου είναι μεγαλύτερο κατά μήκος των ακτών της Αττικής και στις νότιες περιοχές του κόλπου σε βάθη μεγαλύτερα από 100 m (Λυκούσης & Σουρή-Κουρούμπαλη, 1984).

Οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών αλάτων στον νότιο Ευβοϊκό, υπερβαίνουν ελάχιστα αυτές του ανοικτού Αιγαίου και μειώνονται σταδιακά προς τον κόλπο των Πεταλιών (Friligos & Gotsis-Skretas, 1987) που θεωρείται μια από τις πιο ολιγοτροφικές περιοχές της Μεσογείου (Friligos, 1985, 1987; Στεργίου, 1991).

4. ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

4.1. Περιοχές δειγματοληψίας

Για την κάλυψη των αναγκών της παρούσας εργασίας συλλέχθηκαν επιφανειακά ιζήματα πυθμένα σε πολλαπλούς σταθμούς δειγματοληψίας στα παράκτια οικοσυστήματα των περιοχών των Αλυκών Κίτρους, της Λαφρούδας και Αβδήρων (Θράκη) και της Βραυρώνας (Αττική), όπως και πραγματοποιήθηκαν γεωτρήσεις στις αντίστοιχες περιοχές. Για την απεικόνιση των περιοχών δειγματοληψίας χρησιμοποιήθηκαν ως υπόβαθρο ορθοφωτοχάρτες υψηλής ευκρίνειας, όπως αυτοί παρέχονται από το Εθνικό Κτηματολόγιο (www.ktimatologio.gr), και επεξεργάστηκαν στο λογισμικό πρόγραμμα ArcGIS v10.0.

α. Περιοχή Αλυκών Κίτρους

Η συλλογή δειγμάτων περιλαμβάνει επιφανειακά ιζήματα πυθμένα από τον κόλπο Κίτρους, η οποία γειτνιάζει των Αλυκών, και πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια δύο αποστολών δειγματοληψίας.

Η πρώτη αποστολή πραγματοποιήθηκε τον Ιούλιο του 2009, κατά την οποία συλλέχθηκαν δείγματα από 10 σταθμούς, βάθους 40–100 cm. Κατά την δεύτερη αποστολή, τον Φεβρουάριο του 2010, συλλέχθηκαν 10 δείγματα επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα, βάθους 30-110 cm (Πιν.4.1, Σχ.4.1). Τα δείγματα συλλέχθηκαν ανά 5 m κατά μήκος της ίδιας γραμμής δειγματοληψίας από την ακτή.

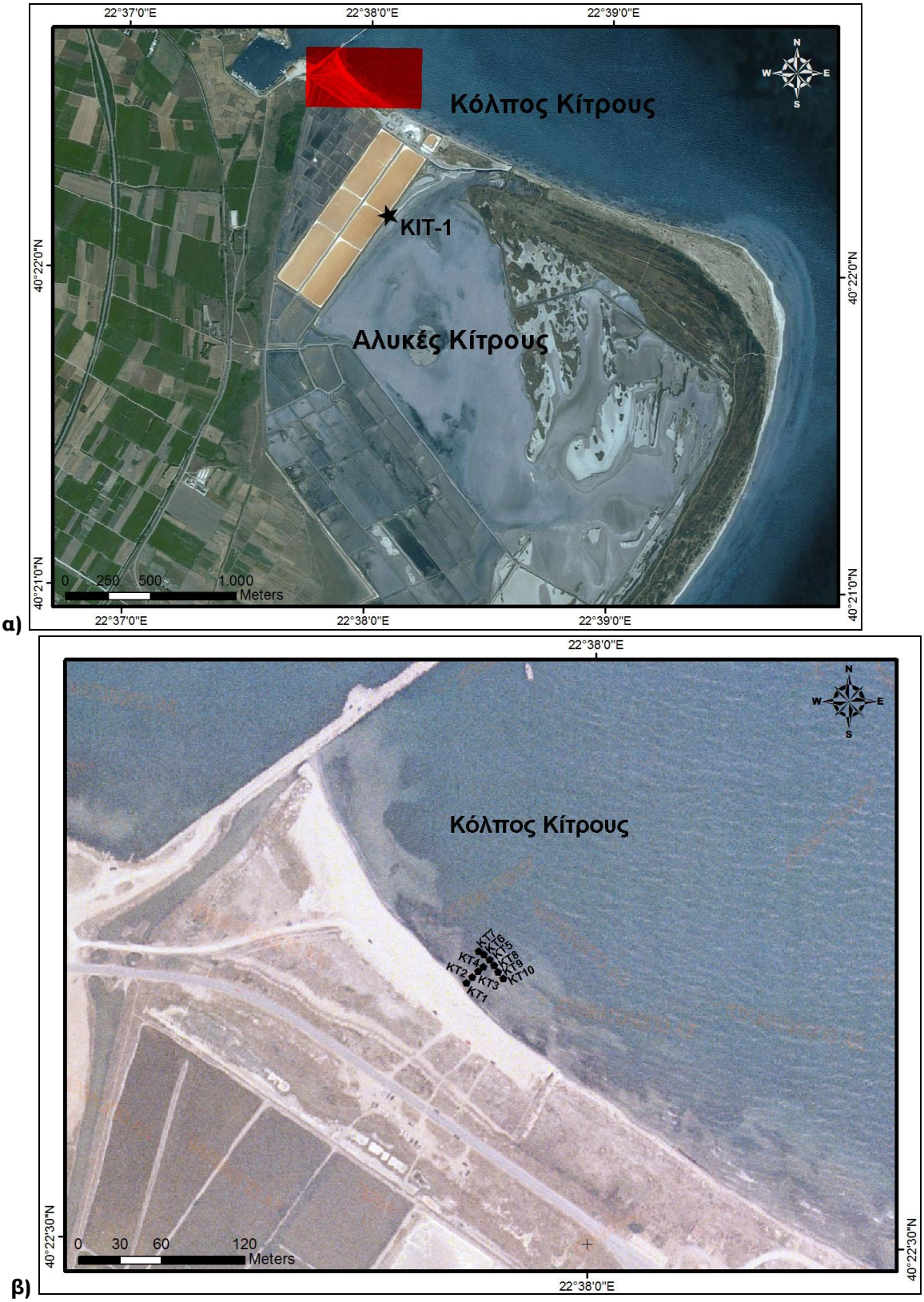
σταθμοί Κίτρος Ιούλιος 2009	βάθος (cm)	θερμο-κρασία (°C)	αλμυ-ρότητα (psu)	pH	σταθμοί Κίτρος Φεβρουάριος 2010	βάθος (cm)	θερμο-κρασία (°C)	αλμυ-ρότητα (psu)	pH
KT1s	80	26.2	35.5	8.23	KT1w	50	12.1	36.7	7.75
KT2s	60	26.2	35.3	8.20	KT2w	30			
KT3s	40	25.9	35.3	8.18	KT3w	50	11.6	36	7.78
KT4s	80	25.3	35.5	8.15	KT4w	70			
KT5s	80	25.5	35.5	8.23	KT5w	70	11.3	37.8	7.74
KT6s	60				KT6w	80			
KT7s	60				KT7w	90			
KT8s	80				KT8w	100			
KT9s	80				KT9w	100			
KT10s	100				KT10w	110			

Πιν.4.1. Στοιχεία σταθμών δειγματοληψίας επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα στον κόλπο Κίτρους.

Κατά τον Οκτώβριο του 2007 πραγματοποιήθηκε η γεώτρηση Κίτρος-1 (ΚΙΤ-1), παρόχθια της λιμνοθάλασσας των Αλυκών Κίτρους, σε απόλυτο υψόμετρο +0.10 m (πάνω από τη στάθμη της θάλασσας), έτσι ώστε να ληφθεί πυρήνας ιζήματος. Η ακριβής θέση της γεώτρησης δίνεται στον πίνακα και στον χάρτη που ακολουθεί (Πιν.4.2, Σχ.4.1). Ο πυρήνας ιζήματος, ο οποίος και μελετήθηκε λεπτομερώς μικροπαλαιοντολογικά, έφτασε στα 900 cm βάθος.

γεώτρηση	συντεταγμένες	απόλυτο υψόμετρο (m)	μήκος πυρήνα ιζήματος (cm)
ΚΙΤ-1	40°22'06"N 22°38'03"E	+0.10	900

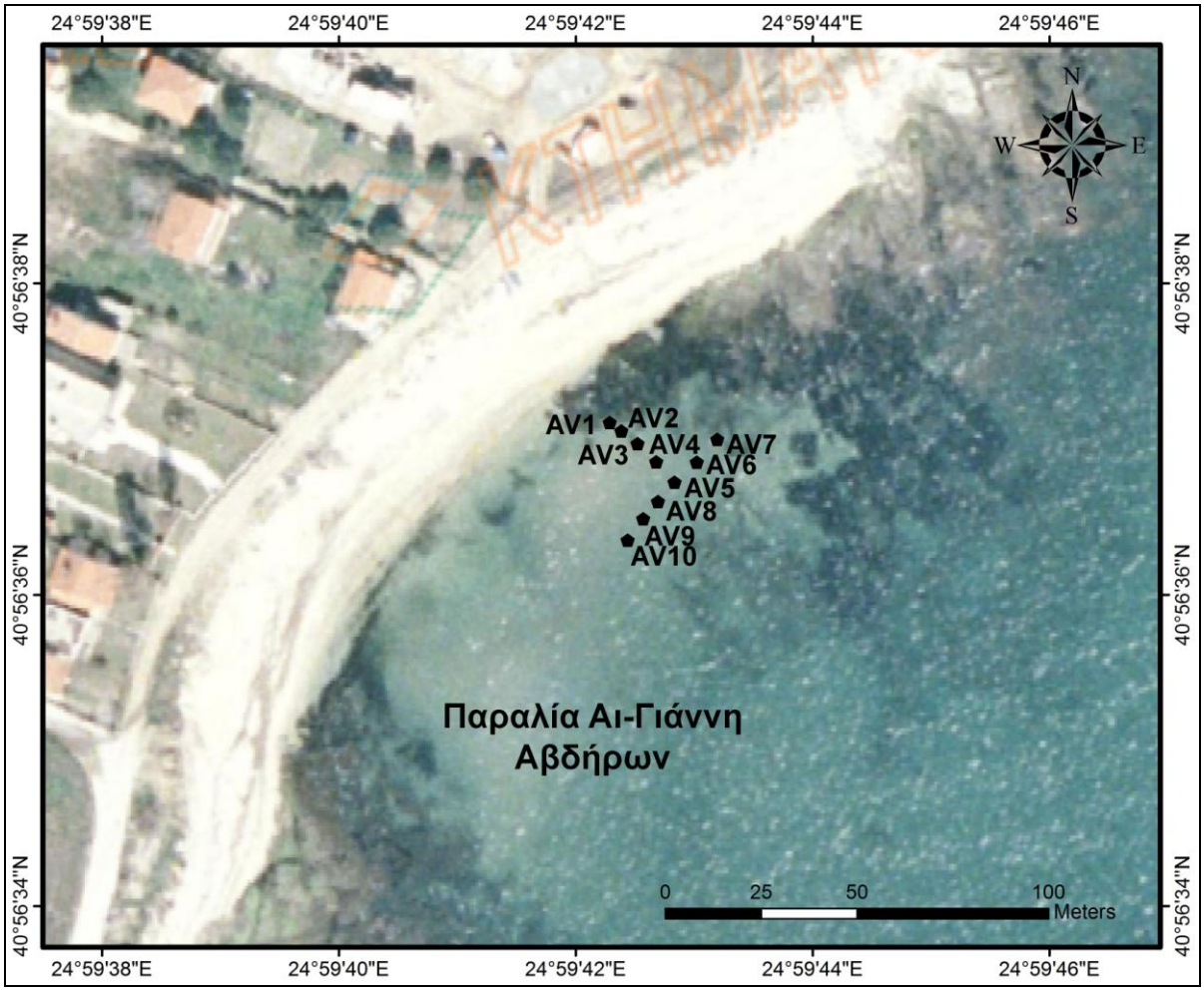
Πιν.4.2. Στοιχεία της γεώτρησης ΚΙΤ-1 των Αλυκών Κίτρους.



Σχ.4.1. α) Χάρτης των Αλυκών Κίτρους και του κόλπου Κίτρους. Με αστερίσκο σημειώνεται η θέση της γεώτρησης ΚΙΤ-1. Η ερυθρή διαγραμμισμένη περιοχή απεικονίζεται στον επόμενο χάρτη. **β)** ΚΤ1-ΚΤ10, οι θέσεις των επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα και στις δύο περιόδους δειγματοληψίας (Ιούλιος 2009, Φεβρουάριος 2010) (Υπόβαθρο από Εθνικό Κτηματολόγιο).

β. Περιοχή Λαφρούδας Θράκης

Η συλλογή δειγμάτων περιλαμβάνει 5 σταθμούς επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα, κατά μήκος της ακτής, στη λιμνοθάλασσα Λαφρούδας (Ιούνιος 2006), βάθους 10–15 cm. Συλλέχθηκαν επίσης επιφανειακά ιζήματα πυθμένα στην γειτονική παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων κατά τον Ιούνιο του 2009 (10 δείγματα, βάθους 30–100 cm) και τον Απρίλιο του 2010 (5 δείγματα, βάθους 60–110 cm) (Πιν.4.3, Σχ.4.2, Σχ.4.3). Τα δείγματα συλλέχθηκαν ανά 5 m κατά μήκος της ίδιας γραμμής δειγματοληψίας από την ακτή.



Σχ.4.2. Χάρτης της παραλίας Αη-Γιάννη Αβδήρων με τις θέσεις δειγματοληψίας των επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα (AV1-AV10) και στις δύο περιόδους δειγματοληψίας (Ιούνιος 2009, Απρίλιος 2010) (Υπόβαθρο από Εθνικό Κτηματολόγιο).

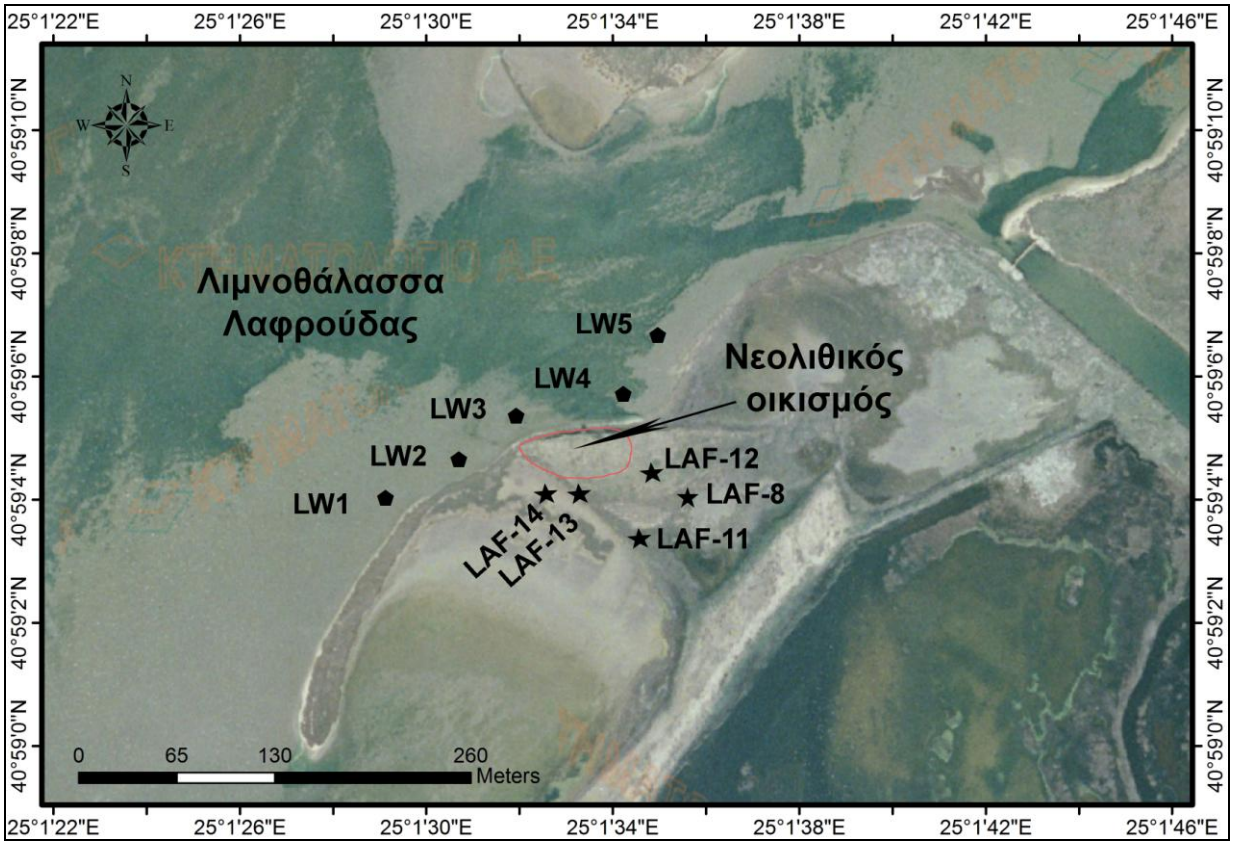
σταθμοί Λαφρούδα Ιούνιος 2006	βάθος (cm)	θερμο-κρασία (°C)	αλμυ-ρότητα (psu)	pH	σταθμοί Αη-Γιάννης Ιούνιος 2009	βάθος (cm)	θερμο-κρασία (°C)	αλμυ-ρότητα (psu)	pH	σταθμοί Αη-Γιάννης Απρίλιος 2010	βάθος (cm)	θερμο-κρασία (°C)	αλμυ-ρότητα (psu)	pH
LW1	15	18.2	30.4	7.69	AV1s	30	27.2	31.6	8.10	AV1w	60	17.7	32.6	8.08
LW2	15	18.9	26.7	7.71	AV2s	60	27.5	32	8.07	AV2w	80	17.7	33.8	8.01
LW3	10	18.6	30	7.68	AV3s	50	26.5	33.5	8.15	AV3w	90	16.8	32.3	8.13
LW4	10	18.4	30.3	7.69	AV4s	70				AV4w	100			
LW5	10	19.7	19.5	7.69	AV5s	60				AV5w	110			
					AV6s	70								
					AV7s	80								
					AV8s	90								
					AV9s	100								
					AV10s	90								

Πιν.4.3. Στοιχεία σταθμών δειγματοληψίας επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα στη λιμνοθάλασσα Λαφρούδας και τη γειτονική παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων.

Πέντε γεωτρήσεις πραγματοποιήθηκαν κατά τον Ιούνιο του 2006 (LAF-8, LAF-11, LAF-12, LAF-13, LAF-14), σε επιλεγμένες θέσεις στον νεολιθικό οικισμό της Λαφρούδας, στην παράκτια περιοχή της λιμνοθάλασσας. Οι ακριβείς θέσεις των γεωτρήσεων παρουσιάζονται στον πίνακα και στον χάρτη που ακολουθεί (Πιν.4.4, Σχ.4.3). Μικροπαλαιοντολογική ανάλυση πραγματοποιήθηκε και στους πέντε πυρήνες ιζήματος που προέκυψαν από τις γεωτρήσεις. Οι πυρήνες ιζήματος LAF-8 (520 cm) και LAF-11 (320 cm) έχουν απόλυτο υψόμετρο +0.33 m και +0.30 m, ενώ οι LAF-12 (405 cm), LAF-13 (306 cm) και LAF-14 (277 cm) έχουν απόλυτο υψόμετρο +0.49 m, +0.55 m και +0.44 m αντίστοιχα, πάνω από τη στάθμη της θάλασσας.

γεώτρηση	συντεταγμένες	απόλυτο υψόμετρο (cm)	μήκος πυρήνα ιζήματος (cm)
LAF-8	40°59'4.1"N 25°1'35.6"E	+0.33	520
LAF-11	40°59'3.3"N 25°1'34.6"E	+0.30	320
LAF-12	40°59'4.6"N 25°1'34.8"E	+0.49	405
LAF-13	40°59'4.3"N 25°1'33.4"E	+0.55	306
LAF-14	40°59'4.3"N 25°1'32.6"E	+0.44	277

Πιν.4.4. Στοιχεία των γεωτρήσεων LAF-8, LAF-11, LAF-12, LAF-13 και LAF-14 της Λαφρούδας Θράκης.



Σχ.4.3. Χάρτης της λιμνοθάλασσας Λαφρούδας με τον νεολιθικό οικισμό, τις θέσεις δειγματοληψίας των επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα (LW1-LW5) και των γεωτρήσεων (LAF-8, LAF-11, LAF-12, LAF-13, LAF-14) (Υπόβαθρο από Εθνικό Κτηματολόγιο).

γ. Περιοχή Βραυρώνας Αττικής

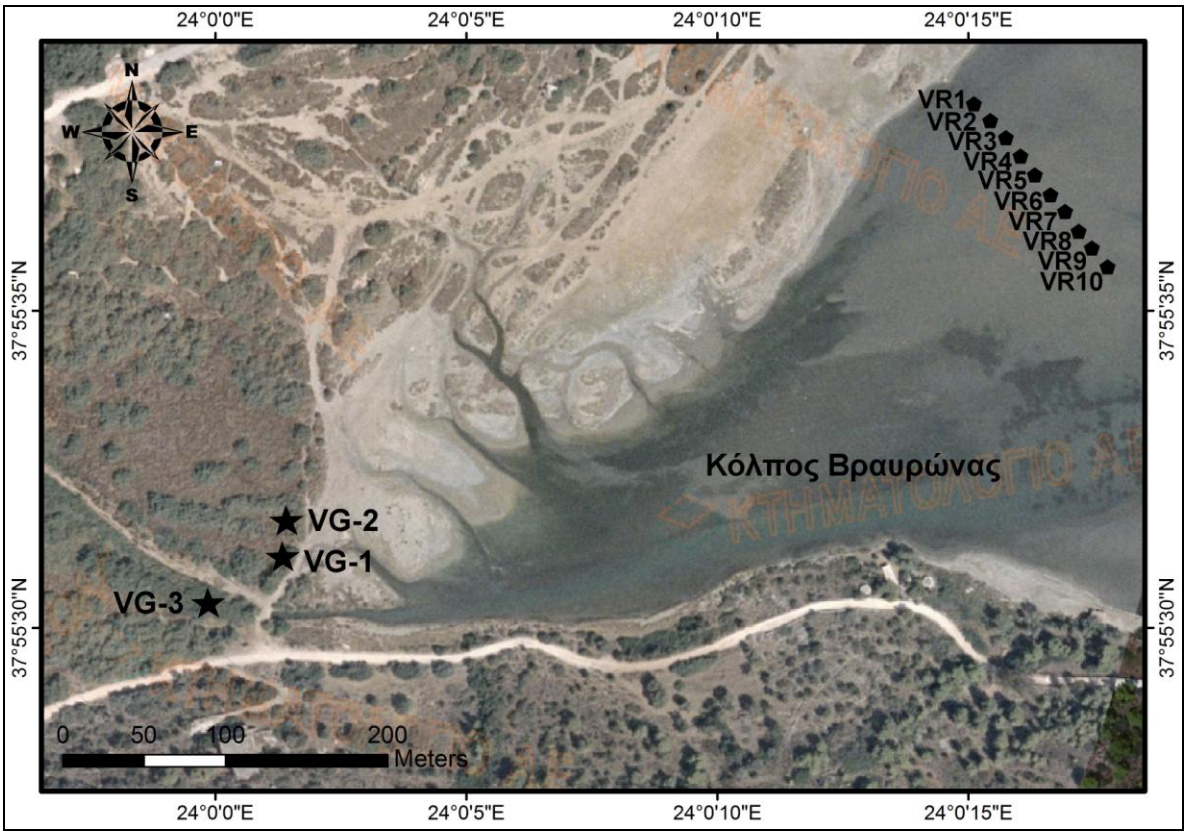
Η συλλογή δειγμάτων περιλαμβάνει επιφανειακά ιζήματα πυθμένα στην παράκτια περιοχή της Βραυρώνας και πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια δύο αποστολών δειγματοληψίας. Η πρώτη αποστολή πραγματοποιήθηκε τον Οκτώβριο του 2006, κατά την οποία συλλέχθηκαν δείγματα από 10 σταθμούς, βάθους 10–100 cm. Κατά την

δεύτερη αποστολή, τον Μάρτιο του 2010, συλλέχθηκαν 10 δείγματα επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα, βάθους 10–80 cm (Πιν.4.5, Σχ.4.4). Τα δείγματα συλλέχθηκαν ανά 10 m, κατά μήκος της ίδιας γραμμής δειγματοληψίας από την ακτή.

σταθμοί Βραυρώνα Οκτώβριος 2006	βάθος (cm)	θερμο-κρασία (ºC)	αλμυ-ρότητα (psu)	pH	σταθμοί Βραυρώνα Μάρτιος 2010	βάθος (cm)	θερμο-κρασία (ºC)	αλμυ-ρότητα (psu)	pH
VR1s	10	25.6	21.2	7.94	VR1w	10	20.3	21.2	7.80
VR2s	15	25.4	34.4	7.90	VR2w	20	21.3	22.7	7.87
VR3s	20	25.5	33.9	7.92	VR3w	30			
VR4s	35	24.9	34.2	7.87	VR4w	30			
VR5s	30	24.8	32.5	7.88	VR5w	40			
VR6s	30	25	34.2	7.90	VR6w	45			
VR7s	30	25	34.2	7.93	VR7w	50			
VR8s	90	24.92	34.2	7.96	VR8w	60			
VR9s	50	24.7	34.1	7.98	VR9w	80			
VR10s	100	25	34.6	7.96	VR10w	80			
εκβολή Ερασίνου	30	19	1.50	7.45	εκβολή Ερασίνου	30	18.9	20.9	7.74

Πιν.4.5. Στοιχεία σταθμών δειγματοληψίας επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα στην παράκτια περιοχή της Βραυρώνας (Αττική).

Κατά τον Νοέμβριο του 2004 πραγματοποιήθηκαν τρεις γεωτρήσεις (VG-1, VG-2 και VG-3) κατά μήκος μιας γραμμής δειγματοληψίας στη βαλτώδη παράκτια περιοχή του Ερασίνου ποταμού, κοντά στην παράκτια περιοχή της Βραυρώνας. Οι ακριβείς θέσεις των γεωτρήσεων δίνονται στον πίνακα και στον χάρτη που ακολουθεί (Πιν.4.6, Σχ.4.4). Οι γεωτρήσεις VG-1 και VG-2 πραγματοποιήθηκαν σε αμμώδεις αποθέσεις κοντά στη σημερινή ακτή, που είχε ως αποτέλεσμα την απώλεια υλικού κατά τη διεξαγωγή της γεώτρησης.



Σχ.4.4. Χάρτης του κόλπου Βραυρώνας με τις θέσεις δειγματοληψίας. VR1-VR10, οι θέσεις των επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα κατά τη διάρκεια και των δύο περιόδων δειγματοληψίας (Οκτώβριος 2006, Μάρτιος 2010). Με αστερίσκους σημειώνονται οι θέσεις των γεωτρήσεων VG-1, VG-2 και VG-3 (Υπόβαθρο από Εθνικό Κτηματολόγιο).

Αντίθετα, η γεώτρηση VG-3 πραγματοποιήθηκε κοντά στη σημερινή ροή του Ερασίνου ποταμού, οπότε και ανακτήθηκε η πλέον δυνατή ακολουθία ιζημάτων, έτσι ώστε να επιλεγεί για περαιτέρω μικροπαλαιοντολογική ανάλυση.

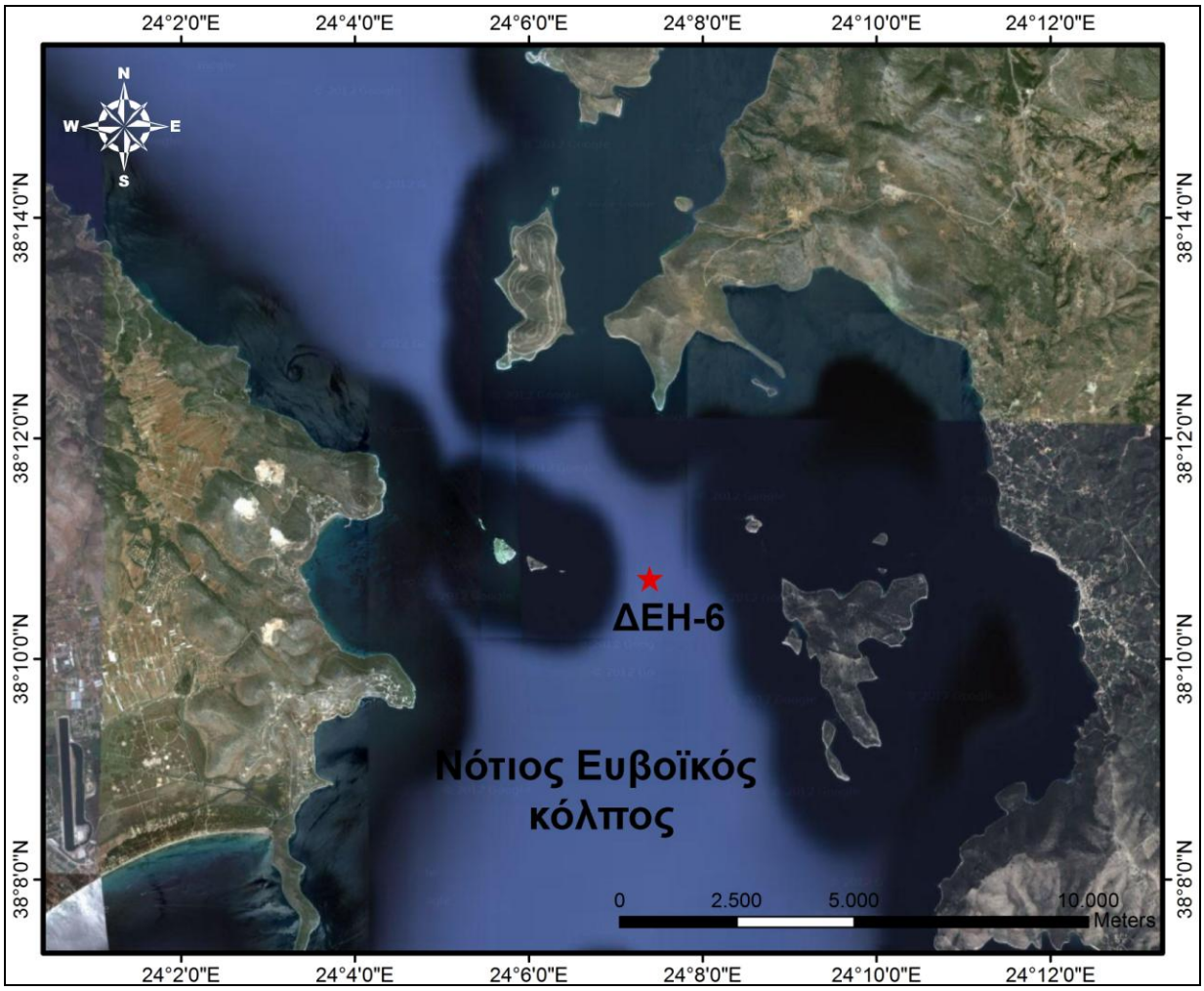
γεώτρηση	συντεταγμένες	απόλυτο υψόμετρο (m)	μήκος πυρήνα ιζήματος (cm)
VG-1	37°55'31.2"N 24°0'1.2"E	+0.50	300
VG-2	37°55'31.8"N 24°0'1.1"E	+0.30	300
VG-3	37°55'30.5"N 23°59'59.8"E	+1.50	500

Πιν.4.6. Στοιχεία των γεωτρήσεων VG-1, VG-2 και VG-3 της Βραυρώνας Αττικής.

Στη θαλάσσια περιοχή του νότιου Ευβοϊκού πραγματοποιήθηκε η γεώτρηση ΔΕΗ-6 που έδωσε πυρήνα ιζήματος μήκους 100 cm (Πιν.4.7, Σχ.4.5). Η γεώτρηση πραγματοποιήθηκε σε βάθος 73.5 m.

γεώτρηση	συντεταγμένες	βάθος γεώτρησης (m)	μήκος πυρήνα ιζήματος (cm)
ΔΕΗ-6	38°10'43.4617"N 24°07'23.6299"E	73.5	200

Πιν.4.7. Στοιχεία της γεώτρησης ΔΕΗ-6 στο νότιο Ευβοϊκό κόλπο.



Σχ.4.5. Χάρτης του νότιου Ευβοϊκού κόλπου με τη θέση της γεώτρησης ΔΕΗ-6 (Υπόβαθρο από Εθνικό Κτηματολόγιο).

4.2. Στρατηγική δειγματοληψίας

Κατά τις αποστολές δειγματοληψίας τα δείγματα των επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα συλλέχθηκαν με τη χρήση δειγματολήπτη τύπου Van Veen (Εικ.4.1α). Η μέθοδος δειγματοληψίας επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα χρησιμοποιείται ευρέως, καθώς θεωρείται η καταλληλότερη για τη λήψη δειγμάτων βενθονικής πανίδας (π.χ., Armynot du Châtelet et al., 2004; Vilela et al., 2004; Frontalini et al., 2009, κ.α.). Για κάθε δείγμα συλλέχθηκαν 100 cc αδιατάρακτου ιζήματος και τα ανώτερα 1-2 cm, τοποθετήθηκαν σε ογκομετρημένα φιαλίδια.

Τα δείγματα διατηρήθηκαν σε διάλυμα αιθυλικής αλκοόλης αναμεμιγμένο με θαλασσινό νερό, έτσι ώστε να διατηρηθούν τα μαλακά μέρη των τρηματοφόρων και χρωματίστηκαν με ουδέτερο διάλυμα rose Bengal (1 gr Rose Bengal/1 l αποσταγμένου νερού) (Walton, 1952). Το διάλυμα Rose Bengal, αποτελεί μία χρωστική η οποία έχει τη δυνατότητα χρωματισμού της οργανικής ουσίας. Έτσι χρωματίζοντας τα κελύφη των τρηματοφόρων, ανάλογα με το αν αυτά περιέχουν οργανική ουσία, διαχωρίζονται τα ζωντανά από τα νεκρά άτομα (Debenay et al., 2001). Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από αυτή τη μέθοδο δεν είναι απόλυτα ακριβή, καθώς το Rose Bengal μπορεί να χρωματίσει φύκη και βακτήρια προσκολλημένα στο κέλυφος ή οργανικά στοιχεία από το ίδιο το κέλυφος (Murray, 1991; Saffert & Thomas, 1998). Αν και αυτή η μέθοδος έχει περιορισμένες δυνατότητες (Gooday, 1986; Bernhard, 1988), παραμένει ο πλέον πρακτικός τρόπος για την ποσοτικοποίηση της ζωντανής πανίδας και κατά τους Lutze & Altenbach (1991), αν χρησιμοποιηθεί προσεκτικά οδηγεί σε αποτελέσματα με 96% επιτυχία. Στην παρούσα μελέτη, ακολουθήθηκε η μέθοδος που προτείνεται από τους de Stigter et al. (1998, 1999), για να διαχωριστούν τα ζωντανά άτομα (καλά χρωματισμένα/well-stained). Οπότε, θεωρήθηκαν ζωντανά τα άτομα, μόνο εάν τα κελύφη παρουσίαζαν έντονο ερυθρό χρωματισμό, ξεκάθαρα στο εσωτερικό των θαλάμων.

Οι γεωτρήσεις για τη λήψη πυρήνων ιζήματος, πραγματοποιήθηκαν με κρουστικό χειρογεωτρύπανο τύπου Cobra χρησιμοποιώντας σιδερένια στελέχη γεώτρησης, μήκους 1 m (Εικ.4.1γ).

Εικ.4.1. **α)** δειγματολήπτης τύπου Van Veen, **β)** ηλεκτρόδιο τύπου YSI Model και **γ)** χειρογεωτρύπανο τύπου Cobra.

4.3. Μέτρηση παραμέτρων στο πεδίο

Κατά τις δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν επί τόπου μετρήσεις αβιοτικών παραμέτρων σε επιλεγμένους σταθμούς σε όλες τις περιοχές μελέτης. Οι μετρήσεις της θερμοκρασίας, pH και αλατότητας, πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση ηλεκτρόδιου τύπου YSI Model (Παράρτημα 1, Εικ.4.1β).

4.4. Εργαστηριακή επεξεργασία δειγμάτων

Μετά την προσθήκη των διαλυμάτων αιθυλικής αλκοόλης και Rose Bengal, τα δείγματα των επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα ανακινήθηκαν καλά και διατηρήθηκαν σε χαμηλή θερμοκρασία για χρονικό διάστημα από 48 ώρες έως μερικές εβδομάδες, έως ότου να επιτευχθεί ο ορθός χρωματισμός των δειγμάτων (Walton, 1952). Στη συνέχεια 20 cm^2 ιζήματος λήφθηκαν με μικρή σπάτουλα από το κέντρο του φιαλιδίου και από το βαθύτερο έως το υψηλότερο σημείο, έτσι ώστε να είναι αντιπροσωπευτικό του μεγέθους των κόκκων. Η ποσότητα αυτή υπέστη πλύση με φυσικό νερό και τη χρήση κόσκινου διαμέτρου οπής 63 μm.

Επίσης, από επιλεγμένα δείγματα των επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα λήφθηκε ικανή ποσότητα (50-100 gr) για την πραγματοποίηση κοκκομετρικής ανάλυσης. Εφόσον απομακρύνθηκαν οι ρίζες και τα θραύσματα μαλακίων, ακολούθησε η κοκκομετρική ανάλυση με τη χρήση κοσκίνων διαμέτρου οπής από -2 Φ έως 4 Φ της κλίμακας Wentworth (30 λεπτά σε συχνότητα δόνησης 60 Hz).

Η κοπή των πυρήνων πραγματοποιήθηκε στους χώρους του εργαστηρίου Ιζηματολογίας του Τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (πυρήνας ιζήματος ΚΙΤ-1), του Τμήματος Γεωγραφίας του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου (πυρήνες ιζήματος LAF-8, LAF-11, LAF-12, LAF-13, LAF-14 και VG-1, VG-2, VG-3) και του Τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος του Πανεπιστημίου Αθηνών (πυρήνας ιζήματος ΔΕΗ-6). Οι πυρήνες διαιρέθηκαν κατά μήκος και φωτογραφήθηκαν. Στη συνέχεια έλαβε χώρα η συνοπτική περιγραφή της λιθολογίας και ο προσδιορισμός του χρώματος των ιζημάτων, σε φυσικές συνθήκες υγρασίας, σύμφωνα με τη χρωματική κλίμακα Munsell.
Η δειγματοληψία των πυρήνων πραγματοποιήθηκε ανά 4-5 cm, όπου ήταν δυνατόν, ή και πυκνότερα όπου θεωρήθηκε απαραίτητο. 10 gr ξηρού δείγματος ζυγίστηκαν, σε ηλεκτρονική ζυγαριά, διαποτίστηκαν σε διάλυμα υπεροξειδίου του υδρογόνου (H_2O_2) και στη συνέχεια, υπέστησαν πλύση, όπως περιγράφηκε παραπάνω.

Τα μελετώμενα δείγματα ξηράνθηκαν σε χαμηλή θερμοκρασία (60 ^{0}C), για μερικά εικοσιτετράωρα.

4.5. Επεξεργασία τρηματοφόρων

Για τη συλλογή των τρηματοφόρων χρησιμοποιήθηκε το κλάσμα >63 μm, όπως αυτό προέκυψε από την εργαστηριακή επεξεργασία. Τα δείγματα μειώθηκαν με τη βοήθεια Otto Microsplitter, ώσπου προέκυψε ένα αντιπροσωπευτικό μικρό κλάσμα, ικανό να περιέχει τον απαιτούμενο αριθμό τρηματοφόρων (200-300 άτομα). Όπου η συλλογή του επιθυμητού αριθμού ατόμων ήταν αδύνατη, μελετήθηκε ολόκληρο το δείγμα. Η μελέτη των κλασμάτων αυτού του μεγέθους, όσον αφορά τη συστηματική τους ταξινόμηση, προσφέρει ένα χρήσιμο συμβιβασμό μεταξύ του κόστους των αναλύσεων (χρόνος ερευνητή) και του οφέλους (πρόσθετη ακρίβεια μεγαλύτερων δειγμάτων) (Dix, 2001; Carnahan, 2005). Τα άτομα συλλέχθηκαν με λεπτό πινέλο (Νο 000) και τοποθετήθηκαν με ειδική κόλλα (Gome Adraganth) σε μικροπαλαιοντολογικά πινακίδια Chapman. Η συλλογή και μελέτη των τρηματοφόρων πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια στερεοσκοπίου προσπίπτοντος φωτός Leica S4E (μεγέθυνση Χ80).

Από κάθε δείγμα επιφανειακού ιζήματος πυθμένα, συλλέχθηκαν 300 ζώντα άτομα, όπου αυτό ήταν δυνατό αλλά και νεκρά, έτσι ώστε να προκύψει στατιστικά αντιπροσωπευτικό δείγμα (Debenay et al., 2001; Douglas, 1973). Τα ζωντανά και τα νεκρά άτομα διαχωρίστηκαν και καταμετρήθηκαν, ώστε να προκύψει το ποσοστό συμμετοχής τους σε κάθε δείγμα (Melis & Violanti, 2006). Παρόλο που δεν είναι διαθέσιμα τα στοιχεία του ρυθμού ιζηματογένεσης στις μελετώμενες περιοχές, έγινε η υπόθεση ότι τα ανώτερα 2 cm του ιζήματος που συλλέχθηκαν κατά τη δειγματοληψία, αποτέθηκαν σε μία περίοδο τουλάχιστον κάποιων μηνών. Τα νεκρά και ζωντανά άτομα που αποτέθηκαν σε αυτό το διάστημα παρέχουν έναν υπολογισμό των μέσων περιβαλλοντικών συνθηκών. Η μελέτη του συνόλου του πληθυσμού ενσωματώνει πληροφορίες για τις γενικές συνθήκες, για μία μεγαλύτερη χρονική περίοδο (Alve & Nagy, 1986), ενώ η σύνθεση μόνο της ζωντανής πανίδας αντανακλά τις περιβαλλοντικές συνθήκες σε αυτό το μικροενδιαίτημα τη χρονική στιγμή της δειγματοληψίας (Buzas et al., 2002). Κάποια μικρά παράλια είδη ίσως να έχουν έναν μηνιαίο, δηλαδή πολύ μικρό κύκλο ζωής (Boltovskoy & Lena, 1969). Τέτοια χαρακτηριστικά ζωντανών συναθροίσεων αποτελούν περιορισμό για περιβαλλοντικές μελέτες ενδιαμέσου χρόνου (Debenay et al., 2005), όπως αυτή η εργασία. Για τους παραπάνω λόγους στην παρούσα μελέτη αναλύθηκε το σύνολο του πληθυσμού των τρηματοφόρων (νεκρά και ζωντανά άτομα). Επιπλέον, όλα τα άτομα που παρουσιάζουν σπασμένα κελύφη, φθορές και υποδηλώνουν μεταφορά εξαιρέθηκαν και αποκλείστηκαν από τις αναλύσεις.

Η λεπτομερέστερη μελέτη των τρηματοφόρων επιτεύχθηκε με τη βοήθεια ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης (SEM), τύπου Jeol JSM 6360 του Τομέα Ιστορικής Γεωλογίας και Παλαιοντολογίας, του Τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος του Πανεπιστημίου Αθηνών. Στα μόνιμα παρασκευάσματα που χρησιμοποιήθηκαν για παρατήρηση στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, τα άτομα βενθονικών τρηματοφόρων τοποθετήθηκαν σε ειδικό χάλκινο δειγματοφορέα με τη βοήθεια αυτοκόλλητης ταινίας, διπλής όψεως. Ακολούθησε επιμετάλλωση χρυσού με τη χρήση επιμεταλλωτή Auto Sputter Coater, Agar.

4.6. Συστηματική ταξινόμηση τρηματοφόρων

Όλα τα άτομα των τρηματοφόρων που συλλέχθηκαν από τα δείγματα καταμετρήθηκαν και προσδιορίστηκαν σε επίπεδο είδους. Η συστηματική ταξινόμηση των τρηματοφόρων ακολούθησε το σχήμα συστηματικής ταξινόμησης των Loeblich & Tappan (1988). Ο προσδιορισμός τους επιτεύχθηκε με τις περιγραφές των Williamson (1858), Cushman (1914, 1915, 1921, 1922a,b, 1924, 1926, 1929, 1930, 1931, 1932, 1936, 1937, 1939), Ellis & Messina (1940-σήμερα), Parker (1958), Loeblich & Tappan (1988, 1994), Boltovskoy et al. (1980), Papp & Schmid (1985), Rupp (1986), Lévy et al. (1989, 1991, 1992), Cimmerman & Langer (1991), Hottinger et al. (1993), Sgarella & Moncharmont Zei (1993) και πλήθος δημοσιευμένων εργασιών σε επιστημονικά περιοδικά.

4.7. Χρονολόγηση πυρήνων

Ένα δείγμα θαλάσσιου γαστερόποδου (*Murex* sp.) από τον πυρήνα VG-1 και επιπρόσθετα ακόμα τέσσερα από τον πυρήνα VG-3 και δύο δείγματα του δίθυρου *Cerastoderma glaucum* από τον πυρήνα KIT-1 χρονολογήθηκαν χρησιμοποιώντας accelerator mass spectrometry (AMS ^{14}C) στα εργαστήρια της Beta Analytic USA. Ακόμη τέσσερα δείγματα (3 δείγματα οργανικού υλικού και ένα τεμάχιο ξύλου) από τον πυρήνα LAF-8 και από τον πυρήνα LAF-12 χρονολογήθηκαν, στο εργαστήριο του Lecce (Πιν.4.8). Οι χρονολογήσεις με ^{14}C βαθμονομήθηκαν χρησιμοποιώντας το CALIB 5.0 (Stuiver & Reimer, 1993) με την τοπική διόρθωση των 149±30 χρόνων που χρησιμοποιείται για το Αιγαίο (Facorellis et al., 1998) (Πίν.4.8).

Κωδικός εργαστηρίου	Πυρήνας	Βάθος (cm)	Απόλυτο υψόμετρο (cm)	^{14}C Age (yr BP)	Age (cal yr BP)	Age AD/BC	Βιοδείκτης	Βιβλιογραφία
Beta-288014	KIT-1	545	-535	6270±40	6405-6683	4734-4456 BC	*C. glaucum*	Koukousioura et al. (2012)
Beta-288015	KIT-1	882.5	-872.5	7460±40	7659-7908	5959-5710BC	*C. glaucum*	Koukousioura et al. (2012)
GrN-30493	LAF-8	67	-34	2770±30	2788-2946	997-839 BC	Wood	Ammerman et al. (2008)
LTL-1415	LAF-8	249	-216	6050±55	6742-7026	5077-4793 BC	Organic matter	Ammerman et al. (2008)
LTL-1415b	LAF-8	249	-216	6109±50	6877-7161	5212-4928 BC	Organic matter	Ammerman et al. (2008)
GrN-31017	LAF-12	328	-279	6530±30	7417-7506	5557-5468 BC	Organic matter	αδημοσίευτα στοιχεία
Beta-242239	VG-3	65	+85	950±50	305-516	1434-1645 AD	*Murex* sp.	Triantaphyllou et al. (2010)
Beta-242240	VG-3	170	-20	1730±40	1016-1258	692-934 AD	*Murex* sp.	Triantaphyllou et al. (2010)
Beta-211264	VG-3	372	-222	3430±40	2953-3268	1319-1004 BC	*Murex* sp.	Triantaphyllou et al. (2010)
Beta-211263	VG-1	280	-230	3570±40	3160-3417	1468-1211 BC	*Murex* sp.	Triantaphyllou et al. (2010)
Beta-211265	VG-3	478	-328	4690±40	4579-4848	2899-2630 BC	*Murex* sp.	Triantaphyllou et al. (2010)

Πιν.4.8. Προσδιορισμός ηλικίας σε επιλεγμένα δείγματα από τους πυρήνες KIT-1 (Αλυκές Κίτρους), LAF-8 και LAF-12 (Λαφρούδα Θράκης, VG-1 και VG-3 (Βραυρώνα Αττικής).

4.8. Ανάλυση δεδομένων

4.8.1. Στατιστικές μέθοδοι ανάλυσης

Για την ανάλυση και περιγραφή της βιοκοινωνίας των βενθονικών τρηματοφόρων επιλέχθηκαν και εξετάστηκαν τέσσερις παράμετροι συγκέντρωσης:

α. η πυκνότητα της πανίδας (Faunal Density) σε κάθε δείγμα παρατήρησης που αντιπροσωπεύεται από τον αριθμό των ατόμων σε κάθε δείγμα ανά 1 gr ξηρού ιζήματος. Τα δείγματα στα οποία ο αριθμός των ατόμων ήταν μικρότερος από 2 ατ./gr εξαιρέθηκαν της περαιτέρω στατιστικής επεξεργασίας.

β. η σχετική συχνότητα επί τοις εκατό των ειδών σε κάθε δείγμα παρατήρησης.

γ. η ποικιλότητα σε κάθε δείγμα παρατήρησης. Υπολογίστηκε ο δείκτης Shannon-Wiener (H') (Shannon & Weaver, 1963) ο οποίος υπολογίζεται από τη σχέση:

$$H = - \sum_{i=1}^{s} pi \ln pi$$

όπου s είναι ο αριθμός των ειδών
και pi το ποσοστό του συνολικού αριθμού ατόμων που ανήκουν στο i είδος

Ο δείκτης Shannon-Wiener μετρά την τάξη (ή αταξία) που παρατηρείται σε ένα συγκεκριμένο σύστημα (Hayek & Buzas, 1997). Επιλέχθηκε, καθώς λαμβάνει υπό μέτρηση την αφθονία, αλλά και την ομοιομορφία των ειδών (Murray, 1991), δηλαδή ποσοτικοποιεί την ετερογένεια (κατανομή των ατόμων στα διάφορα είδη) (Magurran, 1988).

δ. ο δείκτης επικράτησης (Dominance) σε κάθε δείγμα παρατήρησης, ο οποίος (D) υπολογίζεται ως εξής:

$$D = \sum (n/N)^2$$

όπου n είναι το σύνολο των ατόμων ενός είδους
και N το σύνολο των ατόμων όλων των ειδών

4.8.2. Δείκτες

α. δείκτης *A*

Πραγματοποιήθηκαν βιομετρικές μετρήσεις στα κελύφη των ατόμων του γένους *Ammonia* με σκοπό την αποσαφήνιση της συστηματικής του ταξινόμησης, αλλά και της σύνδεσης του μεγέθους, με οικολογικούς/αβιοτικούς παράγοντες.
Καθώς η αλμυρότητα μειώνεται στα διάφορα περιβάλλοντα της παρούσας μελέτης, τα κελύφη των τρηματοφόρων γίνονται κυρίως λεπτά και μικρού μεγέθους. Η ίδια παρατήρηση αναφέρθηκε σε υφάλμυρες και δελταϊκές συναθροίσεις από όλον τον κόσμο (Murray, 1991; Alve & Murray, 1994; Debenay et al., 1996; Van Der Zwaan, 2000; Carboni et al., 2002; Ferraro et al., 2006; Melis & Violanti, 2006).

Με σκοπό την ποσοτικοποίηση αυτής της παρατήρησης μετρήθηκαν οι μέγιστες διάμετροι όλων των ατόμων του γένους *Ammonia* και διαχωρίστηκαν σε δύο κατηγορίες μεγέθους: μικρά (<0.5 mm) και μεγάλα (>0.5 mm) κελύφη. Τέλος, ορίστηκε η χρήση του λόγου μεταξύ μεγάλων (L) και μικρών (S) κελυφών του γένους *Ammonia*:

$$A=L/(S+L)*100$$

ως δείκτη καθορισμού συνθηκών αλμυρότητας (Koukousioura et al., 2012).

β. δείκτης AEI (*Ammonia-Elphidium* index)

Πραγματοποιήθηκε ο υπολογισμός του δείκτη AEI με σκοπό να εντοπιστούν ομάδες δειγμάτων οι οποίες εμφανίζουν έντονη περιβαλλοντική πίεση. Ο λόγος αυτός χρησιμοποιήθηκε από τους Sen Gupta et al. (1996), καθώς εκτιμήθηκε η εντονότερη αντοχή του *Ammonia* spp. σε συνθήκες χαμηλής οξυγόνωσης συγκρινόμενη με το *Elphidium* spp., και χρησιμοποιήθηκε ως δείκτης μείωσης του οξυγόνου σε πυρήνες της περιοχής του δέλτα του Μισισιπή. Επίσης χρησιμοποιήθηκε από τους Carnahan et al. (2009), ως δείκτης περιβαλλοντικής πίεσης σε σύγχρονα δείγματα της περιοχής της Φλόριντα.

Ο δείκτης *Ammonia-Elphidium* (AEI) που έχει περιγραφεί από τους Sen Gupta et al. (1996), υπολογίζεται ως εξής:

$$AEI = Na/(Na+Ne) \times 100$$

όπου Na και Ne ο αριθμός των ατόμων των γενών *Ammonia* και *Elphidium* αντίστοιχα. Όπου κανένα άτομο και των δύο γενών δεν υπήρχε, χρησιμοποιήθηκε το 0 ως το πλέον έγκυρο μετρικό υποκατάστατο των απροσδιόριστων τιμών.

γ. δείκτες FAI και FMI

Στη συνάθροιση των βενθονικών τρηματοφόρων υπολογίστηκαν οι δείκτες Μορφολογικής Διαφοροποίησης Τρηματοφόρων (Foraminiferal Abnormality Index, FAI) και Παρακολούθησης Τρηματοφόρων (Foraminiferal Monitoring Index, FMI). Ο δείκτης FAI αντιπροσωπεύει την αναλογία των ατόμων που φέρουν μορφολογικές ανωμαλίες σε κάθε δείγμα, ενώ ο δείκτης FMI ορίζεται ως το ποσοστό των ατόμων των ειδώνν που φέρουν μορφολογικές ανωμαλίες μέσα στη συνάθροιση κάθε δείγματος (Coccioni et al., 2003, 2005).

$$FAI=(Fabn/sum)*100$$

όπου Fabn είναι το σύνολο των ατόμων που φέρουν μορφολογικές ανωμαλίες
και N το σύνολο των ατόμων όλων των ειδών

$$FMI=(FABn/sum)*100$$

όπου FABn είναι το σύνολο των ατόμων των ειδών που φέρουν μορφολογικές ανωμαλίες
και N το σύνολο των ατόμων όλων των ειδών

4.8.3. Πολυπαραγοντικές αναλύσεις

Για την εκτίμηση των μελετώμενων δειγμάτων και την περιγραφή του πληθυσμού των βενθονικών τρηματοφόρων χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθες πολυπαραγοντικές αναλύσεις:

Η διερεύνηση της διαφοροποίησης της σύστασης της μικροπανίδας βασίστηκε στην εφαρμογή των αναλύσεων ομαδοποίησης Q-mode και R-mode.

Η Q-mode ανάλυση ομαδοποίησης (Q-mode cluster analysis) χρησιμοποιήθηκε, καθώς είναι κατάλληλη για να διαφοροποιήσει οικολογικά σημαντικές συναθροίσεις βενθονικών τρηματοφόρων και να προσδιορίσει παράγοντες που ελέγχουν τη διάκριση ομάδων (Mackensen et al., 1993; Harloff & Mackensen, 1997). Για να προσδιοριστούν οι ομάδες των ειδών και να εκτιμηθεί η οικολογική συγγένεια μεταξύ των διαφορετικών ομάδων, χρησιμοποιήθηκε η R-mode ανάλυση ομαδοποίησης. Οι αναλύσεις ομαδοποίησης συχνά χρησιμοποιούνται στη μελέτη τρηματοφόρων για να ποσοτικοποιηθεί η δομή της κοινότητας της πανίδας των τρηματοφόρων (π.χ., Schmiedl et al., 1997; Schönfeld, 2002; Mendes et al., 2004; Kuhnt et al., 2007).

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε είναι αυτή της μέσης συνάρτησης τιμών (Average Linkage, Between Groups) του Ward και της Ευκλείδειας απόστασης, που επιλέχθηκε ως μέτρο της ομοιομορφίας. Παρόλο που υπάρχει μία ποικιλία τεχνικών, οι μέθοδοι της μέσης συνάρτησης των τιμών είναι οι πλέον διαδεδομένοι στην οικολογία (Pielou, 1984). Η μέθοδος Ward προτιμήθηκε καθώς το δενδρόγραμμα που παράγεται προσδιορίζει σαφώς τις ομάδες που διαφοροποιούνται, καθώς είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στην όποια μεταβολή, αναλογίας ή μέτρησης (Parker & Arnold, 2000).

Καθώς τα σπανιότερα είδη δεν ασκούν μεγάλη επιρροή στη δομή των κύριων ομάδων (Kovach, 1987, 1989), για την πραγματοποίηση της Q-mode και R-mode ανάλυσης ομαδοποίησης δε λήφθηκαν υπόψη είδη με ποσοστιαίες συχνότητες μικρότερες της τάξης του 5%. Τα δεδομένα μετατράπηκαν λογαριθμικά, έτσι ώστε να μειωθεί η επίπτωση των υπόλοιπων άφθονων ειδών που με διαφορετικό τρόπο θα επισκίαζαν το αποτέλεσμα των λιγότερο άφθονων ειδών.

Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων των βενθονικών τρηματοφόρων της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκαν τα στατιστικά προγράμματα Excel, SPSS v.10.1 και Past.exe v.1.23 (Hammer et al., 2001).

Τέλος, προκειμένου να πραγματοποιηθεί η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της κοκκομετρικής ανάλυσης, χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Gradistat v.4, του Πανεπιστημίου του Λονδίνου (Blott & Pye, 2001).

5. ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Η συστηματική ταξινόμηση θεωρήθηκε απαραίτητη στην παρούσα μελέτη τόσο για την καλύτερη κατανόηση του περιβάλλοντος όπου συλέχθηκαν τα βενθονικά τρηματοφόρα, καθώς μελετούνται και σύγχρονα περιβάλλοντα, όσο και για την ερμηνεία και ανασύσταση των παλαιοπεριβαλλόντων του Θερμαϊκού, του νότιου Ευβοϊκού κόλπου και των ακτών του Ν. Ξάνθης, εφόσον παρατίθενται και οικολογικά στοιχεία. Συνολικά μελετήθηκαν 334 δείγματα στα οποία καταμετρήθηκαν και προσδιορίστηκαν 136 είδη βενθονικών τρηματοφόρων τα οποία ανήκουν σε 69 γένη. Καταγράφηκαν ακόμη 9 taxa που πιθανόν τεκμηριώνουν νέα είδη. Δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στη συστηματική ταξινόμηση των ειδών καθώς επιχειρείται η καταγραφή της παράκτιας βενθονικής μικροπανίδας μεγάλου γεωγραφικού εύρους του Ελλαδικού χώρου, αλλά και πληθώρας περιβαλλόντων.
Το σχήμα της συστηματικής ταξινόμησης που χρησιμοποιήθηκε είναι των Loeblich & Tappan (1988). Στη συνέχεια παρουσιάζεται η συστηματική ταξινόμηση και οι περιγραφές των προσδιορισθέντων ειδών από όλες τις περιοχές μελέτης. Η συμμετοχή των ειδών στις εκάστοτε περιοχές παρουσιάζεται αναλυτικά στο Παράρτημα Ι.

Συνομοταξία: Protozoa
Ομοταξία: Rhizopoda Siebold, 1845
Τάξη: Foraminifera d' Orbigny, 1826
Υπόταξη: Textulariina Delage & Hérouard, 1896
Υπεροικογένεια: Hormosinacea Haeckel, 1894
Οικογένεια: Hormosinidae Haeckel, 1894
Υποοικογένεια: Reophacinae Cushman, 1910
Γένος: *Reophax* de Montfort, 1808

***Reophax* sp.**
(Πιν.1, Εικ.1)

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι συμφυρματοπαγές με ατρακτοειδές σχήμα. Αποτελείται από ελαφρά ασύμμετρους θαλάμους. Το στοματικό άνοιγμα είναι κυκλικό και τελικό.

Υπεροικογένεια: Lituolacea de Blainville, 1827
Οικογένεια: Discamminidae Mikhalevich, 1980
Γένος: *Ammoscalaria* Höglund, 1947

***Ammoscalaria runiana* (Heron-Allen & Earland, 1916)**
(Πιν.1, Εικ.2)
1916 *Haplophragmium runianum* Heron-Allen & Earland, p. 224, figs. 15-18 (fide Ellis & Messina, 1940)
1991 *Ammoscalaria runiana* (Heron-Allen & Earland); Cimerman & Langer, p. 19, pl. 5, figs. 7-8

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος των ελάχιστων ατόμων αυτού του είδους που βρέθηκαν στα δείγματα που μελετήθηκαν, είναι σχηματισμένο με αδρούς κόκκους και μεγάλα τεμάχη άλλων κελυφών και ορυκτών.

Υπεροικογένεια: Textulariacea Ehrenberg, 1838
Οικογένεια: Textulariidae Ehrenberg, 1838
Υποοικογένεια: Textulariinae Ehrenberg, 1838
Γένος: *Textularia* Defrance, 1824

***Textularia agglutinans* d'Orbigny, 1839**
(Πιν.1, Εικ.4)
1839 *Textularia agglutinans* d'Orbigny, p. 136, pl. 1, figs 17-18, 32-34 (fide Ellis & Messina, 1940)
1932 *Textularia agglutinans* d'Orbigny; Cushman, p. 10, pl. 2, figs. 5-7
1991 *Textularia agglutinans* d'Orbigny; Cimerman & Langer, p. 21, pl. 10, figs. 1-2
1993 *Textularia agglutinans* d'Orbigny; Hottinger et al., p. 36, pl. 13, figs. 1-9

Παρατηρήσεις: Χαρακτηριστικό αυτού του είδους είναι πως το συμφυρματοπαγές του κέλυφος είναι σχηματισμένο με αδρούς κόκκους. Τα άτομα που παρουσιάζουν οι Hottinger et al. (1993), διαφέρουν από αυτά των άλλων ερευνητών, αλλά και από αυτά που παραθέτονται στην παρούσα μελέτη.

***Textularia bocki* Höglund, 1947**
(Πιν.1, Εικ.5)
1947 *Textularia bocki* Höglund, p. 171, pl. 12, figs 5, 6
1991 *Textularia bocki* Höglund; Cimerman & Langer, p. 21, pl. 10, figs. 3-6
2002 *Textularia bocki* Höglund; Kaminski et al., p. 195, pl. 1, figs. 1-2

Παρατηρήσεις: Το συμφυρματοπαγές κέλυφος αυτού του είδους στα μελετηθέντα δείγματα είναι σχηματισμένο με πολύ αδρούς κόκκους, μεγάλα τεμάχη ορυκτών αλλά και ευδιάκριτα τεμάχη άλλων κελυφών.

***Textularia conica* d'Orbigny, 1839**
(Πιν.1, Εικ.6)
1839 *Textularia conica* d'Orbigny, p. 143, pl. 1, figs. 19-20 (fide Ellis & Messina, 1940)
1878 *Textularia conica* d'Orbigny; Terquem, no. 3
1958 *Textularia conica* d'Orbigny; Parker, p. 254, pl. 1, figs. 5-6
1991 *Textularia conica* d'Orbigny; Cimerman & Langer, p. 22, pl. 10, figs. 7-9
1993 *Textularia conica* d'Orbigny; Sgarella & Moncharmont Zei, p. 166, pl. 3, figs. 4-5

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι συμφυρματοπαγές, κωνικό και βραχύ σε σχέση με τα προηγούμενα είδη που περιγράφηκαν από το γένος *Textularia*.

Οικογένεια: Pseudogaudrynidae Loeblich & Tappan, 1985
Υποοικογένεια: Pseudogaudryninae Loeblich & Tappan, 1985
Γένος: *Pseudoclavulina* Cushman, 1936

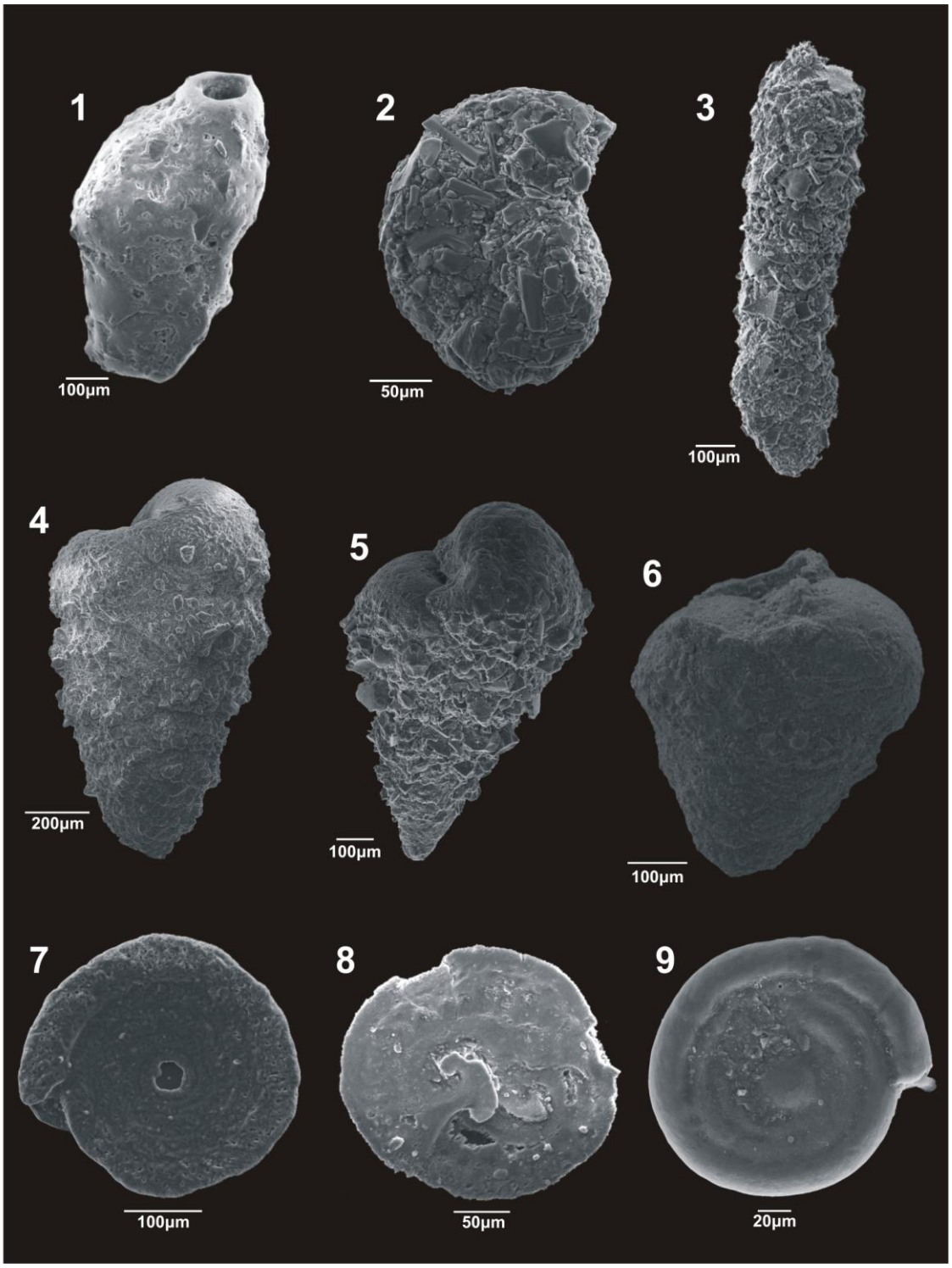
***Pseudoclavulina crustata* Cushman, 1936**
(Πιν.1, Εικ.3)
1936 *Pseudoclavulina crustata* Cushman, p. 19, pl. 3, figs. 12a-b
1958 *Pseudoclavulina crustata* Cushman; Parker, p. 254, pl. 1, fig. 7
1987 *Pseudoclavulina crustata* Cushman; Jorissen, p. 34, pl. 1, fig. 1
1991 *Pseudoclavulina crustata* Cushman; Cimmerman & Langer, p. 23, pl., 11, figs. 9-10
1993 *Clavulina crustata* (Cushman); Sgarrella & Moncharmont Zei, p. 167, pl. 4, fig. 10

Παρατηρήσεις: Το συμφυρματοπαγές του κέλυφος σχηματίζεται από αδρούς κόκκους αλλά και ευδιάκριτα τεμάχη άλλων κελυφών.

Υπόταξη: Spirillinina Hohenegger & Piller, 1975
Οικογένεια: Spirillinidae Reuss & Fritsch, 1861
Γένος: *Spirillina* Ehrenberg, 1843

***Spirillina vivipara* Ehrenberg, 1843**
(Πιν.1, Εικ.7)
1843 *Spirillina vivipara* Ehrenberg, p. 422, pl. 3, fig. 41 (fide Ellis & Messina, 1940)
1958 *Spirillina vivipara* Ehrenberg; Parker, p. 264, pl. 3, fig. 4
1980 *Spirillina vivipara* Ehrenberg; Boltovskoy et al., p. 50, pl. 31, figs. 16-18
1988 *Spirillina vivipara* Ehrenberg; Loeblich & Tappan, p. 34, pl. 318, figs. 4-7
1991 *Spirillina vivipara* Ehrenberg; Cimerman & Langer, p. 24, pl. 14, figs. 4-6
1993 *Spirillina vivipara* Ehrenberg; Sgarella & Moncharmont Zei, p. 226, pl. 20, fig. 2
2004 *Spirillina vivipara* Ehrenberg; Meriç et al., p. 38, pl. 3, figs. 11-12

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος φέρει διακόσμηση κατά μήκος του περιελιγμένου αδιαίρετου σωλήνα που αποτελεί το δεύτερο και μοναδικό θάλαμο εκτός της πρωτοκόγχης.



Πίνακας 1.
1. *Reophax* sp., AV5w, **2.** *Ammoscalaria runiana* (Heron Allen & Earland), VG-3 148-152, **3.** *Pseudoclavulina crustata* Cushman, ΔΕΗ-6 11-14, **4.** *Textularia agglutinans* d'Orbigny, VG-3 485-489, **5.** *Textularia bocki* Höglund, ΔΕΗ-6 74-77, **6.** *Textularia conica* d'Orbigny, LAF-8 34-38, **7.** *Spirillina vivipara* Ehrenberg, VR1s, **8.** *Patellina corrugata* Williamson, κοιλιακή όψη, VG-3 405-409, **9.** *Cornuspira involvens* (Reuss), VG-3 335-339.

Οικογένεια: Patellinidae Rhumbler, 1906
Υποοικογένεια: Patellininae Rhumbler, 1906
Γένος: *Patellina* Williamson, 1858

***Patellina corrugata* Williamson, 1858**
(Πιν.1, Εικ.8)
1858 *Patellina corrugata* Williamson, p. 46, pl. 3, figs. 86-89
1993 *Patellina corrugata* Williamson; Hottinger et al., p. 76, pl. 87, figs. 7-11
1991 *Patellina corrugata* Williamson; Cimerman & Langer, p. 24, pl. 14, figs. 7-12

Παρατηρήσεις: Χαρακτηριστικό του είδους αυτού είναι το στοματικό άνοιγμα που καλύπτεται κατά μέρος από μία ασβεστιτική πλάκα.

Υπόταξη: Miliolina Delage & Hérouard, 1896
Υπεροικογένεια: Cornuspiracea Schultze, 1854
Οικογένεια: Cornuspiridae Schultze, 1854
Subfamily Cornuspirinae Schultze, 1854
Γένος: *Cornuspira* Schultze, 1854

***Cornuspira involvens* (Reuss, 1850)**
(Πιν.1, Εικ.9)
1850 *Operculina involvens* Reuss, p. 370, pl. 45, fig. 20 (fide Ellis & Messina, 1940)
1932 *Cornuspira involvens* (Reuss); Cushman, p. 67, pl. 16, fig. 2
1991 *Cornuspira involvens* (Reuss); Cimerman & Langer, p. 25, pl. 15, figs. 4-7
2004 *Cornuspira involvens* (Reuss); Meriç et al., p. 39, pl. 4, figs. 3-4

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος μετά την πρωτοκόγχη αποτελείται από έναν επιπεδοσπειροειδώς περιελιγμένο αδιαίρετο θάλαμο ο οποίος αυξάνεται συμμετρικά σε μέγεθος.

Οικογένεια: Fischerinidae Millett, 1898
Υποοικογένεια: Nodobacullariellinae Bogdanovich, 1981
Γένος: *Vertebralina* d' Orbigny 1826

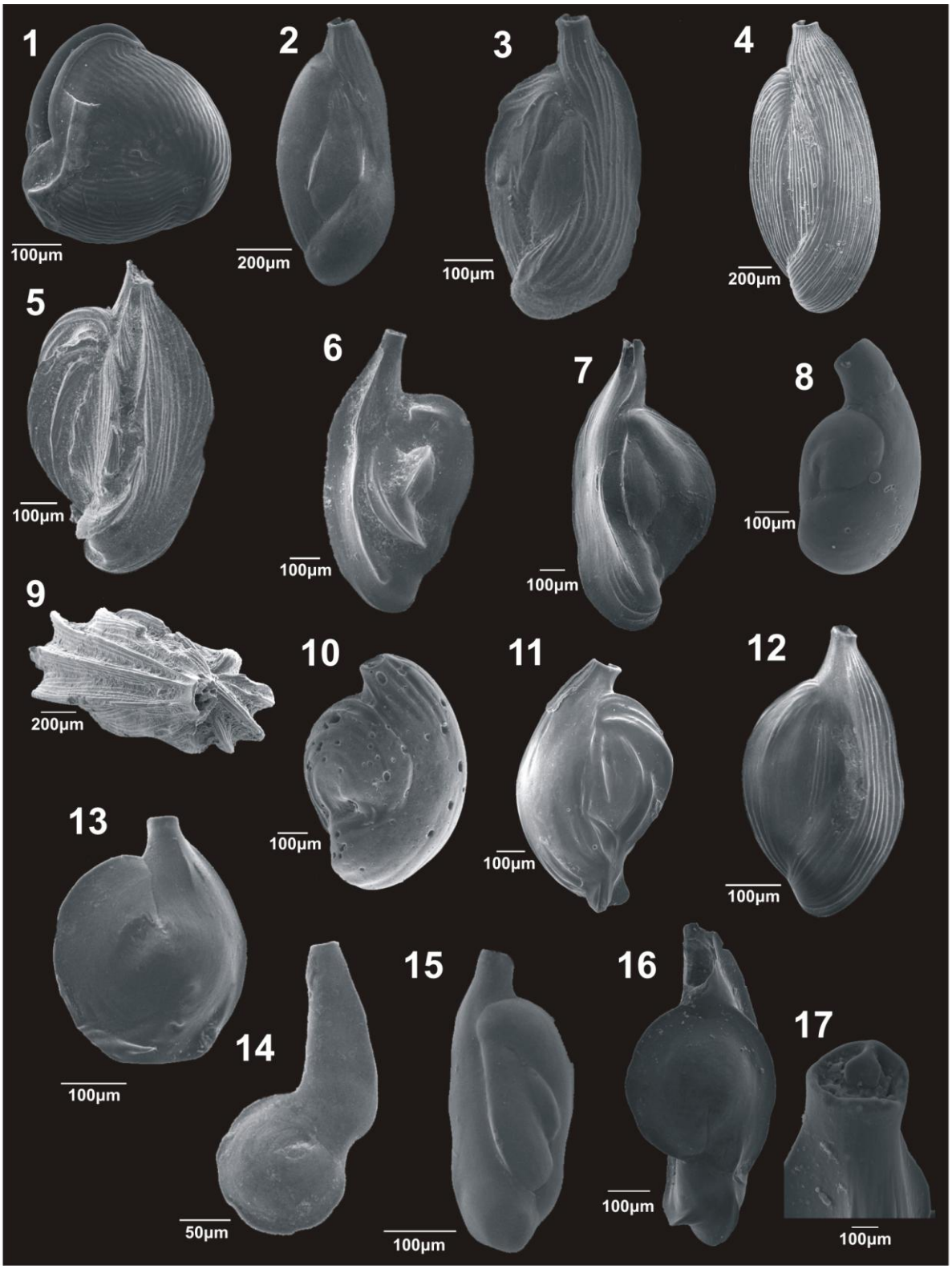
***Vertebralina striata* d'Orbigny, 1826**
(Πιν.2, Εικ.1)
1826 *Vertebralina striata* d'Orbigny, p. 283 (fide Ellis & Messina, 1940)
1991 *Vertebralina striata* d'Orbigny; Cimerman & Langer, p. 25, pl. 16, figs. 1-5
1993 *Vertebralina striata* d'Orbigny; Hottinger et al., p. 43, pl. 23, figs. 8-15
1993 *Vertebralina striata* d'Orbigny; Sgarella & Moncharmont Zei, p. 169, pl. 6, fig. 7

Παρατηρήσεις: Το είδος αυτό χαρακτηρίζεται από στοματικό άνοιγμα που οριοθετείται από ένα πεπαχυσμένο ανεστραμμένο χείλος, και επιμήκεις ραβδώσεις που κοσμούν το κέλυφός του.

Υπεροικογένεια: Miliolacea Ehrenberg, 1839
Οικογένεια: Spiroloculinidae Wiesner, 1920
Γένος: *Adelosina* d' Orbigny, 1826

***Adelosina cliarensis* (Heron-Allen & Earland, 1930)**
(Πιν.2, Εικ.2)
1930 *Quinqueloculina cliarensis* Heron-Allen & Earland, p. 58, pl. 3, figs. 26-31 (fide Ellis & Messina, 1940)
1991 *Adelosina cliarensis* (Heron-Allen & Earland); Cimerman & Langer, p. 26, pl. 18, figs. 1-4
2002 *Adelosina cliarensis* (Heron-Allen & Earland); Kaminski et al., p. 186, pl. 1, figs. 12-13
2006 *Adelosina cliarensis* (Heron-Allen & Earland); Oflaz, p. 146, pl. 2, fig. 7

Παρατηρήσεις: Το είδος αυτό διαχωρίζεται από τα υπόλοιπα είδη του γένους *Adelosina* από το γαλακτόχρωμο λείο κέλυφός του. Τα συγκεκριμένα άτομα αυτού του είδους μοιάζουν περισσότερο με αυτά του Oflaz (2006), καθώς φέρουν αδιόρατες γραμμώσεις στο λαιμό όπου τοποθετείται το στοματικό άνοιγμα και στη βάση των θαλάμων.



Πίνακας 2.

1. *Vertebralina striata* d'Orbigny, VR10s, **2.** *Adelosina cliarensis* (Heron-Allen & Earland), AV7s, **3.** *Adelosina dargonae* (Lévy et al.), VG-3 485-489, **4.** *Adelosina* cf. *elegans* (Williamson), ΔΕΗ-6 24-32, **5.** *Adelosina italica* (Terquem), VG-3 360-364, **6.** *Adelosina josephina* (d'Orbigny), VG-3 375-379, **7-8.** *Adelosina longinostra* (d'Orbigny), 7. ΚΙΤ-1 478-480, 8. νεαρό άτομο, ΚΤ10w, **9.** *Adelosina italica* (Terquem), στοματικό άνοιγμα, VG-3 360-364, **10-12.** *Adelosina mediterranensis* (Le Calvez & Le Calvez), διάφορα στάδια ανάπτυξης, 10. AV2s, 11. AV8s, 12. Av2w, **13-14.** *Adelosina* sp.1, 13. VG-3 485-489, 14. VG-3 490-494, **15.** *Adelosina* sp.2, VG-3 104-108, **16-17.** *Adelosina* sp.3, 16. VG-3 240-244, 17. στοματικό άνοιγμα, VG-3 48-52.

***Adelosina dargonae* (Lévy et al., 1980)**
(Πιν.2, Εικ.3)
1878 *Quinqueloculina elegans* Terquem, p. 64, pl. 6, figs. 7-9
1980 *Quinqueloculina dargonae* Lévy et al., p. 446, pl. 1, figs. 4-6, 8-9
1992 *Adelosina dargonae* (Lévy et al.); Lévy et al., p. 114, pl. I, figs. 1-3

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι ισχυρό και τα άτομα στα δείγματα που μελετήθηκαν χαρακτηρίζονται από ελαφρά υψηλότερο λαιμό όπου τοποθετείται το κυκλικό στοματικό άνοιγμα σε σχέση με τα είδη που παρουσιάζουν οι Lévy et al (1992).

***Adelosina* cf. *elegans* (Williamson, 1858)**
(Πιν.2, Εικ.4)
1858 *Miliolina bicornis* Walker & Jacob var. *elegans* Williamson, p. 88, pl. 7, fig. 195
1991 *Adelosina elegans* (Williamson); Cimerman & Langer, p. 27, pl. 20, figs. 5-6
1993 *Adelosina elegans* (Williamson); Sgarrella & Moncharmont-Zei, p. 181, pl. 8, fig. 3

Παρατηρήσεις: Χαρακτηριστικό του κελύφους είναι οι επιμήκεις πολυπληθείς λεπτές ραβδώσεις που κοσμούν όλη την επιφάνεια του κελύφους. Το κέλυφος των ατόμων στα μελετηθέντα δείγματα δεν είναι τόσο οξύληκτο στη βάση, όσο των άλλων μελετητών.

***Adelosina italica* (Terquem, 1878)**
(Πιν.2, Εικ.5, 9)
1878 *Quinqueloculina italica* Terquem, p.69, pl. 7, figs. 17-20
1993 *Adelosina italica* (Terquem); Sgarella & Moncharmont Zei, p. 179, pl. 7, figs. 13-14

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι ισχυρό και χαρακτηρίζεται από έντονη τρόπιδα και ισχυρές επιμήκεις ραβδώσεις.

***Adelosina josephina* (d'Orbigny, 1846)**
(Πιν.2, Εικ.6)
1846 *Quinqueloculina josephina* d'Orbigny, p. 297, pl. 19, figs. 25-27 (fide Ellis & Messina, 1940)
1985 *Adelosina schreibersii* d'Orbigny; Papp & Schmid, p. 103-104, pl. 99, figs 7-10; p. 106, pl. 102, figs. 10-14
1992 *Adelosina josephina* (d'Orbigny); Lévy et al., p. 115, pl. 1, figs. 10-11

Παρατηρήσεις: Χαρακτηριστικό του είδους αυτού είναι οι επιμήκεις ισχυρές ολιγάριθμες ραβδώσεις που κοσμούν το κέλυφος. Διαχωρίζεται από το είδος *Adelosina schreibersii* εξαιτίας του πολύ μικρότερου αριθμού ραβδώσεων.

***Adelosina longinostra* (d'Orbigny, 1846)**
(Πιν.2, Εικ.7-8)
1846 *Quiqnueloculina longinostra* d'Orbigny, p. 291, pl. 18, figs. 25-27 (fide Ellis & Messina, 1940)
1985 *Adelosina longinostra* (d'Orbigny); Papp & Schmid, p. 100, pl. 95, figs. 9-12
1989 *Adelosina longinostra* (d'Orbigny); Lévy et al., p. 164, pl. I, figs. 5-9
1992 *Adelosina longinostra* (d'Orbigny); Lévy et al., p. 115, pl. I, figs. 6-7

Παρατηρήσεις: Χαρακτηριστικό του κελύφους είναι το επίμηκες σχήμα, η γωνιώδης περιφέρεια και ο λαιμός που οδηγεί στο στοματικό άνοιγμα ο οποίος στενεύει στο τελείωμά του. Στα δείγματα που μελετήθηκαν βρέθηκαν και νεαρά άτομα αυτού του είδους.

***Adelosina mediterranensis* (Le Calvez & Le Calvez, 1958)**
(Πιν.2, Εικ.10-12)
1958 *Quinqueloculina mediterranensis* Le Calvez & Le Calvez, p.177, pl. 4, figs. 29-31
1991 *Adelosina mediterranensis* (Le Calvez & Le Calvez); Cimerman & Langer, p. 28, pl. 19, figs. 1-16
1993 *Adelosina mediterranensis* (Le Calvez & Le Calvez); Sgarella & Moncharmont Zei, p. 179, pl. 7, figs. 9-1

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι επίμηκες και στα αρχικά στάδια φέρει τρόπιδα, ενώ στα ενήλικα στάδια η περιφέρεια είναι γωνιώδης. Πλήθος επιμήκων και πλάγιων

ραβδώσεων κοσμούν το κέλυφος. Χαρακτηριστικά είναι τα διάφορα στάδια ανάπτυξης μέχρι την ενηλικίωση του ατόμου.

***Adelosina* sp.1**
(Πιν.2, Εικ.13-14)

Παρατηρήσεις: Το είδος αυτό αποτελεί ένα νεαρό άτομο του γένους *Adelosina,* με μεγαλοσφαιρική πρωτοκόγχη, η οποία ακολουθείται από έναν επιπεδοσπειροειδώς περιελιγμένο δεύτερο θάλαμο που την εναγκαλίζει και ο οποίος φέρει λαιμό. Κανένας περαιτέρω προσδιορισμός δεν ήταν δυνατός.

***Adelosina* sp.2**
(Πιν.2, Εικ.15)

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι επίμηκες και γωνιώδες. Η επιφάνεια του κελύφους είναι λεία και ο τελευταίος θάλαμος προεκτείνεται για να σχηματίσει έναν σχετικά βραχύ λαιμό όπου τοποθετείται το στοματικό άνοιγμα, το οποίο είναι κυκλικό και φέρει ένα διφυή οδόντα.

***Adelosina* sp.3**
(Πιν.2, Εικ.16-17)

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι επίμηκες, με τον αρχικό θάλαμο να περιελίσσεται κάθετα σε σχέση με τους υπόλοιπους θαλάμους. Ο τελευταίος θάλαμος παρουσιάζει ελαφρές ραβδώσεις και καταλήγει σε ένα λαιμό όπου τοποθετείται το κυκλικό στοματικό άνοιγμα που φέρει διφυή οδόντα.

Γένος: *Spiroloculina* d' Orbigny, 1826

***Spiroloculina depressa* d'Orbigny, 1826**
(Πιν.3, Εικ.1)
1826 *Spiroloculina depressa* d'Orbigny, p. 298 (fide Ellis & Messina, 1940)
1878 *Spiroloculina depressa* d'Orbigny; Terquem, pl. V, figs. 11a-b
1988 *Spiroloculina depressa* d'Orbigny; Loeblich & Tappan, p. 331, pl. 340, figs. 2-5
1991 *Spiroloculina depressa* d'Orbigny; Cimerman & Langer, p. 29, pl. 22, figs. 9-12
2001 *Spiroloculina depressa* d'Orbigny; Debenay et al., pl. 1, fig. 30
2004 *Spiroloculina depressa* d'Orbigny; Meriç et al., p.55, pl. 6, fig. 10

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι ωοειδές στο εξωτερικό όριο των θαλάμων. Οι πλευρές του κελύφους είναι επίπεδες και η περιφέρεια αμβλεία. Το στοματικό άνοιγμα τοποθετείται στο ανοιχτό άκρο του τελευταίου θαλάμου και φέρει διφυή οδόντα.

***Spiroloculina excavata* d'Orbigny, 1846**
(Πιν.3, Εικ.2)
1846 *Spiroloculina excavata* d'Orbigny, p. 271, pl. 16, figs. 19-21 (fide Ellis & Messina, 1940)
1991 *Spiroloculina depressa* d'Orbigny; Cimerman & Langer, p. 30, pl. 23, figs.1-3
1993 *Spiroloculina depressa* d'Orbigny; Sgarella & Moncharmont Zei, p. 169, pl. 5, fig. 6
2002 *Spiroloculina depressa* d'Orbigny; Kaminski et al., p. 195, pl. 1, fig. 11
2006 *Spiroloculina depressa* d'Orbigny; Avşar et al., p. 132, pl. 1, fig. 3

Παρατηρήσεις: Το είδος *Spiroloculina excavata* διαχωρίζεται από το είδος *S. depressa* εξαιτίας της λείας επιφάνειας και του υψηλού αμφίκοιλου κελύφους.

***Spiroloculina ornata* d'Orbigny, 1839**
(Πιν.3, Εικ.3)
1839 *Spiroloculina ornata* d'Orbigny, p. 167, pl. 12, fig. 7 (fide Ellis & Messina, 1940)
1931 *Spiroloculina ornata* d'Orbigny; Cushman, p. 109, pl.8, fig. 6
1991 *Spiroloculina ornata* d'Orbigny; Cimerman & Langer, p. 30, pl. 23, figs. 8-11
2004 *Spiroloculina ornata* d'Orbigny; Meriç et al., p. 57, pl. 7, figs. 3-4

Παρατηρήσεις: Το πλέον χαρακτηριστικό γνώρισμα του κελύφους είναι η περιφέρεια του που φέρει διπλή καρίνα και ο υψηλός σχετικά λαιμός όπου τοποθετείται το στοματικό άνοιγμα.

Οικογένεια: Hauerinidae Scwager, 1876
Υποοικογένεια: Siphonapertinae Saidova, 1975
Γένος: *Siphonaperta* Vella, 1957

***Siphonaperta agglutinans* (d'Orbigny, 1839)**
(Πιν.3, Εικ.5)
1839 *Quinqueloculina agglutinans* d'Orbigny, p. 195, pl. 12, figs. 11-13 (fide Ellis & Messina, 1940)
1991 *Siphonaperta agglutinans* (d'Orbigny); Cimerman & Lager, p. 31, pl. 25, figs. 1-3
1993 *Siphonaperta agglutinans* (d'Orbigny); Hottinger et al., p. 62, pl. 61, figs. 10, 11; pl. 62, figs. 1-3

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι σχεδόν ελλειπτικό στο κάτω μέρος του και υποτριγωνικό στην περιοχή του στοματικού ανοίγματος. Το τοίχωμα είναι πορσελανώδες, αλλά καλύπτεται από ένα στρώμα αδρόκοκκου υλικού, δίνοντας την εντύπωση του συμφυρματοπαγούς.

***Siphonaperta aspera* (d'Orbigny, 1826)**
(Πιν.3, Εικ.4, 8)
1826 *Quiqnueloculina aspera* d'Orbigny, p. 301, no 11 (fide Ellis & Messina, 1940)
1989 *Siphonaperta aspera* (d'Orbigny); Lévy et al., p. 167, pl. III, figs. 3-4
1991 *Siphonaperta aspera* (d'Orbigny); Cimerman & Langer, p. 31, pl. 25, figs. 4-6
1992 *Siphonaperta aspera* (d'Orbigny); Lévy et al., p. 116
1993 *Siphonaperta aspera* (d'Orbigny); Sgarella & Moncharmont Zei, p. 185, pl. 6, fig. 12
2009 *Siphonaperta aspera* (d'Orbigny); Frezza & Carboni, p. 63, pl. 1, fig. 21

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι πορσελανώδες και φέρει κάποια φυμάτια προσδίδοντας μια τραχειά όψη, πιο λεία όμως σε σχέση με το κέλυφος του είδους *S. agglutinans*.

***Siphonaperta berthelotiana* (d'Orbigny, 1839)**
(Πιν.3, Εικ.6, 7)
1839 *Quinqueloculina berthelotiana* d'Orbigny, p. 142, pl. 3, figs. 25-27 (fide Ellis & Messina, 1940)
1989 *Siphonaperta berthelotiana* (d'Orbigny); Lévy et al., p. 167, pl. III, figs. 5-6

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος δεν είναι λείο καθώς φέρει μικρούς, αλλά ευδιάκριτους κόκκους άλλων ορυκτών. Το κύριο χαρακτηριστικό αυτού του είδους είναι η διακλαδιζόμενη τρόπιδα που μορφοποιεί αντίστοιχα τους θαλάμους.

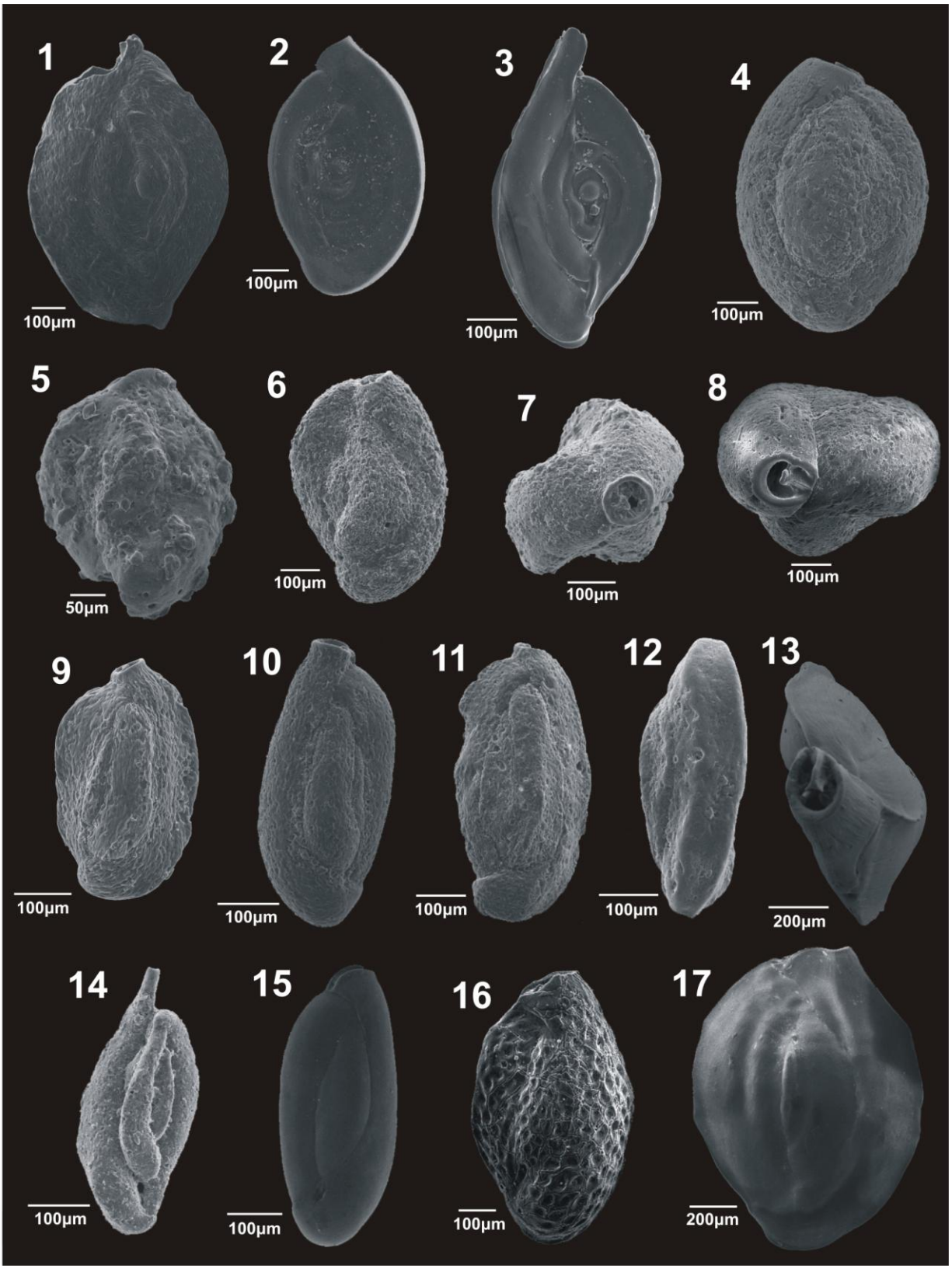
Υποοικογένεια: Hauerininae Schwager, 1876
Γένος: *Cycloforina* Łuczkowska, 1972

***Cycloforina colomi* (Le Calvez & Le Calvez, 1958)**
(Πιν.3, Εικ.9)
1958 *Quiqueloculina colomi* Le Calvez & Le Calvez, p. 176, pl. 3, figs 15-16; pl. 4, figs. 17-19
1991 *Cycloforina colomi* (Le Calvez & Le Calvez); Cimerman & Langer, p. 32, pl. 27, figs. 4-6

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι ισχυρό και φέρει πολύ λεπτές γραμμώσεις.

***Cycloforina macerata* (Cushman & Todd, 1946)**
(Πιν.3, Εικ.10)
1946 *Quinqueloculina crassa macerata* Cushman & Todd, p. 79, pl. 14, figs. 3-4
1989 *Cycloforina macerata* (Cushman & Todd); Lévy et al., p. 166, pl. II, figs. 8-9
1992 *Cycloforina macerata* (Cushman & Todd); Lévy et al., p. 117, pl. I, figs. 21-22

Παρατηρήσεις: Η επιφάνεια του κελύφους έχει μια τραχειά όψη και οι θάλαμοι είναι σφαιρικοί.



Πίνακας 3.

1. *Spiroloculina depressa* d'Orbigny, KT5w, **2.** *Spiroloculina excavata* d'Orbigny, KT8w, **3.** *Spiroloculina ornata* d'Orbigny, VR9s, **4.** *Siphonaperta aspera* (d'Orbigny), AV7s, **5.** *Siphonaperta agglutinans* (d' Orbigny), VR10s, **6-7.** *Siphonaperta berthelotiana* (d'Orbigny), 6. VG-3 440-444, 7. στοματικό άνοιγμα, VG-3 440-444, **8.** *Siphonaperta aspera* (d'Orbigny), στοματικό άνοιγμα, AV7s, **9.** *Cycloforina colomi* (Le Calvez & Le Calvez), ΔΕΗ-6 74-77, **10.** *Cycloforina macerata* (Cushman & Todd), VR10s, **11-12.** *Cycloforina rugosa* (d'Orbigny), 11. KT5w, 12. περιφερειακή όψη, KT3w, **13.** *Massilina gualteriana* (d'Orbigny), στοματικό άνοιγμα, AV2s, **14.** *Cycloforina tenuicollis* (Wiesner), ΔΕΗ-6 65-68, **15.** *Lachlanella compressa* (Wiesner), KIT-1 785-790, **16.** *Lachlanella reticulata* (d'Orbigny), AV4w, **17.** *Massilina gualteriana* (d'Orbigny), AV2s.

***Cycloforina-rugosa* (d'Orbigny, 1826)**
(Πιν.3, Εικ.11-12)
1826 *Quinqueloculina rugosa* d'Orbigny, p. 302, no 24 (fide Ellis & Messina, 1940)
1991 *Cycloforina rugosa* (d'Orbigny); Cimerman & Langer, p. 33, pl. 28, figs. 3-4

Παρατηρήσεις: Το γνώρισμα αυτού του είδους είναι η χαρακτηριστική επιφάνεια του κελύφους που έχει μια τραχειά (rugose) όψη με αδιόρατες γραμμώσεις.

***Cycloforina tenuicollis* (Wiesner, 1923)**
(Πιν.3, Εικ.14)
1923 *Miliolina tenuicollis* Wiesner, p. 48, pl. 6, fig. 66
1991 *Cycloforina tenuicollis* (Wiesner); Cimerman & Langer, p. 33, pl. 28, figs. 5-6
1993 *Quinqueloculina tenuicollis* (Wiesner); Sgarella & Moncharmont Zei, p. 175, pl. 6, figs. 10-11

Παρατηρήσεις: Χαρακτηριστικό αυτού του είδους είναι η διάταξη των θαλάμων που δημιουργεί ευδιάκριτα κενά στο ύψος των γραμμών ραφών των γειτονικών θαλάμων.

Γένος: *Lachlanella* Vella, 1957

***Lachlanella compressa* (Wiesner, 1912)**
(Πιν.3, Εικ.15)
1912 *Miliolina compressa* Wiesner, p. 232, fig. 3
1989 *Lachlanella compressa* (Wiesner); Lévy et. al., p. 166, pl. II, figs. 13-15
1992 *Lachlanella compressa* (Wiesner); Lévy et. al., p. 118, pl. II, figs. 7-8

Παρατηρήσεις: Τα είδος αυτό χαρακτηρίζεται από το επιμήκες κέλυφος και το ιδιαίτερο στοματικό άνοιγμα μορφής σχισμής.

***Lachlanella reticulata* (d'Orbigny, 1826)**
(Πιν.3, Εικ.16)
1826 *Triloculina reticulata* d'Orbigny, p. 299 (fide Ellis & Messina, 1940)
1992 *Lachlanella reticulata* (d'Orbigny); Lévy et al., p. 118, pl. II, figs. 3-6

Παρατηρήσεις: Το είδος αυτό οφείλει το όνομά του στην έντονη δικτυωτή διακόσμηση που φέρει.

Γένος: *Massilina* Schlumberger, 1893

***Massilina gualteriana* (d'Orbigny, 1839)**
(Πιν.3, Εικ.13, 17)
1839 *Quinqueloculina gualtieriana* d'Orbigny, p. 186, pl. 11, figs. 1-3 (fide Ellis & Messina, 1940)
1991 *Massilina gualtieriana* (d'Orbigny); Cimerman & Langer, p. 35, pl. 29, figs. 6-9

Παρατηρήσεις: Χαρακτηρίζεται από το πεπιεσμένο κέλυφος μεγάλου μεγέθους στα δείγματα που μελετήθηκαν.

Γένος: *Quinqueloculina* d'Orbigny, 1826

***Quinqueloculina annectens* (Schlumberger, 1839)**
(Πιν.4, Εικ.1)
1839 *Massilina annectens* Schlumberger, p. 220, pl. 3, figs. 77-79 (fide Ellis & Messina, 1940)
1991 *Quinqueloculina annectens* (Schlumberger), Cimerman & Langer, p. 35, pl. 32, figs. 1-2

Παρατηρήσεις: Τα άτομα του είδους αυτού έχουν μεγάλο μέγεθος που στην επιφάνειά του φέρει ευδιάκριτους κόκκους.

***Quiqnueloculina berthelotiana* d'Orbigny, 1839**
(Πιν.4, Εικ.2-3)
1839 *Quiqnueloculina berthelotiana* d'Orbigny, p. 142, pl. 3, figs. 27-28 (fide Ellis & Messina, 1940)
1992 *Quiqnueloculina berthelotiana* d'Orbigny; Lévy et al., p. 120, pl. II, figs. 12-13

1991 *Quiqnueloculina berthelotiana* d'Orbigny; Cimerman & Langer, p. 36, pl. 32, figs. 5-7
1993 *Quiqnueloculina berthelotiana* d'Orbigny; Sgarella & Moncharmont Zei, p. 170, pl. 6, figs. 1-2

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος έχει γωνιώδη περιφέρεια και φέρει εμφανείς κόκκους το οποίο του προσδίδει τραχειά όψη.

***Quinqueloculina bicarinata* d'Orbigny, 1878**
(Πιν.4, Εικ.4)
1878 *Quinqueloculina bicarinata* d'Orbigny, p. 136, no 35, pl. VII, figs. 3a-c (fide Ellis & Messina, 1940)

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι ωοειδές και οξύ στην περιφέρεια καθώς φέρει τρόπιδα.

***Quinqueloculina carinatastriata* (Wiesner, 1923)**
(Πιν.4, Εικ.6)
1923 *Adelosina milletti* var. *carinata-striata* Wiesner, p. 76-77, pl. 14, figs. 190, 191
1991 *Adelosina carinata-striata* Wiesner; Cimerman & Langer, p. 28, pl. 20, figs. 1-4
2005 *Adelosina carinata-striata* Wiesner; Debenay et al., pl. 1, fig. 15
2007 *Quinqueloculina carinatastriata* (Wiesner); Bouchet et al., p. 205-206, pl. 1, figs. 1-6

Παρατηρήσεις: Το είδος αυτό ταξινομείται ως *Quinqueloculina*, εξαιτίας μορφολογικών διαφορών από το είδος *Adelosina*, όπως το παχύτερο κέλυφος με πιο πεπιεσμένους θαλάμους, η εντονότερη διακόσμηση και ο βραχύτερος λαιμός. Οι ίδιες διαφοροποιήσεις παρατηρήθηκαν και στο είδος που έχει περιγραφεί από την Άνδρο ως *Adelosina carinata-striata* (Triantaphyllou et al., 2005; Koukousioura et al., 2011).

***Quinqueloculina irregularis* d'Orbigny, 1878**
(Πιν.6, Εικ.7)
1878 *Quinqueloculina irregularis* d'Orbigny; in Terquem, p. 66, figs. 15-16
1992 *Quinqueloculina irregularis* d'Orbigny; Lévy et al., p. 121, pl. II, figs. 14-15

Παρατηρήσεις: Χαρακτηριστικοί είναι οι θάλαμοι που έχουν ακανόνιστο σχήμα. Το είδος αυτό έχει περιγραφεί από τη Μεσόγειο με έναν ελαφρά διφυή οδόντα, αν και η πρώτη περιγραφή αναφέρει απλό οδόντα (Lévy *et al.*, 1992). Στα μελετηθέντα δείγματα ο οδόντας είναι ελαφρά διφυής.

***Quinqueloculina istriae* Lévy et al., 1992**
(Πιν.4, Εικ.8)
1992 *Quinqueloculina istriae* Lévy et al., p. 121, pl. II, figs. 19-20

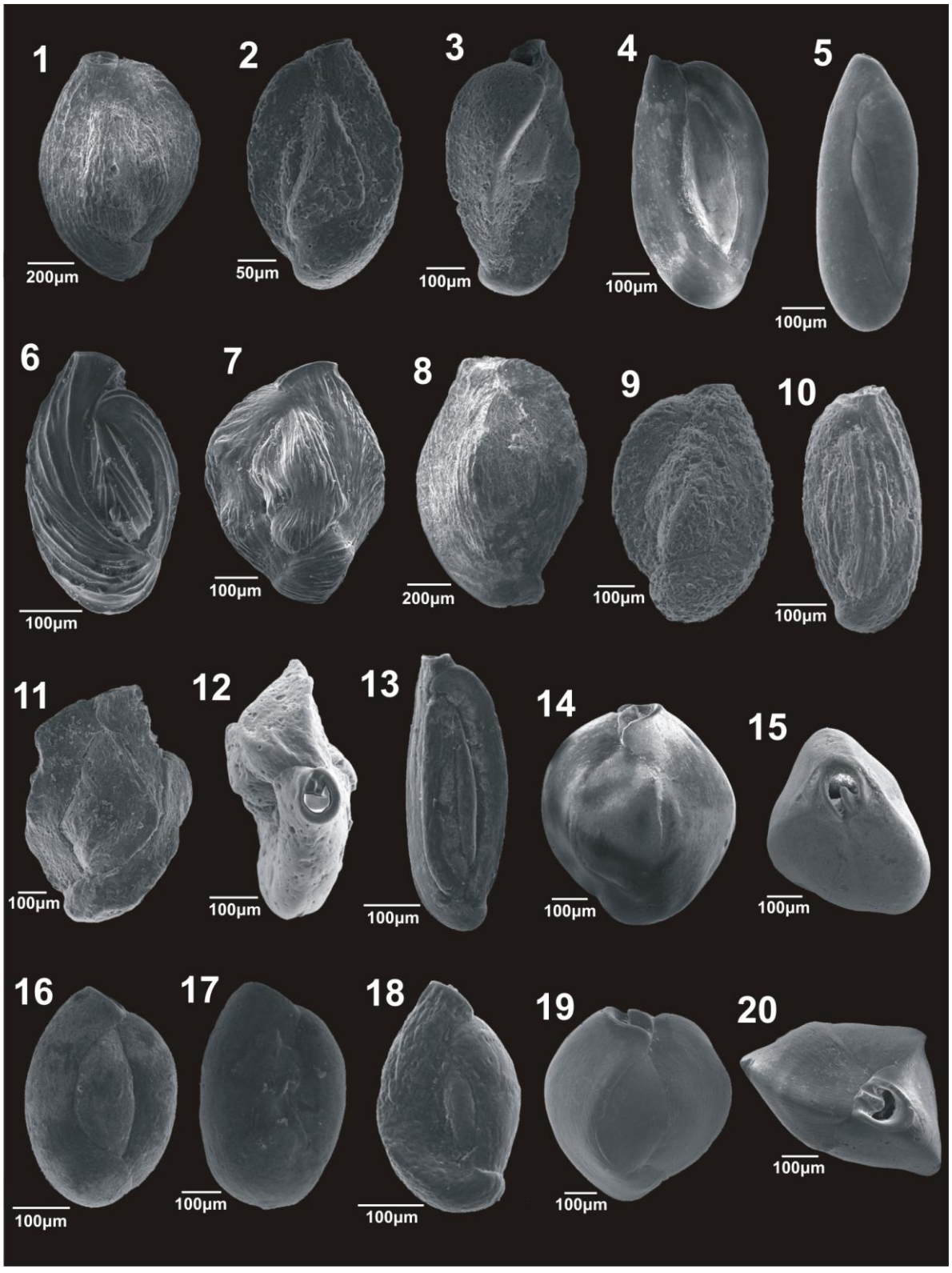
Παρατηρήσεις: Χαρακτηριστικές είναι οι επιμήκεις γραμμώσεις που κοσμούν την επιφάνεια του κελύφους.

***Quiqnueloculina laevigata* d'Orbigny, 1839**
(Πιν.4, Εικ.5)
1839 *Quinqueloculina laevigata* d'Orbigny, p. 143, pl. 3, figs. 32-33 (fide Ellis & Messina, 1940)
1929 *Quinqueloculina laevigata* d'Orbigny; Cushman, p. 30, pl. 4, fig. 3
1991 *Quinqueloculina laevigata* d'Orbigny; Cimerman & Langer, p. 37, pl. 33, figs. 8-11

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι επίμηκες λεπτό και λείο.

***Quinqueloculina lecalvezae* Kurc, 1961**
(Πιν.4, Εικ.9)
1961 *Quinqueloculina lecalvezae* Kurc, p. 173, fig.-text 21, pl. 2, figs. 33-34
1992 *Quinqueloculina lecalvezae* Kurc; Lévy et al., p. 122, pl. II, figs. 33-34

Παρατηρήσεις: Φέρει κόκκους στην επιφάνεια του κελύφους εμφανίζοντας μια τραχειά όψη. Διαφέρει από το είδος *Q. berthelotiana* στον οδόντα ο οποίος είναι πιο βραχύς και διφυής και στο σχήμα των θαλάμων που είναι πιο τετραγωνισμένοι.



Πίνακας 4.

1. *Quinqueloculina annectens* (Schlumberger), VG-3 455-459, **2-3.** *Quiqnueloculina berthelotiana* d' Orbigny, 2. KT7w, 3. περιφερειακή όψη, KT7w, **4.** *Quinqueloculina bicarinata* d'Orbigny, VG-3 345-349, **5.** *Quinqueloculina laevigata* d'Orbigny, VG-3 450-454, **6.** *Quinqueloculina carinatastriata* (Wiesner), KIT-1 880-885, **7.** *Quinqueloculina irregularis* d'Orbigny, VG-3 92-97, **8.** *Quinqueloculina istriae* Lévy et al., VG-3 345-349, **9.** *Quinqueloculina lecalvezae* Kurc, KT3s, **10.** *Quinqueloculina limbata* d'Orbigny, VG-3 365-369, **11-12.** *Quinqueloculina nodulosa* Wiesner, 11. VG-3 455-459, 12. στοματικό άνοιγμα, VG-3 440-444, **13.** *Quinqueloculina stelligera* Schlumberger, VR9s, **14-15.** *Quinqueloculina triangularis* d'Orbigny, 14. AV7s, 15. στοματικό άνοιγμα, AV7s, **16.** *Quinqueloculina seminulum* (Linné), KIT-1 490-495, **17.** *Quinqeloculina padana* Perconig, KIT-1 690-694, **18.** *Quinqueloculina parvula* Schlumberger, KT3w, **19-20.** *Quinqueloculina trigonula* Terquem, 19. AV7s, 20. στοματικό άνοιγμα, AV7s.

***Quinqueloculina limbata* d'Orbigny, 1826**
(Πιν.4, Εικ.10)
1826 *Quinqueloculina limbata* d'Orbigny, p. 302, no 20 (fide Ellis & Messina, 1940)
1991 *Quinqueloculina limbata* d'Orbigny; Cimerman & Langer, p. 37, pl. 34, figs. 1-5

Παρατηρήσεις: Το χαρακτηριστικότερο γνώρισμα αυτού του είδους είναι ότι ο στολισμός του βρίσκεται κυρίως στην περιφέρεια του κελύφους.

***Quinqueloculina nodulosa* Wiesner, 1923**
(Πιν.4, Εικ.11-12)
1923 *Miliolina berthelotiana* (d'Orbigny) var. *nodulosa* Wiesner, p. 49, pl. 7, fig. 72
1991 *Quinqueloculina nodulosa* Wiesner; Cimerman & Langer, p. 36, pl. 32, figs. 3-4

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι ισχυρό και η περιφέρειά του γωνιώδης.

***Quinqeloculina padana* Perconig, 1954**
(Πιν.4, Εικ.17)
1954 *Quinqeloculina padana* Perconig, p. 96
1993 *Quinqeloculina padana* Perconig; Sgarella & Moncharmont Zei, p. 172, pl. 7, fig. 1
2009 *Quinqeloculina padana* Perconig; Frezza & Carboni, p. 63, pl. 1, fig. 9

Παρατηρήσεις: Χαρακτηριστικό είναι το λείο του κέλυφος.

***Quinqueloculina parvula* Schlumberger, 1894**
(Πιν.4, Εικ.18)
1894 *Quinqueloculina parvula* Schlumberger, p. 255, pl. 3, figs. 8-9 (fide Ellis & Messina, 1940)
1991 *Quinqueloculina parvula* Schlumberger; Cimerman & Langer, p. 37, pl. 34, figs. 6-8
1993 *Quinqueloculina parvula* Schlumberger; Sgarella & Moncharmont Zei, p. 174, pl. 5, fig. 16

Παρατηρήσεις: Η επιφάνεια του κελύφους είναι ελαφρώς τραχειά.

***Quinqueloculina seminulum* (Linné, 1767)**
(Πιν.4, Εικ.16)
1767 *Serpula seminulum* Linné, p. 1264, no. 791 (fide Ellis & Messina, 1940)
1980 *Quinqueloculina seminulum* (Linné); Boltovskoy et al., p. 47, pl. 29, figs. 7-13
1989 *Quinqueloculina seminula* (Linné); Lévy et al., p. 165, pl. II, figs. 1-2
1991 *Quinqueloculina seminula* (Linné), Cimerman & Langer, p. 38, pl. 34, figs. 9-12
2006 *Quinqueloculina seminulum* (Linné); Avşar et al., p. 132, pl. 1, fig. 7
2009 *Quinqueloculina seminulum* (Linné); Frezza & Carboni, p. 63, pl. 1, figs. 10-11

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος έχει κυκλική περιφέρεια και οι θάλαμοι έχουν το ίδιο μέγεθος σε όλο τους το μήκος.

***Quinqueloculina stelligera* Schlumberger, 1839**
(Πιν.4, Εικ.13)
1893 *Quinqueloculina stelligera* Schlumberger, p. 210, pl. 2, figs. 58-59 (fide Ellis & Messina, 1940)
1991 *Quinqueloculina stelligera* Schlumberger; Cimerman & Langer, p. 38, pl. 34, figs. 13-15
1993 *Quinqueloculina stelligera* Schlumberger; Sgarella & Moncharmont Zei, p. 175, pl. 6, figs. 13-14
2002 *Quinqueloculina stelligera* Schlumberger; Kaminski et al., p. 194, pl. 2, fig. 3

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι επίμηκες και λείο εξωτερικά, οι θάλαμοι είναι στενοί και φέρουν εμφανή εξέχουσα τρόπιδα.

***Quinqueloculina triangularis* d'Orbigny, 1846**
(Πιν.4, Εικ.14-15)
1846 *Quinqueloculina triangularis* d'Orbigny, p. 288, pl. 18, figs. 7-9 (fide Ellis & Messina, 1940)
1985 *Quinqueloculina triangularis* d'Orbigny; Papp & Schmid, p. 99, pl. 92, figs. 4-9
1986 *Quinqueloculina triangularis* d'Orbigny; Rupp, p. 66, pl. 33, figs. 7-8

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος σε εγκάρσια τομή έχει τριγωνικό σχήμα και οξύληκτα περιθώρια. Φέρει έναν απλό οδόντα.

***Quinqueloculina trigonula* Terquem, 1876**
(Πιν.4, Εικ.19-20)
1876 *Quinqueloculina trigonula* Terquem, p. 84, pl. 12, fig. 4 (fide Ellis & Messina, 1940)
1989 *Quinqueloculina trigonula* Terquem; Lévy et al., p. 165, pl. II, figs. 4-7
1992 *Quinqueloculina trigonula* Terquem; Lévy et al., p. 122, pl. II, figs. 23-24

Παρατηρήσεις: Το είδος αυτό φέρει απλό οδόντα και κάποιες λεπτές χαρακτηριστικές γραμμώσεις κατά μήκος των θαλάμων.

Υποοικογένεια: Miliolinellinae Vella, 1957
Γένος: *Affinetrina* Łuczkowska, 1972

***Affinetrina alcidi* Lévy et al., 1992**
(Πιν.5, Εικ.1-2)
1826 *Triloculina laevigata* d'Orbigny, p. 134 (fide Ellis & Messina, 1940)
1992 *Affinetrina alcidi* Lévy et al., p. 123, pl. III, figs. 3-4

Παρατηρήσεις: Το στοματικό άνοιγμα είναι επίμηκες, περιβάλλεται από ένα ευδιάκριτο χείλος και φέρει έναν επιμήκη διφυή οδόντα.

***Affinetrina planciana* (d'Orbigny, 1839)**
(Πιν.5, Εικ.3)
1839 *Triloculina planciana* d'Orbigny, p. 173, pl. 9, figs. 17-18 (fide Ellis & Messina, 1940)
1987 *Affinetrina planciana* (d'Orbigny); Loeblich & Tappan, p. 337, pl. 347, figs. 7-11
1991 *Affinetrina planciana* (d'Orbigny); Cimerman & Langer, p. 39, pl. 37, figs. 1-4

Παρατηρήσεις: Βασικό χαρακτηριστικό αυτού του είδους είναι η αποστρογγυλεμένη περιφέρεια και το στοματικό άνοιγμα το οποίο φέρει ένα διογκωμένο χείλος και έναν επιμήκη διφυή οδόντα.

***Affinetrina* sp.**
(Πιν.5, Εικ.4-5)

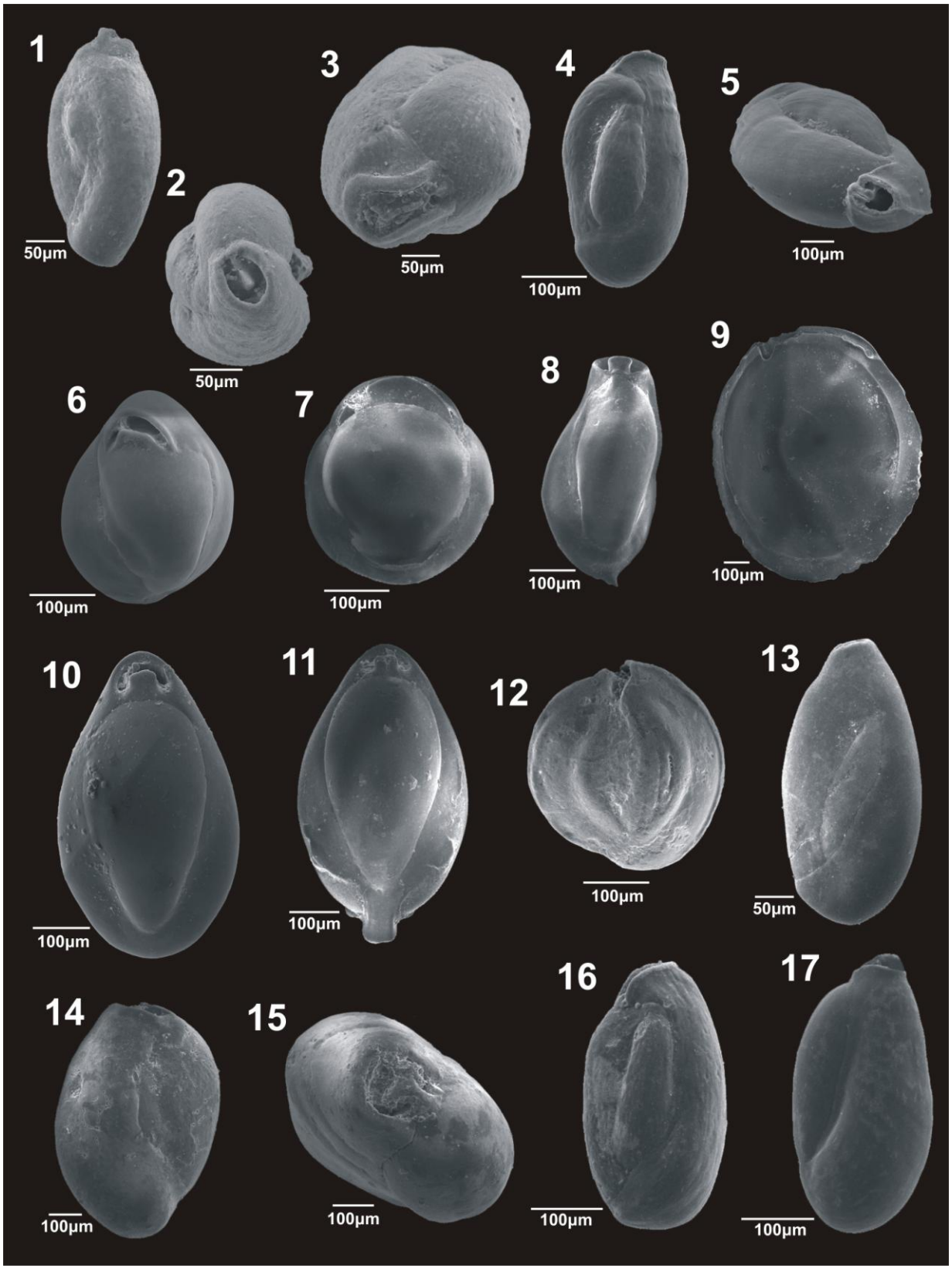
Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι πορσελανώδες, πεπιεσμένο και φέρει μια ελαφριά τρόπιδα. Τρεις θάλαμοι είναι ορατοί εξωτερικά. Το στοματικό άνοιγμα είναι επίμηκες και φέρει έναν επιμήκη διφυή οδόντα.

Γένος: *Biloculinella* Wiesner, 1931

***Biloculinella globula* (Bornemann, 1855)**
(Πιν.5, Εικ.6)
1855 *Biloculina globulus* Bornemann, p. 349, pl. 19, figs. 3a- b (fide Ellis & Messina, 1940)
1991 *Biloculinella globula* (Bornemann); Cimerman & Langer, p. 40, pl. 36, figs. 1-2
1993 *Biloculinella globula* (Bornemann); Sgarella & Moncharmont Zei, p. 188

Παρατηρήσεις: Η περιφέρεια του είναι ωοειδής και λεία. Χαρακτηριστικό είναι το στοματικό άνοιγμα που αποτελείται από μια αμφίκοιλη σχισμή.

***Biloculinella labiata* (Schlumberger, 1891)**
(Πιν.5, Εικ.7)
1891 *Biloculina labiata* Schlumberger, p. 556, pl. 9, figs. 60-62, textfigs. 13-14 (fide Ellis & Messina, 1940)
1987 *Biloculinella labiata* (Schlumberger); Loeblich & Tappan, p. 337, pl. 348, figs. 1-4
1991 *Biloculinella labiata* (Schlumberger); Cimerman & Langer, p. 40, pl. 36, fig. 12
1993 *Biloculinella labiata* (Schlumberger); Sgarella & Moncharmont Zei, p. 188
2009 *Biloculinella labiata* (Schlumberger); Avşar et al., p. 134, pl. 1, fig. 20



Πίνακας 5.

1-2. *Affinetrina alcidi* Lévy et al., 1. VG-3 455-459, 2. στοματικό άνοιγμα, VG-3 455-459, **3.** *Affinetrina planciana* (d'Orbigny), στοματικό άνοιγμα, VG-3 485-489, **4-5.** *Affinetrina* sp., 4. KT6w, 5. στοματικό άνοιγμα, LW5, **6.** *Biloculinella globula* (Bornemann), ΔΕΗ-6 59-62, **7.** *Biloculinella labiata* (Schlumberger), ΔΕΗ-6 59-62, **8.** *Biloculinella* sp., VG-3 375-379, **9.** *Pyrgo lunula* (d'Orbigny), ΔΕΗ-6 38-41, **10.** *Pyrgo elongata* (d'Orbigny), VG-3 375-379, **11.** *Pyrgo* sp., ΔΕΗ-6 47-50, **12.** *Miliolinella subrotunda* (Montagu), VR10s, **13.** *Sinuloculina consobrina* (d'Orbigny), KT2w, **14-15.** *Sinuloculina inflata* (d'Orbigny), 14. VG-3 245-249, 15. στοματικό άνοιγμα, VG-3 245-249, **16-17.** *Sinuloculina mayeriana* (d'Orbigny), 16. KT4w, 17. VR10s.

Παρατηρήσεις: Χαρακτηριστικό είναι το στοματικό άνοιγμα αυτού του είδους το οποίο οριοθετείται από ένα ημιελλειπτικό πτερύγιο.

***Biloculinella* sp.**
(Πιν.5, Εικ.8)

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι ωοειδές, κάπως επιμηκυσμένο και λείο, αδιάτρητο. Το στοματικό άνοιγμα είναι μικρότερο σε σχέση με τα άλλα είδη αυτού του γένους και φέρει ένα ισχυρό τετραγωνισμένο πτερύγιο. Χαρακτηριστική είναι η οξύληκτη άκρη στο κατώτερο μέρος της περιφέρειας του κελύφους.

Γένος: *Miliolinella* Wiesner, 1931

***Miliolinella subrotunda* (Montagu, 1803)**
(Πιν.5, Εικ.12)
1803 *Vermiculum subrotundum* Montagu, p.512 (fide Ellis & Messina, 1940)
1884 *Miliolina subrotunda* Brady, p. 168, pl. 5, figs. 10-11
1980 *Miliolinella subrotunda* (Montagu); Boltovskoy et al., p. 39, pl. 21, figs. 11-14
1991 *Miliolinella subrotunda* (Montagu); Cimerman & Langer, p. 42, pl. 38, figs. 4-9

Παρατηρήσεις: Χαρακτηριστικές είναι οι ελαφριές κάθετες και εγκάρσιες γραμμώσεις που κοσμούν το κέλυφος και το στοματικό άνοιγμα που φέρει έναν μικρό οδόντα και έχει σχήμα βαλβίδας.

Γένος: *Pyrgo* Defrance, 1824

***Pyrgo elongata* (d'Orbigny, 1826)**
(Πιν.5, Εικ.10)
1826 *Biloculina elongata* d'Orbigny, p. 298, no 4 (fide Ellis & Messina, 1940)
1931 *Pyrgo elongata* (d'Orbigny); Cushman, p. 70, pl. 19, figs. 2-3
1980 *Pyrgo elongata* (d'Orbigny); Boltovskoy et al., p. 44, pl. 25, figs. 16-17
1991 *Pyrgo elongata* (d'Orbigny); Cimerman & Langer, p. 44, pl. 41, figs. 6-8
1993 *Pyrgo elongata* (d'Orbigny); Sgarella & Moncharmont Zei, p. 182, pl. 9, fig. 1

Παρατηρήσεις: Το είδος της παρούσας εργασίας ταυτίζεται με αυτό των Sgarella & Moncharmont Zei (1993), καθώς είναι ελαφρά πιο εύρωστο στην περιφέρεια σε σχέση με αυτό των άλλων ερευνητών.

***Pyrgo lunula* (d'Orbigny, 1846)**
(Πιν.5, Εικ.9)
1846 *Biloculina lunula* d'Orbigny, p. 264, pl. 15, figs. 22-24 (fide Ellis & Messina, 1940)
1985 *Pyrgo lunula* (d'Orbigny); Papp & Schmid, p. 89, pl. 82, figs. 7-9

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι πεπιεσμένο και φέρει έναν χαρακτηριστικό χαμηλό και πολύ επιμήκη οδόντα. Στα δείγματα της παρούσας μελέτης έχει αρκετά μεγάλο μέγεθος.

***Pyrgo* sp.**
(Πιν.5, Εικ.11)
2006 *Pyrgo elongata* (d'Orbigny), Avşar et al. 2006, p. 132, pl. 1, fig. 13

Παρατηρήσεις: Το είδος της παρούσας εργασίας είναι πιο εύρωστα στην περιφέρεια από το τυπικό *P. elongata*, και φέρει προσκολλημένο ένα τετραγωνισμένο τμήμα στη βάση του κελύφους.

Γένος: *Sinuloculina* Łuczkowska, 1972

***Sinuloculina consobrina* (d'Orbigny, 1846)**
(Πιν.5, Εικ.13)
1846 *Triloculina consobrina* d'Orbigny, p. 277, pl. 17, figs. 10-12 (fide Ellis & Messina, 1940)
1985 *Sinuloculina consobrina* (d'Orbigny); Papp & Schmid, p. 95, pl. 88, figs 5-10, text-pl. 14, fig. 2
1992 *Sinuloculina consobrina* (d'Orbigny); Lévy et al., p. 125, pl. III, figs. 8-9

Παρατηρήσεις**:** Χαρακτηριστικό είναι πως οι θάλαμοι της περιφέρειας είναι πολύ μεγαλύτεροι από όλους τους υπόλοιπους και το μέγεθός του είναι μικρό.

***Sinuloculina inflata* (d'Orbigny, 1846)**
(Πιν.5, Εικ.14-15)
1846 *Triloculina inflata* d'Orbigny, p. 278, pl. 17, figs. 13-15 (fide Ellis & Messina, 1940)
1985 *Triloculina inflata* d'Orbigny; Papp & Schmid, p. 95, pl. 89, figs. 1-3
1991 *Sinuloculina inflata* (d'Orbigny); Lévy et al., pl. 1, figs. 2, 18
1992 *Sinuloculina inflata* (d'Orbigny); Lévy et al., p. 125, pl. III, figs. 11-12

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι ωοειδές και φαρδύτερο από το κέλυφος του είδους *S. consobrina*. Δε φέρει κανένα στολισμό.

***Sinuloculina mayeriana* (d'Orbigny, 1826)**
(Πιν.5, Εικ.16-17)
1846 *Triloculina mayeriana* d'Orbigny, p. 287, pl. 18, figs. 1-3 (fide Ellis & Messina, 1940)
1985 *Sinuloculina mayeriana* (d'Orbigny); Papp & Schmid, p. 97, pl. 91, figs. 9-15

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι λεπτό, στενό, ωοειδές στο σχήμα και είναι ορατοί τρεις θάλαμοι.

Γένος: *Triloculina* d'Orbigny, 1826

***Triloculina marioni* Schlumberger, 1893**
(Πιν.6, Εικ.2, 6)
1893 *Triloculina marioni* Schlumberger, p. 204, pl. 1, figs. 38-41 (fide Ellis & Messina, 1940)
1991 *Triloculina marioni* Schlumberger; Cimerman & Langer, p. 46, pl. 43, figs. 1-5

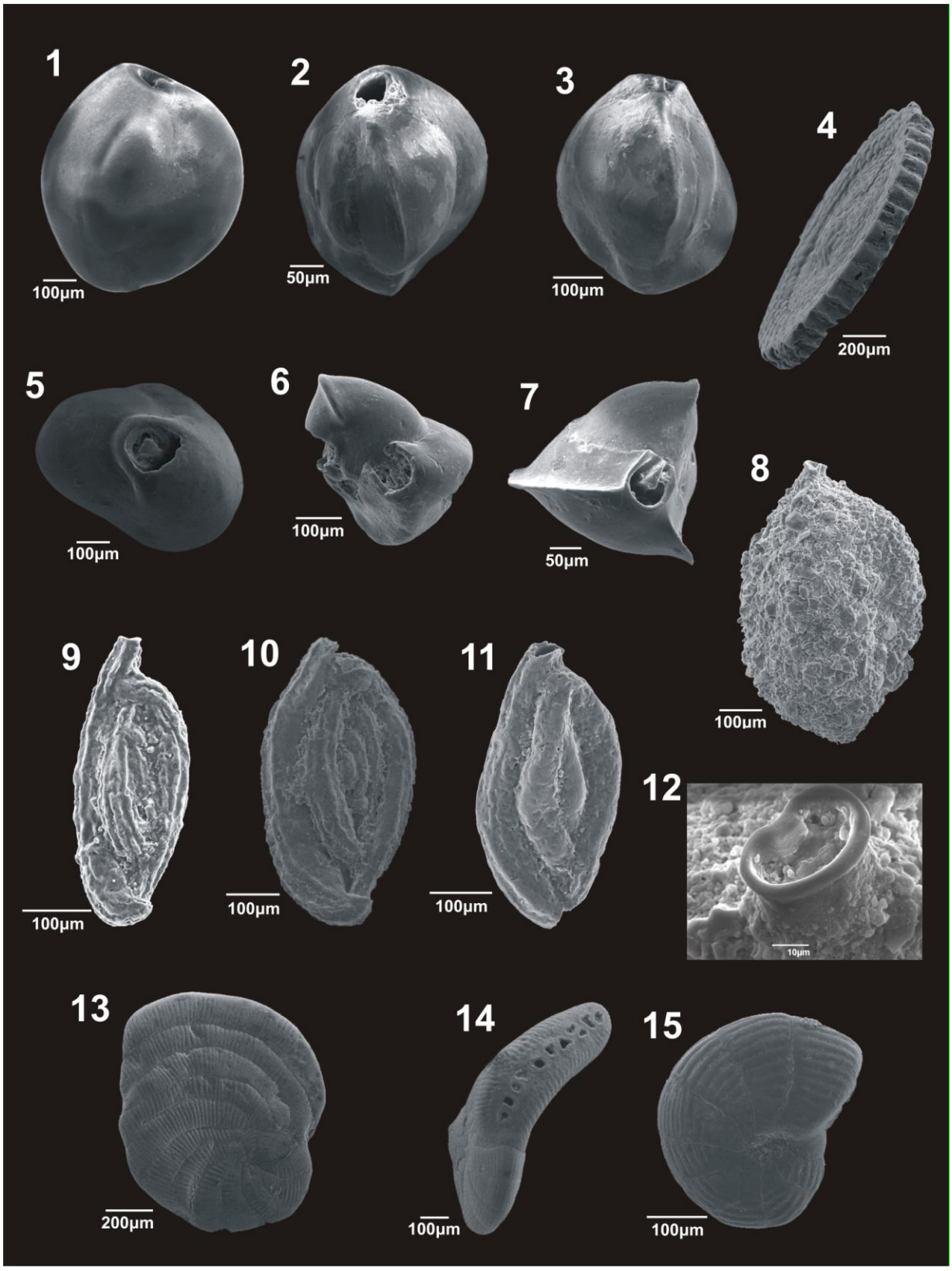
Παρατηρήσεις: Το σχήμα του κελύφους είναι τριγωνικό σε εγκάρσια τομή με οξύληκτη περιφέρια των θαλάμων. Η επιφάνεια φέρει αδιόρατες γραμμώσεις.

***Triloculina tricarinata* d'Orbigny, 1826**
(Πιν.3, Εικ.7)
1826 *Triloculina tricarinata* d'Orbigny, p. 299, no 6 (fide Ellis & Messina, 1940)
1929 *Triloculina tricarinata* d'Orbigny; Cushman, p. 56, pl. 13, fig. 3
1932 *Triloculina tricarinata* d'Orbigny; Cushman, p. 59, pl. 13, fig. 3
1991 *Triloculina tricarinata* d'Orbigny; Cimerman & Langer, p. 46, pl. 44, figs. 3-4
1993 *Triloculina tricarinata* d'Orbigny; Hottinger et al., p. 64, 65, pl. 68, figs. 7-12
1993 *Triloculina tricarinata* d'Orbigny; Sgarella & Moncharmont Zei, p. 187, pl. 9, figs. 14-15

Παρατηρήσεις: Το σχήμα του κελύφους είναι τριγωνικό σε εγκάρσια τομή και οι θάλαμοι γωνιώδεις.

***Triloculina trigonula* (Lamarck, 1804)**
(Πιν.6, Εικ.1, 5)
1804 *Miliolites* (*trigonula*) Lamarck, p. 351, pl. 17, figs. 4a-c (fide Ellis & Messina, 1940)
1980 *Triloculina trigonula* (Lamarck); Boltovskoy et al., p. 52, pl. 33, figs. 14-16
1993 *Triloculina trigonula* (Lamarck); Hottinger et al., pl. 69, figs. 1 -10
1993 *Triloculina trigonula* (Lamarck); Sgarella & Moncharmont Zei, p. 187, pl. 10, fig. 1

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι τριγωνικό σε εγκάρσια τομή και οι θάλαμοι εύρωστοι και κυρτοί.



Πίνακας 6.

1. *Triloculina trigonula* (Lamarck), AV6s, **2**. *Triloculina marioni* Schlumberger, KT9w, **3**. *Triloculina tricarinata* d'Orbigny, VG-3 445-449, **4**. *Sorites orbiculus* (Forskål), VR2s, **5**. *Triloculina trigonula* (Lamarck), στοματικό άνοιγμα, AV6s, **6**. *Triloculina marioni* Schlumberger, στοματικό άνοιγμα, KT9w, **7**. *Triloculina tricarinata* d'Orbigny, στοματικό άνοιγμα, VG-3 445-449, **8**. *Sigmoilopsis schlumbergeri* (Silvestri), ΔΕΗ-6 65-68, **9**. *Sigmoilinita costata* Schlumberger, VR9s, **10**. *Sigmoilinita grata* (Terquem), VG-3 375-379, **11**. *Sigmoilinita tenuis* (Czjzek), VR9s, **12**. *Sigmoilopsis schlumbergeri* (Silvestri), στοματικό άνοιγμα, ΔΕΗ-6 65-68, **13-14**. *Peneroplis planatus* (Fichtel & Moll), 13. AV6s, 14. περιφερειακή όψη με στοματικό άνοιγμα, AV4s, **15**. *Peneroplis pertusus* (Forskål), KT3w.

Γένος: *Sigmoilinita* Seiglie, 1965

***Sigmoilinita costata* (Schlumberger, 1893)**
(Πιν.6, Εικ.9)
1893 *Sigmoilina costata* Schlumberger, p. 203, pl. 1, figs. 51-52 (fide Ellis & Messina, 1940)
1991 *Sigmoilinita costata* (Schlumberger); Cimerman & Langer, p. 47, pl. 45, figs. 1-6
1993 *Sigmoilina costata* Schlumberger; Sgarella & Moncharmont Zei, p. 184, pl. 9, figs. 6-8

Παρατηρήσεις: Χαρακτηρίζεται από τις πολυάριθμες επιμήκεις ραβδώσεις που κοσμούν την επιφάνεια του κελύφους.

***Sigmoilinita grata* (Terquem, 1878)**
(Πιν.6, Εικ.10)
1878 *Spiroloculina grata* Terquem, p.55, pl. 5, figs. 14a-b
1991 *Sigmoilinita grata* (Terquem); Cimerman & Langer, p. 47, pl. 45, figs. 11-14
1993 *Sigmoilina grata* (Terquem); Sgarella & Moncharmont Zei, p. 184, pl. 9, fig. 9
2005 *Spiroloculina grata* (Terquem); Triantaphyllou et al., pl. 1, fig. 1, pl. 2, figs. 2-3

Παρατηρήσεις: Η επιφάνεια του κελύφους είναι τραχειά και κοσμείται από επιμήκεις ραβδώσεις, ενώ η περιφέρεια είναι ελαφρά γωνιώδης.

***Sigmoilinita tenuis* (Czjzek, 1848)**
(Πιν.6, Εικ.11)
1848 *Quinqueloculina tenuis* Czjzek, p. 149, pl. 13, figs. 31-34 (fide Ellis & Messina, 1940)
1987 *Sigmoilinita tenuis* (Czjzek); Loeblich & Tappan, p. 348, pl. 356, figs. 17-18
1991 *Sigmoilinita tenuis* (Czjzek); Cimerman & Langer, p. 48, pl. 45, figs. 7-10
1993 *Sigmoilina tenuis* (Czjzek); Sgarella & Moncharmont Zei, p. 185, pl. 8, fig. 8

Παρατηρήσεις: Οι θάλαμοι είναι πεπιεσμένοι και έχουν μήκος ίσο με μισή περιέλιξη.

Υποοικογένεια: Sigmoilopsinae Vella, 1957
Γένος: *Sigmoilopsis* Finlay, 1947

***Sigmoilopsis schlumbergeri* (Silvestri, 1904)**
(Πιν.6, Εικ.8, 12)
1904 *Sigmoilina schlumbergeri* Silvestri, p. 267 (fide Ellis & Messina, 1940)
1960 *Sigmoilopsis schlumbergeri* (Silvestri); Barker, pl. 8, fig. 1
1987 *Sigmoilopsis schlumbergeri* (Silvestri); Loeblich & Tappan, p. 350, pl. 356, figs. 8-13
1987 *Sigmoilopsis schlumbergeri* (Silvestri); Jorisen, pl. 4, fig. 9
1991 *Sigmoilopsis schlumbergeri* (Silvestri); Cimerman & Langer, p. 48, pl. 46, figs. 10-14
1993 *Sigmoilopsis schlumbergeri* (Silvestri); Sgarella & Moncharmont Zei, p. 185, pl. 9., fig. 4

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι αδιάτρητο και φέρει ένα κάλυμμα από συμφύρματα. Το στοματικό άνοιγμα είναι σχεδόν κυκλικό, τοποθετείται στην άκρη ενός βραχύ λαιμού και φέρει μικρό οδόντα.

Υπεροικογένεια: Alveolinacea Ehrenberg, 1839
Οικογένεια: Peneroplidae, Schultze, 1854
Γένος: *Peneroplis* de Montfort, 1808

***Peneroplis pertusus* (Forskål, 1775)**
(Πιν.6, Εικ.15)
1775 *Nautilus pertusus* Forskål. p.125 (fide Ellis & Messina, 1940)
1988 *Peneroplis pertusus* (Forskål); Loeblich & Tappan, p. 371, pl. 391, figs. 7-8
1991 *Peneroplis pertusus* (Forskål); Cimerman & Langer, p. 49, pl. 49, figs. 1-7
1993 *Peneroplis pertusus* (Forskål); Sgarella & Moncharmont Zei, p. 190, pl. 10, fig. 13

Παρατηρήσεις: Χαρακτηριστικό του το στοματικό άνοιγμα που είναι πολλαπλό και βρίσκεται στη μετωπική επιφάνεια του τελευταίου θαλάμου, και η διακόσμησή του με πολυάριθμες ραβδώσεις κάθετες με τα διαφράγματά του. Το είδος αυτό φέρει

συμβιωτικά ροδοφύκη (Leutenegger, 1984) που προσδίδουν ένα ρόδινο χρώμα στο πρωτόπλασμά του.

***Peneroplis planatus* (Fichtel & Moll, 1798)**
(Πιν.6, Εικ.13-14)
1798 *Nautilus planatus* Fichtel & Moll, p. 91, pl. 16, figs a-f, i (fide Ellis & Messina, 1940)
1993 *Peneroplis planatus* (Fichtel & Moll); Hottinger et al., p. 70, pl. 79, figs 1-16, pl. 80, figs. 1-8

Παρατηρήσεις: Οι θάλαμοι διακοσμούνται από ραβδώσεις κάθετες με τα διαφράγματα και σχεδόν παράλληλες με την περιφέρεια του κελύφους.

Οικογένεια: Soritidae Ehrenberg, 1839
Υποοικογένεια: Soritinae Ehrenberg, 1839
Γένος: *Sorites* Ehrenberg, 1839

***Sorites orbiculus* (Forskål, 1775)**
(Πιν.6, Εικ.4)
1775 *Nautilus orbiculus* Forskål, p. 125 (fide Ellis & Messina, 1940)
1988 *Sorites orbiculus* (Forskål); Loeblich & Tappan, p. 382, pl. 419, figs. 4-10
1991 *Sorites orbiculus* (Forskål); Cimerman & Langer, p. 50, pl. 51, figs. 1-5
1993 *Sorites orbiculus* (Forskål); Hottinger et al., p. 72, 73, pl. 83, figs. 1-13
2004 *Sorites orbiculus* (Forskål); Meriç et al., p. 115, pl. 17, fig. 8
2010 *Sorites orbiculus* (Forskål); Koukousioura et al., p. 161-162, pl. 1, figs. 4-5

Παρατηρήσεις: Χαρακτηριστικά είναι τα στοματικά ανοίγματα που στο αρχικό στάδιο έχουν σχήμα 8, ενώ αργότερα χωρίζονται σε δύο ευδιάκριτα ανοίγματα σε αντίθετη ακτινωτή θέση. Η πλειονότητα των ατόμων αυτού του είδους ζει σε φύκη τα οποία διατηρούνται για περισσότερο από μία περίοδο. Τέτοια επιφυτικά είδη έχουν κανονικά δισκοειδή κελύφη. Συχνότερα από άλλα είδη της οικογένειας Soritidae, το *S. orbiculus* ζει προσκολλημένο σε βραχώδη υποστρώματα, παίρνοντας το σχήμα τους και παρουσιάζοντας μορφολογικές ανωμαλίες (Hottinger *et al.*, 1993). Αυτό το είδος φέρει συμβιωτικά κυανοφύκη τύπου D-1 πρωτοπλασματικής υπερδομής (Leutenegger, 1984), τα οποία χρωματίζουν ελαιοκάστανο το ζωντανό άτομο. Αποτελεί ξενικό μεταναστευτικό οργανισμό για την περιοχή της Μεσογείου (Λεσσεψιανό είδος).

Υπόταξη: Lagenina Delage & Herouard, 1896
Υπεροικογένεια: Nodosariacea Ehrenberg, 1838
Οικογένεια: Nodosariidae Ehrenberg, 1838
Γένος: *Dentalina* Risso, 1826

***Dentalina inortata* d'Orbigny, 1846**
(Πιν.7, Εικ.1)
1846 *Dentalina inortata* d'Orbigny, p. 44, pl. 1, figs. 50-51 (fide Ellis & Messina, 1940)
1958 *Dentalina inortata* d'Orbigny; Papp & Schmid, p. 28, pl. 9, figs. 5-8; pl. 13, figs. 7-10
1986 *Dentalina inortata* d'Orbigny; Rupp, p. 60,pl. 14, fig. 7

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι βραχύ και οι γραμμές ραφών έντονα κεκλιμένες σε σχέση με τον κατακόρυφο άξονα. Χαρακτηριστικό επίσης είναι το κλειστό και ακτινωτό στοματικό άνοιγμα.

Γένος: *Nodosaria* Lamarck, 1812

***Nodosaria pyrula* d'Orbigny, 1826**
(Πιν.7, Εικ.2)
1826 *Nodosaria pyrula* d'Orbigny, p. 253, no 13 (fide Ellis & Messina, 1940)
1899 *Nodosaria pyrula* d'Orbigny; Flint, p. 309, pl. 55, fig. 4
1921 *Nodosaria pyrula* d'Orbigny; Cushman, p. 187, pl. 33, figs. 3-5

Παρατηρήσεις: Τα συγκεκριμένα άτομα αυτού του είδους φέρουν μακρύ προθάλαμο, όπως παρατήρησε και ο Cushman (1921).

Οικογένεια: Vaginulinidae Reuss, 1860
Υποοικογένεια: Marginulininae Wedekind, 1973
Γένος: *Amphicoryna* Schlumberger 1881

***Amphicoryna scalaris* (Batsch, 1791)**
(Πιν.7, Εικ.3-4)
1791 *Nautilus (Ortoceras) scalaris* Batsch, p. 91, pl. 2, figs. 1-9 (fide Ellis & Messina, 1940)
1960 *Amphicoryna scalaris* (Batsch); Barker, pl. 63, figs. 28-31
1987 *Amphicoryna scalaris* (Batsch); Loeblich & Tappan, p. 410, pl. 450, figs. 11-14
1991 *Amphicoryna scalaris* (Batsch); Cimerman & Langer, p. 52, pl. 54, figs. 1-9
1993 *Amphicoryna scalaris* (Batsch); Sgarella & Moncharmont Zei, p. 191, pl. 11, figs. 2-3

Παρατηρήσεις: Χαρακτηριστική είναι η άκανθα στη βάση του κελύφους και το ακτινωτό στοματικό άνοιγμα που βρίσκεται στην άκρη ενός λαιμού που φέρει εγκάρσιες εξάρσεις.

Οικογένεια: Lagenidae Reuss, 1862
Γένος: Lagena Walker & Jacob, 1798

***Lagena striata* (d'Orbigny, 1839)**
(Πιν.7, Εικ.5)
1839 *Oolina striata* d'Orbigny, pl. 5, fig. 12 (fide Ellis & Messina, 1940)
1991 *Lagena striata* (d'Orbigny); Cimerman & Langer, p. 53, pl. 55, figs. 6-7
1993 *Lagena striata* (d'Orbigny); Sgarella & Moncharmont Zei, p. 198-199, pl. 12, figs. 2-3
2002 Lagena striata (d'Orbigny); Kaminski et al., p. 192, pl. 2, fig. 4

Παρατηρήσεις: Χαρακτηρίζεται από τις επιμήκεις ραβδώσεις στην επιφάνεια του κελύφους, τις ψευδοάκανθες στη βάση του και τον μακρύ λαιμό με τις εγκάρσιες πολυγωνικές εξάρσεις.

Οικογένεια: Polymorphinidae d'Orbigny, 1839
Υποοικογένεια: Polymorphininae d'Orbigny, 1839
Γένος: *Globulina* d'Orbigny, 1839

***Globulina myristiformis* (Williamson), 1858**
(Πιν.7, Εικ.7)
1858 *Polymorphina myristiformis* Williamson, p. 73, pl. 6, figs. 156-157
1960 *Globulina gibba* var. *myristiformis* (Williamson); Barker, pl. 73, figs. 9-10
1991 *Globulina myristiformis* (Williamson); Cimerman & Langer, p. 53, pl. 56, figs. 13-14

Παρατηρήσεις: Η επιφάνεια του κελύφους χαρακτηρίζεται από έντονες διάστικτες ημισφαιρικές διακοσμήσεις που εκτείνονται ακτινωτά.

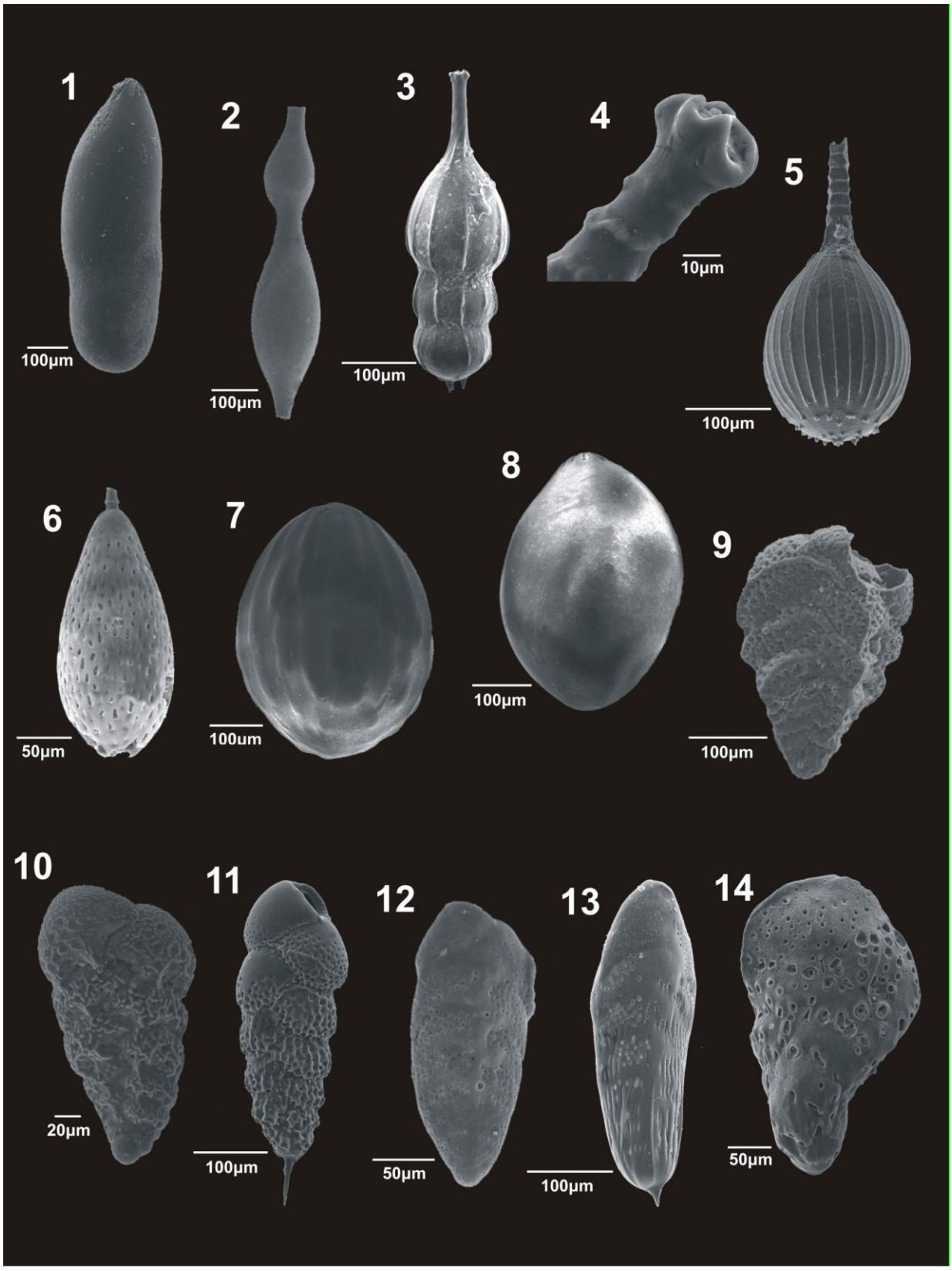
Γένος: *Polymorphina* d'Orbigny, 1826

***Polymorphina* sp.**
(Πιν.7, Εικ.8)

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι ωοειδές και η επιφάνεια λεία, χωρίς καμία διακόσμηση. Το στοματικό άνοιγμα είναι τελικό και ακτινωτό.

Οικογένεια: Ellipsolagenidae A. Silvestri, 1923
Υποοικογένεια: Sipholageninae Patterson & Richardson, 1987
Γένος: *Sipholagena* Moncharmont Zei & Sgarella, 1980

***Sipholagena benevestita* (Buchner, 1940)**
(Πιν.7, Εικ.6)
1940 *Lagena benevestita* Buchner, p. 445, pl. 7, fig. 101 (fide Ellis & Messina, 1940)



Πίνακας 7.

1. *Dentalina inortata* d'Orbigny, ΔΕΗ-6 26-29, **2**. *Nodosaria pyrula* d'Orbigny, ΔΕΗ-6 47-50, **3-4**. *Amphicoryna scalaris* (Batsch), 3. ΔΕΗ-6 29-32, 4. στοματικό άνοιγμα, ΔΕΗ-6 74-77, **5**. *Lagena striata* (d'Orbigny), ΔΕΗ-6 26-29, **6**. *Sipholagena benevestita* (Buchner), ΔΕΗ-6 96-100, **7**. *Globulina myristiformis* (Williamson), AV7s, **8**. *Polymorphina* spp., LAF-8 155-160, **9**. *Abditodentrix rhomboidalis* (Millet), ΔΕΗ-6 0-4, **10**. *Bolivina pseudoplicata* Heron-Allen & Earland, VG-3 490-494, **11**. *Bolivina subspinescens* Cushman, ΔΕΗ-6 26-29, **12**. *Brizalina spathulata* (Williamson), VG-3 490-494, **13.** *Brizalina striatula* (Cushman), KIT-1 570-575, **14**. *Bolivina tortuosa* Brady, VG-3 148-152.

1987 *Sipholagena benevestita* (Buchner); Loeblich & Tappan, p. 431, pl. 467, figs. 10-12
1991 *Sipholagena benevestita* (Buchner); Cimerman & Langer, p. 56, pl. 59, figs. 8-9
1993 *Sipholagena benevestita* (Buchner); Sgarella & Moncharmont Zei, p. 205, pl. 13, fig. 8

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι μικρό και η επιφάνεια φέρει πολυάριθμες εσοχές που της προσίδουν μια σπογγώδη υφή.

Υπόταξη: Rotaliina Delage & Hérouard, 1896
Υπεροικογένεια: Bolivinacea Glaessner, 1937
Οικογένεια: Bolivinidae Glaessner, 1937
Γένος: *Bolivina* d'Orbigny, 1839

***Bolivina pseudoplicata* Heron-Allen & Earland, 1930**
(Πιν.7, Εικ.10)
1930 *Bolivina pseudoplicata* Heron-Allen & Earland, p. 81, pl. 3, figs. 36-40 (fide Ellis & Messina, 1940)
1986 *Bolivina pseudoplicata* Heron-Allen & Earland; Rupp, p. 57, pl. 6, figs. 7-9
1990 *Bolivina pseudoplicata* d' Orbigny; Dermitzakis & Triantaphyllou, p. 142, pl. I, fig. 5
1991 *Bolivina pseudoplicata* Heron-Allen & Earland; Cimerman & Langer, p. 58, pl. 61, figs. 1-3
1993 *Bolivina pseudoplicata* Heron-Allen & Earland; Sgarella & Moncharmont Zei, p. 208, pl. 14, figs. 9-10

Παρατηρήσεις: Χαρακτηρίζεται από τις δύο ακμές που αναπτύσσονται πάνω στο κέλυφος κατά μήκος του κατακόρυφου άξονα που παραμορφώνουν αρκετά το σχήμα των ήδη πεπιεσμένων γραμμών ραφών.

***Bolivina subspinescens* Cushman, 1922**
(Πιν.7, Εικ.11)
1922a *Bolivina subspinescens* Cushman, p. 48, pl. 7, fig. 5
1986 *Bolivina subspinescens* Cushman; Rupp, p. 57, pl. 7, figs. 8-9
1993 *Bolivina subspinescens* Cushman; Sgarella & Moncharmont Zei, p. 210, pl. 14, figs. 12-13

Παρατηρήσεις: Το είδος αυτό χαρακτηρίζεται από την άκανθα που φέρει στη βάση του κελύφους.

***Bolivina tortuosa* Brady, 1881**
(Πιν.7, Εικ.14)
1881 *Bolivina tortuosa* Brady, p. 51, pl. 52, figs. 31-34 (fide Ellis & Messina, 1940)
1980 *Bolivina tortuosa* Brady; Boltovskoy et al., p. 18, pl. 3, figs. 14-17

Παρατηρήσεις: Χαρακτηρίζεται από την περιστροφή του άξονα στον οποίο αναπτύσσονται οι θάλαμοι και τους ευρείς πόρους που κοσμούν το κέλυφός και προσδίδουν μια τραχειά όψη.

***Brizalina spathulata* (Williamson, 1858)**
(Πιν.7, Εικ.12)
1858 *Textularia variabilis* var. *spathulata* Williamson, p. 76, pl. 6, figs. 164-165
1937 *Bolivina spathulata* (Williamson); Cushman, p. 162, pl. 15, figs. 20-24
1987 *Bolivina spathulata* (Williamson); Jorissen, p. 46, pl. 1, fig. 5
1991 *Brizalina spathulata* (Williamson); Cimerman & Langer, p. 60, pl. 62, figs. 3-5
1993 *Bolivina spathulata* (Williamson); Sgarella & Moncharmont Zei, p. 210, pl. 14, fig. 3
2002 *Brizalina spathulata* (Williamson); Kaminski et al., p. 188, pl. 2, fig. 9
2006 *Brizalina spathulata* (Williamson); Avşar et al., p. 133, pl. 1, fig. 19

Παρατηρήσεις: Διαχωρίζεται εύκολα από τα άλλα είδη αυτού του γένους από το τριγωνικό σχήμα του κελύφους. Ο στολισμός συνίσταται από συσδιάκριτες έως αδιόρατες γραμμώσεις στο κατώτερο μέρος του κελύφους.

***Brizalina striatula* (Cushman, 1922)**
(Πιν.7, Εικ.13)
1922b *Bolivina striatula* Cushman, p. 27, pl. 3, fig. 10 (fide Ellis & Messina, 1940)
1980 *Bolivina striatula* Cushman; Boltovskoy et al., p. 18, pl. 3, figs. 9-13
1991 *Brizalina striatula* (Cushman); Cimerman & Langer, p. 60, pl. 62, figs. 3-5
1993 *Bolivina striatula* (Cushman); Sgarella & Moncharmont Zei, p. 210, pl. 14, fig. 16
1993 *Brizalina striatula* (Cushman); Hottinger et al., p. 92, pl. 112, figs. 3-8
2002 *Brizalina striatula* (Cushman); Kaminski et al., p. 188, pl. 2, fig. 10

Παρατηρήσεις: Το χαρακτηριστικό γνώρισμα αυτού του είδους είναι οι ραβδώσεις που καλύπτουν το κάτω μέρος του και λεπταίνουν προς την κατεύθυνση του στοματικού ανοίγματος, καθώς διατρέχουν το μεγαλύτερο μέρος του κελύφους.

Υπεροικογένεια: Bolivinitacea Cushman, 1927
Οικογένεια: Bolivinitidae Cushman, 1927
Γένος: *Abditodentrix* Patterson, 1985

***Abditodentrix rhomboidalis* (Millet), 1899**
(Πιν.7, Εικ.9)
1899 *Textularia rhomboidalis* Millet, p. 559, pl. 7, fig. 4 (fide Ellis & Messina, 1940)
1922a *Bolivina rhomboidalis* Millet; Cushman, p. 44
1991 *Abditodentrix rhomboidalis* (Millet); Cimerman & Langer, p. 60, pl.61, figs. 4-6

Παρατηρήσεις: Η βασική διαφορά του με το γένος *Bolivina* είναι πως τα εξωτερικά περιθώρια των θαλάμων είναι ελαφρά κοίλα.

Υπεροικογένεια: Cassidulinacea d'Orbigny, 1839
Οικογένεια: Cassidulinidae d'Orbigny, 1839
Υποοικογένεια: Cassidulininae d'Orbigny, 1839
Γένος: *Cassidulina* d'Orbigny, 1826

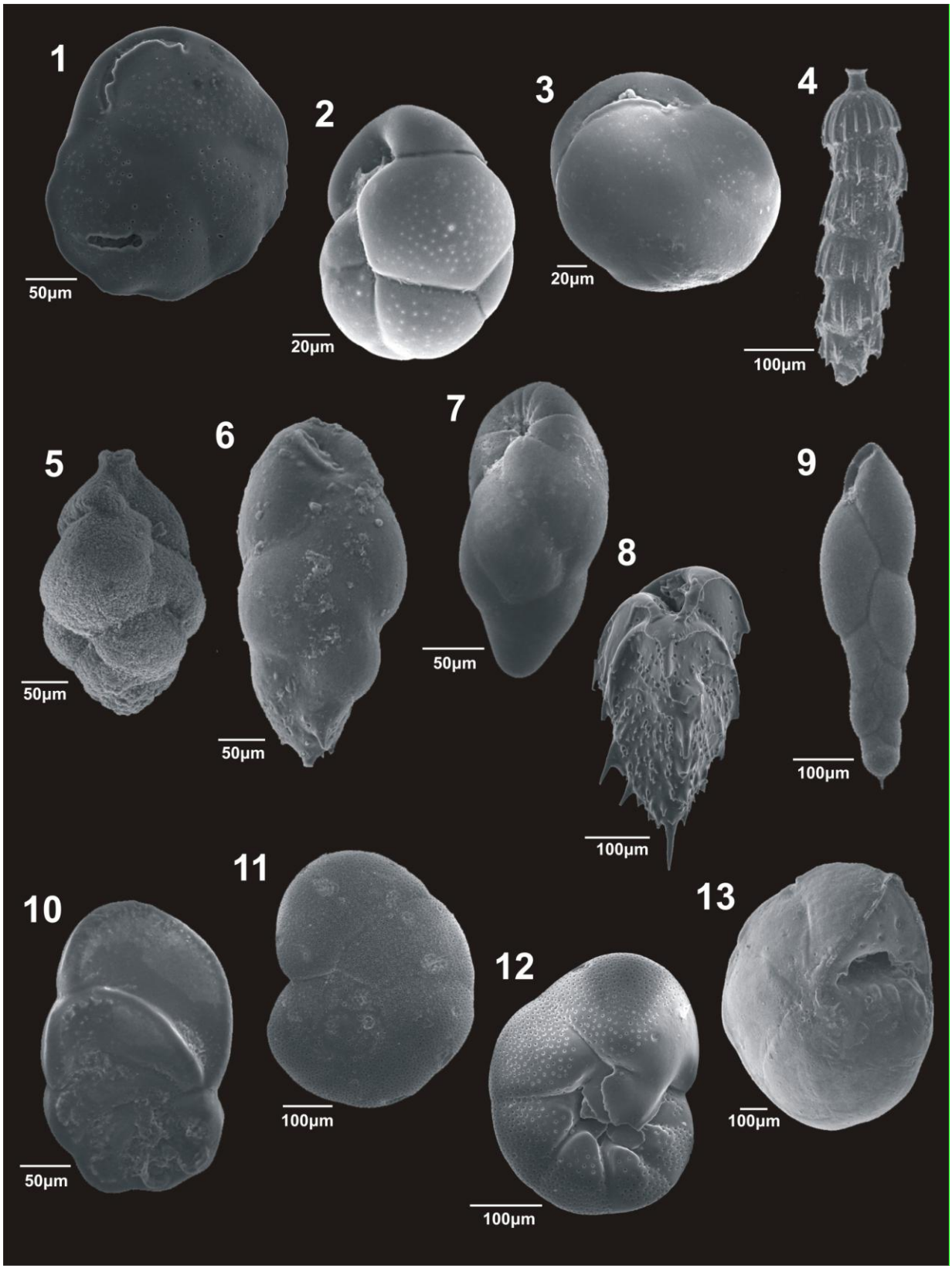
***Cassidulina carinata* Silvestri 1896**
(Πιν.8, Εικ.1)
1896 *Cassidulina laevigata* d'Orbigny var. *carinata* Silvestri, p. 104, pl. 2, fig. 10 (fide Ellis & Messina, 1940)
1971 *Cassidulina carinata* Silvestri; Murray, p. 187, pl. 78, figs. 1-5
1993 *Cassidulina carinata* Silvestri; Sgarrella & Moncharmont-Zei, p. 236, pl. 23, figs. 8-9
2009 *Cassidulina carinata* Silvestri; Frezza & Carboni, p. 57, pl. 2, fig. 12

Παρατηρήσεις: Το είδος *C. carinata* διαφέρει από το *C. laevigata* εξαιτίας της σαφούς περιφερειακής τρόπιδας και των τεσσάρων ζευγών θαλάμων στην τελική περιέλιξη, σε αντίθεση με το *C. laevigata*, το οποίο δεν πιστοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη, αλλά φέρει πέντε ζεύγη θαλάμων σε κάθε περιέλιξη.

Γένος: *Globocassidulina* Voloshinova, 1960

***Globocassidulina subglobosa* (Brady, 1884)**
(Πιν.8, Εικ.2-3)
1884 *Cassidulina subglobosa* Brady; p. 430, pl. 54, fig. 17 (fide Ellis & Messina, 1940)
1958 *Globocassidulina subglobosa* (Brady); Parker, p. 272, pl. 4, fig. 13
1980 *Cassidulina subglobosa* Brady; Boltovskoy et al., p.23, pl. 7, figs. 18-20
1988 *Globocassidulina subglobosa* (Brady); Loeblich & Tappan, p. 505, pl. 557, figs. 18-23
1991 *Globocassidulina subglobosa* (Brady); Cimerman & Langer, p. 61, pl. 63, figs. 4-6
1993 *Globocassidulina subglobosa* (Brady); Sgarrella & Moncharmont Zei, p. 236, pl. 24, figs. 1-2

Παρατηρήσεις: Το σφαιρικό έως ωοειδές σχήμα του κελύφους και η λεία του όψη, στη στερεοσκοπική παρατήρηση, είναι τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα αυτού του είδους.



Πίνακας 8.
1. *Cassidulina carinata* Silvestri, ΔΕΗ-6 26-29, **2-3.** *Globocassidulina subglobosa* (Brady), 2. ΔΕΗ-6 96-100, 3. στοματικό άνοιγμα, ΔΕΗ-6 96-100, **4.** *Rectuvigerina phlegeri* Le Calvez, ΔΕΗ-6 47-50, **5.** *Uvigerina proboscidea* Schwager, LAF-11 45-50, **6.** *Bulimina elongata* d'Orbigny, VG-3 48-52, **7.** *Buliminella seminuda* (Terquem), VG-3 52-48, **8.** *Reusella spinulosa* (Reuss), VG-3 460-464, **9.** *Fursenkoina acuta* (d'Orbigny), VG-3 480-484, **10.** *Cancris auriculus* (Fichtel & Moll), VG-3 315-319, **11-12.** *Valvulineria bradyana* (Fornasini), 11. ραχιαία όψη, ΔΕΗ-6 38-41, 12. κοιλιακή όψη, ΔΕΗ-6 74-77, **13.** *Eponides repandus* var. *concamerata* (Williamson), κοιλιακή όψη, ΔΕΗ-6 38-41.

Υπεροικογένεια: Buliminacea Jones, 1875
Οικογένεια: Siphogenerinoididae Saidova, 1891
Υποοικογένεια: Tubulogenerininae Saidova, 1981
Γένος: Rectuvigerina Mathews, 1945

***Rectuvigerina phlegeri* Le Calvez, 1959**
(Πιν.8, Εικ.4)
1959 *Rectuvigerina phlegeri* Le Calvez, p. 363, pl. 1, fig. 11
1993 *Rectuvigerina phlegeri* Le Calvez; Sgarrella & Moncharmont Zei, p. 215, pl. 16, figs. 3-4
2009 *Rectuvigerina phlegeri* Le Calvez; Frezza & Carboni, p. 55, pl. 1, fig. 6

Παρατηρήσεις: Το είδος αυτό διαφοροποιείται από το *Uvigerina perregrina,* το οποίο δεν πιστοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη, όμως το κέλυφος είναι πιο επίμηκες και παρουσιάζει μονόσειρο τμήμα.

Οικογένεια: Uvigerinidae Haeckel, 1894
Υποοικογένεια: Uvigerininae Haeckerl, 1894
Γένος: Uvigerina d'Orbigny, 1826

***Uvigerina proboscidea* Schwager, 1866**
(Πιν.8, Εικ.5)
1866 *Uvigerina proboscidea* Schwager, p. 250, pl. 7, fig. 96 (fide Ellis & Messina, 1940)
1986 *Uvigerina proboscidea* Schwager; Borsetti et al., p. 218, pl. 12, figs. 1-4

Παρατηρήσεις: Διαχωρίζεται από τα υπόλοιπα είδη αυτού του γένους από το μικρό και λεπτό κέλυφος και την λεπτή και πυκνή διακόσμηση.

Οικογένεια: Buliminidae Jones, 1875
Γένος: *Bulimina* d'Orbigny, 1826

***Bulimina elongata* d'Orbigny, 1846**
(Πιν.8, Εικ.6)
1846 *Bulimina elongata* d'Orbigny, p. 187, pl. 11, figs. 19-20 (fide Ellis & Messina, 1940)
1985 *Bulimina elongata* d'Orbigny; Papp & Schmid, p. 73, pl. 63, figs. 5-9
1991 *Bulimina elongata* d'Orbigny; Cimerman & Langer, p. 62, pl. 64, figs. 3-8
1993 *Bulimina elongata* d'Orbigny; Hottinger et al., p. 99, pl. 124, figs. 3-7
1993 *Bulimina elongata* d'Orbigny; Sgarella & Moncharmont Zei, p. 211, pl. 15, figs. 10-11
2002 *Bulimina elongata* d'Orbigny; Kaminski et al., p. 188, pl. 3, fig. 4

Παρατηρήσεις: Στα άτομα αυτού του είδους παρατηρήθηκαν συχνά άκανθες στη βάση του κελύφους. Η *B. elongata* διαφέρει από τα άλλα είδη εξαιτίας του πιο επιμηκυσμένου κελύφους και την έλλειψη όποιας άλλης διακόσμησης.

Οικογένεια: Buliminellidae Hofker, 1951
Γένος: *Buliminella* Cushman, 1911

***Buliminela seminuda* (Terquem, 1882)**
(Πιν.8, Εικ.7)
1882 *Bulimina semi-nuda* Terquem, p. 117, pl. 12, fig. 21 (fide Ellis & Messina, 1940)
1980 *Buliminella seminuda* (Terquem); Boltovskoy et al., p. 21, pl. 6, figs. 11-15

Παρατηρήσεις: Χαρακτηριστικό είναι το στοματικό άνοιγμα που φέρει ακτινωτές ρηχές βαθύνσεις μέχρι το περιφερειακό περιθώριο της στοματικής επιφάνειας.

Οικογένεια: Reussellidae Cushman, 1933
Γένος: *Reussella* Galloway, 1933

***Reussella spinulosa* (Reuss, 1850)**
(Πιν.8, Εικ.8)
1850 *Verneuilina spinulosa* Reuss, p. 374, pl. 47, fig. 12 (fide Ellis & Messina, 1940)
1964 *Reussella spinulosa* (Reuss); Loeblich & Tappan, p. C 563, pl. 445, figs. 3-5
1986 *Reussella spinulosa* (Reuss); Rupp, p.66, pl. 34, fig. 6
1991 *Reusella spinulosa* (Reuss); Cimerman & Langer, p. 63, pl. 66, figs. 5-8
1993 *Reusella spinulosa* (Reuss); Sgarella & Moncharmont Zei, p. 214, pl. 15, fig. 14
2006 *Reusella spinulosa* (Reuss); Avşar et al., p. 133, pl. 2, fig. 7

Παρατηρήσεις: Οι γωνίες του κελύφους είναι οξείες, οι πλευρές του επίπεδες και στη βάση του κελύφους και στις γωνίες παρατηρούνται άκανθες.

Υπεροικογένεια: Fursenkoinacea Loeblich & Tappan, 1961
Οικογένεια: Fursenkoinidae Loeblich & Tappan, 1961
Γένος: *Fursenkoina* Loeblich & Tappan, 1961

***Fursenkoina acuta* (d'Orbigny, 1846)**
(Πιν.8, Εικ.9)
1846 *Polymorphina acuta* d'Orbigny, p. 234, pl. 13, figs. 4-5; pl. 14, figs. 5-7 (fide Ellis & Messina, 1940)
1986 *Fursenkoina acuta* (d'Orbigny); Rupp, p. 62, pl. 19, figs. 6-8
1991 *Fursenkoina acuta* (d'Orbigny); Cimerman & Langer, p. 64, pl. 67, figs. 1-2
1993 *Fursenkoina acuta* (d'Orbigny); Sgarrella & Moncharmont Zei, p. 235, pl. 23, fig. 7
2002 *Fursenkoina acuta* (d'Orbigny); Kaminski et al., p. 174, pl. 3, figs. 11-12

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι ιδιαίτερα επίμηκες και μπορεί να φέρει μια βραχεία άκανθα στη βάση του.

Υπεροικογένεια: Discorbacea Ehrenberg, 1838
Οικογένεια: Bagginidae Cushman, 1927
Υποοικογένεια: Serovaininae Sliter, 1968
Γένος: *Cancris* de Montfort, 1808

***Cancris auriculus* (Fichtel & Moll, 1798)**
(Πιν.8, Εικ.10)
1798 *Nautilus auriculus* Fichtel & Moll, pl. 20, figs. d-f (fide Ellis & Messina, 1940)
1988 *Cancris auriculus* (Fichtel & Moll); Loeblich & Tappan, p. 157, pl. 591, figs. 1-3
1993 *Cancris auriculus* (Fichtel & Moll); Hottinger et al., p. 106, pl. 136, figs. 6-14

Παρατηρήσεις: Φέρει λείο τοίχωμα και θαλάμους που αυξάνονται ραγδαία σε μέγεθος.

Γένος: *Valvulineria* Cushman, 1926

***Valvulineria bradyana* (Fornasini, 1900)**
(Πιν.8, Εικ.11-12)
1900 *Discorbina bradyana* Fornasini; p. 393, textfig. 43 (fide Ellis & Messina, 1940)
1982 *Valvulineria bradyana* (Fornasini); Foraminiferi Padani, pl. 39, figs. 3d,p,v
1987 *Valvulineria bradyana* (Fornasini); Jorissen, p. 43, pl. 4, figs. 2a-b
1991 *Valvulineria bradyana* (Fornasini); Cimerman & Langer, p. 64, pl. 67, figs. 8-10
1993 *Valvulineria bradyana* (Fornasini); Sgarrella & Moncharmont Zei, p. 220, pl. 18, figs. 1-2
2009 *Valvulineria bradyana* (Fornasini); Avşar et al., p. 135, pl. 2, figs. 11-12
2009 *Valvulineria bradyana* (Fornasini); Frezza & Carboni, p. 55, pl. 1, figs. 1-2

Παρατηρήσεις: Το χαρακτηριστικό γνώρισμα αυτού του είδους είναι η ασβεστιτική πλάκα που καλύπτει το στοματικό άνοιγμα και η πυκνή πορώδης διακόσμηση της επιφάνειας του κελύφους.

Οικογένεια: Eponididae Hofker, 1951
Υποοικογένεια: Eponidinae Hofker, 1951
Γένος: *Eponides* de Montfort, 1808

***Eponides repandus* (Fichtel & Moll) var. *concamerata* (Williamson, 1858)**
(Πιν.8, Εικ.13)
1858 *Rotalina concamerata* Williamson, p. 52, pl. 24, figs. 101-105
1931 *Eponides repanda* var. *concamerata* (Williamson); Cushman, p. 51, Pl. 11, fig. 4
1960 *Eponides repandus* (Fichtel & Moll) var. *concamerata* (Williamson); Barker, pl. 104, fig. 19
1979 *Eponides repandus* (Fichtel & Moll) var. *concamerata* (Williamson); Blanc-Vernet et al., pl. 22, figs. 24-25
1988 *Eponides repandus* (Fichtel & Moll); Loeblich & Tappan, p. 158, pl. 594, figs. 1-3
1991 *Eponides concameratus* (Williamson); Cimerman & Langer, p. 64, pl. 67, figs. 11-14
1993 *Eponides repandus* var. *concamerata* (Williamson); Sgarrella & Moncharmont Zei, p. 232, pl. 22, figs. 4-5

Παρατηρήσεις: Οι θάλαμοι αυξάνονται ραγδαία σε μέγεθος καθώς προστίθενται.

Οικογένεια: Discorbidae Ehrenberg, 1838
Γένος: *Discorbis* Lamarck, 1804

***Discorbis williamsoni* Chapman & Parr, 1932**
(Πιν.9, Εικ.1-2)
1858 *Rotalina nitida* Williamson, p. 54, pl. 4, figs. 106-108
1932 *Discorbis williamsoni* Chapman & Parr, p. 226
1980 *Discorbis williamsoni* Chapman & Parr; Boltovskoy et al., p. 28, pl. 12, figs. 5-12

Παρατηρήσεις: Χαρακτηριστική είναι η κοιλιακή όψη όπου το στοματικό άνοιγμα οριοθετείται από μια κυκλική ασβεστιτική προεξοχή.

Οικογένεια: Rosalinidae Reiss, 1963
Γένος: *Rosalina* d' Orbigny, 1826

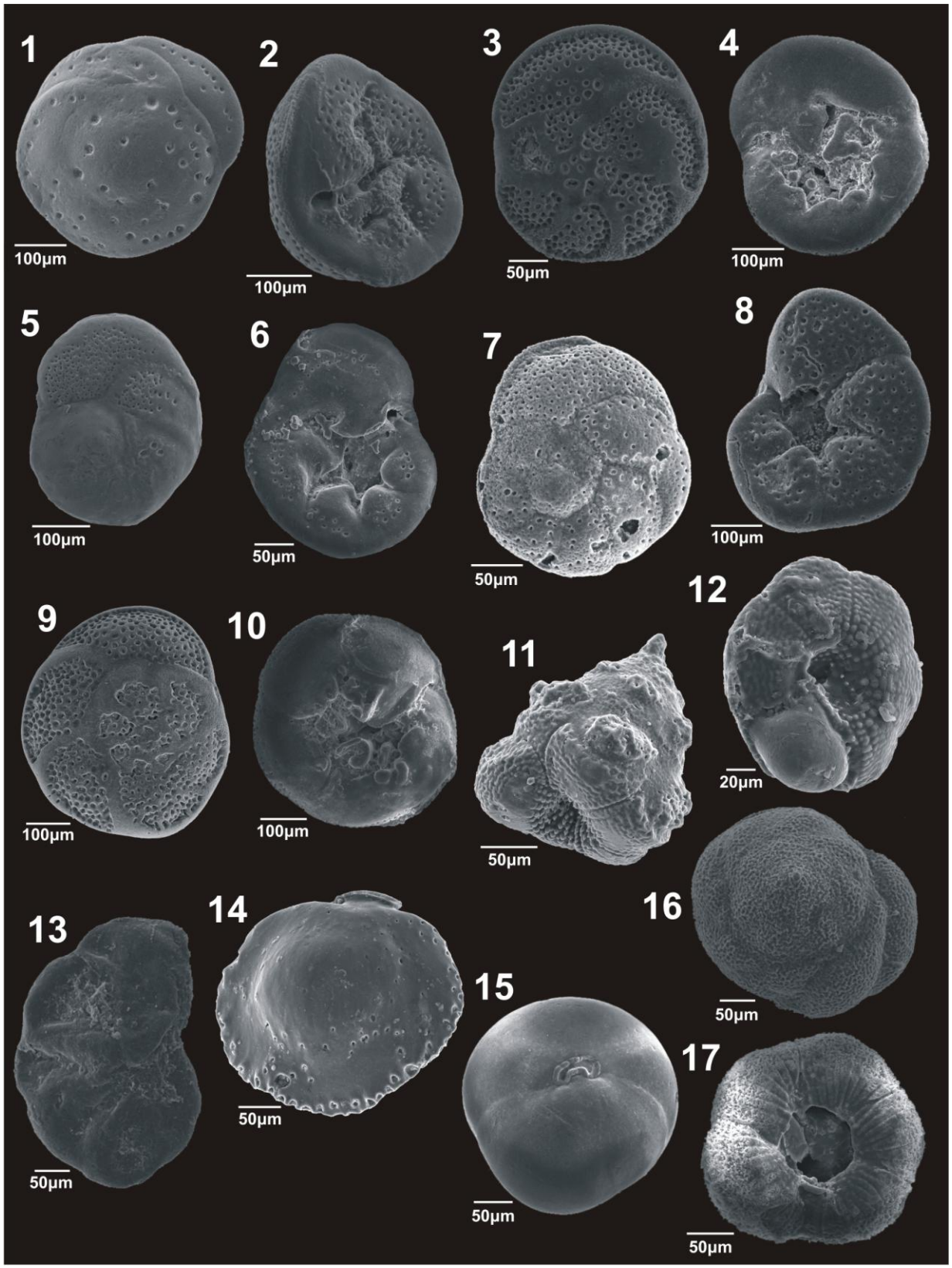
***Rosalina bradyi* (Cushman, 1915)**
(Πιν.9, Εικ.3-4)
1915 *Discorbis globularis* (d'Orbigny) var. *bradyi* Cushman, p. 12
1960 *Rosalina bradyi* (Cushman); Barker, pl. 86, fig. 8a-c
1979 *Rosalina globularis bradyi* (Cushman); Blanc-Vernet et al., pl. 22, fig. 12
1987 *Rosalina bradyi* (Cushman); Jorissen, p. 41, pl. 3, figs. 6-b
1991 *Rosalina bradyi* (Cushman); Cimerman & Langer, p. 66, pl. 71, figs. 1-5
1993 *Rosalina bradyi* (Cushman); Hottinger et al., p. 110, pl. 142, figs 11, 12, pl. 143, figs. 1-6
1993 *Rosalina bradyi* (Cushman); Sgarella & Moncharmont Zei, p. 218, pl. 17, figs. 4-5
2009 *Rosalina bradyi* (Cushman); Frezza & Carboni, p. 63, pl. 1, figs. 13-14

Παρατηρήσεις: Χαρακτηριστική είναι η κοιλιακή όψη όπου ο τελευταίος θάλαμος αυξάνεται καταλαμβάνοντας τη μισή περιέλιξη και το στοματικό άνοιγμα οριοθετείται από μια αβεστολιθική προεξοχή.

***Rosalina floridensis* (Cushman, 1922)**
(Πιν.9, Εικ.5-6)
1922b *Discorbis floridana* Cushman, p. 39, pl. 5, figs. 11-12
1991 *Rosalina floridensis* (Cushman); Cimerman & Langer, p. 67, pl. 70, figs. 8-10
1993 *Rosalina floridana* (Cushman); Sgarella & Moncharmont Zei, p. 218, pl. 17, fig.6

Παρατηρήσεις: Οι θάλαμοι στην κοιλιακή όψη είναι υποτριγωνικοί και το στοματικό άνοιγμα οριοθετείται από μια ασβεστιτική προεξοχή. Παρουσιάζει μικρό μέγεθος στα μελετηθέντα δείγματα.

***Rosalina globularis* d'Orbigny, 1826**
(Πιν.9, Εικ.7-8)
1826 *Rosalina globularis* d'Orbigny, p. 271 (fide Ellis & Messina, 1940)
1988 *Rosalina globularis* d'Orbigny; Loeblich & Tappan, p. 561, pl. 610, figs. 1-6
1993 *Rosalina globularis* d'Orbigny; Sgarella & Moncharmont Zei, p. 219, pl. 17, figs. 7-8



Πίνακας 9.

1-2. *Discorbis williamsoni* Chapman & Parr, 1932, 1. ραχιαία όψη, VR3s, 2. πλάγια όψη, VG-3 340-344, **3-4.** *Rosalina bradyi* (Cushman), 3. ραχιαία όψη, VG-3 270-274, 4. κοιλιακή όψη, VR10s, **5-6.** *Rosalina floridensis* (Cushman), 5. ραχιαία όψη, KT8s, 6. κοιλιακή όψη, KT9s, **7-8.** *Rosalina globularis* d'Orbigny, 7. ραχιαία όψη, VR10s, 8. κοιλιακή όψη, KT7w, **9-10.** *Rosalina macropora* (Hofker), 9. ραχιαία όψη, VG-3 440-444, 10. κοιλιακή όψη, LAF-8 061-066, **11-12.** *Conorbella imperiatoria* (d'Orbigny), 11. πλάγια όψη, VG-3 65-68, 12. κοιλιακή όψη, VG-3 166-171, **13.** *Heronallenia* sp., VG-3 7-10, **14.** *Siphonina reticulata* (Czjzek), ΔΕΗ-6 29-32, **15.** *Sphaeroidina bulloides* d'Orbigny, στοματικό άνοιγμα, VG-3 455-459, **16-17.** *Conorbella patelliformis* (Brady), 16. ραχιαία όψη, VG-3 455-459, 17. κοιλιακή όψη, VR10s.

Παρατηρήσεις: Χαρακτηριστικός είναι ο τελευταίος θάλαμος που κατέχει σχεδόν το ένα τρίτο του κελύφους.

***Rosalina macropora* (Hofker, 1951)**
(Πιν.9, Εικ.9-10)
1951 *Discopulvinulina macropora* Hofker, p. 460, figs. 312-313
1991 *Rosalina macropora* (Hofker); Cimerman & Langer, p. 67, pl. 71, figs. 6-7

Παρατηρήσεις: Χαρακτηρίζεται από τους ευρείς πόρους που κοσμούν τη ραχιαία όψη.

Οικογένεια: Sphaeroidinidae Cushman, 1927
Γένος: *Sphaeroidina* d'Orbigny, 1826

***Sphaeroidina bulloides* d'Orbigny, 1826**
(Πιν.9, Εικ.15)
1826 *Sphaeroidina bulloides* d'Orbigny, p. 267, no 65 (fide Ellis & Messina, 1940)
1988 *Sphaeroidina bulloides* d'Orbigny; Loeblich & Tappan, p. 162, pl. 617, figs. 1-6
1993 *Sphaeroidina bulloides* d'Orbigny; Hottinger et al., p. 113, pl. 147, figs. 4-11

Παρατηρήσεις: Χαρακτηριστικό είναι το ημιελλειπτικό στοματικό άνοιγμα που τοποθετείται στη συμβολή των θαλάμων και φέρει ένα πεπαχυσμένο χείλος.

Υπεροικογένεια: Glabratellacea Loeblich & Tappan, 1964
Οικογένεια: Glabratellidae Loeblich & Tappan, 1964
Γένος: *Conorbella* Hofker, 1951

***Conorbella imperatoria* (d'Orbigny), 1846**
(Πιν.9, Εικ.11-12)
1846 *Rosalina imperiatoria* d'Orbigny, p. 176, tab. 10, figs. 16-18 (fide Ellis & Messina, 1940)
1991 *Conorbella imperiatoria* (d'Orbigny); Cimerman & Langer, p. 68, pl. 72, figs. 9-11
1993 *Schackoinella imperiatoria* (d'Orbigny); Sgarrella & Moncharmont Zei, p. 222, pl. 18, figs. 5-6

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι υψηλό κωνικό και φέρει χαρακτηριστικές ψευδοάκανθες στην επιφάνειά του που το διαχωρίζουν σαφώς από το είδος *C. patelliformis.*

***Conorbella patelliformis* (Brady, 1884)**
(Πιν.9, Εικ.16-17)
1884 *Discorbina patelliformis* Brady, p. 647, pl. 88, fig. 3, pl. 89, fig. 1 (fide Ellis & Messina, 1940)
1991 *Conorbella patelliformis* (Brady); Cimerman & Langer, p. 68, pl. 73, figs. 1-3

Παρατηρήσεις: Ο εμβρυακός θάλαμος εξέχει και είναι οξύληκτος.

Γένος: *Heronallenia* Chapman & Parr, 1931

***Heronallenia* sp.**
(Πιν.9, Εικ.13)

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι διάτρητο και τροχοσπειροειδώς περιελιγμένο, οι θάλαμοι ημιελλειπτικοί υποτριγωνικοί και οι γραμμές ραφών έντονες, πεπαχυσμένες και ανυψωμένες. Το στοματικό άνοιγμα αποτελεί μια ενδοπεριθωριακή αψιδωτή σχισμή.

Υπεροικογένεια: Siphoninacea Cushman, 1927
Οικογένεια: Siphonidae Cushman, 1927
Υποοικογένεια: Siphoninae Cushman, 1927
Γένος: *Siphonina* Reuss, 1850

***Siphonina reticulata* (Czjzek, 1848)**
(Πιν.9, Εικ.14)

1848 *Rotalina reticulata* Czjzek, p. 145, pl. 13, figs. 7-8 (fide Ellis & Messina, 1940)
1931 *Siphonina reticulata* (Czjzek); Cushman, p. 68, pl. 14, fig. 1
1958 *Siphonina reticulata* (Czjzek); Parker, p. 273, pl. 4, fig. 25
1988 *Siphonina reticulata* (Czjzek); Loeblich & Tappan, p. 164, pl. 624, figs. 4-6
1991 *Siphonina reticulata* (Czjzek); Cimerman & Langer, p. 69, pl. 73, figs. 11-13
1993 *Siphonina reticulata* (Czjzek); Sgarrella & Moncharmont Zei, p. 222, pl. 19, figs. 7-8
2009 *Siphonina reticulata* (Czjzek); Avşar et al., p. 135, pl. 2, figs. 17-18

Παρατηρήσεις: Χαρακτηριστικό είναι το υποκυκλικό στοματικό άνοιγμα που τοποθετείται σε ένα μικρό λαιμό και φέρει χείλος.

Υπεροικογένεια: Planorbulinacea Schwager, 1877
Οικογένεια: Cibicididae Cushman, 1927
Υποοικογένεια: Cibicidinae Cushman, 1927
Γένος: *Cibicides* de Montfort, 1808

***Cibicides refulgens* de Montfort, 1808**
(Πιν.10, Εικ.1-2)
1808 *Cibicides refulgens* Montfort, p. 123, p. 122, text-fig (fide Ellis & Messina, 1940)
1980 *Cibicides refulgens* Montfort; Boltovskoy et al., p. 24, pl. 9, figs. 9-11
1988 *Cibicides refulgens* De Montfort; Loeblich & Tappan, p. 167, pl. 634, figs. 1-3
1991 *Cibicides refulgens* Montfort; Cimerman & Langer; p. 70, pl. 75, figs. 5-9

Παρατηρήσεις: Το χαρακτηριστικό γνώρισμα αυτού του είδους είναι το κωνικό του σχήμα.

Γένος: *Discorbia* Sellier de Cirvieux, 1977

***Discorbia valvulinerioides* Sellier de Cirvieux, 1977**
(Πιν.10, Εικ.3-4)
1977 *Discorbia valvulinerioides* Sellier de Cirvieux, p. 17
1988 *Discorbia valvulinerioides* Sellier de Cirvieux; Loeblich & Tappan, p. 582, pl. 635, figs. 4-6

Παρατηρήσεις: Χαρακτηρίζεται από τους ευρείς πόρους που κοσμούν την επιφάνεια του κελύφους και το στοματικό άνοιγμα που είναι μια ενδοομφαλική σχισμή και φέρει χείλος.

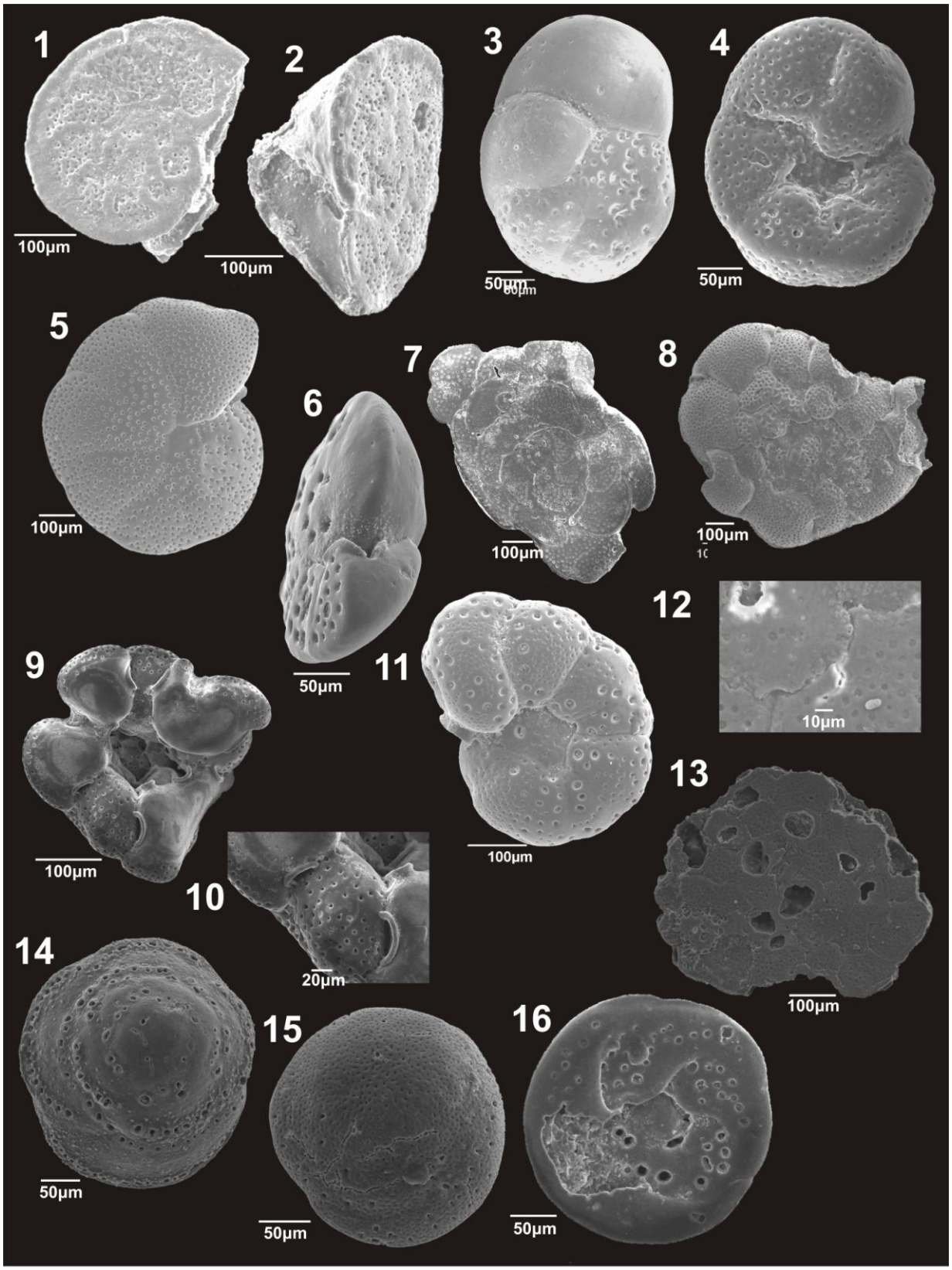
Γένος: *Lobatula* Fleming, 1828

***Lobatula lobatula* (Walker & Jacob, 1798)**
(Πιν.10, Εικ.5-6)
1798 *Nautilus lobatulus* Walker & Jacob, p. 642, pl. 14, fig. 36 (fide Ellis & Messina, 1940)
1980 *Cibicides lobatulus* (Walker & Jacob); Boltovskoy et al., p.24, pl. 9, figs. 1-4
1988 *Lobatula lobatula* (Walker & Jacob); Loeblich & Tappan, p. 168, pl. 637, figs. 10-13
1993 *Cibicides lobatulus* (Walker & Jacob); Sgarella & Moncharmont Zei, p. 234, pl. 22, figs. 10-11
1991 *Lobatula lobatula* (Walker & Jacob); Cimerman & Langer, p. 71, pl. 75, figs. 1-4
1993 *Lobatula lobatula* (Walker & Jacob); Hottinger et al., p. 118, pl. 154, figs. 5-11
2002 *Lobatula lobatula* (Walker & Jacob); Kaminski et al., p. 192, pl. 4, figs. 1-2
2006 *Lobatula lobatula* (Walker & Jacob); Avşar et al., p. 133, pl. 3, figs. 1-2
2009 *Lobatula lobatula* (Walker & Jacob); Frezza & Carboni, p. 63, pl. 1, figs. 18-20

Παρατηρήσεις: Ζει προσκολλημένο (κυρίως επιφυτικά), με αποτέλεσμα το κέλυφος να παρουσιάζει ποικίλες μορφολογικές διαφοροποιήσεις.

Οικογένεια: Planorbulinidae Schwager, 1877
Γένος: *Planorbulina* d'Orbigny, 1826

***Planorbulina mediterranensis* d'Orbigny, 1826**
(Πιν.10, Εικ.7-8)
1826 *Planorbulina mediterranensis* d'Orbigny, p. 280, no 2, pl. 14, figs. 4-6 (fide Ellis & Messina, 1940)
1980 *Planorbulina mediterranensis* d'Orbigny; Boltovskoy et al., p. 43, pl. 25, figs. 1-3
1988 *Planorbulina mediterranensis* d'Orbigny; Loeblich & Tappan, p. 588, pl. 645, figs 1-6; pl. 646, figs. 1-2



Πίνακας 10.

1-2. *Cibicides refulgens* Montfort, 1. κοιλιακή όψη, VG-3 166-171, 2. πλάγια όψη, VG-3 166-171, **3-4.** *Discorbia valvulinerioides* Sellier de Cirvieux, 3. ραχιαία όψη, KT6w, 4. κοιλιακή όψη, KT2w, **5-6.** *Lobatula lobatula* (Walker & Jacob), 5. ραχιαία όψη, AV5w, 6. πλάγια όψη, VG-3 255-259, **7-8.** *Planorbulina mediterranensis* d'Orbigny, 7. κοιλιακή όψη, VR4s, 8. ραχιαία όψη, KT2w, **9-10.** *Cymbaloporetta plana* (Cushman), 9. κοιλιακή όψη, KT8w, 10. λεπτομέρεια με στοματικά ανοίγματα, KT7w, **11.** *Cibicidella variabilis* (d'Orbigny), ραχιαία όψη, ΔΕΗ-6 38-41, **12-13.** *Planogypsina acervalis* (Brady), 12. λεπτομέρεια με στοματικά ανοίγματα, VR2s, 13. κοιλιακή όψη, VR2s, **14.** *Asterigerinata mamila* (Williamson), ραχιαία όψη, KIT-1 755-760, **15-16.** *Asterigerinata planorbis* (d'Orbigny), 15. ραχιαία όψη, KIT-1 755-760, 16. κοιλιακή όψη, VR10s.

1991 *Planorbulina mediterranensis* d'Orbigny Cimerman & Langer, p. 71, pl. 78, figs. 1-8
1993 *Planorbulina mediterranensis* d'Orbigny; Sgarella & Moncharmont Zei, p. 235, pl. 23, fig. 4
2006 *Planorbulina mediterranensis* d'Orbigny; Avşar et al., p. 133, pl. 3, fig. 3

Παρατηρήσεις: Χαρακτηριστικά είναι τα ημιελλειπτικά στοματικά ανοίγματα τοποθετημένα στην τελευταία περιέλιξη που φέρουν ένα εξέχον καλά αναπτυγμένο χείλος. Παρουσιάζει ποικιλία μορφολογικών ανωμαλιών, οι οποίες οφείλονται κατά κύριο λόγο στην προσκόλληση του ατόμου στο υπόστρωμα κατά τη διάρκεια της ζωής του (Geslin et al., 2002).

Γένος *Cibicidella* Cushman 1927

***Cibicidella variabilis* (d'Orbigny, 1839)**
(Πιν.10, Εικ.11)
1839 *Truncatulina variabilis* d'Orbigny, p. 135, pl. 2, fig. 29
1987 *Planorbulina variabilis* (d'Orbigny); Leblich & Tappan, p. 588, pl. 645, figs. 5-6
1991 *Cibicidella variabilis* (d'Orbigny); Cimerman & Langer, p. 72, pl. 77, figs. 1-10

Παρατηρήσεις: Διαφέρει από τα γένη *Planorbulina* και *Diocibicides*, στο οξύληκτο σχήμα του κελύφους και στη συναρμογή των θαλάμων, που στο αρχικό στάδιο περιελίσσονται τροχοσπειροειδώς ενώ στη συνέχεια κατανέμονται ακανόνιστα.

Οικογένεια: Cymbaloporidae Cushman, 1927
Υποοικογένεια: Cymbaloporinae Cushman, 1927
Γένος: *Cymbaloporetta* Cushman, 1928

***Cymbaloporetta plana* (Cushman, 1924)**
(Πιν.10, Εικ.9-10)
1915 *Trethomphalus bulloides* (d'Orbigny); Cushman, p. 26, pl. 14, figs. 3-4
1924 *Trethomphalus bulloides* (d'Orbigny) var. *plana* Cushman, p. 36, pl. 10, fig. 8
2008 *Cymbaloporetta plana* (Cushman); Meriç et al., p. 318, pl. 8, figs. 2-5
2010 *Cymbaloporetta plana* (Cushman); Koukousioura et al., p. 163, pl. II, figs. 1-2

Παρατηρήσεις: Χαρακτηριστικά είναι το μικρά αψιδωτά πολλαπλά στοματικά ανοίγματα σε κάθε θάλαμο. Το είδος αυτό αποτελεί ξενικό μεταναστευτικό οργανισμό για την περιοχή της Μεσογείου.

Υπεροικογένεια: Acervulinacea Schultze, 1854
Οικογένεια: Acervulinidae Schultze, 1854
Γένος: *Planogypsina* Galloway, 1933

***Planogypsina acervalis* (Brady, 1884)**
(Πιν.10, Εικ.12-13)
1884 *Planorbulina acervalis* Brady, p. 657, pl. 92, fig. 4 (fide Ellis & Messina, 1940)
1984 *Planorbulina acervalis* (Brady); Reiss & Hottinger, p. 252, figs. G 32 a-b
1993 *Planogypsina acervalis* (Brady); Hottinger et al., p. 125, pl. 169, figs. 1-9; pl. 170, figs. 1-8
2004 *Planogypsina acervalis* (Brady); Meriç et al., p. 187
2008 *Planogypsina acervalis* (Brady); Meriç et al., p. 321, pl. 8, figs. 9-11
2010 *Planogypsina acervalis* (Brady); Koukousioura et al., p. 163, pl. II, figs. 4-5

Παρατηρήσεις: Το είδος αυτό είναι δύσκολο να διαχωριστεί από το *Planorbulina mediterranensis*. Παρόλα αυτά παρουσιάζει λιγότερους αρχικούς θαλάμους σε περιέλιξη, ένα ζεύγος στοματικών ανοιγμάτων πάνω στις γραμμές ραφών και εντονότερη διακόσμηση. Το είδος αυτό αποτελεί ξενικό μεταναστευτικό οργανισμό για την περιοχή της Μεσογείου.

Υπεροικογένεια: Asterigerinacea d'Orbigny, 1839
Οικογένεια: Asterigerinatidae Reiss, 1963
Γένος: *Asterigerinata* Bermúdez, 1949

***Asterigerinata mamilla* (Williamson), 1858**
(Πιν.10, Εικ.14)
1858 *Rosalina mamilla* Williamson, p. 54, pl. 4, figs. 109-111
1958 *Asterigerinata mamilla* (Williamson); Parker, p. 264, pl. 3, figs. 5-6
1986 *Asterigerinata mamilla* (Williamson); Rupp., p. 56, pl. 3, figs. 1-3
1987 *Asterigerinata mamilla* (Williamson); Jorissen, p. 47, pl. 3, fig. 1
1991 *Asterigerinata mamilla* (Williamson); Cimerman & Langer, p. 73, pl. 82, figs. 1-4
1993 *Asterigerinata mamilla* (Williamson); Sgarella & Moncharmont Zei, p. 224, pl. 19, figs. 9-10

Παρατηρήσεις: Οι γραμμές ραφών είναι ασαφείς και έντονα κεκλιμένες και το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό τους είναι πως φέρουν μία σειρά πόρων σε όλο τους σχεδόν το μήκος.

Οικογένεια: Asterigerinidae d'Orbigny, 1839
Γένος: *Asterigerina* d'Orbigny, 1839

***Asterigerina planorbis* d'Orbigny, 1846**
(Πιν.10, Εικ.15-16)
1846 *Asterigerina planorbis* d'Orbigny, p. 205, pl. 11, figs. 1-3 (fide Ellis & Messina, 1940)
1986 *Asterigerinata planorbis* (d'Orbigny); Rupp, p. 56, pl. 3, figs. 4-6

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι γενικά λείο και μόνο στη σπειροειδή όψη παρουσιάζει έντονους πόρους. Το στοματικό άνοιγμα είναι μια σχισμή που φέρει ένα λεπτό χείλος και καλύπτεται από μία ασβεστιτική πλάκα.

Οικογένεια: Amphisteginidae Cushman, 1927
Γένος: *Amphistegina* d' Orbigny, 1826

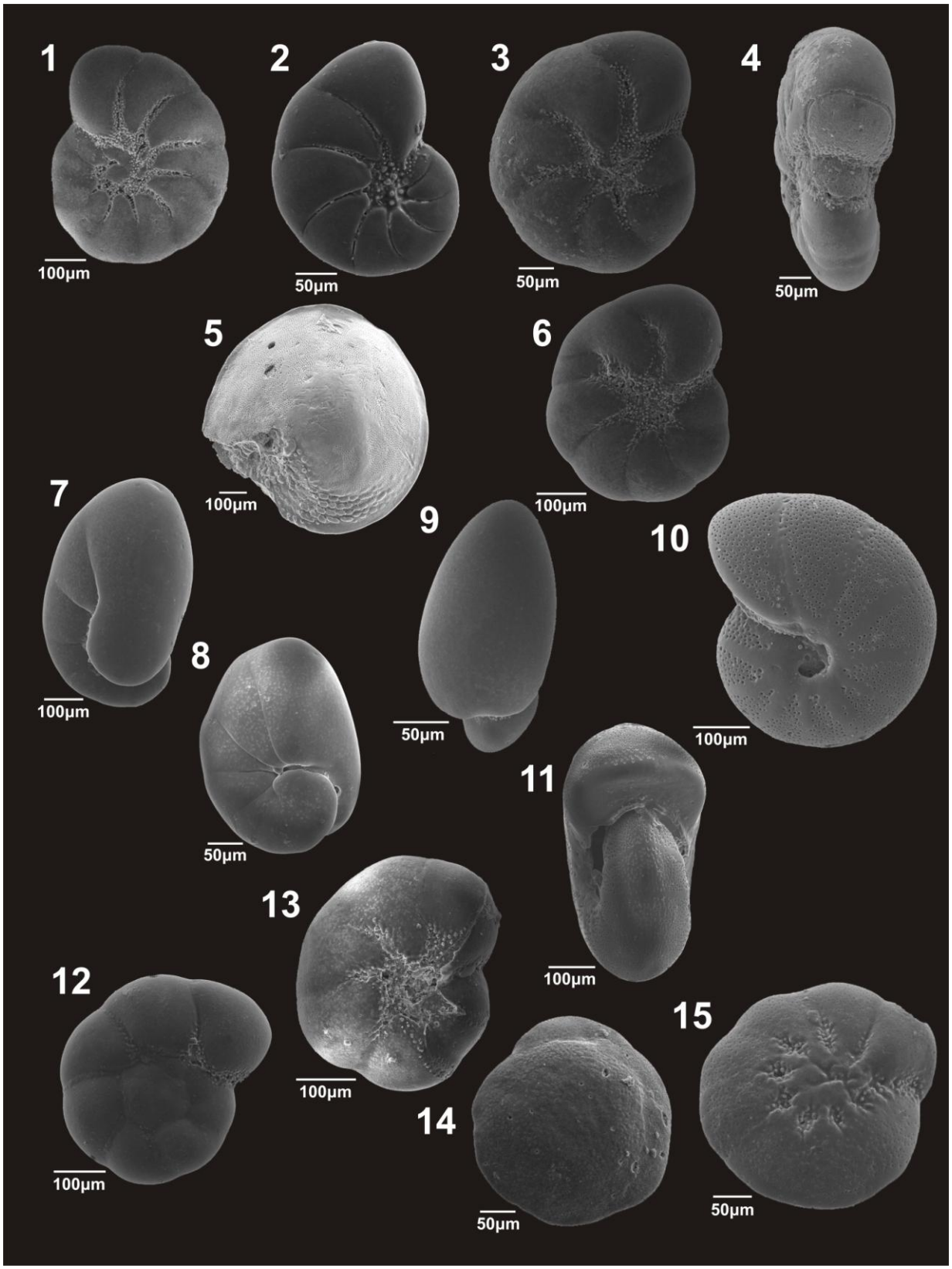
***Amphistegina lobifera* Larsen, 1976**
(Πιν.11, Εικ.5)
1976 *Amphistegina lobifera* Larsen, p. 4, pl. 3, figs. 1-5; pl. 7, fig. 3; pl. 8, fig. 3
1984 *Amphistegina lobifera* Larsen; Reiss & Hottinger, p. 217, figs. G11, G 12 a-c
1988 *Amphistegina lobifera* Larsen; Morariu & Hottinger, p. 695, figs. 1 A, B, fig. 2
1993 *Amphistegina lobifera* Larsen; Hottinger et al., p. 133, pl. 186, figs. 1-10; pl. 187, figs. 1-7; pl. 188, figs. 1-6
1997 *Amphistegina lobifera* Larsen; Avşar, p. 71, 79
2001 *Amphistegina lobifera* Larsen; Avşar & Meriç, p. 101-102.
2002 *Amphistegina lobifera* Larsen; Hyams et al., p. 174, pl. 1, figs. 2-4.
2004 *Amphistegina lobifera* Larsen; Meriç et al., p. 191, pl. 29, figs. 7-10.

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος έχει πολύ μεγάλο μέγεθος με χαρακτηριστικές εξάρσεις στην κοιλιακή όψη γύρω από το στοματικό άνοιγμα. Το είδος αυτό αποτελεί ξενικό μεταναστευτικό οργανισμό για την περιοχή της Μεσογείου.

Υπεροικογένεια: Nonionacea Schultze, 1854
Οικογένεια: Nonionidae Schultze, 1854
Υποοικογένεια: Nonioninae Schultze, 1854
Γένος: *Haynesina* Banner & Culver, 1978

***Haynesina depressula* (Walker & Jacob, 1798)**
(Πιν.11, Εικ.1-2)
1798 *Nautilus depressula* Walker & Jacob 1798, p. 641, pl. 14, fig. 33 (fide Ellis & Messina, 1940)
1914 *Nonionina depressula* (Walker & Jacob); Cushman, p. 23, pl. 17, figs. 3a-b
1987 *Nonion depressulum* (Walker & Jacob); Jorissen, p. 47, pl. 2, figs. 7a-b
1991 *Haynesina depressula* (Walker & Jacob); Cimerman & Langer, p. 81, pl. 83, figs. 1-4
1993 *Nonion depressulum* (Walker & Jacob); Sgarella & Moncharmont Zei, p. 238, pl. 24, figs. 3-4
2002 *Haynesina depressula* (Walker & Jacob); Kaminski et al., p. 191, pl. 4, figs. 4-5
2009 *Haynesina depressula* (Walker & Jacob); Frezza & Carboni, p. 63, pl. 2, fig. 6

Παρατηρήσεις: Χαρακτηρίζεται από τις πεπιεσμένες γραμμές ραφών και την ομφαλική περιοχή που καλύπτεται από πολυάριθμα φύματα.



Πίνακας 11.

1-2. *Haynesina depressula* (Walker & Jacob), 1. LAF-8 84-88, 2, VG-3 415-419, **3-4.** *Haynesina germanica* (Ehrenberg), 3. KIT-1 255-260, 4. περιφερειακή όψη, KIT-1 255-260, **5.** *Amphistegina lobifera* Larsen, κοιλιακή όψη, KT9w, **6.** *Haynesina germanica* (Ehrenberg), KIT-1 255-260, **7-9.** *Nonionella turgida* (Williamson), 7. ΔΕΗ-6 53-56, 8. ΔΕΗ-6 74-77, 9. περιφερειακή όψη, ΔΕΗ-6 74-77, **10-11.** *Melonis pompilioides* (Fichtel & Moll), 10. ΔΕΗ-6 38-41, 11. στοματικό άνοιγμα, ΔΕΗ-6 38-41, **12-13.** *Aubignyna perlucida* (Heron-Allen & Earland), 12. ραχιαία όψη, LAF-8 84-88, 13. κοιλιακή όψη, KIT-1 255-260, **14-15.** *Buccella frigida* (Cushman), KT9w, 14. ραχιαία όψη, VG-3 166-171, 15. κοιλιακή όψη, KT7s.

***Haynesina germanica* (Ehrenberg, 1840)**
(Πιν.11, Εικ.3-4, 6)
1840 *Nonionina germanica* Ehrenberg 1840, p. 23; fig. in Ehrenberg 1841, pl. 2, figs. 1a-b (fide Ellis & Messina, 1940)
1939 *Nonion germanicum* (Ehrenberg); Cushman, p. 22, pl. 5, figs. 31-32
2000 *Haynesina germanica* (Ehrenberg); Poignant et al., p. 395, pl. 1, figs. 1-3

Παρατηρήσεις: Διαχωρίζεται από το είδος *H. depressula,* καθώς φέρει σφαιρικούς και όχι πεπιεσμένους θαλάμους.

Γένος: *Nonionella* Cushman, 1926

***Nonionella turgida* (Williamson, 1858)**
(Πιν.11, Εικ.7-9)
1858 *Rotalina turgida* Williamson, p. 50, pl. 4, figs. 95-97
1987 *Nonionella turgida* (Williamson); Jorissen, p. 47, pl. 4, figs. 11-13
1991 *Nonionella turgida* (Williamson); Cimerman & Langer, p. 74, pl. 84, figs. 6-8
1993 *Nonionella turgida* (Williamson); Sgarrella & Moncharmont Zei, p. 240, pl. 24, fig. 5
2009 *Nonionella turgida* (Williamson); Frezza & Carboni, p. 57, pl. 2, figs. 7-8

Παρατηρήσεις: Το χαρακτηριστικό γνώρισμα αυτού του είδους είναι η σταδιακή αύξηση των θαλάμων με τον τελευταίο θάλαμο να ισούται σε μέγεθος με όλους τους υπόλοιπους.

Υποοικογένεια: Pulleninae Schwager, 1877
Γένος: *Melonis* de Montfort, 1808

***Melonis pompilioides* (Fichtel & Moll, 1798)**
(Πιν.11, Εικ.10-11)
1798 *Nautilus pompilioides* Fichtel & Moll, p. 31, pl. 2, figs. a-c (fide Ellis & Messina, 1940)
1987 *Melonis pompilioides* (Fichtel & Moll); Loeblich & Tappan, p. 621, pl. 696, figs. 7-8
1991 *Melonis pompilioides* (Fichtel & Moll); Cimerman & Langer, p. 74, pl. 85, figs. 1-4

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι κυκλικό και φέρει χαρακτηριστικό ενδοπεριθωριακό αψιδωτό στοματικό άνοιγμα με χείλος.

Υπεροικογένεια: Chilostomellacea Brady, 1881
Οικογένεια: Trichohyalidae Saidova, 1981
Γένος: *Aubignyna* Margerel, 1970

***Aubignyna perlucida* (Heron-Allen & Earland, 1913)**
(Πιν.11, Εικ.12-13)
1913 *Rotalia perlucida* Heron-Allen & Earland, p. 139, pl. 13, figs. 7-9 (fide Ellis & Messina, 1940)
2002 *Aubignyna perlucida* (Heron-Allen & Earland); Kaminski et al., p. 187, pl. 4, figs. 8-10

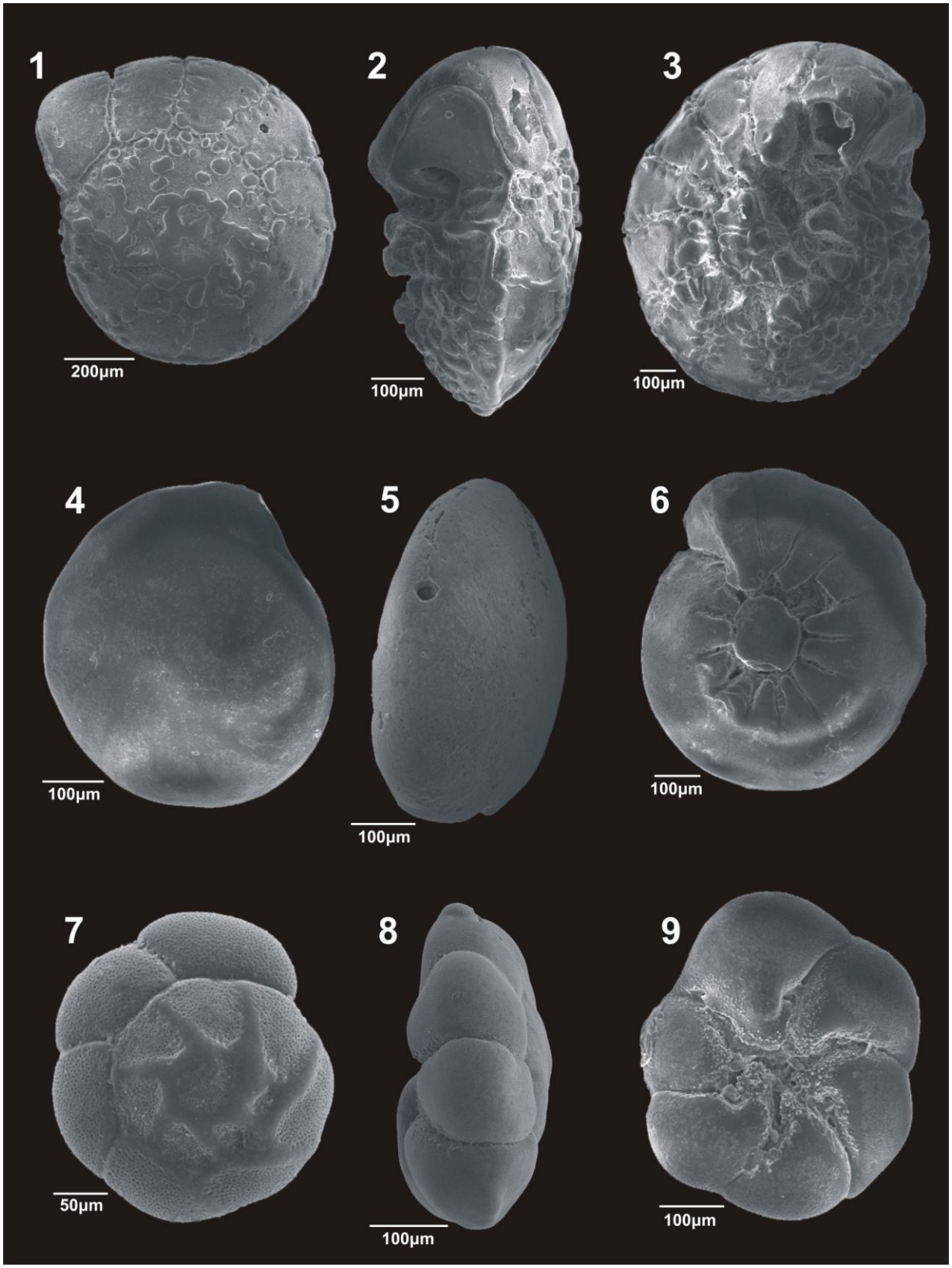
Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι λείο με εξαίρεση τα μικρά φύματα που εκτείνονται κατά μήκος των γραμμών ραφών.

Γένος: *Bucella* &ersen, 1952

***Bucella frigida* (Cushman, 1921)**
(Πιν.11, Εικ.14-15)
1921 *Pulvinulina frigida* Cushman, p. 144
1941 *Eponides frigidus* (Cushman); Cushman, p. 37, pl. 9, fig. 17
1952 *Buccella frigida* (Cushman); Andersen, p. 144
1994 *Buccella frigida* (Cushman), Hayward & Hollis, p. 212-213, pl. 3, figs. 11-13

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι λείο και διαφανές προσδίδοντας μια υαλώδη υφή.

Υπεροικογένεια: Rotaliacea Ehrenberg, 1839



Πίνακας 12.
1-3. *Ammonia beccarii* (Linné), 1. ραχιαία όψη, AV1s, 2. περιφερειακή όψη, AV1s, 3. κοιλιακή όψη, KT1s, **4-6.** *Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny), 4. ραχιαία όψη, AV1s, 5. περιφερειακή όψη, AV1s, 6. κοιλιακή όψη, AV1s, **7-9.** *Ammonia tepida* (Cushman), 7. ραχιαία όψη, VG-3 345-349, 8. περιφερειακή όψη, LW1, 9. κοιλιακή όψη, LW1.

Οικογένεια: Rotaliidae Ehrenberg, 1839
Υποοικογένεια: Ammoniinae Saidova, 1981
Γένος: *Ammonia* Brünnich, 1772

***Ammonia beccarii* (Linné, 1758)**
(Πιν.12, Εικ.)
1758 *Nautilus becarii* Linné, p.710, pl. 1, fig. 1 a-c (fide Ellis & Messina, 1940)
1931 *Rotalina becarii* (Linné); Cushman, p. 58, pl. 12, figs. 1-7, pl. 13, figs. 1-2
1964 *Ammonia beccarii* (Linné); Loeblich & Tappan, p. C607, pl. 479, figs. 5-5*
1987 *Ammonia beccarii* (Linné); Loeblich & Tappan, p. 664, pl. 767, figs. 1-7
1991 *Ammonia beccarii* (Linné); Cimerman & Langer, p. 76, pl. 87, figs. 3-4
2009 *Ammonia beccarii* (Linné); Frezza & Carboni, p. 62, pl. 1, figs. 5, 12

Παρατηρήσεις: Η περιφέρεια του κελύφους είναι κυκλική και χαρακτηρίζεται από μικρά φύματα που καλύπτουν την ομφαλική περιοχή στην κοιλιακή όψη που φέρει πώμα. Οι γραμμές ραφών είναι έντονες στους αρχικούς θαλάμους της ραχιαίας όψης και πεπιεσμένες και ανοικτές στον τελευταίο θάλαμο και στις δύο πλευρές. Οι Hayward et al. (2004), κατόπιν πολλαπλών μορφομετρικών και μοριακών αναλύσεων κατέληξαν στο συμπέρασμα πως όλα τα είδη έχουν εσφαλμένα περιγραφεί από τους ερευνητές ως *A. beccarii*, πλην του ολοτύπου από το Ρίμινι της Ιταλίας (Linné, 1758), καθώς ανήκουν στο είδος *A. tepida*. Εφόσον οι Hayward et al. (2004), δεν μελέτησαν είδη από τη Μεσόγειο και για να μη δημιουργηθεί σύγχυση με τη διεθνή βιβλιογραφία, στην παρούσα μελέτη θεωρήθηκαν ως *A. beccarii* τα είδη που ανταποκρίνονται στην παραπάνω περιγραφή.

***Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny, 1839)**
(Πιν.12, Εικ.)
1839 *Rosalina parkinsoniana* d'Orbigny, p. 99, pl. 4, figs. 25-27 (fide Ellis & Messina, 1940)
1991 *Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny); Cimerman & Langer, p. 76, pl. 87, figs. 7-9
1993 *Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny); Sgarella & Moncharmont Zei, p. 228, pl. 20, figs. 3-4
2006 *Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny); Avşar et al., p. 133, pl. 3, figs. 15-16

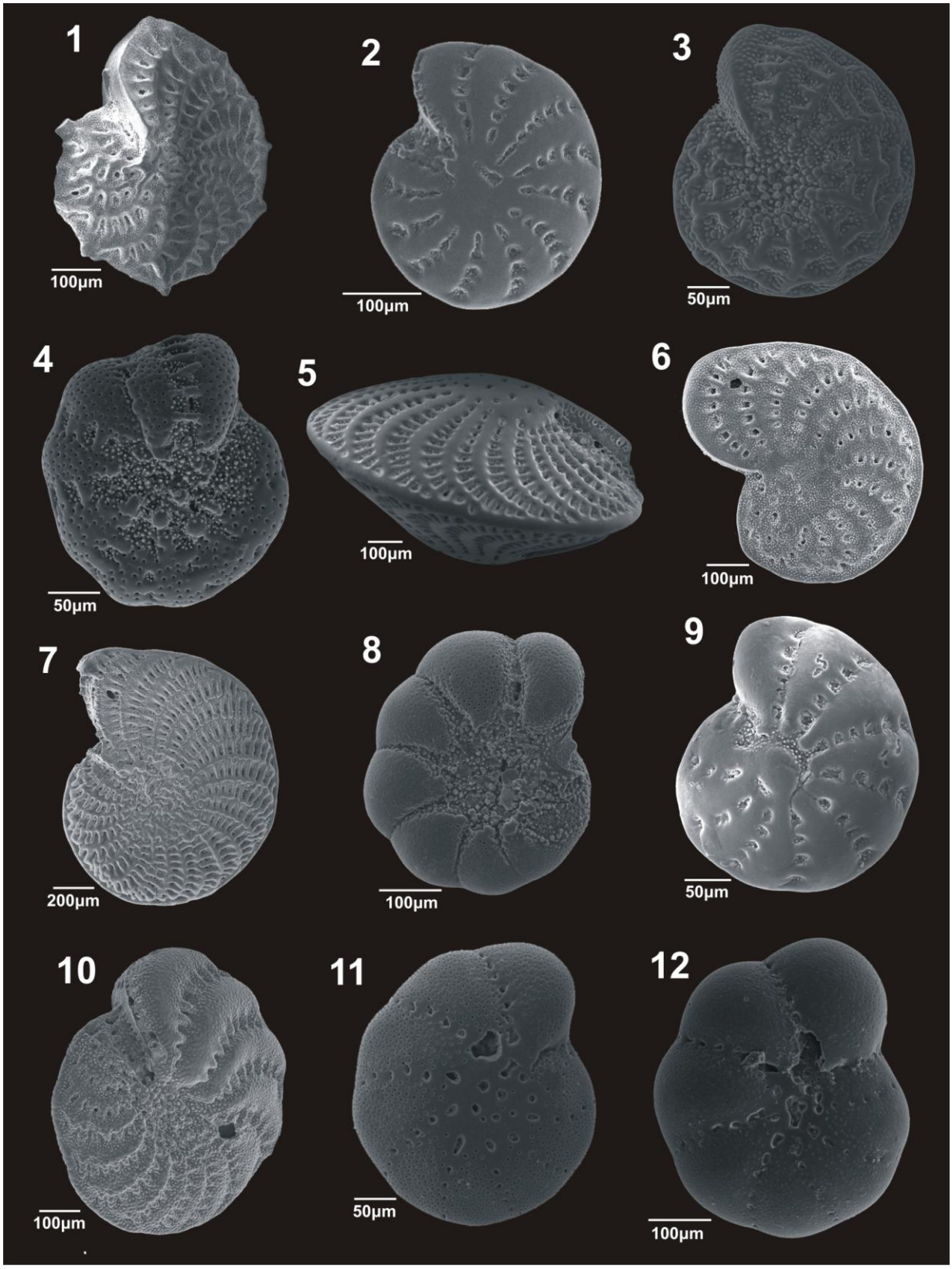
Παρατηρήσεις: Εκτός του καλά αναπτυγμένου και ευμεγέθους κομβίου στην κοιλιακή όψη, το είδος αυτό δε φέρει καμία περεταίρω διακόσμηση. Σε σχέση με το *A. beccarii,* έχει μικρότερο μέγεθος κελυφους.

***Ammonia tepida* (Cushman, 1926)**
(Πιν.12, Εικ.)
1926 *Rotalia beccarii* (Linné) var. *tepida* Cushman, p. 79, pl. 1
1931 *Rotalia beccarii* (Linné) var. *tepida* Cushman; Cushman, p. 61, pl. 13, figs. 3a-c
1991 *Ammonia tepida* (Cushman); Cimerman & Langer, p. 76, pl. 87, figs. 10-12
1993 *Ammonia tepida* (Cushman); Sgarella & Moncharmont Zei, p. 226, pl. 20, figs. 3-4
1994 *Ammonia beccarii* (Linné) var. *tepida* (Cushman); Hayward & Hollis, p. 209, pl. 4, figs. 4-6
2002 *Ammonia tepida* (Cushman); Kaminski et al., p. 186, 187, pl. 5, fig. 7

Παρατηρήσεις**:** Χαρακτηριστικά για το είδος αυτό είναι το μικρότερο, σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη, λοβώδες κέλυφος με τους σφαιρικούς θαλάμους και γενικά η έλειψη κομβίου στην κοιλιακή όψη με τον ανοιχτό ομφαλό.

Οικογένεια: Elphidiidae Galloway, 1933
Υποοικογένεια: Elphidiinae Galloway, 1933
Γένος: *Elphidium* de Montfort, 1808

***Elphidium aculeatum* (d'Orbigny, 1846)**
(Πιν.13, Εικ.1)
1846 *Polystomella aculeata* d'Orbigny, p.131, tab.6, figs. 27-28 (fide Ellis & Messina, 1940)
1985 *Elphidium aculeatum* (d'Orbigny); Papp & Schmid, p. 53, pl. 43, figs. 4-7
1986 *Elphidium aculeatum* (d'Orbigny); Rupp, p. 60, pl. 15, fig. 10
1991 *Elphidium aculeatum* (d'Orbigny); Cimerman & Langer, p. 77, pl. 89, figs. 1-4



Πίνακας 13.

1. *Elphidium aculeatum* (d'Orbigny), AV1w, **2.** *Elphidium advenum* (Cushman), KT7w, **3.** *Elphidium complanatum* (d'Orbigny), KT9w, **4.** *Elphidium gunteri* Cole, LW1, **5.** *Elphidium crispum* (Linné), AV4w, **6.** *Elphidium fichtelianum* (d'Orbigny), VG-3 205-209, **7.** *Elphidium jenseni* Cushman, KT2s, **8.** *Elphidium granosum* (d'Orbigny), LAF-8 72-77, **9.** *Elphidium excavatum* forma *clavata* Cushman, LW1, **10.** *Elphidium macellum* (Fichtel & Moll), LW4, **11-12.** *Elphidium trasnlucens* Natland, 11. VG-3 176-181, 12. VG-3 335-339.

Παρατηρήσεις: Φέρει πολυάριθμα καμπυλωμένα διαφράγματα που στο τελείωμά τους έχουν χαρακτηριστικές άκανθες.

***Elphidium advenum* (Cushman, 1922)**
(Πιν.13, Εικ.2)
1922b *Polystomella advena* Cushman, p.56, pl. 9, figs. 11-12
1958 *Elphidium advena* (Cushman); Parker, p. 269, pl. 4, figs. 3-4
1993 *Elphidium advenum* (Cushman); Hottinger et al., p. 146, pl. 207, figs. 1-7
1993 *Elphidium punctatum* (Terquem); Sgarella & Moncharmont Zei, p. 230, pl. 21, figs. 3-4

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι πεπιεσμένο και φέρει μια ελαφριά τρόπιδα στην περιφέρεια. Χαρακτηριστική είναι η απουσία κομβίου στην ομφαλική περιοχή.

***Elphidium complanatum* (d'Orbigny, 1839)**
(Πιν.13, Εικ.3)
1839 *Pollystomella complanata* d'Orbigny, p. 129, pl. 2, figs. 35-36 (fide Ellis & Messina, 1940)
1958 *Elphidium complanatum* (d'Orbigny) Parker, p. 270, pl. 4, fig. 5
1993 *Elphidium complanatum* (d'Orbigny); Sgarella & Moncharmont Zei, p. 228, pl. 20, figs. 9-10
2006 *Elphidium complanatum* (d'Orbigny); Avşar et al., p. 134, pl. 3, fig. 19

Παρατηρήσεις: Οι διαφραγματικές ασβεστολιθικές γέφυρες είναι πολυάριθμες, κυρτές και ιδιαίτερα πεπαχυσμένες.

***Elphidium crispum* (Linné, 1758)**
(Πιν.13, Εικ.5)
1758 *Nautilus crispus* Linné, p. 709, pl. 19, figs. a-d (fide Ellis & Messina, 1940)
1958 *Elphidium crispum* (Linné); Parker, p. 270
1988 *Elphidium crispum* (Linné); Loeblich & Tappan, p. 199, pl. 786, figs. 8-9; pl. 787, figs. 1-5
1991 *Elphidium crispum* (Linné); Cimerman & Langer, p. 77, pl. 90, figs. 1-6
1993 *Elphidium crispum* (Linné); Sgarella & Moncharmont Zei, p. 228, pl. 20, fig. 11
2006 *Elphidium crispum* (Linné); Avşar et al., p. 134, pl. 3, fig. 20
2009 *Elphidium crispum* (Linné); Frezza & Carboni, p. 63, pl. 1, fig. 16

Παρατηρήσεις: Το είδος αυτό είναι εύκολο να διαχωριστεί από τα υπόλοιπα του γένους καθώς το κέλυφός του είναι ευμεγέθες με έντονες ασβεστολιθικές γέφυρες και σαφές κομβίο με αδρούς πόρους.

***Elphidium excavatum* forma *clavata* Cushman, 1930**
(Πιν.13, Εικ.9)
1930 *Elphidium incertum clavatum* Cushman, p. 20, pl. 7, fig. 10
1994 *Elphidium excavatum* forma *clavata* Cushman; Hayward & Hollis, p. 215, pl. 5, figs. 6-8
2000 *Elphidium excavatum* forma *clavata* Cushman; Poignant et al., p. 398, 399, pl. 1, figs. 8-10

Παρατηρήσεις: Το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό γνώρισμα αυτού του είδους είναι το σαφές κομβίο που φέρει και η αποστρογγυλεμένη περιφέρεια του κελύφους.

***Elphidium fichtelianum* (d'Orbigny, 1846)**
(Πιν.13, Εικ.6)
1846 *Polystomella fichteliana* d'Orbigny, p. 125, tab. 6, figs. 7-8 (fide Ellis & Messina, 1940)
1985 *Elphidium fichtelianum* (d'Orbigny); Papp & Scmid, p. 50, pl. 40, figs. 1-5
1986 *Elphidium fichtelianum* (d'Orbigny); Rupp, p. 60, pl. 15, figs. 8-9

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος είναι χαρακτηριστικό καθώς είναι ιδιαίτερα πεπιεσμένο και λεπτό. Βρέθηκαν και νεαρά άτομα αυτού του είδους.

***Elphidium granosum* (d'Orbigny, 1826)**
(Πιν.13, Εικ.8)
1826 *Nonionina granosa* d'Orbigny, p. 128, no 17 (fide Ellis & Messina, 1940)

1958 *Elphidium granosum* (d'Orbigny); Parker, p. 270, pl. 4, figs. 10-11
1985 *Elphidium* (*Porosononion*) *granosum*; Papp & Schmid, p. 47, pl. 37, figs. 1-6
1986 *Elphidium granosum* (d'Orbigny), Rupp, p. 60, pl. 16, figs. 1-4
1987 *Elphidium granosum* forma *granosum* (d'Orbigny); Jorissen, p. 47, pl. 2, figs. 1-2
1993 *Elphidium granosum* (d'Orbigny); Sgarrella & Moncharmont Zei, p. 229, pl. 21, figs. 1-2
2000 *Porosononion granosum* (d'Orbigny); Poignant et al., p. 400, 401, pl. 1, figs. 13-14
2009 *Elphidium granosum* (d'Orbigny); Frezza & Carboni, p. 63, pl. 2, fig. 5

Παρατηρήσεις: Το χαρακτηριστικό γνώρισμα αυτού του είδους είναι τα πολλαπλά φύματα που φέρει στην ομφαλική περιοχή.

***Elphidium gunteri* Cole, 193)**
(Πιν.13, Εικ.4)
1931 *Elphidium gunteri* Cole, p. 34, pl. 4, figs. 9-10 (fide Ellis & Messina, 1940)
1980 *Elphidium gunteri* Cole; Boltovskoy et al., p. 30, pl. 13, figs. 15-18
1994 *Elphidium gunteri* Cole; Hayward & Hollis, p. 216, pl. 4, figs. 10-12

Παρατηρήσεις: Το κέλυφος έχει μικρό μέγεθος με ευρείς πόρους και φύματα στην ομφαλική περιοχή. Οι ασβεστολιθικές γέφυρες είναι σαφείς και ισχυρές.

***Elphidium jenseni* Cushman, 1924**
(Πιν.13, Εικ.7)
1924 *Elphidium jenseni* Cushman, p. 49, pl. 16, figs. 4-6
1939 *Elphidium jenseni* Cushman; Cushman, p. 62, pl. 17, figs. 14-15
1991 *Elphidium jenseni* Cushman; Cimerman & Langer, p. 78, pl. 92, figs. 1-3
1993 *Elphidium jenseni* Cushman; Hottinger et al., p. 148, pl. 211, figs. 8-14

Παρατηρήσεις: Το χαρακτηριστικό γνώρισμα αυτού του είδους είναι το πεπιεσμένο μεγάλου μεγέθους κέλυφος με την έντονη διακόσμηση.

***Elphidium macellum* (Fichtel & Moll, 1798)**
(Πιν.13, Εικ.10)
1798 *Nautilus macellus* Fichtel & Moll, p. 66, var. α, pl. 10, figs. e-g; var. β, pl. 10, figs. h-k (fide Ellis & Messina, 1940)
1980 *Elphidium macellum* (Fichtel & Moll); Boltovskoy et al., p. 30, pl. 14, figs. 1-6
1987 *Elphidium crispum* forma *macellum* (Fichtel & Moll); Jorissen, p. 47, pl. 3, figs. 9a-b
1988 *Elphidium macellum* (Fichtel & Moll); Loeblich & Tappan, p. 199, pl. 789, figs. 1-5
1993 *Elphidium macellum* (Fichtel & Moll); Sgarella & Moncharmont Zei, p. 229, pl. 20, fig. 12
2002 *Elphidium macellum* (Fichtel & Moll); Kaminski et al., p. 190, pl. 5, fig. 11

Παρατηρήσεις: Το είδος *E. macellum* διαφέρει από το *E. crispum,* καθώς παρουσιάζει επίπεδη ομφαλική περιοχή και πιο επιμήκεις και μικρότερης κλίσης ασβεστολιθικές γέφυρες.

***Elphidium translucens* Natland, 1938**
(Πιν.13, Εικ.11-12)
1938 *Elphidium translucens* Natland, p. 144, pl. 5, figs. 3-4
1991 *Elphidium trasnlucens* Natland; Cimerman & Langer, p. 79, pl. 92, figs. 7-11
2002 *Elphidium trasnlucens* Natland; Kaminski et al., p. 190, pl. 5, fig. 12
2009 *Elphidium trasnlucens* Natland; Frezza & Carboni, p. 63, pl. 1, fig. 15

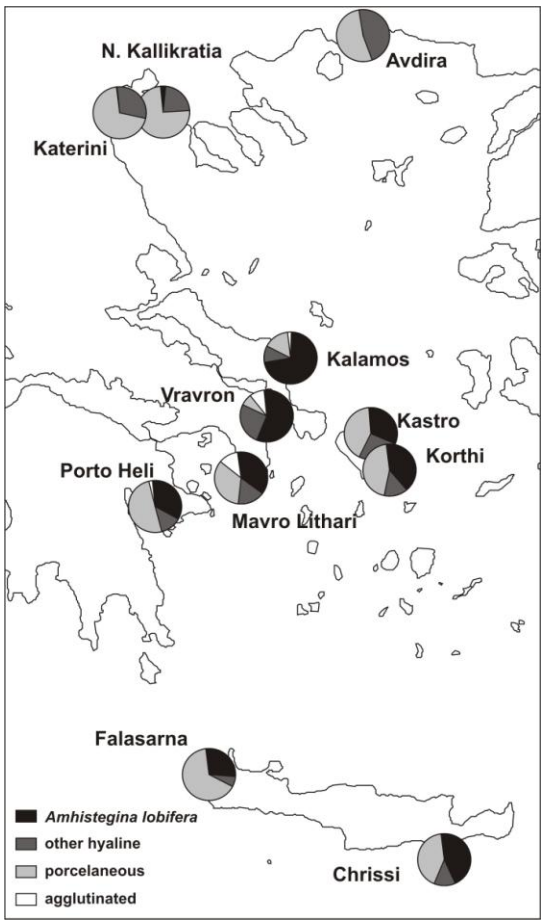
Παρατηρήσεις: Η επιφάνεια του κελύφους φέρει ιδιαίτερα ευρείς πόρους και σαφείς οπές από κανάλια κάθετα στην ομφαλική περιοχή.

6. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΒΕΝΘΟΝΙΚΩΝ ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΩΝ ΣΤΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΤΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ

6.1. Υπάρχον καθεστώς των σύγχρονων συναθροίσεων των βενθονικών τρηματοφόρων στις παράκτιες περιοχές του Αιγαίου

Τις τελευταίες δεκαετίες σημαντικές μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί για την καταγραφή, αλλά και την ερμηνεία και κατανομή των συναθροίσεων των σύγχρονων βενθονικών τρηματοφόρων στον ελληνικό χώρο (Blanc-Vernet, 1969; Hollaus & Hottinger, 1997; Tziavos, 1977, 1978; Debenay et al., 2005; Nixon et al., 2009; Triantaphyllou et al., 2005, 2009a, 2010a; Koukousioura et al., 2006, 2010a, 2011, 2012). Η κατανόηση της σύστασης των σύγχρονων πανίδων υπήρξε πολύ μεγάλης σημασίας, εξαιτίας των μεγάλων αλλαγών που δυναμικά πραγματοποιούνται συνεχώς στα θαλάσσια οικοσυστήματα του Αιγαίου και της Ανατολικής Μεσογείου γενικότερα. Επιπλέον, αποκρίνεται στην ανάγκη περιγραφής πλήθους διαφορετικών περιβαλλόντων έτσι ώστε να αποσαφηνιστούν με λεπτομέρεια και ακρίβεια παλαιότερες χρονικά πανίδες, καθώς τα σύγχρονα ανάλογα αποτελούν την πλέον ασφαλή και έγκυρη οδό.

Ένας από τους παράγοντες, ίσως ο κυριότερος, που έχει συμβάλει στην διαφοροποίηση της σύστασης των σύγχρονων συναθροίσεων και τον εμπλουτισμό της βιοποικιλότητας είναι οι ξενικοί μεταναστευτικοί οργανισμοί, που έχουν εισβάλλει στη Μεσόγειο και έχουν καταγραφεί τόσο γενικότερα όσο και ειδικότερα στον ελληνικό χώρο (Golani, 1998; Zenetos et al., 2005, 2008, 2009; Streftaris & Zenetos, 2006). Οι ξενικοί οργανισμοί έχουν χρησιμοποιήσει πολλαπλές διόδους εισβολής (π.χ., μέσω των υδατοκαλλιεργειών ή των πλοίων), αλλά και μετά τη διάνοιξη της διώρυγας του Σουέζ πλήθος μεταναστευτικών ειδών (Λεσσεψιανά είδη), Ινδο-Ειρηνικής προέλευσης έχουν εισέλθει και εγκατασταθεί στην Ανατολική Μεσόγειο (Por, 1978; Golani, 1998). Έως τώρα, ένας μεγάλος αριθμός ξενικών ειδών βενθονικών τρηματοφόρων έχει καταγραφεί σχεδόν σε όλες τις παράκτιες υπολεκάνες της Ανατολικής Μεσογείου (π.χ., Blanc-Vernet, 1969; Cherif, 1970; Cimerman & Langer, 1991; Sgarella & Moncharmont Zei, 1993; Avşar, 1997; Hollaus & Hottinger, 1997; Langer & Hottinger, 2000; Hyams et al., 2002; Samir et al., 2003; Meriç et al., 2005, 2008; Triantaphyllou et al., 2005, 2009a; Gruber et al., 2007; Yokeş et al., 2007; Langer, 2008; Zenetos et al., 2009; Koukousioura et al., 2010a, 2011). Η καταγραφή της εξάπλωσης και της αφθονίας των ειδών αυτών, προσδίδει πολύ σημαντικές και χρήσιμες πληροφορίες για τη σύσταση και την κατανομή των σύγχρονων συναθροίσεων των βενθονικών τρηματοφόρων στην περιοχή του Αιγαίου. Το Αιγαίο αντιπροσωπεύει ένα πολύ σημαντικό πεδίο για τη μελέτη των συναθροίσεων αυτών, εξαιτίας της γεωγραφική κατανομής των νησιών, την ακανόνιστη τοπογραφία πυθμένα, τις εκροές ποταμών από την ηπειρωτική χώρα, μαζί με τη μεγάλη διαφοροποίηση, εξαιτίας της εποχικότητας, στη θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας, την ηλιακή ακτινοβολία και την επιφανειακή κυκλοφορία των υδάτων. Ανάμεσα στα ξενικά είδη το σημαντικότερο, λόγω της πολύ μεγάλης του αφθονίας στα οικοσυστήματα του Αιγαίου, είναι το είδος *Amphistegina lobifera*, το οποίο ήδη έχει χρησιμοποιηθεί ως δείκτης περιβαλλοντικής υγείας στα παράκτια οικοσυστήματα του Αιγαίου (Triantaphyllou et al., 2005; Koukousioura et al., 2006, 2011). Επίσης, έχει καταστεί σαφής ο ρόλος του, αλλά και η προσαρμογή του, έτσι ώστε να θεωρείται επιτυχώς εγκατεστημένο στα ελληνικά ύδατα (Triantaphyllou et al, 2009a, 2010a, 2012; Koukousioura et al., 2010a, 2010b). Άλλα είδη που έχουν προσδιοριστεί και καταγραφεί στην περιοχή του Αιγαίου είναι τα τυπικά συμβιωτικά είδη *Sorites orbiculus* και *Coscinospira hemprichii* και τα *Cymbaloporetta plana, Planogypsina acervalis* και *Triloculina fichteliana* τα οποία περιλαμβάνονται ανάμεσα στα μικρότερα ετεροτροφικά είδη (Koukousioura et al., 2010a, 2010b). Κατά τον Langer (2008), η σύγχρονη πανίδα τρηματοφόρων είναι κυρίως Ατλαντικής προέλευσης, καθώς κάποια είδη έχουν βρεθεί στον Ατλαντικό (π.χ., Langer & Hottinger, 2000) και στη δυτική



Μεσόγειο (π.χ., Blanc-Vernet, 1969; Cimerman & Langer, 1991; Sgarrella & Moncharmont Zei, 1993; Langer & Schmidt-Sinns, 2006; Mateu-Vicens et al., 2010). Ωστόσο, οι Meriç et al. (2007) έχουν ήδη αναφέρει τα *C. hemprichii* και *A. lobifera* στο Μέσο-Άνω Ολόκαινο των παράκτιων αποθέσεων στη θάλασσα του Μαρμαρά, ενώ τα *C. hemprichii* και *S. orbiculus* έχουν επίσης βρεθεί σε χαμηλές συχνότητες σε αποθέσεις του κεντρικού Αιγαίου περίπου 1.0 ka BP (Triantaphyllou et al., in prep.). Η παρουσία τους μπορεί να αποδοθεί σε μετανάστευση από τον Ατλαντικό κατά τη διάρκεια των θερμών γεγονότων του Πλειστοκαίνου-Ολοκαίνου. Τα πρόσφατα ευρήματα των Triantaphyllou et al 2009a, 2012 και Koukousioura et al., 2010a, 2011 παρουσιάζουν επιπρόσθετα στοιχεία για το εύρος κατανομής και την εποίκηση αλλά και την επέκταση του εύρους των ξενικών ειδών στα ελληνικά παράκτια οικοσυστήματα, καθώς αυτά αποτελούν περισσότερο από το 30% της σχετικής συχνότητας των συναθροίσεων στο νότιο και κεντρικό Αιγαίο, αλλά και γενικότερα της κατανομής των βενθονικών τρηματοφόρων στο Αιγαίο (Εικ.6.1).

Εικ.6.1. Κατανομή των σύγχρονων βενθονικών τρηματοφόρων στο Αιγαίο (από Triantaphyllou et al., 2009a).

6.2. Μελέτη των σύγχρονων επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα στις τρεις επιλεγμένες περιοχές μελέτης από τον χώρο του Αιγαίου

Για την καλύτερη δυνατή μελέτη της κατανομής, ερμηνεία και εξαγωγή συμπερασμάτων ακολούθησε ποιοτική και ποσοτική ανάλυση της βιοκοινωνίας των τρηματοφόρων στις περιοχές μελέτης. Η ποσοτική ανάλυση βασίστηκε στη συνδρομή στατιστικών μεθόδων ανάλυσης, με πίνακες και διαγράμματα σχετικών συχνοτήτων όλων των ειδών, γεγονός που θεωρήθηκε σημαντικό για την ανάλυση της κατανομής. Για την καλύτερη απεικόνιση των αποτελεσμάτων κατασκευάστηκαν διαγράμματα χωρικής κατανομής των σχετικών συχνοτήτων των συναθροίσεων και του δείκτη *A*, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο παρεμβολής φυσικής γειτνίασης (natural neighborhood) με το λογισμικό Global Mapper v.10.0.

Τα σύγχρονα επιφανειακά ιζήματα πυθμένα συλλέχθηκαν στη γειτνιάζουσα παράλια περιοχή των Αλυκών Κίτρους (κόλπος Κίτρους), στην κλειστή λιμνοθάλασσα της Λαφρούδας (Θράκη) και στην παρακείμενη παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων, και στον κόλπο Βραυρώνας (Αττική) όπου εκχύνεται ο Ερασίνος ποταμός. Η συλλογή δειγμάτων πραγματοποιήθηκε και στις τρεις περιοχές κατά τη διάρκεια δύο αποστολών δειγματοληψίας με σκοπό να παραχθεί μια αντιπροσωπευτική εικόνα της διαφορετικότητας και των ιδιαιτεροτήτων της κάθε περιοχής. Επιτεύχθηκε λοιπόν η σαφής απεικόνιση της πανιδικής σύστασης των βενθονικών τρηματοφόρων από περιβάλλοντα κλειστής λιμνοθάλασσας (Λαφρούδα), ανοιχτής λιμνοθάλασσας (Βραυρώνα) αλλά και σύγχρονο παράκτιο περιβάλλον (παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων και κόλπος Κίτρους).

6.2.1. Κόλπος Κίτρους

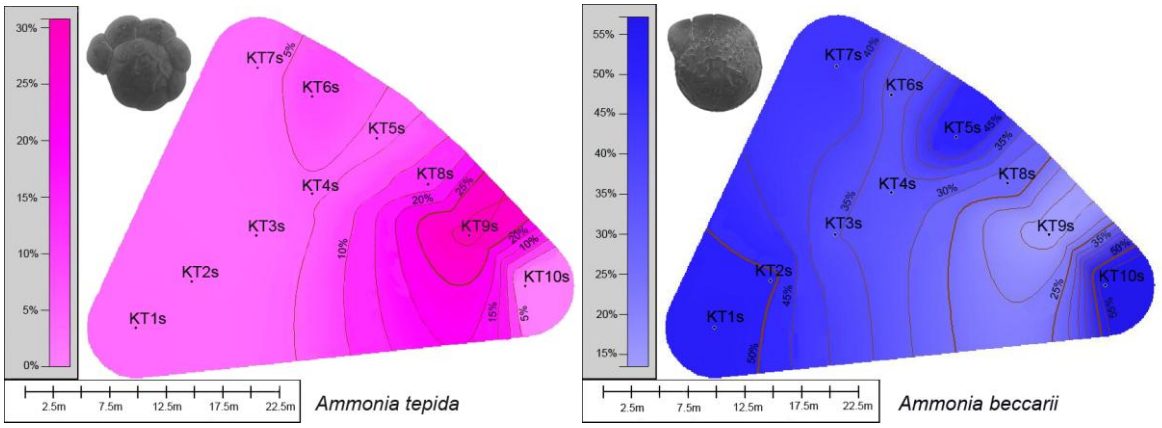
Κατά την μέτρηση παραμέτρων στον κόλπο Κίτρους, τον Ιούλιο του 2009, η θερμοκρασία παρουσίαζε τιμές από 25.3 ^{0}C έως 26.2 ^{0}C, το pH από 8.15 έως 8.23 και η αλμυρότητα από 35.3 psu έως 35.5 psu. Επίσης, κατά τον Φεβρουάριο του 2010, καταγράφηκαν τιμές θερμοκρασίας από 11.3 ^{0}C έως 12.1 ^{0}C, pH από 7.74 έως 7.78 και αλμυρότητας από 36 psu έως 37.8 psu (Παράρτημα 1).
Δέκα δείγματα μελετήθηκαν κατά την δειγματοληψία του Ιουλίου 2009 (KT1s-KT10s) και 10 κατά την δειγματοληψία του Φεβρουαρίου 2010 (KT1w-KT10w). Η συλλογή δειγμάτων πραγματοποιήθηκε από βάθη 40-100 cm στην πρώτη αποστολή δειγματοληψίας και 30-110 cm τη δεύτερη (Πίν.4.1).
Επίσης, πρέπει να αναφερθεί ότι κατά τη μελέτη του υλικού, παρατηρήθηκε ένας σημαντικός αριθμός γαστεροπόδων, δίθυρων, θραυσμάτων μαλακίων, οστρακωδών αλλά και ελάχιστων πλαγκτονικών τρηματοφόρων.

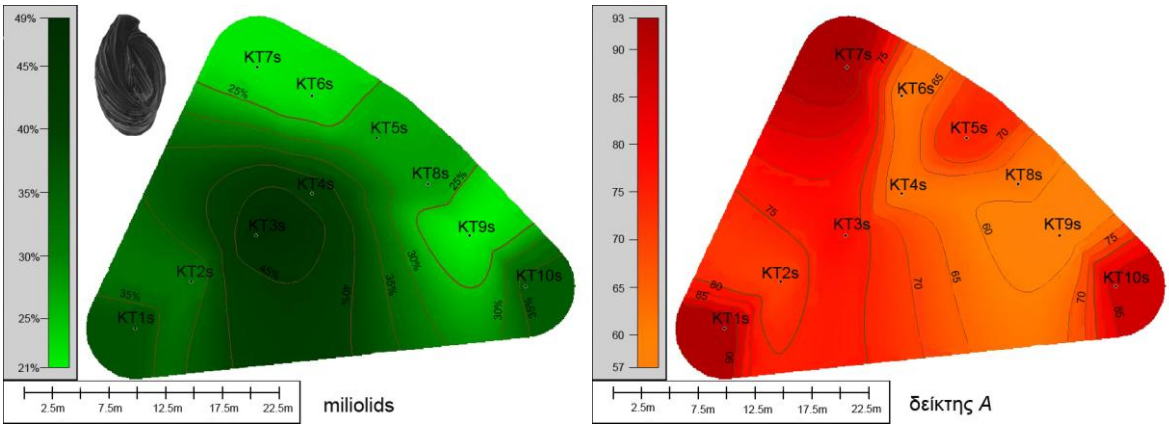
α. δειγματοληψία επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα Ιουλίου 2009
Κατά τη μελέτη της μικροπανίδας του κόλπου Κίτρους, τον Ιούλιο του 2009 (Σχ.4.1), προσδιορίστηκαν 34 είδη που ανήκουν σε 15 γένη (Παράρτημα 2, Πιν.6.2). Το ποσοστό των ζωντανών (Rose Bengal stained) επί του συνόλου του πληθυσμού (ζωντανά + νεκρά άτομα) παρουσιάζει ένα σχετικά μικρό αριθμό, με μέση τιμή 17.3%.
Αυτή η σειρά δειγμάτων χαρακτηρίζεται από τη συνεχή και υψηλή συμμετοχή του είδους *Ammonia beccarii*, που εμφανίζει ελάχιστη τιμή 13.5% (σταθμός KT9s) και μέγιστη τιμή 57.1% (σταθμός KT10s). Με μικρά ποσοστά ακολουθεί το είδος *A. tepida* (μέση τιμή 7.4%), εκτός του σταθμού KT9s όπου φτάνει το 30.8%.

δείγματα	*Ammonia beccarii* %	*Ammonia tepida* %	rotaliids %	miliolids %	*Elphidium* spp. %	δείκτης Επικράτησης D	δείκτης Shannon-Wiener H'	σύνολο ατόμων	Πανιδική πυκνότητα/gr	δείκτης *A*	δείκτης AEI
KT1s	52.6	3	4.1	37.1	3.1	0.22	1.90	97	4	92.59	94.74
KT2s	50.7	2.9	4.3	31.8	10.1	0.36	1.29	69	4	70.27	84.09
KT3s	35.1	2.7	2.7	48.6	10.8	0.15	2.03	37	3	78.57	77.78
KT4s	33.3	4.7	4.8	42.8	14.3	0.19	1.84	21	2	62.50	72.73
KT5s	50	4.6	0	27.3	18.2	0.29	1.62	22	2	75	75
KT6s	33.9	8	11.3	22.6	12.9	0.18	2.03	62	5	61.54	76.47
KT7s	43.8	3.1	12.5	21.8	15.6	0.19	1.95	32	3	93.33	75
KT8s	27.7	13.8	9.6	27.7	15.9	0.16	2.32	94	3	61.54	75
KT9s	13.5	30.8	11.5	21.2	21.2	0.15	2.28	52	13	56.52	67.65
KT10s	57.1	0	3.6	35.7	3.6	0.46	0.93	28	2	87.50	94.12

Πίν.6.1. Σχετικές συγκεντρώσεις των κυριότερων ειδών των δειγμάτων και παράμετροι συγκεντρώσεων στον κόλπο Κίτρους κατά τη θερινή περίοδο.

Υψηλές τιμές εμφανίζουν τα miliolids (τα είδη της υπεροικογένειας των Miliolacea) με μέγιστη τιμή 48.6% (σταθμός KT3s) (Σχ.6.1, Πιν.6.1), με κυριότερους αντιπροσώπους τα είδη *Quinqueloculina seminulum* (μέγιστη σχετική συχνότητα 35.7%, σταθμός KT10s), *Q. carinatastriata* (μέγιστη σχετική συχνότητα 14.3%, σταθμός KT4s) και *Q. padana* (μέγιστη σχετική συχνότητα 19%, σταθμός KT4s). Με μικρότερα ποσοστά ακολουθούν τα είδη *Q. laevigata* (μέση τιμή 1.2%) και *Triloculina trigonula* (μέση τιμή 1.9%).





Σχ.6.1. Σχετικές συχνότητες και δείκτης *A* των σύγχρονων βενθονικών τρηματοφόρων στον κόλπο Κίτρους κατά τη θερινή περίοδο.

Σημαντικό ρόλο στη σύσταση της μικροπανίδας εμφανίζει το γένος *Elphidium* (μέγιστη σχετική συχνότητα 21.2%, σταθμός KT9s). Αντιπροσωπεύεται κυρίως από τα είδη *Elphidium jenseni* με μέγιστη σχετική συχνότητα13.6% (σταθμός KT5s) και *E. crispum* (μέγιστη σχετική συχνότητα 9.6%, σταθμός KT9s).
Επιπλέον, θα πρέπει να αναφερθεί η ποσοστιαία συμμετοχή του είδους *Buccella frigida*, που παρουσιάζει μέγιστη τιμή 9.4% (σταθμός KT7s). Ακόμη σημαντικό είναι το είδος *Haynesina germanica* με μέγιστη σχετική συχνότητα που φτάνει το 12.9% (σταθμός KT6s). Άλλα είδη που συμμετέχουν στη μικροπανίδα, με μικρά όμως ποσοστά (μέση τιμή<1%), είναι τα *Asterigerinata mamilla*, *Rosalina floridensis* και *Planogypsina acervalis*.
Κατά τον υπολογισμό του δείκτη ποικιλότητας Shannon-Wiener (H′), παρατηρήθηκε μια σχετική διακύμανση με ελάχιστη τιμή 0.92 (σταθμός KT10s) και μέγιστη τιμή 2.32 (σταθμός KT8s). Ο δείκτης επικράτησης (Dominance, D), εμφανίζει σχετικά μικρές τιμές και κυμαίνεται από 0.14 (σταθμός KT9s) έως 0.45 (σταθμός KT10s). Η πυκνότητα της πανίδας παρουσιάζει σταθερά χαμηλές τιμές, με μέση τιμή 4.1 άτομα/gr. Ακόμη, τα άτομα του γένους *Ammonia* παρατηρείται πως αποτελούνται από μεγάλα (>0.5 mm) άτομα, καθώς ο δείκτης *A* παρουσιάζει υψηλές τιμές, με ελάχιστη 56.52 (σταθμός KT9s) και μέγιστη 93.33 (σταθμός KT7s). Τέλος ο δείκτης *Ammonia-Elphidium* (AEI), λαμβάνει τιμές από 67.64 έως 94.73, με μέση τιμή 79.94.

Adelosina cliarensis
Adelosina longinostra
Ammonia beccarii
Ammonia tepida
Asterigerina planorbis
Asterigerinata mamilla
Buccella frigida
Cibicides refulgens
Cymbaloporetta plana
Elphidium advenum
Elphidium complanatum
Elphidium crispum
Elphidium fichtelianum
Elphidium gunteri
Elphidium jenseni
Elphidium macellum
Haynesina germanica
Planogypsina acervalis
Quinqueloculina bicarinata
Quinqueloculina carinatastriata
Quinqueloculina laevigata
Quinqueloculina lecalvezae
Quinqueloculina limbata
Quinqueloculina padana
Quinqueloculina parvula
Quinqueloculina seminulum
Quinqueloculina trigonula
Rosalina floridensis
Rosalina globularis
Rosalina macropora
Sinuloculina consobrina
Siphonaperta aspera
Triloculina tricarinata
Triloculina trigonula

Πίν.6.2. Κατάλογος των τρηματοφόρων που προσδιορίστηκαν στον κόλπο Κίτρους κατά τη θερινή περίοδο.

β. δειγματοληψία επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα Φεβρουαρίου 2010

Στα δείγματα του Φεβρουαρίου 2010 (Σχ.4.1) του κόλπου Κίτρους, προσδιορίστηκαν 65 είδη που ανήκουν σε 29 γένη (Παράρτημα 3, Πιν.6.4). Το ποσοστό των ζωντανών ατόμων στο σύνολο του πληθυσμού είναι μικρό, με μέση τιμή που δεν ξεπερνά το 4.3%.
Τα δείγματα αυτά χαρακτηρίζονται από τη συνεχή παρουσία των miliolids (μέγιστη σχετική συχνότητα 31%, σταθμός KT7w) (Σχ.6.2). Κυριότεροι αντιπρόσωποι είναι τα είδη *Q. seminulum* (μέση τιμή 3.2%), *Spiroloculina ornata* (μέση τιμή 2.9%), *Q. carinatastriata* (μέση τιμή 1.9%), *Q. irregularis* (μέση τιμή 1.8%), *Sinuloculina consobrina* (μέση τιμή 1.5%) και *Q. trigonula* (μέση τιμή 1.5%).
Εξίσου σημαντική είναι η παρουσία των rotaliids (οικογένεια Rotaliidae) με μέγιστη σχετική συχνότητα που φτάνει το 31% (σταθμός KT7w). Μεγάλες τιμές εμφανίζουν τα είδη *Rosalina globularis* (μέγιστη σχετική συχνότητα 13.1%, σταθμός KT10w), *R. bradyi* (μέγιστη σχετική συχνότητα 7.2%, σταθμός KT6w), *Lobatula lobatula* (μέγιστη σχετική συχνότητα 6.9%, σταθμός KT5w) και *Asterigerina planorbis* (μέγιστη σχετική συχνότητα 6.2%, σταθμός KT10w).
Επίσης, θα πρέπει να αναφερθεί το είδος *Peneroplis pertusus* που εμφανίζει ελάχιστη τιμή 10.5% (σταθμός KT4w) και μέγιστη 22.5% (σταθμός KT5w). Με μικρότερο ποσοστό παρατηρείται και το είδος *P. planatus* (μέγιστη σχετική συχνότητα 2.9%, σταθμός KT5w) (Πιν.6.3).

δειγματα	*Ammonia beccarii* %	*Ammonia tepida* %	rotaliids %	miliolids %	*Elphidium* spp. %	*Peneroplis* spp. %	δεικτης Επικράτησης D	δεικτης Shannon-Wiener H′	σύνολο ατόμων	Πανιδική πυκνότητα/gr	δεικτης *A*	δεικτης AEI
KT1w	4.7	22.5	22.8	21.8	9.4	18.5	0.10	2.81	298	358	71.60	74.31
KT2w	3	20.2	23.9	24.1	12.7	15	0.08	3.03	267	361	79.03	64.58
KT3w	4.4	15.8	27.8	29.1	8.5	13.6	0.06	3.16	316	518	71.88	70.33
KT4w	3.8	18.1	26.6	27	10.9	10.5	0.06	3.10	237	571	71.15	66.67
KT5w	7.8	10.8	12.7	30.4	12.7	25.5	0.09	2.88	102	142	63.16	59.37
KT6w	6.6	7.2	27.6	28.7	8.3	20.4	0.07	3.18	181	413	64	62.50
KT7w	0.8	10.5	30.6	31.0	11.7	13.7	0.06	3.17	248	658	85.71	49.12
KT8w	3.2	14.8	20.6	29.6	17.9	14.3	0.07	3.05	189	682	70.59	50
KT9w	3.8	13.5	23.8	28.6	15.1	14.1	0.07	3.09	185	557	65.62	53.33
KT10w	2.8	11	30.3	28.3	13.8	12.4	0.07	3.04	145	327	65	50

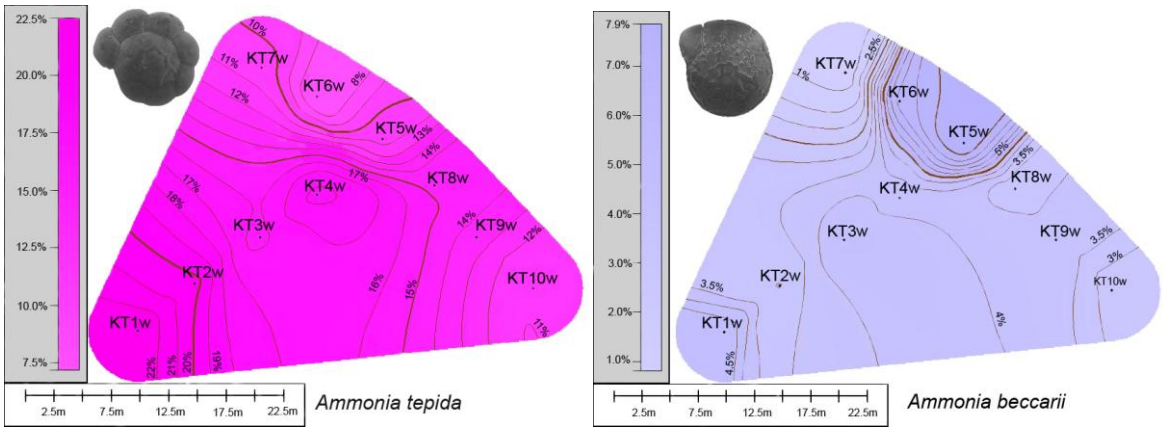
Πιν.6.3. Σχετικές συγκεντρώσεις των κυριότερων ειδών των δειγμάτων και παράμετροι συγκεντρώσεων στον κόλπο Κίτρους κατά τη χειμερινή περίοδο.

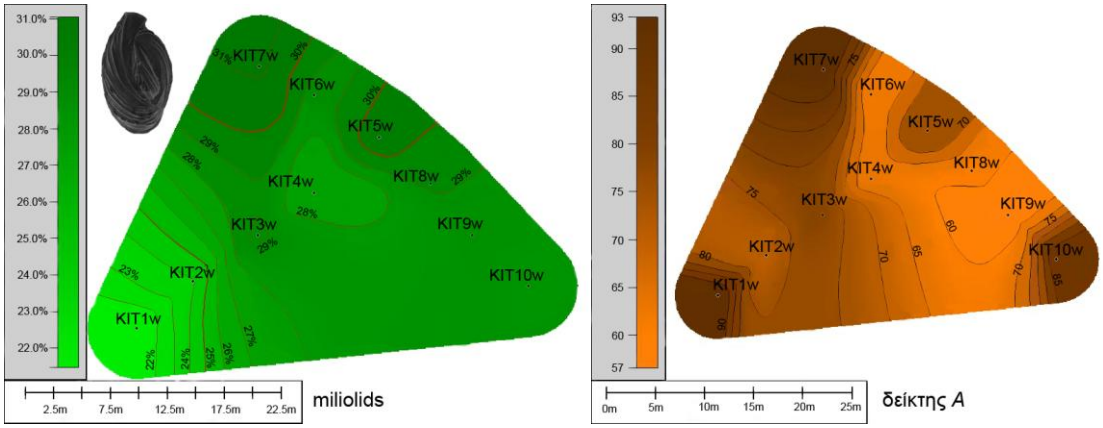
Σε αυτή τη σειρά δειγμάτων το ποσοστό του γένους *Ammonia* υπήρξε φανερά χαμηλό, με μέση τιμή του είδους *A. beccarii* 4% και του είδους *A. tepida* 14.4%.
Άλλα σημαντικά είδη στη σύσταση της μικροπανίδας είναι τα *Elphidium complanatum* (μέση τιμή 4.8%), *E. crispum* (μέση τιμή 2.9%), *Brizalina striatula* (μέση τιμή 0.15%) και *Haynesina germanica* (μέση τιμή 0.9%).

Ο δείκτης ποικιλότητας Shannon-Wiener (H′) εμφανίζει υψηλές τιμές οι οποίες κυμαίνονται από 2.81 (σταθμός KT1w) έως 3.18 (σταθμός KT6w). Αντίθετα μικρές τιμές παρουσιάζει ο δείκτης επικράτησης (D) με μέση τιμή 0.07. Υψηλές είναι οι τιμές και της πανιδικής πυκνότητας, με ελάχιστη 142 (σταθμός KT5w) και μέγιστη 682 (σταθμός KT8w) άτομα/gr. Επιπλέον, τα άτομα του γένους *Ammonia* φαίνεται πως φέρουν μεγάλα κελύφη, εφόσον ο δείκτης *A* λαμβάνει υψηλές τιμές με διακύμανση από 63.15 έως 85.71. Ακόμη, ο δείκτης AEI κυμαίνεται από 49.12 έως 79.31, με μέση τιμή 60.18.

Adelosina cliarensis	*Elphidium excavatum*	*Quinqueloculina stelligera*
Adelosina josephina	*Elphidium gunteri*	*Quinqueloculina triangularis*
Adelosina longinostra	*Elphidium jenseni*	*Quinqueloculina trigonula*
Adelosina mediterranensis	*Elphidium macellum*	*Rosalina bradyi*
Affinetrina sp.	*Elphidium translucens*	*Rosalina floridensis*
Ammonia beccarii	*Globulina myristiformis*	*Rosalina globularis*
Ammonia tepida	*Haynesina germanica*	*Rosalina macropora*
Amphistegina lobifera	*Lobatula lobatula*	*Sigmoilinita costata*
Asterigerina planorbis	*Massilina gualteriana*	*Sigmoilinita grata*
Asterigerinata mamilla	*Miliolinella subrotunda*	*Sigmoilinita tenuis*
Brizalina spathulata	*Peneroplis pertusus*	*Sinuloculina consobrina*
Brizalina striatula	*Peneroplis planatus*	*Sinuloculina inflata*
Buccella frigida	*Planorbulina mediterranensis*	*Sinuloculina mayeriana*
Cibicides refulgens	*Quinqueloculina annectens*	*Siphonaperta agglutinans*
Conorbella imperatoria	*Quinqueloculina berthelotiana*	*Siphonaperta aspera*
Cycloforina macerata	*Quinqueloculina bicarinata*	*Sorites orbiculus*
Cycloforina rugosa	*Quinqueloculina carinatastriata*	*Spiroloculina depressa*
Cymbaloporetta plana	*Quinqueloculina irregularis*	*Spiroloculina excavata*
Discorbia valvulinerioides	*Quinqueloculina laevigata*	*Spiroloculina ornata*
Elphidium aculeatum	*Quinqueloculina limbata*	*Triloculina trigonula*
Elphidium advenum	*Quinqueloculina padana*	*Trıloculina marioni*
Elphidium complanatum	*Quinqueloculina parvula*	*Vertebralina striata*
Elphidium crispum	*Quinqueloculina seminulum*	ανώμαλα miliolid

Πιν.6.4. Κατάλογος των τρηματοφόρων που προσδιορίστηκαν στον κόλπο Κίτρους κατά τη χειμερινή περίοδο.





Σχ.6.2. Σχετικές συχνότητες και δείκτης *A* των σύγχρονων βενθονικών τρηματοφόρων στον κόλπο Κίτρους κατά τη χειμερινή περίοδο.

6.2.2. Κλειστή λιμνοθάλασσα Λαφρούδας και παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων (Θράκη)

Οι μετρήσεις των αβιοτικών παραμέτρων που πραγματοποιήθηκαν στη λιμνοθάλασσα Λαφρούδας, εμφανίζουν τιμές θερμοκρασίας από 18.1 ^{0}C έως 19.7 ^{0}C κατά τον Ιούνιο του 2006, pH από 7.69-7.8 και αλμυρότητας από 19.5 psu έως 30.4 psu. Στην γειτονική παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων μετρήθηκαν οι εξής τιμές: Ιούνιος 2006, θερμοκρασία 21.8-22.1 ^{0}C, pH 8.32-8.38 και αλμυρότητα 31.8-31.9 psu, Ιούνιος 2009, θερμοκρασία 26.5-27.5 ^{0}C, pH 8.07-8.15 και αλμυρότητα 31.6-33.5 psu, Απρίλιος 2010, θερμοκρασία16.8-17.7 ^{0}C, pH 8.01-8.13 και αλμυρότητα 32.3-33.8 psu (Παράρτημα 1).
Από τη δειγματοληψία που πραγματοποιήθηκε τον Ιούνιο του 2006 στην κλειστή λιμνοθάλασσα Λαφρούδας μελετήθηκαν 5 δείγματα (LW1-LW5) επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα, τα οποία συλλέχθηκαν από βάθος 10-15 cm (Πίν.4.3). Οι δειγματοληψίες στην παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων πραγματοποιήθηκαν τον Ιούνιο του 2009 και τον Απρίλιο του 2010, όπου συλλέχθηκαν 10 επιφανειακά ιζήματα πυθμένα (AV1s-AV10s, βάθος: 30-100 cm) και 5 (AV1w-AV5w, βάθος: 60-110 cm) αντίστοιχα (Πίν.4.3).
Στο σημείο αυτό, αξίζει να σημειωθεί ότι κατά τη μελέτη του υλικού, παρατηρήθηκε ένας σημαντικός αριθμός γαστεροπόδων, διθύρων, θραυσμάτων μαλακίων αλλά και οστρακωδών.

α. δειγματοληψία επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα Λαφρούδας Θράκης

Κατά τη μελέτη της πανίδας των ιζημάτων πυθμένα, από τη συλλογή δειγμάτων του Ιουνίου 2006 (Σχ.4.3), στην κλειστή λιμνοθάλασσα Λαφρούδας προσδιορίστηκαν 22 είδη βενθονικών τρηματοφόρων που ανήκουν σε 10 γένη (Παράρτημα 4, Πιν.6.6).
Η σύσταση της μικροπανίδας, χαρακτηρίζεται από τη συνεχή παρουσία του γένους *Ammonia*. Το γένος αυτό αντιπροσωπεύεται από το είδος *A. tepida* με ελάχιστη συχνότητα εμφάνισης 68.3% (σταθμός LW3) (Σχ.6.3) και μέγιστη 75.71% (σταθμός LW5), το είδος *A. parkinsoniana* (3.4-10.4%) και το είδος *A. beccarii* με μέση τιμή 1.9%.
Συνεχή παρουσία με σχετικά μεγάλες σχετικές συχνότητες παρατηρείται και στο είδος *H. germanica* (Πιν.6.5), που παρουσιάζει ελάχιστη τιμή 11.4% (σταθμός LW5) και μέγιστη 17.6% (σταθμός LW2).

δείγματα	*Ammonia beccarii* %	*Ammonia parkinsoniana* %	*Ammonia tepida* %	*Haynesina germanica* %	*Elphidium* spp. %	miliolids %	δείκτης Επικράτησης D	δείκτης Shannon-Wiener H'	σύνολο ατόμων	Πανιδική πυκνότητα/gr	δείκτης *A*	δείκτης AEI
LW1	0	3.8	71.2	15.1	2.9	5.2	0.53	1.05	344	394	6.59	80.63
LW2	0	3.4	70.4	17.6	1.7	5.6	0.53	1.04	233	278	20.93	79.62
LW3	0.6	10.4	68.3	15.2	3.7	1.2	0.50	1.01	164	61	16.15	82.27
LW4	8.4	4.3	72	11.8	1.7	0.9	0.54	0.99	347	390	15.99	86.21
LW5	0.3	4.6	75.7	11.4	1.1	5.7	0.59	0.99	350	446	17.73	86.50

Πίν.6.5. Σχετικές συγκεντρώσεις των κυριότερων ειδών των δειγμάτων και παράμετροι συγκεντρώσεων στην κλειστή λιμνοθάλασσα Λαφρούδας Θράκης.

Επιπλέον, όπως παρατηρείται στο Παράρτημα 4, μικρά ποσοστά συμμετοχής παρουσιάζει το γένος *Elphidium*, που κυμαίνεται από 0.3% (σταθμοί LW4 και LW5) έως 0.9% (σταθμός LW2). Το γένος αυτό αντιπροσωπεύεται κυρίως από τα είδη *E. aculeatum*, *E. advenum* και *E. jenseni*, όπου κανένα από αυτά δεν ξεπερνά το 0.6%.

Affinetrina sp.
Ammonia beccarii
Ammonia parkinsoniana
Ammonia tepida
Aubignyna perlucida
Buccella frigida
Cycloforina macerata
Elphidium aculeatum
Elphidium advenum
Elphidium fichtelianum
Elphidium granosum
Elphidium gunteri
Elphidium jenseni
Elphidium macellum
Elphidium juv.
Haynesina germanica
Quinqueloculina berthelotiana
Quinqueloculina bicarinata
Quinqueloculina carinatastriata
Quinqueloculina limbata
Quinqueloculina padana
Quinqueloculina seminulum
Quinqueloculina stelligera
Sinuloculina inflata

Πιν.6.6. Κατάλογος των τρηματοφόρων που προσδιορίστηκαν στην κλειστή λιμνοθάλασσα Λαφρούδας Θράκης.

Ακόμη, τα miliolids εμφανίζουν συνεχή παρουσία, όμως με πολύ μικρές τιμές (από 0.3% σταθμός LW4, έως 5.7% σταθμός LW5). Κυριότερα είδη που τα αντιπροσωπεύουν είναι τα *Q. bicarinata*, *Q. carinatastriata*, *Q. seminulum* και *Q. padana*, όπου κανένα δεν ξεπερνά το 2% (Παράρτημα 4).

Χαρακτηριστική είναι επίσης η παρουσία του είδους *Aubignyna perlucida* με ελάχιστη σχετική συχνότητα 0.6% (σταθμός LW3) και μέγιστη 1.7% (σταθμός LW1). Ακόμη, βρέθηκε το είδος *B. frigida* σε ένα μόλις σταθμό (0.3%, σταθμός LW5).

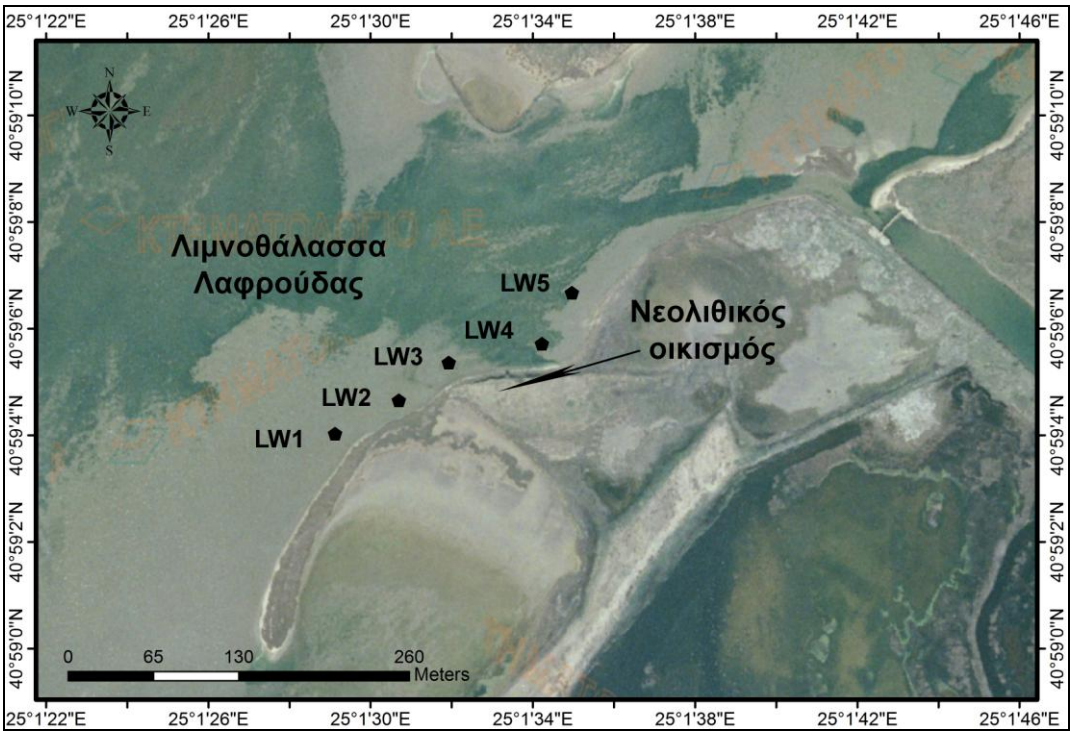
Κατά τον υπολογισμό της ποικιλότητας των επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα της Λαφρούδας, ο δείκτης Shannon-Wiener (H′) παρουσιάζει μικρή διαφοροποίηση με τιμές που κυμαίνονται από 0.98 (σταθμός LW4) έως 1.05 (σταθμός LW1). Ο δείκτης επικράτησης (Dominance, D) παρουσιάζει σταθερά σχετικά υψηλές τιμές, με ελάχιστη 0.5 (σταθμός LW3) και μέγιστη τιμή 0.58 (σταθμός LW5). Η πανιδική πυκνότητα (Faunal Density) παρουσιάζει μια διακύμανση από 61 έως 446 άτομα/gr. Επίσης, υπολογίστηκε ο δείκτης *A*, ο οποίος εμφανίζει μικρές τιμές, δηλώνοντας μικρά (<0.5 mm) κελύφη του γένους *Ammonia*, που κυμαίνονται από 6.6 (σταθμός LW1) έως 20.9 (σταθμός LW2). Τέλος ο δείκτης AEI κυμαίνεται από 80 έως 87.3, με μέση τιμή 83.85.

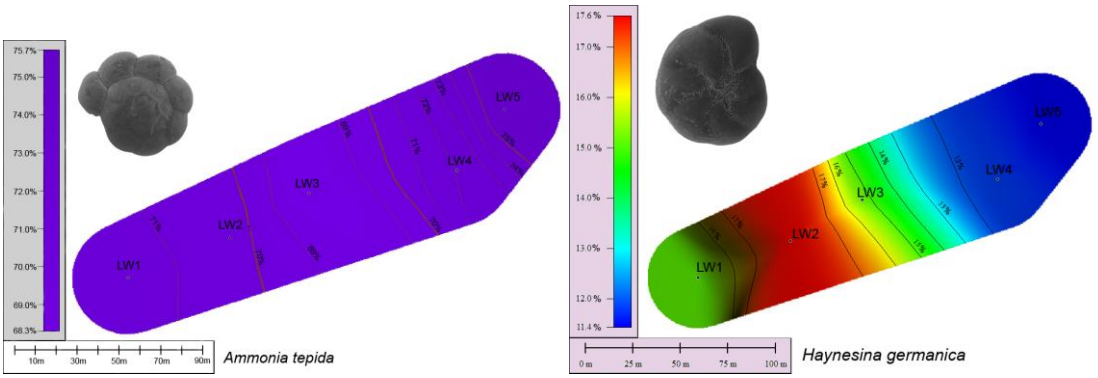
β. δειγματοληψία επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα Ιουνίου 2009 παραλίας Αη-Γιάννη Αβδήρων

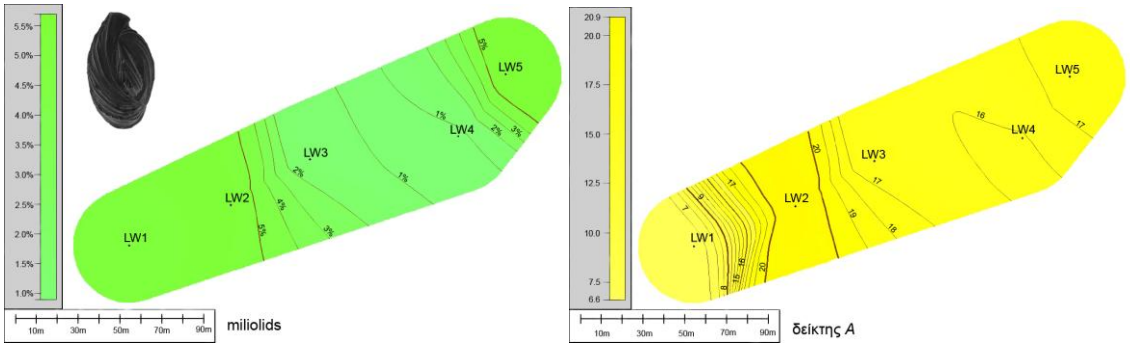
Κατά τη μελέτη της πανίδας των επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα στην παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων, από τη συλλογή δειγμάτων Ιουνίου 2009 (Σχ.4.2), προσδιορίστηκαν 28 είδη που ανήκουν σε 16 γένη (Παράρτημα 5, Πιν.6.8). Το ποσοστό των ζωντανών επί του συνόλου του πληθυσμού παρουσιάζει σημαντική αντιπροσώπευση με μέση τιμή 31.5%.

δείγματα	*Ammonia beccarii* %	*Elphidium* spp. %	rotaliids %	miliolids %	δείκτης Επικράτησης D	δείκτης Shannon-Wiener H′	σύνολο ατόμων	Πανιδική πυκνότητα/gr	δείκτης *A*	δείκτης AEI
AV1s	46.9	10.3	1.4	39.9	0.26	1.83	213	6	94	81.97
AV2s	60.9	7.9	1.9	27.2	0.40	1.35	151	23	89.13	88.46
AV3s	35.3	10.9	5	48.7	0.24	1.79	119	38	85.71	76.36
AV4s	56.2	6.9	2.6	32.9	0.35	1.58	347	12	92.31	89.04
AV5s	70.8	2.8	2.8	23.6	0.52	1.13	72	7	88.24	96.23
AV6s	49.2	11.8	0.4	37.0	0.29	1.65	254	23	94.40	80.65
AV7s	50.2	10.3	1.7	35.6	0.29	1.79	233	31	91.45	82.98
AV8s	51.9	8.7	0	39.4	0.31	1.64	104	3	77.78	85.71
AV9s	26.8	21.9	0	48.8	0.18	1.82	41	2.26	100	55
AV10s	37.5	37.5	0	25	0.31	1.26	8	2.24	100	50

Πίν.6.7. Σχετικές συγκεντρώσεις των κυριότερων ειδών των δειγμάτων και παράμετροι συγκεντρώσεων στην παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων κατά τη θερινή περίοδο.







Σχ.6.3. Σχετικές συχνότητες και δείκτης *A* των σύγχρονων βενθονικών τρηματοφόρων στην κλειστή λιμνοθάλασσα Λαφρούδας Θράκης.

Adelosina cliarensis
Adelosina mediterranensis
Affinetrina alcidi
Ammonia beccarii
Buccella frigida
Conorbella patelliformis
Cycloforina rugosa
Elphidium aculeatum
Elphidium advenum
Elphidium crispum
Elphidium translucens
Globulina myristiformis
Lobatula lobatula
Massilina gualteriana
Peneroplis pertusus
Peneroplis planatus
Quinqueloculina bicarinata
Quinqueloculina laevigata
Quinqueloculina padana
Quinqueloculina parvula
Quinqueloculina seminulum
Quinqueloculina triangularis
Quinqueloculina trigonula
Rosalina macropora
Sinuloculina consobrina
Sinuloculina inflata
Siphonaperta aspera
Triloculina tricarinata
Triloculina trigonula
ανώμαλα miliolid

Πιν.6.8. Κατάλογος των τρηματοφόρων που προσδιορίστηκαν στην παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων κατά τη θερινή περίοδο.

Η μελέτη των δειγμάτων χαρακτηρίζεται από την επικράτηση του είδους *A. beccarii*, με σχετική συχνότητα που κυμαίνεται μεταξύ 26.8% (σταθμός AV9s) και 70.8% (σταθμός AV5s), ενώ δεν βρέθηκαν άλλοι αντιπρόσωποι αυτού του γένους (Σχ.6.4).

Μεγάλες σχετικές συχνότητες εμφανίζει το γένος *Elphidium* με τιμές από 2.8% (σταθμός AV5s), έως 37.5 (σταθμός AV10s) (Πιν.6.7). Κυριότεροι αντιπρόσωποι του γένους είναι τα είδη *E. crispum* (1.4%, σταθμός AV5s-37.5%, σταθμός AV10s), *E. aculeatum* (μέγιστη σχετική συχνότητα 1%. σταθμός AV8s) και *E. advenum* (μέγιστη σχετική συχνότητα 1.4%. σταθμός AV5s).

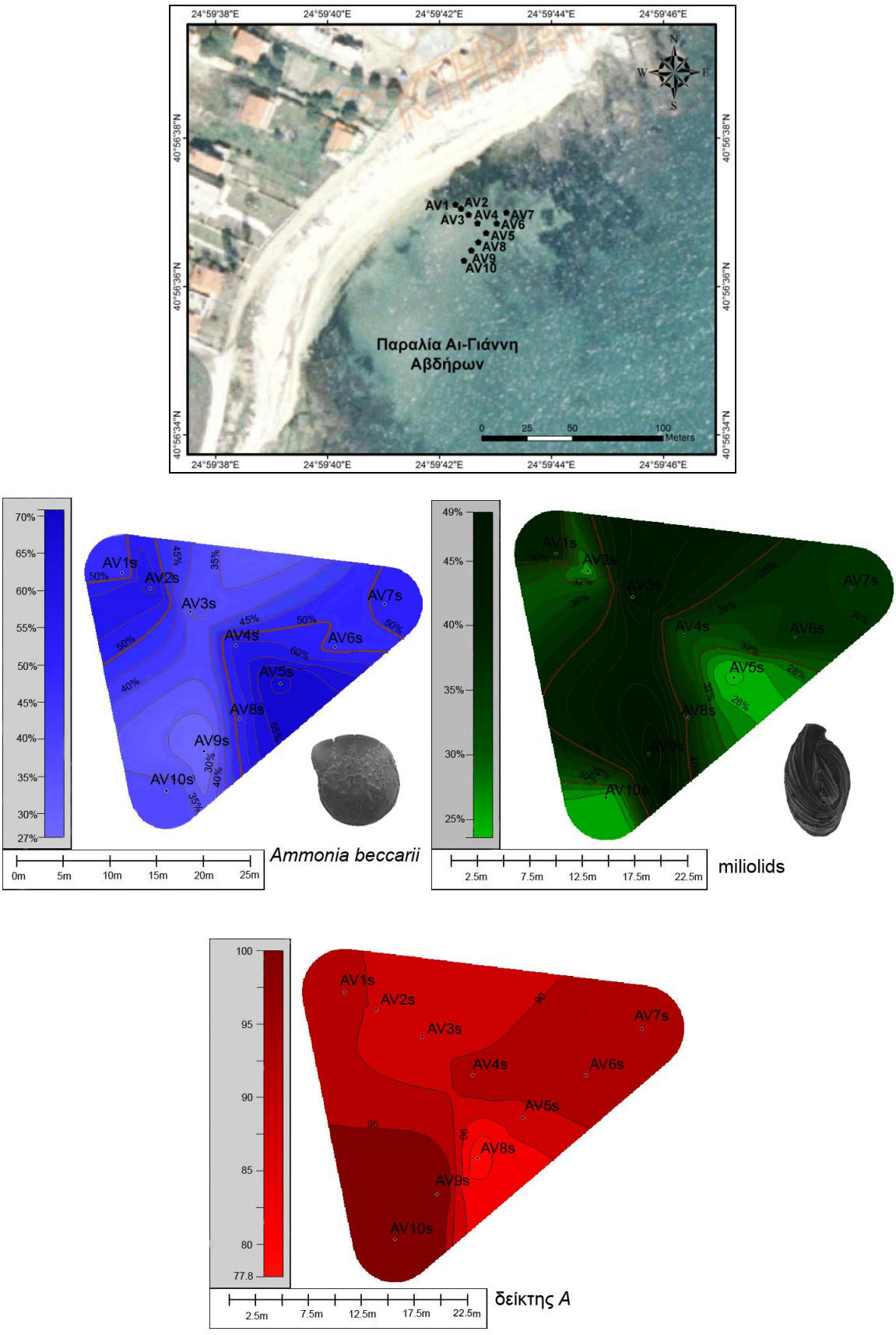
Επιπλέον, υψηλά ποσοστά συμμετοχής παρουσιάζουν τα miliolids (έως και 48.8%. στο σταθμό AV9s). Το είδος *Q. bicarinata* χαρακτηρίζεται από υψηλές σχετικές συχνότητες με μέγιστη τιμή 30.2% (σταθμός AV3s), ενώ το είδος *Q. seminulum* εμφανίζει μέγιστη σχετική συχνότητα 17.3% (σταθμός AV6s). Άλλοι αντιπρόσωποι των Miliolacea. που διακρίνονται για την παρουσία τους, είναι τα είδη *Q. trigonula* (μέση τιμή 5%) και *T. trigonula* (μέση τιμή 4.9%). Ακολουθούν τα είδη *Massilina gualteriana* (μέση τιμή 2.7%) και *Siphonaperta aspera* (μέση τιμή 1.1%).

Εξίσου σημαντική είναι η παρουσία των ειδών *Peneroplis pertusus* (μέγιστη σχετική συχνότητα 2.4%. σταθμός AV9s) και *P. planatus* (μέγιστη σχετική συχνότητα 0.9%. σταθμός AV7s). Ένα άλλο είδος που φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο στις συγκεντρώσεις είναι η *B. frigida*. που εμφανίζει μέγιστη σχετική συχνότητα 4.2% (σταθμός AV3s). Με χαμηλές σχετικές συχνότητες που δεν ξεπερνούν το 1.5%, προσδιορίστηκαν τα είδη *L. lobatula*, *R. macropora* και *Conorbella patelliformis*. Επίσης, από πολύ χαμηλές τιμές αντιπροσωπεύεται το είδος *H. germanica,* το οποίο βρέθηκε μόνο στον σταθμό AV8s (μέγιστη σχετική συχνότητα 1%).

Ο δείκτης ποικιλότητας Shannon-Wiener (H′) παρουσιάζει μία διακύμανση από 1.25 έως 1.93, ενώ ο δείκτης επικράτησης (D) εμφανίζει ελάχιστη τιμή 0.13 και μέγιστη 0.44. Ακόμη, η πυκνότητα της πανίδας κυμαίνεται από 2.24 έως 38 άτομα/gr. Επίσης, το μέγεθος των ατόμων του είδους *Ammonia* παρατηρείται πως είναι μεγάλο, καθώς ο δείκτης *A* έδωσε υψηλές τιμές με διακύμανση από 77.8 έως 100. Όμοια υψηλές τιμές παρουσιάζει ο δείκτης AEI (50-96.23), με μέση τιμή 78.64.

γ. δειγματοληψία επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα Απριλίου 2010 παραλίας Αη-Γιάννη Αβδήρων

Από τη μελέτη των 5 δειγμάτων (AV1w-AV5w, Σχ.4.2) του Απριλίου 2010, στην παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων, προσδιορίστηκαν 41 είδη που ανήκουν σε 20 γένη (Παράρτημα 6, Πιν.6.10). Τα ζωντανά άτομα κατέχουν ένα σημαντικό αριθμό στο σύνολο του πληθυσμού, καθώς παρουσιάζουν μέση τιμή 32.4%.



Σχ.6.4. Σχετικές συχνότητες και δείκτης *A* των σύγχρονων βενθονικών τρηματοφόρων στην παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων κατά τη θερινή περίοδο.

Αυτή η σειρά δειγμάτων χαρακτηρίζεται από τη συνεχή παρουσία του γένους *Ammonia* και συγκεκριμένα τις υψηλές τιμές του είδους *A. beccarii*, που παρουσιάζει ελάχιστη τιμή 41.7% (σταθμός AV1w) και μέγιστη 57.1% (σταθμός AV2w) (Σχ.6.5). Ακολουθούν, με πολύ μικρές σχετικές συχνότητες, τα είδη *A. parkinsoniana* (μέση τιμή 1.4%) και *A. tepida* (μέση τιμή 0.4%).

δείγματα	*Ammonia beccarii* %	*Ammonia parkinsoniana* %	*Ammonia tepida* %	*Elphidium* spp. %	rotaliids %	miliolids %	δείκτης Επικράτησης D	δείκτης Shannon-Wiener H′	σύνολο ατόμων	Πανιδική πυκνότητα/gr	δείκτης *A*	δείκτης AEI
AV1w	41.7	0	0.5	11.6	0.5	39.7	0.19	2.297	199	18	90.48	78.50
AV2w	57.1	0.6	0	5.8	1.3	24.7	0.35	1.688	154	29	83.15	90.82
AV3w	54.6	2.8	0	4.7	0.9	31.5	0.28	1.925	108	17	79.03	92.54
AV4w	50.6	1.1	1.1	4.4	3.9	29.4	0.27	1.975	180	34	68.42	92.23
AV5w	48.2	2.2	0.4	7.5	1.3	33.2	0.23	2.156	226	53	86.96	87.12

Πιν.6.9. Σχετικές συγκεντρώσεις των κυριότερων ειδών των δειγμάτων και παράμετροι συγκεντρώσεων στην παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων κατά τη χειμερινή περίοδο.

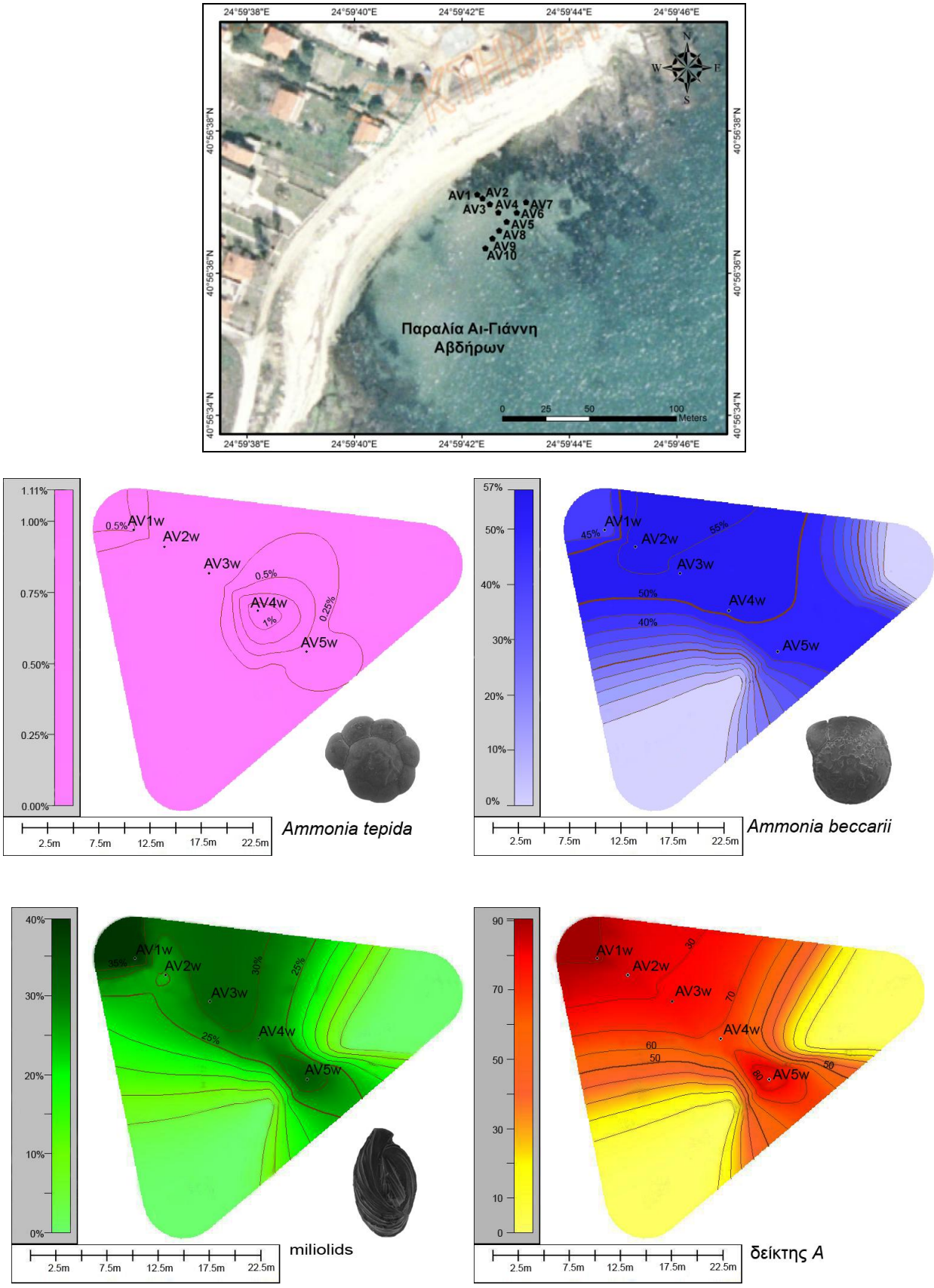
Ιδιαίτερα σημαντική είναι η παρουσία των miliolids, τα οποία αγγίζουν το 39.7% (σταθμός AV1w) (Πιν.6.9). Σημαντικότεροι αντιπρόσωποι είναι τα είδη *Q. seminulum* (μέση τιμή 10.4%), *Q. padana* (μέση τιμή 5.7%) και *T. trigonula* (μέση τιμή 3.1%). Με μικρότερες σχετικές συχνότητες ακολουθούν τα είδη *Q. trigonula* (μέση τιμή 2.5%), *S. aspera* (μέση τιμή 2%) και Q. *triangularis* (μέση τιμή 1.4%).
Επιπλέον, ικανοποιητικά είναι τα ποσοστά του γένους *Elphidium*, με μέγιστη τιμή το 10.1% (σταθμός AV1s). Αντιπροσωπεύεται από το είδος *E. crispum* (μέση τιμή 4.5%), αλλά και τα είδη *E. advenum* (μέση τιμή 0.5%) και *E. aculeatum* (μέση τιμή 0.4%).

Υψηλά σχετικά ποσοστά παρουσιάζει επίσης το είδος *B. frigida*, με μέγιστη τιμή 8.9% (σταθμός AV4s). Ακόμη, πρέπει να αναφερθεί η παρουσία των ειδών *R. bradyi* (μέση τιμή 0.6%) και *L. lobatula* (μέση τιμή 0.3%). Επίσης, σημαντική είναι η εμφάνιση των *P. pertusus* (μέση τιμή 2.5%) και *P. planatus* (μέση τιμή 0.7%).

Adelosina cliarensis	*Elphidium gunteri*	*Quinqueloculina triangularis*
Adelosina mediterranensis	*Elphidium macellum*	*Quinqueloculina trigonula*
Affinetrina alcidi	*Elphidium translucens*	*Reophax* sp.
Ammonia beccarii	*Globulina myristiformis*	*Rosalina bradyi*
Ammonia parkinsoniana	*Lachlanella reticulata*	*Rosalina macropora*
Ammonia tepida	*Lobatula lobatula*	*Sinuloculina consobrina*
Asterigerinata mamilla	*Massilina gualteriana*	*Sinuloculina inflata*
Buccella frigida	*Peneroplis pertusus*	*Sinuloculina mayeriana*
Cycloforina rugosa	*Peneroplis planatus*	*Siphonaperta agglutinans*
Cymbaloporetta plana	*Quinqueloculina berthelotiana*	*Siphonaperta aspera*
Elphidium aculeatum	*Quinqueloculina bicarinata*	*Spiroloculina ornata*
Elphidium advenum	*Quinqueloculina laevigata*	*Triloculina tricarinata*
Elphidium complanatum	*Quinqueloculina padana*	*Triloculina trigonula*
Elphidium crispum	*Quinqueloculina seminulum*	

Πιν.6.10. Κατάλογος των τρηματοφόρων που προσδιορίστηκαν στην παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων κατά τη χειμερινή περίοδο.

Κατά τον υπολογισμό του δείκτη ποικιλότητας Shannon-Wiener (H′) παρατηρήθηκε μια μικρή διακύμανση, με ελάχιστη τιμή 1.68 και μέγιστη 2.29. Ο δείκτης επικράτησης (D) παρουσιάζει τιμές από 0.19 έως 0.35. Επίσης, τα δείγματα αυτά εμφανίζουν πανιδική πυκνότητα 17 έως 53 άτομα/gr. Επιπλέον, το γένος *Ammonia* αντιπροσωπεύεται από μεγάλα άτομα, εφόσον ο δείκτης *A* παρουσιάζει τιμές από 68.4 έως 90.5. Μεγάλες τιμές λαμβάνει και ο δείκτης AEI (78.5-92.54), με μέση τιμή 88.25.



Σχ.6.5. Σχετικές συχνότητες και δείκτης *A* των σύγχρονων βενθονικών τρηματοφόρων στην παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων κατά τη χειμερινή περίοδο.

6.2.3. Κόλπος Βραυρώνας

Στις δύο περιόδους δειγματοληψίας στην ανοιχτή λιμνοθάλασσα Βραυρώνας (Αττική) πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις θερμοκρασίας, pH και αλμυρότητας, από τις οποίες προέκυψαν οι εξής τιμές: δειγματοληψία Οκτωβρίου 2006, θερμοκρασία από 19 °C έως 25.6 °C, pH από 7.45 έως 7.98 και αλμυρότητα από 1.5 psu (στην εκβολή του Ερασίνου ποταμού) έως 34.4 psu, δειγματοληψία Μαρτίου 2010, θερμοκρασία από 19 °C έως 21.3 °C, pH από 7.74 έως 7.87 και αλμυρότητα από 20.9 psu έως 22.7 psu (Παράρτημα 1).
Κατά τις δύο περιόδους δειγματοληψίας συλλέχθηκαν από 10 δείγματα επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα (Οκτώβριος 2006, VR1s-VR10s και Μάρτιος 2010, VR1w-VR10w) και από βάθη 10-100 cm και 10-80 cm αντίστοιχα (Πίν.4.5).
Στο σημείο αυτό, αξίζει να σημειωθεί ότι κατά τη μελέτη του υλικού, παρατηρήθηκε ένας σημαντικός αριθμός γαστεροπόδων, δίθυρων, θραυσμάτων μαλακίων αλλά και οστρακωδών.

α. δειγματοληψία επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα Οκτωβρίου 2006 κόλπου Βραυρώνας

Από τη μελέτη του υλικού (δείγματα VR1s-VR10s) του Οκτωβρίου 2006, στον κόλπο Βραυρώνας, προσδιορίστηκαν 63 είδη που ανήκουν σε 31 γένη (Παράρτημα 7, Πιν.6.12). Τα ζωντανά άτομα κατέχουν ένα σημαντικό αριθμό στο σύνολο του πληθυσμού, καθώς παρουσιάζουν μέση τιμή 14.65%.

Η σύσταση της μικροπανίδας χαρακτηρίζεται από την συνεχή παρουσία των miliolids που αγγίζει το 56.5% στο σταθμό VR2s (Σχ.6.6).
Κυριότεροι αντιπρόσωποί της είναι οι *Q. carinatastriata* (μέση τιμή 2.9%), *Q. irregularis* (μέση τιμή 3.1%), *Q. padana* (μέση τιμή 2.2%), *Q. seminulum* (μέση τιμή 2.2%) και *S. ornata* (μέση τιμή 2.1%).
Εξίσου σημαντική είναι η παρουσία των ειδών της οικογένειας Rotaliidae (μέγιστη σχετική συχνότητα 33.1%. σταθμός VR10s) (Πιν.6.11). Τα είδη που κυρίως την αποτελούν είναι τα *R. bradyi* (μέση τιμή 4.2%), *R. globularis* (μέση τιμή 3.4%), *L. lobatula* (μέση τιμή 5.2%), *A. planorbis* (μέση τιμή 2.8%) και *A. mamilla* (μέση τιμή 3%), τα οποία ακολουθούνται από αρκετά άλλα είδη που φέρουν μικρότερες τιμές.
Υψηλές σχετικές συχνότητες εμφανίζει το είδος *P. pertusus* με ελάχιστη τιμή 9.3% (σταθμός VR2s) και μέγιστη 40% (σταθμός VR8s), που ακολουθείται από τις μικρότερες τιμές του *P. planatus* (0-1.4%).

δείγματα	*Ammonia beccarii* %	*Ammonia tepida* %	*Elphidium* spp. %	rotaliids %	miliolids %	*Brizalina* spp. %	δείκτης Επικράτησης D	δείκτης Shannon-Wiener H'	σύνολο ατόμων	Πανιδική πυκνότητα/gr	δείκτης *A*	δείκτης AEI
VR1s	2.1	8.4	7.4	25.3	56.8	0	0.22	2.229	95	143	40	58.82
VR2s	2.5	13.0	6.8	21.1	56.5	0	0.06	3.057	161	418	40	69.44
VR3s	1.3	10.1	12.6	25.8	49.7	0.6	0.11	2.739	159	425	5.56	47.37
VR4s	7.6	6.3	13.9	25	46.6	0.7	0.17	2.421	144	183	45	50
VR5s	4.5	15.2	8.9	24.1	47.3	0	0.12	2.542	112	259	22.73	68.75
VR6s	2.1	6.3	7.7	21.7	62.2	0	0.17	2.471	143	176	50	52.17
VR7s	2.7	4.5	9	23.4	60.4	0	0.16	2.506	111	135	75	44.44
VR8s	4.4	5.6	8.9	23.3	57.8	0	0.38	1.663	90	74	44.44	52.94
VR9s	2.5	18.1	7.5	16.9	53.8	1.3	0.09	2.859	160	327	9.09	73.33
VR10s	3.4	10.5	10.5	33.1	42.6	0	0.12	2.887	296	943	17.07	53.95

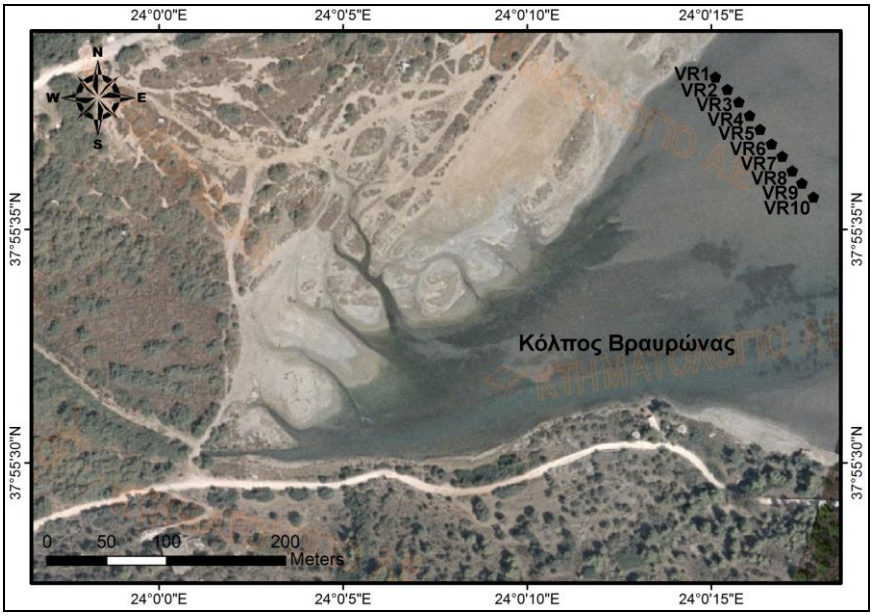
Πίν.6.11. Σχετικές συγκεντρώσεις των κυριότερων ειδών των δειγμάτων και παράμετροι συγκεντρώσεων στην ανοιχτή λιμνοθάλασσα Βραυρώνας κατά τη θερινή περίοδο.

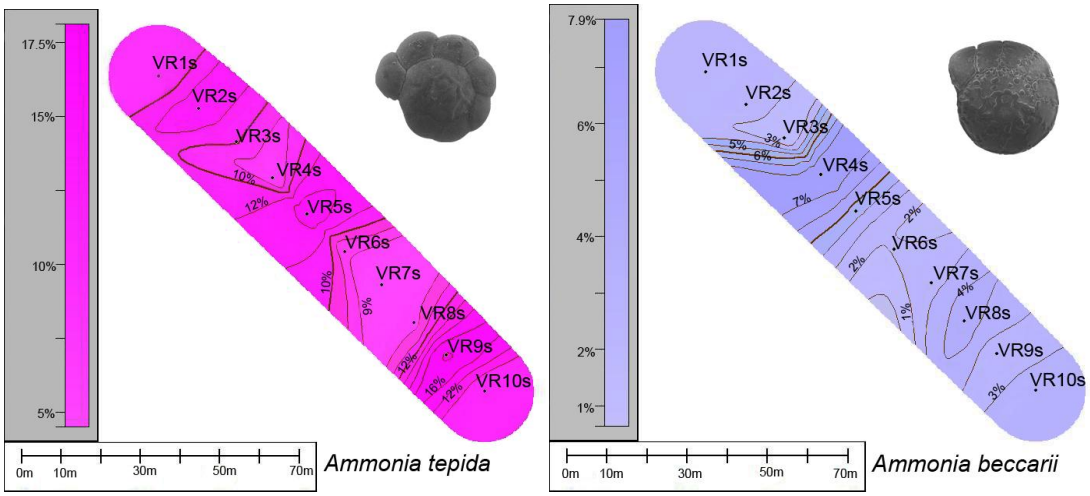
Άλλα σημαντικά είδη στη σύσταση της μικροπανίδας είναι τα *Elphidium crispum* (0.9-5.6%), *E. complanatum* (1.2-6.9%), *E. aculeatum* (0-2.5%) και *E. gunteri* (0-2.1%). Επιπλέον, πρέπει να αναφερθεί η παρουσία των ειδών *B. spathulata* και *B. striatula* των οποίων όμως οι μέγιστες σχετικές συχνότητες δεν ξεπερνούν το 0.7%. Επίσης, σχετικά χαμηλές συχνότητες έχουν τα είδη *A. tepida* (4.5-181%) και *A. beccarii* (1.2-7.6%).

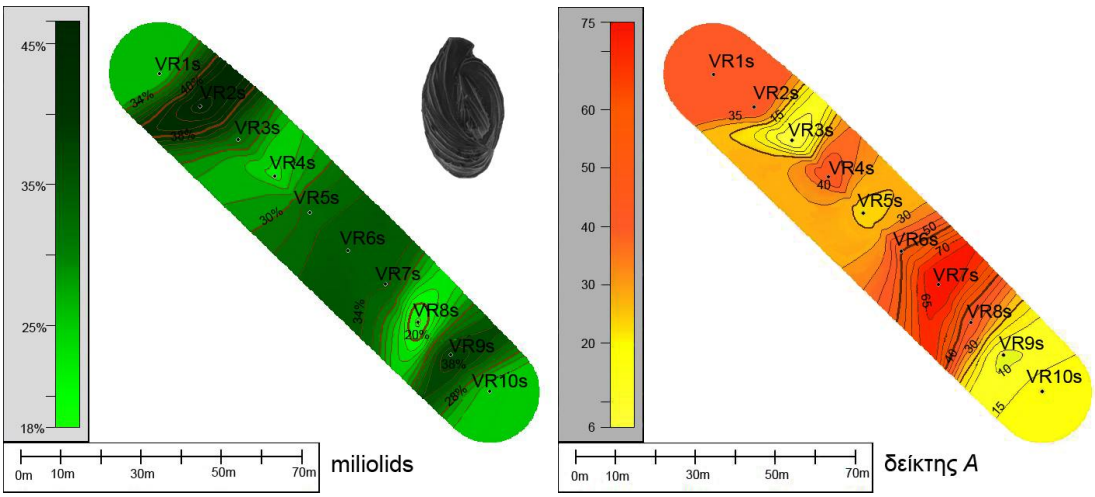
Adelosina cliarensis	*Elphidium macellum*	*Quinqueloculina triangularis*
Adelosina longinostra	*Elphidium translucens*	*Quinqueloculina trigonula*
Adelosina mediterranensis	*Haynesina germanica*	*Rosalina bradyi*
Affinetrina alcidi	*Lachlanella compressa*	*Rosalina floridensis*
Ammonia beccarii	*Lobatula lobatula*	*Rosalina globularis*
Ammonia tepida	*Massilina gualteriana*	*Rosalina macropora*
Asterigerina planorbis	*Miliolinella subrotunda*	*Sigmoilinita costata*
Asterigerinata mamilla	*Peneroplis pertusus*	*Sigmoilinita grata*
Brizalina spathulata	*Peneroplis planatus*	*Sigmoilinita tenuis*
Brizalina striatula	*Planogypsina acervalis*	*Sinuloculina consobrina*
Buccella frigida	*Planorbulina mediterranensis*	*Sinuloculina inflata*
Conorbella patelliformis	*Quinqueloculina annectens*	*Sinuloculina mayeriana*
Cycloforina macerata	*Quinqueloculina berthelotiana*	*Siphonaperta agglutinans*
Cycloforina rugosa	*Quinqueloculina bicarinata*	*Siphonaperta aspera*
Cymbaloporetta plana	*Quinqueloculina carinatastriata*	*Sorites orbiculus*
Discorbia valvulinerioides	*Quinqueloculina irregularis*	*Spirilina vivipara*
Discorbis williamsoni	*Quinqueloculina laevigata*	*Spiroloculina excavata*
Elphidium aculeatum	*Quinqueloculina lecalvezae*	*Spiroloculina ornata*
Elphidium advenum	*Quinqueloculina padana*	*Triloculina marioni*
Elphidium complanatum	*Quinqueloculina parvula*	*Vertebralina striata*
Elphidium crispum	*Quinqueloculina seminulum*	ανώμαλα miliolid
Elphidium gunteri	*Quinqueloculina stelligera*	

Πιν.6.12. Κατάλογος των τρηματοφόρων που προσδιορίστηκαν στην ανοιχτή λιμνοθάλασσα Βραυρώνας κατά τη θερινή περίοδο.

Ο δείκτης ποικιλότητας Shannon-Wiener (H′) παρουσιάζει μια σχετική διακύμανση από 1.6 έως 3, με μέση τιμή 2.53. Η επικράτηση (D) λαμβάνει μικρές τιμές με μέση τιμή 0.15. Η πανιδική πυκνότητα κυμαίνεται από 74 έως 943 άτομα/gr. Τα άτομα του γένους *Ammonia* δεν παρουσιάζουν κάποια ομοιομορφία ως προς το μέγεθος, εφόσον ο δείκτης *A* εμφανίζει μεγάλη διακύμανση με τιμές από 5.6 έως 75, όπως και ο δείκτης AEI (44.44-73.33).







Σχ.6.6. Σχετικές συχνότητες και δείκτης *A* των σύγχρονων βενθονικών τρηματοφόρων στην ανοιχτή λιμνοθάλασσα Βραυρώνας κατά τη θερινή περίοδο.

β. δειγματοληψία επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα Μαρτίου 2010 κόλπου Βραυρώνας

Ammonia beccarii
Ammonia parkinsoniana
Ammonia tepida
Asterigerina planorbis
Asterigerinata mamilla
Buccella frigida
Elphidium crispum
Elphidium jenseni
Elphidium macellum
Elphidium translucens
Haynesina depressula
Haynesina germanica
Planogypsina acervalis
Quinqueloculina bicarinata
Quinqueloculina carinatastriata
Quinqueloculina padana
Quinqueloculina seminulum
Rosalina bradyi
Rosalina floridensis
Rosalina macropora
Sinuloculina inflata
Siphonaperta aspera
Triloculina marioni

Πιν.6.13. Κατάλογος των τρηματοφόρων που προσδιορίστηκαν στην ανοιχτή λιμνοθάλασσα Βραυρώνας κατά τη χειμερινή περίοδο.

Κατά τη μελέτη των δειγμάτων που προέκυψαν από τη δειγματοληψία του Μαρτίου 2010, προσδιορίστηκαν 23 είδη που ανήκουν σε 12 γένη (Παράρτημα 8, Πιν.6.13). Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως κατά τη μελέτη του υλικού αυτού δεν βρέθηκε κανένα ζωντανό άτομο.

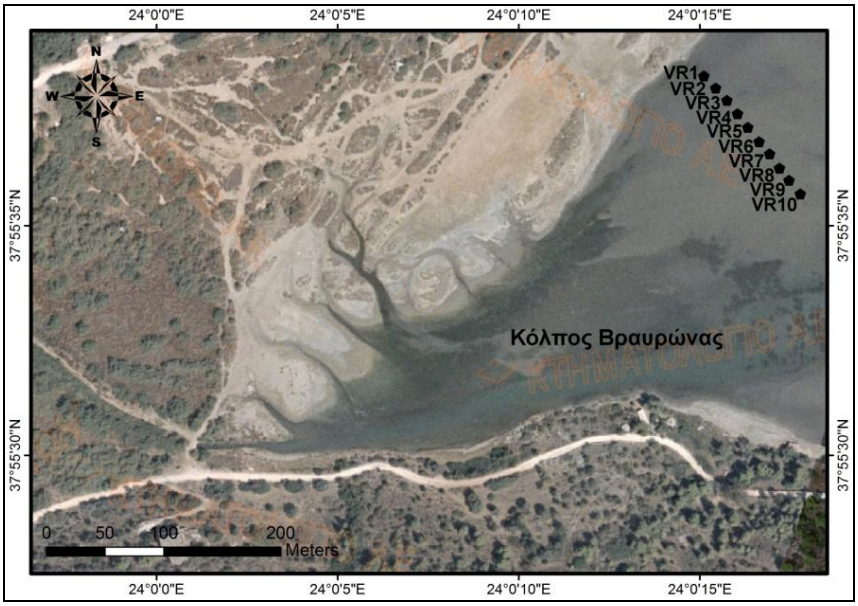
Τα δείγματα αυτά χαρακτηρίζονται από τη συνεχή, και σε υψηλά ποσοστά, του είδους *A. tepida* (35.7-60.7%) (Σχ.6.7). Με μικρότερα, αλλά όχι αμελητέα ποσοστά ακολουθούν τα είδη *A. beccarii* (0-23%) και *A. parkinsoniana* (0-10.7%).

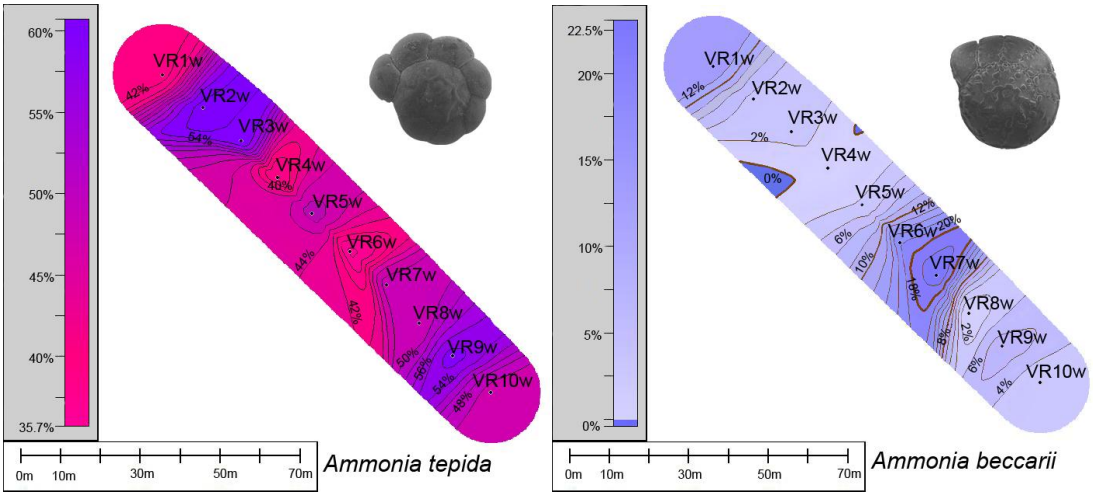
Ακόμη, σημαντική είναι η παρουσία των miliolids (μέγιστη σχετική συχνότητα 34.5%, σταθμός VR4w) (Πιν.6.14), που αντιπροσωπεύονται κυρίως από τα είδη *Q. carinatastriata* (0-13.7%), *Q. padana* (0-9.3%), *Q. seminulum* (0-16%) και *Triloculina marioni* (0-6.9%). Εξίσου σημαντικό ρόλο στη σύσταση της μικροπανίδας παίζουν τα είδη *B. frigida* (0-7.9%), *R. floridensis* (0-4.7%), *A. planorbis* (0-5.3%), *A. mamilla* (0-5.3%) και *H. germanica* (0-6.5%). Επίσης, θα πρέπει να αναφερθούν τα σχετικά υψηλά ποσοστά των ειδών *E. crispum* (0-10.3%) και *E. jenseni* (0-6.3%).

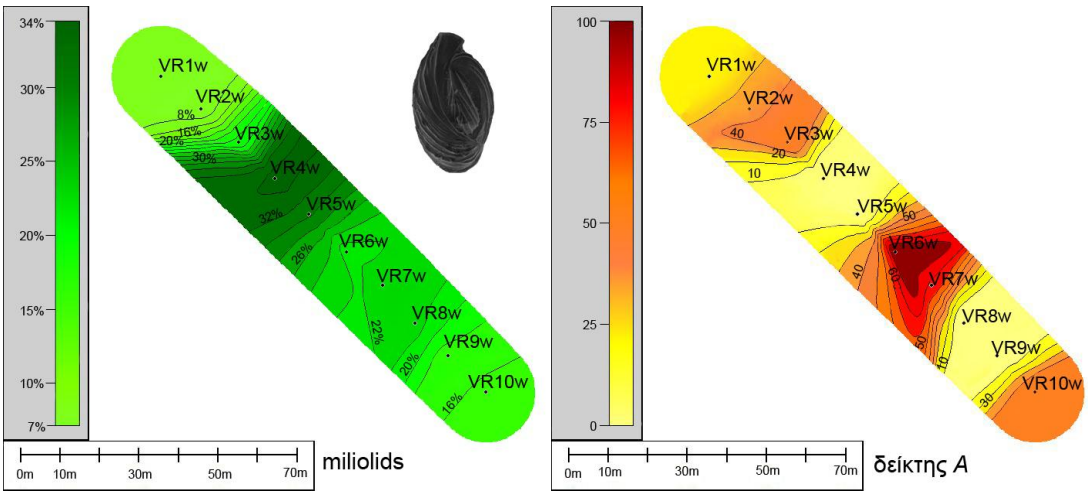
δείγματα	*Ammonia beccarii* %	*Ammonia parkinsoniana* %	*Ammonia tepida* %	*Elphidium* spp. %	rotaliids %	miliolids %	δείκτης Επικράτησης D	δείκτης Shannon-Wiener H'	σύνολο ατόμων	Πανιδική πυκνότητα/gr	δείκτης *A*	δείκτης AEI
VR1s	13.2	10.5	39.7	15.8	10.5	10.5	0.19	2.067	38	2	21.43	80
VR2s	3.6	10.7	60.1	7.1	10.7	7.1	0.39	1.494	28	2	36.36	91.30
VR3s	3.1	0	59.4	15.6	3.1	18.8	0.38	1.485	32	3.23	50	86.96
VR4s	0	6.9	37.9	6.9	10.3	37.9	0.19	1.98	29	5.56	0	86.67
VR5s	2.3	0	48.8	4.7	13.9	30.2	0.27	1.785	43	2.81	0	91.67
VR6s	17.9	0	35.7	7.1	17.9	21.4	0.19	2.055	28	9.20	100	88.24
VR7s	23.1	0	48.7	2.6	2.6	23.1	0.31	1.517	39	4.60	77.78	96.55
VR8s	0	3.3	48.8	12.9	9.7	25.8	0.28	1.775	31	2.024	0	80
VR9s	6.9	0	58.6	13.8	3.4	17.2	0.37	1.449	29	3.238	0	82.61
VR10s	2.6	0	47.4	7.9	21.1	21.1	0.25	2.086	38	2.35	50	86.36

Πίν.6.14. Σχετικές συγκεντρώσεις των κυριότερων ειδών των δειγμάτων και παράμετροι συγκεντρώσεων στην ανοιχτή λιμνοθάλασσα Βραυρώνας κατά τη χειμερινή περίοδο.

Η ποικιλότητα Shannon-Wiener (H′) εμφανίζει ενδιάμεσες τιμές με μέση τιμή 1.76, όπως και ο δείκτης επικράτησης (D) με μέση τιμή 0.28. Η πυκνότητα της πανίδας είναι χαμηλή με τιμές από 2 έως 9.2 ατ./gr. Μεγάλη διακύμανση παρουσιάζει ο δείκτης *A*, με ελάχιστη τιμή το 0 και μέγιστη το 100 και μέση τιμή 33.6. Αντίθετα υψηλές τιμές λαμβάνει ο δείκτης AEI (μέγιστη τιμή 96.55).





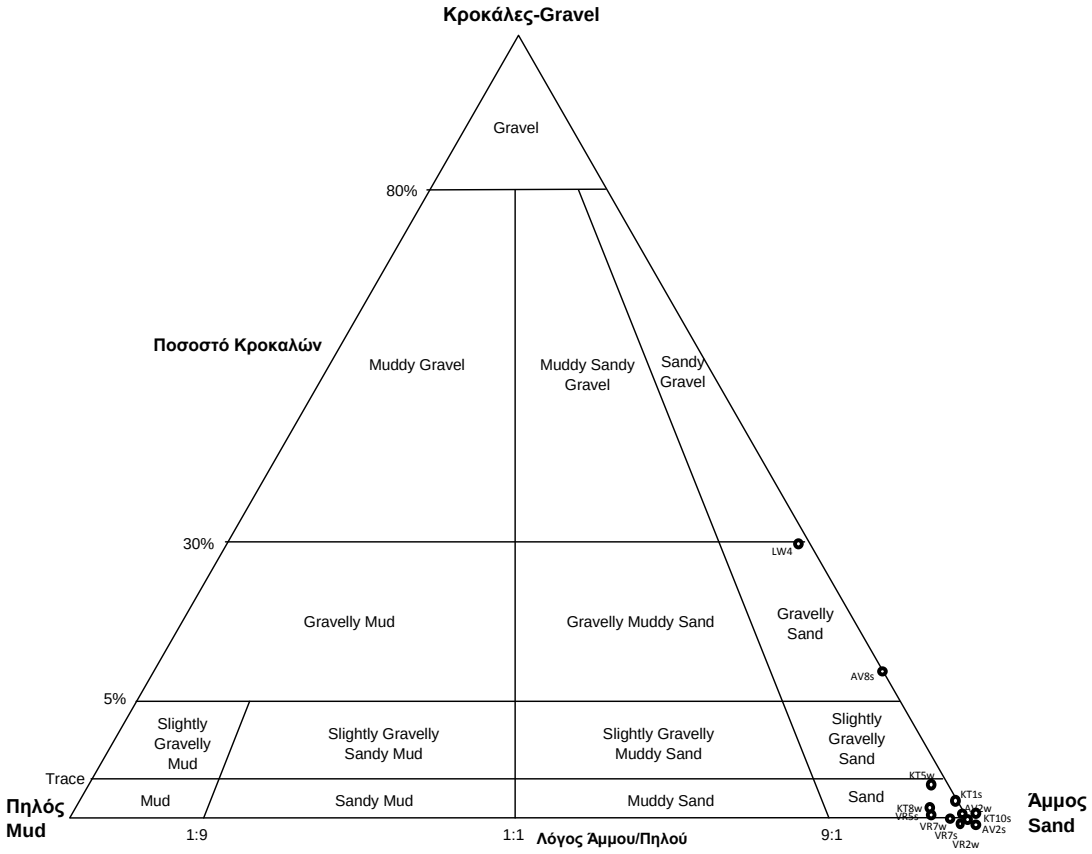


Σx.6.7. Σχετικές συχνότητες και δείκτης *A* των σύγχρονων βενθονικών τρηματοφόρων στην ανοιχτή λιμνοθάλασσα Βραυρώνας κατά τη χειμερινή περίοδο.

6.3. Κοκκομετρική ανάλυση των επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα

Κατά την κοκκομετρική ανάλυση μελετήθηκαν επιλεγμένα δείγματα επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα από κάθε περιοχή μελέτης κατά της δύο περιόδους δειγματοληψίας. Στη συνέχεια κατασκευάστηκαν τριγωνικά διαγράμματα χαρακτηρισμού των ιζημάτων σύμφωνα με το σύστημα ταξινόμησης του Folk (τροποποιημένο από Schlee, 1973) (Σχ.6.8).

Στην περιοχή του κόλπου του Κίτρους η κοκκομετρική ανάλυση πραγματοποιήθηκε στα δείγματα KT1s, KT10s (θερινή δειγματοληψία) και KT5w, KT8w (χειμερινή δειγματοληψία). Στην περιοχή της Λαφρούδας Ξάνθης και παραλίας Αη-Γιάννη Αβδήρων επιλέχθηκαν για την κοκκομετρική ανάλυση τα δείγματα LW4, AV2s, AV8s (θερινή δειγματοληψία) AV2w (χειμερινή δειγματοληψία). Στην περιοχή της Βραυρώνας η κοκκομετρική ανάλυση πραγματοποιήθηκε στα δείγματα VR5s, VR7s (θερινή δειγματοληψία) και VR2w, VR7w (χειμερινή δειγματοληψία).



Σχ.6.8. Τριγωνικό διάγραμμα χαρακτηρισμού των επιφανειακών ιζημάτων πυθμένα του κόλπου Κίτρους (KT1s, KT10s, KT5w, KT8w), της Λαφρούδας Θράκης (LW4), της παραλίας Αη-Γιάννη Αβδήρων (AV2s, AV8s, AV2w) και του κόλπου Βραυρώνας (VR5s, VR7s, VR2w, VR7w).

Είναι σαφές πως στην πλειοψηφία τους τα επιφανειακά ιζήματα πυθμένα ανήκουν στο κλάσμα της άμμου (sand), όπως είναι αναμενόμενο για τους κόλπους Κίτρους, την παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων και την ανοιχτή λιμνοθάλασσα Βραυρώνας. Εξαίρεση αποτελούν τα δείγματα AV8s και LW4, τα οποία ανήκουν στο κλάσμα της κροκαλώδους άμμου (gravely sand). Όσον αφορά το δείγμα AV8s (παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων) περιέχει ένα ποσοστό κροκαλών λίγο μεγαλύτερο του 5%. Αντίθετα το δείγμα LW4 (Λαφρούδα Θράκης), παρουσιάζεται πιο αδρόκοκκο με ποσοστό κροκαλών 30%, γεγονός το οποίο δεν αποτελεί έκπληξη καθώς το δείγμα αυτό βρίσκεται πολύ κοντά στον νεολιθικό οικισμό, ο οποίος στην πραγματικότητα ξεπλένεται στην κλειστή λιμνοθάλασσας Λαφρούδας.

6.4. Η δομή της πανίδας των σύγχρονων βενθονικών τρηματοφόρων. Περιβαλλοντικοί δείκτες (δείκτες *A*, AEI) και καθορισμός περιβαλλοντικής υγείας

Τα δείγματα που μελετήθηκαν αφορούν την κλειστή λιμνοθάλασσα Λαφρούδας Θράκης, την ανοιχτή λιμνοθάλασσα Βραυρώνας Αττικής και την παράκτια περιοχή των Αλυκών Κίτρους (κόλπος Κίτρους) και της παραλίας Αη-Γιάννη Αβδήρων.

Στις περιοχές μελέτης παρατηρείται έντονη διαφοροποίηση όσον αφορά τη σύσταση της μικροπανίδας. Αυτό είναι σαφές στις τρεις περιοχές εξαιτίας της διαφορετικής τοποθεσίας, αλλά και του διαφορετικού περιβάλλοντος που αυτές αντιπροσωπεύουν. Επίσης, παρατηρήθηκε εποχική διαφοροποίηση σε κάθε μελετώμενο οικοσύστημα, όπου υπήρχαν διαθέσιμα στοιχεία.

Στο κεντρικό Αιγαίο και συγκεκριμένα στην περιοχή της Βραυρώνας Αττικής, η μικροπανίδα των βενθονικών τρηματοφόρων είναι πολύ πλούσια και επικρατούν τα γένη *Ammonia*, *Peneroplis*, τα rotaliids και τα miliolids με πολλά είδη αντιπροσώπους (Παράρτημα 7, 8, Πιν.6.11, Πιν.6.12, Πιν.6.13, Πιν.6.14) σε συμφωνία με τις ήδη καταγεγραμμένες μικροπανίδες από τον χώρο του κεντρικού Αιγαίου (Blanc-Vernet, 1969; Triantaphyllou et al., 2005, 2009a; Koukousioura et al., 2010a, 2011). Γενικότερα, στις πανίδες που έχουν καταγραφεί για το νότιο και κεντρικό Αιγαίο, κυριαρχεί το ξενικό είδος *Amphistegina lobifera* ξεπερνώντας το 50% των συναθροίσεων (Triantaphyllou et al., 2009a; Koukousioura et al., 2011), το οποίο όμως απουσιάζει πλήρως από την πανίδα του κόλπου Βραυρώνας. Ακόμα πιο ενδιαφέρον είναι το ότι σε άλλο κόλπο της Βραυρώνας (Χαμολιά), ο οποίος γειτνιάζει με τον υπό μελέτη κόλπο, το είδος *A. lobifera* βρίσκεται σε μεγάλη αφθονία (Triantaphyllou et al., 2009a, 2012). Μετά από κοκκομετρική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε σε δείγματα του κόλπου της Χαμολιάς, αυτά είναι σαφώς πιο αδρόκοκκα (αμμώδεις κροκάλες-sandy gravel), σε σχέση με τα δείγματα που αναλύθηκαν από τον κόλπο Βραυρώνας (άμμος-sand) (Σχ.6.8). Τα μεγάλα συμβιωτικά τρηματοφόρα, στα οποία ανήκει το είδος *Amphistegina*, προτιμούν σκληρά και αμμώδη υποστρώματα (Hallock, 2000a) και αλμυρά ύδατα (Langer & Hottinger, 2000). Στον υπό μελέτη κόλπο εκχύνεται ο Ερασίνος ποταμός, έχοντας ως αποτέλεσμα τη μείωση της αλμυρότητας και επομένως την απουσία μεγάλων συμβιωτικών τρηματοφόρων, τα οποία είναι εξαιρετικά ευαίσθητα σε συνθήκες περιβαλλοντικής πίεσης (Hallock, 2000b). Αντίθετα, στη γειτονική περιοχή της Χαμολιάς το είδος *A. lobifera* βρέθηκε σε μεγάλη αφθονία ώστε κατέστη δυνατόν να μελετηθεί ο κύκλος ζωής του (Triantaphyllou et al., 2012). Στον κόλπο Βραυρώνας, βρέθηκαν άλλα ξενικά είδη όπως τα *Planogypsina acervalis* και *Sorites orbiculus*. Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθεί η διαφοροποίηση που παρατηρήθηκε εξαιτίας της εποχικότητας. Κατά την καλοκαιρινή αλλά και τη χειμερινή περίοδο τα γένη που δεσπόζουν είναι κοινά (*Ammonia* spp., *Elphidium* spp., rotaliids, miliolids) (Πιν.6.12, Πιν.6.13), αλλά κατά τη θερινή περίοδο εμφανίζουν πολύ υψηλότερη πανιδική πυκνότητα, καθώς ο κόλπος κατά αυτή την περίοδο δέχεται μεγαλύτερη επιρροή από τα θαλάσσια ύδατα, ενώ κατά τη χειμερινή περίοδο είναι πολύ μεγαλύτερη η επιρροή των γλυκών υδάτων του Ερασίνου ποταμού, με άμεσο αποτέλεσμα τη ραγδαία μείωση της αλμυρότητας και κατά συνέπεια την μείωση της αφθονίας των βενθονικών τρηματοφόρων (Πιν.6.11, Πιν.6.14). Για τον ίδιο λόγο είναι προφανής η αύξηση των miliolids σε σχέση με το είδος *Ammonia* κατά τη θερινή περίοδο.

Στο βόρειο Αιγαίο και συγκεκριμένα στις περιοχές του Κίτρους, των Αβδήρων και της Λαφρούδας, η πανίδα παρουσιάζει μια διαφορετική εικόνα. Συγκεκριμένα, στην περιοχής της Λαφρούδας, που αντιπροσωπεύει μια κλειστή λιμνοθάλασσα, επικρατούν τα *Ammonia* spp., με κύριο αντιπρόσωπο το είδος *A. tepida*, καθώς και το είδος *H. germanica* τα οποία είναι ανθεκτικά σε περιορισμένες περιβαλλοντικές συνθήκες (Jorissen, 1988; Alve & Murray, 1994) (Παράρτημα 4, Πιν.6.5, Πιν.6.6, Σχ.6.3). Σε πολύ μικρά ποσοστά βρέθηκαν αντιπρόσωποι των miliolids και των *Elphidium* spp. Αντίθετα, στον κόλπο Κίτρους και στην παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων, όπου

καταγράφηκε η πανίδα δύο παράλιων κόλπων, επικρατούν τα miliolids κυρίως τη θερινή περίοδο, καθώς και *Ammonia* spp. και κυρίως το είδος *A. beccarii*, επίσης τα *Elphidium* spp. και σε μικρότερα ποσοστά τα rotaliids. Σε πολύ μικρά ποσοστά βρέθηκαν μεγάλα συμβιωτικά τρηματοφόρα και ξενικά είδη (Παράρτημα 2, 3, 5, 6, Πίν.6.2, Πιν.6.4, Πιν.6.8, Πιν.6.10). Ειδικότερα, στον κόλπο Κίτρους και στην παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων παρατηρείται κατά τη χειμερινή περίοδο αύξηση του δείκτη ποικιλότητας (μέση τιμή Κίτρος: 3.05, Άβδηρα: 2) και της πανιδικής πυκνότητας (μέση τιμή Κίτρος: 458.7 ατ./gr, Άβδηρα: 30.2 ατ./gr), σε συμφωνία με τους Debenay et al. (2005) για το βόρειο Αιγαίο, σε σχέση με τη θερινή περίοδο (μέση τιμή Κίτρος: H':1.8 και 4.1 ατ./gr, Άβδηρα: H':1.58 και 14.75 ατ./gr), που πιθανά οφείλεται στην αύξηση της αλμυρότητας (Παράρτημα 1) και την διαφοροποίηση της κυκλοφορίας των υδάτινων μαζών τη χειμερινή περίοδο (Poulos et al., 1997) (Πιν.6.1, Πιν.6.3, Πιν.6.7, Πιν.6.9). Επίσης, μπορεί να οφείλεται στη μεταφορά κάποιων νεκρών ατόμων από τα ρεύματα των υδάτων, λόγω του ότι καταμετρήθηκε το σύνολο των τρηματοφόρων (Alve & Murray, 1994).

Γενικότερα, το γένος *Quinqueloculina* επικρατεί στο βόρειο Αιγαίο αλλά και τα ανθεκτικά σε συνθήκες περιβαλλοντικής πίεσης *Ammonia* και *Elphidium* τα οποία μπορούν να χαρακτηρίζουν περιοχές μη υψηλής βιολογικής απαίτησης σε οξυγόνο (Hallock et al., 2003). Τα ξενικά είδη παρουσιάζουν σαφή μείωση καθώς βρέθηκε μόλις ένα άτομο του είδους *A. lobifera* (κόλπος Κίτρους) και μικρά ποσοστά των *Cymbaloporetta plana* και *Sorites orbiculus*. Οπότε, παρουσιάζεται γενικά μια αναστροφή της πανίδας σε σχέση με την εικόνα που παρουσιάζει το κεντρικό και νότιο Αιγαίο, εξαιτίας των χαμηλών τιμών της θερμοκρασίας και της διαφοροποίησης της αλμυρότητας, καθώς τα μεγάλα συμβιωτικά τρηματοφόρα προτιμούν θερμά, αλμυρά τροπικά ύδατα και η κατανομή τους ελέγχεται σημαντικά από τη θερμοκρασία του νερού (Langer & Hottinger, 2000). Επιπλέον, τα μικρότερα μη συμβιωτικά τροπικά τρηματοφόρα (ξενικά), ωφελούνται της ενδοσυμβίωσης, παρουσιάζοντας μια οριοθέτηση στην κατανομή τους, που επηρεάζεται από τη θερμοκρασία (Langer, 2008). Έτσι, είναι σαφές ότι ο κύριος παράγοντας που καθορίζει την κατανομή των συναθροίσεων των βενθονικών τρηματοφόρων στο Αιγαίο είναι η γεωγραφική τοποθεσία (κυρίως το γεωγραφικό πλάτος και η θερμοκρασία). Το πιο άφθονο είδος του νότιου και κεντρικού Αιγαίου η *A. lobifera* πρακτικά απουσιάζει από το βορρά, καθώς η παρουσία των σύγχρονων amphisteginids, στα οποία ανήκει, οριοθετείται από την χειμερινή ισόθερμη των 14 ^{0}C, γεγονός που επιβεβαιώνουν και οι πανίδες του Αιγαίου (Morariu & Hottinger, 1988; Langer & Hottinger, 2000).

Το γένος *Ammonia* εμφανίζεται και δεσπόζει σε όλες τις περιοχές, με διάφορες σχετικές συχνότητες. Συγκεκριμένα, το είδος *Ammonia tepida*, το οποίο είναι το επικρατέστερο στα μελετώμενα λιμνοθαλάσσια περιβάλλοντα, αντικατοπτρίζει μεγάλο εύρος αλμυρότητας και θερμοκρασίας στα παράκτια περιβάλλοντα, καθώς έχει βρεθεί σε ρηχά θαλάσσια ύδατα, λιμνοθάλασσες και δελταϊκές ζώνες (Tziavos, 1977, 1978; Jorissen, 1988; Almoghi-Labin et al., 1992; Coccioni, 2000; Melis & Violanti, 2006; Meriç & Algan, 2007; Abu-Zied et al., 2008; Frontalini et al., 2009; Koukousioura et al., 2012). Η επικράτησή του είδους αυτού σε μια συνάθροιση ίσως οφείλεται στην ανεκτικότητά του σε περιβάλλοντα χαμηλής αλμυρότητας (Jorissen, 1988; Coccioni et al., 2009). Οι συναθροίσεις του γένους *Ammonia* με το είδος *H. germanica* είναι χαρακτηριστικές των λιμνοθαλασσών κατά μήκος των ακτών της Μεσογείου (βλ. Murray, 1991, 2007). Τα είδη αυτά είναι ανεκτικά σε ένα μεγάλο εύρος περιβαλλοντικών παραμέτρων (αλμυρότητα, θερμοκρασία, συγκέντρωση οξυγόνου), τυπικό παράκτιών θαλάσσιων περιβαλλόντων, τα οποία χαρακτηρίζονται από περιορισμένες συνθήκες και μειωμένη επιρροή των θαλάσσιων υδάτων (Almogi-Labin et al., 1992; Debenay et al., 2000, 2005).

Από την άλλη πλευρά το είδος *Ammonia beccarii*, σε συνδυασμό με τα miliolids και τα *Elphidium* spp., θεωρείται από τον Jorissen (1988) ως κάτοικος της παράκτιας ζώνης

(7.5–25 m βάθος ύδατος) και από τους Sgarrella & Moncharmont Zei (1993) όταν κυριαρχεί στις συναθροίσεις, ενδεικτικό των ρηχών θαλάσσιων περιβαλλόντων με αμμώδεις πυθμένες.
Οι Melis & Violanti (2006), βρήκαν ότι η μείωση στις τιμές της αλμυρότητας οδηγεί σε περισσότερο λοβώδεις μορφές του είδους *Ammonia*, όπως το *A. tepida*, αντικαθιστώντας τις πιο συμπαγείς μορφές των ειδών *A. beccarii* και *A. inflata*. Επίσης, παρατήρησαν ότι τα τρηματοφόρα σε συνθήκες χαμηλής αλμυρότητας και pH παρουσιάζουν μικρότερα και λεπτότερα κελύφη. Η ίδια παρατήρηση αναφέρθηκε σε υφάλμυρες και δελταϊκές συναθροίσεις από όλον τον κόσμο (Murray, 1991; Alve & Murray, 1994; Debenay et al., 1996; Van Der Zwaan, 2000) και στη Μεσόγειο από τους Carboni et al. (2002) και Ferraro et al. (2006), οι οποίοι καταμέτρησαν κελύφη με μειωμένο μέγεθος σε συνθήκες υψηλής περιβαλλοντικής πίεσης. Ακόμη, οι Carbonel & Pujos (1982), σε μία Μεσογειακή λιμνοθάλασσα επισήμαναν πως η ομφαλική ποικιλομορφία του γένους *Ammonia* συσχετίζεται στο βαθμό απομόνωσης αυτού του περιβάλλοντος σε σχέση με τις φυσιολογικές θαλάσσιες συνθήκες. Σε συμφωνία με τα παραπάνω, οι μεγαλοσφαιρικές μορφές του γένους *Ammonia* (μικρά κελύφη και μεγάλη πρωτοκόγχη) αναφέρονται ως αποτελέσματα περιβαλλοντικής πίεσης, συμπεριλαμβανομένων των διαφοροποιήσεων της αλμυρότητας (Furssenko, 1978; Zampi & d' Onofrio, 1984; Frontalini et al., 2009).

Δείκτης *A*: Τα κελύφη των τρηματοφόρων στα λιμνοθαλάσσια περιβάλλοντα της παρούσας μελέτης, είναι κυρίως λεπτά και μικρού μεγέθους. Με σκοπό την ποσοτικοποίηση αυτής της παρατήρησης, πραγματοποιήθηκαν βιομετρικές μετρήσεις στα κελύφη του γένους *Ammonia* διαφοροποιώντας τα σε δύο κατηγορίες μεγέθους: μικρά (small, <0.5 mm) και μεγάλα (large, >0.5 mm) κελύφη. Επιπρόσθετα, καθιερώθηκε η χρήση του λόγου ανάμεσα στα μεγάλα (L) και τα μικρά (S) κελύφη του γένους *Ammonia*: *A*=L/(S+L)*100, ως ένα μέτρο μεγέθους των ατόμων του γένους *Ammonia* (Koukousioura et al., 2012). Χαμηλές τιμές του δείκτη *A* αντιπροσωπεύουν στην παρούσα μελέτη συνθήκες χαμηλής αλμυρότητας.

Στην κλειστή λιμνοθάλασσα Λαφρούδας ο λοβώδης τύπος *A. tepida* επικρατεί στις συναθροίσεις (μέση τιμή 71.5%) και ο δείκτης *A* κυμαίνεται ανάμεσα σε 6.6 και 20.9 (Σχ.6.3). Το είδος *A. tepida* παρουσιάζει μικρότερες τιμές (μέση τιμή 48.5% και 9.8% στη χειμερινή και θερινή περίοδο αντίστοιχα) στην ανοιχτή λιμνοθάλασσα Βραυρώνας και ο δείκτης *A* είναι σχετικά υψηλός (μέση τιμή 33.6 και 34.9 στη χειμερινή και θερινή περίοδο αντίστοιχα) (Σχ.6.6, Σχ.6.7). Σε αντίθεση, στα παράκτια δείγματα του κόλπου Κίτρους το ποσοστό του είδους *A. tepida* (μέση τιμή 7.4% και 14.4% στη χειμερινή και θερινή περίοδο αντίστοιχα) είναι πολύ χαμηλό σε σύγκριση με τον συμπαγή τύπο του είδους *A. becarii* το οποίο επικρατεί στη συνάθροιση (μέση τιμή 4.1% και 39.8% στη χειμερινή και θερινή περίοδο αντίστοιχα). Το μέγεθος των κελυφών είναι κυρίως μεγάλο με τον δείκτη *A* να κυμαίνεται τη χειμερινή περίοδο από 63.2 έως 85.7 και τη θερινή περίοδο από 56.5 έως 93.3 (Σχ.6.1, Σχ.6.2). Σε συμφωνία, στα δείγματα της παραλίας Αη-Γιάννη Αβδήρων η σχετική συχνότητα του είδους *A. tepida* είναι πολύ μικρή κατά τη χειμερινή περίοδο (μέση τιμή 0.4%) ενώ κατά τη θερινή περίοδο απουσιάζει εντελώς. Από την άλλη πλευρά το είδος *A. beccarii* επικρατεί (μέση τιμή χειμερινή 50.5% και θερινή περίοδο 48.6%) και τα κελύφη του γένους *Ammonia* είναι κατά το πλείστον μεγάλου μεγέθους καθώς ο δείκτης *A* κυμαίνεται κατά τη χειμερινή περίοδο από 68.4 έως 90.5, ενώ τη θερινή περίοδο από 77.8 έως 100 (Σχ.6.4, Σχ.6.5).

Δείκτης AEI: Παρατηρώντας τη μεγάλη ανεκτικότητα του *Ammonia* spp. στην υποξία και σε σύγκριση με το *Elphidium* spp., οι Sen Gupta et al (1996) χρησιμοποίησαν το δείκτη *Ammonia-Elphidium* (AEI), ως δείκτη μείωσης του οξυγόνου σε πυρήνες από την περιοχή του δέλτα του Μισισιπή. Αργότερα οι Thomas et al. (2000) και οι Carnahan et al. (2009) χρησιμοποίησαν τον ίδιο δείκτη, με μικρές τροποποιήσεις, σε δείγματα

σύγχρονων τρηματοφόρων έτσι ώστε να υπολογίσουν την υποξία στα ύδατα ως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης πλήθους περιβαλλοντικών παραγόντων. Βέβαια, ο de Nooijer (2007) τον χρησιμοποίησε όχι γιατί εξέφραζε υποξία, αλλά διαφορετικές αιτίες περιβαλλοντικής πίεσης (ή ακόμη και διαταραχής) που προκαλούνται από ένα μεγάλο εύρος φυσικοχημικών ακραίων παραμέτρων. Δύο ακόμη σημαντικοί παράγοντες που καθορίζουν τις σχετικές συχνότητες των γενών *Ammonia* και *Elphidium* είναι ο τύπος των διαθέσιμων θρεπτικών και η ποικιλομορφία του εκάστοτε περιβάλλοντος, οπότε οι σχετικές τους συχνότητες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε να χαρακτηρίσουν το περιβάλλον υπό τους όρους αυτούς (de Nooijer, 2007). Στην περιοχή του Αιγαίου, αλλά και γενικότερα στη Μεσόγειο ο δείκτης περιβαλλοντικής υγείας που έχει υπολογιστεί με επιτυχία, με βάση τις συναθροίσεις των βενθονικών τρηματοφόρων είναι ο δείκτης FORAM (FI) (Koukousioura et al., 2011). Καθώς αυτός ο δείκτης προϋποθέτει την παρουσία μεγάλων συμβιωτικών τρηματοφόρων, τα οποία απουσίαζαν στις υπό μελέτη περιοχές, υπολογίστηκε ο δείκτης AEI. Όσο μεγαλύτερες τιμές λαμβάνει αυτός ο δείκτης τόσο μεγαλύτερη είναι και η υποξία. Στην περιοχή της Λαφρούδας ο δείκτης AEI λαμβάνει πολύ μεγάλες τιμές καθώς κυμαίνεται από 79.6 έως 86.5 υποδηλώνοντας χαμηλές τιμές οξυγόνου γεγονός που υποστηρίζεται από την χαμηλή αλμυρότητα εξαιτίας των έντονων εισροών γλυκών υδάτων, και την εισροή πολλών θρεπτικών συστατικών από τη χέρσο. Ανάλογα, στην περιοχή της Βραυρώνας κατά τη χειμερινή περίοδο ο δείκτης AEI λαμβάνει πολύ μεγάλες τιμές (μέση τιμή 87) εξαιτίας της έντονης επιρροής του Ερασίνου ποταμού στα ύδατα του κόλπου που διαταράσσει τη σταθερότητα του περιβάλλοντος, ενώ κατά τη θερινή περίοδο που η επιρροή των θαλάσσιων υδάτων στην ανοιχτή λιμνοθάλασσα Βραυρώνας είναι μεγαλύτερη η τιμή του δείκτη μειώνεται σημαντικά (μέση τιμή 57.1). Αντίστοιχα στον κόλπο Κίτρους ο δείκτης AEI παρουσιάζει υψηλές σχετικά τιμές (μέση τιμή χειμερινή 60 και θερινή 78.9), όπως και στην παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων (μέση τιμή χειμερινή 88 και θερινή περίοδο 78.6). Αυτό συμβαίνει γιατί ενώ το γένος *Ammonia* αντιπροσωπεύεται κυρίως από το είδος *A. beccarii* και όχι το *A. tepida*, οι τιμές του συνεχίζουν να είναι πολύ υψηλές, ανεξάρτητα από το περιβάλλον το οποίο δηλώνουν. Έτσι και αλλιώς, όλα τα είδη του γένους *Ammonia* είναι ανεκτικά σε συνθήκες μειούμενου οξυγόνου (<0.1 ml l^{-1}) για πολλές μέρες (Moodley & Hess, 1992) και ίσως έχουν ακόμα και την ικανότητα να επιζούν αναερόβια (Pawlowski et al., 1995). Στην περιοχή του κόλπου Κίτρους, που ανήκει στον ευρύτερο κόλπο του Θερμαϊκού εκχύνονται πέντε ποταμοί, οι οποίοι τροφοδοτούν τα ύδατα με θρεπτικά συστατικά από τη χέρσο, όπως και πιθανά με λιπάσματα από τις γειτονικές καλλιέργειες και απόβλητα από το λιμάνι του Θερμαϊκού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη συνθηκών ευτροφισμού που σε συνδυασμό με τη μίξη των θαλασσίων και γλυκών υδάτων εξηγούν τις ασταθείς συνθήκες, πιθανά χαμηλής οξυγόνωσης. Όμοια η παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων δέχεται έντονη επιρροή από τον Νέστο ποταμό αλλά και από τη λίμνη Βιστονίδα που επικοινωνεί με τη θάλασσα μέσω του γειτονικού Πόρτο Λάγος.

6.5. Τυποποίηση σύγχρονων περιβαλλόντων με βάση τις συγκεντρώσεις των βενθονικών τρηματοφόρων

Η τυποποίηση των τριών περιβαλλόντων που μελετήθηκαν, συνοψίζεται ως ακολούθως:

Η περιοχή της Λαφρούδας (Θράκη) αντιπροσωπεύει μια σύγχρονη κλειστή λιμνοθάλασσα (Σχ.6.3, Πιν.6.5). Τα δείγματα χαρακτηρίζονται από την επικράτηση των ειδών *Ammonia tepida* (68.3-75.7%) και *Haynesina germanica* (11.4-17.6%). Τα miliolids, rotaliids και *Elphidium* spp. εμφανίζονται με πολύ μικρά ποσοστά. Ο δείκτης ποικιλότητας Shannon-Wiener H΄ παρουσιάζει χαμηλές τιμές (1.01 μέση τιμή). Ο δείκτης AEI είναι υψηλός, ενώ ο δείκτης *A* παρουσιάζει χαμηλές τιμές.

Η περιοχή της Βραυρώνας (Αττική) αντιπροσωπεύει μια σύγχρονη ανοιχτή λιμνοθάλασσα (Σχ.6.6, Σχ. 6.7, Πιν.6.11, Πιν.6.14). Τα δείγματα χαρακτηρίζονται από την επικράτηση του είδους *A. tepida* (35.7-60.7%) και τα miliolids (7.1-37.9%) κατά τη χειμερινή περίοδο. Τα *Elphidium* spp. (2.6-15.8%) και τα rotaliids (3.1-10.7%) παρουσιάζουν υψηλές τιμές και ο δείκτης ποικιλότητας Shannon H΄ παρουσιάζει ενδιάμεσες τιμές (1.76 μέση τιμή). Κατά τη θερινή περίοδο οι σχετικές συχνότητες των επικρατέστερων ειδών παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις με κυριότερα τα miliolids (42.6-62.2%), *A. tepida* (4.5-18.1%), , *Elphidium* spp. (6.8-13.9%) και rotaliids (16.9-33.1%). Ο δείκτης ποικιλότητας Shannon-Wiener H΄ εμφανίζει επίσης πολύ μεγάλη διακύμανση, υποδηλώνοντας αστάθεια στο περιβάλλον, με τιμές που κυμαίνονται από 1.7 έως 3 (2.54 μέση τιμή). Ο δείκτης AEI, όπως και ο δείκτης *A* παρουσιάζουν σχετικά υψηλές τιμές.

Οι ακτές του Κίτρους συνιστούν ένα σύγχρονο παράκτιο περιβάλλον (Σχ.6.1, Σχ.6.2, Πιν.6.1, Πιν.6.3). Στα δείγματα επικρατούν κατά τη χειμερινή περίοδο τα miliolids (21.8-31%), *Ammonia tepida* (7.2-22.5%), *Ammonia beccarii* (0.8-7.8%) και *Elphidium* spp. (8.3-17.9%). Τα rotaliids (12.7-31%) παρουσιάζονται με σημαντικά ποσοστά. Κατά τη θερινή περίοδο επικρατούν τα miliolids (21.2-48.6%), *A. beccarii* (12.5-57.1%), *Elphidium* spp. (3.1-21.2%) και rotaliids (0-12.5%). Ο δείκτης ποικιλότητας Shannon-Wiener H΄ εμφανίζει υψηλές τιμές (μέση τιμή 3.05 και 1.81 χειμερινή και θερινή αντίστοιχα). Ο δείκτης AEI είναι σχετικά υψηλός και ο δείκτης *A* παρουσιάζει μέγιστες τιμές.

Οι ακτές των Αβδήρων αποτελούν επίσης ένα σύγχρονο παράκτιο περιβάλλον (Σχ.6.4, Σχ.6.5, Πιν.6.7, Πιν.6.9). Τα δείγματα κατά τη χειμερινή περίοδο χαρακτηρίζονται από την παρουσία των *A. beccarii* (41.7-57.1%), miliolids (24.7-39.7%) και *Elphidium* spp. (4.4-11.6%). Αντίστοιχα, κατά τη θερινή περίοδο τα είδη που δεσπόζουν στη συνάθροιση είναι τα *A. beccarii* (26.8-70.8%), miliolids (23.6-48.8%) και *Elphidium* spp. (2.8-37.5%). Ο δείκτης ποικιλότητας Shannon-Wiener H΄ εμφανίζει υψηλές τιμές (μέση τιμή 2 και 1.58, χειμερινή και θερινή περίοδος αντίστοιχα). Ο δείκτης AEI είναι σχετικά υψηλός και ο δείκτης *A* παρουσιάζει πολύ υψηλές τιμές.

7. ΟΙ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΒΕΝΘΟΝΙΚΩΝ ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΩΝ ΣΤΑ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΠΑΛΑΙΟΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΤΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ ΚΑΤΑ ΤΟ ΟΛΟΚΑΙΝΟ

Στα παράκτια θαλάσσια και λιμνοθαλάσσια περιβάλλοντα όπου η φυσική περιβαλλοντική πίεση (stress) είναι υψηλή, τα βενθονικά τρηματοφόρα είναι οι πλέον άφθονοι μικροοργανισμοί που φέρουν κέλυφος. Είναι ευρέως διαδεδομένα, έχοντας κατακτήσει θαλάσσια είτε υφάλμυρα περιβάλλοντα, και αντιπροσωπεύουν έναν από τους πιο ευαίσθητους περιβαλλοντικούς δείκτες (Murray, 2007). Οι αλλαγές στην αφθονία της βενθονικής πανίδας, στη σύνθεση των ειδών (π.χ., Debenay, 2000) και στην ποικιλότητα της μορφολογίας των κελυφών (Boltovskoy et al., 1991), παρέχουν στοιχεία για τη διακύμανση διαφόρων περιβαλλοντικών μεταβλητών και μπορούν επομένως να χρησιμοποιηθούν ως μία δραστική μέθοδος καθορισμού των περιβαλλοντικών συνθηκών (π.χ., Coccioni, 2000; Frontalini & Coccioni, 2008; Koukousioura et al., 2012).

Συνεπώς, οι αλλαγές που παρατηρούνται στις συναθροίσεις των απολιθωμένων βενθονικών τρηματοφόρων, καταγεγραμμένες στις αποθέσεις των παράκτιων ζωνών, αποτελούν ένα σημαντικό παλαιοντολογικό εργαλείο για την καταγραφή παλαιών αλλαγών της στάθμης της θάλασσας και ανακατασκευής λεπτομερών παλαιοκλιματικών και παλαιοπεριβαλλοντικών συνθηκών (π.χ., Scott & Medioli, 1980; Serandrei-Barbero et al., 1997; Morhange et al., 2000; Scott et al., 2001; Carboni et al., 2002, 2010; Morigi et al., 2005; Bernasconi et al., 2006; Yanko-Hombach et al., 2006; Meriç et al., 2007; Di Bella et al., 2008).

Ένας από τους παράγοντες που υποδεικνύει αλλαγή στις περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως ήδη αναφέρθηκε, είναι και οι μορφολογικές διαφοροποιήσεις που αντιπροσωπεύονται από άτομα τα οποία φέρουν μορφολογικές ανωμαλίες. Οι μορφολογικές ανωμαλίες στα κελύφη που αναπτύσσονται κατά τη διαδικασία της οντογένεσης ή κατά τη διάρκεια της ζωής των τρηματοφόρων προκαλούνται από ακανόνιστη μορφοποίηση, ως αποτέλεσμα της απόκλισης από τη φυσιολογική διάταξη του κελύφους. Οι τύποι δυσμορφίας έχουν μια μεγάλη ποικιλία, από μικρές ανωμαλίες όπως η μείωση στο μέγεθος των θαλάμων, έως πολύ σημαντικές όπως οι πολύπλοκες μορφές όπου η μορφολογική ανωμαλία δεν μπορεί εύκολα να εξηγηθεί. Πολλές μελέτες έχουν εστιάσει στις μορφολογικές διαφοροποιήσεις απολιθωμένων και σύγχρονων κελυφών, σε απόκριση μιας σειράς περιβαλλοντικών επιρροών όπως η πολυμορφία εξαιτίας του επιφυτικού τρόπου ζωής, διαφοροποιήσεις στην αλμυρότητα, την οξυγόνωση, τη θερμοκρασία, το pH, τα επίπεδα θρεπτικών συστατικών και/ή στην ανθρωπογενή δραστηριότητα (π.χ., Alve, 1991, 1995; Almogi-Labin et al., 1992; Yanko et al., 1994, 1998; Geslin, 1999; Stouff et al., 1999b; Coccioni, 2000; Samir, 2000; Samir & El-Din, 2001; Geslin et al., 2002; Elberling et al., 2003; Meriç et al., 2004, 2005; Triantaphyllou et al., 2005; Ballent & Carignano, 2008).

Τα παράκτια οικοσυστήματα είναι ιδιαίτερα ευάλωτα στις αλλαγές του επιπέδου της στάθμης της θάλασσας, όπως έχει καταγραφεί και από τα βενθονικά τρηματοφόρα που έχουν διατηρηθεί και μελετηθεί στις ιζηματογενείς ακολουθίες. Χρησιμοποιούνται κυρίως, γιατί είναι άριστοι δείκτες καθορισμού περιβαλλόντων, καθώς εξαρτώνται από πλήθος περιβαλλοντικών παραμέτρων (Jorissen, 1987; Langer et al., 1998; Pawlowski et al., 2001; Saraswati, 2002; Schönfeld, 2002; Saraswati et al., 2003; Mendes et al., 2004; Lee, 2006; Milker et al., 2009). Έτσι τις τελευταίες δεκαετίες, έχει πραγματοποιηθεί μελέτη των βενθονικών τρηματοφόρων σε διάφορες Ολοκαινικές αποθέσεις, σε παράκτιες ζώνες αλλά και λιμνοθάλασσες του ελληνικού χώρου (Scott et al., 1979; Tassos, 1983; Triantaphyllou et al., 2003, 2010; Pavlopoulos et al., 2007, 2010; Nixon et al., 2009; Theodorakopoulou et al., 2009; Evelpidou et al., 2010; Goiran et al., 2011) παρέχοντας πολυάριθμες, μολονότι διάσπαρτες παλαιο-περιβαλλοντικές πληροφορίες. Κατόπιν των παραπάνω, όπως διαπιστώθηκε από τους Koukousioura et al. (2012), προέκυψε η αναγκαιότητα της σύνθεσης των στοιχείων που παρέχουν τα βενθονικά τρηματοφόρα στις παράκτιες Ολοκαινικές ιζηματογενείς ακολουθίες του Αιγαίου.

7.1. Μελέτη πυρήνων ιζήματος

Οι πυρήνες ιζήματος προέκυψαν από τις γεωτρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στις τρεις περιοχές μελέτης. Κατόπιν, μελετήθηκαν μικροπαλαιοντολογικά οι πυρήνες ΚΙΤ-1 (Αλυκές Κίτρους), LAF-8, LAF-11, LAF-12, LAF-13, LAF-14 (Λαφρούδα, Θράκη) και VG-3 (Βραυρώνα, Αττική). Στόχος υπήρξε η καταγραφή των συγκεντρώσεων των βενθονικών τρηματοφόρων κατά το Ολόκαινο σε τρία διαφορετικά γεωγραφικά αλλά και περιβαλλοντικά οικοσυστήματα.

7.1.1. Αλυκές Κίτρους

Τον Οκτώβριο του 2008, στις Αλυκές Κίτρους πραγματοποιήθηκε γεώτρηση (ΚΙΤ-1) που έδωσε πυρήνα ιζήματος 900 cm, με απόλυτο υψόμετρο γεώτρησης +0.10 m (πάνω από τη στάθμη της θάλασσας) (Πιν.4.2, Σχ.4.1).

Η ακολουθία των ιζημάτων από το χαμηλότερο σημείο του πυρήνα (-900 cm) έως τα -477 cm συνίσταται από εναλλαγές σκούρων τεφροπράσινων ιλυούχων άμμων και αμμούχων αργίλων, που περιέχουν μαλάκια. Ακολουθεί σκούρα τεφροπράσινη αδρόκκοκη άμμος μέχρι τα -435 cm, με μικρό αριθμό θραυσμάτων μαλακίων. Από αυτό το βάθος και μέχρι την κορυφή της ακολουθίας τα ιζήματα αποτελούνται από εναλλαγές σκουρόχρωμων και πιο ανοιχτόχρωμων τεφροπράσινων ιλυούχων άμμων, που φέρουν μαλάκια. Η αναλυτική παρουσίαση του πυρήνα παρατίθεται στο Σχ.7.1. Ο Δημητράκος (2009), πραγματοποίησε λεπτομερή ιζηματολογική ανάλυση του πυρήνα ιζήματος ΚΙΤ-1.

Τα βενθονικά τρηματοφόρα του πυρήνα ιζήματος ΚΙΤ-1, είναι σε αφθονία και καλή κατάσταση διατήρησης. Εξαίρεση αποτελεί το επίπεδο αδρόκκοκης άμμου, βάθους 477-445 cm, το οποίο στερείται πλήρως τρηματοφόρων. Κατά την ποσοτική μελέτη των δειγμάτων που επιλέχθηκαν για την περαιτέρω μικροπαλαιοντολογική ανάλυση, προσδιορίστηκαν 37 είδη, που ανήκουν σε 19 γένη (Παράρτημα 9, Πιν.7.1) και ακόμα βρέθηκαν και κάποια άτομα που φέρουν μορφολογικές διαφοροποιήσεις.

Στις συγκεντρώσεις των τρηματοφόρων υπολογίστηκαν οι δείκτες FAI και FMI για την εκτίμηση μορφολογικών διαφοροποιήσεων. Όπως έχει ήδη αναφερθεί ο δείκτης FAI αντιπροσωπεύει την αναλογία των ανώμαλων ατόμων σε κάθε δείγμα, ενώ ο δείκτης FMI ορίζεται ως το ποσοστό των ανώμαλων ειδών μέσα στη συνάθροιση κάθε δείγματος (Coccioni et al., 2003, 2005). Αν και τα άτομα που φέρουν μορφολογικές ανωμαλίες βρέθηκαν σποραδικά στην ιζηματογενή ακολουθία του πυρήνα, ο δείκτης FAI εμφανίζεται με χαμηλά ποσοστά σε βάθος από 600 cm έως 540 cm, και παρουσιάζει μια υπολογίσιμη κορύφωση (4.88) στο δείγμα ΚΙΤ-1 590-594. Επίσης, ο δείκτης FMI γενικά αντιπροσωπεύεται από υψηλές σχετικά τιμές (16.67 έως 25) (Πιν.7.2). Στα δείγματα που μελετήθηκαν, τα άτομα με μορφολογικές ανωμαλίες κυριαρχούνται από σιαμαία δίδυμα του είδους *Ammonia tepida* (Εικ.7.1).

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι προσδιορίστηκαν επίσης και τα μαλάκια που βρέθηκαν σε όλα τα δείγματα (προσδιορισμοί από Γ. Συρίδη) (Πιν.7.3). Ακόμη, βρέθηκε ένας σημαντικός αριθμός οστρακωδών, αλλά και ελάχιστα άτομα πλαγκτονικών τρηματοφόρων και σπόρων τα οποία δεν αφορούν την παρούσα μελέτη.

Γενικά στην πανίδα των τρηματοφόρων επικρατούν τα είδη με ασβεστολιθικά υαλώδη κελύφη. Το είδος που δεσπόζει στις συναθροίσεις είναι το *A. tepida* που σε κάποια δείγματα υπερβαίνει το 80%, ενώ τα άλλα είδη του γένους (*A. beccarii* και *A. parkinsoniana*) δεν ξεπερνούν το 10%. Το είδος *H. germanica* παρουσιάζει σε κάποια δείγματα πολύ υψηλή συχνότητα καθώς φτάνει έως και το 91% της συνάθροισης των τρηματοφόρων. Το είδος *Aubignyna perlucida* εμφανίζει υψηλά σχετικά ποσοστά (13.5% μέγιστη τιμή). Σημαντική παρουσία επίσης στην πανίδα των τρηματοφόρων κατέχουν τα rotaliids (28.8% μέγιστη τιμή) και τα *Elphidium* spp. (7.4% μέγιστη τιμή). Ακόμη, πρέπει να αναφερθεί η παρουσία των *Brizalina* spp. (5.5% μέγιστη τιμή).

Adelosina longinostra	*Peneroplis pertusus*
Ammonia beccarii	*Quiqnueloculina annectens*
Ammonia parkinsoniana	*Quiqnueloculina bicarinata*
Ammonia tepida	*Quiqnueloculina carinatastriata*
Asterigerinata mamilla	*Quiqnueloculina laevigata*
Aubignyna perlucida	*Quiqnueloculina padana*
Brizalina spathulata	*Quiqnueloculina parvula*
Brizalina striatula	*Quiqnueloculina seminulum*
Buccella frigida	*Quiqnueloculina stelligera*
Elphidium advenum	*Rosalina floridensis*
Elphidium complanatum	*Rosalina globularis*
Elphidium crispum	*Rosalina macropora*
Elphidium gunteri	*Sigmoilinita grata*
Elphidium jenseni	*Sinuloculina inflata*
Elphidium macellum	*Siphonaperta agglutinans*
Elphidium juv.	*Spiroloculina ornata*
Fursenkoina acuta	*Triloculina tricarinata*
Haynesina depressula	*Triloculina trigonula*
Haynesina germanica	ανώμαλα miliolids
Lobatula lobatula	

Πιν.7.1. Κατάλογος των τρηματοφόρων που προσδιορίστηκαν στον πυρήνα ιζήματος ΚΙΤ-1.

Σημαντικό ποσοστό στις συναθροίσεις κατέχουν και τα τρηματοφόρα με πορσελανώδη κελύφη που κυρίως αντιπροσωπεύονται από τα miliolids, συνιστώντας έως και το 43.9% της πανίδας. Ο δείκτης Shannon-Wiener H΄ κυμαίνεται από 0.34 2.18, ο δείκτης *A* λαμβάνει ενδιάμεσες τιμές (39.95 μέγιστη τιμή), ενώ ο δείκτης AEI λαμβάνει πολύ υψηλές τιμές (97.9 μέση τιμή)(Πιν.7.2).

Στα δείγματα του πυρήνα ΚΙΤ-1, εφαρμόστηκε η Q-mode ανάλυση ομαδοποίησης, έτσι ώστε να προσδιοριστεί ο βαθμός διαφοροποίησης της πανιδικής σύνθεσης των τρηματοφόρων, στην ακολουθία των ιζημάτων του πυρήνα. Το δενδρόγραμμα που προέκυψε ορίζει δύο διαφορετικές ομάδες δειγμάτων (Σχ.7.2).

δείγματα	τιμές	*Ammonia beccarii* %	*Ammonia tepida* %	*Ammonia parkinsoniana* %	*Haynesina germanica* %	*Aubignyna perlucida* %	*Rosalina* spp. %	miliolids %	*Elphidium* spp. %	δείκτης Επικράτησης D	δείκτης Shannon-Wiener H΄	σύνολο ατόμων	Πανιδική πυκνότητα αρ. ατ./gr	δείκτης *A*	δείκτης AEI	δείκτης FAI	δείκτης FMI
Ομάδα Ικ	ελάχιστη	0	8.8	0	3.8	0	0	0	0	0.14	O.61	41	9	6.82	54.55	0	0
	μέγιστη	9.7	82.5	3.3	33.9	13.5	19.2	43.9	7.4	0.69	2.18	531	2192	39.95	100	4.88	25
	μέση	0.9	54.6	1.1	20.9	5.2	1.9	11.8	0.9	0.41	1.29	223	358.98	23	95.53	0.30	3.65
Ομάδα ΙΙκ	ελάχιστη	0	7.3	0	20.1	0	0	0	0	0.35	0.34	30	48	0	95.79	0	0
	μέγιστη	10	75.4	8.4	91.5	9.7	0.3	4.2	2.6	0.84	1.30	832	4593.4	13.19	100	1.59	25
	μέση	1	41.9	0.9	53.5	2.1	0.01	0.2	0.2	0.54	0.77	318	686.7	4.24	99.52	0.06	1.85

Πιν.7.2. Σχετικές συγκεντρώσεις των κυριότερων ειδών των δειγμάτων και παράμετροι συγκεντρώσεων του πυρήνα ιζήματος ΚΙΤ-1.

Το κατώτερο μέρος του πυρήνα ιζήματος ΚΙΤ-1, σε βάθος 892.5-542.5 cm και 522.5-479 cm, αποτελείται από 25 δείγματα που συνιστούν την ομάδα Ικ (Σχ.7.2). Στη συνάθροιση αυτή κυριαρχούν τα είδη *A. tepida*, *A. perlucida* και τα miliolids. Το είδος *A. tepida* δεσπόζει, με συχνότητες που κυμαίνονται από 8.8% έως 82.5%. Ακολουθούν τα miliolids (0-43.9%), τα οποία αντιπροσωπεύονται κυρίως από τα είδη *Quinqueloculina padana*, *Q. laevigata* και *Q. carinatastriata* και εμφανίζουν μια σταδιακή μείωση στο ανώτερο μέρος της ομάδας (βάθος 557.5-479 cm). Το είδος *H.*

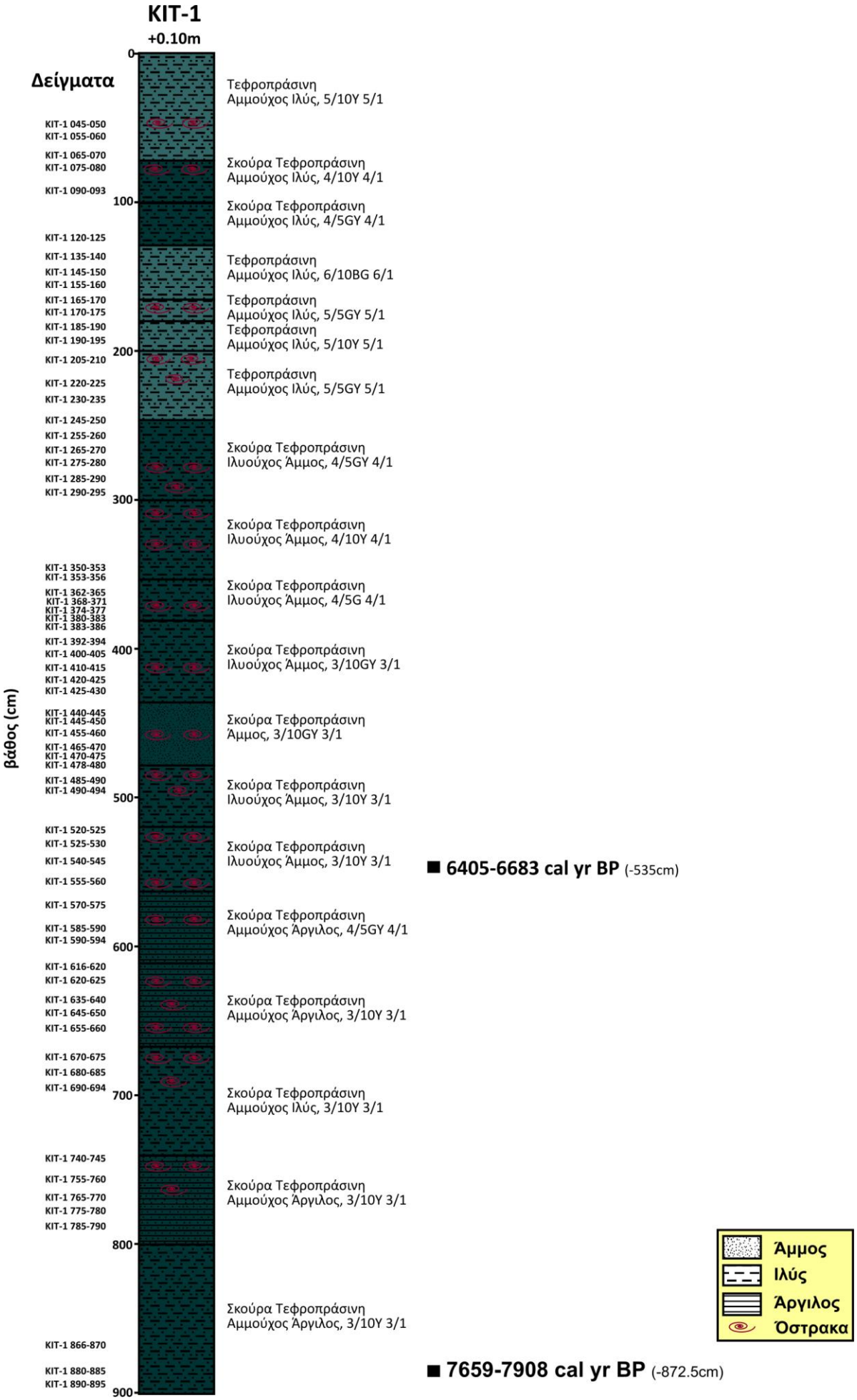
germanica παρατηρείται σε όλα τα δείγματα με σχετικές συχνότητες από 3.8% έως 33.9%, ενώ ένα ακόμα χαρακτηριστικό είδος αυτής της συνάθροισης, το *A. perlucida* εμφανίζει κάπως υψηλότερα ποσοστά στο κατώτερο μέρος του πυρήνα (μέγιστη σχετική συχνότητα 13.5% σε βάθος 787.5 cm). Ένα ακόμα σημαντικό γένος της συνάθροισης είναι το *Rosalina* (κυρίως το είδος *R. floridensis*), που λαμβάνει υψηλά ποσοστά (μέγιστη τιμή 19.2). Άλλα γένη όπως το *Elphidium* (κυρίως τα είδη *E. advenum* και *E. complanatum*) και *Brizalina* επίσης καταγράφηκαν, αλλά με σχετικές συχνότητες που γενικά δεν ξεπερνούν το 10% της μικροπανίδας (Σχ.7.3). Οι τιμές της ποικιλότητας είναι σχετικά υψηλές (H΄= 0.61-2.18) με μέση τιμή 1.29. Ο δείκτης επικράτησης αντίθετα λαμβάνει σχετικά χαμηλές τιμές (μέση τιμή 0.41). Ακόμη, υψηλές τιμές εμφανίζει η πυκνότητα πανίδας, με μέση τιμή 358.9 άτομα/gr. Ο δείκτης *A* παρουσιάζει γενικά υψηλές τιμές με διακύμανση από 6.82 έως 39.95 και μέση τιμή 23 και ο δείκτης AEI υψηλές τιμές με μέση τιμή 95.53 (Πιν.7.2).

Ένα αδρόκοκκο αμμώδες στρώμα εντοπίστηκε σε βάθος 477-445 cm. Το ιδιαίτερο αυτού του στρώματος είναι ότι δεν περιέχει τρηματοφόρα, αλλά ένα μικρό αριθμό μαλακίων και λίγα επανεπεξεργασμένα απολιθωμένα θραύσματα του γένους *Congeria* (προσδιορισμοί από Γ. Συρίδη). Πρόκειται για ένα απολιθωμένο δίθυρο μαλάκιο προέλευσης Παρατηθύος, χαρακτηριστικό απολίθωμα του Μειοκαίνου, και η παρουσία του σε αυτό το στρώμα είναι καθαρά μεταποθετική. Παράλληλα, η αιφνίδια εξαφάνιση της πανίδας τρηματοφόρων ίσως επισημαίνει ένα γεγονός υψηλής ενέργειας, όπως μεγάλη παροχή ιζήματος από τη χέρσο (χειμαρρώδη κλαστικά υλικά) προερχόμενου από τα Νεογενή ιζήματα που εκτίθενται κατά μήκος του λοφώδους ανάγλυφου στα δυτικά της λιμνοθάλασσας των Αλυκών Κίτρους, και στα οποία έχει πιστοποιηθεί η παρουσία της *Congeria* (Συρίδης, 1990; Συλβέστρου, 2002).

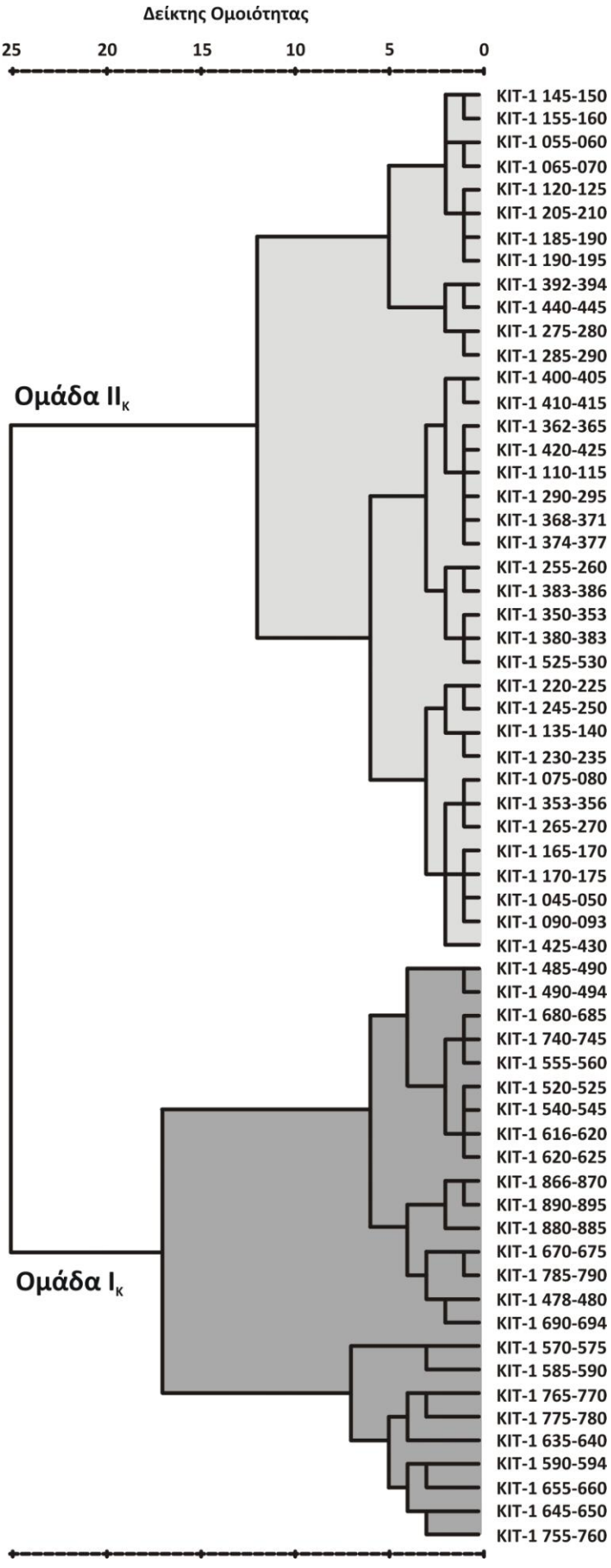
Σε βάθος 442.5-447.5 cm και έως την κορυφή της ιζηματογενούς ακολουθίας του πυρήνα, διαχωρίστηκε η ομάδα IIκ, η οποία συνίσταται από 37 δείγματα. Η συνάθροιση αυτή χαρακτηρίζεται από την αύξηση του είδους *A. tepida* (7.3–75.4%), που ακολουθείται από την αύξηση της σχετικής συχνότητας του είδους *H. germanica* (20.1-91.5%). Το είδος *A. perlucida* (έως και 9.7%) εμφανίζει μια σταδιακή μείωση των σχετικών συχνοτήτων προς την κορυφή του πυρήνα. Τα miliolids, *Elphidium* spp., *Rosalina* spp. και *Brizalina* spp., υπήρξαν αμελητέα σε όλα τα δείγματα. Η ποικιλότητα παρουσιάζει μείωση (H΄= 0.34-1.30 με μέση τιμή 0.77), υποδεικνύοντας ασθενέστερη συμμετοχή των διαφορετικών ειδών που συνιστούν την πανίδα. Ο δείκτης επικράτησης (D) εμφανίζει μέση τιμή 0.54, ενώ η πυκνότητα πανίδας είναι υψηλή με μέση τιμή 686.7 άτομα/gr. Ο δείκτης *A* λαμβάνει σχετικά μικρές τιμές (0-13.19), με μέση τιμή 4.24. Ο δείκτης AEI παρουσιάζει πολύ υψηλές τιμές με μέση τιμή 99.52.

Δείγματα	Γαστερόποδα												Δίθυρα																			
είδη	*Bithinya/ Hydrobia*	*Bittium*	*Calliostoma*	*Cerithium*	*Cyclope neritea*	*Nassa*	*Odostomia*	*Retusa truncatula*	*Rissoa / Alvania*	*Thracia*	*Tricolia*	*Trochus*	*Abra*	*Barnea candita*	*Bornia*	*Brachydontes*	*Cerastoderma glaucum*	*Corbula*	*Donacilla cornea*	*Donax*	*Gastrana*	*Loripes lactens*	*Lucina*	*Mactra*	*Mytilidae*	*Ostrea*	*Parvicardium*	*Plagiocardium exigum*	*Plagiocardium papillosum*	*Potamites*	*Tellina*	*Solen*	*Venus galina*	*Veneridae*
KIT-1 055-060	*												*		*		*							*									
KIT-1 065-070	*												*				*							*									
KIT-1 075-080	*	*											*																				
KIT-1 090-093	*			*				*		*			*				*															
KIT-1 110-115	**							*	*				*				*															
KIT-1 120-125	*												*			*	**	*															
KIT-1 135-140	*	*											*				*																
KIT-1 145-150	*																*																
KIT-1 155-160	*																*																
KIT-1 170-175																	*																
KIT-1 185-190																	*																
KIT-1 190-195	*																*																
KIT-1 205-210																	*																
KIT-1 220-225	*			*	*								*				*																
KIT-1 230-235	*			*									*				**																
KIT-1 245-250		*			*								*				*																
KIT-1 255-260	*				*								*				**																
KIT-1 265-270	**	*		*					*				*				**																
KIT-1 275-280	***	*		*					*				*				**								*								
KIT-1 285-290	**	*							*				*				**																
KIT-1 290-295	**	*							*				*				***																
KIT-1 350-353	*				*								*				*																
KIT-1 353-356													*				*																
KIT-1 362-365	**	*		*		*							*				*																
KIT-1 368-371	*	*		*									*				*																
KIT-1 374-377	*	*		*									*				**																
KIT-1 380-383	*	*											*				**				*				*								
KIT-1 383-386	**	*							*				*				**								*						*		
KIT-1 392-394	*	*		*	*								*				*																
KIT-1 400-405	**	*											**				**																
KIT-1 410-415	*	*											*				**								*								
KIT-1 420-425	**	*											*				*									*							*
KIT-1 425-430	*													*			*		*														
KIT-1 440-445		*															*															*	
KIT-1 455-460		*															*																
KIT-1 465-470		*																															
KIT-1 470-475		*		*	*												*																
KIT-1 478-480	*	*							*				*				*																
KIT-1 485-490	**	*							*			*	*				*																
KIT-1 490-494	***	*	*		*			*	*				*			*	**									*				*			
KIT-1 520-525	***	*	*				*	*	*				*				*																
KIT-1 525-530	*	*							*		*		*				**								*			*					
KIT-1 540-545	***	*	*		*				*				**			*	***																
KIT-1 555-560	**	*	*						*				*				*						*										
KIT-1 570-575		*	*																														
KIT-1 585-590		*																						*			*			*			
KIT-1 590-594		*																							*								
KIT-1 616-620	**	*	*	*	*				*				*				***					*											
KIT-1 620-625	**	**	*			*	*		*				*				**																
KIT-1 635-640	*	*							*								*						*										
KIT-1 645-650		*	*						*	*							*						*					*					
KIT-1 655-660		*		*					*				*				*					*											
KIT-1 670-675	**	*							*				*				*																*
KIT-1 680-685		*							**				*				*																*
KIT-1 690-694	**	*			*								*				**						*										
KIT-1 740-745	*	*	*		*								*				*																
KIT-1 755-760	*	*	*						*								*											*					
KIT-1 765-770	*	*	*														*																
KIT-1 775-780	*	*	*	*			*		*	*			*				*			*		*											
KIT-1 785-790	*	*											*				*																
KIT-1 866-870	*	**	*	*					*				*				*											*					
KIT-1 880-885	*	*							*								**																
KIT-1 890-895	*								*				*		*		*																

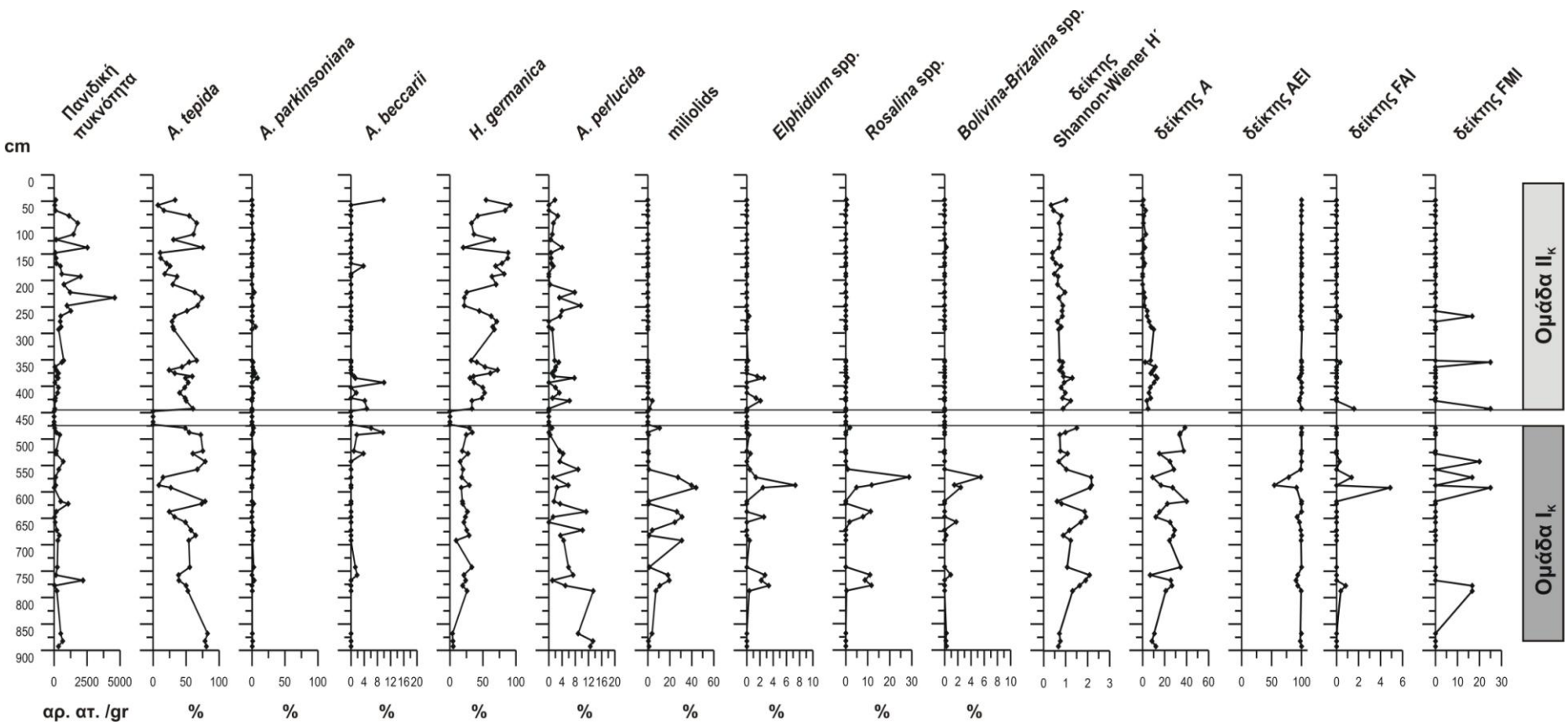
Πιν.7.3. Κατάλογος και σχετική αφθονία (*<10 ατ., 10<**<30 ατ., ***>30 ατ.) των μαλακίων που προσδιορίστηκαν στον πυρήνα ιζήματος KIT-1 (προσδιορισμοί Γ. Συρίδης) (Αλυκές Κίτρους).



Σχ.7.1. Λιθολογία και χρονολογήσεις του πυρήνα ιζήματος των Αλυκών Κίτρους ΚΙΤ-1.



Σχ.7.2. Δενδρόγραμμα ταξινόμησης των δειγμάτων του πυρήνα ιζήματος των Αλυκών Κίτρους ΚΙΤ-1, όπως αυτό προέκυψε από την Q-mode ανάλυση ομαδοποίησης (μέθοδος Ward, Euclidean απόσταση ως δείκτης ομοιότητας).



Σχ.7.3. Πανιδική πυκνότητα των βενθονικών τρηματοφόρων, σχετική αφθονία (%) των επικρατέστερων ειδών, δείκτης ποικιλότητας Shannon-Wiener H', δείκτης *A*, AEI, FAI και FMI για κάθε ομάδα (Ικ και IIκ) του πυρήνα ιζήματος ΚΙΤ-1 (Αλυκές Κίτρους).

7.1.2. Λαφρούδα Θράκης

Τον Ιούνιο του 2006, στην περιοχή της Λαφρούδας (Θράκη) πραγματοποιήθηκαν 5 γεωτρήσεις (LAF-8, LAF-11, LAF-12, LAF-13, LAF-14) και λήφθηκαν οι αντίστοιχοι πυρήνες ιζήματος (Πιν.4.4, Σχ.4.3).

α. πυρήνας ιζήματος LAF-8

Ο πυρήνας ιζήματος LAF-8 (μήκος 520 cm), προέκυψε από γεώτρηση απόλυτου υψομέτρου +0.33 m πάνω από τη στάθμη της θάλασσας. Η ακολουθία των ιζημάτων από τη βάση του πυρήνα (-520 cm) έως τα -410 cm αποτελείται από εναλλαγές πολύ σκούρων τεφρών αργίλων, ιλυούχων αργίλων, άμμων και αμμούχων ιλύων, με μαλάκια και φυτικά υπολείμματα. Από τα -410 cm έως τα -134 cm βρίσκονται εναλλαγές σκούρων τεφρών και μαύρων ιλυούχων άμμων, αμμούχων ιλύων και ιλυούχων αργίλων, που περιέχουν μαλάκια, θραύσματα οστών, φυτικά υπολείμματα και τεμάχη κεραμικών. Στη συνέχεια, μέχρι τα -72 cm, ακολουθούν ελαιότεφρες ιλυούχες άμμοι και πολύ σκούρα τεφρή αμμούχος ιλύς που φέρει μαλάκια. Το τελευταίο μέρος της ακολουθίας συνιστάται από ελαιοκάστανες άμμους στη βάση, μετά τεφροκάστανη ιλύς, καστανές ιλυούχες άμμους με χονδρούς χάλικες και στην κορυφή ελαιοκάστανο αργιλούχο έδαφος (αναλυτική περιγραφή παρατίθεται στο Σχ.7.4).

Ammonia beccarii	*Elphidium granosum*	*Quinqueloculina laevigata*
Ammonia parkinsoniana	*Elphidium gunteri*	*Quinqueloculina padana*
Ammonia tepida	*Elphidium jenseni*	*Quinqueloculina seminulum*
Asterigerinata mamilla	*Elphidium macellum*	*Quinqueloculina triangularis*
Aubignyna perlucida	*Elphidium* juv.	*Quiqnueloculina stelligera*
Brizalina spathulata	*Haynesina depressula*	*Rosalina bradyi*
Buccella frigida	*Haynesina germanica*	*Rosalina floridensis*
Discorbis williamsoni	*Lobatula lobatula*	*Rosalina globularis*
Elphidium aculeatum	*Miliolinella subrotunda*	*Rosalina macropora*
Elphidium advenum	*Nonionella turgida*	*Textularia conica*
Elphidium complanatum	*Polymorphina* sp.	*Triloculina marioni*
Elphidium crispum	*Quinqueloculina bicarinata*	*Triloculina trigonula*
Elphidium fichtelianum	*Quinqueloculina carinatastriata*	

Πιν.7.4. Κατάλογος των τρηματοφόρων που προσδιορίστηκαν στον πυρήνα ιζήματος LAF-8.

Η πυκνότητα της πανίδας των τρηματοφόρων στον πυρήνα LAF-8, είναι γενικά χαμηλή (μέγιστη τιμή= 290 ατ./gr), αλλά σε καλή κατάσταση διατήρησης. Διαφοροποίηση παρουσιάζει το επίπεδο βάθους από 410-134 cm, όπου τα τρηματοφόρα απουσιάζουν ή ο αριθμός τους είναι αμελητέος, οπότε και τα δείγματα σε αυτά τα βάθη δεν λήφθηκαν υπόψη στην περαιτέρω στατιστική επεξεργασία. Ακόμη, η πυκνότητα της πανίδας μειώνεται δραματικά (<2 ατ./gr) στην κορυφή του πυρήνα (22.5-20 cm βάθος). 37 είδη που ανήκουν σε 17 γένη προσδιορίστηκαν στα μελετώμενα δείγματα (Πιν.7.4, Παράρτημα 10). Επιπλέον, παρατηρήθηκε ένας σημαντικός αριθμός από μαλάκια, οστρακώδη αλλά και σπόρους.
Το είδος *A. tepida* δεσπόζει στα δείγματα του πυρήνα LAF-8 με ποσοστά που κυμαίνονται από 13.3% έως 81.4%. Το είδος *H. germanica* λαμβάνει πολύ υψηλές τιμές (μέγιστη τιμή 45.1%). Ακόμη, υψηλές σχετικές συχνότητες παρουσιάζουν τα *A. perlucida* (μέγιστη τιμή 26.6%), *Rosalina* spp. (κυρίως τα είδη *R. bradyi*, *R. globularis* και *R. floridensis*) και *Elphidium* spp. (κυρίως τα είδη *E. advenum*, *E. crispum* και *E. jenseni*). Τα miliolids εμφανίζουν ενδιάμεσες συχνότητες και κυμαίνονται από 0 έως 10.7%. Ο δείκτης Shannon-Wiener H΄ κυμαίνεται από 0.7-1.87, ο δείκτης *A* λαμβάνει ενδιάμεσες τιμές (31.3 μέγιστη τιμή), ενώ ο δείκτης AEI λαμβάνει πολύ υψηλές τιμές (94.1 μέση τιμή) (Πιν.7.5).

Το δενδρόγραμμα που κατασκευάστηκε με την Q-mode ανάλυση ομαδοποίησης, η οποία εφαρμόστηκε στα δείγματα του πυρήνα ιζήματος LAF-8, διαχώρισε δύο σαφείς ομάδες (Σχ.7.6). Στο σημείο αυτό είναι απαραίτητο να αναφερθεί πως ο πυρήνας LAF-8 είναι ο μόνος από τους 5 πυρήνες που πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή της Λαφρούδας Θράκης, ο οποίος επεξεργάστηκε με την Q-mode ανάλυση ομαδοποίησης καθώς ήταν ο πληρέστερος. Η Ομάδα I_L που τοποθετείται σε βάθος του πυρήνα 194.5-136.5 cm, αποτελείται από 8 δείγματα, ενώ η Ομάδα II_L από 6 δείγματα και σε βάθος από 130 cm έως 36 cm.

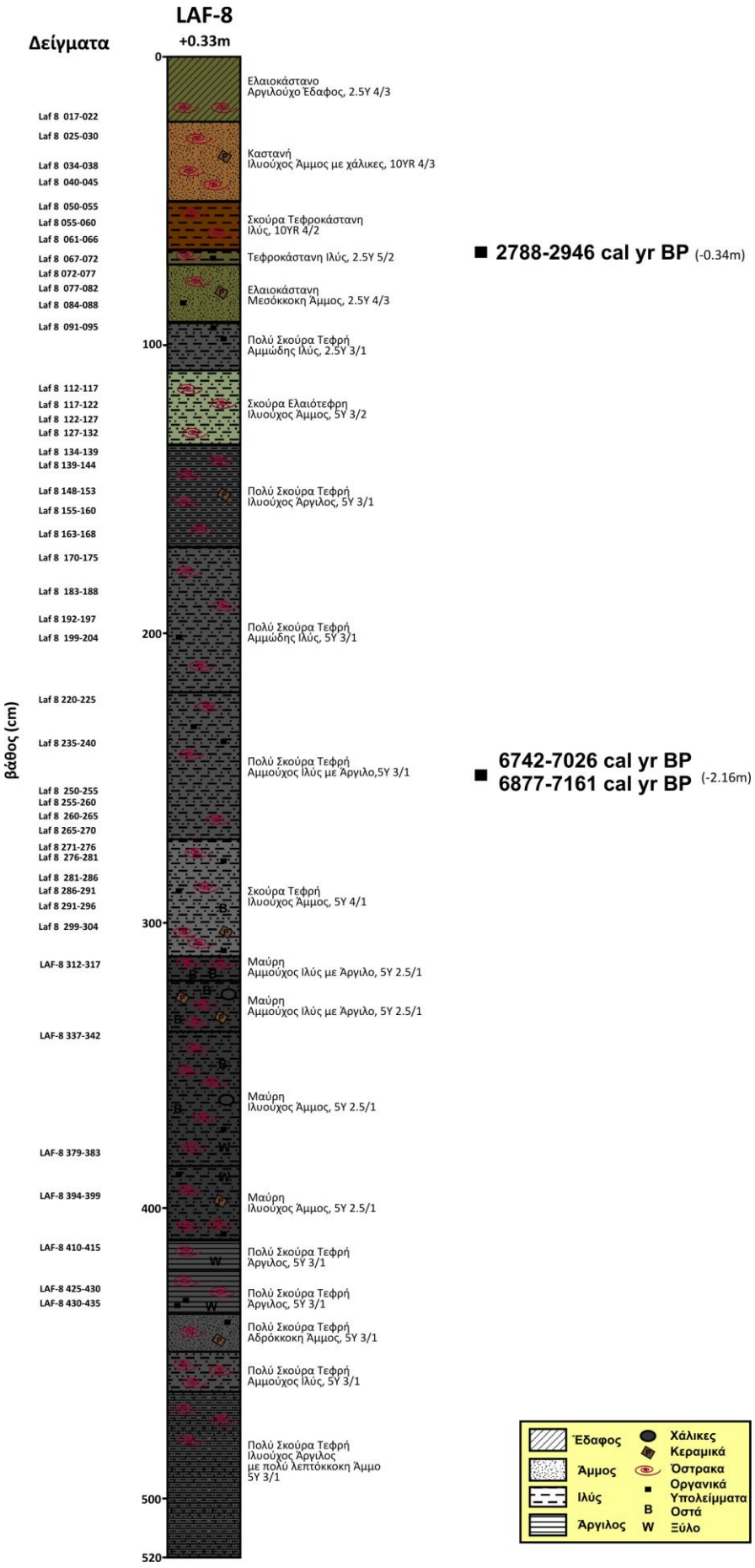
δείγματα	τιμές	*Ammonia beccarii* %	*Ammonia tepida* %	*Ammonia parkinsoniana* %	*Haynesina germanica* %	*Aubignyna perlucida* %	*Rosalina* spp. %	miliolids %	*Elphidium* spp. %	δείκτης Επικράτησης D	δείκτης Shannon-Wiener H'	σύνολο ατόμων	Πανιδική πυκνότητα αρ. ατ./gr	δείκτης *A*	δείκτης AEI
Ομάδα I_L	ελάχιστη	0	19.1	0	7.2	1.1	0	0	0.8	0.22	0.70	59	8.2	8.73	90
	μέγιστη	39.1	81.4	8.5	27.8	26.6	1.7	5.3	6.3	0.67	1.80	272	290.4	31.32	100
	μέση	7.5	60.4	3.7	15.6	7.3	0.3	1.6	3.3	0.47	1.11	168.6	73.32	18.8	96.06
Ομάδα II_L	ελάχιστη	0	13.3	0	25	0	0	0	1	0.22	0.94	16	2.8	6.32	83.58
	μέγιστη	24	56.3	0.9	45.1	4.2	8	10.7	9.8	0.45	1.88	224	187.8	17.86	97.80
	μέση	6.5	42.6	0.2	37.4	0.9	3	3.5	4.7	0.36	1.29	157.6	72.43	12.06	91.40

Πιν.7.5. Σχετικές συγκεντρώσεις των κυριότερων ειδών των δειγμάτων και παράμετροι συγκεντρώσεων του πυρήνα ιζήματος LAF-8.

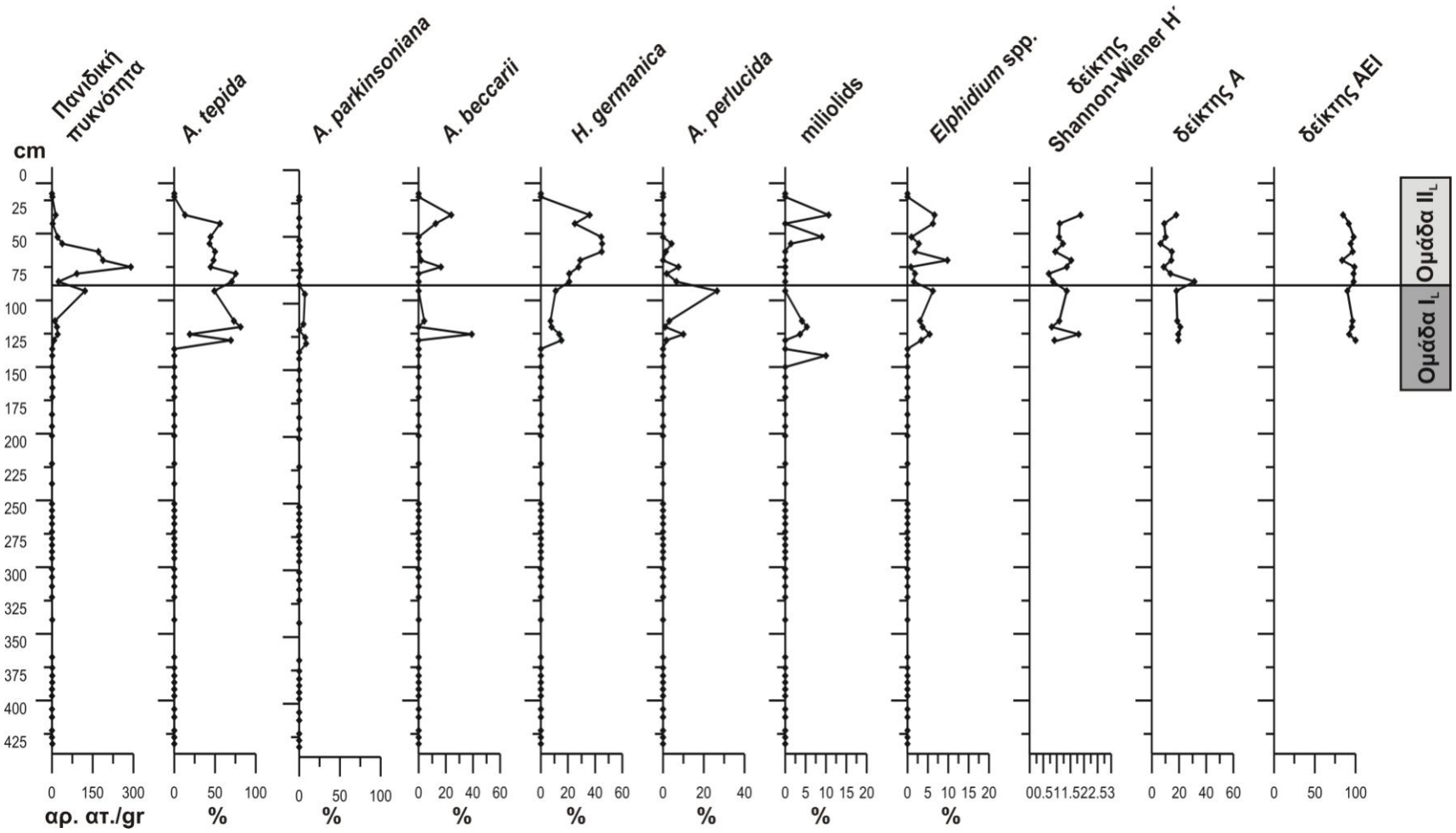
Στο κατώτερο μέρος της ιζηματογενούς ακολουθίας του πυρήνα LAF-8 (βάθος 435-134 cm), περιέχονται κεραμικά και θραύσματα οστών. Επίσης, στα 37 δείγματα που μελετήθηκαν στο βάθος αυτό, βρέθηκαν τυπικά μαλάκια που χρησιμοποιούνταν στη διατροφή όπως το είδος *C. glaucum*. Αυτό το στρώμα, στο οποίο τα τρηματοφόρα πρακτικά απουσιάζουν, συνιστά τις μη θαλάσσιες ανθρωπογενείς αποθέσεις του νεολιθικού οικισμού, ο οποίος περίπου 7500 χρόνια πριν τοποθετούνταν σε μια παράκτια πεδιάδα που βρίσκονταν σε κάποια απόσταση από τη θάλασσα (Ammerman et al., 2008).

Τα επόμενα 8 δείγματα, σε βάθος από 130 έως 75 cm, ομαδοποιήθηκαν στην Ομάδα I_L (Σχ.7.6). Η συνάθροιση των τρηματοφόρων κυριαρχείται από τα είδη *A. tepida*, που κυμαίνεται από 19.1% έως 81.4%, και *A. perlucida* (1.1-26.6%). Λιγότερο άφθονα είδη είναι τα *H. germanica* (7.2-27.8%) και *A. beccarii* (0–39.1%), κανένα από τα οποία όμως δεν εμφανίζει μέση τιμή υψηλότερη του 16% (Πιν.7.5). Το γένος *Elphidium* (κυρίως το είδος *E. crispum*) και τα miliolids (κυρίως τα είδη *Q. padana* και *Q. bicarinata*) αντιπροσωπεύουν γενικά λιγότερο του 10% της συνολικής συνάθροισης (Σχ.7.5). Η ποικιλότητα λαμβάνει χαμηλές τιμές (H'= 0.70-1.80) και ο δείκτης επικράτησης κυμαίνεται από 0.22 έως 0.67. Αντίθετα, ο δείκτης *A* είναι γενικά υψηλός και κυμαίνεται από 8.73 έως 31.32 (μέση τιμή 18.8) και ο δείκτης AEI λαμβάνει τιμές από 90 έως 100.

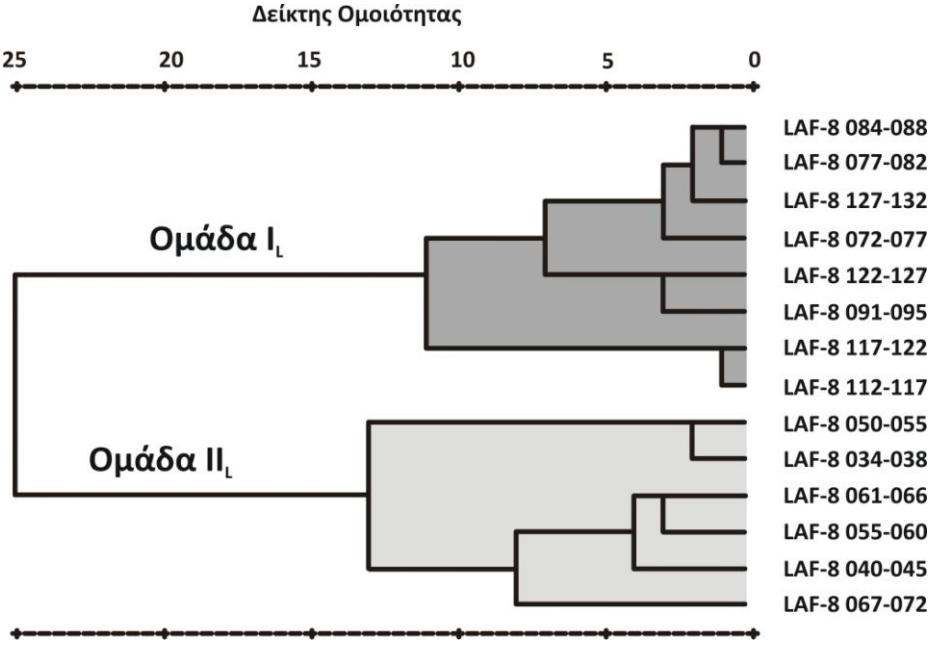
Στη συνέχεια τα επόμενα 6 δείγματα που μελετήθηκαν σε βάθος από 70 έως 36 cm, ομαδοποιήθηκαν στην Ομάδα II_L (Σχ.7.6). Η συνάθροιση αυτή χαρακτηρίζεται από τα είδη *A. tepida* (13.3-56.3%) και *H. germanica* (25-45.1%). Τα miliolids και τα είδη *A.beccarii*, *A. perlucida* αλλά και τα είδη του γένους *Elphidium*, παρουσιάζουν ασυνεχείς κατανομές με μέση τιμή σχετικών συχνοτήτων που δεν ξεπερνούν το 10%. Επιπλέον, ο δείκτης ποικιλότητας (H'= 0.94-1.88) εμφανίζει τιμές παρόμοιες με το κατώτερο μέρος του πυρήνα (ομάδα I_L). όπως και ο δείκτης επικράτησης (0.22-0.45). Ο δείκτης *A* είναι σχετικά χαμηλός (6.32-17.86), με μέση τιμή 12.02, ενώ ο δείκτης AEI λαμβάνει πολύ υψηλές τιμές που κυμαίνονται από 83.58 έως 97.8 (Σχ.7.5).



Σχ.7.4. Λιθολογία και χρονολογήσεις του πυρήνα ιζήματος της Λαφρούδας Θράκης LAF-8.



Σχ.7.5. Πανιδική πυκνότητα των βενθονικών τρηματοφόρων, σχετική αφθονία (%) των επικρατέστερων ειδών, δείκτης ποικιλότητας Shannon-Wiener H΄, δείκτης *A* και δείκτης AEI για κάθε ομάδα (I_L και II_L) του πυρήνα ιζήματος LAF-8 (Λαφρούδα Θράκης).



Σχ.7.6. Δενδρόγραμμα ταξινόμησης των δειγμάτων του πυρήνα ιζήματος της Λαφρούδας Θράκης LAF-8, όπως αυτό προέκυψε από την Q-mode ανάλυση ομαδοποίησης (μέθοδος Ward, Euclidean απόσταση ως δείκτης ομοιότητας).

β. πυρήνας ιζήματος LAF-11

Ο πυρήνας LAF-11 (μήκος 320 cm), έχει απόλυτο υψόμετρο +0.30 m (πάνω από τη στάθμη θάλασσας) (Πιν.4.4, Σχ.4.3). Η ακολουθία των ιζημάτων από τη βάση του πυρήνα (-320 cm) έως τα -185 cm αποτελείται από εναλλαγές πολύ σκούρων τεφρών, τεφροκάστανων, ελαιότεφρων και ελαιοκάστανων, αργίλων, ιλυούχων αργίλων, ιλυούχων άμμων, αμμούχων αργίλων και αμμούχων ιλύων, με μαλάκια, φυτικά υπολείμματα και θραύσματα κεραμικών. Από τα -185 cm έως τα -95 cm βρίσκονται σκούρα τεφρή και ελαιότεφρη ιλυούχος άμμος που περιέχει οργανικά υπολείμματα και τεμάχη κεραμικών. Στη συνέχεια, και μέχρι την κορυφή της ακολουθίας συναντώνται εναλλαγές από τεφροκάστανες, ελαιοκάστανες και τεφρές αργιλούχες ιλύες, ιλυούχες άμμοι και άμμοι (αναλυτική περιγραφή παρατίθεται στο Σχ.7.7).

Ammonia beccarii
Ammonia parkinsoniana
Ammonia tepida
Asterigerina planorbis
Aubignyna perlucida
Conorbella patelliformis
Elphidium advenum
Elphidium crispum
Elphidium jenseni
Haynesina depressula
Haynesina germanica
Lobatula lobatula
Polymorphina sp.
Quinqueloculina carinatastriata
Quinqueloculina padana
Rosalina macropora
Uvigerina proboscidea

Πιν.7.6. Κατάλογος των τρηματοφόρων που προσδιορίστηκαν στον πυρήνα ιζήματος LAF-11 (Λαφρούδα Θράκης).

Η πυκνότητα της πανίδας των τρηματοφόρων στον πυρήνα LAF-11, παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση (ελάχιστο= 3.8, μέγιστο= 926.2 ατ./gr). Τα τρηματοφόρα βρίσκονται γενικά σε καλή κατάσταση διατήρησης. Διαφοροποίηση παρουσιάζει το επίπεδο βάθους από 320-152 cm, όπου τα τρηματοφόρα απουσιάζουν εντελώς, οπότε και τα δείγματα σε αυτά τα βάθη δεν λήφθηκαν υπόψη στην περαιτέρω στατιστική επεξεργασία. Ακόμη, η πανιδική πυκνότητα μειώνεται σταδιακά έως και την κορυφή του πυρήνα (30-35 cm βάθος). Στα δείγματα που μελετήθηκαν προσδιορίστηκαν 17 είδη που ανήκουν σε 11 γένη (Παράρτημα 11, Πιν.7.6). Επιπλέον, παρατηρήθηκε ένας σημαντικός αριθμός από μαλάκια και οστρακώδη.

Τα είδη που επικρατούν στα δείγματα του πυρήνα LAF-11, είναι τα *A. tepida*, με ποσοστά που κυμαίνονται από 36.4% έως 66.7%, και το είδος *H. germanica* το οποίο λαμβάνει επίσης πολύ υψηλές τιμές (μέγιστη τιμή 56.9%). Με χαμηλές σχετικές συχνότητες ακολουθούν τα *A. perlucida* (μέγιστη τιμή 9%), *Rosalina* spp. (μέγιστη τιμή 3%) και *Elphidium* spp. (κυρίως *E. jenseni*, μέγιστη τιμή 3%). Τα miliolids εμφανίζονται μόλις σε τρία δείγματα με ενδιάμεσες συχνότητες που κυμαίνονται από 16.7 έως 33.3%. Ο δείκτης Shannon-Wiener H΄ λαμβάνει μικρές τιμές από 0.64-1.15, ο δείκτης *A* λαμβάνει ενδιάμεσες τιμές (17.8 μέση τιμή), ενώ ο δείκτης AEI λαμβάνει πολύ υψηλές τιμές (98.2 μέση τιμή) (Πιν.7.7, Σχ.7.8).

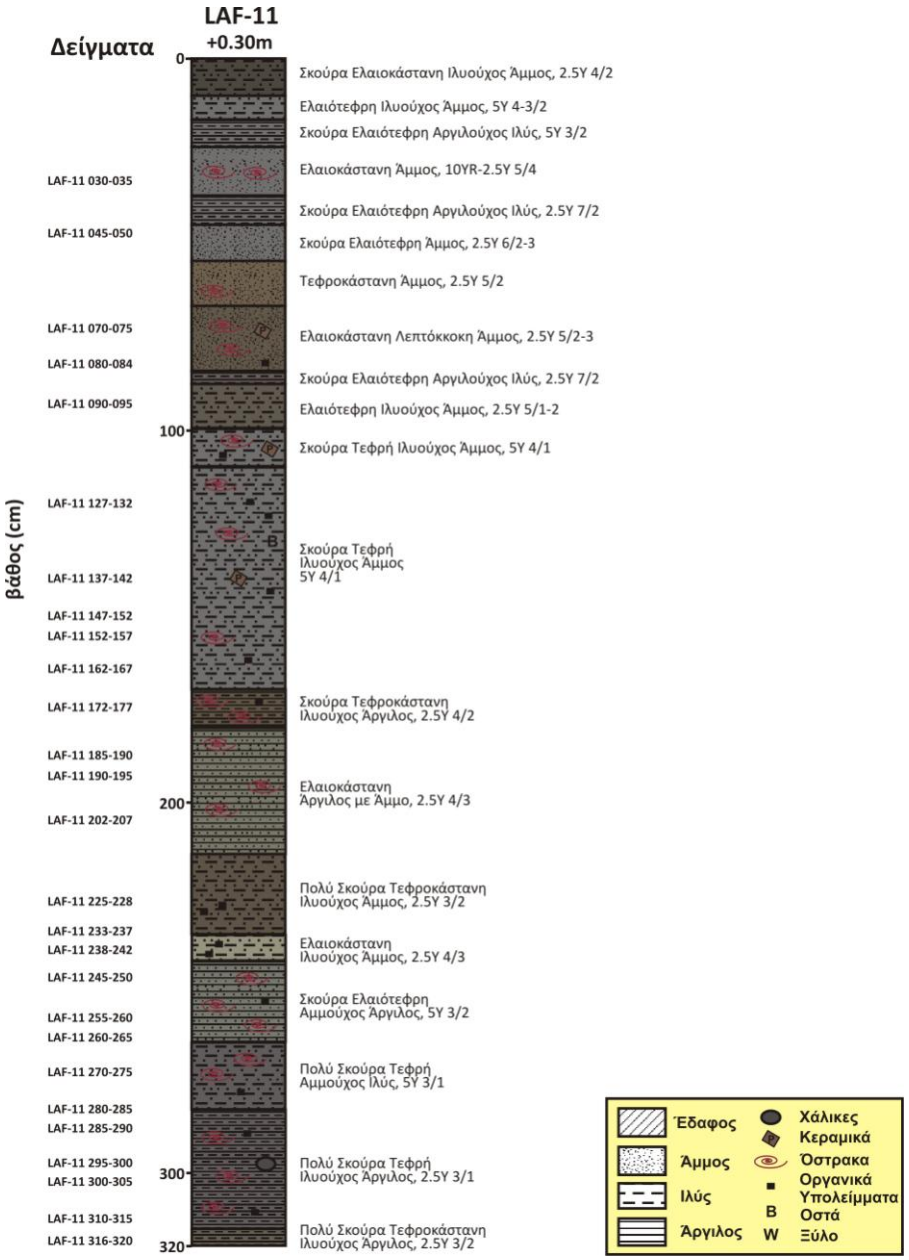
δείγματα	*Ammonia beccarii* %	*Ammonia tepida* %	*Ammonia parkinsoniana* %	*Haynesina germanica* %	*Aubignyna perlucida* %	*Rosalina macropora* %	miliolids %	*Elphidium* spp. %	δείκτης Επικράτησης D	δείκτης Shannon-Wiener H΄	σύνολο ατόμων	Πανιδική πυκνότητα αρ. ατ./gr	δείκτης *A*	δείκτης AEI
LAF11 030-035	0	36.4	0	51.5	3	0	3	3	0.4	1.13	33	32.2	0	92.31
LAF11 045-050	0	41.5	0	56.9	0	0	0	0	0.49	0.75	65	94.2	7.41	100
LAF11 070-075	0	44.2	0	50.7	3.9	0	0	1.3	0.45	0.89	77	100.4	8.82	97.14
LAF11 080-084	0.7	46.7	2.2	41.9	5.6	0.4	0	2	0.39	1.15	448	926.2	13.51	96.1
LAF11 090-095	0	58	7	25	9	0	0	0	0.41	1.11	100	223	9.23	100
LAF11 127-132	0	50	33.3	0	0	0	16.7	0	0.39	1.01	6	8	20	100
LAF11 137-142	25	50	0	0	0	0	25	0	0.38	1.04	4	4	33.33	100
LAF11 147-152	0	66.7	0	0	0	0	33.3	0	0.56	0.64	3	3.8	50	100

Πιν.7.7. Σχετικές συγκεντρώσεις των κυριότερων ειδών των δειγμάτων και παράμετροι συγκεντρώσεων του πυρήνα ιζήματος LAF-11.

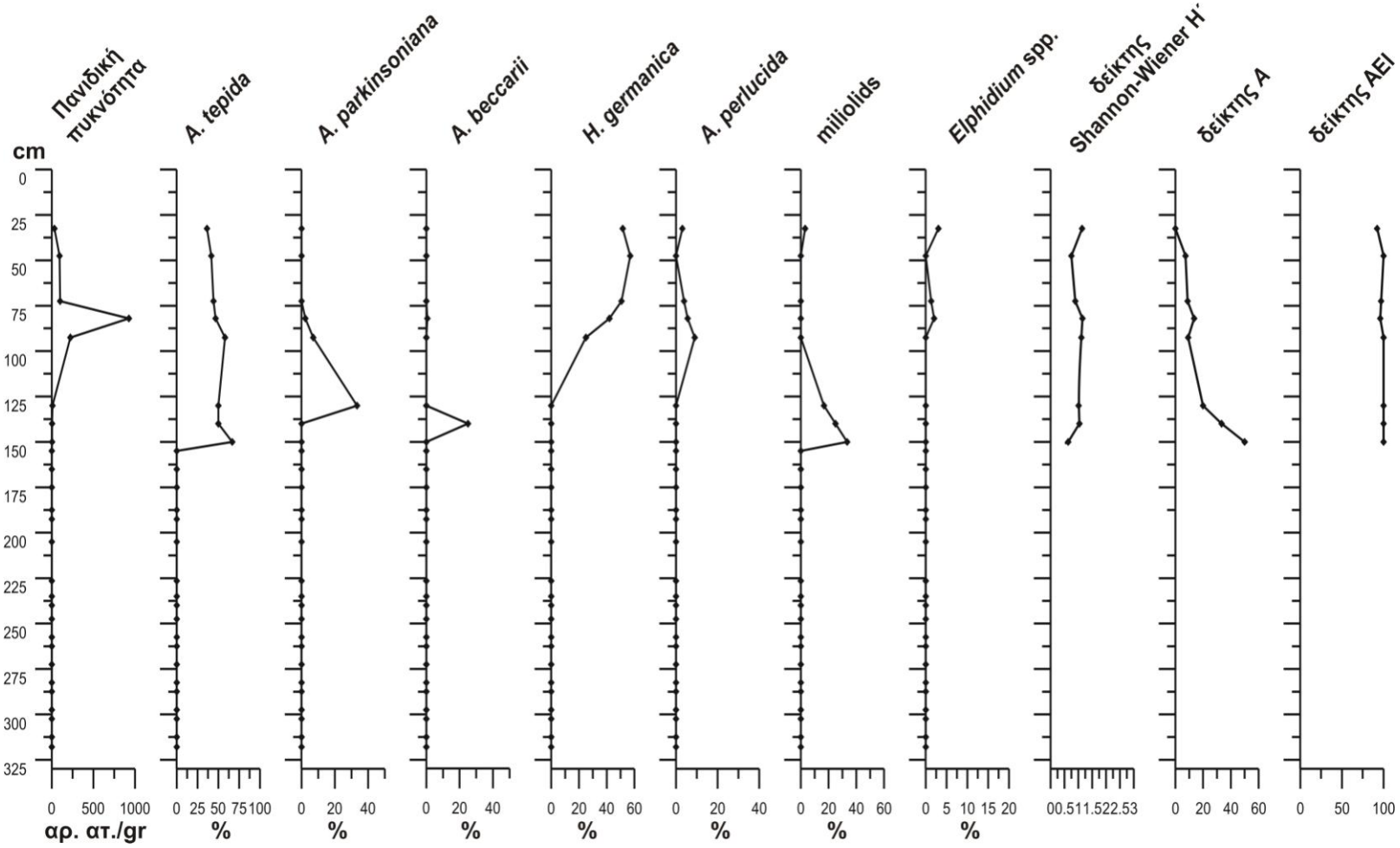
Στο κατώτερο μέρος της ιζηματογενούς ακολουθίας του πυρήνα LAF-11 (βάθος 320-185 cm), μελετήθηκαν 16 δείγματα στα οποία περιέχονται κεραμικά, θραύσματα οστών και τυπικά βρώσιμα μαλάκια. Αυτό το στρώμα, στο οποίο τα τρηματοφόρα απουσιάζουν εντελώς, συνιστά τις μη θαλάσσιες ανθρωπογενείς αποθέσεις του νεολιθικού οικισμού (Ammerman et al., 2008).

Στα επόμενα 6 δείγματα, εκ των οποίων βρέθηκαν τρηματοφόρα στα 3, σε βάθος από 185 έως 95 cm, η συνάθροιση των τρηματοφόρων κυριαρχείται από τα είδη *A. tepida*, που κυμαίνεται από 50% έως 66.7%, που ακολουθείται από τα είδη *A. beccarii* (25%, σε ένα δείγμα) και *A. parkinsoniana* (33.3%, σε ένα δείγμα). Τα miliolids (κυρίως το είδος *Q. carinatastriata*) αντιπροσωπεύουν γενικά ποσοστά έως και το 33.3% της συνολικής συνάθροισης αλλά εμφανίζονται με λίγα άτομα (Σχ.7.8). Η πυκνότητα της πανίδας παρουσιάζει πολύ μικρές τιμές (3.8-8 ατ./gr), όπως και η ποικιλότητα (H΄= 0.64-1.04) και ο δείκτης επικράτησης κυμαίνεται από 0.38 έως 0.56. Αντίθετα, ο δείκτης *A* είναι γενικά υψηλός και κυμαίνεται από 20 έως 50 και ο δείκτης AEI λαμβάνει τις μέγιστες τιμές, με μέση τιμή 100.

Στη συνέχεια τα επόμενα 5 δείγματα που μελετήθηκαν σε βάθος από 95 cm έως 30 cm, χαρακτηρίζονται από τα είδη *A. tepida* (36.4-58%) και *H. germanica* (25-56.9%). Τα miliolids και τα είδη *A.beccarii*, *A. perlucida* αλλά και τα είδη του γένους *Elphidium*, παρουσιάζουν ασυνεχείς κατανομές με μέση τιμή σχετικών συχνοτήτων που δεν ξεπερνούν το 10%. Επιπλέον, ο δείκτης ποικιλότητας (H΄= 0.89-1.15) εμφανίζει τιμές παρόμοιες με το κατώτερο μέρος του πυρήνα όπως και ο δείκτης επικράτησης (0.39-0.49) (Σχ.7.8). Αντίθετα η πυκνότητα της πανίδας παρουσιάζει πολύ υψηλές τιμές με διακύμανση από 32.2 έως 926.2 ατ./gr. Ο δείκτης *A* είναι σχετικά χαμηλός (0-13.51) με μέση τιμή 7.79, ενώ ο δείκτης AEI λαμβάνει πολύ υψηλές τιμές που κυμαίνονται από 92.31 έως 100.



Σχ.7.7. Λιθολογία του πυρήνα ιζήματος της Λαφρούδας Θράκης LAF-11.



Σχ.7.8. Πανιδική πυκνότητα των βενθονικών τρηματοφόρων, σχετική αφθονία (%) των επικρατέστερων ειδών, δείκτης ποικιλότητας Shannon-Wiener H', δείκτης *A* και δείκτης AEI για τα δείγματα του πυρήνα ιζήματος LAF-11 (Λαφρούδα Θράκης).

γ. πυρήνας ιζήματος LAF-12

Ο πυρήνας LAF-12 (μήκος 405 cm), βρίσκεται σε απόλυτο υψόμετρο +0.49 m πάνω από τη στάθμη της θάλασσας (Πιν.4.4, Σχ.4.3). Η ακολουθία των ιζημάτων από τη βάση του πυρήνα (-405 cm) έως τα -100 cm αποτελείται από εναλλαγές σκούρων και πολύ σκούρων τεφρών, τεφροκάστανων, καστανών και ελαιοκάστανων ιλύων, ιλυούχων αργίλων, αργίλων, αργιλούχων ιλύων, ιλυούχων άμμων, αμμούχων ιλύων και άμμων με μαλάκια, φυτικά υπολείμματα και θραύσματα κεραμικών. Από τα -100 cm έως τα -20 cm βρίσκονται ελαιότεφρη, ελαιοκάστανη, σκούρα τεφρή και καστανοκίτρινη αργιλούχος ιλύς, ιλυούχος άμμος, αμμούχος ιλύς που περιέχει μαλάκια, οργανικά υπολείμματα και τεμάχη κεραμικών και τέλος μέχρι την κορυφή της ακολουθίας βρίσκεται σκούρο τεφροκάστανο ιλυούχο έδαφος (αναλυτική περιγραφή παρατίθεται στο Σχ.7.9).

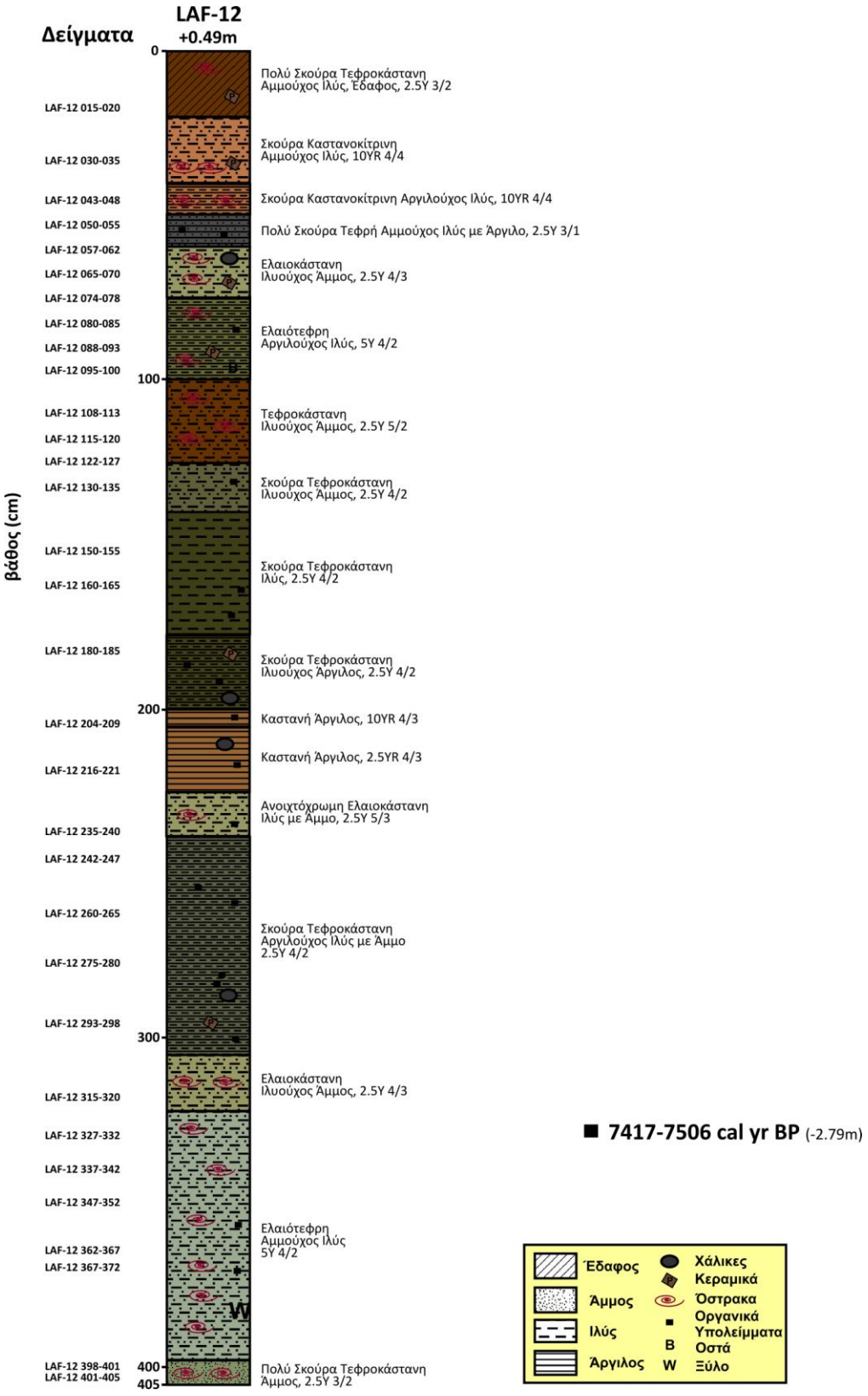
Ammonia beccarii
Ammonia tepida
Aubignyna perlucida
Haynesina germanica
Quinqueloculina padana
Rosalina floridensis
Sinuloculina inflata

Πιν.7.8. Κατάλογος των τρηματοφόρων που προσδιορίστηκαν στον πυρήνα ιζήματος LAF-12 (Λαφρούδα Θράκης).

Η πυκνότητα της πανίδας των τρηματοφόρων στον πυρήνα LAF-12, παρουσιάζει πολύ μικρές τιμές οι οποίες μόλις σε τέσσερα δείγματα ξεπερνούν τα 2 ατ./gr, ενώ μόνο στα 11 από τα 32 δείγματα που μελετήθηκαν βρέθηκαν κάποια τρηματοφόρα, καθώς σε βάθος 405-113 cm τα τρηματοφόρα απουσιάζουν τελείως (Παράρτημα 12). Το αποτέλεσμα αυτού είναι τα όποια ποσοστά σχετικών συχνοτήτων έγινε προσπάθεια να εξαχθούν να είναι μη αντιπροσωπευτικά, οπότε και ο πυρήνας ιζήματος LAF-12 εξαιρέθηκε εντελώς της οποιασδήποτε στατιστικής επεξεργασίας. Τα ελάχιστα τρηματοφόρα που βρέθηκαν είναι γενικά σε καλή κατάσταση διατήρησης και προσδιορίστηκαν 7 είδη που ανήκουν σε 6 γένη (Πιν.7.8).

Επιπλέον, παρατηρήθηκε ένας σημαντικός αριθμός από μαλάκια, σπόρους και οστρακώδη.

Σε πολύ μικρούς αριθμούς βρέθηκαν είδη που παρατηρούνται και στους υπόλοιπους πυρήνες όπως τα *Ammonia* spp., *H. germanica*, *A. perlucida*, αλλά και miliolids και το *R. floridensis*.



Σχ.7.9. Λιθολογία και χρονολόγηση του πυρήνα ιζήματος της Λαφρούδας Θράκης LAF-12.

δ. πυρήνας ιζήματος LAF-13

Ο πυρήνας ιζήματος LAF-13 (μήκος 306 cm), έχει απόλυτο υψόμετρο +0.55 m (Πιν.4.4, Σχ.4.3). Η ακολουθία των ιζημάτων από τη βάση του πυρήνα (-306 cm) έως τα -121 cm αποτελείται από εναλλαγές σκούρων καστανών ελαιοκάστανων, τεφροκάστανων και τεφροπράσινων ιλυούχων άμμων και άμμων, με μαλάκια, φυτικά υπολείμματα και θραύσματα κεραμικών. Από τα -121 cm έως τα -31 cm βρίσκονται ελαιότεφρη, ελαιοκάστανη, καστανή και καστανοκίτρινη ιλύς, ιλυούχος άμμος, άργιλος και άμμος που περιέχει μαλάκια και τεμάχη κεραμικών και τέλος μέχρι την κορυφή της ακολουθίας βρίσκεται σκούρο καστανό αμμώδες έδαφος (αναλυτική περιγραφή παρατίθεται στο Σχ.7.10).

Ammonia beccarii
Ammonia parkinsoniana
Ammonia tepida
Asterigerinata mamilla
Aubignyna perlucida
Elphidium advenum
Elphidium gunteri
Elphidium macellum
Haynesina germanica
Quinqueloculina bicarinata
Quinqueloculina carinatastriata
Quinqueloculina padana
Quinqueloculina seminulum
Rosalina globularis
Rosalina macropora

Πιν.7.9. Κατάλογος των τρηματοφόρων που προσδιορίστηκαν στον πυρήνα ιζήματος LAF-13 (Λαφρούδα Θράκης).

Η πυκνότητα της πανίδας των τρηματοφόρων στον πυρήνα LAF-13, παρουσιάζει υψηλές τιμές στα 5 ανώτερα δείγματα της ιζηματογενούς ακολουθίας. Στα υπόλοιπα 14 δείγματα που μελετήθηκαν στον πυρήνα LAF-13 τα τρηματοφόρα απουσίαζαν εντελώς, εκτός δύο δειγμάτων όπου και πάλι η πυκνότητα της πανίδας δεν ξεπέρασε τα 2 ατ./gr, οπότε και εξαιρέθηκαν από την στατιστική επεξεργασία (Παράρτημα 13). Τα τρηματοφόρα που βρέθηκαν είναι γενικά σε καλή κατάσταση διατήρησης και προσδιορίστηκαν 15 είδη που ανήκουν σε 7 γένη (Πιν.7.9). Επιπλέον, παρατηρήθηκε ένας σημαντικός αριθμός από μαλάκια και οστρακώδη.

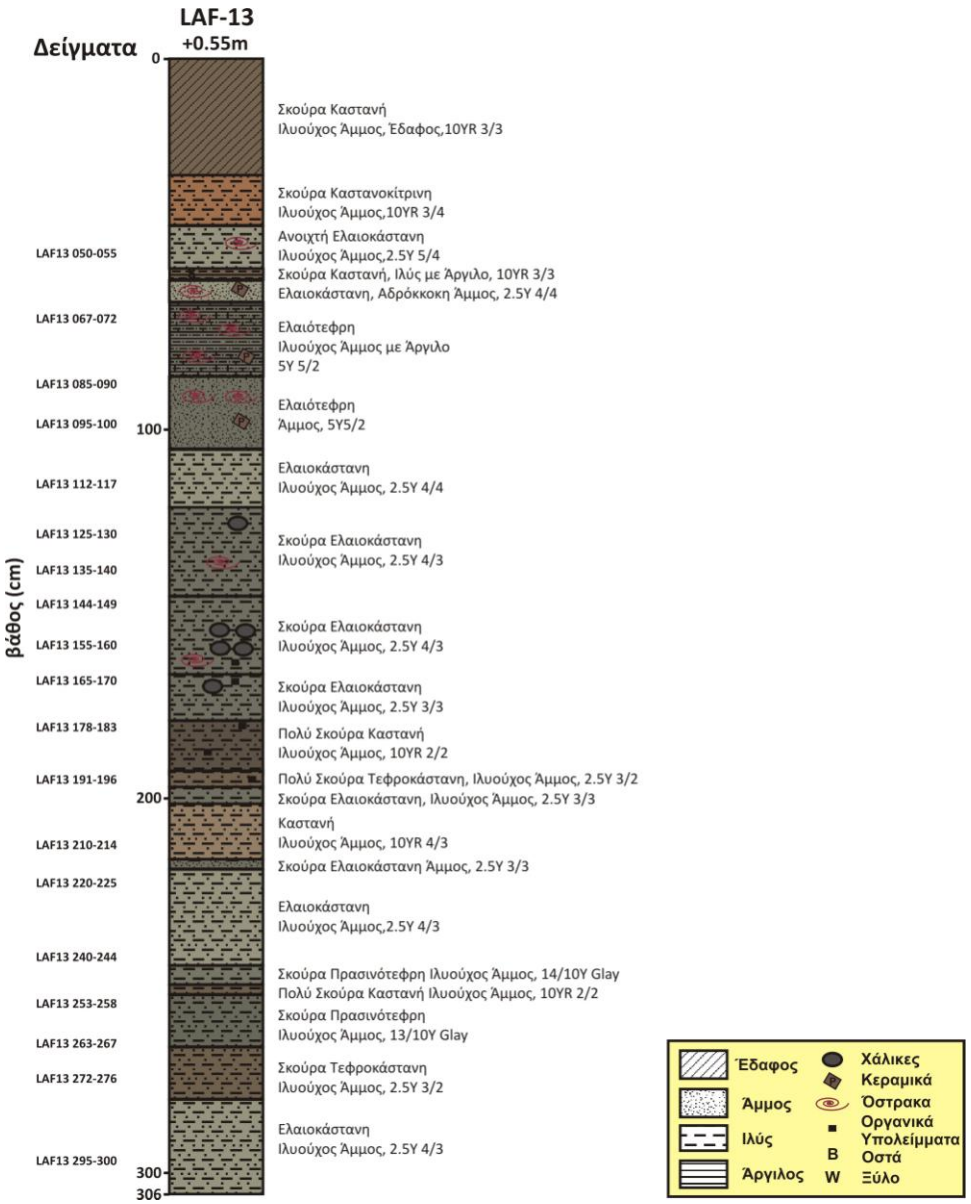
Στο κατώτερο μέρος της ιζηματογενούς ακολουθίας του πυρήνα LAF-13 (βάθος 306-121 cm), μελετήθηκαν 14 δείγματα στα οποία περιέχονται κεραμικά, και τυπικά βρώσιμα μαλάκια. Αυτό το στρώμα, στο οποίο τα τρηματοφόρα απουσιάζουν πρακτικά εντελώς, συνιστά τις μη θαλάσσιες ανθρωπογενείς αποθέσεις του νεολιθικού οικισμού (Ammerman et al., 2008).

δείγματα	*Ammonia beccarii* %	*Ammonia tepida* %	*Ammonia parkinsoniana* %	*Haynesina germanica* %	*Aubignyna perlucida* %	*Rosalina* spp. %	miliolids %	*Elphidium* spp. %	δείκτης Επικράτησης D	δείκτης Shannon-Wiener H'	σύνολο ατόμων	Πανιδική πυκνότητα αρ. ατ./gr	δείκτης *A*	δείκτης AEI
LAF13 050-055	2.7	64	0	30.7	0.3	0	2	0	0.5	0.89	300	45.8	3.5	100
LAF13 067-072	0.7	29	0	69.7	0	0.3	0	0.3	0.56	0.68	300	76	7.86	98.89
LAF13 085-090	0	37.2	3.1	58	1	0	0	0.7	0.47	0.87	293	122.4	8.47	98.33
LAF13 095-100	0.7	38	3	56	1.7	0	0	0.7	0.45	0.93	300	120.1	10.4	98.43
LAF13 112-117	0.4	58.3	1.9	28.6	8.3	0.8	1.1	0.4	0.42	1.1	266	48	10.56	98.77

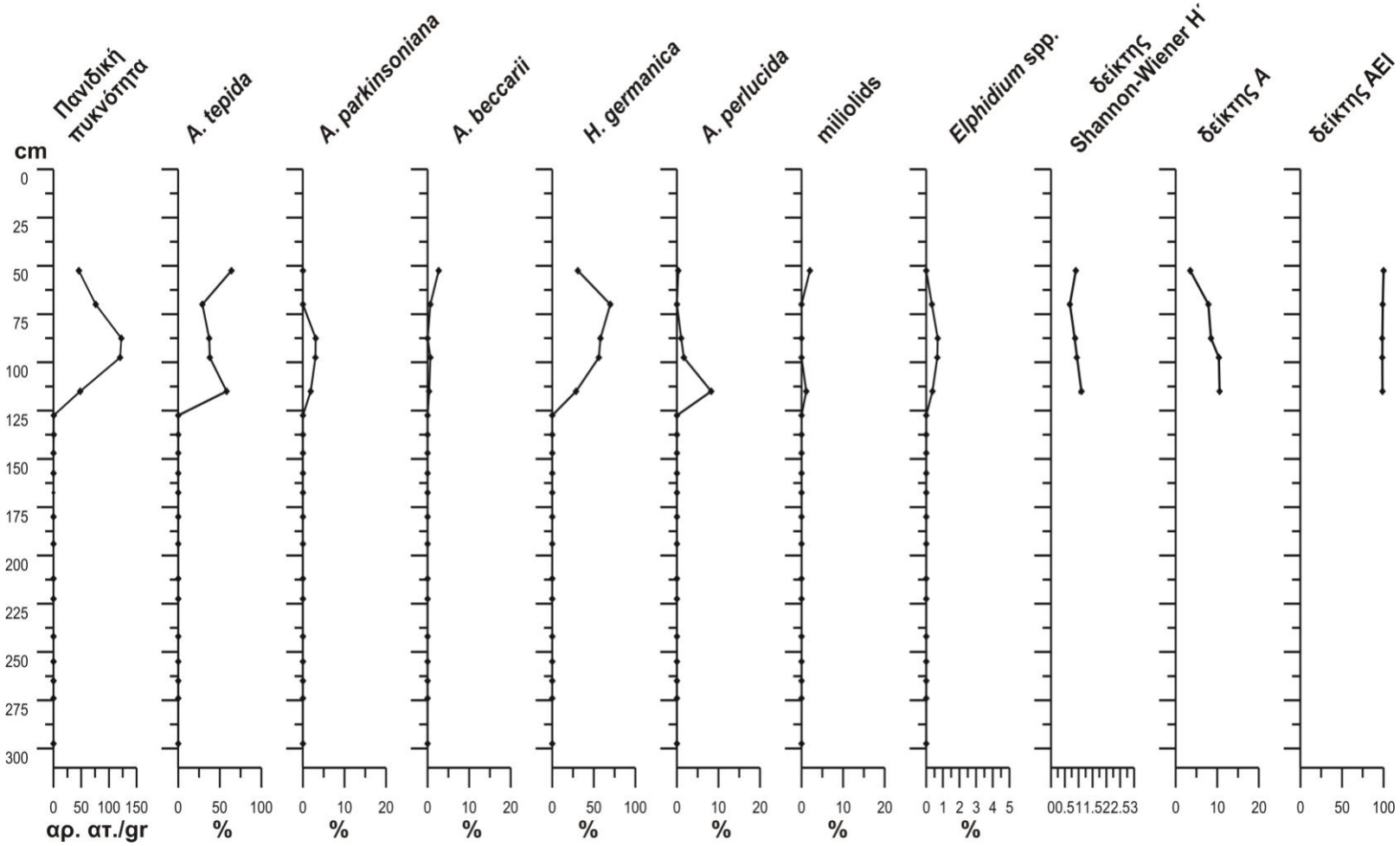
Πιν.7.10. Σχετικές συγκεντρώσεις των κυριότερων ειδών των δειγμάτων και παράμετροι συγκεντρώσεων του πυρήνα ιζήματος LAF-13.

Στα επόμενα 5 δείγματα, σε βάθος από -121 cm και έως την κορυφή της ακολουθίας, η συνάθροιση των τρηματοφόρων κυριαρχείται από τα είδη *A. tepida*, που κυμαίνεται από 29% έως 64% και *H. germanica* με διακύμανση από 28.6% έως 69.7% (Πιν.7.10). Ακολουθούν τα είδη *A. beccarii*, *A. parkinsoniana*, *A. perlucida*, *Elphidium* spp., miliolids και τα rotaliids τα οποία αντιπροσωπεύουν ποσοστά που η μέση τιμή τους δεν

ξεπερνά το 10% της συνολικής συνάθροισης (Σχ.7.11). Η πυκνότητα της πανίδας παρουσιάζει υψηλές σχετικά τιμές (45.8-122.4 ατ./gr), ενώ η ποικιλότητα χαμηλές (H΄= 0.68-1.1) και ο δείκτης επικράτησης κυμαίνεται από 0.42 έως 0.56. Ακόμη, ο δείκτης *A* είναι γενικά χαμηλός και κυμαίνεται από 3.5 έως 10.56, ενώ αντίθετα ο δείκτης AEI λαμβάνει πολύ μεγάλες τιμές (98.33-100).



Σχ.7.10. Λιθολογία του πυρήνα ιζήματος της Λαφρούδας Θράκης LAF-13.



Σχ.7.11. Πανιδική πυκνότητα των βενθονικών τρηματοφόρων, σχετική αφθονία (%) των επικρατέστερων ειδών, δείκτης ποικιλότητας Shannon-Wiener H', δείκτης *A* και δείκτης AEI για τα δείγματα του πυρήνα ιζήματος LAF-13 (Λαφρούδα Θράκης).

ε. πυρήνας ιζήματος LAF-14

Ο πυρήνας ιζήματος LAF-14 (μήκος 277 cm), βρίσκεται σε απόλυτο υψόμετρο +0.44 m πάνω από τη στάθμη της θάλασσας (Πιν.4.4, Σχ.4.3). Η ακολουθία των ιζημάτων από τη βάση του πυρήνα (-277 cm) έως τα -90 cm αποτελείται από εναλλαγές τεφρών, τεφροκάστανων, ελαιόχρωμων, ελαιότεφρων και μαύρων ιλύων, αργιλούχων ιλύων, ιλυούχων αργίλων, αμμούχων αργίλων, ιλυούχων άμμων και άμμων με μαλάκια, φυτικά υπολείμματα και θραύσματα κεραμικών. Από τα -90 cm και έως την κορυφή της ακολουθίας βρίσκονται καστανή και ελαιότεφρη ιλυούχος άμμος και άργιλος που περιέχει μαλάκια και οργανικά υπολείμματα (αναλυτική περιγραφή παρατίθεται στο Σχ.7.12).

Ammonia beccarii
Ammonia parkinsoniana
Ammonia tepida
Aubignyna perlucida
Elphidium advenum
Élphidium excavatum forma *clavata*
Elphidium gunteri
Haynesina depressula
Haynesina germanica
Lobatula lobatula
Rosalina macropora

Πιν.7.11. Κατάλογος των τρηματοφόρων που προσδιορίστηκαν στον πυρήνα ιζήματος LAF-14 (Λαφρούδα Θράκης).

Η πυκνότητα της πανίδας των τρηματοφόρων στον πυρήνα LAF-14, παρουσιάζει υψηλές τιμές στα 4 ανώτερα δείγματα της ιζηματογενούς ακολουθίας. Στα υπόλοιπα 11 δείγματα που μελετήθηκαν στον πυρήνα LAF-14 τα τρηματοφόρα απουσίαζαν εντελώς, οπότε και εξαιρέθηκαν από την στατιστική επεξεργασία (Παράρτημα 14). Τα τρηματοφόρα που βρέθηκαν είναι γενικά σε καλή κατάσταση διατήρησης και προσδιορίστηκαν 11 είδη που ανήκουν σε 6 γένη (Πιν.7.11). Επιπλέον, παρατηρήθηκε ένας σημαντικός αριθμός από μαλάκια, σπόρους και οστρακώδη.

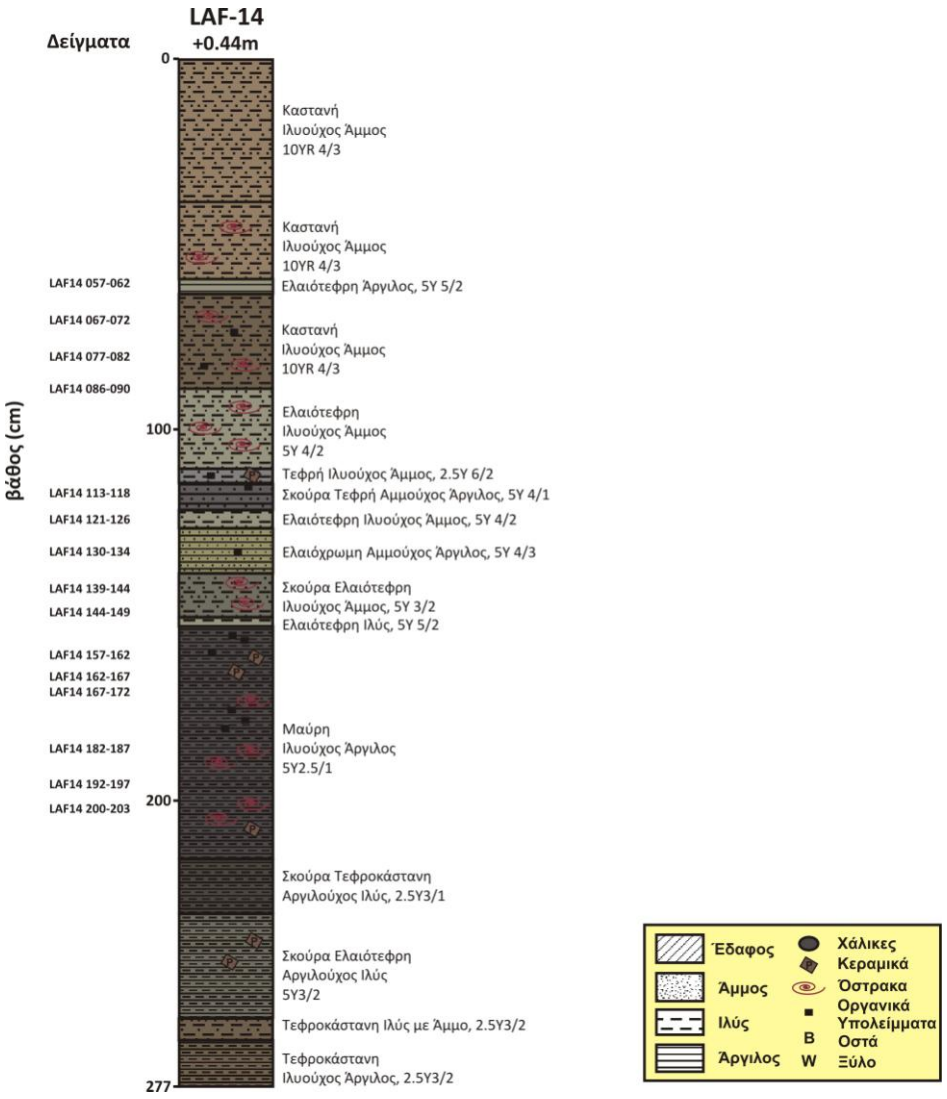
Στο κατώτερο μέρος της ιζηματογενούς ακολουθίας του πυρήνα LAF-14 (βάθος 277-90 cm), μελετήθηκαν 11 δείγματα στα οποία περιέχονται κεραμικά, οργανικά υπολείμματα και τυπικά βρώσιμα μαλάκια. Αυτό το στρώμα, στο οποίο τα τρηματοφόρα απουσιάζουν εντελώς, συνιστά τις μη θαλάσσιες ανθρωπογενείς αποθέσεις του νεολιθικού οικισμού (Ammerman et al., 2008).

δείγματα	*Ammonia beccarii* %	*Ammonia tepida* %	*Ammonia parkinsoniana* %	*Haynesina germanica* %	*Aubignyna perlucida* %	*Rosalina macropora* %	*Elphidium* spp. %	δείκτης Επικράτησης D	δείκτης Shannon-Wiener H΄	σύνολο ατόμων	Πανιδική πυκνότητα αρ. ατ./gr	δείκτης *A*	δείκτης AEI
LAF14 057-062	14.4	65.5	3.2	28.2	2.8	0	0	0.41	1.11	284	50.1	5.08	100
LAF14 067-072	0.7	52.9	0	39.3	5.7	0	1.4	0.43	0.97	140	55.1	4	97.4
LAF14 077-082	0	21.7	0	75.3	0	1	0	0.62	0.64	97	92.5	19.05	100
LAF14 086-090	0	40.2	2.4	51	5.6	0	0.4	0.42	1	286	113.2	13.11	99.19

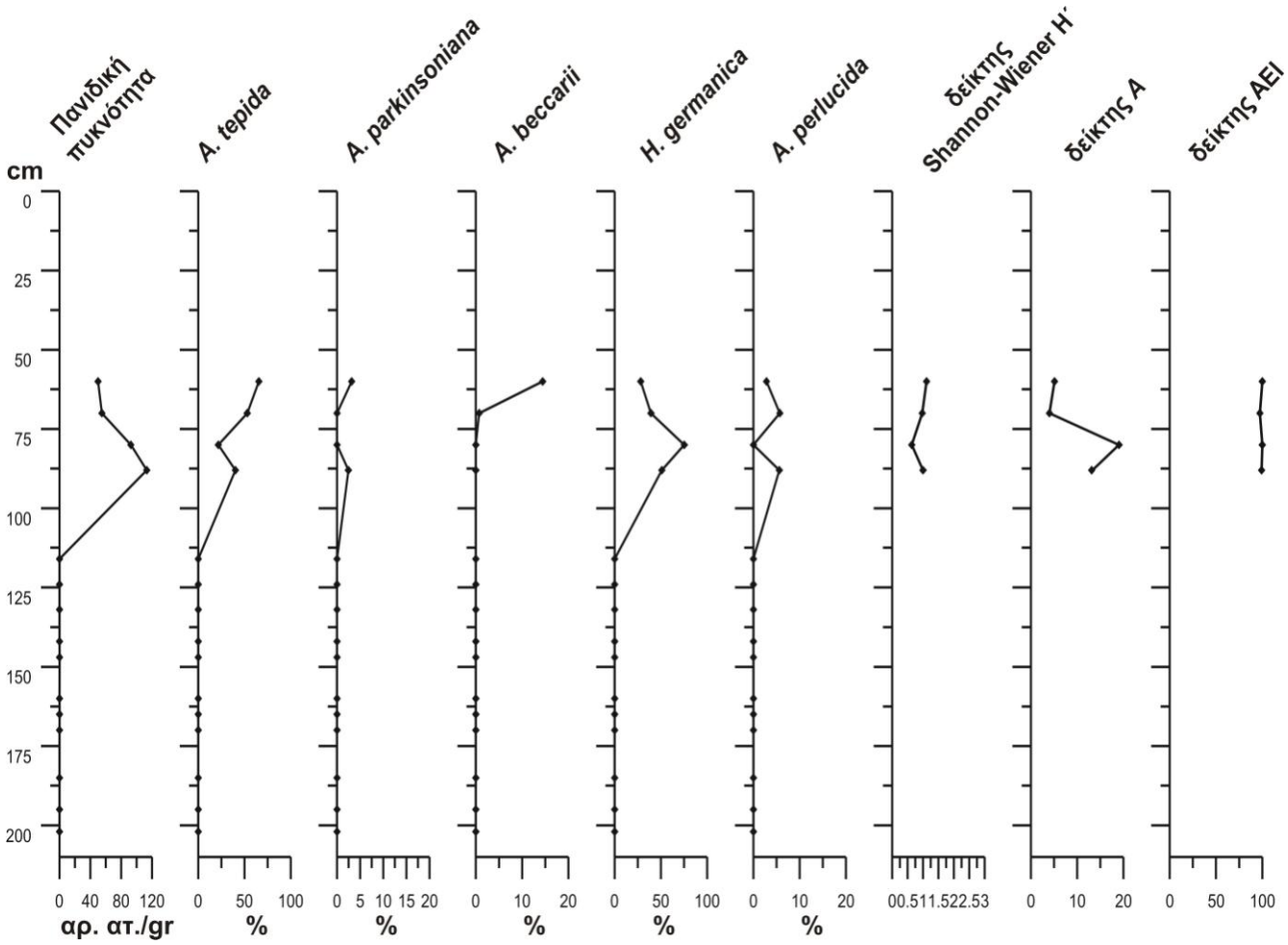
Πιν.7.12. Σχετικές συγκεντρώσεις των κυριότερων ειδών των δειγμάτων και παράμετροι συγκεντρώσεων του πυρήνα ιζήματος LAF-14.

Στα επόμενα 4 δείγματα, σε βάθος από 90 cm και έως την κορυφή της ακολουθίας, στη συνάθροιση των τρηματοφόρων δεσπόζουν τα είδη *A. tepida* (21.7%-65.5%) και *H. germanica* (28.2%-75.3%)(Πιν.7.12). Η συνάθροιση αυτή συνοδεύεται από τα είδη *A. beccarii*, *A. parkinsoniana*, *A. perlucida*, *Elphidium* spp. και τα rotaliids τα οποία αντιπροσωπεύουν ποσοστά που η μέση τιμή τους δεν ξεπερνά το 10% της συνολικής συνάθροισης εκτός ενός δείγματος (*A. beccarii* 14.4%, LAF-14 057-062) (Σχ.7.13). Επιπλέον, τα miliolids απουσιάζουν εντελώς από την πανίδα τρηματοφόρων του πυρήνα LAF-14. Η πυκνότητα της πανίδας παρουσιάζει υψηλές σχετικά τιμές (50.1-113.2

ατ./gr), ενώ η ποικιλότητα χαμηλές (H'= 0.64-1.11) και ο δείκτης επικράτησης κυμαίνεται από 0.41 έως 0.62. Ακόμη, ο δείκτης *A* είναι γενικά χαμηλός και κυμαίνεται από 4 έως 19.05, ενώ αντίθετα ο δείκτης AEI λαμβάνει πολύ μεγάλες τιμές (97.4-100).



Σx.7.12. Λιθολογία του πυρήνα ιζήματος της Λαφρούδας Θράκης LAF-14.



Σχ.7.13. Πανιδική πυκνότητα των βενθονικών τρηματοφόρων, σχετική αφθονία (%) των επικρατέστερων ειδών, δείκτης ποικιλότητας Shannon-Wiener H', δείκτης *A* και δείκτης AEI για τα δείγματα του πυρήνα ιζήματος LAF-14 (Λαφρούδα Θράκης).

στ. Σύνθεση των πυρήνων ιζήματος της Λαφρούδας Θράκης

Οι πυρήνες ιζήματος που μελετήθηκαν από την περιοχή του νεολιθικού οικισμού της Λαφρούδας Θράκης (LAF-8, LAF-11, LAF-12, LAF-13 και LAF-14) σχηματίζουν μια νοητή ευθεία Δ-Α που μας επιτρέπουν το συσχετισμό (Σχ.7.14, Σχ.7.15) και τον καθορισμό των πλευρικών μεταβάσεων των παλαιοπεριβαλλόντων.

Όπως ήδη αναφέρθηκε ο πυρήνας ιζήματος LAF-8 ήταν αυτός που μελετήθηκε και επεξεργάστηκε στατιστικά περισσότερο, καθώς λόγω της πιο απομακρυσμένης θέσης του από το νεολιθικό οικισμό, αποτελείται από την πληρέστερη ακολουθία ιζημάτων. Αντίθετα, ο πυρήνας LAF-12 εξαιρέθηκε εντελώς της όποιας στατιστικής επεξεργασίας εξαιτίας του πολύ μικρού αριθμού τρηματοφόρων που βρέθηκαν σε όλα του τα δείγματα, αλλά συσχετίστηκε με τους υπόλοιπους πυρήνες με βάση τη λιθολογία του.

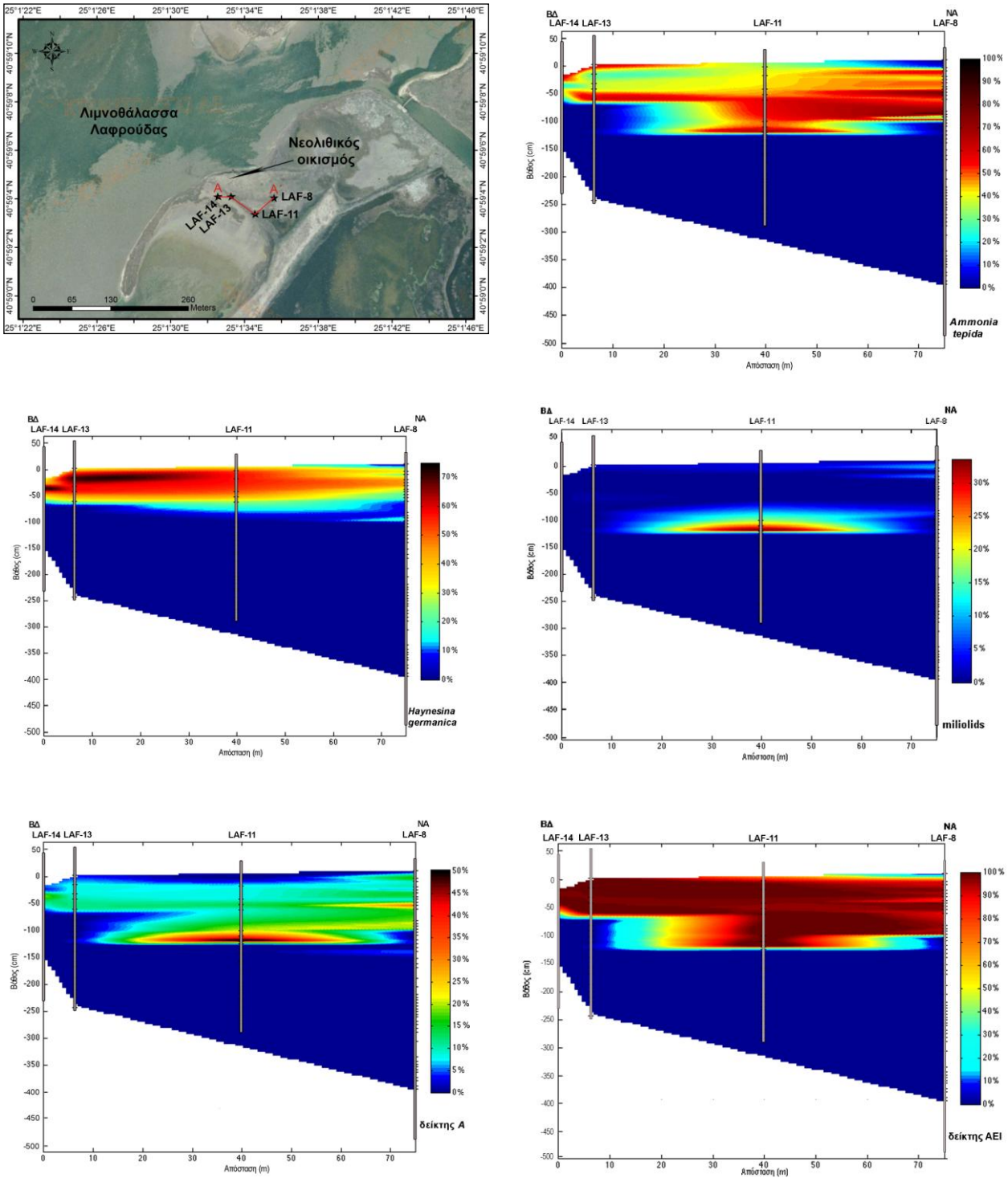
Στη βάση των ιζηματογενών ακολουθιών όλων των πυρήνων περιέχονται οργανικά υπολείμματα, κεραμικά, βρώσιμα είδη μαλακίων (π.χ. *C. glaucum*) και σε κάποια δείγματα θραύσματα οστών. Σε αυτό, το κοινό σε όλους τους πυρήνες στρώμα, τα βενθονικά τρηματοφόρα πρακτικά απουσιάζουν. Αυτό αποτελεί τις μη θαλάσσιες ανθρωπογενείς αποθέσεις του νεολιθικού οικισμού, ο οποίος περίπου 7500 χρόνια πριν τοποθετούνταν σε μια παράκτια πεδιάδα που βρίσκονταν σε κάποια απόσταση από τη θάλασσα (Ammerman et al., 2008).

Στη συνέχεια στον πυρήνα LAF-8, LAF-11 και LAF-12 βρίσκεται ένα στρώμα στο οποίο δεσπόζουν τα είδη *A. tepida* και *A. perlucida* αλλά σε υπολογίσιμα ποσοστά παρατηρούνται επίσης τα miliolids (LAF-8, LAF-11) και rotaliids, *Elphidium* spp. (LAF-8) (Σχ.7.14). Το επίπεδο αυτό αντιπροσωπεύεται από την Ομάδα I_L, όπως αυτή καθορίστηκε για τον πυρήνα ιζήματος LAF-8 (Σχ.7.6, Σχ.7.5).

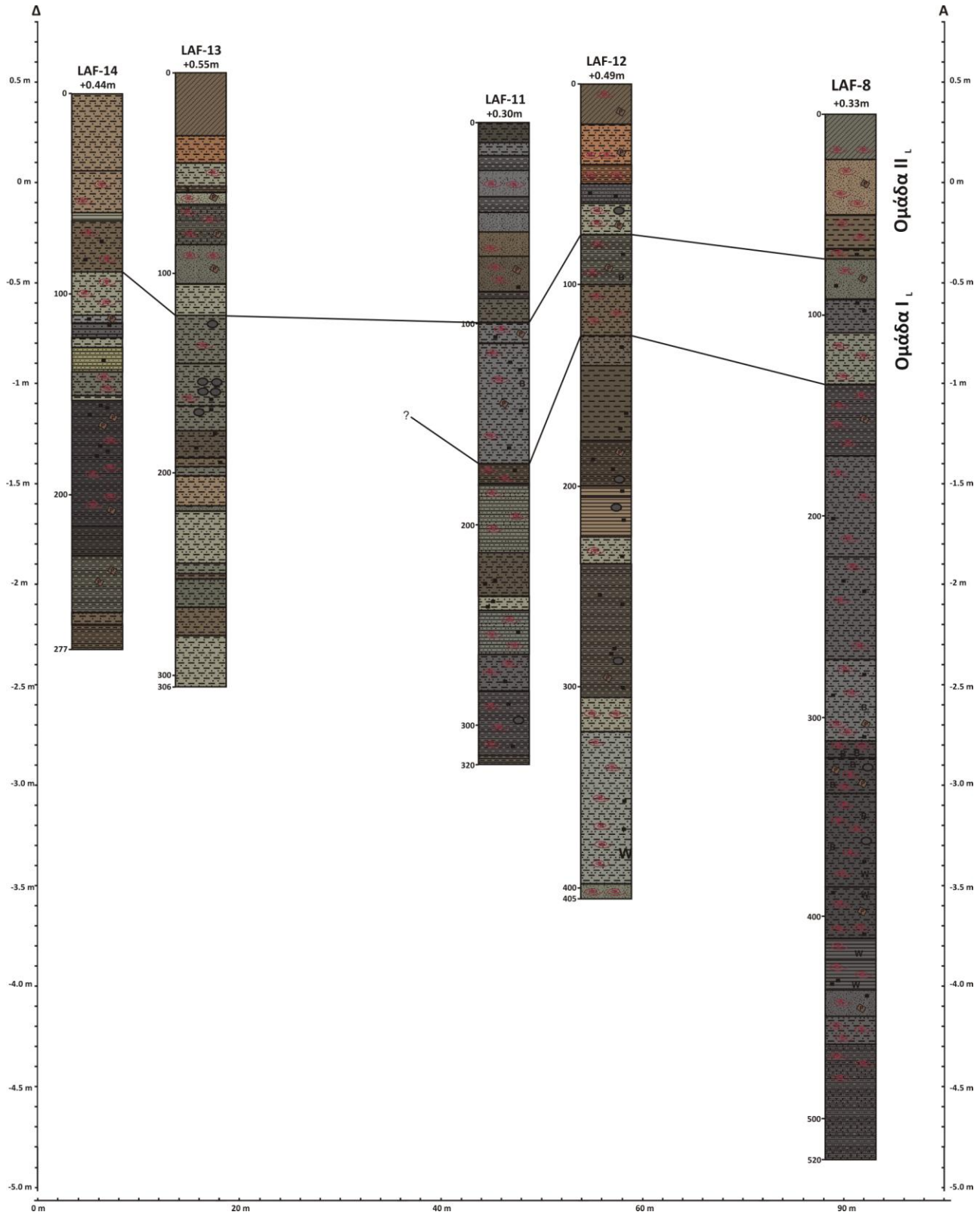
Το τελικό στρώμα που φτάνει μέχρι την κορυφή της ακολουθίας εμφανίζεται σε όλους τους πυρήνες και χαρακτηρίζεται από την κυριαρχία των ειδών *A. tepida* και *H. germanica* (Σχ.7.14). Τα miliolids, rotaliids, *Elphidium* spp., *A. perlucida* εμφανίζονται με πολύ μικρά ποσοστά. Το επίπεδο αυτό συνιστά η Ομάδα II_L (Σχ.7.6, Σχ.7.5).

Τα άτομα του γένους *Ammonia* εμφανίζονται γενικά με μικρό μέγεθος (μικρές τιμές του δείκτη *A*), ενώ ο δείκτης AEI (*Ammonia-Elphidium* index) λαμβάνει μεγάλες τιμές (Σχ.7.14).

Προκειμένου να απεικονιστεί η χωρική κατανομή των ποσοστών των σχετικών συχνοτήτων των συναθροίσεων και των δεικτών *A* και AEI των πυρήνων ιζήματος της Λαφρούδας Θράκης (LAF-8, LAF-11, LAF-13 και LAF-14), χρησιμοποιήθηκε κατάλληλος αλγόριθμος με χρήση της Matlab R2009b (Σχ.7.14).



Σχ.7.14. Χάρτης της Λαφρούδας Θράκης με την τομή ΑΑ΄ και χωρική κατανομή σχετικών συχνοτήτων των συναθροίσεων και δεικτών *Α* και ΑΕΙ των πυρήνων ιζήματος της Λαφρούδας Θράκης (LAF-8, LAF-11, LAF-13, LAF-14).



Σχ.7.15. Λιθολογία των πυρήνων ιζήματος της Λαφρούδας Θράκης και συσχετισμός τους.

7.1.3. Βραυρώνα Αττικής

Κατά το Νοέμβριο του 2004 πραγματοποιήθηκαν τρεις γεωτρήσεις (VG-1, VG-2 και VG-3) στην βαλτώδη παράλια περιοχή της Βραυρώνας (Πιν.4.6, Σχ.4.4).
Οι πυρήνες VG-1 και VG-2 έφτασαν μέχρι τα 300 cm βάθος και βρίσκονται σε απόλυτο υψόμετρο +0.50 m και +0.30 m αντίστοιχα, πάνω από τη στάθμη της θάλασσας. Ο πυρήνας VG-3 (βάθος 500 cm), έχει απόλυτο υψόμετρο +1.50 m. Οι γεωτρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε αμμώδη ιζήματα και αυτός ήταν ο λόγος που η απώλεια υλικού, σε κάποιες περιπτώσεις, υπήρξε αναπόφευκτη. Έτσι, ο πυρήνας VG-3, που παρουσιάζει την πληρέστερη ακολουθία ιζημάτων (λιθολογικές Ενότητες A-D; Triantaphyllou et al., 2010), επιλέχθηκε για την περεταίρω μικροπαλαιοντολογική ανάλυση (αναλυτική περιγραφή των πυρήνων παρατίθεται στο Σχ.7.16).

Ο πυρήνας ιζήματος VG-1 από τη βάση του (-300 cm) και έως τα -200 cm, συνίσταται από σκούρες τεφρές και τεφρές ιλυούχες άμμους και λεπτόκοκκες άμμους που φέρουν μαλάκια και οργανικά υπολείμματα. Στη συνέχεια και μέχρι τα -25 cm βρίσκονται καστανοκίτρινες λεπτόκοκκες άμμοι με οργανικά υπολείμματα, που καλύπτονται με καστανό έδαφος που φτάνει μέχρι την κορυφή της ακολουθίας. Στο επίπεδο από -100 cm έως 85 cm έχουμε απώλεια υλικού (Σχ.7.16).
Ο πυρήνας VG-2 (βάθος 300 cm), από τη βάση του και μέχρι τα -150 cm αποτελείται από τεφρές ιλυούχες άμμους και λεπτόκοκκες άμμους. Στη συνέχεια παρατηρούνται καστανοκίτρινες μεσόκοκκες άμμοι με οργανικά υπολείμματα μέχρι τα -30 cm, που καλύπτονται από καστανό έδαφος μέχρι την κορυφή του πυρήνα. Απώλεια δείγματος υπήρξε σε βάθος από -260 έως -200 cm.
Η ακολουθία ιζημάτων του πυρήνα VG-3 από τη βάση του (-500 cm) και μέχρι τα -300 cm, συνίσταται από εναλλαγές σκούρων τεφρών αργίλων, ιλύων, ιλυούχων άμμων και αμμούχων ιλύων με θραύσματα μαλακίων. Ακολουθεί λεπτόκοκκη ελαιότεφρη άμμος με μαλάκια, σε βάθος από -300 cm έως -253 cm και στη συνέχεια ελαιότεφρη ιλυούχος άμμος με μαλάκια μέχρι τα -67 cm. Μέχρι την κορυφή του πυρήνα (από -67 cm έως -27 cm) βρίσκονται ελαιόχρωμες καστανές ιλυούχες άμμοι που καλύπτονται από καστανοκίτρινες ιλυούχες άμμους με φυτικά υπολείμματα και καστανό έδαφος (Σχ.7.16).

Οι συναθροίσεις του πυρήνα VG-3 είναι γενικά πλούσιες και σε καλή κατάσταση διατήρησης, εκτός του ανώτερου δείγματος (VG-3 7-10) το οποίο παρουσιάζει πανιδική πυκνότητα μικρότερη των 2 ατ./gr, οπότε εξαιρέθηκε της στατιστικής επεξεργασίας. Στα δείγματα που μελετήθηκαν, προσδιορίστηκαν 102 είδη που ανήκουν σε 48 γένη (Παράρτημα 15, Πιν.7.13). Επιπλέον, βρέθηκε μεγάλος αριθμός οστρακωδών (Triantaphyllou et al., 2010b), αλλά και μαλακίων και κάποια χαρόφυτα, σπόροι και καρποί.
Σε αυτό το σημείο είναι απαραίτητο να αναφερθεί ότι βρέθηκαν άτομα τρηματοφόρων τα οποία φέρουν μορφολογικές διαφοροποιήσεις. Σύμφωνα με τα διαγράμματα που προέκυψαν από τους δείκτες FAI και FMI, τα ανώμαλα άτομα απαντούν στο ανώτερο μέρος του πυρήνα ιζήματος (βάθος 143-58 cm), ενώ μικρή παρουσία παρατηρείται στο κατώτερο μέρος, σε βάθος από 360 cm έως 380 cm. Οι υψηλότερες τιμές του δείκτη FAI (4.3) παρατηρήθηκαν στο δείγμα VG-3 58-61, ενώ οι υψηλότερες του δείκτη FMI (11.76) στο δείγμα VG-3 58-61. Από τα δείγματα που μελετήθηκαν, μόνο σε δέκα βρέθηκαν βενθονικά τρηματοφόρα που φέρουν μορφολογικές ανωμαλίες. Οι τύποι μορφολογικών ανωμαλιών που προσδιορίστηκαν περιλαμβάνουν σιαμαία-δίδυμα, στρεβλωμένη διάταξη των θαλάμων, υπεραναπτυγμένους ή ανώμαλα εξέχοντες θαλάμους, και την παρουσία πολλαπλών στοματικών ανοιγμάτων (Εικ.7.1). Παρότι τα περισσότερα ανώμαλα άτομα ανήκουν στο είδος *A. tepida* και στα miliolids, τα οποία είναι και τα είδη που κυριαρχούν στη συνάθροιση, σε κάποια άτομα των *Elphidium* spp., *H. germanica*, *L. lobatula* και *P. pertusus* έχουν επίσης παρατηρηθεί μορφολογικές διαφοροποιήσεις.

Adelosina cliarensis	*Elphidium aculeatum*	*Quinqueloculina limbata*
Adelosina dargonae	*Elphidium advenum*	*Quinqueloculina nodulosa*
Adelosina italica	*Elphidium complanatum*	*Quinqueloculina padana*
Adelosina josephina	*Elphidium crispum*	*Quinqueloculina parvula*
Adelosina longinostra	*Elphidium excavatum* forma *clavata*	*Quinqueloculina seminulum*
Adelosina mediterranensis	*Elphidium fichtelianum*	*Quinqueloculina stelligera*
Adelosina sp.1	*Elphidium gunteri*	*Quinqueloculina triangularis*
Adelosina sp.2	*Elphidium jenseni*	*Quinqueloculina trigonula*
Adelosina sp.3	*Elphidium macellum*	*Reusella spinulosa*
Affinetrina alcidi	*Elphidium translucens*	*Rosalina bradyi*
Affinetrina planciana	*Fursenkoina acuta*	*Rosalina floridensis*
Ammonia beccarii	*Globulina myristiformis*	*Rosalina globularis*
Ammonia parkinsoniana	*Haynesina depressula*	*Rosalina macropora*
Ammonia tepida	*Haynesina germanica*	*Sigmoilinita costata*
Ammoscalaria runiana	*Heronallenia* sp.	*Sigmoilinita grata*
Asterigerina planorbis	*Lachlanella compressa*	*Sigmoilinita tenuis*
Asterigerinata mamilla	*Lachlanella reticulata*	*Sinuloculina consobrina*
Aubignyna perlucida	*Lobatula lobatula*	*Sinuloculina inflata*
Biloculinella sp.	*Massilina gualteriana*	*Sinuloculina mayeriana*
Bolivina pseudoplicata	*Miliolinella subrotunda*	*Siphonaperta agglutinans*
Bolivina tortuosa	*Patellina corrugata*	*Siphonaperta aspera*
Brizalina spathulata	*Peneroplis pertusus*	*Siphonaperta berthelotiana*
Brizalina striatula	*Peneroplis planatus*	*Sorites orbiculus*
Buccella frigida	*Planogypsina acervalis*	*Sphaeroidina bulloides*
Bulimina elongata	*Planorbulina mediterranensis*	*Spirillina vivipara*
Buliminella seminuda	*Polymorphina* sp.	*Spiroloculina depressa*
Cancris auriculus	*Pyrgo elongata*	*Spiroloculina excavata*
Cibicides refulgens	*Quinqueloculina annectens*	*Spiroloculina ornata*
Conorbella imperatoria	*Quinqueloculina bicarinata*	*Textularia agglutinans*
Conorbella patelliformis	*Quinqueloculina berthelotiana*	*Triloculina tricarinata*
Cornuspira involvens	*Quinqueloculina carinatastriata*	*Triloculina trigonula*
Cycloforina macerata	*Quinqueloculina irregularis*	*Vertebralina striata*
Cycloforina rugosa	*Quinqueloculina istriae*	ανώμαλα miliolids
Cymbaloporetta plana	*Quinqueloculina laevigata*	
Discorbia valvulinerioides	*Quinqueloculina lecalvezae*	

Πιν.7.13. Κατάλογος των τρηματοφόρων που προσδιορίστηκαν στον πυρήνα ιζήματος VG-3 (Βραυρώνα Αττικής).

Κυρίαρχο σε όλα τα δείγματα της συνάθροισης είναι το *A. tepida* που φτάνει περίπου έως και 70% και συνοδεύεται με μικρά ποσοστά από τα *A. beccarii* και *A. parkinsoniana*. Το είδος *H. germanica* γενικά αντιπροσωπεύει λιγότερο από το 5% της πανίδας των τρηματοφόρων, ενώ το *A. perlucida*, πρακτικά απουσιάζει (μέση τιμή 0.09%). Άλλα σημαντικά είδη όπως τα *Rosalina* spp. (κυρίως *R. bradyi* και *R. globularis*) και πολλά είδη *Elphidium* spp. (κυρίως *E. complanatum*, *E. crispum*, *E. advenum* και *E. translucens*) βρέθηκαν σε όλα τα δείγματα με υψηλά σχετικά ποσοστά. Με μικρά αλλά υπολογίσιμα ποσοστά βρέθηκαν και τα είδη *L. lobatula*, *A. planorbis, Bolivina-Brizalina* spp. και *B. frigida*. Τα miliolids βρέθηκαν με πολλούς αντιπροσώπους (*Adelosina*, *Affinetrina*, *Lachlanella*, *Masilina*, *Quinqueloculina*, *Cycloforina*, *Sigmoilinita*, *Sinuloculina*, *Siphonaperta*, *Spiroloculina*, *Triloculina*) και σε υψηλά ποσοστά (μέγιστη τιμή 39.3%), ενώ το είδος *P. pertusus* παρουσιάζει μικρά αλλά σημαντικά ποσοστά στην μικροπανίδα (μέγιστη τιμή 7.3%). Ο δείκτης ποικιλότητας Shannon-Wiener H' παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση λαμβάνοντας πολύ υψηλή μέγιστη τιμή (από 1.45 έως 3.30), ενώ ο δείκτης *A* λαμβάνει τιμές που δεν ξεπερνούν το 40. Αντίθετα, ο δείκτης AEI αντιπροσωπεύεται από υψηλά ποσοστά που κυμαίνονται από 56.07 έως 88.

Στα δείγματα του πυρήνα ιζήματος VG-3 εφαρμόστηκε η Q-mode ανάλυση ομαδοποίησης και κατασκευάστηκε το σχετικό δενδρόγραμμα. Η ανάλυση διαχώρισε δύο ομάδες που χαρακτηρίζονται από ομογενείς συναθροίσεις. Η Ομάδα I_V

περιλαμβάνει 22 δείγματα, σε βάθη 492-357 cm, ενώ η Ομάδα II_V συνιστάται από 33 δείγματα σε βάθη 347-50 cm (Σχ.7.17).

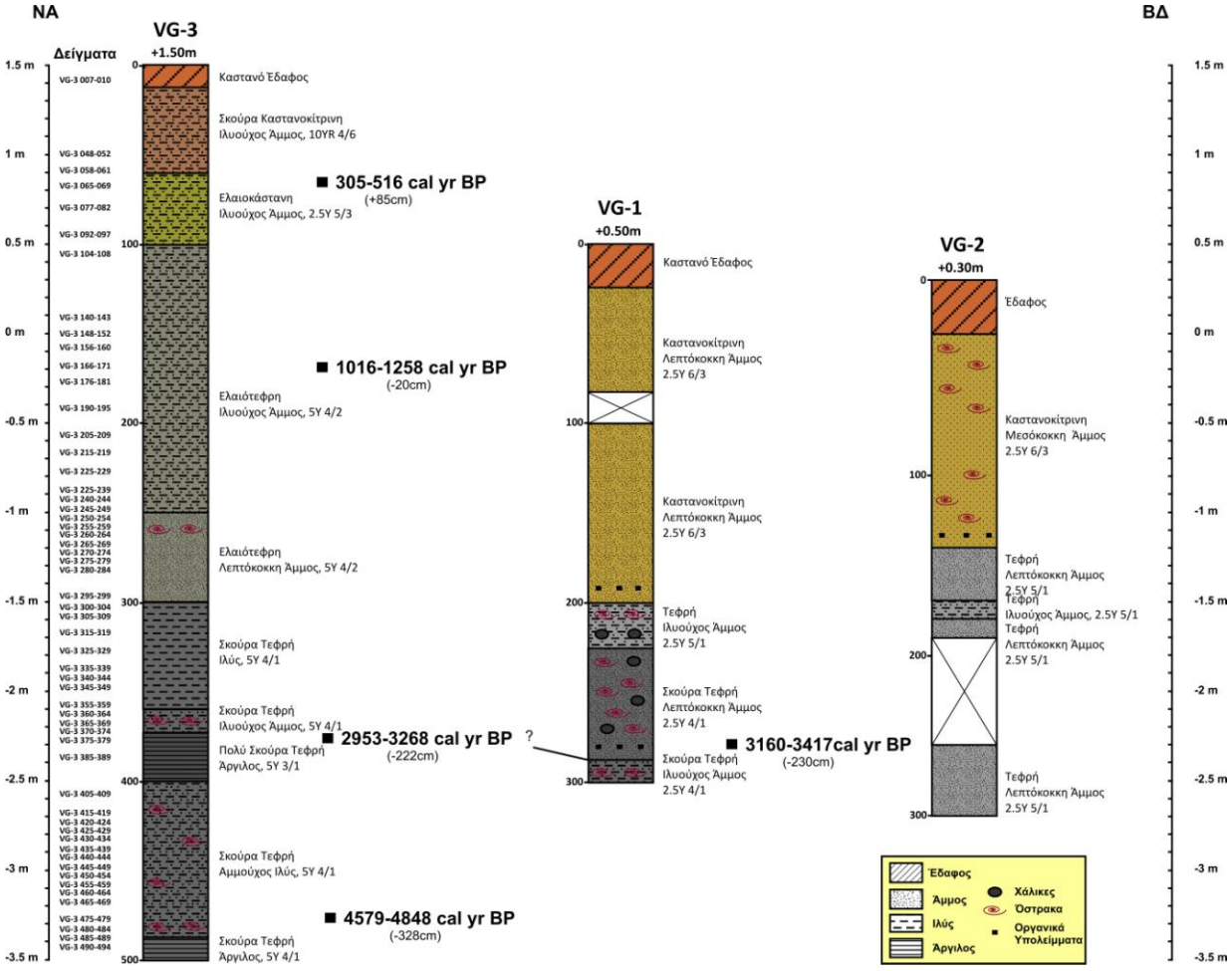
Στο κατώτερο μέρος του πυρήνα ιζήματος VG-3 ομαδοποιήθηκαν 22 δείγματα σε βάθος από 492 cm έως 357 cm, στην Ομάδα I_V (Σχ.7.17). Η πανίδα των τρηματοφόρων χαρακτηρίζεται κυρίως από την επικράτηση του ευρύαλου είδους *A. tepida* (41.3-69.7%). Τα miliolids συνιστούν περίπου το 3 με 33.3% του συνόλου της συνάθροισης και γενικά αντιπροσωπεύονται από πολλά είδη (π.χ., *Adelosina italica*, *Q. padana*, *T. tricarinata*, *T. trigonula*, *Sigmoilinita costata*, *Cycloforina rugosa*). Το γένος *Elphidium* αντιπροσωπεύεται με σχετικά μεγάλα ποσοστά (9.7-21.7%) και εμφανίζεται με πολλά είδη, όπως το *E. complanatum* που είναι και το αφθονότερο είδος του γένους αυτού, ακολουθούμενο από τα είδη *E. crispum* και *E. advenum*. Άλλα είδη όπως τα *Rosalina* spp. (κυρίως τα είδη *R. globularis* και *R. bradyi*), *Bolivina* spp., *Brizalina* spp., *H. germanica*, *A. beccarii*, *L. lobatula*, *A. planorbis* και *P. pertusus* βρίσκονται στα περισσότερα δείγματα, αλλά γενικά αντιπροσωπεύουν λιγότερο από το 5.5% της συνολικής μικροπανίδας των τρηματοφόρων (Πιν.7.14, Σχ.7.18). Ο δείκτης ποικιλότητας είναι γενικά υψηλός (H΄= 1.53-2.54) με μέση τιμή 2.18. Ο δείκτης *A* είναι επίσης σχετικά υψηλός και κυμαίνεται από 15.24 έως 35.56 με μέση τιμή 20.85, όπως και ο δείκτης AEI που παρουσιάζει διακύμανση από 69.63-85.83.

δείγματα	τιμές	*Ammonia beccarii* %	*Ammonia tepida* %	*Ammonia parkinsoniana* %	*Haynesina germanica* %	*Rosalina* spp. %	*Asterigerina planorbis* %	*Lobatula lobatula* %	miliolids %	*Elphidium* spp. %	*Peneroplis pertusus* %	*Bolivina-Brizalina* spp. %	δείκτης Επικράτησης D	δείκτης Shannon-Wiener H΄	σύνολο ατόμων	Πανιδική πυκνότητα αρ. ατ./gr	δείκτης *A*	δείκτης AEI	δείκτης FAI	δείκτης FMI
Ομάδα I_V	ελάχιστη	0	41.3	0	0	0.7	0	0	3	9.7	0	0.3	0.19	1.53	300	28	15.24	69.63	0	0
	μέγιστη	11.7	69.7	3	3	5.3	1.3	2	33.3	21.7	1	3.3	0.49	2.54	300	176.8	35.56	85.83	0.67	4.88
	μέση	1.5	52.1	1.2	1.7	2.6	0.4	0.8	19.7	14.9	0.1	1.5	0.29	2.18	300	81.35	20.85	78.41	0.08	0.57
Ομάδα II_V	ελάχιστη	0	13.1	0	0	3	0	1.3	0	5	0	0	0.05	1.45	300	66.2	0	56.07	0	0
	μέγιστη	8	69	5.7	4.7	23	5.3	7.7	39.3	23.3	7.3	8.3	0.48	3.3	300	390.2	26.36	88	4.3	11.76
	μέση	2.2	49.7	0.7	1.7	9.4	1.4	4.1	9.8	15.2	1	2.1	0.29	2.06	300	158.4	8.70	76.58	0.31	1.41

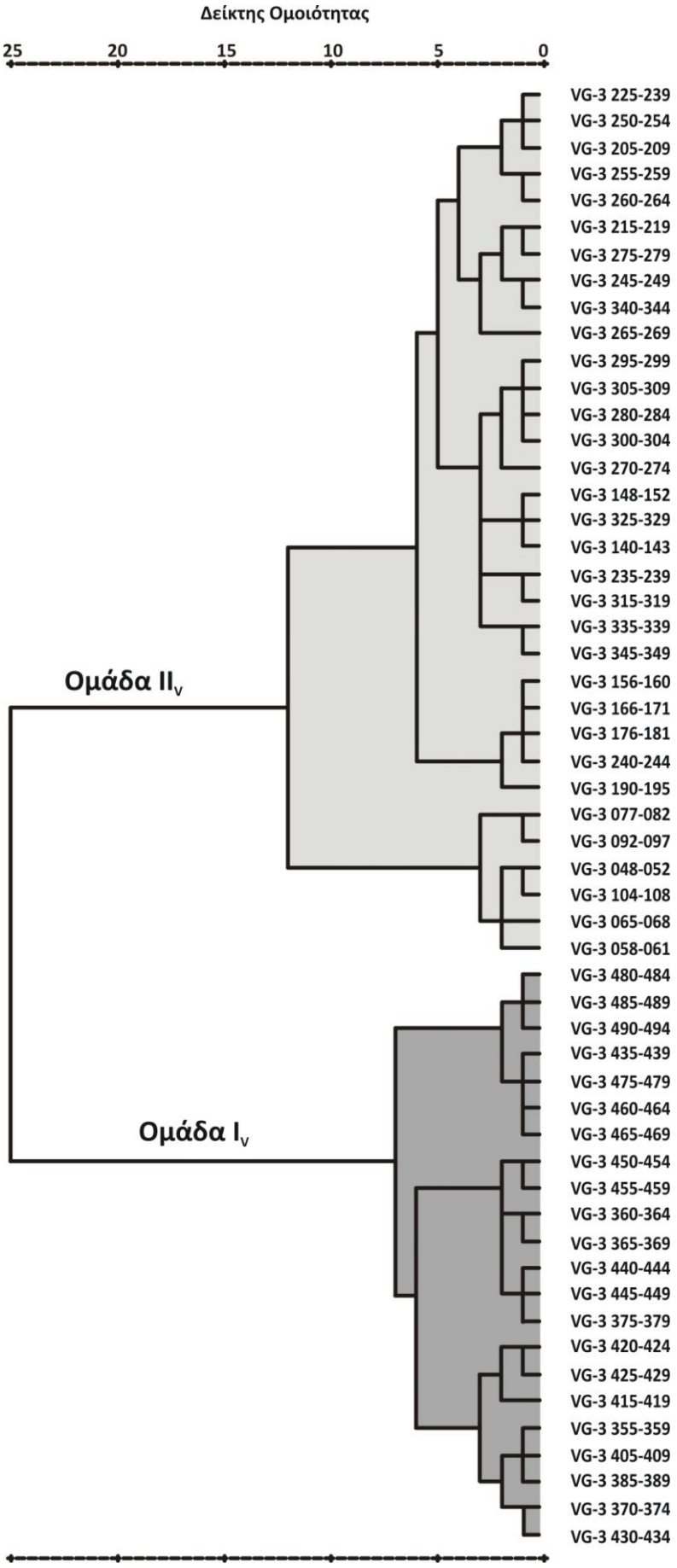
Πιν.7.14. Σχετικές συγκεντρώσεις των κυριότερων ειδών των δειγμάτων και παράμετροι συγκεντρώσεων του πυρήνα ιζήματος VG-3.

Στο ανώτερο τμήμα του πυρήνα ιζήματος, σε βάθος από 347 cm έως 50 cm, η Ομάδα II_V συνιστάται από 33 δείγματα (Σχ.7.17). Το είδος που δεσπόζει είναι το *A. tepida* (13.09-69%). Ωστόσο σε αφθονία βρίσκεται και το *Elphidium* spp. που κυμαίνεται από 5 έως 23.3% της συνολικής συνάθροισης. Στο κεντρικό τμήμα του πυρήνα (ανώτερα του βάθους των ~350 cm), τα miliolids παρουσιάζουν μείωση αντιστρόφως ανάλογα με τα μικρά rotaliids, που κυρίως αντιπροσωπεύονται από τα είδη *L. lobatula* και *Rosalina* spp. Το είδος *A. beccarii* συναντάται κυρίως στα δείγματα βάθους από 300 cm έως 240 cm (μέγιστη σχετική συχνότητα 8%, 267 cm βάθος, Σχ.7.18), ενώ τα *Bolivina-Brizalina* spp. παρουσιάζουν μια απότομη αύξηση σε βάθη από 200 cm έως 100 cm (μέγιστη τιμή 8.3%, 158 cm βάθος). Αντίθετα το είδος *H. germanica* παραμένει σε παρόμοια ποσοστά σε όλο το μήκος της ακολουθίας του πυρήνα. Τα miliolids αυξάνονται (αγγίζοντας τιμές ~40%) από βάθος -140 cm και μέχρι την κορυφή του πυρήνα, ακολουθούμενα από τα *A. planorbis* (μέγιστη τιμή 5.3%, 59.5 cm βάθος) και *P. pertusus* (7.4%, 79.5 cm βάθος). Ο δείκτης ποικιλότητας είναι υψηλός (H΄= 1.45-3.30)

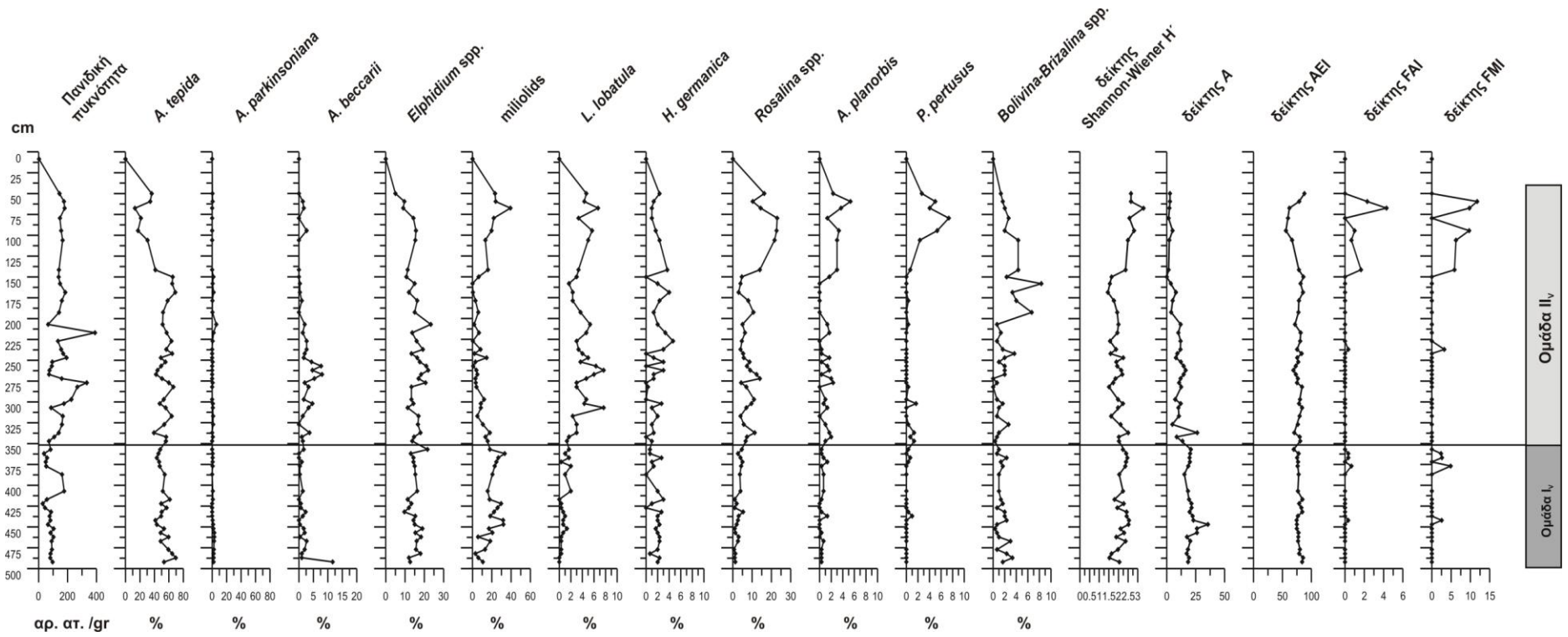
με μέση τιμή 2.06, ενώ ο δείκτης *A* κυμαίνεται από 0 έως 26.36 με μέση τιμή 8.70. Ο δείκτης AEI λαμβάνει τιμές από 56.07 έως 88, με μέση τιμή 76.58 (Πιν.7.14).



Σx.7.16. Λιθολογία και χρονολογήσεις των πυρήνων ιζήματος της Βραυρώνας Αττικής VG-1, VG-2 και VG-3.



Σχ.7.17. Δενδρόγραμμα ταξινόμησης των δειγμάτων του πυρήνα ιζήματος της Βραυρώνας Αττικής VG-3, όπως αυτό προέκυψε από την Q-mode ανάλυση ομαδοποίησης (μέθοδος Ward, Euclidean απόσταση ως δείκτης ομοιότητας).



Σχ.7.18. Πανιδική πυκνότητα των βενθονικών τρηματοφόρων, σχετική αφθονία (%) των επικρατέστερων ειδών, δείκτης ποικιλότητας Shannon-Wiener H΄, δείκτης *A*, AEI, FAI και FMI για κάθε ομάδα (I_V και II_V) του πυρήνα ιζήματος VG-3 (Βραυρώνα Αττικής).

7.2. Η δομή της πανίδας των Ολοκαινικών βενθονικών τρηματοφόρων

Η εξέλιξη της πανίδας των βενθονικών τρηματοφόρων τα τελευταία 7500 χρόνια στην περιοχή του Αιγαίου καθορίστηκε από την R-mode ανάλυση ομαδοποίησης, η οποία είναι σε συμφωνία με τα δενδρογράμματα όπως αυτά προέκυψαν από την Q-mode ανάλυση ομαδοποίησης. Μελετώντας τα δεδομένα αυτά, σε συνάρτηση με τις ηλικίες που προέκυψαν από τις ραδιοχρονολογήσεις για την κάθε περιοχή, προέκυψε η παλαιοπεριβαλλοντική αναπαράσταση και των τριών υπό μελέτη περιοχών.

Η R-mode ανάλυση ομαδοποίησης η οποία εφαρμόστηκε στις συναθροίσεις των τρηματοφόρων από όλους τους πυρήνες ιζήματος διαχώρισε δύο κύριες ομάδες (Σχ.7.19). Η Ομάδα Α αντιπροσωπεύεται από τα είδη *A. tepida* και *H. germanica*. Γενικά τα είδη αυτής της ομάδας παρουσιάζουν υψηλές συχνότητες σε όλους τους πυρήνες. Συγκεκριμένα λαμβάνουν ποσοστά 88% και 80%, μέση τιμή του συνόλου της πανίδας των βενθονικών τρηματοφόρων, στον πυρήνα KIT-1 και LAF-8 αντίστοιχα, και εμφανίζονται με κάπως μικρότερες τιμές (52% μέση τιμή) στον πυρήνα VG-3. Η Ομάδα Β περιλαμβάνει τα είδη *A. perlucida*, miliolids, *Elphidium* spp., *Rosalina* spp., *A. beccarii*, *A. parkinsoniana*, *L. lobatula*, *A. planorbis*, *P. pertusus* και *Bolivina-Brizalina* spp. Τα είδη των τρηματοφόρων αυτής της ομάδας παρουσιάζουν μέσες τιμές 12%, 20% και 44% στους πυρήνες KIT-1, LAF-8 και VG-3 αντίστοιχα.

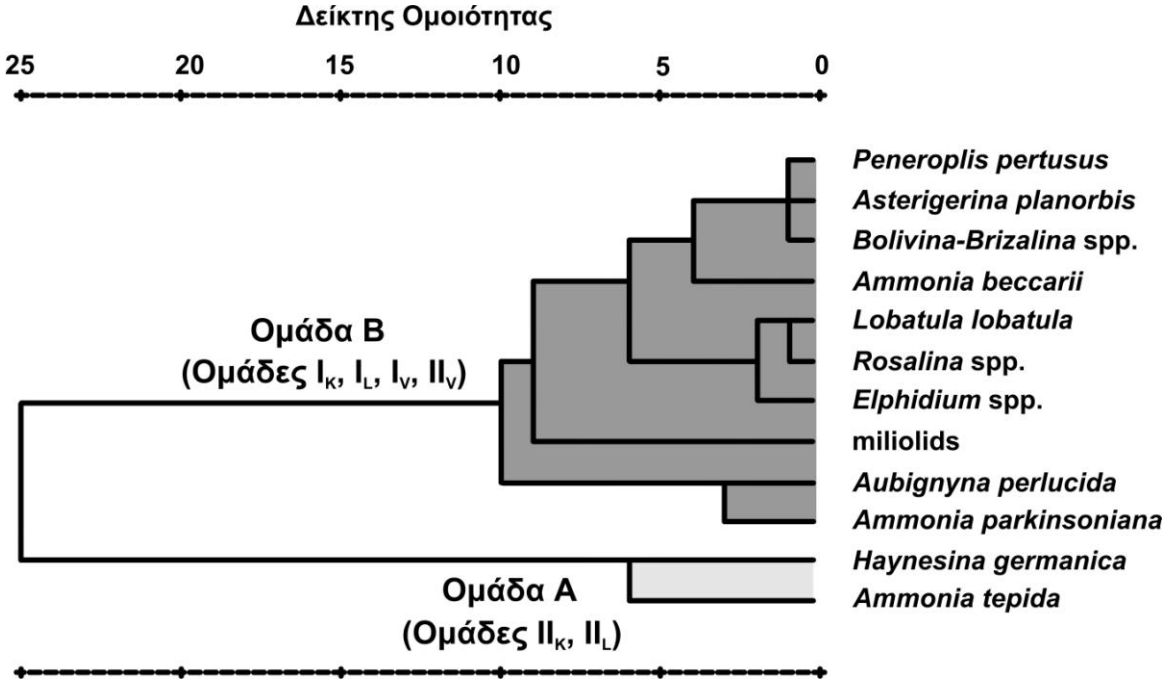
α. Ομάδα Α (συνάθροιση κλειστής λιμνοθάλασσας)

Η Ομάδα Α αποτελείται μόνο από τα είδη *A. tepida* και *H. germanica* (Σχ.7.19). Το είδος *A. tepida*, το οποίο επικρατεί στην Ομάδα Α, αποτελεί ένα ευκαιριακό είδος, το οποίο αναπτύσσεται σε μεγάλο εύρος αλμυρότητας και θερμοκρασίας, όπως σε περιβάλλοντα παράκτια, ρηχά θαλάσσια, λιμνοθαλάσσια και δελταϊκών ζωνών (Jorissen, 1988; Almogi-Labin et al., 1992; Coccioni, 2000; Melis & Violanti, 2006; Frontalini et al., 2009), με εμφανή διαφοροποίηση στο μέγεθος του κελύφους και στη μορφολογία (π.χ., Murray, 2007; Debenay et al., 1996, 2001; Carboni et al., 2002; Melis & Violanti, 2006). Οι βιομετρικές μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε κελύφη του είδους *Ammonia* στη σύγχρονη λιμνοθάλασσα της Λαφρούδας (Θράκη) έδωσαν ευκρινώς χαμηλές τιμές του δείκτη *A* που αντιστοιχούν σε σαφώς μικρές τιμές στο μέγεθος των κελυφών στις συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες. Τα αποτελέσματα αυτά συνάδουν με παρόμοιες οικολογικές παρατηρήσεις από διάφορες περιοχές εκτός του Αιγαίου. Συγκεκριμένα, σε μια σειρά εργασιών (π.χ., Murray, 1991; Alve & Murray, 1994; Debenay et al., 1996; Van Der Zwaan, 2000; Melis & Violanti, 2006; Frontalini et al., 2009) παρατηρήθηκε ότι τα τρηματοφόρα συναθροίσεων γλυκών υδάτων και δελταϊκών ζωνών, κατασκευάζουν μικρότερα κελύφη με λεπτό τοίχωμα, σε συνθήκες χαμηλής αλμυρότητας και pH. Παρόμοιες παρατηρήσεις έχουν επίσης αναφερθεί σε υψηλής περιβαλλοντικής πίεσης περιοχές της Μεσογείου (Carboni et al., 2002; Ferraro et al., 2006).

Το είδος *H. germanica*, το οποίο είναι ανεκτικό σε ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες (Alve & Murray, 1994; Debenay & Guillou, 2002; Goiran et al., 2011), αποτελεί τον δεύτερο παράγοντα της Ομάδας Α. Η ταυτόχρονη επικράτηση των ειδών *A. tepida* και *H. germanica* συμφωνεί με την ανεκτικότητα του είδους σε μειούμενη επίδραση του θαλάσσιου ύδατος που έχει παρατηρηθεί για την *A. tepida*, και επιβεβαιώνει το ότι και τα δύο είδη μπορούν να επιβιώσουν σε περιορισμένες, υφάλμυρες συνθήκες (Debenay et al., 2005). Η συνάθροιση αυτή χαρακτηρίζει μεσόαλες έως ολιγόαλες βιοφάσεις σε σύγχρονες κλειστές λιμνοθάλασσες (π.χ., Λαφρούδα Θράκης, Πιν.7.5) του Αιγαίου. Κατόπιν του υπολογισμού του δείκτη AEI σε αυτές τις συναθροίσεις βρέθηκαν τιμές πολύ υψηλές για τις συναθροίσεις της Ομάδας Α. Το αποτέλεσμα αυτό συμφωνεί απόλυτα με τις συνθήκες κλειστής λιμνοθάλασσας, όπου η αλμυρότητα λαμβάνει χαμηλές τιμές και αποτελεί ένα οικοσύστημα υπό φυσικοχημική περιβαλλοντική πίεση (de Nooijer, 2007).

Παρόμοιες συναθροίσεις έχουν περιγραφεί στη λιμνοθάλασσα της Βενετίας (Serandrei Barbero et al., 1997; Coccioni et al., 2009), σε διάφορες παράκτιες περιοχές του Αιγαίου αντιπροσωπεύοντας μεσο-ολιγόαλες συνθήκες (π.χ., Triantaphyllou et al., 2003; Evelpidou et al., 2010) και καθορίζουν περιβάλλον ενδότερης λιμνοθάλασσας (συνάθροιση F1; Carboni et al., 2009, 2010).

Η παρούσα μελέτη επισημαίνει την αυξημένη παρουσία των μικρών κελυφών του είδους *Ammonia* (χαμηλές τιμές του δείκτη *A*) και τις πολύ υψηλές τιμές του δείκτη AEI, σε συσχέτιση με τα είδη *A. tepida* και *H. germanica* τόσο σε σύγχρονες (Κεφάλαιο 6), όσο και σε Ολοκαινικές συναθροίσεις (Σχ.7.3, Σχ.7.5). Τα δείγματα που περιέχουν τη συσχέτιση αυτών των ειδών ομαδοποιήθηκαν στην Ομάδα IIκ και Ομάδα II_L, τα ανώτερα μέρη της ακολουθίας των πυρήνων ιζημάτων των Αλυκών Κίτρους και της Λαφρούδας Θράκης αντίστοιχα. Έτσι, το ανώτερο μέρος των ακολουθιών των πυρήνων των Αλυκών Κίτρους και της Λαφρούδας Θράκης αντιστοιχούν σε ένα περιβάλλον χαμηλής ενέργειας κλειστής λιμνοθάλασσας κατά τη διάρκεια του Μέσο-Άνω Ολοκαίνου.



Σχ.7.19. Ανάλυση ομαδοποίησης (μέθοδος Ward, Euclidean απόσταση ως δείκτης ομοιότητας) βασισμένη στις απόλυτες τιμές των κυριότερων ειδών βενθονικών τρηματοφόρων που λαμβάνουν μέρος στις συναθροίσεις των πυρήνων ιζήματος.

β. Ομάδα Β (συνάθροιση ανοιχτής λιμνοθάλασσας)

Η Ομάδα Β αποτελείται από μια σημαντική ποικιλία ειδών όπου επικρατούν τα *A. perlucida*, miliolids, *Elphidium* spp., *A. beccarii*, *A. parkinsoniana*, και συνοδεύονται από τα *P. pertusus*, *Bolivina-Brizalina* spp. και άλλα μικρά επιφυτικά rotaliids (*Rosalina* spp., *L. lobatula*, *A. planorbis*).

Το είδος *A. perlucida* είναι τυπικό στις συναθροίσεις περιβαλλόντων δελταϊκών ζωνών και ρηχής θάλασσας (Murray et al., 2000; Carboni et al., 2010; Evelpidou et al., 2010), καθώς τα miliolids καταλαμβάνουν την υποπαραλιακή και ανώτερη περιπαράλια ζώνη (Sgarrella & Moncharmont Zei, 1993; Moulfi-El-Houari et al., 1999). Η σημαντική παρουσία των ειδών *A. perlucida* και *Ammonia* spp. σε συνδυασμό με τη συνεχή παρουσία του *Elphidium* spp. στις υπό μελέτη περιοχές, υποδηλώνει αντοχή σε συνθήκες χαμηλότερης αλμυρότητας, είτε σε διακυμάνσεις αυτής (Triantaphyllou et al., 2003, 2010; Melis & Violanti, 2006; Ruiz et al., 2006; Pavlopoulos et al., 2007, 2010). Επίσης, οι παρατηρούμενες σχετικά υψηλές τιμές του δείκτη *A* σε συνδυασμό με την έντονη παρουσία των miliolids και των μικρών rotaliids υποστηρίζει μια συνεχή

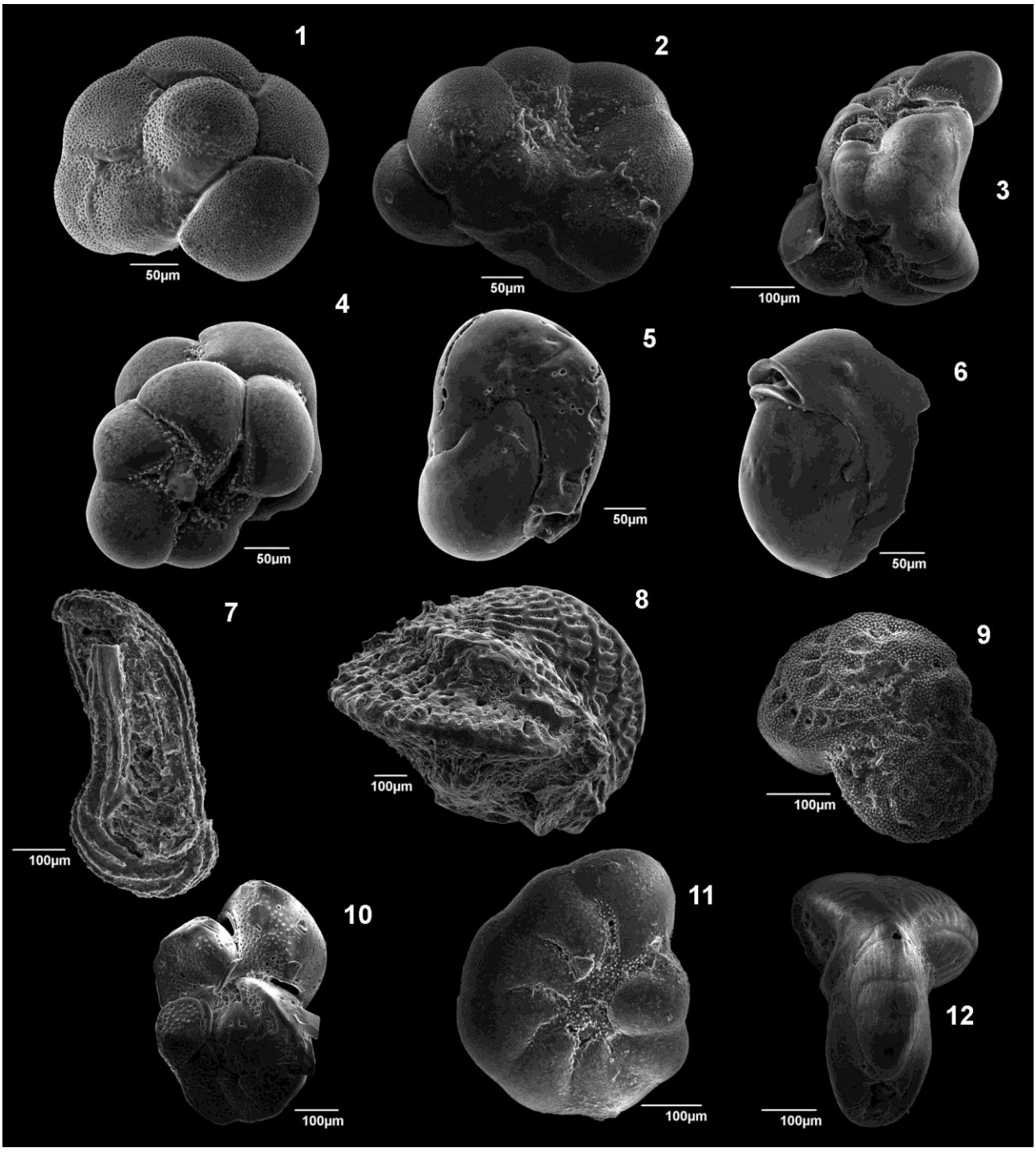
θαλάσσια επίδραση στα παλαιοπεριβάλλοντα. Βέβαια ο δείκτης AEI παρουσιάζει υψηλές τιμές οι οποίες υποδηλώνουν ότι το οικοσύστημα δεν υπήρξε ποτέ σταθερό αλλά επηρεαζόταν από τις ποικιλομορφίες του εκάστοτε περιβάλλοντος, όπως συμβαίνει και στα σύγχρονα περιβάλλοντα των περιοχών μελέτης. Συγκριτικά, ο συγκεκριμένος τύπος συνάθροισης είναι συγκρίσιμος με το σύγχρονο οικοσύστημα της Βραυρώνας (Πιν.6.11, Πιν.6.14) και επισημαίνει συνεχή εισροή γλυκών υδάτων σε ένα περιβάλλον ανοιχτής λιμνοθάλασσας/ρηχής θάλασσας.
Παρόμοιες Ολοκαινικές συναθροίσεις τρηματοφόρων έχουν χαρακτηριστεί ως περιβάλλοντα εξωτερικής λιμνοθάλασσας (συνάθροιση F2, Carboni et al., 2010).

Τα δείγματα που περιέχουν τις συναθροίσεις αυτές ομαδοποιήθηκαν ως εξής: Ομάδα I_K, Ομάδα I_L, Ομάδα I_V-II_V, δηλαδή στα κατώτερα μέρη των ακολουθιών KIT-1 και LAF-8 και σε όλη την ακολουθία του πυρήνα VG-3. Έτσι, τα κατώτερα μέρη των ακολουθιών των Αλυκών Κίτρους και της Λαφρούδας Θράκης ορίζουν συνθήκες ανοιχτής λιμνοθάλασσας, τουλάχιστον για το Κάτω-Μέσο Ολόκαινο. Ο πυρήνας ιζήματος της Βραυρώνας Αττικής φαίνεται πως αντιπροσωπεύει συνεχές περιβάλλον ανοιχτής λιμνοθάλασσας/ρηχής θάλασσας.

7.2.1. Μορφολογικές διαφοροποιήσεις που βρέθηκαν στα τρηματοφόρα των πυρήνων ιζήματος

Οι μορφολογικές διαφοροποιήσεις των κελυφών των βενθονικών τρηματοφόρων έχουν παρατηρηθεί σε περιοχές που παρουσιάζουν υψηλή περιβαλλοντική πίεση (stress), η οποία είναι αποτέλεσμα ανθρωπογενούς ρύπανσης και/ή φυσικών αιτιών (Coccioni, 2000; Geslin et al., 2000, 2002; Stouff et al., 1999b) Οι ανωμαλίες έχουν καταγραφεί σε ένα εύρος σύγχρονων περιβαλλόντων της Μεσογείου με περιβαλλοντική πίεση και φαίνεται πως αυξάνονται σε ιδιαίτερα ρυπασμένες περιοχές, εξαιτίας υψηλών συγκεντρώσεων βαρέων μετάλλων ή οργανικών συγκεντρώσεων (π.χ., Alve, 1991; Coccioni et al., 1997; Yanko et al., 1994, 1998; Samir, 2000; Samir & El-Din, 2001; Burone, 2002; Meriç et al., 2004; Triantaphyllou et al., 2005; Romano et al., 2008; Debenay et al., 2009). Ωστόσο, οι Geslin et al. (2002) κατέγραψαν πως οι μορφολογικές διαφοροποιήσεις των κελυφών δεν οφείλονται αποκλειστικά στη ρύπανση, αλλά και σε πλήθος άλλων διαδικασιών, όπως οι αλλαγές της αλμυρότητας (π.χ., Almogi-Labin et al., 1992; Geslin et al., 2002) ή η περιοδική ανοξικότητα του περιβάλλοντος (Stouff et al., 1998, 1999b; Le Cadre et al., 2003). Όπως υποστηρίζουν οι Boltovskoy et al. (1991) και Alve (1995), οι ανωμαλίες ίσως είναι το αποτέλεσμα πολλαπλών επιδράσεων και θα ήταν πολύ δύσκολο να απομονωθεί κάθε παράγοντας πρόκλησης. Επιπρόσθετα, οι Alve (1991) και Stouff et al., (1999b) έχουν καταγράψει μικρά ποσοστά τέτοιων τύπων κελυφών (<1%) σε υγιείς πληθυσμούς. Συνεπώς, ένα μικρό ποσοστό ανωμαλιών ίσως να μη θεωρείται ως δείκτης διαταραγμένων περιβαλλοντικών συνθηκών. Αναφορές ανώμαλων κελυφών από γεωλογικά δείγματα είναι σποραδικές (π.χ., Amicis, 1895; Nguyen, 1980; Cann & De Deckker, 1981; Caralp, 1989; Alday et al., 2006; Ballent & Carignano, 2008; Luciani et al., 2010), συσχετίζοντάς τα με ραγδαίες και έντονες περιβαλλοντικές αλλαγές.

Στην περιοχή των Αλυκών Κίτρους βρέθηκαν λίγα δείγματα με μικρές αναλογίες ανώμαλων ατόμων επιδεικνύοντας μια ελαφρά αύξηση (έως 5%) σε βάθος από 600 cm έως 540 cm (περίπου 6500 χρόνια cal BP, Σχ.7.3). Αντίστοιχα, στην περιοχή της Βραυρώνας Αττικής η αναλογία των τρηματοφόρων με ανωμαλίες λαμβάνει χώρα κυρίως σε βάθος από 143 cm έως 58 cm (περίπου από 1730 έως 950 χρόνια cal BP, Σχ.7.18), αντιπροσωπεύοντας σταθερά λιγότερο από 5% της συνάθροισης.
Οι μορφολογικές ανωμαλίες στα δείγματα που μελετήθηκαν παρουσίασαν πολλούς διαφορετικούς τύπους όπως σιαμαία δίδυμα, ανώμαλη διάταξη των θαλάμων, υπεραναπτυγμένους ή εξέχοντες θαλάμους και παρουσία πολλαπλών στοματικών ανοιγμάτων, που μας επιτρέπουν να τα χαρακτηρίσουμε ως δύσμορφα κελύφη (Stouff et al., 1999a; Geslin et al., 2002; Κουκουσιούρα, 2005).



Εικ.7.1. Άτομα των πυρήνων ιζήματος ΚΙΤ-1 και VG-3, τα οποία φέρουν μορφολογικές διαφοροποιήσεις. **1.** *Ammonia tepida*, υπεραναπτυγμένος θάλαμος, ΚΙΤ-1 265-270, **2.** *Ammonia tepida*, σιαμαία-δίδυμα, ΚΙΤ-1 353-356, **3.** *Ammonia tepida*, σιαμαία-δίδυμα, ΚΙΤ-1 540-545, **4.** *Ammonia tepida*, σιαμαία-δίδυμα, VG-3 375-379, **5.** *Miliolinella subrotunda*, εξέχων θάλαμος, VG-3 65-68, **6.** *Miliolinella subrotunda*, εξέχων θάλαμος, VG-3 65-68, **7.** *Sigmoilinita grata*, στρεβλωμένη διάταξη θαλάμων, VG-3 440-444, **8.** *Elphidium crispum*, σιαμαία-δίδυμα, VG-3 235-239, **9.** *Elphidium complanatum*, σιαμαία-δίδυμα, VG-3 104-108, **10.** *Lobatula lobatula*, πολλαπλά στοματικά ανοίγματα, VG-3 375-379, **11.** *Haynesina germanica*, υπεραναπτυγμένος θάλαμος, VG-3 58-61, **12.** *Peneroplis pertusus*, σιαμαία-δίδυμα, VG-3 92-97.

Τα περισσότερα από τα δύσμορφα κελύφη στις παρούσες συναθροίσεις εμφανίζουν σιαμαίες-δίδυμες μορφές και ανήκουν στο κυρίαρχο είδος *A. tepida* (Εικ.7.1), του οποίου οι διαφοροποιήσεις στο μέγεθος του κελύφους και στη μορφολογία είναι συχνές στα περιβάλλοντα υπό πίεση (π.χ., Murray, 2007; Debenay et al., 1996, 2001; Carboni et al., 2002; Melis & Violanti, 2006), και κυρίως παρουσιάζει σιαμαία δίδυμα (Stouff, 1998; Geslin et al., 2002). Το stress εξαιτίας της αλμυρότητας μπορεί γενικά να προκαλέσει σημαντικές διαταράξεις κατά τη διαδικασία της οντογένεσης. Κατά τους Stouff et al. (1999a), η υψηλή αλμυρότητα και/ή διακυμάνσεις στην αλμυρότητα ίσως μειώνουν την διασπορά των ανήλικων ατόμων, και την ένωση των κελυφών τους με αποτέλεσμα την ανάπτυξη διπλών ή πολλαπλών κελυφών με σύνθετες ανώμαλες μορφές. Πράγματι, το επίπεδο στο οποίο βρίσκονται οι ανώμαλες μορφές στον πυρήνα ιζήματος των Αλυκών Κίτρους χαρακτηρίζεται από έντονες διακυμάνσεις των συγκεντρώσεων των miliolids, rotaliids, *Elphidium* spp. και *A. tepida* (Σχ.7.3). Αντίστοιχα, η ακολουθία της Βραυρώνας χαρακτηρίζεται από σημαντική μεταβολή των ειδών *A. tepida* και *Elphidium* spp., που οδηγεί στην υπερίσχυση των miliolids (Σχ.7.18). Και στις δύο περιπτώσεις το επίπεδο στο οποίο βρίσκονται οι ανώμαλες μορφές χαρακτηρίζεται από σημαντική μεταβολή της πανίδας που οφείλεται στις διακυμάνσεις της αλμυρότητας (Almogi-Labin, 1982; Badawi et al., 2005; Triantaphyllou et al., 2010b). Ραγδαίες και έντονες μεταβολές της αλμυρότητας φαίνεται να είναι υπεύθυνες για τις πανίδες τρηματοφόρων που φέρουν μορφολογικές διαφοροποιήσεις (Dimiza et al., 2012). Οι περισσότερες μελέτες που αφορούν μορφολογικές ανωμαλίες στα τρηματοφόρα έχουν πραγματοποιηθεί σε σύγχρονα περιβάλλοντα όπου την κύρια επιρροή αποτελεί η ανθρωπογενής δραστηριότητα. Στην παρούσα διατριβή τα δεδομένα των Ολοκαινικών αρχείων αποτελούν χαρακτηριστικό παράδειγμα συσχετισμού της παρουσίας τους με φυσικές περιβαλλοντικές αλλαγές.

7.3. Νότιος Ευβοϊκός κόλπος

7.3.1. Πυρήνας ιζήματος ΔΕΗ-6

Ο βαθύτερου περιβάλλοντος πυρήνας ιζήματος προέκυψε από γεώτρηση που πραγματοποιήθηκε στη θαλάσσια περιοχή του νότιου Ευβοϊκού. Στη συνέχεια ο πυρήνας ΔΕΗ-6 μελετήθηκε μικροπαλαιοντολογικά, με στόχο την απεικόνιση της ακολουθίας των ιζημάτων και την πανιδική τους σύσταση, έτσι ώστε να επιτευχθεί η όποια αντιπαράθεση και διαφοροποίηση από τις συγκεντρώσεις ρηχότερων παράκτιων οικοσυστημάτων.

Ο πυρήνας ΔΕΗ-6 (μήκος 196 cm), προέρχεται από τη θαλάσσια περιοχή του νότιου Ευβοϊκού σε βάθος 73.5 m, από τον οποίο μελετήθηκαν μικροπαλαιοντολογικά τα ανώτερα 100 cm (Πίν.4.7, Σχ.4.5).

Η ακολουθία των ιζημάτων σε όλο το μήκος του πυρήνα συνίσταται από πολύ σκούρες και πιο ανοιχτόχρωμες ελαιότεφρες και ελαιόχρωμες ιλύες και αργίλους που περιέχουν μαλάκια. Η αναλυτική παρουσίαση του πυρήνα παρατίθεται στο Σχ.7.20.

Τα βενθονικά τρηματοφόρα του πυρήνα ιζήματος ΔΕΗ6 (ανώτερα 100 cm), είναι σε αφθονία και καλή κατάσταση διατήρησης. Κατά τη μελέτη των 15 δειγμάτων που επιλέχθηκαν για την περαιτέρω μικροπαλαιοντολογική ανάλυση, προσδιορίστηκαν 78 είδη, που ανήκουν σε 46 γένη (Παράρτημα 16, Πιν.7.16). Ακόμη, στα μελετηθέντα δείγματα, βρέθηκαν οστρακώδη αλλά και κάποια πλαγκτονικά τρηματοφόρα, θραύσματα δίθυρων και γαστεροπόδων και βελόνες αχινών.

Στα δείγματα του πυρήνα ιζήματος ΔΕΗ-6 παρατηρείται η συνεχής παρουσία του είδους *A. beccarii* (μέγιστη τιμή 12.3%) και πρακτικά η απουσία του *A. tepida*. Ακόμη, τα δείγματα αυτά χαρακτηρίζονται από τη συνεχή και υψηλή συμμετοχή των ειδών των μικρών επιφυτικών rotaliids, που αντιπροσωπεύονται κυρίως από τα είδη *Rosalina* spp. (μέγιστη τιμή 10.4%), *A. planorbis* (μέγιστη τιμή 6.7%) και *L. lobatula* (μέγιστη τιμή 7.3%).

δείγματα	*Ammonia beccarii* %	*Elphidium* spp. %	*Asterigerina Planorbis* %	*Rosalina* spp. %	*Lobatula lobatula* %	*Valvulineria bradyana* %	*Melonis pompiliolides* %	*Bulimina elongata* %	*Bolivina-Brizalina* spp. %	miliolids %	agglutinants %	Πανιδική πυκνότητα αρ.ατ./gr	δείκτης Επικράτηση D	δείκτης Shannon-Wiener H'	δείκτης *A*	δείκτης AEI
ΔΕΗ6 0-4	7.1	21.9	0	1.6	4.4	7.7	6.6	6	3.3	21.4	2.2	551	0.06	3.11	61.54	24.53
ΔΕΗ6 4-8	8.6	30.1	3.2	1.1	3.8	6.5	5.4	5.4	3.2	18.8	2.7	809.1	0.06	3.15	62.5	22.22
ΔΕΗ6 11-14	8.2	25.3	0	1.5	1.5	5.7	9.8	7.7	1	19.6	8.2	270.6	0.06	3.06	50	24.62
ΔΕΗ6 17-20	8.7	23.1	0	1.4	1.4	6.7	13.9	5.3	0.9	20.7	7.2	146.6	0.07	3.02	44.44	27.27
ΔΕΗ6 26-29	4.2	26.3	2.3	2.8	2.8	3.3	5.2	2.8	5.2	20.7	7.5	208.7	0.05	3.29	66.67	13.85
ΔΕΗ6 29-32	12.3	27.6	2.2	1.3	2.6	3.5	4.8	4.8	2.2	19.7	5.3	177.1	0.06	3.29	32.14	30.8
ΔΕΗ6 38-41	10.4	23.9	0.5	0.9	1.4	1.8	9	3.6	0.5	25.8	4.1	48.2	0.06	3.23	53.33	36.14
ΔΕΗ6 47-50	7.4	24.7	2.1	4.7	2.6	1.6	2.6	7.4	3.2	21.6	11.1	875.4	0.06	3.15	42.86	22.95
ΔΕΗ6 53-56	5.1	25.6	1.6	3.5	6.3	2.8	3.1	7.9	5.1	18.9	7.1	240.3	0.06	3.23	30.77	16.67
ΔΕΗ6 59-62	4.8	29.8	0	1.5	6.8	8.3	3.9	3,4	2.4	20.9	8.8	106.8	0.07	3.14	60	14.08
ΔΕΗ6 65-68	5.9	19.2	1.5	3.9	6.9	3.4	0.9	4.9	2.5	26.1	7.4	808.8	0.06	3.27	58.33	23.53
ΔΕΗ6 74-77	3.7	22.2	7.4	1.9	4.2	1.9	0	5.1	4.6	27.8	6	489	0.06	3.20	37.5	14.29
ΔΕΗ6 80-84	6.7	25.7	1.7	7.3	7.3	0	0	3.4	3.9	25.7	5	330.8	0.08	3.02	16.67	20.69
ΔΕΗ6 90-93	6.6	16.2	5.6	5.6	2.5	0	0	7.6	5.1	37.4	4	225.6	0.05	3.14	15.38	28.89
ΔΕΗ6 96-100	4.1	6.7	6.7	10.4	2.1	0	0	2.6	6.7	36.3	2.6	1306.6	0.05	3.31	0	38.09

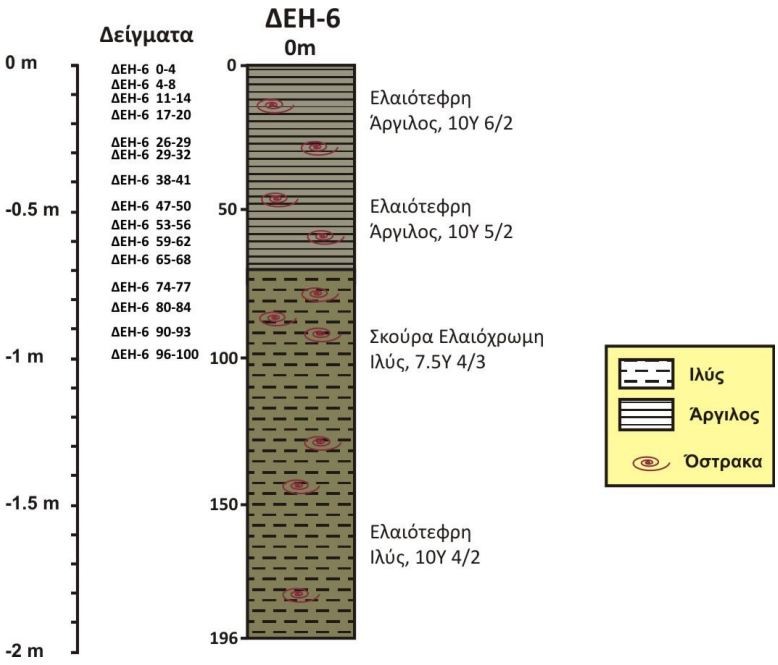
Πιν.7.15. Σχετικές συγκεντρώσεις των κυριότερων ειδών των δειγμάτων και παράμετροι συγκεντρώσεων του πυρήνα ιζήματος ΔΕΗ-6.

Abditodendrix rhomboidalis	*Discorbis williamsoni*	*Quinqueloculina jugosa*
Adelosina italica	*Elphidium complanatum*	*Quinqueloculina laevigata*
Adelosina longinostra	*Elphidium crispum*	*Quinqueloculina padana*
Adelosina mediterranensis	*Elphidium excavatum* forma *clavata*	*Quinqueloculina parvula*
Adelosina sp.1	*Elphidium macellum*	*Quinqueloculina seminulum*
Adelosina sp.3	*Elphidium translucens*	*Quinqueloculina stelligera*
Ammonia beccarii	*Eponides repandus* var. *concamerata*	*Quinqueloculina triangularis*
Ammonia tepida	*Fursenkoina acuta*	*Quinqueloculina trigonula*
Amphicoryna scalaris	*Globocassidulina subglubosa*	*Rectuvigerina phlegeri*
Asterigerina planorbis	*Lachlanella reticulata*	*Reusella spinulosa*
Asterigerinata mamilla	*Lagena striata*	*Rosalina bradyi*
Biloculinella globula	*Lobatula lobatula*	*Rosalina floridensis*
Biloculinella labiata	*Melonis pompilioides*	*Rosalina globularis*
Bolivina subspinesens	*Miliolinella subrotunda*	*Sigmoilinita grata*
Brizalina spathulata	*Nodosaria pyrula*	*Sigmoilopsis schlumbergeri*
Brizalina striatula	*Nonionella turgida*	*Sinuloculina consobrina*
Buccella frigida	*Peneroplis pertusus*	*Sinuloculina mayeriana*
Bulimina elongata	*Peneroplis planatus*	*Sipholagena benevestita*
Cassidulina carinata	*Planorbulina mediterranensis*	*Siphonina reticulata*
Cibicidella variabilis	*Pseudoclavulina crustata*	*Spiroloculina excavata*
Conorbella patelliformis	*Pyrgo elongata*	*Spiroloculina ornata*
Cornuspira involvens	*Pyrgo lunula*	*Textularia bocki*
Cycloforina colomi	*Quinqueloculina berthelotiana*	*Triloculina tricarinata*
Cycloforina rugosa	*Quinqueloculina bicarinata*	*Triloculina trigonula*
Cycloforina tenuicollis	*Quinqueloculina carinatastriata*	*Valvulineria bradyana*
Dentalina inortata	*Quinqueloculina irregularis*	*Vertebralina striata*

Πιν.7.16. Κατάλογος των τρηματοφόρων που προσδιορίστηκαν στον πυρήνα ιζήματος ΔΕΗ-6.

Σημαντικό ρόλο στη σύσταση της μικροπανίδας εμφανίζει το γένος *Elphidium* (μέγιστη σχετική συχνότητα 30.1%). Αντιπροσωπεύεται κυρίως από τα είδη *E. translucens* (μέση τιμή 14.9%), *E. crispum* (μέση τιμή 4.5%) και *E. excavatum* forma *clavata* (μέση τιμή 2.9%). Υψηλές τιμές εμφανίζουν τα miliolids (τα είδη της υπεροικογένειας των Miliolacea) με μέγιστη τιμή 37.4%. Κυριότερους αντιπροσώπους αποτελούν τα είδη *Q. bicarinata, Q. carinatastriata, Adelosina italica, Q. padana, Q. stelligera, Triloculina tricarinata, Spiroloculina ornata, Sigmoilinita grata, Cycloforina tenuicollis,* τα οποία όμως δεν ξεπερνούν το 10% της συνολικής συγκέντρωσης των τρηματοφόρων (Πιν.7.15). Επιπλέον, θα πρέπει να αναφερθεί η σημαντική ποσοστιαία συμμετοχή των ειδών *Valvulineria bradyana* (μέγιστη τιμή 8.3%) και *Melonis pompilioides* (μέγιστη τιμή 13.9%). Επίσης, βρέθηκαν τα είδη *Cassidulina carinata*, *Siphonina reticulata* και *Globocassidulina subglubosa* με ποσοστά όμως που δεν ξεπερνούν το 5% της συνολικής πανίδας.

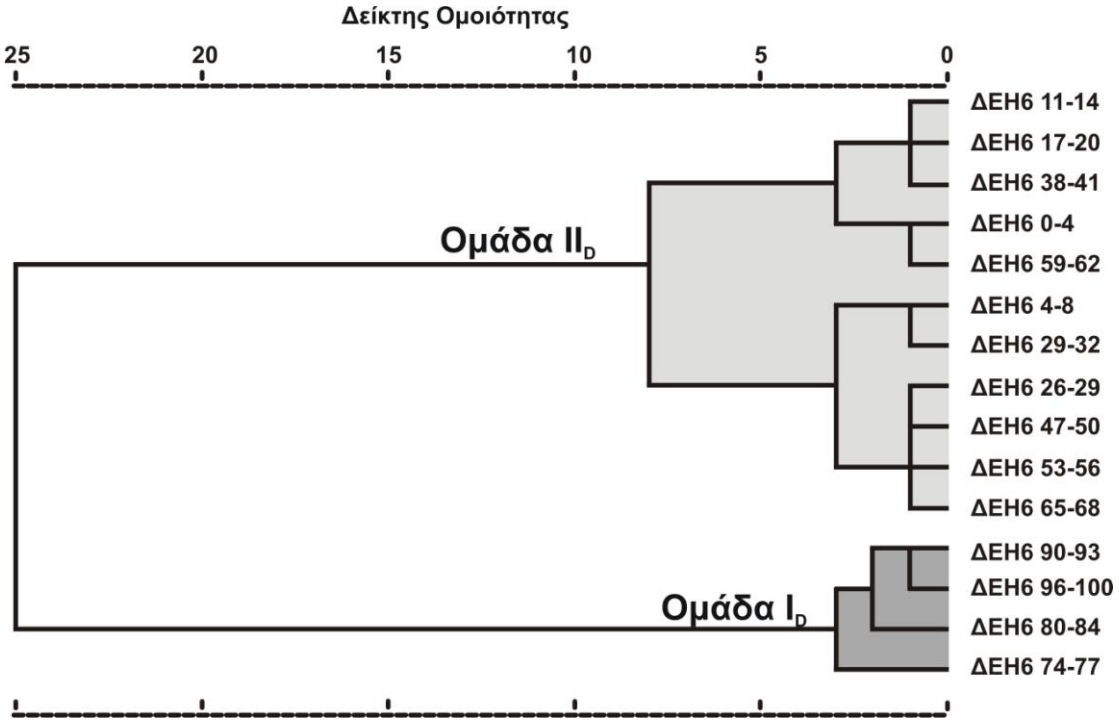
Ο δείκτης ποικιλότητας Shannon-Wiener (H′) παρουσιάζει υψηλές τιμές, με ελάχιστη 3.02 και μέγιστη 3.31. Ο δείκτης επικράτησης (Dominance, D) αντίθετα, εμφανίζει μικρές τιμές και κυμαίνεται από 0.05 έως 0.08. Η πυκνότητα της πανίδας παρουσιάζει σταθερά υψηλές τιμές, με μέση τιμή 439.6 άτομα/gr (Πιν.7.15). Ακόμη, τα άτομα του γένους *Ammonia* παρουσιάζουν έντονη διακύμανση στο μέγεθός τους, καθώς ο δείκτης *A* παρουσιάζει ελάχιστη τιμή 0 και μέγιστη 66.67, με μέση τιμή 42.14. Τέλος ο δείκτης *Ammonia-Elphidium* (AEI), λαμβάνει τιμές από 13.84 έως 38.09, με μέση τιμή 23.9.



Σx.7.20. Λιθολογία του πυρήνα ιζήματος του νότιου Ευβοϊκού ΔΕΗ-6.

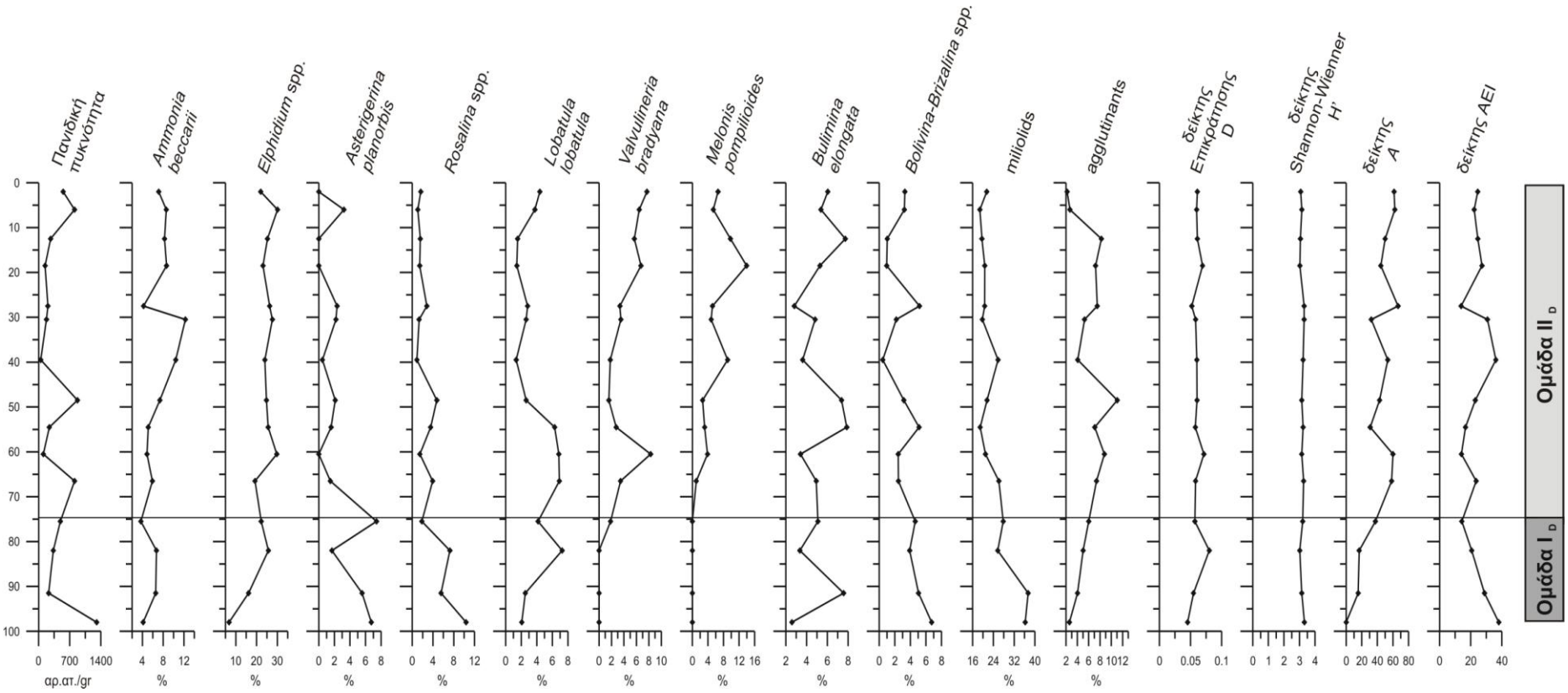
Στα δείγματα του πυρήνα ιζήματος ΔΕΗ-6 εφαρμόστηκε η Q-mode ανάλυση ομαδοποίησης, έτσι ώστε να προσδιοριστεί ο βαθμός διαφοροποίησης της πανιδικής σύνθεσης των τρηματοφόρων, στην ακολουθία των ιζημάτων του πυρήνα. Το δενδρόγραμμα που προέκυψε ορίζει δύο ευδιάκριτες ομάδες (Σx.7.21).

Το κατώτερο μέρος του πυρήνα ιζήματος ΔΕΗ-6, σε βάθος από 96-100 cm έως 74-77 cm, αποτελείται από 4 δείγματα που συνιστούν την ομάδα I_D (Σx.7.21). Στη συνάθροιση αυτή κυριαρχούν τα είδη *Ammonia beccarii*, *Elphidium* spp. και τα miliolids. Το είδος *A. beccarii* βρίσκεται με συχνότητες που κυμαίνονται από 3.7% έως 6.7%, ενώ το είδος *A. tepida* απουσιάζει εντελώς. Ακολουθεί το *Elphidium* spp. που παρουσιάζει υψηλές σχετικά συχνότητες (6.7-25.7%) και αντιπροσωπεύεται κυρίως από τα είδη *E. translucens*, *E. crispum* και *E. excavatum* forma *clavata*. Ακολουθούν τα miliolids (25.7-37.4%), που συνίστανται κυρίως από τα είδη *Quinqueloculina padana*, *Q. seminulum, Q. stelligera* και *Sigmoilinita grata*. Τα είδη του *Rosalina* spp. παρατηρούνται σε όλα τα δείγματα με σχετικές συχνότητες από 1.9% έως 10.4%, ενώ άλλα χαρακτηριστικά είδη αυτής της συνάθροισης είναι τα *Asterigerina planorbis* (1.7-7.4%) και *Lobatula lobatula* (2.1-7.3%). Άλλα σημαντικά γένη της συνάθροισης είναι τα *Bolivina-Brizalina* spp. (κυρίως το είδος *Brizalina spathulata*), *Bulimina elongata*, αλλά και τα γένη με συμφυρματοπαγή κελύφη (κυρίως το είδος *Textularia bocki*), τα οποία όμως δεν ξεπερνούν το 10% της πανίδας των τρηματοφόρων (Σx.7.22). Οι τιμές της ποικιλότητας είναι σταθερά υψηλές (H΄= 3-3.31) με μέση τιμή 3.17. Ο δείκτης επικράτησης αντίθετα λαμβάνει πολύ χαμηλές τιμές (μέση τιμή 0.06). Ακόμη, πολύ υψηλές τιμές εμφανίζει η πυκνότητα πανίδας, με μέση τιμή 588 άτομα/gr. Ο δείκτης *A* παρουσιάζει γενικά υψηλές τιμές με διακύμανση από 0 έως 37.5 και ο δείκτης AEI τιμές που κυμαίνονται από 14.3 έως 38.1, με μέση τιμή 25.5 (Πιν.7.15).



Σχ.7.21. Δενδρόγραμμα ταξινόμησης των δειγμάτων του πυρήνα ιζήματος του νότιου Ευβοϊκού ΔΕΗ-6, όπως αυτό προέκυψε από την Q-mode ανάλυση ομαδοποίησης (μέθοδος Ward, Euclidean απόσταση ως δείκτης ομοιότητας).

Σε βάθος από 65-68 cm και έως την κορυφή της ιζηματογενούς ακολουθίας του πυρήνα, διαχωρίστηκε η ομάδα II_D, η οποία συνίσταται από 11 δείγματα. Η συνάθροιση αυτή χαρακτηρίζεται από την παρουσία των ειδών *Valvulineria bradyana* (1.6-8.3%) και *Melonis pompilioides* (0.9-13.9%) που συνοδεύεται από τη μείωση των μικρών επιφυτικών rotaliids (*Rosalina* spp 0.9-4.7%, *A. planorbis* 0-3.2%) και των miliolids (18.8-26.1%). Σταθερά υψηλές τιμές λαμβάνει το *Elphidium* spp., που κυμαίνεται από 19.2% έως 30.1%. Το είδος *A. beccarii* παρουσιάζει μια μικρή αύξηση (4.2-12.3%), ενώ τα ποσοστά του *A. tepida* είναι αμελητέα. Η ποικιλότητα παρουσιάζει παρόμοιες υψηλές τιμές (H΄= 3.02-3.30), ενώ ο δείκτης επικράτησης (D) πολύ χαμηλές (μέση τιμή 0.06). Η πυκνότητα πανίδας είναι υψηλή με μέση τιμή 385.7 άτομα/gr. Ο δείκτης *A* λαμβάνει υψηλές τιμές (30.8-66.67), με μέση τιμή 51.14. Ο δείκτης AEI παρουσιάζει σχετικά χαμηλές τιμές, με μέση τιμή 23.33.



Σχ.7.22. Πανιδική πυκνότητα των βενθονικών τρηματοφόρων, σχετική αφθονία (%) των επικρατέστερων ειδών, δείκτης ποικιλότητας Shannon-Wiener H', δείκτης *A* και δείκτης AEI για τα δείγματα του πυρήνα ιζήματος ΔΕΗ-6 (νότιος Ευβοϊκός κόλπος).

7.3.2. Η δομή της πανίδας των Ολοκαινικών βενθονικών τρηματοφόρων βαθύτερου περιβάλλοντος

Η εξέλιξη της πανίδας των βενθονικών τρηματοφόρων βαθύτερου περιβάλλοντος καθορίστηκε από την R-mode ανάλυση ομαδοποίησης, η οποία είναι σε συμφωνία με το δενδρογράμμα όπως αυτό προέκυψε από την Q-mode ανάλυση ομαδοποίησης. Μελετώντας τα δεδομένα αυτά, προέκυψε η παλαιοπεριβαλλοντική αναπαράσταση της περιοχής του νότιου Ευβοϊκού.

Η R-mode ανάλυση ομαδοποίησης, η οποία εφαρμόστηκε στη συνάθροιση των τρηματοφόρων, διαχώρισε δύο κύριες ομάδες (Σχ.7.23). Η Ομάδα Β περιλαμβάνει τα είδη *Elphidium* spp., miliolids, *Rosalina* spp., *A. beccarii*, *L. lobatula*, *A. planorbis*, *Bulimina elongata, Bolivina-Brizalina* spp. και agglutinants. Η ομάδα αυτή ταυτίζεται με την Ομάδα Β του δενδρογράμματος που προέκυψε από την ανάλυση των πυρήνων ιζήματος ΚΙΤ-1, LAF-8 και VG-3 (Σχ.7.19) και τα είδη της λαμβάνουν ποσοστό 84.52%, από τις παράκτιες πεδιάδες. Η Ομάδα C αντιπροσωπεύεται από τα είδη *Valvulineria bradyana* και *Melonis pompilioides*. Τα είδη της ομάδας αυτής δεν συναντώνται σε κανέναν άλλον πυρήνα ιζήματος, καθώς αντιπροσωπεύουν βαθύτερο θαλάσσιο περιβάλλον. Εμφανίζονται με μικρότερες τιμές στον πυρήνα ιζήματος ΔΕΗ-6 (10.6% μέση τιμή).

α. Ομάδα Β (συνάθροιση ανοιχτής λιμνοθάλασσας)

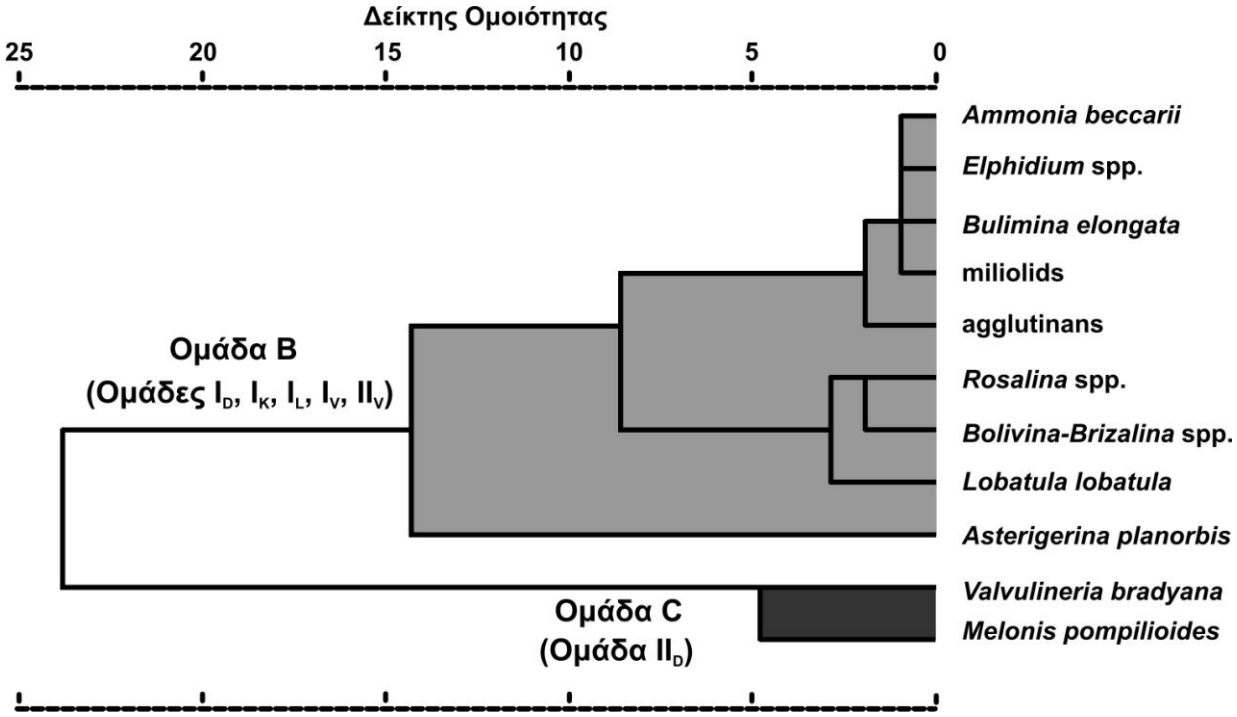
Η Ομάδα Β αποτελείται από μια σημαντική ποικιλία ειδών όπου επικρατούν τα *Elphidium* spp., miliolids, *A. beccarii*, και συνοδεύονται από τα *Bulimina elongata*, *Bolivina-Brizalina* spp., άλλα μικρά επιφυτικά rotaliids (*Rosalina* spp., *L. lobatula*, *A. planorbis*) και τα είδη που φέρουν συμφυρματοπαγή κελύφη (agglutinants)(Σχ.7.23).
Όπως προαναφέρθηκε η ομάδα αυτή ταυτίζεται με την Ομάδα Β του δενδρογράμματος που προέκυψε από την ανάλυση των πυρήνων ΚΙΤ-1, LAF-8 και VG-3 (Σχ.7.19) και διαφοροποιείται μόνο στην παρουσία των τρηματοφόρων με συμφυρματοπαγή κελύφη. Επίσης, οι παρατηρούμενες μέτριες τιμές του δείκτη *A* σε συνδυασμό με την έντονη παρουσία των miliolids και των μικρών rotaliids υποστηρίζει μια συνεχόμενη θαλάσσια επίδραση στα παλαιοπεριβάλλοντα. Βέβαια, ο δείκτης AEI παρουσιάζει σχετικά χαμηλές τιμές οι οποίες υποδηλώνουν ότι το οικοσύστημα υπήρξε πάντοτε σχετικά σταθερό θαλάσσιο και δεν επηρεαζόταν ιδιαίτερα από τη λιμνοθάλασσα, όπως συμβαίνει στα σύγχρονα δείγματα των περιοχών μελέτης, καθώς ήταν πάντα αναλογικά μακριά από αυτήν. Αυτός ο συγκεκριμένος τύπος συνάθροισης είναι συγκρίσιμος με το σύγχρονο οικοσύστημα της Βραυρώνας (Πιν.6.11, Πιν.6.14) και επισημαίνει ένα περιβάλλον ανοιχτής λιμνοθάλασσας/ρηχής θάλασσας.

Τα δείγματα που περιέχουν τις συναθροίσεις αυτές ομαδοποιήθηκαν στην Ομάδα I_D, δηλαδή στο κατώτερο τμήμα (75-100 cm) του πυρήνα ιζήματος ΔΕΗ-6. Έτσι, το κατώτερο μέρος της ακολουθίας του νότιου Ευβοϊκού ορίζει συνθήκες ανοιχτής λιμνοθάλασσας/ρηχής θάλασσας.

β. Ομάδα C (συνάθροιση βαθύτερου θαλάσσιου περιβάλλοντος)

Η Ομάδα C αποτελείται μόνο από τα είδη *Valvulineria bradyana* και *Melonis pompilioides* (Σχ.7.23).
Στη Μεσόγειο το είδος *V. bradyana* βρίθει σε ιλυούχα ιζήματα με αυξημένη ποσότητα οργανικής ύλης μεταξύ 50 και 150 m βάθος (Jorissen, 1987, 1988; Violanti et al., 1990; Sgarella & Moncharmont Zei, 1993; Coppa et al., 1994; Bergamin et al., 1999; Basso & Spezzaferri, 2000; Fontanier et al., 2002). Οι Frezza & Carboni (2009), πραγματοποιώντας μια αναδρομή στις τοποθεσίες που βρέθηκε το είδος αυτό στη Μεσόγειο και συγκρίνοντας 19 μελέτες κατέστησαν σαφές ότι η *V. bradyana* αναπτύσσεται σε ιλυούχα ιζήματα και σε βάθη μεγαλύτερα των 25 m και έως 350 m

στην Αν. Μεσόγειο και στο Τυρρηνικό πέλαγος, ενώ οι ίδιοι την βρήκαν σε βάθος 31-109 m στην ανώτερη υποπαραλιακή και κατώτερη περιπαράλια ζώνη.



Σχ.7.23. Ανάλυση ομαδοποίησης (μέθοδος Ward, Euclidean απόσταση ως δείκτης ομοιότητας) βασισμένη στις απόλυτες τιμές των κυριότερων ειδών βενθονικών τρηματοφόρων που λαμβάνουν μέρος στη συνάθροιση του πυρήνα ιζήματος.

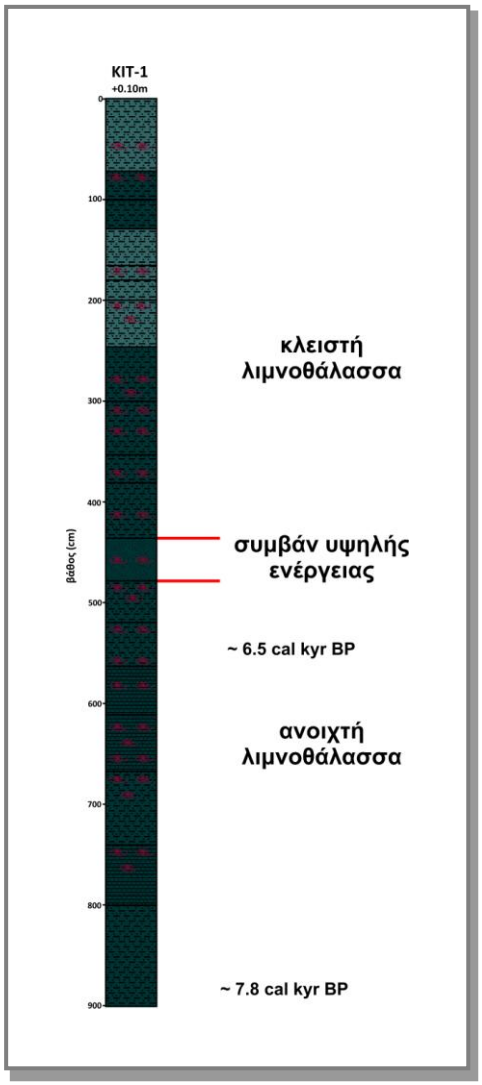
Το είδος *M. pompilioides* παρουσιάζει τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις του σε περιπαράλιες συναθροίσεις (Bergamin et al., 1997) και προσαρμόζεται καλά σε περιβάλλοντα με υψηλά ποσοστά θρεπτικών συστατικών, αλλά δεν είναι καθόλου ανεκτικό σε περιβάλλοντα με οικολογική πίεση (stress) (Sjoerdsma & Van der Zwaan, 1992). Οι Frezza & Carboni (2009) το παρατήρησαν σε βαθύ περιβάλλον (69-109 m).
Η παρουσία των δύο αυτών ειδών στη συνάθροιση της Ομάδας C χαρακτηρίζει ένα βαθύ θαλάσσιο περιβάλλον. Ωστόσο, καθώς το είδος *V. bradyana* σχετίζεται με τη συγκέντρωση οργανικού υλικού, προφανώς το περιβάλλον επηρεάζεται από την εισροή ποτάμιων υδάτων (π.χ., Ασωπός) που εκβάλουν στο νότιο Ευβοϊκό κόλπο. Παρόμοιες συναθροίσεις έχουν περιγραφεί στην Αδριατική (Jorissen, 1988), στη βόρεια Ιταλία (Frezza & Carboni, 2009), στη νότια Ιταλία (Sgarella et al., 1985; Iaccarino, 1967, 1969) και στην Αλγερία (Lévy et al., 1980).

Η παρούσα μελέτη υποδεικνύει την αυξημένη παρουσία των μεγάλων κελυφών του είδους *Ammonia* (υψηλές τιμές του δείκτη *A*) και τις σχετικά χαμηλές τιμές του δείκτη AEI, που υποδηλώνει περιβαλλοντική σταθερότητα στο κατώτερο μελετηθέν τμήμα του πυρήνα, σε συσχέτιση με τα είδη *V. bradyana* και *M. pompilioides* στις βαθύτερου θαλάσσιου περιβάλλοντος Ολοκαινικές συναθροίσεις του ανώτερου τμήματος του πυρήνα (Σχ.7.22). Τα δείγματα που περιέχουν τη συνάθροιση αυτών των ειδών ομαδοποιήθηκαν στην Ομάδα II_D, (ανώτερο μέρος της ακολουθίας του πυρήνα ιζήματος του νότιου Ευβοϊκού.

Η συνάθροιση της Ομάδας II_D αντιπροσωπεύει ένα θαλάσσιο περιβάλλον βάθους 75 m του νότιου Ευβοϊκού κόλπου, επιτρέποντας την πιστοποίηση της βαθυμετρίας της συγκεκριμένης πανίδας των βενθονικών τρηματοφόρων.

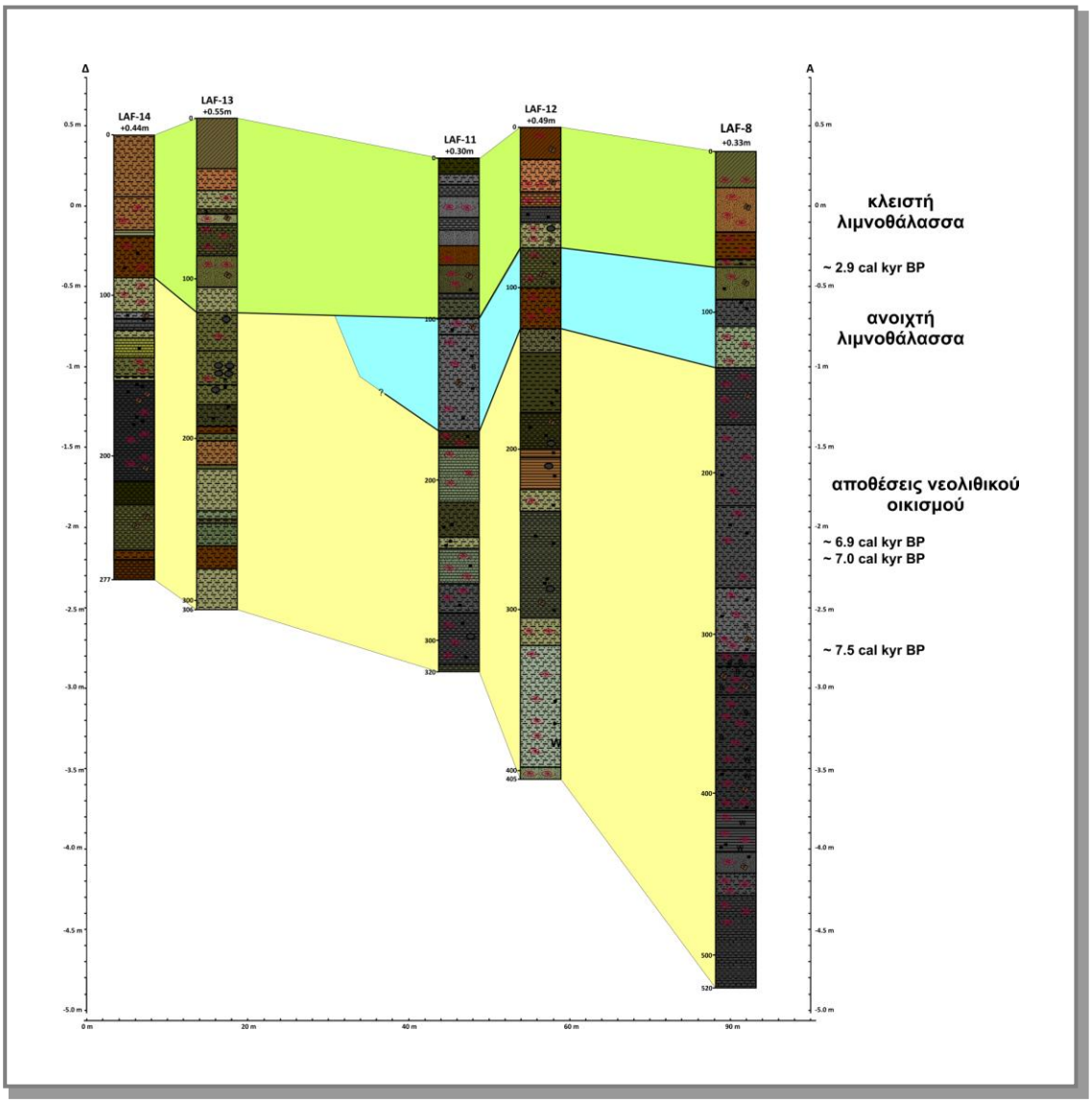
7.4. Παλαιοπεριβαλλοντική εξέλιξη

Η ακολουθία των Αλυκών Κίτρους χωρίστηκε σε τέσσερις παλαιο-περιβαλλοντικές ενότητες (Δημητράκος, 2009), συσχετίζοντας τη λιθολογία με την περιεχόμενη πανίδα μαλακίων. Ο προηγούμενος ερευνητής διέκρινε την παρουσία ενός ημι-κλειστού/λιμνοθαλάσσιου αποθετικού περιβάλλοντος μέσης έως χαμηλής ενέργειας ιζηματογένεσης και μικρού έως μέσου βάθους, το οποίο διακόπτονταν από ένα διάστημα ιζηματογένεσης υψηλής ενέργειας σε μια λεκάνη η οποία είχε καλή επικοινωνία με τη θάλασσα ανάμεσα στα 5.08 m και 3.80 m. Η εκτενής μελέτη των τρηματοφόρων και οι ραδιοχρονολογήσεις για το κατώτερο μέρος της ακολουθίας του πυρήνα ΚΙΤ-1 των Αλυκών Κίτρους στα 882.5 cm (7800 yr cal BP) και στα 545 cm (6500 yr cal BP) υποστηρίζουν τις προηγούμενες παρατηρήσεις και καθορίζουν ένα περιβάλλον με συνθήκες ανοιχτής λιμνοθάλασσας στην περιοχή των Αλυκών Κίτρους, τουλάχιστον για το Κάτω-Μέσο Ολόκαινο (Σχ.7.24). Συγκεκριμένα, μια προοδευτική ακολουθία από πανίδα ανοιχτής λιμνοθάλασσας (συνάθροιση *Ammonia* spp., miliolids και *A. perlucida*), σε συνθήκες κλειστής λιμνοθάλασσας με την επικράτηση της συνάθροισης των ειδών *A. tepida* και *H. germanica*, έλαβε χώρα μετά τα 6500 yr cal BP, πιθανά σχετιζόμενη με τη μείωση του ρυθμού ανόδου του μέσου επιπέδου της θάλασσας και τον υψηλότερο ρυθμό της συνεχούς παράκτιας ιζηματογένεσης.



Σχ.7.24. Παλαιοπεριβαλλοντική εξέλιξη των Αλυκών Κίτρους.

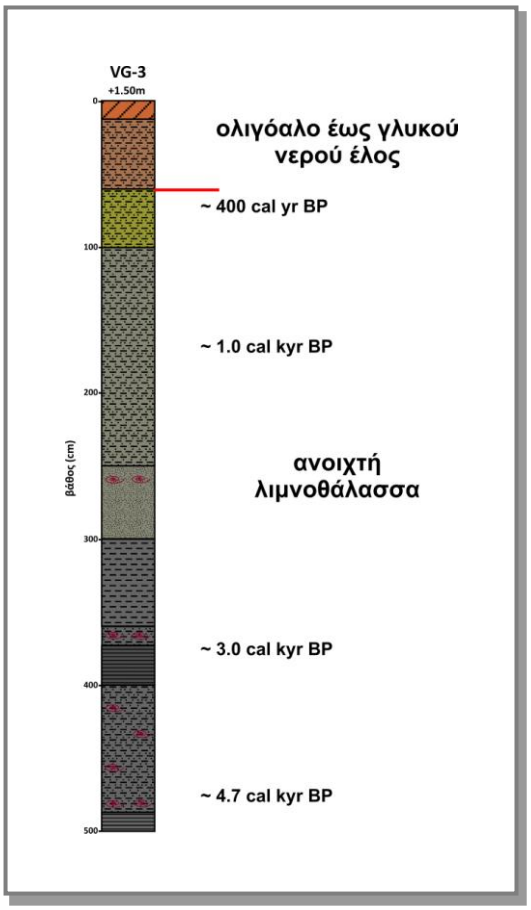
Οι πυρήνες ιζήματος της Λαφρούδας Θράκης αποτελούνται στο κατώτερο μέρος τους από τις χερσαίες αποθέσεις του νεολιθικού οικισμού με εμφανή ανθρωπογενή επίδραση, ο οποίος περίπου 7500 χρόνια πριν τοποθετούνταν σε μια παράκτια πεδιάδα που βρίσκονταν σε κάποια απόσταση από τη θάλασσα (Ammerman et al., 2008). Δηλαδή, όλο το ανώτερο τμήμα του οικισμού ξεπλύθηκε μακριά από τη δράση της θάλασσας, δίνοντας στοιχεία για την ύπαρξη ενός νεολιθικού οικισμού στην παράκτια πεδιάδα σε μια θέση κατώτερη από τη σημερινή στάθμη της θάλασσας (Pavlopoulos, 2010). Οι τρεις δυτικότεροι πυρήνες ιζήματος (LAF-8, LAF-11, LAF-12) στην περιοχή της Λαφρούδας Θράκης, παρουσιάζουν παρόμοια τάση με αυτή των Αλυκών Κίτρους, καθώς φέρουν μια πανίδα ανοιχτής λιμνοθάλασσας (συνάθροιση *Ammonia* spp. και *A. perlucida*) στο κατώτερο μέρος, η οποία αντιστρέφεται στο υψηλότερο μέρος της ακολουθίας υποδεικνύοντας συνθήκες κλειστής λιμνοθάλασσας και παρουσιάζοντας μια συνάθροιση βενθονικών τρηματοφόρων (συνάθροιση *A. tepida* και *H. germanica*), συγκρίσιμη με την σημερινή που επικρατεί στη σύγχρονη λιμνοθάλασσα της Λαφρούδας Θράκης. Αυτή η περιβαλλοντική αλλαγή έλαβε χώρα περίπου στα 3000 yr cal BP (Σχ.7.25).



Σχ.7.25. Παλαιοπεριβαλλοντική εξέλιξη της Λαφρούδας Θράκης.

Οι υπόλοιποι δύο ανατολικότεροι πυρήνες (LAF-13, LAF-14), οι οποίοι είναι και οι κοντινότεροι στον οικισμό (Σχ.4.3), εμφανίζουν μόνο τη μικροπανίδα κλειστής λιμνοθάλασσας όπως η σημερινή κλειστή λιμνοθάλασσα Λαφρούδας. Αυτό καθιστά σαφές πως συνθήκες ανοιχτής λιμνοθάλασσας δεν επικράτησαν ποτέ στο ανατολικότερο μέρος της περιοχής το οποίο μέχρι τα περίπου 3000 yr cal BP ήταν μέρος του νεολιθικού οικισμού. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει την ανθρωπογενή παρέμβαση στη μορφολογία της περιοχής. Κατόπιν, όλη η περιοχή της Λαφρούδας Θράκης αποτέλεσε μία κλειστή λιμνοθάλασσα.

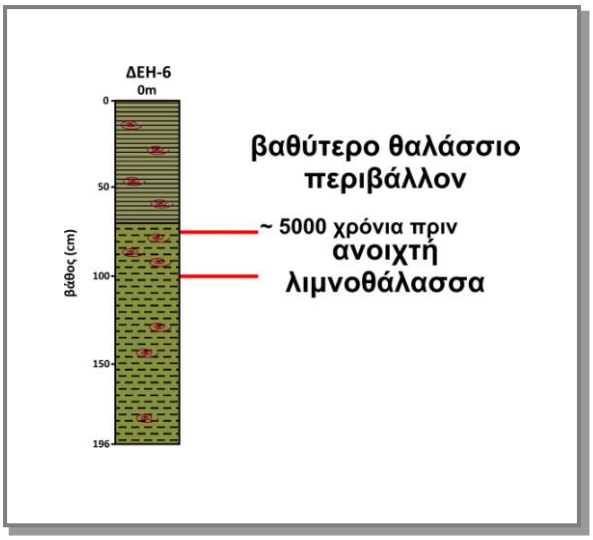
Οι βενθονικές κοινότητες της άνω Ολοκαινικής ιζηματογενούς ακολουθίας της παράκτιας περιοχής της Βραυρώνας Αττικής χαρακτηρίζονται από τη συνάθροιση *Ammonia* spp., miliolids και *Elphidium* spp., υποδηλώνοντας την ανάπτυξη ενός περιβάλλοντος ανοιχτής λιμνοθάλασσας/ρηχής θάλασσας με συνεχή εισροή γλυκών υδάτων από τα 4700 έως τα 400 yr cal BP (Σχ.7.26). Πάνω από το επίπεδο αυτό, όλες οι ομάδες των τρηματοφόρων μειώνονται δραματικά και μαζί με την παρουσία των ολιγόαλων-γλυκών νερών ειδών οστρακωδών, πρακτικά υποδηλώνουν τη διακοπή της θαλάσσιας επίδρασης και την εγκαθίδρυση ενός ολιγόαλου έως γλυκού νερού έλους (Triantaphyllou et al., 2010b; Kouli, 2011). Σήμερα, η Βραυρώνα Αττικής αντιπροσωπεύει μια σύγχρονη ανοιχτή λιμνοθάλασσα όπου επικρατούν τα *Ammonia* spp. (κατά μεγαλύτερο ποσοστό *A. tepida*), *Elphidium* spp. και miliolids. Η μετάβαση από συνθήκες ανοιχτής σε κλειστή λιμνοθάλασσα επίσης καθορίστηκε στα 3500 yr cal BP στην παράκτια περιοχή του Μαραθώνα (Triantaphyllou et al., 2003; Pavlopoulos et al., 2006), ενώ συνθήκες ρηχής κλειστής λιμνοθάλασσας έχουν καταγραφεί στη Σκύρο από τα 7500 έως 3500 yr cal BP (Pavlopoulos et al., 2007, 2010).



Σχ.7.26. Παλαιοπεριβαλλοντική εξέλιξη της Βραυρώνας Αττικής.

Το τελευταίο 1 m της ακολουθία του νότιου Ευβοϊκού κόλπου χωρίστηκε σε δύο παλαιοπεριβαλλοντικές ενότητες. Το κατώτερο τμήμα του μελετηθέντος διαστήματος χαρακτηρίζεται από τη συνάθροιση της Ομάδας Β αντιστοιχίζοντας σε συνθήκες ανοιχτής λιμνοθάλασσας/ρηχής θάλασσας. Στο ανώτερο τμήμα του μελετηθέντος διαστήματος το περιβάλλον βαθαίνει, καθώς κυριαρχεί η Ομάδα C.

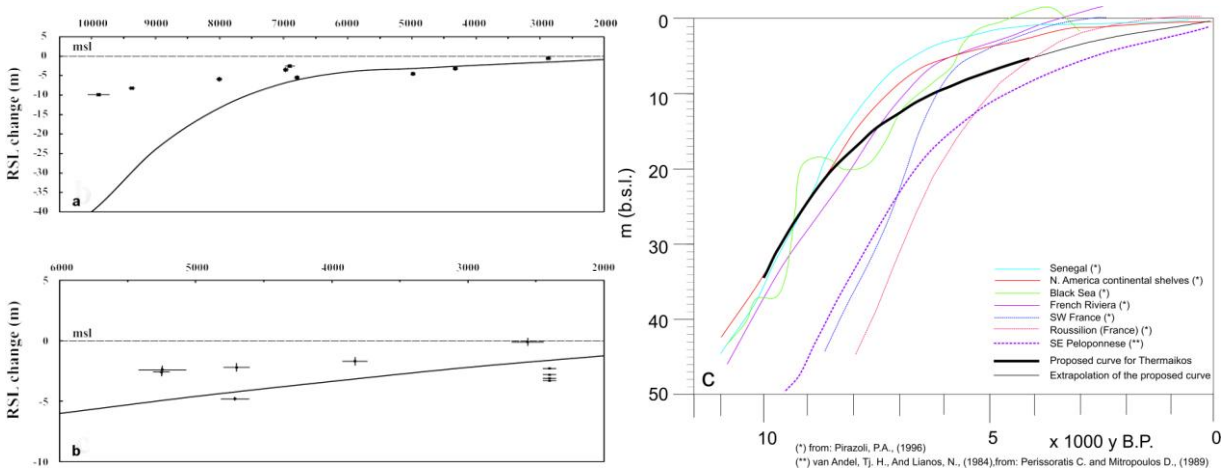
Συγκρίνοντας το νότιο Ευβοϊκό κόλπο με τον μελετηθέντα γειτονικό κόλπο της Βραυρώνας, μπορούμε να ταυτίσουμε το κατώτερο μέρος της ακολουθίας του πυρήνα ιζήματος ΔΕΗ-6 με το σύνολο της ακολουθίας του κόλπου της Βραυρώνας (Ομάδα Β, Σχ.7.19, Σχ.7.23). Με τη συνεχή άνοδο της στάθμης της θάλασσας η ανοιχτή λιμνοθάλασσα/ρηχή θάλασσα εγκαταστάθηκε στον κόλπο της Βραυρώνας κατόπιν, άρα η μετάβαση σε βαθύτερο περιβάλλον, λαμβάνοντας πάντα υπόψη και το τοπικό τεκτονικό καθεστώς στο νότιο Ευβοϊκό κόλπο, συνέβη τουλάχιστον 5000 χρόνια πριν (Σχ.7.27), όπως προκύπτει από τις χρονολογήσεις του πυρήνα ιζήματος VG-3. Οι χαμηλές τιμές του δείκτη ΑΕΙ υποδηλώνουν σταθερότητα των περιβαλλοντικών συνθηκών στο νότιο Ευβοϊκό κόλπο.



Σχ.7.27. Παλαιοπεριβαλλοντική εξέλιξη του ανώτερου τμήματος της ακολουθίας του νότιου Ευβοϊκού.

Καθώς οι τιμές του δείκτη AEI παραμένουν χαμηλές σε όλη την ακολουθία, η πρακτική απουσία ειδών (<5%) που δηλώνουν δυσοξία και αστάθεια στις συναθροίσεις όπως *Cassidulina carinata* και *Bolivina-Brizalina* spp. (Corliss, 1985; de Stigter et al., 1998; Jorissen, 1999; de Rijk et al., 1999; Hayward et al., 2002) (Παράρτημα 16), υποδηλώνει ότι δυσοξικές συνθήκες αλλά και χαμηλής αλμυρότητας δεν επικράτησαν ποτέ, κατά τα τελευταία 5000 χρόνια, στην περιοχή του νότιου Ευβοϊκού, σε αντίθεση με την περιοχή του βόρειου Ευβοϊκού (συνάθροιση *B. marginata - C. carinata*, Drinia & Anastasakis, 2012), που παρατηρήθηκε από τους Drinia & Anastasakis (2012).

Είναι γεγονός πως αυτή η συγκεκριμένη μετάβαση που έχει λάβει χώρα σε πληθώρα παράκτιων περιβαλλόντων, μολονότι ετερόχρονη, οφείλεται στον μειούμενο ρυθμό της ανόδου του επιπέδου της θάλασσας από το 6000 yr cal BP συσχετιζόμενη με την απόθεση χερσαίων υλικών ποτάμιων και δελταϊκών ιζημάτων και την τοπική τεκτονική και τις γεωμορφολογικές συνθήκες.



Εικ.7.2. Σύγκριση δεδομένων σχετικής μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης, από παράκτιες περιοχές του Αιγαίου με τις προβλεπόμενες καμπύλες στάθμης θάλασσας του Lambeck (σχεδιασμένες γραμμές): (a) Σαμοθράκη-Λαφρούδα, (b) Αττική-Πόρτο Χέλι (τα στοιχεία που βρίσκονται ανώτερα της προβλεπόμενης καμπύλης είναι από το Μαραθώνα) (Από Pavlopoulos et al., 2011), (c) Θεσσαλονίκη-Θερμαϊκός κόλπος (από Vouvalidis et al., 2005).

Οι άνω Ολοκαινικές ιζηματογενείς ακολουθίες από την παράκτια περιοχή του Αιγαίου αντικατοπτρίζουν μια εξελικτική ακολουθία η οποία συμφωνεί εξαιρετικά με τα πρόσφατα προτεινόμενα μοντέλα της σχετικής ανόδου του επιπέδου της θάλασσας στις παράκτιες περιοχές του Αιγαίου (Vouvalidis et al., 2005; Pavlopoulos, 2010; Pavlopoulos et al., 2011), όπου μια πτώση του ρυθμού ανόδου του επιπέδου της θάλασσας έχει καταγραφεί περίπου στα 4000 yr cal BP, οφειλόμενη στις παλαιοκλιματικές συνθήκες και στις τοπικές τεκτονικές επιδράσεις (Εικ.7.2). Ο σχετικά υψηλότερος ρυθμός της ανόδου του επιπέδου της θάλασσας που έχει καταγραφεί πριν τα 4000 yr cal BP θα μπορούσε να συσχετιστεί με τις θερμές και υγρές παλαιοκλιματικές συνθήκες του Μέσου Ολοκαίνου που συνιστούν την απόληξη του μουσωνικού μέγιστου του Κατώτερου Ολοκαίνου (Triantaphyllou et al., 2009b), στην περιοχή του Αιγαίου.

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο καθορισμός των βενθονικών τρηματοφόρων ως δεικτών περιβαλλοντικής υγείας επιτεύχθηκε με λεπτομερή συστηματική ταξινόμηση, καθορισμό της οικολογίας και των προτιμήσεων αλλά και αποκρίσεων των βενθονικών τρηματοφόρων στην όποια διαφοροποίηση των περιβαλλοντικών μεταβλητών και προσδιορισμό της σύνθεσης, ποικιλότητας και κατανομής των βενθονικών τρηματοφόρων σε διαφορετικά, ακόμα και ακραία, σύγχρονα και Ολοκαινικά παράκτια περιβάλλοντα.

Στα πλαίσια της παρούσας διατριβής μελετήθηκαν τα σύγχρονα επιφανειακά ιζήματα πυθμένα και οι Ολοκαινικές ακολουθίες όπως αυτές καταγράφηκαν στους πυρήνες ιζήματος από τρεις παράκτιες περιοχές του βόρειου (Θερμαϊκός κόλπος και ακτές Νομού Ξάνθης) και κεντρικού Αιγαίου (νότιος Ευβοϊκός κόλπος),
που επιλέχθηκαν:

1) καθώς χαρακτηρίζονται από τεκτονική σταθερότητα

και επειδή εμφανίζουν ποικιλία ως προς:

2) τη γεωγραφική θέση και τις φυσικογεωγραφικές παραμέτρους που ελέγχουν την εξέλιξή τους
3) το είδος του βιότοπου που αντιπροσωπεύουν
4) τη μεταβλητότητα των φυσικών περιβαλλοντικών συνθηκών, αλλά και τις ανθρωπογενείς επιδράσεις (από τη νεολιθική εποχή έως σήμερα)

Η σύνθεση και εναρμόνιση των παραπάνω διαφορετικών προσεγγίσεων οδήγησε σε μια ολοκληρωμένη απεικόνιση της διαμόρφωσης και εξέλιξης των Ολοκαινικών παράκτιων ακολουθιών του Αιγαίου. Συνοψίζοντας, από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας προκύπτουν τα ακόλουθα γενικά συμπεράσματα:

Τα βενθονικά τρηματοφόρα ως δείκτες περιβαλλοντικής υγείας παράκτιων περιβαλλόντων

- Η λεπτομερής καταγραφή της συστηματικής ταξινόμησης των ειδών των βενθονικών τρηματοφόρων, τόσο σύγχρονων όσο και των Ολοκαινικών παράκτιων περιβαλλόντων του Αιγαίου, συνέβαλε σε μια ολοκληρωμένη ταξινομική βάση δεδομένων συμπληρώνοντας σημαντικά τις ήδη υπάρχουσες συστηματικές μελέτες στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου. Η προσέγγιση αυτή επέτρεψε την εξαγωγή συγκριτικών συμπερασμάτων που σχετίζονται άμεσα με την ολοκληρωμένη γνώση της οικολογίας και της εξέλιξης των οικοσυστημάτων. Στα πλαίσια της παρούσας διδακτορικής διατριβής γίνεται μια ολοκληρωμένη αναφορά στη βιοικοινωνία των βενθονικών τρηματοφόρων της παράκτιας ζώνης του ελληνικού χώρου (Θερμαϊκός κόλπος, ακτές Ν. Ξάνθης και νότιος Ευβοϊκός κόλπος). Από τη μελέτη 334 δειγμάτων, συλλέχθηκαν και μελετήθηκαν ταξινομικά 136 είδη βενθονικών τρηματοφόρων τα οποία ανήκουν σε 69 γένη. Καταγράφηκαν ακόμη, 9 taxa, που πιθανόν τεκμηριώνουν νέα είδη.

- Η ανάλυση των συγκεντρώσεων με τον προσδιορισμό της αφθονίας και της ποικιλότητας, αλλά και μιας σειράς μικροπαλαιοντολογικών δεικτών, επέτρεψε όχι μόνο την αποτύπωση της δομής και σύστασης των συναθροίσεων, αλλά πιστοποίησε και ποσοτικοποίησε την επίδραση των περιβαλλοντικών διακυμάνσεων. Για τον καθορισμό δεικτών περιβαλλοντικής υγείας αναπτύχθηκαν/εφαρμόστηκαν οι ακόλουθοι μικροπαλαιοντολογικοί δείκτες:
  - Δείκτης *A*: Πραγματοποιήθηκαν βιομετρικές μετρήσεις στα κελύφη του γένους *Ammonia* και καθιερώθηκε η χρήση του λόγου ανάμεσα στα μεγάλα (L, large,

>0,5 mm) και τα μικρά (S, small, <0,5 mm) κελύφη του γένους *Ammonia*: *A*=L/(S+L)*100, ως ένα μέτρο μεγέθους των ατόμων του γένους *Ammonia,* που συνδέεται με την αλμυρότητα. Το γένος αυτό εμφανίζεται και κυριαρχεί σε όλες τις περιοχές μελέτης, με διάφορες σχετικές συχνότητες. Η μείωση στις τιμές της αλμυρότητας οδηγεί σε μείωση του μεγέθους των κελυφών και περισσότερο λοβώδεις μορφές του γένους *Ammonia*, όπως το *A. tepida*, αντικαθιστώντας τις πιο συμπαγείς μορφές του είδους *A. beccarii*.

- Δείκτης AEI: Ο δείκτης *Ammonia-Elphidium* index (AEI; Sen Gupta et al., 1996) εφαρμόζεται ως δείκτης υποξίας και περιβαλλοντικής πίεσης. Χαμηλές τιμές του δείκτη AEI υποδηλώνουν περιβαλλοντική σταθερότητα.
- Δείκτες FAI και FMI: Αυξημένες τιμές των δεικτών Foraminiferal Abnormality Index (FAI; Coccioni et al., 2003, 2005) και Foraminiferal Monitoring Index (FMI; Coccioni et al., 2003, 2005) υποδηλώνουν ανθρωπογενή ή φυσική περιβαλλοντική πίεση. Στη παρούσα διατριβή η αυξημένη τιμή των δεικτών σχετίζεται με ραγδαίες και έντονες φυσικές περιβαλλοντικές αλλαγές και συγκεκριμένα με διακυμάνσεις της αλμυρότητας.

Συναθροίσεις σύγχρουων βενθονικών τρηματοφόρων παράκτιων περιβαλλόντων και δείκτες περιβαλλοντικής υγείας

Οι συναθροίσεις των σύγχρονων βενθονικών τρηματοφόρων του κεντρικού και βόρειου Αιγαίου, χαρακτηρίζονται από υψηλή ποικιλότητα (83 είδη), καθώς και από την παρουσία των ξενικών μεταναστευτικών (Λεσσεψιανά) ειδών *Planogypsina acervalis, Sorites orbiculus, Amphistegina lobifera* και *Cymbaloporetta plana*.

- Στο κεντρικό Αιγαίο και συγκεκριμένα στην ανοιχτή λιμνοθάλασσα της Βραυρώνας επικρατούν τα γένη *Ammonia*, *Peneroplis*, καθώς και τα rotaliids και τα miliolids με πολλά είδη αντιπροσώπους. Απουσιάζει το είδος A*mphistegina lobifera*, το οποίο γενικά επικρατεί σε πανίδες του κεντρικού Αιγαίου, κάτι το οποίο οφείλεται στις χαμηλότερες αλμυρότητες που επικρατούν εξαιτίας των εισροών γλυκών υδάτων από τον Ερασίνο ποταμό. Τα γένη που κυριαρχούν κατά την καλοκαιρινή αλλά και τη χειμερινή περίοδο είναι κοινά, αλλά κατά τη θερινή περίοδο αντιπροσωπεύονται από πολύ περισσότερους αντιπροσώπους και εμφανίζουν κατά πολύ υψηλότερη πανιδική πυκνότητα, καθώς ο κόλπος κατά αυτή την περίοδο δέχεται μεγαλύτερη επιρροή από τα θαλάσσια ύδατα, ενώ κατά τη χειμερινή περίοδο είναι πολύ μεγαλύτερη η επιρροή των γλυκών υδάτων του Ερασίνου ποταμού, με άμεσο αποτέλεσμα τη ραγδαία μείωση της αλμυρότητας και κατά συνέπεια τη μείωση των βενθονικών τρηματοφόρων. Ανάλογα, κατά τη χειμερινή περίοδο ο δείκτης AEI λαμβάνει πολύ μεγάλες τιμές (μέση τιμή 87), καθώς η εισροή του Ερασίνου ποταμού στα ύδατα του κόλπου διαταράσσει τη σταθερότητα του περιβάλλοντος, ενώ κατά τη θερινή περίοδο η τιμή του δείκτη μειώνεται σημαντικά (μέση τιμή 57.1).

  Στο βόρειο Αιγαίο (κόλπος Κίτρους, παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων και Λαφρούδα Θράκης) παρατηρήθηκε έντονη διαφοροποίηση της πανίδας σε σχέση με το κεντρικό Αιγαίο. Στην κλειστή λιμνοθάλασσα της Λαφρούδας επικρατούν τα είδη *Ammonia tepida* και *Haynesina germanica,* ενώ σε πολύ μικρά ποσοστά βρέθηκαν αντιπρόσωποι των miliolids και των *Elphidium* spp. Ο δείκτης AEI λαμβάνει πολύ μεγάλες τιμές καθώς κυμαίνεται από 79.6 έως 86.5 υποδηλώνοντας χαμηλή περιεκτικότητα σε οξυγόνο, γεγονός που υποστηρίζεται από την χαμηλή αλμυρότητα εξαιτίας των έντονων εισροών γλυκών υδάτων, και την εισροή πολλών θρεπτικών συστατικών από τη χέρσο. Αντίθετα, στον κόλπο του Κίτρους και στην παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων, όπου καταγράφηκε η πανίδα δύο παράλιων κόλπων, επικρατούν τα miliolids, το είδος *Ammonia beccarii*, τα *Elphidium* spp. και σε μικρότερα ποσοστά

τα rotaliids. Ειδικότερα, στον κόλπο του Κίτρους και στην παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων παρατηρείται κατά τη χειμερινή περίοδο αύξηση του δείκτη ποικιλότητας και της πανιδικής πυκνότητας σε σχέση με τη θερινή περίοδο, που πιθανά οφείλεται στην αύξηση της αλμυρότητας και την διαφοροποίηση της κυκλοφορίας των υδάτινων μαζών του βόρειου Αιγαίου. Αντίστοιχα στον κόλπο του Κίτρους ο δείκτης AEI παρουσιάζει υψηλές σχετικά τιμές (μέση τιμή χειμερινή 60 και θερινή 78.9), όπως και στην παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων (μέση τιμή χειμερινή 88 και θερινή περίοδο 78.6). Αυτό συμβαίνει γιατί ενώ το γένος *Ammonia* αντιπροσωπεύεται κυρίως από το είδος *A. beccarii* και όχι το *A. tepida*, οι τιμές του συνεχίζουν να είναι πολύ υψηλές, ανεξάρτητα από το περιβάλλον το οποίο δηλώνουν. Στην περιοχή του κόλπου του Κίτρους, που ανήκει στον ευρύτερο κόλπο του Θερμαϊκού εκχύνονται πέντε ποταμοί, οι οποίοι τροφοδοτούν τα ύδατα με θρεπτικά συστατικά από τη χέρσο, όπως και πιθανά με λιπάσματα από τις γειτονικές καλλιέργειες και απόβλητα από το λιμάνι του Θερμαϊκού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη συνθηκών ευτροφισμού που σε συνδυασμό με τη μίξη των θαλασσίων και γλυκών υδάτων εξηγούν τις ασταθείς συνθήκες, πιθανά χαμηλής οξυγόνωσης. Όμοια η παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων δέχεται έντονη επιρροή από τον Νέστο ποταμό αλλά και από τη λίμνη Βιστονίδα που επικοινωνεί με τη θάλασσα μέσω του γειτονικού Πόρτο Λάγος.

Συγκριτικά, τα γένη που επικρατούν στο βόρειο Αιγαίο ανήκουν στα miliolids (κυρίως *Quinqueloculina*) και τα ανθεκτικά σε συνθήκες περιβαλλοντικής πίεσης *Ammonia* και *Elphidium.* Στην κλειστή λιμνοθάλασσα της Λαφρούδας ο λοβώδης τύπος *Ammonia tepida* επικρατεί στις συναθροίσεις με μικρά κελύφη. Το είδος *A. tepida* παρουσιάζει μικρότερες τιμές στην ανοιχτή λιμνοθάλασσα της Βραυρώνας και ο δείκτης *A* είναι σχετικά υψηλός. Ο συμπαγής τύπος *Ammonia becarii* με μεγάλου μεγέθους κελύφη είναι επικρατεί στα παράκτια δείγματα της περιοχής των Αλυκών Κίτρους και της παραλίας Αη-Γιάννη Αβδήρων. Τα ξενικά είδη παρουσιάζουν σαφή μείωση από νότο προς βορρά. Το πιο άφθονο ξενικό είδος του νότιου και κεντρικού Αιγαίου που πρακτικά απουσιάζει από το βορρά, η *Amphistegina lobifera*, οριοθετείται από την χειμερινή ισόθερμη των 14 ^{0}C. Οι κοκκομετρικές αναλύσεις χαρακτήρισαν το υπόστρωμα στο οποίο αναπτύσσεται η πανίδα των σύγχρονων βενθονικών τρηματοφόρων των παράκτιων περιβαλλόντων, ως επί το πλείστον άμμους. Επομένως, είναι σαφές ότι ο κύριος παράγοντας που καθορίζει την κατανομή των συναθροίσεων των παράκτιων βενθονικών τρηματοφόρων στο Αιγαίο είναι η θερμοκρασία και η αλμυρότητα, σε συνάρτηση με τη γεωγραφική τους θέση.

- Τυποποιήθηκαν τρία διαφορετικά σύγχρονα περιβάλλοντα με τα εξής χαρακτηριστικά:
  - κλειστή λιμνοθάλασσα (Λαφρούδα Θράκης), όπου επικρατούν τα είδη *Ammonia tepida* και *Haynesina germanica*, ο δείκτης AEI είναι υψηλός, ενώ οι δείκτες *A* και ο δείκτης ποικιλότητας παρουσιάζουν χαμηλές τιμές.
  - ανοιχτή λιμνοθάλασσα (Βραυρώνα Αττικής), όπου επικρατούν τα είδη *Ammonia tepida, Elphidium* spp., και αντιπρόσωποι των miliolids και rotaliids, οι δείκτες AEI και *A* λαμβάνουν σχετικά υψηλές τιμές, ενώ ο δείκτης ποικιλότητας εμφανίζει πολύ μεγάλη διακύμανση.
  - παράκτιο περιβάλλον (ακτές Κίτρους και Αβδήρων), όπου επικρατούν τα είδη *Ammonia beccarii*, *Elphidium* spp. και αντιπρόσωποι των miliolids ο δείκτης AEI είναι σχετικά υψηλός, ο δείκτης *A* παρουσιάζει πολύ υψηλές τιμές και ο δείκτης ποικιλότητας εμφανίζεται με σταθερά υψηλές τιμές.
  - Η καθιέρωση του δείκτη *A* στα πλαίσια της παρούσας διατριβής, αποτελεί έναν αξιόπιστο δείκτη που καλύπτει την ανάγκη εκτίμησης της αλμυρότητας στα σύγχρονα αλλά και Ολοκαινικά περιβάλλοντα.

Συγκεντρώσεις βενθονικών τρηματοφόρων του Ολοκαίνου

- Η εξέλιξη της πανίδας των βενθονικών τρηματοφόρων τα τελευταία 7500 χρόνια στην περιοχή του Αιγαίου καθορίστηκε από την R-mode ανάλυση ομαδοποίησης, η οποία διαχώρισε τρεις διαφορετικές ομάδες βενθονικών τρηματοφόρων στις Ολοκαινικές συγκεντρώσεις:
  - Ομάδα Α (συνάθροιση κλειστής λιμνοθάλασσας). Αποτελείται από τα είδη *A. tepida* και *H. germanica*. Η συνάθροιση αυτή χαρακτηρίζει μεσόαλες έως ολιγόαλες βιοφάσεις σε σύγχρονες κλειστές λιμνοθάλασσες (π.χ., Λαφρούδα Θράκης) του Αιγαίου και επισημαίνει την αυξημένη παρουσία μικρών κελυφών *Ammonia* (χαμηλές τιμές του δείκτη *A*) και την υψηλή τιμή του δείκτη AEI στα Ολοκαινικά αλλά και σύγχρονα περιβάλλοντα.
  - Ομάδα Β (συνάθροιση ανοιχτής λιμνοθάλασσας). Αποτελείται από μια σημαντική ποικιλία ειδών όπου επικρατούν τα *A. perlucida*, *Elphidium* spp., *A. beccarii*, *A. parkinsoniana* και αντιπρόσωποι των miliolids και συνοδεύονται από τα *P. pertusus*, *Bolivina-Brizalina* spp. και άλλα μικρά επιφυτικά rotaliids (*Rosalina* spp., *L. lobatula*, *A. planorbis*). Η σύνθεση της πανίδας υποδηλώνει αντοχή σε συνθήκες χαμηλότερης αλμυρότητας, είτε σε διακυμάνσεις αυτής, και υποστηρίζει μια συνεχή θαλάσσια επίδραση στα παράκτια παλαιοπεριβάλλοντα. Αυτός ο συγκεκριμένος τύπος συνάθροισης είναι συγκρίσιμος με το σύγχρονο οικοσύστημα της Βραυρώνας και υποδηλώνει συνεχή εισροή γλυκών υδάτων σε ένα περιβάλλον ανοιχτής λιμνοθάλασσας/ρηχής θάλασσας.
  - Ομάδα C (συνάθροιση βαθύτερου θαλάσσιου περιβάλλοντος), αποτελείται από τα είδη *Valvulineria bradyana* και *Melonis pompilioides*. Η παρουσία αυτών των ειδών χαρακτηρίζει ένα βαθύτερο θαλάσσιο περιβάλλον και σχετίζεται με αυξημένη παρουσία των μεγάλων κελυφών του είδους *Ammonia* (υψηλές τιμές του δείκτη *A*) και σχετικά χαμηλές τιμές του δείκτη AEI, που επισημαίνουν σταθερότητα του βαθύτερου θαλάσσιου περιβάλλοντος.

- Η πανίδα των τρηματοφόρων, σε συνδυασμό με τη χρήση των διαφόρων μικροπαλαιοντολογικών δεικτών, των πολυπαραγοντικών αναλύσεων και των απόλυτων χρονολογήσεων καθορίζει την ακόλουθη παλαιοπεριβαλλοντική εξέλιξη των περιοχών του Αιγαίου:
  - Στις Αλυκές Κίτρους κατά το Κάτω-Μέσο Ολόκαινο επικρατούσε ένα περιβάλλον με συνθήκες ανοιχτής λιμνοθάλασσας. Μια προοδευτική μετάβαση σε συνθήκες κλειστής λιμνοθάλασσας, έλαβε χώρα μετά τα 6500 cal yr BP, πιθανά σχετιζόμενη με τη μείωση του ρυθμού ανόδου του μέσου επιπέδου της θάλασσας και τον υψηλότερο ρυθμό της παράκτιας ιζηματογένεσης.
  - Στην περιοχή της Λαφρούδας Θράκης περίπου 7500 cal yr BP υπήρχε ένας νεολιθικός οικισμός που βρίσκονταν σε κάποια απόσταση από τη θάλασσα. Καθώς οι ανθρωπογενείς αποθέσεις του οικισμού αυτού αποτελούν το κατώτερο μέρος των ακολουθιών της περιοχής, είναι σαφές πως το ανώτερο τμήμα του οικισμού ξεπλύθηκε μακριά από τη δράση της θάλασσας, δίνοντας στοιχεία για την ύπαρξη του νεολιθικού οικισμού στην παράκτια πεδιάδα σε μια θέση κατώτερη από τη σημερινή στάθμη της θάλασσας.
    Το δυτικό μέρος της περιοχής αποτελούσε μια ανοιχτή λιμνοθάλασσα, η οποία περίπου στα 3000 cal yr BP μετατρέπεται σε κλειστή λιμνοθάλασσα παρουσιάζοντας συνθήκες συγκρίσιμες με τις σημερινές που επικρατούν στη σύγχρονη λιμνοθάλασσα της Λαφρούδας Θράκης. Το ανατολικό μέρος της περιοχής μεταβαίνει από το νεολιθικό οικισμό απευθείας σε κλειστή λιμνοθάλασσα. Επομένως, η ανοιχτή λιμνοθάλασσα δεν επεκτάθηκε ποτέ στο

ανατολικότερο μέρος της περιοχής το οποίο μέχρι τα περίπου 3000 cal yr BP ήταν μέρος του νεολιθικού οικισμού, γεγονός που υποδηλώνει την ανθρωπογενή παρέμβαση στη μορφολογία της περιοχής. Κατόπιν, και έως σήμερα, όλη η περιοχή της Λαφρούδας Θράκης αποτέλεσε μία κλειστή λιμνοθάλασσα.

- Στην περιοχή της Βραυρώνας Αττικής αναπτύχθηκε ένα περιβάλλον ανοιχτής λιμνοθάλασσας/ρηχής θάλασσας με συνεχή εισροή γλυκών υδάτων από τα 4700 έως τα 400 cal yr BP, το οποίο κατόπιν εξελίχθηκε σε ένα ολιγόαλο έως γλυκού νερού έλος.
- Στο νότιο Ευβοϊκό κόλπο καταγράφεται πριν περίπου 5000 χρόνια η μεταβολή από συνθήκες ανοιχτής λιμνοθάλασσας/ρηχής θάλασσας σε συνθήκες βαθύτερης θάλασσας, σχετιζόμενες με την άνοδο της στάθμης θάλασσας. Μετά το γεγονός αυτό και έως σήμερα, ο νότιος Ευβοϊκός κόλπος (βάθους περίπου 75 m σήμερα) χαρακτηρίζεται από σταθερές περιβαλλοντικές συνθήκες.
- Η αύξηση των τιμών των δεικτών FAI και FMI στα δεδομένα των Ολοκαινικών αρχείων της Βραυρώνας Αττικής και των Αλυκών Κίτρους αποτελεί ένδειξη για ραγδαίες και έντονες μεταβολές της αλμυρότητας.

- Οι άνω Ολοκαινικές ιζηματογενείς ακολουθίες από την παράκτια περιοχή του Αιγαίου αντικατοπτρίζουν μια εξελικτική ακολουθία η οποία συμφωνεί εξαιρετικά με τα πρόσφατα προτεινόμενα μοντέλα της σχετικής ανόδου του επιπέδου της θάλασσας στις παράκτιες περιοχές του Αιγαίου, που παρουσιάζουν μειούμενο ρυθμό της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης μετά τα 6000 yr BP και περαιτέρω πτώση περίπου στα 4000 yr BP, εξαιτίας των παλαιοκλιματικών συνθηκών και των τοπικών τεκτονικών επιδράσεων. Ο σχετικά υψηλότερος ρυθμός της ανόδου του επιπέδου της θάλασσας που έχει καταγραφεί πριν τα 4000 yr BP θα μπορούσε να συσχετιστεί με τις θερμές και υγρές παλαιοκλιματικές συνθήκες που έχουν καταγραφεί στο Μέσο Ολόκαινο στην περιοχή του Αιγαίου και πλέον πιστοποιούνται εκτός από τις βαθιές λεκάνες και στα παράκτια περιβάλλοντα της ευρύτερης περιοχής.

9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Abu-Zied, R.H., Rohling, E., Jorissen, F.J., Fontanier, C., Casford, J.S.L., Cooke, S., 2008. Benthic foraminiferal response to change in bottom-water oxygenation and organic carbon flux in the eastern Mediterranean during LGM to Recent times. Marine Micropaleontology 67, 46-68.

AGIP Mineralia, 1982. Foraminiferi padani (Terziano e Quaternario), Atlante Iconografico e Distribuzione Stratigrafica. 2nd ed., pls. 52, Milano.

Alday, M., Cearreta, A., Cachão, M., Freitas, M.C., Andrade, C., Gama, C., 2006. Micropalaeontological record of Holocene estuarine and marine stages in the Corgo do Porto rivulet (Mira River, SW Portugal). Estuarine, Coastal and Shelf Science 66, 532-543.

Almogi-Labin, A., 1982. Stratigraphic and paleoceanographic significance of Late quaternary pteropods from deep-sea cores in the Gulf of Aqaba and northernmost Red sea. Marine Micropaleontology 7, 53–72.

Almogi-Labin, A., Perelis-Grossovicz, L., Raab, M., 1992. Living *Ammonia* from a hypersaline inland pool, Dead Sea area, Israel. Journal of Foraminiferal Research 22, 257-266.

Αλμπανάκης, Κ., Στύλλας, Μ., Βουβαλίδης, Κ., Συρίδης, Γ., 2005. Γεωμορφολογικές μεταβολές στην περιοχή του Θερμαικού κόλπου σαν αποτέλεσμα της Ολοκαινικής ανόδου της στάθμης της θάλασσας. Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικλης Εταιρίας XXXVIII, 77-85.

Alve, E., 1991. Benthic foraminifera in sediment cores reflecting heavy metal pollution in Sorfjord, Western Norway. Journal of Foraminiferal Research 21, 1-19.

Alve, E., 1995. Benthic foraminifera response to estuarine pollution. A review. Journal of Foraminiferal Research 25, 190-203.

Alve, E., Murray, J.W., 1994. Ecology and taphonomy of benthic foraminifera in a temperate mesotidal inlet. Journal of Foraminiferal Research 24(1), 18-27.

Alve, E., Nagy, J., 1986. Estuarine foraminiferal distribution in Sandebukta, a branch of the Oslo Fjord. Journal of Foraminiferal Research 16, 261-284.

Amicis, G., 1895. Sopra alcune forme nuove di Foraminiferi del Pliocene Inferiore. Società Toscana di Scienze Naturali, Atti, Memorie 14, 18-30.

Ammerman, A.J., Efstratiou, N., Ntinou, M., Pavlopoulos, K., Gabrielli, R., Thomas, K.D., Mannino, M.A., 2008. Finding the early Neolithic in Aegean Thrace: the use of cores. Antiquity 82, 139-150.

Anastasakis, G., Dermitzakis, M., 1986. Upper Cenozoic connections of the Aegean to the Eastern Mediterranean: Marine Geological Evidence as compared to the fossil mammals of the region. C.I.E.S.M., Congress Mallorca, Spain, 20-25 October, 1986, Monaco. Rapports et Procès-Verbaux des Réunions 30(2), 72-73.

Anastasakis, G., Piper, D.J.W., Dermitzakis, M.D., Karakitsios, V., 2006. Upper Cenozoic stratigraphy and paleogeographic evolution of Myrtoon and adjacent basins, Aegean Sea, Greece. Marine and Petroleum Geology 23, 353-369.

Antoine, D., Morel, A., André, J.M., 1995. Algal pigment distribution and primary production in the eastern Mediterranean as derived from Coastal Zone Color Scanner observations. Journal of Geophysical Research 100(C8), 16, 193-16, 209.

Apostolopoulou-Kakavoyanni, O., 2001a. The Neolithic (6000–3000 BC). In: Aikaterinidis, G., (Ed.), Mesogaia, History and Civilization of Mesogaia Attica. International Athens Airport Publications, pp. 18–27.

Apostolopoulou-Kakavoyanni, O., 2001b. The early bronze age (3000–2000 BC). In: Aikaterinidis, G., (Ed.), Mesogaia, History and Civilization of Mesogaia Attica. International Athens Airport Publications, pp. 35–42.

Apostolopoulou-Kakavoyanni, O., 2001c. Mesogaia during middle bronze age (1600–1050 BC). In: Aikaterinidis, G., (Ed.), Mesogaia, History and civilization of Mesogaia Attica. International Athens Airport Publications, pp. 43–44.

Apostolopoulou-Kakavoyanni, O., 2001d. Mesogaia during geometric times (1100–700BC). In: Aikaterinidis, G., (Ed.), Mesogaia, history and civilization of Mesogaia Attica. International Athens Airport Publications, pp. 68–73.

Armynot du Châtelet, A., Debenay, J.-P., Soulard, R., 2004. Foraminiferal proxies for pollution monitoring in moderately polluted harbours. Environmental Pollution 127(1), 27–40.

Avşar, N., 1997. Foraminifera of the Eastern Mediterranean Coastline. Ç.Ü. Yerbilimleri (Geosound) 31, 67-81.

Avşar, N., Aksu, A., Dincer, F., 2006. Benthic foraminiferal assemblage of Erdek Bay (SW Marmara Sea). Ç.Ü. Yerbilimleri 27(3), 125-141.

Avşar, N., Meriç, E., 2001. Systematic distribution of recent benthic foraminifera from the thermal region of Çeşme-Ilıca Bay (İzmir). Ç.Ü. Yerbilimleri 24, 13-22.

Avşar, N., Meriç, E., Cevik, M.G., Dincer, F., 2009. Recent benthic foraminiferal assemblages on the continental shelf off the Büyük Menderes river delta (W Turkey). Ç.Ü. Yerbilimleri 30(2), 127-144.

Badawi, A., Gerhard Schmiedl, G., Hemleben, C., 2005. Impact of late Quaternary environmental changes on deep-sea benthic foraminiferal faunas of the Red Sea. Marine Micropaleontology 58(1), 13–30.

Ballent, S.C., Carignano, A.P., 2008. Morphological abnormalities in Late Cretaceous and early Paleocene foraminifer tests (northern Patagonia, Argentina). Marine Micropaleontology 67, 288–296.

Bandy, O.L., Chierici, M.A., 1966. Depth-temperature evaluation of selected California and Mediterranean bathyal foraminifera. Marine Geology 4, 259-271.

Bandy, O.L., Ingle, J.C., Resig, J.M., 1964a. Foraminiferal trends, Laguna Beach outfall area, California. Limnology and Oceanography 9, 112-123.
Bandy, O.L., Ingle, J.C., Resig, J.M., 1964b. Foraminifera: Los Angeles County outfall area, California. Limnology and Oceanography 9, 124-137.
Bandy, O.L., Ingle, J.C., Resig, J.M., 1965a. Foraminiferal trends, Hyperion outfall, California. Limnology and Oceanography 10, 314-332.
Bandy, O.L., Ingle, J.C., Resig, J.M., 1965b. Modifications of foraminiferal distributions by the Orange County outfall, California. Marine Technology Society Transactions, 54-76.
Bard, E., Hamelin, B., Arnold, M., Montaggioni, L., Cabioch, G., Faure, G., Rougerie, F., 1996. Deglacial sea-level record from Tahiti corals and the timing of global meltwater discharge. Nature 382, 241-244.
Bard, E., Hamelin, B., Delanghe-Sabatier, D., 2010. Deglacial meltwater pulse 1B and Younger Dryas sea levels revisited with boreholes at Tahiti. Science 327, 1235-1237.
Barker, R.W., 1960. Taxonomic Notes on the Species Figured by H.B. Brady in his Report on the Foraminifera Dregded by H.M. Challenger During the Years 1873-1876. Accompanied by a Reproduction of Brady's Plates. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication 9, 1-238, pls. 1-115, Tulsa, Oklahoma.
Barmawidjaja, D.M., Jorissen, F.J., Puskaric, S., Van der Zwaan, G.J., 1992. Microhabitat selection by benthic foraminifera in the northern Adriatic Sea. Journal of Foraminiferal Research 22, 297-317.
Basso, D., Spezzaferri, S., 2000. The distribution of living (stained) benthic foraminifera in Iskerendun Bay (Eastern Turkey): a statistical approach. Bollettino della Società Paleontologica Italiana 39, 359–379.
Benda, L., Steffens, P., 1981. Aufbau und Alter des Neogens von Katerini (Griechenland). Geologisches Jahrbuch B42, 93-103.
Bergamin, L., Carboni, M.G., Di Bella, L., 1997. *Melonis pompilioides* (Fichtel and Moll) and *Melonis barleeanus* (Williamson) from Pliocene, Pleistocene and Holocene sediments of Central Italy. Geologica Romana 33, 29–45.
Bergamin, L., Di Bella, L., Carboni, M.G., 1999. *Valvulineria bradyana* (Fornasini) in organic matter-enriched environment. Il Quaternario 12, 51-56.
Bernasconi, M.P., Melis, R., Stanley, J.-D., 2006. Benthic biofacies to interpret Holocene environmental changes and human impact in Alexandria's Eastern Harbour, Egypt. The Holocene 16(8), 1163-1176.
Berne, S., Jouet, G., Bassetti, M.A., Dennielou, B., Taviani, M., 2007. Late Glacial to Preboreal sea-level rise recorded by the Rhone deltaic system (NW Mediterranean). Marine Geology 245, 65-88.
Bernhard, J.M., 1988. Postmortem vital staining in benthic foraminifera: Duration and importance in population and distributional studies. Journal of Foraminiferal Research 18, 143-6.
Bernhard, J.M., Alve, E., 1996. Survival, ATP pool, and ultrastructural characterization of benthic foraminifera from Drammensfjord (Norway): response to anoxia. Marine Micropaleontology 28, 5–17.
Bernhard, J.M., Bowser, S.S. 1999. Benthic foraminifera of dysoxic sediments: chloroplast sequestration and functional morphology. Earth Science Reviews 46, 149–65.
Bernhard, J.M., Sen Gupta, B.K., Borne, P.F., 1997. Benthic foraminiferal proxy to estimate dysoxic bottom-water oxygen concentrations: Santa Barbara Basin, U.S. Pacific continental margin. Journal of Foraminiferal Research 27, 10-301.
Bizon, G., Bizon, J.J., 1984a. Distribution des foraminifères sur le plateau continental au large du Rhône. Pétrole et Techniques 301, 84-94.
Bizon, G., Bizon, J.J., 1984b. Les foraminifères des sediments, profonds. Pétrole et Techniques 301, 104-120.
Blanc-Vernet, L., 1969. Contribution à l'étude des foraminifères de Méditerranée. Thèse de Doctorat Etat. Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume 48, p. 281, pls. 17, Marseille.
Blanc-Vernet, L., Clairefond, P., Orsolini, P., 1979. Étude des organismes: Les Foraminifères. In: La Mer pélagienne, Annales Universitaires de Provence- Géologie Méditerranéenne 6(1), 171-209.
Blott, S., Pye, K., 2001. Gradistat: A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. Earth Surface Processes and Landforms 26, 1237-1248.
Boltovskoy, E, Giussani, G., Watanabe, S., Wright, R., 1980. Atlas of benthic shelf foraminifera of the Southwest Atlantic. Dr W. Junk bv. Publishers, The Hague, p. 147.
Boltovskoy, E., Lena, H., 1969. Microdistribution des foraminifères benthoniques vivants. Révue de Micropaleontologie 12(3), 177-185.
Boltovskoy, E., Scott, D., Medioli, F., 1991. Morphological variations of benthic foraminiferal tests in response to changes in ecological parameters: a review. Journal of Paleontology 65, 175-185.
Boltovskoy, E., Wright, R., 1976. Recent Foraminifera. Dr. W. Junk bv. Publishers, The Hague, p. 515.
Boncev, E., 1988. Notes sur la tectonique alpine des Balcans. Bulletin de la Société Géologique de France 8, 241-249.
Boomer, I., Horton, B.P., 2006. Holocene relative sea-level movements along the North Norfolk Coast, UK. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 230, 32-51.
Borsetti, A.M., Iaccarino, S., Jorissen, F.J., Poignant, A., Sztrakos, K., Van der Zwaan, G.J., Verhallen, P.J.J.M., 1986. The Neogene development of *Uvigerina* in the Mediterranean. In: Van der Zwaan, G.J., Jorissen F.J., Verhallen, P.J.J.M., von Danils, C.H., (Eds.), Atlantic-European Oligocene to Recent *Uvigerina*, Utrecht Micropaleontological Bulletin 35, 183-235.

Bouchet, V.M.P., Debenay, J.-P., Sauriau, P.-G., 2007. First report of *Quinqueloculina carinatastriata* (Wiesner, 1923)(Foraminifera) along the French Atlantic coast (Marennes-Oléron bay and Ile de Ré) Journal of Foraminiferal Research 37(3), 204–212.

Bradshaw, J.S., 1957. Laboratory studies on the rate of growth of the foraminifer "*Streblus beccarii* (Line) var. *tepida* (Cushman)". Journal of Paleontology 31, 1138-1147.

Bradshaw, J.S., 1961. Laboratory experiments on the ecology of foraminifera. Contributions from the Cushman Foundation for Foraminiferal Research 12, 87-106.

Brady, H.B., 1881. Notes on some of the Reticularian Rhizopoda of the Challenger Expedition. Pt. III. 1. Classification. 2. Further notes on new species. 3. Note on *Biloculina* mud. Quarterly Journal of Microscopical Science, new series 21, 31-71.

Brady, H.B., 1884. Report on the Foraminifera dredged by H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. Report on the Scientific Results of the Voyage of H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. Zoology 9, 1-814, London.

Brasier, M. D., 1980. Microfossils. London, George Allen and Unwin, p. 193.

Bresler, V.M., Yanko-Hombach, V.V., 2000. Chemical ecology of Foraminifera: parameters of health, environmental pathology, and assessment of environmental quality. In: Martin R.E. (Ed.), Environmental Micropaleontology: The Application of Microfossils to Environmental Geology. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, pp. 217-247.

Brunn, J., 1956. Contribution a l' etude géologique du Pinde serpentrional et d' une partie de la Macedoine Occidentale. Annales Géologiques des Pays Helléniques 7, 1-135

Burone, L., 2002. Foraminíferos Bentônicos e Parâmetros físico-químicos da Enseada de Ubatuba, São Paulo: Estudo Ecológico em uma área com Poluiço Orgânica. Ph.D. Thesis, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo, p.279.

Buzas, M.A., Hayek, L.-A.C., Reed, S.A., Jett, J.A., 2002. Foraminiferal densities over five years in the Indian River Lagoon, Florida: a model of pulsating patches. Journal of Foraminiferal Research 32(1), 68-93.

Cann J.H., De Deckker, P., 1981. Fossil Quaternary and living foraminifera from athalassic (non-marine) saline lakes, southern Australia. Journal of Paleontology 55(3), 660-670.

Caralp, M.H., 1989. Size and morphology of the benthic foraminifer *Melonis barleeanum*: relationships with marine organic matter. Journal of Foraminiferal Research 19, 235-245.

Carbonel, P., Pujos, M., 1982. Les variations architecturales des microfaunes du lac de Tunis: relations avec l' environnement. Oceanologica Acta, special issue, 79-85.

Carboni, G.M., Bergamin, L., Di Bella, L., Esu, D., Pisegna Cerone, E., Antonioli, F., Verrubbi, V., 2010. Palaeoenvironmental reconstruction of late Quaternary foraminifera and molluscs from the ENEA borehole (Versilian plain, Tuscany, Italy). Quaternary Research 74, 265-276.

Carboni, G.M., Bergamin, L., Di Bella, L., Iamundo, F., Pugliese, N., 2002. Palaeoecological evidences from foraminifers and ostracods on Late Quaternary sea-level changes in the Ombrone river plain (central Tyrrhenian coast, Italy). Geobios (35 suppl.), 39-50.

Carboni, M.G., Succi, M.C., Bergamin, L., Di Bella, L., Frezza, V., Landini, B., 2009. Benthic foraminifera from two coastal lakes of southern Latium (Italy). Preliminary evaluation of environmental quality. Marine Pollution Bulletin 59, 268-280.

Cardoso, P.G., Raffaelli, D., Lillebø, A.I., Verdelhos, T., Pardal, M.A., 2008. The impact of extreme flooding events and anthropogenic stressors on the macrobenthic communities' dynamics. Estuarine, Coastal and Shelf Science 76, 553-565.

Carnahan, E.A., 2005. Foraminiferal assemblages as bioindicators of potentially toxic elements in Biscayne Bay, Florida. PhD Thesis, University of South Florida, Tampa, Florida, p. 228.

Carnahan, E.A., Hoare, A.M., Hallock, P., Lidz, B.H., Reich, C.D., 2009. Foraminiferal assemblages in Biscayne Bay, Florida, USA: responses to urban and agricultural influence in a subtropical estuary. Marine Pollution Bulletin 59(8–12), 221–233.

Chapman, F., Parr, W.J., 1932. Victorian and South Australian shallow water foraminifera,2. Proccedings of the Royal Society of Victoria (n.s.) 44, 218-234.

Cherif, O.H., 1970. Die Miliolacea der West-Kóste von Naxos (Griechenland) und ihre Lebensbereiche. Ph.D. Thesis, University of Claustal, Germany, p.175.

Christofides, G., Pécskay, Z., Eleftheriadis, G., Soldatos, T., Koroneos, A., 2004. The Tertiary Evros volcanic rocks (Thrace, northeastern Greece): Petrology and K/Ar geochronology. Geologica Carpathica 55, 5, 379-409.

Cifelli, R., 1990. Foraminiferal classification from d' Orbigny to Galloway. Cushman Foundation for Foraminiferal Research, Special Publication 27, 1-88.

Cimerman, F., Langer, M.R., 1991. Mediterranean foraminifera. Academia Scientarium et Artium Slovenica, Dela, Opera 30, Classis IV: Historia Naturalis, p. 119.

Cita, M., and Zocchi, M., 1978. Distribution patterns of benthic foraminifera on the floor of the Mediterranean Sea. Oceanologica Acta, 1, 445–462.

Closs, D., Madeira, M.L., 1968. Seasonal variations of brackish foraminifera in the Patos Lagoon, southern Brazil. Universidade do Rio Grande do Sul, Escola de Geologia, Publicaçao especial 15, 1-51.

Coccioni, R., 2000. Benthic foraminifera as bioindicators of heavy metal pollution. A case study from the Goro Lagoon (Italy). In: Martin, R.E., (Ed.), Environmental Micropaleontology: The Application of Microfossils to Environmental Geology. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, pp. 71-103.
Coccioni, R., Frontalini, F., Marsili, A., Mana, D., 2009. Benthic foraminifera and trace element distribution: a case-study from the heavily polluted lagoon of Venice (Italy). Marine Pollution Bulletin 59, 257-267.
Coccioni, R., Frontalini, F., Marsili, A., Troiani, F., 2005. Foraminiferi bentonici e metalli in traccia: implicazioni ambientali. Quaderni del Centro di Geobiologia dell'Università degli Studi di Urbino 3, 57-92.
Coccioni, R., Gabbianelli, G., Gentiloni Silverj, D., Fonti, P., Kaminski, M.A., Monechi, S., Tateo, F., 1997. Benthic foraminiferal response to heavy metal pollution in the Goro Lagoon (Italy). In: The First International Conference on Application of Micropaleontologyin Environmental Sciences, Tel Aviv, Israel, pp.47-48.
Coccioni, R., Marsili, A., Venturati, A., 2003. Foraminiferi e stress ambientale. Quaderni del Centro di Geobiologia dell'Università degli Studi di Urbino 1, 99-118.
Colom, G., 1964. El medio y la vida en las Baleares. Gráfica Miramar, Palma de Mallorca.
Colom, G., 1974. Foraminíferos Ibéricos. Introduccion a l' estudio de las especies benthónicas recientes. Investigación Pesquera 38(1), p. 245.
Coppa, M.G., Russo, B., Siani, G., 1994. The Holocene foraminiferal assemblages of the continental margin between Agropoli and Capo Palinuro (Tyrrhenian Sea, Italy). In: Matteucci, R., Carboni, M.G., Pignatti, J.S., (Eds.), Studies on Ecology and Paleoecology of Benthic Communities. Bollettino della Società Paleontologica Italiana, Special Volume 2, pp. 67–91.
Corliss, B.H., 1985. Microhabitats of benthic foraminifera within deep-sea sediments. Nature 314, 435-438.
Culver, S.J., Buzas, M.A., 1995. The effects of anthropogenic habitat disturbance, habitat destruction, and global warming on shallow marine benthic foraminifera. Journal of Foraminiferal Research 25, 204–11.
Culver, S.J., Woo, H.J., Oertel, G.F., Buzas, M.A., 1996. Foraminifera of coastal depositional environments, Virginia, U.S.A., distribution and taphonomy. Palaios 11, 459-486.
Cushman, J.A., 1914. A monograph of the Foraminifera of the North Pacific Ocean, Pt. 4. Chilostomellidae, Globigerinidae, Nummulitidae. Bulletin of the United States National Museum 71 (4), 1-19, Washington.
Cushman, J.A., 1915. A monograph of the Foraminifera of the North Pacific Ocean, Pt. 5. Rotaliidae. Washington, Bulletin of the United States National Museum 71 (5), 1-87, 1-31.
Cushman, J.A., 1921. Foraminifera of the Philippine and adjacent seas. Washington, Bulletin of the United States National Museum 104(2), p. 111.
Cushman, J.A., 1922a. The foraminifera of the Atlantic Ocean. Part 3, Textulariidae. Washington, Bulletin of the United States National Museum 104(3), p. 143.
Cushman, J.A., 1922b. Swallow-water foraminifera of the Tortugas Region. Washington, Publication of Carnegie Institute 311, Department of Marine Biology Papers 17, p. 85.
Cushman, J.A., 1924. Samoan foraminifera. Washington, Publication of Carnegie Institute 342, Department of Marine Biology Papers 21, p. 75.
Cushman, J.A., 1926. Recent foraminifera from Porto Rico. Washington, Publication of Carnegie Institute 344, Department of Marine Biology Papers 23, pp. 73-84.
Cushman, J.A., 1929. The Foraminifera of the Atlantic Ocean, Pt. 6. Miliolidae, Opthalmidiidae and Fischerinidae. Washington, Bulletin of the United States National Museum 104(6), p. 129.
Cushman, J.A., 1930. The Foraminifera of the Atlantic Ocean, Pt., 7. Nonionidae, Camerinidae, Peneroplidae and Alveolinellidae. Washington, Bulletin of the United States National Museum 104(7), p. 18.
Cushman, J.A., 1931. The Foraminifera of the Atlantic Ocean, Pt. 8. Rotaliidae, Amphisteginidae, Calcarinidae, Cymbaloporetiidae, Globorotaliidae, Anomalinidae, Planorbulinidae, Rupertiidae and Homotremidae. Washington, Bulletin of the United States National Museum 104(8), p. 179.
Cushman, J.A., 1932. The Foraminifera of the tropical Pacific collections of the «Albatros», 1899-1900, Pt. Astrorizidae to Trochamminidae. Washington, Bulletin of the United States National Museum 161, p. 88.
Cushman, J.A., 1936. New Genera and Species of the Families Verneuilinidae and Valvulinidae and of the Subfamily Virgulininae. Cushman Laboratory for Foraminiferal Research, Special Publication 6, p. 71.
Cushman, J.A., 1937. A monograph of the foraminiferal family Valvulinidae. Cushman Laboratory for Foraminiferal Research, Special Publication 8, p. 210.
Cushman, J.A., 1939. A monograph of the foraminiferal family Nonionidae. Washington, Professional Papers of the United States Geological Survey 191, p. 1000.
Cushman, J.A., Todd, R., 1946. A foraminiferal fauna from the Paleocene of Arkansas. Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research 18(1), 14-20.
de Nooijer, L.J., 2007. Shallow-water benthic foraminifera as proxy for natural versus human-induced environmental change. PhD Thesis, Utrecht, p. 152.
de Rijk, S., Jorissen, F.J., Rohling, E.J., Troelstra, S.R., 2000. Organic flux control on bathymetric zonation of Mediterranean benthic foraminifera. Marine Micropaleontology 40, 151-166.
de Rijk, S., Troelstra, S.R., Rohling, E.J., 1999. Benthic foraminiferal distribution in the Mediterranean Sea. Journal of Foraminiferal Research 29(2), 93-103.

de Stigter, H.C., Jorissen, F.J., Van der Zwaan, G.J., 1998. Bathymetric distribution and microhabitat partitioning of live (Rose Bengal stained) benthic foraminifera along a shelf to bathyal transect in the southern Adriatic Sea. Journal of Foraminiferal Research 28(1), 40–65.

de Stigter, H.C., Van der Zwaan, G.J., Langone, L., 1999. Differential rates of benthic foraminiferal test production in surface and subsurface sediment habitats in the southern Adriatic Sea. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 149, 67–88.

Debenay, J.-P., 2000. Foraminifers of paralic environments. Micropaleontology 46(1), 153-160.

Debenay, J.-P., Geslin, E., Eichler, B.B., Duleba, W., Sylvestre, F., Eichler, P., 2001. Foraminiferal assemblages in a hypersaline lagoon, Araruama (R.J.) Brazil. Journal of Foraminiferal Research 31(2), 133-151.

Debenay, J.-P., Guillou, J.-J., 2002. Ecological transitions indicated by foraminiferal assemblages in paralic environments. Estuaries 25(6A), 1107-1120.

Debenay, J.-P., Guillou, J.-J., Lesourd, M., 1996. The texture of the foraminiferal tests in relation with the crystallogenesis od colloidal calcite. Comptes Rendues de l' Academie de Sciences-Serie IIa: Sciences de la Terre des Planetes 323(2), 171-178.

Debenay, J.-P., Millet, B., Angelidis, M.O., 2005. Relationships between foraminiferal assemblages and hydrodynamics in the gulf of Kalloni, Greece. Journal of Foraminiferal Research 35(4), 327-343.

Debenay, J-P., Della Patrona, L., Herbland, A., Goguenheim, H., 2009. The impact of easily oxidized material (EOM) on the meiobenthos: Foraminifera abnormalities in shrimp ponds of New Caledonia; implications for environment and paleoenvironment survey. Marine Pollution Bulletin 59, 323-335.

Debenay, J-P., Guillou, J-J., Redois, F., Geslin, E., 2000. Distribution trends of foraminiferal assemblages in paralic environments: a base for using foraminifera as bioindicators. In: Martin, R.E. (Ed.). Environmental Micropaleontology: The Application of Microfossils to Environmental Geology, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, pp.39-67.

Del Moro, A., Innocenti, F., Kyriakopoulos, C., Manetti, P., Papadopoulos, P., 1988. Tertiary granitoids from Thrace (N. Greece): Sr isotope and petrochemical data. Neues Jahrbuch fur Mineralogie Abhandlungen 159, 113-135.

Dermitzakis, M., Triantaphyllou, M., 1990. Ecostratigraphical observations at the eastern part of Corinthiakos Gulf, Annalles Géologiques des Pays Helléniques 34(2), 127-161.

Di Bella, L., Casieri, S., Carboni, G.M., 2008. Late Quaternary paleoenvironmental reconstruction of the Tremiti structural high (Central Adriatic Sea) from benthic foraminiferal assemblages. Geobios 41, 729-742.

Dieckman, G.S., Spindler, M., Lange, M.A., Ackley, S.F., Eicken, H., 1991. Antarctic Sea ice: a habitat for the foraminifer *Neogloboquadrina pachyderma*. Journal of Foraminiferal Research 21, 182-189.

Δημητράκος, Α., 2009. Παλαιογεωγραφική και παλαιοπεριβαλλοντική εξέλιξη του Κίτρους, Πιερίας. Διατριβή Ειδίκευσης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, σ. 150.

Dimiza, M.D., Koukousioura, O., Triantaphyllou, M.V., 2012. Benthic foraminiferal morphological abnormalities from Holocene sediments of the Aegean Sea, Greece: palaoenvironmental implications. 10th Symposium on Oceanography and Fishery, Proceeding.

Dinter, D. A., Macfarlane, A., Hames, W., Isachsen, C., Bowring, S., Royden, L., 1995. U-Pb and $^{40}Ar/^{39}Ar$ geochronology of the Symvolon granodiorite. Implications for the thermal and structural evolution of the Rhodope metamorphic core complex, northeastern Greece. Tectonics 14, 886-908.

Dix, T.L., 2001. The distribution and ecology of benthic foraminifera of Tampa Bay, Florida. PhD Thesis, University of South Florida, Tampa, Florida, p. 197.

Dobell, C., 1932. Antony van Leeuwenhoek and his "Little Animals", Harcourt, Brace and Co, New York.

Douglas, R.G., 1973. Benthonic foraminiferal biostratigraphy in the central North Pacific, Leg 17, Deep Sea Drilling Project. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, XVII, Washington (U. S. Government Printing Office), 607-671.

Drakopoulos, I., Makropoulos, K., Stavrakakis, G., 1984. Junction of Evia-Beotia and Chalkida diversion. Seismological study, Report for the Greek Ministly of Public Works, p. 58.

Drinia, H., Anastasakis, G., 2012. Benthic foraminifer palaeoecology of the Late Quaternary continental outer shelf of a landlocked marine basin in central Aegean Sea, Greece. Quaternary International 261, 43-52.

Durrieu de Madron, X., Nyffeler, F., Balopoulos, E., T., Chronis, G., 1992. Circulation and distribution of suspended matter in the Sporades Basin, northwestern Aegean Sea. Journal of Marine Systems 3, 237–248.

Ebrahim, M.T., 2000. Impact of anthropogenic environmental change on larger foraminifera: Tarawa Atoll, Kiribati, South Pacific. In: Martin, R.E., (Ed.), Environmental Micropaleontology: The Application of Microfossils to Environmental Geology, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, pp. 105-117.

Elberling, B., Knudsen, K.L., Kristensen, P.H., Asmund, G., 2003. Applying foraminiferal stratigraphy as a biomarker for heavy metal contamination and mining impact in a fiord in west Greenland. Marine Environmental Research 55, 235-256.

Eleftheriadis, G., Frank, W., Petrakakis, K., 2001. $^{40}Ar/^{39}Ar$ dating and cooling history of the Pangeon granitoids, Rhodope massif (Eastern Macedonia, Greece). Bulletin of the Geological Society of Greece, 34, 911-916.

Eleftheriadis, G., Lippolt, H.L., 1984. Altersbestimmungen zum oligozänen Vulkanismus der Süd-Rhodopen/Nord-Griechenland. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Mh., 3, 179-191.
Ellis, B.F., Messina, A., 1940 to present. Catalogue of Foraminifera. The American Museum of Natural History, New York, special publication.
Ellison, R.L., Nichols, M.M., 1974. Maritime Sediments. Special Publication 1, First International Conference on Benthonic Foraminifera on Continental Margins. Part A: Ecology and Biology.
Evelpidou, N., Pavlopoulos, K., Vassilopoulos, A., Triantaphyllou, M., Vouvalidis, K., Syrides, G., 2010. Sea level changes in Upper Holocene and palaeogeographical reconstruction. Geodinamica Acta 23(5-6), 233-240.
Facorellis, Y., Maniatis, Y., Kromer, B., 1998. Apparent ^{14}C ages of marine mollusc shells from a Greek island: calculation of the marine reservoir effect in the Aegean Sea. Radiocarbon 40(2), 963-973.
Fairbanks, R.G., 1989. A 17,000-year glacio-eustatic sea level record: influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep-ocean circulation. Nature 342, 637-642.
Faugères, L., 1975. Recherches géomorphologiques en Grèce septentrionale (Macédoine centrale, Macédoine occidentale). Thèse Doct. d' Etat, Lettres, Universitaire Paris IV, Publ. serv., Réprod. Lille (1977), p. 950.
Faugères, L., 1977. Les complexes de loess et de paléosols des bordures du golfe Thermaique. Recherches Françaises sur le Quaternaire. INQUA, 120–133.
Ferraro, A., Cervoni, L., Eufemi, M., Altieri, F., Turano, C., 1991. Comparison of DNA-protein interactions in intact nuclei from avian liver and erythrocytes: a cross-linking study. Journal of Cellular Biochemistry 62, 495-505.
Ferraro, L., Sprovieri, M., Alberico, I., Lifer, F., Prevedello, L., Marsella, E., 2006. Benthic foraminifera and heavy metals distribution: a case study from the Naples Harbour (Tyrrhenian Sea, Southern Italy). Environmental Pollution 142, 274-287.
Flint, J.M., 1899. Recent Foraminifera. A descriptive catalogue of specimens dredged by the U.S. Fish commission Steamer «Albatros». Report of the United States National Museum I, 249-349.
Fontanier, C., Jorissen, F.J., Licari, L., Alexandre, A., Anschutz, P., Carbonel, P., 2002. Live benthic foraminiferal faunas from the Bay of Biscay: faunal density, composition, and microhabitats. Deep-Sea Research I 49, 751–785.
Freyberg, B., Von, 1951. Die Braunkohlenlagerstatten von Moschopotamos bei Katerini. Annales Géologiques des Pays Helléniques 1(3), 22-31.
Frezza, V., Carboni, M.G., 2009. Distribution of recent foraminiferal assemblages near the Ombrone River mouth (Northern Tyrrhenian Sea, Italy). Révue de Micropaleontologie 52, 43-66.
Friligos, N., 1985. Nutrient conditions in the Eyboikos Gulf (west Aegean). Marine Pollution Bulletin 16(11), 435-439.
Friligos, N., 1987. Eutrophication assessment in Greek coastal waters. Toxicological and Environmental Chemistry 15, 185-196.
Friligos, N., Gotsis-Skretas, O., 1987. Realtionships of phytoplankton with certain environmental factors in the south Eyboikos Gulf (Greece). Marine Ecology P.S.Z.N. 8, 59-73.
Frontalini, F., Buosi, C., Da Pelo, S., Coccioni, R., Cherchi, A., Bucci, C., 2009. Benthic foraminifera as bio-indicators of trace element pollution in the heavily contaminated Santa Gilla lagoon (Cagliari, Italy). Marine Pollution Bulletin 58, 858-877.
Frontalini, F., Coccioni, R., 2008. Benthic foraminifera for heavy metal pollution monitoring: a case study from the central Adriatic Sea coast of Italy. Estuarine Costal and Shelf Science 76(2), 404-417.
Fujita, K., Omori, A., Yokoyama, Y., Sakai, S., Iryu, Y., 2010. Sea-level rise during Termination II inferred from large benthic foraminifers: IODP expedition 310, Tahiti sea level. Marine Geology 271, 149-155.
Furssenko, A.V., 1978. Vvedenie v izuchenie foraminifer (Introduction to the study of Foraminifera). Novosibirsk.
Gehrels, W.A., 2000. Using foraminiferal transfer functions to produce high-resolution sea-level records from salt-marsh deposits, Maine, USA. The Holocene 10(3), 367-376.
Geslin, E., 1999. Impact des stress environnementaux sur les peuplements, la morphologie et la texture des foraminifères paraliques: implications pour leur utilisation comme bioindicateurs. PhD Thesis, University Angers (France) and São Paulo (Brazil), p. 269.
Geslin, E., Debenay, J.-P., Lesourd, M., 1998. Abnormal wall textures and test deformation in *Ammonia* (hyaline foraminifer). Journal of Foraminiferal Research 28(2), 148-156.
Geslin, E., Debenay, J-P., Duleba, W., Bonetti, C., 2002. Morphological abnormalities of foraminiferal tests in brazilian environments: comparison between impacted and non impacted areas. Marine Micropaleontology 45, 151-168.
Geslin, E., Stouff, V., Debenay, J-P., Lesourd, M., 2000. Environmental variation and foraminiferal test abnormalities. In: Martin, R.E., (Ed.), Environmental Micropaleontology: The Application of Microfossils to Environmental Geology, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, pp.191-215.
Gillet, S., Faugères, L., 1970. Contribution a l'etude du Pontien de Macedoine: analyse géologique et sedimentologique des depots de Trilophos (Sud-Ouest de Salonique). Rev. Geogr. Phys. Geol. Dyn. 2 XII (1), 9-24.
Godfriaux, I., 1968. Etude géologique de la region de l'Olympe (Grece). These Doct. Sci., Paris (1965). Annales Géologiques des Pays Helléniques 19, p. 280.

Goiran, J.-P., Pavlopoulos, K.P., Fouache, E., Triantaphyllou, M., Etienne, R., 2011. Piraeus, the ancient island of Athens: evidence from Holocene sediments and historical archives. Geology 39(6), 531-534.
Golani, D., 1998. Distribution of lessepsian migrant fish in the Mediterranean. Italian Journal of Zoology 65, 95-99.
Goldstein, S.T., 2000. Foraminifera: A biological overview. In: Sen Gupta, B.K., (Ed.), Modern Foraminifera, Kluwer Academic Publishers, Great Britain, pp. 37-55.
Gooday, A.J., 1986. Meiofaunal foraminiferans from the bathyal Porcupine Seabight (northeast Atlantic): size structure, standing stock, taxonomic composition, species diversity and vertical distribution in the sediment. Deap-Sea Research 33, 1345-1373.
Gooday, A.J., 2003. Benthic Foraminifera (Protista) as Tools in Deep-water Palaeoceanography: Environmental Influences on Faunal Characteristics. In: Southward, A.J., Tyler, P.A., Young, C.M., Fuiman, L.A., (Eds.), Advances in Marine Biology, Academic Press, pp. 3-91.
Goy, J. L., Zazo, C., Dabrio, C.J., 2003. A beach-ridge progradation complex reflecting periodical sea-level and climate variability during the Holocene. Geomorphology 50, 251-268.
Grant, J., Hatcher, A., Scott, D.B., Pocklington, P., Schafer, C.T., Winters, G.A., 1995. A multidisciplinary approach to evaluating benthic impacts of shellfish aquaculture. Estuaries 18, 124–44.
Gruber, L., Lazar, S., Hyams, O., Sivan, D., Herut, B., Almogi-Labin, A., 2007. *A. lobifera*, a larger symbiont-bearing foraminiferal migrant from the Red Sea, now dominates rocky coasts of the Israeli Mediterranean. Geophysical Research Abstracts 9, 01407.
Haake, F.W., 1977. Living benthic foraminifera in the Adriatic Sea: influence of water depth and sediment. Journal of Foraminiferal Research 7, 62-75.
Hallock, P., 1981. Light dependence in *Amphistegina*. Journal of Foraminiferal Research 11, 40–6.
Hallock, P., 2000a. Symbiont-bearing foraminifera. In: Sen Gupta, B.K., (Ed.), Modern Foraminifera, Kluwer Academic Publishers, Great Britain, pp. 123-139.
Hallock, P., 2000b. Larger foraminifera as indicators of coral-reef vitality. In: Martin, R.E., (Ed.), Environmental Micropaleontology. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, The Application of Microfossils to Environmental Geology, pp. 121–150.
Hallock, P., Glenn, E.C., 1986. Larger foraminifera: A tool for paleoenvironmental analysis of Cenozoic carbonate facies. Palaios 1, 55-64.
Hallock, P., Lidz, B.H., Cockey-Burkhard, E.M., Donnelly, K.B., 2003. Foraminifera as bioindicators in coral reef assessment and monitoring: the FORAM Index. Environmental Monitoring and Assessment 81(1–3), 221–238.
Haman, D., 1990. Living thecamoebid distribution, biotopes and biofacies, in an upper deltaic plain lacustrine subenvironment, Lac des Allemands, Louisiana. Revista Espapola de Micropaleontologica 22, 47–60.
Hammer, O., Harper, D.A.T., Ryan, P.D., 2001. Past Paleontological statistics software. Package for education and data analysis. Paleontologia Electronica.
Hammond, N.G.L., 1984. The battle of Pydna. The Journal of Hellenic Studies 104, 31-47.
Harloff, J., Mackensen, A., 1997. Recent benthic foraminiferal associations and ecology of the Scotia Sea and Argentine Basin. Marine Micropaleontology 31, 1-29.
Hawkes, A.D., Horton, B.P., Nelson, A.R., Hill, D.F., 2010. The application of intertidal foraminifera to reconstruct coastal subsidence during the giant Cascadia earthquake of AD 1700 in Oregon, USA. Quarternary International 221, 116–140.
Hayek, L.C., Buzas, M.A., 1997. Surveying natural populations. Columbia University Press, New York, p. 563.
Haynes, J.R.,1981. Foraminifera. New York, John Wiley and Sons, p. 433.
Hayward, B.W., Neil, H., Carter, R., Grenfell, H.R., Hayward, J.J., 2002. Factors influencing the distribution patterns of recent deep-sea benthic foraminifera, east of New Zealand, Southwest Pacific Ocean. Marine Micropaleontology 46, 139-176.
Hayward, B.W., Hollis, C.J., 1994. Brackish foraminifera in New Zealand: a taxonomic and ecological review. Micropaleontology 40(3), 185–222.
Hayward, B.W., Maria Holzmann, M., Grenfell, H.R., Pawlowski, J., Triggs, C.M., 2004. Morphological distinction of molecular types in *Ammonia* towards a taxonomic revision of the world's most commonly misidentified foraminifera. Marine Micropaleontology 50, 237-271.
Hermand, R., Salen-Picard, C., Alliot, E., Degiovanni, C., 2008. Macrofaunal density, biomass and composition of estuarine sediments and their relationship to the river plume of the Rhone River (NW Mediterranean). Estuarine, Coastal and Shelf Science 79, 367-376.
Heron-Allen, E., Earland, A., 1913. Clare Island Survey, Part 64, Foraminifera. Proceedings of the Royal Irish Academy 31, 1-188.
Heron-Allen, E., Earland, A., 1930. The foraminifera of the Plymouth District. Journal of the Royal Microscopical Society 50 (3), 46-84.
Hofker, J., 1951. The Foraminifera of the Siboga Expedition. Pt. III Siboga-Expeditie, Monographie IV a, 1-513. E.J. Brill, Leiden.
Höglund, H., 1947. Foraminifera in the Gullmar Fjord and the Skagerak. Ph.D. Thesis., University of Uppsala, Sweden, p. 328.

Hohenegger, J., 2005. Estimation of environmental paleogradient values based on presence/absence data: a case study using benthic foraminifera for paleodepth estimation. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 217, 115-130.
Hollaus, S.S., Hottinger, L., 1997. Temperature dependence of endosymbiotic relationships? Evidence from the depth range of Mediterranean *Amphistegina lessonii* (Foraminiferida) trunucated by the thermocline. Eclogae Geologicae Helvetiae 90, 591-597.
Horton, B.J., Edwards R.J., 2006. Quantifying Holocene sea-level change using intertidal foraminifera: Lessons from the British Isles. Cushman Foundation for Foraminiferal Research Special Publication No. 40, 1-97.
Horton, B.J., Murray, J.W., 2006. Patterns in cumulative increase in live and dead species from foraminiferal time series of Cowpen Marsh, Tees Estuary, UK: Implications for sea-level studies. Marine Micropaleontology 58, 287-315.
Horton, B.P., Edwards, R.J., Lloyd, J.M., 1999. A foraminiferal-based transfer function: Implications for sea-level studies. Journal of Foraminiferal Research 29(2), 117-129.
Hottinger, L., Halicz, E., Reis, Z., 1993. Recent Foraminifera from the Gulf of Aqaba, Red Sea. Slovenska Akadademija Znanosti in Umetnosti (Ljubljana) 33, p. 179.
Hyams, O., Almogi-Labin, A., Benjaminia, C., 2002. Larger foraminifera of the southeastern Mediterranean shallow continental shelf off Israel. Israel Journal of Earth Sciences 51(3/4), 169–179.
Hyams-Kaphzan, O., Almogi-Labin, A., Sivan, D., Benjamini, C., 2008. Benthic foraminifera assemblage change along the southeastern Mediterranean inner shelf due to fall-off of Nile-derived siliciclastics. Neues Jahrbuch fur Geologie und Paläontologie Abh. 248(3), 315-344.
Iaccarino, S., 1967. Richerche sui foraminiferi contenuti in sei carote prelevate nel Mar Ligure (La Spezia). Bollettino della Societa Geologica Italiana 86, 59-88.
Iaccarino, S., 1969. I foraminiferi di campioni di fondo prelevati nel Golfo di Taranto (M Junio). Ateno Parmense, Acta Naturalia 5, 73-99.
Ι.Γ.Μ.Ε., 1983. Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας, 1:50.000, Αθήνα.
Ι.Γ.Μ.Ε., 1986. Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας, 1:50.000, Φύλλο Κατερίνη. Μέττος, Α., Κουτσουβέλη, Α., Αθήνα.
Innocenti, F., Kolios, N., Manetti, P., Mazzuali, R., Peccerillo, A., Rita, F., Villari, L., 1984. Evolution and geodynamic significance of Tertiary orogenic volcanism in northeastern Greece. Bulletin of Volcanology 47-1, 25-37.
Ιωακείμ, Χ., 1986. Παλυνολογική–στρωματογραφική μελέτη της γεώτρησης Μ4α λεκάνης Κατερίνης Πιερίας, Ι.Γ.Μ.Ε, Αθήνα.
Jonasson, K.E., Schroder-Adams, C.J., Patterson, R.T., 1995. Benthic foraminiferal distribution at Middle Valley, Juan de Fuca Ridge, a northeast Pacific hydrothermal venting site. Marine Micropaleontology 25, 151-167.
Jorissen, F.J., 1987. The distribution of benthic foraminifera in the Adriatic Sea. Marine Micropaleontology 12, 21-48.
Jorissen, F.J., 1988. Benthic foraminifera from the Adriatic Sea: principles of phenotypic variation. Utrecht Micropaleontological Bulletin 37, 1-174.
Jorissen, F.J., 1999. Benthic foraminiferal microhabitats below the sediment-water interface. In: Sen Gupta, B.K., (Ed.), Modern Foraminifera. Kluwer Academic Publishers, Great Britain, pp. 161-179.
Jorissen, F.J., Barmawidjaja, D.M., Puskaric, S., Van der Zwaan, G.J., 1992. Vertical distribution of benthic foraminifera in the northern Adriatic Sea: the relation with the organic flux. Marine Micropaleontology 19, 131-146.
Jorissen, F.J., de Stigter, H.C., Widmark, J.G.V., 1995. A conceptual model explaining benthic foraminiferal microhabitats. Marine Micropaleontology 26, 3-15.
Kaesler, R.L., 1966. Quantitative re-evaluation of ecology and distribution of recent foraminifera and ostracoda of Todos Santos Bay, Baja California, Mexico. University of Kansas Publications 10, 1-50.
Kalkreuth, W., Naylor, R., Paul, J., Marchioni, D., Calder, J., Lamberson, M., 1991. The relationship between coal petrography and depositional environment from selected coal basins in Canada. International Journal of Coal Geology 19, 21-76.
Kaminski, R.N., Aksu, A.E., Box, M., Hiscott, R. N., Filipescu, S., Al-Salameen, M., 2002. Late glacial to Holocene benthic foraminifera in the Marmara Sea: implications for Black Sea–Mediterranean Sea connections following the last deglaciation, Marine Geology 190, 165-202.
Kanaya, G., Suzuki, T., Kikuchi, E., 2011. Spatio-temporal variations in macrozoobenthic assemblage structures in a river-affected lagoon (Idoura Lagoon, Sendai Bay, Japan): Influences of freshwater inflow. Estuarine, Coastal and Shelf Science 92, 169-179.
Kayan, I., 1988. Late Holocene sea-level changes on the western Anatolian coast. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 68, 205-218.
Kilias, A., Mountrakis, D., 1990. Kinematics of the crystalline sequences in the western Rhodope massif. 2nd Hellenic-Bulgarian Symposium Thessaloniki, 1989. Geol. Rhodop., 100-116.
Κόντης, Ι.Δ., 1967. Άρτεμις Βραυρωνία. Αρχαιολογικόν Δελτίον 22, 156–206.
Κούκουζας, Κ.Ν., Κούβελος, Κ.Ι., 1976. Η λιγνιτοφορία του Νομού Πιερίας. Ι.Γ.Μ.Ε., Κοιτασματολογική Έρευνα Ν6, σ. 28.

Κουκουσιούρα, Ο., 2005. Μικροπαλαιοντολογική μελέτη των σύγχρονων βενθονικών τρηματοφόρων από τα θαλάσσια οικοσυστήματα της Ν. Άνδρου, και διερεύνηση του ρόλου τους ως νέων περιβαλλοντικών δεικτών. Διατριβή Ειδίκευσης, Πανεπιστήμιο Αθηνών, σ. 204.

Koukousioura, O., Dimiza, M.D., Triantaphyllou, M.V., 2010a. Alien foraminifers from Greek coastal areas (Aegean Sea, Eastern Mediterranean). Mediterranean Marine Science 11(1), 155–172.

Koukousioura, O., Dimiza, M.D., Triantaphyllou, M.V., 2010b. Expansion of warm-water symbiont-bearing foraminiferal species in coastal ecosystems of the Aegean Sea (Greece, E. Mediterranean): evidence for climatic fluctuations? International Symposium on Foraminifera, FORAMS 2010, September 5-10 2010, Bonn, Germany, Abstracts Volume with Program, p. 124.

Koukousioura, O., Dimiza, M.D., Triantaphyllou, M.V., Hallock, P., 2011. Living benthic foraminifera as an environmental proxy in coastal ecosystems: a case study from the Aegean Sea (Greece, NE. Mediterranean). Journal of Marine Systems 88(4), 489-501.

Koukousioura, O., Triantaphyllou, M.V., Dimiza, M.D., Pavlopoulos, K., Syrides, G., Vouvalidis, K., 2012. Benthic foraminiferal evidence and paleoenvironmental evolution of Holocene coastal plains in the Aegean Sea (Greece). Quaternary International 261, 105-117.

Koukousioura, O., Triantaphyllou, M.V., Tsourou, T., Dimiza, M. Dermitzakis, M.D., 2006. The role of *Amphistegina lobifera* as an environmental health proxy in coastal environments: a case study from Kastro and Korthi gulfs (Andros Island, middle Aegean Sea, Greece). International Symposium of Foraminifera, FORAMS 2006, 10-15 September 2006, Natal, Brazil, Annuario do Instituto de Geociencias, Universidade Federal do Rio de Janeiro, vol. 29-1, p. 268.

Kouli, K., 2011. Vegetation development and human activities in Attiki (SE Greece) during the last 5,000 years. Vegetation History and Archaeobotany, doi: 10.1007/s00334-011-0336-9.

Κυριακόπουλος, Κ.Γ., 1987. Γεωχρονολογική, γεωχημική, ορυκτολογική μελέτη των τεταρτογενών πλουτονικών πετρωμάτων της μάζας της Ροδόπης και τα ισοτοπικά (Rb-Sr και K-Ar)) χαρακτηριστικά τους. Διδακτορική Διατριβή. Τμήμα Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, σ. 343.

Kovach, W., 1987. Multivariate methods of analyzing paleoecological data. Paleontological Society 3, 72-104.

Kovach, W., 1989. Comparisons of multivariate analytical techniques for use in Pre-Quaternary plant paleoecology. Review of Paleobotany and Palynology 60, 255-282.

Kronberg, P., Meyer, W., Pilger, A., 1970. Geologie der Rila-Rhodope Masse zwischen Strimon und Nestos (Nordgriechenland). Geologisches Jahrbuch Beih., 88, 133-180.

Kuhnt, T., Schmiedl, G., Ehrmann, W., Hamann, Y., Andersen, N., 2008. Stable isotopic composition of Holocene benthic foraminifers from the Eastern Mediterranean Sea: past changes in productivity and deep water oxygenation. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 268, 106-115.

Kurc, G., 1961. Foraminifères et ostracodes de l'étang de Thau. Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes 25(2), 130-247.

Κώτης, Θ., 1997. Η λιγνιτοφορία της Νεογενούς λεκάνης Μοσχοποτάμου-Κατερίνης στα πλαίσια των γεωτεκτονικών ενοτήτων της Πιερίας (Κοιτασματολογία-Μεθοδολογία έρευνας-Αξιολόγηση). Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών, σ. 188.

Κώτης, Θ., Πλουμίδης, Μ., 1989. Το λιγνιτικό κοίτασμα του Δημ. Λιγνιτορυχείου Μελιάδι 2 του Ν. Πιερίας. Γεωλογικά-Κοιτασματολογικά στοιχεία. Εσωτερική Έκθεση Ι.Γ.Μ.Ε. Ε5823, σ. 38.

Lalechos, N., 1986. Correlations and observations in molassic sediments in onshore and offshore areas of Northern Greece. Mineral Wealth 42, 7-34.

Lambeck, K., 1995. Late-Pleistocene and Holocene sea-level change in Greece and south-western Turkey: a separation of eustatic, isostatic and tectonic contributions. Geophysical Journal International 122, 1022-1044.

Lambeck, K., Antonioli, F., Purcell, A., Silenzi, S., 2004. Sea level change along the Italian coast for the past 10,000 yr. Quaternary Science Reviews 23, 1567-1598.

Lambeck, K., Bard, E., 2000. Sea-level change along the French Mediterranean coast for the past 30,000 years. Earth and Planetary Science Letters 175, 203-222.

Lambeck, K., Purcell, A., 2005. Sea-level change in the Mediterranean Sea since the LGM: model predictions for tectonically stable areas. Quaternary Science Reviews 24, 1969–1988.

Langer, M.R., 1988. Recent epiphytic foraminifera from Vulcano (Mediterranean Sea). Revue de Paleobiologie vol. spec. No 2, Benthos ’86, 827-832.

Langer, M.R., 2008. Foraminifera from the Mediterranean and the Red Sea. Aqaba-Eilat, the Improbable Gulf. Environment Environment, Biodiversity and Preservation. In: Por, F.D., (Ed.) Magnes Press, pp. 399-417.

Langer, M.R., Frick, H., Silk, M.T., 1998. Photophile and sciaphil foraminiferal assemblages from marine plant communities of Lavezzi Islands (Corsica, Mediterranean Sea). Revue de Paléobiologie 17(2), 525-530.

Langer, M.R., Hottinger, L., 2000. Biogeography of selected "larger" foraminifera. Micropaleontology, Supplement 46(1), 105–126.

Langer, M.R., Schmidt-Sinns, J., 2006. The 100 most common Foraminifera from the Bay of Fetovaia, Elba Island (Mediterranean Sea). Monographie im Selbstverlag, Institut für Paläontologie, Universität Bonn, p. 37.

Larsen, A.R., 1976. Studies of recent *Amphistegina*, taxonomy and some ecological aspects. Israel Journal of Earth-Sciences 25, 1-26.

Le Cadre, V., Debenay, J-P., Lesourd, M., 2003. Low pH effects on *Ammonia beccarii* test deformation: implications for using test deformation as pollution indicator. Journal of Foraminiferal Research 33, 10-31.
Le Calvez, J., Le Calvez, Y., 1958. Répartition des Foraminifères dans la Baie de Villefranche. I Miliolidae. Annales de l' Institut Océanographique 35(3), 159-234, Paris.
Le Calvez, Y., 1959. Etude de quelques Foraminiferes nouveaux du Cusien francobeIge. Revue de Micropaléontologie Z(2), 88-94.
Le Pichon, X., Angelier, J., 1979. The Hellenic Arc and Trench system: A key to the neotectonic evolution of the Eastern Mediterranean area. Tectonophysics, 60, 1-42.
Lee, J.J., 2006. Algal symbiosis in larger foraminifera. Symbiosis 42, 63-75.
Lefort, J., 1986. Paysages de Macédoine. Travaux et mémoires du Centre de Recherche d'histoire et Civilisation de Byzance. Collège de France. Ed. De Boccard, Paris, p. 311.
Leorri, E., Horton, B.P., Cearreta, A., 2008. Development of foraminifera-based transfer function in the Basque marshes, N. Spain: Implications for sea-level studies in the Bay of Biscay. Marine Geology 251, 60-74.
Lepsius, R., 1893. Geologie von Attika. Berlin, p. 196.
Leutenegger, S., 1984. Symbiosis in benthic Foraminifera specificity and host adaptions. Journal of Foraminiferal Research 54, 11-16.
Lévy, A., Mathieu, R., Poignant, A., Rosset-Moulinier, M., 1989. Revision des Miliolidae (Foraminiferida) de type Quinqueloculin de mediterranee occidentale. 113 Congres national des Societes savantes, Strasbourg, 1988. Sciences de la Terre, 161-174.
Lévy, A., Mathieu, R., Poignant, A., Rosset-Moulinier, M., 1991. Morphologie et morphométrie de foraminifères benthiques (Miliolacea) du Cénozoique à l'actuel. Geobios 13, 97-104.
Lévy, A., Mathieu, R., Poignant, A., Rosset-Moulinier, M., 1992. Foraminifères a arrangement quinquéloculin et triloculin (Miliolacea) de Méditerranée. Revue de Paléobiologie 11(1), 111-135.
Lévy, A.R., Mathieu, R., Poignant, A., Rosset-Moulinier, M., Rouvillois, A., 1980. Distribution des Foraminifères de la marge continentale algérienne, baie de Bou Ismail. Annales Mines Géologique, Tunis 28(3), 443-465.
Liati, A., 1986. Regional metamorphism and overprinting contact metamorphism of the Rhodope zone, near Xanthi (N. Greece). Ph. D. Thesis, Technische Universität Braunschweig, p. 186.
Lipps, J.H., Langer, M.R., 1999. Benthic foraminifera from the meromictic Mecherchar Jellyfish Lake, Palau (western Pacific), Micropaleontology 45(3), 278-284.
Loeblich, A.R., Tappan, H., 1964. Foraminiferal Classification and Evolution. Journal of the Geological Society of India 5, 5-39.
Loeblich, A.R., Tappan, H., 1988. Foraminiferal Genera and Their Classification, Van Nostrand Reinhold Co., New York.
Loeblich, A.R., Tappan, H., 1994. Foramifera of the Sahul Shelf and Timor Sea. Cushman Foundation for Foraminiferal Research, Special Publication 31, 1-661.
Λόζιος, Σ., 1993. Τεκτονική ανάλυση των μεταμορφωμένων σχηματισμών της Νοτιοανατολικής Αττικής. Διδακτορική Διατριβή. Πανεπιστήμιο Αθηνών, σ. 299.
Luciani, V., Giusberti, L., Agnini, C., Fornaciari, E., Rio, D., Spofforth, D.J.A., Pälike, H., 2010. Ecological and evolutionary response of Tethyan planktonic foraminifera to the middle Eocene climatic optimum (MECO) from the Alano section (NE Italy). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 292, 82–95.
Lutze, G.F., Altenbach, A., 1991. Technik und Signifikanz der Lebendfärbung benthischer Foraminiferen mit Bengalrot. Geologisches Jahrbuch A128, 251-65.
Λυκούσης, Β., Σουρή-Κουρούμπαλη, Φ., 1984. Επιφανειακά ιζήματα στο Ν. Ευβοϊκό κόλπο-κόλπο Πεταλιών. Πρακτικά 1ου Πανελλήνιου Συμπόσιου Ωκεανογραφίας και Αλιείας, σ. 477-484.
Lykousis, V., Chronis, G., Tselepides, A., Price, B., Theocharis, A., Siokou-Frangou, I., Van Wambeke, F., Danovaro, R., Stavrakakis, S., Duineveld, G., Georgopoulos, D., Ignadiades, L., Voutsinou -Taliadouri, F., Souvermezoglou, A., 2002. Major outputs of the recent multidisciplinary biogeochemical researches undertaken in the Aegean Sea. Journal of Marine Systems 33-34, 313-334.
Lykousis, V., Karageorgis, A.P., Chronis, G.Th., 2005. Delta progradation and sediment fluxes since the last glacial in the Thermaikos Gulf and the Sporades Basin, NW Aegean, Greece. Marine Geology 222–223, 381–397.
Mackensen, A., Grobe, H., Hubberten, H.W., Kuhn, G., 1993. Benthic foraminiferal assemblages and the δ13C- signal in the Atlantic sector of the Southern Ocean, glacial-to-interglacial contrasts. In: Zahn, R., Pedersenm T.F., Kaminskim M.A., Labeyrie, L., Carbon Cycling in the Glacial Ocean, Constraints on the Ocean's Role in Global Change, Quantitative Approaches in Paleoceanography, NATO ASI Series, Series I: Global Environmental Change 17, 105-135.
Magni, P., Como, S., Montani, S., Tsutsumi, H., 2006. Interlinked temporal changes in environmental conditions, chemical characteristics of sediments and macrofaunal assemblages in an estuarine intertidal sandflat (Seto Inland Sea, Japan). Marine Biology 149, 1185-1197.
Magurran, A.E., 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton University Press, Princeton, N J., p. 177.
Mariolakos, I., Papanikolaou, D., 1973. Observations on the tectonics of west Penteliko, Attika. Bulletin of the Hellenic Geological Society X(2), 134–179.

Masque, P., Fabres, J., Canals, M., Sanchez-Cabeza, J.A., Sanchez-Vidal, A., Cacho, I., Calafat, A.M., Bruach, J.M., 2003. Accumulation rates of major constituents of hemipelagic sediments in the deep Alboran Sea: a centennial perspective of sedimentary dynamics. Marine Geology 193, 207-253.
Mateu-Vicens, G., Box, A., Deudero, S., Rodriguez, B., 2010. Comparative analysis of epiphytic foraminifera in sediments colonized by seagrass *Posidonia oceanica* and invasive macroalgae *Caulerpa* spp. Journal of Foraminiferal Research 40, 134-147.
McCrone, A.W., Schafer, C.T., 1966. Geochemical and sedimentary environments of foraminifera in the Hudson River estuary, New York. Micropaleontology 12, 505–5.
McKenzie, D., 1972. Active tectonics of the Mediterranean region. Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society 30, 109-185.
McKenzie, D., 1978. Active tectonics of the Alpine-Himalayan belt: the Aegean Sea and surrounding regions. Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society 55, 217-254.
Melis, R., Violanti, D., 2006. Foraminiferal biodiversity and Holocene evolution of the Phetchaburi coastal area (Thailand Gulf). Marine Micropaleontology 61, 94-115.
Mendes, I., Gonzalez, R., Dias, J.M.A., Lobo, F., Martins, V., 2004. Factors influencing recent benthic foraminifera distribution on the Guandiana shelf (Southwestern Iberia). Marine Micropaleontology 51, 171-192.
Mercier, J., 1960. Zone pélagonienne et zone du Vardar en Macedoine gresque. Bulletin de la Societe Géologique de France 7(II), 4, 435-449.
Mercier, J., 1966. Mouvements orogéniques, épirogéniques et magmatisme d'age jurassique supérieur–eocretace dans les zones internes des Héllénides (Macédoine Grèce). Revue de Geographie Physique et de Geologie Dynamique 2(VIII), 265–278.
Mercier, J., 1972a. Etude géologique des Zones Internes des Hellénides en Macédoine Centrale. Annales Géologiques des Pays Helléniques 20, 760-779.
Mercier, J., 1972b. Contribution a l'étude du métamorpgisme et de l'évolution magmatique des Zones Internes des Hellénides. Annales Géologiques des Pays Helléniques 20, 751-759.
Meriç, E., Algan, O., 2007. Paleoenvironments of the Marmara Sea (Turkey) coasts from paleontological and sedimentological data. Quaternary International 167-8, 128-48.
Meriç, E., Avşar, N., Görmüs, M., Bergin, F., 2004. Twin and triplet forms of recent benthic foraminifera from the eastern Aegean Sea, Turkish coast. Micropaleontology 50(3), 297-301.
Meriç, E., Avşar, N., Yokeş, M.B., 2008. Some alien foraminifers along the Aegean and southwestern coasts of Turkey. Micropaleontology 54, 307–349.
Meriç, E., Görmüs, M., Avşar, N., 2007. Holocene geologic history of the Golden Horn (Istanbul, NW Turkey) based on foraminiferal data. Journal of Asian Earth Sciences 30, 353-363.
Meriç, E., Görmüs, M., Nielsen, J.K., Avşar, N., Ünsal, I., 2005. Significance of rare reproduction occurrences among recent nodosariids and other benthic foraminifera. Anales de Biología 27, 85-100.
Milker, Y., 2010. Western Mediterranean shelf foraminifera: Recent distribution, Holocene sea-level reconstructions, and paleoceanographic implications. PhD Thesis, Hamburg, p. 191.
Milker, Y., Schmiedl, G., Betzler, C., Römer, M., Jaramillo-Vogel, D., Siccha, M., 2009. Distribution of recent benthic foraminifera in neritic carbonate environments of the Western Mediterranean Sea. Marine Micropaleontology 70, 207-225.
Millot, C., Taupier-Letage, I., 2005. Circulation in the Mediterranean Sea. In: Saliot, A., (Ed.), The Handbook of Environmental Chemistry. Springer Verlag, Heidelberg, pp. 29-66.
Mojtahid, M., Jorissen, F., Lansard, B., Fontanier, C., Bombled, B., Rabouille, C., 2009. Spatial distribution of live benthic foraminifera in the Rhone prodelta: Faunal response to a continental-marine organic matter gradient. Marine Micropaleontology 70, 177-200.
Moncharmont Zei, M., Placella, B., Russo, B., Sgarrella, F., 1981. Le microfaune. Foraminiferi. In: Belfiore, I., (Ed.), La sedimentazione recente del Golfo di Taranto (Alto Ionio, Italia), 49/50. Annuario dell'Istituto Universitario Navale, Napoli, pp. 61–77.
Moodley, L., Hess, C., 1992. Tolerance of infaunal benthic foraminifera for low and high oxygen concentrations. Biological Bulletin 183, 94-98.
Morariu, A., Hottinger, L., 1988. Amphisteginid specific identifications, dimorphism, coiling direction and provincialism. Revue de Paléobiologie, Special Volume 2, 695-698.
Morhange, C., Goiran, J.P., Bourcier, M., Carbonel, P., Le Campion, J., Rouchy, J.M., Yon, M., 2000. Recent Holocene paleo-environmental evolution and coastline changes of Kition, Larnaca, Cyprus, Mediterranean Sea. Marine Geology 170, 205-230.
Morhange, C., Laborel, J., Hesnard, A., 2001. Changes of relative sea-level during the past 5000 years in the ancient harbour of Marseilles, Southern France. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 166, 319-329.
Morhange, C., Pirazzoli, P.A., 2005. Mid-Holocene emergence of southern Tunisian coasts. Marine Geology 220, 205-213.
Morigi, C., Jorissen, F.J., Fraticelli, S., Horton, B.P., Principi, M., Sabbatini, A., Capotondi, L., Curzi, P.V., Negri, A., 2005. Benthic foraminiferal evidence for the formatiom of the Holocene mud-belt and bathymetrical evolution in the cental Adriatic Sea. Marine Micropaleontology 57 (1-2), 25-49.
Morton, R.A., Ward, G.H., White, W.A., 2000. Rates of sediment supply and sea-level rise in a large coastal lagoon. Marine Geology 167, 261–284.

Moulfi-El-Houari, L., Ambroise, D., Mathieu, R., 1999. Distribution des foraminifères bentiques actuels sur la marge continentale argeroise (Baie de Bou-Ismail). Revue de Micropaléontologie 42, 315-327.
Μουντράκης, Δ., 1985. Γεωλογία Ελλάδος. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, σ. 207.
Μπέσιος, Μ., 1997. Πύδνα. Αρχαιολογία και Τέχνες 63, 56–60.
Murray, J.W., 1971. An Atlas of British Recent Foraminiferids. Heineman educational books, London, p. 244.
Murray, J.W., 1991. Ecology and Palaeoecology of Benthic Foraminifera. Longman, Wiley, Harlow/Essex, New York, NY, p. 397.
Murray, J.W., 2000. When does environmental variability become environmental change? The proxy record of Benthic Foraminifera. In: Martin, R.E., (Ed.), Environmental Micropaleontology, vol. 15 of Topics in Geobiology, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, pp. 7-37.
Murray, J.W., 2007. Ecology and Applications of Benthic Foraminifera. Cambridge University Press, p. 426.
Murray, J.W., Whittaker, J.E., Alve, E., 2000. On the type species of *Aubignyna* and a description of *A. hamblensis*, a new microforaminifer from temperate shallow waters. Journal of Micropaleontology 19(1), 61-67.
Nastos, P., Politi, N., Kapsomenakis, J., 2011. Spatial and temporal variability of the Aridity Index in Greece. Atmospheric Research, doi: 10.1016/j. atmosres.2011.06.017.
Natland, M.I., 1938. New species of foraminifera from off the west coast of North America and from the later Tertiary of the Los Angeles basin. Bull. Scripps Institution of Oceanography, Tech. Ser. 4(5), 137-164.
Nelson, A.R., Sawai, Y., Jennings, A.E., Bradley, L.-A., Gerson, L., Sherrod, B.L., Sabean, J., Horton, B.P., 2008. Great-earthquake paleogeodesy and tsunamies of the past 2000 years at Alsea Bay, central Oregon coast, USA. Quarternary Science Reviews 27, 747-768.
Nguyen, D.T., 1980. Remarques sur quelques anomalies du test de `Fusulines'. Revue de Micropaléontologie 23(2), 116-120.
Nichols, M.M., 1974. Foraminifera in estuarine classification. In: Odum, H.T., Copeland, B.J., McMahan, E.A., (Eds.), Coastal Ecosystems of the United States 1, pp. 85–103.
Nixon, F.C., Reinhardt, E.G., Rothaus, R., 2009. Foraminifera and tidal notches: dating neotectonic events at Korphos, Greece. Marine Geology 257, 41-53.
Oflaz, S.A. 2006. Taxonomy and distribution of the benthic foraminifera in the gulf of Iskebderun, Eastern Mediterranean. Master Thesis, p.306.
Osswald, K., 1938. Geologische Geschichte von Griechisch-Nordmazedonien. Denkschr. Der Geol. Landesanstalt von Griechenland, Heft 3, Athen.
Ouzounis, A, Kilias, A., and Mountrakis, D., 2002. The use of Digital Elevation Models (DEM.) and Geographic Information System (G.l.S.) in geological mapping. A case study in the southern Vermion Mountain (SW Macedonia, Greece), Proceedings of the 6th Pan-Hellenic Geographical Conference of the Hellenic Geographical Society II, 193-200.
Παπαδημητρίου, Ι., 1948. Ανασκαφαί εν Βραυρώνι της Αττικής. Πρακτικά Αρχαιολογικής Εταιρείας 42, 81–90.
Παπαδόπουλος, Π., Αναστασιάδης, Ι., 2003. Γεωλογία των Τριτογενών λεκανών της ΝΑ Ροδόπης-Θράκης. Έργο ΔΕ.: Μελέτη του Ολιγοκαίνου των Τριτογενών λεκανών της Θράκης. Ι.Γ.Μ.Ε., Ξάνθη.
Παπαδόπουλος, Π., Αναστασιάδης, Ι., Ιωακείμ, Χ., 2005. Στρωματογραφία και παλαιογεωγραφική εξέλιξη των Τριτογενών λεκανών της ελληνικής Θράκης. Επιστημονική συνεδρία της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας, Σαμοθράκη.
Παπανικολάου, Κ., 1990. Ανθρακοπετρογραφική μελέτη και επεξήγηση-παλαιοπεριβάλλον, τεχνολογικές ιδιότητες γαιανθράκων μετώπου Μελιάδι περιοχής Μοσχοποτάμου Πιερίας. Ι.Γ.Μ.Ε., σ. 1-44.
Papanikolaou, D., Alexandri, M., Nomikou, P., Ballas, D., 2002. Morphotectonic structure of the western part of the north Aegean based on swath bathymetry. Marine Geology 190, 465-492.
Papanikolaou, D., Panagopoulos, A., 1981. On the structural style of southern Rhodope, Greece. Geologica Balcanica 11, 13-22.
Papp, A., Schmid, M.E., 1985. Die fossilen foraminiferen des Tertiären beckens von Wien. Revision der Monographie von Alcide d' Orbigny (1846), Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, Wien, p. 311.
Parker, F.L., 1958. Eastern Mediterranean Foraminifers, Reports of the Swedish Deep-Sea Expedition 1947-1948, vol. VIII, Sediment cores from the Mediterranean Sea and the Red Sea 4, 219-283.
Parker, W.C., Arnold, A.J., 1999. Quantitative methods of data analysis in foraminiferal ecology. In: Sen Gupta, B.K., (Ed.), Modern Foraminifera. Kluwer Academic Publishers, Great Britain, pp. 71–89.
Patterson, R.T., 1990. Intertidal benthic foraminiferal biofacies on the Fraser River Delta, British Columbia–modern distribution and paleoecological importance. Micropaleontology 36, 229–45.
Παυλόπουλος, Κ., 1997. Γεωμορφολογική εξέλιξη της νότιας Αττικής. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Γαία Νο2, σ. 197.
Pavlopoulos, K., 2010. Relative sea level fluctuations in Aegean coastal areas from middle to late Holocene. Geodynamica Acta 23(5-6), 225-232.
Pavlopoulos, K., Kapsimalis, V., Theodorakopoulou, K., Panagiotopoulos, I.P., 2011. Vertical displacement trends in the Aegean coastal zone (NE Mediterranean) during the Holocene assessed by geo-archaeological data. The Holocene 22(6), 717–728.
Pavlopoulos, K., Karkanas, P., Triantaphyllou, M., Karymbalis, E., Tsourou, Th., Palyvos, N., 2006. Palaeoenvironmental evolution of the coastal plain of Marathon, Greece, during the Late

Holocene: depositional environment, climate and sea-level changes. Journal of Coastal Research 22, 424-438.
Pavlopoulos, K., Theodorakopoulou, K., Bassiakos, Y., Hayden, B., Tsourou, T., Triantaphyllou, M., Kouli, K., Vandarakis, D., 2007. Paleonevironmental evolution of Istron (N.E. Crete), during the last 6000 years: depositional environment, climate and sea level changes. Geodinamica Acta 20(4), 219-229.
Pavlopoulos, K., Triantaphyllou, M., Karkanas, P., Kouli, K., Syrides, G., Vouvalidis, K., Palyvos, N., Tsourou, T., 2010. Paleoenvironmental evolution and prehistoric human environment, in the embayment of Palamari (Skyros Island, Greece) during Middle-Late Holocene. Quaternary International 216, 41-53.
Pawlowski, J., Bolivar, I., Farhni, J., Zaninetti, L., 1995. DNA analysis of *"Ammonia beccarii"* morphotypes: one or more species? Marine Micropaleontology 26, 171-178.
Pawlowski, J., Holzmann, M., Fahrni, J.F., Hallock, P., 2001. Molecular identification of algal endosymbionts in large Miliolid foraminifera: 1. Chlorophytes. Journal of Eukaryotic Microbiology 48(3), 362-367.
Perconig, E., 1954. Note paleontologiche sulla zona costiera di Agrigento (Sicilia). Contr. Sci. Geol. 3, 91-98.
Pérès, J.M., Picard, J., 1964. Nouveau manuel de bionomie bentique de la Mer Mediterranée. Rec. Trav. St. Mar. Endoume 31, 1-137.
Perissoratis, C., van Andelt, T.H., 1991. Sea-level changes and tectonics in the Quaternary extensional basin of the south Evoikos Gulf, Greece. Terra Nova 3, 294-302.
Peters, J.M., 1985. Neogene and Quaternary vertical tectonics in the South Hellenic arc and their effect on cocurrent sedimentation proccesses. PhD Thesis, GUA papers of Geology 23(1), Amsterdam.
Phleger, F.B., 1960. Ecology and Distribution of Recent Foraminifera. The Johns Hopkins Press, Baltimore, Md Johns Hopkins Press, p. 297.
Phleger, F.B., 1967. Marsh foraminiferal patterns, Pacific coast of North America. Annales Instituto de Biologia, Universidad Nacional Autonoma de Mexico vol.38, serie del Mar y Limnologia (1), 11–38.
Phleger, F.B, Ewing, G.C., 1962. Sedimentology and oceanography of coastal lagoons in Baja California, Mexico. Geological Society of America, Bulletin 73, 145–81.
Phleger, F. B., and Walton, W. R. 1950. Ecology of marsh and bay foraminifera, Barnstable Mass. *American Journal of Science,* v. 248, pp. 274–94.
Pielou, E.C., 1984. The Interpretation of Ecological Data, Wiley, New York, p. 263.
Pirazolli, P.A., 2005. A review of possible eustatic, isostatic and tectonic contributions in eight late-Holocene relative sea-level histories from the Mediterranean area. Quarternary Science Reviews 24, 1989-2001.
Poignant, A., Mathieu, R., Lévy, A., Cahuzac, B., 2000. *Haynesina germanica* (Ehrenberg), *Elphidium excavatum* (Terquem) L.S. and *Porosononion granosum* (d'Orbigny), margino-littoral species of foraminifera from the central Aquitaine (SW France) in the middle Miocene (Langhian). The problem of *Elphidium lidoense* Cushman. Revue de Micropaléontologie 43(3), 393-405.
Polychronakou-Sgouritsa, N., 2001. The Mycenaean Mesogaia in International Airport of Athens. In: Venizelos, Eleutherios, (Ed.), Mesogaia, History and Civilization of Mesogaia Attica. International Athens Airport Publications, pp. 45–67.
Por, F.D., 1978. Lessepsian migration: the influx of Red Sea biota into the Mediterranean Sea by way of the Suez Canal. Berlin, Springer-Verlag, p. 228.
Poulos, S.E., Chronis, G.Th., Collins, M.B., Lykousis, V., 2000. Thermaikos Gulf Coastal System, NW Aegean Sea: an overview of water/sediment fluxes in relation to air–land–ocean interactions and human activities. Journal of Marine Systems 25, 47–76.
Poulos, S.E., Collins, M.B., Ke, X., 1992. Fluvial/wave interaction controls on delta formation for ephemeral rivers discharging into microtidal waters. Geo-Marine Letters 13, 24-31.
Poulos, S.E., Drakopoulos, P.G., Collins, M.B., 1997. Seasonal variability in sea surface oceanographic conditions in the Aegean Sea (Eastern Mediterranean): an overview. Journal of Marine Systems 13, 225–244.
Poulos, S.E., Papadopoulos, A., Collins, M.B., 1994. Deltaic progradation in Thermaikos Bay, Northern Greece and its socioeconomic implications. Ocean and Coastal Management 22, 229-247.
Psilovikos, A., Syrides, Γ., 1983. Stratigraphy sedimentation and Paleogeography of the Strymon basin E. Macedonia/Nothern Aegean sea, Greece. Clausthaler Geologische Abhandlungen 44, 55–87.
Reiss, Z., Hottinger, L., 1984. The Gulf of Aqaba – Ecological Micropaleontology. Ecological studies 50. Springer-Verlag, 1-354, Berlin, Heidelberg.
Rixen, M., Beckers, J.-M., Levitus, S., Antonov, J., Boyer, T., Maillard, C., Fichaut, M., Balopoulos, E., Iona, S., Dooley, H., Garcia, M.-J., Manca, B., Giorgetti, A., Manzella, G., Mikhailov, N., Pinardi, N., Zavatarelli, M., Medar Consortium, 2005. The Western Mediterranean Deep Water: A proxy for climate change. Geophysical Research Letters 32(12), 1-9.
Robinson, A.R., Leslie, W.G., Theocharis, A., Lascaratos, A., 2001. Mediterranean Sea circulation. Encyclopedia of Ocean Science 3, 1689-1705.
Robles, F.L.E., Collins, M.B., Ferentinos, G., 1983. Water masses in Thermaikos Gulf, North western Aegean Sea. Estuarine, Coastal Shelf Science 16, 363–378.

Romano, E., Bergamin, L., Finoia, M.G., Carboni, M.G., Ausili, A., Gabellini, M., 2008. Industrial pollution at Bagnoli (Naples, Italy): benthic foraminifera as tool in integrated programs of environmental monitoring. Marine Pollution Bulletin 56, 439-457.
Ruiz, F., Abad, M., Olias, M., Galan, E., Gonzalez, I., Aguila, E., Hamoumi, N., Pulidod, I., Cantano, M., 2006. The present environmental scenario of the Nador Lagoon (Morocco). Environmental Research 102, 215-229.
Rupp, C., 1986. Paläoökologie der Foraminiferen in der Sandschalerzone (Badenien, Miozän) des Wiener Bechens, University of Wien, Beiträge zur paläontologie von Österreich 12, p. 180.
Ρωμιοπούλου, Α., 1965. Ένας Προϊστορικός οικισμός στη Λαφρούδα (Νομού Ξάνθης). Αρχαιολογικόν Δελτίον 20, 461-67.
Sabean, J.A.R., 2004. Application of foraminifera to detecting land level change associated with great earthquakes along the west coast of North America, Master Thesis, Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, p. 85.
Saffert, H., Thomas, E., 1998. Living foraminifera and total populations in salt marsh peat cores: Kelsey Marsh (Clinton, CT) and the Great Marshes (Barnstable, MA), Marine Micropaleontology 33(3-4), 175-202.
Samir, A.M., 2000. The response of benthic foraminifera and ostracods to various pollution sources: a study from two lagoons in Egypt. Journal of Foraminiferal Research 30, 83-98.
Samir, A.M., Abdou, H.F., Zazou, S.M., El-Menhawey, W.H., 2003. Cluster analysis of recent benthic foraminifera from the Northwestern Mediterranean coast of Egypt. Revue de Micropaléontologie 46, 111-130.
Samir, A.M., El-Din, A.B., 2001. Benthic foraminiferal assemblages and morphological abnormalities as pollution proxies in two Egyptian bays, Marine Micropaleontology 41, 193-227.
Saraswati, P.K., 2002. Growth and habitat of some recent miliolid foraminifera: Palaeoecological implications. Current Science 82(1), 81-84.
Saraswati, P.K., Shimoike, K., Iwao, K., Mitra, A., 2003. Distribution of larger foraminifera in the reef sediments of Akajima, Okinawa, Japan. Journal of Geological Society of India 61, 16-21.
Satsmadjis, J., Voutsinou-Taliadouri, F., 1984. Patterns of trace elements in sediments of a Greek tidal channel. Marine Pollution Bulletin 15(3), 117-118.
Schafer, C.T., 1973. Distribution of foraminifera near pollution sources in Chaleur Bay. Water, Air and Soil Pollution 2, 219–233.
Schafer, C.T., Frape, F.E., 1974. Distribution of benthic foraminifera: their use in delimiting local nearshore environments. Geological Survey of Canada, Paper 74-30(1), 103–8.
Schafer, C.T., Wagner, F.J.E., Ferguson, C., 1975. Occurrence of foraminifera, molluscs and ostracods adjacent to the industrialized shoreline of Canso Strait, Nova Scotia. Water, Air and Soil Pollution 5, 79–96.
Schafer, C.T., Winters, G.V., Scott, D.B., Pocklington, P., Cole, F.E., Honig, C., 1995. Survey of living foraminifera and polychaete populations at some Canadian aquaculture sites: potential for impact mapping and monitoring. Journal of Foraminiferal Research 25, 236–259.
Schmiedl, G., Mackensen, A., Müller, P.J., 1997. Recent benthic foraminifera from the eastern South Atlantic Ocean: Dependence on food supply and water masses. Marine Micropaleontology 32, 249-287.
Schmiedl, G., de Bovée, F., Buscail, R., Charrière, B., Hemleben, C., Medernach, L., Picon, P., 2000. Trophic control of benthic foraminiferal abundance and microhabitat in the bathyal Gulf of Lions, western Mediterranean Sea. Marine Micropaleontology 40, 167-188.
Schlee, J., 1973. Atlantic continental shelf and slope of the United States – sediment texture of the northeast part: U.S. Geological Survey Professional Paper 529-L, p. 64.
Schönfeld, J., 2002. Recent benthic foraminiferal assemblages in deep high-energy environments from Gulf of Cadiz (Spain). Marine Micropaleontology 44, 141-162.
Scott, D.B., Collins, E.S., Tobin, R., 1997. Historical reconstruction of impact histories from several sites on the east coast of North America using benthic foraminifera as indicators. Abstract to Estuarine Research Federation (ERF) Annual Meeting, Providence, R.I. (October).
Scott, D.B., Piper, D.J.W., Panagos, A.G., 1979. Recent salt marsh and intertidal mudflat foraminifera from the western coast of Greece, Rivista Italiana de Paleontologia e Stratigraphia 85(1), 243-266.
Scott, D.B., Schafer, C.T., Medioli, F.S., 2004. Monitoring in coastal environments using foraminifera and thecamoebian indicators. Cambridge University Press, p. 177.
Scott, D.B., Suter, J.R., Kosters, E.C., 1991. Marsh foraminifera and arcellaceans of the lower Mississippi Delta: controls on spatial distribution. Micropaleontology 37(4), 373–92.
Scott, D.S., Medioli, F.S., Schafer, C.T., 2001. Monitoring in Coastal Environments Using Foraminifera and Thecamoebian Indicators. Cambridge University Press, Cambridge, p. 177.
Scoullos, M., Dasenakis, M., 1983. Trace metals in a tidal Mediterranean embayment. Marine Pollution Bulletin 14(1), 24-29.
Seiglie, G.A., 1964. Signification de los foraminiferos anormales de la Laguna de Unare. Lagena 1, 1-6.
Sellier de Cirvieux, J.M., 1977. Foraminiferos indicadores de communidades bentonicas recientes en Venezuela. Parte II: ecologia y distribucion de los foraminiferos mas frequentes de la plataforma continental en el Parque Nacional Mochima. Boletin del Instituto Oceanografico de la Universidad Oriente 16, 3-62.
Semeniuk, T.A., 2000. Spatial variability in epiphytic foraminifera from micro- to regional scale. Journal of Foraminiferal Research 30, 99-109.

Sen Gupta, B.K., 2000. Introduction to modern Foraminifera. In: Sen Gupta, B.K., (Ed.), Modern Foraminifera, Kluwer Academic Publishers, Great Britain, pp. 3-6.
Sen Gupta, B.K., Turner, R.E., Rabalais, N.N., 1996. Seasonal oxygen depletion on continental-shelf waters of Louisiana: historical records on benthic foraminifera. Geology 24, 227–230.
Serandrei-Barbero, R., Albani, A.D., Zecchetto, S., 1997. Palaeoenvironmental significance of a benthic foraminiferal fauna from an archaeological excavation in the Lagoon of Venice, Italy. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 136, 41-52.
Sgarrella, F., Barra, D., 1985. Distribuzione dei foraminiferi bentonici nel Golfo di Salerno (Basso Tirreno, Italia). Bollettino della Societ`a dei Naturalisti di Napoli 93 (1984), 51–110.
Sgarella, F., Barra, D., Importa, A., 1985. The benthic foraminifers of the Gulf of Policastro (southern Tyrrhenian Sea, Italy). Bollettino della Societa dei Naturalisti in Napoli 92, 67-144.
Sgarrella, F., Moncharmont Zei, M., 1993. Benthic foraminifera of the Gulf of Naples (Italy): systematics and autoecology. Bollettino della Società Paleontologica Italiana 32, 145-264.
Shannon, C.E., Weaver, W., 1963. The mathematical theory of communication, University of Illinois Press, Urbana, Illinois, p. 127.
Sharifi, A.R., Croudace, I.W., Austin, R.L., 1991. Benthic foraminiferids as pollution indicators in Southampton Water, Southern England. Journal of Micropaleontology 10. 109-113.
Shear, H., 1996. The development and use of indicators to assess the state of ecosystem health in Great Lakes, Ecosystem Health 2, 241-258.
Sivan, D., Wdowinski, S., Lambeck, K., Galili, E., Raban, A., 2001. Holocene sea-level changes along the Mediterranean coast of Israel, based on archaeological observations and numerical model. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 167, 101-117.
Sjoerdsma, P.G., Van der Zwaan, G.J., 1992. Simulating the effect of changing organic flux and oxygen content on distribution of benthic foraminifera. Marine Micropaleontology 19, 163–180.
Soldatos, T., Koroneos, A., Christofides, G., Del Moro, A., 2001. Geochronology and origin of the Elastic plutonite (Hellenic Rhodope Massif, N. Greece) constrained by new Sr isotopic data. Neues Jahrbuch fur Mineralogie Abhandlungen 176,179-209.
Spezzaferri, S., Tamburini, F., 2007. Paleodepth variations on the Eratosthenes Seamount (Eastern Mediterranean): sea-level changes or subsidence? Earth Discussions 2, 115-132.
Spratt, C., 1857. On the freshwater deposits of Eyboea, the coast of Greece, and Salonica. The Quaterly Journal of the Geological Society of London Thirthee, 177-184.
Steinhauer, G., 2001a. The Archaic Mesogaia (7th–6th century BC). In: Aikaterinidis, G., (Ed.), Mesogaia, History and Civilization of Mesogaia Attica. International Athens Airport Publications, pp. 74–79.
Steinhauer, G., 2001b. The Classical Mesogaia (5th–4th century BC). In: Aikaterinidis, G., (Ed.), Mesogaia, History and Civilization of Mesogaia Attica. International Athens Airport Publications, pp. 80–139.
Steinhauer, G., 2001c. Mesogaia during roman times (1st–3rd century AD). In: Aikaterinidis, G., (Ed.), Mesogaia, History and Civilization of Mesogaia Attica. International Athens Airport Publications, pp. 143–147.
Στεργίου, Κ.Ι., 1991. Διάρθρωση ελληνικής αλιευτικής παραγωγής. Αλιευτικά Νέα 103, 31-38.
Stocchi, P., Spada, G., 2007. Glacio- and hydro-isostasy in the Mediterranean Sea: Clark´s zones and role of remote ice sheets. Annals of Geophysics 50, 741-761.
Stouff, V., 1998. Interêt des élevages de foraminifères en laboratoire: Etudes biologiques et ultrastructurales. PhD thesis, University Angers and EPHE, France, p. 405.
Stouff, V., Debenay, J-P., Lesourd, M., 1999a. Origin of double and multiple tests in benthic foraminifera: observations in laboratory cultures. Marine Micropaleontology 36, 189-204.
Stouff, V., Geslin, E., Debenay, J-P., Lesourd, M., 1999b. Origin of morphological abnormalities in *Ammonia* (foraminifera): studies in laboratory and natural environments. Journal of Foraminiferal Research 29, 152-170.
Streftaris, N., Zenetos, A., 2006. Alien marine species in the Mediterranean–the 100 'worst invasives'and their impacts. Mediterranean Marine Science 7(1), 87–118.
Stuiver, M., Reimer, P.J., 1993. Extended C-14 data-base and revised Calib 3.0 C-14 age calibration program. Radiocarbon 35, 215-230.
Συλβέστρου, Ι.Α., 2002. Στρωματογραφική παλαιοντολογική και παλαιογεωγραφική μελέτη των Νεογενών–Τεταρτογενών αποθέσεων της λεκάνης Κατερίνης Πιερίας. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σ. 368.
Symeonidis, N., Rabeder, G., 1995. Das Jungpleistozan in der «Höhle» von Vraona auf Attica in Griechenland. Annales Géologiques des Pays Helléniques 36, 1–109.
Συρίδης, Γ., 1990. Λιθοστρωματογραφική βιοστρωματογραφική και παλαιογεωγραφική μελέτη των Νεογενών-Τεταρτογενών ιζηματογενών σχηματισμών της χερσονήσου Χαλκιδικής. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σ. 320.
Συρίδης, Γ., 1996. Αρχαιομετρικές και αρχαιολογικές έρευνες στη Μακεδονία και Θράκη. Πρακτικά Β' Συμποσίου Ελληνικής Αρχαιομετρικής Εταιρείας (26-28 Μαρτίου), Θεσσαλονίκη, σ. 357-370.
Tassos, S.T., 1983. Marine Holocene foraminifera and ostracoda from Kalloni Bay, Lesvos Island, Greece. Bolletino della Societa Paleontologica Italiana 22(1-2), 135-144.
Terquem, O., 1876. Essai sur le classement des animaux qui vivant sur la plage et dans les environs de Denkerque. Pt. 1: Memoires de la Societe Dunkerquoise pour l'Encour-agement des Sciences des Lettres et des Arts (1874–1875) 19, 405–57, Paris.

Terquem, O., 1878. Les Foraminifères et les Entomostracés-Ostracodes du Pliocène Supérieur de l' île de Rhode. Memoire de la Société Géologique de France 3(1), 1-135, Paris.
Terquem, O., 1882. Les Foraminiferes de l'Eocene des environs de Paris. Memoire de la Société Géologique de France 3(1), 1-135.
Theodorakopoulou, K., Pavlopoulos, K., Triantaphyllou, M., Kouli, K., Tsourou, T., Bassiakos, Y., Zacharias, N., Hayden, B., 2009. Geoarchaeological studies in the coastal area of Istron-Kalo Chorio (gulf of Mirabello-Eastern Crete): landscape evolution and paleoenvironmental reconstruction. Zeitschrift für Geomorphologie 53(1), 55-70.
Thomas, E., Gapotchenko, T., Varekamp, J.C., Mecray, E.L., Buchholtz ten Brink, M.R., 2000. Benthic Foraminifera and Environmental changes in Long Island Sound. Journal of Coastal Research 16(3), 641–655.
Todd, R., 1958. Foraminifera from the Western Mediterranean deep-sea cores. Reports of the Swedish Deep-Sea Expedition, Sediment Cores from the Mediterranean Sea and the Red Sea 8(3), 167-215.
Triantaphyllou M.V., Dimiza M., Koukousioura O., Katsis, D., Hallock-Muller P., 2010a. Life cycle of symbiont-bearing foraminifer *Amphistegina lobifera* in coastal ecosystems of Aegean Sea (Greece, E. Mediterranean). International Symposium on Foraminifera, FORAMS 2010, September 5-10, Bonn, Germany, Abstracts Volume with Program, p. 191.
Triantaphyllou, M.V., Dimiza, M.D., Koukousioura, O., Hallock, P., 2012. Short note on the life cycle of symbiont-bearing foraminifer *Amphistegina lobifera* in the coastal ecosystems of Aegean Sea (Greece, E. Mediterranean). Journal of Foraminiferal Research 42, 154-161.
Triantaphyllou, M.V., Koukousioura, O., Dimiza, M.D., 2009a. The presence of Indo-Pacific symbiont-bearing foraminifer *Amphistegina lobifera* in Greek coastal ecosystems (Aegean Sea, Eastern Mediterranean). Mediterranean Marine Science 10(2), 73–85.
Triantaphyllou, M.V., Kouli, K., Tsourou, T., Koukousioura, O., Pavlopoulos, K., Dermitzakis, M.D., 2010b. Paleoenvironmental changes since 3000 BC in the coastal marsh of Vravron (Attica, SE Greece). Quaternary International 216, 14-22.
Triantaphyllou, M.V., Pavlopoulos, K., Tsourou, Th., Dermitzakis, M.D., 2003. Brackish marsh benthic microfauna and paleoenvironmental changes during the last 6.000 years on the coastal plain of Marathon (SE Greece). Rivista Italiana Paleontologia et Stratigrafia 109(3), 539-547.
Triantaphyllou, M.V., Tsourou, T., Koukousioura, O., Dermitzakis, M.D., 2005. Foraminiferal and ostracod ecological patterns in coastal environments of SE Andros Island (Middle Agean Sea, Greece). Revue de Micropaléontologie 48, 279–302.
Triantaphyllou, M.V., Ziveri, P., Gogou, A., Marino, G., Lykousis, V., Bouloubassi, I., Emeis, K.C., Kouli, K., Dimiza, M., Rosell-Mele, A., Papanikolaou, M., Katsouras, G., Nunez, N., 2009b. Late Glacial-Holocene climate variability at the south-eastern margin of the Aegean Sea. Marine Geology 266 (1-4), 182-197.
Τρικκαλινός, 1935. Τεκτονικαί και παλαιογεωγραφικαί ἐρευναι των τεταρτογενών στρωμάτων της Αττικής. Πρακτικά της Ακαδημίας Αθηνών, 10.
Tziavos, C., 1977. Sedimentology, ecology and paleogeography of the Sperchios valley and Maliakos gulf, Greece. Master Thesis, University of Delaware, Newark.
Tziavos, C., 1978. Distribution of recent foraminiferan and ostracoda from the Sperchios River Delta and Maliakos Gulf, Greece. Thalassographica 2, 58-81.
Van Der Zwaan, G.J., 2000. Variation in natural vs. anthropogenic eutrophication in shelf areas in front of major rivers. In: Martin, R.E., (Ed.), Environmental Micropaleontology. Kluwer Acad., New York, pp. 385-404.
Van der Zwaan, G.J., Duijnstee, I.A.P., den Dulk, M., Ernst, S.R., Jannink, N.T., Kouwenhoven, T.J., 1999. Benthic foraminifers: proxies or problems? A review of paleoecological concepts. Earth-Science Reviews 46, 213-236.
Vénec-Peyré, M.T., 1984. Étude de la distribution des foraminifères vivant dans la Baie de Banyuls-sur-Mer. Pétrole et Techniques 301, 22-43.
Verginis, S., 1995. Geomorphologie und Geologie im Bereich der Höhle von Vraona. Annales Géologiques des Pays Helléniques 36, 8–15.
Vikerman, K., 1992. The diversity and ecological significance of Protozoa, Biodiversity and Conservation 1, 334-341.
Vilela, C.G., Batista, D.S., Baptista-Neto, J.A., Crapez, M., Mcallister, J.J., 2004. Benthic foraminifera distribution in high polluted sediments from Niteroi Harbor (Guanabara Bay), Rio de Janeiro, Brazil, Anais da Academia Brasileira de Ciencias 76(1), 161-171.
Vilks, G., Schafer, C.T., Walker, D.A., 1975. Influence of a causeway on oceanography and foraminifera in the Strait of Canso, Nova Scotia. Canadian Journal of Earth Sciences 12, 2086–2102.
Violanti, D., Di Geronimo, I., Sacc`a, D., 1990. Rapporti tra tanatocenosi a Foraminiferi e biocenosi nel Golfo di Noto (Sicilia sud-orientale). In: Proceedings of 4th Symposium of Ecology and Paleoecology of Benthic Communities, Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino, pp. 773–799.
Vouvalidis, K., Syrides, G., Albanakis, K.S., 2005. Holocene morphology of the Thessaloniki Bay: impact of sea level rise. Zeitschrift für Geomorphologie N.F 137, 147-158.
Walton, W.R., 1952. Techniques for recognition of living foraminifera. Contribution of Cushman Foundation for Foraminiferal Research 3, 56–60.

Walton, W.R., 1955. Ecology of living benthonic Foraminifera, Todos Santos Bay, Baja California, Journal of Paleontology 29, 952-1018.
Wiesner, H., 1912. Zur Systematik adriatischer Nubecularien, Spiroloculinen, Miliolinen und Biloculinen. Archiv für Protistenkunde 25, 201-239, Jena.
Wiesner, H., 1923. Die Miliolideen der östlichen Adria. p. 113, Prag-Bubeneč.
Williamson, W.C., 1858. On the Recent Foraminifera of Great Britain. I-XX, 1-107, London, Ray Society.
Wilson, R.C.H., Harding, L.E., Hirvonen, H., 1995. Marine ecosystem monitoring network design. Ecosystem Health 1, 222-227.
Wüst, G., 1961. On the vertical circulation of the Mediterranean Sea. Journal of Geophysical Research 66(20), 3261-3271.
Xidakis, G.C., Diamantis, J.V., Marinos, P.G., 1990. Building Stones and geological environment in three ancient cities of Aegean Thrace, Greece. Environmental Geology 16(1), 91-101.
Ψιλοβίκος, Α., Βαβλιάκης, Ε., Λάγγαλης, Θ., 1988. Φυσικές και ανθρωπογενείς διεργασίες της πρόσφατης εξέλιξης του δέλτα του Νέστου. Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας ΧΧ, 313-324.
Ψιλοβίκος, Α., Συρίδης, Γ., 1997. Η Αρχαϊκή πόλη των Αβδήρων. Α: Γεωμορφολογικές έρευνες. Πρακτικά 2ου Διεθνούς Συμποσίου Θρακικών Σπουδών Αρχαία Θράκη. Έκδοση Μορφωτικού Ομίλου Κομοτηνής, Κομοτηνή, σ. 707-714.
Yanko, V., Ahmad, M., Kaminski, M.A., 1998. Morphological deformities of benthic foraminiferal tests in response to pollution by heavy metals: Implications for pollution monitoring. Journal of Foraminiferal Research 28, 177-200.
Yanko, V., Kronfeld, J., Flexer, A., 1994. Response of benthic foraminifera to various pollution sources: implications for pollution monitoring. Journal of Foraminiferal Research 24, 1-17.
Yanko-Hombach, V., Koral, H., Avsar, N., Motnenko, I., McGann, M., 2006. Geomorphological, depositional, and foraminiferal indicators of late Quaternary tectonic uplift in Iskenderun Bay, Turkey. In: Dilek, Y., Pavlides, S., (Eds.), Postcollisional Tectonics and Magmatism in the Mediterranean Region and Asia, 409. Geological Society of America, pp. 591-613.
Yazvenco, S.B., Rapport, D.J., 1996. A framework for assessing forest ecosystem health. Ecosystem Health 2, 40-51.
Yokeş, B., Meriç, E., Avşar, N., 2007. On the presence of alien foraminifera *Amphistegina lobifera* Larsen on the coasts of the Maltese Islands. Aquatic Invasions 2(4), 439–441.
Ζαμπάκας, Ι.Δ., 1981. Γενική Κλιματολογία, Εκδόσεις Πανεπιστημίου Αθηνών, Αθήνα, σ. 439.
Zampi, M., d' Onofrio, S., 1984. I foraminiferi dello stagno di S. Gilla (Cagliari), Società Toscana di Scienze Naturali, Atti, Memorie 91, 237-277.
Zampi, M., d' Onofrio, S., 1987. I foraminiferi della laguna di Levante (Orbetello, Grosseto). Società Toscana di Scienze Naturali, Atti, Memorie 93, 101-127.
Zaninetti, L., 1982. Les foraminifères des marais salants de Salins de Giraud (Sud de la France): Milieu de Vie et transport dans le salin, comparaison avec les microfaunes marins. Géologie de Mediterranée 9, 447-470.
Zenetos, A., Inar, M.E., Pancucci-Papadopoulou, M.A., Harmelin, J.G., Furnari, G., Andaloro, F., Bellou, N., Streftaris, N., Zibrowius, H., 2005. Annotated list of marine alien species in the Mediterranean with records of the worst invasive species. Mediterranean Marine Science 6 (2), 63-118.
Zenetos, A., Meriç, E., Verlaque, M., Galli, P., Boudouresque, Cf., Giangrande, A., Çinar, M.E., Bilecenoglu, M., 2008. Additions to the annotated list of marine alien biota in the Mediterranean with special emphasis on foraminifera and parasites. Mediterranean Marine Science 9(1), 119–165.
Zenetos, A., Pancucci-Papadopoulou, M.-A., Zogaris, S., Papastergiadou, E., Vardakas, L., Aligizaki, K., Economou, A.N., 2009. Aquatic alien species in Greece (2009): tracking sources, patterns and effects on the ecosystem. Journal of Biological Research 12, 135–172.

Ηλεκτρονικές πηγές

http://www.ktimatologio.gr
http://www.mpi-bremen.de

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Παράρτημα 1. Μετρήσεις αλμυρότητας, θερμοκρασίας και pH ύδατος στις περιοχές μελέτης.

τοποθεσία	σταθμός	χρονολογία	βάθος (cm)	θερμοκρασία (°C)	αλμυρότητα (psu)	pH
Κλειστή λιμνοθάλασσα Λαφρούδας	LW1	Ιούνιος 2006	15	18.2	30.4	7.69
Κλειστή λιμνοθάλασσα Λαφρούδας	LW2	Ιούνιος 2006	15	18.9	26.7	7.71
Κλειστή λιμνοθάλασσα Λαφρούδας	LW3	Ιούνιος 2006	10	18.6	30	7.68
Κλειστή λιμνοθάλασσα Λαφρούδας	LW4	Ιούνιος 2006	10	18.4	30.3	7.69
Κλειστή λιμνοθάλασσα Λαφρούδας	LW5	Ιούνιος 2006	10	19.7	19.5	7.69
Παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων		Ιούνιος 2006	40	21.8	31.9	8.35
Παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων		Ιούνιος 2006	30	21.8	31.9	8.32
Παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων		Ιούνιος 2006	30	22.1	31.8	8.38
Παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων	AV1s	Ιούνιος 2009	30	27.2	31.6	8.10
Παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων	AV2s	Ιούνιος 2009	60	27.5	32	8.07
Παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων	AV3s	Ιούνιος 2009	50	26.5	33.5	8.15
Παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων	AV1w	Απρίλιος 2010	60	17.7	32.6	8.08
Παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων	AV2w	Απρίλιος 2010	80	17.7	33.8	8.01
Παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων	AV3w	Απρίλιος 2010	90	16.8	32.3	8.13
Κόλπος Κίτρους	KT1s	Ιούλιος 2009	80	26.2	35.5	8.23
Κόλπος Κίτρους	KT2s	Ιούλιος 2009	60	26.2	35.3	8.20
Κόλπος Κίτρους	KT3s	Ιούλιος 2009	40	25.9	35.3	8.18
Κόλπος Κίτρους	KT4s	Ιούλιος 2009	80	25.3	35.5	8.15
Κόλπος Κίτρους	KT5s	Ιούλιος 2009	80	25.5	35.5	8.23
Κόλπος Κίτρους	KT1w	Φεβρουάριος 2010	50	12.1	36.7	7.75
Κόλπος Κίτρους	KT3w	Φεβρουάριος 2010	50	11.6	36	7.78
Κόλπος Κίτρους	KT5w	Φεβρουάριος 2010	70	11.3	37.8	7.74
Ανοιχτή λιμνοθάλασσα Βραυρώνας	VR1s	Οκτώβριος 2006	10	25.6	21.2	7.94
Ανοιχτή λιμνοθάλασσα Βραυρώνας	VR2s	Οκτώβριος 2006	15	25.4	34.4	7.90
Ανοιχτή λιμνοθάλασσα Βραυρώνας	VR3s	Οκτώβριος 2006	20	25.5	33.9	7.92
Ανοιχτή λιμνοθάλασσα Βραυρώνας	VR4s	Οκτώβριος 2006	35	24.9	34.2	7.87
Ανοιχτή λιμνοθάλασσα Βραυρώνας	VR5s	Οκτώβριος 2006	30	24.8	32.5	7.88
Ανοιχτή λιμνοθάλασσα Βραυρώνας	VR5s	Οκτώβριος 2006	40	25	33.1	7.88
Ανοιχτή λιμνοθάλασσα Βραυρώνας	VR6s	Οκτώβριος 2006	30	25	34.2	7.90
Ανοιχτή λιμνοθάλασσα Βραυρώνας	VR7s	Οκτώβριος 2006	30	25	34.2	7.93
Ανοιχτή λιμνοθάλασσα Βραυρώνας	VR8s	Οκτώβριος 2006	90	24.92	34.2	7.96
Ανοιχτή λιμνοθάλασσα Βραυρώνας	VR9s	Οκτώβριος 2006	50	24.7	34.1	7.98
Ανοιχτή λιμνοθάλασσα Βραυρώνας	VR10s	Οκτώβριος 2006	100	25	34.6	7.96
Ανοιχτή λιμνοθάλασσα Βραυρώνας	VR11s	Οκτώβριος 2006	100	24.1	33.7	7.94
Ανοιχτή λιμνοθάλασσα Βραυρώνας	εκβολή Ερασίνου	Οκτώβριος 2006	30	19	1.50	7.45
Ανοιχτή λιμνοθάλασσα Βραυρώνας	εκβολή Ερασίνου	Μάρτιος 2010	30	18.9	20.9	7.74
Ανοιχτή λιμνοθάλασσα Βραυρώνας	VR1w	Μάρτιος 2010	10	20.3	21.2	7.80
Ανοιχτή λιμνοθάλασσα Βραυρώνας	VR2w	Μάρτιος 2010	20	21.3	22.7	7.87

Παράρτημα 2. Σχετικές συχνότητες και απόλυτες περιεκτικότητες των ειδών των βενθονικών τρηματοφόρων στον κόλπο Κίτρους κατά τον Ιούλιο του 2009.

είδη/δείγματα	KIT1s		KIT2s		KIT3s		KIT4s		KIT5s		KIT6s		KIT7s		KIT8s		KIT9s		KIT10s	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Adelosina cliarensis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,1	1	1,9	0	0,0
Adelosina longinostra	1	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	4,5	0	0,0	0	0,0	1	1,1	0	0,0	0	0,0
Ammonia beccarii	51	52,6	35	50,7	13	35,1	7	33,3	11	50,0	21	33,9	14	43,8	26	27,7	7	13,5	16	57,1
Ammonia tepida	3	3,1	2	2,9	1	2,7	1	4,8	1	4,5	5	8,1	1	3,1	13	13,8	16	30,8	0	0,0
Asterigerina planorbis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,1	0	0,0	0	0,0
Asterigerinata mamilla	0	0,0	1	1,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	3,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Buccella frigida	2	2,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	4,8	3	9,4	3	3,2	1	1,9	1	3,6
Cibicides refulgens	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,1	0	0,0	0	0,0
Cymbaloporetta plana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,9	0	0,0
Elphidium advenum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	4,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium complanatum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	2,1	0	0,0	0	0,0
Elphidium crispum	1	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	4	6,5	3	9,4	3	3,2	5	9,6	1	3,6
Elphidium fichtelianum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	4,8	0	0,0	5	5,3	5	9,6	0	0,0
Elphidium gunteri	0	0,0	0	0,0	1	2,7	0	0,0	0	0,0	1	1,6	0	0,0	2	2,1	0	0,0	0	0,0
Elphidium jenseni	2	2,1	7	10,1	3	8,1	1	4,8	3	13,6	0	0,0	2	6,3	1	1,1	0	0,0	0	0,0
Elphidium macellum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	9,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	2,1	1	1,9	0	0,0
Haynesina germanica	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	7	11,3	1	3,1	5	5,3	1	1,9	0	0,0
Planogypsina acervalis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	4,8	0	0,0	0	0,0	1	3,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina bicarinata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	4,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina carinatastriata	2	2,1	1	1,4	4	10,8	3	14,3	0	0,0	0	0,0	1	3,1	0	0,0	3	5,8	0	0,0
Quinqueloculina laevigata	0	0,0	0	0,0	4	10,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,1	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina lecalvezae	0	0,0	0	0,0	1	2,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina padana	8	8,2	0	0,0	0	0,0	4	19,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina parvula	3	3,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina rugosa	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,6	0	0,0	1	1,1	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina seminulum	18	18,6	21	30,4	9	24,3	0	0,0	0	0,0	12	19,4	6	18,8	21	22,3	4	7,7	10	35,7
Quinqueloculina trigonula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	9,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina floridensis	0	0,0	1	1,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	3,2	2	3,8	0	0,0
Rosalina globularis	0	0,0	0	0,0	1	2,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	3,8	0	0,0
Rosalina macropora	2	2,1	1	1,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	3,2	0	0,0	1	1,1	0	0,0	0	0,0
Sinuloculina consobrina	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,6	0	0,0	0	0,0	2	3,8	0	0,0
Siphonaperta aspera	4	4,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Triloculina tricarinata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,1	1	1,9	0	0,0
Triloculina trigonula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	9,5	2	9,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Παράρτημα 3. Σχετικές συχνότητες και απόλυτες περιεκτικότητες των ειδών των βενθονικών τρηματοφόρων, στον κόλπο Κίτρους κατά τον Φεβρουάριο του 2010.

είδη/δείγματα	KIT1w		KIT2w		KIT3w		KIT4w		KIT5w		KIT6w		KIT7w		KIT8w		KIT9w		KIT10w	
		%		%		%		%		%		%		%		%		5		%
Adelosina cliarensis	3	1,0	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,6	0	0,0	0	0,0	1	0,5	0	0,0
Adelosina josephina	0	0,0	0	0,0	2	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Adelosina longinostra	0	0,0	1	0,4	0	0,0	2	0,8	0	0,0	0	0,0	2	0,8	0	0,0	1	0,5	2	1,4
Adelosina mediterranensis	0	0,0	0	0,0	2	0,6	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	1,1	1	0,5	2	1,4
Affinetrina sp.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ammonia beccarii	14	4,7	8	3,0	14	4,4	9	3,8	8	7,8	12	6,7	2	0,8	6	3,2	7	3,8	4	2,8
Ammonia tepida	67	22,5	54	20,3	50	15,8	43	18,1	11	10,8	13	7,2	26	10,5	28	14,8	25	13,5	16	11,0
Amphistegina lobifera	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,5	0	0,0
Asterigerina planorbis	6	2,0	6	2,3	12	3,8	13	5,5	4	3,9	4	2,2	18	7,3	0	0,0	7	3,8	9	6,2
Asterigerinata mamilla	8	2,7	10	3,8	12	3,8	4	1,7	1	1,0	6	3,3	4	1,6	9	4,8	4	2,2	2	1,4
Brizalina spathulata	1	0,3	0	0,0	1	0,3	2	0,8	0	0,0	0	0,0	1	0,4	0	0,0	1	0,5	0	0,0
Brizalina striatula	0	0,0	2	0,8	1	0,3	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Buccella frigida	0	0,0	3	1,1	4	1,3	3	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,5	1	0,5	0	0,0
Cibicides refulgens	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Conorbella imperatoria	3	1,0	2	0,8	2	0,6	4	1,7	0	0,0	1	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cycloforina macerata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,8	0	0,0	2	1,1	2	0,8	0	0,0	1	0,5	0	0,0
Cycloforina rugosa	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	2,9	4	2,2	1	0,4	0	0,0	0	0,0	1	0,7
Cymbaloporetta plana	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,6	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Discorbia valvulinerioides	0	0,0	4	1,5	0	0,0	1	0,4	0	0,0	2	1,1	0	0,0	1	0,5	0	0,0	0	0,0
Elphidium aculeatum	5	1,7	7	2,6	3	0,9	3	1,3	0	0,0	1	0,6	1	0,4	2	1,1	2	1,1	0	0,0
Elphidium advenum	0	0,0	3	1,1	6	1,9	9	3,8	1	1,0	0	0,0	5	2,0	4	2,1	2	1,1	2	1,4
Elphidium complanatum	0	0,0	20	7,5	11	3,5	11	4,6	4	3,9	5	2,8	15	6,0	15	7,9	15	8,1	5	3,4
Elphidium crispum	5	1,7	4	1,5	4	1,3	1	0,4	7	6,9	4	2,2	6	2,4	9	4,8	2	1,1	11	7,6
Elphidium excavatum forma *clavata*	4	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium gunteri	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium jenseni	13	4,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium macellum	1	0,3	0	0,0	1	0,3	2	0,8	1	1,0	4	2,2	1	0,4	2	1,1	5	2,7	2	1,4
Elphidium translucens	0	0,0	0	0,0	2	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	1,1	2	1,1	0	0,0
Globulina myristiformis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Haynesina germanica	1	0,3	1	0,4	0	0,0	4	1,7	0	0,0	2	1,1	2	0,8	0	0,0	0	0,0	2	1,4
Lobatula lobatula	8	2,7	13	4,9	19	6,0	11	4,6	7	6,9	11	6,1	16	6,5	7	3,7	10	5,4	8	5,5
Massilina gualteriana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,7
Miliolinella subrotunda	0	0,0	7	2,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	1,7	1	0,4	1	0,5	6	3,2	0	0,0
Peneroplis pertusus	54	18,1	40	15,0	42	13,3	25	10,5	23	22,5	36	20,0	33	13,3	26	13,8	25	13,5	18	12,4
Peneroplis planatus	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	3	2,9	1	0,6	1	0,4	0	0,0	1	0,5	0	0,0
Planorbulina mediterranensis	0	0,0	4	1,5	3	0,9	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,5	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina annectens	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	2,9	0	0,0	4	1,6	2	1,1	0	0,0	1	0,7
Quinqueloculina berthelotiana	0	0,0	0	0,0	1	0,3	7	3,0	0	0,0	0	0,0	2	0,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina bicarinata	0	0,0	2	0,8	3	0,9	0	0,0	1	1,0	0	0,0	0	0,0	2	1,1	0	0,0	0	0,0

(*συνέχεια*)

είδη/δείγματα	**KIT1w**		**KIT2w**		**KIT3w**		**KIT4w**		**KIT5w**		**KIT6w**		**KIT7w**		**KIT8w**		**KIT9w**		**KIT10w**	
		%		%		%		%		%		%		%		%		5		%
Quinqueloculina irregularis	6	2,0	6	2,3	5	1,6	0	0,0	3	2,9	2	1,1	8	3,2	0	0,0	2	1,1	5	3,4
Quinqueloculina laevigata	0	0,0	1	0,4	5	1,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,8	6	3,2	0	0,0	2	1,4
Quinqueloculina limbata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	1,4
Quinqueloculina padana	8	2,7	0	0,0	3	0,9	6	2,5	1	1,0	5	2,8	13	5,2	2	1,1	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina parvula	3	1,0	2	0,8	4	1,3	3	1,3	0	0,0	1	0,6	1	0,4	0	0,0	3	1,6	2	1,4
Quinqueloculina seminulum	8	2,7	6	2,3	16	5,1	15	6,3	0	0,0	5	2,8	1	0,4	10	5,3	3	1,6	9	6,2
Quinqueloculina stelligera	4	1,3	0	0,0	2	0,6	0	0,0	0	0,0	3	1,7	2	0,8	0	0,0	3	1,6	1	0,7
Quinqueloculina triangularis	0	0,0	2	0,8	5	1,6	0	0,0	3	2,9	1	0,6	4	1,6	2	1,1	2	1,1	0	0,0
Quinqueloculina trigonula	6	2,0	5	1,9	11	3,5	6	2,5	1	1,0	2	1,1	0	0,0	5	2,6	1	0,5	0	0,0
Rosalina bradyi	6	2,0	10	3,8	15	4,7	12	5,1	0	0,0	13	7,2	13	5,2	7	3,7	5	2,7	5	3,4
Rosalina floridensis	1	0,3	2	0,8	6	1,9	6	2,5	0	0,0	0	0,0	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina globularis	30	10,1	9	3,4	9	2,8	7	3,0	0	0,0	10	5,6	23	9,3	13	6,9	17	9,2	19	13,1
Rosalina macropora	4	1,3	0	0,0	6	1,9	1	0,4	1	1,0	1	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,7
Sigmoilinita costata	1	0,3	1	0,4	6	1,9	0	0,0	0	0,0	1	0,6	2	0,8	2	1,1	2	1,1	0	0,0
Sigmoilinita grata	2	0,7	2	0,8	6	1,9	8	3,4	1	1,0	2	1,1	4	1,6	3	1,6	4	2,2	2	1,4
Sigmoilinita tenuis	1	0,3	2	0,8	2	0,6	0	0,0	0	0,0	3	1,7	1	0,4	1	0,5	4	2,2	0	0,0
Sinuloculina consobrina	3	1,0	5	1,9	0	0,0	3	1,3	5	4,9	2	1,1	3	1,2	3	1,6	1	0,5	1	0,7
Sinuloculina inflata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sinuloculina mayeriana	0	0,0	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,6	0	0,0	0	0,0	2	1,1	0	0,0
Siphonaperta agglutinans	0	0,0	2	0,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,8	2	1,1	0	0,0	1	0,7
Siphonaperta aspera	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	1	1,0	1	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sorites orbiculus	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,5	0	0,0	0	0,0
Spiroloculina depressa	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Spiroloculina excavata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	1,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Spiroloculina ornata	7	2,3	8	3,0	11	3,5	8	3,4	2	2,0	9	5,0	3	1,2	4	2,1	8	4,3	4	2,8
Triloculina marioni	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	1,6	0	0,0
Triloculina trigonula	4	1,3	2	0,8	0	0,0	0	0,0	1	1,0	0	0,0	7	2,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Vertebralina striata	0	0,0	0	0,0	3	0,9	0	0,0	1	1,0	0	0,0	0	0,0	1	0,5	3	1,6	2	1,4
ανώμαλα miliolids	1	0,3	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	1,1	0	0,0	2	1,4

Παράρτημα 4. Σχετικές συχνότητες και απόλυτες περιεκτικότητες των ειδών των βενθονικών τρηματοφόρων, στη λιμνοθάλασσα Λαφρούδα Θράκης, κατά τον Ιούνιο του 2006.

είδη/δείγματα	LW1		LW2		LW3		LW4		LW5	
		%		%		%		%		%
Affinetrina sp.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Ammonia beccarii	0	0	0	0	1	0,6	29	8,4	1	0,3
Ammonia parkinsoniana	13	3,8	8	3,4	17	10,4	15	4,3	16	4,6
Ammonia tepida	245	71,2	164	70,1	112	68,3	250	72,0	265	75,7
Aubignyna perlucida	6	1,7	4	1,7	1	0,6	3	0,9	3	0,9
Buccella frigida	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Cycloforina macerata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	0,9
Elphidium aculeatum	0	0,0	0	0,0	1	0,6	0	0,0	0	0,0
Elphidium advenum	2	0,6	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium fichtelianum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Elphidium granosum	0	0,0	0	0,0	2	1,2	2	0,6	0	0,0
Elphidium gunteri	8	2,3	1	0,4	3	1,8	3	0,9	3	0,9
Elphidium jenseni	0	0,0	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium macellum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0
Elphidium juv.	0	0,0	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Haynesina germanica	52	15,1	41	17,5	25	15,2	41	11,8	40	11,4
Quinqueloculina berthelotiana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0
Quinqueloculina bicarinata	7	2,0	4	1,7	0	0,0	0	0,0	4	1,1
Quinqueloculina carinatastriata	5	1,5	6	2,6	2	1,2	0	0,0	4	1,1
Quinqueloculina limbata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Quinqueloculina padana	6	1,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina seminulum	0	0,0	2	0,9	0	0,0	1	0,3	5	1,4
Quinqueloculina stelligera	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0
Sinuloculina inflata	0	0,0	1	0,4	0	0,0	0	0,0	2	0,6

Παράρτημα 5. Σχετικές συχνότητες και απόλυτες περιεκτικότητες των ειδών των βενθονικών τρηματοφόρων, στην παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων, κατά τον Ιούνιο του 2009.

είδη/δείγματα	AV1s		AV2s		AV3s		AV4s		AV5s		AV6s		AV7s		AV8s		AV9s		AV10s	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Adelosina cliarensis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	47	0,0	0	0,0	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Adelosina mediterranensis	2	0,9	1	0,7	0	0,0	1	0,3	47	0,0	1	0,4	0	0,0	1	1,0	0	0,0	0	0,0
Affinetrina alcidi	0	0,0	0	0,0	1	0,8	0	0,0	47	0,0	2	0,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ammonia beccarii	100	46,9	92	60,9	42	35,3	195	56,2	51	70,8	125	49,2	117	50,2	54	51,9	11	26,8	3	37,5
Buccella frigida	3	1,4	3	2,0	5	4,2	9	2,6	47	1,4	0	0,0	4	1,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Conorbella patelliformis	0	0,0	0	0,0	1	0,8	0	0,0	47	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cycloforina rugosa	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	47	0,0	2	0,8	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium aculeatum	1	0,5	0	0,0	1	0,8	1	0,3	47	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium advenum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	47	1,4	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium crispum	21	9,9	12	7,9	12	10,1	23	6,6	47	1,4	29	11,4	24	10,3	7	6,7	9	22,0	3	37,5
Elphidium translucens	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	47	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,0	0	0,0	0	0,0
Globulina myristiformis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	47	0,0	0	0,0	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lobatula lobatula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	47	0,0	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Massilina gualteriana	5	2,3	3	2,0	6	5,0	10	2,9	47	0,0	0	0,0	6	2,6	3	2,9	4	9,8	0	0,0
Peneroplis pertusus	2	0,9	3	2,0	0	0,0	4	1,2	47	0,0	3	1,2	2	0,9	0	0,0	1	2,4	0	0,0
Peneroplis planatus	1	0,5	0	0,0	0	0,0	1	0,3	47	0,0	1	0,4	2	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina bicarinata	27	12,7	0	0,0	36	30,3	52	15,0	47	0,0	0	0,0	24	10,3	0	0,0	7	17,1	0	0,0
Quinqueloculina laevigata	1	0,5	0	0,0	0	0,0	2	0,6	47	0,0	0	0,0	1	0,4	2	1,9	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina padana	0	0,0	0	0,0	1	0,8	0	0,0	47	0,0	0	0,0	0	0,0	15	14,4	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina parvula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	47	0,0	0	0,0	2	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina seminulum	0	0,0	25	16,6	0	0,0	12	3,5	47	8,3	44	17,3	6	2,6	0	0,0	6	14,6	0	0,0
Quinqueloculina triangularis	14	6,6	2	1,3	5	4,2	10	2,9	47	4,2	11	4,3	7	3,0	2	1,9	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina trigonula	2	0,9	5	3,3	2	1,7	16	4,6	47	8,3	8	3,1	0	0,0	12	11,5	2	4,9	1	12,5
Rosalina macropora	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	47	1,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sinuloculina consobrina	1	0,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	47	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sinuloculina inflata	0	0,0	0	0,0	6	5,0	11	3,2	47	0,0	0	0,0	0	0,0	2	1,9	0	0,0	0	0,0
Siphonaperta aspera	5	2,3	0	0,0	1	0,8	0	0,0	47	2,8	6	2,4	7	3,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Triloculina tricarinata	6	2,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	47	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Triloculina trigonula	22	10,3	5	3,3	0	0,0	0	0,0	47	0,0	20	7,9	26	11,2	4	3,8	0	0,0	1	12,5
ανώμαλα miliolids	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	47	0,0	0	0,0	2	0,9	0	0,0	1	2,4	0	0,0

Παράρτημα 6., Σχετικές συχνότητες και απόλυτες περιεκτικότητες των ειδών των βενθονικών τρηματοφόρων, στην παραλία Αη-Γιάννη Αβδήρων, κατά τον Απρίλιο του 2010.

είδη/δείγματα	AV1w		AV2w		AV3w		AV4w		AV5w	
		%		%		%		%		%
Adelosina cliarensis	0	0,0	0	0,0	1	0,9	0	0,0	0	0,0
Adelosina mediterranensis	1	0,5	1	0,6	0	0,0	1	0,6	1	0,4
Affinetrina alcidi	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,6	0	0,0
Ammonia beccarii	83	41,7	88	57,1	59	54,6	91	50,6	109	48,2
Ammonia parkinsoniana	0	0,0	1	0,6	3	2,8	2	1,1	5	2,2
Ammonia tepida	1	0,5	0	0,0	0	0,0	2	1,1	1	0,4
Asterigerinata mamilla	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,6	0	0,0
Buccella frigida	3	1,5	6	3,9	5	4,6	16	8,9	6	2,7
Cycloforina rugosa	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,4
Cymbaloporetta plana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,6	0	0,0
Elphidium aculeatum	3	1,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,4
Elphidium advenum	2	1,0	0	0,0	0	0,0	2	1,1	2	0,9
Elphidium complanatum	1	0,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium crispum	11	5,5	7	4,5	3	2,8	6	3,3	14	6,2
Elphidium gunteri	0	0,0	1	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium macellum	3	1,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium translucens	3	1,5	2	1,3	2	1,9	0	0,0	0	0,0
Globulina myristiformis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,6	0	0,0
Lachlanella reticulata	0	0,0	0	0,0	2	1,9	0	0,0	0	0,0
Lobatula lobatula	0	0,0	1	0,6	0	0,0	1	0,6	1	0,4
Massilina gualteriana	5	2,5	0	0,0	2	1,9	0	0,0	0	0,0
Peneroplis planatus	4	2,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	1,3
Peneroplis pertusus	5	2,5	9	5,8	1	0,9	1	0,6	6	2,7
Quinqueloculina berthelotiana	0	0,0	1	0,6	0	0,0	1	0,6	0	0,0
Quinqueloculina bicarinata	1	0,5	3	1,9	0	0,0	0	0,0	11	4,9
Quinqueloculina laevigata	2	1,0	1	0,6	2	1,9	1	0,6	3	1,3
Quinqueloculina padana	10	5,0	0	0,0	12	11,1	15	8,3	9	4,0
Quinqueloculina seminulum	27	13,6	19	12,3	6	5,6	19	10,6	23	10,2
Quinqueloculina triangularis	10	5,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	4	1,8
Quinqueloculina trigonula	15	7,5	1	0,6	4	3,7	0	0,0	1	0,4
Reophax sp.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,4
Rosalina bradyi	0	0,0	0	0,0	1	0,9	3	1,7	1	0,4
Rosalina macropora	1	0,5	1	0,6	0	0,0	0	0,0	1	0,4
Sinuloculina consobrina	0	0,0	1	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sinuloculina inflata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,6	0	0,0
Sinuloculina mayeriana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	6	3,3	0	0,0
Siphonaperta aspera	3	1,5	3	1,9	4	3,7	0	0,0	6	2,7
Spiroloculina ornata	1	0,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Triloculina tricarinata	4	2,0	1	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Triloculina trigonula	0	0,0	7	4,5	0	0,0	8	4,4	15	6,6

Παράρτημα 7. Σχετικές συχνότητες και απόλυτες περιεκτικότητες των ειδών των βενθονικών τρηματοφόρων, στον κόλπο Βραυρώνας Αττικής, κατά τον Οκτώβριο του 2006.

είδη/δείγματα	VR1s		VR2s		VR3s		VR4s		VR5s		VR6s		VR7s		VR8s		VR9s		VR10s	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Adelosina cliarensis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,9	1	0,7	0	0,0	0	0,0	1	0,6	0	0,0
Adelosina longinostra	1	1,1	1	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	1,8	0	0,0	2	1,3	0	0,0
Adelosina mediteranensis	0	0,0	1	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,9	0	0,0	0	0,0	2	0,7
Affinetrina alcidi	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	1,9	1	0,3
Ammonia beccarii	2	2,1	4	2,5	2	1,3	11	7,6	5	4,5	3	2,1	3	2,7	4	4,4	4	2,5	10	3,4
Ammonia tepida	8	8,4	21	13,0	16	10,1	9	6,3	17	15,2	9	6,3	5	4,5	5	5,6	29	18,1	31	10,5
Asterigerina planorbis	4	4,2	0	0,0	9	5,7	3	2,1	3	2,7	3	2,1	5	4,5	0	0,0	2	1,3	17	5,7
Asterigerinata mamilla	3	3,2	0	0,0	9	5,7	4	2,8	4	3,6	3	2,1	3	2,7	4	4,4	5	3,1	9	3,0
Brizalina spathulata	0	0,0	0	0,0	1	0,6	1	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,6	0	0,0
Brizalina striatula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,6	0	0,0
Buccella frigida	2	2,1	1	0,6	1	0,6	1	0,7	0	0,0	3	2,1	2	1,8	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Conorbella patelliformis	0	0,0	0	0,0	2	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Cycloforina macerata	0	0,0	1	0,6	3	1,9	1	0,7	1	0,9	1	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7
Cycloforina rugosa	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	2,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Cymbaloporetta plana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,1	0	0,0	4	1,4
Discorbia valvulinerioides	0	0,0	1	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Discorbis williamsoni	0	0,0	1	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7
Elphidium aculeatum	1	1,1	1	0,6	4	2,5	2	1,4	2	1,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	1,9	7	2,4
Elphidium advenum	0	0,0	0	0,0	1	0,6	2	1,4	1	0,9	0	0,0	1	0,9	1	1,1	1	0,6	1	0,3
Elphidium complanatum	2	2,1	2	1,2	11	6,9	6	4,2	6	5,4	2	1,4	6	5,4	2	2,2	4	2,5	9	3,0
Elphidium crispum	2	2,1	3	1,9	3	1,9	7	4,9	1	0,9	8	5,6	1	0,9	5	5,6	4	2,5	4	1,4
Elphidium gunteri	2	2,1	0	0,0	1	0,6	1	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Elphidium macellum	0	0,0	3	1,9	0	0,0	1	0,7	0	0,0	1	0,7	1	0,9	0	0,0	0	0,0	8	2,7
Elphidium translucens	0	0,0	2	1,2	0	0,0	1	0,7	0	0,0	0	0,0	1	0,9	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Haynesina germanica	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	4	1,4
Lachlanella compressa	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	2,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lobatula lobatula	4	4,2	8	5,0	5	3,1	9	6,3	8	7,1	7	4,9	5	4,5	8	8,9	6	3,8	13	4,4
Massilina gualteriana	0	0,0	0	0,0	1	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Miliolinella subrotunda	2	2,1	5	3,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7
Peneroplis pertusus	27	28,4	15	9,3	26	16,4	33	22,9	16	14,3	38	26,6	28	25,2	36	40,0	23	14,4	50	16,9
Peneroplis planatus	1	1,1	1	0,6	1	0,6	0	0,0	0	0,0	2	1,4	1	0,9	0	0,0	0	0,0	2	0,7
Planogypsina acervalis	0	0,0	3	1,9	0	0,0	2	1,4	1	0,9	0	0,0	1	0,9	0	0,0	0	0,0	3	1,0
Planorbulina mediterranensis	0	0,0	0	0,0	2	1,3	2	1,4	0	0,0	0	0,0	1	0,9	0	0,0	1	0,6	0	0,0
Quinqueloculina annectens	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5	3,5	0	0,0	0	0,0	4	2,5	4	1,4
Quinqueloculina berthelotiana	0	0,0	6	3,7	0	0,0	0	0,0	2	1,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3

(*συνέχεια*)

είδη/δείγματα	**VR1s**		**VR2s**		**VR3s**		**VR4s**		**VR5s**		**VR6s**		**VR7s**		**VR8s**		**VR9s**		**VR10s**	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Quinqueloculina carinatastriata	0	0,0	10	6,2	11	6,9	0	0,0	9	8,0	3	2,1	1	0,9	0	0,0	7	4,4	2	0,7
Quinqueloculina irregularis	2	2,1	1	0,6	6	3,8	4	2,8	4	3,6	6	4,2	7	6,3	2	2,2	5	3,1	6	2,0
Quinqueloculina laevigata	1	1,1	2	1,2	0	0,0	0	0,0	2	1,8	2	1,4	1	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina lecalvezae	1	1,1	1	0,6	2	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7
Quinqueloculina padana	0	0,0	7	4,3	3	1,9	0	0,0	6	5,4	3	2,1	2	1,8	0	0,0	7	4,4	7	2,4
Quinqueloculina parvula	0	0,0	1	0,6	3	1,9	1	0,7	2	1,8	1	0,7	2	1,8	0	0,0	4	2,5	4	1,4
Quinqueloculina seminula	0	0,0	7	4,3	5	3,1	5	3,5	2	1,8	0	0,0	5	4,5	1	1,1	6	3,8		0,0
Quinqueloculina stelligera	0	0,0	2	1,2	0	0,0	1	0,7	1	0,9	0	0,0	1	0,9	1	1,1	1	0,6	3	1,0
Quinqueloculina triangularis	5	5,3	6	3,7	2	1,3	3	2,1	1	0,9	4	2,8	2	1,8	1	1,1	3	1,9	6	2,0
Quinqueloculina trigonula	1	1,1	1	0,6	3	1,9	1	0,7	2	1,8	4	2,8	0	0,0	0	0,0	2	1,3	3	1,0
Rosalina bradyi	4	4,2	11	6,8	6	3,8	8	5,6	4	3,6	8	5,6	6	5,4	4	4,4	7	4,4	20	6,8
Rosalina floridensis	1	1,1	2	1,2	0	0,0	0	0,0	1	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	1,9	0	0,0
Rosalina globularis	4	4,2	4	2,5	5	3,1	4	2,8	5	4,5	5	3,5	1	0,9	4	4,4	2	1,3	23	7,8
Rosalina macropora	2	2,1	3	1,9	2	1,3	3	2,1	1	0,9	2	1,4	2	1,8	0	0,0	1	0,6	0	0,0
Sigmoilinita costata	0	0,0	1	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,9	0	0,0	2	1,3	1	0,3
Sigmoilinita grata	1	1,1	3	1,9	2	1,3	2	1,4	0	0,0	1	0,7	1	0,9	0	0,0	3	1,9	4	1,4
Sigmoilinita tenuis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,1	1	0,6	1	0,3
Sinuloculina consobrina	2	2,1	3	1,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,7	1	0,9	2	2,2	4	2,5	2	0,7
Sinuloculina inflata	0	0,0	3	1,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	2,1	1	0,9	2	2,2	2	1,3	4	1,4
Sinuloculina mayeriana	0	0,0	0	0,0	2	1,3	3	2,1	2	1,8	1	0,7	0	0,0	3	3,3	0	0,0	2	0,7
Siphonaperta agglutinans	1	1,1	0	0,0	1	0,6	1	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,1	0	0,0	1	0,3
Siphonaperta aspera	0	0,0	0	0,0	1	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	1,8	0	0,0	1	0,6	0	0,0
Sorites orbiculus	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Spirilina vivipara	1	1,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Spiroloculina excavata	0	0,0	2	1,2	1	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Spiroloculina ornata	2	2,1	5	3,1	2	1,3	5	3,5	1	0,9	3	2,1	4	3,6	0	0,0	5	3,1	5	1,7
Triloculina marioni	5	5,3	0	0,0	0	0,0	4	2,8	0	0,0	1	0,7	3	2,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Vertebralina striata	1	1,1	1	0,6	1	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7
ανώμαλα miliolids	0	0,0	0	0,0	1	0,6	0	0,0	0	0,0	1	0,7	0	0,0	1	1,1	0	0,0	0	0,0

Παράρτημα 8. Σχετικές συχνότητες και απόλυτες περιεκτικότητες των ειδών των βενθονικών τρηματοφόρων, στον κόλπο Βραυρώνας Αττικής, κατά τον Μάρτιο του 2010.

είδη/δείγματα	VR1w		VR2w		VR3w		VR4w		VR5w		VR6w		VR7w		VR8w		VR9w		VR10w	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Ammonia beccarii	5	13,2	1	3,6	1	3,1	0	0,0	1	2,3	5	17,9	9	23,1	0	0,0	2	6,9	1	2,6
Ammonia parkinsoniana	4	10,5	3	10,7	0	0,0	2	6,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	3,2	0	0,0	0	0,0
Ammonia tepida	15	39,5	17	60,7	19	59,4	11	37,9	21	48,8	10	35,7	19	48,7	15	48,4	17	58,6	18	47,4
Asterigerina planorbis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	3,4	1	2,3	1	3,6	0	0,0	1	3,2	0	0,0	2	5,3
Asterigerinata mamila	0	0,0	1	3,6	0	0,0	0	0,0	2	4,7	0	0,0	0	0,0	1	3,2	0	0,0	2	5,3
Buccella frigida	3	7,9	0	0,0	0	0,0	1	3,4	0	0,0	0	0,0	1	2,6	0	0,0	0	0,0	2	5,3
Elphidium crispum	3	7,9	0	0,0	1	3,1	0	0,0	2	4,7	1	3,6	0	0,0	4	12,9	3	10,3	2	5,3
Elphidium jenseni	3	7,9	1	3,6	0	0,0	1	3,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	2,6
Elphidium macelum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	3,4	0	0,0	1	3,6	0	0,0	0	0,0	1	3,4	0	0,0
Elphidium translucens	0	0,0	1	3,6	2	6,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	2,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Haynesina depressula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	3,4	0	0,0	1	3,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	2,6
Haynesina germanica	0	0,0	0	0,0	2	6,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Planogypsina acervalis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	3,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina bicarinata	1	2,6	0	0,0	2	6,3	4	13,8	0	0,0	3	10,7	0	0,0	0	0,0	2	6,9	0	0,0
Quinqueloculina carinatastriata	0	0,0	1	3,6	0	0,0	4	13,8	3	7,0	0	0,0	2	5,1	1	3,2	1	3,4	1	2,6
Quinqueloculina padana	1	2,6	0	0,0	3	9,4	0	0,0	4	9,3	2	7,1	3	7,7	0	0,0	2	6,9	2	5,3
Quinqueloculina seminulum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5	11,6	0	0,0	3	7,7	5	16,1	0	0,0	1	2,6
Rosalina bradyi	1	2,6	1	3,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	3,6	0	0,0	0	0,0	1	3,4	0	0,0
Rosalina floridensis	0	0,0	0	0,0	1	3,1	0	0,0	2	4,7	0	0,0	0	0,0	1	3,2	0	0,0	0	0,0
Rosalina macropora	0	0,0	1	3,6	0	0,0	0	0,0	1	2,3	1	3,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	2,6
Sinuloculina inflata	1	2,6	0	0,0	0	0,0	1	3,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	3,2	0	0,0	2	5,3
Siphonaperta aspera	1	2,6	0	0,0	1	3,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	2,6	0	0,0	0	0,0	1	2,6
Triloculina marioni	0	0,0	1	3,6	0	0,0	2	6,9	1	2,3	1	3,6	0	0,0	1	3,2	0	0,0	1	2,6

Παράρτημα 9. Σχετικές συχνότητες και απόλυτες περιεκτικότητες των ειδών των βενθονικών τρηματοφόρων, του πυρήνα ιζήματος ΚΙΤ-1 των Αλυκών Κίτρους.

είδη/δείγματα	KIT-1 045-050		KIT-1 055-060		KIT-1 065-070		KIT-1 075-080		KIT-1 090-093		KIT-1 110-115		KIT-1 120-125		KIT-1 135-140		KIT-1 145-150		KIT-1 155-160		KIT-1 165-170		KIT-1 170-175		KIT-1 185-190	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Adelosina longinostra	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ammonia beccarii	32	9,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	3,8	0	0
Ammonia parkinsoniana	0	0,0	1	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5	1,3	3	1,7	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,2
Ammonia tepida	109	33,4	12	7,3	36	16,4	182	54,8	144	66,1	237	61,2	56	30,9	282	75,4	34	10,8	32	11,6	53	20,5	96	25,8	89	17,6
Asterigerinata mamilla	0	0,0	1	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Aubignyna perlucida	6	1,8	0	0,0	0	0,0	9	2,7	3	1,4	4	1,0	1	0,6	15	4,0	2	0,6	2	0,7	2	0,8	5	1,3	0	0,0
Brizalina spathulata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Brizalina striatula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Buccella frigida	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium advenum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium complanatum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium crispum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium gunteri	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium jenseni	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium macellum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium juv.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Fursenkoina acuta	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Haynesina depressula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Haynesina germanica	178	54,6	150	91,5	184	83,6	140	42,2	71	32,6	141	36,4	121	66,9	75	20,1	277	88,2	242	87,7	204	78,8	257	69,1	416	82,2
Lobatula lobatula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Peneroplis pertusus	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina annectens	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina bicarinata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina carinatastriata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina laevigata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina padana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina parvula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina seminulum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina stelligera	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina floridensis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina globularis	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina macropora	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sigmoilinita grata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sinuloculina inflata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Siphonaperta agglutinans	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Spiroloculina ornata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Triloclina trigonula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Triloculina tricarinata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
ανώμαλα miliolids	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

(*συνέχεια*)

είδη/δείγματα	KIT-1 190-195		KIT-1 205-210		KIT-1 220-225		KIT-1 230-235		KIT-1 245-250		KIT-1 255-260		KIT-1 265-270		KIT-1 275-280		KIT-1 285-290		KIT-1 290-295		KIT-1 350-353		KIT-1 353-356		KIT-1 362-365	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Adelosina longinostra	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ammonia beccarii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ammonia parkinsoniana	0	0,0	0	0,0	9	3,4	0	0,0	3	1,0	1	0,1	2	0,7	0	0,0	12	5,4	0	0,0	0	0,0	5	1,7	1	1,0
Ammonia tepida	262	36,3	175	29,8	169	63,1	302	74,4	196	67,6	428	51,4	95	32,6	84	28,7	67	29,9	118	31,6	341	66,0	164	54,7	42	43,8
Asterigerinata mamilla	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Aubignyna perlucida	0	0,0	2	0,3	21	7,8	13	3,2	28	9,7	33	4,0	10	3,4	0	0,0	0	0,0	4	1,1	9	1,7	9	3,0	2	2,1
Brizalina spathulata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Brizalina striatula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Buccella frigida	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium advenum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,2	0	0,0	0	0,0
Elphidium complanatum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium crispum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium gunteri	0	0,0	0	0,0	1	0,4	1	0,2	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium jenseni	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium macellum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium juv.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Fursenkoina acuta	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Haynesina depressula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Haynesina germanica	460	63,7	411	69,9	68	25,4	89	21,9	63	21,7	370	44,5	182	62,5	208	71,0	145	64,7	252	67,4	166	32,1	122	40,7	51	53,1
Lobatula lobatula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Peneroplis pertusus	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina annectens	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina bicarinata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina carinatastriata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina laevigata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina padana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina parvula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina seminulum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina stelligera	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina floridensis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina globularis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina macropora	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sigmoilinita grata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sinuloculina inflata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Siphonaperta agglutinans	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Spiroloculina ornata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Triloclina trigonula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Triloculina tricarinata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
ανώμαλα miliolids	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

(*συνέχεια*)

είδη/δείγματα	KIT-1 368-371		KIT-1 374-377		KIT-1 380-383		KIT-1 383-386		KIT-1 392-394		KIT-1 400-405		KIT-1 410-415		KIT-1 420-425		KIT-1 425-430		KIT-1 440-445		KIT-1 445-450		KIT-1 455-460		KIT-1 465-470	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Adelosina longinostra	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ammonia beccarii	0	0	0	0	3	0,9	2	1,3	3	10	0	0	5	1,6	0	0	2	4,2	3	4,8	0	0	0	0	0	0
Ammonia parkinsoniana	5	1,8	15	4,7	2	0,6	13	8,4	0	0,0	0	0,0	7	2,2	2	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ammonia tepida	67	24,2	105	32,9	189	59,4	76	49,0	16	53,3	214	48,0	126	40,1	175	48,5	24	50,0	38	60,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Asterigerinata mamilla	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Aubignyna perlucida	5	1,8	3	0,9	5	1,6	12	7,7	0	0,0	9	2,0	10	3,2	4	1,1	3	6,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Brizalina spathulata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Brizalina striatula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Buccella frigida	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium advenum	0	0,0	0	0,0	1	0,3	4	2,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,6	1	2,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium complanatum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium crispum	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium gunteri	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium jenseni	0	0,0	0	0,0	2	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium macellum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium juv.	0	0,0	0	0,0	1	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Fursenkoina acuta	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Haynesina depressula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Haynesina germanica	200	72,2	195	61,1	114	35,8	47	30,3	11	36,7	222	49,8	165	52,5	175	48,5	16	33,3	21	33,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lobatula lobatula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Peneroplis pertusus	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina annectens	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina bicarinata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina carinatastriata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina laevigata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina padana	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,2	0	0,0	0	0,0	2	4,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina parvula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina seminulum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina stelligera	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina floridensis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina globularis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina macropora	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sigmoilinita grata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sinuloculina inflata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Siphonaperta agglutinans	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Spiroloculina ornata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Triloclina trigonula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Triloculina tricarinata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
ανώμαλα miliolids	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0

(*συνέχεια*)

είδη/δείγματα	KIT-1 470-475		KIT-1 478-480		KIT-1 485-490		KIT-1 490-494		KIT-1 520-525		KIT-1 525-530		KIT-1 540-545		KIT-1 555-560		KIT-1 570-575		KIT-1 585-590		KIT-1 590-594		KIT-1 616-620		KIT-1 620-625	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Adelosina longinostra	0	0,0	2	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ammonia beccarii	0	0	13	6,1	6	9,7	5	1,8	3	0,9	7	3,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ammonia parkinsoniana	0	0,0	5	2,3	1	1,6	0	0,0	5	1,5	6	3,2	7	1,9	4	1,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	9	2,6
Ammonia tepida	0	0,0	104	48,6	34	54,8	203	72,2	255	75,4	112	60,2	286	79,0	151	67,1	11	15,1	6	8,8	11	26,8	403	78,9	258	73,5
Asterigerinata mamilla	0	0,0	1	0,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,4	0	0,0	1	1,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Aubignyna perlucida	0	0,0	2	0,9	0	0,0	1	0,4	11	3,3	8	4,3	12	3,3	20	8,9	1	1,4	4	5,9	1	2,4	8	1,6	12	3,4
Brizalina spathulata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,5	1	2,4	0	0,0	0	0,0
Brizalina striatula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	4	5,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Buccella frigida	0	0,0	3	1,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium advenum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,4	0	0,0	1	0,5	0	0,0	0	0,0	1	1,4	1	1,5	1	2,4	0	0,0	0	0,0
Elphidium complanatum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium crispum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium gunteri	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,4	2	2,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Elphidium jenseni	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,4	0	0,0	1	4,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium macellum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium juv.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,0	0	0,0	3	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Fursenkoina acuta	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Haynesina depressula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	7	9,6	3	4,4	1	2,4	0	0,0	0	0,0
Haynesina germanica	0	0,0	63	29,4	21	33,9	69	24,6	63	18,6	51	27,4	56	15,5	43	19,1	13	17,8	17	25,0	7	17,1	96	18,8	68	19,4
Lobatula lobatula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Peneroplis pertusus	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina annectens	0	0,0	1	0,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina bicarinata	0	0,0	6	2,8	0	0,0	1	0,4	0	0,0	1	0,5	0	0,0	0	0,0	2	2,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Quinqueloculina carinatastriata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	2,4	0	0,0	2	0,6
Quinqueloculina laevigata	0	0,0	1	0,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	4,1	8	11,8	6	14,6	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina padana	0	0,0	8	3,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	2	0,9	13	17,8	17	25,0	7	17,1	3	0,6	0	0,0
Quinqueloculina parvula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina seminulum	0	0,0	5	2,3	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	2,4	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina stelligera	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,4	2	2,9	1	2,4	0	0,0	0	0,0
Rosalina floridensis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,4	14	19,2	1	1,5	1	2,4	0	0,0	0	0,0
Rosalina globularis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina macropora	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	2,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sigmoilinita grata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sinuloculina inflata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Siphonaperta agglutinans	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Spiroloculina ornata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,2	0	0,0
Triloclina trigonula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Triloculina tricarinata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
ανώμαλα miliolids	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,4	0	0,0	2	4,9	0	0,0	0	0,0

(*συνέχεια*)

είδη/δείγματα	**KIT-1 635-640**		**KIT-1 645-650**		**KIT-1 655-660**		**KIT-1 670-675**		**KIT-1 680-685**		**KIT-1 690-694**		**KIT-1 740-745**		**KIT-1 755-760**		**KIT-1 765-770**		**KIT-1 775-780**		**KIT-1 785-790**		**KIT-1 866-870**		**KIT-1 880-885**		**KIT-1 890-895**	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Adelosina longinostra	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ammonia beccarii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1,3	2	1,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ammonia parkinsoniana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5	2,2	6	1,4	2	0,8	4	2,6	0	0,0	3	3,3	0	0,0	1	0,4	2	0,5	5	0,9	1	0,3
Ammonia tepida	13	24,5	25	32,5	28	49,1	129	57,3	276	64,6	133	54,1	84	55,6	42	38,5	36	39,1	60	50,0	137	52,7	307	82,5	418	78,7	289	80,7
Asterigerinata mamilla	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	1,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Aubignyna perlucida	6	11,3	1	1,3	0	0,0	23	10,2	15	3,5	11	4,5	9	6,0	8	7,3	1	1,1	6	5,0	35	13,5	33	8,9	71	13,4	45	12,6
Brizalina spathulata	0	0,0	0	0,0	1	1,8	0	0,0	1	0,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,2	1	0,3
Brizalina striatula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0
Buccella frigida	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium advenum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	2,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium complanatum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	2,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium crispum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium gunteri	0	0,0	0	0,0	1	1,8	2	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	2,2	0	0,0	0	0,0	1	0,3	9	1,7	0	0,0
Elphidium jenseni	0	0,0	2	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	2,8	0	0,0	0	0,8	0	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium macellum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium juv.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,4	0	0,0	3	0,0	0	0,0	1	0,0	1	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Fursenkoina acuta	0	0,0	1	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Haynesina depressula	5	9,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	1,8	5	5,4	10	8,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Haynesina germanica	14	26,4	18	23,4	12	21,1	57	25,3	124	29,0	23	9,3	50	33,1	20	18,3	22	23,9	23	19,2	66	25,4	14	3,8	24	4,5	18	5,0
Lobatula lobatula	1	1,9	0	0,0	1	1,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Peneroplis pertusus	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina annectens	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina bicarinata	2	3,8	1	1,3	2	3,5	0	0,0	0	0,0	2	0,8	0	0,0	4	3,7	1	1,1	2	1,7	2	0,8	6	1,6	0	0,0	3	0,8
Quinqueloculina carinatastriata	1	1,9	5	6,5	2	3,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,9	6	6,5	1	0,8	1	0,4	2	0,5	2	0,4	0	0,0
Quinqueloculina laevigata	0	0,0	6	7,8	4	7,0	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	1,8	4	4,3	0	0,0	6	2,3	6	1,6	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina padana	9	17,0	10	13,0	2	3,5	8	3,6	5	1,2	69	28,0	2	1,3	8	7,3	5	5,4	8	6,7	8	3,1	0	0,0	1	0,2	1	0,3
Quinqueloculina parvula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina seminulum	0	0,0	1	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5	2,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina stelligera	2	3,8	1	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	1,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina floridensis	0	0,0	6	7,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	8	7,3	3	3,3	4	3,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina globularis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina macropora	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sigmoilinita grata	0	0,0	0	0,0	1	1,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sinuloculina inflata	0	0,0	0	0,0	2	3,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	1,8	2	2,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Siphonaperta agglutinans	0	0,0	0	0,0	1	1,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Spiroloculina ornata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Triloclina trigonula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Triloculina tricarinata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
ανώμαλα miliolids	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,8	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Παράρτημα 10. Σχετικές συχνότητες και απόλυτες περιεκτικότητες των ειδών των βενθονικών τρηματοφόρων, του πυρήνα ιζήματος LAF-8 της Λαφρούδας Θράκης.

είδη/δείγματα	LAF-8 017-022		LAF-8 025-030		LAF-8 034-038		LAF-8 040-045		LAF-8 050-055		LAF-8 055-060		LAF-8 061-066		LAF-8 067-072		LAF-8 072-077		LAF-8 077-082		LAF-8 084-088		LAF-8 091-095		LAF-8 112-117		LAF-8 117-122	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Ammonia tepida	0	0,0	0	0,0	10	13,3	9	56,3	89	44,5	93	43,3	108	50,0	108	48,2	106	44,7	205	75,4	182	70,5	63	49,2	71	73,2	153	81,4
Ammonia beccarii	1	100	34	72	18	24	2	13	0	0	0	0	1	0,5	4	1,8	39	16	0	0	0	0	0	0	4	4,1	0	0
Ammonia parkinsoniana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,9	0	0,0	0	0,0	4	1,7	0	0,0	0	0,0	9	7,0	5	5,2	0	0,0
Asterigerinata mamilla	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5	2,2	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Aubignyna perlucida	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	9	4,2	3	1,4	0	0,0	18	7,6	5	1,8	17	6,6	34	26,6	3	3,1	2	1,1
Brizalina spathulata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Buccella frigida	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Discorbis williamsoni	0	0,0	2	4,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium aculeatum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium advenum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,9	0	0,0	2	0,9	0	0,0	3	1,1	0	0,0	4	3,1	3	3,1	4	2,1
Elphidium complanatum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium crispum	0	0,0	4	8,5	4	5,3	1	6,3	0	0,0	0	0,0	1	0,5	6	2,7	0	0,0	1	0,4	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium fichtelianum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium granosum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium gunteri	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium jenseni	0	0,0	2	4,3	0	0,0	0	0,0	2	1,0	1	0,5	0	0,0	10	4,5	0	0,0	1	0,4	0	0,0	4	3,1	0	0,0	0	0,0
Elphidium macellum	0	0,0	0	0,0	1	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	1,4	4	1,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium juv.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	1,6
Haynesina depressula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Haynesina germanica	0	0,0	1	2,1	27	36,0	4	25,0	89	44,5	97	45,1	97	44,9	65	29,0	66	27,8	57	21,0	54	20,9	14	10,9	7	7,2	15	8,0
Lobatula lobatula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Miliolinella subrotunda	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Nonionella turgida	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Polymorphina sp.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina bicarinata	0	0,0	2	4,3	0	0,0	0	0,0	13	6,5	1	0,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	2,1	4	2,1
Quinqueloculina carinatastriata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,0	1	0,5
Quinqueloculina laevigata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina padana	0	0,0	2	4,3	4	5,3	0	0,0	0	0,0	1	0,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina seminula	0	0,0	0	0,0	1	1,3	0	0,0	5	2,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,0	4	2,1
Quinqueloculina stelligera	0	0,0	0	0,0	1	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina triangularis	0	0,0	0	0,0	1	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina bradyi	0	0,0	0	0,0	5	6,7	0	0,0	0	0,0	1	0,5	1	0,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,5
Rosalina floridensis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	1,0	1	0,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina globularis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	13	5,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina macropora	0	0,0	0	0,0	1	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,9	2	0,9	0	0,0	0	0,0	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Textularia conica	0	0,0	0	0,0	1	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Triloculina marioni	0	0,0	0	0,0	1	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Triloculina trigonula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,5

(*συνέχεια*)

είδη/δείγματα	LAF-8 122-127		LAF-8 127-132		LAF-8 134-139		LAF-8 139-144		LAF-8 148-153		LAF-8 155-160		LAF-8 163-168		LAF-8 170-175		LAF-8 183-188		LAF-8 192-197		LAF-8 199-204		LAF-8 220-225		LAF-8 235-240		LAF-8 250-255	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Ammonia tepida	21	19,1	41	69,5	4	57,1	8	80,0	0	0,0	17	40,5	1	5,0	14	40,0	1	100	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ammonia beccarii	43	39	0	0	1	14	0	0	1	100	3	7,1	0	0	5	14	0	0	1	33	0	0	0	0	0	0	0	0
Ammonia parkinsoniana	8	7,3	5	8,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	2,4	0	0,0	1	2,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Asterigerinata mamilla	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Aubignyna perlucida	11	10,0	1	1,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	4,8	0	0,0	2	5,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Brizalina spathulata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Buccella frigida	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Discorbis williamsoni	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium aculeatum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium advenum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	7,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium complanatum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium crispum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium fichtelianum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium granosum	0	0,0	2	3,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium gunteri	2	1,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium jenseni	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium macellum	3	2,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium juv.	1	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	2,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Haynesina depressula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Haynesina germanica	15	13,6	9	15,3	2	28,6	1	10,0	0	0,0	14	33,3	19	95,0	10	28,6	0	0,0	2	66,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lobatula lobatula	2	1,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Miliolinella subrotunda	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	2,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Nonionella turgida	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Polymorphina sp.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	2,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina bicarinata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina carinatastriata	1	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	2,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina laevigata	3	2,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina padana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	10,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina seminula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina stelligera	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina triangularis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina bradyi	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina floridensis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	2,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina globularis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina macropora	0	0,0	1	1,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Textularia conica	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Triloculina marioni	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Triloculina trigonula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

(*συνέχεια*)

είδη/δείγματα	LAF-8 255-260		LAF-8 260-265		LAF-8 265-270		LAF-8 271-276		LAF-8 276-281		LAF-8 281-286		LAF-8 286-291		LAF-8 291-296		LAF-8 299-304		LAF-8 305-310		LAF-8 312-317		LAF-8 320-325		LAF-8 337-342		LAF-8 365-370	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Ammonia tepida	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	100	0	0,0	0	0,0	0	0,0	6	66,7	0	0,0
Ammonia beccarii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	67
Ammonia parkinsoniana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Asterigerinata mamilla	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Aubignyna perlucida	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Brizalina spathulata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Buccella frigida	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Discorbis williamsoni	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium aculeatum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium advenum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium complanatum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium crispum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium fichtelianum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium granosum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium gunteri	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium jenseni	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium macellum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium juv.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Haynesina depressula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Haynesina germanica	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	33,3	2	33,3
Lobatula lobatula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Miliolinella subrotunda	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Nonionella turgida	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Polymorphina sp.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina bicarinata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina carinatastriata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina laevigata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina padana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina seminula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina stelligera	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina triangularis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina bradyi	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina floridensis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina globularis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina macropora	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Textularia conica	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Triloculina marioni	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Triloculina trigonula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

(*συνέχεια*)

είδη/δείγματα	LAF-8 373-378		LAF-8 379-383		LAF-8 384-389		LAF-8 389-394		LAF-8 394-399		LAF-8 399-404		LAF-8 404-409		LAF-8 410-415		LAF-8 420-425		LAF-8 425-430		LAF-8 430-435	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Ammonia tepida	0	0,0	4	18,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ammonia beccarii	7	58	3	14	4	57	1	100	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	8	53,3
Ammonia parkinsoniana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	100	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	6,7
Asterigerinata mamilla	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Aubignyna perlucida	0	0,0	2	9,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	20,0
Brizalina spathulata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Buccella frigida	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Discorbis williamsoni	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium aculeatum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium advenum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium complanatum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium crispum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium fichtelianum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium granosum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium gunteri	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium jenseni	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium macellum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium juv.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Haynesina depressula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Haynesina germanica	5	41,7	13	59,1	3	42,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	20,0
Lobatula lobatula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Miliolinella subrotunda	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Nonionella turgida	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Polymorphina sp.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina bicarinata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina carinatastriata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina laevigata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina padana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina seminula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina stelligera	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina triangularis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina bradyi	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina floridensis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina globularis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina macropora	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Textularia conica	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Triloculina marioni	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Triloculina trigonula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Παράρτημα 11. Σχετικές συχνότητες και απόλυτες περιεκτικότητες των ειδών των βενθονικών τρηματοφόρων, του πυρήνα ιζήματος LAF-11 της Λαφρούδας Θράκης.

είδη/δείγματα	LAF-11 030-035		LAF-11 045-050		LAF-11 070-075		LAF-11 080-084		LAF-11 090-095		LAF-11 127-132		LAF-11 137-142		LAF-11 147-152		LAF-11 152-157		LAF-11 162-167		LAF-11 172-177		LAF-11 185-190		LAF-11 190-195		LAF-11 202-207	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Ammonia beccarii	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	0,7	0	0,0	0	0,0	1	25,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ammonia parkinsoniana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	10	2,2	7	7,0	2	33,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ammonia tepida	12	36,4	27	41,5	34	44,2	209	46,7	58	58,0	3	50,0	2	50,0	2	66,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Asterigerina planorbis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Aubignyna perlucida	1	3,0	0	0,0	3	3,9	25	5,6	9	9,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Conorbella patelliformis	1	3,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium advenum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium crispum	0	0,0	0	0,0	1	1,3	1	0,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium jenseni	1	3,0	0	0,0	0	0,0	5	1,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Haynesina depressula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Haynesina germanica	17	51,5	36	55,4	39	50,6	188	42,0	25	25,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lobatula lobatula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Polymorphina sp.	0	0,0	1	1,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina carinatastriata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	16,7	1	25,0	1	33,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina padana	1	3,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina macropora	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Uvigerina proboscidea	0	0,0	1	1,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

είδη/δείγματα	LAF-11 225-228		LAF-11 233-237		LAF-11 238-242		LAF-11 245-250		LAF-11 255-260		LAF-11 260-265		LAF-11 270-275		LAF-11 280-285		LAF-11 285-290		LAF-11 295-300		LAF-11 300-305		LAF-11 310-315		LAF-11 316-320	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Ammonia beccarii	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ammonia parkinsoniana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ammonia tepida	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Asterigerina planorbis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Aubignyna perlucida	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Conorbella patelliformis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium advenum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium crispum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium jenseni	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Haynesina depressula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Haynesina germanica	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lobatula lobatula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Polymorphina sp.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina carinatastriata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina padana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina macropora	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Uvigerina proboscidea	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Παράρτημα 12. Σχετικές συχνότητες και απόλυτες περιεκτικότητες των ειδών των βενθονικών τρηματοφόρων, του πυρήνα ιζήματος LAF-12 της Λαφρούδας Θράκης.

είδη/δείγματα	LAF-12 015-020		LAF-12 030-035		LAF-12 043-048		LAF-12 050-055		LAF-12 057-062		LAF-12 065-070		LAF-12 074-078		LAF-12 080-085		LAF-12 088-093		LAF-12 095-100		LAF-12 108-113		LAF-12 115-120		LAF-12 122-127		LAF-12 130-135	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Ammonia beccarii	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	100	0	0,0	1	50,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ammonia tepida	1	100	2	66,7	2	100	1	33,3	0	0,0	2	100	1	50,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Aubignyna perlucida	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	66,7	2	66,7	0	0,0	1	50,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Haynesina germanica	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	100	1	50,0	1	100	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina padana	0	0,0	1	33,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina floridensis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	100	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sinuloculina inflata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	33,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

είδη/δείγματα	LAF-12 150-155		LAF-12 160-165		LAF-12 180-185		LAF-12 204-209		LAF-12 216-221		LAF-12 235-240		LAF-12 242-247		LAF-12 260-265		LAF-12 275-280		LAF-12 293-298		LAF-12 315-320		LAF-12 327-332		LAF-12 337-342		LAF-12 347-352	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Ammonia beccarii	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ammonia tepida	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Aubignyna perlucida	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Haynesina germanica	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina padana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina floridensis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sinuloculina inflata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

είδη/δείγματα	LAF-12 362-367		LAF-12 367-372		LAF-12 398-401		LAF-12 401-405	
		%		%		%		%
Ammonia beccarii	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ammonia tepida	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Aubignyna perlucida	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Haynesina germanica	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina padana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina floridensis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sinuloculina inflata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Παράρτημα 13. Σχετικές συχνότητες και απόλυτες περιεκτικότητες των ειδών των βενθονικών τρηματοφόρων, του πυρήνα ιζήματος LAF-13 της Λαφρούδας Θράκης.

είδη/δείγματα	LAF-13 050-055		LAF-13 067-072		LAF-13 085-090		LAF-13 095-100		LAF-13 112-117		LAF-13 125-130		LAF-13 135-140		LAF-13 144-149		LAF-13 155-160		LAF-13 165-170		LAF-13 178-183		LAF-13 191-196		LAF-13 210-214	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Ammonia beccarii	8	2,7	2	0,7	0	0,0	2	0,7	1	0,4	1	20	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ammonia parkinsoniana	0	0,0	0	0,0	9	3,1	9	3,0	5	1,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ammonia tepida	192	64,0	87	29,0	109	37,2	114	38,0	155	58,3	2	40,0	4	50,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Asterigerinata mamilla	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Aubignyna perlucida	1	0,3	0	0,0	3	1,0	5	1,7	22	8,3	2	40,0	1	12,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium advenum	0	0,0	1	0,3	2	0,7	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium gunteri	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium macellum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Haynesina germanica	92	30,7	209	69,7	170	58,0	168	56,0	76	28,6	0	0,0	3	37,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina bicarinata	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina carinatastriata	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina padana	4	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	1,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina seminulum	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina globularis	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina macropora	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

είδη/δείγματα	LAF-13 220-225		LAF-13 240-244		LAF-13 253-258		LAF-13 263-267		LAF-13 272-276		LAF-13 295-300	
		%		%		%		%		%		%
Ammonia beccarii	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ammonia parkinsoniana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ammonia tepida	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Asterigerinata mamilla	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Aubignyna perlucida	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium advenum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium gunteri	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium macellum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Haynesina germanica	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina bicarinata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina carinatastriata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina padana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina seminulum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina globularis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina macropora	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Παράρτημα 14. Σχετικές συχνότητες και απόλυτες περιεκτικότητες των ειδών των βενθονικών τρηματοφόρων, του πυρήνα ιζήματος LAF-14 της Λαφρούδας Θράκης.

είδη/δείγματα	LAF-14 057-062		LAF-14 067-072		LAF-14 077-082		LAF-14 086-090		LAF-14 113-118		LAF-14 121-126		LAF-14 130-134		LAF-14 139-144		LAF-14 144-149		LAF-14 157-162		LAF-14 162-167		LAF-14 167-172		LAF-14 182-187	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Ammonia beccarii	41	14,4	1	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ammonia parkinsoniana	9	3,2	0	0,0	0	0,0	7	2,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ammonia tepida	186	65,5	74	52,9	21	21,6	115	40,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Aubignyna perlucida	8	2,8	8	5,7	0	0,0	16	5,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium advenum	0	0,0	1	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium excavatum forma *clavata*	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium gunteri	0	0,0	1	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Haynesina depressula	0	0,0	0	0,0	1	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Haynesina germanica	80	28,2	55	39,3	73	75,3	146	51,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,0	0	0,0	1	0,0	0	0,0	0	0,0
Lobatula lobatula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina macropora	0	0,0	0	0,0	1	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

είδη/δείγματα	LAF-14 192-197		LAF-14 200-203	
		%		%
Ammonia beccarii	0	0,0	0	0,0
Ammonia parkinsoniana	0	0,0	0	0,0
Ammonia tepida	0	0,0	0	0,0
Aubignyna perlucida	0	0,0	0	0,0
Elphidium advenum	0	0,0	0	0,0
Elphidium excavatum forma *clavata*	0	0,0	0	0,0
Elphidium gunteri	0	0,0	0	0,0
Haynesina depressula	0	0,0	0	0,0
Haynesina germanica	0	0,0	0	0,0
Lobatula lobatula	0	0,0	0	0,0
Rosalina macropora	0	0,0	0	0,0

Παράρτημα 15. Σχετικές συχνότητες και απόλυτες περιεκτικότητες των ειδών των βενθονικών τρηματοφόρων, του πυρήνα ιζήματος VG3-6 της Βραυρώνας Αττικής.

είδη/δείγματα	VG-3 7-10		VG-3 48-52		VG-3 58-61		VG-3 65-68		VG-3 77-82		VG-3 92-97		VG-3 104-108		VG-3 140-143		VG-3 148-152		VG-3 156-160		VG-3 166-171		VG-3 176-181		VG-3 190-195		VG-3 205-209		VG-3 215-219	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Adelosina cliarensis	0	0,0	1	0,3	2	0,7	0	0,0	3	1,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Adelosina dargonae	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Adelosina intricata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Adelosina josephina	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Adelosina longinostra	0	0,0	0	0,0	2	0,7	8	2,7	3	1,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Adelosina mediterranensis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Adelosina planorbis	0	0,0	7	2,3	16	5,3	11	3,7	4	1,3	10	3,3	9	3,0	9	3,0	5	1,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	4	1,3	5	1,7
Adelosina sp.1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Adelosina sp.2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Adelosina sp.3	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Affinetrina alcidi	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Affinetrina planciana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ammonia beccarii	1	3,7	0	0,0	4	1,3	5	1,7	0	0,0	8	2,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	1	0,3	3	1,0	0	0,0	6	2,0	4	1,3
Ammonia parkinsoniana	0	0,0	1	0,3	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5	1,7	2	0,7	6	2,0	1	0,3	1	0,3	17	5,7	6	2,0
Ammonia tepida	5	18,5	109	36,3	103	34,3	39	13,1	64	21,3	52	17,3	92	30,7	124	41,3	196	65,3	194	64,7	207	69,0	175	58,3	156	52,0	154	51,3	171	57,0
Ammoscalaria ruiana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Asterigerinata mamilla	0	0,0	11	3,7	2	0,7	9	3,0	10	3,3	9	3,0	3	1,0	6	2,0	5	1,7	4	1,3	1	0,3	2	0,7	10	3,3	2	0,7	2	0,7
Aubignyna perlucida	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Biloculinella sp.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Bolivina pseudoplicata	0	0,0	0	0,0	1	0,3	3	1,0	1	0,3	4	1,3	5	1,7	3	1,0	0	0,0	3	1,0	1	0,3	1	0,3	4	1,3	2	0,7	3	1,0
Bolivina tortuosa	0	0,0	1	0,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0	4	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Brizalina spathulata	1	3,7	0	0,0	2	0,7	2	0,7	5	1,7	0	0,0	3	1,0	4	1,3	5	1,7	9	3,0	1	0,3	1	0,3	6	2,0	0	0,0	0	0,0
Brizalina striatula	0	0,0	3	1,0	2	0,7	0	0,0	2	0,7	1	0,3	5	1,7	2	0,7	2	0,7	13	4,3	8	2,7	10	3,3	10	3,3	0	0,0	1	0,3
Buccella frigida	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	2	0,7	7	2,3	7	2,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Bulimina elongata	0	0,0	3	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Buliminella seminuda	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cancris auriculus	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cibicides refulgens	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Conorbella imperatoria	0	0,0	1	0,3	0	0,0	1	0,3	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	1	0,3	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Conorbella patelliformis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cornuspira involvens	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cycloforina macerata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cycloforina rugosa	2	7,4	0	0,0	0	0,0	3	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	1	0,3	0	0,0	1	0,3
Cymbaloporetta plana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Discorbia valvulinerioides	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium aculeatum	0	0,0	0	0,0	1	0,3	1	0,3	0	0,0	0	0,0	2	0,7	1	0,3	2	0,7	0	0,0	1	0,3	0	0,0	2	0,7	0	0,0	1	0,3
Elphidium advenum	1	3,7	7	2,3	11	3,7	3	1,0	13	4,3	10	3,3	12	4,0	9	3,0	3	1,0	6	2,0	4	1,3	3	1,0	5	1,7	14	4,7	5	1,7
Elphidium complanatum	1	3,7	8	2,7	16	5,3	18	6,0	29	9,7	28	9,3	21	7,0	17	5,7	14	4,7	23	7,7	12	4,0	11	3,7	21	7,0	19	6,3	16	5,3

(*συνέχεια*)

είδη/δείγματα	VG-3 7-10		VG-3 48-52		VG-3 58-61		VG-3 65-68		VG-3 77-82		VG-3 92-97		VG-3 104-108		VG-3 140-143		VG-3 148-152		VG-3 156-160		VG-3 166-171		VG-3 176-181		VG-3 190-195		VG-3 205-209		VG-3 215-219	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Elphidium crispum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5	1,7	1	0,3	2	0,7	8	2,7	0	0,0	0	0,0	1	0,3	3	1,0	1	0,3	1	0,3	8	2,7	4	1,3
Elphidium excavatum forma *clavata*	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0
Elphidium fichtelianum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0
Elphidium gunteri	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	1	0,3	1	0,3	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0
Elphidium jenseni	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	1	0,3	1	0,3	1	0,3	0	0,0	0	0,0	6	2,0	6	2,0
Elphidium macellum	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0
Elphidium translucens	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	7	2,3	2	0,7	5	1,7	12	4,0	13	4,3	14	4,7	33	11,0	16	5,3	19	6,3	9	3,0
Fursenkoina acuta	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Globulina myristiformis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0
Hayesina depressula	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	3	1,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	1	0,3	3	1,0
Haynesina germanica	1	3,7	7	2,3	4	1,3	3	1,0	3	1,0	5	1,7	7	2,3	11	3,7	0	0,0	6	2,0	12	4,0	7	2,3	4	1,3	6	2,0	10	3,3
Heronallenia sp.	4	14,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lachlanella compressa	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lachlanella reticulata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lobatula lobatula	1	3,7	14	4,7	13	4,3	20	6,7	10	3,3	17	5,7	15	5,0	10	3,3	9	3,0	5	1,7	7	2,3	7	2,3	11	3,7	16	5,3	14	4,7
Masilina gualteriana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Milliolinella subrotunda	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Patelina corugata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Peneroplis pertusus	1	3,7	8	2,7	15	5,0	12	4,0	22	7,3	16	5,3	7	2,3	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0
Peneroplis planatus	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Planogypsina acervalis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Planorbulina mediterranensis	0	0,0	1	0,3	3	1,0	3	1,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	1	0,3	2	0,7	0	0,0	0	0,0	2	0,7	1	0,3	0	0,0	0	0,0
Polymorphina sp.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Pyrgo elongata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina annectens	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Quinqueloculina berthelotiana	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina bicarinata	1	3,7	3	1,0	10	3,3	6	2,0	12	4,0	9	3,0	8	2,7	14	4,7	4	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7
Quinqueloculina carinatastriata	0	0,0	2	0,7	7	2,3	7	2,3	4	1,3	3	1,0	1	0,3	3	1,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0
Quinqueloculina irregularis	0	0,0	6	2,0	6	2,0	11	3,7	7	2,3	10	3,3	1	0,3	3	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	2	0,7
Quinqueloculina istriae	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina laevigata	0	0,0	7	2,3	4	1,3	7	2,3	3	1,0	4	1,3	2	0,7	5	1,7	3	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina lecalvezae	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina limbata	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina nodulosa	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina padana	1	3,7	13	4,3	13	4,3	17	5,7	16	5,3	10	3,3	9	3,0	3	1,0	4	1,3	0	0,0	0	0,0	2	0,7	3	1,0	2	0,7	6	2,0
Quinqueloculina parvula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina seminulum	0	0,0	6	2,0	0	0,0	10	3,4	6	2,0	4	1,3	0	0,0	2	0,7	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina stelligera	0	0,0	6	2,0	5	1,7	5	1,7	1	0,3	3	1,0	1	0,3	1	0,3	4	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina triangularis	0	0,0	6	2,0	5	1,7	8	2,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

(*συνέχεια*)

είδη/δείγματα	**VG-3 7-10**		**VG-3 48-52**		**VG-3 58-61**		**VG-3 65-68**		**VG-3 77-82**		**VG-3 92-97**		**VG-3 104-108**		**VG-3 140-143**		**VG-3 148-152**		**VG-3 156-160**		**VG-3 166-171**		**VG-3 176-181**		**VG-3 190-195**		**VG-3 205-209**		**VG-3 215-219**	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Quinqueloculina trigonula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	1,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Reusella spinulosa	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina bradyi	6	22,2	9	3,0	0	0,0	16	5,4	1	0,3	8	2,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	2	0,7	5	1,7	0	0,0	2	0,7	2	0,7
Rosalina floridensis	0	0,0	3	1,0	0	0,0	9	3,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina globularis	0	0,0	35	11,7	31	10,3	14	4,7	68	22,7	60	20,0	64	21,3	42	14,0	14	4,7	9	3,0	5	1,7	18	6,0	32	10,7	13	4,3	16	5,3
Rosalina macropora	0	0,0	2	0,7	0	0,0	4	1,3	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	1	0,3	2	0,7	1	0,3	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Sigmoilinita costata	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sigmoilinita grata	0	0,0	5	1,7	0	0,0	6	2,0	2	0,7	0	0,0	6	2,0	4	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	7	2,3	1	0,3	0	0,0
Sigmoilinita tenuis	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sinuloculina consobrina	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0
Sinuloculina inflata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Sinuloculina mayeriana	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Siphonaperta agglutinans	0	0,0	1	0,3	1	0,3	0	0,0	1	0,3	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Siphonaperta aspera	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Siphonaperta berthelotiana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sorites orbiculus	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sphaeroidina bulloides	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Spirilina vivipara	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Spiroloculina depressa	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Spiroloculina excavata	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Spiroloculina ornata	1	3,7	4	1,3	4	1,3	9	3,0	4	1,3	7	2,3	1	0,3	3	1,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	4	1,3
Textularia agglutinans	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0
Triloculina tricarinata	0	0,0	3	1,0	0	0,0	5	1,7	1	0,3	4	1,3	5	1,7	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Triloculina trigonula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	3	1,0
Vertebralina striata	0	0,0	1	0,3	2	0,7	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
ανώμαλα miliolids	0	0,0	0	0,0	4	1,3	11	3,7	0	0,0	1	0,3	1	0,3	4	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

(*συνέχεια*)

είδη/δείγματα	VG-3 225-229		VG-3 235-239		VG-3 240-244		VG-3 245-249		VG-3 250-254		VG-3 255-259		VG-3 260-264		VG-3 265-269		VG-3 270-274		VG-3 275-279		VG-3 280-284		VG-3 295-299		VG-3 300-304		VG-3 305-309		VG-3 315-319	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Adelosina cliarensis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Adelosina dargonae	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Adelosina intricata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	4	1,3
Adelosina josephina	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Adelosina longinostra	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	1	0,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0	1	0,3	2	0,7	6	2,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Adelosina mediterranensis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Adelosina planorbis	0	0,0	1	0,3	1	0,3	5	1,7	1	0,3	4	1,3	5	1,7	1	0,3	6	2,0	7	2,3	0	0,0	3	1,0	2	0,7	4	1,3	0	0,0
Adelosina sp.1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Adelosina sp.2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Adelosina sp.3	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Affinetrina alcidi	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	1	0,3
Affinetrina planciana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ammonia beccarii	8	2,7	8	2,7	6	2,0	5	1,7	13	4,3	23	7,7	14	4,7	24	8,0	16	5,3	6	2,0	10	3,3	5	1,7	14	4,7	10	3,3	4	1,3
Ammonia parkinsoniana	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	3	1,0	3	1,0	4	1,3
Ammonia tepida	191	63,7	170	56,5	194	64,7	147	49,0	166	55,3	148	49,3	133	44,3	127	42,3	152	50,7	180	60,0	199	66,3	159	53,0	142	47,3	167	55,7	192	64,0
Ammoscalaria ruiana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Asterigerinata mamilla	3	1,0	0	0,0	7	2,3	3	1,0	5	1,7	5	1,7	4	1,3	6	2,0	4	1,3	6	2,0	2	0,7	7	2,3	8	2,7	2	0,7	0	0,0
Aubignyna perlucida	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Biloculinella sp.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Bolivina pseudoplicata	0	0,0	0	0,0	4	1,3	3	1,0	0	0,0	1	0,3	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0
Bolivina tortuosa	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Brizalina spathulata	2	0,7	3	1,0	4	1,3	1	0,3	1	0,3	3	1,0	4	1,3	6	2,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	2	0,7	0	0,0
Brizalina striatula	0	0,0	2	0,7	3	1,0	2	0,7	2	0,7	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	2	0,7	3	1,0	0	0,0	2	0,7
Buccella frigida	8	2,7	1	0,3	2	0,7	3	1,0	1	0,3	6	2,0	0	0,0	2	0,7	2	0,7	0	0,0	4	1,3	1	0,3	0	0,0	2	0,7	4	1,3
Bulimina elongata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Buliminella seminuda	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cancris auriculus	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Cibicides refulgens	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	2	0,7	0	0,0	3	1,0	0	0,0	3	1,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0
Conorbella imperatoria	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Conorbella patelliformis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cornuspira involvens	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cycloforina macerata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Cycloforina rugosa	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0
Cymbaloporetta plana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Discorbia valvulinerioides	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium aculeatum	3	1,0	2	0,7	2	0,7	2	0,7	2	0,7	0	0,0	1	0,3	0	0,0	2	0,7	0	0,0	4	1,3	1	0,3	0	0,0	3	1,0	2	0,7
Elphidium advenum	2	0,7	0	0,0	3	1,0	3	1,0	1	0,3	9	3,0	7	2,3	1	0,3	6	2,0	8	2,7	0	0,0	9	3,0	1	0,3	7	2,3	0	0,0

(*συνέχεια*)

είδη/δείγματα	VG-3 225-229		VG-3 235-239		VG-3 240-244		VG-3 245-249		VG-3 250-254		VG-3 255-259		VG-3 260-264		VG-3 265-269		VG-3 270-274		VG-3 275-279		VG-3 280-284		VG-3 295-299		VG-3 300-304		VG-3 305-309		VG-3 315-319	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Elphidium crispum	7	2,3	10	3,3	5	1,7	7	2,3	8	2,7	16	5,3	9	3,0	19	6,3	14	4,7	13	4,3	8	2,7	4	1,3	8	2,7	10	3,3	9	3,0
Elphidium excavatum forma *clavata*	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium fichtelianum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0
Elphidium gunteri	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium jenseni	5	1,7	2	0,7	0	0,0	2	0,7	5	1,7	2	0,7	3	1,0	5	1,7	0	0,0	3	1,0	1	0,3	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0
Elphidium macellum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Elphidium translucens	14	4,7	27	9,0	8	2,7	15	5,0	17	5,7	5	1,7	8	2,7	3	1,0	4	1,3	13	4,3	8	2,7	8	2,7	10	3,3	7	2,3	22	7,3
Fursenkoina acuta	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Globulina myristiformis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Hayesina depressula	0	0,0	0	0,0	4	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0
Haynesina germanica	14	4,7	9	3,0	0	0,0	4	1,3	9	3,0	0	0,0	9	3,0	4	1,3	4	1,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0	8	2,7	3	1,0	6	2,0
Heronallenia sp.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lachlanella compressa	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lachlanella reticulata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lobatula lobatula	9	3,0	10	3,3	12	4,0	15	5,0	11	3,7	19	6,3	23	7,7	18	6,0	14	4,7	9	3,0	9	3,0	14	4,7	13	4,3	23	7,7	7	2,3
Masilina gualteriana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Milliolinella subrotunda	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Patelina corugata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Peneroplis pertusus	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	5	1,7	0	0,0	0	0,0
Peneroplis planatus	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Planogypsina acervalis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Planorbulina mediterranensis	0	0,0	1	0,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Polymorphina sp.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Pyrgo elongata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina annectens	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	1	0,3	0	0,0	2	0,7	0	0,0	1	0,3	0	0,0	2	0,7	2	0,7	0	0,0	3	1,0	1	0,3
Quinqueloculina berthelotiana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina bicarinata	0	0,0	1	0,3	2	0,7	2	0,7	1	0,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	2	0,7	3	1,0	2	0,7	1	0,3
Quinqueloculina carinatastriata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	1,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	1	0,3	5	1,7	0	0,0	1	0,3
Quinqueloculina irregularis	0	0,0	1	0,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	1,0	4	1,3	0	0,0
Quinqueloculina istriae	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina laevigata	0	0,0	1	0,3	1	0,3	5	1,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	3	1,0	2	0,7	3	1,0	0	0,0	1	0,3
Quinqueloculina lecalvezae	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina limbata	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina nodulosa	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina padana	0	0,0	10	3,3	0	0,0	12	4,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	5	1,7	1	0,3	4	1,3	2	0,7
Quinqueloculina parvula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	2	0,7	2	0,7	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina seminulum	1	0,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina stelligera	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	1	0,3	3	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0
Quinqueloculina triangularis	0	0,0	2	0,7	0	0,0	3	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	4	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0

(*συνέχεια*)

είδη/δείγματα	VG-3 225-229		VG-3 235-239		VG-3 240-244		VG-3 245-249		VG-3 250-254		VG-3 255-259		VG-3 260-264		VG-3 265-269		VG-3 270-274		VG-3 275-279		VG-3 280-284		VG-3 295-299		VG-3 300-304		VG-3 305-309		VG-3 315-319	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Quinqueloculina trigonula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Reusella spinulosa	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina bradyi	2	0,7	2	0,7	0	0,0	2	0,7	3	1,0	4	1,3	2	0,7	4	1,3	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0
Rosalina floridensis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina globularis	12	4,0	10	3,3	14	4,7	15	5,0	22	7,3	18	6,0	25	8,3	31	10,3	41	13,7	12	4,0	19	6,3	33	11,0	25	8,3	20	6,7	12	4,0
Rosalina macropora	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	2	0,7	1	0,3	1	0,3	0	0,0	0	0,0	2	0,7	1	0,3	0	0,0
Sigmoilinita costata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sigmoilinita grata	0	0,0	2	0,7	0	0,0	4	1,3	1	0,3	0	0,0	2	0,7	0	0,0	1	0,3	0	0,0	2	0,7	3	1,0	2	0,7	4	1,3	1	0,3
Sigmoilinita tenuis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sinuloculina consobrina	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sinuloculina inflata	0	0,0	2	0,7	0	0,0	5	1,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	3	1,0	1	0,3
Sinuloculina mayeriana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Siphonaperta agglutinans	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Siphonaperta aspera	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0
Siphonaperta berthelotiana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sorites orbiculus	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sphaeroidina bulloides	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Spirilina vivipara	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Spiroloculina depressa	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Spiroloculina excavata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Spiroloculina ornata	0	0,0	1	0,3	0	0,0	2	0,7	1	0,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	6	2,0	2	0,7	2	0,7	0	0,0
Textularia agglutinans	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Triloculina tricarinata	0	0,0	1	0,3	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	1	0,3	0	0,0	1	0,3	2	0,7	0	0,0	0	0,0
Triloculina trigonula	0	0,0	2	0,7	0	0,0	4	1,3	1	0,3	0	0,0	1	0,3	2	0,7	0	0,0	3	1,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0
Vertebralina striata	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
ανώμαλα miliolids	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

(*συνέχεια*)

είδη/δείγματα	VG-3 325-329		VG-3 335-339		VG-3 340-344		VG-3 345-349		VG-3 355-359		VG-3 360-364		VG-3 365-369		VG-3 370-374		VG-3 375-379		VG-3 385-389		VG-3 405-409		VG-3 415-419		VG-3 420-424		VG-3 425-429		VG-3 430-434	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Adelosina cliarensis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Adelosina dargonae	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Adelosina intricata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	4	1,3	4	1,3	11	3,7	5	1,7	10	3,3	11	3,7	9	3,0	4	1,3	0	0,0	6	2,0	5	1,7	4	1,3
Adelosina josephina	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Adelosina longinostra	1	0,3	3	1,0	1	0,3	3	1,0	1	0,3	5	1,7	8	2,7	8	2,7	2	0,7	3	1,0	5	1,7	1	0,3	3	1,0	5	1,7	2	0,7
Adelosina mediterranensis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Adelosina planorbis	3	1,0	5	1,7	6	2,0	3	1,0	1	0,3	1	0,3	2	0,7	4	1,3	1	0,3	2	0,7	2	0,7	1	0,3	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Adelosina sp.1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Adelosina sp.2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Adelosina sp.3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Affinetrina alcidi	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	1,0	3	1,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	2	0,7	5	1,7	1	0,3
Affinetrina planciana	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ammonia beccarii	0	0,0	11	3,7	3	1,0	4	1,3	5	1,7	0	0,0	0	0,0	3	1,0	1	0,3	1	0,3	4	1,3	0	0,0	2	0,7	2	0,7	7	2,3
Ammonia parkinsoniana	4	1,3	0	0,0	3	1,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	2	0,7	2	0,7	2	0,7	0	0,0	3	1,0	3	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ammonia tepida	161	53,7	118	39,3	169	56,3	168	56,0	144	48,0	137	45,7	130	43,3	140	46,7	142	47,3	163	54,3	155	51,7	184	61,3	148	49,3	171	57,0	150	50,0
Ammoscalaria ruiana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Asterigerinata mamilla	6	2,0	2	0,7	1	0,3	1	0,3	0	0,0	0	0,0	1	0,3	3	1,0	2	0,7	0	0,0	3	1,0	0	0,0	3	1,0	2	0,7	2	0,7
Aubignyna perlucida	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7
Biloculinella sp.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Bolivina pseudoplicata	1	0,3	1	0,3	1	0,3	0	0,0	2	0,7	2	0,7	2	0,7	0	0,0	2	0,7	1	0,3	0	0,0	0	0,0	4	1,3	1	0,3	0	0,0
Bolivina tortuosa	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Brizalina spathulata	3	1,0	1	0,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	1	0,3	2	0,7	2	0,7	2	0,7	0	0,0	4	1,3	1	0,3	1	0,3	0	0,0
Brizalina striatula	4	1,3	1	0,3	1	0,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0	4	1,3	2	0,7	1	0,3	0	0,0	3	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	6	2,0
Buccella frigida	0	0,0	1	0,3	0	0,0	1	0,3	1	0,3	1	0,3	1	0,3	2	0,7	4	1,3	2	0,7	5	1,7	4	1,3	3	1,0	3	1,0	4	1,3
Bulimina elongata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Buliminella seminuda	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cancris auriculus	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cibicides refulgens	2	0,7	0	0,0	0	0,0	3	1,0	2	0,7	1	0,3	5	1,7	3	1,0	3	1,0	6	2,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0
Conorbella imperatoria	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Conorbella patelliformis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cornuspira involvens	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cycloforina macerata	0	0,0	1	0,3	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cycloforina rugosa	1	0,3	1	0,3	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	2	0,7	4	1,3	0	0,0	4	1,3
Cymbaloporetta plana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	1	0,3	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Discorbia valvulinerioides	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Elphidium aculeatum	0	0,0	3	1,0	3	1,0	7	2,3	1	0,3	1	0,3	1	0,3	1	0,3	1	0,3	1	0,3	4	1,3	0	0,0	6	2,0	4	1,3	3	1,0
Elphidium advenum	10	3,3	0	0,0	5	1,7	0	0,0	0	0,0	2	0,7	2	0,7	0	0,0	1	0,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Elphidium complanatum	23	7,7	14	4,7	21	7,0	9	3,0	18	6,0	9	3,0	10	3,3	20	6,7	11	3,7	6	2,0	12	4,0	0	0,0	14	4,7	7	2,3	6	2,0

(*συνέχεια*)

είδη/δείγματα	VG-3 325-329		VG-3 335-339		VG-3 340-344		VG-3 345-349		VG-3 355-359		VG-3 360-364		VG-3 365-369		VG-3 370-374		VG-3 375-379		VG-3 385-389		VG-3 405-409		VG-3 415-419		VG-3 420-424		VG-3 425-429		VG-3 430-434	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Elphidium crispum	4	1,3	9	3,0	5	1,7	9	3,0	5	1,7	2	0,7	4	1,3	10	3,3	6	2,0	8	2,7	9	3,0	1	0,3	5	1,7	0	0,0	2	0,7
Elphidium excavatum forma *clavata*	2	0,7	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium fichtelianum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium gunteri	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium jenseni	1	0,3	3	1,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	1	0,3	2	0,7	0	0,0	12	4,0	0	0,0	0	0,0	3	1,0
Elphidium macellum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	1,0	4	1,3
Elphidium translucens	10	3,3	25	8,3	9	3,0	15	5,0	39	13,0	24	8,0	25	8,3	12	4,0	25	8,3	29	9,7	21	7,0	21	7,0	15	5,0	22	7,3	10	3,3
Fursenkoina acuta	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Globulina myristiformis	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Hayesina depressula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	1	0,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	3	1,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7
Haynesina germanica	3	1,0	4	1,3	0	0,0	3	1,0	2	0,7	2	0,7	8	2,7	3	1,0	4	1,3	0	0,0	6	2,0	9	3,0	3	1,0	0	0,0	8	2,7
Heronallenia sp.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lachlanella compressa	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lachlanella reticulata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lobatula lobatula	9	3,0	9	3,0	5	1,7	4	1,3	5	1,7	3	1,0	5	1,7	1	0,3	6	2,0	3	1,0	6	2,0	0	0,0	1	0,3	1	0,3	2	0,7
Masilina gualteriana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Milliolinella subrotunda	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Patelina corugata	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Peneroplis pertusus	1	0,3	4	1,3	2	0,7	4	1,3	1	0,3	0	0,0	2	0,7	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Peneroplis planatus	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Planogypsina acervalis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Planorbulina mediterranensis	3	1,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	3	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Polymorphina sp.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Pyrgo elongata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina annectens	1	0,3	3	1,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	2	0,7	1	0,3	7	2,3	1	0,3	0	0,0	5	1,7	14	4,7	7	2,3	0	0,0	3	1,0
Quinqueloculina berthelotiana	0	0,0	1	0,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	4	1,3
Quinqueloculina bicarinata	1	0,3	4	1,3	7	2,3	5	1,7	1	0,3	1	0,3	2	0,7	6	2,0	2	0,7	2	0,7	1	0,3	0	0,0	7	2,3	0	0,0	1	0,3
Quinqueloculina carinatastriata	0	0,0	4	1,3	1	0,3	5	1,7	7	2,3	4	1,3	5	1,7	0	0,0	1	0,3	1	0,3	1	0,3	4	1,3	8	2,7	7	2,3	5	1,7
Quinqueloculina irregularis	1	0,3	4	1,3	8	2,7	5	1,7	1	0,3	2	0,7	3	1,0	3	1,0	5	1,7	3	1,0	7	2,3	3	1,0	2	0,7	1	0,3	2	0,7
Quinqueloculina istriae	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	1	0,3	5	1,7	5	1,7	7	2,3	10	3,3	6	2,0	1	0,3	0	0,0	5	1,7	4	1,3	2	0,7
Quinqueloculina laevigata	6	2,0	0	0,0	1	0,3	5	1,7	3	1,0	5	1,7	2	0,7	2	0,7	8	2,7	5	1,7	2	0,7	3	1,0	3	1,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina lecalvezae	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina limbata	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	4	1,3	1	0,3	5	1,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina nodulosa	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina padana	8	2,7	12	4,0	6	2,0	4	1,3	2	0,7	6	2,0	3	1,0	2	0,7	5	1,7	4	1,3	2	0,7	3	1,0	3	1,0	3	1,0	6	2,0
Quinqueloculina parvula	6	2,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	1	0,3	5	1,7	2	0,7	1	0,3	4	1,3	0	0,0	2	0,7	2	0,7	0	0,0	3	1,0	2	0,7
Quinqueloculina seminulum	0	0,0	4	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	4	1,3	1	0,3	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina stelligera	0	0,0	1	0,3	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	2	0,7
Quinqueloculina triangularis	0	0,0	1	0,3	1	0,3	1	0,3	4	1,3	4	1,3	6	2,0	7	2,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	3	1,0	2	0,7	3	1,0

(*συνέχεια*)

είδη/δείγματα	**VG-3 325-329**		**VG-3 335-339**		**VG-3 340-344**		**VG-3 345-349**		**VG-3 355-359**		**VG-3 360-364**		**VG-3 365-369**		**VG-3 370-374**		**VG-3 375-379**		**VG-3 385-389**		**VG-3 405-409**		**VG-3 415-419**		**VG-3 420-424**		**VG-3 425-429**		**VG-3 430-434**	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Quinqueloculina trigonula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	8	2,7	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Reusella spinulosa	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina bradyi	3	1,0	2	0,7	2	0,7	1	0,3	4	1,3	3	1,0	0	0,0	7	2,3	5	1,7	11	3,7	2	0,7	2	0,7	1	0,3	1	0,3	4	1,3
Rosalina floridensis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	4	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina globularis	13	4,3	32	10,7	17	5,7	18	6,0	9	3,0	4	1,3	10	3,3	6	2,0	4	1,3	0	0,0	9	3,0	1	0,3	4	1,3	2	0,7	12	4,0
Rosalina macropora	1	0,3	0	0,0	3	1,0	1	0,3	1	0,3	1	0,3	2	0,7	2	0,7	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0
Sigmoilinita costata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sigmoilinita grata	3	1,0	6	2,0	2	0,7	7	2,3	8	2,7	24	8,0	24	8,0	9	3,0	7	2,3	7	2,3	6	2,0	3	1,0	11	3,7	17	5,7	11	3,7
Sigmoilinita tenuis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sinuloculina consobrina	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	1	0,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0
Sinuloculina inflata	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	1	0,3
Sinuloculina mayeriana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	1	0,3	9	3,0	0	0,0
Siphonaperta agglutinans	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	2	0,7	2	0,7	0	0,0	1	0,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	3	1,0	2	0,7	4	1,3
Siphonaperta aspera	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Siphonaperta berthelotiana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	2	0,7	2	0,7	1	0,3	0	0,0
Sorites orbiculus	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sphaeroidina bulloides	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Spirilina vivipara	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Spiroloculina depressa	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Spiroloculina excavata	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Spiroloculina ornata	0	0,0	3	1,0	4	1,3	3	1,0	2	0,7	3	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	4	1,3	0	0,0	0	0,0	1	0,3	1	0,3	4	1,3
Textularia agglutinans	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Triloculina tricarinata	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5	1,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Triloculina trigonula	0	0,0	1	0,3	3	1,0	0	0,0	7	2,3	5	1,7	4	1,3	6	2,0	0	0,0	6	2,0	8	2,7	8	2,7	17	5,7	10	3,3	5	1,7
Vertebralina striata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
ανώμαλα miliolids	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

(*συνέχεια*)

είδη/δείγματα	VG-3 435-439		VG-3 440-444		VG-3 445-449		VG-3 450-454		VG-3 455-459		VG-3 460-464		VG-3 465-469		VG-3 475-479		VG-3 480-484		VG-3 485-489		VG-3 490-494	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Adelosina cliarensis	0	0,0	1	0,3	0	0,0	2	0,7	4	1,3	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	6	2,0
Adelosina dargonae	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0
Adelosina intricata	0	0,0	5	1,7	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Adelosina josephina	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Adelosina longinostra	5	1,7	6	2,0	3	1,0	2	0,7	4	1,3	2	0,7	2	0,7	4	1,3	3	1,0	2	0,7	1	0,3
Adelosina mediterranensis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Adelosina planorbis	4	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	2	0,7	1	0,3	1	0,3	1	0,3	1	0,3
Adelosina sp.1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	1	0,3
Adelosina sp.2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Adelosina sp.3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Affinetrina alcidi	4	1,3	0	0,0	1	0,3	2	0,7	8	2,7	0	0,0	0	0,0	3	1,0	0	0,0	1	0,3	1	0,3
Affinetrina planciana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0
Ammonia beccarii	4	1,3	0	0,0	1	0,3	5	1,7	6	2,0	1	0,3	8	2,7	6	2,0	3	1,0	3	1,0	35	11,7
Ammonia parkinsoniana	0	0,0	2	0,7	4	1,3	5	1,7	9	3,0	9	3,0	8	2,7	7	2,3	6	2,0	6	2,0	6	2,0
Ammonia tepida	148	49,3	124	41,3	130	43,3	160	53,3	146	48,7	179	59,7	146	48,7	178	59,3	194	64,7	209	69,7	160	53,3
Ammoscalaria ruiana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Asterigerinata mamilla	0	0,0	1	0,3	2	0,7	0	0,0	3	1,0	2	0,7	0	0,0	2	0,7	2	0,7	0	0,0	0	0,0
Aubignyna perlucida	1	0,3	0	0,0	0	0,0	1	0,3	1	0,3	1	0,3	1	0,3	1	0,3	5	1,7	2	0,7	0	0,0
Biloculinella sp.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Bolivina pseudoplicata	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Bolivina tortuosa	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Brizalina spathulata	1	0,3	6	2,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	1	0,3	2	0,7	0	0,0	2	0,7	1	0,3	4	1,3
Brizalina striatula	5	1,7	0	0,0	2	0,7	0	0,0	2	0,7	2	0,7	6	2,0	2	0,7	5	1,7	9	3,0	1	0,3
Buccella frigida	7	2,3	8	2,7	5	1,7	5	1,7	9	3,0	8	2,7	4	1,3	3	1,0	6	2,0	1	0,3	1	0,3
Bulimina elongata	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Buliminella seminuda	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0
Cancris auriculus	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cibicides refulgens	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Conorbella imperatoria	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Conorbella patelliformis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cornuspira involvens	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Cycloforina macerata	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cycloforina rugosa	0	0,0	0	0,0	8	2,7	2	0,7	2	0,7	0	0,0	9	3,0	1	0,3	1	0,3	1	0,3	1	0,3
Cymbaloporetta plana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Discorbia valvulinerioides	1	0,3	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	2	0,7	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	3	1,0
Elphidium aculeatum	2	0,7	1	0,3	3	1,0	3	1,0	3	1,0	3	1,0	5	1,7	1	0,3	0	0,0	2	0,7	0	0,0
Elphidium advenum	5	1,7	1	0,3	3	1,0	1	0,3	2	0,7	3	1,0	2	0,7	6	2,0	6	2,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium complanatum	15	5,0	11	3,7	2	0,7	10	3,3	14	4,7	12	4,0	10	3,3	15	5,0	12	4,0	18	6,0	11	3,7

(*συνέχεια*)

είδη/δείγματα	VG-3 435-439		VG-3 440-444		VG-3 445-449		VG-3 450-454		VG-3 455-459		VG-3 460-464		VG-3 465-469		VG-3 475-479		VG-3 480-484		VG-3 485-489		VG-3 490-494	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Elphidium crispum	5	1,7	5	1,7	8	2,7	8	2,7	2	0,7	9	3,0	8	2,7	3	1,0	3	1,0	2	0,7	7	2,3
Elphidium excavatum forma *clavata*	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium fichtelianum	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium gunteri	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Elphidium jenseni	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	2	0,7	2	0,7	1	0,3	1	0,3	1	0,3
Elphidium macellum	5	1,7	3	1,0	6	2,0	3	1,0	4	1,3	11	3,7	0	0,0	5	1,7	7	2,3	6	2,0	9	3,0
Elphidium translucens	12	4,0	22	7,3	23	7,7	32	10,7	20	6,7	17	5,7	21	7,0	14	4,7	25	8,3	7	2,3	10	3,3
Fursenkoina acuta	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0
Globulina myristiformis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	1	0,3	0	0,0
Hayesina depressula	5	1,7	3	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	1,0	1	0,3	0	0,0	4	1,3	2	0,7	8	2,7
Haynesina germanica	6	2,0	6	2,0	7	2,3	5	1,7	6	2,0	7	2,3	7	2,3	6	2,0	2	0,7	7	2,3	6	2,0
Heronallenia sp.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lachlanella compressa	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lachlanella reticulata	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lobatula lobatula	3	1,0	2	0,7	2	0,7	4	1,3	2	0,7	1	0,3	1	0,3	1	0,3	1	0,3	0	0,0	0	0,0
Masilina gualteriana	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Milliolinella subrotunda	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Patelina corugata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Peneroplis pertusus	3	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Peneroplis planatus	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Planogypsina acervalis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Planorbulina mediterranensis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Polymorphina sp.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Pyrgo elongata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina annectens	4	1,3	0	0,0	1	0,3	2	0,7	2	0,7	0	0,0	0	0,0	3	1,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Quinqueloculina berthelotiana	5	1,7	2	0,7	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina bicarinata	3	1,0	1	0,3	1	0,3	2	0,7	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0
Quinqueloculina carinatastriata	4	1,3	2	0,7	4	1,3	0	0,0	1	0,3	1	0,3	1	0,3	1	0,3	0	0,0	0	0,0	3	1,0
Quinqueloculina irregularis	1	0,3	3	1,0	10	3,3	3	1,0	3	1,0	2	0,7	2	0,7	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina istriae	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina laevigata	1	0,3	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	1,0
Quinqueloculina lecalvezae	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Quinqueloculina limbata	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina nodulosa	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina padana	0	0,0	20	6,7	14	4,7	2	0,7	0	0,0	3	1,0	7	2,3	4	1,3	0	0,0	1	0,3	0	0,0
Quinqueloculina parvula	1	0,3	2	0,7	4	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina seminulum	0	0,0	8	2,7	3	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina stelligera	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Quinqueloculina triangularis	3	1,0	9	3,0	6	2,0	2	0,7	7	2,3	1	0,3	10	3,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

(*συνέχεια*)

είδη/δείγματα	**VG-3 435-439**		**VG-3 440-444**		**VG-3 445-449**		**VG-3 450-454**		**VG-3 455-459**		**VG-3 460-464**		**VG-3 465-469**		**VG-3 475-479**		**VG-3 480-484**		**VG-3 485-489**		**VG-3 490-494**	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Quinqueloculina trigonula	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Reusella spinulosa	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rosalina bradyi	7	2,3	4	1,3	3	1,0	2	0,7	2	0,7	1	0,3	5	1,7	1	0,3	2	0,7	2	0,7	0	0,0
Rosalina floridensis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Rosalina globularis	2	0,7	4	1,3	2	0,7	1	0,3	2	0,7	8	2,7	1	0,3	1	0,3	2	0,7	1	0,3	2	0,7
Rosalina macropora	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Sigmoilinita costata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sigmoilinita grata	10	3,3	15	5,0	11	3,7	13	4,3	17	5,7	2	0,7	6	2,0	6	2,0	1	0,3	1	0,3	1	0,3
Sigmoilinita tenuis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sinuloculina consobrina	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	1,0	0	0,0	1	0,3	2	0,7
Sinuloculina inflata	0	0,0	3	1,0	3	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
Sinuloculina mayeriana	2	0,7	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	1	0,3	1	0,3	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Siphonaperta agglutinans	1	0,3	1	0,3	3	1,0	3	1,0	1	0,3	0	0,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Siphonaperta aspera	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Siphonaperta berthelotiana	1	0,3	5	1,7	2	0,7	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sorites orbiculus	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sphaeroidina bulloides	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Spirilina vivipara	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Spiroloculina depressa	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Spiroloculina excavata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0	3	1,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	0,0
Spiroloculina ornata	2	0,7	0	0,0	2	0,7	3	1,0	1	0,3	1	0,3	2	0,7	0	0,0	0	0,0	1	0,3	2	0,7
Textularia agglutinans	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Triloculina tricarinata	4	1,3	5	1,7	14	4,7	7	2,3	9	3,0	3	1,0	3	1,0	9	3,0	2	0,7	2	0,7	5	1,7
Triloculina trigonula	3	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	1,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3	2	0,7
Vertebralina striata	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
ανώμαλα miliolids	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Παράρτημα 16. Σχετικές συχνότητες και απόλυτες περιεκτικότητες των ειδών των βενθονικών τρηματοφόρων, του πυρήνα ιζήματος ΔΕΗ-6 στο νότιο Ευβοϊκό.

είδη/δείγματα	ΔΕΗ-6 0-4		ΔΕΗ-6 4-8		ΔΕΗ-6 11-14		ΔΕΗ-6 17-20		ΔΕΗ-6 26-29		ΔΕΗ-6 29-32		ΔΕΗ-6 38-41		ΔΕΗ-6 47-50		ΔΕΗ-6 53-56		ΔΕΗ-6 89-62		ΔΕΗ-6 65-68		ΔΕΗ-6 74-77		ΔΕΗ-6 80-84		ΔΕΗ-6 90-93		ΔΕΗ-6 96-100	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Abditodendrix rhomboidealis	1	0,5	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0	0	0	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5
Adelosina intricata	0	0	2	1,1	4	2	11	5,3	3	1,4	3	1,3	10	4,5	0	0	0	0	2	1	3	1,5	3	1,4	1	0,6	0	0	0	0
Adelosina juv.	1	0,5	0	0	6	3	0	0	1	0,5	4	1,7	0	0	1	0,5	1	0,4	1	0,5	1	0,5	1	0,5	0	0	2	1	0	0
Adelosina longinostra	0	0	1	0,5	3	1,5	1	0,5	2	0,9	2	0,9	0	0	3	1,6	5	2	3	1,4	0	0	0	0	0	0	5	2,5	0	0
Adelosina mediterranensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,9	0	0	2	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5
Adelosina sp.2	0	0	1	0,5	0	0	1	0,5	0	0	3	1,3	1	0,5	0	0	1	0,4	1	0,5	2	1	0	0	1	0,6	0	0	2	1
Ammonia beccarii	13	7,1	16	8,6	16	8,1	18	8,6	9	4,2	28	12	23	10	14	7,3	13	5,1	10	4,8	12	5,9	8	3,7	12	6,7	13	6,6	8	4,1
Ammonia tepida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	3,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amphicoryna scalaris	0	0	2	1,1	0	0	0	0	0	0	1	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	1	0,5	0	0	0	0	1	0,5
Asterigerina planorbis	0	0	6	3,2	0	0	0	0	5	2,3	5	2,2	1	0,5	4	2,1	4	1,6	0	0	3	1,5	16	7,4	3	1,7	11	5,6	13	6,7
Asterigerinata mamilla	7	3,8	0	0	1	0,5	0	0	0	0	3	1,3	4	1,8	0	0	3	1,2	3	1,4	9	4,4	6	2,8	6	3,4	0	0	6	3,1
Biloculinela labiata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biloculinella globula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bolivina subspinesens	1	0,5	2	1,1	1	0,5	0	0	4	1,9	2	0,9	0	0	0	0	5	2	2	1	0	0	1	0,5	2	1,1	0	0	0	0
Brizalina spathulata	2	1,1	4	2,2	0	0	0	0	7	3,3	1	0,4	1	0,5	6	3,1	5	2	1	0,5	3	1,5	8	3,7	5	2,8	10	5,1	8	4,1
Brizalina striatula	3	1,6	0	0	1	0,5	2	1	0	0	2	0,9	0	0	0	0	3	1,2	2	1	2	1	1	0,5	0	0	0	0	5	2,6
Buccella frigida	8	4,4	5	2,7	7	3,6	5	2,4	4	1,9	6	2,6	9	4,1	5	2,6	10	3,9	4	1,9	6	3	6	2,8	4	2,2	4	2	0	0
Bulimina elongata	11	6	10	5,4	15	7,6	11	5,3	6	2,8	11	4,8	8	3,6	14	7,3	20	7,9	7	3,4	10	4,9	11	5,1	6	3,4	15	7,6	5	2,6
Cassidulina carinata	9	4,9	7	3,8	9	4,6	5	2,4	12	5,6	8	3,5	1	0,5	4	2,1	5	2	1	0,5	3	1,5	4	1,9	3	1,7	8	4	9	4,6
Cibicidella variabilis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Conorbella patelliformis	0	0	1	0,5	0	0	2	1	2	0,9	0	0	0	0	0	0	1	0,4	0	0	0	0	1	0,5	0	0	0	0	3	1,5
Cornuspira involvens	1	0,5	0	0	0	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,4	0	0	3	1,5	1	0,5	2	1,1	2	1	1	0,5
Cycloforina colomi	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,4	0	0	0	0	0	0	2	1	5	2,5	1	0,5	0	0	2	1	0	0
Cycloforina rugosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cycloforina tenuicollis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,4	0	0	3	1,5	2	0,9	6	3,4	0	0	4	2,1
Dentalina intorta	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0	0	0	0	1	0,5	0	0	0	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0
Discorbis williamsoni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1
Elphidium complanatum	0	0	1	0,5	0	0	0	0	1	0,5	2	0,9	0	0	0	0	0	0	3	1,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elphidium crispum	12	6,6	9	4,8	13	6,6	8	3,8	12	5,6	13	5,7	31	14	8	4,2	11	4,3	10	4,8	0	0	6	2,8	4	2,2	0	0	2	1
Elphidium excavatum	1	0,5	10	5,4	7	3,6	8	3,8	11	5,1	15	6,6	0	0	8	4,2	9	3,5	7	3,4	3	1,5	6	2,8	2	1,1	6	3	0	0
Elphidium macellum	0	0	6	3,2	3	1,5	2	1	0	0	0	0	3	1,4	2	1	3	1,2	0	0	1	0,5	2	0,9	0	0	0	0	0	0
Elphidium translucens	27	15	30	16	26	13	30	14	32	15	33	14	19	8,6	29	15	42	17	41	20	35	17	34	16	40	22	26	13	11	5,7
Eponides repandus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fursenkoina acuta	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	1	0,5
Globocassidulina subglubosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	7	3,6
Lachlanella reticulata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,4	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lagena striata	1	0,5	0	0	0	0	0	0	1	0,5	1	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1

(*συνέχεια*)

είδη/δείγματα	ΔΕΗ-6 0-4		ΔΕΗ-6 4-8		ΔΕΗ-6 11-14		ΔΕΗ-6 17-20		ΔΕΗ-6 26-29		ΔΕΗ-6 29-32		ΔΕΗ-6 38-41		ΔΕΗ-6 47-50		ΔΕΗ-6 53-56		ΔΕΗ-6 89-62		ΔΕΗ-6 65-68		ΔΕΗ-6 7 4-77		ΔΕΗ-6 80-84		ΔΕΗ-6 90-93		ΔΕΗ-6 96-100	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%
Melonis pompilioides	12	6,6	10	5,4	19	9,6	29	14	11	5,1	11	4,8	20	9	5	2,6	8	3,1	8	3,9	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Miliolinella subrotunda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nodosaria pyrula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nonionella turgida	2	1,1	2	1,1	0	0	1	0,5	2	0,9	2	0,9	0	0	4	2,1	5	2	4	1,9	6	3	7	3,2	2	1,1	3	1,5	6	3,1
Peneroplis pertusus	1	0,5	0	0	3	1,5	0	0	6	2,8	5	2,2	11	5	0	0	2	0,8	2	1	1	0,5	0	0	2	1,1	0	0	1	0,5
Peneroplis planatus	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	2	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planorbulina mediterranensis	0	0	4	2,2	1	0,5	3	1,4	1	0,5	1	0,4	0	0	2	1	0	0	1	0,5	0	0	4	1,9	0	0	0	0	1	0,5
Pseudoclavulina crustata	0	0	0	0	3	1,5	1	0,5	1	0,5	1	0,4	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pyrgo elongata	0	0	1	0,5	1	0,5	0	0	0	0	1	0,4	1	0,5	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0	0	1	0,5	2	1
Pyrgo lunula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0	0	0	0	1	0,5	0	0	0	0	1	0,6	0	0	0	0
Quinqueloculina berthelotiana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,4	3	1,4	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1,4	0	0	0	0	0	0
Quinqueloculina bicarinata	4	2,2	4	2,2	0	0	6	2,9	0	0	3	1,3	0	0	2	1	0	0	6	2,9	0	0	0	0	0	0	3	1,5	13	6,7
Quinqueloculina irregularis	4	2,2	3	1,6	4	2	2	1	4	1,9	6	2,6	4	1,8	0	0	3	1,2	0	0	3	1,5	0	0	1	0,6	3	1,5	0	0
Quinqueloculina jugosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quinqueloculina laevigata	2	1,1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,4	1	0,5	4	2,1	7	2,8	0	0	0	0	0	0	4	2,2	4	2	3	1,5
Quinqueloculina padana	2	1,1	3	1,6	0	0	6	2,9	4	1,9	0	0	0	0	0	0	4	1,6	9	4,3	10	4,9	4	1,9	2	1,1	9	4,5	10	5,2
Quinqueloculina parvula	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1,4	0	0	1	0,5	1	0,5	0	0	0	0	2	1	1	0,5	0	0	0	0	0	0
Quinqueloculina seminulum	9	4,9	0	0	6	3	0	0	6	2,8	0	0	2	0,9	3	1,6	4	1,6	0	0	3	1,5	11	5,1	2	1,1	11	5,6	0	0
Quinqueloculina stelligera	0	0	5	2,7	5	2,5	0	0	6	2,8	3	1,3	4	1,8	5	2,6	9	3,5	3	1,4	5	2,5	16	7,4	9	5	13	6,6	8	4,1
Quinqueloculina triangularis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5
Quinqueloculina trigonula	0	0	2	1,1	3	1,5	1	0,5	0	0	3	1,3	4	1,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quignueloculina carinatastriata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	2	1	7	3,6
Rectuvigerina phlegeri	0	0	0	0	3	1,5	1	0,5	1	0,5	1	0,4	0	0	1	0,5	0	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reusella spinulosa	1	0,5	0	0	0	0	3	1,4	6	2,8	2	0,9	1	0,5	4	2,1	6	2,4	2	1	3	1,5	3	1,4	5	2,8	1	0,5	1	0,5
Rosalina bradyi	0	0	0	0	0	0	3	1,4	1	0,5	1	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Rosalina floridensis	3	1,6	0	0	0	0	0	0	3	1,4	0	0	1	0,5	9	4,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rosalina globularis	0	0	2	1,1	3	1,5	0	0	2	0,9	2	0,9	1	0,5	0	0	9	3,5	3	1,4	4	2	4	1,9	13	7,3	11	5,6	20	10
Sigmoilinita grata	6	3,3	3	1,6	1	0,5	3	1,4	12	5,6	2	0,9	1	0,5	11	5,8	7	2,8	4	1,9	6	3	7	3,2	4	2,2	5	2,5	2	1
Sigmoilopsis schlumbergeri	0	0	2	1,1	7	3,6	4	1,9	4	1,9	3	1,3	4	1,8	2	1	5	2	3	1,4	3	1,5	5	2,3	2	1,1	1	0,5	0	0
Sinuloculina consobrina	0	0	4	2,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1,4	0	0	0	0	5	2,8	5	2,5	3	1,5
Sinuloculina mayeriana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sipholagena benevestita	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5
Siphonina reticulata	1	0,5	0	0	1	0,5	0	0	1	0,5	2	0,9	1	0,5	0	0	0	0	1	0,5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Spiroloculina excavata	0	0	0	0	0	0	3	1,4	0	0	2	0,9	2	0,9	1	0,5	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0,6	2	1	0	0
Spiroloculina ornata	5	2,7	0	0	0	0	3	1,4	0	0	2	0,9	4	1,8	3	1,6	1	0,4	3	1,4	5	2,5	1	0,5	2	1,1	2	1	10	5,2
Textularia bocki	4	2,2	3	1,6	6	3	10	4,8	11	5,1	8	3,5	5	2,3	18	9,4	13	5,1	14	6,8	12	5,9	8	3,7	7	3,9	7	3,5	5	2,6
Triloculina tricarinata	5	2,7	6	3,2	5	2,5	6	2,9	3	1,4	5	2,2	6	2,7	4	2,1	0	0	0	0	3	1,5	9	4,2	7	3,9	5	2,5	4	2,1
Triloculina trigonula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2,3	0	0	2	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valvulineria bradyana	14	7,7	12	6,5	11	5,6	14	6,7	5	2,3	8	3,5	4	1,8	3	1,6	7	2,8	17	8,2	7	3,4	4	1,9	0	0	0	0	0	0
Vertebralina striata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Quaternary International 261 (2012) 105–117

Contents lists available at ScienceDirect

Quaternary International

journal homepage: www.elsevier.com/locate/quaint

Benthic foraminiferal evidence and paleoenvironmental evolution of Holocene coastal plains in the Aegean Sea (Greece)

O. Koukousioura [a,*], M.V. Triantaphyllou [a], M.D. Dimiza [a], K. Pavlopoulos [b], G. Syrides [c], K. Vouvalidis [c]

[a] University of Athens, Faculty of Geology and Geoenvironment, Dept. of Historical Geology-Paleontology, Panepistimiopolis 15784 Athens, Greece
[b] Harokopio University, Faculty of Geography, El. Venizelou 70, 176 71 Athens, Greece
[c] Aristotle University of Thessaloniki, Faculty of Geology, 54124 Thessaloniki, Greece

ARTICLE INFO

Article history:
Available online 19 July 2011

ABSTRACT

Benthic foraminiferal composition of sedimentary successions during the last 7500 years, was investigated from boreholes drilled in three rather tectonically stable coastal areas of the Aegean Sea (Alykes Kitros, Lafrouda Thrace and Vravron Attica). The quantitative analysis of foraminiferal fauna enabled separation into two different groups that are supported by the analysis of modern benthic foraminiferal communities in the studied sites. Group A consists of *Ammonia tepida* and *Haynesina germanica* (closed lagoon assemblage), whereas the most common species of Group B (open lagoon assemblage) are *Aubignyna perlucida*, miliolids, *Elphidium* spp. and *Ammonia* spp. The foraminiferal composition integrated with radiometric dating provides information on Holocene paleoenvironmental changes in the studied coastal plains, related to sea–land interaction. Alykes Kitros and Lafrouda Thrace boreholes show a similar trend, with an open lagoonal fauna in the lower part, transitional upwards to closed lagoonal conditions. This environmental change has taken place after 6500 cal BP in Alykes Kitros and around 3000 cal BP at Lafrouda Thrace. The benthic communities of Vravron Attica borehole sediments seem to represent continuously an open lagoon/shallow marine environment from 4700 to 400 cal BP.

© 2011 Elsevier Ltd and INQUA. All rights reserved.

1. Introduction

In coastal marine and lagoonal environments where environmental stress is inherently high, benthic foraminifera are the most abundant shelled microorganisms, widely distributed, occupying saline or brackish habitats, and representing one of the most sensitive environmental indicators (Murray, 2007). Changes in benthic faunal abundance, species composition (e.g., Debenay, 2000) and variation in morphology of tests (Boltovskoy et al., 1991) provide evidence of fluctuation in several environmental factors and can therefore be used as an efficient method of determining the ecosystems conditions (e.g., Coccioni, 2000; Frontalini and Coccioni, 2008; Koukousioura et al., 2011). Consequently, changes in fossil benthic foraminifera, recorded by the study of coastal zone deposits, are a successful palaeontological tool for recording past sea-level changes and reconstructing detailed paleoclimatic and palaeoenvironmental conditions (e.g., Scott and Medioli, 1980; Serandrei-Barbero et al., 1997; Morhange et al., 2000; Scott et al., 2001; Carboni et al., 2002, 2010; Morigi et al., 2005; Bernasconi et al., 2006; Yanko-Hombach et al., 2006; Meriç et al., 2007; Di Bella et al., 2008).

In the last decades, foraminiferal studies have been performed in several Holocene Aegean coastal plains and coastal lagoons (Scott et al., 1979; Tassos, 1983; Triantaphyllou et al., 2003, 2010; Pavlopoulos et al., 2007, 2010; Nixon et al., 2009; Theodorakopoulou et al., 2009; Evelpidou et al., 2010; Goiran et al., 2011) providing numerous, albeit scattered paleoenvironmental information. This study investigates the foraminiferal composition of Late Holocene sedimentary successions from boreholes drilled in three coastal areas of the Aegean Sea (Alykes Kitros, Lafrouda Thrace and Vravron Attica), which are practically featured by tectonic stability.

Alykes Kitros lagoon (Fig. 1a), is located at the limit between the open and closed continental shelf of Thermaikos Bay, in the northern boundaries of the Katerini - Pieria sedimentary basin, where Neogene and Quaternary deposits prevail. The hinterland area is constituted by the catchment basin of WNW-ESE developed streams going in the lagoon and the surrounding coastal plain (Dimitrakos, 2009). The lagoon is currently almost separated from the sea by a barrier. The estimation of sea level changes in Alykes Kitros area is based on the Thermaikos gulf curve (Vouvalidis et al., 2005), which suggests that at 10,000 BP the sea level rose rapidly with an average rate of 4 mm/y. During the past 4000 years, the rate

* Corresponding author. Fax: +30 210 7247322.
E-mail address: okoukous@geol.uoa.gr (O. Koukousioura).

1040-6182/$ – see front matter © 2011 Elsevier Ltd and INQUA. All rights reserved.
doi:10.1016/j.quaint.2011.07.004

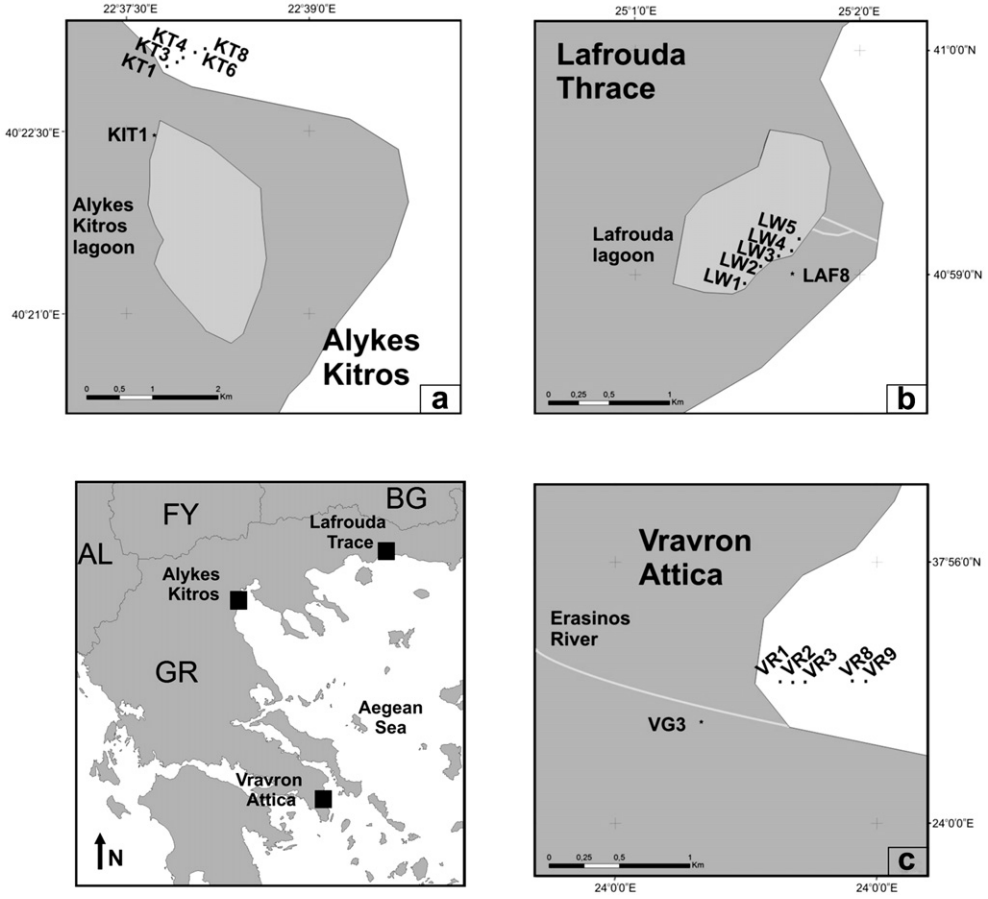


Fig. 1. Map of the location of the three studied sites, a: Alykes Kitros (KIT1: borehole, KT1,3,4,6,8: coastal surface sediments), b: Lafrouda Thrace (LAF8: borehole, LW1-5: lagoonal sediments), c: Vravron Attica (VG3: borehole, VR1,2,3,8,9: lagoonal surface sediments).

dropped to an average value of 1 mm/y, comparable to the values proposed by Pavlopoulos (2010).

Lafrouda is a lowland site, situated at the northern margin of the Aegean Sea (Fig. 1b). It is located near the city of Avdira, Thrace, at the coastal zone east of the River Nestos mouth. Geomorphologically, the area is divided into the mountainous zone to the north, the Neogene basins (lowlands) to the south, and hilly lands of Plio-Pleistocene clayey deposits (Xidakis et al., 1990). The depth of coastal deposits at Lafrouda Thrace indicates a minimum rate of sea level rise of 0.24 mm/y during the last 2770 years, which is comparable to the values estimated (0.25–0.38 mm/y) by the Lambeck and Purcell model (Pavlopoulos, 2010).

The coastal area of the Vravron Bay (Fig. 1c) is a marshy plain located at the eastern part of the Attica Peninsula about 35 km east of Athens (South Evoikos Gulf, Aegean Sea). The small Erasinos River flows within Vravron coastal–estuarine plain. Late Miocene to Holocene lacustrine and terrestrial sediments occur along the Erasinos River bed, displaying a transition to marine deposits near the river mouth (Verginis, 1995). According to the curve of Lambeck and Purcell (2005) the sea level of Vravron area should have been approximately at −5.5 m at 6000 BP and −0.90 m at 2000 BP, predicting a sea level rising rate of 0.83 mm/y for the last 6000 years and a rate of 0.67 mm/y for the last 3000 years (Pavlopoulos, 2010; Triantaphyllou et al., 2010).

This paper presents new benthic foraminiferal quantitative data from selected boreholes in rather tectonically stable Aegean coastal areas. The aim of the study is to document in detail the fluctuations and evolution of benthic foraminiferal assemblages during the last 7500 years, and reconstruct the relevant paleoenvironmental variability in the recent geological past. This is supported by the analysis of modern benthic foraminiferal communities in the studied sites, which serve as a modern analog in order to evaluate the ecological preferences of the foraminiferal species.

2. Materials and methods

2.1. Surface sediments

In order to define the modern lagoonal and coastal foraminiferal assemblages in the Aegean area, 15 surface sediment samples were collected from the study areas (Fig. 1a,b,c). In particular, 5 samples from Lafrouda Thrace lagoon (June 2006), 5 samples from Vravron Attica open lagoon (March 2010) and 5 samples from Alykes Kitros nearby coast (July 2009) have been collected using a Van Veen grab sampler and were preserved in alcohol mixed with brackish and sea water respectively. In addition, salinity was measured using an YSI Model 63 sensor. Total assemblages (both living and dead) were counted for the surface sediments. The total assemblages integrate information about the general conditions over a longer time period (Alve and Nagy, 1986), whereas the composition of living assemblages solely reflects environmental conditions at that microhabitat at the time of sample collection (Buzas et al., 2002). Such characteristics of living assemblages are limitations for medium-term environmental studies (Debenay et al., 2005). The microfauna has been identified under a Leica APO S8 stereoscope. A scanning electron microscope analysis (SEM Jeol JSM 6360, Dept. of Hist. Geology-Paleontology) has been used for taxonomical purposes. The taxonomy of benthic foraminifers is

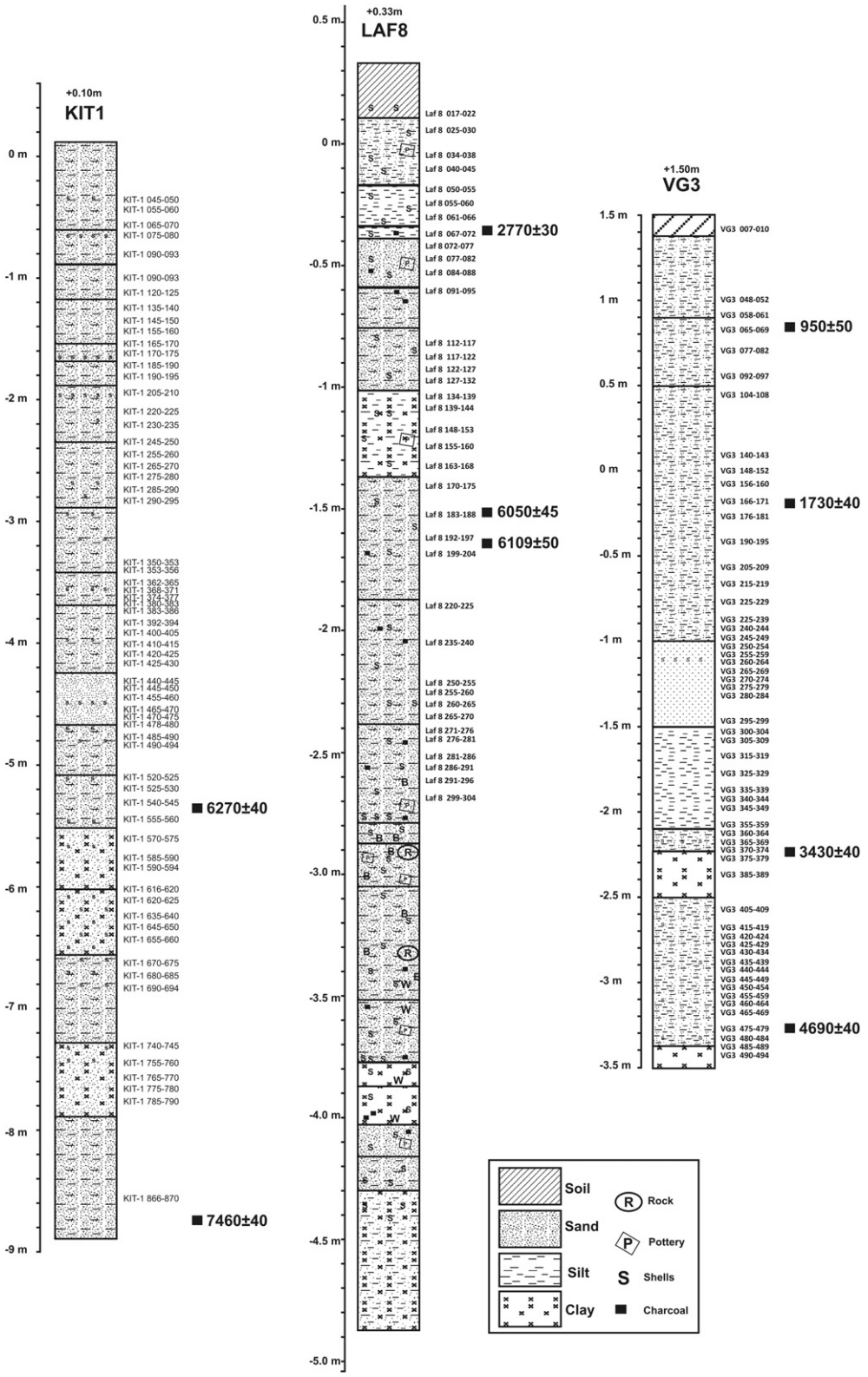


Fig. 2. Lithology and dates of the drilled boreholes (KIT1: Alykes Kitros, LAF8: Lafrouda Thrace, VG3: Vravron Attica).

based on Loeblich and Tappan (1987, 1994), Ellis and Messina (1940 to present), Levy et al. (1989, 1991, 1992), Cimerman and Langer (1991), Hottinger et al. (1993) and Sgarrella and Moncharmont Zei (1993).

2.2. Boreholes

Three boreholes have been drilled with a portable Cobra vibracorer using a 1 m long steel drill-pipe. The stratigraphy of the

Table 1
Radiocarbon ages for dated samples from Alykes Kitros (KIT1 borehole), Lafrouda Thrace (LAF8 borehole) and Vravron Attica (VG3 borehole) using the program CALIB 5.0 (Stuiver and Reimer, 1993) with a regional reservoir age correction of 149 ± 30 years for the Aegean (Facorellis et al., 1998).

Laboratory code	Core	Depth (cm)	^{14}C Age (yr BP)	Age (cal yr BP)	Age AD/BC	Marker	Reference
Beta-288014	KIT1	545	6270 ± 40	6405–6683	4734–4456 BC	*C. glaucum*	In this paper
Beta-288015	KIT1	882.5	7460 ± 40	7659–7908	5959–5710BC	*C. glaucum*	In this paper
GrN-30493	LAF8	67	2770 ± 30	2788–2946	997–839 BC	Wood	Ammerman et al. (2008)
LTL-1415	LAF8	249	6050 ± 55	6742–7026	5077–4793 BC	Organic matter	Ammerman et al. (2008)
LTL-1415b	LAF8	249	6109 ± 50	6877–7161	5212–4928 BC	Organic matter	Ammerman et al. (2008)
Beta-242239	VG3	65	950 ± 50	305–516	1434–1645 AD	*Murex* sp.	Triantaphyllou et al. (2010)
Beta-242240	VG3	170	1730 ± 40	1016–1258	692–934 AD	*Murex* sp.	Triantaphyllou et al. (2010)
Beta-211264	VG3	372	3430 ± 40	2953–3268	1319–1004 BC	*Murex* sp.	Triantaphyllou et al. (2010)
Beta-211263	VG1	280	3570 ± 40	3160–3417	1468–1211 BC	*Murex* sp.	Triantaphyllou et al. (2010)
Beta-211265	VG3	478	4690 ± 40	4579–4848	2899–2630 BC	*Murex* sp.	Triantaphyllou et al. (2010)

Table 2
Modern foraminiferal relative abundances, Shannon Wiener H′ index and *A* index of Lafrouda Thrace lagoon (LW1-5), Vravron Attica open lagoon (VR1,2,3,8,9) and Alykes Kitros coast (KT1,3,4,6,8).

	closed lagoon (29.0–29.5 psu)					open lagoon (36.7–37.5 psu)					coastal (29.6–32.7 psu)				
	LW1	LW2	LW3	LW4	LW5	VR1	VR2	VR3	VR8	VR9	KT1	KT3	KT4	KT6	KT8
H. germanica	15.1	17.6	16.5	12.4	11.4	5.2	0	0	6.4	0	0	2.7	0	12.9	7.4
A. tepida	71.2	70.4	68.3	72	75.7	39.5	60.7	59.4	48.4	58.6	3.1	2.7	4.7	8.1	13.8
A. parkinsoniana	3.7	3.4	10.4	4.3	4.6	10.5	10.7	0	3.2	0	0	0	0	0	0
A. perlucida	1.4	1.7	0.6	0.8	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. gunteri	2.3	0.4	1.8	0.9	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elphidium spp.	0.6	0.9	0.6	0.3	0.3	10.5	7.1	15.6	6.5	13.8	3.1	8.1	14.3	11.3	13.8
miliolids	5.2	5.6	1.2	0.9	5.7	7.9	7.1	18.8	22.6	17.2	37.1	48.6	42.9	22.6	27.7
rotaliids	0	0	0	0	0.3	10.5	10.7	3.1	9.7	3.4	4.1	2.7	4.8	11.3	9.6
A. beccarii	0	0	0.6	8.3	0.3	13.2	3.6	3.1	0	6.9	52.6	35.1	33.3	33.9	27.7
Shannon Wiener H′	1.1	1	1	0.9	0.9	2	1.5	1.5	1.8	1.4	1.9	2	1.8	2	2.3
A ratio	6.6	20.9	16.15	15.9	17.7	21.4	36.4	50	0	0	92.6	78.6	62.5	61.5	61.5

Late Holocene sediments has been studied observing the lithological discriminations along the cores and defining the sediment colour with Munsell soil charts.

Borehole KIT1 (900 cm depth) has been recovered from the Alykes Kitros coastal area, in 2008 at about 10 cm asl. The lithological core succession (Dimitrakos, 2009) from the bottom (−900 cm) to −477 cm contains alternations of dark greenish gray silty sands and sandy clays with molluscs. Coarse dark greenish gray sand follow until −435 cm, containing scarce mollusc fragments. From −435 to the top, the sequence is composed by alternations of dark greenish and greenish gray silty sands with mollusc specimens (Fig. 2). LAF8 borehole (520 cm deep) was drilled in 2006 in Lafrouda Thrace, at approximately 30 cm asl. The core sequence from the bottom (−520 cm) to −410 cm is composed by alternations of very dark gray clays, silty clays, sands and sandy silts, containing molluscs and vegetation remains.

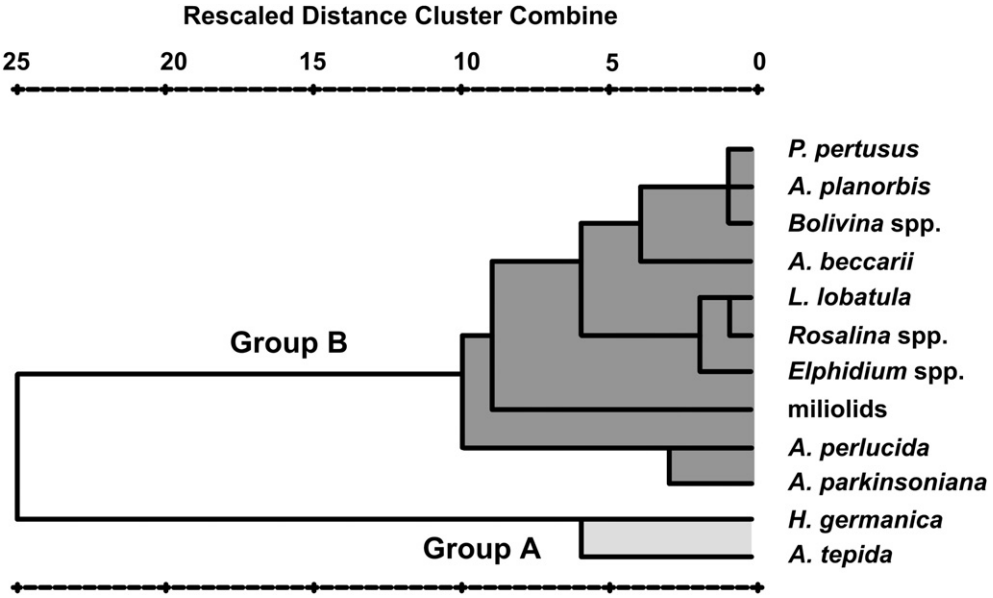


Fig. 3. Hierarchical cluster analysis (Ward's method, Euclidean distances as a similarity index) based on the absolute abundances of the most important foraminiferal species.

From −410 cm to −134 cm alternations of dark gray and black silty sands, sandy silts and silty clays occur, bearing mollusc and bone fragments, vegetation remains and pottery. Dark olive gray silty sands and very dark gray sandy silts with molluscs follow to −72 cm. The next part of the core to the top is defined by olive brown sands at the base, greyish brown silts, brown silty sands with coarse pebbles and at the top olive brown clay soil (Fig. 2). Borehole VG3 (500 cm deep) was drilled at the coastal plain of Vravron Attica, in 2004 at 1.5 m asl (Fig. 2). Between the base (−500 cm) and −300 cm, the lithology of VG3 sequence consists of alternations of clay, dark grey silt and sandy silt with mollusc fragments (Triantaphyllou et al., 2010). Grey fine sands with mollusc fragments prevail from −300 cm to −253 cm, and olive grey sandy silt with molluscs follows to −67 cm. Upwards (from −67 to −27 cm), olive brown silty sands are covered by yellowish brown sandy silts with vegetation remains.

A number of samples were dated using the AMS radiocarbon method, thus providing temporal control of the studied sedimentary units. Five whole specimens of marine gastropods (*Murex* sp.) were used as AMS ^{14}C dating material in Vravron Attica borehole VG3 (Triantaphyllou et al., 2010). In the present study, two samples of bivalve (*Cerastoderma glaucum*) from borehole KIT1 were dated using accelerator mass spectrometry (AMS ^{14}C) at the laboratories of Beta Analytic USA. In addition two samples (charcoal and driftwood) were dated from the twin borehole LAF8, at the laboratory of Lecce (Ammerman et al., 2008). All ^{14}C ages (Table 1) have been calibrated using CALIB 5.0 (Stuiver and Reimer, 1993) with a regional reservoir age correction of 149 ± 30 years for the Aegean (Facorellis et al., 1998).

Foraminiferal analyses were carried out on 56 samples from borehole VG3, 66 samples from borehole KIT1 and 37 samples from borehole LAF8. Each core sample (10 g dry weight) was treated with H_2O_2, wet-sieved over a 0.063 mm sieve, and dried at 70 °C. A subset containing at least 300 benthic foraminifera for each sample was obtained using an Otto microsplitter, if possible; otherwise the whole sample was studied.

2.3. Data analysis

Total concentrations (number of specimens/g of dry sediment) and the relative abundances of benthic foraminiferal assemblages were calculated. Samples were excluded from statistical analyses if the number of specimens was less than 2 specimens/g. Shannon Wiener diversity index (H′) that measures heterogeneity evaluation, which means the distribution of individuals in the different species (Magurran, 1988), was calculated using the Past.exe 1.23 software package (Hammer et al., 2001).

The affinities of the foraminiferal assemblages to environmental (mostly salinity) conditions can be evaluated on foraminiferal test size (e.g., Murray, 1991; Carboni et al., 2002; Melis and Violanti, 2006). In order to quantify this observation, biometric measurements were performed on *Ammonia* spp. tests distinguishing them in two size categories: small (<0.5 mm) and large (>0.5 mm) tests. Therefore, the use of the ratio between large (L) and small (S) *Ammonia* tests is established as: $A = 100 \times L/S + L$, as a measure of size for *Ammonia* specimens that can support paleosalinity conditions.

Multivariate statistical analyses were performed using SPSS (version 10.1) statistical software. Analyses were applied to taxa that exceeded 5% of the total assemblage in at least one sample. The data were logarithmically transformed to reduce the score and bias of other abundant species that may have otherwise masked the effect of less abundant species. R-mode hierarchical cluster analysis (Ward's method and Euclidean distances as a similarity index) was used to determine species associations and to assess the ecological affinity among different groups. Additionally, the Q-mode hierarchical cluster analysis (Ward's method and Euclidean distances as a similarity index) was used to focus the ecological information contained in assemblages from single samples, by calculation of associations (Harloff and Mackensen, 1997).

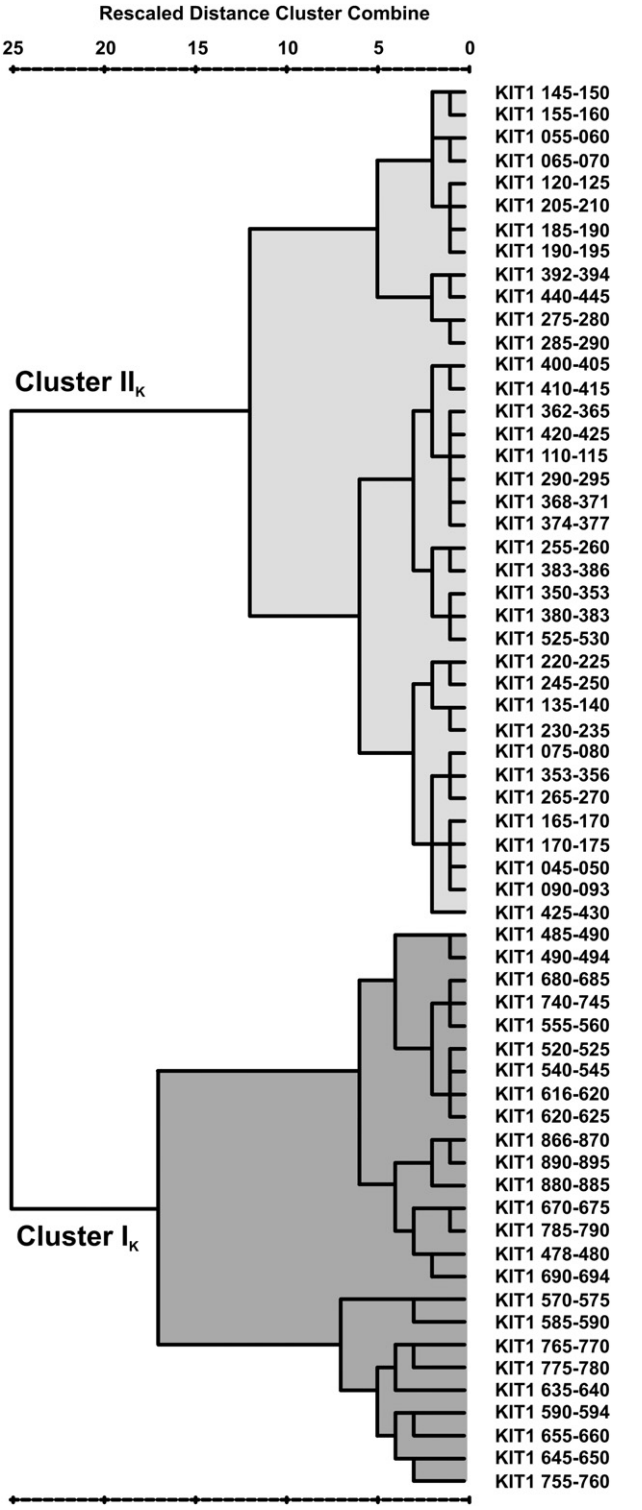


Fig. 4. Dendrogram classifications of Alykes Kitros samples produced by Q-mode hierarchical cluster analysis (Ward's method, Euclidean distances as a similarity index).

3. Results

3.1. Modern foraminiferal assemblages

Lafrouda Thrace is a modern closed lagoon with salinity ranging between 29.0 and 29.5 psu. The samples are characterized (Table 2) by the dominance of *Ammonia tepida* lobate forms (68.3–75.7%) and *Haynesina germanica* (11.4–17.6%). Miliolids, rotaliids and *Elphidium* spp. are present with very low percentages. The Shannon H′ shows low values (1.01 mean). The *A* ratio was found to range between 6.6 and 20.9.

Vravron Attica represents a recent open lagoon where salinity ranges between 29.6 and 32.7 psu. The studied samples are dominated (Table 2) by *Ammonia* spp. (48%–64%); mainly *A. tepida* (39.47–60.71%) and miliolids (7.1–22.6%). *Elphidium* spp. (6.4–15.6%) and rotaliids (3.1–10.7%) show relatively high values. The Shannon H′ shows medium values (1.6 mean). *A* ratio was relatively high (0–50).

The coast of Alykes Kitros comprises a modern coastal environment (salinity between 36.7 and 37.5 psu). *Ammonia beccarii* (27.6–52.5%), miliolids (22.5–48.6%) and *Elphidium* spp. (3–14.2%) dominate the assemblages (Table 2), whereas rotaliids (2–6.5%) show significant percentages. The Shannon H′ has high values (2.02 mean). The size of the tests is mostly large with *A* ratio ranging from 61.5 to 92.6 (Table 2).

3.2. Borehole data

From the quantitative analysis, a total of 93 benthic foraminiferal species and 45 genera were identified in KIT1, LAF8 and VG3 boreholes (Appendix 1–3, Supplementary data). In general, the foraminiferal fauna is dominated by calcareous, hyaline-wall-bearing species. *A. tepida* is the dominant species in all boreholes; in some cases constituting more than 70% of the fauna. Other species of *Ammonia* such as *A. beccarii* and *Ammonia parkinsoniana* generally represent less than 10%. *H. germanica* showed very high values in KIT1 (max = 91%) and LAF8 (max = 46%) boreholes, whereas in the VG3 borehole generally represent less than 15% of the foraminiferal fauna. *Aubignyna perlucida*, which is missing in the VG3 borehole, displays relative high frequencies in LAF8 and KIT1 boreholes with maximum values of 27% and 14 respectively. Other important taxa including *Rosalina* spp. (mainly *Rosalina bradyi*, *Rosalina globularis* and *Rosalina floridensis*) and various species of *Elphidium* spp. (mostly *Elphidium complanatum*, *Elphidium crispum* and *Elphidium advenum*) occurred in all boreholes with relative abundance values lower than 25%. Among the minor hyaline species *Lobatula lobatula*, *Asterigerina planorbis* and *Bolivina* spp. make up more than 5% only in samples from the VG3 boreholes. The porcellaneous taxa are relatively abundant and diverse, comprising up to 44% of the total fauna in the KIT1 borehole, and are represented mostly by *Quinqueloculina*, *Cycloforina*, *Sigmoilina, Triloculina* and *Peneroplis*. The genus *Quinqueloculina* is well represented, with *Quinqeloculina padana* (max = 28%) as the most abundant species, followed by *Q. laevigata* (max = 15%), *Q. bicarinata* (max = 7%) and *Q. carinatastriata* (max = 7%). *Peneroplis pertusus* becomes a significant component of the microfauna only in samples from the VG3 boreholes (max = 7%).

Shannon Wiener index values ranged from 0.70 to 1.88 and 0.66 to 2.27 in LAF8 and KIT1 boreholes respectively, whereas the index denotes relative higher values (from 1.36 to 3.35) in VG3 borehole. *A* ratio presents somewhat low values, generally less than 40.

R-mode hierarchical cluster analysis on foraminiferal fauna from all borehole samples discriminated two main groups (Fig. 3). Group A is represented by *A. tepida* and *H. germanica*. In general, the species of this group have high frequencies in all boreholes; 88% and 80% on average of the total foraminiferal abundance, in KIT1 and LAF8 boreholes respectively, and somewhat lower values (52% average) in VG3 borehole. Group B includes *A. perlucida*, miliolids, *Elphidium* spp., *Rosalina* spp., *A. beccarii*, *A. parkinsoniana*, *Lobatula lobatula*, *A. planorbis*, *P. pertusus* and *Bolivina* spp. Foraminiferal taxa from this group show average values of 12%, 20% and 44% in KIT1, LAF8 and VG3 boreholes.

The resulting dendrograms (Figs. 4, 6 and 8) of Q-mode hierarchical cluster analyses determine the degree of similarity in foraminiferal species composition between the studied samples in each borehole, describing the faunal succession. Total concentrations of foraminiferal faunas and abundance curves of the most indicative benthic foraminiferal taxa of the studied boreholes are shown in Figs. 5, 7 and 9. Total concentration curves show significant fluctuations in all records, possibly as a function of high degree of environmental stress, bioturbation and sedimentation rate in lagoonal/marine-freshwater transitional environments (e.g., Scott et al., 2001), which might affect the recorded quantitative variability within the different foraminiferal taxa. However, local

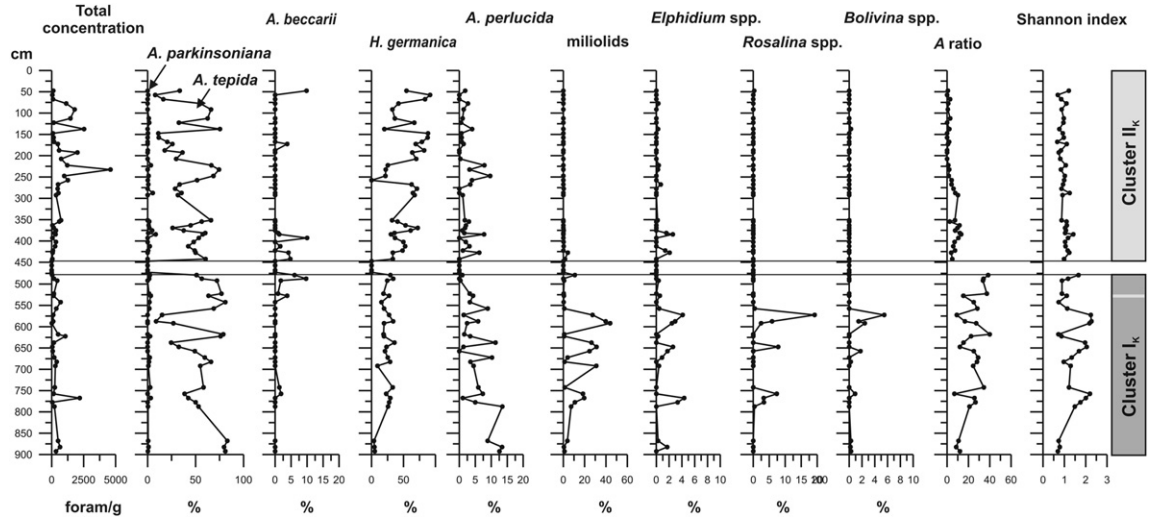


Fig. 5. Contents of total benthic foraminifera, relative abundance (%) of the most common taxa, Shannon H′ index and A ratio within each cluster for borehole KIT1 (Alykes Kitros).

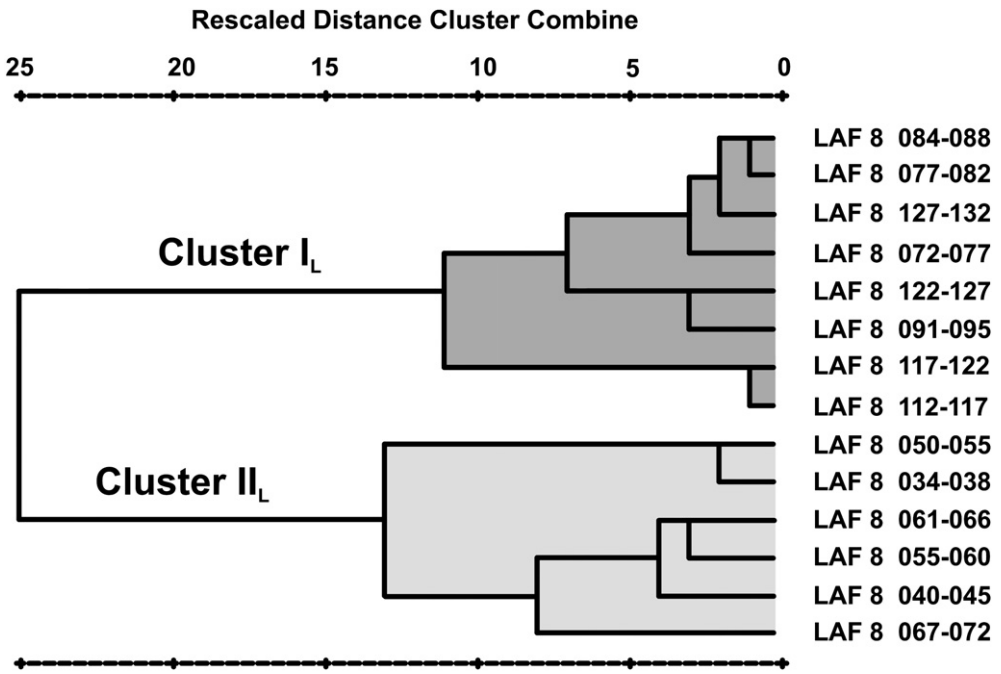


Fig. 6. Dendrogram classifications of Lafrouda Thrace samples produced by Q-mode hierarchical cluster analysis (Ward's method, Euclidean distances as a similarity index).

variability usually does not exceed the differences between distinct environments (Scott and Medioli, 1980).

3.2.1. KIT1 borehole

The lower part of KIT1, between 892.5-542.5 cm and 522.5–479 cm depth, is comprised of 25 samples, grouped in Cluster I_K (Fig. 4). The sediments characterizing this cluster are silty sands and sandy clayey alternations. The foraminiferal fauna is dominated by *A. tepida, A. perlucida* and miliolids. In particular, *A. tepida* fluctuates between 9 and 82%, and is accompanied by the miliolids (0–44%) that are represented mostly by *Q. padana*, *Quinqueloculina laevigata* and *Quinqueloculina carinatastriata*. *H. germanica* is present in all samples with relative abundance values between 4 and 34%, whereas another characteristic species of this assemblage, *A. perlucida*, shows somewhat higher percentages at the lower part of the borehole (maximum relative abundances 13% at 787.5 cm borehole depth). Other taxa such as *Elphidium* spp. (mostly *E. advenum* and *E. complanatum*), *Rosalina* spp. (mainly *R. floridensis*) and *Bolivina* spp. also occurred, but were generally less than 10% of the foraminiferal fauna (Fig. 5). The

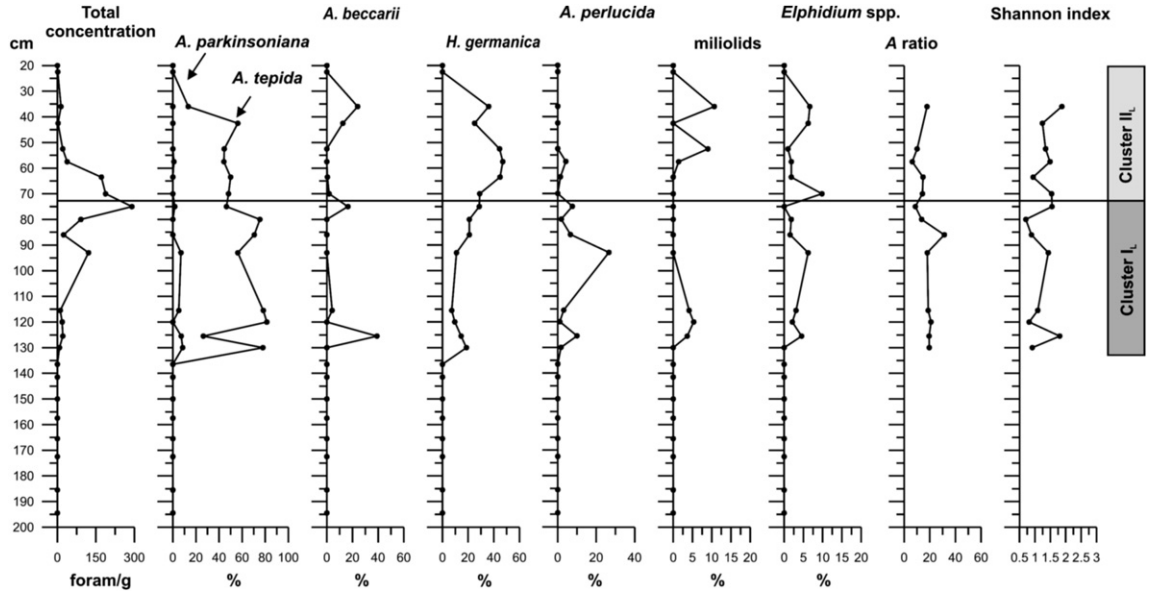


Fig. 7. Contents of total benthic foraminifera, relative abundance (%) of the most common taxa, Shannon H′ index and A ratio within each cluster for borehole LAF8 (Lafrouda Thrace).

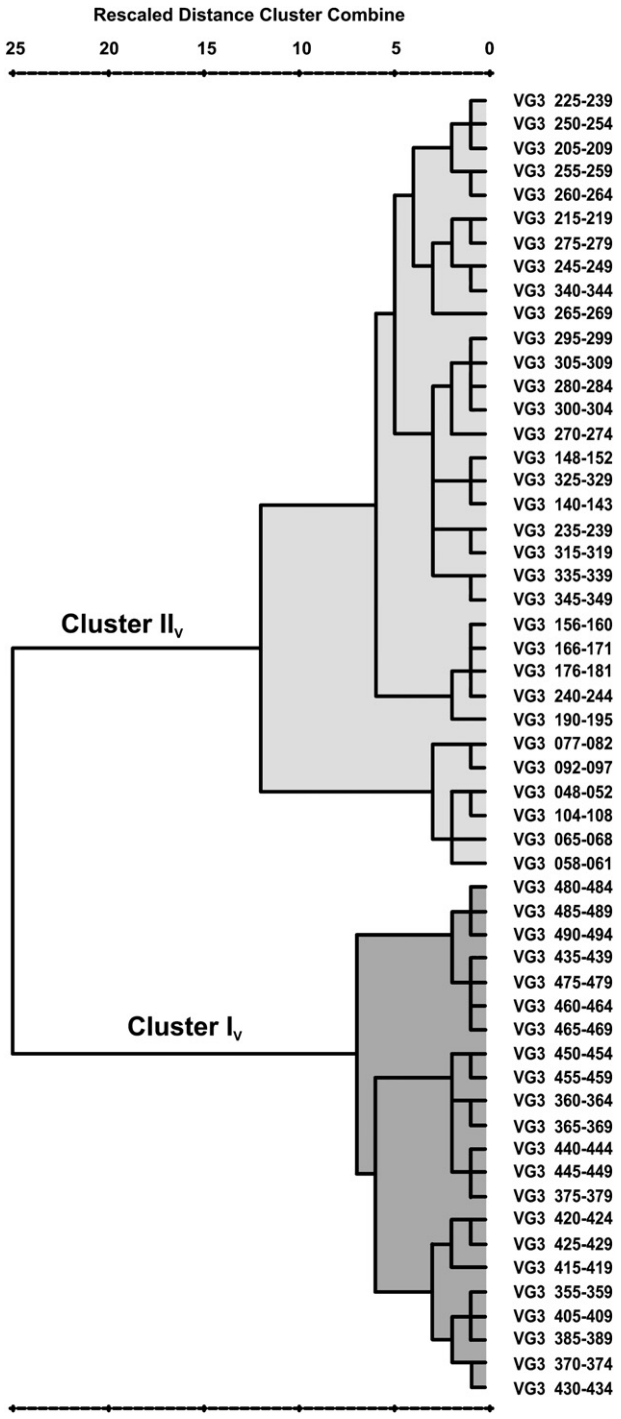


Fig. 8. Dendrogram classifications of Vravron Attica samples produced by Q-mode hierarchical cluster analysis (Ward's method, Euclidean distances as a similarity index).

diversity index is relatively high (H′ = 0.70–2.27) with a mean value of 1.40. *A* ratio is generally high and ranges between 7 and 40 with a mean value of 24.

A coarse sandy layer is recognised between 477 and 445 cm depth, containing a small number of molluscs and few reworked fossil *Congeria* fragments. The abrupt disappearance of the foraminiferal fauna in this layer may indicate a high energy event, such as terrigenous sediments supply (torrent debris). *Congeria* (a mollusc of Paratethyan origin) is an index fossil of late Miocene age, and originates from the Neogene sediments exposed along the hilly terrain west of the lagoon.

Between 442.5 cm depth to the borehole top, Cluster II_K groups 37 samples (Fig. 4). Sediments are composed by alternations of dark greenish and greenish gray silty sands. In this cluster, *A. tepida* (7–75%) is followed by an increase of relative abundance of *H. germanica* (20–91%). *A. perlucida* (up to 9%) is present, but gradually decreasing in abundance towards the borehole top. Miliolids, *Elphidium* spp., *Rosalina* spp. and *Bolivina* spp. were negligible at all stations. The diversity index declines (H′ = 0.66–1.41 with a mean value of 0.99) suggesting weaker participation of different species involved in the foraminiferal fauna. *A* ratio shows low values (0–15), with a mean value of 4.

3.2.2. LAF8 borehole

The lower part of the studied sedimentary sequence of Lafrouda Thrace (interval 300-134 cm depth) contains pottery and bone fragments. Typical edible molluscs, such as *C. glaucum,* have also been observed. This interval, practically barren of foraminiferal microfauna, comprises the non- marine anthropic deposits of a Neolithic mound, which around 7500 years ago was located in a coastal plain at some distance from the sea (Ammerman et al., 2008).

The following 8 samples between 130 and 75 cm depth, comprise silty sands and sandy silts and are grouped in Cluster I_L (Fig. 6). The foraminiferal fauna is dominated by *A. tepida* and *A. perlucida,* ranging between 19–81% and 1–26% respectively. *H. germanica* and *A. beccarii* are also present, however they do not exceed average values higher than 10%. *Elphidium* spp. (mostly *E. crispum*) and miliolids (mainly *Q. padana* and *Quinqueloculina bicarinata*) generally represent less than 10% of the total assemblages (Fig. 7). The diversity index denotes low values (H′ = 0.71–1.80), but *A* ratio is generally high, ranging between 9 and 31 (mean = 18).

Sediments between 70 and 36 cm depth are composed of dark olive gray silty sands and very dark gray sandy silts. Cluster II_L groups 6 samples within this interval (Fig. 6). The fauna is mainly *A. tepida* and *H. germanica*. Both species fluctuate in the assemblages, ranging from 13 to 56% and 25–49% respectively. *A. beccarii*, miliolids, *Elphidium* spp. and *A. perlucida* display discontinuous distributions, with relative abundance values lower than 10%. However, diversity index (H′ = 0.94–1.87) is remarkably similar to the lower part of borehole (cluster I_L). The *A* ratio is relatively low (6–18), with a mean value of 13.

3.2.3. VG3 borehole

The basal part of VG3 is clays, silty sands and sandy silt alternations. A total of 22 samples, between 492 and 357 cm borehole depth, is grouped in Cluster I_V (Fig. 8). The fauna is characterised mostly by the dominance of the euryhaline species *A. tepida* (41–70%). Miliolids comprise about 3–33% of the total fauna and are generally represented by several species (e.g., *Quinqueloculina istriae*, *Q. padana*, *Triloculina tricarinata, T. trigonula*, *Sigmoilina costata*, *Cycloforina juleana*). The genus *Elphidium* is relatively well represented (10–22%), appearing with several species. *E. complanatum* is the most abundant species of this genus, followed by *E. crispum* and *E. advenum*. Other taxa such as *Rosalina* spp. (mainly *R. globularis* and *R. bradyi*), *Bolivina* spp., *H. germanica*, *A. beccarii*, *L. lobatula*, *A. planorbis* and *P. pertusus* are present in the most of the samples, but generally represent less than 5% of the foraminiferal fauna (Fig. 9). The diversity index is generally high (H′ = 1.56–2.56) with a mean value of 2.19. The *A* ratio is relatively high and ranges between 15 and 36 with a mean value of 20.

Upwards in the borehole, between 347 and 50 cm depth, Cluster II_V is comprised of 33 samples (Fig. 8). Sediments are generally

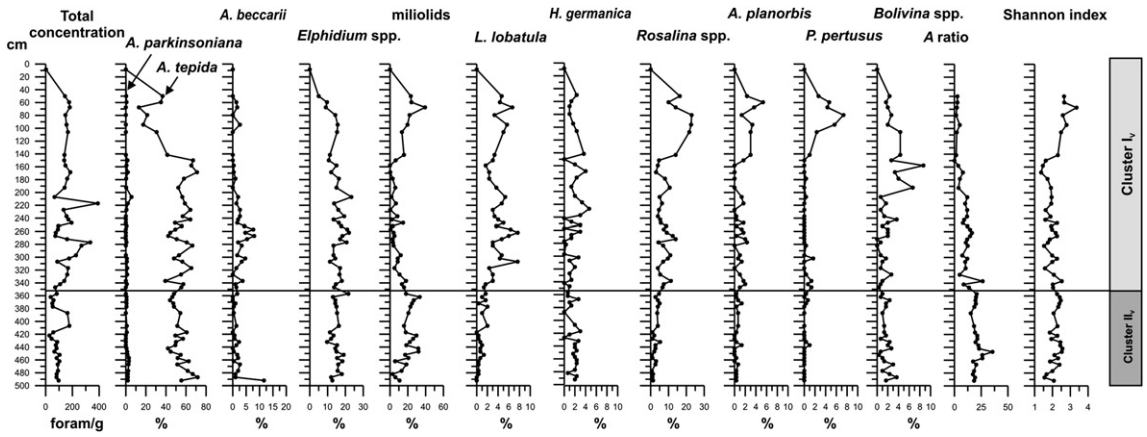


Fig. 9. Contents of total benthic foraminifera, relative abundance (%) of the most common taxa, Shannon H′ index and A ratio within each cluster for borehole VG3 (Vravron Attica).

composed of fine sands and sandy silts. *A. tepida* is the prevalent species (13–69%), however, *Elphidium* spp. are consistently abundant, ranging from 5 to 23% of the total fauna. In the mid-section of the borehole (above ~350 cm depth), miliolids decrease in abundance against small rotalliids, mostly represented by *L. lobatula* and *Rosalina* spp. *A. beccarii* occurs mainly between 300 and 240 cm depth (maximum relative abundance 8.0% at 267 cm depth, Fig. 9), whereas *Bolivina* spp. exhibit an abrupt peak between 200 and 100 cm depth (maximum 9.0% at 158 cm depth). *H. germanica* remains roughly of the same percentage abundance throughout the record. Miliolids increase (making up more than 15%) from ~140 cm depth towards the core top, and are followed by *A. planorbis* (maximum 5% at 59.5 cm depth) and *P. pertusus* (7% at 79.5 cm depth). The diversity index is high (H′ = 1.36–3.35) with a mean value of 2.06, whereas *A* ratio ranges between 0 and 26 with a mean value of 9.

4. Discussion

The fluctuations and evolution of benthic foraminiferal assemblages during the last 7500 years in the Aegean area are indicated by the R-mode clusters that are substantially in agreement with the dendrograms of sample associations obtained by the Q-mode analyses. These data, combined with the available radiocarbon ages in each site, provide the paleoenvironmental reconstruction of all three studied coastal plains.

4.1. Benthic foraminiferal assemblages

4.1.1. Group A (closed lagoon assemblage)

R-mode Group A consists solely of *A. tepida* and *H. germanica* species (Fig. 10). *A. tepida*, which is the dominant species in Group A, is an opportunistic taxon that flourishes predominantly in a wide range of salinity and temperature near-shore environments; shallow marine, lagoonal and deltaic zones (Jorissen, 1988; Almogi-Labin et al., 1992; Coccioni, 2000; Melis and Violanti, 2006; Frontalini et al., 2009), with prominent variation in test size and morphology (e.g., Murray, 2007; Debenay et al., 1996, 2001; Carboni *et al.*, 2002; Melis and Violanti, 2006). The biometric measurements on *Ammonia* tests in the modern lagoon of Lafrouda Thrace provided distinctively low values for the *A* ratio index, which correspond to significantly smaller test size in the certain environmental conditions. These results support similar ecological observations from several locations outside the Aegean Sea. In particular, a series of studies (e.g., Murray, 1991; Alve and Murray, 1994; Debenay et al., 1996; Van Der; Zwaan, 2000; Melis and Violanti, 2006; Frontalini et al., 2009) observed that foraminifera from worldwide brackish and estuarine assemblages produce smaller and thin-walled tests in low salinity and pH conditions. The same observation has also been reported in stressful Mediterranean environments (Carboni et al., 2002; Ferraro et al., 2006).

H. germanica, a species tolerant of restricted conditions (Alve and Murray, 1994; Debenay and Guillou, 2002; Goiran et al., 2011), is the second component of R-mode Group A. The contemporaneous dominance of *A. tepida* and *H. germanica* is consistent with the tolerance to decreased marine influence noted for *A. tepida,* and confirms that both species can inhabit restricted, less marine conditions (Debenay et al., 2005). This assemblage features mesohaline to oligohaline biofacies in modern closed lagoons (e.g. Lafrouda Thrace, Table 2) of the Aegean area. Similar assemblages were described in Venice Lagoon (Serandrei Barbero et al., 1997; Coccioni et al., 2009), featuring meso-oligohaline conditions in several Aegean coastal plains (e.g., Triantaphyllou et al., 2003; Evelpidou et al., 2010) and define inner lagoon environments (assemblage F1; Carboni et al., 2009, 2010).

The present study highlights the increased presence of small *Ammonia* tests (low values of *A* ratio) associated with *A. tepida* and *H. germanica* both in modern (Table 2) and Holocene assemblages (Figs. 5 and 7). Samples including this species association are grouped in Cluster II_K and Cluster II_L; upper part of KIT1 and LAF8 sequences. Therefore the upper part of Alykes Kitros and Lafrouda Thrace sequences are assigned to a low energy closed lagoon environment during the Middle-Late Holocene.

4.1.2. Group B (open lagoon assemblage)

R-mode Group B consists of a considerable variety of taxa dominated by *A. perlucida*, miliolids, *Elphidium* spp., *A. beccarii*, *A. parkinsoniana*, accompanied by *P. pertusus*, *Bolivina* spp. and other small epiphytic rotaliids (*Rosalina* spp., *L. lobatula*, *A. planorbis*) (Fig. 10).

A. perlucida is a typical species of estuarine and shallow marine environments (Murray et al., 2000; Carboni et al., 2010; Evelpidou et al., 2010), whereas miliolids occupy the infralittoral and upper circalittoral zones (Sgarrella and Moncharmont Zei, 1993; Moulfi-El-Houari et al., 1999). The significant abundance of *A. perlucida* and *Ammonia* spp. combined with the constant presence of *Elphidium* spp. in the studied sites, implies resistance to lower salinities and/or salinity fluctuations (Triantaphyllou et al., 2003, 2010; Melis and Violanti, 2006; Ruiz et al., 2006; Pavlopoulos et al., 2007, 2010). In addition, the recorded relatively high *A* ratio values associated with the intense presence of the miliolid and small rotaliid groups supports a constant marine influence in the paleoenvironments.

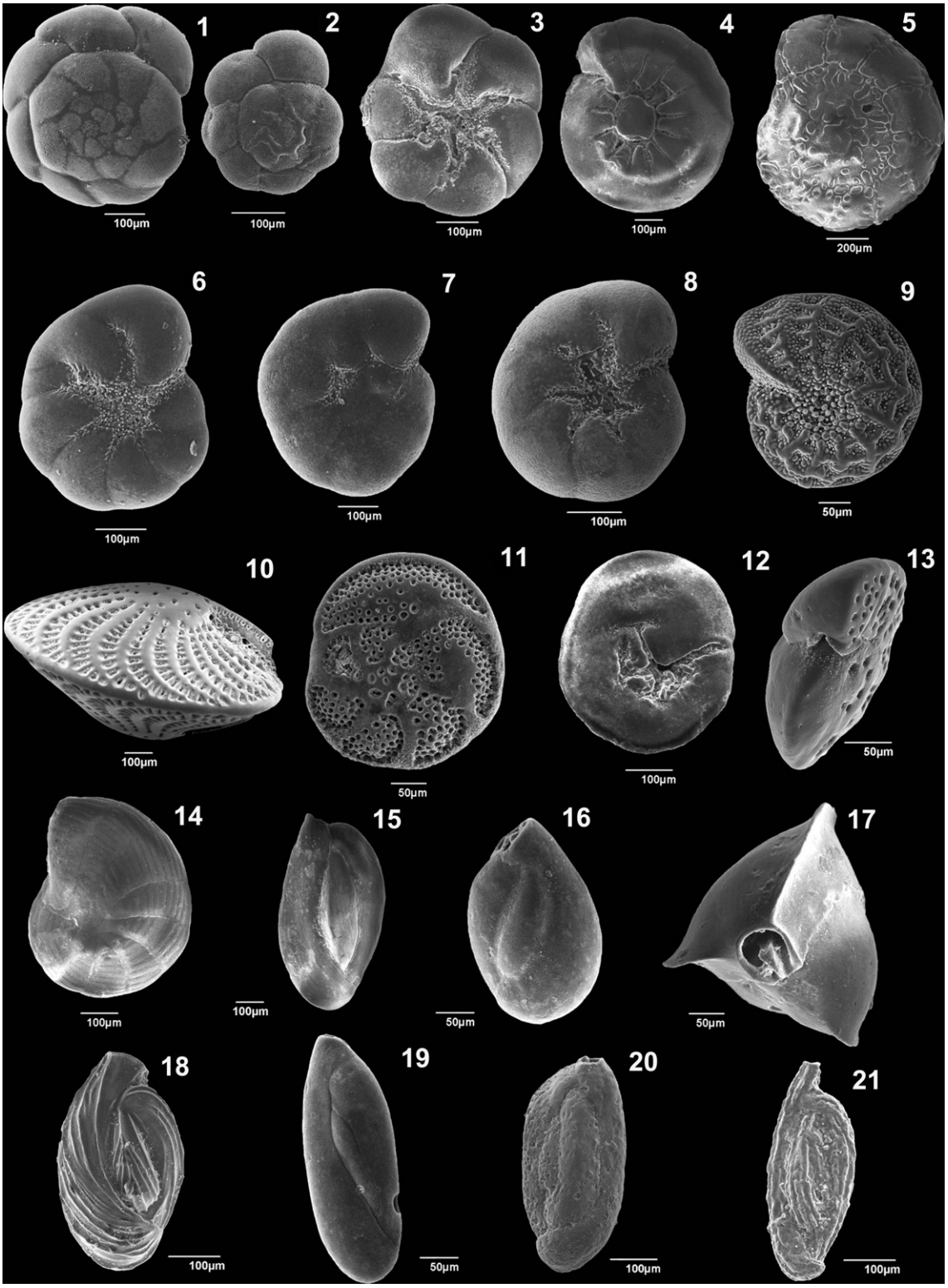


Fig. 10. Foraminiferal specimens. **1** *Ammonia tepida* (Cushman) large specimen, spiral side, LAF8 084-088, **2** *Ammonia tepida* (Cushman) small specimen, spiral side, LAF8 084-088, **3** *Ammonia tepida* (Cushman), umbilical side, LW1, **4** *Ammonia parkinsoniana* (d' Orbigny), umbilical side, LW1, **5** *Ammonia beccarii* (Linné), spiral side, LW4, **6** *Haynesina germanica* (Ehrenberg), side view, KIT1 255-260, **7** *Aubignyna perlucida* (Heron-Allen and Earland), spiral side, LAF8 084-088, **8** *Aubignyna perlucida* (Heron-Allen and Earland), umbilical side, LAF8 450-455, **9** *Elphidium complanatum* (d' Orbigny), side view, KT8, **10** *Elphidium crispum* (Lineé), lateral view, KT4, **11** *Rosalina bradyi* (Cushman), spiral side, VG3 270-274, **12** *Rosalina bradyi* (Cushman), umbilical side, KT3, **13** *Lobatula lobatula* (Walker and Jacob), peripheral view, VG3 65-68, **14** *Peneroplis pertusus* (Forskål), side view, VG3 77-82, **15** *Quinqueloculina bicarinata* d' Orbigny, side view, VG3 345-349, **16** *Quinqeloculina padana* Perconig, side view, KIT1 645-685, **17** *Triloculina tricarinata* d'Orbigny, apertural view, VG3 445-449, **18** *Quinqueloculina carinatastriata* (Wiesner), side view, KIT1 880-885, **19** *Quinqueloculina laevigata* d'Orbigny, side view, VG3 450-454, **20** *Cycloforina rugosa* (d' Orbigny), side view, KT3, **21** *Sigmoilina costata* Schlumberger, side view, VR3.

This certain type of assemblage is comparable to the modern Vravron ecosystem (Table 2) and indicates constant freshwater input in an open lagoonal/shallow marine environment. Similar Holocene foraminiferal assemblages have been characterised as outer lagoon environments (e.g. assemblage F2, Carboni et al., 2010).

Samples including this species association are grouped in Cluster I_K, Cluster I_L, Cluster I-II_V; lower part of KIT1 and LAF8 sequences and the whole VG3 record. Therefore, the lower part of Alykes Kitros and Lafrouda Thrace sequences defines open lagoon conditions, for at least the Early-Middle Holocene. The Vravron Attica borehole sediments seem to represent a continuous open lagoon/shallow marine environment.

4.2. Paleoenvironmental evolution

Alykes Kitros sequence has been divided in four palaeoenviromental units (Dimitrakos, 2009), by correlating the related lithologic with the contained bivalve assemblage. The former author indicated the presence of a semi-enclosed/lagoonal depositional environment of medium to low energy sedimentation and small to medium-depth, interrupted by an interval between 5.08 and 3.80 m of high energy sedimentation in a basin with good communication with the sea. The comprehensive foraminiferal study and the AMS dates for the lower part of Alykes Kitros KIT1 sequence at −882.5 cm (7800 cal BP) and at −545 cm (6500 cal BP) support the previous observations and define open lagoonal conditions in the Alykes Kitros area, for at least the Early-Middle Holocene. In particular, an evolutionary succession from open lagoonal fauna (*Ammonia* spp., miliolids and *A. perlucida* assemblage) to closed lagoonal conditions with the prevalence of *A. tepida* and *H. germanica* assemblage, occurred after 6500 cal BP, probably associated with the reduction in growth rate of mean sea level and higher constant rate of coastal sedimentation.

Lafrouda Thrace borehole shows a similar trend to Alykes Kitros, bearing an open lagoonal fauna (*Ammonia* spp. and *A. perlucida* assemblage) at its lower part, which turned upwards to closed lagoonal conditions displaying a comparable assemblage (*A. tepida* and *H. germanica* assemblage) to the currently dominating one in the modern Lafrouda Thrace lagoon. This environmental change occurred around 3000 cal BP.

The benthic communities of late Holocene sedimentary successions of the coastal area of Vravron Attica are dominated by *Ammonia* spp., miliolids and *Elphidium* spp. assemblage, suggesting the development of an open lagoonal/shallow marine environment with constant freshwater input from 4700 to 400 cal BP. Above this level, all foraminiferal groups decline dramatically, and together with the presence of oligohaline-freshwater ostracod species practically indicate the interruption of marine influence and the establishment of an oligohaline to fresh water marsh (Triantaphyllou et al., 2010). Nowadays, Vravron Attica represents a modern open lagoon dominated by *Ammonia* spp. (mostly *A. tepida*), *Elphidium* spp. and miliolids.

This transition from open to closed lagoonal conditions has also been defined at 3500 cal BP in the Marathon coastal plain (Triantaphyllou et al., 2003; Pavlopoulos et al., 2006), whereas shallow closed lagoonal conditions have been recorded on Skyros Island since 7500 to 3500 cal BP (Pavlopoulos et al., 2007, 2010). It is evident that a certain transition, although diachronous, has taken place in all different Aegean coastal plains, due to a slowing rate of sea-level rise since 6000 cal BP associated with the terrestrial input of fluvial and deltaic sediments and the regional tectonic and geomorphological settings. The Late Holocene sedimentary sequences from the coastal areas of the Aegean Sea reflect an evolutionary succession that closely agrees with the recently proposed model of relative sea level in coastal areas of the Aegean Sea (Vouvalidis et al., 2005; Pavlopoulos, 2010), where a reduction in the rate of sea-level rise is recorded at around 4000 cal BP due to paleoclimatic changes and regional tectonic effects. The relative higher rate of sea-level rise that is recorded before ca. 4000 cal BP can be associated with an on-going, albeit weak, mid Holocene African monsoon forcing that is expressed with warm and humid paleoclimatic conditions (5400–4300 cal BP, Triantaphyllou et al., 2009), in the Aegean Sea.

5. Conclusions

In this paper, the fluctuations and evolution of benthic foraminiferal assemblages during the last 7500 years have been documented in detail in three sedimentary records from rather tectonically stable Aegean coastal areas: Alykes Kitros, Lafrouda Thrace, Vravron Attica.

A modern analog in order to evaluate the ecological preferences of the involved foraminiferal species has been offered by the analysis of modern benthic foraminiferal communities in the studied sites. *A. tepida* and *H. germanica* dominate in the modern Lafrouda Thrace closed lagoon. The modern coast of Alykes Kitros is characterized by the dominance of coastal foraminiferal assemblages mainly *A. beccarii*, *Elphidium* spp. and miliolids. Vravron Attica represents a modern open lagoon dominated by *Ammonia* spp. (mostly *A. tepida*), *Elphidium* spp. and miliolids.

In order to quantify the affinities of the foraminiferal assemblages to salinity changes, the *A* ratio between large and small *Ammonia* spp. tests as a measure of size can reflect paleosalinity conditions. The quantitative analysis of Holocene foraminiferal fauna and the hierarchical classification using R-mode cluster analysis enabled separation into two different groups. Group A consists of a closed lagoon assemblage (*A. tepida* and *H. germanica*), whereas Group B includes a open lagoon assemblage (most common species *A. perlucida*, miliolids, *Elphidium* spp., *Ammonia* spp.).

The detailed foraminiferal study integrated with radiometric dates provides information on Holocene paleoenvironmental changes in the studied coastal plains, related to sea–land interaction. Both Alykes Kitros and Lafrouda Thrace boreholes show a similar trend, in that the lower part of each sequence bears an open lagoonal fauna which presents upwards meso-oligohaline affinities, showing clear similarities to modern Aegean closed lagoons. This environmental change took place after 6500 cal BP in Alykes Kitros and around 3000 cal BP at Lafrouda Thrace. In contrast, the benthic communities of Vravron Attica borehole sediments seem to represent continuously an open lagoon/shallow marine environment from 4700 to 400 cal BP, which turned afterwards to an oligohaline to fresh water marsh. It is evident that a certain transition, although diachronous, has taken place in the different Aegean coastal plains, due to a slowing rate of sea-level rise since 6000 cal BP associated with the input of fluvial and deltaic sediments and the regional tectonic and geomorphological settings.

Acknowledgments

Special thanks are due to Dr. Guillem Mateu-Vicens and an anonymous reviewer for providing constructive criticism on the manuscript.

Appendix. Supplementary data

Supplementary data associated with this article can be found, in the online version, at doi:10.1016/j.quaint.2011.07.004.

References

Almogi-Labin, A., Perelis-Grossovicz, L., Raab, M., 1992. Living Ammonia from a hypersaline inland pool, Dead Sea area, Israel. Journal of Foraminiferal Research 22, 257–266.

Alve, E., Murray, J.W., 1994. Ecology and taphonomy of benthic foraminifera in a temperate mesotidal inlet. Journal of Foraminiferal Research 24 (1), 18–27.

Alve, E., Nagy, J., 1986. Estuarine foraminiferal distribution in Sandebukta, a branch of the Oslo Fjord. Journal of Foraminiferal Research 16, 261–284.

Ammerman, A.J., Efstratiou, N., Ntinou, M., Pavlopoulos, K., Gabrielli, R., Thomas, K.D., Mannino, M.A., 2008. Finding the early Neolithic in Aegean Thrace: the use of cores. Antiquity 82, 139–150.

Bernasconi, M.P., Melis, R., Stanley, J.-D., 2006. Benthic biofacies to interpret Holocene environmental changes and human impact in Alexandria's Eastern Harbour, Egypt. The Holocene 16 (8), 1163–1176.

Boltovskoy, E., Scott, D., Medioli, F., 1991. Morphological variations of benthic foraminiferal tests in response to changes in ecological parameters: a review. Journal of Paleontology 65, 175–185.

Buzas, M.A., Hayek, L.-A.C., Reed, S.A., Jett, J.A., 2002. Foraminiferal densities over five years in the Indian River Lagoon, Florida: a model of pulsating patches. Journal of Foraminiferal Research 32 (1), 68–93.

Carboni, G.M., Bergamin, L., Di Bella, L., Iamundo, F., Pugliese, N., 2002. Palaeoecological evidences from foraminifers and ostracods on Late Quaternary sea-level changes in the Ombrone river plain (central Tyrrhenian coast, Italy). Geobios (35 suppl.), 39–50.

Carboni, M.G., Succi, M.C., Bergamin, L., Di Bella, L., Frezza, V., Landini, B., 2009. Benthic foraminifera from two coastal lakes of southern Latium (Italy). Preliminary evaluation of environmental quality. Marine Pollution Bulletin 59, 268–280.

Carboni, G.M., Bergamin, L., Di Bella, L., Esu, D., Pisegna Cerone, E., Antonioli, F., Verrubbi, V., 2010. Palaeoenvironmental reconstruction of late Quaternary foraminifera and mollusks from the ENEA borehole (Versilian plain, Tuscany, Italy). Quaternary Research 74, 265–276.

Cimerman, F., Langer, M.R., 1991. Mediterranean foraminifera. Academia Scientarium et Artium Slovenica, Dela, Opera 30, Classis IV: Historia Naturalis, 119.

Coccioni, R., 2000. Benthic foraminifera as bioindicators of heavy metal pollution-a case study from the Goro Lagoon (Italy). In: Martin, R.E. (Ed.), Environmental Micropaleontology: The Application of Microfossils to Environmental Geology. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, pp. 71–103.

Coccioni, R., Frontalini, F., Marsili, A., Mana, D., 2009. Benthic foraminifera and trace element distribution: a case-study from the heavily polluted lagoon of Venice (Italy). Marine Pollution Bulletin 59, 257–267.

Debenay, J.-P., 2000. Foraminifers of paralic environments. Micropaleontology 46 (1), 153–160.

Debenay, J.-P., Guillou, J.-J., 2002. Ecological transitions indicated by foraminiferal assemblages in paralic environments. Estuaries 25 (6A), 1107–1120.

Debenay, J.-P., Guillou, J.-J., Lesourd, M., 1996. The texture of the foraminiferal tests in relation with the crystallogenesis od colloidal calcite. Comptes Rendues de l' Academie de Sciences-Serie IIa: Sciences de la Terre des Planetes 323 (2), 171–178.

Debenay, J.P., Geslin, E., Eichler, B.B., Duleba, W., Sylvestre, F., Eichler, P., 2001. Foraminiferal assemblages in a hypersaline lagoon, Araruama (R.J.) Brazil. Journal of Foraminiferal Research 31 (2), 133–151.

Debenay, J.-P., Millet, B., Angelidis, M.O., 2005. Relationships between foraminiferal assemblages and hydrodynamics in the gulf of Kalloni, Greece. Journal of Foraminiferal Research 35 (4), 327–343.

Di Bella, L., Casieri, S., Carboni, G.M., 2008. Late Quaternary paleoenvironmental reconstruction of the Tremiti structural high (Central Adriatic Sea) from benthic foraminiferal assemblages. Geobios 41, 729–742.

Dimitrakos, A., 2009. Paleogeographic and Paleoenvironmental Evolution of Kitros, Pieria lagoon. MSc Thesis, Aristotle University of Thessaloniki, p. 150.

Ellis, B.F., Messina, A., 1940 to present. Catalogue of Foraminifera. The American Museum of Natural History, (New York, special publication).

Evelpidou, N., Pavlopoulos, K., Vassilopoulos, A., Triantaphyllou, M., Vouvalidis, K., Syrides, G., 2010. Sea level changes in Upper Holocene and palaeogeographical reconstruction. Geodinamica Acta 23 (5–6), 233–240.

Facorellis, Y., Maniatis, Y., Kromer, B., 1998. Apparent ^{14}C ages of marine mollusc shells from a Greek island: calculation of the marine reservoir effect in the Aegean Sea. Radiocarbon 40 (2), 963–973.

Ferraro, L., Sprovieri, M., Alberico, I., Lifer, F., Prevedello, L., Marsella, E., 2006. Benthic foraminifera and heavy metals distribution: a case study from the Naples Harbour (Tyrrhenian Sea, Southern Italy). Environmental Pollution 142, 274–287.

Frontalini, F., Coccioni, R., 2008. Benthic foraminifera for heavy metal pollution monitoring: a case study from the central Adriatic Sea coast of Italy. Estuarine. Costal and Shelf Science 76 (2), 404–417.

Frontalini, F., Buosi, C., Da Pelo, S., Coccioni, R., Cherchi, A., Bucci, C., 2009. Benthic foraminifera as bio-indicators of trace element pollution in the heavily contaminated Santa Gilla lagoon (Cagliari, Italy). Marine Pollution Bulletin 58, 858–877.

Goiran, J.-P., Pavlopoulos, K.P., Fouache, E., Triantaphyllou, M., Etienne, R., 2011. Piraeus, the ancient island of Athens: evidence from Holocene sediments and historical archives. Geology 39 (6), 531–534.

Hammer, O., Harper, D.A.T., Ryan, P.D., 2001. Past Paleontological statistics software. Package for education and data analysis. Paleontologia Electronica.

Harloff, J., Mackensen, A., 1997. Recent benthic foraminiferal associations and ecology of the Scotia Sea and Argentine Basin. Marine Micropaleontology 31, 1–29.

Hottinger, L., Halicz, E., Reis, Z., 1993. Recent Foraminifera from the Gulf of Aqaba, Red Sea. Slovenian Academy of Sciences and Arts and the Suisse Academy of Natural Sciences (Ljubljana).

Jorissen, F.J., 1988. Benthic foraminifera from the Adriatic Sea: principles of phenotypic variation. Utrecht Micropaleontological Bulletin 37, 1–174.

Koukousioura, O., Dimiza, M.D., Triantaphyllou, M.V., Hallock, P., 2011. Living benthic foraminifera as an environmental proxy in coastal ecosystems: a case study from the Aegean Sea (Greece, NE. Mediterranean). Journal of Marine Systems. doi:10.1016/j.jmarsys.2011.06.004.

Lambeck, K., Purcell, A., 2005. Sea-level change in the Mediterranean Sea since the LGM: model predictions for tectonically stable areas. Quaternary Science Reviews 24, 1969–1988.

Levy, A., Mathieu, R., Poignant, A., Rosset-Moulinier, M., 1989. Revision des Miliolidae (Foraminiferida) de type Quinqueloculin de mediterranee occidentale. 113° Congres national des Societes savantes, Strasbourg, 1988. Sciences de la Terre, 161–174.

Levy, A., Mathieu, R., Poignant, A., Rosset-Moulinier, M., 1991. Morphologie et morphometrie de foraminiferes benthiques (Miliolacea) du Cenozoique a l'actuel. Geobios 13, 97–104.

Levy, A., Mathieu, R., Poignant, A., Rosset-Moulinier, M., 1992. Foraminiferes a arrangement Quinqueloculin et Triloculin (Miliolacea) de Mediterranee. Revue de Paleobiologie 11 (1), 111–135.

Loeblich, A.R., Tappan, H., 1987. Foraminiferal Genera and Their Classification. Van Nostrand Reinhold, New York.

Loeblich, A.R., Tappan, H., 1994. Foramifera of the Sahul Shelf and Timor Sea. Cushman Foundation for Foraminiferal Research Special Publication 31, Washington.

Magurran, A.E., 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton University Press, Princeton, N J.

Melis, R., Violanti, D., 2006. Foraminiferal biodiversity and Holocene evolution of the Phetchaburi coastal area (Thailand Gulf). Marine Micropaleontology 61, 94–115.

Meriç, E., Görmüş, M., Avşar, N., 2007. Holocene geologic history of the Golden Horn (Istanbul, NW Turkey) based on foraminiferal data. Journal of Asian Earth Sciences 30, 353–363.

Morhange, C., Goiran, J.P., Bourcier, M., Carbonel, P., Le Campion, J., Rouchy, J.M., Yon, M., 2000. Recent Holocene paleo-environmental evolution and coastline changes of Kition, Larnaca, Cyprus, Mediterranean Sea. Marine Geology 170, 205–230.

Morigi, C., Jorissen, F.J., Fraticelli, S., Horton, B.P., Principi, M., Sabbatini, A., Capotondi, L., Curzi, P.V., Negri, A., 2005. Benthic foraminiferal evidence for the formatiom of the Holocene mud-belt and bathymetrical evolution in the cental Adriatic Sea. Marine Micropaleontology 57 (1–2), 25–49.

Moulfi-El-Houari, L., Ambroise, D., Mathieu, R., 1999. Distribution des foraminifères bentiques actuels sur la marge continentale argeroise (Baie de Bou-Ismaıl). Revue de Micropaleontologie 42, 315–327.

Murray, J.W., 1991. Ecology and Palaeoecology of Benthic Foraminifera. Longman, Wiley, Harlow/Essex, New York, NY, p. 397.

Murray, J.W., 2007. Ecology and Applications of Benthic Foraminifera. Cambridge University Press, p. 426.

Murray, J.W., Whittaker, J.E., Alve, E., 2000. On the type species of Aubgnyna and a description of A. hamblensis, a new microforaminifer from temperate shalow waters. Journal of Micropaleontology 19 (1), 61–67.

Nixon, F.C., Reinhardt, E.G., Rothaus, R., 2009. Foraminifera and tidal notches: dating neotectonic events at Korphos, Greece. Marine Geology 257, 41–53.

Pavlopoulos, K., 2010. Relative sea level fluctuations in Aegean coastal areas from middle to late Holocene. Geodynamica Acta 23 (5–6), 225–232.

Pavlopoulos, K., Karkanas, P., Triantaphyllou, M., Karymbalis, E., Tsourou, Th., Palyvos, N., 2006. Palaeoenvironmental evolution of the coastal plain of Marathon, Greece, during the Late Holocene: depositional environment, climate and sea-level changes. Journal of Coastal Research 22, 424–438.

Pavlopoulos, K., Theodorakopoulou, K., Bassiakos, Y., Hayden, B., Tsourou, T., Triantaphyllou, M., Kouli, K., Vandarakis, D., 2007. Paleonevironmental evolution of Istron (N.E. Crete), during the last 6000 years: depositional environment, climate and sea level changes. Geodinamica Acta 20 (4), 219–229.

Pavlopoulos, K., Triantaphyllou, M., Karkanas, P., Kouli, K., Syrides, G., Vouvalidis, K., Palyvos, N., Tsourou, T., 2010. Paleoenvironmental evolution and prehistoric human environment, in the embayment of Palamari (Skyros Island, Greece) during Middle-Late Holocene. Quaternary International 216, 41–53.

Ruiz, F., Abad, M., Olias, M., Galan, E., Gonzalez, I., Aguila, E., Hamoumi, N., Pulidod, I., Cantano, M., 2006. The present environmental scenario of the Nador Lagoon (Morocco). Environmental Research 102, 215–229.

Scott, D.S., Medioli, F.S., 1980. Quantitative studies of marsh foraminiferal distributions in Nova Scotia and comparison with those in other parts of the world: implications for sea level studies. A Special Publication of the Cushman Foundation for Foraminiferal Research 17, 58.

Scott, D.B., Piper, D.J.W., Panagos, A.G., 1979. Recent salt marsh and intertidal mudflat foraminifera from the western coast of Greece. Rivista Italiana di Paleontologia 85 (1), 243–266.

Scott, D.S., Medioli, F.S., Schafer, C.T., 2001. Monitoring in Coastal Environments Using Foraminifera and Thecamoebian Indicators. Cambridge University Press, Cambridge. 177.

Serandrei-Barbero, R., Albani, A.D., Zecchetto, S., 1997. Palaeoenvironmental significance of a benthic foraminiferal fauna from an archaeological excavation in the Lagoon of Venice, Italy. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 136, 41–52.

Sgarrella, F., Moncharmont Zei, M., 1993. Benthic foraminifera of the Gulf of Naples (Italy): systematics and autoecology. Bollettino della Società Paleontologica Italiana 32, 145–264.

Stuiver, M., Reimer, P.J., 1993. Extended C-14 data-base and revised Calib 3.0 C-14 age calibration program. Radiocarbon 35, 215–230.

Tassos, S.T., 1983. Marine Holocene foraminifera and ostracoda from Kalloni Bay, Lesvos Island. Greece. Bolletino della Societa Paleontologica Italiana 22 (1–2), 135–144.

Theodorakopoulou, K., Pavlopoulos, K., Triantaphyllou, M., Kouli, K., Tsourou, T., Bassiakos, Y., Zacharias, N., Hayden, B., 2009. Geoarchaeological studies in the coastal area of Istron-Kalo Chorio (gulf of Mirabello- Eastern Crete): landscape evolution and paleoenvironmental reconstruction. Zeitschrift für Geomorphologie 53 (1), 55–70.

Triantaphyllou, M.V., Pavlopoulos, K., Tsourou, Th., Dermitzakis, M.D., 2003. Brackish marsh benthic microfauna and paleoenvironmental changes during the last 6.000 years on the coastal plain of Marathon (SE Greece). Rivista Italiana Paleontologia et Stratigrafia 109 (3), 539–547.

Triantaphyllou, M.V., Ziveri, P., Gogou, A., Marino, G., Lykousis, V., Bouloubassi, I., Emeis, K.C., Kouli, K., Dimiza, M., Rosell-Mele, A., Papanikolaou, M., Katsouras, G., Nunez, N., 2009. Late Glacial-Holocene climate variability at the south-eastern margin of the Aegean Sea. Marine Geology 266 (1–4), 182–197.

Triantaphyllou, M.V., Kouli, K., Tsourou, T., Koukousioura, O., Pavlopoulos, K., Dermitzakis, M.D., 2010. Paleoenvironmental changes since 3000 BC in the coastal marsh of Vravron (Attica, SE Greece). Quaternary International 216, 14–22.

Verginis, S., 1995. Geomorphologie und Geologie im Bereich der Höhle von Vraona. Annales Géologiques des Pays Helléniques 36, 8–15.

Vouvalidis, K., Syrides, G., Albanakis, K.S., 2005. Holocene morphology of the Thessaloniki Bay: impact of sea level rise. Zeitschrift für Geomorphologie N.F 137, 147–158.

Xidakis, G.C., Diamantis, J.V., Marinos, P.G., 1990. Building Stones and geological environment in three ancient cities of Aegean Thrace, Greece. Environmental Geology 16/1, 91–101.

Yanko-Hombach, V., Koral, H., Avsar, N., Motnenko, I., McGann, M., 2006. Geomorphological, depositional, and foraminiferal indicators of late Quaternary tectonic uplift in Iskenderun Bay, Turkey. In: Dilek, Y., Pavlides, S. (Eds.), Post-collisional Tectonics and Magmatism in the Mediterranean Region and Asia, 409. Geological Society of America, pp. 591–613.

Van Der Zwaan, G.J., 2000. Variation in natural vs. anthropogenic eutrophication in shelf areas in front of major rivers. In: Martin, R.E. (Ed.), Environmental Micropaleontology. Kluwer Acad., New York, pp. 385–404.

Quaternary International 216 (2010) 14–22

Contents lists available at ScienceDirect

Quaternary International

journal homepage: www.elsevier.com/locate/quaint

Paleoenvironmental changes since 3000 BC in the coastal marsh of Vravron (Attica, SE Greece)

M.V. Triantaphyllou [a,*], K. Kouli [a], T. Tsourou [a], O. Koukousioura [a], K. Pavlopoulos [b], M.D. Dermitzakis [a]

[a] University of Athens, Faculty of Geology & Geoenvironment, Department of Historical Geology-Paleontology, Panepistimiopolis, 15784 Athens, Greece
[b] Harokopio University, Faculty of Geography, El. Venizelou 70, 176 71 Athens, Greece

ARTICLE INFO

Article history:
Available online 11 September 2009

ABSTRACT

The coastal area of the Vravron Bay, in the vicinity of the homonym archaeological site, is a marshy plain located on the eastern part of the Attica Peninsula (eastern Greece). In order to provide evidence for palaeoenvironmental changes and landscape evolution of the area, detailed micropaleontological, palynological and sedimentological analyses have been conducted at the underlying Late Holocene coastal deposits. The recovered sediments (lithostratigraphic Units A–D) represent a continuous record of the environmental history of the area since the Early Bronze Age, covering all subsequent historical periods. The base of the recovered deposits is older than the 3rd millennium BC. Until late medieval times, the studied sequence contains plenty evidence for the existence of the natural port reported from the Mycenaean (lithostratigraphic Unit A), that infilled after repeated flooding events during the Classic period (lithostratigraphic Unit B) and gradually developed into a shallower marine environment (lithostratigraphic Unit C). In the uppermost part of the sequence (lithostratigraphic unit D), a transition towards brackish environment with intense fresh water input is featured around 1540 AD. Signs of human agricultural activities in Vravron appear since 3000 BC (Early Bronze Age) and are linked to the history of inhabitation in the area.

© 2009 Elsevier Ltd and INQUA. All rights reserved.

1. Introduction

The coastal area of Vravron Bay, in the vicinity of the homonym archaeological site, is a marshy area located on the eastern coast of the Attica Peninsula (eastern Greece). The Vravron site is of great historical significance, mainly due to the existence of the sanctuary of Vravronia Artemis during the archaic and classical times. However, Vravron Bay was well-known also during Mycenaean times, since there was a port serving commercial and military purposes. Tradition says that Greek troops left for Troy from Vravron Bay (Apostolopoulou-Kakavoyanni, 2001d; Polychronakou-Sgouritsa, 2001).

The development of the Vravronia Artemis cult in the Geometric times is related with the return of Iphigeneia from Taurus who served as the first priestess (*Ieria*) in the sanctuary. Nowadays, the area has evolved into a high marsh with temporary freshwater ponds.

This study attempts to determine the depositional environments and the landscape evolution of the area of Vravron since about 3000 BC, with the use of detailed micropaleontological studies of benthic foraminiferal and ostracod assemblages and palynological investigations of the underlying Late Holocene coastal deposits, in addition to radiocarbon dating.

2. Regional and archaeological setting

The broader Vravron area belongs to the "NE Attica" geotectonic unit, which is considered as a "relatively autochthonous" metamorphic sequence (Lepsius, 1893; Mariolakos and Papanikolaou, 1973; Lozios, 1993). The Erasinos River discharges into the Evoikos Gulf through Vravron Bay. Late Miocene to Holocene lacustrine and terrestrial sediments occur along the Erasinos River bed on the Vravron coastal – estuarine plain, displaying a transition to a marine character near the river mouth (Verginis, 1995). A speleodoline with rich fossilized vertebrates, including *Canis lupo, Vulpes vulpes, Ursus arctos, Panthera leo*, Cervidae, herpetofauna, and avifauna of ca. 7–25 ka age, has been found in a hilly area, located to the southwest of the coastal plain (Symeonidis and Rabeder, 1995), providing some evidence for the paleoclimatic conditions during the Late Glacial Period. The present-day climatic conditions of the area may be described as typical Mediterranean, with warm and dry summers, and mild and humid winters. Mean annual precipitation for eastern Attica is 567 mm; monthly air

* Corresponding author. Tel.: +30210 7274893; fax: +30210 7247322.
E-mail address: mtriant@geol.uoa.gr (M.V. Triantaphyllou).

1040-6182/$ – see front matter © 2009 Elsevier Ltd and INQUA. All rights reserved.
doi:10.1016/j.quaint.2009.08.019

temperature ranges between 27 °C and 10 °C with a mean annual value of 18 °C (Hellenic National Meteorological Service, Marathon station, 1925–1995 interval). The tectonic uplift of the area follows the eastern Attica pattern that is estimated at a rate of about 0.4–0.5 mm/year, almost equivalent to the relative sea level rising rate during the last 5000 years (Pavlopoulos et al., 2006).

Archaeological investigation has shown that the first settlement in Vravron established during the Early to Middle Neolithic (Apostolopoulou-Kakavoyanni, 2001a). The limited Early Bronze Age inhabitation (Apostolopoulou-Kakavoyanni, 2001b) was developed into a flourishing community with a city-like organization in the Middle Bronze Age (Apostolopoulou-Kakavoyanni, 2001c) and an acropolis in the Mycenaean (Polychronakou-Sgouritsa, 2001). During the end of the Mycenaean, the collapse of the acropolis system led to diminution of the population living in the "city" and its dispersion into small agricultural communities (Apostolopoulou-Kakavoyanni, 2001d). The sanctuary of Vravronia Artemis flourished in the Archaic and Classical times (Kontis, 1967; Steinhauer, 2001a,b). It was destroyed by the flooding of the Erasinos River around the end of the 3rd century BC and, despite the several efforts of the Demos of Athens for its repair, it was buried under the Erasinos River deposits (Papadimitriou, 1948; Kontis, 1967). During Roman times, the system of properties displaced the settlements further inland (Steinhauer, 2001c), while most coastal areas, like Vravron, appear deserted. Around 450 AD the Paleochristianic basilica of Saint George was constructed at the area of the ancient sanctuary (Kontis, 1967). The exact location of the famous sanctuary of Artemis was discovered by the archaeologist J. Papadimitriou in 1948 (Papadimitriou, 1948).

3. Materials and methods

Three short-boreholes (VG1-3) have been recovered along a transect from the coastal plain of Vravron (Fig. 1) with a portable Cobra vibracorer using a 1 m long steel drill-pipe. VG1 (37° 55′ 680/N 24° 00′ 054/E) and VG2 (37° 55′ 668/N 24°00′ 034/E) are located approximately 30–50 cm above present sea level, whereas the elevation of VG3 (37° 55′ 601/N; 23° 99′ 996/E) is about 1.5 m above sea level. The boreholes VG1 and VG2 have been penetrated in sandy deposits close to the present sea-shore; therefore repeated loss of material was unavoidable during the coring. In contrast the borehole VG3, reaching a depth of 5 m below ground surface, revealed the most complete sediment sequence, so it has been selected for detailed micropaleontological and palynological analyses. The stratigraphy of the Late Holocene sediments has been studied observing the lithological discriminations along the core and defining the sediment colour with Munsell soil charts. Forty samples were used for micropaleontological analysis. Each sample (10 g dry weight) was treated with H_2O_2 to remove the organic matter, and subsequently washed through a 125 μm sieve, and dried at 70 °C. A subset containing at least 200 benthic foraminifera for each sample was obtained using an Otto microsplitter. The total ostracod fauna per sample was picked and measured. The counted numbers concern valves, as whole carapaces were rare. Foraminiferal and ostracod assemblages have been expressed as percentages. The microfauna have been identified under Leica APO S8 stereoscope. A scanning electron microscope analysis (SEM Jeol JSM 6360) has been used for taxonomical purposes. The taxonomy of benthic foraminifers is based on Loeblich and Tappan (1988, 1994) and Bronnimann et al. (1992), while ostracod taxonomy is based on Horne et al. (2002).

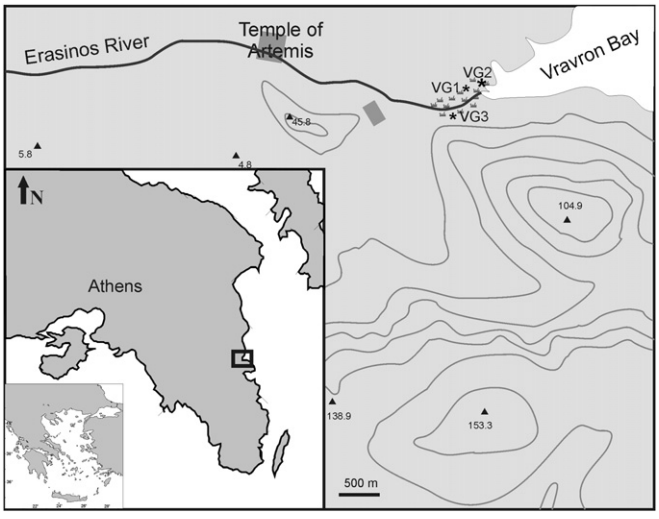


Fig. 1. Location of Vravron estuarine-coastal plain and the drilled boreholes.

Palynological analysis has been carried out in 45 samples, out of each about 2 g has been treated chemically with HCl (37%), HF (40%), acetolysed (Faegri and Iversen, 1989) and sieved using a 10 μm mesh. Residues have been mounted in silicon oil. Percentage pollen diagrams have been drawn based on the sum of regional pollen grains, excluding aquatic and hydrophylous pollen and spores. Palynomorph concentrations have been calculated on the basis of comparison with the introduced *Lycopodium* spores and expressed as grains/g of sediment. Residues have been mounted in silicon oil and microscopic analysis has been performed using a Zeiss optical microscope at 500× magnification. Pollen and spores have been identified using Moore et al.'s key (Moore et al., 1991) and Reille's pollen floras (Reille, 1992, 1995, 1998), while other non-pollen palynomorph identification is based on van Geel et al. (1989, 2003). Palynomorph concentrations have been calculated on the basis of comparison with the introduced *Lycopodium* spores, and expressed as grains/g of sediment. Pollen percentage histograms have been drawn using the programs TILIA and TGVIEW (Grimm, 1992).

One sample of marine gastropod (*Murex* sp.) from the borehole VG1 and an additional four from VG3 were dated using accelerator mass spectrometry (AMS ^{14}C) at the laboratories of Beta Analytic (USA). ^{14}C ages have been calibrated using CALIB 5.0 (Stuiver and Reimer, 1993) with a regional reservoir age correction of 149 ± 30 years for the Aegean (Facorellis et al., 1998).

4. Results

4.1. Dating and lithostratigraphic units

Four lithostratigraphic units have been recognized in the Vravron sequence (Borehole VG3; Fig. 2). According to the radiocarbon dates obtained, the recovered sediments document the environmental history of the Vravron area since the Bronze Age. Calibrated and calendar ages are given in Table 1.

At the base of the sequence, the Unit A, between 500 and 300 cm below surface, consists of alternations of dark grey silt, sandy silt and clay. Upwards, a distinct 50 cm thick layer of olive grey fine sand comprises Unit B, while the Unit C (250–100 cm below surface) is featured by olive grey sandy silts. The uppermost Unit D (100 cm to the top of the sequence) comprises olive brown fine silty sands at the base and yellowish brown sandy silts on the top.

4.2. Micropaleontological analysis

Benthic foraminiferal and ostracod assemblages are generally rich and in good state of preservation. Over than forty foraminiferal species were identified and grouped in (Fig. 3) rotaliids (mainly

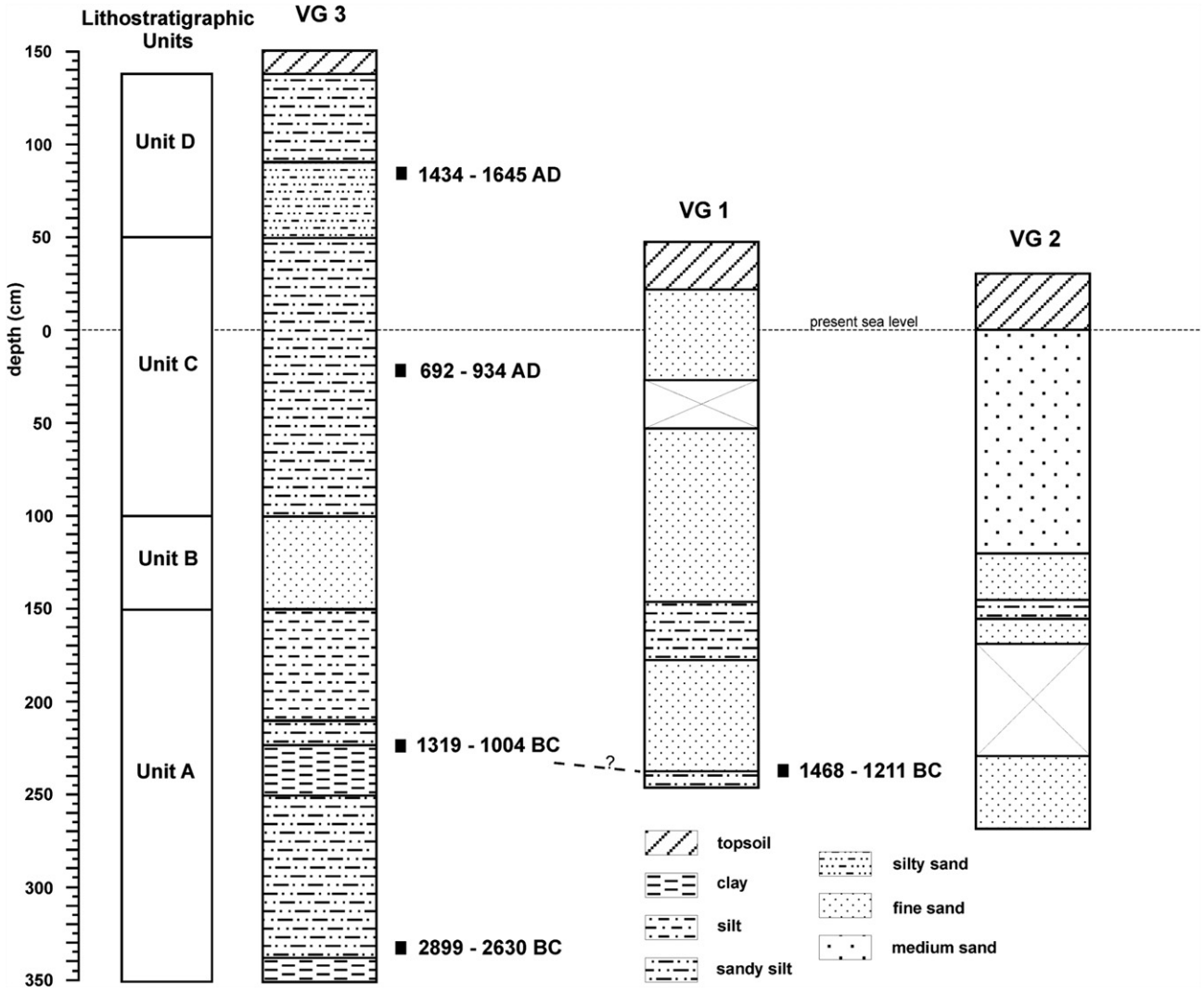


Fig. 2. Lithology and dating of the VG1-3 boreholes.

represented by *Rosalina bradyi*, *R. globularis*, *Cibicides lobatulus*, *C. refulgens*, *Haynesina depressa*) and miliolids (mainly represented by *Spiroloculina depressa, S. clara, S. grata, Triloculina trigonula, Quinqueloculina padana*, *Adelosina longirostra*, *A. miletti* var. *carinata*, *Miliolinella subrotunda*). *Ammonia* spp. include *A. convexa, A. tepida* and *A. beccarii. Elphidium* spp. include *E. crispum* and *E. excavatum.* A total of 48 ostracod species were identified and presented in Fig. 4 as marine species assemblage (composed mainly by *Xestoleberis communis*, *Loxoconcha affinis*, *Loxoconcha stellifera*, *Leptocythere bacescoi*, *Leptocythere lagunae, Aurila convexa*) and oligohaline-freshwater assemblage (*Cyprinotus salinus*, *Candona angulata*, *Ilyocypris bradyi*). *Cyprideis torosa* and *Xestoleberis* spp. are presented separately as the most important mesohaline and epiphytic indices, respectively.

Microfauna in sedimentary Unit A is characterised by the high abundance of foraminifera *Ammonia* spp. (50–70%; Fig. 3) and marine ostracod species (>80%), the most abundant being *Xestoleberis* spp. (30–60%; Fig. 4). The percentage of rotaliids is less than 20%, whereas miliolids show higher values reaching 30%. Oligohaline-freshwater ostracods are practically absent; only *C. torosa* displays very low percentages.

Within Unit B, *Elphidium* spp. and rotaliids are relatively increased in respect to miliolids that present an opposite abundance pattern (Fig. 3). *Xestoleberis* spp. relative abundance falls down to 20%; on the contrary *C. torosa* represents more than 20% of the total ostracod fauna (Fig. 4).

Unit C is featured by the abrupt increase of rotaliids, miliolids (up to 40%; Fig. 4) towards its upper part. *Xestoleberis* spp. increase to 45% within this unit, but decline to 10% near its top.

Finally, all foraminiferal species disappear in the middle part of Unit D. In contrast, oligohaline-fresh water ostracods increase abruptly (Fig. 4). *C. torosa* is the dominant ostracod component

Table 1
Radiocarbon ages for dated samples from Vravron VG3 and VG1 cores (Beta Analytic Inc., Miami, Florida, USA) using the program CALIB 5.0 (Stuiver and Reimer, 1993) with a regional reservoir age correction of 149 ± 30 years for the Aegean (Facorellis et al., 1998). Five whole specimens of marine gastropods (*Murex* sp.) were used as dating material.

Laboratory code	Core	Depth (cm)	^{14}C Age (yr BP)	Calibrated age (yr BP)	Age (BC)
Beta -242239	VG3	65	950 ± 50	305–516	1434–1645 AD
Beta -242240	VG3	170	1730 ± 40	1016–1258	692–934 AD
Beta -211264	VG3	372	3430 ± 40	2953–3268	1319–1004 BC
Beta -211263	VG1	280	3570 ± 40	3160–3417	1468–1211 BC
Beta -211265	VG3	478	4690 ± 40	4579–4848	2899–2630 BC

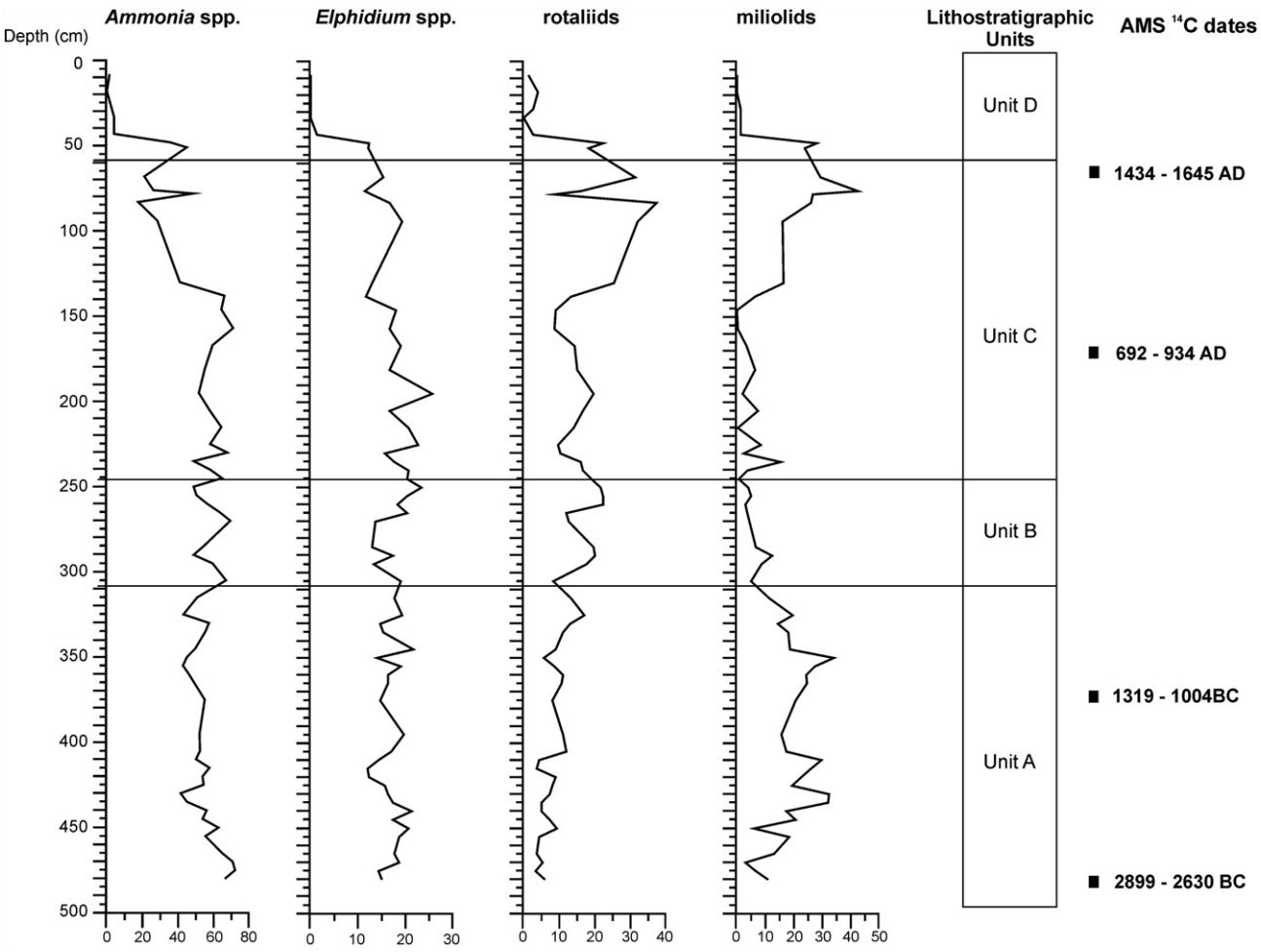


Fig. 3. Foraminiferal relative abundances of core VG3.

(up to 80%) till almost the top of Unit D, where it is totally replaced by the oligohaline-fresh water ostracod species.

4.3. Palynological analysis

Pollen concentration values range from 170,000 to 420,000 grains/g of dry sediment. Pollen spectra (Fig. 5) reflect diversified flora ranging from a rich Mediterranean vegetation with evergreen woody taxa including *Olea, Pistacia*, *Juniperus* and substantial herb diversity (Cistaceae, *Sanguisorba, Knautia)* open poaceous vegetation (Asteraceae, Poaceae, Chenopodiaceae) to thermophilous deciduous mixed forests (*Quercus*, *Acer, Carpinus/ Ostrya* type, *Ulmus, Juglans*) and altitudinal conifer and broadleaved forest (mainly *Abies* and *Fagus*) representatives.

Palynoflora of Unit A is generally characterized by a balanced association of both arboreal and non arboreal elements. Nevertheless, a marked drop in arboreal pollen is recorded at 395–348 cm below surface, mainly attributed to the decrease of *Pinus* percentages. *Olea* appears almost constantly from the base of the sequence and shows its highest abundance at 348–287 cm below surface, followed by *Pistacia*. The curve of *Cerealia*-type is fluctuating exhibiting three peaks at 480 cm, 435 cm and 365 cm below surface with the latter one being the most important. A marked drop in *Cerealia*-type abundance was recorded above 348 cm. Coprophilous fungi *Sordaria* (type 55A: van Geel et al., 2003) are also present, though not continuously. In addition marine dinoflagellate cysts such as *Spiniferites* spp., juvenile foraminiferal linings and green algae *Spirogyra* are abundant throughout Unit A.

During deposition of Unit B, the abundances of deciduous arboreal pollen and *Quercus* together with Poaceae, Chenopodiaceae, Asteroideae, fern spores and aquatics appear increased. At the same depth interval a marked decline in the values of *Olea* and *Pistacia* has been observed. The curve of the dinocyst *Spiniferites* spp. exhibits a profound maximum.

Unit C is featured by high percentages of arboreal pollen. In particular, *Pinus* exhibit high values, while an increasing trend in *Pistacia, Olea* and *Juniperus* is observed, especially above 195 cm. A smaller rise is observed in deciduous arboreal pollen and *Quercus* above150 cm.

The palynoflora of unit D appears very poor. All spectra are characterized by very high values of the erosion-resistant Cichorioideae (reaching 60% of the pollen sum) and Chenopodiaceae. Arboreal taxa that are mainly represented by *Pinus* exhibit low abundances. Aquatic pollen appears increased, while marine indications such as foraminifera linings and *Spiniferites* cysts are almost absent.

5. Discussion and synthesis

Six different depositional environments were encountered through the micropaleontological analysis of the benthic foraminiferal and ostracod fauna in the coastal-estuarine plain of Vravron

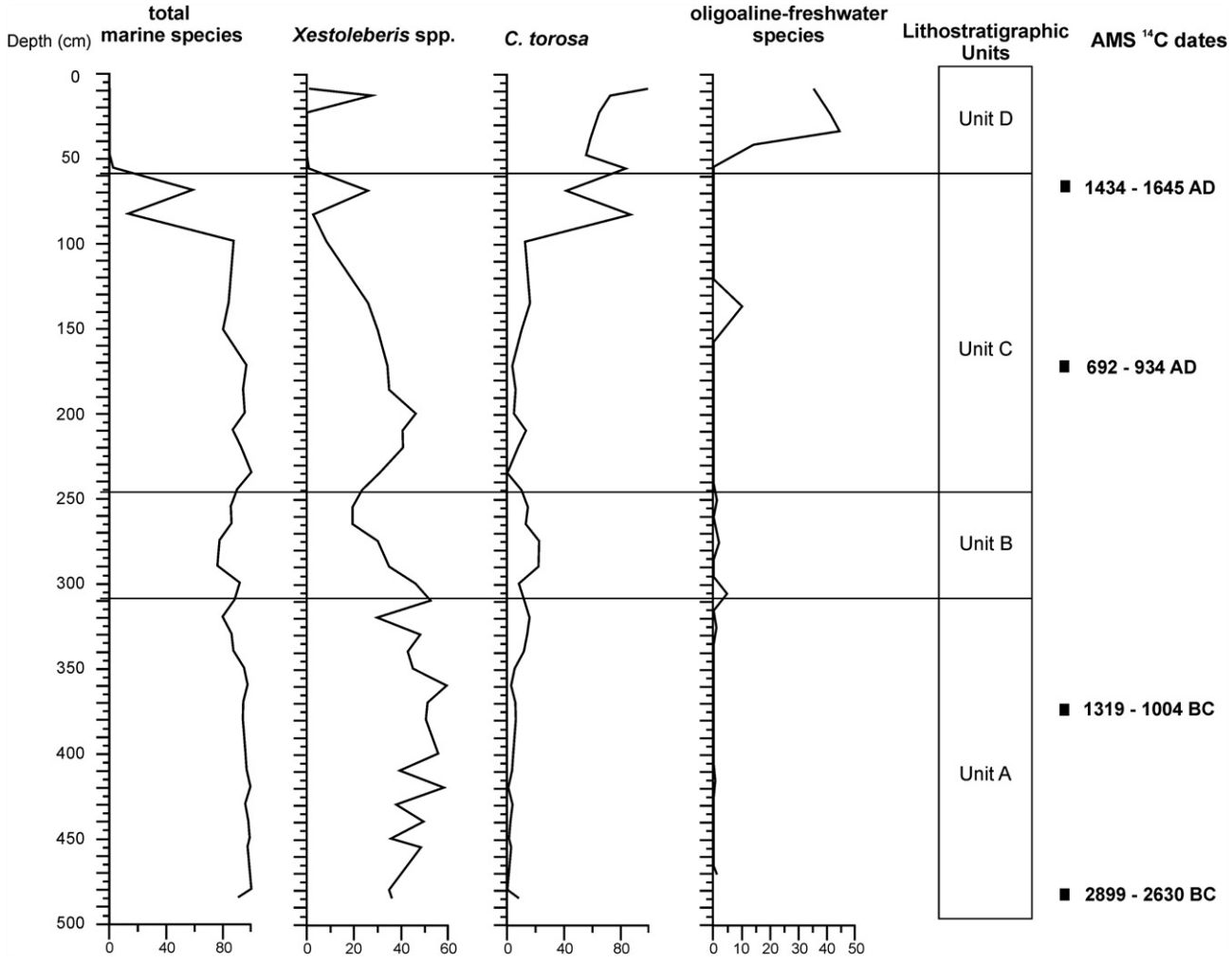


Fig. 4. Ostracod relative abundances of core VG3.

(Fig. 6). In addition, the palynological analysis provided strong evidence for vegetation exploitation by human societies (Fig. 6). Within Unit A, which represents sediments deposited since about 3000 BC to after than approximately 1160 BC, the significant presence of epiphytic marine foraminiferal species like the miliolid group (Fig. 3), featuring the infralittoral and upper circalittoral zones (Sgarrella and Moncharmont Zei, 1993; Moulfi-El-Houari et al., 1999), and the rich marine ostracod fauna dominated by *Xestoleberis* spp. (Fig. 4), suggest an open coastal environment with rich algal vegetation (Horne, 1982; Cronin et al., 2001; Tsourou, 2008). However, the continuous presence of the foraminiferal species *Ammonia* spp. and *Elphidium* spp., the dominance of ostracod *Xestoleberis communis* and the sporadic presence of *C. torosa* and *C. salinus,* all resistant to lower salinities and/or salinity fluctuations (Triantaphyllou et al., 2003; Melis and Violanti, 2006; Ruiz et al., 2006; Pavlopoulos et al., 2007a; Pavlopoulos et al., 2010), indicate the constant input of freshwater from the Erasinos River. The high abundance of marine dinoflagellate cysts including *Spiniferites* spp., and juvenile foraminiferal linings (Bakker and van Smeerdijk, 1982) together with the presence of the freshwater green algae *Spirogyra* (van Geel et al., 1989) document lower salinity values in the marine environment of Unit A. The micropaleontological evidence of an open shallow marine environment confirm the existence of the natural port in Vravron Bay from the Mycenaean up to Geometric times (Apostolopoulou-Kakavoyanni, 2001d; Polychronakou-Sgouritsa, 2001).

Inland, thermophilous deciduous mixed forests alternated with open Mediterranean evergreen woods with *Pinus* and Ericaceae, and open areas with sparse *Juniperus, Pistacia* and a large variety of herbaceous taxa (e.g. Cistaceaeare, *Sanguisorba, Knautia*). The occurrence of altitudinal conifer and broadleaved forests with *Abies* and *Fagus* in the nearby mountains was also found. In this complex floral mosaic, the open vegetation areas were partly used for rural activities as designated by several indicator species, such as *Cerealia*-type, *Sanguisorba*, *Plantago* (Bottema, 1982; Bottema and Woldring, 1990; Jahns, 1993) and coprophilous Sordariaceae spores (van Geel et al., 2003) and provide clear evidence for cereal cultivation and stock breeding activities in the area (Kouli and Dermitzakis, 2008). The presence of *Olea* points to olive cultivation during the Early Bronze age. Although the separation of wild olive pollen from the cultivated ones is not possible by means of light microscopy, the exploitation of olive in Greece during Bronze Age has been documented both by archeological remains (Asouti, 2003; Margaritis and Jones, 2008) and in numerous pollen spectra (Jahns, 1993; Athanasiadis et al., 1996; Bottema and Sarpaki, 2003; Pavlopoulos et al., 2007b). The maxima of *Cerealia*-type observed between 395 and 348 cm below surface (Fig. 5; around 1160 BC) point out an intensification of cereal cultivation in the area during Mycenaean times (Fig. 6), while extensive grazing favoured the expansion of Ericaceae (Bottema and Woldring, 1990). The expansion of *Pinus* observed towards the top of Unit A (Fig. 5) has already been recorded in

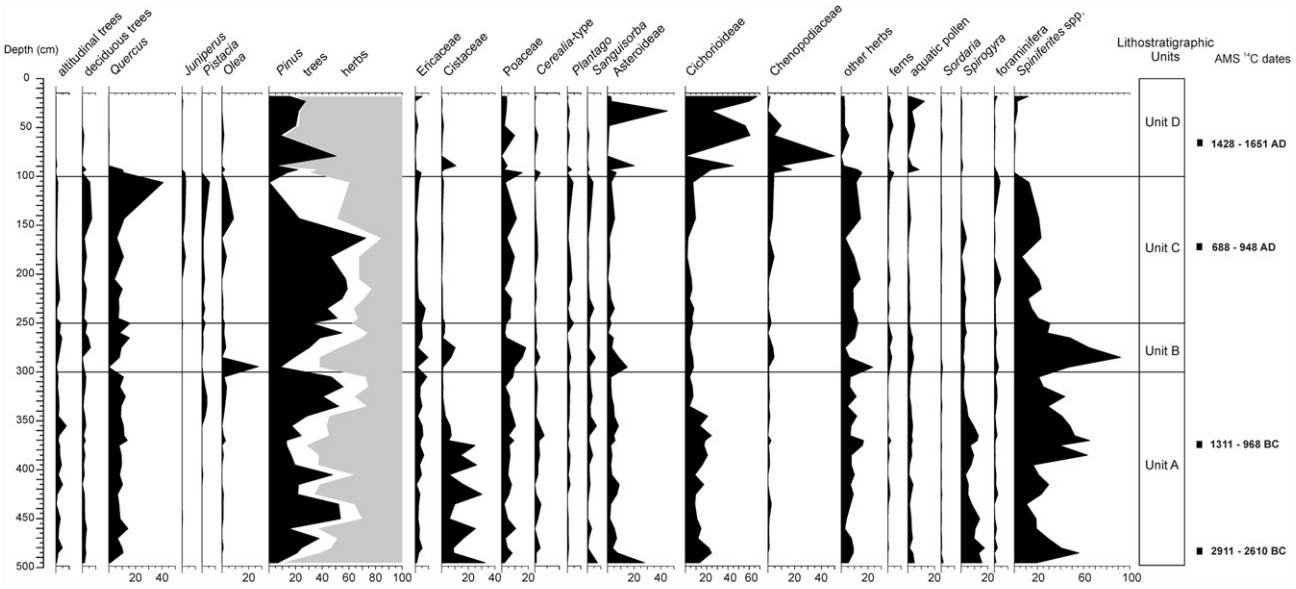


Fig. 5. Percentage pollen diagram of core VG3.

several pollen diagrams of southern Greece (Bottema, 1990; Jahns, 1993; Atherden et al., 1993) and at the nearby Marathon coastal plain (Kouli et al., 2009). This expansion was attributed to the spread of pine woods on coastal areas, where they flourish still today. At the same time, altitudinal forests retreat significantly and *Pistacia*, Ericaceae and *Olea* spread out (Fig. 5). A significant change of the agricultural activities is observed since cereal cultivation seems to be limited, while olive cultivation is favoured (Fig. 6).

Unit B corresponds to a distinct depositional environment (Fig. 6) recognized not only in the lithology as a coarse horizon, but in the foraminifera and ostracod assemblages as well. This layer is featured by the abrupt decrease of the epiphytic marine groups of miliolids and *Xestoleberis* spp., suggesting a dramatic decline of algal vegetation. The slight peak of the ostracod *C. torosa* supports salinity fluctuations in the paleoenvironment. In addition, the increase of *Spiniferites* spp. cysts and *Elphidium* spp. specimens is indicative of high input of organic matter and phytodetritus (Wall

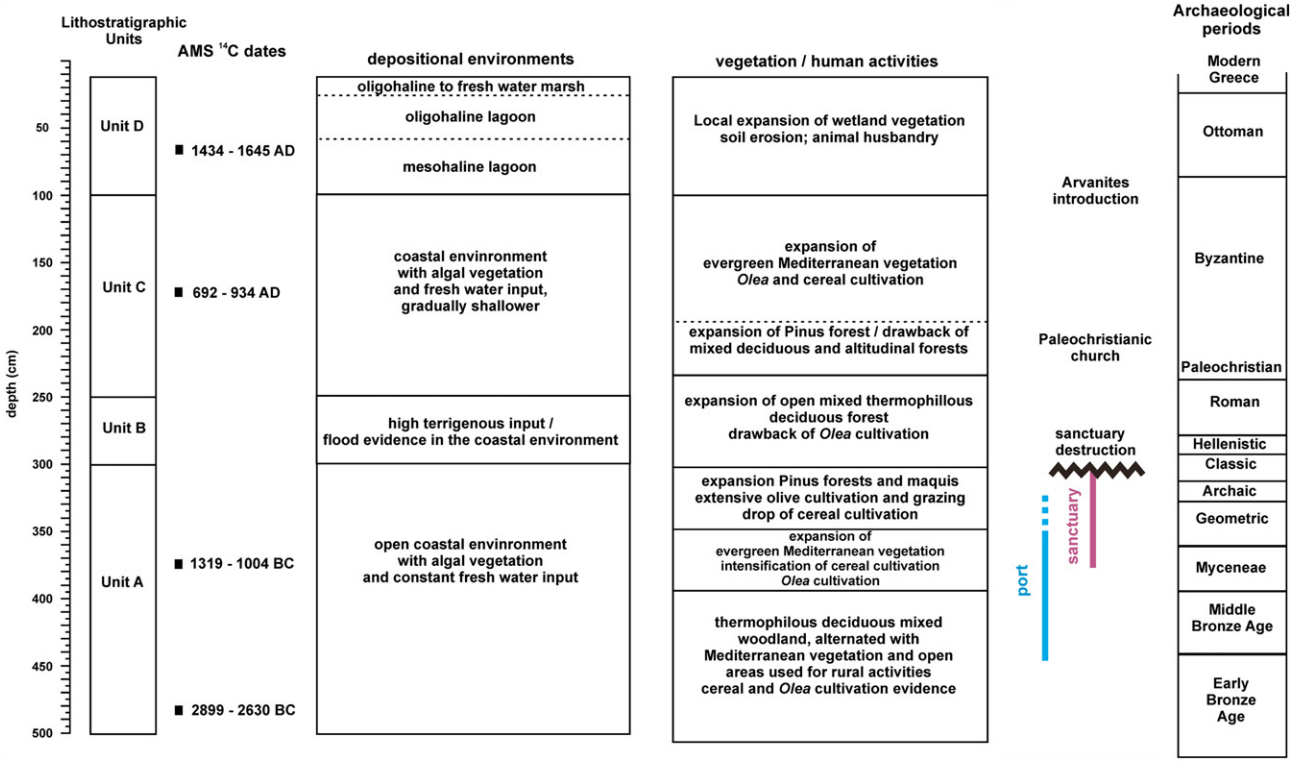


Fig. 6. Paleoenvironmental interpretation of Vravron estuarine-coastal plain since ~3000 BC.

et al., 1977; De Nooijer et al., 2008) probably associated with intense terrigenous influx in the coastal area. The increased presence of Poaceae, Chenopodiaceae fern spores and aquatics contributes to the expansion of the wetland (Geraga et al., 2000; Triantaphyllou et al. 2009a,b). The lack of human activities in the area is also suggested by the gradual abandonment of *Olea* cultivation. These results confirm the historical data reporting that the sanctuary of Artemis was several times endangered by the floods of the Erasinos River. Actually an inscription of the middle 3rd century BC, refers to the repairs of the sanctuary buildings ordered by the *Demos* of the city of Athens (Kontis, 1967). The temple was finally destroyed and buried under the flood deposits at the end of the Classical times (Papadimitriou, 1948; Kontis, 1967). The evidence of any kind of activities in the area during the Roman period is minimal as the sanctuary was continuously covered by Erasinos River deposits (Steinhauer, 2001c). Similar fluvial activity and deltaic system progradation between the Roman and post Roman period (Fouache, 1999; Fouache et al., 2005), was important and strong enough to completely fill the Oeniades ancient harbour at Acheloos delta (Vött, 2007; Vött et al., 2007) which was active at least until 210 BC.

The depositional coastal environment became stabilized during Unit C, as indicated by the high abundance of *Ammonia* spp. and *Elphidium* spp. and the persistence of the marine ostracod fauna. The increase of epiphytic ostracods such as *Xestoleberis* spp. points out the re-development of the algal cover. Nevertheless, the conditions were never the same as in unit A, because the paleoenvironment was getting shallower. This can be inferred from the decrease of *Spiniferites* spp. cysts within unit C that can be associated with relatively shallow waters (Kouli et al., 2009). Moreover, the peaks of miliolids and *C. torosa* at the upper part of unit C, after ~800 AD, support salinity fluctuations (Carbonel, 1980; Almogi-Labin, 1982; Winter et al., 1983; Badawi et al., 2005). The paleoenvironmental conditions in accordance with historical sources (Steinhauer, 2001c) rule out the use of the bay as a natural port since Roman times. The drawback of mixed deciduous and altitudinal forests enables on land the further expansion of *Pinus*. Before 800 AD the expansion of evergreen Mediterranean sclerophyllous vegetation, as a result of human disturbance of natural vegetation (Bottema and Woldring, 1990), is reflected in the abundance of *Juniperus*, *Pistacia* and *Quercus*. Pollen data indicate *Olea* and cereal cultivation in the area during this time.

Within unit D three different depositional environments were recognized. At the base of unit D and until around 1540 AD, the intense presence of both marine (miliolids, rotaliids) and euryhaline foraminiferal species (*Ammonia* spp., *Elphidium* spp.), and the ostracod *C. torosa* suggests the development of a mesohaline lagoon. Above this level all foraminiferal groups decline dramatically indicating practically the interruption of marine influence. Till the middle part of unit D, an oligohaline lagoon is established, indicated by the increase of oligohaline-fresh water ostracod species (including *I. bradyi* and *C. salinus,* species tolerant to decreased salinities; Clave et al., 2001; Triantaphyllou et al., 2003; Tsourou, 2008). Later on, at the top of Unit D, an oligohaline to fresh water marsh is documented by the presence of fresh water ostracod species (Fig. 4).

The high Cichorioideae pollen abundances observed at the base of Unit D are indicative of conditions where other more sensitive pollen grains were corroded. Such high percentages often coincide with colluvial clay deposition, usually caused by human actions like ploughing (Bottema, 1975; Bottema and Sarpaki, 2003). The concurrent raised abundance of Chenopodiaceae and aquatic pollen are indication of expansion of the coastal marsh, while the marked presence of *Sordaria* suggests the presence of flocks in the area (van Geel et al., 2003; Pavlopoulos et al., 2007a; Pavlopoulos et al., 2010). This period coincides with the introduction of Arvanitic communities at about 1300 AD in the area, by the Latin rulers of Attica in order to repopulate the abandoned landscape (Gini-Tsofopoulou, 2001).

According to the curve of Lambeck and Purcell (2005) the sea level of the broader area of Vravron should have been approximately at −5.5 m at 6000 BP and −0.90 m at 2000 BP. It is therefore obvious that during the last 6000 BP, the sea rose approximately 5.5 m, resulting to an estimated rate of sea level rise of about 0.92 mm/y. The actual rate of sea level rise in Vravron area, based at the radiocarbon ages from dated specimens of marine gastropods (*Murex* sp.) in shallow marine sediments (VG3 −3.50 m), is estimated at 0.74 mm/y during the last 4710 cal years BP. This discrepancy between the estimated rate of the sea level rise by Lambeck and Purcell (2005) model and the calculated rate in Vravron Bay for the last 6000 BP is due to the fact that the rate of the tectonic uplift of the area is slightly higher than the rate of sea level rise. Similar results came up from the nearby region of Marathon marsh located about 30 km northern of Vravron, where Pavlopoulos et al. (2006) have estimated a sea level rise rate of 0.5 mm/y, in contrast to the rate of 0.83 mm/y predicted by the model of Lambeck and Purcell (2005).

6. Conclusions

Micropaleontological and palynological data since ~3000 BC in the coastal plain of Vravron enable the following conclusions:

- The Vravron area was a coastal environment with constant fresh water input; serving as a natural port until the Archaic period. Vegetation patterns illustrate increasing rural activities until the Mycenaean period linked to human presence in the area. The agricultural turnover observed in Geometric times, coincides with the establishment of the Artemis sanctuary.
- During the Classic period successive flooding events caused the destruction of the famous Artemis sanctuary and the abandonment of the area.
- The time interval between the Roman and middle Byzantine times is featured by the re-establishment of the coastal environment. However, the centre of human activities was still far away from the Vravron coast.
- Upwards, there was a gradual development of an oligohaline lagoonal environment as a result of the ongoing progression of Erasinos River deposits. Around 1540 AD the lagoon was progressively getting isolated from the sea and its water salinity decreased towards a fresh water marsh. The introduction of Arvanites populations in the area at about 1300 AD led to a remarkable rise in human activity, including ploughing and herding.

Acknowledgments

This work was made possible thanks to the financial support provided by University of Athens Research Project 70/4/8644.

References

Almogi-Labin, A., 1982. Stratigraphic and paleoceanographic significance of Late quaternary pteropods from deep-sea cores in the Gulf of Aqaba and northernmost Red sea. Marine Micropaleontology 7, 53–72.

Apostolopoulou-Kakavoyanni, O., 2001a. The Neolithic (6000–3000 BC). In: Aikaterinidis, G. (Ed.), Mesogaia, History and Civilization of Mesogaia Attica. International Athens Airport Publications, pp. 18–27.

Apostolopoulou-Kakavoyanni, 2001b. The early bronze age (3000–2000 BC). In: Aikaterinidis, G. (Ed.), Mesogaia, History and Civilization of Mesogaia Attica. International Athens Airport Publications, pp. 35–42.

Apostolopoulou-Kakavoyanni, 2001c. Mesogaia during middle bronze age (1600–1050 BC). In: Aikaterinidis, G. (Ed.), Mesogaia, History and civilization of Mesogaia Attica. International Athens Airport Publications, pp. 43–44.
Apostolopoulou-Kakavoyanni, 2001d. Mesogaia during geometric times (1100–700 BC). In: Aikaterinidis, G. (Ed.), Mesogaia, history and civilization of Mesogaia Attica. International Athens Airport Publications, pp. 68–73.
Asouti, E., 2003. Wood charcoal from Santorini (Thera): new evidence for climate, vegetation and timber imports in the Aegean bronze age. Antiquity 77, 471–484.
Athanasiadis, N., Gerasimidis, A., Panagiotidis, S., 1996. The presence of olive in pollen diagrams and their archaeological interpretation. Proceedings of the Working Meeting on "Olives and Olive Oil", Piraeus Bank Cultural Foundation Publications, pp. 78–91.
Atherden, M., Hall, J., Wright, J.C., 1993. A pollen diagram from the northeast Peloponnese Greece: implications for vegetation history and archaeology. The Holocene 3, 351–356.
Badawi, A., Gerhard Schmiedl, G., Hemleben, C., 2005. Impact of late Quaternary environmental changes on deep-sea benthic foraminiferal faunas of the Red Sea. Marine Micropaleontology 58, 13–30.
Bakker, M., van Smeerdijk, D.G., 1982. A palaeoecological study of a late Holocene section from "Het Ilperveld", western Netherlands. Review of Palaeobotany and Palynology 36, 95–163.
Bottema, S., 1975. The interpretation of pollen spectra from prehistoric settlements (with special attention to Liguliflorae). Palaeohistoria 17, 17–35.
Bottema, S., 1982. Palynological investigations in Greece with special reference to pollen as an indicator of human activity. Palaeohistoria 24, 257–288.
Bottema, S., 1990. Holocene environment of the Southrn Argolid: a pollen core from Koiladha Bay. In: Wilkinson, T.J., Duhon, S.T. (Eds.), Excavations in Frachthi Cave 6. Indiana University Press, pp. 117–138.
Bottema, S., Sarpaki, A., 2003. Environmental change in crete: a 9000-year vegetation history and the effect of the Santorini eruption. The Holocene 13 (5), 733–749.
Bottema, S., Woldring, H., 1990. Anthropogenic indicators in the pollen record of the Eastern Mediterranean. In: Bottema, S., Entjes-Nieborg, G., van Zeist, W. (Eds.), Man's Role in the Shaping of the Eastern Mediterranean Landscape. Balkema, Rotterdam, pp. 231–264.
Bronnimann, P., Whittaker, J.E., Zaninetti, L., 1992. Brackish water foraminifers from mangrove sediments of southwestern Viti Levu, Fiji islands, southwest Pacific. Review Paleobiology 11 (1), 13–65.
Carbonel, P., 1980. Les ostracodes et leur intérêt dans la définition des écosystèmes estuariens et de la plateforme continentale. Essais d'application à des domaines anciens. Mémoires de l'Institut géologique du Bassin d'Aquitaine 11, 1–350.
Clave, B., Masse, L., Carbonel, P., Tastet, J.P., 2001. Holocene coastal changes and infilling of the La Perroche marsh (French Atlantic coast). Oceanological Acta 24, 377–389.
Cronin, T.M., Holmes, C.W., Brewster-Wingrad, S., Ishman, S.E., Dowsett, H.J., Keyser, D., Waibel, N., 2001. Historical trends in epiphytal ostracodes from Florida bay: implications for seagrass and macro-benthic algal variability. Bulletins of American Paleontology 361, 159–181.
De Nooijer, L.J., Duijnstee, I.A.P., Bergman, M.J.N., van der Zwaan, G.J., 2008. The ecology of benthic foraminifera across the frisian front, southern north sea. Estuarine Coastal and Shelf Science 78, 715–726.
Facorellis, Y., Maniatis, Y., Kromer, B., 1998. Apparent ^{14}C ages of marine mollusc shells from a Greek island: calculation of the Marine reservoir effect in the Aegean sea. Radiocarbon 40 (2), 963–973.
Faegri, K., Iversen, J., 1989. Textbook of Pollen Analysis. John Wiley & Sons, London.
Fouache E., 1999. L'Alluvionnement historique en Grèce occidentale et au Péloponnèse: géomorphologie, archéologie et histoire. Supplément BCH, 35, Ed. De Boccard, 235p.
Fouache, E., Dalongeville, R., Kunesch, S., Suc, J.-P., Subally, D., Prieur, A., Louzouet, P., 2005. The Enironmental setting of the harbor of the classical site of Oeniades on the Acheloos delta, Greece. Geoarchaeology 20 (3), 285–302.
Geraga, M., Tsaila-Monopolis, S., Ioakeim, C., Papatheodorou, G., Ferentinos, G., 2000. Evaluation of palaeoenvironmental changes during the last 18,000 years in the Myrtoon basin, SW Aegean Sea. Paleogeography, Paleoecology and Paleoclimatology 156, 1–17.
Gini-Tsofopoulou, E., 2001. Late Byzantine Period. In: Aikaterinidis, G. (Ed.), Mesogaia, History and Civilization of Mesogaia Attica. International Athens Airport Publications, pp. 182–197.
Grimm, E., 1992. Tilia and Tilia-graph: pollen spreadsheet and graphics programs. Programs and Abstracts, 8th International Palynological Congress, Aix-en-Provence, 6-12 September 1992, pp. 56.
Horne, D.J., 1982. The vertical distribution of phytal ostracods in the intertidal zone at gore point, Bristol channel, U.K. Journal of Micropaleontology 1, 71–84.
Horne, D.J., Cohen, A., Martens, K., 2002. Taxonomy, morphology and biology of quaternary and living Ostracoda. In: Holmes, J.A., Chivas, A.R. (Eds.), The Ostracoda: Applications in Quaternary Research, AGU Geophysical Monograph Series, 131, pp. 5–36.
Jahns, S., 1993. On the Holocene vegetation history of the Argive plain (Peloponnese, southern Greece). Vegetation History and Archaeobotany 2, 187–203.
Kontis, I.D., 1967. Artemis vravronia. Archeologiko Deltio 22, 156–206 (in Greek).
Kouli, K., Dermitzakis, M.D., 2008. Natural and cultural landscape of the Neolithic settlement of Dispilio: palynological results. Hellenic Journal of Geosciences 43, 29–39.
Kouli, K., Triantaphyllou, M., Pavlopoulos, K., Tsourou, T., Karkanas, P., Dermitzakis, M.D., 2009. Palynological investigation of the Holocene palaeoenvironmental changes in the coastal plain of Marathon (Attica, Greece). Geobios 42, 43–51.
Lambeck, K., Purcell, A., 2005. Sea-level change in the Mediterranean Sea since the LGM: model predictions for tectonically stable areas. Quaternary Science Reviews 24, 1969–1988.
Lepsius, R., 1893. Geologie von Attika. 196 S, Berlin.
Loeblich, A.R., Tappan, H., 1988. Foraminiferal Genera and Their Classification. Van Nostrand Reinhold, New York.
Loeblich, A.R., Tappan, H., 1994. Foramifera of the Sahul Shelf and Timor Sea. Cushman Foundation for Foraminiferal Research Special Publication 31, Washington.
Lozios, S., 1993. Tectonic Analysis of Northeastern Attica Metamorphic Formations. Ph.D. Thesis, University of Athens, Athens, (in Greek) (unpublished).
Margaritis, E., Jones, M., 2008. Crop processing of *Olea europaea* L.: an experimental approach for the interpretation of archaeobotanical olive remains. Vegetation History and Archaeobotany 17, 381–392.
Mariolakos, I., Papanikolaou, D., 1973. Observations on the tectonics of west Penteliko, Attika. Bulletin of the Hellenic Geological Society X (2), 134–179.
Melis, R., Violanti, D., 2006. Foraminiferal biodiversity and Holocene evolution of the Phetchaburi coastal area (Thailand Gulf). Marine Micropaleontology 61, 94–115.
Moore, P.D., Webb, J.A., Collinson, M.E., 1991. Pollen Analysis. Blackwell Science, Oxford.
Moulfi-El-Houari, L., Ambroise, D., Mathieu, R., 1999. Distribution des foraminifères bentiques actuels sur la marge continentale argéroise (Baie de Bou-Ismaïl). Revue Micropaléontologique 42, 315–327.
Papadimitriou, J., 1948. Excavations in vravron Attica. Praktika Archeologikis Etaireias 42, 81–90 (in Greek).
Pavlopoulos, K., Karkanas, P., Triantaphyllou, M., Karymbalis, E., Tsourou, Th., Palyvos, N., 2006. Palaeoenvironmental evolution of the coastal plain of Marathon, Greece, during the Late Holocene: depositional environment, climate and sea-level changes. Journal of Coastal Research 22, 424–438.
Pavlopoulos, K., Triantaphyllou, M., Karymbalis, E., Karkanas, P., Kouli, K., Tsourou, T., 2007a. Landscape evolution recorded in the embayment of Palamari (Skyros island, Greece) from the beginning of the Bronze age until recent times. Géomorphologie: Relief, Processus, Environment 1, 37–48.
Pavlopoulos, K., Theodorakopoulou, K., Bassiakos, Y., Hayden, B., Tsourou, T., Triantaphyllou, M., Kouli, K., Vandarakis, D., 2007b. Plaeonevironmental evolution of Istron (N.E. Crete), during the last 6000 years: depositional environment, climate and sea level changes. Geodinamica Acta 20 (4), 219–229.
Pavlopoulos, K., Triantaphyllou, M., Karkanas, P., Kouli, K., Syrides, G., Vouvalidis, K., Palyvos, N., Tsourou, T., 2010. Paleoenvironmental evolution and prehistoric Human environment, in the embayment of Palamari (Skyros Island, Greece) during Middle-Late Holocene. Quaternary International 216, 41–53.
Polychronakou-Sgouritsa, N., 2001. The Mycenaean Mesogaia in International Airport of Athens. In: Venizelos, Eleutherios (Ed.), Mesogaia, History and Civilization of Mesogaia Attica. International Athens Airport Publications, pp. 45–67.
Reille, M., 1992. Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du Nord. Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie, Marseille, 543 pp.
Reille, M., 1995. Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du Nord, Supplement 1. Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie, Marseille, 331 pp.
Reille, M., 1998. Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du Nord, Supplement 2. Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie, Marseille, 530 pp.
Ruiz, F., Abad, M., Olias, M., Galan, E., Gonzalez, I., Aguila, E., Hamoumi, N., Pulidod, I., Cantano, M., 2006. The present environmental scenario of the Nador Lagoon (Morocco). Environmental Research 102, 215–229.
Sgarrella, F., Moncharmont Zei, M., 1993. Benthic foraminifera of the Gulf of Naples (Italy): systematics and autoecology. Bollettino della Societa Paleontologica Italiana 32, 145–264.
Steinhauer, G., 2001a. The Archaic Mesogaia (7th–6th century BC). In: Aikaterinidis, G. (Ed.), Mesogaia, History and Civilization of Mesogaia Attica. International Athens Airport Publications, pp. 74–79.
Steinhauer, G., 2001b. The Classical Mesogaia (5th–4th century BC). In: Aikaterinidis, G. (Ed.), Mesogaia, History and Civilization of Mesogaia Attica. International Athens Airport Publications, pp. 80–139.
Steinhauer, G., 2001c. Mesogaia during roman times (1st–3rd century AD). In: Aikaterinidis, G. (Ed.), Mesogaia, History and Civilization of Mesogaia Attica. International Athens Airport Publications, pp. 143–147.
Stuiver, M., Reimer, P.J., 1993. Extended C-14 data-base and revised Calib 3.0 C-14 age calibration program. Radiocarbon 35, 215–230.
Symeonidis, N., Rabeder, G., 1995. Das Jungpleistozän in der «Höhle» von Vraona auf Attica in Griechenland. Annales Géologiques des Pays Helléniques 36, 1–109.
Triantaphyllou, M.V., Pavlopoulos, K., Tsourou, T., Dermitzakis, M.D., 2003. Brackish marsh benthic microfauna and palaeoenvironmental changes during the last 6.000 years on the coastal plain of Marathon (SE Greece). Rivista Italianna di Paleontologia e Stratigrafia 109 (3), 539–547.
Triantaphyllou, M.V., Antonarakou, A., Kouli, K., Dimiza, M., Kontakiotis, G., Papanikolaou, M., Ziver, I.P., Mortyn, G., Lianou, V., Lykousis, V., Dermitzakis, M.D., 2009a. Comparing Late Glacial - Holocene Plankton ecozones and Pollen Assemblage Zones: Basis for a multi-proxy ecostratigraphy in the south - eastern Aegean Sea (E. Mediterranean). Geo-Marine Letters 29, 249–267.

Triantaphyllou, M.V., Ziveri, P., Gogou, S., Marino, G., Lykousis, V., Bouloubassi, I., Emeis, K.C., Kouli, K., Dimiza, M., Rosell-Mele, A., Papanikolaou, M., Katsouras, G., Nunez, N., 2009b. Late Glacial-Holocene climate variability at the south-eastern margin of the Aegean Sea. Marine Geology 266, 182–197.

Tsourou, Th., 2008. The Study of Recent Ostracod Faunas in the Coastal Environments of Andros Island related to Late Cenozoic Assemblages from Central Aegean Sea. Ph.D. Thesis, National and Kapodistrian University of Athens, Athens, 135 pp.

van Geel, B., Buurman, J., Brinkkemper, O., Schelvis, J., Aptroot, A., Van Reenen, G., Hakbijl, T., 2003. Environmental reconstruction of a Roman period settlement site in Uitgeest (The Netherlands), with a special reference to coprophilous fungi. Journal of Archeological Science 30, 833–873.

van Geel, B., Coope, G.R., Van der Hammen, T., 1989. Paleoecology and stratigraphy of the Late Glacial type section at Usselo (The Netherlands). Review of Paleobotany and Palynology 60, 25–129.

Verginis, S., 1995. Geomorphologie und Geologie im Bereich der Höhle von Vraona. Annales Géologiques des Pays Helléniques 36, 8–15.

Vött, A., 2007. Silting up Oiniadai's harbours (Acheloos River delta, NW Greece) - geoarchaeological implications of late Holocene landscape changes. Géomorphologie: Relief, Processus, Environment 1, 19–36.

Vött, A., Schriever, A., Handl, M., Brückner, H., 2007. Holocene palaeogeographies of the central Acheloos River delta (NW Greece) in the vicinity of the ancient seaport Oiniadai. Geodinamica Acta 20 (4), 241–256.

Wall, D., Dale, B., Lohmann, G.P., Smith, W.K., 1977. The environmental and climatic distribution of dinoflagellate cysts in modern marine sediments from regions in the north and south Atlantic oceans and adjacent seas. Marine Micropaleontology 2, 121–200.

Winter, A., Almogi-Labin, A., Erez, Y., Halicz, E., Luz, B., Reiss, Z., 1983. Salinity tolerance of marine organisms deduced from Red sea quaternary record. Marine Geology 53, 17–22.

Mediterranean Marine Science
Indexed in WoS (Web of Science, ISI Thomson)
The journal is available on line at http://www.medit-mar-sc.net

Research Article

Alien foraminifers from Greek coastal areas (Aegean Sea, Eastern Mediterranean)

O. KOUKOUSIOURA, M.D. DIMIZA and M.V. TRIANTAPHYLLOU

University of Athens, Faculty of Geology & Geoenvironment, Dept. of Historical Geology-Paleontology, Panepistimiopolis 15784 Athens, Hellas

Corresponding author: okoukous@geol.uoa.gr

Received: 1 March 2010; Accepted: 3 May 2010; Published on line: 9 June 2010

Abstract

The present study provides additional data on the distributional range of six alien foraminiferal species in living assemblages from Greek coastal areas (Aegean Sea, Eastern Mediterranean). *Amphistegina lobifera* LARSEN 1976, *Sorites orbiculus* (FORSKÅL 1775) and *Coscinospira hemprichii* EHRENBERG 1839 are well established in Greek coastal areas, whereas *Triloculina fichteliana* D'ORBIGNY 1839, *Planogypsina acervalis* (BRADY 1884) and *Cymbaloporetta plana* (CUSHMAN 1924), are recorded for the first time in this paper. The occurrence of these species in a number of sites in the Aegean Sea establishes their presence in the Eastern Mediterranean.

Keywords: Benthic foraminifera; Lessepsian migration; Mediterranean Sea.

Introduction

During recent decades, hundreds of non-native vertebrate and invertebrate species have been documented in the Mediterranean Sea (GOLANI, 1998; ZENETOS *et al.,* 2005, 2008, 2009; STREFTARIS & ZENETOS, 2006). Despite the many pathways of such alien organisms (e.g., through aquaculture or via shipping), Lessepsian immigrants remain the most important invasions. Since the opening of the Suez Canal in 1869, many species of Indo-Pacific origin have been introduced and have settled in the Eastern Mediterranean (POR, 1978; GOLANI, 1998). A number of alien species present a wide distribution, which includes both the Atlantic and the Indo-Pacific Seas. Since their pathway of introduction and/or their native status in the Mediterranean is not known, those species are termed as 'cryptogenic' following CARLTON (1996).

Up to now, a great number of alien benthic foraminifera species have been reported in almost all coastal areas from the Eastern Mediterranean sub-basins (e.g., BLANC-VERNET, 1969; CHERIF, 1970; CIMERMAN & LANGER, 1991; SGARRELLA & MONCHARMONT-ZEI, 1993; AVŞAR, 1997; HOLLAUS & HOTTINGER, 1997;

LANGER & HOTTINGER, 2000; HYAMS *et al.,* 2002, SAMIR *et al.,* 2003; MERIÇ *et al.,* 2005, 2008; TRIANTAPHYLLOU *et al.,* 2005; GRUBER *et al.,* 2007; YOKEŞ *et al.,* 2007; LANGER, 2008; TRIANTAPHYLLOU *et al.,* 2009; ZENETOS *et al.,* 2009). In particular, some foraminiferal immigrants, like *Amphistegina lobifera,* have become very successful inhabitants locally, constituting a significant section of the native epiphytic foraminiferal fauna. Thus, the alien benthic foraminiferal species have an increasingly important role in enrichment of the local biodiversity, therefore a growing focus on investigating their distribution has been noted in recent studies.

This study reports the presence and relative abundance of six cryptogenic epiphytic foraminiferal species in living assemblages from Greek coastal areas (Aegean Sea) providing useful information on the establishment success of these alien species in the Eastern Mediterranean.

Area description and environmental setting

The Aegean Sea is situated between Turkey and Greece and communicates with the Black Sea through the Dardanelles straits and with the open eastern Mediterranean (Levantine Sea) through the Cretan straits (Fig. 1a).

The Mediterranean climate tends to be warm-temperate and semi-arid to arid. Mediterranean waters are characterized by elevated salinities associated with high evaporation rates. The Aegean Sea, however, is strongly influenced by freshwater discharges from mainland rivers and seasonal variation in input rates of Black Sea surface water through the Strait of Dardanelles. The annual maximum sea surface temperature (SST) (>24° C) occurs around August/September; minimum SSTs in March (<13° C) are reached in winter (POULOS *et al.,* 1997; TRIANTAPHYLLOU *et al.,* 2004). In particular temperature increase to the

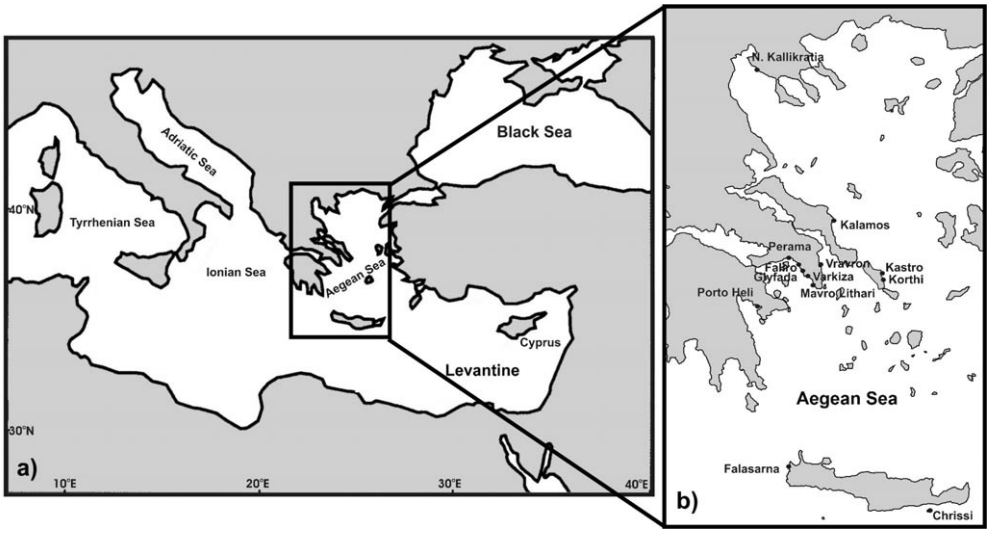


Fig. 1a, b: Location of the study area in the eastern Mediterranean and the Aegean Sea.

south; northern Aegean temperatures range between 13.4° C and 23° C, whereas in the south between 15.6° C and 25° C (World Ocean Atlas Data http://www.cdc.noaa.gov). Sea surface salinity (SSS) values vary seasonally, ranging from less than 31.0 psu to more than 39.0 psu.

The study area concerns a number of sites in the Aegean Sea (Fig. 1b); the coastal ecosystems of the southern Aegean Sea (Falasarna and Chrissi), the central Aegean Sea (Porto Heli, Mavro Lithari, Glyfada, Varkiza, Faliro, Perama, Vravron, Kalamos, the Andros-Korthi and Kastro gulfs) and the northern Aegean Sea (N. Kallikratia).

Material and Methods

Samples for the present study, collected during several sampling periods between 2001 and 2009, consisted of red, brown and green algae. Algal samples were collected from depths varying between 0.2m and 3m. Sample location, date of collection and relevant temperature and salinity data are presented in Table 1.

Samples were stored in high-walled plastic bowls and stained with an ethanol-Rose Bengal solution to distinguish between living (stained) and dead (unstained) foraminifera (WALTON, 1952; MURRAY & BOWSER, 2000). In the laboratory, the algal samples were sieved through the >63 μm size fraction and dried at 60° C. At least 300 living foraminifera were separated from the micropaleontological samples, picked under a Leica S4E stereozoom binocular microscope and identified following the generic classification of LOEBLICH & TAPPAN (1988).

Concerning their establishment success, alien foraminiferal species are grouped into the following categories (according to ZENETOS *et al.,* 2008): established/frequent F (those species recorded many times in large quantities and showing a wide range of distribution patterns) and established/rare R (those observed more than twice in several different localities but always few in number: <5%).

Living specimens of alien foraminiferal species were also examined using a Jeol JSM 6360 Scanning Electron Microscope (SEM), (University of Athens, Department of Historical Geology and Palaeontology), in order to observe external test morphological details. The specimens for SEM investigations were rinsed in distilled water, dried in a desiccator, attached to a copper electron microscope stub using a double-sided adhesive tape and coated with gold. All the samples and the SEM micrographs are kept in the collections of the Museum of Paleontology and Geology of the University of Athens.

Results

Benthic foraminifera were rich in all the studied samples. In general, the foraminiferal assemblages were dominated by genera with calcareous tests (hyaline and porcelaneous). The porcelaneous forms comprise an important component of the fauna and are mainly represented by members of the genera *Peneroplis, Quinqueloculina, Miliolinella, Sorites* and *Triloculina.* The hyaline taxa are represented mostly by the genera *Amphistegina, Rosalina, Elphidium, Ammonia, Asterigerina* and *Cymbaloporetta.* Agglutinated components are rare and mainly represented by *Textularia* species.

In total, six cryptogenic foraminiferal species have been found: *Amphistegina lobifera* Larsen, *Sorites orbiculus* (Forskål), *Cymbaloporetta plana* (Cushman), *Triloculina fichteliana* d'Orbigny, *Planogypsina acervalis* (Brady) and *Coscinospira hemprichii* Ehrenberg.

Table 1

Characteristics of regression lines describing morphometric characteristics and quality indexes in relation to body weight.

Site	Latitude	Longitude	Date of collection	Water depth (m)	mean monthly Temperature (°C)	mean monthly Salinity (‰)	Alien foraminiferal species (%)
southern Aegean Sea							
Chrissi	34.58	25.39	7/06	0-3	24.45	39.03	*Amphistegina lobifera* (**42.5**) *Sorites orbiculus* (**2.0**)
Falasarna	35.29	23.34	7/06	0-3	24.16	38.86	*Amphistegina lobifera* (**26.5**) *Sorites orbiculus* (**7.5**) *Triloculina fichteliana* (**0.5**)
central Aegean Sea							
Porto Heli	37.27	23.06	9/07	0-3	23.05	38.40	*Amphistegina lobifera* (**32.0**) *Planogypsina acervalis* (**0.5**)
Mavro Lithari	37.43	23.56	10/06	0-3	21.07	38.51	*Amphistegina lobifera* (**34.0**) *Cymbaloporetta plana* (**4.5**) *Planogypsina acervalis* (**1.0**) *Triloculina fichteliana* (**0.5**) *Sorites orbiculus* (**0.5**)
Glyfada	37.54	23.44	10/09	0-3	21.07	38.51	*Amphistegina lobifera* (**43.6**) *Cymbaloporetta plana* (**2.0**)
Varkiza	37.49	23.51	10/09	0-3	21.07	38.51	*Amphistegina lobifera* (**68.0**) *Cymbaloporetta plana* (**4.0**) *Sorites orbiculus* (**2.5**)
Faliro	37.56	23.52	11/09	0-3	18.85	38.60	*Amphistegina lobifera* (**24.2**) *Sorites orbiculus* (**1.5**)
Perama	37.59	23.35	1/09	0-3	18.85	38.60	*Planogypsina acervalis* (**0.5**)
Vravron	37.56	24.03	5/06	0-3	18.26	38.38	*Amphistegina lobifera* (**55.5**) *Planogypsina acervalis* (**0.5**) *Sorites orbiculus* (**0.5**) *Coscinospira hemprichii* (**0.1**)
Korthi Andros	37.46	24.58	8/01	0-3	24.04	38.18	*Amphistegina lobifera* (**36.8**) *Planogypsina acervalis* (**0.5**) *Sorites orbiculus* (**0.1**)
Kastro Andros	37.51	24.57	8/01	0-3	24.04	38.18	*Amphistegina lobifera* (**34.5**) *Cymbaloporetta plana* (**0.5**) *Coscinospira hemprichii* (**0.1**) *Sorites orbiculus* (**0.1**)

(continued)

Table 1 (continued)

Site	Latitude	Longitude	Date of collection	Water depth (m)	mean monthly Temperature (°C)	mean monthly Salinity (‰)	Alien foraminiferal species (%)
Kastro Andros	37.51	24.57	7/03	0-3	23.26	38.53	***Amphistegina lobifera* (24.6)** ***Coscinospira hemprichii* (1.5)** ***Cymbaloporetta plana* (1.0)** ***Planogypsina acervalis* (1.0)**
Kalamos	38.31	24.14	6/08	0-3	21.53	38.01	***Amphistegina lobifera* (71.2)**
northern Aegean Sea							
Nea Kallikratia	40.23	22.55	6/08	0-3	21.44	37.07	***Cymbaloporetta plana* (10.3)** ***Amphistegina lobifera* (3.0)** ***Coscinospira hemprichii* (0.5)**

Geographical distribution of the determined species is presented in Figure 2; relative percentages are included in Table 1.

Amphistegina lobifera LARSEN 1976

Plate I, Figs 1, 2

Amphistegina lobifera, LARSEN 1976 p. 4, pl. 3, figs. 1-5; pl. 7, fig. 3; pl. 8, fig. 3. -REISS & HOTTINGER 1984 p. 217, fig. G11, G 12 a-c. -MORARIU & HOTTINGER 1988 p. 695, fig. 1 A, B, fig. 2. -HOTTINGER *et al.* 1993 p. 133, pl. 186, figs. 1-10; pl. 187, figs. 1-7; pl. 188, figs. 1-6. –AVŞAR 1997 p. 71, 79. -AVŞAR *et al.* 2001 p. 101-102. -HYAMS *et al.* 2002 p. 174, pl. 1, figs. 2-4. -MERIÇ *et al.* 2004 p. 191, pl. 29, figs. 7-10. –TRIANTAPHYLLOU *et al.* 2009 p. 79, pl.1. figs 1-6.

A. lobifera Larsen belongs to the family Amphisteginidae Cushman and the genus *Amphistegina* d'Orbigny. This species is a flat trochospiral, biconvex, lenticular, large foraminifer. The test is characterized by thick-walls, often globular, with the spiral side being more pronounced than the umbilical side. The main distinctive features of the species are the lobate septa visible on both sides of large adult tests. Younger individuals do not show these strong lobes, and very small specimens are extremely similar to the related species *A. lessonii* (HOHENEGGER *et al.,* 1999).

A. lobifera is a well-known algal symbiont-bearing benthic foraminifer that thrives in warm, clear and nutrient deficient environments (HALLOCK, 1988). The thick-walled test allows it to live in the highest light-water energy levels (HALLOCK, 1981). The geographical distribution of this species comprises the shallow water environments in the Indian, Pacific and Atlantic Oceans (LANGER & HOTTINGER, 2000). According to MORARIU & HOTTINGER (1988) and LANGER & HOTTINGER (2000) the occurrence of living amphisteginids is delimited by the 14° C winter isotherm. Previous studies have shown that *A. lobifera* is a successful Lessepsian immigrant (ZENETOS *et al.,* 2008, 2009) that has

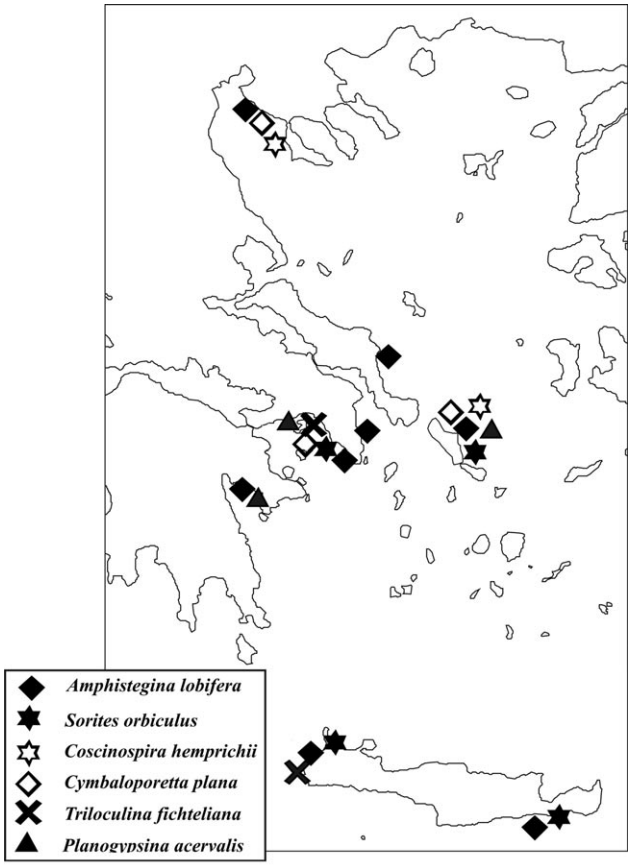


Fig. 2: Distribution of alien migrants in the Greek coastal areas.

been widely distributed in the coastal ecosystems of the Eastern Mediterranean. It has been recorded in Greece (CHERIF, 1970; TRIANTAPHYLLOU *et al.,* 2009) and Cyprus (LANGER & HOTTINGER, 2000), Israel (HYAMS *et al.,* 2002; GRUBER *et al.,* 2007), Lebanon (MONCHARMONTZEI, 1968), the Mediterranean coasts of Turkey (AVŞAR, 1997; MERIÇ *et al.,* 2008), the Sea of Marmara (MERIÇ *et al.,* 2005) and on the coasts of the Maltese Islands (YOKES *et al.,* 2007). In Greece, BLANCVERNET (1969) has recorded *Amphistegina madagascariensis* in the southern part of the Peloponnesus, Castellorizo, Crete and different islands of the southern Aegean Sea, whereas HOLLAUS & HOTTINGER (1997) reported *Amphistegina lessonii* in Crete. These species were not found in our samples, although it must be noted that in a previous study by TRIANTAPHYLLOU *et al.* (2005), *A. lobifera* was incorrectly identified as *A. lessonii,* due to difficulties in distinguishing the younger individuals that do not bear strong lobes. Later, TRIANTAPHYLLOU *et al.* (2009) emended this identification to *A. lobifera.*

In the present study, *A. lobifera,* is the dominant foraminifer species at the southern and central Aegean sites (Fig. 2, Table

Table 2
Origin, pathway and establishment success of the studied alien foraminiferal species in the Greek coastal areas.

Alien foraminiferal species	Origin	Pathway	Establishment success within Greek coastal areas
Amphistegina lobifera Larsen	Indo- Pacific, possibly Atlantic	via Suez/ via Gibraltar	F
Sorites orbiculus Forskål	Indo- Pacific, possibly Atlantic	via Suez/ via Gibraltar	F
Coscinospira hemprichii Ehrenberg	Indo- Pacific, possibly Atlantic	via Suez/ via Gibraltar	R
Cymbaloporetta plana Cushman	Indo- Pacific, possibly Atlantic	via Suez/ via Gibraltar	R
Planogypsina acervalis Brady	Indo- Pacific, possibly Atlantic	via Suez/ via Gibraltar	R
Triloculina fichteliana D' Orbigny	Indo- Pacific, possibly Atlantic	via Suez/ via Gibraltar	R

for origin and pathway see references in the text, establishment success is based on the results of this study

1, 2), usually rising to more than 30% of the foraminiferal assemblages (establishment success: F). In the northern site (N. Kallikratia) it is present with very low abundances (Table 1).

***Sorites orbiculus* (FORSKÅL 1775)**
Plate I, Figs 4, 5

Nautilus orbiculus FORSKÅL 1775 p. 125.
Sorites orbiculus (Forskål) EHRENBERG 1839 p. 134. -LEUTENEGGER 1977 p. 10, text-fig. 2a. -CHENG & ZHENG 1978 p. 198, pl. 17, figs 1-9; pl. 31, figs. 1-3; pl. 32, fig. 1. -REISS & HOTTINGER 1984 p. 205, figs 65a-d. -CIMERMAN & LANGER 1991 p. 50, pl. 51, figs 1-5. -HATTA & UJIIE 1992 p. 80, pl. 17, figs 5a, 6b; pl. 18, figs. 5, 6. -HOTTINGER *et al.* 1993 p. 72, 73, pl. 83, figs 1-13. -MERIÇ *et al.* 2004 p. 115, pl. 17, fig. 8. -MERIÇ *et al.* 2008 p. 315-316, pl. 6, figs 8-14.

S. orbiculus (Forskål) belongs to the family Soritidae Ehrenberg and the genus *Sorites* Ehrenberg. This species is characterized by discoidal test. The initial test part is evolute and planispirally coiled. Annular chambers constructing the main test, surround the older test parts in an evolute matter. All chambers are subdivided into chamberlets by short septula bearing connections to chamberlets of the same and the succeeding chamber (GUDMUNDSSON, 1994). The aperture forms a single row of openings with protruding rims and 8-shaped apertures resulting from cross- like oblique stolons (LOEBLICH & TAPPAN, 1988; RENEMA *et al.,* 2001).

S. orbiculus has been reported as epiphytic on sea grasses and macro-algae usually in shallow warm (14˚C-34˚C) water

(HOHENEGGER, 1994, 1996; TROELSTRA *et al.,* 1996). This species hosts symbiont dinoflagellates (LEUTENEGGER, 1977; LEE & ANDERSON, 1991). It is a cosmopolitan species; common in the Indo-Pacific, the Red Sea and in the Atlantic (LANGER & HOTTINGER, 2000). In the Mediterranean Sea, it is present throughout the entire eastern Mediterranean [e.g., in Israel (YANKO, 1995), Turkey (AVŞAR *et al.,* 2001; MERIÇ, *et al.,* 2008) and Egypt (SAMIR *et al.,* 2003)], but also in the Adriatic (CIMERMAN & LANGER, 1991) and the Tyrrhenian Seas (HOFKER, 1930; LANGER & HOTTINGER, 2000; LANGER, 2008). Furthermore, *S. orbiculus* has been reported from even the Balearic Islands (CRESPÍ, 1922a, 1922b; COLOM, 1942, 1964, 1974; MATEU, 1970; MATEU-VICENS *et al.,* 2010), and the area off Nice (LANGER & HOTTINGER, 2000), indicating that it survives temperatures even lower than 13 °C. *S. orbiculus* is among the larger symbiont-bearing foraminifera which has the widest latitudinal distribution (LANGER & HOTTINGER, 2000; LANGER, 2008). In particular in Greece, *S. orbiculus* presents wide distribution within the Aegean Sea (BLANC-VERNET, 1969), also CHERIF (1970) reported the presence of this species in Naxos, HOLLAUS & HOTTINGER (1997) in Crete and TRIANTAPHYLLOU *et al.* (2005) in Andros. The species was included among the alien immigrants which have penetrated into the Mediterranean Sea (ZENETOS *et al.,* 2008, 2009).

In the present study, *S. orbiculus* was found regularly (Fig. 2) at the central Aegean and southern Aegean sites (establishment success: F), with somewhat higher percentages at Falasarna (7.5% of the foraminiferal fauna; Table 1, 2).

***Coscinospira hemprichii* EHRENBERG 1839**

Plate I, Fig. 3

Coscinospira hemprichii EHRENBERG 1839 p. 131, pl. 2, fig. 2.

Spirolina arietina (Batsch), CUSHMAN 1930 p. 43, pl. 15, figs. 4,5 -CHENG & ZHENG 1978 p. 196, pl. 16, figs. 1, 2 – HATTA & UJIIE 1992 p. 79, pl. 16, figs. 4a, b.

Peneroplis pertusus (Forskål) var. *arietinus* (Batsch), CUSHMAN 1917 p. 88, pl. 36, fig. 2; pl. 37, fig. 5 -BACCAERT 1987 pl. 19, figs. 3a, b; pl. 20, figs. 1, a, b; 3a,b,c; 4a, b, c, d; pl. 21, figs. 1a, b.

Peneroplis arietinus (Batsch), MERIÇ et al. 2008 p. 314, pl. 4, figs 17-19, pl. 5, figs 1-7.

C. hemprichii Ehrenberg belongs to the family Peneroplidae Schultze and the genus *Coscinospira* Ehrenberg. In this species the early chambers are planispirally enrolled and later are uncoiled. The aperture consists of numerous rounded or irregular openings, which are rimmed by strong, everted peristomes. It strongly resembles the genus *Peneroplis,* however easily distinguished by the distinctive ornamental patterns present on the exterior of the shell and by the apertural features (LANGER, 2008).

C. hemprichii is a symbiont-bearing foraminifer exhibiting a global tropical distribution (LANGER, 2008). It is reported from the Indo-Pacific (BACCAERT, 1987; HATTA & UJIIE, 1992), and the Red Sea (HOTTINGER *et al.,* 1993). In the Western Mediterranean, this species has been reported in the Balearic Islands and the Catalan coast (CRESPÍ, 1922a, 1922b; COLOM, 1935, 1942, 1964, 1974; MATEU, 1970; MATEU-VICENS *et al.,* 2010) and the coasts of Provence, France (BLANC-VERNET, 1969), whereas in the Eastern Mediterranean it covers the coastline from

the Adriatic Sea to Greece, Turkey, Lebanon, Israel, the Palestinian Gaza strip, Egypt, Libya and Tunisia. (LANGER, 2008). MERIÇ *et al.* (2008) also reported the presence of this species at several sites along the in the Mediterranean coasts of Turkey under the synonym name *Peneroplis arietinus.* In particular in Greece, *C. hemprichii* has been found in Crete (HOLLAUS & HOTTINGER, 1997), and BLANC-VERNET (1969) recorded it in samples from the Aegean Sea under the name *Spirolina arietina.*

In the present study, *C. hemprichii* is mainly found in the central and northern Aegean sites (Fig. 2, Table 1) in very low abundances, less than 2% (establishment success: R, Table 2).

***Cymbaloporetta plana* (CUSHMAN 1924)**
Plate II, Figs 1, 2

Cymbalopora bulloides (d'Orbigny), BRADY 1884 p. 638, pl. 102, fig. 7.

Trethomphalus bulloides (d'Orbigny), CUSHMAN 1915 p. 26, pl. 14, figs 3, 4.

Trethomphalus bulloides (d'Orbigny) var. *plana,* CUSHMAN 1924 p. 36, pl. 10, fig. 8.

Cymbaloporetta plana (Cushman), WHITTAKER & HODGIKINSON 1979 p. 103, pl. 4, figs 19, 20. -MERIÇ *et al.* 2008 p. 318, pl. 8, figs 2-5.

C. plana (Cushman) belongs to the family Cymbaloporidae Cushman and the genus *Cymbaloporetta* Cushman. In this species the chamber arrangement is trochospiral in early stage, whereas in the later part chambers develop in annular series. Numerous apertures present usually as small circular pores.

C. plana thrives in the shallow water environments of the Pacific Ocean (CUSHMAN, 1915, 1924; CUSHMAN *et al.,* 1954; GRAHAM & MILITANTE, 1959; TODD, 1965; CHENG & ZHENG, 1978; WHITTAKER & HODGIKINSON, 1979; HATTA & UJIIE, 1992) and Red Sea (SAID, 1949). In the Mediterranean Sea, it has been described from the Adriatic and Tyrrhenian Seas (CIMERMAN & LANGER, 1991; SGARRELLA & MONCHARMONT-ZEI, 1993; LANGER & SCHMIDT-SINNS, 2006). Recently, MERIÇ *et al.* (2008) reported this species on the Mediterranean coasts of Turkey, however in the present study it is reported for the first time in the Greek coastal environments.

In this study, *C. plana* occurs mainly at the northern and central Aegean sites (Fig. 2), displaying a peak in relative abundance (4.5%; Table 1) at the site of Mavro Lithari (establishment success: R, Table 2).

***Planogypsina acervalis* (BRADY 1884)**
Plate II, Figs 4, 5

Planogypsina acervalis BRADY 1884 p. 657, pl. 92, fig. 4. -HOTTINGER *et al.* 1993 p. 125, pl. 169, figs. 1-9. -MERIÇ *et al.* 2004 p. 187. -MERIÇ *et al.* 2008 p. 321, pl. 8, figs 9-11.

Planorbulina mediterranensis d'Orbigny, SAID 1949 p. 44, pl. 4, fig. 25.

Planorbulina acervalis Brady, PEREIRA 1979 p. 287, pl. 41, figs L, M. -REISS & HOTTINGER 1984 p. 252, figs G 32 a-b.

P. acervalis Brady belongs to the family Planorbulinidae Schwager and the genus *Planogypsina* Bermudez. The test of this species is composed of numerous chambers, in the early stages it is developed in a spiral, whereas in the later part chambers are arranged in an irregularly annular way. The ventral surface often is covered by a mass of small acervuline chambers. Aperture lipped, in adult forms, at either side of the chamber.

P. acervalis seems to be common in the Atlantic (RICHARDSON, 2006), Indian (PEREIRA, 1979) and Red Seas (SAID,

1949; REISS & HOTTINGER, 1984; HOTTINGER *et al.,* 1993). BLANC-VERNET (1969) described this species from the coasts of Provence, France, whereas MERIÇ *et al.* (2004, 2008), reported this species on the Mediterranean coasts of Turkey. However, we report it for the first time in the Greek coastal environments.

In the present study, *P. acervalis* was found rarely at the central Aegean sites (Fig. 2), and always in very low abundances (establishment success: R); never making up more than 1% of the foraminiferal fauna (Table 1, 2).

***Triloculina fichteliana* D'ORBIGNY 1839**
Plate II, Fig. 3

Triloculina fichteliana D'ORBIGNY 1839, p. 171, pl. 9, figs 8, 10. -GRAHAM & MILITANTE 1959 p. 53, pl. 7, fig. 10. -HOTTINGER *et al.* 1993 p. 65, pl. 66, figs 10-15.

Triloculina cf. *T. fichteliana* d'Orbigny, MERIÇ *et al.* 2008 p. 313, pl. 4, figs 8-12.

T. fichteliana d'Orbigny belongs to the family Hauerinidae Schwager and the genus *Triloculina* d'Orbigny. This species is characterized by subcircular test in front view, somewhat compressed. The wall is ornamented by numerous longitudinal costae. Aperture is terminal, semicircular with a slight tooth.

T. fichteliana thrives in the shallow water environments of the Atlantic Ocean (CUSHMAN, 1922), Pacific Ocean (GRAHAM & MILITANTE, 1959) and Red Sea (HOTTINGER *et al.,* 1993). In the Mediterranean Sea, MERIÇ *et al.* (2008) reported the presence of this species on the Mediterranean coasts of Turkey as *Triloculina* cf. *T. fichteliana.*

In this study, *T. fichteliana* occurs rarely (establishment success: R) at the southern and central Aegean sites (Fig. 2), and always in very low abundances (less than 1% of the foraminiferal fauna; Table 1, 2).

Discussion

In this study, we identified six alien cryptogenic epiphytic foraminiferal species in the Greek coastal areas (Aegean Sea, Eastern Mediterranean). *A. lobifera, S. orbiculus* and *C. hemprichii* are typical symbiont-bearing species, whereas *C. plana, P. acervalis* and *T. fichteliana* are included among the smaller heterotrophic species.

According to LANGER (2008), the modern foraminiferal fauna of the Mediterranean Sea is mainly of Atlantic origin. *A. lobifera, P. acervalis, S. orbiculus* and *C. plana* have been found in the Atlantic (e.g., LANGER & HOTTINGER, 2000) and western Mediterranean (e.g., BLANC-VERNET, 1969; CIMERMAN & LANGER, 1991; SGARRELLA & MONCHARMONT-ZEI, 1993; LANGER & SCHMIDT-SINNS, 2006; MATEU-VICENS *et al.,* 2010). Furthermore, MERIÇ *et al.* (2007) have already reported *C. hemprichii* and *A. lobifera* in Middle-Late Holocene coastal deposits of the Bosphorus Marmara Sea, whereas *C. hemprichii* and *S. orbiculus* have also been found in low abundances in middle Aegean coastal deposits of approx. 1.0 Ka BP (TRIANTAPHYLLOU *et al.,* unpublished data). Their presence can be attributed to migration from the Atlantic during warm Pleistocene - Holocene events (Table 2).

However, after the opening of the Suez Canal, a number of tropical Red Sea foraminifera slowly migrated into the eastern Mediterranean Sea (HYAMS *et al.,* 2002; LANGER, 2008). Nowadays, many foraminiferal species of Indo-Pacific origin have been documented in the eastern Mediterranean (e.g., AVŞAR, 1997; HYAMS *et al.,* 2002; SAMIR *et al.,* 2003; MERIÇ *et al.,*

2005, 2008; GRUBER *et al.,* 2007; YOKEŞ *et al.,* 2007; LANGER, 2008; TRIANTAPHYLLOU *et al.,* 2009; ZENETOS *et al.,* 2009). The larger symbiont-bearing foraminifera species prefer warm, saline, tropical seas and their distribution is strongly constrained by water temperature (LANGER & HOTTINGER, 2000). In addition, the smaller non-symbiont-bearing tropical foraminifera, although lacking in endosymbionts, exhibit distributional limitations affected by temperature (LANGER, 2008). If we consider the alien epiphytic foraminiferal species in the Greek coastal areas as Lessepsian immigrants, during their invasion into the eastern Mediterranean Sea, they extended their range along a pathway of introduction similar to many other Red Sea aliens, i.e. from Suez Canal eastwards, along the Levantine coast and then northwards along the Turkish coast to the Aegean Sea.

Our findings present additional data on the distributional range and settlement of *A. lobifera, S. orbiculus* and *C. hemprichii* and extend the range of *C. plana, P. acervalis* and *T. fichteliana* in the Greek coastal ecosystems. The foraminiferal assemblages at the southern and central Aegean sites are characterized by a high proportion of alien immigrants that particularly account for more than 30% of the assemblages. In the northern site the alien species present an abrupt decrease, in agreement with the lower sea temperature values. Concerning their establishment success in the studied coastal ecosystems, they are considered as rare except for *A. lobifera* and *S. orbiculus,* which are frequent (see Table 2). Their distribution can be associated with several pathways, via the Atlantic during the interglacial warm periods of the Pleistocene-Holocene or fairly recent invasions, now well established, most probably via the Suez Canal (LANGER, 2008; present study).

Their high relative abundance is the result of the very successful adaptation of these species to local conditions in the coastal environments, in relation to an increasing trend in Mediterranean water temperatures over the last 30 years, as a possible result of human-induced global warming (THEOCHARIS, 2008; VARGAS-YÁÑEZ *et al.,* 2008; LEJEUSNE *et al.,* in press).

The importance of alien immigrants in terms of abundance and distribution range as reported by this study, suggest that particularly *A. lobifera* and *S. orbiculus* are now well established in the Aegean coastal ecosystems, representing a mixed Atlantic-Mediterranean and Red Sea (up to approx. 70%) foraminiferal composition. Future studies on a seasonal basis will reveal the role of environmental conditions and climate change on the alien species composition and biogeography in the Aegean Sea.

Acknowledgements

Financial support for this study was provided by Research Project 70/4/8644 of the University of Athens. Special thanks are due to L. Hottinger and the journal Editor A. Zenetos for providing constructive criticism on the manuscript.

References

AVŞAR, N., 1997. Foraminifera of the Eastern Mediterranean Costline. *Ç.Ü. Yerbilimleri (Geosound)*, 31: 67-81.

AVŞAR, N., MERIÇ, E. & ERGIN, M., 2001. Iskenderun Körfezi bentojenik sedimentlerinin foraminifer içeriği. *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri,* 24: 97-112.

BACCAERT, J., 1987. *Distribution patterns and taxonomy of benthic foraminifera in the Lizard Island Reef Complex, north-*

ern Great Barrier Reef, Australia. Ph.D. Thesis, Universite de Liege, Belgium, 661 pp.

BLANC-VERNET, L., 1969. Contribution à l'étude des foraminifères de Méditerranée. *Recueil des Travaux de la Station Marine d 'Endoume,* 48: 1-281.

BRADY, H.B., 1884. Report on the Foraminifera dredged by H.M.S. "Challenger" during the years 1873-1876. Reports of the Scientific Results of the Voyage of the H.M.S. *Challenger (Zoology),* 9: 814 pp.

CARLTON, J.T., 1996. Biological invasions and cryptogenic species. *Ecology,* 77 (6): 1653-1655.

CHENG, T.C. & ZHENG, S.Y., 1978. The Recent foraminifers of the Xisha Islands, Guangdong Province, China I. *Studia Marina Sinica,* 12: 149-227.

CHERIF, O.H., 1970. *Die Miliolacea der West-Küste von Naxos* (Griechenland) *und ihre Lebensbereiche.* Ph.D. Thesis, University of Claustal, Germany, 175 pp.

CIMERMAN, F. & LANGER, M.R., 1991. *Mediterranean foraminifera.* Ljubljana: Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, 118 pp.

COLOM, G., 1935. Las especies de la familia Peneroplidae actuales y fósiles de las Baleares. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, Madrid,* 35: 83-102.

COLOM, G., 1942. Una contribución al conocimiento de los foraminíferos de la bahía de Palma de Mallorca. *Notas y Resúmenes del Instituto Español de Oceanografía.* Ser. II, 108: 1-53.

COLOM, G., 1964. Estudios sobre la sedimentación costera balear (Mallorca-Menorca). *Memorias de la Real Acadèmia de Ciencias y Artes de Barcelona,* 34: 495-550.

COLOM, G., 1974. Foraminíferos Ibéricos. Introducción al estudio de las especies bentonicas recientes. *Investigación Pesquera,* 38 (1): 1-245.

CRESPÍ, A., 1922a. Alguns foraminífers de les Balears. *Butlletí de la Institució Catalana d'Historia Natural,* 92 pp.

CRESPÍ, A., 1922b. *Contribució a l'estudi dels foraminífers de les Balears.* La sèrie peneróplica balear. Butlletí de la Institució Catalana d'História Natural, 18 pp.

CUSHMAN, J.A., 1915. A monograph of the Foraminifera of the North Pacific Ocean. Part 5. Rotaliidae. *Bulletin - United States National Museum,* 71 (5): 87 pp.

CUSHMAN, J.A., 1917. A monograph of the foraminifera of the North Pacific Ocean. Part 6. Miliolidae. *Bulletin - United States National Museum,* 71 (6): 108 pp.

CUSHMAN, J.A., 1922. Shallow-water foraminifera of the Tortugas region. *Washington: Carnegie Institution. Publication,* 311: 85 pp.

CUSHMAN, J.A., 1924. Samoan foraminifera. *Washington: Carnegie Institution. Publication,* 342: 75 pp.

CUSHMAN, J.A., 1930. The foraminifers of the Atlantic Ocean. Pt. 7. Nonionidae, Camerinidae, Peneroplidae and Alveolinidae. *Bulletin - United States National Museum,* 104 (7): 79 pp.

CUSHMAN, J.A., TODD, R. & POST, R.J., 1954. Recent foraminifera of the Marshall Islands. *U. S. Geological Survey, Professional Paper,* 260-H: 319-384.

D'ORBIGNY A., 1839. Foraminifères. In: Sagra, R. de., (Ed.), *Histoire Physique, Polytique et Naturelle de l' lle de Cuba.* Paris: Arthus Bertrand, 224 pp.

EHRENBERG, C.G., 1839. *Über die Bildung der Kreidefelsen und des Kreidemergels durch unusichtbare Organiismen.* Physikalische Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 59-147.

FORSKÁL, P., 1775. *Descriptiones animalium avium, amphibiorum, piscium, insectorum, vermium; quæ in itinere orientali observavit Petrus Forskål.* Post mortem auctoris edidit Carsten Niebuhr. Adjuncta est materia medica Kahirina atque tabula maris rubri geographica. Hauniæ. (Mölleri), 164 pp.

GOLANI, D., 1998. Distribution of lessepsian migrant fish in the Mediterranean. *Italian Journal of Zoology,* 65: 95-99.

GRAHAM, J.J. & MILITANTE, O.J., 1959. *Recent foraminifera from the Puerto Galera area, northern Mindoro, Philippines.* Palo Alto: Stanford University. Publications in the Geological Sciences, 6 (2): 170 pp.

GRUBER, L., LAZAR, S., HYAMS, O., SIVAN, D., HERUT, B. & ALMOGI-LABIN, A., 2007. *Amphistegina lobifera,* a larger symbiont-bearing foraminiferal migrant from the Red Sea, now dominates rocky coasts of the Israeli Mediterranean. *Geophysical Research Abstracts,* 9.

GUDMUNDSSON, G., 1994. Phylogeny, ontogeny and systematics of Recent Soritacea Ehrenberg 1839 (Foraminiferida). *Micropaleontology,* 40 (2): 101-155.

HALLOCK, P., 1981. Algal symbiosis: a mathematical analysis. *Marine Biology,* 62: 249-255.

HALLOCK, P., 1988. The role of nutrient availability in bioerosion: consequences to carbonate buildups. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology,* 63: 275-291.

HATTA, A. & UJIIE, H., 1992. Benthic foraminifera from Coral Sea between Ishigaki and Iriomote Islands. Southern Ryukyu Island Arc, northwestern Pacific. *Bulletin of the College of Science, University of the Ryukyus,* 54: 163-287.

HOFKER, J., 1930. Notizen über die Foraminiferen des Golfes von Neapel. *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli,* 10 (3): 366-406.

HOHENEGGER, J., 1994. Distribution of living larger foraminifera NW of Sesoko-Jima, Okinawa, Japan. *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli, Marine Ecology,* 15: 291-334.

HOHENEGGER, J., 1996. Remarks on the distribution of larger foraminifera (Protozoa) from Belau (Western Carolines). *Occasional Papers, Kagoshima University Research Center for the South Pacific,* 30: 85-90.

HOHENEGGER, J., YORDANOVA, E., NAKANO, Y. & TATZREITER, F., 1999. Habitats of larger foraminifera on the upper reef slope of Sesoko Island, Okinawa, Japan. *Marine Micropaleontology,* 36 (2-3): 109-168.

HOLLAUS, S.S. & HOTTINGER, L., 1997. Temperature dependence of endosymbiotic relationships? Evidence from the depth range of Mediterranean *Amphistegina lessonii* (Foraminiferida) trunucated by the thermocline. *Eclogae geologicae Helvetiae,* 90: 591-597.

HOTTINGER, L., HALICZ, E. & REISS, Z., 1993. *Recent foraminiferida from the Gulf of Aqaba, Red Sea.* Ljubljana: Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, 179 pp.

HYAMS, O., ALMOGI-LABIN, A. & BENJAMINIA, C., 2002. Larger foraminifera of the southeastern Mediterranean shallow continental shelf off Israel. *Israel Journal of Earth Sciences,* 51 (3-4): 169-179.

LANGER, M.R., 2008. Foraminifera from the Mediterranean and the Red Sea. p. 399-417. In: *Aqaba-Eilat, the Improbable Gulf. Environment, Biodiversity and Preservation.* F.D. Por (Ed.), Magnes Press.

LANGER, M.R. & HOTTINGER, L., 2000.

Biogeography of selected "larger" foraminifera, *Micropaleontology,* 46 (Suppl. 1): 105-126.

LANGER, M.R., & SCHMIDT-SINNS, J., 2006. *The 100 most common Foraminifera from the Bay of Fetovaia, Elba Island (Mediterranean Sea).* Monographie im Selbstverlag, Institut für Paläontologie, Universität Bonn, 37 pp.

LARSEN, A.R., 1976. Studies of Recent *Amphistegina,* taxonomy and some ecological aspects. *Israel Journal of Earth Sciences,* 25: 1-26.

LEE, J.J., & ANDERSON, O.R., 1991. Symbiosis in foraminifera. p. 157-220. In: Lee, J.J. & Anderson, O.R. (Eds), *Biology of Foraminifera.* Academic Press, London.

LEJEUSNE, C., CHEVALDONNÉ, P., PERGENT-MARTINI, C., BOUDOURESQUE, C.F. & PÉREZ, T., 2009. Climate change effects on a miniature ocean: the highly diverse, highly impacted Mediterranean Sea. Trends in Ecology & Evolution, 25 (4): 250-260.

LEUTENEGGER, S., 1977. Ultrastructure de foraminifères perforés et imperforés ainsi que leurs symbiotes. *Cahiers de Micropaléontologie,* 3: 1-52.

LOEBLICH, A.R. & TAPPAN, H., 1988. *Foraminiferal Genera and their Classification.* New York: Van Nostrand and Reinhold, (2 vols), 2047 pp.

MATEU, G., 1970. Estudio sistemático y bioecológico de los foraminíferos vivientes de los litorales de Cataluña y Baleares. *Trabajos del Instituto Español de Oceanografía,* 38: 1-84.

MATEU-VICENS, G., BOX, A., DEUDERO, S. & RODRÍGUEZ B., 2010. Comparative analysis of epiphytic foraminífera in sediments colonized by seagrass Posidonia ocenaica and invasive macroalgae Caulerpa spp. *Journal of Foraminiferal Research,* 40: 134-147.

MERIÇ, E., AVŞAR, N. & BERGIN, F., 2004. Benthic foraminifera of Eastern Aegean Sea (Turkey) Systematics and Autoecology. *Chamber of Geological Engineers of Turkey and Turkish Marine Research Foundation,* Publication No 18, 306 pp.

MERIÇ, E., AVŞAR, N., NAZIK, A., ALPAR, B., YOKEŞ, B., BARUT, IF. & UNLU, S., 2005. Gemlik Körfezi Yüzey Çökellerinin Foraminifer, Ostrakod ve Mollusk Faunası, Foraminifer Kavkılarında Gözlenen Morfolojik Anomaliler ile Bölgenin Sedimentolojik, Hidrokimyasal ve Biokimyasal Özellikleri. *Maden Tetkik Arama Dergisi,* 131: 21-48.

MERIÇ, E., AVŞAR, N. & YOKEŞ, M.B., 2008. Some alien foraminifers along the Aegean and southwestern coasts of Turkey. *Micropaleontology,* 54 (3-4): 307-349.

MERIÇ, E., GÖRMÜS, M. & AVŞAR, N., 2007. Holocene geologic history of the Golden Horn (Istanbul, NW Turkey) based on foraminiferal data. *Journal of Asian Earth Sciences,* 30 (2): 353-363.

MONCHARMONT-ZEI, M.,1968. I foraminiferi di alcuni campioni di fondo prelevati lungo la costa di Beirut (Libano). *Bolletino della Società dei Naturalisti in Napoli,* 77: 3-34.

MORARIU, A. & HOTTINGER, L., 1988. Amphisteginids: specific identification, dimorfizm, coiling direction and provincialism. *Revue de Paléobiologie,* 2: 695-698.

MURRAY, J.W. & BOWSER, S.S., 2000. Mortality, protoplasm decay rate, and reliability of staining techniques to recognise 'living' foraminifera: a review. *Journal of Foraminiferal Research,* 30 (1): 66-70.

PEREIRA, C.P.G., 1979. *Foraminiferal distribution and ecology in the fringing reef complex of the coast, near Mombassa, Kenya.* Ph. D. thesis. University of Wales, 480 pp.

POR, F.D., 1978. *Lessepsian migration: the in flux of Red Sea biota into the Mediterranean Sea by way of the Suez Canal.* Berlin: Springer-Verlag, 228 pp.

POULOS, S.E., DRAKOPOULOS, P.G. & COLLINS, M.B., 1997. Seasonal variability in sea surface oceanographic conditions in the Aegean Sea (Eastern Mediterranean): an overview. *Journal of Marine Systems,* 13 (1-4): 225-244.

REISS, Z. & HOTTINGER, L., 1984. The Gulf of Aqaba: Ecological micropaleontology. Springer-Verlag, Berlin, Federal Republic of Germany, 354 pp.

RENEMA, W., HOEKSEMA, B.W. & VAN HINTE J.E., 2001. Larger benthic foraminifera and their distribution patterns on the Spermonde shelf, South Sulawesi. *Zoologische Verhandelingen, Leiden,* 334: 115-149.

RICHARDSON, S.L., 2006. Response of epiphytic foraminiferal communities to natural eutrophication in seagrass habitats off Man O'War Cay, Belize. *Marine Ecology,* 27: 404-416.

SAID, R., 1949. Foraminifera of the northern Red Sea. *Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research, Special publication,* 26: 1-44.

SAMIR, A.M., ABDOU, H.F., ZAZOU. S.M. & EL-MENHAWEY, W.H., 2003. Cluster analysis of recent benthic foraminifera from the Northwestern Mediterranean coast of Egypt. *Revue de Micropaleontologie,* 46: 111-130.

SGARRELLA, F. & MONCHARMONT-ZEI, M., 1993. Benthic foraminifera of the Gulf of Naples (Italy), systematics and autoecology. *Bolletino della Societa Paleontologica Italiana,* 32 (2): 145-264.

STREFTARIS, N. & ZENETOS, A., 2006. Alien marine species in the Mediterranean - the 100 'worst invasives'and their impacts. *Mediterranean Marine Science,* 7 (1): 87-118.

THEOCHARIS, A., 2008. Do we expect significant changes in the Thermohaline Circulation in the Mediterranean in relation to the observed surface layers warming? p. 25-30. In: Briand, F. (Ed.), *Climate Warming and Related Changes in Mediterranean Marine Biota,* CIESM Workshop Monographs, Monaco, No 35.

TODD, R., 1965. *The foraminifera of the Tropical Pacific Collections of the "Albatross" 1894-1900, Part 4, Rotaliform families and planktonic families.* Washington: United States National Museum, Bulletin, no. 161, 139 pp.

TRIANTAPHYLLOU, M.V., KOUKOUSIOURA, O. & DIMIZA, M.D., 2009. The presence of Indo-Pacific symbiont-bearing foraminifer *Amphistegina lobifera* in Greek coastal ecosystems (Aegean Sea, Eastern Mediterranean). *Mediterranean Marine Science,* 10 (2): 73-85.

TRIANTAPHYLLOU, M.V., TSOUROU, T., KOUKOUSIOURA, O. & DERMITZAKIS, M.D., 2005. Comparative ecological studies of epiphytal ostracods and benthic foraminifers in the middle Aegean Sea, Greece. *Revue de Micropaleontologie,* 48: 279-302.

TRIANTAPHYLLOU, M.V., ZIVERI, P. & TSELEPIDES, A., 2004. Coccolithophore export production and response to seasonal surface water variability in the oligotrophic Cretan Sea (Mediterranean). *Micropaleontology,* 50 (Suppl. 1): 127-144.

TROELSTRA, S.R., JONKERS, H.M. & DE RIJK, S., 1996. Larger foraminifera

from the Spermonde Archipelago (Sulawesi, Indonesia). *Scripta Geologica,* 113: 93-120.

VARGAS-YÁÑEZ, M., GARCÍA, M.J., SALAT, J., GARCÍA-MARTÍNEZ, M.C., PASCUAL, J. & MOYA., F., 2008. Warming trends and decadal variability in the Western Mediterranean shelf. *Global and Planetary Change,* 63 (2-3): 177-184.

WALTON, W.R., 1952. Technique for recognition of living foraminifera. *Contributions from the Cushman Foundation for Foraminiferal Research,* 3: 56-60.

WHITTAKER, J.E., & HODGIKINSON, R.L., 1979. Foraminifera of the Togopi Formation, eastern Sabah, Malaysia. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Geology Series,* 31 (1): 1-120.

YANKO, V., 1995. Benthic foraminifera as indicators of heavy metal pollution along Israeli Coasts (Cruise AVI-1, May, 1993), In: Yanko, V. (Ed.), Avicenna (AVI CT92-0007), *Benthic foraminifera as indicators of heavy metal pollution-a new kind of biological monitoring for the Mediterranean.* Task 5, 58-152 Tel Aviv.

YOKEŞ, B., MERIÇ, E. & AVŞAR, N., 2007. On the presence of alien foraminifera Amphistegina lobifera Larsen on the coasts of the Maltese Islands. *Aquatic Invasions,* 2 (4): 439-441.

ZENETOS, A., ÇINAR, M.E., PANCUCCI-PAPADOPOULOU, M.A., HARMELIN, J.G., FURNARI, G., ANDALORO, F., BELLOU, N., STREFTARIS, N. & ZIBROWIUS, H., 2005. Annotated list of marine alien species in the Mediterranean with records of the worst invasive species. *Mediterranean Marine Science,* 6 (2): 63-118.

ZENETOS, A., MERIÇ, E., VERLAQUE, M., GALLI, P., BOUDOURESQUE, C.F., GIANGRANDE, A., ÇINAR, M.E. & BILECENOGLU, M., 2008. Additions to the annotated list of marine alien biota in the Mediterranean with special emphasis on Foraminifera and Parasites. *Mediterranean Marine Science,* 9 (1): 119-165.

ZENETOS, A., PANCUCCI-PAPADOPOULOU, M.A., ZOGARIS, S., PAPASTERGIADOU, E., VARDAKAS, L., ALIGIZAKI, K. & ECONOMOU, A.N., 2009. Aquatic alien species in Greece (2009): tracking sources, patterns and effects on the ecosystem. *Journal of Biological Research-Thessaloniki,* 12: 135-172.

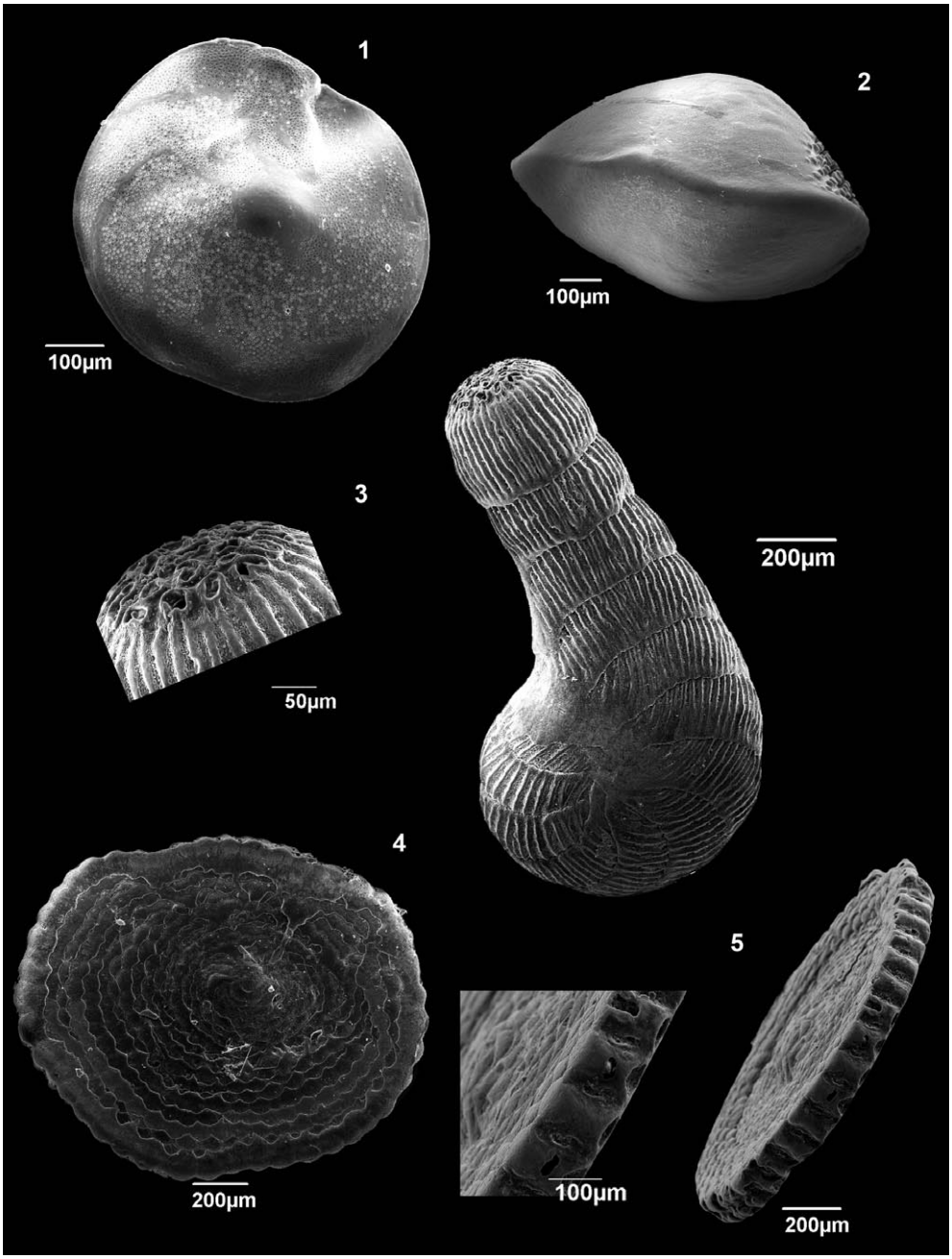


Plate I

1 *Amphistegina lobifera* Larsen, dorsal view, Mavro Lithari site, **2** *Amphistegina lobifera* Larsen, peripheral view, Chrissi site, **3** *Coscinospira hemprichii* Ehrenberg, side view and apertural detail, N. Kallikratia site, **4** *Sorites orbiculus* Forskål, side view, Mavro Lithari site, **5** *Sorites orbiculus* Forskål, peripheral view and detail of the single row of apertures, Vravron site.

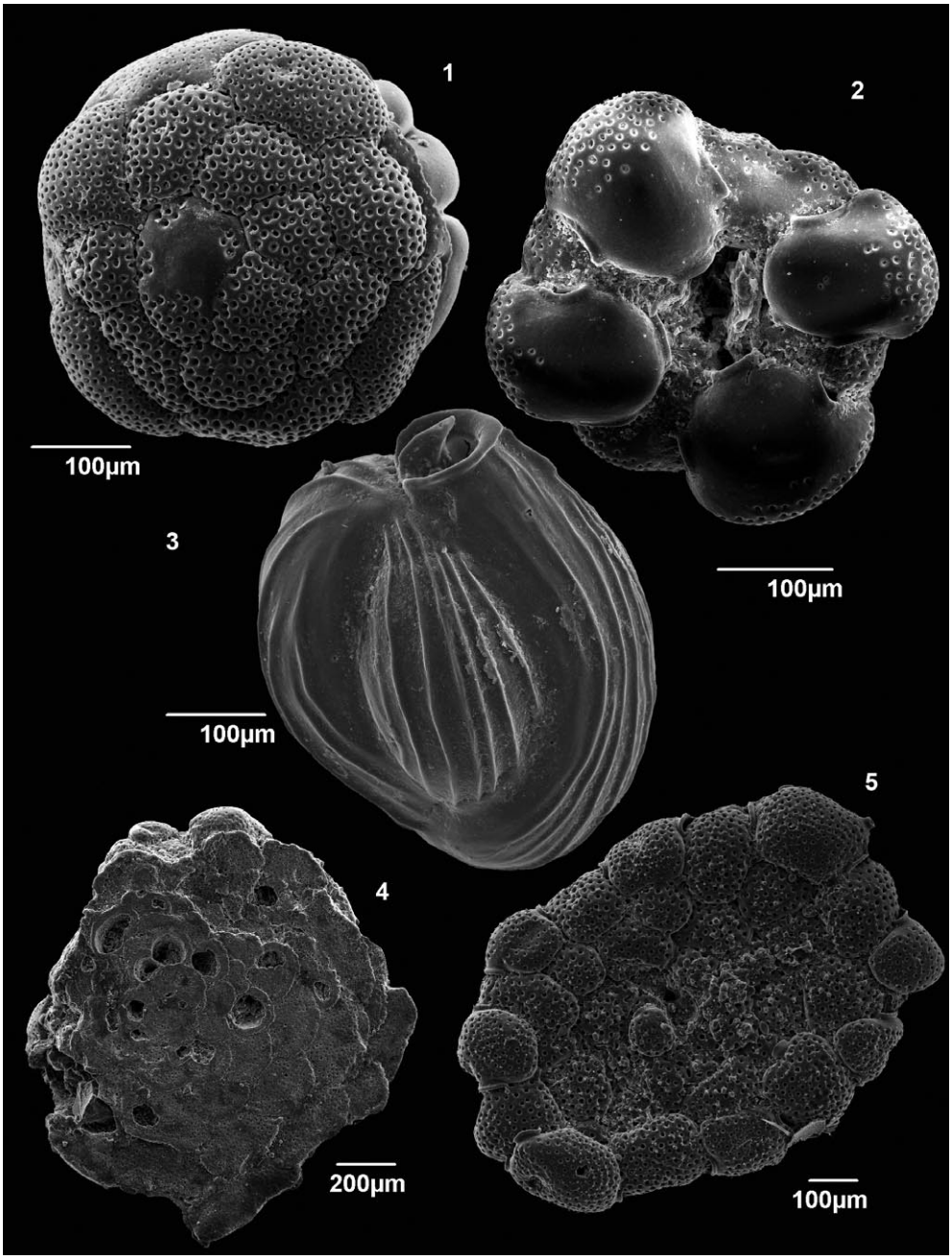


Plate II

1 *Cymbaloporetta plana* Cushman, dorsal view, Mavro Lithari site, **2** *Cymbaloporetta plana* Cushman, ventral view, Mavro Lithari site, **3** *Triloculina fichteliana* D' Orbigny, side view, Mavro Lithari, **4** *Planogypsina acervalis* Brady, ventral view, Vravron site, **5** *Planogypsina acervalis* Brady, dorsal view, Mavro Lithari site.

Mediterranean Marine Science
Volume 10/2, 2009, 73-85

The presence of the Indo-Pacific symbiont-bearing foraminifer *Amphistegina lobifera* in Greek coastal ecosystems (Aegean Sea, Eastern Mediterranean)

M.V. TRIANTAPHYLLOU, O. KOUKOUSIOURA and M.D. DIMIZA

University of Athens, Faculty of Geology & Geoenvironment,
Dept. of Historical Geology-Paleontology,
Panepistimiopolis 15784, Athens, Greece

e-mail: mtriant@geol.uoa.gr

Abstract

During the last decades, hundreds of species of Indo-Pacific origin from the Red Sea have traversed the Suez Canal and settled in the Eastern Mediterranean. Nowadays, Amphistegina lobifera Larsen, the most common epiphytic, symbiont- bearing large foraminifer, is known to be a successful immigrant that is widely distributed in the coastal ecosystems of the Eastern Mediterranean Sea. In this study, we provide additional sites of occurrences on distributional range and settlement of A. lobifera in the Greek coastal ecosystems. The high relative abundances recorded are the result of very successful inhabitation of this species in the Aegean ecosystems and suggest that it has become significant part of the epiphytic foraminiferal fauna

Keywords: *Amphistegina lobifera;* benthic foraminifers; Lessepsian immigrants; Aegean Sea; Greece.

Introduction

A large number of invaders of the Red Sea foraminifer species have been introduced into the Eastern Mediterranean, migrating through the Suez Canal (HYAMS *et al.,* 2002; ZENETOS *et al.,* 2005, 2008; STREFTARIS & ZENETOS, 2006; HYAMS-KAPHZAN *et al.,* 2008; LANGER, 2008a; MERIÇ *et al.,* 2008). Among these Lessepsian species, *Amphistegina lobifera* Larsen is the most abundant (e.g. CHERIF, 1970; AVŞAR, 1997; HOLLAUS & HOTTINGER, 1997; LANGER & HOTTINGER, 2000; HYAMS *et al.,* 2002; TRIANTAPHYLLOU *et al.,* 2005; KOUKOUSIOURA *et al.,* 2006; GRUBER *et al.,* 2007; LANGER, 2008a; MERIÇ, *et al.,* 2008). However, whether all Mediterranean amphisteginids are true Lessepsian migrants or of Atlantic origin remains still an open question (LANGER, 2008a).

A. lobifera is an oligotrophic large foraminifer that bears diatom symbionts worldwide (REISS & HOTTINGER, 1984; HALLOCK, 1988; LANGER &

HOTTINGER, 2000). Furthermore, it has a fossil record of roughly 50 million years (LOEBLICH & TAPPAN, 1988) and is known to have been a major carbonate producing foraminifera of tropical carbonate shelf sediments during that time (LANGER, 2008b). *A. lobifera* lives predominantly on hard and phytal substrates at low to mid depth in tropical and subtropical seas (HANSEN & BUCHARDT, 1977; HALLOCK, 1984; HOHENEGGER, 1994; HOHENEGGER, 1996; HALLOCK, 1999; HOHENEGGER *et al.,* 1999; RENEMA & TROELSTRA, 2001) and limited experimental evidence suggest that it prefers mid to high light conditions (HALLOCK, 1981).

The Aegean Sea, with the geographical distribution of the various island chains, irregular bottom topography, river outflows from the mainland, as well as the high seasonality in sea surface temperatures, solar radiation, and surface water circulation, represents an important field area for study of modern foraminiferal assemblages. Already, previous studies (TRIANTAPHYLLOU *et al.,* 2005; KOUKOUSIOURA *et al.,* 2006) have used benthic foraminiferal distribution patterns as proxies of anthropogenic perturbation on the natural composition of Aegean coastal ecosystems.

In the present paper we provide additional data on the distributional range of *Amphistegina,* so as to understand its role as an immigrant species in the coastal ecosystems of the Aegean Sea.

Material and Methods

Algal samples were collected (Fig. 1, Table 1) during several sampling periods between 2001 and 2009 in the coastal ecosystems of southern Aegean Sea (Falasarna and Chrissi), central Aegean Sea (Porto Heli, Mavro Lithari, Vravron, Kalamos, Andros - Korthi and Kastro gulfs) and northern Aegean Sea (Katerini, N. Kallikratia and Avdira). Samples consisting of red (*Jania, Amphiroa* and *Corallina*), brown (*Halopteris* and *Padina*) and green algae (*Enteromorpha*), were collected by diving (sampled depths varying between 0.2-3m). Algal samples were carefully cut above the sediment surface to avoid contamination by sediment-dwelling species. Sample location, date of collection and relevant temperature and salinity data are presented in Table 1.

Samples were stored in high-walled plastic bowls and stained with an ethanol-Rose Bengal solution to distinguish between living (stained) and dead (unstained) foraminifera (WALTON, 1952; MURRAY & BOWSER, 2000). In the laboratory, the algal samples were sieved through the >63 μm size fraction and dried at 60°C. At least 300 living foraminifera were separated from the micropaleontological samples, picked under a Leica S4E stereozoom binocular microscope and identified following the generic classification of LOEBLICH & TAPPAN (1988).

Living specimens of *A. lobifera* were also examined using a Jeol JSM 6360 Scanning Electron Microscope (SEM), (University of Athens, Department of Historical Geology and Palaeontology), in order to observe external and internal test morphological details. The specimens for SEM investigations were rinsed in distilled water, dried in a desiccator, attached to a copper electron microscope stub using a double-sided adhesive tape and coated with gold.

Hierarchical Q-mode cluster analysis (Ward's method and Euclidean distances as a similarity index) was used to estimate similarities in species composition between the sampling sites. Analysis was applied to 12 genera that exceeded 5% of the total assemblage in at least one sample. Hierarchi-

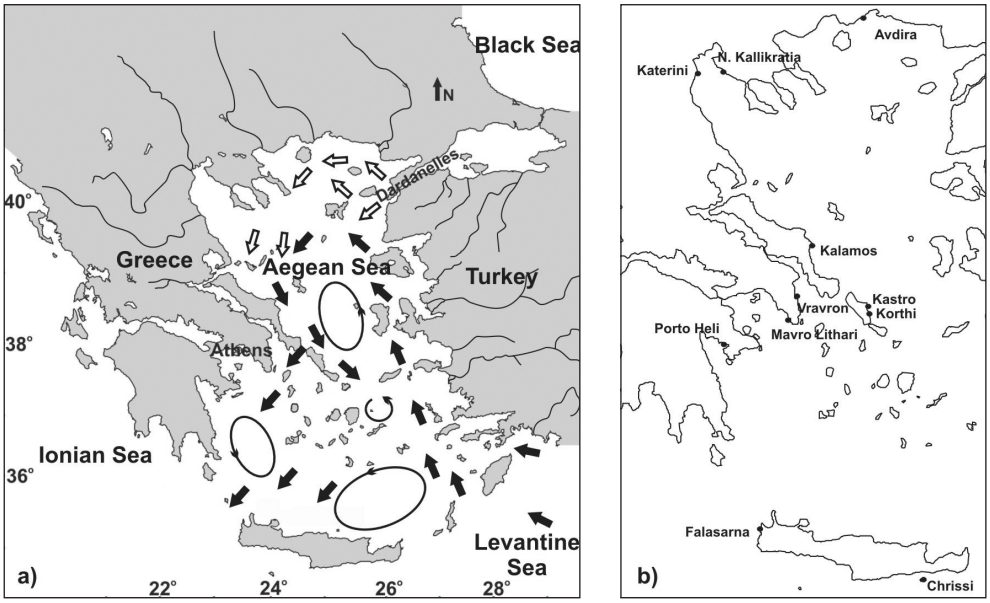


Fig. 1: a Location of the study area in the Aegean Sea and principal circulation patterns of the surface waters, in winter (open arrows) and summer (closed arrows). Arrowed ovals denote cyclones (based on data from Lacombe & Tchernia, 1972; Theocharis & Georgopoulos, 1993; Poulos *et al.,* 1997). b Locations of sampling sites.

Table 1
Location data and relative abundances of *A. lobifera* (source for the mean monthly temperature and salinity: NODC (Levitus) World Ocean Atlas Data http://www.cdc.noaa.gov).

Site	Latitude	Longitude	Date of collection	Water depth (m)	mean monthly Temperature (°C)	mean monthly Salinity (‰)	*Amphistegina lobifera* (%)
Chrissi	**34.58**	**25.39**	**7/06**	**0-3**	**24.45**	**39.03**	**42.5**
Falasarna	**35.29**	**23.34**	**7/06**	**0-3**	**24.16**	**38.86**	**26.5**
Porto Heli	**37.27**	**23.06**	**9/07**	**0-3**	**23.05**	**38.40**	**32.0**
Mavro Lithari	**37.43**	**23.56**	**10/06**	**0-3**	**21.07**	**38.51**	**34.0**
Vravron	**37.56**	**24.03**	**5/06**	**0-3**	**18.26**	**38.38**	**55.5**
Korthi Andros	**37.46**	**24.58**	**8/01**	**0-3**	**24.04**	**38.18**	**36.8**
Kastro Andros	**37.51**	**24.57**	**8/01**	**0-3**	**24.04**	**38.18**	**34.5**
Kalamos	**38.31**	**24.14**	**6/08**	**0-3**	**21.53**	**38.01**	**71.2**
Katerini	**40.23**	**22.39**	**6/08**	**0-3**	**21.44**	**37.07**	**0.0**
Nea Kallikratia	**40.23**	**22.55**	**6/08**	**0-3**	**21.44**	**37.07**	**3.0**
Avdira	**40.56**	**24.57**	**6/08**	**0-3**	**21.41**	**35.52**	**0.0**

cal agglomerative clustering was performed using SPSS (version 10.1) statistical software.

All the samples and the SEM micrographs are kept in the collections of the Museum of Paleontology and Geology of the University of Athens.

Results

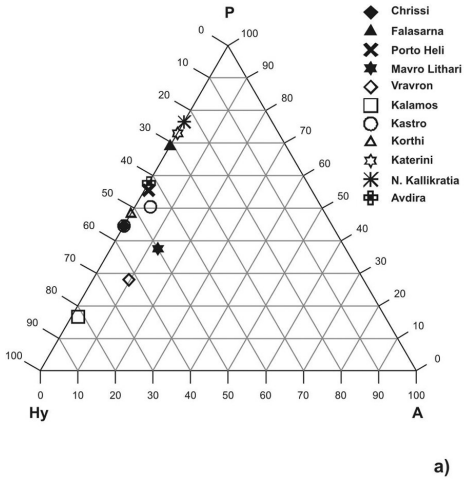
Temperature and Salinity

During the samplings the surface water showed a mean monthly temperature higher than 18.26˚C, whereas salinity varied between 35.52‰ and 39.03‰ (Table 1). The highest temperature was observed in July (24.45˚C) at Chrissi and the lowest (18.26˚C) in May at Vravron. Salinity increased towards south, where surface higher values were found at the southernmost sampling site (Chrissi). The high river discharges into semi-closed gulfs of the northern Aegean Sea (Fig. 1) caused low salinity at the sampling sites of Avdira, Katerini and N. Kallikratia.

Foraminiferal community structure

Benthic foraminifera were rich in all the studied samples. In general, the foraminiferal assemblages were dominated by genera with calcareous tests (hyaline and porcelaneous).

The porcelaneous forms (Fig. 2a, b) comprise an important component of the fauna, comprising about 50% of the total assemblages and are mainly represented by members of the genera *Peneroplis, Quinqueloculina, Miliolinella, Sorites* and *Triloculina.* The hyaline taxa (Fig. 2a, b) generally showed high relative abundances (comprising about 40% of the total assemblages) and are represented mostly by the genera *Amphistegina, Rosalina, Elphidium, Ammonia, As-*



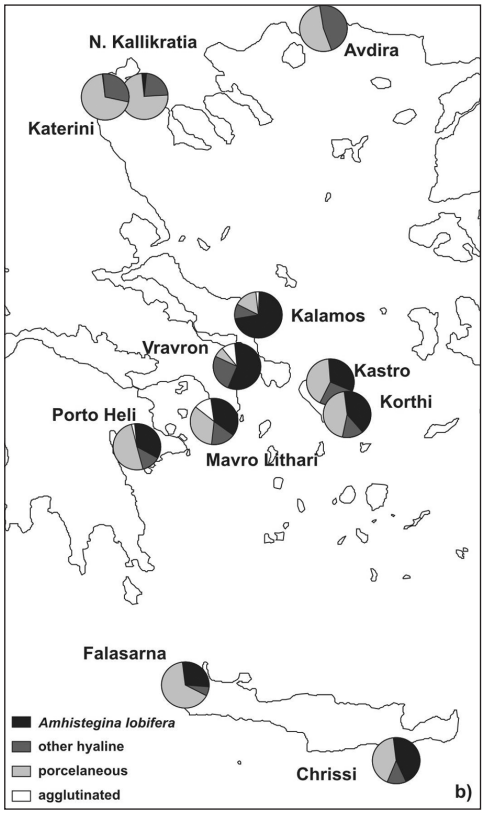


Fig. 2: a Ternary plot of walls for foraminiferal assemblages (triangle corners represent 100% of the labeled component: A= agglutinated, P= porcelaneous, Hy= hyaline). b Pie charts determining the distribution of *A. lobifera* for each studied site.

terigerina and *Cymbaloporetta.* Agglutinated components (Fig. 2a, b) are rare with low frequencies (less than 15% of the foraminiferal assemblage), mainly represented by *Textularia* species.

The most abundant species is the hyaline *A. lobifera* Larsen, which is the dominant foraminifer on the coasts at the southern and central Aegean sites. According to Fig. 2b, the highest relative abundances were observed at the sampling sites of Kalamos and Vravron where it composed 71.2% and 55.5% of the foraminiferal assemblages respectively. In the northern sites the species show a dramatic abundance decline with very low frequencies (0.3% of the foraminiferal assemblages at the sampling site of N. Kallikratia) or totally absent (Avdira and Katerini).

Q-mode statistical analysis

Q-mode hierarchical cluster analysis was applied to determine the degree of similarity in foraminiferal species composition between the studied sites. The resulting dendrogram (Fig. 3) revealed two main groups: Cluster I comprised of three sites (N. Kallikratia, Katerini and Avdira), whereas Cluster II was in turn subdivided into three subclusters: IIa, IIb and IIc. Cluster IIa groups Chrissi, Porto Heli and Falasarna, Cluster IIb includes Korthi, Kastro and Mavro Lithari, whereas Vravron and Kalamos clustered in Cluster IIc.

Comparing the distribution of the clusters it becomes obvious that the assemblage differentiation is associated with the geographic distribution of the sampling sites. Cluster I separates the sites from the northern Aegean Sea. The foraminiferal assemblage is characterized by very low proportions or absence of *A. lobifera. Quinqueloculina* is present with the highest relative abundances (ranging between 35 and 45%), whereas *Elphidium* and *Ammonia* are significant components with relative high frequencies (up to 10%; Fig. 4). Cluster IIc and Cluster IIb are located in the central Aegean

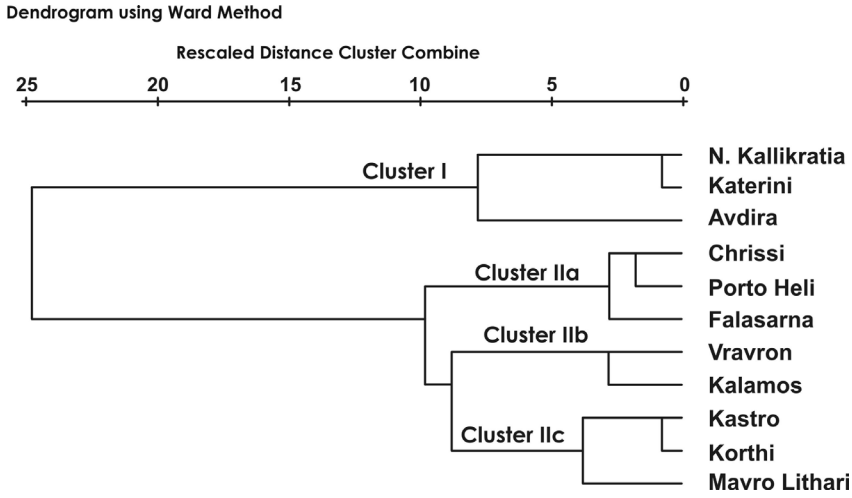


Fig. 3: Dendrogram resulting from a Q-mode hierarchical cluster analysis (Ward's method and Euclidean distances as a similarity index) based on a correlation matrix of the statistically important foraminiferal species.

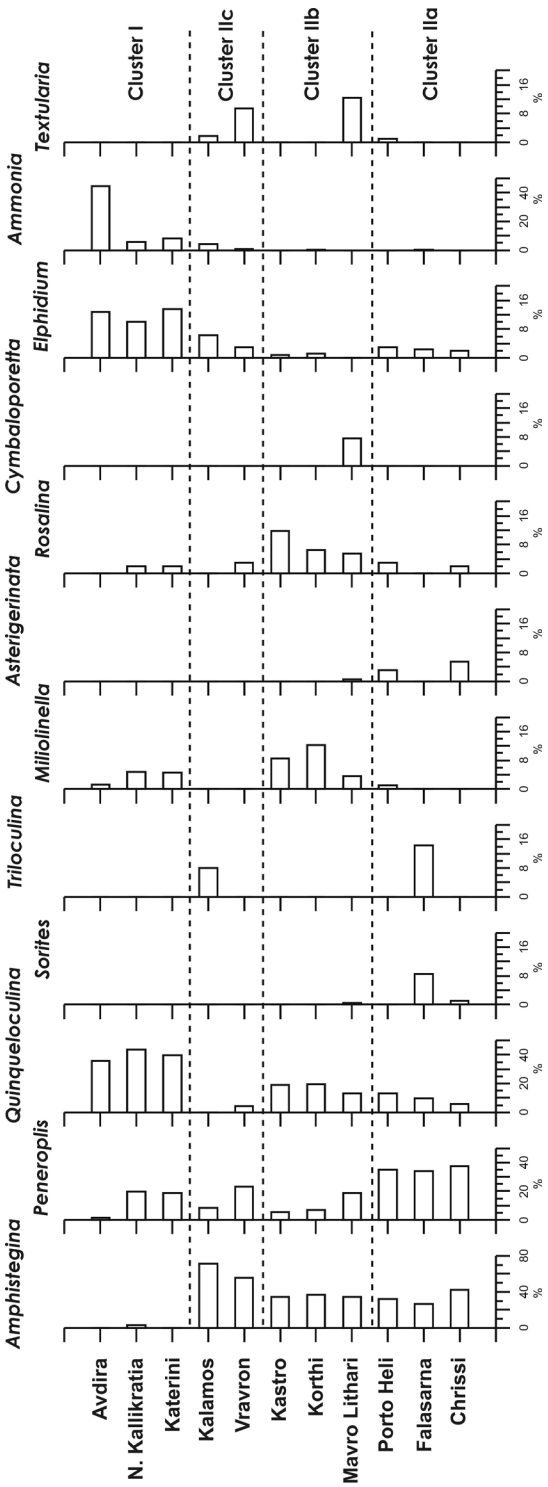


Fig. 4: Relative abundance (%) of the most indicative foraminiferal taxa for all sampling sites.

Sea. The foraminiferal assemblage of Cluster IIc is dominated by *A. lobifera* (with relative abundance up to 50%), whereas this species represents 35% on average of Cluster IIb (Fig. 4). In the latter assemblage *Quinqueloculina* ranges between 13-20%, whereas *Rosalina* and *Miliolinella* occur with high relative abundances of approximately 10% (Fig. 4). The localities from the east Peloponnesus and the southern Aegean Sea correspond to Cluster IIa. The foraminiferal assemblage is distinguished by the highest frequencies of *Peneroplis* (35% on average). *A. lobifera* ranges between 26 and 43% of the foraminiferal assemblage (Fig. 4).

Discussion

The present study shows that the main factor that determines the distribution of summer epiphytal benthic foraminiferal assemblages in the Aegean Sea is the geographical location (mainly latitude and temperature).

The assemblages include diverse forms of the morphotypes recognized by LANGER (1993). In the south, the permanently motile grazer *Peneroplis* (type D; LANGER, 1993) and *A. lobifera* actually prevail in the communities; *A. lobifera* dominates, followed by the permanently motile grazers *Quinqueloculina* and

Miliolinella (type D; LANGER, 1993) and the temporarily attached *Rosalina* (type B; LANGER, 1993) in the central Aegean. In the north, *A. lobifera* is decreasing against *Quinqueloculina* (type D; LANGER, 1993) and the stress-tolerant motile species *Elphidium* (type C; LANGER, 1993) and *Ammonia,* which may characterize areas of high biological oxygen demand (HALLOCK *et al.,* 2003). Consequently, *A. lobifera* is a significant component of the epiphytic foraminiferal fauna in Greek coastal ecosystems.

A. lobifera LARSEN 1976 belongs to the family Amphisteginidae Cushman and the genus *Amphistegina* d' Orbigny. This species is a flat trochospiral, biconvex, lenticular, large foraminifer (Plate I). The test is characterized by thick-walls, often globular, with the spiral side being more pronounced than the umbilical side. The main distinctive features of the species are the lobate septa visible on both sides of large adult tests. Younger individuals do not show these strong lobes, and very small specimens are extremely similar to the related species *A. lessonii* (HOHENEGGER *et al.,* 1999). It is a well-known algal symbiont-bearing benthic foraminifer that lives in warm, clear and nutrient deficient environments (HALLOCK, 1988). The thick-walled test allows this species to live in the highest light-energy levels (HALLOCK, 1981). Several studies (HUGHES, 1977; MURRAY, 1991; HALLOCK, 1996, 1998, 2000) proposed this species as indicator for coral reef water quality without fluctuations of salinity and oxygen and TRIANTAPHYLLOU *et al.* (2005) considered it as a bioindicator of coastal health in the Aegean Sea.

Larger foraminifera have developed complex internal structures adapted to symbiotic relationships (LEE & HALLOCK, 1987; LEE, 1998), as symbiosis can be highly advantageous. The host-symbiont system plays an important role in supplying carbon for photosynthesis by the algal symbionts (TER KUILE *et al.,* 1987) and enhancement of foraminiferal calcification (DUGUAY, 1983; TER KUILE, 1991; TOLER & HALLOCK, 1998; EREZ, 2003). HALLOCK (1981), VÉNEC-PEYRÉ (1991) and HALLOCK *et al.* (2003) suggest probable advantages of large foraminiferal feeding from photosynthetic symbionts when dissolved inorganic nutrients and particulate food sources are scarce. In the studied samples from the Aegean Sea, the SEM observations indicated the presence of pennate diatom symbionts in specimens of *A. lobifera* (Plate I). These specimens are characterized by a visible green to golden-brown symbiont color.

The geographical distribution of *A. lobifera* comprises the shallow water environments in the Indian, Pacific and Atlantic Oceans (LANGER & HOTTINGER 2000). According to MORARIU & HOTTINGER (1988), LANGER & HOTTINGER, (2000) the occurrence of living amphisteginids is delimited by the 14 °C winter isotherm. The Mediterranean occurrences of the amphisteginids are limited to the Levantine Basin and to large parts of the coast of Africa (LANGER & HOTTINGER 2000; LANGER, 2008a). During migration via the Suez Canal (Lessepsian), their distribution generally follows both clockwise and anti-clockwise directions (LANGER, 2008a) and appears to express rapid expansion in the Mediterranean Sea. *A. lobifera* has been recorded in Greece (CHERIF, 1970; TRIANTAPHYLLOU *et al.,* 2005; KOUKOUSIOURA *et al.,* 2006) and Cyprus (LANGER & HOTTINGER, 2000), Israel (HYAMS *et al.,* 2002; GRUBER *et al.,* 2007), Lebanon (MONCHARMONT ZEI, 1968), the Mediterranean coasts of Turkey

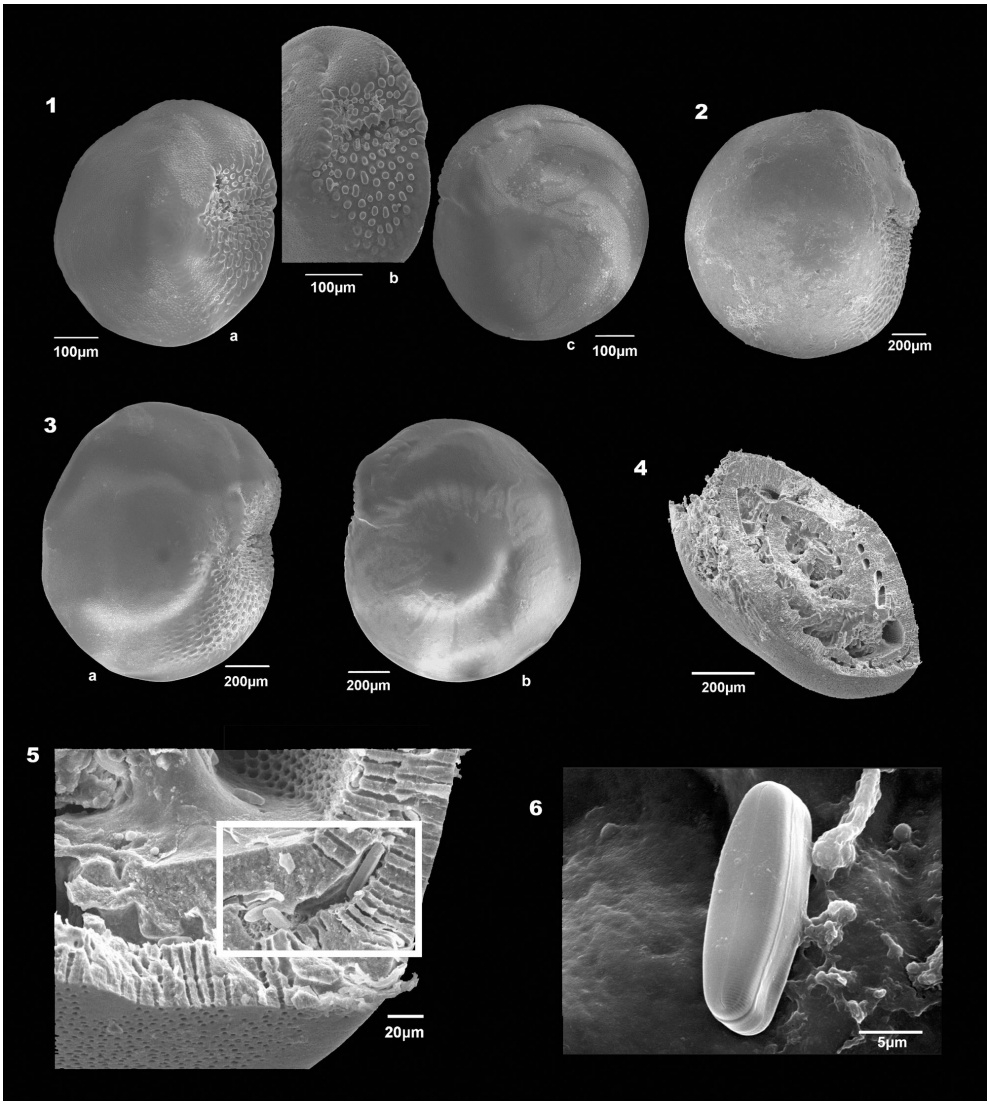


Plate I: *Amphistegina lobifera* Larsen **1a** ventral view, **1b** aperture details, **1c** dorsal view, Andros site; **2** ventral view, Vravron site; **3a** ventral view, **3b** dorsal view, Chrissi site; **4** details of internal structure; **5** symbiont diatoms within *A. lobifera* marginal canal system **6a** pennate symbiont diatom within *A. lobifera* host, Andros site.

(AVŞAR, 1997; MERIÇ *et al.,* 2008), the Sea of Marmara (MERIÇ *et al.,* 2005) and on the coasts of the Maltese Islands (YOKES *et al.,* 2007).

This species has been included among the invasive species in the Mediterranean that cause change to the habitat type and coastal structure in the eastern Mediterranean (STREFTARIS & ZENETOS, 2006). However, *A. lobifera* together with the rest of the larger symbiont-bearing species is considered to be a major carbonate producer

in the shallow water and reef environments precipitating up to 2kg/m^2/year (LANGER *et al.,* 1997; LANGER, 2008b), therefore it successfully provides enough sediment for receding eastern Mediterranean beaches.

Although apparently spreading from the Suez Canal (e.g. LANGER & HOTTINGER, 2000), amphisteginids have also been found in Pliocene Mediterranean deposits (DI BELLA *et al.,* 2005), obviously representing Atlantic migrants after the Messinian salinity crisis (LANGER & HOTTINGER, 2000), as Miocene occurrences are unlikely to have survived this event. Nowadays the Atlantic coastline off Gibraltar is barren of amphisteginids (LEVY *et al.,* 1995) as temperatures are too low. However, according to LANGER (2008a), already in 1839 D'ORBINGY identified viable populations of living amphisteginids that most probably used the Canary Islands in order to repeatedly invade the Mediterranean Sea. It is therefore questionable if all the Mediterranean amphisteginids are true Lessepsian migrants or of different origin, such as the Atlantic (LANGER, 2008a). In this study, additional sites of occurrences were found on distributional range and settlement of the alien species *A. lobifera* in Greek coastal ecosystems.

The high relative abundances recorded are the result of the very successful inhabitation of this species in the Aegean ecosystems and suggest that it has become a significant part of the epiphytic foraminiferal fauna. In general, larger foraminifera are K strategists that slowly achieve populations due to long individual life, but in shallow water they become r strategists that opportunistically increase in number when conditions are favourable (MURRAY, 2008). Therefore the intense presence of *Amphistegina* suggests oligotrophic environmental conditions, yet it also provides evidence of a change in the life strategy of the species in Aegean coastal environments. Detailed future studies of annual population dynamics of *A. lobifera* on a seasonal basis will reveal its role in the different coastal ecosystems of the Aegean Sea and its impact on 'indigenous' foraminiferal faunas.

Aknowledgements

Financial support for this study was provided by Research Project 70/4/8644 of the University of Athens. Special thanks are due to M. Langer, an anonymous reviewer and the Journal editor A. Zenetos for providing constructive criticism on the manuscript.

References

AVŞAR, N., 1997. Foraminifera of the Eastern Mediterranean Coastline. *Ç.Ü. Yerbilimleri Geosound,* 31: 67-81.

CHERIF, O.H., 1970. Die Miliolacea der West-Küste von Naxos (Griechenland) und ihre Lebensbereiche. *Ph.D. Thesis,* University of Clausthal (Germany), 175 pp.

DI BELLA, L., CARBONI, M.G. & PIGNATTI, J., 2005. Paleoclimatic significance of the Pliocene *Amphistegina* levels from the Tyrrhenian margin of Central Italy. *Bolletino della Societa Paleontologica Italiana,* 44(3): 219-229.

DUGUAY, L.E., 1983. Comparative laboratory and field studies on calcification and carbon fixation in foraminiferal-algal associations. *Journal of Foraminiferal Research,* 13: 252-261.

EREZ, J., 2003. The source of ions for biomineralization in foraminifera and their implications for paleoceanographic proxies. In: *Biomineralization.* P.M. Dove, J.J. De Yoreo & Weiner S. (Eds), *Re-*

views in Mineralogy and Geochemistry, 54: 115–149.

GRUBER, L., LAZAR, S., HYAMS, O., SIVAN, D., HERUT, B. & ALMOGI-LABIN, A., 2007. *Amphistegina lobifera,* a larger symbiont-bearing foraminiferal migrant from the Red Sea, now dominates rocky coasts of the Israeli Mediterranean. *Geophysical Research Abstracts,* 9, 01407.

HALLOCK, P., 1981. Algal symbiosis: a mathematical analysis. *Marine Biology,* 62: 249-255.

HALLOCK, P., 1984. Distribution of selected species of living algal symbiont-bearing foraminifera on two Pacific coral reefs. *Journal of Foraminiferal Research,* 14: 250-261

HALLOCK, P., 1988. The role of nutrient availability in bioerosion: Consequences to carbonate buildups. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology,* 63: 275-291.

HALLOCK, P., 1996. *Amphistegina* (Foraminiferida) densities as a practical, reliable, low-cost indicator of Coral Reef vitality. In: *A coral reef symposium on practical, reliable, low cost monitoring methods for assessing the biota and habitat conditions of coral reefs.* M.P. Crosby, G.R. & K.W. Gibson Potts (Eds), January 26-27, 1995, Office of Ocean and Coastal Resource Management, National Oceanic and Atmospheric Administration, Silver Spring, MD, 37-44 pp.

HALLOCK, P., 1998. Foraminifera as ecosystem indicators: Phase 1- A marine benthic perturbation index; Phase 2- Bioassay protocols. *Proc. 1996/97 Star grants ecological assessment/ ecosystem indicators Program Review,* February 3-5, 1998, Las Vegas, Nevada, U.S. Environmental Protection Agency, 9-10 pp.

HALLOCK, P., 1999. Symbiont-bearing foraminifera. In: *Modem Foraminifera.* B. Sen Gupta (Ed.), Amsterdam: Kluwer Press, 123-139 pp.

HALLOCK, P., 2000. Larger foraminifera as indicators of coral-reef vitality. In: *Environmental Micropaleontology.* R.E. Martin (Ed.), Plenum Press Topics in Geobiology, 121-150 pp.

HALLOCK, P., LIDZ, B.H., COCKEY-BURKHARD, E.M. & DONNELLY, K.B., 2003. Foraminifera as bioindicators in coral reef assessment and monitoring: the FORAM Index. *Environmental Monitoring and Assessment,* 81(1–3): 221–238.

HANSEN, H.J. & BUCHARDT, B., 1977. Depth distribution of *Amphistegina* in the Gulf of Elat, Israel. *Utrecht Micropaleontological Bulletin,* 15: 205- 224.

HOHENEGGER, J., 1994. Distribution of living larger foraminifera NW of Sesoko-Jima, Okinawa, Japan. *Marine Ecology,* 15: 291-334.

HOHENEGGER, J., 1996. Remarks on the distribution of larger foraminifera (Protozoa) from Belau (Western Carolines). *Occasional Papers, Kagoshima University, Kagoshima University Research Center for the South Pacific,* Korimoto 30: 85-90.

HOHENEGGER, J., YORDANOVA, E., NAKANO, Y. & TATZREITER, F., 1999. Habitats of larger foraminifera on the upper reef slope of Sesoko Island, Okinawa, Japan. *Marine Micropaleontology,* 36 (2-3): 109-168.

HOLLAUS, S. & HOTTINGER, L., 1997. Temperature dependence of endosymbiontic relationships? Evidence from the depth range of Mediterranean *Amphistegina lessonii* (Foraminiferida) truncated by the thermocline. *Eclogae geologicae Helvetiae,* 90(3): 591-597.

HUGHES, G., 1977. Recent foraminifera

from the Honiara Bay area, Solomon Islands, *Journal of Foraminiferal Research,* 7: 45–57.

HYAMS, O., ALMOGI-LABIN, A. & BENJAMINIA, C., 2002. Larger foraminifera of the southeastern Mediterranean shallow continental shelf off Israel. *Israel Journal of Earth Sciences,* 51(3/4): 169-179.

HYAMS-KAPHZAN, O., ALMOGI-LABIN, A., SIVAN, D. & BENJAMINI, C., 2008. Benthic foraminifera assemblage change along the southeastern Mediterranean inner shelf due to fall-off of Nile-derived siliciclastics. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie,* 248: 315-344.

KOUKOUSIOURA, O., TRIANTAPHYLLOU, M.V., TSOUROU, T., DIMIZA, M. & DERMITZAKIS, M.D., 2006. The role of *Amphistegina lobifera* as an environmental health proxy in coastal environments: a case study from Kastro and Korthi gulfs (Andros Island, middle Aegean Sea, Greece). *International Symposium of Foraminifera, FORAMS 2006, 10-15 September 2006, Natal, Brazil, Annuario do Instituto de Geociencias, Universidade Federal do Rio de Janeiro,* vol. 29-1, 268 p.

LACOMBE, H. & TCHERNIA, P., 1972. Caractères hydrolologiques et circulation des eaux en Méditerranée. In: *The Mediterranean Sea.* DJ Stanley (Ed.) Dowden Hutchinson & Ross, Stroudsburg, PA, 26–36 pp.

LANGER, M.R., 1993. Epiphytic Foraminifera. In: Martin R. Langer (Ed.) Foraminiferal Microhabitats, Special Issue Marine Micropaleontology. *Marine Micropaleontology,* 20: 235-265.

LANGER, M.R., 2008a. Foraminifera from the Mediterranean and the Red Sea. *Aqaba-Eilat, the Improbable Gulf. Environment, Biodiversity and Preservation.* F.D. Por (Ed.) Magnes Press, 399-417 pp.

LANGER, M.R., 2008b. Assessing the contribution of foraminiferal protists to global ocean carbonate production. *Journal of Eukaryotic Microbiology,* 55(3): 163-169.

LANGER, M.R. & HOTTINGER, L., 2000. Biogeography of selected "larger" foraminifera, *Micropaleontology,* Supplement, 46: 105-126.

LANGER, M.R., SILK, M.T. & LIPPS, J.H., 1997. Global ocean carbonate and carbon dioxide production: The role of reef foraminifera. *Journal of Foraminiferal Research,* 27: 271-277.

LARSEN, A.R., 1976. Studies of Recent *Amphistegina,* taxonomy and some ecological aspects. *Israel Journal of Earth Sciences,* 25: 1-26.

LEE, J.J., 1998. Living sands. *BioScience,* 45: 252-261.

LEE, J.J. & HALLOCK, P., 1987. Algal symbiosis as a driving force in the evolution of larger foraminifera. *Annals, New York Academy of Science,* 503: 330–47.

LEVY, A., MATHIEU, R., POIGNANT, A., ROSSET-MOULINIER, M. & AMBROISE, D., 1995. Benthic foraminifera from the Fernando de Norohonha Archipelago (northern Brazil). *Marine Micropaleontology,* 26: 89-97.

LOEBLICH, A.R. & TAPPAN, H., 1988. *Foraminiferal Genera and their Classification.* Van Nostrand and Reinhold, New York, (2 vols) 2047 pp.

MERIÇ, E., AVŞAR, N., NAZIK, A., ALPAR, B., YOKEŞ, B., BARUT, İF. & ÜNLÜ, S., 2005. Gemlik Körfezi Yüzey Çökellerinin Foraminifer, Ostrakod ve Mollusk Faunası, Foraminifer Kavkılarında Gözlenen Morfolojik Anomaliler ile Bölgenin Sedimentolojik, Hidrokimyasal ve Biokimyasal Özellikleri. *Maden Tetkik*

Arama Dergisi, 131: 21-48.

MERIÇ, E., AVŞAR, N. & YOKEŞ, M.B., 2008. Some alien foraminifers along the Aegean and southwestern coasts of Turkey. *Micropaleontology,* 54: 307-349.

MONCHARMONT ZEI, M., 1968. I foraminiferi di alcuni campioni di fondo prelevati lungo la costa di Beirut (Libano). *Bolletino Societa Naturalisti di Napoli,* 77: 3-34.

MORARIU, A. & HOTTINGER, L., 1988. Amphisteginid specific identifications, dimorphism, coiling direction and provincialism. *Revue de Paléobiologie,* Volume Special, 2: 695-698.

MURRAY, J.W., 1991. *Ecology and Palaeoecology of Benthic Foraminifera.* Longman, Wiley, Harlow/Essex, New York, NY, 397 pp.

MURRAY, J.W., 2008. *Ecology and Applications of Benthic Foraminifera.* Cambridge University Press, Cambridge, 426 pp.

MURRAY, J.W. & BOWSER, S.S., 2000. Mortality, protoplasm decay rate, and reliability of staining techniques to recognise 'living' foraminifera: a review. *Journal of Foraminiferal Research,* 30: 66-70.

ORBIGNY, A.D. D'., 1839. Foraminiféres. In: P. Barker-Webb & S. Berthelot (Eds), *Histoire naturelle des Iles Canaries,* II (2), 119-146 pp.

POULOS, S.E., DRAKOPOULOS, P.G. & COLLINS, M.B., 1997. Seasonal variability in sea surface oceanographic conditions in the Aegean Sea (Eastern Mediterranean): an overview. *Journal of Marine Systems,* 13: 225–244.

REISS, Z. & HOTTINGER, L., 1984. The Gulf of Aqaba; Ecological micropaleontology. In: *Ecological Studies,* 50, Springer-Verlag, Berlin, Federal Republic of Germany, 1-354 pp.

RENEMA, W. & TROELSTRA, S.R., 2001. Larger foraminifera distribution on a mesotrophic carbonate shelf in SW Sulawesi (Indonesia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology,* 175: 125–146.

STREFTARIS, N. & ZENETOS, A., 2006. Alien marine species in the Mediterranean – the 100 'worst invasives'and their impacts. *Mediterranean Marine Science,* 7/1: 87–118.

TER KUILE, B., 1991. Mechanisms for calcification and carbon cycling in algal symbiont-bearing foraminifera. In: *Biology of Foraminifera.* J.J. Lee & O.R. Anderson (Eds), Academic Press, London, 73-90 pp.

TER KUILE, B., EREZ, J. & LEE, J.J., 1987. The role of feeding in the metabolism of larger, symbiotic foraminifera. *Symbiosis,* 4: 335–50.

THEOCHARIS, A. & GEORGOPOULOS, D., 1993. Dense water formation over the Samothraki and Limnos Plateaux in the North Aegean Sea (Eastern Mediterranean Sea). *Continental Shelf Research,* 13(8/9): 919–939.

TOLER, S.K. & HALLOCK, P., 1998. Shell malformation in stressed *Amphistegina* populations: relation to biomineralization and paleoenvironmental potential. *Marine Micropaleontology,* 34: 107–15.

TRIANTAPHYLLOU, M.V., TSOUROU, T., KOUKOUSIOURA, O. & DERMITZAKIS, M.D., 2005. Foraminiferal and ostracod ecological patterns in the coastal environments of SE Andros Island (Middle Aegean Sea, Greece). *Revue de Micropaleontologie,* 48: 279-302.

VÉNEC-PEYRÉ, M.-T., 1991. Distribution of living benthic foraminifera on the back-reef and outer slopes of a high island (Moorea, French Polynesia). *Coral Reefs,* 9: 193-203.

WALTON, W.R., 1952. Technique for recognition of living foraminifera. Contribu-

tions from the Cushman Foundation. *Journal of Foraminiferal Research,* 3: 56–60.

YOKEŞ, B., MERIÇ, E. & AVŞAR, N., 2007. On the presence of alien foraminifera *Amphistegina lobifera* Larsen on the coasts of the Maltese Islands. *Aquatic Invasions,* 2/4: 439–441.

ZENETOS, A., ÇINAR, M.E., PANCUCCI-PAPADOPOULOU, M.A., HARMELIN, J.G., FURNARI, G., ANDALORO, F., BELLOU, N., STREFTARIS, N. & ZIBROWIUS, H., 2005. Annotated list of marine alien species in the Mediterranean with records of the worst invasive species. *Mediterranean Marine Science,* 6 (2): 63-118.

ZENETOS, A., MERIÇ, E., VERLAQUE, M., GALLI, P., BOUDOURESQUE, CF., GIANGRANDE, A., ÇINAR, M.E. & BILECENOGLU, M., 2008. Additions to the annotated list of marine alien biota in the Mediterranean with special emphasis on Foraminifera and Parasites. *Mediterranean Marine Science,* 9/1: 119-165.

Submitted: June 2009
Accepted: June 2009
Published on line: September 2009

Journal of Foraminiferal Research, v. 42, no. 2, p. 154–161, April 2012

OBSERVATIONS ON THE LIFE CYCLE OF THE SYMBIONT-BEARING FORAMINIFER *AMPHISTEGINA LOBIFERA* LARSEN, AN INVASIVE SPECIES IN COASTAL ECOSYSTEMS OF THE AEGEAN SEA (GREECE, E. MEDITERRANEAN)

MARIA V. TRIANTAPHYLLOU[1,3], MARGARITA D. DIMIZA[1], OLGA KOUKOUSIOURA[1] AND PAMELA HALLOCK[2]

ABSTRACT

Members of the family Amphisteginidae have been nearly ubiquitous contributors to shelf carbonate facies through most of the Cenozoic. The most prolific carbonate producer of modern representatives is *Amphistegina lobifera* Larsen, which is the largest and shallowest dwelling of the Indo-Pacific taxa. This epiphytic, symbiont-bearing foraminifer is also a remarkably successful invasive species in coastal ecosystems of the eastern Mediterranean, where its shell production is altering the composition of shoreline sediment.

This note reports a temporal study of an *A. lobifera* population collected monthly between June 2008–May 2009 in the Vravron/Attica coastal ecosystem of the south Evoikos Gulf (Aegean Sea), where winter temperatures can drop below previously reported minima for the species. Monthly variations in size, frequency distribution, and abundance indicate that this population reproduced primarily during the summer (July–September), when both asexual and sexual reproduction occurred simultaneously, suggesting a predominantly coeval, one-year life span for each generation. However, a modest increase in juveniles in January indicates some winter reproduction.

Comparison of these findings with previous studies shows that a) tolerance of low winter temperatures, b) adaptation of the life cycle to strong seasonality, and c) the mixotrophic feeding strategy have allowed *A. lobifera* to proliferate in the exceptionally clear, low nutrient, coastal waters of the Mediterranean Sea. These attributes elucidate how previous Cenozoic populations of *Amphistegina* were able to rapidly expand their latitudinal ranges and invade shallow epeiric seas during episodes of climatic warming.

INTRODUCTION

Amphistegina lobifera Larsen is a well-known algal symbiont-bearing, benthic foraminiferal species that thrives in warm, clear, nutrient-poor, shallow-shelf environments of the Indo-Pacific region (Hallock, 1988, 1999). The geographical distribution of *Amphistegina* is circumtropical in euphotic, carbonate-rich environments (Langer and Hottinger, 2000). According to Morariu and Hottinger (1988) and Langer and Hottinger (2000), the occurrence of extant amphisteginids is delimited by the 14°C winter isotherm. The genus has a fossil record of roughly 55 Myr and has been a prolific producer of carbonate shelf sediments through much of that time (e.g., Loeblich and Tappan, 1988; BouDagher-Fadel, 2008).

Amphistegina lobifera is the shallowest-dwelling of the extant members of the genus, living predominantly on hard and phytal substrates in depths < 20 m (Hallock, 1981a, 1988, 1999; Hohenegger, 1994; Hohenegger and others, 1999; Renema and Troelstra, 2001). Experimental evidence indicates that it prefers mid- to high light conditions (Hallock, 1981a; Hallock and others, 1986; Walker and others, 2011). The thick-walled shell allows *A. lobifera* to thrive in high energy hydrodynamic conditions (Hallock, 1981a; ter Kuile and Erez, 1984; Hallock and others 1986). Together with other larger symbiont-bearing species, *A. lobifera* is a major carbonate producer in shallow shelf and reef environments, precipitating up to 2 kg/m^2/yr (Langer and others, 1997; Langer, 2008). In the Hawaiian Islands, foraminiferal shells, primarily the robust tests of *A. lobifera*, make up roughly one quarter of the carbonate beach sands (Hallock Muller, 1974; Hallock, 1981b).

The species has also become a remarkably successful immigrant from the Red Sea into the Mediterranean Sea. According to Langer (2008), the modern Mediterranean foraminiferal fauna is mainly of Atlantic origin. However, after the opening of the Suez Canal, a number of tropical Indo-Pacific foraminifera (Lessepsian immigrants), including *Amphistegina*, slowly migrated into the eastern Mediterranean (e.g., Avşar, 1997; Hyams and others, 2002; Samir and others, 2003; Gruber and others, 2007; Yokeş and others, 2007; Langer, 2008; Meriç and others, 2008; Triantaphyllou and others, 2009; Koukousioura and others, 2010). Invasive species such as these rapidly adapt to new environments, acting as consumers, prey, competitors, or disturbers, and provide evidence for the biotic homogenization of foraminiferal faunal assemblages due to human-mediated breaching of biogeographic barriers (Calvo-Marcilese and Langer, 2010).

Amphistegina lobifera has become exceedingly abundant in the coastal ecosystems of the eastern Mediterranean and has extended its range as far west as Libya and Tunisia (e.g., Avşar, 1997; Langer and Hottinger, 2000; Hyams and others, 2002; Gruber and others, 2007; Yokeş and others, 2007; Langer, 2008; Meriç and others, 2008; Triantaphyllou and others, 2009; Koukousioura and others, 2010). As a result, the production of sand/granule-sized *A. lobifera* shells is altering habitats and coastal sediments along eastern Mediterranean shorelines (Yokeş and Meriç, 2004; Streftaris and Zenetos, 2006). In Israel *A. lobifera* appear to be the most abundant foraminifer on hard substrates, reaching densities of almost 180 specimens/g (Hyams and others, 2002). In the Aegean Sea, it is the dominant foraminiferal species in southern and central regions, sometimes exceeding 50% of the assemblages (e.g., Triantaphyllou and others, 2009; Koukousioura and others,

[1] Department of Historical Geology and Paleontology, Faculty of Geology and Geoenvironment, University of Athens, Panepistimiopolis 15784, Athens, Greece

[2] College of Marine Science, University of South Florida, 140 7th Ave. S., St. Petersburg, FL 33701 USA

[3] Correspondence author. E-mail: mtriant@geol.uoa.gr

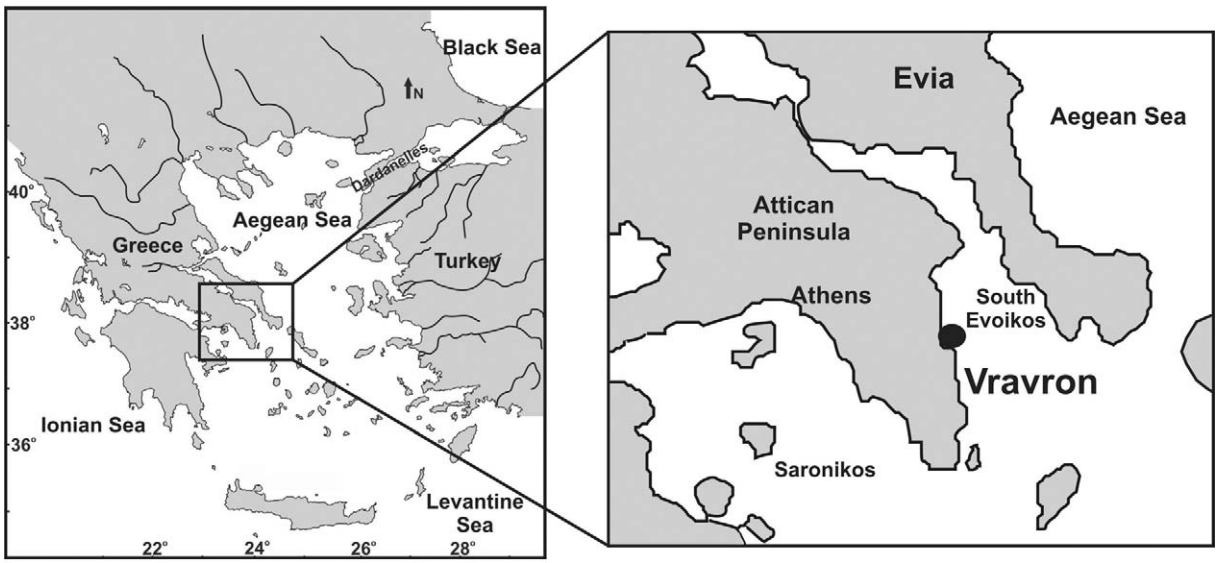


FIGURE 1. Vravron sampling locality.

2010; 2011). The successful adaption of this species to Aegean coastal assemblages can possibly be attributed to a previously vacant niche for symbiont-bearing perforate foraminifers in the clear, low-nutrient waters, possibly augmented by the trend of rising Mediterranean water temperatures during the last 30 years (Koukousioura and others, 2010), which may be a consequence of human-induced global warming (Theocharis, 2008; Vargas-Yáñez and others, 2008; Lejeusne and others, 2009). However, in other taxonomic groups, the Lessepsian invaders are replacing the existing diverse ecosystem, causing a significant decline in biodiversity (Por, 1978).

For this report we monitored the population dynamics of *A. lobifera* for a year at Vravron (Fig. 1), a coastal area in eastern Attica on the south Evoikos Gulf (Aegean Sea) about 35 km east of Athens. This locality is approximately 40°N and is characterized by particularly cold winter temperatures (about 13.7°C) that drop below previously reported minima for this species. The results of this study provide not only a better understanding of this foraminifer as an invasive species, but also insight into how larger foraminiferal taxa were able to quickly expand their ranges and carbonate production into higher latitude, shallow epeiric seas during Cenozoic warm climatic episodes.

MATERIAL AND METHODS

Two ~100-cm^2 samples of foraminifer-bearing *Jania* (coralline red algae) were collected monthly at 0.5–1 m depth from a single locality at Vravron from June 2008–May 2009. Each was carefully cut above the sediment surface to avoid contamination by sediment-dwelling species. Sea-surface temperature, salinity and pH data were also taken at the same time (Table 1). The highest surface-water temperature was observed in August (26.2°C) and the lowest (13.8°C) in January. Sea-surface salinity varied between 38.2 psu–38.8 psu, whereas pH values ranged from 7.97–8.37.

All *A. lobifera* specimens in the samples were counted under a stereozoom binocular microscope, but only the living, recognized by the presence of chloroplasts and obvious pseudopodial activity, were studied further. Some juveniles could not be distinguished from *Amphistegina lessonii* because they lacked prominent lobes (e.g., see Uthicke and Nobes, 2008), but as no adult *A. lessonii* were

TABLE 1. Sampling data from the Vravron collecting site.

Date	Sampling Time	Sea-Surface temperature (C°)	Sea-Surface Salinity (psu)	pH
30/6/2008	12:00–14:00	23.6	38.4	8.10
23/7/2008	12:00–14:00	25.8	38.4	8.10
31/8/2008	12:00–14:00	26.2	38.3	8.10
30/9/2008	12:00–14:00	22.4	38.3	8.15
31/10/2008	12:00–14:00	21.1	38.2	8.03
30/11/2008	12:00–14:00	18.0	38.6	8.01
27/12/2008	12:00–14:00	16.8	38.5	8.01
15/1/2009	12:00–14:00	13.8	38.5	8.01
8/2/2009	12:00–14:00	14.2	38.5	7.97
8/3/2009	12:00–14:00	14.1	38.8	8.23
7/4/2009	12:00–14:00	14.3	38.3	8.37
25/5/2009	12:00–14:00	21.1	38.8	8.10

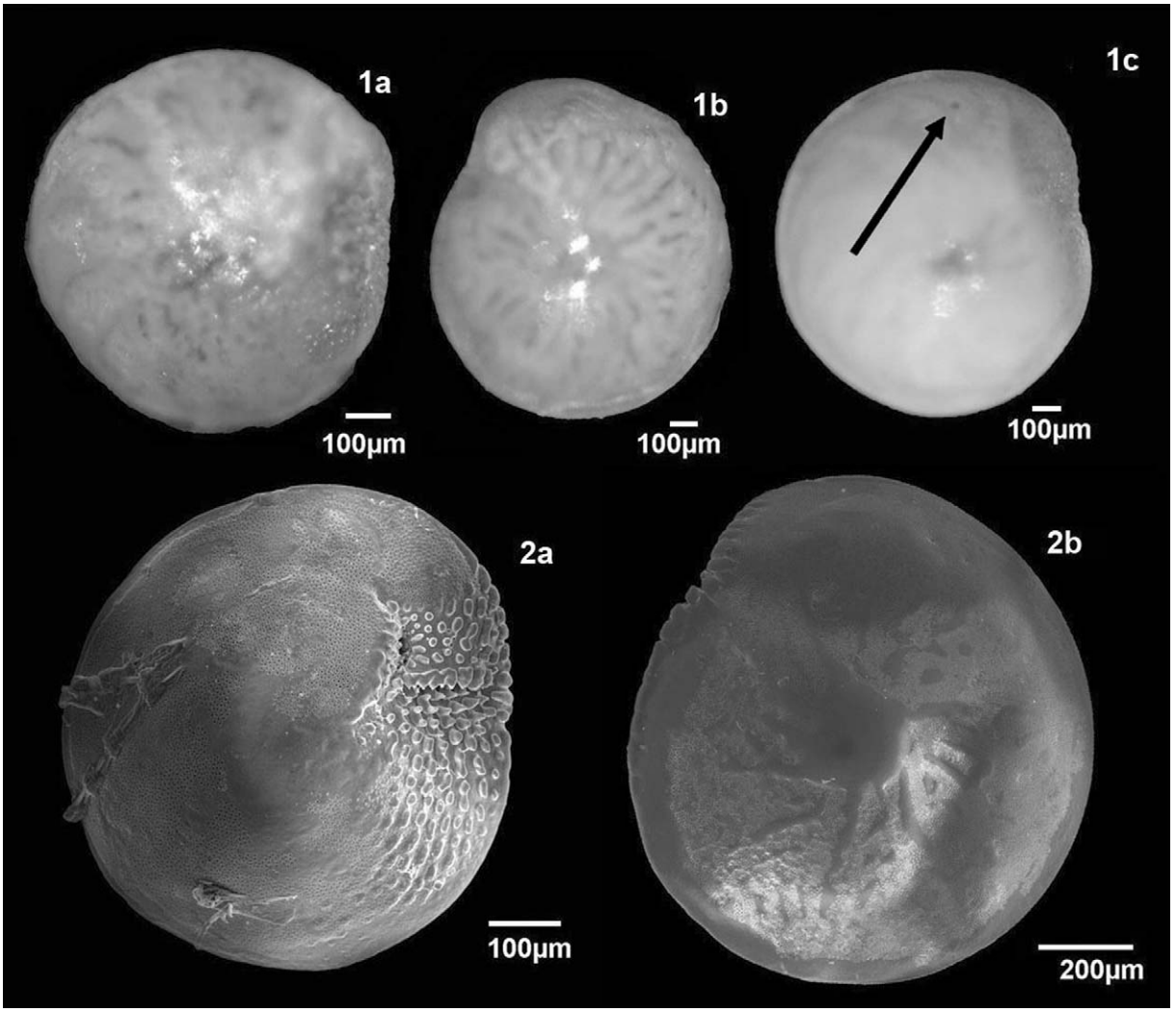


FIGURE 2. *Amphistegina lobifera*. **1** light photomicrographs: a, normal-healthy specimen, ventral side, sample 09/08; b, normal-healthy specimen, dorsal side, sample 05/09; c, white specimen, sample 05/09, the arrow points to remnant material common in specimens that have undergone gametogenesis. **2** SEM microphotographs, normal-healthy specimens: a, ventral side, sample 09/08; b, dorsal side, sample 05/09.

found in the samples, we concluded that the juveniles were *A. lobifera* as well. Maximum diameters of living tests, measured by ocular micrometer, were divided by percentage into the following size categories: small (diameter <0.5mm), intermediate (0.5–1.0 mm), and large (>1.0 mm).

Living individuals were categorized as normal-healthy (rich diatom golden-brown to olive-green colored), partially broken, epiphytized or infested by other microorganisms, and white specimens. The latter were not bleached (e.g., Hallock, 2000), but indicative of asexual and gametogenic reproduction (e.g., Goldstein, 1997). White specimens that had obvious pseudopodial activity, lacked endoplasm, and contained some debris within the test were products of gametogenesis (Fig. 2). In such individuals, the rhizopodia can remain active for 1–2 days. Those that have undergone asexual multiple fission tended to be more uniformly white with virtually no residual debris, and often exhibited some dissolution of the final chambers. In contrast, bleached individuals usually have remnants of granular-looking brown cytoplasm, resulting from deterioration and digestion of the diatom endosymbionts (Talge and Hallock, 1993; 1995).

RESULTS

The population was mostly composed of normal-appearing individuals. Specimens with broken shells represented $<12\%$ and epiphytized individuals were rare, indicating a healthy state of the assemblage (Table 2). Monthly distributions of living (including normal-healthy, broken, epiphytized and white) and dead *A. lobifera* specimens, plotted against sea-surface water temperature (Fig. 3), show that the fewest living individuals ($\sim$150 specimens/100 cm^2) were observed in July (SST = 25.8°C). Subsequently, abundance increased gradually, doubling to $\sim$350 specimens/100 cm^2 by October (SST = 21.1°C). During late autumn (November, SST = 18.0°C) to early spring (April, SST = 14.3°C), the species abundance showed low variability, indicating minimal mortality.

TABLE 2. Population data for *Amphistegina lobifera* specimens collected monthly (June 2008–May 2009) in the Vravron coastal ecosystem, representing mean values between the two counted samples.

	Living Specimens								
						Size			
Sampling Date	Total Number	% Normal-Healthy	% Broken	% Epiphytized	% White	% Small	% Intermediate	% Large	No. Dead Specimens
30/6/2008	307.0	81.2	11.6	0.0	7.2	6.0	43.7	50.4	297.0
23/7/2008	153.0	79.8	11.1	0.0	9.1	58.4	20.0	21.7	220.5
31/8/2008	227.0	94.7	3.1	0.2	2.0	47.0	41.8	11.2	96.0
30/9/2008	198.0	94.4	3.3	0.0	2.3	33.9	50.4	15.8	41.5
31/10/2008	342.5	95.9	2.7	0.4	1.0	10.5	49.1	40.4	35.0
30/11/2008	352.0	96.0	2.2	0.1	1.7	12.6	47.6	39.9	44.0
27/12/2008	313.5	96.2	1.8	0.0	2.0	13.9	46.4	39.7	33.0
15/1/2009	268.0	98.1	1.5	0.0	0.4	16.0	45.5	38.6	11.5
8/2/2009	355.5	91.3	3.5	0.1	5.1	5.6	41.5	53.0	95.0
8/3/2009	356.5	96.6	2.1	0.4	0.9	6.2	43.5	50.4	35.0
7/4/2009	363.5	92.9	3.9	0.9	2.3	5.8	50.1	44.2	45.0
25/5/2009	192.0	88.9	6.1	0.0	5.0	3.2	44.8	52.1	83.5

Living *A. lobifera* specimens ranged in diameter between 0.1–1.9 mm. Size-frequency histograms showed unimodal distributions in most months, with median diameters at 0.9 or 1.0 mm (Fig. 4). The distribution became bimodal in July, with peaks at 0.2–0.3 and 1.0 mm and median value at 0.4–0.5 mm, and in January, indicating the possibility of limited reproduction in winter. Low median values (0.6 mm) were also found in August and September.

The population of *A. lobifera* can be grouped into small, intermediate, and large individuals (Fig. 5A, Table 2). The highest proportion of small or juvenile specimens exceeded 30% in July–September but decreased markedly in May The proportion of white, or reproducing, specimens displayed a pattern similar to the small ones, peaking at 9% in July, with low abundances from August–May (Fig. 5B, Table 2).

DISCUSSION

Amphistegina lobifera is one of the most widely studied symbiont-bearing benthic foraminiferal species (Hallock, 1999). Specimens are relatively robust, with thickness/diameter ratios typically >0.6 and adult diameters generally reaching 2–3 mm or more in the Pacific (Hallock, 1979), whereas adults >1 mm have been reported in the Mediterranean (Gruber, 2007), reaching 2 mm in the present study. Generation times are typically 6–12 months (Hallock, 1999). Reproduction is either sexual gamete broadcasting or asexual multiple fission, during which ≤2000 offspring are produced per brood (Hallock and others, 1986). Furthermore, laboratory experiments have shown that growth and reproduction of Pacific *A. lobifera* are strongly controlled by prevailing light conditions

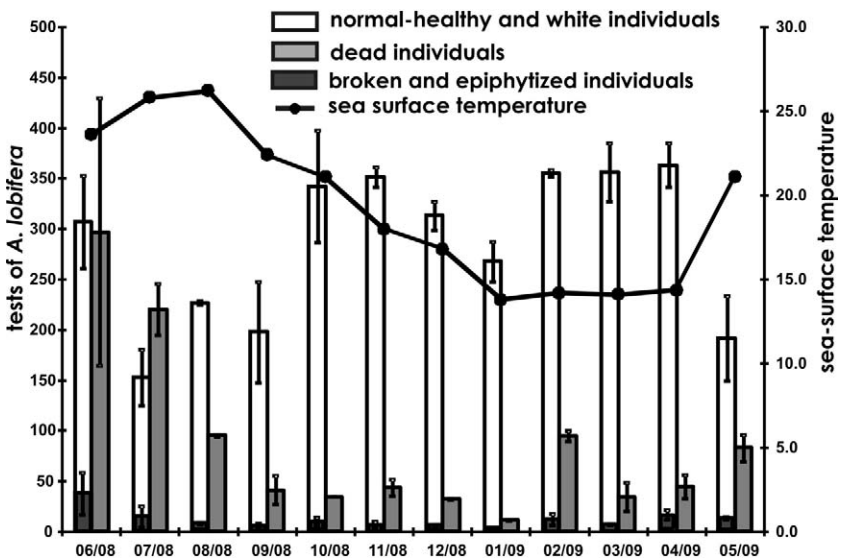


FIGURE 3. Monthly abundance (specimens/100 cm^2 sample) of living (normal-healthy, white, broken, and epiphytized) and dead *Amphistegina lobifera* specimens, compared to sea-surface water temperature.

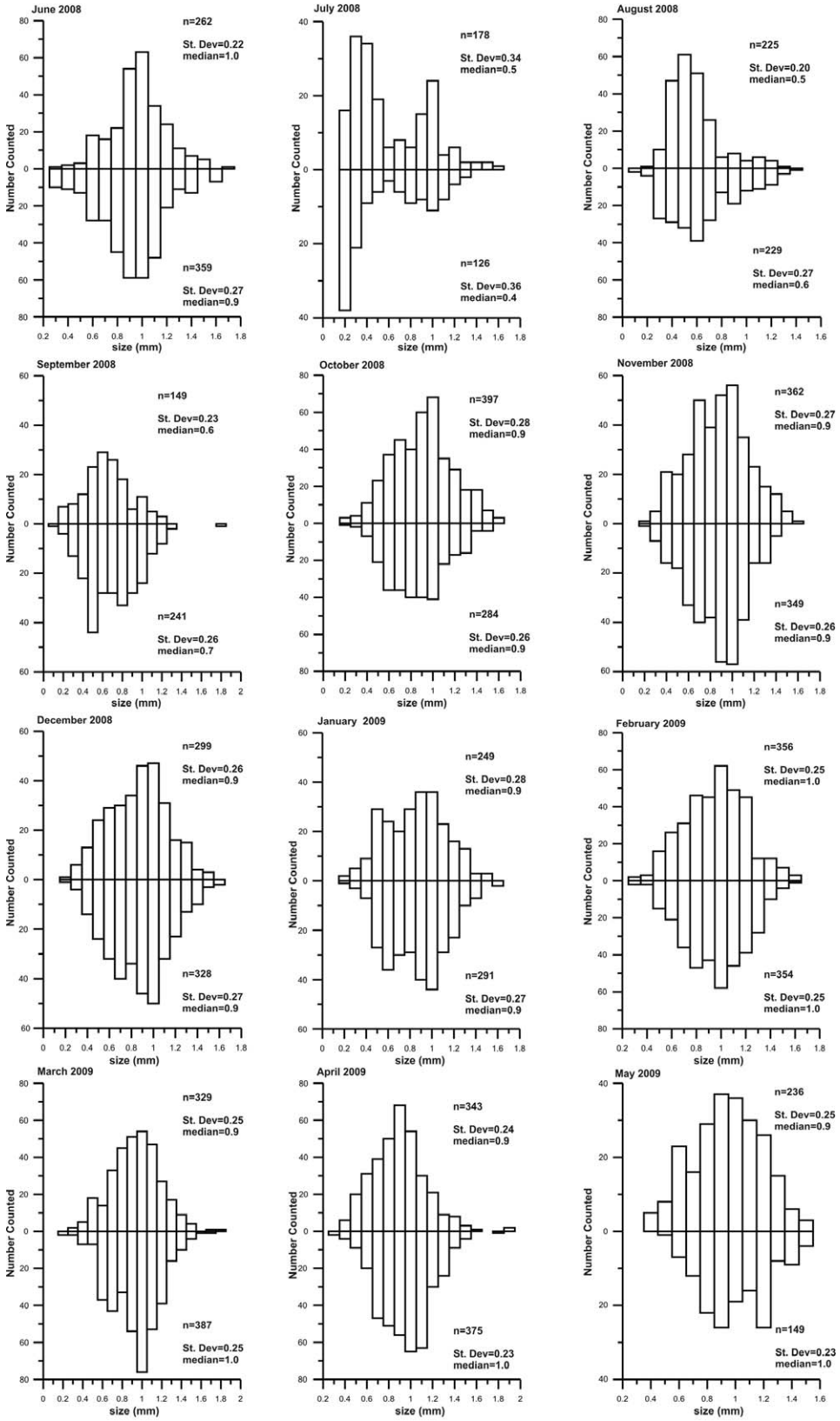


FIGURE 4. Size-frequency distributions of living *Amphistegina lobifera* specimens for two samples each month; ''Number Counted'' indicates how many specimens were counted in each size class. St. Dev = standard deviation.

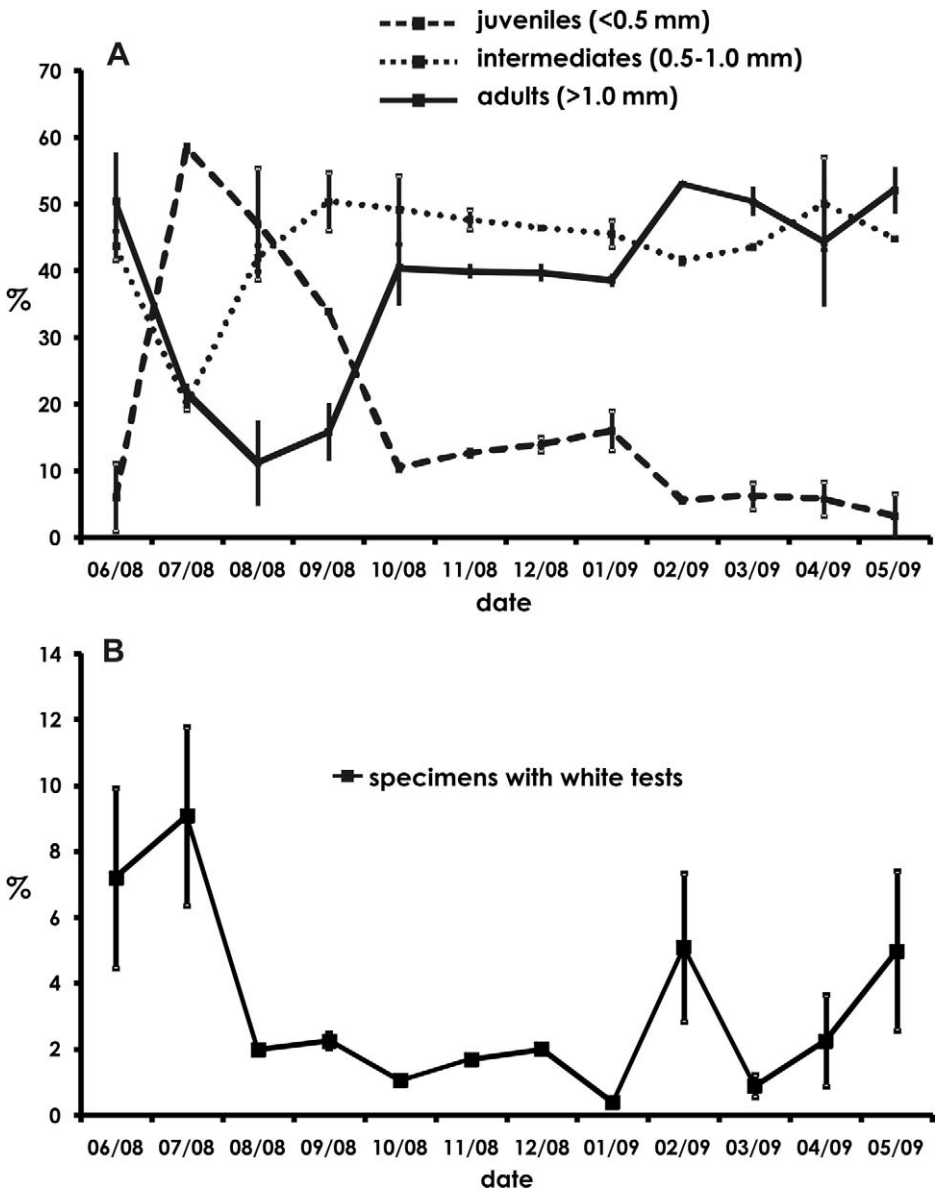


FIGURE 5. **A** Monthly percentage of small-juvenile (<0.5mm), intermediate-adult (0.5–1.0 mm), and large-adult (>1.0 mm), forms. **B** Monthly percentage of white specimens that indicate very recent reproduction.

(Hallock, 1981a). Previous studies in Indo-Pacific habitats have demonstrated that this species can be the dominant producer of carbonate sediments in shallow, high-energy habitats, especially outside the range of strong competitors, notably the Calcarinidae (Hallock and Larsen, 1979; Hallock, 1981b). This agrees with other observations (e.g., Racey, 2001; Pujalte and others, 2003) that Cenozoic carbonate facies dominated by larger foraminiferal shells commonly have low diversity, sometimes nearly monospecific, assemblages.

In our study of the population dynamics of *A. lobifera* from southern Greece, the life-cycle appeared to be most similar to the year-long generations reported in populations on the rocky Mediterranean coasts of Israel (Gruber and others, 2007), and from Hawaii (Hallock Muller, 1974). Juveniles (small individuals) in south Evoikos Gulf were most abundant during July–September, nearly coincident with peak numbers of white (reproducing) specimens in June–July. The data indicate that *A. lobifera* reproduces primarily during the summer when asexual and sexual reproduction takes place simultaneously. These trends, along with low variability in abundance through the winter and into the spring, also indicate that reproduction is the major cause of mortality for adult specimens (also see Hallock, 1985).

There is some indication of reproduction and recruitment of juveniles in January, as indicated by the bimodal size distribution, consistent with what ter Kuile and Erez (1984) reported for the Gulf of Aqaba, Red Sea, that may be linked to rising sea-surface temperatures in the Mediterranean (Theocharis, 2008; Vargas-Yáñez and others, 2008; Lejeusne and others, 2009). However, the combined environmental

stressors including low light levels, cold temperatures and reduced salinity—January has the highest average number of days with rainfall >30 mm in the Athens/Attica area (Nastos and Zerefos, 2009, 2010)—likely limit both growth rates and reproductive success during winter.

The remarkable success of *A. lobifera* in the eastern Mediterranean (e.g., Avşar, 1997; Meriç and others, 2008; Koukousioura and others, 2010), to the point of altering coastal habitats and sedimentary facies (Yokeş and Meriç, 2004), has dramatically revealed how prolific larger foraminifers can be under the combination of clear, low-nutrient waters, limited competition, and apparently low mortality rates. Our observations about this population of larger foraminifer added to other studies of the species should prove insightful for paleontologists and carbonate sedimentologists who encounter low diversity biofacies of larger foraminifers or who observe the rapid appearance of such facies in higher latitudes during episodes of climatic warming.

ACKNOWLEDGMENTS

Financial support for this study was provided by Research Project 70/4/8644 of the University of Athens. Special thanks are due to M. Langer, an anonymous reviewer, and the editor P. Brenckle for providing constructive criticism of the manuscript.

REFERENCES

Avşar, N., 1997, Foraminifera of the eastern Mediterranean coastline: Ç.Ü. Yerbilimleri Geosound, v. 31, p. 67–81.

BouDagher-Fadal, M. K., 2008, Evolution and Geological Significance of Larger Benthic Foraminifera: Elsevier, Amsterdam, 540 p.

Calvo-Marcilese, L., and Langer, M. R., 2010, Breaching biogeographic barriers: the invasion of *Haynesina germanica* (Foraminifera, Protista) in the Bahía Blanca estuary, Argentina: Biological Invasions, v. 12, p. 3299–3306.

Goldstein, S. T., 1997, Gametogenesis and the antiquity of reproductive pattern in the Foraminiferida: Journal of Foraminiferal Research, v. 27, p. 318–328.

Gruber, L., 2007, Population dynamics of two larger symbiont-bearing foraminifera as environmental indicators of the Carmel coast: University of Haifa Leon Recanati Institute for Maritime Studies, Report no. 33, p. 37–39.

———, Lazar, S., Hyams, O., Sivan, D., Herut, B., and Almogi-Labin, A., 2007, *Amphistegina lobifera*, a larger symbiont-bearing foraminiferal migrant from the Red Sea, now dominates rocky coasts of the Israeli Mediterranean: Geophysical Research Abstracts, v. 9, p. A-01407.

Hallock Muller, P., 1974, Sediment production and population biology of the benthic foraminifer *Amphistegina madagascariensis*: Limnology and Oceanography, v. 19, p. 802–809.

Hallock, P., 1979, Trends in test shape with depth in large, symbiont-bearing foraminifera: Journal of Foraminiferal Research, v. 9, p. 61–69.

———, 1981a, Light dependence in *Amphistegina*: Journal of Foraminiferal Research, v. 11, p. 40–46.

———, 1981b, Production of carbonate sediments by selected foraminifera on two Pacific coral reefs: Journal of Sedimentary Petrology, v. 51, p. 467–474.

———, 1985, Why are larger foraminifera large?: Paleobiology, v. 11, p. 195–208.

———, 1988, Diversification in algal symbiont-bearing foraminifera: a response to oligotrophy: Revue de Paléobiologie, Volume special, v. 2, p. 789–797.

———, 1999, Symbiont-bearing foraminifera, *in* Sen Gupta, B. (ed.), Modern Foraminifera: Kluwer Press, Amsterdam, p. 123–139.

———, 2000, Symbiont-bearing foraminifera: harbingers of global change, *in* Lee, J. J., and Hallock Muller, P. (eds.), Advances in the Biology of Foraminifera: Micropaleontology, v. 46, no. (supplement 1), p. 95–104.

———, and Larsen, A. R., 1979, Coiling direction in *Amphistegina*: Marine Micropaleontology, v. 4, p. 33–44.

———, Forward, L. B., and Hansen, H. J., 1986, Environmental influence of test shape in *Amphistegina*: Journal of Foraminiferal Research, v. 16, p. 224–231.

Hohenegger, J., 1994, Distribution of living larger foraminifera NW of Sesoko-Jima, Okinawa, Japan: Marine Ecology, v. 15, p. 291–334.

———, Yordanova, E., Nakano, Y., and Tatzreiter, F., 1999, Habitats of larger foraminifera on the upper reef slope of Sesoko Island, Okinawa, Japan: Marine Micropaleontology, v. 36, p. 109–168.

Hyams, O., Almogi-Labin, A., and Benjaminia, C., 2002, Larger foraminifera of the southeastern Mediterranean shallow continental shelf off Israel: Israel Journal of Earth Sciences, v. 51, p. 169–179.

Koukousioura, O., Dimiza, M. D., and Triantaphyllou, M. V., 2010, Alien foraminifers from Greek coastal areas (Aegean Sea, eastern Mediterranean): Mediterranean Marine Science, v. 11, p. 155–172.

———, Dimiza, M. D., Triantaphyllou, M. V., and Hallock, P., 2011, Living benthic foraminifera as an environmental proxy in coastal ecosystems: a case study from the Aegean Sea (Greece, NE. Mediterranean): Journal of Marine Systems, v. 88, p. 489–501.

Langer, M. R., 2008, Foraminifera from the Mediterranean and the Red Sea, *in* Por, F. D. (ed.), Aqaba-Eilat, the Improbable Gulf: Environment, Biodiversity and Preservation, Magnes Press, p. 399–417.

———, and Hottinger, L., 2000, Biogeography of selected "larger" foraminifera, *in* Lee, J. J., and Hallock Muller, P. (eds.), Advances in the Biology of Foraminifera, Micropaleontology, v. 46, no. (supplement 1), p. 105–126.

———, Silk, M. T., and Lipps, J. H., 1997, Global ocean carbonate and carbon dioxide production: the role of reef foraminifera: Journal of Foraminiferal Research, v. 27, p. 271–277.

Lejeusne, C., Chevaldonné, P., Pergent-Martini, C., Boudouresque, C. F., and Pérez, T., 2009, Climate change effects on a miniature ocean: the highly diverse, highly impacted Mediterranean Sea: Trends in Ecology and Evolution, v. 25, p. 250–260.

Loeblich, A. R., and Tappan, H., 1987, Foraminiferal Genera and their Classification: Van Nostrand and Reinhold, New York, v. 2, 1182 p. [imprinted 1988]

Meriç, E., Avşar, N., and Yokeş, M. B., 2008, Some alien foraminifers along the Aegean and southwestern coasts of Turkey: Micropaleontology, v. 54, p. 307–349.

Morariu, A., and Hottinger, L., 1988, Amphisteginids: specific identification, dimorphism, coiling direction and provincialism: Revue de Paléobiologie, v. 2, p. 695–698. Proceedings Benthos 86,

Nastos, P. T., and Zerefos, C. S., 2009, Spatial and temporal variability of consecutive dry and wet days in Greece: Atmospheric Research, v. 94, p. 616–628.

———, and ———, 2010, Climate change and precipitation in Greece: Hellenic Journal of Geosciences, v. 45, p. 185–192.

Por, F. D., 1978, Lessepsian Migration: The Influx of Red Sea Biota into the Mediterranean Sea by Way of the Suez Canal: Springer-Verlag, Berlin, 228 p.

Pujalte, V., Orue-Etxebarria, X., Schmitz, B., Tosquella, J., Baceta, J. I., Payros, A., Bernaola, G., Caballero, F., and Apellaniz, E., 2003, Basal Ilerdian (earliest Eocene) turnover of larger foraminifera: age constraints based on calcareous plankton and δ13C isotopic profiles from new southern Pyrenean sections (Spain), *in* Wing, S. L., and others. (eds.), Causes and Consequences of Globally Warm Climates in the Early Paleogene, p. 205–221.

Racey, A., 2001, A review of Eocene nummulite accumulations: structure, formation and reservoir potential: Journal of Petroleum Geology, v. 24, p. 79–100.

Renema, W., and Troelstra, S. R., 2001, Larger foraminifera distribution on a mesotrophic carbonate shelf in SW Sulawesi (Indonesia): Palaeogeography Palaeoclimatology, Palaeoecology, v. 175, p. 125–146.

SAMIR, A. M., ABDOU, H. F., ZAZOU, S. M., and EL-MENHAWEY, W. H., 2003, Cluster analysis of recent benthic foraminifera from the northwestern Mediterranean coast of Egypt: Revue de Micropaléontologie, v. 46, p. 111–130.

STREFTARIS, N., and ZENETOS, A., 2006, Alien marine species in the Mediterranean—the 100 'worst invasives' and their impacts: Mediterranean Marine Science, v. 7, p. 87–118.

TALGE, H. K., and HALLOCK, P., 1993, Observation of symbiont loss in benthic foraminifera: Journal of Scanning Microscopy, v. 15, p. 86–88.

———, and ———, 1995, Cytological examination of symbiont loss in a benthic foraminifera, *Amphistegina gibbosa*: Marine Micropaleontology, v. 26, p. 107–113.

TER KUILE, B., and EREZ, J., 1984, In situ growth rate experiments on the symbiont-bearing foraminifera *Amphistegina lobifera* and *Amphisorus hemprichii*: Journal of Foraminiferal Research, v. 14, p. 262–276.

THEOCHARIS, A., 2008, Do we expect significant changes in the Thermohaline Circulation in the Mediterranean in relation to the observed surface layers warming?, *in* Briand, F. (ed.), Climate Warming and Related Changes in Mediterranean Marine Biota, p. 25–30.

TRIANTAPHYLLOU, M. V., KOUKOUSIOURA, O., and DIMIZA, M. D., 2009, The presence of Indo-Pacific symbiont-bearing foraminifer *Amphistegina lobifera* in Greek coastal ecosystems (Aegean Sea, eastern Mediterranean): Mediterranean Marine Science, v. 10, p. 73–85.

UTHICKE, S., and NOBES, K., 2008, Benthic foraminifera as ecological indicators for water quality on the Great Barrier Reef: Estuarine, Coastal and Shelf Science, v. 78, p. 763–773.

VARGAS-YÁÑEZ, M., GARCÍA, M. J., SALAT, J., GARCÍA-MARTÍNEZ, M. C., PASCUAL, J., and MOYA F., 2008, Warming trends and decadal variability in the western Mediterranean shelf: Global and Planetary Change, v. 63, p. 177–184.

WALKER, R., HALLOCK, P., TORRES, J. J., and VARGO, G. A., 2011, Photosynthesis and respiration in five species of benthic foraminifera that host algal endosymbionts: Journal of Foraminiferal Research, v. 41, p. 314–325.

YOKEŞ, M. B., and MERIÇ, E., 2004, Expanded populations of *Amphistegina lobifera* from the southwestern coast of Turkey, *in* Yanko-Hombach, V., and others. (eds.), Program and Extended Abstracts: 4th International Congress on Environmental Micropaleontology, Microbiology and Meiobenthology, Isparta, Turkey, p. 232–233.

———, MERIÇ, E., and AVŞAR, N., 2007, On the presence of alien foraminifera *Amphistegina lobifera* Larsen on the coasts of the Maltese Islands: Aquatic Invasions, v. 2, p. 439–442.

Received 5 July 2011
Accepted 21 January 2012