

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΑΛΑΙΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ



Δήμου Γρηγορία-Βασιλική
Πτυχιούχος Γεωλόγος

ΠΑΛΑΙΟΝΤΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΝΟΥΜΜΟΥΛΙΤΟΦΟΡΩΝ ΑΠΟΘΕΣΕΩΝ ΤΟΥ ΕΛΛΑΔΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ.

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ 'ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ
ΓΕΩΛΟΓΙΑ', ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: 'ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ ΛΕΚΑΝΩΝ'

Θεσσαλονίκη 2018





Δήμου Γρηγορία-Βασιλική

Πτυχιούχος Γεωλόγος

ΠΑΛΑΙΟΝΤΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΝΟΥΜΜΟΥΛΙΤΟΦΟΡΩΝ ΑΠΟΘΕΣΕΩΝ ΤΟΥ ΕΛΛΑΔΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ.

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας στα πλαίσια του Προγράμματος
Μεταπτυχιακών Σπουδών 'Εφαρμοσμένη Γεωλογία', Κατεύθυνση 'Δομή
και Εξέλιξη Λεκανών'

Ημερομηνία Προφορικής Εξέτασης: 22/12/2017

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Καθηγητής Γ. Συρίδης, Επιβλέπων

Καθηγήτρια Μ. Τριανταφύλλου, Μέλος Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής

Επικ. Καθηγήτρια Μ. Δήμιζα, Μέλος Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Καθηγητής Γ. Συρίδης, Επιβλέπων

Καθηγήτρια Μ. Τριανταφύλλου, Μέλος Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής

Ο. Κουκουσιούρα, ΕΔΙΠ, Μέλος Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής



© Γρηγορία-Βασιλική Δήμου, Γεωλόγος, 2018

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος

ΠΑΛΑΙΟΝΤΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΝΟΥΜΜΟΥΛΙΤΟΦΟΡΩΝ ΑΠΟΘΕΣΕΩΝ ΤΟΥ ΕΛΛΑΔΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ-

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

© Grigoria-Vasiliki Dimou, Geologist, 2018

All rights reserved.

Paleontological and stratigraphical study on the nummulitic deposits of Greece -

Master Thesis

Citation:

Δήμου Γ.-Β., 2018. ΠΑΛΑΙΟΝΤΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΝΟΥΜΜΟΥΛΙΤΟΦΟΡΩΝ ΑΠΟΘΕΣΕΩΝ ΤΟΥ ΕΛΛΑΔΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ.

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ., 120 σελ.

Dimou G.-V., 2018. Paleontological and stratigraphical study on the nummulitic
deposits of Greece. *Master Thesis*, School of Geology, Aristotle University of
Thessaloniki

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι εκφράζουν τις επίσημες θέσεις του Α.Π.Θ.

Πρόλογος

Τα μεγάλα βενθονικά τρηματοφόρα αποτελούν μια από τις πιο σημαντικές ομάδες μικροαπολιθωμάτων, καθώς έχουν άμεση εφαρμογή στη Βιοστρωματογραφία, την Παλαιοοικολογία και την Παλαιογεωγραφία. Ιδιαίτερη σημασία, για την περίοδο κυρίως του Ηωκαίνου στον Ελληνικό χώρο, παρουσιάζει το γένος *Nummulites*, το οποίο και αποτέλεσε κύριο αντικείμενο μελέτης.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, η οποία εντάσσεται στις ερευνητικές δραστηριότητες που αναπτύσσει ο Τομέας Γεωλογίας (Εργαστήριο Γεωλογίας και Παλαιοντολογίας), πραγματοποιείται η Παλαιοντολογική και Στρωματογραφική μελέτη των Ηωκαινικών ιζημάτων του ελλαδικού χώρου. Προσδιορίστηκαν σε επίπεδο είδους οι αντιπρόσωποι του γένους *Nummulites*, στις εκάστοτε θέσεις μελέτης, με στόχο τη λεπτομερή μελέτη αυτού του γένους στον ελληνικό χώρο, τη στρωματογραφική εξέλιξη, καθώς και την αναπαράσταση του παλαιοπεριβάλλοντος.

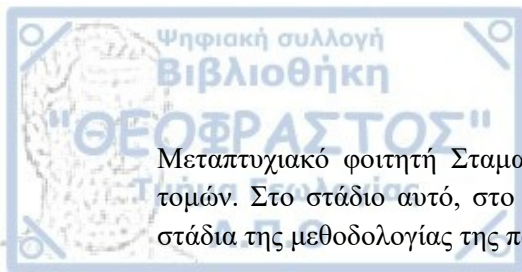
Με την ολοκλήρωση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής, θα ήθελα ωστόσο να εκφράσω την ευγνωμοσύνη και τις ευχαριστίες μου σε όλους όσους μου συμπαράσταθηκαν και με βοήθησαν καθ' όλη την διάρκεια της διεκπεραίωσης αυτής.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα μου Καθηγητή Γεώργιο Συρίδη για τη συνεχή συμπαράσταση και καθοδήγησή του. Η παρουσία του ήταν καθοριστική από τα πρώτα στάδια της διατριβής, στις εργασίες πεδίου, με τη συνεχή συμμετοχή και καθοδήγηση, στην παραχώρηση υλικού από την προσωπική του συλλογή, στην εργαστηριακή επεξεργασία, αλλά κυρίως για τις συμβουλές και τη βοήθεια στα προβλήματα που κληθήκαμε να αντιμετωπίσουμε. Οφείλω να επισημάνω ότι υπήρξε δίπλα μου ανελλιπώς στη μέχρι τώρα ακαδημαϊκή μου πορεία, ως δάσκαλος και σύμβουλος σε επιστημονικό επίπεδο.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την Καθηγήτρια Μαρία Τριανταφύλλου και την Επίκουρη Καθηγήτρια Μαργαρίτα Δήμιζα (Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών), μέλη της τριμελούς επιτροπής μου, αρχικά για τις παρατηρήσεις τους αλλά κυρίως για τη μέριμνα τους κατά την εκπόνηση της παρούσας διατριβής.

Την αμέριστη ευγνωμοσύνη μου θα ήθελα να εκφράσω στην Δρ. Όλγα Κουκουσιούρα, ΕΔΙΠ του Τμήματος Γεωλογίας του Α.Π.Θ., για την ανεκτίμητη συμπαράσταση και καθοδήγησή της. Υπήρξε αρωγός από τα πρώτα στάδια της υπαίθρου, και καθ' όλη την διάρκεια της παρούσας διατριβής βοηθώντας στην εκπλήρωση της μικροπαλαιοντολογικής μελέτης. Η στήριξή της ως σύμβουλος αλλά και ως φίλη ήταν ανυπέρβλητη. Η εμπιστοσύνη που μου έδειξε και η κατανόηση της σε στιγμές αμφισβήτησης μου έδωσαν δύναμη ώστε να επιτύχω το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Οι γνώσεις, που μου μετέδωσε ήταν πολύτιμες και την καθιστούν μέντορά μου.

Επίσης, ευχαριστώ τον φίλο και συνάδελφο Αχιλλέα Πεϊτσίδα για την βοήθεια του στην υπαίθρια έρευνα στην περιοχή της Μανωλιάσας, εντοπισμό ειδικής δυσέυρετης βιβλιογραφίας, καθώς επίσης και την παραχώρηση υλικού από την προσωπική του συλλογή. Για την βοήθεια τους στις εργασίες πεδίου και το υλικό από την περιοχή του Περιβολίου, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους Δρ. Γιώργο Παπαθανασίου (ΕΔΙΠ, Α.Π.Θ.) και τον Υπ. Διδάκτορα Στρατή Καραντανέλη. Ακόμη, ευχαριστώ τους Υπ. Διδάκτορα Κηπουρό Νίκο και



Μεταπτυχιακό φοιτητή Σταματιάδη Άρη που με βοήθησαν στην κατασκευή των λεπτών τομών. Στο στάδιο αυτό, στο οποίο συμμετείχα, μου εξήγησαν και μου υπέδειξαν όλα τα στάδια της μεθοδολογίας της παρασκευής τους.

Τις ευχαριστίες μου θα ήθελα να εκφράσω στον Δρ. Νίκο Καρρά, Γεωλόγο του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών, για την παρότρυνσή του, την υποστήριξη καθώς και την παραχώρηση βιβλιογραφίας.

Ιδιαίτερα ευχαριστώ τους φίλους και συνεργάτες Γεωργίου Σοφία, Κυνηγοπούλου Ζωή, Ναυροζίδου Βαλεντίνα για την συνεχή συμπαράσταση, τις συμβουλές και την ουσιαστική τους βοήθεια καθ' όλη την διάρκεια της διατριβής. Επίσης, ιδιαίτερες ευχαριστίες στους φίλους και συνεργάτες Τσεβαϊρίδου Κατερίνα, Κετικίδου Σοφία, Μπάννεμπεργκ Ματθαίο, Σπάχο Γιώργο και Μιχαηλίδη Γιάννη για την ηθική τους συμπαράσταση και υποστήριξη.

Εν κατακλείδι, θα ήθελα να εκφράσω την αμέριστη ευγνωμοσύνη μου στους γονείς μου και τις αδελφές μου που με υποστήριζαν και μου συμπαραστάθηκαν μέχρι την ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής.

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία ερευνάται το μικροπαλαιοντολογικό περιεχόμενο και το αποθετικό περιβάλλον των Ηωκαινικών–Μέσο Ολιγοκαινικών σχηματισμών, έξι διαφορετικών θέσεων του ελλαδικού χώρου (Κίρκη Θράκης, Βασιλική Τρικάλων, Δερβενάκια, Τρίπολη, Περιβόλι Γρεβενών και Μανωλιάσα Ιωαννίνων). Οι συγκεκριμένες θέσεις επιλέχθηκαν, έτσι ώστε να αποτελούν αντιπροσωπευτικό δείγμα διαφορετικών γεωτεκτονικών ζωνών, στις οποίες αναφέρονται εμφανίσεις νουμουλιτοφόρων ηωκαινικών ιζημάτων.

Τα δείγματα που επεξεργάστηκαν περιέχουν συναθροίσεις αποτελούμενες κυρίως από τα μεγάλα τρηματοφόρα, *Nummulites*, *Assilina*, *Alveolina*, *Discosyclina*, από φύκη και αντιπροσώπους της οικογένειας *Miliolidae*. Από τα παραπάνω, αντικείμενο μελέτης αποτέλεσε το γένος *Nummulites*. Το υλικό που συλλέχθηκε από τις θέσεις Βασιλική, Δερβενάκια, Τρίπολη, Περιβόλι και Μανωλιάσα εξετάστηκε σε λεπτές τομές ενώ από το υλικό από την περιοχή της Κίρκης εξετάστηκαν ολόκληρα άτομα, καθώς βρέθηκαν μεμονωμένα. Σε όλο το πλήθος των δειγμάτων πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις των μορφολογικών χαρακτηριστικών τους. Στη συνέχεια, ακολούθησε ο προσδιορισμός, περιγραφή και βιοστρωματογραφική τους αντιστοίχιση. Στο στάδιο του προσδιορισμού πραγματοποιήθηκε σύγκριση με απολιθώματα εργασιών τόσο από τον ελλαδικό χώρο όσο και από τη διεθνή βιβλιογραφία. Προσδιορίστηκαν δέκα είδη: *Nummulites fabianii* Prever, *Nummulites atacicus* D' Archiac and Haime, *Nummulites millecaput* Boubée, *Nummulites partschi* De la Harpe, *Nummulites soerebergensis* Schaub, *Nummulites tauricus* De la Harpe, *Nummulites boussaci* Rozlozsnik, *Nummulites aturicus* Joly and Leymerie, *Nummulites fichteli* Michelotti, και *Nummulites nitidus* De la Harpe.

Οι Νουμμουλίτες χαρακτηρίζουν νηριτικά περιβάλλοντα σε θερμά ύδατα και αντιπροσωπεύουν κυρίως ανθρακικές πλατφόρμες τροπικών και υποτροπικών περιοχών. Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε προσπάθεια περεταίρω ανάλυσης του παλαιοπεριβάλλοντος βάσει των μορφομετρικών αναλύσεων, αλλά και την εικόνα των μικροαπολιθωμάτων.

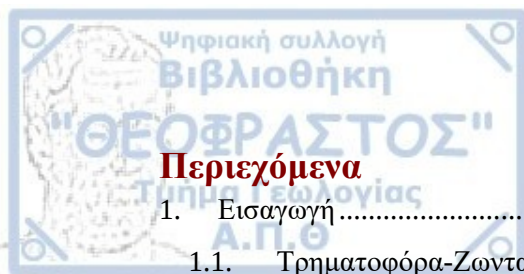
Abstract

In the present study, the micropaleontological content and the depositional environment of the Eocene-lower Oligocene is investigated in six different formations in the greek province (Kirki Thrace, Vassiliki Trikala, Perivoli Grevena, Manoliasa Ioannina, Dervenakia and Tripoli). Studied areas were chosen in order to depict a representative sample of each geotectonic zone, in which nummulitic sediments have been bibliographically reported.

The assemblages consist of large benthic foraminifera, such as *Nummulites*, *Alveolina*, *Discocyclus*, *Assilina*, Miliolidae and by algae. The main object is the study of the genus *Nummulites*. The material that was collected from the areas of Vassiliki, Perivoli, Manoliasa, Tripoli and Dervenakia was examined in thin sections. However those collected in the area of Kirki were individual specimens, so they were examined in polished sections. *Nummulites* were described with detailed biometric analysis of their full spectrum. The measurements and the morphological characteristics of the *Nummulites* were compared to previous studies that took place in Greece and in general to the international bibliography, in order of identification and biostratigraphically determination of the investigated strata.

Ten species were identified: *Nummulites fabianii* Prever, *Nummulites atacicus* D' Archiac and Haime, *Nummulites millecaput* Boubée, *Nummulites partschi* De la Harpe, *Nummulites soerebergensis* Schaub, *Nummulites tauricus* De la Harpe *Nummulites boussaci* Rozloznsnik, *Nummulites aturicus* Joly and Leymerie, *Nummulites fichteli* Michelotti, and *Nummulites nitidus* De la Harpe.

Nummulites characterize shallow-marine environments and they mainly represent carbonate platforms. This study is an effort to identify autochthonous and allochthonous *Nummulites* populations and the different facies of the depositional model, based on the abrasion of their tests.



Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	10
1.1. Τρηματοφόρα-Ζωντανός οργανισμός-Εξέλιξη	10
1.2. Το γένος <i>Nummulites</i>	12
1.3. Μελέτη Νουμμουλιτών στον ελλαδικό χώρο.....	18
2. Περιοχή μελέτης.....	19
2.1. Κίρκη Θράκης	19
2.2. Βασιλική Τρικάλων	21
1.1. Περιβόλι Γρεβενών	24
1.2. Μανωλιάσα Ιωαννίνων.....	26
1.3. Δερβενάκια-Τρίπολη	27
2. Εργασία πεδίου-Μεθοδολογία.....	30
2.1. Εργασία πεδίου και Δειγματοληψία	30
2.2. Εργαστηριακή επεξεργασία.....	36
2.2.1. Κατασκευή λεπτών τομών.....	36
2.2.2. Διχοτόμηση Νουμμουλιτών	37
2.3. Παρατηρήσεις στο μικροσκόπιο.....	39
2.4. Μορφομετρικές μετρήσεις του γένους <i>Nummulites</i>	40
2.5. Συστηματική ταξινόμηση τρηματοφόρων	41
2.6. Στατιστική επεξεργασία	42
3. Αποτελέσματα	43
3.1. Μορφομετρία του γένους <i>Nummulites</i>	43
3.1.1. Κίρκη.....	43
3.1.2. Βασιλική Τρικάλων	47
Δείγμα VSL-1.....	47
Δείγμα VSL-1.1.....	48
Δείγμα VSL-1.2.....	49
Δείγμα VSL-2.....	50
3.1.3. Περιβόλι Γρεβενών	52
Εκτός από τους <i>Nummulites</i> , που αποτελούν την κύρια πανίδα, εντός των τομών βρέθηκαν μικροαπολιθώματα από <i>Discocyclus</i> , <i>Aleolina</i> , <i>Assilina</i> (PRV 2/3) και <i>miliolids</i>	52
Δείγμα PRV-1a.....	52
Δείγμα PRV-1b.....	53
Δείγμα PRV-2 1a.....	56
PRV-2 1b.....	57



Δείγμα PRV-2 2a.....	59
Δείγμα PRV-2 2b.....	61
Δείγμα PRV-3.....	62
3.1.4. Μανωλιάσα Ιωαννίνων.....	65
Δείγμα ION-a	65
Δείγμα ION-b	67
3.1.5. Τρίπολη	70
Δείγμα TRP-1	70
Δείγμα TRP-2	71
Δείγμα TRP-3	72
3.1.6. Δερβενάκια	75
Δείγμα DRV-a	75
Δείγμα DRV-b.....	76
Δείγμα DRV-c	78
Δείγμα DRV-d	79
4. Συζήτηση	82
4.1. Σύγκριση.....	82
4.1.1. Βασιλική Τρικάλων	82
4.1.2. Τρίπολη-Δερβενάκια	83
4.1.3. Περιβόλι Γρεβενών	84
Θέση PRV-1	84
Θέση PRV-2/3	86
4.1.4. Μανωλιάσα Ιωαννίνων.....	88
4.1.5. Κίρκη Θράκης	89
4.2. Συστηματική ταξινόμηση	91
4.3. Παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία	99
4.3.1. Βασιλική Τρικάλων	99
5.3.2 Περιβόλι Γρεβενών	100
Θέση PRV 1	100
Θέση PRV 2	100
Θέση PRV 3	100
5.3.3 Μανωλιάσα Ιωαννίνων.....	101
5.3.4 Τρίπολη-Δερβενάκια	102
5.4 Στρωματογραφική και Γεωτεκτονική τοποθέτηση Βιοζώνες.....	104
6 Συμπεράσματα.....	108
7 Βιβλιογραφία.....	110

1. Εισαγωγή

1.1. Τρηματοφόρα-Ζωντανός οργανισμός-Εξέλιξη

Μικροπαλαιοντολογία, είναι η επιστήμη που μελετά τα απολιθωμένα υπολείμματα των μικροοργανισμών, όπως επίσης και μικροσκοπικά τμήματα μακροσκοπικών οργανισμών. Τα μικροαπολιθώματα βρίσκονται εντός ιζηματογενών πετρωμάτων και καθίστανται ιδιαίτερα σημαντικοί βιοστρωματογραφικοί, παλαιοωκεανογραφικοί, αλλά και παλαιοπεριβαλλοντικοί δείκτες. Οι κύριοι λόγοι οι οποίοι τα ορίζουν ως σημαντικούς βιοστρωματογραφικούς δείκτες είναι η αφθονία τους, η παγκόσμια κατανομή τους και τέλος ο σύντομος ρυθμός εξέλιξης τους. Επίσης, χαρακτηριστικό αυτών των μικροοργανισμών είναι η ευαισθησία τους στις μικρές αλλαγές των περιβαλλοντικών συνθηκών και επομένως επιτρέπουν τη λεπτομερή αναπαράσταση του παλαιοπεριβάλλοντος (Milsom and Rigby, 2010).

Οι ομάδες που εξετάζονται από τη μικροπαλαιοντολογία είναι κυρίως τα Χρώμιστα, στα οποία ανήκει η ομάδα των απολιθωμένων βενθονικών τρηματοφόρων, που αποτελεί αντικείμενο της παρούσας διατριβής. Πρόκειται για μονοκύτταρους, ευκαριωτικούς και ετερότροφους μικροοργανισμούς (Milsom and Rigby, 2010).

Τα Τρηματοφόρα αποτελούν μια από τις σημαντικότερες ομάδες μικροαπολιθωμάτων. Η κατανομή τους είναι παγκόσμια, ζουν σχεδόν σε όλα τα υδάτινα περιβάλλοντα και παρουσιάζουν ένα συνεχές αρχείο απολιθωμάτων από το Κάμβριο μέχρι σήμερα (Milsom and Rigby, 2010). Το όνομά τους προέρχεται από τη μορφολογία τους, καθώς φέρουν τρήματα (Eichwald, 1830). Όπως έχει ήδη αναφερθεί, παρουσιάζουν ιδιαίτερη ευαισθησία στις αλλαγές των περιβαλλοντικών μεταβλητών, όπως της θερμοκρασίας και της χημείας του νερού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αποτελούν εξαιρετικούς παλαιοκλιματικούς και παλαιοωκεανογραφικούς δείκτες. Είναι επίσης εξαιρετικά χρήσιμοι οργανισμοί στο συσχετισμό στρωμάτων (Milsom and Rigby, 2010), γιατί χαρακτηρίζονται από επεισόδια ταχείας διαφοροποίησης των μορφολογικών τους χαρακτηριστικών, και επεισόδια απότομης εξαφάνισης (Hallock, 1985).

Μορφολογία

Τα Τρηματοφόρα είναι μονοκύτταροι οργανισμοί οι οποίοι χαρακτηρίζονται από δίκτυο ψευδοποδίων, ετεροφασικό κύκλο ζωής και φέρουν κυρίως ασβεστολιθικό κέλυφος, το οποίο καλύπτει το πρωτόπλασμα (Τριανταφύλλου και Δήμιζα, 2012). Στα ζωντανά τρηματοφόρα το πρωτόπλασμα περιέχεται εντός του εσωτερικού του κελύφους. Τα ψευδοπόδια, τα οποία εξέρχονται από το στοματικό άνοιγμα, είναι υπεύθυνα για τη συλλογή της τροφής, αλλά και στην κίνηση του οργανισμού (Milsom and Rigby, 2010).

Η κατασκευή του κελύφους τους οφείλεται, είτε σε εκκρίσεις του ίδιου του οργανισμού, είτε κατασκευάζεται από εξωγενή υλικά (Τριανταφύλλου και Δήμιζα, 2012). Η σύσταση, η δομή και το σχήμα του κελύφους ποικίλουν και αποτελούν πολύ σημαντικά χαρακτηριστικά για την ταξινόμησή τους. Υπάρχουν τρεις κύριοι τύποι κελύφους που συναντώνται στα τρηματοφόρα: τα οργανικά κελύφη, τα οποία περικλείονται σε λεπτές και εύκαμπτες μεμβράνες, τα συμφυρματοπαγή, τα οποία επιλέγουν και συγκολλούν στο τοίχωμά τους διάφορα υλικά από το περιβάλλον και τέλος τα ασβεστοιτικά κελύφη, τα οποία συναντώνται στην πλειοψηφία των τρηματοφόρων (Milsom and Rigby, 2010). Τα ασβεστολιθικά κελύφη διακρίνονται σε τρεις κύριους τύπους, τα πορσελανώδη, τα υαλώδη και τέλος τα μικροκοκκώδη (Τριανταφύλλου και Δήμιζα, 2012).

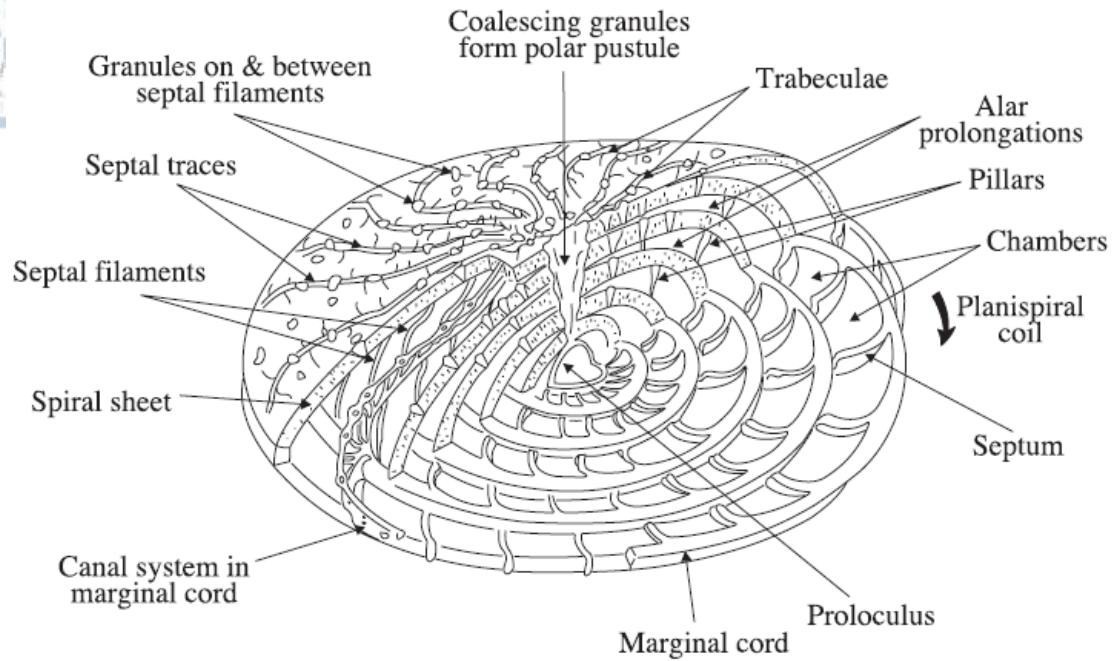
Η εξωτερική επιφάνεια του κελύφους μπορεί να είναι είτε εντελώς λεία είτε ιδιαίτερα διακοσμημένη. Το σχήμα του κελύφους προσδιορίζεται από τη διάταξη και το σχήμα των θαλάμων, στοιχεία τα οποία είναι εξαιρετικά μεταβλητά. Τα περισσότερα κελύφη διαθέτουν πολλούς θαλάμους. Τα γραμμικά, επιμήκη σχηματίζονται είτε σε μία σειρά (μονόσειρα), σε δύο σειρές (δίσειρα), σε τρεις σειρές (τρίσειρα), είτε σε συνδυασμούς αυτών. Τα περιελιγμένα διαχωρίζονται ανάλογα με το σχήμα του κελύφους τους, στις επιπεδοσπειροειδείς μορφές (planispiral), όπου οι θάλαμοι έχουν προστεθεί σε ένα οριζόντιο επίπεδο και στις τροχοσπειροειδείς (trochospiral) μορφές, όπου οι θάλαμοι έχουν προστεθεί κατά μήκος ενός κατακόρυφου άξονα. Επιπρόσθετα, το σχήμα των θαλάμων είναι ιδιαίτερος μεταβλητό. Στον τελευταίο θάλαμο παρατηρείται μία οπή, το στοματικό άνοιγμα. Είναι δυνατόν να είναι μονό ή πολλαπλό και επίσης, παρουσιάζει μεγάλη ποικιλομορφία στο σχήμα του και την κατασκευή του (Milsom and Rigby, 2010; Τριανταφύλλου και Δήμιζα, 2012).

Οικολογία-Παλαιοοικολογία

Τα τρηματοφόρα είναι πολύ χρήσιμοι παλαιοπεριβάλλοντικοί δείκτες. Η μορφολογία των βενθονικών τρηματοφόρων αντανακλά στο είδος του υποστρώματος, το βάθος του νερού και το χημισμό του. Τα περισσότερα βενθονικά τρηματοφόρα είναι προσκολλημένα στο υπόστρωμα, χρησιμοποιώντας οργανικές αποφύσεις. Τα είδη που συνδέονται με ιλύώδη υποστρώματα τείνουν να έχουν λεπτότερο κέλυφος, να εμφανίζουν περισσότερο επιμηκυμένες και λεπτές, λείες μορφές. Τα αδρόκοκκα ιζήματα, τα οποία είναι λιγότερο πλούσια σε θρεπτικά συστατικά, υποστηρίζουν μικρούς πληθυσμούς από παχυκέλυφα τρηματοφόρα, με έντονο ανάγλυφο στην εξωτερική επιφάνεια. Επιπλέον, στα υψηλής ενέργειας περιβάλλοντα, τα κελύφη των τρηματοφόρων εμφανίζονται ισχυρότερα με παχύ κέλυφος. Τα προσκολλούμενα βενθονικά τρηματοφόρα, τα οποία προτιμούν σκληρά υποστρώματα, διαθέτουν συνήθως πεπλατυσμένη ή κοίλη επιφάνεια βάσης (Milsom and Rigby, 2010).

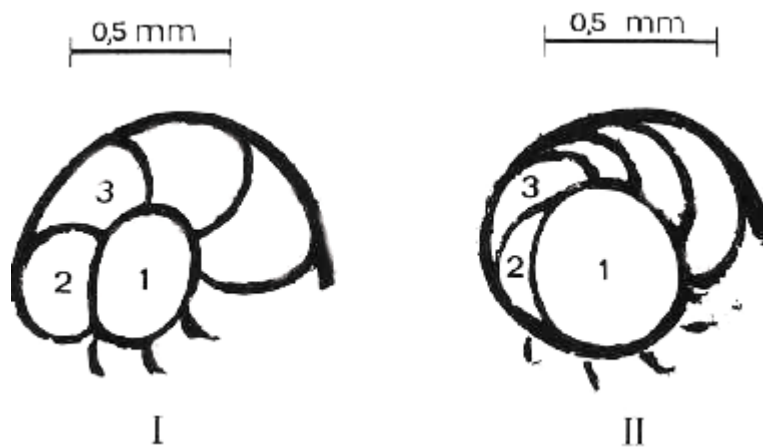
Η αλατότητα είναι ένας καθοριστικός παράγοντας στη διαβίωση των τρηματοφόρων. Τα περισσότερα βενθονικά τρηματοφόρα ευδοκιμούν σε κανονικές αλατότητες, περίπου 35‰. Αντίθετα, στα περιβάλλοντα με διακυμάνσεις στην αλατότητα απαντώνται λιγότερα είδη. Οι συμφυρματοπαγείς μορφές είναι κοινές σε έλη, οι ασβεστολιθικές μορφές συναντώνται ευρύτερα στις λιμνοθάλασσες και οι πορσελανώδεις μορφές διαβιούν σε συνθήκες κανονικής έως υψηλής αλατότητας. Το οξυγόνο, αποτελεί έναν ακόμη παράγοντα που καθορίζει τις βιοκοινωνίες των τρηματοφόρων. Η πλειονότητα αυτών παρατηρείται σε θαλάσσια ύδατα, όπου τα επίπεδα οξυγόνου κυμαίνονται σε κανονικά επίπεδα, ενώ ελάχιστα αναπτύσσονται σε βαθιά θάλασσα, εκεί που το οξυγόνο είναι περιορισμένο. Τα είδη αυτά είναι συνήθως μικρά και έχουν λεία, λεπτά τοιχώματα, ασβεστιτικά ή συμφυρματοπαγή κελύφη (Milsom and Rigby, 2010).

Τα πλαγκτονικά τρηματοφόρα είναι μια ομάδα μικροαπολιθωμάτων που αποτέλεσε και αποτελεί αντικείμενο έρευνας από πολλούς μελετητές. Θεωρούνται καταναλωτές εντός του πλαγκτόν, αν και μερικά είδη συντηρούνται με τη λήψη τροφής από ενδοσυμβιωτικούς οργανισμούς. Η σύγχρονη κατανομή τους παρατηρείται σε πέντε μεγάλες Θερμοκρασιακές ζώνες, που αντιπροσωπεύουν τις σημερινές θερμοκρασίες του νερού. Αυτές οι ζώνες αναγνωρίζονται με βάση τις τελευταίες μεσοπαγετώδεις και παγετώδεις περιόδους και βοηθούν στην ανασύσταση των ωκεανών σε ψυχρότερες και θερμότερες περιόδους (Milsom and Rigby, 2010).



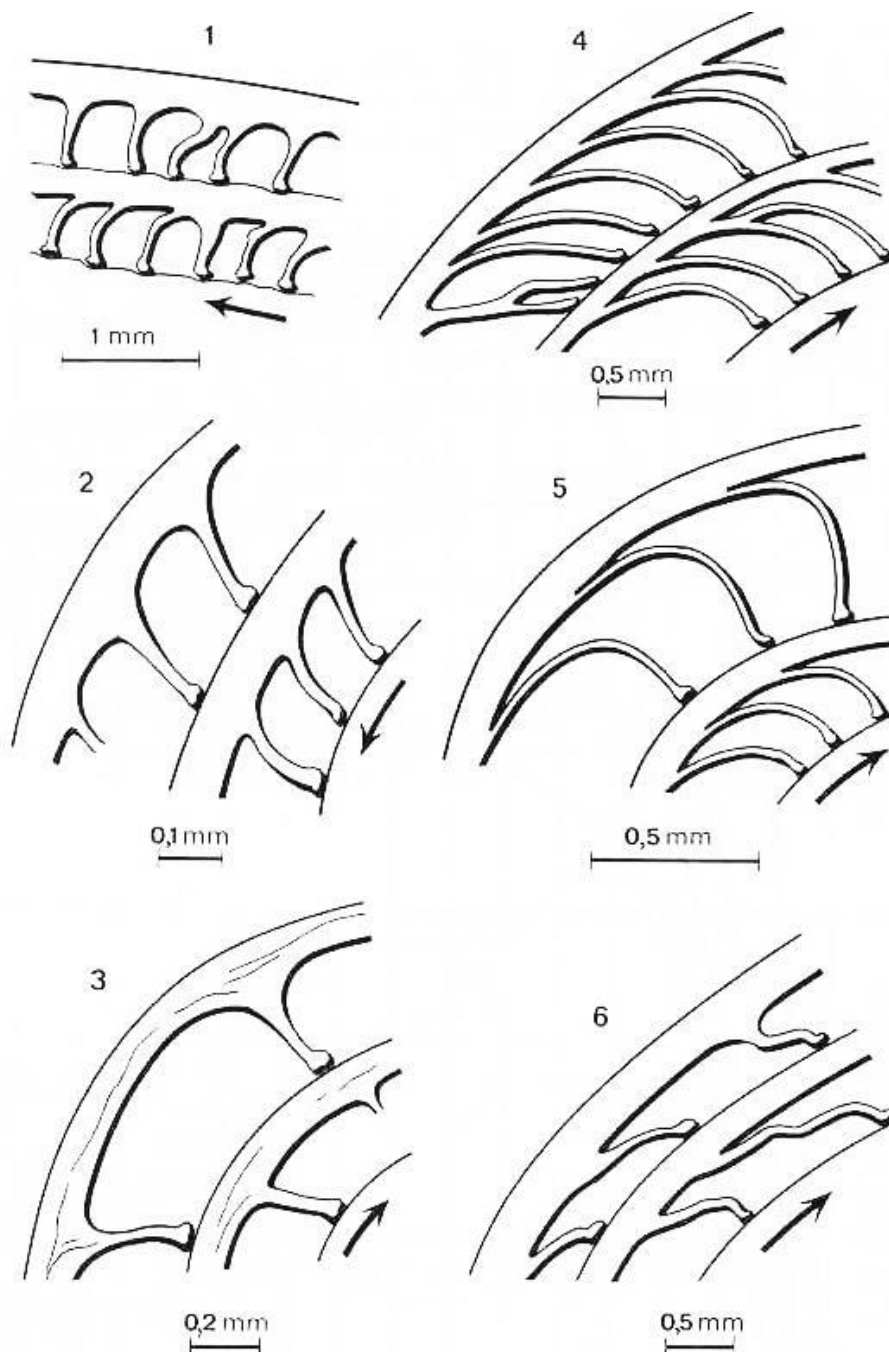
Εικόνα 1. Δομή κελύφους του γένους *Nummulites* (τροποποιημένο από Carpenter, 1850; Golev, 1961; Barnett, 1974; Racey, 1992, 2014).

Πρόκειται για μια περιοχή, στα όρια της περιφέρειας του κελύφους, από την οποία διέρχεται ένα περίπλοκο, τρισδιάστατο σύστημα καναλιών (Hottinger, 2006). Το σύστημα αυτό λειτουργεί ως στοματικό άνοιγμα, επομένως η εξωτερική τους επιφάνεια διαθέτει ανοίγματα (Racey, 2014). Το κέλυφος είναι περιελιγμένο δημιουργώντας επιτεδοσπειροειδείς μορφές. Συνίσταται από πολλές σπείρες, οι οποίες αποτελούνται από πολλούς θαλάμους. Η σπείρα μπορεί να είναι χαλαρή, δηλαδή να αποτελείται είτε από μικρό, είτε από μεγαλύτερο αριθμό θαλάμων. Οι τελευταίοι διαχωρίζονται μεταξύ τους με τα **διαφράγματα** (septa). Ο **πρώτος θάλαμος** ή **προτοκόγχη** (proloculus) είναι συχνά σφαιρικός ενώ ο δεύτερος ή δευτεροκόγχη είτε έχει σχήμα νεφροειδές, είτε σπανιότερα σφαιρικό (Beavington-Penney and Racey, 2004). Μία ακόμη σημαντική διαφορά έγκειται στο μέγεθος αυτών. Στις περισσότερες περιπτώσεις οι δύο θάλαμοι είναι άνισου μεγέθους ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις είναι δυνατόν να έχουν σχεδόν ίδιο μέγεθος (Blondeau, 1972) (Εικ. 2). Η προτοκόγχη και η δευτεροκόγχη αποτελούν την εμβρυακή συσκευή και σε αυτές προστίθενται οι επόμενες σπείρες (Hottinger, 2006).



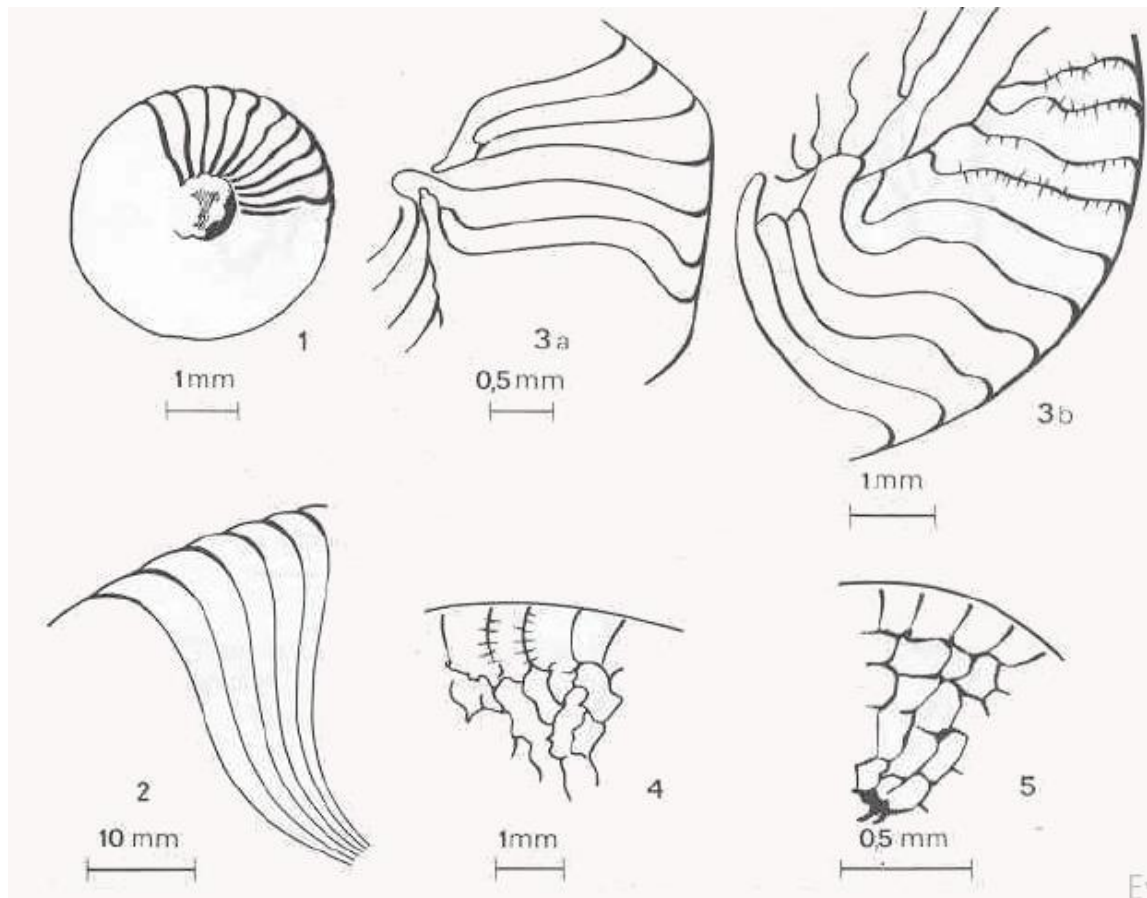
Εικόνα 2. Διάφοροι τύποι των εμβρυακών θαλάμων, 1: προτοκόγχη (proloculus), 2: δευτεροκόγχη, I: προτοκόγχη και δευτεροκόγχη με ίδια διάμετρο, II: προτοκόγχη και δευτεροκόγχη με άνισες διαμέτρους (Blondeau, 1972).

Οι θάλαμοι που ακολουθούν (συγκρίνοντας μήκος / ύψος) μπορεί να είναι πεπλατυσμένοι, επιμήκεις και το ύψος τους να είναι μικρό, ψηλοί με μικρό μήκος ή ισομετρικοί (Racey, 2014). Το σχήμα τους εξαρτάται από την μορφή των διαφραγμάτων. Συνήθως, τα διαφράγματα είναι κοίλα με το κοίλωμά τους προς τις προηγούμενες σπείρες (Beavington-Penney and Racey, 2004). Εμφανίζονται ως ευθείες ή λοξές γραμμές, κεκλιμένες, τοξωτές ή να έχουν δρεπανοειδή μορφή. Σε πολλές περιπτώσεις εμφανίζονται σε διαφόρους συνδυασμούς των παραπάνω (Blondeau, 1972) (Εικ. 3). Εντός των τοιχωμάτων εμφανίζονται κάποια σημεία πύκνωσης, τα οποία ονομάζονται **πυλώνες** ή **pillars** (Hottinger, 2006).



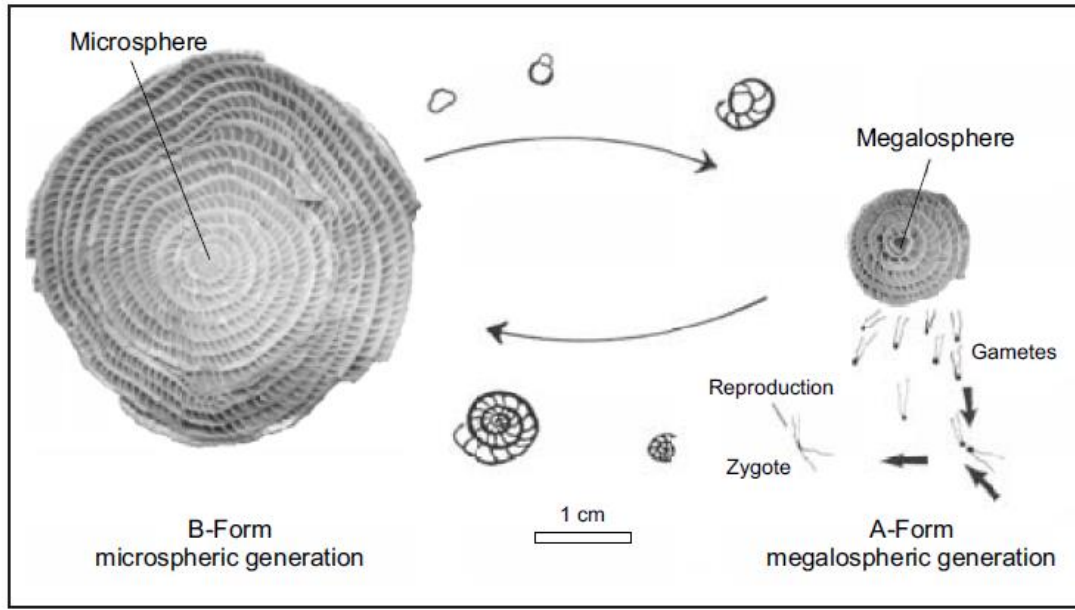
Εικόνα 3. Διάφορες μορφές διαφραγμάτων, 1: ελαφρώς κεκλιμένα, ευθείες γραμμές και συσπειρωμένα, 2: κεκλιμένα, τοξωτά και συσπειρωμένα, 3: ελαφρώς κεκλιμένα, ευθείες γραμμές με διαστήματα μεταξύ τους, 4: λοξά με δρεπανοειδή μορφή και συσπειρωμένα, 5: ευθείες γραμμές με δρεπανοειδή μορφή και διαστήματα μεταξύ τους, 6: αρκετά λοξές με διαστήματα μεταξύ τους (Blondeau, 1972).

Η εξωτερική διακόσμηση διακρίνεται και στις δύο πλευρές του κελύφους, οι οποίες είναι πανομοιότυπες και έχουν αμφίπλευρη συμμετρία. Σε αυτές αποτυπώνονται οι καταλήξεις των διαφραγμάτων (Hottinger, 2006). Οι καταλήξεις αυτές εμφανίζονται ως λοξές γραμμές και ονομάζονται **διαφραγματικά νημάτια** (septal filaments). Η μορφή τους μπορεί να είναι ακτινωτή, μαιανδρική, σιγμοειδής ή να φέρει τη μορφή δικτύου (Beavington-Penney and Racey, 2004; Racey, 2014; Blondeau, 1972) (Εικ. 4). Στην εξωτερική επιφάνεια, αποτυπώνονται και τα στυλίδια ως **κοκκία** (granules), τα οποία μπορεί να βρίσκονται είτε πάνω είτε ανάμεσα στα διαφραγματικά νημάτια είτε συγκεντρωμένα στο κέντρο του κελύφους (Hottinger, 2006). Τα διαφραγματικά νημάτια και τα κοκκία μπορεί να είναι διακριτά ακόμα και σε λεπτές τομές όταν αυτές είναι πλάγιες (Racey, 2014).



Εικόνα 4. Διαφορετικές μορφές των διαφραγματικών νημάτων, 1: ακτινωτά, 2: συνεχόμενα, 3: συνεχόμενα και μαιανδρικά, 4-5: μορφή δικτύου (Blondeau, 1972).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η αναπαραγωγή του γένους *Nummulites*, καθώς πραγματοποιείται με εναλλαγές γενεών μέσω των απλοειδών και διπλοειδών φάσεων. Κατά την αγενή διαδικασία αναπαραγωγής δημιουργούνται μακροσφαιρικές μορφές (A-forms) απλοειδούς γονιδιώματος. Αντίθετα, κατά την εγγενή διαδικασία αναπαραγωγής δημιουργούνται μικροσφαιρικές μορφές (B-forms) διπλοειδούς γονιδιώματος. Η διαφορά στις δύο μορφές έγκειται στο μέγεθος της πρωτοκόγχης, το οποίο είναι μεγαλύτερο στη μακροσφαιρική μορφή ενώ στη μικροσφαιρική είναι μικρότερη, καθώς και στο μέγεθος του κελύφους, το οποίο έχει μεγαλύτερη διάμετρο στις μικροσφαιρικές μορφές (Bowen Powell, 2010) (Εικ. 5).



Εικόνα 5. Κύκλος ζωής των *Nummulites* (τροποποιημένο από Schaub, 1981; Jorjy, 2014).

Το περιβάλλον στον κύκλο ζωής

Υπό ευνοϊκές συνθήκες, τα ζώντα τρηματοφόρα αναπτύσσονται γρήγορα και αναπαράγονται σε σχετικά μικρά μεγέθη κελυφών (Hallock and Glenn, 1986). Ωστόσο, σε πληθυσμούς που διαβιούν σε περιβάλλοντα που επικρατούν συνθήκες περιβαλλοντικής πίεσης (stress), εξαιτίας της αλλαγής/πτώσης θερμοκρασίας, ανεπάρκειας τροφής ή του φωτός κ.α., τα άτομα αναπτύσσονται πιο αργά και εμφανίζονται με μεγαλύτερα μεγέθη κελυφών (Bradshaw, 1957). Οι *Nummulites*, έχει αποδειχθεί ότι ανταποκρίνονται γρήγορα στις περιβαλλοντικές αλλαγές και στις συνθήκες απόθεσης (Bowen Powell, 2010). Το μέγεθος του κελύφους επηρεάζεται από τον τρόπο αναπαραγωγής τους, την ανάδευση και το βάθος του νερού, την θερμοκρασία, καθώς και την ένταση του φωτός (Beavington-Penney and Racey, 2004).

Ο Lipps (1982), προτείνει ότι η αγενής διαδικασία αναπαραγωγής αποτελεί τον κυρίαρχο λόγο της αύξησης του μεγέθους του πληθυσμού, όταν οι περιβαλλοντικές συνθήκες συνδέονται με αυξημένη παροχή θρεπτικών συστατικών. Επομένως, σε αυτά τα περιβάλλοντα κυριαρχούν οι μακροσφαιρικές μορφές. Γενικά, παρατηρείται ένα μοτίβο άνισης κατανομής των μακρο-σε σχέση με τις μικροσφαιρικές μορφές. Ο Blondeau (1972), θεωρεί ότι ένας τυπικός, κανονικός πληθυσμός Νουμμουλιτών, έχει αναλογία A/B forms 10:1. Το μοτίβο αυτό υποδεικνύει ότι η εγγενής διαδικασία αναπαραγωγής, περιορίζεται σε ορισμένες οικολογικές συνθήκες, ζώνες που σχετίζονται και με το βάθος (Hottinger, 1977a; Leutenegger, 1977b).

Με βάση πλήθος μελετών, έχουν τεκμηριωθεί συστηματικές αλλαγές στη μορφολογία του κελύφους, σε σχέση με τις διακυμάνσεις του βάθους, του βιότοπου και την ικανότητά τους να φέρουν εντός του κελύφους τους συμβιώτες (π.χ., Haynes, 1965; Hottinger and Drehner, 1974; Larsen and Drooger, 1976; Hallock, 1979; Hallock and Hansen, 1979). Οι παραπάνω ερευνητές συσχέτισαν αυτές τις μορφολογικές τάσεις με τη μείωση της δραστηριότητας της φωτοσύνθεσης των συμβιωτών με την αύξηση του βάθους του νερού. Οι μορφολογικές τάσεις είναι δυνατόν να αποτυπωθούν τόσο σε διαφορετικά είδη του ίδιου γένους όσο και στο ίδιο είδος (Hallock, 1979; Hallock and Hansen, 1979). Περισσότερο πεπλατυσμένα και ισχυρά κελύφη αναφέρονται σε είδη που κατοικούν σε ρηχά ύδατα, προτείνοντας έτσι ότι η διαθεσιμότητα του φωτός ελέγχει τη μορφολογία του κελύφους διαμέσου της αλληλεπίδρασης με τους συμβιώτες (Hallock, 1979). Η σχέση αλληλεπίδρασης και η απόδοση των αλλαγών, οι οποίες προέρχονται από αυτή, αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο στην ερμηνεία του παλαιοπεριβάλλοντος (Hallock, 1980; Leutenegger, 1984). Για παράδειγμα, οι Trevisani and Papazzoni (1996) παρατήρησαν αλλαγές στην κατανομή και το σχήμα του *N. fabianii* στις Ιταλικές Άλπεις. Αναγνωρίστηκαν δύο υποείδη, εκ των οποίων το ένα αντιπροσωπεύει πεπλατυσμένες μορφές, ενώ το δεύτερο ανήκει στις εύρωστες. Οι αλλαγές αποδόθηκαν στην επίδραση της ενέργειας του νερού και της έντασης του φωτός. Η Hallock (1979), υπέδειξε ότι η κίνηση του νερού αποτελεί επίσης παράγοντα που μπορεί να επηρεάσει το σχήμα του κελύφους. Η μικρή τους μάζα ανταποκρίνεται εξαιρετικά γρήγορα σε μικρές αλλαγές του νερού, αν και αυτές εξαρτώνται μερικώς από αλλαγές που μπορούν να λαμβάνουν χώρα ταυτόχρονα με άλλες μεταβλητές του περιβάλλοντος, όπως η αλατότητα και η θερμοκρασία (Kinne, 1970). Η θερμοκρασία γενικά θεωρείται ο σημαντικότερος φυσικός παράγοντας που επηρεάζει την κατανομή των συναθροίσεων (Lee, 1974). Επίσης, το συνολικό μέγεθος των μικροσφαιρικών μορφών αυξάνεται στην πορεία του γεωλογικού χρόνου. Παρόμοια αύξηση μεγέθους των μακροσφαιρικών μορφών παρατηρείται σε μικρότερο βαθμό, με παράλληλη αύξηση του μεγέθους της πρωτοκόγχης (Blondeau, 1972; Racey, 2014). Οι πρώτοι Νουμμουλίτες εμφανίζονται στο Ανώτερο Παλαιόκαινο,

αντιπροσωπεύονται από είδη μικρού μεγέθους και παρουσιάζουν την ακμή τους, όσον αφορά την ανάπτυξή τους, στο Μέσο Ηώκαινο, φθάνοντας στο μέγιστο μέγεθός τους.

1.3. Μελέτη Νουμμουλιτών στον ελλαδικό χώρο

Οι Νουμμουλίτες και το περιβάλλον απόθεσης που χαρακτηρίζουν, αποτέλεσαν αντικείμενο έρευνας και μελέτης πολλών εργασιών που πραγματοποιήθηκαν στον ελλαδικό χώρο.

Ο Hochstetter (1870), αναφέρεται σε Νουμμουλιτοφόρους ασβεστόλιθους στις περιοχές της ανατολικής Ροδόπης, στην Αλεξανδρούπολη, στις Φέρρες και το Διδυμότειχο (Μολασσική αύλακα Έβρου). Συγκεκριμένα, αναφέρεται στο είδος *Nummulites planulata*. Σύμφωνα με τους Robertson and Mountrakis (2006), Νουμμουλίτες έχουν εντοπιστεί και στην περιοχή του Άβαντα. Αργότερα, οι Meinhold and Boudagher (2009) κάνουν αναφορά για νουμμουλιτοφόρο ασβεστόλιθο και στην Σαμοθράκη. Οι Νουμμουλίτες αντιπροσωπεύονται από τα είδη *Nummulites fabianii*, *Nummulites* sp., *Nummulites fichteli* και *Nummulites striatus*. Υποδηλώνουν ότι η περιοχή αυτή λειτούργησε ως μια ρηχή ασβεστολιθική πλατφόρμα, άνω Ηώκαινης–κάτω Ολιγοκαινικής ηλικίας. Ένα χρόνο αργότερα, οι Zagorchev et al. (2010) αναφέρουν την ύπαρξη των ειδών *Nummulites fabianii* και *Nummulites incrassatus* εντός ασβεστολιθικών σχηματισμών στις περιοχές της Σαμοθράκης, Μαρώνειας και Πυλαίας, Πριαμπόνιας ηλικίας. Οι Perri et al. (2015), αναφέρονται γενικά στην ύπαρξη Νουμμουλιτών στην περιοχή της Κίρκης, Ξάνθης και Κομοτηνής.

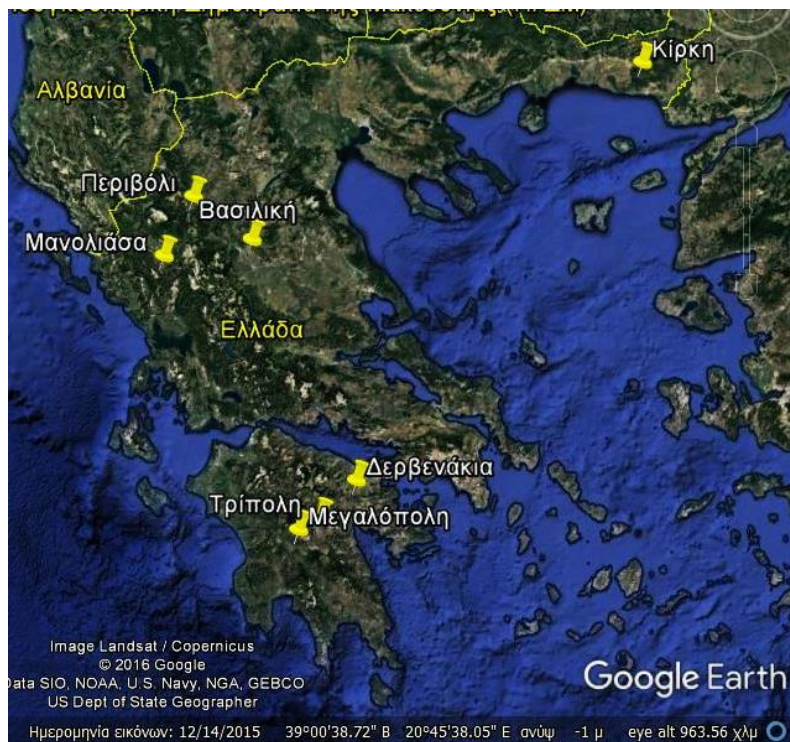
Πολλές μελέτες έχουν διεξαχθεί και για Νουμμουλίτες της Μεσο-ελληνικής αύλακας. Πρώτοι οι Soliman and Zygojiannis (1979), περιγράφουν την ύπαρξη Νουμμουλιτών σ' αυτή την περιοχή. Στη συνέχεια, οι Weilandt and Schuster (2004) αναφέρονται, ειδικότερα, στην παρουσία των *Nummulites fichteli* και *Nummulites kescskemeti* στις περιοχές Μεσολούρι και Δοτσικό Η ύπαρξη του *Nummulites fichteli* χρονολογεί τα στρώματα αυτά στο Ρουπέλιο.

Ο Καρακίτσιος (2001), αναφέρεται στην παρουσία Νουμμουλιτών στις εξωτερικές ελληνίδες. Οι Barattolo et al. (2007), περιγράφουν την παρουσία των *Nummulites chavannesi* και *Nummulites fabianii*, στο Όρος Κλόκοβα. Τα είδη αυτά υποδηλώνουν πως η περιοχή αυτή δρούσε ως μια ρηχή πλατφόρμα κατά την διάρκεια του Μπαρτόνιου–Πριαμπόνιου. Την παρουσία του *Nummulites fabianii*, για τη ζώνη του Γαβρόβου–Τριπόλεως, ενισχύει η Ζαμπετάκη-Λέκκα, (1997). Οι Alexopoulos et al. (2010) και Seidel (2003) περιγράφουν την ύπαρξη Νουμμουλιτών στη δυτική Κρήτη.

Τέλος, οι Di Carlo et al. (2010), μελέτησαν τις αποθέσεις του Παλαιογενούς της Ζακύνθου και περιέγραψαν την παρουσία των *Nummulites aturicus*, *Nummulites* gr. *intermedius-fichteli*, *Nummulites cuvillieri*, *Nummulites gizehensis*, *Nummulites discorbinus* και *Nummulites perforatus*.

2. Περιοχή μελέτης

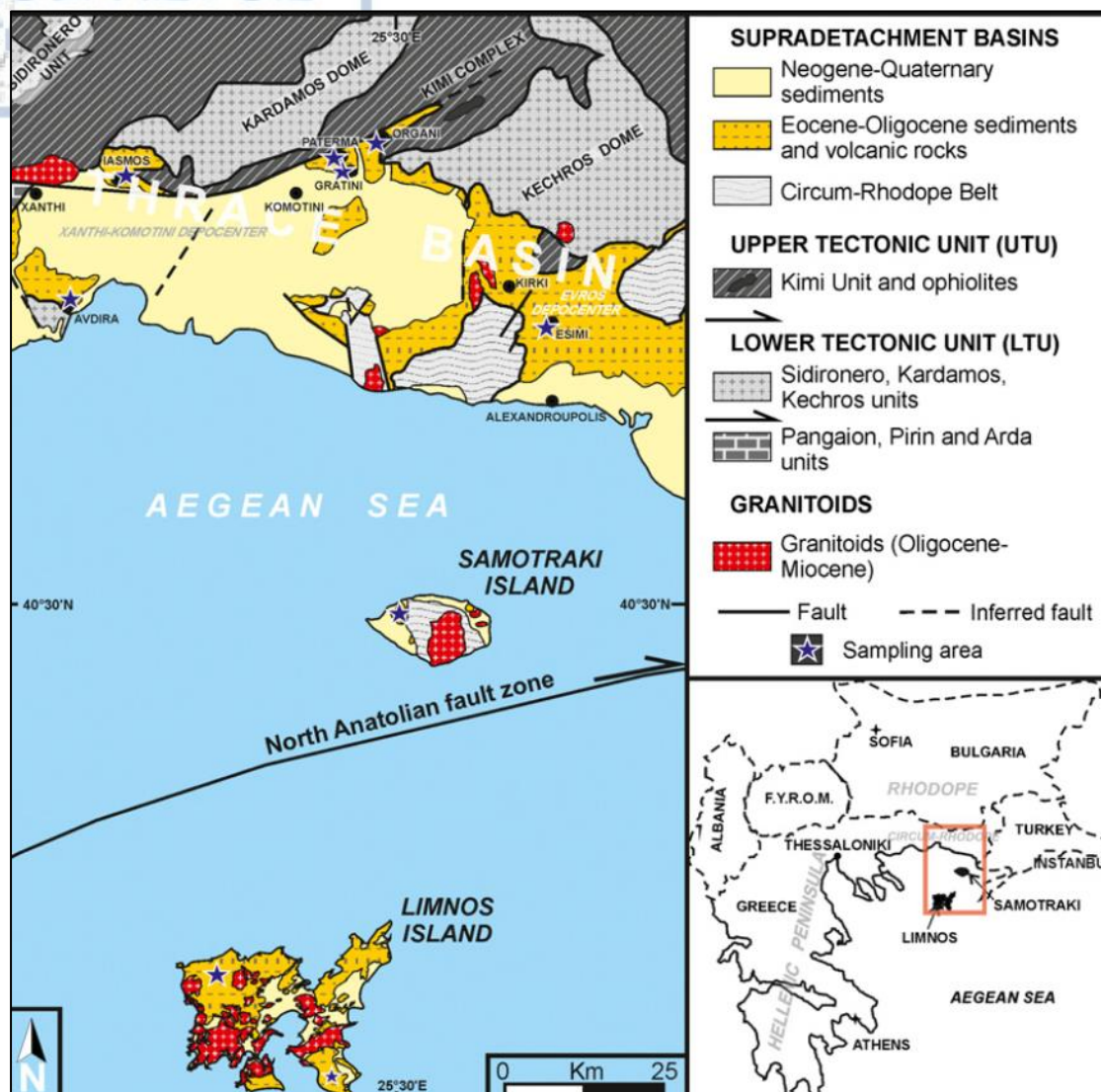
Για την εκπόνηση της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας επιλέχθηκαν 6 θέσεις μελέτης. Κατά την επιλογή τους, έγινε προσπάθεια αντιστοίχισής τους με τις γεωτεκτονικές ζώνες του ελλαδικού χώρου στις οποίες αναφέρεται βιβλιογραφικά η παρουσία απολιθωμάτων *Nummulites*. Από τα ανατολικά προς τα δυτικά, οι περιοχές μελέτης είναι η Κίρκη Θράκης, τα Δερβενάκια, η Βασιλική Τρικάλων, το Περιβόλι Γρεβενών, η Τρίπολη και τέλος η Μανωλιάσα Ιωαννίνων (Εικ. 6).



Εικόνα 6. Άποψη του ελληνικού χώρου με τις θέσεις μελέτης.

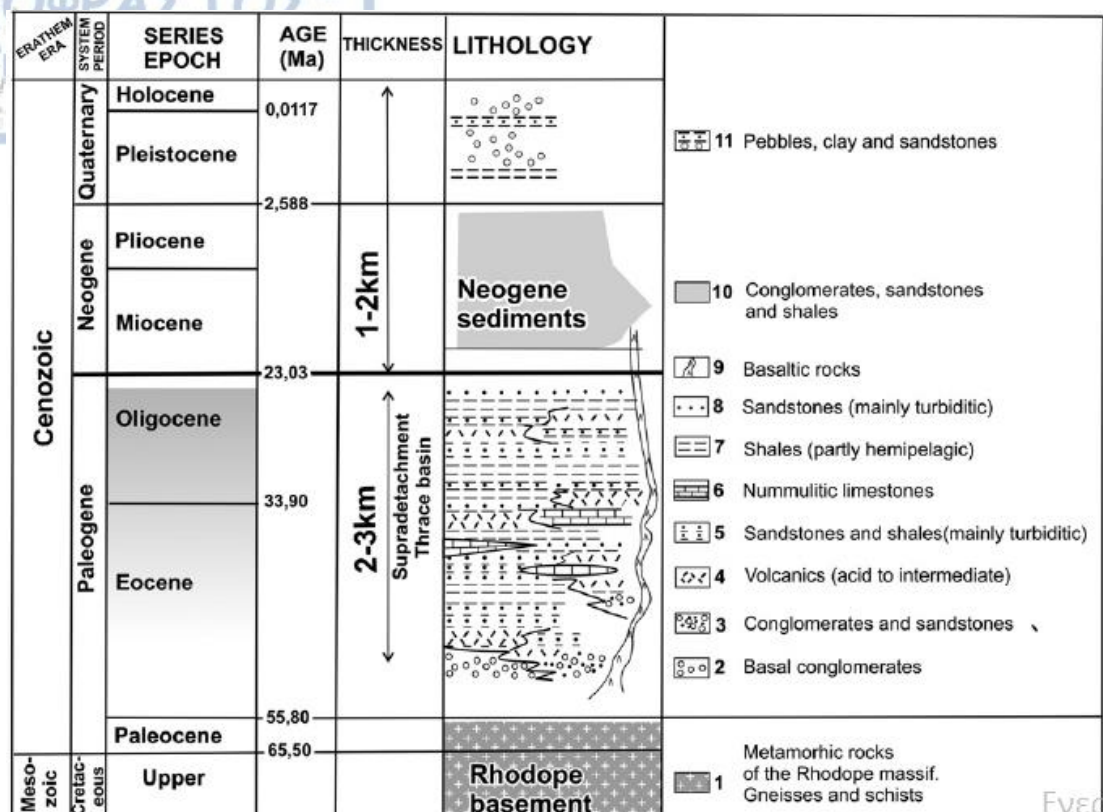
2.1. Κίρκη Θράκης

Η Κίρκη τοποθετείται νοτιοδυτικά του νομού Έβρου στην κοιλάδα του ποταμού Ειρήνη, ο οποίος ρέει από την περιοχή του Άβαντα προς την κοιλάδα όπου βρίσκεται το χωριό. Ανήκει στο δήμο Αλεξανδρούπολης και βρίσκεται 23km βορειοδυτικά της ομώνυμης πόλης. Στην περιοχή εμφανίζονται ιζήματα της Μολασσικής λεκάνης του Έβρου. Τα ιζήματά της μολασσικής αύλακας αποτέθηκαν επάνω στα πετρώματα της μάζας της Ροδόπης και στο ανατολικό τμήμα της Περιοδοπικής ζώνης. Η έκταση της δεν είναι γνωστή ωστόσο σήμερα εντοπίζονται μικρής έκτασης εμφανίσεις στην περιοχή Έβρου–Ροδόπης (Μουντράκης, 2010). Εμφανίσεις παρατηρούνται επίσης στα νησιά Λήμνο και Λέσβο, αφήνοντας έτσι να εννοηθεί πως υπάρχουν τμήματα της μολάσσης που όμως είναι υποθαλάσσια (Μουντράκης, 2010, Παπανικολάου, 2015) (Εικ. 7). Τα μολασσικά ιζήματα καλύπτονται ασύμφωνα από νεογενείς αποθέσεις (Kiliyas et al., 2013, 2015).



Εικόνα 7. Γεωλογικός χάρτης της μολασσικής αύλακας του Έβρου (Perri et al., 2015).

Η γενική στρωματογραφία της αύλακας (Εικ. 8), αναφέρεται σε ιζήματα όπως κροκαλοπαγή, λατυποπαγή, ψαμμίτες, μάργες και μαργαϊκούς ασβεστόλιθους, τουρβιδίτες και αργίλους που χρονολογούνται από το Μέσο Ηώκαινο μέχρι το Άνω Μειόκαινο και τοποθετούνται τεκτονικά πάνω στα μεταμορφωμένα πετρώματα της μάζας της Ροδόπης (γενύσιοι και σχιστόλιθοι) (Μουντράκης, 2010; Kiliyas et al., 2013, 2015). Ωστόσο, δεν υπάρχουν συστηματικές μελέτες για τη στρωματογραφία της αύλακας καθώς αυτή μεταβάλλεται από περιοχή σε περιοχή. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην ύπαρξη υπολεκανών, οι οποίες είναι απόρροια συν-ιζηματογενών ρηγμάτων. Τα τελευταία επηρέασαν τη στρωματογραφική διάρθρωση της αύλακας δημιουργώντας ασυνέχειες που συνοδεύονται από αλλαγές φάσεων (Papanikolaou and Triantaphyllou, 2010). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον στη στρωματογραφία παρουσιάζει η παρείσφρηση ηφαιστειακών πετρωμάτων στα μολασσικά ιζήματα (Μουντράκης, 2010; Παπανικολάου, 2015). Οι ασβεστόλιθοι του Ηωκαίνου έχουν απολιθώματα τρηματοφόρων, όπως *Nummulites* (Μουντράκης, 2010).

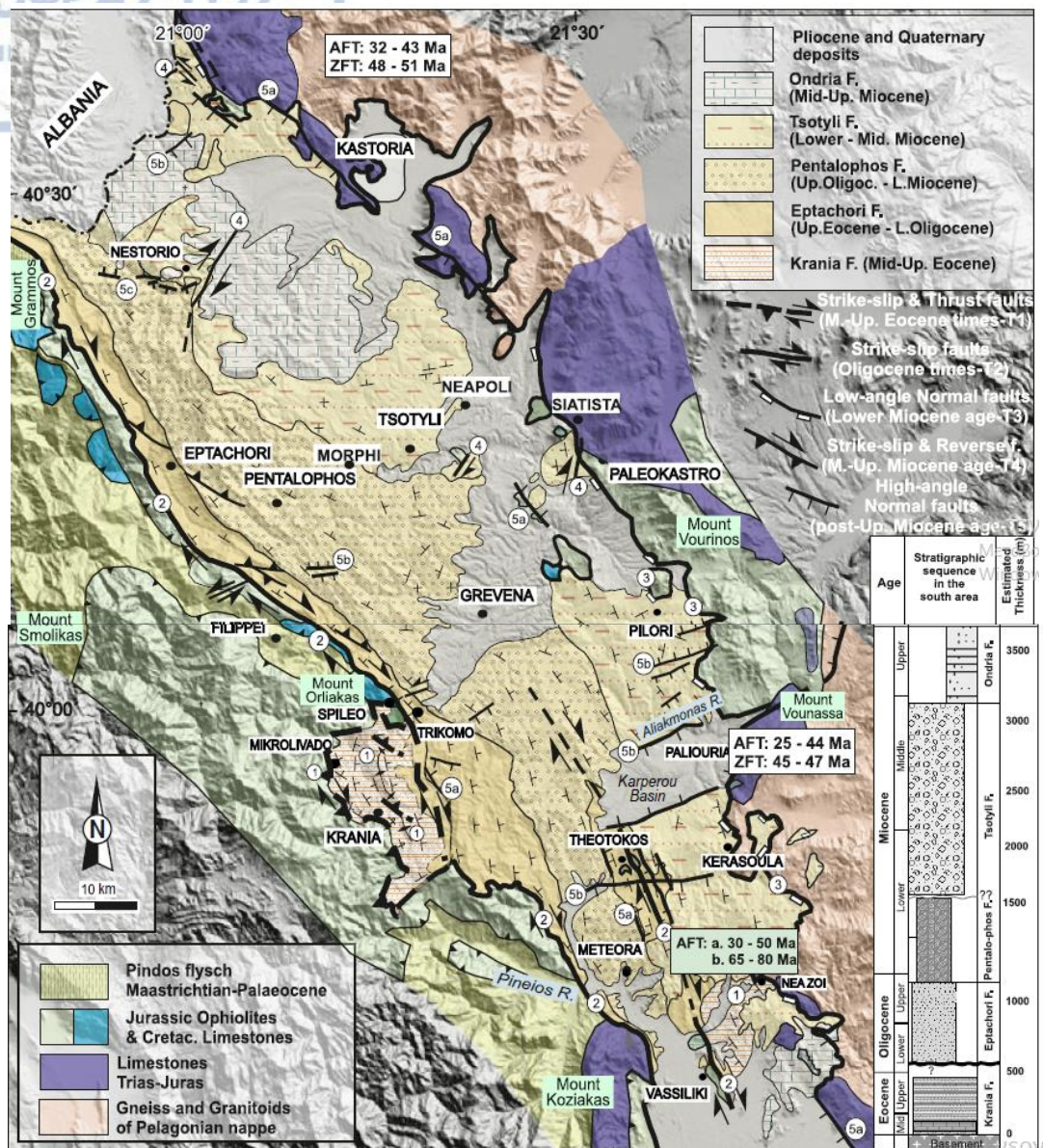


Εικόνα 8. Στρωματογραφική στήλη της Μολασσικής Αύλακας της Θράκης (Kilias et al., 2013).

Στην περιοχή της Κίρκης, η συλλογή των απολιθωμάτων πραγματοποιήθηκε από ένα στρώμα αργίλου. Η παρουσία τους εντός ενός τέτοιου στρώματος είναι ενδεικτική της πιθανής τους μεταφοράς. Το μητρικό τους πέτρωμα θα πρέπει να είναι κάποιος ασβεστόλιθος, ο οποίος έχει υποστεί σχετικά μεγάλο βαθμό αποσάθρωσης, και πιθανότατα βρίσκεται στην κοντινή περιοχή. Νουμμουλιτοφόρος ασβεστόλιθος εντοπίζεται στην περιοχή του Άβανατα (Robertson and Mountrakis, 2006), και ίσως αποτελεί το αναζητούμενο μητρικό πέτρωμα. Στρωματογραφικά η περιοχή του Άβαντα συνίσταται από Ηωκαινικές-Ολιγοκαινικές μάργες και αργίλους, που υπέρκεινται του νουμμουλιτοφόρου ασβεστόλιθου.

2.2. Βασιλική Τρικάλων

Η περιοχή της Βασιλικής ανήκει στον Δήμο Καλαμπάκας. Ο πεδινός οικισμός βρίσκεται 12km βορειοδυτικά των Τρικάλων και 10km νοτιοανατολικά της Καλαμπάκας. Η περιοχή ανήκει στη Μεσοελληνική Αύλακα. Πρόκειται για τη δεύτερη μολασσική λεκάνη του ελλαδικού χώρου, η οποία εκτείνεται από την Αλβανία ως την Βόρεια Θεσσαλία, με διεύθυνση βορειοδυτική-νοτιοανατολική (Doutsos et al., 1994), παράλληλα με την ανάπτυξη του Ελληνικού ορογενούς (Μουντράκης, 2010). Εμφάνσεις της αύλακας υπάρχουν στην Καρδίτσα, στα Τρίκαλα, την Καλαμπάκα, τα Γρεβενά, την Καστοριά και υπολειμματικές εμφανίσεις της έχουν εντοπιστεί σχεδόν μέχρι την Αδριατική (Παπανικολάου, 2015; Μουντράκης, 2010; Vamvaka, 2009). Έχει μήκος πάνω από ~200km και πλάτος που φτάνει τα 40km (Μουντράκης, 2010; Kilias et al., 2015).



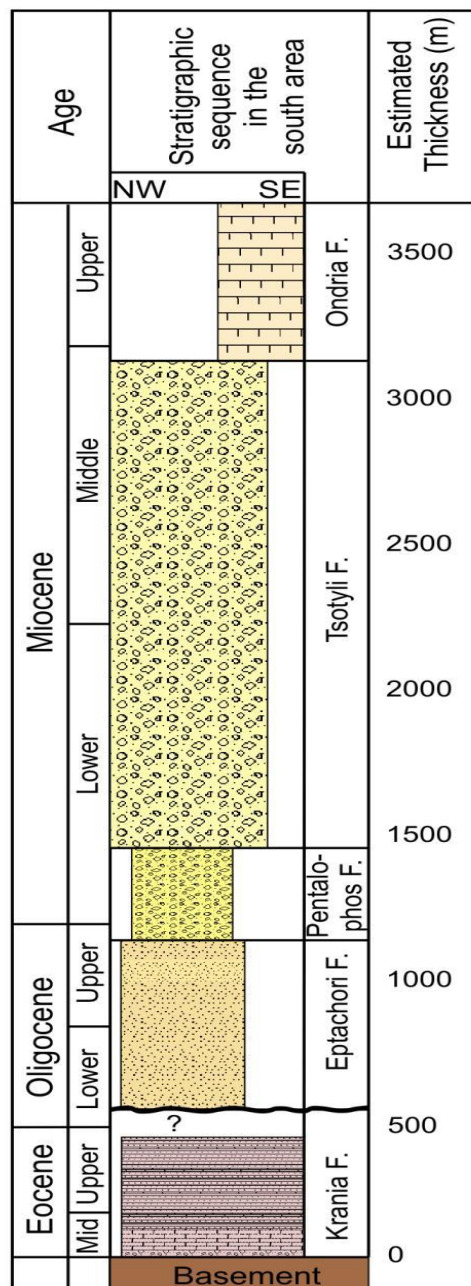
Εικόνα 9. Γεωλογικός χάρτης της Μεσοελληνικής αύλακας (Kilias et al., 2015).

Το νοτιοδυτικό της τμήμα οριοθετείται από τα βουνά Γράμμος, Σμόλικας και Κόζιακας (οροσειρά της Πίνδου), ενώ το βορειοανατολικό όριό της αποτελούν τα βουνά Βέρμιο, Βούρινος και Βουνάσσα (μάζα Πελαγονικής). Θεωρείται ως μια riggy-back λεκάνη, η οποία σχηματίστηκε από την τεκτονική επαφή της Απουλίας με αυτήν της Πελαγονικής. Η ιζηματογένεση επηρεάστηκε ισχυρά από τις τεκτονικές διαδικασίες (Doutsos et al., 1994; Ferriere et al., 2004; Kilias et al., 2015). Διαχωρίζεται σε πέντε ενότητες, των οποίων η ιζηματογένεση ξεκινά στις αρχές του Ολιγοκαίνου με την ανάπτυξη αλλουβιακών ριπιδίων, δελταϊκών και ρηγής θάλασσας αποθέσεων (Εικ. 9). Η ακολουθία αλλάζει απότομα σε αποθέσεις βαθιάς θάλασσας και τουρβιδίτες. Η πλειονότητα της ιζηματογενούς ακολουθίας συνίσταται από λεπτόκοκκα, κλαστικά ιζήματα, όπως μάργες, ιλυώδεις μάργες και ψαμμίτες, ενώ εμφανίζονται και κάποια ασβεστολιθικά στρώματα.

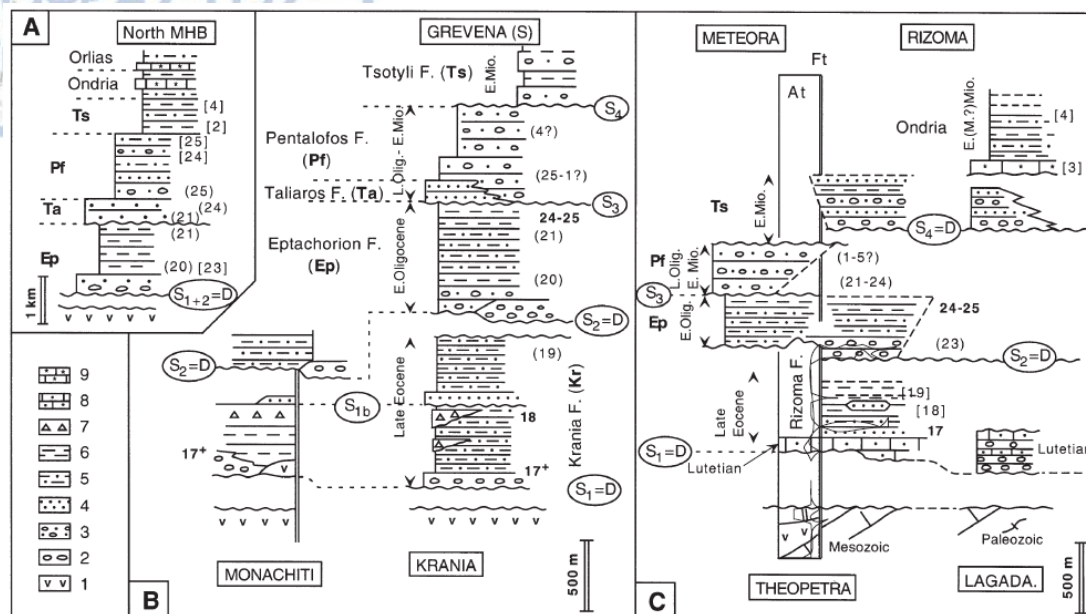
Επιπρόσθετα, σύμφωνα με τους Μουντράκη (2010), Παπανικολάου (2015), Brunn (1956) και Ferriere (2004) (Εικ. 10), η ιζηματογένεση ξεκινά με έναν ιδιόμορφο σχηματισμό (σχηματισμός Κρανιάς), ο οποίος είναι έντονα τεκτονισμένος και επομένως δεν αποτυπώνει την τυπική εικόνα ενός μολассικού σχηματισμού. Στη συνέχεια, αποτίθεται ο σχηματισμός του Επταχωρίου, ο οποίος αποτελεί μια ακολουθία πάχους περίπου 5km που αναφέρεται σε κλαστικά ιζήματα, μάργες, αβεστόλιθους, ψαμμίτες και κροκαλοπαγή. Ακολουθεί η σειρά του Πεντάλοφου, η οποία αποτελείται από μεγάλες μάζες πολύμικτων κροκαλοπαγών με διασταυρούμενη στρώση. Το πάχος αυτής της σειράς αγγίζει τα 3.000m και τυπική εμφάνιση της αποτελούν τα Μετέωρα. Πάνω στα κροκαλοπαγή του Πεντάλοφου, αναπτύσσεται ο σχηματισμός του Τσοτυλίου, που αποτελείται από μάργες και ψαμμίτες. Η ιζηματογένεση της Μεσοελληνικής αύλακας τελειώνει με την απόθεση του σχηματισμού της Όντριας που αποτελείται από ψαμμίτες, μάργες και ψαμμιτομαργαϊκούς ασβεστόλιθους με απολιθώματα ρηχής θάλασσας. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της λεκάνης είναι η μείωση της ηλικίας από τα δυτικά προς τα ανατολικά, υποδηλώνοντας πως πρόκειται για μια ασύμμετρη λεκάνη. Ακόμη, αξίζει να σημειωθεί πως η αύλακα δεν παρουσιάζει μια ενιαία και αντιπροσωπευτική στρωματογραφική στήλη αλλά κάθε περιοχή έχει την δική της (Παπανικολάου, 2015; Μουντράκης, 2010; Doutsos et al., 1994) (Εικ. 11).

Ήδη από τον πρό-προηγούμενο αιώνα οι μελετητές της γεωλογίας της περιοχής, έδωσαν και τις πρώτες λίστες των Ολιγοκαινικών-Μειοκαινικών απολιθωμάτων Tornouer (1874), Philippson and Oppenheim (1894), Peneckel (1896) και Hilber (1894, 1896).

Εκτεταμένη έρευνα που αφορά στην ιζηματολογία, παλαιογεωγραφία και βιοστρωματογραφία της Μεσοελληνικής Αύλακας πραγματοποιήθηκε από τον Brunn (1956), ο οποίος παρουσίασε επίσης στοιχεία για τα μαλάκια, τα κοράλλια και τις συναθροίσεις των τρηματοφόρων. Μικροπαλαιοντολογικές μελέτες διεξήχθησαν από τους Bison and Bizon (1967, 1972), Soliman and Zygoiannis (1977a, 1980), Barbieri (1992a) και Wielandt-Schuster et al. (2004).



Εικόνα 10. Γενική στρωματογραφική στήλη της Μεσοελληνικής αύλακας και απεικόνιση των επιμέρους σχηματισμών (Vamvaka, 2009).



Εικόνα 11. Σχηματικές στρωματογραφικές τομές της Μεσοελληνικής αύλακας σε διάφορες περιοχές. 1: Πελαγονικό υπόβαθρο με οφιόλιθους (v), 2: βασικά κροκαλοπαγή (ασύμφωνα), 3: κροκαλοπαγή και ψαμμίτες, 4: ψαμμίτες, 5: ψαμμίτες και σχιστόλιθοι, 6: σχιστόλιθοι (εν μέρει ημιπελαγονικοί), 7: ολισθολίθοι, 8: Ηώκαινοι ασβεστόλιθοι, 9: Μειοκαινοί Ασβεστόλιθοι. D: σημαντικές γωνιακές ασυμφωνίες, S: άλλες σημαντικές επιφάνειες (κύριες λιθολογικές μεταβολές), Pz: Παλαιοζωικός, Tj: Τριαδικό-Ιουραϊκό, UK: ανώτερο Κρητιδικό, Eo: Ηώκαινο, Olig: Ολιγόκαινο, Mio: Μειόκαινο, E: πρώιμο, M: μεσαίο, L: άνω (Ferriere et al., 2004).

Το πεδίο της έρευνας αποτέλεσε το λοφώδες τμήμα που εκτείνεται στα ανατολικά του ομώνυμου χωριού (Βασιλική). Στρωματογραφικά, η ιζηματογένεση λαμβάνει χώρα επάνω στο οφιολιθικό υπόβαθρο της Υποπελαγονικής ζώνης, το οποίο έχει ηλικία Ανώτερου Ιουραϊκού. Ασύμφωνα επάνω σε αυτό αποτίθεται ένας μαζώδης και ελαφρώς ανακρυσταλλωμένος ασβεστόλιθος Μεσοζωικής ηλικίας. Στη συνέχεια, ασύμφωνα επάνω στον ασβεστόλιθο και τους οφιολίθους αποτίθεται ένα κροκαλοπαγές, το οποίο συνίσταται από κροκάλες των δύο παραπάνω σχηματισμών. Η ηλικία του κροκαλοπαγούς αντιστοιχεί στο Παλαιοκαινο (Δήμου, 2015). Η ιζηματογένεση συνεχίζεται με την απόθεση ενός ακόμη ασβεστόλιθου. Ο τελευταίος αποτίθεται ασύμφωνα στους προηγούμενους σχηματισμούς έχει ψαμμιτική σύσταση και είναι Ηώκαινης ηλικίας. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό αυτού είναι η παρουσία απολιθωμάτων και συγκεκριμένα η παρουσία των Νουμμουλιτών. Τέλος, η ιζηματογενής ακολουθία ολοκληρώνεται με την απόθεση ενός μαργαϊκού ορίζοντα.

1.1. Περιβόλι Γρεβενών

Το χωριό Περιβόλι ανήκει στον Νομό Γρεβενών και βρίσκεται σε απόσταση 45km από την ομώνυμη πόλη. Είναι χτισμένο στις κλιτύς της οροσειράς της Πίνδου, σε υψόμετρο 1300m. Τοποθετείται στη ζώνη της Πίνδου, η οποία απαντάται στην οροσειρά της Πίνδου, τα Αθαμανικά όρη, τα Άγραφα, εκτείνεται στη Στερεά Ελλάδα (στα Βαρδούσια) και συνεχίζει στην Πελοπόννησο. Εμφανίσεις της ζώνης εντοπίζονται επίσης στα Δωδεκάνησα και στην Κρήτη, αλλά και στη Μικρά Ασία. Τέλος, εκτείνεται και προς την Αλβανία (Μουντράκης, 2010).

Παλαιογεωγραφικά, θεωρείται πως πρόκειται για ένα ευγεωσύγκλινο. Μια ωκεάνια λεκάνη, η οποία αντιπροσωπεύει μαζί με την Υποπελαγονική ζώνη, τον παλιό κατεστραμμένο ωκεανό της Τηθύος. Η θεωρία αυτή όμως τίθεται υπό αμφισβήτηση, διότι οι οφιοίλιθοι

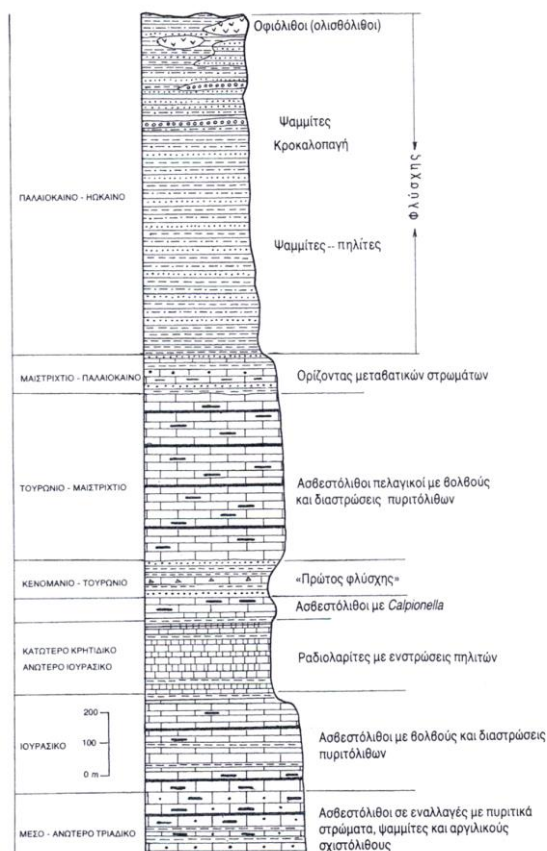
απουσιάζουν από τη μεγαλύτερη έκταση της ζώνης. Αυτό φέρει ως απόρροια τον χαρακτηρισμό της ως μια βαθιά ηπειρωτική λεκάνη με πελαγική ιζηματογένεση (Μουντράκης, 2010).

Η ζώνη της Πίνδου αποτελεί το χαρακτηριστικότερο παράδειγμα τεκτονικού καλύμματος στον ελλαδικό χώρο, αφού είναι εξαιρετικά διακριτή η επαφή των Νουμμουλιτοφόρων ηωκαινικών ασβεστόλιθων της ζώνης Γαβρόβου, όπου πάνω τους επωθούνται είτε τριαδικοί πελαγικοί ασβεστόλιθοι με *Halobia*, είτε άνω κρητιδικής ηλικίας ασβεστόλιθοι με *Globotruncana*. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της επαφής αυτής είναι το τεκτονικό παράθυρο του Ολύμπου. Η κίνηση του πινδικού καλύμματος εκτεινόταν σε μερικές δεκάδες χιλιόμετρα με διεύθυνση προς τα δυτικά (Παπανικολάου, 2015).

Στρωματογραφικά, η ιζηματογένεση στην Πίνδο ξεκινά στο Τριαδικό με τα πρώτα ιζήματα να είναι ασβεστόλιθοι τύπου Ammonitico Rosso με κερατολιθικές ενστρώσεις. Στη συνέχεια, κατά τη διάρκεια του Ιουρασικού πραγματοποιείται απόθεση ιζημάτων βαθιάς θάλασσας (σχιστοκερατολιθική διάπλαση: κερατόλιθοι, πελαγικοί ασβεστόλιθοι, άργιλοι). Ταυτόχρονα, σε πολλές θέσεις, κυρίως προς τη Βόρεια Πίνδο, εμφανίζονται και οφιοίτιοι. Έπειτα, κατά το Κ. Κρητιδικό αποτίθεται ο πρώτος φλύσχος της Πίνδου. Αποτελείται από εναλλαγές μαργών, ψαμμιτών, ραδιολαριτών και πελαγικών ασβεστόλιθων. Στο Α. Κρητιδικό, η ιζηματογένεση συνεχίζεται με την απόθεση πελαγικών ασβεστόλιθων, οι οποίοι περιέχουν απολιθώματα από *Globotruncana*. Η ιζηματογένεση καταλήγει με την απόθεση ενός δεύτερου φλύσχη (άγριος φλύσχος της Πίνδου) (Μουντράκης, 2010; Παπανικολάου, 2015) (Εικ. 12).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον στη ζώνη της Πίνδου παρουσιάζουν δύο θέσεις όπου εμφανίζονται μεγάλες οφιολιθικές μάζες. Η πρώτη θέση εντοπίζεται στο όρος Κόζιακα και η δεύτερη στη Βόρεια Πίνδο (Μουντράκης, 2010). Οι οφιολιθικές εμφανίσεις της Βόρειας Πίνδου τοποθετούνται τεκτονικά πάνω στον ηωκαινικό φλύσχη της Πίνδου.

Στην περιοχή του Περιβολίου έχει περιγραφεί το ομώνυμο σύμπλεγμα (Perivoli Complex) (Kemp, 1984), το οποίο αποτελείται από διαφορετικές λιθολογίες αλλά κυρίως αποτελείται από πελαγικά ιζήματα και πυριγενή (οφιολιθικά) πετρώματα. Ιδιαίτερη έμφαση προσδίδεται στην ιζηματογενή ακολουθία, η οποία αναφέρεται σε κοκκινωπούς αμμούχους ασβεστόλιθους και αργίλους Άνω Τριαδικής-Μέσο Ιουρασικής ηλικίας. Στα ΝΔ της περιοχής στη βάση του καλύμματος παρουσιάζεται ο φλύσχος της Πίνδου με νουμμουλιτοφόρα ασβεστολιθικά λατυποπαγή πιθανά Ηωκαινικής ηλικίας. Παρόλο που ο φλύσχος θεωρείται χαοτικός με εξωτικούς κλάστες, στην περιοχή παρατηρήθηκαν και



Εικόνα 12. Στρωματογραφική στήλη της Πίνδου (από γεωλογικό χάρτη, Ι.Γ.Μ.Ε.).

συνεχείς ακολουθίες. Η δημιουργία του συμπλέγματος του Περιβολίου αποδίδεται στην κατάρρευση του οφιολιθικού καλύμματος. Ο Παπανικολάου (1988) όμως, υποστηρίζει πως το κάλυμμα των οφιολίθων στην Βόρεια Πίνδο αποτέλεσε χώρο νηριτικής ιζηματογένεσης με χαρακτηριστικά ιζήματα, τους ροδόχρωμους νουμμουλιτοφόρους ασβεστόλιθους. Αυτοί παρατηρήθηκαν στους ολισθόλιθους που βρίσκονται εντός φλυσχικών τεκτονικών παραθύρων. Η νηριτική ιζηματογένεση διακόπτεται με τον τεκτονισμό του Ηωκαίνου και πραγματοποιείται η απόθεση του άγριου φλύσχη της Πίνδου και η τοποθέτηση του οφιολιθικού mélange με σχεδόν ολοκληρωτική διάβρωση των νηριτικών ιζημάτων.

Στην περιοχή του Περιβολίου, οφιολιθικός όγκος, αντιστοιχεί στο mélange της Αβδέλας, το οποίο έρχεται σε επαφή με έναν φλυσχοειδή σχηματισμό. Το mélange αποτελείται από μίγματα βασαλτών, μεταμορφωμένα πετρώματα και ιζήματα βαθιάς θάλασσας, ραδιολαρίτες. Μια τέτοια τυπική εικόνα συναντάται στην κορυφή του ορεινού όγκου νοτιοδυτικά του χωριού. Περιμετρικά της κορυφής εμφανίζεται το mélange τοποθετημένο επάνω στον φλύσχη. Του φλύσχη υπόκειται μια ανθρακική ακολουθία, η βάση της οποίας αποτελείται από ένα λεπτόκοκκο ασβεστόλιθο που μεταπίπτει σε ένα αρκετά ψαμμιτικό ασβεστόλιθο, με μεγάλους κλάστες. Εντός όλης της ακολουθίας, οι ασβεστόλιθοι φέρουν απολιθώματα *Nummulites*, που όμως δεν έχουν εντοπιστεί πουθενά στην ανθρακική ακολουθία της ζώνης της Πίνδου.

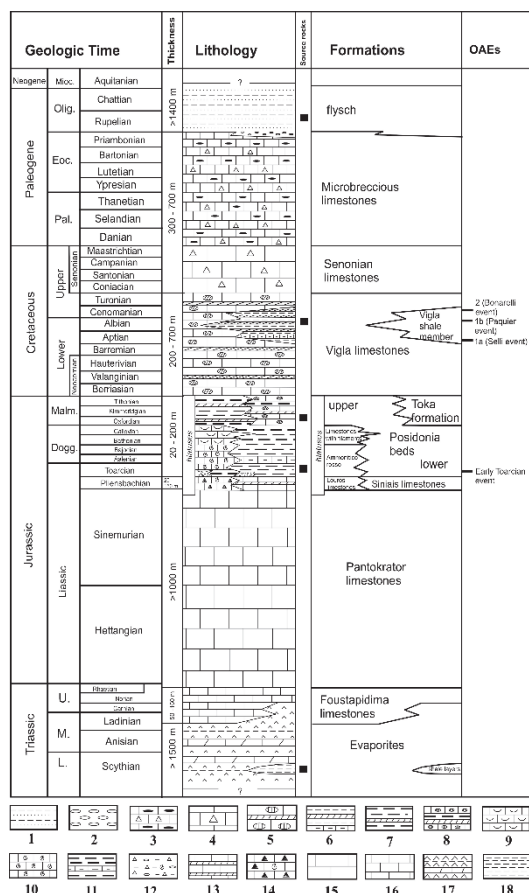
1.2. Μανωλιάσα Ιωαννίνων

Το χωριό Μανωλιάσα ανήκει στον Νομό Ιωαννίνων και συγκεκριμένα στο Δήμο Μπιζανίου. Βρίσκεται 16,5km νοτιοδυτικά της πόλης των Ιωαννίνων.

Γεωτεκτονικά, ανήκει στην Ιόνιο ζώνη (εξωτερικές ελληνίδες), η οποία εκτείνεται από την Ήπειρο, στα Επτάνησα, την Πελοπόννησο και καταλήγει στα Δωδεκάνησα. Έχει διεύθυνση Βορρά-Νότου και θεωρείται ως μία αυτόχθονη ζώνη, στην οποία βρίσκονται επωθημένες οι εσωτερικές ελληνίδες με αλληπάλληλα τεκτονικά καλύμματα. Λιθοστρωματογραφικά, η ζώνη αποτελείται μόνο από Αλπικά ιζηματογενή πετρώματα, ωστόσο υπάρχουν υποθέσεις για ένα υπόβαθρο Άνω Παλαιοζωικής ηλικίας, το οποίο συνίσταται από ημιμεταμορφωμένα πετρώματα (Μουντράκης, 2010; Παπανικολάου, 2015).

Αποτελείται από τρεις ευδιάκριτες στρωματογραφικές ακολουθίες (Εικ. 13). Η πρώτη αναφέρεται στους ασβεστόλιθους του Παντοκράτορα, οι οποίοι αποτίθενται πάνω σε εβαποριτικό υπόβαθρο. Οι ασβεστόλιθοι αυτοί απαντώνται στο Κ. Ιουρασικό και πιο συγκεκριμένα στο Λιάσιο (Karakitsios and Rigakis, 2007) με πάχος περίπου 600m (Μουντράκης, 2010). Στη συνέχεια, ακολουθεί μια συντεκτονική ακολουθία, η οποία ξεκινά με την απόθεση μιας σειράς πελαγικών ασβεστόλιθων (Σινιών), ενώ πλευρικά αποτίθεται μία ασβεστολιθική ακολουθία σε ημιπελαγικές συνθήκες (Λούρου). Οι δύο ακολουθίες θεωρείται πως έχουν την ηλικία Α. Λιάσιο και περιέχουν απολιθώματα Αμμωνιτών. Έπειτα έλαβε χώρα η διάρρηξη της αρχικής λεκάνης με σχηματισμό μικρότερων υπολεκανών, στις οποίες επικρατούν συνθήκες πελαγικές-ημιπελαγικές. Σε αυτό το στάδιο αποτέθηκαν οι ασβεστόλιθοι *Ammonitico rosso* και κάποια αργιλικά στρώματα (σχιστόλιθοι με *Posidonia*) (Karakitsios and Rigakis, 2007). Τα στρώματα αυτά σύμφωνα με τον Παπανικολάου, 2015 θεωρούνται ως η μετάβαση ανάμεσα στις δύο παλαιογεωγραφικές φάσεις. Η τελευταία στρωματογραφική ακολουθία ξεκινά με την απόθεση των πελαγικών ασβεστόλιθων της Βίγλας (Μουντράκης, 2010). Στη συνέχεια, βάσει τα των Παπανικολάου (2015) και Karakitsios and Rigakis (2007), αποτίθενται λατυποπαγείς ασβεστόλιθοι σε εναλλαγή με

πελαγικούς ασβεστόλιθους. Οι μικρολατυποπαγείς ασβεστόλιθοι φέρουν πανίδα μεγάλων τρηματοφόρων, όπως *Nummulites* και *Alveolina* και η παρουσία τους υποδηλώνει έντονη τεκτονική δραστηριότητα (Karakitsios and Rigakis, 2007). Οι Παπανικολάου και Λέκκας (2001) υποστηρίζουν πως η προέλευση των μικροαπολιθωμάτων στην περιοχή αυτή αναφέρεται πιθανότατα στους νηριτικούς ασβεστόλιθους του Γαβρόβου. Η ιζηματογένεση ολοκληρώνεται με την απόθεση φλύσχη από το τέλος του Ηωκαίνου μέχρι και όλο το Ολιγόκαινο (Εικ. 3). Στη συνέχεια, στο Βουρδιγάλιο πραγματοποιείται η πτύχωση της ζώνης (Karakitsios and Rigakis, 2007), η οποία προσδίδει τις χαρακτηριστικές δομές των μεγα-συγκλίνων και μεγα-αντικλίνων (Μουντράκης, 2010).



Εικόνα 13. Λιθοστρωματογραφική στήλη της Ιονίου ζώνης. 1: άργιλοι και ψαμμίτες; 2: κροκαλοπαγή; 3: ασβεστόλιθοι με ενστρώσεις κερατόλιθου; 4: πελαγικοί ασβεστόλιθοι; 5: πελαγικοί ασβεστόλιθοι με πυριτόλιθους; 6: άργιλοι και μάργες σε ενστρώσεις; 7: εναλλαγές πυριτόλιθου με αργιλικά στρώματα; 8: πελαγικοί ασβεστόλιθοι με πυριτολιθικά κονδύλους και μάργες; 9: πελαγικοί ασβεστόλιθοι με δίδυρα; 10: πελαγικοί, κόκκινοι ασβεστόλιθοι με αμμωνίτες; 11: μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι και μάργες σε απανωτές στρώσεις; 12: κροκαλοπαγή-λατυποπαγή και μάργες με αμμωνίτες; 13: πελαγικοί ασβεστόλιθοι με ενστρώσεις μαργών; 14: εξωτερικής πλατφόρμας ασβεστόλιθοι με βραχιονόποδα και μικρούς αμμωνίτες στο ανώτερο τμήμα; 15: ασβεστόλιθοι πλατφόρμας; 16: λεπτοστρωματώδεις μαύροι ασβεστόλιθοι; 17: εβαπορίτες; 18: άργιλοι (Karakitsios and Rigakis, 2007).

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται νότια του χωριού, στην επαρχιακή οδό Μελίγγων-Παραμυθιάς. Ο σχηματισμός αποτελείται στη βάση του από ένα ασβεστολιθικό μικρολατυποπαγές. Πρόκειται για ένα νηριτικό ασβεστόλιθο, ο οποίος είναι κατακερματισμένος. Προς τα ανώτερα, υπάρχει ένας ασβεστολιθικός όγκος, του οποίου η σύσταση είναι διαφορετική, όπως επίσης δεν φέρει απολιθώματα από *Nummulites*.

1.3. Δερβενάκια-Τρίπολη

Η ζώνη Γαβρόβου-Τρίπολεως ανήκει στις εξωτερικές ελληνίδες και τοποθετείται ανάμεσα στις ζώνες Πίνδου και Ιονίου. Εκτείνεται από την Ήπειρο έως την Πελοπόννησο, της οποίας καταλαμβάνει και το μεγαλύτερο τμήμα. Έχει διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ και εμφανίζεται κυρίως υπό την μορφή τεκτονικών παραθύρων κάτω από την επωθημένη ζώνη της Πίνδου (Μουντράκης, 2010). Παλαιογεωγραφικά αποτέλεσε το παθητικό περιθώριο της ηπειρωτικής πλάκας της Απουλίας από το Τριαδικό ως και τις αρχές του Καινοζωικού αιώνα

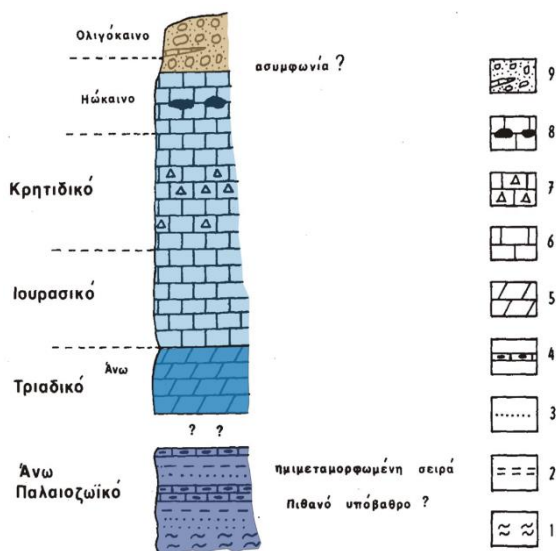
(Kostoroulou, 2008). Σύμφωνα με τις Ζαμπετάκη-Λέκκα και Τσουρού (2011), η υποζώνη Τριπόλεως αναφέρεται στο ανατολικό τμήμα της ζώνης ενώ η υποζώνη Γαβρόβου, στο δυτικό τμήμα της. Παρά τις υπόνοιες για έναν τέτοιο διαχωρισμό της ευρύτερης ζώνης, δεν καθίσταται δυνατή η διαφοροποίηση στις συνθήκες ιζηματογένεσης καθώς δεν έχει εντοπιστεί κάποιο όριο μεταξύ των δύο υποζωνών (Μουντράκης, 2010). Επιπροσθέτως, οι διαφορές που υπάρχουν μεταξύ των δύο τμημάτων είναι μικρές και σε καμία περίπτωση δεν δικαιολογούν τη διάκριση της ζώνης σε δύο διαφορετικές και ανεξάρτητες παλαιογεωγραφικά ζώνες. Ο Παπανικολάου (2015), βασίζει αυτόν τον πιθανό διαχωρισμό στις παρακάτω διαφορές. Αρχικά στη διαφορετική τεκτονική θέση διότι το μεν Γάβροβο τοποθετείται μπροστά από το μέτωπο του καλύμματος της Πίνδου ενώ η Τρίπολη βρίσκεται πιο πίσω, υπό μορφή τεκτονικών παραθύρων κάτω από την Πίνδο. Η δεύτερη διαφορά έγκειται στο υπόβαθρο, το οποίο εμφανίζεται μόνο στην Τρίπολη (περμο-τριάδικη βάση) ενώ αντίθετα στην κορυφή της λιθοστρωματογραφικής στήλης της Γαβρόβου υπάρχει ολιγοκαινικός φλύσχος, ο οποίος δείχνει κοινή εξέλιξη με την Ιόνιο. Η τελευταία διαφορά τους αναφέρεται στην τεκτονική που έχουν υποστεί οι δύο ζώνες, όπου στην Γαβρόβου είναι πιο ήπια σε σχέση με την Τριπόλεως (Παπανικολάου, 2015). Γενικά, η ζώνη Γαβρόβου-Τριπόλεως αντιπροσωπεύει μια ανθρακική πλατφόρμα στην οποία η ιζηματογένεση πραγματοποιείται κατά τους αλπικούς χρόνους και συγκεκριμένα από το Άνω Τριαδικό έως και το Ανώτερο Ηώκαινο (Aubouin et al., 1959; Aubouin and Neumann, 1959; Aubouin and Dercourt, 1963; Dercourt, 1964; Fleury, 1980).

Η συνεχής αυτή ιζηματογένεση είχε ως αποτέλεσμα την απόθεση μιας σειράς ανθρακικών πετρωμάτων συνολικού πάχους 1800m. Συγκεκριμένα, η ανθρακική πλατφόρμα αποτελείται από ασβεστόλιθους ρηχής θάλασσας, δολομιτικούς ασβεστόλιθους και δολομίτες (Kostoroulou, 2008). Στο κατώτερο τμήμα της ακολουθίας υπάρχει ένας δολομίτης και όλη η υπόλοιπη ακολουθία αποτελείται από ασβεστόλιθους που έχουν σκούρα τεφρά χρώματα, ενώ σε κάποια τμήματα είναι λατυποπαγείς και πλούσιοι σε απολιθώματα (Μουντράκης, 2010). Στο Αν. Ηώκαινο λαμβάνει χώρα η απόθεση ενός φλύσχη, η οποία σταματά στο τέλος του Ολιγοκαίνου (Triantaphyllou, 2013). Η επαφή μεταξύ των ηωκαινικών ασβεστόλιθων και του φλύσχη είναι ασύμφωνη και παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον αφού σε πολλές θέσεις εμφανίζεται η άμεση και ασύμφωνη επαφή του φλύσχη με τους άνω Κρητιδικούς ασβεστόλιθους, χωρίς όμως να εμφανίζονται οι ηωκαινικοί ασβεστόλιθοι (Παπανικολάου, 2015).

Αναλυτικότερα, (Εικ. 14) στο Ιουρασικό αποτίθενται νηριτικοί ασβεστόλιθοι με δολομιτικές παρεμβολές, ο οποίοι περιέχουν και μικροπανίδα. Κατά το Κρητιδικό εξακολουθεί η ανθρακική ιζηματογένεση ρηχής θάλασσας που όμως στα στρώματα του Αν. Κρητιδικού η ιζηματογένεση γίνεται εν μέρει κλαστική με αποτέλεσμα να αποτίθενται λατυποπαγείς-κλαστικοί ασβεστόλιθοι. Σε αυτά τα στρώματα εντοπίζεται χαρακτηριστικά απολιθώματα, όπως *Hippurites* και *Acteonella*. Το ανώτερο τμήμα της ζώνης Γαβρόβου-Τριπόλεως αποτελούν οι ηωκαινικοί ασβεστόλιθοι. Αποτελούν ιζήματα ρηχής θάλασσας και περιέχουν χαρακτηριστικά απολιθώματα *Nummulites*. Ασύμφωνα πάνω στους ηωκαινικούς ασβεστόλιθους αποτίθεται ο φλύσχος. Ο τελευταίος είναι ολιγοκαινικής ηλικίας και παρουσιάζει συχνές λιθοφασικές αλλαγές. Στα κατώτερα στρώματα εντοπίζονται συνεκτικοί ψαμμίτες ενώ τα ανώτερα αποτελούνται από εναλλαγές πηλινών, ιλυολίθων και λεπτόκκοκων ψαμμινών. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα ογκώδη κλαστικά υλικά που εντοπίζονται εντός του. Η προέλευση αυτών των ολισθόλιθων αναφέρεται κυρίως στους ορίζοντες του καλύμματος της Πίνδου (Παπανικολάου, 2015; Μουντράκης, 2010).

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η τεκτονική δομή που χαρακτηρίζει τη ζώνη Γαβρόβου είναι τα τεκτονικά παράθυρα. Εμφανίζονται τόσο στην Πελοπόννησο όσο και σε διάφορες άλλες θέσεις, όπως για παράδειγμα στον Όλυμπο και την Ελασσόνα. Στην Πελοπόννησο, υπάρχει το μεγάλο τεκτονικό παράθυρο της Τρίπολης ενώ τα υπόλοιπα τεκτονικά παράθυρα είναι μικρής έκτασης. Αναλυτικά αυτά είναι της Δημιτσάνας, των Λαγκαδιών, της Βυτίνας, της Λίμνης Στυμφαλίας, της Κυλλήνης, του ορεινού όγκου του Χελμού και τέλος των Δερβενακίων.

Το παράθυρο των Δερβενακίων αποτελεί και την επόμενη περιοχή μελέτης. Χαρακτηρίζεται από μια συνεχόμενη απόθεση ασβεστόλιθων που έχουν ηλικίες Κρητιδικού, Παλαιοκαίνου, Ηωκαίνου και τελειώνει με την απόθεση του φλύσχη, ηλικίας ανώτερου Ηωκαίνου (Μουντράκης, 2010). Από την ίδια γεωτεκτονική ενότητα, εξετάστηκαν και δείγματα τα οποία αντιστοιχούν στους ασβεστόλιθους της Τρίπολης.



Εικόνα 14. Γενική λιθοστρωματογραφική στήλη της ζώνης Τριπόλεως-Γαβρόβου. 1: σερικιτικοί σχιστόλιθοι, 2: φυλλίτες, 3: χαλαζίτες, 4: ασβεστολιθικές ενστρώσεις, 5: δολομίτες, 6: μαύροι ασβεστόλιθοι, 7: λατυποπαγείς ασβεστόλιθοι, 8: βωξιτική εμφάνιση, 9: φλύσχη (Μουντράκης, 2010).

2. Εργασία πεδίου-Μεθοδολογία

2.1. Εργασία πεδίου και Δειγματοληψία

Για την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκε εργασία υπαίθρου στις περιοχές της Κίρκης Θράκης, της Βασιλικής Τρικάλων, του Περιβολίου Γρεβενών, της Μανωλιάσας Ιωαννίνων και των Δερβενακίων. Όλες οι θέσεις καταγράφηκαν με την βοήθεια του Διεθνούς Συστήματος Εντοπισμού (Global Positioning System) προκειμένου να είναι γνωστή η ακριβής τους τοποθεσία. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε αποτελείται από την παρατήρηση της λιθολογίας, της στρωματογραφίας και την καταγραφή αυτών. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η φωτογραφική αποτύπωση των σχηματισμών και τέλος έλαβε χώρα η δειγματοληψία από τους απολιθωματοφόρους ορίζοντες και συγκεκριμένα από εκείνους που έφεραν απολιθώματα από *Nummulites*. Τα δείγματα που εξετάστηκαν από την περιοχή της Τρίπολης ανήκουν στο αρχείο του Παλαιοντολογικού Μουσείου του Τμήματος Γεωλογίας (Α.Π.Θ.) και μελετήθηκαν με σκοπό τη χρήση τους ως δείγματα αναφοράς καθώς είναι γνωστή η προέλευση και γεωτεκτονική τους τοποθέτηση.

Κίρκη Θράκης

Στην περιοχή της Κίρκης η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε ανατολικά του ομώνυμου χωριού σε θέση με συντεταγμένες $40^{\circ} 58' 37,5''$ B, $25^{\circ} 48' 45,55''$ A (Εικ. 15). Τα απολιθώματα εντοπίζονται εντός ενός αργιλικού ορίζοντα, ο οποίος παρουσιάζει σκούρο καφέ έως τεφρό χρώμα (Εικ. 16). Χαρακτηρίζεται από στρωμάτωση, την οποία ωστόσο δεν ακολουθούν τα απολιθώματα. Αυτά βρίσκονται με τυχαίες διευθύνσεις μέσα στο στρώμα, καθώς πρέπει να είναι μεταφερμένα. Τα μικροαπολιθώματα χαρακτηρίζονται διάφορα μεγέθη κελυφών αλλά και σε διαφορετικές μορφές (εύρωστες, επίπεδες και κυματοειδείς). Δείγματα συλλέχθηκαν και από τις τρεις μορφές που εντοπίστηκαν, όπως επίσης και από τα διάφορα μεγέθη.



Εικόνα 15. Απεικόνιση θέσης δειγματοληψίας της περιοχής της Κίρκης, Θράκη (Google Earth).



Εικόνα 16. Θέση δειγματοληψίας (Krk) στον αργιλικό ορίζοντα από την περιοχή της Κίρκης, Θράκη (φώτο Γ. Συρίδης).

Βασιλική Τρικάλων

Στην περιοχή της Βασιλικής ο απολιθωματοφόρος ορίζοντας εντοπίζεται κατά μήκος της κορυφογραμμής ενός υβάματος (Εικ. 18). Αντιστοιχεί σε έναν ασβεστόλιθο, μπεζ χρώματος, που είναι έντονα κατακερματισμένος. Καθ' όλη την έκταση του παρατηρείται διαφοροποίηση της σύστασης του. Για αυτό το λόγο συλλέχθηκαν δείγματα από δύο θέσεις (θέση 1: $39^{\circ}38'30,72''$ B, $21^{\circ}42'52,52''$ A και θέση 2: $39^{\circ}37'51,64''$ B, $21^{\circ}43'13,20''$ A) (Εικ. 17). Από την πρώτη έως τη δεύτερη θέση, ο ασβεστόλιθος γίνεται πιο ψαμμιτικός, περιέχει μεγάλο πλήθος μαλακίων ενώ ο αριθμός των *Nummulites* μειώνεται σταδιακά (Εικ. 18).



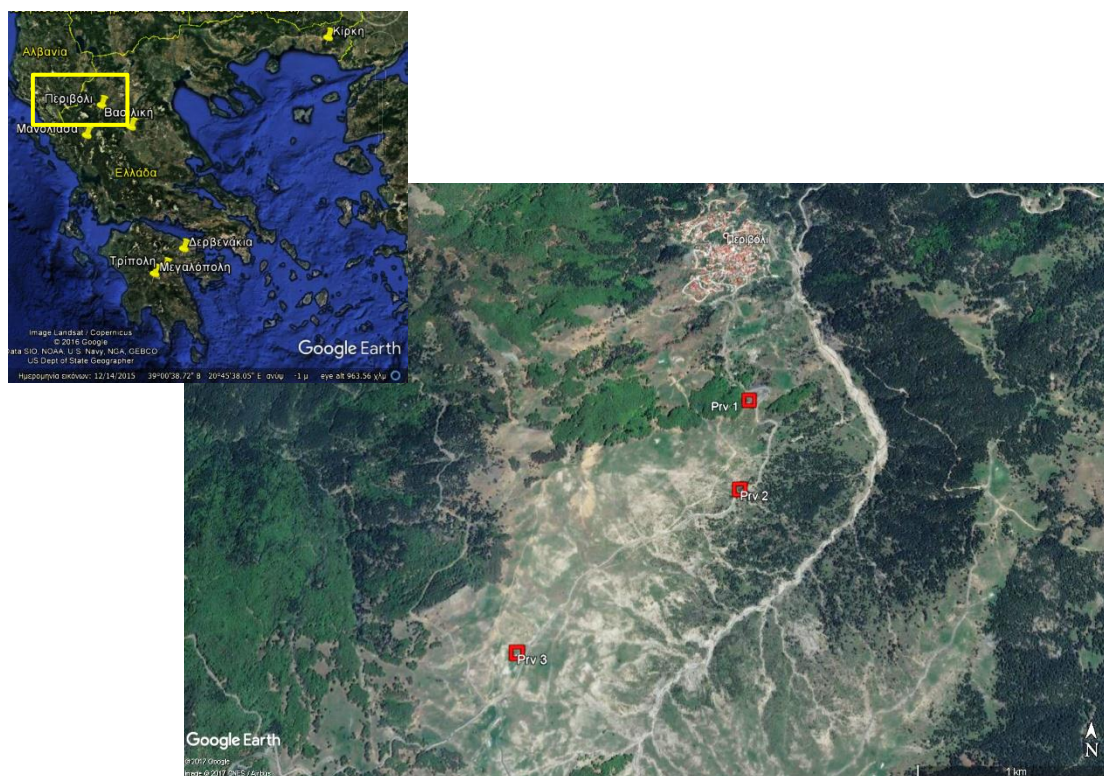
Εικόνα 17. Απεικόνιση των θέσεων δειγματοληψίας της περιοχής της Βασιλικής Τρικάλων (Google Earth), (Δήμου, 2015).



Εικόνα 18. Θέση δειγματοληψίας (Θέση Vsl 2) στον νοτιοανατολικό ασβεστόλιθο από την περιοχή της Βασιλικής Τρικάλων (φωτό Γ. Συρίδης).

Περιβόλι Γρεβενών

Στην περιοχή του Περιβολίου μελετήθηκε μια εμφάνιση αρκετά μεγάλη σε έκταση. Πρόκειται για έναν ψαμμιτικό ασβεστόλιθο, του οποίου η σύσταση μεταβάλλεται. Επομένως, κρίθηκε απαραίτητη η δειγματοληψία από τρεις διαφορετικές θέσεις (θέση 1: $39^{\circ} 58' 51,96''$ B, $21^{\circ} 6' 56,3''$ A, θέση 2: $39^{\circ} 57' 54,89''$ B, $21^{\circ} 7' 0,77''$ A και θέση: 3 $39^{\circ} 57' 6,90''$ B, $21^{\circ} 6' 6,54''$ A) (Εικ. 19). Οι θέσεις δειγματοληψίας αποτελούν αντιπροσωπευτικό δείγμα των μεταβολών του σχηματισμού. Η πρώτη θέση και κατώτερη στρωματογραφικά, αντιστοιχεί στην λεπτόκοκκη μορφή του σχηματισμού ενώ η τρίτη θέση στην πιο αδρόκοκκη. Η θέση δύο αποτελεί το μεταβατικό στάδιο ανάμεσα στις θέσεις 1 και 3. Αλλαγές εκτός από τη σύσταση, παρατηρούνται και στα μικροαπολιθώματα, που περιέχει η κάθε θέση. Όσο μεγαλώνει το μέγεθος των κλαστών τόσο αυξάνεται και το μέγεθος των κελυφών των *Nummulites* (Εικ. 20).



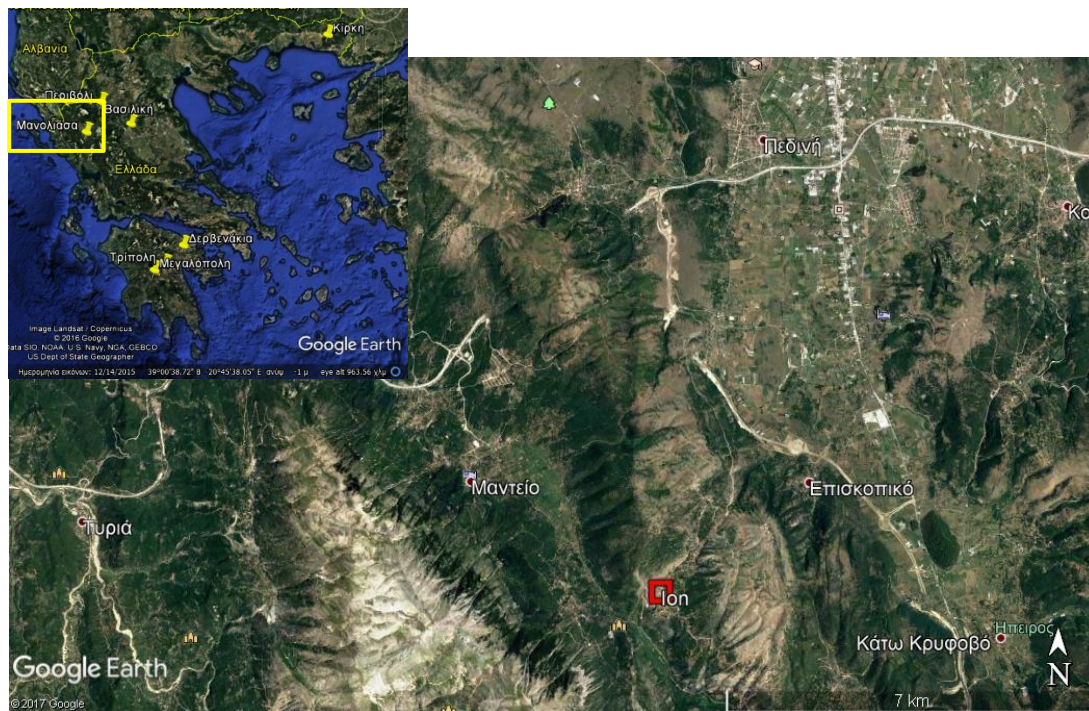
Εικόνα 19. Απεικόνιση των θέσεων δειγματοληψίας από την περιοχή του Περιβολίου Γρεβενών (Google Earth).



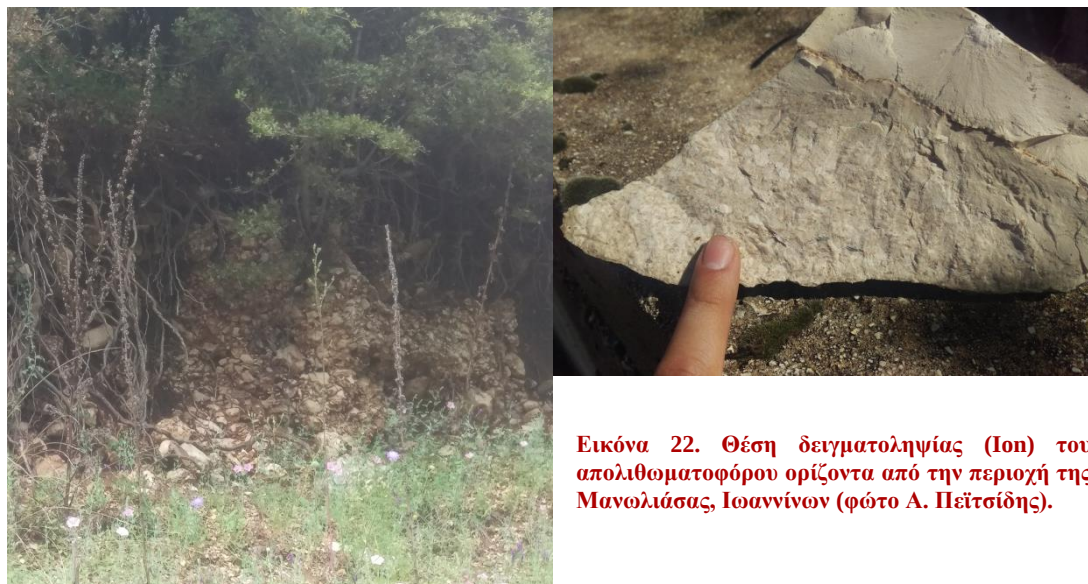
Εικόνα 20. Θέση δειγματοληψίας των Νουμμουλιτοφόρων ασβεστόλιθων στην περιοχή του Περιβολίου Γρεβενών. α) Θέση Prv 1, β) Θέση Prv 2, γ) Θέση Prv 3 (φώτο Γ. Συρίδης).

Μανωλιάσα Ιωαννίνων

Στο χωριό Μανωλιάσα η δειγματοληψία περιορίστηκε σε μία θέση με συντεταγμένες $39^{\circ}50' 77,43'' \text{ B}$, $20^{\circ} 82' 43,32'' \text{ A}$ (Εικ. 21). Ο απολιθωματοφόρος ορίζοντας αντιστοιχεί σε ένα ασβεστολιθικό μικροπατυποπαγές λευκού, μπέζ χρώματος. Εμφανίζεται κατακερματισμένο και ελαφρώς ανακρυσταλλωμένο (Εικ. 22).



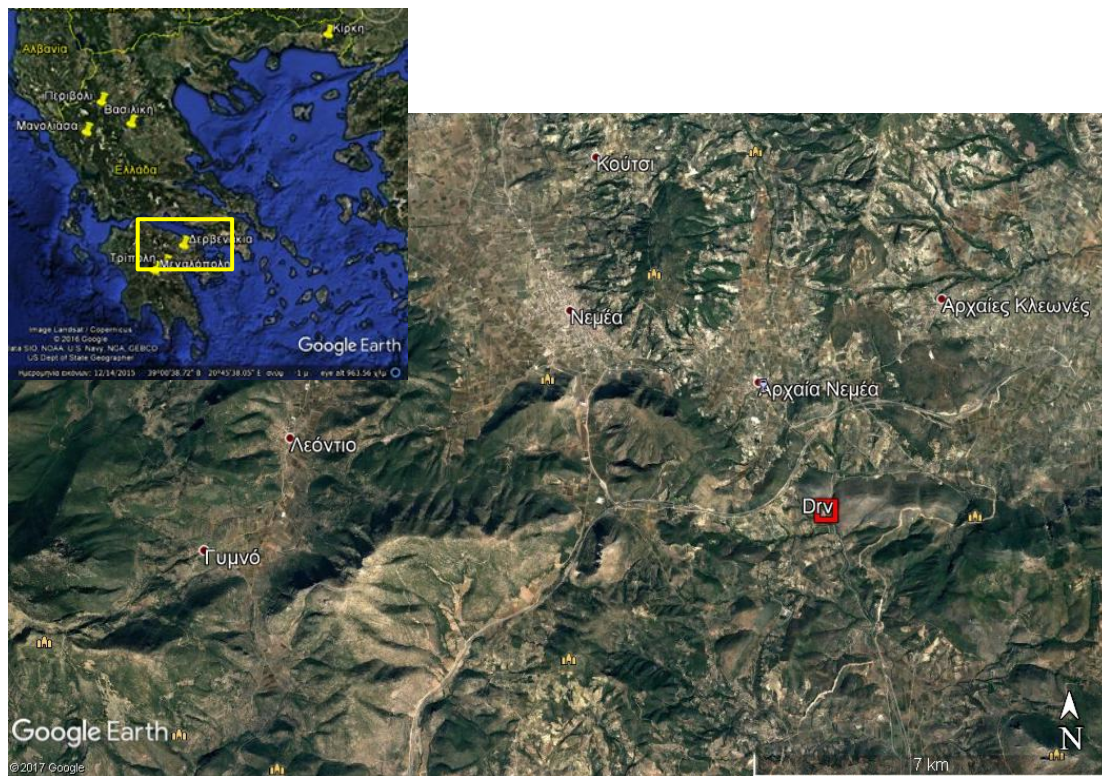
Εικόνα 191. Απεικόνιση της θέσης δειγματοληψίας από την περιοχή της Μανωλιάσας, Ιωαννίνων (Google Earth).



Εικόνα 22. Θέση δειγματοληψίας (Ion) του απολιθωματοφόρου ορίζοντα από την περιοχή της Μανωλιάσας, Ιωαννίνων (φώτο Α. Πεϊτσίδης).

Δερβενάκια

Στην περιοχή των Δερβενακίων, η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε σε θέση με συντεταγμένες $37^{\circ} 46' 55'' \text{ B}$, $22^{\circ} 43' 89'' \text{ A}$ (Εικ. 23). Το απολιθωματοφόρο στρώμα απαντάται σε έναν ασβεστολιθικό σχηματισμό, σκούρου τεφρού χρώματος. Πρόκειται για έναν μαζώδη ασβεστόλιθο στον οποίο αποτυπώνεται και τεκτονική δραστηριότητα (Εικ. 24).



Εικόνα 20. Απεκόνιση της θέσης δειγματοληψίας από την περιοχή των Δερβενακίων (Google Earth).



Εικόνα 21. Θέση δειγματοληψίας (Drn) στον νομμουλιτοφόρο ασβεστόλιθο από την περιοχή των Δερβενακίων (φώτο Γ. Συρίδης).

ανάλογα με την παρουσία τους εντός των τομών αλλά κυρίως με βάση την εικόνα των απολιθωμάτων.



Εικόνα 22. Απεικόνιση σταδίων λείανσης, 1: στάδιο τροχού, 2: στάδιο γυαλόχαρτων, (φωτο Σ. Γεωργίου).

2.2.2. Διχοτόμηση Νουμμουλιτών

Κατά τη δειγματοληψία συλλέχθηκαν και μεμονωμένα άτομα του γένους *Nummulites*. Προκειμένου να μελετηθούν τα δείγματα αυτά, πραγματοποιήθηκε διαδικασία διάνοιξης τους κατά το ισημερινό επίπεδο. Έλαβαν χώρα δύο τεχνικές δημιουργίας ισημερινών τομών. Η πρώτη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, βασίστηκε στη θέρμανση και απότομη ψύξη του μεμονωμένου ατόμου. Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν μία κεραμική πλάκα, ένα φλόγιστρο και ένα δοχείο. Αρχικά πραγματοποιήθηκε πυράκτωση του Νουμμουλίτη, ο οποίος θερμάνθηκε με τη χρήση λυχνίας υγραερίου μέχρι ερυθροπυρώσεως (Εικ. 26). Στη συνέχεια, βυθίστηκε απότομα στο δοχείο, το οποίο περιείχε ψυχρό (0°C) νερό. Με τη μέθοδο αυτή το απολίθωμα υπόκειται σε διαστολή και συστολή. Η απότομη ψύξη δημιούργησε ρωγμή κατά μήκος της περιθωριακής σχοινίς. Απόρροια αυτής, ήταν ο διαχωρισμός του Νουμμουλίτη σε δύο τμήματα είτε με την χρήση λεπίδας είτε με ελαφριά χτυπήματα στην περιφέρεια. Τα πλεονεκτήματα αυτής της τεχνικής είναι η δημιουργία καθαρής ισημερινής τομής σε άμεσο χρόνο. Ωστόσο, μειονεκτεί καθώς έχει μικρό ποσοστό επιτυχούς διαχωρισμού.



Εικόνα 23. Στάδιο πυράκτωσης του Νουμμουλίτη (φωτο Σ. Γεωργίου).

Η δεύτερη τεχνική που έλαβε χώρα, αναφέρεται στον εγκλεισμό του Νουμμουλίτη σε βάση πολυεστερικής ρητίνης και στη συνέχεια, στη λείανση του έως ότου να προσεγγιστεί το ισημερινό επίπεδο. Το πρώτο βήμα της τεχνικής αυτής είναι η στερέωση του Νουμμουλίτη χρησιμοποιώντας ελάχιστη ποσότητα πλαστελίνης σε μικρή πλαστική βάση. Η στερέωσή του έγινε με τέτοιον τρόπο ώστε το απολίθωμα να βρίσκεται σε οριζόντια θέση και παράλληλο στη βάση. Στη συνέχεια, προσαρμόστηκε στη βάση σωλήνας PET μικρού ύψους ώστε να περιβάλλει τον Νουμμουλίτη. Στο στάδιο αυτό πραγματοποιήθηκε έκχυση μίγματος διαυγούς συνθετικής ρητίνης. Το μίγμα με το εγκλείσμα Νουμμουλίτη παρέμεινε για τουλάχιστον 12 ώρες εντός της μικροκατασκευής με στόχο την στερεοποίησή του. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε η αφαίρεση του μίγματος από αυτή, το οποίο πλέον είχε μορφή διαυγούς κυλίνδρου. Στο επόμενο βήμα, ακολούθησε λείανση με σειρά γυαλόχαρτων προκειμένου να λάβει χώρα η επιπεδοποίηση της βάσης του κυλίνδρου και η απομάκρυνση τμήματος της ρητίνης που κάλυπτε τον Νουμμουλίτη και της πλαστελίνης (Εικ. 27). Το πάχος του Νουμμουλίτη μειωνόταν με σταδιακή λείανση έτσι ώστε να προσεγγιστεί το ισημερινό επίπεδο και να εμφανιστεί η πρωτοκόγχη. Για το στάδιο της λείανσης χρησιμοποιήθηκε σειρά γυαλόχαρτων νερού Νο 60, 180, 320, ενώ για την στίλβωση των τομών χρησιμοποιήθηκαν Νο 400, 600, 1000.



Εικόνα 24. Στάδιο λείανσης στιλπνών τομών (φωτο Ζ. Κυνηγοπούλου).

2.3. Παρατηρήσεις στο μικροσκόπιο

Με την ολοκλήρωση της κατασκευής των λεπτών τομών πραγματοποιήθηκε η εξέτασή τους σε στερεοσκόπιο τύπου Leitz με συνδυασμό προσπίπτοντος και διερχομένου φωτός προκειμένου να γίνει μελέτη των λεπτών τομών και προσδιορισμός της μικροπανίδας. Κατά την εξέταση των λεπτών τομών, παρατηρήθηκε πως το μεγαλύτερο πλήθος των μικροαπολιθωμάτων ανήκει στο γένος *Nummulites*. Εν συνεχεία, χρησιμοποιήθηκε ορθοσκόπιο τύπου Wild Photomakroskop M400 εξοπλισμένο με ηλεκτρονική μικρομετρική τράπεζα X-Ψ 50x50mm και ακρίβειας 1μm (Εικ. 28) με στόχο την πραγματοποίηση μετρήσεων των μορφολογικών χαρακτηριστικών των Νουμουλιτών.



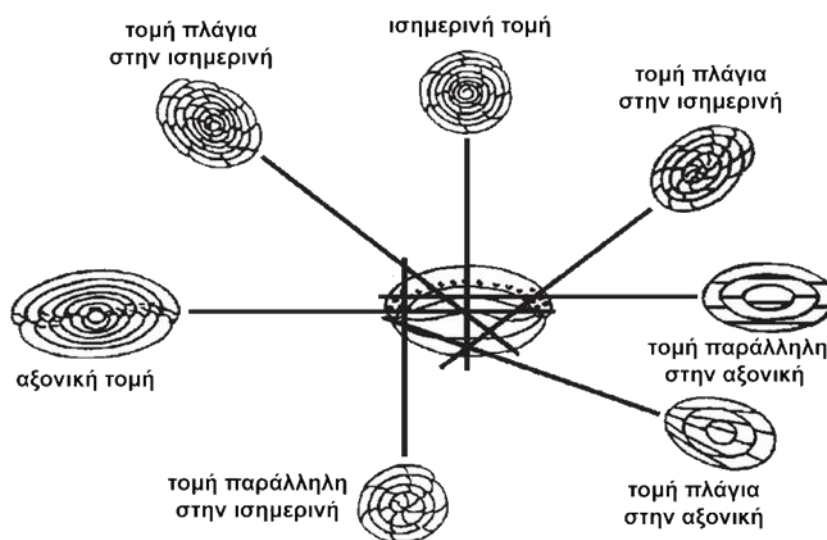
Εικόνα 25. Πραγματοποίηση μορφομετρικών μετρήσεων σε ορθοσκόπιο τύπου Wild Photomakroskop M400.

2.4. Μορφομετρικές μετρήσεις του γένους *Nummulites*

Βασικό στάδιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτέλεσε η μορφομετρική μελέτη των μικροαπολιθωμάτων του γένους *Nummulites*. Η μορφομετρική μελέτη αποσκοπεί στον ταξινομικό προσδιορισμό των μικροαπολιθωμάτων και τη συστηματική ταξινόμηση αυτών. Επίσης, βοηθά στη στρωματογραφική, βιογεωγραφική και φυλογενετική έρευνα (Schaub, 1981; Blondeau, 1972; Less, 1998; Racey, 2014 and others).

Στην παρούσα εργασία, οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε λεπτές τομές, όπου εντοπίστηκαν προσανατολισμένες ισημερινές και αξονικές τομές των Νουμμουλιτών. Με τον όρο ισημερινή αναφερόμαστε στην τομή του κελύφους, η οποία διέρχεται από τον αρχικό θάλαμο και το επίπεδό της είναι κάθετο στον άξονα περιέλιξης (Εικ. 29). Αντίθετα, η αξονική είναι η τομή του κελύφους σε επίπεδο από το οποίο διέρχεται ο άξονας περιέλιξης. Συνάμα, υπάρχουν και οι πλάγιες τομές οι οποίες φέρουν τυχαίες διευθύνσεις.

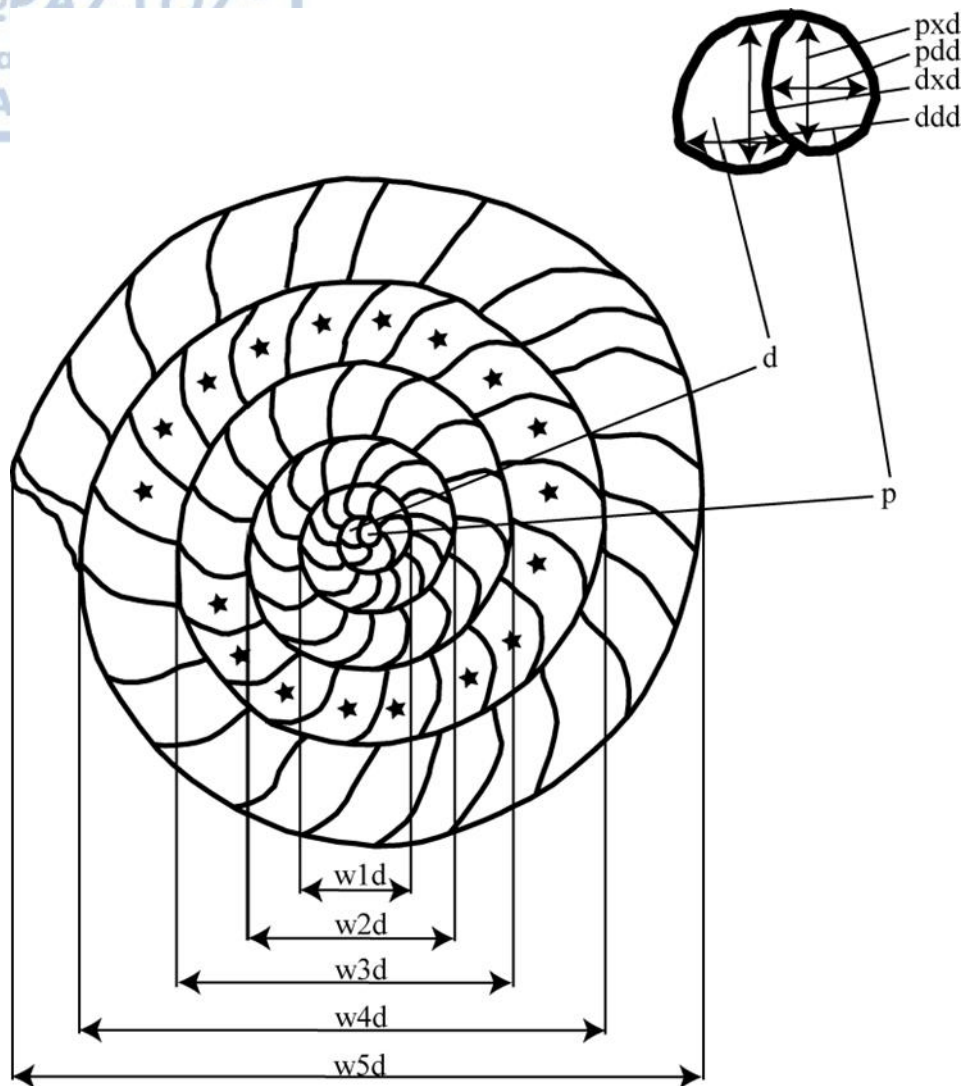
Στις ισημερινές τομές πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις που αφορούν το μήκος και το πλάτος της πρωτοκόγχης, τη διάμετρο και την ακτίνα της κάθε σπείρας καθώς και τον αριθμό των περιελίξεων (Εικ. 30). Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στις αξονικές τομές αναφέρονται στη διάμετρο και το πάχος του κελύφους.



Εικόνα 26. Σχηματική απεικόνιση των πιθανών τομών (Bowen Powell, 2010).

Μορφομετρικές μετρήσεις έλαβαν χώρα και στα μεμονωμένα άτομα από *Nummulites*. Σε αυτά, πραγματοποιήθηκαν αρχικά μετρήσεις του πάχους, αλλά και της διαμέτρου του κελύφους. Στη συνέχεια, και πλέον στην ισημερινή τομή αυτών πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις που έλαβαν χώρα και στις αντίστοιχες που αναφέρονται στις λεπτές τομές.

Τέλος, τα αποτελέσματα των μετρήσεων που προέκυψαν συγκρίθηκαν με αντίστοιχες αναφορές από τη διεθνή βιβλιογραφία.

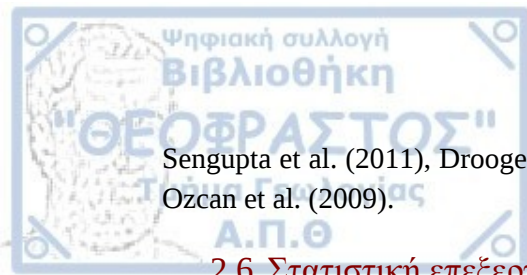


w1d, first whorl; w2d, second whorl; w3d, third whorl
w4d, fourth whorl; w5d, fifth whorl
p, protoconch; d, deutoconch
pxd, protoconch cross diameter
pdd, protoconch depth diameter
dxs, deutoconch cross diameter
ddd, deutoconch depth diameter
★, denotes # of chambers in the fourth whorl

Εικόνα 27. Σχηματική απεικόνιση του Νουμμουλίτη, που απεικονίζει τα χαρακτηριστικά τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στην μορφομετρική ανάλυση: pxd: μήκος πρωτοκόγχης, pdd: πλάτος πρωτοκόγχης, w1d, w2d, w3d, w4d, w5d: διάμετρος της πρώτης, δεύτερης, τρίτης, τέταρτης και πέμπτης σπείρας (Bowen Powell, 2010).

2.5. Συστηματική ταξινόμηση τρηματοφόρων

Όλα τα άτομα του γένους *Nummulites* προσδιορίστηκαν σε επίπεδο είδους και η συστηματική ταξινόμηση ακολούθησε το σχήμα των Loeblich and Tappan (1988). Ο προσδιορισμός τους επιτεύχθηκε με τις περιγραφές των Less (1998), Boukhary et al. (2002; 2005; 2011; 2013), Boukhary and Kamal (2003), Belmustakov (1969), Gedik (2008), Less and Ozcan (2011), Blondeau (1972), Avsar (1991), Afzal (2010), Kövecsi et al. (2016),



Sengupta et al. (2011), Drooger (1971), Zakrevskaya et al. (2009), Barattolo et al. (2007) και Ozcan et al. (2009).

2.6. Στατιστική επεξεργασία

Με τη διεκπεραίωση των μορφομετρικών μετρήσεων των μικροαπολιθωμάτων, τα αποτελέσματα που συγκεντρώθηκαν, κατανεμήθηκαν σε ειδικούς πίνακες με τη βοήθεια του υπολογιστικού προγράμματος Excel. Σε αυτό το στάδιο κατασκευάστηκαν πίνακες με τις μετρήσεις των μορφολογικών χαρακτηριστικών των αξονικών, αλλά και των ισημερινών τομών για κάθε ένα άτομο ξεχωριστά. Βάσει των μορφομετρικών μετρήσεων, απεικονίστηκαν γραφικά, με διαγράμματα:

- ✚ διασποράς τα μήκη και πλάτη των πρωτοκόγχων καθώς και οι διάμετροι και τα πάχη των κελυφών
- ✚ συσχέτισης των ακτίνων με τον αριθμό των σπειρών
- ✚ ακραίων τιμών των ακτίνων.

Στη συνέχεια, με το πρόγραμμα Past.exe v.1.23 (Hammer et al., 2001) εφαρμόστηκε η Principal Component analysis για όλους τους πίνακες και στη συνέχεια κατασκευάστηκαν διαγράμματα διασποράς για τα μήκη και πλάτη των πρωτοκόγχων καθώς και για τις διαμέτρους και τα πάχη των κελυφών.

Τα διαγράμματα που κατασκευάστηκαν αποτελούν σημαντικό κομμάτι της έρευνας καθώς αποτυπώνουν την ομαδοποίηση των δεδομένων (διαγράμματα διασποράς) και παράλληλα απεικονίζουν τις σχέσεις, αλλά και τις διαφορές ανάμεσα στα ομαδοποιημένα στοιχεία (διαγράμματα συσχέτισης και ακραίων τιμών).

3. Αποτελέσματα

3.1. Μορφομετρία του γένους *Nummulites*

Συνολικά πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σε 566 άτομα του γένους *Nummulites*. Από αυτά το μεγαλύτερο πλήθος που αντιστοιχεί σε 495 άτομα, είναι αξονικές τομές και ήταν δυνατόν να μετρηθούν μόνο η διάμετρος και το πάχος του κελύφους. Οι υπόλοιπες 71 μετρήσεις ανήκουν σε ισημερινές τομές και έγιναν με βάση την μεθοδολογία που αναλύθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Καταγραφή των μορφολογικών χαρακτηριστικών πραγματοποιήθηκε για όλο το πλήθος των μικροαπολιθωμάτων.

3.1.1. Κίρκη

Το υλικό που συγκεντρώθηκε από την περιοχή της Κίρκης, βρισκόταν εντός ενός αργιλικού ορίζοντα. Συλλέχτηκαν ολόκληρα άτομα *Nummulites*, εκ των οποίων τα 13 επιλέχθηκαν για διχοτόμηση ώστε να μελετηθεί η εσωτερική τους δομή. Από αυτά, ήταν εφικτό να διεξαχθεί μορφομετρική ανάλυση μόνο σε οκτώ (Πίν. 1), καθώς τα υπόλοιπα δεν πληρούσαν τις προϋποθέσεις. Ωστόσο, σε αυτά τα δείγματα πραγματοποιήθηκαν παρατηρήσεις τόσο ως προς την εσωτερική δομή του κελύφους όσο και ως προς την εξωτερική. Παρουσίασαν ακριβώς τα ίδια χαρακτηριστικά υποδηλώνοντας έτσι πως πρόκειται για άτομα του ίδιου είδους. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται από τα διαγράμματα διασποράς που προέκυψαν από την στατιστική επεξεργασία για τα δεδομένα της πρωτοκόγχης (Εικ. 31). Σύμφωνα με αυτά, από τη συσχέτιση του μήκους και πλάτους της πρωτοκόγχης, δεν εμφανίζεται κάποιος διαχωρισμός των δεδομένων.

Για την εξωτερική μορφολογία του κελύφους εξετάστηκε όλο το πλήθος των δειγμάτων. Πρόκειται για ελλειπτικού σχήματος κελύφη, των οποίων το μεγαλύτερο πλήθος παρουσίαζε το κέντρο του κελύφους έντονα αναθλωμένο, ενώ σε μικρότερο αριθμό, το κέντρο δεν προεξείχε δίνοντας έτσι την εικόνα ενός πεπλατυσμένου κελύφους. Οι ακμές και στις δύο περιπτώσεις, είναι αποστρογγυλεμένες και τα διαφραγματικά νημάτια είναι ακτινωτά. Αναγνωρίστηκαν, επίσης, και μορφές οι οποίες παρουσίασαν μια κυματιστή εικόνα. Πρόκειται για αρκετά μεγάλα άτομα σε μέγεθος, με την διάμετρο τους να έχει εύρος τιμών από 16,3mm-17,1mm και το πάχος από 5mm έως 7,3mm (Πίν. 1). Από τα διαγράμματα διασποράς της διαμέτρου και του πάχους των κελυφών, διακρίνεται η σχεδόν γραμμική τους σχέση ($R=0,8$). Επίσης, με βάση το διάγραμμα διασποράς που προέκυψε από την PCA, δεν πραγματοποιείται διαχωρισμός των δεδομένων (Εικ. 32).

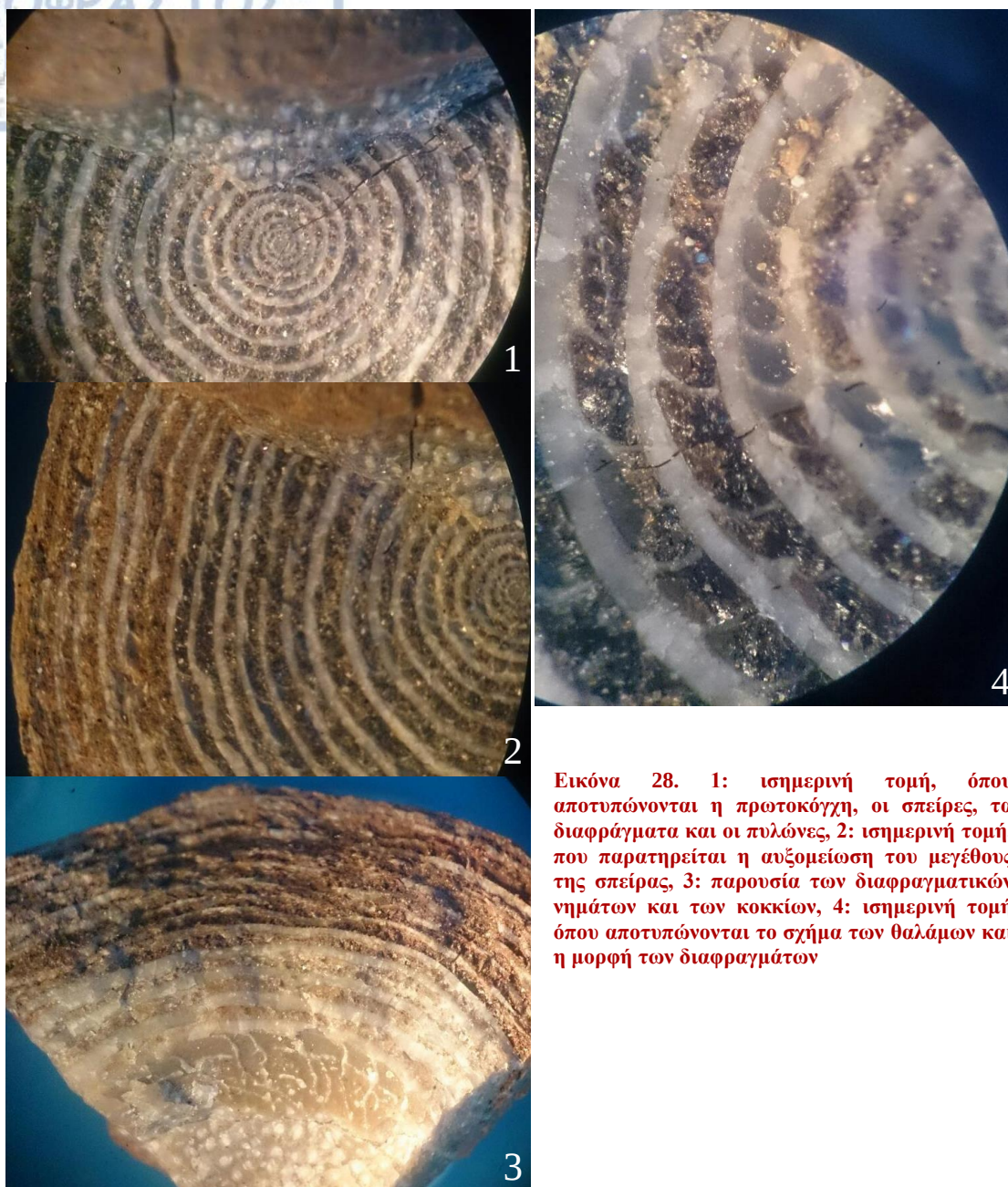
Στις ισημερινές τομές διακρίνεται η πρωτοκόγχη, της οποίας το εύρος τιμών της πρωτοκόγχης κυμαίνεται από 0,2mm έως 0,29mm. (Εικ. 31). Εντυπωσιακά μεγάλος είναι και ο αριθμός των σπειρών που αγγίζει τις 23, όπως εντυπωσιακό είναι ότι και στις τέσσερις τομές που εξετάστηκαν, ο αριθμός των σπειρών είναι ίδιος. Το μέγεθος τους αυξάνει σταδιακά από το κέντρο προς την περιφέρεια μέχρι περίπου και την 10^η σπείρα ενώ έπειτα διακρίνεται μείωση του μεγέθους τους. Η μείωση αυτή γίνεται πιο απότομη και επομένως πιο εύκολα αντιληπτή στις τελευταίες σπείρες, όπου πλέον αντιπροσωπεύουν το 1/3 του αρχικού μεγέθους. Τα τοιχώματα είναι έντονα και παχιά. Η εικόνα αυτή παραμένει σταθερή μέχρι περίπου και την δέκατη σπείρα ενώ στην συνέχεια μειώνεται. Η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,51mm, η 2^η αντιστοιχεί σε 0,6mm, η 3^η σε 1,3mm, η 4^η σε 1,6mm, η 5^η σε 2,2mm, η 6^η σε 2,9mm, η 7^η σε 3,7mm, η 8^η σε 2,0mm, η 9^η σε 2,4mm, η 10^η σε 2,9mm, η 11^η σε 3,5mm, η 12^η σε 4,0mm, η 13^η σε 4,7mm, η 14^η σε 5,3mm, η 15^η σε 5,8mm, η 16^η σε 6,2mm, η 17^η σε 13,3mm, η 18^η σε 14,2mm, η 19^η σε 15,1mm, η 20^η σε 15,7mm, η 21^η σε 16,3mm, η 22^η σε 16,6mm και η 23^η σε 17,1mm. Ενδιαφέρον παρουσιάζεται στην μετάβαση από την 9^η

στην 10^η σπείρα και από την 18^η στην 19^η. σε αυτά τα σημεία αποτυπώνονται οι έντονες αλλαγές στο μέγεθος της σπείρας. Στο πρώτο σημείο, διακρίνεται η μείωση του μεγέθους που περιγράφηκε παραπάνω, ενώ το δεύτερο σημείο αποτυπώνει την απότομη αύξηση της ακτίνας, όπως συμβαίνει και με το μέγεθος των θαλάμων. Τα διαφράγματα στις πέντε περίπου πρώτες σπείρες είναι έντονα και ελαφρώς κεκλιμένα. Στη συνέχεια, αποκτούν εντονότερη κλίση και γίνονται πλέον τοξωτά. Η κάμψη τους γίνεται προς την προηγούμενη σπείρα. Αποτέλεσμα αυτών είναι η δημιουργία, στις εσωτερικές σπείρες, υποτετραγωνικών θαλάμων. Στις επόμενες σπείρες αυξάνει το μήκος τους και οι θάλαμοι γίνονται στενόμακροι, σχεδόν διπλάσιοι. Το μήκος των θαλάμων παραμένει σταθερό για τις επόμενες σπείρες αλλά μειώνεται το πλάτος τους. Δραματική μείωση του πλάτους παρατηρείται στις τελικές σπείρες, όπου μοιάζουν σχεδόν να μην ξεχωρίζουν μεταξύ τους. Επίσης, ο αριθμός των θαλάμων είναι μεγάλος κατά κύριο λόγο στις εσωτερικές σπείρες. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει και το υλικό πλήρωσης, το οποίο είναι ανθρακικής προέλευσης σε όλες τις σπείρες εκτός από τις 4 με 5 τελευταίες που σε αυτές γίνεται πιο αμμώδες.

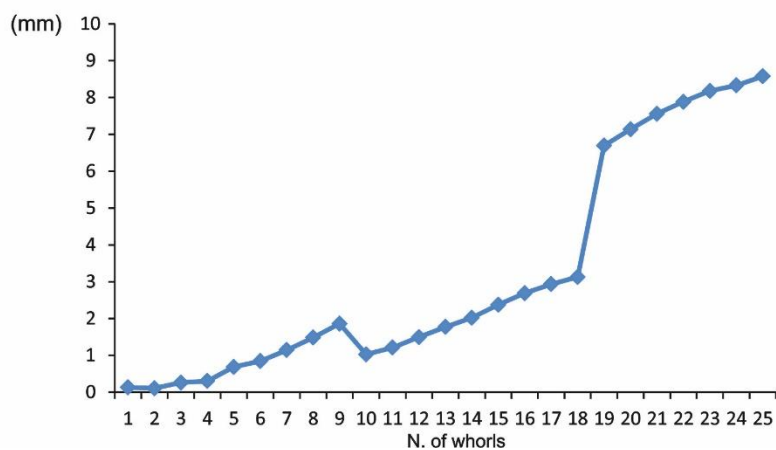
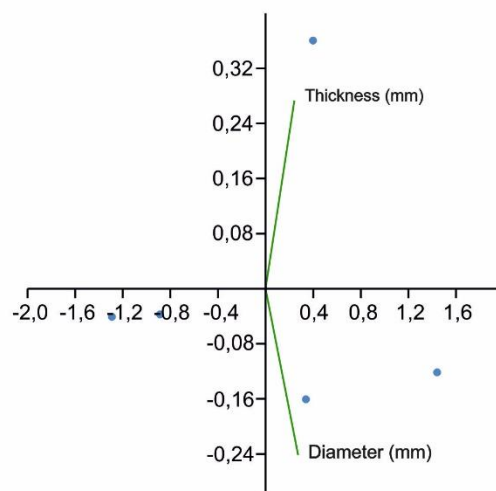
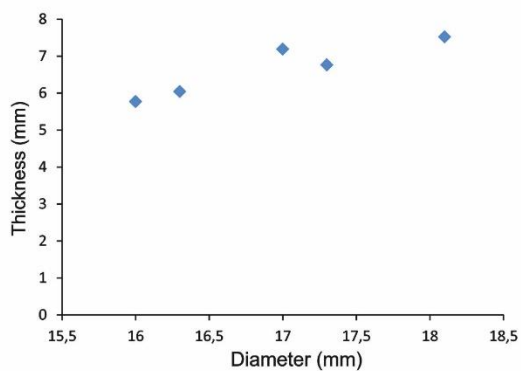
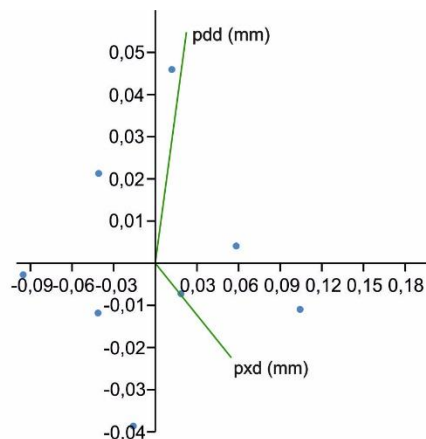
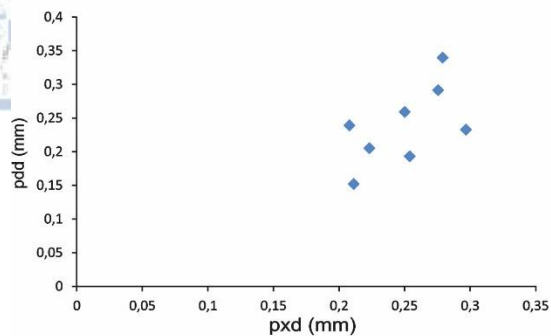
Ακόμη, ήταν εφικτό να διακριθούν τα στυλίδια και τα κοκκία. Τα κοκκία συγκεντρώνονται στο κέντρο και προς την περιφέρεια γίνονται πιο αραιά. Έχουν ακτινωτή μορφή και παρουσιάζουν μια κάμψη, όπως άλλωστε θα έπρεπε καθώς αποτελούν την εξωτερική αποτύπωση των διαφραγμάτων.

Πίνακας 1. Μετρήσεις ισημερινών τομών (mm) από την περιοχή της Κίρκης, pxd: μήκος πρωτοκόγχης, pdd: πλάτος πρωτοκόγχης και wr: ακτίνα της κάθε σπείρας.

no	Pxd	Pdd	w1r	w2r	w3r	w4r	w5r	w6r	w7r	w8r
1	0,22	0,20	0,165	0,435	0,64	0,80	1,08	1,46	1,65	1,015
2	2,25	0,19	0,27	0,475	0,70	0,905	1,18	1,48	1,88	1,03
3	0,29	0,23	0,33	-	0,71	0,82	1,17	1,50	2,045	1,035
4	0,27	0,29	-	-	-	-	-	-	-	-
5	0,27	0,33	-	-	-	-	-	-	-	-
6	0,25	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-
7	0,21	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-
8	0,20	0,23	-	-	-	-	-	-	-	-
	w8r	w9r	w10r	w11r	w12r	w13r	w14r	w15r	w16r	w17r
1	1,26	1,52	1,82	2,13	2,415	2,64	2,685	3,10	6,6	7,25
2	1,115	1,59	1,815	2,045	2,41	2,69	2,955	3,17	6,7	7,05
3	1,255	1,37	1,68	1,885	2,30	2,725	2,97	3,11	6,7	7,05
	w18r	w19r	w20r	w21r	w22r	-	-	-	-	-
1	7,58	8,0	8,55	8,6	9,05	-	-	-	-	-
2	7,5	8,0	8,5	-	-	-	-	-	-	-
3	7,3	7,6	7,75	7,85	8,15	-	-	-	-	-



Εικόνα 28. 1: ισημερινή τομή, όπου αποτυπώνονται η πρωτοκόγχη, οι σπείρες, τα διαφράγματα και οι πυλώνες, 2: ισημερινή τομή, που παρατηρείται η αυξομείωση του μεγέθους της σπείρας, 3: παρουσία των διαφραγματικών νημάτων και των κοκκίων, 4: ισημερινή τομή όπου αποτυπώνονται το σχήμα των θαλάμων και η μορφή των διαφραγμάτων



Εικόνα 32.A, B) Διαγράμματα διασποράς μήκους-πλάτους πρωτοκόγχης, C, D) διαγράμματα διασποράς διαμέτρου-πάχους, και E) διάγραμμα συσχέτισης αριθμού σπειρών-ακτίνας, από την περιοχή της Κίρκης.

3.1.2. Βασιλική Τρικάλων

Στην περιοχή της Βασιλικής ο απολιθωματοφόρος ασβεστόλιθος εντοπίζεται κατά μήκος όλης της κορυφογραμμής. Πρόκειται για έναν λεπτοστρωματώδη σχετικά ασβεστόλιθο κυανότεφρου χρώματος, ο οποίος προς το νότιο τμήμα του λόφου γίνεται ψαμμιτικός. Εξαιτίας αυτής της μετάβασης, επιλέχθηκαν δύο θέσεις, από τις οποίες έγινε δειγματοληψία και στη συνέχεια κατασκευή λεπτών τομών.

Από τη Θέση 1 κατασκευάστηκαν 3 λεπτές τομές, VSL-1, VSL-1.2 και VSL-1.2 και από τη Θέση 2 κατασκευάστηκε μία λεπτή τομή, VSL-2. Ειδοποιός διαφορά ανάμεσα στις δύο θέσεις, εκτός από την αλλαγή της σύστασης του πετρώματος είναι και το πλήθος των απολιθωμάτων. Στις λεπτές τομές που προέκυψαν από τη Θέση 1, καταμετρήθηκε μεγάλο πλήθος απολιθωμάτων από *Nummulites* σε σχέση με την τομή που προέκυψε από τη Θέση 2, στην οποία βρέθηκε πολύ μικρότερος αριθμός απολιθωμάτων. Εντός της λεπτής τομής βρέθηκε συνοδή πανίδα από *Alveolines*. Στην συνέχεια ακολουθεί η λεπτομερής περιγραφή της κάθε λεπτής τομής.

Δείγμα VSL-1

Εντός του δείγματος μετρήθηκαν συνολικά 37 άτομα *Nummulites*. Από τα άτομα αυτά τα 24 ανήκουν σε αξονικές μορφές και 2 σε ισημερινές τομές. Το υπόλοιπο πλήθος των ατόμων αναφέρεται σε άτομα, στα οποία δεν μπορούν να προκύψουν μετρήσεις, καθώς είναι κυρίως κατεστραμμένα άτομα.

Το δείγμα απαρτίζεται από αξονικές τομές (Εικ. 33b). Πρόκειται για εύρωστες μορφές που παρουσιάζουν αποστρογγυλεμένες ακμές. Από τα διαγράμματα διασποράς προκύπτει η ομαδοποίηση των δεδομένων σε δύο ομάδες. Στην ομάδα Α, που απαντάται το μεγαλύτερο πλήθος (21 άτομα), η διάμετρος των κελυφών έχει ελάχιστη τιμή 1,5mm και μέγιστη 5,5mm. Η ελάχιστη τιμή του πάχους του κελύφους για αυτή την ομάδα αντιστοιχεί σε 0,3mm και η μέγιστη σε 3mm. Διακρίνεται, η πρωτοκόγχη, η οποία έχει μεγάλο μέγεθος και ο αριθμός των περιελίξεων κυμαίνεται από 3 έως 7. Το μικρότερο πλήθος (3 άτομα) αξονικών τομών ανήκει σε μεγάλου μέγεθος τομές, ομάδα Β, με ελάχιστη διάμετρο 12,4mm και μέγιστη 16,1mm (Πιν. 2). Η ελάχιστη τιμή του πάχους του κελύφους αντιστοιχεί σε 4,9mm και η μέγιστη σε 6,8mm. Η ομάδα Β, σε αντίθεση με την ομάδα Α, έχει περισσότερες περιελίξεις που φτάνουν μέχρι και τις 10 και δεν διακρίνεται η πρωτοκόγχη.

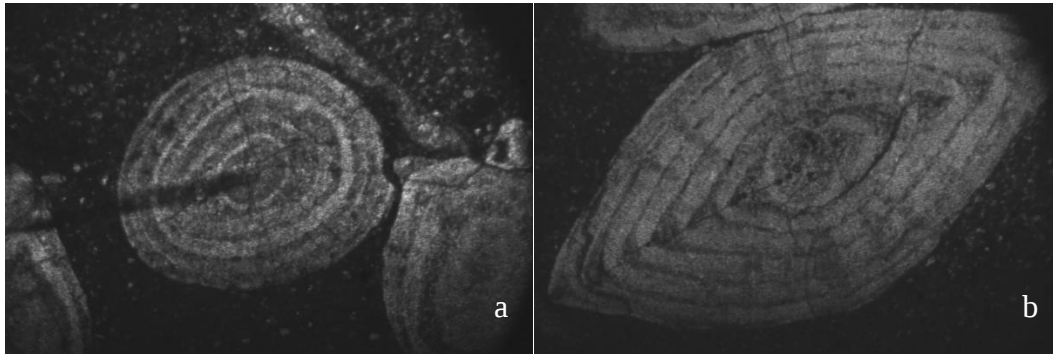
Πίνακας 2. Μετρήσεις αξονικών τομών από το δείγμα VSL-1.

	Διάμετρος (mm)		Πάχος (mm)	
	Ομάδα Α	Ομάδα Β	Ομάδα Α	Ομάδα Β
Πλήθος ατόμων (n)	21	3	21	3
Ελάχιστη	1,5	12,4	0,3	4,9
Μέγιστη	5,5	16,1	3,0	6,8
Μέση τιμή ± Τυπική απόκλιση	3,76±0,9	14,0±1,8	1,76±0,6	5,89±1,3

Οι ισημερινές τομές (Εικ. 33a) φέρουν μεγάλο πρώτο θάλαμο, σφαιρικού σχήματος, υποδηλώνοντας, 0,6-0,7mm. Το μέγεθος τους είναι μικρό, αφού η διάμετρός τους αντιστοιχεί σε 3,2mm. Αποτελούνται από μεγάλο σχετικά αριθμό περιελίξεων (έως και 5 περιελίξεις). Το μέγεθος της σπείρας φαίνεται να αυξάνεται σταδιακά προς την περιφέρεια και τα τοιχώματά της είναι λεπτά. Η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε 0,45mm, η 2^η σε 0,7mm, η 3^η σε 0,9mm και η 4^η σε 1,3mm (Πιν. 3). Τα διαφράγματα δεν διακρίνονται εύκολα. Ωστόσο, φαίνεται να καταλήγουν κάθετα στα τοιχώματα δημιουργώντας τετραγωνικούς θαλάμους.

Πίνακας 3. Μετρήσεις ισημερινών τομών από το δείγμα VSL-1, pxd: μήκος πρωτοκόγχης, pdd: πλάτος πρωτοκόγχης και wr: ακτίνα της κάθε σπείρας (mm).

no	Pxd	Pdd	w1r	w2r	w3r	w4r
1	0,627	0,651	0,453	0,730	0,972	1,32
2	0,727	0,303	-	-	-	-



Εικόνα 33. Nummulites A-form, a: ισημερινή τομή, b: αξονική τομή.

Δείγμα VSL-1.1

Το δείγμα αυτό εμπεριέχει το μεγαλύτερο πλήθος απολιθωμάτων *Nummulites* σε σχέση με όλα τα υπόλοιπα δείγματα που μελετήθηκαν από την περιοχή της Βασιλικής. Απαρτίζεται από περίπου 56 άτομα, εκ των οποίων τα 53 (Πίν. 4) είναι αξονικές τομές και τα άλλα τρία είναι ισημερινές (Πίν. 5).

Η εικόνα παραμένει ίδια με στο προηγούμενο δείγμα. Οι αξονικές τομές είναι πολυάριθμες (Εικ. 34b) και οι περισσότερες αντιστοιχούν στις μικρού μεγέθους και έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά με αυτές τις προηγούμενης τομής. Έχουν ελάχιστη τιμή διαμέτρου 1,6mm, πάχους 0,12mm και μέγιστες τιμές διαμέτρου, πάχους 7,6mm, 3,1mm αντίστοιχα. Στην άλλη ομάδα αντιστοιχεί μόνο μία μέτρηση, με διάμετρο 13,5mm και πάχος 4,9mm (Πίν. 4). Σε κάποια άτομα αυτής της ομάδας οι τελευταίες σπείρες, είναι κατεστραμμένες.

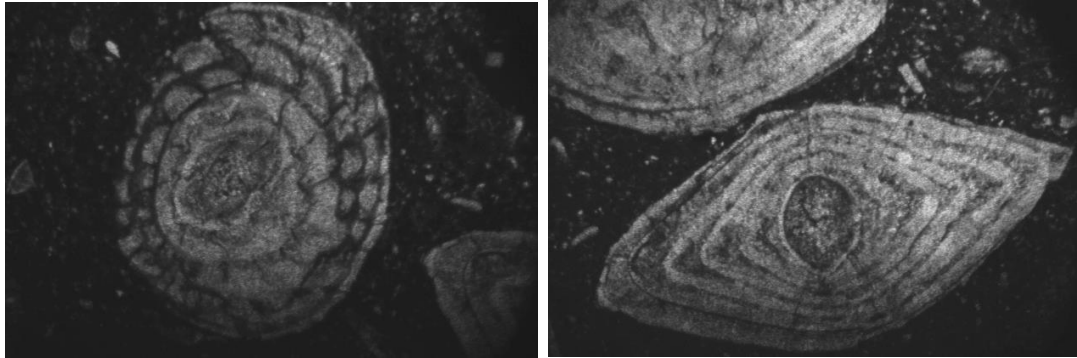
Στις ισημερινές τομές (Εικ. 34a), η πρωτοκόγχη είναι αρκετά μεγάλη, έχει εύρος τιμών 0,7-1,1mm. Αποτελούνται από 3 έως 5 περιελίξεις. Η 1η σπείρα αντιστοιχεί σε 0,46-0,64mm, η 2η σε 0,74-1,1mm, η 3η σε 1,0-1,6mm, η 4η σε 1,3-1,9mm και η 5η σε 1,6-2,3mm (Πίν. 5). Τα τοιχώματα είναι λεπτά όπως και στο προηγούμενο δείγμα. Σε αυτό το δείγμα, ωστόσο εμφανίζονται τα διαφράγματα με μεγαλύτερη ευκρίνεια. Στις εσωτερικές σπείρες παρουσιάζουν μια ελαφριά κλίση που στις εξωτερικές γίνεται αρκετά πιο έντονη. Το πλήθος των διαφραγμάτων είναι αρκετά μεγάλο και έχει ως απόρροια τη δημιουργία πολλών θαλάμων.

Πίνακας 4. Μετρήσεις αξονικών τομών από το δείγμα VSL-1.1.

	Διάμετρος (mm)		Πάχος (mm)	
	Ομάδα A	Ομάδα B	Ομάδα A	Ομάδα B
Πλήθος ατόμων (n)	52	1	52	1
Ελάχιστη	1,6	-	0,12	-
Μέγιστη	7,6	13,5	3,1	4,9
Μέση τιμή± Τυπική απόκλιση	3,79±1,4	-	1,71±0,6	-

Πίνακας 5. Μετρήσεις ισημερινών τομών από το δείγμα VSL-1.1, pxd: μήκος πρωτοκόγχης, pdd: πλάτος πρωτοκόγχης και wr: ακτίνα της κάθε σπείρας (mm).

no	Pxd	pdd	w1r	w2r	w3r	w4r	w5r
1	0,74	0,53	0,46165	0,7495	1,0219	1,32015	1,6202
2	0,76	0,65	0,5357	0,926	1,2552	-	-
3	1,1	0,98	0,6429	1,1086	1,60145	1,98245	2,3415



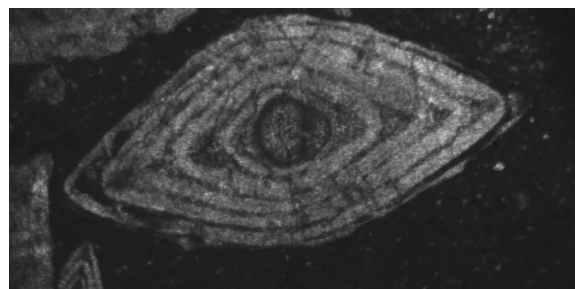
Εικόνα 34. Nummulites A form από το δείγμα VSL-1.1, a: ισημερινή τομή, b: αξονική τομή.

Δείγμα VSL-1.2

Εντός του δείγματος εντοπίστηκαν 32 άτομα, το πλήθος των οποίων αντιστοιχεί σε αξονικές τομές. Η εικόνα των αξονικών (Εικ. 35) είναι αντίστοιχη με αυτή στα προηγούμενα δείγματα. Το πλήθος των αξονικών τομών αντιστοιχεί σε μικρής διαμέτρου άτομα. Η ομάδα αυτή χαρακτηρίζεται από ελάχιστες τιμές διαμέτρου 1,6mm, πάχους 0,95mm αντίστοιχα και μέγιστες τιμές 5,6mm, 2,9mm αντίστοιχα. Επίσης, σε αυτές τις τομές διακρίνεται η πρωτοκόγχη ενώ ιδιαίτερα σημαντικό είναι πως το μέγεθός της είναι αρκετά μεγάλο. Τα μεγάλης διαμέτρου άτομα είναι μόλις δύο και χαρακτηρίζονται από ελάχιστες τιμές διαμέτρου 12,0mm, πάχους 3,9mm και μέγιστες τιμές 13,0mm, 7,5mm αντίστοιχα (Πιν. 6). Στο δείγμα αποτυπώνεται επίσης και η καταπόνηση που έχουν υποστεί τα απολιθώματα, καθώς φέρουν ρωγμές.

Πίνακας 6. Μετρήσεις αξονικών τομών από το δείγμα VSL-1.2.

	Διάμετρος (mm)		Πάχος(mm)	
	Ομάδα A	Ομάδα B	Ομάδα A	Ομάδα B
Πλήθος ατόμων (n)	30	2	30	2
Ελάχιστη	1,6	12	0,95	3,9
Μέγιστη	5,6	13	2,9	7,5
Μέση τιμή± Τυπική απόκλιση	4,04±0,9	12,5±0,6	1,89±0,5	5,71±2,5



Εικόνα 35. Nummulites A form από το δείγμα VSL-1.2, αξονική τομή.

Δείγμα VSL-2

Το δείγμα VSL-2 ανήκει στο δεύτερο και ελαφρώς διαφορετικό, δείγμα που συλλέχθηκε από την περιοχή της Βασιλικής. Το δείγμα παρουσιάζει μία πιο ψαμμιτική εικόνα σε σχέση με τις προηγούμενες τομές που κατασκευάστηκαν. Συνολικά στο δείγμα μετρήθηκαν 9 άτομα. Από αυτά, τα τρία ανήκουν σε αξονικές τομές και άλλα τόσα σε ισημερινές. Τα υπόλοιπα άτομα παρουσιάζουν πλάγιες τομές.

Οι αξονικές αντιστοιχούν στα μικρής διαμέτρου άτομα, τα οποία αναλύθηκαν και παραπάνω. Έχει ελάχιστες τιμές διαμέτρου 1,1mm, πάχους 0,55mm και οι μέγιστες τιμές 3,74mm και 2,2mm αντίστοιχα (Πιν. 7). Τα τοιχώματά τους είναι λεπτά ενώ τα διαφράγματα τους δύσκολα διακρίνονται. Ωστόσο, διακρίνονται τα στυλίδια.

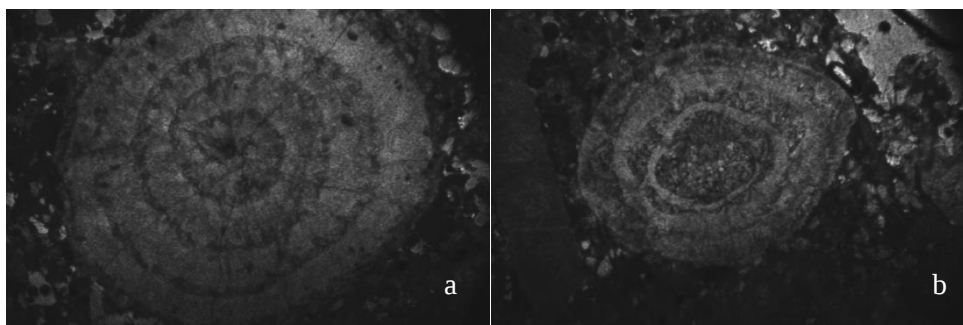
Οι ισημερινές τομές διαχωρίζονται σε δύο ομάδες (Εικ. 36). Στην πρώτη, η πρωτοκόγχη έχει διάμετρο που κυμαίνεται από 0,6mm έως 0,82mm. Η μορφή της σπείρας είναι αντίστοιχη με τις ισημερινές τομές που εντοπίστηκαν εντός των προηγούμενων δειγμάτων. Αποτελούνται από 3 έως 4 σπείρες. Η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,63-0,67mm, η 2^η σε 1,0mm, η 3^η σε 1,4-1,5mm και η 4^η σε 1,7mm (Πίν. 8). Τα τοιχώματα της είναι σχετικά έντονα και παρουσιάζει σταδιακή αύξηση του μεγέθους της προς την περιφέρεια. Τα διαφράγματα φαίνεται να είναι κάθετα στα τοιχώματα και αρκετά σε πλήθος. Επομένως, δημιουργούνται τετραγωνικοί πολυάριθμοι θάλαμοι. Η ισημερινή τομή της δεύτερης ομάδας είναι μικρότερη σε μέγεθος άτομο. Η σπείρα είναι τακτική, δηλαδή το μέγεθός της παραμένει σταθερό καθ' όλη την ανάπτυξη της και τα τοιχώματα της είναι λεπτά σε σχέση με τις μακροσφαιρικές μορφές. Τα διαφράγματα είναι κάθετα στα τοιχώματα της σπείρας και σχηματίζουν πολυάριθμους, τετραγωνικούς θαλάμους.

Πίνακας 7. Μετρήσεις αξονικών τομών από το δείγμα VSL-2.

	Διάμετρος(mm)	Πάχος(mm)
Ελάχιστη	1,1	0,55
Μέγιστη	3,74	2,2
Μέση τιμή±τυποκή απόκλιση	2,98±1,4	1,89±1

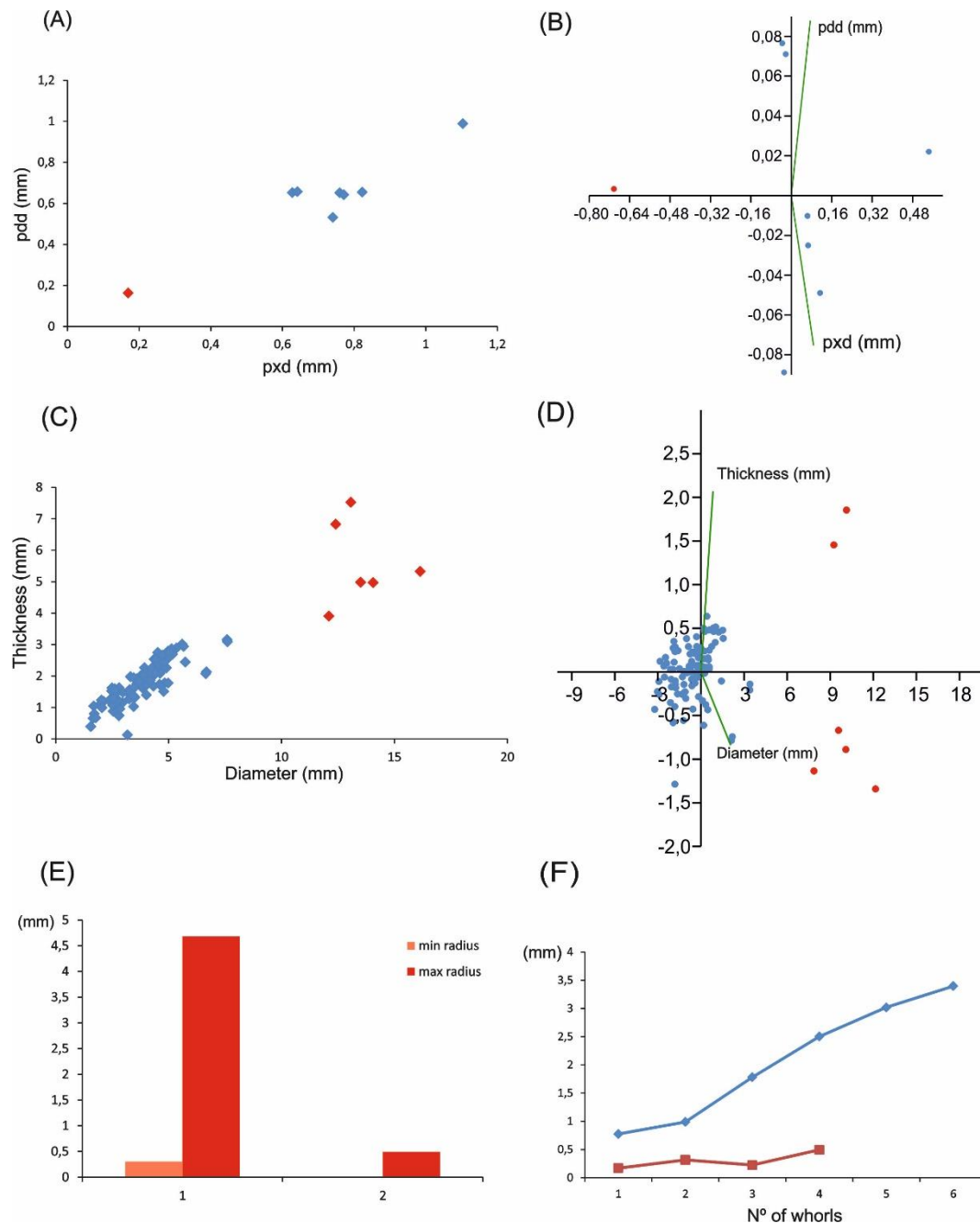
Πίνακας 8. Μετρήσεις ισημερινών τομών από το δείγμα VSL-2, pxd: μήκος πρωτοκόγχης, pdd: πλάτος πρωτοκόγχης και wr: ακτίνα της κάθε σπείρας (mm).

no	Pxd	Pdd	w1r	w2r	w3r	w4r
1	0,64	0,65	0,6327	1,0718	1,40535	1,7572
2	0,82	0,65	0,67085	1,0856	1,53235	-
3	0,16	0,16	0,1577	0,11175	0,24695	-



Εικόνα 36. Nummulites από το δείγμα VSL-2, ισημερινές τομές, a: B form, b: A form.

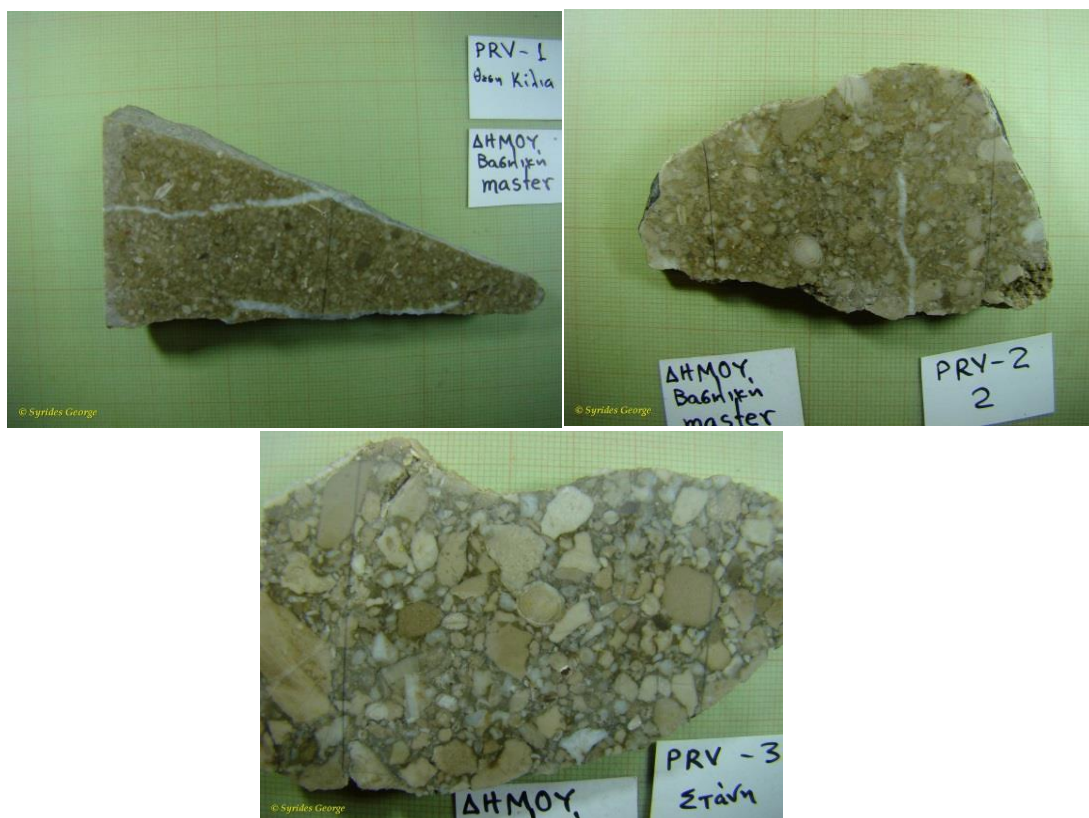
Για τα δεδομένα (Εικ. 37) από όλες τις λεπτές τομές που μελετήθηκαν από την περιοχή της Βασιλικής Τρικάλων, κατασκευάστηκαν διαγράμματα διασποράς για το μήκος και το πλάτος της πρωτοκόγχης (Εικ. 37Α, Β). Τα στοιχεία παρουσιάζουν ομαδοποίηση εκτός από μία μέτρηση. Διαχωρισμός δύο ομάδων προκύπτει και από τα διαγράμματα διασποράς της διαμέτρου και του πάχους (Εικ. 37 C, D). Με βάση το διάγραμμα συσχέτισης του αριθμού των σπειρών με την ακτίνα, προκύπτει για τη μικροσφαιρική μορφή ότι σε ακτίνα 0,16mm αντιστοιχεί 1 σπείρα, η 2^η αντιστοιχεί σε 0,3mm, η 3^η σε 0,2mm και η 4^η σε 0,49mm. Αντίθετα, η άλλη ομάδα, έχει μεγαλύτερο αριθμό σπειρών καθώς και ακτίνα. Η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε 0,77mm, η 2^η σε 0,9mm, η 3^η σε 1,7mm, η 4^η σε 2,5mm, η 5^η σε 3,0mm και η 6^η σε ακτίνα 3,3mm (F).



Εικόνα 37. Α, Β) Διαγράμματα διασποράς μήκους-πλάτους πρωτοκόγχης, C, D) διαγράμματα διασποράς διαμέτρου-πάχους, Ε) διάγραμμα ακραίων τιμών ακτίνας και F) διάγραμμα συσχέτισης αριθμού σπειρών-ακτίνας, από την περιοχή της Βασιλικής.

3.1.3. Περιβόλι Γρεβενών

Τα δείγματα που συλλέχθηκαν από την περιοχή του Περιβολίου (Εικ. 38) και από τα οποία κατασκευάστηκαν οι λεπτές τομές, αναφέρονται σε ψαμμιτικούς ασβεστόλιθους. Σε κάποιες περιπτώσεις το μέγεθος, σε συνδυασμό με το χρώμα τους, δυσκόλευε την αναγνώριση και την καταμέτρηση των απολιθωμάτων.



Εικόνα 38. Δείγματα από τους Νουμμολιτοφόρους ασβεστόλιθους από τις θέσεις Prv 1, Prv 2 και Prv 3 του Περιβολίου.

Εκτός από τους Nummulites, που αποτελούν την κύρια πανίδα, εντός των τομών βρέθηκαν μικροαπολιθώματα από *Discocyclus*, *Aleolina*, *Assilina* (PRV 2/3) και miliolids.

Δείγμα PRV-1a

Εντός του δείγματος εντοπίστηκαν 41 άτομα *Nummulites*, εκ των οποίων μετρήθηκαν 31 αξονικές τομές και τρεις ισημερινές. Τα υπόλοιπα αναφέρονται σε κατεστραμμένα άτομα είτε σε άλλες τομές, όπως πλάγιες. Οι μετρήσεις των αξονικών τομών διαχωρίζονται σε δύο ομάδες. Στην ομάδα Α ανήκει το μεγαλύτερο πλήθος των μετρήσεων, έχει ελάχιστες τιμές διαμέτρου 0,71mm, πάχους 0,33mm και μέγιστες τιμές 2,0mm, 1,12mm αντίστοιχα. Η δεύτερη ομάδα συνίσταται από μόλις τρία άτομα, τα οποία έχουν ελάχιστες τιμές διαμέτρου 2,36mm, πάχους 0,77mm και μέγιστες τιμές 2,47mm, 1,62mm αντίστοιχα (Πιν. 9). Το εύρος των αριθμών των περιελίξεων στην ομάδα αυτή είναι μόλις 4 με 5 περιελίξεις. Τα τοιχώματά τους είναι αρκετά λεπτά και σε πολλές είναι ευδιάκριτες οι πρωτοκόγχες, οι οποίες είναι αρκετά μεγάλες, καθώς πρόκειται για μακροσφαιρικές μορφές. Μεγάλος αριθμός των αξονικών ωστόσο, παρουσιάζει κατεστραμμένες τις τελευταίες του σπείρες.

Το ίδιο παρατηρείται και στις ισημερινές τομές. Οι μετρήσεις διαχωρίζονται σε δύο ομάδες. Η πρώτη ομάδα έχει διάμετρο πρωτοκόγχης 0,208mm. Η πρωτοκόγχη και η δευτεροκόγχη έχουν σχεδόν ίδια διάμετρο. Η σπείρα αυξάνεται σταδιακά προς την περιφέρεια και

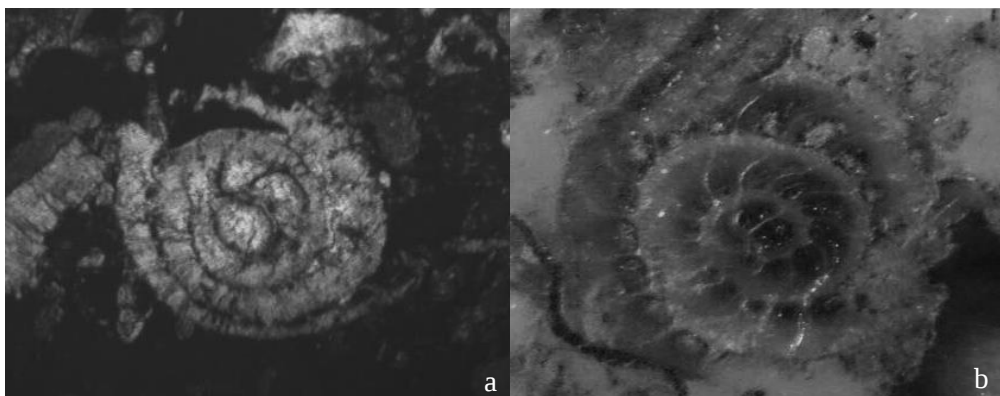
αποτελείται από 3 περιελίξεις. Η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,39mm, η 2^η σε 0,80mm και η 3^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,92mm. Τα διαφράγματα έχουν δρεπανοειδή μορφή και σχηματίζουν θαλάμους αντίστοιχου σχήματος. Οι θάλαμοι προς τις εξωτερικές σπείρες αποκτούν μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ τους (Εικ. 39b). Η δεύτερη ομάδα έχει διάμετρο πρωτοκόγχης που κυμαίνεται από 0,280-0,43mm (Εικ. 39a). Η σπείρα είναι σχεδόν **τακτική** και αποτελείται από 3 περιελίξεις. Η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,47-0,77mm, η 2^η σε 0,91-1,62mm και η 3^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 1,1-2,0mm (Πιν. 9). Τα διαφράγματα στις εσωτερικές σπείρες είναι κεκλιμένα προς την προηγούμενη σπείρα, ενώ προς τις εξωτερικές σπείρες καταλήγουν κάθετα στα τοιχώματα. Επομένως σχηματίζουν θαλάμους ρομβικού σχήματος στις εσωτερικές σπείρες που στις εξωτερικές γίνονται υποτετραγωνικοί. Οι θάλαμοι είναι μεγαλύτεροι και λιγότεροι σε πλήθος σε σχέση με τις τελευταίες, όπου αυξάνονται αρκετά σε αριθμό αλλά μειώνεται το μέγεθος τους.

Πίνακας 8. Μετρήσεις ισημερινών τομών από το δείγμα PRV-1a, pxd: μήκος πρωτοκόγχης, pdd: πλάτος πρωτοκόγχης και wr: ακτίνα της κάθε σπείρας (mm).

no	pxd	pdd	w1r	w2r	w3r
1	0,208	0,179	0,391	0,80	0,929
2	0,431	0,389	0,776	1,626	2,028
3	0,281	0,281	0,472	0,915	1,135

Πίνακας 9. Μετρήσεις αξονικών τομών από το δείγμα PRV-1a.

	Διάμετρος(mm)		Πάχος(mm)	
	Ομάδα Α	Ομάδα Β	Ομάδα Α	Ομάδα Β
Πλήθος ατόμων (n)	28	3	28	3
Ελάχιστη	0,71	2,36	0,33	0,77
Μέγιστη	2,00	2,47	1,12	1,62
Μέση τιμή± τυπική απόκλιση	1,41±0,4	2,45±0,05	0,75±0,2	0,91±0,4



Εικόνα 39. Συνάθροιση από το δείγμα PRV-1a, a, b: ισημερινές τομές A form.

Δείγμα PRV-1b

Εντός του δείγματος βρέθηκαν συνολικά 37 άτομα εκ των οποίων μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε 14 αξονικές τομές και 4 ισημερινές. Το υπόλοιπο πλήθος ανήκει κυρίως σε πλάγιες και σε τομές που έχουν υποστεί έντονη καταπόνηση. Στις πλάγιες τομές είναι ευδιάκριτα τα διαφραγματικά νημάτια, τα οποία είναι ευθείες, ελαφρώς σιγμοειδής και ακτινωτές γραμμές. Ξεκινούν από το κέντρο και καταλήγουν στην περιφέρεια.

Από τις αξονικές τομές (Εικ. 40c) διαχωρίζονται δύο ομάδες. Στην πρώτη ομάδα ανήκει σχεδόν όλο το πλήθος των μετρήσεων. Οι ελάχιστες τιμές διαμέτρου και πάχους για αυτή την ομάδα είναι 0,51mm, 0,30mm και οι μέγιστες τιμές φτάνουν τα 2,17mm, 1,12mm αντίστοιχα. Ο αριθμός των περιελίξεων τους κυμαίνεται από τρεις έως έξι. Από τις αξονικές τομές διακρίνονται τα λεπτά τοιχώματα, οι μεγάλοι θάλαμοι και το εύρωστο σχήμα τους. Επίσης, διακρίνονται και τα στυλίδια. Στην δεύτερη ομάδα ανήκει μόνο ένα άτομο, με τιμές διαμέτρου και πάχους 6,02mm και 2,09mm (Πιν. 10).

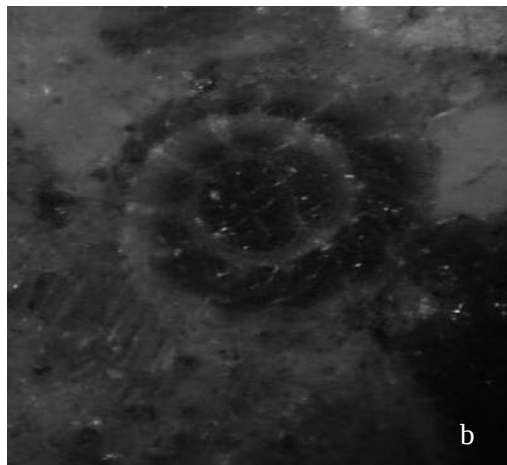
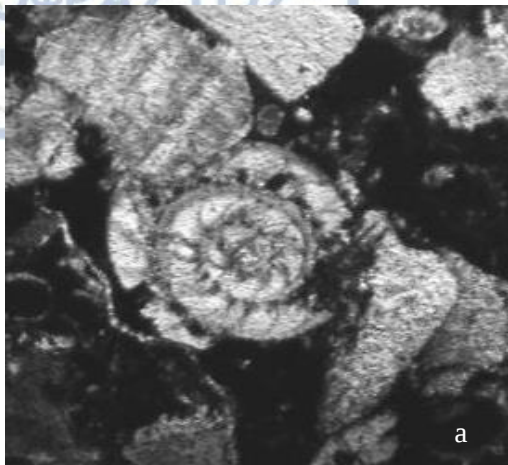
Στις ισημερινές τομές ξεχώρισαν δύο ομάδες. στην πρώτη ομάδα (Εικ. 40a), η σπείρα αυξάνεται προς την περιφέρεια και αποτελείται από 3 περιελίξεις. Η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,29mm, η 2^η σε 0,72mm και η 3^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 1,17mm (Πιν. 11). Τα τοιχώματα της σπείρας είναι αρκετά έντονα και τα διαφράγματα καταλήγουν σε αυτά με κλίση προς την προηγούμενη σπείρα. Τα διαφράγματα είναι κεκαμμένα και αυξάνονται προς τις εξωτερικές σπείρες. Συνέπεια αυτού είναι η δημιουργία πολυάριθμων θαλάμων. Οι τελευταίοι παρουσιάζουν μεγαλύτερα διαστήματα μεταξύ τους στις εσωτερικές σπείρες και γίνονται συσπειρωμένοι προς τις εξωτερικές. Στη δεύτερη ομάδα (Εικ. 40b), η πρωτοκόγχη έχει διάμετρο 0,32mm (Εικ. 40b). Η σπείρα είναι σχεδόν τακτική και αποτελείται από μόλις δύο σπείρες. Η 1^η αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,62mm και η 2^η σε ακτίνα 0,92mm. Τα διαφράγματα είναι ευθείες γραμμές που στο τελείωμά τους γίνονται κεκλιμένες. Παρουσιάζουν σχετικά μεγάλα διαστήματα μεταξύ τους και δημιουργούν υποτετράγωνους θαλάμους.

Πίνακας 10. Μετρήσεις αξονικών τομών από το δείγμα η PRV-1b.

	Διάμετρος (mm)		Πάχος (mm)	
	Ομάδα Α	Ομάδα Β	Ομάδα Α	Ομάδα Β
Πλήθος ατόμων (n)	13	1	13	1
Ελάχιστη	0,512	-	0,308	-
Μέγιστη	2,17	6,22	1,12	2,09
Μέση τιμή±Τυπική απόκλιση	1,11±0,5	-	0,72±0,26	-

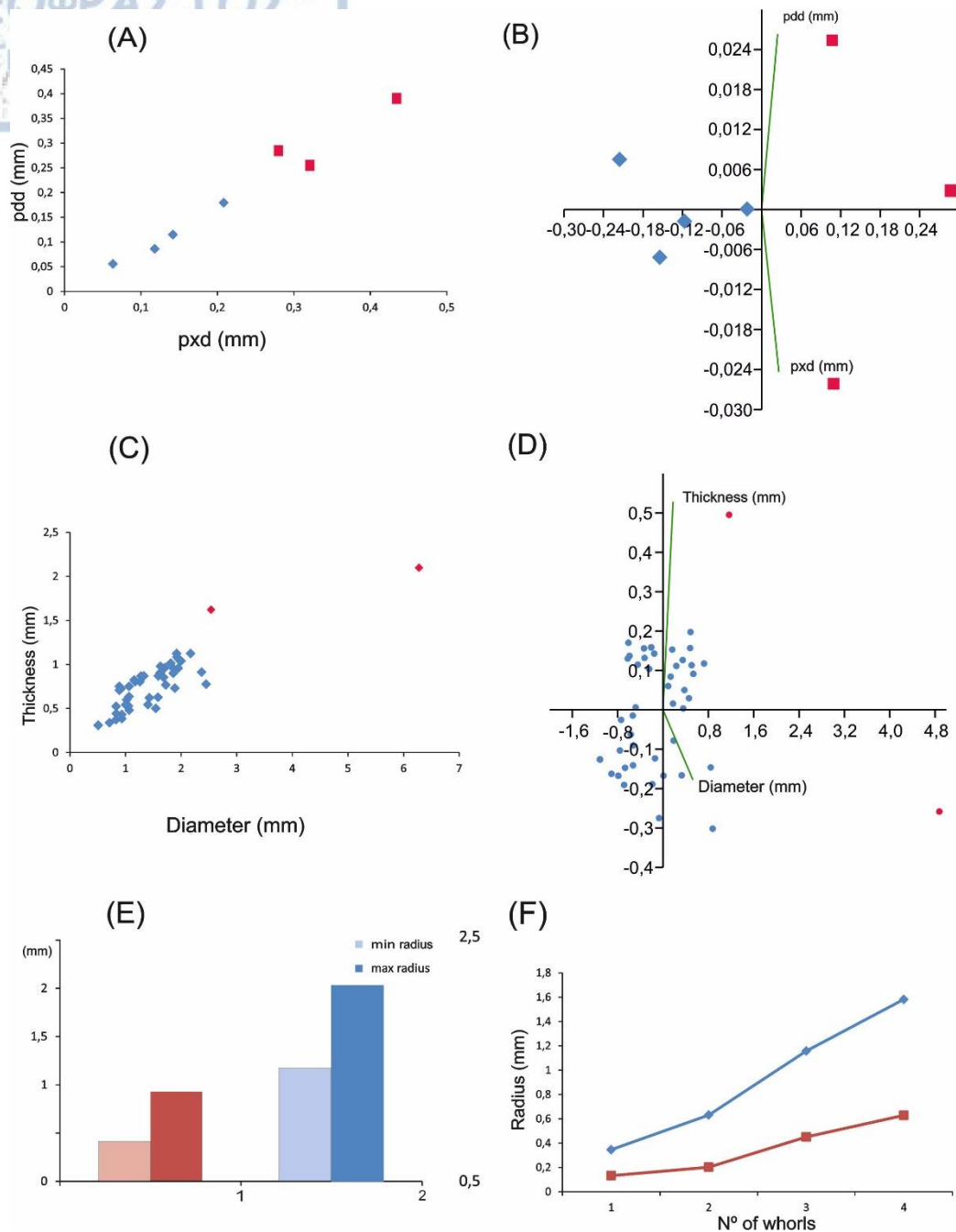
Πίνακας 11. Μετρήσεις ισημερινών τομών σε (mm) από το δείγμα PRV-1b, pxd: μήκος πρωτοκόγχης, pdd: πλάτος πρωτοκόγχης και wr: ακτίνα της κάθε σπείρας.

no	pxd	pdd	w1r	w2r	w3r
1	0,11	0,08	-	-	-
2	0,32	0,25	0,64	0,92	-
3	0,14	0,11	0,29	0,72	1,17



Εικόνα 40. *Nummulites* από το δείγμα PRV-1b, a, b: ισημερινές τομές A form, c: αξονική τομή.

Από τη σύνθεση όλων των δεδομένων των δειγμάτων της θέσης Prv1 προέκυψαν τα παρακάτω διαγράμματα (Εικ. 41). Τα διαγράμματα διασποράς μήκους, πλάτους πρωτοκόγχης (A, B), ομαδοποιούν τα άτομα σε δύο ομάδες. Στην πρώτη ομάδα ανήκει ο μεγαλύτερος αριθμός ατόμων, ενώ στη δεύτερη περιλαμβάνονται μόλις τρεις μετρήσεις. Η ίδια εικόνα παρατηρείται και από τα διαγράμματα διασποράς διαμέτρου-πάχους (C, D). Η πρώτη ομάδα συνίσταται από το μεγαλύτερο πλήθος και οι υπόλοιπες μετρήσεις αντιστοιχούν στη δεύτερη ομάδα. Από το διάγραμμα ακραίων τιμών (E) φαίνεται η έντονη απόκλιση στις μετρήσεις της ακτίνας, ανάμεσα στις δύο ομάδες. Τέλος, από το διάγραμμα της σχέσης μεταξύ ακτίνας και αριθμού σπειρών (F), για την πρώτη ομάδα φαίνεται πως η ακτίνα αυξάνεται ομαλά ενώ στη δεύτερη ομάδα αυτή αυξάνεται απότομα.

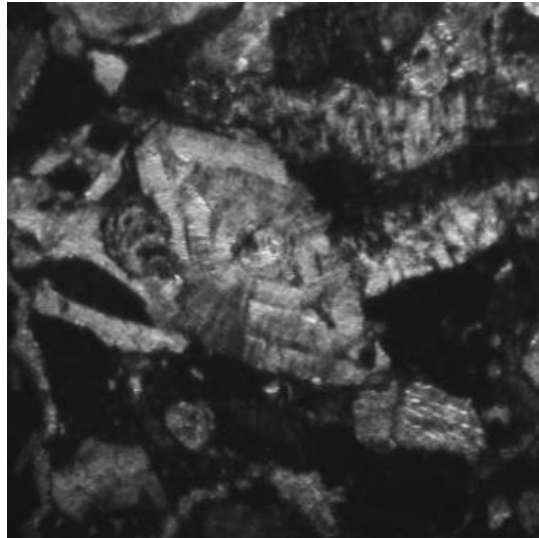


Εικόνα 41. Α, Β) Διαγράμματα διασποράς μήκους-πλάτους πρωτοκόγχης, C, D) διαγράμματα διασποράς διαμέτρου-πάχους, Ε) διάγραμμα ακραίων τιμών ακτίνας και F) διάγραμμα συσχέτισης αριθμού σπειρών-ακτίνας, από την περιοχή Prv1.

Δείγμα PRV-2 1a

Εντός του δείγματος βρέθηκαν 39 άτομα, εκ των οποίων ήταν δυνατό να πραγματοποιηθούν μετρήσεις σε 31 αξονικές τομές ενώ δεν βρέθηκε καμία ισημερινή τομή. Οι αξονικές τομές (Εικ. 42) κατατάσσονται σε δύο ομάδες. Η πρώτη ομάδα απαρτίζεται σχεδόν από όλα τα άτομα, εκτός από ένα. Έχει ελάχιστες τιμές διαμέτρου 0,72mm, πάχους 0,32mm και μέγιστες τιμές που φτάνουν τα 2,11mm, 1,28mm αντίστοιχα. Η δεύτερη ομάδα περιλαμβάνει μία μέτρηση με τιμές διαμέτρου, πάχους 3,11mm και 1,49mm αντίστοιχα (Πιν. 12). Ο αριθμός των περιελίξεων τους κυμαίνεται από 3 έως 5. Σε πολλές από αυτές φαίνεται να έχουν σπάσει οι τελευταίες σπείρες ενώ σε άλλες τα πλαϊνά τμήματα του

κελύφους, ως αποτέλεσμα της τεκτονικής δραστηριότητας, η οποία έχει επιδράσει και στα υπόλοιπα μικροαπολιθώματα που βρίσκονται εντός του δείγματος. Αν και δεν υπάρχουν ισημερινές τομές, μετρήσεις για τον πρώτο θάλαμο πραγματοποιήθηκαν σε κάποιες αξονικές, στις οποίες ήταν αρκετά ευδιάκριτοι. Από αυτές διακρίνονται επίσης τα έντονα τοιχώματα, οι μεγάλοι θάλαμοι αλλά και τα στυλίδια.



Εικόνα 42. Nummulites από τη θέση PRV-2 1a, αξονική τομή.

Πίνακας 12. Μετρήσεις αξονικών τομών από το δείγμα PRV-2 1a.

	Διάμετρος (mm)		Πάχος (mm)	
	Ομάδα Α	Ομάδα Β	Ομάδα Α	Ομάδα Β
Πλήθος ατόμων (n)	30	1	30	1
Ελάχιστη	0,72	-	0,32	-
Μέγιστη	2,15	3,11	1,28	1,49
Μέση τιμή ± Τυπική απόκλιση	1,19±0,4	-	0,65±0,2	-

PRV-2 1b

Σε αυτό το δείγμα, το πλήθος μειώνεται σε σχέση με το προηγούμενο. Βρέθηκαν 21 άτομα συνολικά. Από αυτά τα 14 απαντούν σε αξονικές τομές και τα τρία σε ισημερινές (Εικ. 43a, b). Οι υπόλοιπες είναι πλάγιες, οι οποίες φέρουν διαφραγματικά νημάτια. Τα τελευταία παρουσιάζουν σιγμοειδή μορφή.

Οι αξονικές διαχωρίζονται σε δύο ομάδες. Στην πρώτη ομάδα, όπου ανήκει το μεγαλύτερο πλήθος, οι ελάχιστες τιμές διαμέτρου 1,56mm, πάχους 0,79mm και οι μέγιστες τιμές φτάνουν τα 3,35mm και 1,93mm αντίστοιχα. Στη δεύτερη ομάδα ανήκουν τα μεγαλύτερης διαμέτρου κελύφη. Έχει ελάχιστες τιμές διαμέτρου 3,62mm, πάχους 0,81mm και οι μέγιστες τιμές είναι 4,96mm, 2,48mm αντίστοιχα (Πιν. 13). Ο αριθμός των περιελίξεων είναι αρκετά περιορισμένος. Τα περισσότερα άτομα έχουν τέσσερις περιελίξεις ενώ κάποια αποτελούνται από τρεις. Τα τοιχώματά τους είναι σχετικά λεπτά ενώ οι θάλαμοι τους είναι αρκετά μεγάλοι. Επίσης, στις αξονικές τομές, διακρίνονται και τα στυλίδια.

Οι τρεις ισημερινές τομές που βρέθηκαν αποτελούν τρεις ομάδες, βάσει των μορφολογικών χαρακτηριστικών και των μετρήσεών τους. Η πρώτη ομάδα έχει διάμετρο πρωτοκόγχης 0,21mm. Η σπείρα αυξάνεται προς την περιφέρεια και αποτελείται από 5 περιελίξεις. Η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,15mm, η 2^η σε 0,31mm, η 3^η σε 0,60 mm, η 4^η σε 0,89mm και

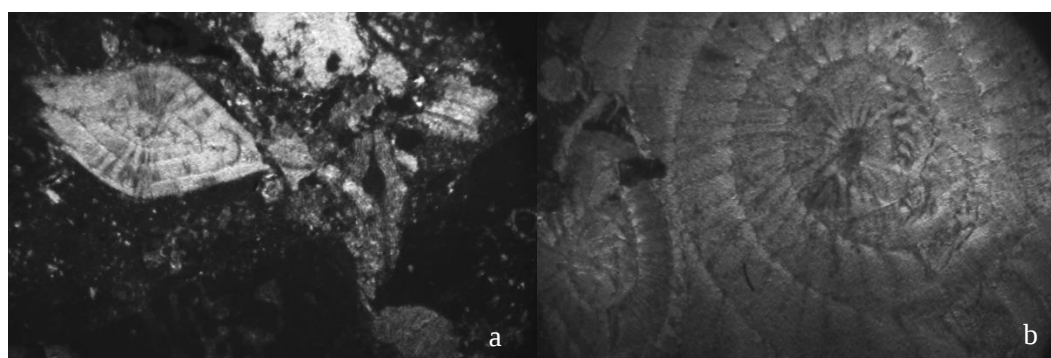
η 5^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 1,10mm. Τα διαφράγματα είναι ευθείες γραμμές και σχηματίζουν υποτετράγωνους θαλάμους, οι οποίοι προς την περιφέρεια αποκτούν μεγαλύτερο ύψος και το μήκος τους μειώνεται. Το δεύτερο είδος έχει διάμετρο πρωτοκόγχης 0,32mm. Η σπείρα του είναι σχεδόν τακτική και αποτελείται από 3 περιελίξεις. Η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,55mm, η 2^η σε 0,95mm και η 3^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 1,36mm. Τα διαφράγματα έχουν κυματοειδή μορφή και σχηματίζουν αντίστοιχης μορφής θαλάμους. Το τρίτο είδος έχει την μεγαλύτερη πρωτοκόγχη. Η διάμετρός της φτάνει τα 0,53mm και είναι ίση με τη δευτεροκόγχη. Η σπείρα είναι σχεδόν τακτική και χαρακτηρίζεται στο τελειώμά της από ισχυρή περιθωριακή σχοινί. Αποτελείται από 6 περιελίξεις. Η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε 0,46mm, η 2^η σε 0,90mm, η 3^η σε 0,94mm, η 4^η σε 2,16mm, η 5^η σε 2,59mm και η 6^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 2,86mm (Πιν. 14). Τα διαφράγματα είναι τοξωτά και σχηματίζουν ρομβικούς θαλάμους στις εσωτερικές σπείρες, ο οποίοι προς την περιφέρεια γίνονται ισομετρικοί.

Πίνακας 13. Μετρήσεις αξονικών τομών από το δείγμα PRV-2 1b.

	Διάμετρος(mm)		Πάχος(mm)	
	Ομάδα Α	Ομάδα Β	Ομάδα Α	Ομάδα Β
Πλήθος ατόμων (n)	8	6	8	6
Ελάχιστη	1,56	2,36	0,79	0,81
Μέγιστη	2,28	4,96	1,93	2,48
Μέση τιμή±Τυπική απόκλιση	1,85±0,4	2,42±0,1	1,02±0,31	1,26±0,1

Πίνακας 9. Μετρήσεις ισημερινών τομών σε (mm) από το δείγμα PRV-2 1b, pxd: μήκος πρωτοκόγχης, pdd: πλάτος πρωτοκόγχης και wr: ακτίνα της κάθε σπείρας.

no	pxd	pdd	w1r	w2r	w3r	w4r	w5r	w6r
1	0,53	0,41	0,90	0,46	0,94	2,16	2,59	2,86
2	0,32	0,25	0,55	0,95	1,36	-	-	-
3	0,21	0,16	0,15395	0,31085	0,60	0,89	1,10	-



Εικόνα 43. Συνάθροιση από το δείγμα PRV-2 1b, a: αξονική τομή, b: ισημερινές τομές B form.

Δείγμα PRV-2 2a

Το δείγμα PRV-2 2a και 2b συνίστανται από ενδιάμεσου μεγέθους κλάστες. Εντός του πρώτου καταμετρήθηκαν 27 άτομα από το γένος *Nummulites*. Από αυτά τα 11 αντιστοιχούν σε αξονικές τομές και τα 6 σε ισημερινές. Τα υπόλοιπα αντιστοιχούν σε πλάγιες και τομές που έχουν υποστεί καταπόνηση και παρουσιάζονται κατακερματισμένες.

Οι αξονικές διαχωρίζονται σε δύο σχεδόν ισάριθμες ομάδες. Η πρώτη ομάδα παρουσιάζει ελάχιστες τιμές διαμέτρου 0,61mm, πάχους 0,31mm και μέγιστες τιμές που φτάνουν 1,49mm, 0,94mm αντίστοιχα. Η δεύτερη ομάδα έχει ελάχιστες τιμές διαμέτρου 1,97mm, πάχους 1,18mm και μέγιστες τιμές 2,58mm, 1,65mm αντίστοιχα (Πιν. 15). Οι μορφές είναι κατά κύριο λόγο εύρωστες. Τα τοιχώματα είναι αρκετά έντονα και οι θάλαμοι μεγάλοι. Οι περιελίξεις είναι κυρίως πέντε ενώ κάποιες τομές έχουν λιγότερες (3). Επίσης, έντονα φαίνονται και τα στυλίδια.

Οι ισημερινές τομές αναφέρονται σε 4 ομάδες. Σχεδόν σε όλες οι τελευταίες σπείρες είναι κατεστραμμένες. Η πρώτη ομάδα (Εικ. 44a) εμφανίζει τα ίδια χαρακτηριστικά με το πρώτο είδος που περιγράφηκε στις προηγούμενες θέσεις. Παρουσιάζει μικρού μεγέθους πρωτοκόγχη, 0,13-0,14mm, και ημισελήνοειδούς μορφής δευτεροκόγχη. Οι σπείρες είναι σχεδόν τακτικές, παρουσιάζουν μια μικρή αύξηση του μεγέθους τους προς την περιφέρεια. Η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,17mm, η 2^η σπείρα σε 0,35-0,37mm, η 3^η σπείρα σε 0,54-0,55mm και η 4^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,62-0,67mm (Πιν. 16). Έχει μετρίου πάχους τοιχώματα. Τα διαφράγματα είναι ελαφρώς κεκλιμένα προς τις εσωτερικές σπείρες. Επομένως, σχηματίζουν υποτετράγωνους θαλάμους, ελαφρώς μακρόστενους, το μέγεθος των οποίων μεγαλώνει προς τις εξωτερικές σπείρες.

Στη δεύτερη ομάδα (Εικ. 44b), η πρωτοκόγχη είναι μεγαλύτερη από την δευτεροκόγχη και έχει σφαιρικό σχήμα. Έχει διάμετρο 0,38mm. Τα τοιχώματα της σπείρας είναι έντονα και το μέγεθος της σπείρας παραμένει σχεδόν σταθερό. Η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,42-0,88mm, η 2^η σε 0,67-1,69mm και η 3^η σπείρα αντιστοιχεί σε 2,01mm (Πιν. 16). Τα διαφράγματα είναι ευθείες και ελαφρώς κεκλιμένες γραμμές. Το πλήθος τους είναι αρκετά μεγάλο με αποτέλεσμα να δημιουργούν πολυάριθμους θαλάμους. Επομένως, οι τελευταίοι είναι έντονα συσπειρωμένοι και το ύψος τους είναι σχεδόν πενταπλάσιο από το πλάτος τους. Στις τελευταίες σπείρες, ωστόσο, παρατηρείται μείωση του ύψους τους και αύξηση του πλάτους τους, χαρίζοντας έτσι ένα υποτετραγωνικό, τραπεζόμορφο σχήμα στους θαλάμους.

Η τρίτη ομάδα (Εικ. 44c) έχει μεγαλύτερη διάμετρο κελύφους σε σχέση με τα δύο προηγούμενα. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε αυτό το είδος παρουσιάζει η σχέση μεταξύ της πρωτοκόγχης και της δευτεροκόγχης. Η πρώτη έχει σφαιρικό σχήμα, η δεύτερη υποσφαιρικό και έχουν σχεδόν το ίδιο μέγεθος. Η πρωτοκόγχη έχει διάμετρο 0,58mm. Η σπείρα είναι σχεδόν τακτική και αποτελείται από 3 περιελίξεις. Η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,35mm, η 2^η σε 0,94mm και η 3^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 1,24mm (Πιν. 16). Τα διαφράγματα είναι ευθείες γραμμές και καταλήγουν στα τοιχώματα σχεδόν κάθετα. Δημιουργούν τραπεζοειδείς θαλάμους στις εσωτερικές σπείρες, οι οποίοι προς την περιφέρεια μεταπίπτουν σε πιο μακρόστενες μορφές. Επίσης, τα διαφράγματα, εσωτερικά, είναι πιο αραιά τοποθετημένα σε σχέση με τις υπόλοιπες, εξωτερικές σπείρες και επομένως οι θάλαμοι, στην αρχή, έχουν σχεδόν το διπλάσιο πλάτος. Παρουσιάζουν μια ευδιάκριτη αύξηση του μεγέθους στην τελική σπείρα.

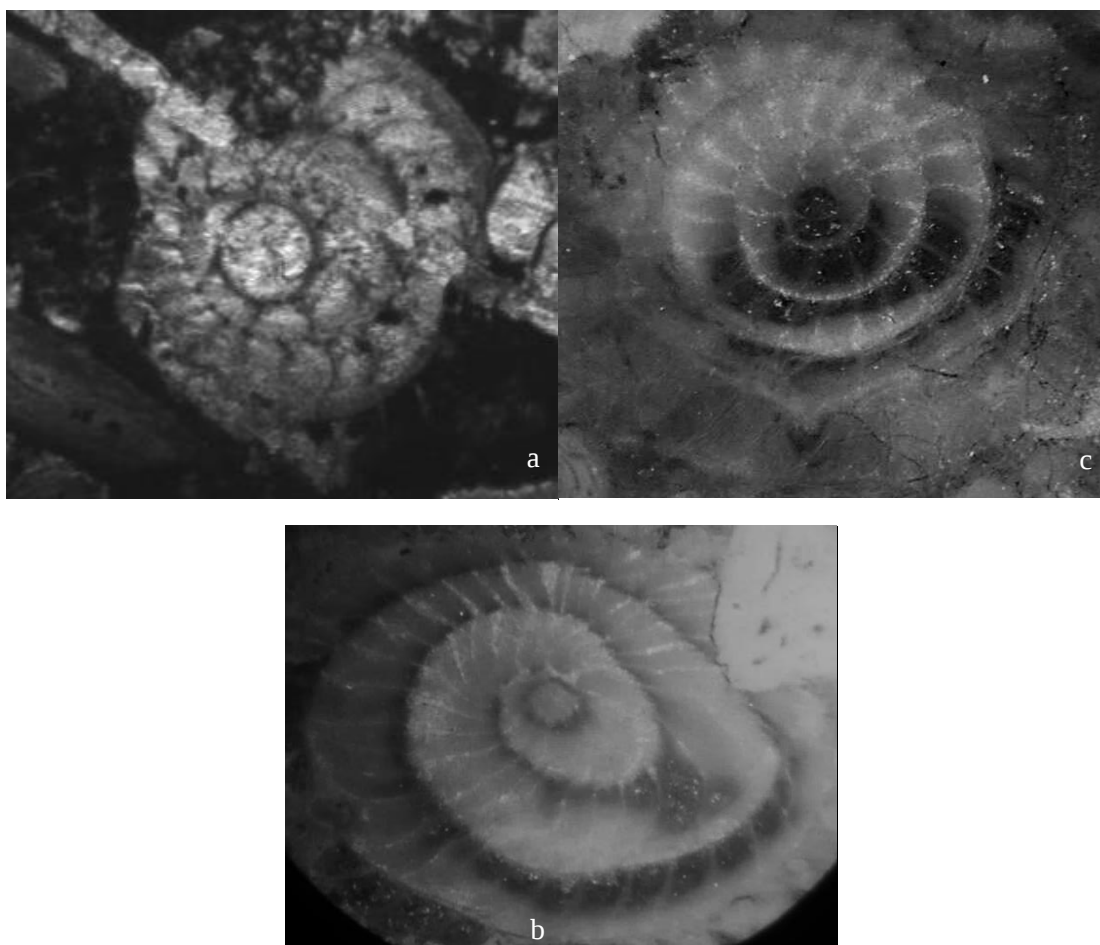
Η τελευταία ομάδα έχει διάμετρο 0,062mm. Τα τοιχώματα είναι αρκετά έντονα, σε αντίθεση με τα διαφράγματα που είναι λεπτά. Τα τελευταία καταλήγουν κάθετα στα τοιχώματα και σχηματίζουν έτσι τετραγωνικούς θαλάμους. Οι θάλαμοι παρουσιάζουν το ίδιο μέγεθος σε κάθε περιέλιξη.

Πίνακας 15. Μετρήσεις αξονικών τομών από το δείγμα PRV-2 2a.

	Διάμετρος(mm)		Πάχος(mm)	
	Ομάδα Α	Ομάδα Β	Ομάδα Α	Ομάδα Β
Πλήθος ατόμων (n)	7	3	7	3
Ελάχιστη	0,61	1,97	0,31	1,18
Μέγιστη	1,49	2,58	0,94	1,65
Μέση τιμή±Τυπική απόκλιση	1,21 ±0,3	2,04±0,3	0,53±0,2	1,31±0,2

Πίνακας 16. Μετρήσεις ισημερινών τομών σε (mm) από το δείγμα PRV-2 2a, pxd: μήκος πρωτοκόγχης, pdd: πλάτος πρωτοκόγχης και wr: ακτίνα της κάθε σπείρας.

no	pxd	pdd	w1r	w2r	w3r	w4r
1	0,14	0,13	0,17	0,37	0,552	0,67
2	0,13	0,11	0,17	0,35	0,54	0,62
3	0,38	0,31	0,88	1,69	2,09	
4	0,58	0,51	0,35	0,94	1,24	
5	0,38	0,36	0,42	0,67		
6	0,062	0,05	0,12			



Εικόνα 44. Συνάθροιση από το δείγμα PRV-2 2a, a, b, c: ισημερινές τομές A form.

Δείγμα PRV-2 2b

Εντός του δείγματος βρέθηκαν 20 άτομα, εκ των οποίων επτά ανήκουν σε αξονικές και έξι σε ισημερινές τομές. Τα υπόλοιπα ανήκουν σε πλάγιες τομές και άτομα που παρουσιάζουν καταστροφές στο κέλυφός τους. Οι καταστροφές αναφέρονται σε σπασμένες τελευταίες σπείρες, είτε από τις πληρωμένες με ασβεστόλιθο ρωγμές που διαπερνούν κάποια απολιθώματα.

Οι αξονικές τομές (Εικ. 45b) διακρίνονται σε δύο, σχεδόν ισάριθμες ομάδες. Η πρώτη ομάδα έχει ελάχιστες τιμές διαμέτρου 1,10mm, πάχους 0,78mm και μέγιστες τιμές 1,39mm, 0,80mm αντίστοιχα. Η δεύτερη ομάδα παρουσιάζει ελάχιστες τιμές διαμέτρου 1,93mm, πάχους 1,05mm και μέγιστες τιμές 2,88mm, 11,59mm αντίστοιχα (Πιν. 17). Ο αριθμός των περιελίξεων τους κυμαίνεται από 3 έως 5. Οι περιελίξεις φαίνεται να έχουν το ίδιο μέγεθος και τα τοιχώματα που τις διαχωρίζουν είναι λεπτά.

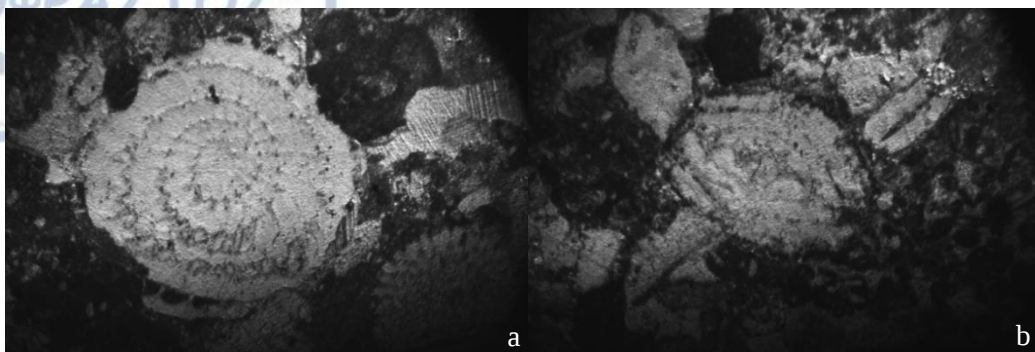
Οι ισημερινές (Εικ. 45a) ακολουθούν τον ίδιο διαχωρισμό με αυτό του ροηγούμενου δείγματος. Διαχωρίζονται σε 4 ομάδες, από τις οποίες οι τρεις πρώτες αντιστοιχούν στις αντίστοιχες του προηγούμενου δείγματος (Πιν. 18). Το εύρος τιμών των μετρήσεων και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά ταυτίζονται με αυτά των δειγμάτων από την θέση Prv 2. Στην τελευταία ομάδα το μέγεθος των σπειρών παραμένει σχεδόν σταθερό. Τα διαφράγματα είναι κάθετα και σε συνδυασμό με την ομαλή αύξηση του μεγέθους των περιελίξεων, δημιουργούνται πολυάριθμοι, μακρόστενοι, παραλληλόγραμμοι θάλαμοι.

Πίνακας 17. Μετρήσεις αξονικών τομών από το δείγμα PRV-2 2b.

	Διάμετρος(mm)		Πάχος(mm)	
	Ομάδα Α	Ομάδα Β	Ομάδα Α	Ομάδα Β
Πλήθος ατόμων (n)	3	4	3	4
Ελάχιστη	1,10	1,93	0,781	1,05
Μέγιστη	1,39	2,88	0,80	1,59
Μέση τιμή±Τυπική απόκλιση	1,39±0,4	2,17±0,3	0,80±0,2	1,48±0,06

Πίνακας 18. Μετρήσεις ισημερινών τομών από το δείγμα PRV-2 2b, pxd: μήκος πρωτοκόγχης, pdd: πλάτος πρωτοκόγχης και wr: ακτίνα της κάθε σπείρας (mm).

no	pxd	pdd	w1r	w2r	w3r	w4r	w5r	w6r	w7r	w8r
1	0,66	0,60	0,54	0,87	1,21	1,60	2,04	2,47	2,79	2,93
2	0,19	0,13	0,35	0,45	0,75	-	-	-	-	-
3	0,38	0,31	0,32	0,55	0,45	1,39	-	-	-	-
4	0,41	0,31	0,31	0,42	0,75	-	-	-	-	-
5	0,53	0,49	0,36	0,75	0,97	-	-	-	-	-
6	0,76	0,59	0,44	0,77	1,14	1,39	-	-	-	-



Εικόνα 45. Nummulites από το δείγμα PRV-2 2b, a: ισημερινή τομή, b: αξονική τομή.

Δείγμα PRV-3

Το δείγμα αυτό αντιπροσωπεύει το πιο αδρόκοκκο από όλα τα δείγματα της περιοχή του Περιβολίου. Ίσως σε αυτό να οφείλεται και το μικρό πλήθος των απολιθωμάτων που βρέθηκαν εντός του δείγματος. Συνολικά βρέθηκαν 20 άτομα εκ των οποίων τα 15 ανήκουν σε αξονικές τομές και τρία σε ισημερινές.

Οι αξονικές τομές (Εικ. 46c, d) διαχωρίζονται σε δύο ομάδες. Η πρώτη αντιστοιχεί στην ομάδα με τις μικρότερες τιμές. Έχει ελάχιστες τιμές διαμέτρου 1,56mm, πάχους 0,79mm και μέγιστες τιμές 3,35mm, 1,93mm αντίστοιχα. Η δεύτερη ομάδα έχει μεγαλύτερες διαστάσεις κελύφους. Οι ελάχιστες τιμές διαμέτρου, πάχους είναι 3,62mm, 0,81mm και οι μέγιστες τιμές 4,01mm, 1,74mm αντίστοιχα (Πιν. 19). Αποτελούνται κυρίως από εύρωστες μορφές αλλά υπάρχουν και κάποιες πεπιεσμένες. Ο αριθμός των περιελίξεων τους κυμαίνεται από 4 έως 8. Σε πολλές αξονικές τομές είναι ευδιάκριτος ο πρώτος θάλαμος. Αρκετά έντονα σε αυτές τις τομές είναι και τα στυλίδια.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι ισημερινές τομές, καθώς διαιρούνται σε δύο ομάδες. Η πρώτη ομάδα (Εικ. 46a), στην οποία αναφέρεται και η μεγαλύτερη από τις τρεις παρατηρηθείσες τομές, έχει αρκετά μεγάλο μέγεθος. Το μέγεθος της σπείρας αυξάνεται προς την περιφέρεια και αποτελείται από πολλές περιελίξεις, που φτάνουν τις 10. Τα διαφράγματα στις εσωτερικές σπείρες είναι κεκλιμένα προς τις πρώτες σπείρες ενώ στην περιφέρεια καταλήγουν σχεδόν κάθετα στα τοιχώματα, σχηματίζοντας έτσι τετραγωνικούς θαλάμους. Το πλήθος των διαφραγμάτων είναι αρκετά μεγάλο, με αποτέλεσμα πολυάριθμους θαλάμους. Επίσης, τα τοιχώματα είναι αρκετά ισχυρά. Στη δεύτερη ομάδα, η οποία χαρακτηρίζεται διάμετρο πρωτοκόγχης 0,62-0,70mm (Εικ. 46b), η σπείρα παρουσιάζει αύξηση του μεγέθους της προς τις εξωτερικές σπείρες. Ο αριθμός αυτών είναι αρκετά μικρότερος (3). Η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,38-0,63mm, η 2^η σε 0,76-1,0mm και η 3^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 1,1-1,2mm (Πιν. 20). Τα διαφράγματα και επομένως και οι θάλαμοι είναι πολύ λιγότεροι σε σχέση με την μικροσφαιρική. Παρ' όλα αυτά, η εικόνα της μορφής των διαφραγμάτων και του σχήματος των θαλάμων παραμένει η ίδια με την πρώτη ομάδα.

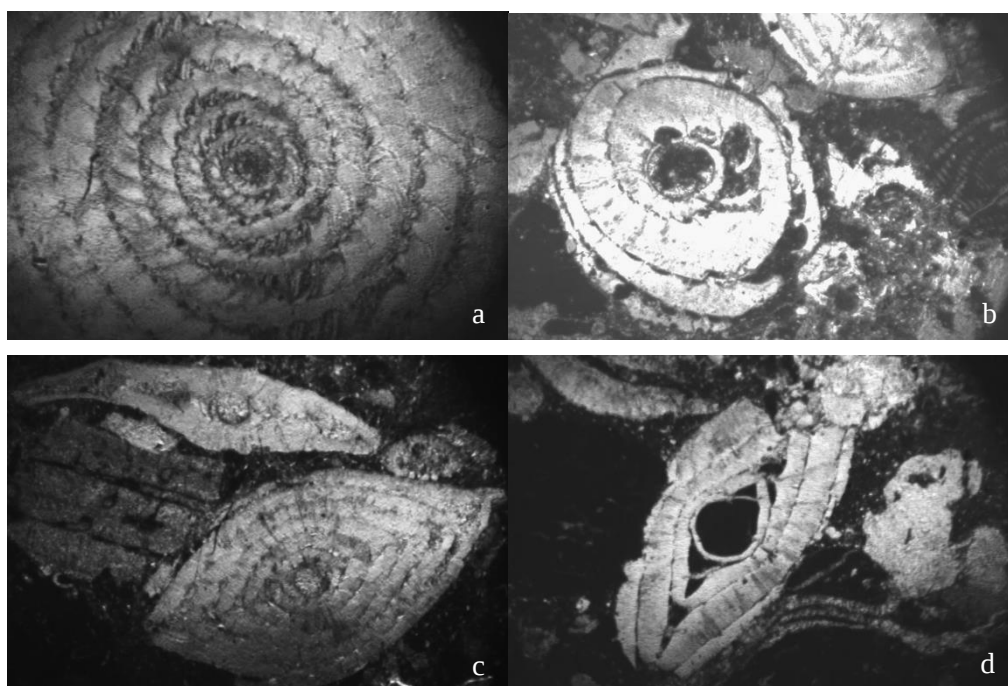
Πίνακας 19. Μετρήσεις αξονικών τομών από το δείγμα PRV-3.

	Διάμετρος (mm)		Πάχος (mm)	
	Ομάδα Α	Ομάδα Β	Ομάδα Α	Ομάδα Β
Πλήθος ατόμων (n)	10	5	10	5
Ελάχιστη	1,56	3,62	0,79	0,81
Μέγιστη	3,35	4,96	1,93	2,48
Μέση τιμή±Τυπική απόκλιση	2,47±0,5	4,01±0,5	1,34±0,3	1,74±0,6

Πίνακας 20. Μετρήσεις ισημερινών τομών από το δείγμα PRV-3, pxd: μήκος πρωτοκόγχης, pdd: πλάτος πρωτοκόγχης και wr: ακτίνα της κάθε σπείρας (mm).

no	pxd	pdd	w1r	w2r	w3r	w4r	w5r	w6r	w7r	w8r	w9r	w10r
1	0,17	0,07	0,09	0,13	0,22	0,37	0,51	0,67	0,97	1,20	1,48	1,66
2	0,70	0,63	0,6368	1,0058	1,2281	-	-	-	-	-	-	-
3	0,62	0,36	0,383	0,76895	1,1305	-	-	-	-	-	-	-

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα διαγράμματα από τις θέσεις Prv 2 και 3 (Εικ. 47). Από τις ισημερινές τομές, σύμφωνα με το διάγραμμα που προέκυψε από την ανάλυση των κύριων συνιστωσών και το διάγραμμα διασποράς (A, B), διακρίνονται τρεις ομάδες. Κάθε ομάδα αποτελείται σχεδόν από το ίδιο πλήθος μετρήσεων. Η Ομάδα Α αναφέρεται στις μικρότερες μετρήσεις και έχει εύρος τιμών από 0,13mm έως 0,32mm. Η Ομάδα Β περιλαμβάνει τις μεσαίες μετρήσεις και παρουσιάζει εύρος τιμών από 0,38mm έως 0,41mm. Τέλος, στην Ομάδα Γ ανήκουν όλες οι υπόλοιπες μετρήσεις και το εύρος τιμών του μήκους της πρωτοκόγχης κυμαίνεται από 0,53mm έως 0,76mm. Σχετικά με τις αξονικές τομές, η εικόνα δεν είναι και τόσο ξεκάθαρη. Σύμφωνα με το διάγραμμα που προέκυψε από την στατιστική ανάλυση των αξονικών τομών και το διάγραμμα διασποράς (C, D), προέκυψε η κατάταξη των μετρήσεων σε δύο ομάδες. Και σε αυτή την θέση παρατηρείται πως το μεγαλύτερο πλήθος των μετρήσεων ανήκει στην ομάδα Α ενώ οι υπόλοιπες μετρήσεις συνιστούν τη δεύτερη.

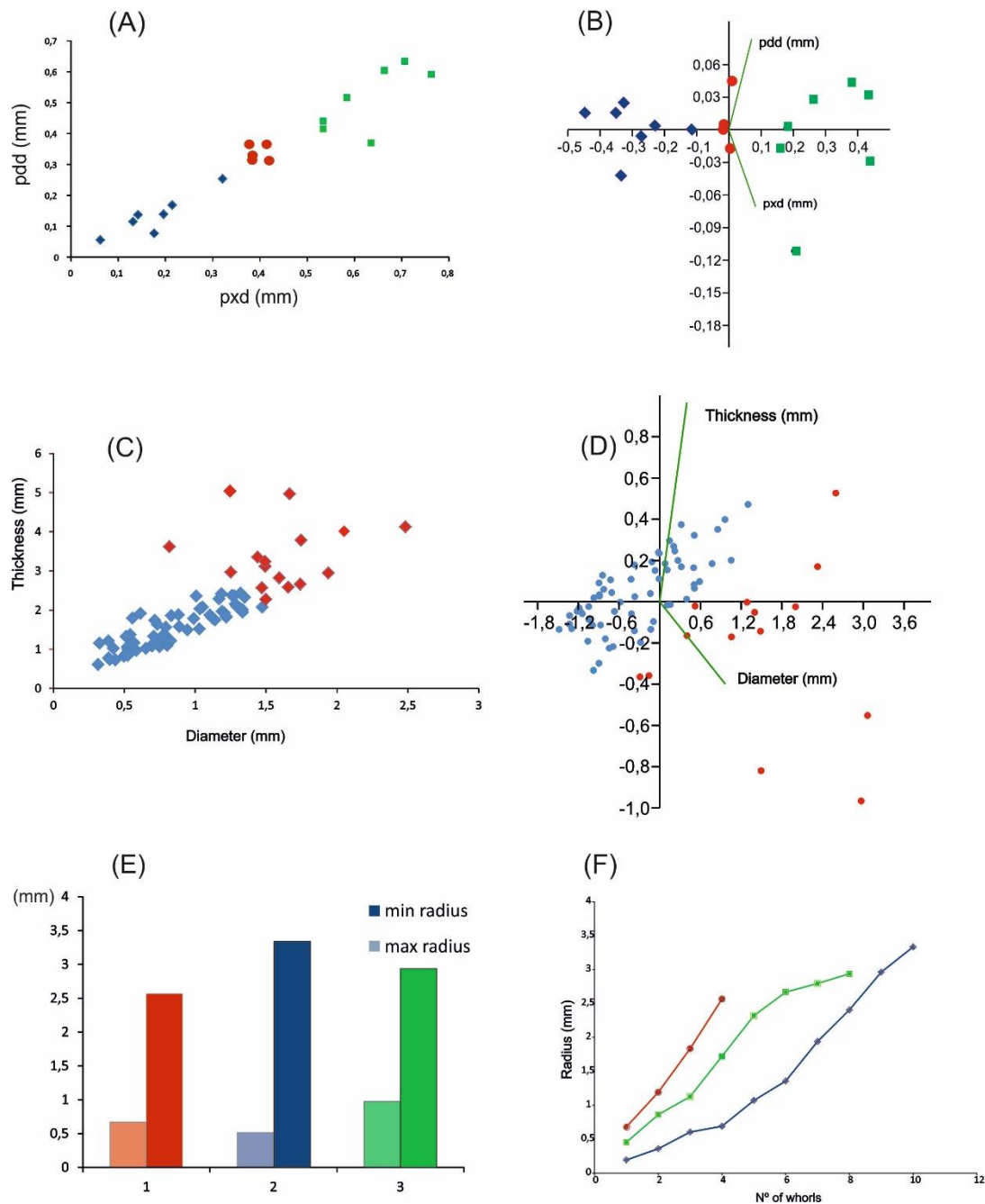


Εικόνα 46. Συνάθροιση από το δείγμα PRV-3, a: σημερινή τομή B form, b: ισημερινή τομή A form, c1: αξονική τομή A form, d: αξονική τομή A form.

Από το διάγραμμα της σχέσης ακτίνας–σπείρας (F) παρατηρείται πως στις δύο πρώτες ομάδες υπάρχει μεγάλη ομοιότητα στον αριθμό των σπειρών και το μήκος των ακτινών. Στην πρώτη ομάδα, σε ακτίνα από 0,6mm έως 0,9mm αντιστοιχούν 4 σπείρες, σε ακτίνα 0,6mm αντιστοιχούν 5 σπείρες, σε ακτίνα 1,1mm αντιστοιχούν 6 σπείρες και 11 σπείρες αντιστοιχούν σε ακτίνα 3,3mm. Στη δεύτερη ομάδα, 4 σπείρες αντιστοιχούν σε ακτίνα 0,6mm, 5 σπείρες αντιστοιχούν σε ακτίνα από 1,3mm έως 2,0mm και 6 σπείρες αντιστοιχούν

σε ακτίνα 2,5mm. Η τρίτη ομάδα διαφέρει αρκετά στις μετρήσεις, καθώς σε ακτίνα από 0,9mm έως 1,2mm αντιστοιχούν 4 σπείρες, σε ακτίνα 1,3mm αντιστοιχούν 5 σπείρες και σε ακτίνα 2,9mm αντιστοιχούν 9 σπείρες.

Οι ίδιες παρατηρήσεις ισχύουν και στο διάγραμμα ελάχιστης-μέγιστης τιμής της ακτίνας (E). Οι τιμές τόσο οι ελάχιστες όσο και οι μέγιστες δεν εμφανίζουν έντονες αλλαγές.



Εικόνα 47. A, B) Διαγράμματα διασποράς μήκους-πλάτους πρωτοκόγχης, C, D) διαγράμματα διασποράς διαμέτρου-πάχους, E) διάγραμμα ακραίων τιμών ακτίνας και F) διάγραμμα συσχέτισης αριθμού σπειρών-ακτίνας, από τις θέσεις Prv 2 και Prv 3.

3.1.4. Μανωλιάσα Ιωαννίνων

Τα δείγματα από την περιοχή της Μανωλιάσας αναφέρονται σε έναν αρκετά ανακρυσταλλωμένο ασβεστόλιθο (Εικ. 48). Ο ασβεστόλιθος φαίνεται να περιέχει κόκκους ασβεστιτικής σύστασης. Έχει μπέζ χρώμα, οι ασβεστιτικοί κλάστες είναι λευκού χρώματος και τα απολιθώματα έχουν καφετί χρώμα. Στο πέτρωμα, διακρίνεται και η τεκτονική δραστηριότητα που έχει λάβει χώρα αφού υπάρχουν αρκετές, πληρωμένες με ασβεστίτη, ρωγμές.

Από τα δείγματα κατασκευάστηκαν δύο λεπτές τομές ION-a και ION-b. Ακολουθεί λεπτομερή περιγραφή των τομών, εντός των οποίων βρέθηκαν μικροαπολιθώματα από *Alveolina*, *Doscocyclus* και miliolids.



Εικόνα 48. Δείγμα Νουμμουλιτοφόρου ασβεστόλιθου από την Ιόνιο.

Δείγμα ION-a

Εντός του δείγματος βρέθηκαν συνολικά 56 άτομα από τα οποία όμως ήταν δυνατόν να μετρηθούν μόνο 26 αξονικές τομές και 8 ισημερινές. Η λεπτή τομή ION-a απαρτίζεται από αξονικές τομές (Εικ. 49b), οι οποίες διακρίνονται σε δύο ομάδες. Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει το μεγαλύτερο πλήθος των μετρήσεων και έχει ελάχιστες τιμές διαμέτρου 2,91mm και πάχους 1,31mm και μέγιστες τιμές 4,88mm και 1,87mm αντίστοιχα. Η δεύτερη ομάδα αποτελείται από μικρότερο πλήθος μετρήσεων και χαρακτηρίζεται από ελάχιστες τιμές διαμέτρου, πάχους 0,91mm, 0,60mm αντίστοιχα και μέγιστες τιμές 2,77mm, 1,63mm αντίστοιχα (Πιν. 21). Παρουσιάζουν λεπτά τοιχώματα και σε πολλές διακρίνεται ο πρώτος θάλαμος. Οι περιελίξεις τους κυμαίνονται από 3 έως 5. Η τεκτονική έχει επηρεάσει και σε αυτή τη θέση τους *Nummulites*, με αποτέλεσμα σε πολλούς από αυτούς να έχει καταστραφεί η τελευταία σπείρα, ενώ κάποιοι έχουν καταστραφεί ολοκληρωτικά.

Από τις μετρήσεις των ισημερινών τομών (Εικ. 49a), προκύπτει διαχωρισμός των μετρήσεων σε δύο ομάδες. Από τις διαστάσεις των πρωτοκόγχων προκύπτει πως και οι δύο ομάδες. Η πρώτη ομάδα αντιστοιχεί στα άτομα μικρού μεγέθους πρωτοκόγχης, 0,16-0,34mm. Η πρωτοκόγχη και η δευτεροκόγχη παρουσιάζουν σχεδόν την ίδια διάμετρο. Σε αυτή την ομάδα η σπείρα αυξάνεται προς την περιφέρεια. Αποτελείται από 4 σπείρες· η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,22-0,65mm, η 2^η σε 0,60-1,59mm, η 3^η σε 1,10-1,27mm, η 4^η σε 1,33-1,91mm και η 5^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 1,81mm (Πιν. 22). Τα τοιχώματα της

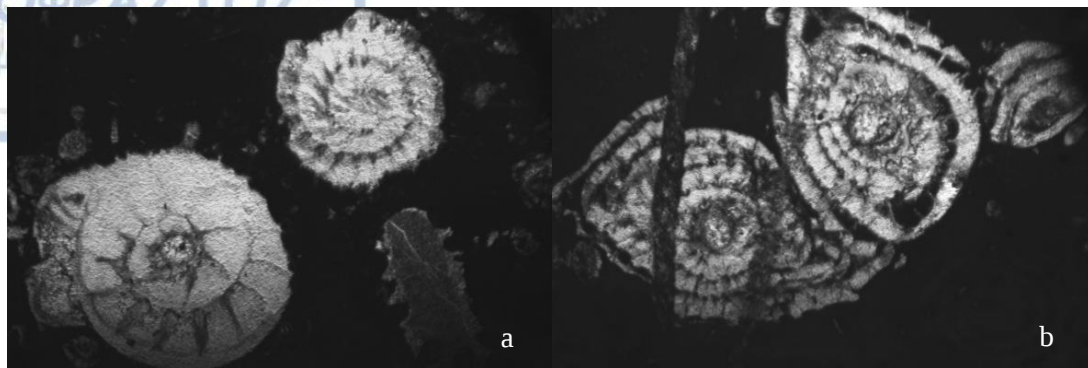
σπείρας είναι έντονα και τα διαφράγματα στις εσωτερικές σπείρες εμφανίζονται ελαφρώς κεκλιμένα ενώ προς τις εξωτερικές είναι ευθείες γραμμές, σχεδόν κάθετες στα τοιχώματα. Σχηματίζουν υποτετράγωνους θαλάμους, οι οποίοι προς την περιφέρεια γίνονται μακρόστενοι. Η δεύτερη ομάδα περιλαμβάνει μόνο τρία άτομα που έχουν μεγαλύτερο μέγεθος πρωτοκόγχης, 0,44-0, 56mm. Όπως και στην προηγούμενη ομάδα, η σπείρα αυξάνεται προς την περιφέρεια και ο αριθμός των σπειρών παραμένει ίδιος. Η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,65-0,74mm, η 2^η σε 0,81-1,17mm, η 3^η σε 1,45-1,75mm, η 4^η σε 1,94-2,12mm και η 5^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 2,56mm (Πιν. 22). Τα διαφράγματα είναι κεκαμμένα, με κυματοειδή μορφή και σχηματίζουν θαλάμους αντίστοιχου σχήματος.

Πίνακας 21. Μετρήσεις αξονικών τομών από το δείγμα ION-a.

	Διάμετρος (mm)		Πάχος(mm)	
	Ομάδα Α	Ομάδα Β	Ομάδα Α	Ομάδα Β
Πλήθος ατόμων (n)	6	20	6	20
Ελάχιστη	2,91	0,63	1,31	0,36
Μέγιστη	4,88	2,82	1,87	1,42
Μέση τιμή±τυπική απόκλιση	3,77±0,8	1,62±0,2	1,70±0,5	0,932±0,3

Πίνακας 22. Μετρήσεις ισημερινών τομών σε (mm) από τα δείγματα ION-a, b, pxd: μήκος πρωτοκόγχης, pdd: πλάτος πρωτοκόγχης και wr: ακτίνα της κάθε σπείρας.

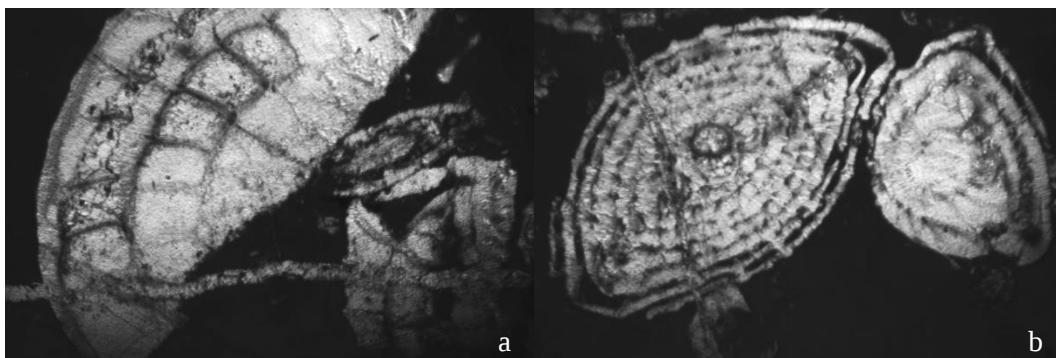
	pxd	pdd	w1r	w2r	w3r	w4r	w5r
ION-a	0,2459	0,2265	0,2529	0,6048	1,1035	1,3334	-
ION-a	0,3363	0,2751	0,4032	0,8273	1,4077	1,7198	-
ION-a	0,3269	0,2706	0,6551	1,5916	2,4136	-	-
ION-a	0,1657	0,1461	0,3748	0,9967	1,7231	-	-
ION-a	0,5615	0,3813	0,6705	0,8185	1,4573	2,1246	2,5672
ION-a	0,441	0,3954	0,6538	1,1574	1,658	1,9452	-
ION-a	0,3408	0,2747	0,6276	0,942	1,4056	1,9143	-
ION-a	0,257	0,2052	0,5602	0,9837	1,2475	-	-
ION-b	0,1504	0,1192	0,2895	0,5968	1,0331	1,5002	1,8318
ION-b	0,4368	0,4317	0,7418	1,1741	1,7558	2,0721	-



Εικόνα 49. *Nummulites* από το δείγμα ION-a, a: ισημερινές τομές A form, b: αξονικές τομές A form.

Δείγμα ION-b

Η εικόνα παραμένει ίδια και σε αυτό το δείγμα. Μετρήθηκε μεγάλο πλήθος που φτάνει τα 48 άτομα. Σε αυτά ανήκουν 21 αξονικές τομές και 2 ισημερινές αντίστοιχα. Η κατάσταση των υπολοίπων δεν επέτρεψε την περαιτέρω εξέτασή τους καθώς υπέστησαν έντονη καταπόνηση που κατέστρεψε σε πολλά άτομα τις τελευταίες σπείρες, ενώ πολλά καταστράφηκαν ολοκληρωτικά, είτε έχουν συμπιεστεί (Εικ. 50a). Επίσης στο πλήθος που μελετήθηκε ανήκουν και πλάγιες τομές.



Εικόνα 50. *Nummulites* από το δείγμα ION-b, a: θραύσμα από *Nummulites*, b: αξονικές τομές A form.

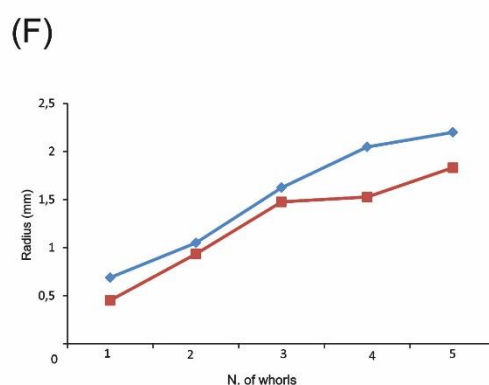
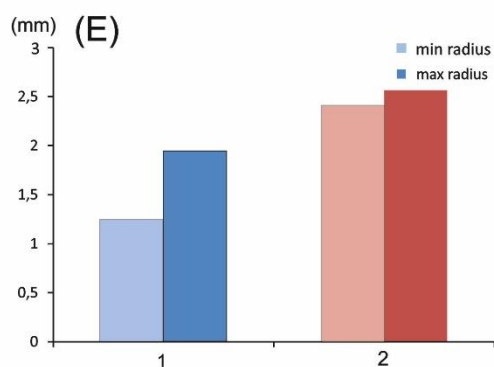
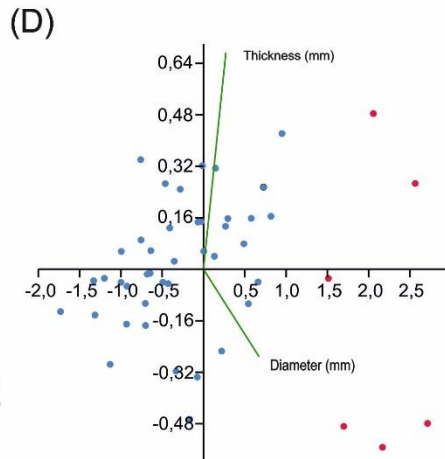
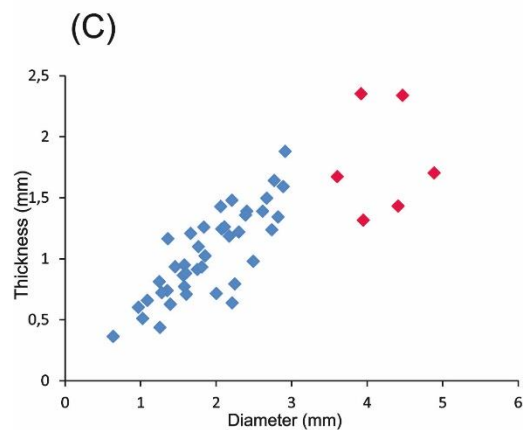
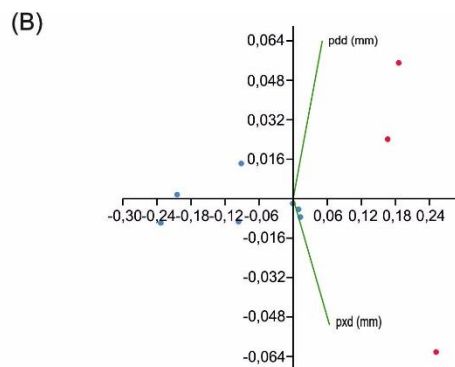
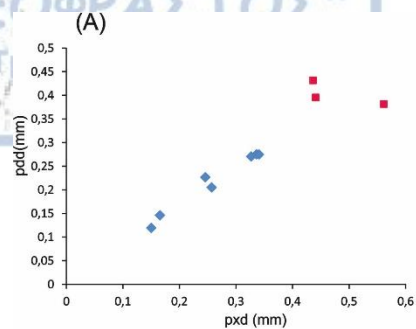
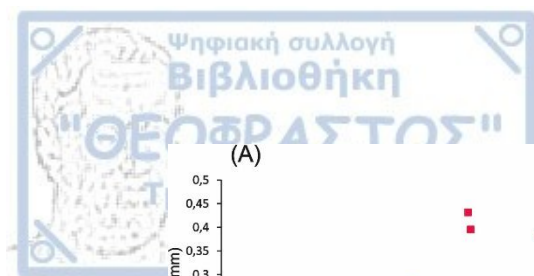
Οι αξονικές τομές χαρακτηρίζονται από εύρωστες μορφές και διαχωρίζονται σε δύο ομάδες. Η ομάδα A παρουσιάζει μεγαλύτερο κέλυφος, το οποίο έχει ελάχιστες τιμές διαμέτρου 3,91mm, πάχους 2,33mm και μέγιστες τιμές 4,47mm, 2,34mm αντίστοιχα. Ο αριθμός των περιελίξεων παρουσιάζει μεγάλο εύρος. Οι περισσότερες τομές έχουν από 3 έως 6 σπείρες ενώ κάποιες έχουν 8 έως 10 περιελίξεις. Τα άτομα της δεύτερης ομάδας, παρουσιάζουν ελάχιστες τιμές διαμέτρου 0,97mm, πάχους 0,60mm και μέγιστες τιμές 2,77mm, 1,63mm αντίστοιχα (Πιν. 23).

Πίνακας 23. Μετρήσεις αξονικών τομών από το δείγμα ION-b.

	Διάμετρος (mm)		Πάχος (mm)	
	Ομάδα A	Ομάδα B	Ομάδα A	Ομάδα B
Πλήθος ατόμων (n)	2	19	2	19
Ελάχιστη	3,91	0,97	2,33	0,60
Μέγιστη	4,47	2,77,	2,34	1,63
Μέση τιμή±Τυπική απόκλιση	4,19±0,3	1,83±0,5	2,34±0,08	1,09±0,3

Η ίδια εικόνα παρατηρείται και στις ισημερινές τομές. Βρέθηκαν άτομα και από τις δύο ομάδες που φέρουν τα ίδια χαρακτηριστικά. Στην πρώτη ομάδα, με διάμετρο πρωτοκόγχης 0,15mm, η σπείρα αυξάνεται σταδιακά προς τις εξωτερικές σπείρες και τα τοιχώματα αυτής είναι έντονα. Η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,28mm, η 2^η σε 0,59mm, η 3^η σε 1,03mm, η 4^η σε 1,50mm και η 5^η σπείρα σε ακτίνα 1,83mm. Τα διαφράγματα κάθετα σχεδόν στα τοιχώματα και σχηματίζουν πολυάριθμους θαλάμους, υποτετραγωνικού σχήματος. Η δεύτερη ομάδα, έχει διάμετρο πρωτοκόγχης 0,43mm. Η σπείρα αυξάνεται ομαλά προς την περιφέρεια. Η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,74mm, η 2^η σε 1,17mm η 3^η σε 1,75mm και η 4^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 2,07mm (Πιν. 22). Τα διαφράγματα έχουν χαρακτηριστική κυματοειδή μορφή και σχηματίζουν θαλάμους αντίστοιχου σχήματος.

Από τη σύνθεση όλων των δεδομένων από την περιοχή της Μανωλιάσας Ιωαννίνων, προέκυψαν τα ακόλουθα διαγράμματα (Εικ. 51). Σύμφωνα με τα διαγράμματα διασποράς (Α, Β) του μήκους και πλάτους της πρωτοκόγχης, διακρίνονται δύο ομάδες. Η πρώτη ομάδα αποτελείται από το μεγαλύτερο πλήθος των μετρήσεων και αντιπροσωπεύει το είδος με τις μικρές διαστάσεις της πρωτοκόγχης, ενώ η δεύτερη ομάδα στο είδος με τις μεγαλύτερες τιμές. Από τα διαγράμματα διασποράς της διαμέτρου και του πάχους (C, D), τα δεδομένα κατηγοριοποιούνται σε δύο ομάδες. Οι ομάδες που προέκυψαν παρουσιάζουν αντιστοιχία με τις παραπάνω. Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει το μεγαλύτερο πλήθος των μετρήσεων και αναφέρεται στις αξονικές τομές της Ομάδας Α. Αντίθετα, στην ομάδα Β, ανήκουν οι υπόλοιπες μετρήσεις και αντιπροσωπεύουν τις αξονικές τομές της δεύτερης ομάδας. Με βάση το διάγραμμα ακραίων τιμών (Ε), υποδεικνύεται η σχέση της ακτίνας ανάμεσα στα δύο είδη. Η ομάδα Α παρουσιάζει αρκετά μικρότερες τιμές ακτίνας σε σχέση με την δεύτερη ομάδα. Τέλος, από το διάγραμμα σχέσης ακτίνας-αριθμού σπειρών, η πρώτη ομάδα παρουσιάζει σχεδόν γραμμική τάση, η οποία όμως στην 3^η σπείρα αλλάζει, αντιστοιχώντας στην ομάδα Α. Η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,45mm, η 2^η σε 0,93mm, η 3^η σε 1,47mm, η 4^η σε 1,52mm και η 5^η σπείρα αντιστοιχεί σε 1,83mm. Στην ομάδα Β, η σχέση μεταξύ της ακτίνας και του αριθμού των σπειρών είναι γραμμική. Η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,68mm, η 2^η σε 1,05mm, η 3^η σε 1,62mm, η 4^η σε 2,04mm και η 5^η σε 2,19mm.



Εικόνα 51. A, B) Διαγράμματα διασποράς μήκους-πλάτους πρωτοκόγχης, C, D) διαγράμματα διασποράς διαμέτρου-πάχους, E) διάγραμμα ακραίων τιμών ακτίνας και F) διάγραμμα συσχέτισης αριθμού σπειρών-ακτίνας, από την περιοχή της Μανωλιάσας Ιωαννίνων.

3.1.5. Τρίπολη

Από την περιοχή της Τρίπολης μελετήθηκαν τρεις λεπτές τομές, οι οποίες αποτελούν αρχείο του Μουσείου του τμήματος Γεωλογίας. Οι τομές που μελετήθηκαν είναι οι TRP-1, TRP-2 και TRP-3. Κατασκευάστηκαν πάνω σε αντικειμενοφόρες πλάκες με διαστάσεις 4.8x2.8 cm, με συνέπεια το πλήθος των απολιθωμάτων να είναι μικρό. Στα δείγματα εντοπίστηκε κυρίως πανίδα από *Nummulites* και επίσης πλήθος από μεγάλα σε μέγεθος άτομα *Discocyclina*. Στη συνέχεια, ακολουθεί η λεπτομερής περιγραφή τους.

Δείγμα TRP-1

Το δείγμα αποτελείται από μικρό πλήθος ατόμων *Nummulites*. Είναι μόλις 7, εκ των οποίων τα τρία άτομα αντιστοιχούν σε αξονικές τομές και μόνο μία είναι ισημερινή. Τα υπόλοιπα άτομα ανήκουν σε πλάγιες τομές ή σε άτομα που έχουν καταστραφεί.

Οι αξονικές είναι πολύ μεγάλες και εύρωστες (Εικ. 52b). Οι ελάχιστες τιμές της διαμέτρου και του πάχους είναι 5,03mm, 1,56mm αντίστοιχα και οι μέγιστες τιμές αντιστοιχούν στα 6,46mm, 2,84mm (Πίν. 24). Ωστόσο, στο μεγαλύτερο πλήθος τους η τελευταία σπείρα είναι κατεστραμμένη. Σε όλες τις αξονικές τομές, οι περιελίξεις είναι τέσσερις και φαίνεται να έχουν το ίδιο μέγεθος. Τα τοιχώματά τους είναι πολύ λεπτά και διακρίνονται ελαφρώς και οι πυλώνες. Τα διαφράγματα είναι κάθετα στα τοιχώματα και έχουν μεγάλο πλήθος. Επομένως, σχηματίζουν τετραγωνικούς και πολυάριθμους θαλάμους.

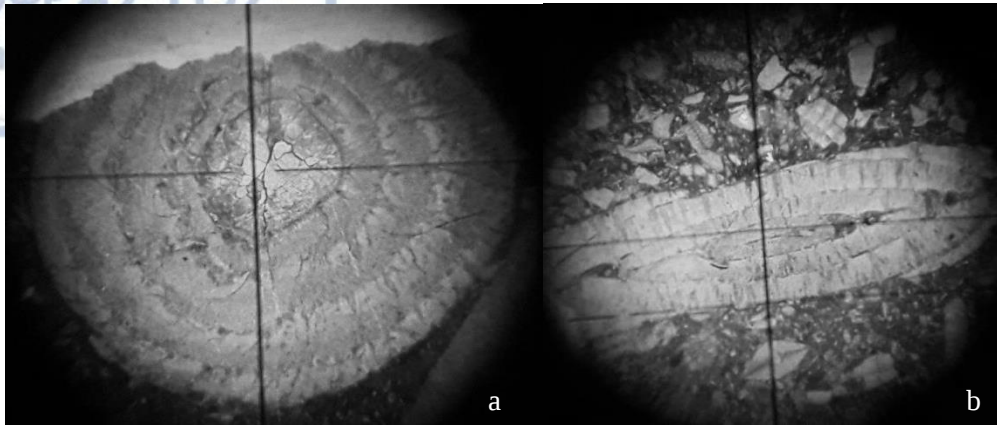
Η ισημερινή είναι κι αυτή πολύ μεγάλη σε μέγεθος, με μήκος πρωτοκόγχης 1,3mm και δηλώνει την αντιστοιχία της με τις μακροσφαιρικές μορφές (Εικ. 52a). Το μέγεθος των σπειρών φαίνεται να αυξάνει προς τις εξωτερικές. Τα τοιχώματα της σπείρας είναι λεπτά και αποτελούνται από τέσσερις περιελίξεις. Η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 1,3mm, η 2^η σε 2,25mm, η 3^η σε 1,75mm και η 4^η σπείρα σε ακτίνα 2,3mm (Πιν 25). Η εικόνα των διαφραγμάτων, δεν είναι αρκετά ξεκάθαρη, σε ορισμένα σημεία όμως παρουσιάζουν μία κλίση.

Πίνακας 24. Μετρήσεις αξονικών τομών από το δείγμα TRP-1.

	Διάμετρος(mm)	Πάχος(mm)
Ελάχιστη	5,03	1,56
Μέγιστη	6,46	2,84
Μέση τιμή±Τυπική απόκλιση	5,62±0,7	2,83±0,7

Πίνακας 25. Μετρήσεις ισημερινών τομών από το δείγμα TRP-1, pxd: μήκος πρωτοκόγχης, pdd: πλάτος πρωτοκόγχης και wr: ακτίνα της κάθε σπείρας (mm).

no	pxd	pdd	w1r	w2r	w3r	w4r
1	1,33	1,28	1,31	2,25	1,75	1,33



Εικόνα 52. Συνάθροιση από το δείγμα TRP-1, a: ισημερινή τομή A form, b: αξονική

Δείγμα TRP-2

Το μέγεθος του δείγματος της συγκεκριμένης τομής είναι μικρό. Ωστόσο, περιέχει έξι άτομα *Nummulites*. Από το πλήθος αυτό, τα δύο είναι αξονικές τομές και υπάρχει και μια ισημερινή. Τα υπόλοιπα ανήκουν σε τομές είτε που έχουν αλλοιωθεί είτε είναι πλάγιες.

Οι αξονικές φέρουν A και B μορφές (Εικ. 53b). Παρουσιάζουν γενικά παρόμοια εικόνα με την προηγούμενη τομή. Έχει ελάχιστες τιμές διαμέτρου 3,8mm, πάχους 1,8mm και οι μέγιστες τιμές είναι 5,2mm και 1,9mm αντίστοιχα (Πίν. 26). Ο αριθμός των περιελίξεων ανέρχεται στις τέσσερις. Διαθέτουν λεπτά τοιχώματα και τα διαφράγματα καταλήγουν κάθετα σε αυτά. Δημιουργούν πολλούς και τετράγωνους θαλάμους. Έχουν καταστραφεί μερικώς οι τελευταίες σπείρες.

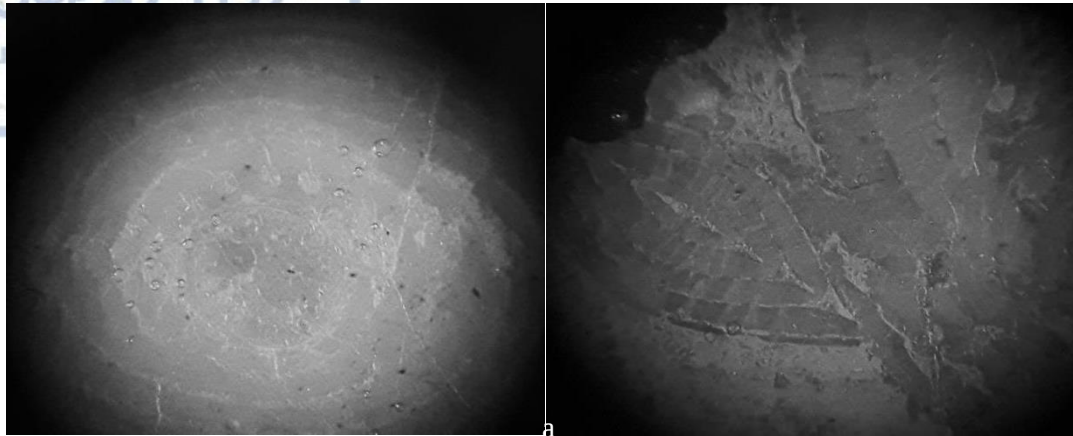
Η ισημερινή έχει μεγάλο πρώτο θάλαμο (Εικ. 53a). Η διάμετρος της πρωτοκόγχης αντιστοιχεί στα 1,6mm. Ενδιαφέρον έχει ο μεγάλος αριθμός των σπειρών που φτάνουν τις 6. Η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 1,04mm, η 2^η σε 1,7mm, η 3^η σε 2,4mm, η 4^η σε 3,1mm, η 5^η σε 3,45mm και η 6^η σπείρα σε ακτίνα 3.84mm (Πίν. 27). Τα τοιχώματά της είναι πολύ λεπτά και τα διαφράγματα δεν διακρίνονται εύκολα. Ωστόσο, σε ορισμένα σημεία δίνουν την εικόνα μιας ευθείας γραμμής που καταλήγει κάθετα στα τοιχώματα. Φαίνεται, έτσι, να δημιουργούνται στενόμακροι θάλαμοι, το πλήθος των οποίων είναι αρκετά μεγάλο.

Πίνακας 26. Μετρήσεις αξονικών τομών από το δείγμα TRP-2.

	Διάμετρος(mm)	Πάχος(mm)
Ελάχιστη	3,84	1,80
Μέγιστη	5,27	1,98
Μέση τιμή±Τυπική απόκλιση	4,55±1	1,89±0,12

Πίνακας 27. Μετρήσεις ισημερινών τομών σε (mm) από το δείγμα TRP-2, pxd: μήκος πρωτοκόγχης, pdd: πλάτος πρωτοκόγχης και wr: ακτίνα της κάθε σπείρας.

no	pxd	pdd	w1r	w2r	w3r	w4r	w5r	w6r
1	1,64	1,65	1,04	1,72	2,43	3,11	3,45	3,84



Εικόνα 53. Nummulites από το δείγμα TRP-2, a: ισημερινή τομή A form, b: αξονική τομή B form.

Δείγμα TRP-3

Εντός του δείγματος καταμετρήθηκαν 9 άτομα. Από αυτά τα τρία αντιστοιχούν σε αξονικές τομές και δύο σε ισημερινές. Τα υπόλοιπα ανήκουν σε άτομα που δεν ήταν εφικτό να μετρηθούν είτε λόγω αλλοίωσης είτε γιατί ανήκουν σε πλάγιες τομές.

Από τις τρεις αξονικές που μετρήθηκαν, οι ελάχιστες τιμές της διαμέτρου και του πάχους τους είναι 2,46mm, 1,40mm και οι μέγιστες τιμές, αντιστοιχούν στα 3,46mm, 2,24mm (Πίν. 28). Οι δύο ανήκουν σε μικροσφαιρικές μορφές ενώ η τελευταία σε μακροσφαιρική (Εικ. 54c, d). Αποτελούνται από 5 με 6 περιελίξεις. Το μέγεθός τους αυξάνει προς την περιφέρεια και έχουν λεπτά τοιχώματα. Έντονα διακρίνονται τα στυλίδια.

Στις ισημερινές τομές φέρουν μικρή διάμετρο πρωτοκόγχης που αντιστοιχεί στα 0,15mm. (Εικ. 54a). Χαρακτηρίζεται από λεπτά τοιχώματα και μεγάλο αριθμό σπειρών. Αυτές παρουσιάζουν σχεδόν ίδιο μέγεθος και μια μικρή αύξηση προς την περιφέρεια. Ο μετρήσεις τους δεν ήταν εφικτό να πραγματοποιηθούν με ακρίβεια αφού οι τελευταίες σπείρες είναι σπασμένες. Ωστόσο, η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα από 0,054-0,24mm, η 2^η σε ακτίνα από 0,31-0,43mm, η 3^η σε ακτίνα 0,46-0,66mm, η 4^η σε 0,69-0,90mm και τέλος η 5^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 1,06mm (Πίν. 29). Τα διαφράγματα είναι σχεδόν κάθετα και ελαφρώς κεκλιμένα, και δημιουργούν μεγάλους θαλάμους.

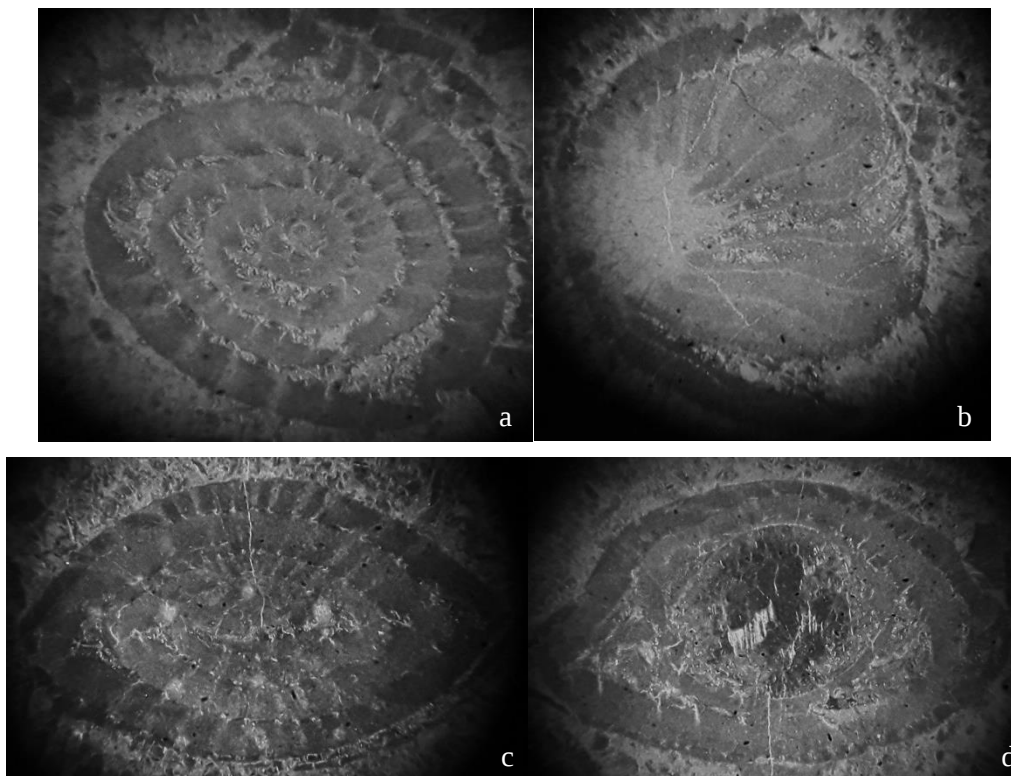
Ενδιαφέρον παρουσιάζουν και οι πλάγιες τομές (Εικ. 54b), καθώς σε αυτές αποτυπώνονται τα διαφραγματικά νημάτια. Δίνουν μια ακτινωτή εικόνα από το κέντρο προς την περιφέρεια και έχουν σιγμοειδή μορφή.

Πίνακας 28. Μετρήσεις αξονικών τομών από το δείγμα TRP-3

	Διάμετρος(mm)	Πάχος(mm)
Ελάχιστη	2,46	1,40
Μέγιστη	3,46	2,24
Μέση τιμή±Τυπική απόκλιση	2,8±0,5	1,7±0,4

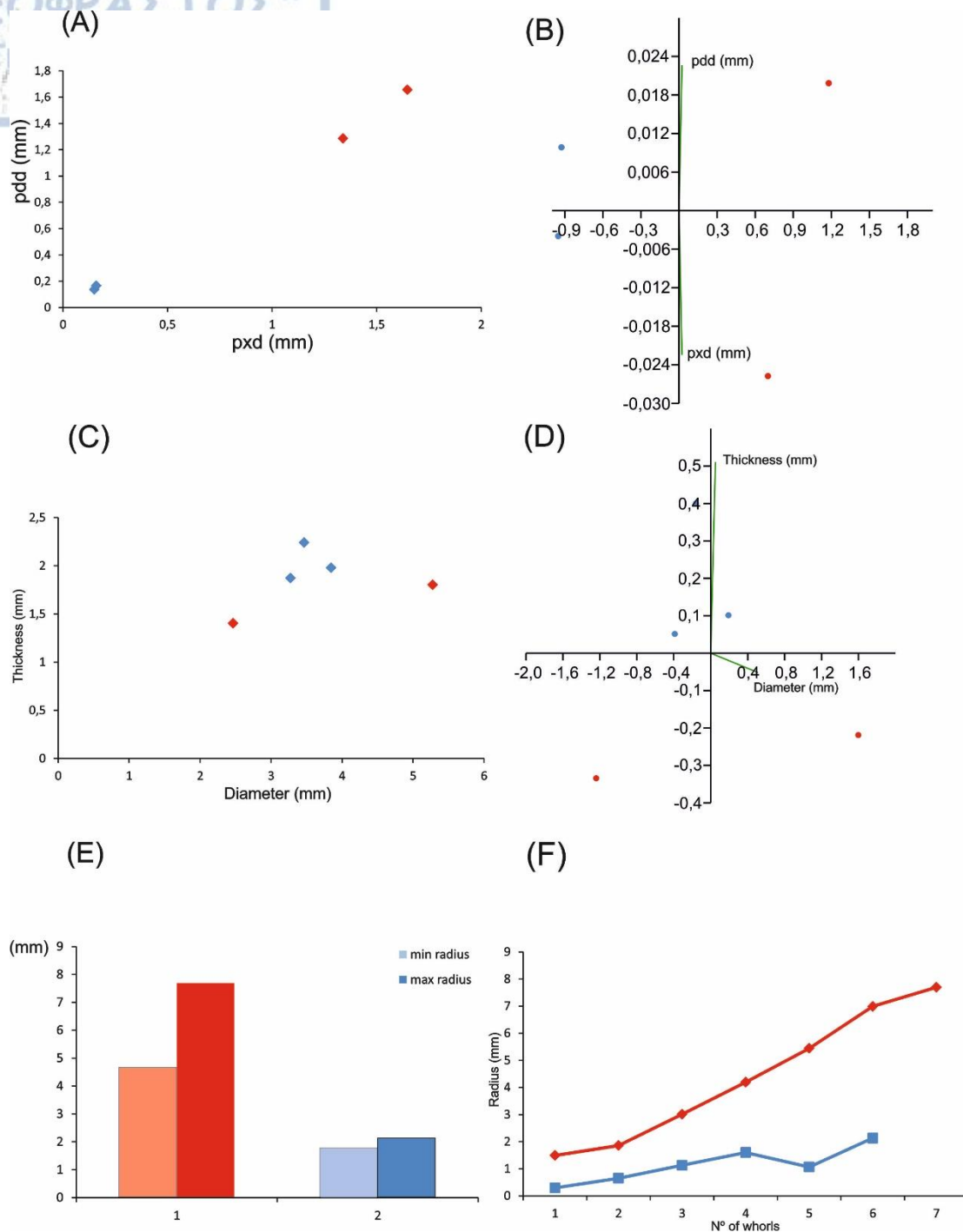
Πίνακας 29. Μετρήσεις ισημερινών τομών σε (mm) από το δείγμα TRP-3, pxd: μήκος πρωτοκόγχης, pdd: πλάτος πρωτοκόγχης και wr: ακτίνα της κάθε σπείρας.

no	pxd	pdd	w1r	w2r	w3r	w4r	w5r
1	0,15	0,136	0,054	0,21	0,46	0,69	1,06
2	0,158	0,165	0,24	0,43	0,66	0,90	-



Εικόνα 54. Nummulites από το δείγμα TRP-3, a: ισημερινή τομή A form, b: πλάγια τομή, c: αξονική τομή B form, d: αξονική τομή A form.

Από τη σύνθεση όλων των δεδομένων (Εικ. 55) και των μετρήσεων που προέκυψαν από τα δείγματα της Τρίπολης κατασκευάστηκαν διαγράμματα διασποράς τόσο για το μήκος-πλάτος (A, B) της πρωτοκόγχης όσο και για τις τιμές της διαμέτρου και του πάχους (C, D). Από αυτά διακρίνεται η ομαδοποίηση των τιμών σε δύο ομάδες. Η ομάδα με τις μικρότερες τιμές αντιστοιχεί στη μικροσφαιρική μορφή, ενώ η άλλη στη μακροσφαιρική. Οι τιμές από τις δύο ομάδες εμφανίζουν μεγάλη απόκλιση μεταξύ τους. Το ίδιο παρατηρείται και στο διάγραμμα ακραίων τιμών (E), όπου προκύπτει ότι οι μέγιστες τιμές της ακτίνας της μακροσφαιρικής μορφής είναι σχεδόν τριπλάσιες από αυτές της μικροσφαιρικής, όπως συμβαίνει και με τις ελάχιστες τιμές. Από το διάγραμμα σχέσης των αριθμών των σπειρών με τη ακτίνα (F), διακρίνεται η αύξηση αυτής καθώς αυξάνει και ο αριθμός των σπειρών. Επίσης, παρατηρείται πως για τις μακροσφαιρικές μορφές η αύξηση της ακτίνας γίνεται απότομα σε σχέση με την μικροσφαιρική, η οποία παρουσιάζει μια πιο σταδιακή αύξηση.



Εικόνα 55. Α, Β) Διαγράμματα διασποράς μήκους-πλάτους πρωτοκόγχης, C, D) διαγράμματα διασποράς διαμέτρου-πάχους, Ε) διάγραμμα ακραίων τιμών ακτίνας και F) διάγραμμα συσχέτισης αριθμού σπειρών-ακτίνας, από την περιοχή της Τρίπολης.

3.1.6. Δερβενάκια

Τα δείγματα από την περιοχή των Δερβενακίων παρουσιάζουν ένα σκούρο τεφρό χρώμα (Εικ. 56). Εντός του πετρώματος διακρίνονται ασβεστίτικοι ανοιχτόχρωμοι κλάστες. Επίσης, στο πέτρωμα αποτυπώνεται και η τεκτονική δραστηριότητα, η οποία εντοπίζεται υπό την μορφή φλεβιδίων, που έχουν πληρωθεί με ασβεστίτικο υλικό.

Από τα δείγματα που συλλέχθηκαν από την περιοχή των Δερβενακίων, κατασκευάστηκαν τέσσερις λεπτές τομές DRV-a, DRV-b, DRV-c και DRV-d. Η συνάθροιση αυτών αποτελείται κυρίως από *Nummulites*, ενώ βρέθηκαν και μικροαπολιθώματα από *Discocyclus* και *Assilina*. Στη συνέχεια, ακολουθεί αναλυτική περιγραφή των τομών.



Εικόνα 56. Δείγμα Νουμμουλιτοφόρου ασβεστόλιθου από την περιοχή των Δερβενακίων (φωτο Γ. Συρίδης).

Δείγμα DRV-a

Εντός του δείγματος υπάρχουν συνολικά 14 άτομα του γένους *Nummulites*. Από αυτά, το μεγαλύτερο πλήθος, 12 άτομα, απαντά σε αξονικές τομές ενώ μόλις δύο ισημερινές τομές αναγνωρίστηκαν. Πολλά από τα απολιθώματα έχουν υποστεί παραμόρφωση. Η παραμόρφωσή αυτή διαπιστώνεται είτε λόγω της καταστροφής της πρωτοκόγχης, είτε της καταστροφής των τελευταίων σπειρών.

Οι αξονικές τομές (Εικ. 57b) διαχωρίζονται σε δύο ομάδες. Η ομάδα που αντιπροσωπεύει τις μεγάλου μεγέθους τομές, έχει ελάχιστες τιμές διαμέτρου 3,32mm, πάχους 1,61mm και μέγιστες τιμές 8,06mm και 3,65mm αντίστοιχα. Χαρακτηρίζονται από αρκετά μεγάλο πρώτο θάλαμο και ο αριθμός των περιελίξεων κυμαίνεται από 3 έως 7. Είναι σχεδόν διπλάσιες σε μέγεθος από τις μικρού μεγέθους. Αυτές έχουν ελάχιστες τιμές διαμέτρου 0,98mm, πάχους 0,57mm και μέγιστες τιμές 3,65mm, 1,05mm αντίστοιχα (Πίν. 30). Στα μικρού μεγέθους άτομα, διακρίνονται έντονα οι πυλώνες.

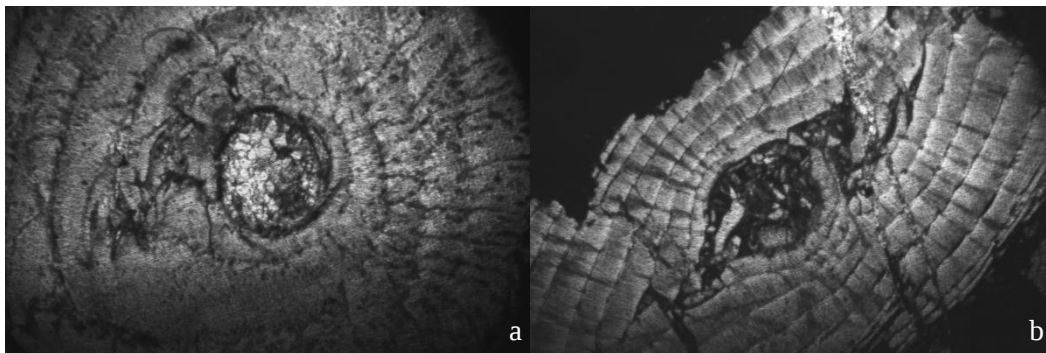
Πίνακας 30. Μετρήσεις αξονικών τομών από το δείγμα DRV-a.

	Διάμετρος(mm)		Πάχος(mm)	
	Ομάδα Α	Ομάδα Β	Ομάδα Α	Ομάδα Β
Πλήθος ατόμων (n)	6	6	6	6
Ελάχιστη	3,32	0,98	1,61	0,57
Μέγιστη	8,06	2,18	3,65	1,05
Μέση τιμή±Τυπική απόκλιση	5,86±1,5	1,83±0,4	2,38±0,7	0,88±0,1

Πίνακας 31. Μετρήσεις ισημερινών τομών από το δείγμα DRV-a, pxd: μήκος πρωτοκόγχης, pdd: πλάτος πρωτοκόγχης και wr: ακτίνα της κάθε σπείρας (mm).

no	pxd	pdd	w1r	w2r	w3r	w4r	w5r	w6r
1	1,2	0,99	0,62	1,25	1,73	2,15	2,60	3,04
2	0,43	0,37	0,28	0,60	1,01	-	-	-

Από τις ισημερινές τομές (Εικ. 57a), αν και το πλήθος τους είναι εξαιρετικά μικρό, διακρίνονται δύο ομάδες. Πρόκειται μόνο για μακροσφαιρικές μορφές αλλά διαφορετικά είδη, καθώς τα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά αλλά και οι μετρήσεις διαφέρουν αρκετά. Η πρώτη ισημερινή τομή που μελετήθηκε, έχει διάμετρο πρωτοκόγχης 1,2mm. Η πρωτοκόγχη έχει πληρωθεί με κρυστάλλους ασβεστίτη. Η σπείρα παρουσιάζει σταδιακή αύξηση του μεγέθους της προς τα έξω. Αποτελείται συνολικά από έξι σπείρες. Η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,62mm, η 2^η σε 1,25mm, η 3^η σε 1,73mm, η 4^η σε 2,15mm, η 5^η σε 2,60mm και η 6^η σπείρα σε ακτίνα 3,04mm (Πιν. 31). Τα διαφράγματα στις εσωτερικές σπείρες εμφανίζουν σιγμοειδείς μορφές ενώ προς τις εξωτερικές είναι κεκλιμένα. Η κλίση που παρουσιάζουν είναι προς το εσωτερικό τμήμα του κελύφους. Οι θάλαμοι που σχηματίζονται είναι σχεδόν σταθεροί καθ' όλη την ανάπτυξη της σπείρας και είναι κεκλιμένοι. Η δεύτερη ισημερινή, είναι σχεδόν τρεις φορές μικρότερη από την προηγούμενη. Έχει διάμετρο πρωτοκόγχης 0,43mm. Η σπείρα παρουσιάζει ομαλή αύξηση του μεγέθους της προς την περιφέρεια και αποτελείται από τρεις σπείρες. Η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,28mm, η 2^η σε ακτίνα 0,60mm και η 3^η σπείρα σε ακτίνα 1,01mm (Πιν. 31). Τα διαφράγματα είναι ευθείες και ελαφρώς κεκλιμένες γραμμές. Οι θάλαμοι, που σχηματίζονται, είναι συσπειρωμένοι στο κέντρο, ενώ στις εξωτερικές σπείρες αποκτούν μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ τους και γίνονται πιο επιμήκεις.



Εικόνα 57. Nummulites από το δείγμα DRV-a, a: ισημερινή τομή A form, b: αξονική τομή A form.

Δείγμα DRV-b

Το πλήθος των ατόμων σε αυτό το δείγμα έχει σχεδόν διπλασιαστεί σε σχέση με το προηγούμενο, καθώς βρέθηκαν 22 άτομα συνολικά. Ωστόσο, επικρατεί και εδώ η ίδια εικόνα. Βρέθηκαν εύρωστες αλλά και πεπιεσμένες μορφές. Ο αριθμός των περιελίξεων τους κυμαίνεται από 3 έως 8. Τα περισσότερα άτομα έχουν 3 ή 6 περιελίξεις. Από τις 22 τομές, οι 16 είναι αξονικές, ενώ βρέθηκε μόνο μία ισημερινή. Οι τελευταίες σπείρες πολλών ατόμων είναι κατεστραμμένες.

Πίνακας 32. Μετρήσεις αξονικών τομών από το δείγμα DRV-b.

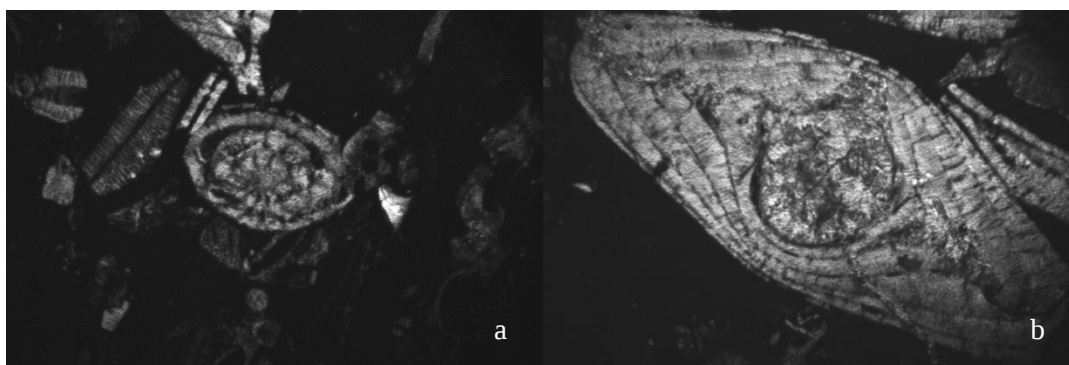
	Διάμετρος(mm)		Πάχος(mm)	
	Ομάδα Α	Ομάδα Β	Ομάδα Α	Ομάδα Β
Πλήθος ατόμων (n)	10	6	10	6
Ελάχιστη	4,07	0,47	1,40	0,21
Μέγιστη	8,73	2,7	3,21	1,30
Μέση τιμή±Τυπική απόκλιση	5,78±1,3	2,17±0,7	1,69±0,9	0,79±0,5

Πίνακας 33. Μετρήσεις από την ισημερινή τομή σε (mm) από το δείγμα DRV-b, pxd: μήκος πρωτοκόγχης, pdd: πλάτος πρωτοκόγχης και wr: ακτίνα της κάθε σπείρας.

no	pxd	pdd	w1r	w2r	w3r	w4r
1	0,24	0,19	0,37	0,77	1,27	1,62

Οι αξονικές τομές (Εικ. 58b) διακρίνονται σε δύο ομάδες και έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά με τις αντίστοιχες ομάδες, που προέκυψαν από το προηγούμενο δείγμα. Η πρώτη ομάδα αντιστοιχεί στα μεγάλα άτομα. Έχουν ελάχιστες τιμές διαμέτρου 4,07mm, πάχους 1,40mm και μέγιστες τιμές 8,73mm, 3,21mm αντίστοιχα (Πιν. 32). Σε αυτές είναι εμφανής ο πρώτος θάλαμος, ο οποίος παρουσιάζει αρκετά μεγάλο μέγεθος. Έχουν μεγάλους θαλάμους και παχύ τοίχωμα. Η δεύτερη ομάδα αντιπροσωπεύει τα μικρά άτομα, τα οποία έχουν ελάχιστες τιμές διαμέτρου 0,47mm, πάχους 0,21mm και μέγιστες τιμές 2,7mm, 1,3mm αντίστοιχα.

Η ισημερινή τομή (Εικ. 58a) είναι σχετικά μικρή σε μέγεθος. Έχει διάμετρο πρωτοκόγχης 0,24mm. Ωστόσο, διακρίνονται όλα τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της, τα οποία συνάδουν με την μικρού μεγέθους ισημερινή τομή του προηγούμενου δείγματος. Η σπείρα αυξάνεται σταδιακά προς την περιφέρεια. Αποτελείται από 4 σπείρες. Η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,37mm, η 2^η σε 0,77mm, η 3^η σε 1,27mm και η 4^η σπείρα σε ακτίνα 1,62mm (Πιν. 33). Οι θάλαμοι που παρουσιάζουν ίδιο μέγεθος και διαχωρίζονται από κεκλιμένα, προς τις εσωτερικές σπείρες, διαφράγματα. Τα διαφράγματα είναι ευθείες γραμμές, ελαφρώς κεκλιμένες, δημιουργώντας θαλάμους υποτετράγωνους, οι οποίοι προς την περιφέρεια αποκτούν μεγαλύτερο πλάτος παρά ύψος. Παρατηρήθηκαν θραύσματα από *Nummulites*.



Εικόνα 58. Συνάθροιση από το δείγμα DRV-b, a: ισημερινή τομή A form, b: αξονική τομή A form.

Δείγμα DRV-c

Το τρίτο δείγμα παρουσιάζει το μεγαλύτερο πλήθος, αφού μετρήθηκαν 30 άτομα *Nummulites*. Ωστόσο, λόγω της ισχυρής τεκτονικής που υπέστησαν τα απολιθώματα, τα δείγμα αποτελείται από πολλά θραύσματα τόσο ισημερινών όσο και αξονικών τομών. Μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν αποκλειστικά σε 11 αξονικές τομές και 3 ισημερινές. Η πρώτη ομάδα αντιστοιχεί σε μεγάλα άτομα. Έχει ελάχιστες τιμές διαμέτρου 5,68mm, πάχους, 1,04mm και μέγιστες τιμές 7,35mm, 4,40mm αντίστοιχα (Πιν. 34). Ο αριθμός των σπειρών σε αυτή την ομάδα κυμαίνεται από 4 έως 6. Η δεύτερη ομάδα αναφέρεται σε μικρότερης διαμέτρου άτομα. Έχει ελάχιστες τιμές διαμέτρου 1,07mm, πάχους 0,43mm και οι μέγιστες τιμές είναι 3,43mm, 1,72mm αντίστοιχα (Πιν. 34).

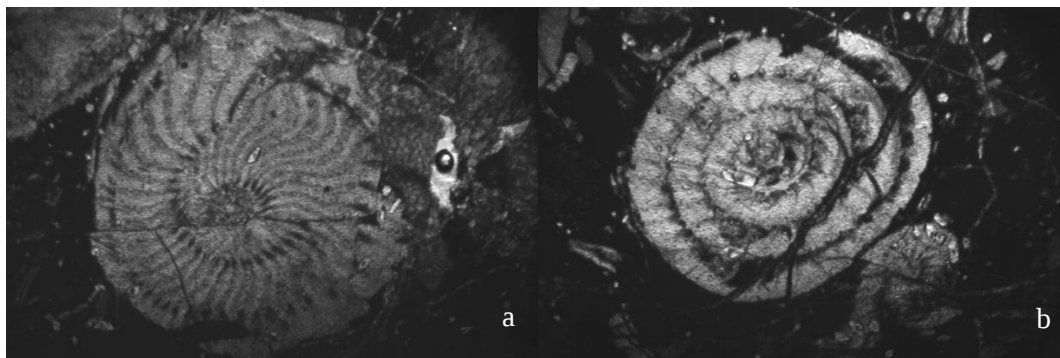
Πίνακας 34. Μετρήσεις αξονικών τομών από το δείγμα DRV-c.

	Διάμετρος(mm)		Πάχος(mm)	
	Ομάδα Α	Ομάδα Β	Ομάδα Α	Ομάδα Β
Πλήθος ατόμων (n)	4	7	4	7
Ελάχιστη	5,68	1,07	1,04	0,43
Μέγιστη	7,35	3,43	4,40	1,72
Μέση τιμή±Τυπική απόκλιση	6,60±0,7	2,34±0,9	1,72±1,4	0,91±0,5

Πίνακας 35. Μετρήσεις ισημερινών τομών σε (mm) από το δείγμα DRV-c, pxd: μήκος πρωτοκόγχης, pdd: πλάτος πρωτοκόγχης και wr: ακτίνα της κάθε σπείρας.

no	pxd	pdd	w1r	w2r	w3r	w4r	w5r
1	0,20	0,188	0,17	0,38	0,73	1,07	1,25
2	0,44	-	0,34	0,69	1,21	1,58	-
3	0,28	0,25	0,14	0,25	0,56	0,96	1,21

Η εικόνα εξακολουθεί να παραμένει ίδια. Διακρίνονται κι εδώ οι δύο ομάδες, οι οποίες αναγνωρίστηκαν και στα προηγούμενα δείγματα. Ωστόσο δεν ήταν εφικτό να πραγματοποιηθεί μορφομετρία των χαρακτηριστικών σε όλες τις ισημερινές τομές. Στην πρώτη ομάδα (Εικ. 59a) οι σπείρες γίνονται μεγαλύτερες προς τα έξω. Τα διαφράγματα είναι έντονα κεκλιμένα δημιουργώντας στενόμακρους θαλάμους, σε σχέση με την εικόνα αυτών στις προηγούμενες τομές. Οι θάλαμοι είναι πολυάριθμοι και αρκετά στενοί. Η δεύτερη ομάδα αντιστοιχεί σε άτομα μικρού μεγέθους. Οι τιμές της διαμέτρου της πρωτοκόγχης κυμαίνονται από 0,20mm έως 0,44mm. Οι σπείρες είναι σχεδόν τακτικές. Η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,14-0,34mm, η 2^η σε 0,25-0,69mm, η 3^η σε 0,56-1,21mm, η 4^η σε 0,96-1,58mm και η 5^η σπείρα σε ακτίνα 1,21-1,25mm (Πιν. 35). Τα διαφράγματα είναι ελαφρώς κεκλιμένα και δημιουργούν τετραγωνικούς θαλάμους (Εικ. 59b).



Εικόνα 59. *Nummulites* από το δείγμα DRV-c, ισημερινές τομές A form.

Στο τελευταίο δείγμα υπάρχουν 19 άτομα αλλά από αυτά ήταν δυνατόν να μετρηθούν μόνο 6. Οι μετρήσεις αυτές αφορούν τρεις τομές αξονικές και τρεις ισημερινές. Το μικρό πλήθος οφείλεται στην ισχυρή τεκτονική που έχει καταστρέψει τα περισσότερα άτομα και έχει επηρεάσει και αυτά που έχουν μετρηθεί. Όμως, η εικόνα παραμένει ίδια. Και σε αυτό το δείγμα, οι *Nummulites* παρουσιάζουν εύρωστες μορφές, οι οποίες έχουν ελάχιστες τιμές διαμέτρου 1,53mm, πάχους 0,77mm και μέγιστες τιμές που φτάνουν τα 1,78mm και 0,91mm (Πίν. 36).

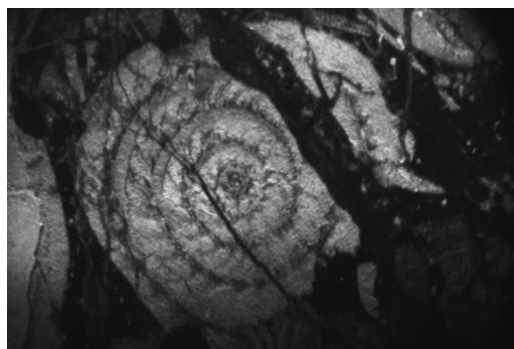
Πίνακας 36. Μετρήσεις αξονικών τομών από το δείγμα DRV-d.

	Διάμετρος(mm)	Πάχος(mm)
Ελάχιστη	1,53	0,77
Μέγιστη	1,78	0,91
Μέση τιμή±Τυπική απόκλιση	1,67±0,1	0,81±0,07

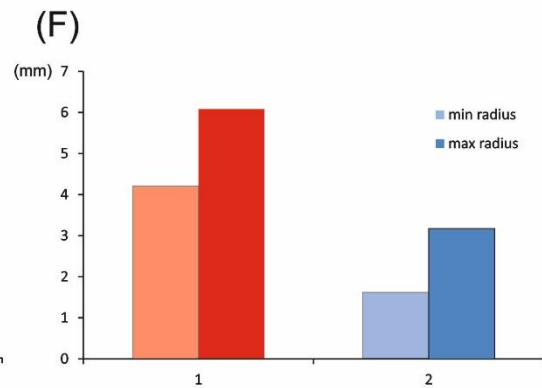
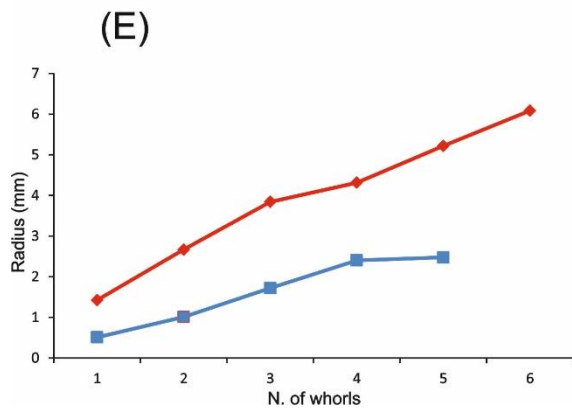
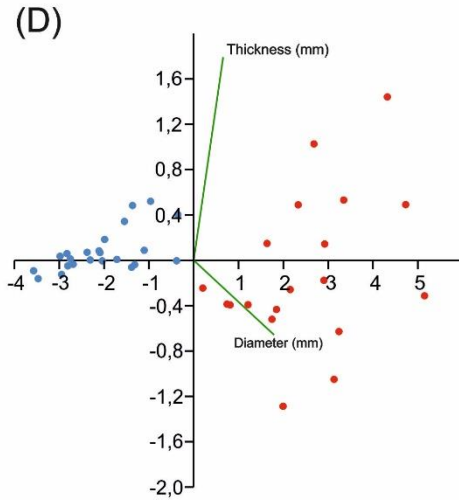
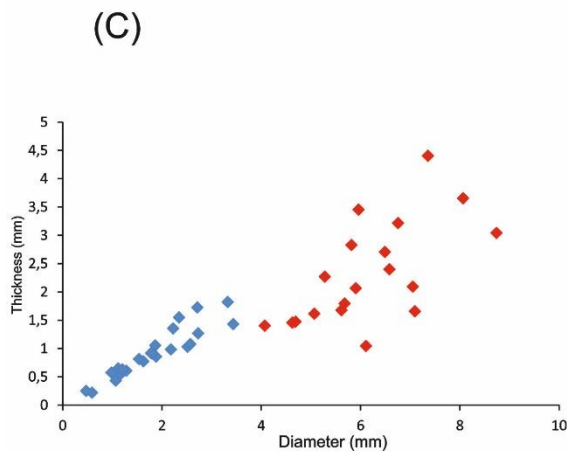
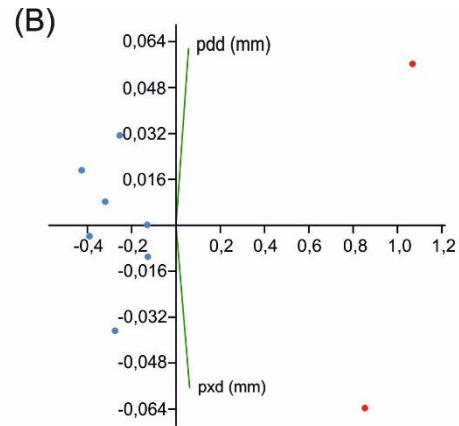
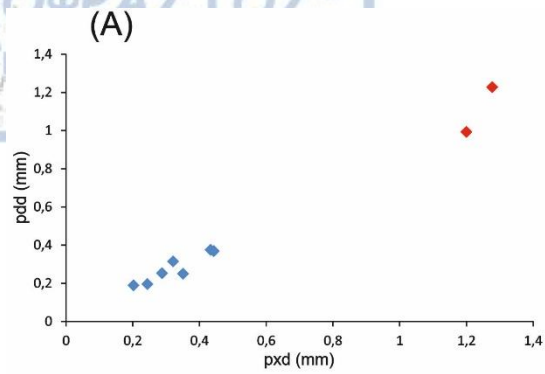
Πίνακας 37. Μετρήσεις ισημερινών τομών σε (mm) από το δείγμα DRV-d, pxd: μήκος πρωτοκόγχης, pdd: πλάτος πρωτοκόγχης και wr: ακτίνα της κάθε σπείρας.

no	pxd	pdd	w1r	w2r	w3r	w4r
1	1,27	1,22	0,79	1,41	2,10	-
2	0,35	0,24	0,30	0,59	1,0	1,5
3	0,32	0,32	0,34	0,60	0,77	1,24

Από τις τρεις ισημερινές που μετρήθηκαν, η πρώτη έχει πολύ μεγάλο μέγεθος όπως και η πρωτοκόγχη της. Έχει διάμετρο 1,27mm και είναι καλυμμένη και από κρυστάλλους ασβεστίτη. Το μέγεθος της σπείρας αυξάνεται σταδιακά προς την περιφέρεια. Η τομή αποτελείται από 3 σπείρες. Η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,79mm, η 2^η σε 1,41mm και η 3^η σπείρα σε αντιστοιχεί σε ακτίνα 2,10mm (Πίν. 37). Τα διαφράγματα είναι κεκλιμένα και σχηματίζουν στενόμακρους θαλάμους. Η δεύτερη ομάδα αντιστοιχεί σε μικρότερου μεγέθους άτομα (Εικ. 60a). Η σπείρα αυξάνεται ελαφρώς προς την περιφέρεια. Ο αριθμός των σπειρών φτάνει τις 4. Η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,30-0,34mm, η 2^η σε 0,59-0,60mm, η 3^η σε 0,77-1,0mm και η 4^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 1,24-1,5mm (Πίν. 37). Τα διαφράγματα είναι ευθείες γραμμές και ελαφρώς κεκλιμένες προς την προηγούμενη σπείρα και σχηματίζουν σχεδόν ισομετρικούς θαλάμους.



Εικόνα 60. Συνάθροιση από το δείγμα DRV-d, ισημερινή τομή A form.



Εικόνα 61. A, B) Διαγράμματα διασποράς μήκους-πλάτους πρωτοκόγχης, C, D) διαγράμματα διασποράς διαμέτρου-πάχους, E) διάγραμμα ακραίων τιμών ακτίνας και F) διάγραμμα συσχέτισης αριθμού σπειρών-ακτίνας, από την περιοχή των Δερβενακίων.

4. Συζήτηση

4.1. Σύγκριση

Πρκειμένου να επιτευχθεί ο προσδιορισμός και η αναγνώριση των δειγμάτων σε επίπεδο είδους, πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική σύγκριση με μελέτες που έλαβαν χώρα στον ελλαδικό χώρο αλλά και διεθνώς (Less, 1998; Boukhary et al., 2002; 2005; 2011; 2013; Boukhary and Kamal, 2003; Belmustakov, 1969; Gedik, 2008; Less and Ozcan, 2011; Blondeau, 1972; Avsar, 1991; Afzal, 2010; Kövecsi et al., 2016; Sengupta et al., 2011; Drooger, 1971; Zakrevskaya et al., 2009; Barattolo et al., 2007 και Ozcan et al, 2009) τόσο σε επίπεδο μορφομετρικών μετρήσεων όσο και μορφολογικών χαρακτηριστικών.

4.1.1. Βασιλική Τρικάλων

Από την μορφομετρική ανάλυση των δειγμάτων της Βασιλικής τόσο για τις αξονικές τομές όσο και για τις ισημερινές διαχωρίστηκαν δύο ομάδες. Για τις αξονικές, η πρώτη ομάδα έχει διάμετρο κελύφους 1,1-7,6mm, πάχος 0,12-3,1mm και ο αριθμός των περιελίξεων κυμαίνεται από 4 έως 7. Επίσης, σε αυτές τις τομές διακρίνεται και η πρωτοκόγχη υποδηλώνοντας πως πρόκειται για μακροσφαιρική μορφή. Η δεύτερη ομάδα έχει διάμετρο κελύφους 12,4-16,1mm, πάχος 3,9-7,5mm και ο αριθμός των περιελίξεων φτάνει μέχρι και τις 10. Η ομάδα αυτή αντιπροσωπεύει την μικροσφαιρική μορφή. Οι δυο ομάδες παρουσιάζουν σχεδόν ίδια μορφολογικά χαρακτηριστικά (εκτός της πρωτοκόγχης), έχουν φακοειδές σχήμα κελύφους και χαρακτηρίζονται από πλήθος πυλώνων, υποδεικνύοντας πως πρόκειται για το ίδιο είδος. Για τις ισημερινές, η πρώτη ομάδα αντιστοιχεί σε μικροσφαιρική μορφή καθώς η πρωτοκόγχη παρουσιάζει πολύ μικρές διαστάσεις. Η σπείρα είναι σχεδόν σταθερή, παρουσιάζει μια αύξηση του μεγέθους της προς την περιφέρεια. Οι θάλαμοι στο κέντρο είναι συσπειρωμένοι και ισομετρικοί ενώ προς τις εξωτερικές σπείρες αποκτούν μεγαλύτερο κενό ανάμεσά τους και ακανόνιστο σχήμα καθώς τα διαφράγματα γίνονται κυματοειδή. Στην δεύτερη ομάδα, μεγαλοσφαιρική μορφή, η σπείρα (έως 7) είναι σχεδόν σταθερή ενώ στην τελική το μέγεθός της μειώνεται και καταλήγει σε ισχυρό περιθωριακό σχοινί. Οι θάλαμοι είναι υπορομβικοί και έχουν απόσταση μεταξύ τους. Τα διαφράγματα είναι τοξωτά, ισχυρά κεκλιμένα. Η πρωτοκόγχη έχει σφαιρικό σχήμα και το μήκος της κυμαίνεται από 0,6 έως 1,1mm.

Οι μετρήσεις και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των δειγμάτων ταυτίζονται με τα αντίστοιχα του *N. aturicus* με βάση τις περιγραφές των Blondeau (1972), Schaub (1981), Less and Ozcan (2012) και Less (1998). Επομένως, τα δείγματα αντιστοιχούν σε αυτό το είδος.

Ωστόσο, ομοιότητες παρουσιάστηκαν με τα είδη *N. millecaput*, *N. biedai*, *N. lyelli* και *N. polygyratus*.

Μορφολογικά ο *N. millecaput*, από τις περιγραφές των Belmustakov (1969), Blondeau (1972), Schaub (1981) και Less (1998), χαρακτηρίζεται από σταθερή σπείρα, της οποίας το μέγεθος μειώνεται στην τελευταία περιέλιξη. Οι θάλαμοι είναι πιο συσπειρωμένοι, αρκετά ψηλοί και το μήκος τους είναι μικρότερο. Αντίθετα, στα μελετηθέντα δείγματα, η σπείρα δεν είναι τακτική αλλά το μέγεθος της μειώνεται σταδιακά προς την περιφέρεια. Επίσης, τα διαφράγματα είναι ισχυρά κεκλιμένα και τοξωτά.

Όσον αφορά το είδος *N. biedai*, σύμφωνα με τους Blondeau (1972), Schaub (1981), Less (1998), Ozcan (2009), Boukhary et al. (2011), οι θάλαμοι είναι συσπειρωμένοι. Το μέγεθός τους αυξάνεται, παραμένοντας όμως ισομετρικοί. Ακόμη, τα τοιχώματα της σπείρας είναι σχετικά ισχυρά. Οι ομοιότητες είναι αρκετές με τα δείγματα, όμως σε αυτά οι θάλαμοι δεν

είναι τόσο συσπειρωμένοι, το σχήμα και το μέγεθός τους δεν είναι σταθερό και το πάχος των τοιχωμάτων είναι ακόμα πιο ισχυρό από του *N. biedai*.

Οι Blondeau (1972), Schaub (1981), Less (1998), Ozcan et al. (2009) και Boukhary and Kamal (2003), υποστηρίζουν για το είδος *N. lyelli*, ότι οι θάλαμοι είναι ισομετρικοί στην αρχή και στη συνέχεια αποκτούν ύψος. Η περιγραφή αυτή δε συμπίπτει καθόλου με τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των δειγμάτων, αφού σε αυτά οι θάλαμοι στις τελευταίες σπείρες αποκτούν μεγάλο μήκος και το ύψος τους μειώνεται.

Σύμφωνα με τους Blondeau (1972), Schaub (1981), Ozcan et al. (2009) και Less (1998) στο είδος *N. polygyratus* οι θάλαμοι είναι συσπειρωμένοι και πολύ ψηλοί. Αντίθετα, στα δείγματα υπάρχει απόσταση ανάμεσα στους θαλάμους (δεν είναι τόσο συσπειρωμένοι), καθώς είναι πιο επιμήκεις.

4.1.2. Τρίπολη-Δερβενάκια

Αποτέλεσμα της στατιστικής επεξεργασίας ήταν ο διαχωρισμός δύο ομάδων για τις περιοχές της Τρίπολης και των Δερβενακίων αντίστοιχα. Παρατηρήθηκε μια ταύτιση στα εύρη τιμών των μετρήσεων και για το λόγο αυτό πραγματοποιήθηκε μια συσχέτιση των μορφολογικών χαρακτηριστικών για κάθε ομάδα. Αποτέλεσμα της συσχέτισης ήταν η συμπίκνωση των ομάδων αφού πρόκειται για τα ίδια είδη.

Για την πρώτη ομάδα, το κέλυφος των δειγμάτων είναι φακοειδές. Έχει διάμετρο 3,32 έως 8,06mm και πάχος 0,98 έως 5,27mm. Σε ισημερινή τομή, η σπείρα είναι σχεδόν σταθερή αλλά το ύψος της μειώνεται στην τελική σπείρα. Τα διαφράγματα είναι τοξωτά και οι θάλαμοι έχουν σχήμα δρεπανιού, που όμως στην εξωτερική σπείρα γίνονται σχεδόν ισομετρικοί. η πρωτοκόγχη είναι σφαιρική και το μήκος της κυμαίνεται από 1,2 έως 1,6mm.

Από τους Belmustakov (1969), Schaub (1981), Blondeau (1972) και Less (1998) προκύπτει ταύτιση τόσο των βιομετρικών αναλύσεων όσο και των μορφολογικών χαρακτηριστικών με τα αντίστοιχα του είδους *N. millicaput*. Αυτός χαρακτηρίζεται από υποσφαιρική πρωτοκόγχη, η οποία ταυτόχρονα είναι μεγαλύτερη από τη δευτεροκόγχη, που έχει ημισελήνοειδές σχήμα. Η σπείρα του είναι σχεδόν τακτική, εκτός από την τελευταία περιέλιξη όπου μειώνεται το μέγεθός της. Τα διαφράγματα είναι τοξωτά και μοιάζουν να έχουν μία δρεπανοειδή μορφή. Οι θάλαμοι είναι συσπειρωμένοι και αρκετά ψηλοί. Η περιγραφή αυτή αντιστοιχεί επακριβώς στη μορφολογία των δειγμάτων από τις περιοχές Τρίπολη και Δερβενάκια.

Οι μετρήσεις των δειγμάτων παρουσιάζουν ομοιότητες με αυτές των ειδών *N. lyelli*, *N. alsharhani* και *N. maximus*.

Σύμφωνα με τις περιγραφές των Blondeau (1972), Schaub (1981), Less (1998), Ozcan et al. (2009) και Boukhary and Kamal (2003) για το είδος *N. lyelli*, μορφολογικά χαρακτηρίζεται από ισομετρικούς θαλάμους στις εσωτερικές σπείρες, οι οποίοι προς τις εξωτερικές γίνονται ψηλότεροι. Αντίθετα στα δείγματα η τελευταία στροφή της σπείρας γίνεται πιο στενή και οι θάλαμοι γίνονται πιο πλατιοί.

Μορφολογικά το είδος *N. alsharhani* (Schaub, 1981; Boukhary et al., 2002) παρουσιάζει αρκετές ομοιότητες με τα δείγματα. Ωστόσο, υπάρχουν διαφορές στην ανάπτυξη της σπείρας. Στον *N. alsharhani* είναι τακτική μέχρι και την περιφέρεια ενώ αντίθετα, στα δείγματα η σπείρα είναι τακτική μέχρι την τελευταία περιέλιξη, της οποίας το μέγεθος μειώνεται.

Σύμφωνα με τους Schaub (1981), Less (1998), Less et al. (2011) και Blondeau (1972), το είδος *N. maximus*, όπως και ο *N. alsharhani*, χαρακτηρίζεται από μία σταθερή έως και την

περιφέρεια σπείρα. Έχει έντονα κεκλιμένα και καμπύλα διαφράγματα. Οι θάλαμοι είναι κι αυτοί τακτικοί όπως και τα διαφράγματα. Η εικόνα αυτή όμως, δεν αντιστοιχεί στα δείγματα καθώς τα διαφράγματα και επομένως οι θάλαμοι δεν είναι σταθεροί.

Για την δεύτερη ομάδα που προέκυψε από τη στατιστική επεξεργασία, το κέλυφος είναι φακοειδές έως σφαιρικό. Οι διαστάσεις του όμως δεν λαμβάνονται υπόψιν καθώς τα κελύφη παρουσιάζουν έντονες καταστροφές. Σε ισημερινή τομή, η σπείρα παρουσιάζει σταθερό ρυθμό ανάπτυξης και είναι ισχυρή. Τα διαφράγματα είναι ελαφρώς κεκλιμένα, τοξωτά και οι θάλαμοι είναι σχεδόν ισομετρικοί. Το μήκος της πρωτοκόγχης κυμαίνεται από 0,20 έως 0,44mm.

Ταύτιση αυτών των χαρακτηριστικών υπάρχει με τις μετρήσεις και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του *N. atacicus*, όπως προκύπτει από τους Blondeau (1972), Schaub (1981), Less (1998) και Boukhary et al. (2011). Ο *N. atacicus* χαρακτηρίζεται από θαλάμους περισσότερο συσπειρωμένους στις εσωτερικές σπείρες, οι οποίοι προς τη περιφέρεια αποκτούν μεγαλύτερο μήκος και επομένως μεγαλύτερο διάστημα μεταξύ τους. Στο κέντρο έχουν ένα στενόμακρο σχήμα ενώ προς την περιφέρεια γίνονται ρομβικοί. Τα διαφράγματα είναι ευθείες και ελαφρώς κεκαμμένες γραμμές. Η σπείρα παρουσιάζει αύξηση του μεγέθους της αλλά γίνεται με ομαλό ρυθμό.

Ομοιότητες στις διαστάσεις της πρωτοκόγχης παρουσιάζονται με τα είδη *N. nitidus*, *N. beaumonti* και *N. planulatus*.

Όσον αφορά τον *N. nitidus*, σύμφωνα με τις περιγραφές των Blondeau (1972), Schaub (1981), Less (1998) και Zakrevskaya et al. (2009), οι θάλαμοι παρουσιάζουν απόσταση μεταξύ τους και η εικόνα τους παραμένει σταθερή καθ' όλη την ανάπτυξη της σπείρας. Στα δείγματα, ωστόσο, οι θάλαμοι στις εσωτερικές σπείρες είναι συσπειρωμένοι ενώ προς τις εξωτερικές αποκτούν μεγαλύτερο μέγεθος.

Με βάση τους Blondeau (1972), Schaub (1981) και Kovesci et al. (2016), τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του είδους *N. beaumonti*, δεν παρουσιάζουν αντιστοιχία με αυτά των δειγμάτων. Βασική διαφορά τους είναι η μορφολογία των θαλάμων. Στον *N. beaumonti*, οι θάλαμοι στις εσωτερικές σπείρες είναι σχεδόν τετράγωνοι και πολυάριθμοι. Προς την περιφέρεια αποκτούν μεγαλύτερο ύψος, διατηρούν το μήκος και το πλήθος τους. Αντίθετα, στα δείγματα, οι θάλαμοι έχουν ρομβικό σχήμα που μένει σταθερό μέχρι την περιφέρεια, όπου πλέον αυξάνεται το μήκος.

Μορφολογικά ο *N. planulatus* (Blondeau, 1972; Schaub, 1981; Less, 1998) παρουσιάζει πολύ ψηλούς θαλάμους από τις εσωτερικές ακόμα σπείρες, των οποίων το ύψος συνεχίζει να αυξάνεται προς τις εξωτερικές. Έντονα αυξάνεται επίσης και το ύψος της σπείρας. Η εικόνα αυτή όμως, δεν ταιριάζει με τη μορφολογία των δειγμάτων, αφού η σπείρα παρουσιάζει αύξηση όχι όμως τόσο έντονη. Ακόμη, οι θάλαμοι δεν είναι τόσο ψηλοί.

4.1.3. Περιβόλι Γρεβενών

Θέση PRV-1

Από τη στατιστική επεξεργασία καθώς και από τη μελέτη των μορφολογικών χαρακτηριστικών, διαχωρίστηκαν δύο είδη. Από τα είδη αυτά χρησιμοποιήθηκαν κυρίως οι τομές που αντιστοιχούν στις μακροσφαιρικές μορφές. Σε αυτές πραγματοποιήθηκαν συγκρίσεις ώστε να προσδιοριστούν τα είδη των *Nummulites*. Από τις συγκρίσεις προέκυψαν τα ακόλουθα αποτελέσματα.

Για την πρώτη ομάδα, το κέλυφος είναι φακοειδές έως σφαιρικό. Η διάμετρος του κυμαίνεται από 0,51mm έως 2,17mm και το πάχος του από 0,30mm έως 1,12mm. Σε ισημερινή τομή, μεγαλοσφαιρική μορφή (Α μορφή), το μέγεθος της σπείρας αυξάνει προς την περιφέρεια και τα τοιχώματά της είναι ισχυρά. Τα διαφράγματα είναι τοξωτά και ισχυρά και οι θάλαμοι παρουσιάζουν μεγαλύτερο ύψος παρά πλάτος. Η πρωτοκόγχη και η δευτεροκόγχη έχουν σφαιρικό σχήμα και παρουσιάζουν σχεδόν την ίδια διάμετρο (0,11mm έως 0,208mm).

Σύμφωνα με τους Blondeau (1972), Schaub (1981), Less (1998) και Zakrevskaya et al. (2009) οι μετρήσεις και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των δειγμάτων ταυτίζονται με τα αντίστοιχα του *N. nitidus*. Αυτός χαρακτηρίζεται από ίδιας διαμέτρου πρωτοκόγχη και δευτεροκόγχη και παχιά τοιχώματα. Επίσης, τα διαφράγματα του παρουσιάζουν δρεπανοειδή μορφή, δημιουργώντας θαλάμους αντίστοιχου σχήματος. Ακόμη, η απόσταση μεταξύ των διαφραγμάτων αυξάνεται προς τις τελευταίες σπείρες. Τα χαρακτηριστικά του *N. nitidus* ταιριάζουν απόλυτα με τα αντίστοιχα των δειγμάτων.

Το εύρος τιμών των μετρήσεων παρουσιάζει ομοιότητες με τα αντίστοιχα των ειδών *N. minervensis*, *N. rotularius* και *N. soerenbergensis*.

Σύμφωνα με τις περιγραφές των Schaub (1981), Less (1998) και Boukhary et al. (2013), το είδος *N. minervensis* χαρακτηρίζεται από διαφράγματα που είναι σχεδόν ευθείες γραμμές, ελαφρώς κεκλιμένες, οι οποίες σχηματίζουν υποτετράγωνους θαλάμους. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι δε συνάδουν με αυτά των δειγμάτων, όπου τα διαφράγματα έχουν δρεπανοειδή μορφή και σχηματίζουν θαλάμους με αντίστοιχη μορφή. Κύρια διαφορά είναι η σχέση μεγέθους της πρωτοκόγχης με τη δευτεροκόγχη. Στον *N. minervensis* αυτές είναι άνισες ενώ στα μελετηθέντα δείγματα έχουν ίδια διάμετρο.

Οι Blondeau (1972), Schaub (1981), Less (1998) και Boukhary et al. (2011) υποστηρίζουν πως στο είδος *N. rotularius*, οι δυο πρώτοι θάλαμοι έχουν την ίδια διάμετρο, όπως συμβαίνει και στα δείγματα. Όμως, μεγάλη διαφορά εμφανίζεται στα διαφράγματα και στη μορφή των θαλάμων. Στον *N. rotularius*, τα διαφράγματα είναι ευθείες γραμμές, ελαφρώς τοξωτές και οι θάλαμοι είναι ρομβικοί. Αντίθετα, στα δείγματα, τα διαφράγματα είναι έντονα τοξωτά, έχουν δρεπανοειδή μορφή και σχηματίζουν θαλάμους αντίστοιχης μορφής.

Όσον αφορά το είδος *N. soerenbergensis* (Schaub, 1981; Less, 1998), παρουσιάζεται ομοιότητα μεταξύ αυτού και των δειγμάτων στο πάχος των τοιχωμάτων και στη σχέση μεγέθους της πρωτοκόγχης και δευτεροκόγχης (ίδιας διαμέτρου). Ωστόσο, στον *N. soerenbergensis* τα διαφράγματα στις εσωτερικές σπείρες είναι ευθείες και ελαφρώς κεκλιμένες γραμμές, οι οποίες προς την περιφέρεια γίνονται τοξωτές. Αντίθετα, στα δείγματα η εικόνα των διαφραγμάτων παραμένει σταθερή, έχοντας μορφή δρεπανιού.

Η δεύτερη ομάδα αντιστοιχεί, επίσης σε μικροσφαιρικές και μεγαλοσφαιρικές μορφές. Στις μικροσφαιρικές μορφές (Β μορφή), το σχήμα του κελύφους είναι φακοειδές και καταλήγει σε αποστρογγυλεμένες ακμές. Σε ισημερινή τομή, ο αριθμός αύξησης της σπείρας είναι ομαλός. Τα διαφράγματα είναι ευθείες γραμμές στην βάση τους, ελαφρώς κεκλιμένες στην απόληξή τους. Οι θάλαμοι είναι ισομετρικοί και έχουν τετραγωνικό σχήμα. Στις μεγαλοσφαιρικές μορφές (Α μορφή), το κέλυφος έχει φακοειδές σχήμα, οι απολήξεις του είναι αποστρογγυλεμένες. Τα διαφραγματικά νημάτια είναι ακτινωτά. Η διάμετρος του κελύφους κυμαίνεται από 2,36mm έως 6,22mm και το πάχος του από 0,770mm έως 2,09mm. Σε ισημερινή τομή, η σπείρα είναι σχεδόν σταθερή, προς την περιφέρεια μειώνεται το ύψος της. Χαρακτηρίζεται από έντονα τοιχώματα και πολύ ισχυρό περιθωριακό σχοινί. Τα διαφράγματα είναι ελαφρώς κεκλιμένα στο κέντρο, ενώ προς τις εξωτερικές σπείρες κάμπτονται και

αποκτούν δρεπανοειδή μορφή. Οι θάλαμοι είναι ισομετρικοί στις εσωτερικές σπείρες και προς την περιφέρεια αποκτούν μεγαλύτερο μήκος. Η διάμετρος της πρωτοκόγχης κυμαίνεται από 0,28mm έως 0,43mm.

Σύμφωνα με τους Boukhary et al. (2011; 2013), Blondeau (1972), Belmustakov (1969), Schaub (1981) και Less (1998) παρουσιάζεται ταύτιση των μετρήσεων καθώς και των μορφολογικών χαρακτηριστικών των δειγμάτων με το είδος *N. partschi*. Η πρωτοκόγχη και η δευτεροκόγχη έχουν ίδια διάμετρο και το σχήμα της πρωτοκόγχης είναι σφαιρικό. Τα διαφράγματα είναι ευθείες και ελαφρώς κεκλιμένες γραμμές και σχηματίζουν ρομβικούς θαλάμους που γίνονται υποτετράγωνοι προς την περιφέρεια. Επίσης, τα τοιχώματα της σπείρας είναι το ίδιο έντονα με αυτά των δειγμάτων. Η περιγραφή του είδους *N. partschi* αντιστοιχεί στην εικόνα των δειγμάτων.

Βάσει της βιβλιογραφικής σύγκρισης προέκυψαν ομοιότητες στις βιομετρικές αναλύσεις, με τα είδη *N. globulus laxiformis* και *N. exilis*.

Σύμφωνα με τις περιγραφές των Schaub (1981) και Less (1998), στο είδος *N. globulus laxiformis*, που ανήκει στην ομάδα του *N. globulus*, οι θάλαμοι παρουσιάζουν σταθερή εικόνα. Αντίθετα, στα δείγματα, οι θάλαμοι είναι πιο μεγάλοι στις εσωτερικές σπείρες και προς τις εξωτερικές μειώνεται το μέγεθος τους.

Από τους Blondeau (1972), Schaub (1981) και Less (1998) προκύπτει ομοιότητα στη σχέση της πρωτοκόγχης/δευτεροκόγχης του *N. exilis*, με τα δείγματα. Οι δύο πρώτοι θάλαμοι παρουσιάζουν ίδια περίπου διάμετρο. Παρά τη βασική αυτή ομοιότητα, εντοπίστηκαν και σημαντικές διαφορές. Η σπείρα έχει μικρό πλάτος, τα διαφράγματα είναι τοξωτά και πολυάριθμα, σχηματίζοντας έτσι μεγάλο πλήθος θαλάμων αντίστοιχου σχήματος. Αντίθετα, στα δείγματα οι θάλαμοι στις εσωτερικές σπείρες είναι υποτετράγωνοι και μεγάλοι ενώ προς την περιφέρεια μειώνεται το μέγεθός τους και γίνονται τετράγωνοι.

Θέση PRV-2/3

Με βάση τη στατιστική επεξεργασία προέκυψαν τρεις ομάδες. Από αυτές η πρώτη εμφανίζει τις μικρότερες τιμές ενώ οι δυο επόμενες εμφανίζουν μια μικρή διαφορά στις μετρήσεις της πρωτοκόγχης.

Για την πρώτη ομάδα διαχωρίστηκαν τόσο μικροσφαιρικές όσο και μεγαλοσφαιρικές μορφές. Στην μικροσφαιρική μορφή (Β μορφή), το κέλυφος είναι φακοειδές έως σφαιρικό με αποστρογγυλεμένες ακμές. Σε ισημερινή τομή, η σπείρα είναι σταθερή έως την τελική σπείρα, όπου το ύψος της γίνεται διπλάσιο. Τα διαφράγματα είναι ευθείες, έντονες γραμμές, οι οποίες στις τελευταίες σπείρες αποκτούν μια ελαφριά κλίση. Στην μεγαλοσφαιρική μορφή (Α μορφή), τα μορφολογικά χαρακτηριστικά παραμένουν σχεδόν ίδια με αυτά της μικροσφαιρικής μορφής. Ωστόσο, οι διαστάσεις του κελύφους είναι μικρότερες. Η σπείρα γίνεται πιο χαλαρή προς την περιφέρεια. Τα διαφράγματα είναι ευθείες γραμμές, ελαφρώς κεκλιμένες και παρουσιάζουν μεγαλύτερη απόσταση μεναξύ τους σε σχέση με την μικροσφαιρική μορφή. Στις αρχικές σπείρες οι θάλαμοι είναι υποτετράγωνοι ενώ έπειτα γίνονται 3-4 φορές ψηλότεροι παρά επιμήκεις. Το μέγεθος της πρωτοκόγχης έχει εύρος 0,11-0,208mm.

Βάσει τους Blondeau (1972), Schaub (1981), Less (1998) και Alfaz (2010) ταύτιση των βιομετρικών αναλύσεων και των μορφολογικών χαρακτηριστικών υπάρχει μεταξύ των δειγμάτων και του είδους *N. soerebergensis*. Σε αυτόν, η σπείρα είναι πολύ παχιά και αυξάνεται προς την περιφέρεια. Τα διαφράγματα στις εσωτερικές σπείρες είναι ευθείες γραμμές, σχεδόν κάθετες, σχηματίζοντας έτσι υποτετράγωνους θαλάμους. Στη συνέχεια,

μειώνεται η απόσταση μεταξύ των θαλάμων, επομένως γίνονται πιο ψηλοί και στενοί. Κύρια ομοιότητα είναι η σχέση μεταξύ πρωτοκόγχης και δευτεροκόγχης, οι οποίες παρουσιάζουν ίδια διάμετρο. Η περιγραφή του *N. soerebergensis* ταυτίζεται, συμπίπτει απόλυτα με την εικόνα των δειγμάτων.

Οιότητες των μορφομετρήσεων παρουσιάστηκαν με αυτές των ειδών *N. biarritzensis* και *N. praemurschisoni*.

Σύμφωνα με τους Less (1998) και Schaub (1981), στο είδος *N. biarritzensis*, τα διαφράγματα είναι ευθείες στην βάση τους, ενώ στη συνέχεια κάμπτονται έντονα, αποκτώντας μορφή δρεπανιού. Στα δείγματα όμως, τα διαφράγματα παρουσιάζουν μικρή κάμψη.

Όσον αφορά το είδος *N. praemurschisoni*, σύμφωνα με τους Blondeau (1972) και Less (1998), τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του δε συνάδουν με αυτά των δειγμάτων αφού σ' αυτό οι περιελίξεις παρουσιάζουν απότομη και μεγάλη αύξηση του μεγέθους τους. Τα διαφράγματα είναι πολυάριθμα και σχηματίζουν πολύ ψηλούς και στενούς θαλάμους, το πλήθος των οποίων είναι αρκετά μεγάλο. Η εικόνα αυτή είναι εντελώς διαφορετική από αυτή των δειγμάτων.

Στη δεύτερη ομάδα, η διάμετρος του κελύφους κυμαίνεται από 3,5mm έως 6mm και το πάχος του από 1,3mm έως 2,34mm. Σε ισημερινή τομή, η σπείρα αυξάνεται ομαλά σχεδόν μέχρι την τελική της στροφή όπου μειώνεται το ύψος της. Τα τοιχώματα της σπείρας είναι ισχυρά. Τα διαφράγματα είναι κεκλιμένα, τοξωτά και οι θάλαμοι είναι σχεδόν ισομετρικοί. η πρωτοκόγχη έχει σφαιρικό σχήμα και το μήκος της κυμαίνεται από 0,38-0,41mm.

Ταύτιση των βιομετρικών αναλύσεων και των μορφολογικών χαρακτηριστικών, σύμφωνα με τους Boukhary et al. (2013), Schaub (1981) και Less (1998), παρουσιάζεται μεταξύ των δειγμάτων και του είδους *N. tauricus*. Αυτό ανήκει στην ομάδα του *N. partschi*. Παρουσιάζει τα ίδια χαρακτηριστικά με το ομώνυμο είδος, το οποίο προσδιορίστηκε στην προηγούμενη θέση. Ωστόσο, στον *N. tauricus* η σπείρα γίνεται μεγαλύτερη προς την περιφέρεια και τα διαφράγματα παρουσιάζουν μια κάμψη, αποκτώντας κυματοειδή μορφή. Σχηματίζουν θαλάμους αντίστοιχης μορφής, ψηλούς και πολυάριθμους. Επίσης, η διάμετρος είναι μεγαλύτερη. Η περιγραφή του είδους *N. tauricus* ταιριάζει απόλυτα με την εικόνα των δειγμάτων.

Ομοιότητες, ωστόσο παρουσιάστηκαν με τα είδη *N. praecursor*, *N. rotularius*, *N. irregularis* και *N. sudistans*.

Σύμφωνα με τις περιγραφές των Boukhary et al. (2011), Blondeau (1972), Schaub (1981) και Less (1998), στο είδος *N. praecursor*, η σπείρα είναι σχεδόν τακτική, οι θάλαμοι έχουν υποτετραγωνικό σχήμα και παρουσιάζουν απόσταση μεταξύ τους. Στα δείγματα, οι σπείρες παρουσιάζουν αύξηση του μεγέθους τους και οι θάλαμοι είναι αρκετά ψηλοί.

Οι Boukhary et al. (2011), Blondeau (1972), Schaub (1981) και Less (1998) υποστηρίζουν για το είδος *N. rotularius* πως η σπείρα του είναι σταθερή και οι θάλαμοι είναι ψηλοί παρά επιμήκεις και συσπειρωμένοι. Τα διαφράγματα είναι τοξωτά και δημιουργούν στις εσωτερικές περιελίξεις ισομετρικούς θαλάμους, οι οποίοι προς την περιφέρεια αποκτούν διπλάσιο ύψος και σχεδόν το μισό μήκος των αρχικών. Αντιθέτως, στα δείγματα η σπείρα είναι σχεδόν σταθερή και τα διαφράγματα είναι τοξωτά στη βάση και στη συνέχεια γίνονται κεκλιμένα.

Όσον αφορά το είδος *N. irregularis* (Boukhary et al., 2011; Blondeau, 1972; Schaub, 1981; Less, 1998), τα διαφράγματα είναι έντονα τοξωτά, έχουν μορφή δρεπανιού και είναι

πολυάριθμα. Σχηματίζουν πολύ ψηλούς και στενούς θαλάμους. Στα δείγματα, οι θάλαμοι είναι ψηλοί αλλά όχι τόσο όσο στον *N. irregularis*. Επίσης, τα διαφράγματα είναι ευθείες και ελαφρώς κεκλιμένες γραμμές. Την ίδια εικόνα παρουσιάζει και ο *N. sudistans*. Παρ' όλη λοιπόν την ομοιότητα στις μετρήσεις, τα μορφολογικά χαρακτηριστικά είναι εντελώς διαφορετικά.

Για την τρίτη ομάδα, η διάμετρος του κελύφους κυμαίνεται από 3,62mm έως 4,96mm και το πάχος του από 0,81mm έως 2,48mm. Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά είναι τα ίδια με την προηγούμενη ομάδα που αναφέρθηκε. Η διαφορά τους έγκειται στο μέγεθος της πρωτοκόγχης. Σε αυτή την ομάδα έχει μεγαλύτερο μήκος και κυμαίνεται από 0,53mm έως 0,76mm.

Σύμφωνα με τους Boukhary et al. (2011; 2013), Blondeau (1972), Belmustakov (1969) και Less (1998) οι μετρήσεις της πρωτοκόγχης όπως προέκυψαν στην παρούσα εργασία ταυτίζονται με τις αντίστοιχες μετρήσεις των *N. praelorioli* και *N. boussaci*. Τα δύο είδη ανήκουν στην ομάδα του *N. partschi*. Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά και των δύο ειδών σχεδόν ταυτίζονται. Οι δύο πρώτοι θάλαμοι είναι ίδιας διαμέτρου, τα διαφράγματα είναι τοξωτά στη βάση τους και στη συνέχεια γίνονται κεκλιμένα. Οι θάλαμοι είναι ρομβικοί στις εσωτερικές περιελίξεις και προς την περιφέρεια μειώνεται το μήκος τους και γίνονται σχεδόν ισομετρικοί. Η σπείρα είναι σχεδόν σταθερή και χαρακτηρίζεται από ισχυρή περιθωριακή σχοινί. Η διαφορά τους είναι πως ο *N. praelorioli* έχει μικρότερη διάμετρο από τον *N. boussaci*. Επίσης, στον τελευταίο, η σπείρα είναι πιο χαλαρή σε σχέση με τον *N. praelorioli*. Τα χαρακτηριστικά αυτά που αντιστοιχούν και διαφοροποιούν τον *N. boussaci*, ταιριάζουν απόλυτα με τα αντίστοιχα των παρόντων δειγμάτων.

Ομοιότητες παρουσιάζονται με τα είδη *N. gizehensis*, *N. laevigatus*, *N. manfredi* και *N. praelorioli*.

Οι Boukhary and Kamal (2003), Blondeau (1972) και Less (1998), υποστηρίζουν πως το είδος *N. gizehensis* έχει ισομετρικούς θαλάμους καθ' όλη την ανάπτυξη της σπείρας, τα διαφράγματα είναι κεκλιμένα και τα τοιχώματα πολύ ισχυρά. Αντίθετα με τα δείγματα, όπου οι θάλαμοι δεν παρουσιάζουν σταθερή εικόνα και τα τοιχώματα είναι λιγότερο ισχυρά.

Από τις περιγραφές των Blondeau (1972), Schaub (1981), Pavlovec (1969) και Less (1998), το είδος *N. laevigatus* χαρακτηρίζεται σχεδόν από μια τακτική σπείρα, η οποία αυξάνει το μέγεθός της σταδιακά και πολύ ομαλά. Τα διαφράγματα είναι ευθείες, ελαφρώς κεκλιμένες γραμμές. Οι θάλαμοι, που σχηματίζονται είναι σχεδόν ισομετρικοί καθ' όλη την ανάπτυξη των σπειρών. Αντίθετα, στα δείγματα η σπείρα παρουσιάζει εντονότερη αύξηση του μεγέθους της σπείρας. Επίσης, η εικόνα των θαλάμων δεν παραμένει σταθερή.

Επίσης, από τους Blondeau (1972), Schaub (1981) και Less (1998) στο είδος *N. manfredi* (της ομάδα του *N. ruschi*), οι θάλαμοι έχουν ρομβικό σχήμα που παραμένει σταθερό. Σε αντίθεση με τα δείγματα όπου οι θάλαμοι παρουσιάζουν μια μεταβλητά μορφή από το κέντρο προς την περιφέρεια.

4.1.4. Μανωλιάσα Ιωαννίνων

Από τη στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων της πρωτοκόγχης προέκυψαν δυο ομάδες. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός πως και οι δύο ομάδες παρουσιάζουν ακριβώς τα ίδια μορφολογικά χαρακτηριστικά με τις δύο από τις τρεις ομάδες των θέσεων PRV-2/3 της περιοχής του Περιβολίου.

Ταύτιση τόσο στις μετρήσεις όσο και στα μορφολογικά χαρακτηριστικά, υπάρχει με την πρώτη ομάδα από τις θέσεις PRV-2/3, η οποία αντιστοιχεί στο είδος *N. soerebergensis*. Η πρωτοκόγχη και η δευτεροκόγχη έχουν την ίδια διάμετρο. Τα τοιχώματα της σπείρας είναι πολύ έντονα. Τα διαφράγματα είναι ευθείες και ελαφρώς κεκλιμένες γραμμές, οι οποίες σχηματίζουν σχεδόν ισομετρικούς θαλάμους στις εσωτερικές σπείρες που στη συνέχεια γίνονται πιο ψηλοί.

Αντιστοίχιση υπάρχει και στη δεύτερη ομάδα και από τις δύο θέσεις, καθώς οι μετρήσεις αλλά και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των δειγμάτων ταυτίζονται. Τα δείγματα παρουσιάζουν σχεδόν τακτική σπείρα, η οποία γίνεται λίγο πιο χαλαρή προς την περιφέρεια. Οι θάλαμοι είναι ισομετρικοί και υποτετράγωνοι στις εσωτερικές περιελίξεις, και προς τις εξωτερικές γίνονται πιο ψηλοί. Τα διαφράγματα στη βάση τους είναι ευθείες γραμμές και στην κατάληξή τους γίνονται ελαφρώς κεκλιμένα. Από αυτή τη συσχέτιση, προκύπτει ο προσδιορισμός του είδους *N. tauricus* και στην περιοχή της Μανωλιάσας.

Επιπρόσθετα στα δείγματα της Μανωλιάσας αναγνωρίστηκε ακόμη ένα είδος, το οποίο αντιστοιχεί στο *N. fabianii*. Δεν καθίσταται δυνατό να πραγματοποιηθεί βιομετρική ανάλυση καθώς αυτός απαντάται μόνο σε θραύσματα εντός της λεπτής τομής. Επομένως πραγματοποιήθηκε σύγκριση μόνο των μορφολογικών χαρακτηριστικών. Τα δείγματα παρουσιάζουν μια σχεδόν τακτική σπείρα, η οποία αποτελείται από διαφράγματα που έχουν τη μορφή ευθείας γραμμής και είναι ελαφρώς κεκλιμένα προς την προηγούμενη σπείρα. Οι θάλαμοι είναι υποτετράγωνοι, οι οποίοι στην τελευταία σπείρα γίνονται τρεις με τέσσερις φορές πιο επιμήκεις, ωστόσο δεν υπάρχει εικόνα της πρωτοκόγχης.

4.1.5. Κίρκη Θράκης

Από τη στατιστική επεξεργασία δεν πραγματοποιήθηκε κάποια ομαδοποίηση των δεδομένων καθώς οι μετρήσεις των πρωτοκόγχων των δειγμάτων δεν εμφάνισαν μεγάλες αποκλίσεις μεταξύ τους. Το κέλυφος των δειγμάτων έχει ελλειπτικό σχήμα, διάμετρο 16,3-18,1mm και πάχος 5,12-7,66mm. Σε ισημερινή τομή, ο ρυθμός ανάπτυξης της σπείρας μέχρι και την 10^η είναι σταθερός ενώ στη συνέχεια μειώνεται. Τα διαφράγματα είναι ελαφρώς κεκλιμένα ενώ προς την περιφέρεια κάμπονται έντονα. Επομένως, σχηματίζονται θάλαμοι υποτετράγωνοι στις εσωτερικές σπείρες που έπειτα αποκτούν διπλάσιο μήκος ενώ το πλάτος τους μειώνεται. Το ελάχιστο μήκος πρωτοκόγχης αντιστοιχεί στα 0,20mm και μέγιστο μήκος φτάνει τα 0,29mm. Σύμφωνα με τους Gedik (2008), Less and Ozcan (2012) και Weiland-Schuster (2004) ταύτιση των μορφολογικών χαρακτηριστικών αλλά και των βιομετρικών αναλύσεων προκύπτει με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά του είδους *N. fichteli*.

Βάσει τις βιβλιογραφικής σύγκρισης που πραγματοποιήθηκε παρουσιάστηκαν ομοιότητες με τις βιομετρικές αναλύσεις των ειδών *N. subramonti*, *N. ornatus*, *N. fabianii*, *N. pratii*, *N. nitidus*, *N. pernotus*, *N. discorbinus* και *N. leupoldi*.

Όσον αφορά το είδος *N. subramonti* (Boukhary et al., 2011; Less, 1998), οι θάλαμοι παρουσιάζουν σταθερή εικόνα, είναι ψηλοί παρά επιμήκεις. Αντίθετα, στα δείγματα, οι θάλαμοι είναι υποτετράγωνοι στις πρώτες σπείρες και προς την περιφέρεια αποκτούν διπλάσιο μήκος και το ύψος τους παρουσιάζει μία μείωση. Ακόμη, η διάμετρος των δειγμάτων είναι σχεδόν έξι φορές μεγαλύτερη από του *N. subramonti*. Η διαφορά αυτή εντοπίζεται και με το είδος *N. ornatus* όπως προκύπτει από τις περιγραφές των Boukhary et al. (2011). Επίσης μικρότερες είναι και μετρήσεις του πάχους του κελύφους.

Με βάση στους Blondeau (1972), Boukhary et al. (2005), Less (1998), Ozcan (2009) και Ansar (1991), στο είδος *N. fabianii* το μέγεθος της σπείρας αυξάνει σταδιακά όπως και στα δείγματα. Όμως, τα διαφράγματα στον *N. fabianii* είναι ευθείες γραμμές, ελαφρώς κεκλιμένες, σε αντίθεση με τα μελετηθέντα δείγματα όπου στις εσωτερικές σπείρες παρουσιάζουν την ίδια εικόνα με αυτή που μόλις περιγράφηκε ενώ προς τις εξωτερικές γίνονται έντονα τοξωτά. Οι θάλαμοι στον *N. fabianii* είναι υποτετράγωνοι στις εσωτερικές σπείρες και προς τις εξωτερικές γίνονται 3-4 φορές πιο επιμήκεις. Η εικόνα αυτή των θαλάμων ταιριάζει με αυτή των δειγμάτων, τα οποία όμως παρουσιάζουν μεγαλύτερο αριθμό σπειρών, πιο συσπειρωμένους θαλάμους και η διάμετρος του κελύφους είναι μεγαλύτερη σε σχέση με αυτή του *N. fabianii*.

Ο *N. pratii* είναι ακόμη ένα είδος με το οποίο συμπίπτουν οι μετρήσεις των πρωτοκόγχων των δειγμάτων, σύμφωνα με τους Blondeau (1972), Less (1998) και Zakrevskaya et al. (2009). Αν και παρουσιάζονται ομοιότητες στις παραπάνω μετρήσεις, οι μετρήσεις διαμέτρου αλλά και η μορφολογία του κελύφους αποκλίνουν. Ο *N. pratii* έχει μικρότερο αριθμό σπειρών, οι οποίες είναι σχεδόν τακτικές. Επίσης, οι θάλαμοι είναι ψηλότεροι παρά επιμήκεις. Όλα αυτά τα μορφολογικά χαρακτηριστικά διαφέρουν από τα αντίστοιχα των δειγμάτων, καθώς σε αυτά ο αριθμός των σπειρών είναι αρκετά μεγάλος και το μέγεθός τους αυξάνεται σταδιακά. Ακόμη, οι θάλαμοι είναι υποτετράγωνοι εσωτερικά ενώ προς την περιφέρεια γίνονται διπλάσιοι σε μήκος.

Με βάση τους Blondeau (1972), Less (1998) και Zakrevskaya et al. (2009) στο είδος *N. nitidus* τα διαφράγματά είναι ευθείες γραμμές που στη βάση τους είναι κεκλιμένες, ενώ στα δείγματα τα διαφράγματα δεν παρουσιάζουν σταθερή εικόνα. Στις εσωτερικές σπείρες είναι ελαφρώς κεκλιμένα και προς τις εξωτερικές γίνονται έντονα τοξωτά. Η πιο σημαντική διαφορά όμως, αναφέρεται στους δύο πρώτους θαλάμους, οι οποίοι στον *N. nitidus* είναι ίσοι ενώ στα δείγματα είναι άνισοι.

Όσον αφορά το είδος *N. pernotus* (Blondeau, 1972; Less, 1998), το τοίχωμα της σπείρας είναι πολύ παχύ και τα διαφράγματα είναι κεκλιμένα ή ελαφρώς τοξωτά. Αντίθετα, στα δείγματα, το τοίχωμα είναι πιο λεπτό και τα διαφράγματα πιο έντονα κεκλιμένα, τοξωτά. Το σχήμα των θαλάμων είναι ρομβικό και παραμένει σταθερό καθ' όλη την ανάπτυξη της σπείρας ενώ στα δείγματα μεταβάλλεται. Είναι υποτετραγωνικό στις πρώτες και στη συνέχεια γίνεται πιο επίμηκες.

Από τις περιγραφές που δόθηκαν από τους Less (1998), Ozcan (2009) και Blondeau (1972), το είδος *N. discorbinus* έχει μικρό αριθμό σπειρών και οι θάλαμοι είναι έντονα συσπειρωμένοι. Επομένως, οι θάλαμοι είναι αρκετά ψηλοί ενώ το μήκος τους αρκετά μικρό. Αντίθετα, στα δείγματα, ο αριθμός των σπειρών είναι μεγαλύτερος, θάλαμοι είναι λιγότεροι και ανάμεσά τους υπάρχει μεγαλύτερη απόσταση. Ακόμη, το σχήμα των θαλάμων στα δείγματα δεν παρουσιάζουν σταθερή εικόνα.

Με βάση τους Less (1998), Ozcan (2009), Blondeau (1972), Boukhary et al. (2011) ταύτιση υπάρχει και με τις μετρήσεις της πρωτοκόγχης του *N. leupoldi*. Μορφολογικά όμως εντοπίζονται σημαντικές διαφορές. Κύρια διαφορά είναι πως η πρωτοκόγχη και η δευτεροκόγχη είναι ίσες ενώ στα δείγματα είναι άνισες. Επίσης, στα δείγματα η εικόνα των θαλάμων μεταβάλλεται ενώ στον *N. leupoldi* οι θάλαμοι είναι ισομετρικοί. Ακόμη, οι θάλαμοι στον *N. leupoldi* είναι ψηλοί παρά επιμήκεις ενώ στα δείγματα είναι υποτετράγωνοι και στη συνέχεια, το μήκος τους γίνεται διπλάσιο σε σχέση με το αρχικό.

4.2. Συστηματική ταξινόμηση

Υπεροικογένεια: Rotaliacea Ehrenberg, 1893

Οικογένεια: Nummulitidae DeBlainville, 1827

Γένος: **Nummulites** Lamarck, 1801

Nummulites aturicus Joly and Leymerie 1848

Πιν. 1, Εικ. 1-4.

1848 *Nummulites Aturica* Joly and Leymerie, p. 70, pl. 2, figures 9, 10.

1972 *Nummulites aturicus* Joly and Leymerie; Blondeau, p. 161, pl. XXXIV, figure 1-4.

1981 *Nummulites aturicus* Joly and Leymerie, Schaub, p. 95, pl. 15, figures 20-26, pl. 16, figures 1-30.

Μεγαλοσφαιρική μορφή (Α μορφή)

Το κέλυφος είναι φακοειδές με αποστρογγυλεμένες απολήξεις και ανάμεσα στα διαφραγματικά νημάτια υπάρχουν κοκκία. Η διάμετρος του κελύφους κυμαίνεται από 2,4mm σε 4,6mm και το πάχος του από 0,12mm σε 3,7mm.

Από την ισημερινή τομή φαίνεται πως το μέγεθος της σπείρας μειώνεται προς την περιφέρεια. Τα διαφράγματα είναι τοξωτά, παρουσιάζουν απόσταση μεταξύ τους και κλίνουν ισχυρά προς την προηγούμενη σπείρα. Οι θάλαμοι είναι υπορομβικοί. Ο αριθμός των σπειρών σε σχέση με την ακτίνα είναι: η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,16mm, η 2^η σε 0,3mm, η 3^η αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,2mm και η 4^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,49mm. Η πρωτοκόγχη είναι σφαιρική και έχει διάμετρο που κυμαίνεται από 0,6mm σε 1,1mm.

Γεωγραφικά το είδος *N. aturicus* αναφέρεται στον Δυτικό Ατλαντικό, στην Ακουιτανία, στο βόρειο άκρο της Μεσογείου (Blondeau, 1972), στην μολασσική λεκάνη της Θράκης (Τουρκία) (Less and Ozcan, 2012) και βιοστρωματογραφικά χρονολογείται στο Άνω Λουτήσιο (Blondeau, 1972; Less and Ozcan, 2012). Στον ελληνικό χώρο, βρέθηκε στη Μεσοελληνική λεκάνη (παρούσα εργασία) και στη Ζάκυνθο (Di Carlo et al., 2010).

Nummulites cf. fabianii Prever 1905

1905 *Nummulites fabianii* Prever, p. 1805, 1825.

1972 *Nummulites fabianii* Prever; Blondeau, p. 156, pl. XXX, figure 1-5.

1981 *Nummulites fabianii* Prever; Schaub, p. 126, pl.49, figures 57-69, pl. 50, figures 1-4.

1991 *Nummulites fabianii* Prever; Avsar, p. 72, pl. I, figures 1-10, pl. II, figures 1-9.

Το κέλυφος είναι μεγάλου μεγέθους. Οι θάλαμοι έχουν υποτετράγωνο σχήμα. Στην τελική σπείρα μειώνεται το ύψος τους και αυξάνει το πλάτος τους, με αποτέλεσμα να γίνονται 3 φορές μεγαλύτεροι σε σχέση με τους θαλάμους των προηγούμενων σπειρών. Φέρει έντονο περιθωριακό σχοινί.

Γεωγραφικά το είδος *N. fabianii* αναφέρεται στο βόρειο και νότιο άκρο της Μεσογείου, στις ανατολικές ακτές της Αφρικής και στην Ινδία (Blondeau, 1972), στην Ιταλία (Schaub, 1981; Papazzoni and Sirotti, 1995; Trevisani and Papazzoni, 1996), στην Ισπανία και στη Ρουμανία (Papazzoni and Sirotti, 1995), στο Ομάν (Boukhary et al., 2006) και στην Τουρκία (Avsar, 1991; Less et al., 2011). Βιοστρωματογραφικά χρονολογείται στο Άνω Ηώκαινο (Blondeau, 1972; Schaub, 1981; Papazzoni and Sirotti, 1995; Trevisani and Papazzoni, 1996; Boukhary et al., 2006; Avsar, 1991; Less et al., 2011). Στον ελληνικό χώρο, βρέθηκε στη ζώνη

Γαβρόβου-Τριπόλεως (Barattolo et al. 2007; Thiebault, 1982), στην Κάσο (Florida, 1932), στην **Ιόνιο** (στην παρούσα εργασία) και στη Ζάκυνθο (Di Carlo et al., 2010).

***Nummulites fichteli* Michelotti 1841**

Πιν. 1, Εικ. 5, 6.

1841 *Nummulites fichteli* Michelotti. p. 296, figures 7a-b.

1981 *Nummulites fichteli* Michelotti, Schaub, p. 128, pl.50, figures 5, 18.

2008 *Nummulites fichteli* Michelotti; Gedik, p. 34, pl. I, figures 1-14, 22.

2011 *Nummulites aturicus* Joly and Leymerie; Less et al., p. 821, figure 38q, r t,u.

Μεγαλοσφαιρική μορφή (Α μορφή)

Το σχήμα του κελύφους είναι φακοειδές, διογκωμένο στο κέντρο με στρογγυλεμένη περιφέρεια και κεκκαμένες ακμές. Η διάμετρος του κυμαίνεται από 16,3mm έως 18,1mm και το πάχος της από 5,12mm έως 7,66mm.

Σε ισημερινή τομή, η σπείρα του αυξάνεται σταδιακά μέχρι και την 10^η, ενώ στην συνέχεια μειώνεται ευδιάκριτα έως την τελική σπείρα. Το περιθωριακό σχοινί είναι έντονο όπως επίσης και τα τοιχώματα της σπείρας. Τα διαφράγματα είναι ελαφρώς κεκλιμένα έως και την 5^η σπείρα ενώ στη συνέχεια γίνονται έντονα τοξωτά με κλίση προς την προηγούμενη σπείρα. Οι θάλαμοι είναι υποτεράγωνοι στις εσωτερικές σπείρες και προς τις εξωτερικές το πλάτος γίνεται σχεδόν διπλάσιο. Ο αριθμός των σπειρών σε σχέση με την ακτίνα είναι: η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,51mm, η 2^η σε 0,6mm, η 3^η σε 1,3mm, η 4^η σε 1,6mm, η 5^η σε 2,2mm, η 6^η σε 2,9mm, η 7^η σε 3,7mm, η 8^η σε 2,0mm, η 9^η σε 2,4mm, η 10^η σε 2,9mm, η 11^η σε 3,5mm, η 12^η σε 4,0mm, η 13^η σε 4,7mm, η 14^η σε 5,3mm, η 15^η σε 5,8mm, η 16^η σε 6,2mm, η 17^η σε 13,3mm, η 18^η σε 14,2mm, η 19^η σε 15,1mm, η 20^η σε 15,7mm, η 21^η σε 16,3mm, η 22^η σε 16,6mm και η 23^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 17,1mm. Η διάμετρος της πρωτοκόγχης κυμαίνεται από 0,2-0,29mm.

Η γεωγραφική του κατανομή αναφέρεται στην Τουρκία και βιοστρωματογραφικά απαντάται στο Κάτω Ολιγόκαινο (Gedik, 2008; Less and Ozcan, 2012). Επίσης, έχει βρεθεί στην Μεσοελληνική Άντακα (Weiland-Schuster, 2004), στην Σαμοθράκη (Meinhold and BouDagher, 2009), στην Ζάκυνθο (Di Carlo et al, 2010) και την μολασσική λεκάνη της Θράκης (παρούσα εργασία).

Ομάδα του *Nummulites globulus* Leymerie

***Nummulites soerebergensis* Schaub 1951**

Πιν. 1, Εικ. 7, 9-10.

1951 *Nummulites soerebergensis* nov ssp. Schaub, p. 101, fig. 37-41; pl.1, fig. 4-6.

1981 *Nummulites soerebergensis* Schaub, Schaub, p. 137, fig.90 a-p; pl. 41, fig. 69-89.

Μικροσφαιρική μορφή (Β μορφή)

Το κέλυφος είναι φακοειδές έως σφαιρικό με αποστρογγυλεμένες ακμές.

Σε ισημερινή τομή, η σπείρα είναι σταθερή έως την τελική σπείρα, όπου το ύψος της γίνεται διπλάσιο. Τα διαφράγματα είναι ευθείες, έντονες γραμμές, οι οποίες στις τελευταίες σπείρες αποκτούν μια ελαφριά κλίση.

Μεγαλοσφαιρική μορφή (Α μορφή)

Το κέλυφος είναι μικρότερο από τη μικροσφαιρική μορφή, ωστόσο το σχήμα και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά παραμένουν σχεδόν ίδια. Η σπείρα γίνεται πιο χαλαρή προς την περιφέρεια. Τα διαφράγματα είναι ευθείες γραμμές, ελαφρώς κεκλιμένες και παρουσιάζουν μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ τους σε σχέση με τη μικροσφαιρική μορφή. Στις αρχικές σπείρες οι θάλαμοι είναι υποτετράγωνοι ενώ έπειτα γίνονται 3-4 φορές ψηλότεροι παρά επιμήκεις. Ο αριθμός των σπειρών σε σχέση με την ακτίνα είναι: η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,45mm, η 2^η σε 0,93mm, η 3^η σε 1,47mm, η 4^η σε 0,52mm και η 5^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 1,83mm. Η πρωτοκόγχη έχει σφαιρικό σχήμα και η διάμετρός της κυμαίνεται από 0,15 mm έως 0,36mm (ION) και 0,13mm έως 0,32mm (PRV 2).

Η γεωγραφική του κατανομή αναφέρεται στο βόρειο άκρο της Μεσογείου, στο Κατάρ, Πακιστάν (Alfaz, 2010), Ιράν, Ινδία και βιοστρωματογραφικά αντιστοιχεί στο Κάτω Ηώκαινο, Ιλέρδιο (Blondeau, 1972). Στον ελληνικό χώρο έχει βρεθεί στο Περιβόλι Γρεβενών και την Μανωλιάσα Ιωαννίνων (παρούσα εργασία).

***Nummulites millecaput* Boubée 1832**

Πιν. 2, Εικ. 6, 9-10.

1832 *Nummulites millecaput* Boubée, p. 444.

1969 *Nummulites millecaput* Boubée; Belmustakov, p. 268, pl. LII, figure 2-4.

1972 *Nummulites millecaput* Boubée; Blondeau, p. 131, pl. XII, figure 1-9.

1981 *Nummulites millecaput* Boubée; Schaub, p. 186, pl. 37, figures 14-16, pl. 68, figures 24-30, pl. 69, figures 1-7, 13.

Μεγαλοσφαιρική μορφή (Α μορφή)

Το σχήμα του κελύφους είναι φακοειδές με αποστρογγυλεμένες ακμές. Τα διαφραγματικά νημάτια είναι ακτινωτά και ανάμεσά τους υπάρχουν κοκκία. Η διάμετρος του κελύφους κυμαίνεται από 3,32mm έως 8,73mm και το πάχος του από 0,98mm έως 5,27mm.

Σε ισημερινή τομή, η σπείρα είναι σχεδόν σταθερή, ενώ το ύψος της μειώνεται στην τελευταία σπείρα. Τα διαφράγματα είναι λεπτά και τοξωτά. Οι θάλαμοι έχουν μορφή δρεπανιού, είναι ψηλοί παρά επιμήκεις. Στην τελική σπείρα γίνονται σχεδόν ισομετρικοί. Για τα δείγματα από τα Δερβενάκια (Drv), ο αριθμός των σπειρών σε σχέση με την ακτίνα είναι: η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 2,66mm, η 2^η σε 3,84mm, η 3^η σε 4,31mm, η 4^η σε 5,21mm και η 5^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 6,08mm. Για τα δείγματα από την Τρίπολη (Trp), ο αριθμός των σπειρών σε σχέση με την ακτίνα είναι: η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 1,04-1,3mm, η 2^η σε ακτίνα 1,7-2,25mm, η 3^η σε ακτίνα 1,75-2,4mm, η 4^η σε 2,3-3,1mm, η 5^η σε 3,45mm και η 6^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 3,84mm. Η πρωτοκόγχη έχει σφαιρικό σχήμα και η διάμετρός της κυμαίνεται από 1,2mm έως 1,6mm.

Σύμφωνα με τον Blondeau (1972), οι μικρές μορφές του είδους *N. millecaput*, στρωματογραφικά αντιστοιχούν στο Μέσο Λουτήσιο και οι μεγάλες μορφές στο Άνω Λουτήσιο. Η γεωγραφική τους κατανομή αναφέρεται στην Ακουιτανία, της Άλπεις-Μαριτίμες, την Ίστρια, την Ουγγαρία, την Πολωνία, την Αρμενία, την Ισπανία, την Αλγερία, την Κρήτη (Blondeau, 1972), τη Βουλγαρία (Belmustakov 1969) και τη ζώνη Γαβρόβου-Τριπόλεως (Ι.Γ.Ε.Υ, 1970; παρούσα εργασία).

***Nummulites nitidus* De La Harpe 1883**

Πιν. 1, Εικ. 8.

1883 *Nummulites nitidus* De La Harpe, pl. V, figures 35-37.

1972 *Nummulites nitidus* De La Harpe; Blondeau, p.130, pl. XII, figures 1-5.

1981 *Nummulites nitidus* De La Harpe; Schaub, p. 145, pl. 42, figures 32-47, 50-61.

Μεγαλοσφαιρική μορφή (Α μορφή)

Το κέλυφος είναι φακοειδές έως σφαιρικό. Η διάμετρος του κυμαίνεται από 0,51mm έως 2,17mm και το πάχος του από 0,30mm έως 1,12mm.

Σε ισημερινή τομή, το μέγεθος της σπείρας αυξάνει προς την περιφέρεια και τα τοιχώματά της είναι ισχυρά. Τα διαφράγματα είναι τοξωτά και ισχυρά και οι θάλαμοι παρουσιάζουν μεγαλύτερο ύψος παρά πλάτος. Ο αριθμός των σπειρών σε σχέση με την ακτίνα είναι: η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,29-0,39mm, η 2^η σε 0,72-0,80mm και η 3^η σε ακτίνα 0,92-1,17mm. Η πρωτοκόγχη και η δευτεροκόγχη έχουν σφαιρικό σχήμα και παρουσιάζουν σχεδόν την ίδια διάμετρο (0,11mm έως 0,208mm)

Η γεωγραφική τους κατανομή αναφέρεται στα Βαλκάνια, την Τουρκία, τη Λιβύη, το Ισραήλ, την Κριμαία και βιοστρωματογραφικά αντιστοιχεί στο Κάτω Ηώκαινο, Κουίζιο (Blondeau, 1972, Zakrevskaya et al., 2009). Στον ελληνικό χώρο βρέθηκε στο Περιβόλι Γρεβενών (παρούσα εργασία).

Ομάδα του *Nummulites partschi* De la Harpe

Nummulites atacicus Leymerie 1846

Πιν. 2, Εικ. 1-2.

1846 *Nummulites Atacica*, Leymerie, p. 358, pl.XIII, fig. 13a-e.

1981 *Nummulites atacicus* Leymerie; Schaub, p. 119, pl. 25, figures 1-51.

Μεγαλοσφαιρική μορφή (Α μορφή)

Το σχήμα του κελύφους είναι σφαιρικό με απότομες, οξείες ακμές. Η διάμετρος του κυμαίνεται από 1,07mm έως 3,43mm και το πάχος του από 0,21mm έως 2,24mm. Ωστόσο, οι τιμές της διαμέτρου και του πάχους του κελύφους δεν είναι αντιπροσωπευτικές καθώς τα κελύφη έχουν υποστεί έντονες καταστροφές.

Σε ισημερινή τομή, η σπείρα είναι κανονική και ισχυρή. Τα διαφράγματα είναι ελαφρώς κεκλιμένα και τοξωτά και οι θάλαμοι ισομετρικοί. Ο αριθμός των σπειρών σε σχέση με την ακτίνα είναι: η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 1,01mm, η 2^η σε 1,72mm, η 3^η σε 2,40mm και η 4^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 2,47mm. Η πρωτοκόγχη και η δευτεροκόγχη έχουν σφαιρικό σχήμα και παρουσιάζουν σχεδόν ίδια διάμετρο (0,20-0,44mm).

Η γεωγραφική του κατανομή αναφέρεται στην Τουρκία (Boukhary et al., 2011), το βόρειο άκρο της Μεσογείου, την Αφρική, τη Μαδαγασκάρη, το Ιράν, την Ινδία και βιοστρωματογραφικά αναφέρεται στο Κάτω Ηώκαινο, Ιλέρδιο (Blondeau, 1972). Στον ελληνικό χώρο βρέθηκε στο νησί της Κάσου (Florida, 1932), στα Δερβενάκια και την Τρίπολη (παρούσα εργασία).

Nummulites boussaci Rozlozsnik 1924

Πιν. 2, Εικ. 5, 8.

1924 *Nummulites boussaci* n sp Rozlozsnik, p. 78, fig. 33c.

1981 *Nummulites boussaci* Rozlozsnik, Schaub, p. 111, fig. 87; pl. 32, fig. 9, 20, 21, 23-31, 35-39, 41-46, 49, 50; pl. 33, fig. 1-13, 15, 16; pl. 34, fig. 1-11.

Μεγαλοσφαιρική μορφή (Α μορφή)

Η διάμετρος του κελύφους κυμαίνεται από 3,62mm έως 4,96mm και το πάχος του από 0,81mm έως 2,48mm. Ο *N. boussaci* ανήκει στην ομάδα του *N. partschi* και παρουσιάζει τα ίδια μορφολογικά χαρακτηριστικά με αυτόν. Ωστόσο, το είδος *N. boussaci* χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερης διαμέτρου πρωτοκόγχη (0,53-0,76mm). Για τα δείγματα από την θέση Prv 2, ο αριθμός των σπειρών σε σχέση με την ακτίνα είναι: η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,35-0,46mm, η 2^η σε 0,90-0,94mm, η 3^η σε ακτίνα 0,94-1,24mm, η 4^η σε 2,16mm, η 5^η σε 2,59mm και η 6^η σε 2,86mm. Για τα δείγματα από την θέση Prv 3, ο αριθμός των σπειρών σε σχέση με την ακτίνα είναι: η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,38-0,63mm, η 2^η σε 0,76-1,0mm και η 3^η σε ακτίνα 1,1-1,2mm.

Η στρωματογραφική κατανομή του αφορά την Τουρκία (Boukhary et al., 2011, 2013), Ακουιτανία, Κροατία και αντιστοιχεί στο Μέσο Ηώκαινο, Λουτήσιο (Schaub, 1981). Στον ελληνικό χώρο βρέθηκε στο Περιβόλι Γρεβενών (παρούσα εργασία).

Nummulites partschi De la Harpe 1880

Πιν. 2, Εικ. 7.

1880 *Nummulites partschi* De la Harpe, p. 33, pl. III/I, figures 1-7.

1969 *Nummulites partschi* De la Harpe; Belmustakov, p. 268, pl. LI, figures 11-14, pl. LII, figure 1.

1972 *Nummulites partschi* De la Harpe; Blondeau, p. 151, pl. XXV, figures 7, 9.

1981 *Nummulites partschi* De la Harpe; Schaub, p. 108, pl. 28, figures 1-2-0, pl. 29, figures 1-14.

2011 *Nummulites (partschi group) ornatus*, Schaub 1951, p. 139, figs. 157-158; pl. 3, figs. 12-13; Boukhary et al., p. 21, plate 21, pl. 9, figures 1-23.

2013 *Nummulites partschi* De la Harpe; Dakhil, p. 152, pl. 2, figure 1-11.

Μικροσφαιρική μορφή (Β μορφή)

Το σχήμα του κελύφους είναι φακοειδές και καταλήγει σε αποστρογγυλεμένες ακμές.

Σε ισημερινή τομή, το μέγεθος της σπείρας αυξάνει σταδιακά προς την περιφέρεια. Τα διαφράγματα είναι ευθείες γραμμές στην βάση τους, οι οποίες στην κατάληξή τους γίνονται ελαφρώς κεκλιμένες. Οι θάλαμοι είναι ισομετρικοί και έχουν τετραγωνικό σχήμα.

Μεγαλοσφαιρική μορφή (Α μορφή)

Το κέλυφος έχει φακοειδές σχήμα, οι απολήξεις του είναι αποστρογγυλεμένες. Τα διαφραγματικά νημάτια είναι ακτινωτά. Η διάμετρος του κελύφους κυμαίνεται από 2,36mm έως 6,22mm και το πάχος του από 0,770mm έως 2,09mm.

Σε ισημερινή τομή, η σπείρα είναι σχεδόν κανονική. Το μέγεθος της μειώνεται στην περιφέρεια. Τα τοιχώματα της σπείρας είναι πολύ ισχυρά όπως επίσης και το περιθωριακό σχοινί. Τα διαφράγματα είναι ελαφρώς κεκλιμένα στο κέντρο, ενώ προς τις εξωτερικές σπείρες κάμπτονται και αποκτούν δρεπανοειδή μορφή. Οι θάλαμοι είναι ισομετρικοί στις εσωτερικές σπείρες και προς την περιφέρεια αποκτούν μεγαλύτερο μήκος. Ο αριθμός των σπειρών σε σχέση με την ακτίνα είναι: η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,47-0,77mm, η 2^η σε 0,91-1,6mm και η 3^η σε ακτίνα 1,13-2,02mm. Η διάμετρος της πρωτοκόγχης κυμαίνεται από 0,28mm έως 0,43mm.

Η γεωγραφική του κατανομή αναφέρεται στην Ακουιτανία, την Ιταλία, τα Βαλκάνια, την Ρωσία, την Τουρκία, το Ισραήλ (Blondeau, 1972), το Wadi Dakhil (Αίγυπτος) (Boukhary et al., 2013) και την Τουρκία (Boukhary et al. 1969). Η πρώτη εμφάνιση του είδους είναι στο Κατώτερο Ηώκαινο, Κουίζιο, (με μικρές μορφές) και ακμάζει στο Μέσο Ηώκαινο, Λουτήσιο



(μορφές με μεγαλύτερο μέγεθος πρωτοκόγχης) (Blondeau, 1972). Το είδος αυτό, στον ελληνικό χώρο, βρέθηκε στο Περιβόλι Γρεβενών (παρούσα εργασία).

***Nummulites tauricus* De la Harpe 1926**

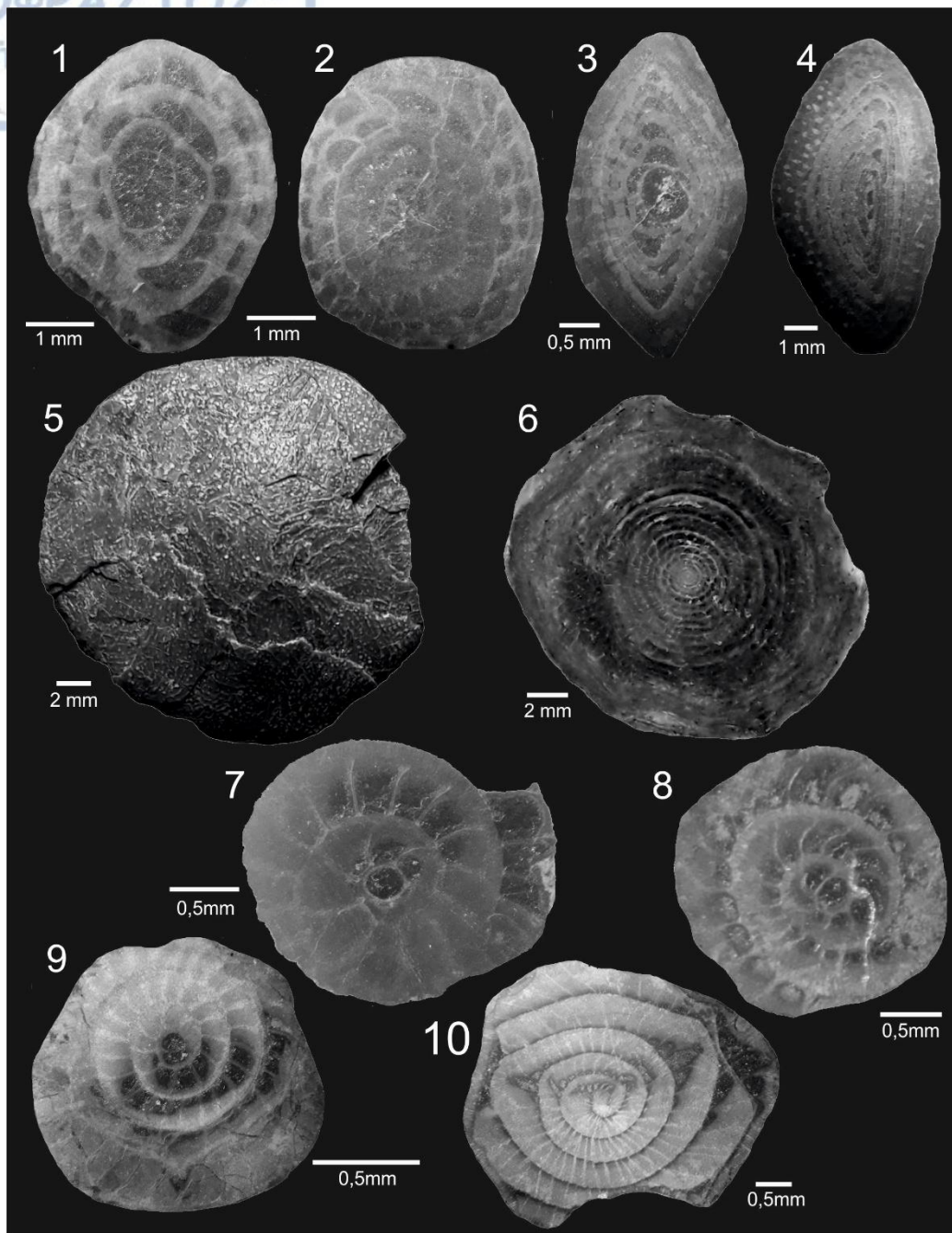
Πιν. 2, Εικ. 3, 5.

1926 *Nummulina lucasana* var. *taurica* n var., de la Harpe, (ed. Rozlozsnik), p. 70.

1981 *Nummulites tauricus* De la Harpe, Schaub, p. 109, fig 87, pl. 29, fig. 15-33; pl. 31, fig. 1-9, 16, 18, 19, 22, 23, 25, 27.

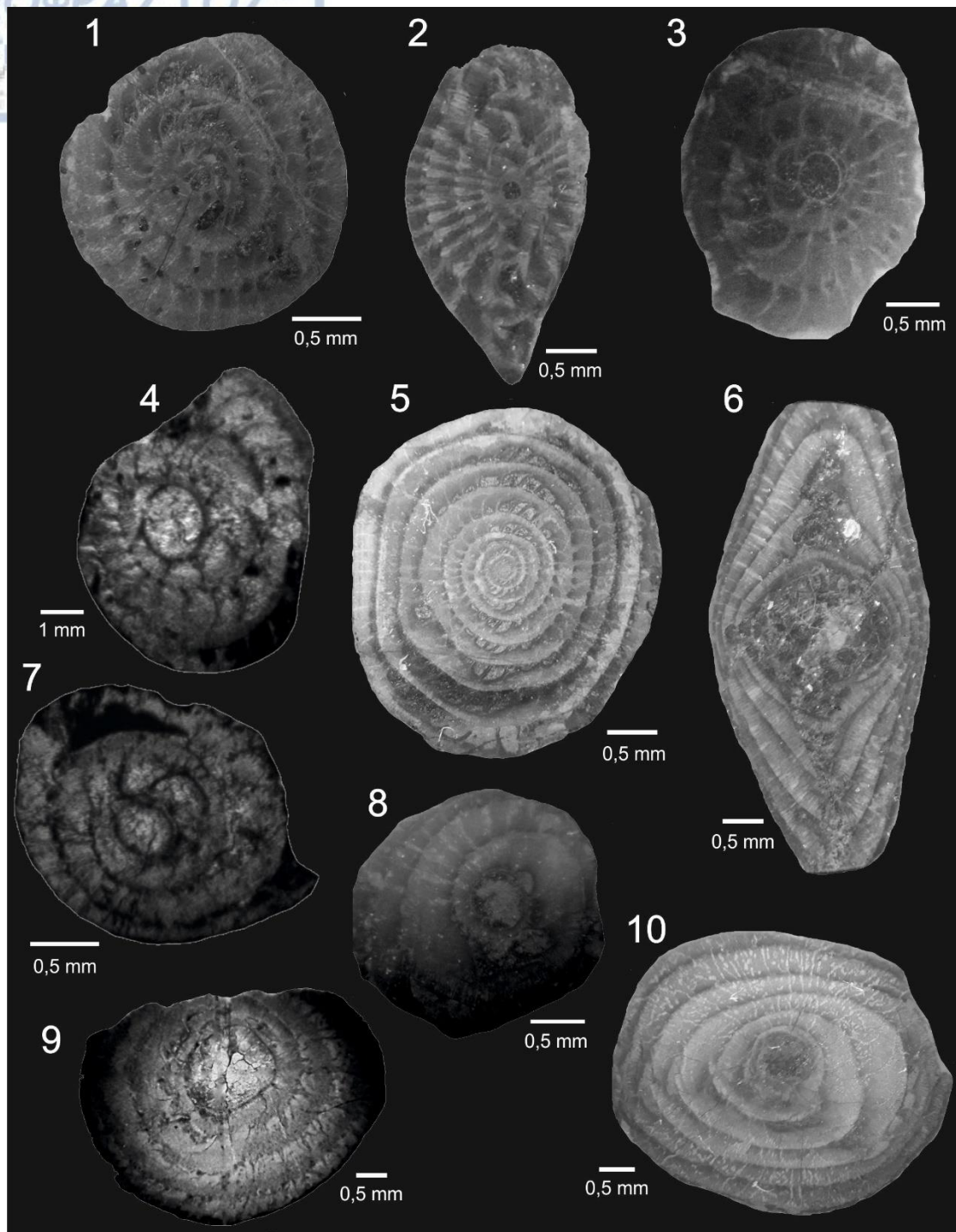
Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του *N. tauricus* είναι παρόμοια με του *N. partschi*, δεδομένου ότι ανήκουν στην ομάδα του. Ωστόσο, ο *N. tauricus* χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερες διαστάσεις πρωτοκόγχης (0,38-0,56mm). Η διάμετρος του κελύφους κυμαίνεται από 3,5mm έως 6mm και το πάχος του από 1,3mm έως 2,34mm. Για τα δείγματα της Μανωλιάσας (ION), ο αριθμός των σπειρών σε σχέση με την ακτίνα είναι: η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,68mm, η 2^η σε 1,05mm, η 3^η σε 1,62mm, η 4^η σε 2,04mm και η 5^η σε ακτίνα 2,19mm. Για τα δείγματα από την θέση (Prv 2), ο αριθμός των σπειρών σε σχέση με την ακτίνα είναι: η 1^η σπείρα αντιστοιχεί σε ακτίνα 0,42-0,88mm, η 2^η σε 0,67-1,69mm και η 3^η σε ακτίνα 1,36-2,01mm.

Σύμφωνα με τον Schaub (1981), η στρωματογραφική του κατανομή αναφέρεται στη Γιουγκοσλαβία, την Ιταλία, την Ισπανία, την Κριμαία, τη Ρωσία και την Τουρκία (Boukhary et al., 2013) και απαντά στο Κάτω Ηώκαινο, Άνω Κουίζιο. Στον ελληνικό χώρο βρέθηκε στο Περιβόλι Γρεβενών και τη Μανωλιάσα Ιωαννίνων (παρούσα εργασία).



Πίνακας 1.

1-4. *Nummulites aturicus* Joly and Leymerie, Βασιλική Τρικάλων. 1: ισημερινή τομή, μορφή A, Vsl 2; 2: ισημερινή τομή, μορφή A, Vsl 1.1; 3: αξονική τομή, μορφή A, Vsl 1; 4: αξονική τομή, μορφή B, Vsl 1.2. 5-6. *Nummulites fichteli* Michelotti, Κίρκη Θράκης, 5: εξωτερική επιφάνεια κελύφους, Krk; 6: ισημερινή τομή, μορφή A, Krk. 7, 9-10. *Nummulites soerebergensis*, Schaub, Μανωλιάσα Ιωαννίνων και Περιβόλι Γρεβενών, 7: ισημερινή τομή, μορφή A, Ion a; 9: ισημερινή τομή, μορφή A, Prv 2; 10: ισημερινή τομή, μορφή B, Prv 2. 8. *Nummulites nitidus* De La Harpe, Περιβόλι Γρεβενών, ισημερινή τομή, μορφή A, Prv 1.



Πίνακας 2.

1-2. *Nummulites atacicus* Leymerie, Δερβενάκια, 1: ισημερινή τομή, μορφή A, Drv b; 2: αξονική τομή, μορφή A, Drv b. 3-4. *Nummulites tauricus* De la Harpe, Περιβόλι Γρεβενών και Μανωλιάσα Ιωαννίνων, 3: ισημερινή τομή, μορφή A, Ion b; 4: ισημερινή τομή, μορφή A, Prv 2. 5,8. *Nummulites boussaci* Rozlozsnik, Περιβόλι Γρεβενών, 5: ισημερινή τομή, μορφή B, Prv 3; 8: ισημερινή τομή, μορφή A, Prv 3. 7. *Nummulites partschi* De la Harpe Περιβόλι Γρεβενών, ισημερινή τομή, μορφή A, Prv 1. 6, 9-10. *Nummulites millecaput* Boubée, Τρίπολη και Δερβενάκια. 6: αξονική τομή, μορφή A, Drv b; 9 ισημερινή τομή, μορφή A, Trp 1; 10: ισημερινή τομή, μορφή A, Drv a.

4.3. Παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία

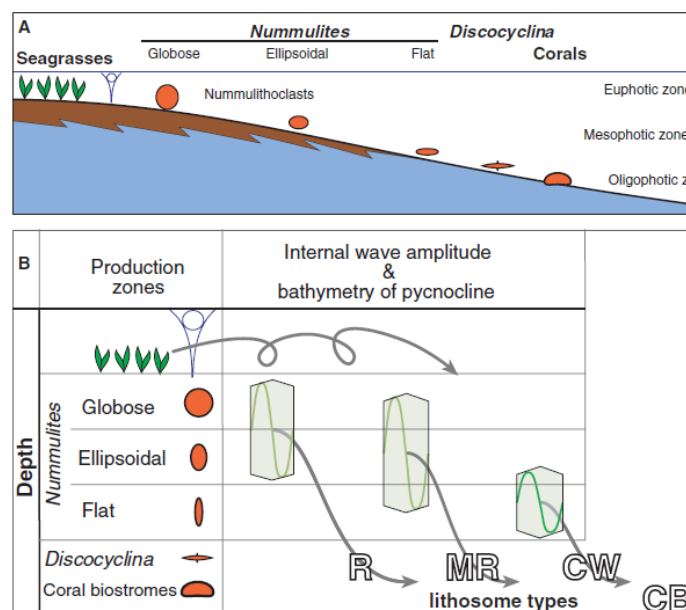
Οι Νουμμουλιτοφόροι ασβεστόλιθοι περιέχουν πολλά θραύσματα από κελύφη των *Nummulites* που παρουσιάζουν καταστροφή σε διαφορετικό βαθμό. Παρατηρήθηκε είτε μερική καταστροφή του κελύφους (πλήρης απουσία της τελικής σπείρας ή τμήματος αυτής) είτε ολική, όπου το κέλυφος έχει καταστραφεί ολοκληρωτικά. Σύμφωνα με τον Beavington-Penney (2004), η εκδορά των κελύφων είναι δείκτης του βαθμού της μεταφοράς και της δράσης των κυμάτων. Ακόμη, με βάση το σχήμα του κελύφους των *Nummulites* σύμφωνα με τους Mateu-Vicens et al. (2011), προκύπτει αντιστοιχία αυτών με το βάθος διαβίωσης. Για την περιοχή της Κίρκης δεν ήταν δυνατόν να πραγματοποιηθεί παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία καθώς τα απολιθώματα είναι μεταφερμένα, αφού οι Νουμμουλίτες βρέθηκαν με τυχαίες διευθύνσεις εντός ενός αργιλικού σχηματισμού.

4.3.1. Βασιλική Τρικάλων

Η συνάντησή της Βασιλικής αντιπροσωπεύεται από μεγάλα τρηματοφόρα που εντοπίστηκαν εντός ενός ψαμμιτικού ασβεστόλιθου, του οποίου η λιθολογία μεταπίπτει κατά θέσεις από λεπτόκοκκο σε πιο αδρόκοκκο με κροκάλες. Η πανίδα χαρακτηρίζεται από διαφόρων μεγεθών κελύφη, μορφοτύπων και σύνθεσης.

Κύριος αντιπρόσωπος της πανίδας είναι οι Νουμμουλίτες ενώ σε μικρότερα ποσοστά αναγνωρίστηκαν άτομα του γένους *Alveolina*. Το γένος *Nummulites* αντιπροσωπεύεται από το είδος *N. aturicus*. Ο τελευταίος παρουσιάζει φακοειδές σχήμα κελύφους, το οποίο σύμφωνα με τους Mateu-Vicens et al. (2011) διαβιούσε στη μεσο-ευρωτική ζώνη (Εικ. 62).

Στην ερμηνεία του παλαιοπεριβάλλοντος η εικόνα των κελυφών παίζει καθοριστικό ρόλο. Στην περιοχή της Βασιλικής τα κελύφη των τρηματοφόρων εμφανίζονται σχεδόν ολόκληρα χωρίς ουσιαστική παραμόρφωση (Εικ. 63). Το εξωτερικό τοίχωμα παρουσιάζεται ελαφρώς κατεστραμμένο στη μία πλευρά του κελύφους. Βάσει του Beavington-Penney (2004) η εικόνα αυτή δηλώνει μικρή μεταφορά ή μικρή δράση κυμάτων.



Εικόνα 62. Α) Ευρωτική ζώνη-επιφυτικοί οργανισμοί, σφαιρικές μορφές *Nummulites*. Μεσο-ευρωτική ζώνη-ελλειψοειδείς μορφές *Nummulites*, ολιγο-ευρωτική ζώνη-επίπεδες μορφές *Nummulites*, μεγάλα βενθονικά rotallids και κοράλλια (π.χ., *Discocyclina* και *N. millecarpat*). Β) Η πρόσκρουση των εσωτερικών κυμάτων στο θαλάσσιο πυθμένα, στη μεσο-ευρωτική περιοχή (η περιοχή που διαβιούν οι Νουμμουλίτες) εξηγεί τη σύνθεση των αλλοχθόνων λιθωμάτων. Οι διαφορές της σύνθεσης και της υφής μεταξύ των λιθωμάτων R, MR και CW αντικατοπτρίζουν τη ζώνη πρόσκρουσης των εσωτερικών κυμάτων (Mateu-Vicens et al., 2011).

5.3.2 Περιβόλι Γρεβενών

Θέση PRV 1

Η συνάθροιση της θέσης Prv 1 εντοπίστηκε εντός ενός λεπτόκοκκου ψαμμιτικού ασβεστόλιθου. Η πανίδα αντιπροσωπεύεται κυρίως από μεγάλα τρηματοφόρα. Κύριοι αντιπρόσωποι είναι οι Νουμμουλίτες ενώ σε μικρότερα ποσοστά υπάρχουν άτομα από τα γένη *Alveolina* και *Discocyclus*.

Από το γένος των Νουμμουλιτών, αναγνωρίστηκαν δύο είδη, τα οποία αναφέρονται στον *N. partschi* και τον *N. nitidus*. Το σχήμα των κελύφων τους είναι φακοειδές, που σύμφωνα με τους Mateu-Vicens et al. (2011), (Εικ. 62) αντιστοιχεί στην μεσο-ευρωτική ζώνη. Ωστόσο, η παρουσία του γένους *Discocyclus* δηλώνει πως η πανίδα επικρατούσε ανάμεσα στην μεσο-ευρωτική και ολιγο-ευρωτική ζώνη σε βάθη περίπου 80-100m (Rahman et al., 2017).

Το κέλυφος των *Nummulites* παρουσιάζει καταστροφές μόνο στη μία πλευρά του κελύφους και επίσης φέρει οπές (Εικ. 63). Επομένως, βάσει της εικόνας των κελυφών, φαίνεται πως έχουν υποστεί μια μέτρια μεταφορά ή μέτρια κυματική δράση (Beavington-Penney, 2004).

Θέση PRV 2

Η συνάθροιση της θέσης Prv 2 εντοπίστηκε επίσης εντός ενός ψαμμιτικού ασβεστόλιθου, που όμως είναι αδρόκοκκος σε σχέση με την προηγούμενη θέση. Η πανίδα αποτελείται από σύνθεση διαφόρων γενών, μορφότυπων και μεγέθους κελυφών, μεγάλων τρηματοφόρων. Το μεγαλύτερο πλήθος αντιπροσωπεύεται από *Nummulites* ενώ αναγνωρίστηκαν και άτομα από τα γένη *Assilina*, *Discocyclus* και *Alveolina*, αλλά και φύκη.

Από το γένος των *Nummulites* αναγνωρίστηκαν τρία είδη (*N. tauricus*, *N. soerebergensis* και *N. boussaci*). Στις λεπτές τομές, τα κελύφη των *Nummulites* παρουσιάζουν διαφορετικούς βαθμούς παραμόρφωσης, με την πλειονότητα των κελυφών να παρουσιάζει μεσαίου βαθμού παραμόρφωση. Τα περισσότερα κελύφη εμφανίζουν καταστροφή και στις δύο πλευρές του κελύφους και φέρουν οπές, οι οποίες διατρύπουν εντελώς το κέλυφος. Σύμφωνα με τον Beavington-Penney (2004) (Εικ. 63), η εικόνα αυτή υποδηλώνει μια μεγάλη βαθμού μεταφορά είτε μια μεγάλη βαθμού δράση κυμάτων.

Επίσης, τα κελύφη και των ειδών *N. boussaci* και *N. tauricus* που αναγνωρίστηκαν, ανταποκρίνονται σε φακοειδές σχήμα που σύμφωνα με τους Mateu-Vicens et al. (2011) επικρατούσαν στην μεσο-ευρωτική ζώνη. Όμως, το είδος *N. soerebergensis*, έχει σφαιρικό σχήμα κελύφους και βάσει των Mateu-Vicens et al. (2011) (Εικ. 62) ανταποκρίνεται στην ευρωτική ζώνη. Ωστόσο, εντός της τομής εντοπίστηκε σε μικρότερα ποσοστά και το γένος *Discocyclus*, το οποίο υποδηλώνει ελαφρώς μεγαλύτερο βάθος. Η μεγάλη διαφορά στα βάθη της ευρωτικής ζώνης και η όμοια καταπόνηση των κελυφών υποδεικνύουν πως η θέση αυτή είναι μεταβατικό στάδιο ανάμεσα στις θέσεις 1 και 3.

Θέση PRV 3

Η σύνθεση της πανίδας από τη θέση Prv 3 δε διαφέρει από αυτή της προηγούμενης. Χαρακτηρίζεται από την παρουσία μεγάλων τρηματοφόρων όπως τα *Nummulites*, *Alveolina* και *Discocyclus* και *Assilina* σε μικρότερα ποσοστά. Η συνάθροιση εντοπίζεται κι εδώ εντός του ψαμμιτικού ασβεστόλιθου, αλλά οι κλάστες του παρουσιάζουν μεγαλύτερο μέγεθος σε σχέση και με τις δύο προηγούμενες θέσεις.

Κύριοι αντιπρόσωποι της πανίδας είναι οι *Nummulites*. Από αυτούς αναγνωρίστηκε το είδος *N. boussaci*. Το σχήμα του κελύφους είναι ελλειπτικό, φακοειδές και σύμφωνα με τους Mateu-Vicens et al. (2011) (Εικ. 62) επικρατούσε στη μεσο-ευρωτική ζώνη. Ωστόσο, η παρουσία σε μικρότερα ποσοστά του γένους *Discocyclina* υποδηλώνει ελαφρώς μεγαλύτερο βάθος.

Επίσης, από τις λεπτές τομές είναι δυνατόν να διακριθεί η καταπόνηση των κελυφών των απολιθωμάτων. Διακρίνονται διαφορετικοί βαθμοί παραμόρφωσης. Τα κελύφη των *Nummulites* παρουσιάζουν καταστροφές και στις δύο πλευρές. Ακόμη, φέρουν οπές οι οποίες είτε διατρυπούν επιφανειακά το κέλυφος είτε διατρυπούν εντελώς το εξωτερικό τοίχωμα. Η εικόνα αυτή του κελύφους, σύμφωνα με τον Beavington-Penney (2004), δηλώνει πως τα κελύφη έχουν υποστεί μετρίου βαθμού παραμόρφωση ή μετρίου βαθμού κυματική δράση (Εικ. 63).

Από τη σύνθεση των δεδομένων που προέκυψαν από την παλαιοπεριβαλλοντική ερμηνεία των τριών θέσεων από την περιοχή του Περιβολίου διαφαίνεται πως η θέση 1 αντιστοιχεί σε μία βιοκοινωνία από *Nummulites*, η οποία διαβίει ανάμεσα στην μεσο-ολιγο ευρωτική ζώνη. Αντίθετα, η θέση 2 χαρακτηρίζεται από τρία διαφορετικά είδη, τα οποία υποδεικνύουν εντελώς διαφορετικά βάθη στην ευρωτική ζώνη. Επίσης, εξαιτίας της έντονης καταστροφής των κελυφών υποδηλώνουν εκτεταμένη μεταφορά και έντονη κυματική δράση. Επομένως, πρόκειται για μία αλλόχθονη βιοκοινωνία. Τέλος, στην θέση 3 το σχήμα των κελυφών των *Nummulites* αναφέρονται στην μεσο-ευρωτική ζώνη και από την ήπια καταπόνησή τους υποδεικνύεται μέτριο βαθμού μεταφορά ή κυματική δράση.

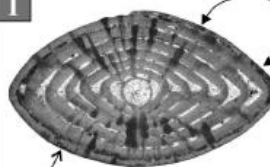
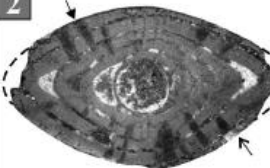
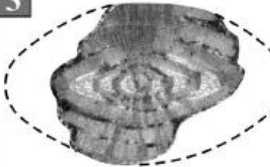
5.3.3 Μανωλιάσα Ιωαννίνων

Η συνάντησή της περιοχής της Μανωλιάσας (Ιόνιος) εντοπίστηκε εντός ενός λεπτοστωματώδους ασβεστόλιθου. Η πανίδα αντιπροσωπεύεται κυρίως από μεγάλα τρηματοφόρα ενώ υπάρχουν και κάποια μικρότερου μεγέθους. Κύριοι αντιπρόσωποι της πανίδας είναι τα γένη *Nummulites* και *Alveolina*, τα οποία υπάρχουν εντός των λεπτών τομών περίπου στα ίδια ποσοστά. Σε μικρότερο αριθμό, αναγνωρίστηκαν άτομα από το γένος *Discocyclina* και άτομα από την οικογένεια των *Miliolidae*.

Προσδιορίστηκαν δύο είδη από το γένος των *Nummulites*, το *N. tauricus* και το *N. soerebergensis*. Το σχήμα των κελυφών διαφέρει, αφού του *N. tauricus* είναι ελλειπτικό, γεγονός που σύμφωνα με τους Mateu-Vicens et al. (2011), διαβίωση στη μεσο-ευρωτική ζώνη, ενώ το σχήμα του κελύφους του *N. soerebergensis* είναι σφαιρικό υποδηλώνοντας διαβίωση στην ευρωτική ζώνη (Εικ. 62).

Η κατάσταση των κελυφών παρουσιάζει διαβαθμίσεις του βαθμού παραμόρφωσης. Στα μικρότερα κελύφη παρατηρήθηκαν οπές ακανόνιστων σχημάτων καθώς και καταστροφή του εξωτερικού κελύφους. Σύμφωνα με τον Beavington-Penney (2004), η εικόνα των κελυφών μαρτυρά μέτρια μεταφορά ή μέτρια επίδραση των κυμάτων. Ωστόσο, στα μεγάλα άτομα, τα κελύφη τους εμφανίζουν μεγαλύτερη καταστροφή και από τις δύο πλευρές τους, υποδηλώνοντας μια εκτεταμένη μεταφορά ή επίδραση των κυμάτων (Εικ. 63).

Τέλος, με βάση τους Rahman et al. (2017), το βάθος διαβίωσης της συνάντησης υπολογίζεται περίπου στα 80m.

0		Test generally undamaged. Outer wall may be missing/damaged on one side of the test.	<i>in situ</i>
1		Holes with irregular margins may puncture outer wall on one side of the test. Outer wall may be missing/damaged on one side of the test. Shallow 'pits' (which don't penetrate outer wall) may cover entire test surface, e.g. where arrowed ↗	Moderate transport/ wave re-working
2		Outer test wall may be missing/damaged on one or both sides. Holes with irregular margins may penetrate outer wall on both sides of the test, e.g. where arrowed ↖ Shallow 'pits' (which don't penetrate outer wall) may cover entire test surface, e.g. where arrowed ↘ 'Micro-pits' may penetrate outer wall on both sides of the test.	Extensive transport/ wave re-working
3		Tests may exhibit a range of damage from breakage of the marginal cord of the penultimate whorl, and fracturing through the entire test thickness, to disintegration into fine sand- and silt-sized fragments.	May reflect transport distances much greater than in category 2, or transport within turbidity currents, or predation by large bioeroders such as fish and echinoids

Εικόνα 63. Κλίμακα των ταφονομικών χαρακτηριστικών που παρατηρούνται στους *Nummulites*, ως ένδειξη του βαθμού μεταφοράς ή της δράσης των κυμάτων, έτσι ώστε να καταστεί δυνατή η σύγκριση μεταξύ διαφορετικών φάσεων και περιβαλλόντων κατά τη μελέτη των λεπτών τομών των ασβεστόλιθων. Η καταστροφή του κελύφους που αναφέρονται στις κατηγορίες 0, 1 και 2 βασίζονται σε πειράματα στο σύγχρονο είδος *Palaeonummulites venosus* και εκείνες της κατηγορίας 3 βασίζονται σε μελέτες πεδίου σε τουρβιδίτες που φέρουν *Nummulites* και σε δημοσιευμένες μελέτες για την ταφονομία των μεγάλων βενθονικών τρηματοφόρων. Ο προσδιορισμός των διαδικασιών που είναι υπεύθυνες για την κατηγορία 3 αναφέρεται σε διαδικασίες διάβρωσης από διατρητικούς οργανισμούς όπως σπόγγοι, σκουλήκια και μερικά δίθυρα (Beavington-Pennney, 2004).

5.3.4 Τρίπολη-Δερβενάκια

Αν και τα είδη των *Nummulites* είναι ίδια για τις περιοχές της Τρίπολης και των Δερβενακίων, παρουσιάζονται ορισμένες βασικές διαφορές στη συνοδή πανίδα οι οποίες διαφοροποιούν τις παλαιοπεριβαλλοντικές συνθήκες.

Η συνάθροιση της Τρίπολης εντοπίζεται εντός ενός ασβεστολιθικού ορίζοντα και χαρακτηρίζεται από μεγάλα τρηματοφόρα. Το μεγαλύτερο πλήθος της πανίδας αντιστοιχεί στο γένος *Nummulites*. Ωστόσο αναγνωρίστηκε και το γένος *Discocyclus*. Από το γένος των *Nummulites* προσδιορίστηκαν δύο είδη, το *N. millecaput* και το *N. ataticus*. Τα δύο είδη παρουσιάζουν διαφορά στο σχήμα του κελύφους τους. Ο *N. ataticus* φέρει ελλειπτικό, ενώ ο *N. millecaput* επίπεδο κέλυφος. Σύμφωνα με τους Mateu-Vicens et al. (2011) το ελλειπτικό σχήμα καταδεικνύει μεσο-ευρωτικές συνθήκες, ενώ τα άτομα με επίπεδο κέλυφος βρίσκονται βαθύτερα στην ευρωτική ζώνη (Εικ. 62).

Η πανίδα χαρακτηρίζεται από την επικράτηση του είδους *N. millecaput*, αλλά συνοδεύεται και από άτομα του γένους *Discocyclus*. Επομένως επικρατούσε στην oligo-ευρωτική ζώνη (Mateu-Vicens et al., 2011) (Εικ. 63). Με βάση τους Rahman et al. (2017) το βάθος υπολογίζεται περίπου στα 80-100m.

Από την εικόνα των κελυφών στις λεπτές τομές, υποδηλώνονται διαφορετικοί βαθμοί παραμόρφωσης. Τα κελύφη του *N. millicarput* παρουσιάζουν καταστροφές στο εξωτερικό τοίχωμα και από τις δύο πλευρές του κελύφους και σε κάποια άτομα αυτό λείπει. Επίσης, επάνω στο τοίχωμά τους φέρουν οπές με ακανόνιστα όρια. Αντίθετα, τα κελύφη του *N. atacicus* παρουσιάζουν είτε καταστροφή και οπές, είτε έλλειψη του τοιχώματος μόνο από τη μία πλευρά του κελύφους. Σύμφωνα με τον Beavington-Penney (2004) τα κελύφη του *N. millicarput* υποδηλώνουν εκτεταμένη μεταφορά ή εκτεταμένη δράση κυμάτων ενώ του *N. atacicus* υποδηλώνουν μια μέτρια μεταφορά ή δράση κυμάτων (Εικ. 63).

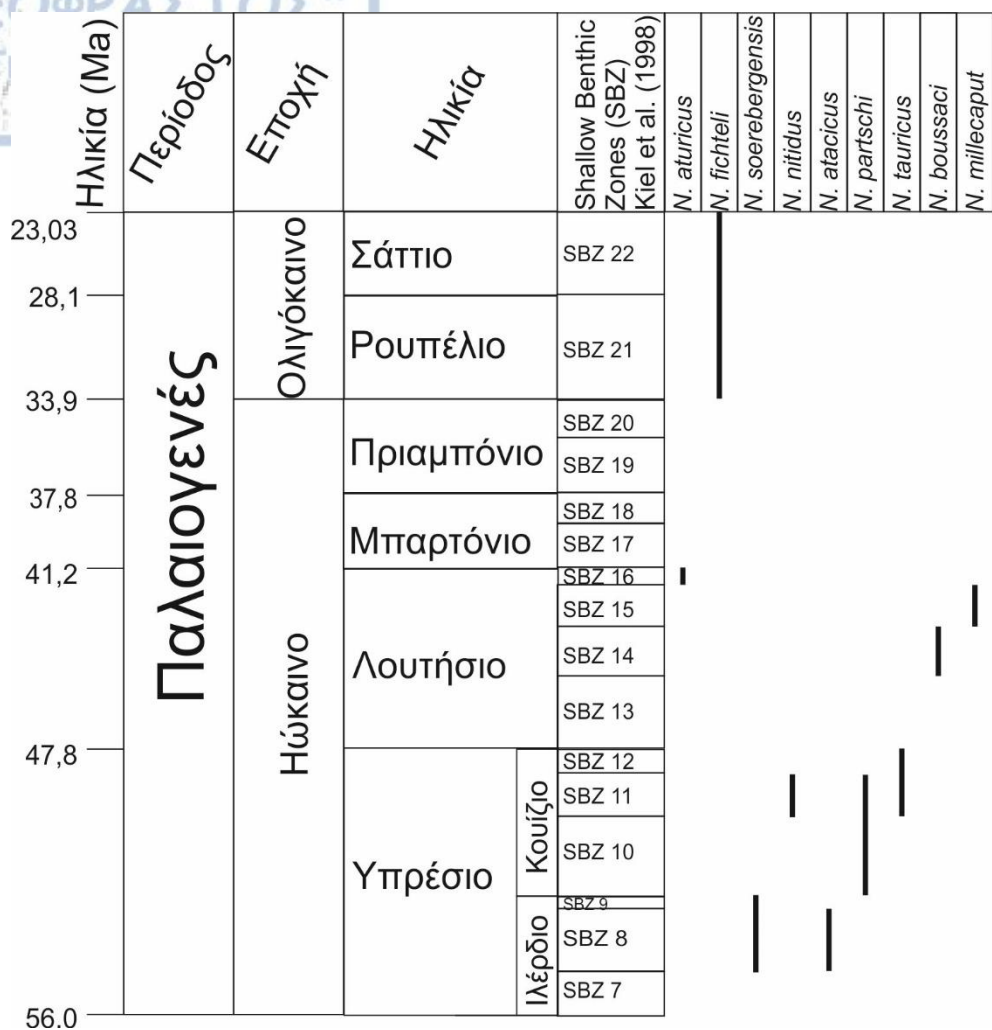
Στην περιοχή των Δερβενακίων προσδιορίστηκαν τα ίδια είδη με την περιοχή της Τριπόλεως. Τα ποσοστά των δύο ειδών εντός των τομών φέρουν παρόμοιες τιμές. Για τον *N. millicarput* εξακολουθεί να υπάρχει η ίδια εικόνα. Αντίθετα, τα άτομα του *N. atacicus* παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις. Τα κελύφη του τελευταίου είναι έντονα παραμορφωμένα. Το κέλυφος του είναι κατεστραμμένο και από τις δύο πλευρές και υπάρχουν οπές, οι οποίες διατρυπούν το κέλυφος εντελώς είτε ως ένα σημείο. Σύμφωνα με τον Beavington-Penney (2004) (Εικ. 63), από την εικόνα αυτή προκύπτει πως υπήρξε εκτεταμένη μεταφορά ή έντονη δράση των κυμάτων πάνω στα κελύφη. Ακόμη μια διαφορά, σε σχέση με τη συνάθροιση της Τρίπολης, έγκειται στην παρουσία του γένους *Assilina*. Με βάση αυτές τις διαφορές, ίσως η πανίδα των Δερβενακίων διαβιούσε λίγο πιο ψηλά στην ευρωτική ζώνη σε σχέση με αυτή της Τρίπολης.

5.4 Στρωματογραφική και Γεωτεκτονική τοποθέτηση Βιοζώνες

Βάσει των μεγάλων βενθονικών τρηματοφόρων (LBF) προσδιορίστηκαν βιοζώνες (Shallow Benthic Zones, SBZ) του Παλαιοκαίνου-Ηώκαινου (Kiel et al., 1998) και του Ολιγοκαίνου (Cahuzac and Poignaut, 1997, 1998) της Τηθύος, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν στη χρονοστρωματογραφική τοποθέτηση των σχηματισμών της παρούσας εργασίας. Η βιοστρωματογραφία επιτεύχθηκε βάσει της μελέτης του γένους *Nummulites*, συμβάλλοντας στην ερμηνεία της στρωματογραφικής θέσης και λαμβάνοντας υπόψιν τις παλαιοπεριβαλλοντικές συνθήκες και τη γεωτεκτονική τοποθέτηση των περιοχών μελέτης.

Τα απολιθώματα του γένους *Nummulites* που βρέθηκαν στην περιοχή της Κίρκης αντιπροσωπεύονται από το είδος *N. fichteli*, ο οποίος αντιστοιχεί στις βιοζώνες SBZ 21/22, χρονολογείται δηλαδή στο Ρουπέλιο με Κ. Σάτιο, στις αρχές του Ολιγοκαίνου. Η βιοστρωματογραφική θέση του *N. fichteli* επιβεβαιώνεται από τους Gedik (2008), Nicora and Silva (1990) και McGowan (2005), οι οποίοι τον τοποθετούν επίσης στις ίδιες βιοζώνες. Στον ελληνικό χώρο ο *N. fichteli* αναφέρεται στην περιοχή της Μεσοελληνικής αύλακας (Weilandt and Schuster, 2004), αλλά και στο νησί της Ζακύνθου (Di Carlo et al., 2010). Η περιοχή της Κίρκης που γειτνιάζει με τον ορεινό όγκο του Άβαντα, τοποθετείται γεωτεκτονικά στη μολασσική λεκάνη του Έβρου, η οποία λειτουργούσε από το Μ. Ηώκαινο έως το Α. Μειόκαινο (Μουντράκης, 2010; Kiliyas et al., 2013, 2015; Παπανικολάου, 2015). Στους ηώκαινικούς ασβεστόλιθους της μολασσικής λεκάνης έχουν αναφερθεί απολιθώματα τρηματοφόρων όπως *Nummulites* (Μουντράκης, 2010) και συγκεκριμένα κοντά στο χωριό του Άβαντα παρατηρήθηκαν σε ασβεστολίθους του Α. Λουτήσιου (Robertson and Mountrakis, 2006). Το είδος όμως *N. fichteli* που σηματοδοτεί τις αρχές του Ολιγοκαίνου, βρέθηκε και στο τμήμα της μολασσικής λεκάνης της Θράκης στην Τουρκία (Islamoglu et al., 2008), σε έναν παρόμοιο σχηματισμό στρωματομένων αμμούχων αργίλων, όπως και στην περιοχή της Κίρκης. Σύμφωνα με τους Papanikolaou and Triantaphyllou (2010) εξαιτίας της δράσης των συν-ιζηματογενών ρηγμάτων στην ευρύτερη περιοχή, δημιουργούνται υπολεκάνες, οι οποίες πληρώνονται με κλαστικά ιζήματα, υλικό διάβρωσης από τα υπερκείμενα ανθρακικά πετρώματα. Πιθανό αποτέλεσμα αυτού, όπως και μεταγενέστερων επεισοδίων αποτελεί η διάβρωση και μεταφορά των Νουμμουλιτών τόσο ανατολικά (Τουρκία), όσο και δυτικά (Κίρκη) του Άβαντα όπου τοποθετείται ο μητρικός νουμμουλιτοφόρος ασβεστόλιθος.

Ο απολιθωματοφόρος ορίζοντας που εξετάστηκε από την περιοχή της Βασιλικής, σύμφωνα με την παρουσία του *N. aturicus*, αντιστοιχεί στη βιοζώνη SBZ 16, όπως αυτή έχει περιγραφεί από την Kiel et al. (1998). Η βιοζώνη αυτή αναφέρεται στο μέσο Ηώκαινο και συγκεκριμένα στο Ανώτερο Λουτήσιο και από τους Blondeau (1972), Nicora and Silva (1990), Schaub (1998) και Less (1998). Η παρουσία του στον ελληνικό χώρο επιβεβαιώνεται από τους Di Carlo et al. (2010) για το νησί της Ζακύνθου, αλλά και τους Weilandt and Schuster (2004) για τη Μεσοελληνική αύλακα στην οποία ανήκει και η περιοχή μελέτης. Βέβαια στη λεκάνη της Μεσοελληνικής Αύλακας έχουν αναγνωριστεί και άλλα είδη *Nummulites* (Weilandt and Schuster, 2004; ΙΓΜΕ, 1972) τα οποία όμως δε βρέθηκαν στα μελετηθέντα δείγματα καθώς αναφέρονται σε διαφορετικούς σχηματισμούς και ηλικίες. Στην περιοχή της Βασιλικής, ο απολιθωματοφόρος ορίζοντας εντοπίζεται εντός ενός ασβεστολίθου και η εικόνα των Νουμμουλιτών δηλώνει μικρή μεταφορά ή ήπια δράση κυμάτων (Beavington-Penney, 2004) υποδηλώνοντας τον αυτόχθονο χαρακτήρα της βιοκοινωνίας.



Εικόνα 64. Βιοζώνες των ειδών των Νουμμουλιτών που προσδιορίστηκαν.

Στην περιοχή του Περιβολίου μελετήθηκαν δείγματα από τρεις διαφορετικές θέσεις στρωματογραφικά διαδοχικές που αντιπροσωπεύουν και διαφορετικές βιοζώνες. Στην κατώτερη στρωματογραφικά Θέση Prv 1, τα είδη *N. nitidus* και *N. partschi* που προσδιορίστηκαν, αντιστοιχίζουν το απολιθωματοφόρο στρώμα στη βιοζώνη SBZ 11 (Kiel et al., 1998) στο Μέσο Κουίζιο, του Κ. Ηωκαίνου. Αντίστοιχη στρωματογραφική εξάπλωση περιγράφουν οι Blondeau (1972), Schaub (1998) και Less (1998), ενώ μόνο οι Zakrevskaya et al. (2009), περιγράφουν πως η παρουσία του *N. nitidus* χαρακτηρίζει το ανώτερο Υπρέσιο. Το είδος *N. partschi* δεν έχει αναφερθεί στον ελληνικό χώρο, ωστόσο περιγράφεται από την Belmustakov (1969), στη συνέχεια της ζώνης Γαβρόβου στη Βουλγαρία. Ο απολιθωματοφόρος ορίζοντας αντιστοιχεί σε ένα λεπτόκοκκο ψαμμιτικό ασβεστόλιθο και η εικόνα των Νουμμουλιτών υποδηλώνει μέτρια μεταφορά ή μέτρια κυματική δράση (Beavington-Penney, 2004). Σύμφωνα με το σχήμα του κελύφους τους και τη συνοδή πανίδα, η συνάθροιση επικρατούσε ανάμεσα στη μεσο-ευρωτική και ολιγο-ευρωτική ζώνη σε βάθη περίπου 80-100m (Rahman et al., 2017).

Στα δείγματα από τη Θέση Prv 2, αναγνωρίστηκαν τα είδη *N. tauricus*, *N. soerebergensis* και *N. boussaci*. Ενδιαφέρον, παρουσιάζεται καθώς τα τρία είδη που προσδιορίστηκαν, αντιπροσωπεύουν διαφορετικές και σε χρονική απόσταση μεταξύ τους βιοζώνες. Ο *N. soerebergensis* χαρακτηρίζει τις βιοζώνες SBZ 8/9 του Μ.-Α. Ιλερδίου, ο *N. tauricus* τις

βιοζώνες SBZ 11/12 του M.-A. Κουιζίου και ο *N. boussaci* αναφέρεται στη βιοζώνη SBZ 14 του M. Λουτήσιου. Το απολιθωματοφόρο στρώμα απαντάται σε έναν αδρόκκοκο ψαμμιτικό ασβεστόλιθο, το οποίο στην πραγματικότητα έχει την εικόνα ενός μικροκροκαλοπαγούς. Οι κλάστες του φέρουν ποικιλία στο μέγεθος, κακή ταξινόμηση και κάποιοι από αυτούς είναι δευτερογενώς τοποθετημένοι, καθώς περιέχουν πανίδα Miliolidae. Επιπρόσθετα, ενώ τα είδη των Νουμμουλιτών που προσδιορίστηκαν ανήκουν σε διαφορετικά βάθη της ευφωτικής ζώνης (Mateu-Vicens et al., 2011), ο βαθμός καταστροφής του κελύφους τους είναι ο ίδιος, υποδεικνύοντας εκτεταμένη μεταφορά και έντονη κυματική δράση (Beavington-Penney, 2004). Επομένως πρόκειται για μία αλλόχθονη βιοκοινωνία.

Στο στρώμα της Θέσης Prv 3 (στρωματογραφικά ανώτερη), προσδιορίστηκε μόνο ένα είδος το *N. boussaci*. Το είδος *N. boussaci*, αντιστοιχεί στη βιοζώνη SBZ 14, στο Μέσο Λουτήσιο (Kiel et al., 1998; Blondeau, 1972; Schaub, 1998; Less, 1998). Στη Θέση αυτή, οι κλάστες αποκτούν το μέγιστο μέγεθός τους. Το ίδιο παρατηρείται και στα κελύφη των *Nummulites*. Βάσει του σχήματός τους υποδεικνύεται πως διαβιούσαν στη μεσο-ευφωτική ζώνη (Mateu-Vicens et al., 2011) και πως έχουν υποστεί μετρίου βαθμού μεταφορά και κυματική δράση (Beavington-Penney, 2004).

Στην περιοχή του Περιβολίου οι απόψεις περί της γεωτεκτονικής του τοποθέτησης και χρονολόγησης των πετρωμάτων, δίστανται. Ο Μουντράκης (2010) θεωρεί πως η ευρύτερη περιοχή αποτελείται από τα βαθιά ιζήματα της Πίνδου και τον άγριο ηωκαινικό φλύσχη, τα οποία εφφιπεύει το οφιολιθικό mélange του Αβδέλα. Ο Kemp (1984) υποστηρίζει πως το σύμπλεγμα του Περιβολίου αποτελείται από μια ιζηματογενή, πελαγικού χαρακτήρα ακολουθία, Άνω Τριαδικής-Μέσο Ιουρασικής ηλικίας. Ωστόσο ο σχηματισμός της περιοχής μελέτης τοποθετείται στη βάση του καλύμματος και χαρακτηρίζεται ως ένας χαοτικός φλύσχος της Πίνδου με νουμμουλιτοφόρα ασβεστολιθικά λατυποπαγή πιθανά Ηωκαινικής ηλικίας (Kemp, 1984), ο οποίος εμφανίζεται εξαιτίας της κατάρρευσης του mélange. Ο Παπανικολάου (1988) κάνει αναφορά σε αντίστοιχους ασβεστόλιθους που φέρουν απολιθώματα από *Nummulites* και πως αυτά εντοπίστηκαν εντός ολισθόλιθων που υπάρχουν μέσα σε φλύσχικά τεκτονικά παράθυρα της Βόρειας Πίνδου.

Στην περιοχή του Περιβολίου, οι Νουμμουλιτοφόροι ασβεστόλιθοι υπόκεινται του φλύσχη και παρουσιάζουν συνεχόμενη ιζηματογένεση από το Κατώτερο έως το Μέσο Ηώκαινο, όπως προκύπτει από τις Θέσεις 1 και 3. Στη Θέση 2 η εικόνα του ασβεστολιθικού μικροκροκαλοπαγούς παρουσιάζεται χαοτική και πιθανά αποτελεί ένα μεταβατικό στάδιο μεταξύ των δύο προηγούμενων θέσεων με έντονα φαινόμενα μεταφοράς. Οι έντονες αυτές διεργασίες είχαν ως αποτέλεσμα την ενσωμάτωση ετερόκλητων κλαστών αλλά και Νουμμουλιτών διαφόρων ηλικιών από το Κ. Ηώκαινο έως το Μ. Ηώκαινο, ενδεικτικό για την ύπαρξη Κ. Ηωκαινικών μορφών που τροφοδότησαν το μικροκροκαλοπαγές.

Στις τρεις θέσεις του Περιβολίου προσδιορίστηκαν πέντε είδη, εκ των οποίων τα τρία ανήκουν στην ομάδα του *N. partschi*. Εμφανίζουν πανομοιότυπα μορφολογικά χαρακτηριστικά και διαφοροποιούνται στις διαστάσεις της πρωτοκόγχης και του κελύφους καθώς παρατηρείται διαδοχική αύξηση αυτών, από την Θέση Prv 1 προς την Prv 3. Τα είδη αυτά, *N. partschi* - *N. tauricus* - *N. boussaci* αντιπροσωπεύουν μια φυλογενετική σειρά με μεταβατικές μορφές μεταξύ αυτών (Schaub, 1981), που εμφανίζεται από την κατώτερη έως και τη στρωματογραφικά ανώτερη θέση, γεγονός που επιβεβαιώνει τη λειτουργία μιας νηρητικής λεκάνης με συνεχή ιζηματογένεση.

Στον απολιθωματοφόρο ορίζοντα από την περιοχή της Ιονίου, αναγνωρίστηκαν δύο είδη, τα *N. tauricus* και *N. soerebergensis*, τα οποία χαρακτηρίζουν τις βιοζώνες SBZ 8/9 και SBZ 11/12 αντίστοιχα (Kiel et al., 1998; Blondeau, 1972; Schaub, 1998; Less, 1998). Ο συγκεκριμένος ορίζοντας απαντάται σε ένα ασβεστολιθικό μικροκροκαλοπαγές, ο οποίος στρωματογραφικά αναφέρεται ως το στρώμα πριν την απόθεση του φλύσχη της Ιονίου και περιέχει πανίδα Νουμμουλιτών (Karakitsios and Rigakis, 2007). Ο σχηματισμός αυτού του νουμμουλιτοφόρου μικροκροκαλοπαγούς, σύμφωνα με τους Papanikolaou and Lekkas (2001), οφείλεται πιθανότατα σε κατολισθητικά φαινόμενα, που τους μετέφεραν από τους γειτονικούς νηριτικούς ασβεστόλιθους του Γαβρόβου. Αυτό επιβεβαιώνεται από την κατάσταση των κελυφών που παρουσιάζει διαβαθμίσεις του βαθμού παραμόρφωσης και η οποία μαρτυρά από μέτρια έως εκτεταμένη κυματική δράση και μεταφορά της μικροπανίδας. Η ίδια εικόνα αλλά και η ίδια πανίδα συναντάται και στη Θέση Prv 2 του Περιβολίου με πιθανό κοινό τρόπο σχηματισμού και προέλευση.

Οι περιοχές της Τρίπολης και των Δερβενακίων (ζώνη Γαβρόβου) χαρακτηρίζονται από τα είδη *N. millicaput* και *N. atacicus*. Το *N. millicaput*, είναι ένα από τα είδη που αντιπροσωπεύουν την βιοζώνη SBZ15 (Kiel et al. 1998) ηλικίας Α. Λουτήσιου. Την ίδια στρωματογραφική εξάπλωση περιγράφουν οι Less (1998), BouDagher-Fadel (2010) και Pince (2014), αλλά και η Belmustakov (1969) περιγράφοντας τη ζώνη Γαβρόβου στη Βουλγαρία. Επίσης, η Belmustakov (1969) στη ζώνη Γαβρόβου (Βουλγαρία), προσδιορίζει και το είδος *N. atacicus*, τοποθετώντας το στρωματογραφικά στο Κ. Λουτήσιο. Ωστόσο, οι (Kiel et al. 1998) και Less (1998) το τοποθετούν στη βιοζώνη SBZ 8 στο Μ. - Α. Ιλέρδιο. Σύμφωνα με το σχήμα του κελύφους τους ο *N. atacicus*, καταδεικνύει μεσο-ευφωτικές συνθήκες, ενώ ο *N. millicaput* είναι χαρακτηριστικό είδος της oligo-ευφωτικής ζώνης (Mateu-Vicens et al., 2011). Ακόμη, η παρουσία του γένους *Discocyclina* στη συνάθροιση σε συνδυασμό με τους Νουμμουλίτες υποδεικνύει ένα βάθος περίπου στα 80-100m (Rahman et al., 2017). Η παραμόρφωση των κελυφών και στις δύο περιπτώσεις υποδηλώνει εκτεταμένη μεταφορά ή εκτεταμένη δράση κυμάτων (Beavington-Pennney, 2004). Βέβαια, στο είδος *N. millicaput* αυτό πιθανά οφείλεται στην κυματική δράση και όχι σε εκτεταμένη μεταφορά, καθώς το μεγάλο μέγεθος του κελύφους του είναι ευάλωτο σε αυτές τις συνθήκες. Σε αντίθεση τα κελύφη του *N. atacicus*, παρουσιάζουν έντονη τεκτονική καταπόνηση επιβεβαιώνοντας την εκτεταμένη τους μεταφορά. Έτσι καθίσταται σαφής η παρουσία Κάτω Ηωκαινικής πανίδας η οποία τροφοδότησε με κλάστες τον Ηωκαινικό (Α. Λουτήσιο) ασβεστόλιθο των περιοχών Τρίπολης και Δερβενακίων, όπως αυτός προσδιορίστηκε τόσο από άλλους ερευνητές, όσο και στα αντίστοιχα στρώματα Γαβρόβου της Βουλγαρίας.

6 Συμπεράσματα

Η παρούσα διπλωματική εργασία, με αντικείμενο τη μελέτη των συναθροίσεων των μεγάλων βενθονικών τρηματοφόρων και συγκεκριμένα των αντιπροσώπων του γένους *Nummulites* που εντοπίστηκαν εντός Ηωκαινικών νηρητικών ακολουθιών από διάφορες θέσεις του ελλαδικού χώρου, παρέχει τα πρώτα δημοσιευμένα βιοστρωματογραφικά δεδομένα για την Ελλάδα. Τα δεδομένα αυτά καθιστούν δυνατή τη σύγκριση τους με άλλες βιοζώνες και καθιστούν δυνατή την ακριβή χρονολόγηση των ακολουθιών. Περιγράφονται η συστηματική ταξινόμηση, η βιοστρωματογραφία και οι μορφομετρικές αναλύσεις για κάθε είδος που προσδιορίστηκε. Οι μορφομετρικές αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν αποτελούν επίσης τα πρώτα αντίστοιχα στοιχεία για τον Ελληνικό χώρο.

Στην περιοχή της Κίρκης, οι *Nummulites* βρέθηκαν εντός ενός αργιλικού στρώματος ωστόσο πηγή προέλευσής τους θα πρέπει να αποτελούν οι Νουμμουλιτοφόροι ασβεστόλιθοι της ευρύτερης περιοχής, ίσως οι ασβεστόλιθοι του Άβαντα Άβαντα. Στρωματογραφικά, η θέση αυτή είναι τμήμα της μολασσικής λεκάνης της Θράκης. Τα δείγματα που συλλέχθηκαν, ήταν μεμονωμένα άτομα και για την επίτευξη της διχοτόμησής τους πραγματοποιήθηκαν δύο μέθοδοι, της πυράκτωσης και της κατασκευής στυλπνών τομών. Προσδιορίστηκε το είδος *N. fichteli*, το οποίο έχει περιγραφεί σε προηγούμενες, παλαιότερες μελέτες στη Μεσοελληνική Αύλακα αλλά και στη μολασσική λεκάνη της Θράκης, στην Τουρκία. Η παρουσία του *N. fichteli* αντιστοιχεί το απολιθωματοφόρο στρώμα στις βιοζώνες SBZ 21/22, στις αρχές του Ολιγοκαίνου.

Η περιοχή της Βασιλικής αποτελεί τμήμα της Μεσοελληνικής αύλακας. Τα μικροαπολιθώματα εντοπίστηκαν εντός ενός ψαμμιτικού ασβεστόλιθου και προκειμένου να πραγματοποιηθεί η μελέτη τους, κατασκευάστηκαν λεπτές τομές. Από τη μελέτη τους, αναγνωρίστηκε πανίδα από *Nummulites*, *Alveolina* και *miliolids*. Από το γένος των *Nummulites* προσδιορίστηκε το είδος *N. aturicus*. Ο *N. aturicus* έχει περιγραφεί στη Μεσοελληνική αύλακα, στη μολασσική λεκάνη της Θράκης στην Τουρκία και στη Ζάκυνθο. Η παρουσία του *N. aturicus* στο απολιθωματοφόρο στρώμα, αντιστοιχεί το τελευταίο στη βιοζώνη SBZ 16. Σύμφωνα με την μορφή του και την εικόνα των κελυφών εντός της λεπτής τομής, τα μικροαπολιθώματα παρουσιάζουν μικρού βαθμού μεταφορά ή δράση κυμάτων.

Στην περιοχή του Περιβολίου μελετήθηκαν δείγματα από τρεις διαφορετικές θέσεις. Στην κατώτερη στρωματογραφικά Θέση Prv 1, τα είδη *N. nitidus* και *N. partschi* που προσδιορίστηκαν, αντιστοιχίζουν το απολιθωματοφόρο στρώμα στη βιοζώνη SBZ 11 στο Μέσο Κουίζιο, του Κ. Ηωκαίνου. Ο απολιθωματοφόρος ορίζοντας αντιστοιχεί σε ένα λεπτόκοκκο ψαμμιτικό ασβεστόλιθο και η εικόνα των Νουμμουλιτών υποδηλώνει μέτρια μεταφορά ή μέτρια κυματική δράση, ανάμεσα στη μεσο-ευφωτική και ολιγο-ευφωτική ζώνη σε βάθη περίπου 80-100m. Στα δείγματα από τη Θέση Prv 2, αναγνωρίστηκαν τα είδη *N. tauricus*, *N. soerebergensis* και *N. boussaci*. Ο *N. soerebergensis* χαρακτηρίζει τις βιοζώνες SBZ 8/9 του Μ.-Α. Ιλνερδίου, ο *N. tauricus* τις βιοζώνες SBZ 11/12 του Μ.-Α. Κουιζίου και ο *N. boussaci* αναφέρεται στη βιοζώνη SBZ 14 του Μ. Λουτήσιου. Το απολιθωματοφόρο στρώμα απαντάται σε έναν αδρόκοκκο μικρολατυποπαγή ψαμμιτικό ασβεστόλιθο και τα είδη των Νουμμουλιτών που προσδιορίστηκαν ανήκουν σε διαφορετικά βάθη της ευφωτικής ζώνης, ενώ ο βαθμός καταστροφής του κελύφους τους είναι μεγάλος, υποδεικνύοντας εκτεταμένη μεταφορά και έντονη κυματική δράση μιας αλλόχθονης βιοκοινωνίας. Στο στρώμα της Θέσης Prv 3 (στρωματογραφικά ανώτερη), προσδιορίστηκε το είδος *N.*

boussaci, που αντιστοιχεί στη βιοζώνη SBZ 14, στο Μέσο Λουτήσιο. Η πανίδα διαβιούσε στη μεσο-ευρωτική ζώνη και έχει υποστεί μετρίου βαθμού μεταφορά και κυματική δράση. Στην περιοχή του Περιβολίου, οι Νουμμουλιτοφόροι ασβεστόλιθοι υπόκεινται του φλύσχη και παρουσιάζουν συνεχόμενη ιζηματογένεση από το Κατώτερο έως το Μέσο Ηώκαινο. Στη Θέση 2 η εικόνα του ασβεστολιθικού μικροκροκαλοπαγούς παρουσιάζεται χαοτική και πιθανά αποτελεί ένα μεταβατικό στάδιο μεταξύ των δύο προηγούμενων θέσεων με έντονα φαινόμενα μεταφοράς. Στις τρεις θέσεις του Περιβολίου προσδιορίστηκαν πέντε είδη, εκ των οποίων τα τρία ανήκουν στην ομάδα του *N. partschi*. Τα είδη *N. partschi* - *N. tauricus* - *N. boussaci* αντιπροσωπεύουν μια φυλογενετική σειρά με μεταβατικές μορφές μεταξύ αυτών, επιβεβαιώνοντας τη λειτουργία μιας νηριτικής λεκάνης με συνεχή ιζηματογένεση.

Η περιοχή της Μανωλιάσας, στην Ιόνιο, στρωματογραφικά ανήκει στην ζώνη της Ιονίου. Η συνάθροιση της εντοπίζεται εντός ενός ασβεστολιθικού μικρολατυοπαγούς, το οποίο αποτελεί το στρώμα πριν την απόθεση του φλύσχη της Ιονίου. Η πανίδα αποτελείται από τα γένη *Nummulites*, *Alveolina* και σε μικρότερο ποσοστό *Discocyclus*. Από το γένος των *Nummulites* προσδιορίστηκαν δύο είδη, *N. soerebergensis* και *N. tauricus*, τα οποία χαρακτηρίζουν τις βιοζώνες SBZ 8/9 (Α. Ιλέρδιο) και SBZ 11/12 (Α. Κουίζιο) αντίστοιχα. Τα κελύφη των Νουμμουλιτών παρουσιάζουν διαβαθμίσεις του βαθμού παραμόρφωσης, οι οποίες μαρτυρούν από μέτρια έως εκτεταμένη κυματική δράση και μεταφορά της μικροπανίδας. Αυτό οφείλεται πιθανότατα σε κατολισθητικά φαινόμενα, που τους μετέφεραν από τους γειτονικούς νηριτικούς ασβεστόλιθους του Γαβρόβου.

Οι περιοχές της Τρίπολης και των Δερβενακίων τοποθετούνται γεωτεκτονικά στη ζώνη Γαβρόβου-Τριπόλεως, με τα Δερβενάκια να αποτελούν τεκτονικό παράθυρό της. Η συνάθροιση από τις περιοχές της Τρίπολης και των Δερβενακίων εντοπίζεται εντός ασβεστολιθικών πετρωμάτων και αποτελείται από *Nummulites* και *Discocyclus*. Από τις λεπτές τομές που κατασκευάστηκαν, αναγνωρίστηκαν και για τις δύο περιοχές τα είδη *N. millecaput* και *N. atacicus*, σε μικρότερο ποσοστό, ενώ και τα δύο είδη έχουν περιγραφεί στη ζώνη Γαβρόβου στην περιοχή της Βουλγαρίας. Ο *N. millecaput* χαρακτηρίζει τη βιοζώνη SBZ 15, στο μέσο Λουτήσιο και είναι χαρακτηριστικό είδος της ολιγο-ευρωτικής ζώνης. Το είδος *N. atacicus* τοποθετείται στη βιοζώνη SBZ 8 στο Μ.-Α. Ιλέρδιο και καταδεικνύει μεσο-ευρωτικές συνθήκες. Ακόμη, η παρουσία του γένους *Discocyclus* στη συνάθροιση σε συνδυασμό με τους Νουμμουλίτες υποδεικνύει ένα βάθος περίπου στα 80-100m. Η παραμόρφωση των κελυφών στο είδος *N. millecaput* πιθανά οφείλεται στην κυματική δράση, ενώ στο *N. atacicus* υποδηλώνει εκτεταμένη μεταφορά. Έτσι καθίσταται σαφής η παρουσία Κ. Ηώκαινης πανίδας η οποία τροφοδότησε με κλάστες τον Ηώκαινο (Α. Λουτήσιο) ασβεστόλιθο των περιοχών Τρίπολης και Δερβενακίων.

7 Βιβλιογραφία

- Afzal, J., 2010. Evolution of larger benthic foraminifera during the Paleocene-early Eocene interval in the east Tethys (Indus basin, Pakistan). Doctorate Thesis, Department of Geology University of Leicester, pp. 229.
- Alexopoulos, A., Hang, H. and Krahel, J., 2000. First Nummulites from the «Plattenkalk» sequence in the Lefka Ori, West Crete. *Extrait des Annales Géologiques des Pays Helleniques* 38, Fasc. C.
- Aubouin, J., 1959. Contribution à l'étude géologique de la Grèce septentrionale: le confins de l'Épire et de la Thessalie. *Annales Géologiques des Pays Helléniques* 10, 1-484.
- Aubouin, J. and Dercourt, J., 1963. Zone préapulienne, zone ionienne et zone du Gravovo en Péloponnèse occidentale. *Bulletin de la Société géologique de France* 4(7), 785-794.
- Aubouin, J., and Neumann, M., 1959. Contribution a l'étude stratigraphique et micropaléontologique de l'Eocène en Grèce. *Revue de Micropaléontologie* 2, 31-49.
- Avşar, A., 1991. Presence of Nummulites fabianii (Prever) group (Nummulites ex gr. fabianii) and associated foraminifers in THE Elazığ region. *Mineral Res. ExPlate Bull.* 112, 71-76.
- Barattolo, F., Bassi, D. and Romano, R., 2007. Upper Eocene larger foraminiferal–coralline algal facies from the Klokova Mountain (southern continental Greece). *Facies*.
- Barbieri, R., 1992. Foraminifers of the Eptahori Formation (early Oligocene) of the Mesohellenic basin, Northern Greece. *Journal of Micropalaeontology*, 11, 73-8.
- Beavington-Penney, S.J., 2004. Analysis of the effects of abrasion on the test of *Palaeonummulites venosus*: implications for the origin of nummulithoclastic sediments. *Palaaios* 19, 143-155.
- Beavington-Penney, S.J. and Racey, A., 2004. Ecology of extant nummulitids and other large benthic foraminifera: applications in palaeoenvironmental analysis. *Earth-Sci Rev* 67, 219-265.
- Belmustakov, E., 1969. Large foraminifera from the Lutetian of the Lukovit syncline (Northern Bulgaria). *Annales de la société géologique de Pologne* XXXIX.
- Bizon, G., 1967. Contribution à la connaissance des foraminifères planctoniques d'Épire et des Îles Ioniennes (Grèce occidentale) depuis la Paléogène supérieur jusqu'au Pliocène. *Éditions Technip, Publications Institut Français du Pétrole*, 1-44.
- Blondeau, A., 1972. *Les Nummulites*. Vuibert, Paris, 254 pp.
- Boukhary, M., Abdelghany, O. and Bahr, S., 2002. Nummulites alsharhani n.sp. (Late Lutetian) from Jabal Hafit and Al Faiyah: Western side of the Northern Oman Mountains, United Arab Emirates. *Revue Paléobiol. Genève* 21 (2), 575-585.
- Boukhary, M., Abdelghany, O., Bahr, S. and Hussein-Kamel, Y., 2005. Upper Eocene larger foraminifera from the Dammam Formation in the border region of United Arab Emirates and Oman. *Micropaleontology* 51(6), 487-504.
- Boukhary, M., Hussein-Kamel, Y., Abdelmalik, W. and Besada, M., 2011. Ypresian Nummulites from the Nile Valley and the Western Desert of Egypt: Their systematic and biostratigraphic significance. *Micropaleontology* 57(1).
- Boukhary, M., Abul-Nasr, R., Al Menoufy, S., Cherif, O. and Höntzsch, S., 2013. Early Eocene Nummulitids from Wadi Dakhel, Egypt: Biometry and stratigraphic implications. *Micropaleontology* 59.
- Bradshaw, J.S., 1957. Laboratory studies of the rate of growth of the foraminifera *Stebulus beccarii* (Linné), var. *tepida* Cushman. *Journal of Paleontology* 31, 1138-1147.
- Bralower, T.J. and Thierstein, H.R., 1984. Low productivity and slow deep-water circulation in Mid-Cretaceous oceans. *Geology* 12, 614-618.
- Buxton, M.W.N. and Pedley, H.M., 1989. A standardised model for Tethyan Tertiary carbonate ramps: *Journal of the Geological Society of London* 146, 746-748.
- Cowen, R., 1983. Algal symbiosis and its recognition in the fossil record. In: Tevesz M.J.S. and McGall P.L. (eds), *Biotic interactions in recent and fossil benthic communities*, Plenum, New York, 432-478.

- De La Harpe, P., 1883. Monographie der in Ägypten und der Libyschen vorkommenden Nummuliten. *Palaentographica*, n. s., 30, 155-216.
- De La Harpe, P., 1884 (1880). Notes sur les Nummulites partschi et oosteri de la Harpe du Calcaire du Michelsberg, pres Stockerau (Autriche) et du Gurnigel-sandstein de Suisse. *Bulletin de la Société Vauclose des Sciences Naturelles*, 33-40.
- De La Harpe, P., 1926. Matériaux pour servir à une monographie des Nummulites et des Assilines. (ed. P. Rozlozsnik). *Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* 27, 1-102.
- Dercourt, J., 1964. Contribution à l'étude géologique d'un secteur du Péloponnèse septentrional. *Annales Géologiques des Pays Helléniques* 15, 1-418.
- Di Carlo, M., Accordi, G., Carbone, F. and Pignatti, J., 2010. Biostratigraphic analysis of Paleogene lowstand wedge conglomerates of a tectonically active platform margin (Zakynthos Island, Greece). *Journal of Mediterranean Earth Sciences* 2, 31-92.
- Doutsos, T., Koukouvelas, I., Zelilidis, A., Kontopoulos, N., 1994. Intracontinental wedging and post-orogenic collapse in the Mesohellenic trough. *Geolog Rundschau* 83, 257-275.
- Drooger, C.W., 1983. Environmental gradients and evolutionary events in some larger foraminifera: *Utrecht Micropalaeontological Bulletins* 30, 255-271.
- Drooger, C.W., Marks, P. and Papp, A., 1971. Smaller radiate Nummulites of northwestern Europe. *Utrecht Micropaleontological Bulletins* 5.
- Δήμου, Γ.Β., 2015. Στρωματογραφική και παλαιοντολογική μελέτη των Ηωκαινικών ιζημάτων της Βασιλικής Τρικάλων (Πτυχιακή εργασία).
- Eichwald, K.E.I., 1830. *Naturhistorische Skizze von Lithauen, Volhynien und Podolien*. In: *Geognostisch-Mineralogischer, Botanischer und Zoologischer Hinsicht*, Verfasser, Wilna, 222 pp.
- Fabiani, R., 1905. Studio geo-paleontologico dei Colli Berici. *Atti del Regio Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti* 64, 1797-1839.
- Ferrière, J., Reynaud, J.Y., Pavlopoulos, A., Bonneau, M., Migiros, G., Chanier F., Proust, J.N., and Gardin, S., 2004. Geologic evolution and geodynamic controls of the Tertiary intramontane piggyback Meso- Hellenic Basin, Greece. *Bulletin de la société géologique de France* 175, 361-381.
- Fleury J.-J., 1980. Les zones de Gavrovo-Tripolitza et du Pinde-olonos (Grèce continentale et Péloponnèse du Nord). Evolution d'une plate-forme et d'un bassin dans leur cadre alpin. *Publication de la Société géologique du Nord* 4, 1-651.
- Florida, G., B., 1932. Alcuni nummuliti dell' Isola di Caso (Dodekaneso). *Boll. Soc. Geol. Italia A*, 289, 405-458.
- Gedik, G., 2008. Foraminiferal description and biostratigraphy of the Oligocene shallow marine sediments in Denizli region, SW Turkey. *Revue de Paléobiologie Genève* 27(1), 25-41.
- Hallock, P. and Glenn, C., 1986. Larger Foraminifera: A tool for paleoenvironment analysis of Cenozoic carbonate depositional facies, *Palaos* 1, 55-64.
- Hallock, P. and Hansen, H.J., 1979. Depth adaptation in *Amphistegina*: change in lamellar thickness. *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 27, 99-104.
- Hallock, P., 1979. Trends in test shape with depth in large, symbiont-bearing foraminifera. *Journal of Foraminiferal Research* 9, 61-69.
- Hallock, P., 1980. The application of ecologic studies of living, algal symbiont-bearing foraminifera to paleoecologic interpretation. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 47, 716-717.
- Hallock, P., 1984. Distribution of larger foraminiferal assemblages on two Pacific coral reefs. *Journal of Foraminiferal Research* 14, 250-261.
- Hallock, P., 1985. Why are larger foraminifera large? *Paleobiology* 11, 195-208.
- Hallock, P., 1998. Habitats of modern larger foraminifera: taxonomic, depth and regional comparisons. Conference abstract, Tertiary to Recent larger foraminifera-their depositional environments and importance as petroleum reservoirs (Kingstonupon-Thames), 13.

- Haynes, J.R., 1965. Symbiosis, wall structure and habitat in foraminifera. Special Publication-Cushman Foundation for Foraminiferal Research 16, 40-43.
- Hilber, V., 1894. Geologische Reise in Nordgriechenland und Makedonien, 1893. Sitzber. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Cl., 102, 575-623.
- Hilber, V., 1896. Geologische Reise in Nordgriechenland und Epirus, 1895. Sitzber. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Cl., 105, 501-520.
- Hochstetter, F., 1870. Die geologischen Verhältnisse des östlichen Theiles der europäischen Türkei, pp. 365-461.
- Hohenegger, J. 2005. Estimation of environmental paleogradient values based on presence/absence data: a case study using benthic foraminifera for paleodepth estimation. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol* 217, 115-130.
- Hohenegger, J., Yordanova, E. and Hatta, A., 2000. Remarks on west Pacific Nummulitidae (Foraminifera): *Journal of Foraminiferal Research* 30, 3-28.
- Hohenegger, J., Yordanova, E., Nakano, Y. and Tatzreiter, F., 1999. Habitats of larger foraminifera on the reef slope of Sesoko Island, Okinawa, Japan: *Marine Micropaleontology* 36, 109-168.
- Hottinger, L. and Dreher, D., 1974. Differentiation of protoplasm in Nummulitidae (Foraminifera) from Elat, Red Sea. *Marine Biology* 25, 41-61.
- Hottinger, L., 1977. Distribution of larger Peneroplidae, Borelis and Nummulitidae in the Gulf of Elat, Red Sea. *Utrecht Micropaleontological Bulletins* 15, 35-109.
- Hottinger, L., 1983. Processes determining the distribution of larger foraminifera in space and time: *Utrecht Micropaleontological Bulletins* 30, 239-253.
- Hottinger, L., 2006. Illustrated glossary of terms used in foraminiferal research. *Carnets de Géologie / Notebooks on Geology, Brest, Memoir* 2006/02.
- Islamoglu, Y., Harzhauser, M., Gross, M., Jiménez-Moreno, G., Coric, S., Kroh, A., Rögl, F. and Van der Made, J., 2010. From Tethys to Eastern Paratethys: Oligocene depositional environments, paleoecology and paleobiogeography of the Thrace Basin (NW Turkey). *Int. J. Earth. Sci. (Geol. Rundsch.)* 99, 183-200.
- Jorry, J.-S., Hasler, A.-C. and Davaud, E., 2006. Hydrodynamic behaviour of Nummulites: implications for depositional models. *Facies* 52(2), 221-235.
- Kemp, A.E.S. and McCaig, A.M., 1984. Origins and significance of rocks in an imbricate thrust zone beneath the Pindos ophiolite, northwestern Greece.
- Kilias, A., Falalakis, G., Sfeikos, A., Papadimitriou, E., Vamvaka, A. and Gkarlaouni, C., 2013. The Thrace basin in the Rhodope province of NE Greece - A tertiary supradetachment basin and its geodynamic implications *Tectonophysics* 595-596, 90-105.
- Kilias, A., Vamvaka, A., Falalakis, G., Sfeikos, A., Papadimitriou, E., Gkarlaouni, Ch. and Karakostas, B., 2015. The Mesohellenic Trough and the Paleogene Thrace Basin on the Rhodope Massif, their Structural Evolution and Geotectonic Significance in the Hellenides. *J Geol Geosci*, 4, 2.
- Kinne, O., 1970. Temperature: general introduction. In: Kinne, O. (ed.), *Marine Ecology* 1(1). Wiley, New York, 321-346.
- Köovesci, S.-A., Silye, L., Less, G. and Filipescu, S., 2016. Odd partnerships among middle Eocene (Bartonian) Nummulites: Examples from the Transylvanian (Romania) and Dorog (Hungary) Basins. *Marine Micropaleontology* 127, 86-98.
- Lee, J.J., 1974. Towards understanding the niche of the foraminifera. In: Hedley, R.H. and Adams, C.G. (eds.), *Foraminifera* vol. 1. Academic Press, London, 207-260.
- Less Gy. 1998b. Statistical data of the inner cross protoconch diameter of Nummulites and Assilina from the Schaub collection. *Opera Dela Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti* (4)34, 183-202.
- Less, G. and Özcan, E., 2012. Bartonian-Priabonian larger benthic foraminiferal events in the Western Tethys. *Austrian Journal of Earth Sciences* Volume 105/1, 129-240.
- Less, G., Özcan, E. and Okay, I.-A., 2011. Stratigraphy and Larger Foraminifera of the Middle Eocene to Lower Oligocene Shallow-Marine Units in the Northern and Eastern Parts of the Thrace Basin, NW Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences* 20, 793-845.

- Leutenegger, S., 1977, Reproductive cycles of larger foraminifera and depth distribution of generations: Utrecht Micropaleontological Bulletin 15, 27-34.
- Leutenegger, S., 1984. Symbiosis in benthic foraminifera: Specificity and host adaptations: Journal of Foraminiferal Research 14, 16-35.
- Leymerie, A., 1846. Mémoire sur le terrain à Nummulites (épicrotace) des Corbieres et de la Montagne Noire. Mémoires de la Société Géologique de France 2, 5-41.
- Lipps, J.H., 1982. Biology/paleobiology of foraminifera. In: Broadhead, T.W. (ed.), Foraminifera, Notes for a Short Course. Palaeontological Society, University of Tennessee, 37-50.
- Loeblich, A.R. and Tappan, H., 1984. Suprageneric classification of the Foraminiferida (Protozoa). Micropaleontology 30, 1-70.
- McGowran, B., 2005. Biostratigraphy, Microfossils and Geological Time. Cambridge University Press, pp. 447.
- Meinhold, G. and BouDager Fadel, M., 2009. Geochemistry and biostratigraphy of Eocene sediments from Samothraki Island, NE Greece. N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 256(1), 17-38.
- Michelotti, G., 1841. Saggio storico dei Rizopodi caratteristici dei terreni supracretacei. Memorie de Fisica de la Societa Italiana delle Scienze, Modena, 22, 296.
- Milson, C. and Rigby, S., 2010. Fossils at a glance. Second edition, Wiley-Blackwell, p. 171.
- Mountrakis, D., Tranos, M., Papazachos C., Thomaidou, E., Karagianni, E. and Vamvakaris, D., 2006. From: Robertson, A. H. F. and Mountrakis, D., (eds) 2006. Tectonic Development of the Eastern Mediterranean Region. Geological Society, London, Special Publications, 260, 649-70.
- Μουντράκης, Δ., 2010. Γεωλογία και Γεωτεκτονική εξέλιξη της Ελλάδας. University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
- Nicora, A. and Silva I., 1990. paleogene shallow-water larger foraminifers from holes 714a and 715a, leg 115, Indian ocean. Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, Vol. 115.
- Özcan, E., Less, G., Okay, I.-A., Baldi-Beke, M., Kollányi, K. and Yilmaz, Ö., 2009. Stratigraphy and Larger Foraminifera of the Eocene Shallow-marine and Olistostromal Units of the Southern Part of the Thrace Basin, NW Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences 19, 27-77.
- Papanikolaou, D. and Triantaphyllou, M., 2010. Tectonostratigraphic observations in the western Thrace Basin in Greece and correlations with the eastern part in Turkey, Geol. Balc. 39(1-2), 293-294.
- Papanikolaou, I. D. and Lekkas, E. L., 2001. Syn-sedimentary tectonics in the Ionian Unit during the transition from carbonate to clastic sedimentation. Bulletin of the Geological Society of Greece 34, 191-198.
- Papazzoni, C. A. and Sirotti, A., 1995. Nummulite biostratigraphy at the middle/upper Eocene boundary in the northern Mediterranean area. Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, 101, 63-80.
- Παπανικολάου Ι., Δ., 2015. Γεωλογία Ελλάδος. Πατάκη, Αθήνα 2015, σελ 448.
- Penecke, K., 1896. Marine Tertiärfossilien aus Nordgriechenland und dessen türkischen Grenzländern. Denkschr. Akad. Wiss. math.- naturwiss. Cl., 44, 41-63.
- Perri, F., Caracciolo, L., Cavalcante, F., Corrado, S., Critelli, S., Muto, F. and Dominici, R., 2015. Sedimentary and thermal evolution of the Eocene-Oligocene mudrocks from the southwestern Thrace Basin (NE Greece). Basin Research, 1-21.
- Philippson, A. and Oppenheim, P., 1894. Tertiär und Tertiärfossilien in Nordgriechenland, sowie in Albanien und bei Patras im Peloponnes. Z. dt. geol. Ges. 46, 800-882.
- Racey, A., 2001. A review of Eocene nummulite accumulations: structure, formation and reservoir potential. J. Petrol. Geol. 24, 79-100.
- Ross, C., 1974. Evolutionary and ecological significance of large calcareous foraminiferida (protozoa), Great Barrier Reef: Proceedings of Second International Coral symposium 1, Great Barrier Reef Committee, 327-333.
- Seidel, M., 2003. Tectono-sedimentary evolution of middle Miocene supra-detachment basins (western Crete, Greece), 116 pp.

- Sengupta, S., Syed, R., Sarkar, S. and Halder, K., 2011. *Nummulites* Lamarck (Foraminifera) as substrate for other benthonic taxa: A case study from the Middle Eocene of western Kutch, Gujarat. *Indian Journal of Geoscience*. 65(4).
- Serra-Kiel, J., Hottinger, L., Caus, E., Drobne, K., Ferràndez, C., Jauhri, A.K., Less, G., Pavlovec, R., Pignatti, J., Samsó, J.M., Schaub, H., Sirel, E., Strougo, A., Tambareau, Y., Tosquella, J. and Zakrevskaya, E., 1998. Larger foraminiferal biostratigraphy of the Tethyan Paleocene and Eocene. *Bulletin de la Société géologique de France* 169, 281-299.
- Schaub, H., 1981. *Nummulites et Assilines de la Téthys Paléogène; taxinomie, phylogénèse et biostratigraphie*. *Mémoires suisses de Paléontologie* 104, 238 pp.
- Soliman, H.A., and Zygoiannis, N., 1980. Geological and Paleontological studies in the Mesohellenic Basin, Northern Greece. I. Oligocene smaller Foraminifera . –II. Eocene smaller Foraminifera. *Geol. Geophys. Research XXII*(1), 1-66, 27 plates; I.G.M.E., Athens.
- Soliman, H.A. and Zygoiannis, 1977. Foraminiferal assemblages from the Eocene of the Mesohellenic Basin, Northern Greece. VI. *Coil. Geol. Aegean Region* 3, 1195-1104.
- Thiebaut, F., 1982. Evolution géodynamique des Héliénides externes en Péloponnèse méridional (Grèce). *Société Géologique du Nord*, v.2, 513-544 pp.
- Trevisani, E. and Papazzoni, C.A., 1996. Paleoenvironmental control on the morphology of *Nummulites fabianii* (Prever) in the Late Priabona parasequences of the Mortisa Sandstone (Venetian Alps, northern Italy). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 102, 363-366.
- Vamvaka, A., 2009. Geometry of deformation and kinematic analysis in Mesohellenic Trough. PhD Thesis, Aristotle University of Thessaloniki, pp. 220.
- Triantaphyllou, M., 2013. Calcareous nannofossil dating of Ionian and Gavrovo flysch deposits in the External Hellenides Carbonate Platform (Greece): Overview and implications. *Tectonophysics* 595-596, 235-249.
- Τριανταφύλλου, Μ. και Δήμιζα, Μ., 2012. Μικροπαλαιοντολογία και γεωπεριβάλλον. *Ιων*, σελ. 167.
- Wielandt-Schuster, U., Schuster, F., Harzhauser, M., Mandic, O., Kroh, M., Rogl, F., Reisinger, J., Liebetrau, V., Steininger, F.F. and Piller, E.W., 2004. Stratigraphy and palaeoecology of Oligocene and Early Miocene sedimentary sequences of the Mesohellenic Basin (NW Greece). *Com. Forsch.-Inst. Senckenberg* 248, 1-55.
- Zagorchev, I., Ivanova, D., Stoykova, K. and Bassi, D., 2010. Palaeogene of Samothraki Island: Correlations with the basins of Thrace and Rhodope. *Bulgarian Geological Society, National Conference with international participation "GEOSCIENCES 2010"*.
- Zakrevskaya, S., Stupin, S. and Bugrova, E., 2009. Biostratigraphy of larger foraminifera in the Eocene (upper Ypresian-lower Bartonian) sequences of the Southern Slope of the Western Caucasus (Russia, NE Black Sea). Correlation with regional and standard planktonic foraminiferal zones. *Geologica Acta* 7(1-2), 259-279.
- Ζαμπετάκη-Λέκκα Α., 1997. Στρωματογραφία Ελλάδος, φάσεις-μικροφάσεις, I Πλατόρμα Γαβρόβου-Τριπόλεως. Σημειώσεις.
- ΙΓΜΕ, 1972. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας, 1:50.000, Φύλλο Καλαμπάκα.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 1. Συγκεντρωτικός βιομετρικός πίνακας.

Parameters		Cross-diameter of the proloculus pxd(mm)			Depth-diameter of the proloculus pdd (mm)			Diameter of the 2 th whorl w2d(mm)			Diameter of the 3 th whorl w3d(mm)			Diameter of the 4 th whorl w4d(mm)			Diameter of the 5 th whorl w5d(mm)			Diameter of the 6 th whorl w6d(mm)			Diameter of the 7 th whorl w7d(mm)			Diameter of the 8 th whorl w8d(mm)		
Taxon	Sample	Nº	Range	Mean ±	Nº	Range	Mean ±	Nº	Range	Mean ±	Nº	Range	Mean ±	Nº	Range	Mean ±	Nº	Range	Mean ±	Nº	Range	Mean ±	Nº	Range	Mean ±	Nº	Range	Mean ±
<i>N. aturicus</i>	VSL 1/1.1/2	8	0,64-1,10	0,74±0,2	8	0,30-0,98	0,65±0,2	8	0,66-1,34	1,06±0,4	8	1,46-2,14	1,75±0,7	8	1,94-3,20	2,46±0,9	8	2,26-3,96	3,02±0,7	8	2,66-4,68	3,24±1,3						
	VSL 1	2	0,62-0,72	0,67±0,07	2	0,30-0,65	0,47±0,2	2	0,66-0,90		2	1,46		2	1,94		2	2,26		2	2,26							
	VSL 1.1	3	0,74-1,13	0,76±0,2	3	0,53-0,98	0,65±0,2	3	0,92-1,28	1,07±0,1	3	1,49-2,14	1,8±0,3	3	2,04-3,20	2,51±0,5	3	2,64-3,96	3,30±0,9	3	3,24-4,68	3,96±1,02						
	VSL 2	3	0,64-0,82	0,70±0,2	3	0,64-0,65	0,64±0,2	3	1,06-1,34	1,16±0,4	3	1,68-2,17	1,91±0,9	3	2,42-3,06	2,61±1,1	3	3,02-3,51	3,27±0,3									
<i>N. fichtelli</i>	KRK	8	0,20-0,96	0,25±0,03	8	0,15-0,33	0,23±0,05	8	00,33-0,66	0,54±0,1	8	0,87-0,95	0,91±0,05	8	1,28-1,42	1,40±0,07	8	1,60-1,81	1,64±0,1	8	2,16-2,36	2,34±0,1	8	2,92-3,0	2,96±0,04	8	3,30-4,09	3,76±0,3
<i>N.millecaput</i>	TRP 1/3	2	1,33-1,66	1,49±0,2	2	1,28-1,65	1,46±0,2	2	1,63-2,08	1,85±0,3	2	2,57-3,45	3,01±0,6	2	3,51-4,87	4,19±0,9	2	4,66-6,22	5,44±1,0	2	6,98		2	7,69				
	DRV a/b	2	1,20-1,27	1,23±0,05	2	0,99-1,22	1,10±0,1	2	1,25-1,59	1,42±0,2	2	2,59-2,82	2,66±0,2	2	3,47-4,21	3,84±00,5	2	4,31		2	5,21		2	6,08				
<i>N.nitidus</i>	PRV 1	3	0,11-0,20	0,14±0,04	3	0,08-0,17	0,11±0,04	3	0,29-0,39	0,34±0,07	3	0,72-0,80	0,76±0,05	3	0,92-1,17	1,05±0,1												
Group of <i>N.partschi</i>	<i>N. atacicus</i>	DRV	7	0,20-0,43	0,32±0,09	7	0,18-0,37	0,25±0,07	7	0,29-0,69	0,56±0,1	7	0,55-2,82	1,18±0,3	7	1,12-2,43	1,55±0,4	7	1,62-3,17	2,32±0,6	7	2,43-2,51	2,47±0,05					
	<i>N.boussaci</i>	PRV 3	2	0,62-0,70	0,66±0,05	2	0,36-0,63	0,50±0,1	2	0,76-1,27	1,09±0,3	2	1,53-2,01	1,77±0,3	2	2,26-2,45	2,35±0,1											
		PRV 2	2	0,66-0,76	0,71±0,06	2	0,59-0,60	0,59±0,005	2	0,88-1,09	0,98±0,1	2	1,54-1,75	1,64±0,1	2	2,29-2,43	2,36±0,09	2	2,79-3,20	2,99±0,2	2	4,09		2	4,94		2	5,59
	<i>N.partschi</i>	PRV 1	3	0,28-0,43	0,32±0,07	3	0,28-0,38	0,28±0,07	3	0,47-0,77	0,64±0,1	3	0,91-1,62	0,92±0,4	3	1,13-2,02	1,58±0,6											
	<i>N. tauricus</i>	PRV 2	4	0,38-0,53	0,41±0,08	4	0,31-0,51	0,36±0,08	4	0,64-0,92	0,72±0,1	4	0,85-1,89	1,71±0,3	4	1,34-3,37	2,48±0,7	4	2,72-4,33	4,13±0,7	4	4,94-5,13	5,16±0,03	4	5,73			
		ION a/b	5	0,34-0,56	0,44±0,07	5	0,27-0,43	0,39±0,02	5	0,40-0,74	0,67±0,04	5	0,82-1,17	1,15±0,2	5	1,40-1,75	1,65±0,1	5	1,71-2,12	2,07±0,09	5	2,56						
<i>N. soerebergensis</i>	PRV 2	5	0,13-0,32	0,19±0,07	5	0,11-0,25	0,13±0,05	5	0,30-0,61	0,34±0,1	5	0,62-0,95	0,75±0,1	5	1,09-1,89	1,21±0,3	5	1,24-1,78	1,35±0,2	5	2,20							
	ION a/b	5	0,15-0,36	0,25±0,07	5	0,11-0,27	0,22±0,06	5	0,25-0,65	0,40±0,16	5	0,59-1,59	0,94±0,3	5	1,03-2,41	1,40±0,4	5	1,33-1,50	1,61±0,2	5	1,83							
Parameters		Diameter of the 9 th whorl w9d(mm)			Diameter of the 10 th whorl w10d(mm)			Diameter of the 11 th whorl w11d(mm)			Diameter of the 12 th whorl w12d(mm)			Diameter of the 13 th whorl w13d(mm)			Diameter of the 14 th whorl w14d(mm)			Diameter of the 15 th whorl w15d(mm)			Diameter of the 16 th whorl w16d(mm)			Diameter of the 17 th whorl w17d(mm)		
Taxon	Sample	Nº	Range	Mean ±	Nº	Range	Mean ±	Nº	Range	Mean ±	Nº	Range	Mean ±	Nº	Range	Mean ±	Nº	Range	Mean ±	Nº	Range	Mean ±	Nº	Range	Mean ±	Nº	Range	Mean ±
<i>N. fichtelli</i>	KRK	8	4,06-4,15	4,12±0,04	8	4,46-5,04	5,03±0,3	8	5,49-6,37	6,08±0,4	8	6,72-7,28	7,27±0,3	8	7,54-8,53	8,19±0,4	8	9,20-9,60	9,65±0,2	8	10,5-10,9	10,7±0,2	8	11,4-11,8	11,8±0,2	8	12,4-12,6	12,4±0,09
Parameters		Diameter of the 18 th whorl W18d(mm)			Diameter of the 19 th whorl w19d(mm)			Diameter of the 20 th whorl W20d(mm)			Diameter of the 21 th whorl w21d(mm)			Diameter of the 22 th whorl w22d(mm)			Diameter of the 23 th whorl w23d(mm)			Diameter of the 24 th whorl w24d(mm)								
Taxon	Sample	Nº	Range	Mean ±	Nº	Range	Mean ±	Nº	Range	Mean ±	Nº	Range	Mean ±	Nº	Range	Mean ±	Nº	Range	Mean ±	Nº	Range	Mean ±						
<i>N. fichtelli</i>	KRK	8	13,2-13,4	13,4±0,09	8	14,1-14,5	14,1±0,2	8	14,6-15,7	15,0±0,5	8	15,2-16	16±0,4	8	15,5-17,1	16,3±1,1	8	15,7-17,5	16,6,±1,2	8	16,3-18,1	17,0±0,8						