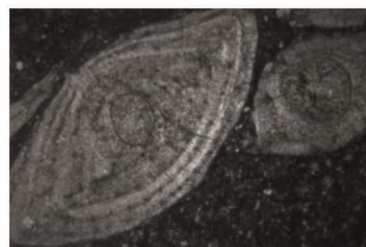
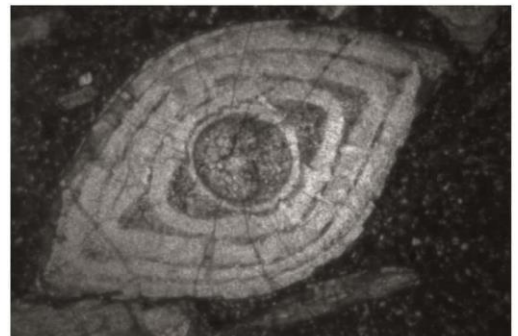


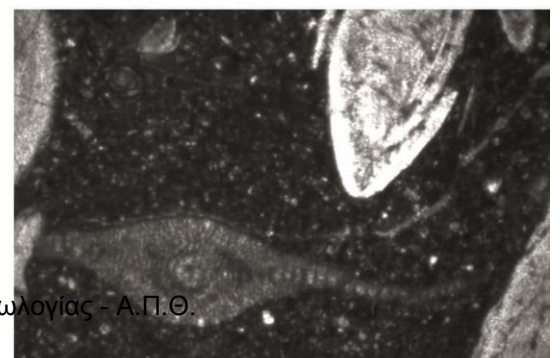
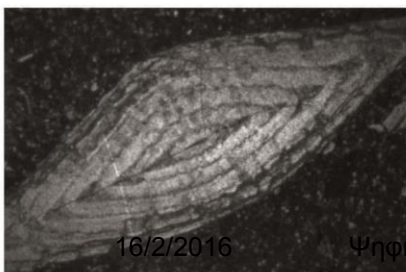


## ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΙ ΠΑΛΑΙΟΝΤΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΗΩΚΑΙΝΙΚΩΝ ΙΖΗΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΒΑΣΙΛΙΚΗΣ ΤΡΙΚΑΛΩΝ

ΓΡΗΓΟΡΙΑ-ΒΑΣΙΛΙΚΗ ΔΗΜΟΥ  
ΑΕΜ: 4850



ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ:  
ΑΝ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ, Γ. ΣΥΡΙΔΗΣ  
Δρ. Ο. ΚΟΥΚΟΥΣΙΟΥΡΑ, ΕΔΙΠ



## **Πρόλογος**

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης και συγκεκριμένα στο Τμήμα Γεωλογίας. Ο σκοπός της είναι η έρευνα και η καταγραφή των στρωματογραφικών και παλαιοντολογικών χαρακτηριστικών των Ηωκαινικών ιζημάτων στην περιοχή της Βασιλικής Τρικάλων.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα μου Αν. Καθηγητή του Τμήματος Γεωλογίας Α.Π.Θ. Γεώργιο Συρίδη, για την υπόδειξη και ανάθεση του θέματος, την πολύτιμη βοήθεια του στην ύπαιθρο, τις συμβουλές του καθώς και την καθοδήγησή του που με βοήθησαν ώστε να ολοκληρωθεί η παρούσα εργασία. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω πολύ την Δρ. Όλγα Κουκουσιούρα, ΕΔΙΠ του Τμήματος Γεωλογίας Α.Π.Θ., για την αμέριστη βοήθεια της, τις ώρες που μου αφιέρωσε και κυρίως τις γνώσεις που μου μετέδωσε ώστε να επιτευχθεί η μικροπαλαιοντολογική μελέτη. Ακόμη, θέλω να ευχαριστήσω τους Κηπουρό Νίκο και Σταματιάδη Άρη για την παρασκευή των λεπτών τομών απολιθωματοφόρων ασβεστολίθων, και την επεξήγηση των σταδίων της μεθοδολογίας παρασκευής τους, στα οποία και συμμετείχα.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους μου και συμφοιτητές που με υποστήριξαν όπως επίσης και τον Δρ. Βαγγέλη Βλάχο για την υποστήριξη και τις συμβουλές του. Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στην οικογένεια μου που μου συμπαραστάθηκε και με υποστήριξε και κυρίως τον πατέρα μου που με βοήθησε στις εργασίες υπαίθρου.

## Περιεχόμενα

<b>1.</b>	Εισαγωγή	<b>4</b>
<b>2.</b>	Περιοχή μελέτης	<b>5</b>
<b>2.1.</b>	Γεωγραφική θέση	<b>5</b>
<b>2.2.</b>	Γεωλογία-Στρωματογραφία της περιοχής	<b>6</b>
<b>2.3.</b>	Παλαιογεωγραφία	<b>7</b>
<b>2.4.</b>	Τεκτονικό καθεστώς της περιοχής	<b>8</b>
<b>3.</b>	Εργασία πεδίου-Δειγματοληψία-Μεθοδολογία	<b>9</b>
<b>3.1.</b>	Χαρτογράφηση	<b>9</b>
<b>3.1.1.</b>	Δειγματοληψία	<b>13</b>
<b>3.2.</b>	Εργαστηριακή επεξεργασία	<b>14</b>
<b>3.2.1.</b>	Κατασκευή λεπτών τομών	<b>14</b>
<b>3.2.2.</b>	Παρατηρήσεις στο μικροσκόπιο	<b>15</b>
<b>3.2.3.</b>	Μορφομετρικές παρατηρήσεις του γένους <i>Nummulites</i>	<b>15</b>
<b>3.2.4.</b>	Συστηματική ταξινόμηση τρηματοφόρων	<b>15</b>
<b>3.2.5.</b>	Στατιστική επεξεργασία	<b>15</b>
<b>4.</b>	Αποτελέσματα	<b>16</b>
<b>4.1.</b>	Γεωλογικός χάρτης και στρωματογραφία της περιοχής	<b>16</b>
<b>4.2.</b>	Παλαιοντολογία	<b>21</b>
<b>4.2.1.</b>	Μελέτη απολιθωμάτων Ηωκαινικών ιζημάτων	<b>21</b>
<b>4.2.2.</b>	Μακροαπολιθώματα	<b>21</b>
<b>4.2.3.</b>	Μικροπαλαιοντολογία	<b>21</b>
<b>4.2.3.1.</b>	Τρηματοφόρα - Ζωντανός οργανισμός - Εξέλιξη	<b>22</b>
<b>4.2.3.2.</b>	Οικολογία - Παλαιοοικολογία	<b>24</b>
<b>4.2.3.3.</b>	Το γένος <i>Nummulites</i> , συνοδή πανίδα και συστηματική ταξινόμηση	<b>25</b>
<b>4.2.3.4.</b>	Μορφομετρία του γένους <i>Nummulites</i>	<b>29</b>
<b>4.2.3.5.</b>	Στατιστική επεξεργασία	<b>34</b>
<b>5.</b>	Συζήτηση-Συμπεράσματα	<b>37</b>
<b>6.</b>	Βιβλιογραφία	<b>38</b>

## ***Εισαγωγή***

Ως περιοχή μελέτης της παρούσας εργασίας επιλέχθηκε η μικρή παρακείμενη λοφοσειρά στο χωριό Βασιλική Τρικάλων, στην οποία εμφανίζονται κατά κύριο λόγο ασβεστολιθικοί σχηματισμοί αλλά και οφιολιθικά πετρώματα. Τα αποτελέσματα που διεξήχθησαν από την έρευνα αναλύονται στην παρούσα εργασία.

Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε έχει δύο κύριους σκοπούς. Αρχικά, τη στρωματογραφική μελέτη των πετρωμάτων που δομούν την περιοχή και το δεύτερο και κυριότερο στάδιο, που αφορά στην παλαιοντολογική και συγκεκριμένα τη μικροπαλαιοντολογική έρευνα των απολιθωματοφόρων ασβεστολιθικών σχηματισμών.

Στο πλαίσιο της εργασίας υπαίθρου πραγματοποιήθηκε υπαίθρια αναγνώριση μαζί με τον επιβλέποντα καθηγητή, όπου αναγνωρίστηκαν οι εμφανίσεις των πετρωμάτων, οι οποίες και άρχισαν να αποτυπώνονται σε χάρτη / δορυφορική εικόνα. Λήφθηκε μια πρώτη σειρά δειγμάτων πετρωμάτων, έγινε συλλογή απολιθωμάτων, έγινε φωτογράφιση και προσδιορίστηκαν τα όρια της περιοχής έρευνας. Ακολούθησαν 3 ακόμη επισκέψεις στην περιοχή κατά τις οποίες ολοκληρώθηκε η υπαίθρια έρευνα. Πραγματοποιήθηκαν παρατηρήσεις οι οποίες οδήγησαν στη χαρτογράφηση της περιοχής και έγινε δειγματοληψία πετρωμάτων / απολιθωμάτων από διάφορες θέσεις.

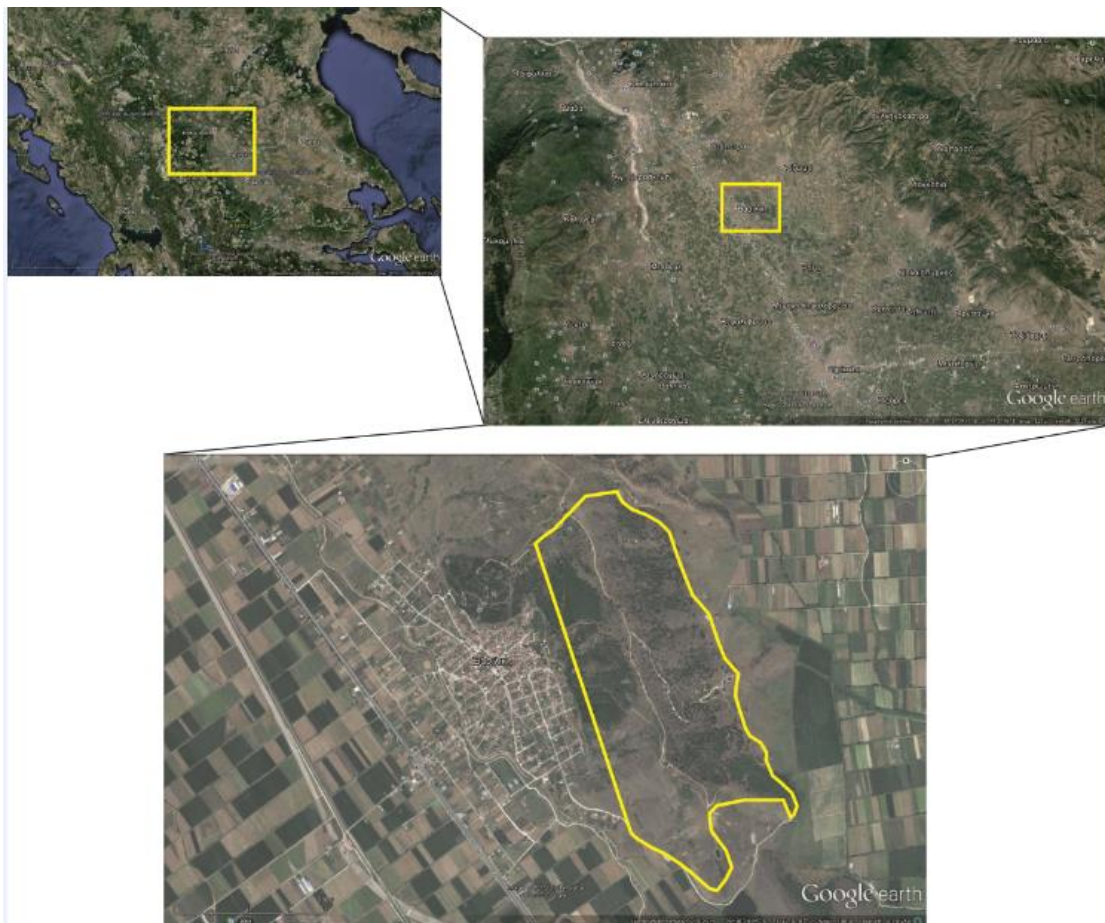
Η μελέτη των πετρωμάτων έγινε μακροσκοπικά, έτσι ώστε να επιτευχθεί η αναγνώριση και η καταγραφή των χαρακτηριστικών κάθε πετρώματος και μακροαπολιθώματος. Επιπλέον, από το υλικό δύο θέσεων πραγματοποιήθηκε μικροσκοπική μελέτη, έτσι ώστε να ερευνηθούν σε βάθος τα μικροαπολιθώματα που περιέχονται εντός του ασβεστολιθικού σχηματισμού. Καθώς πρόκειται για ένα νουμμουλιτοφόρο ασβεστόλιθο, υπήρξε απαραίτητη η μικροπαλαιοντολογική μελέτη που οδήγησε και στην περαιτέρω μορφομετρική μελέτη που πραγματοποιείται για πρώτη φορά για Νουμμουλίτες του ελληνικού χώρου.

## 2. Περιοχή Μελέτης

### 2.1. Γεωγραφική θέση

Το χωριό Βασιλική (Εικ.1), βρίσκεται στην Κεντρική Ελλάδα και ειδικότερα στη Θεσσαλία. Πρόκειται για ένα πεδινό χωριό που τοποθετείται ανάμεσα στα Τρίκαλα και την Καλαμπάκα. Γεωμορφολογικά η περιοχή αποτελείται από ένα εκτεταμένο πεδινό τμήμα (Πεδιάδα Τρικάλων - Καλαμπάκας) στο οποίο κατά θέσεις αναδύονται μικροί λόφοι.

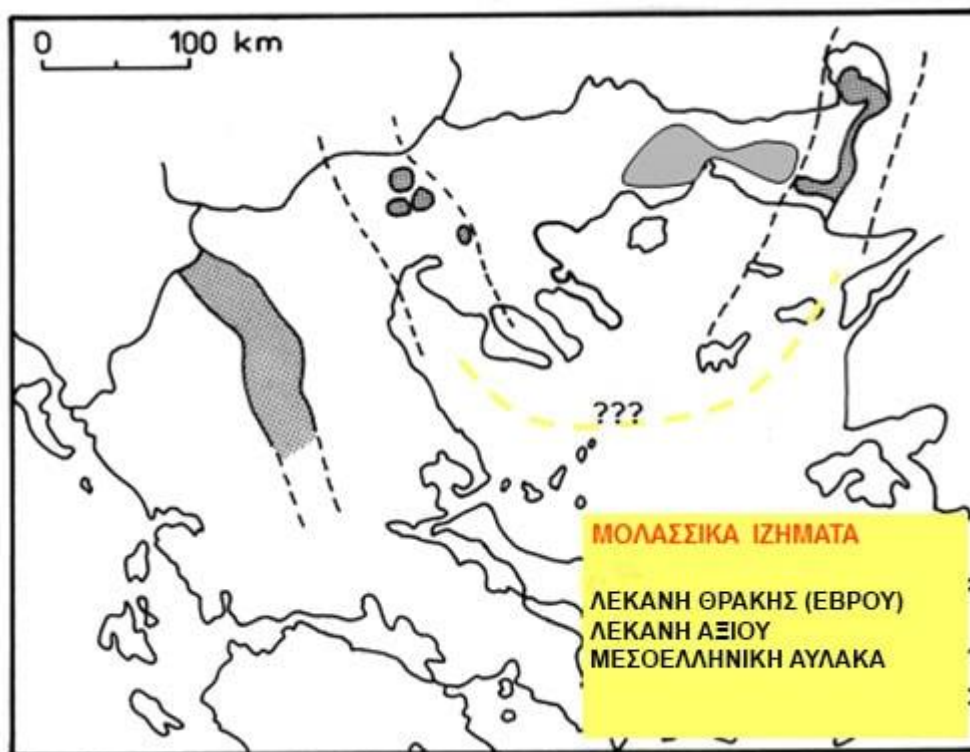
Ένας τέτοιος μικρός επιμήκης λόφος που έχει διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και υψόμετρο 150 m βρίσκεται στα Β και Α του χωριού (Εικ.1).



Εικ.1: Η περιοχή έρευνας, το χωριό Βασιλική στην πεδιάδα Τρικάλων -Καλαμπάκας. Με κίτρινο περίγραμμα η περιοχή έρευνας (Πηγή: GoogleEarth).

## 2.2.Γεωλογία και στρωματογραφία περιοχής

Ο ελλαδικός χώρος διαχωρίζεται σε δώδεκα γεωτεκτονικές ζώνες που χαρακτηρίζουν την ανάπτυξη του ελληνικού γεωσυγκλίνου. Πρόκειται για περιοχές που έχουν ταυτόσημα ή παραπλήσια χαρακτηριστικά και ιδιότητες. Κατά τις διεργασίες δημιουργίας των παραπάνω ζωνών, σχηματίστηκαν επίσης και ορισμένες λεκάνες (Εικ.2), όπου έλαβε χώρα η απόθεση μολασσικών ιζημάτων (Μουντράκης, 2010).



Εικ.2: Απεικόνιση των μολασσικών ιζημάτων (Μουντράκης, 2010).

Σύμφωνα με τον Μουντράκη διακρίνονται τρεις μολασσικές λεκάνες στον ελλαδικό χώρο, η λεκάνη του Έβρου (βρίσκεται ΒΒΑ στον ελληνικό χώρο), του Αξιού (είναι υπολειμματική λεκάνη που τοποθετείται στο κεντρικό τμήμα της βόρειας Ελλάδας, με μικρές εμφανίσεις) και τέλος η Μεσοελληνική αύλακα. Η περιοχή της Βασιλικής εντάσσεται στη Μεσοελληνική αύλακα (Εικ.2). Η οποία είναι η νεότερη από τις τρεις λεκάνες και διατηρεί τη δομή και την στρωματογραφία της. Τα γεωγραφικά της στοιχεία αφορούν στο μήκος της το οποίο εκτείνεται σε περίπου 130 km και το πλάτος της οριοθετείται στα 40 km. Εκτείνεται από τα Ελληνοαλβανικά σύνορα, συνεχίζει νότια προς την Καστοριά, τα Γρεβενά, την Καλαμπάκα και χάνεται κάτω από την πεδιάδα της Θεσσαλίας. Η ανάπτυξη της έχει διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και συμπίπτει με το Ελληνικό ορογεννητικό τόξο. Βρίσκεται και αναπτύσσεται ανάμεσα στις ζώνες της Υποπελαγονικής και της Πίνδου. Πρόκειται για μία στενή λεκάνη αλλά με μεγάλο πάχος ιζημάτων που φτάνει τα 5-6 km. Το υλικό της ιζηματογένεσης χαρακτηρίζεται από εναλλαγές χερσαίων, λιμναίων και θαλάσσιων ιζημάτων. Το γεγονός αυτό δικαιολογείται αφού η ιζηματογένεση πραγματοποιούνταν πλησίον του επίπεδου της θάλασσας έχοντας ως απόρροια να συμβαίνουν είτε επικλήσεις είτε αποσύρσεις της θάλασσας, καθώς και να λαμβάνει

χώρα δημιουργία λιμνών. Οι διαφορετικές φάσεις των ιζημάτων επιτρέπουν την κατηγοριοποίησή τους σε επιμέρους στρωματογραφικούς σχηματισμούς εντός της αύλακας, από τις νεότερες προς τις παλαιότερες.

- Η πρώτη σειρά που αποτέθηκε, επομένως και η παλαιότερη, είναι ο Σχηματισμός Κρανιάς. Ο τελευταίος χαρακτηρίζεται από έντονη πτύχωση των ιζημάτων, γεγονός που οδηγεί στην ανάπτυξη θεωρίας πως ενδεχομένως πρόκειται για έναν φλύσχη. Η ιζηματογένεση του Σχηματισμού Κρανιάς λαμβάνει χώρα κατά το Ηώκαινο.
- Το Σχηματισμό Κρανιάς διαδέχεται η Ενότητα Επταχωρίου, Ολιγοκαινικής ηλικίας και επίκειται ασύμφωνα επάνω στην πρώτη. Λιθολογικά χαρακτηρίζεται από τυπική εμφάνιση των μολασσικών ιζημάτων. Αποτελείται από στρώματα μαργών, ψαμμιτών και κροκαλοπαγών.
- Στη συνέχεια, ακολουθεί η Ενότητα Πεντάλοφου. Η συγκεκριμένη ενότητα παρουσιάζει ιδιαίτερη εξάπλωση και η ιζηματογένεση συνεχίζεται μέχρι και το Κάτω Μειόκαινο. Η σειρά έχει σημαντικό πάχος με γενικά χαρακτηριστικά ποταμοχειμάρρειας φάσεως. Τα ιζήματά της είναι κυρίως κροκαλοπαγή και ψαμμίτες. Κατά θέσεις τα παραπάνω στρώματα παρουσιάζουν διασταυρούμενη στρώση.
- Η τέταρτη κατά σειρά είναι η Ενότητα Τσοτυλίου ηλικίας Κάτω Μειοκαίνου και λιθολογικά αποτελείται από λιμναίες μάργες.
- Τέλος η Ενότητα Όντριας, με ηλικία Μέσο Μειόκαινο. Εντός του σχηματισμού αυτού εντοπίζονται ψαμμίτες, μάργες και ασβεστόλιθοι.

Οι τρεις τελευταίες ενότητες όπως και η Ενότητα Επταχωρίου, εμφανίζουν την τυπική εικόνα των μολασσικών ιζημάτων αφού αποτελούνται από κλαστικά, αλλουβιακά έως βαθειάς θάλασσας ιζήματα. Η απόθεση των μολασσικών ιζημάτων πραγματοποιήθηκε είτε πάνω σε υπόβαθρο οφιολιθικό είτε πάνω στον φλύσχη της Πίνδου (Μουντράκης, 2010).

### **2.3. Παλαιογεωγραφία-Γεωτεκτονική εξέλιξη**

Ο σχηματισμός της υπό μελέτη λεκάνης οφείλεται σε εφελκυστικές τάσεις που αναπτύχθηκαν στο πίσω μέρος του μετώπου της ορογένεσης. Έπειτα, κατά το Ηώκαινο κυριαρχεί transpression τεκτονική (ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης με συμπιεστικό χαρακτήρα) που προκαλεί τη συμπίεση της Ενότητας Κρανιάς και την ώθησή της προς την επιφάνεια. Στη συνέχεια, λαμβάνει χώρα ένα strike slip ρήγμα με δεξιόστροφη συνιστώσα, που οριοθετεί την Ενότητα Επταχωρίου από το υπόβαθρο. Τα παραπάνω λαμβάνουν χώρα στο δυτικό άκρο της λεκάνης, ενώ στον ίδιο χρόνο στο ανατολικό επικρατεί ένα ρήγμα διαφυγής όπου τοποθετεί την Ενότητα Τσοτυλίου είτε πάνω στην Πελαγονική, είτε στους οφιολίθους (Μουντράκης, 2010). Με βάση την στρωματογραφική υποδιαίρεση του γεωλογικού χάρτη 1:50.000 φύλλο Καλαμπάκα (IGME, 1972) στην περιοχή της Βασιλικής αναγνωρίστηκαν τμήματα της Υποπελαγονικής ζώνης και τμήματα των μολασσικών ιζημάτων της Μεσοελληνικής Αύλακας. Η περαιτέρω ανάλυσή τους πραγματοποιείται παρακάτω.

#### **2.4. Τεκτονικό καθεστώς της περιοχής**

Ο ελλαδικός χώρος, σύμφωνα με τα σεισμικά ρήγματα που έδωσαν ισχυρούς επιφανειακούς σεισμούς κατά τους ιστορικούς χρόνους, χωρίστηκε σε έξι σειμοτεκτονικές ζώνες. Η Βασιλική κατατάσσεται στην πέμπτη κατά σειρά ζώνη του Αιγαίου, τη ζώνη των κανονικών ρηγμάτων διεύθυνσης Ανατολής-Δύσης. Η ζώνη αυτή περιλαμβάνει τη Βουλγαρία, τη Βόρεια και Κεντρική Ελλάδα, το ηφαιστειακό τόξο του Νοτίου Αιγαίου και τη νοτιοδυτική και κεντρική Τουρκία. Στις παραπάνω περιοχές επικρατούν εφελκυστικές τάσεις που έχουν διεύθυνση βορρά-νότου και οδηγούν σε διάρρηξη κανονικών ρηγμάτων τα οποία έχουν διεύθυνση ανατολής-δύσης. Ο εφελκυσμός που δρα, οφείλεται στην ταχύτερη κίνηση προς το νότο του εμπρόσθιου τμήματος της μικροπλάκας του Αιγαίου σε σχέση με το οπίσθιο (βόρειο) τμήμα της πλάκας.

Η Ελλάδα διαχωρίζεται σε τέσσερις ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας με βάση το Νέο Αντισεισμικό Κανονισμό της Ελλάδας (NEAK). Η περιοχή της Βασιλικής τοποθετείται στη δεύτερη ζώνη, η οποία είναι σχετικά χαμηλής επικινδυνότητας. Σύμφωνα με μακροσεισμολογικά δεδομένα, στην άμεση γειτονία του χωριού έχουν εντοπιστεί κανονικά ρήγματα τόσο στην περιοχή των Μετεώρων όσο και στα Τρίκαλα, τα οποία κατά καιρούς έχουν δώσει σεισμούς. Ειδικότερα, στην περιοχή των Μετεώρων πραγματοποιήθηκαν σεισμοί μεγέθους 6.4 το έτος 1544, ενώ το 1665 και 1787 οι σεισμοί είχαν μέγεθος 6.0. Στα Τρίκαλα έγιναν δύο σεισμοί επίσης μεγέθους 6.0 το 1621 και 1674 και μεγέθους 6.4 το 1735. Οι παραπάνω σεισμοί είχαν αποτελέσματα που εμφανίστηκαν στην επιφάνεια και βοήθησαν στην καταγραφή των χαρακτηριστικών και ιδιοτήτων των σεισμών (Παπαζάχος & Παπαζάχου, 2003).

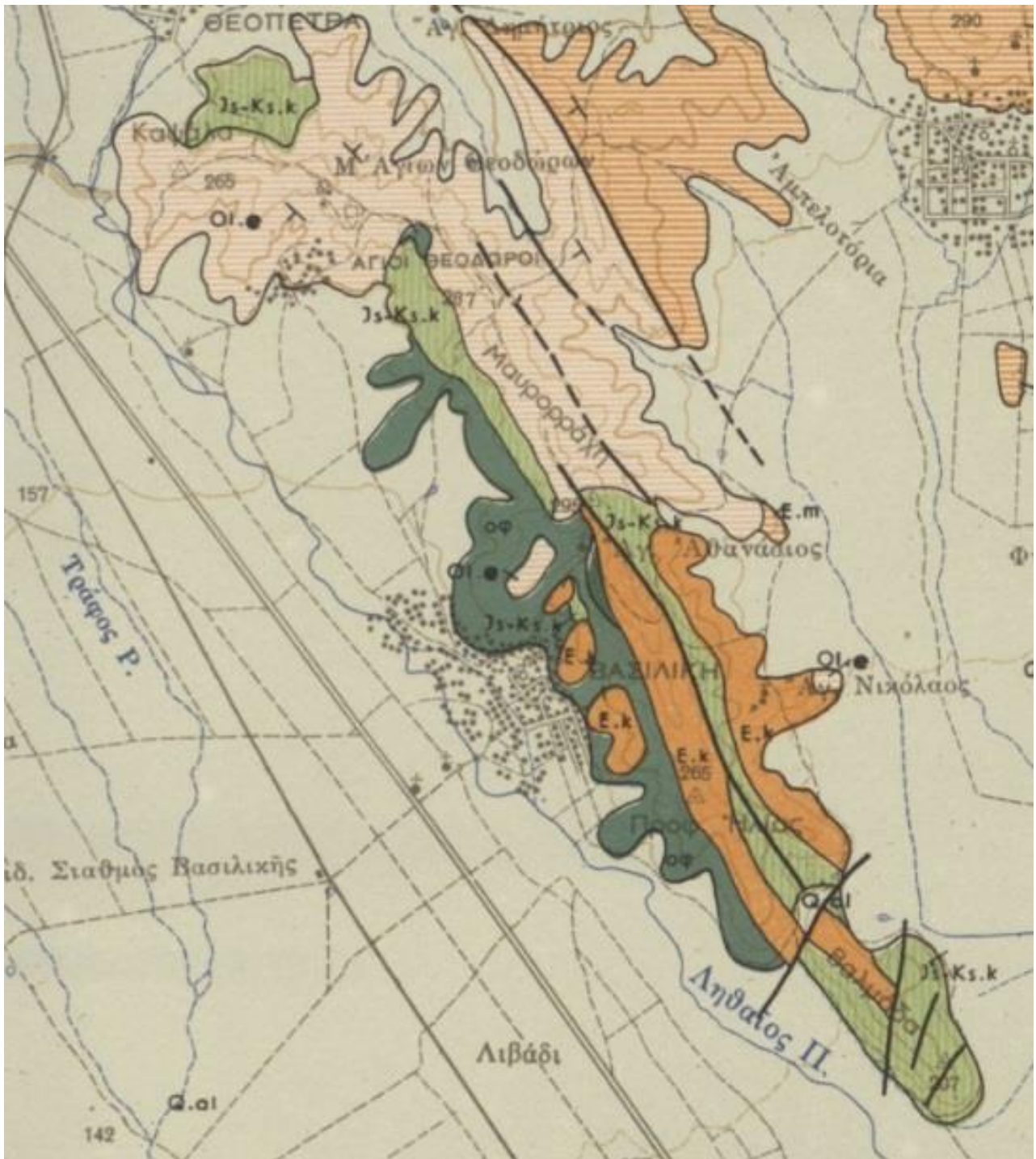


### **3.Εργασία υπαίθρου - Δειγματοληψία - Μεθοδολογία**

#### **3.1. Χαρτογράφηση**

Το πρωταρχικό στάδιο της έρευνας περιελάμβανε τον προσδιορισμό της λιθολογίας με σκοπό να επιτευχθεί η γεωλογική χαρτογράφηση της περιοχής. Ως υπόβαθρο χαρτογράφησης χρησιμοποιήθηκε μεγεθυμένη Δορυφορική εικόνα του Google Earth, η οποία εκτυπώθηκε σε αχνούς γκριζούς τόνους ώστε να διευκολύνεται η επιζωγράφισή της. Προκειμένου να διεξαχθεί η μελέτη και να προκύψουν ασφαλή συμπεράσματα, κρίθηκε απαραίτητη η λεπτομερής εργασία υπαίθρου. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε απαιτούσε πολλές στάσεις, σε κάθε μία από τις οποίες λάμβανε χώρα η αναγνώριση της έκτασης εμφάνισης του εκάστοτε σχηματισμού / γεωλογικού στρώματος-πετρώματος και η αποτύπωσή τους στον χάρτη. Αρχικά, πραγματοποιούνταν η αναγνώριση του κάθε σχηματισμού καθώς και η καταγραφή των χαρακτηριστικών και της υφής τους. Για την περαιτέρω λεπτομερή εξέταση τους πραγματοποιήθηκε επί τόπου δειγματοληψία, καθώς και λεπτομερής φωτογράφιση. Οι επιμέρους μικρές εμφανίσεις των πετρωμάτων αποτυπώνονταν επάνω στον χάρτη, όπως επίσης και κάθε όριο ή γραμμικό στοιχείο παρατηρήθηκε στην ύπαιθρο και σταδιακά δημιουργήθηκε ο γεωλογικός χάρτης της περιοχής (Εικ. 9, 10).

Στη συνέχεια παρατίθεται η αρχική χαρτογράφηση της περιοχής της Βασιλικής Τρικάλων (Εικ. 3, 4, 5) στην οποία είναι έκδηλη η διαφορετική εκτίμηση των σχηματισμών και των ορίων αυτών.



Εικ.3: Αρχική χαρτογράφηση περιοχής Τρικάλων (Ι.Γ.Μ.Ε., 1972).

**ΥΠΟΜΝΗΜΑ  
ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ**

Ισχυρών προαώσεων: ποταμια προαώσεις και αποθέσεις ροσών.



Alluvions récents: alluvions fluviales et dépôts de ruissellement.

Ισχυρά και παλαιά κορμιάτα: κώνοι κορμιάτων και πλευρικά κορμιάτα



Eboulis récents et anciens: cônes de déjections et brèches de pentes

**LEGENDE  
QUARTENAIRE**

**ΜΟΛΑΣΣΙΚΟ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟ ΤΗΣ ΜΕΣΟΕΛΛΗΝΙΚΗΣ  
ΑΥΛΑΚΟΣ  
ΟΛΙΓΟΚΑΙΝΩΝ**

**MOLASSE DU SILLON MESOHELLENIQUE**

**Άνωτέρον Άκουϊτιάνιον**

Άνωτέρα σειρά Μετεώρων: κροκαλοπαγή ή φακιερικήν γυψοεικών τεμαχών (με διάφορος τερροφ όριζοντας) ένωλλασμένα με κλιρίες έως έρωφας-βυστινοχόους άμοιούσας μάργας (έπί της όδοι Καστράκι πρὸς Βλαχάβη), πρὸς Άνωτολάς (πρὸς τὴν Πελαγονίην όνσην), μεταπητουν εἰς κροκαλοπαγή όλαγίωτερον συνεκτικά συννετάση άδαικούση σπασοεισαν γυψοεικών τεμαχών, μεγέθους 1-2 κυβ. μέτρων, περιελειψμένα έντός χαλιωτικής και όστρητοίου όμιου, όπολιούτου έως έρωφροζόρου. Πάχος: 200 έως 300 μ.



Série de Météores Supérieurs: conglomérats à blocs de gneiss beige-jaune (avec de différents niveaux gris) alternant avec des grès marneux jaunes à rouges les de via (route de Kastráki-Vlakhava), Vers l'Est (vers le massif Pélagonien) on passe à un conglomérat mal cimenté constitué d'un émpilement caohotique de blocs de gneiss atteignant 1-2 m<sup>3</sup> emballés dans une aréne quartzose et feldspathique blanchâtre à rougeâtre. Epaisseur de 200 à 300 m.

**Κατώτερον Άκουϊτιάνιον**

Κατώτερα σειρά τών Μετεώρων: κροκαλοπαγή, τών όποιων αι κροκάλα είναι καλής άπετερογυλαμένη λόγω μεταφορῆς, μέσο μεγέθους, σπανίας μεγαλύτερα τών 10 έκ. κατά τήν μέγιστην διάστασιν των. Η προέλευσις ατόφθ είναι διάφορος (έξ ασβητολίθων, μαρμάρων, όφιολίθων και σπανιότερον έξ το μεταμορφωμένου όστρητόρου) με έσοπιακά άποσφηνήσεις (δαιτακυρωμένη στρώσις). Ο σχηματισμός τών κροκαλοπαγών τούτων μάξ έστρέψα να ανατασθών ένά κώνου άποθέσαν ένός ποταμιο καταρζομένου έξ της παλαιάς μόχης (I. Βουνη). Τά κροκαλοπαγή τών μετεώρων σχηματισμόν τά περίφημα όπο- κρημνά τών Μοναστηρίων τών Μετεώρων, τών όποιων ή προέ- λευσις έδωσαν όνομασιν εἰς τήν έλευσαν ανακαταστή έρωφική. Η ηλικία ατόφθ είναι άρκετά όλοκούλων να προσδιορισθί έπακριβός όποίν άπολόθημα άνερωθί. Έν τούτοις, ή σύγκριστις των με τούς σχηματισμούς τού πεννιλάου, ένομοσποσός εἰς τήν Άκουϊτιάνιον (Μαροστράτιον) και ή θέση των άνωθεν τών μαργών τού Έπαχαίου, προσδιορίζομεν έξ σωματιοιό κλιμαίς, άόηγησις τών γ. αόωνη να τούς τοποθετήσι εἰς τήν Άκουϊτιάνιον. Πάχος: 300 μ.



Aquitainien Intérieur  
Conglomérats des Météores inf: ces conglomérats sont bien roulés et calibrés, de taille moyenne, dépassant rarement 10 cm. dans la grande dimension. Leur origine est diverse (calcaire, marbre, ophiolites, plus rarement métamorphique cristallins) avec des biseaux internes (stratifications entrecroisées). Cette formation fait penser à un cône de déjection d'un fleuve qui descendait du massif ancien (I. H. ΒΟΥΝΗ). Les conglomérats des Météores forment les falaises célèbres des Monastères des Météores dont l'origine a donné libre cours aux interprétations les plus fantastiques. L'âge des conglomérats des Météores est assez difficile à préciser exactement sans aucune faune n'y a été recueillie. Cependant la comparaison avec la formation de Pendolion datée de l'Aquitainien (Mioquypinoïdes) et leur position au-dessous des marnes datées du Stampien avnt conduit (I. H. ΒΟΥΝΗ) à les placer dans l'Aquitainien. Epaisseur: 300 m. environ.

**Σανουάζιον - Στμόπιον**

Σειρά Έπαχαίου: αήθ άμφενίλεται διά μάξ σειρῆς στρωμά- των παρά τήν Βάση και έξ ένός έπεκτεμένου μαργακιοό σχημα- τισμού. Τά στρωμάτα της Βάσεως: Κροκαλοπαγή, ή τρωπική, μεγάλη πάχους, ένωλλασμένα μετά χαλδωροκοκκοειδών έως τέτα κοκκοειδών ψευδιτών, χροματός άρωκροκίτητον, συχνάσι άνώθησι, μαργοεισαν, αι όποια έν έρωκίσην μικροστωσίας. Πρὸς τή ένω κυριοζών άποσφωσις, μάργα κανονότερα έως μάλαιο- τεροφ άρκετά σκληρά. Κατακρημνισμένα εἰς λεπτά, παλα- λήλα, ή εἰς σπασοειδή θρωματίτα με όριζοντας πλοσούς εἰς Έλαστωτόβρωχια: Ρετιν, Τυριτίλλα και Βρωζοια. Έρωλλασμένον έστωφ άνοσων μικροστωσίου, συννεσασμένην κυρίως έξ Βενθονίων τρωματόρων και όστρακοειδών. Τό πάχος τής σειρῆς ταύτης φθάνει τό 400 μ. περίπου.



Sannoisien - Stampien  
Serie Heptakhorion: cette série est représentée par un ensemble de couches de base, et une formation marneuse sub-jacente. Les couchades base: Conglomérat en bancs de plusieurs mètres alternant avec des grès de couleur jaune ocre, grossiers à fins, souvent assez mal cimentés, avec localement des intercalations de marnes gréseuses, shales, micacs qui n'ont pas donné de microfaine. Au-dessus les marnes deviennent rapidement prédominantes avec un faciès de margarnes bleues, à gris noir, assez indurées se délitant en petits parallépipèdes ou en miches, avec des niveaux très riches en Mollusques: Pecten, Turritella et Broyzoaires; elles renferment également une abondante microfaine constituée presque essentiellement de foraminifères benthiques et ostracodes. L'épaisseur de cet ensemble atteint environ 400 m.

*Miliolites, Textularides, Cibicides, etc. et, Almaena Cl. escorneboensis (SIGAL) Almaena Cl. hieroglyphica (SIGAL), Operculines.*

**ΜΕΣΩΝ - ΑΝΩΤΕΡΩΝ ΗΟΚΑΙΝΩΝ**

**Eocene MOYEN - SUPERIEUR**

Όργανογενές άδοσολάθιο: της Βασιλικής, σωματιόσι, έρωφ- όρεισος, έλαρής ψευδοισή, μεταπητουν τωπικές εἰς μάργας σκληράς, πλοσούς εἰς μικροστωσίας (Nummulites). Οι άσβεστολί- θοι περιελειψούν:



Calcaire organogène de Vasiliki: massif, de couleur rosée, finement grésueux avec localement de passées de marnes indurées riche en faune (Nummulites). Le calcaire renferme:

*Nannulites, μεγάλο μεγέθους, Alveolines, Nannulites grandes formes, Alveolines, Nummulites grandes formes, Alveolines, Nummulites ataricus, N. rosali, N. contortus.*

Μάργα Ριζώματος: Έλαρής έλωφιοι μάργα περιελειψούσι πλοσούς μικροστωσίου καλής διατηρηόμην. *Globotraria centralis, Globotraria sp.*



Marnes de Rizoma: les marnes finement silteuses renferment une microfaine riche et relativement bien conservée:

ΑΙ κωνί έως μέλανι έλωφιοι μαργαροειζοιοι μάργα, κατά τό μάλλον και ήτόν σκληρά, κατακρημνισμένα σωλλωιδός, καθέ- κτωπ, από τήν στρωσίση των ή εἰς όριζοντας, ή εἰς σπασοειδή λείματα και με άρκετά λεπτά ψευδοισή θρωματίτια (σπασοειδή φώ- σης φλοσωειδών) περιζούσι:

*Glocostalia Cl. centralis CUSHMAN et BERMUDEZ  
Globotraria Cl. parva BOLL  
Globigerina unica BOLL, LOEBLICH et TAPPAN*

Les marnes bleues à noires, plus ou moins indurées à deits en feuilles ou en miches, silteuses et micacées fineses, à débris de plantes, avec de bancs de grès centimétriques fréquents (Facies Pyschoïde rythmique) contiennent:

**ΖΩΝΗ ΟΛΩΝΟΥ - ΠΙΝΔΟΥ**

**OLONOS - PINDOS ZONE**

**ΑΝΩ ΚΡΗΤΙΑΚΩΝ (Μαοστρίχτιον) - ΠΑΛΑΙΟΚΑΙΝΩΝ**

**CRETACE SUP. (Maestrichtien) - PALEOCENE**

Φάσχις: ένωλλασ έξ άσβεστοειδών ψευδιτών και ψαμμομαργα- νωών τρωπείων έξ τεροφν μαργοεισάτων επιλίθων και κρο- καλοπαγών. Οι ψαμμοτι συννετάση πάντοτε με άσβεστοεισαν συγκολλητική όλην και περιζούσι κυρίως τό άκόλουθα όλοα: Χυλιόλαν εἰς μεγάλη ποσότητα, θρωματίτα κροκαλοπάγην και όφιολίθων (όλοα), μακροκοκκοειδών διαφόρων άσβεστολίθων, Βρωζο- οια, Αιθιοπίων και Τρωματόρα. Τά κροκαλοπαγή σπανιός έντός τού φάσχου τής Πίνδος, άλλα ή κανονική των είναι χα- ρακτηριστική. Άρκετόν εἰς τήν κορυφή τού φάσχου τού συ- κληίου τής Άνωτολάς Πίνδος (Βαυακολλία - Κάτω Περγιάδην) Συννεσασται κυρίως έξ άσβεστολίθων και όφιολίθων κροκαλών Ηλικία: Μαοστρίχτιον - Παλιόκαινον.



Flysch: alternance de grès calcaires et de bancs grés-marneux de petites grèses micacées et de conglomérats. Les grès sont tou- jours à ciment calcaire et contiennent essentiellement les éléments suivants: Quartz en très grande quantité, débris de Radiolaires et de roches vertes (peu abondants, microgalets de nature diverse calcaires, Bryozoaires, Lithothamnies, Foraminifères. Les conglomérats sont très rares dans le Flysch du Pindos, mais leur distribution est caractéristique. Ils sont très abondants dans le sommet du Flysch du synclinal du Pindos oriental (Vanakolia-KatoPeriaes). Ils sont constitués essentiellement de galets de calcaires et de roches vertes. Age: Maestrichtien - Paléocène.

**ΑΝΩ ΚΡΗΤΙΑΚΩΝ**

**CRETACE SUPERIEUR**

Πελαγικό Άδοσολάθιο: με πυριτολίθους πάχους 10 έκ. και έντροπισές μεγαλύτερου πάχους εἰς μικρολατομωσμένον άσβεστολί- θων παρακόντων θρωματίτια ροδιόσων. Εἰς τήν κορυφή τού σχηματισμοό έλθισκομεν πελαγικήν μικρο- πανίδα ήλικίας Άνωτερο Σανουίτιο (Καμαίνων-Μαοστρίχτιον).



Calcaires pélagiques: à silex en plaquettes de 10 cm. d' épais- seur intercalés de calcaires microbrechique à débris de Rudistes en bancs plus massifs. Au sommet, de la formation ce trouve une microfaine pelagique d' âge Sénouien supérieur (Campanien-Maestrichtien).

*Globotruncana stuarti (DE LAPP), G. rosetta (CARCEY), G. arca (CUCH), G. linnei (L'ORB.).*

Η μικροπαις αήθ συνοδείται από πανίδος με Orbitolides έντός όριζόντων με μικρολατομωπή όση.

Cette microfaine s' associe à une faune d' Orbitolides dans des niveaux à structure microbrechique

*Orbitolides medius ARCH., O. ariculatus SCHLUMM, Hellenocyclina boetica REICHEL., Simplites genaticus (LEYM.), Siderolites calcitrans LAM., S. vidali DOUV.*

Ένωός τής μόχης τών άσβεστολίθων διαποστούσι τό Κατώτερον Σανουίτιον διά τής πελαγικής μικροπανίδος ατόφθ:

*Globotruncana Gr. lapprandi BROTTEN, G. coronata BOLL, etc.*

**ΚΑΤΩ ΚΡΗΤΙΑΚΩΝ (ΒΑΡΕΜΙΩΝ - ΑΠΤΙΩΝ)**

**CRETACE INFERIEUR (BAREMIEN - APTIEN)**

Δίο Βαυμίδες, εκ τών άνω πρὸς τό κάτω: α) Άδοσολάθιο: μικρολατομωσμένη ροδιόσος, με γυαλιόαν, θρωματίτια κροκαλοπάγην και ποταμίαν, με έντροπισές έξ πε- λαγιών άσβεστολίθων με πυριτολίθους και έρωφράς μάργας με καθοριστί έπακρόφ, ήτόν με περριτολίθους όσος είναι πολυ- ποσωμένον. Εἰς τά σωλλεγμένα δέγματα άνερωθί ή άκόλουθος μικροπαις:



Deux niveaux de haut en bas: α) Calcaires: microbrechiques roses, à quartz, débris de radiolaires et de roches vertes, intercalés de calcaires pélagiques à silex et de marnes rouge à

*Radiolaires, Dictyoceras arabicus HENSON, Orbitolina bulgarica DESH., O. trochus SILV.*

Πάχος: 20-30 μ. β) Φάσχις: με έντροπισές έξ έρωφρών μαργών με Άκτινώζωα, *Dictyoceras arabicus HENSON Orbitolina SP.*

Flysch: intercalés de marnes rouges à Radiolaires, à *Dictyoceras arabicus HENSON, Orbitolina SP.*

**ΙΟΥΡΑΣΙΚΩΝ - ΚΑΤΩ ΚΡΗΤΙΑΚΩΝ**

**JURASSIQUE - CRÉTACÉ INFÉRIEUR**

Κροατολάθιο: ποικιλόχροιο, έρωφιο, πρσίσιον, καθαρό εἰς τό ένδοξιμον τμήμα τού σχηματισμοό έντροπισές πελαγιώδης άδοσολάθιον με άκτινώσει εἰς τήν Βάση και τήν κορυφήν. Περιζούσι, συχνά, κοινίόλους ή σπασοειδή μαργατίσιον ή είναι άπολάς έμολοσμετόρην εἰς αόισα. Ένώός τών σπασοειδών αόισών, παρεμ- βόλων τρωπείων εἰς μικρολατομωσμένων άσβεστολίθων. Πάχος: 250-400 μ. περίπου.



Radiolaires: bariolées rouges, vertes, purses dans la partie mé- diante de la formation, intercalés de calcaires pélagiques à la base et au sommet. Elles contiennent fréquemment des nodules ou des lits de magnésites, ou en sont simplement enrichies. Ils s'interca- lent dans cette formation, de bancs de calcaires microbrechiques. Puissance: 250-400 m. environ.

**ΥΠΟΖΩΝΗ ΥΠΕΡΠΙΝΔΙΚΗ**

**SUBZONE ULTRAPINDIQUE**

**ΚΑΤΩΤΕΡΩΝ - ΑΝΩΤ. ΚΡΗΤΙΑΚΩΝ**

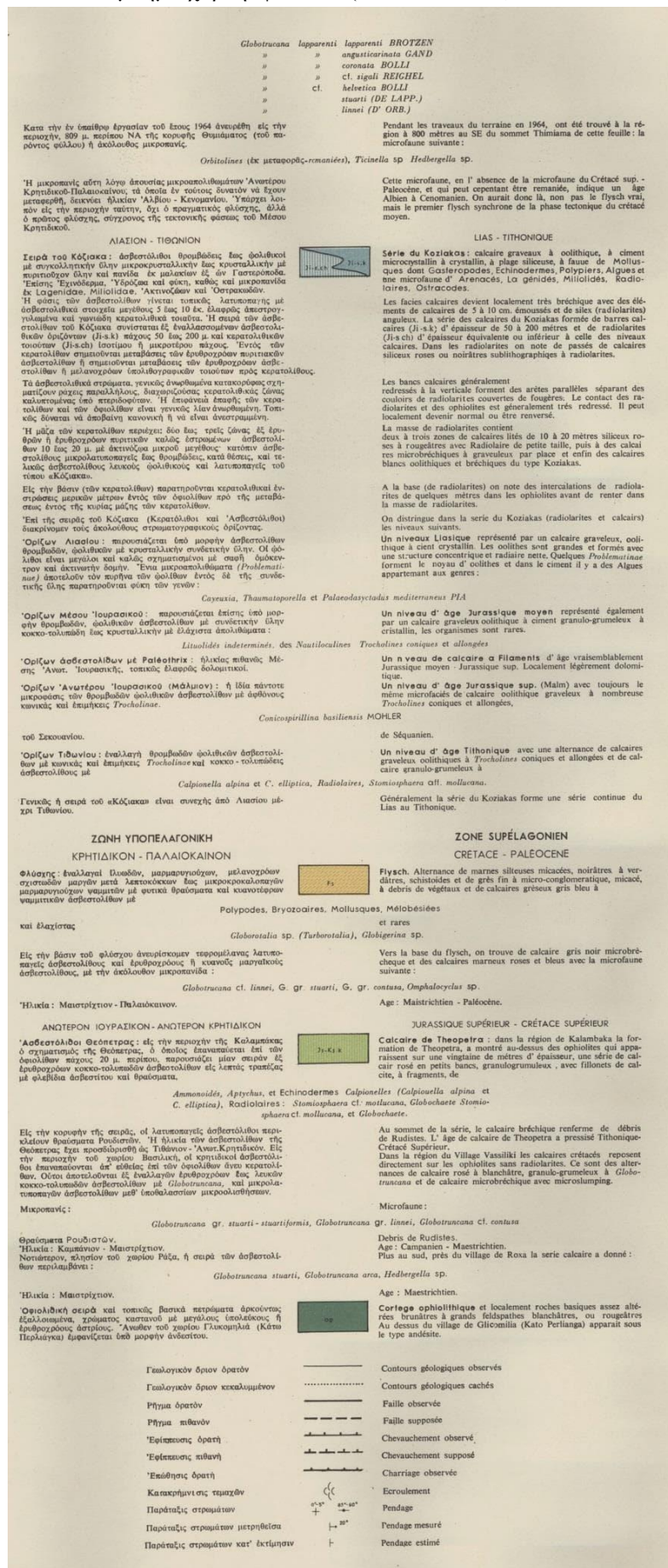
**CRETACE INF. - SUPERIEUR**

Άδοσολάθιο Θωμαϊάτοσι: οί άδοσολάθιοι τού Θωμαϊάτος (όνομασία από *J. Aulovian*) παρουσιάζουν μίαν όσην γενικόσι μικρολατομωσμήν με γυαλιόαν ή ήτοίσινα ή έρωφρήσι και όμοιο- λήθων. Τό πάχος τών άσβεστολίθων τρωπείων ποικιλά από 10 έως 50 εκσποσ. Τό σωλλωόν πάχος τής σειρῆς είναι άδύνατον να καθορισθί έπακρόφ, ήτόν με περριτολίθους όσος είναι πολυ- ποσωμένον. Εἰς τά σωλλεγμένα δέγματα άνερωθί ή άκόλουθος μικροπαις:



Calcaire pe Thimiama: le calcaire de Thimiama (appellation de J. AUBOURN) montre un faciès généralement microbrechique à éléments anguleux de radiolaires no d' ophiolites. Les bancs ont une épaisseur variable de 10 à 50 cm. L' épaisseur totale de la série est impossible à préciser, ces calcaires sont toujours multilissés. Les échantillons recollés, ont donné la microfaine suivante.

Εικ.4: Υπόμνημα χάρτη, φύλλο 1 (Ι.Γ.Μ.Ε., 1972).



Εικ.5: Υπόμνημα χάρτη, φύλλο 2 (Ι.Γ.Μ.Ε., 1972).

### 3.1.1. Δειγματοληψία

Το δεύτερο στάδιο της έρευνας αφορούσε τη δειγματοληψία πετρωμάτων των σχηματισμών που απαρτίζουν την περιοχή. Η συλλογή μακροσκοπικών δειγμάτων αποτελεί και σε αυτό το σημείο σημαντικό εργαλείο. Για την συλλογή των δειγμάτων, χρησιμοποιήθηκε γεωλογικό σφυρί καθώς και σακούλες δειγματοληψίας για την αποθήκευση και φύλαξη των δειγμάτων. Σε κάθε σακούλα δειγματοληψίας σημειώθηκε το σημείο συλλογής καθώς και το όνομα του δείγματος. Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στα απολιθώματα κατά την δειγματοληψία. Τα τελευταία τυλίχτηκαν και σε ειδικό προστατευτικό χαρτί και έπειτα αποθηκεύτηκαν σε σακούλες δειγματοληψίας.



Εικ 6: Φωτογραφική αποτύπωση θέσης δειγματοληψίας (φώτο Γ. Συρίδης).

Κατά τη δειγματοληψία συλλέχθηκαν δύο δείγματα, από δύο διαφορετικές θέσεις, του Νουμμουλιτοφόρου ασβεστόλιθου, με σκοπό την περαιτέρω μικροπαλαιοντολογική μελέτη (Εικ.7). Τα δείγματα συλλέχθηκαν από τις Θέσεις 1 και 2 του αντίστοιχου ασβεστόλιθου όπως φαίνεται στον χάρτη που ακολουθεί.



Εικ 7: Φωτογραφική αποτύπωση θέσεων δειγματοληψίας στην περιοχή μελέτης.

## **3.2. Εργαστηριακή επεξεργασία**

### **3.2.1. Κατασκευή λεπτών τομών**

Προκειμένου να επιτευχθεί η περαιτέρω μικροσκοπική εξέταση των απολιθωματοφόρων δειγμάτων, απαιτήθηκε η κατασκευή λεπτών τομών. Κατασκευάστηκαν συνολικά 4 λεπτές τομές από δύο διαφορετικά δείγματα. Οι τρεις πρώτες αντιστοιχούν στη Θέση 1 (Εικ. 7) και η τέταρτη στη Θέση 2. Οι τομές ονομάστηκαν από τη Θέση 1: 1, 1.1 και 1.2 και 2 αντίστοιχα από τη Θέση 2.

Η κατασκευή τους πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο του τομέα Πετρολογίας, του Τμήματος Γεωλογίας του Α.Π.Θ.. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε παρουσιάζεται λεπτομερώς στη συνέχεια.

Αφετηρία της διαδικασίας αποτέλεσε η επιλογή του τμήματος του δείγματος που περιείχε μεγαλύτερο πληθυσμό απολιθωμάτων. Εν συνεχεία, με την βοήθεια διαμαντοτροχού έγινε η κοπή του επιλεγμένου τμήματος του πετρώματος. Το πάχος του ήταν περίπου 0,5 cm και το πλάτος του μερικών εκατοστών. Έπειτα, με τη χρήση ενός τροχού το δείγμα έλαβε κατάλληλες διαστάσεις, έτσι ώστε να χωράει στην αντικειμενοφόρο πλάκα. Η αντικειμενοφόρος πλάκα που επιλέχθηκε έχει σχήμα τετράγωνο και διαστάσεις 5x5 cm, ώστε η επιφάνεια του δείγματος προς μελέτη να είναι μεγαλύτερη, με σκοπό την απόσπαση των περισσότερων δυνατών παρατηρήσεων. Στη συνέχεια αφού διενεργήθηκε λείανση του δείγματος, αυτό κολλήθηκε πάνω στην πλάκα.

Το δείγμα τοποθετήθηκε αρχικά πάνω σε θερμαινόμενη πλάκα, θερμοκρασίας 100-120 °C, με την επιφάνεια λείανσης προς τα κάτω. Επάνω στην επιφάνεια αυτή τοποθετήθηκε μικρή ποσότητα συγκολλητικής ουσίας, θερμοπλαστικής ύλης τύπου Lakeside. Όταν επήλθε ρευστοποίηση της κόλλας, το δείγμα τοποθετήθηκε πάνω στην αντικειμενοφόρο πλάκα. Μετά την τοποθέτηση και με την βοήθεια ξύλινων ράβδων, το δείγμα συμπιέστηκε ώστε να απομακρυνθεί κάθε ενδεχόμενο φυσαλίδων αέρα. Με την πήξη της κόλλας και την στερεοποίηση του δείγματος πάνω στην πλάκα, τότε ξεκίνησε η διαδικασία μείωσης του πάχους. Αρχικά αφαιρέθηκε το μεγαλύτερο πάχος του πλακιδίου με αδαμαντοφόρο τροχό αφήνοντας επάνω στο αντικειμενοφόρο πλάκα μια λεπτή προσκολλημένη "φλούδα" του πετρώματος.

Στη συνέχεια λειάνθηκε ώστε να μειωθεί ακόμη περισσότερο το πάχος του ώστε να γίνει σχεδόν διαφανές. Για να πραγματοποιηθεί η διαδικασία αυτή χρησιμοποιήθηκε γυάλινη επιφάνεια πάνω στην οποία τοποθετήθηκε σκόνη ανθρακοπυριτίου και νερό. Οι λειαντικές σκόνες ανθρακοπυριτίου που χρησιμοποιήθηκαν ήταν Νο<sup>ο</sup> 400, 600 και 800. Τέλος, για να ελεγχθεί εάν η τομή ήταν έτοιμη, εξετάστηκαν τα χρώματα πόλωσης των ορυκτών καθώς επίσης και η εικόνα των απολιθωμάτων (Σκλαβούνος κ.α., 2011).

### **3.2.2. Παρατηρήσεις στο μικροσκόπιο**

Μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής των λεπτών τομών, ακολούθησε η εξέτασή τους στο στερεοσκόπιο για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με το πλήθος καθώς και το είδος των απολιθωμάτων που συναντώνται εντός του Ηωκαινικού ασβεστολιθικού ορίζοντα. Χρησιμοποιήθηκε στερεοσκόπιο τύπου Leitz με συνδυασμό προσπίπτοντος και διερχομένου φωτός για τη μελέτη των λεπτών τομών και τον προσδιορισμό της μικροπανίδας. Κατά την εξέταση των λεπτών τομών, παρατηρήθηκε πως το μεγαλύτερο πλήθος των μικροαπολιθωμάτων ανήκει στο γένος *Nummulites*. Ακόμη βρέθηκαν τα γένη *Alveolina*, *Orbitolites*, *Discoscyclina*, και αντιπρόσωποι της οικογένειας Miliolidae, κάποια γαστερόποδα όπως επίσης και θραύσματα κοραλλιών.

### **3.2.3. Μορφομετρικές μετρήσεις του γένους *Nummulites***

Επόμενο στάδιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτέλεσε η μορφομετρική μελέτη των μικροαπολιθωμάτων του γένους *Nummulites*. Η μορφομετρία αποτελεί πολύ σημαντικό κομμάτι για την αναγνώριση, τον προσδιορισμό και την κατηγοριοποίηση του είδους και του τύπου των Νουμμουλιτών. Για τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν, χρησιμοποιήθηκε ορθοσκόπιο τύπου Wild Photomakroskop M400. Τέλος, τα αποτελέσματα των μετρήσεων που προέκυψαν συγκρίθηκαν με αντίστοιχες αναφορές από τη διεθνή βιβλιογραφία.

### **3.2.4. Συστηματική ταξινόμηση τρηματοφόρων**

Για τα μικροαπολιθώματα που αναγνωρίστηκαν πραγματοποιήθηκε συστηματική ταξινόμηση. Η ταξινόμησή τους βασίστηκε στην ταξινόμηση των Loeblich & Tappan (1988), όπως και των Boukhary et al. (2002), Less & Κονάcs (2009).

### **3.2.5. Στατιστική επεξεργασία**

Με το πέρας των μορφομετρικών μετρήσεων και της συστηματικής ταξινόμησης των μικροαπολιθωμάτων, τα αποτελέσματα που συγκεντρώθηκαν, κατανεμήθηκαν σε ειδικούς πίνακες με την βοήθεια του υπολογιστικού προγράμματος Excel και εν συνεχεία με το πρόγραμμα Past.exe v.1.23 (Hammer et al., 2001) εφαρμόστηκε η Principal Component analysis και στη συνέχεια κατασκευάστηκαν διαγράμματα με στόχο τη διεξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την πανίδα των Νουμμουλιτών στην περιοχή της Βασιλικής.

#### 4. Αποτελέσματα

##### 4.1. Γεωλογικός χάρτης και στρωματογραφία της περιοχής

Τα αποτελέσματα της χαρτογράφησης παρουσιάζονται λεπτομερώς στη συνέχεια. Το πρώτο κομμάτι της πορείας που ακολουθήθηκε είχε ως αφετηρία την ΒΔ πλευρά του ορεινού όγκου και συγκεκριμένα τη θέση του Ρολογιού μέχρι και το εκκλησάκι του Αγίου Αθανασίου. Όλο το τμήμα αυτό του ορεινού όγκου συνίσταται από οφιολιθικά πετρώματα και στον χάρτη σημειώνεται με πράσινο χρώμα. Η οφιολιθική σειρά ανήκει στην Υποπελαγονική ζώνη και είναι Άνω Ιουρασικής ηλικίας. Τα πετρώματα της σειράς αυτής, σύμφωνα με το υπόμνημα του γεωλογικού χάρτη (ΙΓΜΕ, 1972), εμφανίζονται με την μορφή του Ανδεσίτη. Χαρακτηρίζεται από καστανό έως καστανοπράσινο χρώμα και ύπαρξη μεγάλων αστρίων. Κατά μήκος της εμφάνισης τους παρουσιάζονται τμήματα του πετρώματος έντονα αλλοιωμένα, αποσαθρωμένα έως κονιορτοποιημένα. Η αλλοίωση που έχει επέλθει στο πέτρωμα είναι η σερπεντινίωση, η οποία δικαιολογεί εν μέρει το πράσινο χρώμα του. Οι οφιόλιθοι αποτελούν το υπόβαθρο του δυτικού ορίου της Μεσοελληνικής Αύλακας με την Υποπελαγονική ζώνη.



Εικ 8 Γεωλογική επαφή μεταξύ των οφιολίθων και του κροκαλοπαγούς (φώτο Γ. Συρίδης).

Την οφιολιθική ακολουθία διαδέχεται στρωματογραφικά ασύμφωνα ένας ανθρακικός σχηματισμός ο οποίος στον χάρτη σημειώνεται με μωβ χρώμα. Πρόκειται για έναν ασβεστόλιθο Μεσοζωικής ηλικίας (Εικ. 9). Συγκεκριμένα (ΙΓΜΕ, 1972) είναι ένας ασβεστόλιθος που αποτέθηκε κάτω από συνθήκες νηριτικής ιζηματογένεσης που έλαβε χώρα στο Κιμμερίδιο-Τιθώνιο και αποτελεί την πρώτη επίκλυση της θάλασσας. Καλύπτει ολόκληρη σχεδόν την ανατολική πλευρά του υβάματος χωρίς όμως να εμφανίζεται στη δυτική πλευρά. Έχει μεγάλο πάχος, ελαφρώς κυανό χρώμα και εμφανίζεται ελαφρά ανακρυσταλλωμένος. Η επαφή του με



τους οφιόλιθους της Υποελαγονικής είναι τεκτονική και έχει ηλικία Κάτω Κρητιδικής περιόδου.

Έπειτα, ασύμφωνα επικάθεται ένα κροκαλοπαγές απόσυρσης και στον χάρτη σημειώνεται με ροζ χρώμα. Το κροκαλοπαγές συνίσταται από κροκάλες ασβεστολιθικές αλλά και κροκάλες οφιολιθικής προέλευσης. Οι κροκάλες εμφανίζονται καλά αποστρογγυλεμένες και το συνδετικό υλικό έχει σύσταση ασβεστιτική. Το κροκαλοπαγές βρίσκεται σε ασυμφωνία και με την οφιολιθική ακολουθία (Εικ.8). Πρόκειται για ένα κροκαλοπαγές Παλαιοκαινικής ηλικίας. Τα σημεία που εμφανίζεται στην περιοχή μελέτης είναι κοντά στην θέση του ρολογιού, στο εκκλησάκι του Πρ. Ηλία και στην κορυφή του λόφου νότια απέναντι καθώς και στην ανατολική πλευρά της δεξαμενής και φτάνει ως και το σημείο του δρόμου.



Εικ 9: Ο Μεσοζωικός ασβεστόλιθος (φώτο Γ. Συρίδης).

Στρωματογραφικά, πάνω από το κροκαλοπαγές αποτίθεται ασύμφωνα ένας ασβεστολιθικός σχηματισμός, ο οποίος στον χάρτη σημειώνεται με μπλε χρώμα. Ο ασβεστόλιθος εμφανίζεται σε όλη την κορυφογραμμή του υβώματος μέχρι την περιοχή του Πρ. Ηλία και επίσης μετά το εκκλησάκι ως και την βόρεια πλευρά της

δεξαμενής. Τέλος, εμφανίζεται επί του Μεσοζωικού ασβεστόλιθου πάνω στον δρόμο κάτω από το εκκλησάκι. Έχει τεφρό έως ελαφρώς κυανότεφο χρώμα και στο όριο του με το κροκαλοπαγές μεταπίπτει σε ψαμμιτικό ασβεστόλιθο. Σε αυτά τα ασβεστολιθικά στρώματα εντοπίστηκαν και απολιθώματα (Εικ.10).



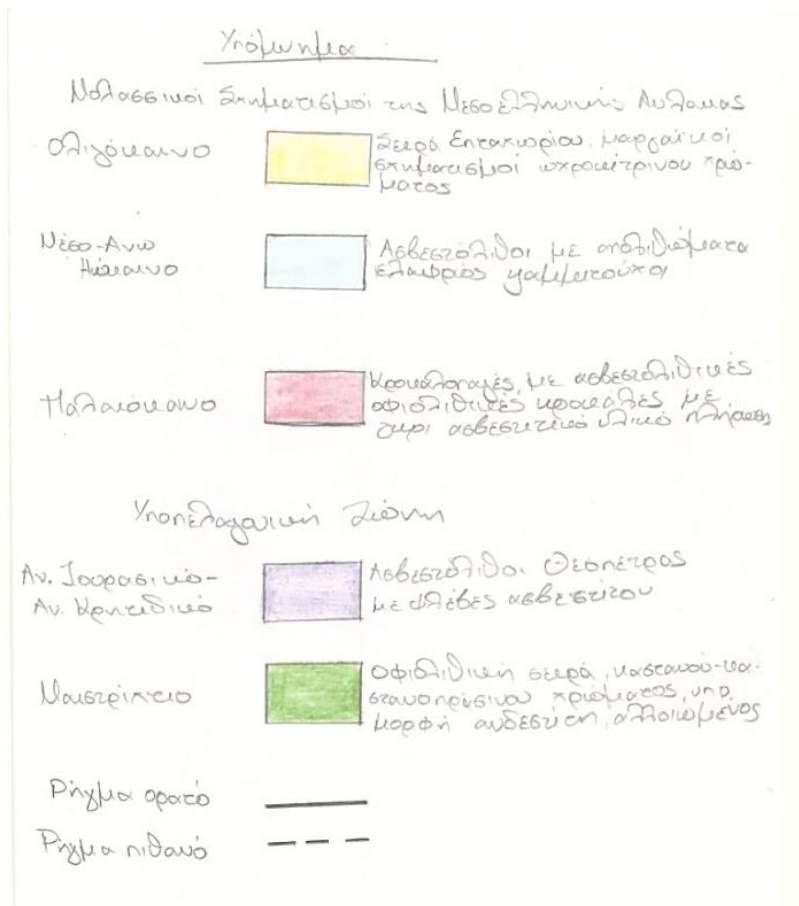
Εικ 10: Ο Νουμμουλιτοφόρος ασβεστόλιθος (φώτο Γ. Συρίδης).

Τέλος, σε όλο το μήκος του δρόμου, στο βόρειο τμήμα του λόφου, από το σημείο του βοσκότοπου ως και το σημείο της χωματερής, εντοπίστηκε μαργαϊκός σχηματισμός ωχροκίτρινου χρώματος ( στον χάρτη σημειώνεται με κίτρινο χρώμα).

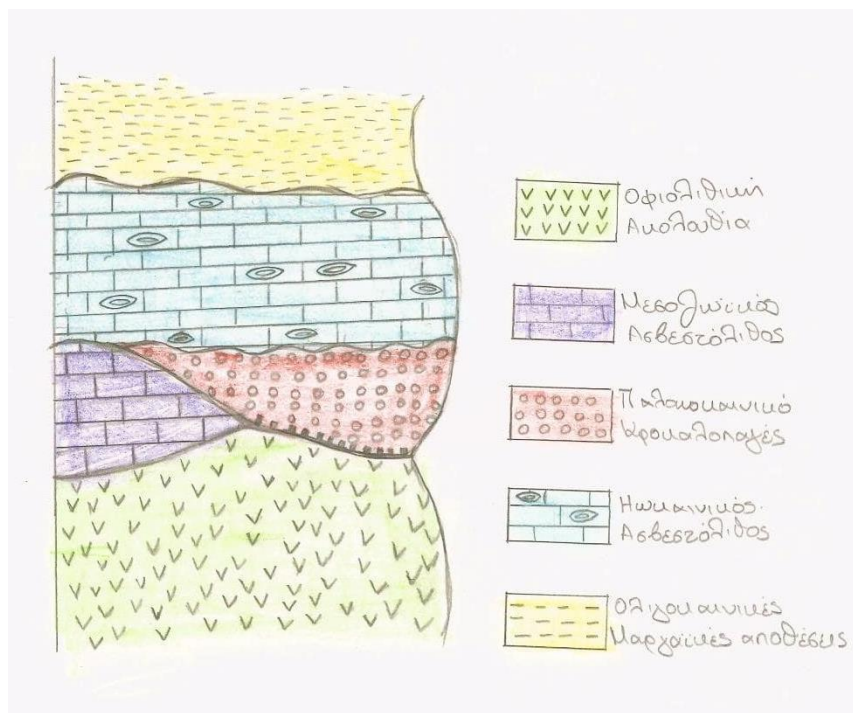
Στη συνέχεια και έπειτα από συστηματική μελέτη, γίνεται παράθεση του γεωλογικού χάρτη της χαρτογράφησης της περιοχής που μελετήθηκε (Εικ. 11, 12), όπως αυτή πραγματοποιήθηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία και επίσης παρουσιάζεται η σύνθετη στρωματογραφική στήλη ώστε να δειχθεί η διαδοχή των στρωμάτων των πετρωμάτων (Εικ.13). Απεικονίζεται από την βάση έως την κορυφή αρχικά τα οφιολιθικά πετρώματα τα οποία έρχονται σε τεκτονική επαφή με τον Μεσοζωϊκό ασβεστόλιθο όπως επίσης και με το κροκαλοπαγές. Στη συνέχεια, επικάθεται ασύφωνα ο Ηωκαινικός Νουμμουλιτοφόρος ασβεστόλιθος. Τέλος, ασύμφωνα επικάθονται και οι Μαργαϊκές αποθέσεις στον υποκείμενο απολιθωματοφόρο ασβεστόλιθο (Εικ. 13).



Εικ 11: Γεωλογικός χάρτης που προέκυψε από τη χαρτογράφηση της περιοχής.



Εικ 12: Υπόμνημα του γεωλογικού χάρτη.



Εικ 13: Σύνθετη στρωματογραφική στήλη.

## 4.2. Παλαιοντολογία

### 4.2.1 Μελέτη απολιθωμάτων Ηωκαινικών ιζημάτων

Δεύτερο σκέλος της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η παλαιοντολογική μελέτη των Ηωκαινικών ανθρακικών ιζημάτων που εντοπίζονται στην περιοχή. Εντός των Ηωκαινικών ασβεστόλιθων εμφανίζεται πανίδα γαστεροπόδων, κοραλλιών, εχινοδέρμων και δίθυρων αλλά η πλειονότητα της πανίδας ανήκει στην κατηγορία των μικροαπολιθωμάτων. Τα πολυπληθέστερα και σημαντικότερα μικροαπολιθώματα ανήκουν στο γένος *Nummulites* καθώς και σε μικρότερα ποσοστά στα γένη *Alveolina*, *Orbitolites*, *Discosyclina*, και αντιπροσώπους της οικογένειας *Miliolidae*.

### 4.2.2 Μακροαπολιθώματα

Στην περιοχή της Βασιλικής, εντός του ασβεστολιθικού ορίζοντα εντοπίστηκαν και μακροαπολιθώματα. Βρέθηκαν θραύσματα δίθυρων αλλά και κάποια εκμαγεία αυτών. Επίσης εντοπίστηκαν θραύσματα εχινοδέρμων αλλά και πολλά άτομα από την ομάδα των γαστεροπόδων (Εικ.14).



Εικ 14: Μακροαπολιθώματα της ομάδας των γαστεροπόδων στον Νουμμουλιτοφόρο ασβεστόλιθο (φώτο Γ. Συρίδης).

### 4.2.3 Μικροπαλαιοντολογία

#### 4.2.3.1 Τρηματοφόρα-Ζωντανός οργανισμός-Εξέλιξη

Τα Τρηματοφόρα αποτελούν μία από σπουδαιότερες κατηγορίες των μικροαπολιθωμάτων καθώς αναφέρονται σε μεγάλη ποικιλία και αφθονία των κυριότερων αντιπροσώπων που απαντούν σε ένα ευρύ χρονικό φάσμα, απολιθωμένοι στα διάφορα ιζήματα. Για τους παραπάνω λόγους η ομάδα αυτή είναι η πρώτη που μελετήθηκε και επομένως χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό της ηλικίας και του παλαιοπεριβάλλοντος απόθεσης των αντίστοιχων ιζημάτων.

Τα μεγάλα βενθονικά τρηματοφόρα (**Large Benthic Foraminifera**) είναι μονοκύτταροι οργανισμοί που χαρακτηρίζονται από την παρουσία ενδοεκτοπλασματικού σκελετού. Ο τελευταίος αποτελείται από ένα ή και περισσότερους θαλάμους που συνδέονται τόσο μεταξύ τους όσο και με το περιβάλλον διαμέσου οπών, πόρων ή στοματικών ανοιγμάτων. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, τα τρηματοφόρα είναι μονοκύτταροι οργανισμοί και αρκετά απλοί, συνεπώς θα έπρεπε να είναι οργανισμοί που εμφανίστηκαν πρώτοι. Ωστόσο από δεδομένα που βασίζονται σε απολιθωμένους οργανισμούς χρονολογούνται στο Κάμβριο. Οι οργανισμοί που πρωτοεμφανίζονται φέρουν χιτινώδη και συμφυρματοπαγή κελύφη. Σε αυτή την περίοδο δεν έχουμε παρουσία ασβεστολιθικών κελυφών και πιθανότερη αιτία εμφανίζεται να είναι η μεγάλη περιεκτικότητα της ατμόσφαιρας σε διοξείδιο του άνθρακα, που έχει ως αποτέλεσμα της διαλυτότητα του ανθρακικού ασβεστίου.

Η παλαιότερη απολιθωμένη μορφή τρηματοφόρου απαντά στο όνομα *Bathysiphon* και ανήκει στην οικογένεια των *Astrorhizidae*. Έχει ηλικία κατώτερου Καμβρίου και το κέλυφος του είναι συμφυρματοπαγές. Ενώ το πρώτο τρηματοφόρο με ανθρακικό κέλυφος είναι του γένους *Saccamminopsis* της οικογένειας *Moranamminidae* και χρονολογείται στο Ορδοβίσιο. Στο Σιλούριο εμφανίζονται τα πρώτα ανθρακικά σωληνοειδή περιελιγμένα τρηματοφόρα που ανήκουν στην οικογένεια *Ammodiscidae*. Έπειτα, κατά τη διάρκεια του Δεβονίου εμφανίζονται νέα είδη συμφυρματοπαγών και μεγάλη αφθονία μορφών με μικροκοκκώδη κελύφη ενώ στο όριο του με το Λιθανθρακοφόρο εμφανίζονται πιο πολύπλοκες μορφές, πολυθάλαμες και κατά τη διάρκεια του εμφανίζονται τα πρώτα πορσελανώδους δομής και τροχοσπειροειδούς περιέλιξης τρηματοφόρα. Στη συνέχεια, στο όριο του Λιθανθρακοφόρου με το Πέρμιο παρατηρείται αφθονία της οικογένειας των *Fusulinidae* που παρουσιάζουν πολύπλοκη εσωτερική δομή και μεγάλη ποικιλία στην κατασκευή του κελύφους και εξαφανίστηκαν κατά τη μαζική εξαφάνιση, με το πέρας του Περμίου.

Στο Μεσοζωικό τα μικρού μεγέθους βενθονικά τρηματοφόρα παρουσιάζουν σημαντική εξέλιξη. Μία εξίσου σημαντική περίοδος είναι αυτή του Κρητιδικού όπου παρατηρείται τεράστια ανάπτυξη των τρηματοφόρων, τόσο των βενθονικών όσο και των πλαγκτονικών ειδών. Η περίοδος αυτή είναι σημαντική μέχρι και το τέλος της όπου την αντικαθιστά το Παλαιόκαινο όπου πραγματοποιείται η εξαφάνιση των μεγάλων οικογενειών ενώ εμφανίζονται νέοι αντιπρόσωποι και νέες οικογένειες όπως για παράδειγμα τα *Nummulitidae*, τα οποία θα χαρακτηρίσουν τα ιζήματα του Ηωκαίνου και θα χαρίσουν στους ασβεστολίθους της εποχής αυτής το όνομα

Νουμουλιτικοί. Μεταπίπτοντας στο Ολιγόκαινο - Μειόκαινο, αναπτύσσονται τα Miohypsiidae, Lepidocyclinidae και τελική αλλαγή παρατηρείται στο Πλειόκαινο-Πλειστόκαινο όπου έχουμε προσθήκη νέων γενών (Τριανταφύλλου & Δήμιζα, 2012).

Τα τρηματοφόρα είναι μονοκύτταροι οργανισμοί και αποτελούν την πιο ποικίλη ομάδα, στους σύγχρονους ωκεανούς, καθώς έχουν υπολογιστεί περίπου 10.0000 σύγχρονα είδη (Vickerman, 1992). Τα τρηματοφόρα κατασκευάζουν κέλυφος το οποίο όταν ο ζωντανός οργανισμός πεθαίνει παραμένει στα ιζήματα ως απολίθωμα (Scott et al., 2004). Το κέλυφος, ή εξωτερικός σκελετός, των τρηματοφόρων δομείται από υλικά διαφόρων ειδών. Η εξωτερική μορφολογία του κελύφους τους, αποτελεί τη βάση της συστηματικής ταξινόμησης αυτών των οργανισμών, επομένως προκειμένου να πραγματοποιηθεί ο προσδιορισμός των γενών και ειδών, ο ερευνητής καλείται να βασιστεί αποκλειστικά στη σύσταση και τη μορφολογία του κελύφους του μικροαπολιθώματος, καθώς κατά την απολίθωση το οργανικό μέρος του οργανισμού καταστρέφεται.

Έχουν προταθεί κατά καιρούς αρκετές συστηματικές ταξινομήσεις, ωστόσο η πλέον έγκυρη είναι αυτή των Loeblich & Tappan (1988). Για τον προσδιορισμό των διαφόρων ομάδων χρησιμοποιούνται τα παρακάτω κριτήρια:

- Φύση κελύφους (χιτινώδες, ασβεστιτικό, αραγωνιτικό, πυριτικό, συμφυρματοπαγές)
- Δομή κελύφους (πορσελανώδες ή αδιάτρητο, υαλώδες ή διάτρητο)
- Αριθμός και συναρμογή θαλάμων (μονοθάλαμα, πολυθάλαμα) και διάταξη αυτών (μονόσειρα, δίσειρα, περιελιγμένα τροχοσπειροειδή ή επιπεδοσπειροειδή)
- Σχήμα κελύφους (σφαιρικό, κυλινδρικό, ελικοειδές, φακοειδές)
- Δομή τοιχώματος (ελασματοειδές ή όχι)
- Παρουσία ή όχι πόρων
- Στοματικά ανοίγματα (αριθμός, σχήμα, θέση)
- Κέλυφος ελεύθερο ή προσκολλημένο
- Εσωτερική δομή κελύφους
- Διαστάσεις κελύφους
- Σχήμα και διαστάσεις θαλάμων
- Χαρακτηριστικά γραμμών ραφής
- Ποικίλσεις

Συνδυασμοί των προαναφερθέντων κριτηρίων χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της υπόταξης, της οικογένειας, του γένους και τέλος με όλα τα παραπάνω κριτήρια διακρίνουμε το είδος (Τριανταφύλλου & Δήμιζα, 2012; Τσουκαλά, 2008).

#### 4.2.3.2 Οικολογία - Παλαιοοικολογία

Προκειμένου να αναπτυχθεί και να πολλαπλασιαστεί ένας οργανισμός έχει ανάγκη ενός βιοτόπου, ο οποίος πληροί συγκεκριμένων συνθηκών διαβίωσης. Με τον όρο οικολογία αναφερόμαστε σε αυτές τις συνθήκες και με βάση αυτόν προσδιορίζεται ο ανάλογος βιότοπος για κάθε οργανισμό. Σε αντίθεση, ο όρος παλαιοοικολογία χρησιμοποιεί τα δεδομένα και τις πληροφορίες της οικολογίας με σκοπό να τις εφαρμόσει στους απολιθωμένους οργανισμούς.

Τα είδη της ομάδας των τρηματοφόρων στην πλειοψηφία τους είναι θαλάσσιοι οργανισμοί ενώ ένα πολύ μικρό ποσοστό τους ζει σε υφάλμυρα νερά με μόνο μία οικογένεια να ζει σε γλυκά νερά. Επιπρόσθετα, το μεγαλύτερο ποσοστό των τρηματοφόρων αποτελείται από βενθονικούς οργανισμούς. Οι οργανισμοί αυτοί έχουν την δυνατότητα να ζουν είτε προσκολλημένοι στον πυθμένα είτε σε άλλους οργανισμούς είτε κινούνται ελεύθεροι κοντά στον πυθμένα ή εντός των χαλαρών ιζημάτων σε πολύ μικρό βάθος. Οι διαφορετικές συνθήκες που επικρατούν στην ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα ευθύνονται για την δημιουργία ποικίλων βιοτόπων που με την σειρά τους επιτρέπουν τη δημιουργία πολλών και διαφόρων μορφολογικών τύπων για τις εκάστοτε βιολογικές συνθήκες. Την πολυπλοκότητα και την πολυμορφία των βενθονικών τρηματοφόρων αντιδιαστέλλουν τα πλαγκτονικά τρηματοφόρα. Τα τελευταία επιπλέον ελεύθερα στην υδάτινη στήλη και λόγω της μεγαλύτερης ομοιομορφίας των συνθηκών που επικρατούν εκεί, δεν παρουσιάζεται μεγάλη διαφοροποίηση ανάμεσα στα είδη. Τα πλαγκτονικά τρηματοφόρα παρουσιάζουν επίσης και μεγαλύτερη γεωγραφική εξάπλωση αφού η μεταφορά τους διευκολύνεται από τη δράση των θαλάσσιων ρευμάτων.

Η εξάπλωση όμως των βενθονικών τρηματοφόρων εξαρτάται άμεσα από φυσικοχημικούς και βιολογικούς παράγοντες. Στους φυσικοχημικούς παράγοντες περιλαμβάνονται η θερμοκρασία των υδάτων, η περιεκτικότητα σε ιόντα, αέρια, ιχνοστοιχεία και θρεπτικά συστατικά, η κινητική τους ενέργεια που οφείλεται στη δράση των διαφόρων κυμάτων και ρευμάτων. Ακόμη, σημαντικό παράγοντα αποτελεί ο βαθμός θολερότητας των υδάτων, από τον οποίο εξαρτάται ο βαθμός και η δυνατότητα εισχώρησης του φωτός, ενώ ο ίδιος εξαρτάται από το βάθος, το είδος του πυθμένα της θάλασσας και τα γεωλογικά φαινόμενα που επικρατούν στην περιοχή. Στις βιολογικές παραμέτρους περιλαμβάνεται η ύπαρξη ή μη του φυτοπλαγκτόν καθώς και ο ανταγωνισμός μεταξύ των ειδών.

Από όλα τα παραπάνω εξάγεται το σαφές πως η αλληλεπίδραση των οικολογικών παραμέτρων επηρεάζει την κατανομή των ειδών των διαφόρων οικοσυστημάτων. Αντίστροφα, η πανίδα ασκεί σημαντικό ρόλο στον καθορισμό των βιοτόπων. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η ανάπτυξη της οικογένειας Nummulitidae που έχει την ικανότητα να σχηματίζει υφάλους που αναπτύσσονται παράλληλα με την ακτή αλλάζοντας κατ' αυτόν τον τρόπο την τοπογραφία και συνεπώς το βιότοπο και τις βιοκοινωνίες. Επομένως, συμπεραίνουμε πως για να επιτευχθεί ο προσδιορισμός των οικοσυστημάτων χρησιμοποιούνται συγκεκριμένες πανίδες, που ονομάζονται δείκτες, καθώς και οι αναλογίες τόσο των διαφόρων ομάδων των τρηματοφόρων όσο και των χαρακτηριστικών αυτών (Τριανταφύλλου & Δήμιζα, 2012).



#### 4.2.3.3. Το γένος *Nummulites*, συνοδή πανίδα και συστηματική ταξινόμηση

Ακολουθεί η συστηματική ταξινόμηση των τρηματοφόρων που εντοπίστηκαν εντός των λεπτών τομών έχοντας ως γνώμονα την ταξινόμηση των Loeblich & Tappan (1988).

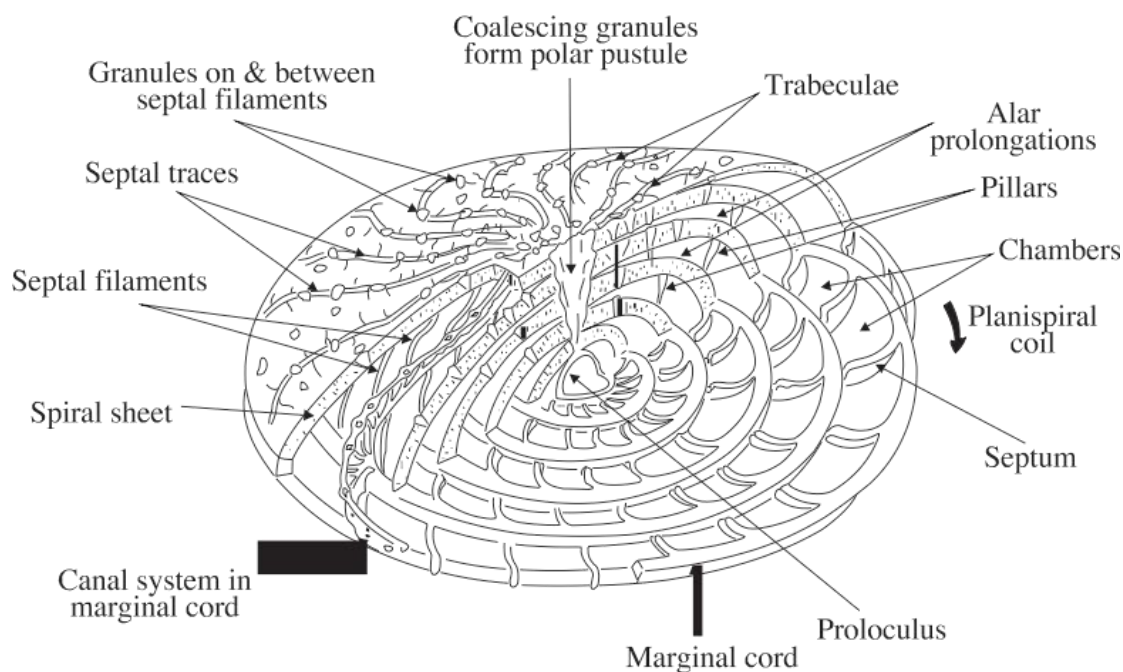
Υπερουκογένεια: Rotaliacea Ehrenberg, 1893

Οικογένεια: Nummulitidae DeBlainville, 1825

Γένος: *Nummulites* Lamarck, 1801

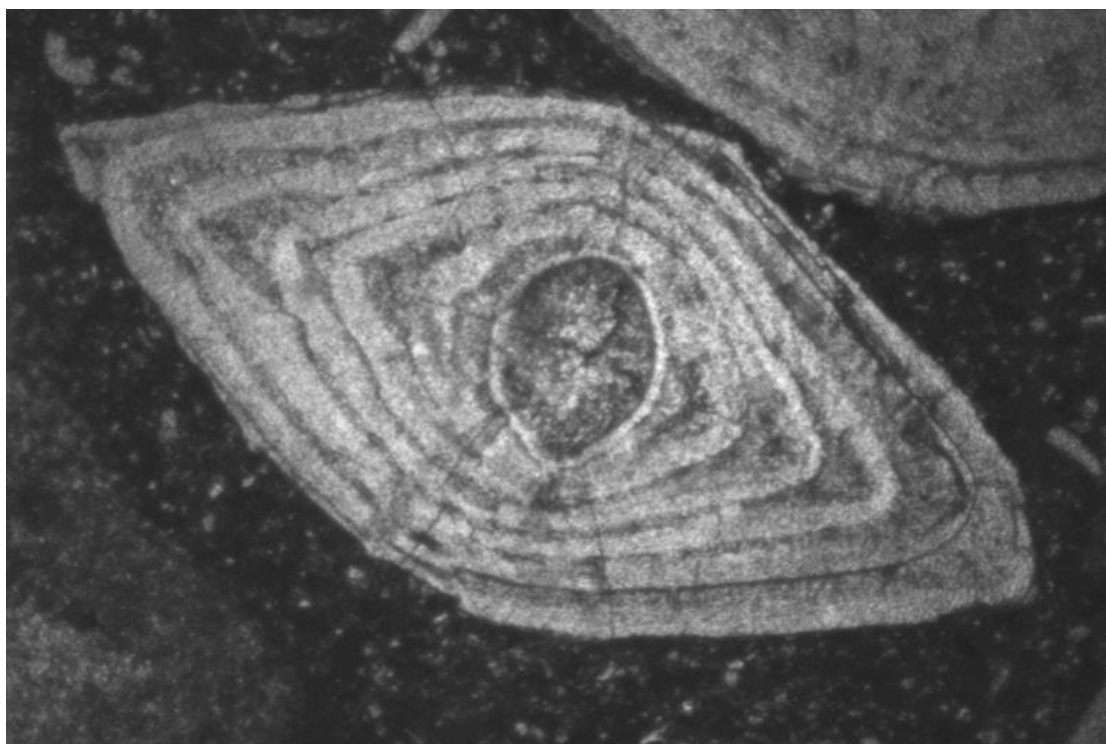
Ετυμολογικά, ο όρος ‘Νουμμουλίτης’ προέρχεται από την λατινική προέλευσης λέξη ‘nummulus’ που σημαίνει νόμισμα μικρής αξίας. Η ονομασία αυτή του αποδόθηκε αφού η εξωτερική του όψη μοιάζει με νόμισμα. Πρόκειται για έναν θαλάσσιο ευκαρυωτικό οργανισμό. Οι νουμμουλίτες ανήκουν στην τάξη Rotaliida, οικογένεια Nummulitidae και τέλος στο γένος *Nummulites*. Ως απολιθώματα εντοπίζονται κυρίως στο εσωτερικό ασβεστόλιθων χαρίζοντας έτσι στους τελευταίους την ονομασία Νουμμουλιτοφόρος Ασβεστόλιθος.

Οι νουμμουλίτες είναι άφθονοι στο Παλαιογενές, κυριαρχούν όμως στο Ηώκαινο και γι’ αυτό αποτελούν χαρακτηριστικό απολιθώμα της ηλικίας αυτής. Τα εξωτερικά χαρακτηριστικά τους είναι το μέγεθος και το σχήμα τους. Το μέγεθός τους ποικίλει, μπορεί να κυμαίνεται από λίγα μικρά, ενώ μπορεί να φτάσει έως και τα 15 cm. Η διαφορετικότητα αυτή οφείλεται κυρίως σε περιβαλλοντικούς παράγοντες. Το κέλυφός τους εμφανίζεται να είναι δισκοειδές, φακοειδές ή σχεδόν σφαιρικό, ενώ κατά τον άξονα περιστροφής το κέλυφος γίνεται πλατύ. Το σχήμα του μπορεί να είναι συμμετρικό ή ελαφρώς ασύμμετρο.



Εικ. 15: Απεικόνιση εσωτερικής δομής του γένους *Nummulites* (Carpenter, 1850; Golev, 1961; Barnett, 1974; Racey, 1992; Triantaphyllou & Dimiza, 2012).

Η εσωτερική του δομή (Εικ.15, 16), παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον αφού είναι περιελιγμένο γύρω από έναν άξονα και ενελιγμένο με απλούς θαλάμους. Οι θάλαμοι είναι αρκετοί σε αριθμό και απλοί και μερικές φορές διαιρούνται σε θαλαμίσκους. Σύμφωνα με την ανάπτυξη των θαλάμων γίνεται και η ταξινόμηση των νουμμουλιτών σε γένη. Χαρακτηριστικό γνώρισμα της οικογένειας αυτής είναι η ύπαρξη ενός συστήματος αγωγών, μέσα από τους οποίους κυκλοφορεί το νερό ώστε να πραγματοποιούνται οι βασικές λειτουργίες του ατόμου. Παρατηρείται επίσης, σε ορισμένα είδη η ύπαρξη στυλιδίων που διαπερνούν τους θαλάμους και φτάνουν μέχρι την επιφάνειά του, όπου δημιουργούν διάφορους σχηματισμούς. Τέλος, το στοματικό άνοιγμα είναι μία τοξοειδής σχισμή στη βάση του θαλάμου (Γεωργιάδου - Δικαιούλια & Δερμιτζάκης, 1985).



Εικ. 16: *Nummulites* από λεπτή τομή του ασβεστολίθου της περιοχής Βασιλικής.

**Οικολογία:** οι αντιπρόσωποι αυτής της οικογένειας χαρακτηρίζουν τη βενθονική φάση της νηριτικής ζώνης. Ζούσαν κατά το Παλαιογενές κυρίως σε τροπικά, υποτροπικά θαλάσσια περιβάλλοντα. Χαρακτηρίζουν την περιοχή της Μεσογείου, την θάλασσα της Τηθύος που καταλάμβανε την Ευρώπη και έφτανε ως τις Αν. Ινδίες. Ωστόσο, θεωρούνται κοσμοπολίτικοι αντιπρόσωποι. Σχετίζονται με το θερμικό μέγιστο στο όριο Παλαιοκαίνου - Ηώκαινου (PETM - Paleocene - Eocene Thermal Maximum) (Τριανταφύλλου & Δήμιζα, 2012; Hallock et al., 2011).

**Στρωματογραφική εξάπλωση:** οι πρώτοι νουμμουλίτες εμφανίζονται στο Παλαιόκαινο και έζησαν μέχρι το Ολιγόκαινο με κύρια ανάπτυξη κατά το Ηώκαινο. Η κύρια ανάπτυξη τους επήλθε κατά το Κατώτερο Τριτογενές, Ηώκαινο - Ολιγόκαινο. Στον ελληνικό χώρο, τα ασβεστολιθικά ιζήματα, όπως προαναφέρθηκε, που σχηματίστηκαν από τους Νουμμουλίτες έχουν βρεθεί στις περιοχές της Κρήτης, Νάξου, Ηπείρου, Μακεδονίας, Θράκης, Κεντρικής Πελοποννήσου, της Ζακύνθου καθώς και στην Κεντρική Ελλάδα (Γεωργιάδου-Δικαιούλια & Δερμιτζάκης, 1985).

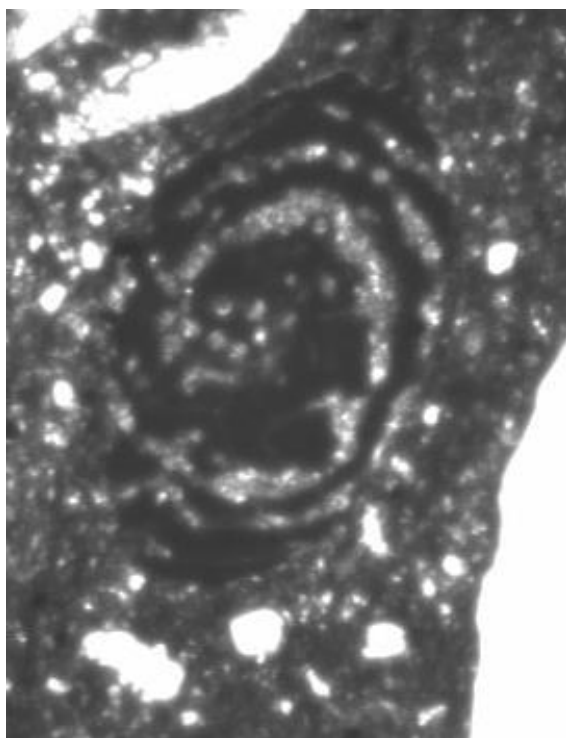
Υπόταξη: Miliolina Delange & Herouard, 1896

Υπεροικογένεια: Miliolacea Ehrenberg, 1893

Οικογένεια: Alveolinidae Ehrenberg, 1893

Γένος: *Alveolina* d' Orbigny, 1826

Ανήκει στην οικογένεια των Alveolinidae. Το κέλυφος του έχει τοίχωμα αδιάτρητο, ασβεστολιθικής σύστασης καθώς και πορσελανώδη δομή. Τα άτομα της οικογένειας αυτής έχουν μεγάλο μέγεθος και αναπτύσσονται γύρω από τον επιμήκη άξονα επιπεδοσπειροειδώς. Το σχήμα τους είναι σφαιρικό, υποκυλινδρικό, ατρακτοειδές ή ελλειψοειδές. Συνήθως τα μικρού μεγέθους κελύφη είναι σφαιρικά ενώ τα μεγαλύτερα έχουν σχήμα ωσειδές. Οι θάλαμοι τους είναι πολυάριθμοι και διαιρούνται με διαφράγματα σε σωληνοειδούς σχήματος θαλαμίσκους. Εξωτερικά το κέλυφος φέρει γραμμές ραφών που υποδηλώνουν την ύπαρξη των κύριων και δευτερευόντων διαφραγμάτων. Το τοίχωμα αποτελείται από δύο στρώματα, τον εξωσκελετό και τον ενδοσκελετό. Ο πρώτος σχηματίζει το εξωτερικό πρωτογενές τοίχωμα ενώ ο δεύτερος το εσωτερικό τοίχωμα των θαλάμων. Στον ενδοσκελετό διακρίνονται το βασικό στρώμα, τα διαφράγματα και το στρώμα του δαπέδου (Εικ.17).



Εικ. 17: *Alveolina* από λεπτή τομή του ασβεστολίθου της περιοχής Βασιλικής.

**Στρωματογραφική εξάπλωση:** η χρονική περίοδος που έζησε και αναπτύχθηκε το γένος *Alveolina* είναι από το Παλαιόκαινο έως το Ηώκαινο. Στην Αίγυπτο και στην Ελλάδα έχουν βρεθεί αντιπρόσωποι του γένους με μεγάλο μέγεθος. Στον ελλαδικό χώρο εντοπίζονται στο Ηώκαινο των Παξών, Πελοποννήσου, Κρήτης, Ρόδου καθώς και στη Μεσοελληνική αύλακα (Γεωργιάδου-Δικαιούλια & Δερμιτζάκης, 1985).

Υπόταξη: Miliolina Delange & Herouard, 1896

Υπεροικογένεια: Miliolacea Ehrenberg, 1893

Οικογένεια: Peneroplidae Reuss, 1860

Γένος: *Orbitolites* Lamarck, 1801

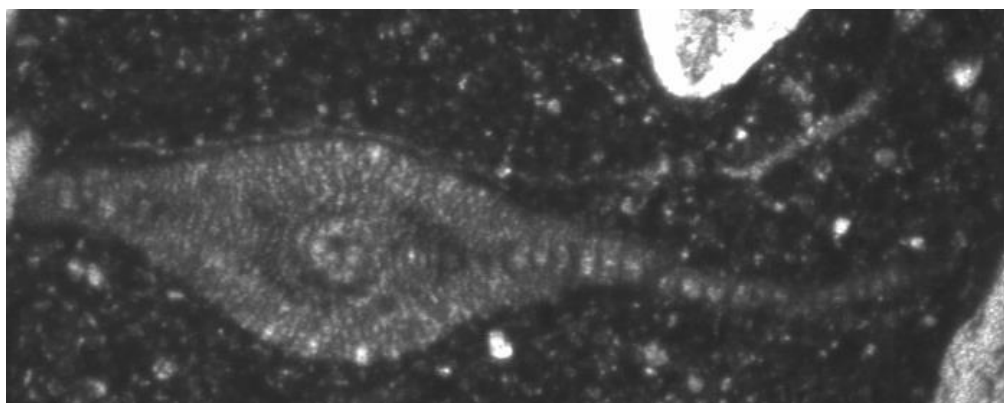
Το κέλυφος είναι μεγάλου μεγέθους, δισκοειδούς ή φακοειδούς σχήματος. Οι θάλαμοι διαιρούνται με διαφράγματα σε θαλαμίσκους. Στρωματογραφική εξάπλωση στο Ηώκαινο (Γεωργιάδου-Δικαιούλια & Δερμιτζάκης, 1985).

Υπεροικογένεια: Orbitoidacea Schwager, 1876

Οικογένεια: Discocyclinidae Galloway, 1928

Γένος: *Discocyclina* Gümbel, 1870

Το κέλυφός τους έχει σχήμα φακοειδές έως και δισκοειδές, είναι λεπτό και οι ακτινωτές πλευρές του είναι ανυψωμένες. Ο αρχικός εμβρυακός θάλαμος είναι μικρός και υποσφαιρικός και περιβάλλεται από την δευτεροκόγχη. Στρωματογραφική εξάπλωση από το Δάνιο, Παλαιόκαινο έως Ανώτερο Ηώκαινο (Εικ.18) (Γεωργιάδου-Δικαιούλια & Δερμιτζάκης, 1985).



Εικ. 18: *Discocyclina* από λεπτή τομή του ασβεστόλιθου της περιοχής Βασιλικής.

Υπόταξη: Miliolina Delange & Herouard, 1896

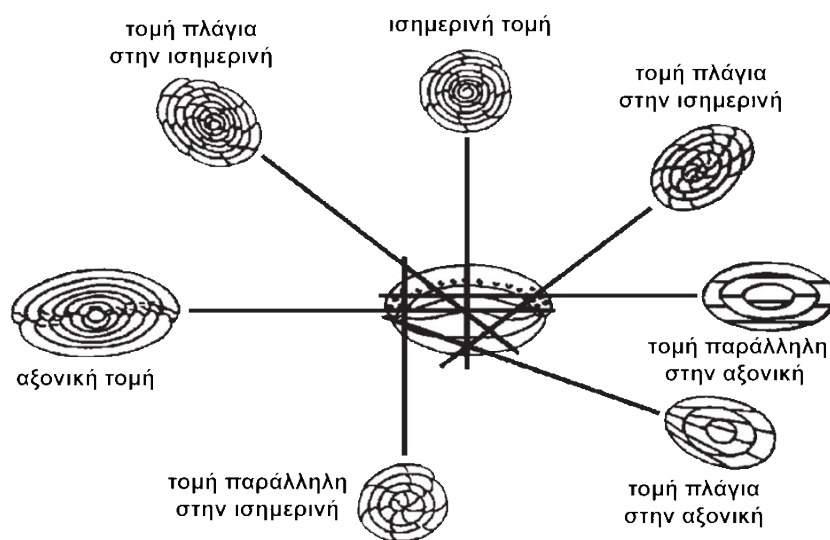
Υπεροικογένεια: Miliolacea Ehrenberg, 1893

Οικογένεια: Miliolidae Ehrenberg, 1893

Το κέλυφος είναι πορσελανώδες και περιελιγμένο γύρω από έναν άξονα σε διάφορα επίπεδα. Στρωματογραφική εξάπλωση από το Ιουρασικό έως σήμερα (Γεωργιάδου-Δικαιούλια & Δερμιτζάκης, 1985). Η οικογένεια των Miliolidae χαρακτηρίζει παράκτια περιβάλλοντα ρηχής θάλασσας (Koukousioura et al., 2012).

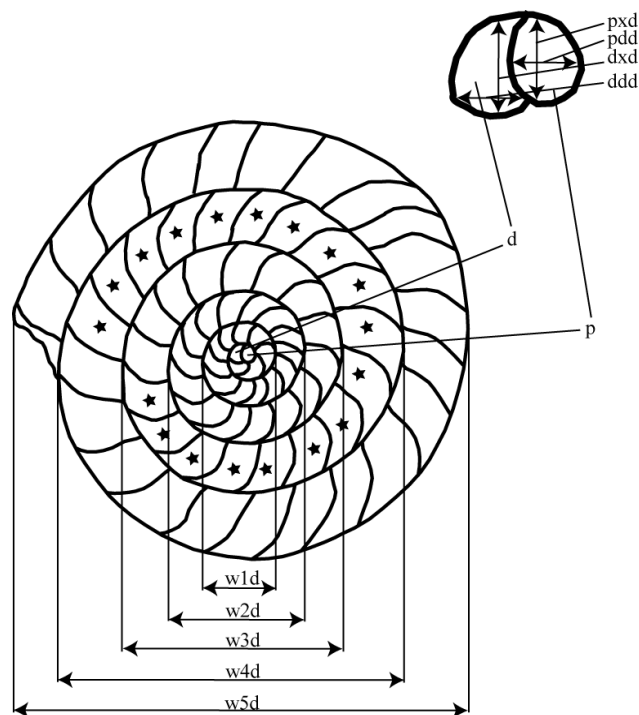
#### 4.2.3.4. Μορφομετρία του γένους *Nummulites*

Προκειμένου να επιτευχθεί η ταυτοποίηση του είδους των Νουμμουλιτών πραγματοποιήθηκαν μορφομετρικές μετρήσεις. Οι μετρήσεις βασίζονται σε προσανατολισμένες λεπτές τομές, την ισημερινή και την αξονική. Με τον όρο ισημερινή τομή αναφερόμαστε στην τομή του κελύφους σε επίπεδο κάθετο στον άξονα περιέλιξης και είναι διερχόμενη από τον αρχικό θάλαμο. Αντίθετα, η αξονική τομή είναι η τομή του κελύφους σε επίπεδο που διέρχεται ο άξονας περιέλιξης. Συνάμα , υπάρχουν και οι πλάγιες τομές οι οποίες φέρουν τυχαίες διευθύνσεις (Εικ.19, 21).

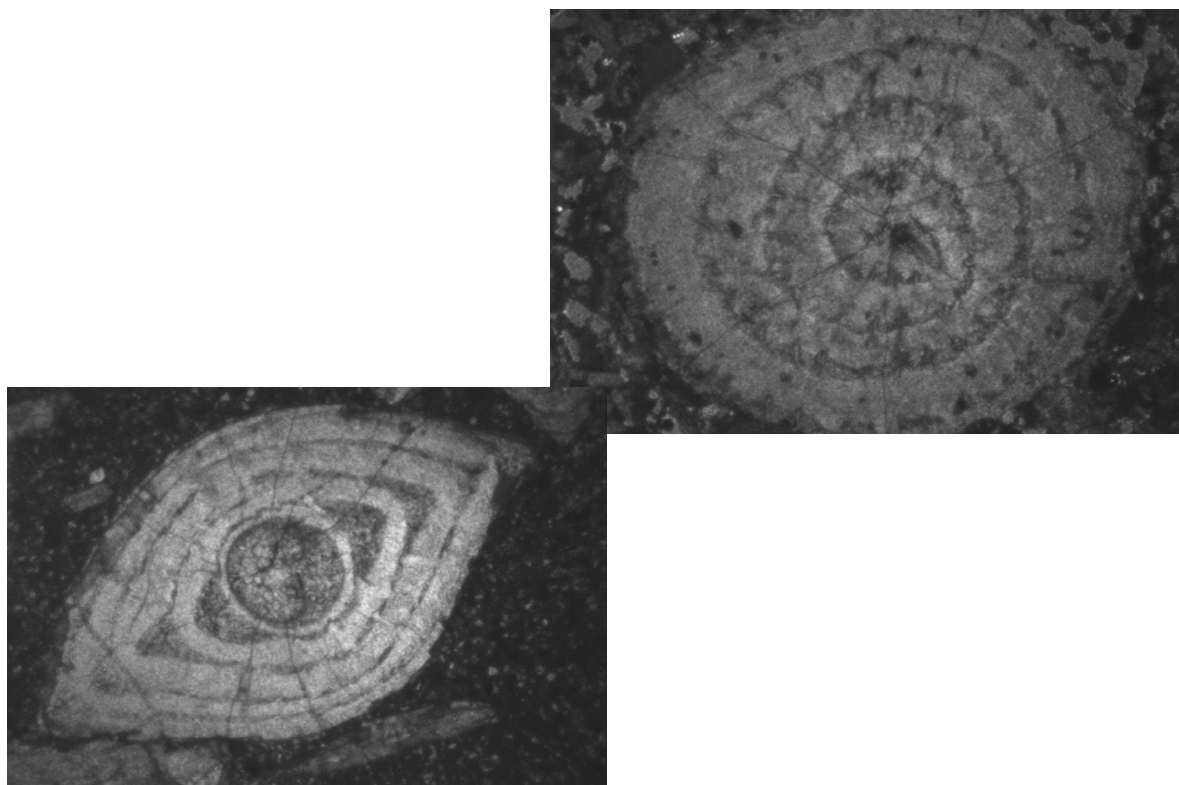


Εικ.19: Αξονική, ισημερινή και πλάγιες λεπτές τομές απεικονίζουν στις δύο διαστάσεις τα χαρακτηριστικά που αναπτύσσονται σε τρεις διαστάσεις κελύφους περιελιγμένου τρηματοφόρου, ατρακτοειδούς σχήματος (από Reichel, 1964).

Οι τελευταίες αναφέρονται στο μήκος και το πλάτος των μικροαπολιθωμάτων. Επίσης, μετρήθηκαν τα μήκη και τα πλάτη των περιελίξεων τους όπου καθίσταται δυνατό, δηλαδή όπου η τομή του μικροαπολιθώματος είναι ισημερινή (Εικ.20).



Εικ.20. Απεικόνιση των διαστάσεων που μετρήθηκαν (Bowen Powell, 2010).



Εικ. 21. Αξονική τομή (αριστερά) και ισημερινή τομή (δεξιά), του γένους Nummulites,

Τέλος μετρήθηκε και ο αριθμός των περιελίξεων τους. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι πίνακες με τις μορφομετρικές μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν.

### Τομή 1:

	Μήκος $\chi$ μm	Πλάτος $\psi$ μm	Μήκος πρωτοκόγχης μm	Πλάτος πρωτοκόγχης μm	Αριθμός περιελίξεων
Ισημερινή	2632,8	2201	636,5	633,2	5
Πλάγια προς ισημερ	4218,2	2779,7	576,1	537,5	7
Αξονική	4612,2	2728,8			6
Αξονική	5272,3	2091,2			5
Αξονική	4619,4	2471,2			6
Αξονική	4065,2	2541,9			4
Αξονική	5098,8	2425,9			5
Αξονική	4559,9	2459,8			7
Αξονική	3118	1449,8			4
Αξονική	5467,1	2933,1	712,9	698,1	7
Αξονική	3508,3	2551			5
Αξονική	4629,5	2128,4			5
Αξονική	13803	4767,2			10
Αξονική	3333,1	1360,1			3
Αξονική	4907,5	2361,5			7
Αξονική	3272,1	1987,3			4
Αξονική	2610,1	1618,4			3
Αξονική	3989,4	1484,1			7
Αξονική	4197,2	2211			5
Αξονική	5129,6	2429,7			6
Αξονική	2645	1683			4
Αξονική	2491,8	1439,6			3
Αξονική	7413,3	2975,9			7
Αξονική	2616,7	1593,8			3
Αξονική	4480,8	2329,6			7
Πλάγια	6637,6	2191,5			
Αξονική	4664,7	2645,6			5
Αξονική	3910	1860,6			4
Πλάγια	3546,6	2879,6			
Πλάγια	3365,8	2481			
Πλάγια	3637,1	2664,7			
Πλάγια	3992,8	2363			
Πλάγια	2740	2304			

**Τομή 1.1:**

	Μήκος χ μm	Πλάτος ψ μm	Μήκος πρωτοκόγχης μm	Πλάτος πρωτοκόγχης μm	Αριθμός περιελίξεων
Ισημερινή	3091	2564,3	624,2	441,8	6
Ισημερινή	1519,8	2467	233,1	247,8	5
Αξονική	5127,5	2679,9			5
Αξονική	2901,9	1476,7			4
Αξονική	1531,9	1954,9			4
Αξονική	4184,2	1868,5			4
Αξονική	16317,8	6545,6			14
Αξονική	4300,1	1995,6			5
Αξονική	13863,1	5057,6			14
Αξονική	12377,9	6735,5			8
Αξονική	4301,1	1789,5			4
Αξονική	3686,7	1499,5			5
Αξονική	3630,8	1630,5			4
Αξονική	4625,4	3042,2			5
Αξονική	3698,6	2000,6			4
Αξονική	2484,1	1337,2			3
Αξονική	4225,4	1888,2			4
Αξονική	5641,9	3014,7			7
Πλάγια	4184,3	3039			
Πλάγια	3678,9	3073,2			
Πλάγια	3168,1	1344,6			
Πλάγια	4204,3	2369,1			
Πλάγια	2564,7	1354,8			
Πλάγια	4961,5	2350,2			
Alveolina	3371	3645,6	581	653,5	



**Τομή 1.2:**

	Μήκος χ μm	Πλάτος ψ μm	Μήκος πρωτοκόγχης μm	Πλάτος πρωτοκόγχης μm	Αριθμός περιελίξεων
Πλάγια προς ισημερ	3299,6	1529	460,9	495,9	4
Πλάγια προς ισημερ	4369,3	2468,3	930,8	966,7	6
Πλάγια προς ισημερ!	5436,6	2866,3	339	282,7	5
Αξονική	2832,2	947,6			4
Αξονική	4225,1	2298,4			6
Αξονική	2669,5	1088,9			4
Αξονική	4000,8	1957,1			5
Πλάγια προς ισημερ!	3392,7	1375,8	266,3	244,8	4
Πλάγια προς ισημερ!	4975,2	2801,8	462,8	832,2	6
Πλάγια προς ισημερ!	3500,4	1792,9	865,6	799,3	5
Αξονική	12995,6	7454,4			11
Αξονική	4031,8	1902,9			4
Αξονική	3935	1913,3			5
Αξονική	12078,6	3740,8			9
Αξονική	4410,1	2036,8	331,3	464	6
Αξονική	3965	1986,2			5
Πλάγια προς ισημερ	4317,3	2023,1	642,6	604,1	6
Πλάγια προς ισημερ	4236,8	1958,5	562,7	473,8	6
Αξονική	4285,5	1673,5			5
Αξονική	4345,7	2278,8			6
Αξονική	3759,3	1607,1			6
Πλάγια	3806,7	2263			
Πλάγια	3105,5	1312,5			
Πλάγια	2221,9	1262,9			
Πλάγια	4708,4	2343,7			
Αξονική	4111,5	1765,6			5
Πλάγια προς ισημερ!	4676,6	2254,8	869,4	764,7	
Πλάγια	2657,8	2576,6			
Alveolina ισημερ	3771,3	3030,6	494,2	457,1	5
Alveolina ισημερ	1706	991	276,8	327,8	5

## Τομή 2:

	Μήκος χ μm	Πλάτος ψ μm	Μήκος πρωτοκόγχης μm	Πλάτος πρωτοκόγχης μm	Αριθμός περιελίξεων
Πλάγια προς ισημερ	2931,5	2348,4	914,9	663,4	4
Πλάγια προς ισημερ	10533	688,3			4
Αξονική	883,9	709,8			3
Alveolina	3713,5	2651,5	764,2	751,3	5
Alveolina	3898,1	3683,9	840,2	743,2	5
Alveolina	11620,1	9850	2180,6	1674,6	6
Alveolina	1414	1053,8			

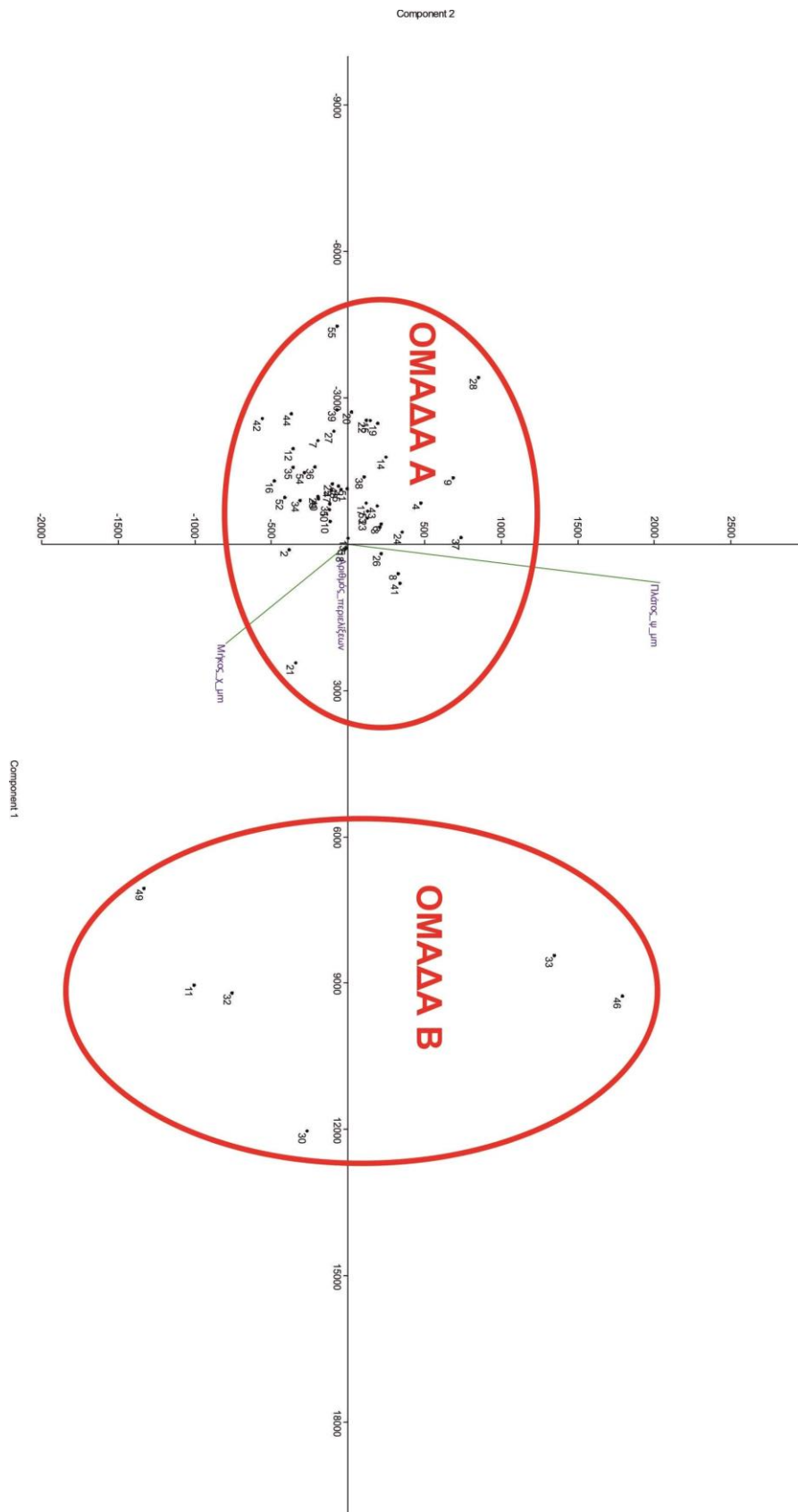
	ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΠΕΡΙΕΛΙΞΕΩΝ			
	1 ΠΕΡΙΕΛΙΞΗ	2 ΠΕΡΙΕΛΙΞΗ	3 ΠΕΡΙΕΛΙΞΗ	4 ΠΕΡΙΕΛΙΞΗ
TOMH 1	1078	1671,1	2112,5	
TOMH 1.1	910,2	1650,8	2153,2	2655,3
TOMH 1.1	1078	1671,1	2112,5	
TOMH 2	1557,1	2352,3	3099	
TOMH 2	1448,5	2199	3207,1	
TOMH 2	3932	5481,6	8552,4	10155,1

### 4.2.3.5. Στατιστική επεξεργασία

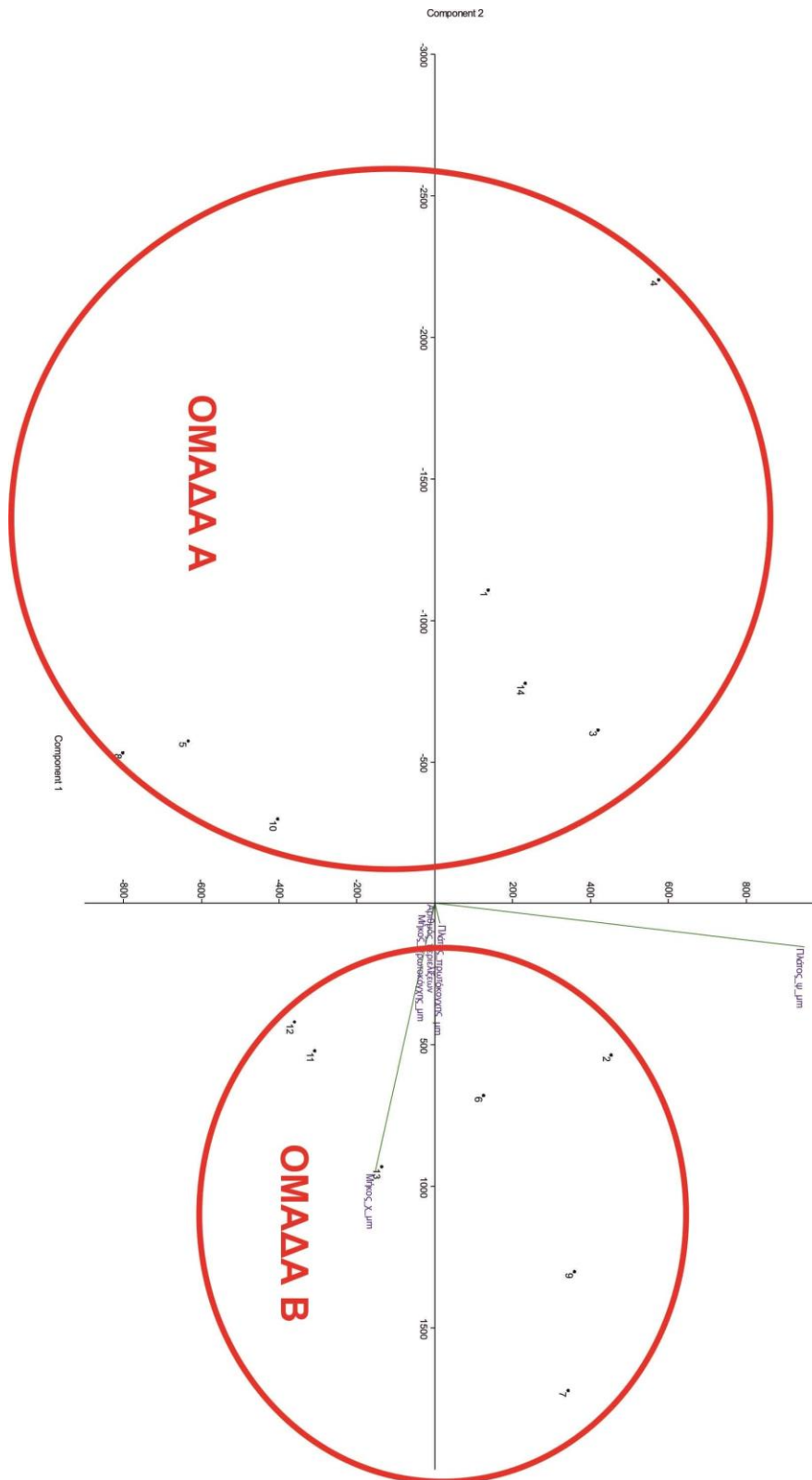
Για τη στατιστική επεξεργασία των παραπάνω μετρήσεων εφαρμόστηκε η PCA ανάλυση κυρίων συνιστωσών (Principal Component Analysis), και κατασκευάστηκαν τα ανάλογα διάγραμμα στις εικόνες που ακολουθούν (Εικ. 22, 23). Στη πραγματικότητα η ανάλυση PCA ομαδοποιεί δείγματα βάση των συνιστωσών που ορίζονται.

Στο πρώτο διάγραμμα (Εικ. 22) χρησιμοποιήθηκαν οι 55 μετρήσεις των αξονικών τομών από όλες τις τομές. Οι κύριες συνιστώσες ήταν το Πλάτος-ψ (μm), το Μήκος-χ (μm) και ο αριθμός των περιελίξεων όλων των ατόμων. Η ανάλυση των κύριων συνιστωσών, διαχώρισε δύο ομάδες A, B οι οποίες σκιαγραφήθηκαν πάνω στο διάγραμμα (Εικ.22).

Για την κατασκευή του δεύτερου διαγράμματος (Εικ.23) χρησιμοποιήθηκαν οι 14 μετρήσεις των ισημερινών τομών. Οι κύριες συνιστώσες σε αυτό το διάγραμμα είναι το Πλάτος-ψ(μm) και το Μήκος-χ (μm) του ατόμου, το Πλάτος-ψ (μm) και το Μήκος-χ (μm) της πρωτοκόγχης και ο αριθμός των περιελίξεων. Ως αποτέλεσμα της PCA ομαδοποιήθηκαν και πάλι δύο διαφορετικές ομάδες A και B (Εικ.23).



Εικ. 22. Διάγραμμα PCA ανάλυσης όπου διαχωρίζονται δύο κύριες ομάδες Νουμουλιτών βάσει των αξονικών τομών.



Εικ.23 Διάγραμμα PCA ανάλυσης όπου διαχωρίζονται δύο κύριες ομάδες Νουμουλιτών βάσει των ισημερινών τομών.

## 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία επιτεύχθηκε η νέα αποτύπωση των πετρωμάτων που εμφανίζονται στην περιοχή της Βασιλικής Τρικάλων. Ειδικότερα, στην χαρτογράφηση που πραγματοποιήθηκε από το Ι.Γ.Μ.Ε παρουσιάζεται ένας ανθρακικός σχηματισμός, ο οποίος έπειτα από έρευνα διαπιστώθηκε πως πρόκειται για δύο διαφορετικούς ασβεστολιθικούς σχηματισμούς. Ο πρώτος από τους δύο σχηματισμούς χρονολογήθηκε στο Αν. Ιουρασικό – Αν. Κρητιδικό και ο δεύτερος και νεότερος στο Μ. – Α. Ηώκαινο. Στον Ηώκαινικό ασβεστόλιθο εντοπίστηκε και η παρουσία πλούσιας πανίδας. Κατά την διάρκεια της έρευνας πιστοποιήθηκε επίσης και η ακριβής έκταση των απολιθωματοφόρων και συγκεκριμένα Νουμμουλιτοφόρων ασβεστόλιθων.

Πολύ σημαντική ήταν και η ανεύρεση μακροαπολιθωμάτων για πρώτη φορά στο χώρο της Βασιλικής. Παρά τις εκτενείς έρευνες που είχαν διενεργηθεί στο παρελθόν δεν είχε καταγραφεί έως τώρα η παρουσία μακροαπολιθωμάτων. Τα μακροαπολιθώματα που βρέθηκαν ανήκουν στα Μαλάκια στην τάξη των Γαστεροπόδων.

Επιπρόσθετα, εντός του Ηώκαινικού ασβεστολιθικού ορίζοντα βρέθηκαν και μικροαπολιθώματα με κύριο γένος αυτό των Νουμμουλιτών. Η καταγραφή αυτών είχε πραγματοποιηθεί σε προηγούμενη χαρτογράφηση, ωστόσο για πρώτη φορά γίνεται η συστηματική ταξινόμηση των ατόμων του γένους.

Ο κυριότερος αντιπρόσωπος της μικροπανίδας που προέκυψε κατά την μελέτη των λεπτών τομών του απολιθωματοφόρου ασβεστόλιθου ήταν το γένος *Nummulites*, καθώς επίσης αναγνωρίστηκαν, αλλά σε μικρά ποσοστά, τα γένη *Alveolina*, *Orbitolites*, *Discoscyclina*, και αντιπρόσωποι της οικογένειας *Miliolidae*.

Για πρώτη φορά στον ελλαδικό χώρο πραγματοποιήθηκε μορφομετρική μελέτη του γένους *Nummulites*. Συνολικά έγιναν μετρήσεις σε 91 άτομα έτσι ώστε να επιτευχθεί η περεταίρω στατιστική επεξεργασία. Εφαρμόστηκε η Ανάλυση Κυρίων Συνιστωσών ξεχωριστά στις μετρήσεις των αξονικών και ισημερινών τομών από όπου και προέκυψαν δύο διαφορετικά διαγράμματα. Σύμφωνα και με τα δύο διαγράμματα διαχωρίζονται δύο ομάδες ατόμων του γένους *Nummulites*. Οι δύο ομάδες Α και Β που προέκυψαν και από τα δύο διαγράμματα, υποδηλώνουν πως πρόκειται μία συγκέντρωση μικρόσωμων (Ομάδα Α) και μία ομάδα μεγάλωμων (Ομάδα Β) ατόμων. Συμπερασματικά, είτε πρόκειται για άτομα του ίδιου γένους που όμως ανήκουν σε διαφορετικό είδος, είτε πρόκειται για άτομα του ίδιου είδους που εμφανίζουν δύο διαφορετικές μορφές, γεγονός που θα διερευνηθεί σε περεταίρω έρευνα.

Τέλος, έπειτα από τη μελέτη και τη λεπτομερή συστηματική ταξινόμηση των μακροαπολιθωμάτων και της μικροπανίδας κατέστη σαφές το παλαιοπεριβάλλον της απόθεσης των ασβεστολιθικών σχηματισμών κατά το Ηώκαινο, που ήταν μία ρηχή, θερμή θάλασσα και αποτελούσε το περιθώριο της ευρύτερης λεκάνης όπου αποτέθηκαν οι σχηματισμοί της Μεσοελληνικής Αύλακας.

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Barnett, R. S. 1974. An application of numerical taxonomy to the Classification of the Nummulitidae (Foraminiferida). *Journal of Paleontology*, 6: 1249-1263.
- Boukhary, M., Abdelghary, O., Bahr, S. (2002). *Nummulites alsharhanin* 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.
- Bowen Powell, J., 2010. Larger Foraminiferal Biostratigraphy, Systematics And Paleoenvironments of The Avon Park Formation and Ocala Limestone, Highlands County, Florida. FIU Electronic Theses and Dissertations. Paper 288.
- Carpenter, W.B., 1850. On the microscopic structure of *Nummulina*, *Orbitolites* and *Orbitoides*. *Quaternary journal of the Geological Society of London* 6, 181-236.
- Γεωργιάδου-Δικαιούλια, Ε., Δερμιτζάκης, Μ.Δ., (1985). Εισαγωγή στη Θαλάσσια Μικροπαιοντολογία. Τόμος Α, Επτάλοφος, Αθήνα, σελ. 712.
- Golev, B.T., 1961. Über die Gattung Operculinoides HANZAWA. Fragen der Mikropaläontologie. 5. Ausgabe, Verlag der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, Moskau.
- Hallock, P., Triantaphyllou, M.V., Dimiza, M.D., Koukousioura, O., 2011. An invasive foraminifer in coastal ecosystems of the eastern Mediterranean: Implications for understanding larger foraminiferal dominated biofacies in the Cenozoic. 2011 Geological Society of America, Annual Meeting in Minneapolis, MN, Oct. 9-12, 2011. Minneapolis, Minnesota (USA), Paper No. 231-10, Geological Society of America Abstracts with Programs, 43(5), 556 p.
- Hammer, O., Harper, D.A.T., Ryan, P.D., 2001. Past Paleontological statistics software. Package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica*.
- ΓΓΜΕ, 1972. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας, 1:50.000, Φύλλο Καλαμπάκα.
- Koukousioura, O., Triantaphyllou, M.V., Dimiza, M.D., Pavlopoulos, K., Syrides, G., Vouvalidis, K., 2012. Benthic foraminiferal evidence and paleoenvironmental evolution of Holocene coastal plains in the Aegean Sea (Greece). *Quaternary International* 261, 105-117.
- Less, G., Kovács, L.Ó. (2009). Typological versus morphometric separation of orthophragminid species in single samples – a case study from Horsarrieu (upper Ypresian, SW Aquitaine, France). *Revue de Micropaléontologie*, 52: 267–288.
- Loeblich, A.R., Tappan, H. 1988. Foraminiferal Genera and their Classification. Van Nostrand Reinhold Co., New York.
- Μουντράκης, Δ. (2010). Γεωλογία και Γεωτεκτονική Εξέλιξη της Ελλάδας. University Studio Press, Θεσσαλονίκη, σελ. 373.
- Παπαζάχος, Β., Παπαζάχου, Κ., (2003). Οι Σεισμοί της Ελλάδας. Γ΄ Έκδοση, Ζήτη, Θεσσαλονίκη, σελ. 286.
- Racey, A., 1992. A Review of Eocene Nummulite Accumulations: Structure, Formation and Reservoir Potential. *Journal of Petroleum Geology* 24, 9-100.
- Reichel, M., 1964. Alveolinidae, In: Loeblich, A. & Tappan, H. (eds) *Treatise on Invertebrate Paleontology C2, Protista I*. University of Kansas Press, Lawrence, Kansas, 503-510.
- Σκλαβούνος, Σ., Καντηράνης, Ν., Παπαδοπούλου, Λ. (2011). Σημειώσεις, Εργαστηριακές Μέθοδοι Έρευνας ορυκτών. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, σελ. 97.
- Τριανταφύλλου, Μ. Β., Δήμιζα, Μ. Δ., (2012). Μικροπαλαιοντολογία και Γεωπεριβάλλον. Ίων, Αθήνα, σελ.167.
- Τσουκαλά, Ε. (2008). Σημειώσεις Μικροπαλαιοντολογίας. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, σελ.186.

Vickerman, K., 1992. The diversity and ecological significance of Protozoa. *Biodiversity and Conservation* 1, 334-341.

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%AE\\_%CE%A4%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CE%BB%CF%89%CE%BD](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CE%A4%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CE%BB%CF%89%CE%BD)