



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Εθνικό και Καποδιστριακό  
Πανεπιστήμιο Αθηνών

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**Παλαιοντολογική, Παλαιοοικολογική και  
Παλαιοβιογεωγραφική μελέτη στις προ-εβαποριτικές  
Μεσσήνιες αποθέσεις της Ζακύνθου.**

---

Σουπιωνά Αιμιλία

1/7/2021

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>A. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	3
ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	3
ΩΤΟΛΙΘΟΙ.....	3
Η ΚΡΙΣΗ ΑΛΜΥΡΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΜΕΣΣΗΝΙΟΥ.....	4
Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΡΙΣΗΣ ΑΛΜΥΡΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΜΕΣΣΗΝΙΟΥ ΣΤΑ ΨΑΡΙΑ.....	5
<b>B. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ</b> .....	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ.....	6
ΖΩΝΗ ΠΑΞΩΝ (ΠΡΟ-ΑΠΟΥΛΙΑ ΖΩΝΗ).....	6
ΙΟΝΙΑ ΖΩΝΗ.....	6
ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΛΑΜΑΚΙ ΖΑΚΥΝΘΟΥ.....	7
ΠΑΛΑΙΟΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ.....	8
Προ-εβαποριτική ακολουθία.....	8
<b>Γ. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ</b> .....	12
<b>Δ. ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ</b> .....	13
<b>Ε. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b> .....	27
<b>Ζ. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	29

## **A. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

### **ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Η παρούσα εργασία αποτελεί μια βιβλιογραφική παλαιοντολογική, παλαιοοικολογική και παλαιοβιογεωγραφική μελέτη στις προ – εβαποριτικές Μεσσήνιες αποθέσεις της Ζακύνθου, κατά την οποία θα παρουσιάσουμε την επίδραση της Κρίσης Αλμυρότητας του Μεσσηνίου στα διάφορα είδη των Τελεόστεων Ιχθύων.

### **ΩΤΟΛΙΘΟΙ**

Οι ωτόλιθοι αποτελούν κρυσταλλικούς σχηματισμούς, ουσιαστικά “πέτρες”, που εντοπίζονται στο εσωτερικό αυτί των ιχθύων. Δημιουργούνται από εναπόθεση και σύμπτυξη ανθρακικού ασβεστίου ( $\text{CaCO}_3$ ), μέσα σε ένα οργανικό υλικό πρωτεϊνικής σύστασης, την ωτολίνη. (Πορτσάκη, 2017). Αποτελούν έτσι συμπαγείς, ακυτταρικές δομές που αποτελούνται από πρωτεΐνη και άλατα ανθρακικού ασβεστίου.

Οι ωτόλιθοι αποτελούνται από τρία ζεύγη μικρών οστών (*sagittae*, *lapilli* και *asterisci*), τα οποία εντοπίζονται σε ωτικούς θύλακες του κρανίου και συγκεκριμένα στον μεμβρανώδη λαβύρινθο στο εσωτερικό μέρος του αυτιού του ψαριού. Συμβάλλουν σημαντικά στην ακουστική ικανότητα του ιχθύος, στην αντίληψη της βαρύτητας αλλά και στην ικανότητα προσανατολισμού. Πρόκειται ουσιαστικά για τα βασικά όργανα ισορροπίας και ακουστικής των Τελεόστεων Ιχθύων, ενώ η προέλευση τους έχει άμεση σχέση με αυτή του λαβυρίνθου. Οι ωτόλιθοι ενεργούν ως μηχανο-υποδοχείς (*mechanoreceptors*) οι οποίοι βρίσκονται πάνω από ευαίσθητους υποδοχείς νευρικές απολήξεις / αισθητήριους ιστούς μέσα στα αφτί. Η διέγερση γειτονικών τριχοειδών (*Kinocillia*) λαμβάνει χώρα όταν οι ωτόλιθοι λαμβάνουν ερεθίσματα/δονήσεις και κίνηση. (Μακρής, 2010). Ακόμη, υπάρχει συσχέτιση του μεγέθους και της ανάπτυξης των ωτολίθων με τον μεταβολικό ρυθμό των ιχθύων. (Μακρής, 2010). Η εξαγωγή τους μάλιστα, χρησιμοποιείται στην εκτίμηση της ηλικίας των τελεόστεων ιχθύων με την βοήθεια της επιστήμης της ωτολιθομετρίας.

Η συστηματική παλαιοντολογική μελέτη των ωτολίθων, τα απολιθώματα των οποίων αποτελούν και τα συχνότερα ευρήματα μέρους των σκελετών ιχθύων, οι οποίοι εξάγονται από θαλάσσια και λιμναία ιζήματα, επιτρέπουν την εκτενή αναπαράσταση της απολιθωμένης πανίδας των ιχθύων. Επίσης, οι ωτόλιθοι έχουν αναδειχθεί, από πληθώρα μελετών ως σπουδαίο

παλαιοοικολογικό και παλαιοβαθυμετρικό δείκτη. (Αγιάδη, 2008). Αξίζει να σημειωθεί ότι οι ωτόλιθοι αποτελούν συχνά το μοναδικό υπόλειμμα στο στομαχικό περιεχόμενο διάφορων οργανισμών, αλλά και σε απολιθώματα αρχαιολογικών χώρων (Fitch 1972), γεγονός που καθιστά δυνατή την αναγνώριση του είδους του απολιθωμένου ατόμου αλλά και τον προσδιορισμό της ηλικίας του από τις κλείδες μήκους σώματος - ακτίνας ωτόλιθου και τις κλείδες ηλικίας-μήκους που είναι διαθέσιμες για τα περισσότερα είδη (Echeverria 1987a). Επιπλέον, η ταξινομική τους αξία είναι αδιαμφισβήτητη, αφού πολλές φορές μπορούν να προσδιορίσουν το είδος των ιχθύων από το οποίο προέρχονται (Αγιάδη, 2008).

## **Η ΚΡΙΣΗ ΑΛΜΥΡΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΜΕΣΣΗΝΙΟΥ**

Αυτό που είναι ευρέως γνωστό ως “η Κρίση Αλμυρότητας του Μεσσηνίου” είναι ουσιαστικά μια σημαντική περίοδος στην εξέλιξη της Μεσογείου, κατά την οποία η Μεσόγειος μετατράπηκε σε μια γιγαντιαία εβαποριτική λεκάνη και στη συνέχεια σε μια ή περισσότερες λίμνες υφάλμυρου νερού. Η Κρίση Αλμυρότητας του Μεσσηνίου είναι μοναδική μεταξύ των γνωστών γιγαντιαίων αποθέσεων εβαποριτών, κυρίως επειδή δημιουργήθηκε πολύ πρόσφατα σε μια λεκάνη η οποία δεν υπέστη στη συνέχεια σημαντικές τροποποιήσεις (Roveri et al., 2013). Επομένως, η πλειοψηφία των δεδομένων διατηρείται κάτω από τον πυθμένα της Μεσογείου.

Το όνομα της Κρίσης Αλμυρότητας του Μεσσηνίου διατυπώθηκε για πρώτη φορά από χερσαίες μελέτες που έδειχναν την ευρεία ανάπτυξη των υπερ-αλμυρών και υφάλμυρων περιβαλλόντων σε όλη τη Μεσόγειο στο τέλος του Μειοκαίνου. Ωστόσο, η πραγματική κλίμακα και η σημασία των περιβαλλοντικών αλλαγών στην Μεσόγειο αποκαλύφθηκαν μόνο μετά από πρωτοποριακές μελέτες θαλάσσιας γεωλογίας που πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του ‘50 έως τις αρχές της δεκαετίας του ‘70.

Οι μελέτες αυτές εντοπίστηκαν στις διαπυρικές δομές της δυτικής Μεσογείου που έχουν τις ρίζες τους σε ένα υπεράκτιο στρώμα αλατιού πάχους έως 2 χιλιομέτρων, μια διαβρωτική επιφάνεια στα περιθώρια της λεκάνης, και μια βαθιά τριλογία λεκανών των σεισμικών μονάδων που ολοκληρώνεται από μια σειρά ισχυρών ανακλαστήρων που σύντομα συσχετίστηκαν με τις χερσαίες εβαποριτικές μονάδες. Το έργο γεώτρησης βαθέων υδάτων (DSDP) του 1970, που διαχέεται στη Μεσόγειο, ανέκτησε πυρήνες από την κορυφή της μονάδας εβαποριτών για πρώτη φορά στις βαθιές λεκάνες (Roveri et al., 2013). Αυτό επιβεβαίωσε την πρώιμη υπόθεση σχετικά με την ηλικία και τη φύση της κρίσης αλμυρότητας και προκάλεσε έκρηξη ενδιαφέροντος και δημοσιότητας.

Η κύρια επιστημονική πρόκληση μετά την αρχική γεώτρηση ήταν ο συνδυασμός των

χερσαίων και υπεράκτιων δεδομένων της κρίσης αλμυρότητας σε ένα ενιαίο σενάριο. Οι διαφορετικές προσεγγίσεις, τα μέσα, η κλίμακα των παρατηρήσεων και ο βαθμός επίλυσης που χαρακτηρίζουν τους δύο τομείς και τις μάλλον ξεχωριστές επιστημονικές τους κοινότητες, ευθύνονται, εν μέρει, για τους λόγους για τους οποίους αυτό αποδείχθηκε τόσο δύσκολο να επιτευχθεί (Roveri et al., 2013).

Ίσως πιο σημαντικό, ωστόσο, είναι η απουσία αυτού που θα μπορούσε να είναι μια κοινή βάση για μια σύνθεση, δηλαδή μια πλήρης διαδοχή από τη βαθιά λεκάνη της Μεσογείου. Ως αποτέλεσμα, η κρίση αλμυρότητας αποτελεί μια διαρκή συνεργατική ευκαιρία για τους επιστήμονες της ξηράς και της θάλασσας να συμβάλουν στην πλήρη κατανόηση του τι συνέβη στη Μεσόγειο πριν από 6 εκατομμύρια χρόνια, αλλά και στην αποκάλυψη των πολύπλοκων μηχανισμών που εμπλέκονται στις αντιδράσεις της Γης στις περιβαλλοντικές αλλαγές. Από αυτή την άποψη, τα εβαποριτικά δεδομένα του Μεσσηνίου προσφέρουν μια μεγάλη ευκαιρία για τη μελέτη των ορίων της ζωής στα ακραία περιβάλλοντα του πλανήτη μας. Επιπλέον, τα γεγονότα της συγκεκριμένης περιόδου και τα κοιτά-σματά της, παρουσιάζουν ένα νέο ενδιαφέρον για την εκτίμηση των δυνατοτήτων του πετρελαϊκού συστήματος των προ-μεσσηνιακών διαδοχικών κληρονομιών σε διάφορες μεσογειακές επαρχίες (Roveri et al., 2013).

## **Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΡΙΣΗΣ ΑΛΜΥΡΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΜΕΣΣΗΝΙΟΥ ΣΤΑ ΨΑΡΙΑ**

Σύμφωνα με την έρευνα των Karakitsios et al. (Karakitsios et al., 2017) σχετικά με την επίδραση της Κρίσης Αλμυρότητας του Μεσσηνίου στην ανατολική Μεσόγειο, διαπιστώθηκαν τα παρακάτω όσον αφορά την επίδρασή της στα ψάρια: Δεκαέξι κατηγορίες ψαριών ταυτοποιήθηκαν στα προεβαποριτικά ιζήματα της περιοχής του Καλαμακίου. Παρατηρήθηκε μεγάλη ποικιλομορφία στη βενθική – βενθοπελαγίτικη ομάδα, με το συχνότερα εμφανιζόμενο είδος να είναι το *Gadiculus labiatus*. Η πανίδα επίσης κυριαρχείται από την οικογένεια των μυκτοφίδων και πιο συγκεκριμένα του γένους *Diaphus*. (Karakitsios et al., 2017). Έξι από τα δεκατέσσερα ψάρια που ταυτοποιήθηκαν στο Καλαμάκι, έχουν σήμερα εξαφανιστεί. Την περίοδο πριν την κρίση, τα ευρήματα των ιχθύων υποδεικνύουν ότι η περιοχή διέθετε κυρίως ρηχά νερά, αλλά και ορισμένα σημεία με βάθος μεγαλύτερο των 50 μέτρων.

## **B. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ**

### **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Το νησί της Ζακύνθου αποτελεί τμήμα της ενιαίας λεκάνης προχώρας της Πίνδου στο δυτικότερο άκρο της. Είναι λεκάνη πίεσης διαστολής λόγω της κίνησης της Αδριατικής πλάκας με την Απουλία πλάκα και είναι μέρος της παραυτόχθονης Απούλιας λιθοσφαιρικής πλάκας των Ελληνίδων οροσειρών, έχοντας πετρώματα από δύο διαφορετικές γεωτεκτονικές ζώνες των Ελληνίδων με διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ. Στα δυτικά αποτελείται από την Προ-απούλια ζώνη ή ζώνη των Παξών και στα ανατολικά από την Ιόνια ζώνη όπου το όριο της καθορίζεται από την Ιόνια επώθηση (Underhill, 1989).

### **ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ**

#### **ΖΩΝΗ ΠΑΞΩΝ (ΠΡΟ-ΑΠΟΥΛΙΑ ΖΩΝΗ)**

Η ζώνη των Παξών ονομάστηκε έτσι από τα νησιά Παξοί και οφείλει το όνομα της στον Renz (1940). Απ' αυτόν αναφέρεται ότι είναι η πιο εξωτερική ζώνη των Ελληνίδων και ότι χαρακτηρίζεται από την απουσία του φλύσχη. Ονομάζεται επίσης και Προαπούλια επειδή αποτελεί το ανατολικό εσωτερικό περιθώριο της Απούλιας ζώνης στην περιοχή της νότιας Ιταλίας (Aubouin, 1959). Ακριβέστερα, η ζώνη αυτή παρεμβάλλεται ανάμεσα στην Απούλια πλατφόρμα και στην Ιόνια αύλακα και κατέχει το εσωτερικό περιθώριο της πρώτης. Αποτέλεσμα της παλαιογεωγραφικής αυτής θέσης της ζώνης των Παξών, στην κατωφέρεια της Απούλιας πλατφόρμας, είναι οι συχνοί ορίζοντες μικρόλατυποπαγών ασβεστόλιθων που υπάρχουν στη σειρά των στρωμάτων της ζώνης.

Τα νησιά Παξοί και Αντίπαξοι, το δυτικό τμήμα της Λευκάδας, το μεγαλύτερο τμήμα της Κεφαλονιάς και της Ζακύνθου δομούνται από σχηματισμούς της ζώνης των Παξών. Το μεγαλύτερο όμως τμήμα της ζώνης των Παξών, είναι βέβαιο ότι βρίσκεται κάτω από την θάλασσα του Ιονίου πελάγους και χαρακτηρίζεται από μια συνεχή σειρά από νηριτικά ανθρακικά πετρώματα, που η απόθεση τους αρχίζει από το Άνω Τριαδικό και συνεχίζεται μέχρι και το Ολιγόκαινο.

#### **ΙΟΝΙΑ ΖΩΝΗ**

Η Ιόνια ζώνη εμφανίζεται στην Δυτική Ηπειρωτική Ελλάδα, δηλαδή Ήπειρο και Αιτωλοακαρνανία, στα Ιόνια νησιά, την Δυτική Πελοπόννησο, καθώς επίσης και στα

Δωδεκάνησα Κάρπαθο και Ρόδο. Μια μεταμορφωμένη σειρά που απαντά στην Νότια Πελοπόννησο, την Κρήτη και την Ρόδο, είναι γνωστή με το όνομα Plattenkalk και παρουσιάζει στρωματογραφικές αναλογίες με την σειρά της Ιονίου, γεγονός που αποδίδεται σε αυτήν σύμφωνα με τους περισσότερους ερευνητές. Η Ιόνια ζώνη, βρίσκεται επωθημένη πάνω στην Προαπούλια ζώνη και επωθείται από την ζώνη Γαβρόβου – Τριπόλεως.

Η Ιόνια ακολουθία καλύπτεται ασύμφωνα από Νεογενείς και Τεταρτογενείς αποθέσεις κυρίως στην Νοτιο-Ανατολική Ζάκυνθο. Οι αποθέσεις αυτές, είναι παρόμοιες με εκείνες της προ-Απούλιας ζώνης, αλλά λεπτότερες (Dermitzakis, 1977; Nikolaou, 1986), και αποτελούνται από πρώιμα Μειοκαινικά κλαστικά ιζήματα στην περιοχή Σκοπός, ακολουθούμενα από ανω Μεσσηνιακές μάργες και σχιστόλιθους (πάχους 30-100μέτρων) με ενδιαστρώσεις γύψου (Fabricius et al., 1998). Οι αποθέσεις του ανωτέρου Πλειοκαίνου περιλαμβάνουν ασβεστολιθικές πελαγικές μάργες (ασβεστόλιθος Trubi) και ενδιαστρώσεις ψαμμίτη (Kontopoulos et al., 1997).

Οι ανω Πλειοκαινικές με Πλειστοκαινικές αποθέσεις περιλαμβάνουν μια υπερβα-τική κλαστική ακολουθία που καταγράφει τις μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης ταυτόχρονα με έντονες τεκτονικές κινήσεις (Tsapralis, 1981; Triantaphyllou, 1996; Triantaphyllou et al., 1997; Duermeijer et al., 1999; Zelilidis et al., 1998; Agiadi et al., 2010). Το μέσο βάθος αποθέσεων στην περιοχή αυτή υπερέβη τα 450 μέτρα κατά τη διάρκεια του Πλειοκαίνου και του ανώτερου Πλειστοκαίνου (μέχρι τα 1.66 ε.χ), μειώνεται σταδιακά στα 200– 400 μέτρα (1.25–0.97 Ma), μέχρι που πραγματοποιήθηκε η τελική τεκτονική ανύψωση του νοτιοανατολικού τμήματος του νησιού σίγουρα μετά τα 0.97 ε.χ (Agiadi et al., 2010).

## **ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΛΑΜΑΚΙ ΖΑΚΥΝΘΟΥ**

Στην περιοχή Καλαμάκι στα ανατολικά και νότια της λεκάνης αναγνωρίστηκαν 14 κύκλοι με εναλλαγές πηλιτικών στρωμάτων και εβαποριτών του Μεσσηνίου. Επίσης, αναγνωρίστηκαν και τουλάχιστον 6 κύκλοι με τουρβιδιτικές αποθέσεις εναλλαγών τουρβιδιτικής γύψου και τουρβιδιτικού πηλού, που δηλώνουν ένα περιβάλλον υποθαλάσσιου ριπιδίου βάθους τουλάχιστον 300m. Πάνω από τα προηγούμενα ιζήματα επωθούνται Τριαδικοί γύψοι, του όρους Τροόδους, εξ αιτίας της Ιόνιας επώθησης (Karakitsios et al., 2017).

## ΠΑΛΑΙΟΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ

### ΠΡΟ – ΕΒΑΠΟΡΙΤΙΚΗ ΑΚΟΛΟΥΘΙΑ

Η συνάθροιση που προσδιορίζεται στην προ-εβαποριτική ενότητα του Μεσσηνίου στο Καλαμάκι είναι ενδεικτική μιας παράκτιας θαλάσσιας περιοχής, με εύκολη πρόσβαση στον ανοικτό ωκεανό, που δεν υπερβαίνει τα 300 μ. στα βαθύτερα μέρη. Η μεγάλη ποικιλομορφία της πανίδας, μαζί με το γεγονός ότι ενσωματώνει βαθέων υδάτων πελαγικά είδη, όπως *Maurolicus muelleri*, *Gadiculus argenteus* και *Physiculus aff. huloti*, καθώς και κατοίκους ρηχών νερών, όπως *Gobiids*, προτείνει ότι απολιθώματα από διαφορετικούς τομείς συνδυάστηκαν κατά τη διάρκεια της εναπόθεσης (Karakitsios et al., 2017). Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται συχνά στην πανίδα των ωτόλιθων και δίνει αποτελέσματα από την μικρής απόστασης μεταφορά των ωτολίθων κατά την απόθεση, η οποία αποδίδεται στην υψηλή βαθυμετρικά διαβάθμιση (Agiadi et al., 2013).

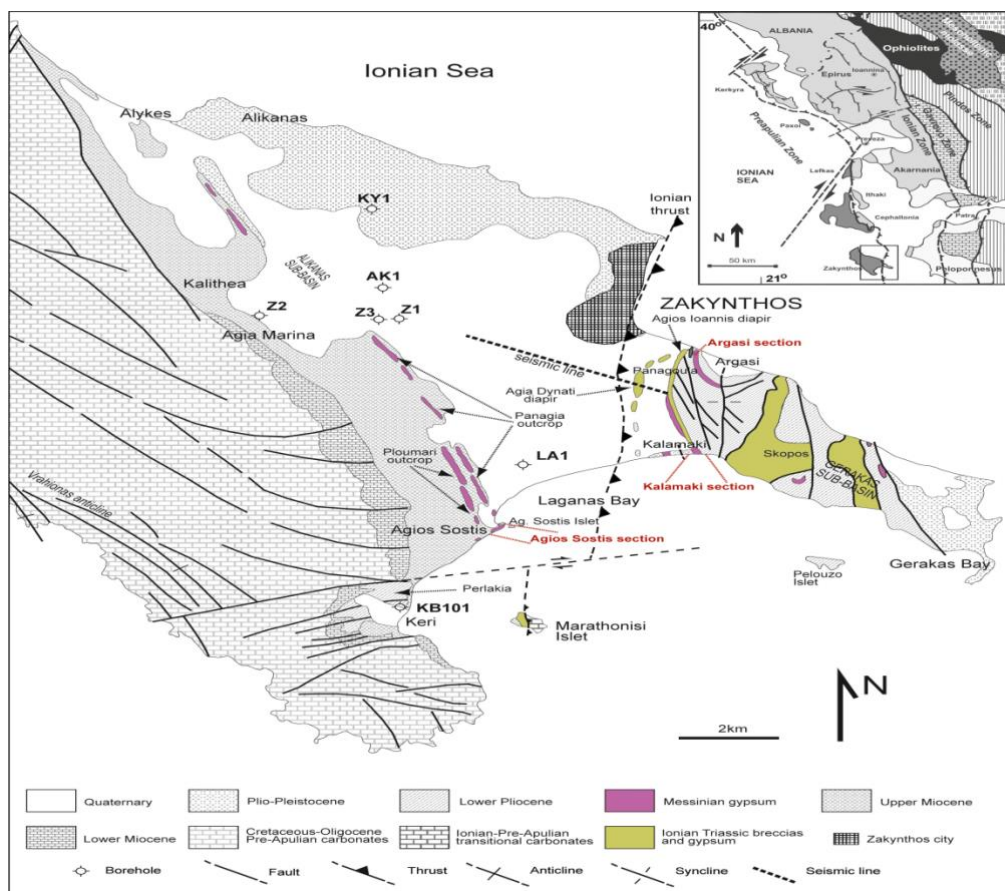
Αρκετές παλαιοπεριβαλλοντικές αλλαγές μπορούν να αναγνωρισθούν από τις παραλλαγές της πανίδας και ισοτοπικοί δείκτες οδηγούν σε μια σταδιακή εξέλιξη προς την εβαποριτική κατάσταση. Στο μεσοδιάστημα των 6.45–6.121 ε.χ, η συνάθροιση των ναοαπολιθωμάτων *H. carteri*, *C. leptoporus*, *U. jafari*, *R. haqii* και *R. minutula* αντιπροσωπεύεται κυρίως από ολόκληρες κοκκοσφαίρες, υποδεικνύοντας υψηλή παραγωγικότητα και είσοδο γλυκού νερού στα επιφανειακά νερά (Karakitsios et al., 2017). Επιπλέον, οι εντυπωσιακές συναθροίσεις του *Sphenolithus abies* στο ανώτερο μέρος αυτού του μεσοδιαστήματος προτείνουν μεσοτροφικά θαλάσσια περιβάλλοντα και παρατηρήθηκαν σε άλλες περιοχές της Μεσογείου ίδιας ηλικίας.

Στο προ-εβαποριτικό τμήμα στο Καλαμάκι, έχουν αναγνωρισθεί τα παρακάτω είδη: *Turborotalita multiloba*, *Turborotalita quinqueloba*, *Globigerinita glutinata*, *Globigerina bulloides*, *Globigerina obesa*, *Orbulina universa*, *Neogloboquadrina acostaensis* (dextral and sinistral forms) and *Globorotalia scitula*. Στα κατώτερα 2 μέτρα του τμήματος, το *Turborotalita multiloba* (0.6–7.2 m) είναι το μόνο είδος παρόν (0–2 m) ή βρίσκεται μαζί με σπάνια είδη από *Globigerinoides spp.*, *O. Universa* and *T. quinqueloba*.

Ένα διάστημα παρακμής, στο πλαίσιο της κατανομής της αφθονίας, είναι αναγνωρισμένο μεταξύ 1.95 και 4.3 m, όπου τα είδη είναι σπάνια ή απουσιάζουν τελείως. Η παρακμή αυτού του διαστήματος αναγνωρίζεται επίσης στη λεκάνη Sorbas, ΝΑ Ισπανία, στο ανώτερο μέρος του κύκλου UA23, και στην λεκάνη Caltanissetta, Σικελία, Ιταλία, ακριβώς πάνω από την εισροή *G. scitula* (Manzi et al., 2011, 2013). Η κατανομή των *T. multiloba* είναι παρόμοια στις ενότητες Καλαμάκι και Falconara (λεκάνη της Caltanissetta, Σικελία) και πιθανόν να σχετίζεται με τις παλαιοοικολογικές απαιτήσεις των ειδών και τη διαμόρφωση της λεκάνης κατά την περίοδο αυτή. Μετά το τέλος της



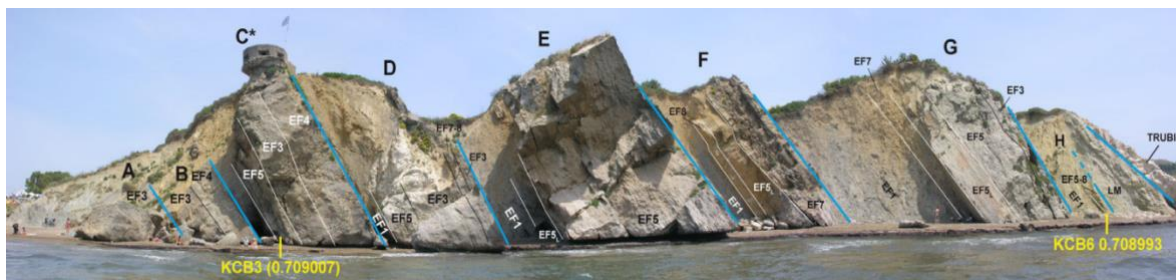
παρακμής, τα *T. Multiloba* γίνεται το κύριο πλαγκτονικό τρηματοφόρο ως στοιχείο μέχρι τα 7.2 m, παρόλο που η κατανομή είναι ασυνεχής προς τα πάνω, δεδομένου ότι εκθέτει μόνο δύο σημαντικές κορυφές στα 9 και 10,5 m αντιστοιχώντας σε μεγαλύτερη αφθονία. Τα *Turborotalita quinqueloba* και *G. Glutinata* σπανίζουν στο κατώτερο μέρος της ενότητας και κυριαρχούν στις συναθροίσεις, στο παχύ διάστημα μάργας από 7 έως 8.5 m. Το *Neogloboquadrina acostaensis* είναι γενικά σπάνιο σε αυτή την ενότητα, δείχνοντας σχετική αφθονία μεταξύ των αριστερών και των δεξιών ειδών. Οι αριστερές μορφές είναι πιο άφθονες από τη βάση μέχρι το 1.5 μέτρο, ενώ οι δεξιοί αντιπρόσωποι κυριαρχούν στα 2.7 έως 8.4m. Οι αριστερές μορφές κυριαρχούν και πάλι στο διάστημα μεταξύ 8.8 και 9.2 m (60–70%) και στα 10.5 m (40%).



Εικόνα 1: Γεωλογικός χάρτης της νήσου Ζακύνθου (Karakitsios et al., 2017)

Η νεογενής ακολουθία της περιοχής Καλαμάκι-Αργάσι βρίσκεται πάνω από τη βάση της Ιόνιας ζώνης. Στην περιοχή Καλαμάκι, τα κατώτερα 14.5 μέτρα αποτελούνται από εναλλαγές μεγάλων πολυστρωματικών μαργών με σπάνιες ασβεστολιθικές ενδιαστρώσεις μάργας και νερού. Είδη όπως *Bivalves*, *Discospirina*, *pteropods*, *echinoids* και *molluscs* παρατηρούνται από 5 έως 13 μέτρα, ενώ

μερικοί κοίλοι ορίζοντες προκύπτουν μεταξύ 14.5 και 17.5 μέτρων. Η υπόλοιπη από την προεβαποριτική ακολουθία είναι μερικώς καλυμμένη από Τεταρτογενή θραύσματα. Η προηγούμενη μονάδα ακολουθείται από μια διαδοχή εβαποριτών πάχους 108 μέτρων, στην περιοχή. Η βάση αυτής της διαδοχής καλύπτεται μερικώς από Τεταρτογενή συντρίμια, που κρύβουν την κυκλικότητα των σχιστολίθων κάτω από το πρώτο σεληνιώδες στρώμα. Προσδιορίζονται οκτώ κύκλοι γύψου-μάργας (A to H)(Εικ.1), προσδιορίζοντας διαφορετικές αποθέσεις γύψου: μαζική, μαζικά στρωματοποιημένη, κλιμακωτή, πολυστρωματική και σεληνιώδους διακλάδωσης (Lugli et al., 2010). Λεπτές γυσορουδιτικές και γυσοαρενιτικές ενδιαστρώσεις εμφανίζονται από το ανώτερο ένα τρίτο της διαδοχής και μπορεί να σχετίζονται με την εμφάνιση μικρών ακανόνιστων πλημμυρών που εισέρχονται στην εβαποριτική λεκάνη. Αυτά τα εβαποριτικά προσωπεία και η υπέρθεσή τους σχετικά με την προ-MSC διαδοχή μας επιτρέπουν να τα αποδώσουμε στην πρώιμη ενότητα του κατώτερου γύψου (PLG; Roveri et al., 2008a), που συσσωρεύθηκαν κάτω από τον έλεγχο κατά το MSC στάδιο 1 (5.971–5.60; CIESM, 2008; Manzi et al., 2013).



Εικόνα 2: Κύκλοι γύψου-μάργας που προσδιορίζουν τις διαφορετικές αποθέσεις γύψου (Karakitsios et al., 2017)

Δυστυχώς, η έλλειψη καλής έκθεσης στη βάση του γύψου δεν επιτρέπει μια συσχέτιση στρώμα προς στρώμα με τα τμήματα αναφοράς PLG. Τα ανώτερα οκτώ μέτρα πάνω από τη διαδοχή PLG είναι εκρηξιγενείς αποθέσεις, αποτελούμενες από συγκολλημένες πρασινωπές μάργες, που διακόπτονται, μετά το τέταρτο μέτρο της διαδοχής, από ένα γυσοαρενιτικό στρώμα πάχους μερικών δεκάτων του μέτρου (κύκλος H των αποθέσεων τύπου γύψου. Αυτά τα ιζήματα προήλθαν από το τέμαχος ενός κανονικού ρήγματος που χωρίζει το κατώτερο από το ανώτερο μέρος της διαδοχής. Δεν υπάρχουν σημαντικές αλλαγές διαβρωσιγενείς, ή γωνιακές ασυμφωνίες στο χαμηλότερο όριο της διαδοχής. Σε αυτή την ενότητα, επανατοποθετημένοι εβαπορίτες είναι παρόντες σε συνδυασμό με εκείνους του πρωτογενούς προσωπείου. Επομένως, αυτό το τμήμα μπορεί να συμπεριληφθεί στη μονάδα PLG.

Το ανώτερο τμήμα της ενότητας του γύψου στην περιοχή Καλαμάκι είναι καλυμμένο από μια γωνιώδη ασυμφωνία που μπορεί να συσχετισθεί με το MES και τονίζει το πέρασμα στη μεταεβαποριτική ενότητα (CIESM, 2008; Roveri et al., 2014a). Η ασυμφωνία είναι «σφραγισμένη» από μια ενότητα πάχους τεσσάρων μέτρων που αποτελείται από εναλλασσόμενα στρώματα πρασινωπών και ασυνεχών ασβεστολιθικών μαργών, τα οποία περνάνε προς τα πάνω στις Πλειο-καινικές αποθέσεις του σχηματισμού Trubi. Ο τελευταίος ξεκινά με τρία μέτρα υπόλευκους μαργικούς ασβεστολίθους, που αντικαθίσταται από μια εναλλαγή από δεκά μετρα μαργαϊκών ασβεστολίθων και ενοποιημένων στρωμάτων μαργών. Ο σχηματισμός του Trubi μπορεί να υποδιαιρεθεί σε εννέα λιθολογικούς κύκλους σχετικά με τις στρωματοποιημένες μάργες και τα μεγάλα ‘τύπου-trubi’ υπόλευκα ανθρακικά δίστιχα.

## Γ. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στην περιοχή Καλαμάκι, 175 δείγματα ληφθηκαν σε διαστήματα 0,05 έως 0,50 μ. στο προεβαποριτικό και μετά-εβαποριτικό τμήμα της τομής, που αντιπροσωπεύουν πάχος ιζήματος 37,1 m. Τα ίδια δείγματα που συλλέχθηκαν για τη βιοστρωματογραφική ανάλυση (Karakitsios et al., 2017), εξετάστηκαν επιπλέον για την περιεκτικότητά τους σε ωτόλιθους ψαριών. Στην παρούσα εργασία, εξετάζονται τα 89 δείγματα (Ka11-Ka189).

Οι στόχοι της συλλογής και μελέτης των δειγμάτων ήταν:

- ο εντοπισμός της ιχθυοπανίδας στην περιοχή πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την Κρίση Αλμυρότητας του Μεσσηνίου.
- η εκτίμηση των παλαιοπεριβαλλοντικών συνθηκών, ιδίως λίγο πριν την έναρξη της εναπόθεσης των εβαποριτών.

Τα δείγματα είχαν βάρος περίπου 25 kg, καθένα από τα οποία περιείχε τεμάχια προ-εβαποριτικών ιζημάτων, αλλά και ιζημάτων από την εμφάνιση *trubi*. Στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε μεγάλα δοχεία με νερό, με σκοπό την αραίωσή τους, ώστε να πλυθούν χρησιμοποιώντας κόσκινο διαμέτρου 250 μm. Με το κοσκίνισμα του ιζήματος προέκυψε μια μικρότερη ποσότητα αυτού, στην οποία εμπεριέχονταν οι ωτόλιθοι. Έπειτα, η ποσότητα αυτή ιζήματος έμεινε στο φούρνο σε μικρά δοχεία και σε σταθερή θερμοκρασία με σκοπό την πλήρη αφυδάτωσή του. Η διαλογή των ωτόλιθων από το ίζημα έγινε δια χειρός και ακολούθησε η μελέτη τους στο μικροσκόπιο με προσπίπτον φώς, ώστε να γίνει η συστηματική ταξινόμηση των ειδών που συλλέχθηκαν.

Οι ωτόλιθοι των ψαριών περιγράφονται σύμφωνα με τα κριτήρια που καθόρισε ο Nolf (1985) και προσδιορίζονται συστηματικά με βάση το καθεστώς του Nelson (2006). Η μεθοδολογία των Nolf & Brzobohaty (1994), όπως αναπροσαρμόστηκε από την Agiadi et al. (2010), εφαρμόστηκε για την εκτίμηση του παλαιογεωγραφικού βάθους.

Η παλαιοοικολογική ανάλυση βασίστηκε στη σημερινή διανομή των ψαριών και στα οικολογικά δεδομένα που αποκτήθηκαν μέσω της βάσης δεδομένων FishBase (Froese & Pauly, 2020).

## Δ. ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Η περιγραφή και ταξινόμηση των ωτολίθων της παρούσας μελέτης, γίνονται σύμφωνα με την πρόταση του Nolf (1985).

Φύλο: **Chordata** (Haeckel, 1847)

Υπερσυνομοταξία: **Gnathostomata** (Gegenbauer, 1847)

Συνομοταξία: **Actinopterygii** (Klein, 1885)

Υποσυνομοταξία: **Neopterygii** (Regan, 1923)

Ομοταξία: **Teleostei** (Mueller, 1846)

Υφομοταξία: **Eutelostei** (Greenwood et al., 1967)

Υπέρταξη: **Scopelomorpha** (Rosen, 1973)

Τάξη: **Myctophiformes** (Regan, 1911)

Οικογένεια: **Myctophidae** (Gill, 1892)

Γένος: **Diaphus** (Eigenmann and Eigenmann, 1890)

Είδος: ***Diaphus cavallonis*** (Brzobohaty and Nolf, 2000)

Δείγμα: Kal40 (δεξιός ωτόλιθος)

Παρατηρήσεις: Το δείγμα εμφανίζει παραλληλόγραμμη ανύψωση, καθώς και ουρά και θύρα, με την τελευταία να τείνει να σχηματίσει γωνία προς την ουρά. Το ραχιαίο με το

κοιλιακό χείλος διαφέρουν ως προς τις προεξοχές, οι οποίες παρατηρούνται εντονότερες στο κοιλιακό. Η κοιλιακή σχισμή δεν ξεχωρίζει, ενώ το οπίσθιο χείλος είναι σχεδόν ευθυτενές. Τέλος, η ανύψωση των ράχων είναι έντονη, το έμβολο με το αντιέμβολο είναι σχετικά μικρά και η εγκοπή γωνιώδης και κλειστή.

Δείγμα: Kal39 (2 ωτόλιθοι)

Παρατηρήσεις: Η ουρά στο συγκεκριμένο δείγμα είναι πιο τετραγωνισμένη και το κοιλιακό χείλος παρουσιάζει έντονες και γωνιώδεις οδοντώσεις.

Δείγμα: Kal42 (2 αριστεροί ωτόλιθοι)

Παρατηρήσεις: Το σχήμα της ουράς είναι και πάλι διαφορετικό και χαρακτηρίζεται ως κυκλικό προς οβάλ, ενώ στο κοιλιακό χείλος διακρίνονται κάποιοι μικροί και ήπιοι κυματισμοί. Εδώ, το έμβολο και το αντιέμβολο παραμένουν μικρά, η εγκοπή όμως είναι πολύ πιο ομαλή από τα παραπάνω δείγματα.

Συγκριτικό υλικό: Fig 7.a3 (Girone et al. 2010 Facies Springer),  
12/Fig 7 [Agiadi et al./Geobios 46 (2013) 461-472]

**Περιγραφή του είδους *D. cavallonis*:** Οι ωτόλιθοι αυτού του είδους έχουν σχήμα οβάλ και χαρακτηρίζονται από παραλληλόγραμμη ανύψωση, η οποία είναι συνήθως εντονότερη στο κατώτερο ραχιαίο τμήμα της ουράς. Η ουρά μπορεί να ποικίλλει σε σχήμα, τείνει όμως στις περισσότερες των περιπτώσεων προς το παραλληλόγραμμο, όπως και η θύρα. Το ραχιαίο χείλος είναι ομαλό, μπορεί όμως σε ορισμένες περιπτώσεις να έχει μικρές οδοντώσεις. Σε όλα τα δείγματα που μελετήθηκαν, το οπίσθιο χείλος είναι ευθυτενές, ενώ το κοιλιακό έχει έντονες οδοντώσεις. Όσον αφορά την κοιλιακή σχισμή, δεν διακρίνεται πάντα, και όταν διακρίνεται δεν είναι έντονη. Αντίθετα, η ανλωτερη και η κατώτερη ράχη είναι αρκετά έντονες. Τέλος, το έμβολο και το αντιέμβολο είναι μικρά σε μέγεθος με ομαλή κορυφή, ενώ η μεταξύ τους εγκοπή μπορεί να είναι πιο γωνιώδης και κλειστή, αλλά και πιο ομαλή και ανοικτή κατά περίπτωση.

Είδος: *Diaphus rubus*

Δείγμα: Kal13 (αριστερός ωτόλιθος)

Παρατηρήσεις: Το συγκεκριμένο δείγμα έχει ανύψωση παραλληλόγραμμη, με θύρα ίδιου σχήματος και ουρά στρογγυλή. Το ραχιαίο χείλος είναι ομαλό και παρουσιάζει μια χαρακτηριστική ανύψωση προς το οπίσθιο, το οποίο είναι ευθυτενές. Το κοιλιακό χείλος έχει κάποιες οδοντώσεις, η κοιλιακή σχισμή διακρίνεται ελάχιστα και το ίδιο συμβαίνει στην άνω και κάτω ράχη. Τέλος, το αντιέμβολο είναι πολύ μικρό, η εγκοπή πολύ ανοικτή και το έμβολο όχι ιδιαίτερα μικρό με ήπια στρογγυλεμένη κορυφή.

Δείγμα: Kal27 (1 αριστερός και 2 δεξιοί ωτόλιθοι)

Παρατηρήσεις: Σε αυτό το δείγμα, το κοιλιακό χείλος έχει έντονες οδοντώσεις, ενώ η κοιλιακή σχισμή δεν διακρίνεται καθόλου. Η κατώτερη ράχη είναι ελάχιστα εντονότερη από την ανώτερη, η οποία είναι αρκετά έντονη. Το έμβολο εδώ είναι σχετικά μικρό με έντονη κορυφή.

Δείγμα: Kal89 (αριστερός και δεξιός ωτόλιθος)

Παρατηρήσεις: Η ουρά του δείγματος είναι σχεδόν τετράγωνη και η κοιλιακή σχισμή έντονη. Η ανώτερη ράχη είναι αισθητά έντονη.

Δείγμα: Kal95 (αριστερός ωτόλιθος)

Παρατηρήσεις: Η θύρα του δείγματος είναι οβάλ. Η ανώτερη και η κατώτερη ράχη είναι έντονες, το αντιέμβολο σχεδόν ανύπαρκτο και επομένως η εγκοπή δίνει την εντύπωση ότι είναι σχεδόν ευθεία. Το έμβολο εδώ είναι πολύ μικρό.

Συγκριτικό υλικό: α6/Fig 8 (Facies Springer)

Παρατηρήσεις: Το οπίσθιο χείλος είναι καμπύλο και η κατώτερη ράχη δεν είναι έντονη, επομένως δεν διακρίνεται.

**Περιγραφή:** Οι ωτόλιθοι του είδους αυτού είναι χαρακτηριστικοί για το σχήμα τους, που είναι πιο ψηλό, για την παραλληλόγραμμη ανύψωσή τους, αλλά και για το ότι έχουν κατά κύριο λόγο στρογγυλή ουρά και παραλληλόγραμμη θύρα, χωρίς όμως αυτό να είναι απόλυτο, καθώς υπήρξαν και περιπτώσεις δειγμάτων όπου η ουρά ήταν τετράγωνη και η θύρα οβάλ.

Το ραχιαίο και το οπίσθιο χείλος είναι επίσης χαρακτηριστικά του είδους, καθώς το πρώτο είναι ομαλό αλλά παρουσιάζει μια ανύψωση προς το οπίσθιο, ενώ το δεύτερο είναι ευθυτενές. Το κοιλιακό χείλος αντίθετα, είναι συνήθως ομαλό με ελάχιστες - όχι πολύ έντονες –οδοντώσεις, οι οποίες όμως σε κάποιες περιπτώσεις υπήρξαν εντονότερες. Οσον αφορά την κοιλιακή σχισμή, δεν είναι εύκολο να χαρακτηριστεί απόλυτα, καθώς σε κάποια δείγματα διακρίνεται και είναι έντονη, ενώ σε άλλα διακρίνεται ελάχιστα έως καθόλου. Η ανώτερη και η κατώτερη ράχη είναι κατά κύριο λόγο έντονες και ευδιάκριτες. Τέλος, το αντιέμβολο είναι πολύ μικρό, η εγκοπή χαρακτηρίζεται ως ανοικτή και καθόλου γωνιώδης και το έμβολο είναι σχετικά μεγάλο.

Είδος: *Diaphus holti* (Taning, 1918)

Δείγμα: Kal30 (αριστερός και δεξιός ωτόλιθος)

Παρατηρήσεις: Η ανύψωση του δείγματος είναι δυσδιάκριτη με σχήμα παραλληλόγραμμο. Η ουρά και η θύρα λεχουν σχήμα στρογγυλό και οβάλ αντίστοιχα. Το ραχιαίο χείλος είναι ομαλό, το οπίσθιο επίσης ομαλό και ελάχιστα καμπύλο, ενώ το κοιλιακό χείλος έχει έντονες μικρές οδοντώσεις. Η κοιλιακή σχισμή δεν διακρίνεται, το ίδιο και η ανώτερη ράχη. Η κατώτερη ράχη είναι λίγο εντονότερη. Το αντιέμβολο, σε αντίθεση με το έμβολο, είναι μικρό όπως επίσης και η εγκοπή που είναι μικρή και κλειστή.

Συγκριτικό υλικό:

1. 46/plate III (Investigation of the Plio-Pleistocene eastern Mediterranean Ichthyofauna and paleoenvironmental representations on Rhodes and Crete Islands)
2. 7b/F/Plate 3/p.203 (Rostislav Brzobohaty & Dirk Nolf paper)
3. 13/Fig 2/p.69 (Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia)
4. 6a/Fig 5/p.663 [A.Girone et al./Geobios 39(2006) 651-671]

Παρατηρήσεις:

1. Εδώ η ουρά έχει σχήμα οβάλ.



2. Η ουρά είναι παραλληλόγραμμη προς οβάλ και η θύρα παραλληλόγραμμη. Το ραχιαίο χείλος είναι υπερυψωμένο και το οπίσθιο σχεδόν ευθυτενές. Η κοιλιακή σχισμή είναι ευδιάκριτη, το αντιέμβολο μικρό με ομαλή κορυφή και το έμβολο μεγάλο.
3. Η θύρα είναι στρογγυλή, το ραχιαίο χείλος μη ομαλό και υπερυψωμένο και η εγκοπή χαρακτηριστικά ανοικτή.
4. Εδώ η ανώτερη και η κατώτερη ράχη είναι έντονες και το έμβολο μεγάλο και ανομοιόμορφο.

**Περιγραφή:** Οι ωτόλιθοι του είδους έχουν σχήμα ψηλό και ανύψωση παραλληλόγραμμη, ενίοτε όμως δυσδιάκριτη. Η ουρά έχει σχήμα παραλληλόγραμμο προς οβάλ, ενώ η θύρα είναι στρογγυλή ή παραλληλόγραμμη. Το ραχιαίο χείλος είναι συνήθως μη ομαλό και υπερυψωμένο, το οπίσθιο χείλος ομαλό και καμπύλο και το κοιλιακό χείλος εμφανίζει έντονες οδοντώσεις. Η κοιλιακή σχισμή τις περισσότερες φορές είναι ευδιάκριτη. Το ίδιο συμβαίνει και με την ανώτερη και κατώτερη ράχη, που κατά κύριο λόγο είναι ευδιάκριτες, αλλά ποικίλλουν από έντονες έως δυσδιάκριτες. Τέλος, το αντιέμβολο είναι μικρό, η εγκοπή είναι επίσης μικρή και κλειστή και όχι ιδιαίτερα γωνιώδης, ενώ αντίθετα το έμβολο είναι μεγάλο.

Είδος: *Diaphus taaningi* (Norman, 1930)

Δείγμα: Kal40 (δεξιός ωτόλιθος)

Παρατηρήσεις: Η ανύψωση στο δείγμα είναι παραλληλόγραμμη αλλά όχι έντονη. Η ουρά και η θύρα έχουν επίσης παραλληλόγραμμο σχήμα, το ραχιαίο χείλος είναι ομαλό με μια μικρή οδόντωση προς το οπίσθιο, το οποίο είναι σχεδόν ίσιο, και το κοιλιακό χείλος έχει μικρές οδοντώσεις. Η κοιλιακή σχισμή δεν διακρίνεται στο δείγμα αυτό. Η ανώτερη ράχη είναι ευδιάκριτη, κυρίως προς τη θύρα, παρόλα αυτά δεν είναι έντονη και το ίδιο ισχύει για την κατώτερη. Το αντιέμβολο και το έμβολο είναι μικρά με στρογγυλεμένη κορυφή και η εγκοπή σχετικά ανοικτή και όχι ιδιαίτερα γωνιώδης.

### Συγκριτικό υλικό:

1. 49/plate III (Investigation of the Plio-Pleistocene eastern Mediterranean Ichthyofauna and paleoenvironmental representations on Rhodes and Crete Islands)
2. 1/Fig 3/p.71 (Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia)
3. 10/Plate 2/p.202 (Rostislav Brzobohaty & Dirk Nolf paper)
4. 12/Plate 2/p.202 (Rostislav Brzobohaty & Dirk Nolf paper)

### Παρατηρήσεις:

1. Η ανώτερη ράχη είναι έντονη κυρίως προς την ουρά και η κατώτερη ράχη είναι επίσης έντονη. Η εγκοπή είναι γωνιώδης.
2. Η ουρά είναι τετράγωνη. Η κοιλιακή σχισμή είναι ευδιάκριτη, η ανώτερη ράχη είναι έντονη, ενώ αντίθετα η κατώτερη ράχη δεν είναι έντονη.
3. Η ουρά είναι στρογγυλή, το οπίσθιο χείλος σχεδόν ευθυτενές με μια αρκετά μικρή οδόντωση και το έμβολο χαρακτηριστικά μικρό, σχεδόν ευθυτενές.
4. Το υλικό δεν παρουσιάζει καμία διαφορά ως προς τη μορφολογία με τα προηγούμενα.

**Περιγραφή:** Οι ωτόλιθοι του είδους *D. taaningi* έχουν τετράγωνο σχήμα και χαρακτηριστική παραλληλόγραμμη αλλά όχι ιδιαίτερα έντονη ανύψωση, με θύρα επίσης παραλληλόγραμμη και με ουρά όμοια σε σχήμα με τη θύρα, αλλά και τετράγωνη ή στρογγυλή. Το ραχιαίο χείλος φαίνεται ομαλό και παρατηρείται συνήθως μια μικρή ανύψωση προς το οπίσθιο, ενώ το οπίσθιο είναι στις περισσότερες περιπτώσεις σχεδόν ευθυτενές, αλλά μπορεί ενίοτε να εμφανίσει κάποιες μικρές οδοντώσεις. Το κοιλιακό χείλος εμφανίζει πάντα μικρές και αρκετά έντονες οδοντώσεις και η κοιλιακή σχισμή είναι τις περισσότερες φορές ευδιάκριτη. Η ανώτερη και η κατώτερη ράχη είναι εμφανείς, με την ανώτερη να είναι και η πιο έντονη. Τέλος, το έμβολο και το αντίεμβολο είναι μικρά και η εγκοπή συνήθως ανοικτή και όχι ιδιαίτερα γωνιώδης.

Είδος: *Diaphus cf. pedemontanus*

Δείγμα: Kal7 (δεξιός ωτόλιθος)

Παρατηρήσεις: Η ανύψωση είναι παραλληλόγραμμη, το ίδιο και η θύρα. Η ουρά είναι τετράγωνη, το ραχιαίο και το κοιλιακό χείλος ομαλό και το οπίσθιο ελάχιστα καμπύλο έως σχεδόν ευθυτενές. Η κοιλιακή σχισμή δεν διακρίνεται, ενώ η ανώτερη και κατώτερη ράχη είναι έντονες. Τέλος, το έμβολο και το αντιέμβολο είναι μικρά και η εγκοπή πολύ ανοικτή και μη γωνιώδης.

Συγκριτικό υλικό:

1. 1/Plate 4/p.202 (Rostislav Brzobohaty & Dirk Nolf paper)
2. 3/Plate 4/p.202 (Rostislav Brzobohaty & Dirk Nolf paper)
3. B5/Fig 7 (Facies Springer)

Παρατηρήσεις:

1. Η ανύψωση είναι παραλληλόγραμμη, το ίδιο και η ουρά. Η θύρα είναι οβάλ. Το ραχιαίο και το οπίσθιο χείλος είναι ανομοιόμορφα και το κοιλιακό χείλος έχει ανομοιόμορφες οδοντώσεις. Οι ράχες καθώς και η κοιλιακή σχισμή είναι έντονες και το έμβολο είναι μικρό, σε αντίθεση με το αντιέμβολο που είναι μεγάλο. Η εγκοπή είναι ανοικτή.
2. Η κατώτερη ράχη εδώ δεν είναι καθόλου έντονη και το έμβολο είναι κανονικό σε μέγεθος.
3. Το κοιλιακό χείλος έχει μικρές οδοντώσεις και η κοιλιακή σχισμή και η κατώτερη ράχη διακρίνονται, χωρίς όμως να είναι έντονες.

**Περιγραφή:** Χαρακτηριστικό των ωτόλιθων του είδους αυτού είναι το παραλληλόγραμμο σχήμα, η ιδίου σχήματος ανύψωση και το ανομοιόμορφο περιθώριο. Η ουρά είναι κυρίως στρογγυλή ή οβάλ και η θύρα παραλληλόγραμμη. Η κοιλιακή σχισμή είναι ευδιάκριτη και η ανώτερη και η κατώτερη ράχη κατά κύριο λόγο έντονες. Το αντιέμβολο είναι μικρό, ενώ το μέγεθος του εμβόλου είναι άλλοτε μικρό και άλλοτε μεγάλο. Η εγκοπή είναι ενίοτε ανοικτή και γωνιώδης, ενώ άλλες φορές είναι πιο στρογγυλεμένη. Είναι αξιοσημείωτο ότι η διαφορά μεταξύ του δείγματος (Kal7) και του συγκριτικού υλικού είναι αισθητή.

### **ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ – ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΙΔΩΝ ΤΟΥ ΓΕΝΟΥΣ *DIAPHUS*:**

Τα χαρακτηριστικά του κάθε είδους που μελετήθηκε και αναλύθηκε παραπάνω διαφέρουν, επομένως είναι εύκολο να τα διακρίνουμε μεταξύ τους. Το *Diaphus cavallonis* είναι πιο εύρωστο και μεγάλο από τα υπόλοιπα είδη και έχει οβάλ σχήμα, σε αντίθεση με το *D.rubus* και το *D.holti* που είναι πιο ψηλά. Έχει καλά ανεπτυγμένο το άνω ραχιαίο τμήμα, όπως και το *D.holti*, ενώ το *D.rubus* και το *D.pedemontanus* εμφανίζουν μια πιο έντονη ανύψωση στο πίσω ραχιαίο τμήμα. Χαρακτηριστικές διαφορές έχουμε επίσης στο έμβολο και το αντιέμβολο του κάθε είδους. Συγκεκριμένα, το *D.cavallonis* και το *D.pedemontanus* δεν παρουσιάζουν αισθητή διαφορά στο μέγεθος μεταξύ εμβόλου-αντιεμβόλου, σε αντίθεση με το *D.rubus* και το *D.holti* που έχουν μικρό αντιέμβολο, ή με το *D.taaningi* που λόγω της πολύ ανοικτής εγκοπής του, φαίνεται σαν να απουσιάζει το έμβολο.

Οικογένεια: ***Sternoptychidae*** (Dumeril, 1806)

Γένος: ***Maurolicus*** (Cocco, 1838)

Είδος: ***Maurolicus muelleri*** (Gmelin, 1789)

Δείγμα: Kal30 (αριστερός και δεξιός ωτόλιθος)

Παρατηρήσεις: Οι ωτόλιθοι έχουν έντονο τετράγωνο σχήμα με ανύψωση παραλληλόγραμμη, όπως επίσης θύρα και ουρά στο ίδιο σχήμα. Το ραχιαίο χείλος είναι αρκετά ανυψωμένο και το κοιλιακό φέρει μια μεγάλη οδόντωση. Το οπίσθιο χείλος είναι καμπύλο και η κοιλιακή σχισμή δεν

διακρίνεται. Το αντιέμβολο είναι πολύ μικρό, η εγκοπή μικρή και γωνιώδης και το έμβολο μεγάλο με έντονη κορυφή.

Δείγμα: Kal83 (7 ωτόλιθοι)

Παρατηρήσεις: Το ραχιαίο χείλος είναι επίσης υπερυψωμένο και το κοιλιακό σχεδόν επίπεδο. Το αντιέμβολο είναι μικρό έως σχεδόν ανύπαρκτο και το έμβολο μεγάλο. Ευδιάκριτη είναι η κοιλιακή σχισμή.

Δείγμα: Kal84 (δεξιός ωτόλιθος)

Παρατηρήσεις: Λόγω του πολύ μικρού μεγέθους του αντιεμβόλου, η εγκοπή δίνει την αίσθηση ότι δεν υπάρχει καθόλου ή ότι δύσκολα διακρίνεται. Το έμβολο είναι αισθητά μυτερό και έντονο και η κοιλιακή σχισμή δεν διακρίνεται.

Δείγμα: Kal15 (2 ωτόλιθοι)

Παρατηρήσεις: το ραχιαίο χείλος είναι πολύ ομαλό και το κοιλιακό είναι έντονα οδοντωτό. Η ανώτερη και κατώτερη ράχη είναι πολύ έντονες καθώς και η κοιλιακή σχισμή. Το αντιέμβολο και η εγκοπή είναι, όπως και στα προηγούμενα δείγματα, σχεδόν ανύπαρκτα, ενώ το έμβολο είναι κανονικού μεγέθους-όχι ιδιαίτερα έντονο.

Δείγμα: Kal31 (2 δεξιοί και ένας σπασμένος ωτόλιθος)

Παρατηρήσεις: Διακρίνεται έντονο κοιλιακό χείλος και λιγότερο έντονο ραχιαίο. Η ανύψωση φαίνεται πολύ καθαρά.

Δείγμα: Kal7 (αριστερός και δεξιός ωτόλιθος)

Παρατηρήσεις: Το δείγμα έχει καθαρά χαρακτηριστικά, εύκολα προσδιορίσιμα, τα οποία ταιριάζουν κατα κύριο λόγο με τις παραπάνω περιγραφές. Το έμβολο είναι έντονο και μεγάλο και η κοιλιακή σχισμή

δεν διακρίνεται.

Δείγμα: Kal9 (7 ωτόλιθοι από τους οποίους ξεχωρίζουμε έναν αριστερό και έναν δεξιό)

Παρατηρήσεις: Η κοιλιακή σχισμή διακρίνεται εύκολα, το έμβολο είναι έντονο και μεγάλο και παρατηρείται μια αρκετά έντονη οδόντωση στο κοιλιακό χείλος.

Δείγμα: Kal5 (αριστερός και δεξιός ωτόλιθος)

Παρατηρήσεις: Τα γενικά χαρακτηριστικά παρουσιάζονται πολύ ομαλά. Το σχήμα είναι ήπιο και σχεδόν στρογγυλό και το αντιέμβολο σχεδόν ανύπαρκτο.

Δείγμα: Kal45 (δεξιός ωτόλιθος)

Παρατηρήσεις: Το σχήμα του ωτόλιθου εδώ είναι πιο μακρόστενο, το έμβολο με το αντιέμβολο φαίνονται ως σχεδόν ευθυτενή και δεν διακρίνεται κοιλιακή σχισμή.

Δείγμα: Kal81 (3 ωτόλιθοι)

Παρατηρήσεις: Οι ωτόλιθοι είναι μικροί σε μέγεθος με καθαρά χαρακτηριστικά. Το έμβολο και το αντιέμβολο είναι κανονικά σε μέγεθος και η κοιλιακή σχισμή ευδιάκριτη. Στο κοιλιακό και το ραχιαίο χείλος εμφανίζονται πολύ μικρές και ήπιες οδοντώσεις.

Δείγμα: Kal base (2 αριστεροί και 2 δεξιοί ωτόλιθοι)

Παρατηρήσεις: Πολύ έντονες είναι η ανώτερη και κατώτερη ράχη, το έμβολο και το αντιέμβολο φαίνονται σαν μια ενιαία μορφή και το κοιλιακό και ραχιαίο χείλος είναι επίσης έντονα.

Δείγμα: Kal27 (5 ωτόλιθοι)

Παρατηρήσεις: Παρατηρείται μια πολύ μεγάλη και έντονη ανύψωση στο ραχιαίο χείλος, το έμβολο και το αντιέμβολο φαίνονται σαν μια ενιαία μορφή και δεν διακρίνεται καθόλου η κοιλιακή σχισμή.

Δείγμα: Kal29 (3 αριστεροί ωτόλιθοι και ένας ο οποίος δύσκολα προσδιορίζεται)

Παρατηρήσεις: Παρατηρείται έντονη μεγάλη οδόντωση στο κοιλιακό χείλος. Η ανώτερη και κατώτερη ράχη είναι έντονες. Η κοιλιακή σχισμή δεν διακρίνεται.

Δείγμα: Kal6 (3 δεξιοί ωτόλιθοι και ένας σπασμένος μεγάλου μεγέθους)

Παρατηρήσεις: Στον έναν ωτόλιθο η ανώτερη και κατώτερη ράχη είναι πιο ευδιάκριτες, ενώ στους υπολοίπους όχι τόσο.

Δείγμα: Kal38

Παρατηρήσεις: Το δείγμα είναι σπασμένο, άρα δεν παρατηρείται έμβολο και αντιέμβολο. Από τα υπόλοιπα που διακρίνονται, φαίνεται να διατηρεί τα κοινά χαρακτηριστικά.

Δείγμα: Kal3 (αριστερός και δεξιός ωτόλιθος)

Παρατηρήσεις: Εδώ παρουσιάζονται πιο ομαλά χαρακτηριστικά χωρίς οδοντώσεις, αλλά έχει σχεδόν ανύπαρκτο αντιέμβολο. Δεν διακρίνεται κοιλιακή σχισμή.

**Περιγραφή:** Το είδος αυτό χαρακτηρίζεται από έντονο σχήμα, σχεδόν τετράγωνο με εύρωστο ραχιαίο χείλος. Η ανύψωση είναι ευδιάκριτη με παραλληλόγραμμο σχήμα, το οπίσθιο χείλος έχει στα περισσότερα δείγματα καμπύλο σχήμα, που όμως τείνει να σχηματίζει πολύ ανοικτή γωνία. Σε αρκετά από τα δείγματα παρατηρήθηκαν έντονες οδοντώσεις, όχι όμως πολλές σε αριθμό, στο κοιλιακό χείλος. Η κοιλιακή σχισμή είναι ενίοτε ευδιάκριτη. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι το έμβολο είναι μεγάλο συγκριτικά με το αντιέμβολο που είναι σχεδόν ανύπαρκτο στην πλειοψηφία των δειγμάτων.

Είδος: *Gadiculus labiatus*

Δείγμα: Kal27 (2 ωτόλιθοι)

Παρατηρήσεις: Το σχήμα είναι οβάλ με πολύ ήπια χαρακτηριστικά. Ακόμα και η ανύψωση δεν ξεχωρίζει σε σχήμα, αλλά είναι αρκετά έντονη. Φαίνεται έντονη επίσης η ανώτερη και η κατώτερη ράχη. Στο κέντρο της αύλακας εύκολα διακρίνονται θύρα και ουρά σε σχήμα στρογγυλό και οβάλ αντίστοιχα.

Δείγμα: Kal38 (δεξιός ωτόλιθος)

Παρατηρήσεις: Η αύλακα δεν έχει έντονο ανάγλυφο, αλλά παρατηρείται η ανύψωση που έχει διαγώνια διάταξη και σχήμα παραλληλόγραμμο.

Δείγμα: Kal45 (4 ωτόλιθοι)

Παρατηρήσεις: Εδώ η ανύψωση είναι έντονη, το ίδιο και η ανώτερη και η κατώτερη ράχη. Το σχήμα της ανύψωσης δεν μπορεί εύκολα να προσδιοριστεί.

Δείγμα: Kal38 (3 ωτόλιθοι)

Παρατηρήσεις: Το ανάγλυφο της αύλακας είναι έντονο. Φαίνεται να



σχηματίζεται μια μορφή σχήματος “S” με τη θύρα να έχει στρογγυλό σχήμα.

**Περιγραφή:** Το είδος αυτό χαρακτηρίζεται από οβάλ σχήμα με πολύ ήπια χαρακτηριστικά, καθώς δεν παρατηρούνται ούτε οδοντώσεις, ούτε σημεία πάνω στις ράχες τα οποία να είναι υπερυψωμένα ή να έχουν οποιαδήποτε άλλη μορφή. Επιπλέον, δεν διακρίνεται έμβολο και αντιέμβολο. Η ανύψωση στο εσωτερικό της αύλακας είναι έντονη, χωρίς όμως να μπορεί εύκολα να προσδιοριστεί το σχήμα της. Η ανώτερη και κατώτερη ράχη είναι έντονες. Χαρακτηριστικό του είδους είναι ότι η ανύψωση παρουσιάζεται άλλοτε με παραλληλόγραμμο σχήμα και άλλοτε με αδιευκρίνιστο σχήμα.

Οικογένεια: **Trichiuridae**

Γένος: *Lepidopus*

Είδος: *Lepidopus caudatus*

Δείγμα: Kal base (δεξιός ωτόλιθος)

Παρατηρήσεις – Περιγραφή: Το σχήμα του είδους είναι πολύ μακρόστενο και μυτερό. Το κοιλιακό και το ραχιαίο χείλος είναι ήπια και δεν έχουν οδοντώσεις, ενώ το οπίσθιο χείλος είναι μυτερό. Η ανύψωση έχει ευθύγραμμη διάταξη, αλλά δεν είναι έντονη. Η κοιλιακή σχισμή διακρίνεται εύκολα στο συγκεκριμένο δείγμα. Τέλος, το αντιέμβολο είναι μικρό σε μέγεθος αλλά όχι μυτερό, η εγκοπή πολύ μικρή και το έμβολο μεγάλο και μυτερό.

Είδος: *Lepidopus sp.*

Δείγμα: Kal29 (δεξιός ωτόλιθος)

Παρατηρήσεις – Περιγραφή: Το σχήμα του είδους είναι ευθυτενές. Το ραχιαίο και το κοιλιακό χείλος είναι ευθυτενή και ομαλά, ενώ το οπίσθιο χείλος είναι μυτερό. Η ανύψωση χαρακτηρίζεται ως αρκετά έντονη και με σχήμα παραλληλόγραμμο, ενώ αντίθετα η θύρα έχει τριγωνικό σχήμα. Η ουρά είναι πιο παραλληλόγραμμη. Τέλος, το μέγεθος του αντιεμβόλου και του εμβόλου είναι σχεδόν ίδιο και η εγκοπή είναι αρκετά ανοικτή.

Υπόταξη: **Phosichthyoidei** (Weitzman, 1974)

Οικογένεια: **Phosichthyidae** (Weitzman, 1974)

Γένος: **Vinciguerria** (Jordan & Williams, 1896)

Είδος: ***Vinciguerria poweriae*** (Cocco, 1838)

Δείγμα: Kal5 (2 ωτόλιθοι)

Παρατηρήσεις – Περιγραφή: Το είδος αυτό, μοιάζει ιδιαίτερα με το είδος *Maurolicus muelleri* (Gmelin, 1789) σχεδόν σε όλα τα χαρακτηριστικά. Οι ωτόλιθοι έχουν χαρακτηριστικά μεγάλο και μυτερό έμβολο. Έχουν μακρόστενη αύλακα, και η ραχιαία και κοιλιακή ράχη είναι έντονες. Το οπίσθιο χείλος είναι αρκετά καμπύλο, το κοιλιακό χείλος είναι κάπως γωνιώδες στο μέσο του και το ραχιαίο χείλος είναι σχεδόν επίπεδο.

## Ε. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η προ-εβαποριτική πανίδα στο Καλαμάκι μοιάζει με εκείνη που προσδιορίζεται από τους Girone et al. (2010) στις προ-εβαποριτικές διαδοχές της βόρειας Ιταλίας. Πράγματι, η μεγάλη ποικιλομορφία της βενθικής-βενθοπελαγικής ομάδας επιβεβαιώνεται και εδώ. Το είδος *Gadiculus labiatus* είναι το πιο συχνό βενθικό είδος στις συναθροίσεις, αν και η συνολική αφθονία των γκοβιδίων είναι υψηλότερη.

Εντούτοις, τα είδη *Gobiids* είναι πολύ μικρά και απροσδιόριστα στο συγκεκριμένο ή και γενικό επίπεδο. Το πελαγικό βασίλειο κυριαρχείται από μυκτοφίδες, ιδιαίτερα εκείνα που ανήκουν στο γένος *Diaphus*, το οποίο εκπροσωπείται από πολλά είδη.

Συγκεκριμένα, βρέθηκαν στο Καλαμάκι τα είδη *Diaphus rubus* και *Myctophum corpa*, δύο απολιθωμένα είδη που αναφέρθηκαν πρώτη φορά από τους Girone et al. (2010). Από βιογεωγραφική άποψη, έξι από τα προσδιορισμένα είδη έχουν εξαφανιστεί σήμερα. Τα υπόλοιπα εξακολουθούν να κατοικούν στη Μεσόγειο Θάλασσα, εκτός από το *Physiculus huloti*, που εμφανίζεται μόνο στον Ατλαντικό Ωκεανό (Cohen et al., 1990). Τα είδη *Diaphus cf. pedemontanus*, *D. rubus* και *Myctophum corpa* απουσιάζουν από τις μέχρι τώρα μελετημένες συγκεντρώσεις Πλειοκαίνου και Πλειστοκαίνου της Ανατολικής Μεσογείου (Agiadi et al., 2011, 2013, 2018, 2019, Agiadi, 2013).

Κατά τη διάρκεια του χρονικού διαστήματος που προηγήθηκε της έναρξης της κρίσης αλατότητας, η περιοχή του Καλαμακίου παρουσιάζει μια καλά διαφοροποιημένη ιχθυοπανίδα, που περιλαμβάνει τόσο άφθονα πελαγικά όσο και βενθικά-βενθοπελαγικά ψάρια. Η συνεχής παρουσία *Gobiids* σε όλο το βασικό τμήμα της περιοχής και η εμφάνιση του *Buglossidium sp.*, προτείνει μάλλον βάθος ρηχών υδάτων πριν από την έναρξη της εναπόθεσης γύψου. Στην πραγματικότητα, η εμφάνιση των βενθοπελαγικών *Physiculus aff. huloti* υποδεικνύει βάθη μικρότερα από 320 μέτρα (OBIS, 2006).

Ωστόσο, η μεγάλη ποικιλότητα και αφθονία του γένους *Diaphus* και η παρουσία των *Gadidae* (*Gadiculus argenteus* και *Gadiculus labiatus*) στο άνω τμήμα της βασικής αλληλουχίας (λίγο πριν τις αποθέσεις γύψου), υποδηλώνουν ότι η περιοχή δεν ήταν απομονωμένη και ότι τα βάθη είναι σίγουρα μεγαλύτερα από 50 μέτρα. Επιπλέον, το είδος *Maurolicus muelleri* είναι παρόν σε όλα σχεδόν τα δείγματα που εξετάστηκαν και σε μεγάλες αφθονίες. Αν και αυτό το βαθυπελαγικό είδος έχει σήμερα μια μεγάλη βυθιτική κατανομή, μεταξύ 0 και 1524 μ., σύμφωνα με τον Wheeler (1992), συνήθως βρίσκεται μεταξύ 300 και 400 μέτρων (Mauchilne, 1988). Συνδυάζοντας τα παραπάνω

αποτελέσματα, το παλαιοβάθος εκτιμήθηκε μέχρι 300 m για τη βασική αλληλουχία του τμήματος στην περιοχή Καλαμάκι (Karakitsios et al., 2017).

Λαμβάνοντας υπόψη τα σύγχρονα οικολογικά δεδομένα για τα υπάρχοντα είδη που υπάρχουν στη συνάθροιση ψαριών για το Καλαμάκι, καθώς και την υψηλή εμφάνιση των εξαφανισθέντων μεσογειακών ειδών *Diaphus cavallonis*, *D. rubus*, *D. cf. Pedemontanus*, τα οποία τυπικά καταγράφονται στο Μειόκαινο και στο Πλειόκαινο (Carnevale et al., 2008, Girone et al., 2010, Agiadi et al., 2013), η περιοχή Καλαμάκι ήταν πιθανώς τοποθετημένη στα τροπικά-υποτροπικά κλιματικά σύνορα.

Σημαντικά, από την άποψη αυτή, είναι τα περιστατικά των τροπικών σημερινών εξωμεσογειακών ειδών *Physiculus aff. huloti* και *Diaphus taaningi* (Karakitsios et al., 2017).

## Z.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Agiadi K. (2013): Investigation of the Plio-Pleistocene eastern Mediterranean Ichthyofauna and paleoenvironmental representations on Rhodes and Crete Islands, PhD Thesis, University of Athens.
- Agiadi K., Triantaphyllou M., Girone A. & Karakitsios V. (2011): The early quaternary palaeobiogeography of the Eastern Ionian deep-sea Teleost fauna: a novel palaeocirculation approach. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol.*, 306(3–4), p 228–242.
- Agiadi K., Triantaphyllou M., Girone A., Karakitsios V. & Dermitzakis M. (2010): Paleobathymetric interpretation of the fish otoliths from the lower - middle quaternary deposits of Kephallonia and Zakynthos Islands (Ionian Sea, Western Greece), *Riv. Ital. Paleontol. Stratigr.*, 116(1), p 63–78.
- Aubouin J. (1959): Contribution a l' etude geologique de la Grece septentrionale: les confins de l' Epire et de la Thessalie, *Ann Geol. Pays Hellen.* Vol. 10, p 1-483.
- Carnevale G., Longinelli A., Caputo D., Barbieri M. & Landini W. (2008): Did the Mediterranean marine reflooding precede the Mio-Pliocene boundary? Paleontological and geochemical evidence from upper Messinian sequences of Tuscany, Italy. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 257(1–2), p 81–105.
- CIESM (2008): The Messinian salinity crisis from mega-deposits to microbiology. A consensus report. In: 33<sup>rd</sup> CIESM Workshop Monographs (Ed. by F. Briand), 91–96, Monaco.
- Cohen D.M., Inada T., Iwamoto T. & Scialabba N. (1990): FAO Species Catalogue. Vol.10. Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes). An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date. *FAO Fish. Synop.*, 125(1), pp. 442, FAO, Rome.
- Dermitzakis M. (1977): Stratigraphy and sedimentary history of the Miocene of Zakynthos (Ionian Islands, Greece). *Ann.Geol. Pays Hellen.*, 29, p 47–186.

Duermeijer C.E., Krijgsman W., Langereis C.G., Meulenkamp J.E., Triantaphyllou M.V. & Zachariasse W.J. (1999): A late Pleistocene clockwise rotation phase of Zakynthos (Greece) and implications for the evolution of the western Aegean arc. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 173(3), p 315–331.

Fabricius F.H., Heimann K.O. & Braune K. (1998): Comparison of site 274 with circum Ionian land sections: implications for the Messinian “salinity crisis” on the basis of a dynamic model. *Initial Rep. DSDP*, 42, p 927–942.

Froese R. & Pauly D. (2014): FishBase. World Wide Web electronic publication, [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (08/2014).

Girone A., Nolf D. & Cavallo O. (2010): Fish otoliths from the preevaporitic (Early Messinian) sediments of northern Italy: their stratigraphic and palaeobiogeographic significance. *Facies*, 56, p 399–432.

Karakitsios et al., (2017): A record of the Messinian salinity crisis in the eastern Ionian tectonically active domain (Greece, eastern Mediterranean)

Kontopoulos N., Zelilidis A., Piper D.J.W. & Mudie P.J. (1997): Messinian evaporites in Zakynthos, Greece. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 129 (3–4), p 361–367.

Lugli S., Manzi V., Roveri M. & Schreiber B.C. (2010): The primary lower gypsum in the Mediterranean: a new facies interpretation for the first stage of the Messinian salinity crisis. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 297, p 83–99.

Manzi V., Gennari R., Hilgen F., Krijgsman W., Lugli S., Roveri M. & Sierro F.J. (2013): Age refinement of the Messinian salinity crisis onset in the Mediterranean. *Terra Nova*, 25(4), p 315–322.

Mauchilne J. (1988): Growth and breeding of meso- and bathypelagic organisms of the Rockall Trough, northeastern Atlantic Ocean and evidence of seasonality. *Mar. Biol.*, 98, p 387–393.

Nelson J.S. (2006): *Fishes of the World*, 4th edn, pp. 600, John Wiley and Sons Inc., New Jersey.

Nolf D. & Brzobohaty R. (1994): Fish otoliths as paleobathymetric indicators. *Paleontologia i evolucion*, 24–25, p 255–264.

Nolf D. (1985): Otolithi Piscium. In: *Handbook of Paleoichthyology* (Ed. by H.P. Schultze), vol. 10, pp. 145, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

OBIS (2006): OBIS-extracted Depth Data, Harvested by E.Agbayani July 2006 at [www.iobis.org](http://www.iobis.org).

Roveri M., Flecker R., Krijgsman W., Lofi J., Lugli S., Manzi V., Sierro F.J., Bertini A., Camerlenghi A., de Lange G., Govers R., Hilgen F.J., H€ubscher C., Meijer P.T. & Stoica M. (2014a): The Messinian salinity crisis: past and future of a great challenge for marine sciences. *Mar. Geol.*, 352, 25–58.

Roveri M., Lugli S., Manzi V. & Schreiber B.C. (2008a): The Messinian Sicilian stratigraphy revisited: new insights for the Messinian salinity crisis. *Terra Nova*, 20(6), p 483–488.

Triantaphyllou M.V., Drinia H. & Dermitzakis M.D. (1997): The Plio-Pleistocene boundary in the Gerakas section, Zakynthos (Ionian Islands). *Neues Jb. Geol. Pal€aontol. Monat.*, 1, p 12–30.

Triantaphyllou M.V. (1996): Biostratigraphical and ecostratigraphical observations based on calcareous nannofossils of the eastern Mediterranean Plio-Pleistocene deposits. *GAIA*, 1, p 229.

Tsapralis V. (1981):. Contribution to the study of the Pleistocene of Zakynthos Island, W. Greece (Ostracoda – Paleoenvironment). PhD Thesis, Patras.

Underhill J. R. (1989): Late Cenozoic deformation of the Hellenides foreland, western Greece. *Bulletin of the Geological Society of America*, 101, p 613-634.

Wheeler A. (1992): A list of the common and scientific names of fishes of the British Isles. *J. Fish Biol.*, 41(1), p 1–37.

Zelilidis A., Kontopoulos N., Avramidis P. & Piper D.J.W. (1998): Tectonic and sedimentological

evolution of the Pliocene-Quaternary basins of Zakynthos Island, Greece: case study of the transition from compressional to extensional tectonics. Basin Res., 10(4), p 393.

Μακρής, Ιωσήφ: «Ιχθυοαποθέματα, ωτόλιθοι και η ηλικία των ψαριών»,

<https://www.rodiki.gr/article/57842/ixthyoapothemata-wtolithoi-kai-h-hlikia-twn-psariwn>