



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΑΣΚΗΣΗ ΥΠΑΙΘΡΟΥ

ΖΑΚΥΝΘΟΣ, 8 – 11 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2010



Συγγραφική Ομάδα: Καθηγ. Β. Καρακίσιος
Καθηγ. Μ. Σταματάκης
Καθηγ. Α. Ζαμπετάκη
Καθηγ. Φ. Πομόνη - Παπαϊωάννου
Επικ. Καθηγ. Χ. Ντρίνια
Λέκτορας Μ. Κατή
Επιμέλεια: Επικ. Καθηγ. Χ. Ντρίνια
Δρ. Θ. Τσουρού

ΑΘΗΝΑ 2010



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΑΣΚΗΣΗ ΥΠΑΙΘΡΟΥ

ΖΑΚΥΝΘΟΣ, 8 – 11 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2010

Συγγραφική Ομάδα: Καθηγ. Β. Καρακίτσιος
Καθηγ. Μ. Σταματάκης
Καθηγ. Α. Ζαμπετάκη
Καθηγ. Φ. Πομόνη - Παπαϊωάννου
Επικ. Καθηγ. Χ. Ντρίνια
Λέκτορας Μ. Κατή

Επιμέλεια: Επικ. Καθηγ. Χ. Ντρίνια
Δρ. Θ. Τσουρού

Εκδόσεις Τομέα Ιστορικής Γεωλογίας και Παλαιοντολογίας

Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΓΕΝΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	1
1. Εισαγωγή	1
2. Στρωματογραφία	3
3. Νεοτεκτονική Δομή της Ζακύνθου	9
4. Οι εβαποριτικές αποθέσεις στη Ζάκυνθο	10
4.1. Διαπειρισμός	10
5. Διατομίτες Ζακύνθου – Χαρακτηρισμός και πιθανές βιομηχανικές εφαρμογές	11
6. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ - ΣΤΑΣΕΙΣ	13
1^η Ημέρα 8/10/2010	13
1^η Στάση Λιθακιά	13
2^η Στάση, 2 km πριν το Κερί	14
3^η Στάση, Λιμάνι Κεριού	14
2^η Ημέρα 9/10/2010	16
1^η & 2^η Στάση Μαχαιράδος & Αγ. Νικόλαος Κοιλιόμενος	16
3^η Στάση, Άγιοι Πάντες	17
4^η Στάση, Ακρωτήριο Καταστάρι	17
5^η Στάση, Καταστάρι	17
6^η Στάση Ναυάγιο	18
3^η Ημέρα 10/10/2010	18
1^η Στάση Αγία Κυριακή	18
2^η Στάση Καλαμάκι	19
3^η Στάση Αργάσι	20
4^η Στάση Γέρακας	20
5^η Στάση, Κρυονέρι	21
6^η Στάση, Κάστρο Ζακύνθου	21
4^η Ημέρα 11/10/2010	21
Ξενάγηση στο Θαλάσσιο Πάρκο	21
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	22
ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ	25

ΓΕΝΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΖΑΚΥΝΘΟΥ

1. Εισαγωγή

Η Ζάκυνθος είναι το τρίτο σε μέγεθος νησί του Ιονίου, με συνολική έκταση 410 km² περίπου και συνολικό μήκος ακτογραμμής 123 km.

Βρίσκεται περίπου 300 km δυτικά από την Αθήνα και απέχει 20 km από τις δυτικές ακτές της Πελοποννήσου. Το βορειότερο άκρο του νησιού καταλήγει στο ακρωτήριο Σκινάρι, ενώ στο νοτιοανατολικό άκρο του σχηματίζεται ο κόλπος του Λαγανά μεταξύ του ακρωτηρίου Μαραθιά στα δυτικά και Γέρακα στα ανατολικά.

Γεωμορφολογικά το νησί διακρίνεται σε τρεις βαθμίδες:

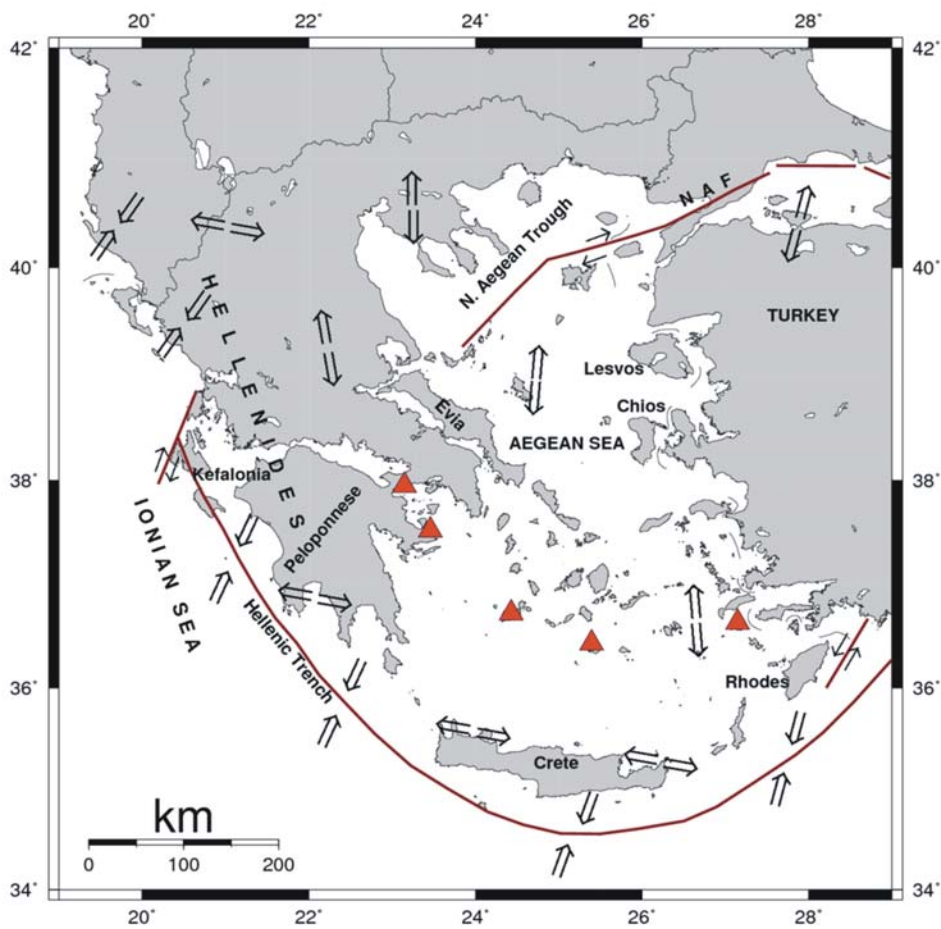
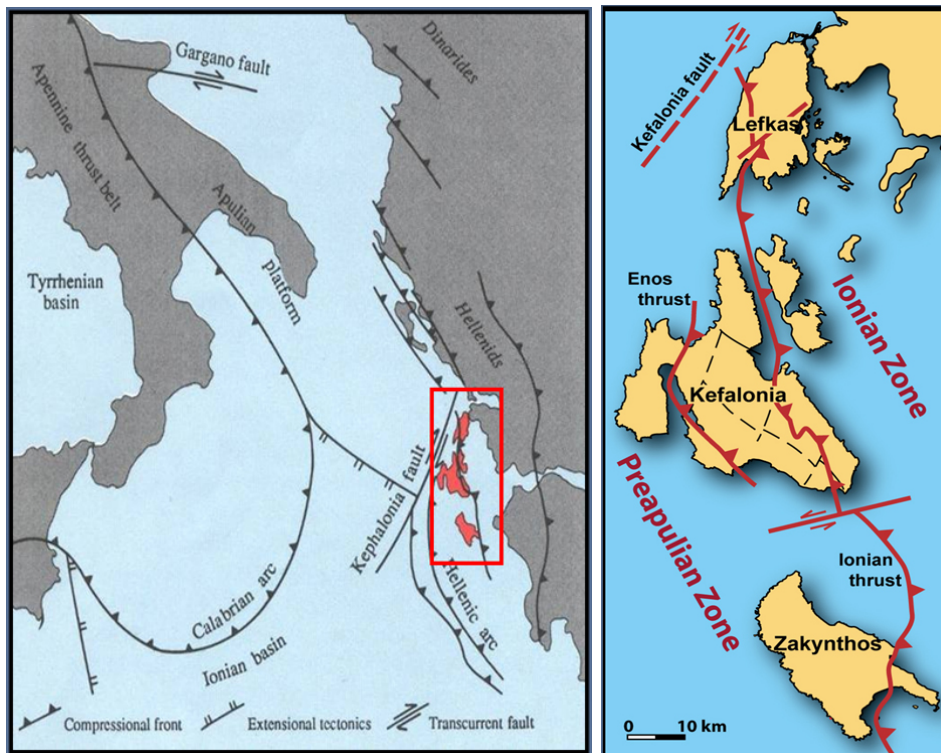
α) ορεινή που καταλαμβάνει το δυτικό, βόρειο και νοτιοανατολικό τμήμα του νησιού.

β) λοφώδη που εκτείνεται στις παρυφές των ορεινών όγκων και

γ) πεδινή που εκτείνεται στο κεντροανατολικό τμήμα του νησιού.

Το δυτικό τμήμα του νησιού καλύπτεται από την οροσειρά Βραχιώνας, η οποία αποτελείται από ένα αντίκλινο με διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ και υψόμετρο 758 m. Η δυτική πλευρά του αντικλίνου είναι η πλέον ορεινή με απόκρημνες ακτές.

Τα νησιά του Ιονίου (Επτάνησα) βρίσκονται στο δυτικό τμήμα του Ελληνικού Τόξου, του πιο ενεργού περιθωρίου λιθοσφαιρικών πλακών της περιοχής της Μεσογείου. Ο τεκτονικός χαρακτήρας της ευρύτερης περιοχής καθορίζεται από την ηπειρωτική σύγκρουση μεταξύ της βορειοδυτικής Ελλάδας, ανατολικά και της Απούλιας πλατφόρμας, δυτικά, καθώς επίσης και από την υποβύθιση της αφρικανικής πλάκας κάτω από την μικροπλάκα του Αιγαίου, κατά μήκος του ενεργού Ελληνικού Τόξου προς τα νοτιοδυτικά. Τα Επτάνησα βρίσκονται πάνω σε μια μεταβατική ζώνη μεταξύ του βορειοδυτικού άκρου αυτής της ενεργής υποβύθισης και της ηπειρωτικής σύγκρουσης. Η κύρια τεκτονική δομή αυτής της μεταβατικής ζώνης είναι η ρηξιγενής ζώνη της Κεφαλονιάς, η οποία αντιπροσωπεύει το ενεργό όριο μεταξύ της μικροπλάκας του Αιγαίου και της Απούλιας πλατφόρμας (Εικ. 1).



Εικ. 1. Γεωτεκτονικό καθεστώς των Ιονίων νήσων

2. Στρωματογραφία

Οι σχηματισμοί, οι οποίοι λαμβάνουν μέρος στη γεωλογική δομή της Ζακύνθου διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, τους προνεογενείς, οι οποίοι υπόκεινται και αποτελούν το υπόβαθρο και τους νεογενείς, οι οποίοι υπέρκεινται ασύμφωνα των πρώτων.

Προνεογενείς Σχηματισμοί

Η Ζάκυνθος γεωλογικά ανήκει στις εξωτερικές ζώνες και καταλαμβάνεται από τη γεωτεκτονική ζώνη Παξών (ή Προαπούλια) και την Ιόνιο ζώνη (Horstman 1967, Dermitzakis et al. 1979, Νικολάου 1986, Δερμιτζάκης κ.α. 2000, Λέκκας 2000). Η Ιόνιος ζώνη χωρίζεται από την Προαπούλια ζώνη με επώθηση που είναι ορατή στην περιοχή του όρους Σκοπός.

Η **Προαπούλια ζώνη** (Εικ. 2), στην οποία ανήκουν οι περιοχές της κεντρικής και δυτικής Ζακύνθου, αποτελεί το εξωτερικό δυτικό άκρο της Ιονίου αύλακας. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της Προαπούλιας σειράς στη Ζάκυνθο αποτελεί το μεγάλο πάχος της, το οποίο στην κλίμακα της συνολικής εξάπλωσης της ζώνης, παρουσιάζει αύξηση από Β προς Ν (τα μικρότερα πάχη παρατηρήθηκαν στους Παξούς ενώ τα μεγαλύτερα στη Ζάκυνθο). Η στρωματογραφική σειρά των ιζημάτων της Προαπούλιας ζώνης της νήσου Ζακύνθου, όπως προκύπτει από δεδομένα επιφανείας και γεωτρήσεων, εκτείνεται, από τα παλαιότερα προς τα νεότερα, από το Μέσο Τριαδικό (περίπου 215 εκατ. χρόνια πριν) έως το Παλαιογενές (περίπου έως 35 εκατ. χρόνια πριν). Τα ιζήματα του Μέσου Τριαδικού και του Ιουρασικού δεν απαντούν επιφανειακά, αλλά έχουν πιστοποιηθεί σε γεωτρήσεις. Στη βάση απαντούν εβαπορίτες (κυρίως ανυδρίτης και αλίτης), ηλικίας Μέσου Τριαδικού – Κατώτερου Ιουρασικού, και ακολουθούν απολιθωματοφόροι ασβεστόλιθοι και δολομίτες του Αν. Ιουρασικού με *Clypeina jurassica* και *Kurnubia palastiniensis*. Το Κατώτερο Κρητιδικό είναι επίσης γνωστό από γεωτρήσεις και αποτελείται από πελαγική/νηριτική φάση.

Επιφανειακά απαντούν Ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι Κατωτέρου Σενωνίου (Κονιάσιο – Σαντώνιο), μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι του Παλαιοκαίνου - Ηωκαίνου και του Ολιγοκαίνου. Μικροπαλαιοτολογική και βιοστρωματογραφική μελέτη των εμφανιζόμενων αποθέσεων ανέδειξε σημαντικά στρωματογραφικά κενά σε όλη την ανωκρητιδική, ηωκαινική και ολιγοκαινική ακολουθία (Horstman 1967, Μίρκου 1974) (Εικ. 3). Οι μικροφάσεις είναι χαρακτηριστικές αποθέσεων σε παλαιογεωγραφική κατωφέρεια, με μεικτή βενθονική και πλαγκτονική μικροπανίδα, λατυπιοπαγή ενδοσχηματισμού και χαρακτηριστικές ιζηματοδομές βάσεως.

Τα ιζήματα του Αν. Κρητιδικού καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος της νήσου Ζακύνθου, παρατηρούνται και στα δύο σκέλη του αντικλίνου που σχηματίζεται στο δυτικό τμήμα της νήσου και αποτελούνται από ασβεστόλιθους με πάχος μεγαλύτερο των 500m. Η Horstmann (1967) διαπίστωσε στις ανωκρητιδικές αποθέσεις την ύπαρξη τριών οριζόντων ασβεστόλιθων με θραύσματα ρουδιστών ηλικίας Κονιασίου-Σαντονίου, Καμπανίου και Μαιστριχτίου αντίστοιχα.

Το Παλαιόκαινο υπέρκειται συχνά με ασυμφωνία σε κρητιδικούς ασβεστόλιθους και χαρακτηρίζεται από λατυποπαγείς ασβεστόλιθους στη βάση και στη συνέχεια μικριτικούς ασβεστόλιθους με πελαγικά απολιθώματα. Οι ορίζοντες του Ανώτερου Κρητιδικού και του Παλαιοκαίνου της Προαπούλιας ζώνης παρουσιάζουν σχετική ομοιομορφία με τους αντίστοιχους ορίζοντες της Ιόνιας ζώνης.

Οι Ηωκαινικές αποθέσεις εμφανίζονται μόνο στο ανατολικό σκέλος του αντικλίνου που δεσπόζει της νήσου Ζακύνθου. Ασβεστόλιθοι νηριτικής ή υφαλώδους φάσεως εναλλάσσονται με μικρολατυποπαγείς και μικριτικούς ασβεστόλιθους με μικτή βενθονική και πλαγκτονική μικροπανίδα. Γενικά έχουν πάχος μεγαλύτερο των 300 m. Οι Horstmann (1967) και Μίρκου (1974) διαπίστωσαν ασυμφωνίες μεταξύ των ηωκαινικών και ανωκρητιδικών ασβεστόλιθων.

Το Ολιγόκαινο της Προαπούλιας ζώνης εμφανίζεται με μαργαϊκούς ασβεστόλιθους πλακώδεις λευκούς, με λεπτές ενστρώσεις μαργών και φακούς πυριτολίθων, οι οποίοι παρουσιάζουν

χαρακτηριστικά άτυπου, μακρινού φλύσχη. Στα ανώτερα μέλη υπάρχουν ασβεστόλιθοι με *Nummulites intermedium fichteli*, *Bullalveolina bulloides* και το φύκος *Subtherraniphyllum thomasi*. Επιφανειακές παρατηρήσεις έδειξαν ότι οι λεκάνες απόθεσης των ολιγοκαινικών ιζημάτων ελέγχονταν τεκτονικά (τεκτονικά βυθίσματα και κέρατα, με τοπικές ασυμφωνίες στα δεύτερα).

Ανακεφαλαιώνοντας, ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της Προαπούλιας ζώνης στη Ζάκυνθο είναι το μεγάλο πάχος των σχηματισμών και τα στρωματογραφικά κενά τα οποία εμφανίζονται είτε με γωνιώδεις ασυμφωνίες, είτε ως δυσυμφωνίες (Εικ. 3), σε διάφορα στρωματογραφικά επίπεδα, ιδιαίτερα του Κρητιδικού και του Παλαιοκαίνου. Επίσης, η παρουσία άτυπου, μακρινού φλύσχη, ο οποίος αντιστοιχεί στο πλέον εξωτερικό τμήμα της περιφερειακής ανύψωσης (forebulge), της λεκάνης προχώρας των εξωτερικών Ελληνίδων (Karakitsios & Rigakis, 1997)

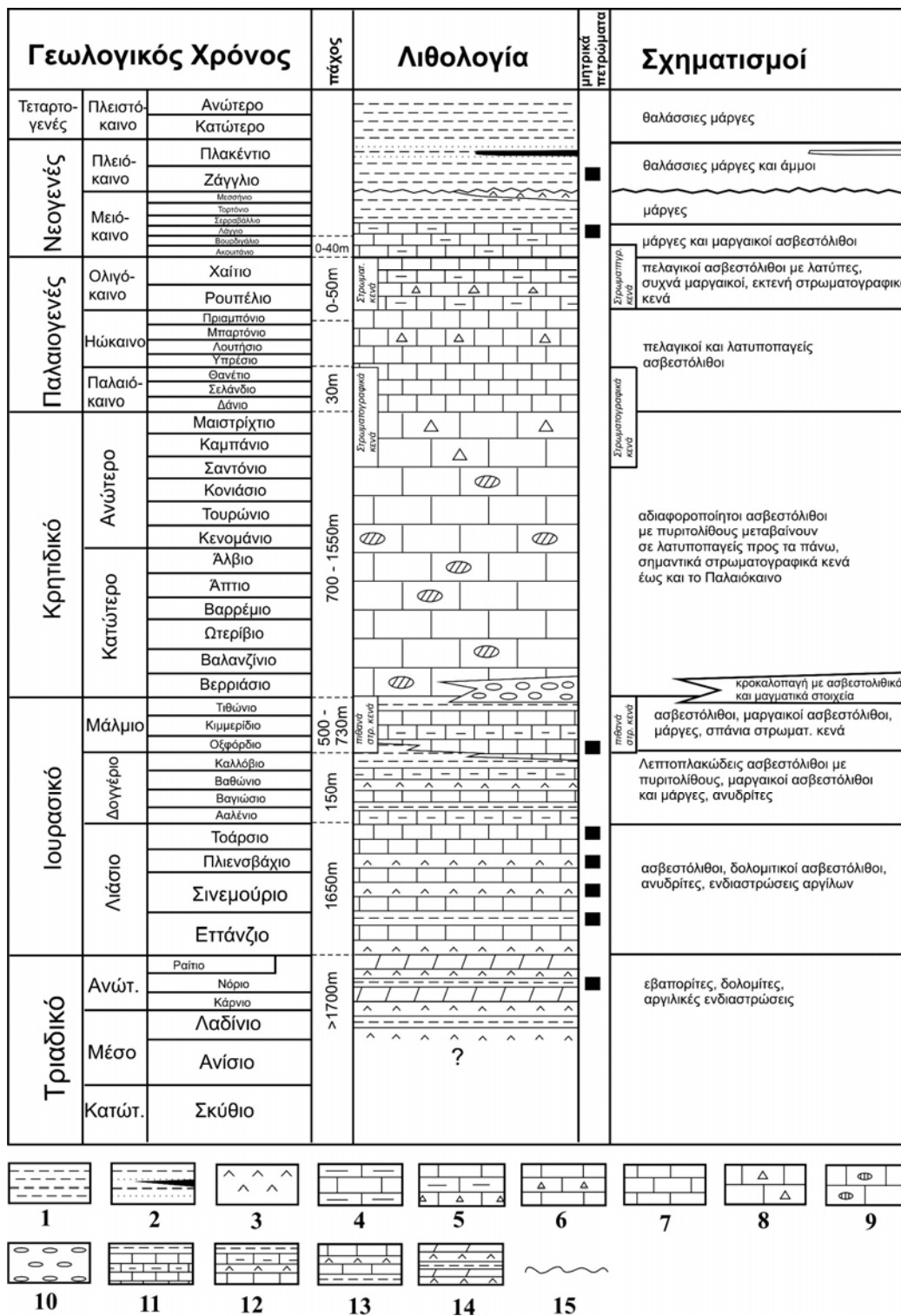
Η **Ιόνια ζώνη** (Εικ. 4) περιλαμβάνει στη βάση εβαπορίτες (Τριαδικό) και στη συνέχεια κυρίως ασβεστολιθικά και δευτερευόντως πυριτικά πετρώματα που φτάνουν μέχρι το Ηώκαινο. Ακολουθεί φλύσχη ολιγοκαινικής ηλικίας.

Η Ιόνια ζώνη στη Ζάκυνθο εμφανίζεται στη χερσόνησο του όρους Σκοπός και αντιπροσωπεύεται κυρίως από Τριαδικά λατυποπαγή εβαποριτικής διάλυσης – κατάρρευσης. Η διαγενετική αυτή διεργασία έλαβε χώρα στη μετεωρική ζώνη κυρίως μετά την ορογένεση (Pomoni 1980, Karakitsios & Pomoni – Παραϊοαννου, 1998). Οι εβαποριτικές διεισδύσεις υπογραμμίζουν τη ζώνη επώθησης της Ιονίου ζώνης στην Προαπούλια (έχουν δημιουργήσει μια μεγάλη διαπειρική δομή στο όρος Σκοπός καθώς επίσης και δευτερεύουσες διαπειρικές μορφές στην Αγία Δυνατή και στις Νερατζούλες).

Οι εβαποριτικοί σχηματισμοί της Ιόνιας ζώνης είναι Κάτω – Μέσο Τριαδικής ηλικίας και αντιπροσωπεύουν τους παλαιότερους γνωστούς σχηματισμούς της ζώνης (Πομόνη – Παπαϊωάννου & Τσαϊλά – Μονόπωλη, 1983, Dragastan et al. 1985). Οι εβαπορίτες έχουν διατηρηθεί σε γεωτρήσεις και το πάχος τους ξεπερνά τα 3000 m. Το πάχος αυτό δεν ανταποκρίνεται στο πραγματικό πάχος των εβαποριτών διότι όλες οι γεωτρήσεις έχουν γίνει σε αντικλινικές ζώνες όπου τα διαπειρικά φαινόμενα είναι πολύ έντονα (Karakitsios 1992, 1995).

Επιφανειακά, οι εβαπορίτες εμφανίζονται μόνο υπό μορφή δευτερογενούς γύψου με διάσπαρτους μικροκλάστες δολομίτη (Πομόνη – Παπαϊωάννου & Τσαϊλά – Μονόπωλη, 1983), ενώ οι υπεδαφικοί εβαπορίτες, όπως προέκυψε από τη μελέτη γεωτρήσεων, αποτελούνται από εναλλαγές αλίτη και ανυδρίτη (Pomoni – Παραϊοαννου et al. 2004, Karakitsios & Pomoni – Παραϊοαννου 2009).

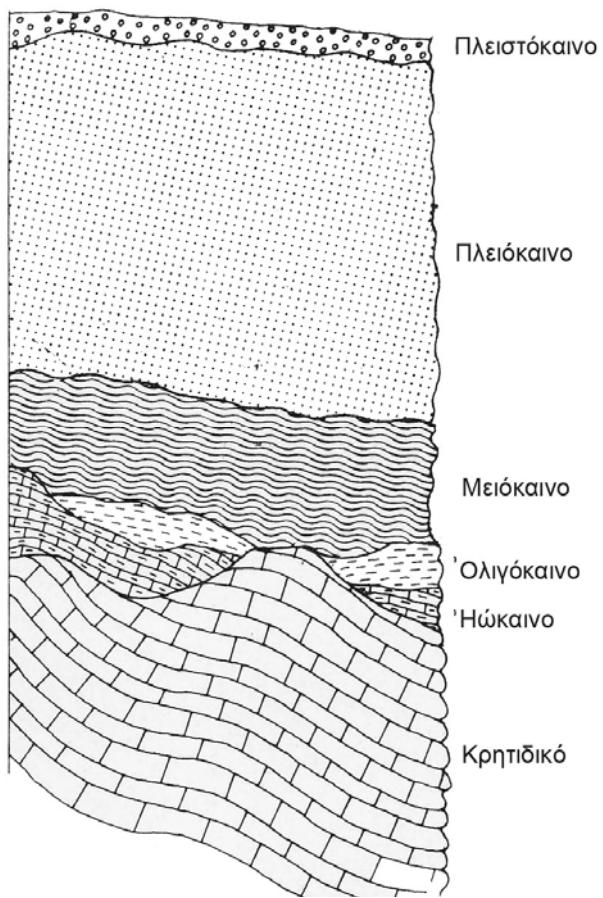
Στρωματογραφικά της εβαποριτικής σειράς, υπέρκεινται μαύροι μικριτικοί ασβεστόλιθοι με *Cardita* και *Κωνόδοντα* του Ανωτέρου Τριαδικού.



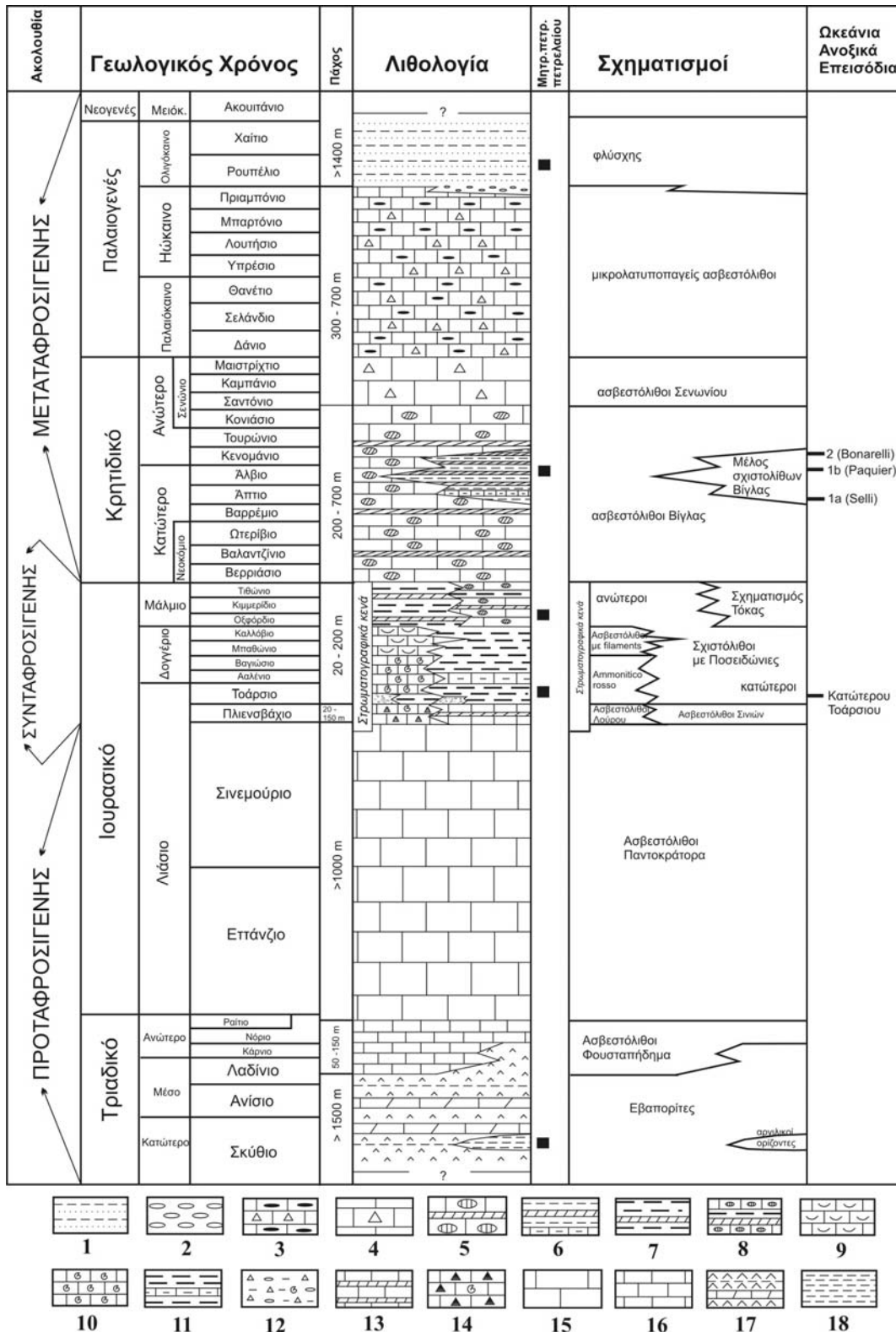
Εικ. 2. Λιθοστρωματογραφική στήλη Προαπούλιας (Παξών) ζώνης (Karakitsios & Rigakis 2007)

1) θαλάσσιες μάργες, 2) θαλάσσιες μάργες και άμμοι (με μαύρο: ενδιαστρώσεις λιγνίτη), 3) εβαπορίτες, 4) ασβεστόλιθοι συχνά μαργαικοί, 5) πελαγικοί ασβεστόλιθοι ή μαργαικοί ασβεστόλιθοι, 6) ασβεστόλιθοι μικτής πελαγικής-νηριτικής φάσης, ορισμένες φορές με λατυποπαγείς οριζόντες, 7) πελαγικοί ασβεστόλιθοι, 8) ασβεστόλιθοι μικτής πελαγικής-νηριτικής φάσης με θραύσματα ρουδιστών, 9) πελαγικοί ασβεστόλιθοι με κόνδυλους και σπάνιες πυριτικές ενδιαστρώσεις, 10) κροκαλοπαγή με ασβεστολιθικά και μαγματικά στοιχεία, 11) πελαγικοί ασβεστόλιθοι συχνά μαργαικοί, 12) ασβεστόλιθοι, άργιλοι και ανυδρίτες, 13) ασβεστόλιθοι και δολομιτικοί ασβεστόλιθοι, ανυδρίτες και αργλικές ενδιαστρώσεις, 14) εβαπορίτες με ενδιαστρώσεις αργίλων, 15) ασυμφωνία.

Ειδικά στη Ζάκυνθο, το Κάτω-Μέσο Μειόκαινο περιέχει 50m ασβεστούχου διατομή, πιθανά τεκτονικά υποκείμενο των πυριτολίθων που θα έπρεπε γεωχημικά-διαγενετικά να είναι από κάτω. Στα άλλα 2 νησιά Κεφαλονιά και Λευκάδα, οι διατομές έχουν ολικά διαγενεθεί σε πυριτολίθους η πορσελανίτες.



Εικ. 3. Γωνιώδεις ασυμφωνίες στα ιζήματα της Προαπούλιας ζώνης (Μίρκου, 1974)

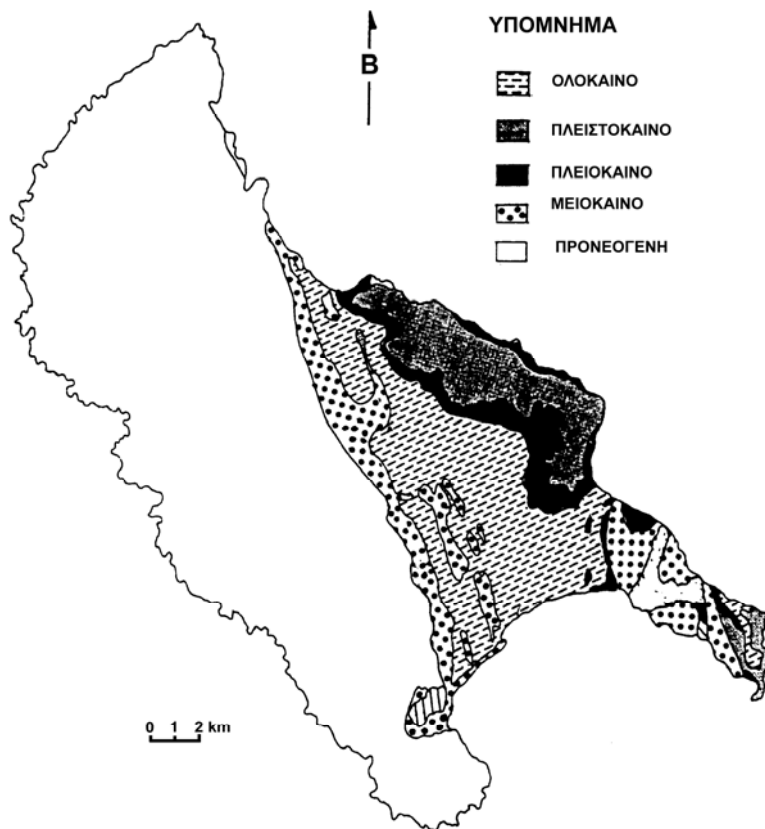


Εικ. 4. Συνθετική στρωματογραφική στήλη της Ιόνιας σειράς (Karakitsios & Rigakis 2007)

1: πηλίτες και ψαμμίτες, 2: κλαστικοί ασβεστόλιθοι με πυριτόλιθους, 3: πελαγικοί λατυποπαγείς ασβεστόλιθοι, 4: πελαγικοί ασβεστόλιθοι και πυριτόλιθοι, 5: μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι με αργιλοπυριτικές διαστρώσεις, 6: φυλλώδεις μάργες, και πυριτόλιθοι, 7: πελαγικοί ασβεστόλιθοι με ελασματοβράγχια, 8: κονδυλώδεις ασβεστόλιθοι με αμμωνίτες, 9: μικριτικοί ασβεστόλιθοι με αμμωνίτες και βραχιονόποδα, 10: πελαγικοί ασβεστόλιθοι, 11: ασβεστόλιθοι πλατφόρμας, 12: πλακώδεις μαύροι ασβεστόλιθοι, 13: γύψος και αλάτι, 14: δολομίτες, 15: λατυποπαγή, 16: πελαγικό ελασματοβράγχιο (filament), 17: αμμωνίτης, 18: βραχιονόποδο.

Νεογενείς αποθέσεις

Το Νεογενές της κεντρικής-νοτιοδυτικής Ζακύνθου σχηματίζει μια μονοκλινή ακολουθία η οποία επίκειται των ασβεστόλιθων του Κρητιδικού-Παλαιογενούς της οροσειράς Βραχίωνας. Το Νεογενές μπορεί να υποδιαιρεθεί σε δύο ενότητες (Δερμιτζάκης, 1978), την κατώτερη, που αποτελείται από ασβεστολιθικά ιζήματα, και την ανώτερη, που αποτελείται από χερσογενείς κλαστικές αποθέσεις. Τοπικά, στο ανώτερο τμήμα των χερσογενών κλαστικών ιζημάτων, απαντούν εβαπορίτες (Heimann, 1977) που επικαλύπτονται από μαργαϊκούς ασβεστόλιθους, μάργες, ιλυώδη άργιλο και ψαμμίτες του Πλειο-Πλειστοκαίνου.

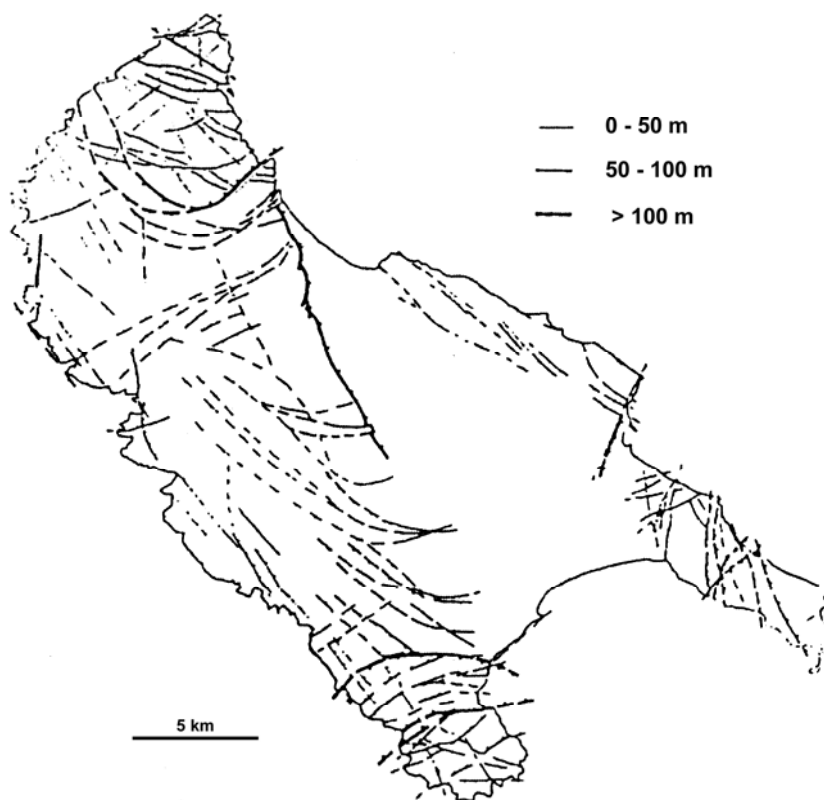


Εικ. 5. Γεωλογικό σκαρίφημα με τους σχηματισμούς του Νεογενούς της Ζακύνθου (Τριανταφύλλου, 1993).

Όσον αφορά στα **Τεταρτογενή** ιζήματα της Ζακύνθου, παρατηρούνται πλειστοκαινικές παράκτιες αποθέσεις, που συνίστανται σε χαλαρά ή συνεκτικά κροκαλοπαγή με μαργαϊκό συνδετικό υλικό, μάργες κυανές, ασβεστοψαμμίτες, καθώς και ιζήματα του Ολοκαίνου (σύγχρονες παράκτιες αποθέσεις και προσχώσεις).

3. Νεοτεκτονική Δομή της Ζακύνθου

Η τεκτονική δομή της Ζακύνθου είναι παρόμοια με των υπόλοιπων Ιόνιων νησιών. Η κυρίαρχη αλπική δομή είναι του αντικλίνου του Βραχιώνα με διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ τέμνεται από ένα μεγάλο αριθμό εγκάρσιων, διαγώνιων και επιμήκων ρηγμάτων. Τόσο προς Βορρά όσο και προς νότο παρατηρείται μια σταδιακή βύθιση τεκτονικών τεμαχών και μια ταπείνωση της μορφολογίας που οφείλεται στα μεγάλα ρήγματα της περιοχής, που μεταθέτουν τον άξονα του αντικλίνου είτε προς οριζόντια είτε προς κατακόρυφη διεύθυνση (Λέκκας, 1994, Κατή, 1999). Η Προαπούλια ζώνη χαρακτηρίζεται από συμπιεστική τεκτονική μετά το Μειόκαινο (Sorel 1976, Underhill, 1989) που ακολουθείται από εφελκυστικού χαρακτήρα τεκτονική δραστηριότητα μετά το Πλειόκαινο (Underhill, 1989, Λέκκας, 1994). Αποτέλεσμα της συμπιεστικής τεκτονικής είναι η δημιουργία ανάστροφων ρηγμάτων και μια αξιοσημείωτη σμίκρυνση λόγω πτύχωσης. Τα ανάστροφα ρήγματα και οι πτυχές, που έχουν επηρεάσει την Προαπούλια ζώνη φαίνεται γενικά να ακολουθούν την επώθηση προς τα δυτικά της Ιόνιας ζώνης η οποία, ιδιαίτερα για τη Ζάκυνθο τοποθετείται στο όριο Μειοκαίνου – Πλειοκαίνου.



Εικ. 6. Διάκριση των ρηγμάτων της Ζακύνθου ανάλογα με το άλμα τους (Λέκκας, 1992). Από το χάρτη του ρηξιγενούς ιστού της Ζακύνθου διαπιστώνονται τα ακόλουθα:

- α) Το μήκος των ρηγμάτων είναι μεταβλητό και σε ορισμένες περιπτώσεις υπερβαίνει τα 15 m.
- β) Ορισμένα από τα ρήγματα έχουν πολύ μεγαλύτερο μήκος, δεδομένου ότι θεωρείται βέβαια η συνέχιση τους στον υποθαλάσσιο χώρο, όπως πχ. το ρήγμα Κατοσταρίου, Βολιμνών κ.ά.
- γ) Συνολικά, τα ρήγματα εντάσσονται σε τρία συστήματα - και ειδικότερα: στο πρωτεύον, με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, στο δευτερεύον, με διεύθυνση ΑΒΑ-ΔΝΔ, και στο υπολειπόμενο, με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ

Οι σχηματισμοί του Νεογενούς έχουν υποστεί τεκτονική καταπόνηση, η οποία αντιπροσωπεύεται κυρίως από πολυάριθμα ρήγματα, που έχουν διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της δομής και εξέλιξης της νήσου. Πρόκειται για ρήγματα με ποικίλα γεωμετρικά, κινηματικά, δυναμικά και χρονικά χαρακτηριστικά.

4. Οι εβαποριτικές αποθέσεις στη Ζάκυνθο

Σκοπός Ζακύνθου – Εβαπορίτες του Τριαδικού

Στο νοτιοανατολικό τμήμα της Ζακύνθου, στην περιοχή Σκοπός, συναντώνται σημαντικές εμφανίσεις εβαποριτών μέσα σε Τριαδικούς σχηματισμούς της Ιόνιας ζώνης (Perry & Temple 1980, Σταματάκης 1986). Έχουν χρώμα λευκό και κατά θέσεις παρουσιάζονται σκούρες ταινίες με εμπλουτισμό σε οργανική ύλη. Η ορυκτολογική σύσταση των εβαποριτών είναι η συνηθισμένη για τα δείγματα από τα επιφανειακά στρώματα της Ιόνιας ζώνης και αποτελούνται από γύψο, δολομίτη και ανυδρίτη, ενώ περιβάλλονται από λατυποπαγή, δολομιτικής-ασβεστολιθικής συστάσεως. Ο ανυδρίτης συναντάται με μορφή υπολλειμάτων σε κύρια μάζα από γύψο, ενώ συναντώνται ακόμα και φακοί ή τεμάχια ασβεστολίθου και δολομίτη μέσα στο ίδιο υλικό (Μπορνόβας 1956, Perry & Temple 1980, Σταματάκης 1986). Η εμφάνιση της γύψου στον Σκοπό, οφείλεται σε διαπειρισμό που επηρέασε και ακόμα και αποθέσεις του Τεταρτογενούς (Καλλέργης 1963). Στη δυτική περιοχή του δόμου, υφίσταται εκμετάλλευση του γύψου ο οποίος έχει την υψηλότερη καθαρότητα μεταξύ των ελληνικών κοιτασμάτων και χρησιμοποιείται ευρύτατα ως γύψος καλλιτεχνίας. Μέρος του τελικού προϊόντος εξάγεται στο εξωτερικό. Η επεξεργασία του ωμού υλικού [raw material – run of mine] πραγματοποιείται στις εγκαταστάσεις ελληνικής εταιρείας στο Αιτωλικό Αιτωλοακαρνανίας.

Λαγανάς Ζακύνθου – Εβαπορίτες του Νεογενούς

Στο νοτιοανατολικό τμήμα της Ζακύνθου συναντώνται και νεογενείς (μεσσήνιοι) γύψοι, μέσα σε ασβεστόμαργες (Δερμιτζάκης 1978, Heimann 1977). Στο βόρειο τμήμα του νησιού αναφέρονται εμφανίσεις θείου μέσα σε Νεογενείς μάργες, πιθανόν από αναγωγή θειικών αλάτων (Μίρκου 1974). Οι Μειοκαινικοί εβαπορίτες του Λαγανά εμφανίζονται με γκριζόμαυρο χρώμα, λόγω της πρόσμιξης οργανικής ύλης σ' αυτούς και εναλλάσσονται με αργιλικά ή ψαμμιτικά στρώματα (αργούντα σήμερα λατομεία Καραθανάση και Βροντόνερου). Σε ορισμένες θέσεις παρουσιάζονται φαινόμενα ανακρυστάλλωσης της γύψου σε μεγάλους διαφανείς κρυστάλλους (παραλία Λαγανά).

1986).

4.1. Διαπειρισμός

Σημαντικό ρόλο στη γεωλογία του νησιού παίζουν τα διαπειρικά φαινόμενα των Τριαδικών εβαποριτών της Ιονίου ζώνης. Στα φαινόμενα αυτά κυρίως οφείλονται οι τεκτονικές δομές του νησιού, πτυχές, ρήγματα, βυθίσματα και οι ασυμφωνίες των υπερκείμενων ιζημάτων.

Οι τριαδικοί εβαπορίτες στη νήσο Ζάκυνθο έχουν μελετηθεί εκτενώς γιατί έχουν επηρεάσει τη διαμόρφωση των περιβαλλόντων ιζηματογένεσης και την εξέλιξη των ζωνών Ιόνια και Παξών αλλά και γιατί η δημιουργία τους ευνοεί τη γένεση του πετρελαίου, ενώ οι διαπειρισμοί τους τη μετανάστευση και την παγίδευση πετρελαίου διότι αποτελούν άριστα καλύμματα κοιτασμάτων (Νικολαου, 1986). Από τον Νικολαου (1986) έχουν περιγραφεί λεπτομερώς τα μεταλικά διαπειρικά φαινόμενα των τριαδικών εβαποριτών της Ζακύνθου, τα οποία αναγνωρίζονται ως παρόμοια με αυτά των Στροφάδων. Ο συγγραφέας περιγράφει την επιμήκη και υπό κλίση διείδυση τριαδικών εβαποριτών (διαπειρικές γλώσσες) μέσα σε ανωμειοκαινικά ιζήματα στις τομές «Νεραντζούλας – Αγίας Δυνατής», «Καλαμάκι» και

«Αργάσι». Πηγή αυτών των διαπειρικών γλωσσών αποτελεί ο κύριος όγκος τριαδικών εβαποριτών του Σκοπού. Η άνοδος των λαμών πιστεύει ότι οφείλεται στα προϋπάρχοντα εφιππευτικά ρήγματα που διευκόλυναν την άνοδο και καθόρισαν την κλίση της ανόδου. Τέτοια αλπικά ρήγματα απαντώνται σε όλη την έκταση της Ιόνιας.

Ο Νικολαου (1986), περιέγραψε και άλλα διαπειρικά φαινόμενα όπως εφιππεύσεις προς νότο στα νότια και προς βορρά στο βόρειο τμήμα του Σκοπού, των τριαδικών εβαποριτών σε νεογενή ιζήματα με αποτέλεσμα να δημιουργείται ένας ανερχόμενος διαπειρικός όγκος (ο ίδιος ο Σκοπός) με «κυκλικές εφιππεύσεις». Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω τα διαπειρικά φαινόμενα επηρεάζουν τα περιβάλλοντα ιζηματογένεσης και την εξέλιξη της. Ο ίδιος συγγραφέας αναφέρει για την περιοχή του Σκοπού, όπου τα ιζήματα ανωτέρου Μειοκαίνου που αποτέθηκαν είναι πολύ μικρότερου πάχους από τα αντίστοιχα στην περιοχή όπου δεν επηρεάστηκε από τον διαπειρικό δόμο του Σκοπού. Ακόμα, στην περιοχή αυτή σημειώνει αποσφηνώσεις που οφείλονται στο φαινόμενο αυτό.

5. Διατομίτες Ζακύνθου – Χαρακτηρισμός και πιθανές βιομηχανικές εφαρμογές

Οι διατομίτες είναι ιζηματογενή πετρώματα βιογενούς προέλευσης με υψηλή περιεκτικότητα σε άμορφο διοξείδιο του πυριτίου. Το άμορφο διοξείδιο του πυριτίου (opal-A) οφείλεται σε κελύφη διατόμων και δευτερευόντως σε βελόνες σπόγγων, σκελετούς πυριτιομαστιγοφόρων ή/και ακτινοζώων.

Οι καθαροί διατομίτες ($\text{SiO}_2 > 95\%$) χρησιμοποιούνται ευρέως ως εξειδικευμένα πολύ-λειτουργικά φίλτρα, ενώ οι ασβεστούχοι διατομίτες χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες για την παραγωγή κλίνκερ τσιμέντου σε μεγάλη κλίμακα, ως ποτζολανικό πρόσθετο τσιμέντου λόγω του υψηλού ποσοστού δραστικού πυριτίου που περιέχει, στην παραγωγή υδραυλικών κονιαμάτων, λευκών φίλλερς [πληρωτικών] και στην παραγωγή συνθετικού βολλαστονίτη. Στα τσιμέντα και ειδικά όταν ο διατομίτης χρησιμοποιείται ως ποτζολάνα, το άμορφο SiO_2 των κελυφών διατόμων αντιδρά με το Ca(OH)_2 του τσιμέντου και παράγει συνθετικά ένυδρα ασβεστοπυριτικά ορυκτά [calcium silicate hydrates (CSH)], τα οποία είναι υπεύθυνα για την ανάπτυξη αντοχής στο τσιμέντο.

Οι αργιλούχοι διατομίτες χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην παραγωγή δομικών προϊόντων, προσροφητικών και μονωτικών υλικών.

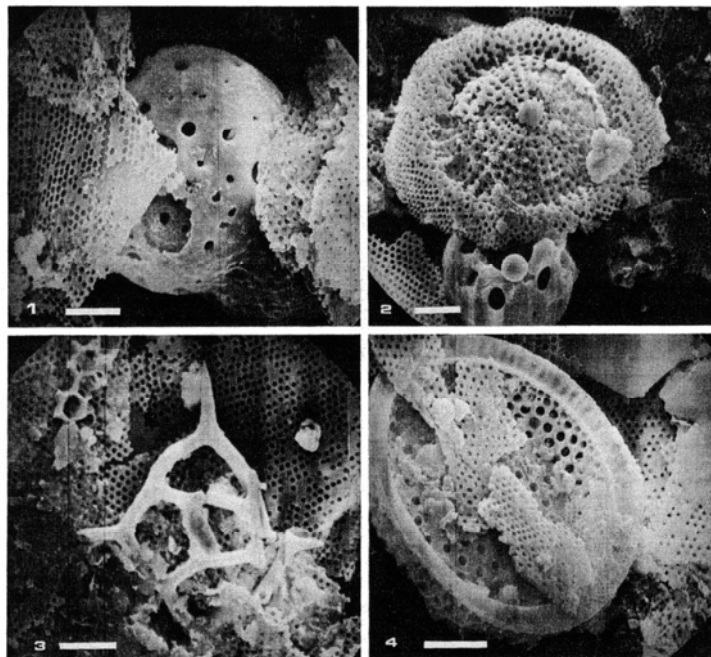
Είναι γνωστό ότι στην Ελλάδα απαντώνται πολλές αποθέσεις διατομιτών ποικίλων ηλικιών, αποθετικών περιβαλλόντων και καθαρότητας (Stamatakis et al. 2003). Γενικά, οι διατομίτες της Ζακύνθου είναι ομογενείς και αποτελούνται από ασβεστίτη και βιογενές διοξείδιο του πυριτίου (opal-A). Οι διατομίτες της Ζακύνθου είναι ηλικίας Κατώτερου-Μέσου Μειοκαίνου και εντοπίζονται στο κεντρικό τμήμα του νησιού [Ράχες], έχοντας πάχη περί τα 50 μέτρα. Είναι από τους παλαιότερους της Ελλάδας και έχουν μελετηθεί τόσο όσον αφορά στην πετρολογία και διαγένεσή τους (Stamatakis et al. 1988, 1989), όσο και στις δυνατότητες χρήσης τους ως βιομηχανικό υλικό στην παραγωγή υδραυλικών κονιαμάτων και ποτζολανικών πρόσθετων τσιμέντου (Stamatakis et al. 2003, Kastis et al. 2006).

Αναλυτικότερα, ελέγχθηκαν οι δυνατότητες χρήσης των διατομιτικών αυτών αποθέσεων της Ζακύνθου ως προσθετικό σε μίγματα τσιμέντου. Συγκεκριμένα, έχει εξετασθεί η επίδραση της προσθήκης διατομίτη στις ιδιότητες και στην ενυδάτωση του τσιμέντου (Kastis et al. 2006). Χρησιμοποιήθηκαν ασβεστολιθικοί διατομίτες της Ζακύνθου που περιείχαν κυρίως CaCO_3 και άμορφο διοξείδιο του πυριτίου βιογενούς προέλευσης με τη μορφή opal-A.

Εξετάσθηκαν κονιάματα και πολτός τσιμέντου με 0%, 10%, 20% και 35% αντικατάσταση του τσιμέντου με τον συγκεκριμένο διατομίτη. Σε όλα τα δείγματα προσδιορίσθηκαν η εξέλιξη της αντοχής και η απαίτηση σε νερό. Επιπλέον, αναλύσεις με τη χρήση XRD, SEM και απώλεια βάρους στους 350 °C εφαρμόσθηκαν προκειμένου να μελετηθούν τα προϊόντα της ενυδάτωσης και ο ρυθμός ενυδάτωσης στον πολτό διατομίτη-τσιμέντου. Τσιμέντα που έχουν έως 10% περιεκτικότητα σε διατομίτη, αναπτύσσουν την ίδια αντοχή συμπίεσης με το αντίστοιχο τσιμέντο Portland , ενώ η παρουσία του διατομίτη οδηγεί στην αύξηση της απαίτησης νερού από τον πολτό (Stamatakis et al. 2003). Ο διατομίτης χαρακτηρίζεται ως φυσική ποζολάνα (pozzolana), καθώς πληρεί τις προϋποθέσεις του EN 197 1 αναφορικά με το ενεργό περιεχόμενο διοξειδίου του πυριτίου. Η ποζζολανική φύση του διατομίτη έχει ως αποτέλεσμα τον σχηματισμό υψηλών ποσοτήτων ενυδατωμένων προϊόντων, ειδικά μετά από 28 μέρες (Fragoulis et al. 2005).

Τις τελευταίες δεκαετίες υπάρχει αυξημένο ενδιαφέρον από τις περισσότερες βιομηχανίες τσιμέντου παγκοσμίως να ενσωματώσουν ποζζολανικά υλικά στα προϊόντα τους. Ως ποζζολάνα καθορίζεται ένα υλικό που είναι ικανό να αντιδρά με το οξείδιο του ασβεστίου (lime) με την παρουσία νερού σε κανονικές θερμοκρασίες για τον σχηματισμό τσιμεντούχων ενώσεων .

Τα ποζζολανικά υλικά που χρησιμοποιούνται σήμερα στην τσιμεντοβιομηχανία περιλαμβάνουν φυσικά προϊόντα, όπως ηφαιστειακά προϊόντα με υψηλές ποσότητες ηφαιστειακού γυαλιού (τόφφοι, σποδός, κίσηρη), και ακόμη ζεολιθικοί τόφφοι, διάφορες ποιότητες «ακάθαρτων» διατομιτών, μετακαολίνης, ιπτάμενη τέφρα, κ.ά.

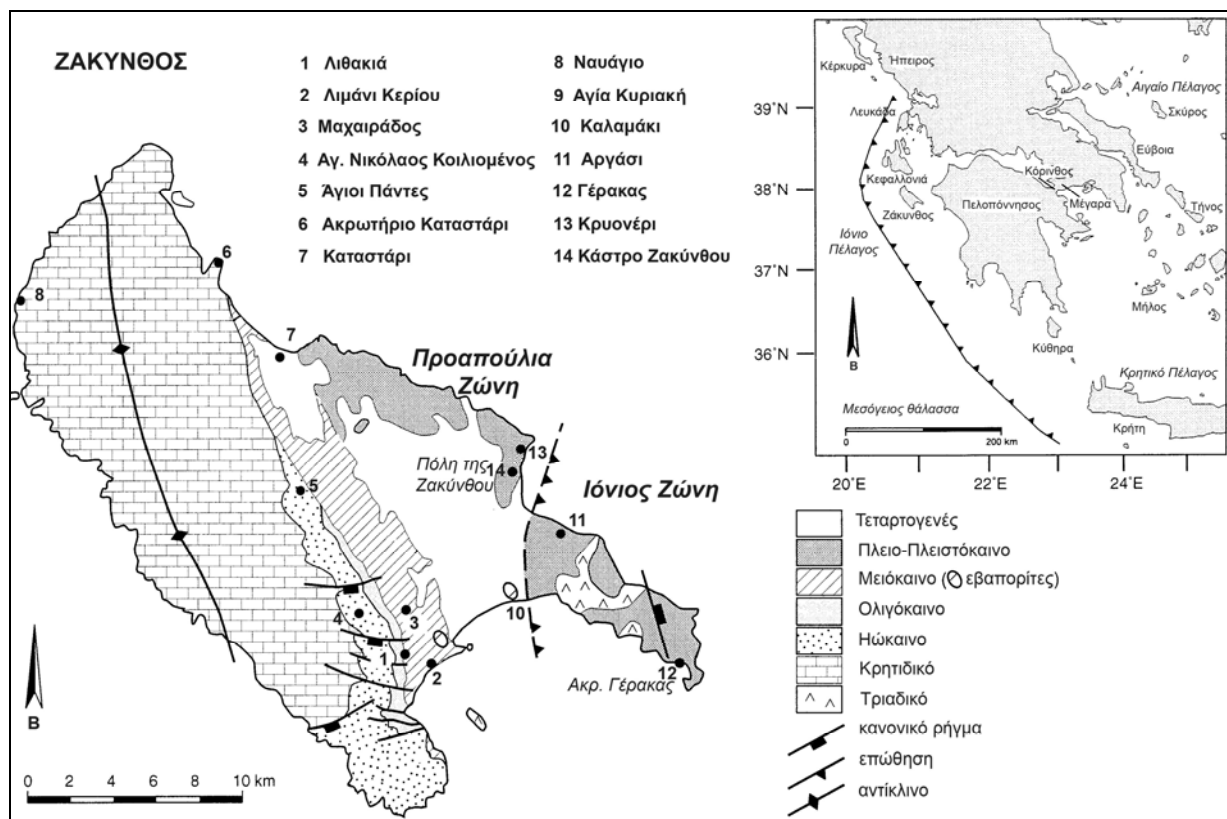


Εικ. 7. Φωτογραφίες SEM μικροαπολιθωμάτων σε διατομικά πετρώματα.

6. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ - ΣΤΑΣΕΙΣ

8/10/2010

Άφιξη στη Ζάκυνθο το μεσημέρι



Εικ. 8. Απλοποιημένος γεωλογικός χάρτης της Ζακύνθου κατά Duermeijer, et al. (1999), τροποποιημένος, όπου παρουσιάζονται και οι στάσεις της παρούσας εκπαιδευτικής άσκησης.

1^η στάση Λιθακιά (Λατομείο – Προαπούλια Ζώνη ασβεστόλιθοι, ασυμφωνία Κρητιδικού – Ηωκαίνου) (Χάρτης 1)



Εικ. 9.

Στην περιοχή (βλ. Χάρτη 1 και Εικ. 9) παρατηρείται εμφανής γωνιώδης ασυμφωνία μεταξύ των ανωκρητιδικών και των ανωηωκαινικών ασβεστολίθων της Προαπούλιας ζώνης.

Τα υποκείμενα στρώματα ηλικίας Μαιστριχτίου μεικτής (νηρητικής και πελαγικής) φάσεως με χαρακτηριστικά απολιθώματα *Orbitoides*, *Helenocyclina beotica*, *Omphalocyclus macroporus*, *Lepidorbitoides*, *Globotruncana*.

Τα υπερκείμενα στρώματα ηλικίας ανωτέρου Λουθησίου – ανωτέρου Ηωκαίνου είναι λατυποπαγή, περιυφαλώδους φάσεως, με χαρακτηριστικά απολιθώματα *Fabiania cassis*, *Nummulites*, *Discocyclina*, *Grzybowskaia*, *Alveolina*, *Orbitolites*, *Amphistegina*, *Linderina*, *Rotaliidae*, *Globigerinidae*, *Globorotaliidae*

Το **στρωματογραφικό κενό** που στην περιοχή Λιθακιάς εντοπίζεται στο **Παλιόκαινο - Μέσο Ηώκαινο**, σε άλλες περιοχές, όπως βορειότερα στην περιοχή Φιολίτη και στην περιοχή Σκουληκάδον διευρύνεται (βλ. Χάρτη 4). Παρατηρούμε στο γεωλογικό χάρτη ότι τα ηωκαινικά στρώματα αποσφηνώνονται και τα ολιγοκαινικά και τα μειοκαινικά ιζήματα επίκεινται επικλυσιογενώς του Κρητιδικού και συγκεκριμένα του Κατώτερου Σενωνίου (Κονιάσιο-Σαντώνιο) με *Cuneolina gr. ravnonia*, *Accordiella conica*..

2^η Στάση, 2 km πριν το Κερί (Η νεοτεκτονική τάφρος του Κεριού και το περιθωριακό ρήγμα της Αβύσσου - Υδρογεωλογικές συνθήκες). (Χάρτης 2)

3^η Στάση, Λιμνή Κεριού (επιφανειακές εμφανίσεις πετρελαίου -πηγή Ηροδότου - Μειόκαινο, Βιτουμενιούχοι ασβεστόλιθοι Ανθρώπινες παρεμβάσεις και Περιβαλλοντικές επιπτώσεις). (Χάρτης 2)



1978, K.A. Nikolaou.

Εικ. 10.

Στην ευρύτερη περιοχή του Κεριού (βλ. Χάρτη 2), πελαγικοί ασβεστόλιθοι και λιθοποιημένες μάργες αποτελούν την πλειονότητα των Αλπικών αποθέσεων. Η ηλικία της ακολουθίας είναι Κρητιδικό – Ηώκαινο. Το ανώτερο τμήμα των ασβεστολιθικών στρωμάτων έχει ηλικία Μέσο Ηώκαινο.

Ειδικότερα, στους λόφους δυτικά του Κεριού το Μαιστρίχτιο παρουσιάζεται λατυποπαγές έως μικρολατυποπαγές με θραύσματα Ρουδιστών, *Orbitoides*, *Lepidorbitoides*, *Omphalocyclus macroporus*, *Hellenocyclina beotica*. Πάνω τους επικάθονται με δυσσυμφωνία είτε ασβεστόλιθοι του ανώτερου Παλαιοκαίνου με *Alveolina primaeva* (**απουσιάζει το κατώτερο Παλιόκαινο**) είτε ασβεστόλιθοι με *Alveolinidae* του Υπρεσίου (*A. ellipsoidalis*) *Opertorbitolites*, *Discocyclina* (**απουσιάζει όλο το Παλιόκαινο**). Μέσα στους ασβεστολίθους του Υπρεσίου παρατηρήθηκαν μεταφερμένα ασβεστολιθικά τεμάχια του Σαντωνίου

(*Cuvillierinella salentina*, *Murciella cuvillieri*), τρηματοφόρα του Καμπανίου - Μαιστριχτίου (*Orbitoides*, *Omphalocyclus*, *Siderolites*) και θραύσματα Ρουδιστών. Παρατηρήθηκαν επίσης και *Microcodium*, μάρτυρες χέρσευσης αντίστοιχων περιοχών. Ακολουθούν ασβεστόλιθοι με *Nummulites* του ανώτερου Λουτησίου (**απουσιάζει το κατώτερο Λουτήσιο**) και λεπτομερείς κλαστικοί ασβεστόλιθοι του ανωτέρου Ηωκαίνου. Της ηωκαινικής σειράς υπέρκεινται υφαλώδεις ασβεστόλιθοι του Ολιγοκαίνου με Κοράλλια και χαρακτηριστικά απολιθώματα του Ολιγοκαίνου *Subtherraniphylum thomasi* (φύκος) και *Bullalveolina bulloides* (τρηματοφόρο). Το πάχος των ολιγοκαινικών αποθέσεων τόσο στο Κερί, όσο και στο Λαγώποδο είναι ιδιαίτερα περιορισμένο (2m και 6m αντίστοιχα) και μαρτυρούν μια αστάθεια στην περιοχή. Οι φάσεις εξακολουθούν να είναι μεικτές, παλαιογεωγραφικής κλιτύος. Την περίοδο αυτή στην Ιόνια ζώνη αποτίθεται φλύσσης.

Όσον αφορά στο **Νεογενές**, 50-60 μέτρα μάργες και άργιλοι εκτίθενται σε μια παράκτια τομή, νοτιοδυτικά αμέσως μετά το λιμάνι του Λιμένα Κερίου. Οι αποθέσεις αυτές βρίσκονται κοντά στο σημείο («πηγή Ηροδότου») όπου καταγράφεται από τους αρχαίους χρόνους εκροή πετρελαίου. Η ακολουθία βρίσκεται με ρήγμα σε επαφή με δετритικούς ασβεστολίθους του Παλαιογενούς.



Εικ. 11.

Οι μάργες και οι άργιλοι στην τομή αυτή περιλαμβάνουν έξι μαύρες ή καφέ, βιτουμενιούχες, ελασματοειδείς ενδιαστρώσεις, πάχους 10-20 cm, κατά τόπους 40 cm. Οι ενδιαστρώσεις αυτές περιέχουν υπολείμματα ψαριών και φυτών. Στο ανώτερο τμήμα της ακολουθίας οι ελασματοειδείς ενδιαστρώσεις είναι λιγότερο εμφανείς. Η βιοστρωματογραφική ανάλυση με πλαγκτονικά τρηματοφόρα αυτών των ιζημάτων έδωσε ηλικία Σερραβάλλιο-Κατώτ. Τορτόνιο.

Από πετρελαιογεωλογική σκοπιά, προκύπτει ότι οι ενδείξεις ασφάλτου συγκεντρώνονται κυρίως κάτω από την ανωμειοκαινική σειρά που παίζει ρόλο καλύμματος που εμπεριέχει στεγανές μάργες, ενώ η ασυμφωνία του Ανωτ. Μειοκαίνου φαίνεται ότι αποτελεί τον καλύτερο δρόμο μετανάστευσης. Συγκεκριμένα, το πετρέλαιο μεταναστεύει μέσω της ασυμφωνίας του Αν. Μειοκαίνου του οποίου τα αργιλομαργαϊκά στρώματα είναι τα πρώτα αδιαπέρατα, που βρίσκει το πετρέλαιο στην άνοδό του. Ακολουθώντας την ασυμφωνία, το πετρέλαιο ανέρχεται μέχρι την επιφάνεια ή εγκλωβίζεται σε παγίδες που σχηματίζονται κάτω από τα στρώματα του Αν. Μειοκαίνου (Νικολάου 1986).

Στο Ελος Κερί, εκεί όπου η ασυμφωνία ακουμπά στην επιφάνεια υπάρχουν ενδείξεις ασφάλτου.

Κοντά στην πηγή Ηροδότου περνούν κανονικά ρήγματα που καλύπτονται από αλλουβιακές προσχώσεις. Οι προεκτάσεις τους φαίνονται στις γειτονικές εμφανίσεις. Τα ρήγματα σχηματίζουν παγίδες που εγκλωβίζουν μέρος του πετρελαίου. Τα μετεωρικά νερά ακολουθώντας το καρστ των ασβεστολίθων, φθάνουν υπογείως μέχρι το Ελος Κερί. Εκεί βρίσκουν εμπόδια από ρήγματα και ανέρχονται ακολουθώντας τις ρηξιγενείς επιφάνειες μέχρι το έδαφος, όπου σχηματίζεται η πηγή Ηροδότου.

Πιθανά μητρικά πετρώματα πετρελαίου της πηγής Κερίου είναι τα κατώτερα και σε μεγάλο βάθος στρώματα του Αν. Μειοκαίνου ή βαθύτεροι οριζόντες μητρικών πετρωμάτων της Προαπούλιας ζώνης (βλ. Εικ. 2).

9/10/2010

1^η & 2^η στάση Μαχαιράδος & Αγ. Νικόλαος Κοιλιόμενος (Λατομείο – πλατφόρμα – κοράλλια Ηωκαίνου – Διατομίτες διαγένεση – συνιζηματογενείς πτυχώσεις – πορσελανίτες – chert) (Χάρτης 4)

Στην περιοχή αυτή επαναλαμβάνονται οι ασυμφωνίες οι οποίες διαπιστώνονται βάσει λεπτομερούς βιοστρωματογραφίας. Στην επαφή Κρητιδικού/Τριτογενούς παρατηρείται στρωματογραφικό κενό ανωτάτου Μαιστριχτίου-κατωτέρου Παλαιοκαίνου (Δανίου). Επίσης παρατηρείται στρωματογραφικό κενό του κατώτερου Ηωκαίνου. Το ανώτερο Ηώκαινο είναι **υφαλώδους έως περιυφαλώδους φάσεως** με Κοράλλια, *Discocyclus*, *Asterodiscus*, *Fabiania cassis*, *Grzybowski*, *Rotaliidae*, *Globigerinidae*, *Melobesia*.

Βορειότερα, οι περιυφαλώδεις φάσεις του ανωτέρου Ηωκαίνου καλύπτονται επικλυσισγενώς με μαργαϊκό ασβεστόλιθο του Μειοκαίνου με γλαυκονίτη

Ακολουθώντας το δρόμο Μαχαιράδο – Λαγώποδο – Κοιλιόμενος νότια του Λαγώποδου του ανωτέρου Ηωκαίνου επικάθεται ένα κροκαλοπαγές χωρίς απολιθώματα, ανάλογο αυτού της περιοχής Λίμνη Κερίου – Κερί .

Στην τομή Λαγώποδο-Αγ. Νικόλαος Κοιλιόμενος μετά το Ηώκαινο έχουμε με ασυμφωνία τους διατομίτες πάχους 50m περίπου. Το διατομιτικό στρώμα ξεκινά από το Ρομίρι και προχωρά βόρεια προς τους Αγ. Πάντες σε μια διεύθυνση περίπου Β-N.

Το απολιθωματοφόρο Ολιγόκαινο στην περιοχή έρχεται σε επαφή με το Κρητιδικό με ρήγμα. Περιέχει το χαρακτηριστικό φύκος *Subtherranyphyllum thomasi* ELLIOT και *Bullaalveolina bulloides*, καθώς και πλήθος άλλων μικροαπολιθωμάτων, κοράλλια, βρυόζωα και γαστερόποδα.

Τα στρώματα πορσελανώδους ασβεστόλιθου-πορσελανίτη που βρίσκονται πάνω από τους διατομίτες στη Ζάκυνθο, αλλά αποτελούν αυτοδύναμη απόθεση, χωρίς υπολείμματα διατομίτη στην Κεφαλονιά και Λευκάδα, είναι ηλικίας Ολιγόκαινο - Κατώτερο Μειόκαινο και εκτός από ασβεσίτη και λίγο κλαστικό χαλαζία, περιέχουν αυθιγενή ορυκτά όπως ζεόλιθοι (κλινοπτιλόλιθος) βαρίτης και οπάλιος-CT (μια ημικρυσταλλική μορφή τριδυμίτη-χριστοβαλίτη) (Stamatakis & Hein 1993). Τα ορυκτά αυτά θεωρείται ότι σχηματίστηκαν κατά τη διαγένεση οργανικού υλικού πλούσιου σε βάριο και θείο (βαρίτης) αλλά και κελυφών διατόμων σε περιβάλλον βαθιάς θάλασσας (οπάλιος και ζεόλιθοι). Ανάλογες αποθέσεις συναντώνται στον Ινδικό και τον Ειρηνικό Ωκεανό. Τα ορυκτά αυτά χαρακτηρίζουν το Ολιγόκαινο - Κατώτερο Μειόκαινο της Ζώνης Παξών.

3^η Στάση Άγιοι Πάντες (Ηωκαινικοί ασβεστόλιθοι) (Χάρτης 4)

Ασβεστόλιθοι Μέσου Ηωκαίνου που αναδεικνύουν τρεις κύριες αποθετικές λιθοφάσεις: Α) Διαβαθμισμένα ασβεσταρενιτικά-ασβεστολουιτιτικά στρώματα ενδιαστρωμένα με λεπτούς μαργαϊκούς ορίζοντες και χαρακτηριστική διαδοχή και επανάληψη εσωτερικών ιζηματοδομών τα οποία συνιστούν χαμηλής-πυκνότητας ανθρακικούς τουρβιδίτες. Οι διάσπαρτοι “πάγκοι” ρουδιτικών ασβεσταρενιτών με υψηλή συγκέντρωση μεταφερμένων βιοκλαστών (νηριτικής κυρίως προέλευσης) αντιπροσωπεύουν υψηλής-πυκνότητας ανθρακικούς τουρβιδίτες. Β) Ασβεστολιθικά κροκαλοπαγή με μικρό βαθμό ταξινόμησης, έλλειψη εσωτερικών δομών και μεγάλη ποικιλία φάσεων των συστατικών τους (πλατφόρμας έως και πελαγικές) τα οποία αποτέθηκαν μέσω του μηχανισμού ροής θραυσμάτων (debris flow). Γ) Συνιζηματογενή πτυχωμένα στρώματα με μεγάλη εσωτερική παραμόρφωση και μικριτική σύσταση αναπαριστούν δομές slumps (ολίσθηση με περιστροφή ιζημάτων του πυθμένα).

Το περιβάλλον απόθεσης των ασβεστολίθων αυτών ήταν το εξωτερικό-κατώτερο άκρο της Ηωκαινικής ανθρακικής κλιτύς. Επιπλέον, οι αποθέσεις των υψηλής-πυκνότητας τουρβιδιτών χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερα υψηλές τιμές πορώδους και διαπερατότητας επιδεικνύοντας έτσι χαρακτήρα τυπικού ανθρακικού “πετρώματος ταμειυτήρα” πετρελαίου/υδρογονανθράκων.

Στους Άγ. Πάντες παρατηρούνται υπέρ-λευκοί ασβεστόλιθοι που χρησιμοποιούνται βιομηχανικά ως λευκό φιλνερ σε χρώματα, πλαστικά, κόλλες και το λευκό τσιμέντο. Οι ασβεστόλιθοι του Κρητιδικού από Ζάκυνθο και Κεφαλονιά της ζώνης Παξών χρησιμοποιούνται ευρύτατα ως λευκά φιλνερ, με πωλήσεις και στο εξωτερικό.

4^η Στάση, Ακρωτήριο Καταστάρι. (Ασυμφωνία μεταξύ κρητιδικών και ηωκαινικών ασβεστολίθων. Ρηξιγενείς ζώνες της Βορείου Ζακύνθου, Κατοπτρικές επιφάνειες στα Ξυγγιά). (Χάρτης 5)

Ο δρόμος Καταστάρι – Ορθωνιές διασχίζει ασβεστολίθους του Σαντωνίου με χαρακτηριστικά τρηματοφόρα *Pseudocyclamina sphaeroidea*, *Accordiella conica*, *Moncharmontia apenninica*, καθώς και *Cuneolina ravnonia*, *Dicyclina*, *Globotruncana*, *Heterohelicidae* *Pithonella Hedbergella*, φύκη, κοράλλια, βρυόζωα, θραύσματα γαστεροπόδων, ρουδιστών κ.α. Νοτίως του ακρωτηρίου, το κατώτερο Ηώκαινο με *Cuvillierina* και *Globorotalia* επίκειται με γωνιώδη ασυμφωνία.

5^η Στάση, Καταστάρι. (Πανόραμα Αλυκών - Περιβαλλοντικός Χωροταξικός Σχεδιασμός) (Χάρτης 5)

6^η Στάση Ναυάγιο (ύφαλοι με ρουδιστές)



Εικ. 12.

10/10/2010

1^η στάση Αγία Κυριακή (Τριαδικά λατυποπαγή)

Ο σχηματισμός των λεγόμενων Τριαδικών λατυποπαγών παρουσιάζει μεγάλη εξάπλωση στην Ιόνια ζώνη και συνοδεύει πάντα τις εμφανίσεις γύψου.

Πρόκειται ουσιαστικά, για λατυποπαγή απόπλυσης γύψου τα οποία αντιπροσωπεύουν το αποτέλεσμα επιγενετικής διάλυσης της γύψου από μετεωρικά διαλύματα που κυκλοφορούν κοντά στην επιφάνεια της Γης. Σύμφωνα με την Ρομπού – Παραίσοπου (1985), πρωτογενώς αποτέθηκαν λεπτοστρωσιγενείς ορίζοντες γύψου (πρωτογενής γύψος) που εναλλάσσονται με λεπτοστρωσιγενείς ορίζοντες ανθρακικού ασβεστίου. Αμέσως μετά την απόθεση, κατά την πρώιμη διαγένεση, έλαβε χώρα δολομιτίωση από πλούσια σε Mg διαλύματα, λόγω απόθεσης της γύψου που δέσμευσε Ca και έτσι τα διαλύματα εμπλουτίστηκαν σε Mg. Με την πρόοδο της διαγένεσης η πρωτογενής γύψος αντικαταστάθηκε από ανυδρίτη. Στη συνέχεια, στη διάρκεια της ύστερης διαγένεσης ο ανυδρίτης αντικαταστάθηκε από δευτερογενή γύψο. Η δευτερογενής γύψος αρχικά ήταν μικροκρυσταλλική (αλαβάστρινη γύψος) και προΐοισης της διαγένεσης αντικαθίσταται από πορφυροβλαστική και τελικά γρανοβλαστική γύψο. Η διάλυση αυτή προκαλεί διατάραξη της πρωτογενούς στρωματογραφικής εναλλαγής εβαποριτών και δολομιτών των ακολουθιών. Για τον ίδιο λόγο η εναλλαγή αυτή σπανίως παρατηρείται στις επιφανειακές εμφανίσεις.

Εκτεταμένη διάλυση της γύψου προκαλεί την κατακρήμνιση των υπερκειμένων δολομιτικών στρωμάτων και τη γένεση δολομιτικών λατυποπαγών. Η τεκτονική αυτή διεργασία συμβαίνει κατά τη διάρκεια της σταδιακής διάλυσης των εβαποριτών, και όχι μετά την πλήρη διάλυση ενός εβαποριτικού ορίζοντα.

Οι δολομιτικές λατύπες υφίστανται στη συνέχεια μερική ή ολική αποδολομιτίωση (αντικατάσταση του δολομίτη από ανθρακικό ασβέστιο). Κατά την αποδολομιτίωση η διάλυση της γύψου από τα κυκλοφορούντα μετεωρικά διαλύματα αυξάνει την αναλογία Ca/Mg και τα διαλύματα καθίστανται ικανά να μετατρέψουν τον δολομίτη σε ανθρακικό

ασβέστιο. Περαιτέρω διάλυση των αποδολομτικών λατυπών δημιουργεί τους ραουβάκες, πετρώματα που χαρακτηρίζονται από σπηλαιώδη υφή (Ρομονί 1980).

Οι εβαποριτικές διαπειρικές διεισδύσεις ακολουθούν και υπογραμμίζουν την επώθηση της Ιονίου ζώνης επί της Προαπούλιας ζώνης και ο σχηματισμός των δολομτικών λατυποπαγών λαμβάνει χώρα κατά τη διάρκεια και μετά την ορογένεση (Karakitsios & Ρομονί – Ραραίοαννου 1998, 2009).

2^η στάση Καλαμάκι (Τορτόνιο – Μεσσήνιο- γύψοι, ασβεστόλιθοι τύπου Trubi - Κατώτερο Πλειόκαινο) (Χάρτης 3)



Εικ. 13. Οι ασβεστόλιθοι τύπου Trubi στην κορυφή της τομής Καλαμάκι, οι οποίοι επικάθονται στα μεταβατικά στρώματα του Ανωτέρου Μειοκαίνου.

Η τομή βρίσκεται κατά μήκος της ακτής νότια από το χωριό Καλαμάκι. Η τομή αυτή παρουσιάζει μια εβαποριτική ακολουθία του Μεσσηνίου πάχους 165 μέτρων. Τα τρηματοφόρα δίνουν ηλικία Μεσσήνιο. Η κορυφή της τομής αποτελείται από 15 m μαργαϊκών ασβεστολίθων και μαργών ηλικίας κατωτέρου Πλειοκαίνου.

Η εβαποριτική ακολουθία συνίσταται από λεπτοστρωματώδεις γκι-μπλε γυψοφόρους μάργες. Μέσα σε αυτή τη μαργαϊκή ακολουθία διακρίνονται 6 επίπεδα-γύψου, που φθάνουν σε πάχος τα 10-15 m. Κάθε επίπεδο ξεκινά με λεπτοστρωματώδη γύψο. Κροκαλοπαγή γύψου απαντώνται ως ενδιαστρώσεις, σε ένα σημείο πληρούν μια διαβρωσιγενή επιφάνεια.

Το συγκεκριμένο περιβάλλον απόθεσης φαίνεται πως χαρακτηριζόταν από μεταβαλλόμενη αλατότητα. Αρχικά, οι συνθήκες ήταν μεσόαλες και αποτέθηκαν ανθρακικά ιζήματα και στη συνέχεια η αλατότητα αυξήθηκε έως το στάδιο του κορεσμού για το γύψο. Κατά τη διάρκεια του σχηματισμού των ανθρακικών φάσεων η αλατότητα ήταν της τάξης 2, 3, 4 φορές πιο πάνω από την αλατότητα του θαλάσσιου ύδατος ενώ σε αλατότητες 4 ή 5 φορές πιο πάνω από την αλατότητα του θαλάσσιου ύδατος αρχίζει η απόθεση γύψου.

Αυτή η εβαποριτική ακολουθία επικαλύπτεται από 3,5 m μαργαϊκών ασβεστολίθων με στοιχεία «Trubi». Σύμφωνα με τον Dermitzakis (1978) πάνω στους μαργαϊκούς ασβεστολίθους επικάθονται με γωνιώδη ασυμφωνία αρχαιότερα ιζήματα του ανώτερου και του κατώτερου Μειοκαίνου.



Εικ. 14

Όλες οι αποθέσεις κάτω από τα ανθρακικά πετρώματα τύπου Trubi δεν περιέχουν νανοαπολιθώματα και τρηματοφόρα. Αφθονία τρηματοφόρων εμφανίζεται στη βάση των μαργών τύπου Trubi με εννέα είδη.

Οι ασβεστόλιθοι τύπου Trubi αντιστοιχούν στην Ζώνη MPL1 (Ζάγκλιο, κατώτερο Πλειόκαινο) και χαρακτηρίζεται από την Ζώνη Ακμής του *Sphaeroidinellopsis* και την παρουσία της *Globorotalia margaritae* (Drinia et al., 2010). Η μικροπαλαιοντολογική ανάλυση με τη χρήση βενθονικών τρηματοφόρων και οστρακωδών κατέδειξε ότι ένα ρηχό ασταθές περιβάλλον στη βάση αυτών των στρωμάτων κατέληξε σε ένα βαθύαλο περιβάλλον (Drinia et al., 2010).

3^η στάση Αργάσι (Γύψος – ανυδρίτης, Τριαδικό). (Χάρτης 3)

Των τριαδικών γύψων και λατυποπαγών, υπέρκεινται μαύροι ασβεστόλιθοι με *Cardita* και Κωνόδοντα του ανώτερου Τριαδικού.

4^η στάση Γέρακας (Σεληνιακό τοπίο). (Χάρτης 3)

Η τομή Γέρακας εκτείνεται κατά μήκος της παραλίας του κόλπου του Γέρακα και διαιρέθηκε από τους Dermitzakis et al. (1979) και την Τριανταφύλλου (1993) σε τρεις σχηματισμούς διαχωριζόμενους μεταξύ τους από δύο ασυμφωνίες.

Ο πρώτος Σχηματισμός (Σεληνιακό τοπίο), εκτείνεται στο δυτικό άκρο της παραλίας Γέρακα και αποτελείται από αργίλους κυανόφαιου χρώματος πάχους μεγαλύτερου των 30 m, με διάσπαρτα μεγαλοαπολιθώματα (*Glycymeris bimaculata*) και συχνές ενδιαστρώσεις φυλλώδους μάργας πάχους 50 cm – 1,5 m. Αντιπροσωπεύει απόθεση σε ένα χαμηλής ενέργειας, αβαθών υδάτων θαλάσσιο περιβάλλον, όπου επικρατεί απόθεση αργιλομαργαϊκού υλικού. Η παρουσία ασπόνδυλων απολιθωμένων οργανισμών και ιχνοαπολιθωμάτων καθώς και οι ομογενοποιημένες μάργες υποδηλώνουν απόθεση σε ένα σταθερό, πολύ ήσυχο θαλάσσιο περιβάλλον.



Εικ. 15

Η βιοστρωματογραφική ανάλυση με βάση τα Ασβεστολιθικά Ναννοαπολιθώματα κατέδειξε την παρουσία του ορίου Πλειοκαίνου/Πλειστοκαίνου στην αποθετική ακολουθία Ι, γεγονός που καθιστά την τομή Γέρακας μία πρότυπη -για τα Ελληνικά δεδομένα- ιζηματογενή ακολουθία Ανω Πλειοκαινικής-Κάτω Πλειστοκαινικής ηλικίας. Η ποσοτική μικροπαλαιοντολογική ανάλυση υποδηλώνει από παλαιοοικολογική άποψη την παρουσία παράκτιων ρηχών περιβαλλόντων και ανοδικές τάσεις της θερμοκρασίας των επιφανειακών υδάτων στα περιβάλλοντα απόθεσης.

5^η Στάση, Κρουονέρι (Τεχνικογεωλογικές συνθήκες - Ενεργός τεκτονική και κατολισθητικά φαινόμενα)

6^η Στάση, Κάστρο Ζακύνθου (Πανόραμα Σκοπού - Σχέδιο Αντισεισμικής Προστασίας Δήμου Ζακύνθου)

11/10/2010

Ξεναγηση στο Θαλάσσιο Πάρκο

Αναχώρηση για Αθήνα

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

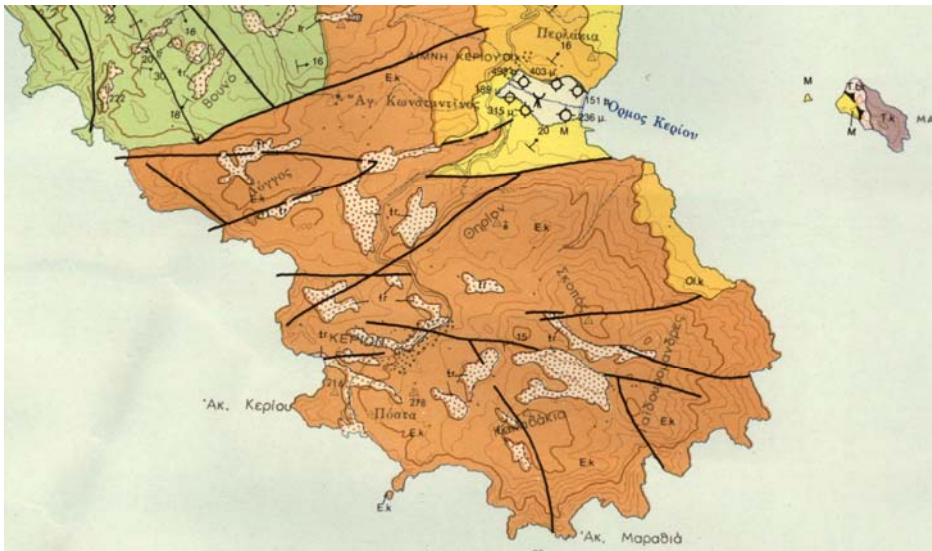
- British Petroleum Co Ltd., 1971.** The geological results of petroleum exploration in Western Greece. The geology of Greece No 10. *Insitute for Geology and Subsurface Research, 73 pp., Athens.*
- Brooks, M. & G. Ferentinis, 1984.** Tectonics and sedimentation in the Gulf of Corinth and Kephallonia–Zante Straits, Ionian Sea, Greece, *Tectonophysics* 101, 25–54.
- Dermitzakis, M.D, 1978.** Stratigraphy and sedimentary history of the Miocene of Zakynthos, *Annales Geologiques des Pays Helliniques*, V. 29, p. 47-186, Athenes.
- Dermitzakis, M.D, 1979.** The Neogene of Zakynthos. In: Symeonidis, Papanikolaou & Dermitzakis (eds), *Field guide to the Neogene of Megara-Pelopponisos-Zakynthos*, Publications of the Department of Geology and Paleontology, University of Athens, 45-67, Athens.
- Dermitzakis, M. D. & E. Georgiades-Dikeoulia, 1987.** Biostratigraphy and paleoenvironmental reconstruction of thé SE part of Zakynthos island (W. Greece) during thé Plio-Pleistocene. *Interim-Colloquium, Evolution climatique dans le domaine méditerranéen au Neogene, R.C.M.N.S., Montpellier-Barcelona, September 21-25, 1987*, coll. abstracts, p. 28.
- Dermitzakis, M. D., Drinia, H. & M.V. Triantaphyllou, 1997.** Gerakas Gulf, Greece: A natural park and a geological monument. In: *Engineering Geology and the Environment*, Marinos et al. (eds), 2923-2926, Balkema, Rotterdam.
- Δερμιτζάκης, Μ.Δ., Λέκκας, Ε., Ντρίνια, Χ. & Μ.Β. Τριανταφύλλου, 2000.** Στρωματογραφία και τεκτονοϊζηματογενής εξέλιξη της νήσου Ζακύνθου. ΣΤ΄ Διεθνές Πανιώνιο Συνέδριο 1997, Τομ. Α΄, 235 – 248, Ζάκυνθος.
- Dermitzakis, M. D., Papanikolaou, D. & Z. Karotsieris, 1979.** The marine Quaternary formations of SE Zakynthos and their paleogeographic implications. *Proc. 6th Coll. Geol. Aeg. Reg. Athens, 1977*, 1,407-415.
- Dragastan, O., Papanikos, D. & P. Papanikos, 1985.** Foraminifères, Algues et microprolematica du Trias de Messopotamos, Epire (Grèce continentale). *Rev. Micropaleont.*, 27(4), 244-248.
- Drinia, H. Antonarakou, A., Tsourou, Th., Tzortzaki, E., Filippaki, A., & C. Nikolaou, 2010.** The Messinian/Early Pliocene transition in eastern Mediterranean. New paleoenvironmental data from the Kalamaki section (Zakynthos island, Greece). *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 12, EGU2010-13926-1, 2010, EGU General Assembly 2010.
- Duermeijer, C.E., Krijgsman, W., Langereis, C.G., Meulenkamp, J.E., Triantaphyllou, M.V. & W.J. Zachariasse, 1999.** A Late Pleistocene clockwise rotation phase of Zakynthos (Greece) and implications for the evolution of the western Aegean arc. *Earth and Planetary Science Letters*, 173, 315–331.
- Ferentinis, G., Collins, M., Pattiaratchi, C. & P. Taylor, 1985.** Mechanisms of sediment transport and dispersion in a tectonically active submarine valley/canyon system: Zakynthos straits, NW Hellenic Trench, *Mar. Geol.* 65, 243–269.
- Fragoulis, D., Stamatakis, M. G., Papageorgiou, D. & E. Chaniotakis, 2005.** The physical and mechanical properties of composite cements manufactured with calcareous and clayey Greek diatomite mixtures. *Cement and Concrete Composites*, Volume 27, Issue 2, p. 205-209
- Hasiotis, T., Papatheodorou, G. & G. Ferentinis, 2004.** A high resolution approach in the recent sedimentation processes at the head of Zakynthos Canyon, western Greece. *Marine Geology*, 214, 49-73.
- Heimann, K.O., 1977.** Die Fazies des Messins und untersten Pliozans auf den Ionischen Inseln (Zakynthos, Kephallinia, Korfou/Griechenland) und auf Sizilien. *Thesis, Univ. Munchen*, 158p.
- Horstman, G., 1967.** Geologie de la partie meridionale de l' ile de Zante (Grece). These Univ. Paris, 127 pp., Paris.
- Καλλέργης, Γ., 1963.** Αδημοσίευτη έκθεση επί των μέχρι τούδε πετρελαιολογικών ερευνών εις Πελοπόννησον και Επτάνησον. ΙΓΕΥ, Αθήνα.
- Kamberis, E., 1987.** Geology and oil-geologic study of the post alpine sediments of NW Peloponnese PhD Thesis. National Technical University of Athens 1-143 (in Greek).
- Karakitsios, V., 1992.** Ouverture et inversion tectonique du basin Ionien (Epire, Grece). *Ann. Geol. Pays Hell.*, 35, 185-318.
- Karakitsios V., 1995.** The Influence of Structure and Halokinesis on Organic Matter Preservation and Thrust System Evolution in Ionian Basin, NW Greece. *AAPG Bulletin*, v. 79, n. 7, p. 960-980
- Karakitsios V. & F. Pomoni-Papaioannou, 1998.** Sedimentological Study of the Triassic Solution-collapse Breccias of the Ionian zone (NW Greece). *Carbonates and Evaporites*, v. 13, n. 2, p. 207-218
- Karakitsios, V., 2003.** Evolution and petroleum potential of the Ionian Basin (Northwest Greece). International Conference & Exhibition, *AAPG*, p.47.
- Κατή, Μ., 1999.** Απόθεση – διαγένεση – εξέλιξη πορώδους των ηωκαινικών σχηματισμών της Προαπούλιας ζώνης, στη νήσο Ζάκυνθο, *Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών.*
- Κατή, Μ., 2001.** Φάσεις εξωτερικής κλιτύος των Ηωκαινικών ασβεστολίθων στην τομή των Αγίων Πάντων (Ζάκυνθος, Δυτική Ελλάδα). *Bull. Geol. Soc. Greece, Vol XXXIV/2, p. 699-707, Athens.*

- Kati, M. & P.A. Scholle, 2007.** Porosity evolution of the Eocene Limestones in the Preapulian zone, Zakynthos Island, western Greece. *AAPG Energy Conference and Exhibition, Athens, Greece*, (<http://www.searchanddiscovery.net/documents/2007/07120kati>).
- Pomoni-Papaioannou, F., Karakitsios V., Kamberis, E. & F. Marnelis, 2004.** Chevron-type halite and nodular anhydrite in the Triassic subsurface evaporites of the Ionian zone (western Greece). *Proceedings of the 10th International Congress, 15-17, Thessaloniki April 2004. Bulletin Geol. Soc. Greece, XXXVI/1, p. 578-586*
- Karakitsios, V. & N. Rigakis, 2007.** Evolution and Petroleum Potential of Western. Greece, *Journal of Petroleum Geology*, 30(3): 197-218.
- Karakitsios V. & F. Pomoni-Papaioannou, 2009.** Triassic subsurface evaporites and outcropping solution-collapse breccias of the Ionian zone (Western Greece). *Guide to Symposium and Field trip Evaporites: Sedimentology, Evaluation and Economic Significance. Island of Zakynthos, May 28-31 2009. Hellenic Sedimentological Association, p.55-58.*
- Kastis, D., Kakali, G., Tsvilis, S. & M.G. Stamatakis, 2006.** Properties and hydration of blended cements with calcareous diatomite. *Cement and Concrete Research*, 36: 1821–1826.
- Κατή, Μ.Δ., 1999.** Απόθεση – διαγένεση – εξέλιξη πορώδους των ηωκαινικών σχηματισμών της Προαπούλιας ζώνης, στη νήσο Ζάκυνθο, Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Kokinou, E., Kamberis, E., Vafidis, A., Monopolis, D., Ananiadis, G. & A. Zelilidis, 2005.** Deep seismic reflection data from offshore western Greece: A new crustal model for the Ionian sea. *Journal of Petroleum Geology*, Vol. 28 (2) April 2005. pp 185-202.
- Kokinou, E., Papadimitriou, E., Karakostas, V., Kamberis, E. & F. Valianatos, 2006.** The Kefallonia Transform Zone (offshore Western Greece) with special emphasis to its prolongation towards the Ionian Abyss Plain. *Mar. Geophys. Res* 2006, 27: 241-252.
- Kontopoulos, N., Zelilidis, A., Piper, D. & P. Mudie, 1997.** Messinian evaporites in Zakynthos, Greece, *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 129, 361–367.
- Λέκκας, Ε., 1992.** Εκπόνηση Νεοτεκτονικού χάρτη της Ελλάδας, Φύλλα «Ζάκυνθος» και «Βολίμναι» (κλίμακα 1: 50.000) Ερευνητικό Πρόγραμμα, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Λέκκας, Ε., 1994.** Γεωπεριβαλλοντολογικά προβλήματα στη νήσο Ζάκυνθο. Συνοπτική θεώρηση. Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας, τομ. XXX-4, 65 ‘ 79. Πρακτικά 7^{ου} Επιστημονικού Συνεδρίου, Θεσσαλονίκη.
- Lekkas, E., 1998.** Palaeoliquefaction phenomena and liquefaction hazard map at Zakynthos island, W. Greece. 8th International Congress of the International Association for Engineering Geology (IAEG) "Engineering Geology-A Global View from the Pacific Rim", Eds. D.P. Moore & O. Hungr, Vol. II, 749-754, Vancouver
- Lekkas, E., 1998.** Protection of the Castle of Zakynthos, W. Greece, from landslide destruction phenomena. 8th International Congress of the International Association for Engineering Geology (IAEG) "Engineering Geology-A Global View from the Pacific Rim", Eds. D.P. Moore & O. Hungr, Vol. II, 1331-1336, Vancouver
- Λέκκας, Ε., 2000.** Νεοτεκτονικός χάρτης της Ελλάδας (κλίμακα 1:100.000) Φύλλο Ζάκυνθος. Εκδοση ΟΑΣΠ, Επεξηγηματικό τεύχος, 145 σ. Αθήνα.
- Lekkas, E., 2000.** Geodynamic framework and regional structure as factors affecting the Earthquake Planning of Zakynthos Municipality (Greece). *Risk Analysis*, Ed. C.A. Brebbia, Wit Press, Vol. 3, 165-174
- Λέκκας, Ε., 2005.** Γεωδυναμικό - Γεωτεχνικό πλαίσιο και ανάδειξη της περιοχής Αλυκών Ζακύνθου. Συνέδριο Πολιτιστικού Οργανισμού "Πλατύφορος" Ζακύνθου, Ζάκυνθος
- Λέκκας, Ε., Κολυβα, Μ., Αντωνόπουλος, Γ. & Ι. Κοπανας, 1996-1997.** Οι σεισμοί της Ζακύνθου. Προσπάθεια ερμηνείας των περιγραφών των σεισμών και συσχέτισης με την υφιστάμενη γεωλογική δομή. *Annales Géologiques des Pays Helléniques, 1e serie, Tome XXXVII, 1033-1073*
- Λέκκας, Ε., Κολυβα, Μ., Αντωνόπουλος, Γ. & Ι. Κοπανας, 2002.** Καταστροφές στο κάστρο της Ζακύνθου από την εκδήλωση σεισμών και συνοδών γεωδυναμικών φαινομένων. ΣΤ΄ Διεθνές Πανιώνιο Συνέδριο 1997, Τομ. Α΄, 473-485, Ζάκυνθος
- Λέκκας, Ε. & Α. Αντωνίου, 2004.** Αντιμετώπιση Κατολισθητικών Φαινομένων σε Περιοχές Ιδιαίτερης Περιβαλλοντικής Σημασίας: Η Περίπτωση του Κόκκινου Βράχου Ζακύνθου. 7ο Πανελλήνιο Γεωγραφικό Συνέδριο, Ελληνική Γεωγραφική Εταιρία, Τόμ. Ι, 136-143, Μυτιλήνη
- Mirkou, R.M., 1974.** Stratigraphie et Geologie de la partie septentrionale de l' Ie de Zante Grèce. *Ann. Geol. Pays Hell.*, 26: 35-108, Αθήνα.
- Μπορνόβας, Ι., 1956.** Κοιτασματολογική αναγνώριση της γυψοφόρου περιοχής του όρους Σκοπός της Ζακύνθου. ΙΓΕΥ, αδημ. έκθεση.
- Muller-Miny, H., 1965.** Beitrge zur Morphologie und Geologie der mittleren ionischen Inseln Beobachtungen auf Kephallinia und Zakynthos. *Ann. Geol. Pays Hellen.*, 16, pp. 178-187, Athens.
- Nikolaou, K.A., 1986.** Contribution to the knowledge of the Neogene, the geology and the limits of the Ionian and Preapulian zones, in relation to the petroleum exploration, observations in Strofades, Zakynthos and Kefallinia islands. Page 228 *The doct. Uni. Athens.*
- Nikolaou, K.A., 1988.** Reactivation of diapiric movements of Triassic Evaporites in Zakynthos and Strofades islands. *Bull. Geological Soc. Greece, Vol XX, p. 83-99, Athens.*

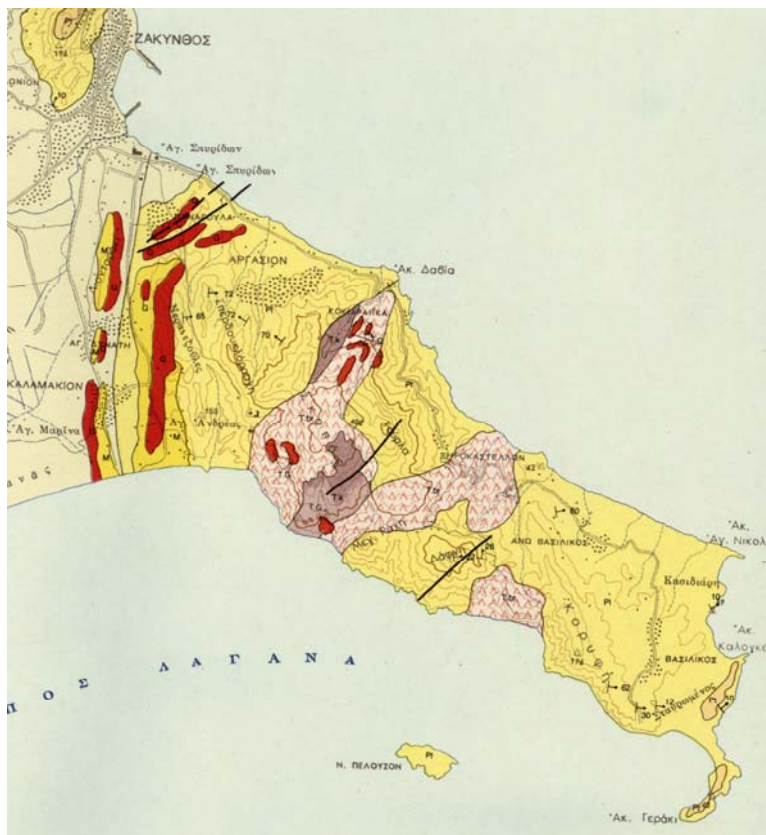
- Παπανικολάου, Δ., 1986.** Γεωλογία Ελλάδος. Πανεπιστήμιο Αθηνών, σ. 240.
- Πατσουλές, Μ., 1988.** Πεδίο Παχύρρευστου Πετρελαίου Έλους Κεριού, Ζακύνθου: η λύση ενός προβλήματος 2.500 χρόνων. Σελ. 167. Εσωτ. Έκθεση ΕΛΠΕ.
- Patsoules, M., 2007.** Reservoir Types and characterization of the Pre-Apulian Zone in Ionian Islands. AAPG Search and Discovery Article No 90072, AAPG and AAPG European Region Conference, Athens, Greece.
- Patsoules, M., Nikolaou, K.A. & P.A. Scholle, 2007.** Carbonate Reservoir types and evaporite on Zante island, Ionian Sea. AAPG Energy Conference and Exhibition, Athens, Greece.
- Perry, J.L. & G.P. Temple, 1980.** Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος 1: 50.000, φύλλον Ζάκυνθος, ΙΓΜΕ, Αθήνα.
- Pomoni, F., 1980.** Genesis-diagenesis of Triassic breccia and nodular gypsum of Epirus. *Inst. Geol. & Min. Exploration. Min. and Petr. Research, No 2 (in greek)*.
- Pomoni-Papaioannou, F., 1985.** The sedimentology and depositional environment of the Triassic dolomite-gypsum facies of western Greece. *6th Eur. Reg. Meet. Int. ass. Sed., 367-368*.
- Pomoni-Papaioannou, F. & V. Karakitsios, 2002.** Facies analysis of the Trypali carbonate unit (Upper Triassic) in central-western Crete (Greece): an evaporite formation transformed into solution-collapse breccias. *Sedimentology, 49, 1113-1132*.
- Pomoni-Papaioannou, F. & A. Panagos, 1981.** Sedimentological study of the oosparitic limestones of the Brisella region. *Mineral Wealth 15, 11-18*.
- Pomoni-Papaioannou, F. & St. Tsaila-Monopolis, 1983.** Petrographical, sedimentological and micropaleontological studies of an evaporite outcrop, west of the Ziros lake (Epirus – Greece). *Riv. Ital. Paleont, 88, 3, 387-400*.
- Pomoni-Papaioannou, F., Karakitsios, V., Kamberis, E. & F. Marnelis, 2004.** Chevron-type halite and nodular anhydrite in the Triassic subsurface evaporites of the Ionian zone (Western Greece). *Bull. Geol. Soc. Greece, XXXVI, 578-586*.
- Scholle, P.A. & M. Patsoules, 2001.** Sedimentology and petroleum potential of Cretaceous limestones in the Preapulian Zone, Ionian Islands, Western Greece: AAPG Annual Convention 2001.
- Sorel, D., 1976.** Tectonique et neotectonique de la zone Preapulienne. *Bull. Soc. Geol. France, 7, 2, 383 – 384*.
- Σταματάκης, Μ., 1986.** Η κατανομή του Βορίου σε ατμίδες – θερμομεταλλικές πηγές – θαλάσσιους εβαπορίτες και σε ηφαιστειακούς – ιζηματογενείς καινοζωικούς σχηματισμούς του Ελλαδικού χώρου. *Διδακτορική διατριβή, 459 σελ., Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας, Αθήνα*.
- Stamatakis, M. G., Dermitzakis, M., Economou-Amilli, A. & A. Magganas, 1988.** Petrology and diagenetic changes in Miocene marine diatomaceous deposits from Zakynthos Island, Greece. In: Hein J. & Obradovic J. Eds: Siliceous deposits of Tethys and Pacific regions. New York Springer-Verlag, p. 130-139.
- Stamatakis M.G., Dermitzakis M., Magganas A., & M. Vlachou, 1989.** Petrology and silica minerals neof ormation in the Miocene sediments of Ionian Islands, Greece. *Giornale di Geologia, v. 51, p. 61-70*.
- Stamatakis, M.G., Fragoulis, D., Csiric, G., Bedelea n, I., & S. Pedersen, 2003.** The influence of biogenic micro-silica rocks in the properties of blended cements. *Cement and Concrete Composites, Volume 25, Issue 2, p. 177-184*
- Stamatakis, M.G. & J.R. Hein, 1993.** Origin of barite in Tertiary marine sedimentary rocks from Lefkas Island, Greece. *Economic Geology, 88: 91-103*.
- Suballyova, D., Bilodeau, G. et al., 1999.** Cyclic climatic records during the Olduvai subchron (Uppermost Pliocene) on Zakynthos Island (Ionian Sea). *Geobios. 32, 793 - 803*.
- Suballyova, D., Tsaila-Monopolis, S. & F. Gautier, 1999.** Late Pliocene cyclicity on Zakynthos island (Eastern Mediterranean): Palynological evidence. In: *The Pliocene: Time of change*. American Assoc. Stratigraphic Palynologists Foundation, 1999, p. 93 - 101.
- Τριανταφύλλου, Μ.Β., 1993.** Βιοστρωματογραφικές και Οικοστρωματογραφικές παρατηρήσεις με βάση τα ασβεστολιθικά ναννοαπολιθώματα, των Πλειο-Πλειστοκαινικών ιζημάτων της Ανατολικής Μεσογείου. *Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών, εκδ. ΓΑΙΑ (1), 1996*.
- Triantaphyllou, M.V., 1998.** Revised biostratigraphy based on calcareous nannofossils of the Citadelle section, Zakynthos island, Greece. *Journal of Nannoplankton Research, 20(1): 31-35*.
- Triantaphyllou, M.V., Drinia, H. & M.D. Dermitzakis, 1997.** The Plio-Pleistocene boundary in Gerakas section, Zakynthos (Ionian islands). Biostratigraphic and paleoecological observations, *Neues Jahrbuch fur Geologie und Palaeontologie Mh., H.1: 12-30*.
- Τσαπραλής, Β. (1981).** Συμβολή στη μελέτη του Πλειστοκαινίου της Ζακύνθου. *Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών*.
- Underhill, R., 1988.** Triassic evaporates and Plio-Quaternary diapirism in Western Greece, *J. Geol. Soc. London 145, 269–282*.
- Underhill, R., 1989.** Late Cenozoic deformation of the Hellenide foreland, western Greece, *Geol. Soc. Am. Bull. 101, 613–634*.
- Zelilidis, A., Kontopoulos, N., Avramidis, P. & D. Piper, 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, 393–408*.



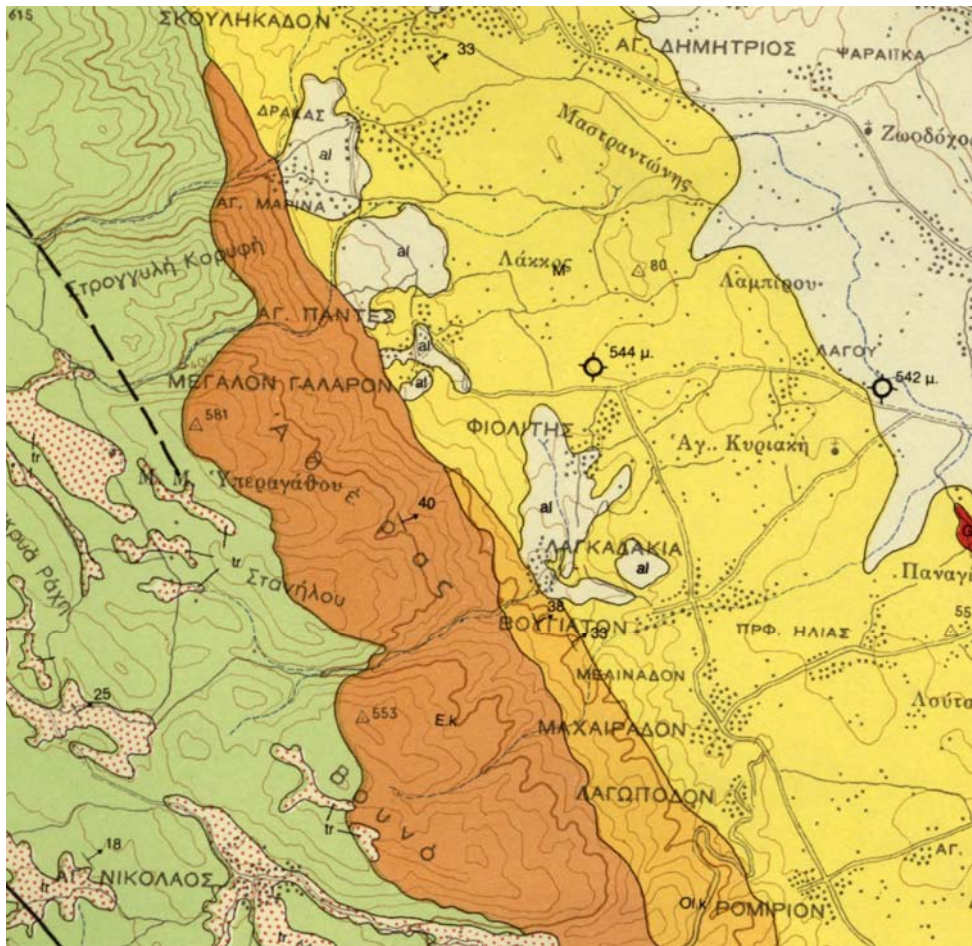
Χάρτης 1



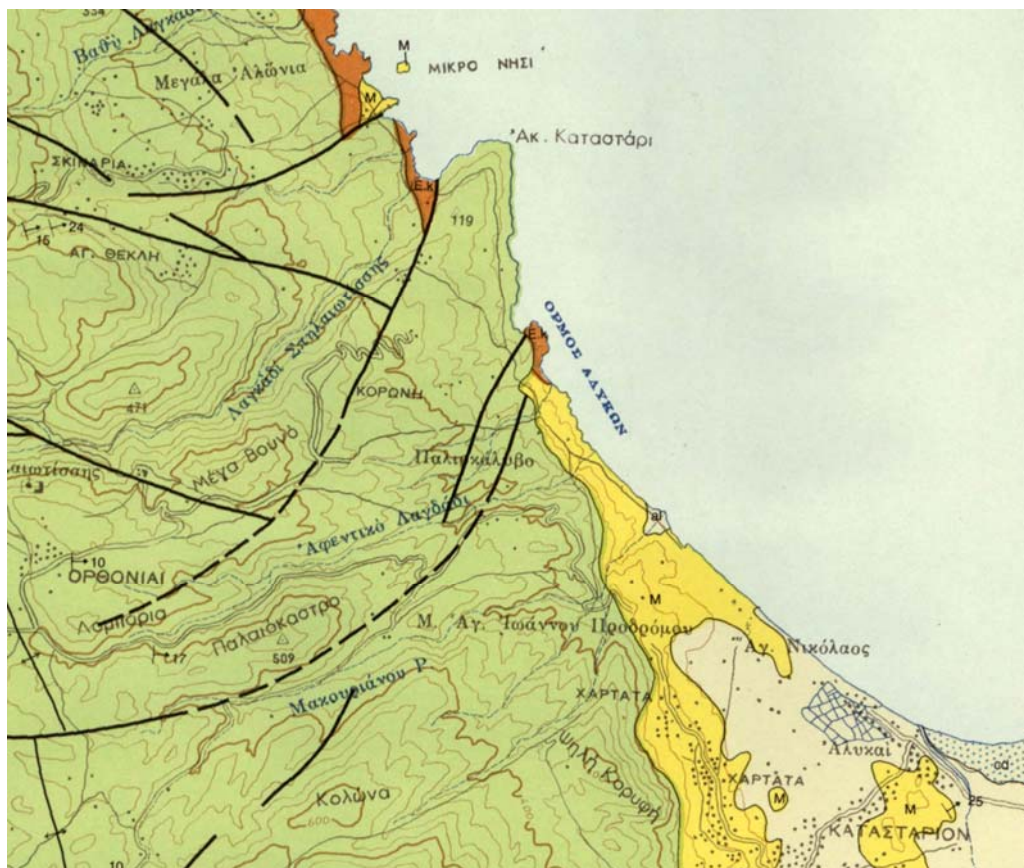
Χάρτης 2



Χάρτης 3



Χάρτης 4



Χάρτης 5