

Πρακτικά		του	Συνεδρίου	Μάιος	1992
Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.	Τομ.		σελ.	Αθήνα	
		XXVIII/3	567-577		1993
Bull. Geol. Soc. Greece	Vol.		pag.	Athens	

**ΛΙΘΟΦΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΑΠΟΘΕΣΗΣ ΤΗΣ
"ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΟΥΣ" ΑΚΟΛΟΥΘΙΑΣ (ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΤΥΡΟΥ)
ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΣΦΑΚΟΡΑΧΗΣ ΜΟΛΑΩΝ ΝΔ/ΚΗ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ**

Μ.ΒΑΡΤΗ-ΜΑΤΑΡΑΓΚΑ

ABSTRACT

In this paper the sedimentary sequence of the "Tyros beds" is examined from the lithofacies point of view. The study was carried out on data collected from a 400 m drill-core at Asphakorachi, Molaoi, S.E. Peloponnese. Purpose of this study was the determination of the depositional environment of this sequence. Preliminary results indicate a sedimentation at a continental margin carbonate platform, which in its greater extend, was a tidal-flat complex. An evaporitic depositional environment is also suggested for the uppermost members of the sequence, where secondary limestones occur in great portion. Evidence of volcanic action (tuffites ?) exist in rare places (units E and H). Finally the dark carbonaceous dolomitic facies which is present at the lower part of the drill-core is probably overturned.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εξετάζεται λιθοφασικά η ιζηματογενής ακολουθία των στρωμάτων Τυρού στη γεώτρηση Α1, βάθους 400 m, στην Ασφακόραχη Μολάων με στόχο τον προσδιορισμό του (των) περιβάλλοντος (ων) απόθεσης της. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι πρόκειται για αποθέσεις παραηπειρωτικής ανθρακικής πλατφόρμας και κατά το μεγαλύτερο μέρος τους σύνθετου παλιρροϊακού πεδίου. Εβαποριτικό περιβάλλον απόθεσης συμπεραίνεται για τα ανώτερα μέλη της, όπου επικρατούν οι δευτερογενείς ασβεστόλιθοι. Ενδείξεις ηφαιστειακής δράσης (τοφφίτες;) υπάρχουν σε λίγες θέσεις (ενότητες Ε και Η). Η μαύρη ανθρακούχος δολομιτική ενότητα (Δ) διαπιστώνεται ότι είναι ανάστροφη στα κατώτερα μέλη της γεώτρησης.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μελέτη αυτή αφορά τη λιθοφασική ανάλυση και την ερμηνεία του περιβάλλοντος απόθεσης των ανθρακικών ιζημάτων του πυρήνα της ερευνητικής γεώτρησης Α1, βάθους 400 m που πραγματοποιήθηκε στη περιοχή Ασφακόραχη-Βελιές, Μολάων ΝΔ/κης Πελοποννήσου, από το ΙΓΜΕ. Για το σκοπό αυτό έγινε λεπτομερής μακροσκοπική περιγραφή του πυρήνα

VARTI-MATARANGAS M.: Lithofacies and depositional environment of the sedimentary sequence (Tyros beds), Asphakorachi Molaoi area.

Institute of Geology and Mineral Exploration, 70, Messoghion str. 115 27 Athens, Greece.

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

και ακολούθησε η μικροφασική ανάλυση 200 λεπτών τομών. Η ταξινόμηση των πετρωμάτων έγινε κατά Danham-Embry & Klovan (1972).

Η γεώτρηση Α1 πραγματοποιήθηκε στην περιοχή Ασφακόραχης-Βελιές Μολάων Δυτικά του χωριού Βελιές (Σχ.1). Η περιοχή αυτή, σύμφωνα με τη γεωλογική χαρτογράφηση 1:5000 των ΓΕΡΟΥΛΥΜΑΤΟΣ & ΗΛΙΑΣ (έκθεση ΙΓΜΕ 1987) και με το γεωλογικό χάρτη ΠΑΠΑΔΙΑΝΙΚΑ-ΠΟΤΑΜΟΣ (ΓΕΡΟΥΛΥΜΑΤΟΣ κ.α., υπό έκδοση), αποτελείται κυρίως από ανθρακικά ιζημάτα των στρωμάτων Τυρού. Ο όρος στρώματα Τυρού δόθηκε από τον ΚΤΕΝΑ (1926) και αναφέρεται στο σύνολο των ηφαιστειακών πετρωμάτων, κλαστικών και ανθρακικών ιζημάτων που αποτελούν το υπόβαθρο της ζώνης Τρίπολης. Οι ανθρακικοί αυτοί σχηματισμοί της περιοχής Αγίου Δημητρίου - Βελιών μελετήθηκαν για πρώτη φορά από τους LEKKAS & ΡΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ (1978) και οι οποίοι θεωρούν ότι αποτελούν την κανονική μετάβαση των στρωμάτων Τυρού προς τα κατώτερα μέλη της ανθρακικής σειράς της ζώνης Τρίπολης. Ο BROWER (1983) αναφέρει τους ανθρακικούς αυτούς σχηματισμούς ως στρωσιγενή ανθρακικά, θεωρεί ότι ανήκουν στα στρώματα Τυρού και ότι έχουν Άνω-Τριαδική ηλικία (Κάρνιο-Νόριο).

Αξιόλογες μελέτες για τα στρώματα Τυρού της ευρύτερης περιοχής έγιναν επίσης από τους THIEBAULT (1982), ΣΚΑΡΠΕΛΗΣ (1982), BASSIAS (1984), LALLEMENT (1984), DORNSIEBEN et.al (1986), DOERT et.al. (1987), μεταξύ πολλών άλλων.

Ο κύριος όγκος της Ασφακόραχης, κατά τους ΓΕΡΟΥΛΥΜΑΤΟΣ & ΗΛΙΑΣ (1987), δομείται από τα κάτω προς τα άνω από τους παρακάτω σχηματισμούς: α) Εναλλαγές ερυθρών πλακωδών μαργαϊκών ασβεστολίθων και σκούρων πλακωδών μικριτικών ασβεστολιθικών πετρωμάτων, β) πλακώδεις έως χονδροπλακώδεις κρυσταλλικούς κυρίως δολομίτες με οργανομιγή ορίζοντα, γ) ημικρυσταλλικούς ή και μικριτικούς δολομίτες με κυψελώδη υφή. Τέλος αναφέρουν την ύπαρξη τοφφιτών στο δυτικό μέρος της Ασφακόραχης σε τεκτονική κυρίως επαφή με τα ανθρακικά πετρώματα.

2. ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΥΡΗΝΑ ΤΗΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ Α1

Σύμφωνα με τα κυριώτερα λιθοφασικά χαρακτηριστικά (λιθολογία, χρώμα πετρώματος, στρώση-λεπτοταινίωση, ιζηματογενείς δομές) και τεκτονικά στοιχεία, χωρίζουμε την "ιζηματογενή" ακολουθία των στρωμάτων, που διάτρησε η γεώτρηση Α1, στις παρακάτω λιθολογικές ενότητες (Σχ.2).

Α. Γκρί σκούροι κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι με λεπτές "πηλιτικές" παρεμβολές, με ελάχιστη διατήρηση των πρωτογενών χαρακτηριστικών απόθεσης λόγω της έντονης κρυσταλλικότητας τους.

Β. Ανοιχτόχρωμοι (γκρί-μπέζ-πρασινωποί) δολομίτες με κανονικές εναλλαγές δευτερογενών κρυσταλλικών ασβεστολίθων.

Γ. Πτυχωμένη, πολυφασική ενότητα, ανοικτόχρωμων δολομιτών και δευτερογενών κρυσταλλικών ασβεστολίθων, με παρεμβολές ερυθροκίτρινων "πηλιτών" και σκουρόχρωμων (γκρί-ιώδεις) κρυσταλλικών ασβεστολίθων.

Δ. Μαύρη, ανθρακούχος ενότητα κυρίως δολομιτικών και λιγότερο μαύρων πηλιτικών-ιλυολιθικών πετρωμάτων με σημαντική συμμετοχή σιδηροπυρίτη.

Ε. Ενότητα ιζηματογενών πετρωμάτων ανοικτού γκρι χρώματος που αποτελείται κυρίως από εναλλαγές δολομικροσπαριτών, κρυσταλλικών ασβεστολίθων και ανθρακικού λατυποπαγούς, με λεπτοταινιωτούς "ιλυολίθους-πηλίτες". Στην ενότητα αυτή επισημαίνεται η ύπαρξη συμπαγούς δολομιτικού πετρώματος με σημαντικό ποσοστό κλαστικού υλικού πιθανώς ηφαιστειακής προέλευσης.

Ζ. Αποτελείται κυρίως από εναλλαγές μεταβαλλόμενου πάχους γκρι-πρασινωπών λεπτοταινιωτών μεταπηλιτών ή / και τοφφιτών (:) με δολομικρίτες-δολομικροσπαρίτες ή κρυσταλλικούς ασβεστολίθους. Σε ορισμένες θέσεις πιστοποιήθηκε η κανονική εναλλαγή των παραπάνω λιθοφάσεων. Συχνά μεταξύ τους παρεμβάλλεται μυλονιτιωμένο και εξαλλοιωμένο υλικό. Χαρακτηριστικό των κλαστικών ιζημάτων είναι η λεπτοταινιωτή υφή και οι δομές ροής (flow structures).
Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

3. ΛΙΘΟΦΑΣΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό εξετάζονται λιθοφασικά οι ενότητες Β και λεπτομερέστερα η Δ η οποία παρουσιάζει το μεγαλύτερο πάχος και στην οποία η παρουσία της οργανικής ύλης επέτρεψε τη μερική διατήρηση των πρωτογενών ιζηματογενών χαρακτηριστικών απόθεσης.

3.1. Λιθολογική ενότητα Β

Η ενότητα αυτή βρίσκεται στα ανώτερα μέλη της γεώτρησης (Σχ.2) και αποτελείται από ανοικτού χρώματος (γκρί-μπέζ-πρασινωπό) δολομίτες με κανονικές παρεμβολές δευτερογενών κρυσταλλικών ασβεστολίθων καθώς και ερυθρών-μπέζ-πρασινωπών "πηλίων-ιλυολίθων".

Αν και είναι τεκτονικά καταπονημένη και κατά θέσεις έντονα κρυσταλλική προσδιορίστηκαν σημαντικά χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος απόθεσης της. Διαπιστώνεται, σαφώς, η κυκλική απόθεση των παρακάτω λιθοφάσεων:

I. Δολομιτικός mudstone με βιοσήραγγες και αυθιγενή αλβίτη και χαλαζία

II. Λεπτοταινιωτός (Φυκώδης;) "αργιλλώδης" δολομιτικός mudstone με ρωγμές ζήρανης, βιοσήραγγες, αυθιγενή αλβίτη. Σταδιακά εξελίσσεται σε ασβεστιτικούς κονδύλους με υπολειμματικούς κρυστάλλους χαλαζία ο οποίος περιέχει εγκλείσματα ανυδρίτη.

III. Ενδολατυποπαγής δολομίτης.

IV. Δολομιτικός wackestone-packstone με μικρά Ελασματοβράγχια (Megalo-don;).

V. Ερυθρός-μπέζ-πρασινωπός "πηλίτης-ιλυόλιθος".

VI. Δευτερογενής κρυσταλλικός ασβεστόλιθος, που πιστεύεται ότι προήλθε από ασβεστιτίωση δολομιτών (αποδολομιτίωση) ή και εβαπορικών ορυκτών. Η λιθοφάση αυτή που έχει μεγάλη συχνότητα στην ενότητα Β, μερικές φορές παρουσιάζει εντερολιθικές δομές λεπτών ταινιών δολομικρίτη - δολομικροσπαρίτη.

Στις ρωγμές και κοιλότητες των δολομιτών παρατηρήθηκαν μεγάλοι κρύσταλλοι σελλοειδούς (saddle) δολομίτη.

Περιβάλλον απόθεσης: Σύμφωνα με τα παραπάνω χαρακτηριστικά γνωρίσματα απόθεσης - διαγένεσης που σύντομα αναφέρθηκαν όπως η παρουσία ασβεστιτικών κονδυλωδών ψευδομορφώσεων κατά θεικό ορυκτό με εγκλείσματα ανυδρίτη, αυθιγενούς αλβίτη και χαλαζία, ρωγμών ζήρανης, δολομικροσπαρίτων με κυψελώδη υφή, λίγων απολιπμάτων, ενδολατυποπαγών, εντερολιθικών δομών των ευρέως διαδεδομένων δευτερογενών ασβεστολίθων κ.α. συνηγορούν για ένα εβαπορικό παλιρροιακό περιβάλλον απόθεσης. (FRIEDMAN et al., 1977).

3.2. Λιθολογική ενότητα Δ

Η ενότητα αυτή εμφανίζεται σε διάφορα βάθη της γεώτρησης (Σχ.2) και αποτελείται κυρίως από σκούρους γκρι-μαύρους, ανθρακούχους συχνά λεπτοταινιωτούς (laminated) δολομίτες καθώς επίσης από λεπτοταινιωτούς μαύρους ανθρακούχους πηλίτες-ιλυόλιθους (black shale) με συχνή συμμετοχή δολομίτη. Επίσης σημαντική είναι η παρουσία αυθιγενούς σιδηροπυρίτη. Χαρακτηρίζεται από την κυκλικότητα απόθεσης των λιθοφάσεων, την παρουσία λεπτοταινιωτής υφής, παραθυροειδών δομών (fenestral fabric), τη συμμετοχή ωσειδών, στρωματολιθικών δομών και τη σχετικά περιορισμένη πανίδα.

Πολύ χαρακτηριστικό τέλος είναι το μεγάλο ποσοστό συμμετοχής των οργανικών ουσιών ιδιαίτερα στους ανθρακούχους πηλίτες-ιλυόλιθους γεγονός που βοήθησε στη μερική διατήρηση των πρωτογενών ιζηματογενών απόθεσης. Το στάδιο ενανθράκωσης, με βάση το βαθμό ανακλαστικότητας της οργανικής ύλης που είναι R=3.5% και ο οποίος προέκυψε από μετρήσεις λίγων δειγμάτων είναι του ανθρακίτη έως μετανθρακίτη (Γερμανική ταξινόμηση). Από το στάδιο ενανθράκωσης και την κρυσταλλικότητα των φυλλοπυριτικών ορυκτών (σερικήτης-μοσχοβίτης) αποδεικνύεται ότι έχουν υπερβεί το στάδιο διαγένεσης και βρίσκονται στο χαμηλό βαθμό μεταμόρφωσης.

Η ηλικία της ενότητας Β σύμφωνα με τα αποτελέσματα των γεωλογικών εργασιών σύμφωνα με

μικροαπολιθώματα που εντοπίστηκαν σε δείγματα του πυρήνα της γεώτρησης και προσδιορίστηκαν από την Dr. Trifonova.

3.2.1. Λιθοφάσεις

Οι κυριότερες λιθοφάσεις που προσδιορίστηκαν στην ενότητα Δ είναι:

Λιθοφάση 1: Φυκώδης στρωματολιθικός δολομίτης.

Πρόκειται για δολομιτικούς bindstones με λεπτοταινιωτή υφή (LLH-τύπος) Συχνά παρατηρούνται με θρομβολιθική δομή που προέρχεται, σύμφωνα με τον AITKEN (1967), από την οξείδωση ή και αποσύνθεση των φυκών. Στο βάθος των 290 m οι δολομιτικοί στρωματολίθοι τείνουν να δώσουν ανάπτυξη του τύπου LLH-SH (ANSTEY & CHASE, 1974). Στη φάση αυτή αναπτύσσονται πολύ μικρές λεπτοταινιώδεις παραθυροειδείς κοιλότητες με τσιμέντο από διαυγείς, κοκκώδεις δολομιτικούς κρυστάλλους συνήθως χωρίς ενδοίζημα. Συχνή είναι η παρουσία Οστρακωδών με λεπτά κελύφη, πελοειδών και συσσωματωμάτων ιλύος. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η φάση αυτή αναπτύχθηκε σε μεσο-υπερπαλιρροιακό περιβάλλον.

Λιθοφάση 2: Ωλιθικός δολομίτης.

Αποτελείται από δολομιτικούς ωλιθικούς grainstones και packstones. Εκτός των ωοειδών στη φάση αυτή συμμετέχουν επιφλοιωμένοι βιοκλάστες (coated bioclasts), συναθροίσματα κόκκων (aggregate grains), πελοειδή και σπανίως Τρηματοφόρα. Το τσιμέντο της φάσης αυτής είναι σπαριτικοί κρυστάλλοι δολομίτη και μαύρες οργανικές ουσίες. Στο βάθος των 140 m είναι πολύ εμφανής η παρουσία του τσιμέντου τύπου μνίσκου που δημιουργείται στη ζώνη κατείσδυσης (vadose). Τα ωοειδή έχουν καλό βαθμό ομοιομορφίας μεγέθους (good sorting) και κυμαίνεται μεταξύ 0.2 - 0.9 mm. Οι πυρήνες τους είναι πελοειδή, δυσδιάκριτοι βιοκλάστες ή κρυσταλλικά συσσωματώματα. Σύμφωνα με την ταξινόμηση του RICHTER (1983) διακρίθηκαν δύο κύριοι τύποι ωοειδών: α) εφαιπομενικά ωοειδή, β) αποτυπώματα ωοειδών και δύο ειδικοί τύποι ωοειδών: α) σύνθετα ωοειδή, β) ισχυρά παραμορφωμένα με σιγμοειδείς απολήξεις.

Στα πρόσφατα περιβάλλοντα απόθεσης οι ωλιθικοί grainstone απαντούν σε αβαθείς υποπαλιρροιακές περιοχές με υψηλή ενέργεια (active shoals) έως υπερπαλιρροιακά περιβάλλοντα (PIERSON, 1984). Παρόμοιο περιβάλλον θα μπορούσε να υποτεθεί και για την ωλιθική φάση αυτής της ακολουθίας.

Λιθοφάση 3: Δολομιτικός wackestone-packstone με Οστρακώδη και πελοειδή Είναι πολύ συχνή και επαναλαμβανόμενη όπως και οι δύο προηγούμενες λιθοφάσεις. Αποτελείται από πολύ μικρά πελοειδή, δολομιτική υλή και Οστρακώδη με ή χωρίς λεπτοταινιωτή υφή. Παρουσιάζουν πολλές ακανόνιστες ή επιμηκυσμένες, ποικίλου μεγέθους παραθυροειδείς κοιλότητες, συνήθως χωρίς ενδοίζημα. Μεγαλύτερου μεγέθους κοιλότητες πιθανότατα να είναι βιογενείς. Υπιδιόμορφοι κρυστάλλοι δολομίτη με επίπεδες επιφάνειες σύνδεσης τους (SIBLEY et al. 1987) και με ζωνώδη δομή, πληρούν τις μεγάλες κοιλότητες της φάσης αυτής. Στα διάκενα τους αναπτύσσονται κατά θέσεις κρυστάλλοι μεταλικού ορυκτού (FeS_2).

Το περιβάλλον απόθεσης της λιθοφάσης, από τα ιζηματογενή και παλαιοοικολογικά χαρακτηριστικά, ερμηνεύεται ως μεσο-αβαθές υποπαλιρροιακό.

Λιθοφάση 4: Λεπτοταινιωτός, πελοειδής δολομικρίτης με παραθυροειδή δομή (λοφεριτικός).

Χαρακτηρίζεται από την παρουσία ποικίλου μεγέθους πελοειδών, δολομιτικής ιλύος, παραθυροειδούς δομής και την περιορισμένη πανίδα. Επίσης από την παρουσία ποικίλου μεγέθους και μορφής κοιλοτήτων με επικράτηση των επιμηκυσμένων (laminoïd fenestral fabric) που πληρούνται με σπαριτικούς κρυστάλλους δολομίτη. Σε λίγες κοιλότητες διακρίνεται ενδοίζημα μικριτικό ή από μικρά πελοειδή. Στη λιθοφάση αυτή επίσης παρατηρούνται λίγα Τρηματοφόρα, Οστρακώδη, θραύσματα Φυκών, συσσωματώματα κόκκων. Το περιβάλλον απόθεσης αυτής της λιθοφάσης με τα παραπάνω ιζηματολογικά γνωρίσματα μπορεί να χαρακτηριστεί ως μεσοπαλιρροιακό, συγκρινόμενη με πρόσφατα και παλαιά ανάλογα περιβάλλοντα απόθεσης.

Λιθοφάση 5: Δολομιτικός wackestone με μαύρους κλάστες (black pebbles). Χαρακτηρίζεται από την παρουσία μαύρων λιθοκλάστων, σωματιδίων (ωοει-

δών, πελοειδών) ποικίλου μεγέθους σε δολομικριτική-μικροσπαριτική κυρία μάζα. Παραθροειδείς κοιλότητες με ενδοίζημα, πιστοποιούν τη σύμφωνη εναπόθεση τους με τη συνήθως υποκείμενη λιθοφάση 7 και 8. Οι μαύροι κλάστες αποτελούν χαρακτηριστικό στοιχείο ερμηνείας των ανθρακικών φάσεων απόθεσης και αποτελούν σημαντικότατο κριτήριο για τον προσδιορισμό μερικής ή ολικής επιφανειακής ανάδυσσης. Το χρώμα τους οφείλεται στο φυτικό υλικό μετά από διήθηση της οργανικής ύλης στο ελαφρά λιθοποιημένο ίζημα. Αποδεικνύουν λοιπόν την ύπαρξη χλωρίδας που αναπτύσσεται κοντά στην ξηρά καθώς και ευστατικές διακυμάνσεις της επιφάνειας της θάλασσας (FLUGEL 1982). Σύμφωνα με τους STRASSER & DAVAUD (1983) οι μαύροι κλάστες αποτελούν σημαντικότατο κριτήριο για τον προσδιορισμό μερικής ή ολικής επιφανειακής ανάδυσσης. Τέλος η ύπαρξη των μαύρων κλαστών σε Άνω-Τριαδικούς ασβεστολίθους ερμηνεύεται από τον LEINFELDER (1987) με μικρής κλίμακας παλαιοτεκτονικές κινήσεις.

Λιθοφάση 6: Δολομικός grainstone-packstone.

Αποτελείται από τα χαρακτηριστικά συναθροίσματα κόκκων (grapes/lumps) με μικρό βαθμό ομοιομορφίας μεγέθους και ισχυρά μικριτωμένα. Εκτός από τα παραπάνω στη φάση αυτή συμμετέχουν πελοειδή, λίγα ωοειδή και οστρακώδη. Το περιβάλλον απόθεσης της φάσης αυτής προσδιορίζεται ως αβαθές υποαλιρροιακό.

Λιθοφάση 7: Μαύρος ανθρακούχος λεπτοταινιωτός ιλυόλιθος - πηλίτης (black shale).

Είναι πλούσιοι σε οργανική ύλη με κύρια ορυκτολογικά χαρακτηριστικά το σερικίτη και μικροκοκκώδη κλαστικό χαλαζία. Συχνά παρατηρούνται φυτικά λείψανα, βιοκλάστες λίγα οστρακώδη και Γαστερόποδα. Χαρακτηριστική είναι η μεγάλη συμμετοχή μικρών σφαιροειδών κόκκων σιδηροφυρίτη (framboids), διάσπαρτων ή σε επιμήκη συσσωματώματα διευθετημένα παράλληλα προς τη στρώση. Δεν απουσιάζουν και οι ιδιόμορφοι κρύσταλλοι του σιδηροφυρίτη. Σχεδόν πάντα τα συσσωματώματα ή οι μεγάλοι κρύσταλλοι του FeS_2 παρουσιάζουν άλω σερικίτη. Ο σχηματισμός του FeS_2 είναι αυθιγενής σε πρώιμο διαγενετικό στάδιο κάτω από ισχυρά αναγωγικές συνθήκες, με τη δράση των αναγωγικών θειοβακτηριδίων και την ύπαρξη κλαστικών κόκκων σιδηρούχων ορυκτών (BERNER, 1984).

Λιθοφάση 8: Μαύρος μαργαϊκός δολομίτης με λεπτοταινιωτή ή συμπαγή υφή. Η σχέση αυτής της λιθοφάσης με την προηγούμενη είναι στενή και παρατηρείται βαθμιαία μετάβαση της μιάς προς την άλλη και συνήθως παρουσιάζουν εναλλαγές της τάξης mm έως μερικά cm. Η κυρία μάζα της είναι δολομικροσπαριτική και επι πλέον σημαντικό είναι το ποσοστό συμμετοχής σερικίτη, μικρών κλαστών χαλαζία και σιδηροφυρίτη όπως στην προηγούμενη φάση. Συχνή είναι η παρουσία δομών ολίσθησης.

Το περιβάλλον απόθεσης των λιθοφάσεων 7 και 8 λόγω της στενής σύνδεσής τους εξετάζεται συνολικά. Από την μέχρι τώρα αξιολόγηση των υπάρχοντων ιζηματολογικών και ορυκτολογικών στοιχείων, οι λιθοφάσεις αυτές μπορούν να ερμηνευτούν ως μεσοαλιρροιακές ή κοντά στις ακτές υποαλιρροιακές αποθέσεις μικρών λιμνών, καναλιών ή ακόμη και παλιρροιακών δέλτα. Πιστεύεται ότι είναι αντίστοιχες με την Seefeld facies και τη βιτουμνιούχο λιθοφάση του Άνω Τριαδικού Άλπικου Hauptdolomit όπως περιγράφονται από τους MÜLLER & JUNGBLUTH (1986) και FRUTH & SCHERREIKS (1982).

Λιθοφάση 9: Ασβεστόλιθος με πυκνή συγκέντρωση θραυσμάτων από λεπτοόστρακα Ελασματοβράγχια (Lumaschellen).

Συνήθως έχει μικρό πάχος (5-10 cm). Από τη συσχέτιση της με τις γειτονικές φάσεις και από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της, μπορεί να αποδοθεί η ύπαρξη της σε ρεύματα (storm layer).

Λιθοφάση 10: Λεπτοταινιωτός δολομικός wackestone-packstone με πετροκοπρολίθους.

Η φάση αυτή χαρακτηρίζεται από την παρουσία των πετροκοπρολίθων και τη συχνή επανάληψη της. Είναι πλούσια σε οργανικές ουσίες και αυθιγενή σιδηροφυρίτη. Παρατηρήθηκαν λίγα επιφλοιωτικά Τορματοζόα. Ανάλογες φάσεις έχουν περιγραφεί σε τριασικούς και τριαδικούς ανθρακικούς σχη-

ματισμούς από τον ELLIOT (1975)

3.2.2. Περιβάλλον απόθεσης της λιθολογικής ενότητας Δ

Με βάση τα ιζηματολογικά χαρακτηριστικά των λιθοφάσεων και τις συγκρίσεις με αντίστοιχες πρόσφατες ή και παλιές ανθρακικές φάσεις, καθίσταται προφανές ότι το παλαιοπεριβάλλον της λιθολογικής ενότητας Δ ήταν αβαθής και περιορισμένη παραπειρωτική πλατφόρμα (παλιρροιακής απόθεσης). Στις παλιρροιακές αυτές αποθέσεις οι επικρατούσες περιοχές ήταν μεσο-υπερπαλιρροιακές και λιγότερο αβαθείς υποπαλιρροιακές. Οι μεγάλοι πάχους, μαύροι ιλυόλιθοι-πηλίτες οφείλονται στην κατά θέσεις και χρονικές περιόδους δημιουργία μικρών ευζεινικών λιμνών ή καναλιών όπου υπήρχε συσσώρευση φυτικού υλικού και ανασρόβιες συνθήκες. Η παρατηρούμενη κυκλική απόθεση των δολομιτικών και των κλαστικών ιζημάτων με οργανική ύλη που έχουν μικρό εύρος κύκλων (0.4 - 1 m) και αρκετές ενδοκυκλικές ανωμαλίες, αποδίδεται σε μικρές περιοδικές μεταβολές της επιφάνειας της θάλασσας (αποσύρσεις - επικλύσεις). Τα αίτια της περιοδικότητας μπορούν να εξηγηθούν με ευστατικές κινήσεις ή κλιματικές εναλλαγές. Τα ιζηματολογικά χαρακτηριστικά απόθεσης, η σημαντική παρουσία οργανικών ουσιών και η απουσία εβαποριτικών ορυκτών συνηγορούν για θερμό και υγρό κλίμα. Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι στην ανθρακούχο δολομιτική ενότητα Δ παρατηρούνται πολλές αλλά μικρές ιζηματολογικές ασυμφωνίες που οφείλονται σε μικρές παλαιοαναδύσεις και αποτελούν κριτήριο για το μηχανισμό απόθεσης τους που δόθηκε παραπάνω. Στα βαθύτερα μέλη της γεώτρησης 380-400 m διαπιστώνεται με τη βοήθεια των γεωπεταλικών δομών ότι η ανθρακούχος δολομιτική ενότητα είναι ανάστροφη.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με αυτή τη λιθωφασική-ιζηματολογική μελέτη της "ιζηματογενούς ακολουθίας" των στρωμάτων που διέτρησε η γεώτρηση Α1 στη περιοχή Ασφακόραχη Μολάων, προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Τα ανθρακικά ιζήματα επικρατούν έναντι των κλαστικών με εξαίρεση τα κατώτερα μέλη (ενότητα Ζ) όπου επικρατούν τα κλαστικά ιζήματα.
- Ο βαθμός ενανθράκωσης της οργανικής ύλης και η παρουσία σερικίτη - μοσχοβίτη δείχνουν ότι τα ιζηματογενή αυτά πετρώματα έχουν υπερβεί το στάδιο διαγένεσης και βρίσκονται στο στάδιο της χαμηλής μεταμόρφωσης.
- Πιθανή ηφαιστειακή δράση (τοφφίτες;) εντοπίζεται στις λιθολογικές ενότητες Ε και Ζ.
- Η σαφώς διακρινόμενη και επαναλαμβανόμενη σε διαφορετικά βάθη της γεώτρησης μαύρη ανθρακούχος δολομιτική ενότητα Δ παρουσιάζει κυκλικότητα και το περιβάλλον απόθεσης της προσδιορίζεται ως σύνθετο παλιρροιακό (tidal-flat complex) παραπειρωτικής ανθρακικής πλατφόρμας με κλιματικές συνθήκες θερμές και υγρές.
- Μέσα σε αυτήν προσδιορίζονται περιοχές μέσο - υπερπαλιρροιακές και λιγότερο υποπαλιρροιακές με περιόδους επιφανειακής ανάδυσης και διαγένεσης στη ζώνη κατείδυσης.
- Η μικρού εύρους κυκλικότητα απόθεσης της αποδίδεται σε περιοδικές μεταβολές της επιφάνειας της θάλασσας (αποσύρσεις-επικλύσεις) λόγω ευστατικών κινήσεων ή κλιματικών εναλλαγών.
- Οι λιθοφάσεις 7 και 8 μπορούν να ερμηνευθούν ως μεσοπαλιρροιακές ή κοντά στις ακτές υποπαλιρροιακές αποθέσεις μικρών λιμνών ή καναλιών πλούσια σε χλωρίδα και κάτω από ανασρόβιες συνθήκες.
- Η ηλικία της λιθολογικής ενότητας Δ είναι Ανώτατο Κάρνιο-Νόριο όπως προκύπτει από τον προσδιορισμό μικροσπολιθωμάτων.
- Η ανοικτόχρωμη ανθρακική ενότητα Β με δολομικροσπαρίτες και τους ευρέως διαδεδομένους δευτερογενείς κρυσταλλικούς ασβεστολίθους δίνει πολλά χαρακτηριστικά γνωρίσματα για εβαποριτικό παλιρροιακό περιβάλλον απόθεσης.
- Οι δευτερογενείς κρυσταλλικοί ασβεστολίθοι προέρχονται πιθανώτατα

από ασβεστιτίωση δολομιτών (αποδολομίτες) ή και εβαποριτικών ορυκτών.
- Στα βαθύτερα μέλη της γεώτρησης (ενότητα Η) παρατηρείται κανονική εναλλαγή της κλαστικής με την ανθρακική ιζηματογένεση με επικράτηση της πρώτης.

- Η ανθρακούχος δολομιτική ενότητα Δ στα βαθύτερα μέλη της γεώτρησης φαίνεται να είναι ανάστροφη λόγω της ανάστροφης θέσης των γεωπεταλικών δομών. Μπορεί δε να αποδοθεί σε τεκτονικά αίτια που έλαβαν χώρα σε όψιμο διαγενετικό στάδιο.

- Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι οι συνθήκες ιζηματογένεσης παρουσιάζουν μεταβολές στη κατακόρυφη εξέλιξη της "ιζηματογενούς" ακολουθίας. Οι μεταβολές αυτές θα μπορούσαν να εξηγηθούν, εκτός από τη μεταγενέστερη τεκτονική, από την ύπαρξη μεταβολών στη κλίση και βαθυμετρία κατά την εξελικτική πορεία της παραπηλωτικής ανθρακικής πλατφόρμας παθητικού ή εφελκυστικού τύπου.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- AHR, W.M. (1973). The carbonate rampian alternative to the shelf model. *Trans. Gulf Coast Association of Geol. Soc.*, 23rd Annu. Conv. pp 221-225.
- AITKEN, J.D. (1967). Classification and environmental significance of cryptalgal limestones and dolomites, with illustrations from the Cambrian and Ordovician of S.W. Alberta. *J. Sed. Petrol.* 37/4 1163-1178.
- ANSTEY, R.L. & CHASE, T.L. (1974). Environments through time. A laboratory manual in the interpretation of ancient sediments and organisms Minneapolis Burgess, 136 pp.
- BASSIAS, I. (1984). Etude géologique du domaine Parnonien (feuille d'Astros au 1:50000 Peloponnesse orientale, Greece). These de 3e cycle, Univ. p. et M. Curie, 260 p.
- BERNER, R.S. (1984). Sedimentary pyrite formation: An update *Geoch. Cosm. Acta*, Vol. 48, 605-615.
- BRAUER, R. 1983: Das Praneogen im Raum Malaoi-Talanta/SE -Lakonien (Peloponnes, Griechenland). *Frankfurter geowiss. Arh., Ser. A*, 3, 284 S.
- ΓΕΡΟΛΥΜΑΤΟΣ, Η. & ΗΑΙΑΣ, Π. (1987). Γεωλογική -Κοιτασματολογική χαρτογράφηση της περιοχής Ασφακώραχης Αγ. Δημητρίου (Νοτια Μολδάων) Λακωνίας. Εσωτ. έκθεση, Νο 5178, Ι.Γ.Μ.Ε.
- ΓΕΡΟΛΥΜΑΤΟΣ, Η. κ.ά. (υπό έκδοση). Γεωλογικός χάρτης ΠΑΠΑΔΙΑΝΙΚΑ - ΠΟΤΑΜΟΙ, κλίμακα 1:50000, Ι.Γ.Μ.Ε.
- DOERT, U., KOVALCZYK, G., KAUFFMANN, G., & KRAHL, J. (1987). Zur Strati graphischen ERinstufung der "Phyllit- Serie" von Krokee und der Halbinsel Xyli (Lakonien, Peloponnes). *Erlanger geol. Abh.* 112, 1-10.
- DUNHAM, R.J. (1971). Meniscus cement. In BRICKER, O.P. (ed): Carbonate cements Harper, Baltimore, London pp 297-302.
- DORNSIEPEN, U., GEROLYMATOS, I., & JAGOBSHAGEN, V. (1986). Die Phyllit-Quarzit Serie im Fenster von Feneos (Nord, Peloponnes). *Geol. Geopg. Rech.* Vol. 6., 99-105, IGME - Athens.
- ELLIOTT, G.F. (1975). Transported algae as indicators of different marine habitats in the English Middle Jurassic. *Paleont* 18/2, 351-366.
- FLUGEL, E. (1982). Microfacies Analysis of limestones. Springer-Verlag Berlin-Heidelberg - N. York. 633p.
- FRIEDMAN, G.M. (1979). Evidence for sabkha overprint and conditions of inrermittent emergence in cambrian - ordovician carbonates of N.E. North America and QUEENSLAND AUSTRALIA. *Northeastern Geol.* 4
- Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

- KTENAS, C.A. (1924). Formations primaires semimetamorphiques au Peloponnes central. C.R. somm. Soc. geol. France, 24: 61-63.
- LALLEMANT, S. (1984). La transversale Nord- Maniote etude Geologique et aeromagnetique d'une structure transverse a l'arc Egeen externe- de Doctorat de jeme Cycle, Universite Pierre et Marie Curie. 175 p.
- LEKKAS, S. & PAPANIKOLAOU, D. (1978). On the Phyllite Problem in Peloponnesus. Ann. Geol. Pays Hellen, 29: 395- 410.
- LEINFELDER, R.R. (1987). Formation and significance of Black Pebbles from the Ota Limestone (Upper Jurassic, Portugal. Facies 17, 159- 170.
- MULLER-JUNGBLUTH, W.U. (1968). Sedimentary Petrologic Investigation of the Upper Triassic "Hauptdolomit" of the Lechtaler Alps, Tyrol, Austria.
- PIERSON, B.J. (1984). Cyclic sedimentation in Upper Cenozoic carbonates of the southeastern Bahamas- Abstracts 5th Europ. Reg. Mtg. Sedimentology.
- READ, J.F. (1982). Carbonate platforms of passive (extensional) continental margins: Types, characteristics and evolution: Tectonophysics, v.81, p. 195-212.
- RICHTER, D.K. (1983). Calcareous Ooids: A synopsis. In PERYT T. (ed): Coated grains Springer-Verlag, Berlin- heidelberg -New York Tokyo, 71-99pp.
- ΣΚΑΡΠΕΛΗΣ, Ν. (1982). Μεταλογένεση συμπαγών θειούχων μεταλευμάτων και πετρολογία της εξωτερικής μεταμορφικής ζώνης των Ελληνίδων (ΝΑ Πελοποννήσος), Διδακτορική Διατριβή, 149 σ.
- SIBLEY D.F. & GREEGG, J.M. (1987). Classification of dolomite Rock textures. J. Sed. Petr. 57/6, 967-975.
- STRASSER, A. & DAVAUD, E. (1983). Black pebbles of the Purbeckian (Swiss and French Jura): lithology, geochemistry and origin. Eclogae geol. Helv., 76, 551-580.
- THIEBAULT P. (1982). Evolution geodynamique des Hellenides externes en Peloponnes meridional (Grece). - These de Doctorat d' Etat, Universite de Lille, 574p.
- WILSON, J.L. (1975). Carbonate facies in Geologic History. Springer-Verlag New York, 470pp.

ΠΙΝΑΚΑΣ I

1. Επιμηκυσμένη παραθυροειδής δομή στη λιθοφάση 4. // Nicols, X 30.
2. Ωολιθικός grainstone-packstone. Ωοειδή συνήθως μικριτιωμένα και επιφλοιωμένοι βιοκλάστες. // Nicols, X 50.
3. Λιθοφάση 6: Συναθροίσματα κόκκων (lumps ή grapes) με μικρό βαθμό ομοιομορφίας μεγέθους. // Nicols X 30.
4. Λιθοφάση 3: Δολομιτικός, λεπτοταινιωτός wackestone-packstone με οστρακώδη και πελοειδή. // Nicols, X 30.
5. Δολομιτικός wackestone με μαύρους κλάστες. // Nicols, X30
6. Τσιμέντο τύπου μηνίσκου. // Nicols, X 120.

PLATE I

1. Laminoid fenestral fabric in lithofacies 4. // Nicols, X 30.
2. Oolitic grainstone-packstone. Ooids, usually micritized and coated bioclasts. // Nicols X 50.
3. Lithofacies 6: poorly sorted aggregate grains (lumps or grapes). // Nicols, X 30.
4. Lithofacies 3: Laminated dolo wackestone to packstone with ostracods and peloids. // Nicols, X 30.
5. Dolowackestone with black pebbles. // Nicols, X 30.
6. Meniscus cement. // Nicols, X 120.

ΠΙΝΑΚΑΣ II

1. Λιθοφάση 10: Λεπτοταινιωτός δολομιτικός wackestone-packstone με πετροκοπρολίθους. // Nicols, X 30.
2. Παραθυροειδής δομή, τύπου stromatolactis με λεπτοταινιωτό δολομικροσπαριτικό ενδοίζημα. Λιθοφάση 5. // Nicols, X 30.
3. Λιθοφάση 7: Μαύρος ανθρακούχος λεπτοταινιωτός "λιυόλιθος-πηλίτης" με διάσπαρτο σφαιροειδή σιδηροπυρίτη. Στα μεγάλα συσσωματώματα του διακρίνεται η σερικιτική άλως. // Nicols, X 120.
4. Ψευδομορφώσεις χαλαζία κατά εβαποριτικό ορυκτό. Το σκούρο χρώμα είναι δολομικρίτης. Λιθολογική ενότητα Β. // Nicols, X30.
5. Βορήραγες που πληρούνται με σπαριτικούς κρυστάλλους δολομίτη. // Nicols, X 30.
6. Δολομιτικός wackestone με πελοειδή. // Nicols, X 30.

PLATE II

1. Lithofacies 10: Laminated dolowackestone-packstone with petrocolithus. // Nicols, X 30.
2. Fenestral fabric, stromatolactis type with laminated dolomicrosparitic internal sediment. Lithofacies 5. // Nicols, X 30.
3. Lithofacies 7: Black shale with framboidal FeS₂. Larger assemblages are surrounded by sericite crystals. // Nicols, X 120.
4. Quartz after evaporitic minerals. The dolomitic has dark colour. Lithologic unit B. // Nicols, X 30.
5. Borings are filled by sparite crystals dolomite. // Nicols, X 30.
6. Peloid dolowackestone. // Nicols, X 30.



