

Πρακτικά	του	Συνεδρίου	Μάιος	1992
Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.	Τομ.	XXVIII/2	σελ.	Αθήνα
Bull. Geol. Soc. Greece	Vol.		535-549	1993
			pag.	Athens

**ΠΑΛΑΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΤΩΝ
ΦΩΣΦΟΡΙΤΩΝ ΚΑΙ ΜΗΤΡΙΚΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΤΗΝ ΗΠΕΙΡΟ. ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ
ΦΩΣΦΟΡΙΤΩΝ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ**

Π.ΒΕΚΙΟΣ*, Ε.ΧΙΩΤΗΣ*

Σ Υ Ν Ο Ψ Η

Περιγράφονται στρωματογραφικές τομές φωσφοριτών και οργανικών ιζημάτων της Ηπείρου, η κατανομή στο χώρο των κυριότερων εμφανίσεών τους και οι παλαιογεωγραφικές συνθήκες σχηματισμού τους.

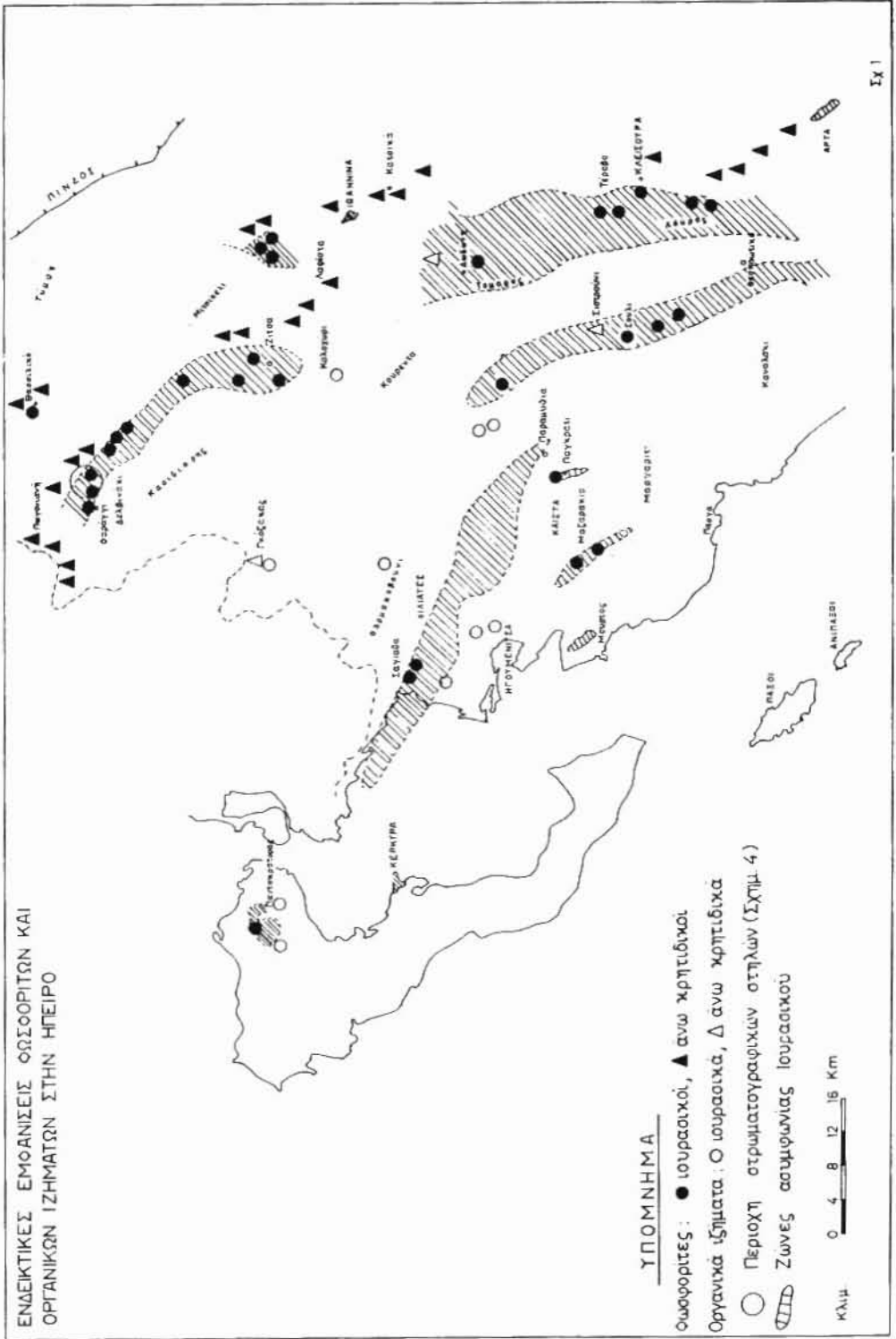
Η παράλληλη ιζηματογένεση ραδιολαριτών, φωσφοριτών και οργανικών ιζημάτων στο κατώτερο - μέσο Ιουρασικό και στο ανώτερο Κρητιδικό αποδίδεται στην λειτουργία ανοδικών ρευμάτων προερχομένων εκ του ωκεανού της Τηθύος. Οι ιουρασικοί φωσφορίτες και τα αντίστοιχα οργανικά ιζήματα σχηματίσθηκαν από το Δομέριο μέχρι τό Καλλόβιο, οι μιν φωσφορίτες στην ευφωτική ζώνη σε υποθαλάσσιες ράχεις τα δε οργανικά ιζήματα σε λεκάνες βάθους ολίγων εκατοντάδων μέτρων και συνδέονται με ισημερινά ρεύματα.

Οι ανωκρητιδικοί φωσφορίτες συνδέονται με ρεύματα από αληγείς ανέμους και σχηματίσθηκαν στο περιβάλλον υποθαλάσσιας ράχης δυτικά από την βάση υφαλοκρηπίδας μεταξύ Ιονίου ζώνης και Γαβρόβου, ενώ τα οργανικά ιζήματα απετίθησαν βαθύτερα, αλλά στο περιβάλλον υποθαλασσίων ράχων.

A B S T R A C T

Stratigraphic sections pertaining to phosphorites and black shales in Epirus are described, as well as the distribution of the most significant occurrences and the paleogeography during their formation. The correlative sedimentation of radiolarites, phosphorites and black shales during the Lower and Middle Jurassic and the Upper Cretaceous is ascribed to oceanic upwellings from Tethys. Both the Jurassic phosphorites and the relevant black shales were deposited during Domerian to Callovian and were associated with equatorial currents. The phosphorites were formed in the photic zone on submarine mountains whereas the black shales in basins a few hundred meters deep. The Upper Cretaceous phospho-

* ΙΓΜΕ, Μεσογείων 70, 115 27 Αθήνα



rites overlie or mainly surround a submarine ridge west of the base of the continental shelf between the Ionian and Gavrovo zone, whereas the Cretaceous black shales were deposited deeper but close to submarine ridges. Both of them, Cretaceous phosphorites and black shales, are associated with oceanic upwellings caused by trade winds.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Παρ' όλο που η Ιόνιος ζώνη έχει μελετηθεί συστηματικά, εν μέρει λόγω του ερευνητικού της ενδιαφέροντος για υδρογονάνθρακες και φωσφορικά, η παλαιογεωγραφική της εξέλιξη δεν έχει ακόμη κατανοηθεί ικανοποιητικά. Οι βάσεις της στρωματογραφίας της Ιονίου ζώνης οφείλονται σε πολυετείς μελέτες του Renz (1957). Ο Auboïn (1959) πρότεινε την διαφοροποίηση της Ιονίου αύλακος κατά το μέσο Λιάσιο βάσει της επικράτησης σ' αυτήν πελαγικών συνθηκών, μετά από την ανάπτυξη μιας εκτενούς ανθρακικής πλατφόρμας στο χώρο των εξωτερικών Ελληνίδων από το ανώτερο Τριαδικό μέχρι και το μέσο Λιάσιο. Την παλαιογεωγραφική αυτή αλλαγή επιβεβαίωσαν οι γεωλόγοι IΓΕΥ - IFP (1966), οι οποίοι επιπλέον δέχονται τεκτονική κεράτνω που αρχίζει από το τέλος του κατώτερου Λιάσιου και αναπτύσσεται κατά το ανώτερο Λιάσιο. Συνεπεία της τεκτονικής αυτής θεωρούν ότι αναδύονται εκ της θαλάσσης οι πρόδρομοι των σημερινών αντικλινικών αξόνων που βυθίζονται και πάλι στην πλειονότητα τους από το Κρητιδικό. Οι γεωλόγοι της BP (1971) θεωρούν άβιθνο ότι η Ιόνιος ζώνη αντιπροσωπεύει αύλακα βασέων υδατών επί μακρόν, παρ' όλο που μπορεί να υπήρξαν περίοδοι βαθεύτερων ή τουλάχιστον πρεμότερων συνθηκών. Οι Bernulli και Renz (1970) θεωρούν ότι από το Ιουρασικό αναπτύσσεται έντονη υποθαλάσσια μορφολογία και αυξάνεται το βάθος της θαλάσσης λόγω εφελκυστικής τεκτονικής. Οι Basellini & Winterer (1975) βάσει της κατανομής του $CaCO_3$ στους σύγχρονους ωκεανούς δέχονται για την πυριτική σειρά της Βίγλας βάση θαλάσσης μέχρι 3500 μέτρων. Ο Fleury (1980) θεωρεί υπερβολικές τις εκτιμήσεις αυτές και δέχεται σαν λογικότερα βάση για την απόθεση ραδιολαριτών της τάξεως των 1000 έως 1500 μέτρων. Ο Karakitsios (1990) συμπεραίνει ότι τα βάθη απόθεσης των διαφόρων σχηματισμών κατά το ανώτερο Λιάσιο - Μάλμιο θα πρέπει να είναι ακόμη πιο μέτρια από εκείνα που προτείνει ο Fleury (1980).

Οι παλαιογεωγραφικές συνθήκες σχηματισμού των φωσφοριτών και των οργανικών ιζημάτων θα πρέπει να ενταχθούν στο ανωτέρω πλαίσιο που γίνεται συνθετότερο, αν ληφθεί υπόψη ο συσχετισμός των φωσφοριτών με ανοδικά ρεύματα και των οργανικών ιζημάτων με συνθήκες αναερόβιες σε μεγάλες περιοχές των ωκεανών, όπως είναι σήμερα γενικά αποδεκτό.

Σχ. 1. Χάρτης θέσεως Ιουρασικών (●) και ανωκρητιδικών (▲) φωσφοριτών, καθώς και Ιουρασικών (○) και ανωκρητιδικών (Δ) οργανικών ιζημάτων Ηπείρου. Οριοθέτηση υποθαλασσιών ράχων (ζώνες C) κατά IGRS-IFP (1966).

Fig. 1. Location map of Jurassic (●) and Upper Cretaceous (▲) phosphorites, as well as Jurassic (○) and Upper Cretaceous (Δ) black shales in Epirus. Deliniation of submarine ridges (zones C) after IGRS-IFP (1966).

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΙΟΥΡΑΣΙΚΩΝ ΕΜΦΑΝΙΣΕΩΝ

Φωσφορίτες

Οι εμφανίσεις φωσφοριτών της Ηπείρου είναι πολυάριθμες, όπως φαίνεται από το Σχ.1, και διακρίνονται στους ιουρασικούς και τους κρητιδικούς (Σχ.2). Οι πρώτοι καλύπτονται συνήθως από τους ανωτέρους σχιστολίθους με Ποσειδώνιες και απετέθησαν υποθαλάσσια σε περιοχές στρωματογραφικού κενού επί των ασβεστολίθων του Παντοκράτορα. Οι ιουρασικοί φωσφορίτες απαντούν υπό δύο μορφές (Βέκιος, 1979) :

1. Ως ιζηματογενείς φλέβες που πληρούν ρωγμές εντός των ασβεστολίθων του Παντοκράτορα και
2. Υπό μορφήν στρωμάτων επί των ιδίων ασβεστολίθων.

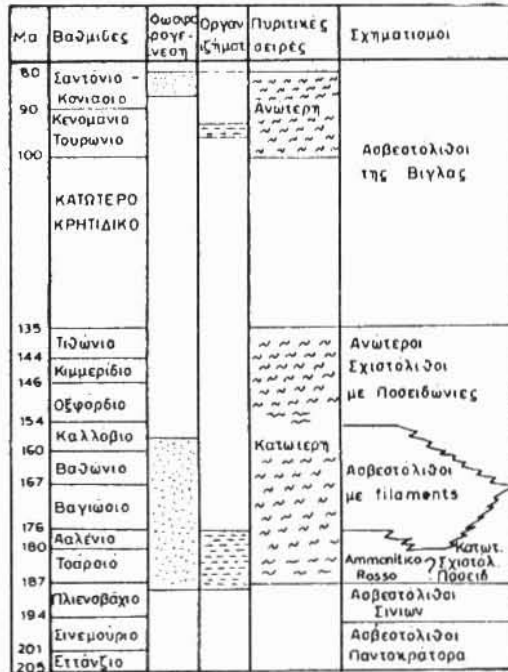
Οι ιζηματογενείς φλέβες, τυπικές εμφανίσεις των οποίων, απαντούν στο Φαράγγι Δελβινακίου (Σχ. 3), είναι περισσότερο διαδομένες και απαντούν ακόμη και όταν απουσιάζουν οι στρωματοειδείς φωσφορίτες. Οι φλέβες είναι σχετικά πυκνές, πάχους ολίγων δεκάδων εκατοστών και βάθους μερικών δεκάδων μέτρων. Απαντούν σε περιοχές όπου οι σχιστόλιθοι με Ποσειδώνιες απετέθησαν μετά από περίοδο στρωματογραφικού κενού. Στο Μιτσικέλι η ανάπτυξη των φλεβών παρακαλουθείται με γεωτρήσεις μέχρι βάθους 70 μέτρων, ενώ στο Δελβινάκι φθάνουν μέχρι βάθους 30 (?) μέτρων.

Τα τοιχώματα των φλεβών δεν έχουν τα χαρακτηριστικά καρστικής διάβρωσης, παρ' όλο που δεν αποκλείεται μερική διάβρωσή τους. Το υλικό πληρώσεως αποτελείται από γωνιώδεις λατύπες ασβεστολίθων του Παντοκράτορα, διαστάσεων 1 έως 4 cm, που κολυμπούν σε μια λεπτή μάζα ουρανιούχου φωσφορίτου τεφρού έως μελανού χρώματος και οσμής βιτουμενίων. Στη μάζα αυτή έχουν ευρεθεί επίσης απολιθώματα Ποσειδωνιών. Η περιεκτικότητα σε P_2O_5 κυμαίνεται από 10 έως 35 %.

Ο στρωματοειδής φωσφορίτης στο Φαράγγι Δελβινακίου (Σχ.3) έχει αποθεθεί σε ήπιο ανάγλυφο των ασβεστολίθων του Παντοκράτορα και το πάχος του εντός των εγκοίλων φθάνει τα πέντε μέτρα. Είναι συμπαγής και παρουσιάζει λεπτές χιλιοστομετρικές ταινιώσεις με πυκνά εκμαγεία κελυμένων Ποσειδωνιών, πράγμα που επιβεβαιώνει την απόθεσή του υποθαλάσσιως. Προς τα άνω εξελίσσεται βαθμιαία προς τους σχιστολίθους με Ποσειδώνιες, ενώ μεταξύ του στρωματοειδούς φωσφορίτη και των ασβεστολίθων του Παντοκράτορα μεσολαβεί στρωματογραφικό κενό. Έχει οσμή βιτουμενίων και το χρώμα του είναι γκρι σκούρο έως μελανό. Η περιεκτικότητα σε P_2O_5 κυμαίνεται από 20 έως 27%. Στο Δελβινάκι η περιεκτικότητα σε οργανικό άνθρακα του στρωματοειδούς φωσφορίτη κυμαίνεται μεταξύ 0,3 έως 0,6 και στη Στούπαινα Μιτσικελίου είναι περίπου 0,3 %. Οι τιμές αυτές είναι χαμηλές μεν από πλευράς δυναμικού πετρελαιογένεσης, αλλά υψηλότερες από τις κανονικές τιμές για ιζήματα ανοικτής θαλάσσης.

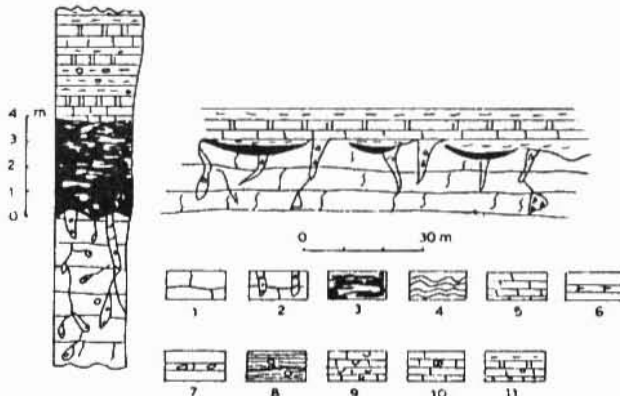
Οι παλαιογεωγραφικές συνθήκες σχηματισμού και απόθεσης των ιουρασικών φωσφοριτών μπορούν να γίνουν κατανοητές βάσει σειράς στρωματογραφικών τομών στην περιοχή Δελβινακίου (Σχ. 4), οι οποίες διατάσσονται σε τομή διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ (Σχ. 1), δηλαδή κάθετα προς τον άξονα της ιουρασικής υποθαλάσσιας ράχης Δελβινακίου-Ζίτσας. Κινούμενοι επί της τομής αυτής από το Φαράγγι προς ΒΑ μειώνεται βαθμιαία το στρωματογραφικό κενό μεταξύ των λιασίων ασβεστολίθων και των σχιστολίθων με Ποσειδώνιες και συνεπώς προς τα ΒΑ συναντώνται τα βαθύτερα σημεία της ιουρασικής λεκάνης στη συγκεκριμένη περιοχή στο Φαράγγι.

Στο άμεσο περιβάλλον του στρωματοειδούς φωσφορίτη στο Φαράγγι στη στρωματογραφική τομή Α (Σχ. 4), που είναι και η πλησιέστερη



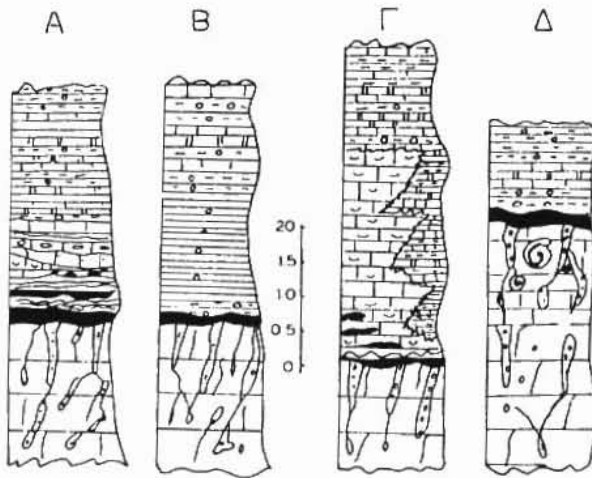
Σχ. 2. Στρωματογραφικός συσχετισμός γεωλογικών σχηματισμών, φωσφορογένεσης και οργανικών ιζημάτων. Η στρωματογραφία κατά IGSR-IFP (1966), Walzebuck (1982) και Karakitsios (1990), απλοποιημένη

Fig.2. Stratigraphic correlation of geological formations, phosphogenesis and black shales. Stratigraphic column after IGSR-IFP (1966), Walzebuck (1982) and Karakitsios (1990), simplified.



Σχ. 3. Στρωματογραφική στήλη και γεωλογική τομή της εμφάνισης φωσφορίτη στο Φαράγγι Δελβινακίου. Γεωλογικοί σχηματισμοί όπως στο Σχ. 4.

Fig.3. Stratigraphic column and geological section of the phosphorite occurrence at Faragi, Delvinakion. Geological formations as in Fig.4.



Σχ. 4. Τυπικές στρωματογραφικές στήλες στο Φαράγγι Δελβινακίου. 1:Ασβεστόλιθοι Παντοκράτορα. 2:Ασβεστόλιθοι Παντοκράτορα με ιζηματογενείς φλέβες πληρωμένες με φωσφορίτη και λατύπες ασβεστόλιθου. 3:Στρωματοειδής φωσφορίτης. 4:Ασβεστόλιθοι με στρωματολίθους φυκών. 5:Ασβεστόλιθοι. 6:Κερατόλιθοι. 7:Ασβεστόλιθοι με κονδύλους κερατόλιθου. 8:Οργανικά ιζήματα (black shales). 9:Ασβεστόλιθοι με filaments. 10:Ασβεστόλιθοι Σινιών με αμμωνίτες πληρωμένους με φωσφορίτη. 11:Σχιστόλιθοι με Ποσειδώνιες

Fig.4. Representative stratigraphic columns at Faragi, Delvina-kion. 1:Pantokrator limestones. 2:Pantokrator limestones with sedimentary veins filled by phosphorite and limestone breccia. 3:Stratiform phosphorite. 4:Limestones with algal stromatolites. 5:Limestones. 6:Chert. 7:Limestones with chert nodules. 8:Black shales. 9:Limestones with filaments. 10:Sinies limestones with ammonites filled by phosphorite. 11:Poshidonian shales.

πρός την υποθαλάσσια ράχη, επί των ασβεστόλιθων του Παντοκράτορα και χωρίς γωνιώδη ασυμφωνία απαντούν στρώματα μαύρου συμπαγούς φωσφορίτη πάχους 5 έως 20 cm που παρεμβάλλονται μεταξύ ασβεστόλιθων με στρωματολίθους φυκών και καλύπτονται από λεπτό στρώμα ασβεστόλιθου με filaments. Οι ανώτεροι σχιστόλιθοι με Ποσειδώνιες αποτελούνται από εναλλαγές στρωμάτων κερατολιθικών, πάχους 5 έως 10 cm, και αργιλοपुरιτικών με Ποσειδώνιες, πάχους 2 έως 10 cm, με ενστρώσεις ασβεστόλιθων πάχους 15 έως 20 cm. Πλην του στρωματοειδούς φωσφορίτη απαντούν επίσης φλεβίδια και κόνδυλοι φωσφορίτου.

Στην τομή Β, σε πλευρική απόσταση 150 m από το Φαράγγι, ο στρωματοειδής φωσφορίτης επί των ασβεστόλιθων του Παντοκράτορα υπόκειται μαύρων οργανικών ιζημάτων με Ποσειδώνιες με χιλιοστομετρικές ταινιώσεις, συνολικού πάχους 2 m περίπου. Στην τομή Γ, σε απόσταση 650 m από την προηγούμενη, απαντούν φακοειδή σώματα ασβεστόλιθων με filaments μήκους 4 έως 5 m που αποσφηνώνονται προς

σχιστολίθους με Ποσειδώνιες. Οι ασβεστόλιθοι με filaments είναι τοπικά φωσφοριτιωμένοι παράλληλα προς την στρώση. Σε απόσταση 1500 m ΒΑ (τομή Δ) ο στρωματοειδής φωσφορίτης και το κάλυμμά του εκ σχιστολίθων με Ποσειδώνιες έχουν αποτεθεί επί ασβεστολίθων των Σινιών. Οι τελευταίοι έχουν στρώματα πάχους 30 cm και περιέχουν κονδύλους κερατολίθων και αμμωνίτες. Οι αμμωνίτες, διαμέτρου 2 έως 3 cm έχουν πληρωθεί εν μέρει με φωσφορίτη. Παρόμοια εμφάνιση αμμωνιτών μεγαλύτερων διαστάσεων με γέμισμα φωσφορίτη απαντά επίσης στη Ζίτσα εντός των ασβεστολίθων των Σινιών.

Οργανικά ιζήματα

Πρόκειται για μαύρα αργιλλικά ιζήματα ανώμαλα πλούσια σε οργανικό άνθρακα που παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον σαν μητρικά πετρώματα πετρέλαιου.

Ο Walzebuck (1982) περιγράφει αναλυτικά τα ιζήματα αυτά τα οποία θεωρεί ότι σχηματίσθηκαν κατά το Δομέριο και το Τοάρισιο και ενδεχομένως το Ααλένιο, στις βαθύτερες περιοχές της Ιονίου ζώνης. Επίσης θεωρεί ότι τα οργανικά ιζήματα είναι πλευρικά ισοδύναμα :

- 1) των ασβεστολίθων Ammonitico Rosso που αποτίθενται υψηλότερα στα περιθώρια υποθαλασσίων ράχων,
- 2) των δομέριων ασβεστολίθων των Σινιών που αντικαθίστανται πλευρικά από μαύρα οργανικά ιζήματα,
- 3) των ασβεστολίθων με filaments προς τους οποίους αποσφηνώνονται τοπικά και
- 4) των στρωματογραφικών κενών των υποθαλασσίων ράχων.

Στα οργανικά αυτά ιζήματα παρεμβάλλονται κατά τον Walzebuck (1982) ενστρώσεις κλαστικών ιζημάτων με μικρή πλευρική ανάπτυξη που διακρίνονται σε :

- 1) ανθρακικά τουρβιδικά στρώματα (calcuturbidites),
- 2) λατυποπαγή στα οποία οι λιθοκλάστες κολυμβούν σε συνεκτικό υλικό χωρίς να εφάπτονται (debris flow)
- 3) ολισθολίθους.

Το οργανικό υλικό προέρχεται κυρίως από θαλάσσιο πλαγκτόν, ενώ είναι χαμηλή η περιεκτικότητα χερσαίου οργανικού υλικού, πράγμα που υποδηλώνει ότι οι υποθαλάσσιες ράχες δεν αναδύθηκαν, τουλάχιστον επί μακρόν. Το ιζηματογενές μοντέλο κατά Walzebuck συνοψίζεται ως ακολούθως. Σε πρώτη φάση τεμαχίζεται η αγωγριαδική-κάτω λιάσιος ανθρακική πλατφόρμα σε λεκάνες και ράχες. Οι ράχες διατηρούνται σε μικρό βάθος εντός της θαλάσσης και δυσχεραίνουν έτσι την κυκλοφορία νερού στις λεκάνες, όπου λόγω της στασιμότητας δημιουργούνται αναγωγικές συνθήκες και τοπικά αποτίθενται οργανικά ιζήματα κατά το Δομέριο, στη συνέχεια δε επεκτείνονται ευρύτερα κατά το Τοάρισιο. Στο ανώτερο Τοάρισιο παύει πλέον η στασιμότητα, το ανάγλυφο μειώνεται και επαναλειτούργουν ρεύματα στον πνεύμα. Παρά την κυκλοφορία νερού, συνεχίζονται οι αναγωγικές συνθήκες στα ιζήματα λόγω μεγάλης προσκομιδής θρεπτικών συστατικών στο θαλάσσιο νερό, με επακόλουθη αυξημένη τροφοδοσία των ιζημάτων με οργανικό υλικό. Η υψηλή κατανάλωση οξυγόνου κατά την αποσύνθεση της οργανικής ύλης οδηγεί στον σχηματισμό οργανικών ιζημάτων. Το βάθος της θαλάσσης της λεκάνης θεωρείται σχετικά μικρό (<200 m), ενώ οι ράχες παραμένουν υπό την θάλασσα σε αβαθή νερά. Κατά το Ααλένιο (?) τα ιζήματα παρουσιάζουν ενδείξεις επίδρασης κυμάτων και έντονης κίνησης νερού που αποδίδονται σε πτώση της στάθμης της

θάλασσας κατά την μετάβαση κατώτερου/μέσου Ιουρασικού. Μόνο τα νεώτερα ιζημάτα (π.χ. ασβεστολιθοί της Βίγλας) παρέχουν ενδείξεις για βύθιση της Ιονίου αύλακος σε μεγαλύτερα βάθη νερού.

Η περιεκτικότητα σε οργανικό άνθρακα των ιουρασικών οργανικών ιζημάτων φθάνει συνήθως μέχρι 2% (Walzebuck, 1982) και εξαιρετικά μέχρι 5,2% στην Κέρκυρα (Baudin & Lachkar, 1990).

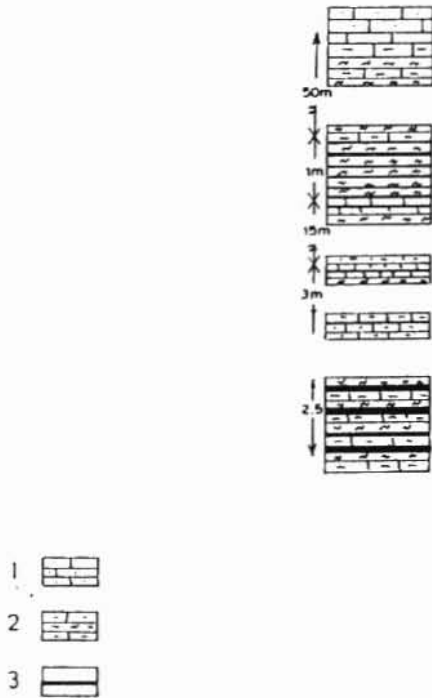
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΡΗΤΙΔΙΚΩΝ ΕΜΦΑΝΙΣΕΩΝ

Οι κρητιδικοί φωσφορίτες περιγράφονται αναλυτικότερα σε δημοσιευμένες εργασίες (Σκουνάκης, 1979, Machairas et al. 1979, Παπασταύρου, 1981, Βάρτη-Ματαράγκα κ.α., 1986.) και σε πλήθος αδημοσίεωτων εκθέσεων του ΙΓΜΕ. Ο φωσφορούχος ορίζων, ηλικίας μέσου Κονιασίου έως μέσου Σαντονίου (Βάρτη-Ματαράγκα κ.α., 1986), ανήκει στους ανωτέρους ορίζοντες των ασβεστολίθων της Βίγλας. Έχει πάχος από ολίγα έως 10 περίπου μέτρα και περιεκτικότητα σε P_2O_5 10-12%. Το φωσφορούχο ίζημα εμφανίζεται συνήθως υπό μορφήν παραλλήλων χιλιοστομετρικών ταινιών και εναλλάσσεται με πελαγικά ασβεστολιθικά και κερατολιθικά στρώματα. Ο σχηματισμός των φωσφορούχων ιζημάτων αποδίδεται σε διαγενετική φωσφοριτίωση σε περιβάλλον εξωτερικής υφαλοκρηπίδας, πιθανώς σε περισσότερες της μιας υπολεκάνες (Βάρτη-Ματαράγκα κ.α. 1986).

Βάσει της στρωματογραφικής τομής Κληματίας του γεωλόγου Πίτσικα (Πομώνη-Παπαιωάννου, 1988) προκύπτει ότι η φωσφορούχος ζώνη αποτελεί το ανώτερο τμήμα της πυριτικής ζώνης της σειράς της Βίγλας και υπόκειται κατ' ευθείαν της μεταβατικής ζώνης προς τους ασβεστολίθους του ανωτέρου Σενώνιου.

Η πυριτική ζώνη της Βίγλας, γνωστή επίσης και ως ανώτερη πυριτική σειρά, προς αντιδιαστολή από την πυριτική σειρά των σχιστολίθων με Ποσειδώνιες, χαρακτηρίζεται από την αφθονία κονδύλων και στρωμάτων πυριτολίθων και φιλοξενεί επίσης πλούσια οργανικά ιζημάτα σε σταθερό στρωματογραφικό επίπεδο. Βάσει της ηλικίας της πυριτικής σειράς της Βίγλας (IGRS-IFP, 1966), η απόθεση των οργανικών ιζημάτων της θα πρέπει να οριοθετηθεί στο Κενομάνιο-Τουρώνιο.

Στην τομή Κληματίας περιγράφονται τρία μαύρα στρωματίδια πάχους 1cm έκαστον εντός της ζώνης των μαύρων κερατολίθων (Πομώνη-Παπαιωάννου, 1988). Εδώ απαντά ουσιαστικά η αποσφήνωση των οργανικών ιζημάτων, το ενδιαφέρον όμως της τομής συνίσταται στο ότι τεκμηριώνει τον στρωματογραφικό συσχετισμό οργανικών ιζημάτων και φωσφοριτών. Τυπική εμφάνιση των οργανικών ιζημάτων ευρίσκεται στο Φαράγγι του Γκόζακα κοντά στο χωριό Τσαμαντάς (Χιώτης, 1983). Πρόκειται για μαύρα αργιλλικά στρώματα πάχους μερικών εκατοστών που παρεμβάλλονται μεταξύ εναλλαγών ασβεστολίθων και λεπτών στρωμάτων κερατολίθων (Σχ. 5). Η πρώτη ομάδα στρωματιδίων οργανικών ιζημάτων απαντά περίπου 50 m χαμηλότερα από την βάση των ροδοχρόων ασβεστολίθων που οριοθετεί (IGRS-IFP, 1966) την μετάβαση Τουρώνιου-Σενώνιου. Πρόκειται για επτά μαύρα αργιλλικά στρώματα, πάχους τριών έως πέντε εκατοστών έκαστον, που εναλλάσσονται με μαύρους κερατολίθους, εντός ζώνης συνολικού πάχους ενός μέτρου. Ακολουθούν δύο στρωματίδια παρεμβαλλόμενα μεταξύ ασβεστολίθων και τέλος δεύτερη ζώνη πάχους 2,5 μέτρων αποτελούμενη από εναλλαγές ασβεστολίθων, μαύρων κερατολίθων και τεσσάρων μαύρων αργιλλικών στρωμάτων πάχους 10 έως 15 εκατοστών έκαστον. Η περιεκτικότητα σε οργανικό άνθρακα στα οργανικά ιζημάτα του Γκόζακα είναι πολύ υψηλή, όπως φαίνεται στον πίνακα 1.



Σχ. 5. Στρωματογραφική τομή στο Φαράγγι του Γκόζακα. 1:Ροδόχρους ασβεστόλιθοι στο όριο κατωτ. Σενωνίου-Τουρωνίου. 2:Πυριτική ζώνη της Βίγλας Κενομανίου-Τουρώνιου, αποτελούμενη από εναλλαγές πελαγικών ασβεστόλιθων και κερατολίθων. 3:Μαύρα οργανικά ιζημάτα.

Fig.5. Stratigraphic column at Gozakas canyon.. 1:Pink limestones at the Lower Senonian-Touronian transition. 2:Cenomanian-Touronian siliceous zone of Vigla consisting of alternating pelagic limestones and radiolarian cherts. 3:Black shales.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1
Περιεκτικότητα σε οργανικό άνθρακα
κρητιδικών οργανικών ιζημάτων της Ιονίου ζώνης.

Περιοχή	Αριθμός δειγμάτων	Ο ρ γ α ν ν ι κ ό ς α ν θ ρ α κ ε %		Συνολικό πάχος, cm
		Μέση περιεκτικότητα	Κατώτερο-ανώτερο όριο	
Γκόζακας	13	20,1	1,26 - 41,04	90
Δοδώνη	3	1,1	0,62 - 1,45	10
Ερικούσα*	1	23,7	-	-
Θεωνά**	2	8,2	1,76 - 14,66	-
Σιστρούνιο	13	1,5	0,55 - 3,19	120

*19° 34'/39° 53,5'

**19° 23'/39° 50,5'

Σε ανάλογη στρωματογραφική θέση απαντούν οργανικά ιζημάτα και σε άλλες περιοχές σε ολόκληρο το εύρος της Ιονίου ζώνης, όπως τη Δοδώνη, τους Θωνοούς, το Σιστρούνιο και την θαλάσσια γεώτρηση Ερεικούσα (Σχ. 1). Η περιεκτικότητα τους σε οργανικό άνθρακα φαίνεται επίσης στον πίνακα 1. Εξ άλλου, οι κρητιδικοί φωσφορίτες και τα παρεμβαλλόμενα ιζημάτα είναι πτωχά σε οργανικό άνθρακα, όπως προκύπτει από σχετική δειγματοληψία στο κοίτασμα Κοσμηρά Ιωαννίνων, όπου προσδιορίσθηκαν τιμές 0,05 έως 0,20 %. Από την κατανομή τους εν σχέσει προς τις υποθαλάσσιες ράχεις διαφαίνεται ότι τα οργανικά ιζημάτα αποσπνώνονται στις ράχεις και αποκτούν σημαντικές διαστάσεις στα βαθύτερα σημεία της λεκάνης.

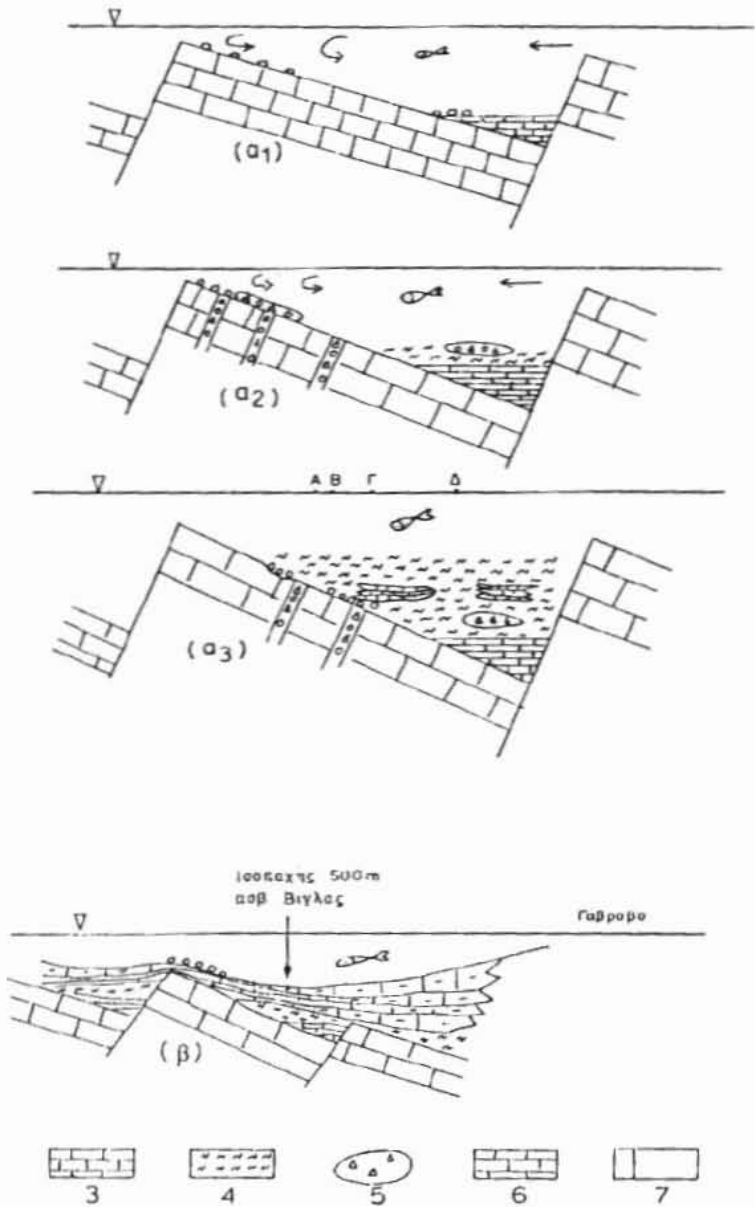
ΠΑΛΑΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΦΩΣΦΟΡΙΤΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΙΖΗΜΑΤΩΝ

Οι ιουρασικοί φωσφορίτες απαντούν αποκλειστικά στις υποθαλάσσιες ράχεις της Ιονίου (Σχ. 1) και μάλιστα σε όλο το εύρος αυτής. Κατά την παράταξη συναντώνται από τα ελληνοαλβανικά σύνορα προς βορράν μέχρι της Άρτας προς νότον. Οι Κρητιδικοί κατανομονται εντός επιμήκους λωρίδας πλάτους 10 έως 20 km και μήκους άνω των 130 km. Οι περισσότεροι από τους κρητιδικούς φωσφορίτες της Ηπείρου διατάσσονται στα περιθώρια της υποθαλάσσιας ράχης Δελβινακίου-Ζίτσας, Δοδώνης-Λούρου. Τούτο συνεπάγεται απόθεση σε περιβάλλον συμπυκνωμένης ιζηματογένεσης. Όπως συνάγεται από τον χάρτη ισοπαχών των ασβεστολίθων της Βίγλας (IGRS-IFP, 1966), η ανωτέρω ράχη ευρίσκειτο αμέσως δυτικότερα της μεταξύ Ιονίου και Γαβρόβου υφαλοκρηπίδας. Η τελευταία αντιστοιχεί στη ζώνη μεγάλου πάχους και σαν βάση της υφαλοκρηπίδας μπορεί να ληφθεί κατά προσέγγιση η ισοπαχής των 500 μέτρων (Σχ.6β).

Οι ιουρασικοί στρωματοειδείς φωσφορίτες Δελβινακίου σχηματίσθηκαν και απετέθησαν σε περιβάλλον ανάπτυξης φυκών (Σχ. 4Α) και συνεπώς σε μικρό βάθος θαλάσσης, οπωσδήποτε δε εντός της ευφωτικής ζώνης. Κατ' αναλογία, και λόγω της σπουδαιότητας του βιολογικού κύκλου στην φωσφορογένεση, δεχόμεθα σχηματισμό των κρητιδικών φωσφοριτών εντός της ευφωτικής ζώνης, κατά μήκος της υποθαλάσσιας ράχης με δυνατότητα μεταφοράς και απόθεσης του φωσφορίτη στο περιβάλλον αυτής.

Οι ιουρασικοί φωσφορίτες απετέθησαν στην διάρκεια στρωματογραφικού κενού και ο προσδιορισμός της ηλικίας τους έμμεσα μόνο είναι δυνατός. Οι παλαιότερες ενδείξεις φωσφορογένεσης απαντούν στους ανώτερους ορίζοντες των ασβεστολίθων των Σινιών (Σχ.4δ). Εξ άλλου, το υλικό πληρώσεως των ιζηματογενών φλεβών αντιστοιχεί, από πλευράς χαρακτηριστικών και μηχανισμού γενέσεως, προς τα λατυποπαγή που απετέθησαν στο περιβάλλον των ιουρασικών οργανικών ιζημάτων δι' ολισθήσεως επί του θαλασσίου πυθμένου. Τα λατυποπαγή αυτά τροφοδοτήθηκαν από υποθαλάσσιες ράχεις, στη πορεία τους συνάντησαν ρωγμές στο ανάγλυφο των ασβεστολίθων του Παντοκράτορα που τις εγέμισαν και το υπόλοιπο υλικό απετέθη στον πυθμένα των λεκανών. Συνεπώς οι φλεβικοί φωσφορίτες είναι ισόχρονοι προς τα λατυποπαγή που απετέθησαν στους κατώτερους ηλιθιτικούς ορίζοντες των οργανικών ιζημάτων, ηλικίας Πλεισμπάχιου-κατώτερου Τοάσιου κατά Walzbeuck (1982). Οι ρωγμές των ασβεστολίθων του Παντοκράτορα που φιλοξενούν τις ιζηματογενείς φλέβες έχουν τεκτονική προέλευση, όπως προκύπτει από στατιστική ανάλυση του προσανατολισμού τους, και σχηματίσθηκαν συνεπεία της εφελκυστικής τεκτονικής που οδήγησε στον κατακερματισμό της ανθρακικής πλατφόρμας.

Ακόμη νεότερη φάση φωσφορογένεσης μαρτυρεί η τομή του Σχ. 4Γ, στην οποία απαντούν εμποτισμοί φωσφορίτου κάτω από τους ασβεστολί-



Σχ. 6. Σχηματικές παλαιογεωγραφικές τομές α) κατά την ιουρασική & β) κατά την κρητιδική φωσφορογένεση. 1: Ασβεστόλιθοι Βίγλας 2: Ανωκρητιδικός ή ιουρασικός φωσφορίτης. 3: Ασβεστόλιθοι με filaments. 4: Αδιάιρετοι σχιστόλιθοι με Ποσειδώνιες. 5: Λατυποπαγή αποτεθέντα με debris flow. 6: Ασβεστόλιθοι Σινιών 7: Ασβεστόλιθοι Παντοκράτορα.

Fig.6. Schematic paleogeographic sections during a) the Jurassic and b) the Cretaceous phosphogenesis. 1: Vigla limestones. 2: Upper Cretaceous or Jurassic phosphorite. 3: Limestones with filaments 4: Undivided Poshidonian Shales. 5: Debris-flow breccia. 6: Sines limestones 7: Pantokrator limestones.

θους με filaments. Στην τομή 4B, πλησίον του στρωματοειδούς φωσφορίτη, η παρουσία των οργανικών ιζημάτων συνεπάγεται ότι η επανάλψη της ιζηματογένεσης είναι ισόχρονη προς τους ανώτερους ορίζοντες των ιουρασικών οργανικών ιζημάτων (Ααλένιο), όπου παρατηρούνται αποσφηνώσεις αυτών με τους ασβεστολίθους με filaments.

Συνεπώς η ιουρασική φωσφορογένεση παρακολουθείται από τους ανώτερους ορίζοντες των ασβεστολίθων των Σινιών (Δομέριο) μέχρι την οροφή των κατωτέρων σχιστολίθων με Ποσειδώνιες ή την οροφή των ασβεστολίθων με filaments (Ααλένιο). Η φωσφορογένεση στις υποθαλάσσιες ράχεις εξελίχθηκε παράλληλα με την απόθεση των οργανικών ιζημάτων και των κατωτέρων σχιστολίθων με Ποσειδώνιες στα βαθύτερα σημεία της λεκάνης (Σχ. 6α). Δεν υπάρχουν στοιχεία από τα οποία να προκύπτει ότι η φωσφορογένεση ήταν συνεχής κατά την ανωτέρω περίοδο, μπορεί όμως να θεωρηθεί από την συχνότητα και την σπουδαιότητα των διαφόρων εμφανίσεων ότι η σημαντικότερη φάση φωσφορογένεσης αντιστοιχεί στις ιζηματογενείς φλέβες.

Τα κρητιδικά οργανικά ιζήματα σχηματίσθηκαν σε συνθήκες ελεύθερης υποθαλάσσιας κυκλοφορίας υδάτων, ενώ τα αντίστοιχα ιουρασικά, εν μέρει τουλάχιστον, σε περιβάλλον αναδευομένων υδάτων. Επί πλέον, η τριπλή σχέση φωσφορογένεσης -οργανικών ιζημάτων-ραδιοαριτίων υποδηλώνει συνθήκες υψηλής βιολογικής παραγωγικότητας χάρις σε ανοδικά ρεύματα πλούσια σε θρεπτικά συστατικά. Οι ανωτέρω συνθήκες δεν συντηρούν υπέρ της αποθέσης των οργανικών ιζημάτων της Ηπείρου σε αναερόβιο (anoxic) περιβάλλον, όπως υποστηρίζεται στην βιβλιογραφία για παρόμοιους σχηματισμούς (Arthur & Schlanger, 1979; Demaison & Moore, 1980; Jenkyns, 1980; Jenkyns 1985).

Απο την διαφορετική κατανομή στο χώρο ιουρασικών και κρητιδικών φωσφοριτών συνάγεται ότι θα πρέπει να συνδέονται με ρεύματα διαφορετικού τύπου. Ειδικότερα προκύπτει ότι οι κρητιδικοί φωσφορίτες οφείλονται σε ρεύματα επαγόμενα από αληγείς ανέμους που έδρασαν σε στενή λωρίδα παράλληλα προς την γενική παράταξη, στο ανατολικό περιθώριο της Ιονίου ζώνης, ενώ οι ιουρασικοί σε ισημερινά ρεύματα εγκάρσια ή υπό μεγάλη γωνία. Η ανάπτυξη ανοδικών ρευμάτων πραγματοποιείται κυρίως με δύο τρόπους: με ισημερινά ρεύματα εξ ανατολών προς δυσμάς σε μικρά γεωγραφικά πλάτη, όπου η δύναμις Coriolis είναι ασθενής, και με ρεύματα επαγόμενα από αληγείς ανέμους (trade winds) σε πλάτη 20°-40° (Jarvis, 1980). Στο βόρειο ημισφαίριο οι αληγείς άνεμοι είναι Βό και δημιουργούν ανερχόμενα ρεύματα μόνο στις ανατολικές ακτές των ωκεανών. Βάσει της παλαιογεωγραφικής ανάπλασης των Dercourt et al. (1986) η Ιόνιος ζώνη κατά την απόθεση των ιουρασικών φωσφοριτών ευρίσκεται σε πλάτη 8° έως 15° και κατά το άνω Κρητιδικό σε πλάτη 20° έως 25°. Συνεπώς η ανωτέρω μεταβολή του γεωγραφικού πλάτους μπορεί να εξηγήσει τη διαφορά στον τύπο ανοδικών ρευμάτων, δεν αρκεί όμως για να δικαιολογήσει γιατί αναπτύχθηκαν. Απαραίτητη προϋπόθεση για αυτό είναι ο ευνοϊκός συνδυασμός παλαιογεωγραφίας και ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας (Pedersen & Calvert, 1990), παράγοντες που δεν μπορούν να εκτιμηθούν με παλαιογεωγραφικά μοντέλα της στενής μόνον περιοχής της Ιονίου ζώνης. Τα διαθέσιμα δεδομένα από την περιοχή της Ηπείρου αποτυπώνουν απλώς την δράση των ρευμάτων αυτών. Αυτό που μπορεί να λεχθεί είναι ότι η απόθεση ραδιοαριτίων, φωσφοριτών και οργανικών ιζημάτων προϋποθέτει την επικοινωνία και τροφοδότηση της Ιονίου ζώνης με βαθεία ωκεάνια ύδατα της Τηούς, ψυχρά και πλούσια σε θρεπτικά συστατικά.

Ειδικότερα για τους κρητιδικούς φωσφορίτες η σύνδεσή τους με ανοδικά ρεύματα από αληγείς ανέμους, που στο βόρειο ημισφαίριο αναπτύσσονται στα δυτικά περιθώρια ηπείρων, συνεπάγεται ότι τον ρόλο της χέρσου έπαιξε η υψαλώδης ζώνη του Γαβρόβου δυτικά της

οποίας αναπτύσσεται η λωρίδα των φωσφοριτών (Σχ. 6β).

Αντίθετα με τους κρητιδικούς, οι γνωστοί ιουρασικοί στρωματοειδείς φωσφορίτες, παρά τη μεγάλη διάρκεια και ένταση της ιουρασικής φωσφορογένεσης, έχουν περιορισμένη έκταση και πάχος και απαντούν εντός εγκοίλων. Τούτο οφείλεται στην επίδραση ρευμάτων στις υποθαλάσσιες ράχεις, που δεν επιτρέπουν την συγκέντρωση των φωσφοριτών. Η επίδραση ισχυρών ρευμάτων επιβεβαιώνεται επίσης από την πυκνή συσσώρευση Ποσειδωνιών εντός των εγκοίλων.

Τα οργανικά ιζήματα της Ηπείρου παρουσιάζουν ομοιότητες από πλευράς ηλικίας και περιεκτικότητας σε οργανικό άνθρακα με τα δύο γνωστά επεισόδια αναγωγικότητας (*apoxic events*) της Ευρώπης. Ο Jenkyns (1985) θεωρεί ότι η διάρκεια και των δύο αυτών επεισοδίων ήταν πιθανώς μικρότερη από μισό εκατομμύριο χρόνια και τα οριοθετεί το πρώτο στο Τοάρσιο (κατώτερη ζώνη *falciferum* ή υποζώνη *exaratum*) και το δεύτερο στο όριο Κενομανίου-Τουρωνίου (ζώνη *Whiteinella archaeocretacea*). Τα ελληνικά δεδομένα περιεκτικότητας σε οργανικό άνθρακα επιβεβαιώνουν το συμπέρασμα του Jenkyns (1985) ότι εις την Τηθύν το δεύτερο επεισόδιο έδωσε οργανικά ιζήματα σημαντικά πλουσιότερα σε άνθρακα. Την απόθεση των πλουσίων σε οργανικό άνθρακα ιζημάτων αποδίδει ο Jenkyns (1985) στην ανάπτυξη μαζών ύδατος πτωχών σε οξυγόνο.

Μια διαφορετική άποψη για τις συνθήκες σχηματισμού των πλουσίων οργανικών ιζημάτων (Parrish, 1982; Pedersen & Calvert, 1990), που συμεριζόμεθα διότι ανταποκρίνεται στα δεδομένα της Ηπείρου, συσχετίζει την απόθεση οργανικών ιζημάτων με τις θέσεις λειτουργίας ανοδικών ρευμάτων, χωρίς να θεωρεί σαν βασική προϋπόθεση τις αναερόβιες συνθήκες.

Σ Υ Μ Π Ε Ρ Α Σ Μ Α Τ Α

Στην Ηπειρο οι πλούσιοι σε ραδιολάρια πυριτικοί σχηματισμοί (σχιστολίθοι με Ποσειδώνιες και πυριτική σειρά της Β(γλας), οι φωσφορίτες και τα πλούσια οργανικά ιζήματα συσχετίζονται γενετικά με ανοδικά ρεύματα, που προσέκομισαν ψυχρά και πλούσια σε θρεπτικά συστατικά νερά από το βάθος του ωκεανού της Τηθούς.

Η ιουρασική φωσφορογένεση συνδέεται με ισσημερινά ανερχόμενα ρεύματα και εξελίχθηκε σε υποθαλάσσιες ράχεις σε όλο το εύρος της Ιονίου ζώνης παράλληλα με την απόθεση οργανικών ιζημάτων στα βαθύτερα. Η φωσφορογένεση αρχίζει με την απόθεση των ανωτέρων οριζόντων των ασβεστολίθων των Σινιών, συνεχίζεται κατά την απόθεση των κατωτέρων σχιστολίθων με Ποσειδώνιες, οπότε και παρουσιάζει μέγιστο κατά την απόθεση των κατωτέρων ηλιθικών τους οριζόντων, και κλείνει με τους ασβεστολίθους με *filaments*. Ένα μέρος των φωσφορικών ιζημάτων μεταφέρετο προς τα βαθύτερα σημεία των λεκανών μέσω ρευμάτων ή *debris flow* και μόνον μικρό μέρος αυτών συγκρατήθηκε σε έγκοιλα του ανάγλυφου των ασβεστολίθων του Παντοκράτορα. Ο τελευταίος δεν έχει υποστεί καρστική διάβρωση, τουλάχιστον έντονη, και αυτό δεν βοήθησε στη δημιουργία μεγάλων συγκεντρώσεων φωσφορικών ιζημάτων στην περιοχή των υποθαλασσίων ράχων, όπου οι αποτελεσματικότερες θέσεις παγίδευσης ήταν οι ρωγμές των ασβεστολίθων. Ως εκ τούτου, το ερευνητικό ενδιαφέρον για τους ιουρασικούς φωσφορίτες θα πρέπει να εστιασθεί στις ιζηματογενείς φλέβες και ενδεχομένως στους κατώτερους σχιστολίθους με Ποσειδώνιες, όπου μεταφέρετο ο φωσφορίτης, πρωτίστως δε στα λατυποπαγή τύπου *debris flow*.

Όσον αφορά τους ανωκρητιδικούς φωσφορίτες η έρευνα τους είναι ευκολότερη και περισσότερο προχωρημένη, χάρις :

1) στη σταθερή και χαρακτηριστική στρωματογραφική θέση τους,

- 2) στη διάταξη τους εντός στένης λωρίδας κατά την παράταξη, που οφείλεται σε ανοδικά ρεύματα συνδεδεμένα με αληγείς ανέμους και
- 3) στην περιορισμένη μεταφορά του φωσφορίτη από την υποθαλάσσια ράχη προς τα β�θεύτερα της λεκάνης προς ανατολάς.

Εξ άλλου, τα ανερχόμενα ρεύματα που οδήγησαν στην γένεση των ανωκρητιδικών φωσφοριτών στην Ηπειρο θα μπορούσαν να ευνοήσουν την φωσφορογένεση και στην ράχη του Γαβρόβου. Δυστυχώς το τμήμα της ζώνης του Γαβρόβου το γειτονικό προς τους φωσφορίτες της Ηπείρου, όπου η φωσφορογένεση ήταν ιδιαίτερα έντονη, καλύπτεται από την επωσημένη ζώνη της Πίνδου.

Τα οργανικά ιζήματα της Ηπείρου είναι εξαιρετικής ποιότητας, παρουσιάζουν όμως ένα σημαντικό μειονέκτημα, είναι δηλαδή θερμικά ανώριμα υπό κανονικής συνθήκας (Walzebuck, 1982; Χιώτης, 1983). Αυτό περιορίζει την πετρελαιογένεση στις περιοχές μόνον όπου αυτά τα οργανικά ιζήματα έχουν βυθιστεί τεκτονικά σε σημαντικά βάθη.

Η εξάπλωση των ιουρασικών οργανικών ιζημάτων περιορίζεται μόνον στην Ηπειρο, δεδομένου ότι νοτιότερα δεν απαντούν οι κατώτεροι σχιστόλιθοι με Ποσειδώνιες. Αυτό, σε συνδυασμό με τη συγκεντρωση στην Ηπειρο των περισσότερων εμφανίσεων υδρογονανθράκων της Δυτικής Ελλάδος, συνηγορεί έμμεσα υπέρ του γενετικού συσχετισμού των εμφανίσεων αυτών με τα ιουρασικά οργανικά ιζήματα.

R E F E R E N C E S

- ARTHUR, M.A. and SCHLANGER, S.O. (1979). Cretaceous "oceanic anoxic events" as casual factors in development of reef-reservoired giant oil fields. A.A.P.G. Bull., 63, 870-885.
- AUBOIN, J. (1959). Contribution à l'étude géologique de la Grèce septentrionale : les confins de l' Epire et de la Thessalie. Ann.géol. Pays Hell., 10, 1-525.
- BAPTH-ΜΑΤΑΡΑΓΚΑ, Μ. και άλλοι (1986). Μελέτη των συνθηκών γένεσης των φωσφορούχων σχηματισμών της Ιονίου ζώνης. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., 20/2, 343-361.
- BAUDIN, F. et LACHKAR, G. (1990). Geochimie organique et palynologie du Lias superieur en zone ionienne (Grèce). Exemple d'une sedimentation anoxique conservée dans une paleomarge en distension. Bull.Soc.Geol. France, 6, 123-132.
- ΒΕΚΙΟΣ, Π. (1979). Προκαταρκτική έκθεση για τον βιτουμενιούχο φωσφορίτη στην περιοχή Φαράγγι Ηπείρου. Αθήμοσ. έκθεση ΙΓΜΕ 14 σ.
- BOSELLINI, A. and WINTERER, E.L. (1975). Pelagic limestone and radiolarite of the Tethyan Mesozoic : a genetic model. Geology, 3, 279-282.
- B.P. Co LTD (1971). The geological results of petroleum exploration in Western Greece. I.G.S.R., 10, 1-73.
- DANELIAN, T. (1989). Radiolaires jurassiques de la zone Ionienne (Epire, Grèce). Paléontologie, stratigraphie, implications paléogéographiques. Thèse Dipl. Docteur. Univ. Pierre et Marie Curie, Paris, 260 p.
- DEMAISON, G.J. and MOORE, G.T. (1980). Anoxic environments and oil source bed genesis. A.A.P.G. Bull, 64, 1179-1209.
- DERCOURT, J. et al. (1986). Geological evolution of the Tethys belt from the Atlantic to the Pamir since the Lias. Tectonophysics, 123, 241-315.
- FLEURY, J.J. (1980). Les zones de Cavrovo-Tripolitza et du Pindel-Olonos (Grèce continentale et Péleponnèse du Nord). Evolution d'une plateforme et d'un bassin dans leur cadre alpin. Soc. géol. Nord Publ., Lille, 4, 651 p.

- IGRS-IFP (1966). Etude géologique de l' Epire (Grèce nord- occidentale. Ed. Technip, Paris, 306 p.
- JARVIS, I. (1980). The initiation of phosphatic chalk sedimentation -the Senonian (Cretaceous) of the Anglo- Paris basin. In: Bentor, Y.K. (ed.), Marine phosphorites-Geochemistry, occurrence, genesis. S.E.P.M., Sp. Publ. No 29, 167-192.
- JENKYN, H.C. (1980). Cretaceous anoxic events: from continents to oceans. J. Geol. Soc. London, 137, 171-188.
- JENKYN, H.C. (1985). The Early Toarcian and Cenomanian-Turonian anoxic events in Europe: comparisons and contrasts. Geol. Rundschau, 74, 505-518.
- KARAKITSIOS, V. (1990). Chronologie et géométrie de l' ouverture d' un bassin et de son inversion tectonique: le bassin Ionien (Epire, Grèce). Thèse Dipl. Docteur, Univ. P. et M. Curie, Paris, 305 p.
- MACHAIRAS, et al. (1979). Découverte d' importants dépôts de phosphorites en Epire (Grèce). C.R.Acad. Sc. Paris, 288, 1367-1370.
- ΠΑΠΑΣΤΑΥΡΟΥ, Σ. (1981). Ιζηματογενείς φωσφορούχοι σχηματισμοί. Κατάταξη-Συνθήκες σχηματισμού -Έρευνα στην Ελλάδα - Προοπτικές. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., 15, 13-31.
- PARRISH, J.T. (1982). Upwelling and petroleum source beds, with reference to Paleozoic. A.A.P.G. Bull, 66, 750-774.
- PEDERSEN, T.F. and CALVERT, S.E. (1990). Anoxia vs. productivity: what controls the formation of organic-carbon-rich sediments and sedimentary rocks. A.A.P.G. Bull, 74, 454-468.
- ΠΟΜΩΝΗ-ΠΑΠΑΙΩΑΝΝΟΥ, Φ. (1988). Ιζηματολογική μελέτη της στρωματογραφικής τομής "Κλιματίας" (άνω κρητιδικοί σχηματισμοί Ηπείρου). Αθήναι. έκθεση ΙΓΜΕ, 22 σ.
- RENZ, C. (1957). Die vorneogene Stratigraphie der normal sedimentären formationen Griechenlands. I.G.S.R., 637 p.
- ΣΚΟΥΝΑΚΗΣ, Σ. (1979). Συμβολή εις την μελέτην των συνθηκών γένεσης των κοιτασμάτων φωσφόρου της Δυτικής Ελλάδος. Πανεπ. Αθηνών. Διατρ. Υψηλ., 143 σ.
- WALZEBUCK, J.P. (1982). Sedimentologie der unterjurassischen Schwarzschiefer der Ionischen Zone von NW-Griechenland. Diss. Dokt., Univ. Tübingen, 150 p.
- ΧΙΩΤΗΣ, Ε. (1983). Η συμβολή της οργανικής γεωχημείας στην έρευνα υδρογονανθράκων στην Ελλάδα. Σουλ. Ελλ. Γεωλ., 1^ο Γεωλ. Συν., 203-217.