

**ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΕΙΣ ΦΩΣΦΟΡΟΥΧΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ
ΚΑΤΑΤΑΞΗ - ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ - ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΗΝ
ΕΛΛΑΔΑ - ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ**

Σ.Ε. ΠΑΠΑΣΤΑΥΡΟΥ*

Ἡ ἐργασία ἀφιερώνεται στή μνήμη τοῦ συνάδελφου Α. Μαΐλη, μέλος τῆς ὀμάδας γεωλόγων ἐρευνητῶν στό Παράρτημα Πρέβεζας τοῦ ΙΓΜΕ, πού χάθηκε στά 29 του χρόνια ἐκτελέσσας ὑπηρεσία.

ΣΥΝΟΨΗ

Ἡ παρούσα μελέτη ἀναφέρεται στήν πετρολογική κατάταξη, τίς συνθήκες σχηματισμοῦ, τήν οἰκονομικοπολιτική σημασία καί στήν ἔρευνα γιά τόν ἐντοπισμό φωσφορούχων σχηματισμῶν στόν Ἑλληνικό χῶρο.

Δίδονται, σέ συντομία, γενικά χαρακτηριστικά τῶν γνωστῶν στήν Ἑλλάδα φωσφορούχων πετρωμάτων καί καταβάλλεται προσπάθεια κατατάξεώς τους στούς γνωστούς τύπους φωσφορούχων σχηματισμῶν

Τέλος, δίδονται μέ βάση γεωλογικά συγκριτικά δεδομένα, οἱ προοπτικές τῆς περαιτέρω ἔρευνας στήν Ἑλλάδα γιά τόν ἐντοπισμό φωσφορούχων σχηματισμῶν τοῦ τύπου τῆς ἡπειρωτικῆς πλατφόρμας.

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit bezieht sich auf die petrologische Gliederung, auf die Bildungsverhältnisse, der ökonomisch-politische Bedeutung und auf die Untersuchungen im griechischen Raum zur Entdeckung phosphorhaltigen Sedimente.

Weiterhin werden die allgemeinen Charakteristika der in Griechenland bekannten phosphorhaltigen Gesteine gegeben, sowie deren Zuordnung zu den bekannten Typen phosphorhaltiger Formationen.

An Hand vergleichender geologischer Ergebnisse werden Vorschläge für die Prospektion phosphorhaltiger Formationen des Kontinentalen Platform-Typs im griechischen Raum gemacht.

* Σ.Ε. Παπασταύρου, Δρ. Γεωλογίας
Ι.Γ.Μ.Ε., Δ/νση Κοιτασματολογίας
Μεσογείων 70, Ἀθήναι

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

ΚΑΤΑΤΑΞΗ

Ός ιζηματογενείς φωσφορούχοι σχηματισμοί νοούνται πετρώματα με περιεκτικότητα σε P_2O_5 μεγαλύτερη του 1% (όρια γεωχημικής ανωμαλίας).

Φωσφάτα ονομάζονται όλα τα όρυκτά που έχουν σαν όρυκτογενετικό συστατικό τή ρίζα PO_4^{-3} και περιεκτικότητα σε P_2O_5 μεγαλύτερη του 1%. Κύριο όρυκτό, σε μία σειρά που περιλαμβάνει περισσότερα από 200, είναι ο άπατίτης $Ca_5(OH, F, Cl)(PO_4, CO_3)_3$.

Ο πετρολογικός όρος φωσφορίτης χρησιμοποιείται σε φωσφορούχα ιζηματογενή πετρώματα με περιεκτικότητα σε P_2O_5 μεγαλύτερη του 20%. Στο εμπόριο ανάγεται ή σε P_2O_5 περιεκτικότητα του φωσφορούχου πετρώματος σε % TCP ($Ca_3(PO_4)_2$). Έτσι οι φωσφορίτες περιέχουν τουλάχιστον 43,6% TCP (περιεχόμενο % $P_2O_5 \times 2,18$). Η κατώτερη απαιτούμενη περιεκτικότητα σε TCP είναι συνήθως 58%.

Από καθαρά πετρολογική άποψη ή όριοθέτηση αυτή των φωσφοριτών είναι αρκετά «σκληρή» για τους φτωχότερους φωσφορούχους σχηματισμούς (20-43,6% TCP) και εξυπηρετεί καθαρά τεχνολογικές - οικονομικές σκοπιμότητες.

Προφανώς μία νέα μέθοδος αξιοποίησεως φωσφορούχων πετρωμάτων με περιεκτικότητα σε P_2O_5 15 ή και 10% θά έπεκτείνει τά κατώτατα όρια. Αντίθετα τά ανώτατα όρια είναι καθορισμένα. Στο τέλος τής σειράς βρίσκεται ο άπατίτης.

Συνήθως, για τήν άρση κάθε προβλήματος, όσον άφορᾶ τό χαρακτηρισμό και τήν κατάταξη των φτωχών φωσφορούχων ιζηματογενών σχηματισμών, χρησιμοποιείται σαν έπίθετο ο όρος «φωσφορούχος» και άκολουθεί ο πετρολογικός χαρακτηρισμός του πετρώματος (π.χ. φωσφορούχος άργιλος ή άσβεστόλιθος κ.λ.π.).

Οί φωσφορίτες παρουσιάζουν ένα μεγάλο αριθμό χημικών όρυκτολογικών και ιζηματολογικών χαρακτηριστικών, με τήν βοήθεια των όποιων μπορεί νά γίνει ή διάκρισή τους. Παραμένει όμως άκόμη προβληματική ή από γενετική άποψη κατάταξή τους, έπειδή οί φωσφορούχοι σχηματισμοί είναι έπαναποτεθέντα ιζήματα (Resediment).

Περισσότερο πρακτική άποδεικνύεται ή μέθοδος κατατάξεως των φωσφορούχων σχηματισμών, που στηρίζεται στά κατά περίπτωση παρουσιαζόμενα χαρακτηριστικά, άποφεύγοντας με τόν τρόπο αυτό προβλήματα γενετικής προελεύσεως.

Καί έδῶ όμως υπάρχουν δύο τάσεις:

- α) ή μεταλλουργική και
- β) ή ιζηματολογική - πετρολογική.

Κατά τήν πρώτη, που στηρίζεται άποκλειστικά σε πρακτικά - μεταλλουργικά στοιχεία, βασικά χαρακτηριστικά είναι ή χημική σύσταση, τό περιεχόμενο TCP, τά συνοδευόντα όρυκτά και ή κατανομή του άπατίτη στο πέτρωμα (MABIE & HESS, 1964).

Κατά τή δεύτερη μέθοδο περιγράφεται ο φωσφορούχος σχηματισμός με βάση τήν ύφή του και τά λοιπά πετρολογικά του χαρακτηριστικά. Κατά τόν CAROZZI (1960) ή περιγραφή στηρίζεται σε χαρακτηριστικά όπως Pellets, Matrix, Cement, Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ.

Detritus κ.λ.π. Κατά τόν ίδιο έρευνητή διακρίνονται «πρωτογενείς» καί «δευτερογενείς» φωσφορούχοι σχηματισμοί.

Στους πρωτογενείς αναφέρει ψαμμιτικούς, άργιλικούς, γλαυκονιτικούς, ώολιθικούς, όβολιθικούς, κονδυλώδεις, μέ κρinoειδή, Bonebed, κοπρολιθικούς κ.λ.π.

Στούς δευτερογενείς τούς φωσφορούχους άμμους, φωσφορούχους άσβεστολίθους, τούς ύπολειμματικούς φωσφορίτες (Residual) καί τούς μεταφερμένους ύπολειμματικούς φωσφορίτες.

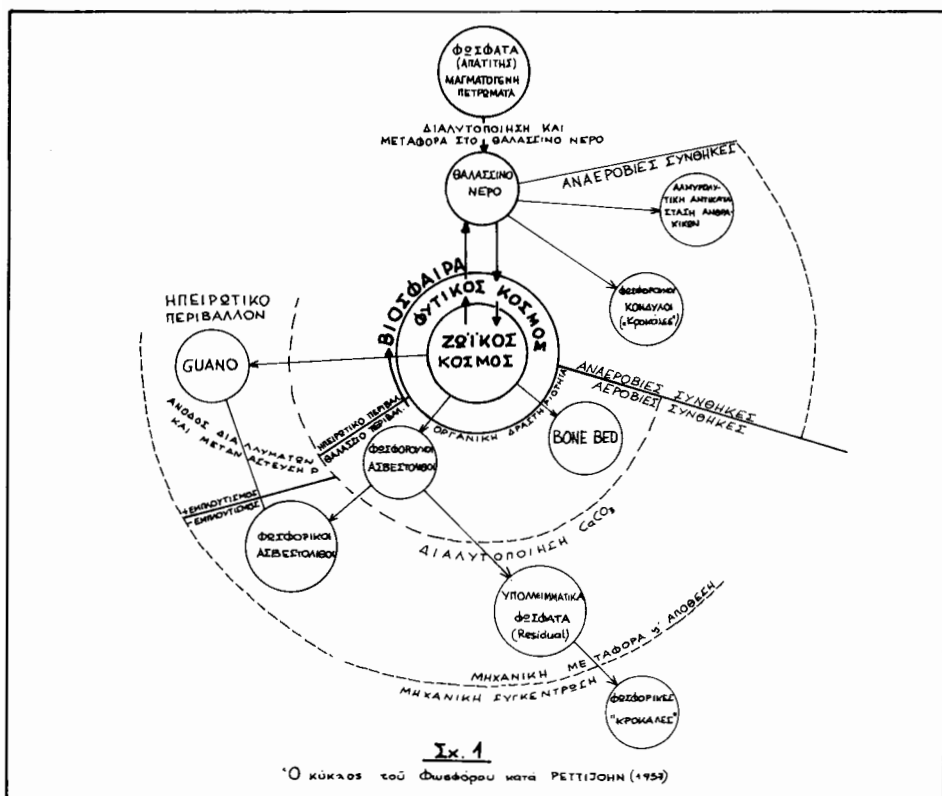
Τά περισσότερα φωσφορούχα όρυκτά παρουσιάζονται σέ κρυπτοκρυσταλλικό μέγεθος.

Ώς κολλοφανίτη χαρακτηρίζουμε (σέ σύγκριση μέ τόν λειμωνίτη, DEGENS, 1964) όρυκτό ινώδους - άκτινωτής ύψης.

Ό κανονικός άπατίτης είναι φθοριώχος, παρουσιάζονται όμως καί άντικαταστάσεις από μόρια Cl, OH κ.λ.π. Σέ μικρές ποσότητες, έκτός όρισμένων έξαιρέσεων, παρουσιάζονται Mg, Mn, Sr, Pb, Na, U, Ce, Y καί άλλες σπάνιες γαίες, όπως επίσης V, S καί As.

Όι φωσφορούχοι σχηματισμοί καθαρά όργανικής προελεύσεως καί μάλιστα χερσαίοι είναι γνωστοί ως Guano.

Ό κύκλος τού φωσφόρου δίδεται από τόν PETTJOHN (1957, Σχ. 1).



Οί φωσφορούχοι σχηματισμοί του τύπου της ήπειρωτικής πλατφόρμας παρουσιάζονται συνήθως στα περιθώρια αυτής και μάλιστα στις ανώτερες ιζηματογενείς σειρές που αποτίθενται εκεί (upper level) συνδεδεμένοι με τη φάση των κλαστικών σχηματισμών και (χαλαζιακοί ψαμίτες κυρίως) διαχωριζόμενοι σε δύο κατηγορίες υποσχηματισμών:

- α) χαλαζιακούς - γλαυκονιτικούς φωσφορούχους υποσχηματισμούς και
- β) σχηματισμούς με χαλαζιακούς άμμους, γλαυκονίτη και φακοειδούς μορφής φωσφορίτες.

Οί γεωσυγκλινοειδούς τύπου φωσφορούχοι σχηματισμοί συνδέονται, βασικά, με γεωσύγκλινα του τύπου Α και Β (SMIRNOV, 1962).

Μία σημαντική διαφορά μεταξύ του τύπου της πλατφόρμας και του γεωσυγκλίνου είναι η παρατήρηση της ύπαρξης ενός ή τό πολύ δύο στρωμάτων φωσφορούχου ύλικου στον πρώτο, σε αντίθεση με το δεύτερο, όπου κύριο χαρακτηριστικό είναι η επανάληψη πολλών φωσφορούχων στρωμάτων.

Γενικά επίσης παραδεκτή είναι η παρατήρηση μιᾶς «είδικης» φωσφορικής ύφαλοκρηπίδος (βάθους μέχρι 250-300 μ.) με μόνη, ίσως, εξαίρεση τα φωσφορικά κοιτάσματα της Zacateca του Μεξικού (βάθος μέχρι 1.000 μ.). Όμοιως γενικά παραδεκτό είναι το γεγονός, πώς η απόθεση του φωσφορούχου ύλικου πραγματοποιείται σε σημεία συναντήσεως θερμών θαλασσιών ρευμάτων της άκτης με ανερχόμενα, ψυχρά, πλούσια σε φωσφορούχο ύλικό θαλάσσια ρεύματα (upwelling areas, upcurrents). Τό φαινόμενο αυτό είναι γνωστό τόσο σε σύγχρονους σχηματισμούς (Φλώριδα, Μπαχάμες) όσο και σε σχηματισμούς του Παλαιozoικού και του Τριτογενούς.

Οί μεγαλύτερες ποσότητες φωσφορούχου ύλικου αποτίθενται σε μικρά βάθη (50-150 μ.), όπου η τιμή της μοριακής πίεσεως του περιεχομένου CO_2 είναι μικρή, όπως χαμηλή επίσης είναι η περιεκτικότητα σε CO_2 και υπάρχουν ευνοϊκές τιμές pH (συνήθως $>7,5$). Η τιμή του Eh κατά τις διαγενετικές διεργασίες παίζει επιπρόσθετα ένα σημαντικό ρόλο (τιμή του Eh μεταξύ +0,1 και -0,1 συνήθως). Ύψηλή είναι επίσης η αλμυρότητα του θαλασσιού ύδατος και παίζει επίσης σημαντικό ρόλο στο σύστημα $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-NaCl-H}_2\text{O}$, ιδιαίτερα όσον αφορά τα όρια και τό βαθμό διαλυτότητας του CaO , του P_2O_5 και του NaCl , όπως απέδειξαν οί έρευνες των RUSHINOW και SMIRNOV.

Γιά τούς φωσφορούχους σχηματισμούς του γεωσυγκλινοειδούς τύπου ένα επιπρόσθετο χαρακτηριστικό είναι η άργη ιζηματογένεση, όπως απέδειχθη σε πάρα πολλές εμφανίσεις και κοιτάσματα (π.χ. λεπτοστρωσιγενής ύψη).

Νεώτερες έρευνες έχουν επίσης αποδείξει ότι και η διαμόρφωση της μορφολογίας του βυθού της θαλάσσης παίζει πολλές φορές καθοριστικό ρόλο για την απόθεση του φωσφορούχου ύλικού, κυρίως όμως ποσοτικής ύψης. Έρευνες στη περιοχή Kurvelesh της Άλβανίας αλλά και στην έξωτερική Ίόνιο υποζώνη απέδειξαν πώς μεγάλη κλίση του πυθμένα της θαλάσσης είναι ανασταλτικός παράγοντας αποθέσεως, όπως επίσης ότι διάβρωση του Bedrock (π.χ. μετά από απόσυρση της θαλάσσης) και εξομάλυνση των μορφολογικών ανωμαλιών δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες αποθέσεως του φωσφορούχου ύλικού (σταθερότερες συνθήκες pH, θερμοκρασίας θαλασσιού ύδατος, βιοκοινωνιών κ.λ.π.) αλλά

πραγματοποιείται επίσης καλύτερα ή συνάντηση τῶν κατερχομένων θερμῶν ρευμάτων μέ τά ἀνερχόμενα ψυχρά θαλάσσια ρεύματα.

Τέλος σπουδαῖο ρόλο γιά τήν ἀπόθεση τοῦ φωσφορῶχου ὑλικοῦ παίξει ἡ «κληρονομούμενη» τεκτονική, καθώς καί ἡ τεκτονική κατά τήν ἀπόθεσή του (π.χ. ἀνοδικές - καθοδικές κινήσεις στόν εὐρύτερο χῶρο).

Κινήσεις τοῦ εἴδους αὐτοῦ σέ μειογεωσυγκλιτικές περιοχές δημιουργοῦν προϋποθέσεις σχηματισμοῦ τῆς «εἰδικῆς» φωσφορικής ὑφαλοκρηπίδος ἢ τίς καταστρέφουν, σχηματίζοντας βαθύτερες λεκάνες (βάθους ἄνω τῶν 400 - 500 μ., ὅπως π.χ. στήν Ἰόνιο ἐξωτερική ὑποζώνη).

Χαρακτηριστικό παράδειγμα γιά τήν περίπτωση αὐτή ἀποτελοῦν τά κοιτάσματα φωσφοριτῶν τοῦ Ἰσραήλ καί τῆς Ἰορδανίας, ὅπου κατά τό Καμπάνιο ἡ ἀρχομένη φάση τῆς κυρίας πτυχώσεως δημιούργησε συνθηκες εὐνοϊκές γιά τήν ἀπόθεση φωσφοριτῶν στό Ἰσραήλ, ὄχι ὅμως καί στήν Ἰορδανία (πολύ βαθειά θάλασσα), ἐνῶ τό ἀντίθετο συνέβη στό Ἡώκαινο (φωσφορίτες στήν Ἰορδανία, καμμία ἀπόθεση στό Ἰσραήλ, BENTOR, 1953).

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ - ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ

Κάτω ἀπό τό πρίσμα τῆς οἰκονομίας καί τῆς πολιτικῆς τῶν ὀρυκτῶν πρώτων ὑλῶν τά οἰκονομικά ἐκμεταλλεύσιμα κοιτάσματα φωσφόρου συνιστοῦν σαφῶς «κρίσιμες» πρώτες ὕλες.

Ἡ κατανομή τῶν παγκοσμίων ἀποθεμάτων φωσφοριτῶν στούς πολιτικοοικονομικούς συνασπισμούς εἶναι:

α) Βιομηχανικές χῶρες τῆς Δύσεως	39,3%
β) Σοσιαλιστικές χῶρες	18,3%
γ) Ἀναπτυσσόμενες χῶρες	42,4%

Οἱ φωσφορίτες ἀποτελοῦν εἰδικότερα γιά τήν Εὐρώπη, «κρίσιμη» πρώτη ὑλη, σέ ποσοστό ἐξαρτήσεως τῶν εἰσαγωγῶν 100%, οὐσιαστικά μηδαμίνες δυνατότητες Recycling, πολιτικούς κινδύνους διακοπῆς τῶν εἰσαγωγῶν σέ χαμηλό ποσοστό καί βεβαιότητα τροφοδοσίας σχετικά ἱκανοποιητική.

Οἱ χῶρες πού παράγουν, φωσφορίτες δέν ἔχουν, ἀκόμη, σχηματίσει Cartell οὔτε ἐπίσης ὑπάρχει ἐπίσημος διεθνῆς ὀργανισμός τῶν παραγωγῶν - χωρῶν, ἀναγνωρίζεται ὅμως παγκόσμια, ἰδιαίτερα μετά τό 1974, μιᾶ πρακτικά ἡγετική θέση τοῦ Μαρόκκου, ὅσον ἀφορᾷ τόν καθορισμό τῶν τιμῶν καί τό ὕψος διακινήσεως τοῦ προϊόντος.

Τό 80% τῆς παγκοσμίου παραγωγῆς ἐλέγχεται, οὐσιαστικά, ἀπό τρεῖς χῶρες (Μαρόκκο, Η.Π.Α. καί Ρωσία). Λόγω ὅμως τοῦ ὕψους τῶν ἐσωτερικῶν ἀναγκῶν κύριος ἐξαγωγέας, σέ παγκόσμια κλίμακα, εἶναι τό Μαρόκκο, ἀκολουθούμενο ἀπό τήν Ἰσπανική Σαχάρα, τήν Τυνησία, τό Ἀλγέρι κ.ἄ.

Τά παγκόσμια ἀποθέματα, ἐκτός τῶν Η.Π.Α. καί τῆς Ρωσίας βρίσκονται κυρίως στήν Βόρειο Ἀφρική (Μαρόκκο 40.000.000.000 t., μ.ο. TCP 70-72%, Ἰσπανική Σαχάρα 1.300.000.000 t. μ.ο. TCP 70-73%, Τυνησία 500.000.000 t. μ.ο.

62-68% TCP, 'Αλγερία 400.000.000 t. μ.ο. TCP 64-68% κ.λ.π.). Σημαντικά άποθέματα είναι επίσης γνωστά στις 'Ινδίες, τό 'Ιράκ, τό 'Ισραήλ, τήν 'Ιορδανία κ.ά.

Τά τελευταία χρόνια έχει αναληφθεῖ μεγάλη προσπάθεια γιά τόν έντοπισμό καί τήν αξιοποίηση φωσφοριτῶν στήν Αἴγυπτο, τήν Λιβύη, τή Σενεγάλη, τήν Ουγκάντα, τήν Νοτιοαφρικανική Ένωση, τήν Τουρκία, τήν 'Ελλάδα, τήν Γιουγκοσλαβία κ.ά.

Στό σημείο αὐτό πρέπει νά τονισθεῖ πῶς οἱ φωσφορίτες ἔχουν ἀποτελέσει, λόγω τῆς οἰκονομικῆς τους σημασίας, ἀκόμη καί αἴτιο συρράξεως ὅπως π.χ. στή περίπτωση τῆς 'Ισπανικῆς Σαχάρας μεταξύ τοῦ Μαρόκκου καί τοῦ κινήματος Polisario. Τά τελευταία χρόνια παρατηρεῖται μία ἀστάθεια-στίς τιμές, μέ κυρίως καθοδικές τάσεις, πού κατευθύνεται ἀπό τό Μαρόκκο. Έτσι γιά φωσφορίτες τῶν ποιοτήτων 62-75% TCP ἐπιτυγχάνονται τιμές 28-48 \$/t (FOB).

Τό Μαρόκκο ἔχει προγραμματίσει (1978) τήν ἐγκατάσταση πυρηνικοῦ σταθμοῦ παραγωγῆς ἠλεκτρικοῦ ρεύματος (300 MW) στηριζόμενο στήν παραγωγή, ὡς ὑποπροϊόντος, U_3O_8 , πού περιέχεται στούς φωσφορίτες (μ.ο. 150-200 gr/t, μέ κατώτατα ὄρια ἐκμεταλλεύσεως τά 50 gr/t U_3O_8 , περιοχή Marrakesh).

Στόν Εὐρωπαϊκό χῶρο, χωρίς μέχρι σήμερα νά εἶναι γνωστή οἰκονομική τους ἐκμετάλλευση, τουλάχιστο σέ ἀξιόλογο βαθμό, ἐντοπίσθηκαν φωσφοροῦχοι σχηματισμοί στήν 'Ισπανία (Πυρηναία), Γαλλία, Μ. Βρεταννία, Γιουγκοσλαβία, 'Ελλάδα, 'Αλβανία καί Σουηδία. 'Η 'Ελλάδα εἶναι ἡ μοναδική ἀπό τίς χῶρες τῆς Ε.Ο.Κ. μέ γνωστούς καί ἐκτεταμένους φωσφοροῦχους σχηματισμούς.

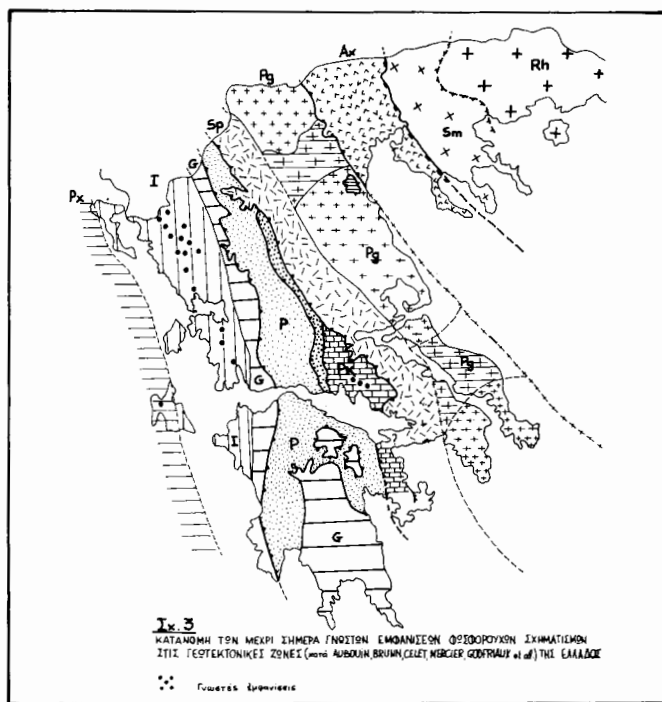
'Η τυχόν μελλοντική αξιοποίησή τους θά ἀποτελέσει, ὅπως εἶναι εὐνόητο, ἕνα πρώτης τάξεως ἐξαγωγικό προϊόν μέ σημαντικά οἰκονομικά καί συναλλαγματικά ὠφέλη γιά τήν 'Ελλάδα, ταυτόχρονα ὁμως θά ἀπαλλάξει καί τίς χῶρες τῆς Ε.Ο.Κ. ἀπό τό ἄγχος τῆς ἐξασφαλίσεως τῶν εἰσαγωγῶν.

ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ

Φωσφοροῦχοι σχηματισμοί, μέ τή στενή γεωχημική ἔννοια, ἐντοπίσθηκαν στόν 'Ελλαδικό χῶρο στίς ἀρχές τοῦ αἰῶνα (SIMONELLI 1904). Πρόκειται γιά μειωκαινικούς, κλαστικούς σχηματισμούς (ἄργιλοι, ψαμίτες, μάργες κ.λ.π.) μέ χαμηλή περιεκτικότητα σέ P_2O_5 (1-3%). Παρουσιάζονται σέ φακοειδῆ μορφή μικρῶν διαστάσεων καί, ἀπό τά στοιχεῖα πού εἶναι μέχρι σήμερα γνωστά, δέν παρουσιάζουν οἰκονομικό ἐνδιαφέρον. Έμφανίσεις τοῦ εἴδους αὐτοῦ εἶναι γνωστές στήν Κεφαλονιά, στή Ζάκυνθο καί στήν Κέρκυρα (Σχ. 4).

'Επιγενεῖς συγκεντρώσεις ἀπατίτη εἶναι γνωστές στό ἡμιμεταμορφωμένο ὑπόβαθρο Πελοποννήσου - Κρήτης (περιοχές Πάρωνα, ΠΕΡΤΕΣΗΣ - ΜΑΡΙΝΟΣ, 1959) καί οὐρανιοβαναδιούχοι φωσφοροῦχοι σχηματισμοί στόν Κιθαιρώνα (ΒΡΑΧΑΜΗΣ, 1962).

Μειωκαινικῆς ἡλικίας εἶναι οἱ φωσφοροῦχοι, βιτουμενιούχοι, βιογενοῦς προελεύσεως (κοράλλια, γαστερόποδα) ἀσβεστόλιθοι τῆς περιοχῆς Κτισμάτων - 'Αργυροχωρίου/Ν. 'Ιωαννίνων (ΜΑΡΙΝΟΣ - ΑΝΔΡΟΝΟΠΟΥΛΟΣ - ΜΕΛΙΔΩΝΗΣ, 1957). 'Η περιεκτικότητά τους σέ P_2O_5 κυμαίνεται μεταξύ 1 καί 2% (Σχ. 4).



Νεώτερες έρευνες (ΚΙΣΚΥΡΑΣ, 1962) απέκλειαν κάθε πιθανότητα υπάρξεως φωσφορούχων σχηματισμών στην Δ. Ελλάδα, ενώ αντίθετα διέβλεπαν πολλές πιθανότητες στη Ζώνη Παρνασσού - Γκιώνας. Πράγματι τό 1976 (ΚΙΣΚΥΡΑΣ), μετά από έρευνες στην περιοχή Διστόμου/Ν. Φωκίδος, έντοπίσθηκαν φωσφορούχοι σχηματισμοί. Πρόκειται για φωσφορούχους άνθρακικούς ψαμμίτες, κονδυλώδους και φακοειδούς μορφής ή άσυνεχούς στρώματος, με κόκκους και πisolίθους Κολλοφανίτη. Η περιεκτικότητα σε P_2O_5 κυμαίνεται μεταξύ 2 και 23,52%, τό πάχος τους από μερικά έκατοστά μέχρι περίπου 10 μ. και τό μήκος τους από μερικά μέτρα μέχρι λίγες έκατοντάδες μέτρα (Σχ. 3).

Τέλος πρέπει να αναφερθούν οι έρευνες που διεξήγαγε και συνεχίζει ή ΑΕΧΠΛ σε περιοχές της Ήπειρου (Μουργκάνα κ.ά.) με άγνωστα μέχρι σήμερα αποτελέσματα.

Γενικά μπορούμε να πούμε πως όλες οι μέχρι τό 1976 έρευνες για τόν έντοπισμό φωσφορούχων σχηματισμών δέν προχώρησαν περισσότερο από τό στάδιο της κοιτασματολογικής άναγνωρίσεως.

Έτσι, όλα τά δεδομένα που συγκεντρώθηκαν μέχρι τό 1976 άφορούν περιορισμένης έκτάσεως ύπαιθριες και έργαστηριακές έργασίες, δηλαδή μεμονωμένους έντοπισμούς φωσφορούχων σχηματισμών, που δέν συνεχίσθησαν σε έπόμενη φάση. Λείπουν έπομένως τόσο τά κοιτασματολογικά όσο και τά οικονομικά κριτήρια αξιολογήσεως.

Παρά τίς αντίθετες προγνώσεις (Ι.Γ.Ε.Υ. 1955-57, ΚΙΣΚΥΡΑΣ 1962 και 1976,

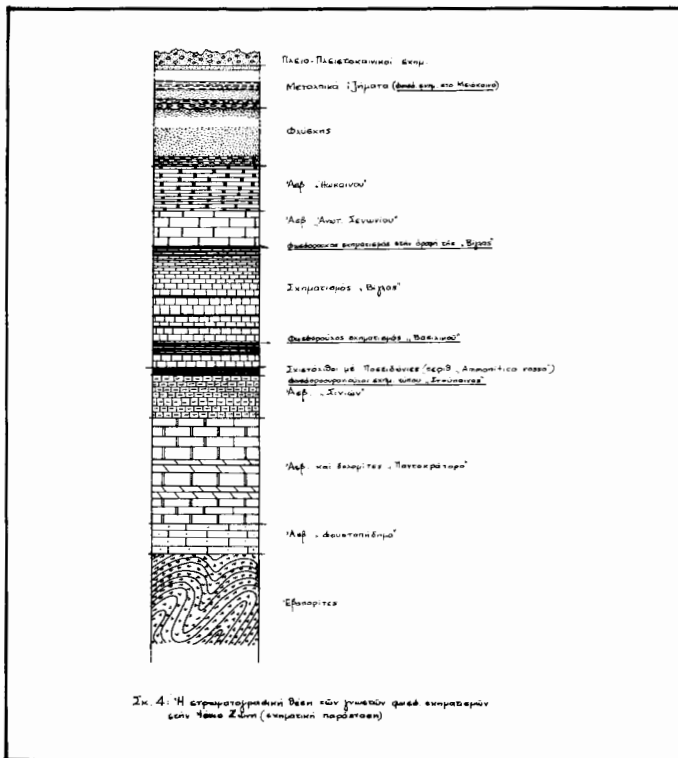
Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας. Α.Π.Θ.

SHELDON, 1964) έντοπίσθηκε τό 1976 από τούς Γεωλόγους τού Παραρτήματος Ι.Γ.Μ.Ε./Πρεβέζης* έκτεταμένος όρίζοντας φωσφορούχων σχηματισμών στην 'Ιόνιο Ζώνη (Σχ. 3, 4, 5).

Πρόκειται γιά φωσφορούχους άσβεστολίθους πού συνιστούν σταθερό στρωματογραφικό όρίζοντα στην όροφή τού σχηματισμού τής «Βίγλας» (10-25 τελευταία μέτρα τού σχηματισμού) και έντοπίσθηκαν στην κεντρική, κυρίως, αλλά και στην έσωτερική 'Ιόνιο ύποζώνη.

Τά γενικά χαρακτηριστικά τού φωσφορούχου σχηματισμού είναι:

1. Σταθερός στρωματογραφικός όρίζοντας πού αναπτύσσεται σέ βεβαιωμένο μήκος 250 χιλιομέτρων (συνεχίζει στην 'Αλβανία περίπου 150 χιλ.).
2. Τό εύρος τής ζώνης, όπου έντοπίζεται ό σχηματισμός, κυμαίνεται μεταξύ 10 και 25-30 χιλιομέτρων.
3. Τά υπερκείμενα 60-70 μ. τού σχηματισμού τής Βίγλας, πού περιέχουν και τά φωσφορούχα πετρώματα, χαρακτηρίζονται σάν ασύμμετρος ρυθμίτης άνθρακικού και κερατολιθικού ύλικού.



* Π. ΒΕΚΙΟ, Ν. ΒΥΘΟΥΛΚΑ, Π. ΓΡΗΓΟΡΗ, Α. ΜΑΪΛΗ (+), Κ. ΜΑΝΑΚΟ, Κ. ΜΕΘΕΝΙΤΗ, Ν. ΠΑΠΑΓΩΑΝΝΟΥ, Σ. ΠΑΠΑΣΤΑΥΡΟΥ, Λ. ΠΙΤΣΙΚΑ, Α. ΣΤΑΜΟ.

4. Μεταξύ του φωσφορούχου σχηματισμού της «Βίγλας» και του σχηματισμού του ανώτερου Σενώνιου περεμβάλλονται σέ έναλλαγές («μεταβατική ζώνη») στρώσεις άνθρακικού και κερατολιθικού ύλικου. Τό πάχος της ζώνης αὐτῆς μεταβάλλεται ἀπό 1 μ. (περιοχή Ὀρεινοῦ - Ξηρόβαλτου καί Δελβινακίου) μέχρι 20 μ. (περιοχή Τσαγγαρόπουλου - Δρυμῶνος). Τοπικά παρατηρεῖται συχνά ἔντονη ἀνακρυστάλλωση τῶν ἀσβεστολίθων, παρουσία Detritus (περιοχή Ἀσπραγγέλων) ἢ λατύπες κόκκινου ἀσβεστόλιθου τῆς «Βίγλας», πού ἀνευρίσκονται καί στό σχηματισμό τοῦ ανώτερου Σενώνιου (περιοχή Τερρόβου).
5. Στό ὑποκείμενο, κυρίως, ἀλλά καί στό ὑπερκείμενο τοῦ φωσφορούχου σχηματισμοῦ (σπάνια) παρατηροῦνται ἀργιλικές διαστρώσεις, συχνά πυριτωμένες, γλαυκονιτικές, πάχους 0,5-40 ἔκ. Οἱ μεγάλοι πάχους ἀργιλικές διαστρώσεις ἐμφανίζονται μόνο στό ὑποκείμενο τοῦ φωσφορούχου σχηματισμοῦ (10-40 ἐπαναλήψεις στή περιοχή Ἀγίου Γεωργίου/Δελβινακίου, 15-20 ἐπαναλήψεις στή περιοχή Τερρόβου).
6. Ὁ φωσφορούχος σχηματισμός ἀρχίζει πάντα μετά ἀπό μιά ἀργιλική (πράσινη - καφεπράσινη ἢ κοκκινοκίτρινη) διάστρωση, ἐνῶ μέσα στόν ὀρίζοντα δέν παρατηρήθηκε ἡ παρουσία τους.
7. Κύριο χαρακτηριστικό τοῦ φωσφορούχου σχηματισμοῦ εἶναι ἡ λεπτοστρωσιγενῆς ὑφή. Ἐκτός αὐτοῦ καί ἀνεξάρτητα ἀπό τό συνολικό, κατά θέση, πάχος τοῦ φωσφορούχου σχηματισμοῦ ἢ τῆς ποιότητος παρατηρεῖται ἐναλλαγή φωσφορούχου ὑλικου καί στείων διαστρώσεων ἀσβεστολίθου ἢ κερατολίθου. Ἔτσι εἶναι δυνατόν νά παρατηρηθοῦν συνολικά 30 ἢ καί 40 στρώσεις φωσφορούχου ὑλικου σέ ἕνα συνολικό πάχος φωσφορούχου σχηματισμοῦ 5 ἢ 7 μ. Ἡ λεπτοστρωσιγενῆς ὑφή ἀποτελεῖ χαρακτηριστικό ὄλων τῶν συμμετεχόντων πετρολογικῶν τύπων, ἐκτός ἀπό ὀρισμένα τμήματα τοῦ στείου (λευκοῦ) ἀσβεστολίθου.
8. Στίς ὑποκείμενες τοῦ φωσφορούχου ὀρίζοντα στρώσεις τοῦ σχηματισμοῦ τῆς «Βίγλας» (30-60 μ.) παρατηροῦνται (ἀπό τό ὑποκείμενο πρὸς τό ὑπερκείμενο) ἀξανομένης ἐντάσεως καί πάχους κίτρινες, καφεκίτρινες, κιτρινέρυθρες, κεραμιδί - καφεκόκκινες κηλίδες. Ἡ συχνότητά τους ἀξάνει ἐπίσης ἀπό τά ὑποκείμενα πρὸς τά ὑπερκείμενα, ἐνῶ στά τελευταῖα 8-10 μ. (κοντά στό φωσφορούχο σχηματισμό) οἱ κηλίδες σταδιακά συννοοῦνται καί σχηματίζουν ἀχνές γραμμώσεις (ἐναρξη τῆς παρατηρούμενης λεπτοστρωσιγενοῦς ὑφῆς στό μεταλλοφόρο τμήμα τῆς «Βίγλας»). Ἡ «ζώνη» αὐτή τῶν κηλίδων καί ἰδιαίτερα τῶν ἀχνῶν γραμμώσεων χαρακτηρίσθηκε σάν ἐνδειξη ἐνάρξεως τῆς ἀποθέσεως τοῦ φωσφορούχου ὑλικου καί ὀνομάσθηκε «ζώνη ἡμιεμπλουτισμοῦ». Χημικές ἀναλύσεις δειγμάτων ἔδωσαν τιμές σέ R_2O_5 μεταξύ 0,5 καί 1,5%. Πρέπει νά σημειωθεῖ ὅτι ἀσθενέστερη «ζώνη ἡμιεμπλουτισμοῦ» παρατηρήθηκε καί σέ στεῖρα ἐπαφή (Δωδώνη).
9. Μέ τό τμήμα τῆς Βίγλας, ὅπου παρατηροῦνται οἱ κηλίδες, οἱ ἀχνές γραμμώσεις καί οἱ διαστρώσεις γλαυκονιτικῆς, πυριτωμένης ἀργίλου συνδέεται καί ἡ παρουσία εὐμεγεθῶν κονδύλων ἢ φακῶν κερατολιθικού ὑλικου (μέχρι 70 ἔκ.

- μῆκος ενός τῶν ἀξόνων), σέ ἀντίθεση πρὸς ὄλο τόν ὑπόλοιπο σχηματισμό τῆς Βίγλας, ὅπου παρατηροῦνται μόνο διαστρώσεις κερατολιθικοῦ ὕλικου.
10. Μέσα ἢ κοντά στό φωσφοροῦχο σχηματισμό (στά ἀμέσως ὑποκείμενα 1,2 - 2,5 μ.) παρατηροῦνται πυκνοὶ δενδρίτες Μη, σχεδόν σ' ὅλες τίς ἐπιφάνειες στρώσεις ἀλλὰ καί μέσα στόν στεῖρο (λευκὸ) ἀσβεστόλιθο.
11. Τό πλουσιώτερο τμήμα τοῦ φωσφοροῦχου σχηματισμοῦ, ἀνεξάρτητα τοῦ κατὰ περίπτωση μ.ο. βρίσκεται στά ὑποκείμενα 2/5 ἢ 1/3 τοῦ συνολικοῦ τοῦ πάχους.
12. Τό πάχος τοῦ φωσφοροῦχου σχηματισμοῦ κυμαίνεται ἀπὸ 2 μέχρι 30 καί περισσότερα μέτρα. Γενικά παρατηρεῖται μία σαφὴς αὔξηση ἀπὸ ΒΔ πρὸς ΝΑ (Ὁρεινὸ - Ξηρόβαλτο - Δελβινάκι πρὸς Δρυμώνα - Αἰτωλοακαρνανία) ἐνῶ κατὰ τὸν ἄξονα Α-Δ παρατηροῦνται ἀρνητικὲς καί θετικὲς διαφοροποιήσεις τοῦ πάχους. Στὴ περιοχὴ Ἀμπελιᾶς - Κρυφοβοῦ παρουσιάζονται, γιὰ μικρὸ μῆκος, ἀπότομες αὔξομειώσεις τοῦ πάχους τοῦ φωσφοροῦχου ὀρίζοντα.
13. Στὶς περιοχὲς Κληματιᾶς - Καρίτσας - Ζίτσας, Δρυμώνα, Κοσμηρᾶς - Ἀμπελιᾶς, σέ τμήματα τῆς περιοχῆς Κρυφοβοῦ ἀλλὰ καί σέ περιοχὲς στεῖρας ἐπαφῆς (περιοχὴ Δωδώνης, Τερρόβου κ.ἄ.) παρατηρήθηκε, τόσο στό ὑποκείμενο τοῦ φωσφοροῦχου ὀρίζοντα ὅσο καί στὴν «μεταβατικὴ» ζώνη μεταξύ αὐτοῦ καί τοῦ σχηματισμοῦ τοῦ ἀνωτέρου Σενωνίου, ἐρυθρός-ροζέ ἀσβεστόλιθος καί κερατόλιθος σέ ἐναλασσόμενες διαστρώσεις. Στὴ περιοχὴ Τερρόβου, ὅπου ἐντοπίσθηκε στεῖρα ἐπαφῆ, τὸ πάχος τῶν κόκκινου κυρίως χρώματος ἀσβεστολιθικῶν καί κερατολιθικῶν διαστρώσεων ὑπερβαίνει τὰ 15-18 μ.
14. Ἐχει παρατηρηθεῖ πὼς αὔξηση τοῦ συνολικοῦ πάχους τοῦ φωσφοροῦχου ὀρίζοντα συμβαδίζει μὲ ταυτόχρονη αὔξηση τοῦ συνολικοῦ ποσοστοῦ τῶν στεῖρων τμημάτων (π.χ. λευκοῦ ἀσβεστολίθου), δηλαδὴ μείωση συνήθως τοῦ μ.ο. τοῦ περιεχομένου P_2O_5 . Ἡ παρατήρηση αὐτὴ δὲν ἰσχύει καί γιὰ τὸ ποσοστὸ συμμετοχῆς τοῦ κερατολιθικοῦ ὕλικου.
15. Αὔξηση τοῦ πάχους τῶν στρώσεων ἢ τῶν τραπεζῶν τοῦ φωσφοροῦχου ἀσβεστολίθου καί βελτίωση τῆς ποιότητος (περιεχόμενο P_2O_5) συμβαδίζει μὲ αὔξηση τοῦ πάχους τῆς ἄμεσα ὑπερκείμενης τράπεζας στεῖρου ἢ πολὺ φτωχοῦ ἀσβεστολίθου (π.χ. περιοχὴ Κατσικᾶ καί Κοσμηρᾶς).
16. Ἡ ποιοτικὴ διαφοροποίηση τοῦ φωσφοροῦχου ὕλικου εἶναι ταχύτατη τόσο κατὰ τὴ στρωματογραφικὴ ἔννοια ὅσο καί τὴν παράταξη. Οἱ μεγαλύτερες γενικά παρατηρούμενες διακυμάνσεις εἶναι μεταξύ 3% καί 27% σέ P_2O_5 , ἐκτός τῆς περιοχῆς Δελβινακίου (Πρ. Ἡλίας) ὅπου εἶναι ἀκόμη μεγαλύτερες (3% καί 33%). Ἡ ποιοτικὴ διαφοροποίησις φαίνεται νὰ εἶναι ἀνεξάρτητη τοῦ πάχους τοῦ ὀρίζοντα καί παρουσιάζεται φυσικὰ μικρότερη σέ περιοχὲς χαμηλότερου ποιοτικοῦ μέσου ὄρου (π.χ. μεταξύ 2 καί 10-12%). Στὶς περιοχὲς Κοσμηρᾶς, Κολωνιάτου Α, Δρυμώνα ΙΙΙ καί Δρυμώνα Ι παρατηρήθηκαν διακυμάνσεις τοῦ μέσου ὄρου τοῦ ὀρίζοντα τῆς τάξεως τῶν 5 ἢ καί 7% σέ ἀποστάσεις μικρότερες τῶν 80 ἢ λιγώτερων μέτρων.
17. Στό φωσφοροῦχο ὀρίζοντα παρουσιάζεται ρυθμικότητα τῶν ἀποθέσεων καί σέ

άρκετές θέσεις (Προφ. Ἡλίας/Δελβινάκιον, Κατσικά, Κοσμηῶ, Κολωνιάτο) πρωτογενῆς ἢ καί συνδιαγενετικός ἐμπλουτισμός.

18. Σέ μερικές περιπτώσεις παρατηρήθηκε πὼς τὰ πλουσιώτερα σέ P_2O_5 τμήματα τοῦ ὀρίζοντα βρίσκονται (κατὰ τὸν ἄξονα Α-Δ) στήν Δ πτέρυγα τῶν ἀντικλίνων καί λιγώτερο στὰ σάγματα ἢ ἐντός συγκλίνων.
19. Δέν ἔχουν διαπιστωθεῖ ἀκόμη οἱ συνθήκες ἀποθέσεως τοῦ φωσφορούχου ὑλικοῦ. Γιά τὸ σκοπὸ αὐτὸ μόνο μία πλήρης μικροφασικὴ ἀνάλυση τῶν ἰζηματογενεοῦς προελεύσεως φωσφορούχων σχηματισμῶν εἶναι δυνατόν νά δώσει ἀπαντήσεις σέ θέματα παλαιογεωγραφίας καί κατὰ συνέπεια νά ὀδηγήσει σωστά στήν ἔρευνα γιά τὸν ἐντοπισμὸ τῶν πιὸ εὐνοϊκῶν θέσεων ὑπάρξεως τοῦ πλουσιώτερου σε P_2O_5 ὑλικοῦ.
20. Ἄπ' ὅλα τὰ παραπάνω συμπεραίνεται ἡ κατάταξη τῶν φωσφορούχων σχηματισμῶν, στήν ὀροφή τοῦ σχηματισμοῦ τῆς «Βίγλας» στὸν Ἡπειρωτικὸ χῶρο, στὸν τύπο τῶν γεωσυγκλινικῶν φωσφορούχων σχηματισμῶν σέ περιοχὴ μειογεωσυγκλίνου.

Τέλος παρατηροῦνται τρεῖς μορφές φυσικοῦ ἐμπλουτισμοῦ:

- α) Τεκτονικοῦ αἰτίου (π.χ. περιοχὴ Ὀρεινοῦ - Ξηρόβαλτου, Κατούνας/Αἰτωλοακαρνανίας καί Ἀλῆ Πασᾶ/Ἰωαννίνων): Στὴ περίπτωση αὐτὴ παρατηρεῖται, λόγω τεκτονικῶν αἰτίων καί διαλυτοποιήσεως ἀνθρακικοῦ ὑλικοῦ, ἔντονη ἀπασβέστωση, μέ ἀποτέλεσμα τὴν ποιοτικὴ, στό μ.ο., βελτίωση τοῦ συνολικοῦ πάχους τοῦ ὀρίζοντα, πού φθάνει τὰ 40 καί 60% τοῦ ἀρχικοῦ. Ὅσον ὑψηλότερη ἢ σέ P_2O_5 ἀρχικὴ περιεκτικότητά τοῦ φωσφορούχου ὑλικοῦ τόσο πλουσιώτερο καί τὸ τεκτονισμένο τμήμα του.
- β) Πρωτογενῆς φυσικὸς ἐμπλουτισμός (π.χ. Προφ. Ἡλίας/Δελβινακίου) μέ ἔντονες ποιοτικὲς διαφοροποιήσεις (συν-καί καταδιαγενετικά) σέ μικρὲς ἀποστάσεις (5-10 μ.).
- γ) Φυσικὸς ἐμπλουτισμός λόγω λατεριτικῆς διαβρώσεως καί ἀπασβεστώσεως (π.χ. περιοχὴ Δρυμῶνος, Καρίτσας - Γαρδικίου κ.ἄ.): Στὴ περίπτωσι αὐτὴ μποροῦμε νά κατατάξουμε τοὺς φωσφορικοὺς σχηματισμοὺς στήν κατηγορίαν τῶν μεταφερμένων ἢ μὴ, ὑπολλειματικῶν φωσφορούχων σχηματισμῶν (Residual).

Κατὰ τὴ διάρκεια ἀναγνωρίσεως ἐντοπίσθηκε (Σ. ΠΑΠΑΣΤΑΥΡΟΥ - Π. ΓΡΗΓΟΡΗΣ, 1977) φωσφορούχος σχηματισμὸς στὴ βάση τοῦ σχηματισμοῦ τῆς «Βίγλας» (δυτικὰ τοῦ χωριοῦ Βασιλικό/Πωγωνιανῆς, θέση Ἰση-Μηνᾶς, Σχ. 4).

Πρόκειται γιά φωσφορούχους ἀσβεστολίθους τῆς «Βίγλας» μέ χαρακτηριστικὴ λεπτοστρωσιγενῆ ὑφή καί ἐναλλαγὲς διαστρώσεων στεῖρου ἀσβεστολίθου καί κερατολίθου. Ἡ στρωματογραφικὴ του θέση εἶναι στό ἀμέσως ὑπερκείμενο τῆς Ζώνης silex τῆς βάσεως τοῦ σχηματισμοῦ τῆς Βίγλας, δηλαδή στό ἀνώτερο Ἰουραϊκόν.

Τὸ πάχος τοῦ σχηματισμοῦ, πού ἐντοπίζεται σέ συνολικὸ μῆκος ἐπαφῆς 1,5 περίπου χιλιόμετρα, κυμαίνεται μεταξύ 50 καί 80 μ.

Το περιεχόμενον P_2O_5 στὰ φωσφορούχα στρώματα κυμαίνεται μεταξύ 3 καί 16-17%. Χαρακτηριστικὴ εἶναι ἡ παρουσία ἰνωδῶν συσσωματωμάτων, μήκους μέχρι καί 1 ἐκ. Ὁ σχηματισμὸς αὐτὸς κατατάσσεται ὁμοίως μέ τὸν προηγούμενο στήν

κατηγορία τῶν γεωσυγκλινικοῦ τύπου φωσφορούχων σχηματισμῶν. Στά ὑποκείμενα τοῦ φωσφορούχου ὀρίζοντα (ὄροφή τῆς Ζώνης Silex) παρατηρεῖται ζώνη «ἡμιεμπλουτισμοῦ» (κηλίδες κ.λ.π.), παρόμοια μέ τή ζώνη στά ὑποκείμενα τοῦ ἀνωκρητιδικοῦ φωσφορούχου ὀρίζοντα (ὄροφή σχηματισμοῦ τῆς «Βίγλας»).

Φωσφορουραניοῦχοι σχηματισμοί ἐντοπίσθησαν (Σ. ΠΑΠΑΣΤΑΥΡΟΥ, Π. ΓΡΗΓΟΡΗΣ, 1977) στόν Ἡπειρωτικό χῶρο (περιοχή Περίβλεπτο, Στούπαινας, Ρονίτσας/Δελβινάκιου, Παραμυθιάς κ.ἄ.), στήν ὄροφή τοῦ σχηματισμοῦ Παντοκράτορα - Σινιῶν (Σχ. 4).

Ἡ μεταλλοφορία συνδέεται μέ τή ρηξιγενή τεκτονική καί ἡ παρουσία τῆς περιορίζεται ἐντός τῶν ἀσβεστολιθικῶν πετρωμάτων τοῦ σχηματισμοῦ Παντοκράτορα - Σινιῶν. Τό περιεχόμενο P_2O_5 κυμαίνεται ἀπό 11-30%, ἐνῶ τό U ἀπό 50-900 ppm. Στή παραγένεση μετέχουν Sr, V, Sm, Y, Nb, κ.λ.π., σέ ὀρισμένα δείγματα μάλιστα σέ ἐνδιαφέρουσες ποσότητες.

Κύριο χαρακτηριστικό τῆς μεταλλοφορίας, εἶναι ἡ σέ μορφή διεμποτισμῶν παρουσία τοῦ βιτουμενιούχου φωσφορουρανιούχου ὕλικου, πού συνδέεται σαφῶς μέ τή ρηξιγενή τεκτονική (Stockwerk καί ἀκανόνιστοι φακοί), εἶτε ὑπό τή μορφή «συνδεδετικῆς» ὕλης λατυποπαγοῦς ὕλικου εἶτε ὡς ὕλικό πληρώσεως ρηγμάτων. Οἱ φωσφορουρανιοῦχοι σχηματισμοί τοῦ τύπου αὐτοῦ, πού ἀπαντῶνται στήν Ἰόνιο Ζώνη, δέν κατατάσσονται σέ καμία ἀπό τίς γνωστές κατηγορίες φωσφορούχων σχηματισμῶν. Ἄλλωστε ἀπό γεωχημική ἄποψη, ὁ συντελεστής ἐμπλουτισμοῦ (γεωχημική ἀνωμαλία) εἶναι σαφῶς ὑψηλότερος γιά τό U παρά γιά τόν P (50:1 ἕως 450:1 γιά U, ἐνῶ γιά τόν P 20:1 ἕως 60:1).

ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ — ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ

Στήν Ἑλλάδα ἔχουν ἐντοπισθεῖ φωσφοροῦχοι σχηματισμοί, ἀνεξάρτητα τοῦ οἰκονομικοῦ ἐνδιαφέροντος πού παρουσιάζουν, στήν Ἰόνιο Ζώνη καί στή Ζώνη Παρνασσοῦ - Γκιῶνας.

Στόν εὐρύτερο χῶρο τῆς Βαλκανικῆς φωσφοροῦχοι σχηματισμοί εἶναι γνωστοί ἀπό τήν Ἄλβανία (Ἰόνιος Ζώνη) καί τή Γιουγκοσλαβία (μεταμορφωμένη ἰζηματογενῆς σειρά τῆς Ρίλας - Ροδόπης, στά περιθώρια πρὸς τή Σερβομακεδονική).

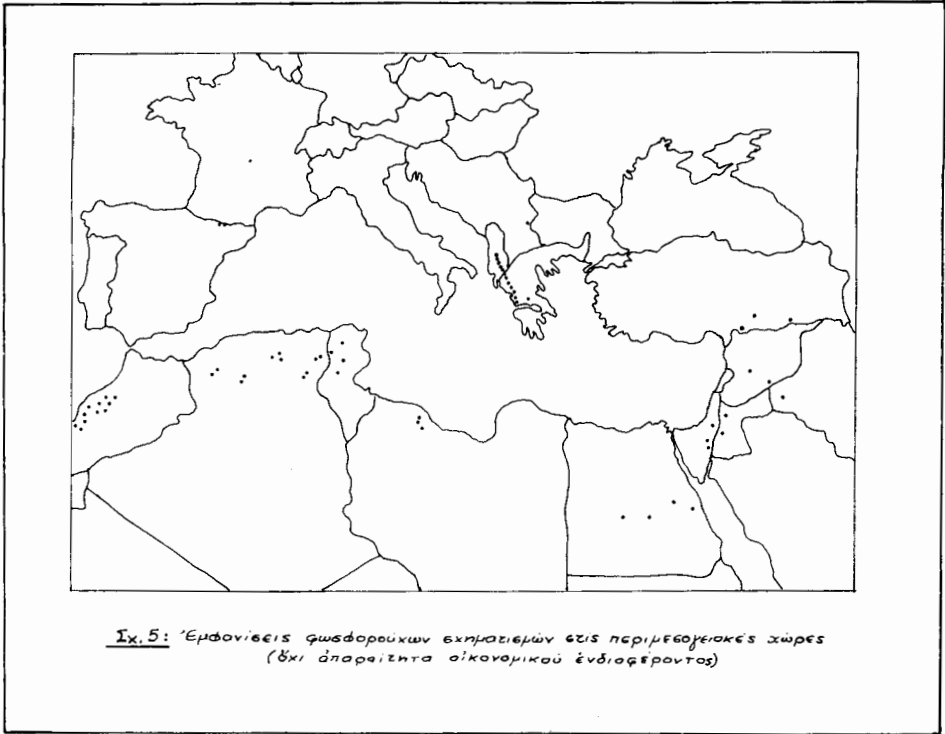
Στή περίπτωση τῶν Ἀλβανικῶν ἐμφανίσεων πρόκειται σαφῶς γιά φωσφορούχους ἀποθέσεις τοῦ γεωσυγκλινικοῦ τύπου (ὅπως καί οἱ Ἑλληνικές), ἐνῶ τά κοιτάσματα τῆς Lisina στή Γιουγκοσλαβία, μέσα σέ μεταψαμμίτες τοῦ Ὀρδοβικίου, ἀντιστοιχοῦν μέ φωσφορούχες ἀποθέσεις τοῦ τύπου τῆς ἡπειρωτικῆς πλατφόρμας.

Πάντως γεγονός ἀδιαφιλονίκητο παραμένει ὅτι δέν ὑπῆρξε, τουλάχιστο μέχρι σήμερα, συνεργασία ἢ ἀλληλοενημέρωση μεταξύ τῶν διαφόρων χωρῶν τῆς Βαλκανικῆς, ἀλλά καί τοῦ εὐρύτερου χώρου (Τουρκία), πάνω στό θέμα τῶν φωσφορούχων σχηματισμῶν. Αὐτό ἀποδεικνύεται ἀπό τό γεγονός πῶς ὁ SHELDON (1964) περιγράφοντας τοὺς φωσφορούχους σχηματισμούς τῆς ΝΑ-Τουρκίας ἀγνοεῖ πλήρως τά ἀλβανικά ἀποτελέσματα (π.χ. ORTMANN, 1960), ἐνῶ οἱ

Γιουγκοσλάβοι (MARIC, 1969) αναφέρουν τά κοιτάσματα της Lisina ως τά μοναδικά της νοτιανατολικής Εύρώπης.

Μέ τά προαναφερόμενα όμως δεδομένα δέν ισχύουν, όπωσδήποτε, οί συνθήκες καί οί άρνητικοῦ χαρακτήρα προοπτικές, πού διετύπωσε ό SHELDON (1964) γιά τό βόρειο τμήμα της Τηθούς.

Γνωρίζουμε λοιπόν σήμερα (Έλλάδα - Άλβανία - Τουρκία) πώς τόσο στό μεσοζωικό όσο καί στό παλαιοζωικό είχαν δημιουργηθεί συνθήκες κατάλληλες γιά τήν άπόθεση φωσφορούχου ύλικού (σχ. 5).



Μέ βάση όλα τά παραπάνω δεδομένα κρίνεται σάν σκόπιμη ή διεξαγωγή κοιτασματολογικής άναγνωρίσεως γιά τόν έντοπισμό φωσφορούχων σχηματισμών στόν ευρύτερο Έλληνικό χώρο.

Ή έρευνα, παράλληλα πρós τή διεξαγόμενη στόν Ήπειρωτικό χώρο, επιβάλλεται γιά δύο λόγους:

1. Άπό οικονομική άποψη:

α) Έχει μεγάλη οικονομική σημασία ό έντοπισμός φωσφορούχων σχηματισμών του τύπου της Ήπειρωτικής πλατφόρμας, διότι υπάρχουν πολύ πίο περιορισμένα τεχνολογικά προβλήματα (π.χ. έμπλουτισμού).

β) Υπάρχουν σοβαρές ένδείξεις γιά τήν ύπαρξη παρόμοιων γεωλογικών σχηματισμών καί στόν Έλλαδικό χώρο, σάν συνέχεια τών γνωστών κοιτασμάτων της Lisina/Γιουγκοσλαβίας. Τά φωσφορούχα πετρώματα της περιοχής

αυτής ανήκουν στη μάζα της Ροδόπης (περιθώρια προς τη Σερβομακεδονική μάζα), είναι παλαιοζωικής ηλικίας (΄Ορδοβίκιο) και συστάσεως ψαμμιτικής (μεταψαμμίτες). ΄Ανήκουν στο άνωτερο τμήμα (μάρμαρα, μεταψαμμίτες, σερικιτικοί - χλωριτικοί σχιστόλιθοι) του κρυσταλλοσχιστόδους συστήματος (στο κατώτερο τμήμα βιοιτικοί σχιστόλιθοι, άμφιβολιτικοί σχιστόλιθοι και γνεύσοι) και παρουσιάζουν, στο έκμεταλλεύσιμό τους τμήμα (2-15 μ.) την ακόλουθη μέση σύσταση:

P ₂ O ₅	12,25%
CaO	19,08%
SiO ₂	48,60%
F	0,59%

Κατά τόν TOMIC (1967) λαμβάνεται, από τό ύλικό αυτής της συστάσεως, μέ οικονομικά συμφέρουσα μέθοδο, έμπλουτίσμα της ακόλουθης συστάσεως:

P ₂ O ₅	32,67%	MgO	0,94%
Ca	48,62%	K ₂ O	0,45%
SiO ₂	6,40%	Na ₂ O	0,04%
CO ₂	3,50%	SO ₃	0,23%
F	2,77%	Mn	0,09%
Fe ₂ O ₃	2,53%	Cl ₂	—
Al ₂ O ₃	1,32%	V	—

Τά γνωστά άποθέματα της Lisina (B-C₁) είναι της τάξεως τών 40.000.000 t μέ τήν προαναφερομένη σύσταση. Κατά τούς μελετητές, συνεχιζομένης της έρευνας για τόν έντοπισμό και άλλων κοιτασμάτων οί φωσφοροϋχοι σχηματισμοί της Lisina άναπτύσσονται και στην ευρύτερη περιοχή.

γ) ΄Η αντίστοιχη γεωτεκτονική ζώνη άναπτύσσεται και στην ΄Ελλάδα (άπό Στρυμόνα μέχρι τά Τουρκικά σύνορα).

2. ΄Από έπιστημονική άποψη: ΄Η έρευνα στη περιοχή αυτή θά συμβάλλει στη περαιτέρω μελέτη της γεωλογικής δομής της χώρας μας μέ τή συλλογή στοιχείων, πού θά άφορούν παλαιογεωγραφικές συνθήκες.

΄Εκτός όμως άπό τήν προτεινόμενη έρευνα για τήν εξακρίβωση της συνέχειας ή όχι τών φωσφορικών κοιτασμάτων της Lisina και στόν ΄Ελλαδικό χώρο είναι γνωστοί και άλλοι γεωλογικοί σχηματισμοί στη χώρα μας όπου θεωρητικά θά μπορούσε νά έχουν άποτεθει φωσφοροϋχοι σχηματισμοί.

Συγκεκριμένα προτείνεται (Σχ. 6):

A) ΄Η κοιτασματολογική άναγνώριση

α) στά περιθώρια της μάζας της Ροδόπης προς τη Σερβομακεδονική και ιδιαίτερα στις παλαιοζωικές, στρωματογραφικά άνωτερες, σειρές του μεταμορφωμένου ύποβάθρου μέ κέντρο βάρους τη περιοχή άπό Στρυμόνα μέχρι περίπου τό Κ. Νευροκόπι (σειρά μαρμάρων, μεταψαμμιτών, σερικιτικών και χλωριτικών σχιστολίθων).

β) στά περιθώρια της Σερβομακεδονικής μάζας προς τη ζώνη ΄Αξιού στις ήμι-μεταμορφωμένες σειρές ΄Ασπρη Βρύση-Χορτιάτης και Μελισσοχώρι - Χολωμώντας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- AMES, L.L. : The genesis of carbonate apatite. *Econ. Geology*, 54, p. 829-841, Lancaster, 1959.
- BAIN, G.W. : Patterns of Ores in Layered Rocks. *Econ. Geology*, 55, 4:p. 695-731, 1960.
- BAJO, I. : Karakteristikat Litologo - Faciale te Horizontit Fosfatik te Kretakyt te siperm ne Fargyn Strukturor te Kurveleshit.
Permbledhje studimesh, n. 1, p. 36-48, Tirana, 1971.
- BATEMAN, A.M. : Economic Mineral Deposits 2. Ed., J. Wiley Publ. Co., N. York, 1951.
- BEERBAUM, B: Die Genese der marin-sedimentären Phosphatlagertstätten von Al-Hasa (W-Zentraljordanien). *Geol. Jb., H. 24*, 3-55, Hannover, 1977.
- ΒΕΚΙΟΣ, Π., ΒΥΘΟΥΛΚΑΣ, Ν., ΓΡΗΓΟΡΗΣ, Π., ΜΑΓΓΑΛΗΣ, Δ., ΜΑΝΑΚΟΣ, Κ., ΜΕΘΕΝΙΤΗΣ, Κ., ΠΑΠΑΓΙΑΝΝΟΥ, Ν., ΠΑΠΑΣΤΑΥΡΟΥ, Σ., ΠΙΤΣΙΚΑΣ, Λ., ΣΤΑΜΟΣ, Α.: "Εκθεση Νοεμβρίου - Δεκεμβρίου, Παράρτημα Ι.Γ.Μ.Ε./Πρεβέζης 1976).
- BENTOR, Y., K. : Relations entre le tektonique et les depots de phosphates dans le Nequev israelien. *Int. Geol. Congr. 19th Sess., Algiers 1952, Comptes rendus, sec. 11, pt 11*, p. 93-101, 1953.
- B.G.Ř.: Regionale Verteilung der Weltbergbauproduktion. Hannover, 1975.
- BILIBIN, Y., A. : Problem of the Metallogenic Evolution of Geosynclinal Zones. *Izv. AN SSSR, ser. geol. 4*, 1968.
- BISCHOFF, G., GOCHT, G. : Das Energiehandbuch 2 Aufl., *Vieveg-Verl.*, Wiesbaden, 1976.
- BORCHERT, H. : Geosynklinale Lagerstätte, was dazu und was nicht dazu gehört, sowie deren Beziehungen zu Geotektonik und Magmatismus. *Freiberger Forschungshefte*, 79, 1960.
- ΒΡΑΧΑΜΗΣ, Σ., Κ. : Τά κοιτάσματα ούρανοβαναδιούχων φωσφοριτών του Κιθαιρώνας. 'Αθήναι, 1962.
- BRONGERSMA-SANDERS, M. : The importance of upwelling water to vertebrate paleontology and oil Geology. *K. Nederlandsche Akad. van Wetensch. aft. Natuurkl., Tweede sect., V. 45*, 112 p, 1948.
- BUSHINSKI, G., I. : Structures and Origin of the Phosphorites of the USSR. *J. Sed. Petr.*, 5, 81-92, 1935.
- BUSHINSKI, G. I. : On shallow-water Origin of Phosphorite sediments. *Develpm. in Sedimentology, V.I* p. 62-70 Amsterdam, 1964.
- CAROZZI, A.V. : Phosphorite Rocks (in: Microscopic sedimentary Petrography) p. 373-403. *Wiley Publ. Co.*, N. YORK, 1960.
- CHARLES, G. : Sur l' origin des gisements de phosphates de chaux sedimentaire *Int. Geol. Congr., 1974 Sess., vol 11*, p. 163-182, 1953.
- DAVIES, K. A. : The Phosphate Deposits of the Eastern Province Uganda. *Econ. Geology*, 42, 1947.
- DEGENS, E. : Geochemie der Sedimente. *Enke-Verl.*, 282 s., 1968.
- DIETZ, R., S., EMERY, E., O., SHEPARD, F., D., Phosphorit Deposits on the sea Floor of Southern California *Bull. Geol. Soc. Amer.* 53, p. 815, 1942.
- FÜCHTBAUER, H., MÜLLER, G. : Sedimente und Sedimentgesteine Bd. II, 726 s., *Schweizerbart's. Verl.*, 1970.
- GIMMELFARB, B.M. : Fundamental Geological Laws Governing Phosphorite Deposits and their Genetical Classification. *Int. Geol. Congr. 20th sess. Resumenes trabajos presentados 90*, 1956, Madrid.
- GIMMELFARB, B.M. : Patterns of the Occurrence of Phosphorites in the USSR and their Genetic Classification. *Nedra, Moskow*, 1965.
- GOCHT, W. : Wirtschaftsgeologie. *Springer - Verlag*, 1978.
- Ι.Γ.Ε.Υ. : Δελτίον No 2, 1955.
- ΚΑΣΑΚΟΒ, Α., V. : The Phosphorite Facies and the Genesis of Phosphorites. *Geol. invest. of*

- Agric. ores Lemingrad. Sci. Inst. Fert. and Insecto-Fungicides Trans.*, 142, p. 95-113, USSR, 1937. (In Sp. Issue for 17th Int. Geol. Congr.).
- KASAKOV, A.V.** : Geotectonics and the formation of Phosphorite Deposits. *Izv. AN SSSR. ser. geol.*, 5, 1950.
- ΚΙΣΚΥΡΑΣ, Δ.** : Ανεύρεση φωσφοριτών θαλασσίας προελεύσεως εις τήν Ἑλλάδα. *Πρακτ. Ἀκαδ. Ἀθηνῶν*, σελ. 302-322. Ἀθήναι, 1976.
- ΚΟΥΚΟΥΖΑΣ Κ., ΓΡΗΓΟΡΗΣ Π., ΠΑΠΑΣΤΑΥΡΟΥ Σ., ΓΑΛΑΝΟΣ Δ., ΜΑΝΩΛΑΡΑΚΗΣ Θ.** : Ἐκθεση ἐπὶ τῆς προκαταρκτικῆς διερευνήσεως τῶν φωσφοροουρανιούχων ἐμφανίσεων καὶ ραδιενεργῶν ἀνωμαλιῶν περιοχῶν Ἠπείρου. Ἰωάννινα, 1978.
- KRUMBEIN, W.C., CARRELS, R.M.** : Origin and Classification of Chemical sediments in Terms of pH and Redox potentials. *J. Geol.* 60, 1-33, 1952.
- MABIE, C.P., HESS, H.D.** : Petrographic Study and Classification of Western Phosphate Ores. p.95, Washington, 1964.
- CONNELL, Mc. D.** : The Petrography of Rock Phosphates. *J. Geol.*, 58, 16-23, 1950.
- CONNELL, Mc. D.** : Precipitation of Phosphates in sea Waters *Econ. Geol.*, 60, 1059-1062, 1965.
- CONNELL, Mc. D.** : Shallow water Phosphorites *Econ. Geol.*, 61, 967-968, 1966.
- KELVEY Mc V., SWANSON, R., R., SHELDON, R., P.** : The Permian Phosphorite Deposits of Western United States. *Geol. Soc. Lond. Trans.*, 1953, p. 45-64, 1953.
- KELVEY, Mc V., E.** : Relation of upwelling marine waters to phosphorite and oil. *Geol. Soc. Amer. Bull.* V. 70 p. 1783-1784, 1959.
- KELVEY, Mc V., E.** : Successful new techniques in prospecting for Phosphate Deposits. *Sci. Technol. and Devel.* V 2, p. 163-172, 1963.
- KELVEY, Mc V., E.** : Phosphate Deposits *Bull. Geol. Survey.* 1952-D, 1-21, 1967.
- MARIC, S., NIKOLIC, J.** : Ore Deposits of Yugoslavia : The Phosphorite Deposit of Lisina *Vesnik Zagoda* 29 Geol. - Geof. Inst., Ser. A, No 27, p, 277-291, 1969.
- ΜΑΡΙΝΟΣ, Γ., ΑΝΔΡΟΝΟΠΟΥΛΟΣ, Β., ΜΕΛΙΔΩΝΗΣ, Ν.** : Τό ὑπέδαφος τῆς Ἠπείρου. *Γεωλ. Ἀναγνωρίσεις, No 26, ΠΓΕΥ*, Ἀθήναι, 1957.
- MERO, J. L.** : The mineral Resources of the Sea: *Phosphorite* p. 57-73. Ἀμστερδαμ, 1964.
- MICHAELIS, H.** : E.G. Kommission: Europäische Rohstoffpolitik, Bergbau, Rohstoffe, Energie. *Bd. 13, Glückauf, Essen*, 1976.
- ΠΑΠΑΣΤΑΥΡΟΥ, Σ., ΓΡΗΓΟΡΗΣ Π.** : Ἐκθεση μηνός Ἀπριλίου, *Παράρτημα Ι.Γ.Μ.Ε./Πρεβέζης*, 1977.
- ΠΑΠΑΣΤΑΥΡΟΥ, Σ. ΓΡΗΓΟΡΗΣ, Π.** : Ἐκθεση μηνός Ἰουλίου *Παράρτημα Ι.Γ.Μ.Ε./Πρεβέζης*, 1977.
- ΠΕΡΤΕΣΗΣ, Π., ΜΑΡΙΝΟΣ, Γ.** : Κοιτάσματα ἀπατίτου εἰς Πάρωνα Πελοποννήσου. *Γεωλ. Γεωφ. Μελ., Γ.Υ., No 4, ΠΓΕΥ*, Ἀθήναι 1959.
- PETTJOHN F., J.** : Phosphorite and other Phosphate Rocks (in: *Sedimentary Rocks*): p. 470-478, *Harper publ. Co.*, N. York, 1957.
- ROGERS, E., L., DECSENA, Z., TAVERA, E., ULLOA, S.** : General Geology and Phosphate Deposits of Concepcion del'Oro, Zacateca, Mexico. *U.S. Geol. Survey Bull.*, 1037 A, p. 1-102, 1956.
- RUCHINOW, L.A.** : Neue Ansichten über die Bedingungen der phosphoritbildung. *Trud. Moskow, Geol.-raswed. Inst.*, XXIX, s. 112-117, 1956.
- SHAPIRO, L.** : Simple field method for the determination of Phosphate in Phosphate Rocks. *Amer. Mineral.* V. 37, p. 341-342, 1952.
- SHELDON, R., P.** : Exploration for Phosphorite in Turkey, a case History. *Econ. Geol.* vol. 59, p. 1159-1175, 1964.
- SIMONELLI, V.** : Di un nuovo giacimento fosfatifero trovato nell'isola di Cefalonia. *Rend. Dell'Accad. d. Sc. di Bologna*, 8 154-164, 1904.

- SMIRNOV, A., N. : Zur Frage der Phosphoritbildung. *Doklad. Akad. Nauk. SSSR*, 119, s 745-748, 1958.
- SMIRNOV, V.I. : Metallogeny of Geosynclines. *Izv.-vo AN SSSR*, vo 5, Moskow, 1962.
- SMIRNOV, V.I. : Geology of mineral deposits. *Mir Publ. Co.*, Moskow, 1976.
- SUMMERHATES, C.P. : The Distribution and Origin of Phosphate in Sediments of NW-Africa. *Sed. Geol.*, 8, 3-28 - Amsterdam, 1972.
- THE BRITISH SULPHUR CORP. LTD.: World Survey of Phosphate Deposits. 6 vol., LONDON, 1960.
- TOMIC, D. : Possibilities for Mining Raw Phosphate in Yugoslavia. *Rudarstvo, geologija i metalurgija*, BEOGRAD, 18 (7), 1967.