

Πρακτικά		3ου Συνεδρίου		Μάϊος 1986	
Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.	Τομ.	σελ.		Αθήνα	
Bull. Geol. Soc. Greece	XX/2	449-470			1988
	Vol.	pag.		Athens	

ΜΙΑ ΠΙΘΑΝΗ ΗΦΑΙΣΤΕΙΟΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ
ΓΝΕΥΣΙΑΚΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΚΟΥΡΛΟΥ ΤΗΣ Ν. ΘΑΣΟΥ, Β. ΕΛΛΑΔΑ*

Σ. ΚΑΛΟΓΕΡΟΠΟΥΛΟΣ**, Ν. ΕΠΙΤΡΟΠΟΥ***, Α. SCHMITT

A B S T R A C T

Quartzfeldspathic gneisses represent a significant part of the stratigraphy of the Thassos island, where banded oxide iron-manganese formations as well as lead-zinc sulphide occurrences are present. Gneisses from the Kourlou area of Thassos were examined by utilizing their geochemical characteristics whether or not their protoliths were sedimentary or igneous. Application of certain criteria lead us to the conclusion that these rocks have volcanic and / or sedimentary origin.

Π Ε Ρ Ι Λ Η Ψ Η

Χαλαζιοαστριακοί γνεύσιοι αποτελούν ένα σημαντικό τμήμα στη στρωματογραφία της νήσου θάσου όπου εντοπίζονται εστρωμένοι ορίζοντες οξειδίων του σιδήρου-μαγγανίου και θειούχες εμφανίσεις μολύβδου-ψευδαργύρου. Γνεύσιοι από την περιοχή Κουρλούς της θάσου εξετάστηκαν με βάση τα γεωχημικά τους χαρακτηριστικά για το αν η φύση των πρωτόλιθων ήταν κύρια ιζηματογενής ή εκρηξιγενής. Η εφαρμογή ορισμένων κριτηρίων οδήγησε στο συμπέρασμα ότι τα γνευσιακά αυτά πετρώματα προέκυψαν από πρωτόλιθους ηφαιστειακής η / και ιζηματογενούς φύσης.

* A Possible Volcanosedimentary
Origin of Quartzfeld-spathic
Gneisses from the Kourlou Area

** ΙΓΜΕ Μεσογείων 70, Αθήνα
IGME 70, Messoghion, Athens

*** ΙΓΜΕ, Παράρτημα Ξάνθης, Ξάνθη
IGME, Xanthi Branch, Xanthi

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

Η αποκωδικοποίηση του αρχικού χαρακτήρα χαλαζιοαστριούχων γνευσίων σε έντονα μεταμορφωμένα συστήματα είναι πραγματικά ένα δύσκολο πρόβλημα. Αυτό είναι και η κύρια αιτία που μέχρι πρόσφατα τέτοιες προσπάθειες στον Ελλαδικό χώρο αποτελούσαν μιά σπάνια ευτυχή έκπληξη. Ωστόσο, τα τελευταία τρία χρόνια στο Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών γίνεται μιά σοβαρή προσπάθεια προσδιορισμού των πρωτόλιθων σε έντονα μεταμορφωμένα συστήματα, ξεφεύγοντας από την α priori παραδοχή ότι οι χαλαζιοαστριούχων γνεύσιοι είναι παραπετρώματα, όπως συνέβαινε πριν είκοσι περίπου χρόνια, στην παγκόσμια γεωλογική κοινότητα.

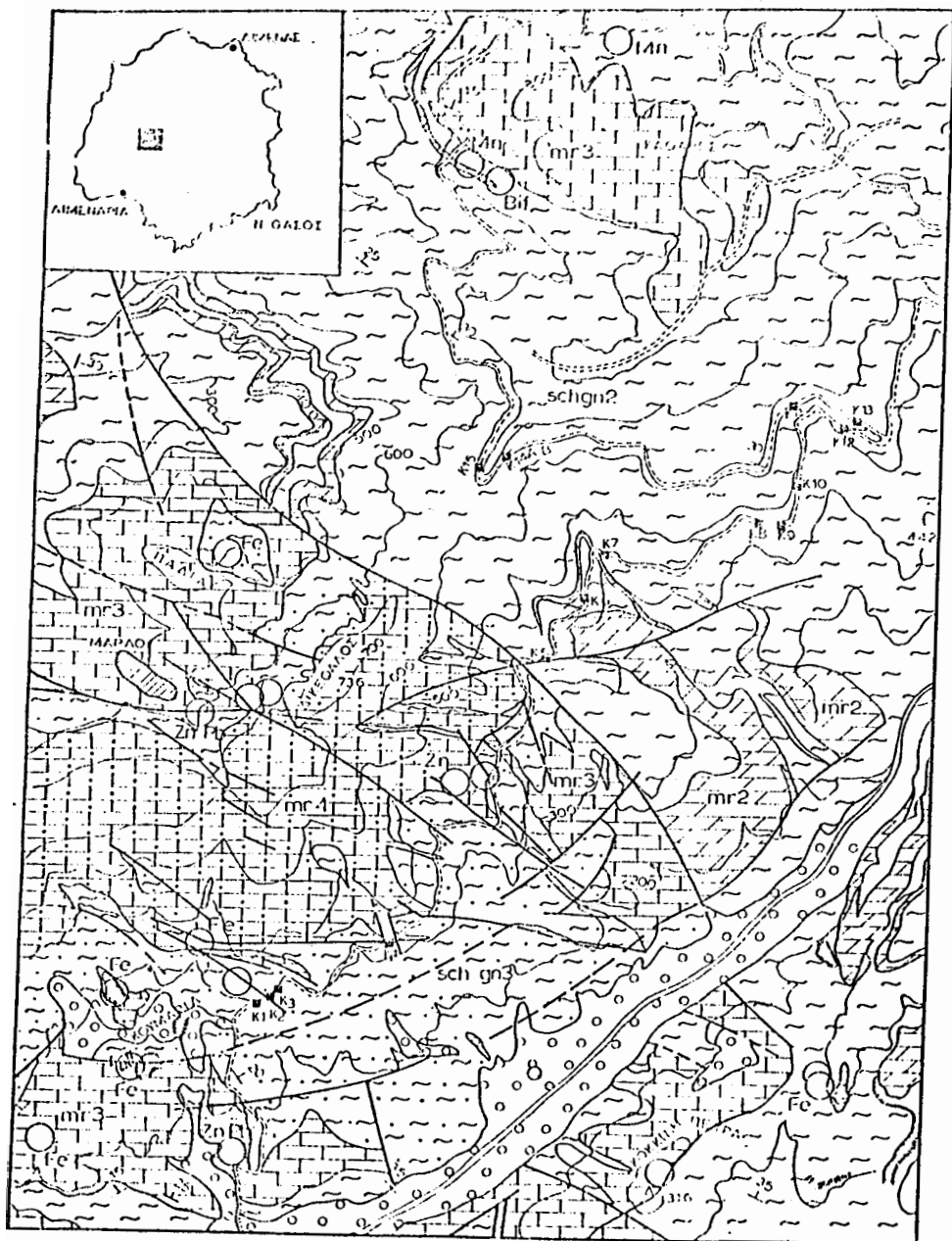
Οι Garrels and Mackenzie (1971), Shaw (1972), Van de Kamp et al (1976), Stamatelopoulos-Seymour and Maclean (1977) και Prabhu and Webber (1984), παρουσίασαν ή αξιοποίησαν, με αντίστοιχη κριτική αξιολόγηση μια σειρά κριτηρίων διάκρισης (discrimination criteria), του χαρακτήρα των πρωτόλιθων των πετρωμάτων που αναφέρονται παραπάνω και που βασίζονται στο χημισμό τους.

Η ταινιωτή φύση και η ορυκτολογική σύσταση των χαλαζιοαστριούχων γνευσίων υποδηλώνει τους παρακάτω δύο πρωτόλιθους:

1. γραουβάκης η/και άλλα ψαμμιτικά πετρώματα, ή
2. όξινα ηφαιστειακά (λάβες ή τόφφοι).

Η αποκωδικοποίηση των πρωτόλιθων τέτοιων πετρωμάτων, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις που συνυπάρχουν με μεταλλεύματα που παρουσιάζουν μεταμορφικούς χαρακτήρες (π.χ οξειδία σιδήρου και/η μαγγανίου, θειούχα κ.λ.π.), μπορεί να παίξει καταλυτικό ρόλο στον προσανατολισμό της έρευνας εντοπισμού κοιτασμάτων για συγκεκριμένο τύπο μεταλλοφορίας.

Η ύπαρξη ταινιωτών Fe-Mn-ούχων σχηματισμών υδροθερμικής προέλευσης (Καλογερόπουλος κ.α., 1986), κύρια στην επαφή γνευσίων μαρμάρων, αμφιβολιτών (Θεοφιλόπουλος, 1982) και χαλαζιοαστριούχων γνεύσιων υποδηλώνει την πιθανή ύπαρξη όξινων μεταηφαιστειακών στην στρωματογραφία του μεταμορφωμένου συστήματος της νήσου θάσου (Εικ.1).



Εικ.1. Κατανομή δειγμάτων γνευσιακών πετρωμάτων από την περιοχή Κουρλού της Ν.Οάσου (Ρωμαΐδης, 1983).

Fig.1. Distribution of samples from gneissic rocks of the Kourlou area, island of Thassos (Romaïdis, 1983).

Δ ε ι γ μ α τ ο λ η ψ ί α

Ένας αριθμός 16 δειγμάτων, εκ των οποίων δύο αμφιβολίτες αποτέλεσαν τη βάση για την αποκωδικοποίηση του προμεταμορφικού τους χαρακτήρα. Οι θέσεις της δειγματοληψίας δίνονται στην Εικ. 1

Α ν α λ ύ σ ε ι ς

Τα κύρια στοιχεία και τα ιχνοστοιχεία 12 δειγμάτων έγιναν με ατομική απορρόφηση στο χημείο του Ι.Γ.Μ.Ε., Παραρτήματος Ξάνθης. Τα υπόλοιπα τέσσερα αναλύθηκαν από τον Δρ. Π. Μητρόπουλο, στου Γεωλογικού Τμήματος του Πανεπιστημίου Αθηνών, με X R F στο Πανεπιστήμιο Birmingham. Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει τα αποτελέσματα των αναλύσεων.

Η ορυκτολογική μελέτη των δειγμάτων έγινε από την Δρ. Α. Schmidt, ενώ οι ορυκτοχημικές αναλύσεις σε επιλεγμένα δείγματα έγιναν από τον Δρ. Γ. Οικονόμου. Τα αποτελέσματα των δύο παραπάνω μελετών συνοψίζονται στον Πίνακα 2 και στις Εικόνες 2,3,4 και 5. Οι ορυκτοχημικές αναλύσεις δίνονται συνολικά στους πίνακες του παραρτήματος "Α".

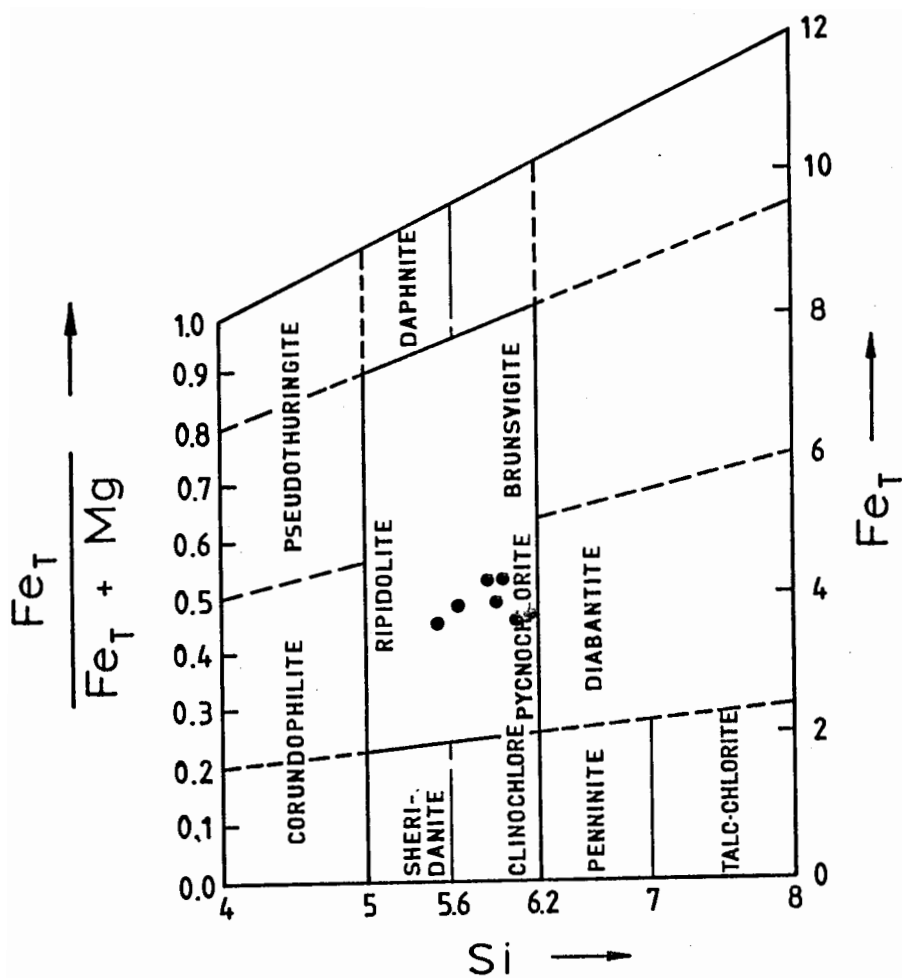
Πίνακας 1. Χημική ανάλυση πετρωμάτων σε κόβια (wt %) και ορυκτά (χημειοκτίτα (ppm)) στο Ν. Βασιλεί, Σ. Ελλάδα. Η θέση των δειγμάτων εμφανίζεται στην Εικόνα 1.

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀	K ₁₂	K ₁₃	K _{13b}	K ₁₄	K ₁₅	K ₁₅
SiO ₂	72.59	73.40	52.57	54.13	45.00	67.67	72.40	74.30	96.50	75.50	75.00	73.60	74.50	82.00	51.57	65.00
TiO ₂	0.25	0.25	1.07	1.20	0.25	0.70	0.25	0.25	0.25	0.25	0.57	0.25	0.25	0.25	1.45	0.25
Al ₂ O ₃	14.86	11.80	12.00	16.76	12.00	15.08	13.30	14.00	2.10	14.00	12.50	13.50	13.70	8.95	16.76	7.50
Fe ₂ O ₃	3.00	1.50	9.15	9.59	3.30	5.06	2.00	1.70	0.85	1.70	1.85	1.70	1.85	1.00	12.68	0.55
MnO	0.02	0.06	0.14	0.14	0.10	0.15	0.05	0.05	0.08	0.05	0.04	0.08	0.04	0.04	0.08	0.05
K ₂ O	1.05	0.45	5.01	4.59	0.55	1.19	0.70	0.65	0.20	0.60	0.60	0.75	0.70	0.30	2.28	4.00
CaO	1.85	0.50	5.73	7.13	0.50	2.71	1.05	1.00	0.25	0.45	1.35	0.50	1.15	0.25	2.85	7.30
Na ₂ O	4.45	4.85	3.32	4.53	3.15	3.97	3.35	2.10	0.10	3.80	4.20	3.20	4.45	0.50	1.47	0.35
K ₂ O	2.15	3.00	0.21	0.70	3.45	2.74	4.10	4.60	0.60	3.25	2.65	5.20	3.70	5.30	9.65	5.50
F ₂ O ₃			0.31	0.21		0.23									0.45	
ΣΟξ	1.23	0.60	0.30	1.09	1.57	0.74	12.21	0.39	1.37	0.84	0.88	0.65	0.53	0.68	0.59	4.86
Ca	21	10	11	33	6	3	4	20	12	16	5	5	0	4	4	4
Fe	5	4	8	4	5	9	7	7	20	10	6	4	0	5	7	5
ΣFe	56.8	49.9	75	77.6	77.4	50.9	82.6	89.4	20.6	75.7	72.2	82.6	72.2	35.8	77.7	35.3
Si			3.7	2.2		10.6									152.3	
Ti			84.2	53.5		211.0									30.3	
Al			24.1	23.0		39.8									221.7	
ΣAl			155.1	147.9		177.4									108.3	
Fe			3.5	14.8		71.9									7.0	
Mn			4.4	2.5		9.3									21.2	
K ₂ O			18.0	17.2		19.2									25.8	
CaO			16.8	22.0		4.8									36.4	
Na ₂ O			31.0	50.9		35.5									204.7	
ΣNa			294.0	346.5		16.9									580.2	
Ca			20.3	201.0		422.4									21.6	
Na			14.4	5.8		25.6									43.2	
ΣCa			31.0	12.0		35.7									19.0	
ΣK			17.6	9.0		25.8										

1. Ολ. ανάλυση δυναν από τον Δρ. Π. Χρηστίδου στον οποίο εκφράζουμε τις ευχαριστίες μας.

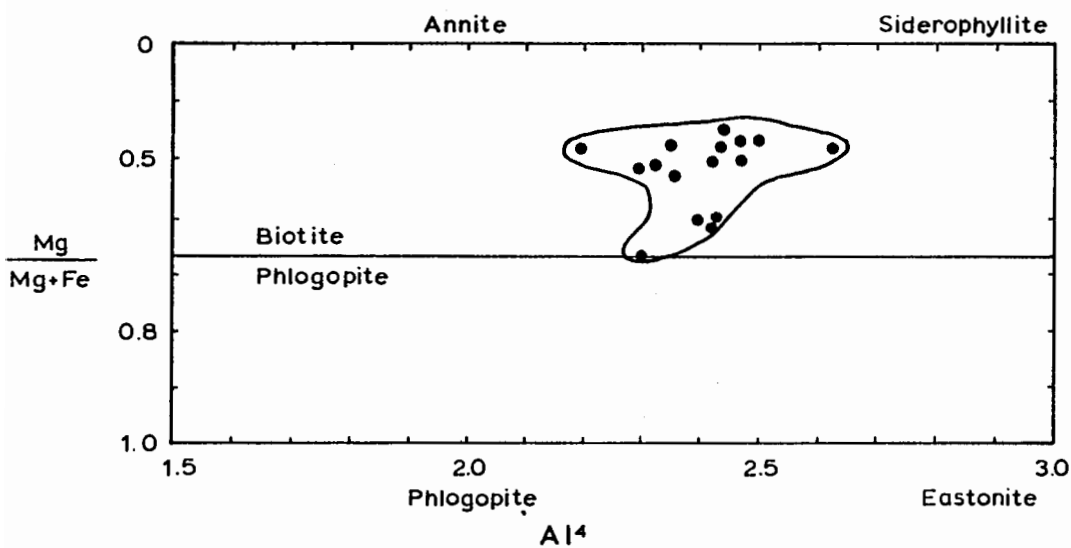
Πλν. 2. Κύρια ορυκτολογική σύσταση γνευσίων από την περιοχή Κουρνού, Ν. θάσου, Β. Ελλάδα.

Ορυκτά	K1	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K12	K13	K13B	K14	K15
Βιοτίτης	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Μοσχοβίτης		+		+			+			+		+	+	+
Χλωρίτης	+	+	+	+	+		+					+		+
Πηλοκλάστω (λυγκ.-Ανδραλίτης)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ορθόκλαστω						+	+							
Αλβίτης				+		+			+		+		+	
Επίδοτο	+	+	+	+	+		+				+		+	+
Αμφίβολοι Γρανάτες (Αλμανδλίτης)			+	+		+								+
Ασβεσίτης	+							+						+
Απατίτης							+							
Αλλαντίτης							+					+		
Τιτανίτης	+	+	+	+				+						+
Ιλμενίτης		+			+									
Μαγνητίτης											+	+	+	+



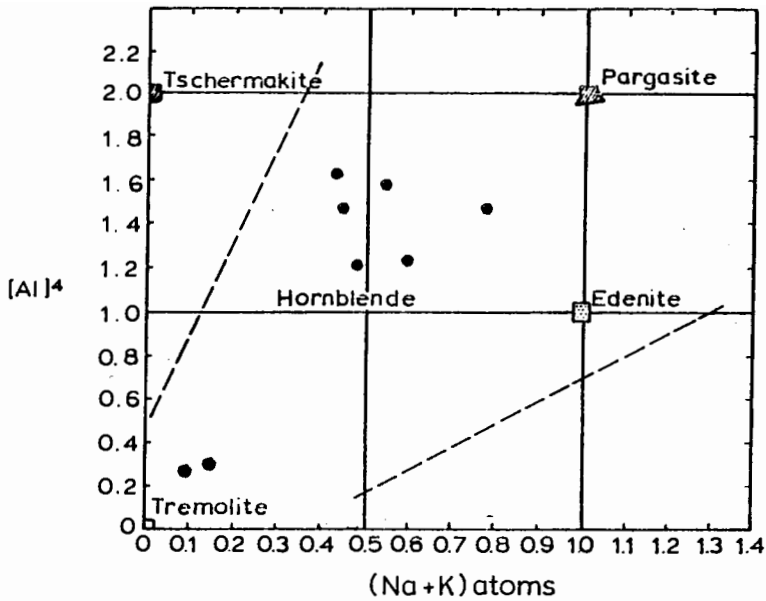
Εικ.2. Ταξινόμηση χλωριτών γνευσιακών πετρωμάτων από την περιοχή Κουρλού, Ν.Θάσου (κατά Hey, 1954).

Fig.2. Classification of chlorites from gneisses of the Kourlou area, island of Thassos. (after Hey, 1954).



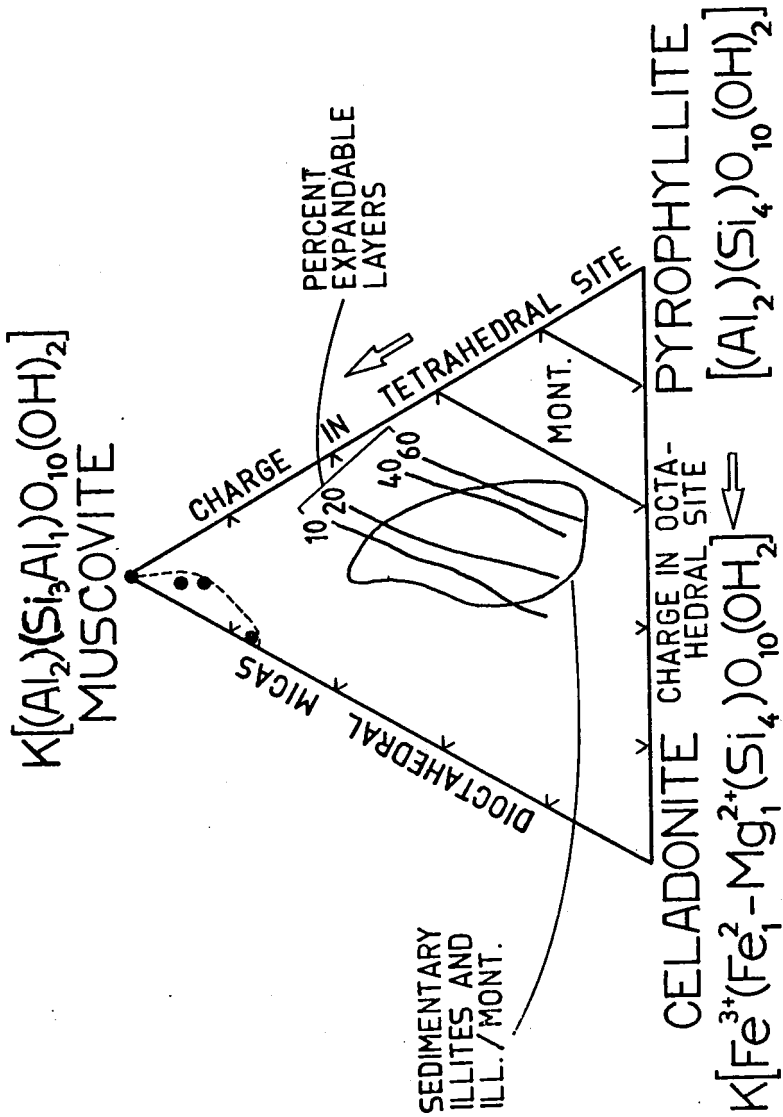
Εικ.3. Ταξινόμηση βιοτικών γνευσιακών πετρωμάτων από την περιοχή Κουρλού, Ν.Θάσου .

Fig.3. Classification of biotites from gneisses of the Kourlou area, island of Thassos.



Εικ.4. Ταξινόμηση αμφιβόλων από αμφιβολιτικούς γνεύσιους της περιοχής Κουρλού, Ν.Θάσου (κατά Deer et al. 1966).

Fig.4. Classification of amphiboles from amphibolite of the Kourlou area, island of Thassos. (after Deer et al., 1966).



Εικ.5. Ταξινόμηση μωσχοβιτών γνευσιακών πετρωμάτων από την περιοχή Κουρλού, Ν. Θάσου.

Fig.5. Classification of muscovites from gneisses of the Kourlou area, island of Thassos.

Διάγραμμα de la Roche

O de la Roche (1968) χρησιμοποίησε το διάγραμμα $Al/3-K$ vs. $Al/3-Na$ στο τριαδικό σύστημα $Ab - An - Or$ για να προσδιορίσει τα πεδία τα οποία χαρακτηρίζουν συγκεκριμένους πετρολογικούς τύπους πρωτολίθων (Εικ.6).

Από την προβολή του χημισμού των πετρωμάτων του Πίνακα 4 στο διάγραμμα αυτό προκύπτει ότι ο πρωτολιθικός τους χαρακτήρας είναι ηφαιστειακός και ιζηματογενής για τους γνευσίους και σπιλιτικός για τους αμφιβολίτες.

Διάγραμμα Leake

Από την προβολή του χημισμού των γνευσιακών πετρωμάτων στο διάγραμμα των μεγεθών Niggli, Si vs Mg , προκύπτει ότι κυριαρχεί ο ηφαιστειακός προμεταμορφικός χαρακτήρας στα πετρώματα αυτά (Εικ.7)

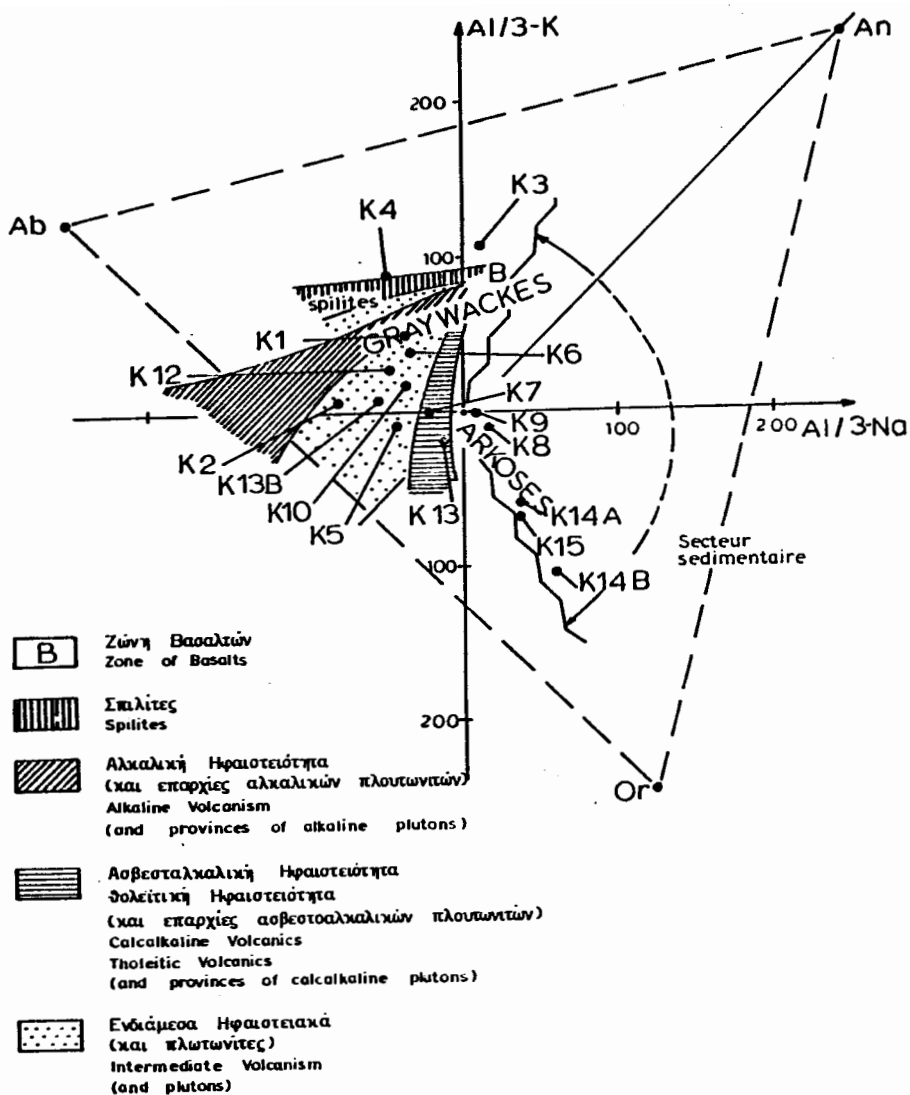
Διάγραμμα Garrels- Mackenzie

Χρησιμοποιώντας τα διάγραμμα $\log (SiO_2 / Al_2O_3) - \log \frac{CaO \cdot Na_2O}{K_2O}$ και προβάλλοντας σ' αυτό τις αντίστοιχες τιμές των γνευσιακών πετρωμάτων, καταλήγουμε στα ίδια συμπεράσματα με αυτά που προέκυψαν από τα παραπάνω διαγράμματα, δηλ. ότι ο χαρακτήρας των πρωτολίθων είναι κύρια ηφαιστειακός και ιζηματογενής (Εικ.8)

Τιμές D.F (Discriminant Function).

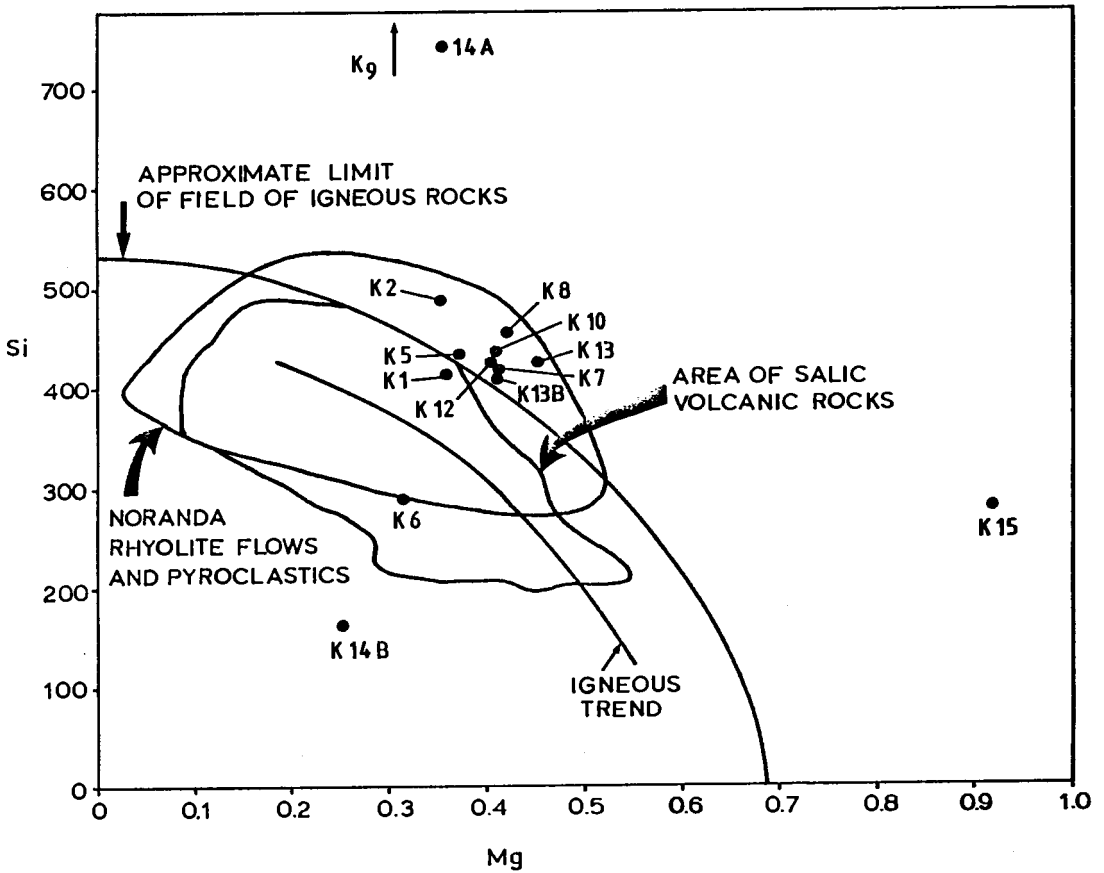
O Shaw (1972), προσδιόρισε την παρακάτω συνάρτηση, χρησιμοποιώντας την επί τοις εκατό σύσταση ορισμένων οξειδίων:

$$D.F = 10,44 - 0,21 SiO_2 - 0,32 Fe_2O_3 \text{ (ολ. σίδηρος)} - 0,98 MgO + 0,55 CaO + 1,46 Na_2O + 0,55 K_2O.$$



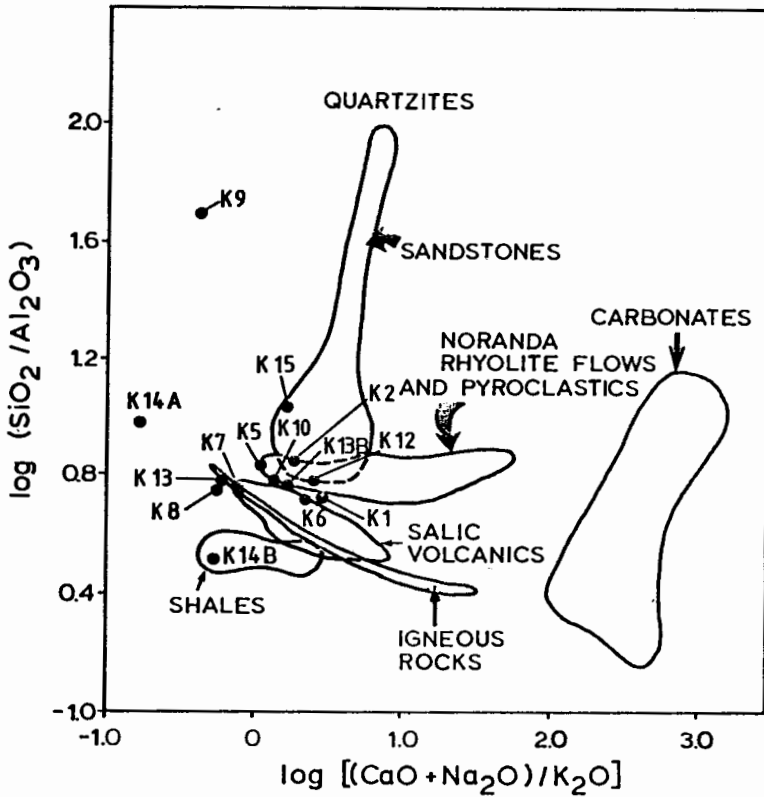
Εικ.6. Διάγραμμα διάκρισης εκρηξιγενών-ιζηματογενών πρωτολίθων κατά Roche(1968)

Fig.6. Discriminant diagram between igneous-sedimentary protoliths (after de la Roche, 1968).



Εικ.7. Διάγραμμα διάκρισης εκρηξιγενών-ιζηματογενών πρωτόλιθων κατά Leake (Van de Kamp et al., 1976).

Fig.7. Discriminant diagram between igneous-sedimentary protoliths (after Leake, Van de Kamp et al., 1976).



Εικ.8. Διάγραμμα διάκρισης εκρηξιγενών - ιζηματογενών πρωτόλιθων κατά Garrels and Mackenzie (1971).

Fig.8. Discriminant diagram between igneous-sedimentary protoliths (after Garrels and Mackenzie ,1971).

Πιν. 3. Πρωτόλιθοι γνευσιακών πετρωμάτων της Ν. Θάσου, Β. Ελλάδα όπως προκύπτει από τη χρήση κατάλληλων διαγραμμάτων.

Δείγμα No	Διαγράμματα			D.F
	de la Roche	Leake	Garrels-Mackenzie	
K ₁	Ηφαιστ./Γραουβάκης	Ηφαιστειακό	Ηφαιστειακό	+ 1.9
K ₂	Ηφαιστειακό	Ηφαιστειακό	Ηφαιστειακό	+ 2.0
K ₃	Βασάλτης	-	-	-
K ₄	Βασάλτης (Σπιλίτης)	-	-	-
K ₅	Ηφαιστειακό	Ηφαιστειακό	Ηφαιστειακό	+ 0.33
K ₆	Ηφαιστ./Γραουβάκης	Ηφαιστειακό	Ηφαιστειακό	+ 2.24
K ₇	Ηφαιστειακό	Ηφαιστειακό	Μαγμ./Ηφαιστειακό	+ 1.6
K ₈	Αρκόζης	Ηφαιστειακό	Ηφαιστειακό	- 0.24
K ₉	Αρκόζης	Ιζηματογενές	Ιζηματογενές	- 9.82
K ₁₀	Ηφαιστειακό	Ηφαιστειακό	Ηφαιστειακό	-1.28
K ₁₂	Ηφαιστειακό	Ηφαιστειακό	Ηφαιστειακό	+1.83
K ₁₃	Ηφαιστειακό	Ηφαιστειακό	Μαγματικό	+1.46
K ₁₃	Ηφαιστειακό	Ηφαιστειακό	Ηφαιστειακό	+2.64
K _{14A}	Ιζηματογενές	Ιζηματογενές	Ιζηματογενές	-3.66
K ₁₄	Αρκόζης	Μαγματικό	Ιζηματογενές	+2.40
K ₁₅	Αρκόζης	Ιζηματογενές	Ιζηματογενές	-1.12

Οι θετικές τιμές δείχνουν πιθανή εκρηξιγενή προέλευση, ενώ οι αρνητικές ιζηματογενή. Η πιθανότητα λάθους στην παραπάνω ταξινόμηση είναι 0,29. Οι τιμές D.F που υπολογίστηκαν για τα γνευσιακά πετρώματα φαίνονται στον Πίνακα 3, και σε γενικές γραμμές συμφωνούν με τα δεδομένα των άλλων διαγραμμάτων. Έτσι, παρατηρούμε ότι για τα δείγματα K₁, K₂, K₅, K₆, K₇, K₁₂, K₁₃, K_{13B} (Πιν. 3), υπάρχει πλήρης συμφωνία για τον ηφαιστειακό χαρακτήρα των πρωτολίθων. Για τα δείγματα K₉, K_{14A}, K₁₅ φαίνεται μια πλήρης συμφωνία γύρω από τον ιζηματογενή προμεταμορφικό τους χαρακτήρα. Επίσης παρατηρούμε ότι για τα δείγματα K₁₀, K₈, K_{14B}, υπάρχει μία ασυμφωνία που μπορεί να οφείλεται εν μέρει στην πιθανότητα λάθους στην ταξινόμηση ή στην μικτή ηφαιστειοιζηματογενή προέλευση των πρωτολίθων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

REFERENCES

DEER W.A., HOWIE R.A. AND ZUSSMAN J., 1966. An introduction to the vocu-forming minerals. Longman 528p.

DE LA ROCHE H., 1968. Geochimie-comportement differentiel de Na,K et Al dans les formations volcaniques et sedimentaires, un guide pour l etude des formations metamorphiques et plutoniques.

C.R. Acad. Sc. Paris 267, D, 39-42.

GARRELS R.M. AND MACKENZIE F.T., 1971. Evolution of sedimentary rocks. W.W. Norton, New York, N.Y., 397P.

ΕΠΙΤΡΟΠΟΥ Ν. 1981. Γεωλογική χαρτογράφηση της ευρείας ζώνης Κουρλούς. - Κοιτασματολογικές παρατηρήσεις. - Σύνδεση με τις μεταλλοφόρες περιοχές Μαρλούς-Κουμαριάς. Εσωτ. Έκθεση Παρ/μα Ξάνθης.

ΘΕΟΦΙΛΟΠΟΥΛΟΣ Δ., 1982. Μελέτη σιδηρομεταλλευμάτων θάσου. Αδημ. Έκθεση, Άρχείο ΙΓΜΕ, No 3564.

ΚΑΛΟΓΕΡΟΠΟΥΛΟΣ Σ.Η., ΕΠΙΤΡΟΠΟΥ Ν. ΚΑΙ ΠΑΡΙΤΣΗΣ Σ., 1986. Ορυκτολογία, γεωχημεία και μεταλλογενετική ερμηνεία εστρωμένων οξειδιο-σιδηρούχων σχηματισμών από την περιοχή Κουρλού της Ν.Θάσου-Β.Ελλάδα. Υπο δημοσίευση, Έκθεση ΙΓΜΕ.

PRABHU M.K. AND WEBBER G.R., 1984. Origin of quartzfeldspathic gneisses at Montauban - les- Mines, Quebec. Can. Jour. Earth, Scie., 21 pp. 336-345.

ΡΩΜΑΙΔΗΣ Ι., 1983. Γεωλογικός-Κοιτασματολογικός Χάρτης Δ.Θάσου-1:20.000.

SHAW D.M., 1972. The origin of the Apsley gneiss, Ontario Can. Jour. Earth. Scie. 9 pp. 18-35.

STAMATELOPOULOU-SEYMOUR K. AND MACLEAN W.H., 1977. The geochemistry of possible metavolcanic rocks and their relationship to mineralization at Montauban-les- Mines, Quebec. Can. Jour. Earth Scie., 14, pp 2440-2452.

VAN DE KAMP P.C., LEAKE B.E. AND SENIOR A., 1976. The petrography and geochemistry of some Californian arkoses with application to identifying gneisses of metasedimentary origin. Journal of Geology, 84, pp. 195-212.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ "Α"

Ορυκτοχημικές αναλύσεις Χλωριτών, Βιοτιτών, Αμφιβόλων και Μοσχοβιτών από γνευσιακά πετρώματα της περιοχής Κουρλούς, Ν.Θάσου, Β.Ελλάδα. Για την θέση των δειγμάτων αναφερθείτε στην Εικόνα 1

Πύν. Α1: Μικροαναλύσεις χλωριτών από γνευσιακά πετρώματα
της Ν. Οάσου, Β. Ελλάδας. Αναλυτής Δρ. Γ. Ουρανόπουλος

μεσ	K ₁	K ₅	K ₇	K ₈	K ₉
CaO	28.38	25.82	25.50	26.57	26.59
TiO ₂	-	0.12	0.10	0.23	0.23
Al ₂ O ₃	17.71	20.53	19.80	18.65	19.51
FeO	21.82	22.90	27.25	24.34	22.55
MnO	0.73	0.54	0.40	0.21	0.30
MgO	14.81	14.11	11.39	13.23	14.46
SiO ₂	-	-	-	0.09	-
P ₂ O ₅	6.12	-	-	0.09	0.03
Σ O	-	-	-	-	-
Σ O ₂	83.67	84.02	84.44	83.40	83.75

Ιοντικές αναλογίες με βάση 28 (C)

μεσ	K ₁	K ₅	K ₇	K ₈	K ₉
Ca	6.147	5.615	5.655	5.803	5.712
Al ^{IV}	1.853	2.385	2.345	2.137	2.265
Al ^{VI}	2.067	2.876	2.85	2.713	2.731
Fe ²⁺	-	0.019	0.010	0.030	0.030
Fe ³⁺	3.951	4.105	5.034	4.892	4.117
Mg	0.134	0.100	0.075	0.039	0.036
Mn	4.814	4.575	3.766	4.351	4.705
Si	-	-	-	0.022	-
P	0.052	-	-	0.025	0.003
Σ	-	-	-	-	-
Σ	11.62	11.74	11.74	11.69	11.71
Σ	8	8	8	8	8

Πίν. Α2: Μικροαναλύσεις βιοτιτών από γνευσιακά πετρώματα της Ν.Ούσου, Β.Ελλάδα.
 Αναλύτης Δρ. Γ. Οικονόμου.

συσ	K1		K3		K5		K6A	
	1	2	1	2	1	2	1	2
SiO ₂	37.34	37.29	37.55	35.70	34.86	35.18	34.81	34.81
TiO ₂	3.00	2.68	2.65	3.65	3.12	3.02	3.07	3.07
Al ₂ O ₃	16.69	16.09	14.95	16.73	16.37	16.44	16.03	16.03
FeO	16.12	17.30	15.23	16.30	21.01	20.33	20.95	20.95
MnO	0.54	0.30	0.16	0.35	0.76	0.65	0.64	0.64
MgO	10.90	10.73	14.12	8.84	7.54	9.11	7.93	7.93
CaO	-	-	-	-	-	-	-	-
Na ₂ O	0.11	0.25	0.13	0.02	0.12	0.10	0.11	0.11
K ₂ O	9.98	9.59	9.52	9.65	8.95	8.93	9.75	9.75
Σ οξεία	94.66	94.23	94.31	93.24	92.73	92.65	94.41	94.41
ΙΟΝΤΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΜΕ ΕΞΩΤ. 22 (Ο)								
Si	5.643	5.692	5.666	5.553	5.532	5.548	5.549	5.549
Al ^{IV}	2.357	2.308	2.334	2.447	2.458	2.452	2.454	2.454
Al ^{VI}	0.018	0.566	0.32	0.62	0.593	0.603	0.591	0.591
Ti	0.342	0.397	0.3	0.427	0.373	0.352	0.368	0.368
Fe ²⁺	2.840	2.209	1.915	2.381	2.768	2.682	2.671	2.671
Mn	0.059	0.039	0.02	0.047	0.102	0.088	0.087	0.087
Mg	2.456	2.444	3.197	2.050	1.785	1.907	1.884	1.884
Ca	-	-	-	-	-	-	-	-
Na	0.022	2.008	0.036	0.006	0.036	0.059	0.032	0.032
K	1.967	1.866	1.874	1.916	1.812	1.796	1.981	1.981

Πιν. Α5. Μικροανάλυσεις αμειβόλων από γνευστικά πετρώματα της Ν.Οάσου, Β. Ελλάδα
 Αναλυτής Δρ. Γ. Οικονόμου

Ελεγ.	F ₃		F ₄		F ₅		F ₆		F ₁₅
	1	2	1	2	1	2	1	2	
SiO ₂	42.22	44.07	46.34	44.21	42.85	43.16	55.42		53.51
TiO ₂	0.48	0.58	0.32	0.41	0.53	0.30	-		-
Al ₂ O ₃	11.70	9.96	10.06	11.99	15.06	13.49	2.35		1.41
FeO	17.62	16.45	14.74	17.13	14.59	13.84	1.71		0.32
MgO	6.47	6.55	0.31	0.50	0.23	0.20	0.03		0.11
MnO	9.55	10.23	12.14	10.81	10.97	11.56	24.13		23.19
CaO	16.42	10.77	11.46	10.01	11.36	10.67	13.24		13.11
Na ₂ O	3.50	1.92	1.73	1.96	1.52	1.60	0.11		0.27
K ₂ O	6.66	0.14	-	-	-	-	0.23		0.13
Στοιχ.	94.44	94.70	97.12	97.72	97.16	94.82	98.00		92.67

Ελεγ.	F ₃		F ₄		F ₅		F ₆		F ₁₅
	1	2	1	2	1	2	1	2	
Si	6.537	6.174	6.755	6.431	6.325	6.501	7.668		7.221
Al ^{IV}	1.443	1.226	1.245	1.569	1.665	1.499	0.332		0.221
Al ^{VI}	0.028	0.579	0.483	0.483	0.96	0.895	0.045		0
Ti	0.055	0.007	0.034	0.064	0.053	0.035	-		-
Fe ³⁺			0.629	1.046					
Mg	2.204	2.344	2.654	2.359	2.418	2.569	4.889		5.132
Fe ²⁺	2.211	2.117	1.163	1.031	1.804	1.744	0.194		0.099
Mn	0.062	0.076	0.037	0.037	0.036	0.041	0.001		0.016
Ca	0.753	0.572	0.468	0.552	0.457	0.468	0.128		0.175
Σ	1.705	2.475	1.790	2.278	1.799	2.236	1.928		2.095
X	0.017	0.027	-	-	-	-	0.039		0.024

Ιοντικές αναλογίες με βάση 23 (O)

Π.Ν.Α. μικροαναλύσεις κοχλιοειδών από γενεσιακά
πετρώματα της Ν. Ορέου, Β. Ελλάδας
Αναλύτης Δρ. Γ. Οικονόμου

ΣΕΣ	K12			K13			K13B		
	K7	K9	K12	1	2	3	1	2	3
SiO ₂	46.79	47.40	45.07	46.46	45.84	46.82	49.04	46.52	46.52
TiO ₂	0.46	0.18	0.86	0.60	0.96	1.11	0.74	1.21	1.21
Al ₂ O ₃	30.18	30.42	31.47	29.91	28.11	28.53	23.47	30.26	30.26
FeO	4.56	2.18	3.05	3.62	4.63	4.55	3.97	4.47	4.47
MgO	0.05	-	-	-	0.11	0.09	0.31	0.34	0.34
MnO	2.52	2.15	1.06	2.23	1.93	1.70	2.22	1.39	1.39
CaO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na ₂ O	0.24	0.34	0.40	0.35	0.32	0.39	0.33	0.16	0.16
H ₂ O	10.58	11.24	10.78	10.60	11.11	11.24	11.13	10.22	10.22
Total	95.48	93.91	92.69	94.77	93.01	94.33	94.82	94.31	94.31

Κοιτυκές αναλογίες με βάση 22 (O)

Si	6.27	6.46	6.25	6.56	6.42	6.45	6.07	6.35	6.35
Al ^{IV}	1.33	1.54	1.73	1.44	1.58	1.55	1.33	1.63	1.63
Al ^{VI}	2.94	3.24	3.39	3.15	3.06	3.03	3.07	3.21	3.21
Ti	0.093	0.015	0.09	0.06	0.10	0.114	0.073	0.125	0.125
Fe ²⁺	0.335	4.47	4.03	4.03	4.11	4.11	4.03	4.04	4.14
Mn	-	0.061	-	-	0.014	0.011	0.011	0.011	0.011
Mg	0.304	0.436	0.22	0.452	0.40	0.350	0.440	0.260	0.260
Ca	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na	0.115	1.94	0.107	2.16	0.106	0.067	2.05	0.077	0.048
K	1.626	1.953	1.909	1.83	1.98	1.97	1.932	1.742	1.742