

ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ Κ. ΤΣΑΓΚΑΛΙΔΗΣ  
ΓΕΩΛΟΓΟΣ

ΠΕΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ  
ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΟΣΣΑΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ  
ΥΠΟΒΛΗΘΗΚΕ ΣΤΟ ΓΕΝΙΚΟ ΤΜΗΜΑ  
ΤΟΥ ΓΕΩΡΓΙΚΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΑΘΗΝΩΝ

ΑΘΗΝΑ 1990

ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ Κ. ΤΣΑΓΚΑΛΙΔΗΣ  
ΓΕΩΛΟΓΟΣ

ΠΕΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ  
ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΟΣΣΑΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ  
ΥΠΟΒΛΗΘΗΚΕ ΣΤΟ ΓΕΝΙΚΟ ΤΜΗΜΑ  
ΤΟΥ ΓΕΩΡΓΙΚΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΑΘΗΝΩΝ

ΑΘΗΝΑ 1990

Η έγκριση διδακτορικής διατριβής από το Γενικό Τμήμα του Γεωργικού Πανεπιστημίου Αθηνών δεν δηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/1932, άρθρο 202).

Στη Βάσω, τον Δημήτρη  
και την Μαριέττα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	σελ.
I. ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	I
II. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ.....	1
III. ΓΕΩΛΟΓΙΑ.....	9
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
2. ΕΝΟΤΗΤΑ ΟΣΣΑΣ.....	9
3. ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ.....	13
4. ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΕΛΑΓΟΝΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ.....	18
4.1. Παλαιοζωικό κρυσταλλικό υπόβαθρο.....	19
4.2. Νεοπαλαιοζωικοί-μεσοτριάδικοί σχηματισμοί.....	19
4.3. Προανωκρητιδικό τεκτονικό κάλυμμα.....	20
4.4. Κρητιδικό κρυσταλλικό ασβεστόλιθοι (-μάρμαρα)...	21
IV. ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΑ-ΠΕΤΡΟΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑ-ΟΡΥΚΤΟΧΗΜΕΙΑ.....	25
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	25
2. ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ.....	25
2.1. Πετρογραφία.....	25
2.1.1. Μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι.....	26
2.1.2. Μαρμαρυγιακοί-γλαυκοφανιτικοί σχιστόλιθοι.....	27
2.1.3. Χλωριτικοί-μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι.....	29
2.1.4. Γλαυκοφανιτικοί σχιστόλιθοι-γλαυκοφανίτες.....	30
2.1.5. Αλβιτικοί-μαρμαρυγιακοί γνευσιοσχιστόλιθοι.....	32
2.1.6. Γλαυκοφανιτικοί-μαρμαρυγιακοί γνευσιοσχιστόλιθοι..	34
2.1.7. Πρασινίτες.....	36

	σελ.
2.1.8.	Γνεύσιλοι..... 38
2.2.	Πετροχημέια..... 45
2.3.	Ορυκτοχημέια..... 57
2.3.1.	Αμφίβολοι..... 57
2.3.2.	Επίδοτο..... 67
2.3.3.	Λευκός μαρμαρυγίας..... 71
2.3.4.	Χλωρίτης..... 74
2.3.5.	Στιλπνομέλας..... 78
2.3.6.	Πλαγιόκλαστα..... 80
2.3.7.	Πυρόξενοι..... 83
3.	ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΕΛΑΓΟΝΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ..... 85
3.1.	Πετρογραφία..... 85
3.1.1.	Παλαιοζωικό κρυσταλλικό υπόβαθρο..... 85
3.1.1.1.	Μαρμαρυγιακοί-χλωριτικοί-επίδοτιτικοί σχιστόλιθοι..... 85
3.1.1.2.	Αμφιβολιτικοί σχιστόλιθοι..... 86
3.1.1.3.	Γνευσιοσχιστόλιθοι..... 88
3.1.1.4.	Μοσχοβιτικός γνεύσιλοι..... 89
3.1.1.5.	Μαρμαρυγιακοί-γλαυκοφανιτικοί γνεύσιλοι..... 90
3.1.1.6.	Επίδοτιτικοί-κεροστιλβικοί γνεύσιλοι..... 91
3.1.2.	Νεοπαλαιοζωικοί-Μεσοτριάδικοί σχηματισμοί..... 94
3.1.2.1.	Μοσχοβιτικοί σχιστόλιθοι..... 94
3.1.2.2.	Επίδοτιτικοί-χλωριτικοί σχιστόλιθοι..... 95
3.1.2.3.	Αλβιτικοί-μοσχοβιτικοί γνευσιοσχιστόλιθοι..... 96
3.1.2.4.	Πρασινίτες..... 97
3.1.2.5.	Αμφιβολίτες..... 98
3.1.2.6.	Μάρμαρα-σιπολίτες..... 99
3.1.3.	Σχηματισμοί Προανωκρητιδικού τεκτον. καλύμματος... 101
3.1.3.1.	Γραφιτικοί-φεγγιτικοί σχιστόλιθοι..... 101
3.1.3.2.	Ασβεστοφυλλίτες-ασβεστιτικοί σχιστόλιθοι..... 102
3.1.3.3.	Μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι..... 103
3.1.3.4.	Γλαυκοφανιτικοί-επίδοτιτικοί σχιστόλιθοι..... 104
3.1.3.5.	Μεταδιαβάσεις..... 106

	σελ.
3.1.3.6.	Πρασινίτες..... 107
3.1.3.7.	Αμφιβολιτικοί γνεύσιοι-αμφιβολίτες..... 108
3.1.3.8.	Σερπεντινίτες..... 109
3.1.3.9.	Υδροθερμικές φλέβες..... 110
3.2.	Πετροχημεία-Ορυκτοχημεία..... 110
3.2.1.	Πετροχημεία παλαιοζωικού κρυσταλλικού υποβάθρου και Νεοπαλαιοζωικών-Μεσοτριάδικών σχηματισμών..... 110
3.2.2.	Ορυκτοχημεία Παλαιοζωικού κρυσταλλικού υποβάθρου και Νεοπαλαιοζωικών-Μεσοτριάδικών σχηματισμών..... 120
3.2.2.1.	Αμφίβολοι..... 120
3.2.2.2.	Χλωρίτης..... 132
3.2.2.3.	Επίδοτο..... 134
3.2.2.4.	Λευκός μαρμαρυγίας..... 137
3.2.2.5.	Πλαγιόκλαστα..... 141
3.2.2.6.	Βιοτίτης..... 143
3.2.2.7.	Γρανάτης..... 145
3.2.3.	Πετροχημεία σχηματισμών Προανωκρητιδικού καλύμ..... 145
3.2.4.	Ορυκτολογία-Ορυκτοχημεία των σχηματισμών του Προανωκρητιδικού τεκτονικού καλύμματος..... 160
3.2.4.1.	Αμφίβολοι..... 160
3.2.4.2.	Επίδοτο..... 167
3.2.4.3.	Λευκός μαρμαρυγίας..... 171
3.2.4.4.	Χλωρίτης..... 172
3.2.4.5.	Στιλπνομέλας..... 176
3.2.4.6.	Πλαγιόκλαστα..... 179
V.	ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΗ..... 182
1.	ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ..... 182
2.	ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΕΛΑΓΟΝΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ..... 189
VI.	ΠΕΡΙΛΗΨΗ-ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... 199
1.	Ενότητα Αμπελακίων..... 200
2.	Ενότητα Πελαγονικών σχηματισμών..... 202

	σελ.
2.1. Παλαιοζωικό κρυσταλλικό υπόβαθρο.....	203
2.2. Νεοπαλαιοζωικοί-Μεσοτριάδικοί σχηματισμοί.....	204
2.3. Προανωκρητιδικό τεκτονικό κάλυμμα.....	205
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>209</b>
<b>ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ.....</b>	<b>216</b>



## I. ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Αντικείμενο της παρούσας διατριβής αποτελεί η πετρολογική μελέτη των μεταμορφωμένων σχηματισμών του όρους Οσσα της Θεσσαλίας.

Το θέμα αυτό μου ανατέθηκε το 1985 από την Καθηγήτρια Ε. Δάβη, μετά τη διαπίστωση του μεγάλου ενδιαφέροντος που παρουσίαζε η εν λόγω περιοχή, για την οποία δεν είχε γίνει μέχρι τότε καμιά ιδιαίτερη πετρολογική μελέτη.

Ειδικότερα, μελετούνται η Πετρογραφία, η Πετροχημεία, η Ορυκτολογία-Ορυκτοχημεία και η Μεταμόρφωση των σχηματισμών των επωημένων ενοτήτων, που παίρνουν μέρος στη γεωλογική δομή της περιοχής μελέτης.

Η υπαίθρια πετρολογική έρευνα συμπληρώνεται με τη σύνταξη γεωλογικού χάρτη κλίμακας 1:50.000.

Οι αναγκαίες χημικές αναλύσεις των πετρωμάτων και ορυκτών έγιναν α) στο Ινστιτούτο Πετρογραφίας και Ορυκτολογίας του Πανεπιστημίου του Αμβούργου, και β) στο Ινστιτούτο Ορυκτολογίας και Πετρογραφίας του Πολυτεχνείου της Ζυρίχης.

Επιθυμώ να ευχαριστήσω όλους όσοι με βοήθησαν στην επεξεργασία και μελέτη των δεδομένων καθώς και στην πληρέστερη παρουσίαση του κειμένου της διατριβής αυτής και ιδιαιτέρως:

Την Καθηγήτρια Ε. Δάβη, όχι μόνο για την ανάθεση του θέματος, αλλά και για τις πολύτιμες συζητήσεις και υποδείξεις της, καθώς και για τη βοήθεια και συμπράξή της σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διατριβής.

Τον Καθηγητή Ν. Γιάσογλου, για τη συμπράξή του στην ολοκλήρωση της μελέτης.

Τον Επίκουρο Καθηγητή Γ. Μιγκίρο, για την πολύτιμη πολλαπλή βοήθεια και τις υποδείξεις του σε όλη τη διάρκεια της εργασίας.

Τον Καθηγητή Ε. Μπόσκο, για τις ωφέλιμες συζητήσεις που είχαμε κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας.

Τον Επίκουρο Καθηγητή Α. Παυλόπουλο, για την όλη βοήθεια και συμπράξή του από την έναρξη μέχρι το τέλος της διατριβής.

Τον D. Jung, Καθηγητή του Ινστιτούτου Πετρογραφίας και Ορυκτολογίας του Πανεπιστημίου του Αμβούργου, καθώς και τον υφηγητή του ίδιου Ινστιτούτου Κ. Αρίκα, για τη διάθεση των Εργαστηρίων του Ινστιτούτου και για τις ωφέλιμες συζητήσεις που είχα μαζί τους στη διάρκεια της μελέτης και της επεξεργασίας των Εργαστηριακών αναλύσεων.

Τέλος, ευχαριστώ θερμά για τη συμπαράσταση και βοήθειά τους, τους αγαπητούς συναδέλφους Κ. Σερέλη, Π. Κατραμπασά, και Ε. Γκάρτζο του Εργαστηρίου Ορυκτολογίας του Γ.Π.Α., καθώς και τους Γεωλόγους Δ, Μπένο και Ι. Παρχαρίδη για τη βοήθεια στη σχεδίαση των διαγραμμάτων. Ευχαριστώ επίσης τον Μ. Παγώνη, για τη δακτυλογράφηση της διατριβής.

## ΙΙ. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

Οι F. Becke, F. Teller, A. Philippson και J. Depprat ήταν οι πρώτοι που ασχολήθηκαν με το Θεσσαλικό χώρο, στα πλαίσια γενικότερων γεωλογικών μελετών τους.

Ο Α. Γεωργιάδης (1937, 1940, 1942, 1945) άρχισε πρώτος να μελετά συστηματικά το χώρο αυτό και ιδιαίτερα την περιοχή του Πηλίου.

Ο Α. Τάταρης (1960, 1971, 1975α, 1975β), στην πολύχρονη εργασία του σε περιοχές της Αν. Θεσσαλίας, ερευνά τις εκρηξιγενείς εμφανίσεις και τη μεταλλοφορία του Πηλίου (διδακτορική διατριβή) καθώς και τα βωξιτικά κοιτάσματα του Δυτικού Πηλίου. Δίνει τη στρωματογραφική δομή της Αν. Θεσσαλίας (βλ. συνέχεια) και αναφέρεται σε θέματα μεταμορφώσεως των σχηματισμών, που απαντώνται στην περιοχή αυτή. Επίσης κάνει εύστοχα ερωτήματα, που προέκυψαν από τις παρατηρήσεις του σε σχέση με τα βιβλιογραφικά δεδομένα. Σύμφωνα με αυτόν, η περιοχή της Αν. Θεσσαλίας δομείται από προαλπικούς, αλπικούς και μεταλπικούς σχηματισμούς. Στην περιοχή αυτή απαντώνται ιζηματογενή, εκρηξιγενή και μεταμορφωμένα πετρώματα, που τα διακρίνει σε μεσοζωικά, τριτογενή και τεταρτογενή. Οι αλπικοί σχηματισμοί ανήκουν στις ζώνες Πελαγονική και Υποπελαγονική, που και οι δύο μαζί αποτελούν τη ζώνη της Αν. Ελλάδας. Απ' αυτές η Πελαγονική αποτελεί το επικλυσιγενές "Μεσοζωικό κάλυμμα" του "προ-Μεσοζωικού (Πελαγονικού) υπόβαθρου" και είναι το εσωτερικό (ανατολικό) τμήμα της Ζώνης της Αν. Ελλάδας.

Ο Α. Πανάγος (1960), στη διδακτορική του διατριβή, αναφέρεται στους πετρολογικούς ορίζοντες, που συμμετέχουν στη σύσταση της

περιοχής Αγιάς της Αν. Θεσσαλίας, καθώς και στα προβλήματα, τα οποία συνδέονται με την προέλευση και τη δημιουργία τους. Σύμφωνα με αυτόν, η παραπάνω περιοχή ανήκει στην Πελαγονική ζώνη και αποτελείται από ποικιλία πετρολογικών τύπων, που προήλθαν από καθολική μεταμόρφωση ιζημάτων. Μέσα στα πετρώματα αυτά η διάβρωση αποκάλυψε εκτεταμένες εμφανίσεις υπερβασικών πλουτωνίων πετρωμάτων, που ανήκουν στους περιδοσίτες και κατά ένα μέρος στους πυροξενίτες.

Ο I. Godfriaux (1958, 1962a,b,1968) μελέτησε τη γεωλογική δομή της περιοχής των Πιερίων-Ολύμπου-Όσσας και έκανε τη σημαντικού γεωλογικού ενδιαφέροντος διαπίστωση, ότι οι σχηματισμοί της ενότητας Ολύμπου αποτελούν τεκτονικό παράθυρο, υποκείμενοι μεταμορφωμένων σχηματισμών της "Πελαγονικής σειράς", και σύνταξε γεωλογικό χάρτη, με κλίμακα 1: 100.000, της περιοχής αυτής. Ο ίδιος γεωλόγος, σε συνεργασία με τον J. Mercier (1964), συγκρίνει τους μεταμορφωμένους σχηματισμούς Θεσσαλίας και Μακεδονίας, δίνοντας για την περιοχή Φλάμπουρου Θεσσαλίας την επόμενη, από τους κατώτερους σχηματισμούς προς τους ανώτερους, στρωματογραφική διάρθρωση: 1) Σχιστοειδείς γρανίτες. 2) Οφθαλμώδεις γνεύσιοι Λιβαδίου. 3) Αλβιτικοί σχηματισμοί Πιερίων. 4) Μάρμαρα (έως ασβεστόλιθοι), με παρεμβολές σχιστολίθων του Φλάμπουρου, πιθανώς τριαδικής-ιουρασικής ηλικίας. 5) Οφιολιθικό σύστημα ανλιουρασικής ηλικίας. 6) Κρητιδικοί σχηματισμοί, που αποτελούνται από νηριτικούς ασβεστόλιθους και μαιστρίχτιο φλύσχη. Τους σχηματισμούς αυτούς τους τοποθετεί στην Πελαγονική ζώνη. Ο Godfriaux, μαζί με τον J. Fleury (1975, βλ. Fleury), συγκρίνει τα μαιστρίχτια και ηωκαινικά απολιθώματα του Ολύμπου με αυτά της ζώνης Γαβρόβου-Τριπόλεως. Ο Godfriaux (1977), σε συνεργασία με τον F. Derycke (1976, 1977, βλ. Derycke), αναφέρεται στη μεταμόρφωση και την τεκτονική δομή των υπερκειμένων του τεκτονικού παραθύρου του Ολύμπου μεταμορφωμένων σχηματισμών, οι οποίοι συνιστούν το "Πελαγονικό κάλυμμα", όπως το ονομάζουν. Το κάλυμμα αυτό το αναλύουν σε δύο πετρογραφικά και τεκτονικά

ξεχωριστές ενότητες: την ενότητα Όσσας, μεταμορφωμένη στη γλαυκοφανιτική φάση, και την ενότητα Φλάμπουρου, μεταμορφωμένη στην πρασινοσχιστολιθική φάση.

Ο D. Jung (1961) αναλύει τη γεωλογία της βόρεια του χωριού Χασάμπαλι περιοχής (Αν. Θεσσαλία) και μαζί με τον H. Schneider (1960-61) μελετούν τεταρτογενή της Αν. Θεσσαλίας.

Η Ε. Δάβη (1966) διαπιστώνει, για πρώτη φορά, στην περιοχή Τσιολίου Καρδίτσας εμφανίσεις μεταμορφωμένων πετρωμάτων, τα οποία τοποθετεί στην "Πελαγονική μάζα".

Η ίδια γεωλόγος, σε συνεργασία με τον D. Jung (1978), αναφέρεται στη γεωλογική δομή του Πηλίου γενικότερα και ειδικότερα στη γεωχημεία και μεταμόρφωση των γλαυκοφανιτικών σχιστολίθων, που απαντώνται στην περιοχή αυτή. Την εργασία συνοδεύει γεωλογικός χάρτης του Πηλίου με κλίμακα 1: 100.000, που έγινε από την Ε. Δάβη.

Η Ε. Δάβη επίσης, μαζί με τον Γ. Μιγκίρο (1979, 1981) πιστοποιεί για πρώτη φορά την παρουσία γρανιτικών πετρωμάτων (γρανίτες έως γρανοδιορίτες με τοπική παρουσία διορίτη και συηνίτη) της αλπικής ορογένεσως μέσα στους μεταμορφωμένους σχηματισμούς της περιοχής του Κάτω Ολύμπου Αν. Θεσσαλίας.

Η Σ. Παπασπύρου-Ποιμενίδου (1966), στη διδακτορική της διατριβή, αναφέρεται στους γνευσίους της περιοχής Αργυροπουλείου του κάτω Ολύμπου, τους οποίους τοποθετεί στην "Πελαγονική μάζα".

Ο J. Ferrier (1974, 1976a,b,c, 1977a,b, 1978a,b, 1982), ο οποίος εργάστηκε επί σειρά ετών στις περιοχές της Όθρυος και του Πηλίου, δέχεται ότι η περιοχή του Πηλίου δομείται, από κάτω πρό τα επάνω, ως εξής: 1) Σειρά Μακρυνίτσας. 2) Πελαγονικό κάλυμμα, το οποίο αποτελείται από α) Σχιστολίθους οφθαλμώδεις (Παλαιοζωικό;), β) Τριαδικά-Ιουρασικά μάρμαρα. γ) Σχιστολίθους

υπερκείμενους. 3) Καλύμματα προανωκρητιδικά (Μαλιακά). 4) Οφιόλιθοι. 5) Ανωκρητιδικοί σχηματισμοί. 6) Βασαλτικές διελοδύσεις. 7) Klippe Λεχωνίων. 8) Νεογενή, τεταρτογενή ιζήματα.

Οι G. Yarwood και Aftalion (1976) μελέτησαν την εσωτερική δομή των γρανιτών Καταφυγίου των Υψηλών Πιερίων. Ο πρώτος, σε συνεργασία με τον J. Dixon (1977), αναλύει την τεκτονική δομή των κατωκρητίδων και νεοτέρων καλυμμάτων στην περιοχή των Υψηλών Πιερίων.

Ο C. Barton (1975, 1976) αναλύει την τεκτονική δομή των υπερκειμένων τεκτονικώς από επώθηση της ενότητας του Ολύμπου μεταμορφωμένων σχηματισμών.

Ο G. Katsikatsos (1977), αναφερόμενος στην τεκτονική δομή της Αττικής και Εύβοιας, ταυτίζει την ενότητα Όσσας (περιοχή Όσσας) με αυτή του Αλμυροποτάμου (N. Εύβοια), καθώς επίσης και την επωδημένη πάνω στην ενότητα Όσσας σειρά γλαυκοφανιτικών σχιστολίθων με τους σχηματισμούς της Όχης (N. Εύβοια).

Οι V. Jacobshagen κ.ά (1978), με βάση τις μελέτες που έγιναν κατά καιρούς από ημεδαπούς και αλλοδαπούς γεωεπιστήμονες, διακρίνουν τον ελλαδικό χώρο σε διάφορες γεωτεκτονικές ζώνες-τεκτονικές ενότητες, οι οποίες για την περιοχή του Ολύμπου-Όσσας, από κάτω προς τα επάνω, είναι:

- α) Ζώνη Γαββρόβου-Τριπόλεως (Όλυμπος)
- β) Ζώνη Αλμυροποτάμου (Όσσα)
- γ) Νεοελληνικό τεκτονικό κάλυμμα (μπλέ σχιστόλιθοι)
- δ) Πελαγονική Ζώνη.

Οι Γ. Κατσικάτσος, Γ. Μιγκίρος και Μ. Βιδάκης (1980, 1982) δίνουν τα συμπεράσματα, σχετικά με τη στρωματογραφική και τεκτονική ανάλυση της περιοχής της Αν. Θεσσαλίας, καθώς επίσης

και τη μεταμόρφωση των σχηματισμών που παίρνουν μέρος σ' αυτή. Τα συμπεράσματα αυτά προέκυψαν ύστερα από πολύχρονη εργασία στην παραπάνω περιοχή, στα πλαίσια του προγράμματος εργασιών του ΙΓΜΕ. Την εργασία τους συνοδεύουν γεωλογικός και τεκτονικός χάρτης της Αν. Θεσσαλίας, κλίμακας 1:500.000. Σύμφωνα με τους παραπάνω γεωλόγους, η περιοχή της Αν. Θεσσαλίας δομείται, από κάτω προς τα επάνω, από τις ακόλουθες τεκτονικές-πετρολογικές ενότητες σχηματισμών: 1) Ενότητα Ολύμπου. 2) Ενότητα Όσσας. 3) Ενότητα Αμπελακίων. 4) Ενότητα Πελαγονικής ζώνης από α) Παλαιοζωικό κρυσταλλικό υπόβαθρο, β) Νεοπαλαιοζωικούς-κατωμεσοτριάδικούς σχηματισμούς, γ) Μεσοανωτριάδικά-ανωιουρασιακά μάρμαρα, δ) Προανωκρητιδικό τεκτονικό κάλυμμα, ε) Ανωκρητιδικά επικλυσιγενή μάρμαρα Αγιάς. 5) Τεκτονικό κάλυμμα Βενέτου. 6) Γρανιτικές διεισδύσεις.

Ο Γ. Μιγκίρος (1983 και 1986) καθορίζει για πρώτη φορά, με βάση κωνόδοντα, τη μεσοτριάδική ηλικία των ανωτέρων μελών των Νεοπαλαιοζωικών-Τριάδικών μεταμορφωμένων σχηματισμών της Πελαγονικής και αναλύει τις τεκτονομεταμορφικές φάσεις, που έχουν υποστεί τα μεταμορφωμένα πετρώματα της περιοχής του Κάτω Ολύμπου. Ο ίδιος αποδεικνύει, για πρώτη επίσης φορά, την ισοδυναμία των ενοτήτων Ολύμπου και Όσσας, τις οποίες και ενοποιεί. Επίσης μελετά τους οφιολιθικούς σχηματισμούς της Ανατ. Θεσσαλίας, οι οποίοι, κατά την άποψή του, μπορούν να συγκροτήσουν ένα πλήρες μεταμορφωμένο οφιολιθικό σύμπλεγμα.

Οι G. Katsikatos, G. Migiros, M. Triantafillis και A. Methos (1986), στη μελέτη τους για τη γεωλογική δομή των εσωτερικών ελληνίδων, διαπιστώνουν τα ακόλουθα, σε ό,τι αφορά τη γεωλογική δομή της Αν. Θεσσαλίας:

α) Οι αυτόχθονες ενότητες "Ολύμπου-Όσσας και Κρανιάς Ελασσόνας, σε μορφή τεκτονικών παραθύρων στην περιοχή αυτή, ανήκουν στις εξωτερικές ελληνίδες.

β) Η ενότητα Αμπελακίων αποτελεί το εξωτερικό τμήμα της Πελαγονικής ζώνης. Παλαιότερα ο Γ. Μιγκίρος (1983) την είχε

συγκρίνει με τη ζώνη της Πίνδου.

γ) Η Πελαγονική ζώνη έχει υποστεί μαζί με την ενότητα Αμπελακίων τη μεταμόρφωση των υψηλών πιέσεων-χαμηλών θερμοκρασιών και στη συνέχεια και οι δύο μαζί επωδήθηκαν στην αυτόχθονη ενότητα Ολύμπου-Θάσας.

Ο D. Παπανικολαου (1986), δίνοντας παλαιογεωγραφική εικόνα των μεταμορφωμένων ελληνίδων με το τέλος του Κρητιδικού, αναφέρει συμπερασματικά τα ακόλουθα:

Η παλαιογραφία του Ελληνικού τμήματος της Τηθύος, κατά το Ανώτερο Κρητιδικό, χαρακτηριζόταν από: α) Μια εξωτερική νηριτική ανθρακική τράπεζα, που περιλάμβανε όλες τις ενότητες, από την ενότητα Παξών έως τον Όλυμπο, με ύπαρξη ενδιάμεσα μιας λεκάνης με πελαγική ιζηματογένεση, η οποία περιλάμβανε τη Μάνη και την Ιονία και που είχε δημιουργηθεί με ταφρογένεση κατά το άνοιγμα της Τηθύος στο ανώτερο Λιάσιο-Δογγέριο. β) Μια βαθιά λεκάνη (περιθωριακή θάλασσα) με πελαγική ιζηματογένεση, που περιλάμβανε την Πίνδο και τμήμα των Κυκλάδων. χαρακτηριστικό της λεκάνης είναι η ύπαρξη ραδιολαριτών και βασικής ηφαιστειότητας. γ) Μια εσωτερική νηριτική ανθρακική τράπεζα, που περιλάμβανε τον Παρνασσό. η τράπεζα αυτή είναι πιθανό υπόλειμμα μιας πολύ εκτεταμένης κατά το Τριαδικό-Ιουρασικό τράπεζας, που προσβλήθηκε από την παλαιο-αλπική ορογένεση και που περιλάμβανε κυρίως στο χώρο της Ανατολικής Ελλάδος τις ενότητες "Υποπελαγονική", Αλμωπία και Αττική. Ο εσωτερικός αυτός ήδη τεκτονισμένος χώρος γίνεται από το Κενομάνιο εκ νέου ρηχή ανθρακική τράπεζα και διαχωρίζεται από τον Παρνασσό από τη μικρή λεκάνη Δυτικής Θεσσαλίας-Βοιωτίας, που δημιουργήθηκε στο ανώτατο Ιουρασικό. Τέλος, η απουσία οφιολίθων από τον εξωτερικό χώρο του ελληνικού τμήματος της Τηθύος είναι σημαντική, διότι υποδεικνύει την πιο εσωτερική τους προέλευση.

Οι Α. Κίλλιας και Δ. Μουντράκης (1989), αναφερόμενοι στην τεκτονική, το μεταμορφισμό και το μαγματισμό του Πελαγονικού καλύμματος, συμπεραίνουν τα ακόλουθα:



Το τεκτονικό κάλυμμα της Πελαγονικής αποτελείται: α) Από τρεις λιθολογικά ανάλογες, παλαιοζωικής ηλικίας, πολυμεταμορφωμένες, κρυσταλλοσχιστώδεις μάζες (κρ. μάζα Βέρνου, κρ. μάζα Βόρρα, κρ. μάζα Πιερίων-Χαμβουνίων), που διαφέρουν όμως μεταξύ τους ως προς την τεκτονική μεγαδομή και την κινηματική τους, β) από εκτεταμένα, διαφορετικής ηλικίας, πλουτωνικά σώματα, γ) από την περμοτριάδικής ηλικίας μετακλαστική σειρά κατά μήκος, κυρίως, του δυτικού του περιθωρίου, που μεταβαίνει σταδιακά, δ) στο ελαφρά ανακρυσταλλωμένο, τριάδικοϊουρασικής ηλικίας, δυτικό ανθρακικό κάλυμμα, ε) από το έντονα μεταμορφωμένο, τριάδικοϊουρασικής επίσης ηλικίας, ανατολικό ανθρακικό κάλυμμα, και στ) από τους επικλυσιογενείς κρητιδικούς ασβεστολίθους και τον άνω κρητιδικής-παλαιοκαινικής ηλικίας φλύσχη, στο ανατολικό περιθώριό του.

Οφιολίθιοι με τα συνοδά ιζήματά τους και τα κρητιδικής-παλαιοκαινικής ηλικίας αλμωπικά λέπια επιπεύουν με ΝΔ φορά στο ανατολικό περιθώριο του Πελαγονικού καλύμματος, ενώ το δυτικό περιθώριό του επιπεύεται από το δυτικό οφιολιθικό σύμπλεγμα με τα συνοδά ιζήματα, με ΑΒΑ φορά.

Την προνεογενή τεκτονική δομή του Πελαγονικού καλύμματος και των γειτονικών του γεωλογικών σχηματισμών τη διαμόρφωσαν πέντε, τουλάχιστον, παραμορφωτικές φάσεις, με τις οποίες συνδέθηκαν τα μεγάλης έκτασης τεκτονικά γεγονότα, δηλαδή επώθηση οφιολίθων, σχηματισμός τεκτονικών καλυμμάτων και εσωτερικών λεπιώσεων: α) Η τουλάχιστον ερκύνιας ηλικίας συμμεταμορφική D-πτύχωση, β) η άνω ιουρασικής-κατωκρητιδικής ηλικίας συμμεταμορφική D<sub>2</sub>-πτύχωση, γ) η επίσης, άνω κρητιδικής-παλαιοκαινικής ηλικίας, συμμεταμορφική D<sub>3</sub>-πτύχωση, δ) η άνω ηωκαινικής ηλικίας επωθητική κίνηση του Πελαγονικού καλύμματος πάνω στις ανθρακικές μάζες του Ολύμπου-Όσσας, των Ριζωμάτων και της Κρανιάς, που συνοδεύθηκε από τη μεταμόρφωση υψηλής πίεσης-χαμηλής θερμοκρασίας (ενότητα μπλέ σχιστολίθων), και ε) η άνω ηωκαινικής-ολιγοκαινικής ηλικίας μεταμεταμορφική D<sub>4</sub>-πτύχωση.

Οι Kr. Shermen, D. Lux και B. C. Burschfiel (1989) αναλύουν με ραδιοχρονολογήσεις τις ηλικίες μεταμόρφωσης, τις οποίες

συνδέουν με τα τεκτονικά γεγονότα. Συνοπτικά αναφέρουν τα ακόλουθα σχετικά:

Με τη μέθοδο  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  χρονολογήθηκαν στρώματα ηπειρωτικού περιθωρίου και πετρώματα κρυσταλλικού υποβάθρου από την περιοχή Ολύμπου, τα οποία υποβυθίστηκαν και μεταμορφώθηκαν κατά τη διάρκεια της αλπικής ορογένεσης. Προσδιορίστηκαν τα εξής πέντε γεγονότα παραμόρφωσης και μεταμόρφωσης:

1) 295 εκατ. χρόνια, κρυστάλλωση και ψύξη γρανιτικών διεισδύσεων μέσα στο υπόβαθρο της Πελαγονικής.

2) Περίπου 100 εκατ. χρόνια, πρασινοσχιστολιθική έως κυανοσχιστολιθική-πρασινοσχιστολιθική φάση μεταμόρφωσης και τεκτονική λεπίωση ηπειρωτικών τεμαχών.

3) 53-55 εκατ. χρόνια, κυανοσχιστολιθική φάση μεταμόρφωσης των ενοτήτων των Πιερίων και Αμπελακίων.

4) 36-40 εκατ. χρόνια, επώθηση των κυανοσχιστόλιθων στην ενότητα του Ολύμπου.

5) 16-23 εκατ. χρόνια, ανύψωση και ψύξη σε θερμοκρασίες  $T < 100-500^\circ\text{C}$ , που σχετίζονται με ρήγματα κανονικού τύπου. Το τελευταίο γεγονός συνεχίζεται έως σήμερα.

Τα στοιχεία από το Ar περιορίζουν τις θερμοκρασίες μεταμόρφωσης κατά τη διάρκεια της υποβύθισης ηπειρωτικού φλοιού σε  $T < 350^\circ\text{C}$  και υποδηλώνουν ότι η φάση του εφελκυσμού και της ανύψωσης στον Όλυμπο ήταν σύγχρονη με τις επωθήσεις στις εξωτερικές Ελληνίδες.

Τέλος, στη γεωλογική δομή της ευρύτερης περιοχής μελέτης, έχουν συμβάλει οι γεωλογικοί χάρτες, κλίμακας 1: 50.000, του ΙΓΜΕ και κυρίως οι γεωλογικοί χάρτες Γόννοι, Ραψάνη, Καρίτσα, Αγιά-Παναγιά Αγιάς και Πλατύκαμπος.

### ΙΙΙ ΓΕΩΛΟΓΙΑ

#### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η περιοχή του όρους Οσσα ή Κίσσαβος της Ανατολικής Θεσσαλίας (Σχ. 1) γεωλογικά αποτελεί ένα τεκτονικό παράθυρο (Γ. Κατσικάτος, 1977), το οποίο ταυτίζεται με αυτό του Ολύμπου (Δ. Παπανικολάου, 1986, Σχ. 2).

Η γεωλογική μελέτη της δομής που έγινε στην περιοχή (βλ. Γεωλογικό Χάρτη κλίμ. 1:50.000), σε συνδυασμό με τα βιβλιογραφικά δεδομένα, έδειξε ότι σ' αυτή, εξαιρουμένων των μεταλπικών σχηματισμών, παίρνουν μέρος οι ακόλουθες ενότητες σχηματισμών, από τους παλαιότερους στους νεότερους:

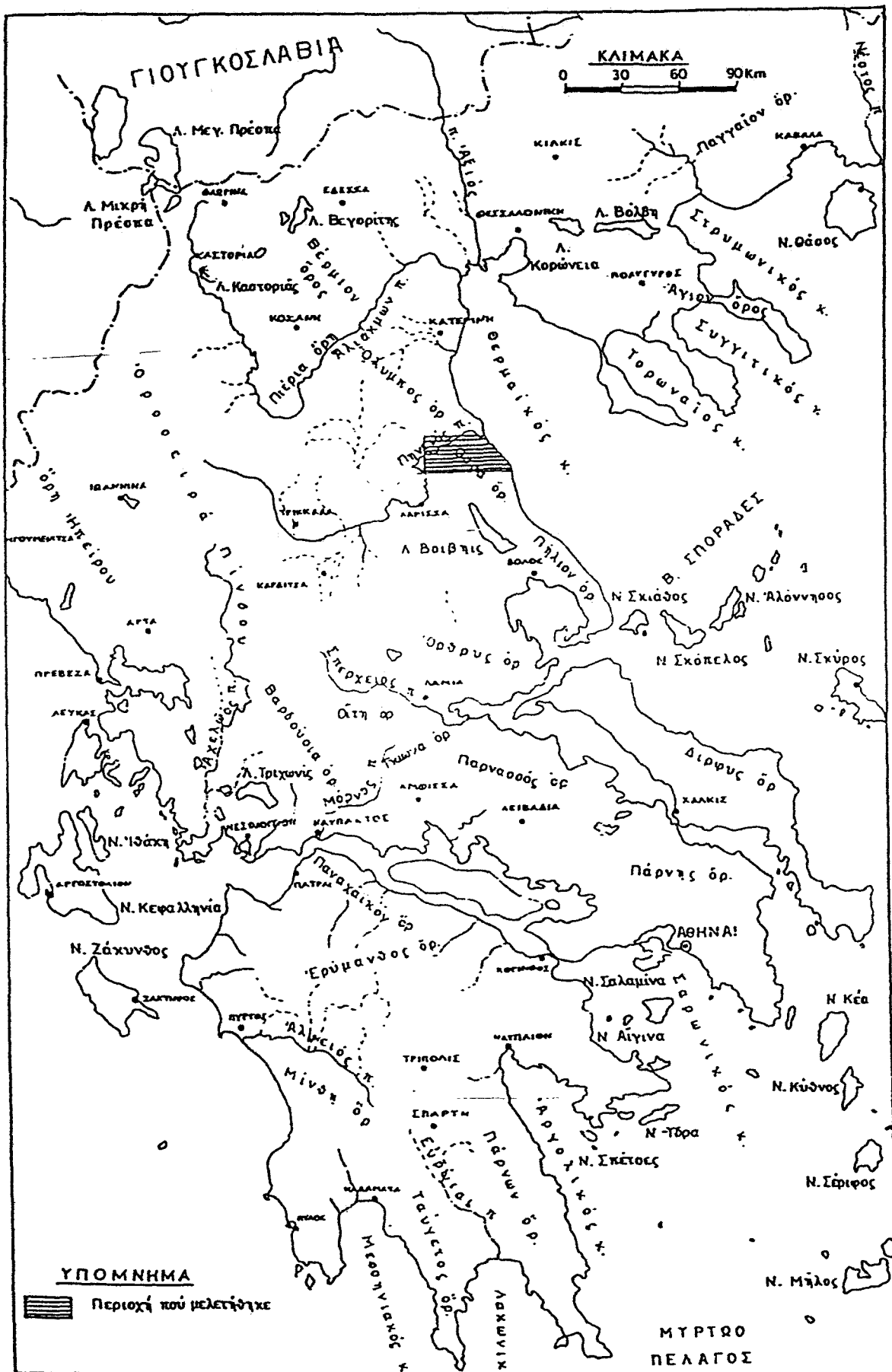
- α) Ενότητα Οσσας
- β) Ενότητα Αμπελακίων
- γ) Ενότητα Πελαγονικών σχηματισμών

Η ενότητα των Πελαγονικών σχηματισμών είναι επωθημένη στους σχηματισμούς της ενότητας Αμπελακίων και στη συνέχεια και οι δύο ενότητες μαζί υπέρκεινται τεκτονικώς των σχηματισμών της ενότητας Οσσας. Οι ηλικίες των τεκτονικών αυτών κινήσεων θεωρούνται ότι είναι μετακρητιδική-προανωθηκαινική και μεταμεσοθηκαινική αντίστοιχα (Γ. Κατσικάτος κ.ά., 1982 και Γ. Μιγκίρος, 1983).

Οι ενότητες της Πελαγονικής ζώνης και των Αμπελακίων αποτελούνται από πετρολογικούς σχηματισμούς που έχουν υποστεί διαδοχικές μεταμορφώσεις, από τις οποίες μια τουλάχιστον έγινε υπό συνθήκες υψηλών πιέσεων-χαμηλών θερμοκρασιών.

#### 2. ΕΝΟΤΗΤΑ ΟΣΣΑΣ

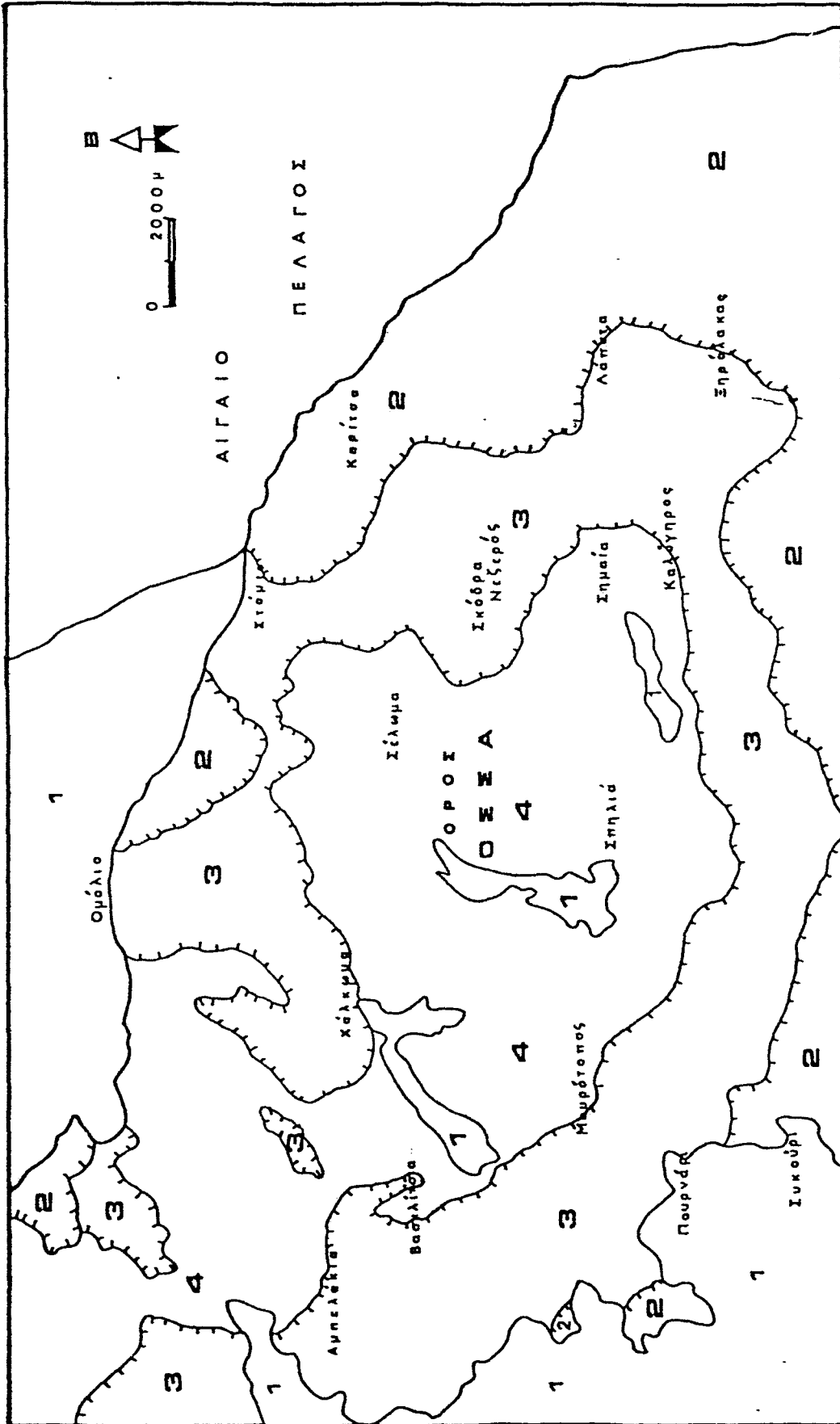
Η ενότητα της Οσσας καταλαμβάνει μεγάλο μέρος του ομώνυμου όρους (Σχ. 3). Υπόκειται των μεταμορφωμένων σχηματισμών των ενοτήτων Αμπελακίων και Πελαγονικής και, όπως αναφέρθηκε, αποτελεί τεκτονικό παράθυρο (Γ. Κατσικάτος, 1977), ανάλογο με

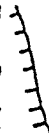


Σχ. 1. Ενδεικτικός χάρτης εντοπισμού της περιοχής που μελετήθηκε.



Σχ. 2. Χάρτης γεωτεκτονικών ζωνών-ενοτήτων των Ελληνίδων.



Σχ. 3. Γεωτεκτονικός χάρτης ενότητων του όρους Όσσα.  
1: Μεταλπικοί σχηματισμοί. 2: Ενότητα πελαγονικών  
σχηματισμών. 3: Ενότητα Αμπελακίων. 4: Ενότητα  
Όσσας.  : Επώθηση

αυτό του Ολύμπου (Γ. Μικγίρος, 1983).

Η ενότητα αυτή αποτελείται από μία σειρά κρυσταλλικών ασβεστολίθων και δολομιτών, οι οποίοι έχουν ορατό πάχος έως 1000 μέτρα. Το περιβάλλον που σχηματίστηκε πρέπει να ήταν νηριτικό και η ιζηματογένεση έγινε χωρίς κενά και στρωματογραφικές ασυμφωνίες. Η σειρά προς τα επάνω παρουσιάζει δύο έως τρεις ενστρώσεις από αργιλικούς σχιστολίθους και μεταψαμμίτες πάχους περίπου 15-20 μέτρων και στη συνέχεια περνά σε ιζήματα τύπου φλύσχη. Τα μέλη του σχηματισμού του φλύσχη είναι φυλλίτες, σερικιτικοί σχιστόλιθοι, ανθρακικοί σερικιτικοί σχιστόλιθοι και σερικιτικοί σχιστοψαμμίτες, με παρεμβολές κρυσταλλικών ασβεστολίθων πάχους περίπου 20-30 μέτρων. Μέσα στους σχηματισμούς αυτούς παρατηρήθηκαν, σε ορισμένες περιοχές, ολισθόλιθοι, ποικίλου μεγέθους, που προέρχονται από την ανθρακική σειρά της ενότητας αυτής (βλ. Γεωλογικό Χάρτη κλίμ. 1:50.000 και Σχ. 4).

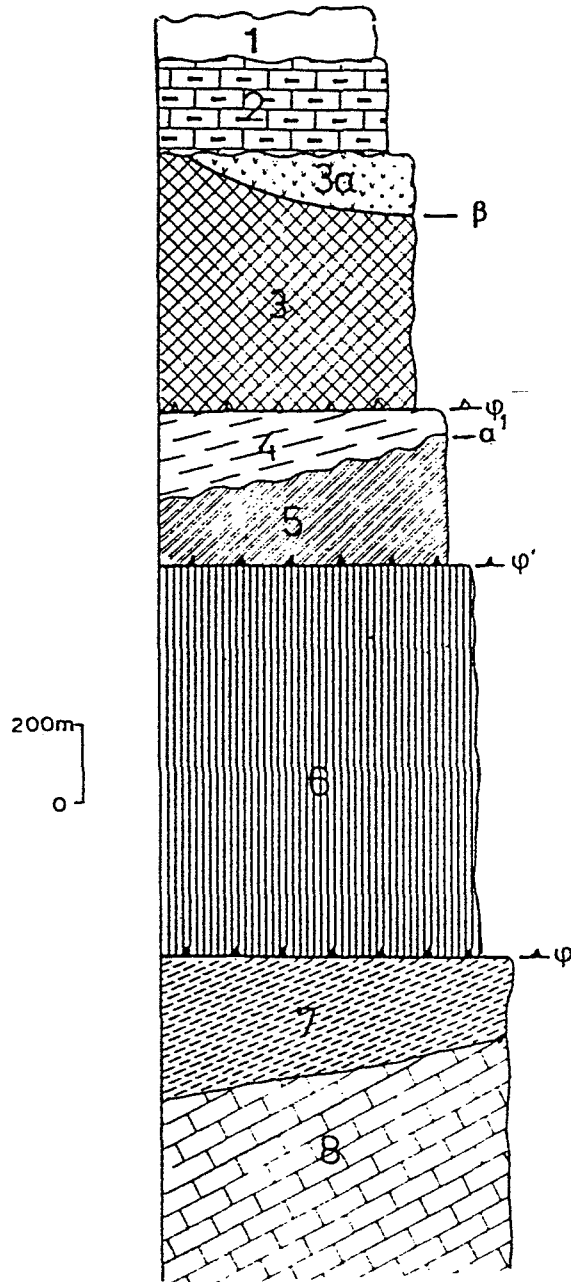
Στη συνέχεια αναλύονται εκτενέστερα πετρολογικά και πετροχημικά οι μεταμορφωμένες ενότητες Αμπελακίων και Πελαγονικής, που αποτελούν και το κύριο αντικείμενο της παρούσης μελέτης.

### 3. ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ

Η ενότητα Αμπελακίων περιλαμβάνει ικανή έκταση του όρους Όσσα, υπερκείμενη τεκτονικά των άλλων σχηματισμών της ενότητας αυτής με πάχος, το οποίο υπερβαίνει κατά θέσεις τα 800 μέτρα (Σχ. 3 και 4, Γεωλογικός χάρτης 1:50.000, καθώς και εικ. 1, 2 και 3). Η μελέτη της ενότητας Αμπελακίων έδειξε ότι παρουσιάζει μεγάλη ποικιλία πετρολογικών τύπων, οι οποίοι εναλλάσσονται τόσο κατά στρώση, όσο και πλευρικά.

Επικρατούν κυρίως οι γνεύσιοι, οι γνευσιοσχιστόλιθοι, οι σχιστόλιθοι και οι πρασινίτες.

Γενικά, τα πετρώματα αυτά παρουσιάζονται έντονα πτυχωμένα, τεκτονισμένα και εξαλλοιωμένα. Ο βαθμός αποσάθρωσής τους είναι προχωρημένος, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ήπιου, κατά το



Σχ. 4. Λιθοστρωματογραφική στήλη περιοχής Όσσας.  
1: Μεταλπικοί σχηματισμοί. 2-6: Ενότητα πελαγονικών σχηματισμών (2: Κρητιδικό κρυσταλλικό ασβεστόλιθοι-μάρμαρα, 3, 3α: Προανωκρητιδικό τεκτονικό κάλυμμα, 4: Νεοπαλαιοζωικοί-μεσοτριάδικοί σχηματισμοί, 5: Παλαιοζωικό κρυσταλλικό υπόβαθρο, 6: Ενότητα Αμπελακίων). 7,8: Ενότητα Όσσας (7: Φλύσχης επίζωνικά μεταμορφωμένος, 8: Κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι-μάρμαρα).  
φ, φ', φ<sub>1</sub>: Επωθήσεις. α: Επίκλυση. β: Τεκτονική επαφή.



πλείστον, μορφολογικού αναγλύφου. Το ανάγλυφο αυτό, σε συνδυασμό με το υδρογραφικό δίκτυο και με τις χαρακτηριστικές χρωματικές αποχρώσεις του λευκού-μπλέ, κιτρινόφαιου και λευκοπράσινου, αποτελεί χαρακτηριστικό των εν λόγω σχηματισμών και τους διακρίνει από τους σχηματισμούς των άλλων γεωλογικών ενοτήτων, που παίρνουν μέρος στη γεωλογική δομή της περιοχής αυτής.

Η λιθοστρωματογραφική περιγραφή τους έγινε με τομές σε διάφορες περιοχές περιφερειακά του τεκτονικού παραθύρου. Οι τομές αυτές περιγράφονται στη συνέχεια (Σχ. 3):

#### (α) Τομή, Αμπελακίων-Βασιλίτσας

Στην τομή αυτή παρουσιάζεται γενικά μια μονοτονία πετρολογικών τύπων, οι οποίοι είναι, κυρίως, εναλλαγές γλαυκοφανιτικών και μαρμαρυγιακών σχιστολίθων. Στα κατώτερα στρωματογραφικά τους μέλη εμφανίζονται ερυθρά κατά το πλείστον μάρμαρα και σιπολίτες. Η προσπάθεια προσδιορισμού ηλικίας των ερυθρών μαρμάρων με κωνόδοντα υπήρξε αρνητική. Οι σχηματισμοί στην περιοχή αυτή είναι έντονα πτυχωμένοι και τεκτονισμένοι και κατά θέσεις θρυμματισμένοι.

#### (β) Τομή Μαυρότοπος-Πουρνάρι

Στην τομή αυτή τα κατώτερα μέλη αποτελούνται από γλαυκοφανιτικούς σχιστολίθους, με λεπτές στρώσεις γλαυκοφανίτη, οι οποίοι εναλλάσσονται με γνεύσιους και γλαυκοφανιτικούς - μαρμαρυγιακούς σχιστολίθους. Προς τη βάση τους παρουσιάζονται επίσης συχνές ενστρώσεις μαρμάρων και σιπολιτών, πάχους περίπου 10-20 μέτρων. Τα μεσαία μέλη αποτελούνται κυρίως από αλβιτικούς -μαρμαρυγιακούς γνευσιοσχιστολίθους, που περιέχουν ενστρώσεις πρασινιτών. Η σειρά προς τα επάνω κλείνει με εναλλαγές αλβιτικών -μαρμαρυγιακών γνευσιοσχιστολίθων και γλαυκοφανιτικών -μαρμαρυγιακών σχιστολίθων.

#### (γ) Τομή Συκουρίου Σπηλιάς

Στην τομή αυτή, στα κατώτερα στρωματογραφικά μέλη της

ενότητας Αμπελακίων είναι έντονη η παρουσία των γλαυκοφανιτικών σχιστολίθων έως γλαυκοφανιτών, μέσα στους οποίους παρεμβάλλονται αλβιτικοί-μαρμαρυγικοί γνευσιοσχιστόλιθοι. Στα μεσαία μέλη της σειράς εμφανίζονται εναλλαγές μοσχοβιτικών σχιστολίθων με αλβιτικούς-μαρμαρυγικούς γνευσιοσχιστολίθους και προς τα ανώτερα της μέλη η σειρά κλείνει με χλωριτικούς-μαρμαρυγικούς σχιστολίθους.

#### (δ) Τομή Καλόγηρος-Ξηρόλακας

Στην τομή αυτή οι βαθύτεροι στρωματογραφικά ορίζοντες αποτελούνται από εναλλαγές αλβιτικών-μαρμαρυγικών γνευσιοσχιστολίθων και πρασινιτών, οι οποίοι, όσο προχωρούμε προς τη βάση της επώθησης, αυξάνουν σε ποσοστό συμμετοχής και κλείνουν τη σειρά προς τα κάτω. Τα μεσαία μέλη της σειράς αποτελούνται σχεδόν αποκλειστικά από αλβιτικούς-μαρμαρυγικούς σχιστολίθους, ενώ τα ανώτερα μέλη έχουν έντονη την παρουσία γλαυκοφανιτικών σχιστολίθων σε εναλλαγές κατά στρώσεις με χλωριτικούς-μοσχοβιτικούς σχιστολίθους.

#### (ε) Τομή Σημαία-Λάπατα

Στην τομή αυτή οι βαθύτεροι στρωματογραφικά ορίζοντες της ενότητας Αμπελακίων αποτελούνται από γνευσίους που εναλλάσσονται με γλαυκοφανιτικούς-μαρμαρυγικούς σχιστολίθους, οι οποίοι περιέχουν ενστρώσεις, άλλοτε περισσότερο και άλλοτε λιγότερο επιδοτιτικές. Σε μικρή αναλογία, μεταξύ των προαναφερθέντων πετρωμάτων, παρεμβάλλονται πρασινίτες με μορφή επίσης ενστρώσεων μικρού πάχους. Στα ανώτερα μέλη της σειράς υπερτερούν οι χλωριτικοί-μοσχοβιτικοί σχιστόλιθοι και οι γλαυκοφανιτικοί-μαρμαρυγικοί γνευσιοσχιστόλιθοι, οι οποίοι εναλλάσσονται.

Λίγο βοριότερα από την προηγούμενη τομή, στη θέση Σκόδρα-Νεζερός, εμφανίζονται στα κατώτερα μέλη της ενότητας Αμπελακίων αντί των γνευσίων μοσχοβιτικοί σχιστόλιθοι, μέσα στους οποίους απαντούν ενστρώσεις πρασινιτών.

**(στ) Τομή, Καρίτσα-Σέλωμα**

Στην τομή αυτή η βάση της όλης επωδημένης σειράς σχηματισμών αποτελείται από γλαυκοφανιτικούς-μαρμαρυγιακούς σχιστολίθους και γλαυκοφανιτικούς-μαρμαρυγιακούς γνευσιοσχιστολίθους, που εναλλάσσονται μεταξύ τους με υπεροχή σε αναλογία συμμετοχής των πρώτων. Στα μεσαία μέλη παρουσιάζονται εναλλαγές γλαυκοφανιτικών-μαρμαρυγιακών σχιστολίθων με αλβιτικούς-μαρμαρυγιακούς γνευσιοσχιστολίθους, οι οποίοι και στα νεότερα στρωματογραφικά μέλη φαίνονται να υπερτερούν των γλαυκοφανιτικών-μαρμαρυγιακών σχιστολίθων. Στα ανώτερα μέλη της ενότητας έχουμε εναλλαγές τυπικών γλαυκοφανιτικών σχιστολίθων έντονα πτυχωμένων με μάζες πρασινιτών, οι οποίοι, όσο βαίνουμε προς τα υψηλότερα στρωματογραφικά μέλη, αυξάνουν σε ποσοστό συμμετοχής.

**(ζ) Τομή Στόμιο-Σέλωμα**

Στην τομή αυτή η βάση της ενότητας Αμπελακίων αποτελείται εξ ολοκλήρου από γλαυκοφανιτικούς μαρμαρυγιακούς σχιστολίθους, με εναλλαγές γλαυκοφανιτικών-μαρμαρυγιακών γνευσιοσχιστολίθων. Στα μεσαία μέλη της σειράς αυτής παρατηρούνται εναλλαγές μαρμαρυγιακών-γλαυκοφανιτικών σχιστολίθων με αλβιτο-μαρμαρυγιακούς γνευσιοσχιστολίθους, οι οποίοι προς τα επάνω αυξάνουν σε βάρος των πρώτων. Στα ανώτερα μέλη της σειράς έχουμε την παρουσία γλαυκοφανιτικών σχιστολίθων με παρεμβολές πρασινιτών, οι οποίοι αυξάνουν όσο προχωρούμε προς τα επάνω και κλείνουν τελικά τη σειρά.

**(η) Τομή Ομόλιο-Χάλκωμα**

Στους βαθύτερους ορίζοντες της τομής αυτής παρατηρούμε γλαυκοφανιτικούς και γλαυκοφανιτικούς-μαρμαρυγιακούς σχιστολίθους σε εναλλαγές. Η σειρά αυτή σχηματισμών αρχίζει με γνεύσιους, πάχους περίπου 30 μέτρων. Στη μέση της ενότητας απαντούν αλβιτικοί-μαρμαρυγιακοί γνευσιοσχιστολίθοι με παρεμβολές πρασινιτών, οι οποίοι είναι σπανιότεροι στους βαθύτερους ορίζοντες. Τα ανώτερα μέλη της ενότητας αποτελούνται

από εναλλαγές γλαυκοφανιτικών-μαρμαρυγιακών σχιστολίθων και αλβιτικών-μαρμαρυγιακών γνευσιοσχιστολίθων, με υπεροχή των πρώτων στα ανώτερα μέλη.

Γενικά, από τη μελέτη των παραπάνω σχηματισμών σε τομές περιφερειακά του όρους Όσσα που κάλυψαν όλη την ενότητα Αμπελακίων, διαπιστώθηκε ότι: α) οι πρασινίτες απαντούν μόνο στο βορειοανατολικό τμήμα της ενότητας Αμπελακίων, κυρίως στα ανώτερα λιθοστρωματογραφικά μέλη της. β) οι γνεύσιοι-γνευσιοσχιστόλιθοι, όπου υπάρχουν, απαντούν κατά κανόνα στο βάθος της ενότητας αυτής, ενώ οι υπόλοιποι πετρολογικοί τύποι που αναγνωρίστηκαν εναλλάσσονται με μεγάλη συχνότητα μεταξύ τους, τόσο κατακόρυφα, όσο και οριζόντια, με υπεροχή πότε του ενός και πότε του άλλου τύπου.

#### 4. ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΕΛΑΓΟΝΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

Οι σχηματισμοί της Πελαγονικής ενότητας είναι έντονα πτυχωμένοι και μεταμορφωμένοι και βρίσκονται επωδημένοι στους σχηματισμούς της ενότητας Αμπελακίων. Η έκταση που καταλαμβάνουν οι σχηματισμοί αυτοί στην περιοχή που μελετήθηκε είναι αρκετά μεγάλη και το συνολικό τους πάχος υπερβαίνει κατά θέσεις τα 800 μέτρα (Σχ. 3 και Εικ. 4).

Στην περιοχή της Όσσας η ενότητα Πελαγονικών σχηματισμών, από τους κατώτερους προς τους ανώτερους σχηματισμούς, αποτελείται από (Σχ. 4 και Γεωλογικός χάρτης 1:50.000):

- α) Το Παλαιοζωικό κρυσταλλικό υπόβαθρο
- β) Τους Νεοπαλαιοζωικούς-μεσοτριάδικούς σχηματισμούς
- γ) Το Προανωκρητιδικό τεκτονικό κάλυμμα, και
- δ) Τους κρητιδικούς κρυσταλλικούς ασβεστολίθους (-μάρμαρα).

Τα μεσοανωτριάδικά μάρμαρα, που απαντούν στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλίας, δεν παρατηρήθηκαν στην περιοχή της Όσσας. Το γεγονός αυτό μπορεί, κατά την άποψή μας, να οφείλεται είτε στην διάβρωσή τους πριν από την επώδηση των οφιολίθων, είτε στην

τεκτονική αποσφήνωσή τους κατά τα έντονα τεκτονικά γεγονότα που έλαβαν μέρος στη γεωτεκτονική εξέλιξη της περιοχής της Οσσας.

#### 4.1. Παλαιοζωικό κρυσταλλικό υπόβαθρο

Οι σχηματισμοί του Παλαιοζωικού κρυσταλλικού υποβάθρου αποτελούνται από μαρμαρυγιακούς – γνεύσιους, μαρμαρυγιακούς γνευσιοσχιστολίθους, μαρμαρυγιακούς σχιστολίθους, αμφιβολιτικούς σχιστολίθους και αμφιβολίτες. Οι γνεύσιοι επικρατούν, ενώ οι άλλοι πετρολογικοί τύποι εμφανίζονται με μορφή παρεμβολών μέσα σε αυτούς. Οι γνεύσιοι παρουσιάζονται με μορφή συμπαγών μαζών και το χρώμα τους είναι σε διάφορες αποχρώσεις του πράσινου ανοικτού, του φαιού και του λευκού.

Η έκταση που καταλαμβάνουν οι σχηματισμοί του παλαιοζωικού κρυσταλλικού υποβάθρου στην περιοχή που μελετήθηκε είναι μικρή και περιορίζεται μόνο στο νοτιοδυτικό μέρος της γύρω από το Σικούρι περιοχής. Το ορατό πάχος των σχηματισμών αυτών φθάνει περίπου τα 400 μέτρα και, όπως προαναφέρθηκε, είναι επωθημένοι στους σχηματισμούς της ενότητας Αμπελακίων (Βικ. 4).

#### 4.2. Νεοπαλαιοζωικοί-μεσοτριάδικοί σχηματισμοί

Οι πετρολογικοί τύποι που απαντούν στους σχηματισμούς αυτούς είναι γνεύσιοι, μαρμαρυγιακοί γνευσιοσχιστόλιθοι, μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι, πρασινίτες, αμφιβολίτες και μάρμαρα-σιπολίτες. Τα πετρώματα αυτά εναλλάσσονται μεταξύ τους κατά στρώση, ενώ παρεμβάλλονται, ανάμεσά τους, φακοειδείς κυρίως ενστρώσεις, πάχους 15-20 μέτρων, από σιπολίτες και μάρμαρα.

Οι Νεοπαλαιοζωικοί-μεσοτριάδικοί σχηματισμοί εμφανίζονται στο νότιο μέρος της περιοχής μελέτης και έχουν μέγιστο πάχος που φθάνει τα 250 μέτρα. Οι σχηματισμοί αυτοί κατά θέσεις υπέρκεινται τεκτονικά κατευθείαν των σχηματισμών της ενότητας Αμπελακίων, ενώ πάνω σε αυτούς βρίσκονται επωθημένοι οι οφιολιθικοί σχηματισμοί, χωρίς την παρεμβολή των μεσοανωτριάδικών μαρμάρων.

#### 4.3. Προανωκρητιδικό τεκτονικό κάλυμμα

Το Προανωκρητιδικό τεκτονικό κάλυμμα συνίσταται από (α) ένα ανώτερο τμήμα από μεταμορφωμένα βασικά και υπερβασικά οφιολιθικά πετρώματα, στα οποία κατά θέσεις παρεμβάλλονται μεταμορφωμένα ιζηματογενούς προελεύσεως πετρώματα, και (β) ένα κατώτερο τμήμα από χλωριτικούς, σερικιτικούς, μαρμαρυγιακούς και γραφιτικούς σχιστόλιθους, έντονα πτυχωμένους, το οποίο κατά θέσεις έχει πάχος που φθάνει μέχρι και 200 μέτρα περίπου. Κατά θέσεις τα πετρώματα αυτά εμφανίζονται κατακερματισμένα, κυρίως κοντά στη βάση της τεκτονικής επαφής τους με τους υποκείμενους σχηματισμούς. Οι οφιολιθικοί σχηματισμοί υπέρκεινται τεκτονικά τόσο των Πελαγονικών νεοπαλαιοζωικών σχηματισμών, όσο και των σχηματισμών της ενότητας Αμπελακίων.

Τα μεταμορφωμένα οφιολιθικά πετρώματα καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος του καλύμματος, ενώ τα μεταμορφωμένα υπερβασικά περιορίζονται σε λίγες μόνο εμφανίσεις μικρής έκτασης και υπέρκεινται πάντα τεκτονικά των μεταβασιτών. Το συνολικό πάχος των οφιολιθικών σχημάτων φθάνει τα 700 μέτρα.

Οι μεταβασίτες κατά θέσεις, παρά τη μεταμόρφωσή τους, δείχνουν ένα στρωματόμορφο χαρακτήρα, ο οποίος, σε συνδυασμό με την πετρογραφική και γεωχημική (βλ. συνέχεια) μελέτη, έδειξε ότι παρουσιάζει συγγένεια προς τα σωρευτικά μέλη των οφιολιθικών συμπλεγμάτων.

Σε άλλες θέσεις τα μεταμορφωμένα βασικά πετρώματα έχουν διατηρήσει έντονα τον οφειτικό ιστό τους (μεταδιαβάσεις), ενώ σε άλλες θέσεις διατηρούνται μαξιλαροειδείς λάβες, με τις οποίες συνδέονται ιζήματα βαθιάς θάλασσας, κερατόλιθοι, λεπτοστρωματώδεις ασβεστόλιθοι και ερυθροί αργιλικό σχιστόλιθοι.

Η πολύπλοκη τεκτονική δομή της όλης περιοχής καθιστά αδύνατη την πλήρη λιθοστρωματογραφική ανάλυση. Γενικά, όμως, είναι δυνατόν οι παραπάνω σχηματισμοί να αποτελούν μέλη ενός μεταμορφωμένου οφιολιθικού συμπλέγματος, το οποίο να αναλύεται σε:

- (α) Βασαλτικές μαξιλαροειδείς λάβες και ιζήματα
- (β) Διαβασικά μέλη
- (γ) Ενστρωμένους μεταβασίτες
- (δ) Υπερβασικά μέλη-σερπεντινιωμένους περιδοτίτες.

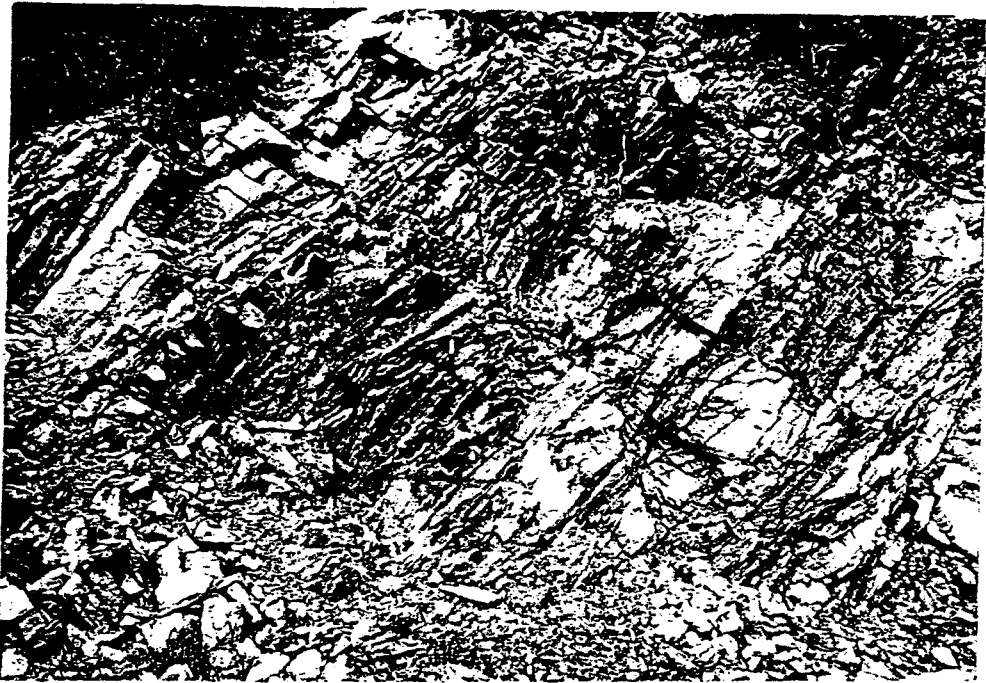
Οι σερπεντινίτες αποτελούν τη μικρότερη σε έκταση και σε πάχος ομάδα οφιολιθικών πετρωμάτων. Το χρώμα τους είναι βαθυπράσινο έως καταπράσινο και σε ορισμένες θέσεις παρουσιάζει σχιστότητα. Πρόκειται για σερπεντινιωμένους περιδοτίτες (δουνίτες και χαρτσβουργίτες) ποικίλου βαθμού σερπεντινίωσης, από μέση έως πολύ ισχυρή (ολική). Εντός των σερπεντινιτών απαντούν μικρο-συγκεντρώσεις και διάσπαρτοι κρύσταλλοι χρωμίτου. Μικρές εμφανίσεις τέτοιων σερπεντινιτών απαντώνται επωθημένες και στην ενότητα Αμπελακίων, χωρίς να συνοδεύονται από τα άλλα είδη του οφιολιθικού συμπλέγματος ή της προανωκρητιδικής σειράς της Πελαγονικής ενότητας (εικ.5)

#### 4.4. Κρητιδικοί κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι (-μάρμαρα)

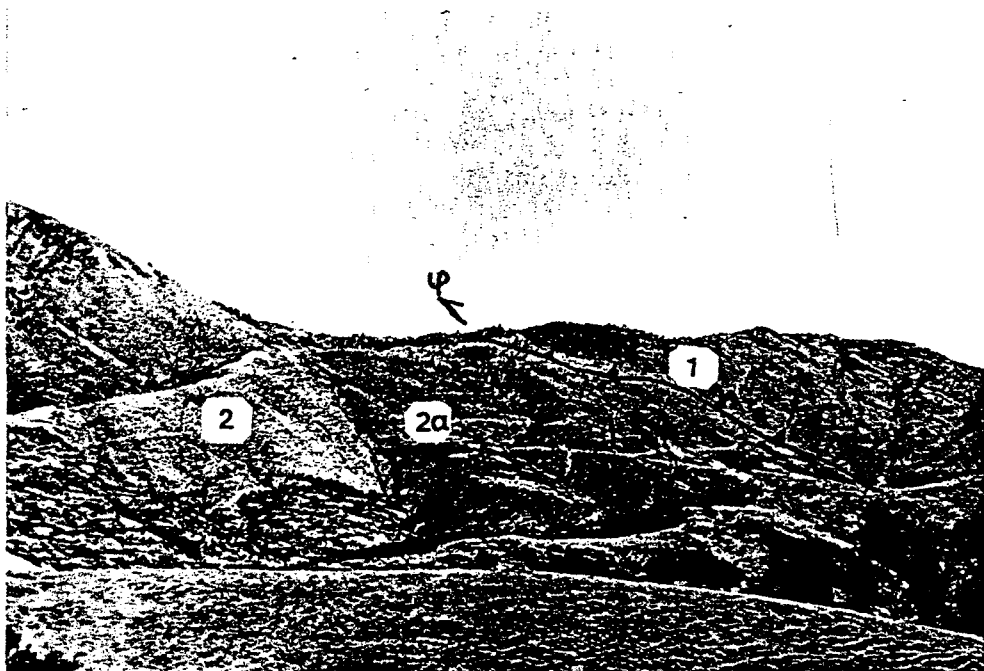
Πρόκειται για παχυστρωματώδη έως άστρωτα μάρμαρα, που υπέρκεινται από επίκλυση των οφιολιθικών σχηματισμών. Κατά θέσεις στη βάση τους παρατηρείται κροκαλολατυποπαγές επίκλυσης, με κροκάλες και λατύπες ανθρακικής και οφιολιθικής κυρίως σύστασης. Το πάχος των σχηματισμών είναι σχετικά μικρό, της τάξης των 100-150 μέτρων. Τα μάρμαρα αυτά είναι έντονα τεκτονισμένα και αποκαρστωμένα, με χρώμα κυρίως τεφρόλευκο έως λευκό κατά θέσεις.

Σε ορισμένες θέσεις, εξαιτίας της έντονης επωθητικής τεκτονικής που αυτά έχουν υποστεί, εμφανίζονται φαινόμενα αποκόλλησης των κρυσταλλικών ασβεστολίθων από τη θέση τους.

Με σκοπό να προσδιοριστεί η ηλικία τους έγιναν λεπτές τομές, στις οποίες όμως δεν παρατηρήθηκαν απολιθώματα, λόγω της κρυσταλλικότητάς τους. Από τη σύγκρισή τους με τα ανάλογα μάρμαρα του Πλατύκαμπου, όπου οι Γ. Κατσικάτος και Γ. Μιγκίρος (Γ.Χ. ΑΓΙΑ-ΠΑΝΑΓΙΑ ΑΓΙΑΣ) βρήκαν απολιθώματα, και από τη

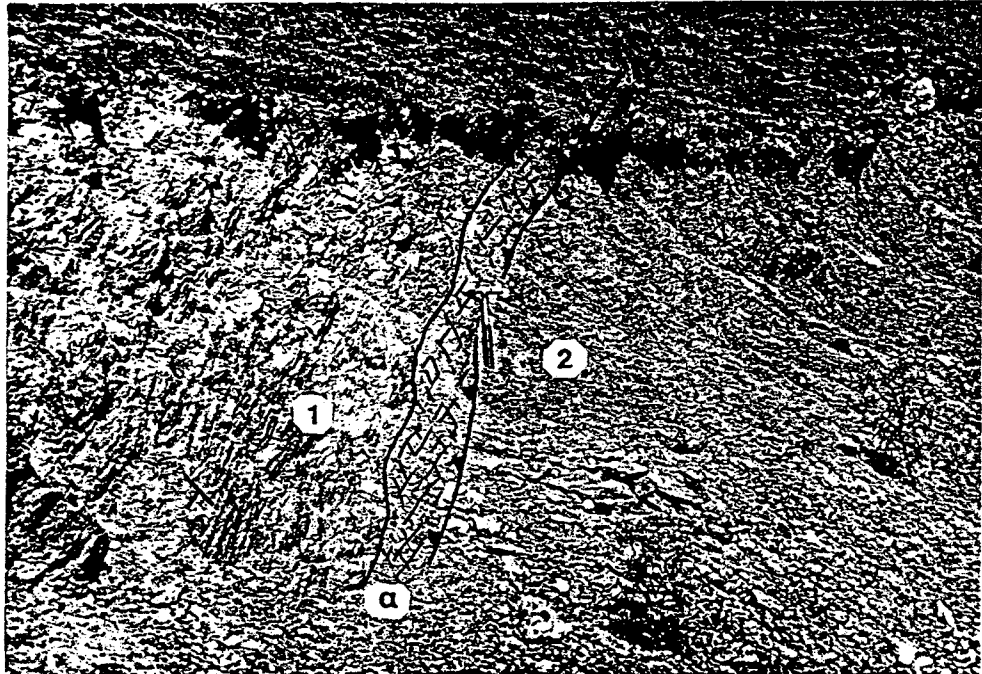


Εικ. 1. Σχηματισμοί της ενότητας Αμπελακίων από εναλλαγές γλαυκοφανιτικών σχιστολίθων, μοσχοβιτικών σχιστολίθων, γνευσιοσχιστολίθων και πρασινιτών.



Εικ. 2. Το τεκτονικό παράθυρο της Οσσας.  
1: Ενότητα Αμπελακίων. 2α: Φλύσχης. 2: ασβεστόλιθοι ενότητας Οσσας. φ: Επώδηση.

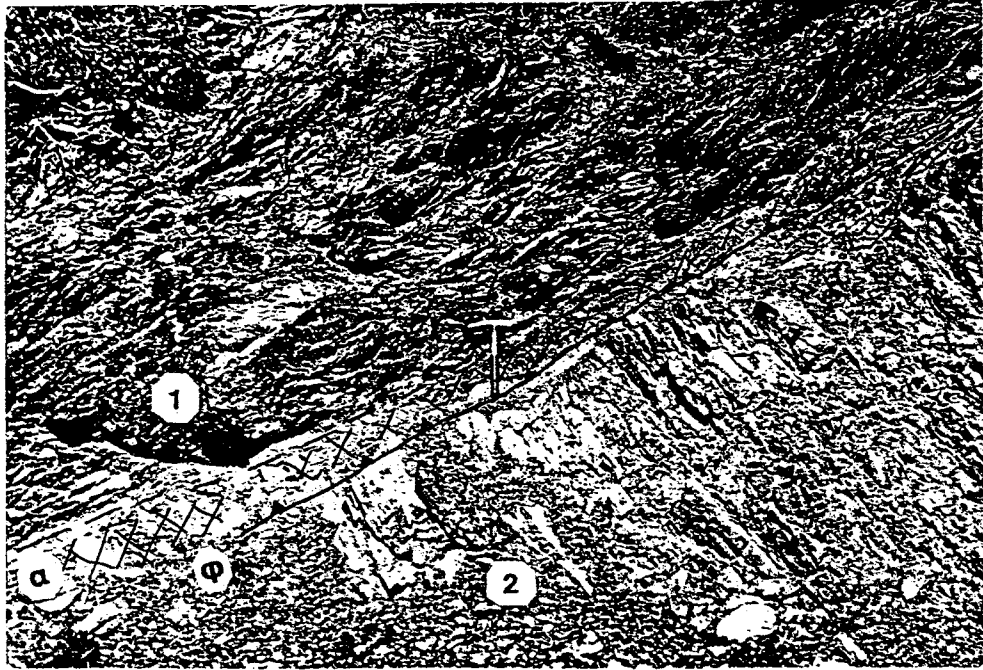




Εικ. 3. Επώθηση (φ) των σχηματισμών της ενότητας Αμπελακίων (1) επί των φυλλιτών-σχιστοποιημένων ψαμμιτών του φλύσχη της Οσσας(2). Στη βάση των σχηματισμών της ενότητας Αμπελακίων διακρίνεται μία εντονα μυλονιτιωμένη ζώνη(α).



Εικ. 4. Επώθηση (φ) των γνευσίων του Παλαιοζωικού κρυσταλλικού υποβάθρου (1) επί των σχηματισμών της ενότητας Αμπελακίων (2). Στη βάση διακρίνεται εντονα τεκτονισμένη ζώνη (α).



Εικ. 5. Επώδση (φ) σχιστοποιημένων σερπεντινιτών (1) επί των σχηματισμών της ενότητας Αμπελακίων (2). Στη βάση των σερπεντινιτών διακρίνεται έντονα μυλονιτιωμένη ζώνη (α).

στρωματογραφική τους θέση συμπεραίνεται ότι η ηλικία τους είναι του Ανωτέρου Κρητιδικού.

#### IV. ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΑ-ΠΕΤΡΟΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑ-ΟΡΥΚΤΟΧΗΜΕΙΑ

##### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το κύριο ενδιαφέρον της όλης μελέτης αποτελούν οι μεταμορφωμένοι σχηματισμοί της ενότητας Αμπελακίων και της Πελαγονικής που υπέρκεινται της ενότητας της Όσσας, η οποία και συνιστά τεκτονικό παράθυρο στην περιοχή μελέτης, ανάλογο με αυτό του Ολύμπου. Για το σκοπό αυτό συγκεντρώθηκαν και μελετήθηκαν 500 δείγματα από όλους τους πετρολογικούς τύπους των μεταμορφωμένων σχηματισμών, που αναγνωρίστηκαν στην περιοχή.

Από την πετρογραφική μελέτη των δειγμάτων αυτών επελέγησαν οι πλέον αντιπροσωπευτικοί πετρολογικοί τύποι, οι οποίοι και μελετήθηκαν γεωχημικά. Οι τύποι αυτοί περιγράφονται λεπτομερώς στη συνέχεια κατά ενότητα και σχηματισμό.

Για τον καλύτερο προσδιορισμό των τυπών της μεταμορφώσεως που έχουν υποστεί τα πετρώματα αυτά και κυρίως της μεταμορφώσεως των υψηλών πιέσεων-χαμηλών θερμοκρασιών, έγιναν μικροαναλύσεις στα χαρακτηριστικά ορυκτά των κυριότερων ορυκτολογικών παραγενέσεων.

##### 2. ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ

###### 2.1. Πετρογραφία

Η περιγραφή των πετρωμάτων, που παίρνουν μέρος στην ενότητα Αμπελακίων, βασίστηκε στη μικροσκοπική μελέτη 200 λεπτών τομών. Μετά τη μελέτη αυτή και σε συνδυασμό με την υπαίθρια παρατήρηση, τα δείγματα ταξινομήθηκαν στους ακόλουθους οκτώ αντιπροσωπευτικούς τύπους πετρωμάτων, οι οποίοι και περιγράφονται στη συνέχεια λεπτομερώς. Στον πίνακα 1, που συνοδεύει το κεφάλαιο αυτό, φαίνεται η ποσοστιαία συμμετοχή των αντιπροσωπευτικότερων ορυκτών, η οποία καθορίστηκε με εμβαδομέτρησή τους.

### 2.1.1. Μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι

Αποτελούν έναν από τους κυριότερους πετρολογικούς τύπους της ενότητας Αμπελακίων. Πρόκειται για μεταμορφωμένα πετρώματα κοκκονηματοβλαστικού ιστού με εκπεφρασμένη σχιστότητα. Ενίοτε το πέτρωμα παρουσιάζει μικροπτυχώσεις (Εικ. 6).

Η ορυκτολογική παραγένεση, που παρατηρήθηκε στη μελέτη των πετρωμάτων του τύπου αυτού, είναι:

φεγγίτης\* + χαλαζίας + αλβίτης\* ± στιλπνομέλας\* ± τιτανίτης

Ως εποσειώδη ορυκτά παρατηρήθηκαν: απατίτης, ζirkόνιο και οξειδία-υδροξειδία του σιδήρου.

Ο φεγγίτης απαντά με τη μορφή επιμήκων φυλλαρίων αχρώμων στα παράλληλα Nicols, με μέγεθος που κυμαίνεται από 0.3mm έως 2.5mm\*\*. Η συμμετοχή του στο συνολικό όγκο του πετρώματος, με βάση γενόμενες εμβαδομετρήσεις, φθάνει μέχρι και το 50%.

Ο χαλαζίας παρουσιάζεται με τη μορφή μικρών αλλοτριόμορφων κόκκων, μέσου μεγέθους 0.2mm. Η συμμετοχή του στο συνολικό όγκο του πετρώματος φθάνει μέχρι και το 50%. Χαλαζίας επίσης παρατηρείται μέσα σε φλεβίδια που διασχίζουν το πέτρωμα, κυρίως κατά τη διεύθυνση της σχιστότητας.

Ο φεγγίτης δημιουργεί λεπτές ταινίες με επιμήκη φυλλάρια, οι οποίες εναλλάσσονται με λεπτές λωρίδες κόκκων χαλαζία. Σε λίγες περιπτώσεις φυλλάρια φεγγίτη, χωρίς να έχουν προσανατολισμό, βρίσκονται διάσπαρτα ανάμεσα σε κρυστάλους χαλαζία, δίνοντας έτσι στο πέτρωμα συμπαγή όψη.

Σε μικρή αναλογία, έως 7%, συμμετέχει ο αλβίτης, με τη μορφή αλλοτριόμορφων κρυστάλλων μέσου μεγέθους 0.3mm.

---

\* Ορυκτά, τα οποία μελετήθηκαν και με μικροανάλυση.

\*\* Οι διαστάσεις των ορυκτών μετρήθηκαν με μικρομετρική κλίμακα στο πολωτικό μικροσκόπιο.

Ο στιλπνομέλας έχει πολύ μικρή συμμετοχή στην παραγέννεση του πετρώματος, περίπου 2%, και είναι στενά συνδεδεμένος με το φεγγίτη, κατά μήκος του σχισμού του οποίου συχνά αναπτύσσεται.

Ο τιτανίτης απαντά με τη μορφή αλλοτριόμορφων κόκκων διάσπαρτων μέσα στο πέτρωμα.

Εμβαδομετρήσεις στα αντιπροσωπευτικότερα δείγματα από τον τύπο αυτό έδωσαν, κατά μέσον όρο, την ακόλουθη επί τοις % αναλογία:

Αλβίτης	Φεγγίτης	Στιλπνομέλας	Τιτανίτης	Χαλαζίας	Επουσ. ορυκτά
7.25	44.00	1.50	1.5	45.25	0.50

#### 2.1.2. Μαρμαρυγιακοί-γλαυκοφανιτικοί<sup>1</sup> σχιστόλιθοι

Τα πετρώματα αυτά καταλαμβάνουν μεγάλο μέρος της ενότητας Αμπελακίων. Πρόκειται για μεταμορφωμένα πετρώματα με ιστό νηματο-λεπιδοβλαστικό και εκπεφρασμένη σχιστότητα και τα οποία συχνά είναι ισχυρά μικροπτυχωμένα με περισσότερες από μια φάσεις μικροπτυχώσεων (Εικ. 7).

Η παραγέννεση του πετρολογικού αυτού τύπου είναι:

Να-αμφίβολοι + φεγγίτης + χαλαζίας + αλβίτης ± επίδοτο\* ± στιλπνομέλας ± χλωρίτης ± τιτανίτης.

Ως επουσιώδη ορυκτά απαντούν: ορθίτης, ζιρκόνιο, απατίτης και οξειδία-υδροξείδια του σιδήρου.

Οι Να-αμφίβολοι έχουν προσδιοριστεί και με μικροανάλυση και μελετώνται εκτενέστερα στο κεφάλαιο της ορυκτοχημείας. Συχνότερος είναι ο κροσσίτης\* και ακολουθεί ο μαγνησιοριμπεκίτης\*. Οι κρύσταλλοι των ορυκτών αυτών είναι υπιδιόμορφοι μέχρι ιδιόμορφοι, λεπτοί, επιμήκεις και συχνά κεκαμμένοι, σχηματίζοντας μαζί με το φεγγίτη λεπτές λωρίδες, οι οποίες εναλλάσσονται με αυτές που δημιουργούν οι κόκκοι του χαλαζία. Το μήκος των κρυστάλλων κυμαίνεται από 0.2mm μέχρι 0.8mm. Το ποσοστό συμμετοχής τους στο

---

1. Στον όρο "γλαυκοφανιτικά πετρώματα" εντάσσονται όλα τα πετρώματα στα οποία απαντούν Να-αμφίβολοι, ανεξάρτητα του είδους του αμφιβόλου.

συνολικό όγκο του πετρώματος είναι αρκετά μεγάλο, γύρω στο 25%, όπως υπολογίστηκε με εμβαδομετρήσεις.

Ο φεγγίτης\* αποτελείται από λέπια και επιμήκη φυλλάρια κρυστάλλων, διατεταγμένα σε μικροπτυχωμένες λεπτές λωρίδες. Συνήθως οι κρύσταλλοί του είναι υπιδιόμορφοι και σπανιότερα ιδιόμορφοι, με μέγεθος που κυμαίνεται από 0.1mm μέχρι 1.2mm. Το ποσοστό συμμετοχής του φεγγίτη στο πέτρωμα φτάνει στο 25%.

Ο χαλαζίας σχηματίζει συνήθως λεπτές ταινίες από κόκκους μεγέθους 0.05mm, ενώ λιγότερο συχνά εμφανίζεται με τη μορφή μεγάλων αλλοτριόμορφων κρυστάλλων, μεγέθους περίπου 0.8mm, με τη χαρακτηριστική κυματοειδή κατάσβεση. Χαλαζίας υπάρχει επίσης μέσα σε φλεβίδια που διασχίζουν το πέτρωμα, συνήθως παράλληλα προς τη σχιστότητα και σπανιότερα κάθετα προς αυτή, και τα οποία συνοδεύονται πολλές φορές από κρυστάλλους αλβίτη που αναπτύσσονται κυρίως στην επαφή των φλεβιδίων με το περιβάλλον πέτρωμα. Το ποσοστό συμμετοχής του χαλαζία στα πετρώματα αυτά είναι έως και 30%.

Ο αλβίτης κατά κανόνα εμφανίζεται με μορφή μεγάλων αλλοτριόμορφων και σπανιότερα υπιδιόμορφων κρυστάλλων, μέσου μεγέθους 1.0mm, οι οποίοι συχνά παρουσιάζουν απλή διδυμία και σπανιότερα πολυδυμία. Η παρουσία εγκλεισμάτων φεγγίτη στους κρυστάλλους του αλβίτη είναι συχνή, ενώ σπανιότερα αναγνωρίστηκαν ως εγκλεισματα ο στιλπνομέλας και ο Να-αμφίβολος. Η συμμετοχή του στο πέτρωμα φτάνει στα 3%.

Το επίδοτο απαντάται σε μικρούς κόκκους, οι οποίοι σχηματίζουν ουσσωματώματα φακοειδούς μορφής, διευθετημένα παράλληλα προς τη σχιστότητα. Σπανιότερα το επίδοτο εμφανίζεται με τη μορφή μεγάλων αλλοτριόμορφων κρυστάλλων, μεγέθους 0.7mm, διάσπαρτων μέσα στο πέτρωμα. Η συμμετοχή του στο πέτρωμα είναι πολύ μικρή, έως 2%.

Ο στιλπνομέλας εμφανίζεται σε μικρά κυρίως φυλλάρια διάσπαρτα μέσα στις λεπτές ταινίες του φεγγίτη και του Να-αμφίβολου.

Ο χλωρίτης (ριπιδόλιθος\*) είναι δευτερογενής και προέρχεται από τη μετατροπή του φεγγίτη και των Να-αμφιβόλων. Η συμμετοχή

του στο συνολικό όγκο του πετρώματος είναι ελάχιστη.

Ο τιτανίτης εμφανίζεται με τη μορφή κόκκων και θραυσμάτων μεγαλύτερων κρυστάλλων. Η συμμετοχή του στο συνολικό όγκο του πετρώματος είναι μικρή, αλλά η παρουσία του είναι χαρακτηριστική σε όλες σχεδόν τις ποικιλίες των πετρωμάτων της ομάδας αυτής.

Εμβαδομετρήσεις που έγιναν στα αντιπροσωπευτικότερα δείγματα από τον πετρολογικό αυτό τύπο, έδωσαν, κατά μέσον όρο, την ακόλουθη επί τοις % αναλογία:

αλβίτ.	φεγγίτ.	Να-αμφίβ.	στιλπν.	επίδ.	τιταν.	χαλαζ.	επ. ορυκτά
3.50	30.50	24.75	0.50	2.00	3.25	33.00	2.50

### 2.1.3. Χλωριτικοί-μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι

Τα πετρώματα αυτά αποτελούν μια μικρή ομάδα στο σύνολο των πετρωμάτων της ενότητας Αμπελακίων. Παρουσιάζουν κοκκοβλαστικό έως λεπιδοβλαστικό ιστό και έντονη σχιστότητα. Συχνά το πέτρωμα παρουσιάζει μικροπτυχώσεις.

Η παραγένεση που παρατηρήθηκε στα πετρώματα του τύπου αυτού είναι:

χλωρίτης + φεγγίτης + χαλαζίας + αλβίτης ± επίδοτο ±  
Να-αμφίβολοι ± στιλπνομέλας ± τιτανίτης.

Ως εποσιώδη ορυκτά παρατηρήθηκαν: ορθίτης, απατίτης, ζirkόνιο, σιδηροπυρίτης, δευτερογενής ασβεστίτης μέσα σε φλεβίδια και οξειδία-υδροξείδια του σιδήρου.

Ο χλωρίτης (ριπιδόλιθος\*) αφθονεί στον πετρολογικό αυτό τύπο με κρυστάλλους υπό μορφή λεπίων ή επιμήκων φυλλαρίων. Συνήθως οι κρύσταλλοί του εμφανίζονται σε συσσωματώματα, που σχηματίζουν λεπτές στρώσεις και σπανιότερα δημιουργούν μικρές ακανόνιστες συγκεντρώσεις διάσπαρτες μέσα στο πέτρωμα. Το μέγεθος των κρυστάλλων του είναι περίπου 0.4mm. Εμβαδομετρήσεις που έγιναν έδειξαν ότι η συμμετοχή του στο συνολικό όγκο του πετρώματος είναι πολύ μεγάλη και φθάνει μέχρι το 45%.

Ο φεγγίτης, ο οποίος αφθονεί στα πετρώματα αυτά, εμφανίζεται με τη μορφή επιμήκων φυλλαρίων που είναι κεκαμμένα και μικροπτυχωμένα. Συσσωματώματα κρυστάλλων φεγγίτη μαζί με

στιλπνομέλινα σχηματίζουν συνήθως λεπτές ταινίες, που εναλλάσσονται με αυτές του χαλαζία και χλωρίτη. Το μήκος των κρυστάλλων του κυμαίνεται από 0.1mm μέχρι 1.5mm. Η συμμετοχή του στο συνολικό όγκο του πετρώματος φθάνει μέχρι και 15%.

Ο χαλαζίας παρατηρείται σε μικρούς αλλοτριόμορφους κρυστάλλους, διαμέτρου περίπου 0.2mm, που σχηματίζουν στρώσεις μέσα στο πέτρωμα, και σπανιότερα βρίσκεται διάσπαρτος. Φλεβίδια χαλαζία διασχίζουν το πέτρωμα κατά διάφορες διευθύνσεις και συνοδεύονται συχνά από μεταλλικά ορυκτά, κυρίως σιδηροπυρίτη. Η συμμετοχή τους στο πέτρωμα φθάνει το 20%.

Ο αλβίτης συμμετέχει με μικρή αναλογία σε ορισμένα μόνο δείγματα του πετρολογικού αυτού τύπου.

Οι Να-αμφίβολοι (κροσσίτης\*, μαγνησιοριμπεκίτης\*) είναι σπάνιοι στα πετρώματα αυτά και εμφανίζονται με επιμήκεις κρυστάλλους μήκους 0.2mm, διάσπαρτους μέσα στο πέτρωμα.

Ο στιλπνομέλινας είναι στενά συνδεδεμένος με το φεγγίτη.

Ο τιτανίτης παρατηρείται σε μικρούς αλλοτριόμορφους κρυστάλλους, μεγέθους 0.05mm, και σπανιότερα σε μεγαλύτερους ιδιόμορφους, με την τυπική μορφή σφήνας, μήκους περίπου 0.3mm.

Το επίδοτο εμφανίζεται με τη μορφή αλλοτριόμορφων κόκκων διάσπαρτων μέσα στο πέτρωμα, με μικρή σχετικά αναλογία στο συνολικό όγκο του πετρώματος.

Εμβαδομετρήσεις που έγιναν στα πετρώματα αυτά έδωσαν την ακόλουθη επί τοις % αναλογία:

αλβίτ.	φεγγίτ.	στιλπνομ.	επίδ.	χλωρίτ.	τιταν.	χαλαζ.	επ. ορυκτά
9.00	16.33	0.67	5.33	45.33	2.67	19.00	1.67

#### 2.1.4. Γλαυκοφανιτικοί σχιστόλιθοι-γλαυκοφανίτες

Αποτελούν έναν από τους περισσότερο αντιπροσωπευτικούς τύπους πετρωμάτων στην ενότητα Αμπελακίων μαζί με τους μαρμαρυγιακούς σχιστολίθους. Έχουν κοκκολεπιδοβλαστικό ιστό, που σε λίγες περιπτώσεις μεταπίπτει σε ιστό μορφής "δεματιού" (Garbenschiefer, εικ. 8). Παρουσιάζουν έντονη σχιστότητα, ενώ σπανιότερα είναι συμπαγή. Η γλαυκοφανιτικοί σχιστόλιθοι αποτελούνται από λεπτές



ταινίες Na-αμφιβόλων, που εναλλάσσονται με λεπτές ταινίες χαλαζία. Μερικές φορές παρουσιάζεται μεγάλη αύξηση στο ποσοστό συμμετοχής των Na-αμφιβόλων, με αποτέλεσμα να γίνεται κατά θέσεις το πέτρωμα πιο συμπαγές και να μεταπίπτει σε γλαυκοφανίτη. Το πάχος των στρωμάτων των γλαυκοφανιτών μέσα στον όλο σχηματισμό είναι μικρό, λίγα εκατοστά του μέτρου.

Η παραγένεση των πετρωμάτων της ομάδας αυτής είναι: Na-αμφίβολος + χαλαζίας ± αλβίτης ± επίδοτο ± χλωρίτης ± φεγγίτης ± στιλπνομέλας ± τιτανίτης ± μεγάλοι κρύσταλλοι αυγίτη\* (Εικ. 9).

Ως επουσιώδη ορυκτά παρατηρήθηκαν: ζιρκόνιο, απατίτης, δευτερογενής ασβεστίτης μέσα σε φλεβίδια, οξειδία-υδροξειδία του σιδήρου.

Οι Na-αμφίβολοι, κροσσίτης\*, απαντούν στα πετρώματα της ομάδας αυτής σε ιδιόμορφους, πρισματικούς έως βελονοειδείς κρυστάλλους. Το μέγεθός τους ποικίλλει από 0.1mm μέχρι 1.5mm. Κατά κανόνα σχηματίζουν ταινίες από προσανατολισμένους κρυστάλλους, τις οποίες στην παραγένεση συνοδεύουν, όταν υπάρχουν, επίδοτο, χλωρίτης, φεγγίτης και τιτανίτης. Σε σπάνιες περιπτώσεις σχηματίζονται "δεμάτια" από κρυστάλλους κροσσίτη, που βρίσκονται διάσπαρτοι μέσα στο πέτρωμα, χωρίς κανένα προσανατολισμό. Κροσσίτης επίσης αναπτύσσεται μέσα στις ρωγμές του αυγίτη, καθώς και στην περιφέρειά του. Η συμμετοχή των Na-αμφιβόλων στο συνολικό όγκο των γλαυκοφανιτικών σχιστολίθων είναι μεγάλη (φθάνει στο 35%).

Ο χαλαζίας απαντά σε μικρούς αλλοτριόμορφους κόκκους μεγέθους 0.1mm, οι οποίοι παρουσιάζουν τη χαρακτηριστική κυματοειδή κατάσβεση και σχηματίζουν λεπτές λωρίδες. Φλεβίδια χαλαζία απαντώνται σπανιότερα στα πετρώματα αυτά.

Η συμμετοχή του στο συνολικό όγκο του πετρώματος είναι αρκετά μεγάλη, έως 37%.

Ο αλβίτης συμμετέχει με μικρή αναλογία στα πετρώματα της ομάδας αυτής. Εμφανίζεται με τη μορφή μικρών αλλοτριόμορφων κρυστάλλων, μεγέθους 0.2mm, διάσπαρτων μέσα στο πέτρωμα. Σε λίγες περιπτώσεις έχουμε μεγαλύτερου μεγέθους αλβίτες, συχνά περιβίτωση

και διδυμία. Εγκλείσματα επιδότου και Na-αμφιβόλου συναντώνται συχνά στους κρυστάλλους του αλβίτη.

Ο χλωρίτης (ριπιδόλιθος\*) παρατηρείται συνήθως σε επιμήκη φυλλάρια, που συνοδεύουν τις στρώσεις του Na-αμφιβόλου, ή και σε λεπιοειδούς μορφής κρυστάλλους σε μικρά συσσωματώματα. Ο φεγγίτης εμφανίζεται επίσης σε επιμήκη προσανατολισμένα φυλλάρια ή σε λεπτές ταινίες που περιβάλλουν, μαζί με τον κροσσίτη, κρυστάλλους αυγίτη ή συσσωματώματά τους.

Η παρουσία του στιλπνομέλανα περιορίζεται σε δύο μόνο δείγματα από τα πετρώματα του τύπου αυτού. Στη μία περίπτωση πρόκειται για μικρούς κρυστάλλους διάσπαρτους στο πέτρωμα, χωρίς ιδιαίτερο προσανατολισμό. στη δεύτερη περίπτωση εμφανίζεται να περιβάλλει περιφερειακώς τον αυγίτη.

Μεγάλοι αλλοτριόμορφοι έως υπιδιόμορφοι κρύσταλλοι αυγίτη\* (βλέπε παρακάτω Ορυκτοχημεία) παρατηρούνται σε λίγα από τα πετρώματα αυτά, με μήκος έως 2mm. Πρόκειται για θραυσμένους κρυστάλλους οι οποίοι κατά μήκος του σχισμού τους, καθώς και στις ρωγμές και την περιφέρειά τους, έχουν μετατραπεί λόγω μεταμορφώσεως του πετρώματος κυρίως σε κροσσίτη και λιγότερο σε στιλπνομέλανα.

Το επίδοτο απαντά με τη μορφή διάσπαρτων κόκκων διαμέτρου περίπου 0.05mm. Σε λίγες περιπτώσεις σχηματίζει μικρές συγκεντρώσεις από ιδιόμορφους κρυστάλλους μήκους μέχρι 3mm.

Εμβαδομετρήσεις που έγιναν στους γλαυκοφανιτικούς σχιστολίθους έδωσαν, κατά μέσον όρο, την ακόλουθη επί τοις % αναλογία:

αλβίτ.	φεγγ.	κροσσίτ.	στιλπνομ.	επίδ.	αυγίτ.	τιταν.	χαλαζ.
7.50	3.50	35.50	1.00	7.00	6.50	2.00	37.00

#### 2.1.5. Αλβιτικοί-μαρμαρυγιακοί γνευσισχιστόλιθοι

Τα πετρώματα αυτά έχουν κοκκολεπιδοβλαστικό και σπανιότερα κοκκονηματοβλαστικό ιστό, ενώ δεν είναι σπάνια, στον πετρολογικό αυτό τύπο, η παρουσία μεγάλων κρυστάλλων αλβίτη, που δίνει την εντύπωση πορφυροβλαστικού ιστού (Εικ. 10). Παρουσιάζουν έντονη

σχιστότητα και σε ορισμένους τύπους μικροπτυχώσεις.

Η παραγένεση των πετρωμάτων της ομάδας αυτής είναι:

αλβίτης + φεγγίτης + χαλαζίας ± επίδοτο ± στιλπνομέλας ±  
χλωρίτης ± Na-αμφίβολοι ± τιτανίτης.

Ως εποσιώδη ορυκτά παρατηρήθηκαν: ορθίτης, δευτερογενής ασβεστίτης σε φλεβίδια, απατίτης, ζιρκόνιο και οξειδία-υδροξειδία του σιδήρου.

Ο αλβίτης παρουσιάζεται συνήθως με τη μορφή αλλοτριόμορφων και σπανιότερα υπιδιόμορφων κρυστάλλων. Το μέγεθός τους ποικίλλει από κόκκους μεγέθους 0.1mm, μέχρι μεγάλους κρυστάλλους μήκους 1.2mm.

Οι μεγάλοι αυτοί κρύσταλλοι του αλβίτη συχνά είναι περθιτιωμένοι, περιέχουν εγκλείσματα φεγγίτη και στιλπνομέλανα και περιβάλλονται από φυλλάρια φεγγίτη. Η παρουσία διδυμίας στους κρυστάλλους του αλβίτη είναι συχνότερη από ό,τι η παρουσία πολυδυμίας. Το ποσοστό συμμετοχής τους στο συνολικό όγκο του πετρώματος είναι έως 22%.

Ο χαλαζίας εμφανίζεται συνήθως σε κόκκους, μεγέθους 0.05mm, και σε μικρούς αλλοτριόμορφους κρυστάλλους, μήκους περίπου 0.3mm, σχηματίζοντας στρώσεις. Σπάνια εμφανίζεται με τη μορφή μεγάλων αλλοτριόμορφων θραυσμένων κρυστάλλων διάσπαρτων μέσα στο πέτρωμα και πάντοτε με κυματοειδή κατάσβεση. Σε φλεβίδια που διασχίζουν το πέτρωμα κατά διάφορες διευθύνσεις, συνήθως παράλληλα προς τη σχιστότητα, παρατηρείται χαλαζίας σε μικρούς κόκκους. Η παρουσία του στο πέτρωμα φθάνει το 40%.

Ο φεγγίτης εμφανίζεται σε λέπια και σε επιμήκεις ιδιόμορφους κεκαμμένους κρυστάλλους, που σχηματίζουν λεπτές ταινίες. Το μήκος των κρυστάλλων του ποικίλλει από 0.2mm έως 1.3mm. Η παρουσία του στο πέτρωμα είναι πολύ σημαντική και φθάνει το 33%.

Η παρουσία των Na-αμφιβόλων στα πετρώματα της ομάδας αυτής είναι ελάχιστη και περιορίζεται σε λίγους ιδιόμορφους μικρούς κρυστάλλους διάσπαρτους μέσα στο πέτρωμα.

Το επίδοτο έχει επίσης μικρή συμμετοχή, αποτελείται από μικρούς κόκκους μέχρι μικρούς αλλοτριόμορφους και σπάνια

υπιδιόμορφους κρυστάλλους, οι οποίοι είναι διάσπαρτοι μέσα στο πέτρωμα.

Ο στιλπνομέλας είναι συνήθως στενά συνδεδεμένος με το φεγγίτη και αποτελείται από φυλλάρια ή λέπια επιμηκυσμένα. Σπάνια δημιουργεί θυσανοειδούς μορφής συσσωματώματα επιμήκων κρυστάλλων.

Ο χλωρίτης εμφανίζεται μέσα στις ταινίες από κρυστάλλους φεγγίτη στενά συνδεδεμένος με αυτόν, σε μερικές μάλιστα θέσεις φαίνεται ότι προέρχεται από την εξαλλοίωσή του. Οι κρύσταλλοί του έχουν τη μορφή λεπίων και η συμμετοχή του στο πέτρωμα είναι ελάχιστη.

Ο τιτανίτης αποτελείται από κόκκους διάσπαρτους μέσα στο πέτρωμα.

Εμβαδομετρήσεις στα αντιπροσωπευτικότερα δείγματα από τον τύπο αυτό έδωσαν, κατά μέσον, όρο την ακόλουθη επί τοις % αναλογία:

αλβίτης	φεγγίτης	Na-αμφίβολοι	επίδοτο	τιτανίτης	χαλαζίας	επ.ορυκ.
21.75	32.75	0.25	1.00	1.25	41.25	1.75

#### 2.1.6. Γλαυκοφανιτικοί-μαρμαρυγιοκοί γνευσιοσχιστόλιθοι

Αποτελούν σημαντική ομάδα των μεταμορφωμένων πετρωμάτων της ενότητας Αμπελακίων. Ο ιστός τους είναι κυρίως κοκκολεπιδοβλαστικός και λιγότερο κοκκονηματοβλαστικός. Μακροσκοπικά παρουσιάζουν έντονη σχιστότητα και σε ορισμένες περιπτώσεις μικροπτυχώσεις. Οι κρύσταλλοι των Na-αμφιβόλων και του φεγγίτη είναι τοποθετημένοι παράλληλα προς τη σχιστότητα, σχηματίζοντας λεπτές ταινίες, μεταξύ των οποίων παρεμβάλλονται λωρίδες κόκκων χαλαζία και αλβίτη (Εικ.11).

Η παραγένεση που παρατηρήθηκε στα πετρώματα της ομάδας αυτής είναι:

Na-αμφίβολοι + φεγγίτης + αλβίτης + χαλαζίας ± επίδοτο ± στιλπνομέλας ± τιτανίτης.

Ως επουσιώδη ορυκτά αναγνωρίστηκαν: ορθίτης, ζιρκόνιο, απατίτης και οξείδια-υδροξείδια του σιδήρου.

Οι Na-αμφίβολοι (κυρίως κροσσίτης\* και λιγότερο

μαγνησιοριμπεκίτης\*) εμφανίζονται συνήθως σε επιμήκης ιδιομόρφους κρυστάλλους, σε διάταξη παράλληλη με τη σχιστότητα του πετρώματος και μικροπτυχωμένους. Το μέγεθος των κρυστάλλων τους ποικίλλει από 0.05mm μέχρι 0.5mm. Η συμμετοχή τους στο συνολικό όγκο του πετρώματος υπολογίστηκε μέχρι και 15%.

Ο αλβίτης εμφανίζεται με μορφή κρυστάλλων, που το μέγεθός τους ποικίλλει από 0.05mm έως 1.5mm. Οι μεγάλοι κρύσταλλοι με οφθαλμώδη μορφή είναι υπιδιομόρφοι, συχνά περθιτιωμένοι και περιβάλλονται από κρυστάλλους φεγγίτη και Na-αμφιβόλων. Μέσα στους αστρίους παρατηρήθηκαν εγκλεισματα φεγγίτη και Na-αμφιβόλων. Η παρουσία διδύμων είναι συχνή, ενώ οι πολύδυμοι είναι σπανιότεροι. Η συμμετοχή τους στο συνολικό όγκο του πετρώματος είναι γύρω στο 24%.

Ο φεγγίτης εμφανίζεται σε συσσωματώματα επιμήκων κρυστάλλων και φυλλαρίων διατεταγμένων παράλληλα προς τη σχιστότητα και συχνά κεκαμμένων. Οι κρύσταλλοι του φεγγίτη βρίσκονται σε στενή επαφή με τους κρυστάλλους των Na-αμφιβόλων σχηματίζοντας λεπτές ταινίες, οι οποίες εναλλάσσονται με αυτές των αλβίτη-χαλαζία. Σε σπάνιες περιπτώσεις παρατηρούνται επιμήκη μικρά φυλλάρια φεγγίτη διάσπαρτα μέσα στο πέτρωμα. Το μέγεθος των κρυστάλλων του φεγγίτη κυμαίνεται από 0.05mm μέχρι 1.5mm. Εμβαδομετρήσεις που έγιναν έδειξαν ότι η συμμετοχή του στο πέτρωμα είναι μεγάλη και φτάνει το 27%.

Ο χαλαζίας συνήθως υπάρχει σε αλλοτριόμορφους κόκκους διαμέτρου 0.03mm. Σπανιότερα αναγνωρίστηκαν και μεγαλύτεροι θραυσμένοι κρύσταλλοι, των οποίων το μέγεθος ανέρχεται μέχρι 0.8mm. Ο χαλαζίας παρουσιάζεται πάντα με κυματοειδή κατάσβεση και με τους αστρίους σχηματίζει λεπτές ταινίες μέσα στο πέτρωμα. Χαλαζίας παρατηρείται επίσης σε φλεβίδια, που διασχίζουν το πέτρωμα κατά διάφορες διευθύνσεις (Εικ.12). Συμμετέχει στο συνολικό όγκο του πετρώματος σε μεγάλο ποσοστό, που φθάνει μέχρι και το 33%.

Το επίδοτο, όταν απαντάται, αντιπροσωπεύει πολύ μικρό ποσοστό του συνολικού όγκου του πετρώματος. Συνήθως αποτελείται από

μικρούς αλλοτριόμορφους κρυστάλλους διάσπαρτους μέσα στο πέτρωμα.

Ο στιλπνομέλας βρίσκεται στενά συνδεδεμένος με το φεγγίτη και σε πολλές περιπτώσεις αναπτύσσεται κατά μήκος του σχισμού του ή στην περιφέρειά του, ενδεχομένως προερχόμενος από αυτόν. Οι κρύσταλλοί του έχουν σχήμα επίμηκες και διευθετούνται παράλληλα με τη σχιστότητα του πετρώματος.

Ο τιτανίτης απαντά σε μικρούς αλλοτριόμορφους — κόκκους διάσπαρτους μέσα στο πέτρωμα.

Εμβαδομετρήσεις που έγιναν στα πετρώματα αυτά έδωσαν, κατά μέσον όρο, την ακόλουθη επί τοις % αναλογία:

αλβίτης φεγγίτης Να-αμφίβολοι στιλπνομέλας επίδοτο τιταν. χαλαζ.  
23.39 27.51 14.66 0.26 0.51 0.51 33.16

#### 2.1.7. Πρασινίτες

Πρόκειται για συμπαγή πετρώματα με ιστό κοκκολεπιδοβλαστικό, ο οποίος σε λίγες περιπτώσεις, όταν απαντώνται μεγάλοι κρύσταλλοι αλβίτη, με μορφή οφθαλμών, μεταβαίνει σε πορφυροβλαστικό οφθαλμώδη. Τα ορυκτά συνήθως είναι διάσπαρτα μέσα στο πέτρωμα, με τα επιμήκη και φυλλώδη συστατικά τοποθετημένα κατά την ίδια διεύθυνση (Εικ. 13).

Η παραγένεση του πετρολογικού αυτού τύπου είναι:

αλβίτη + επίδοτο + χλωρίτης + ακτινόλιθος ± χαλαζίας ± φεγγίτης ± στιλπνομέλας ± τιτανίτης

Ως εποσειώδη ορυκτά παρατηρήθηκαν: δευτερογενής ασβεστίτης μέσα σε φλεβίδια και οξειδία-υδροξειδία του σιδήρου.

Ο αλβίτης παρουσιάζεται κυρίως με τη μορφή κόκκων μέσου μεγέθους 0.1mm, ενώ σπάνια αναπτύσσει μεγάλους οφθαλμούς με μήκος μέχρι 1.2mm. Στους πορφυροβλάστες αλβίτες παρατηρούνται συχνά εγκλείσματα επίδοτου, ακτινόλιθου, τιτανίτη και φεγγίτη. Η συμμετοχή του στο συνολικό όγκο του πετρώματος είναι σημαντική και φθάνει μέχρι και 22%.

Το επίδοτο απαντάται συνήθως διάσπαρτο μέσα στο πέτρωμα με τη μορφή αλλοτριόμορφων μικρών κρυστάλλων, μεγέθους έως 0.2mm, ενώ σε λίγες περιπτώσεις σχηματίζει μικρές συγκεντρώσεις

προσανατολισμένες με μορφή "οφθαλμών". Η ύπαρξη ιδιομόρφων κρυστάλλων επιδότου έχει παρατηρηθεί σε πολύ λίγες περιπτώσεις, στις οποίες αναπτύσσει μεγάλους κρυστάλλους, που το μήκος τους φθάνει το 1.0mm. Ορισμένοι από αυτούς παρουσιάζουν διδυμία. Η συμμετοχή του στο συνολικό όγκο του πετρώματος φθάνει έως και 25%.

Ο χλωρίτης (ριπιδόλιθος\*) απαντάται σε αλλοτριόμορφους λεπιοειδούς μορφής κρυστάλλους, που βρίσκονται διάσπαρτοι μέσα στο πέτρωμα. Σπανιότερα σχηματίζουν λεπτές ταινίες μαζί με τον ακτινόλιθο και το φεγγίτη. Το μέγεθος των κρυστάλλων του ποικίλλει από 0.05mm μέχρι 0.2mm. Εμβαδομετρήσεις που έγιναν έδειξαν ότι συμμετέχει με ποσοστό έως 18% στο συνολικό όγκο του πετρώματος.

Ο ακτινόλιθος\* εμφανίζεται σε μικρούς ιδιόμορφους βελονοειδείς κρυστάλλους με σαφή προσανατολισμό. Το μήκος τους είναι περίπου 0.3mm. Σπανιότερα παρατηρείται ακτινόλιθος σε μεγάλους υπιδιόμορφους κρυστάλλους μήκους μέχρι 1.5mm. Η συμμετοχή του στο συνολικό όγκο του πετρώματος είναι έως 15%.

Ο φεγγίτης, όταν υπάρχει στο πέτρωμα, παρατηρείται σε φυλλάκια προσανατολισμένα, τα οποία περιβάλλουν, μαζί με το χλωρίτη, μεγάλους κρυστάλλους αλβίτη.

Ο στιλπνομέλας παρατηρείται σπάνια, είναι στενά συνδεδεμένος με το χλωρίτη και έχει τη μορφή επιμήκων φυλλαρίων.

Ο χαλαζίας απαντάται σε μικρούς αλλοτριόμορφους κόκκους και συμμετέχει σε πολύ μικρή αναλογία στο συνολικό όγκο του πετρώματος. Χαλαζίας με έντονη κυματοειδή κατάσβεση αναγνωρίστηκε επίσης σε μικροφλεβίδια, καθώς και ως υλικό πλήρωσης ρωγμών του πετρώματος.

Η παρουσία του τιτανίτη είναι πολύ συχνή στον αντιπροσωπευτικό αυτό τύπο. Απαντά συνήθως με τη μορφή αλλοτριόμορφων κόκκων διάσπαρτων μέσα στο πέτρωμα. Σπανιότερα εμφανίζεται με τη μορφή μεγάλων ιδιομόρφων κρυστάλλων, που έχουν το χαρακτηριστικό σχήμα της σφήνας με μήκος μέχρι 0.5mm.

Εμβαδομετρήσεις που έγιναν σε δείγματα του τύπου αυτού έδωσαν

την εξής, κατά μέσον όρο, επί τοις % αναλογία:

αστριοι	φεγγίτης	επίδοτο	ακτινόλιθος	χλωρίτης	τιτανίτης	χαλαζίας
22.36	8.00	24.76	15.76	21.39	4.09	2.64

#### 2.1.8. Γνεύσιλοι

Πρόκειται για συμπαγή πετρώματα με ιστό κοκκοβλαστικό και σε αρκετές περιπτώσεις πορφυροβλαστικό, όπου μεγάλοι κρύσταλλοι αλβίτη, προφανώς νεοβλάστες, που περιβάλλονται από φεγγίτη, βρίσκονται διάσπαρτοι μέσα σε μια μάζα μικροκρυσταλλική.

Η παραγένεση του πετρολογικού αυτού τύπου είναι:

αλβίτης + χαλαζίας + φεγγίτης + στιλπνομέλας + επίδοτο +  
Na-αμφίβολοι + τιτανίτης

Ως εποσιώδη ορυκτά παρατηρήθηκαν: ορθίτης, απατίτης, ζιρκόνιο, δευτερογενής ασβεσίτης μέσα σε φλεβίδια, οξειδία-υδροξειδία του σιδήρου.

Ο αλβίτης απαντά με τη μορφή αλλοτριόμορφων κρυστάλλων με μέγεθος που ποικίλλει από 0.05mm μέχρι 2.5mm. Οι μεγάλοι κρύσταλλοι αλβίτη παρουσιάζονται θραυσμένοι και περιέχουν εγκλείσματα φεγγίτη, στιλπνομέλανα, χαλαζία και αδιαφανών ορυκτών. Η παρουσία διδύμων είναι πολύ συχνή (Εικ. 14). Οι μεγάλοι κρύσταλλοι παρουσιάζουν περιθιτίωση σε όλα τα πετρώματα του τύπου αυτού. Η συμμετοχή τους στο συνολικό όγκο του πετρώματος είναι πολύ μεγάλη, έως και 50%.

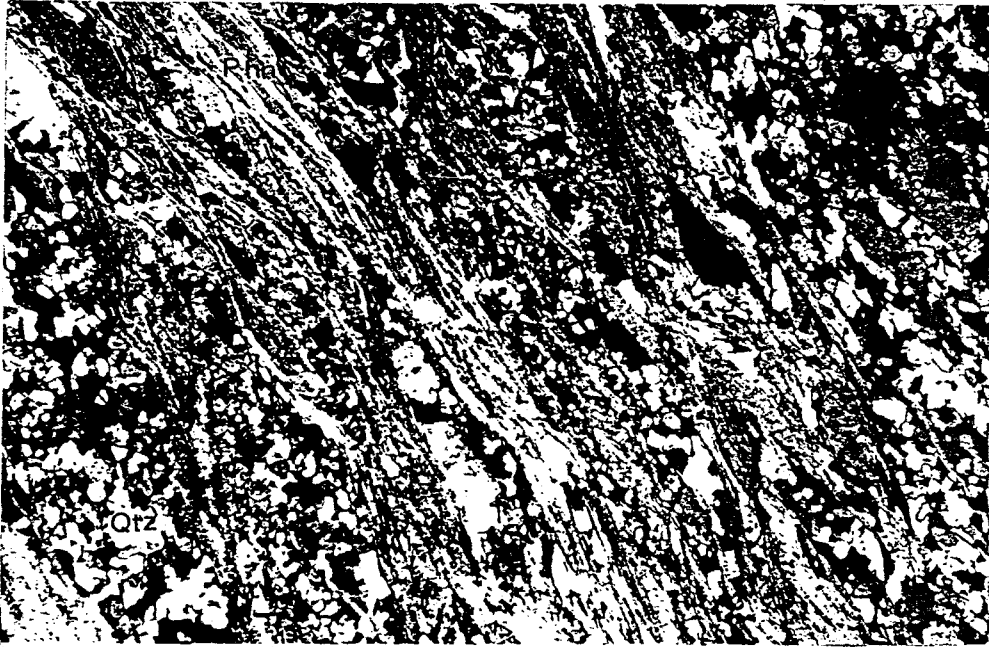
Ο χαλαζίας παρουσιάζεται με τη μορφή αλλοτριόμορφων κόκκων μεγέθους γύρω στο 0.2mm, οι οποίοι εμφανίζουν χαρακτηριστική κυματοειδή κατάσβεση. Χαλαζίας απαντά επίσης μέσα σε φλεβίδια, τα οποία διασχίζουν το πέτρωμα κυρίως παράλληλα προς τη σχιστότητα και σπανιότερα προς άλλες διευθύνσεις και που συνοδεύονται συχνά από αστρίους και από αδιαφανή ορυκτά. Η συμμετοχή του στο συνολικό όγκο του πετρώματος είναι μεγάλη, έως 34%.

Ο φεγγίτης εμφανίζεται με τη μορφή επιμήκων φυλλαρίων, τα οποία είναι προσανατολισμένα και κεκαμμένα και τα οποία είτε σχηματίζουν λεπτές λωρίδες μέσα στη μάζα αστρίων-χαλαζία, είτε



ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΕΞΕΛΑΔΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΟΡΥΚΤΩΝ ΣΤΟΥΣ ΑΝΤΙΠΡΟΡΗΠΗΤΙΚΟΥΣ ΠΕΤΡΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΤΥΠΟΥΣ ΤΗΣ ΕΠΟΧΗΣ ΑΠΕΛΑΛΚΙΩΝ

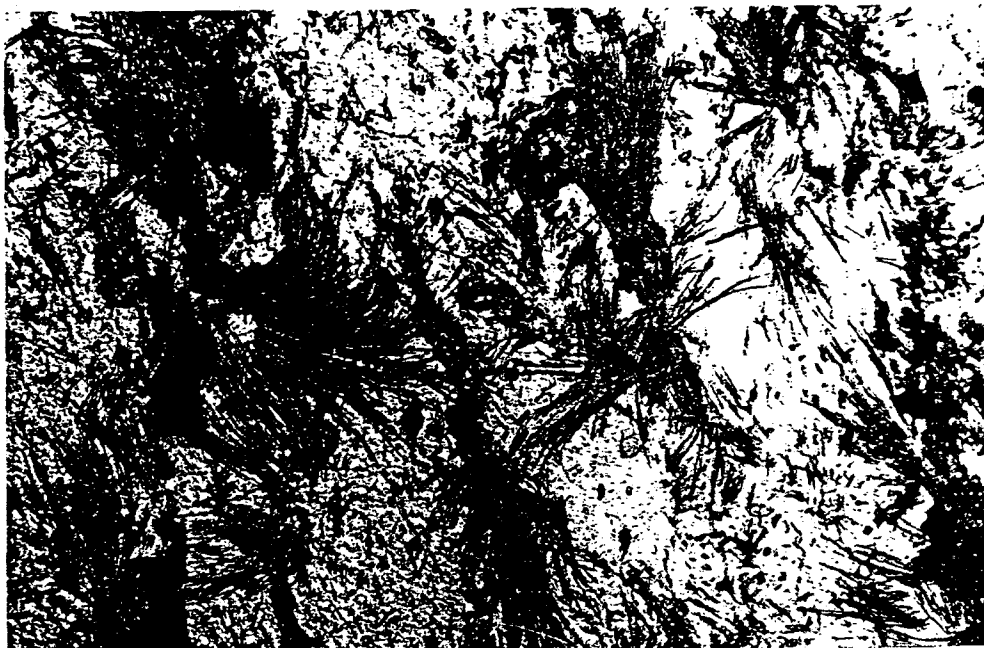
Πετρολογικός τύπος	Ορυκτά %	% μέση αναλογία στον όγκο του πετρώματος										Χαλαζίας	Επουσιώδη ορυκτά
		Αλβίτης	Φεγγίτης	Κα-αμφίβολος Στιλπνομέλας	Επίδοτο	Ακτινόλιθος	Χλωρίτης	Λυγίτης	Τιτανίτης	Χαλαζίας	Επουσιώδη ορυκτά		
Μαργαριτακοί οχιοτόλιθοι	7,25	44,00	--	1,50	--	--	--	--	1,50	45,25	0,50		
Μαργαριτακοί γλαυκοφανιτικοί οχιοτόλιθοι	3,50	30,50	24,75	0,50	2,00	--	--	--	3,25	33,00	2,50		
Χλωριτικοί μαργαριτακοί οχιοτόλιθοι	9,00	16,33	--	0,67	5,33	--	45,33	--	2,67	19,00	1,67		
Γλαυκοφανιτικοί οχιοτόλιθοι	7,50	3,50	35,50	1,00	7,00	--	--	6,50	2,00	37,00	--		
Αλβιτικοί μαργαριτακοί γενεοσχιτοτόλιθοι	21,75	32,75	0,25	--	1,00	--	--	--	1,25	41,25	1,75		
Γλαυκοφανιτικοί μαργαριτακοί γενεοσχιτοτόλιθοι	23,39	27,51	14,66	0,26	0,51	--	--	--	0,51	33,16	--		
Πρασινίτες	22,36	8,00	--	--	24,76	16,76	21,39	--	4,09	2,64	--		
Γνεοταί	48,93	11,69	--	--	0,72	--	--	--	1,67	33,89	0,95		



Εικ. 6. Εναλλαγές λεπτών ταινιών φεγγίτη και χαλαζία σε μαρμαρυγιακό σχιστόλιθο. Nicols (+), μεγέθυνση X50.  
(Qtz)χαλαζίας, (Phn)φεγγίτης.



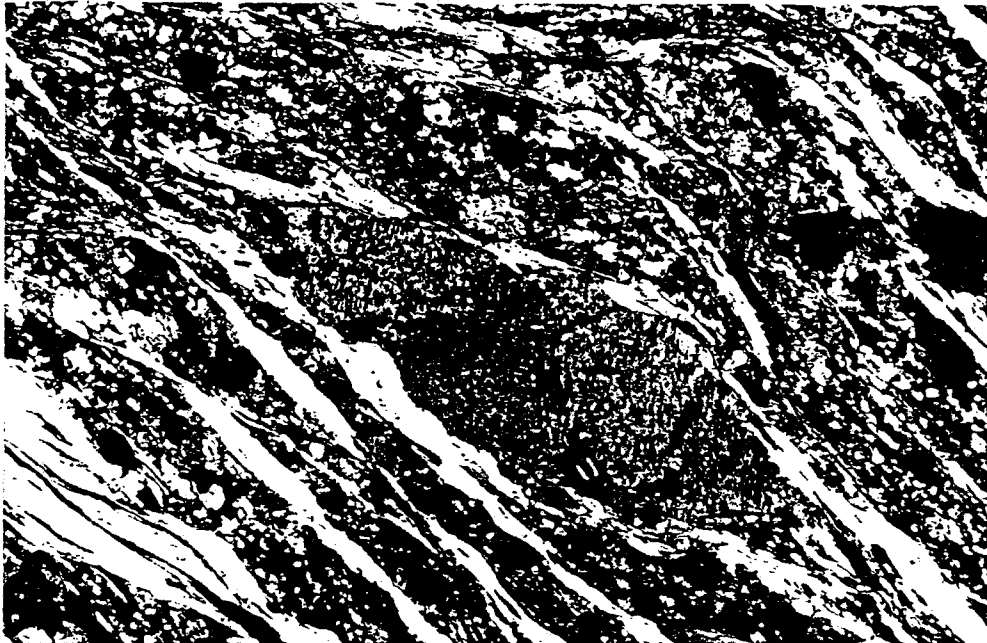
Εικ. 7. Μικροπτυχωμένες λεπτές ταινίες κροσσίτη (σκούρο χρώμα) σε μαρμαρυγιακό-γλαυκοφανιτικό σχιστόλιθο. Nicols (//), μεγέθυνση X50.



Εικ. 8. Συσσωματώματα κρυστάλλων κροσσίτη με μορφή δεματιού (Garbenschiefer) σε γλαυκοφανιτικό σχιστόλιθο. Nicols (//), μεγέθυνση X75.



Εικ. 9. Μεγάλος κρύσταλλος αυγίτη σε γλαυκοφανιτικό σχιστόλιθο. Σε ορισμένες θέσεις κατά μήκος του σχισμού του και περιφερειακά έχει μετατραπεί σε κροσσίτη. Χαλαζιακά φλεβίδια τον διασχίζουν πληρώνοντας ρωγμές του. Nicols (+), μεγέθυνση X50. (Aug) αυγίτης.



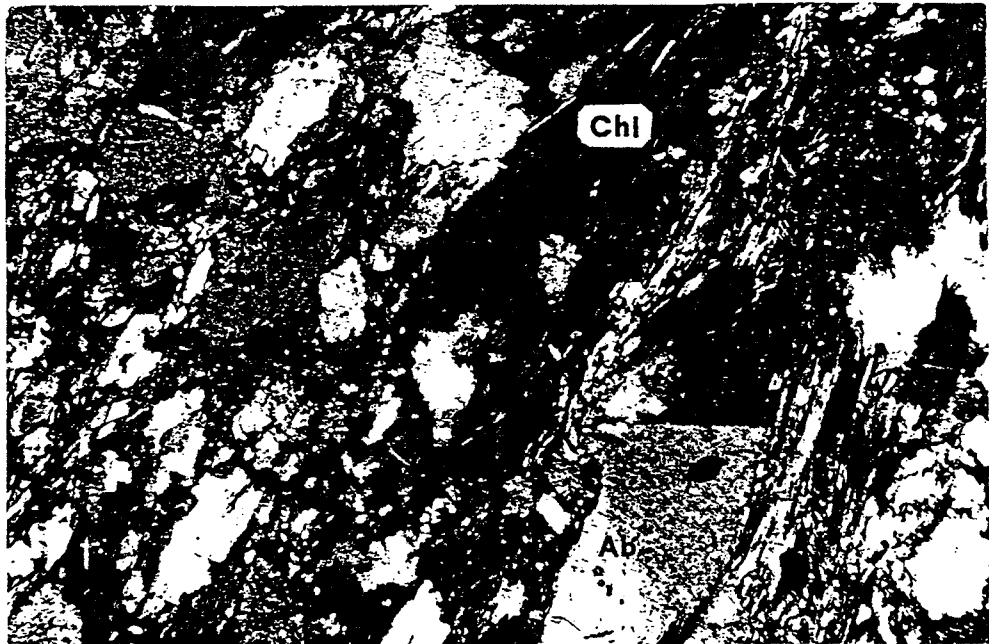
Εικ. 10. Οφθαλμός αλβίτη με περθίτωση, ο οποίος περιβάλλεται από φεγγίτη. Αλβιτικός-μαρμαρυγιακός γνευσιοσχιστόλιθος. Nicols (+), μεγέθυνση X50.



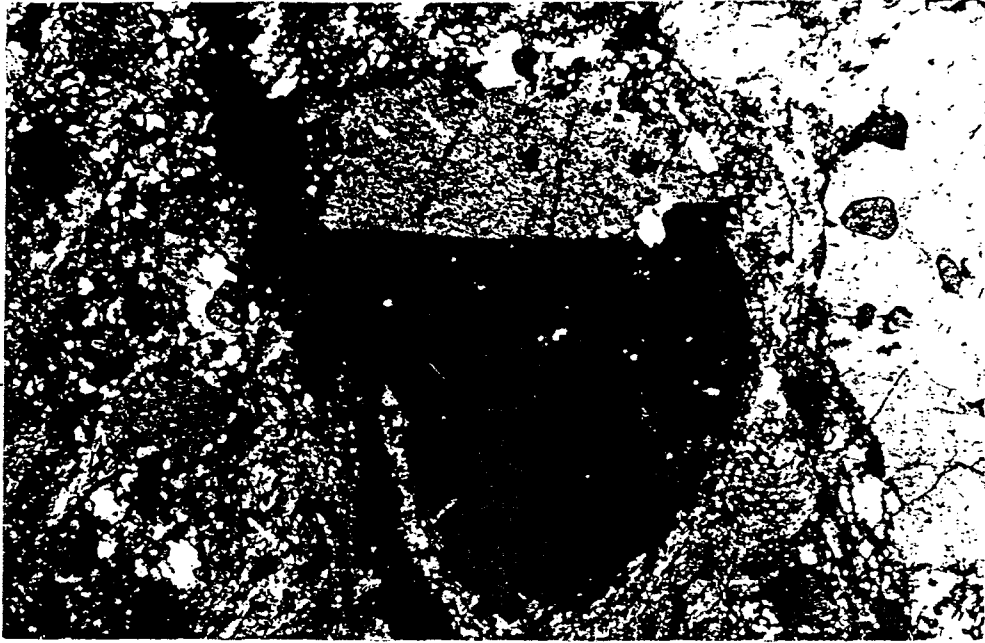
Εικ. 11. Ιδιόμορφοι κρύσταλλοι κροσσίτη (σκούρο χρώμα) σε γλαυκοφανιτικό-μαρμαρυγιακό γνευσιοσχιστόλιθο. Nicols (//), μεγέθυνση X120.



Εικ. 12. Πηγματιτικό φλεβίδιο σε γλαυκοφανιτικό-μαρμαρυγιακό γνευσιοσχιστόλιθο. Nicols (+), μεγέθυνση X50.



Εικ 13. Πρασινίτης με κοκκολεπιδοβλαστικό ιστό. Διακρίνονται κρύσταλλοι αλβίτη (Ab), επιδότου (Ep) και χλωρίτη (Chl). Nicols (+), μεγέθυνση X75.



Εικ. 14. Οφθαλμός αλβίτη με διδυμία σε γνεύσιο. Nicols (+), μεγέ-  
θυνση X75.



Εικ. 15. Κρύσταλλος φεγγίτη με παρουσία στιλπνομέλανα κατά μήκος του  
σχισμού του, σε γνεύσιο. Nicols (//), μεγέθυνση X120.

περιβάλλουν μεγάλους κρυστάλους αλβίτη. Σε σπάνιες περιπτώσεις μέσα στη μάζα αστρίων - χαλαζία αναγνωρίστηκε φεγγίτης χωρίς προσανατολισμό. Το μέγεθός του κυμαίνεται από 0.1mm έως 1.8mm. Η συμμετοχή του στο συνολικό όγκο του πετρώματος είναι έως 12%.

Ο στιλπνομέλας είναι στενά συνδεδεμένος με το φεγγίτη. Αναπτύσσεται συχνά κατά μήκος του σχισμού του και στην περιφέρειά του, ενδεχομένως δε να προέρχεται από αυτόν (Εικ. 15).

Το επίδοτο παρουσιάζεται με τη μορφή μικρών αλλοτριόμορφων κόκκων διάσπαρτων μέσα στο πέτρωμα.

Οι Na-αμφίβολοι (κροσσίτης\*, μαγνησιοριβεκίτης\*) εμφανίζονται σε ελάχιστους μικρούς πρισματικούς κρυστάλλους.

Ο τιτανίτης απαντά με τη μορφή κόκκων διάσπαρτων μέσα στο πέτρωμα.

Εμβαδομετρήσεις στα αντιπροσωπευτικότερα δείγματα από τον τύπο αυτό έδωσαν, κατά μέσον όρο, την ακόλουθη επί τοις % αναλογία:

αλβίτης	φεγγίτης	στιλπνομέλας	επίδοτο	τιτανίτης	χαλαζίας
48.93	11.69	2.15	0.72	1.67	33.89

## 2.2. Πετροχημεία

Στο κεφάλαιο αυτό μελετάται η πετροχημεία των κυριότερων πετρολογικών τύπων, που συμμετέχουν στη γεωλογική δομή της ενότητας Αμπελακίων.

Πρίν από την παράθεση των γεωχημικών στοιχείων των πετρωμάτων της ενότητας αυτής, θεωρείται σκόπιμο να αναφερθούν συντόμως οι μεθοδολογίες-τεχνικές που ακολουθήθηκαν, κυρίως στις χημικές αναλύσεις των πετρωμάτων, όλων των ενοτήτων σε κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία.

Με σκοπό τη γεωχημική μελέτη των μεταμορφωμένων πετρωμάτων των ενοτήτων Αμπελακίων και Πελαγονικής πραγματοποιήθηκαν συνολικά 77 πλήρεις χημικές αναλύσεις όλων των τύπων πετρωμάτων (εκτός των ανθρακικών), σε κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία.

Οι χημικές αναλύσεις με αριθμούς από 1 έως και 21

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2: ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΑΣΙΤΩΝ ΤΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΑΜΦΙΒΑΚΚΙΩΝ**

Αριθ. αναλυο. Αριθ. δείγμ.	8	9	10	15	47	48	49	51	52	53	55	56	57	58	59	62	65	
	B228	B279	B281	B300	B203	B209	B210	B223	B233	B234	B239	B240	B241	B282a	B283	B300A	B334	
	Κύρια στοιχεία σε % κατά βάρος																	
SiO <sub>2</sub>	45.68	49.91	54.80	67.04	48.33	53.12	48.45	47.67	47.94	47.62	62.52	46.35	52.91	48.61	52.60	64.34	47.06	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.39	14.61	14.61	11.97	15.12	16.21	15.60	14.36	17.51	14.64	12.53	14.88	15.57	14.88	15.74	12.91	16.03	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.77	3.95	4.02	3.66	3.98	2.76	6.43	4.56	3.23	6.66	2.86	3.98	2.99	6.47	2.13	3.93	6.12	
PbO	6.00	7.45	6.30	2.85	5.57	6.05	5.11	5.41	7.16	5.40	5.81	8.98	6.74	8.37	7.63	2.84	6.64	
MnO	0.15	0.21	0.17	0.05	0.20	0.24	0.20	0.17	0.19	0.23	0.18	0.19	0.18	0.26	0.26	0.05	0.33	
MgO	7.42	7.65	4.08	2.46	5.35	5.35	5.33	6.00	9.86	6.00	4.95	6.98	5.79	5.26	7.82	2.51	5.86	
CaO	8.63	6.01	3.47	2.58	8.15	8.14	8.61	8.88	1.64	11.75	2.01	8.85	5.71	3.43	2.27	2.27	8.94	
Na <sub>2</sub> O	2.59	4.38	4.61	3.59	2.97	3.38	3.13	3.37	3.04	3.21	3.13	3.41	4.64	4.61	3.67	3.62	1.76	
K <sub>2</sub> O	1.16	0.13	1.01	1.08	0.66	0.24	0.13	0.11	1.31	0.07	1.65	0.06	1.16	1.03	1.43	1.62	0.05	
TiO <sub>2</sub>	1.61	2.03	2.06	0.67	1.45	0.85	1.34	1.74	1.67	2.02	1.50	2.02	1.63	2.96	1.40	0.68	1.87	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.70	0.28	0.57	0.22	0.23	0.22	0.34	0.23	0.20	0.17	0.29	0.47	0.25	0.42	0.26	0.22	0.31	
H <sub>2</sub> O+	4.45	4.28	3.41	0.67	3.96	3.90	4.18	3.90	6.54	3.17	3.42	3.96	3.79	4.61	5.24	2.01	4.96	
CO <sub>2</sub>	0.11	0.89	0.18	0.91	0.06	0.07	0.05	0.09	0.08	0.06	0.06	0.04	0.42	0.05	0.42	0.01	0.02	
Αιθέρια	99.17	98.79	99.29	99.75	98.09	100.50	98.83	98.47	99.62	101.02	100.89	100.17	101.87	101.00	101.07	99.01	99.98	
	Ιχθυοστοιχεία σε p.p.m.																	
Ba	249	103	202	212	182	73	46	85	203	98	347	120	279	274	299	268	81	
Ca	44	51	88	82	17	42	60	0	24	8	63	74	59	65	57	36	41	
Cr	246	298	53	20	239	388	25	265	279	145	134	151	231	40	210	67	191	
Cu	9	42	32	26	69	64	103	54	44	40	59	152	41	118	31	51	106	
Ni	102	104	22	24	78	18	10	134	78	122	68	49	48	13	37	13	60	
Pb	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Rb	14	0	15	27	20	20	17	10	46	10	32	10	30	23	33	32	11	
Sc	29	44	33	18	35	29	36	30	34	31	23	36	25	42	27	21	35	
Sr	236	235	115	22	215	355	1016	215	105	287	25	197	283	48	33	224	390	
Y	248	315	193	246	228	206	335	245	207	326	167	309	228	316	189	166	290	
Zr	22	32	73	19	31	31	36	41	48	44	53	54	44	64	47	19	56	
Zn	85	242	201	62	127	100	99	63	114	86	97	116	85	173	181	63	284	
Zr	129	168	419	149	129	128	176	149	202	135	249	251	199	240	184	170	229	
Ga	13	13	17	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	
La	0	0	18	28	19	27	47	13	40	11	0	3	24	0	0	26	19	
Nb	1	1	4	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	
Nd	25	35	99	50	11	19	24	11	23	6	36	41	16	21	16	12	27	
Pr				7	13	17	1	0	4	8	12	25	13	29	21	4	27	
Sm				1	8	7	7	2	0	4	8	6	7	7	6	2	3	

Προσμίξεις: 8, 9, 10, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 65, 69.

Γλυκοφαννιλικό οξιστόλαιο: 15, 62



ΠΙΝΑΚΑΣ 3: ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΜΕΤΑΙΖΗΜΑΤΩΝ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ

Αρ. αναλ. Αρ. δειγμ.	4 B245α	6 B296	7 B221	11 B285	12 B299	13 150	14 154	24 B358	54 B238	60 B284	61 B294	63 B330	66 B350α	67 B354	68 B354c	
	Κύρια στοιχεία σε % κατά βάρος															
SiO <sub>2</sub>	72.46	60.63	74.27	69.12	79.21	54.85	64.59	77.99	60.95	68.61	60.02	64.93	49.15	59.23	57.87	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.94	14.61	13.93	13.94	10.54	14.06	13.93	10.47	13.94	15.41	14.66	13.99	17.90	13.87	17.38	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.03	4.02	1.21	2.03	0.46	6.78	2.97	1.03	2.21	2.03	3.74	0.66	5.26	5.81	1.77	
FeO	1.30	3.35	0.50	1.70	0.95	3.85	3.00	0.24	4.90	1.44	3.90	4.94	4.94	3.34	3.72	
MnO	0.04	0.06	0.01	0.05	0.01	0.20	0.10	0.02	0.11	0.09	0.08	0.05	0.19	0.14	0.19	
MgO	1.71	2.81	0.52	1.39	1.31	3.41	2.24	0.71	3.29	1.76	3.41	1.96	5.35	2.64	5.65	
CaO	0.16	1.29	0.39	1.05	0.22	3.21	1.42	0.26	2.68	0.79	3.58	2.23	2.21	4.54	1.62	
Na <sub>2</sub> O	1.02	4.47	6.41	5.12	1.90	3.27	3.99	2.94	4.87	5.70	3.46	8.55	1.34	3.84	6.61	
K <sub>2</sub> O	3.18	3.75	1.30	2.47	3.29	4.80	3.70	2.08	1.74	1.98	4.07	0.10	7.62	2.83	0.20	
TiO <sub>2</sub>	0.30	1.46	0.33	0.63	0.23	2.28	0.76	0.18	1.57	0.56	0.79	0.80	1.19	1.73	0.69	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.03	0.37	0.05	0.13	0.08	0.51	0.20	0.04	0.36	0.23	0.26	0.19	0.32	0.45	0.16	
H <sub>2</sub> O+	2.41	2.95	0.88	0.25	0.88	2.42	2.92	1.09	3.93	2.32	3.25	1.40	4.28	2.08	3.44	
CO <sub>2</sub>	0.07	0.10	0.03	1.72	0.72	0.10	0.00	0.00	0.41	0.04	0.05	0.02	0.03	0.02	0.46	
Αδρωσιμα	99.66	99.87	99.83	99.62	99.80	99.74	99.82	99.08	100.94	100.93	100.17	100.64	99.98	100.49	99.79	
	Ιχνοστοιχεία σε p.p.m.															
Ba	962	622	237	916	522	594	650	153	507	422	616	247	750	499	76	
Ce	98	96	75	108	19	140	118	23	47	99	40	109	15	72	70	
Cr	9	18	14	20	12	27	74	14	170	52	160	91	90	59	54	
Cu	9	0	22	0	0	0	4	10	41	0	71	20	31	0	2	
Ni	3	3	1	3	0	14	15	20	18	2	12	2	3	5	24	
Rb	156	97	37	48	103	163	136	78	54	61	101	10	243	65	13	
Sc	6	25	4	11	4	32	25	5	25	19	17	10	32	20	9	
Sr	1	20	17	28	1	88	95	43	34	29	329	33	67	195	99	
Y	20	91	0	15	40	470	79	24	140	19	136	18	249	157	63	
Zn	50	46	53	48	3	34	45	5	60	71	29	81	47	79	22	
Zn	82	86	10	66	21	109	208	14	80	62	196	42	115	90	131	
Zr	540	330	421	413	107	225	317	94	296	442	199	635	125	325	198	
Ge	17	16	11	11	5	17	14	8	14	18	12	11	7	8	10	
La	38	78	24	48	5	129	76	6	43	40	0	68	38	30	47	
Nb	7	4	5	2	0	3	1	4	5	10	5	9	5	5	8	
Nd	47	58	42	54	11	77	63	6	36	44	22	63	16	36	30	
Pr	3	8	5	0	6	11	14	8	17	5	7	12	0	0	7	
Sm	2	3	7	4	2	4	3	5	2	7	5	6	2	5	4	

Μαρμαρυγιακό σχιστόλιθοι: 4, Μαρμάρ. γλαυκοφανιτικός σχιστόλιθ.: 6, 14, Γλαυκοφανιτικός σχιστόλιθ.: 61, 63. Χλωριτικός μαρμαρ. σχιστόλιθ.: 54, 55, 60. Γλαυκοφάν. μαρμαρ. γνευσιόσχιστόλιθοι.: 11, Αλβιτικός μαρμαρ. γνευσιόσχιστόλιθοι.: 66, 67, 68. Μαρμαρυγιακός γνεύσιος.: 7, 12, 24,

πραγματοποιήθηκαν στο Ινστιτούτο Ορυκτολογίας και Πετρογραφίας του Πολυτεχνείου της Ζυρίχης, ενώ οι υπόλοιπες από τον αριθμό 22 μέχρι και 77 έγιναν από τον υποφαινόμενο στο Ινστιτούτο Ορυκτολογίας και Πετρογραφίας του Πανεπιστημίου του Αμβούργου. Η μέθοδος που ακολουθήθηκε για τις αναλύσεις αυτές είναι η μέθοδος φθορισμού με ακτίνες X (X-Ray Fluorescences), με τη χρήση ενός ημιαυτόματου φασματομέτρου Philips PW 1450 στη Ζυρίχη και ενός ημιαυτόματου φασματομέτρου Philips 1220 με γωνιόμετρο PW 1140 στο Αμβούργο. Για τον ποσοτικό προσδιορισμό των κυρίως στοιχείων και των ιχνοστοιχείων κατασκευάσθηκαν, μέσα σε κάψες από πλατίνα, υάλινα δισκία μετά από τήξη στους 1200 °C κόνεως πετρώματος, με την προσθήκη  $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$  (σε αναλογία 1:5). Χρησιμοποιήθηκαν διεθνή standards και η δόρθωση των δεδομένων έγινε με τα θεωρητικά  $A_{\text{IPa}}$ .

Ο  $\text{FeO}$  υπολογίστηκε από τον ολικό σίδηρο με τιτλοδότηση σύμφωνα με τη μέθοδο A. Peters. Η διάλυση έγινε με  $\text{HF} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Vanadin (V)}$ .

Το  $\text{CO}_2$  καθορίστηκε στη Ζυρίχη με τη χρήση συσκευής Coulomat CS 701 και βασίστηκε στην κουλομετρική αλκαλιμετρική τιτλοποίηση. Στο Αμβούργο χρησιμοποιήθηκε συσκευή CARMOMHOGRAPH 6β και η διάλυση έγινε με  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4$ .

Το  $\text{H}_2\text{O}^+$  προσδιορίστηκε από την απώλεια κατά την πύρωση στους 950 °C και το  $\text{H}_2\text{O}^-$  από την απώλεια κατά τη θέρμανση στους 110 °C.

Η ακρίβεια των μετρήσεων για τα κύρια στοιχεία είναι μέσα στα όρια που απαιτείται. Προκειμένου για τα ιχνοστοιχεία, η ακρίβεια των μετρήσεων είναι της τάξεως του  $\pm 2-3\%$  στα 1000 p.p.m,  $\pm 5-10\%$  στα 100 p.p.m και  $\pm 10-20\%$  στα 10 p.p.m.

Στους σχηματισμούς της ενότητας Αμπελακίων, με βάση κυρίως την μικροσκοπική μελέτη 200 λεπτών τομών, καθορίστηκαν, μετά από ομαδοποίηση, 8 κύριοι πετρολογικοί τύποι, από τους οποίους 33 αντιπροσωπευτικά δείγματα αναλύθηκαν σε κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία (Πίν. 2 και 3).

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα στη μελέτη των κρυσταλλοσχιστωδών πετρωμάτων είναι ο καθορισμός της προέλευσής τους. Με βάση αφενός τη λεπτομερή μικροσκοπική εξέταση των μεταμορφωμένων

πετρωμάτων της ενότητας Αμπελακίων και αφετέρου τη χημική σύσταση και τη γεωχημεία τους (αναλύσεις πετρωμάτων, μικροαναλύσεις ορυκτών), ταξινομήθηκαν τα παραπάνω πετρώματα σε δύο ομάδες, αναφορικά με την προέλευσή τους: α) στην ομάδα που περιλαμβάνει πετρώματα, τα οποία προέρχονται από μεταμόρφωση ιζηματογενών πετρωμάτων, και β) στην ομάδα που περιλαμβάνει πετρώματα, τα οποία προέρχονται από μεταμόρφωση εκρηξιγενών πετρωμάτων. Από τους πετρολογικούς τύπους που ήδη έχουν περιγραφεί, οι πρσινίτες προέρχονται από εκρηξιγενή πετρώματα, ενώ οι υπόλοιποι πετρολογικοί τύποι από ιζήματα. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι από την ομάδα των γλαυκοφανιτικών σχιστολίθων δύο αντιπρόσωποι (B300 και B300α) έχουν στην παραγένεση τους, μεγάλους κρυστάλλους αυγίτη (όπως προαναφέρθηκε στην πετρογραφία), προφανώς προερχόμενους από ηφαιστίτες.

Οι Moine και Roche (1968) παρατήρησαν ότι η χημική σύσταση των μεταβασιτών, οι οποίοι παρεμβάλλονται στις μεταμορφωσιγενείς σειρές, δεν είναι χαρακτηριστική. Η σύσταση αυτή θα μπορούσε να ανταποκρίνεται σε βασαλτικά ή και σε ιζηματογενή πετρώματα (γρσουβάκες ή αργιλίτες, οι οποίοι συνδέονται με ανθρακικά πετρώματα). Η χημική εξέταση ενός μεμονωμένου πετρώματος δεν αρκεί για τη διάγνυσή του, δείχνει όμως μια τάση διαφοροποίησης, που μπορεί να δώσει στοιχεία για την εκρηξιγενή ή ιζηματογενή προέλευση. Προκειμένου να γίνει διάκριση μεταξύ μεταβασικών ηφαιστειακών πετρωμάτων (ιδίως βασαλτών και σπιλιτών) και ιζηματογενών πετρωμάτων (κυρίως γρσουβακών και αργιλο-ανθρακικών), οι ανωτέρω ερευνητές βασίστηκαν στα στοιχεία Al, Fe, Ti, K, Na στο διάγραμμα  $[(Al+Fe+Ti)/3-Na] - [(Al+Fe+Ti)/3-K]$  (Σχ. 5). Στο διάγραμμα παρατηρούμε ένα τμήμα πάνω από τη γραμμή (α), όπου  $Na > K$ , και ένα κατώτερο, όπου  $K > Na$ . Οι βασάλτες βρίσκονται στην περιοχή  $Na > K$ . Αντίθετα, τα αργιλο-ανθρακικά ιζήματα, πηλίτες, αργιλίτες, βρίσκονται στην περιοχή όπου  $K > Na$ . Η διάκριση εδώ είναι σαφής, εφόσον τα πετρώματα δεν έχουν υποστεί έντονη μετασώματωση κατά τη μεταμόρφωση. Στην περιοχή όπου  $Na > K$ , οι γρσουβάκες διακρίνονται καθαρά από τους βασάλτες, πάρα το

γεγονός ότι υπάρχει μια μικρή περιοχή επικάλυψης.

Οι προβολές των πετρωμάτων της ενότητας Αμπελακίων που αναλύθηκαν στο διάγραμμα των Moine και Roche (Σχ. 5), καλύπτουν μεγάλο μέρος της επιφάνειας του διαγράμματος. Παρατηρούμε ότι ένα μεγάλο μέρος των σημείων προβολής των αναλυθέντων πετρωμάτων βρίσκεται στην περιοχή των βασαλτών. Τα πετρώματα αυτά ανήκουν, από πετρογραφική πλευρά, στην ομάδα των πρασινιτών. Στην περιοχή των αργιλο-ανθρακικών ιζημάτων δεν υπάρχουν σημεία προβολής πετρώματος, ενώ ένα μέρος προβάλλεται στην περιοχή των γραουβακών. Μερικές αναλύσεις τοποθετούνται εκτός του πεδίου προβολής των παραπάνω περιοχών. Πρόκειται, προφανώς, είτε για μεταβατικούς τύπους μεταξύ γραουβακών και αργιλο-ανθρακικών, είτε για όξινα πετρώματα εκρηξιγενούς προελεύσεως, τα οποία δεν προβάλλονται στο διάγραμμα αυτό, ή για πετρώματα που υπέστησαν ισχυρή μετασμάτωση, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατόν να καθοριστεί, με βάση το διάγραμμα των Moine και Roche (1968), η αρχική τους προέλευση. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι στην κατηγορία αυτή υπάγονται οι αναλύσεις των δύο προαναφερθέντων πετρωμάτων, όπου, παρά την παρουσία μεγάλων κρυστάλλων αυγίτη, γεγονός που δείχνει ηφαιστειακή προέλευση (πιθανώς ανδεδιτικής συστάσεως), η ύπαρξη μεγάλου ποσοστού  $SiO_2$  (65-67%) είχε ως αποτέλεσμα την επί τοις % αλλοίωση των κυρίων στοιχείων του πετρώματος και των ιχνοστοιχείων σε p.p.m.

Ο χημισμός των δειγμάτων που αναλύθηκαν σε οξείδια κυρίων στοιχείων δίδεται στα τριγωνικά διαγράμματα:  $(Fe_2O_3+FeO+MgO)-Al_2O_3-CaO$  και  $(NaO+K_2O)-Al_2O_3 - (Fe_2O_3+FeO+MgO)$  (Σχ. 6). Στα διαγράμματα αυτά φαίνεται σαφώς η διαφοροποίηση των δειγμάτων που αναλύθηκαν σε δύο κύριες ομάδες. Οι διαφοροποιημένες αυτές γεωχημικά ομάδες αντιστοιχούν στους δύο κύριους πετρογενετικούς τύπους, οι οποίοι καθορίστηκαν και από την πετρογραφική παρατήρηση, δηλαδή τους μεταβασίτες και τα μεταϊζήματα. Από το διάγραμμα  $(Fe_2O_3+FeO+MgO) - Al_2O_3 - CaO$  φαίνεται ότι οι μεταβασίτες είναι πλουσιότεροι σε σιδηρομαγνήσιο και ασβέστιο, σε αντίθεση με τα μεταϊζήματα, που είναι πλουσιότερα,

όπως άλλωστε αναμενόταν, σε αργίλιο (περισσότερο από 45%).

Στο διάγραμμα  $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})-\text{Al}_2\text{O}_3-(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO}+\text{MgO})$  οι μεταβασίτες είναι πλουσιότεροι σε σιδηρομαγνήσιο και πτωχότεροι σε αλκάλια  $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$  από τα μεταϊζήματα.

Η προβολή των χημικών αναλύσεων των μεταβασιτών του πίνακα 2 στο διάγραμμα  $\text{Zr}/\text{T}_1\text{O}_2 - \text{Nb}/\text{Y}$  (Σχ. 7) των Winchester και Floyd (1976), δείχνει ότι αυτά ταξινομούνται κατά κύριο λόγο στους ανδεσιτικούς βασάλτες, με την εξαίρεση τεσσάρων μελών που ταξινομούνται στους ανδεσίτες.

Για τον καθορισμό του τύπου ηφαιστειότητας που έδωσε τις βασικές λάβες, χρησιμοποιήθηκε το διάγραμμα  $\text{Al}-(\text{Fe}+\text{Ti})-\text{Mg}$  του Jensen (1976, σχ. 8). Οι προβολές του συνόλου των δειγμάτων των πρασινιτών τοποθετούνται στο θολεϊτικό πεδίο. Πρόκειται για ομοιόμορφον αρχικό θολεϊτικό μαγματισμό, όπως φαίνεται από τη συγκέντρωση των δειγμάτων στην ίδια περιοχή του διαγράμματος.

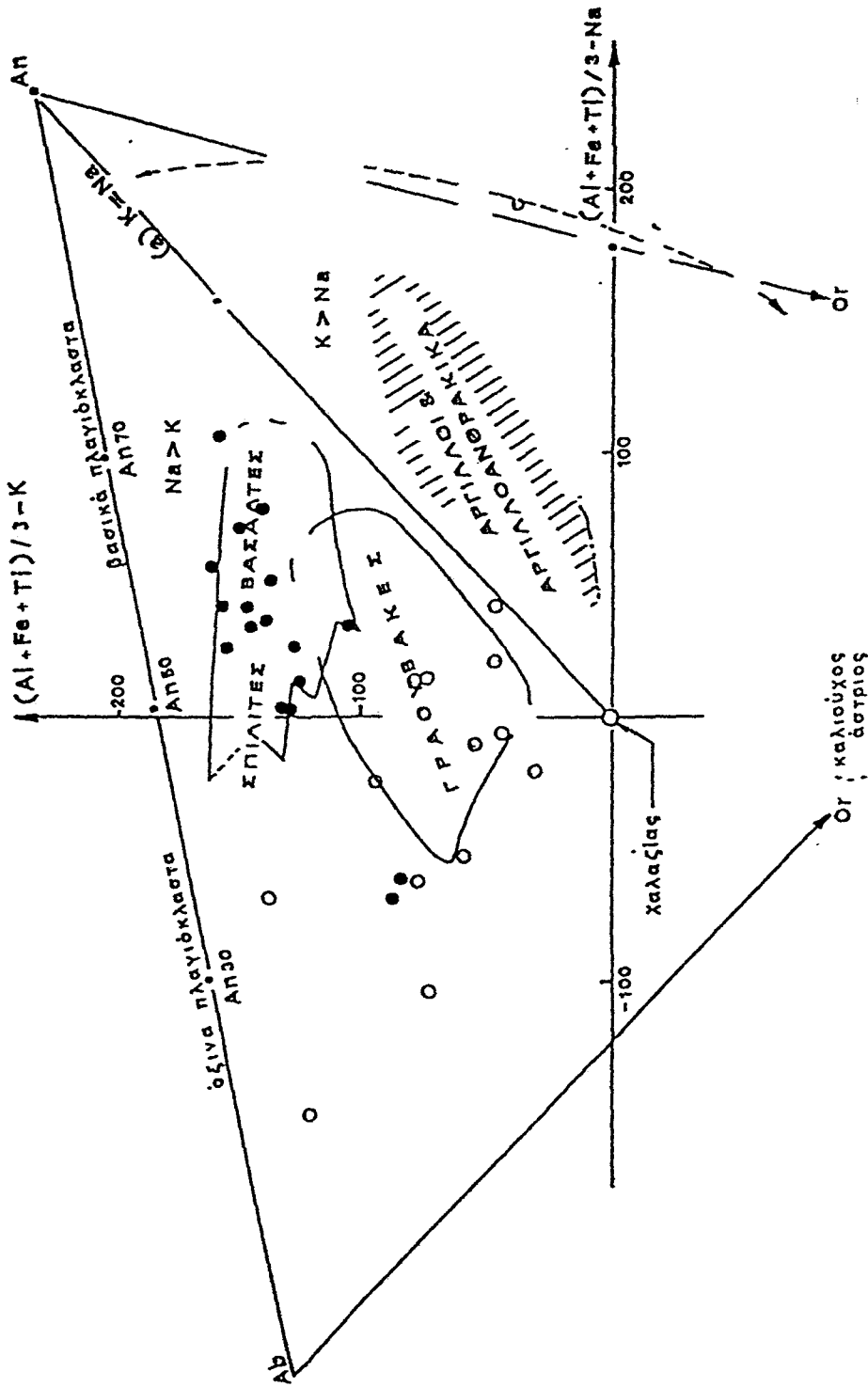
Προκειμένου να καθοριστεί το τεκτονικό περιβάλλον των πρασινιτών της ενότητας Αμπελακίων, χρησιμοποιήθηκαν τα διαγράμματα  $\text{Ti}-\text{Zr}$  (Pearce, 1980),  $\text{Zr}/\text{Y}-\text{Zr}$  (Pearce και Norry, 1979),  $\text{Cr}-\text{Y}$  (Pearce, 1981) και  $\text{V}-\text{Ti}$  (Shervais, 1982).

Από το διάγραμμα  $\text{Ti}-\text{Zr}$  (Σχ. 9) συμπεραίνεται ότι πρόκειται για βασικό μαγματισμό μεσωκεανέλου ράχης (MORB), με τάση διαφοροποίησης προς μαγματισμό έως μεταξύ-πλακών (WPL) και AL.

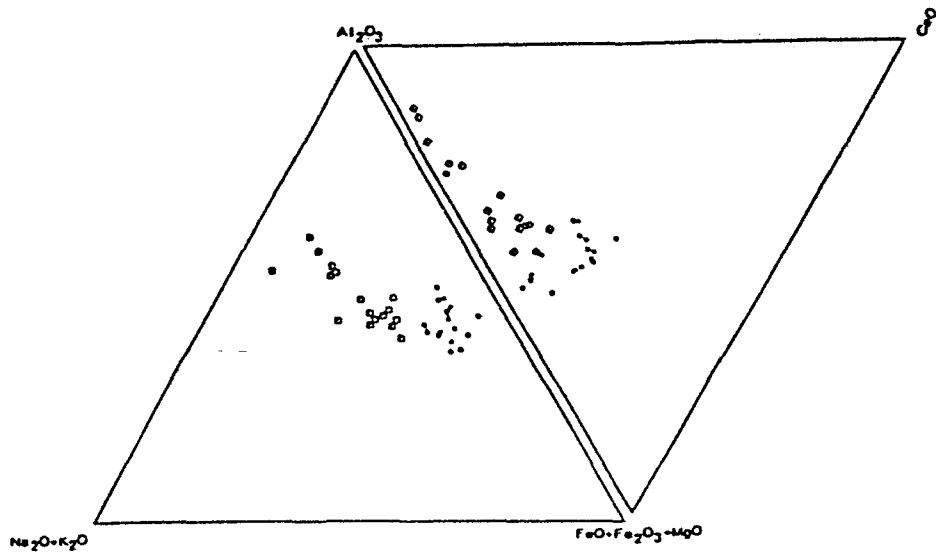
Στο διάγραμμα  $\text{Zr}/\text{Y}-\text{Zr}$  (Σχ. 10) διαπιστώνεται ότι οι παρασινίτες τοποθετούνται στη μεταβατική ζώνη βασαλιτών μεταξύ-πλακών (WPL) προς βασάλτες ωκεανέλου εκχύσεως (Ocean-floor basalts).

Από το διάγραμμα  $\text{Cr}-\text{Y}$  (Σχ. 11) συμπεραίνεται ότι πρόκειται για μαγματισμό μεσωκεανείας ράχης (MORB), με τάση διαφοροποίησης προς μαγματισμό μεταξύ πλακών (WPL).

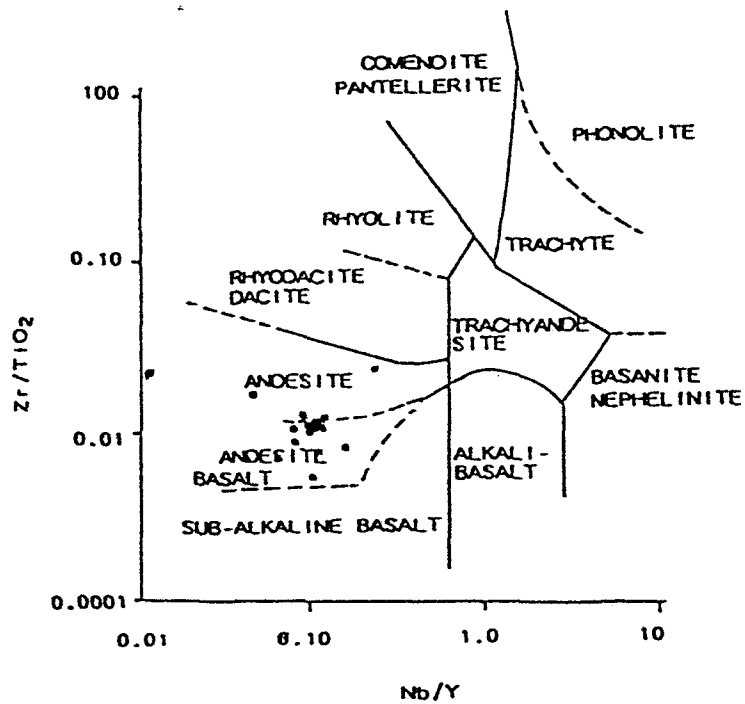
Από το διάγραμμα  $\text{V}-\text{Ti}$  (Σχ. 12) διαπιστώνεται ότι πρόκειται για βασάλτες που τοποθετούνται γεωτεκτονικά κατά κύριο λόγο στην περιοχή των βασαλιτών λεκανών πίσω από το τόξο (Back-Arc basin basalts), ή για βασάλτες περιθωρίων.



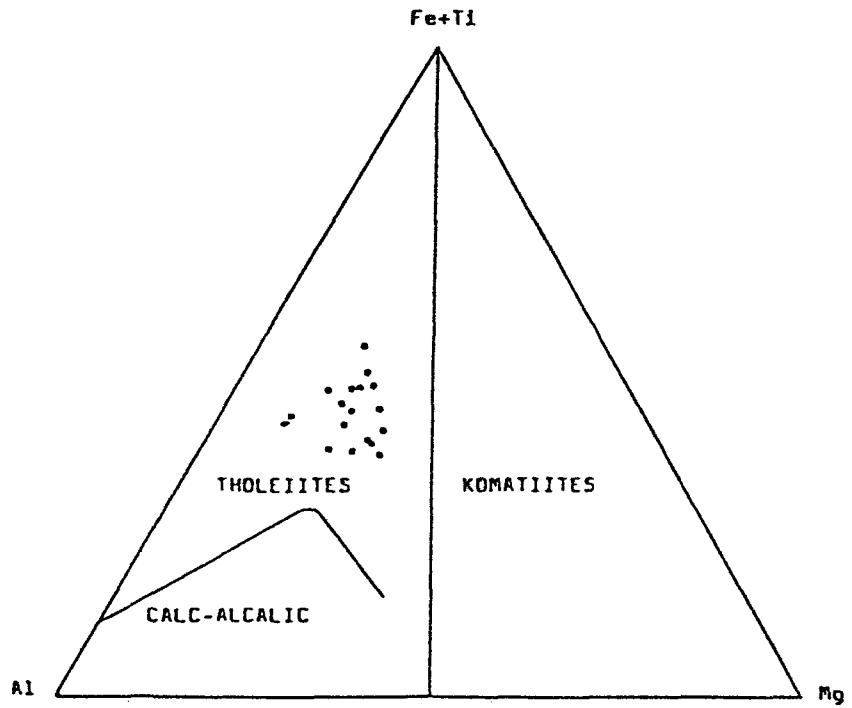
Σχ. 5. Διάγραμμα  $(Al+Fe+Ti)/3-Na$  προς  $(Al+Fe+Ti)/3-K$  των MOINE et ROCHE (1966). ● : Μεταβάσιτες, ○ : Μετα-ΐζηματα.



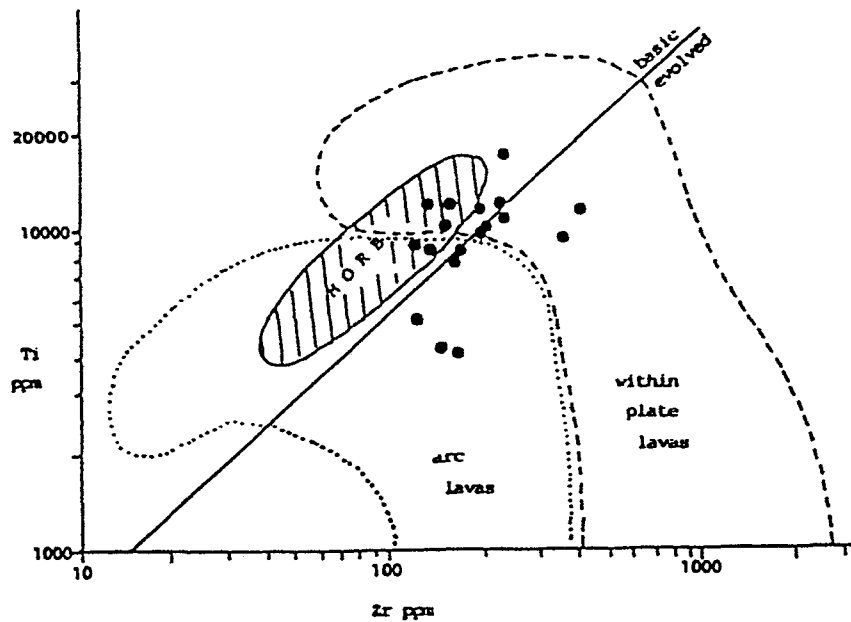
Σχ. 6. Διαγράμματα  $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})-\text{Al}_2\text{O}_3-(\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO})$  και  $(\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO})-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{CaO}$ . ● : Μεταβασίτες □ : Μεταϊζηήματα.



Σχ. 7. Διάγραμμα Nb/Y προς Zr/TiO<sub>2</sub> των WINCHESTER and FLOYD (1976). ● : Μεταβασίτες.

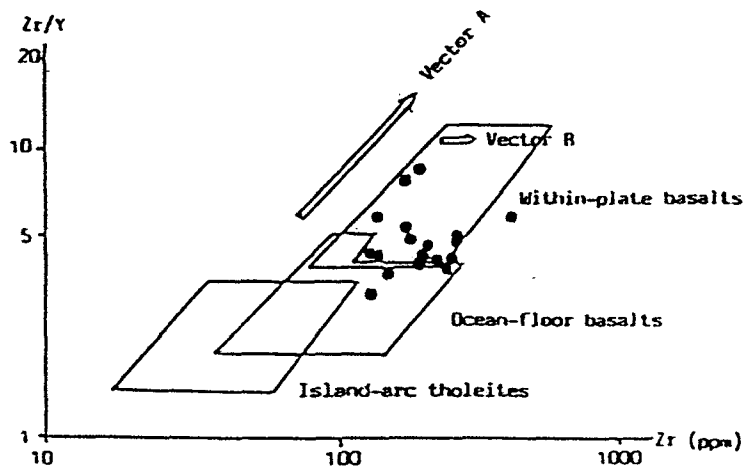


Σχ. 8. Διάγραμμα Al-(Fe+Ti)-Mg του JENSEN (1976). ● : ΜΕ-  
ταβασίτες.

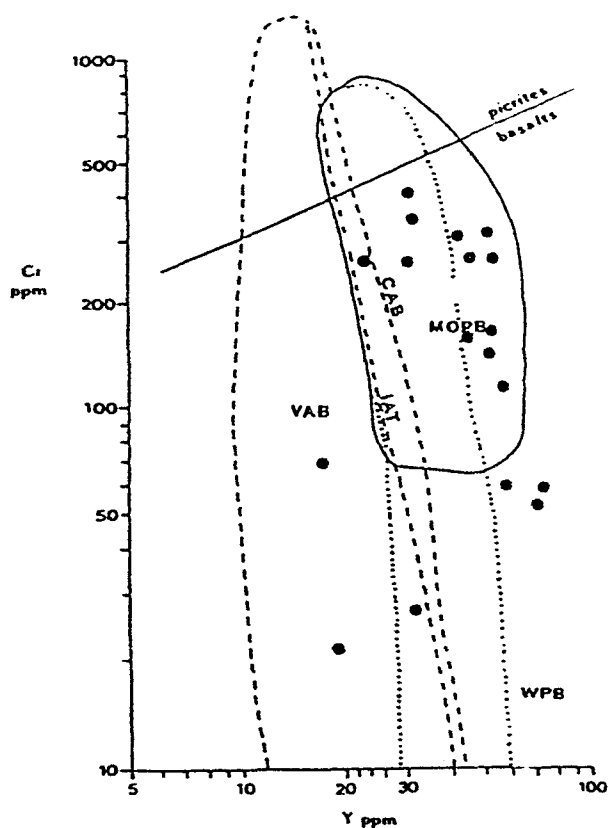


Σχ. 9. Διάγραμμα Ti-Zr (ppm) του PEARCE (1980). ● : ΜΕ-  
ταβασίτες.

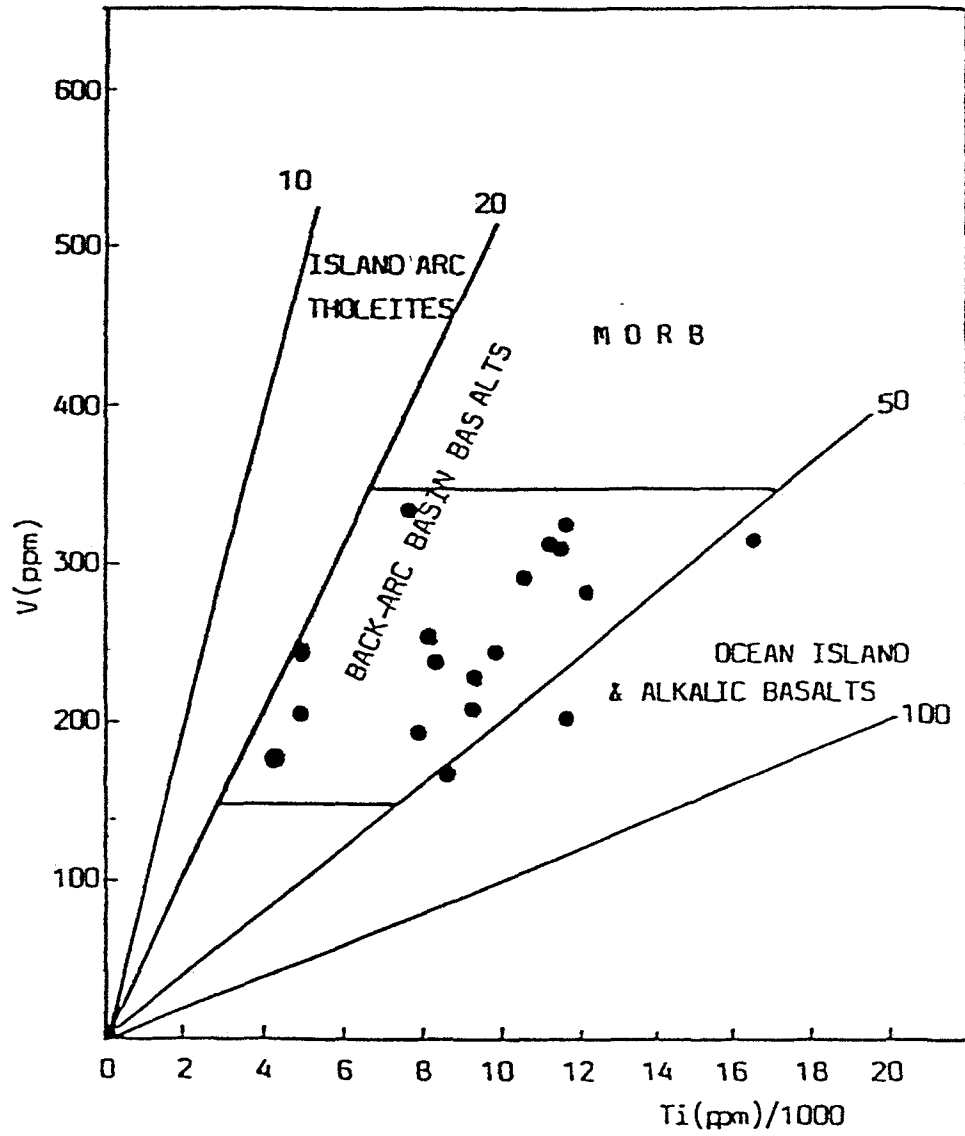




Σχ. 10. Διάγραμμα  $Zr/Y-Zr$  (ppm) των PIERCE and NORRY (1979). ● : Μεταβασίτες.



Σχ. 11. Διάγραμμα  $Cr-Y$  (ppm) του PEARCE (1981). ● : Μεταβασίτες.



Σχ. 12. Διάγραμμα V-Ti/1000 (ppm) του SHERVAIS (1982).  
● : Μεταβασίτες.

### 2.3. Ορυκτοχημεία

Προκειμένου να γίνει ακριβέστερος ο προσδιορισμός των αντιπροσωπευτικών ορυκτών που παίρνουν μέρος στις ορυκτολογικές παραγενέσεις των πετρωμάτων των ενοτήτων της Οσσας, είναι απαραίτητη, πέραν της μικροσκοπικής παρατήρησης, και η γνώση της χημικής σύστασης. Για το λόγο αυτό έγιναν μικροαναλύσεις 40 ορυκτών από τα περισσότερο αντιπροσωπευτικά πετρώματα των εν λόγω ενοτήτων. Στη συνέχεια, με βάση τη χημική σύσταση των ορυκτών, έγινε ακριβέστερος προσδιορισμός του χημικού τους τύπου.

Ο προσδιορισμός της χημικής σύστασης όλων των ορυκτών των ενοτήτων της Οσσας πραγματοποιήθηκε στο Ινστιτούτο Ορυκτολογίας - Πετρογραφίας του Αμβούργου, με τη χρήση ηλεκτρονικού μικροαναλυτή τύπου CAMEBAX 1985, με σύστημα RSX-11-M και πρόγραμμα υπολογιστού D/PAP.

Αναλυτικότερα, από τα κυριότερα ορυκτά των αντιπροσωπευτικών παραγενέσεων της ενότητας Αμπελακίων έγιναν 12 μικροαναλύσεις αμφινόλων, 10 μαρμαρυγίων, 3 χλωριτών, 7 αστρίων, 3 επιδότων και 5 πυροξένων.

#### 2.3.1. Αμφίβολοι

Οι αμφίβολοι στα πετρώματα της ενότητας Αμπελακίων αντιπροσωπεύονται από νατριούχα και ασβεστούχα μέλη. Τα νατριούχα μέλη απαντούν κυρίως στα μεταϊζήματα και τα ασβεστούχα στους μεταβασίτες. Ύστερα από μικροσκοπική εξέταση επελέγησαν 9 Na-αμφίβολοι και 3 Ca-αμφίβολοι, οι οποίοι και μικροαναλύθηκαν. Οι χημικοί τύποι υπολογίστηκαν με άνυδρο βάση 23 οξυγόνων, χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα Περδικάτση (1986) για το γενικό υπολογισμό του συντακτικού τύπου των ορυκτών. Στον πίνακα 4 δίδονται οι χημικές αναλύσεις των Na-αμφιβόλων και Ca -αμφιβόλων αντίστοιχα, καθώς και οι ατομικές τους αναλογίες, όπως αυτές υπολογίστηκαν.

Ο χημικός τύπος των αμφιβόλων, πάνω στον οποίο υπολογίστηκαν

ΠΙΝΑΚΑΣ 4: ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΑΜΦΙΒΟΛΩΝ ΤΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ

Αριθ. δειγμ.	ΝΑΤΡΙΟΥΧΟΙ ΑΜΦΙΒΟΛΟΙ										ΑΣΒΕΣΤΟΥΧΟΙ ΑΜΦΙΒΟΛΟΙ				
	B296	61	62	63	151	152	153	B300	154κεν.	154τερ.	B300α	B228	8	91	92
Αριθ. αναλ.	61	62	63	151	152	153	B300	154κεν.	154τερ.	B300α	B228	8	91	92	B279
SiO <sub>2</sub>	53.98	53.84	54.06	54.28	52.73	54.96	53.82	55.90	53.82	54.98	53.76	53.76	52.87	52.89	52.87
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.31	3.44	5.52	6.30	3.75	5.03	3.82	6.92	3.82	3.89	3.55	3.55	2.14	2.25	2.14
TiO <sub>2</sub>	0.25	0.13	0.14	0.05	0.03	0.05	0.06	0.03	0.06	0.01	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.33	11.55	12.44	10.66	13.78	12.44	10.67	8.44	10.67	11.55	5.33	5.33	7.11	7.56	7.11
FeO	8.84	12.20	9.61	7.64	11.43	10.74	13.75	10.77	13.75	12.97	7.82	7.82	8.69	8.70	8.69
MgO	8.64	7.80	8.02	8.99	7.30	7.85	7.45	8.51	7.45	6.96	16.51	16.51	15.44	15.23	15.44
MnO	0.20	0.21	0.23	0.18	0.19	0.17	0.17	0.19	0.17	0.14	0.34	0.34	0.42	0.43	0.42
CaO	0.54	1.01	0.56	0.54	0.73	0.68	2.05	0.71	2.05	0.75	11.03	11.03	10.54	10.19	10.54
Na <sub>2</sub> O	6.92	6.96	6.82	6.58	6.95	6.88	6.36	7.23	6.36	6.64	1.94	1.94	2.06	2.24	2.06
K <sub>2</sub> O	0.11	0.13	0.19	0.05	0.04	0.03	0.06	0.03	0.06	0.03	0.29	0.29	0.28	0.31	0.28
Ανυδ. αδρ.	99.12	97.27	97.59	95.27	96.93	98.83	98.21	98.73	98.21	97.92	100.63	100.63	99.61	99.89	99.61

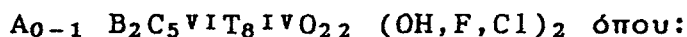
  

Ατομικές αναλογίες με βάση 23 O (οξυγόνα)	
Si	7.77
AlIV	0.23
Συν. (T)	8.00
AlVI	0.16
Ti	0.03
Fe <sup>+3</sup>	1.88
Mg	1.85
Fe <sup>+2</sup>	1.06
Mn	0.02
Συν. (C)	5.00
Ca	0.08
Na <sub>B</sub>	1.92
Συν. (B η M <sub>A</sub> )	2.00
Na <sub>A</sub>	0.01
K	0.02
Συν. (A)	0.03
Mg/(Mg+Fe <sup>2+</sup> )	0.64
Fe <sup>3+</sup> /(Fe <sup>3+</sup> +AlVI)	0.92

Si	7.77	7.86	7.78	7.84	7.85	7.88	7.98	7.98	7.52	7.51
AlIV	0.11	0.14	0.22	0.16	0.15	0.12	0.02	0.02	0.36	0.37
Συν. (T)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	7.88	7.88
AlVI	0.16	0.94	0.44	0.69	0.51	1.03	0.64	0.64	0.00	0.00
Ti	0.03	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe <sup>+3</sup>	1.88	1.16	1.53	1.34	1.17	0.90	1.26	1.26	0.76	0.81
Mg	1.85	1.94	1.60	1.67	1.62	1.78	1.51	1.51	3.27	3.22
Fe <sup>+2</sup>	1.06	0.93	1.41	1.28	1.67	1.27	1.57	1.57	1.03	1.03
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.04	0.05	0.05
Συν. (C)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.12	5.12
Ca	0.08	0.08	0.12	0.10	0.32	0.11	1.65	1.65	1.60	1.55
Na <sub>B</sub>	1.92	1.85	1.88	1.90	1.68	1.89	1.87	1.87	0.40	0.45
Συν. (B η M <sub>A</sub> )	2.00	1.93	2.00	2.00	2.00	2.00	1.99	1.99	2.00	2.00
Na <sub>A</sub>	0.01	0.00	0.11	0.00	0.12	0.08	0.00	0.00	0.17	0.17
K	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.05	0.06
Συν. (A)	0.03	0.01	0.12	0.01	0.13	0.09	0.00	0.00	0.22	0.23
Mg/(Mg+Fe <sup>2+</sup> )	0.64	0.68	0.53	0.57	0.58	0.49	0.49	0.49	0.76	0.76
Fe <sup>3+</sup> /(Fe <sup>3+</sup> +AlVI)	0.92	0.55	0.78	0.66	0.47	0.70	0.66	0.66	0.76	0.76

οι ατομικές αναλογίες, περιλαμβάνει 8 τετραεδρικές θέσεις και η γενική του μορφή είναι:



-T: η θέση των τετραέδρων καταλαμβάνεται από Si, Al και  $Fe^{3+}$  και έχει άθροισμα 8.00.

-C: η θέση των οκταεδρικών πολυέδρων  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$  καταλαμβάνεται από Al, Ti,  $Fe^{3+}$ , Mg,  $Fe^{2+}$  και Mn και έχει άθροισμα 5.00.

-B: η θέση των μεγάλων πολυέδρων  $M_4$  δέχεται Ca και Na και έχει άθροισμα 2.00 και A η θέση επίσης των μεγάλων πολυέδρων A που δέχεται Na και K. Το άθροισμά της κυμαίνεται μεταξύ 0.00 και 1.00.

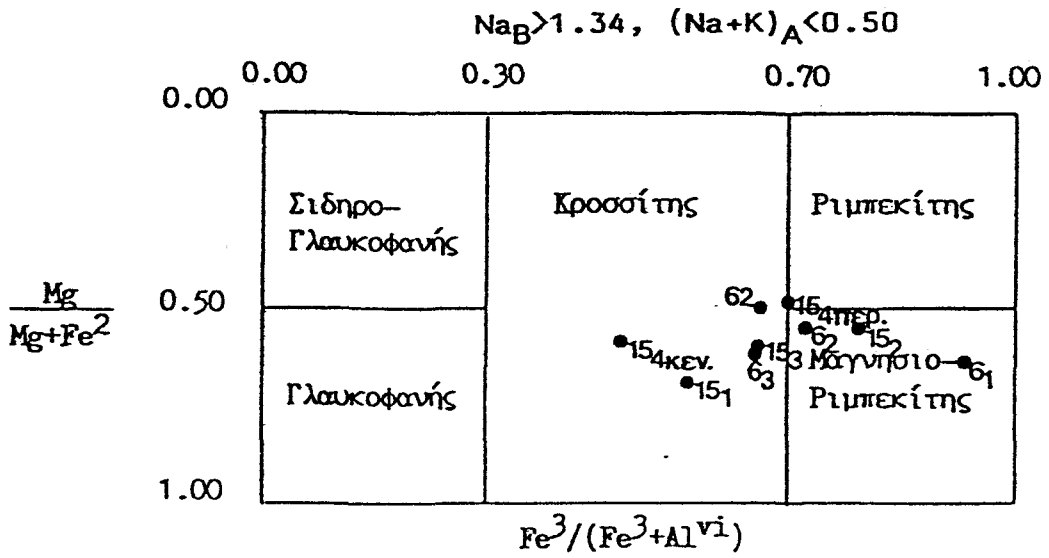
Ο προσδιορισμός των αμφιβόλων έγινε με βάση την ταξινόμησή τους, όπως αυτή προτάθηκε από τη Διεθνή Ορυκτολογική Ένωση (Leake, 1978) και βασίζεται στη χημική τους σύσταση.

#### α. Νατριούχοι αμφιβόλοι

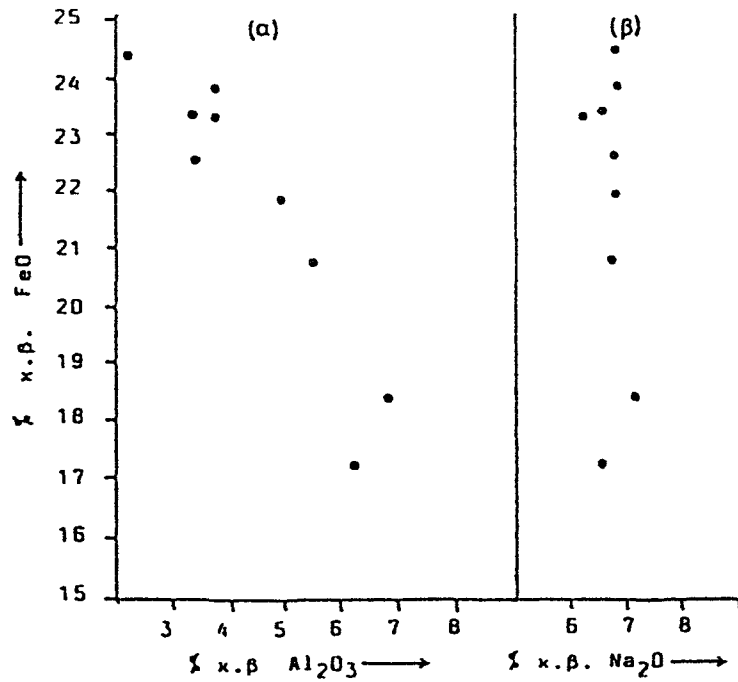
Με βάση την παραπάνω ταξινόμηση, επειδή το  $Na_B$  των υπό εξέταση αλκαλικών αμφιβόλων κυμαίνεται μεταξύ 1.68 και 1.92 και το άθροισμα  $(Na+K)_A$  είναι μικρότερο από 0.16, τοποθετούνται στο διάγραμμα γλαυκοφανούς-ριμπεκίτη (Σχ. 13). Οι χημικές αναλύσεις (Πλν. 4)  $\delta_3, 15_1, 15_3, 15_4$  κερλιψ.,  $15_4$  κεντ.,  $15_5$ , όπου η σχέση  $Fe^{3+} / (Fe^{3+} + Al^{VI})$  κυμαίνεται μεταξύ 0.47 και 0.696, προσδιορίζονται ως κροσσίτες. Οι χημικές αναλύσεις  $\delta_1, \delta_2$  και  $15_2$ , όπου η σχέση  $Fe^{3+} / (Fe^{3+} + Al^{VI})$  βρίσκεται μεταξύ 0.72 και 0.92 και η σχέση  $Mg / (Mg + Fe^{2+})$  είναι μεγαλύτερη από 0.53, ταξινομούνται στους μαγνησιוריμπεκίτες.

Τα διαγράμματα FeO προς  $Al_2O_3$  και προς  $Na_2O$  (Σχ. 14α και 14β), όπου όλα τα οξείδια εκφράζονται σε βάρος %, δείχνουν ότι η αύξηση του FeO στους Na-αμφιβόλους έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του  $Al_2O_3$ , ενώ το  $Na_2O$  παραμένει αμετάβλητο, ανεξάρτητα της μεταβολής του σιδήρου.

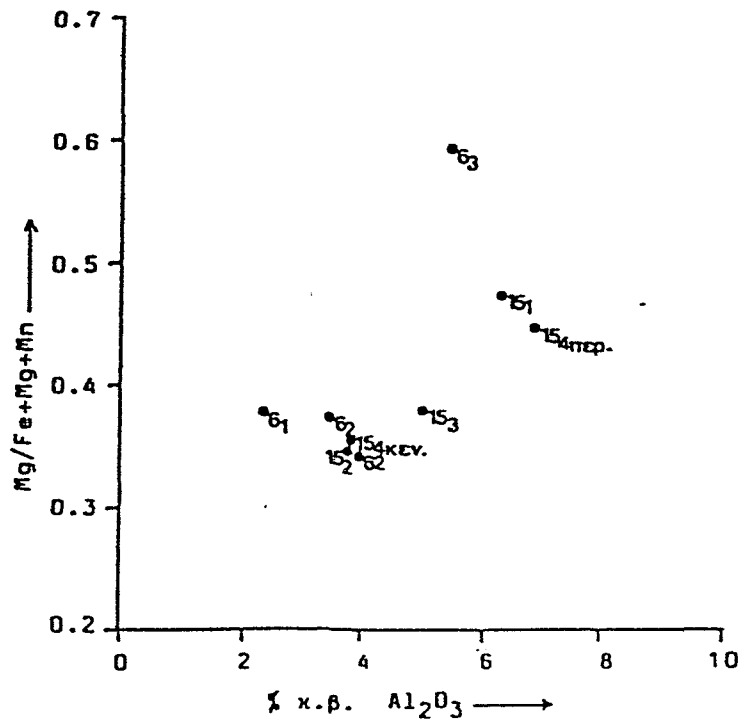
Οι προβολές των χημικών αναλύσεων των Na-αμφιβόλων στο διάγραμμα  $Mg / (Fe + Mg + Mn) / Al_2O_3$  του MIYASHIRO (1957, Σχ. 15), δείχνουν ότι οι αναλύσεις  $\delta_3, 15_1$  και  $15_4$  κερλιψ είναι πλουσιότερες σε MgO και  $Al_2O_3$  απ' ό,τι οι υπόλοιπες αναλύσεις. Προκειμένου για



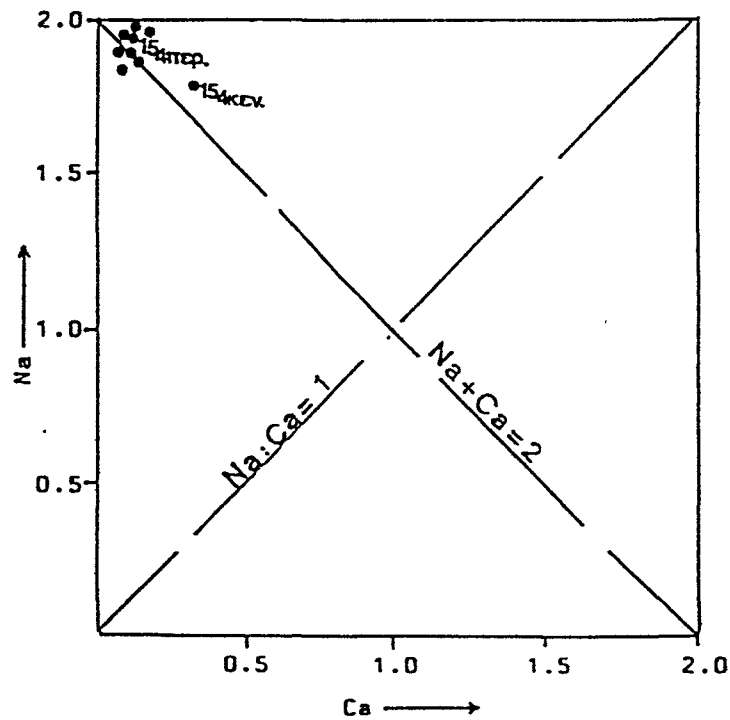
Σχ. 13. Διάγραμμα Na-αμφιβόλων του LEAKE (1978) με τις θέσεις των Na-αμφιβόλων που αναλύθηκαν.



Σχ. 14. Διάγραμμα FeO προς  $Al_2O_3$  (α) και προς  $Na_2O$  (β) σε % κ.β. των Na-αμφιβόλων που αναλύθηκαν.



Σχ. 15. Διάγραμμα Mg/Fe+Mg+Mn προς Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % κ.β. του MIYASHIRO (1957) με τα σημεία των Na-αμφιβόλων που αναλύθηκαν.



Σχ. 16. Διάγραμμα Na προς Ca με τους Na-αμφιβόλους που αναλύθηκαν.

τον κρύσταλλο 15<sub>4</sub>, όπου έγιναν δύο αναλύσεις, μια στο κέντρο του και μια στην περιφέρεια, φαίνεται ότι η περιφέρειά του είναι πλουσιότερη σε MgO και Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> από το κέντρο.

Στο διάγραμμα Na προς Ca (Σχ. 16) παρατηρείται γενικά σταθερή σχέση μεταξύ Na και Ca στους αναλυθέντες κρυστάλλους. Στον κρύσταλλο 15<sub>4</sub> παρατηρείται αύξηση του Na προς την περιφέρεια και μείωση του Ca αντίστοιχα.

#### Οπτικές ιδιότητες

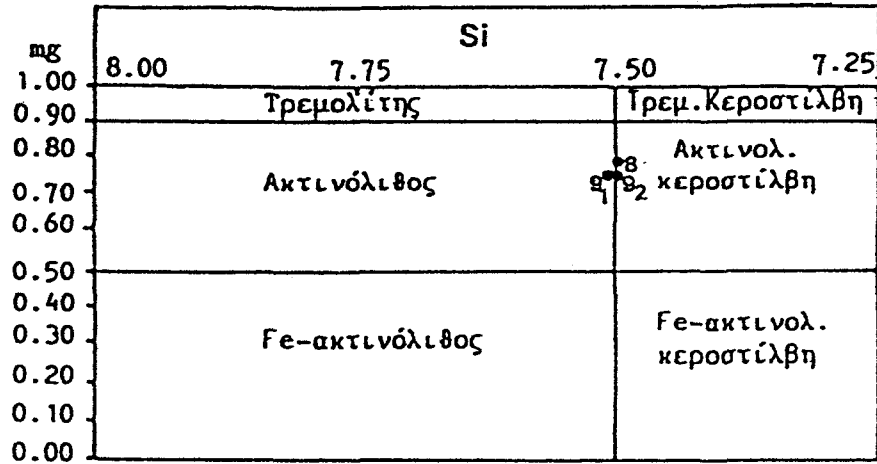
Στο πολωτικό μικροσκόπιο οι νατριούχοι αμφίβολοι παρουσιάζονται με τη μορφή υπιδιόμορφων έως ιδιόμορφων επιμήκων πρισματικών κρυστάλλων, με το χαρακτηριστικό, πολύ συχνά, σχισμό των αμφιβόλων και με έντονο πλεοχροϊσμό, με χρώματα σκούρο μπλέ (nα), ανοικτό μπλέ (nβ) και πρασινοκίτρινο (nγ). Στα διασταυρωμένα Nicols εμφανίζουν χαμηλά χρώματα πολώσεως τεφροκίτρινα έως ερυθρόφαια. Η επιμήκυσή τους είναι αρνητική και ο οπτικός χαρακτήρας αρνητικός. Η γωνία οπτικών αξόνων μετρήθηκε με την τράπεζα Fedorow και είναι (-) 2V=43° έως 49°. Το επίπεδο οπτικών αξόνων τους είναι κάθετο προς το (010) και η κατασβεστική γωνία στον κροσσίτη nβ/c=5°-6° και στο μαγνησιοριμπεκίτη nα/c=8°-10°.

#### β. Ασβεστούχοι αμφίβολοι

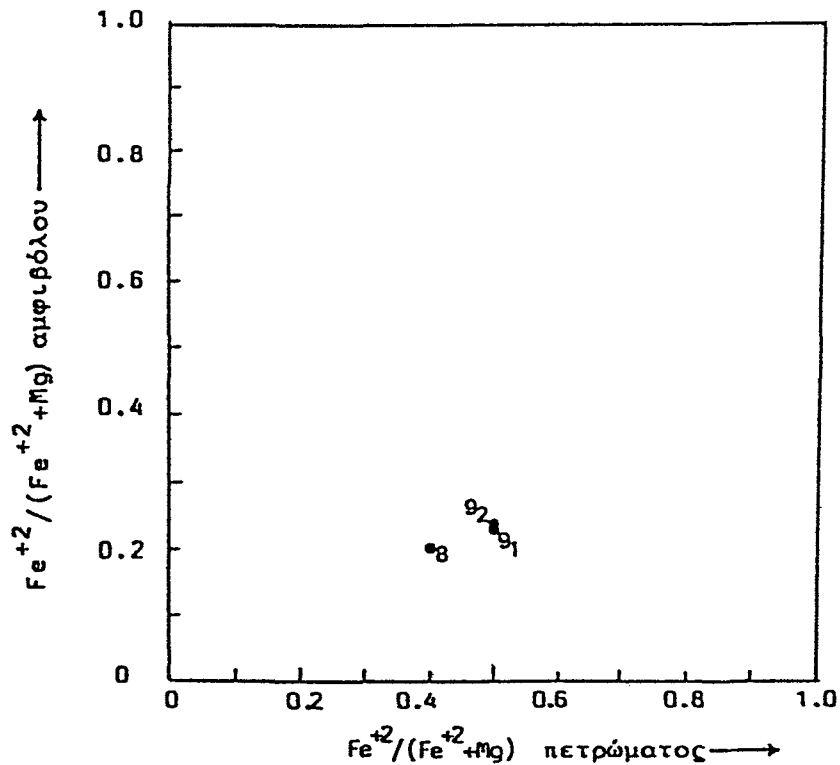
Οι Ca-αμφίβολοι της ενότητας Αμπελακίων με (Na+K)<sub>A</sub><0.50, ελάχιστο Ti, Mg/(Mg+Fe<sup>+2</sup>) κυμαινόμενο από 0.76 έως 0.79 και Si από 7.48 έως 7.51, τοποθετούνται στο όριο μεταξύ του ακτινόλιθου και της ακτινολιθικής κερυστίλης (Leake, 1978, Σχ. 17). Η σχέση μεταξύ της χημικής σύστασης του ακτινόλιθου και της χημικής σύστασης του πετρώματος, το οποίο τον φιλοξενεί, φαίνεται στο σχήμα 18, όπου προβάλλονται οι λόγοι Fe<sup>+2</sup>/(Fe<sup>+2</sup>+Mg) του ακτινόλιθου και του φιλοξενούντος πετρώματος. Η θετική σχέση που παρατηρείται μεταξύ των δύο λόγων, σημαίνει ότι η σύσταση του πετρώματος ελέγχει τη σύσταση του ακτινόλιθου που θα σχηματιστεί



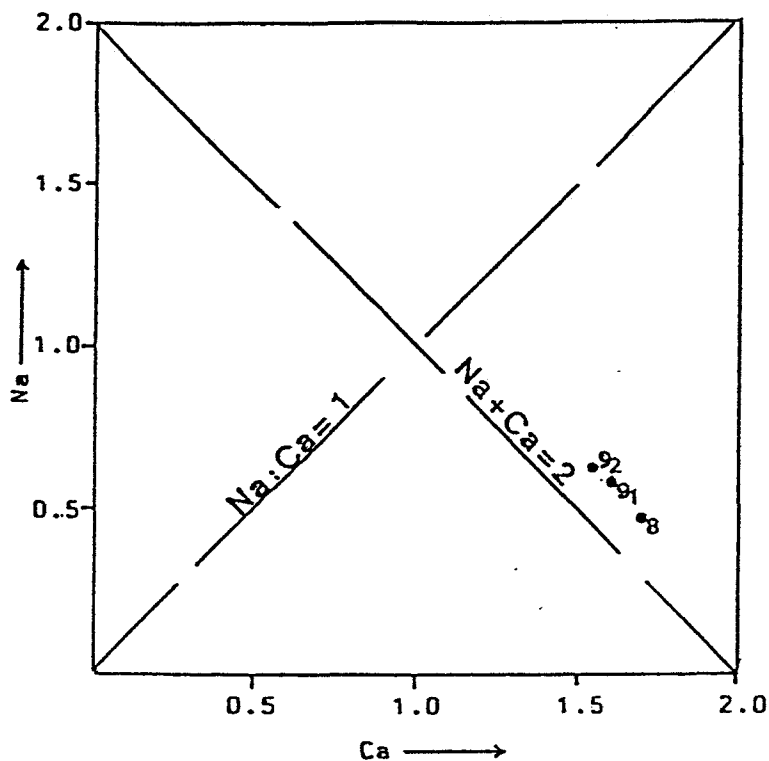
Ca + Na + K < 2.50      Ti < 0.50



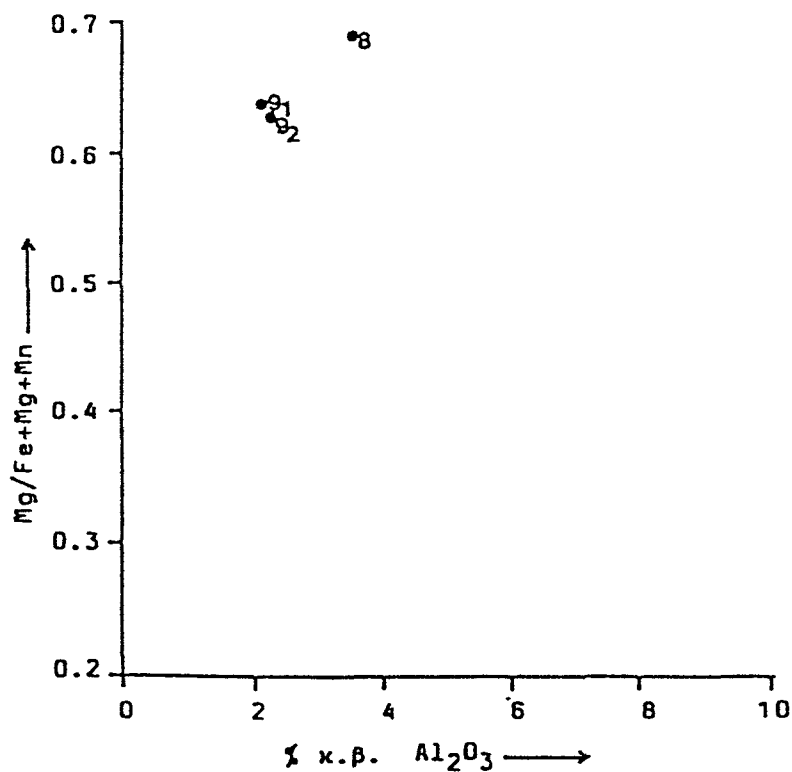
Σχ. 17. Διάγραμμα Ca-αμφιβόλων του LEAKE (1978) με τις θέσεις των Ca-αμφιβόλων που μελετήθηκαν.



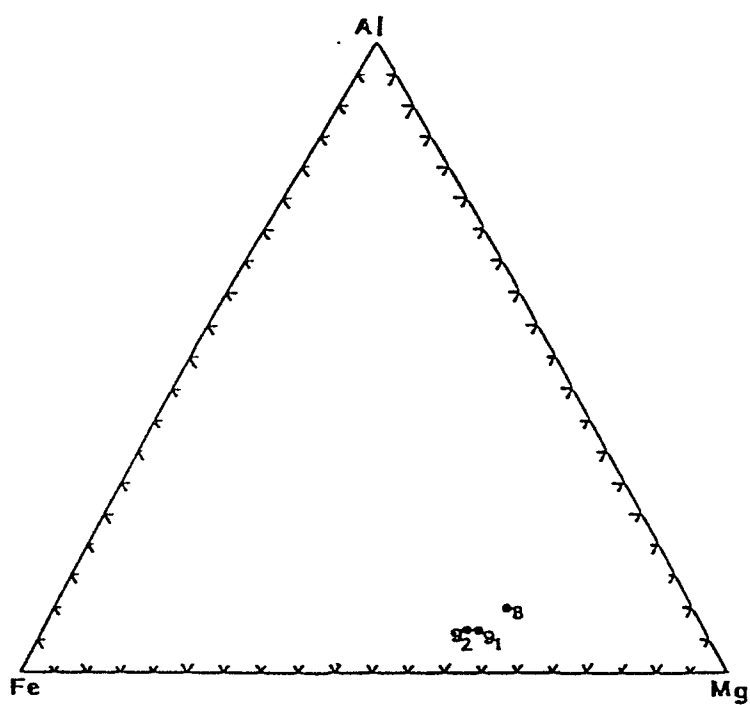
Σχ. 18. Διάγραμμα που δείχνει τη σχέση της τιμής  $Fe^{+2} / (Fe^{+2} + Mg)$  του ορυκτού και του πετρώματος που το φιλοξενεί.



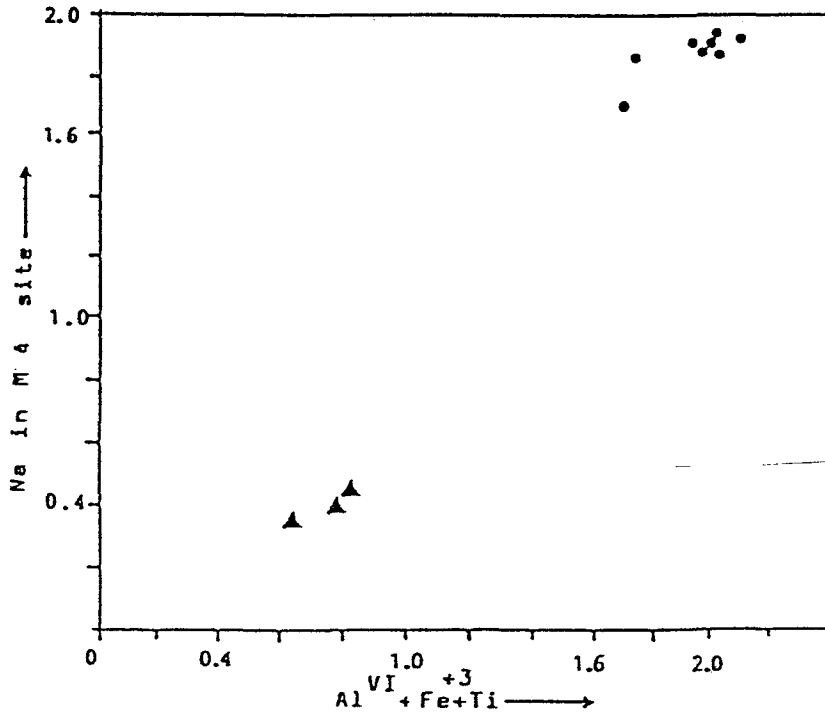
Σχ. 19. Διάγραμμα Na προς Ca με τις δέσεις των Ca-αμφιβόλων που μελετήθηκαν.



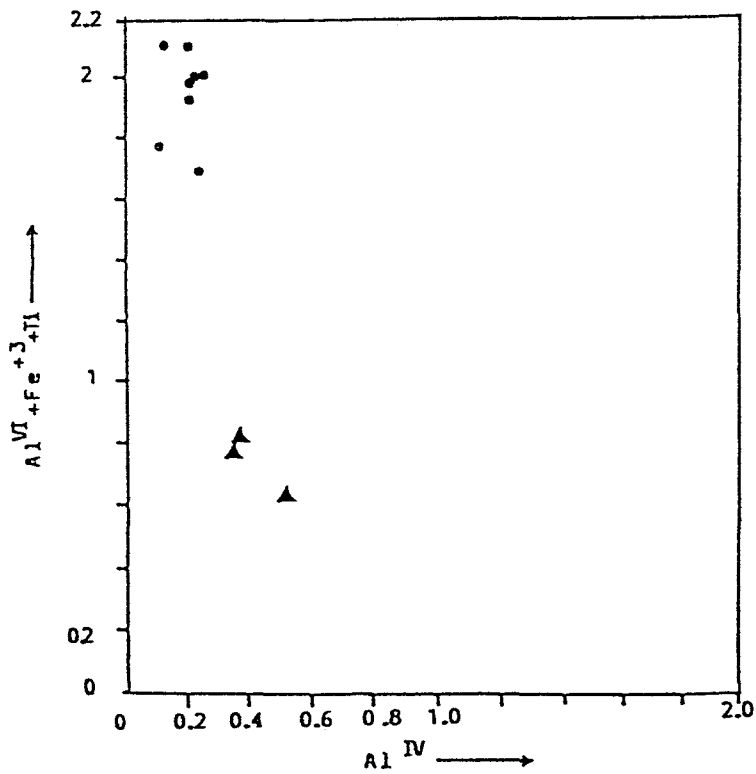
Σχ.20. Διάγραμμα Mg/Fe+Mg+Mn προς Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % κ.β. με τις δέσεις των Ca-αμφιβόλων που αναλύθηκαν κατά MIYASHIRO (1957).



Σχ. 21. Διάγραμμα Fe-Al-Mg με τις θέσεις των Ca-αμφιβόλων που αναλύθηκαν.



Σχ. 22. Διάγραμμα Na in M4 site προς AlVI+Fe+Ti με τις δέσεις των Na-ούχων ( ● ) και Ca-ούχων ( ▲ ) αμφιβόλων της ενότητας Αμπελακίων που αναλύθηκαν.



Σχ. 23. Διάγραμμα AlVI+Fe+3+Ti προς AlIV με τις δέσεις των Na-ούχων ( ● ) και Ca-ούχων ( ▲ ) αμφιβόλων.

υπό ορισμένες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας.

Οι προβολές των ορυκτών στο διάγραμμα Na προς Ca (Σχ. 19) δείχνουν ότι υπάρχει κανονική μεταβολή του Ca σε σχέση με το Na. Αυξανομένης της τιμής του Ca, μειώνεται ανάλογα και η τιμή του Na.

Στο διάγραμμα  $Mg/(Fe+Mg+Mn)/Al_2O_3\%$  κ.β. (Σχ. 20) φαίνεται ότι ο ακτινόλιθος της ανάλυσης 8 είναι πλουσιότερος σε MgO και  $Al_2O_3$  από τους ακτινόλιθους 9<sub>1</sub> και 9<sub>2</sub>.

Η μεταβολή του αργιλίου, σιδήρου και μαγνησίου των ακτινόλιθων της ενότητας Αμπελακίων φαίνεται στο τριγωνικό διάγραμμα Al-Fe-Mg του σχήματος 21.

#### Οπτικές ιδιότητες

Κατά την παρατήρηση στο μικροσκόπιο με μόνο τον πολωτή, ο ακτινόλιθος εμφανίζεται με τη μορφή ιδιομόρφων πρισματικών έως βελονοειδών κρυστάλλων, με υψηλό ανάγλυφο και μέτριο πλεοχροϊσμό, με χρώματα κυανοπράσινο (ηγ), κιτρινοπράσινο (ηβ) και ανοικτό κίτρινο (ηα). Συχνά παρατηρείται ο χαρακτηριστικός σχισμός των αμφιβόλων με γωνία 124°. Στα κάθετα Nicols παρουσιάζει μέτρια χρώματα πολώσεως 2ας τάξεως, οπτικό χαρακτήρα αρνητικό και θετική επιμήκυνση. Μετρήσεις με περίστρεπτο τράπεζα Fedorow έδωσαν τιμές γωνίας οπτικών αξόνων  $(-)\ 2V=77^\circ-81^\circ$  σε επίπεδο οπτικών αξόνων (010) και κατασβεστική γωνία μικρή  $\eta\gamma/c=10^\circ-12^\circ$ .

Οι προβολές όλων των αμφιβόλων Ca-ούχων και Na-ούχων της ενότητας Αμπελακίων στο διάγραμμα (Σχ. 22)  $NaM_4$  προς  $AlVI+Fe^{+3}+Ti$  και  $AlVI+Fe^{+3}+Ti$  προς  $AlIV$  δείχνουν ότι το  $Na_{\beta}$  στη  $M_4$  θέση αυξάνει σε όλους τους αμφιβόλους, ανάλογα με το άθροισμα  $AlVI+Fe^{+3}+Ti$  της C θέσης. Αντίθετα, το  $AlIV$  της T θέσης (Σχ. 23) παρουσιάζει μικρή μείωση, όταν αυξάνει το άθροισμα  $AlVI+Fe^{+3}+Ti$ .

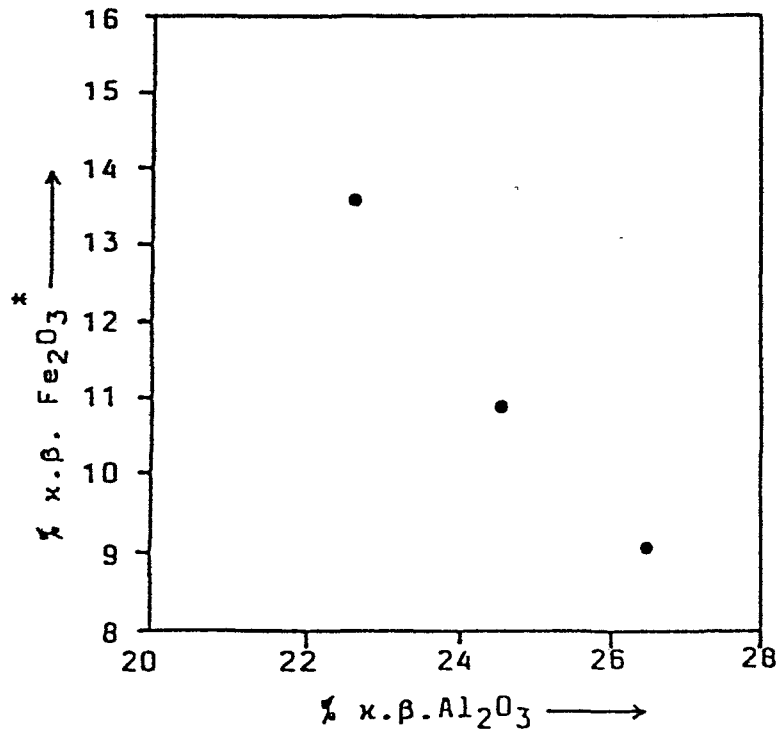
#### 2.3.2. Επίδοτο

Το επίδοτο είναι ένα κοινό ορυκτό στην παραγένεση των μεταβασιτών στην ενότητα Αμπελακίων, ενώ σχεδόν απουσιάζει από

ΠΙΝΑΚΑΣ 5: ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΠΙΔΟΤΩΝ ΤΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ

Αριθ. δείγμ.	B 228	B 228	B 279
Αριθ. αναλ.	8 A	8 B	9 A
SiO <sub>2</sub>	37.72	37.24	36.83
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26.57	24.62	22.63
TiO <sub>2</sub>	0.14	0.12	0.11
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	9.09	10.86	13.62
MnO	0.26	0.15	0.16
MgO	0.11	0.06	0.17
CaO	24.53	24.69	24.57
Na <sub>2</sub> O	0.17	0.15	0.17
K <sub>2</sub> O	0.21	0.21	0.21
Ανυδ. αδρ.	98.80	98.10	98.47
Ατομικές αναλογίες με βάση 12.5 (οξυγόνα)			
Si	2.95	2.96	2.95
Al <sup>IV</sup>	0.05	0.04	0.05
Συν. (Si, Al <sup>IV</sup> )	3.00	3.00	3.00
Al <sup>VI</sup>	2.40	2.26	2.08
Ti	0.01	0.01	0.01
Fe <sup>+3</sup>	0.53	0.65	0.82
Mn	0.02	0.01	0.01
Mg	0.01	0.01	0.02
Συν. (Y)	2.96	2.94	2.94
Ca	2.05	2.10	2.11
Na	0.02	0.02	0.03
K	0.02	0.02	0.02
Συν. (X)	2.09	2.14	2.16
Συνολο	8.05	8.08	8.10
(FeX100)/(Fe+Al)	17.94	21.97	27.10

(\* ) Ο συνολικός σιδηρός υπολογίστηκε ως Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>



Σχ. 24. Διάγραμμα  $Fe_2O_3$  προς  $Al_2O_3$  με τις δέσεις των επιδότων που αναλύθηκαν.

τις παραγενέσεις των μεταϊζημάτων. Μετά από μικροσκοπική παρατήρηση επελέγησαν και μικροαναλύθηκαν 3 κρύσταλλοι επιδότου.

Η χημικές τους αναλύσεις μαζί με τις ατομικές αναλογίες δίδονται στον πίνακα 5. Ο υπολογισμός των συντακτικών χημικών τύπων έγινε με βάση τα 12.5 οξυγόνα.

Ο γενικός χημικός τύπος των επιδότων είναι της μορφής  $X_2Y_3(SiAl)_3O_{12}(OH)_2$ . Ο ολικός σίδηρος του ορυκτού εκφράζεται ως  $Fe_2O_3$ . Οι ατομικές αναλογίες των αναλυθέντων κρυστάλλων επιδότου δείχνουν ότι οι X θέσεις του γενικού τύπου των επιδότων καταλαμβάνονται κυρίως από Ca, το οποίο είναι λίγο υψηλότερο από αυτό που απαιτείται για τη συμπλήρωση των κατιοντικών θέσεων με αριθμό συνδιατάξεως οκτώ, ενώ το Na και το K στις ίδιες θέσεις συμμετέχουν με πάρα πολύ μικρές ατομικές αναλογίες (0.02-0.03). Η Y θέσεις καταλαμβάνονται κυρίως από Al και  $Fe^{+3}$  σε οκταεδρικές θέσεις. Το Ti εισέρχεται σε αυτή τη θέση με πολύ μικρή ατομική αναλογία (0.01). Το ίδιο συμβαίνει για το Mn και το Mg, όπου η ατομική τους αναλογία είναι (0.01-0.02). Το άθροισμα όλων των κατιόντων στις οκταεδρικές θέσεις είναι κατά τι μικρότερο του 3. Οι τετραεδρικές θέσεις κατέχονται κυρίως από Si και παρουσιάζουν μια πολύ μικρή αντικατάσταση Si από Al (0.04-0.05).

Τα αναλυθέντα επίδοτα δίνουν σε πιστακτιτικό μόριο  $[CaFe^{+3}_3Si_3O_{12}(OH)]$  από 17.94-27.8%.

Στο σχήμα 24 φαίνονται οι ποικιλίες συστάσεως των επιδότων που αναλύθηκαν, σε σχέση με τις τιμές  $Fe_2O_3$  προς  $Al_2O_3\%$  κ.β..

#### Οπτικές ιδιότητες

Η οπτική παρατήρηση έδειξε ότι οι κρύσταλλοι του επιδότου είναι άχροι ως ανοικτοκίτρινοι, με έναν ασθενή πλεοχροϊσμό. Ο πλεοχροϊσμός παρατηρήθηκε στα μέλη που είναι πλουσιότερα σε  $Fe^{+3}$ , ενώ στα μέλη που είναι φτωχότερα σε  $Fe^{+3}$  δεν παρατηρήθηκε.

Ο οπτικός του χαρακτήρας είναι αρνητικός, η επιμήκυνσή του θετική και η γωνία οπτικών αξόνων  $(-)\ 2V=75^\circ-80^\circ$ . Μικρότερη γωνία 2V παρουσιάζουν τα επίδοτα που είναι πλουσιότερα σε  $Fe^{+3}$ . Η



διπλοθλαστικότητα είναι μέτρια για τα φτωχότερα σε  $Fe^{+3}$  μέλη και υψηλή για τα πλουσιότερα σε  $Fe^{+3}$ .

### 2.3.3. Λευκός μαρμαρυγίας

Ο λευκός μαρμαρυγίας απαντάται σε όλα ανεξαιρέτως τα πετρώματα της ενότητας Αμπελακίων, με μεγαλύτερη όμως αφθονία στα μεταϊζημάτα και λιγότερο στους μεταβασίτες.

Μετά από παρατήρηση στο μικροσκόπιο, επελέγησαν και αναλύθηκαν εννέα κρύσταλλοι λευκού μαρμαρυγία, επτά από μεταϊζημάτα και δύο από μεταβασίτες. Οι χημικές τους αναλύσεις, καθώς και οι ατομικές τους αναλογίες, δίδονται στον πίνακα 6. Ο υπολογισμός των ατομικών αναλογιών του έγινε με βάση τα 22 οξυγόνα.

Ο γενικός χημικός τύπος του λευκού μαρμαρυγία είναι της μορφής  $X_2Y_4Z_8(OH,F)_4$ , όπου  $X=K, Na, Ca, Y=Al, Mg, Fe^{+2}, Fe^{+3}, Mn, Ti$  και  $Z=Si$  ή  $Al$ .

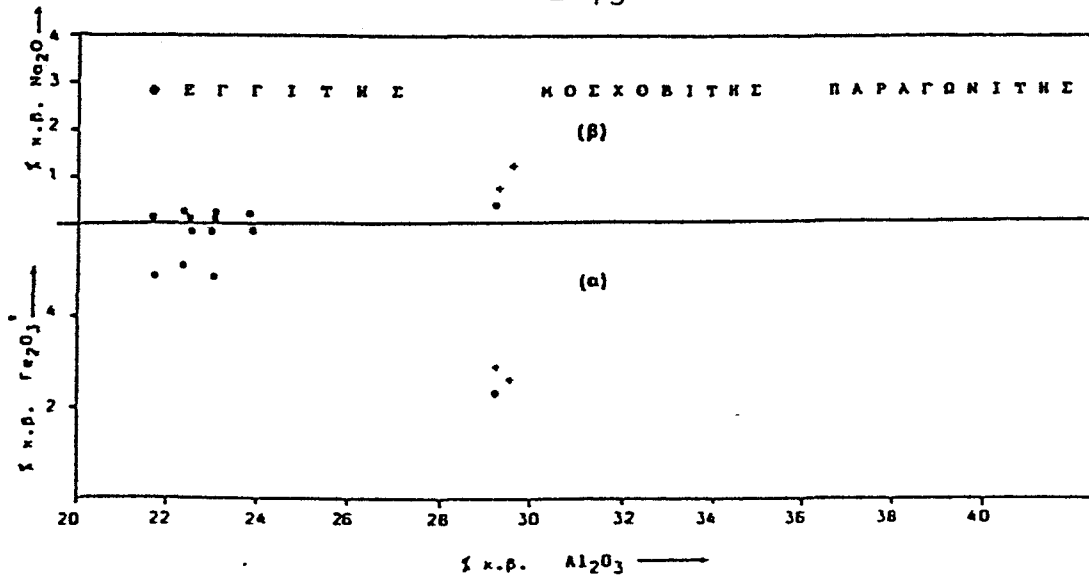
Από τις τιμές των μικροαναλύσεων έγινε η προβολή στα διαγράμματα  $Al_2O_3$  προς  $Fe_2O_3^*$  κ.β. (ολικός σίδηρος σαν  $Fe^{+3}$ ) και  $Al_2O_3$  προς  $Na_2O\%$  κ.β. (Σχ. 25α και 25β), από τα οποία φαίνεται ότι πρόκειται για φεγγίτη. Τρία σημεία προβολής από αυτά, εκ των οποίων δύο αναφέρονται σε μεταβασίτες, αγγίζουν το όριο φεγγίτη προς μοσχοβίτη, έχουν όμως τα οπτικά χαρακτηριστικά φεγγίτη.

Ο φεγγίτης είναι λευκός μαρμαρυγίας, στον οποίο η αναλογία  $Si:Al$  στις τετραεδρικές θέσεις είναι μεγαλύτερη από 3:1 και στον οποίο επίσης η αύξηση του  $Si$  συνοδεύεται με αντικατάσταση του  $Al^{6+}$  από  $Fe^{+2}$  και  $Mg$  στις οκταεδρικές θέσεις. Το άθροισμα των κατιόντων του  $Al(Al^{4+}+Al^{6+})$  στους φεγγίτες που αναλύθηκαν κυμαίνεται από 3.41 έως 5.21 και είναι μικρότερο από το άθροισμα  $\delta$  του συντακτικού τύπου των μοσχοβιτών. Η διακύμανση αυτή είναι αντιστρόφως ανάλογη από τη συμμετοχή του σελαδονικού μορίου  $[(Fe+Mg)/\text{σύνολο οκταεδρικών κατιόντων}]$  (Σχ. 26). Το σελαδονικό μόριο κυμαίνεται μεταξύ 0.135 έως 0.378 στους φεγγίτες, με κυριαρχούσες τις υψηλότερες τιμές. Σύμφωνα με τις πειραματικές

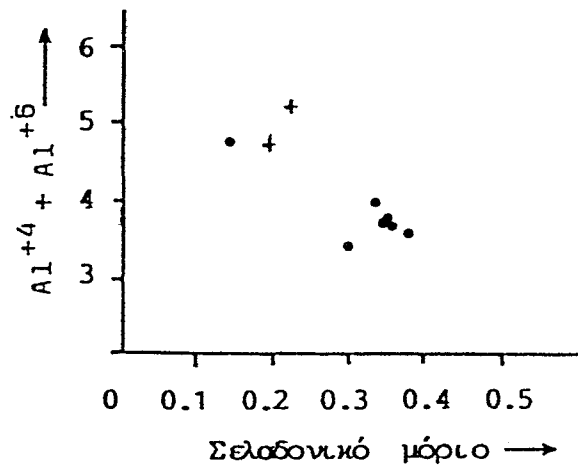
ΠΙΝΑΚΑΣ 6: ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΛΕΥΚΩΝ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΩΝ ΤΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ

Αριθ. δείγμ.	B 296	B 221	B 221	B 228	B 228	B 299	B 299	B 299	B 358
Αριθ. αναλ.	6 <sub>1</sub>	7 <sub>1</sub>	7 <sub>2</sub>	8 <sub>1</sub>	8 <sub>2</sub>	12 <sub>1</sub>	12 <sub>2</sub>	24	
SiO <sub>2</sub>	50.24	47.67	47.61	47.54	48.02	50.87	46.92	51.17	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23.06	23.88	22.39	29.60	29.32	21.74	29.14	23.07	
TiO <sub>2</sub>	0.39	0.57	0.69	0.51	0.42	0.36	1.06	0.04	
FeO*	5.15	5.22	4.58	2.38	2.44	4.38	2.11	4.37	
MnO	0.04	0.05	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	
MgO	4.04	3.61	3.64	2.32	2.61	5.36	1.38	4.17	
CaO	0.03	0.05	0.03	0.10	0.11	0.08	0.04	0.03	
Na <sub>2</sub> O	0.09	0.19	0.23	1.27	0.75	0.07	0.38	0.17	
K <sub>2</sub> O	10.37	10.11	0.06	9.48	10.26	9.49	9.91	10.06	
Ανυδ. αδρ.	93.42	91.34	89.26	93.19	93.93	92.36	90.93	93.10	
Ατομικές αναλογίες με βάση 22 Ο(οξυγόνα)									
Si	6.95	6.77	7.35	6.45	6.04	7.06	6.55	7.03	
Al <sup>IV</sup>	1.05	1.23	0.65	1.55	1.96	0.94	1.45	0.97	
Συν. (Z)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	
Al <sup>VI</sup>	2.71	2.77	2.76	3.22	3.25	2.62	3.35	2.77	
Ti	0.04	0.06	0.07	0.05	0.05	0.04	0.11	0.00	
Fe <sup>+2</sup>	0.60	0.62	0.49	0.27	0.31	0.51	0.25	0.57	
Mn	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mg	0.83	0.76	0.70	0.47	0.59	1.11	0.29	0.85	
Συν. (Y)	4.19	4.22	4.02	4.01	4.20	4.28	4.00	4.19	
Ca	0.00	0.01	0.00	0.02	0.02	0.02	0.01	0.00	
Na	0.03	0.05	0.06	0.34	0.22	0.02	0.10	0.05	
K	1.83	1.83	1.66	1.65	1.97	1.68	1.76	1.76	
Συν. (X)	1.86	1.89	1.72	2.01	2.21	1.72	1.87	1.81	
Σύν. (Z Y X)	14.05	14.11	13.74	14.02	14.41	14.00	13.87	14.00	
Σελαδονικό μόριο:									
Fe+Mg	0.341	0.327	0.296	0.184	0.214	0.378	0.135	0.338	
Αδρ. οκταέδρ. καττόν.									

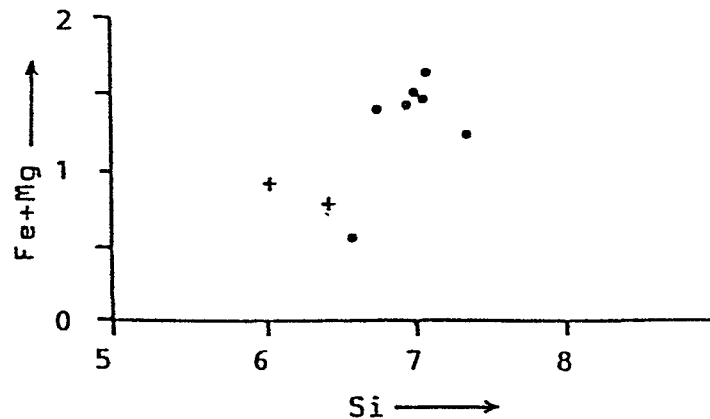
(\* ) Ο συνολικός σίδηρος υπολογίστηκε ως FeO.



Σχ. 25. Διαγράμματα  $Al_2O_3$  ως προς  $Fe_2O_3$  (α) και  $Na_2O$  (β) % κ.β. με τη θέση των λευκών μαρμαρυγιών από μεταϊζήματα (•) και μεταβασίτες (+) της ενότητας Αμπελακίων.



Σχ. 26. Διάγραμμα  $Al^{IV}+Al^{VI}$  προς το σελαδονικό μόριο με τις θέσεις των λευκών μαρμαρυγιών που αναλύθηκαν (σύμβολα όπως στο σχ. 25).



Σχ. 27. Διάγραμμα  $Fe+Mg$  προς  $Si$  με τις θέσεις των λευκών μαρμαρυγιών που αναλύθηκαν (σύμβολα όπως στο σχ. 25).

παρατηρήσεις των Sassi 1972, Sassi και Scolari 1974 συμπεραίνεται ότι κατά τη διάρκεια του σχηματισμού του οι πιέσεις ήταν μεγάλες.

Η σχέση Fe+Mg προς Si είναι ανάλογη, όπως φαίνεται στο διάγραμμα του σχήματος 27. Οι φεγγίτες των μεταβασιτών είναι πτωχότεροι σε Si και πλουσιότεροι σε Al (Al<sup>IV</sup>+Al<sup>VI</sup>) από αυτούς που απαντούν στα μεταϊζήματα (Σχ. 26 και 27).

#### Οπτικές ιδιότητες

Στο πολωτικό μικροσκόπιο παρουσιάζονται άχροοι κρύσταλλοι, οπτικά αρνητικοί, με υψηλή διπλοθλαστικότητα. Η γωνία οπτικών αξόνων είναι μικρή ( $\sim$ )  $2V=20^\circ-22^\circ$ , έχουν όμως παρατηρηθεί σπανιότεροι και κρύσταλλοι με γωνία οπτικών αξόνων περίπου  $2^\circ$ .

#### 2.3.4. Χλωρίτης

Ο χλωρίτης απαντά κυρίως στους πρασινίτες, οι οποίοι προέρχονται από εκρηξιγενή πετρώματα, ενώ η παρουσία του στα μεταϊζήματα είναι περιορισμένη, με εξαίρεση τους χλωριτικούς σχιστολίθους, όπου η συμμετοχή του είναι πολύ μεγάλη.

Ο γενικός χημικός τύπος των χλωριτών είναι  $(Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al)_6 (SiAl)_8 O_{10} (OH)_8$ . Τα μέλη που αποτελούν την ομάδα των χλωριτών διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τη σχετική ποσοτική συμμετοχή των κατιόντων.

Οι μικροαναλύσεις χλωριτών που έγιναν, μαζί με τις ατομικές αναλογίες τους, δίνονται στον πίνακα 7. Ο υπολογισμός των χημικών συντακτικών τύπων έγινε με βάση τα 28 οξυγόνα. Ο ολικός σίδηρος υπολογίστηκε ως FeO.

Με σκοπό τον προσδιορισμό του είδους των χλωριτών χρησιμοποιήθηκε το διάγραμμα, που έχει προτείνει ο HEY (1954). Από το διάγραμμα αυτό βγαίνει το συμπέρασμα ότι πρόκειται για ριπιδόλιθο (Σχ. 28).

Στο διάγραμμα του σχήματος 29, όπου προβάλλονται η τιμή  $[Fe^{2+}/Fe^{2+}+Mg]$  του χλωρίτη και του πετρώματος, παρατηρείται μια αύξηση της περιεκτικότητας της τιμής αυτής στο πέτρωμα, παράλληλη

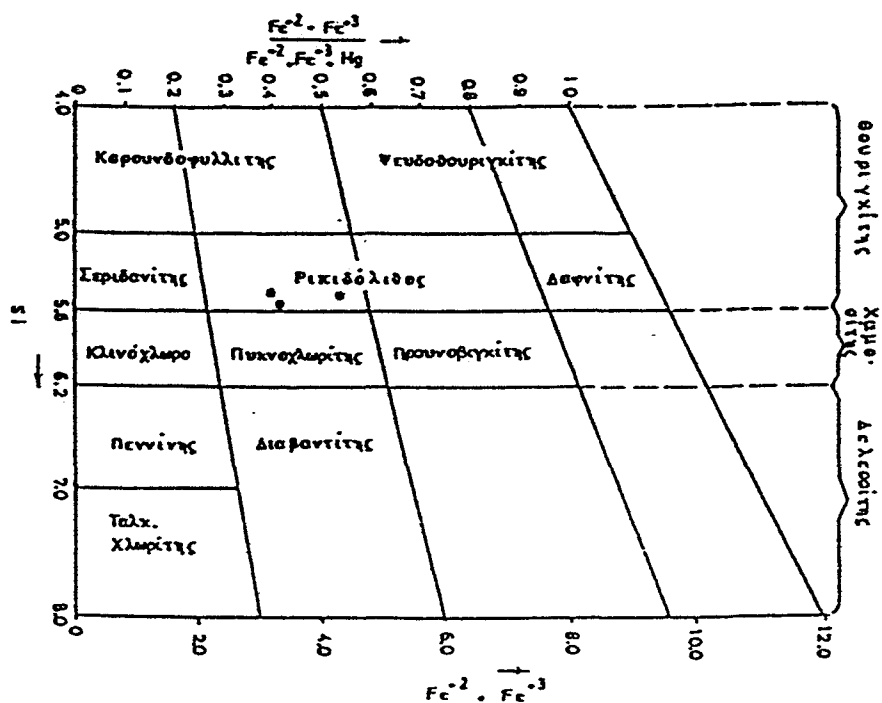
ΠΙΝΑΚΑΣ 7: ΧΛΩΡΙΤΕΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ

Αριθ. δείγμ.	B 228	B 228	B 281
Αριθ. αναλ.	8 <sub>1</sub>	8 <sub>2</sub>	10
SiO <sub>2</sub>	27.60	27.35	25.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.15	20.09	17.24
TiO <sub>2</sub>	0.04	0.02	0.04
FeO*	20.55	20.64	25.74
MnO	0.40	0.34	0.61
MgO	20.15	20.15	16.00
CaO	0.15	0.12	0.03
Na <sub>2</sub> O	0.14	0.16	0.00
K <sub>2</sub> O	0.21	0.23	0.02
Ανυδ. αδρ.	88.39	89.09	84.68

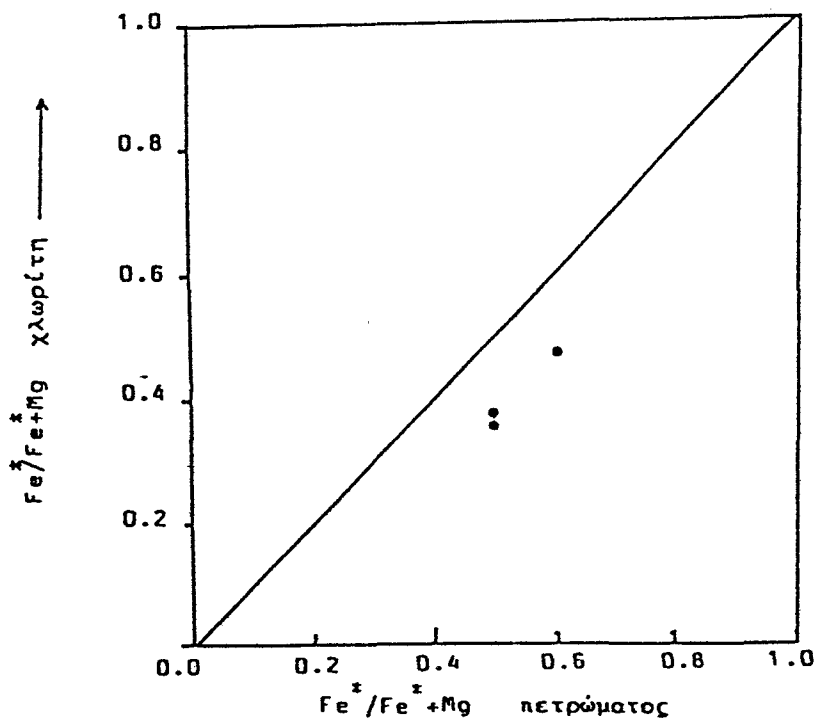
Ατομικές αναλογίες με βάση 28 Ο(οξυγόνα)

Si	5.64	5.54	5.53
Al <sup>IV</sup>	2.36	2.46	2.47
Συν. (Z)	8.00	8.00	8.00
Al <sup>VI</sup>	2.25	2.34	2.03
Ti	0.01	0.00	0.01
Fe <sup>+2</sup>	3.51	3.50	4.76
Mn	0.07	0.06	0.11
Mg	6.13	6.08	5.28
Ca	0.03	0.03	0.01
Na	0.06	0.06	0.00
K	0.05	0.06	0.01
Συν. (Y)	12.11	12.13	12.21
Σύν. (Z Y)	20.11	20.13	20.21

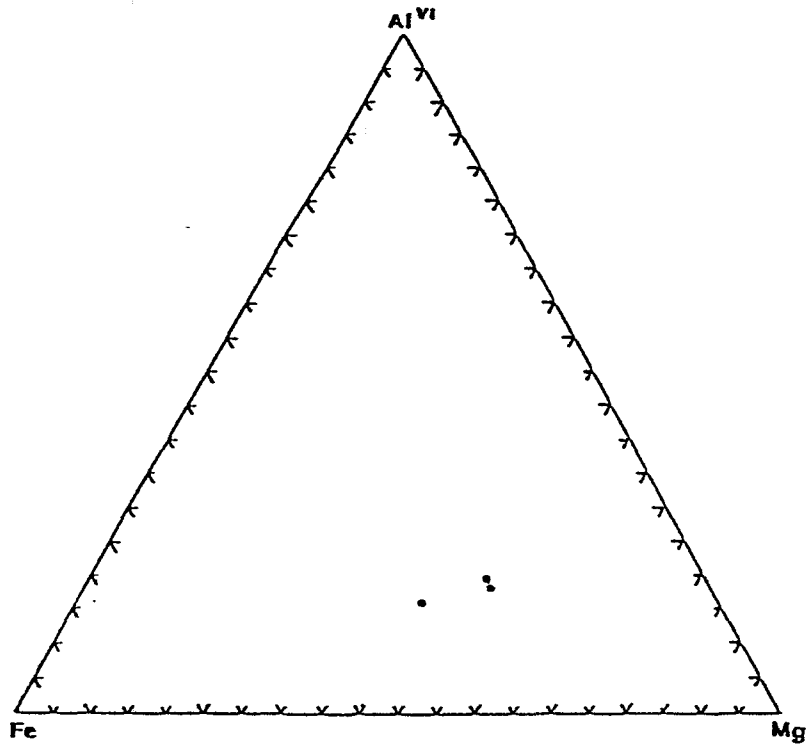
(\*) Ο συνολικός σιδηρός υπολογίστηκε ως FeO.



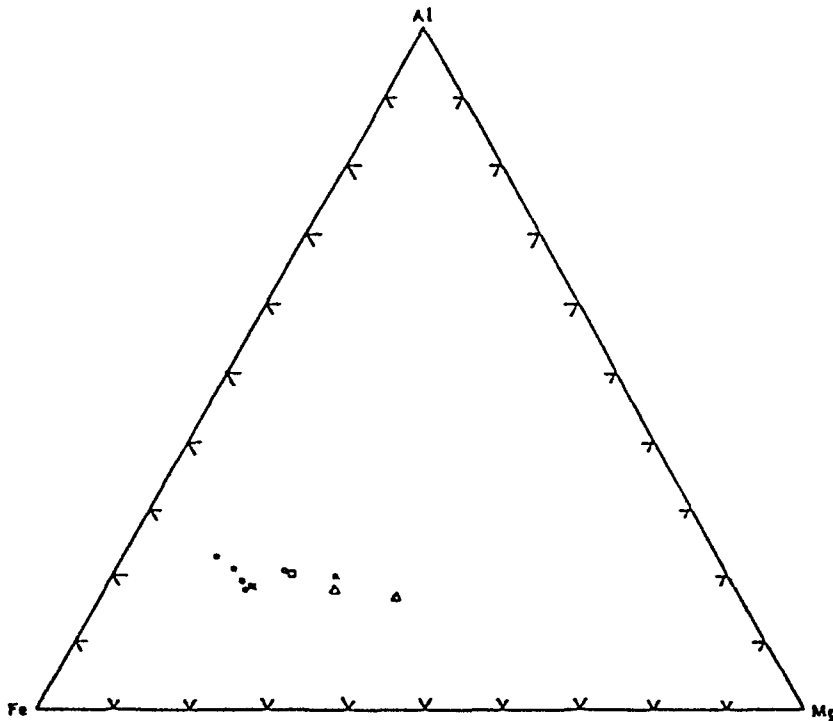
Σχ. 28. Προβολή των χλωριτών στο διάγραμμα ταξινόμησής τους (κατά HEY, 1954).



Σχ. 29. Διάγραμμα με τις σχέσεις των τιμών  $Fe^{2+}/Fe^{2+}+Mg$  στο χλωρίτη και στο πέτρωμα που το φιλοξενεί.



Σχ. 30. Διάγραμμα Fe-AlVI-Mg με τις δέσεις των χλωριτών που αναλύθηκαν.



Σχ. 31. Διαγραμμα Fe-Al-Mg στο οποίο προβάλλεται ο στιλπνομέλας της ενότητας Αμπελακίων και στιλπνομέλανες από μεταμορφωμένα πετρώματα άλλων περιοχών. Ολικός σίδηρος ως Fe<sup>+2</sup>.  
Αμπελάκια (□), HOFFMAN and KELLER, 1979 (●), ΚΑΤΑΓΑΣ and ΡΑΝΑΓΟΣ, 1979 (Δ), ΜΙΓΚΚΙΡΟΣ, 1983 (■), ΜΠΑΛΤΑΤΖΗΣ, 1983 (▲)

με αυτή του χλωρίτη, ο οποίος υπάρχει μέσα στην ορυκτολογική παραγένεσή του. Αυτό σημαίνει ότι η χημική σύσταση του πετρώματος παίζει πρωτεύοντα ρόλο στη χημική σύσταση του χλωρίτη.

Ο υπολογισθείς χημικός συντακτικός τύπος των χλωριτών δείχνει ότι το  $AlIV$  των τετραεδρικών θέσεων σε όλες τις αναλύσεις είναι μεγαλύτερο από το  $AlVI$ , το οποίο βρίσκεται σε οκταεδρική συνδιάταξη. Το γεγονός αυτό βρίσκεται σε συμφωνία με τις παρατηρήσεις του Foster (1962), ο οποίος παρατήρησε ότι στους χλωρίτες υπάρχει η τάση να υπερέχουν τα κατιόντα του Al στις τετραεδρικές θέσεις από αυτά των οκταεδρικών θέσεων.

Στο τριγωνικό διάγραμμα  $AlVI-Fe-Mg$  (Σχ.30) φαίνεται η χημική σύσταση των χλωριτών της ενότητας Αμπελακίων.

#### Οπτικές ιδιότητες

Η οπτική παρατήρηση έδειξε ότι ο ριπιδόλιθος στα παράλληλα Nicols παρουσιάζεται με χαμηλό ανάγλυφο, άχρους έως υποπράσινος με ριπιδοειδή μορφή κρυστάλλων. Τα χρώματα πόλωσής του είναι ανώμαλα, από καστανό έως ερυθροκάστανο, με ασθενή διπλοθλαστικότητα. Ο οπτικός του χαρακτήρας είναι θετικός και η γωνία οπικών αξόνων (+)  $2V=10^{\circ}-14^{\circ}$ .

#### 2.3.5. Στιλπνομέλας

Ο στιλπνομέλας δεν είναι σύνηθες ορυκτό στα πετρώματα της ενότητας Αμπελακίων· παρουσιάζεται αποκλειστικά στα μεταϊζήματα, ενώ απουσιάζει από τους μεταβασίτες. Για το λόγο αυτό έγινε μια μόνο μικροανάλυση στιλπνομέλανα από γνεύσιο, στον οποίο συνυπάρχει φεγγίτης και αλβίτης.

Η μικροανάλυσή του, καθώς και οι ατομικές του αναλογίες, που υπολογίστηκαν με βάση τα 24 οξυγόνα, περιλαμβάνονται στον πίνακα 8. Ο ολικός σίδηρος υπολογίστηκε ως  $Fe^*O$ .

Το πέτρωμα μέσα στο οποίο αναπτύσσεται ο στιλπνομέλας, είναι φτωχό σε ολικό σίδηρο και η σχέση  $Fe^+/Fe^{++}+Mg=0.70$ . Η σχέση αυτή στον αναλυθέντα στιλπνομέλανα είναι 0.71, γεγονός που δείχνει μια



ΠΙΝΑΚΑΣ 8: ΣΤΙΛΠΝΟΜΕΛΑΣ

ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ

Αριθ. δείγμ.	B 221
Αριθ. αναλ.	7
SiO <sub>2</sub>	44.64
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.96
TiO <sub>2</sub>	0.27
FeO*	27.43
MnO	0.63
MgO	6.10
CaO	0.51
Na <sub>2</sub> O	0.07
K <sub>2</sub> O	0.71
Ανυδ. αδρ.	87.32
Ατομ. αναλογία με βάση 24 O(οξυγ.)	
Si	8.00
Al <sup>IV</sup>	0.00
Συν. (Z)	8.00
Al <sup>VI</sup>	1.47
Ti	0.04
Fe <sup>+2</sup>	4.11
Mn	0.10
Mg	1.63
Συν. (Y)	7.34
Ca	0.10
Na	0.02
K	0.16
Συν. (X)	0.28
Σύν. (Z Y X)	15.62
Fe/(Fe+Mg)	0.71

(\*) Ο συνολικός σίδηρος υπολογίστηκε ως FeO.

αναλογία στη χημική σύσταση πετρώματος και του στιλπνομέλανα.

Η μικροανάλυση του στιλπνομέλανα προβάλλεται στο τριγωνικό διάγραμμα Al-Fe-Mg (Σχ. 31) μαζί με αναλύσεις στιλπνομέλανα από άλλες περιοχές της Ελλάδος, όπως από τους γλαυκοφανιτικούς σχηματισμούς της περιοχής Κάτω Ολύμπου (Γ. Μιγκίρος, 1983), από τα μεταμορφωμένα πετρώματα της Β. Πελοποννήσου (Ε. Μπαλτατζής, 1983), από τα μεταμορφωμένα πετρώματα της νήσου Λέσβου (πουμελλυϊτική-ακτινολιθική και πρασινοσχιστολιθική φάση, Καταγάς και Πανάγος, 1979) και από τους γλαυκοφανιτικούς ξενολίθους της Μήλου (Hofman και Keller, 1979).

#### Οπτικές ιδιότητες

Στο πολωτικό μικροσκόπιο παρουσιάζεται με τη μορφή διάσπαρτων επιμήκων κρυστάλλων ή σε συσσωματώματα παραλλήλων κρυστάλλων μορφής δέσμης. Ο πλεοχροϊσμός είναι έντονος, με χρώματα ερυθροκάστανο έως καστανοκίτρινο. Ο οπτικός χαρακτήρας είναι αρνητικός και η γωνία 2V πολύ μικρή, περίπου 0, με αποτέλεσμα να δίνει την εντύπωση μονάξονος κρυστάλλου.

#### 2.3.6. Πλαγιόκλαστα

Τα πλαγιόκλαστα συμμετέχουν στις ορυκτολογικές παραγενέσεις τόσο των μεταβασιτών, όσο και των μεταϊζημάτων, ενώ δεν παρατηρήθηκαν καλιούχοι άστριοι. Από αυτά μικροαναλύθηκαν 4 από τους μεταβασίτες και 4 από τα μεταϊζήματα. Ο υπολογισμός των μικροαναλύσεων έγινε με βάση τα 8 οξυγόνα ανά χημικό τύπο. Οι μικροαναλύσεις και οι χημικοί τύποι των πλαγιόκλαστων, όπως υπολογίστηκαν, δίδονται στον πίνακα 9. Όπως φαίνεται από τον πίνακα, πρόκειται για καθαρούς αλβίτες, όπως άλλωστε έχουν προσδιορισθεί και στο μικροσκόπιο, με μικρή συμμετοχή στη σύστασή τους, έως 2%, ανορθιτικού μορίου. Το άθροισμα κατιόντων τους κυμαίνεται από 4.97 έως 4.99, πολύ κοντά στη θεωρητική τιμή 5, και η τιμή της θέσης Z (Si,Al) είναι από 3.98 έως 4.01.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9: ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΠΛΑΓΙΟΚΛΑΣΤΩΝ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ

Αριθ. δειγμ.	B 228	B 279	B 279	B 279	B 299	B 358	B 221	B 221
Αριθ. αναλ.	8 <sub>1</sub>	9 <sub>1</sub>	9 <sub>2</sub>	12	24	7 <sub>1</sub>	7 <sub>2</sub>	
SiO <sub>2</sub>	69.15	67.80	68.05	68.52	68.73	68.28	68.80	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.46	19.87	19.99	18.85	18.89	19.03	19.06	
CaO	0.17	0.23	0.05	0.06	0.03	0.00	0.00	
Na <sub>2</sub> O	11.34	11.38	11.44	11.40	11.64	10.97	11.61	
K <sub>2</sub> O	0.01	0.04	0.00	0.22	0.03	0.05	0.03	
Ανυδ. αθρ.	100.13	99.32	99.52	99.05	99.33	98.32	99.50	
Ατομικές αναλογίες με βάση 8 Ο(οξυγόνα)								
Si	3.00	2.98	2.98	3.01	3.02	3.00	3.01	
Al	1.00	1.03	1.03	0.98	0.98	0.98	0.08	
Ca	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Na	0.96	0.97	0.97	0.97	0.99	0.99	0.99	
K	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	
Συν. κατιόντων	4.97	4.99	4.99	4.97	4.99	4.97	4.98	

ΠΙΝΑΚΑΣ 10: ΠΥΡΟΞΕΝΟΥ\*

ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ

Αριθ. δείγμ.	B 300
Αριθ. αναλ.	1
SiO <sub>2</sub>	52.12
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.62
TiO <sub>2</sub>	0.55
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.89
FeO*	9.88
MnO	0.31
MgO	14.79
CaO	19.56
Na <sub>2</sub> O	0.30
K <sub>2</sub> O	0.00
Ανυδ. αδρ.	100.02

Ατομικές αναλογίες  
με βάση 6 O(οξυγόνα)

Si	1.95
Al <sup>IV</sup>	0.05
Συν. (Z)	2.00
Al <sup>VI</sup>	0.02
Ti	0.02
Fe <sup>+3</sup>	0.03
Fe <sup>+2</sup>	0.30
Mn	0.01
Mg	0.82
Ca	0.78
Na	0.02
K	0.00
Συν. (Y)	2.00

(\* ) Η ανωτέρω ανάλυση προκύπτει από το μέσο όρο 5 αναλύσεων πυροξένων.

### Οπτικές ιδιότητες

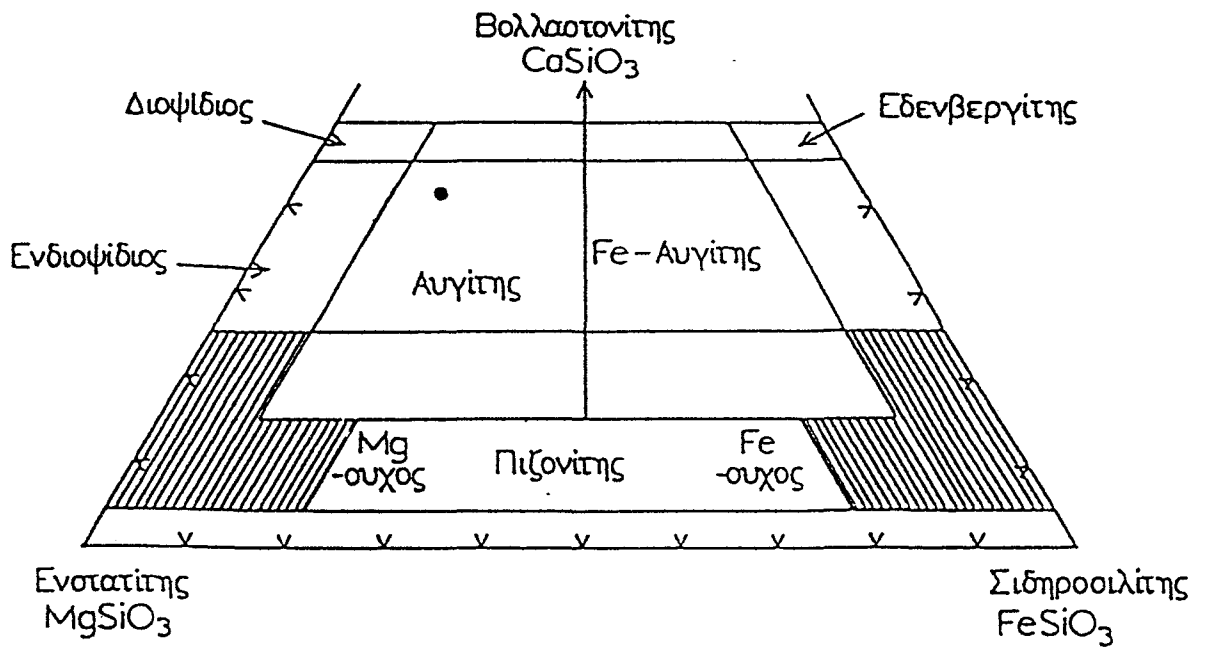
Στο πολωτικό μικροσκόπιο ο αλβίτης παρουσιάζεται με τη μορφή υπιδιόμορφων κρυστάλλων πολύ συχνά διδύμων και σπανιότερα πολυδύμων. Στην παρατήρηση με μόνο τον πολωτή παρουσιάζεται άχρους με μικρό δ.δ. χαμηλότερο του βαλσάμου του Καναδά και με τέλειο σχισμό. Στα κάθετα Nicols παρουσιάζει μικρή διπλο-θλαστικότητα με χρώματα γκριζόλευκα, οπτικό χαρακτήρα θετικό και γωνία οπτικών αξόνων  $+2V=75^{\circ}-77^{\circ}$ .

### 2.3.7. Πυρόξενοι

Οι πυρόξενοι προσδιορίστηκαν ως κλινοπυρόξενοι και απαντώνται μόνο σε δύο δείγματα γλαυκοφανιτικών σχιστολίθων. Πραγματοποιήθηκαν πέντε μικροαναλύσεις με τιμές παραπλήσιες μεταξύ τους, χωρίς ουσιαστικές διαφορές, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιήσουμε το μέσον όρο των τιμών αυτών. Ο μέσος όρος των μικροαναλύσεων και οι ατομικές τους αναλογίες, όπως υπολογίστηκαν με βάση τα 6 οξυγόνα, δίνονται στον πίνακα 10. Η προβολή τους στο διάγραμμα των Polder-vaart και Hess (1951) δείχνει ότι πρόκειται περί αυγίτη (Σχ. 32).

### Οπτικές ιδιότητες

Στο πολωτικό μικροσκόπιο εμφανίζονται ως άχροι με μεγάλο δ.δ., θραυσμένοι ενίοτε, ιδιόμορφοι μεγάλοι κρύσταλλοι. Κατά μήκος του σχισμού τους και περιφερειακά έχουν μετατραπεί σε κροσσίτη και μαγνησιοριμπεκίτη. Οι ρωγμές που παρουσιάζουν οι κρύσταλλοι έχουν πληρωθεί μεταγενέστερα από αστριοχαλαζιακά φλεβίδια.



Σχ. 32. Προβολή των αναλύσεων των κλινοπυροξένων στο διάγραμμα Βολλαστονίτη-Ενοσταίτης-Σιδηροσίλιτης των POLDERVAART and HESS, (1951).

### 3. ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΕΛΑΓΟΝΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

#### 3.1. Πετρογραφία

##### 3.1.1. Παλαιοζωϊκό κρυσταλλικό υπόβαθρο

Η μελέτη, η περιγραφή και η ταξινόμηση των πετρωμάτων που παίρνουν μέρος στο παλαιοζωϊκό κρυσταλλικό υπόβαθρο της Πελαγονικής, βασίστηκαν στη μικροσκοπική παρατήρηση 40 λεπτών τομών. Με βάση την ορυκτολογική παραγένεση και τις παρατηρήσεις υπαίθρου, τα πετρώματα αυτά ταξινομούνται στους παρακάτω πετρολογικούς τύπους, από τους οποίους οι γνεύσιλοι καταλαμβάνουν τη μεγαλύτερη έκταση.

##### 3.1.1.1 Μαρμαρυγιακοί-χλωριτικοί-επίδοτιτικοί σχιστόλιθοι

Μεταμορφωμένα πετρώματα με ιστό κοκκονηματοβλαστικό, εκπεφρασμένη σχιστότητα και συχνά μικροπτυχωμένα.

Η ορυκτολογική παραγένεση του πετρολογικού αυτού τύπου είναι: φεγγίτης+χαλαζίας+αλβίτης+χλωρίτης+επίδοτο±νατριούχοι αμφίβολοι±βιοτίτης±τιτανίτης±γρανάτης.

Ως επουσιώδη ορυκτολογικά συστατικά απαντώνται: ορθίτης, απατίτης και οξείδια-υδροξείδια του σιδήρου.

Ο φεγγίτης\* απαντά με τη μορφή λεπτών φυλλαρίων ποικίλου μήκους, από 0.1mm έως 1.0mm, τα οποία είναι παράλληλα διευθετημένα, συχνά μικροπτυχωμένα, και σχηματίζουν λεπτές ταινίες που εναλλάσσονται με λεπτές λωρίδες κόκκων χαλαζία.

Ο χαλαζίας εμφανίζεται με τη μορφή αλλοτριόμορφων κόκκων, μεγέθους μέχρι 0.1mm, οι οποίοι σχηματίζουν λεπτές λωρίδες. Κατά κανόνα οι κρύσταλλοι του χαλαζία παρουσιάζουν κυματοειδή κατάσβεση.

Ο αλβίτης\* στα πετρώματα του πετρολογικού αυτού τύπου έχει πολύ μικρή συμμετοχή στο συνολικό όγκο του πετρώματος και παρουσιάζεται με τη μορφή αλλοτριόμορφων κρυστάλλων, μερικές

φορές με διδυμία. Συνήθως απαντάται μέσα στις λεπτές λωρίδες του χαλαζία, με μέγεθος που ποικίλλει, χωρίς ποτέ να υπερβαίνει το 1.0mm.

Ο χλωρίτης (πυκνοχλωρίτης\*) παρατηρείται σε λεπτοειδούς μορφής φυλλάρια, μήκους έως 2mm, τα οποία σχηματίζουν λεπτές ταινίες ή επιμήκεις μικρές συγκεντρώσεις, που παρεμβάλλονται μεταξύ των χαλαζιακών και φεγγιτικών λωρίδων. Δευτερογενής χλωρίτης απαντά από εξαλλοίωση επιδότου και βιοτίτη.

Το επίδοτο\* εμφανίζεται με πρισματικής μορφής ιδιόμορφους κρυστάλλους, οι οποίοι είναι διευθετημένοι παράλληλα προς τη σχιστότητα του πετρώματος. Συχνά παρουσιάζονται σπασμένοι και εξαλλοιωμένοι σε χλωρίτη κατά μήκος των μικρορωγμών του. Το μέσο μήκος των κρυστάλλων του επιδότου είναι περίπου 0.4mm. Σε λίγες εντούτοις περιπτώσεις παρατηρήθηκαν κρύσταλλοι, που το μήκος τους φθάνει και τα 2.5mm.

Οι νατριούχοι αμφίβολοι (ριμπεκίτης\*, μαγνησιοριμπεκίτης\*) παρουσιάζονται με τη μορφή μικρών πρισματικών κρυστάλλων, μήκους 0.2mm, σε μικρή αναλογία μέσα στον πετρολογικό αυτό τύπο.

Ο βιοτίτης\* απαντά με τη μορφή λεπτών φυλλαρίων μέσα στις ταινίες του φεγγίτη και συχνά είναι εξαλλοιωμένος, σχεδόν εξ' ολοκλήρου, σε χλωρίτη.

Ο τιτανίτης παρουσιάζεται με τη μορφή κόκκων διάσπαρτων μέσα στο πέτρωμα. Τιτανίτης, επίσης, παρατηρήθηκε να περιβάλλει σαν κέλυφος αδιαφανή ορυκτά, τα οποία πιθανώς να προήλθαν από την εξαλλοίωσή του.

Ο γρανάτης εμφανίζεται με τη μορφή ιδιομόρφων ισοδιαμετρικών κρυστάλλων μέσης διαμέτρου 0.2mm.

### 3.1.1.2. Αμφιβολιτικοί σχιστόλιθοι

Μεταμορφωμένα συμπαγή πετρώματα με ιστό κοκκοβλαστικό έως κοκκολεπιδοβλαστικό.

Η παραγένεση στα πετρώματα αυτά είναι:

αμφίβολοι+χαλαζίας+αλβίτης±φεγγίτης±βιοτίτης±επίδοτο±



±χλωρίτης±τιτανίτης.

Ως εποσειώδη ορυκτά απαντώνται ζirkόνιο, απατίτης και οξειδία-υδροξειδία του σιδήρου.

Οι αμφίβολοι παρουσιάζονται ζωνώδεις, δηλαδή προς το κέντρο το χρώμα τους είναι πράσινο (μαγνησιοκεροστίλβη\*) ενώ στην περιφέρεια γίνεται μπλε πρασινίζον (ριμπεκίτης\*). Συνήθως εμφανίζονται με τη μορφή υπιδιομόρφων και σπανιότερα ιδιομόρφων επιμήκων προσανατολισμένων κρυστάλλων, με μήκος που ποικίλλει από 0.2mm έως 1.2mm. Συχνά παρουσιάζονται εξαλλοιωμένοι, κυρίως σε βιοτίτη και χλωρίτη.

Ο αλβίτης\* παρατηρείται με τη μορφή αλλοτριόμορφων έως υπιδιομόρφων προσανατολισμένων κρυστάλλων, με μέγεθος που κυμαίνεται από 0.2mm έως 1.3mm.

Ο χαλαζίας παρατηρείται με τη μορφή μικρών συγκεντρώσεων αλλοτριόμορφων κόκκων, μεγέθους 0.1mm, οι οποίοι πάντα παρουσιάζουν κυματοειδή κατάσβεση.

Ο φεγγίτης\* εμφανίζεται με μορφή μικρών επιμήκων φυλλαρίων, μεγέθους 0.2mm, τα οποία μερικές φορές σχηματίζουν μικρές συγκεντρώσεις που περιβάλλουν μεγάλους κρυστάλλους αμφιβόλων και αστρίων.

Ο βιοτίτης\* παρατηρείται ως δευτερογενές ορυκτό από την εξαλλοίωση περιφερειακά των αμφιβόλων.

Το επίδοτο\* παρουσιάζεται με τη μορφή αλλοτριόμορφων κρυστάλλων, οι οποίοι συχνά είναι στενά συνδεδεμένοι με τους κρυστάλλους των αμφιβόλων.

Ο χλωρίτης(πυκνοχλωρίτης\*) εμφανίζεται ως δευτερογενές ορυκτό, προερχόμενο από την εξαλλοίωση των αμφιβόλων.

Ο τιτανίτης παρατηρείται με τη μορφή κόκκων και σπανιότερα με τη μορφή μεγαλύτερων ιδιομόρφων κρυστάλλων, μεγέθους 0.3mm, οι οποίοι είναι διάσπαρτοι μέσα στο πέτρωμα.

### 3.1.1.3. Γνευσιοσχιστόλιθοι

Μεταμορφωμένα πετρώματα κοκκονηματοβλαστικού ιστού, που συχνά γίνεται οφθαλμώδης λόγω της παρουσίας πορφυροβλαστών αλβίτη. Παρουσιάζουν προσανατολισμένους κρυστάλλους και ελαφρά σχιστότητα.

Η παραγένεση που παρατηρήθηκε στα πετρώματα αυτά είναι :

φεγγίτης+αλβίτης+χαλαζίας±βιοτίτης±νατριούχοι  
αμφίβολοι±επίδοτο±χλωρίτης±τιτανίτης.

Ως εποσιώδη ορυκτά αναγνωρίστηκαν απατίτης, ορθίτης, ασβεστίτης σε δευτερογενή φλεβίδια και οξειδία-υδροξειδία του σιδήρου.

Ο φεγγίτης\* εμφανίζεται άχρωμος με τη μορφή επιμήκων φυλλαρίων, που το μήκος τους κυμαίνεται από 0.2mm έως 2.5mm. Τα φυλλάρια του σχηματίζουν λεπτές ταινίες, προσανατολισμένες παράλληλα με τη σχιστότητα του πετρώματος, οι οποίες εναλλάσσονται με αυτές του χαλαζία.

Ο αλβίτης\* παρατηρείται κυρίως με τη μορφή πορφυροβλαστών (οφθαλμών), που το μήκος τους ποικίλλει από 1.5mm έως 3.0mm και σε σπάνιες περιπτώσεις φθάνει τα 6.0mm. Συχνά είναι περθιτιωμένοι, παρουσιάζουν πολυδυμία και περιέχουν εγκλείσματα επιδότου, μαρμαρυγιών και νατριούχου αμφιβόλου. Η παρουσία μικρών κρυστάλλων αστρίων είναι σπανιότεροι στα πετρώματα της ομάδας αυτής.

Ο χαλαζίας απαντάται με τη μορφή αλλοτριόμορφων κόκκων, μέσης διαμέτρου 0.2mm, και εμφανίζεται πάντα με κυματοειδή κατάσβεση.

Ο βιοτίτης\* παρατηρείται με τη μορφή λίγων προσανατολισμένων φυλλαρίων, που είναι στενά συνδεδεμένα με το φεγγίτη.

Ο νατριούχος αμφίβολος (μαγνησιοριμπεκίτης\*) απαντάται με λίγους ιδιόμορφους πρισματικούς κρυστάλλους διάσπαρτους, κατά κανόνα, μέσα στο πέτρωμα, ενώ μικρό μέρος του παρουσιάζεται με μορφή εγκλεισμάτων μέσα στους οφθαλμούς των αστρίων.

Το επίδοτο απαντάται με τη μορφή αλλοτριόμορφων κόκκων διάσπαρτων μέσα στο πέτρωμα.

Συχνά παρατηρείται με τη μορφή εγκλεισμάτων μέσα στους αστρίους, από εξαλλοίωση των οπών και προέρχεται (σωσσιριτίωση).

Ο χλωρίτης, όταν συμμετέχει στην παραγένεση, εμφανίζεται με τη μορφή φυλλαρίων που σχηματίζουν λεπτές λωρίδες ή μικρές συγκεντρώσεις παράλληλες προς τη σχιστότητα.

Ο τιτανίτης εμφανίζεται με τη μορφή κόκκων διάσπαρτων μέσα στο πέτρωμα.

#### 3.1.1.4 Μοσχοβιτικοί γνεύσιλοι

Μεταμορφωμένα συμπαγή πετρώματα με ιστό κοκκονηματοβλαστικό, συχνά οφθαλμώδη.

Η παρατηρηθείσα παραγένεση στον πετρολογικό αυτό τύπο είναι: αλβίτης + φεγγίτης + χαλαζίας ± επίδοτο ± χλωρίτης ± τιτανίτης.

Ο αλβίτης εμφανίζεται με τη μορφή αλλοτριόμορφων κρυστάλλων, με μέγεθος που κυμαίνεται από 1.2mm έως 3.0mm.

Συχνά οι κρύσταλλοι του αλβίτη παρουσιάζονται σπασμένοι, περθιτιωμένοι και σωσσυριτιωμένοι, με αποτέλεσμα να παρατηρούνται εγκλεισματα επιδότου και μαρμαρυγιών. Η παρουσία διδυμίας στον αλβίτη είναι συχνή.

Ο φεγγίτης είναι άχρωμος και εμφανίζεται με μορφή επιμήκων φυλλαρίων, τα οποία σχηματίζουν προσανατολισμένες λεπτές ταινίες ή περιβάλλουν οφθαλμούς του αλβίτη. Το μήκος των φυλλαρίων αυτών ποικίλλει από 0.2mm έως 2.0mm.

Ο χαλαζίας απαντάται με μορφή αλλοτριόμορφων κόκκων, μέσου μεγέθους 0.3mm, οι οποίοι σχηματίζουν συγκεντρώσεις που παρεμβάλλονται μεταξύ των κρυστάλλων του αλβίτη και των λεπτών τομών του φεγγίτη.

Το επίδοτο παρατηρείται με μορφή αλλοτριόμορφων κόκκων μεγέθους περίπου 0.05mm, οι οποίοι είναι διάσπαρτοι μέσα στο πέτρωμα.

Ο χλωρίτης παρουσιάζεται με τη μορφή φυλλαρίων λεπτοειδούς

μορφής μέσα στις ταινίες του φεγγίτη.

Ο τιτανίτης εμφανίζεται με τη μορφή κόκκων διάσπαρτων μέσα στο πέτρωμα.

### 3.1.1.5. Μαρμαρυγιακοί-γλαυκοφανιτικοί γνεύσιοι

Μεταμορφωμένα συμπαγή πετρώματα κοκκονηματοβλαστικού ιστού, ο οποίος μερικές φορές μεταβαίνει σε οφθαλμώδη πορφυροβλαστικό, ενώ άλλοτε παρατηρείται ιστός μορφής δερματιού (Garbenschiefer).

Η παραγένεση που παρατηρήθηκε στον πετρολογικό αυτό τύπο είναι:

αλβίτης+φεγγίτης+βιοτίτης+Νατριούχοι αμφίβολοι+χαλαζίας±  
±τιτανίτης

Ως επουσιώδη ορυκτολογικά συστατικά παρατηρήθηκαν ορθίτης, απατίτης, δευτερογενής ασβεστίτης και οξειδία και υδροξείδία του σιδήρου.

Ο αλβίτης\* εμφανίζεται με μορφή μεγάλων αλλοτριόμορφων, πολύ συχνά θραυσμένων, κρυστάλλων. Το μήκος τους φθάνει το 1.0mm. Σε ορισμένες όμως περιπτώσεις παρατηρούνται οφθαλμοί πορφυροβλαστών, που το μήκος τους φθάνει τα 3.0mm. Η παρουσία διδύμων κρυστάλλων είναι συνήθης, ενώ σπανιότερα παρατηρούνται πολύδυμοι. Στο εσωτερικό των κρυστάλλων του αλβίτη αφθονούν εγκλείσματα ορυκτών, κυρίως μαρμαρυγίων (φεγγίτη και βιοτίτη) και σπανιότερα Na-αμφιβόλων.

Ο φεγγίτης\* εμφανίζεται με τη μορφή αχρώμων φυλλαρίων λεπιοειδούς μορφής, με μέγεθος που ποικίλλει από 0.1mm έως 2.0mm. Συνήθως σχηματίζει λεπτές λωρίδες, που άλλοτε είναι προσανατολισμένες παράλληλα προς τη σχιστότητα και άλλοτε περιβάλλουν τους πορφυροβλάστες του αλβίτη. Συχνά κατά μήκος του σχισμού του φεγγίτη, καθώς και στην περιφέρειά του, εμφανίζεται μετατροπή του σε βιοτίτη.

Ο βιοτίτης\* παρουσιάζεται με τη μορφή αλλοτριόμορφων έως υπιδιόμορφων φυλλαρίων, με μέγεθος που ποικίλλει από 0.1mm έως 3.0mm. Το χρώμα του είναι συνήθως πράσινο έως καφεπράσινο, ενώ

σπανιότερα παρατηρείται βιοτίτης χρώματος καφέ. Είναι στενά συνδεδεμένος με τις συγκεντρώσεις του καλιούχου μαρμαρυγία και σε ορισμένες περιπτώσεις παρουσιάζεται να προέρχεται από τη μετατροπή Na-αμφιβόλου.

Οι νατριούχοι αμφίβολοι (κροσσίτης\*, μαγνησιοριμπεκίτης\*) εμφανίζονται πολύ συχνά σε συσσωματώματα μορφής δεματιού ή θυσάνων, από πολλούς λεπτούς έως τριχοειδούς μορφής κρυστάλλους (Εικ. 16). Σπανιότερα παρατηρούνται Na-αμφίβολοι με τη μορφή υπιδιόμορφων έως ιδιόμορφων κρυστάλλων, οι οποίοι είναι προσανατολισμένοι και έχουν μέγεθος περίπου 0.2mm.

Ο χαλαζίας απαντά σε χώρους μεταξύ των κρυστάλλων του αλβίτη σε μικρές συγκεντρώσεις κόκκων, μεγέθους περίπου 0.1mm.

Ο τιτανίτης παρατηρείται με μορφή ιδιόμορφων κρυστάλλων διάσπαρτων μέσα στο πέτρωμα. Το μέγεθος των κρυστάλλων του κυμαίνεται από 0.2mm έως 0.8mm.

### 3.1.1.6. Επίδοτιτικοί-κεροστιλβικοί γνεύσιλοι

Μεταμορφωμένα συμπαγή πετρώματα κοκκοβλαστικού έως κοκκολεπιδοβλαστικού ιστού, που μεταβαίνει ενίοτε σε οφθαλμώδη πορφυροβλαστικό.

Η ορυκτολογική παραγένεση του πετρολογικού αυτού τύπου είναι: επίδοτο+κεροστίλβη+αλβίτης+χαλαζίας±γρανάτης±χλωρίτης± φεγγίτης±βιοτίτης±τιτανίτης

Ως εποσιώδη ορυκτά, παρατηρήθηκαν απατίτης και οξείδια-υδροξείδια του σιδήρου. Το επίδοτο\* απαντάται με μορφή υπιδιόμορφων έως ιδιόμορφων προσανατολισμένων κρυστάλλων διάσπαρτων μέσα στο πέτρωμα, με μέγεθος που κυμαίνεται από 0.1mm έως 1.2mm. Συνήθως είναι της τάξης των 0.3mm. Συχνά παρατηρείται ως έγκλεισμα μέσα σε μεγάλους κρυστάλλους αλβίτη. Το επίδοτο κατά μήκος του σχισμού του, καθώς και μέσα στις ρωγμές του, πολύ συχνά παρουσιάζεται εξαλλοιωμένο σε χλωρίτη.

Η κεροστίλβη (τσερμακιτική κεροστίλβη\*, μαγνησιοκεροστίλβη\*) είναι πρασίνου χρώματος και παρουσιάζεται με τη μορφή

αλλοτριόμορφων έως υπιδιόμορφων κρυστάλλων μεγέθους, που κυμαίνεται από 0.1mm έως 1.5mm. Μερικές φορές στα άκρα και σπανιότερα στην περιφέρεια των κρυστάλλων των πράσινων αμφιβόλων παρουσιάζεται μια μετάβαση του χρώματος σε μπλέ πρασινίζον (ριμπεκίτης\*). Κατά μήκος του σχισμού, σε ορισμένα δείγματα, οι κρύσταλλοι της κερροσίλβης παρουσιάζονται εξαλλοιωμένοι σε βιοτίτη, σπανιότερα σε χλωρίτη.

Ο αλβίτης παρουσιάζεται με τη μορφή αλλοτριόμορφων έως υπιδιόμορφων κρυστάλλων ποικίλου μεγέθους, που αρχίζει από 0.2mm και φτάνει μέχρι και τα 4.0mm. Οι μικροί κρύσταλλοι παρουσιάζουν συχνά διδυμία και σπανιότερα πολυδυμία, είναι ελαφρώς επιμήκεις και παράλληλα διευθετημένοι. - Οι μεγάλοι κρύσταλλοι περιέχουν εγκλεισματα κυρίως επιδότου και σπανιότερα τιτανίτη, χαλαζία και μαρμαρυγιών (φεγγίτη και βιοτίτη). Συχνά περιβάλλονται από κρυστάλλους επιδότου και αμφιβόλων.

Ο χαλαζίας απαντάται με τη μορφή αλλοτριόμορφων κόκκων, οι οποίοι πάντοτε παρουσιάζουν κυματοειδή κατάσβεση. Οι κόκκοι αυτοί είναι διάσπαρτοι μέσα στο πέτρωμα ή σχηματίζουν μικροσυγκεντρώσεις. Χαλαζίας με τη μορφή εγκλεισμάτων παρατηρείται πολύ συχνά μέσα στο επίδοτο και σπανιότερα μέσα στους αμφίβολουσ και αστρίους. Όχι σπάνια παρατηρούνται χαλαζιακά φλεβίδια, τα οποία διασχίζουν κατά διάφορες κατευθύνσεις το πέτρωμα.

Ο γρανάτης (αλμανδίνης\*) παρουσιάζεται με τη μορφή απεστρογγυλωμένων κρυστάλλων, που η διάμετρός τους φθάνει τα 0.7mm, έντονα εξαλλοιωμένων σε χλωρίτη.

Ο χλωρίτης (πυκνοχλωρίτης\*) που παρατηρήθηκε στα πετρώματα της ομάδας αυτής προέρχεται από την εξαλλοίωση άλλων ορυκτών, κυρίως επιδότου, αμφιβόλων και γρανάτη.

Ο φεγγίτης\* εμφανίζεται με τη μορφή μικρών φυλλαρίων μεταξύ των κρυστάλλων των αμφιβόλων ή μέσα σε ρωγμές του πετρώματος.

Ο βιοτίτης\* παρουσιάζεται ως δευτερογενές ορυκτό, προερχόμενος από την ουραλιτίωση των αμφιβόλων.

Τέλος ο τιτανίτης απαντάται σε μορφή κόκκων διάσπαρτων μέσα στο πέτρωμα.



Εικ. 16. Συσσωματώματα κρυστάλλων κροσσίτη με μορφή δερματιού (Garbenschiefer) σε μαρμαρυγιακό-γλαυκοφανιτικό γνεύσιο. Nicols (//), μεγέθυνση X75.



Εικ. 17. Ιδιόμορφοι κρύσταλλοι πιεμοντίτη (σκούρο χρώμα) σε μοσχοβιτικό σχιστόλιθο. Nicols (//), μεγέθυνση X75.

### 3.1.2. Νεοπαλαιοζωικοί-Μεσοτριάδικοί σχηματισμοί

Η μελέτη των πετρωμάτων που αποτελούν τους Νεοπαλαιοζωικούς-μεσοτριάδικούς σχηματισμούς βασίστηκε στη μικροσκοπική παρατήρηση 70 λεπτών τομών. Με σκοπό να γίνει δυνατή η περιγραφή όλων των τύπων που παίρνουν μέρος στους σχηματισμούς αυτούς στην περιοχή Οσσας, η δειγματοληψία επεκτάθηκε και πέρα (νότια - νοτιοδυτικά) της περιοχής μελέτης. Με βάση τη μικροσκοπική παρατήρηση και τις παρατηρήσεις υπαίθρου, τα πετρώματα που παίρνουν μέρος στους σχηματισμούς αυτούς ταξινομήθηκαν στους παρακάτω οκτώ κύριους πετρολογικούς τύπους:

#### 3.1.2.1. Μοσχοβιτικοί σχιστόλιθοι

Πρόκειται για μεταμορφωμένα πετρώματα με έντονη σχιστότητα και με κοκκονηματοβλαστικό ιστό, ο οποίος κατά θέσεις γίνεται κοκκολεπιδοβλαστικός. Λεπτές ταινίες φεγγίτη εναλλάσσονται με χαλαζιακές ταινίες μεγαλύτερου πάχους. Σε λίγες περιπτώσεις παρατηρούνται φυλλάρια λεπιοειδούς μορφής καλιούχου μαρμαρυγία, διάσπαρτα μέσα στο πέτρωμα, χωρίς να παρουσιάζουν προσανατολισμό.

Η τυπική παραγένεση που παρατηρήθηκε στα πετρώματα αυτά είναι:

φεγγίτης+χαλαζίας±αλβίτης±τιτανίτης±βιοτίτης±Na-αμφίβολοι±  
±επίδοτο ±χλωρίτης±πιεμονίτης.

Ως εποσειώδη ορυκτά αναγνωρίστηκαν ορθίτης, απατίτης, οξειδία και υδροξειδία του σιδήρου.

Ο φεγγίτης\* εμφανίζεται κατά κανόνα σε λεπτές ταινίες επιμήκων, προσανατολισμένων και συχνά πτυχωμένων κρυστάλλων. Σπανιότερα απαντούν λεπιοειδούς μορφής φυλλάρια καλιούχου μαρμαρυγία διάσπαρτα μέσα στο πέτρωμα. Το μέγεθος των κρυστάλλων του ποικίλλει από 0.05mm μέχρι 0.5mm.

Ο χαλαζίας παρουσιάζεται με τη μορφή αλλοτριόμορφων κόκκων, μέσου μεγέθους 0.05mm, οι οποίοι σχηματίζουν στρώσεις.

Ο αλβίτης\* απαντάται με τη μορφή αλλοτριόμορφων κρυστάλλων που περιέχουν εγκλείσματα φεγγίτη και συχνά παρουσιάζουν



πολυδυμία. Το μέγεθος των κρυστάλλων του είναι της τάξης του 0.1mm, ενώ σπανιότερα έχουμε μεγαλύτερους κρυστάλλους που το μήκος τους φθάνει μέχρι 0.8mm.

Ο τιτανίτης εμφανίζεται με τη μορφή μικρών κόκκων διάσπαρτων μέσα στο πέτρωμα, μέσου μεγέθους 0.05mm.

Ο βιοτίτης\*, όταν υπάρχει, συνδέεται στενά με τις λεπτές ταινίες του φεγγίτη και εμφανίζεται συχνά εξαλλοιωμένος σε χλωρίτη.

Οι Na-αμφίβολοι (ριμπεκίτης\*, μαγνησιοριμπεκίτης\*) κατά κανόνα εμφανίζονται με τη μορφή μικρών ιδιόμορφων πρισματικών κρυστάλλων παράλληλα διευθετημένων προς τη σχιστότητα. Το μήκος των κρυστάλλων τους είναι έως 0.2mm.

Το επίδοτο, όταν υπάρχει, απαντάται με τη μορφή κόκκων διάσπαρτων μέσα στο πέτρωμα.

Ο χλωρίτης (πυκνοχλωρίτης\*) είναι σπάνιος στα πετρώματα αυτά και στενά συνδεδεμένος με το φεγγίτη. Οι κρύσταλλοί του έχουν μορφή λεπιοειδή και πολλές φορές προέρχονται από την εξαλλοίωση του βιοτίτη.

Ο πιεμονίτης (Εικ. 17) απαντάται σε λίγους αντιπροσώπους της ομάδας αυτής με τη μορφή ιδιόμορφων κρυστάλλων, μήκους έως 0.4mm, οι οποίοι είναι διευθετημένοι παράλληλα προς τη σχιστότητα και έχουν σε παράλληλα Nicols το χαρακτηριστικό ερυθροπορτοκαλί χρώμα πλεοχροΐσμού. Όταν συμμετέχουν στην παραγένεση των σχιστολίθων δίνουν σ'αυτούς ένα χαρακτηριστικό ερυθρωπό χρώμα, που τους κάνει να διακρίνονται εύκολα από τα άλλα πετρώματα.

### 3.1.2.2. Επίδοιτικοί-χλωρίτικοί σχιστόλιθοι

Μεταμορφωμένα συμπαγή πετρώματα με ασθενή σχιστότητα και κοκκοβλαστικό ιστό. Συχνά διασχίζονται από απλιτοπηγματιτικά και χαλαζιακά φλεβίδια.

Η παραγένεση που παρατηρήθηκε στα πετρώματα αυτά είναι: επίδοτο+χλωρίτης+χαλαζίας±αλβίτης±ακτινόλιθος±φεγγίτης± τιτανίτης.

Ως εποσειώδη ορυκτά απαντώνται οξείδια-υδροξείδια του Fe.

Το επίδοτο εμφανίζεται συνήθως με τη μορφή μικρών αλλοτριόμορφων κόκκων, μέσου μεγέθους 0.1mm, οι οποίοι είναι διάσπαρτοι μέσα στο πέτρωμα. σπανιότερα οι κόκκοι αυτοί σχηματίζουν συγκεντρώσεις και λεπτές ταινίες προσανατολισμένες και μικροπτυχωμένες.

Ο χλωρίτης απαντάται με τη μορφή φυλλαρίων, μέσου μεγέθους 0.3mm, τα οποία είναι διάσπαρτα μέσα στο πέτρωμα. Χλωρίτης επίσης συνοδεύει πηγματιτικά φλεβίδια που διασχίζουν τα πέτρωμα αυτά.

Ο χαλαζίας παρουσιάζεται με τη μορφή μικρών αλλοτριόμορφων κόκκων, μέσου μεγέθους 0.2mm, οι οποίοι σχηματίζουν μικρές συγκεντρώσεις ή είναι διάσπαρτοι μέσα στο πέτρωμα. Χαλαζίας επίσης υπάρχει μέσα στα πηγματιτικά φλεβίδια με τη μορφή μεγαλύτερων κόκκων, μεγέθους 0.5mm.

Ο αλβίτης παρατηρείται σε λίγους αλλοτριόμορφους λεπιοειδούς μορφής κρυστάλλους, οι οποίοι συχνά είναι σωσσυριτιωμένοι και περιέχουν για το λόγο αυτό εγκλείσματα επιδότου. Μέσα στα πηγματιτικά φλεβίδια ο αλβίτης εμφανίζεται με τη μορφή ιδιόμορφων κρυστάλλων, συχνά διδύμων και πολυδύμων.

Ο ακτινόλιθος εμφανίζεται συνήθως με τη μορφή μικρών βελονοειδών κρυστάλλων, οι οποίοι δεν παρουσιάζουν κανένα προσανατολισμό, αλλά είναι άτακτα διασκορπισμένοι μέσα στο πέτρωμα.

Ο φεγγίτης\*, όταν υπάρχει, απαντάται σε λίγους επιμήκεις κρυστάλλους.

Ο τιτανίτης εμφανίζεται με τη μορφή κόκκων διάσπαρτων μέσα στο πέτρωμα.

### 3.1.2.3. Αλβιτικοί-μοσχοβιτικοί γνευσιοσχιστόλιθοι

Πρόκειται για μεταμορφωμένα πετρώματα, κοκκονηματοβλαστικού ιστού, ο οποίος σε σπάνιες περιπτώσεις γίνεται οφθαλμώδης (Εικ. 18)

Η παραγένεση που παρατηρείται στον πετρολογικό αυτό τύπο είναι:

φεγγίτης+αλβίτης+χαλαζίας±νατριούχος αμφίβολος±χλωρίτης±

#### ±βιοτίτης±τιτανίτης

Ως εποσειώδη ορυκτά παρατηρήθηκαν ορθίτης, απατίτης, οξειδία και υδροξειδία σιδήρου.

Ο φεγγίτης\* απαντάται με τη μορφή φυλλαρίων διαφόρων μεγεθών, από 0.2mm έως 1.6mm, τα οποία σχηματίζουν μικροπτυχωμένες λεπτές ταινίες, που άλλοτε εναλλάσσονται με αστριοχαλαζιακές ταινίες, και άλλοτε περιβάλλουν οφθαλμούς αλβίτη.

Ο αλβίτης παρατηρείται με τη μορφή μικρών αλλοτριόμορφων κρυστάλλων στενά συνδεδεμένων με το χαλαζία, μήκους περίπου 0.2mm. Σπανιότερα παρατηρούνται μεγάλοι κρύσταλλοι αλβίτη, μήκους μέχρι 2.5mm, οι οποίοι είναι θραυσμένοι, σωσσυριτιωμένοι και διευθετημένοι έτσι ώστε η επιμήκυνσή τους να είναι παράλληλη προς τη σχιστότητα.

Ο χαλαζίας δημιουργεί ταινίες από κόκκους, διαμέτρου 0.1mm, οι οποίες εναλλάσσονται με στρώσεις καλιούχου μαρμαρυγία.

Ο νατριούχος αμφίβολος (κροσσίτης\*) εμφανίζεται με τη μορφή μικρών βελονοειδών κρυστάλλων μήκους 0.3mm και με πρισματικής μορφής ιδιόμορφους κρυστάλλους μήκους μέχρι 1.5mm. Συνήθως ο κροσσίτης συμμετέχει στις λεπτές ταινίες του φεγγίτη, ενώ σπανιότερα συναντάται μέσα στις ταινίες του χαλαζία.

Ο χλωρίτης (πυκνοχλωρίτης\*) παρουσιάζεται σε φυλλάρια λεπιοειδούς μορφής, συνδεδεμένα στενά με τις λεπτές ταινίες του φεγγίτη, από τη μετατροπή του οποίου συχνά προέρχονται.

Οι κρύσταλλοι του βιοτίτη είναι επιμήκεις και σχηματίζουν συσσωματώματα μορφής δεματιού και θυσάνου, διάσπαρτα μέσα στο πέτρωμα.

Ο τιτανίτης απαντάται με τη μορφή διάσπαρτων κόκκων μέσα στο πέτρωμα.

#### 3.1.2.4. Πρασινίτες

Μεταμορφωμένα συμπαγή πετρώματα με κοκκολεπιδοβλαστικό ιστό. Συχνά διασχίζονται από πηγματοειδή φλεβίδια, που συνοδεύονται από χλωρίτη και μεταλλικά ορυκτά.

Η παραγένεση του πετρολογικού αυτού τύπου είναι:  
επίδοτο+χλωρίτης+αλβίτης+ακτινόλιθος±χαλαζίας±τιτανίτης

Ως επουσιώδη ορυκτά παρατηρήθηκαν οξειδία και υδροξειδία του σιδήρου.

Το επίδοτο απαντάται με τη μορφή διάσπαρτων κόκκων, μέσου μεγέθους 0.05mm, καθώς και με τη μορφή μεγαλύτερων υπιδιόμορφων κρυστάλλων, μήκους έως 0.4mm. Συχνά κατά μήκος του σχισμού και περιφερειακά οι μεγάλοι κρύσταλλοι του επιδότου παρουσιάζονται εξαλλοιωμένοι σε χλωρίτη.

Ο χλωρίτης (πυκνοχλωρίτης\*) παρουσιάζεται με τη μορφή φυλλαρίων, μέσου μεγέθους 0.25mm, διάσπαρτων μέσα στο πέτρωμα. Χλωρίτης επίσης απαντάται στα πηγματιτικά φλεβίδια.

Ο αλβίτης\* εμφανίζεται σε μικρούς υπιδιόμορφους κρυστάλλους, μέσου μεγέθους 0.3mm, διάσπαρτους μέσα στο πέτρωμα.

Ο ακτινόλιθος παρουσιάζεται με τη μορφή ιδιόμορφων πρισματικών κρυστάλλων, μήκους περίπου 0.5mm, οι οποίοι είναι παράλληλα διευθετημένοι προς τη σχιστότητα.

Ο χαλαζίας απαντάται με τη μορφή λίγων κόκκων διάσπαρτων μέσα στο πέτρωμα.

Ο τιτανίτης παρατηρείται και αυτός με τη μορφή διάσπαρτων κόκκων.

### 3.1.2.5. Αμφιβολίτες

Πρόκειται για συμπαγή πετρώματα με γράμμωση και ιστό κοκκολεπιδοβλαστικό (Εικ. 19).

Η παραγένεση που παρατηρήθηκε στον πετρολογικό αυτό τύπο είναι: κεροσίλβη + αλβίτης + Na-αμφίβολος + τιτανίτης+χλωρίτης+ + βιοτίτης + επίδοτο + φεγγίτης + γρανάτης.

Ως επουσιώδη ορυκτά προσδιορίστηκαν ζιρκόνιο, απατίτης, οξειδία και υδροξειδία του σιδήρου.

Η κεροσίλβη (μαγνησιοκεροσίλβη\*, τσερμακιτική κεροσίλβη\*) απαντάται με τη μορφή υπιδιόμορφων και ιδιόμορφων κρυστάλλων με ποικίλο μέγεθος, από 0.4mm έως 2.5mm. Ορισμένοι κρύσταλλοι παρουσιάζουν ζώνωση, όπου το κέντρο είναι μαγνησιοκεροσίλβη και η περιφέρεια νατριούχος αμφίβολος (μαγνησιοριμπεκίτης\*). Συχνά η κεροσίλβη απαντάται εξαλλοιωμένη, κατά μήκος του σχισμού της,

καθώς και περιφερειακά, σε βιοτίτη και χλωρίτη.

Ο αλβίτης\* απαντάται σε μεγάλους αλλοτριόμορφους θραυσμένους κρυστάλλους μήκους έως 4mm. Συνήθως περιέχουν εγκλείσματα προσανατολισμένων κρυστάλλων κεροσίλβης, επιδότου, τιτανίτη και φεγγίτη. Δίδυμοι αλβίτες είναι σπάνιοι στα πετρώματα αυτά.

Οι νατριούχοι αμφίβολοι (κροσσίτης\*, μαγνησιοριμπεκίτης\*) απαντώνται σε δύο μόνο δείγματα των αμφιβόλων, είτε στην περιφέρεια κρυστάλλων κεροσίλβης, είτε με τη μορφή ιδιόμορφων κρυστάλλων διάσπαρτων μέσα στο πέτρωμα.

Ο τιτανίτης εμφανίζεται συνήθως με τη μορφή διάσπαρτων κόκκων και σπανιότερα σε ιδιόμορφους κρυστάλλους συχνά διδύμους.

Ο χλωρίτης (πυκνοχλωρίτης\*) απαντάται με τη μορφή φυλλαρίων διάσπαρτων μέσα στο πέτρωμα, καθώς επίσης στην περιφέρεια και κατά μήκος του σχισμού της κεροσίλβης, προερχόμενος από την εξαλλοίωσή της.

Ο βιοτίτης προέρχεται από την εξαλλοίωση της κεροσίλβης στην περιφέρεια και κατά μήκος του σχισμού της, όπου και αναπτύσσεται.

Ο φεγγίτης απαντάται με τη μορφή λίγων μικρών φυλλαρίων, τα οποία είναι συνήθως εγκλείσματα σε κρυστάλλους αλβίτη.

Το επίδοτο παρατηρείται συνήθως σε μικρούς διάσπαρτους κόκκους και σπανιότερα σε μεγάλους πρισματικής μορφής ιδιόμορφους κρυστάλλους μήκους 0.4mm.

Ο γρανάτης απαντάται με τη μορφή μεγάλων υπολειμματικών κρυστάλλων μήκους μέχρι 4mm, οι οποίοι είναι έντονα εξαλλοιωμένοι, κυρίως σε χλωρίτη και κατά δεύτερο λόγο σε βιοτίτη.

#### 3.1.2.6. Μάρμαρα-σιπολίνας

Πρόκειται για μάρμαρα με μεγάλους κρυστάλλους χρώματος λευκού έως τεφρού, στο οποίο εμφανίζονται με τη μορφή ενστρώσεων μικρού πάχους (της τάξης των 20 μέτρων), και εναλλάσσονται με σχιστολίθους. Τα μάρμαρα αυτά απαντώνται κυρίως στη βάση της σειράς των νεοπαλαιοζωικών-μεσοτριάδικών σχηματισμών. Στα νεότερα μέλη της σειράς απαντώνται ενστρώσεις σιπολινών, οι οποίοι στη



Εικ. 18. Οφθαλμός αλβίτη (Ab), περιβαλλόμενος από φεγγίτη (Phn), κόκκους χαλαζίτα και κροσσίτη (Crs), σε αλβιτικό-μοσχοβιτικό γνευσιολιστόλιθο. Nicols (+), μεγέθυνση X75.



Εικ. 19. Κεροσίλβη (Hb) και αλβίτης (Ab) σε αμφιβολίτη. Κατά μήκος του σχισμού της, σε ορισμένες θέσεις, η κεροσίλβη έχει μετατραπεί σε βιοτίτη (Bio). Nicols (//), μεγέθυνση X75.

σύστασή τους, εκτός από τον ασβεστίτη, περιέχουν χαλαζίτη, χλωρίτη, σερκίτη, φεγγίτη και αλβίτη. Ο χλωρίτης και ο σερκίτης εμφανίζονται στενά συνδεδεμένοι και σχηματίζουν λεπτές στρώσεις. Ο φεγγίτης απαντάται σε λίγους προσανατολισμένους κρυστάλλους, οι οποίοι έχουν μορφή λεπτών φυλλαρίων.

### 3.1.3. Σχηματισμοί Προανωκρητιδικού τεκτονικού καλύμματος

Στο Προανωκρητιδικό κάλυμμα διακρίνονται, όπως προαναφέρθηκε, δύο κύριες σειρές σχηματισμών, που βρίσκονται σε τεκτονική μεταξύ τους σχέση. Δηλαδή μια κατώτερη μεταφαιστικοϊζηματογενής σειρά και μια ανώτερη, αποτελούμενη από σχηματισμούς ενός έντονα διαμελισμένου συμπλέγματος (Μιγκίρος, 1986).

Στη συνέχεια μελετώνται οι αντιπροσωπευτικότεροι πετρολογικοί τύποι και των δύο σειρών σχηματισμών. Η ταξινόμηση στους πετρολογικούς τύπους που ακολουθούν, βασίστηκε στη μικροσκοπική παρατήρηση 120 λεπτών τομών.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το Προανωκρητιδικό κάλυμμα έχει υποστεί κατά θέσεις επίδραση υποθερμικών διαλυμάτων, αποτέλεσμα των οποίων είναι η ύπαρξη μεταλλοφορίας και υδροθερμικών εξαλλοιώσεων των πετρωμάτων.

#### 3.1.3.1. Γραφίτικοί-φεγγίτικοί σχιστόλιθοι

Μεταμορφωμένα πετρώματα σε έντονη σχιστότητα και ιστό κοκκονηματοβλαστικό. Λεπτές ταινίες γραφίτη και φεγγίτη ισχυρά προσανατολισμένες και μικροπτυχωμένες εναλλάσσονται αφενός μεταξύ τους και αφετέρου με λεπτές χαλαζιακές ταινίες (Εικ. 20).

Η παρατηρηθείσα παραγένεση του πετρολογικού αυτού τύπου είναι:

φεγγίτης+γραφίτης+χαλαζίτης±χλωρίτης±αλβίτης±επίδοτο±ασβεστίτης.

Ως εποσειώδη ορυκτά παρατηρήθηκαν ορθίτης, σιδηροπυρίτης, οξειδία και υδροξειδία του σιδήρου.

Ο φεγγίτης απαντάται με ταινιωτής μορφής συσσωματώματα

επιμήκων κρυστάλλων, μήκους έως 3.0mm. Είναι στενά συνδεδεμένος με το γραφίτη, με τον οποίο από κοινού σχηματίζει λεπτές ταινίες.

Ο γραφίτης εμφανίζεται αδιαφανής, τόσο στα κάθετα όσο και στα παράλληλα Nicols, και σχηματίζει συσσωματώματα μορφής μικρών ταινιών έντονα πτυχωμένων.

Ο χαλαζίας απαντάται με τη μορφή αλλοτριόμορφων κόκκων, διαμέτρου έως 0.2mm, οι οποίοι εμφανίζουν επιμήκη έως ταινιωτά συσσωματώματα, μέσα στα οποία παρατηρούνται λίγοι διάσπαρτοι μικροί κρύσταλλοι αλβίτη. Χαλαζίας παρατηρείται επίσης μέσα στα φλεβίδια που διασχίζουν το πέτρωμα.

Ο χλωρίτης εμφανίζεται με τη μορφή φυλλαρίων μήκους έως 0.3mm και είναι στενά συνδεδεμένος με το φεγγίτη.

Το επίδοτο απαντάται σε λίγους ιδιόμορφους μικρούς κρυστάλλους μήκους 0.3mm, διάσπαρτους μέσα στο πέτρωμα και προσανατολισμένους παράλληλα προς τη σχιστότητα.

Ο ασβεστίτης παρατηρείται με τη μορφή κόκκων διάσπαρτων στο πέτρωμα, καθώς και σε φλεβίδια, τα οποία διασχίζουν το πέτρωμα κατά διάφορες διευθύνσεις.

### 3.1.3.2. Ασβεστοφυλλίτες-ασβεστιτικοί σχιστόλιθοι

Μεταμορφωμένα πετρώματα έντονα σχιστοποιημένα με κοκκονηματοβλαστικό ιστό.

Η παραγένεση τους είναι:

ασβεστίτης+χαλαζίας+φεγγίτης+αλβίτης±χλωρίτης±τιτανίτης.

Ως εποσειώδη ορυκτά παρατηρήθηκαν οξείδια και υδροξείδια του σιδήρου.

Ο ασβεστίτης παρατηρείται με τη μορφή κόκκων ποικίλου μεγέθους, από 0.01mm έως 4.0mm, οι οποίοι σχηματίζουν λεπτές ταινίες, μέσα στις οποίες παρουσιάζονται διάσπαρτοι κόκκοι χαλαζία.

Ο χαλαζίας απαντάται και αυτός με τη μορφή κόκκων, μεγέθους έως 0.2mm, οι οποίοι βρίσκονται άλλοτε διάσπαρτοι μέσα στο



πέτρωμα και άλλοτε σχηματίζουν συσσωματώματα επιμήκους μορφής, παράλληλα προς τη σχιστότητα.

Ο φεγγίτης εμφανίζεται με τη μορφή επιμήκων κρυστάλλων, μήκους έως 3.0mm, οι οποίοι σχηματίζουν λεπτές ταινίες που εναλλάσσονται με αυτές του ασβεστίτη.

Ο αλβίτης απαντάται σε λίγους κόκκους διάσπαρτους μέσα στο πέτρωμα, μεγέθους έως 0.3mm. Συχνά παρουσιάζει διδυμία και σπανιότερα πολυδυμία.

Ο χλωρίτης παρατηρείται σπάνια και είναι πάντα συνδεδεμένος με το φεγγίτη.

Το επίδοτο εμφανίζεται με τη μορφή κόκκων διάσπαρτων μέσα στο πέτρωμα.

### 3.1.3.3. Μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι

Μεταμορφωμένα πετρώματα με έντονη σχιστότητα και νηματοβλαστικό ιστό.

Η παρατηρηθείσα παραγένεση του πετρολογικού αυτού τύπου είναι:

φεγγίτης+χαλαζίας+στιλπινομέλανας+αλβίτης±επίδοτο±Na-αμφι-  
βολοί±ακτινόλιθος±χλωρίτης±τιτανίτης±ασβεστίτης.

Ως εποσειώδη ορυκτά παρατηρήθηκαν ορθίτης, απατίτης, ζιρκόνιο, σιδηροπυρίτης, οξειδία και υδροξειδία του σιδήρου.

Ο φεγγίτης\* απαντάται σε επιμήκεις προσανατολισμένους κρυστάλλους σε συσσωματώματα μορφής λεπτών ταινιών. Το μήκος των κρυστάλλων του ποικίλλει από 0.2mm έως 3.0mm.

Ο χαλαζίας είναι άφθονος στον πετρολογικό αυτό τύπο, παρουσιάζει κυματοειδή κατάσβεση και σχηματίζει λεπτές ταινίες, που εναλλάσσονται με αυτές του φεγγίτη. Το μέγεθος των κόκκων του είναι συνήθως μικρό, έως 0.05mm, ενώ σπανιότερα εμφανίζεται σε μεγάλους κόκκους, έως 1.0mm.

Ο στιλπινομέλας\* εμφανίζεται με τη μορφή λίγων επιμήκων κρυστάλλων, μήκους έως 0.3mm, οι οποίοι είναι στενά συνδεδεμένοι με τους κρυστάλλους του φεγγίτη, από τη μετατροπή του οποίου

φαίνεται ότι προέρχονται.

Ο αλβίτης\* απαντάται με τη μορφή λίγων αλλοτριόμορφων έως υπιδιόμορφων κρυστάλλων, διάσπαρτων μεταξύ των κόκκων του χαλαζία. Η παρουσία διδύμων και πολυδύμων είναι συχνή, ενώ παρατηρήθηκαν και λίγοι περθιτιωμένοι κρύσταλλοι. Το μέγεθος τους κυμαίνεται από 0.05 έως 1.0mm.

Το επίδοτο εμφανίζεται διάσπαρτο μέσα στο πέτρωμα, με τη μορφή αλλοτριόμορφων κόκκων, μήκους έως 0.3mm.

Ο Na-αμφίβολος (κροσσίτης\*) παρατηρείται σε ορισμένες μόνο λεπτές τομές, όπου δεν παρατηρείται ακτινόλιθος. Οι κρύσταλλοι του είναι ιδιόμορφοι, μήκους έως 0.2mm, ελάχιστοι σε αριθμό, διάσπαρτοι μέσα στο πέτρωμα.

Ο ακτινόλιθος\* απαντάται σε επιμήκεις ιδιόμορφους κρυστάλλους, μήκους έως 1.5mm, οι οποίοι είναι παράλληλα διευθετημένοι προς τη σχιστότητα. Η παρουσία του περιορίζεται σε δύο μόνο λεπτές τομές, οι οποίες δεν περιέχουν Na-αμφίβολο.

Ο χλωρίτης είναι σπάνιος στον πετρολογικό αυτό τύπο, προερχόμενος πάντα από τη μετατροπή του φεγγίτη, κατά μήκος του σχισμού του οποίου αναπτύσσεται.

Ο τιτανίτης απαντάται με τη μορφή μικρών αλλοτριόμορφων κόκκων διάσπαρτων μέσα στο πέτρωμα.

Ο ασβεστίτης εμφανίζεται διάσπαρτος μέσα στις λεπτές ταινίες του χαλαζία, με μέγεθος κρυστάλλων που φθάνει έως 0.5mm.

Σε ορισμένες λεπτές τομές εμφανίζεται μια διάσπαρτη μεταλλοφορία σιδηροπυρίτη, πιθανώς και άλλων θειούχων ορυκτών, υδροθερμικής προελεύσεως, η οποία συνίσταται από ιδιόμορφους κρυστάλλους, μήκους έως 0.3mm.

#### 3.1.3.4. Γλαυκοφανιτικοί-επιδοτιτικοί σχιστόλιθοι

Κυανού χρώματος μεταμορφωμένα πετρώματα, με έντονη σχιστότητα και ιστό κοκκονιματοβλαστικό (Εικ. 21).

Η παρατηρηθείσα παραγένεση του πετρολογικού αυτού τύπου είναι:

Na-αμφίβολοι+επίδοτο+χαλαζίας+φεγγίτης+αλβίτης±χλωρίτης±  
±τιτανίτης.

Ως εποσειώδη ορυκτά παρατηρήθηκαν ορθίτης, απατίτης, σιδηροπυρίτης, δευτερογενής ασβεστίτης σε φλεβίδια, οξειδία και υδροξειδία του σιδήρου.

Ο Na-αμφίβολος (κροσσίτης\*) απαντάται με τη μορφή επιμήκων προσανατολισμένων ιδιόμορφων κρυστάλλων, μήκους έως 1.5mm. Συσσωματώματα κρυστάλλων του σχηματίζουν λεπτές ταινίες, οι οποίες εναλλάσσονται με αυτές του χαλαζία και δημιουργούν έτσι έντονη σχιστότητα στο πέτρωμα.

Το επίδοτο\* εμφανίζεται με τη μορφή αλλοτριόμορφων κόκκων, άλλοτε διάσπαρτων στο πέτρωμα και άλλοτε σε μικρές συγκεντρώσεις, οι οποίες έχουν επιμήκη μορφή και είναι διευθετημένες παράλληλα προς τη σχιστότητα.

Ο χαλαζίας σχηματίζει λεπτές ταινίες, μεγαλύτερου πάχους από αυτές των Na-αμφιβόλων με τις οποίες εναλλάσσονται. Οι κρυστάλλοι του παρουσιάζουν πάντα κυματοειδή κατάσβεση και έχουν μέγεθος έως 0.1mm.

Ο φεγγίτης απαντάται σε λίγους κρυστάλλους που συνοδεύουν τις λεπτές ταινίες των Na-αμφιβόλων και είναι παράλληλα διευθετημένοι προς τη σχιστότητα. Το μήκος τους φθάνει έως 1.5mm.

Ο αλβίτης\* παρουσιάζεται με τη μορφή αλλοτριόμορφων έως υπιδιόμορφων κρυστάλλων, διάσπαρτων μέσα στις λεπτές ταινίες του χαλαζία. Συχνά παρατηρείται σε επαφή με επίδοτο προφανώς δε προέρχονται, και τα δύο, από τη συσσωριτίωση πλαγιοκλάστων. Η παρουσία διδύμων και πολυδύμων είναι συχνή και το μήκος των κρυστάλλων του κυμαίνεται από 0.05mm έως 1.0mm.

Ο χλωρίτης είναι σπάνιος, προερχόμενος πάντα από τη εξαλλοίωση επιδότου και Na-αμφιβόλων.

Ο τιτανίτης παρατηρείται με τη μορφή αλλοτριόμορφων κόκκων διάσπαρτων μέσα στο πέτρωμα.

### 3.1.3.5. Μεταδιαβάσεις

Στην εργασία υπαίθρου, τα πετρώματα αυτά, πρασίνου χρώματος, παρουσιάζονται με τη μορφή φλεβικών διεισδύσεων και κοιτών μέσα σε ασβεστοφυλλίτες, ερυθρούς πηλιτικούς σχιστολίθους και κερατολίθους (σχιστοκερατολιθική διάπλαση). Στη μικροσκοπική παρατήρηση εμφανίζονται με υπολείμματα οφειτικού ιστού, που συνίσταται από ένα πλέγμα διδύμων και πολυδύμων επιμήκων κρυστάλλων αλβίτη, του οποίου τα διάκενα είναι πληρωμένα κυρίως με κόκκους επιδότου (Εικ. 22). Για τους παραπάνω λόγους, πιστεύουμε ότι πρόκειται για αλβιτιωμένους διαβάσεις, οι οποίοι διατήρησαν σε ορισμένες θέσεις τον αρχικό τους ιστό.

Η παρατηρηθείσα παραγένεση είναι:

αλβίτης+επίδοτο+χλωρίτης+χαλαζίας±ασβεστίτης±τιτανίτης.

Ως εποσειώδη ορυκτά αναγνωρίστηκαν οξειδία και υδροξειδία του σιδήρου.

Ο αλβίτης απαντάται με τη μορφή ιδιόμορφων κρυστάλλων, μήκους έως 0.5mm, που παρουσιάζουν διδυμία και πολυδυμία.

Συνήθως οι κρύσταλλοί του συνδέονται μεταξύ τους, ώστε να σχηματίζουν ένα πλέγμα.

Το επίδοτο παρατηρείται με μορφή αλλοτριόμορφων έως υπιδιόμορφων κόκκων και ή γεμίζει τα κενά του πλέγματος που σχηματίζουν οι κρύσταλλοι του αυγίτη, να σχηματίζει συγκεντρώσεις επιμήκους έως φλεβοειδούς μορφής.

Ο χαλαζίας παρατηρείται σε φλέβες που διασχίζουν το πέτρωμα και οι οποίες διασταυρώνονται με φλέβες ασβεστίτη, τις οποίες διακόπτουν, ή αντίθετα διακόπτονται από αυτές.

Ο χλωρίτης απαντάται σε λίγους κρυστάλλους μέσα στις χαλαζιακές φλέβες.

Ο ασβεστίτης σχηματίζει φλεβίδια που διασχίζουν το πέτρωμα.

Ο τιτανίτης απαντάται με τη μορφή κόκκων διάσπαρτων μέσα στο πέτρωμα.

### 3.1.3.6. Πρασινίτες

Αποτελούν έναν από τους κυριότερους πετρολογικούς τύπους των οφιολιθικών σχηματισμών της Θάσας. Πρόκειται για μεταμορφωμένα συμπαγή πετρώματα πράσινου χρώματος, με προσανατολισμένους κρυστάλλους και κοκκολεπιδοβλαστικό ιστό.

Η παρατηρηθείσα παραγένεση του πετρολογικού αυτού τύπου είναι:

επίδοτο+χλωρίτης+ακτινόλιθος+αλβίτης+τιτανίτης+χαλαζίας±στιλπινο-μέλας±φεγγίτης±ασβεστίτης.

Ως έπουσιώδη ορυκτά παρατηρήθηκαν απατίτης, ζirkόνιο, ορθίτης, σιδηροπυρίτης, οξειδία και υδροξειδία του σιδήρου.

Τα ορυκτά επίδοτο, χλωρίτης, ακτινόλιθος και αλβίτης κυριαρχούν στους πρασινίτες. Σε λίγες περιπτώσεις το επίδοτο απαντάται σε πολύ μεγάλο ποσοστό, ώστε το πέτρωμα να μεταπίπτει κατά θέσεις σε επιδοτίτη.

Το επίδοτο απαντάται με τη μορφή αλλοτριόμορφων κόκκων ποικίλου μεγέθους, από 0.03mm έως 0.3mm. Οι κόκκοι του είναι διάσπαρτοι μέσα στο πέτρωμα και σπανιότερα σχηματίζουν συγκεντρώσεις.

Ο χλωρίτης (ριπιδόλιθος\*) εμφανίζεται με τη μορφή φυλλαρίων διάσπαρτων στο πέτρωμα ή, σπανιότερα, σχηματίζει μικρές προσανατολισμένες συγκεντρώσεις. Συχνά παρατηρείται να προέρχεται από τη μετατροπή επιδότου και ακτινόλιθου. Το μέγεθος των κρυστάλλων του ποικίλλει από 0.05mm έως 0.3mm.

Ο ακτινόλιθος\* απαντάται σε υπιδιόμορφους έως ιδιόμορφους λεπτούς πρισματικούς κρυστάλλους, συνήθως προσανατολισμένους παράλληλα μεταξύ τους. Το μήκος των κρυστάλλων του φθάνει έως τα 2.0mm. Στην περιφέρειά του συχνά είναι εξαλλοιωμένος σε χλωρίτη και σπανιότερα σε στιλπινομέλανα.

Ο αλβίτης\* εμφανίζεται με τη μορφή αλλοτριόμορφων έως υπιδιόμορφων κρυστάλλων, συχνά διδύμων και πολυδύμων, διάσπαρτων μέσα στο πέτρωμα. Το μέγεθος των κρυστάλλων του ποικίλλει από 0.05mm έως 1.0mm.

Ο τιτανίτης παρουσιάζεται σε μικρούς κόκκους διάσπαρτους στο πέτρωμα.

Ο χαλαζίας παρατηρείται σε λίγους κόκκους διάσπαρτους στο πέτρωμα, καθώς επίσης και σε χαλαζιακά φλεβίδια που διασχίζουν το πέτρωμα.

Ο στιλπνομέλας\* απαντάται με τη μορφή επιμήκων προσανατολισμένων κρυστάλλων στενά συνδεδεμένων με το φεγγίτη και τον ακτινόλιθο. Το μήκος του φθάνει έως 0.3mm.

Ο φεγγίτης\* παρατηρείται σε λίγα προσανατολισμένα φυλλάκια διάσπαρτα στο πέτρωμα, μεγέθους έως 0.3mm.

Ο ασβεστίτης εκφράζεται κυρίως σε φλεβίδια που διασχίζουν το πέτρωμα και σπανιότερα με τη μορφή μεμονωμένων κόκκων διάσπαρτων μέσα στο πέτρωμα.

Ο σιδηροπυρίτης παρουσιάζεται σε ορισμένες μόνο λεπτές τομές του πετρολογικού αυτού τύπου, με τη μορφή μικρών ιδιόμορφων κρυστάλλων διάσπαρτων στο πέτρωμα.

### 3.1.3.7. Αμφιβολιτικοί γνεύσιλοι-αμφιβολίτες

Μεταμορφωμένα συμπαγή ή με ασθενή σχιστότητα πετρώματα και με ιστό κοκκονηματοβλαστικό έως οφθαλμώδη.

Η παραγένεση του πετρολογικού αυτού τύπου είναι: αμφίβολοι+αλβίτης+χλωρίτης+τιτανίτης+χαλαζίας±φεγγίτης±στιλπνομέλας±επίδοτο.

Ως επουσιώδη ορυκτά παρατηρήθηκαν ορθίτης, ζιρκόνιο, απατίτης, σιδηροπυρίτης και οξειδία και υδροξειδία του σιδήρου.

Οι αμφίβολοι είναι πράσινου χρώματος (μαγνησιούχος χαστιγνιτική κεροστίλβη\*), οι οποίοι στην περιφέρεια ορισμένων κρυστάλλων τους έχουν μετατραπεί σε μπλε αμφιβόλους (μαγνησιοριμπεκίτης). Οι κρύσταλλοί τους είναι υπιδιόμορφοι έως ιδιόμορφοι, με μήκος που μέχρι τα 2.0mm.

Ο αλβίτης\* παρουσιάζεται με τη μορφή αλλοτριόμορφων έως υπιδιόμορφων οφθαλμών, με μέγεθος που ποικίλλει από 1.0mm έως 4.0mm. Συχνά είναι σερικιτιωμένοι, σωσσυριτιωμένοι και περιέχουν

εγκλείσματα φεγγίτη, κερσοσίλης, επιδότου και τιτανίτη.

Ο χλωρίτης (ριπιδόλιθος\*) απαντάται με τη μορφή προσανατολισμένων φυλλαρίων λεπιοειδούς μορφής, με μέγεθος που κυμαίνεται από 0.1mm έως 1.0mm. Παρουσιάζεται στενά συνδεδεμένος με τους κρυστάλλους των αμφιβόλων και του στιλπνομέλανα, από τη μετατροπή των οποίων συχνά προέρχεται. Σπανιότερα σχηματίζει μικρές επιμήκεις συγκεντρώσεις, διευθετημένες παράλληλα προς τη σχιστότητα.

Ο τιτανίτης παρατηρείται με τη μορφή μικρών ιδιόμορφων κρυστάλλων, μήκους έως 0.2mm, οι οποίοι είναι διάσπαρτοι μέσα στο πέτρωμα. Τιτανίτης, επίσης, παρατηρείται και περιβάλλει υπό μορφή φλοιού κρυστάλλους μαγνητίτη.

Ο φεγγίτης\* απαντάται με τη μορφή φυλλαρίων να περιβάλλει τους οφθαλμούς του αλβίτη. σπανιότερα σχηματίζει λεπτές ταινίες, προσανατολισμένες παράλληλα με τη σχιστότητα.

Ο στιλπνομέλας\* εμφανίζεται με τη μορφή φυλλαρίων προσανατολισμένων παράλληλα προς τη σχιστότητα.

Το επίδοτο παρατηρείται σε μικρούς κόκκους, έως 0.05mm, διάσπαρτους στο πέτρωμα.

Ο χαλαζίας παρουσιάζει πάντα κυματοειδή κατάσβεση, είναι διάσπαρτος στο πέτρωμα και έχει μέγεθος περίπου 0.2mm.

### 3.1.3.8. Σερπεντινίτες

Υπερβασικά πετρώματα ολοκληρωτικά σερπεντινιωμένα, χωρίς ίχνος των αρχικών ορυκτών και του ιστού τους. Παρουσιάζουν έντονη σχιστότητα, η οποία συνοδεύεται από ισχυρή ταλκοποίηση. Ο ιστός τους είναι λεπιδονηματοβλαστικός κυψελοειδούς μορφής.

Η παρατηρηθείσα παραγένεση είναι:  
σερπεντίνης±μαγνητίτης±τάλκης±βρουσίτης±ασβεσίτης±μαγνησίτης.

Ως εποσιώδη ορυκτά παρατηρήθηκαν ρουτίλιο και οξειδία και υδροξειδία σιδήρου.

Ο σερπεντίνης εμφανίζεται με τη μορφή βελονοειδών κρυστάλλων, οι οποίοι σχηματίζουν ένα πλέγμα κυψελοειδούς μορφής.

Ο μαγνητίτης παρατηρείται σε διάσπαρτη μεταλλοφορία.

Ο τάλκης παρουσιάζεται στις επιφάνειες σχιστότητας και σε φλεβίδια μέσα στο πέτρωμα (Βικ. 23).

Ο βρουσίτης εμφανίζεται σε 2 μόνο λεπτές τομές, με τη μορφή αχρών φυλλαρίων, μήκους έως 0.3mm.

Ο ασβεστίτης και ο μαγνησίτης παρατηρούνται σε φλεβίδια που διασχίζουν το πέτρωμα.

### 3.1.3.9. Υδροθερμικές φλέβες

Οι υδροθερμικής προέλευσης φλέβες συνίστανται από μια κεντρική περιοχή πλούσια σε σερικίτη, ασβεστίτη, ζεολίθους και θειούχα ορυκτά. Οι ζεολίθοι πληρούν ρωγμές και κοιλοότητες ή περιβάλλουν αδιαφανή θειούχα ορυκτά. Αυτά είναι κυρίως σιδηροπυρίτης με μεγάλους κρυστάλλους, που η ακμή τους έχει μήκος έως 5mm.

Η κεντρική αυτή περιοχή περιβάλλεται από μεγάλους κρυστάλλους τρεμολίτη\* (τρεμολιτικός σχιστόλιθος), μήκους έως 5mm. Στη συνέχεια έχουμε μετάβαση σε ακτινολιθικό σχιστόλιθο, συνιστάμενο από ιδιόμορφους κρυστάλλους ακτινολίθου\* σε παραγένεση με χαλαζία, φεγγίτη, τιτανίτη, επίδοτο, γρανάτη και θειούχα ορυκτά.

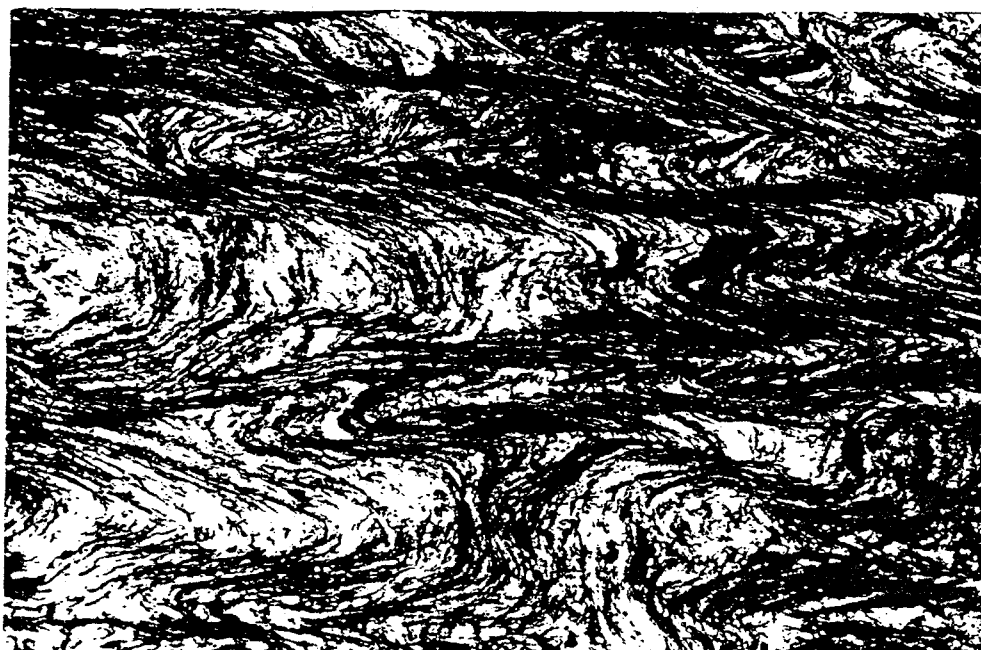
Οι υδροθερμικές αυτές φλέβες είναι συμπτυχωμένες με τα πετρώματα που διασχίζουν, μέσα στα οποία δημιουργούν μία διάσπαρτη μεταλλογένεση θειούχων ορυκτών. Η μεταλλογένεση αυτή παρουσιάζεται εντονότερα κατά μήκος των ρωγμών και διακλάσεων και είναι πιο πλούσια στα σημεία διασταυρώσεως των διακλάσεων.

## 3.2 Πετροχημεία-Ορυκτοχημεία

### 3.2.1. Πετροχημεία παλαιοζωικού κρυσταλλικού υποβάθρου και Νεοπαλαιοζωικών-Μεσοτριάδικών σχηματισμών.

Στο κεφάλαιο αυτό μελετάται από κοινού η πετροχημεία του Παλαιοζωικού κρυσταλλικού υποβάθρου και των Νεοπαλαιοζωικών -





Εικ. 20. Γραφιτικός - φεγγιτικός σχιστόλιθος στη βάση των σχηματισμών του Προανωκρητιδικού καλύμματος. Οι σκούρες μικρόπτυχες είναι γραφιτικές και οι ανοικτές φεγγιτικές. Nicols(+), μεγέθυνση X50



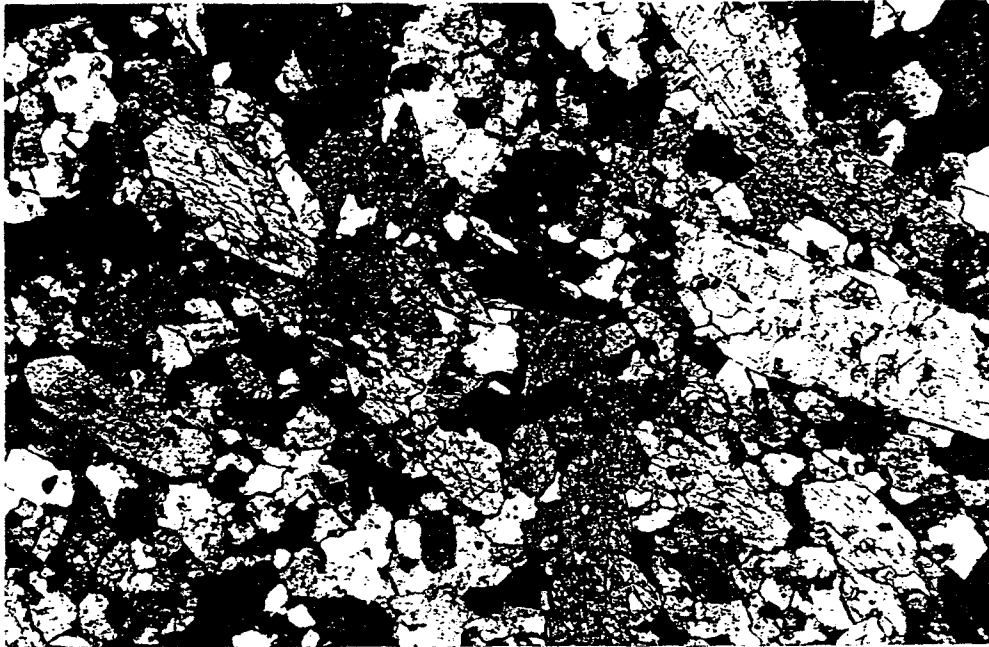
Εικ. 21. Επιμήκεις ιδιόμορφοι κρύσταλλοι κροσσίτη και διάσπαρτοι κόκκοι επιδότου σε γλαυκοφανιτικό επιδοτιτικό σχιστόλιθο. Nicols (//), μεγέθυνση X50.



Εικ. 22. Ενδιάμεσος ιστός σε μεταδιαβάση. Nicols (+), μεγέθυνση X75.



Εικ. 23. Φλεβίδια τάλκη σε σερπεντινίτη. Nicols (+), μεγέθυνση X50.



Εικ. 24. Ιδιόμορφοι κρύσταλλοι ακτινόλιθου (Act) σε ακτινολιθικό σχιστόλιθο. Nicols (+), μεγέθυνση X50.

μεσοτριαδικών σχηματισμών. Μετά από μικροσκοπική παρατήρηση 110 λεπτών τομών, επελέγησαν οι πλέον αντιπροσωπευτικοί πετρολογικοί τύποι, οι οποίοι αναλύθηκαν σε κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία. Αναλύθηκαν συνολικά 16 δείγματα, από τα οποία 7 ανήκουν στο Παλαιοζωικό κρυσταλλικό υπόβαθρο και 9 στους Νεοπαλαιοζωικούς - μεσοτριαδικούς σχηματισμούς. Στους πίνακες 11 και 12 φαίνονται αντίστοιχα οι χημικές αναλύσεις τους σε κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία.

Με σκοπό τη μελέτη της αρχικής προέλευσης των πετρωμάτων αυτών, με βάση γεωχημικά δεδομένα, προβλήθηκαν οι χημικές αναλύσεις τους στο διάγραμμα  $[(Al+Fe+Ti)/3-Na]-[(Al+Fe+Ti)/3-K]$  των Moine και Roche (1968, σχ. 33). Παρατηρούμε ότι από τις χημικές αναλύσεις των πετρωμάτων του Παλαιοζωικού κρυσταλλικού υποβάθρου, οι αναλύσεις με αριθμ. 2 και 3 προβάλλονται στο πεδίο των βασικών πετρωμάτων, το 22 στην περιοχή των Πηλιτών και το 40 στην περιοχή των γραουβακών. Οι υπόλοιπες 3 αναλύσεις (33, 41 και 70) προβάλλονται εκτός των πεδίων που καθόρισαν οι Moine και Roche. Πρόκειται, προφανώς, είτε για ενδιάμεσους μεταβατικούς τύπους μεταξύ των τύπων που καθορίζονται από τα πεδία του διαγράμματος, είτε για πετρώματα που έχουν υποστεί ισχυρή μετασώματωση. Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι οι χημικές αναλύσεις 40 και 3, αν και ανήκουν στον ίδιο πετρολογικό τύπο (επιδοτιτικός αμφιβολιτικός γνεύσιος), εν τούτοις έχουν διαφορετική αρχική προέλευση, δηλαδή η 3η προέρχεται από βασάλτη, ενώ η 40η από γραουβάκη. Συμπερασματικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι χλωριτικοί-επιδοτιτικοί σχιστόλιθοι (ανάλυση 2) και ένα μέρος των επιδοτιτικών-αμφιβολιτικών γνευσίων έχουν προέλευση βασικών εκρηξιγενών πετρωμάτων. Όλοι οι υπόλοιποι πετρολογικοί τύποι, όπως περιγράφηκαν στο κεφάλαιο της πετρογραφίας, έχουν αρχική προέλευση από ιζηματογενή πετρώματα. Η έκταση που καταλαμβάνουν οι μετεβασίτες στο Παλαιοζωικό κρυσταλλικό υπόβαθρο είναι πολύ μικρή σε σύγκριση με τα μεταϊζήματα, τα οποία κυριαρχούν σ' αυτούς τους σχηματισμούς.

Οι προβολές των χημικών αναλύσεων των πετρωμάτων των

ΠΙΝΑΚΑΣ 11: ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΑΛΑΙΟΖΩΙΚΟΥ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟΥ ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ

Αριθ. αναλυσ. Αριθ. δειγμ.	Α: ΜΕΤΑΒΑΣΙΤΕΣ			Β: ΜΕΤΑΙΖΗΜΑΤΑ			70 B374
	2 B249	3 B252	22 C237	33 B356	40 B355	41 B357	
	Κύρια στοιχεία σε % κατά βάρος						
SiO <sub>2</sub>	36.69	51.23	68.10	55.37	69.86	68.90	63.75
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.38	14.47	12.32	13.64	11.94	14.30	14.96
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.90	6.17	2.19	4.80	5.63	3.37	2.59
FeO	3.40	6.85	4.53	5.57	0.38	1.53	3.38
MnO	0.15	0.29	0.18	0.13	0.04	0.02	0.07
MgO	8.06	5.20	4.03	3.83	0.53	1.18	2.01
CaO	14.86	9.91	1.11	4.16	5.45	1.01	1.82
Na <sub>2</sub> O	1.64	2.13	0.69	3.65	3.27	7.72	5.03
K <sub>2</sub> O	1.25	0.49	2.65	1.78	0.14	0.13	3.43
TiO <sub>2</sub>	0.87	0.65	0.68	2.38	0.85	0.59	1.11
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.06	0.02	0.12	0.43	0.21	0.08	0.27
H <sub>2</sub> O+	4.89	1.55	3.31	1.67	1.08	0.69	1.53
CO <sub>2</sub>	7.91	0.70	0.15	0.00	0.03	0.00	0.59
Αθροισμα	99.06	99.66	100.06	100.01	99.41	99.52	100.49

Ιχνοστοιχεία σε P.P.M.

Ba	41	47	140	293	21	21	584
Ce	23	81	27	86	78	112	100
Cr	623	72	226	28	19	21	145
Cu	72	86	61	<10	<10	<10	4
Ni	204	140	153	12	13	12	5
Pb	0	0	<10	<10	32	<10	<10
Rb	13	1	65	45	9	5	97
Sc	38	16	17	35	10	9	13
Sr	134	426	41	63	362	36	49
V	225	293	75	542	62	33	70
Y	23	41	21	76	89	71	78
Zn	64	90	142	<10	20	<10	56
Zr	43	142	67	284	474	539	471
Ga	6	13	10	13	12	12	9
La	0	0	19	34	34	46	16
Nb	1	3	15	29	25	11	9
Nd	15	53	18	27	34	55	38
Pr							14
Sm							4

ΠΙΝΑΚΑΣ 12: ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ ΝΕΟΠΑΛΛΙΟΖΩΙΚΩΝ-ΜΕΣΟΤΡΙΑΔΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

A: ΜΕΤΑΒΑΣΙΤΕΣ

B: ΜΕΤΑΙΖΗΜΑΤΑ

Αριθ. αναλυσ.	1	32	74	75	76	27	28	30	77	
Αριθ. δειγμ.	D210	C235C	C239	C245	D206	C235D	C235	C235A	D212	
				Κύρια στοιχεία σε % κατά βάρος						
SiO <sub>2</sub>	48.30	48.62	46.79	56.26	51.10	74.73	56.47	75.18	89.75	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.99	17.53	13.21	16.61	16.41	12.96	16.17	12.11	3.86	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.32	2.92	15.07*	4.05	2.90	1.19	3.34	2.35	1.77	
FeO	11.85	7.94		4.18	8.14	0.73	5.10	0.89	0.14	
MnO	0.23	0.23	0.23	0.11	0.26	0.02	0.14	0.07	0.39	
MgO	4.16	7.63	8.68	4.69	6.40	1.33	3.79	1.20	1.31	
CaO	5.78	1.60	8.00	6.31	2.57	0.14	2.39	0.01	0.93	
Na <sub>2</sub> O	5.15	3.39	2.19	3.18	3.80	1.57	3.07	1.94	0.29	
K <sub>2</sub> O	0.42	1.90	0.63	0.33	1.66	4.18	2.93	2.77	0.75	
TiO <sub>2</sub>	2.25	1.43	1.73	0.55	1.56	0.31	1.44	0.32	0.14	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.14	0.23	0.16	0.12	0.16	0.08	0.31	0.04	0.04	
H <sub>2</sub> O+	3.15	5.75	3.39	4.13	4.34	1.83	3.99	2.41	1.37	
CO <sub>2</sub>	0.04	0.00	0.03	0.03	0.06	0.01	0.07	0.00	0.03	
Αφροίσιμα	99.78	99.17	100.12	100.55	99.36	99.08	99.21	99.29	100.71	

Ιχθυοστοιχεία σε p.p.m.

Ba	73	364	138	56	80	407	507	256	723
Ce	64	22	3	18	31	43	70	48	30
Cr	246	194	201	148	208	25	62	28	546
Cu	59	12	183	104	236	<10	41	<10	25
Ni	102	38	49	32	126	14	14	8	13
Pb	0	<10	<10	<10	<10	<10	21	16	<10
Rb	2	69	19	14	70	172	103	114	30
Sr	53	40	38	31	37	9	23	9	6
Y	77	116	105	450	112	12	195	8	116
V	290	348	365	226	284	36	236	31	9
Zn	30	37	48	16	41	5	52	11	14
Zr	231	78	253	36	201	29	106	37	21
Ga	133	140	104	63	99	149	226	146	58
La	16	11	10	7	8	11	13	7	7
Nb	0	<10	<10	0	12	14	28	19	21
Nd	1	9	5	5	6	10	11	7	5
Pr	44	17	8	6	1	12	37	22	14
Sm			8	7	0				6
			4	4	2				6

(\*) Ο συνολικός σίδηρος υπολογίστηκε ως Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Μοσχοβιτικός σχιστόλιθος: 27, 28, 30, 77,.. Αμφιβολίτης: 1, 76,.. Πρασινίτης: 32, 74,..  
Επιδοιτιτικός χλωριτικός σχιστόλιθος: 75,..

Νεοπαλαιοζωϊκών-μεσοτριαδικών σχηματισμών στο ίδιο διάγραμμα (Σχ. 33) δείχνουν ότι οι αναλύσεις 1, 32, 74, 75 και 76 προβάλλονται στην περιοχή των βασικών εκρηξιγενών πετρωμάτων, η ανάλυση 22 στην περιοχή των γραουβακών και οι αναλύσεις 27, 30 και 77 προβάλλονται κοντά στην περιοχή του χαλαζία, γεγονός που επιβεβαιώνεται από τη μικροσκοπική παρατήρηση. Τα πετρώματα που προβάλλονται στο πεδίο των βασικών πετρωμάτων ανήκουν στους πετρολογικούς τύπους των αμφιβολιτών (1 και 76), των πρασινιτών (32 και 74) και των επιδοτιτικών χλωριτικών σχιστολίθων (75) και έχουν αρχική εκρηξιγενή προέλευση (μεταβασίτες). Όλες οι άλλες χημικές αναλύσεις ανήκουν σε πετρώματα που χαρακτηρίζονται ως μωσχοβιτικοί σχιστόλιθοι και έχουν αρχική ιζηματογενή προέλευση (μεταιζήματα).

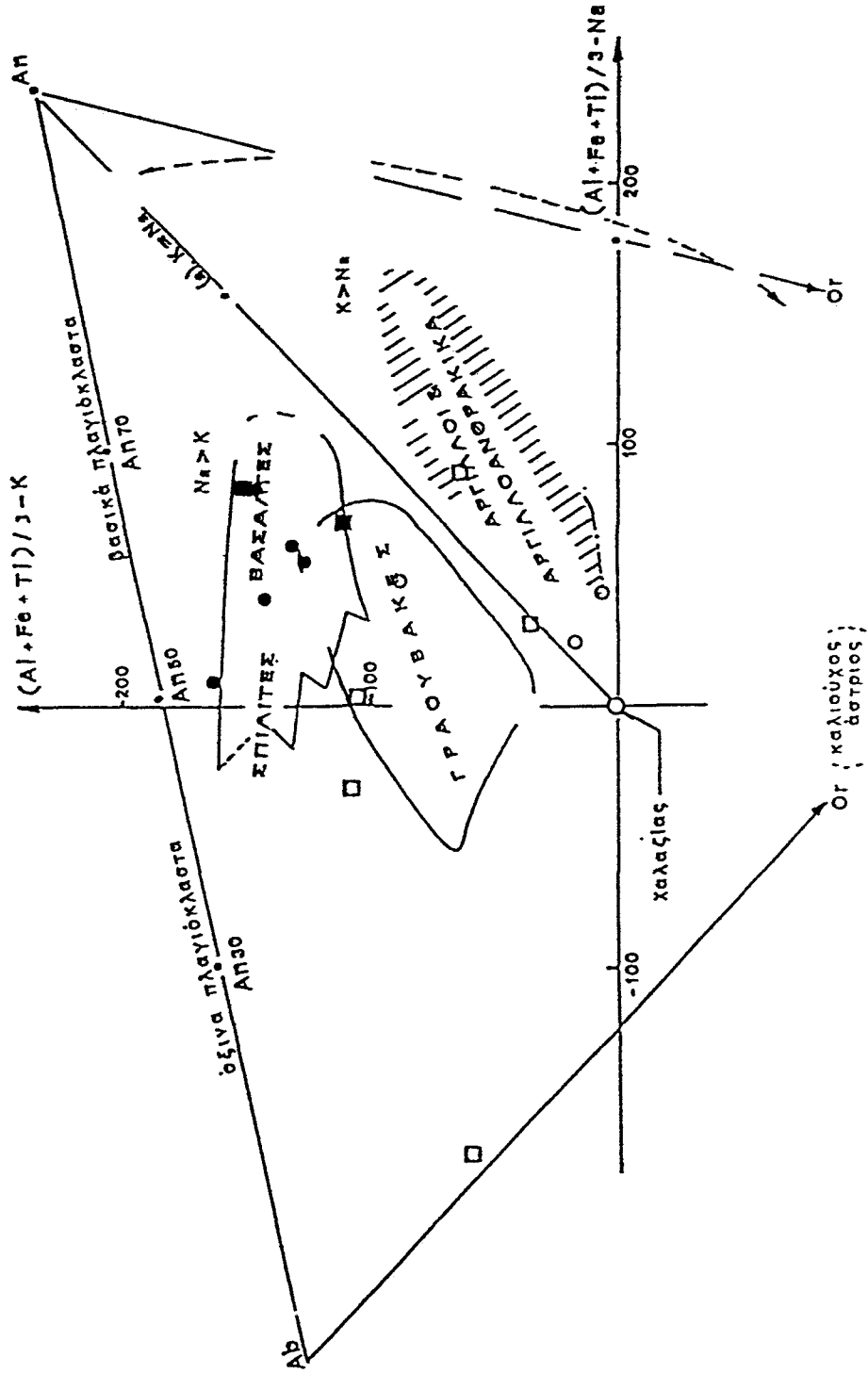
Η προβολή των χημικών αναλύσεων των μεταβασιτών των πινάκων 11 και 12 στο διάγραμμα  $Zr/TiO_2$  προς  $Nb/Y$  των Winchester και Floyd (1976, σχ. 34), δείχνει ότι αυτά ταξινομούνται κατά κύριο λόγο στους ανδειτο-βασάλτες, εκτός από ένα δείγμα (αρ. 3), το οποίο προβάλλεται στην περιοχή των ανδειτών.

Στο τριγωνικό διάγραμμα  $(Fe+Ti)-Al-Mg$  κατά Jensen (1976, σχ. 35) καθορίζεται ο τύπος της ηφαιστειότητας. Οι προβολές των χημικών αναλύσεων των μεταβασιτών τοποθετούνται στο θολεϊτικό πεδίο χωρίς μεγάλη διασπορά, γεγονός που βεβαιώνει μια ομοιογένεια του αρχικού θολεϊτικού μαγματισμού.

Προκειμένου να καθοριστεί το τεκτονικό περιβάλλον των μεταβασιτών του Παλαιοζωϊκού κρυσταλλικού υποβάθρου και των Νεοπαλαιοζωϊκών-μεσοτριαδικών σχηματισμών, χρησιμοποιήθηκαν τα διαγράμματα  $Ti$  προς  $Zr$  (Pearce, 1980),  $Zr/Y$  προς  $Zr$  (Pearce και Norry, 1979),  $Cr$  προς  $Y$  (Pearce, 1981) και  $V$  προς  $Ti$  (Shervais, 1982).

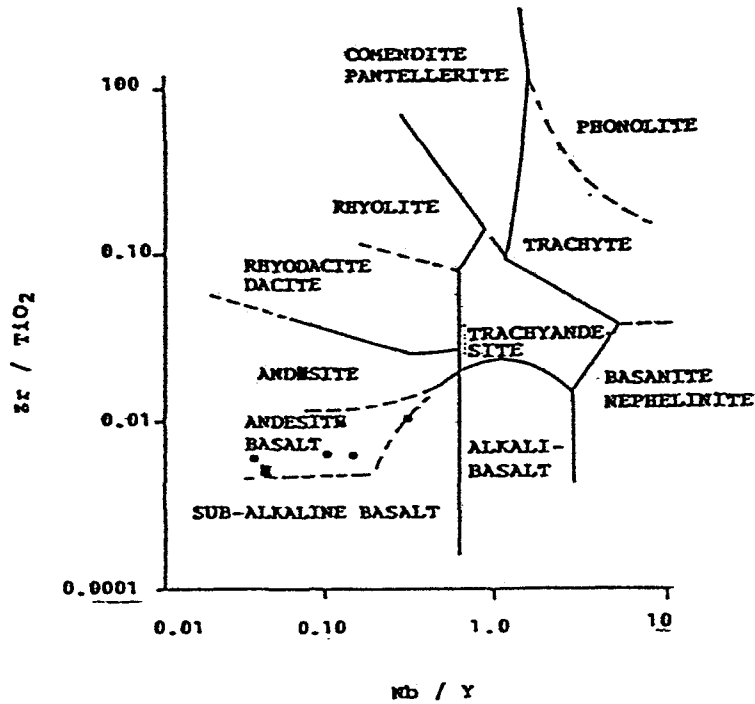
Στο διάγραμμα  $Ti$  προς  $Zr$  (Σχ. 36) τα πετρώματα που αναλύθηκαν καταλαμβάνουν το χώρο των βασάλτων μεσοωκεάνιας ράχης (MORB), με εξαίρεση δύο αναλύσεις (3 και 75), που προβάλλονται στο πεδίο των λαβών νησιωτικού τόξου (AL).

Οι προβολές των αναλυθέντων πετρωμάτων στο διάγραμμα  $Zr/Y$

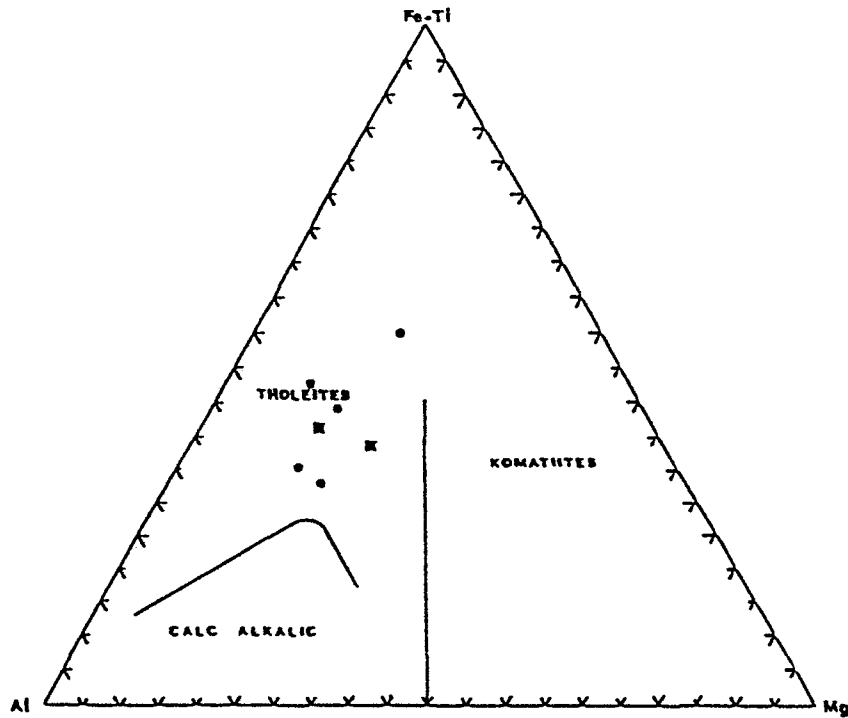


Σχ. 33. Διάγραμμα  $(Al+Fe+Ti)/3-K$  προς  $(Al+Fe+Ti)/3-Na$  των MOINE et ROCKE, (1968) των πετρωμάτων του Παλαιozoϊκού κρυσταλλικού υποβάθρου ( $\square$ ) μεταιζήματα, ( $\bullet$ ) μεταβασίτες και των Νεοπαλιozoϊκών-μεσοτριβικών σχηματισμών ( $\circ$ ) μεταιζήματα, ( $\bullet$ ) μεταβασίτες.





Σχ. 34. Διάγραμμα  $Zr/TiO_2$  προς  $Nb/Y$  των WINCHESTER and FLOYD (1976) με τους μεταβασίτες από το Παλαιοζωικό κρυσταλλικό υπόβαθρο (■) και από τους Νεοπαλαιοζωικούς-μέσο-τριαδικούς σχηματισμούς (●).



Σχ. 35. Διάγραμμα  $Al - (Fe+Ti) - Mg$  του JENSEN (1967) με τις προβολές των μεταβασιτών του Παλαιοζωικού κρυσταλλικού υποβάθρου (■) και των Νεοπαλαιοζωικών - μεσοτριαδικών σχηματισμών (●).

προς Zr (Σχ. 37) τοποθετούνται στο χώρο των βασαλτών ωκεάνιας προέλευσης (Ocean-floor basalts), εκτός από μία ανάλυση (αρ. 1), η οποία προβάλλεται στο χώρο των βασαλτών μεταξύ των πλακών (WPB).

Από το διάγραμμα Cr προς Y (Σχ. 38) συμπεραίνεται ότι πρόκειται για μαγματισμό μεσοωκεάνιας ράχης (MORB), εκτός από μια ανάλυση (αρ. 75), η οποία προβάλλεται στους βασάλτες ηφαιστειακού τόξου (VAB).

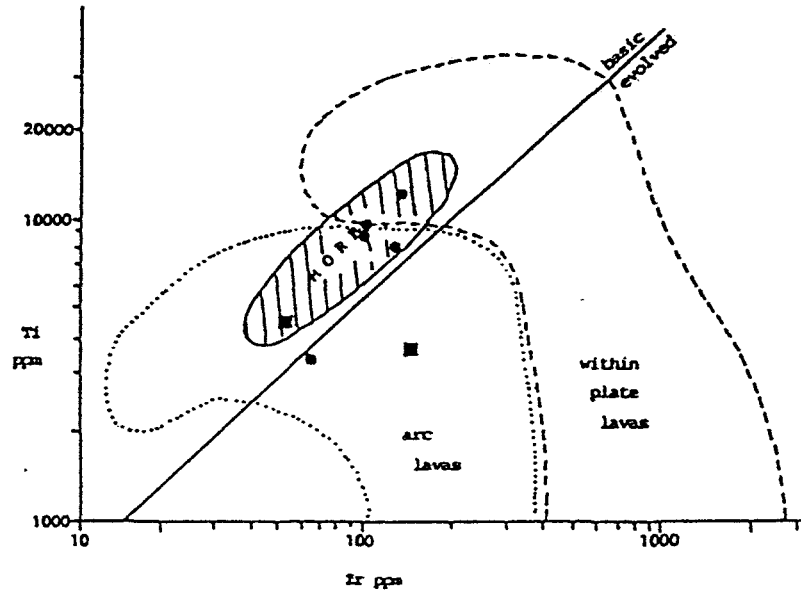
Στο διάγραμμα V προς Ti (Σχ. 39) οι χημικές αναλύσεις των πετρωμάτων προβάλλονται στην περιοχή των βασαλτών μεσοωκεάνιας ράχης, οι οποίοι περιορίζονται στο χώρο των βασαλτών MORB και λεκανών πίσω από το τόξο (Back-arc basin basalts), εκτός από δύο αναλύσεις (αρ. 3 και 75), οι οποίες προβάλλονται στην περιοχή των θολειτών νησιωτικού τόξου (Island arc tholeites).

### 3.2.2. Ορυκτοχημεία Παλαιοζωϊκού κρυσταλλικού υπόβαθρου και Νεοπαλαιοζωϊκών-Μεσοτριάδικών σχηματισμών

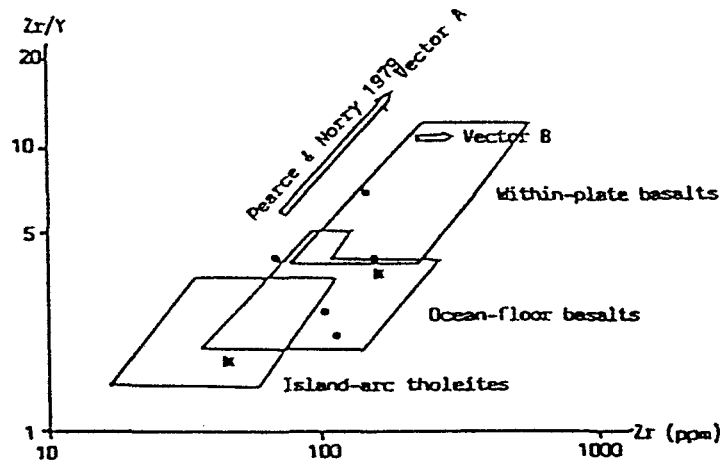
Η ορυκτοχημεία των ορυκτών των δύο αυτών σχηματισμών εξετάζεται από κοινού, προκειμένου να γίνει μια σύγκριση μεταξύ τους. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκαν 28 συνολικά μικροαναλύσεις σε αντιπροσωπευτικά ορυκτά. Οι χημικές αναλύσεις και οι χημικοί τύποι τους, όπως προέκυψαν μετά τη σχετική επεξεργασία των χημικών δεδομένων, παρουσιάζονται στους παρατιθέμενους πίνακες.

#### 3.2.2.1. Αμφίβολοι

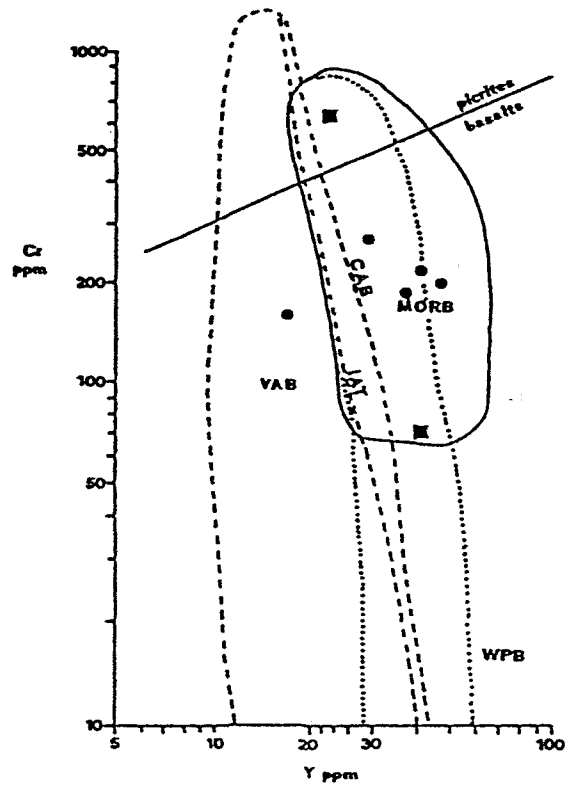
Η μικροσκοπική παρατήρηση έδειξε ότι υπάρχουν δύο ομάδες αμφιβόλων, ασβεστούχοι (πράσινου χρώματος) και νατριούχοι (μπλέ χρώματος). Σε ορισμένες περιπτώσεις παρατηρήθηκε μια ζώνωση στους αμφίβολους της ομάδας αυτής, όπου το κέντρο του κρυστάλλου είναι πράσινο και η περιφέρειά του μπλε. Οι ασβεστούχοι αμφίβολοι απαντώνται μόνο στους μεταβασίτες, ενώ οι ζωνώδεις και νατριούχοι



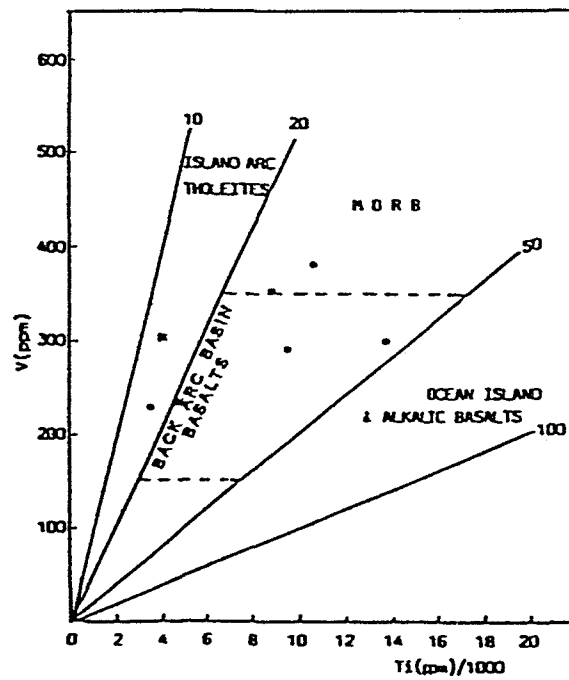
Σχ. 36. Διάγραμμα Τί προς Ζr του PEARCE (1980), με τις προβολές των μεταβασιτών του Παλαιοζωικού κρυσταλλικού υποβάθρου (■) και των Νεοπαλαιοζωικών - μεσοτριάδικών σχηματισμών (●).



Σχ. 37. Διάγραμμα Ζr/Y προς Ζr των PEARCE and NORRY (1979), με τις προβολές των μεταβασιτών του Παλαιοζωικού κρυσταλλικού υποβάθρου (■) και των Νεοπαλαιοζωικών - μεσοτριάδικών σχηματισμών (●).



Σχ. 38. Διάγραμμα Sr-Y του PEARCE (1981). με τις προβολές των μεταβασιτών του Παλαιοζωικού κρυσταλλικού υποβάθρου (■) και των Νεοπαλαιοζωικών -μεσοτριάδικών σχηματισμών (●).



Σχ. 39. Διάγραμμα V-Ti του SHERVAIS (1982), με τις προβολές των μεταβασιτών του Παλαιοζωικού κρυσταλλικού υποβάθρου (■) και των Νεοπαλαιοζωικών -μεσοτριάδικών σχηματισμών (●).

απαντώνται σε όλα ανεξαιρέτως τα πετρώματα.

Στους αμφιβόλους του Παλαιοζωικού κρυσταλλικού υπόβαθρου πραγματοποιήθηκαν πέντε μικροαναλύσεις, από τις οποίες δύο σε ασβεστούχους, μια σε νατριούχο και δύο σε ζωνώδη κρύσταλλο (μια στο κέντρο και μια στην περιφέρειά του). Οι ατομικές τους αναλογίες, όπως υπολογίστηκαν με βάση τα 23 οξυγόνα, καθώς και οι χημικές τους αναλύσεις, δίδονται στον πίνακα 13.

Ακολουθώντας την ταξινόμηση των αμφιβόλων κατά Leake (1978), οι δύο ασβεστούχοι αμφίβολοι με  $(Ca+Na)_B=2$ ,  $Na_B=0.41$  και  $0.55$ ,  $(Na+K)_A=0.44$  και  $0.61$  ελάχιστο Ti,  $Mg/(Mg+Fe+2)=0.5$  και  $0.61$  και Si 6.35 και 6.43 αντίστοιχα σε κάθε χημικό τύπο, τοποθετούνται στο πεδίο της τσερμακιτικής κερροσίλβης. Το κέντρο του ζωνώδους κρυστάλλου με  $(Ca+Na)_B=2$ ,  $Na_B=0.55$ ,  $(Na+K)_A=0.31$ , ελάχιστο Ti  $Mg/(Mg+Fe+2)=0.65$  και Si=6.67, τοποθετείται στο πεδίο της μαγνησιούχου κερροσίλβης (Σχ. 40 I).

Ο νατριούχος αμφίβολος με  $Na_B=1.71$ ,  $(Na+K)_A=0.08$ ,  $Mg/(Mg+Fe+2)=0.61$  και  $Fe^{3+}/(Fe^{3+}+Al^{VI})=0.7$ , τοποθετείται στο πεδίο του μαγνησιοπριμπεκίτη. Η περιφέρεια του ζωνώδους αμφιβόλου, όπου  $Na_B=1.83$ ,  $(Na+K)_A=0.02$ ,  $Mg/(Mg+Fe+2)=0.43$  και  $Fe^{3+}/(Fe^{3+}+Al^{VI})=0.93$ , τοποθετείται στο πεδίο του ριμπεκίτη (Σχ. 40 II).

Στους αμφιβόλους των Νεοπαλαιοζωικών-μεσοτριάδικών σχηματισμών πραγματοποιήθηκαν επτά χημικές αναλύσεις, από τις οποίες δύο σε ασβεστούχα μέλη, τρεις σε νατριούχα και δύο σε ζωνώδη κρύσταλλο (μια στο κέντρο και μια στην περιφέρειά του) (Πίν. 14).

Από τους ασβεστούχους αμφίβολους με  $(Ca+Na)_B=2$ ,  $Na_B=0.29$ ,  $(Na+K)_A=0.39$  και  $0.43$ , ελάχιστο Ti,  $Mg/(Mg+Fe+2)=0.59$  και  $0.60$  αντίστοιχα, ο ένας, με τιμή Si 6.53, τοποθετείται στο πεδίο της μαγνησιούχου κερροσίλβης και ο άλλος, με τιμή Si=6.43, τοποθετείται στο πεδίο της τσερμακιτικής κερροσίλβης. Το κέντρο του ζωνώδους κρυστάλλου με  $(Ca+Na)_B=2$ ,  $Na_B=0.34$ ,  $(Na+K)_A=0.48$ , ελάχιστο Ti,  $Mg/(Mg+Fe+2)=0.88$  και Si=6.94 τοποθετείται στο πεδίο της μαγνησιούχου κερροσίλβης (Σχ. 40 I).

**ΠΙΝΑΚΑΣ 13: ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΑΜΦΙΒΟΛΩΝ ΤΟΥ ΠΑΛΑΙΟΖΩΙΚΟΥ ΚΡΥΣΤΑΛ. ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ**

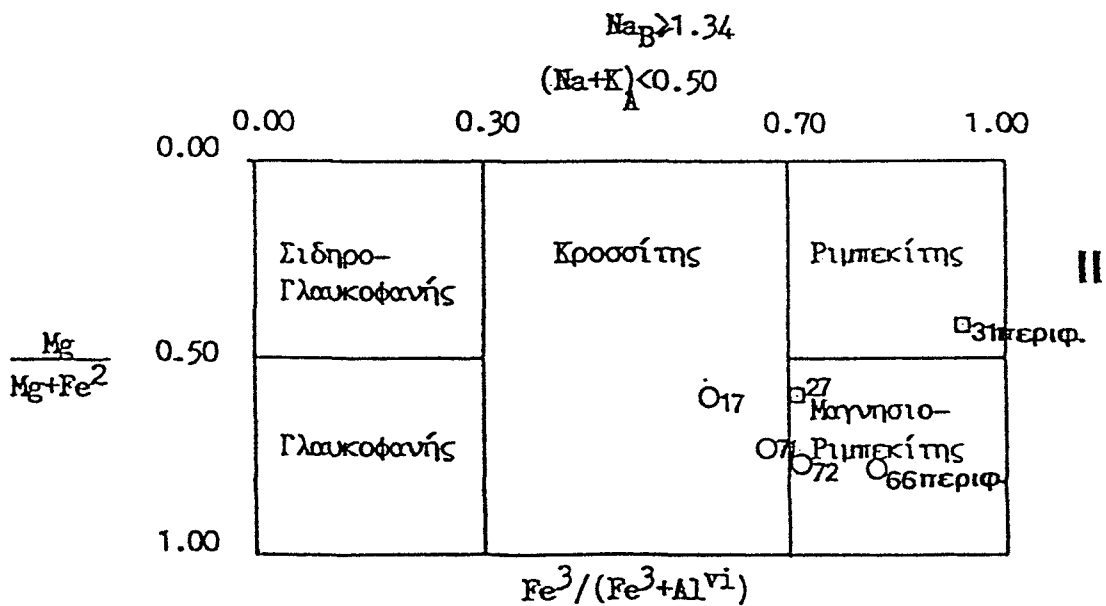
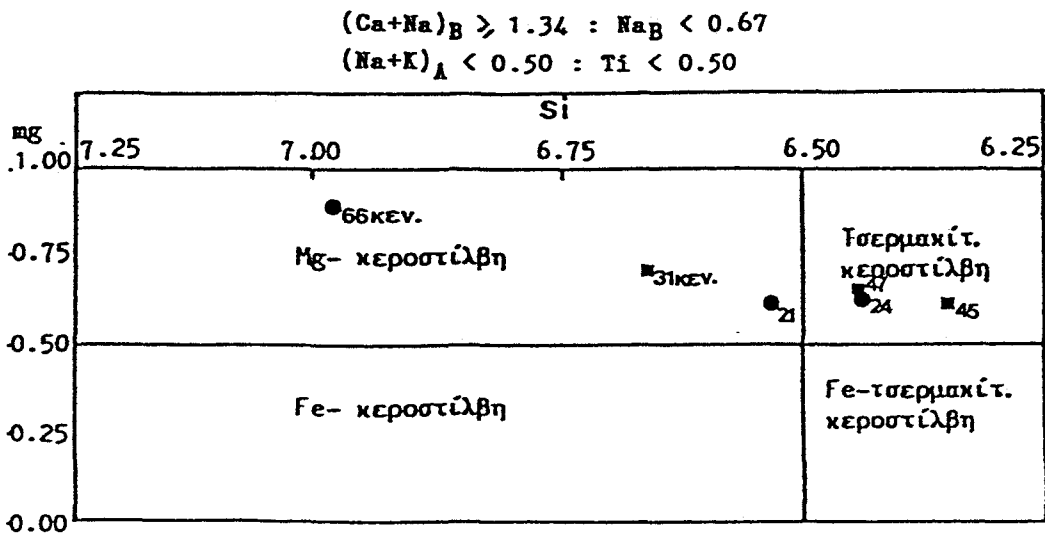
Αριθ. δειγμ.	ΝΑΤΡΙΟΥΧΟΙ ΑΜΦΙΒΟΛΟΙ		ΑΣΒΕΣΤΟΥΧΟΙ ΑΜΦΙΒΟΛΟΙ		
	B 357	B 372	B 252	B 252	B 357
Αριθ. αναλ.	31 κεντρ.	27	45	47	31 κεντρ.
SiO <sub>2</sub>	53.24	54.78	42.77	43.46	45.93
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.36	4.46	12.80	12.34	10.18
TiO <sub>2</sub>	0.11	0.04	0.62	0.53	0.37
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.55	12.00	7.56	8.00	9.78
FeO	14.16	10.35	11.58	10.60	10.02
MgO	6.04	8.96	9.11	9.61	10.32
MnO	0.13	0.40	0.38	0.36	0.22
CaO	1.08	1.93	10.01	9.64	9.34
Na <sub>2</sub> O	6.37	6.40	2.76	2.85	2.86
K <sub>2</sub> O	0.05	0.10	0.60	0.50	0.26
Ανυδ. αδρ.	98.09	99.42	98.19	97.89	99.28
Ατομικές αναλογίες με βάση 23 O (οξυγόνα)					
Si	7.90	7.79	6.35	6.43	6.67
Al <sup>IV</sup>	0.10	0.21	1.65	1.57	1.33
Συν. (T)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Al <sup>VI</sup>	0.14	0.54	0.59	0.58	0.41
Ti	0.01	0.00	0.07	0.06	0.04
Fe <sup>+3</sup>	1.74	1.28	0.84	0.89	1.07
Mg	1.33	1.90	2.01	2.12	2.23
Fe <sup>+2</sup>	1.76	1.23	1.44	1.31	1.22
Mn	0.02	0.05	0.05	0.06	0.03
Συν. (C)	5.00	5.00	5.00	5.02	5.00
Ca	0.17	0.29	1.59	1.53	1.45
Na <sub>B</sub>	1.83	1.71	0.41	0.47	0.55
Συν. (B η M <sub>4</sub> )	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Na <sub>A</sub>	0.01	0.06	0.38	0.35	0.26
K	0.01	0.02	0.11	0.09	0.05
Συν. (A)	0.02	0.08	0.49	0.44	0.31
Συν. (ABCT)	15.02	15.08	15.49	15.46	15.31
Mg/(Mg+Fe <sup>2</sup> )	0.43	0.61	0.58	0.61	0.65
Fe <sup>3</sup> /(Fe <sup>3</sup> +Al <sup>VI</sup> )	0.93	0.70			

ΠΙΝΑΚΑΣ 14: ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΑΜΦΙΒΟΛΩΝ ΤΩΝ ΝΕΟΠΑΛΑΙΟΖΩΙΚΩΝ-ΜΕΣΟΤΡΙΑΔΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

Αριθ. δείγμ.	C 239 <sub>a</sub>	ΝΑΤΡΙΟΥΧΟΙ ΑΜΦΙΒΟΛΟΙ				ΑΣΒΕΣΤΟΥΧΟΙ ΑΜΦΙΒΟΛΟΙ			
		D 208	D 208	D 208	D 208	D 206 <sub>a</sub>	D 206 <sub>a</sub>	D 206 <sub>a</sub>	D 208
Αριθ. ανάλ.	17	71	72	66 <sub>κερ.π.ω.</sub>	21	24	24	66 <sub>κεντρ.</sub>	
SiO <sub>2</sub>	55.30	56.57	56.69	56.75	44.85	44.29	44.29	48.34	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.79	4.03	3.95	2.49	13.32	13.93	13.93	8.73	
TiO <sub>2</sub>	0.20	0.14	0.10	0.04	0.39	0.64	0.64	0.31	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.66	12.00	13.77	15.11	4.00	4.00	4.00	4.00	
FeO	10.31	7.06	5.89	5.28	11.96	10.02	10.02	8.28	
MgO	8.51	10.57	10.82	11.36	10.26	12.17	12.17	14.52	
MnO	0.33	0.18	0.22	0.52	0.13	0.13	0.13	0.13	
CaO	1.44	0.31	0.31	0.28	10.95	11.01	11.01	10.77	
Na <sub>2</sub> O	6.51	7.22	7.16	7.31	2.26	2.38	2.38	2.73	
K <sub>2</sub> O	0.04	0.02	0.02	0.00	0.43	0.42	0.42	0.33	
Ανυδ. αδρ.	98.91	98.10	98.93	99.14	98.55	98.99	98.99	98.14	

Ατομικές αναλογίες με βάση 23 O (οξυγόνα)

Si	7.83	7.97	7.92	7.95	6.53	6.43	6.43	6.94
AlIV	0.17	0.03	0.08	0.05	1.47	1.57	1.57	1.06
Συν. (T)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
AlVI	0.80	0.64	0.56	0.36	0.82	0.80	0.80	0.42
Ti	0.00	0.01	0.01	0.00	0.04	0.07	0.07	0.03
Fe+3	1.14	1.28	1.45	1.59	0.44	0.44	0.44	0.43
Mg	1.80	2.22	2.26	2.37	2.22	2.17	2.17	3.11
Fe+2	1.22	0.83	0.69	0.62	1.46	1.51	1.51	0.99
Mn	0.04	0.02	0.03	0.06	0.02	0.01	0.01	0.02
Συν. (C)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Ca	0.22	0.05	0.05	0.04	1.71	1.71	1.71	1.66
NaB	1.78	1.95	1.94	1.96	0.29	0.29	0.29	0.34
Συν. (B η M <sub>a</sub> )	2.00	2.00	1.99	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
NaA	0.01	0.02	0.00	0.03	0.35	0.38	0.38	0.42
K	0.01	0.00	0.00	0.00	0.08	0.01	0.01	0.06
Συν. (A)	0.02	0.02	0.00	0.03	0.43	0.39	0.39	0.48
Συν. (ABCT)	15.02	15.02	14.99	15.03	15.43	15.39	15.39	15.48
Mg/(Mg+Fe <sup>2+</sup> )	0.60	0.73	0.77	0.79	0.60	0.59	0.59	0.88
Fe <sup>3+</sup> /(Fe <sup>3+</sup> +AlVI)	0.59	0.67	0.72	0.82				



Σχ. 40. Διάγραμμα ταξινόμησης των ασβεστούχων (I) και Νατριούχων αμφιβόλων που αναλύθηκαν LEAKE, (1978):  
 (■) ασβεστούχοι αμφίβολοι Παλαιοζωικού υποβαθ.  
 (□) νατριούχοι >> >> >>  
 (●) ασβεστούχοι αμφίβολοι Νεοπαλαιοζωικών σχημ.  
 (○) νατριούχοι >> >> >> ..



Οι τρεις νατριούχοι αμφίβολοι με  $N_{AB}$  από 1.78 έως 1.95,  $(Na+K)_A$  από 0.0 έως 0.02,  $Mg/(Mg+Fe+2)$  από 0.60 έως 0.77, τοποθετούνται, οι μιν δύο, όπου ο λόγος  $Fe^{+3}/(Fe^{+3}+Al^{VI})$  έχει τιμές 0.59 και 0.67, στο πεδίο του κροσσίτη, ο δε τρίτος, όπου  $Fe^{+3}/(Fe^{+3}+Al^{VI}) = 0.72$ , τοποθετείται στο πεδίο του μαγνησιοριμπεκίτη. Η περιφέρεια του ζωνώδους κρυστάλλου με  $N_{AB}=1.96$ ,  $(Na+K)_A=0.03$ ,  $Mg/(Mg+Fe+2)$  και  $Fe^{+3}/(Fe^{+3}+Al^{VI})=0.82$  τοποθετείται στο πεδίο του μαγνησιοριμπεκίτη (Σχ. 40 II).

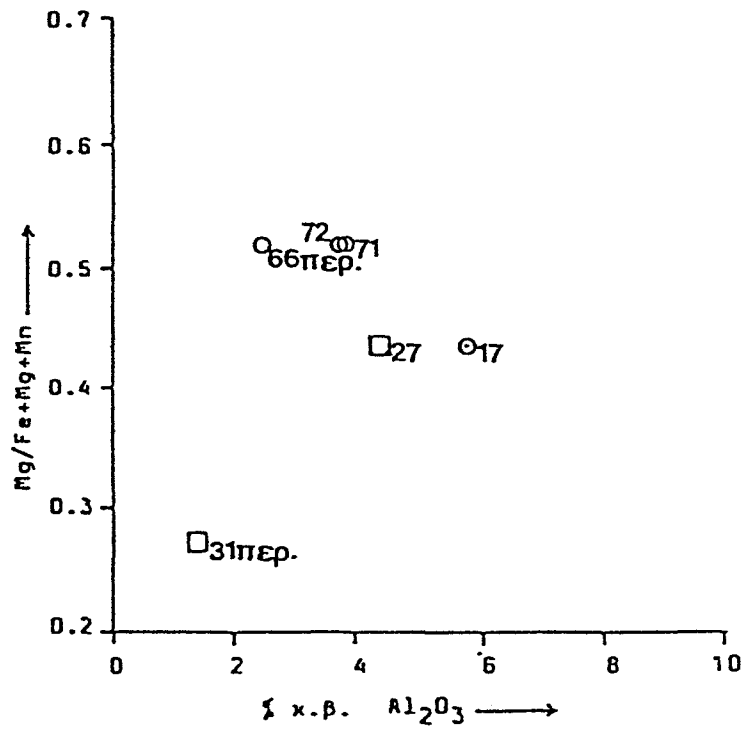
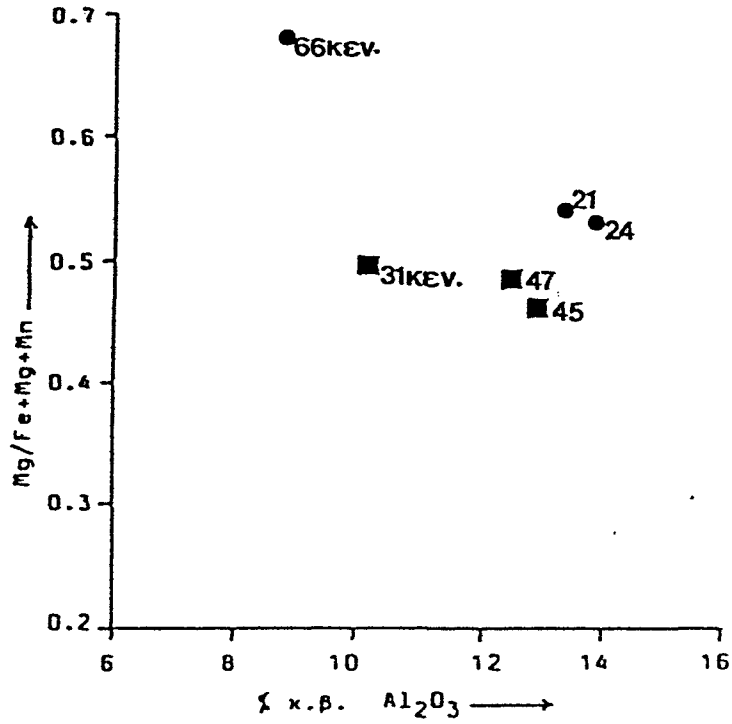
Στο διάγραμμα  $Al_2O_3$  προς  $Mg/(Fe+Mg+Mn)$  του A.MIYASHIRO (1957, Σχ.41 I) παρατηρείται αφενός μιν ότι το κέντρο των ζωνωδών αμφιβόλων είναι πτωχότερο σε  $Al_2O_3$  σε σύγκριση με τους άλλους ασβεστούχους αμφίβολους και αφετέρου ότι οι Ca-αμφίβολοι του Παλαιοζωϊκού κρυσταλλικού υπόβαθρου είναι πτωχότεροι στη σχέση  $Mg/(Fe+Mg+Mn)$  από αυτούς των Νεοπαλαιοζωϊκών-μεσοτριάδικών σχηματισμών.

Στο διάγραμμα του σχήματος 42 όπου προβάλλονται οι τιμές  $CaO\%$  και  $MgO\%$  ως προς  $FeO\%$  των ασβεστούχων αμφιβόλων, παρατηρείται μινώση της τιμής του  $MgO$  σε σχέση με την αύξηση της τιμής του  $FeO$ , ενώ η τιμή του  $CaO$  παραμένει σταθερή.

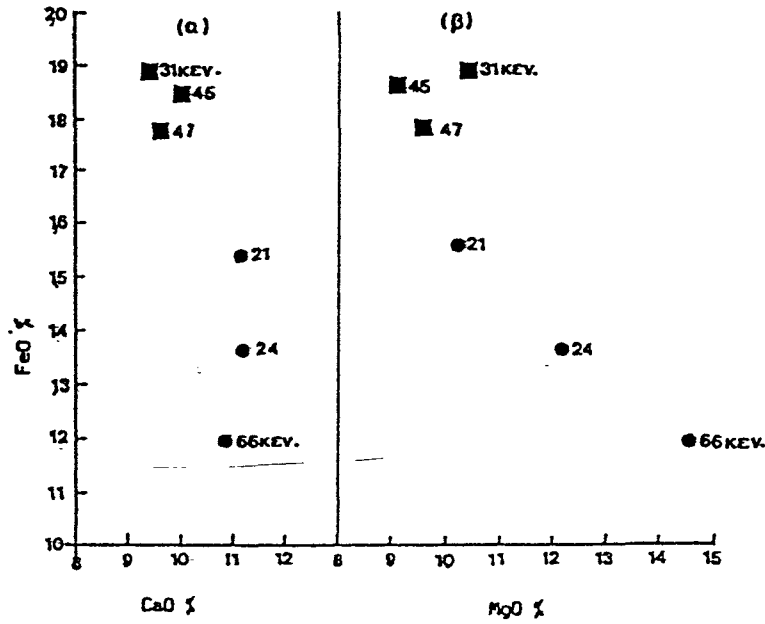
Οι προβολές των νατριούχων αμφιβόλων στο διάγραμμα  $Al_2O_3$  -  $Mg/(Fe+Mg+Mn)$  του MIYASHIRO (1957, Σχ. 41 II) δείχνουν αφενός μιν ότι οι περιφέρειες των ζωνωδών αμφιβόλων είναι πτωχότερες σε  $Al_2O_3$  σε σύγκριση με τους υπόλοιπους νατριούχους αμφίβολους και αφετέρου ότι οι νατριούχοι αμφίβολοι του Παλαιοζωϊκού κρυσταλλικού υπόβαθρου είναι πτωχότεροι στη σχέση  $Mg/(Mg+Fe+Mn)$  από αυτούς των Νεοπαλαιοζωϊκών - μεσοτριάδικών σχηματισμών.

Στα διαγράμματα  $FeO$  προς  $Al_2O_3$  και προς  $Na_2O$  (Σχ. 43α και 43β), όπου όλα τα οξείδια εκφράζονται σε βάρος %, προβάλλεται η χημική σύσταση των νατριούχων αμφιβόλων. Οι του Παλαιοζωϊκού κρυσταλλικού υπόβαθρου είναι πλουσιότεροι σε  $FeO$  από αυτούς των Νεοπαλαιοζωϊκών - μεσοτριάδικών σχηματισμών. Το  $Na_2O$  παραμένει σταθερό και ως προς τη μεταβολή του  $FeO$ , ενώ το  $MgO$  παρουσιάζει μινώση σε σχέση με την αύξηση του  $FeO$ .

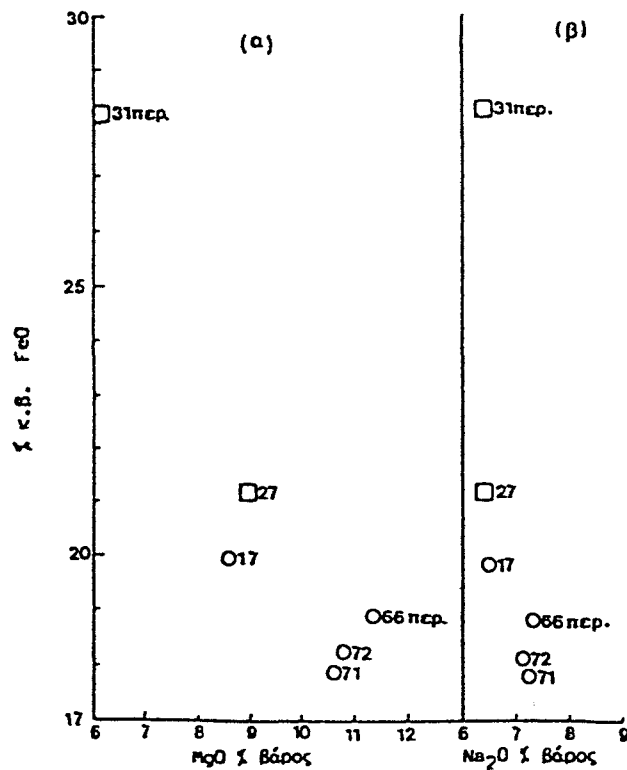
Στο σχήμα 44, όπου προβάλλονται όλοι μαζί οι αμφίβολοι και



Σχ. 41. Διαγράμματα Mg/(Fe+Mg+Mn) προς Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>% κ.β. των ασβεστούχων I και νατριούχων II αμφιβόλων κατά ΜΙΥΙASH-ΙΡΟ, (1957) του Παλαιοζωικού κρυσταλλικού υποβάθρου και των Νεοπαλαιοζωικών -μεσοτριάδικών σχηματισμών. Συμβολισμοί όπως στο σχήμα 40.



Σχ. 42. Διαγράμματα FeO% κ.β. προς (α) CaO και (β) MgO% κ.β. των ασβεστούχων αμφιβόλων του Παλαιοζωϊκού κρυσταλλικού υποβάθρου και των Νεοπαλαιοζωϊκών -μεσοτριάδικών σχηματισμών. Σύμβολισμοί όπως στο σχήμα 40.



Σχ. 43. Διαγράμματα FeO% κ.β. προς (α) MgO και (β) Na<sub>2</sub>O% κ.β. των νατριούχων αμφιβόλων του Παλαιοζωϊκού κρυσταλλικού υποβάθρου και των Νεοπαλαιοζωϊκών -μεσοτριάδικών σχηματισμών. Σύμβολισμοί όπως στο σχήμα 40.

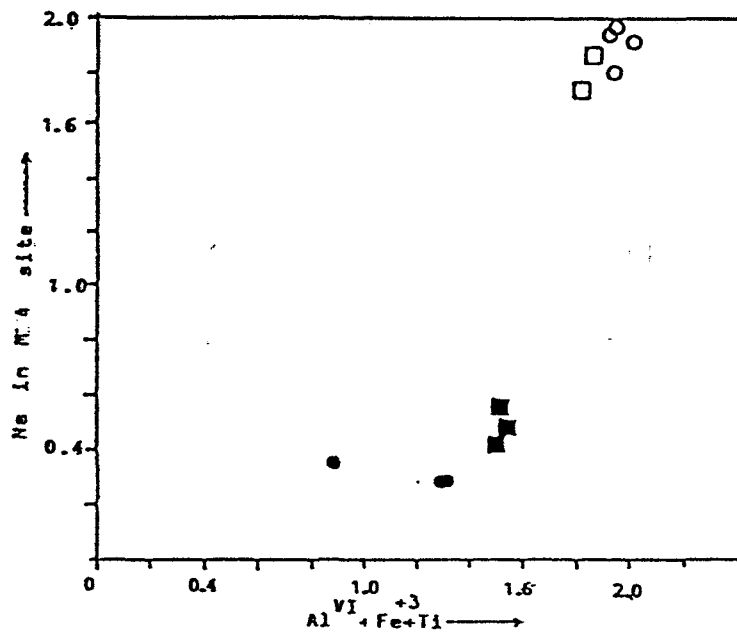
των δύο υπό μελέτη σχηματισμών, ως προς τη σχέση  $Na(M_4)$  προς  $(AlVI + Fe^{+3}+Ti)$ , παρατηρήθηκε ότι οι Ca-αμφίβολοι του Παλαιοζωικού κρυσταλλικού υπόβαθρου είναι πλουσιότεροι σε  $AlVI+Fe^{+3}+Ti$  και σε  $Na(M_4)$  από αυτούς των Νεοπαλαιοζωικών-μεσοτριαδικών σχηματισμών. Αντίθετα, οι νατριούχοι αμφίβολοι του Παλαιοζωικού κρυσταλλικού υπόβαθρου είναι πτωχότεροι στα αντίστοιχα μεγέθη από αυτούς των Νεοπαλαιοζωικών-μεσοτριαδικών σχηματισμών. Στο ίδιο διάγραμμα διακρίνεται μια θετική σχέση σε όλους τους αμφίβολους μεταξύ των μεγεθών του διαγράμματος.

Η σχέση  $AlVI$  προς  $AlIV$  σε όλους τους αμφίβολους (Σχ. 45) είναι θετική στους ασβεστούχους αμφίβολους (αύξηση του  $AlVI$  έχει ως αποτέλεσμα αύξηση του  $AlIV$ , ενώ σε αύξηση του  $AlVI$  στους νατριούχους παραμένει σταθερή η τιμή του  $AlIV$ ).

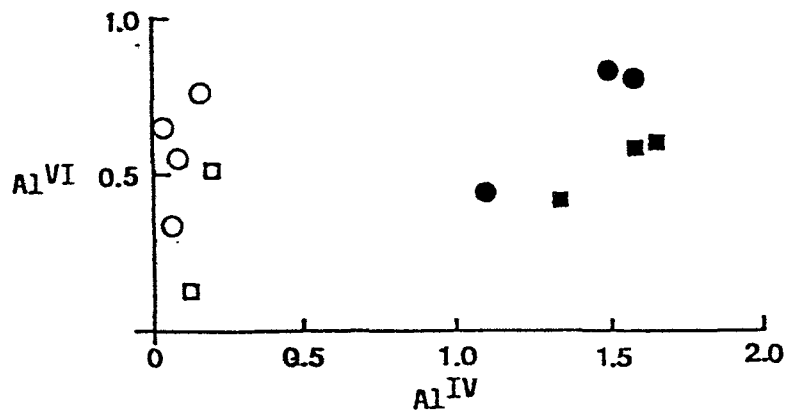
#### Οπτικές ιδιότητες

Κατά την παρατήρηση στο πολωτικό μικροσκόπιο με μόνο τον πολωτή, οι κεροστίλβες παρουσιάζονται με τη μορφή υπιδιόμορφων έως ιδιόμορφων πρισματικών κρυστάλλων με έντονο ανάγλυφο και με έντονο πλεοχροϊσμό, χρώματος βαθύ πράσινου (ηγ) έως ανοικτού κίτρινου (ηα) και τέλει σχισμό με τη χαρακτηριστική γωνία των αμφιβόλων  $124^\circ$ . Στα κάθετα Nicols παρουσιάζουν μέτρια χρώματα πολώσεως 2ας τάξης, επιμήκυνση θετική και οπτικό χαρακτήρα αρνητικό. Μετρήσεις στην περίστρεπτο τράπεζα Fedorow, σε όλες τις κεροστίλβες του Παλαιοζωικού κρυσταλλικού υπόβαθρου, συμπεριλαμβανομένου και του κέντρου ζωνώδους κρυστάλλου, έδωσαν τιμές γωνίας οπτικών αξόνων  $(-)\Delta V$  από  $67^\circ$  έως  $71^\circ$ . Στις κεροστίλβες των Νεοπαλαιοζωικών - μεσοτριαδικών σχηματισμών οι τιμές  $(-)\Delta V$  είναι λίγο χαμηλότερες από  $65^\circ$  έως  $68^\circ$ , με εξαίρεση την τιμή  $(-)\Delta V$  του ζωνώδους κρυστάλλου, η οποία μετρήθηκε και είναι  $87^\circ$ . Το E.O.A. σε όλες τις κεροστίλβες είναι παράλληλο προς το (010) και η κατασβεστική γωνία  $\eta\gamma/C=16^\circ$  έως  $21^\circ$ .

Οι νατριούχοι αμφίβολοι στην παρατήρηση με μόνο τον πολωτή παρουσιάζονται με τη μορφή υπιδιόμορφων έως ιδιόμορφων επιμήκων



Σχ. 44. Διάγραμμα Na in M<sub>4</sub> site προς Al<sup>VI</sup>+Fe+Ti με τους Ca-ούχους και Na-ούχους αμφιβόλους του Παλαιοζωικού υποβάθρου και των Νεοπαλαιζωικών-μεσοτριάδικών σχηματισμών. Συμβολισμοί όπως στο σχήμα 40.



Σχ. 45. Διάγραμμα Al<sup>VI</sup> προς Al<sup>IV</sup> σε αμφιβόλους. Συμβολισμοί όπως στο σχήμα 40.

πρισματικών κρυστάλλων. Ο πλεοχροϊσμός που παρουσιάζουν είναι έντονος με χρώματα στους κροσσίτες και μαγνησιοριμπεκίτες ιώδες (ηγ), μπλέ ανοικτό (ηβ) και μπλέ σκούρο (ηα), ενώ στο ριμπεκίτη είναι πρασινοκίτρινο (ηγ), ανοικτό μπλε (ηβ) και σκούρο μπλε (ηα). Ο σχισμός τους είναι τέλειος κατά δύο επίπεδα με τη χαρακτηριστική γωνία των  $124^\circ$ . Στα κάθετα Nicols ο ριμπεκίτης παρουσιάζει πολύ χαμηλά χρώματα πολώσεως σε αποχρώσεις του τεφρού, ενώ ο κροσσίτης και ο μαγνησιοριμπεκίτης παρουσιάζουν λίγο υψηλότερα χρώματα από πορτοκαλί έως βαθύ ιώδες. Η επιμήκυσή τους είναι αρνητική και ο οπτικός χαρακτήρας αρνητικός. Η γωνία οπτικών αξόνων στο ριμπεκίτη (περιφέρεια ζωνώδους κρυστάλλου) είναι  $(- )2V=84^\circ$ , ενώ στους κροσσίτη και μαγνησιοριμπεκίτη είναι αρκετά μικρότερη,  $(- )2V=53^\circ$  έως  $58^\circ$ . Το επίπεδο οπτικών αξόνων στο ριμπεκίτη είναι παράλληλο προς το (010), ενώ στον κροσσίτη και μαγνησιοριμπεκίτη είναι κάθετο προς το (010). Η κατασβεστική γωνία στο ριμπεκίτη είναι  $\eta\alpha/C=2^\circ-3^\circ$ , στο μαγνησιοριμπεκίτη  $\eta\alpha/C=8^\circ-11^\circ$  και στον κροσσίτη  $\eta\beta/C=7^\circ$ .

### 3.2.2.2. Χλωρίτης

Ο χλωρίτης απαντά σε όλα τα πετρώματα ανεξάρτητα από την αρχική προέλευσή τους. Συνολικά αναλύθηκαν 4 χλωρίτες, ένας σε μεταμορφωμένο ιζηματογενές πέτρωμα του Παλαιοζωικού κρυσταλλικού υποβάθρου, δύο σε μεταβάσιτες και ένας σε μεταμορφωμένο ίζημα των Νεοπαλαιοζωικών - μεσοτριάδικών σχηματισμών. Οι χημικές αναλύσεις μαζί με τις ατομικές τους αναλογίες δίδονται στον πίνακα 15. Ο υπολογισμός του χημικού τους τύπου έγινε με βάση τα 28 οξυγόνα και ο ολικός σίδηρος υπολογίστηκε ως FeO.

Η προβολή των χημικών αναλύσεων των χλωριτών στο διάγραμμα του Hey (1954, Σχ. 46) δείχνει ότι πρόκειται για πυκνοχλωρίτες.

Οι περισσότεροι χημικοί τύποι του χλωρίτη περιέχουν αυξημένο AlVI στις οκταεδρικές θέσεις από ό,τι AlIV στις τετραεδρικές. Το γεγονός αυτό δεν συμφωνεί με τις παρατηρήσεις του Foster (1962), σύμφωνα όμως με τον Chopin (1979)\*, αυτό

ΠΙΝΑΚΑΣ 15: ΧΛΩΡΙΤΕΣ

<u>ΠΑΛΑΙΟΖΩΙΚΟΥ ΚΡΥΣΤΑΛ.</u> <u>ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ</u>		<u>ΝΕΟΠΑΛΑΙΟΖΩΙΚΩΝ-ΜΕΣΟΤΡΙΑΔΙΚΩΝ</u> <u>ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ</u>		
Αριθ. δειγμ.	B 357	C 239A	C 235C	D 20
Αριθ. αναλ.	4	1	2	3
SiO <sub>2</sub>	27.58	28.37	28.60	29.5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.57	17.52	18.43	18.5
TiO <sub>2</sub>	0.02	0.03	0.04	0.1
FeO*	24.83	25.54	20.76	15.2
MnO	0.30	0.49	0.67	0.2
MgO	17.87	17.00	19.44	22.9
CaO	0.05	0.01	0.03	0.0
Na <sub>2</sub> O	0.01	0.01	0.01	0.0
K <sub>2</sub> O	0.01	0.06	0.02	0.5
Ανυδ. αδρ.	89.24	88.93	88.00	87.3
Ατομικές αναλογίες με βάση 28 O(οξυγόνα)				
Si	5.69	5.88	5.85	5.9
Al <sup>IV</sup>	2.31	2.12	2.15	2.0
Συν. (Z)	8.00	8.00	8.00	8.0
Al <sup>VI</sup>	2.20	2.17	2.30	2.3
Ti	0.00	0.00	0.01	0.0
Fe <sup>+2</sup>	4.28	4.44	3.55	2.5
Mn	0.05	0.09	0.12	0.0
Mg	5.49	5.27	5.93	6.8
Ca	0.01	0.00	0.01	0.0
Na	0.01	0.00	0.00	0.0
K	0.00	0.02	0.01	0.1
Συν. (Y)	12.03	11.99	11.93	11.9
Σύν. (Z Y)	20.03	19.99	19.93	19.9

(\*) Ο συνολικός σίδηρος υπολογίστηκε ως FeO.

υποδηλώνει μια συνολική έλλειψη  $Fe^{+2}$  στις οκταεδρικές θέσεις.

Η σχέση  $Mg/(Mg+Fe)$  ποικίλλει από 0.54 έως 0.72, με υψηλές τιμές σε χλωρίτες που υπάρχουν σε μεταβασίτες.

Στο διάγραμμα Al-Fe-Mg (Σχ. 47) φαίνονται οι χημικές συστάσεις των χλωριτών.

#### Οπτικές ιδιότητες

Στην οπτική παρατήρηση με μόνο τον πολωτή ο πυκνοχλωρίτης παρουσιάζεται με ασθενή πλεοχροϊσμό, με χρώματα ηγ=καφεπράσινο, ηβ=πράσινο, ηα=κιτρινοπράσινο, με χαμηλό ανάγλυφο και με ριπιοειδούς μορφής κρυστάλλους. Στα διασταυρωμένα Nicols παρουσιάζει χαμηλά χρώματα πολώσεως πρώτης τάξεως, ενίοτε ανώμαλα καστανό έως καστανοϊώδες. Ο οπτικός του χαρακτήρας είναι αρνητικός και η γωνία οπτικών αξόνων πολύ μικρή  $(- )2V=2^{\circ}-5^{\circ}$ , όπως μετρήθηκε με την περίστροφο τράπεζα Fedorow.

#### 3.2.2.3. Επίδοτο

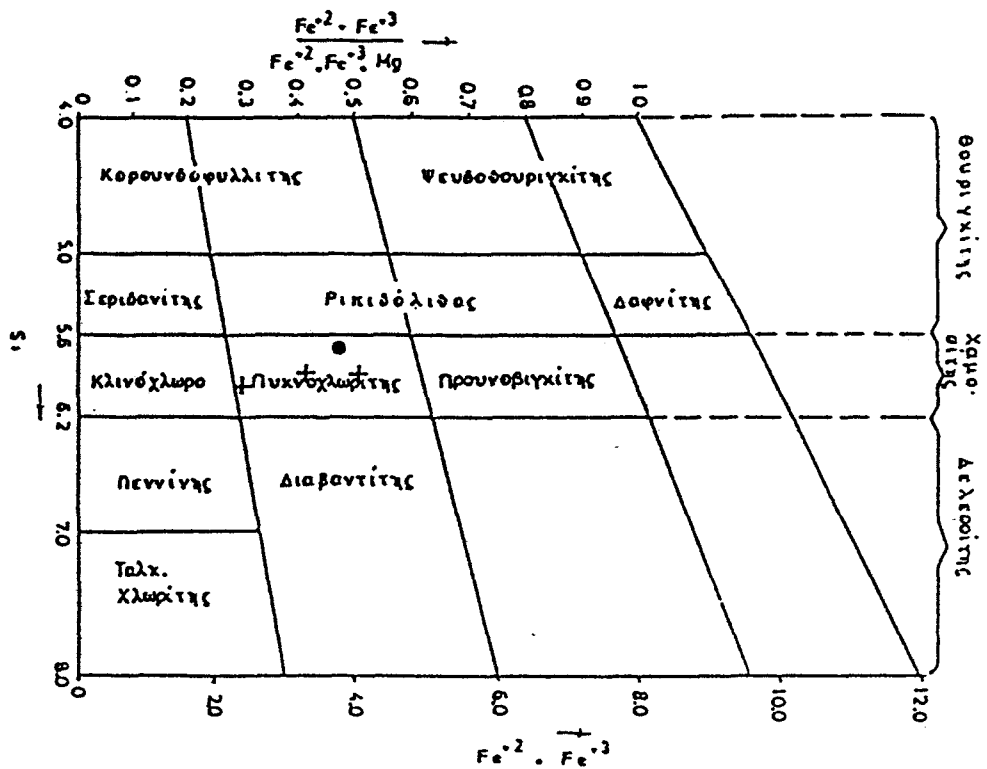
Το επίδοτο στα πετρώματα της ομάδας αυτής παρατηρείται κυρίως στις παραγενέσεις των μεταβασιτών, ενώ λίγοι κόκκοι επιδότου απαντώνται σε ορισμένα μεταϊζήματα.

Πραγματοποιήθηκαν δύο χημικές αναλύσεις σε επίδοτα προερχόμενα από μεταβασίτες, έναν του Παλαιοζωικού κρυσταλλικού υποβάθρου και έναν των Νεοπαλαιοζωικών μεσοτριαδικών σχηματισμών.

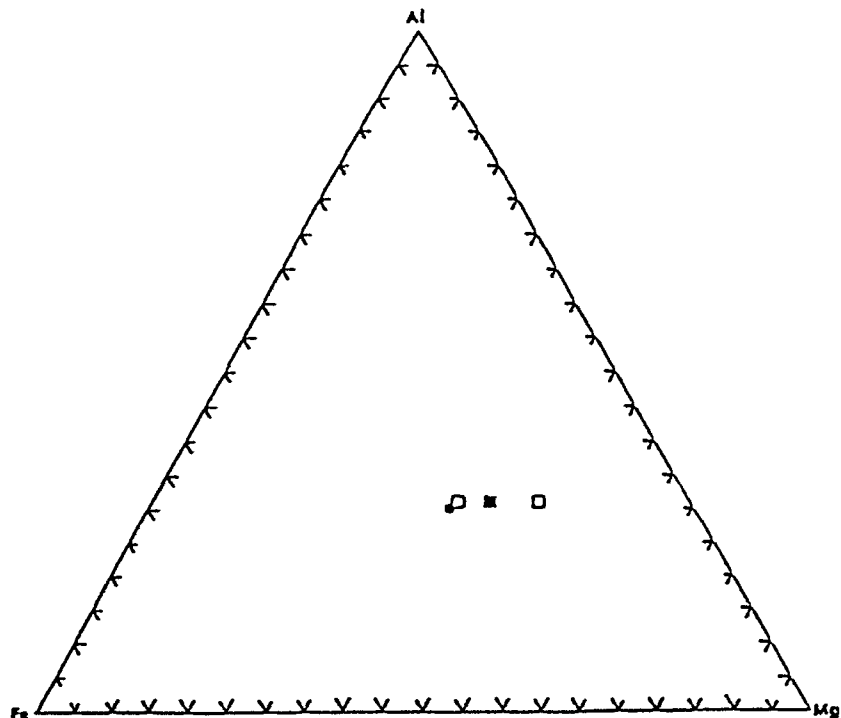
Οι χημικές τους αναλύσεις, μαζί με τις ατομικές τους αναλογίες, δίδονται στον πίνακα 16. Ο υπολογισμός των συντακτικών χημικών τύπων έγινε με βάση τα 12.5 οξυγόνα.

Οι ατομικές αναλογίες των αναλυθέντων κρυστάλλων επιδότου δείχνουν ότι οι X θέσεις του γενικού τύπου των επιδότων καταλαμβάνονται από Ca, ενώ το K απουσιάζει εντελώς και το Na παρουσιάζεται μόνο στον ένα κρύσταλλο σε πολύ μικρή αναλογία 0.03. Οι Y θέσεις καταλαμβάνονται κυρίως από  $Al^{VI}$  και  $Fe^{+3}$ , ενώ το Ti απουσιάζει τελείως, το Mn εισέρχεται σε πολύ μικρή αναλογία (0.02-0.03) και το Mg λείπει από το ένα επίδοτο, ενώ στο άλλο





Σχ. 46. Διάγραμμα του HEY (1954) με τις δέσεις των χλωριτών.  
 (●) Χλωρίτης του Παλαιοζωικού κρυσταλλικού υποβάθρου.  
 (+) Χλωρίτες των Νεοπαλαιοζωικών-μεσοτριάδικών σχηματισμών.



Σχ. 47. Διάγραμμα Fe-Al-Mg χλωριτών που αναλύθηκαν.  
 (●) Χλωρίτης μεταιζήματος Παλαιοζωικού.  
 (■) Χλωρίτης μεταιζήματος Νεοπαλαιοζωικού.  
 (□) Χλωρίτες μεταβασιτών Νεοπαλαιοζωικού.

ΠΙΝΑΚΑΣ 16: ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΠΙΔΟΤΩΝ

	<u>ΠΑΛΑΙΟΖΩΙΚΟΥ ΚΡΥΣΤΑΛ.</u>	<u>ΝΕΟΠΑΛΑΙΟΖΩΙΚΩΝ</u>
	<u>ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ</u>	<u>ΜΕΣΟΤΡΙΑΔΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ</u>
Αριθ. δειγμ.	B 252	D 208
Αριθ. αναλ.	46	69
SiO <sub>2</sub>	37.49	38.68
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23.70	22.09
TiO <sub>2</sub>	0.06	0.00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	12.29	13.70
MnO	0.42	0.23
MgO	0.03	1.18
CaO	23.41	23.35
Na <sub>2</sub> O	0.00	0.21
K <sub>2</sub> O	0.00	0.03
Ανυδ. αδρ.	97.40	99.47

Ατομικές αναλογίες με βάση 12.5 Ο(οξυγόνα)

Si	3.00	3.04
Al <sup>IV</sup>	0.00	0.00
Συν. (Si, Al <sup>IV</sup> )	3.00	3.04
Al <sup>VI</sup>	2.23	2.05
Ti	0.00	0.00
Fe <sup>+3</sup>	0.74	0.81
Mn	0.03	0.02
Mg	0.00	0.14
Συν. (Y)	3.00	3.02
Ca	2.01	1.97
Na	0.00	0.03
K	0.00	0.00
Συν. (X)	2.01	2.00
Συν. κατιόντων	8.01	8.06
(FeX100)/(Fe+Al)	24.88	28.33

(\* ) Ο συνολικός σίδηρος υπολογίστηκε ως Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

εισέρχεται με αναλογία 0.14. Το άθροισμα όλων των κατιόντων στις οκταεδρικές θέσεις είναι 3.0 και 3.02. Οι τετραεδρικές θέσεις καταλαμβάνονται αποκλειστικά από Si.

Το πιστακιτικό τους μόριο είναι αντίστοιχα 24.88 και 28.33.

Στο σχήμα 48 προβάλλονται οι ποικιλίες συστάσεως των αναλυθέντων επιδότων αναφορικά με τις τιμές  $Fe_2O_3$  προς  $Al_2O_3$ .

#### Οπτικές ιδιότητες

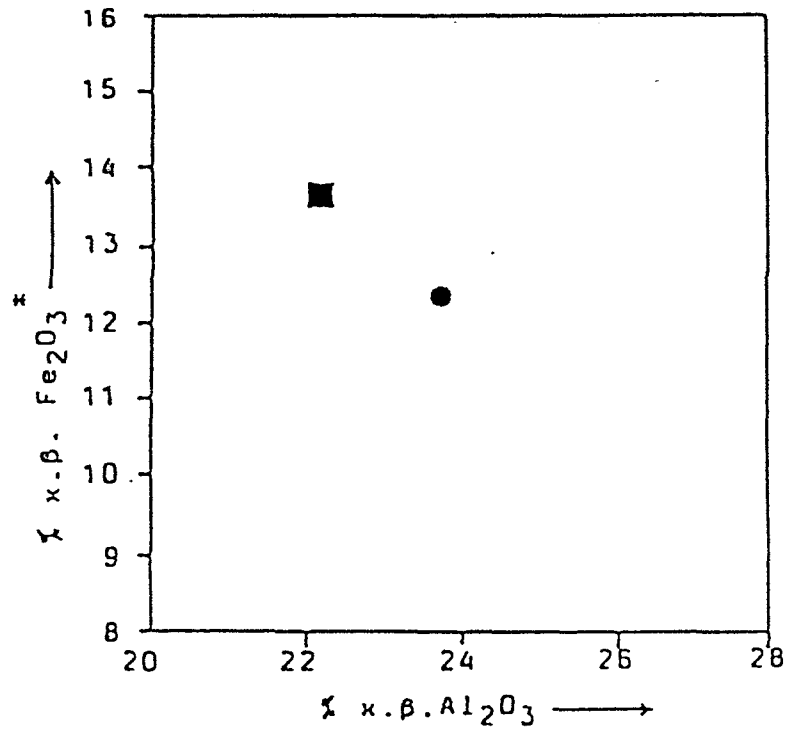
Στην παρατήρηση με παράλληλα Nicols παρουσιάζεται με έντονο ανάγλυφο σε κρυστάλλους αλλοτριόμορφους έως υπιδιόμορφους και με ασθενή πλεοχροισμό, με χρώματα ηγ=ανοικτό κιτρινιπράσινο, ηβ=ανοικτό κίτρινο και ηα=άχρους. Στα κάθετα Nicols εμφανίζει υψηλή διπλοθλαστικότητα, θετική επιμήκυνση και οπτικό χαρακτήρα αρνητικό. Ζωνώδεις κρύσταλλοι επιδότου δεν παρατηρήθηκαν. Η γωνία των οπτικών αξόνων του είναι  $(-)\angle V=73^\circ-77^\circ$ .

#### 3.2.2.4. Λευκός μαρμαρυγίας

Ο λευκός μαρμαρυγίας απαντάται σε όλα ανεξαιρέτως τα πετρώματα του Παλαιοζωικού κρυσταλλικού υποβάθρου και των Νεοπαλαιοζωικών-μεσοτριάδικών σχηματισμών, με μεγαλύτερη αφθονία στα μεταϊζήματα και λιγότερο στους μεταβασίτες.

Μετά από παρατήρηση στο μικροσκόπιο, επελέγησαν και αναλύθηκαν έξι κρύσταλλοι λευκού μαρμαρυγίας, τρεις σε μεταϊζήματα του Παλαιοζωικού κρυσταλλικού υποβάθρου, δύο σε μεταϊζήματα και μία σε μεταβασίτη των Νεοπαλαιοζωικών-μεσοτριάδικών σχηματισμών. Οι χημικές τους αναλύσεις, καθώς και οι ατομικές τους αναλογίες, των οποίων ο υπολογισμός έγινε με βάση τα 22 οξυγόνα, δίδονται στον πίνακα 17.

Οι προβολές των τιμών των μικροαναλύσεων στα διαγράμματα  $Al_2O_3$  προς  $Fe_2O_3$  και προς  $Na_2O$  (Σχ. 49α και 49β) δείχνουν ότι πρόκειται για φεγγίτες. Μια από τις αναλύσεις, αυτή που προέρχεται από μεταβασίτη, αγγίζει το όριο του φεγγίτη προς μοσχοβίτη, έχει όμως τα οπτικά χαρακτηριστικά του φεγγίτη.



Σχ. 48. Διάγραμμα  $Fe_2O_3\%$  κ.β. προς  $Al_2O_3\%$  κ.β. με τα επί-  
δοτα από το Παλαιοζωικό κρυσταλλικό υπόβαθρο (■) και  
τους Νεοπαλαιοζωικούς -μεσοτριάδικούς σχηματισμούς (●).

ΠΙΝΑΚΑΣ 17: ΛΕΥΚΟΙ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΕΣ

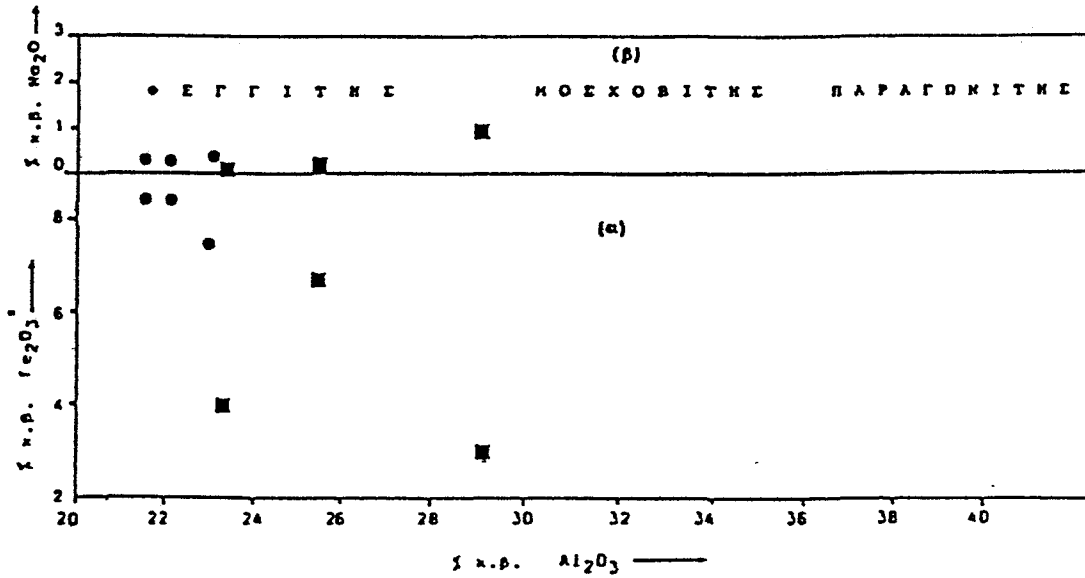
ΠΑΛΛΙΟΖΩΙΚΟΥ ΚΡΥΣΤΑΛ. ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ ΝΕΟΠΑΛΛΙΟΖΩΙΚΩΝ-ΜΕΣΟΤΡΙΑΔΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

Αριθ. δειγμ.	B 372	B 280	B 280	B 260	D 206A	C 239A	C 239A
Αριθ. αναλ.	2	3	4	1	5	6	
SiO <sub>2</sub>	49.34	49.66	50.74	49.76	48.72	52.79	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22.91	22.03	21.38	29.09	25.52	23.24	
TiO <sub>2</sub>	0.95	0.84	0.77	0.51	0.65	0.10	
FeO*	6.74	7.60	7.57	2.61	6.03	3.65	
MnO	0.07	0.06	0.08	0.00	0.06	0.08	
MgO	3.26	2.79	3.17	2.58	2.89	4.16	
CaO	0.01	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00	
Na <sub>2</sub> O	0.26	0.18	0.17	0.93	0.26	0.05	
K <sub>2</sub> O	10.72	10.47	10.60	9.74	10.74	11.14	
Ανυδ. αθρ.	94.26	93.64	94.49	95.22	94.89	95.21	

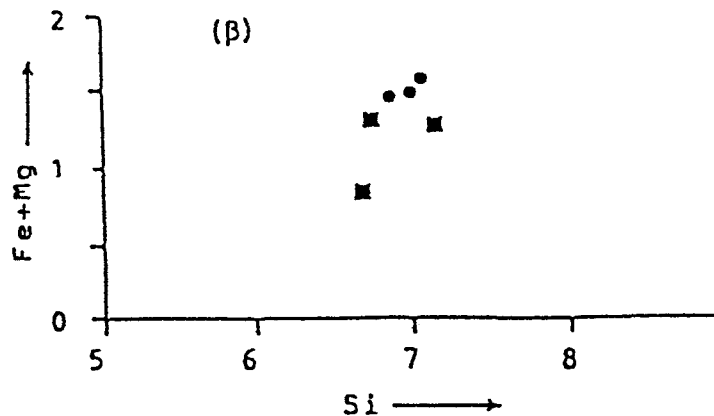
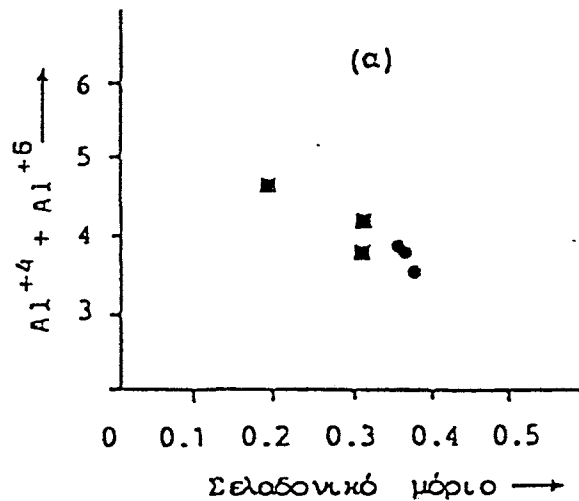
Ατομικές αναλογίες με βάση 22 Ο(οξυγόνα)

Si	6.86	6.96	7.04	6.64	6.70	7.11
Aliv	1.14	1.04	0.96	1.36	1.30	0.89
Συν. (Z)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
AlVI	2.61	2.60	2.54	3.22	2.83	2.80
Ti	0.10	0.08	0.08	0.05	0.07	0.01
Fe+2	0.78	0.89	0.88	0.29	0.69	0.41
Mn	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
Mg	0.68	0.58	0.66	0.51	0.59	0.83
Συν. (Y)	4.18	4.16	4.17	4.07	4.19	4.06
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.07	0.05	0.05	0.24	0.07	0.01
K	1.90	1.87	1.88	1.66	1.88	1.91
Συν. (X)	1.97	1.92	1.93	1.90	1.95	1.92
Σύν. (Z Y X)	14.15	14.08	14.10	13.97	14.14	13.98

Σελαδονικό μόριο:	0.349	0.353	0.369	0.196	0.305	0.305
Fe+Mg						
Αθρ.οκταέδρ. κατιόν.						



Σχ. 49. Διαγράμματα (α)  $Al_2O_3$  προς  $Fe_2O_3$  και (β)  $Al_2O_3$  προς  $Na_2O$  % κ.β. των λευκών μαρμαρυγιών του Παλαιοζωικού κρυσταλλικού υποβάθρου (●) και των Νεοπαλαιοζωικών-μεσοτριάδικών σχηματισμών (■).



Σχ. 50. Διαγράμματα (α) Σελαδονικού μορίου προς  $Al^{+4} + Al^{+6}$  και (β) Si προς  $Fe+Mg$  με τους λευκούς μαρμαρυγίες που αναλύθηκαν Συμβολισμοί όπως στο σχήμα 49.

Εξάλλου η σχέση Si:Al<sup>IV</sup> κυμαίνεται από 4.88 έως 7.98, γεγονός που επιβεβαιώνει ότι πρόκειται για φεγγίτη. Το άθροισμα των κατιόντων του Al (Al<sup>IV</sup> + Al<sup>VI</sup>) στους φεγγίτες που αναλύθηκαν κυμαίνεται από 3.50 έως 4.58 και υπολείπεται αρκετά από το άθροισμα δ του συντακτικού τύπου των μοσχοβιτών. Η διακύμανση αυτή είναι αντιστρόφως ανάλογη από τη συμμετοχή του σελαδονικού μορίου (Σχ. 50α), το οποίο κυμαίνεται μεταξύ 0.196 έως 0.369.

Η σχέση Fe+Mg προς Si είναι ανάλογη, όπως φαίνεται στο διάγραμμα του σχήματος 50β.

Όλοι οι φεγγίτες περιέχουν πολύ λίγο Na, γεγονός που συμφωνεί με τη σχετικά υψηλή τιμή του Si. Η διαπίστωση αυτή συμφωνεί με τις απόψεις των Fletcher και Greenwood (1979), Chopin και Maluski, (1978), Heinrich (1982), Vuichard και Balleve (1988).

#### Οπτικές ιδιότητες

Στο πολωτικό μικροσκόπιο παρουσιάζεται με τη μορφή αχρώμων κρυστάλλων, οπτικά αρνητικών και με υψηλή διπλοθλαστικότητα, με χρώματα ανωτέρας τάξεως. Η γωνιά οπτικών αξόνων στους φεγγίτες των μεταϊζημάτων είναι μικρή (-)2V=21-25°, ενώ στους φεγγίτες των μεταβασιτών είναι λίγο μεγαλύτερη (-)2V=28-32°.

#### 3.2.2.5. Πλαγιόκλαστα

Τα πλαγιόκλαστα παρατηρούνται σε όλες τις ορυκτολογικές παραγενέσεις των πετρωμάτων των υπό εξέταση σχηματισμών, ενώ καλιούχοι άστριοι δεν παρατηρήθηκαν. Συνολικά αναλύθηκαν επτά πλαγιόκλαστα, δύο από μεταϊζήματα και ένα από μεταβασίτη του Παλαιοζωικού κρυσταλλικού υποβάθρου, τρία από μεταβασίτες και ένα από μεταϊζήματα των Νεοπαλαιοζωικών-μεσοτριάδικών σχηματισμών. Ο υπολογισμός του χημικού τους τύπου έγινε με βάση τα οκτώ οξυγόνα ανά χημικό τύπο. Οι μικροαναλύσεις και οι χημικοί τους τύποι, όπως υπολογίστηκαν, δίδονται στον πίνακα 18.

Όπως φαίνεται από το χημικό τους τύπο, πρόκειται για καθαρούς αλβίτες, όπως ακριβώς έχουν προσδιοριστεί και στο πολωτικό

ΠΙΝΑΚΑΣ 18: ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΠΛΑΓΙΟΚΛΑΣΤΩΝ

ΠΑΛΑΙΟΖΩΙΚΟΥ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟΥ ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ      ΝΕΟΠΑΛΑΙΟΖΩΙΚΩΝ ΜΕΣΟΤΡΙΑΔΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

Αριθ. δειγμ.	B 357	B 357	B 252	C 239A	D 206A	C 235C	D 208
Αριθ. αναλ.	101	102	103	104	105	106	107
SiO <sub>2</sub>	69.15	69.21	68.59	69.68	69.21	68.13	68.78
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.56	19.26	19.29	19.59	19.86	19.11	19.51
CaO	0.05	0.01	0.02	0.04	0.22	0.02	0.21
Na <sub>2</sub> O	11.61	11.48	11.62	11.53	11.68	11.69	11.40
K <sub>2</sub> O	0.05	0.00	0.01	0.03	0.04	0.03	0.04
Ανυδ. αθρ.	100.42	100.03	99.53	100.87	101.01	98.98	99.94
Ατομικές αναλογίες με βάση 8 O (οξυγόνα)							
Si	3.00	3.01	3.00	3.01	2.99	3.00	3.00
Al	1.00	0.99	1.00	1.00	1.01	0.99	1.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
Na	0.98	0.97	0.99	0.97	0.98	1.00	0.97
K	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
Συν. κατιόντων	4.98	5.00	4.99	4.98	4.99	5.01	4.98



μικροσκόπιο με την τράπεζα Fedorow, χωρίς τη συμμετοχή στη σύστασή τους ανορθιτικού μορίου. Το άθροισμα των κατιόντων τους κυμαίνεται από 4.98 έως 5.01 και η τιμή της θέσης  $Z(\text{Si}, \text{Al})$  είναι από 3.99 έως 4.01.

Στο πολωτικό μικροσκόπιο ο αλβίτης παρουσιάζεται με τη μορφή αλλοτριόμορφων έως υπιδιόμορφων κρυστάλλων με διδυμία και πολυδυμία και επίπεδο διδυμίας συνήθως το (010), σπανιότερα το (010). Οι δ.δ. είναι χαμηλότεροι από αυτόν του βαλσάμου του Καναδά. Η διπλοθλαστικότητα τους είναι μικρή, με χρώματα πλώσεως γκριζόλευκα, ο οπτικός τους χαρακτήρας θετικός και η γωνία οπτικών αξόνων  $(+)2V=75^\circ-78^\circ$ .

#### 3.2.2.6. Βιοτίτης

Ο βιοτίτης απαντάται κυρίως στις παραγενέσεις των μεταϊζημάτων, ενώ στους μεταβασίτες, όπου συναντάται σπανιότερα, προέρχεται από την εξαλλοίωση της κεροσίλης. Πραγματοποιήθηκαν δύο μικροαναλύσεις βιοτίτη προερχομένου από μεταϊζήματα του Παλαιοζωϊκού κρυσταλλικού υποβάθρου. Ο υπολογισμός του χημικού τύπου έγινε με βάση τα 22 οξυγόνα ανά χημικό τύπο. Στον πίνακα 19 δίδονται οι μικροαναλύσεις και οι χημικοί τύποι των βιοτιτών.

Η προβολή των χημικών αναλύσεων στο διάγραμμα  $\text{Fe}/(\text{Mg}+\text{Fe})$  προς  $\text{Al}^{\text{IV}}$  (Σχ. 51) δείχνει ότι πρόκειται για βιοτίτες, αφού η σχέση  $\text{Fe}/\text{Mg}+\text{Fe}$  είναι 0.54 και 0.69 αντίστοιχα, αρκετά μεγαλύτερη και στους δύο από την τιμή 0.33, που είναι το όριο μεταξύ των φλογοπιτών και των βιοτιτών.

Η σχέση  $\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe})$  είναι 0.46 και 0.31 αντίστοιχα, η σχέση  $\text{Na}/(\text{Na}+\text{K})$  0.007 και 0.005.

#### Οπτικές ιδιότητες

Στο πολωτικό μικροσκόπιο ο βιοτίτης παρουσιάζεται με τέλειο σχισμό κατά (001) και με έντονο πλεοχροϊσμό, με χρώματα ηγ=σκούρο καστανό, ηβ=ανοικτό καστανό και ηα=ανοικτό κίτρινο.

ΠΙΝΑΚΑΣ 19: ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΒΙΟΤΙΤΩΝ

ΠΑΛΑΙΟΖΩΙΚΟΥ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟΥ ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ

Αριθ. δειγμ.	B 372	B 280
Αριθ. αναλ.	1	2
SiO <sub>2</sub>	38.49	36.20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.02	12.94
TiO <sub>2</sub>	2.26	2.34
FeO*	20.94	27.57
MnO	0.25	0.34
MgO	9.99	6.83
CaO	0.35	0.03
Na <sub>2</sub> O	0.05	0.03
K <sub>2</sub> O	7.37	9.26
Ανυδ. αθρ.	92.72	95.54

Ατομικές αναλογίες με βάση 22 O(οξυγόνα)

Si	6.00	5.76
Al <sup>IV</sup>	2.00	2.24
Συν. (Z)	8.00	8.00
Al <sup>VI</sup>	0.39	0.19
Ti	0.26	0.28
Fe <sup>+2</sup>	2.73	3.67
Mn	0.03	0.05
Mg	2.32	1.62
Συν. (Y)	5.73	5.81
Ca	0.06	0.01
Na	0.01	0.01
K	1.47	1.88
Συν. (X)	1.54	1.90
Σύν. (Z Y X)	15.27	15.71
Fe/(Fe+Mg)	0.54	0.69
Mg/(Mg+Fe)	0.46	0.32

(\* ) Ο συνολικός σίδηρος υπολογίστηκε ως FeO.

Τα χρώματα πολώσεως είναι ανωτέρας τάξεως και σε θέση κατάσβεσης παρουσιάζει κοκκώδη ανισοτροπία. Η κατάσβεσή του είναι ορθή και ως προς το επίπεδο σχισμού (001), ο οπτικός χαρακτήρας αρνητικός και η γωνία οπτικών αξόνων μικρή  $(-)\alpha V=7-15$ .

### 3.2.2.7. Γρανάτης

Ο γρανάτης δεν είναι σύνηθες ορυκτό στις ορυκτολογικές παραγενέσεις των πετρωμάτων των υπό μελέτη σχηματισμών. Παρατηρήθηκε μόνο σε δύο μεταβασίτες και σε ένα μεταμορφωμένο ιζημα.

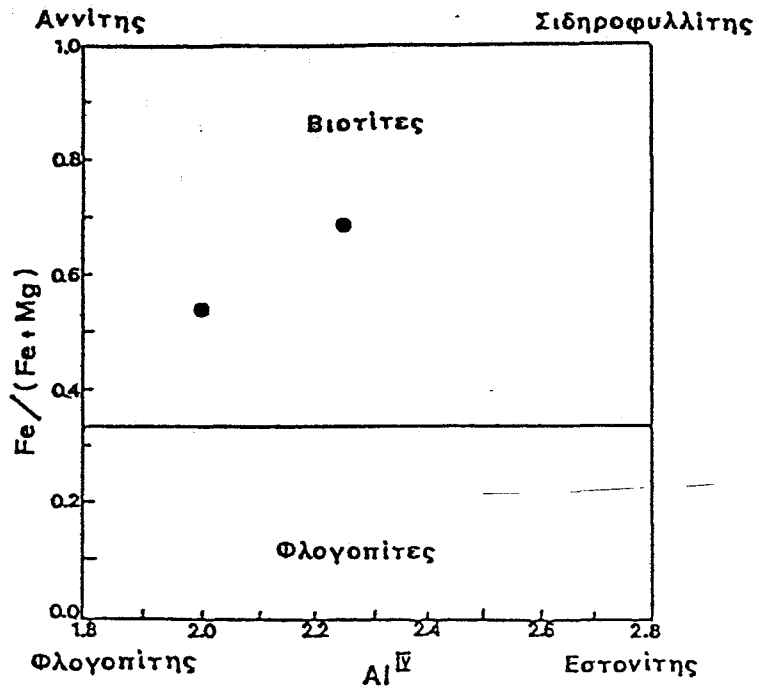
Με σκοπό να προσδιοριστεί ο χημικός του τύπος, πραγματοποιήθηκε μία χημική ανάλυση γρανάτη σε μεταβασίτη του Παλαιοζωικού κρυσταλλικού υποβάθρου. Η χημική του ανάλυση και οι ατομικές του αναλογίες, όπως υπολογίστηκαν με βάση τα 24 οξυγόνα, δίδονται στον πίνακα 20. Η μοριακή αναλογία σε ακραία μέλη των γρανατών είναι: αλμανδίνης 51.4%, γροσσουλάριος 32%, σπεσσαρτίνης 10.6% και πυρωπό 6%. Στο τρίγωνο Mn-Fe-Ca (Σχ. 52) προβάλλεται η χημική σύσταση του γρανάτη που αναλύθηκε.

### Οπτικές ιδιότητες

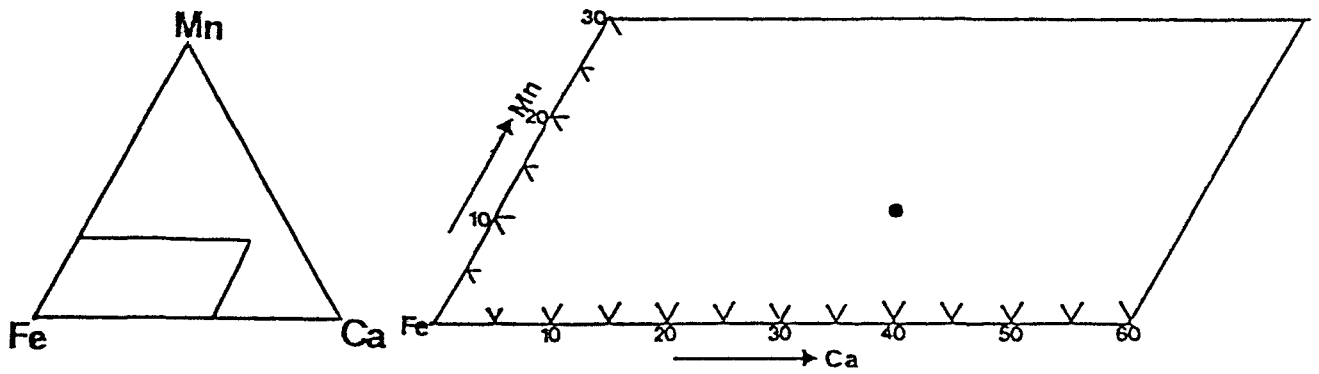
Στο πολωτικό μικροσκόπιο ο γρανάτης παρουσιάζεται με τη μορφή υπιδιόμορφων ισοδιαμετρικών έως υποστρογγύλων κρυστάλλων, οι οποίοι παρουσιάζουν έντονο ανάγλυφο και είναι κατά θέσεις εξαλλοιωμένοι σε χλωρίτη. Εγκλείσματα κόκκων επιδότου παρατηρήθηκαν μέσα στους κρυστάλλους των γρανατών που απαντώνται σε μεταβασίτες.

### 3.2.3. Πετροχημεία σχηματισμών Προανωκρητιδικού καλύμματος

Με σκοπό την πετροχημική μελέτη σχηματισμών του Προανωκρητιδικού καλύμματος, πραγματοποιήθηκαν 20 πλήρεις χημικές αναλύσεις πετρωμάτων σε κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία. Από αυτές, οι εννέα ανήκουν σε μεταμορφωμένα βασικά πετρώματα, οι δύο



Σχ. 51. Διάγραμμα  $Fe/(Fe+Mg)$  προς  $Al^{IV}$  με τις προβολές των βιοτιτών του Παλαιοζωικού κρυσταλλικού υποβάθρου που αναλύθηκαν.



Σχ. 52. Τριγωνικό διάγραμμα  $Fe-Mn-Ca$  με την προβολή του γρανάτη του Παλαιοζωικού κρυσταλλικού υποβάθρου που αναλύθηκε.

ΠΙΝΑΚΑΣ 20: ΓΡΑΝΑΤΗΣ

ΠΑΛΛΙΟΖΩΙΚΟΥ ΚΡΥΣΤΑΛ. ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ

Αριθ. δείγμ.	B 252
Αριθ. αναλ.	1
SiO <sub>2</sub>	37.29
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.92
TiO <sub>2</sub>	0.09
FeO*	24.24
MnO	4.95
MgO	1.52
CaO	11.88
Na <sub>2</sub> O	0.00
K <sub>2</sub> O	0.00
Ανυδ. αθρ.	99.89

Ατομικές αναλογίες  
με βάση 24 O (οξυγόνα)

Si	5.99
Al <sup>IV</sup>	0.01
Συν. (Z)	6.00
Al <sup>VI</sup>	3.76
Ti	0.01
Fe <sup>+2</sup>	3.26
Mn	0.67
Mg	0.36
Συν. (Y)	8.06
Ca	2.04
Na	0.00
K	0.00
Συν. (X)	2.04
Σύν. (Z Y X)	16.10

Almandine	51.4%
Grossulare	32.0%
Spessartine	10.6%
Pyrope	6.0%

(\* ) Ο συνολικός σίδηρος  
υπολογίστηκε ως FeO.

σε σερπεντινίτες και οι υπόλοιπες εννέα σε μεταμορφωμένα ιζηματογενή πετρώματα που συνοδεύουν στη βάση τους τους οφιολιθικούς σχηματισμούς.

Στους πίνακες 21 και 22 δίδονται οι χημικές αναλύσεις σε κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία των 20 αναλυθέντων πετρωμάτων, όλων των αντιπροσωπευτικών πετρολογικών τύπων (εκτός των ασβεστοφυλλιτών και των κερατολίθων).

Σε ορισμένες από τις αναλύσεις, ο ολικός σίδηρος δίδεται ως  $Fe_2O_3$ . Αυτό συμβαίνει, διότι η παρουσία θείου στη χημική σύσταση του πετρώματος, που είναι αποτέλεσμα παρουσίας θειούχων μεταλλικών ορυκτών, κυρίως σιδηροπυρίτη, εμποδίζει τον υπολογισμό του δισθενούς σιδήρου. Η παρουσία των θειούχων αυτών ορυκτών είναι αποτέλεσμα υδροθερμικής δράσης, όπως προαναφέρθηκε στο κεφάλαιο της Πετρογραφίας.

Από το σύνολο των πετρωμάτων που αναλύθηκαν, δεν υπάρχει αμφισβήτηση όσον αφορά την προέλευση των σερπεντινιτών: Πρόκειται για μεταμορφωμένους σχηματισμούς, οι οποίοι προέρχονται από αρχικά υπερβασικά πετρώματα. Υπολείμματα των αρχικών ορυκτών και του ιστού του πετρώματος δεν παρατηρήθηκαν και για το λόγο αυτό δεν μπορούμε να προσδιορίσουμε, με ορυκτολογικά δεδομένα, από ποιον αρχικό τύπο υπερβασικού πετρώματος προέρχονται. Οι χημικές όμως αναλύσεις δίνουν πληροφορίες για την προέλευσή τους. Η πολύ χαμηλή τιμή  $Al_2O_3$  (από 1.07 έως 1.56% κ.β.) και των οξειδίων του σιδήρου ( $Fe_2O_3$  από 1.11 έως 1.86% κ.β. και  $FeO$  4.36 έως 5.20% κ.β.), σε συνδυασμό με την υψηλή τιμή  $MgO$  (35.87 έως 37.18% κ.β.),  $Ni$  και  $Cr(2528-3341 \text{ p.p.m.})$ , δείχνουν ότι πρόκειται για έντονα σερπεντινιωμένους δουνίτες.

Όλα τα πετρώματα που αναλύθηκαν, εκτός από τους σερπεντινίτες, προβλήθηκαν στο διάγραμμα  $[(Al+Fe+Ti)/3-Na]$  προς  $[(Al+Fe+Ti)/3-K]$  των Moine και Roche (1968, σχ. 53), προκειμένου να διακριθούν και γεωχημικά τα εκρηξιγενή πετρώματα με αρχική βασική σύσταση από αυτά με αρχική ιζηματογενή σύσταση. Από την προβολή των χημικών αναλύσεων διαπιστώνεται ότι οι αναλύσεις με αριθμούς 20, 26, 31, 38, 39, 50, 72 και 73 προβάλλονται στο πεδίο των

**ΠΙΝΑΚΑΣ 21: ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΜΕΤΑΚΡΗΥΓΕΙΓΜΕΝΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΑΡΚΗΡΗΤΙΑΚΟΥ ΚΑΛΥΜΜΑΤΟΣ**

Αριθ. αναλυσ. Αριθ. δείγμ.	Α: ΜΕΤΑΒΑΣΙΤΕΣ						Β: ΣΕΡΠΗΝΤΙΝΙΤΕΣ				
	17 C211	20 C202	26 GT 9	31 C226	38 C233A	39 GT 6	50 B219	72 C221	73 C238C	16 C220	37 B252
	Κύρια στοιχεία σε % κατά βάρος										
SiO <sub>2</sub>	49.32	50.89	48.96	47.81	53.09	47.79	46.56	46.40	50.26	41.94	42.35
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.02	15.37	12.98	13.51	14.89	17.62	16.26	17.44	17.58	1.56	1.07
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.88	3.12	14.41*	5.49	4.20	5.24	3.29	3.42	5.06	1.11	1.86
FeO	1.95	5.85		4.43	6.37	3.25	5.74	5.22	5.93	5.20	4.36
MnO	0.17	0.16	0.18	0.12	0.14	0.11	0.19	0.16	0.17	0.12	0.10
MgO	3.04	7.52	7.96	5.63	6.23	4.82	7.84	4.05	4.14	35.87	37.18
CaO	14.05	5.42	7.24	11.50	2.42	9.67	8.32	9.50	7.12	0.14	0.02
Na <sub>2</sub> O	4.19	4.43	3.15	3.45	4.22	4.01	2.60	4.86	2.92	0.11	0.00
K <sub>2</sub> O	0.18	1.27	0.04	0.48	2.11	0.41	1.36	0.53	0.02	0.00	0.00
TiO <sub>2</sub>	1.56	1.56	1.68	1.78	1.93	1.87	1.47	1.91	1.72	0.03	0.03
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.17	0.29	0.16	0.18	0.35	0.33	0.20	0.33	0.15	0.03	0.00
H <sub>2</sub> O*	1.51	3.43	2.77	2.91	3.90	3.28	3.95	1.05	4.59	11.92	11.96
CO <sub>2</sub>	5.90	0.07	0.67	2.81	0.00	0.94	0.08	5.60	0.06	0.06	0.00
Άθροισμα	98.94	99.38	100.20	100.04	99.93	99.34	97.86	100.47	99.72	98.09	98.93
	Ιχθυοστοιχεία σε p.p.m.										
Ba	56	447	37	64	407	122	301	91	47	25	45
Ce	24	48	30	15	71	26	11			0	28
Cr	111	276	93	172	56	147	272	217	230	2528	3341
Cu	24	39	121	48	<10	34	95	33	62	0	<10
Ni	39	64	50	53	42	64	118	136	101	1988	2493
Pb	2	0	15	<10	<10	<10	<10	<10	12	0	89
Rb	0	22	4	12	62	8	46	21	4	0	3
Sc	43	45	31	31	25	25	34	28	38	6	11
Sr	168	136	87	122	50	330	334	475	277	0	8
V	306	170	335	298	298	303	229	153	238	22	46
Y	27	28	47	42	62	34	35	28	42	0	3
Zn	99	71	179	72	76	55	62	93	95	54	46
Zr	119	187	118	124	296	162	121	199	130	0	5
Ga	6	10	8	12	12	9	<5	<5	6	0	<5
La	0	0	<10	<10	27	25	8	0	6	0	<10
Nb	0	0	6	5	10	10	<5	6	<5	0	3
Nd							8	8	10	0	20
Pr	17	27	17	<10	32	12	0	3	12	0	
Sm							0	4	8		

(\*) Ο συνολικός σίδηρος υπολογίστηκε ως Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
 Πρασινίτες: 17, 20, 26, 31, 39, 50, 72, 73.. Αμφιβολίτες: 38,.

ΠΙΝΑΚΑΣ 22: ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΜΕΤΑΙΖΗΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

ΤΟΥ ΠΡΟΑΝΟΚΡΗΤΙΑΚΟΥ ΚΑΛΥΡΜΑΤΟΣ

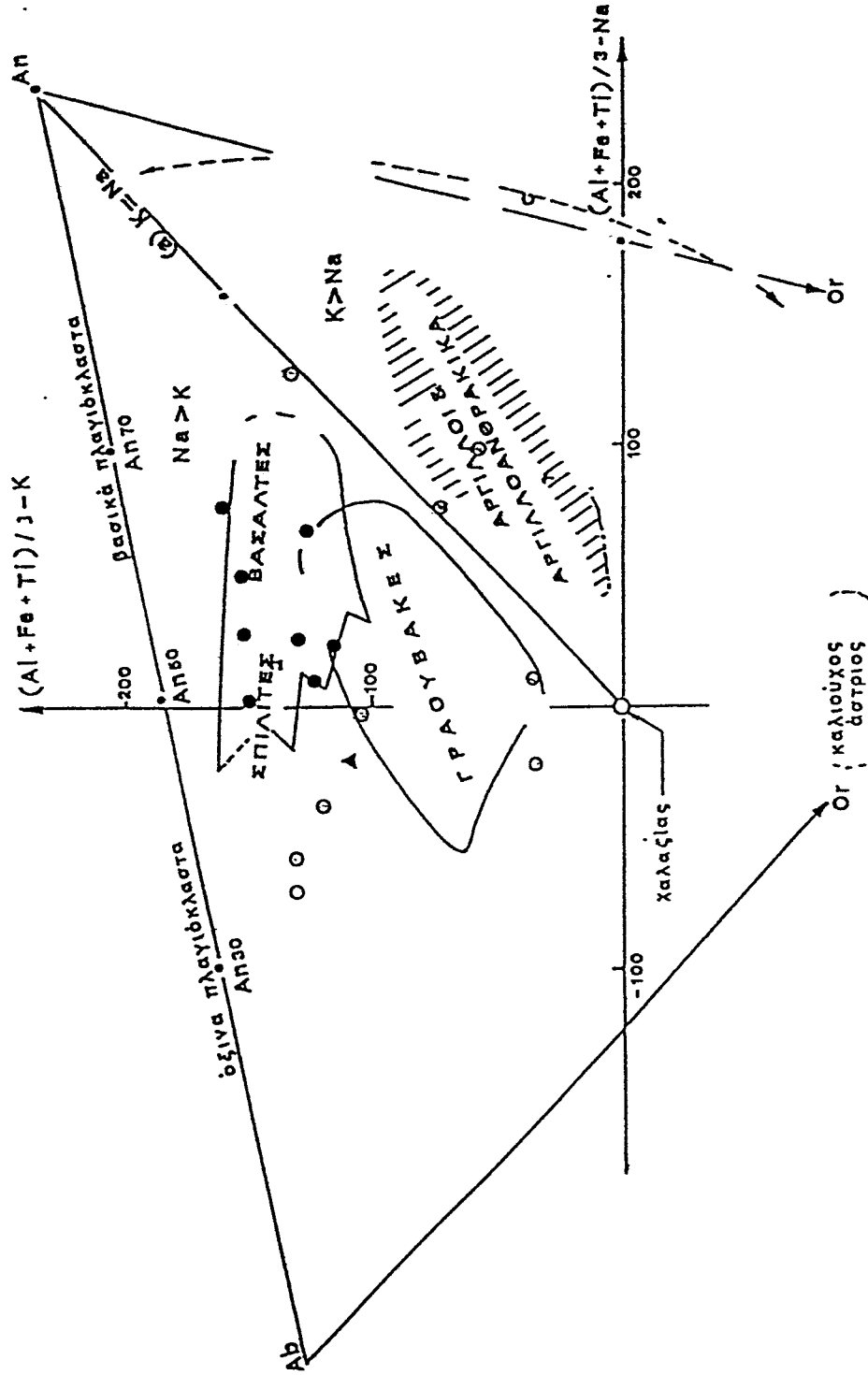
Αριθ. αναλυσ.	18	19	21	23	25	29	34	64
Αριθ. δειγμ.	B216	B217	C203	C227A	GT 4	C228	GT 2	B331
	Κύρια στοιχεία σε % κατά βάρος							
SiO <sub>2</sub>	59.23	69.04	58.38	59.40	58.12	59.89	55.46	60.92
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.39	13.36	14.16	16.29	14.31	17.31	14.59	13.42
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.21	1.62	6.03	3.36	8.22*	0.12	7.86*	3.91
FeO	5.10	1.30	2.55	3.62		5.95		4.81
MnO	0.11	0.08	0.18	0.07	0.27	0.05	0.19	0.09
MgO	2.80	2.79	2.25	3.96	4.17	3.63	5.99	3.61
CaO	3.52	0.78	5.67	0.97	6.58	1.33	6.01	3.53
Na <sub>2</sub> O	4.62	3.86	5.42	1.19	6.30	2.07	4.05	5.94
K <sub>2</sub> O	2.00	2.99	0.81	4.27	0.14	3.39	2.19	0.11
TiO <sub>2</sub>	1.57	0.44	1.71	0.82	0.95	0.89	0.96	1.26
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.61	0.08	0.49	0.11	0.13	0.09	0.13	0.32
H <sub>2</sub> O+	2.26	2.00	1.12	5.22	1.18	4.46	1.30	2.51
CO <sub>2</sub>	0.17	0.25	0.59	0.09	0.06	0.48	0.23	0.03
Σύνολο	99.59	98.59	99.36	99.30	100.45	99.75	98.96	100.45

Ιχθυοστοιχεία σε p.p.m.

Ba	490	584	172	407	29	478	395	93
Ce	62	115	69	62	50	69	37	104
Cr	33	37	11	279	122	257	235	178
Cu	0	0	2	32	276	42	79	0
Ni	15	4	13	149	72	146	139	37
Pb	8	182	<10	43	23	26	<10	<10
Rb	46	79	14	178	4	149	83	10
Sc	20	8	19	8	15	24	19	17
Sr	156	11	258	17	139	33	95	115
Y	12	13	59	134	135	155	120	41
Zn	65	34	68	17	38	14	24	84
Zn	151	304	115	93	108	98	76	58
Zr	330	408	407	162	130	171	138	508
Ga	15	10	15	12	9	12	9	<5
La	0	47	0	36	33	12	22	49
Nb	0	0	0	7	11	9	15	8
Nd	31	58	41	40	21	19	22	52
Pr								26
Sm								6

(\*) Ο συνολικός σίδηρος υπολογίστηκε ως Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
 Αμφιβολίτης: 18,. Μαργαριτακός σχιστόλιθος: 19,.  
 Γλαυκοφανιτικός επιδοιριτικός σχιστόλιθος: 21, 25, 64,.  
 Γραφειτικός φεγγιτικός σχιστόλιθος: 23, 29,.





Σχ. 53. Διάγραμμα  $(Al+Fe+Ti)/3-K$  προς  $(Al+Fe+Ti)/3-Na$  των MOINE et ROCKE, (1968) των πετρωμάτων του Προανωκρητιδικού καλλύματος που αναλύθηκαν, (●) μεταβάσάλτες, (▲) μεταδιαβάσσης και (○) μεταϊζηήματα.

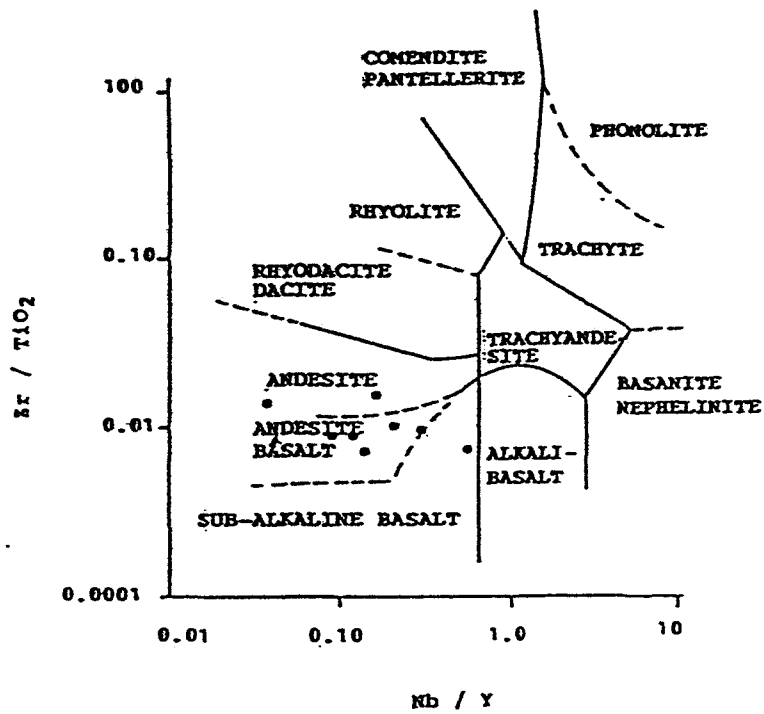
πετρωμάτων με αρχική βασαλτική σύσταση. Η ανάλυση με τον αριθμό 17 προβάλλεται μεν εκτός του πεδίου των βασαλτών, η μικροσκοπική όμως παρατήρηση έδειξε ότι πρόκειται για ένα βασικό εκρηξιγενές πέτρωμα, δεδομένου ότι έχουν παραμείνει υπολείμματα του αρχικού ιστού του πετρώματος (οφειτικός ιστός, εικ. 23). Από τις υπόλοιπες αναλύσεις, η 36η και η 18η τοποθετούνται στο πεδίο των γραουβακών, η 23η στο πεδίο των ηλιτών, ενώ οι υπόλοιπες βρίσκονται εκτός των πεδίων προβολής του διαγράμματος. Πρόκειται, προφανώς, για ενδιάμεσους μεταβατικούς τύπους μεταξύ γραυβακών και αργιλλοανθρακικών ιζημάτων, ή για τύπους που έχουν υποστεί ισχυρή μετασώμωση.

Οι πετρολογικοί τύποι που χαρακτηρίζονται ως μεταβασίτες ανήκουν στους πρσινίτες, εκτός από αυτόν της ανάλυσης 38, ο οποίος ανήκει στους αμβολίτες και αυτόν της ανάλυσης 17, που προσδιορίζεται ως μεταδιαβάσης.

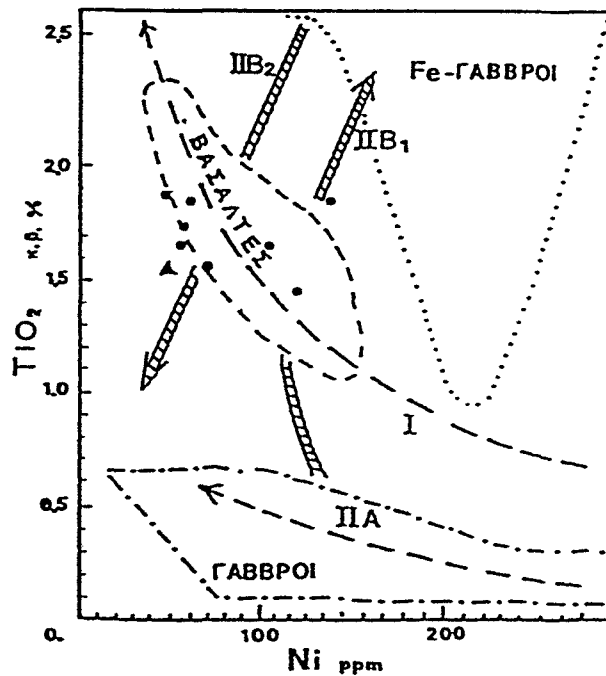
Ο χαρακτηρισμός μεταδιαβάσης δόθηκε, διότι εκτός του οφειτικού ιστού, ο οποίος παρατηρήθηκε στο μικροσκόπιο, και οι παρατηρήσεις υπαίθρου συνηγορούν για το χαρακτηρισμό αυτό, επειδή πρόκειται για φλεβικό πέτρωμα, που έχει διεισδύσει στους ασβεστοφυλλίτες.

Η προβολή των χημικών αναλύσεων των μεταβασιτών των οφιολιθικών σχηματισμών της Οσσας στο διάγραμμα Nb/Y προς Zr/TiO<sub>2</sub> των Winchester και Floyd (1976, σχ. 54) δείχνει ότι έχουν κυρίως ανδεσιτο-βασαλτική σύσταση, εκτός από μια ανάλυση, που προβάλλεται στους υπαλκαλικούς βασάλτες, και δύο αναλύσεις, που έχουν ανδεσιτική σύσταση.

Περισσότερες πληροφορίες για τη μαγματική εξέλιξη των πλουτωνιτών και ηφαιστιτών μπορούμε να πάρουμε από το διάγραμμα TiO<sub>2</sub> προς Ni (Σχ. 55) των J. Bertrand, V. Dietrich, P. Nievergelt και M. Vuagnat (1987). Στο διάγραμμα αυτό καθορίζονται τέσσερις τάσεις διαφοροποίησης. Η τάση I δείχνει κανονική εξέλιξη των ηφαιστειακών σειρών από λιγότερο διαφοροποιημένους βασάλτες (με Ni πάνω από 150 p.p.m και TiO<sub>2</sub> περίπου 1.2% κ.β.) προς περισσότερο εξελιγμένους βασάλτες (με περιοεκτικότητα Ni γύρω στα



Σχ. 54. Διάγραμμα  $Zr/TiO_2$  προς  $Nb/Y$  των WINCHESTSER and FLOYD (1976) με τους μεταβασάλτες (•) και το μεταδιαβάση (▲) του προανωκρητιδικού καλύμματος που αναλύθηκαν.



Σχ. 55. Διαγραμμα  $TiO_2\%$  κ.β. προς  $Ni$  p.p.m. κατά ΒΕRTRAND, et al. (1987) των μεταβασιτών του Προανωκρητιδικού καλύμματος που αναλύθηκαν. Συμβολισμοί όπως στο σχήμα 54.

50 p.p.m και  $TiO_2$  άνω του 2.3% κ.β.). Τα γαββρικά πετρώματα καταλαμβάνουν διαφορετική θέση στο διάγραμμα. Η τάση IIA των γάββρων είναι παράλληλη με την τάση I των βασαλτών, αλλά σε χαμηλότερες τιμές  $TiO_2$  (0.15-0.64% κ.β.). Στα πρώτα στάδια κρυστάλλωσης σχηματίζονται σωρητικοί τροκτόλιθοι και ολιβινικοί γάββροι. Στη συνέχεια, η κρυστάλλωση κλινοπυροξενικών γάββρων προκαλεί επιπλέον χημική εξέλιξη στο εναπομείναν τήγμα, ειδικότερα εμπλουτίζεται σε Ti και Fe. Από αυτό το τήγμα σχηματίζονται σιδηρογάββροι πλούσιοι σε αμφίβολο και οξειδία Fe, Ti (Τάση IIB<sub>1</sub>). Τα παραπάνω αφορούν το μεγαλύτερο μέρος των βασικών εκρηξιγενών πετρωμάτων. Υπάρχουν, βέβαια, στη συνέχεια μικρές αλλαγές στις φυσικοχημικές συνθήκες του μάγματος, που οδηγούν στο σχηματισμό πετρωμάτων, για τα οποία θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι διαφορετικής σύστασης και μικρού όγκου, σε σύγκριση με το συνολικό όγκο των οφιολίθων, όπως π.χ. οι πλαγιογρανίτες (τάση IIB<sub>2</sub>).

Οι μεταβασίτες των οφιολιθικών σχηματισμών της Οσσας προβάλλονται στο διάγραμμα του σχήματος 55 στην τάση I των ηφαιστειακών σειρών από βασάλτες, οι οποίοι περιέχουν  $TiO_2$  από 1.5 έως 1.9% κ.β. και Ni από 50 έως 150 p.p.m., δηλαδή στο κατεξοχήν πεδίο των βασαλτών.

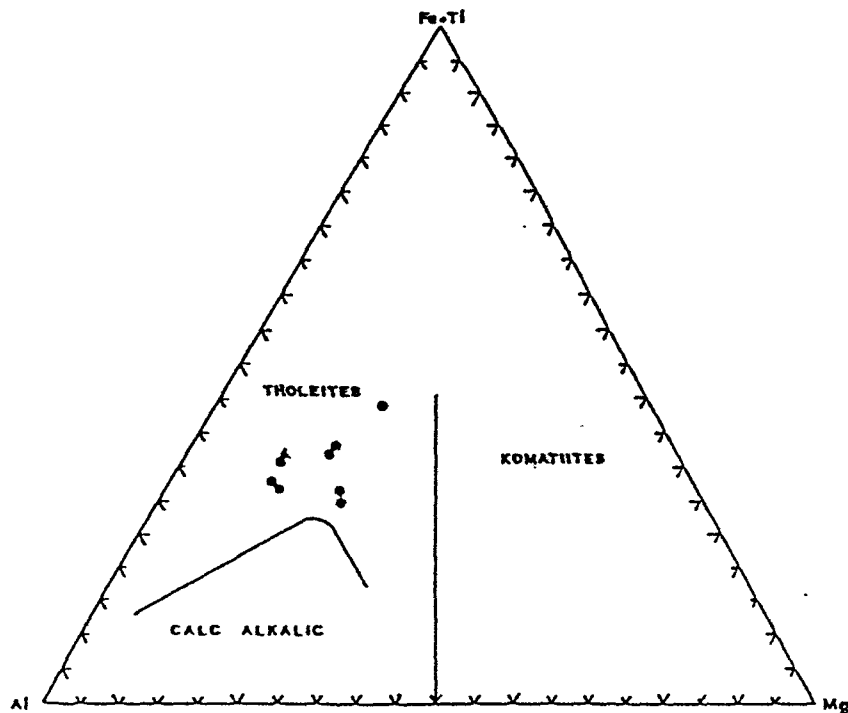
Από το διάγραμμα (Fe+Ti)-Al-Mg του Jensen (1976,σχ. 56) γίνεται φανερό ότι τα βασικά οφιολιθικά πετρώματα που αναλύθηκαν (μεταβασάλτες και μεταδιαβάσης) απαντούν στο χώρο των θολεϊτών.

Τα οξειδία των κυρίων στοιχείων, στα οποία αναλύθηκαν οι μετάβασίτες των οφιολιθικών σχηματισμών της Οσσας, φαίνονται στο διάγραμμα του σχήματος 57 σε σχέση με την τιμή  $FeO^*/MgO$ . Στο διάγραμμα αυτό παρατηρούμε ότι το  $SiO_2$  γενικά παρουσιάζει σταθερή περιεκτικότητα στους πετρολογικούς τύπους που αναλύθηκαν (μέση τιμή 49% κ.β.).

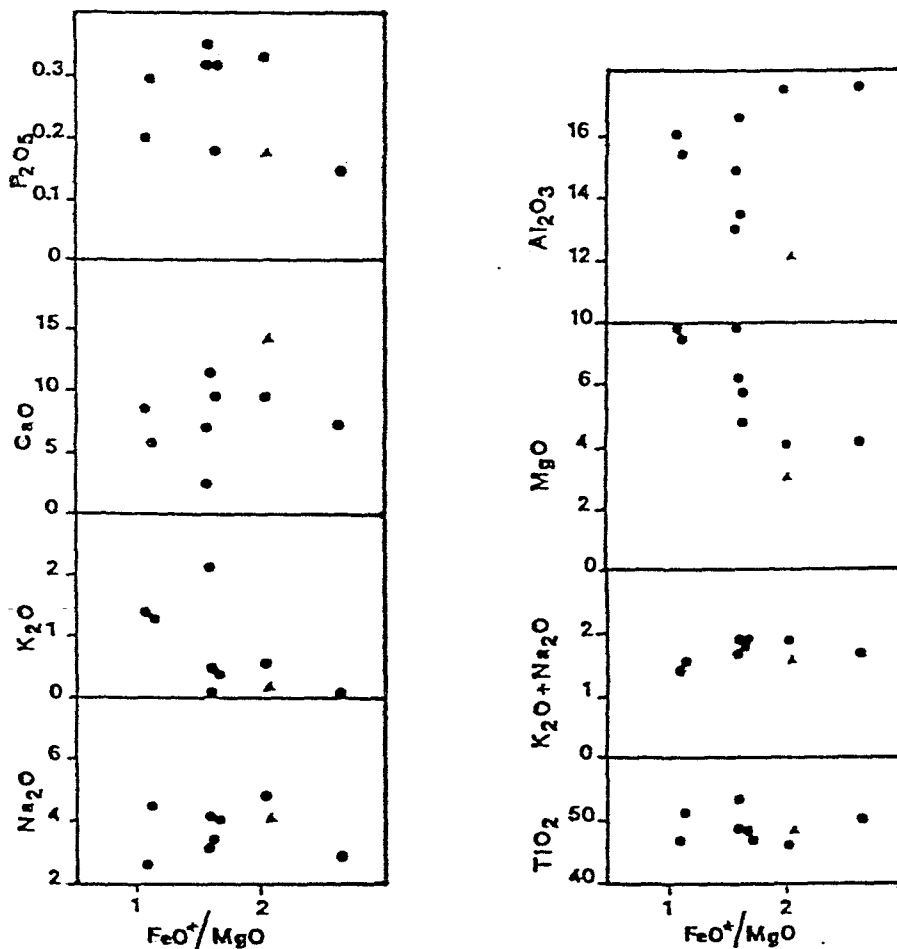
Η συμμετοχή του  $TiO_2$  είναι γενικά υψηλή (1.47-1.93% κ.β.).

---

\* Ολικός σίδηρος ως  $Fe^{+2}$ .



Σχ. 56. Διάγραμμα Al - (Fe+Ti) - Mg του JENSEN (1967) με τις προβολές των μεταβασιτών των σχηματισμών του Προανωκρητιδικού καλύμματος. Συμβολισμοί όπως στο σχήμα 54.



Σχ. 57. Διάγραμμα οξειδίων κυρίων στοιχείων προς τη σχέση  $FeO^*/MgO$  (\*ολικός σίδηρος ως  $FeO$ ) των μεταβασιτών του Προανωκρητιδικού καλύμματος που αναλύθηκαν. Συμβολισμοί όπως στο σχήμα 54.

Ο  $P_2O_5$  παρουσιάζει μικρή διακύμανση από 0.15 έως 0.35% κ.β.

Το  $K_2O$  παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση από 0.02 έως 2.11% κ.β., καθώς και το  $Na_2O$  από 2.60 έως 4.86% κ.β.

Το  $CaO$  παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση από 2.42 έως 4.19% κ.β., όπως και το  $MgO$  από 3.04 έως 7.96% κ.β.

Η συμμετοχή του  $Al_2O_3$  ποικίλλει από 12.02% έως 17.58% κ.β.

Η κατανομή των ιχνοστοιχείων σε σχέση πάλι με την τιμή  $FeO^*/MgO$  στα οφιολιθικά πετρώματα που αναλύθηκαν, φαίνεται στο διάγραμμα του σχήματος 58.

Οι τιμές των  $Y$ ,  $Sr$  και  $Ba$  παρουσιάζουν μεγάλη διακύμανση ως προς τη σχέση  $FeO^*/MgO$ .

Ο  $Cu$  παρουσιάζει κανονικές τιμές, όπως και το  $Zr$ .

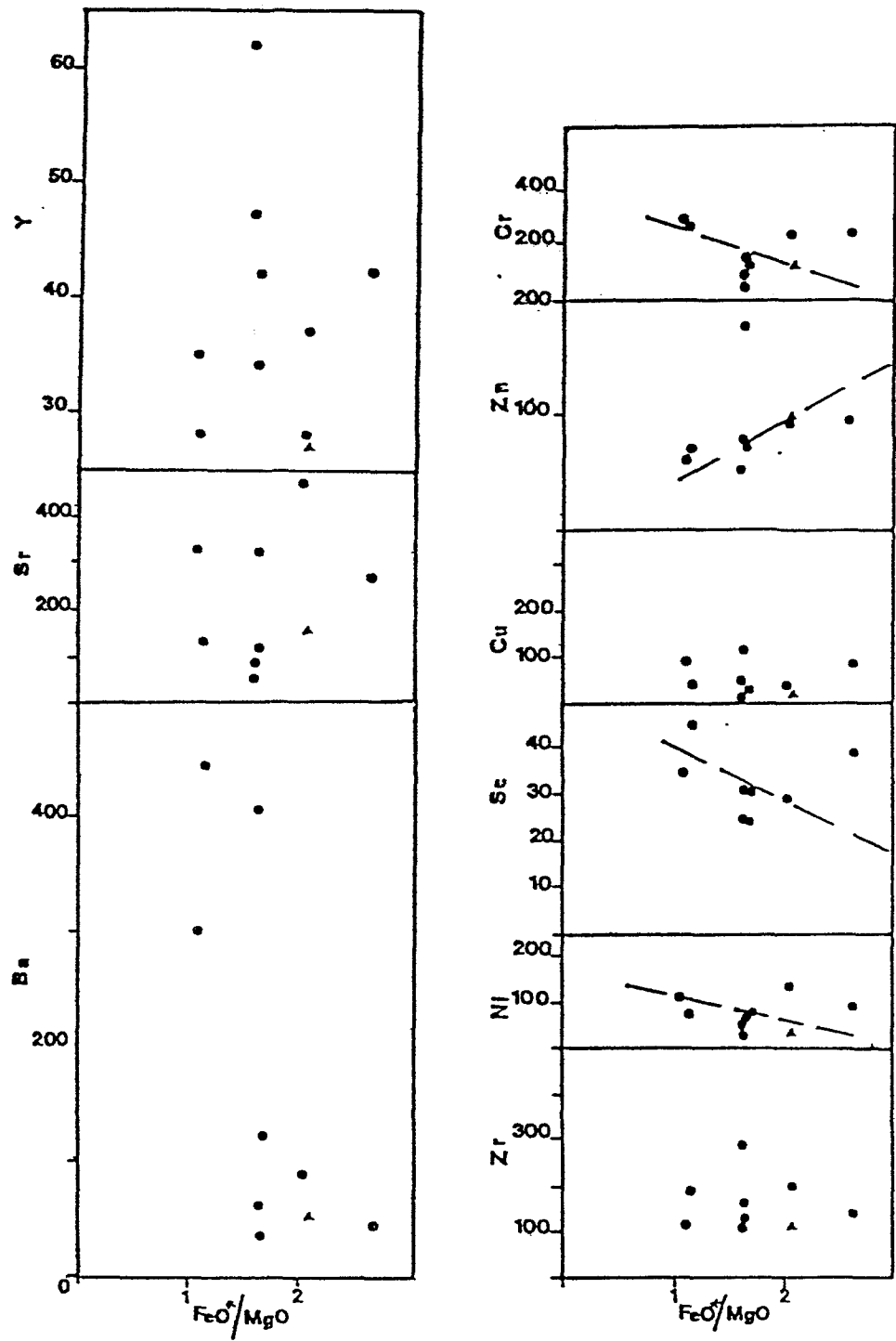
Οι τιμές του  $Cr$ ,  $Sc$  και  $Ni$  είναι αντιστρόφως ανάλογες ως προς την τιμή της σχέσης  $FeO^*/MgO$ , ενώ οι τιμές του  $Zn$  είναι ανάλογες ως προς την ίδια σχέση.

Με σκοπό τον προσδιορισμό του τεκτονικού περιβάλλοντος, στο οποίο έλαβαν χώρα οι εκχύσεις των βασαλτικών πετρωμάτων των οφιολιθικών σχηματισμών της Οσσας, χρησιμοποιήθηκαν τα διαγράμματα  $Ti$  προς  $Zr$  (Pearce, 1980),  $Zr/Y$  προς  $Zr$  (Pearce και Norry, 1979),  $Gr$  προς  $Y$  (Pearce, 1981) και  $V$  προς  $Ti$  (Sharvaïs, 1982).

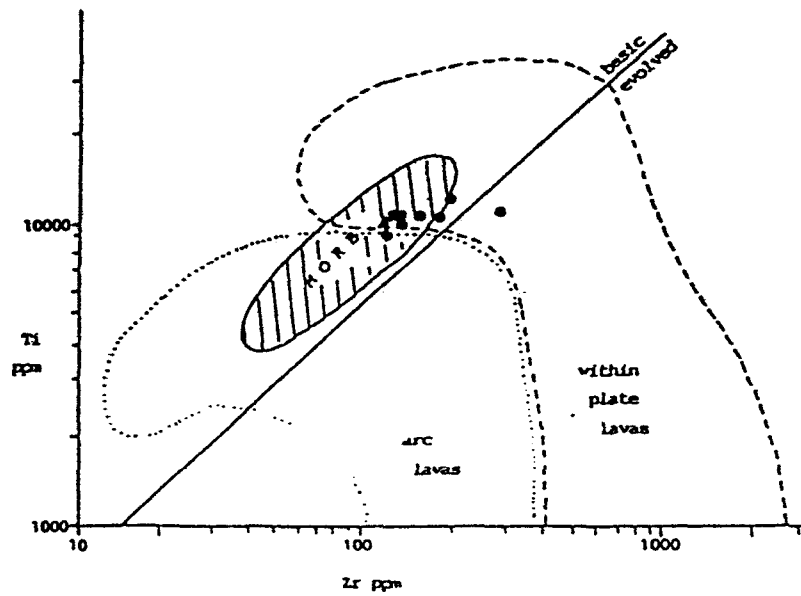
Στο διάγραμμα  $Ti$  προς  $Zr$  (Σχ. 59) οι χημικές αναλύσεις των μεταβασιτών προβάλλονται στο πεδίο των βασαλτών μεσσωκεάνιας ράχης (MORB), εκτός από τρεις αναλύσεις (αρ. 20, 38 και 72), οι οποίες προβάλλονται στην περιοχή των βασαλτών μεταξύ των πλακών (WPB).

Οι προβολές των χημικών αναλύσεων στο διάγραμμα  $Zr/Y$  προς  $Zr$  (Σχ. 60) τοποθετούνται κατά κύριο λόγο στο πεδίο των βασαλτών μεταξύ πλακών (Within-plate basalts), ενώ δύο αναλύσεις (αρ. 26 και 73) τοποθετούνται στους βασάλτες ωκεάνιας προέλευσης.

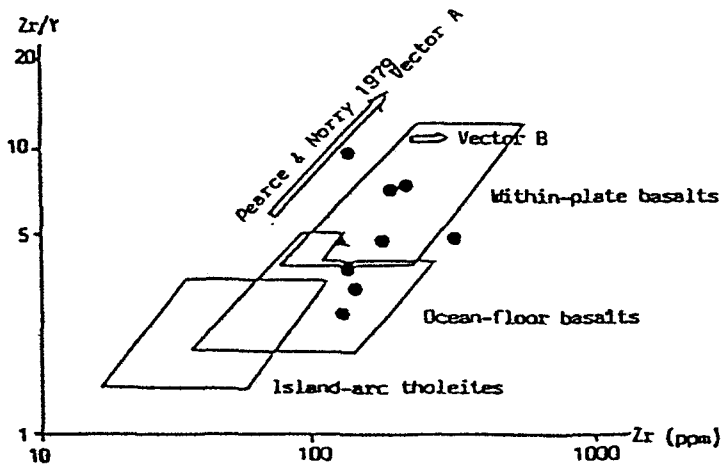
Από το διάγραμμα  $Cr$  προς  $Y$  (Σχ. 61) συμπεραίνεται ότι πρόκειται για μαγματισμό βασαλτών μεταξύ πλακών, με εξαίρεση δύο αναλύσεις (αρ. 26 και 50), που τοποθετούνται συγχρόνως και στους βασάλτες μεσσωκεάνιας ράχης (MORB).



Σχ. 58. Διάγραμμα ιχνοστοιχείων ως προς το λόγο  $FeO^*/MgO$  (\*ολικός σίδηρος ως  $FeO$ ) των μεταβασιτών του Προανωκρητιδικού καλύμματος που αναλύθηκαν. Συμβολισμοί όπως στο σχήμα 54.

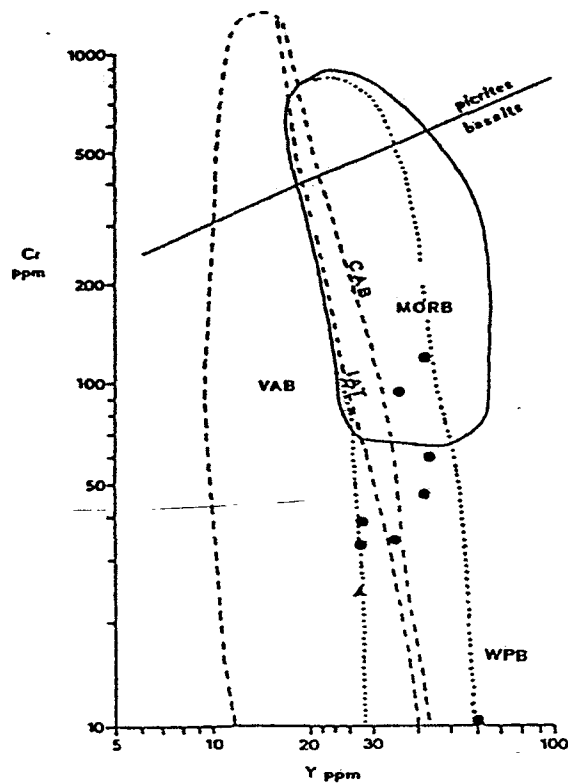


Σχ. 59. Διάγραμμα Ti προς Zr με τις δέσεις των μεταβασιτών του Προανωκρητιδικού καλύμματος που αναλύθηκαν. Συμβολισμοί όπως στο σχήμα 54.

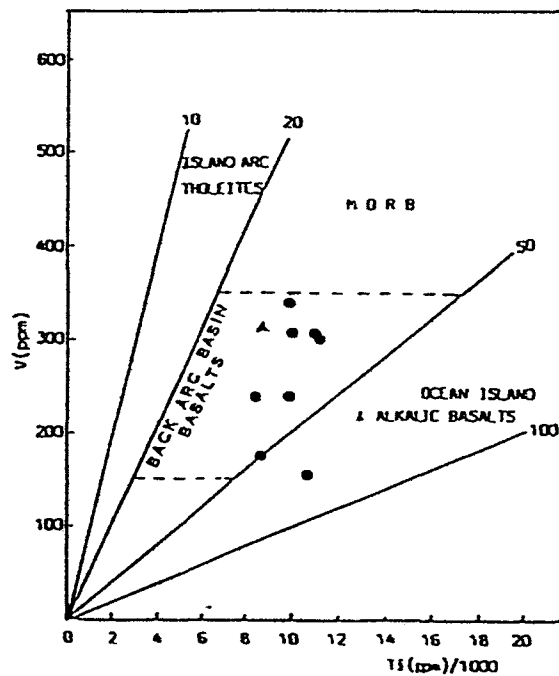


Σχ. 60. Διάγραμμα Zr/Y προς Zr των PEARCE and NORRY (1979), με τις προβολές των μεταβασιτών των σχηματισμών του Προανωκρητιδικού καλύμματος. Συμβολισμοί όπως στο σχήμα 54.





Σχ. 61. Διάγραμμα Cr-Y του PEARCE (1981), με τις προβολές των μεταβασιτών των οχηματισμών του Προανωκρητιδικού καλύμματος που αναλύθηκαν. Συμβολισμοί όπως στο σχήμα 54.



Σχ. 62. Διάγραμμα V-Ti του SHERVAIS (1982), με τις προβολές των μεταβασιτών των οχηματισμών του Προανωκρητιδικού καλύμματος που αναλύθηκαν. Συμβολισμοί όπως στο σχήμα 54.

Στο διάγραμμα V προς Ti (Σχ.62) οι χημικές αναλύσεις των πετρωμάτων προβάλλονται στο πεδίο των βασαλτών μεσοωκεάνιας ράχης, οι οποίοι περιορίζονται στο χώρο των βασαλτών MORB και λεκανών πίσω από το τόξο (Back-arc basin basalts), εκτός από μια ανάλυση (αρ. 72), η οποία τοποθετείται στο πεδίο των βασαλτών ωκεανίων νήσων και αλκαλικών βασαλτών (Ocean island and alkalic basalts).

#### 3.2.4. Ορυκτολογία-Ορυκτοχημεία των σχηματισμών του Προανωκρητιδικού τεκτονικού καλύμματος

Με σκοπό τη μελέτη της ορυκτοχημείας των ορυκτών των σχηματισμών του Προανωκρητιδικού καλύμματος, πραγματοποιήθηκαν 27 μικροαναλύσεις σε αντιπροσωπευτικά ορυκτά. Οι χημικές αναλύσεις και οι χημικοί τύποι τους, όπως προέκυψαν μετά τη σχετική επεξεργασία των χημικών δεδομένων, παρουσιάζονται στους παρατιθέμενους πίνακες.

Αναλυτικότερα, από τα κυριότερα ορυκτά των αντιπροσωπευτικών παραγενέσεων των σχηματισμών της Οσσας, έγιναν 10 μικροαναλύσεις αμφιβόλων, 3 επιδότων, 6 μαρμαρυγιών, 2 χλωριτών και 6 αστρίων.

##### 3.2.4.1. Αμφίβολοι

Η μικροσκοπική παρατήρηση έδειξε ότι έχουμε δύο ομάδες αμφιβόλων, δηλαδή ασβεστούχους (πράσινου χρώματος ή άχρωμους) και νατριούχους (κυανού χρώματος). Στους αμφιβολίτες παρατηρήθηκαν εκτός από τους πράσινους αμφιβόλους και άλλοι κρύσταλλοι ζωνώδεις, οι οποίοι στο εσωτερικό τους είναι πράσινοι, ενώ στην περιφέρειά έχουν μετατραπεί σε κυανού χρώματος αμφίβολο.

Η παρουσία των αμφιβόλων είναι έντονη στους αμφιβολίτες, τους αμφιβολιτικούς γνευσίους, τους γλαυκοφανιτικούς επιδοτιτικούς σχιστολίθους και τους πρασινίτες, ενώ απουσιάζουν τελείως από τους μεταδιαβάσεις, τους γραφιτικούς φεγγιτικούς σχιστολίθους, τους σερπεντινίτες και τους ασβεστοφυλλίτες. Στους μαρμαρυγιακούς

σχιστολίθους εμφανίζονται λίγοι διάσπαρτοι κρύσταλλοι αμφιβόλων.

Οι χημικές αναλύσεις τους και οι ατομικές αναλογίες τους, όπως υπολογίστηκαν με βάση τα 23 οξυγόνα, δίδονται στον πίνακα 23.

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 10 μικροαναλύσεις, από τις οποίες 5 σε ασβεστούχους και 5 σε νατριούχους αμφιβόλους.

#### α. Ασβεστούχοι αμφίβολοι

Ακολουθώντας την ταξινόμηση των αμφιβόλων κατά Leake (1978), παρατηρούμε ότι ο ασβεστούχος αμφίβολος με αριθμό ανάλυσης 75<sub>κεντ.</sub>, ο οποίος απαντάται σε αμφιβολίτη, ταξινομείται στις μαγνησιούχες χαστινγκσιτικές κεροστίλβες (Σχ. 63), διότι  $(Na+K)_A = 0.54$ ,  $Ti = 0.06$ ,  $Fe^{+3} = 0.75 > Al^{VI} = 0.61$ ,  $mg = 0.53$  και  $Si = 6.47$ . Οι ασβεστούχοι αμφίβολοι των αναλύσεων 8 και 9, οι οποίοι είναι υδροθερμικής προελεύσεως, επειδή απαντώνται μόνο στις υδροθερμικές φλέβες, ταξινομούνται στους τρεμολίτες (Σχ. 64), διότι  $(Ca+Na)_B = 2.0$  και στις δύο αναλύσεις,  $Na_B = 0.03$ ,  $(Na+K)_A = 0.10$ ,  $Ti = 0.1$ ,  $mg = 0.91$  και  $Si = 7.94$  και  $7.95$  αντίστοιχα. Τέλος, οι ασβεστούχοι αμφίβολοι των αναλύσεων 14 και 59, οι οποίοι απαντώνται σε πρασιλίτες, ταξινομούνται στους ακτινόλιθους (Σχ. 64), διότι  $(Ca+Na)_B = 2.00$ ,  $Na_B$  είναι αντίστοιχα  $0.23$  και  $0.06$ ,  $(Na+K)_A = 0.17$ ,  $Ti = 0.01$ . Η τιμή  $mg$  είναι αντίστοιχα  $0.74$  και  $0.65$  και το  $Si$  κυμαίνεται από  $7.93$  έως  $7.73$ .

Στο διάγραμμα  $Al_2O_3$  προς  $Mg/(Fe+Mg+Mn)$  του A. MIYASHIRO (1957, σχ. 65), οι ασβεστούχοι αμφίβολοι παρουσιάζουν αρνητική συσχέτιση.

Από το διάγραμμα  $Na$  προς  $Ca$  (Σχ. 66) διαπιστώνεται μία κανονική μεταβολή του  $Na$  σε σχέση με το  $Ca$ .

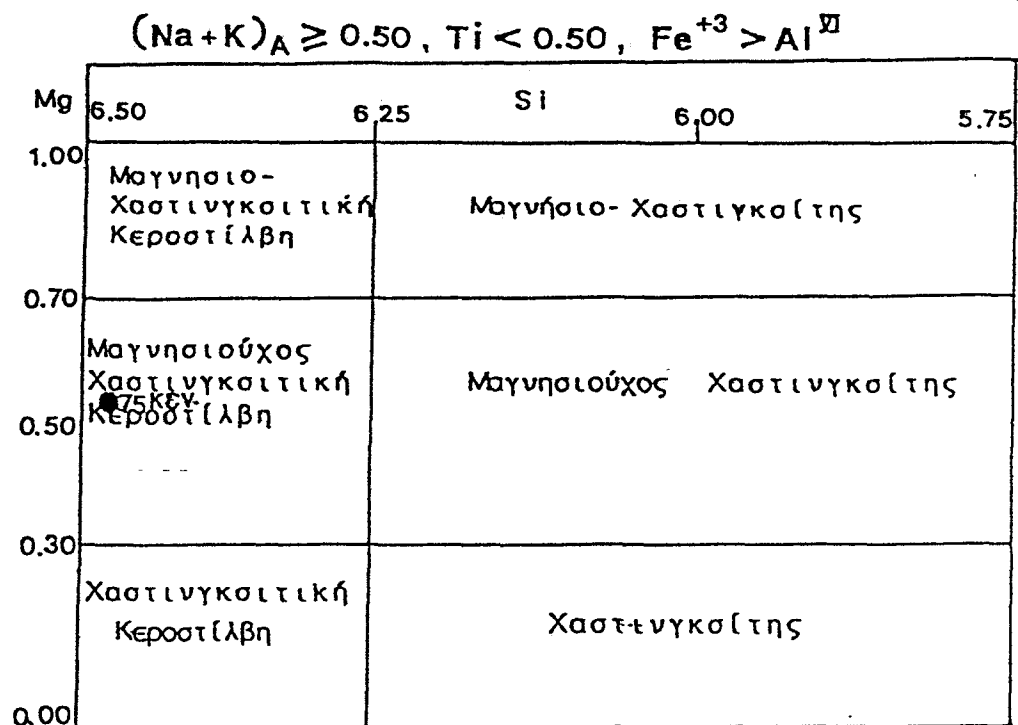
Η μεταβολή του αργιλίου, σιδήρου και μαγνησίου των ασβεστούχων αμφιβόλων των σχηματισμών του Προανωκρητιδικού καλύμματος φαίνεται στο τρίγωνο  $Fe-Al-Mg$  του σχήματος 67.

#### Οπτικές ιδιότητες

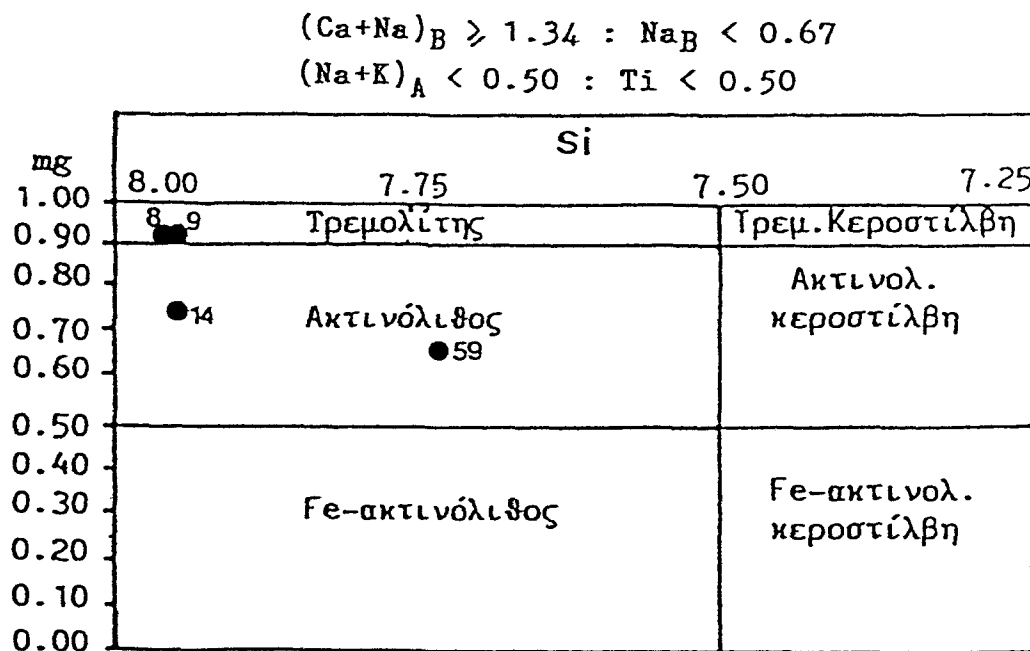
Στο πολωτικό μικροσκόπιο με μόνο τον πολωτή, οι μαγνησιούχες

ΠΙΝΑΚΑΣ 23: ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΑΜΦΙΒΟΛΩΝ ΤΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΑΝΩΡΚΗΡΗΤΙΑΚΟΥ ΚΑΛΥΠΤΑΤΟΣ

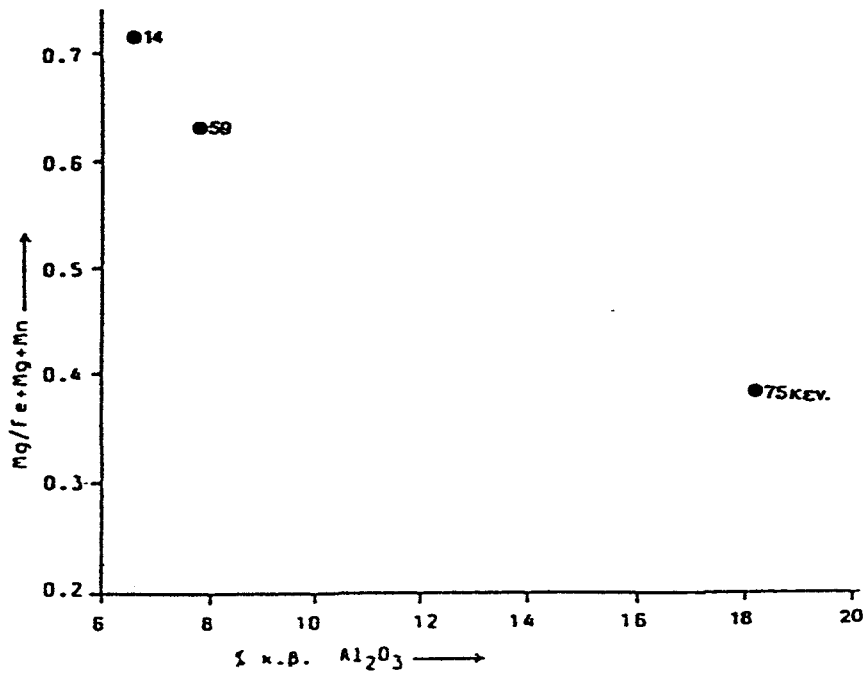
Αριθ. δειγμ.	C 203	GT 10	ΝΑΤΡΙΟΧΟΙ ΑΜΦΙΒΟΛΟΙ				ΑΣΒΕΣΤΟΧΟΙ ΑΜΦΙΒΟΛΟΙ				GT 2
			B 331	GT 4	B 218	GT 3	B 218	GT 3	B 217	GT 2	
Αριθ. αναλ.	79	81	88	91	75 <sub>κερυρ.</sub>	75 <sub>κερυρ.</sub>	8	9	14	59	
SiO <sub>2</sub>	52.71	52.12	53.23	52.45	53.82	43.41	58.38	58.14	56.29	52.95	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.36	6.11	4.59	4.79	4.71	12.21	0.38	0.59	0.66	1.83	
TiO <sub>2</sub>	0.03	0.02	0.04	0.01	0.01	0.55	0.80	0.00	0.06	0.04	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26.80	24.91	27.18	26.63	20.51	21.66	4.32	4.25	11.72	14.63	
MgO	4.05	4.38	4.31	4.56	9.30	8.42	22.09	22.03	16.97	14.36	
MnO	0.22	0.22	0.23	0.20	0.33	0.21	0.20	0.20	0.31	0.63	
CaO	0.75	1.51	0.45	2.73	2.61	9.46	13.47	13.49	11.73	12.42	
Na <sub>2</sub> O	6.39	6.13	7.29	6.12	5.88	3.12	0.46	0.43	1.26	0.74	
K <sub>2</sub> O	0.09	0.09	0.07	0.20	0.07	0.62	0.07	0.06	0.31	0.12	
Ανυδ. αδρ.	96.40	95.49	97.39	97.69	97.21	99.66	100.17	99.35	99.31	97.72	
Ατομικές αναλογίες με βάση 23 O (οξυγόνα)											
Si	7.81	7.81	7.85	7.83	7.73	6.47	7.95	7.94	7.93	7.73	
Aliv	0.19	0.19	0.15	0.17	0.27	1.53	0.05	0.06	0.07	0.27	
Συν. (T)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	
Aliv	0.73	0.88	0.66	0.66	0.52	0.61	0.01	0.03	0.04	0.04	
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.01	0.00	0.01	0.00	
Fe+3	1.35	1.01	1.28	0.87	1.28	0.75	0.00	0.00	0.09	0.10	
Mg	0.90	0.97	0.94	1.01	1.99	1.87	4.49	4.48	3.56	3.12	
Fe+2	1.99	2.11	2.09	2.43	1.17	1.68	0.44	0.44	1.26	1.66	
Mn	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.02	0.02	0.04	0.08	
Συν. (C)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.97	4.97	5.00	5.00	
Ca	0.12	0.25	0.07	0.43	0.40	1.51	1.97	1.97	1.77	1.94	
NaB	1.86	1.75	1.93	1.57	1.60	0.49	0.03	0.03	0.23	0.06	
Συν. (B η M <sub>4</sub> )	1.98	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	
NaA	0.00	0.03	0.15	0.19	0.04	0.42	0.09	0.09	0.11	0.15	
K	0.02	0.02	0.01	0.04	0.01	0.12	0.01	0.01	0.06	0.02	
Συν. (A)	0.02	0.05	0.16	0.23	0.05	0.54	0.10	0.10	0.17	0.17	
Συν. (ABCT)	15.00	15.05	15.16	15.23	15.05	15.54	15.07	15.07	15.17	15.17	
Mg/(Mg+Fe <sub>2</sub> )	0.31	0.31	0.31	0.29	0.63	0.53	0.91	0.91	0.74	0.65	
Fe <sub>3</sub> /(Fe <sub>3</sub> +Aliv)	0.65	0.53	0.66	0.57	0.71						



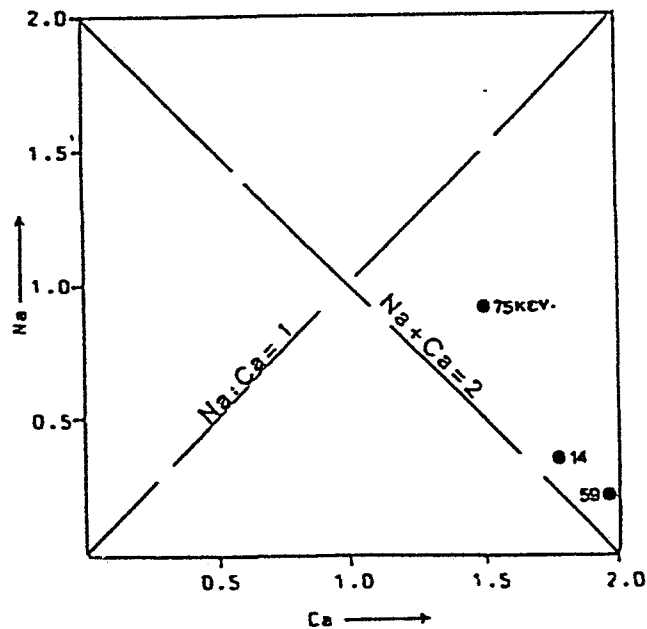
Σχ. 63. Διάγραμμα ταξινόμησης των ασβεστούχων αμφιβόλων που αναλύθηκαν κατά LEAKE (1978).



Σχ. 64. Διάγραμμα ταξινόμησης των ασβεστούχων αμφιβόλων που αναλύθηκαν κατά LEAKE (1978).



Σχ. 65. Διάγραμμα  $Mg/(Fe+Mg+Mn)$  προς  $Al_2O_3$  % κ.β. του MIYASHIRO (1957), με τα σημεία των Ca-αμφιβόλων που αναλύθηκαν.



Σχ. 66. Διάγραμμα Na προς Ca, με τους Ca-αμφιβόλους που αναλύθηκαν.

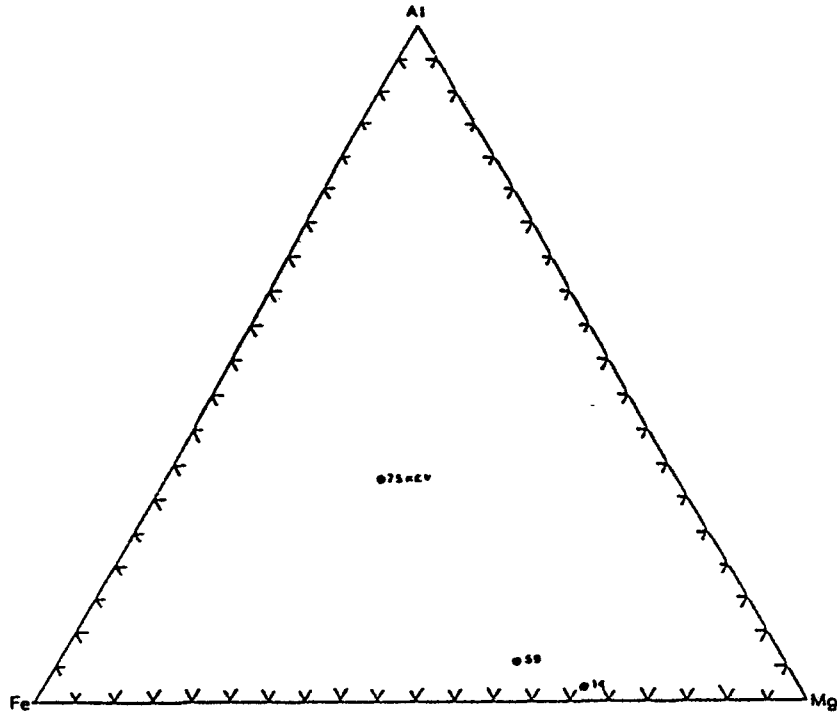
χαστινγκσιτικές κερυστίλβες παρουσιάζονται με τη μορφή υπιδιομόρφων έως ιδιομόρφων πρισματικών κρυστάλλων με υψηλό ανάγλυφο, με έντονο πλεοχροϊσμό χρώματος πράσινου (ηγ) έως ανοικτού πράσινου (ηα) και τέλει σχισμό, με τη χαρακτηριστική γωνία σχισμού των αμφιβόλων  $124^\circ$ . Στα κάθετα Nicols τα χρώματα πολώσεως είναι μέτρια δευτέρας τάξεως, η επιμήκυνση θετική και ο οπτικός χαρακτήρας αρνητικός. Μετρήσεις στην περιστρεπτο τράπεζα Fedorow έδωσαν τιμές γωνίας O.A.  $(-)\ 2V=79^\circ-84^\circ$ . Το E.O.A. είναι παράλληλο προς το (010) και η κατασβεστική γωνία  $\eta\gamma/c=17^\circ-19^\circ$ .

Οι ακτινολίθοι (Εικ. 24) στην παρατήρηση με μόνο τον πολωτή εμφανίζονται με τη μορφή υπιδιομόρφων έως ιδιομόρφων πρισματικών έως βελονοειδών κρυστάλλων, με μέτρια θλαστικότητα και μέτριο πλεοχροϊσμό, με χρώματα ανοικτό πράσινο (ηγ), κιτρινοπράσινο (ηβ) και ανοικτό κίτρινο (ηα). Συχνά παρατηρείται ο χαρακτηριστικός σχισμός των αμφιβόλων με γωνία  $124^\circ$ . Στα κάθετα Nicols παρουσιάζουν μέτρια χρώματα πολώσεως 2ας τάξεως, θετική επιμήκυνση και οπτικό χαρακτήρα αρνητικό. Μετρήσεις στην τράπεζα Fedorow έδωσαν τιμές γωνίας οπτικών αξόνων  $(-)\ 2V=78^\circ-80^\circ$  σε E.O.A. (010) και κατασβεστική γωνία μικρή  $\eta\gamma/c=10^\circ-11^\circ$ .

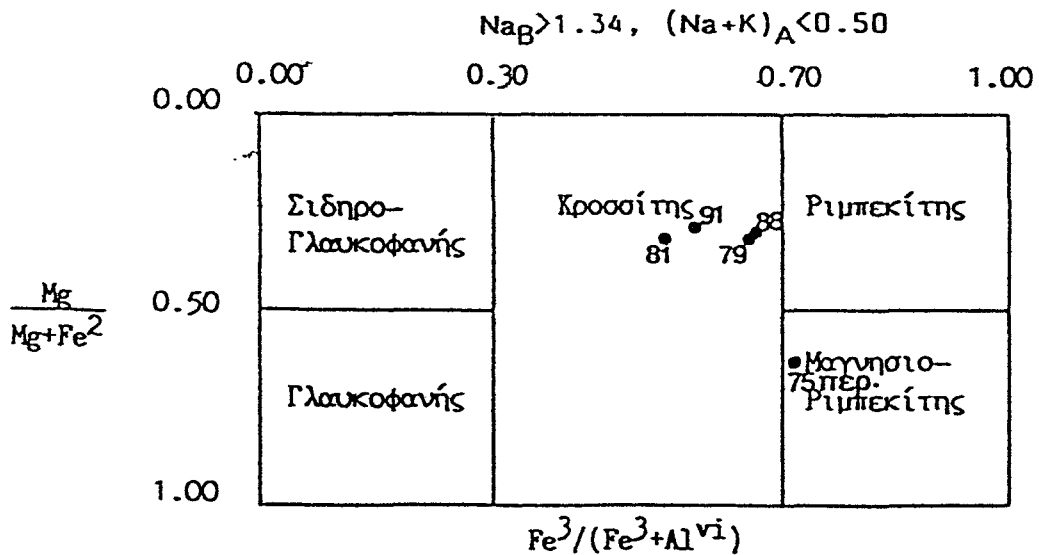
Οι τρεμολίτες (γραμματίτης) υδροθερμικής προέλευσης παρουσιάζονται σε μεγάλους ιδιόμορφους πρισματικούς κρυστάλλους, άχρωμους με έντονο ανάγλυφο.

#### β. Νατριούχοι αμφίβολοι

Η ταξινόμηση των Na-αμφιβόλων έγινε με βάση την ταξινόμηση κατά Leake (1978). Ο νατριούχος αμφίβολος με αριθμό ανάλυσης 75κερ14., ο οποίος προέρχεται από τη μετατροπή της μαγνησιούχου χαστινγκσιτικής κερυστίλβης, ταξινομείται στους μαγνησιοριμπεκίτες, διότι  $Na_B=1.60$ ,  $(Na+K)_A=0.05$ ,  $Mg/(Mg+Fe+2)=0.63$  και  $Fe+3/(AlVI+Fe+3)=0.71$ . Οι υπόλοιπες αναλύσεις των Na-αμφιβόλων, οι οποίες απαντώνται σε μεταϊζημάτα, με αριθμούς ανάλυσης 79, 81, 88 και 91, ταξινομούνται στους κροσσίτες, διότι το  $Na_B$  κυμαίνεται από 1.57-1.93, το άθροισμα  $(Na+K)_A$  από 0.02-0.23, ο λόγος  $Mg/(Mg+Fe+2)$  από 0.294 έως 0.315 και ο λόγος



Σχ. 67. Διάγραμμα Fe-Mg-Al με τις θέσεις των Ca-αμφιβόλων που αναλύθηκαν.



Σχ. 68. Διάγραμμα ταξινόμησης των Na-ούχων αμφιβόλων κατά LEAKE (1978).



$Fe^{+3}/(Al^{VI}+Fe^{+3})$  από 0.534 έως 0.66 (Σχ. 68).

Στο διάγραμμα Ca προς Na (Σχ. 69) παρατηρείται γενικά σταθερή σχέση μεταξύ Na και Ca, αφού οι αναλύσεις ακολουθούν την ευθεία  $Na+Ca=2$ .

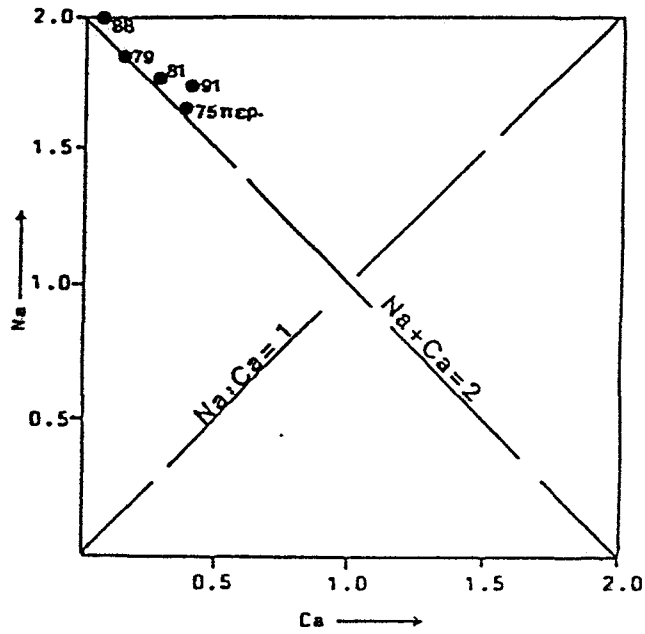
#### Οπτικές ιδιότητες

Στο πολωτικό μικροσκόπιο με μόνο τον πολωτή, οι Na-αμφίβολοι παρουσιάζονται με τη μορφή υπιδιομόρφων έως ιδιομόρφων επιμήκων πρισματικών κρυστάλλων, με μέτριο έως έντονο ανάγλυφο και χαρακτηριστικό σχισμό γωνίας  $124^\circ$ . Ο πλεοχροϊσμός τους είναι έντονος, με χρώματα κυανοϊώδες (nγ), ανοικτό κυανούν (nβ) και σκούρο κυανούν (nα). Στα διασταυρωμένα Nicols εμφανίζουν χαμηλά χρώματα πολώσεως 1ης-2ας τάξεως, τεφροκίτρινα έως ερυθρόφαια-ερυθροϊώδη. Η επιμήκυνσή τους είναι αρνητική και ο οπτικός τους χαρακτήρας αρνητικός. Μετρήσεις με την τράπεζα Fedorow έδωσαν τιμές  $(-)\ 2V=47^\circ-54^\circ$ . Το E.O.A. είναι κάθετο προς το (010) και η κατασβεστική γωνία στον κροσσίτη  $n\beta/c=6^\circ-8^\circ$  και στο μαγνησιοριμπεκίτη  $n\alpha/c=11^\circ-13^\circ$ .

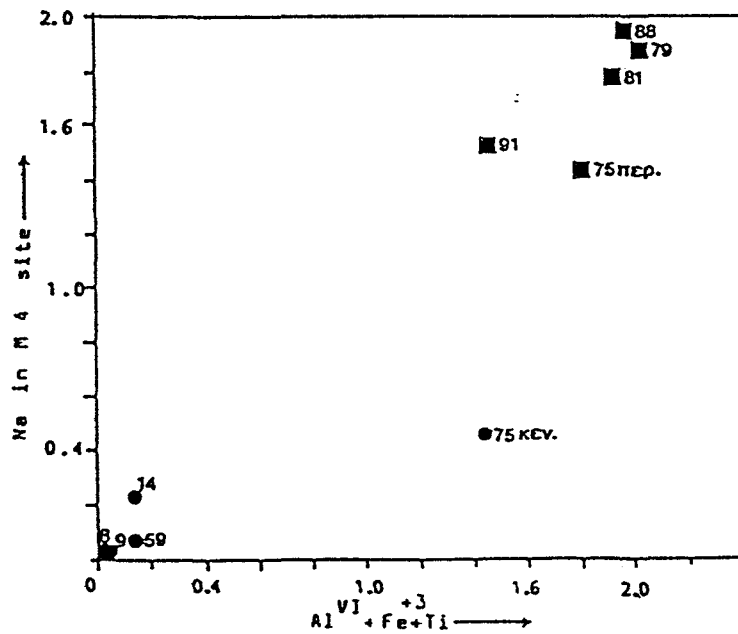
Οι προβολές όλων των αμφιβόλων, Ca-ούχων και Na-ούχων, των σχηματισμών του Προανωκρητιδικού καλύμματος στα διαγράμματα  $NaM_4/(Al^{VI}+Fe^{+3}+Ti)$  (Σχ. 70) και  $(Al^{VI}+Fe^{+3}+Ti)/Al^{IV}$  (Σχ. 71) δείχνουν ότι το  $Na_B$  στη  $M_4$  αυξάνει ανάλογα με την αύξηση του αβροϊσματος  $(Al^{VI}+Fe^{+3}+Ti)$  της C θέσης. Αντίθετα, το  $Al^{IV}$  της T θέσης παρουσιάζει μικρή διακύμανση στην αύξηση του αβροϊσματος  $(Al^{VI}+Fe^{+3}+Ti)$  της C θέσης, με εξαίρεση τη μαγνησιούχο χαστινγκσιτική κεροσίλβη.

#### 3.2.4.2 Επίδοτο

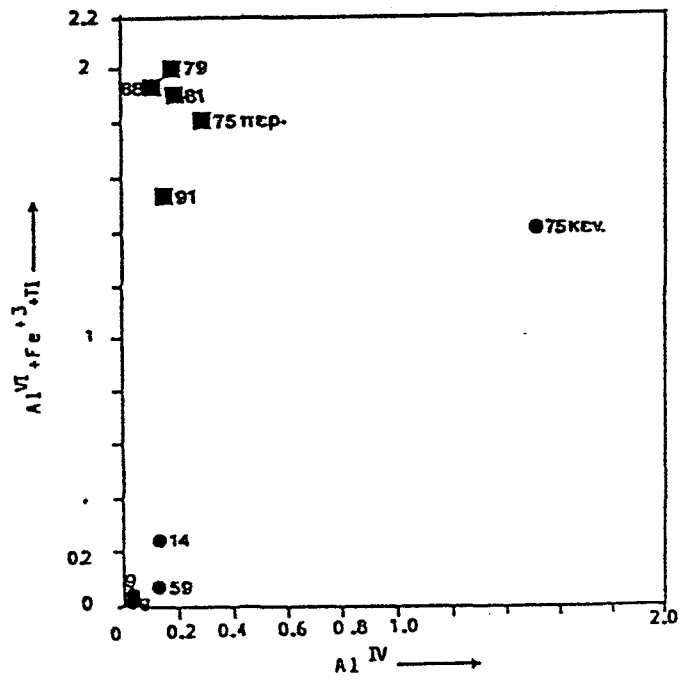
Το επίδοτο είναι σύνηθες ορυκτό στην παραγένεση κυρίως των πρασινιτών και των γλαυκοφανιτικών επιδοτιτικών σχιστολίθων, ενώ έχει μικρή παρουσία στους υπόλοιπους πετρολογικούς τύπους και απουσιάζει εντελώς από τους σερπεντινίτες. Μετά από μικροσκοπικές



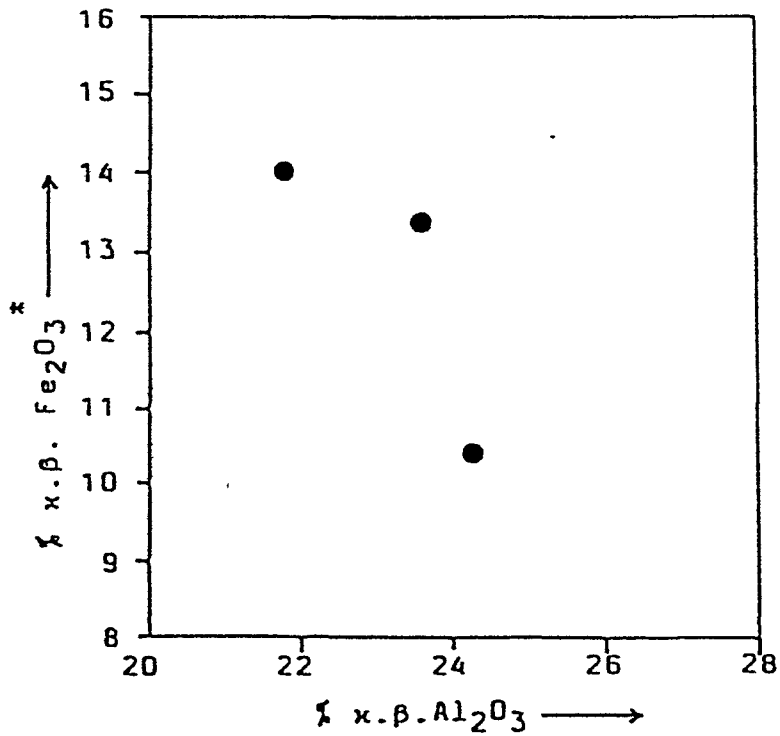
Σχ. 69. Διάγραμμα Na προς Ca, με τους Na-αμφιβόλους που αναλύθηκαν



Σχ. 70. Διάγραμμα Na in M<sub>4</sub> site προς Al<sup>VI</sup>+Fe<sup>+3</sup>+Ti, με τις θέσεις των Na-ούχων ( ) και Ca-ούχων ( ) αμφιβόλων των σχηματισμών του Προανωκρητιδικού τεκτονικού καλύμματος που αναλύθηκαν.



Σχ. 71. Διάγραμμα  $Al^{VI}+Fe^{+3}+Ti$  προς  $Al^{IV}$ , με τις θέσεις των Na-ούχων και Ca-ούχων αμφιβόλων. Συμβολισμοί όπως και στο σχήμα 70.



Σχ. 72. Διάγραμμα  $Fe_2O_3$  προς  $Al_2O_3$  με τις θέσεις των επιδότων που αναλύθηκαν.

ΠΙΝΑΚΑΣ 24: ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΠΙΔΟΤΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

ΠΡΟΑΝΩΚΡΗΤΙΔΙΚΟΥ ΚΑΛΥΜΜΑΤΟΣ

Αριθ. δείγμ.	B 216	C 203	GT 2
Αριθ. αναλ.	5	42	61
SiO <sub>2</sub>	37.45	37.38	37.76
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23.57	21.70	24.18
TiO <sub>2</sub>	0.11	0.06	0.21
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	13.41	14.10	10.52
MnO	0.16	0.30	0.38
MgO	0.00	0.00	0.03
CaO	24.15	23.56	24.50
Na <sub>2</sub> O	0.01	0.01	0.00
K <sub>2</sub> O	0.01	0.00	0.01

Ανυδ. αδρ. 98.88 97.11 97.59

Ατομικές αναλογίες με βάση 12.5 O(οξυγόνα)

Si	2.96	3.02	3.00
Al <sup>IV</sup>	0.04	0.00	0.00
Συν. (Si, Al <sup>IV</sup> )	3.00	3.02	3.00
Al <sup>VI</sup>	2.16	2.07	2.27
Ti	0.01	0.00	0.01
Fe <sup>+3</sup>	0.80	0.86	0.63
Mn	0.01	0.02	0.03
Mg	0.00	0.00	0.00
Συν. (Y)	2.98	2.95	2.94
Ca	2.05	2.04	2.09
Na	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00
Συν. (X)	2.05	2.04	2.09

Συν. κατιόντων 8.03 8.01 8.03

(FeX100)/(Fe+Al) 26.65 29.27 21.72

(\*) Ο συνολικός σίδηρος υπολογίστηκε ως Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

αναλύσεις, επελέγησαν και μικροαναλύθηκαν τρεις κρύσταλλοι επιδότων.

Οι χημικές αναλύσεις τους, μαζί με τις ατομικές αναλογίες, δίδονται στον πίνακα 24. Ο υπολογισμός των συντακτικών χημικών τύπων έγινε με βάση τα 12.5 οξυγόνα.

Οι ατομικές αναλογίες των αναλυθέντων κρυστάλλων επιδότου δείχνουν ότι οι X θέσεις του γενικού τύπου των επιδότων καταλαμβάνονται από Ca, ενώ το K και το Na λείπουν εντελώς. Οι Y θέσεις καταλαμβάνονται κυρίως από  $Al^{VI}$  και  $Fe^{+3}$ , και το Ti εισέρχεται με πολύ μικρή αναλογία 0.01, όπως και το Mn, το οποίο εισέρχεται επίσης με μικρή αναλογία (0.01-0.03), ενώ το Mg απουσιάζει. Το άθροισμα στις οκταεδρικές θέσεις κυμαίνεται από 2.94 έως 2.98, πολύ κοντά στη θεωρητική τιμή 3.0. Οι τετραεδρικές θέσεις καταλαμβάνονται αποκλειστικά από Si.

Το πιστακίτικό τους μόριο κυμαίνεται από 21.72 έως 29.27. Στο σχήμα 72 προβάλλονται οι ποικιλίες συστάσεως των αναλυθέντων επιδότων αναφορικά με τις τιμές  $Fe_2O_3$  και  $Al_2O_3$ .

#### Οπτικές ιδιότητες

Στο πολωτικό μικροσκόπιο με μόνο τον πολωτή παρουσιάζουν ασθενή πλεοχροϊσμό και υψηλό ανάγλυφο. Στην παρατήρηση και με τον αναλυτή η διπλοθλαστικότητά τους είναι μέτρια έως υψηλή. Ο οπτικός τους χαρακτήρας είναι αρνητικός, η επιμήκυνση θετική και η γωνία οπτικών αξόνων  $(-)\ 2V=73^\circ-75^\circ$ .

#### 3.2.4.3 Λευκός μαρμαρυγίας

Ο λευκός μαρμαρυγίας απαντάται σε όλα τα πετρώματα των σχηματισμών του Προανωκρητιδικού καλύμματος, εξαιρουμένων των σερπεντινιτών και των μεταδιαβασών απ' όπου απουσιάζει. Στα μεταϊζήματα παρουσιάζεται σε μεγάλη αφθονία και λιγότερο στους μεταβασίτες.

Μετά από παρατήρηση στο πολωτικό μικροσκόπιο, επελέγησαν και αναλύθηκαν τρεις κρύσταλλοι λευκού μαρμαρυγία. Οι χημικές τους

αναλύσεις, καθώς και οι ατομικές τους αναλογίες, των οποίων ο υπολογισμός έγινε με βάση τα 22 οξυγόνα, δίδονται στον πίνακα 25.

Οι προβολές των τιμών των μικροαναλύσεων στα διαγράμματα  $Al_2O_3$  προς  $Fe_2O_3$  και  $Al_2O_3$  προς  $Na_2O$  (Σχ. 73α και 73β) δείχνουν ότι πρόκειται για φεγγίτες.

Το άθροισμα των κατιόντων του  $Al(Al^{IV}+Al^{VI})$  στους φεγγίτες που αναλύθηκαν κυμαίνεται από 3.67-4.16 και υπολείπεται αρκετά από το άθροισμα  $\delta$  του συντακτικού τύπου των μοσχοβιτών. Η διακύμανση αυτή είναι αντιστρόφως ανάλογη από τη συμμετοχή του σελαδονικού μορίου (Σχ. 74). Το σελαδονικό μόριο κυμαίνεται από 0.276-0.432.

Η διακύμανση του Si είναι μικρή σε σχέση με την αύξηση του αθροίσματος  $Fe+Mg$  (Σχ. 75).

Το Na των φεγγιτών είναι ελάχιστο, γεγονός που συμφωνεί με την υψηλή τιμή του Si, κατά τις απόψεις των Fletcher και Greenwood (1979), Chopin και Maluscki (1980), Heinrich (1982), Vuichard και Balleve (1988).

#### Οπτικές ιδιότητες

Στο πολωτικό μικροσκόπιο παρουσιάζεται με τη μορφή άχρωμων κρυστάλλων με χαμηλό ανάγλυφο, οπτικά αρνητικών και με χρώματα πολώσεως ανωτέρας τάξεως. Η γωνία οπτικών αξόνων μετρήθηκε με την τράπεζα Fedorow και είναι  $(-)\Delta V=24^\circ-27^\circ$ .

#### 3.2.4.4. Χλωρίτης

Ο χλωρίτης απαντάται σε όλα τα πετρώματα των σχηματισμών του Προανωκρητιδικού καλύμματος, ανεξάρτητα από την αρχική τους προέλευση. Συνολικά αναλύθηκαν δύο χλωρίτες, των οποίων οι χημικές αναλύσεις, μαζί με τις ατομικές τους αναλογίες, δίδονται στον πίνακα 26. Ο υπολογισμός του χημικού τύπου τους έγινε με βάση τα 28 οξυγόνα και ο ολικός Fe υπολογίσθηκε ως  $FeO$ .

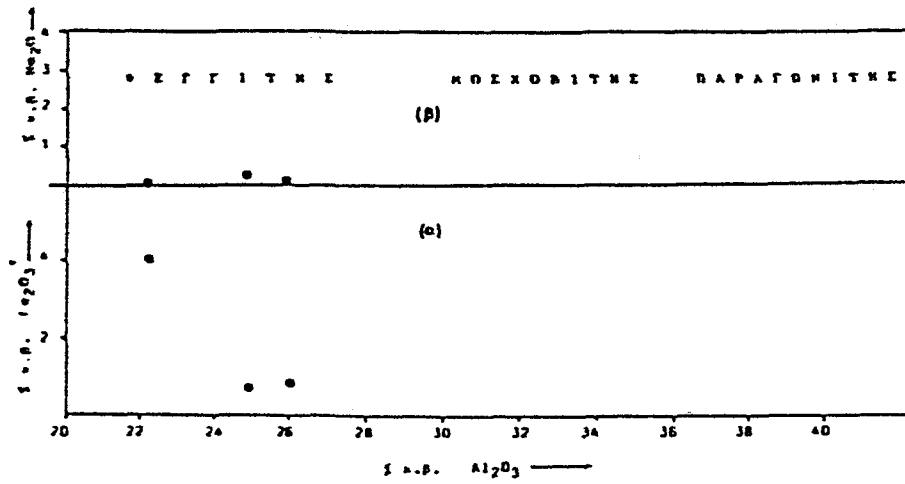
Η προβολή των χημικών αναλύσεων στο διάγραμμα του Hey (1954, σχ. 76) δείχνει ότι πρόκειται για ριπιδόλιθο.

ΠΙΝΑΚΑΣ 25: ΛΕΥΚΟΙ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΕΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

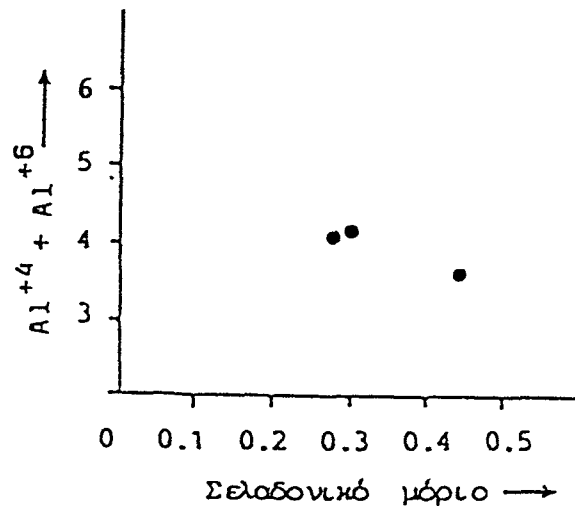
ΠΡΟΑΝΩΚΡΗΤΙΔΙΚΟΥ ΚΑΛΥΜΜΑΤΟΣ

Αριθ. δείγμ.	B 218	B 217	GT 2
Αριθ. αναλ.	51	52	53
SiO <sub>2</sub>	48.69	49.56	49.76
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22.17	25.89	25.34
TiO <sub>2</sub>	0.05	0.33	0.11
FeO*	7.30	4.30	4.19
MnO	0.07	0.05	0.05
MgO	5.05	3.60	3.18
CaO	0.12	0.00	0.01
Na <sub>2</sub> O	0.06	0.12	0.21
K <sub>2</sub> O	9.82	11.05	11.18
Ανυδ. αθρ.	93.33	94.90	94.03
Ατομικές αναλογίες με βάση 22 Ο(οξυγόνα)			
Si	6.83	6.75	6.84
Al <sup>IV</sup>	1.17	1.25	1.16
Συν. (Z)	8.00	8.00	8.00
Al <sup>VI</sup>	2.50	2.91	2.94
Ti	0.01	0.03	0.01
Fe <sup>+2</sup>	0.86	0.49	0.48
Mn	0.01	0.01	0.01
Mg	1.06	0.73	0.65
Συν. (Y)	4.44	4.17	4.09
Ca	0.02	0.00	0.00
Na	0.02	0.03	0.06
K	1.76	1.92	1.96
Συν. (X)	1.80	1.95	2.02
Σύν. (Z Y X)	14.24	14.12	14.11
Σελαδονικό μέρος:			
<u>Fe+Mg</u>	0.432	0.292	0.276
Αθρ. οκταέδρ. κατιόν.			

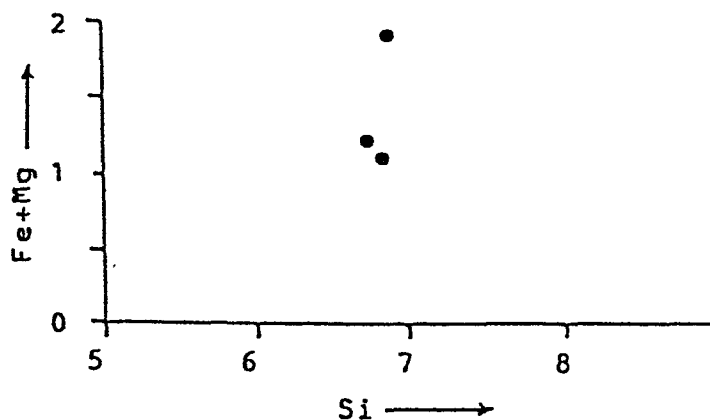
(\* ) Ο συνολικός σίδηρος υπολογίστηκε ως FeO.



Σχ. 73. Διάγραμμα Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ως προς Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (α) και Na<sub>2</sub>O (β) %κ.β., με τις θέσεις των λευκών μαρμαρυγιών των σχηματισμών του Προανωκρητιδικού τεκτονικού καλύμματος.



Σχ. 74. Διάγραμμα Al<sup>IV</sup>+Al<sup>VI</sup> προς το σελαδονικό μόριο, με τις θέσεις των λευκών μαρμαρυγιών που αναλύθηκαν.



Σχ. 75. Διάγραμμα Fe+Mg προς Si, με τις θέσεις των λευκών μαρμαρυγιών που αναλύθηκαν.



ΠΙΝΑΚΑΣ 26: ΧΛΩΡΙΤΕΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

ΠΡΟΑΝΩΚΡΗΤΙΔΙΚΟΥ ΚΑΛΥΜΜΑΤΟΣ

Αριθ. δείγμ.	B 216	B 220
Αριθ. αναλ.	5	6
SiO <sub>2</sub>	25.90	26.22
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.55	19.01
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.01
FeO*	30.96	25.31
MnO	0.26	1.31
MgO	12.79	16.83
CaO	0.05	0.06
Na <sub>2</sub> O	0.03	0.04
K <sub>2</sub> O	0.03	0.05
Ανυδ. αδρ.	88.57	88.84
Ατομικές αναλογίες με βάση 28 O(οξυγόνα)		
Si	5.58	5.44
Al <sup>IV</sup>	2.42	2.56
Συν. (Z)	8.00	8.00
Al <sup>VI</sup>	2.29	2.10
Ti	0.00	0.00
Fe <sup>+2</sup>	5.58	4.40
Mn	0.05	0.23
Mg	4.11	5.22
Ca	0.01	0.01
Na	0.01	0.02
K	0.01	0.02
Συν. (Y)	12.06	12.00
Σύν. (Z Y)	20.06	20.00

(\* ) Ο συνολικός σίδηρος υπολογίστηκε ως FeO.

Ο υπολογισθείς συντακτικός τύπος των χλωριτών δείχνει ότι το  $Al^{IV}$  των τετραεδρικών θέσεων είναι μεγαλύτερο από το  $Al^{VI}$  των οκταεδρικών θέσεων. Το γεγονός αυτό βρίσκεται σε συμφωνία με τις παρατηρήσεις του Foster (1962).

Στο διάγραμμα  $Al^{VI}-Fe-Mg$  (Σχ. 77) φαίνεται η ποικιλότητα της χημικής σύστασης των χλωριτών των σχηματισμών του Προανωκρητιδικού καλύμματος.

Η σχέση  $Mg/(Mg+Fe)$  ποικίλλει από 0.42 έως 0.54.

#### Οπτικές ιδιότητες

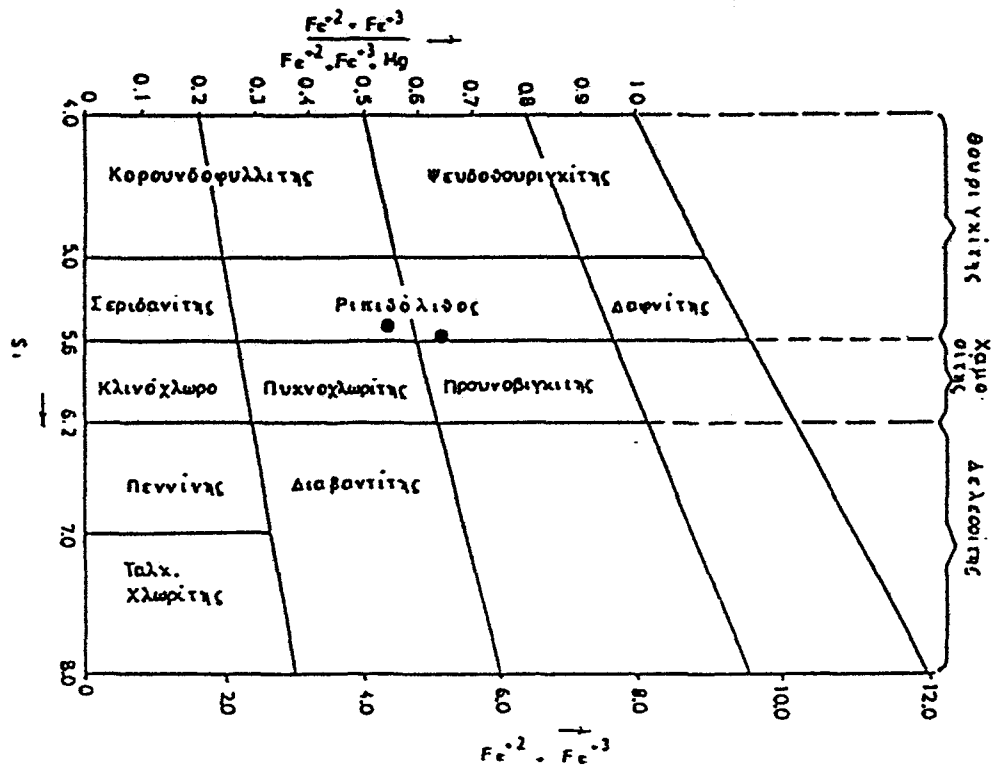
Στην οπτική παρατήρηση με μόνο τον πολωτή, ο ριπιδόλιθος παρουσιάζεται με χαμηλό ανάγλυφο, λεπιοειδούς μορφής κρυστάλλους, και ασθενή πλεοχροισμό, με χρώματα πράσινο (ηγ), ανοικτό πράσινο (ηβ) και ανοικτό κίτρινο (ηα). Στα κάθετα Nicols παρουσιάζει χαμηλά χρώματα πολώσεως πρώτης τάξεως, ενίοτε ανώμαλα χρώματα, καστανό έως καστανοϊώδες. Ο οπτικός τους χαρακτήρας είναι θετικός και η γωνία οπτικών αξόνων  $(+)2V=13^{\circ}-17^{\circ}$ .

#### 3.2.4.5. Στιλπνομέλας

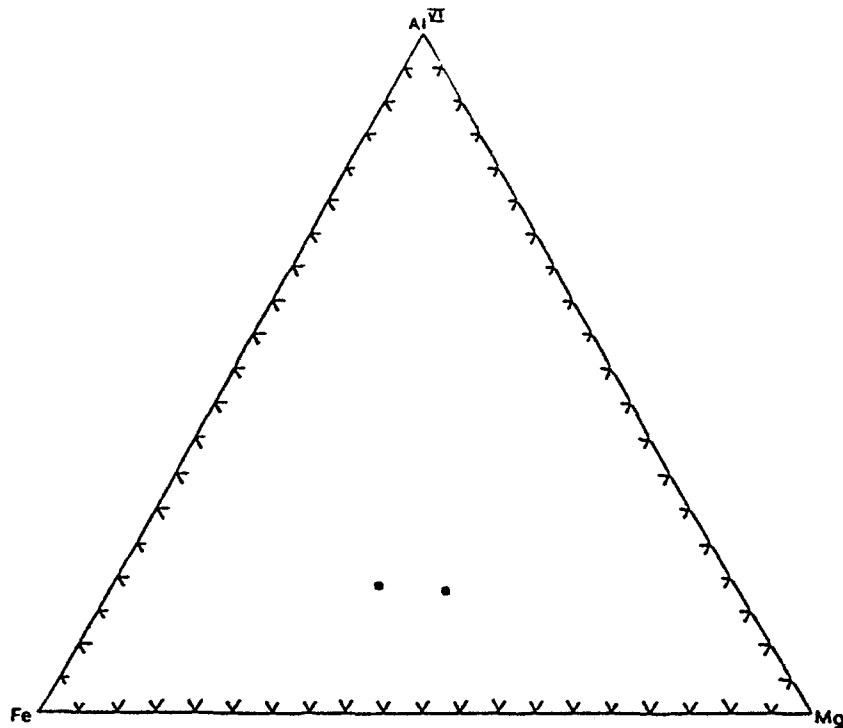
Ο στιλπνομέλας δεν είναι σύνηθες ορυκτό στα πετρώματα των σχηματισμών του Προανωκρητιδικού καλύμματος. παρουσιάζεται κυρίως στα μεταϊζήματα, ενώ η παρουσία του στους μεταβασίτες είναι πολύ περιορισμένη.

Πραγματοποιήθηκαν τρεις μικροαναλύσεις στιλπνομέλανα που υπάρχει σε μεταϊζήματα. Οι μικροαναλύσεις του, καθώς και οι ατομικές αναλογίες του, που υπολογίσθηκαν με βάση τα 24 οξυγόνα, περιλαμβάνονται στον πίνακα 27. Ο ολικός Fe υπολογίσθηκε ως  $FeO$ .

Τα πετρώματα, μέσα στα οποία αναπτύσσονται οι αναλυθέντες στιλπνομέλανες, είναι φτωχά σε ολικό Fe και οι σχέσεις  $Fe/(Fe+Mg)$  είναι 0.77 και 0.53 αντίστοιχα για τα 2 πετρώματα. Η σχέση αυτή στους αναλυθέντες στιλπνομέλανες είναι 0.72 και 0.51 αντίστοιχα. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι η χημική σύσταση του πετρώματος ελέγχει τη σύσταση του στιλπνομέλανα.



Σχ. 76. Προβολή των χλωριτών στο διάγραμμα ταξινόμησής τους (κατά HEY, 1954).



Σχ. 77. Διάγραμμα AlVI-Fe-Mg με τις θέσεις των χλωριτών που αναλύθηκαν.

ΠΙΝΑΚΑΣ 27: ΣΤΙΛΠΝΟΜΕΛΑΝΕΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

ΠΡΟΑΝΩΚΡΗΤΙΔΙΚΟΥ ΚΑΛΥΜΜΑΤΟΣ

Αριθ. δείγμ.	B 216	B 217	B 217
Αριθ. αναλ.	31	32	33
SiO <sub>2</sub>	46.87	49.25	49.27
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.03	6.05	6.05
TiO <sub>2</sub>	0.02	0.00	0.00
FeO*	29.55	20.71	21.31
MnO	0.77	0.41	0.52
MgO	6.57	11.99	11.55
CaO	0.08	0.11	0.11
Na <sub>2</sub> O	0.19	0.09	0.06
K <sub>2</sub> O	1.47	0.57	0.69
Ανυδ. αδρ.	91.55	89.18	89.56

Ατομικές αναλογίες με βάση 24 O(οξυγόνα)

Si	8.00	8.00	8.00
Al <sup>IV</sup>	0.00	0.00	0.00
Συν. (Z)	8.00	8.00	8.00
Al <sup>VI</sup>	1.21	1.16	1.16
Ti	0.00	0.00	0.00
Fe <sup>+2</sup>	4.22	2.89	2.89
Mn	0.11	0.07	0.07
Mg	1.67	2.80	2.80
Συν. (Y)	7.21	6.92	6.92
Ca	0.01	0.02	0.02
Na	0.06	0.03	0.02
K	0.32	0.12	0.14
Συν. (X)	0.39	0.17	0.18
Σύν. (Z Y X)	15.60	15.09	15.10
Fe/(Fe+Mg)	0.72	0.51	0.51

(\*) Ο συνολικός σίδηρος υπολογίστηκε ως FeO.

Στο διάγραμμα Fe-Al-Mg (Σχ. 78) προβάλλονται οι ποικιλότητες σύστασης του στιλπνομέλανα.

#### Οπτικές ιδιότητες

Στο πολωτικό μικροσκόπιο με μόνο τον πολωτή, παρουσιάζεται με επιμήκεις τομές κρυστάλλων, με μέτριο ανάγλυφο και έντονο πλεοχροϊσμό, με χρώματα ανοιχτοκίτρινο (ηα), κιτρινοκαστανό (ηβ) και καστανό (ηγ). Στα διασταυρωμένα Nicols παρουσιάζει υψηλά χρώματα πολώσεως ανωτέρας τάξεως. Ο οπτικός του χαρακτήρας είναι αρνητικός και η γωνία  $2V$  πολύ μικρή, πλησιάζει το 0.

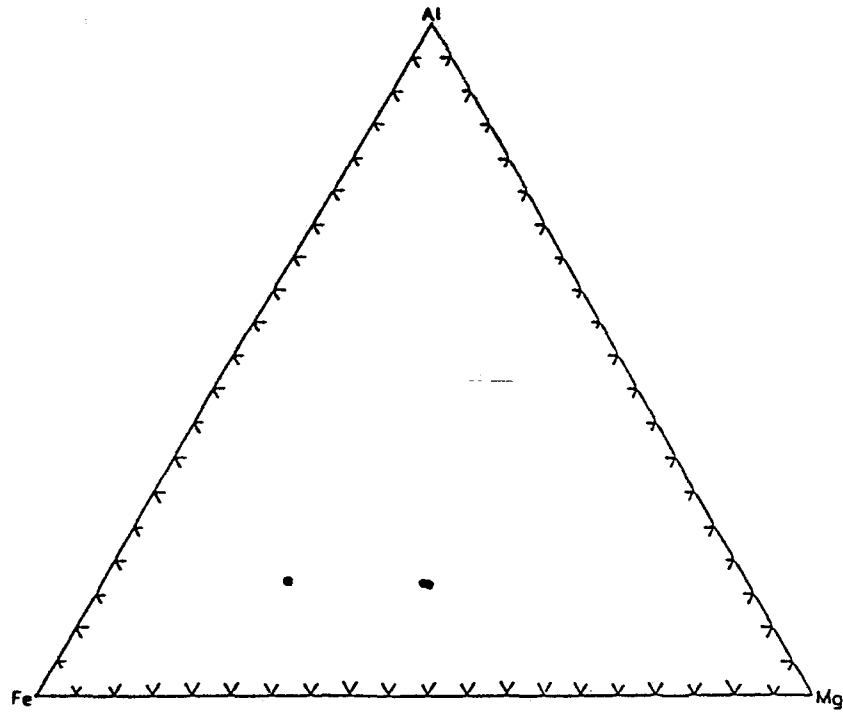
#### 3.2.4.6. Πλαγιόκλαστα

Τα πλαγιόκλαστα συμμετέχουν σε όλες τις ορυκτολογικές παραγενέσεις, τόσο των μεταβασιτών όσο και των μεταϊζημάτων. Καλιούχοι άστριοι δεν παρατηρήθηκαν. Συνολικά αναλύθηκαν έξι πλαγιόκλαστα. Οι χημικές αναλύσεις και οι χημικοί τύποι τους, όπως υπολογίστηκαν με βάση τα οκτώ οξυγόνα, δίδονται στον πίνακα 28.

Όπως δείχνουν οι χημικές αναλύσεις και οι χημικοί τύποι, πρόκειται για αλβίτες με ελάχιστη παρουσία ανορθιτικού μορίου. Ο ίδιος ακριβώς προσδιορισμός δόθηκε στο πολωτικό μικροσκόπιο με τράπεζα Fedorow, όπου η τιμή του ανορθιτικού μορίου δεν ξεπερνούσε το 2%. Το άθροισμα των κατιόντων τους κυμαίνεται από 4.95-4.99 και η τιμή της θέσης Z (Al, Si) από 3.99-4.04.

#### Οπτικές ιδιότητες

Στο πολωτικό μικροσκόπιο ο αλβίτης παρουσιάζεται με τη μορφή κυρίως υπιδιόμορφων κρυστάλλων, συχνά διδύμων και πολυδύμων, με επίπεδο διδυμίας συνήθως (010). Οι δείκτες διαθλάσεως είναι μικρότεροι απ' αυτόν του βαλσάμου του Καναδά. Η διπλοθλαστικότητα τους είναι μικρή με χρώματα πολώσεως γκριζόλευκα. Ο οπτικός τους χαρακτήρας είναι θετικός και η γωνία  $0.A. (+)2V=76^{\circ}-77^{\circ}$ .



Σχ. 78. Διάγραμμα Al-Fe-Mg, όπου προβάλλονται οι ποικιλότητες σύστασης του σιλιπνομέλανα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 28: ΠΛΑΓΙΟΚΛΑΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ ΠΡΟΑΝΩΚΡΗΤΙΔΙΚΟΥ ΚΑΛΥΜΜΑΤΟΣ

Αριθ. δείγμ.	B 218	B 216	B 217	C 203	GT 2	GT 2
Αριθ. αναλ.	108	109	110	112	113	114
SiO <sub>2</sub>	69.11	68.22	69.54	68.53	68.34	69.20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.53	19.41	19.60	19.20	19.34	19.56
CaO	0.07	0.50	0.04	0.02	0.09	0.06
Na <sub>2</sub> O	11.67	11.30	11.60	11.27	11.38	10.88
K <sub>2</sub> O	0.04	0.04	0.10	0.01	0.02	0.07
Ανυδ. αθρ.	100.42	99.47	100.88	99.03	99.17	99.77

Ατομικές αναλογίες με βάση 8 Ο(οξυγόνα)

Si	3.00	2.99	3.01	3.01	3.00	3.03
Al	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.01
Ca	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.98	0.96	0.97	0.96	0.97	0.94
K	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Συν. κατιόντων	4.98	4.97	4.99	4.96	4.97	4.95

## V. ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΗ

### 1. ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ

Η προσπάθεια καθορισμού των φάσεων μεταμόρφωσης της ενότητας Αμπελακίων έγινε με βάση τις ορυκτολογικές παραγενέσεις και τη χημική σύσταση των ορυκτών και των πετρωμάτων στους αντιπροσωπευτικούς τύπους. Όπως προαναφέρθηκε, στην ενότητα Αμπελακίων διακρίθηκαν 8 αντιπροσωπευτικοί τύποι, των οποίων οι παραγενέσεις στα κύρια και δευτερεύοντα ορυκτολογικά συστατικά είναι οι ακόλουθες:

- (1) Μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι  
φεγγίτης+χαλαζίας+αλβίτης±στιλπνομέλας±τιτανίτης
- (2) Μαρμαρυγιακοί-γλαυκοφανιτικοί σχιστόλιθοι  
Na-αμφίβολοι+(κροσσίτης, μαγνησιοριμπεκίτης)+φεγγίτης+  
+χαλαζίας+αλβίτης±επίδοτο±στιλπνομέλας±χλωρίτης±  
±τιτανίτης
- (3) Χλωριτικοί-μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι  
χλωρίτης (ριπιδόλιθος)+φεγγίτης+χαλαζίας+αλβίτης±  
±επίδοτο±Na-αμφίβολοι±στιλπνομέλας±τιτανίτης
- (4) Γλαυκοφανιτικοί σχιστόλιθοι-γλαυκοφάνιται  
Na-αμφίβολοι (κροσσίτης, μαγνησιοριμπεκίτης)+χαλαζίας±  
±αλβίτης±επίδοτο±χλωρίτης±φεγγίτης±στιλπνομέλας±  
±τιτανίτης ±αυγίτης.
- (5) Αλβιτικοί-μαρμαρυγιακοί γνευσιοσχιστόλιθοι  
αλβίτης+φεγγίτης+χαλαζίας±επίδοτο±στιλπνομέλας±χλωρίτης±  
±Na-αμφίβολοι±τιτανίτης.
- (6) Γλαυκοφανιτικοί-μαρμαρυγιακοί γνευσιοσχιστόλιθοι  
Na-αμφίβολοι (κροσσίτης)+φεγγίτης+αλβίτης+χαλαζίας±  
±επίδοτο±στιλπνομέλας±τιτανίτης.
- (7) Πρασινίτες  
αλβίτης+επίδοτο+χλωρίτης+ακτινόλιθος±χαλαζίας±φεγγίτης±  
±στιλπνομέλας±τιτανίτης



(8) Γνεύσιοι

αλβίτης+χαλαζίας+φεγγίτης±στιλπνομέλας±επίδοτο±  
±Na-αμφίβολοι±τιτανίτης

Από τους πετρολογικούς αυτούς τύπους, οι πρασινίτες και ένα μέρος των γλαυκοφανιτικών σχιστολίθων, όπως φαίνεται από τη μικροσκοπική τους παρατήρηση και από την πετροχημεία τους, έχουν προέλθει από μεταμόρφωση αρχικών ηφαιστειακών πετρωμάτων, κυρίως ανδρειτών έως ανδρειτο-βασαλιτών θολειτικής σύστασης. Όλοι οι άλλοι πετρολογικοί τύποι προέρχονται από μεταμόρφωση αρχικών ιζηματογενών κλαστικών πετρωμάτων.

Με βάση τη χημική σύσταση και την εκατοστιαία περιεκτικότητα των ορυκτών των πετρωμάτων που αναλύθηκαν, προβλήθηκαν στα διαγράμματα ACF και A'KF. Επιπρόσθετα τα μεταϊζήματα (μεταπηλίτες) τοποθετήθηκαν και στο διάγραμμα AFM. Στα διαγράμματα αυτά τοποθετήθηκαν επίσης και τα κυριότερα ορυκτά των πετρωμάτων, τα οποία μικροαναλύθηκαν.

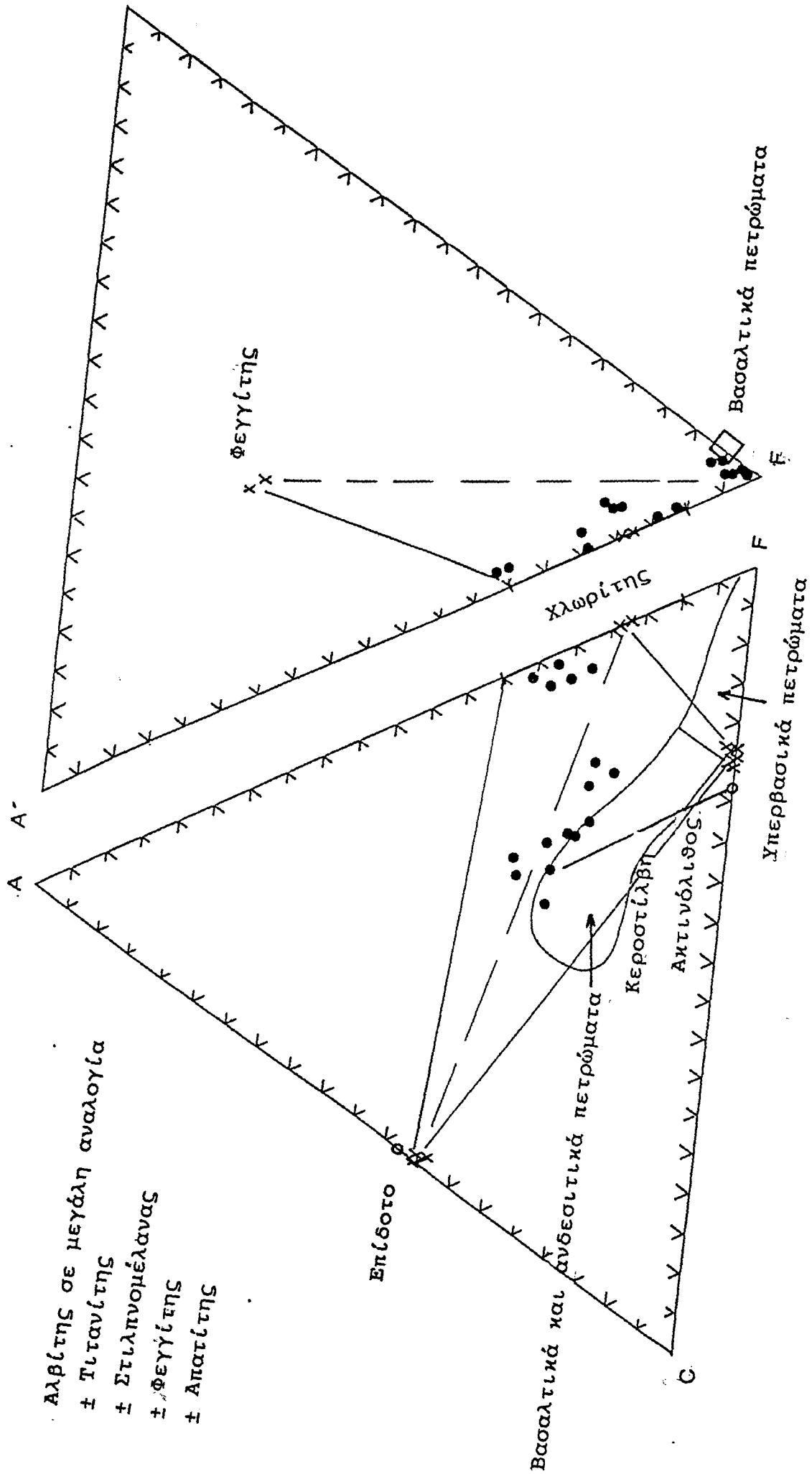
Στο διάγραμμα ACF (Σχ. 79) ένα μέρος των μεταβασιτών τοποθετείται στα βασαλτικά και ανδρειτικά πετρώματα, ενώ ένα άλλο μέρος τους τοποθετείται εκτός του πεδίου των πετρωμάτων αυτών.

Το γεγονός τούτο οφείλεται στην έντονη αλβιτίωση και χλωριτίωση που έχουν υποστεί τα πετρώματα αυτά. Όλα τα πετρώματα που προβλήθηκαν στο διάγραμμα βρίσκονται στο χώρο που ορίζεται από το επίδοτο-ακτινόλιθο-χλωρίτη. Τα εν λόγω ορυκτά αποτελούν σταθερά παραγενετικά ορυκτά των πετρωμάτων.

Στο διάγραμμα A'KF (Σχ. 79) οι μεταβασίτες που αναλύθηκαν παρουσιάζουν μια τάση κατά μήκος της γραμμής A'F, αποκλίνοντας έτσι κατά ένα μεγάλο μέρος τους από τη θέση των βασαλτικών πετρωμάτων. Το γεγονός της απόκλισης αυτής οφείλεται στην έντονη εξαλλοίωσή τους (αλβιτίωση, χλωριτίωση).

Εκτός από τα σταθερά παραγενετικά ορυκτά επίδοτο-ακτινόλιθος-χλωρίτης, στους μεταβασίτες συμμετέχουν επίσης αλβίτης+τιτανίτης+χαλαζίας+φεγγίτης+στιλπνομέλας+απατίτης.

Με βάση τον Wingler (1979), οι μεταβασίτες τοποθετούνται στη



Σχ. 79. Διαγράμματα ACF και A'KF με πετρώματα βασικών της ενότητας.

ζώνη αλβίτη-ακτινόλιθου-χλωρίτη της χαμηλού βαθμού μεταμόρφωσης.

Τα μεταϊζήματα στο διάγραμμα ACF (Σχ. 80) τοποθετούνται κατά ένα μέρος στο χώρο των γραουβακών, ενώ κατά ένα άλλο μέρος τοποθετούνται στα αργιλούχα πετρώματα με παρουσία επιδότου, χλωρίτη και νατριούχων αμφιβόλων.

Στο διάγραμμα A'KF (Σχ. 80) τα μεταϊζήματα τοποθετούνται σχεδόν εξ' ολοκλήρου στο πεδίο που ορίζεται από το φεγγίτη, το χλωρίτη και το στιλπνομέλανα. Τα τρία αυτά ορυκτά παρατηρούνται στο μικροσκόπιο σε παραγένεση μεταξύ τους.

Στο διάγραμμα AFM (Σχ. 81) τα μεταϊζήματα τοποθετούνται υψηλότερα του στιλπνομέλανα. Η απουσία του βιοτίτη και των καλιούχων αστρίων έχει προσδιοριστεί και μικροσκοπικώς.

Με βάση τα παραπάνω διαγράμματα στα μεταϊζήματα, έχουμε τη σταθερή παραγένεση:

αλβίτης+φεγγίτης+χαλαζίας+στιλπνομέλας+νατριούχοι αμφίβολοι+ τιτανίτης+χλωρίτης.

Για τον καθορισμό των συνθηκών P και T, υπό τις οποίες πραγματοποιήθηκε η μεταμόρφωση, μπορούμε να διατυπώσουμε τα ακόλουθα, με τη βοήθεια του σχήματος 82:

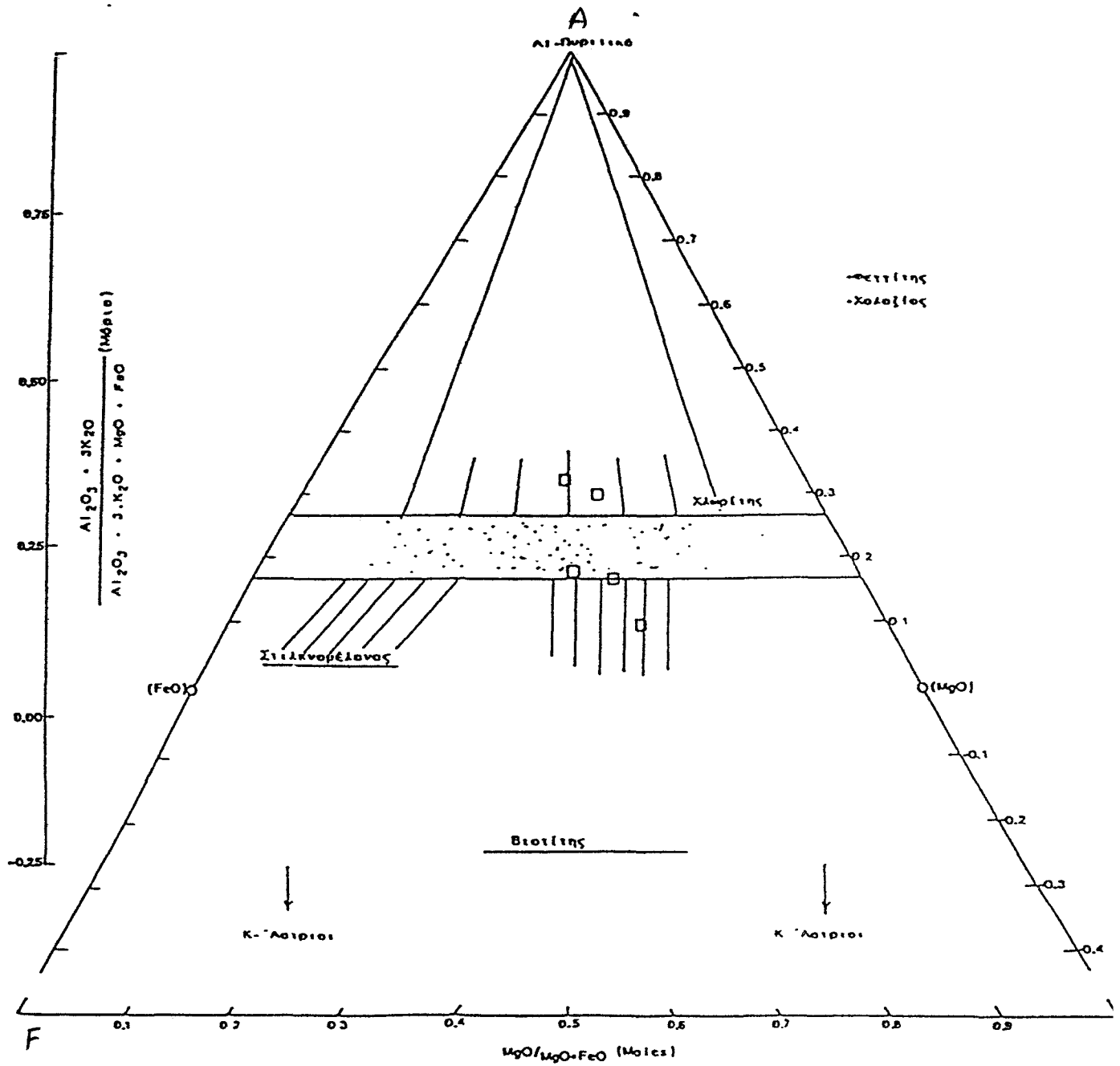
Η παρουσία του αλβίτη, με παράλληλη απουσία του ιαδεΐτη, δείχνει ότι βρισκόμαστε κάτω από τη γραμμή (1) που ορίζεται από τη σχέση αλβίτης=ιαδεΐτης+χαλαζίας (R. Newton και J. Smith, 1967).

Η παρουσία των μπλε σχιστολίθων και ιδιαίτερα του ορυκτού κροσσίτης συνηγορεί ότι βρισκόμαστε πάνω από τη γραμμή (2) (W. Ernst, 1968).

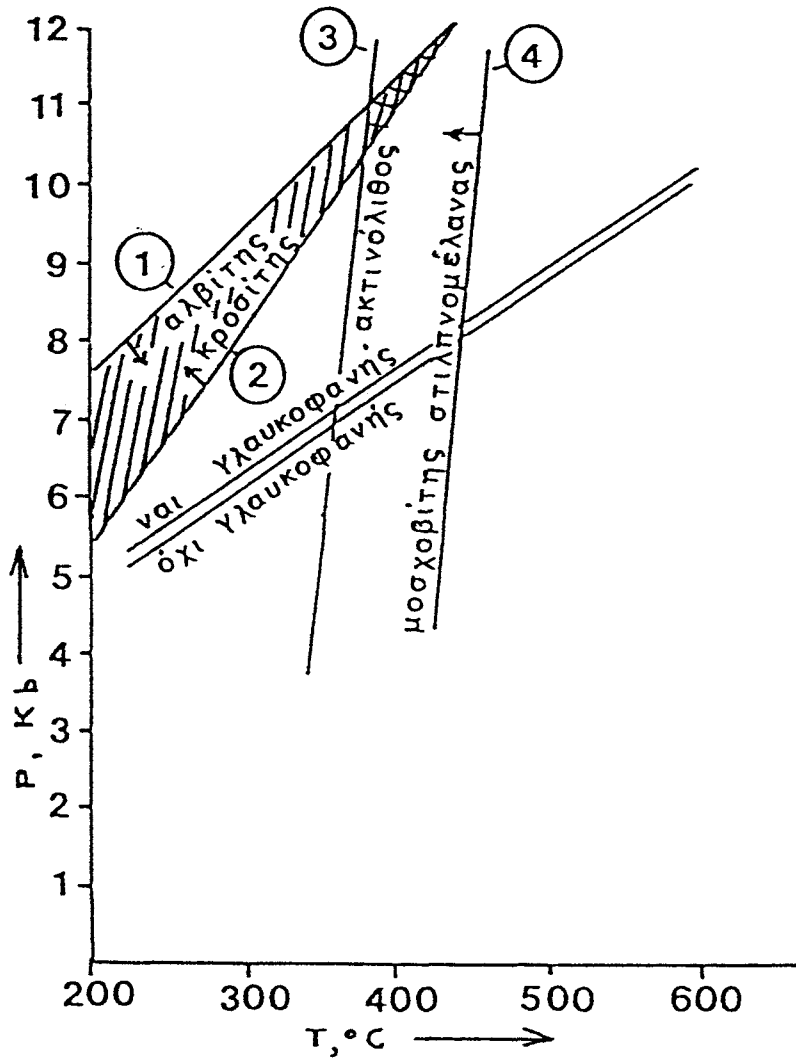
Η παρουσία του ακτινόλιθου στους μεταβασίτες συνηγορεί στο γεγονός ότι η μεταμόρφωση είναι δυνατόν να πέρασε τη γραμμή (3), η οποία ορίζεται από την αντίδραση πουμπελιΐτης+χλωρίτης+χαλαζίας=κλινοζωισίτης+ακτινόλιθος+H<sub>2</sub>O (K. Nitsch, 1971).

Η παρουσία του στιλπνομέλανα συνηγορεί ότι βρισκόμαστε αριστερά από τη γραμμή (4), που ορίζεται από: στιλπνομέλας+μοσοβίτης=βιοτίτης+χλωρίτης+χαλαζίας+H<sub>2</sub>O (K. Nitsch, 1970).

Ο φεγγίτης παρουσιάζεται να συνδέεται άμεσα με γλαυκοφανή/



Σχ. 81. Διάγραμμα AFM με τις προβολές των μετα-αργιλικών πετρωμάτων της ενότητας Αμπελακίων που αναλύθηκαν.



Σχ.82 Διάγραμμα P - T.

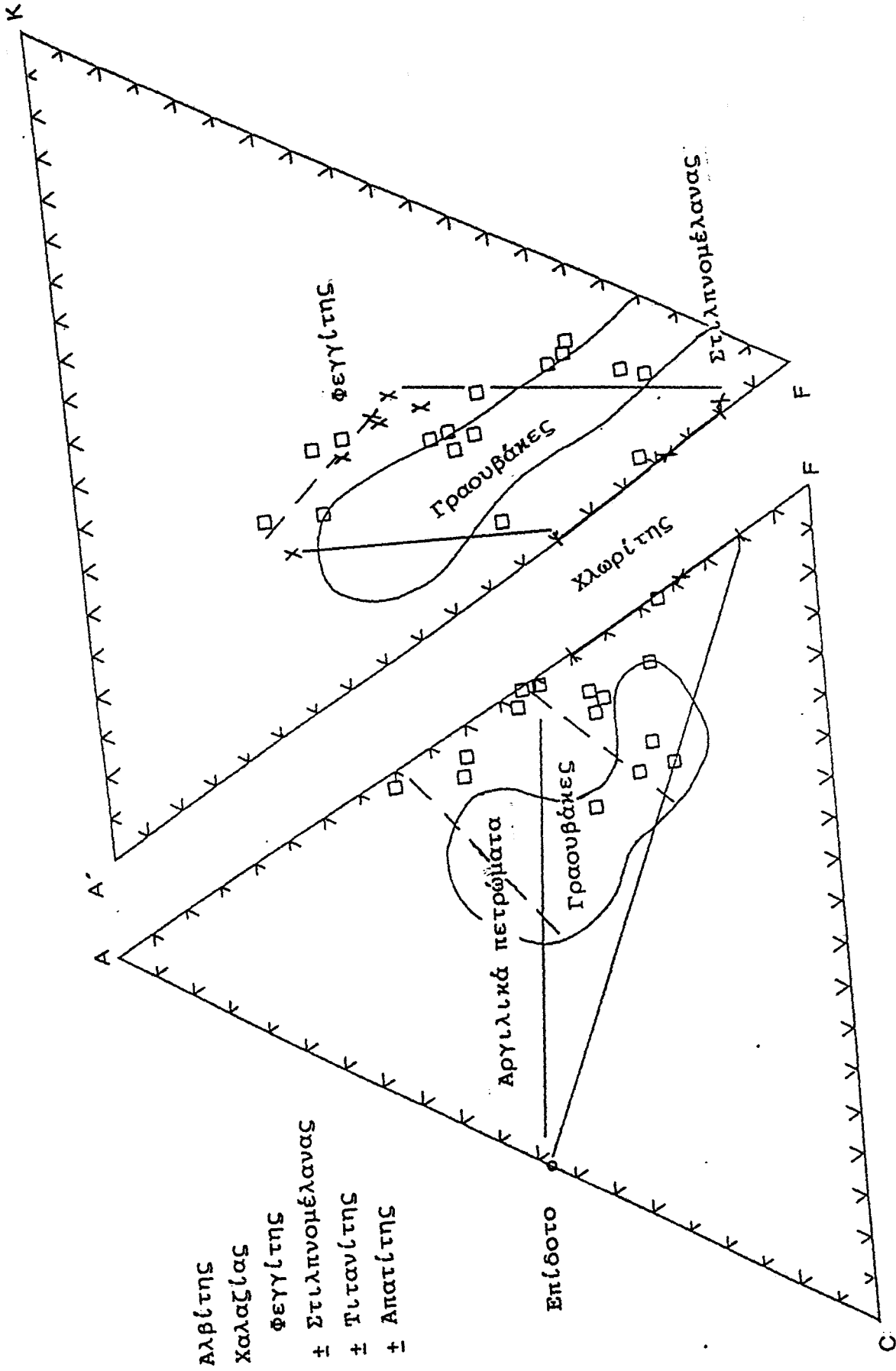
(1) Ναι Αλβίτη / Όχι Ιαδείτη

Αλβίτης=Ιαδείτης+Χαλαζίας (R.Newton & J.Smith, 1967).

(2) Ναι Κροσίτης/Όχι Κροσίτης(W.Ernst, 1968).

(3) Πουμπελίτης+Χλωρίτης+Χαλαζίας=Κλινοζωιοίτης+Ακτινόλιθος+H<sub>2</sub>O (K.Nitsch, 1971).

(4) Στιλπνομέλανας+Μοσχοβίτης=Βιοτίτης+Χλωρίτης+Χαλαζίας+H<sub>2</sub>O (K.Nitsch, 1970).



Σχ. 80. Διαγράμματα ACF και A'KF με τις προβολές των μεταίζη-  
 μάτων της ενότητας Αμπελακίων που αναλύθηκαν.

κροσσίτη, καθώς και με άλλα ορυκτά σταθερά στις υψηλές πιέσεις (Ernst, 1968).

Όλα τα παραπάνω δείχνουν ότι η μεταμόρφωση έλαβε χώρα σε συνθήκες:

$$T = 200-430 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{και} \quad P = 5.5/7.5-12 \text{ Kb.}$$

## 2. ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΕΛΑΓΟΝΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

Η προσπάθεια καθορισμού των φάσεων μεταμόρφωσης των Πελαγονικών σχηματισμών της Θοσας έγινε με βάση τις ορυκτολογικές παραγενέσεις και τη χημική σύσταση των ορυκτών και πετρωμάτων στους αντιπροσωπευτικούς τύπους. Όπως προαναφέρθηκε, η ενότητα αυτή αποτελείται από:

- α) Το Παλαιοζωικό κρυσταλλικό υπόβαθρο
- β) Τους Νεοπαλαιοζωικούς-Μεσοτριάδικους σχηματισμούς
- γ) Το Προανωκρητιδικό τεκτονικό κάλυμμα
- δ) Τους Κρητιδικούς ασβεστολίθους (-μάρμαρα)

Στο Παλαιοζωικό κρυσταλλικό υπόβαθρο περιγράφηκαν, στο κεφάλαιο της Πετρογραφίας, έξι αντιπροσωπευτικοί πετρολογικοί τύποι, στους Νεοπαλαιοζωικούς-μεσοτριάδικους σχηματισμούς έξι επίσης τύποι και στο Προανωκρητιδικό τεκτονικό κάλυμμα οκτώ.

Οι παραγενέσεις των πετρολογικών αυτών τύπων στα κύρια και δευτερεύοντα ορυκτολογικά συστατικά είναι, κατά σχηματισμό, οι ακόλουθες:

### (1) Παλαιοζωικό κρυσταλλικό υπόβαθρο

- α) Μαρμαρυγιακοί-χλωριτικοί-επίδοτιτικοί σχιστόλιθοι  
Φεγγίτης+χαλαζίας+αλβίτης+χλωρίτης (πυκνοχλωρίτης)+  
+επίδοτο±Na-αμφίβολοι (ριμπεκίτης, μαγνησιοριμπεκίτης)±  
±βιοτίτης±τιτανίτης±γρανάτης.
- β) Αμφιβολιτικοί σχιστόλιθοι  
Αμφίβολοι (μαγνησιοκεροστίλβη κέντρο, ριμπεκίτης  
περιφέρεια)+χαλαζίας±αλβίτης±φεγγίτης±βιοτίτης±  
±επίδοτο±χλωρίτης (πυκνοχλωρίτης)±τιτανίτης

- γ) Γνευσιοσχιστόλιθοι  
Φεγγίτης+αλβίτης+χαλαζίας±βιοτίτης±Na-αμφίβολοι (μαγνησιουριμπεκίτης)±επίδοτο±χλωρίτης
- δ) Μοσχοβιτικοί γνεύσιοι  
Αλβίτης+φεγγίτης+χαλαζίας±επίδοτο±χλωρίτης±τιτανίτης
- ε) Μαρμαρυγιακοί-γλαυκοφανιτικοί γνεύσιοι  
Αλβίτης+φεγγίτης+βιοτίτης+Na-αμφίβολοι (κροσσίτης, μαγνησιουριμπεκίτης)+χαλαζίας±τιτανίτης
- στ) Επίδοιτικοί-κεροστιλβικοί γνεύσιοι  
Επίδοτο+κεροστίλβη+αλβίτης+χαλαζίας±γρανάτης±χλωρίτης±φεγγίτης±βιοτίτης±τιτανίτης.

(2) Νεοπαλαιοζωικοί-Μεσοτριάδικοί σχηματισμοί

- α) Μοσχοβιτικοί σχιστόλιθοι  
Φεγγίτης+χαλαζίας±αλβίτης±τιτανίτης±βιοτίτης±Na-αμφίβολοι (ριμπεκίτης, μαγνησιουριμπεκίτης)±επίδοτο±χλωρίτης±πιεμοντίτης
- β) Επίδοιτικοί-χλωριτικοί σχιστόλιθοι  
Επίδοτο+χλωρίτης+χαλαζίας±αλβίτης±ακτινόλιθος±φεγγίτης±τιτανίτης
- γ) Αλβιτικοί-μοσχοβιτικοί γνευσιοσχιστόλιθοι  
Φεγγίτης+αλβίτης+χαλαζίας±Na-ούχος (κροσσίτης)±χλωρίτης±βιοτίτης±τιτανίτης
- δ) Πρασινίτες  
Επίδοτο+αλβίτης+χλωρίτης (πυκνοχλωρίτης)+ακτινόλιθος±χαλαζίας±τιτανίτης
- ε) Αμφιβολίτες  
Κεροστίλβη+αλβίτης+Na-αμφίβολος (μαγνησιουριμπεκίτης)+τιτανίτης+χλωρίτης (πυκνοχλωρίτης)+βιοτίτης±επίδοτο±φεγγίτης±γρανάτης
- στ) Μάρμαρα-σιπολίτες  
Ασβεστίτης+χαλαζίας+χλωρίτης+φεγγίτης+αλβίτης



(3) Προανωκρητιδικό τεκτονικό κάλυμμα

α) Γραφιτικοί-φεγγιτικοί σχιστόλιθοι

Φεγγίτης+γραφίτης+χαλαζίας±χλωρίτης±αλβίτης±επίδοτο±  
±ασβεστίτης

β) Ασβεστοφυλλίτες-ασβεστιτικοί σχιστόλιθοι

Ασβεστίτης+χαλαζίας+φεγγίτης+αλβίτης±χλωρίτης±τιτανίτης

γ) Μαρμαρυγικοί σχιστόλιθοι

Φεγγίτης+χαλαζίας+στιλπνομέλας+αλβίτης±επίδοτο±Na-αμφί-  
βολος (κροσσίτης)±ακτινόλιθος±χλωρίτης±τιτανίτης±ασβε-  
στίτης

δ) Γλαυκοφανιτικοί-επίδοιτικοί σχιστόλιθοι

Na-αμφίβολος (κροσσίτης)+επίδοτο+χαλαζίας+φεγγίτης+  
αλβίτης±χλωρίτης±τιτανίτης

ε) Μεταδιαβάσης

Αλβίτης+επίδοτο+χλωρίτης+χαλαζίας+ασβεστίτης±τιτανίτης

στ) Πρασινίτες

Επίδοτο+χλωρίτης+ακτινόλιθος+αλβίτης+τιτανίτης+χαλα-  
ζίας±στιλπνομέλας+φεγγίτης±ασβεστίτης

ζ) Αμφιβολιτικοί γνεύσιοι-αμφιβολίτες

Αμφίβολοι (μαγνησιούχος χαστινγκσιτική κροστίλη, μαγνησιοριμπεκίτης)+αλβίτης+χλωρίτης+τιτανίτης+χαλα-  
ζίας±φεγγίτης±στιλπνομέλας±επίδοτο

η) Σερπεντινίτες

Σερπεντίνης+μαγνητίτης±τάλκης±βρουσίτης±ασβεστίτης±  
±μαγνησίτης

Από τους πετρολογικούς αυτούς τύπους, ένα μέρος έχει προέλθει από τη μεταμόρφωση αρχικών ιζηματογενών πετρωμάτων και άλλο από μεταμόρφωση βασικών εκρηξιγενών πετρωμάτων. Το γεγονός αυτό πιστοποιήθηκε τόσο με τη μικροσκοπική παρατήρηση, όσο και με τη μελέτη του χημισμού των πετρολογικών τύπων των σχηματισμών που παίρνουν μέρος στην ενότητα της Πελαγονικής.

Με βάση τη χημική σύσταση και την εκατοστιαία

περιεκτικότητα των ορυκτών τους, τα πετρώματα που αναλύθηκαν προβλήθηκαν στα διαγράμματα ACF και A'KF. Επιπρόσθετα, τα μεταϊζήματα (μεταπηλίτες) τοποθετήθηκαν και στο διάγραμμα AFM. Στα διαγράμματα αυτά τοποθετήθηκαν, επίσης, και τα κυριότερα ορυκτά των πετρωμάτων, τα οποία μικροαναλύθηκαν.

Ακολουθεί ανάλυση της μεταμόρφωσης κατά σχηματισμό και συσχετισμός των σχηματισμών ως ενότητας Πελαγονικής.

#### α) Παλαιοζωικό κρυσταλλικό υπόβαθρο

Όπως αναφέρθηκε στα αντίστοιχα κεφάλαια, στο παλαιοζωικό κρυσταλλικό υπόβαθρο παίρνουν μέρος τόσο μεταμορφωμένα ιζηματογενή, όσο και μεταμορφωμένα βασικά εκρηξιγενή πετρώματα. Τα δεύτερα έχουν προέλθει από ανδεσιτικούς βασάλτες έως ανδεσίτες.

Οι ορυκτολογικές παραγενέσεις για τους μεταβασίτες είναι:

Επίδοτο+κεροσίλβη+αλβίτης+χαλαζίας+γρανάτης+χλωρίτης+  
+Na-αμφίβολοι+φεγγίτης+βιοτίτης+τιτανίτης.

Οι ορυκτολογικές παραγενέσεις των μεταϊζημάτων είναι:

Αλβίτης+φεγγίτης+βιοτίτης+χλωρίτης+Na-αμφίβολοι (κροσσίτης,  
μαγνησιοριμπεκίτης)+τιτανίτης.

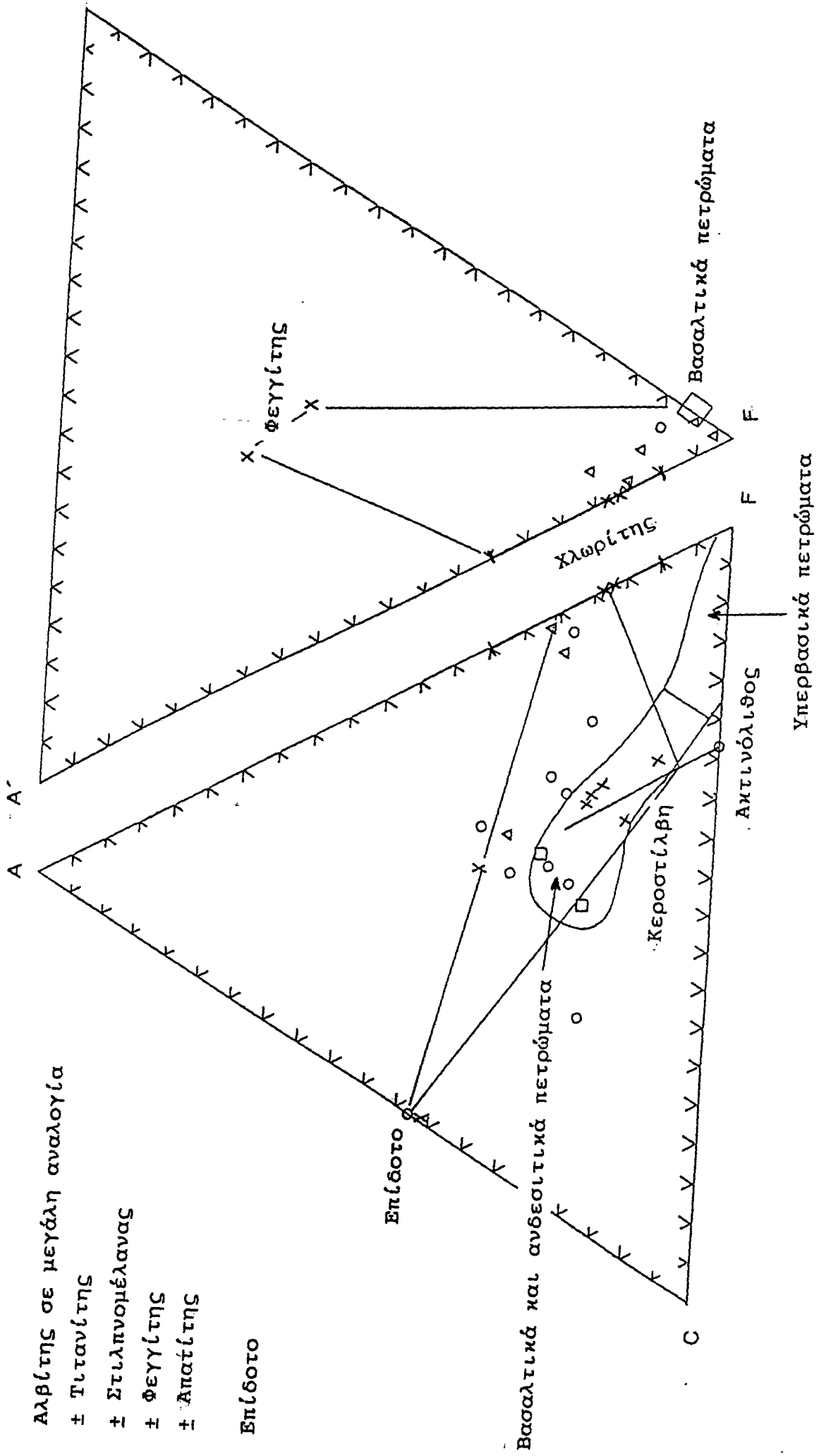
Η κεροσίλβη των μεταβασιτών παρουσιάζει ζώνωση με περιφερειακή παρουσία Na-αμφιβόλου, γεγονός που συνηγορεί για μια μεταγενέστερη μετατροπή της πρώτης σε Na-αμφίβολο.

Ο βιοτίτης έχει προέλθει από ανάδρομη μεταμόρφωση κυρίως των αμφιβόλων ενώ βρίσκεται σαν έγκλεισμα μέσα σε υπολειμματικούς κρυστάλλους αλβίτη.

Ο χλωρίτης έχει προέλθει τόσο από τους αμφιβόλους όσο και από το βιοτίτη.

Χαρακτηριστικό αποτελεί ο έντονος ζωνώδης χαρακτήρας των Na-αμφιβόλων, που φαίνεται με πράσινο μπλε χρώμα στο κέντρο και κυανό στην περιφέρεια.

Στο διάγραμμα ACF (Σχ. 83 & 84) τα μεταϊζήματα τοποθετούνται κυρίως στο χώρο των γραουβακών και των αργιλούχων πετρωμάτων, ενώ οι μεταβασίτες τοποθετούνται στα βασάλτικα και ανδεσιτικά πετρώματα.



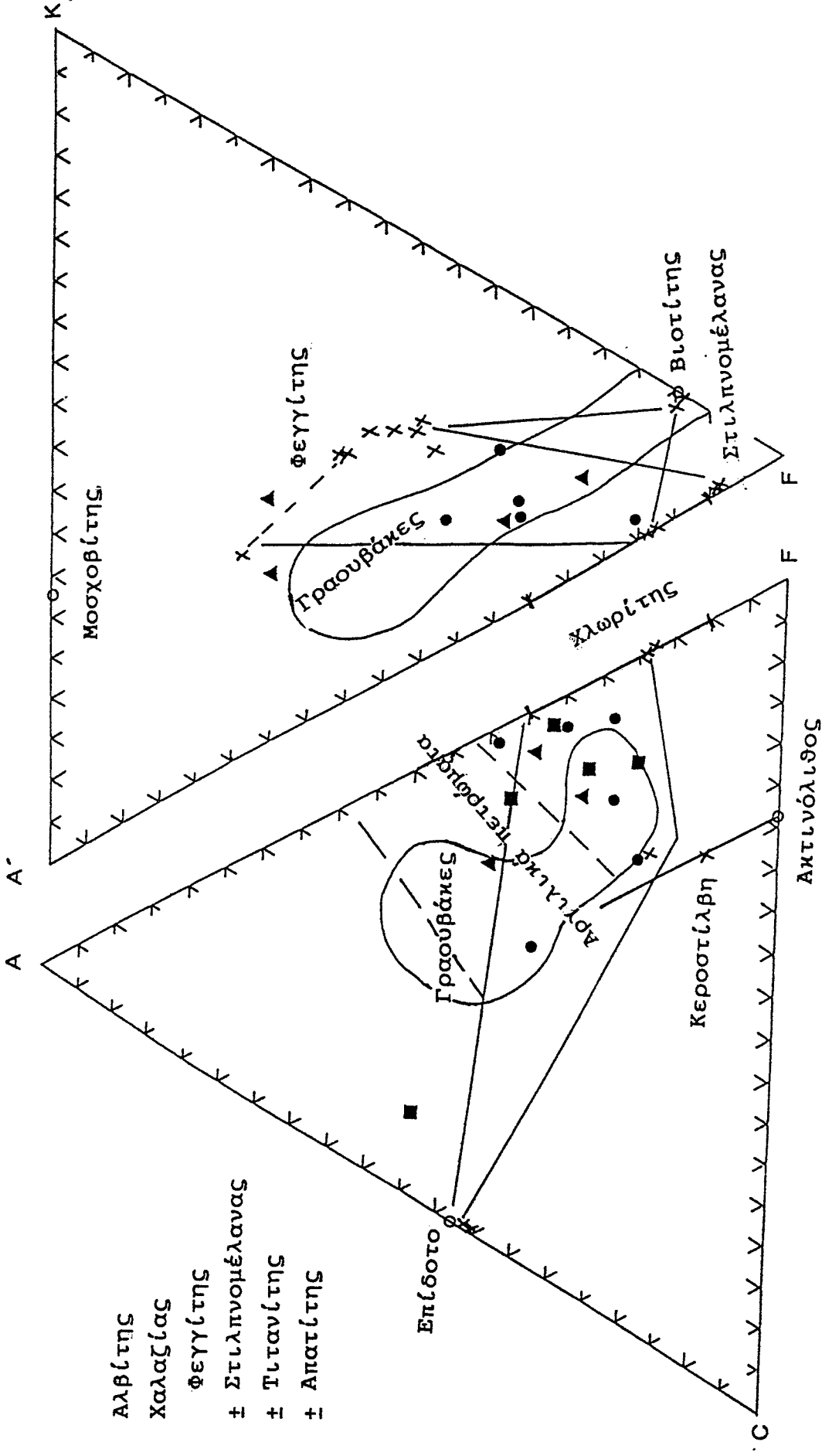
Αλβίτης σε μεγάλη αναλογία  
 ± Τιτανίτης  
 ± Στιλλπνομέλανας  
 ± Φεγγίτης  
 ± Απατίτης  
 Επίδοτο

Βασαλιτικά και ανθεσιτικά πετρώματα

Ακτινόλιθος

Υπερβασιακά πετρώματα

Σχ. 83. Διαγράμματα ACF και A'CF με τις προβολές των μετα-βασιτών από το Παλαιοζωικό κρυσταλλικό υπόβαθρο (τετράγωνα), τους Νεοπαλαιζωικούς-μεσοτριαιδικούς σχηματισμούς ( τρίγωνα) και...



Σχ. 84. Διαγράμματα ACF και A'KF των μεταλιθμάτων της Πελαγονικής που αναλύθηκαν. Σύμβολα όπως στο σχήμα 83.

Όλα τα πετρώματα του Παλαιοζωικού κρυσταλλικού υποβάθρου στο ACF διάγραμμα τοποθετούνται στο πεδίο που ορίζεται από το επίδοτο, αμφίβολο, χλωρίτη, ενώ στο AFM διάγραμμα το δείγμα 22 (μεταπηλίτης) τοποθετείται στη ζώνη των χλωριτών (Σχ. 85).

Με βάση τα όσα προαναφέρθηκαν, μπορούμε να δεχθούμε ότι το Παλαιοζωικό κρυσταλλικό υπόβαθρο έχει υποστεί περισσότερες από μια μεταμορφώσεις, με την παρουσία κεροσίλβης, μετατροπή της προς βιοτίτη και μετατροπή και των δύο σε χλωρίτη. Η τελευταία μεταμόρφωση παρουσιάζει σταθερότητα παραγένεσης σε αλβίτη+φεγγίτη+χαλαζία+Na-αμφίβολο+χλωρίτη+τιτανίτη.

#### (β) Νεοπαλαιοζωικοί-Μεσοτριάδικοί σχηματισμοί

Όπως αναφέρθηκε στα αντίστοιχα κεφάλαια, στους σχηματισμούς αυτούς παίρνουν μέρος μεταϊζήματα και μεταβασίτες (μεταμορφωμένοι ανδρσιτικοί βασάλτες).

Οι ορυκτολογικές παραγενέσεις των μεταβασιτών είναι:

Επίδοτο+αλβίτης+χλωρίτης+αμφίβολοι (Na-ούχοι, ακτινόλιθος και κεροσίλβη)+φεγγίτης+βιοτίτης+γρανάτης+τιτανίτης+χαλαζίας.

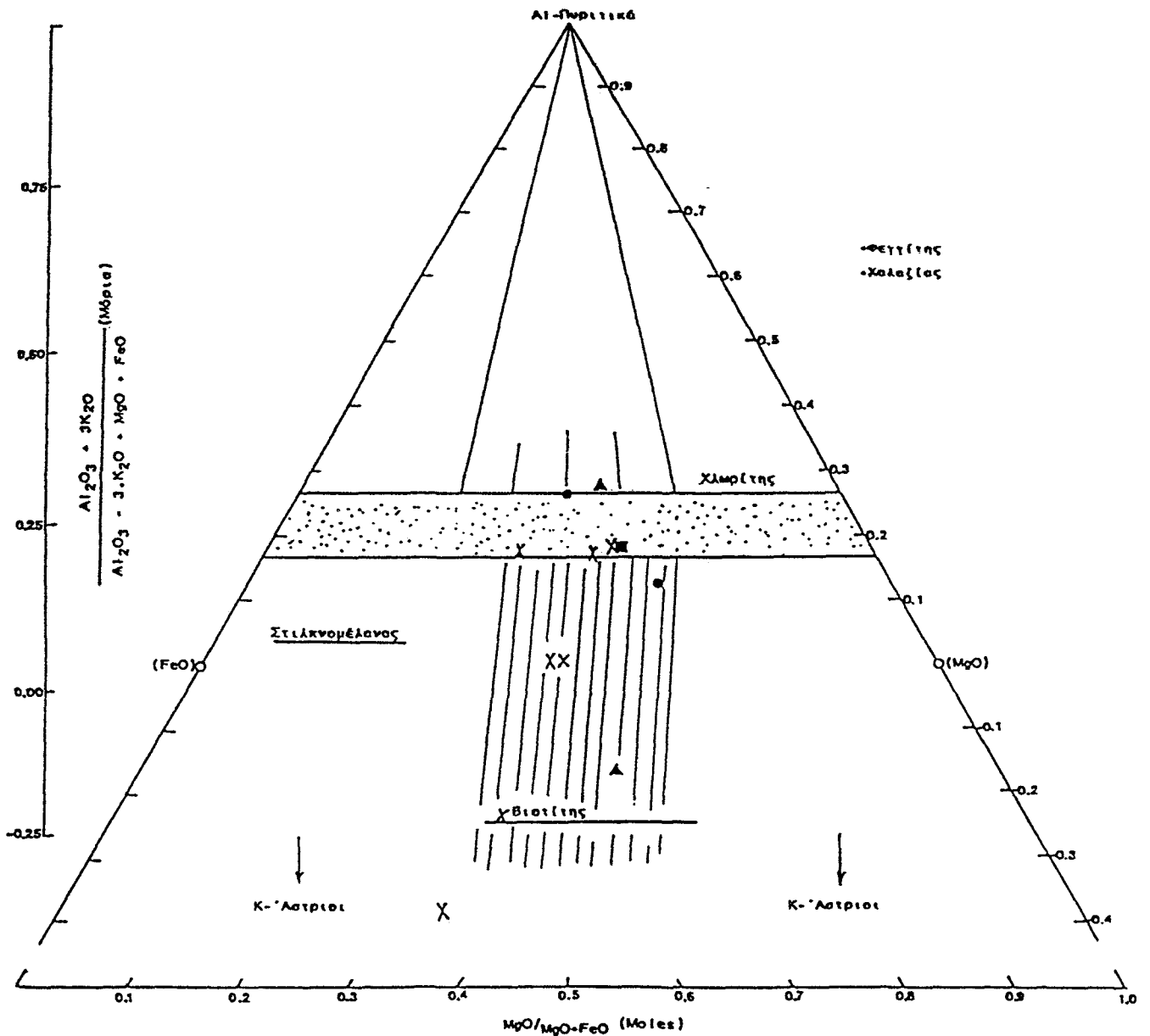
Τα μεταϊζήματα έχουν χαλαζία+φεγγίτη+αλβίτη+βιοτίτη+Na-αμφιβόλους+επίδοτο+χλωρίτη+τιτανίτη.

Η κεροσίλβη των μεταβασιτών παρουσιάζει τα ίδια ακριβώς χαρακτηριστικά με την αντίστοιχη του Παλαιοζωικού κρυσταλλικού υποβάθρου.

Ο βιοτίτης φαίνεται στενά συνδεδεμένος με το φεγγίτη, είναι όμως έντονα εξαλλοιωμένος σε χλωρίτη, ο οποίος εμφανίζει και αυτός σταθερότητα με το φεγγίτη.

Χαρακτηριστικό αποτελεί, όπως και προηγουμένως, ο ζωνώδης χαρακτήρας των Na-αμφιβόλων, καθώς και η παρουσία ιδιομόρφων κρυστάλλων ακτινολίθου.

Στα διαγράμματα ACF και A'KF (Σχ.83 & 84) τα μεταϊζήματα τοποθετούνται κυρίως στους γραυβάκες και στα αργιλούχα πετρώματα. Κατά το πλείστον παρουσιάζουν αποκλίσεις από το πεδίο που τους καθορίζει, εξαιτίας της έντονης χλωριτίωσης που έχουν υποστεί. Στο διάγραμμα αυτό τοποθετούνται στο χώρο που



Σχ. 85. Διάγραμμα AFM με τις προβολές των μετα-αργιλικών πετρωμάτων της Πελαγονικής που αναλύθηκαν.

καθορίζεται από σταθερή παραγένεση επίδοτο+ακτινόλιθος+χλωρίτης με παρουσία φεγγίτη.

Στο διάγραμμα AFM (Σχ. 85) οι μεταπηλίτες τοποθετούνται τόσο στο χώρο που καθορίζουν οι χλωρίτες, όσο και στο χώρο μεταξύ του στιλπνομέλανα και βιοτίτη, περισσότερο όμως προς το βιοτίτη.

Απ' όσα προαναφέρθηκαν, μπορούμε να πούμε ότι τα πετρώματα των Παλαιοζωικών-μεσοτριάδικών σχηματισμών έχουν υποστεί περισσότερες από μια μεταμορφώσεις. Η τελευταία μεταμόρφωση παρουσιάζει σταθερότητα παραγένεσης, ίδια με αυτή του Παλαιο-ζωικού, δηλαδή φεγγίτης+χαλαζίας+Na-αμφίβολοι+ακτινόλιθος+χλωρίτης+τιτανίτης.

#### (γ) Προανωκρητιδικό τεκτονικό κάλυμμα

Όπως έχει αναφερθεί, στο Προανωκρητιδικό τεκτονικό κάλυμμα διακρίνονται δυο κύριες σειρές σχηματισμών, δηλαδή μια κατώτερη, στην οποία συμμετέχουν μεταϊζήματα και μεταβασίτες, και μία ανώτερη, στην οποία συμμετέχουν μεταμορφωμένα οφιολιθικά πετρώματα.

Οι μεταβασίτες και στις δύο σειρές είναι ανδσειτικοί βασάλτες με τάση προς ανδেসίτη. Οι ορυκτολογικές παραγενέσεις τους είναι:

Αλβίτης+χλωρίτης+φεγγίτης+αμφίβολοι (Na-ούχοι και Ca-ούχοι)+  
+στιλπνομέλας+επίδοτο+τιτανίτης+χαλαζίας+ασβεσίτης.

Στα μεταϊζήματα παρουσιάζονται φεγγίτης+γραφίτης+χαλαζίας+αλβίτης+χλωρίτης+επίδοτο+στιλπνομέλας+αμφίβολοι (Na-ούχοι και Ca-ούχοι)+ τιτανίτης+ασβεσίτης.

Χαρακτηριστικό των παραπάνω παραγενέσεων αποτελεί η σταθερή σχέση στιλπνομέλανα-φεγγίτη-ακτινόλιθου. Ο ακτινόλιθος εμφανίζεται σε ιδιομόρφους κρυστάλλους, τόσο σε μεταϊζήματα, όσο και σε μεταβασίτες. Ο ζωνώδης χαρακτήρας των αμφιβόλων με πράσινο κέντρο και μπλε περιφέρεια εμφανίζεται και εδώ, όπως στους προηγούμενους σχηματισμούς της πελαγονικής.

Από τα πετρώματα του καλύμματος στα διαγράμματα ACF και A'KF (Σχ. 83 και 84), οι μεν μεταβασίτες τοποθετούνται κυρίως περιφερειακά του χώρου των μεταβασιτών εξαιτίας της έντονης

χλωριτίωσης και αλβιτίωσης που έχουν υποστεί, τα δε μεταϊζημάτα στο χώρο των γραουβακών και των αργιλούχων πετρωμάτων. Όλα τα πετρώματα εμφανίζουν σταθερότητα τοποθέτησής τους στο ίδιο ακριβώς πεδίο με τους Νεοπαλαιοζωικούς-μεσοτριάδικούς σχηματισμούς. Στο AFM διάγραμμα (Σχ. 85) οι μεταπηλίτες του καλύμματος τοποθετούνται κυρίως στο χώρο των χλωριτών, με μικρή τάση προς το στιλπνομέλανα-βιοτίτη.

Η σύγκριση και των τριών σχηματισμών ως πελαγονικής ενότητας δείχνει ότι έχουν υποστεί περισσότερες από μια μεταμορφώσεις, αφού, όπως αναφέρθηκε, η κεροσίλβη στους μεταβασίτες μετατρέπεται περιφερειακά σε μπλε αμφίβολο, επίσης εξαλλοιώνεται σε βιοτίτη. Ο βιοτίτης δεν αναγνωρίσθηκε σε νεοβλάστες ούτε σε σταθερή παραγένεση με άλλα ορυκτά, όπως φεγγίτη, στιλνομέλα, ακτινόλιθο κ.λ.π. της τελευταίας μεταμόρφωσης.

Η παρουσία του ακτινολίθου στις ορυκτολογικές παραγενέσεις των νεοπαλαιοζωικών σχηματισμών και του Προανωκρητιδικού καλύμματος σε νεοβλάστες στενά συνδεδεμένους με το φεγγίτη και το στιλπνομέλανα, συνηγορούν για τη δημιουργία του ακτινολίθου στην τελευταία φάση μεταμόρφωσης. Η απουσία του από τις παραγενέσεις του Παλαιοζωικού κρυσταλλικού υποβάθρου μπορεί να οφείλεται είτε στη φύση του αρχικού υλικού, είτε στο μη εντοπισμό του.

Γενικά, η σταθερή παραγένεση που δίνει η τελευταία μεταμόρφωση είναι: (α) Για τους μεταβασίτες: επίδοτο-αμφίβολοι (Na-ούχοι+ακτινόλιθος)-χλωρίτης, επίσης συμμετέχουν αλβίτης+ τιτανίτης+στιλπνομέλας. Με βάση τον Wingler (1979), οι μεταβασίτες τοποθετούνται στη ζώνη αλβίτη-ακτινόλιθου-χλωρίτη της χαμηλού βαθμού μεταμόρφωσης. Η διαφορά στη μεταμόρφωση των εν λόγω μεταβασιτών από αυτούς της ενότητας Αμπελακίων, είναι η παρουσία των Na-αμφιβόλων. (β) Για τα μεταϊζημάτα είναι: φεγγίτης-χαλαζίας-στιλπνομέλας-χλωρίτης-αμφίβολοι (Na-ούχοι και ακτινόλιθος) με την παρουσία ή όχι αλβίτη και τιτανίτη.

Για τον καθορισμό των συνθηκών P και T, υπό τις οποίες



πραγματοποιήθηκε η μεταμόρφωση, μπορούν να διατυπωθούν τα ακόλουθα, με τη βοήθεια του σχήματος 82 : Η παρουσία του αλβίτη με παράλληλη απουσία του ιαδεΐτη, δείχνει ότι βρισκόμαστε κάτω από τη γραμμή (1) που ορίζεται από τη σχέση αλβίτης=ιαδεΐτης+χαλαζίας (R. Newton και J. Smith, 1967).

Η παρουσία των μπλε σχιστολίθων, ιδιαίτερα του ορυκτού κροσσίτη, συνηγορεί ότι βρισκόμαστε πάνω από τη γραμμή (2) (W. Ernst, 1968).

Η παρουσία του ακτινολίθου συνηγορεί στο γεγονός ότι η μεταμόρφωση πέρασε τη γραμμή (3), η οποία ορίζεται από την αντίδραση πουμπελιΐτης+χλωρίτης+χαλαζίας=κλινοζωισίτης+ακτινόλιθος+H<sub>2</sub>O (K. Nitsch, 1971).

Η παρουσία του στιλπνομέλανα συνηγορεί ότι βρισκόμαστε αριστερά από τη γραμμή (4) που ορίζεται από στιλπνομέλας+μοσχοβίτη=βιοτίτη+χλωρίτη+χαλαζία+H<sub>2</sub>O (K. Nitsch, 1970).

Ο φεγγίτης παρουσιάζεται να συνδέεται άμεσα με γλαυκοφανή/κροσσίτη, καθώς και με άλλα ορυκτά, σταθερά στις υψηλές πιέσεις (W. Ernst, 1968).

Τα παραπάνω δείχνουν ότι η μεταμόρφωση έλαβε χώρα σε συνθήκες:

$$T=380-430 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

και  $P=10.5-12 \text{ Kb.}$

## VI. ΠΕΡΙΛΗΨΗ-ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την πετρολογική μελέτη της περιοχής Οσσας Θεσσαλίας που συνοδεύεται από γεωλογικό χάρτη 1:50.000, και με βάση την υπάρχουσα βιβλιογραφία, διαπιστώνεται ότι στη γεωλογική δομή της (παραλείπονται οι μεταλλικοί σχηματισμοί) παίρνουν μέρος οι ακόλουθες, από κάτω προς τα επάνω, τεκτονικές-πετρολογικές ενότητες σχηματισμών, που βρίσκονται σε τεκτονική θέση μεταξύ τους.

- α) Ενότητα Οσσας
- β) Ενότητα Αμπελακίων
- γ) Ενότητα Πελαγονικών σχηματισμών.

Η ενότητα της Οσσας, που αποτελεί τεκτονικό παράθυρο, καταλαμβάνει μέρος της περιοχής μελέτης και δομείται από σειρά ανθρακικών πετρωμάτων μεγάλου πάχους, τα οποία προς τα επάνω καταλήγουν σε ιζήματα φλύσχη, επειδή η ενότητα αυτή δεν αποτελούσε μέρος της παρούσης μελέτης, γιαυτό απλώς αναφέρεται.

Η παρούσα μελέτη αφορά τους μεταμορφωμένους, σχηματισμούς των ενοτήτων Αμπελακίων και Πελαγονικής, οι οποίοι είναι επωδημένοι στην ενότητα της Οσσας. Στη συνέχεια αναφέρονται συντόμως η περίληψη της όλης μελέτης και τα γενικά συμπεράσματα που προέκυψαν από την πετρογραφική-πετροχημική και ορυκτολογική-ορυκτοχημική μελέτη των πετρωμάτων, που παίρνουν μέρος στους σχηματισμούς αυτούς.

#### 1. Ενότητα Αμπελακίων

Η ενότητα Αμπελακίων καταλαμβάνει ικανή έκταση της περιοχής μελέτης, με πάχος που υπερβαίνει κατά θέσεις τα 800m. Παρουσιάζει μεγάλη ποικιλία πετρολογικών τύπων, οι οποίοι εναλλάσσονται τόσο κατά στρώση, όσο και πλευρικά, όπως αποδεικνύεται με την περιγραφή 8 λιθοστρωματικών τομών περιφερειακά, που καλύπτουν όλο το εύρος της ενότητας αυτής.

Με βάση την πετρογραφική μελέτη 200 λεπτών τομών, τα πετρώματα της εν λόγω ενότητας ταξινομήθηκαν στους ακόλουθους 8 αντιπροσωπευτικούς τύπους πετρωμάτων με τις παραγενέσεις τους:

- (1) Μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι  
φεγγίτης+χαλαζίας+αλβίτης±σιλπινομέλας±τιτανίτης
- (2) Μαρμαρυγιακοί-γλαυκοφανιτικοί σχιστόλιθοι  
Na-αμφίβολοι+(κροσσίτης, μαγνησιολιμπεκίτης)+φεγγίτης+  
+χαλαζίας+αλβίτης±επίδοτο±σιλπινομέλας±χλωρίτης±  
±τιτανίτης

- (3) Χλωριτικοί-μαρμαρυγιοκοί σχιστόλιθοι  
χλωρίτης (ριπιδόλιθος)+φεγγίτης+χαλαζίας+αλβίτης+  
±επίδοτο±Na-αμφίβολοι±στιλπνομέλας±τιτανίτης
- (4) Γλαυκοφανιτικοί σχιστόλιθοι-γλαυκοφανίται  
Na-αμφίβολοι (κροσσίτης, μαγνησιοριμπεκίτης)+χαλαζίας±  
±αλβίτης±επίδοτο±χλωρίτης±φεγγίτης±στιλπνομέλας±  
±τιτανίτης ±αυγίτης.
- (5) Αλβιτικοί-μαρμαρυγιοκοί γνευσιοσχιστόλιθοι  
αλβίτης+φεγγίτης+χαλαζίας±επίδοτο±στιλπνομέλας±χλωρίτης±  
±Na-αμφίβολοι±τιτανίτης.
- (6) Γλαυκοφανιτικοί-μαρμαρυγιοκοί γνευσιοσχιστόλιθοι  
Na-αμφίβολοι (κροσσίτης)+φεγγίτης+αλβίτης+χαλαζίας±  
±επίδοτο±στιλπνομέλας±τιτανίτης.
- (7) Πρασινίτες  
αλβίτης+επίδοτο+χλωρίτης+ακτινόλιθος±χαλαζίας±φεγγίτης±  
±στιλπνομέλας±τιτανίτης
- (8) Γνεύσιοι  
αλβίτης+χαλαζίας+φεγγίτης±στιλπνομέλας±επίδοτο±  
±Na-αμφίβολοι±τιτανίτης

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 40 μικροαναλύσεις των πλέον αντιπροσωπευτικών ορυκτών από τους παραπάνω πετρολογικούς τύπους, που αφορούσαν αμφιβόλους, μαρμαρυγίες, χλωρίτες, επίδοτα, αστρίους και πυροξένους. Έγινε, επίσης, συσχετισμός του χημισμού των ορυκτών με τις οπτικές ιδιότητές τους. Οι αμφίβολοι που αναλύθηκαν, ταξινομήθηκαν σε κροσσίτη-μαγνησιοριμπεκίτη (Na-αμφίβολοι) και ακτινόλιθο (Ca-αμφίβολος). Τα επίδοτα είναι πλούσια σε πιστακιτικό μόριο. Οι μαρμαρυγίες αντιπροσωπεύονται κυρίως από φεγγίτη και λιγότερο από στιλπνομέλινα. Όλοι οι χλωρίτες ανήκουν στην κατηγορία του ριπιδολίθου, ενώ οι πυροξένοι αντιπροσωπεύονται μόνο από αυγίτες. Τέλος οι άστριοι αντιπροσωπεύονται εξ ολοκλήρου από αλβίτη.

Με βάση την πετρογραφία και πετροχημεία (πραγματοποιήθηκαν 33 πλήρεις χημικές αναλύσεις) των πλέον αντιπροσωπευτικών

πετρολογικών τύπων της ενότητας Αμπελακίων. Διαπιστώθηκε ότι μέρος των πετρωμάτων προέρχεται από βασικά εκρηξιγενή πετρώματα (πρασινίτες και ένα μέρος των γλαυκοφανιτικών σχιστολίθων) και από ιζηματογενή κλαστικά πετρώματα. Τα αρχικά βασικά εκρηξιγενή πετρώματα. Με βάση τη γεωχημεία τους τοποθετούνται στους ανδεσιτικούς βασάλτες έως ανδεσίτες θολεΐτικής σύστασης, οι οποίοι αντιπροσωπεύουν γεωτεκτονικά περιβάλλοντα ωκεανίων βασαλιτών, με τάσεις μαγματισμού μεταξύ πλακών και νησιωτικού τόξου.

Το σύνολο των παραπάνω στοιχείων (πετρογραφικών, πετροχημικών, ορυκτολογικών, ορυκτοχημικών) οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τα πετρώματα της ενότητας Αμπελακίων έχουν υποστεί μεταμόρφωση πολύ χαμηλού έως χαμηλού βαθμού σε συνθήκες υψηλής πίεσης και χαμηλής θερμοκρασίας:

$$T=200-430 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ και } P=5.5/7.5-12\text{Kb.}$$

Η παραγένεση των μεταβασιτών είναι: αλβίτης-ακτινόλιθος-Na-αμφίβολος-χλωρίτης-επίδοτο, με συμμετοχή στιλπνομέλανα, φεγγίτη, τιτανίτη, απατίτη και χαλαζία. Η παραγένεση των μεταϊζημάτων είναι: χαλαζίας-Na-αμφίβολοι-φεγγίτης-αλβίτης-χλωρίτης-στιλπνομέλας-τιτανίτης-απατίτης.

## 2. Ενότητα Πελαγονικών σχηματισμών

Η ενότητα πελαγονικών σχηματισμών που βρίσκεται επωδημένη στην ενότητα Αμπελακίων, καταλαμβάνει σε έκταση ένα ικανό τμήμα της περιοχής μελέτης, με πάχος πάνω από 800 μέτρα. Η ενότητα αυτή αναλύεται, από κάτω προς τα επάνω, ως εξής:

- α) Παλαιοζωικό κρυσταλλικό υπόβαθρο
- β) Νεοπαλαιοζωικοί-μεσοτριάδικοί σχηματισμοί
- γ) Προανωκρητιδικό τεκτονικό κάλυμμα
- δ) Κρητιδικό κρυσταλλικό ασβεστόλιθοι

Στη συνέχεια, δίδονται οι αντιπροσωπευτικότεροι πετρολογικοί τύποι κατά σχηματισμό, έτσι όπως αυτοί διακρίθηκαν μετά από μικροσκοπική μελέτη περισσότερων από 250 λεπτών τομών. Επίσης αναλύονται κατά σχηματισμό η πετροχημεία τους, καθώς και η

ορυκτολογία-ορυκτοχημεία των κυριότερων παραγενετικών ορυκτών, με βάση συνολικά 33 πλήρεις χημικές αναλύσεις πετρωμάτων και 55 μικροαναλύσεις ορυκτών.

## 2.1 Παλαιοζωικό κρυσταλλικό υπόβαθρο

Το παλαιοζωικό κρυσταλλικό υπόβαθρο στην περιοχή που μελετήθηκε καταλαμβάνει μικρή έκταση στο ΝΔ τμήμα (περιοχή Συκουρίου). Σ' αυτό διακρίθηκαν 6 πετρολογικοί τύποι, οι οποίοι είναι:

- α) Μαρμαρυγιακοί-χλωριτικοί-επιδοτιτικοί σχιστόλιθοι  
Φεγγίτης+χαλαζίας+αλβίτης+χλωρίτης(πυκνοχλωρίτης)+  
+επίδοτο±Na-αμφίβολοι(ριμπεκίτης,μαγνησιוריμπεκίτης)±  
±βιοτίτης±τιτανίτης±γρανάτης.
- β) Αμφιβολιτικοί σχιστόλιθοι  
Αμφίβολοι (μαγνησιοκεροστίλβη κέντρο, ριμπεκίτης  
περιφέρεια)+χαλαζίας±αλβίτης±φεγγίτης±βιοτίτης±  
±επίδοτο±χλωρίτης (πυκνοχλωρίτης)±τιτανίτης
- γ) Γνευσιοσχιστόλιθοι  
Φεγγίτης+αλβίτης+χαλαζίας±βιοτίτης±Na-αμφίβολοι (μαγνη-  
σιוריμπεκίτης)±επίδοτο±χλωρίτης
- δ) Μοσχοβιτικοί γνεύσιοι  
Αλβίτης+φεγγίτης+χαλαζίας±επίδοτο±χλωρίτης±τιτανίτης
- ε) Μαρμαρυγιακοί-γλαυκοφανιτικοί γνεύσιοι  
Αλβίτης+φεγγίτης+βιοτίτης+Na-αμφίβολοι (κροσσίτης, μα-  
γνησιוריμπεκίτης)+χαλαζίας±τιτανίτης
- στ) Επιδοτιτικοί-κεροστιλβικοί γνεύσιοι  
Επίδοτο+κεροστίλβη+αλβίτης+χαλαζίας±γρανάτης±χλωρίτης±  
±φεγγίτης±βιοτίτης±τιτανίτης.

Τα κυριότερα ορυκτά των παραγενέσεων που προαναφέρθηκαν μελετήθηκαν στο μικροσκόπιο και μικροαναλύθηκαν. Τα ορυκτά αυτά είναι αμφίβολοι (Na-ούχοι και Ca-ούχοι), χλωρίτης, επίδοτα, μαρμαρυγίες, άστριοι και γρανάτες.

Οι Na-αμφίβολοι είναι μαγνησιוריμπεκίτης και κροσσίτης ενώ οι ασβεστούχοι, που χαρακτηρίζονται από περιφερειακή μετατροπή τους

σε μπλε αμφίβολο, είναι Mg-ούχος και τσερμακιτική κεροσίλβη. Ο χλωρίτης είναι πυκνοχλωρίτης και το επίδοτο είναι πλούσιο σε πιστακιτικό μόριο. Οι μαρμαρυγίες είναι φεγγίτης και βιοτίτης. Τα πλαγιόκλαστα είναι αλβίτης και ο γρανάτης είναι πλούσιος σε αλμανδινικό μόριο.

Από την πετρογραφική και πετροχημική μελέτη των αντιπροσωπευτικότερων πετρολογικών τύπων, διαπιστώθηκε ότι πρόκειται για πολυμεταμορφωμένα βασικά εκρηξιγενή πετρώματα (μαρμαρυγιο-χλωριτικο-επιδοτιτικοί σχιστόλιθοι και επιδοτιτικοί-αμφιβολιτικοί γνεύσιοι) και μεταμορφωμένα κλαστικά πετρώματα. Η γεωχημική μελέτη των μεταβασιτών έδειξε ότι πρόκειται για ανδεσιτικούς βασάλτες έως ανδεσίτες θολεϊτικής σύστασης, οι οποίοι παρουσιάζουν χαρακτήρες βασαλτών μεσωκεάνιας ράχης, με τάση κυρίως προς νησιωτικό τόξο.

## 2.2. Νεοπαλαιοζωικοί-Μεσοτριάδικοί σχηματισμοί

Οι σχηματισμοί αυτοί εμφανίζονται στο νότιο τμήμα της περιοχής μελέτης, με πάχος που φθάνει τα 250 μέτρα. Οι αντιπροσωπευτικότεροι πετρολογικοί τύποι που διακρίθηκαν με τις ορυκτολογικές παραγενέσεις τους, είναι οι ακόλουθοι:

### α) Μοσχοβιτικοί σχιστόλιθοι

Φεγγίτης+χαλαζίας±αλβίτης±τιτανίτης±βιοτίτης±Na-αμφί-  
βολοι (ριμπεκίτης, μαγνησιοριμπεκίτης)±επίδοτο±χλωρί-  
της±πιεμοντίτης

### β) Επιδοτιτικοί-χλωριτικοί σχιστόλιθοι

Επίδοτο+χλωρίτης+χαλαζίας±αλβίτης±ακτινόλιθος±φεγγίτης±  
τιτανίτης

### γ) Αλβιτικοί-μοσχοβιτικοί γνευσιοσχιστόλιθοι

Φεγγίτης+αλβίτης+χαλαζίας±Na-ούχος (κροσσίτης)±χλωρί-  
της±βιοτίτης±τιτανίτης

### δ) Πρασινίτες

Επίδοτο+αλβίτης+χλωρίτης (πυκνοχλωρίτης)+ακτινόλιθος+  
±χαλαζίας±τιτανίτης

ε) Αμφιβολίτες

Κεροσίλβη+αλβίτης+Na-αμφίβολος (μαγνησιοριμπεκίτης)+  
+τιτανίτης+χλωρίτης (πυκνοχλωρίτης)+βιοτίτης±επίδοτο+  
±φεγγίτης±γρανάτης

στ) Μάρμαρα-σιπολίτες

Ασβεσίτης+χαλαζίας+χλωρίτης+φεγγίτης+αλβίτης

Τα κυριότερα ορυκτά των παραγενέσεων που προαναφέρθηκαν μελετήθηκαν στο μικροσκόπιο και μικροαναλύθηκαν. Τα ορυκτά αυτά είναι αμφίβολοι (Na-ούχοι και Ca-ούχοι), χλωρίτης, επίδοτα, μαρμαρυγίες και άστριοι. Οι Na-αμφίβολοι είναι μαγνησιοριμπεκίτες και κροσσίτες, ενώ οι Ca-ούχοι, που παρουσιάζουν τον ίδιο με το παλαιοζωικό, οπτικό χαρακτήρα, είναι στο κέντρο τους Mg-ούχοι έως τσερμακιτικές κεροσίλβες. Ο χλωρίτης είναι πυκνοχλωρίτης και το επίδοτο είναι πλούσιο σε πιστακιτικό μόριο. Οι μαρμαρυγίες είναι όλοι φεγγίτες και οι άστριοι όλοι αλβίτες.

Από την πετρογραφική και πετροχημική μελέτη των περισσότερων πετρολογικών τύπων διαπιστώθηκε ότι πρόκειται για πολυμεταμορφωμένα, όπως στο κρυσταλλικό υπόβαθρο, βασικά εκρηξιγενή πετρώματα (επίδοτιτικοί χλωριτικοί σχιστόλιθοι, πρασινίτες, αμφιβολίτες) και μεταμορφωμένα κλαστικά και ανθρακικά πετρώματα. Η γεωχημική μελέτη των μεταβασιτών έδειξε ίδια αρχική προέλευση και παρόμοιο χαρακτήρα με τους μεταβασίτες του Παλαιοζωικού κρυσταλλικού υποβάθρου.

### 2.3. Προανωκρητιδικό τεκτονικό κάλυμμα

Είναι επωθημένο στις προηγούμενες πελαγονικούς σχηματισμούς και αποτελείται από μια ανώτερη ομάδα με μεταμορφωμένα βασικά και υπερβασικά οφιολιθικά πετρώματα, τα οποία υπέρκεινται τεκτονικά της κατώτερης ομάδας μεταμορφωμένων ιζηματογενών κυρίως πετρωμάτων. Οι αντιπροσωπευτικότεροι πετρολογικοί τύποι που διακρίθηκαν στο κάλυμμα αυτό, μαζί με τις ορυκτολογικές τους παραγενέσεις, είναι οι ακόλουθοι:

- α) Γραφιτικοί-φεγγιτικοί σχιστόλιθοι  
Φεγγίτης+γραφίτης+χαλαζίας±χλωρίτης±αλβίτης±επίδοτο±  
±ασβεστίτης
- β) Ασβεστοφυλλίτες-ασβεστιτικοί σχιστόλιθοι  
Ασβεστίτης+χαλαζίας+φεγγίτης+αλβίτης±χλωρίτης±τιτανίτης
- γ) Μαρμαρυγικοί σχιστόλιθοι  
Φεγγίτης+χαλαζίας+στιλπνομέλας+αλβίτης±επίδοτο±Na-  
-αμφίβολος (κροσίτης)±ακτινόλιθος±χλωρίτης±τιτανίτης±  
±ασβεστίτης
- δ) Γλαυκοφανιτικοί-επίδοτιτικοί σχιστόλιθοι  
Na-αμφίβολος (κροσίτης)+επίδοτο+χαλαζίας+φεγγίτης+  
+αλβίτης±χλωρίτης±τιτανίτης
- ε) Μεταδιαβάσης  
Αλβίτης+επίδοτο+χλωρίτης+χαλαζίας+ασβεστίτης±τιτανίτης
- στ) Πρασινίτες  
Επίδοτο+χλωρίτης+ακτινόλιθος+αλβίτης+τιτανίτης+χαλα-  
ζίας±στιλπνομέλας±φεγγίτης±ασβεστίτης
- ζ) Αμφιβολιτικοί γνεύσιοι-αμφιβολίτες  
Αμφίβολοι (μαγνησιούχος χαστινγκσιτική κεροσίλη, μαγνησιוריμπεκίτης)+αλβίτης+χλωρίτης+τιτανίτης+χαλα-  
ζίας±φεγγίτης±στιλπνομέλας±επίδοτο
- η) Σερπεντινίτες  
Σερπεντίνης+μαγνητίτης±τάλκης±βρουσίτης±ασβεστίτης±  
±μαγνησίτης

Τα κυριότερα ορυκτά των παραγενέσεων που προαναφέρθηκαν μελετήθηκαν στο μικροσκόπιο και μικροαναλύθηκαν. Τα ορυκτά αυτά είναι αμφίβολοι (Ca-ούχοι και Na-ούχοι), επίδοτα, μαρμαρυγίες, χλωρίτες και άστριοι. Οι Na-αμφίβολοι είναι κροσίτης και μαγνησιוריμπεκίτης, ενώ οι Ca-ούχοι είναι ακτινόλιθος και Mg-ούχος χαστινγκσιτική κεροσίλη με ζώνωση, όπως και στους προηγούμενους σχηματισμούς. Τα επίδοτα είναι πλούσια σε πιστακιτικό μόριο. Οι μαρμαρυγίες είναι φεγγίτης και στιλπνομέλας. Οι χλωρίτες είναι ριπιδόλιθος και οι άστριοι εξ ολοκλήρου αλβίτης.



Από την πετρογραφική και πετροχημική μελέτη των αντιπροσωπευτικότερων πετρολογικών τύπων διαπιστώθηκε ότι πρόκειται για πολυμεταμορφωμένα βασικά πετρώματα (μεταδιαβάσες, πρασινίτες, αμφιβολιτικοί γνεύσιλοι-αμφιβολίτες) που τοποθετούνται στους ανδσειτικούς βασάλτες έως ανδσείτες θολεϊτικής σύστασης. Η γεωχημική μελέτη των μεταβασιτών έδειξε ότι μπορούν να συνδεθούν με βασάλτες μεσωκεάνιας ράχης, με τάση προς βασάλτες μεταξύ πλακών.

Το σύνολο των παραπάνω στοιχείων (πετρογραφικών, πετροχημικών, ορυκτολογικών, ορυκτοχημικών) οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τα πετρώματα της ενότητας πελαγονικών σχηματισμών είναι πολυμεταμορφωμένα (παρουσία υπολειμματικών κρυστάλλων κροστίλβης και βιοτίτη) με μια τελευταία χαμηλού βαθμού μεταμόρφωση, σε συνθήκες πολύ υψηλής πίεσης και μέσης θερμοκρασίας.

$$T=380-430^{\circ}\text{C} \quad \text{και} \quad P=10.5-12\text{Kb}$$

Η παραγένεση των μεταβασιτών είναι αμφίβολοι (κροσσίτης, μαγνησιוריμπεκίτης, ακτινόλιθος), αλβίτης, χλωρίτης, επίδοτο, φεγγίτης, στιλπνομέλας, τιτανίτης, χαλαζίας και ασβεστίτης. Η παραγένεση στα μεταϊζήματα είναι φεγγίτης, γραφίτης, χαλαζίας, χλωρίτης, αλβίτης, στιλπνομέλας, αμφίβολοι (κροσσίτης, μαγνησιוריμπεκίτης, ακτινόλιθος), τιτανίτης και ασβεστίτης.

Η σύγκριση των πετρολογικών τύπων, κυρίως των μεταβασιτών, τόσο από πλευράς αρχικής προέλευσής, όσο και από πλευράς μεταμορφώσής τους, καθώς και η γεωχημική μελέτη τους και η μικροσκοπική παρατήρηση, δείχνουν ότι:

α) Τα αρχικά βασικά εκρηξιγενή πετρώματα, από τα οποία προήλθαν διάφοροι αντιπροσωπευτικοί πετρολογικοί τύποι, είναι και στις δύο ενότητες ανδσειτικοί βασάλτες έως ανδσείτες θολεϊτικής σύστασης.

β) Ο μαγματικός τους χαρακτήρας εκφράζεται, με βάση κυρίως τα ιχνοστοιχεία, ως ωκεάνιοι βασάλτες, με τάσεις μαγματισμού μεταξύ πλακών και νησιωτικού τόξου.

Ο συσχετισμός των μεταβασιτών με τη λιθοστρωματογραφική τους

παρουσία στους σχηματισμούς των δυο αυτών ενοτήτων, είναι δυνατόν να μας οδηγήσει στο συμπέρασμα, αν και δεν γνωρίζουμε την ακριβή ηλικία της ενότητας Αμπελακίων, ότι τα βασικά πετρώματα συνδέονται γενετικά μεταξύ τους και έχουν άμεση σχέση με τη μαγματική δραστηριότητα των ελληνίδων (ωκεανοποίηση) κατά το περμοτριάδικό.

Η σύγκριση της μεταμόρφωσης που έχουν υποστεί οι δύο ενότητες, είναι δυνατόν να μας οδηγήσει στα ακόλουθα:

α) Και οι δύο ενότητες έχουν υποστεί μια τελευταία μεταμόρφωση σε συνθήκες υψηλών πιέσεων.

β) Η παρουσία νεοβλαστών ακτινολίθου σε όλα τα πετρώματα της πελαγονικής ενότητας, σε αντίθεση με την ενότητα Αμπελακίων, όπου εμφανίζονται μόνο στους μεταβασίτες, συνηγορεί στο ότι η μεταμόρφωση των υψηλών πιέσεων στους σχηματισμούς της Πελαγονικής ενότητας έχει λάβει χώρα εξ ολοκλήρου σε συνθήκες μέσων θερμοκρασιών.

Η ηλικία της μεταμόρφωσης των υψηλών πιέσεων συνδέεται όπως έχει αναφερθεί, απ' όλους τους μέχρι σήμερα ερευνητές (βλ. βιβλιογραφική ανασκόπηση), με την τεκτονική τοποθέτηση, των ενοτήτων Πελαγονικής και Αμπελακίων επάνω στην ενότητα της Οσσας (μετα-μεσοηκαινική).

Νεότερη μεταμόρφωση, πέραν των εντόνων εξαλλοιώσεων (χλωριτίωση, σερικιτίωση), δεν διαπιστώθηκε ότι έχουν υποστεί τα πετρώματα και των δύο ενοτήτων.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Barton, C. (1975): Mount Olympos, Greece: new light on an old window. *Il. Geol. Lond.* 131, 389-396
- Barton, C. (1976): The tectonic vector and emplacement age of an allochthonous basement slice in the Olympos area, N.E Greece. *Bull. Soc. Géol. France*, (7), 18, 2, 253-258.
- Bertrand, S., Dietrich, V., Nievergelt, P., Vuagnat, M. (1987): Comparative major and trace element geochemistry of gabbroic and volcanic rock sequences, Montgenevre ophiolite, Western Alps. *Schweiz. Min. Petrogr. Mitt.* 67. 147-169.
- Chopin, C. & Maluski, H. (1980):  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  dating of high-pressure metamorphic micas from the Gran Paradiso area (Western Alps): evidence against the blocking-temperature concept. *Contributions to Mineralogy and Petrology*. 74. 109-122.
- Δάβη, Ε. (1966): Προέκτασις των ορίων της Πελαγονικής μάζης εις την περιοχήν Τσιολίου-Καρδίτσης. *Πρακτ. Ακαδ. Αθηνών*, 41, 267-270.
- Δάβη, Ε. & Jung, D. (1978): Metamorph facies und Geochemie der Glaukophangesteine von Pilion. *Πρακτ. Ακαδ. Αθηνών*, 53, 537-553.
- Δάβη, Ε. & Μιγκίρος, Γ. (1981): Γρανιτικά διεισδύσεις εντός του μεταμορφωμένου συστήματος εις Ανατολικήν Θεσσαλίαν. *Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Ετ.*, 15, 168-183.
- Δάβη, Ε. & Μιγκίρος, Γ. (1979): Γρανιτικά διεισδύσεις εντός του μεταμορφωμένου συστήματος εις Ανατολικήν Θεσσαλίαν. *Πρακτ. Ακαδ. Αθηνών*, 54, 349-367.
- Derycke, F. & Godfriaux, I (1976): Metamorphismes "schistes" bleus et schistes verts" dans l'Ossa et le Bas-Olympe (Thessalie-Grece). *Bull. Soc. Géol. France*, (7), 16, 252.
- Derycke, F. & Godfriaux, I. (1977): A cross section in the Olympus area, Thessaly, Greece, VI Coll. on the Geology of the Aegean Region, Athens, I, 353-354.

- Ernst, W. (1968): Petrogenesis of Glaucophane Schists. *Journal of Petrology*, 4, 1-30.
- Ferriere, J. (1974): Etude géologique d' un secteur des zones helléniques internes subpélagonienne et pélagonienne (massif de l' Orthrys, Grèce continentale). Importance et signification de la période orogénique ante-Cretacé supérieur. *Bull. Soc. Géol. France*, (7), 16, 543-562.
- Ferriere, J. (1976a): Etude préliminaire d' un secteur des massifs cristallins internes ("zone pelagonienne") la région de Volos, Grèce continentale orientale. Colloque sur la géologie des régions égéennes Orsay. *Bull. Soc. Géol. France*, 18, 2, 265-272.
- Ferriere, J. (1976b): Nouvelles données concernant l' âge des terrains métamorphiques de la partie méridionale de la presqu'île du Pélion (Grèce continentale orientale): Présence probable du Cretacé supérieur. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 282, D, 1407-1410.
- Ferriere, J. (1976c): Etude préliminaire des terrains métamorphiques de la presqu'île de Pelion antérieurs aux niveaux conglomératiques présumés Cretacé supérieur. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 282, D, 1485-1488.
- Ferriere, J. (1977a): Le secteur méridionale du "massif métamorphique de Thessalie" le massif du Pélion et ses environs. VI Colloquium on the Geology of the Aegean Region, Athens, I, 291-309.
- Ferriere, J. (1977b): Faits nouveaux concernant la zone isopique maliaque (Grèce continentale orientale). VI Colloquium on the Geology of the Aegean Region, Athens, I, 197-210.
- Ferriere, J. (1978): Le massif métamorphique du Pélion (Grèce orientale): nouvelles données paléontologiques et tectoniques; conséquences structurales. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 286, D, 567-570.

- Ferriere, J. (1982): *Paleogéographies et Tectoniques Superposées dans les Hélienides Internes au Niveau de l' Othrys et du Pélion (Greece)*. Thèse Univ. des Sciences et Techniques de Lille.
- Fletcher, C.J.N., & Greenwood, H. J., (1979): *Metamorphism and structure of Penfold Creek area near Quesnel Lake, British Columbia*. *Journal of Petrology*, 20, 743-794.
- Fleury, J. & Godfriaux, J. (1975): *Arguments pour l' attribution de la série de la fenêtre de l' Olympe (Grece) à la zone de Gavrovo-Tripolitsa presence des fossiles du Maestrichtien et de l' Eocène inférieur (et moyen?)*. *Ann. Soc. Géol. Nord*, 94, 149-156.
- Foster, M. D. (1962): *Interpretation of the composition and a classification of the chlorites*. U. S. Geol. Surv. Prof. Pap. 414-A, 27 pp.
- Georgiades, A. (1937): *Contribution à l' étude du cristallophylien du Pélion (Théssalie)*. *Pract. Acad. Athenes*, 12, 60-70.
- Γεωργιάδης, Α. (1940): *Πετρολογικαί έρευναι εις την ΝΑ Θεσσαλία*. Διατριβή επί υφηγεσία, Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Georgiades, A. (1942): *Tuff angitique metamorphisé ou la phyllade augitique de Makrinitza*. *Pract. Acad. Athènes*, 17, 199-201.
- Georgiades, A. (1954): *Contribution à l' étude des granites de la Grèce du Nord*. *Pract. Acad. Athènes*, 29, 326-336.
- Godfriaux, I. (1958): *Note preliminaire sur la Géologie des Piéria (region de l' Olympe, Grece)*. *C. R. Soc. Géol. France*, 242-245.
- Godfriaux, I. (1962a): *Sur la presence de l' Eocène dans les calcaires de l' Olympe*. *Bull. Soc. Géol. France*, (7), 4, 49-54.
- Godfriaux, I. (1962b): *L' Olympe: Une fenêtre tectonique dans le Hélienides internes*. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 255, D, 1761-1763.
- Godfriaux, I. (1968): *Etude géologique de la région de l' Olympe (Grèce)*. (Thèse, Lille, 1965). *Ann. Geol. Pays Hélien.*, 19, 1-283.

- Godfriaux, I. (1977): L' Olympe. Reunions extraordinaires des sociétés géologiques de France et de Grèce 9 Septembre- 25 Septembre 1976. Bull. Soc. Geol. France, (7), 19, 1, 45-49.
- Heinrich, C. A. (1982): Kyanite-eclogite to amphibolite facies evolution of hydrous mafic and pelitic rocks, Adula nappe, Central Alps. Contribution to Mineralogy and Petrology, 81, 30-38.
- Hey, M. M. (1954). A new review of the chlorites. Min. Mag., 30, 257-293.
- Hoffman, C. & Keller, J. (1979): Xenoliths of lawsonite-ferroglaucophane rocks from a Quaternary volcano of Milos (Aegean Sea, Greece). Lithos, 12, 209-219.
- Jacomshagen, V., Durr, S., Kockel, F., Kopp, K.O. & Kowalczyk, G. (1978): Structure and Geodynamic evolution of the Aegean Region. Inter-Union Commission on Geodynamics Scientific Report No 38, Schweigerpart, 537-564.
- Jensen, S. (1976): A new cation plot for classifying Subalkalic volcanic rocks. Ontario Dept. Mines, Misc., Paper 66, p.22.
- Jung, D., & Schneider, H. (1960-1961): Neue Beobachtungen im Ostthessalischen Quartär. Ann. Univers. Saraviensis, Naturwiss, Scientia, IX, 3 & 4.
- Jung, D. (1961): Die Geologie des gebietes von Chasambali (Thessalien). Prakt. Akad. Athen, 30, 149-154.
- Katagas, C. & Panagos, A. C. (1979): Pumpellyite-actinolite and greenschist metamorphism of Lesvos island (Greece). T.M.P.M., 26, 235-254.
- Κατσικάτσος, Γ. (1980): Γεωλογική μελέτη περιοχής Βασιλικών Ιθώμης, Μεσσηνίας. Ι.Γ.Μ.Ε. XXI, No 1.
- Katsikatsos, G. (1977): La structure tectonique d' Attique et de l' île d' Eubée. VI Colloquium on the Geology of the Aegean Region, Athens, I, 211-226.
- Katsikatsos, G., Migiros, G., & Vidakis, M., (1982): La structure géologique de la région de la Thessalie orientale (Grèce). Ann. Géol. Nord, CI., 177-188.

- Katsikatsos, G., Migiros, G., Triantaphyllis, M., & Mettos, A., (1986): Geological structure of Interland Hellenides (E. Thessaly - SW Macedonia-Euboea-Attica-Northern Cyclades Islands and Lesvos), IGME, Geol. & Geoph. Res., Special Issue, 191-212.
- Κίλλιας, Α. & Μουντράκης, Δ. (1989): Το τεκτονικό κάλυμμα της Πελαγονικής: Τεκτονική-μεταμόρφωση και μαγματισμός. Ε.Γ.Ε. XXIII/1, 29-46.
- Leake, B. E. 1978: Compiles for subcommittee on Amphiboles, I.M.A., Nomenclature of amphiboles. Amer. Miner., 63, 1023-1052.
- Μιγκίρος, Γ. (1983): Γεωλογική μελέτη περιοχής Κάτω Ολύμπου Θεσσαλίας, Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Migiros, G., (1986): The ophiolites of East Thessaly. IGME, Geol. and Geoph. Res., Special issue, 249-268.
- Miyashiro, A. (1967): The chemistry, optics, and genesis of the alkali amphiboles. Tokyo Univ. Fac. Sci. Journ., Sec. II, 11, 57-83.
- Moine, B. & De la Roche, H. (1968): Nouvelle approche du problème de l' origine des amphibolites à partir de leur composition chimique. C. R. Acad. Sci., Paris, 276 (D), 2084-2087.
- Μπαλταζή, Ε. (1983): Συμβολή στη γνώση της Γεωλογίας της Πελοποννήσου. Διατριβή επί υψηλής υποβληθείσα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Newton, R. & Smith, J. (1967): J. Geol., 75, 268-286.
- Nitsch, K. (1970): Experimentelle Bestimmung der oberen Stabilitätsgrenze von Stilpnomelane. Fortschr. Mineral., 47, 48-49.
- Nitsch, K. (1971): Contr. Miner. Petrol., 30, 240-260.
- Πανάγος, Α. (1960): Πετρολογική μελέτη της περιοχής Αγιάς εν Ανατολική Θεσσαλία. Διατριβή επί διδακτορία. Ann. Geol. Pays Hellen., 11, 161-200.
- Παπανικολάου, Δ. (1986): Γεωλογία της Ελλάδας. Εκδόσεις Επτάλοφος. Αθήνα.

- Papanikolaou, D. (1986):** Late Cretaceous paleogeography of the metamorphic Hellenides. Geol. and Geoph. Research, I.G.M.E. Sp. Issue.
- Παπασπύρου-Ποιμενίδου, Σ. (1966):** Οι γνεύσιλοι της περιοχής Αργυροπούλλου Κάτω Ολύμπου. Διατριβή επί Διαδακτορία. Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Pearce, J. A. (1980):** Geochemical evidence for the genesis and eruptive setting of lavas from Tehtyan ophiolites. In: A. Panagiotou (Ed.) Proc. Inter. Ophiolite Symposium, Cyprus 1979, 261-272.
- Pearce, J. A. & Nory, M. J. (1979):** Petrogenetic implications of Ti, Zr, V and Nb variations in volcanic rocks. Miner. Petrol., 69, 33-47.
- Περδικάτης, Β. (1986):** Ένα πρόγραμμα για τον γενικό υπολογισμό του συντακτικού τύπου των ορυκτών. Γεωλ. και Γεωφ. Μελ. Τόμ. εκτός σειράς, 377-380.
- Pöldervaart, A. & Hess, H. H. (1951):** Pyroxenes in the crystallization of basaltic magma. J. Geol., 59, 472-489.
- Sassi, F. P. (1972):** The petrologic and geologic significance of the  $b_0$  value of potassic white micas in low-grade metamorphic rocks. An application to the Eastern Alps. T.M.P.M., 18, 105-113.
- Sassi, F. P. & Scolari, A. (1974):** The  $b_0$  value of the potassic white micas as a barometric indicator in low-grade metamorphism of pelitic schist. Contr. Miner. Petrol., 45, 143-152.
- Schneider, H. (1961):** Über den "Thessalischen See". Ann. Geol. Pays Hellen., 7, 315-317.
- Shermer, E., Lux, D., Burchfiel, B. (1989):** Age and tectonic significance of metamorphic events in the Mt. Olympus region, Greece. E.G.E. XXIII/1, 13-27.
- Shervais, J. W. (1982):** Ti-V plots and the petrogenesis of modern and ophiolitic lavas, Earth and planet. Sc. Letters, 59, 101-118.



- Τάταρης, Α. (1960): Αι φλεβικά εκρηξιγενείς εμφανίσεις και η μεταλλογένεσις εις το Ανατ. Πήλιον. Διατριβή επί Διδακτορία, Πανεπιστήμιο Αθηνών. Ι.Γ.Ε.Υ., Γεωλ. Γεωφ. Μελ., 6/4, 207-303.
- Τάταρης, Α. (1971): Οι βωξίται του Δυτικού Πηλίου (πρόδρομος ανακόλνωσις). Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Ετ., VIII, 1, 10-24.
- Τάταρης, Α. (1975α): Γεωλογικά και κοιτασματολογικά παρατηρήσεις εις Αν. Θεσσαλίαν. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Ετ., XII, 1, 63-94.
- Τάταρης, Α. (1975β): Μερικά ερωτήματα επί της "διαδρομής" της νεότερας (sh) σχιστοψαμμιτοκερατολιθικής διαπλάσεως και της σχέσεως Πηλίου-Ολύμπου. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Ετ., XII, 1, 25-112.
- Yarwood, G. & Aftalion, M. (1976): Field relations and U-Pb geochronology of a granite from the Pelagonian zone of the Hellenides (High Pieria, Greece). Bull. Soc. Géol. France, (7), 18, 2, 259-264.
- Yarwood, G. & Dixon, J. (1977): Lower Cretaceous and Younger Thrusting in the Pelagonian Rocks of the High Pieria, Greece. VI Colloquim on the Geology of the Aegean Region, Athens, I, 269-280.
- Vuichard, J. P. & Balleve, M. (1988): Garnet-chloritoid equilibria in eclogitic pelitic rocks from the Sesia zone (Western Alps): their bearing on phase relations in high pressure metapelites. J. metamorphic Geol. 1988, 6, 135-157.
- Winchester, J. A. & Floyd, P. A. (1976): Geochemical magma type discrimination: application to altered and metamorphosed basic igneous rocks. Earth. Planet. Sci., Lett., 28, 459-469.
- Wingler, H. G. F. (1979). Petrogenesis of Metamorphic Rocks. Springer-Verlag, New York-Berlin.

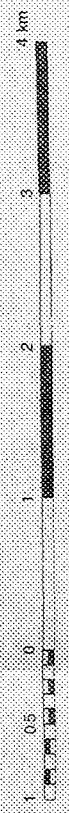
ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ

- Κατσικάτσος, Γ., Βιδάκης, Μ. & Μιγκίρος, Γ. (1980): Γεωλογικός χάρτης, φύλλο "Πλατύκαμπος", κλίμ. 1:50.000. Ινστιτούτο Γεωλογικών & Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε.).
- Κατσικάτσος, Γ. & Μιγκίρος, Γ. (1982): Γεωλογικός χάρτης, φύλλο "Καρίτσα", κλίμ. 1:50.000. Ινστιτούτο Γεωλογικών & Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε.).
- Κατσικάτσος, Γ. & Μιγκίρος, Γ. (1982): Γεωλογικός χάρτης, φύλλο "Ραψάνη", κλίμ. 1:50.000. Ινστιτούτο Γεωλογικών & Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε.).
- Μιγκίρος, Γ. (1980): Γεωλογικός χάρτης, φύλλο "Γόννοι", κλίμ. 1:50.000. Ινστιτούτο Γεωλογικών & Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε.).
- Μιγκίρος, Γ. & Βιδάκης, Μ. (1979): Γεωλογικός χάρτης, φύλλο "Αγιά-Παναγιά Αγιάς", κλίμ. 1:50.000. Ινστιτούτο Γεωλογικών & Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε.).

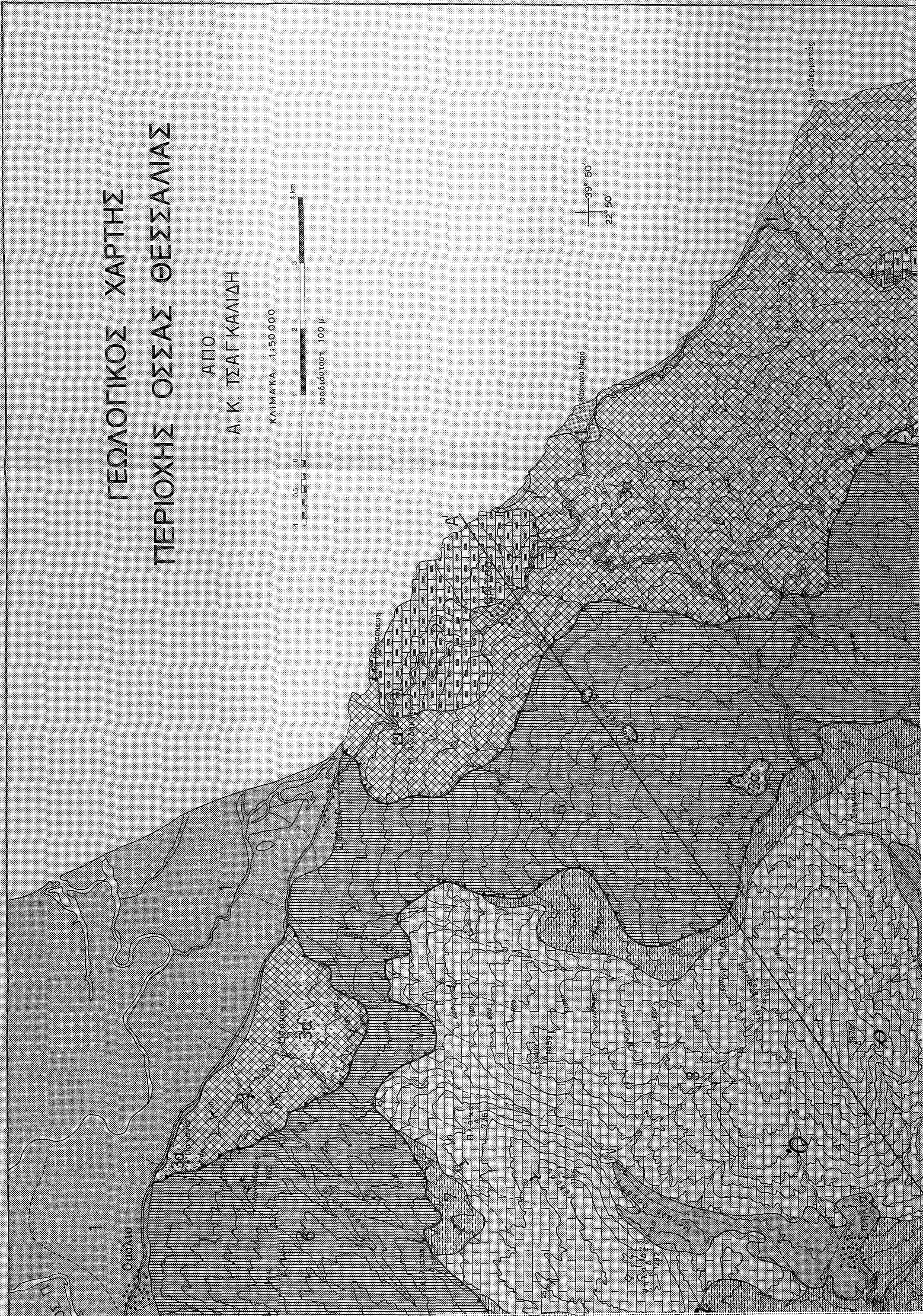
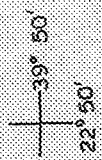
# ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΟΣΣΑΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

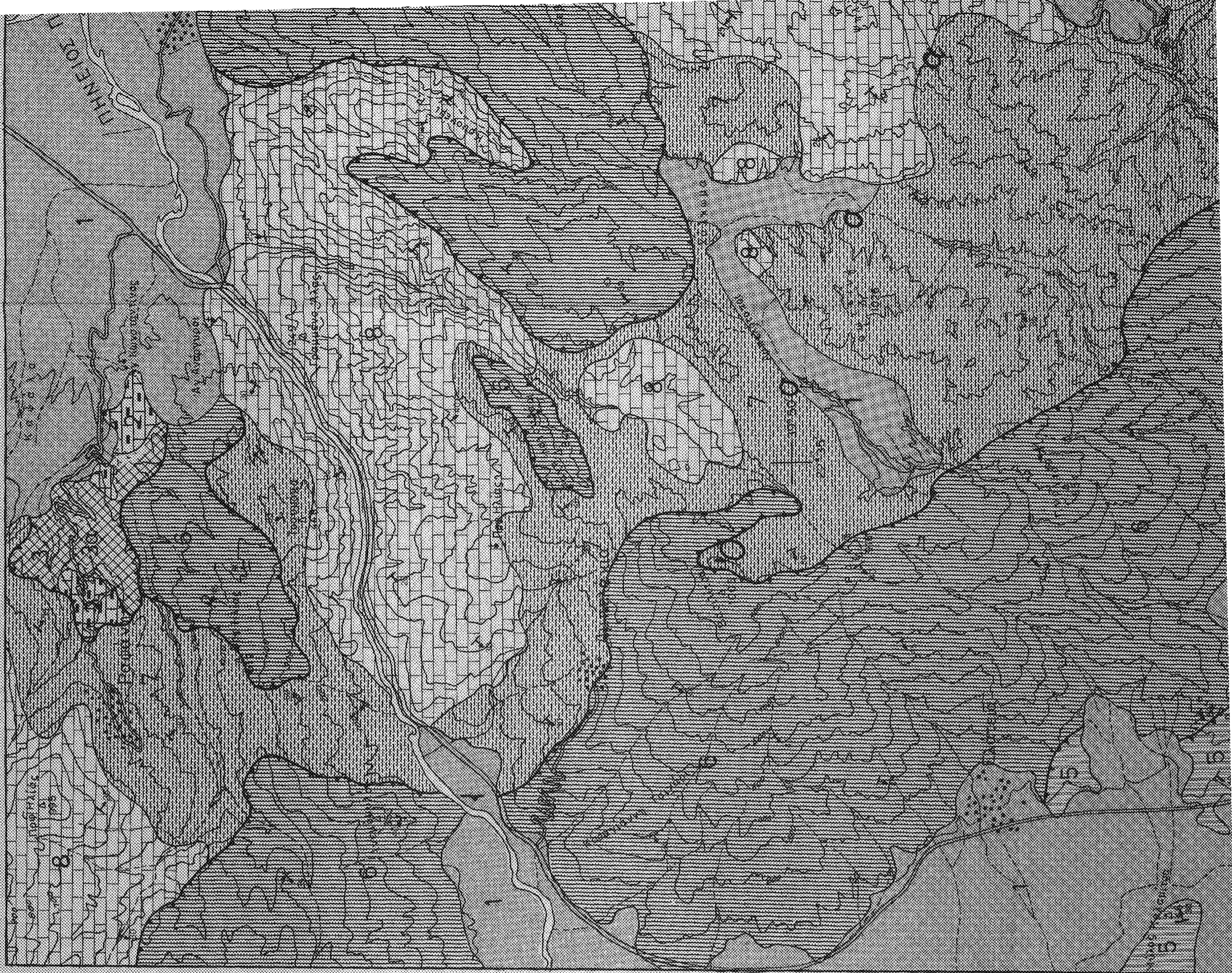
ΑΠΟ  
Α. Κ. ΤΣΑΓΚΑΛΙΔΗ

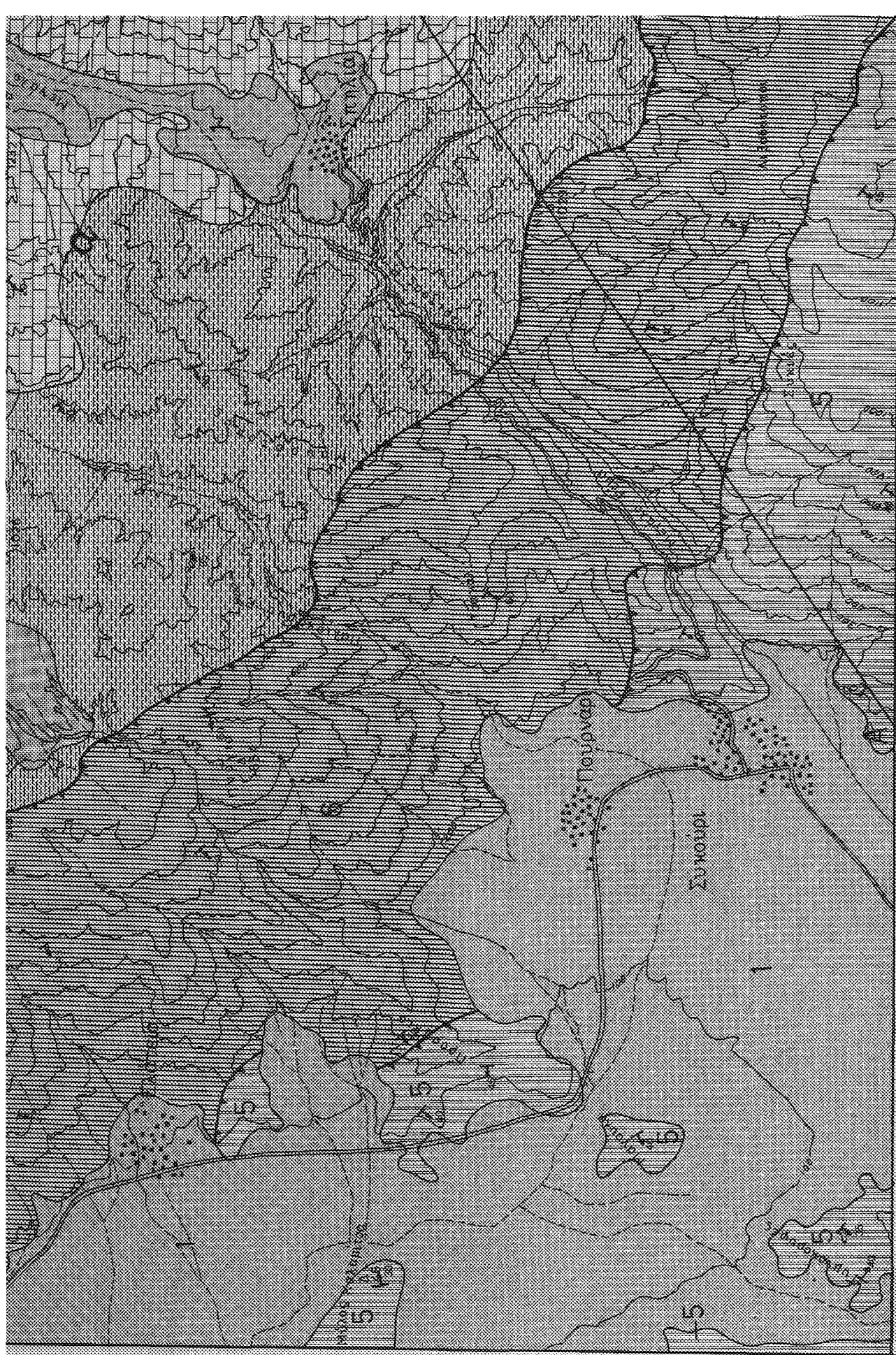
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:50000



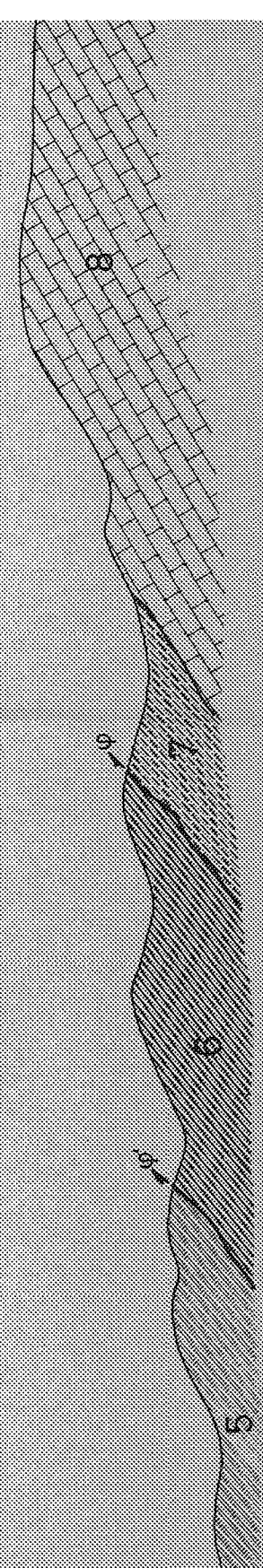
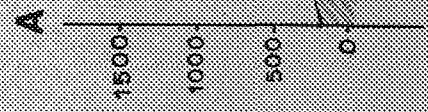
Ισοδότηση 100 μ.







ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ

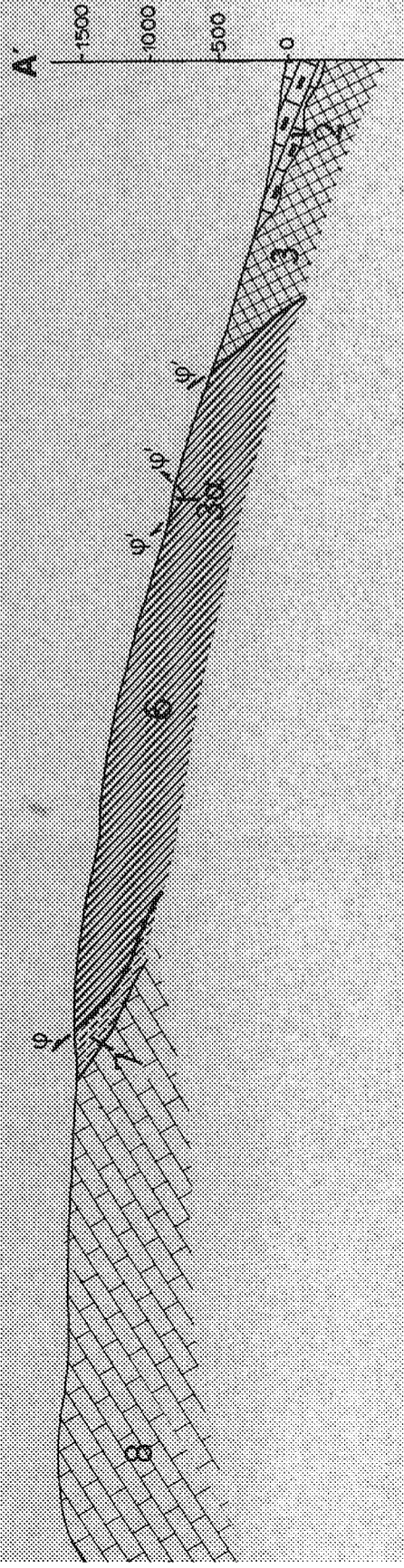


Υ Π Ο Μ Ν Η Μ Α



Νοτιστιοανατολικά: www.geology.gr

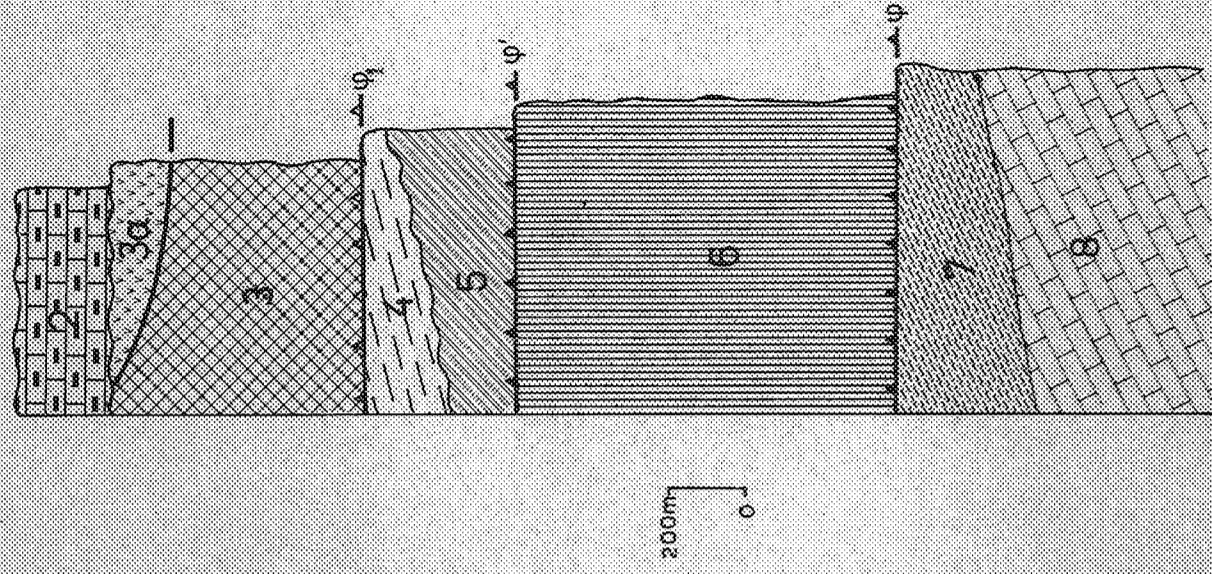
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ



Μ Ν Η Μ Α

λαιοζωικό κρυσταλλικό υπόβαθρο.

ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΗΛΗ



200m  
0

Α ——— Α' Γεωλογική τομή.

Γεωλογικό όριο.

$\tau_{30}$

Διεύθυνση και κλίση στρωμάτων.

$\phi, \phi'$

Μετά-ανωκρητιδική επώθηση.

$\phi_i$

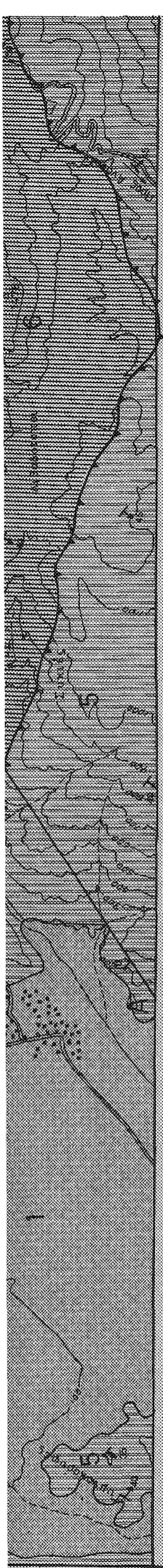
Πρό-ανωκρητιδική επώθηση.

λέ σχιστόλιθοι και γνευσιοσχιστόλιθοι.

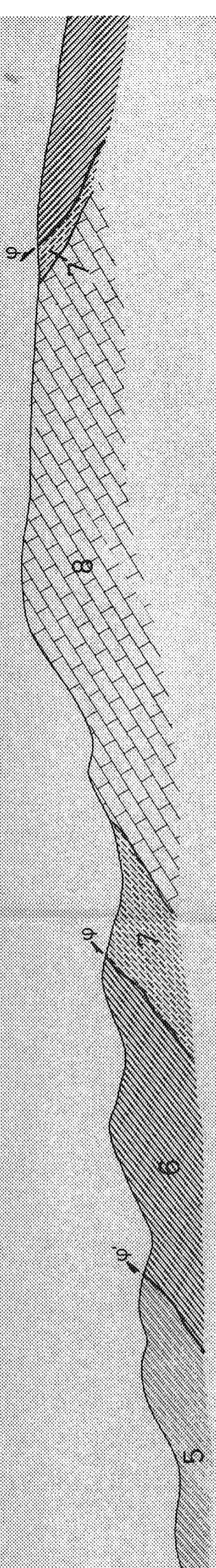
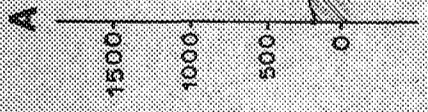
ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΗΛΗ

ύσσης επιζωνικά μεταμορφωμένος.

κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι έως μάρμαρα  
κρυσταλλικοί δολομίτες.



ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ



Υ Π Ο Μ Ν Η Μ Α

1 Νεογενείς και τεταρτογενείς αποθέσεις.

ΕΝΟΤΗΤΑ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ ΤΗΣ ΠΕΛΑΓΟΝΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ

2 Κρητιδικό κρυσταλλικό ασβεστόλιθοι έως μαρμαρα.

3 Προανωκρητιδικό τεκτονικό κολυμβά με σερπεντινίτες (σ)

4 Νεοπαλαιζωϊκή - μεσοτριαιδική (?) σχηματισμοί.

5 Παλαιζωϊκό κρυσταλλικό υπόβαθρο.

ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ

6 Μπλέ σχιστόλιθοι και γνευσιοσχιστόλιθοι.

ΕΝΟΤΗΤΑ ΟΣΣΑΣ

7 ολύσσης επιζωνικά μεταμορφωμένος.

8 Κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι έως μαρμαρα και κρυσταλλικοί δολομίτες.