

Πρακτικά		του	Συνεδρίου	Μάιος	1992
Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.	Τομ.		σελ.	105-122	Αθήνα
		XXVIII/2			1993
Bull. Geol. Soc. Greece	Vol.		pag.		Athens

**ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΙ ΓΕΩΧΗΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΠΕΡΙΔΟΤΙΤΙΚΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ
ΔΑΦΝΟΣΠΗΛΙΑΣ-ΚΕΔΡΟΥ (Ν. ΘΕΣΣΑΛΙΑ)**

Λ. ΠΥΡΓΙΩΤΗΣ, Β. ΤΣΙΚΟΥΡΑΣ, Κ. ΧΑΤΖΗΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σεοπεντινιωμένοι περιδοτίτες που τοπικά διατηρούν τον πρωτολιθικό, πρωτολιθικό τους χαρακτήρα καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος του ανώτερου τύπου της οφιολιθικής ενότητας της περιοχής Δαφνοσπηλίας-Κεδρού. Δισχίζονται τοπικά από γαββροειδείς φλέβες ενώ στη βάση τους παρατηρήθηκαν οφιολιθικά πέλαστα μεταμορφωμένων πετρωμάτων.

Οι πρωτολιθικοί αυτοί περιδοτίτες, παρουσιάζουν χαρακτηριστικά όμοια με περιδοτίτες ανώτερου μανδύα. Ταξινομήθηκαν με βάση γεωχημικά κριτήρια σε χαρτοβουγιίτες που υπερισχύουν και σε λεοζολίθους που συμμετέχουν σε μικρότερο ποσοστό. Οι πρώτοι θεωρούνται ως προϊόντα τυπικού ευκυωμένου μανδύα ενώ οι τελευταίοι έχουν πιο γόνιμο χαρακτήρα. Το περιβάλλον περιθωριακής λεκανής, θεωρείται ως πιθανότερος παλαιογεωγραφικός χώρος για τη δημιουργία αυτών των πετρωμάτων.

ABSTRACT

Serpentinized peridotites, which in some places retain their original protolithic character, occupy the largest part of the uppermost members of the ophiolitic unit of the Dafnospilia-Kedros area. Locally, they are cut by gabbroic veins, whereas subophiolitic metamorphic soles were observed at their base, as well.

L. PYRGIOTIS, B. TSIKOURAS and K. HATZIPANAGIOTOU: Petrographic and geochemical study of peridotites from the Dafnospilia-Kedros area (Southern Thessaly)

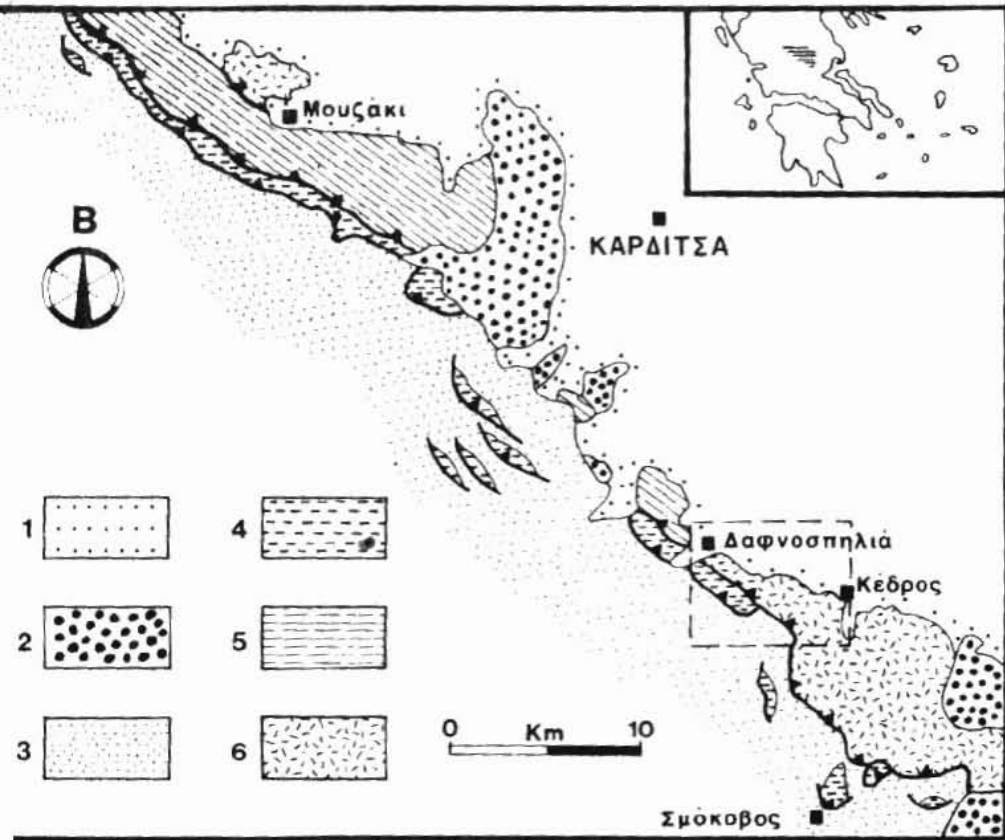
These protolithic peridotites have textural characteristics similar to upper mantle peridotites. Depending upon their chemistry, they were classified into harzburgites, which are predominant and lherzolites, which are more restricted. The former are considered as products of a typical depleted upper mantle whereas the last are more fertile. A marginal basin setting is suggested, as the most probable paleogeographic environment, for the investigated rocks.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ-INTRODUCTION

Η μελέτη των οφιολιθικών συμπλεγμάτων, που αποτελούν κλειδί στην ερμηνεία γεωτεκτονικών εξελίξεων, ιδιαίτερα στο χώρο της ΒΑ Μεσογείου, έχει τις τελευταίες δεκαετίες, προσελκύσει το ενδιαφέρον των γεωεπιστημόνων. Οι νεότερες απόψεις με την πληθώρα των πληροφοριών που παρέχουν, έχουν συμβάλει σημαντικά στην καλύτερη κατανόηση του τρόπου γένεσης και ανάπτυξής τους. Όμως, παρά τις επίμονες προσπάθειες των ερευνητών και τα εντυπωσιακά αποτελέσματα των τελευταίων χρόνων, το πρόβλημα της υπαρχής ενός, δυο ή περισσότερων ωκεανών κατά την παλαιογεωγραφική εξέλιξη της Τηθους, παραμένει άλυτο. Η συστηματική μελέτη οφιολιθικών εμφανίσεων, παράλληλα με την ανάπτυξη των τεχνολογικών δυνατοτήτων καθώς και η συγκριτική αξιοποίηση αποτελεσμάτων τους, μπορεί να προσφέρει ιδιαίτερα σημαντική συμβολή στην επίλυση αυτού του προβλήματος.

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ-GEOLOGICAL SETTING

Τα οφιολιθικά πετρώματα της περιοχής Δαφνοσπηλιάς-Κέδρου, αποτελούν τμήμα της οφιολιθικής ζώνης των Ελληνίδων, η οποία αναπτύσσεται στον άξονα Πίνδου-Κοζιακά-Θοθρους-Αργολίδας-Αγγελώνας-Κρήτης-Κασπαθού-Ρόδου. Η γεωγραφική θέση της υπό μελέτη περιοχής, ανάμεσα σφενος στον Κοζιακά και στην Πίνδο στα βόρεια και βορειοδυτικά κι σφωτερου στην Θάσου στα νοτιοανατολικά (Εικ.1), οι οποίες κατατάσσονται



1 Απλοποιημένο γεωλογικό σκαρίφημα της νότιας Θεσσαλίας (κατά CELET et al. 1977): 1.Τεταρτογενείς σχηματισμοί 2.Μολάσσα 3.Φλύσχος Πίνδου 4.Σειρά θυμιάματος 5.Σειρά Κόζιακα 6.Οφιόλιθοι

Simplified geological map of southern Thessaly (after CELET et al. 1977): 1.Quaternary deposits 2.Molasse 3.Pindos flysch 4.Thymiama series 5.Koziakas series 6.Ophiolites.

νται αντίστοιχα στις γεωτεκτονικές ενότητες Δυτικής Θεσσαλίας (ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ & ΣΙΔΕΡΗΣ 1979, ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ & ΛΕΚΚΑΣ, 1979), Πινδου (εξωτερικές Ελληνίδες) και Όρθρους (εσωτερικές Ελληνίδες) (AUBOUIN 1959). Θέτουν το ερώτημα σε ποιά απ' αυτές τις ενότητες εντάσσονται οι σχηματισμοί της ευρύτερης περιοχής έρευνας.

Έτσι, ενώ ο COURTIN (1979) και ο FERRIERE (1982) συγκρίνουν τους σχηματισμούς της ευρύτερης περιοχής με τις γεωτεκτονικές ενότητες Πινδου, Κόζιακα και Βοιωτικής, ο ΛΕΚΚΑΣ (1991) τις εντάσσει στην ενότητα Δυτικής Θεσσαλίας παραλληλίζοντας τους με παρόμοιες εμφανίσεις στην οροσειρά του Κόζιακα, που μελετήθηκαν εκτενέστερα από τον ΛΕΚΚΑ (1988).

Σύμφωνα λοιπόν με τα πιο πρόσφατα δεδομένα στην ενότητα Δυτικής Θεσσαλίας, συμπεριλαμβάνονται Κατωκρητιδικοί, κλαστικοί σχηματισμοί και Άνωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι, που συνιστούν την υποενότητα θυμιάματος καθώς και ραδιολαρίτες και ασβεστολιθοί, ηλικίας Δογγέριου-Μάμμιου της υποενότητας του Κόζιακα. Τη στρωματογραφική ακολουθία συμπληρώνει η οφιολιθική ενότητα που τοποθετείται επάνω στους προηγούμενους σχηματισμούς, οι οποίοι μαζί με τους οφιολίθους, βρίσκονται προς τα δυτικά επωσθημένοι στον Ηωκαινικό φλύσχη της Πινδου, ενώ στ' ανατολικά καλύπτονται από τις Τεταρτογενείς αποθέσεις της Θεσσαλικής λεκάνης ή και από τα Ολιγο-πλειοκαινικά ιζήματα της Μεσοελληνικής αύλακας.

Με την παρούσα εργασία, όπου παρουσιάζονται τα πρώτα πετρολογικά και γεωχημικά αποτελέσματα από περιδοιτιτικά πετρώματα της περιοχής Δαφνοσπηλιάς-Κέδρου, επιχειρούμε να συμβάλλουμε στην έρευνα των οφιολίθων του Ελληνικού χώρου. Η εργασία αυτή είναι συνέχεια μιας σειράς μελετών, που πραγματοποιήθηκαν από μια ομάδα του Πανεπιστημίου Πατρών σε οφιολιθικές εμφανίσεις των περιοχών Ρόδου, Καρπάθου, Κρήτης, Αγγελώνας και Αργολίδας (HATZIPANAGIOTOU 1987, 1990, ΤΣΙΚΟΥΡΑΣ κ.α. 1988), γεωχημικά και πετρολογικά αποτελέσματα των οποίων αντι-

προστίθενται και συγκρίνονται με αυτά της περιοχής Δωβνοσπηλιάς-Κέδρου.

ΥΠΑΙΘΡΙΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΟΦΙΟΛΙΘΙΚΩΝ ΕΜΦΑΝΙΣΕΩΝ—FIELD OBSERVATIONS OF OPHIOLITIC OUTCROPS

Η περιοχή μελέτης οριοθετείται από τους οικισμούς Δωβνοσπηλιά και Κέδρου, περίπου 25km νότια της Καρδίτσας (Εικ. 1). Το ενδιαφέρον της υπαιθρίας εργασίας εστιασθηκε στην εξάπλωση και στον τρόπο ανάπτυξης των οφιολιθικών πετρωμάτων, τα οποία συνθέτουν την ανώτερη τεκτονική ενότητα. Οι οφιολιθικές εμφανίσεις αυτές αποτελούνται σχεδόν αποκλειστικά από αεραπεντινιωμένα υπερβασικά πετρώματα. Η χαρακτηριστικότερη εμφάνιση υπερβασικών, έκτασης περίπου 2.5km², απαντάται στην περιοχή του όρους Καλογοιά, το οποίο υψώνεται δυτικά και νοτιοδυτικά του οικισμού Κέδρου. Το υπερβασικό αυτό σώμα επεκτείνεται σκουπ και πέρα από τα νότια όρια της περιοχής μελέτης και σε τοπογραφικά υψηλότερα επίπεδα, προς το όρος Κατάλωρο. Το φαινόμενο πάχος του υπολογίζεται περίπου σε 300m και τέμνεται τοπικά από γαββόειδεις έως μικρογαββόειδεις φλέβες με εύρος έως και μερικά δέκατα του μέτρου. Επίσης στη βάση αυτών των αεραπεντινιωμένων πετρωμάτων στις δυτικές παρυφές του όρους Καλογοιά και σε απόσταση περίπου 100m βόρεια του 2^{ου} km της οδού Κέδρου—Θρασωμιού παρατηρήθηκε μια επιμήκης εμφάνιση μεταμορφωμένων σκληματισμών, η έκταση των οποίων δεν υπερβαίνει τα 1000m². Πρόκειται για λεπτόκοκκους έως μεσόκοκκους και εν μέρει σχιστοποιημένους ορθοαμφιβολίτες με κύρια ορυκτολογική παραγένεση κερρατίλβη και πλαγιόκλαστο. Παρόμοιες εμφανίσεις μεταμορφωμένων πετρωμάτων στη βάση οφιολιθικών συμπλεγμάτων, που χαρακτηρίζονται ως "υποοφιολιθικά μεταμορφικά πέλατα" ("subophiolitic metamorphic soles"), έχουν περιγραφεί και από άλλες περιοχές, τόσο στην ηπειρωτική Ελλάδα όσο και στο νοτιοανατολικό νησιωτικό τόξο με ηλικίες 160–180 Ma (SPRAY & RODDICK 1980, THUIZAT et al. 1981, KÖEPKE et al. 1985, KÖEPKE 1989, ΠΑΤΕΡΑΝΤΟΣ 1990, Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

Επίσης άλλες μικρότερες εμφανίσεις σερπεντινιωμένων υπερβασικών πετρωμάτων, βρίσκονται στο νότια του οικισμού Παλιούρι καθώς και νοτιοανατολικά του οικισμού Δαφνοσπλιά. Οι οφιολιθικές αυτές εμφανίσεις καλύπτονται μερικά από μολασσικές κι αλλουβιακές αποθέσεις της θησαυλικής πεδιάδας, ενώ ανατολικότερα στην ευρύτερη περιοχή του όρους Όθρυς, καλύπτονται από επικλυσιογενείς Ανωιουρασικούς-Κατωκρητιδικούς ασβεστόλιθους (MAVRIDES 1983).

ΥΠΕΡΜΑΦΙΚΑ-ULTRAMAFICS

Από τις υπαίθριες παρατηρήσεις συμπεραίνεται ότι το οφιολιθικό συμπλέγμα της περιοχής που μελετήθηκε, αποτελείται στη συντριπτική του πλειοψηφία από υπερβασικά πετρώματα. Αυτά έχουν υποστεί έντονα έως ολοκληρωτικά την επίδραση του φαινομένου της σερπεντινίωσης.

Οι σερπεντινίτες θεωρούνταν στο παρελθόν, από πολλούς ερευνητές, ως λιγότερο ελκυστικά πετρώματα για έρευνα, η εξέταση των οποίων δυσκόλα θα οδηγούσε σε χρήσιμα πετρολογικά και γεωχημικά συμπεράσματα. Με την πάροδο του χρόνου όμως έχει αποδειχθεί ότι σχεδόν όλοι οι σερπεντινίτες περιέχουν υπολείμματα περιδοτιτών. Η εξέταση τόσο αυτών όσο και των ίδιων των σερπεντινιτών παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες, σχετικά με το χαρακτήρα του αρχικού περιδοτιτικού υλικού.

ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΑ-PETROGRAPHY

Με βάση την δοκτολογική τους παραγένεση και το βαθμό εξαλλοίωσης τους, τα υπερβασικά πετρώματα της περιοχής που μελετήθηκε, διαχωρίστηκαν σε υπολλειμματικούς περιδοτίτες και σερπεντινίτες.

Υπολλειμματικοί περιδοτίτες-Relict peridotites

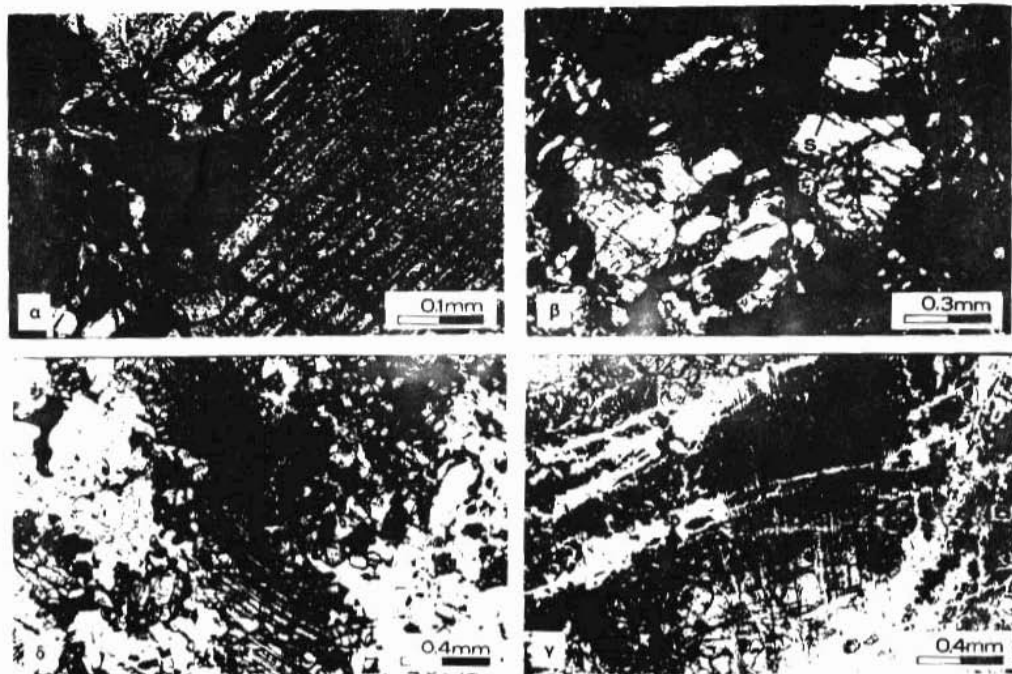
Πρόκειται για υπερβασικά πετρώματα που παρουσιάζονται κατά θήσεις ως εγκλωβισμένα τεμάχια μέσα σε σερπεντινίτες. Είναι περιδοτιτικά πετρώματα γασταθουγιτικής και λεξοαλιθικής σύστασης. Μεταξύ των δύο αυτών τύπων, οι γασταθουγιτες παρουσιάζουν σαφώς μεγαλύτερη

εξάπλωση από τους λερζόλιθους. Η επιμέρους ταξινόμηση αυτή πραγματοποιήθηκε με γεωχημική μέθοδο (βλ. κεφ. Γεωχημεία), επειδή όπως έχει παρατηρηθεί, η απαρίθμηση των ορυκτών φάσεων από το μικροσκόπιο στα πετρώματα αυτής της κατηγορίας οδηγεί σε εσφαλμένα αποτελέσματα (PAMIC & MAJER 1977, DAWSON 1980, OEHN 1980).

Οι χαρτσβουργίτες της περιοχής Δαφνοσπλιάς-Κέδρου χαρακτηρίζονται από την ορυκτολογική παραγένεση ολιβίνης κι ορθοπυρόξενος, που στα περισσότερα δείγματα που μελετήθηκαν, εμφανίζονται ως πορφυροκλάστες αλλά κι ως νεοβλάστες.

Οι αποστρογγυλωμένοι πορφυροκλάστες του ολιβίνη που έχουν μέγεθος έως και 2mm, συχνά εμφανίζουν κυματοειδή κατάσβεση και παρουσιάζουν εγκολλημένα κι οδοντωτά περιθώρια. Η επίδραση εντονότερης παραμόρφωσης δημιουργεί επιμήκυνση των ορυκτών αυτών παράλληλα προς τη διεύθυνση της καθώς και το σχηματισμό γωνιάσεων (kink-band), σχεδόν κάθετα προς αυτή. Επιπλέον, από κυματοειδή κατάσβεση και γωνίαση χαρακτηρίζονται κι οι νεοβλάστες ολιβίνη, οι οποίοι παρουσιάζουν μικρότερο μέγεθος κόκκων (<400μ) και κεκαμμένα έως ευθύγραμμα περιθώρια (Εικ. 2α).

Οι πορφυροκλάστες των ορθοπυρόξενων με μέγεθος από 2 έως 8mm, είναι συχνά φακοειδείς, με γωνιάσεις και σχεδόν πάντα με κυματοειδή κατάσβεση. Αυτοί είναι συνήθως τεμαχισμένοι σε θραύσματα, ομοιογενώς διατεταγμένα, παρουσιάζοντας εγκολλημένα περιθώρια και σχηματίζουν συχνά περιοχές πλούσιες σε νεοβλάστες, οι οποίοι διατάσσονται στα περιθώρια των ορυκτών αυτών (Εικ. 2β). Πολλές φορές, εμφανίζουν λαμέλες απόμιξης κλινοπυρόξενου, κύρια παράλληλα στο επίπεδο (100) (Εικ. 2α). Στις περισσότερες περιπτώσεις οι πορφυροκλάστες αυτοί παρουσιάζουν οφθαλμώδη παραμόρφωση ή σχιστοποίηση (Εικ. 2γ), συχνά σε συνδυασμό με προσανατολισμό παράλληλα προς τη διεύθυνση αυτής. Αξιοσημείωτη είναι επίσης η ολίσθηση κατά επίπεδα παράλληλα στο (100) κατά τη διεύθυνση της παραμόρφωσης, η οποία είναι συνδεδεμένη με κάμψεις και σιγμοειδείς περιστροφές των λαμελών (Εικ. 2β και 4β).



Εικ. 2 Ιστολογικά χαρακτηριστικά τεκτονοποιημένων περιδοτιτών ανώτερου μανδύα.

- α) Πορφυροκλάστης ορθοπυρόξενου (Orx) με λαμέλες απόμιξης κλινοπυρόξενου. Περιβάλλεται από νεοβλάστες ολιβίνη (Ol) (Nicols +)
- β) Ορθοπυροξενικός πορφυροκλάστης με χαρακτηριστική εμφάνιση γωνίασης και σιγμοειδή παραμόρφωση λαμέλας κατάσβεσης (S). περιβάλλεται από νεοβλάστες ορθοπυρόξενου (Nicols +).
- γ) Εντονα σχιστοποιημένος ορθοπυροξενικός πορφυροκλάστης (Orx), που περιβάλλεται από νεοβλάστες ολιβίνη (Ol), ορθοπυρόξενου και Cr-σπινέλιου (sp). Στο αριστερό τμήμα της εικόνας ο Cr-σπινέλιος δημιουργεί σκληροειδείς μορφές με βοστρυχοειδή ανάπτυξη (Nicols //).
- δ) Φαινόμενο ολίσθησης σε ορθοπυροξενικό πορφυροκλάστη παράλληλα στο επίπεδο (100) (Nicols //).

Σπάνια εμφανίζονται μικροί κόκκοι κλινοपुरόξενου, με μέγεθος που δεν υπερβαίνει τα 400μ. Αυτοί δημιουργούν σ' ελάχιστες περιπτώσεις λαμέλες απόμιξης ορθοपुरόξενου. Επίσης, σχηματίζουν μεμονωμένους κόκκους που παρουσιάζονται με κεκαμμένα έως καλά σχηματισμένα περιθώρια, που βρίσκονται συχνά σε συνανηπύγματα ορθοपुरόξενου ή στο άμεσο περιβάλλον ορθοपुरόξενικών ποφυροκλαστών. Κλινοपुरόξενικοί ποφυροκλάστες δεν παρατηρήθηκαν.

Την κύρια ορυκτολογική παραγένεση των χαρτοβουργιτών συμπληρώνουν ξενόμορφοι κόκκοι Cr-σπινέλιου, οι οποίοι παρουσιάζουν χαρακτηριστικούς ερυθροκάστανους χρωματισμούς, με τους οποίους ευκολα μπορούν να διακριθούν από τους κεκριμπαρόχρωμους Al-σπινέλιους. Οι μεγαλύτεροι κόκκοι απ' αυτούς, κάτω από την επίδραση εντονότερης παραμόρφωσης, διαμελίζονται, σχηματίζοντας προσανατολισμένα βοστουχοειδή ουσωματώματα (Εικ. 2γ). Επίσης μερικές φορές κόκκοι σπινέλιου, με μέγεθος έως μερικά μ και με σκληροειδείς μορφές, εμφανίζονται γύρω από τμήματα ορθοपुरόξενικών ποφυροκλαστών.

Οι ολιβίνες κι ορθοपुरόξενοι των λερζολιθικών τύπων δεν διαφοροποιούνται σχεδόν καθόλου αναφορικά με τα πετρογραφικά τους γνωρίσματα από τ' αντιστοιχα των υπολλειμματικών χαρτοβουργιτών της περιοχής Λαφροσπηλιάς-Κέδρου. Επίσης εδώ οι κλινοपुरόξενοι επιτρέπουν μια διακρίση μεταξύ ποφυροκλαστών και νεοβλαστών, όπου όμως το ποσοστό των τελευταίων ποσοστιαία υπερέχει.

Με βάση τις σύγχρονες απόψεις, όσον αφορά σε ιστούς περιδοιτών από πρωτογενείς περιδοίτες του ανώτερου μανδύα, είναι γνωστοί πρωτοκοκκώδεις (protogranular, "coarse" κατά HARTE 1977) ιστολογικοί τύποι. Οι δομές αυτές είναι ισοκοκκώδεις ή με ασθενώς προσανατολισμένα τα ορυκτολογικά συστατικά και με κεκαμμένους κόκκους που παρουσιάζουν εγκοπημένα περιθώρια, τό μέγεθος των οποίων κυμαίνεται από 5 έως 10mm. Απ' αυτές μπορούν κάτω από συνθήκες solidus έως hypersolidus και με συνεχώς αυξανόμενη πλαστική παραμόρφωση να σχημα-

τιστούν "πορφυροκλάστες" (porphyroclasts) καθώς και πολύ μικρότεροι, πολλές φορές πολυγωνικοί, "νεοβλάστες" (neoblasts). Αυτοί οι πορφυροκλάστες είναι πλαστικά παραμορφωμένα, συχνά επιμεμπκυσμένα και σχιστοποιημένα υπολλείμματα των πρωτοκοκκωδών ιστών (texture). Όταν η κυρία μάζα των νεοβλαστών σχηματίζει μια μορφή ψηφιδωτή (mosaic) κι επιπλέον αυτοί υπερέχουν έναντι των πορφυροκλαστών, τότε σχηματίζεται ένας "ψηφιδοπορφυροκλαστικός" (mosaicporphyroclastic) ιστός. Σε περίπτωση πλήρους ανακρυστάλλωσης ο πορφυροκλαστικός ιστός μετατρέπεται σε γρανοβλαστικό ("granuloblastic", κατά HARTE 1977), όπως τυπικά παρατηρείται σε γρανουλίτες.

Κατά τους MERCIER & NICOLAS (1975), η πλαστική παραμόρφωση προέρχεται από συνδυασμό μερικής τήξης κι ανακρυστάλλωσης κάτω από την επίδραση κατευθυνόμενης πίεσης. Η παραμόρφωση αυτή συμβαίνει περίπου στο ανώτερο μέρος της "ζώνης χαμηλών ταχυτήτων" και σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται μεταξύ 1200° και 1350°C. Κατά τους παραπάνω συγγραφείς, η πλαστική παραμόρφωση είναι αποτέλεσμα της πλαστικής ροής (plastic flow) στη μεταβατική ζώνη μεταξύ ασθενόσφαιρας και λιθόσφαιρας. Επιπλέον η διεύθυνση της παραμόρφωσης αντιστοιχεί μ' αυτήν της πλαστικής ροής.

Απο τις παραπάνω περιγραφές των ιστολογικών χαρακτηριστικών των υπερβασικών πετρωμάτων της περιοχής Λαφνοσπηλιάς-Κέδρου, συμπεραίνεται ότι αυτά παρουσιάζουν σημαντικές ομοιότητες με τυπικούς ιστούς προϊδοτιτικών πετρωμάτων του ανώτερου μανδύα.

Σερπεντινίτες-Ροδιγγίτες — Serpentinites-Rodingites

Ο δεύτερος τύπος των υπερβασικών πετρωμάτων, οι σερπεντινίτες, οι οποίοι αποτελούν σχεδόν το σύνολο αυτών των πετρωμάτων παρουσιάζονται τεκτονοποιημένοι και κατά θέσεις σχιστοποιημένοι μ' όλα τα ορυκτολογικά γνωρίσματα που εμφανίζει αυτός ο πετρογραφικός τύπος.

μερικών σμ. από ροδίνγκιτες μ έντονα κατακλάστικά φαινόμενα. Τα ορυκτά γασσουλαιόσχυδρόγασσουλαιόσ και βεζουβιανός αποτελούν την κύρια ορυκτολογική τους σύσταση, η οποία συμπληρώνεται από πρενίτη, διοξείδιο και γλωρίτη.

ΓΕΩΧΗΜΕΙΑ-GEOCHEMISTRY

Για την ταξινόμηση και τον καθορισμό του γεωχημικού χαρακτήρα των περιδοτικών πετρωμάτων της περιοχής έρευνας, πραγματοποιήθηκαν γεωχημικές αναλύσεις για κύρια στοιχεία κι ιχνοστοιχεία από αντιπροσωπευτικά δείγματα (Πιν.1). Με βάση την γεωχημική σύσταση των πετρωμάτων αυτών, υπολογίστηκε με την μέθοδο του LENSCH (1968) η δυνητική ορυκτολογική τους σύσταση, η οποία δίδεται επίσης στον ίδιο πίνακα.

Από την προβολή των δυνητικών συστάσεων σε ολιβίνη, ορθοπυρόξενο και κλινοπυρόξενο, στο τριγωνικό διάγραμμα της εικόνας 3, διαπιστώνεται ότι τρεις από τους περιδοτίτες που αναλύθηκαν από την περιοχή Δαφνοσπηλιάς-Κέδρου, καταλαμβάνουν το πεδίο των χαρταβουργιτών ενώ άλλοι τρεις προβάλλονται ως λερζόλιθοι καταλαμβάνοντας ένα πεδίο πολύ κοντά στο όριο με αυτό των χαρταβουργιτών. Η μερική αυτή διαφοροποίηση των περιδοτιτών της περιοχής έρευνας, διακρίνεται επίσης στο τριγωνικό διάγραμμα των συγκεντρώσεων Al_2O_3 - CaO - MgO (Εικ.4). Στο διάγραμμα αυτό οι χαρταβουργίτες προβάλλονται πιο κοντά στην κορυφή του MgO , από ότι οι λερζόλιθοι οι οποίοι διαφοροποιούνται ως προς τις συγκεντρώσεις των Al_2O_3 και CaO .

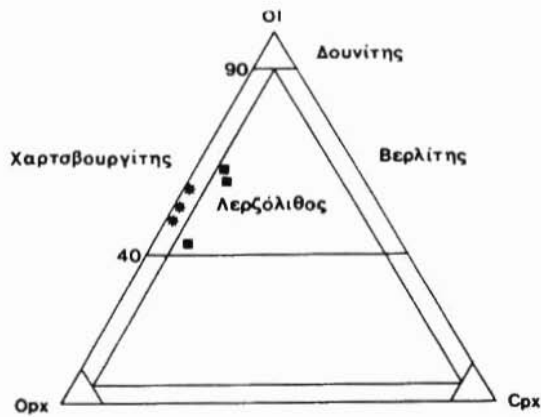
Παρατηρείται ακόμα στα περιδοτιτικά πετρώματα της περιοχής Δαφνοσπηλιάς-Κέδρου ότι τα στοιχεία Mg , Ni και Cr παρουσιάζουν αρνητική συσχέτιση με το Ca , το οποίο θεωρείται ως δείκτης του δύστηκτου χαρακτήρα των περιδοτιτών. Αντίθετα το Al συσχετίζεται θετικά με το Ca ενώ το Cr εμφανίζεται σχετικά σταθερό.

Στον πίνακα 2 δίδονται οι μέσοι όροι γεωχημικών αναλύσεων των περιδοτιτών της περιοχής μελέτης σε σύγκριση με γεωχημικές αναλύσεις περιδοτιτών Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφρατος - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Γεωχημικές αναλύσεις περιδοτιτών της περιοχής Δαφνοσπηλιάς-Κεδρός
 TABLE 1. Geochemical analyses of peridotites of Dafnospihia-Kedros area.

Αρ. δειγ.	LP 71	LP107	LP 15	LP114	LP135	LP129		LP 71	LP107	LP 15	LP114	LP135	LP129
SiO ₂	39.62	39.61	38.22	40.31	40.88	40.59		Δυνητικά ορυκτά					
TiO ₂	0.01	0.03	0.02	0.06	0.05	0.05							
Al ₂ O ₃	0.72	1.70	0.94	2.38	2.46	2.30	Cr	0.53	0.44	0.61	0.45	0.44	0.40
Fe ₂ O ₃ '	9.37	8.79	13.12	8.31	8.14	8.07	sp	0.53	0.44	0.61	1.02	0.44	0.40
MnO	0.10	0.12	0.09	0.12	0.12	0.12	cd	0.47	1.65	0.69	2.04	2.44	2.28
NiO	0.34	0.31	0.43	0.30	0.26	0.26	il	0.01	0.04	0.03	0.00	0.07	0.07
MgO	36.21	36.18	34.22	34.61	35.94	37.02	cpx	0.08	0.08	0.25	5.93	6.90	4.87
CaO	0.09	0.09	0.06	1.50	1.78	1.27	orx	35.50	36.11	30.41	47.99	31.31	30.11
Na ₂ O	—	—	—	—	—	—	ol	63.81	61.12	67.40	36.17	58.28	61.77
K ₂ O	—	—	—	—	—	—							
Cr ₂ O ₃	0.46	0.38	0.52	0.39	0.39	0.36	Cpx	0.08	0.08	0.25	6.58	7.15	5.03
P ₂ O ₅	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	Orx	36.11	37.11	31.01	53.27	32.55	31.12
CO ₂	0.14	0.11	0.09	0.14	0.18	0.15	Ol	63.81	62.81	68.73	40.15	60.40	63.84
H ₂ O	13.58	13.33	12.28	12.18	9.72	10.67							
Σύνολο	100.7	100.7	100.1	100.4	100.0	100.1							

Ο υπολογισμός των δυνητικών ορυκτων έγινε σε ελεύθερη πηκτικών συστατικών βάση και με Fe₂O₃' ως FeO. (-) κάτω από το όριο ανιχνευσιμότητας.



Εικ. 3 Τριγωνικό διάγραμμα Ol-Opx-Cpx (*=χαρτασβουργ., ■λερζόλιθος)

Fig. 3 Triangular diagram Ol-Opx-Cpx. (*=harzburg., ■herzolites)

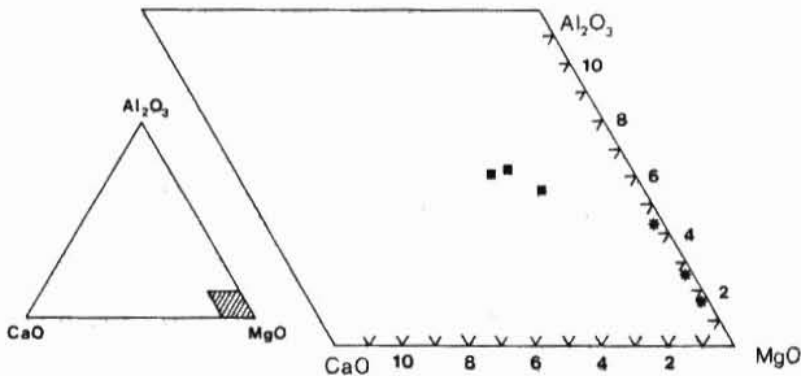
ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Μέσος όρος χημικών αναλύσεων περιδοτιτών από την περιοχή Δαφνοσπηλιάς-Κέδρου καθώς και αναλύσεων από τη βιβλιογραφία.

TABLE 2. Average of chemical analyses of peridotites from the Dafnospilia-Kedros area as well as from literature.

	Χαρτοβουργίτες									Λερζολιθίτοι						
	Α	Β	Γ	Δ	Ε	Ζ	Η	Θ	Ι	Κ	Λ	Μ	Ν	Ξ	Ο	Π
	(8)	(5)	(8)	(5)	(5)	(12)	(2)	(3)	(3)	(3)	(3)	-	(26)	(57)	(384)	-
SiO ₂	45.30	43.70	46.30	46.40	47.70	45.90	46.43	46.28	45.39	45.69	47.52	43.63	45.10	43.20	44.20	44.60
TiO ₂	**	0.01	0.10	0.04	0.04	*	0.03	0.01	0.02	0.06	0.04	0.11	0.08	0.16	0.13	0.16
Al ₂ O ₃	1.80	0.47	0.28	0.55	1.58	0.31	1.32	0.99	1.30	2.68	1.94	2.94	1.97	3.03	2.05	2.46
Cr ₂ O ₃	**	0.39	0.32	0.46	0.43	0.35	0.59	0.46	0.53	0.43	0.44	0.42	0.40	0.33	0.44	0.42
FeO*	8.10	8.19	8.84	8.34	8.31	9.43	7.95	8.87	10.84	8.27	8.71	8.41	8.28	8.89	8.29	8.15
MnO	**	0.15	0.10	0.13	0.16	0.11	0.13	0.12	0.12	0.13	0.15	0.16	0.14	0.11	0.13	0.18
NiO	**	0.27	0.33	0.34	0.31	0.32	0.19	0.33	0.42	0.31	0.27	0.28	0.29	0.23	0.28	0.26
HgO	43.60	46.00	43.50	44.90	41.20	43.72	43.21	42.56	41.20	40.35	38.64	42.58	41.10	40.50	42.20	41.08
CaO	1.20	0.77	0.28	0.38	0.44	0.12	0.06	0.24	0.09	1.70	1.90	2.15	2.65	3.05	1.92	2.52
Na ₂ O	**	0.01	*	0.01	*	*	0.06	0.05	*	*	0.53	0.14	0.05	0.37	0.27	0.29
K ₂ O	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.01	0.02	*	0.07	0.06	0.09

Οι αριθμοί σε παρένθεση αντιστοιχούν στον αριθμό των αναλύσεων- (+) FeO₂ ως FeO- αναλύσεις ελεύθερες τιθικών συστατικών- (*) κάτω από το όριο ανιχνευσιμότητας- (**) δεν έχει προσδιοριστεί.

Α: Υπολλειμματικός χαρτοβουργίτης (RINGWOOD 1975), Β: Γρόδος (MENZIES & ALLEN 1974), Γ: Ρόδος (HATZIPANAGIOTOU 1983), Δ: Κάρπαθος (ΚΟΡΡΚΕ 1986), Ε: Αγγελώνα (HATZIPANAGIOTOU 1990), Ζ: Αργολίδα (HATZIPANAGIOTOU 1988), Η: Α. Θεσσαλία (ΝΙΓΚΡΙΠΟΣ 1986), Θ: Οίτη (ΝΙΤΡΟΠΟΥΛΟΣ et al. 1987), Ι-Κ: Δαφνοσπηλιά-Κέδρος, Λ: Κοζιάκας (CAPEDEI et al. 1985) Μ: Ορέφους (MENZIES & ALLEN 1974), Ν: Κρήτη (ΚΟΡΡΚΕ 1986), Ξ: Δειναρίδες (PANIC & MAJER 1977), Ο: Λερζολιθικοί ξενόλιθοι (ΜΑΑΛΟΣ & ΛΟΚΙ 1977), Π: Πρωτογενής μενδύας (ΜΑΑΛΟΣ & ΛΟΚΙ 1977).



Εικ. 4 Προβολή των περιδοτιτών στο διάγραμμα Al₂O₃-CaO-MgO. Σύμβολα όπως στην εικόνα 2.

Fig. 4 Plot of the peridotites in the Al₂O₃-CaO-MgO diagram. Symbols as in figure 2.

αυτό παρατηρείται ότι οι χαρτσβουργίτες που εξετάζονται παρουσιάζουν σημαντικές χημικές ομοιότητες με τους αντίστοιχους λιθότυπους από το οφιολιθικά συμπλέγματα των άλλων περιοχών. Είναι δηλαδή η υποομάδα αυτή των περιδοτιτών σε σχέση με τους λερζόλιθους, όπως έχει επιβεβαιωθεί κι από πειραματικές μελέτες εμπλουτισμένοι στα δύστηκτα στοιχεία Mg, Ni και Cr και αισθητά πτωχότεροι σε Ti καθώς και στα λιθοφιλα στοιχεία Al, Ca και Na. Δείχνοντας έτσι τυπικούς χαρακτήρες εκχυωμένου (depleted) μανδύα.

Επίσης παρατηρείται ότι οι υπολλειμματικοί λερζόλιθοι της περι-
οχής μελέτης είναι σχετικά εμπλουτισμένοι σε συμβίβαστά (π.χ. Mg, Cr, Ni) και πιο πτωχότεροι σε ασυμβίβαστα στοιχεία (π.χ. Na, Ca, Al) σε σχέση με τους "κανονικούς" λερζόλιθους των οποίων ο χημισμός παρουσιάζει χαρακτηρισές παρόμοιους με αυτούς του πρωτογενούς μανδύα (MAALOE & AOKI 1977). Το γεγονός αυτό υποδηλώνει λιγότερο γόνιμους (fertile) λιθότυπους από τους κανονικούς λερζόλιθους και οφείλεται πιθανά σε διαφυγή ενός μερικού τμήματος παραμένοντας όμως γονιμότεροι από τους χαρτσβουργίτες. Παρόμοιοι χαρακτήρες περιδοτιτών έχουν περιγράψει και από τις γειτονικές περιοχές Κόζιακα και Ορθρου (Πιν. 2).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας, διαπιστώνεται ότι τα περιδοτιτικά πετρώματα, καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο τμήμα των οφιολιθικών εμφανίσεων στην περιοχή Δαφνοσπηλιάς-Κέδρου. Η πετρογραφική τους μελέτη υπέδειξε ιστολογικούς τύπους παρόμοιους με αυτούς που έχουν περιγραφεί από περιδοτίτες του ανώτερου μανδύα.

Με βάση τη δυναμική ορυκτολογική τους σύσταση διαχωρίζονται στις υποομάδες των χαρτσβουργιτών και των λερζόλιθων.

Από την συγκριτική γεωχημική εξέταση των χαρτσβουργιτών που εξετάστηκαν διαπιστώθηκε ότι αυτοί παρουσιάζουν γεωχημικούς χαρακτήρες

ανάλογους με χαρτσβουργίτες από άλλες γνωστές εμφανίσεις ενώ οι λερζολιθικοί τύποι εμφανίζουν λιγότερο γόνιμο χαρακτήρα σε σύγκριση με τους τυπικούς λερζόλιθους.

Είναι γνωστό ότι παρόμοια υπερβασικά πετρώματα χαρτσβουργιτικού-δουνιτικού τύπου με Cr-σπινέλιο, όπως εμφανίζεται και στα περισσότερα πετρώματα της περιοχής μελέτης, είναι δύσκολο να παρατηρηθούν σε γεωτεκτονικά περιβάλλοντα τυπικών μεσοκεάνειων ράχων. Αντίθετα πιστεύεται, ότι πετρώματα με αυτούς τους χημικούς χαρακτήρες μπορεί να σχηματιστούν μόνο κάτω από μια ζώνη καταβύθισης, όπου μια ρευστή φάση από την αφυδάτωση της καταβυθιζόμενης πλάκας, συμβάλλει στην τήξη μεγάλου ποσού μανδουακού υλικού (KUSHIRO 1969, PEARCE et al. 1984).

Η παρουσία των χαρτσβουργιτών της παρούσας μελέτης καθώς κι οι χημικοί χαρακτήρες αυτών, δείχνουν ότι οι οφιολιθικές αυτές εμφανίσεις είναι σαφώς επηρεασμένες από μια ζώνη καταβύθισης.

Τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας καθώς και τα αποτελέσματα από πετρογραφικές και γεωχημικές έρευνες από οφιολιθικές εμφανίσεις γειτονικών περιοχών όπως π.χ. αυτή του Κόζιακα (CAPEDRI et al 1985) συνιγορούν στον καθορισμό στον ευρύτερο αυτό χώρο, ενός γεωτεκτονικού περιβάλλοντος, πιθανά παρόμοιο με αυτό μιας περιθωριακής λεκάνης. Στο γεωτεκτονικό αυτό περιβάλλον είναι δυνατή επίσης και η εμφάνιση λερζολιθικών τύπων (PEARCE et al. 1984) με παρόμοιους γεωχημικούς χαρακτήρες όπως οι λερζόλιθοι που εμφανίζονται στην περιοχή που μελετήθηκε και όπως επίσης, για παράδειγμα, έχουν περιγραφεί και στις Κ. Δειναρίδες (LUGOVIC et al. 1991).

Για τον ακριβέστερο καθορισμό του βαθμού μερικής τήξης του ανώτερου μανδύα καθώς και του γενετικού περιβάλλοντος εξέλιξης των οφιολίθων αυτών έχει προγραμματιστεί σ' ένα δεύτερο στάδιο η εκπόνηση μια σειράς αναλύσεων όπως μικροαναλύσεων Cr-σπινέλιου και πυρόξεων καθώς και η ανάλυση REE. τ' αποτελέσματα των οποίων μαζί με τα πετρογραφικά και γεωχημικά συμπεράσματα αυτής της εργασίας αναμένεται

να βοηθήσουν σημαντικά στην τεκμηρίωση αυτών των γεωλογικών προβλη-
ματισμών.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-LITERATURE

- AUBOUIN, J. (1959). Contribution a l' etude geologique de la Grece septentrionale: l' confins de l' Epire et de la Thessalie. Ann. Geol. Pays Hellen., 10. 525p.
- CAPEDEI, S., LEKKAS, E., PAPANIKOLAOU, D., SCARPELIS n., VENTURELLI, G. and GALLO, J. (1985). The ophiolite of the Koziakas range, Western Thessaly (Greece). N. Jb. Miner. Abh., 152. 45-64.
- CELET, P., FERRIERE, J. and WIGNOLLE, E. (1977). Le probleme de l' origine des blocs exogenes du melange a elements ophiolitiques au sud du Sperchios et dans le Massif de l' Othrys (Greece). Bull. Soc. Geol. France, (7), XIX/4, 935-942.
- COURTIN, B. (1979). Etude geologique de la region de Domokos (Greece): le Front des zones internes et les massifs ophiolitiques d' Othrys occidentale. These 3e cycle, Univ. Lille. 295p.
- DAWSON, J.B. (1980). Kimberlites and their xenoliths. Springer, Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- DICK, H.J.B. (1977). Partial melting in the Josephine peridotite: I: partial melting on mineral composition and its consequence for geobarometry and geothermometry. Amer. J. Sci., 277, 801-832
- LENSCH, G. (1968). Der normative Mineralbestand von Mafiten. N. Jb. Miner. Mh., 306-320.
- LUGOVIC, B., ALTHERR, R., RACZEK, I., HOFMANN, A.W. and MAJER, V. (1991). Geochemistry of peridotites and mafic igneous rocks from the Central Dinaric Ophiolite Belt, Yugoslavia. Contr. Min. Petr., 106, 201-216.
- HARTE, B. (1977) Rock nomenclature with particular relation to deformation and recrystallisation textures in olivine-bearing xenoliths. J. Geol., 85, 279-288.
- HATZIPANAGIOTOU, K. (1988). Einbindung der oberste einheit von Rhodos und Karpathos (Griechenland) in der alpidischen Ophiolith-Gurtel. N. Jb. Geol. Palaont. Abh., 176, 3, 395-422.
- HATZIPANAGIOTOU, K. (1990). Ultrabasite innerhalb der ophiolitischen melange von Angelona (SO-Lakonien/Peloppones, Griechenland). Chem. Erde, 50, 137-145.
- HATZIPANAGIOTOU, K. (1990). Petrography of the ophiolite complex in central Argolis (Peloponesus, Greece). Ofioliti, 15/1, 61-77.
- HATZIPANAGIOTOU, K. (1991). K-Ar dating of ophiolites from Rhodes and Karpathos islands, Dodekanese, Greece. Geol. Balcanica, 21, 5, p. 69-76.
- JAQUES, A. L. and GREEN, D.H. (1980). Anhydrous melting of peridotite at 0-15Kb pressure and the genesis of tholeiitic basalts. Contr. Min. Petr., 73, 287-310.
- KOEPKE, J., KREUZER, H. and SEIDEL, E. (1985). Ophiolites in the Southern Aeagean Arc (Crete, Karpathos, Rhodes)-Linking the ophiolite belts of the Hellesides and the Taurides. Ofioliti, 10, 343-354.

- KOEPKE, J. (1986). Die Ophiolithe des sudugaischen Inselbrücken. Petrologie und Geochronologie. Diss. Tu Braunschweig. 1-204.
- KUSHIRO, I. (1969). The system forsterite-diopside-silica with and without water at high pressures. Amer. J. Sci., 267-A, 269-294.
- ΛΕΚΚΑΣ, Ε. (1988). Γεωλογική δομή και Γεωδυναμική εξέλιξη της οροσειράς του Κόζιακα (Δυτική Θεσσαλία). Διδ. Διατ., Παν. Αθηνών.
- ΛΕΚΚΑΣ, Ε. (1991). Η παρουσία της ενόπτης Δυτικής Θεσσαλίας στην περιοχή Δαφνοσπηλιάς-Κτημμένης (Νότια Θεσσαλία). Δελ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., XXV/1, 231-244.
- MAALOE, S. and AOKI, K. (1977). The major element composition of lherzolites. Contr. Min. Petr., 63, 161-173.
- MAYRIDES, A. (1983). The upper Jurassic formation in the Othrys area. IGCP Project 195. Workshop on Vourinos. Guevgueli ophiolites. 2-10 June. Greece.
- MENZIES, M. (1973). Mineralogy and Partial melt textures within ultramafic mafic body, Greece. Contr. Min. Petr., 42, 273-285.
- MENZIES, M. and ALLEN, C. (1974). Plagioclase lherzolite-residual mantle relationships within two eastern Mediterranean ophiolites. Contr. Min. Petr., 45, 197-213.
- MENZIES, M. (1975). Spinel compositional variation in the crustal and mantle lithologies of the Othris ophiolite. Contr. Min. Petr., 51, 303-309.
- MERCIER, J.-C. C. and NIKOLAS, A. (1975). Textures and fabrics of upper-mantle peridotites as illustrated by xenoliths from basalts. J. Petrol., 16, 454-487.
- ΜΙΓΚΙΠΟΣ, Γ. (1986). Οι οφιολίθις της Αν. Θεσσαλίας. ΙΓΜΕ, 6, 249-268.
- MITROPOULOS, P., KALOGEROPOULOS, S. and BALTANZIS, E. (1987). Geochemical characteristics of ophiolitic rocks from Itri, Central Greece. Ofioliti, 12(1), 37-42.
- OEHM, J. (1980). Untersuchungen zu Equilibrierungsbedingungen von Spinell-peridotit-Einschlüssen aus Basalten der Hessischen Senke. Diss. Univ. Göttingen.
- PAMIC, J. and MAJER, V. (1977). Ultramafic rocks of the Dinaride central ophiolite zone in Yugoslavia. J. Geol., 85, 553-569.
- ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ. και ΛΕΚΚΑΣ, Ε. (1979). Πλευρική μετάβαση μεταξύ της ζώνης Πίνδου και Δυτ. Θεσσαλίας στην περιοχή Ταυρωπού. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., XIV/1, 70-84.
- PAPANIKOLAOU, D. and SIDERIS, C. (1979). Sur la signification des zones "ultrapindique" et beotienne d'après la géologie de la région de Karditsa: l'unité de Thessalie Occidentale. Ecl. Geol. Helv., 72/1, 251-261.
- PEARCE, J. A., LIPPARD, S. J., ROBERTS, S. (1984b). Characteristics and tectonic significance of supra-subduction zone ophiolites. In: Kokellar, B. P. and Howells, M. J. (eds.): Marginal basin geology. Blackwell, London, 77-94.
- RINGWOOD, A. E. (1975). Composition and petrology of the earth's mantle. McGraw-Hill, New York, St. Louis etc.
- SPRAY, J. G. and RODDICK, J. C. (1980). Petrology and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronology of some sub-ophiolite metamorphic rocks. Contr. Min. Petr., 72, 43-55.
- THUIZAT, R., ΚΑΡΑΓΕΩΡΓΙΟΥ, Κ., ΜΟΝΤΙΓΝΥ, Ρ. and UTEHAK, T. (1981). K-Ar dating of some infra-ophiolitic metamorphic soles from the

easteren Mediterranean: new evidence of oceanic thrustings before subduction. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 52, 302-310.

ΤΣΙΚΟΥΡΑΣ, Β., ΤΡΑΚΗ, Κ., ΚΑΤΣΑΝΤΟΥΡΗ, Ο. και ΧΑΤΖΗΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ, Α. (1989). Συμβολή στη γεωλογική δομή και πετρογραφία της οφιολιθικής melange και του οφιολιθικού καλύμματος της Β. Αργολίδας. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., 23/1, πρακ. 4^{ου} Συνεδρίου 1989.