

ΟΙ ΧΡΩΜΙΤΙΚΕΣ ΕΜΦΑΝΙΣΕΙΣ ΣΤΑ ΥΠΕΡΒΑΣΙΚΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ ΤΟΥ ΝΟΤΙΟΥ ΠΗΛΙΟΥ (ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ)

Γ. Μιγκίρος*, Ε. Στασινούλιας*, Β. Στασινούλια* και Α. Τσαγκαλίδης*

Σ Υ Ν Ο Ψ Η

Τα υπερβασικά πετρώματα στο νότιο Πήλιο, σερπεντινιωμένα χαρτζβουργίτες και δουνίτες, είναι έντονα διαμελισμένα και υπέρκεινται τεκτονικά των ηφαιστειολιζηματογενών σχηματισμών του Προσωνωκρητιδικού τεκτονικού καλύμματος της Πελαγονικής ζώνης. Στις περιοχές των χωριών Καλά Νερά, Νεοχώρι, Αργαλαστή και Αγ. Γεώργιος αυτά φιλοξενούν χρωμιτικές εμφανίσεις, αλπινότυπου Cr-πλούσιου χρωμίτη ο οποίος εμφανίζει γεωχημική ομοιότητα με τους χρωμίτες του Μαυροβουνίου-Κάτω Ολύμπου (Αν. Θεσσαλία), Βερμίου, Βούρινου και Δ. Χαλκιδικής.

A B S T R A C T

The serpentinitised ultrabasic rocks in Southern Pilio region, mainly harzburgites and dunites, which are intensely fragmented overthrust the volcano-sedimentary formations of the Pre-Upper Cretaceous nappe of the Pelagonian zone. In Kala-Nera, Neochori, Argalasti and Ag. Georgios areas the ultrabasic rocks include "alpinotype" chromitic occurrences, Cr-rich chromite which show geochemical similarity with the chromites of Mavrouni-Kato Olympus (E. Thessaly), Vermion, Vourinos and W. Chalkidiki regions.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ-INTRODUCTION

Η περιοχή στην οποία αναφέρεται η εργασία αυτή εκτείνεται σε όλο το νότιο Πήλιο, με κυριώτερες αναφορές στις περιοχές Καλών Νερών και Νεοχωρίου όπου και απαντούν οι σημαντικότερες εμφανίσεις χρωμίτη (Σχ. 1).

Η γεωλογική δομή του Νότιου Πηλίου είναι σύνθετη και έχει μελετηθεί κατά καιρούς από διάφορους ερευνητές οι κυριώτεροι από τους οποίους είναι οι : ΤΑΤΑΡΗΣ (1960 και 1975), WALLBRECHER (1976), KATSIKATSOS et al. (1982 & 1986), FERRIERE (1982), ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΣ κ.ά (1987), ΜΙΓΚΙΡΟΣ (1983 & 1986) και ΜΙΓΚΙΡΟΣ-Ε. ΣΤΑΣΙΝΟΥΛΙΑΣ-Β. ΣΤΑΣΙΝΟΥΛΙΑΣ & Α. ΤΣΑΓΑΛΙΔΗΣ. The chromite occurrences in the ultrabasic rocks of Southern Pilio (Central Greece).

* Γεωργικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εργαστήριο Ορυκτολογίας-Γεωλογίας, Ιερά Οδός 75-11855 ΑΘΗΝΑ, ΕΛΛΑΣ.



Σχ.1. Γεωλογικός χάρτης νοτίου Πελάου (ΜΙΓΚΙΡΟΣ-ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΗΣ, 1988).
 1. Ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι 2. Σχηματισμοί Προανωκρητιδικού τεκτονικού καλύμματος 3. Υπερβασικά πετρώματα 4. Παλαιοζωικοί-Ανωιουραϊκοί Πελαγονικοί σχηματισμοί.
 (α) Επίπλευση-επίθεση (β) χρωμιτικές εμφανίσεις, ΚΝ: Καλά Νερά, Ν: Νεοχώρι, Α: Αργαλαστή, ΑΓ: Αγ. Γεωργίου.
 Fig.1. Geological map of Southern Peloponnese (MIGIRDS-TRIANANTAPHYLIS, 1988).
 1. Upper Cretaceous limestones 2. Pre-Upper Cretaceous nappe formations 3. Ultrabasic rocks 4. Paleozoic-Upper Jurassic Pelagonian formations.
 (a) Thrust (b) Chromite occurrences. ΚΝ: Kala Nera, Ν: Neochori, Α: Argalasti, ΑΓ: Ag. Georgios.

ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΗΣ (1988).

Κατά τους ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΣ et al. (1982), και ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΣ κ.ά. (1987), η περιοχή του Ν. Πελάου, εξαιρουμένων των μεταλλικών σχηματισμών, δομείται από :

- α. Ενότητες σχηματισμών της Πελαγονικής ζώνης, που από κάτω προς τα επάνω διακρίνονται σε :
 - Νεοπαλαιοζωικούς-Μέσο(?) Τριαδικούς σχηματισμούς με ποικιλία μεταλιζήματων (σχιστόλιθοι, γνεύσιοι, χαλαζίτες και ενστρώσεις μαρμάρων) και μεταβασίτων.
 - Μέσο Τριαδικά- Άνω Ιουραϊκά Μάρμαρα, τα οποία στα ανώτερα μέλη τους μεταβαίνουν σε σχιστολίθους.
 - Σχηματισμούς του Προανωκρητιδικού τεκτονικού καλύμματος (Ημελληνικό τεκτονικό κάλυμμα, WALLBRECHER, 1976), από οφιολιθικά πετρώματα και μεταλιζήματα, και
 - Ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι και μάρμαρα.

- β. Σχηματισμοί καλύμματος Βένετου-Πλεσιδίου-Λεωνίων, από Ανωκρητιδικούς ασβεστόλιθους και ιζήματα φλύσχη.
- γ. Γρανιτικές διεισδύσεις (ΤΑΤΑΡΗΣ, 1960 & ΜΙΓΚΙΡΟΣ, 1983).
 Κατά τον ΜΙΓΚΙΡΟ (1986) το Προανωκρητιδικό τεκτονικό κάλυμμα στην Ανατολική Θεσσαλία καταλαμβάνει μεγάλη έκταση και αποτελείται από τους ακόλουθους σχηματισμούς, οι οποίοι είναι δυνατόν να αποτελέσουν μία οφιολιθική ακολουθία (MOORES, 1982):

- α. Τεκτονική ενότητα-melange αποτελούμενη από σχηματισμούς διαφορετικής προέλευσης τους οποίους διακρίνει σε δύο κύριες σειρές σχηματισμών που βρίσκονται σε τεκτονική σχέση μεταξύ τους.
 - Μία σειρά από μεταλιζήματα, κυρίως σχιστόλιθοι-μοσχοβιτικοί, χλωριτικοί, γραφιτικοί-με λεπτές ενστρώσεις ασβεστόλιθων και χαλαζιτών, και
 - Μία σειρά από ηφαιστειοϊζηματογενείς σχηματισμούς κυρίως από μεταδιβάσες και μεταπηλίτες με τοπικά ενστρώσεις κερατολίθων και λεπτοστρωματώδων ασβεστόλιθων.
- β. Οφιολιθικό σύμπλεγμα που υπέρκειται τεκτονικά των προαναφερθέντων σχηματισμών και το οποίο από κάτω προς τα επάνω, αναλύεται σε :
 - Σερπεντινιωμένους χαρτζβουργίτες και δουνίτες που περιέχουν μικρά χρωμιτικά σώματα.
 - Σωρείτες από σερπεντινιωμένους πυροξενίτες και μεταγάββρους, και
 - Ηφαιστειακοί σχηματισμοί, κυρίως από συμπαγείς και κατά θέσεις μαξιλαροειδείς μεταβασάλτες.

Οι ΜΙΓΚΙΡΟΣ κ.ά. (1986) θεωρούν τους σχηματισμούς αυτούς ισοδύναμους με τις αντίστοιχες οφιολιθικές ακολουθίες της Αλμπίας.

Στη συνέχεια αναλύεται η γεωλογία και μελετώνται οι χρωμιτικές συγκεντρώσεις στα υπερβασικά πετρώματα του νοτίου Πελάου, με έμφαση στις δύο κύριες περιοχές εμφάνισης των χρωμιτικών συγκεντρώσεων που είναι τα χωριά Καλά Νερά και Νεοχώρι Πελάου.

ΓΕΩΛΟΓΙΑ - GEOLOGY

Οι δύο κύριες περιοχές μελέτης, Καλά Νερά και Νεοχώρι, βρίσκονται νοτιο-ανατολικά του Βόλου, στο κεντρικό οδικό δίκτυο Βόλος-Λεωνία-Καλά Νερά-Αφέτες-Νεοχώρι και καταλαμβάνουν αντίστοιχα τους λόφους Κοκκινόβραχος και Κορώπη (υψόμετρο 160 μέτρα) των νοτίων μορφολογικών απολήξεων του Πελάου προς τον Παγασητικό και το ύψωμα Ίσωμα (υψόμετρο περίπου 800 μέτρα) της κορυφογραμμής του νοτίου Πελάου.

Στην περιοχή των Καλών Νερών οι ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΣ κ.ά. (1987) αναφέρουν την παρουσία των : (α) Νεοπαλιοζωϊκών - Μέσο (?) Τριαδικών σχηματισμών από ποικιλία σχιστολίθων, πρασινιτών, χαλαζιτών και φυλλιτών στα ανώτερα μέλη των οποίων απαντούν ενστρώσεις αδροκρυσταλλικών μαρμάρων, (β) Μέσο Τριαδικών- Άνω Ιουραϊκών Πελαγονικών μαρμάρων και γ) Ανωκρητιδικών ασβεστολίθων του καλύμματος Βένετου-Πλεσιδίου-Λεωνίων.

Ο FERRIERE (1982) για την ίδια περιοχή αναφέρει την παρουσία σχηματισμών της ενότητας Βορείου Πηλίου από συμπαγή μάρμαρα και δολομίτες Τριαδικής και πιθανώς Ιουραϊκής ηλικίας πάνω στα οποία αναπτύσσονται κανονικά σχιστόλιθοι πιθανής Ανωιουραϊκής ηλικίας. Τους σχηματισμούς αυτούς θεωρεί τεκτονικά υπερκείμενους αυτών της Μακρινίτσας που αποτελούνται από σχιστολίθους, μάρμαρα και μεταβασιές ηλικίας Κατωτέρου-Μέσου Τριαδικού. Διακρίνει επίσης όπως και οι προηγούμενοι Ανωκρητιδικούς ασβεστολίθους του καλύμματος των Λεωνίων.

Η γεωλογική μελέτη της ευρύτερης περιοχής των Καλών Νερών έδειξε ότι αυτή δομείται, από κάτω προς τα επάνω, από τους ακόλουθους σχηματισμούς (Σχ. 2 και 3).

α. Σχηματισμοί υποβάθρου : πρόκειται για σχιστολίθους και γνευσιοσχιστόλιθους κυρίως χλωριτικούς, μοσχοβιτικούς και βιοτιτικούς, οι οποίοι προς τα επάνω περνούν κανονικά σε μία ανθρακική σειρά από κρυσταλλικούς ασβεστολίθους και δολομίτες. Οι σχηματισμοί αυτοί αντιστοιχούν με αυτούς του Νεοπαλιοζωϊκού-Μέσο (?) Τριαδικού και του Μέσο Τριαδικού- Άνω Ιουραϊκού των ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΣ κ.ά. (1987). Οι αναφερόμενες από αυτούς ανθρακικές ενστρώσεις δεν αναγνωρίστηκαν από εμάς.

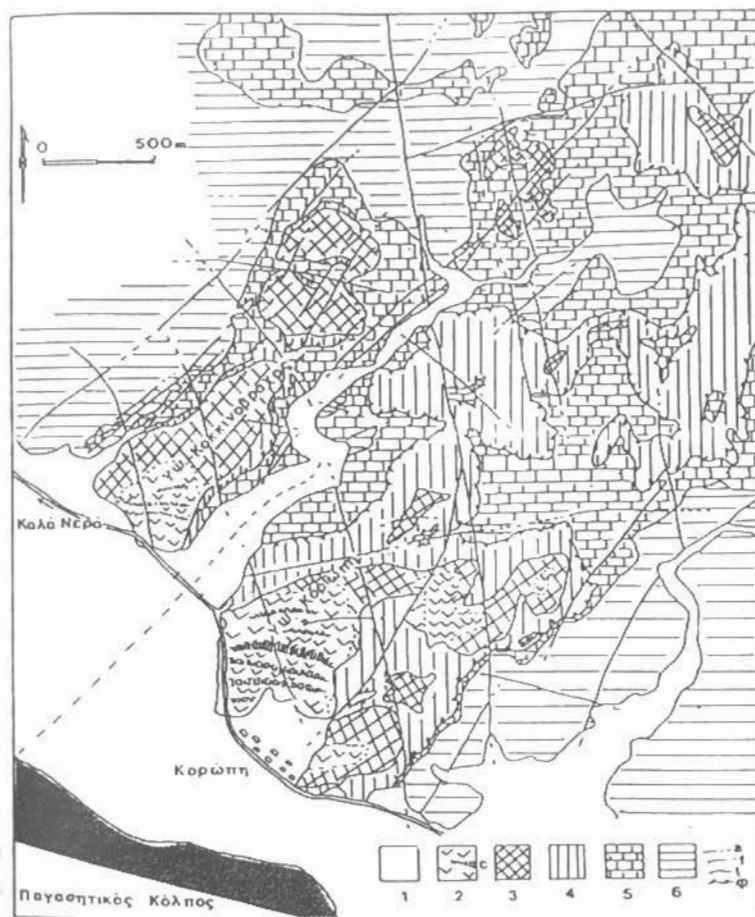
Κατά την άποψή μας όλα τα ανθρακικά πετρώματα της περιοχής των Καλών Νερών ανήκουν στα Μεσοτριαδικά - Ανωιουραϊκά Πελαγονικά μάρμαρα-κρυσταλλικοί ασβεστολίθοι.

β. Σχηματισμοί καλύμματος : πρόκειται για ποικίλης λιθολογικής σύστασης σχηματισμούς οι οποίοι είναι επωθημένοι επάνω στους σχηματισμούς του υποβάθρου. Γενικά αυτοί μπορούν να διακριθούν σε :

(i) Μία σειρά ηφαιστειοίζηματογενών σχηματισμών από κυρίως χλωριτικούς σχιστολίθους, πρασινίτες και πρασινοσχιστόλιθους με ενστρώσεις μικρού πάχους μαρμάρων.

(ii) Οφιολιθικούς σχηματισμούς που υπέρκεινται τεκτονικά σε αυτά.

Στη βάση των οφιολίθων απαντά σχεδόν πάντα ποικίλλου πάχους τεκτονικό melange που αποτελείται κυρίως από μεταμορφωμένα ηφαιστειακά και υποηφαιστειακά



Σχ.2.Γεωλογικός χάρτης περιοχής Καλών Νερών νοτίου Πηλίου.

1.Τεταρτογενείς αποθέσεις 2. Δουνίτες (κυρίως), ζώνες πλούσιες σε χρωμίτη (c) 3. Χατζβουργίτες (κυρίως) και τεκτονικό melange 4.Ηφαιστειοίζηματογενείς σχηματισμοί 5. Τριαδικό κρυσταλλικό ασβεστόλιθοι και δολομίτες 6. Σχιστόλιθοι, γνευσιοσχιστόλιθοι κ.λ.π. του Πελαγονικού υποβάθρου.
α: Γεωλογικό όριο f: ρήγμα t: τεκτονική επαφή φ: επώθηση

Fig.2. Geological map of Kala Nera area in Southern Pilio .

1. Quaternary deposits 2. Dunites (mainly), chromite rich zones (c) 3. Harzburgites (mainly) and tectonic melange 4. Volcanosedimentary formations 5. Triassic crystalline limestones and dolomites 6. Schists, gneisschists of the Pelagonian substratum.
a: Geological boundary f: fault t: tectonic contact φ: thrust

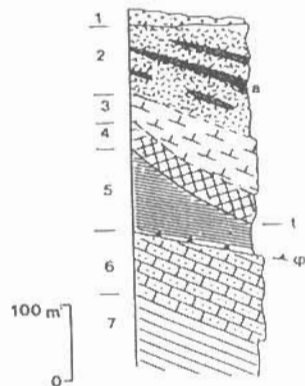
Βασικά πετρώματα (βασάλτες, διαβάσεις και μικρογάββρους), κομμάτια σερπεντινιωμένων υπερβασιτών, μετακλαστικά πετρώματα (μεταψαμίτες και λιγώτερο μεταπηλίτες) και κομμάτια ανθρακικών πετρωμάτων.

Οι σχηματισμοί του καλύμματος παρουσιάζουν πλήρη αντιστοιχεία με αυτούς του Προανωκρητιδικού τεκτονικού καλύμματος όπως δίνονται από το ΜΙΓΚΙΡΟ (1986).

Οι αναφερόμενοι από τον FERRIERE (1982) σαν σχιστόλιθοι πιθανής Ιουραϊκής ηλικίας αντιστοιχούν στους ηφαιστειοϊζηματογενείς σχηματισμούς ενώ τα Άνω-κρητιδικά ανθρακικά πετρώματα του καλύμματος Βένετου-Πλεσιδίου-Λεωνίων αντιστοιχούν στους οφιολιθικούς σχηματισμούς του καλύμματος. Το γεγονός αυτό πιστοποιήθηκε μετά από συστηματική τόσο πετρογραφική όσο και γεωχημική μελέτη των αναφερομένων Ανωκρητιδικών ασβεστολίθων της περιοχής των Καλών Νερών.

Η γεωλογική μελέτη της περιοχής του Νεοχωρίου δεν έδειξε σημαντικές διαφορές στη γεωλογική δομή της έτσι όπως αυτή δίνεται από τους ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΣ κ.ά. (1987) και FERRIERE (1982).

Στην περιοχή αυτή απαντούν οι σχηματισμοί του καλύμματος που είναι αντιστοιχεί με αυτούς των Καλών Νερών.



Σχ.3. Λιθοστρωματογραφική-τεκτονική στήλη της περιοχής Καλών Νερών.

1. Τεταρτογενείς αποθέσεις 2. Δουνίτες (κυρίως) και ζώνες πλούσιες σε χρωμίτη (σ) 3. Χαρτζβουργίτες (κυρίως) 4. Τεκτονικό melange 5. Ηφαιστειοϊζηματογενείς σχηματισμοί (σχιστόλιθοι, προσλίτες κ.λ.π.) 6. Τριασικοί κρυσταλλικοί ασβεστολίθοι και δολομίτες 7. Σχιστόλιθοι, γνευσιοσχιστόλιθοι κ.λ.π. του Πελαγονικού υποβάθρου.

t: τεκτονική επαφή φ: επιώθηση
Fig.3. Lithostratigraphical-tectonic column of the Kala Nera area.
1. Quaternary deposits 2. Dunites (mainly) and chromite rich zones (σ)
3. Harzburgite (mainly) 4. Tectonic melange 5. Volcanosedimentary formations, schists, greenstones e.t.c. 6. Triassic crystalline limestones and dolomites
7. Schists-gneissists e.t.c. of the Pelagonian substratum.
t: tectonic contact φ: thrust.

Οι ηφαιστειοϊζηματογενείς σχηματισμοί του καλύμματος εμφανίζονται εδώ με πολύ μεγαλύτερο πάχος απότι στην περιοχή των Καλών Νερών. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην τεκτονική αποσφήνωσή τους, στην περιοχή των Καλών Νερών, κατά την προέωσή τους επάνω στους σχηματισμούς του υποβάθρου.

Στην ευρύτερη περιοχή του νοτίου Πηλίου, οι σχηματισμοί του Προανωκρητιδικού τεκτονικού καλύμματος (ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΣ et al., 1982) παίρνουν μεγάλη έκταση με συνολικό πάχος που φθάνει τα 600 μέτρα, υπερκείμενοι πάντα τεκτονικά των Πελαγονικών Προκρητιδικών σχηματισμών, οι οποίοι εμφανίζονται στο υψηλό Πήλιο, βορειότερα και στην περιοχή Τρίκερι, νοτιότερα (Σχ. 1). Τα οφιολιθικά πετρώματα κυρίως σερπεντινιωμένα υπερβασικά και λιγώτερο γάββροι και διαβάσεις βρίσκονται έντονα διαμελισμένα επάνω στους ηφαιστειοϊζηματογενείς σχηματισμούς του καλύμματος.

ΥΠΕΡΒΑΣΙΚΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΧΡΩΜΙΤΙΚΕΣ ΕΜΦΑΝΙΣΕΙΣ—ULTRABASIC ROCKS AND CHROMITE OCCURRENCES

Τα υπερβασικά πετρώματα στην περιοχή του νοτίου Πηλίου (Σχ. 1) είναι σερπεντινιωμένα και έντονα τεκτονισμένα. Αναγνωρίζονται κυρίως σαν ασυνεχή σώματα πάχους μέχρι και 350 μέτρα, μέσα σε συγκλινικές δομές βορειοανατολικής-ανατολικής κατά το πλείστον αξονικής διεύθυνσης καθώς και κατά μήκος επιπευτικών γραμμών μέσα στο Προανωκρητιδικό τεκτονικό κάλυμμα.

Μέσα στις μάζες των υπερβασικών πετρωμάτων αναγνωρίστηκαν συχνές εσωτερικές ολισθήσεις κατά μήκος της βάσης των οποίων παρατηρείται έντονος κατακερματισμός και σχεδόν πάντα μικρές χρωμικές εμφανίσεις.

Πρόκειται για σερπεντινιωμένους χαρτζβουργίτες και λιγώτερο δουνίτες λεπιδονηματοβλαστικού ιστού και υψής συμπαγούς προσανατολισμένης και κατά περιοχές σχιστώδους. Αποτελούνται από σερπεντίνη σε μία ενιαία συμπαγή μάζα μέσα στην οποία αναγνωρίστηκαν υπολειμματικοί κρύσταλλοι πυροξένων καθώς και τάλκης και χλωρίτης σε μικρές φωλιές ή μικροφλεβίδια.

Συχνά στη μάζα αυτή αναγνωρίστηκαν με παράλληλη διεύθυνση διάσπαρτοι κρύσταλλοι ή μικροσυγκεντρώσεις χρωμίτη.

Τα υπερβασικά πετρώματα παρουσιάζονται αρκετά ρωγματομένα και οι ρωγμές καλύπτονται από ορυκτά της ομάδας του σερπεντίνη καθώς και από ασβεστίτη.

Σε ορισμένες περιοχές όπως αυτή των Καλών Νερών και του Αγ. Γεωργίου τα υπερβασικά πετρώματα είναι έντονα οξειδωμένα και πυριτιλωμένα.

Οι δουνίτες απαντώνται κυρίως στα ψηλότερα στρωματογραφικά μέλη των υπερβασιτών και κατά θέσεις, όπως στην περιοχή των Καλών Νερών, στο Νεοχώρι, στην Αργαλοστάη και στον Αγ. Γεώργιο, υπερτερούν των σερπεντινιωμένων χαρτζβουργιτών.

Στην περιοχή των Καλών Νερών (Σχ. 2) τα χαμηλότερα στρωματογραφικά μέλη

των υπερβασιτών απαντούν στον Κοκκινόβραχο (το πάχος τους δεν υπερβαίνει τα 100 μέτρα) ενώ η προς τα πάνω εξέλιξη του εμφανίζεται κυρίως στην Κορώπη. Το ορατό συνολικό πάχος τους φθάνει μέχρι και 250 μέτρα. Τα χαμηλότερα στρωματογραφικά τους μέλη είναι κυρίως χαρτζβουργιτικά και λιγώτερα δουνιτικά ενώ προς τα επάνω γίνονται σχεδόν εξ ολοκλήρου δουνιτικά. Οι χαρτζβουργιτικές εμφανίζουν μόνο διάσπαρτους χρωμιτικούς κόκκους ενώ μέσα στους δουνίτες απαντούν χρωμιτικές συγκεντρώσεις που αυξάνουν γενικά προς τα ανώτερα μέλη. Τα κομμάτια των σερπεντινιωμένων υπερβασιτών που απαντώνται στο τεκτονικό μέλανε της βάσης είναι εξολοκλήρου χαρτζβουργιτικές. Στην περιοχή του χωριού Κορώπη, στο πρηνές του δημοσίου δρόμου, αναγνωρίστηκαν μέσα στις ρωγμές του έντονα οξειδωμένου και πυριτωμένου δουνίτη λεπτές φλέβες μαγνησίτη και ασβεσίτη. Στην όλη υπερβασική μάζα αναγνωρίστηκε επίδραση υδροθερμικών διαλυμάτων που συνδέεται με μικτή θειούχο μεταλλοφορία που εμφανίζεται κυρίως σε κατακερματισμένες ζώνες, ενώ συχνά αποτελούν ενδιάμεσο υλικό στις χρωμιτικές συγκεντρώσεις.

Τα υδροθερμικά αυτά μεταλλοφόρα διαλύματα είναι παλαιότερα από αυτά του μαγνησίτη-ασβεσίτη, αφού έχουν επηρεαστεί από αυτά και έχουν άμεση σχέση με την εν γένει υδροθερμική μεταλλοφορία της περιοχής του Πηλίου (ΤΑΤΑΡΗΣ, 1960).

Τόσο μικροσκοπικά όσο και μετά από ποιοτική μελέτη στο μικροαναλυτή προέκυψε ότι πρόκειται για θειούχο μεταλλοφορία κυρίως από χαλκοπυρίτη, σιδηροπυρίτη, αρσενοπυρίτη και σφαλερίτη.

Στην περιοχή του Νεοχωρίου τα υπερβασικά πετρώματα απαντούν σε ικανή έκταση, με ένα πάχος που ξεπερνάει τα 200 μέτρα, είναι εξολοκλήρου σερπεντινιωμένα και εντονότερα τεκτονισμένα από τα αυτά των Καλών Νερών. Τα πετρώματα αυτά διασχίζονται από φλέβες σερπεντινιωμένων πυροξενιτών και μεταγάββρων.

Χρωμιτικές εμφανίσεις μέσα σε δουνίτες στο νότιο Πήλιο αναγνωρίστηκαν στα υψώματα Κοκκινόβραχος και κατά κύριο λόγο στην Κορώπη της περιοχής των Καλών Νερών, στο Νεοχώρι και σε μικρότερη έκταση νοτιοανατολικά της Αργαλαστής και στον Άγ. Γεώργιο (Σχ.1).

Οι ΖΑΧΟΣ και ΜΑΡΑΤΟΣ (1965) αναφέρουν την παρουσία στην περιοχή του Νεοχωρίου χρωμιτικών συγκεντρώσεων τις οποίες χαρακτηρίζουν σαν μικρό κοίτασμα.

Ο ΤΑΤΑΡΗΣ (1960 και 1975) αναφέρει την παρουσία κλαστικού χρωμίτου στη βάση των Τριαδικών δολομιτών και αγκεριτών της περιοχής των Καλών Νερών. Με βάση αυτό προσδιορίζει και την ηλικία των οφιολίθων του Πηλίου σαν Παλαιοζωική. Δεν γνωρίζουμε αν αναφέρεται στη συγκεκριμένη θέση των υψωμάτων Κοκκινόβραχος και Κορώπη. Στην ευρύτερη περιοχή, παρά τις επισταμένες έρευνές μας (γεωλογική χαρτογράφηση της περιοχής σε κλίμακα 1 : 5.000, Σχ. 2) δεν αναγνωρίστηκε κάτι τέτοιο.

Ο ΤΕΛΛΕΡ (1880) τέλος, αναφέρει την παρουσία περιδοιτών με χρωμίτες στην περιοχή των Καλών Νερών Πηλίου. Στην περίπτωση αυτή δεν γνωρίζουμε αν και ο ΤΑΤΑΡΗΣ (1960) αναφέρεται σε διαφορετικές χρωμιτικές συγκεντρώσεις ή στις ίδιες, οπότε χαρακτήρισε σαν δολομίτες και αγκεριτές τα υπερβασικά πετρώματα που αναφέρει ο ΤΕΛΛΕΡ.

Στην περιοχή των Καλών Νερών, ο χρωμίτης είναι κατά το πλείστον στρωματομορφος και αναπτύσσεται μέσα στα δουνιτικά πετρώματα κατά ζώνες κυμαινόμενου πάχους (από 10 cm έως 70 cm) οι οποίες παρουσιάζουν πλευρική αποσφήνωση. Εμφανίζεται επίσης, σε μορφή μικρών ακανόνιστων συγκεντρώσεων ή και συμπαγών φακών. Διάσπαρτος χρωμίτης, όπως προαναφέρθηκε απαντά σε όλους τους τύπους των υπερβασικών πετρωμάτων.

Γενικά αυτός χαρακτηρίζεται από έντονο τεκτονισμό και δευτερογενή παρουσία μαγνησίτη-ασβεσίτη, χαλαζία και θειούχων μεταλλικών ορυκτών. Οι σημαντικότερες χρωμιτικές εμφανίσεις απαντούν κατά το πλείστον στην Κορώπη και λιγώτερο στον Κοκκινόβραχο.

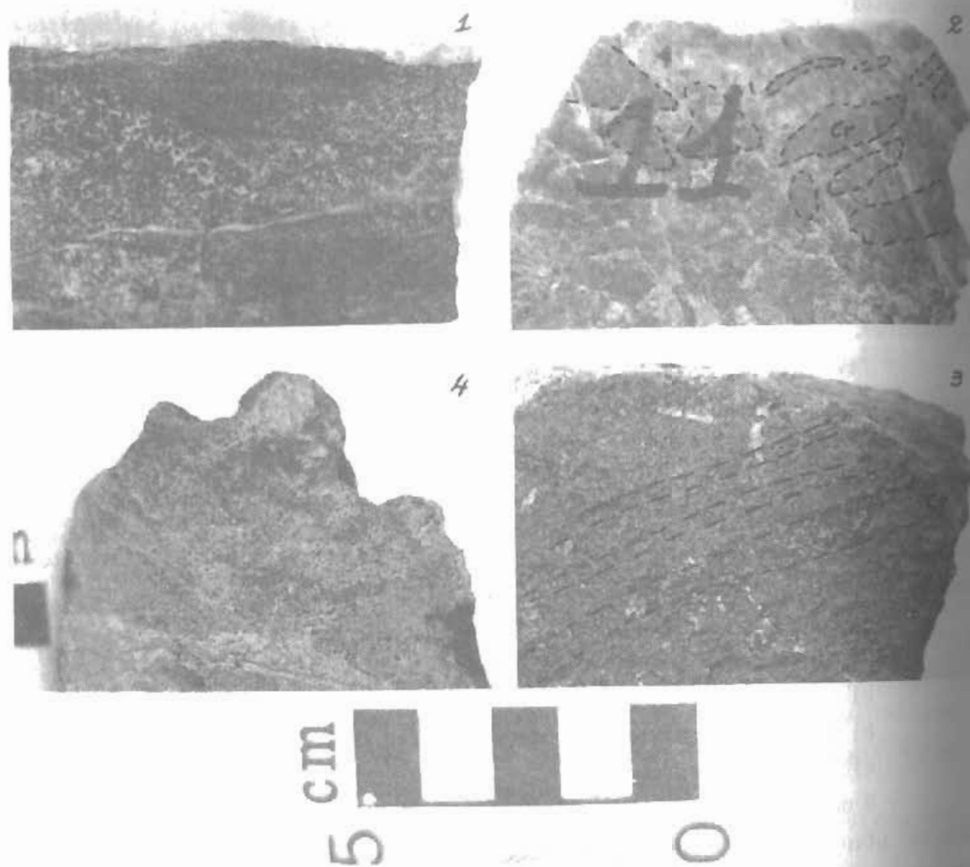
Οι χρωμιτικές εμφανίσεις παρουσιάζουν μία διεύθυνση Α-Δ και κλίνουν με μέση τιμή 30° περίπου προς τα Νότια (Σχ. 2). Μακροσκοπικά αυτοί μπορεί να διακριθούν σε πέντε κατηγορίες που είναι (Φωτ. 1-4):

- α) Συμπαγής χρωμίτης
- β) Λεοπαρδάλεως με έντονο τεκτονισμό
- γ) Ταινιωτός-πλάκες μεταλλεύματος
- δ) Πλούσιος διάσπαρτος-μικροσυγκεντρώσεις κόκκων
- ε) Πτωχός διάσπαρτος.

Ο συμπαγής χρωμίτης εμφανίζεται με μορφή μικρών φακών διαστάσεων από λίγα cm μέχρι και 50 cm μήκος, από 5 έως 20 cm πάχος και 10 cm έως 30 cm πλάτος. Απαντάται κυρίως στα χαμηλότερα στρωματογραφικά μέλη των δουνιτικών πετρωμάτων τα οποία είναι τα βορειότερα, προς τις κορυφές της Κορώπης και του Κοκκινόβραχου (Σχ.2). Η διεύθυνση ανάπτυξης των συμπαγών φακών ακολουθεί τη γενική διεύθυνση ανάπτυξης των χρωμιτικών συγκεντρώσεων, δηλαδή Α-Δ περίπου.

Η δεύτερη μορφή με την οποία απαντώνται οι χρωμιτικές εμφανίσεις είναι και η σπανιότερη. Βρίσκεται στρωματογραφικά ψηλότερα του συμπαγούς χρωμίτη και απαντά μόνο στην Κορώπη. Η έντονη τεκτονική δεν μας επιτρέπει ακριβή αλλά κατ'εκτίμηση καθορισμό μορφής λεοπαρδάλεως.

Ο τύπος μεταλλεύματος ταινιωτός-πλάκες είναι ο πλέον διαδεδομένος κατά κανόνα στην περιοχή Κορώπης. Στον Κοκκινόβραχο παρατηρείται μόνο σε πολύ μικρή έκταση. Μπορεί κανείς να δει καθαρά τον τύπο αυτό πάνω στον κεντρικό δρόμο από τα Καλά Νερά προς την Άφησσο, μετά τη διασταύρωση του δρόμου προς Μηλιές. Η μορφή αυτή του μεταλλεύματος αναπτύσσεται σε ζώνες μεγάλου μήκους μέχρι και 200m με πά-



Φωτ.1-4: Τύποι χρωμιτών από την περιοχή Καλών Νερών του νοτίου Πηλίου.

1. Συμπαγής
2. Λεοπαρδάλεως με έντονο τεκτονισμό
3. Ταινιωτός - πλάκες μεταλλεύματος
4. Πλούσιος διάσπαρτος-μικροσυγκεντρώσεις κόκκων.

Photo 1-4: Types of chromites, from the area of Kala Nera, Southern Pelio.

1. Massive type
2. Nodular type, intensely tectonised
3. Schlieren type
4. Rich-disseminated-small accumulations of grains.

χος που φτάνει μέχρι και 80 cm. Η διεύθυνση των ζωνών είναι Α-Δ με κλίση 30° προς νότια. Οι ζώνες αυτές συχνά είναι εσωτερικά ασυνεχείς και παρουσιάζουν έντονες διακυμάνσεις στη συχνότητα των ταινιών του χρωμίτη σε σχέση με το δουνίτη.

Ο πλούσιος διάσπαρτος χρωμίτης συνδέεται άμεσα με τις προαναφερθείσες ζώνες στην περιοχή κυρίως της Κορώπης, ενώ στον Κοκκινόβραχο εμφανίζεται κυρίως σαν αυτοτελής τύπος παρουσιάζοντας όμως μία ζωνώδη κατανομή μέσα στον δουνίτη.

Ο πτωχός διάσπαρτος χρωμίτης εμφανίζεται σε όλη σχεδόν τη δουνιτική μάζα που φιλοξενεί τους χρωμίτες.

Η μικροσκοπική παρατήρηση σε όλους τους προαναφερθέντες τύπους έδειξε ότι ο χρωμίτης είναι έντονα τεκτονισμένος, σπασμένος σε κομμάτια, τοπικά μυλωνιτωμένος και επανασυγκολλημένος με σερπεντινικό συγκολλητικό υλικό. Ο ιστός του είναι γενικά κατακλαστικός και κόβεται από φλέβες μικρού πάχους υδροθερμικών δευτερογενών ορυκτών.

Στην περιοχή του Νεοχωρίου (Σχ.1) οι χρωμιτικές εμφανίσεις παρουσιάζονται σε μικρά φακοειδή σώματα, διεύθυνσης Α-Δ, τα οποία αντιστοιχούν στον τύπο του συμπαγή χρωμίτη των Καλών Νερών. Τα σώματα αυτά κατανέμονται κυρίως κατά μήκος τεκτονικών γραμμών, με έντονο κατακερματισμό, κοντά κυρίως στη βάση των υπερβασικών μαζών.

Σε αντίθεση, στην περιοχή του Αγ. Γεωργίου (Σχ. 1) και της Αργολαστής όπου απαντούν έντονα διαμελισμένα υπερβασικά πετρώματα, οξειδωμένα και πυριτωμένα, οι χρωμιτικές συγκεντρώσεις αντιστοιχούν στην κατηγορία πλούσιος διάσπαρτος-μικροσυγκεντρώσεις κόκκων των Καλών Νερών.

Για τον προσδιορισμό των χημικών χαρακτηριστικών του χρωμίτη έγιναν 14 μικροαναλύσεις* σε κόκκους χρωμίτη από τις διάφορες κατηγορίες χρωμιτικών εμφανίσεων των Καλών Νερών, του Νεοχωρίου και του Αγ.Γεωργίου.

Από τις αναλύσεις που φαίνονται στον Πίνακα 1 διαπιστώνεται ότι οι χρωμίτες γενικά παρουσιάζουν πολύ μικρές διακυμάνσεις στη σύστασή τους.

Οι τιμές τους σε $Cr/Cr+Al$ παρουσιάζουν αξιοσημείωτη σταθερότητα από 0.76-0.88. Το ίδιο συμβαίνει και στις τιμές $Mg/Mg+Fe^{+2}$ που κυμαίνονται μεταξύ 0.51-0.56. Οι τιμές τους χαρακτηρίζουν ως χρωμοπλούσιους (Cr/Al 3.17-3.55, μεταλλουργικός τύπος).

Η μικρή διακύμανση στο Cr και Al , οφείλεται κυρίως στις συνθήκες P/T κατά την κρυστάλλωση των χρωμιτών (IRVINE, 1967).

Περιφερειακά ο χρωμίτης εμφανίζεται εξαλλοιωμένος με αύξηση, όπως φάνηκε στη μικροανάλυση στο σπινέλλιο του Fe με παράλληλη μείωση του Mg και Al .

* Αναλύθηκαν, στο Ι.Γ.Μ.Ε. με μικροαναλυτή τύπου JEOL SUPERPROBE 733. Συνθήκες ανάλυσης 20Kv, 5nA, χρόνος μέτρησης 20 sec και διορθώσεις με ZAF. Η αναλογία Fe^{+2} και Fe^{+3} υπολογίστηκε με βάση την στοιχειομετρία του σπινελίου.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
O_2	0.30	0.28	0.19	0.32	0.54	0.53	0.34	0.53	0.00	0.24	0.00	0.52	0.35	0.31
$1/2 O_3$	12.56	12.40	11.79	11.21	12.10	11.61	11.19	11.32	11.12	11.65	11.45	11.40	11.21	11.01
0	15.97	15.89	15.97	19.86	16.67	18.82	18.52	18.68	19.07	18.83	15.68	18.54	18.49	19.83
0	11.41	11.48	10.77	12.70	10.76	11.04	11.89	11.64	12.60	11.69	10.68	11.76	11.91	12.68
0	0.17	0.14	0.19	0.00	0.25	0.00	0.10	0.00	0.14	0.21	0.34	0.10	0.10	0.00
O_2	0.00	0.00	0.00	0.28	0.27	0.19	0.22	0.20	0.00	0.00	0.00	0.21	0.23	0.27
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$1/2 O_3$	58.70	58.76	59.80	56.11	58.26	55.54	54.36	54.62	56.17	54.50	58.74	54.22	54.33	56.21
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.20	0.23	0.00	0.00	0.00	0.19	0.20	0.00
tal	99.11	99.03	98.71	100.49	98.85	97.87	96.82	97.22	99.10	97.12	96.83	96.94	96.82	100.31
$Cr+Al$	0.76	0.76	0.77	0.76	0.77	0.76	0.76	0.76	0.77	0.76	0.78	0.76	0.76	0.76
$/Mg+Fe^{+2}$	0.56	0.56	0.55	0.51	0.54	0.51	0.53	0.52	0.54	0.53	0.55	0.52	0.53	0.51

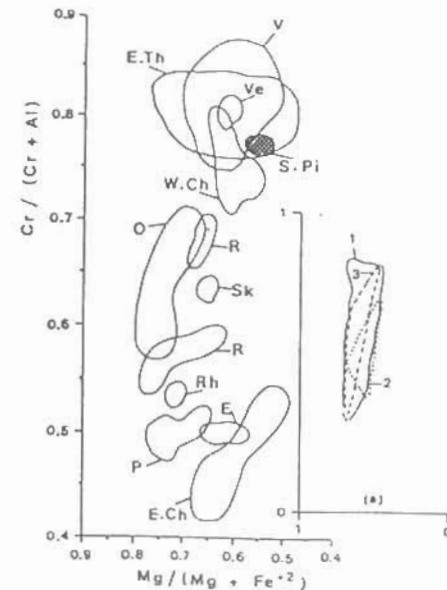
Πίνακας 1 Μικροανάλυσεις από χρωμίτες του νοτίου Πηλίου (Καλά Νερά : 1-8, Νεοχώλιο : 9-11, Αγ. Γεώργιος : 12-14).

Table 1 : Microprobe analyses of chromites from Southern Pilio region (Kala Nera : 1-8, Neochorio : 9-11, Ag. Georgios:12-14).

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

Στο διάγραμμα Cr/Cr+Al προς Mg/Mg+Fe⁺² (Σχ.4) οι χρωμίτες που αναλύθηκαν τοποθετούνται στο χώρο που χαρακτηρίζει τους "αλπινότυπους" περιδοτίτες και δουνίτες των οφιολιθικών συμπλεγμάτων (IRVINE, 1967, LEBLANC et al., 1980, JUTEAU, 1975, GREENBAUM, 1977). Επίσης φαίνεται η χημική ομοιότητα των χρωμιτών που αναλύθηκαν με αυτούς της Ανατολικής Θεσσαλίας (Μαυροβούνι και Κάτω Όλυμπος, MIGIROU-ECONOMOU 1988), του βέρμιου του Βούρινου και της δυτικής Χαλκιδικής (ECONOMOU et al., 1986) οι οποίοι χαρακτηρίζονται ως Cr-πλούσιοι (Σχ.4 και 5). Αντίθετα, αυτοί διαφοροποιούνται από τους χρωμίτες της Πίνδου, της Όθρυς, της Εύβοιας, της Σκύρου, της Ρόδου και της ανατολικής Χαλκιδικής οι οποίοι χαρακτηρίζονται κυρίως ως Al-πλούσιοι (ECONOMOU et al. 1986, GARTZOS et al., 1990, Σχ. 4 και 5).

Γενικά μπορεί κανείς να πεί ότι: στο χώρο των Ελληνίδων Cr-πλούσιοι χρωμίτες επικρατούν σε υπερβασικά πετρώματα που προέρχονται από το Ανατολικό Οφιολιθικό



Σχ.4. Διάγραμμα Cr/(Cr+Al) προς Mg/(Mg+Fe⁺²) των χρωμιτών από το Νότιο Πάλιο καθώς και χρωμιτών από οφιολίθους της Ελλάδας. Οι περιοχές ορίστηκαν με βάση δεδομένα που λήφθηκαν από τους ECONOMOU et al. (1986), MIGIROU & ECONOMOU (1988) και GARTZOS (1990). E.Ch.: Ανατολική Χαλκ/κή; W.Ch.: Δυτική Χαλκιδική; Ve : Βέρμιο; E.Th: Ανατολική Θεσσαλία; S.Pi: Νότιο Πάλιο; V: Βούρινο; R: Ροδιανή; P: Πίνδος; O: Όθρυς; Sk: Σκύρος; E: Εύβοια; Rh: Ρόδος. Για σύγκριση : (α) Περιοχή των χρωμιτών από οφιολιθικούς περιδοτίτες (1:Νέα Κελήδονια; 2:Αντάλια; 3:Τρόδος, LEBLANC et al., 1980).

Fig.4. Variation of Cr/(Cr+Al) ratios against Mg/(Mg+Fe⁺²) ratios in chromite ores from Southern Pilio and from Greek ophiolites. The fields were defined using data from ECONOMOU et al. (1986), MIGIROU & ECONOMOU (1988) and from GARTZOS et al. (1990). E.Ch.:Eastern Chalkidiki; W.Ch.:Western Chalkidiki; Ve:Vermion; E.Th:Eastern Thessaly; S.Pi:Southern Pilio; V:Vourino; R:Rodiani; P:Pindos; O:Othris; Sk:Skyros; E:Evia; Rh:Rhodes. For comparison : (a) Region of chromites from ophiolite peridotites (1:New Caledonia 2:Antalya 3:Troodos, LEBLANC et al., 1980).



Σχ.5. Θέσεις των οφιολίθων με χρωμίτες (βλ. Σχ.4) και η διάκριση μεταξύ ανατολικού (Αξίος ζώνη) και δυτικού οφιολιθικού τόξου της Ελλάδας. CH: Εξωτερικές Ελληνίδες; IH: Εσωτερικές Ελληνίδες; S-RM: Σερβομακεδονική - Ροδόπη μάζα; Pe.m: Πελαγονική μεταμορφωμένη; AC.M: Αττικοκυκλαδική μάζα.

Fig.5. Localities with ophiolites hosting chromites (see Fig. 4) and their distribution between the eastern (Axios zone) and western ophiolite belts of Greece. EH: External Hellenides; IH: Internal Hellenides; S-RM: Servomacedonia-Rhodope Massif; Pe.m: Pelagonian metamorphosed; AC.M: Atticocycladic Massif.

τόξο (Ζώνη Αξιού και μεταμορφωμένη Πελαγονική) ενώ οι Al-πλούσιοι σε αυτά που προέρχονται από το Δυτικό Οφιολιθικό τόξο (Σχ.4 και 5).

Μία καθαρή διάκριση υπάρχει σήμερα μεταξύ των χρωμιτών που εμφανίζονται σε γεωτεκτονικό περιβάλλον μεσοωκεάνιας ράχης ή περιθωριακής λεκάνης (αρχικό τήγμα από λερζολιθικό μανδύα, πλούσιο σε Al) και αυτών που απαντώνται σε περιβάλλον νησιωτικού τόξου (αρχικό τήγμα από χαριζβουργιτικό μανδύα, πτωχό σε Al και Ca). Το δεύτερο δίνει Cr-πλούσιους χρωμίτες ενώ το πρώτο Al-πλούσιους (για μία εκτενέστερη ανάλυση βλ. DICK & BULLEN, 1984).

Με βάση λοιπόν τη σύσταση του Cr-σπινέλιου σαν πετρογενετικού δείκτη μπορούμε να πούμε ότι: οι χρωμίτες στο Ανατολικό Οφιολιθικό τόξο σχηματίστηκαν σε ένα περιβάλλον νησιωτικού τόξου (Σχ.4 και 5).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-CONCLUSIONS

Τα υπερβασικά πετρώματα στο νότιο Πήλιο είναι διεσπαρμένα, υπέρκεινται τεκτονικά ηφαιστειολιζηματογενών σχηματισμών και αντιστοιχούν στα κατώτερα μέλη (τεκτονίτες) ενός έντονα διαμελισμένου οφιολιθικού συμπλέγματος το οποίο συγκρίνεται με αυτό της Αλμπίας (Ζώνη Αξιού, MIGIROS et al., 1986).

Πρόκειται για σερπεντινιωμένους χαριζβουργίτες και δουνίτες του Προανωκρητικού καλύμματος (Ηωελληνικό) της Πελαγονικής ζώνης, μέσα στους οποίους φιλοξενούνται αξιόλογες χρωμικές εμφανίσεις, κυρίως στις περιοχές των Καλών Νερών, όπου δεν πρόκειται για Ανωκρητιδικούς σβεστολίθους του καλύμματος Βένετου-Πλεσιδίου-Λεχωνίων ή Λεχωνίων (ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΣ, κ.ά., 1987 και FERRIERE, 1982) και του Νεοχωρίου.

Οι χρωμικές εμφανίσεις στην περιοχή των Καλών Νερών δεν είναι κλαστικές (ΤΑΤΑΡΗΣ, 1975) και συνδέονται με έντονα οξειδωμένες και πυριτιωμένες δουνιτικές μάζες. Το ίδιο συμβαίνει και με τις χρωμικές συγκεντρώσεις στην περιοχή της Αλικόπετρας του Πηλίου (βόρεια της Αγριάς Βόλου) για τις οποίες ο ΤΑΤΑΡΗΣ (1960) αναφέρει ότι έχουν προέλθει από την κίνηση των Τριαδικών δολομιτών επάνω στα κρυσταλλοσχιτιστώδη πετρώματα με παράλληλη αποσφήνωση των υπερβασικών πετρωμάτων.

Πρόκειται για "αλπινότυπους" Cr-πλούσιους χρωμίτες (μεταλλουργικός τύπος), με μικρή διακύμανση των τιμών Cr/Cr+Al (0,76-0,88) και Mg/Mg+Fe⁺² (0,51-0,56) οι οποίοι παρουσιάζουν γεωχημική ομοιότητα με αυτούς της Αν. Θεσσαλίας (Μαυροβούνι και Κάτω Όλυμπος, MIGIROS-ECONOMOU, 1988), του Βερμίου, του Βούρινου και της δυτικής Χαλκιδικής (ECONOMOU et al., 1986).

Οι χρωμίτες αυτοί, με εξαίρεση αυτούς του Βούρινου, συνδέονται με οφιολιθικά πετρώματα του Ανατολικού Οφιολιθικού τόξου, που απαντώνται σήμερα στις ζώνες Αξιού και μεταμορφωμένης Πελαγονικής.

Με βάση τη σύσταση των Cr-σπινελίων προκύπτει ότι οι χρωμίτες αυτοί καθώς και τα πετρώματα που τους φιλοξενούν έχουν προέλθει από γεωτεκτονικό περιβάλλον νησιωτικού τόξου.

Η υδροθερμική δράση που συνδέεται με S-ούχο μεταλλοφορία (κυρίως από χαλκοπυρίτη, σιδηροπυρίτη, αρσενοπυρίτη και σφαλερίτη) και η οποία έχει επηρεάσει τα υπερβασικά πετρώματα και τις χρωμικές συγκεντρώσεις, έχει άμεση σχέση με τη γενικότερη μετα-Μεσοσηκαινική (ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΣ et al., 1982) υδροθερμική δραστηριότητα του Πηλίου (ΤΑΤΑΡΗΣ, 1960). Μία νεώτερη υδροθερμική δράση συνδέεται με την παρουσία, στην περιοχή των Καλών Νερών, των μαγνησίτη-σβεστοίτη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-REFERENCES

- DICK, H. & BULLEN, T. (1984). Chromian spinel as a petrogenetic indicator in abyssal and alpine-type peridotites and spatially associated lavas. *Contrib. Mineral. Petrology*, 86, 54-76.

- ECONOMOU, M., DIMOU, E., ECONOMOU, G., MIGIROS, G., VACONDIOS, I., GRIVAS E., RASSIOS, A. & DABITZIAS, S. (1986). Chromite deposits of Greece. CHROMITES, UNESCO'S IGCP-197 PROJECT-METALLOGENY OF OPHIOLITES, *Theophrastus Publications*, S.A., Athens, 129-159.
- FERRIERE, J. (1982). Paleogeographies et Tectoniques Superposées dans les Hellenides Internes au Niveau de l'Othrys et du Pélion (Grèce). *Thèse, Univ. des Sciences et Techniques de Lille*.
- GARTZOS, E., MIGIROS, G. & PARCHARIDIS, J. (1990). Chromites from ultramafic rocks of Northern Evia (Greece) and their geotectonic significance. *SBMP*, 3/70 (in press).
- GREENBAUM, D. (1977). The chromitiferous rocks of the Troodos ophiolites complex, Cyprus. *Econ. Geology*, 72, 1175-1194.
- ZACHOS, K. & ΜΑΡΑΤΟΣ, Γ. (1965). Επεξηγηματικόν Τεύχος του Μεταλλογενετικού Χάρτου Ελλάδος κλίμακας 1 : 1.000.000. Εκδόσεις Ι.Γ.Ε.Υ.
- IRVINE, T. (1967). Chromian spinel as a petrogenetic Indicator. Part 2. Petrological applications. *Can. J. Earth Sci.*, 4, 71-103.
- JUTEAU, T. (1975). Les ophiolites des nappes d'Antalya (Taurides occidentales, Turquie). *Mémoires Sci. Terre*, Nancy, 32, 1-692.
- KATSIKATSOS, G., MIGIROS, G. & VIDAΚIS, M. (1982). La structure géologique de la région de la Thessalie orientale (Grèce). *Ann. Soc. Géol. Nord*, CI, 177-188.
- KATSIKATSOS, G., MIGIROS, G., TRIANTAPHYLΛIS, M. & METTOS, A. (1986). Geological Structure of Internal Hellenides (E. Thessaly-SW Macedonia-Euboea-Attica-Northern Cyclades Islands and Lesvos). *IGME, Geol. & Geoph. Res., Special Issue*, 191-212.
- KATSIKATZOS, G., ΠΑΠΑΔΕΑΣ, Γ., ΜΥΛΩΝΑΚΗΣ, J. & ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΗΣ, Ε. (1987). Γεωλογικός Χάρτης "ΖΑΓΟΡΑ-ΣΥΚΗ", κλίμακα 1 : 50.000. Εκδόσεις ΙΓΜΕ.
- LEBLAN, C.M., DUPUY, E., CASSARD, D., MOUTTE, J., NICOLAS, A., PRINZHOFFER, A., RABINOVITCH, M. & ROUTHIER, P. (1980). Essai sur la genèse des rocs podiformes de chromitite dans les peridotites ophiolitiques : Etude des chromites de Nouvelle Calédonie et comparaison avec celles de Méditerranée orientale. *Ophiolites Proceeding International Ophiolite*, 691-701.
- ΜΙΓΚΙΡΟΣ, Γ. (1983). Γεωλογική μελέτη περιοχής Κάτω Ολύμπου Θεσσαλίας. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών.
- ΜΙΓΚΙΡΟΣ, Γ. (1986). Οι οφιόλιθοι της Αν. Θεσσαλίας. *IGME, Geol. & Geoph. Res., Special Issue*, 249-268.
- MIGIROS, G., VIDAΚIS, M. & ECONOMOU, G. (1986). The Ophiolites in the Geotectonic evolution of the Internal Hellenides. *IGCP 197, Athens, in press*.
- ΜΙΓΚΙΡΟΣ, Γ. & ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΗΣ, Ε. (1988). Γεωλογικός Χάρτης "ΑΡΓΑΛΑΣΤΗ", κλίμακα 1 : 50.000. ΙΓΜΕ, υπό έκδοση.
- MIGIROS, G. & ECONOMOU, G. (1988). Chemical characteristics of chromites from east Thessaly (Central Greece). *Ophiolites*, 13 (2/3), 127-136.
- MOORES, E. (1982). Origin and Emplacement of Ophiolites. *Reviews of Geophysics and Space Physics*, 20/4, 735-760.
- TATAPHS, A. (1960). Οι φλεβικά εκρηξιγενείς εμφανίσεις και η μεταλλογένεσις εις το Ανατ. Πήλιον. Διατριβή επί διδακτορία, ΙΓΕΥ, 1-97.
- TATAPHS, A. (1975). Γεωλογικές και κοιτασματολογικές παρατηρήσεις εις Αν. Θεσσαλίαν. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., 7/1, 63-94.
- TELLER, F. (1880). Geologische Beschreibung des südöstlichen Thessalien. *Denkschr. K. Akad. d. Wiss. Wien*.
- WALLBRECHER, E. (1976). Geologie und Tektonik auf dem Südteil der Magnesischen Halbinsel (Nord-Griechenland). *Z. Deutsch. Geol. Ges.*, 127, 365-371.