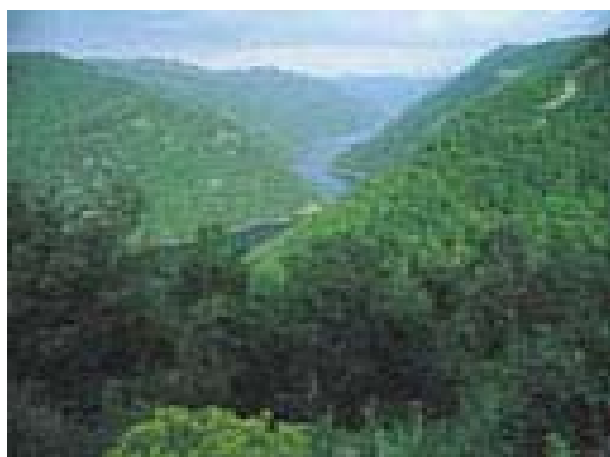


ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ



ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑ-ΠΕΤΡΟΛΟΓΙΑ
ΤΩΝ ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΩΝ ΕΜΦΑΝΙΣΕΩΝ
ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΛΑΤΙΑΣ (ΔΡΑΜΑΣ)

ΠΑΠΑΣΠΥΡΟΥ ΜΑΡΙΑ-ANNA



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΟΥ ΥΠΟΒΛΗΘΗΚΕ ΣΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ
ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΟΥ Α.Π.Θ.

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
2009

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	1
1.1 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ-ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ.....	1
1.2 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ	4
1.2.1 ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΘΕΣΗ.....	4
1.2.2 ΛΙΘΟΣΤΩΜΑΤΟΓΑΦΙΑ.....	4
1.2.3 ΜΑΓΜΑΤΙΣΜΟΣ.....	6
1.3 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΛΟΥΤΩΝΙΤΗ ΕΛΑΤΙΑΣ	7
1.4 ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΠΛΟΥΤΩΝΙΤΗ	9
2. ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΑ	13
2.1 ΥΠΑΙΘΡΙΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙ	13
2.2 ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΑ ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΡΟΔΟΠΗΣ.....	15
2.3 ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΑ ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ ΕΛΑΤΙΑΣ	17
2.3.1. ΑΝΔΣΙΤΕΣ	17
2.3.2. ΒΑΣΑΛΤΙΚΟΙ ΑΝΔΣΙΤΕΣ	19
2.4 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ-ΚΑΤΑΤΑΞΗ	21
3. ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑ.....	23
3.1 ΠΥΡΟΞΕΝΟΙ.....	23
3.2 ΑΜΦΙΒΟΛΟΙ	27
3.3 ΠΛΑΓΙΟΚΛΑΣΤΑ	30
4. ΓΕΩΧΗΜΕΙΑ.....	34
4.1 ΓΕΩΧΗΜΕΙΑ.....	34
5. ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	37
6. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	38
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	43

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1. ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ-ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Ο Νομός της Δράμας βρίσκεται στο βορειοανατολικό άκρο του Ελλαδικού χώρου, στα σύνορα με τη Βουλγαρία (Σχ. 1.). Αποτελεί τον πλουσιότερο νομό από πλευράς φυσικού περιβάλλοντος. Περικλείεται από τα βουνά της Ροδόπης στα βόρεια, του Μενοικίου και του Ορβήλου στα δυτικά, του Παγγαίου στα νότια και τα όρη της Λεκάνης στα ανατολικά.

Στο νομό Δράμας κυρίαρχο στοιχείο στη φυσιογνωμία της περιοχής είναι το φυσικό περιβάλλον με τους μοναδικούς βιότοπους και τα εντυπωσιακά δασικά τοπία (Σχ.2), τα οποία και αποτελούν σημεία αναφοράς για κάθε δραστηριότητα σε αυτόν. Διασχίζεται και διαχωρίζεται από τον ποταμό Νέστο και τις λίμνες του σε δυο τμήματα. Το βόρειο τμήμα αποτελείται από την οροσειρά της Κεντρικής Ροδόπης με ψηλότερη κορυφή αυτήν του Παρθένου Δάσους με 1.953 μ. (η ψηλότερη της Ροδόπης είναι η Μουσάλα με υψόμετρο 2.925 μ. σε βουλγαρικό έδαφος). Η οροσειρά της Ροδόπης πήρε το όνομά της από τη Ροδόπη, κόρη του Ωκεανού και της Τηθύος, που μαζί με τον αδελφό της Αίμο οι θεοί τούς μεταμόρφωσαν σε βουνά. Στο νότιο τμήμα και στο κέντρο του νομού βρίσκεται το όρος Φαλακρό με ψηλότερη κορυφή τον "Προφήτη Ηλία", σε υψόμετρο 2.232 μ., και άλλες ψηλές κορυφές τη "Βάρδενα" σε υψόμετρο 2.194 μ. και τη "Χιονότρυπα" σε υψόμετρο 2.111 μ. Νότια και δυτικά βρίσκονται τα όρη Μενοίκιο και Όρβηλος, των οποίων οι υδροκρίτες αποτελούν τα ανατολικά σύνορα του νομού. Η ψηλότερη κορυφή του Μενοικίου είναι η "Μαυρομάτα" στο ν. Σερρών με υψόμετρο 1.963 μ., ενώ η ψηλότερη κορυφή του εντός του ν. Δράμας το "Θαμνοτόπι" με υψόμετρο 1.952μ. Η ψηλότερη κορυφή του Όρβηλου με υψόμετρο 2.212 μ. είναι το κοινό σύνορο Βουλγαρίας και των νομών Σερρών-Δράμας.

Το υδάτινο στοιχείο έχει έντονη παρουσία στο νομό, με τον ποταμό Νέστο και τις λίμνες του να κυριαρχούν στο βόρειο και κεντρικό τμήμα. Στο νότιο και πεδινό τμήμα υπάρχει ο Αγγίτης ποταμός και οι πηγές Βοϊράνης, Δράμας, Μυλοπόταμου. Τα νερά αυτά εμπλέκονται στο αρδευτικό δίκτυο της πεδιάδας της Δράμας και χύνονται στον Στρυμόνα. Στο οροπέδιο Κάτω Νευροκοπίου και δίπλα στον οικισμό των Λευκογείων έχει δημιουργηθεί τεχνητή λίμνη με σκοπό την άρδευση του οροπεδίου.

Οι ορεινές περιοχές χαρακτηρίζονται από υγρό ηπειρωτικό κλίμα, ενώ οι πεδινές από μεσογειακό με τους μήνες Ιούνιο ως Σεπτέμβριο ξηρούς και τους υπόλοιπους εύκρατους. Στις πεδινές περιοχές η μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρος των θερμότερων μηνών του έτους δεν υπερβαίνει τους 28°C, ενώ η μέση ημερήσια είναι συχνά μεγαλύτερη των 30°C, με ακραίες τιμές τους 35°C και 40°C κατά τη διάρκεια της ημέρας. Η μέση μηνιαία θερμοκρασία του αέρα για τους ψυχρούς μήνες βρίσκεται πάνω από τους 0°C, με ακραίες τιμές που φθάνουν τους -14° C ή και χαμηλότερα στους -20°C στο Κάτω Νευροκόπι, διάρκεια της ημέρας. Η μέση μηνιαία θερμοκρασία του αέρα για τους ψυχρούς μήνες βρίσκεται πάνω από τους 0°C, είναι ακραίες διότι δημιουργούνται θύλακες από ψυχρές μάζες που κινούνται από τα βουνά. Οι περισσότερες βροχοπτώσεις εμφανίζονται τους χειμερινούς μήνες, ενώ κατά τους θερινούς παρατηρούνται θερμικές καταιγίδες που είναι χαρακτηριστικό του βαλκανικού χώρου. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής κυμαίνεται ανάλογα του υψόμετρου. Στα πεδινά φθάνει τα 587 mm και στα ημιορεινά τα 778 mm, ενώ στα ορεινά - όπου δεν έχουμε μετρήσεις - από εκτιμήσεις υπολογίζεται πως ξεπερνάει τα 1000 mm.

Το υπέδαφος του νομού Δράμας περικλείει αξιόλογο ορυκτό πλούτο σε βιομηχανικά ορυκτά, κοιτάσματα και κυρίως μάρμαρα. Στο νότιο πεδινό τμήμα του νομού υπάρχουν λιγνιτικά κοιτάσματα και τύρφη.

Στα βόρεια του νομού Δράμας, στα όρια του Φαλακρού όρους βρίσκεται το δάσος της Ελατιάς. Στην μόνιμα υγρή ατμόσφαιρα του κοράν-ντερέ ευδοκίμει το μοναδικό είδος ερυθρελάτης.

Η περιοχή βρίσκεται στο κεντρικό και βόρειο τμήμα του νομού και εκτείνεται κατά μήκος της ελληνοβουλγαρικής μεθορίου. Χαρακτηρίζεται από τα συμπαγή δάση που την καλύπτουν σε ποσοστό 90% και την ύπαρξη του δασικού χωριού Ελατιάς. Στην Ελατιά βρίσκεται το μοναδικό στη χώρα μας δάσος ερυθρελάτης, όπου το τοπίο παραπέμπει σε αντίστοιχα της μέσης και βόρειας Ευρώπης. Άλλα είδη δένδρων και θάμνων που απαντώνται είναι η υβρυδογενής ελάτη (προσομοιάζει με την λευκή της Ευρώπης), δασική πεύκη, κέδρα, οξιά, σημύδα, λεύκες, ιτιές, σορβιές, σφενδάμια, δρύες, φράξος, σκλήθρα, κρασιά, γαύρος, οστρυά αδριανός, κουφοξυλιά, αγριοτριανταφυλλιές, μύρτιλλα κ.ά., ενώ υπάρχει και πλήθος ποωδών φυτών. Γενικά η χλωρίδα της Ελατιάς είναι πλούσια σε είδη (πάνω από 700), με πολλά ενδημικά (τοπικά) της βαλκανικής περιοχής, καθώς και με πολλά σπάνια για τη χώρα μας. Επίσης, συναντάται ποικιλία μανιταριών με πολλά εδώδιμα (βωλίτες, κοπρίνοι,

αμανίτης καΐσαρος κ.ά.). Η πανίδα της περιοχής είναι και αυτή πλούσια, με είδη όπως την καφετιά αρκούδα, αγριογούρουνο, ελάφι, ζαρκάδι, λαγό, λύκο, αγριόγατο, φάσσα, αετούς, γεράκια, δρυκολάπτες κ.ά.



Σχήμα 1.1. Γεωγραφικός χάρτης του δάσους της Ελατίας (νομός Δράμας).



Σχήμα 1.2. Αποψη της περιοχής.

1.2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ ΡΟΔΟΠΗΣ

1.2.1. ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΘΕΣΗ

Στη μάζα της Ροδόπης ανήκει η Θράκη, η Ανατολική Μακεδονία με δυτικό όριο τη γραμμή του Στρυμόνα ποταμού, η Θάσος, καθώς και ένα τμήμα της Βουλγαρίας.

Παλιότερα στη μάζα της Ροδόπης θεωρείτο ότι ανήκε και η Σερβομακεδονική μάζα, η οποία αργότερα (1961-66) διαχωρίστηκε σε ιδιαίτερη ζώνη.

Η Ροδόπη βρίσκεται μεταξύ του Διναρικού και του Αλπικού κλάδου και θεωρείται κατ' άλλους μεν ένας μεσαίος αλπικός κλάδος, κατ' άλλους δε ένας ενδιάμεσος πυρήνας. Είτε είναι κλάδος είτε μια μεσαία μάζα, εκείνο στο οποίο συμφωνούν οι περισσότεροι ερευνητές είναι ότι η Ροδόπη δεν είναι μια γεωτεκτονική μονάδα της κλίμακας της ζώνης, αλλά οπωσδήποτε μεγαλύτερης, πιθανόν ανάλογη του κλάδου.

Τελικά σήμερα για την περιοχή Ροδόπης γίνεται γενικότερα αποδεκτή η άποψη του Dimitron (1955)* που την ονόμασε «Μάζα της Ρίλα-Ροδόπης» από τις ομώνυμες οροσειρές Βουλγαρίας και Ελλάδας.

Ο γεωτεκτονικός χαρακτήρας της μάζας Ρίλα- Ροδόπης, σύμφωνα με τα πιο νέα μοντέλα λιθοσφαιρικών πλακών για την εξέλιξη της Μεσογείου, είναι καθαρά ηπειρωτικός και θεωρείται ότι η προέλευση της μάζας είναι από την πλάκα της Λαυρασίας.

1.2.2. ΛΙΘΟΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ

Η δυσκολία για την ολοκληρωμένη μελέτη της μάζας της Ροδόπης και την οριστική γεωλογική τοποθέτηση της οφείλεται στην έλλειψη σαφούς στρωματογραφίας και γενικότερα ιζηματογενών πετρωμάτων. Πράγματι η όλη μάζα κυριαρχείται από κρυσταλλοσχιστώδη και πυριγενή πετρώματα.

Η πρώτη μελέτη της Ελληνικής Ροδόπης έγινε από τον Osswald (1938) ο οποίος διαίρεσε το κρυσταλλοσχιστώδες σε τέσσερις σειρές (ορίζοντες), που από τις βαθύτερες προς τις ανώτερες είναι οι εξής:

* Η βιβλιογραφία του κεφαλαίου 1.2 είναι από Μουντράκης (1985)

- **Η σειρά Ε των γνευσίων βάσης** με πάχος περίπου 7 χλμ. κατέχει τη Δυτική Ροδόπη και περιλαμβάνει κατά σειρά μοσχοβίτικους σχιστόλιθους, βιοτιτικούς και διμαρμαρυγιακούς γνεύσιους, μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους, αμφιβολίτες και λεπτές ενστρώσεις μαρμάρων και σιπολίνων. Η σειρά αυτή είναι μια παλιά ιζηματογενής σειρά με βαθμιαία μετάβαση προς την υπερκείμενη σειρά μαρμάρων.
- **Η σειρά F των μαρμάρων** που εκτείνεται στην Ανατολική Μακεδονία μέχρι το Νέστο. Αποτελείται κυρίως από μάρμαρα με ενστρώσεις σιπολίνων, μαρμαρυγιακών σχιστολίθων, ασβεστούχων μαρμαρυγιακών σχιστολίθων και αμφιβολιτών. Το πάχος της σειράς υπολογίζεται 5½-7χλμ.
- **Η σειρά G** των μαρμαρυγιακών σχιστολίθων που εμφανίζεται στην περιοχή του Νέστου με πάχος 5χλμ. και αποτελείται από μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους που συχνά μεταπίπτουν σε γνεύσιους, ενώ σπάνια παρεμβάλλονται και αμφιβολίτες καθώς και φακοί μαρμάρων.
- **Η σειρά H των σχιστολίθων και μαρμάρων** που αναπτύσσεται στη ΒΑ πλευρά του Νέστου, με πάχος περί τα 3χλμ. και συνίσταται κυρίως από σχιστόλιθους και μάρμαρα.

Τις δύο παλιότερες σειρές Ε και F ο Osswald θεωρεί ηλικίας Αλγωγκίου, ενώ τις δύο νεώτερες G και H τοποθετεί στο Κάτω Κάμβριο. Η μεταμόρφωση των παλιών αυτών ιζημάτων είχε ήδη λήξει το Λιθανθρακοφόρο.

Παραπλήσια διάρθρωση για το κρυσταλλοσχιτώδες της Ροδόπης δίνει και ο Βαφειάδης (1954) στη νήσο Θάσο, όπου βασικά διαχωρίζει τον κατώτερο γνευσιακό πυρήνα, ένα ενδιάμεσο μάρμαρο και έναν ανώτερο μάρμαρο.

Έρευνες του Dimitrov (1959) στη Βουλγαρική Ροδόπη καθόρισαν δύο ορίζοντες του κρυσταλλοσχιτώδους:

- Τον κατώτερο, μεσοζωικός μεταμορφωμένο, ηλικίας Προκαμβρίου-Κάτω Παλαιοζωϊκού, που περιλαμβάνει από κάτω προς τα πάνω κατά σειρά βιοτιτικούς και αμφιβολιτικούς γνεύσιους με παρεμβολές αμφιβολιτών και μαρμάρων, λεπτιτικούς γνεύσιους, διμαρμαρυγιακούς γνεύσιους και αμφιβολιτικούς σχιστόλιθους με παρεμβολές ενστρώσεων μαρμάρων και σιπολινών.
- Τον ανώτερο, επιζωνικός μεταμορφωμένο, ηλικίας Παλαιοζωϊκού-Μεσοζωϊκού που αρχίζει με βιοτιτικούς σχιστόλιθους μεταβαίνει προς

αμφιβολιτικούς και επιδοτοχλωριτικούς σχιστόλιθους, μεταξύ των οποίων παρεμβάλλονται ενστρώσεις μαρμάρων , και τελικά η σειρά εξελίσσεται προς μάρμαρο μεγάλου πάχους.

1.2.3. ΜΑΓΜΑΤΙΣΜΟΣ

Στη μάζα «Ρίλα-Ροδόπης» πολύ σημαντική είναι η παρουσία όξινων πυριγενών πετρωμάτων, πλουτωνιτών και ηφαιστιτών.

Οι πλουτωνίτες είναι κυρίως γρανίτες (μοσχοβιτικοί, βιοτιτικοί και κεροστιλβικοί), γρανοδιορίτες, μονζονίτες, χαλαζιακοί μονζονίτες και διορίτες. Η ηλικία των πλουτωνιτών έχει διαπιστωθεί με πολλές ραδιοχρονολογήσεις ως Ηωκαινική-Ολιγοκαινική (συνήθεις τιμές μεταξύ 25-50 εκ. έτη). Οι κυριότεροι πλουτωνικοί όγκοι της Ελληνικής Ροδόπης αυτής της ηλικίας είναι του Παγγαίου, του Παρανεστίου, της Ξάνθης, της Βροντούς, του Πανοράματος, κ.α.

Τα ηφαιστειακά πετρώματα της Ελληνικής Ροδόπης είναι κυρίως ρυόλιθοι, ανδεσίτη, δακίτες και δολερίτες και κατανέμονται κατά το μεγαλύτερο μέρος τους σε δύο κύριες περιοχές εμφανίσεων: μία στην περιοχή των Φερρών-Σαπών του Εβρου και μία βόρεια της Ξάνθης στα Ελληνοβουλγαρικά σύνορα. Η ηλικία της ηφαιστειότητας είναι ανάλογη με τον πλουτωνισμό δηλαδή Ηωκαινική-Ολιγοκαινική.

1.3. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΛΟΥΤΩΝΙΤΗ ΕΛΑΤΙΑΣ

Η μάζα της της Ροδόπης ανήκει στην Αλπική ορογενετική ζώνη και καταλαμβάνει μια ενδιάμεση θέση ανάμεσα στον Καρπάθιο-Βαλκανικό βραχίονα στα βόρεια και στον Ελληνο-Δινναρικό βραχίονα στα νότια. Η μάζα εκτείνεται κατά μήκος των Ελληνογιουγκοσλαβικών περιθωρίων, καλύπτοντας μεγάλο μέρος της νότιας Βουλγαρίας και της νοτιοανατολικής Ελλάδος, καθώς και μικρό μέρος της νοτιοδυτικής Τουρκίας.

Η μάζα της Ροδόπης κυρίως αποτελείται από γνευσίους, μιγματίτες, αμφιβολίτες, μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθου, μάρμαρα και υπερβασικά πετρώματα. Μετά από μεταμόρφωση στη γρανουλιτική φάση, τα πετρώματα αυτά είχαν επηρεαστεί από αμφιβολιτικής φάσης μεταμόρφωση κατά τους Ηώκαινικούς χρόνους.

Τα Ολιγοκαινικά ηφαιστειακά πετρώματα της περιοχής Κοτάνη-Καλότυχο αποτελούνται κυρίως από βασικά έως ενδιάμεσα πετρώματα μαζί με μερικά όξινα πετρώματα. Παρόλα αυτά η ακολουθία της περιοχής Διπόταμα-Κοτάνη-Ζαρκαδένια είναι σχηματισμένη από όξινα πετρώματα μόνο. Αυτά κόβουν το κρυσταλλικό υπόβαθρο της μάζας της Ροδόπης και είναι δομικά συσχετισμένα με τη δημιουργία των ιζηματογενών λεκανών. Λεπτομερέστερα, τα ηφαιστειακά της Κ-Κ περιοχής είχαν αποθεθεί μετά την έκρηξη στην ΒΑ-ΝΔ φορά της ιζηματογενούς λεκάνης, περιλαμβάνοντας βασικές και μολλασικές μάζες-σαν άμμους με στρώματα από νουμουλιτικούς ασβεστόλιθους.

Τα ηφαιστειακά προϊόντα είναι συνήθως σε εναλλαγές με κλαστικά ιζήματα. Παρόμοια, τα ηφαιστειακά πετρώματα του Διπόταμα-Κοτύλι εμφανίζονται σε μια ιζηματογενή λεκάνη η οποία τοπικά περιλαμβάνει λιγνιτικά στρώματα και απολιθώματα Ολιγοκαινικής ηλικίας. Και οι δύο λεκάνες είναι ρηξιγενείς και ανήκουν στις λεκάνες της Ανατολικής Ροδόπης, οι οποίες άρχισαν να σχηματίζονται κατά το Ηώκαινο. Θεωρούνται ότι έχουν σχηματιστεί σε επεκτατικό καθεστώς.

Τα πετρώματα εμφανίζονται με μορφή φλεβών, λαιμών και θόλων, καθώς επίσης ως ρεύματα λάβας ενίοτε από διαδοχικές εκρήξεις. Αντίθετα, τα όξινα ηφαιστειακά πετρώματα της περιοχής Διπόταμα-Κοτάνη-Ζαρκαδένια σχηματίζονται σε εκτεταμένα ιγκνιμπριτικά πλατώ, τα οποία συνεχίζονται στη Βουλγαρία καλύπτοντας εκατομμύρια τετραγωνικά χιλιόμετρα.

Τα ηφαιστειακά πετρώματα της Κεντρικής Ροδόπης είναι Ολιγοκαινικής ηλικίας με βάση ραδιοχρονολόγηση. Οι απόλυτες ηλικίες των Κοτάνη-Καλότυχου βασικών με ενδιάμεσων πετρωμάτων, ποικίλουν από 29-35 Ma, εκτός από ένα (ΚΟ-61) το οποίο δίνει μια ηλικία περίπου 25 Ma. Σαν τα όξινα πετρώματα της Διπόταμα-Κοτάνη-Καλότυχο περιοχής, ένα ρυολιθικό πέτρωμα (ΚΟ-51) από την ίδια περιοχή (Κοτάνη-Καλότυχο), δίνει μια ηλικία περίπου 30 Ma, η οποία συμπίπτει με ορισμένα ίδια ηφαιστειακά πετρώματα της Κεντρικής Βουλγαρικής Ροδόπης. (Eleftheriadis, 1995).

1.4. ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΠΛΟΥΤΩΝΙΤΗ

Όλες οι σύγχρονες απόψεις πάνω στο μαγματισμό συγκλίνουν στο ότι τα περισσότερα ασβεσταλκαλικής φύσεως μάγματα συνδέονται με ζώνες κατάδυσης λιθοσφαιρικών πλακών.

Τα δεδομένα για τον πλουτωνίτη της Ελατιάς δείχνουν ότι

- α) αυτός είναι ασβεσταλκαλικής φύσεως,
- β) ανήκει στις σειρές συμπίεσης, δηλαδή το γεωτεκτονική περιβάλλον προέλευσης συνδέεται με σύγκλιση λιθοσφαιρικών πλακών,
- γ) ανήκει στα γρανιτικά πετρώματα Ι-τύπου (CHAPPEL and WHITE 1974)*, δηλαδή το αρχικό υλικό από το οποίο προήλθε το μάγμα ήταν πυριγενούς προέλευσης και
- δ) ο αρχικός λόγος $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$ είναι σχετικά χαμηλός (0,706)

Έτσι λοιπόν θα μπορούσαμε να πούμε ότι τα στοιχεία αυτά στηρίζουν την υπόθεση ότι το αρχικό μάγμα προήλθε από μια περιοχή όπου είχαμε κατάδυση λιθοσφαιρικής πλάκας.

Η παραδοσιακή μαγματική θεωρία, πριν από δύο δεκαετίες περίπου, ήθελε τους γραντικούς (υπό την ευρεία έννοια του όρου) βαθύλιθος να προέρχονται από διαφοροποίηση ενός βασαλτικού μάγματος που προερχόταν από το μανδύα. Έτσι η αρχική κρυστάλλωση ολιβίνη, πυροξένων και πλαγιокλάστων άφηνε ένα γρανιτικό υπολειμματικό τήγμα πλουσιότερο σε Si, K και Na. Μια τέτοια διαδικασία διαφοροποίησης θα είχε ως συνέπεια τον σύγχρονο σχηματισμό υπερβασικού υλικού σε όγκο ίσο ή και μεγαλύτερο του αντίστοιχου όγκου των γρανιτικών πετρωμάτων. Στις περισσότερες περιπτώσεις ένας τέτοιος όγκος λείπει από την γειτονιά των γρανιτικών πετρωμάτων (BEST 1982).

Σύμφωνα με τις σύγχρονες απόψεις της δημιουργίας μάγματος στις ζώνες κατάδυσης μπορεί να έχουμε μερική τήξη:

- 1) στο σφηνοειδές τμήμα του άνω μανδύα που βρίσκεται πάνω από την καταδυόμενη λιθοσφαιρική πλάκα
- 2) στον ωκεάνιο βασαλτικό φλοιό που αποτελεί το πάνω μέρος της καταδυόμενης λιθοσφαιρικής πλάκας και
- 3) στον κατώτερο ηπειρωτικό φλοιό που βρίσκεται πάνω από την καταδυόμενη πλάκα.

* Η βιβλιογραφία του κεφαλαίου 1.4 είναι από Σολδάτος (1985).

Σ' αυτές τις τρεις απόψεις στηρίζεατι κυρίως η ερμηνεία των μαγματικών πετρωμάτων που συναντώνται σε νησιωτικά τόξα καθώς και ηπειρωτικά περιθώρια που βρίσκονται πάνω από τις καταδυόμενες λιθοσφαιρικές πλάκας.

Για την περίπτωση των νησιωτικών τόξων ο BEST (1982) σε μια επισκόπηση των σύγχρονων απόψεων αναφέρει ότι θεωρητικά και πειραματικά στοιχεία δείχνουν ότι αρχικά βασικά τήγματα μπορούν να σχηματιστούν στον κατερχόμενο ωκεάνιο φλοιό ως και πάνω από αυτόν στην περιοχή του μανδύα (περιπτώσεις 1 και 2).

Ο ωκεάνιος φλοιός περιέχει μεγάλες ποσότητες νερού όχι μόνο ανάμεσα στους πόρους του πετρώματος αλλά και μέσα στο κρυσταλλικό πλέγμα υδροξυλιομένων ορυκτών όπως ο χλωρίτη, σερπεντίνη, ακτινόλιθου, επίδοτου κ.α. που σχηματίστηκαν από υποθαλάσσια μεταμόρφωση του ωκεάνιο φλοιού. Καθώς λοιπόν ο ωκεάνιος φλοιός καταδύεται, θερμαίνεται έτσι ώστε να εξέρχεται πρώτα το νερό που βρίσκεται στους πόρους και ακολούθως με την συνεχή αύξηση της θερμοκρασίας, τα ένυδρα πυριτικά ορυκτά υφίστανται μια σειρά ενδόθερμων αντιδράσεων με αποτέλεσμα την αφυδάτωση τους. Οι αφυδατωτικές αυτές αντιδράσεις καταναλώνουν τεράστια ποσά θερμότητας που σε άλλη περίπτωση θα προκαλούσαν μερική τήξη του ωκεάνιου φλοιού. Έτσι η διαδικασία της τήξης αφήνεται για βαθύτερους ορίζοντες. Το νερό αυτό που απελευθερώθηκε διεισδύει στον περιδοτίτη του άνω μανδύα, συγχρόνως δε μεταφέρει και διαλυμένο διοξείδιο του πυριτίου και αλκάλεια που προκαλούν τη μετασώματωση του περιδοτίτη. Η είσοδος αυτή του νερού στον άνω μανδύα έχει σαν αποτέλεσμα τη μερική τήξη του περιδοτίτη. Η σύσταση του αρχικού αυτού τήγματος είναι συζητήσιμη, πάντως θεωρείται πιθανόν ότι μπορεί στη συνέχεια να διαφοροποιηθεί ως προς τη σύσταση του ώστε να σχηματιστούν πιο εξελιγμένα θυγατρικά μάγματα ανδεσιτικής σύστασης.

Η ως ένα βαθμό αφυδατωμένη ωκεάνια πλάκα που συνεχίζει να κατέρχεται, θερμαίνεται, αφυδατώνεται ακόμη περισσότερο και λόγω της υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας μετατρέπεται σε εκλογίτη. Ο εκλογιτικός πλέον ωκεάνιος φλοιός μπορεί να φτάσει τη θερμοκρασία τήξεως. Τα τήγματα που θα σχηματιστούν κατ'αυτόν τον τρόπο πιστεύεται από μερικούς ερευνητές ότι είναι ασβεσταλκαλικοί ανδεσίτες, πειραματικά στοιχεία όμως άλλων ερευνητών δείχνουν μια σύσταση όχι και τόσο ασβεσταλκαλική αλλά ενδιάμεσης πυριτικής σύστασης, η οποία μπορεί να εξελιχθεί στους τυπικούς ανδεσίτες των νησιωτικών τόξων. Επίσης είναι πιθανόν α μάγματα που δημιουργήθηκαν από τη μερική τήξη του εκλογίτη να αναμειχθούν με μάγματα που προήλθαν από την τήξη του υπερκείμενου ενυδατωμένου και

μετασωματωθέντα περιδοτίτη του μανδύα. Όσον αφορά δε τη συμμετοχή των ωκεάνιων ιζημάτων στα αρχικά τήγματα δεν υπάρχουν σαφείς ενδείξεις. Μερικές μελέτες αποκλείουν κάτι τέτοιο, ενώ άλλες το θεωρούν πιθανό χωρίς να το αποδεικνύουν.

Για την περίπτωση της γένεσης των τεράστιου όγκου γρανιτικών μαγμάτων τα πράγματα είναι πιο περίπλοκα (BEST 1982). Η ως επί το πιο διαδεδομένη εμφάνιση γρανιτικών πετρωμάτων σε ηπειρωτικά περιθώρια σε σύγκριση με τα νησιωτικά τόξα φαίνεται ότι αποκλείει τις περιπτώσεις (1) και (2) που αναφέραμε προηγουμένως σαν πιθανούς μηχανισμούς γένεσης γρανιτικών μαγμάτων. Έτσι η απουσία σημαντικών ποσοτήτων γρανιτικών πετρωμάτων από ωκεάνιες περιοχές δείχνει ότι είναι αδύνατο να σχηματιστούν γρανιτικά τήγματα από μερική τήξη του περιδοτίτη του μανδύα ή και από πειραματικά δεδομένα (WYLLE et al. 1976). Πολλοί ερευνητές (BROWN 1973, FYFE 1973, PRESNALL and BATEMAN 1973 κ.α) με βάση στοιχεία από τους γρανιτικούς βαθύλιθους της δυτικής πλευράς της Βόρειας και Νότιας Αμερικής, υποστηρίζουν ότι η προέλευση γρανιτικών μαγμάτων συνδέεται κάπως με τον παλιό σιαλικό ηπειρωτικό φλοιό και ότι στον κατώτερο φλοιό μπορεί να συμβαίνουν κάποιες διαδικασίες μερικής τήξης.

Με μερικές εξαιρέσεις η πλειονότητα των Φανεροζωικών γρανιτικών πλουτωνικών πετρωμάτων είναι συγκεντρωμένη σε γνωστές ή υποθετικές ζώνες κατάδυσης. Έτσι διαδικασίες που εντοπίζονται στις περιοχές αυτές πρέπει να είναι υπεύθυνες για το σχηματισμό των πετρωμάτων αυτών. Η δημιουργία λοιπόν των γρανιτικών μαγμάτων φαίνεται ότι απαιτεί το συνδυασμό ενός παχύ ηπειρωτικού φλοιού και πηγών θερμικής ενεργείας που συνδέονται με κατάδυση. Κατά μήκος δηλαδή των ηπειρωτικών περιθωρίων στη ζώνη κατάδυσης μεγάλες ποσότητες ανερχόμενου από τον υποκείμενο μανδύα βασικού μάγματος με υψηλή θερμοκρασία είναι δυνατόν να προσφέρει την απαραίτητη θερμική ενέργεια για την μερική τήξη στον κατώτερο φλοιό. Αυτά τα βασικά μάγματα μπορούν να σχηματιστούν εξ ίσου εύκολα ανεξάρτητα από το αν η υπερκείμενη πλάκα είναι ωκεάνια (περίπτωση νησιωτικών τόξων) ή ηπειρωτική. Επίσης σημαντικό είναι ότι τα βασικά αυτά μάγματα που προέρχονται από τον μανδύα όχι μόνο προσφέρουν την απαραίτητη θερμότητα, αλλά μπορούν να αναμειχθούν με τα γρανιτικά μάγματα που σχηματίζονται κατά την τήξη του φλοιού και να δώσουν ενδιάμεσα τοναλικά και γρανοδιοριτικά μάγματα.

Συνδυάζοντας λοιπόν τις παραπάνω απόψεις με τα δεδομένα του πλουτωνίτη της Ελατιάς(ασβεσταλκαλικός χαρακτήρας, I-τύπος, σειρά συμπίεσης, λόγος $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$) θα μπορούσε κανείς έστω και με επιφύλαξη να σκιαγραφήσει σε γενικές γραμμές ως εξής τη γένεση του πλουτωνίτη.

Είναι πολύ πιθανό ότι το μάγμα προήλθε από μερική τήξη υλικού του μανδύα σε μια ζώνη κατάδυσης με αποτέλεσμα την άνοδο βασικού μάγματος που στη συνέχεια αντέδρασε με υλικά του φλοιού και σχηματίστηκε έτσι ένα ενδιάμεσο χαλαζοδιοριστικό μάγμα. Η άποψη αυτή αν και οπωσδήποτε για να τεκμηριωθεί εντελώς χρειάζεται ακόμη αρκετά δεδομένα, εντούτοις δικαιολογεί την αρχική χαλαζοδιοριστική σύσταση του μάγματος που υποθέσαμε με βάση τα χημικά κριτήρια και ακόμα δικαιολογεί το χαμηλό λόγο $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$ 0,706.

Για να επιβεβαιωθεί η άποψη αυτή χρειάζεται ακόμη ναδειχθεί ότι η γεωλογία της περιοχής (Ελληνική Κεντρική Ροδόπη, ΝΔ Βουλγαρία) μπορεί να ερμηνευτεί με βάση τη θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών. Κανένα όμως λεπτομερές και εμπεριστατωμένο μοντέλο δεν έχει αναπτυχθεί γι'αυτήν την περίπτωση.

Το πιο πρόσφατο μοντέλο που αφορά κυρίως τη γεωδυναμική και γεωτεκτονική εξέλιξη των Εσωτερικών Ελληνίδων είναι αυτό που δίνεται από τον ΜΟΥΝΤΡΑΚΗ (1983). Ο ερμηνευτής αυτός δέχεται ότι κατά το Περμοτριάδικό υπήρχαν δύο ωκεάνιες λεκάνες, μια δυτικά της Πελαγονικής ζώνης και μια δυτικά της Σερβομακεδονικής ζώνης. Οι δύο ωκεάνιες λεκάνες που αντιπροσωπεύουν την Νεο-Τηθύ και την Παλαιο-Τηθύ αντιστοιχούν στην Υποπελαγονική και τη ζώνη του Αξιού. Το κλείσιμο των λεκανών αυτών άρχισε κατά το Ανώτερο Ιουρασικό- Κάτω Κρητικό. Η κατεύθυνση της βύθισης του ωκεάνιου φλοιού της Πάλαιο-Τηθύος, που, αντιστοιχεί στη ζώνη του Αξιού παραμένει προβληματική. Για το θέμα αυτό εκφράζονται διάφορες απόψεις, αν δηλαδή η βύθιση έγινε προς Βορρά, κάτω από τη Σερβομακεδονική και τη μάζα της Ροδόπης, ή προς Νότο, κάτω από την Πελαγονική ζώνη (ΤΣΟΥΤΡΕΛΗΣ και ΧΙΩΤΗΣ 1973, MERCIER et al. 1975, JACOBSEN et al. 1978).

Αν δεχτούμε την άποψη των JACOBSEN et al. 1978, σύμφωνα με τους οποίους η βύθιση της ωκεάνιας πλάκας γινόταν προς την πλευρά της Ροδόπης και λαμβάνοντας υπόψη την μέσο-κρητιδική (;) ηλικία του πλουτωνίτη της Ελατιάς θα μπορούσαμε να ερμηνεύσουμε την προέλευση του στα πλαίσια της θεωρίας των λιθοσφαιρικών πλακών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1. ΥΠΑΙΘΡΙΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Όλα τα δείγματα που εξετάστηκαν αποτελούν μικρές ηφαιστειακές εμφανίσεις μέσα στην μάζα του πλουτωνίτη της Ελατιάς (Σχ. 2.1). Τα χαρακτηριστικά της κάθε δειγματοληψίας φαίνονται παρακάτω:

A12-A

Η λήψη των δειγμάτων A12 (τόσο του a όσο και του b), έγινε από περιοχή 2χλμ. από το φυλάκιο επί του κεντρικού δρόμου, στην περιοχή Παλιοκάλυβα, όπου υπάρχουν διαδοχικές εμφανίσεις μάρμαρου-γρανίτη λίγων δεκάδων μέτρων. Τα ηφαιστειακά αυτά υλικά εμφανίζονται επί μήκους 500-1000 μέτρων. Κατά μήκος του δρόμου ακολουθούν μάρμαρα και στη συνέχεια το ίδιο ηφαιστειακό υλικό.

Το υλικό είναι λεπτόκοκκο ενώ ορισμένα δείγματα φαίνονται ιδιαίτερα λεπτόκοκκα, σαν μικρογρανιτικού ιστού. Οι εξωτερικές εμφανίσεις είναι διαφόρων τύπων.

A12-B

Το δείγμα λήφθηκε από την ίδια περιοχή όπως το A12-a και είναι αρκετά αλλοιωμένο.

N7 και N12

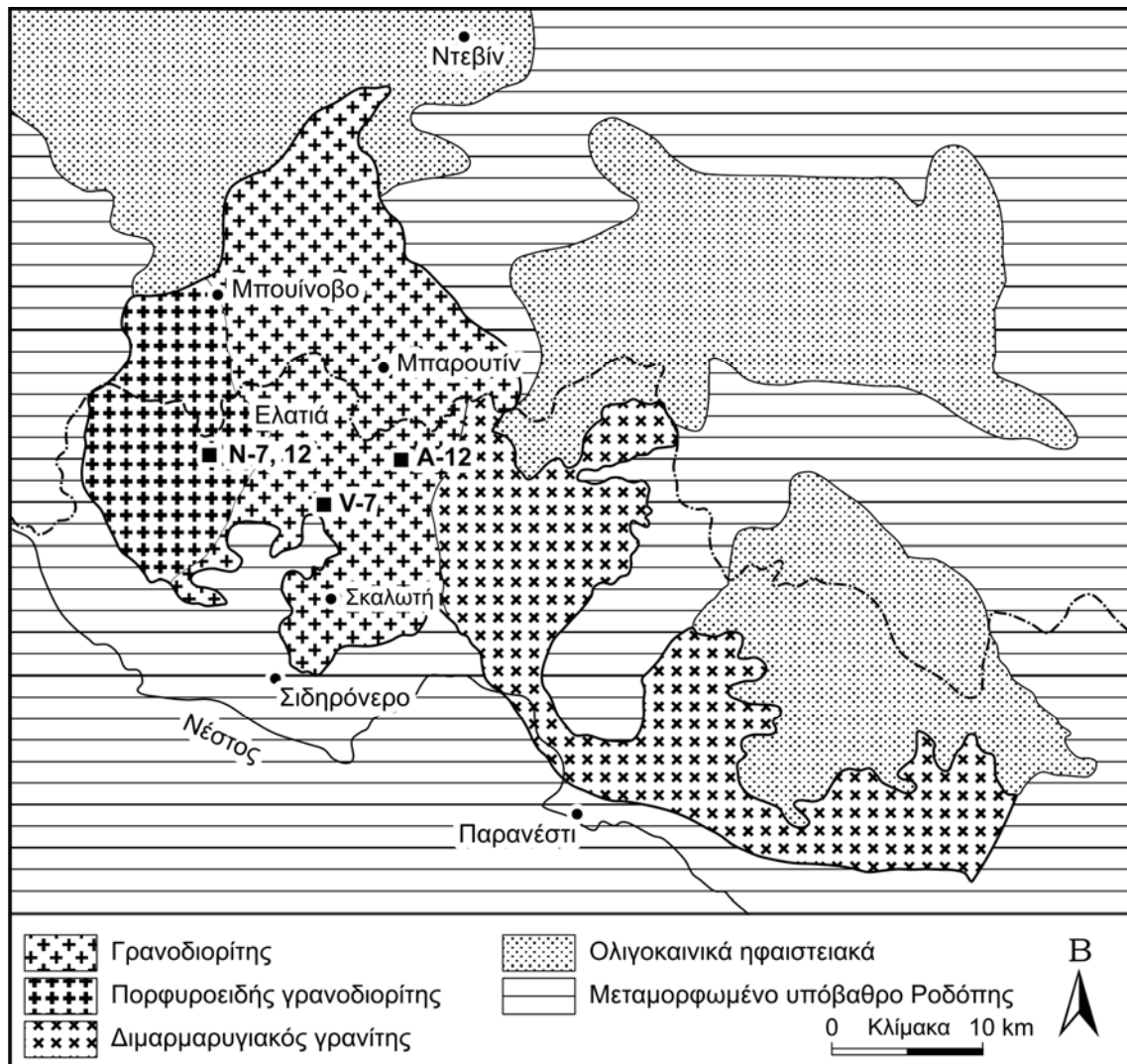
Τα δύο δείγματα που μοιάζουν μεταξύ τους βρέθηκαν στην περιοχή υψώματος 1500. Συγκεκριμένα το N7 βρέθηκε σε περιοχή απέναντι από την Μαγούλα. Είναι μικρή εμφάνιση ηφαιστειακών υλικών. Το υλικό του N12 εμφανίζεται σαν σφαιρικά μπαλόνια ανάμεσα στο χώμα.

E9

Η εμφάνιση του ηφαιστειακού αυτού υλικού είναι 2 χλμ. από το φυλάκειο (δασαρχείο) επί του κεντρικού δρόμου στην περιοχή Μπουζάλα.

V7

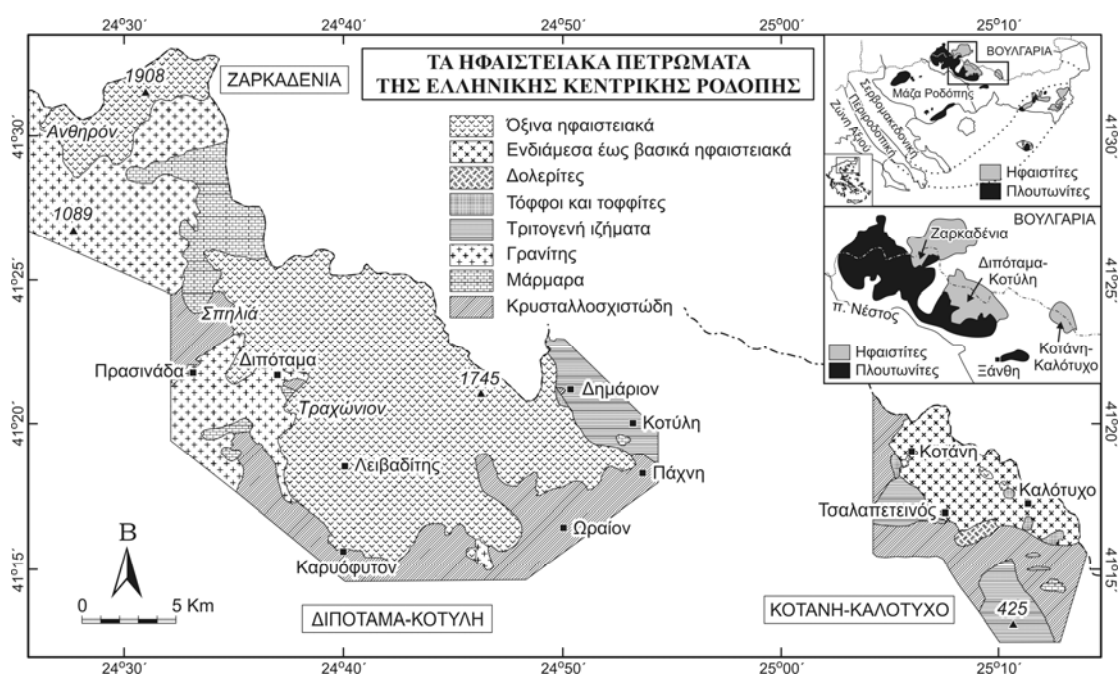
Το δείγμα λήφθηκε 300 μέτρα μετά το E9. Η ηφαιστειακή εμφάνιση αρχίζει 50 μέτρα πριν την διασταύρωση, όπου υπάρχει το υλικό του δείγματος E9 και συνεχίζει για 300 μέτρα περίπου. Στη συνέχεια ακολουθούν γρανίτης.



Σχήμα 2.1. Χάρτης του πλουτωνίτη της Ελατιάς και των θέσεων των ηφαιστειακών εμφανίσεων και δειγμάτων.

2.2. ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΑ ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΡΟΔΟΠΗΣ

Τα τριτογενή ηφαιστειακά πετρώματα της Ελληνικής Κεντρικής Ροδόπης (ΕΚΡ) εμφανίζονται Β-ΒΔ της Ξάνθης και διακρίνονται σε δύο τομείς, τον ανατολικό και τον δυτικό. Στον δυτικό τομέα ανήκουν τα ηφαιστειακά πετρώματα των περιοχών Διποτάμα-Κοτύλη (Δ-Κ) και Ζαρκαδένια (Ζ) τα οποία συνίστανται από υψηλού-Κ δακίτες και ρυολίθους (όξινα πετρώματα), ενώ ο ανατολικός τομέας περιλαμβάνει τα ηφαιστειακά πετρώματα των περιοχών Κοτάνης-Καλότυχου (Κ-Κ), ο οποίος αν και είναι σχεδόν κατά έξι φορές μικρότερος σε έκταση από το δυτικό τομέα, χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερη ποικιλία πετρογραφικών τύπων και περιλαμβάνει κυρίως βασικά έως ενδιάμεσα πετρώματα: βασάλτες, σοσονίτες, υψηλού-Κ βασαλτικούς ανδεσίτες (δολερίτες), ανδεσίτες, υψηλού-Κ ανδεσίτες, λατίτες, τραχείτες και σε μικρό ποσοστό ρυολίθους. Η περιοχή Κοτάνη-Καλότυχο, παρά το μικρό της μέγεθος, έχει μεγαλύτερη ποικιλία πετρωμάτων από την περιοχή Διπόταμα-Κοτάνη-Ζαρκαδένια, η οποία έχει όξινα μόνο πετρώματα υψηλού_Κ δακίτες και ρυολίθους.



Σχήμα 2.2. Πετρογραφικός χάρτης των ηφαιστειακών πετρωμάτων της Ελληνικής Κεντρικής Ροδόπης (Ελευθεριάδης και Σολδάτος, 2005).

Τα ηφαιστειακά και υποηφαιστειακά πετρώματα με $\text{SiO}_2 > 60 \text{ wt\%}$ περιέχουν φαινοκρύσταλλους πλαγιοκλάστων (An_{70-50}), ασβεστιούχο αυγίτη ($\text{Wo}_{42}\text{En}_{43}\text{Fs}_{15}$) και μικρή ποσότητα από υπερσθενή ($\text{Wo}_3\text{En}_{67}\text{Fs}_{30}$), μέσα σε μια κρυσταλλική έως υποκρυσταλλική θεμελιώδη μάζα. Σε μερικές περιπτώσεις οι κρύσταλλοι υπερσθενή περιβάλλονται από κλινοπυρόξενο. Φαινοκρύσταλλοι ολιβίνη ή ψευδομορφώσεις σερπεντίνη κατά ολιβίνη υπάρχουν σε μερικούς βασαλτικούς ανδεσίτες. Ελάχιστη ποσότητα ορθοκλάστου και φλογοπίτη υπάρχει σε μερικούς δολερίτες, ενώ κεροστίλβη (μαγνησιοχαστινγκσίτης) υπάρχει σπάνια σε σοσονίτες και πετρώματα με $\text{SiO}_2 > 60 \text{ wt\%}$.

Οι λατίτες και τραχείτες διακρίνονται από τους άλλους τύπους πετρωμάτων λόγω της παρουσίας λευκών έως ρόδινων κρυστάλλων σανιδίνου (έως 2 cm). Αυτοί οι φαινοκρύσταλλοι είναι χαρακτηρίζονται οπτικά ως «σανιδορθόκλαστο» (ΣΟΛΔΑΤΟΣ 1961, σε Eleftheriadis 1995). Εκτός από το σανίδινο υπάρχουν και επίσης φαινοκρύσταλλοι πλαγιόκλαστων (An_{50-45}), βιοτίτη και κλινοπυρόξενου σύστασης διοψιδίου ($\text{Wo}_{46}\text{En}_{40}\text{Fs}_{14}$) μέσα σε μια κρυσταλλική θεμελιώδη μάζα. Είναι συνήθως καολινιωμένοι, ενώ ο βιοτίτης είναι αλλοιωμένος σε χλωρίτη και επίδοτο. Απατίτης, τιτανίτης και οξείδια Fe-Ti υπάρχουν ως επουσιώδη ορυκτά. (Eleftheriadis 1995).

2.3. ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΑ ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ ΕΛΑΤΙΑΣ

2.3.1. ΑΝΔΕΣΙΤΕΣ

Οι ανδεσίτες είναι τα αντίστοιχα έκχυτα πετρώματα των διορίτων και παίρνουν το όνομα τους από την οροσειρά των Άνδεων (Νότια Αμερική). Γενικά παρουσιάζουν πορφυριτικό ιστό, με φαινοκρυστάλλους πλαγιοκλάστων και ολοκρυσταλλική ή εν μέρη υαλώδη μάζα.

Από τα φεμικά ορυκτά, οι πυρόξενοι είναι αρκετά διαδεδομένοι τόσο στη γενεά των φαινοκρυστάλλων όσο και των μικρολίθων. Η κεροστίλβη και ο βιοτίτης εμφανίζονται γενικά σε μικρότερα ποσοστά. Και τα δύο ορυκτά απαντούν κυρίως ως φαινοκρύσταλλοι. Η κεροστίλβη συνήθως αντιπροσωπεύεται από την βασαλτική κεροστίλβη. Τόσο η κεροστίλβη όσο και ο βιοτίτης παρουσιάζουν συχνά μαγματική διάβρωση και οπακίτιωση, πράγμα που σημαίνει ότι τα ορυκτά αυτά δεν βρίσκονταν σε ισορροπία με το μάγμα.



Σχήμα.2.3. Μακροσκοπική όψη ανδεσίτη.

Από τα δείγματα που αναλύθηκαν, ανδεσίτες χαρακτηρίστηκαν τα N-07, N-12 και V-07.

Τα χαρακτηριστικά του κάθε δείγματος περιγράφονται παρακάτω:

N-07

Το N7 βρέθηκε σε περιοχή απέναντι από την Μαγούλα. Είναι μικρή εμφάνιση ηφαιστειακών υλικών.

Το N7 αποτελείται από χαλαζία, πλαγιόκλαστα με έντονη ζώνωση, σανίδινο, κλινοπυρόξενο, βιοτίτης και κεροστίλβη. Ο χαλαζίας έχει υποστεί μαγματική διάβρωση.

N-12

Το δείγμα αυτό περιέχει πλαγιόκλαστα, αρκετό χαλαζία, σανίδινο, κλινοπυρόξενο, κεροστίλβη και λίγο βιοτίτη. Μοιάζει με το N-07.

E9

Το δείγμα E9, όπως και το A12a, είναι αλλοιωμένο. Τα πετρογενετικά ορυκτά που περιέχονται είναι πλαγιόκλαστα, κλινοπυρόξενοι και ασβεστίτης.

V-07

Το δείγμα είναι φρέσκο. Τα κύρια ορυκτά είναι πλαγιόκλαστα, κλινοπυρόξενο και ορθοπυρόξενο. Στην τομή φαίνεται ο τυπικός πορφυριτικός ιστός ενώ η θεμελιώδης μάζα είναι μικροκρυσταλλική.

Σε σποραδικές θέσεις, τα πλαγιόκλαστα είναι σερικιτιωμένα.

2.3.2 ΒΑΣΑΛΤΙΚΟΙ ΑΝΔΕΣΙΤΕΣ

Είναι πιο βασικοί ανδεσίτες (SiO_2 52-55%), ενδεχομένως να υπάρχουν φαινοκρύσταλλοι ολιβίνη. Από τα δείγματα που εξετάστηκαν, βασαλτικός ανδεσίτης χαρακτηρίστηκε το A12-A και το A12-B.

A12-A

Συγκεκριμένα το δείγμα A12-A, αποτελείται από πλαγιόκλαστα, κλινοπυρόξενο και κεροστίλβη. Το δείγμα είναι ιδιαίτερα αλλοιωμένο. Η θεμελιώδης μάζα είναι λεπτομερής και αποτελείται από κρυστάλλους πλαγιοκλάστων.

Μερικά πλαγιόκλαστα έχουν υποστεί σερικιτίωση, χαρακτηριστική αλλοίωση των πλαγιοκλάστων.

A12-B

Το δείγμα λήφθηκε από την ίδια περιοχή όπως το A12-A και είναι αρκετά αλλοιωμένο.

Τα κύρια ορυκτά που συναντάμε στο δείγμα αυτό είναι πλαγιόκλαστα και κλινοπυρόξενοι. Η θεμελιώδης μάζα είναι πιο κρυσταλλική από το A12-a.

(Στο συγκεκριμένο δείγμα, παρατηρείται κρύσταλλος που πιθανότατα είναι ολιβίνης. Αυτό μπορεί να είναι ψευδομόρφωση τάλκη.)

Για τη μελέτη των ηφαιστειακών πετρωμάτων Ελατιάς (ΕΛΑ) έγιναν χημικές αναλύσεις κυρίων στοιχείων και ιχνοστοιχείων σε πετρώματα και ορυκτά. Για τη σύγκριση με αυτά των περιοχών Κοτάνη-Καλότυχο (ΚΑΛ) και Διπόταμα-Κοτύλη-Ζαρκαδένια (ΔΠ) ελήφθησαν υπόψιν αναλυτικά δεδομένα πετρωμάτων και ορυκτών από Eleftheriadis (1988, 1995) και (Ελευθεριάδης και Σολδάτος (2005).

Οι αναλύσεις των πετρωμάτων φαίνονται στον πίνακα 2.1

Πίνακας 2.1. Αναλύσεις κυρίων στοιχείων και ιχνοστοιχείων των ηφαιστειακών πετρωμάτων των περιοχών Ελατιά (ΕΛΑ), Κοτάνη-Καλότυχο (ΚΑΛ) και Διπόταμα-Κοτύλη-Ζαρκαδένια (ΔΠ).

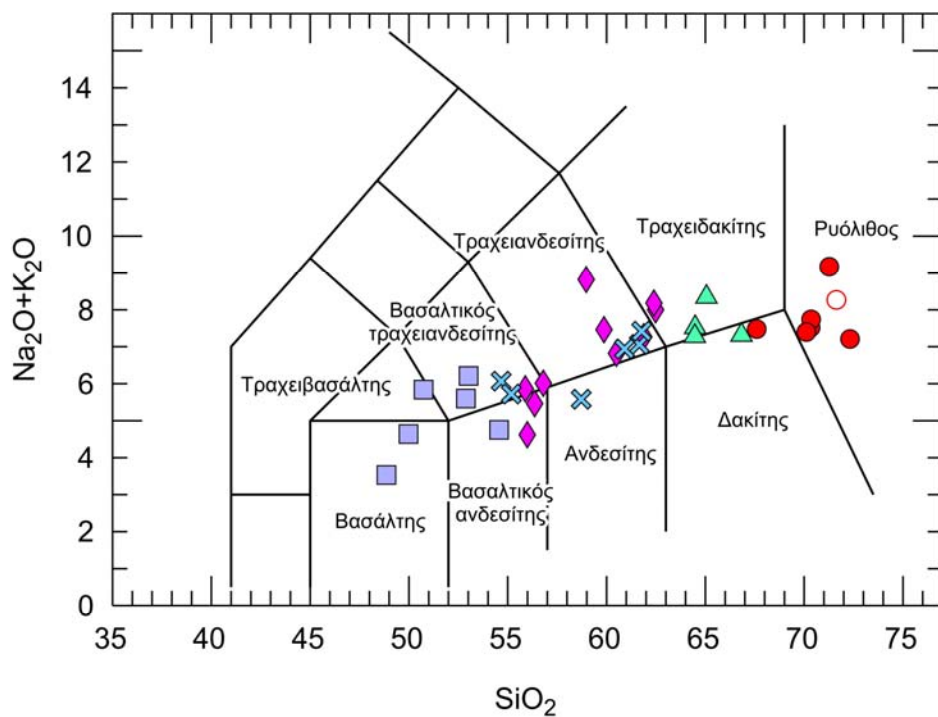
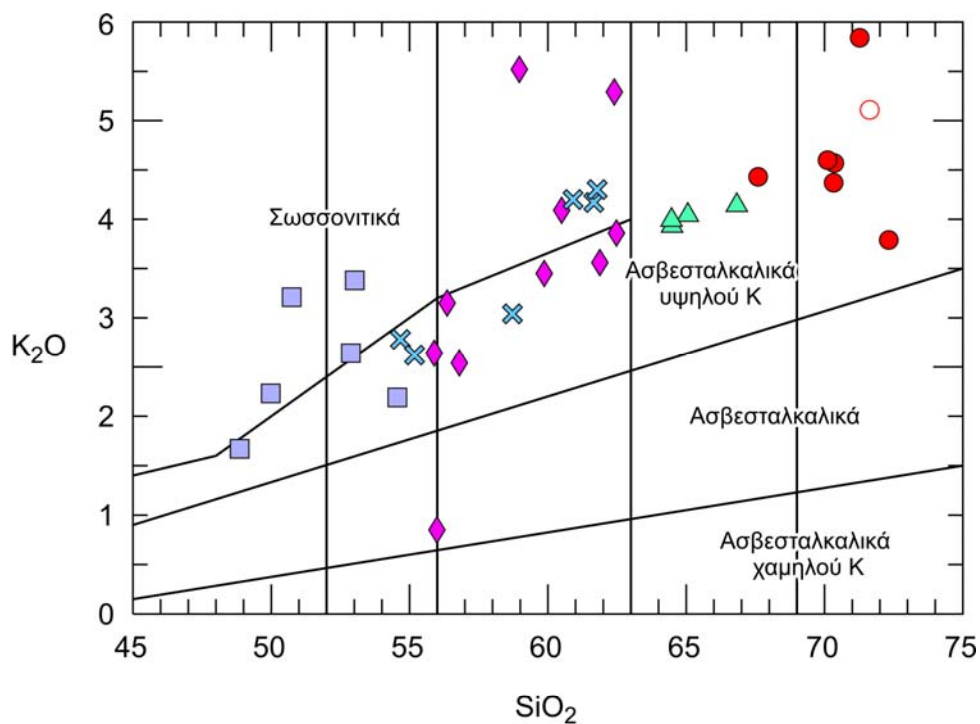
ΔΕΙΓΜΑ	KA-23	KO-5	IAS-53	LY-69	KA-97	KA-10	KO-61	KA-15	KO-101	KO-57	KO-92	LY-70	TS-67	XE-3	TS-66	IAS-1	KO-50
ΤΥΠΟΣ	B	B	HKBA	HKBA	SHO	SHO	A	HKBA	HKBA	HKBA	HKBA	HKBA	HKBA	HKBA	LA	TRA	RHY
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΚΑΛ	ΚΑΛ	ΚΑΛ	ΚΑΛ	ΚΑΛ	ΚΑΛ	ΚΑΛ	ΚΑΛ	ΚΑΛ	ΚΑΛ	ΚΑΛ	ΚΑΛ	ΚΑΛ	ΚΑΛ	ΚΑΛ	ΚΑΛ	ΚΑΛ
SiO ₂	49.98	48.86	54.56	52.88	50.74	53.02	55.99	60.50	62.48	61.88	56.36	59.87	56.80	55.89	58.97	62.40	71.63
TiO ₂	1.15	1.23	0.89	1.17	1.20	1.13	1.00	0.77	0.65	0.70	0.98	0.81	0.93	0.89	0.69	0.53	0.29
Al ₂ O ₃	16.39	14.52	16.99	16.56	17.49	16.59	16.73	16.74	17.39	16.39	17.00	16.49	16.80	16.90	16.78	16.29	14.24
FeOt	9.51	10.68	7.91	8.43	9.36	7.22	6.75	5.11	4.55	4.68	7.13	5.38	6.69	7.13	4.73	3.64	1.87
MnO	0.17	0.18	0.11	0.17	0.16	0.16	0.10	0.10	0.09	0.14	0.13	0.13	0.14	0.15	0.13	0.10	0.03
MgO	6.06	3.92	5.27	4.96	4.20	4.11	3.62	2.91	1.33	2.75	3.31	2.94	4.61	4.50	3.33	2.52	0.38
CaO	8.97	12.38	8.46	8.82	8.28	7.32	7.15	4.72	4.03	4.13	7.08	5.26	5.95	6.50	4.12	3.51	1.43
Na ₂ O	2.41	1.86	2.56	2.96	2.63	2.83	3.77	2.73	4.14	3.71	2.31	4.01	3.47	3.22	3.30	2.89	3.16
K ₂ O	2.23	1.67	2.19	2.64	3.21	3.38	0.85	4.09	3.86	3.56	3.15	3.45	2.54	2.64	5.52	5.29	5.11
P ₂ O ₅	0.44	0.36	0.41	0.32	0.33	0.40	0.25	0.26	0.29	0.27	0.22	0.36	0.25	0.29	0.36	0.23	0.09
Α.Π.*	2.69	4.35	0.66	1.10	2.41	3.84	3.75	2.05	1.20	1.79	2.33	1.31	1.80	1.88	2.07	2.60	1.77
Σύνολο	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Ba	502	556	576	791	762	883	692	856	1005	988	744	786	869	830	2030	1873	637
Zr	280	209	185	201	146	237	235	271	258	242	338	257	240	229	277	245	138
Y	27	28	24	30	28	31	30	42	25	34	33	32	30	30	33	34	21
Sr	621	703	553	619	577	593	660	489	496	463	579	433	622	600	684	608	159
Rb	78	49	74	68	114	88	91	163	135	127	134	202	72	70	187	168	265
Ni	20	28	30	35	17	37	11	11	8	17	14	35	30	33	26	21	7
Cr	26	49	51	43	4	35	28	22	14	20	25	34	31	33	16	15	12
Nb	9	6	7	11	8	12	11	18	11	13	8	15	12	11	18	20	18
* Α.Π.=Απόλυτα πύρωση																	
ΔΕΙΓΜΑ	L-4	LE-47	LE-48	LL-1	DIM-2	DIP-35	LIV-27	PA-1	TRA-1	ZARK-1	A-12A	A-12B	N-07	N-12	V-07		
ΤΥΠΟΣ	HKD	HKD	HKD	HKD	RHY	RHY	RHY	RHY	RHY	RHY	HKBA	HKBA	HKBA	HKBA	HKBA		
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΔΙΠ	ΔΙΠ	ΔΙΠ	ΔΙΠ	ΔΙΠ	ΔΙΠ	ΔΙΠ	ΔΙΠ	ΔΙΠ	ΔΙΠ	ΕΛΑ	ΕΛΑ	ΕΛΑ	ΕΛΑ	ΕΛΑ		
SiO ₂	66.83	64.49	65.06	64.47	70.33	71.27	70.35	67.60	70.11	72.32	54.67	55.18	61.66	60.91	58.72		
TiO ₂	0.52	0.55	0.55	0.61	0.39	0.37	0.34	0.38	0.34	0.22	0.72	1.04	0.64	0.66	0.93		
Al ₂ O ₃	15.14	15.87	15.38	14.75	13.97	14.27	14.48	13.97	14.00	12.92	16.65	17.40	15.75	15.70	16.99		
FeOt	3.28	4.17	4.01	3.85	1.91	2.05	2.04	2.48	2.10	1.34	5.59	7.02	4.60	4.55	6.31		
MnO	0.07	0.11	0.12	0.16	0.06	0.03	0.03	0.08	0.07	0.10	0.10	0.15	0.09	0.09	0.16		
MgO	1.57	1.53	1.30	2.44	1.23	0.54	1.21	1.44	1.55	0.73	3.86	2.73	2.73	2.83	2.71		
CaO	3.33	4.18	3.87	4.43	1.85	1.26	1.58	2.34	1.71	1.47	7.42	7.04	5.11	5.24	5.40		
Na ₂ O	3.17	3.59	4.30	3.29	3.15	3.33	3.17	3.05	2.80	3.42	3.29	3.10	2.89	2.74	2.54		
K ₂ O	4.14	3.93	4.04	3.99	4.37	5.84	4.57	4.43	4.60	3.79	2.78	2.62	4.17	4.20	3.04		
P ₂ O ₅	0.19	0.19	0.18	0.20	0.12	0.10	0.12	0.13	0.13	0.10	0.24	0.34	0.33	0.34	0.23		
Α.Π.*	1.75	1.39	1.20	1.80	2.62	0.95	2.10	4.09	2.60	3.58	3.91	1.61	1.53	1.48	1.92		
Σύνολο	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.23	98.23	99.50	98.74	98.95		
Ba	787	756	772	793	669	583	579	619	611	414	887	897	1410	1167	1308		
Zr	229	186	197	153	126	145	150	142	131	121	207	195	174	171	198		
Y	26	26	25	31	26	22	24	26	25	29	23	25	24	23	30		
Sr	301	357	354	347	146	166	173	239	198	101	524	510	474	471	600		
Rb	224	207	211	197	257	339	292	221	402	440	119	100	193	189	63		
Ni	15	6	5	8	5	7	4	5	6	3	6	0	22	32	4		
Cr	14	22	18	21	3	5	4	3	4	1	38	26	41	58	2		
Nb	18	14	13	17	22	18	23	21	22	27	13	9	9	1	6		

2.4 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Η ταξινόμηση των δειγμάτων έγινε με βάση τα διαγράμματα TAS και Peccerillo-Taylor (Σχ. 2.4 και Πιν.2.2). Η πρώτη ταξινόμηση ενδείκνυται αλλά συνήθως χρησιμοποιείται η δεύτερη.

Πίνακας 2.2. Ταξινόμηση των ηφαιστειακών πετρωμάτων των περιοχών Ελατιά (ΕΛΑ), Κοτάνη-Καλότυχο (ΚΑΛ) και Διπόταμα-Κοτύλη-Ζαρκαδένια (ΔΙΠ).

Δείγμα	Περιοχή	TAS	Pecc+Tayl
L-4	ΔΙΠ	D	HKD
LE-47	ΔΙΠ	TRA	HKD
LE-48	ΔΙΠ	TRA	HKD
LL-1	ΔΙΠ	D	HKD
KA-23	ΚΑΛ	B	B
KO-5	ΚΑΛ	B	B
IAS-53	ΚΑΛ	BA	HKBA
LY-69	ΚΑΛ	BTA	HKBA
KA-10	ΚΑΛ	BTA	SHO
KA-97	ΚΑΛ	TB	SHO
KO-61	ΚΑΛ	BA	A
KA-15	ΚΑΛ	TA	HKA
KO-101	ΚΑΛ	TRA	HKA
KO-57	ΚΑΛ	TA	HKA
KO-92	ΚΑΛ	BA	HKA
LY-70	ΚΑΛ	TA	HKA
TS-67	ΚΑΛ	BTA	HKA
XE-3	ΚΑΛ	BTA	HKA
TS-66	ΚΑΛ	TA	LA
IAS-1	ΚΑΛ	TRA	TRA
KO-50	ΚΑΛ	RHY	RHY
DIM-2	ΔΙΠ	RHY	RHY
DIP-35	ΔΙΠ	RHY	RHY
LIV-27	ΔΙΠ	RHY	RHY
PA-1	ΔΙΠ	D	RHY
TRA-1	ΔΙΠ	RHY	RHY
ZARK-1	ΔΙΠ	RHY	RHY
N-07	ΕΛΑ	TA	HKA
N-12	ΕΛΑ	TA	HKA
V-07	ΕΛΑ	A	HKA
A-12A	ΕΛΑ	BTA	HKBA
A-12B	ΕΛΑ	BTA	HKBA



ΕΛΑΤΙΑ

✕ ΗΚΒΑ, ΗΚΑ

ΔΙΠΟΤΑΜΑ-ΚΟΤΥΛΗ-ΖΑΡΚΑΔΕΝΙΑ

▲ ΗΚΔ

● ΡΗΥ

ΚΟΤΑΝΗ-ΚΑΛΟΤΥΧΟ

■ ΒΑ, ΗΚΒΑ, SHO

◆ Α, ΗΚΑ, ΛΑ, ΤΡΑ

○ ΡΗΥ

Σχήμα 2.4. Ταξινόμηση των ηφαιστειακών πετρωμάτων των περιοχών Ελατιά (ΕΛΑ), Κοτάνη-Καλότυχο (ΚΑΛ) και Διπόταμα-Κοτύλη-Ζαρκαδένια (ΔΙΠ). Επάνω κατά TAS, κάτω κατά Peccerillo-Taylor.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Για τη μελέτη της ορυκτολογίας αναλύθηκαν τα ορυκτά των δειγμάτων A-12A και A-12B, τα οποία έχουν χαρακτηριστεί ως βασालτικοί ανδεσίτες. Οι αναλύσεις των ορυκτών δίνονται στους πίνακες 3.1 – 3.βββ

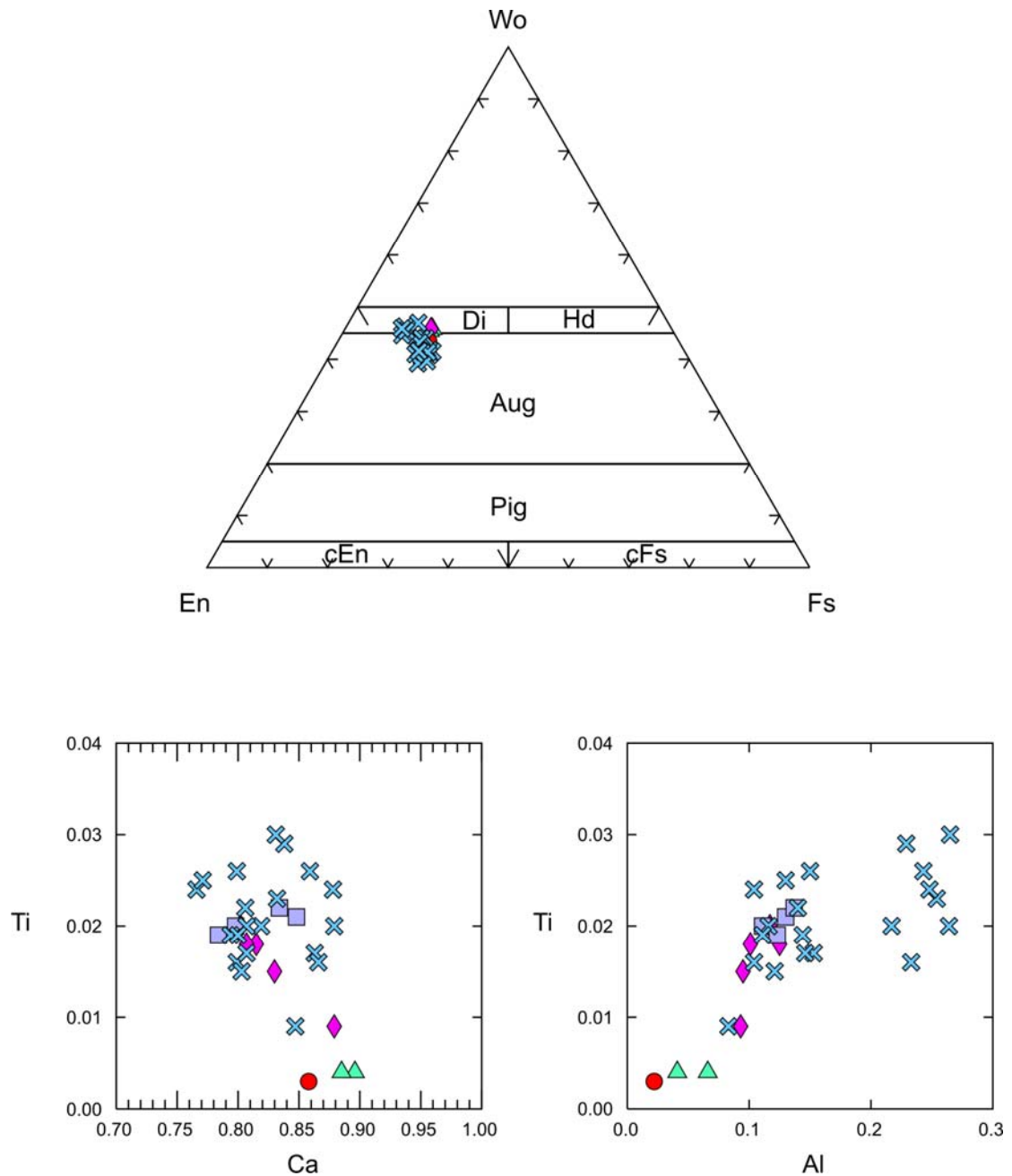
3.1 ΠΥΡΟΞΕΝΟΙ

Οι χημικές αναλύσεις και οι τύποι δομής των πυροξένων των ηφαιστειακών πετρωμάτων της περιοχής Ελατιάς (ΕΛΑ) δίνονται στον πίνακα 3.1. Για σύγκριση δίνονται και οι αναλύσεις πυροξένων από τα ηφαιστειακά πετρώματα των περιοχών Κοτάνη-Καλότυχο (ΚΑΛ) και Διπόταμα-Κοτύλη-Ζαρκαδένια (ΔΙΠ). Η σύσταση των πυροξένων (ΕΛΑ) κυμαίνεται από $\text{En}_{41-45}\text{Fs}_{9-17}\text{Wo}_{39-47}$. Η τιμή $100\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe}^{2+}+\text{Fe}^{3+}+\text{Mn})$ κυμαίνεται από 71.5-82.6. Η αντίστοιχη σύσταση των πυροξένων (ΚΑΛ) και (ΔΙΠ) είναι $\text{En}_{40-44}\text{Fs}_{14-16}\text{Wo}_{41-46}$, η δε τιμή $100\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe}^{2+}+\text{Fe}^{3+}+\text{Mn})$ κυμαίνεται από 72.6-75.9. Η ονοματολογία των πυροξένων φαίνεται στο σχήμα 3.1 όπου οι πυρόξενοι προβάλλονται στα πεδία του διοψίδιου και του αυγίτη. Παράλληλα στα διαγράμματα του σχήματος 3.1 φαίνεται η ομοιότητα των πυροξένων των παραπάνω περιοχών.

Πίνακας 3.1. Αναλύσεις και τύποι δομής πυροξένων των ηφαιστειακών πετρωμάτων των περιοχών Ελατιά (ΕΛΑ), Κοτάνη-Καλότυχο (ΚΑΛ) και Διπόταμα-Κοτύλη-Ζαρκαδένια (ΔΠ).

ΔΕΙΓΜΑ	ΚΑ-10	ΚΑ-23	ΙΑΣ-53	LY-69	KO-61	TS-67	LY-70	KO-57	TS-66	L-4	LL-1	PA-1	A12-A	A12-A	A12-A	A12-A	A12-A	A12-A
ΤΥΠΟΣ	SHO	B	HKBA	HKBA	A	HKBA	HKBA	HKBA	LA	HKD	HKD	RHY	HKBA	HKBA	HKBA	HKBA	HKBA	HKBA
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΚΑΛ	ΚΑΛ	ΚΑΛ	ΚΑΛ	ΚΑΛ	ΚΑΛ	ΚΑΛ	ΚΑΛ	ΚΑΛ	ΔΠ	ΔΠ	ΔΠ	ΕΛΑ	ΕΛΑ	ΕΛΑ	ΕΛΑ	ΕΛΑ	ΕΛΑ
ΑΝΑΛΥΣΗ	29	8	9	18	15	4	22	8	5	6	5	2	16	17	18	19	2	2
ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΣ													1	2 (τυρ.)	2	2	2	2
SiO ₂	50.95	50.68	51.40	51.58	51.35	51.45	51.04	51.70	51.87	52.77	52.23	52.69	51.85	48.90	48.52	48.76		
TiO ₂	0.77	0.73	0.70	0.69	0.73	0.66	0.65	0.53	0.33	0.14	0.14	0.12	0.31	1.03	1.09	0.82		
Al ₂ O ₃	3.11	2.95	2.51	2.82	2.67	2.29	2.82	2.16	2.11	0.94	1.48	0.49	1.91	5.25	6.14	5.88		
FeO	8.20	8.66	9.45	9.11	9.10	8.78	9.33	8.20	8.26	8.19	7.99	8.32	7.73	7.58	8.54	8.21		
MnO	0.29	0.25	0.34	0.31	0.41	0.41	0.33	0.40	0.47	0.91	0.89	1.14	0.56	0.18	0.25	0.16		
MgO	14.64	14.31	14.64	15.31	14.82	15.11	14.36	15.23	13.70	13.97	14.07	14.63	15.43	14.74	14.44	14.67		
CaO	20.81	21.16	19.87	19.71	20.08	20.40	20.03	20.89	21.85	22.40	22.04	21.31	21.54	21.13	21.18	21.20		
Na ₂ O	0.28	0.37	0.29	0.29	0.37	0.32	0.31	0.45	0.43	0.37	0.33	0.29	0.85	0.56	0.55	0.67		
K ₂ O													0.02	0.02	0.04	0.03		
ΣΥΝΟΛΟ	99.05	99.11	99.20	99.82	99.53	99.42	98.87	99.56	99.02	99.69	99.17	98.99	100.17	99.39	100.75	100.39		
Αριθμός καπνόντων με βάση 6 οξυγόνα																		
Si	1.905	1.897	1.926	1.914	1.914	1.917	1.919	1.918	1.947	1.970	1.957	1.979	1.903	1.810	1.776	1.786		
Al	0.095	0.103	0.074	0.086	0.086	0.083	0.081	0.082	0.053	0.030	0.043	0.021	0.083	0.190	0.224	0.214		
Fe ³⁺	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.000	0.000	0.000		
T	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000		
Al	0.042	0.027	0.037	0.037	0.031	0.018	0.044	0.013	0.040	0.011	0.023	0.001	0.000	0.039	0.041	0.040		
Fe ³⁺	0.029	0.062	0.019	0.031	0.041	0.051	0.023	0.072	0.026	0.037	0.036	0.034	0.140	0.135	0.164	0.178		
Ti	0.022	0.021	0.020	0.019	0.020	0.018	0.018	0.015	0.009	0.004	0.004	0.003	0.009	0.029	0.030	0.023		
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
Mg	0.816	0.798	0.818	0.847	0.823	0.839	0.805	0.842	0.767	0.777	0.786	0.819	0.844	0.797	0.765	0.760		
Fe ²⁺	0.091	0.092	0.107	0.065	0.084	0.073	0.110	0.058	0.158	0.170	0.151	0.142	0.007	0.000	0.000	0.000		
M1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		
Mg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016	0.023	0.041		
Fe ²⁺	0.137	0.117	0.170	0.186	0.159	0.149	0.160	0.125	0.075	0.048	0.063	0.085	0.075	0.100	0.097	0.073		
Mn	0.009	0.008	0.011	0.010	0.013	0.013	0.011	0.013	0.015	0.029	0.028	0.036	0.017	0.006	0.008	0.005		
Ca	0.834	0.848	0.798	0.784	0.802	0.815	0.807	0.830	0.879	0.896	0.885	0.858	0.847	0.838	0.831	0.832		
Na	0.020	0.027	0.021	0.021	0.027	0.023	0.023	0.032	0.031	0.027	0.024	0.021	0.060	0.040	0.039	0.047		
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.001		
M2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		
En	42.6	41.5	42.5	44.0	42.8	43.3	42.0	43.4	39.9	39.7	40.3	41.5	43.4	43.0	41.7	42.4		
Fs	13.9	14.5	16.0	15.2	15.4	14.8	15.9	13.8	14.3	14.5	14.3	15.1	13.1	12.7	14.3	13.6		
Wo	43.5	44.1	41.5	40.8	41.7	42.0	42.1	42.8	45.8	45.8	45.4	43.4	43.5	44.3	44.0	44.0		
100Mg/(Mg+Fe ²⁺ +Fe ³⁺ +Mn)	75.5	74.1	72.7	74.3	73.5	74.6	72.6	75.9	73.7	73.2	73.8	73.4	76.8	77.2	74.5	75.8		
Fe ₂ O ₃	1.04	2.21	0.66	1.13	1.47	1.82	0.83	2.57	0.91	1.33	1.29	1.21	5.58	4.85	5.95	6.47		
FeO	7.27	6.67	8.85	8.10	7.78	7.15	8.58	5.89	7.44	6.99	6.83	7.23	2.70	3.22	3.18	2.39		

πυρ.: πυρήνας, περ.: περιφέρεια.



Σχήμα 3.1. Διάγραμμα ταξινόμησης (επάνω) και διαγράμματα Ti-Ca και Ti-Al (κάτω) των πυροξένων των ηφαιστειακών πετρωμάτων των περιοχών Ελατιά (ΕΛΑ), Κοτάνη-Καλότυχο (ΚΑΛ) και Διπόταμα-Κοτύλη-Ζαρκαδένια. Συμβολισμός όπως στο Σχ. 2.4.

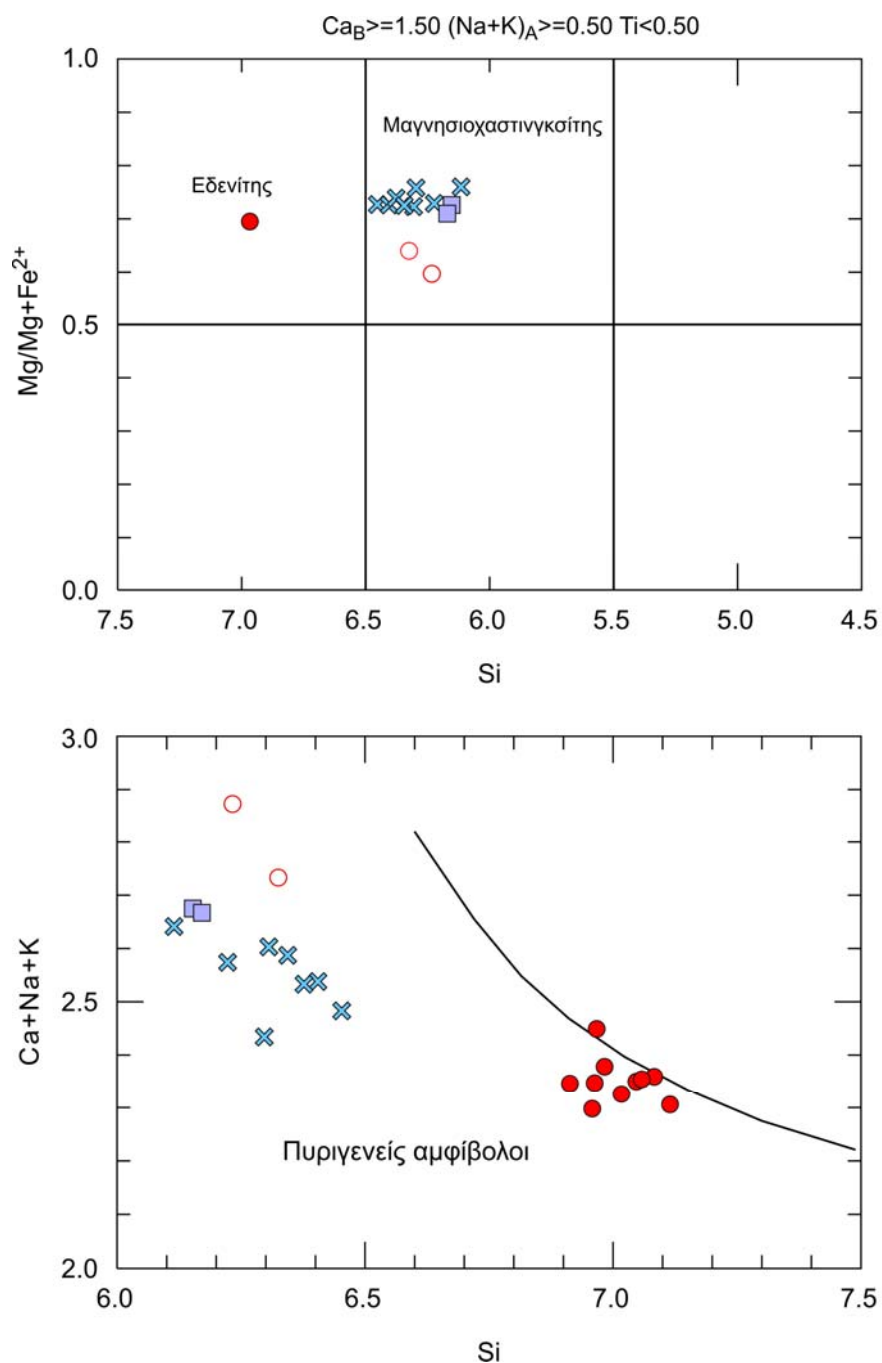
3.2 ΑΜΦΙΒΟΛΟΙ

Οι χημικές αναλύσεις και οι τύποι δομής των αμφιβόλων των ηφαιστειακών πετρωμάτων της περιοχής Ελατιάς (ΕΛΑ) δίνονται στον πίνακα 3.2. Για σύγκριση δίνονται και οι αναλύσεις αμφιβόλων από τα ηφαιστειακά πετρώματα των περιοχών Κοτάνη-Καλότυχο (ΚΑΛ) και Διπόταμα-Κοτύλη-Ζαρκαδένια (ΔΙΠ). Οι αμφίβολοι (ΕΛΑ) χαρακτηρίζονται ως μαग्νησιοχαστινγκσίτης (Σχ. 3.2). Η τιμή $100\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe}^{2+})$ κυμαίνεται από 72.3-76.0. Οι αμφίβολοι (ΚΑΛ) και (ΔΙΠ) χαρακτηρίζονται ως μαग्νησιοχαστινγκσίτης και εδενίτης (Σχ. 3.2) καθώς και μαग्νησιοκεροστίλβη. Η τιμή $100\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe}^{2+})$ κυμαίνεται από 61.5-72.0. Επίσης, στο διάγραμμα $\text{CA}+\text{Na}+\text{K}$ προς Si οι αμφίβολοι προβάλλονται στο πεδίο των πυριγενών αμφιβόλων.

Πίνακας 3.2. Αναλύσεις και τύποι δομής αμφιβόλων των ηφαιστειακών πετρωμάτων των περιοχών Ελατιά (ΕΛΑ), Κοτάνη-Καλότυχο (ΚΑΛ) και Διπόταμα-Κοτύλη-Ζαρκαδένια (ΔΙΠ).

ΔΕΙΓΜΑ ΤΥΠΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	ΚΑ-10 SHO ΚΑΛ (4)*	L-4 HKD ΔΙΠ (6)	LL-1 HKD ΔΙΠ (8)	DIM-2 RHY ΔΙΠ (5)	ZARK-1 RHY ΔΙΠ (5)	R-27 RHY ΔΙΠ (7)	R-27 RHY ΔΙΠ (3)	ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΣ																
								A12-A HKBA ΕΛΑ 1 (πυρ.)	A12-A HKBA ΕΛΑ 2	A12-A HKBA ΕΛΑ 3	A12-A HKBA ΕΛΑ 4	A12-A HKBA ΕΛΑ 1 (πυρ.)	A12-A HKBA ΕΛΑ 2	A12-A HKBA ΕΛΑ 3	A12-A HKBA ΕΛΑ 4	A12-A HKBA ΕΛΑ 5	A12-A HKBA ΕΛΑ 2	A12-A HKBA ΕΛΑ 3	A12-A HKBA ΕΛΑ 4					
								42.13	47.90	47.97	48.85	48.15	48.98	42.21	42.63	43.69	43.26	43.75	43.17	43.93	43.69	43.93	43.69	43.93
SiO ₂	3.22	1.22	1.26	1.18	1.16	1.12	2.54	2.91	2.51	2.62	2.68	2.57	2.46	2.44	2.72	2.57	2.68	2.57	2.46	2.44	2.72	2.57	2.68	2.57
Al ₂ O ₃	12.07	6.38	6.42	5.94	6.40	5.95	10.76	11.27	11.11	10.15	10.56	11.11	10.39	10.56	11.81	11.11	10.39	12.20	11.94	10.39	10.56	11.81	11.11	10.39
FeO	11.92	13.17	13.39	13.60	13.09	13.17	14.86	12.70	12.82	12.20	12.68	12.20	11.94	12.14	11.88	12.20	11.94	12.20	11.94	12.14	11.88	12.20	11.94	12.14
MnO		1.08	0.84		1.18	0.93	0.69	0.22	0.40	0.38	0.39	0.26	0.33	0.26	0.26	0.33	0.26	0.33	0.26	0.33	0.26	0.33	0.26	0.33
MgO	14.00	14.37	14.05	14.50	14.28	14.53	11.74	13.99	14.35	13.93	14.25	14.05	13.97	14.40	14.18	14.40	13.97	14.05	13.97	14.40	14.18	14.40	13.97	14.40
CaO	11.65	11.80	11.56	11.85	11.40	11.43	11.00	11.38	11.12	11.00	11.30	11.68	11.25	11.31	11.33	11.31	11.25	11.68	11.25	11.31	11.33	11.31	11.33	11.31
Na ₂ O	2.32	1.26	1.51	1.23	1.50	1.51	2.72	2.31	2.09	2.16	2.38	2.20	1.96	2.16	2.43	2.20	1.96	2.20	1.96	2.16	2.43	2.20	1.96	2.16
K ₂ O	1.05	0.79	0.69	0.71	0.61	0.60	1.23	0.75	0.71	0.93	0.88	0.82	0.83	0.82	0.80	0.82	0.83	0.82	0.83	0.82	0.80	0.82	0.80	0.82
ΣΥΝΟΛΟ	98.36	97.97	97.69	97.86	97.77	98.22	97.75	98.17	98.80	96.62	98.87	98.05	97.05	97.78	96.78	98.05	97.05	98.05	97.05	97.78	96.78	98.05	97.78	96.78
Αριθμός κατιόντων με βάση 23 οξυγόνα																								
Si	6.148	6.982	7.019	7.110	7.020	7.097	6.315	6.223	6.297	6.405	6.344	6.306	6.453	6.377	6.115	6.306	6.453	6.306	6.453	6.377	6.115	6.306	6.453	6.377
Al ^{IV}	1.852	1.018	0.981	0.890	0.980	0.903	1.685	1.777	1.703	1.595	1.656	1.694	1.547	1.623	1.885	1.694	1.547	1.694	1.547	1.623	1.885	1.694	1.547	1.623
T	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
Al ^{VI}	0.224	0.078	0.126	0.129	0.120	0.113	0.213	0.162	0.184	0.177	0.149	0.217	0.252	0.194	0.172	0.184	0.217	0.217	0.252	0.194	0.172	0.184	0.217	0.194
Ti	0.353	0.134	0.139	0.129	0.127	0.122	0.286	0.320	0.272	0.292	0.292	0.282	0.271	0.268	0.302	0.282	0.271	0.282	0.271	0.268	0.302	0.282	0.271	0.268
Fe ³⁺	0.271	0.337	0.252	0.209	0.322	0.293	0.223	0.416	0.559	0.351	0.370	0.320	0.318	0.376	0.480	0.351	0.318	0.320	0.318	0.376	0.480	0.351	0.318	0.376
Mg	3.046	3.123	3.065	3.146	3.104	3.139	2.619	3.045	3.083	3.075	3.080	3.059	3.059	3.133	3.123	3.083	3.059	3.059	3.059	3.133	3.123	3.083	3.059	3.133
Fe ²⁺	1.106	1.269	1.386	1.387	1.274	1.302	1.636	1.058	0.903	1.107	1.110	1.121	1.100	1.030	0.923	0.903	1.100	1.121	1.100	1.030	0.923	1.030	0.923	1.030
Mn	0.000	0.060	0.032	0.000	0.053	0.030	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
C	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Fe ²⁺	0.078	0.000	0.000	0.060	0.000	0.000	0.000	0.077	0.084	0.053	0.058	0.048	0.049	0.076	0.064	0.084	0.048	0.048	0.049	0.076	0.064	0.084	0.048	0.076
Mn	0.000	0.073	0.072	0.000	0.092	0.084	0.064	0.027	0.048	0.048	0.048	0.032	0.042	0.032	0.032	0.048	0.032	0.042	0.032	0.032	0.032	0.048	0.032	0.032
Ca	1.821	1.843	1.812	1.848	1.781	1.774	1.763	1.779	1.718	1.744	1.755	1.828	1.770	1.769	1.794	1.718	1.744	1.828	1.770	1.769	1.794	1.769	1.794	1.769
Na	0.101	0.084	0.116	0.093	0.127	0.142	0.173	0.117	0.150	0.155	0.139	0.091	0.139	0.123	0.109	0.150	0.155	0.091	0.139	0.123	0.109	0.123	0.109	0.123
B	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Na	0.555	0.272	0.313	0.255	0.297	0.283	0.616	0.538	0.435	0.464	0.530	0.532	0.419	0.488	0.588	0.435	0.464	0.532	0.419	0.488	0.588	0.435	0.488	0.588
K	0.195	0.147	0.129	0.132	0.113	0.111	0.235	0.140	0.130	0.176	0.163	0.152	0.156	0.153	0.150	0.130	0.176	0.152	0.156	0.153	0.150	0.153	0.150	0.153
A	0.751	0.419	0.441	0.386	0.411	0.394	0.851	0.678	0.566	0.639	0.693	0.684	0.574	0.641	0.738	0.566	0.639	0.684	0.574	0.641	0.738	0.641	0.738	0.641
100Mg/(Mg+Fe ²⁺)	72.0	71.1	68.9	68.5	70.9	70.7	61.5	72.9	75.8	72.6	72.5	72.3	72.7	73.9	76.0	72.9	75.8	72.6	72.7	73.9	76.0	73.9	76.0	73.9

* Μέσος όρος αναλύσεων, πυρ.: πυρήνας, περ.: περιφέρεια.

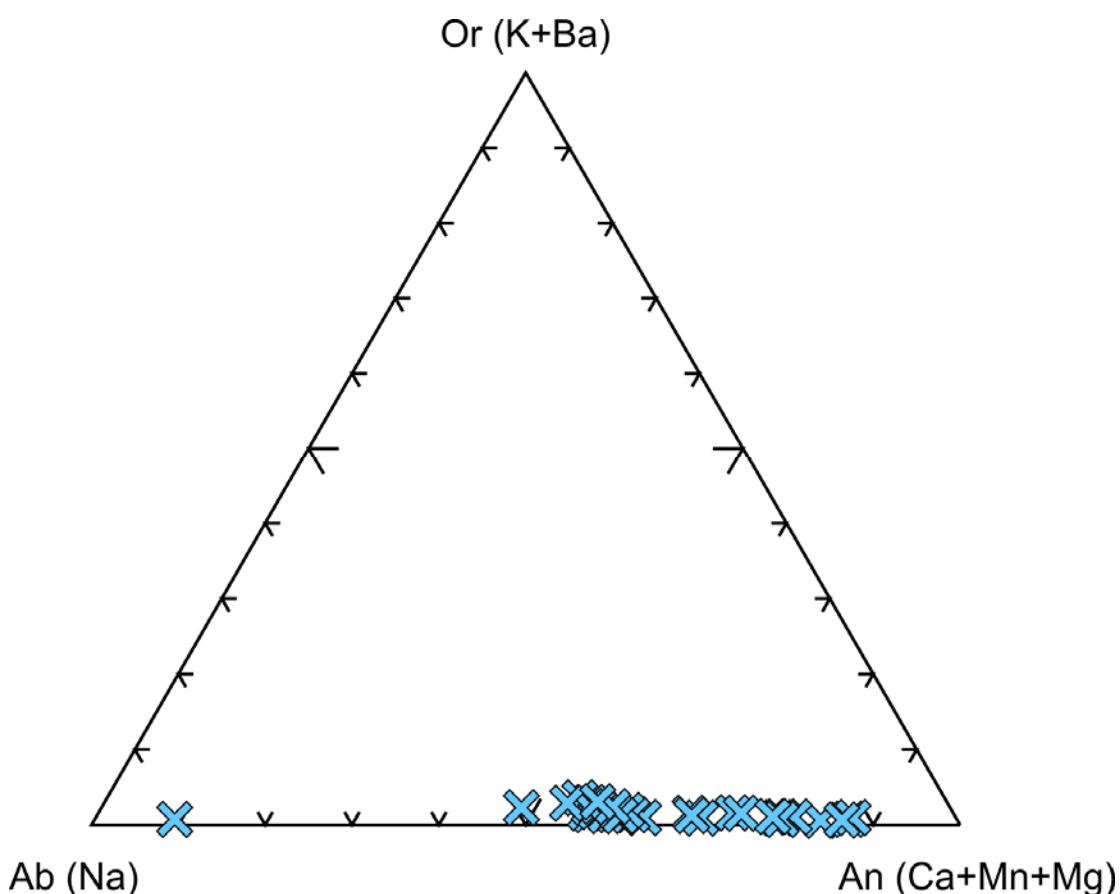


Σχήμα 3.2. Διάγραμμα ταξινόμησης (επάνω) και διάγραμμα $Ca+Na+K$ προς Si (κάτω) των αμφιβόλων των ηφαιστειακών πετρωμάτων των περιοχών Ελατιά (ΕΛΑ), Κοτάνη-Καλότυχο (ΚΑΛ) και Διπόταμα-Κοτύλη-Ζαρκαδένια. Συμβολισμός όπως στο Σχ. 2.4.

3.3 ΠΛΑΓΙΟΚΛΑΣΤΑ

Οι χημικές αναλύσεις και οι τύποι δομής των πλαγιόκλαστων των ηφαιστειακών πετρωμάτων της περιοχής Ελατιάς (ΕΛΑ) δίνονται στον πίνακα 3.3. Οι συστάσεις των πλαγιόκλαστων προβάλλονται στο τριγωνικό διάγραμμα Or-Ab-An (Σχ. 3.3). Η σύσταση των πλαγιόκλαστων κυμαίνεται από 48.4-87.2 An% με εξαίρεση μία ανάλυση 9.2 An%. Τα πλαγιόκλαστα χαρακτηρίζονται ως λαβραδόριο και βυτωβνίτης.

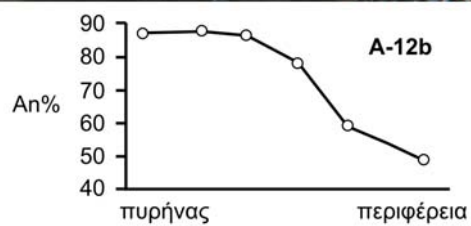
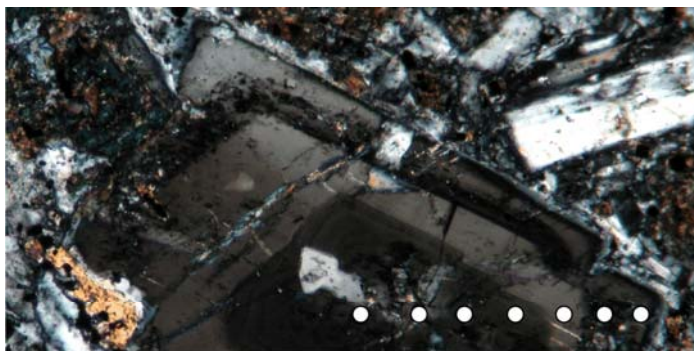
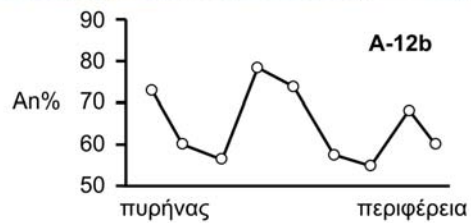
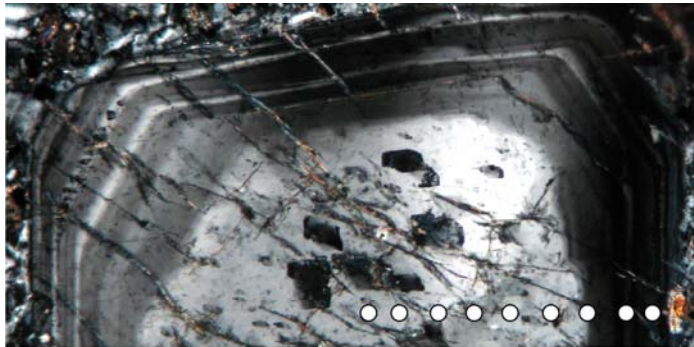
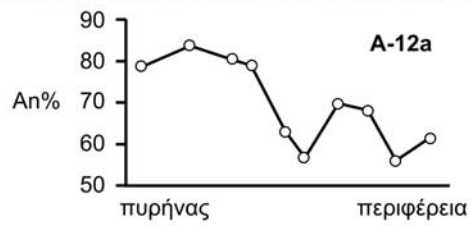
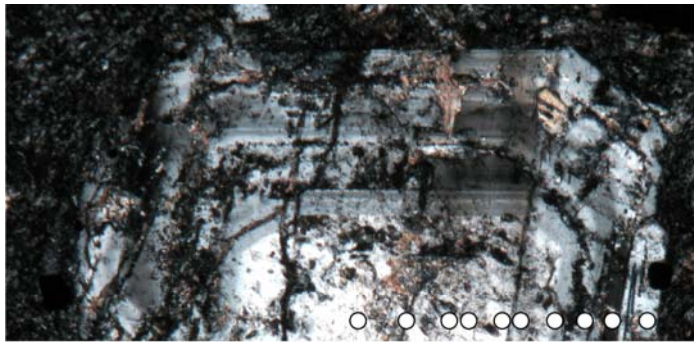
Τα πλαγιόκλαστα εμφανίζουν έντονη ζώνωση. Για τη μελέτη της ζώνωσης έγιναν σημειακές μικροαναλύσεις από τον πυρήνα προς την περιφέρεια (προφίλ) (Σχ. 3.4). Στο σχήμα φαίνεται ότι η ζώνωση άλλοτε είναι κυματοειδής και άλλοτε κανονική.



Σχήμα 3.3. Κατανομή σύστασης πλαγιόκλαστων σε τριγωνικό διάγραμμα Or-Ab-An των ηφαιστειακών πετρωμάτων της περιοχής Ελατιάς (ΕΛΑ). Συμβολισμός όπως στο Σχ. 2.4.

Πίνακας 3.3. Αναλύσεις και τύποι δομής πλαγιοκλάστων των ηφαιστειακών πετρωμάτων των περιοχών Ελατιά (ΕΛΑ), Κοτάνη-Καλότυχο (ΚΑΛ) και Διπόταμα-Κοτύλη-Ζαρκαδένια (ΔΠ).

ΔΕΙΓΜΑ	A12-A		A12-A		A12-A		A12-A		A12-A		A12-A		A12-A		A12-A		A12-A		A12-A		A12-B		A12-B	
	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ		
ΤΥΠΟΣ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ		
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ		
ΑΝΑΛΥΣΗ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ	ΗΚΒΑ	ΕΛΑ		
ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΣ	1 (τυρ.)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	46.64	46.16	47.54	48.08	51.22	53.44	49.44	49.96	53.49	51.28	64.38	52.77	52.04	53.01	48.85	52.06								
SiO ₂	0.02	0.23	0.07	0.05			0.22	0.07	0.07				0.08		0.01	0.20								
Al ₂ O ₃	32.38	33.09	33.04	33.64	29.92	28.97	31.44	31.15	28.84	30.25	21.00	29.52	29.42	29.24	31.66	29.30								
FeO	0.43	0.60	0.57	0.66	0.29	0.36	0.58	0.40	0.28	0.61	0.57	0.36	0.40	0.49	0.57	0.62								
MnO				0.01	0.12		0.05		0.15						0.03									
MgO				0.20						0.12														
CaO	16.31	16.77	16.38	16.38	12.75	11.51	14.45	14.20	11.33	12.57	1.89	11.81	12.53	11.43	15.12	12.13								
Na ₂ O	2.35	1.74	2.09	2.34	4.04	4.71	3.37	3.49	4.78	4.24	10.18	4.52	4.27	4.56	2.90	4.34								
K ₂ O	0.16	0.10	0.18	0.19	0.17	0.23	0.16	0.27	0.27	0.24	0.13	0.21	0.33	0.30	0.28	0.26								
ΣΥΝΟΛΟ	98.28	98.69	99.86	101.54	98.51	99.22	99.71	99.53	99.21	99.29	98.20	99.33	99.07	99.06	99.40	98.90								
Αριθμός καπνίωντων με βάση 8 οξυγόνα																								
Z	2.183	2.152	2.186	2.176	2.362	2.435	2.268	2.292	2.438	2.348	2.883	2.406	2.386	2.420	2.251	2.389								
	1.786	1.818	1.790	1.794	1.626	1.556	1.700	1.685	1.550	1.633	1.108	1.586	1.590	1.573	1.719	1.585								
	0.017	0.023	0.022	0.025	0.011	0.014	0.022	0.015	0.011	0.023	0.021	0.014	0.015	0.019	0.022	0.024								
	0.001	0.008	0.002	0.002	0.000	0.000	0.008	0.002	0.002	0.000	0.002	0.000	0.003	0.000	0.000	0.007								
	3.986	4.001	4.001	3.997	3.999	4.004	3.997	3.995	4.001	4.004	4.014	4.006	3.994	4.012	3.993	4.004								
X	0.0																							



Σχήμα 3.4. Προφίλ
πλαγιοκλάστων με
σημειακές
μικροαναλύσεις από τον
πυρήνα προς την
περιφέρεια που δείχνουν
κυματοειδή ζώνωση
(επάνω και μέσο) και
κανονική ζώνωση (κάτω).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 ΓΕΩΧΗΜΕΙΑ

Με τα δεδομένα των χημικών αναλύσεων των ηφαιστειακών πετρωμάτων των περιοχών Ελατιά (ΕΛΑ), Κοτάνη-Καλότυχο (ΚΑΛ) και Διπόταμα-Κοτύλη-Ζαρκαδένια (ΔΠ) (Πίν. 2.4) κατασκευάστηκαν διαγράμματα Harker για τα κύρια στοιχεία και τα ιχνοστοιχεία (Σχ. 4.1 και 4.2).

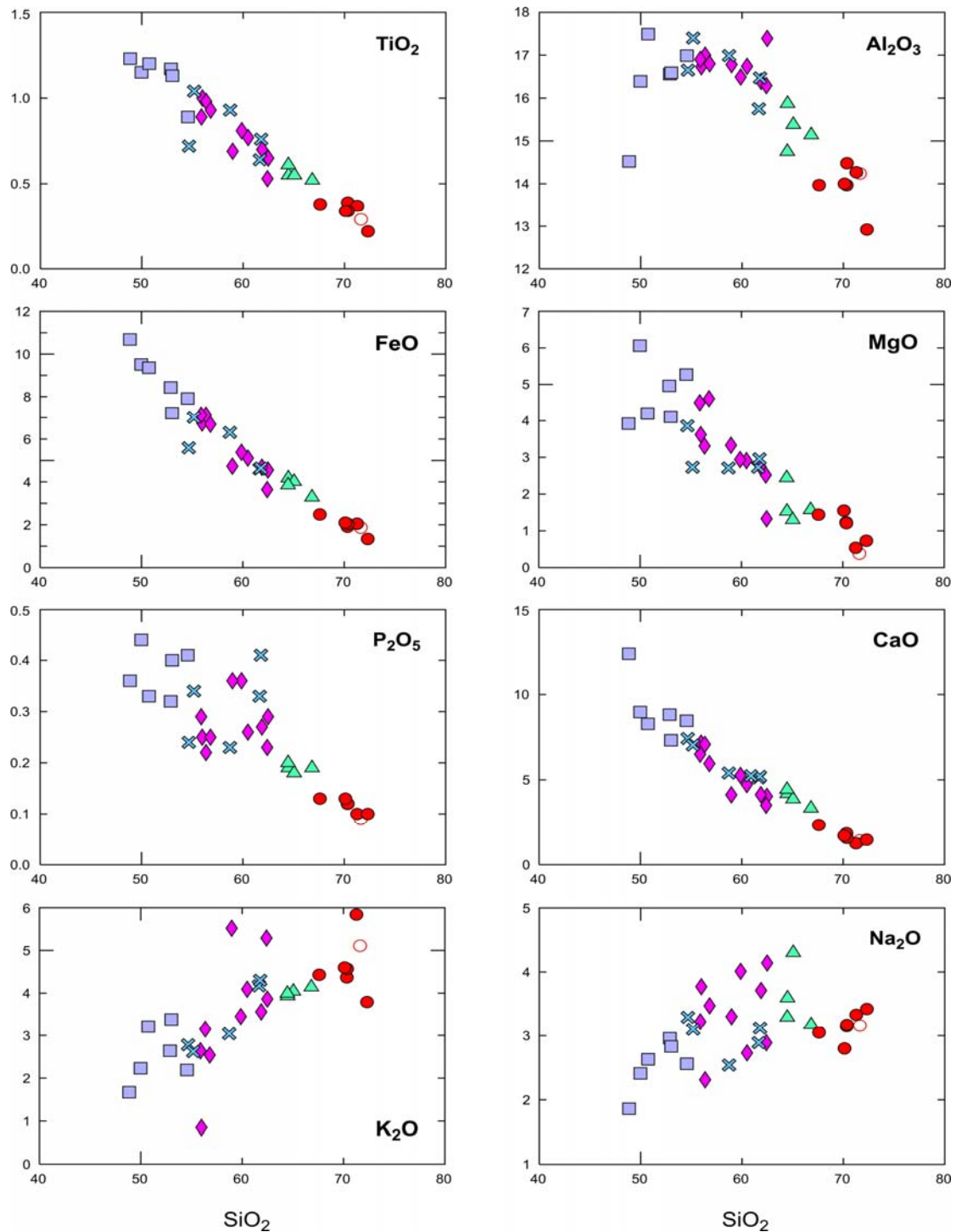
Σε αυτά φαίνεται η γεωχημική ομοιότητα των ηφαιστειακών πετρωμάτων της Ελατιάς (ΕΛΑ) με τα υπόλοιπα ηφαιστειακά πετρώματα Κοτάνη-Καλότυχο (ΚΑΛ) και Διπόταμα-Κοτύλη-Ζαρκαδένια (ΔΠ).

Το SiO_2 στα δείγματα (ΕΛΑ) κυμαίνεται από 55–62 %. Στην ομάδα (ΚΑΛ) κυμαίνεται 49-62wt% (εκτός από το δείγμα ΚΟ-50 με 72%), ενώ στην περιοχή Διπόταμα βρίσκεται μεταξύ 64-72%.

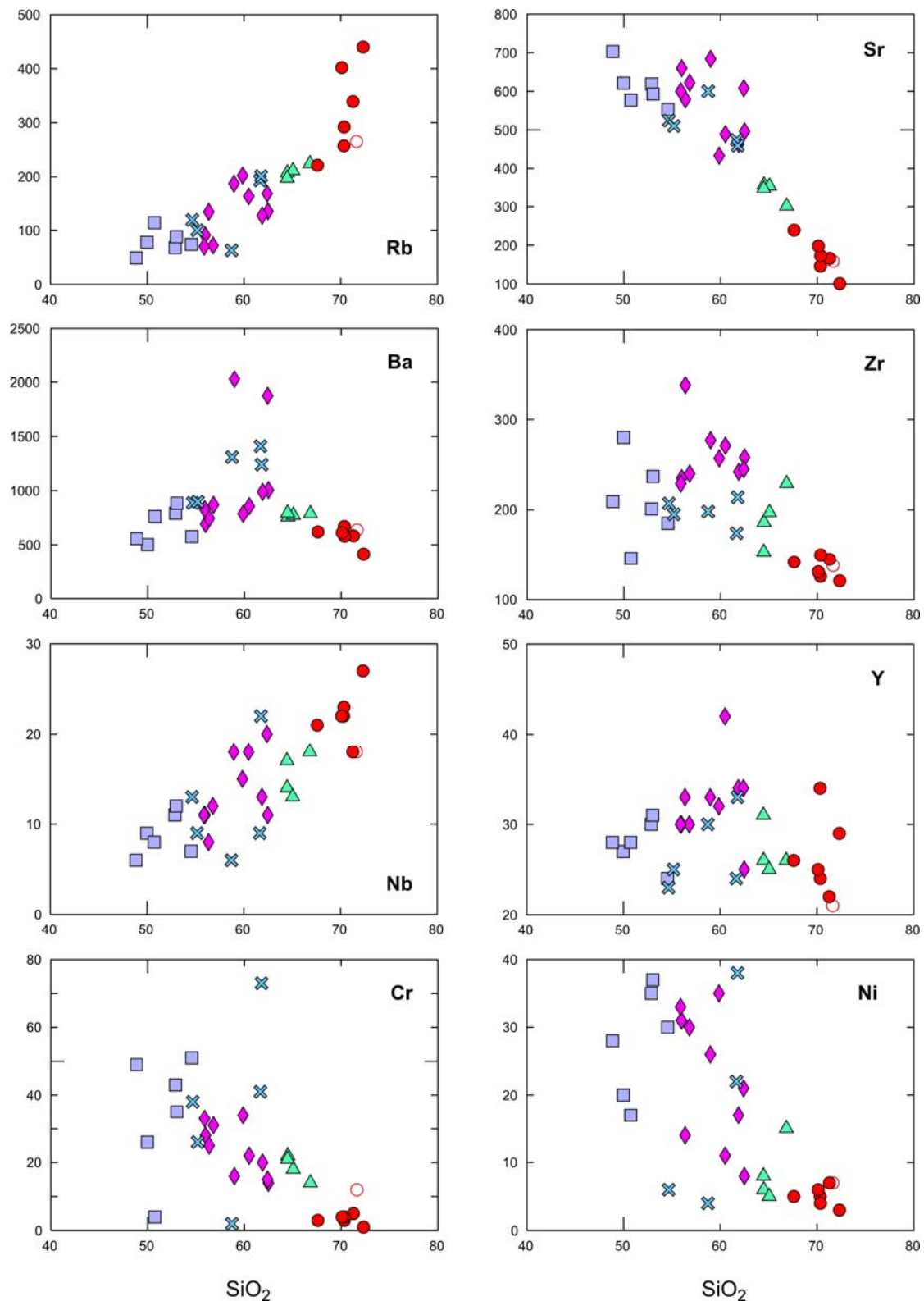
Τα FeO , MgO , CaO , P_2O_5 , TiO_2 , Sr και Cr δείχνουν φθίνουσα τάση με το SiO_2 . Αντίθετα τα K_2O , Na_2O , Rb και Nb δείχνουν αυξητική τάση σε σχέση με το SiO_2 . Τα Al_2O_3 , Ba , Zr και Y αυξάνονται από τα βασικά προς τα ενδιάμεσα πετρώματα και μειώνονται από τους υψηλού K δακίτες προς τους ρυόλιθους.

Επίσης τα ηφαιστειακά πετρώματα των παραπάνω περιοχών δείχνουν υψηλού K ασβεσταλκαλική έως σωσσονιτική τάση όπως φαίνεται στο διάγραμμα Peccerillo-Taylor (Σχ. 2.4).

Όπως τονίζει ο Eleftheriadis (1995) τα πετρώματα δείχνουν γεωχημικά χαρακτηριστικά ηφαιστειακού τόξου ηπειρωτικών περιοχών. Μερικά τέτοια χαρακτηριστικά είναι α) η αναλογία $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ βρίσκεται κοντά στη μονάδα στα οξινότερα πετρώματα, β) η περιεκτικότητα σε TiO_2 είναι χαμηλή <1%, γ) οι αναλογίες λιθόφιλων στοιχείων με μεγάλη ιοντική ακτίνα (LILE) προς τα υψηλού σθένους στοιχεία είναι υψηλές και δ) ο εμπλουτισμός των βασικότερων πετρωμάτων σε Sr , K , Rb και Ba σε σχέση με το Nb και Cr .



Σχήμα 4.1. Διαγράμματα Harker κύριων στοιχείων των ηφαιστειακών πετρωμάτων των περιοχών Ελατιά (ΕΛΑ), Κοτάνη-Καλότυχο (ΚΑΛ) και Διπόταμα-Κοτύλη-Ζαρκαδένια (ΔΙΠ). Συμβολισμός όπως στο σχήμα 2.4.



Σχήμα 4.2. Διαγράμματα Harker ιχνοστοιχείων των ηφαιστειακών πετρωμάτων των περιοχών Ελατιά (ΕΛΑ), Κοτάνη-Καλότυχο (ΚΑΛ) και Διπόταμα-Κοτύλη-Ζαρκαδένια (ΔΙΠ). Συμβολισμός όπως στο σχήμα 2.4.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η περιοχή της Ελατιάς, που βρίσκεται βόρεια του νομού Δράμας, ανήκει στην γεωτεκτονική ζώνη της Ροδόπης. Η ζώνη αυτή αποτελείται από κρυσταλλοσχιστώδη (γνευσίους, μάρμαρα, σχιστόλιθους, αμφιβολίτες). Σημαντική είναι η παρουσία όξινων πυριγενών πετρωμάτων.

Τα ηφαιστειακά πετρώματα της Ελατιάς που μελετήθηκαν χαρακτηρίστηκαν ως ανδεσίτες και βασαλτικοί ανδεσίτες. Οι ανδεσίτες αποτελούνται από πλαγιόκλαστα, πυρόξενους και σε μικρότερες ποσότητες βρέθηκαν σανίδινο, βιοτίτης και κεροστίλβη. Οι βασαλτικοί ανδεσίτες περιέχουν πλαγιόκλαστα και πυρόξενους και σε ένα δείγμα βρέθηκε και κεροστίλβη. Η θεμελιώδης μάζα είναι μικροκρυσταλλική και αποτελείται από κρυστάλλους πλαγιοκλαστών.

Η σύσταση των κλινοπυροξένων είναι διοψίδιος και αυγίτης και των πλαγιοκλάστων λαβραδόριο και βυτωβνίτης. Η κεροστίλβη προβάλλεται στο πεδίο του μαγνησιοχαστινγκσίτη.

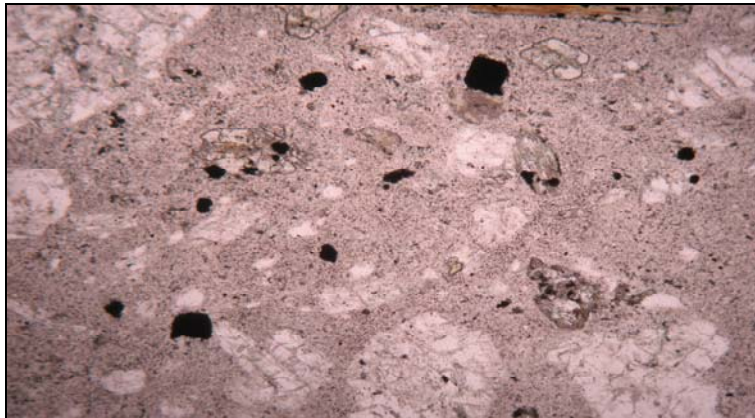
Τα πετρώματα της περιοχής Κοτάνη-Καλότυχο ταξινομούνται σε βασάλτες, υψηλού Κ βασαλτικούς ανδεσίτες, υψηλού Κ ανδεσίτες, λατίτες και τραχείτες. Τα πετρώματα αυτά περιέχουν κυρίως φαινοκρυστάλλους πλαγιοκλάστων, κλινοπυροξένων και μικρή ποσότητα από υπερσθενή. Η θεμελιώδης μάζα είναι από κρυσταλλική έως υποκρυσταλλική.

Τα ηφαιστειακά πετρώματα της περιοχής Διπόταμα είναι ταξινομημένα σε υψηλού Κ ανδεσίτες και ρυόλιθους. Περιέχουν φαινοκρύσταλλους πλαγιοκλάστων, χαλαζία και σανίδινο, ενώ χαρακτηρίζονται από τυπικό πορφυριτικό ιστό.

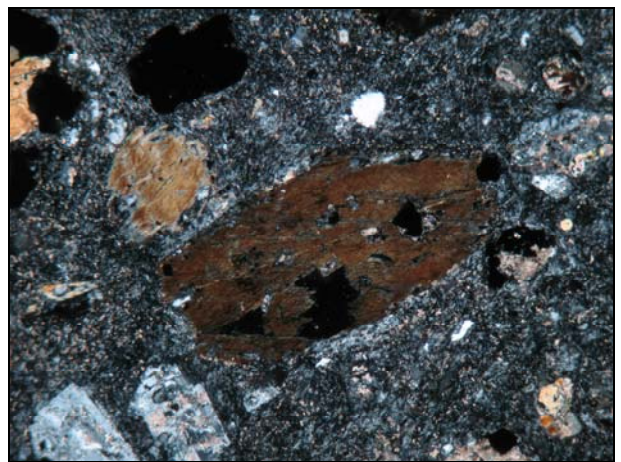
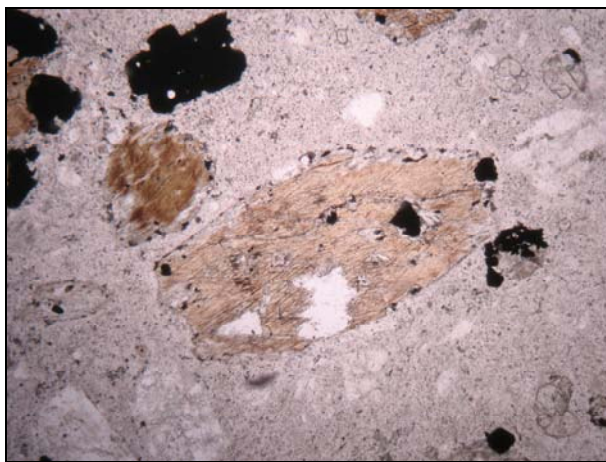
Όλα τα ανώτερα πετρώματα προήλθαν από μερική τήξη των πετρωμάτων που ανήκουν στον ωκεάνιο φλοιό ο οποίος καταδύεται κάτω από την ηπειρωτική πλάκα.

Η γεωχημεία των πετρωμάτων τα χαρακτηρίζει ως υψηλού Κ ασβεσταλακαλικά έως σωσσονιτικά. Η ορυκτολογική και γεωχημική μελέτη κατέδειξε την ομοιότητα των ηφαιστειακών πετρωμάτων της Ελατιάς με αυτά των γειτονικών περιοχών Κοτάνη-Καλότυχο και Διπόταμα-Κοτύλη-Ζαρκαδένια.

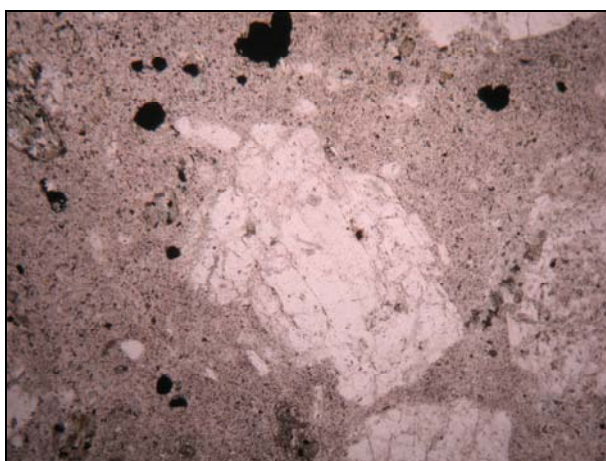
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



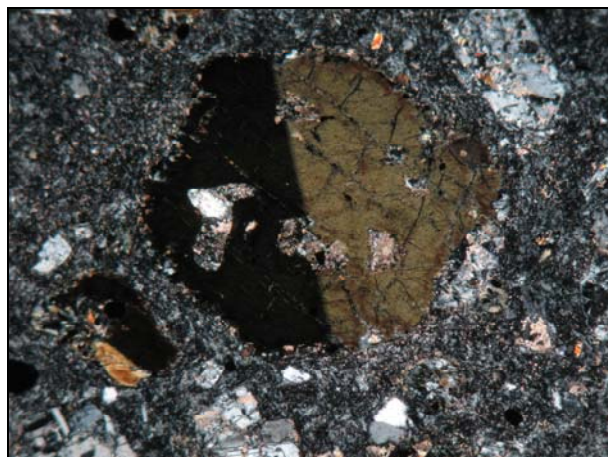
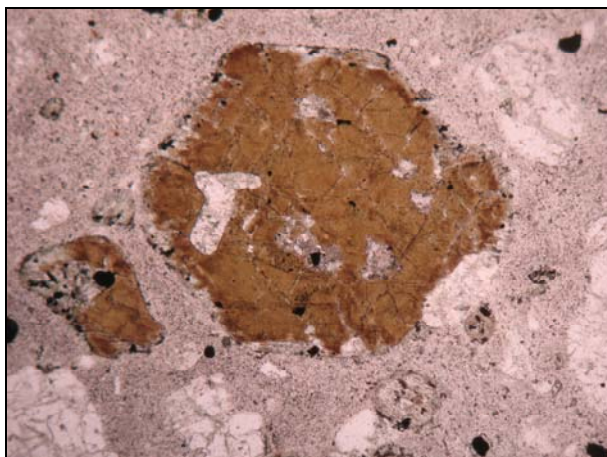
Φωτογραφία 1. Θεμελιώδης μάζα του δείγματος A12-a. Είναι λεπτομερής και αποτελείται από κρυστάλλους πλαγιокλάστων. Η κατακόρυφη διάσταση είναι 5mm.



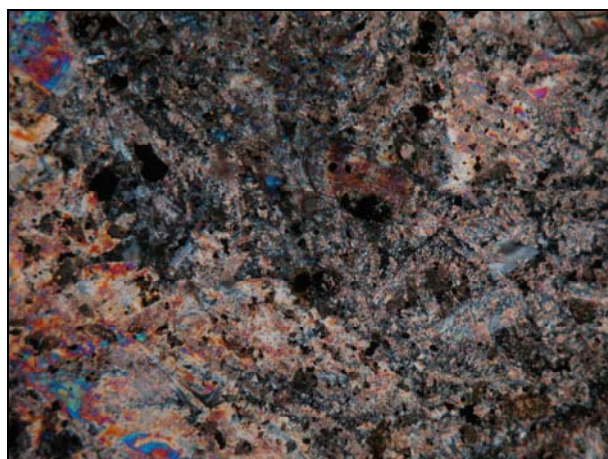
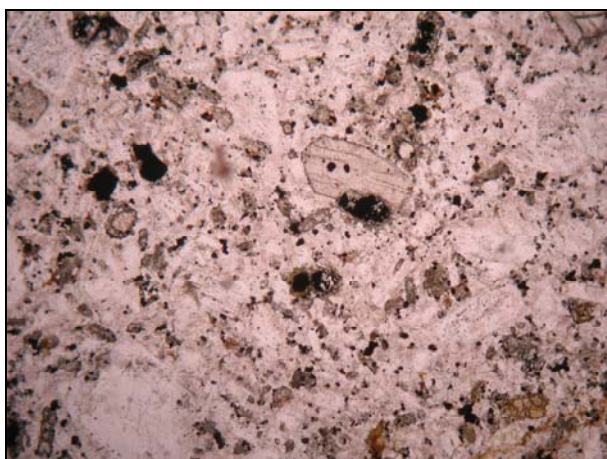
Φωτογραφία 2. Κρύσταλλος κεροστίλβης που ανήκει στο δείγμα A12-a της Ελατιάς. Αριστερά ο κρύσταλλος φαίνεται με πολωτή ενώ δεξιά με πολωτή και αναλυτή. Η κατακόρυφη διάσταση είναι 5mm.



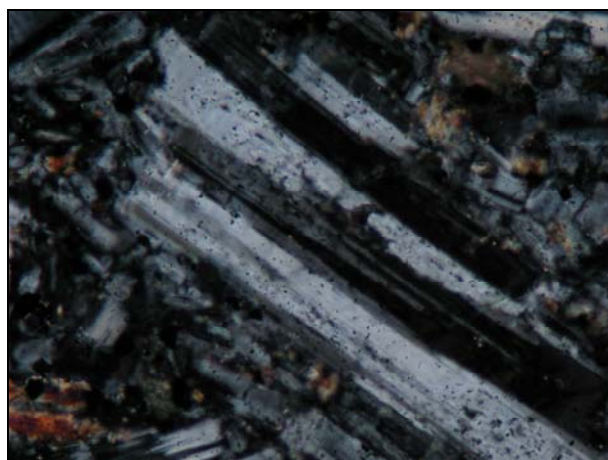
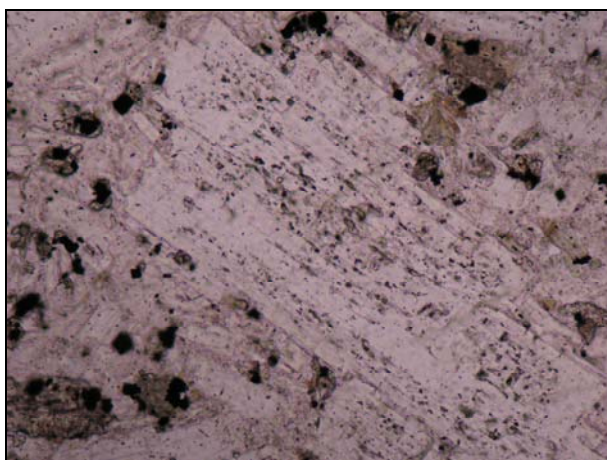
Φωτογραφία 3. Κρύσταλλος πλαγιокλάστων που ανήκει στο δείγμα A12-a της Ελατιάς. Αριστερά ο κρύσταλλος φαίνεται με πολωτή ενώ δεξιά με πολωτή και αναλυτή. Η κατακόρυφη διάσταση είναι 5mm.



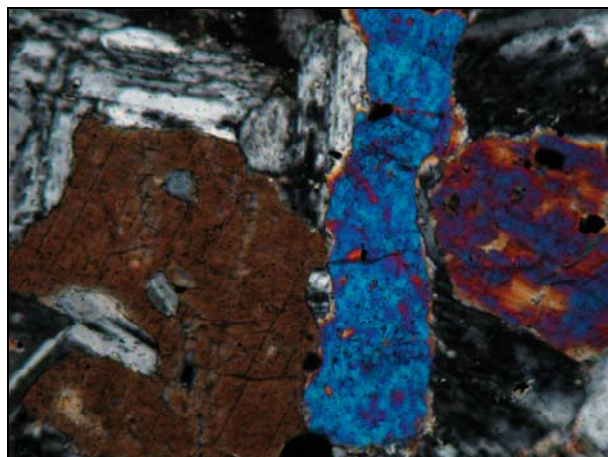
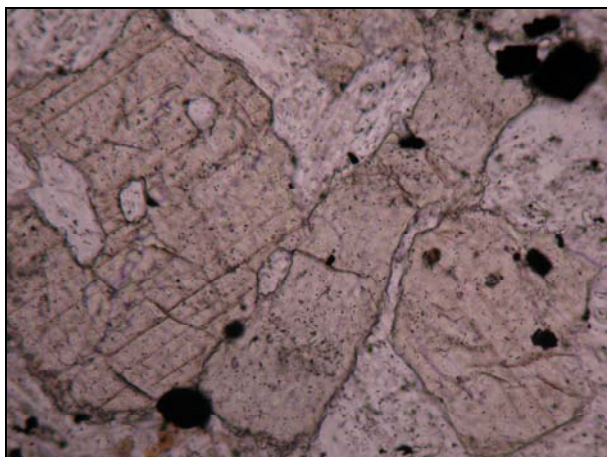
Φωτογραφία 4. Κρύσταλλος κεροσίλβης που ανήκει στο δείγμα A12-a της Ελατιάς. Αριστερά ο κρύσταλλος φαίνεται με πολωτή ενώ δεξιά με πολωτή και αναλυτή. Η κατακόρυφη διάσταση είναι 5mm.



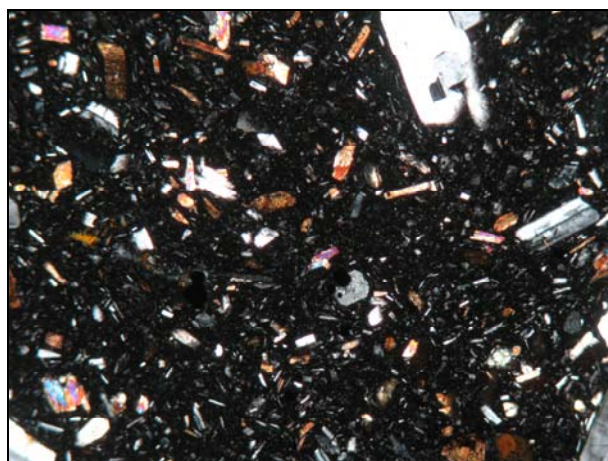
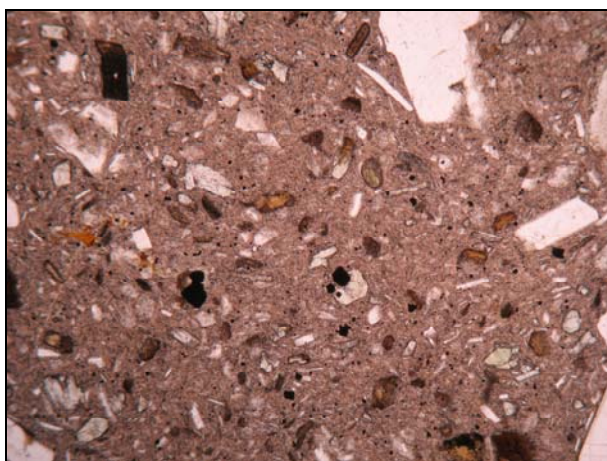
Φωτογραφία 5. Θεμελιώδης μάζα του δείγματος A12-b. Είναι πιο κρυσταλλική από το A12-a. Η κατακόρυφη διάσταση είναι 5mm



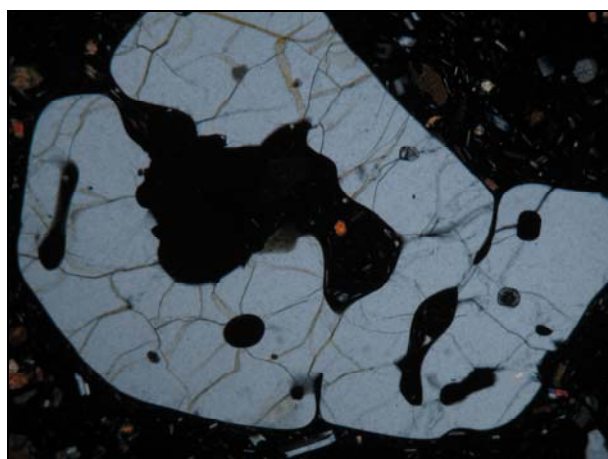
Φωτογραφία 6. Κρύσταλλος πλαγιόκλαστων που ανήκει στο δείγμα A12-b της Ελατιάς. Αριστερά ο κρύσταλλος φαίνεται με πολωτή και δεξιά με πολωτή και αναλυτή. Χαρακτηριστικές είναι οι διδυμίες που φαίνονται. Η κατακόρυφη διάσταση είναι 1,2mm.



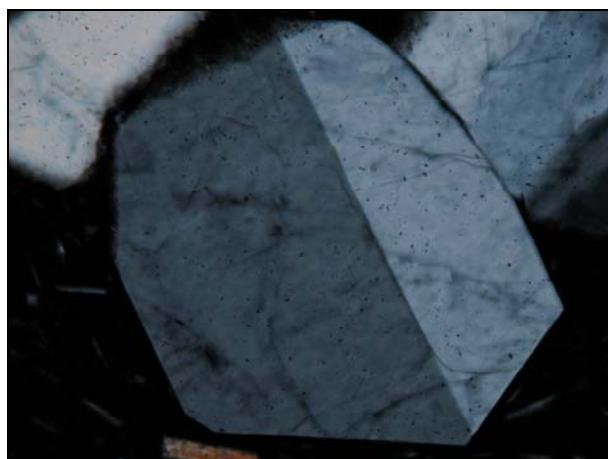
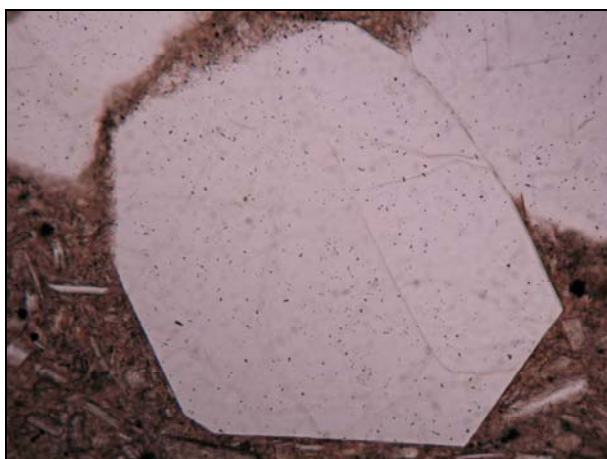
Φωτογραφία 7. Κρύσταλλοι κλινοπυροξένων που ανήκει στο δείγμα A12-b της Ελατιάς. Αριστερά οι κρύσταλλοι φαίνονται με πολωτή ενώ δεξιά με πολωτή και αναλυτή. Η κατακόρυφη διάσταση είναι 1,2mm.



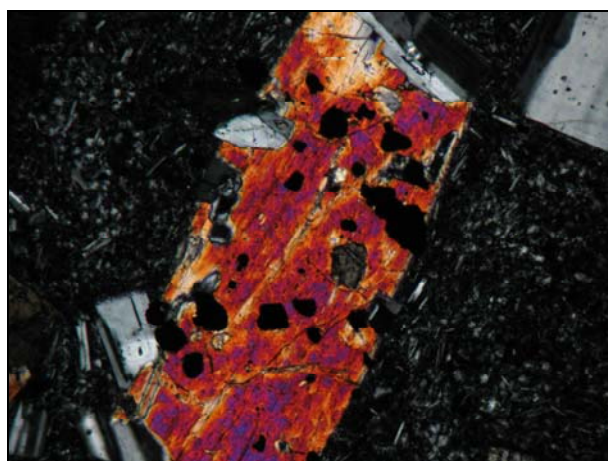
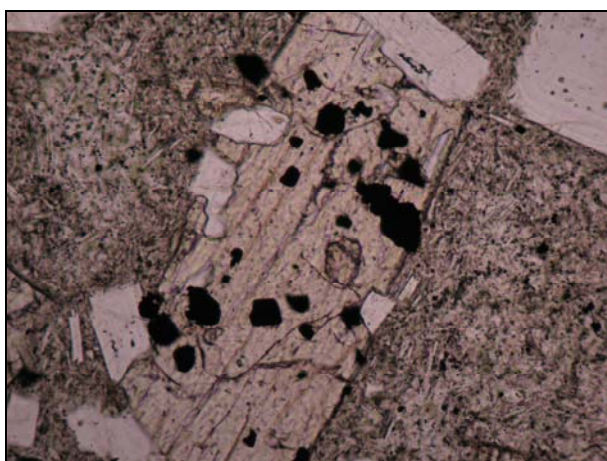
Φωτογραφία 8. Θεμελιώδης μάζα του δείγματος N12. Είναι μικροκρυσταλλική. Η κατακόρυφη διάσταση είναι 5mm.



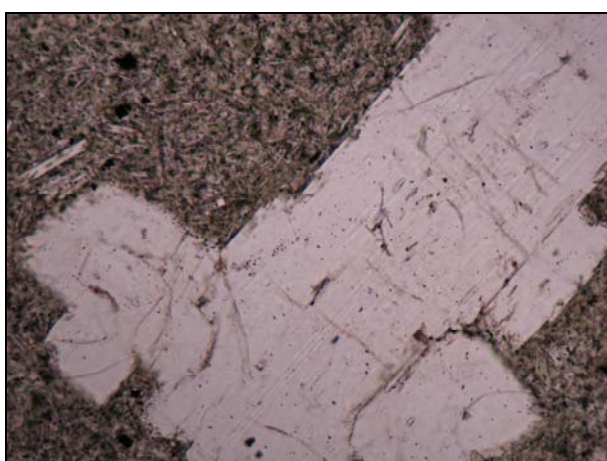
Φωτογραφία 9. Κρύσταλλος χαλαζία που ανήκει στο δείγμα N12 της Ελατιάς. Αριστερά ο κρύσταλλος φαίνεται με πολωτή ενώ δεξιά με πολωτή και αναλυτή. Παρατηρούμε ότι ο κρύσταλλος έχει υπόστει μαγματική διάβρωση. Η κατακόρυφη διάσταση είναι 5mm.



Φωτογραφία 10. Κρύσταλλος σανιδίνου που ανήκει στο δείγμα N12 της Ελατιάς. Αριστερά ο κρύσταλλος φαίνεται με πολωτή και αναλυτή. Η κατακόρυφη διάσταση είναι 1,2mm.



Φωτογραφία 11. Κρύσταλλος κλινόπυροξένου που ανήκει στο δείγμα V7της Ελατιάς. Αριστερά ο κρύσταλλος φαίνεται με πολωτή ενώ δεξιά με πολωτή και αναλυτή. Η κατακόρυφη διάσταση είναι 1,2mm.



Φωτογραφία 12. Κρύσταλλος πλαγιοκλάστων που ανήκει στο δείγμα V7της Ελατιάς. Αριστερά ο κρύσταλλος φαίνεται με πολωτή και δεξιά με πολωτή και αναλυτή. Χαρακτηριστικές είναι οι διδυμίες που φαίνονται. Η κατακόρυφη διάσταση είναι 1,2mm.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. "Γεωλογία της Ελλάδος" (1985), Δ.Μουντράκης
2. "Ορυκτοδιαγνωστική", Η.Σ.Σαπουντζη-Γ.Θ.Χριστοφίδη
3. "Petrogenesis of the Oligocene volcanics from the Central Rhodope mssif" (1995), G.Eleftheriadis, Department of Mineralogy-Petrology-Economic Geology, Thessaloniki University
4. Zoned Clinopyroxenes from the volcanic Rocks of Almopia (Voras Mts), Central Macedonia, Greece (1988), G.E. Eleftheriadis, Department of Mineralogy-Petrology-Economic Geology, Thessaloniki University
5. *"Πετρολογία και Γεωχημεία του πλουτωνίτη της Ελατιάς(Κεντρική Ροδόπη)", (1985) Τ.Κ. Σολδάτου, Γεωλόγου- Χημικού, Διδακτορική Διατριβή
6. "Η πετρολογική σημασία των μαρμαρυγιών και των αμφιβόλων από τα τριτογενή ηφαιστειακά πετρώματα της Ελληνικής Κεντρικής Ροδόπης" (2005), Γ.Ελευθεριάδης-Τ.Σολδάτος, 2ο Συνέδριο της Επιτροπής Οικονομικής Γεωλογίας, Ορυκτολογίας και Γεωχημείας