



Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ – ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Θωμάς Μπεχλιβάνος

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2014



Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ – ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μπεχλιβάνος Θωμάς

Επιβλέπουσα :

Δρ. Κόκκινου Ελένη
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

Επιτροπή Αξιολόγησης :

Δρ. Ελένη Κόκκινου
: Δρ. Σάλτας Βασίλειος
: Δρ. Σουπιός Παντελεήμων

Ημερομηνία Παρουσίασης :

Αύξων Αριθμός Πτυχιακής Εργασίας :

Ευχαριστίες

Μέσα από αυτό το σημείωμα θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την καθηγήτριά μου, κυρία Ελένη Κόκκινου, για όλη την βοήθεια που μου προσέφερε στο διάστημα της επιμέλειας της πτυχιακής μου εργασίας. Επίσης ευχαριστώ θερμά την εξεταστική επιτροπή.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την αγάπη τους, για τη στήριξη τους στις δύσκολες στιγμές και για ότι μου έχουν χαρίσει όλα αυτά τα χρόνια.

Περίληψη

Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η μικροσκοπική μελέτη πετρωμάτων που είναι διαθέσιμα στο εργαστήριο της Γεωλογίας -Υδρογεωλογίας του τμήματος Μηχ. Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος. Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας μελετήθηκαν και φωτογραφήθηκαν στο μικροσκόπιο τα παρακάτω πετρώματα. Πιο συγκεκριμένα:

- Έγινε ορθοσκοπική εξέταση με και χωρίς Nicols, με στόχο να μελετηθούν τα εξής χαρακτηριστικά: Διαφάνεια, Σχήμα της τομής, Σχισμός, Χρώμα, Πλεοχρωισμός, Εκτίμηση του δείκτη διάθλασης και Εξαλλοιώσεις.
- Τα πετρώματα που μελετήθηκαν και φωτογραφήθηκαν μακροσκοπικά και μικροσκοπικά είναι: Γνεύσιος, Γρανίτης, Ψαμμίτης, Κροκαλοπαγές, Μάρμαρο, Όνυχας, Τούβλο.

Abstract

Aim of the present work is the microscopic study of rocks that are available in the laboratory of Geology-Hydrogeology in the Dep. of Natural Resources and Environmental Eng. In specifics:

- In the microscope the following features were studied: Transparency, Figure incision, Slit, Color, Pleochroism, Estimation of the refractive index and Alteration.
- The rocks that were studied and photographed macroscopically and microscopically are: gneiss, granite, sandstone, conglomerates, Marble, Onyx, Brick.

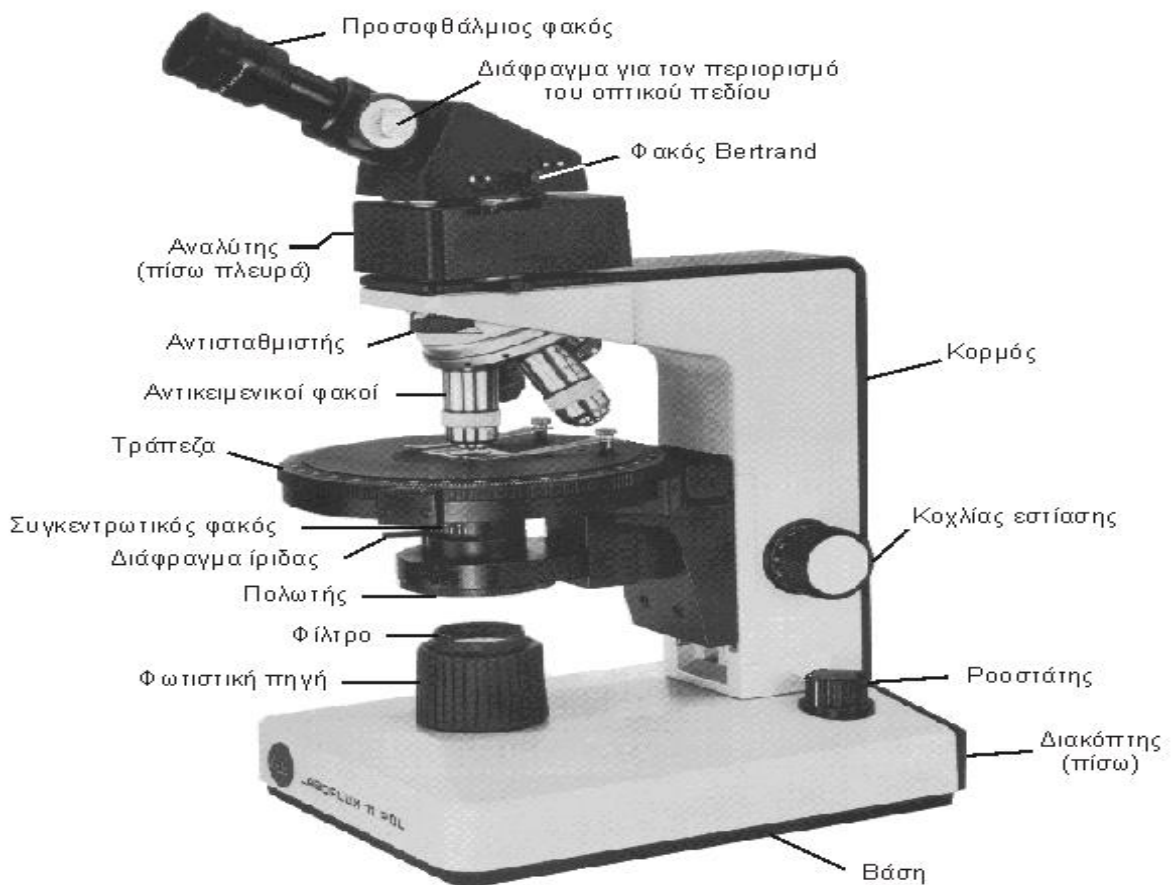
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ – ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ	1
	Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ – ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ	- 3 -
1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΠΟΛΩΤΙΚΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ	- 4 -
1.1	Γενικά για τη δομή του μικροσκοπίου	- 4 -
1.2	Οπτικές ιδιότητες πετρογενετικών ορυκτών	- 7 -
2	ΠΕΤΡΟΛΟΓΙΑ ΠΥΡΙΓΕΝΩΝ,ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΜΕΝΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ	- 24 -
2.1	Γενικά για τα πυριγενή πετρώματα	- 24 -
2.1.1	Μορφολογικοί τύποι πυριγενών πετρωμάτων	- 24 -
2.1.2	Ονοματολογία και ταξινόμηση πυριγενών πετρωμάτων	- 28 -
2.1.3	Όξινα-ενδιάμεσα και βασικά πυριγενή πετρώματα	- 46 -
2.1.4	Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά των πυριγενών πετρωμάτων	- 93 -
2.2	Γενικά για τα ιζηματογενή πετρώματα	- 101 -
2.2.1	Σχηματισμός ιζηματογενών πετρωμάτων	- 101 -
2.2.2	Ταξινόμηση ιζηματογενών πετρωμάτων	- 103 -
2.2.3	Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά των ιζηματογενών πετρωμάτων	- 112 -
2.3	Γενικά για τα μεταμορφωμένα πετρώματα	- 118 -
2.3.1	Τι είναι η μεταμόρφωση των πετρωμάτων	- 118 -
2.3.2	Κατηγορίες μεταμόρφωσης	- 119 -
2.3.3	Μεταμορφωμένα πετρώματα	- 121 -
3	ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΤΟΜΩΝ	- 129 -
3.1	Εισαγωγή	- 129 -
3.2	Κατασκευή μικροσκοπικών τομών	- 129 -
3.3	Μεθοδολογία μικροσκοπικής ανάλυσης	- 129 -
3.4	Τα πετρώματα που προσδιορίστηκαν	- 130 -
3.5	Συμπεράσματα	- 137 -
4	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	- 138 -

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΠΟΛΩΤΙΚΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ

1.1 Γενικά για τη δομή του μικροσκοπίου

Το πολωτικό - πετρογραφικό μικροσκόπιο (σχ. 1) διαφοροποιείται από το κοινό μικροσκόπιο εξαιτίας της ύπαρξης περιστρεφόμενης τράπεζας και των δύο πολωτικών φίλτρων, του πολωτή και του αναλυτή.



Σχ.1 Πολωτικό-Πετρογραφικό μικροσκόπιο

Πηγή:

http://www.geo.auth.gr/212/0_properties/microscope/microscope.gif

Τα κύρια τμήματα του πολωτικού - πετρογραφικού μικροσκοπίου είναι τα εξής :

Φωτιστική πηγή: Η φωτιστική πηγή βρίσκεται στη βάση του μικροσκοπίου και αποτελείται από μία λάμπα αλογόνου λευκού φωτός και ένα σύστημα φακών και κατόπτρων, που κατευθύνουν το φως προς τα επάνω. Η ένταση του φωτός ρυθμίζεται με ένα ροοστάτη.

Επάνω από τη φωτιστική πηγή υπάρχει θέση για κάποιο φίλτρο που βοηθά σε πιο ξεκούραστη παρατήρηση.

Πολωτής: Ο πολωτής είναι τοποθετημένος αμέσως πάνω από τη φωτιστική πηγή. Αποτελείται από ένα πολωτικό φίλτρο που μετατρέπει το φυσικό φως σε ευθύγραμμο πολωμένο. Στο συγκεκριμένο μικροσκόπιο η διεύθυνση κράδανσης του πολωτή είναι Α-Δ. Ο πολωτής έχει τη δυνατότητα περιστροφής ώστε η διεύθυνση κράδανσης του πολωμένου φωτός να λαμβάνει διάφορες θέσεις.

Διάφραγμα ίριδας: Το διάφραγμα ίριδας ή απλώς διάφραγμα βρίσκεται πάνω από τον πολωτή και ρυθμίζει τη διάμετρο της φωτεινής δέσμης, που περνά από το μικροσκόπιο. Κλείνοντας το διάφραγμα μειώνεται η διάμετρος της φωτεινής δέσμης και τα όρια των ορυκτών διαγράφονται εντονότερα. Η δέσμη αποτελείται από σχεδόν παράλληλες φωτεινές ακτίνες και η παρατήρηση που γίνεται με τέτοιο φωτισμό ονομάζεται ορθοσκοπική παρατήρηση. Κατά την ορθοσκοπική παρατήρηση το διάφραγμα πρέπει να είναι ελαφρώς κλειστό, ενώ αντίθετα κατά την κωνοσκοπική παρατήρηση πρέπει να είναι τελείως ανοικτό.

Συγκεντρωτικός φακός: Ο συγκεντρωτικός ή συγκλίνων φακός είναι τοποθετημένος πάνω από το διάφραγμα και κάτω από την τράπεζα του μικροσκοπίου και περιστρέφεται γύρω από έναν οριζόντιο άξονα έτσι ώστε να παρεμβάλλεται κατά βούληση στην πορεία του φωτός. Δημιουργεί μία ισχυρώς συγκλίνουσα δέσμη φωτός και χρησιμοποιείται για την κωνοσκοπική παρατήρηση, κατά την οποία σχηματίζονται κωνοσκοπικές εικόνες που εξετάζονται με το μεγάλης μεγέθυνσης αντικειμενικό φακό και το φακό Bertrand.

Ο πολωτής, το διάφραγμα και ο συγκεντρωτικός φακός αποτελούν συνήθως ένα ενιαίο σύστημα τοποθετημένο κάτω από την τράπεζα του μικροσκοπίου (Σχ. 2). Το σύστημα αυτό σε ορισμένα μικροσκόπια είναι εφοδιασμένο με έναν ανυψωτικό μηχανισμό που του επιτρέπει να ανεβοκατεβαίνει κατά βούληση.

Τράπεζα μικροσκοπίου: Η στρεφόμενη τράπεζα ή απλώς τράπεζα του πολωτικού μικροσκοπίου είναι κυκλική και τοποθετημένη κατά τέτοιο τρόπο ώστε να περιστρέφεται περί κατακόρυφο άξονα. Στην εξωτερική της πλευρά είναι βαθμολογημένη σε μοίρες και στο πλάι υπάρχει ένας βερνιέρος για την ακριβή μέτρηση διαφόρων γωνιών. Η λεπτή τομή του

πετρώματος τοποθετείται στο κέντρο της τράπεζας όπου υπάρχει μία οπή για να επιτρέψει τη διέλευση του φωτός.

Αντικειμενικοί φακοί: Οι αντικειμενικοί φακοί είναι μεγεθυντικοί φακοί προσαρμοσμένοι σ' ένα περιστρεφόμενο σύστημα. Τα περισσότερα φοιτητικά πολωτικά μικροσκόπια είναι εφοδιασμένα με τρεις αντικειμενικούς φακούς με μεγεθύνσεις συνήθως 4x, 10x και 40x.

Αντισταθμιστής: Ο αντισταθμιστής τοποθετείται σε μία σχισμή υπό γωνία 45ο ως προς το σταυρόνημα ακριβώς πάνω από το περιστρεφόμενο σύστημα των αντικειμενικών φακών και κάτω από τον αναλυτή. Οι αντισταθμιστές είναι πλακίδια διπλοθλαστικών ορυκτών τοποθετημένα σε μεταλλικό ή πλαστικό πλαίσιο, τα οποία παρέχουν ορισμένη διαφορά πορείας στο διερχόμενο φως. Στο πλαίσιο του αντισταθμιστή είναι χαραγμένη η διεύθυνση κράδανσης της αργής ακτίνας (μεγάλος δείκτης διάθλασης) του ορυκτού, η οποία συνήθως γίνεται κάθετα στη μεγάλη διάσταση του αντισταθμιστή.

Αντισταθμιστής γύψου ή λ: Αποτελείται συνήθως από ένα πλακίδιο γύψου ή χαλαζία συγκεκριμένου πάχους που επιφέρει σταθερή διαφορά πορείας ενός μήκους κύματος - περίπου 550 nm - παράγοντας έτσι το ερυθρό χρώμα πρώτης τάξης.

Αντισταθμιστής μοσχοβίτη ή λ/4: Αποτελείται συνήθως από ένα πλακίδιο μοσχοβίτη ή χαλαζία συγκεκριμένου πάχους που επιφέρει σταθερή διαφορά πορείας ενός τετάρτου μήκους κύματος λ/4 - περίπου 140 nm - παράγοντας το γκρίζο χρώμα πρώτης τάξης.

Αντισταθμιστής Berek : Αποτελείται από ένα πλακίδιο ασβεστίτη που στρέφεται γύρω από ένα οριζόντιο άξονα μεταβάλλοντας έτσι τη διπλοθλαστικότητά του και κατ' επέκταση τη διαφορά πορείας που επιφέρει. Με αυτόν τον αντισταθμιστή μπορούμε να προσδιορίσουμε ακριβώς τη διπλοθλαστικότητα του εξεταζόμενου ορυκτού.

Σφήνα χαλαζία: Αποτελείται από ένα σφηνοειδές πλακίδιο χαλαζία που λόγω μεταβαλλόμενου πάχους επιφέρει μεταβαλλόμενη διαφορά πορείας από 0 έως 4λ παράγοντας χρώματα πόλωσης μέχρι τετάρτης τάξης.

Αναλυτής: Ο αναλυτής βρίσκεται πάνω από τους αντικειμενικούς φακούς και παρεμβάλλεται στην πορεία του φωτός κατά βούληση. Είναι όμοιος με τον πολωτή, έχει όμως διεύθυνση κράδανσης B-N δηλαδή κάθετη σε αυτή του πολωτή. Ο πολωτής και ο αναλυτής αναφέρονται και ως Nicols, διότι στα πρώτα μικροσκόπια για την πόλωση του φωτός χρησιμοποιούνταν πρίσματα Nicol.

Διασταυρωμένα Nicols (Nicols X, N+): Όταν ο αναλυτής παρεμβάλλεται στην πορεία του φωτός, τότε ο πολωτής και ο αναλυτής είναι διασταυρωμένοι και η παρατήρηση γίνεται με πολωτή και αναλυτή ή με διασταυρωμένα Nicols. Στην περίπτωση που δεν υπάρχει τίποτε στην τράπεζα του μικροσκοπίου το πεδίο παρατήρησης φαίνεται σκοτεινό, διότι το πολωμένο φως που φθάνει στον αναλυτή έχει διεύθυνση κράδανσης κάθετη και επομένως δεν περνά.

Παράλληλα Nicols (Nicols //, N-): Όταν ο αναλυτής απομακρυνθεί από την πορεία του φωτός, τότε το πεδίο είναι φωτεινό. Ο πολωτής και ο αναλυτής είναι παράλληλοι και η παρατήρηση γίνεται μόνο με πολωτή ή με παράλληλα Nicols.

Φακός Bertrand: Ο φακός Bertrand είναι ένας μικρός φακός ακριβώς πάνω από τον αναλυτή και παρεμβάλλεται στην πορεία του φωτός κατά βούληση. Χρησιμεύει για την παρατήρηση των κωνοσκοπικών εικόνων.

Προσοφθάλμιος φακός: Ο προσοφθάλμιος φακός βρίσκεται στο πάνω μέρος του σωλήνα του μικροσκοπίου και μεγεθύνει το είδωλο που δημιουργείται από τους αντικειμενικούς φακούς. Η συνηθισμένη μεγέθυνση του προσοφθάλμιου είναι 10x. Η ολική μεγέθυνση του μικροσκοπίου ισούται με το γινόμενο της μεγέθυνσης του αντικειμενικού επί τη μεγέθυνση του προσοφθάλμιου. Ο προσοφθάλμιος περιέχει το σταυρόνημα που αποτελείται από δύο κάθετα νήματα και εστιάζεται με την περιστροφή του ανώτερου τμήματος του προσοφθάλμιου.

Μηχανισμός εστίασης: Η εστίαση πραγματοποιείται ανεβάζοντας ή κατεβάζοντας την τράπεζα με τη βοήθεια ενός ή δύο κοχλιών που βρίσκονται στον κορμό του μικροσκοπίου. Υπάρχει δυνατότητα για δύο εστιάσεις, μία κατά προσέγγιση με μεγάλες μετακινήσεις και μία λεπτομερή με πάρα πολύ μικρές μετακινήσεις.

1.2 Οπτικές ιδιότητες πετρογενετικών ορυκτών

Τα ορυκτά μελετώνται με πολωτικό μικροσκόπιο, είτε σε λεπτές τομές είτε σε στιλπνές τομές. Σε λεπτές τομές, πάχους 0.02-0.03 mm εξετάζονται με διερχόμενο φως τα διαφανή ορυκτά, στα οποία περιλαμβάνονται τα περισσότερα βιομηχανικά και πετρογενετικά ορυκτά. Τα μεταλλικά ορυκτά, τα οποία για το προαναφερόμενο πάχος δεν επιτρέπουν το φως να περάσει από αυτά, εξετάζονται σε στιλπνές τομές με ανακλώμενο φως.

Η κατασκευή των λεπτών τομών γίνεται από ειδικά εκπαιδευμένο τεχνικό προσωπικό. Σε γενικές γραμμές, περιλαμβάνει τα εξής:

- Κοπή του δείγματος σε πλακίδιο ορθογωνίου σχήματος διαστάσεων 2X4 cm,
- Στερεοποίηση του πλακιδίου σε γυάλινη πλάκα (*αντικειμενοφόρος πλάκα*) με ρητίνη,
- Λείανση του πλακιδίου μέχρις ότου αποκτήσει το επιθυμητό πάχος των 0.02 – 0.03 mm, και
- Κάλυψη του παρασκευάσματος με λεπτό γυάλινο πλακίδιο (*καλυπτρίδα*) με τη βοήθεια ρητίνης.

Η εξέταση των λεπτών τομών γίνεται με παράλληλη δέσμη φωτός (*ορθοσκοπική εξέταση*) και με κωνική δέσμη (*κωνοσκοπική εξέταση*).

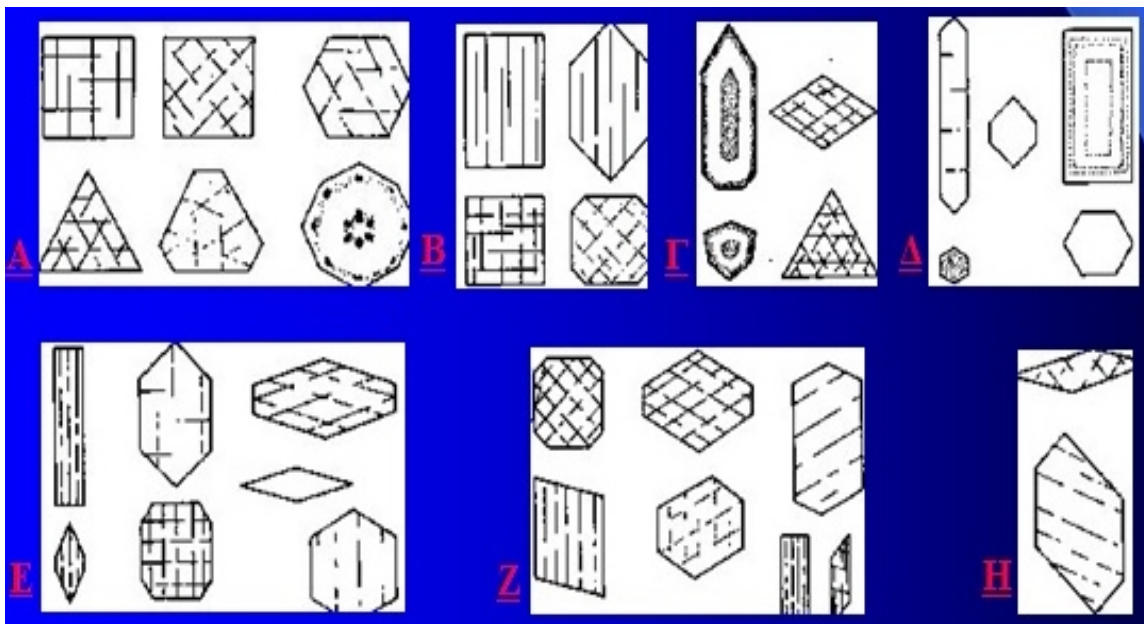
Ορθοσκοπική εξέταση:

<u><i>Εξέταση μόνο με τον πολωτή</i></u>	<u><i>Εξέταση με διασταυρωμένα Nicols</i></u>
<ul style="list-style-type: none"> ◆ <i>Διαφάνεια</i> ◆ <i>Σχήμα της τομής</i> ◆ <i>Σχισμός</i> ◆ <i>Χρώμα</i> ◆ <i>Πλεοχρωισμός</i> ◆ <i>Εκτίμηση του δείκτη διάθλασης</i> ◆ <i>Εξαλλοιώσεις</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ <i>Ισοτροπία - Ανισοτροπία</i> ◆ <i>Ορθή και πλάγια κατάσβεση</i> ◆ <i>Χρώμα πόλωσης της τομής</i> ◆ <i>Προσδιορισμός του na'και ny' με τη βοήθεια αντισταθμιστών</i> ◆ <i>Επιμήκυνση</i> ◆ <i>Διδυμία – πολυδυμία</i> ◆ <i>Ζωνώδης δομή</i>

◆ **Διαφάνεια:** Τα ορυκτά τα οποία, λόγω έντονης απορρόφησης του φωτός, παρουσιάζονται στη λεπτή τομή (χωρίς την παρεμβολή του αναλυτή) μαύρα χαρακτηρίζονται ως *αδιαφανή*. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα περισσότερα ορυκτά των μεταλλευμάτων, όπως επίσης ο γραφίτης, και γενικά, τα υλικά των ανθράκων.

◆ **Σχήμα της τομής:** Εάν ο κρύσταλλος ήταν ιδιόμορφος, δηλαδή είχε αναπτύξει τις κρυσταλλικές του έδρες, η τομή του κρυσταλλικού πολυέδρου θα έχει ευθύγραμμο σχήμα, του οποίου οι περατωτικές γραμμές, συνήθως, συμπίπτουν με βασικές κρυσταλλογραφικές κατευθύνσεις. Το σχήμα της τομής ενός ορυκτού που ανέπτυξε κρυσταλλικό σχήμα προκαθορίζεται από το κρυσταλλικό σύστημα και από τον προσανατολισμό της τομής του. *Άμορφα υλικά όπως το γυαλί ή ο οπάλιος δεν παρουσιάζουν χαρακτηριστικό σχήμα.* Ορυκτά του **κυβικού** συστήματος δίνουν τομές ισομετρικές, τριγωνικές, τετραγωνικές, εξαγωνικές ή

ακόμη και οκταγωνικές (Σχ. 2Α). Ορυκτά του **τετραγωνικού**, **τριγωνικού** και **εξαγωνικού** συστήματος δίνουν κατά μήκος του κρυσταλλογραφικού άξονα c , τομές τετραγώνου, τριγώνου, εξαγώνου ή οκταγώνου (Σχ. 2.Β-Δ). Τα ορυκτά του **ρομβικού**, **μονοκλινούς** και **τρικλινούς** συστήματος (εάν δεν έχουν αναπτυχθεί με αλλοτριόμορφο – κοκκώδες σχήμα) εμφανίζουν τομές πρισματικές ή πλακώδεις. Στους κρυστάλλους του **ρομβικού** συστήματος, οι τομές που είναι παράλληλες προς τον κρυσταλλογραφικό άξονα c είναι συνήθως επιμήκεις πρισματικές, ενώ στο **μονοκλινές** και **τρικλινές** σύστημα πλακώδεις. Τομές κάθετες προς τον άξονα c έχουν, όχι σπάνια, περίγραμμα με τέσσερις, έξι ή ακόμη και οκτώ πλευρές. (Σχ. 2. Ε-Η).



Σχ.2 Χαρακτηριστικές τομές ιδιόμορφων ορυκτών

Πηγή:

http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=metal%20ntua%20optical%20properties&source=web&cd=1&ved=0CCQQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.metal.ntua.gr%2Fuploads%2F2454%2Foptical_properties_3.ppt&ei=wUqgVMzZCYb1atyhgqAF&usg=AFQjCNENia89f3hE6imQSu_cZsC6ir86mQ&bvm=bv.82001339,d.d24&cad=rja

◆ **Σχισμός:** Ο σχισμός ενός ορυκτού εμφανίζεται με μορφή παράλληλων γραμμών. Όταν οι γραμμές του σχισμού είναι ευδιάκριτες και διαπερνούν όλη την τομή του ορυκτού, ο σχισμός χαρακτηρίζεται ως τέλειος. Οι μαρμαρυγίες π.χ. παρουσιάζουν τέλειο σχισμό (Σχ. 3α). Όταν στην τομή του ορυκτού οι γραμμές του σχισμού διακόπτονται, ο σχισμός χαρακτηρίζεται ως σαφής π.χ. σχισμός των αμφιβόλων (Σχ. 3β). Ασαφής χαρακτηρίζεται ο σχισμός όταν οι γραμμές ακολουθούν περίπου μία κατεύθυνση, αλλά δεν είναι εντελώς ευθείες π.χ. σχισμός του ολιβίνη ή του γρανάτη (Σχ.3γ). Ο αριθμός των γραμμών δεν παίζει κανένα ρόλο στην αξιολόγηση της ποιότητας του σχισμού



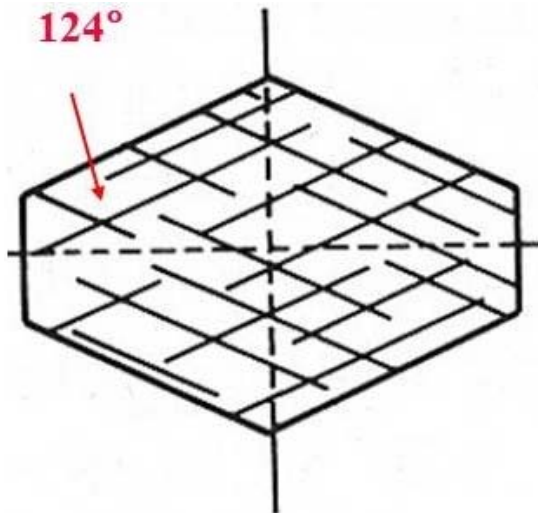
Σχ3. Σχισμοί ορυκτών

Πηγή:

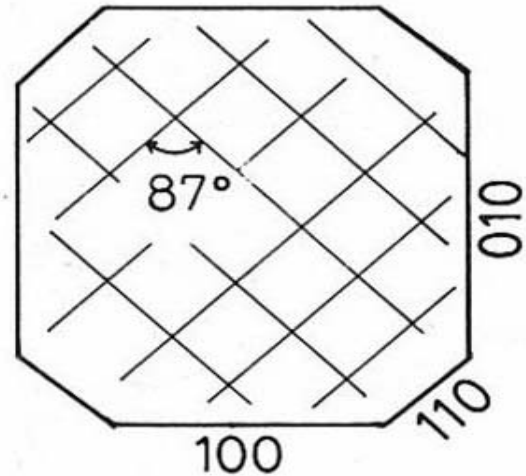
http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=metal%20ntua%20optical%20properties&source=web&cd=1&ved=0CCQQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.metal.ntua.gr%2Fuploads%2F2454%2FOptical_properties_3.ppt&ei=wUqgVMzZCYb1atyhgqAF&usg=AFQjCNENia89f3hE6imQSu_cZsC6ir86mQ&bvm=bv.82001339,d.d24&cad=rja

Εάν η τομή ενός ορυκτού έχει δύο κατευθύνσεις σχισμού, μετρούμε τη γωνία που σχηματίζουν. Η γωνία αυτή συχνά αποτελεί βασικό διαγνωστικό στοιχείο ενός ορυκτού. Έτσι, π.χ. η διάκριση μεταξύ των δύο ομάδων των ορυκτών της ομάδας των πυροξένων και της ομάδας των αμφιβόλων γίνεται αμέσως από τη γωνία του σχισμού.

Στους αμφιβόλους η γωνία σχισμού είναι 124° ή 56° και στους πυροξένους 87° . Κατά τη μέτρηση της γωνίας σχισμού πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι η τιμή της θα παρουσιάζει διαφορές, ανάλογα με τον κρυσταλλογραφικό προσανατολισμό της τομής. Σε πολλά άχρωμα ορυκτά, ο σχισμός γίνεται ορατός όταν η εστίαση δεν είναι τέλεια και το διάφραγμα σχετικά κλειστό.



Σχ.4 Γωνία σχισμού σε αμφιβόλους



Σχ.5 Γωνία σχισμού σε πυροξένους

Cleavage plane

Σχισμός σε μία διεύθυνση
Μαρμαρυγίες - βιοτίτης και μωσχοβίτης

Σχισμός σε τρεις διευθύνσεις, όχι σε ορθές γωνίες
Ασβεστιτης, δολομίτης

Σχισμός στην κερροσίλβη (αμφιβόλος)

Σχισμός σε δύο διευθύνσεις, σε ορθές γωνίες
Ορθόκλαστο

Σχισμός σε τέσσερις διευθύνσεις
Φθορίτης, διαμάντι

Σχισμός σε τρεις διευθύνσεις, σε ορθές γωνίες
Αλίτης, γαληνίτης

Σχ.6 Διευθύνσεις σχισμών

Πηγή(Σχ.4-6):

http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=metal%20ntua%20optical%20properties&source=web&cd=1&ved=0CCQQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.metal.ntua.gr%2Fuploads%2F2454%2Foptical_properties_3.ppt&ei=wUqgVMzCYb1atyhgqAF&usg=AFQjCNENia89f3hE6imQSu_cZsC6ir86mQ&bvm=bv.82001339,d.d24&cad=rja

Όταν τα σχισμογενή επίπεδα είναι παράλληλα προς βασικές έδρες, οι σχισμογενείς γραμμές συμπίπτουν με κάποια κατεύθυνση κρυσταλλογραφικών αξόνων και αποτελούν ένα μέσο κρυσταλλογραφικού προσανατολισμού σε τομές ορυκτών που δεν έχουν αναπτύξει το χαρακτηριστικό τους σχήμα. Εάν π.χ. έχουμε μια τομή πυροξένου στην οποία εμφανίζεται σχισμός σε μία μόνο κατεύθυνση, η τομή του ορυκτού θα είναι παράλληλη προς τον

κρυσταλλογραφικό άξονα c ή θα σχηματίζει μικρή γωνία με τον c . Εάν στην τομή αναγνωρίζονται δύο κατευθύνσεις σχισμού και οι σχισμογενείς γραμμές τέμνονται με γωνία περίπου 90° , η τομή του πυρόξενου είναι κάθετη ή περίπου κάθετη προς τον κρυσταλλογραφικό άξονα c .

◆ **Χρώμα:** Τα ορυκτά εμφανίζονται σε λεπτές τομές *άχρωμα* ή *χρωματισμένα*. Στα ιδιοχρωματικά ορυκτά, το χρώμα αποτελεί ουσιώδες μικροσκοπικό γνώρισμα. Τυπικά ιδιοχρωματικά ορυκτά είναι το ρουτίλιο, οι αμφίβολοι, ο βιοτίτης, οι χλωρίτες, ο τουρμαλίνης, κ.ά.

Σε ορισμένα ορυκτά παρατηρείται *ζωνώδης ή ακανόνιστη* (υπό μορφή έγχρωμων κηλίδων) αλλαγή στο χρώμα, όπως π.χ. οι καφετίζουσες ζώνες στον Τι-ούχο αυγίτη ή οι μπλε κηλίδες στο κορούνδιο ή στον κυανίτη. Η ζώνωση αυτή οφείλεται σε *ανομοιογενή μειξιμότητα* των συστατικών που προσδιορίζουν το χρώμα στον κρύσταλλο. Το χρώμα με το οποίο εμφανίζονται τα διάφορα διαφανή σώματα είναι αποτέλεσμα της διαφορετικής απορρόφησης που υφίστανται από αυτά οι ακτίνες που περιέχονται στο λευκό φως.

Σε *οπτικά ισότροπα σώματα* (άμορφα υλικά ή κρύσταλλοι του κυβικού συστήματος), η απορρόφηση είναι ποιοτικά και ποσοτικά η ίδια σε όλες τις διευθύνσεις. Τα σώματα αυτά παρουσιάζουν το ίδιο χρώμα ανεξάρτητα από τη διεύθυνση από την οποία θα περάσει το φως. Αν όμως το σώμα είναι *οπτικά ανισότροπο*, είναι δυνατό η απορρόφηση να είναι διαφορετική για ακτίνες που κραδαίνονται σε διαφορετικές κατευθύνσεις.

◆ **Πλεοχρωισμός:** Σε κάθε τομή διπλοθλαστικού κρυστάλλου υπάρχουν δύο κατευθύνσεις κάθετες μεταξύ τους, παράλληλα προς τις οποίες κραδαίνονται οι δύο ακτίνες που προκύπτουν από την διπλή διάθλαση. Εάν με στροφή της τράπεζας κατά 90° , φέρουμε διαδοχικά τις δύο διευθύνσεις κράδανσης της τομής παράλληλα προς το επίπεδο κράδανσης του πολωτή, θα έχουμε στις δύο αυτές θέσεις διαφορετικό βαθμό απορρόφησης, και επομένως, η τομή θα εμφανίζει διαφορετικά χρώματα.

Το φαινόμενο αυτό, όπου ένα ορυκτό με στροφή της τράπεζας του μικροσκοπίου αλλάζει το χρώμα ή την ένταση του χρώματος, ονομάζεται πλεοχρωισμός.

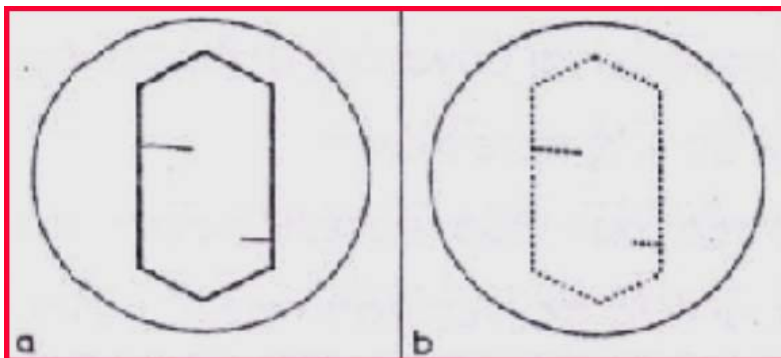
Σε μια τομή ανισότροπου ορυκτού, ο πλεοχρωισμός μπορεί να είναι πολύ ασθενής έως πολύ έντονος. Στην πρώτη περίπτωση, είναι δυνατό ακόμη και να μη μπορεί να προσδιορισθεί με το μάτι. Επίσης, ο πλεοχρωισμός γίνεται περισσότερο ασθενής όσο μικρότερο είναι το πάχος της λεπτής τομής.

Ο πλεοχρωισμός αποτελεί βασικό διαγνωστικό κριτήριο για τον προσδιορισμό των ορυκτών στο μικροσκόπιο.

◆ **Εκτίμηση του δείκτη διάθλασης:** Εάν ένα σώμα περιβάλλεται από υλικό που έχει το ίδιο χρώμα και τον ίδιο δείκτη διάθλασης, το σώμα δεν διακρίνεται από το υλικό που το περιβάλλει, εφ'όσον, από οπτική άποψη, αποτελεί συνέχειά του. Εάν όμως ο δείκτης διάθλασης του περιβάλλοντος είναι διαφορετικός, διαθλώνται οι φωτεινές ακτίνες στην επιφάνεια του σώματος και τα περατωτικά του όρια διακρίνονται σαφώς από το μέσο που το περιβάλλει. Με την παρατήρηση αυτή μπορούμε να εκτιμήσουμε, κατά προσέγγιση, το δείκτη διάθλασης των ορυκτών σε λεπτές τομές πετρωμάτων.

Οι λεπτές τομές είναι πλακίδια πάχους 0,02 – 0,03 mm, τα οποία έχουν κολληθεί σε γυάλινη πλάκα (αντικειμενοφόρο) με βάλσαμο του Καναδά ή κάποια άλλη συνθετική ρητίνη και καλύπτονται από επάνω με συνδετικό μέσο, επίσης ρητίνη, με λεπτό γυάλινο πλακίδιο (καλυπτρίδα). Ορυκτά όπως ο χαλαζίας, των οποίων ο δείκτης διάθλασης (δ.δ.) είναι περίπου ο ίδιος με τον δ.δ. της ρητίνης δεν παρουσιάζουν ευδιάκριτα περατωτικά όρια, ενώ ορυκτά με μεγάλη διαφορά δ.δ. από το δ.δ. της ρητίνης παρουσιάζουν έντονα περατωτικά όρια.

Εάν ένα ορυκτό έχει υψηλότερο δείκτη διάθλασης από τα ορυκτά που το περιβάλλουν, εμφανίζεται σε σχέση με το περιβάλλον του ελαφρά υπερυψωμένο, δηλαδή παρουσιάζει **θετικό ανάγλυφο (Σχ. 7a)**. Εάν το ορυκτό έχει μικρότερο δείκτη διάθλασης, δείχνει να βρίσκεται βαθύτερα σε σχέση με το περιβάλλον, δηλαδή παρουσιάζει **αρνητικό ανάγλυφο (Σχ. 7b)**. Στη μικροσκοπική εικόνα δίνεται, επίσης, η εντύπωση, ορισμένα ορυκτά να παρουσιάζονται υπερυψωμένα και άλλα βαθύτερα, ενώ όλα βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο.



Σχ.7 Ορυκτό με θετικό (a) ή αρνητικό (b) ανάγλυφο σε σχέση με τα γειτονικά ορυκτά ή του μέσου κατάδυσης (ρητίνη).

	Αρνητικό ανάγλυφο	Κανένα ανάγλυφο	Μέτριο θετικό ανάγλυφο	Έντονο θετικό ανάγλυφο	Πολύ έντονο θετικό ανάγλυφο
n	<1,55	1,55-1,60	1,60-1,70	1,70-1,80	>1,80
Παραδείγματα	Νεφελίνης Ζεόλιθοι Φθοριτής	Χαλαζίας Αστριοι	Απατίτης Μαρμαρυγίες Ανθρακικά ορυκτά	Πυρόξενοι Αμφίβολοι Ολιβίνης Γρανάτης	Ζιρκόνιο Ρουτίλιο Τιτανίτης

Σχ.8 Εκτίμηση του δείκτη διάθλασης με βάση το ανάγλυφο που παρουσιάζουν τα σπουδαιότερα πετρογενετικά ορυκτά.

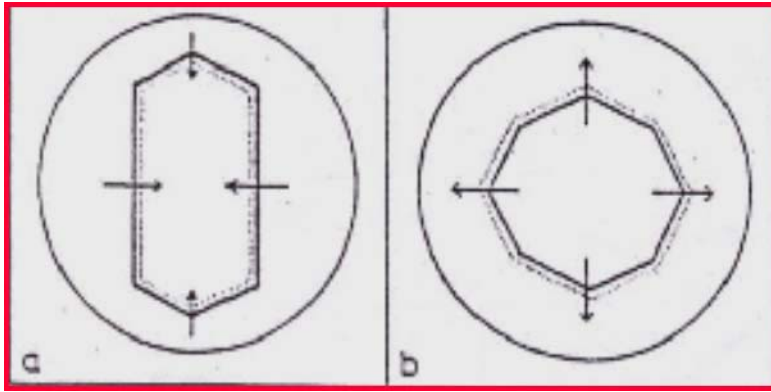
Πηγή(Σχ.7-8):

http://www.google.gr/url?sa=t&ret=j&q=metal%20ntua%20optical%20properties&source=web&cd=1&ved=0CCQQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.metal.ntua.gr%2Fuploads%2F2454%2Foptical_properties_3.ppt&ei=wUqgVMzZCYb1atyhgqAF&usg=AFQjCNENia89f3hE6imQSu_cZsC6ir86mQ&bvm=bv.82001339,d.d24&cad=rja

Όσο μεγαλύτερος είναι ο δείκτης διάθλασης ενός ορυκτού σε σχέση με εκείνο των ορυκτών που το περιβάλλουν, τόσο εντονότερα εμφανίζεται το περίγραμμά του. Στα όρια δύο κόκκων παρουσιάζεται μια φωτεινή γραμμή, που ονομάζεται **γραμμή Becke**. Αναγνωρίζεται ευκολότερα με αντικειμενικό φακό μεγάλης μεγέθυνσης (25X έως 50X), και με κλειστό το διάφραγμα της φωτεινής πηγής. Με μετακίνηση της τράπεζας του μικροσκοπίου, η γραμμή Becke μετατοπίζεται από το όριο των κόκκων προς το εσωτερικό του ενός από τους δύο.

Συγκεκριμένα, όταν μετακινείται η τράπεζα προς τα κάτω, δηλαδή απομακρυνόμαστε από το υπό παρατήρηση αντικείμενο, η γραμμή Becke μετατοπίζεται προς το ορυκτό που έχει το μεγαλύτερο δείκτη διάθλασης (Σχ. 9a).

Στην αντίθετη κίνηση της τράπεζας, η γραμμή Becke μετατοπίζεται προς το ορυκτό που έχει μικρότερο δείκτη διάθλασης (Σχ. 9b). Με την απλή αυτή διεργασία, μπορεί να εκτιμηθεί ο σχετικός δείκτης διάθλασης μεταξύ των ορυκτών και του μέσου κατάδυσης, που είναι η ρητίνη ($n = 1,55$). Εάν το υπό μελέτη ορυκτό βρίσκεται δίπλα σε άλλο με γνωστό δείκτη διάθλασης, μπορεί, με τη διεργασία αυτή, να εκτιμηθεί ο δείκτης διάθλασης με μεγαλύτερη ακρίβεια.



Σχ. 9. Γραμμή Becke
(σημειώνεται στικτή).

Πηγή:

http://www.google.gr/url?sa=t&ret=j&q=metal%20ntua%20optical%20properties&source=web&cd=1&ved=0CCQQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.metal.ntua.gr%2Fuploads%2F2454%2Foptical_properties_3.ppt&ei=wUqgVMzZCYb1atyhgqAF&usg=AFQjCNENia89f3hE6imQSu_cZsC6ir86mQ&bvm=bv.82001339,d.d24&cad=rja

◆ **Εξαλλοιώσεις:** Ένα εξαλλοιωμένο ορυκτό στερείται συνήθως διαύγειας. Τα προϊόντα εξαλλοίωσης μπορεί να αναπτυχθούν κατά μήκος των επιπέδων σχισμού, κατά μήκος ρωγμών ή να είναι κατανεμημένα σε ολόκληρη την επιφάνεια της τομής του ορυκτού. Το είδος της εξαλλοίωσης συχνά διακρίνεται καλύτερα με διασταυρωμένα Nicols.

Μεταξύ διασταυρωμένων Nicols, τα εξαλλοιωμένα ορυκτά δείχνουν, συνήθως, πόλωση συσσωματώματος, δηλαδή κατά θέσεις πολλά χρώματα πόλωσης, λόγω του ότι ο αρχικά ομοιογενής κρύσταλλος μετατράπηκε κατά την εξαλλοίωση σε υλικό που αποτελείται από πολυάριθμους μη προσανατολισμένους μικρούς κρυστάλλους.

Εξέταση με διασταυρωμένα Nicols

◆ **Ισοτροπία – Ανισοτροπία:** Εάν παρεμβάλλουμε στο μικροσκόπιο τον αναλυτή σε διασταύρωση με τον πολωτή, το οπτικό πεδίο του μικροσκοπίου θα γίνει σκοτεινό, διότι οι κραδάνσεις που διέρχονται από τον πολωτή δεν διέρχονται από τον αναλυτή.

Με τη διάταξη αυτή, αν τοποθετήσουμε πάνω στην τράπεζα του μικροσκοπίου τομή οπτικά ισότροπη (δηλαδή, *τομή άμορφου σώματος ή κρύσταλλου του κυβικού συστήματος ή τομή κάθετη προς οπτικό άξονα ανισότροπου κρυστάλλου*), το πεδίο εξακολουθεί να παραμένει σκοτεινό, ακόμη και όταν στρέφουμε την τράπεζα.

Εάν παρεμβληθεί μεταξύ διασταυρωμένων Nicols τομή ενός διαφανούς ανισότροπου ορυκτού, το φως που θα διέλθει από τον πολωτή στη λεπτή τομή θα υποστεί διπλή διάθλαση. Οι δύο ακτίνες που θα προκύψουν θα έχουν διαφορετικό δείκτη διάθλασης (n_{α} και n_{β}) και θα κραδαίνονται κάθετα μεταξύ τους. Εάν οι δύο διευθύνσεις κράδανσης της τομής

βρίσκονται υπό γωνία ως προς τις διευθύνσεις κράδανσης του πολωτή (P-P) και αναλυτή (A-A), η τομή θα εμφανιστεί χρωματισμένη (Σχ. 10Α).

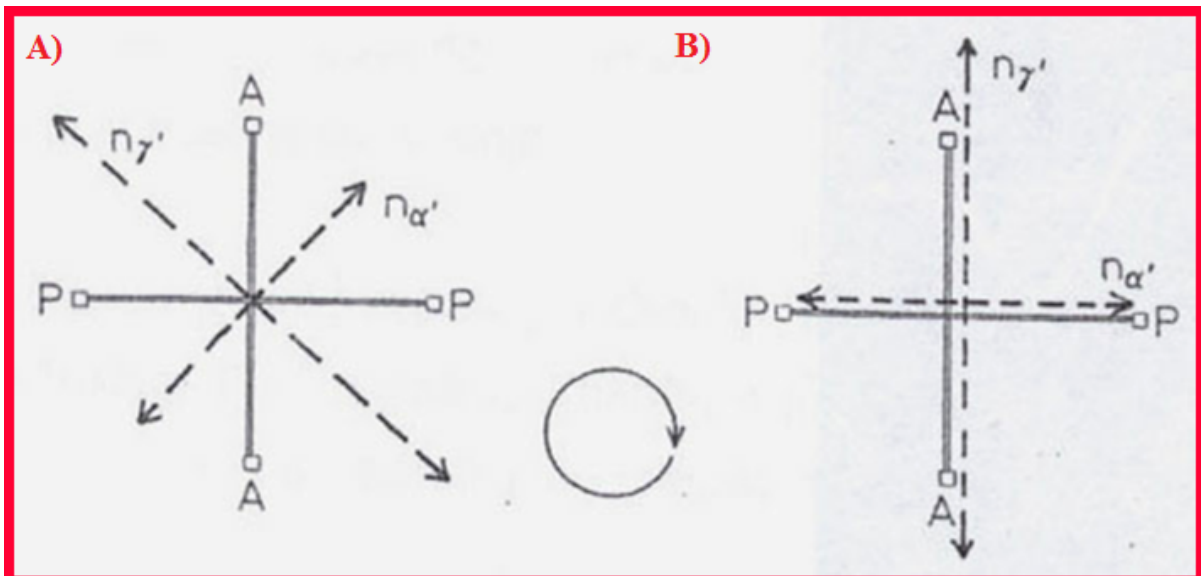
Οι δύο ακτίνες που διαπερνούν την τομή εξέρχονται από αυτή με διαφορά φάσης. Στη συνέχεια, φέρονται στο επίπεδο κράδανσης του αναλυτή και συμβάλλουν. Το αποτέλεσμα της συμβολής εξαρτάται από τη διαφορά πορείας των δύο ακτίνων.

Όταν οι διευθύνσεις κράδανσης της τομής βρίσκονται υπό γωνία 45° , 135° , 225° και 315° ως προς τη διεύθυνση του αναλυτή, η συμβολή είναι η βέλτιστη.

Στις θέσεις αυτές επιτυγχάνεται η μέγιστη ενίσχυση (μέγιστη φωτεινότητα). Όταν οι διευθύνσεις κράδανσης της τομής είναι παράλληλες προς εκείνες του πολωτή και αναλυτή (Σχ. 10B) εξαφανίζεται το χρώμα της τομής και γίνεται σκοτεινή. Η θέση αυτή λέγεται θέση κατάσβεσης.

Η κατάσβεση επαναλαμβάνεται με στροφή της τράπεζας κατά 90° , δηλαδή τέσσερις φορές σε μία πλήρη στροφή. Στις υπόλοιπες θέσεις, η τομή εμφανίζεται χρωματισμένη με το ίδιο χρώμα για όλες τις θέσεις, αλλά πάντοτε με μέγιστη φωτεινότητα στη θέση των 45° , 135° , 225° και 315° .

Ορισμένες τομές κρυστάλλων συχνά δεν παρουσιάζουν ομοιόμορφη κατάσβεση. Στις τομές αυτές, στη θέση κατάσβεσης ορισμένα τμήματα είναι σκοτεινά και ορισμένα ακόμη φωτεινά. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **κυματοειδής κατάσβεση** και εμφανίζεται κυρίως σε κρυστάλλους χαλαζία που έχουν υποστεί τεκτονική παραμόρφωση.



Σχ.10 Διευθύνσεις κράδανσης ($n_{\alpha'}$ και $n_{\gamma'}$) τομής ανισότροπου κρυστάλλου. P-P, A-A επίπεδα κράδανσης του πολωτή και αναλυτή αντίστοιχα.

Πηγή:

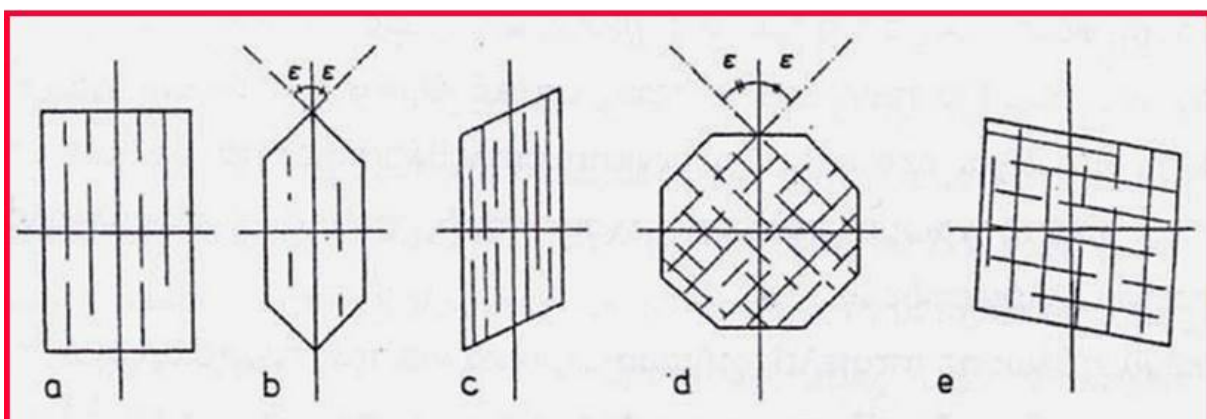
<http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=metal%20ntua%20optical%20properties&source=web&cd=1&ved=0CCQQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.metal.ntua.gr%2Fuploads%2F24>

[54%2Foptical_properties_3.ppt&ei=wUqgVMzZCYb1atyhgqAF&usg=AFQjCNENia89f3hE6imQSu_cZsC6ir86mQ&bvm=bv.82001339,d.d24&cad=rja](https://www.researchgate.net/publication/354254254/Optical_properties_3.ppt&ei=wUqgVMzZCYb1atyhgqAF&usg=AFQjCNENia89f3hE6imQSu_cZsC6ir86mQ&bvm=bv.82001339,d.d24&cad=rja)

◆ **Ορθή και πλάγια κατάσβεση:** Συγκρίνοντας τις διευθύνσεις κράδανσης της τομής, όταν αυτή είναι σε θέση κατάσβεσης, με εκείνες των κρυσταλλογραφικών αξόνων, που μας παρέχουν οι περατωτικές γραμμές ή οι γραμμές του σχισμού της τομής, διακρίνουμε δύο περιπτώσεις (Σχ. 11):

- A. Ταύτιση των διευθύνσεων κράδανσης με κρυσταλλογραφικούς άξονες. Η κατάσβεση λέγεται ορθή. Ορθή κατάσβεση εμφανίζεται στα συστήματα εξαγωνικό, τετραγωνικό, τριγωνικό και ρομβικό και στις τομές της ζώνης [010] του μονοκλινούς, δηλαδή στις τομές που είναι παράλληλες προς τον κρυσταλλογραφικό άξονα b.
- B. Οι διευθύνσεις κράδανσης της τομής δεν συμπίπτουν με εκείνες των κρυσταλλογραφικών αξόνων. Η κατάσβεση λέγεται πλάγια. Πλάγια κατάσβεση έχουν όλες οι τομές του μονοκλινούς συστήματος (εκτός από εκείνες της ζώνης [010]) και οι τομές του τρικλινούς.

Η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ μιας διεύθυνσης κράδανσης και του κρυσταλλογραφικού άξονα λέγεται **γωνία κατάσβεσης**. Μετριέται με την τράπεζα του μικροσκοπίου από τη διαφορά των δύο αναγνώσεων, της θέσης κατάσβεσης και της θέσης στην οποία έχουμε ταύτιση της διεύθυνσης του κρυσταλλογραφικού άξονα με ένα νήμα του σταυρονήματος. Η γωνία κατάσβεσης αποτελεί βασικό στοιχείο για τη διάγνωση ορισμένων ορυκτών.

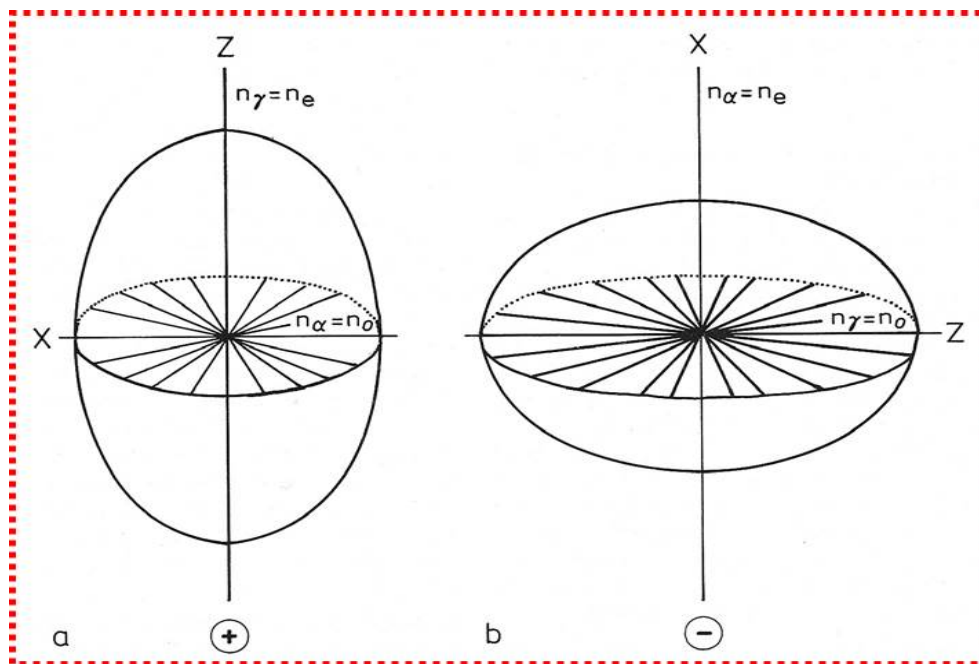


Σχ.11 Τομές ανισοτρόπων κρυστάλλων σε θέση κατάσβεσης. Οι διευθύνσεις κράδανσης ταυτίζονται με τα νήματα του σταυρονήματος.

◆ **Χρώμα πόλωσης της τομής:** Όπως ήδη έχει αναφερθεί, μία διπλοθλαστική (ανισότροπη) τομή μεταξύ διασταυρωμένων Nicols, όταν δεν είναι σε θέση κατάσβεσης, παρουσιάζεται χρωματισμένη. Το χρώμα αυτό ονομάζεται χρώμα πόλωσης της τομής και εξαρτάται από το πάχος της τομής και τη διπλοθλαστικότητα της τομής. Η διπλοθλαστικότητα της τομής εξαρτάται από τον προσανατολισμό της τομής ως προς τους κρυσταλλογραφικούς άξονες και τη διπλοθλαστικότητα του κρυστάλλου.

Ο μηχανισμός γένεσης του χρώματος πόλωσης σε διπλοθλαστικές τομές αναπτύσσεται αναλυτικά σε εγχειρίδια της οπτικής κρυσταλλογραφίας.

Τομές ενός ορισμένου ορυκτού με το ίδιο πάχος, αλλά με διαφορετικό προσανατολισμό του επιπέδου τους ως προς τους κρυσταλλογραφικούς άξονες, δίνουν διαφορετικά χρώματα πόλωσης, διότι διαφέρει η τιμή της διπλοθλαστικότητάς τους, η οποία εξαρτάται **από τη θέση του επιπέδου της τομής ως προς το ελλειψοειδές των δεικτών διάθλασης του ορυκτού.**



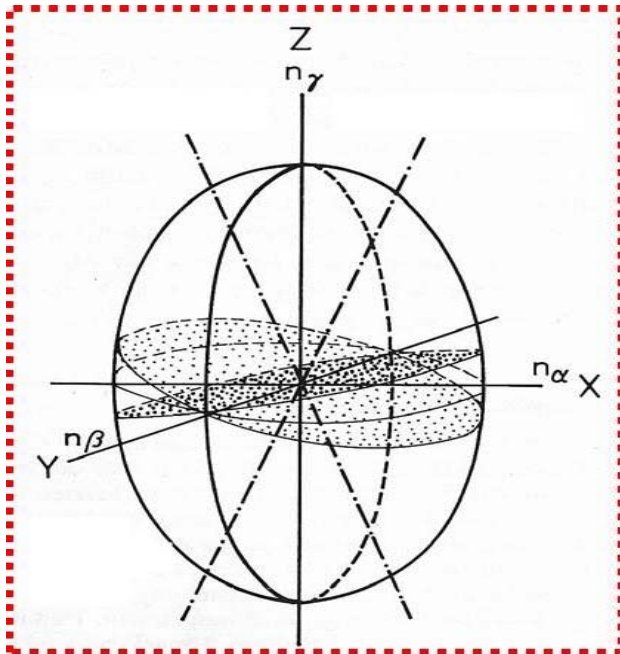
Σχ.12 ελλειψοειδή εκ περιστροφής, που χαρακτηρίζουν την επιφάνεια των δεικτών διάθλασης των μοναξονικών κρυστάλλων. **A.** θετικός μονάξονας, **B.** αρνητικός μονάξονας

Πηγή(Σχ.11-12):

http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=metal%20ntua%20optical%20properties&source=web&cd=1&ved=0CCQQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.metal.ntua.gr%2Fuploads%2F2454%2Foptical_properties_3.ppt&ei=wUqgVMzZCYb1atyhgqAF&usg=AFQjCNENia89f3hE6imQSu_cZsC6ir86mQ&bvm=bv.82001339,d.d24&cad=rja

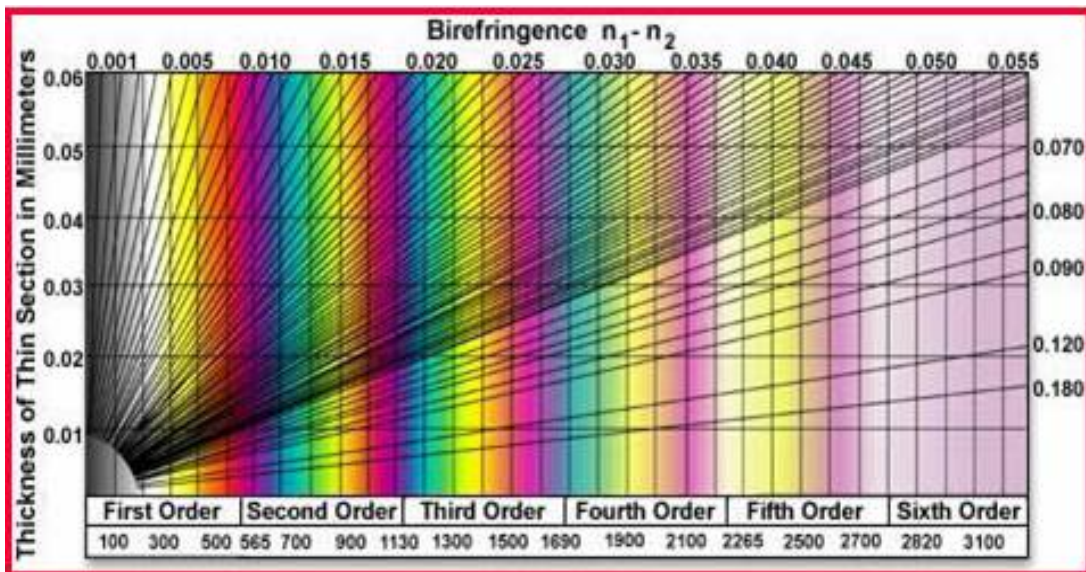
Για τομή κάθετη προς οπτικό άξονα, η διπλοθλαστικότητα ($n_2 - n_1$) είναι 0. Η τομή αυτή είναι σκοτεινή. Τη μέγιστη διπλοθλαστικότητα, και κατ' επέκταση το ανώτερο για το ορυκτό

χρώμα πόλωσης, έχουν τομές που είναι παράλληλες προς το επίπεδο $\pi\gamma$, να του ελλειψοειδούς.



Σχ.13
Τριαξονικό ελλειψοειδές που χαρακτηρίζει κρυστάλλους του ρομβικού, μονοκλινούς, τρικλινούς συστήματος.

Το χρώμα πόλωσης αποτελεί χρήσιμο στοιχείο για τον προσδιορισμό της τιμής της διπλοθλαστικότητας. Προσδιορίζεται κατά προσέγγιση με την **κλίμακα Michel – Levy**, στην οποία απεικονίζονται τα χρώματα συμβολής.



Σχ.14 Κλίμακα Michel – Levy

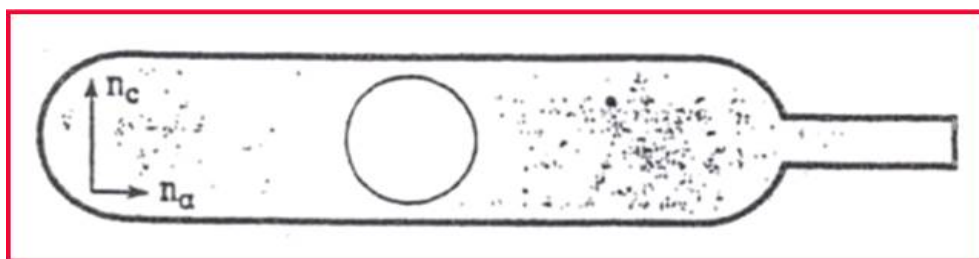
Πηγή(Σχ.13-14):

http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=metal%20ntua%20optical%20properties&source=web&cd=1&ved=0CCQQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.metal.ntua.gr%2Fuploads%2F2454%2Foptical_properties_3.ppt&ei=wUqgVMzZCYb1atyhgqAF&usg=AFQjCNENia89f3hE6imQSu_cZsC6ir86mQ&bvm=bv.82001339,d.d24&cad=rja

Σε μια λεπτή τομή πετρώματος υπάρχουν, συνήθως, πολλοί κρύσταλλοι του ίδιου ορυκτού με διαφορετικό κρυσταλλογραφικό προσανατολισμό. Οι τομές του ορυκτού με τα υψηλότερα χρώματα πόλωσης (τα χρώματα πόλωσης δίδονται στην κλίμακα Michel – Levy), ανταποκρίνονται συνήθως σε επίπεδα με τη μέγιστη διπλοθλαστικότητα. Το χρώμα των τομών αυτών αποτελεί χρήσιμο στοιχείο για τη διάγνωση των ορυκτών.

◆ Προσδιορισμός του n_α και n_γ με τη βοήθεια αντισταθμιστών:

Οι αντισταθμιστές είναι πλακίδια διπλοθλαστικών κρυστάλλων, τα οποία όταν παρεμβάλλονται μεταξύ διασταυρωμένων Nicols και με τις διευθύνσεις κράδανσης υπό γωνία 45° ως προς τα επίπεδα του πολωτή και του αναλυτή δίνουν στο φως που διέρχεται από αυτά μια ορισμένη διαφορά πορείας. Διακρίνονται σε αντισταθμιστές **με σταθερή διαφορά πορείας** και σε αντισταθμιστές **με διαφορά πορείας που μπορεί να ρυθμιστεί κατά βούληση**. Στην πρώτη κατηγορία ανήκει το πλακίδιο της γύψου, το οποίο δίνει ως χρώμα πόλωσης το ερυθρό 1ης τάξης στην κλίμακα Michel – Levy. Είναι στερεωμένο σε διάτρητο μεταλλικό πλακίδιο σχήματος ορθογωνίου (Σχ. 15). Μπαίνει σε ειδική σχισμή στο σωλήνα του μικροσκοπίου, η οποία βρίσκεται πάνω από τον αντικειμενικό φακό και κάτω από τη θέση του αναλυτή.



Σχ.15 Αντισταθμιστής με πλακίδιο γύψου, στον οποίο σημειώνονται οι διευθύνσεις κράδανσης των ακτίνων με το μικρότερο δείκτη διάθλασης (n_α) και το μεγαλύτερο δείκτη διάθλασης (n_γ)

Πηγή:

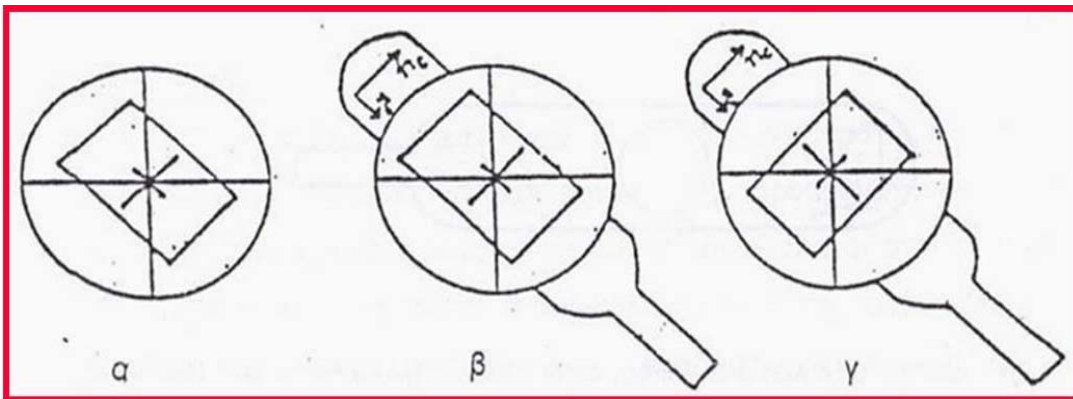
http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=metal%20ntua%20optical%20properties&source=web&cd=1&ved=0CCQQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.metal.ntua.gr%2Fuploads%2F2454%2Foptical_properties_3.ppt&ei=wUqgVMzZCYb1atyhgqAF&usg=AFQjCNENia89f3hE6imQSu_cZsC6ir86mQ&bvm=bv.82001339,d.d24&cad=rja

Με τη βοήθεια του πλακιδίου της γύψου, μπορούμε να προσδιορίσουμε σε ποιά από τις δύο διευθύνσεις κράδανσης της τομής που εξετάζουμε αντιστοιχεί ο μεγαλύτερος δείκτης διάθλασης ($n_{\gamma'}$) και σε ποιά ο μικρότερος ($n_{\alpha'}$). Για να το πετύχουμε αυτό, στρέφουμε την τράπεζα του μικροσκοπίου έως ότου η τομή μας βρεθεί σε θέση κατάσβεσης. Στη θέση αυτή, οι δύο διευθύνσεις κράδανσης της τομής ταυτίζονται με τα νήματα του σταυρονήματος. Στη συνέχεια, στρέφουμε την τράπεζα, και κατ'επέκταση, τις δύο διευθύνσεις κράδανσης της τομής κατά 45° (Σχ. 16).

Στη θέση αυτή, η τομή θα παρουσιάζει ορισμένο χρώμα πόλωσης. Παρεμβάλλοντας τον αντισταθμιστή, μεταβάλλεται το χρώμα της τομής, το οποίο μετατοπίζεται είτε προς χρώματα ανώτερης τάξης διπλοθλαστικότητας της κλίμακας Michel – Levy, είτε προς τα χρώματα κατώτερης τάξης.

Στην πρώτη περίπτωση, οι διπλοθλαστικότητες της τομής και του αντισταθμιστή αθροίζονται και ταυτίζονται οι διευθύνσεις κράδανσης του μεγαλύτερου δείκτη με τον μεγαλύτερο και του μικρότερου με τον μικρότερο.

Στη δεύτερη περίπτωση, συμπίπτουν αντίθετοι δείκτες διάθλασης και έχουμε αφαίρεση των διπλοθλαστικοτήτων.



Σχ.16 Προσδιορισμός της διεύθυνσης κράδανσης της ακτίνας με το μεγαλύτερο δείκτη διάθλασης ($n_{\gamma'}$) και της ακτίνας με τον μικρότερο δείκτη διάθλασης ($n_{\alpha'}$), με τη βοήθεια του αντισταθμιστή γύψου

Πηγή:

http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=metal%20ntua%20optical%20properties&source=web&cd=1&ved=0CCQQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.metal.ntua.gr%2Fuploads%2F2454%2Foptical_properties_3.ppt&ei=wUqgVMzZCYb1atyhgqAF&usg=AFQjCNENia89f3hE6imQSu_cZsC6ir86mQ&bvm=bv.82001339.d.d24&cad=rja

◆ **Επιμήκυνση:** Ορισμένα ορυκτά αναπτύσσονται σε επιμήκεις κρυστάλλους. Το σημείο (θετικό ή αρνητικό) της επιμήκυνσης προσδιορίζεται με τη βοήθεια του αντισταθμιστή μεταξύ διασταυρωμένων Nicols με το ορυκτό τοποθετημένο με τον μεγαλύτερο άξονά του σε

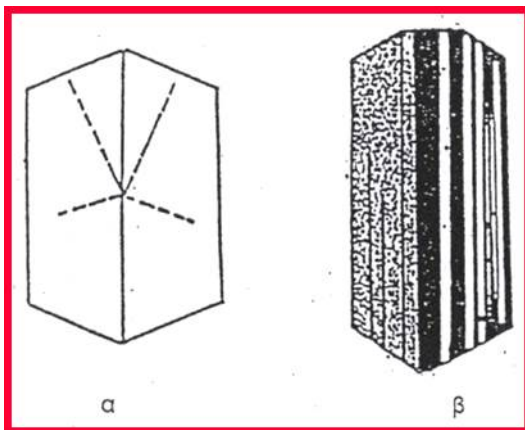
θέση 45° . Εάν, παράλληλα προς την επιμήκυνση, κραδαίνεται η ακτίνα με τον μεγαλύτερο δείκτη διάθλασης (n_g'), το ορυκτό έχει θετική επιμήκυνση. Στην αντίθετη περίπτωση, η επιμήκυνση είναι αρνητική.

◆ **Διδυμία – Πολυδιδυμία:** Κατά τη δίδυμη σύμφυση, οι δύο κρύσταλλοι έχουν συμμετρική θέση μεταξύ τους ως προς το επίπεδο διδυμίας. Επομένως, και οι οπτικές τους επιφάνειες θα έχουν κατοπτρική θέση μεταξύ τους ως προς το επίπεδο διδυμίας.

Εάν το επίπεδο της τομής τέμνει το επίπεδο διδυμίας, οι διευθύνσεις κράδανσης των δύο μελών δεν συμπίπτουν και η κατάσβεσή τους δεν γίνεται ταυτόχρονα. Όταν το ένα μέλος βρίσκεται σε θέση κατάσβεσης, το άλλο θα δείχνει έγχρωμη πόλωση.

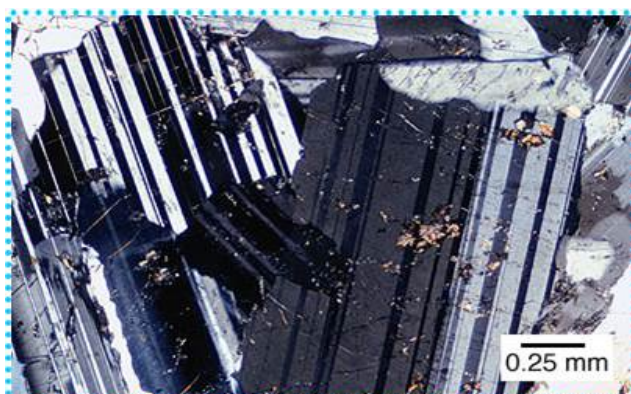
Σε μια τέτοια παρατήρηση, διακρίνουμε και τα όρια επαφής των δύο μελών. Η γραμμή που διαχωρίζει τα δύο μέλη άλλοτε είναι ευθεία και αντιστοιχεί σε επίπεδη επιφάνεια σύμφυσης, άλλοτε είναι ακανόνιστη.

Εάν η τομή του ορυκτού είναι κάθετη στο επίπεδο διδυμίας, οι κατασβέσεις των δύο μελών είναι συμμετρικές ως προς το επίπεδο διδυμίας (Σχ. 17α). Στην περίπτωση που έχουμε πολυδιδυμία με παράλληλη θέση των επιπέδων διδυμίας, στη μικροσκοπική τομή εμφανίζονται εναλλασσόμενες φωτεινές και σκοτεινές ταινίες, μια εικόνα συνηθισμένη στα πλαγιόκλαστα στα οποία έχουμε επανάληψη της διδυμίας κατά τον αλβιτικό νόμο (Σχ. 17β). Όταν έχουμε πολλαπλή διδυμία κατά διάφορους νόμους εμφανίζονται δύο συστήματα πολυδύμων ταινιών σε διασταύρωση μεταξύ τους.



Σχ. 17

- α. Τομή ορυκτού κάθετη στο επίπεδο διδυμίας. Οι διευθύνσεις κράδανσης στους δίδυμους κρυστάλλους είναι συμμετρικές ως προς το επίπεδο διδυμίας.
- β. Ελασμάτια πολυδιδυμίας σε πλαγιόκλαστα.



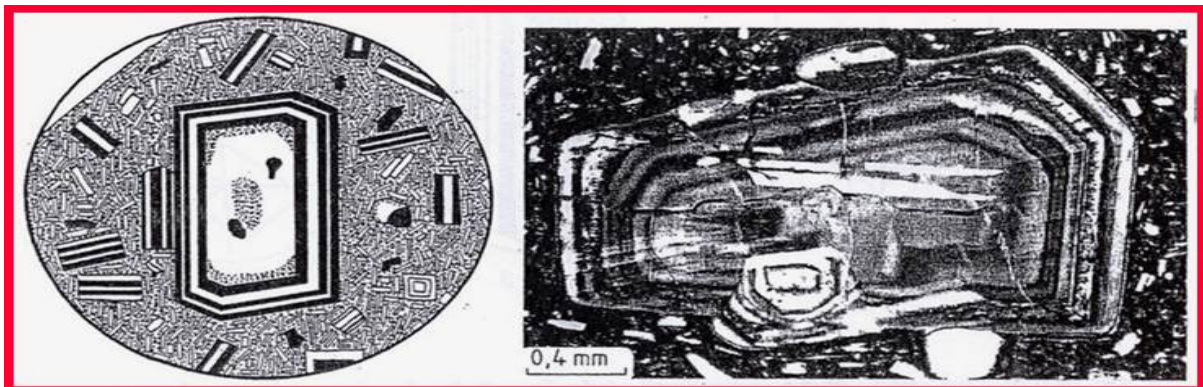
- γ. Ελασμάτια πολυδιδυμίας σε πλαγιόκλαστα, όπως φαίνονται σε τομή στο μικροσκόπιο.

Πηγή:

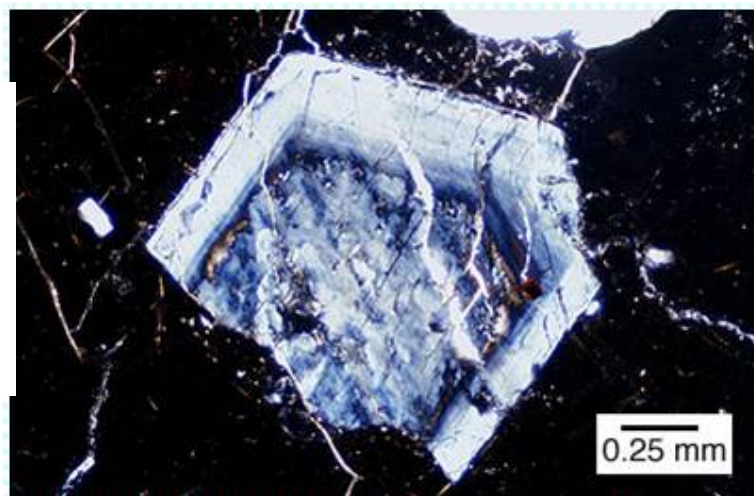
http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=metal%20ntua%20optical%20properties&source=web&cd=1&ved=0CCQQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.metal.ntua.gr%2Fuploads%2F2454%2Foptical_properties_3.ppt&ei=wUqgVMzCYb1atyhgqAF&usg=AFQjCNENia89f3hE6imQSu_cZsC6ir86mQ&bvm=bv.82001339,d.d24&cad=rja

◆ **Ζωνώδης δόμη:** Πολλά ορυκτά αποτελούν μικτούς κρυστάλλους μεταξύ δύο ή περισσότερων μελών. Το ποσοστό συμμετοχής κάθε μέλους στη σύσταση του μικτού κρυστάλλου καθορίζεται από τις φυσικοχημικές συνθήκες σχηματισμού του. Κλασικό παράδειγμα αποτελούν τα *πλαγιόκλαστα*, τα οποία είναι μικτοί κρύσταλλοι μεταξύ ανορθίτη και αλβίτη. Οι μικτοί κρύσταλλοι ομογενούς σύστασης έχουν σταθερές και συγκεκριμένες οπτικές ιδιότητες.

Οι μικτοί κρύσταλλοι που δεν έχουν ομογενή σύσταση, αλλά αποτελούνται από διαδοχικούς φλοιούς γύρω από το κέντρο με μεταβαλλόμενη αναλογία μίξης των ακραίων μελών (κρύσταλλοι με ζωνώδη δομή) έχουν και μεταβαλλόμενες οπτικές ιδιότητες. Η ζωνώδης δομή φαίνεται στη λεπτή τομή με *διασταυρωμένα Nicols*, διότι οι ζώνες με διαφορετική σύσταση έχουν διαφορετική γωνία κατάσβεσης (Σχ. 18α,β).



Σχ.18(α,β) Ιδιόμορφοι κρύσταλλοι πλαγιόκλαστου με ζωνώδη δομή. Τυπικές εικόνες πλαγιόκλαστων που αναπτύσσονται ως φαινοκρύσταλλοι σε ηφαιστειακά πετρώματα.



2 ΠΕΤΡΟΛΟΓΙΑ ΠΥΡΙΓΕΝΩΝ, ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΜΕΝΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ

2.1 Γενικά για τα πυριγενή πετρώματα

Η μελέτη των πυριγενών πετρωμάτων συμβάλλει σημαντικά στη γνώση της εξέλιξης του στερεού φλοιού της Γης. Αν και τα πυριγενή πετρώματα δεν είναι ιδιαίτερα άφθονα σε όλες τις περιοχές του κόσμου, όμως, τα περισσότερα πετρώματα τα οποία υπάρχουν στην επιφάνεια της Γης είχαν σε κάποιο στάδιο της προϊστορίας τους μαγματική διεργασία. Με άλλα λόγια, πολλά ιζηματογενή και μεταμορφωμένα πετρώματα κατάγονται τελικά από κάποιο πυριγενές πέτρωμα.

Η συστηματική έρευνα των πυριγενών πετρωμάτων άρχισε στα μέσα του 19ου αιώνα με την κατασκευή της λεπτής τομής από τον Sorby. Το γεγονός αυτό βοήθησε στο να αναπτυχθεί η μικροσκοπική πετρογραφία και μάλιστα προς το τέλος του περασμένου αιώνα, με τις καταπληκτικές περιγραφικές μελέτες του Zirkel και του Rosenbusch, να φθάσει στο μέγιστο σημείο της ανάπτυξής της. Στις αρχές του περασμένου αιώνα, ο Bowen και ο Harker έβαζαν τις βάσεις στη μελέτη των γενετικών σχέσεων των πυριγενών πετρωμάτων. Στη συνέχεια το ενδιαφέρον των πετρολόγων στράφηκε στην κατανόηση του τρόπου σχηματισμού των διαφόρων τύπων πετρωμάτων και στο πως τελικά ένα ομογενές μάγμα μπορεί να διαφοροποιηθεί, ώστε από αυτό να προκύψει μια ποικιλία διαφόρων τύπων πετρωμάτων.

Η μαγματική προέλευση των ηφαιστειακών πετρωμάτων είναι πέρα από κάθε αμφισβήτηση, καθώς αυτά προέρχονται από στερεοποίηση λάβας, η οποία ακόμη και σήμερα εκχύνεται στην επιφάνεια της Γης. Όμως, για κάποια πλουτωνικά πετρώματα, όπως είναι οι γρανίτες, υπήρχε η αμφιβολία αν και αυτά κατά το χρόνο σχηματισμού τους ήταν έστω και εν μέρει σε υγρή κατάσταση. Μερικοί γεωλόγοι πίστευαν ότι πολλοί από τους μεγάλους γρανιτικούς βαθυλίθους στις ορογενετικές περιοχές είναι μετασωματικής προελεύσεως, δηλαδή ότι είναι το αποτέλεσμα της “γρανιτίωσης” προϋπαρχόντων πετρωμάτων.

2.1.1 Μορφολογικοί τύποι πυριγενών πετρωμάτων

Η μελέτη της μορφολογίας των πυριγενών πετρωμάτων αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την επίλυση προβλημάτων της πετρολογίας, καθώς αυτή εξαρτάται κυρίως από τη σύσταση και το ιξώδες του μάγματος, τον όγκο του και την ταχύτητα με την οποία αυτό διεισδύει στο φλοιό ή εκχύνεται στην επιφάνεια της γης.

Διακρίνονται σε 2 κατηγορίες:

◆ Έκχυτα πετρώματα

◆ Λιεισδυτικά(πλουτωνικά)πετρώματα

- Βαθύλιθοι
- Σωροί
- Λακκόλιθοι
- Λοπόλιθοι
- Κοίτες
- Φλέβες

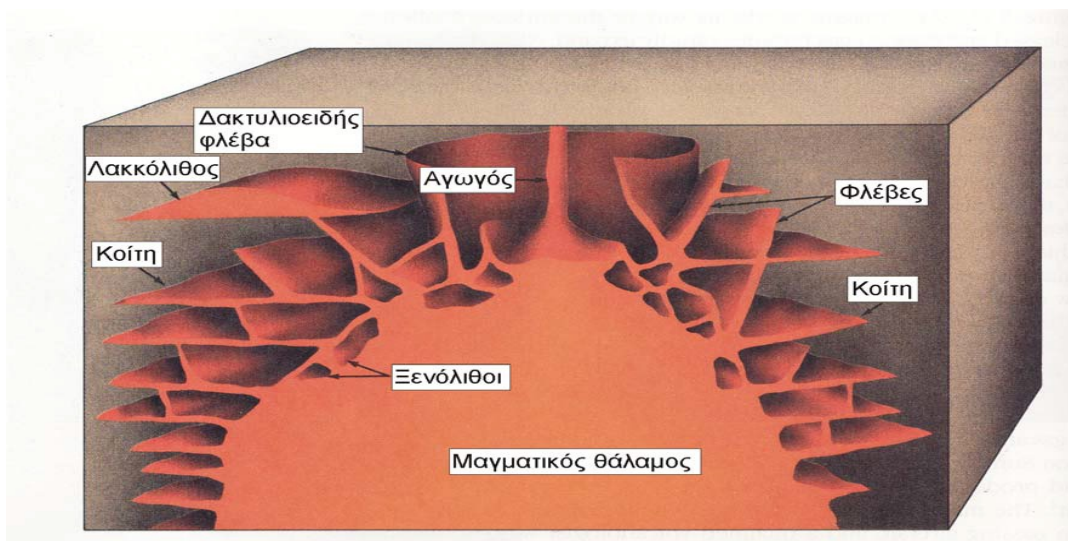
◆ Έκχυτα πετρώματα

Ο τύπος της ηφαιστειακής δράσης και η μορφή των έκχυτων πετρωμάτων εξαρτάται κυρίως από τη σύσταση του μάγματος, και ιδιαίτερα από τα ποσά του SiO_2 και του H_2O τα οποία εμπεριέχει. Υπό αυτήν την έννοια το βασαλτικό μάγμα έχει χαμηλό ιξώδες και είναι λεπτόρρευστο υλικό το οποίο εκχύνεται ήρεμα στην επιφάνεια της γης και εξαπλώνεται σχετικά εύκολα, καλύπτοντας τεράστιες εκτάσεις. Πολλές φορές η βασαλτική λάβα εκχύνεται από ρωγμές μεγάλου μήκους (γραμμική πηγή) σχηματίζοντας, μετά από διαδοχικές εκχύσεις, καλύμματα μεγάλου πάχους και τεραστίων διαστάσεων, τα οποία είναι γνωστά και ως 'βασαλτικά πλατώ'. Στις περιπτώσεις όπου η βασαλτική λάβα φθάνει στην επιφάνεια της γης μέσα από έναν κεντρικό αγωγό (σημειακή πηγή) και εκχύνεται συμμετρικά προς όλες τις κατευθύνσεις δημιουργούνται κώνοι ηφαιστειών των οποίων οι πλαγιές παρουσιάζουν μικρές κλίσεις, συνήθως μικρότερες των 10° . Τα ηφαίστεια που δημιουργούνται μοιάζουν με τεράστιες ασπίδες και είναι γνωστά ως ασπιδόμορφα ηφαίστεια.

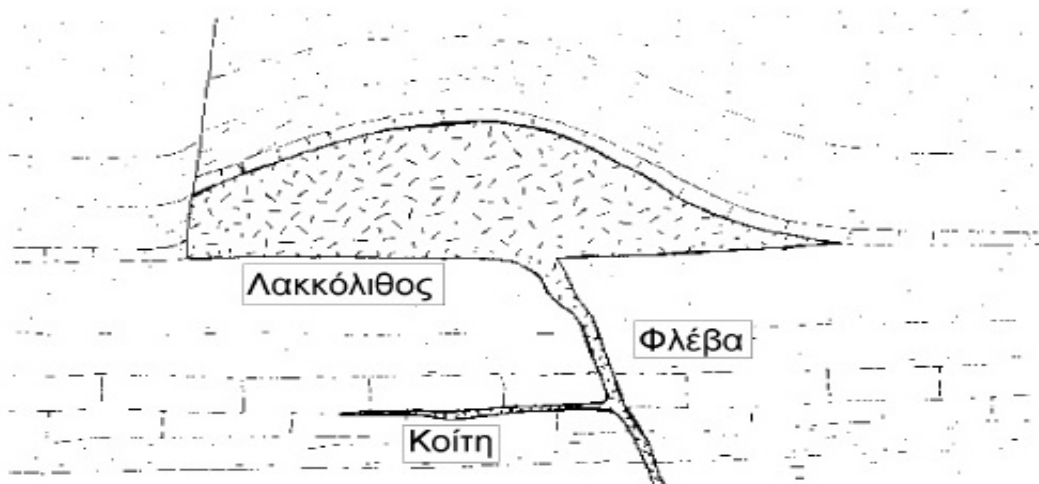
Όταν η λάβα είναι περισσότερο πυριτική και επομένως πιο ιξώδης, όπως είναι η ανδεσιτική και η δακιτική λάβα, η έξοδός της στην επιφάνεια της γης είναι βίαιη και εκρηκτική. Στις περιπτώσεις αυτές από το θρυμματισμό της λάβας δημιουργούνται διάφορα ηφαιστειοκλαστικά προϊόντα. Συνήθως οι λάβες αυτές σχηματίζουν δόμους, των οποίων ο λόγος της οριζόντιας διαμέτρου ως προς το ύψος είναι περίπου 1. Οι πιο πυριτικές λάβες εξέρχονται από το σημείο τροφοδοσίας σε ημίρρευστη κατάσταση σχηματίζοντας τα λεγόμενα βύσματα. Τα ηφαίστεια που σχηματίζονται από στρώματα ηφαιστειοκλαστικών υλικών και εναλλασσόμενων ρευμάτων λάβας, είναι γνωστά ως σύνθετα ή στρωματόμορφα ηφαίστεια.

◆ **Διεισδυτικά(πλουτωνικά)πετρώματα:**

Το μάγμα μετά τη γένεσή του ανεβαίνει προς τα πάνω και διεισδύει στα ανώτερα τμήματα του φλοιού της γης όπου κρυσταλλώνεται και σχηματίζει πλουτωνικά σώματα. Τα σώματα αυτά ανάλογα με το μέγεθός τους διακρίνονται σε μεγάλα και μικρά σώματα. Όταν αυτά σχηματίζονται σε μεγάλο βάθος στο εσωτερικό της γης χαρακτηρίζονται ως πλουτωνικά (αβυσικά), ενώ όταν σχηματίζονται σε αβαθύτερα σημεία σε ως υποηφαιστειακά (φλεβικά). Τα σώματα αυτές ανάλογα με τη μορφολογία τους διακρίνονται σε βαθύλιθους, σωρούς, λακκόλιθους, λοπόλιθους, κοίτες και φλέβες (Σχ. 19 και 20).



Σχ.19 Τύποι πλουτωνικών πετρωμάτων ανάλογα με τη μορφολογία τους.



Σχ.20 Τύποι πλουτωνικών πετρωμάτων ανάλογα με τη μορφολογία τους.

Πηγή (Σχ.19-20):

http://www.geo.auth.gr/courses/gmo/gmo317y/biblio/kefalaio_4.pdf

Βαθύλιθοι: Οι βαθύλιθοι ή βαθόλιθοι είναι τεραστίων διαστάσεων μαγματικές διεισδύσεις οι ρίζες των οποίων χάνονται στα βάθη της γης. Επιφανειακά καλύπτουν μεγάλες εκτάσεις που ξεπερνούν τα 100.000 Km². Έχουν σύσταση κυρίως γρανιτική (γρανίτης – αδαμελλίτης – γρανοδιορίτης) και χαρακτηριστικά βρίσκονται σε μεγάλες οροσειρές, όπου εκτείνονται παράλληλα με τις τεκτονικές κατευθύνσεις των οροσειρών.

Αποτελούνται από διάφορα διεισδυτικά σώματα καθένα εκ των οποίων έχει διάκριτα πετρογραφικά γνωρίσματα. Η σειρά απόθεσης των επί μέρους διεισδύσεων γίνεται αντιληπτή από διάφορες υπαίθριες παρατηρήσεις όπως είναι η παρουσία ξενολίθων σε ορισμένα από αυτά, οι αποφύσεις των νεότερων μελών που διεισδύουν στα παλιότερα μέλη, η ύπαρξη επιφανειών απόψυξης, κ.ά.

Η απομάκρυνση των υπερκείμενων στρωμάτων των περιβαλλόντων πετρωμάτων, λόγω διάβρωσης, αποκαλύπτει ότι διάφορα απομονωμένα, ακανόνιστου σχήματος μαγματικά σώματα ή θολοειδούς μορφής εμφανίσεις που βρίσκονται σε μεγάλες οροσειρές συνδέονται με υποκείμενους βαθύλιθους.

Σωροί: Οι σωροί είναι πλουτωνικά σώματα σχετικά μικρών διαστάσεων, τα οποία συνήθως καταλαμβάνουν εκτάσεις μικρότερες των 100 Km². Τέμνουν ασύμφωνα τα περιβάλλοντα πετρώματα και γενικά παρουσιάζουν ακανόνιστη μορφή.

Λακκόλιθοι: Οι λακκόλιθοι είναι μικρότερων διαστάσεων σε σχέση με τους βαθύλιθους και δημιουργήθηκαν κατά τη διείσδυση όξινου μάγματος, το οποίο αφού ανασήκωσε τα περιβάλλοντα πετρώματα στη συνέχεια άρχισε να επεκτείνεται πλευρικά. Βρίσκονται σε συμφωνία με τα περιβάλλοντα πετρώματα και έχουν φακοειδή μορφή, με τη πάνω επιφάνειά τους θολοειδή και την κάτω επίπεδη. Πολλοί ερευνητές θεωρούν ότι οι λακκόλιθοι τροφοδοτούνται από έναν κεντρικό αγωγό.

Λοπόλιθοι: Οι λοπόλιθοι είναι σχετικά μικρών διαστάσεων και παρουσιάζουν μορφή αβαθούς πιάτου ή λεκάνης· γενικά βρίσκονται σε συμφωνία με τα γειτονικά τους πετρώματα. Συνήθως σχηματίζονται από βασικά και αλκαλικά πετρώματα (γάββρους, περιδοτίτες, πυροξενίτες, ανορθοσίτες). Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο λοπόλιθος του Bushveld στη Νότιο Αφρική, ο οποίος αποτελείται κυρίως από βασικά και υπερβασικά πετρώματα.

Κοίτες: Πολλές φορές το μάγμα κατά την άνοδό του στα ανώτερα τμήματα του φλοιού διεισδύει παράλληλα προς τις επιφάνειες σχιστότητας ή στρώσεως των περιβαλλόντων

πετρωμάτων, λόγω της μικρότερης αντίστασης που συναντάει. Στην περίπτωση αυτή τα μαγματικά πετρώματα παρουσιάζουν πλακώδη μορφή, είναι σύμφωνα με τα περιβάλλοντα πετρώματα και χαρακτηρίζονται ως κοίτες. Χαρακτηριστικό γνώρισμα των κοιτών είναι η τεράστια επιφανειακή έκτασή τους και το μικρό τους πάχος, που ποικίλει από περίπου ένα μέτρο μέχρι εκατοντάδες μέτρα.

Σε ορισμένες περιπτώσεις οι κοίτες διακρίνονται δύσκολα από τα ρεύματα λάβας. Συνήθως, όμως, έχουν κάποια ιδιαίτερα γνωρίσματα, όπως είναι οι απότομες τοπικές διεισδύσεις στα υποκείμενα ή υπερκείμενα στρώματα του ορίζοντα στον οποίο βρίσκονται ή οι μικρές αποφύσεις στην πάνω επιφάνειά τους, τα οποία λείπουν από τα ρεύματα λάβας

Φλέβες: Οι φλέβες, όπως και οι κοίτες, έχουν πλακώδη ανάπτυξη και εκτείνονται σε τεράστιες αποστάσεις. Το πάχος τους κυμαίνεται από λίγα εκατοστά μέχρι μερικές εκατοντάδες μέτρα, αν και κατά κανόνα είναι μικρότερο του ενός μέτρου. Σε αντίθεση με τις κοίτες, οι φλέβες διακόπτουν υπό γωνία τα περιβάλλοντα πετρώματα και είναι κατακόρυφες ή σχεδόν κατακόρυφες κατά τη διάρκεια της διείσδυσης του μάγματος.

Οι φλέβες δημιουργούνται κατά την διείσδυση μάγματος μέσα σε ρωγμές, τις οποίες συνήθως διευρύνει. Το μεγάλο μήκος των φλεβών δείχνει ότι το μάγμα κινείται αρκετά γρήγορα μέσα στα ρήγματα.

Η παρουσία πολλών φλεβών σε μια περιοχή είναι ενδεικτική της δράσης έντονων εκτατικών τάσεων κατά το παρελθόν. Επειδή οι φλέβες, πολλές φορές παρουσιάζουν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στη διάβρωση σε σχέση με τα περιβάλλοντα πετρώματα, εμφανίζονται υπό μορφή φυσικού τοίχους.

Οι φλέβες, όπως και οι κοίτες, διακρίνονται σε πολλαπλές και σύνθετες. Οι πρώτες σχηματίζονται όταν στο ίδιο ρήγμα διεισδύουν διαδοχικά μάγματα όμοιας σύστασης, ενώ οι δεύτερες σχηματίζονται όταν στο ίδιο ρήγμα διεισδύουν μάγματα διαφορετικής συστάσεως, δηλαδή, βασικό και όξινο μάγμα.

2.1.2 Ονοματολογία και ταξινόμηση πυρηγενών πετρωμάτων

Για την αναγνώριση, το χαρακτηρισμό και τη σύγκριση των πετρωμάτων με άλλα όμοια στην εμφάνιση και σύσταση πετρώματα προτάθηκαν κατά καιρούς πολλά και ποικίλα συστήματα ταξινομήσεως. Η μεγάλη ποικιλία των συστημάτων ταξινομήσεως οφείλεται κατά ένα μέρος στο διαφορετικό σκοπό για τον οποίο προτάθηκαν, δηλαδή περιγραφικό ή γενετικό, και κατά ένα άλλο μέρος στις δυσκολίες που προκύπτουν από τον ίδιο το

χαρακτήρα των πετρωμάτων. Πάντως, κανένα σύστημα δεν καλύπτει πλήρως όλα τα προβλήματα ταξινόμησης.

Αρχικά όλες οι περιγραφές των πετρωμάτων ήταν μακροσκοπικές - αργότερα προστέθηκαν και ημιχημικές αναλύσεις - με αποτέλεσμα να δοθούν στα πετρώματα ονόματα που προέρχονταν από εσφαλμένες αντιλήψεις για την πραγματική τους σύσταση. Με την κατασκευή της λεπτής τομής και τη χρήση του μικροσκοπίου πλουτίστηκαν οι γνώσεις για την ορυκτολογική σύσταση των πετρωμάτων και διαπιστώθηκε ότι ορισμένοι προσδιορισμοί δεν ήταν σωστοί. Μια δυσκολία στην ταξινόμηση των πετρωμάτων προέκυψε από την επικρατούσα για πολλά χρόνια αντίληψη ότι τα πετρώματα, τα οποία σχηματίστηκαν κατά τις διάφορες περιόδους της ιστορίας της Γης, έχουν διαφορετική σύσταση. Σήμερα ο παράγοντας χρόνος δε λαμβάνεται σχεδόν καθόλου υπόψη.

Για την ονοματολογία των πυριγενών πετρωμάτων δεν υπάρχουν συγκεκριμένοι κανόνες. Μερικά ονόματα είναι πολύ παλιά και προέρχονται από την γλώσσα των μεταλλορύχων. Άλλα προέρχονται από τα ορυκτά από τα οποία αποτελούνται τα πετρώματα, ενώ τα περισσότερα βασίζονται σε τοπικές ονομασίες. Για την περιγραφή των πετρωμάτων προτάθηκαν, κατά καιρούς, πολλά ονόματα (πάνω από χίλια), όμως, τα πιο συνηθισμένα είναι λιγότερα από εκατό. Αν και κατά καιρούς έγιναν προσπάθειες να υπάρξει ονοματολογία των πυριγενών πετρωμάτων αποδεκτή από όλους τους πετρολόγους, ο σκοπός αυτός δεν επιτεύχθηκε ικανοποιητικά ακόμη και σήμερα. Τυπικό παράδειγμα είναι το πέτρωμα το οποίο οι Άγγλοι το χαρακτηρίζουν ως “δολερίτη”, ενώ οι Αμερικάνοι ως “διάβαση”.

Τα συστήματα ταξινομήσεως των πυριγενών πετρωμάτων, ανάλογα με τον σκοπό για τον οποίο προτείνονται βασίζονται σε πετρογραφικά (τύπο εμφάνισης, ιστό, ορυκτολογική σύσταση) και χημικά (χημική σύσταση) κριτήρια, και χαρακτηρίζονται ως πετρογραφικές ή χημικές ταξινομήσεις, αντίστοιχα.

A1. Πετρογραφικές ταξινομήσεις

A1.1 Τύπος εμφάνισης

Μια πρώτη χονδρική ταξινόμηση των πυριγενών πετρωμάτων είναι αυτή που βασίζεται στον τρόπο ή τη μορφή με την οποία ένα πέτρωμα εμφανίζεται στην ύπαιθρο. Από την άποψη αυτή τα πετρώματα διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες: α) στα έκχυτα ή ηφαιστειακά

(ηφαιστίτες), β) στα πλουτωνικά ή βαθυγενή ή διεισδυτικά πλουτωνίτες) και γ) στα φλεβικά ή υποηφαιστειακά (υποηφαιστίτες).

Τα πετρώματα των τριών αυτών κατηγοριών (ηφαιστιτών, πλουτωνιτών, υποηφαιστιτών) διακρίνονται μεταξύ τους από το βαθμό κρυσταλλικότητας και το μέγεθος των κόκκων των ορυκτών τους, τα οποία εξαρτώνται από τη διαφορετική θέση στερεοποίησης του μάγματος, από το οποίο προέρχονται. Έτσι, πετρώματα που σχηματίστηκαν στο εσωτερικό της Γης αποτελούνται από κρυστάλλους, οι οποίοι διακρίνονται με γυμνό μάτι (Σχ.21). Τα πετρώματα αυτά ονομάζονται φανερίτες και περιλαμβάνουν τους πλουτωνίτες και τους υποηφαιστίτες. Αντίθετα, πετρώματα τα οποία σχηματίστηκαν στην επιφάνεια της Γης αποτελούνται από ύαλο ή και από κρυστάλλους, των οποίων όμως οι κόκκοι δε διακρίνονται με γυμνό μάτι (Σχ.22). Τα πετρώματα αυτά ονομάζονται αφανίτες και περιλαμβάνουν τους ηφαιστίτες. Με βάση την ταξινόμηση αυτή πετρώματα με την ίδια χημική σύσταση, αλλά διαφορετικό τύπο εμφάνισης, χαρακτηρίζονται με διαφορετικά ονόματα. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι ο γάββρος (πλουτωνίτης), ο διαβάσης (υποηφαιστίτης) και ο βασάλτης (ηφαιστίτης).

Σ' αυτό το σύστημα ταξινομήσεως υπάρχουν μερικές δυσκολίες ως προς το χαρακτηρισμό των περιφερειακών τμημάτων των πλουτωνιτών. Αυτά, επειδή ψύχονται γρήγορα λόγω άμεσης επαφής με τα γειτονικά πετρώματα, παρουσιάζουν όλους τους χαρακτήρες των υποηφαιστειακών πετρωμάτων. Για τον ίδιο λόγο υποηφαιστίτες, οι οποίοι σχηματίζουν λεπτές φλέβες, ή βρίσκονται σε μικρό βάθος από την επιφάνεια της Γης, έχουν χαρακτήρες ηφαιστειακών πετρωμάτων.



Σχ.21 Ολοκρυσταλλικό πέτρωμα, γρανίτης



Σχ.22 Υαλώδες πέτρωμα οψιδιανός

Πηγή (Σχ.21): (http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_ign_granite_02.jpg)

Πηγή (Σχ.22):: (http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_ign_obsidian.jpg)

A1.2 Ιστός και υφή των πετρωμάτων

Με τον όρο “ιστός” αναφερόμαστε στο βαθμό κρυστάλλωσης ενός πετρώματος, στο σχήμα και στο μέγεθος των κρυστάλλων (απόλυτο ή σχετικό) καθώς επίσης στον τρόπο με τον οποίο οι κρύσταλλοι συνδέονται μεταξύ τους, δηλαδή στα λεπτομερέστερα (ειδικότερα) γνωρίσματα του πετρώματος. Αντίθετα, με τον όρο “υφή” αναφερόμαστε στη διάταξη των συστατικών του πετρώματος στο χώρο και γενικά στα μακροσκοπικά γνωρίσματα των πετρωμάτων, όπως είναι ο αποχωρισμός, η κατάκλαση, κ.ά. Ο ιστός και η υφή χρησιμοποιήθηκαν από πολλούς πετρογράφους με διαφορετική σημασία, ενώ άλλοι αντικατέστησαν τους όρους αυτούς με τον γενικότερο όρο δομή.

A1.3 Βαθμός κρυστάλλωσης

Ο βαθμός κρυστάλλωσης ή κρυσταλλικότητας ενός πετρώματος είναι το ποσό της υάλου σε σχέση με τους κρυστάλλους και εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως είναι η ταχύτητα ψύξης, η σύσταση και το ιξώδες του μάγματος. Η βραδεία ψύξη του μάγματος παρέχει αρκετό χρόνο για τη μετανάστευση των ατόμων, ιόντων κτλ., από τα οποία αποτελούνται τα ορυκτά, με αποτέλεσμα το ψυχόμενο μάγμα να μετατραπεί ολοκληρωτικά σε κρυστάλλους. Εάν όμως η ταχύτητα ψύξης είναι πάρα πολύ γρήγορη (όπως συμβαίνει με τις λάβες), το τήγμα φθάνει στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, χωρίς να προλάβει να κρυσταλλωθεί και μετατρέπεται σε ύαλο. Η πιθανότητα σχηματισμού υάλου αυξάνει με την αύξηση του SiO₂, δηλαδή με το ιξώδες του τήγματος. Με βάση το βαθμό κρυστάλλωσης των πετρωμάτων διακρίνουμε τους παρακάτω ιστούς:

α) Ολοκρυσταλλικός ιστός. Όλα τα συστατικά του πετρώματος είναι κρυσταλλωμένα. Το πέτρωμα αποτελείται μόνο από κρυστάλλους. Ολοκρυσταλλικό ιστό έχουν τα πλουτωνικά πετρώματα.

β) Υαλώδης ιστός. Σε αντίθεση με τον προηγούμενο ιστό κανένα από τα συστατικά του πετρώματος δεν έχει κρυσταλλωθεί και το πέτρωμα αποτελείται ολοκληρωτικά από ύαλο. Υαλώδη ιστό έχουν ορισμένα ηφαιστειακά πετρώματα, όπως είναι ο οψιδιανός.

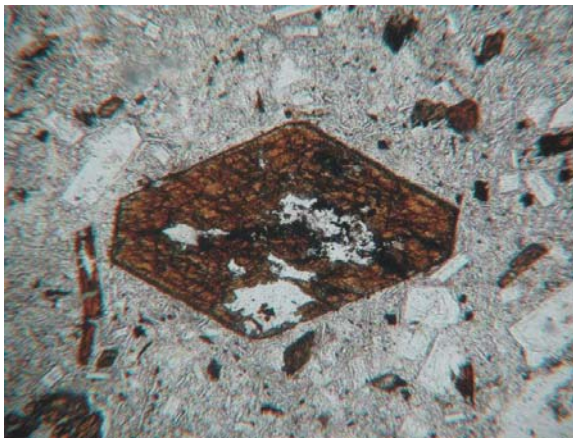
γ) Υποκρυσταλλικός ιστός. Είναι ενδιάμεσος ιστός μεταξύ των δύο προηγούμενων. Υποκρυσταλλικό ιστό έχουν πολλά ηφαιστειακά πετρώματα, των οποίων η θεμελιώδης μάζα αποτελείται από μικρολίθους και ύαλο.

A1.3i Βαθμός ιδιομορφίας

Οι κρύσταλλοι, ανάλογα με τις συνθήκες κρυστάλλωσής τους και τον ελεύθερο χώρο που έχουν στη διάθεσή τους, παρουσιάζουν άλλοτε λιγότερο και άλλοτε περισσότερο τέλεια

γεωμετρικά σχήματα. Οι πρώτοι κρύσταλλοι, οι οποίοι αποβάλλονται από το μάγμα, αναπτύσσουν κανονικά όλες τις έδρες τους, καθώς κρυσταλλώνονται ανεμπόδιστα σ' ένα ελεύθερο περιβάλλον (το τήγμα περιέχει λίγους ή καθόλου κρυστάλλους). Οι κρύσταλλοι αυτοί ονομάζονται ιδιόμορφοι (Σχ.23). Καθώς, όμως, προχωρεί η κρυστάλλωση ο ελεύθερος χώρος συνεχώς περιορίζεται (αυξάνει ο αριθμός των κρυστάλλων), με αποτέλεσμα οι μετέπειτα κρύσταλλοι να σχηματίζουν μερικές μόνο επίπεδες έδρες, οπότε ονομάζονται υπιδιόμορφοι (Σχ.24), ή καμιά επίπεδη έδρα, οπότε ονομάζονται αλλοτριόμορφοι (ξενόμορφοι) (Σχ.25).

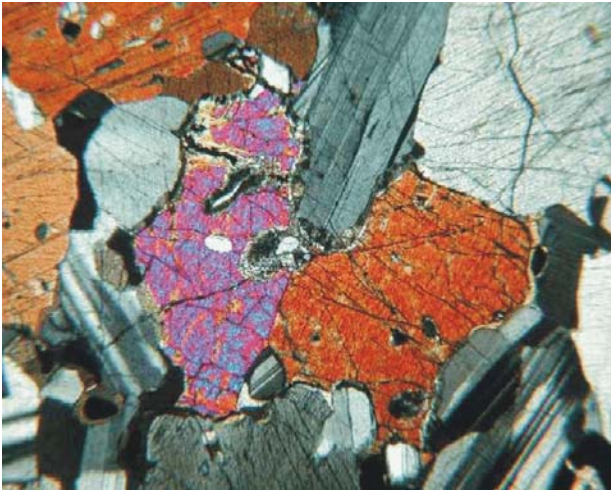
Από τα παραπάνω προκύπτει ότι κάθε ιδιόμορφο ορυκτό σχηματίστηκε πριν από κάποιο άλλο υπιδιόμορφο και αυτό με τη σειρά του πριν από κάποιο αλλοτριόμορφο. Γενικά, με βάση τον βαθμό ιδιομορφίας των κρυστάλλων μπορούμε να εκτιμήσουμε την σειρά κρυστάλλωσης των διαφόρων ορυκτών σ' ένα πέτρωμα. Η σειρά κρυστάλλωσης των ορυκτών συμπεραίνεται και από τη σχέση 'εγκλείοντος-εγκλειομένου' μεταξύ δύο ορυκτών. Έτσι, όταν ένα πρωτογενές ορυκτό Α εγκλείει κάποιο άλλο πρωτογενές ορυκτό Β, τότε το Β σχηματίστηκε πριν από το Α.



Σχ.23 Ιδιόμορφος κρύσταλλος καστανής κερυστίλβης



Σχ.24 Υπιδιόμορφοι κρύσταλλοι βιοτίτη



Σχ.25 Αλλοτριόμορφοι κρύσταλλοι ολιβίνη

Πηγή (Σχ.23-25):

http://www.geo.auth.gr/317/biblio/petrologia_pyrogenwn.pdf

A1.3ii Μέγεθος των κρυστάλλων

Το μέγεθος των κόκκων των κρυστάλλων σ' ένα πέτρωμα εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως είναι: η ταχύτητα ψύξης, η σύσταση και το ιξώδες του μάγματος και ο αριθμός των πυρήνων των κρυστάλλων. Όταν η ψύξη είναι πολύ γρήγορη σχηματίζονται μικροί κρύσταλλοι οι οποίοι δεν διακρίνονται με γυμνό μάτι (ηφαιστειακά πετρώματα), ενώ όταν η ψύξη είναι βραδεία δημιουργούνται μεγαλύτεροι κρύσταλλοι (πλουτωνικά-υποηφαιστειακά πετρώματα). Ανάλογα με το μέγεθος των κρυστάλλων διακρίνομαι τους παρακάτω ιστούς:

- α) λεπτοκοκκώδης : ιστός μέγεθος κόκκων < 1 mm
- β) μεσοκοκκώδης : ιστός μέγεθος κόκκων 1-5 mm
- γ) αδροκοκκώδης : ιστός μέγεθος κόκκων > 5 mm

Ανάλογα με το μέγεθος των κρυστάλλων τα πετρώματα χαρακτηρίζονται ως λεπτόκοκκα, μεσόκοκκα και αδροκοκκα.

A1.3iii Ιδιαίτεροι ιστοί πλουτωνικών και φλεβικών πετρωμάτων

Γρανιτικός ιστός. Πετρώματα τα οποία έχουν ολοκρυσταλλικό ιστό και αποτελούνται από σχεδόν ισομεγέθεις μεσόκοκκους ως αδροκοκκους κρυστάλλους λέγεται ότι έχουν γρανιτικό ιστό (Σχ.26,27). Επειδή οι κρύσταλλοι των ορυκτών παρουσιάζουν διάφορο βαθμό ιδιομορφίας (ιδιόμορφα, υπιδιόμορφα, αλλοτριόμορφα) ο ιστός αυτός είναι γνωστός και ως υπιδιομορφικός.

Πορφυροειδής ιστός. Αναφέρεται σε πετρώματα με γρανιτικό ιστό των οποίων, όμως, ορισμένα ορυκτά διακρίνονται από τα υπόλοιπα λόγω του μεγαλύτερου μεγέθους των (Σχ.28,29). Τα τελευταία ορυκτά ονομάζονται φαινοκρύσταλλοι.

Ποικιλτικός ιστός. Χαρακτηρίζεται από την παρουσία κρυστάλλων ενός ή περισσότερων ορυκτών, με τυχαίο συνήθως προσανατολισμό, μέσα σε μεγαλύτερο κρύσταλλο άλλου ορυκτού. Η ιδιαίτερη περίπτωση όπου πλαγιόκλαστα (ή/και άλλα ορυκτά) εγκλείονται μέσα σε, συνήθως, αλλοτριόμορφους κρυστάλλους καλιούχων αστρίων ονομάζεται μονζονιτική υφή (Σχ.30).

Οφειτικός ιστός. Παρατηρείται σε βασικά πετρώματα, όπως είναι οι δολερίτες (διαβάσες), όπου επιμήκη πλαγιόκλαστα, των οποίων το μέσο μήκος είναι μικρότερο από τη διάμετρο υπιδιόμορφων κόκκων πυροξένων, φαίνεται να εγκλείονται κατά ένα μεγάλο μέρος ή ολοκληρωτικά στους πυροξένους (Σχ.31). Θεωρείται ως μια περίπτωση ποικιλτικού ιστού.

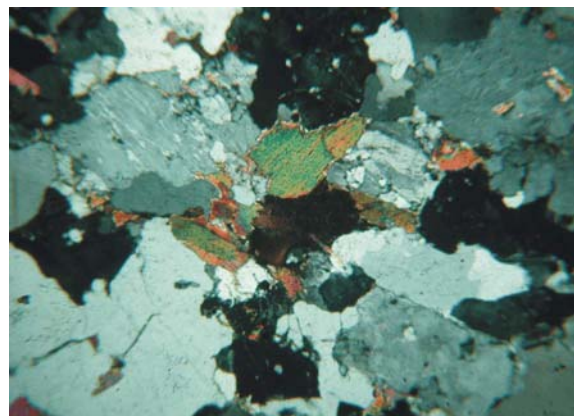
Υποφειτικός ιστός. Μοιάζει με τον οφειτικό. Διαφέρει μόνο στο ότι το μέσο μήκος των επιμήκων πλαγιόκλαστων υπερβαίνει εκείνο των κόκκων των πυροξένων, ώστε εν μέρει μόνο τα πλαγιόκλαστα να εγκλείονται από τους πυροξένους.

Απλιτικός ιστός. Είναι ο τυπικός ιστός των απλιτών (φλεβικών πετρωμάτων), οι οποίοι αποτελούνται από μικρούς (<1μμ), σχεδόν ισομεγέθεις κρυστάλλους κυρίως χαλαζία, αστρίων και μοσχοβίτη, οι οποίοι προσδίδουν στο πέτρωμα ζαχαρώδη υφή και ολόλευκο χρώμα (φεμικά συστατικά <5%) (Σχ.32,33).

Πηγματιτικός ιστός. Χαρακτηριστικός ιστός των πηγματιτών (φλεβικών πετρωμάτων), οι οποίοι αποτελούνται από χαλαζία, αστρίους και μοσχοβίτη· όμως, αντίθετα με τους απλίτες, οι κρύσταλλοί τους είναι έντονα ανισομεγέθεις. Επειδή το μέγεθος των κρυστάλλων, συνήθως, είναι μεγάλο (μερικά εκατοστά) η αναγνώριση του πηγματιτικού ιστού γίνεται μακροσκοπικά (Σχ.34).



Σχ.26 Γρανιτικός ιστός, μακροσκοπικά.



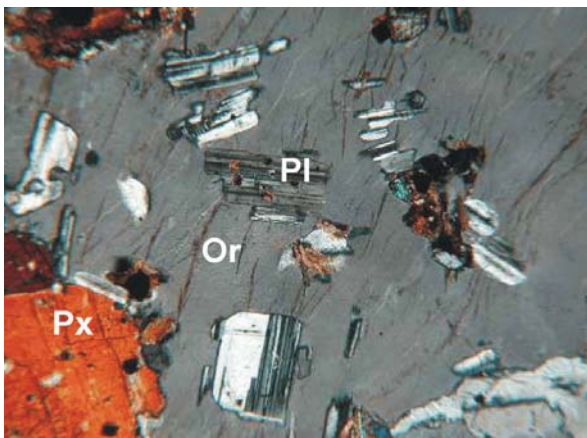
Σχ.27 Γρανιτικός ιστός, μακροσκοπικά.



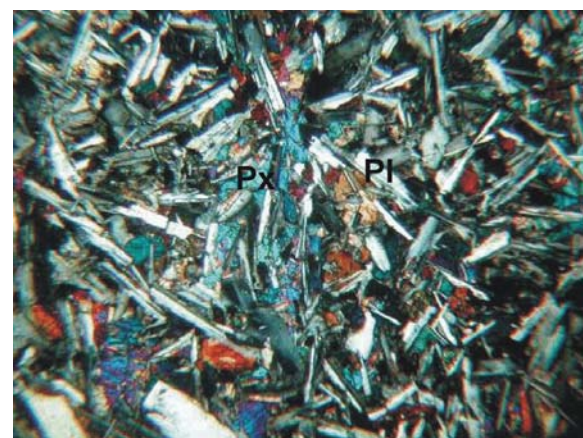
Σχ.28 Πορφυροειδής ιστός, μακροσκοπικά



Σχ.29 Πορφυροειδής ιστός, μικροσκοπικά.



Σχ.30 Ποικιλτικός ιστός μικροσκοπικά. Πλαγιόκλαστα (Pl) και πυρόξεντοι (Px) εγκλείονται σε ορθόκλαστο (Or)



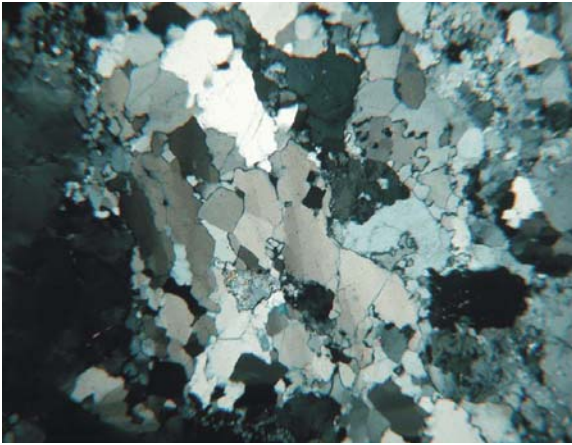
Σχ.31 Οφειτικός ιστός μικροσκοπικά. Βελονοειδή πλαγιόκλαστα (Pl) εγκλείονται σε πυρόξενους (Px)



Σχ.32 Απλιτικός ιστός μακροσκοπικά. Απλιτική φλέβα (Apl) διασχίζει γρανίτη.



Σχ.33 Απλιτικός ιστός μακροσκοπικά.



Σχ.34 Απλιτικός ιστός μικροσκοπικά.

Πηγή (Σχ.26-34):

http://www.geo.auth.gr/317/biblio/petrologia_pyrigenwn.pdf

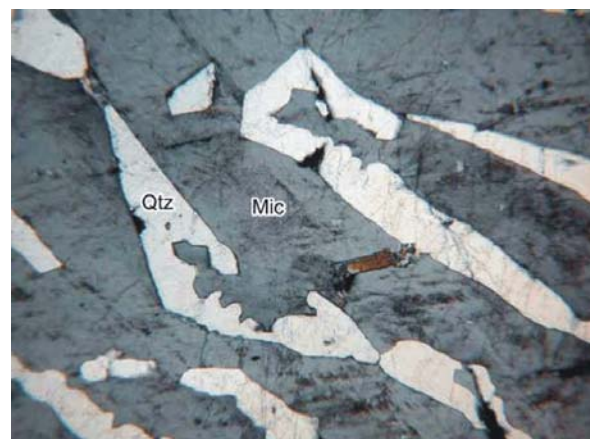
Γραφικός ιστός: Εμφανίζεται σε πηγματίτες όταν κρύσταλλοι του χαλαζία συμφύονται με κρυστάλλους καλιούχων αστρίων κατά τέτοιο τρόπο, ώστε ο χαλαζίας να εμφανίζει υποτριγωνικά και άλλα σχήματα δίνοντας την εντύπωση σφηνοειδούς γραφής (Σχ.35,36). Επειδή τα διάφορα τμήματα (κομμάτια) του χαλαζία, μέσα σε κάθε κρύσταλλο καλιούχου αστρίου έχουν όμοιο προσανατολισμό, έρχονται όλα μαζί σε θέση κατάσβεσης. Ο γραφικός ιστός είναι το αποτέλεσμα είτε ταυτόχρονης κρυστάλλωσης των δύο ορυκτών (χαλαζία και Κ-αστρίου) από κάποιο ευτηκτικό τήγμα είτε αντικατάστασης του ενός ορυκτού από το άλλο.

Γρανοφυρικός: Μοιάζει πολύ με τον γραφικό ιστό. Διαφέρει μόνο στο ότι τα κομμάτια του χαλαζία μέσα στον κρύσταλλο του καλιούχου αστρίου δεν έχουν όμοιο προσανατολισμό και έτσι δεν έρχονται όλα μαζί σε θέση κατάσβεσης (Σχ.37).

Μυρμηκιτικός ιστός: Ο ιστός αυτός είναι κάπως ανάλογος με τον γραφικό και χαρακτηρίζεται από πολύ μικρά σκωληκόμορφα ή δακτυλόμορφα σώματα χαλαζία τα οποία βρίσκονται μέσα σε πλαγιόκλαστα (συνήθως ολιγόκλαστο) (Σχ.38). Οι μυρμηκίτες οφείλονται πιθανόν σε περιφερειακή αντικατάσταση των καλιούχων αστρίων, όταν αυτά βρίσκονται σε επαφή με πλαγιόκλαστα, λόγω θερμών διαβρωτικών διαλυμάτων κατά τα τελευταία στάδια ψύξεως του μάγματος.



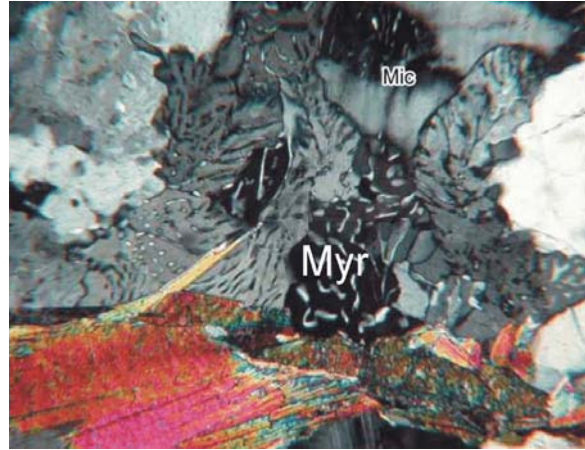
Σχ.35 Γραφικός ιστός μακροσκοπικά. Συγκρυστάλλωση χαλαζία (Qz) και καλιούχου αστρίου (Kf).



Σχ.36 Γραφικός ιστός μικροσκοπικά. Συγκρυστάλλωση χαλαζία (Qtz) και μικροκλινή (Mic).



Σχ.37 Γρανοφυρικός ιστός μικροσκοπικά. Συγκρυστάλλωση χαλαζία (Qtz) και ορθοκλάστου (Or).



Σχ.38 Ανάπτυξη μυρμηκίτη (Myr) εις βάρος του μικροκλινής (Mic).

Πηγή (Σχ.35-38):

http://www.geo.auth.gr/317/biblio/petrologia_pyrigenwn.pdf

A1.3iv Ιδιαίτεροι ιστοί ηφαιστειακών πετρωμάτων

Πορφυριτικός ιστός: Είναι ο τυπικός ιστός των ηφαιστειακών πετρωμάτων. Χαρακτηρίζεται από την παρουσία ενός ή περισσότερων ορυκτών ειδών με μεγάλο μέγεθος, τα οποία βρίσκονται μέσα σε μια μάζα (θεμελιώδης μάζα) η οποία αποτελείται από πάρα πολύ μικρούς κρυστάλλους ή ακόμη και από ύαλο (Σχ.39). Οι μεγάλοι κρύσταλλοι αναγνωρίζονται με γυμνό μάτι και λέγονται φαινοκρύσταλλοι, ενώ οι μικροί κρύσταλλοι δεν αναγνωρίζονται με γυμνό μάτι, ακόμα και με τη βοήθεια του μικροσκοπίου και ονομάζονται μικρόλιθοι. ΟΙ φαινοκρύσταλλοι κρυσταλλώθηκαν σε βάθος (πρώτη γενεά), ενώ οι μικρόλιθοι στην επιφάνεια της γης (δεύτερη γενεά). Αν η αναγνώριση των κρυστάλλων της πρώτης γίνεται με τη βοήθεια του μικροσκοπίου ο ιστός χαρακτηρίζεται ως μικροπορφυριτικός.

Υαλοφυρικός ή βιτροφυρικός ιστός: Πρόκειται για ένα είδος πορφυριτικού ιστού, στον οποίο οι φαινοκρύσταλλοι βρίσκονται σε υαλώδη μάζα (Σχ.40).

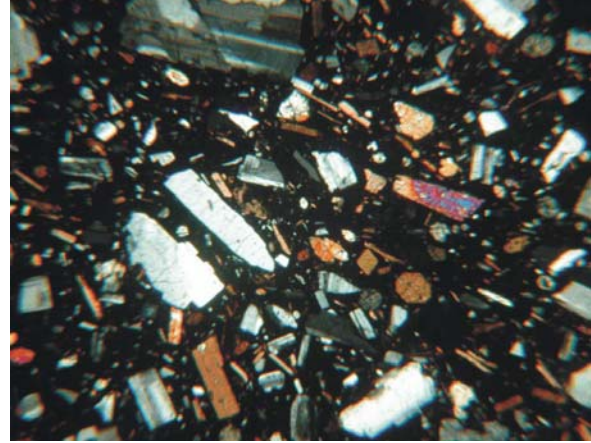
Αφυρικός ιστός: Αναφέρεται σε ηφαιστειακά πετρώματα τα οποία αποτελούνται μόνο από μικρόλιθους (θεμελιώδης μάζα). Δεν υπάρχουν φαινοκρύσταλλοι. Η θεμελιώδης μάζα μπορεί να περιέχει και ύαλο (Σχ.41)

Φελσιτικός ιστός: Ο όρος αυτός χρησιμοποιείται είτε για συμπαγή ανοιχτόχρωμα πετρώματα, των οποίων οι κρύσταλλοι είναι πάρα πολύ μικροί για να διακριθούν με γυμνό

μάτι, οπότε είναι συνώνυμος με τον όρο μικροκρυσταλλικός, είτε για τη θεμελιώδη μάζα πορφυριτικών πετρωμάτων, η οποία είναι τόσο λεπτόκοκκη, ώστε δε διακρίνεται κάτω από το μικροσκόπιο, οπότε είναι συνώνυμος με τον όρο κρυπτοκρυσταλλικός.



Σχ.39 Πορφυριτικός ιστός μικροσκοπικά N(+)



Σχ.40 Υαλοφυρικός ιστός μικροσκοπικά N(+)



Σχ.41 Αφυρικός ιστός μικροσκοπικά N(+).

Πηγή (Σχ.39-41):

http://www.geo.auth.gr/317/biblio/petrologia_pyrigenwn.pdf

A1.3v Υφές πυριγενών πετρωμάτων

Μεταξύ των πιο χαρακτηριστικών γνωρισμάτων των ηφαιστειακών και πλουτωνικών πετρωμάτων, τα οποία εύκολα γίνονται αντιληπτά στην υπαίθρια ή την μικροσκοπική παρατήρηση είναι οι:

Πρισματική ή στηλοειδής κατάτμηση: Σε πολλά ηφαιστειακά πετρώματα, κυρίως βασικής σύστασης, δημιουργούνται επιφάνειες αποχωρισμού, λόγω ψύξης, οι οποίες τεμνόμενες οδηγούν στο σχηματισμό εντυπωσιακών πολυγωνικών (πρισματικών) στηλών (Σχ.42,43).

Μαξιλαροειδείς μορφές (pillow-lava): Χαρακτηριστικές μορφές αποχωρισμού, υπό μορφή μαξιλαριών, βασαλτικών πετρωμάτων (Σχ.44)

Σφαιροειδείς αποχωρισμοί: Ο αποχωρισμός των πετρωμάτων (ανδεσιτικών και βασαλτικών) κατά την ψύξη τους γίνεται υπό μορφή συγκεντρωτικών φλοιών (Σχ.45).



Σχ.42 Στυλοειδείς κατατμήσεις στον ροδοακίτη της Λυκόφης.



Σχ.43 Στυλοειδείς κατατμήσεις στον ανδεσίτη βόρεια του Άβαντα.



Σχ.44 Μαξιλαροειδείς μορφές (pillow-lava) από την Τορώνη.



Σχ.45 Σφαιροειδής αποχωρισμός ανδεσίτη από τη Μέστη.

Πηγή (Σχ.42-45):

http://www.geo.auth.gr/317/biblio/petrologia_pyrigenwn.pdf

Κισσηρώδης και σκωριώδης υφή: Αναγνωρίζονται τόσο μακροσκοπικά όσο και μικροσκοπικά. Χαρακτηριστική είναι η εμφάνιση σε πολλά πετρώματα, κυρίως ηφαιστειακά και υποηφαιστειακά, κοιλοτήτων (οπών) με διάφορα σχήματα, όπως π.χ. σφαιρικά, ελλειπτικά, ή ακανόνιστα. Η ιδιαίτερη αυτή εμφάνιση, η οποία φαίνεται τόσο μακροσκοπικά

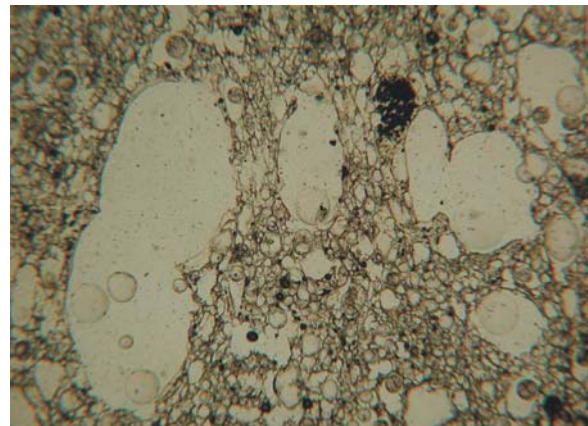
όσο και στο μικροσκόπιο, χαρακτηρίζεται ως κισσηρώδης υφή, όταν ο αριθμός των κοιλοτήτων είναι μεγάλος και τα τοιχώματά τους πολύ λεπτά (Σχ.46,47) και ως σκωριώδης υφή, όταν ο αριθμός των κοιλοτήτων είναι μικρός και τα τοιχώματά τους παχιά (Σχ.48,49).

Ρευστική ή τραχειτική υφή: Σε ηφαιστειακά πετρώματα με ολοκρυσταλλική θεμελιώδη μάζα (τραχείτες) οι μικρόλιθοι, κυρίως των αστρίων, βρίσκονται σε παράλληλη ως υποπαράλληλη θέση μεταξύ τους δίνοντας έντονα την εντύπωση της ροής (Σχ.50). Η υφή αυτή είναι γνωστή και ως ρευστική ή τραχειτική.

Περλιτική υφή: Στην υαλώδη θεμελιώδη μάζα όξινων ηφαιστειακών πετρωμάτων (π.χ., ρυόλιθοι) εμφανίζονται πολλές φορές καμπυλωτές και συγκεντρωτικές ρωγμές, οι οποίες οφείλονται στην άνιση διαστολή της υάλου λόγω προσλήψεως νερού (Σχ.51).



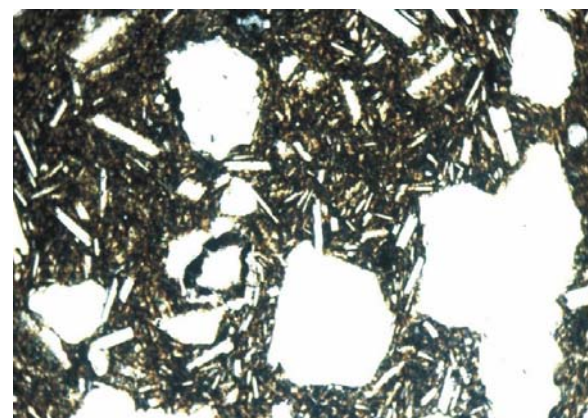
Σχ.46 Κισσηρώδης υφή μακροσκοπικά.



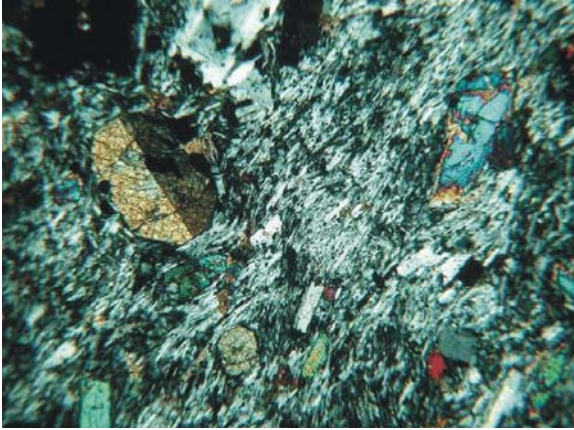
Σχ.47 Κισσηρώδης υφή μικροσκοπικά N(-).



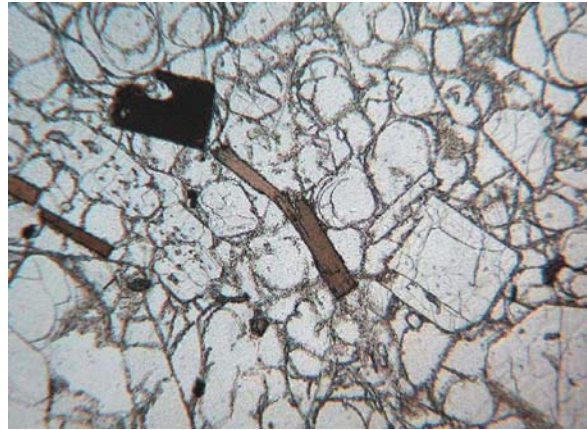
Σχ.48 Σκωριώδης υφή μακροσκοπικά.



Σχ.49 Σκωριώδης υφή μικροσκοπικά N(-).



Σχ.50 Ρευστική υφή N(+)



Σχ.51 Περλιτική υφή N(-).

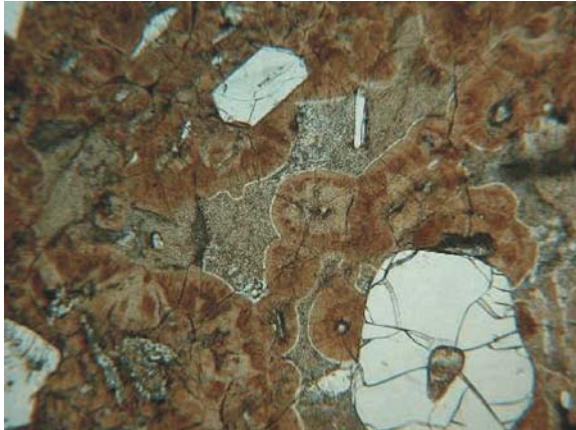
Πηγή (Σχ.46-51):

(http://www.geo.auth.gr/317/biblio/petrologia_pyrogenwn.pdf)

Σφαιρολιθική υφή: Σε πετρώματα με υαλώδη θεμελιώδη μάζα εμφανίζεται και μια άλλη χαρακτηριστική υφή, η σφαιροειδής ή σφαιρολιθική. Πρόκειται για σφαιρικά σώματα, τα οποία αποτελούνται από σύμφυση βελονοειδών κρυστάλλων πλαγιοκλάστων και χαλαζία (Σχ.52,53). Συνήθως έχουν υπομικροσκοπικές διαστάσεις, σε σπάνιες όμως περιπτώσεις φθάνουν μέχρι ένα μέτρο. Οι σφαιρόλιθοι σχηματίζονται κατά την ταχεία ψύξη της λάβας.

Μιαρολιθική υφή: Πρόκειται για ακανόνιστες κοιλότητες στην επιφάνεια πλουτωνικών πετρωμάτων. Ο σχηματισμός των κοιλοτήτων οφείλεται στη διαφυγή των αερίων του μάγματος κατά την κρυστάλλωσή του σε βάθος. Όταν οι κοιλότητες είναι γεμάτες με διάφορα ορυκτά (ζεόλιθοι, χαλκηδόνιος, ανθρακικά, κ.α.) ονομάζονται “γεώδη”.

Φυλλοειδής (σχιστώδης) υφή: Σε μερικά πετρώματα οι πλακώδεις κρύσταλλοι δείχνουν ορισμένο προσανατολισμό, ο οποίος οφείλεται είτε στην κίνηση του μάγματος κατά τη διάρκεια της κρυστάλλωσης είτε σε κατευθυνόμενες δυνάμεις που έδρασαν κατά ή μετά τη στερεοποίηση του μάγματος (Σχ.54). Στην περίπτωση που οι κρύσταλλοι είναι πρισματικοί η αντίστοιχη υφή χαρακτηρίζεται ως γραμμωτή.



Σχ.52 Σφαιρολιθική υφή υφή N(-)



Σχ.53 Σφαιρολιθική υφή N(+).

Σχ.54 Φυλλοειδής (σχιστώδης) υφή
μακροσκοπικά

Πηγή (Σχ.52-54):

http://www.geo.auth.gr/317/biblio/petrologia_pyrogenwn.pdf

Κλαστικές υφές: Οφείλονται στο θρυμματισμό των συστατικών του πετρώματος. Τυπική περίπτωση είναι η πυροκλαστική υφή, η οποία οφείλεται στο θρυμματισμό των κρυστάλλων κατά τη διάρκεια των βίαιων εκρήξεων των ηφαιστείων. Κάμψεις και θρυμματισμοί των ορυκτών συμβαίνουν και κατά τη συνέχιση της κίνησης μαγμάτων, τα οποία είχαν στερεοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό. Η υφή αυτή ονομάζεται πρωτοκλαστική ή αυτοκλαστική. Όταν ο θρυμματισμός των ορυκτών οφείλεται σε δυνάμεις που έδρασαν μετά την πλήρη στερεοποίηση του μάγματος έχουμε την κατακλαστική υφή. Τέλος, στην περίπτωση που οι κρύσταλλοι είναι έντονα θρυμματισμένοι χρησιμοποιείται ο όρος μλωνιτική υφή. Τέτοιες υφές παρατηρούνται συνήθως σε ζώνες τεκτονικών μετακινήσεων (επωθήσεις, μεταπτώσεις, κτλ.).

A1.4 Ορυκτολογική σύσταση

Από την ορυκτολογική σύσταση των ολοκρυσταλλικών πετρωμάτων με γρανιτικό ιστό μπορούμε να υπολογίσουμε την χημική τους σύσταση και κατ' επέκταση τη χημική σύσταση του μάγματος από το οποίο προέκυψαν. Για τον λόγο αυτό η ορυκτολογική σύστασή χρησιμοποιήθηκε για την ταξινόμηση των πετρωμάτων.

Πολλά πετρώματα περιέχουν αστρίους. Έτσι, οι άστριοι λόγω της ευρείας διάδοσής τους και του σχετικά εύκολου τρόπου αναγνωρίσής τους χρησιμοποιούνται ως παράμετροι για την ταξινόμηση των πυριγενών πετρωμάτων. Ένα άλλο ορυκτό, αν και λιγότερο άφθονο, το οποίο επίσης χρησιμοποιείται στην ταξινόμηση των πετρωμάτων, είναι ο χαλαζίας. Το ίδιο ισχύει και για τα αστριοειδή, τα οποία εμφανίζονται σε πετρώματα όπου λείπει ο χαλαζίας. Τέλος, τα έγχρωμα ορυκτά - πυρόξενι, κερροσίλβη, κ.α. - εκτός από τη συμμετοχή τους στον υπολογισμό του χρωματικού δείκτη, ορίζουν ποικιλίες τύπων πετρωμάτων.

Πιο συγκεκριμένα ο ρόλος του καθενός από τα παραπάνω ορυκτά στην ταξινόμηση των πετρωμάτων έχει ως εξής:

Άστριοι: Οι άστριοι σ' ένα πέτρωμα μπορεί να αντιπροσωπεύονται είτε μόνο από αλκαλιούχους αστρίου (A), είτε μόνο από πλαγιόκλαστα (P), είτε και από τα δύο είδη αστρίων. Οι αλκαλιούχοι άστριοι στα ηφαιστειακά πετρώματα είναι σανίδινο ή πιο σπάνια ανορθόκλαστο, ενώ στα πλουτωνικά ορθόκλαστο ή μικροκλινή, και μάλιστα περθιτωμένα στις περισσότερες περιπτώσεις. Στην ταξινόμηση οι περθίτες υπολογίζονται ως αλκαλιούχοι άστριοι, αν και ο αλβίτης από τον οποίο αποτελούνται είναι στην πραγματικότητα πλαγιόκλαστο. Ομοίως, ο αλβίτης που υπάρχει σε ορισμένους γρανίτες υπολογίζεται ως αλκαλιούχος άστριος.

Σε ενδιάμεσα και βασικά πετρώματα, στα οποία οι άστριοι αντιπροσωπεύονται μόνο από πλαγιόκλαστα, θα πρέπει να γίνεται προσδιορισμός του είδους του πλαγιόκλαστου. Ο προσδιορισμός αυτός είναι απαραίτητος, διότι υπάρχουν πετρώματα, όπως ο διορίτης και ο γάββρος, τα οποία διακρίνονται μεταξύ τους με βάση την περιεκτικότητα του πλαγιόκλαστου σε ανορθίτη (όξινα ή βασικά). Βέβαια σε ζωνώδη πλαγιόκλαστα δεν μπορεί να γίνει ακριβής προσδιορισμός της περιεκτικότητάς τους σε ανορθίτη, διότι η σύστασή τους αλλάζει από ζώνη σε ζώνη.

Όταν το πέτρωμα περιέχει και τα δύο είδη των αστρίων, πρέπει να προσδιοριστεί η αναλογία των αλκαλιούχων αστρίων ως προς τα πλαγιόκλαστα. Η πλήρης σειρά των αναλογιών των αστρίων (A/P) διαιρείται συνήθως σε τρία ίσα μέρη ή σε πέντε διαφορετικά (10, 35, 65, 90 και 100).

Χαλαζίας: Η παρουσία ή η απουσία του χαλαζία αποτελεί βασική παράμετρο σε πολλά συστήματα ταξινομήσεως των πυριγενών πετρωμάτων. Έτσι, υπερκορεσμένα πετρώματα, τα οποία περιέχουν πάνω από 5% χαλαζία, ταξινομούνται σύμφωνα με τα σχετικά ποσά του

χαλαζία, των αλκαλιούχων αστρίων και των πλαγιόκλαστων. Στις περιπτώσεις όπου δύο πετρώματα έχουν την ίδια ορυκτολογική σύσταση, αλλά το ένα έχει λίγο χαλαζία (<5%), ενώ το άλλο καθόλου, χρησιμοποιούμε τον όρο “χαλαζιούχο” ως επιθετικό προσδιορισμό στο όνομα του πετρώματος στην πρώτη περίπτωση π.χ., ο όρος “χαλαζιούχος συηνίτης”, “χαλαζιούχος μονζονίτης” σημαίνει ότι τα πετρώματα συηνίτης και μονζονίτης περιέχουν και λίγο χαλαζία.

Ως οριακή περιεκτικότητα για το χαλαζία θεωρήθηκε από πολλούς το 10%, επειδή πάνω από το όριο αυτό ο χαλαζίας είναι αντιληπτός σε μακροσκοπικά δείγματα, ενώ κάτω από αυτό δεν είναι. Στο σύστημα ταξινομήσεως IUGS, το όριο του χαλαζία είναι στο 20% του συνόλου των σαλικών ορυκτών, διότι πολλά τυπικά ενιδάμεσα πετρώματα περιέχουν χαλαζία μεταξύ 10 και 20 %, ενώ στα όξινα πετρώματα το αντίστοιχο ποσοστό κυμαίνεται από 20 έως 40 %.

Αστριοειδή: Η παρουσία των αστριοειδών σ’ ένα πέτρωμα αντανακλά τον ακόρεστο σε διοξείδιο του πυριτίου χαρακτήρα του. Τα αστριοειδή είναι ασυμβίβαστα με το χαλαζία. Γενικά, τα πετρώματα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, σε αυτά που έχουν αστριοειδή και σ’ αυτά που δεν έχουν. Η παρουσία μικρών ποσών αστριοειδών σ’ ένα πέτρωμα δηλώνεται με τη λέξη “αστριοειδούχος” μπροστά από το όνομα του πετρώματος. Τα αστριοειδή χρησιμοποιούνται στην ταξινόμηση των αλκαλικών πετρωμάτων, στην οποία ιδιαίτερη σημασία έχει το γεγονός αν αυτά είναι μόνα ή συνοδεύονται από πλαγιόκλαστα.

Φεμικά συστατικά: Τα φεμικά συστατικά παίζουν γενικά υποδεέστερο ρόλο στην ταξινόμηση των πυριγενών πετρωμάτων. Η παρουσία ή η απουσία του μαγνησιούχου ολιβίνη χρησιμοποιείται συχνά στη διάκριση μεταξύ των ακόρεστων και των κορεσμένων βασικών πετρωμάτων. Με βάση τα φεμικά ορυκτά διακρίνονται διάφορες ποικιλίες ενός τύπου πετρώματος: όταν μπροστά από το όνομα του πετρώματος υπάρχει, ως επιθετικός προσδιορισμός, κάποιο φεμικό ορυκτό, π.χ. πυροξενικός ανδεδίτης, κερροστιλβικός ανδεδίτης, κ.ο.κ. αυτό σημαίνει ότι οι συγκεκριμένοι ανδεδίτες περιέχουν ως φεμικό ορυκτό πυρόξενο και κερροστίλβη, αντίστοιχα. Στη περίπτωση που υπάρχουν περισσότερα από ένα φεμικά ορυκτά (που το καθένα συμμετέχει με ποσοστά >5%), αυτά γράφονται με τη σειρά αφθονίας τους: πιο κοντά στο όνομα του πετρώματος μπαίνει το φεμικό με το μεγαλύτερο ποσοστό συμμετοχής. Έτσι, ο όρος “κεροστιλβικός αυγιτικός ανδεδίτης” σημαίνει ότι ο ανδεδίτης αυτός περιέχει περισσότερο αυγίτη παρά κερροστίλβη.

A1.5 Χρωματικός δείκτης

Ένα από τα πιο εμφανή γνωρίσματα των πετρωμάτων κατά τη μακροσκοπική παρατήρηση είναι το χρώμα τους, το οποίο στα πλουτωνικά πετρώματα σχετίζεται άμεσα με την ορυκτολογική τους σύσταση. Το χρώμα των πετρωμάτων αντανακλά την αναλογία των φεμικών ή έγχρωμων ορυκτών ως προς τα σαλικά ή λευκά και κυμαίνεται από σχεδόν άσπρο (ορισμένοι γρανίτες) ως μαύρο (στους βασάλτες). Γενικά, στα ανοιχρόχρωμα πλουτωνικά πετρώματα επικρατούν σαλικά ορυκτά (χαλαζιάς, άστριοι), ενώ στα σκουρόχρωμα φεμικά ορυκτά (ολιβίνης, πυρόξενι, κερροστίλβη, βιοτίτης). Ως μέτρο του χρώματος των πετρωμάτων χρησιμοποιείται ο χρωματικός δείκτης (ΧΔ), ο οποίος εκφράζει την εκατοστιαία ποσοτική συμμετοχή των φεμικών συστατικών στο πέτρωμα.

Με βάση το χρωματικό δείκτη, τα ολοκρυσταλλικά πετρώματα διακρίνονται σε ανοιχτόχρωμα ($ΧΔ < 40$) και σε σκουρόχρωμα ($ΧΔ > 40$). Σύμφωνα με μια άλλη ταξινόμηση τα πετρώματα διακρίνονται σε πέντε ομάδες:

Ομάδα	ΧΔ
Ολολευκοκρατικά	0-5
Λευκοκρατικά	5-35
Μεσοκρατικά	35-65
Μελανοκρατικά	65-95
Ολομελανοκρατικά	95-100

Ο χρωματικός δείκτης χρησιμοποιείται πολλές φορές προκειμένου να τονιστούν οι διαφορές χρώματος στο ίδιο τύπο πετρώματος, π.χ., ένας γρανίτης, με $ΧΔ = 25$, αν και βρίσκεται μέσα στη λευκοκρατική σειρά, είναι σε σχέση με άλλους γρανίτες πιο σκούρος αυτός περιγράφεται ως μελανοκρατικός γρανίτης ή (πιο σύντομα) μελαγρανίτης. Αντίστοιχα διακρίνουμε τους γάββρους σε λευκοκρατικούς ή λευκογάββρους ($ΧΔ < 40$) και μελανοκρατικούς ή μελαγάββρους ($ΧΔ > 70$).

Στα ηφαιστειακά πετρώματα, τα οποία περιέχουν ύαλο στη θεμελιώδη μάζα τους ή αποτελούνται εξ ολοκλήρου από ύαλο, δε χρησιμοποιείται ο χρωματικός δείκτης, διότι η παρουσία στην υαλώδη μάζα έστω και μικρών ποσών φεμικών συστατικών προσδίδει στο πέτρωμα σκούρο χρώμα. Τυπικό παράδειγμα είναι ο οψιδιανός, ο οποίος αν και έχει την ίδια χημική σύσταση με το γρανίτη ($ΧΔ < 35$), εμφανίζει μαύρο χρώμα με βάση το οποίο θα έπρεπε να χαρακτηριστεί ως ολομελανοκρατικό πέτρωμα. Στα ηφαιστειακά πετρώματα μπορεί να

χρησιμοποιηθεί ο δυνητικός χρωματικός δείκτης, ο οποίος προκύπτει από το ποσό 100 μείον το ποσό των δυνητικών ορυκτών Q, Qr, Ab, An και Ne σύμφωνα με το τύπο $X\Delta = \{(100 - (Q+Qr+Ab+An+Ne))\}$.

2.1.3 Όξινα-ενδιάμεσα και βασικά πυρηνική πετρώματα

A. Όξινα πετρώματα

A1. Γενικά χαρακτηριστικά

Τα όξινα πετρώματα έχουν πάνω από 66% SiO₂ και είναι ισχυρά υπερκορεσμένα σε SiO₂. Στα πλουτωνικά πετρώματα με γρανιτικό ιστό η μεγάλη περιεκτικότητα σε SiO₂ αντανakλάται στην παρουσία χαλαζία, ο οποίος κυμαίνεται από 20% έως 40% στο σύνολο των σαλικών ορυκτών. Στα ηφαιστειακά πετρώματα ο υπερκορεσμός σε SiO₂ εκφράζεται από την σχέση των δυνητικών ορυκτών : $100Q/(Q+Qr+Ab+An) > 20$.

Καθώς όλα τα όξινα πλουτωνικά πετρώματα περιέχουν άφθονο χαλαζία η διάκρισή τους σε διάφορους πετρογραφικούς τύπους βασίζεται ουσιαστικά στην αναλογία των αλκαλιούχων αστρίων ως προς τα πλαγιόκλαστα, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Αλκαλιούχοι άστριοι	Πλαγιόκλαστα	Πλουτωνίτες	Ηφαιστίτες
100-90	0-10	Αλκαλιγρανίτης	Αλκαλιρυόλιθος
90-35	10-65	Γρανίτης	Ρυόλιθος
35-10	65-90	Γρανοδιορίτης	Δακίτης
10-0	90-100	Τοναλίτης	Δακίτης

A2. Πλουτωνίτες

Τα όξινα πλουτωνικά πετρώματα εμφανίζονται κυρίως στον ηπειρωτικό φλοιό. Τα πετρώματα αυτά αποτελούν το μεγαλύτερο τμήμα των τεράστιων βαθύλιθων στις ορογενετικές ζώνες, και μάλιστα στα αρχαϊκά κρατόν αποτέλεσαν τον πρωταρχικό ηπειρωτικό φλοιό. Είναι τα πιο διαδεδομένα πλουτωνικά πετρώματα.

Τα όξινα πλουτωνικά πετρώματα είναι ολοκρυσταλλικά μεσόκοκκα έως αδρόκοκκα πετρώματα, έχουν δηλαδή τυπικό γρανιτικό ιστό. Τα περιφερειακά τμήματα ορισμένων πλουτωνιτών παρουσιάζουν προσανατολισμένη διάταξη των συστατικών τους (φυλλοειδής, ή γραμμωτή υφή), η οποία οφείλεται στην επίδραση κατευθυνόμενης πίεσης κατά την

κρυστάλλωσή τους. Τα πετρώματα αυτά έχουν χαμηλό χρωματικό δείκτη ο οποίος κυμαίνεται από λιγότερο από 10 στους τυπικούς γρανίτες έως 40 σε μερικούς τοναλίτες.

A2.1 Γρανίτες

Το όνομα γρανίτης προέρχεται από την λατινική λέξη 'granum' που σημαίνει 'κόκκος'. Στη γεωλογία το όνομα γρανίτης χρησιμοποιείται για όλα τα όξινα πλουτωνικά πετρώματα που έχουν γρανιτικό ιστό, ενώ στην πετρολογία μόνο για τα πετρώματα τα οποία έχουν ως θεμελιώδη ορυκτά πολλούς K-αστρίους, σχετικά λίγα πλαγιόκλαστα, άφθονο χαλαζία και ως φεμικό συστατικό συνήθως βιοτίτη. Στα γρανιτικά πετρώματα συναντάται ο γρανιτικός ιστός και συχνά ο πορφυροειδής. Μακροσκοπικές και μικροσκοπικές φωτογραφίες γρανιτών δίνονται στα σχήματα 55 έως 60.

Οι αλκαλιούχοι άστριοι, οι οποίοι αποτελούν πάνω από το 1/3 του συνόλου των αστρίων, αντιπροσωπεύονται από το ορθόκλαστο και τον μικροκλινή. Και τα δύο ορυκτά είναι συνήθως περθιτωμένα. Τα πλαγιόκλαστα είναι όξινα και έχουν σύσταση κυρίως ολιγοκλάστου, ενώ σπάνια είναι αντιπερθιτικά.

Ο χαλαζίας αποτελεί το 20 ως 40% (του συνόλου των σαλικών ορυκτών) των γρανιτών. Επειδή κρυσταλλώνεται τελευταίος καταλαμβάνει τους ενδιάμεσους χώρους μεταξύ των άλλων ορυκτών και γι' αυτό έχει ακανόνιστο σχήμα (αλλοτριόμορφος). Μερικές φορές περιέχει ρευστά εγκλείσματα, ή πιο συχνά άφθονους μικρότατους κοκκώδεις ή βελονοειδείς κρυστάλλους ρουτιλίου και απατίτη. Η παρουσία των βελονοειδών κρυστάλλων του ρουτιλίου δείχνει ότι ο χαλαζίας κρυσταλλώθηκε σε σχετικά υψηλή θερμοκρασία. Χαρακτηριστικό γνώρισμα του χαλαζία είναι η κυματοειδής κατάσβεση, ιδίως σε γρανίτες που προέρχονται από τα περιφερειακά τμήματα των πλουτωνικών σωμάτων.

Από τα έγχρωμα ορυκτά ο βιοτίτης επικρατεί στους κανονικούς ή ασβεσταλκαλικούς γρανίτες. Πολλές φορές περιέχει εγκλείσματα απατίτη, ζirkονίου και άλλων σιδηρομαγνησιούχων οξειδίων. Γύρω από τα εγκλείσματα του ζirkονίου σχηματίζονται συνήθως πλεοχροϊκές άλω, λόγω των ραδιενεργών στοιχείων του ζirkονίου. Στους κανονικούς γρανίτες συχνά συναντάται και η πράσινη κεροστίλβη. Με την αύξηση του ποσού των πλαγιοκλάστων αυξάνεται και η ποσοτική συμμετοχή της κεροστίλβης σε βάρος του βιοτίτη. Οι πυρόξενοι είναι σπάνιοι στους ασβεσταλκαλικούς γρανίτες και συνήθως είναι υπολείμματα διοψιδικού αυγίτη. Πιο συνηθισμένοι είναι οι αλκαλικοί πυρόξενοι, οι οποίοι εμφανίζονται στους αλκαλιγρανίτες.

Ο μοσχοβίτης και οι λιθιούχοι μαρμαρυγίες αποτελούν συστατικά των πλούσιων σε διοξείδιο του πυριτίου υπεραργιλικών γρανιτών και ειδικά των γρανιτικών πηγματιτών και απλιτών, καθώς επίσης και πετρωμάτων τα οποία επηρεάστηκαν από πνευματόλυση.

Από τα επουσιώδη (συνοδά) ορυκτά τα οποία συμμετέχουν στη σύσταση των γρανιτών τα πιο συνηθισμένα είναι ο απατίτης, ο τιτανίτης, το ζirkόνιο και ο μαγνητίτης. Άλλα επουσιώδη ορυκτά είναι το επίδοτο, ο κλινοζοϊσίτης και ο αλλανίτης, κυρίως ως δευτερογενή (τα δύο πρώτα), και ο ασβεστίτης και ο χλωρίτης αποκλειστικά ως δευτερογενή.

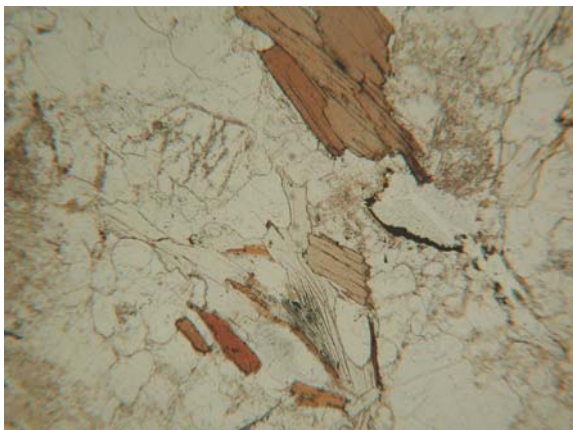
Σε ορισμένους γρανίτες εμφανίζονται και άλλα ορυκτά, τα οποία συνήθως είναι χαρακτηριστικά ορυκτά μεταμορφώσεως εξ επαφής αργιλικών υλικών. Τέτοια ορυκτά είναι ο αλμανδινικός γρανάτης, ο κορδιερίτης, ο ανδαλουσίτης και ο σιλλιματίτης. Οι γρανίτες διακρίνονται σε αλκαλιγρανίτες, αδαμελίτες και γρανοφύρες.



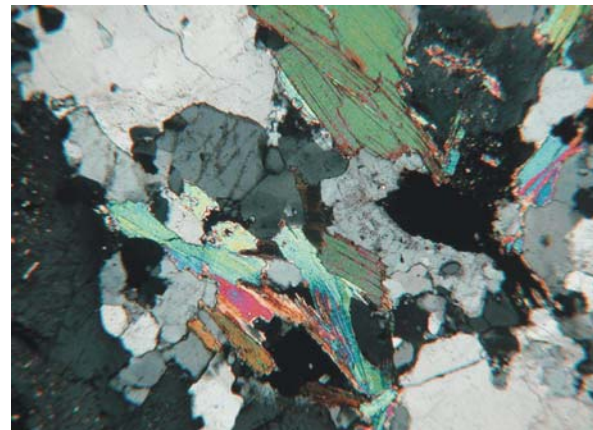
Σχ.55 Διμαρμαρυγιάκος γρανίτης Σιθωνίας.



Σχ.56 Βιοτιτικός γρανίτης Φανού.



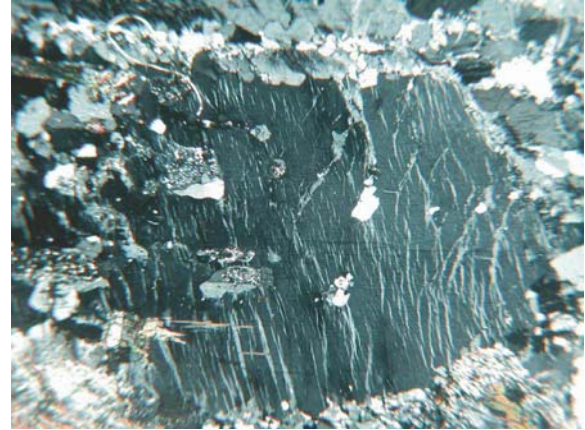
Σχ.57 Διμαρμαρυγιάκος γρανίτης Σιθωνίας N(-).



Σχ.58 Διμαρμαρυγιάκος γρανίτης Σιθωνίας N(+).



Σχ.59 Πορφυροειδής κεροστιλβικός βιοτιτικός γρανίτης Καστοριάς.



Σχ.60 Πορφυροειδής κεροστιλβικός βιοτιτικός γρανίτης Καστοριάς.N(+)

Πηγή (Σχ.55-60):

http://www.geo.auth.gr/317/biblio/petrologia_pyrigenwn.pdf

A2.1.1 Αλκαλιγρανίτες

Ως αλκαλιγρανίτες χαρακτηρίζονται οι γρανίτες στους οποίους οι αλκαλιούχοι άστριοι αποτελούν σχεδόν τον μοναδικό άστρο ή υπερτερούν κατά πολύ σε σχέση με τα πλαγιόκλαστα. Από χημική άποψη κυμαίνονται μεταξύ των υπεραργιλικών ποικιλιών με μοσχοβίτη και των υπεραλκαλικών γρανιτών, στους οποίους όλα τα φεμικά συστατικά είναι νατριούχα. Γενικά οι αλκαλιγρανίτες είναι πλούσιοι σε μαρμαρυγίες. Καθαρά υπεραργιλικές ποικιλίες περιέχουν τόσο μοσχοβίτη όσο και βιοτίτη και σε μικρότερες ποσότητες σιλλιμανίτη, ανδαλουσίτη, κορδιερίτη, αλμανδίνη, τοπάζιο ή και τουρμαλίνη. Πάντως, οι πιο διαδεδομένοι αλκαλιγρανίτες είναι βιοτιτικοί (δεν περιέχουν μοσχοβίτη). Σε μερικούς αλκαλιγρανίτες ο βιοτίτης συνοδεύεται από κεροστίλβη ή αυγίτη, αλλά οι περισσότεροι κεροστιλβικοί γρανίτες είναι πιο βασικοί και ανήκουν στους αδαμελλίτες.

Σε πολύ σπάνιες περιπτώσεις οι γρανίτες αντί για βιοτίτη και κεροστίλβη περιέχουν ορθο- και κλινοπυροξένους, και ενδεχομένως να υπάρχει λίγος φαυαλιτικός ολιβίνης. Οι υπερσθενικοί γρανίτες είναι όξινα μέλη της οικογένειας του χαρνοκίτη και βρίσκονται σε κρατονικές περιοχές.

Οι υπεραλκαλικοί γρανίτες χαρακτηρίζονται από την παρουσία αλκαλιούχων αμφιβόλων και πυροξένων και σε ορισμένες περιπτώσεις, από πολύ αλβίτη ή αντιπερθίτη.

A2.1.2 Αδαμελλίτες

Οι αδαμελλίτες είναι γρανίτες στους οποίους τα πλαγιόκλαστα βρίσκονται σε ίσα περίπου ποσά με τους αλκαλιούχους αστρίους, όπως στους μονζονίτες (καθένα κυμαίνεται μεταξύ

35% και 65% του συνόλου των αστρίων). Το όνομά τους προέρχεται από την περιοχή Adamelo των Άλπεων. Οι αδαμελλίτες διαφέρουν από τους μονζονίτες στο ότι περιέχουν περισσότερο χαλαζία, σπάνια όμως παρατηρείται στη φύση μετάβαση από το ένα πέτρωμα στο άλλο. Τα φεμικά ορυκτά είναι βιοτίτης ή βιοτίτης και κεροστίλβη και ποσοτικά είναι περισσότερα στους αδαμελλίτες παρά τους γρανίτες. Οι αδαμελλίτες είναι πολύ διαδεδομένοι, αν και συχνά αναφέρονται απλώς ως βιοτιτικοί ή βιοτιτικοί-κεροστιλβικοί γρανίτες. Οι αδαμελλίτες, όπως οι αλκαλιγρανίτες, περιλαμβάνουν υπεραργλικές ποικιλίες, οι οποίες περιέχουν μικρά ποσά ανδαλουσίτη, κορδιερίτη ή αλμανδινικού γρανάτη.

A2.1.3 Γρανοφύρες

Οι γρανοφύρες είναι πολύ περιορισμένα σε όγκο πετρώματα, παρουσιάζουν, όμως, ιδιαίτερο πετρολογικό ενδιαφέρον καθώς έχουν διάκριτα ιστολογικά και ορυκτολογικά χαρακτηριστικά, τα οποία παρέχουν πληροφορίες για την πορεία διαφοροποίησης του μάγματος. Χαρακτηριστικό γνώρισμα των πετρωμάτων αυτών είναι ο μικρογραφικός ιστός τους, δηλαδή η σύμφυση χαλαζία με καλιούχους αστρίους (γρανοφυρικός ιστός). Ο ιστός αυτός πιθανόν αντανακλά συντηκτική ή ευτηκτική κρυστάλλωση του τελικού υπολειμματικού τήγματος. Το ότι οι γρανοφύρες προέρχονται από υπολειμματικά τήγματα φαίνεται και από την παρουσία σ' αυτά ορυκτών πλούσιων σε σίδηρο (εδεμβεργίτης, φαυαλίτης, κτλ).

Συνήθως οι γρανοφύρες σχηματίζουν μικρά φακοειδή ή ταινιωτά σώματα στο πάνω μέρος παχιών διαφοροποιημένων κοιτών θολειτικών διαβασών. Μεγαλύτερα όμως γρανοφυρικά σώματα εμφανίζονται σε στρωματόμορφα βασικά πλουτωνικά πετρώματα, όπως στο Skaergaard. Εκτός από τους γρανοφύρες με μαγματική προέλευση, υπάρχουν και ορισμένοι οι οποίοι οφείλονται σε μετασωματικά φαινόμενα.

Στην Ελλάδα γρανιτικά πετρώματα υπάρχουν στην Θράκη και τη Μακεδονία (περιοχές των νομών Ξάνθης, Καβάλας, Σερρών-Δράμας, Φλώρινας, Κιλκίς, Χαλκιδικής κα.), καθώς επίσης σε πολλά νησιά του Αιγαίου (Σαμοθράκη, Νάξο, Μύκονο, Ανάφη κα.), συνήθως ως τοπικές διαφοροποιήσεις μεγάλων γρανοδιοριτικών σωμάτων.

A2.2 Γρανοδιορίτες και τοναλίτες

Μεταξύ των όξινων πλουτωνικών πετρωμάτων οι γρανοδιορίτες είναι ποσοτικά τα πιο σπουδαία μέλη. Οι γρανοδιορίτες περιέχουν πολλά πλαγιόκλαστα, άφθονο χαλαζία και καλιούχους αστρίους σε ποσοστό λιγότερο από το ένα τρίτο του συνόλου των αστρίων. Από τα έγχρωμα ορυκτά η κεροστίλβη και ο βιοτίτης υπάρχουν σχεδόν πάντα, σε διάφορες

αναλογίες, ενώ από τα επουσιώδη συναντώνται ο τιτανίτης, ο απατίτης και ο μαγνητίτης. Μακροσκοπικές και μικροσκοπικές φωτογραφίες γρανιτών δίνονται στα σχήματα (61- 66).

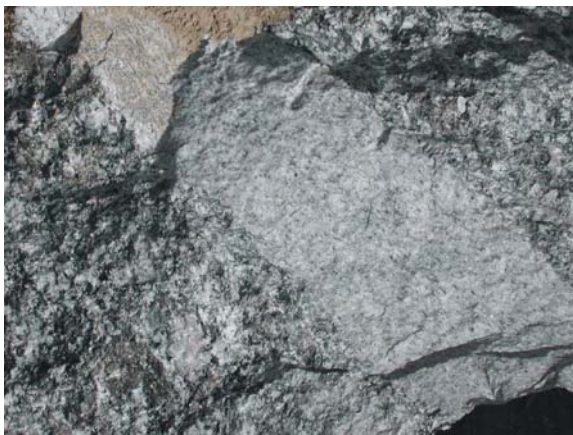
Οι κρύσταλλοι των πλαγιοκλάστων είναι συνήθως ιδιόμορφοι ως υπιδιόμορφοι και μερικοί από αυτούς εγκλείονται εν μέρει η εξολοκλήρου από καλιούχο άστρο. Πολλοί κρύσταλλοι είναι ζωνώδεις και η σύστασή τους σε ανορθίτη κυμαίνεται από An50 στον πυρήνα, ως An25 στην περιφέρεια. Το ορθόκλαστο σπάνια σχηματίζει φαινοκρυστάλλους και είναι περισσότερο περθιτωμένο απ' ό,τι στους τοναλίτες αλλά λιγότερο απ' ό,τι στους γρανίτες.



Σχ.61 Γρανодиορίτης Καβάλας.



Σχ.62 Γρανодиορίτης Ξάνθης.



Σχ.63 Γρανодиορίτης Καβάλας.

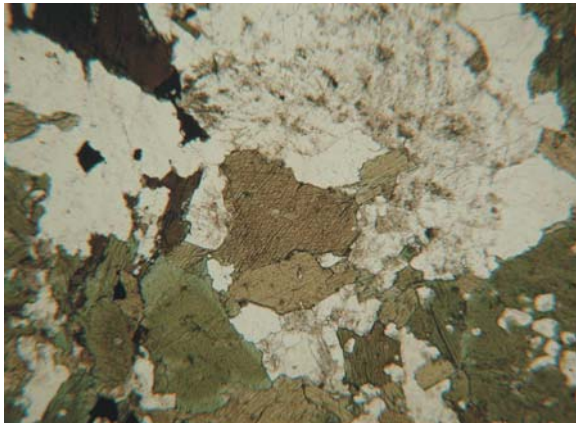


Σχ.64 Γρανодиορίτης Ξάνθης.

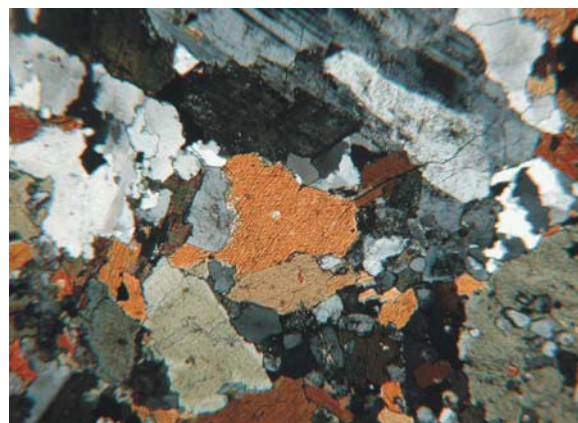
Οι τοναλίτες έχουν την ίδια ορυκτολογική σύσταση με τους γρανодиορίτες, αλλά περιέχουν λιγότερους καλιούχους αστρίους (<10% του συνόλου των αστρίων) και κάπως λιγότερο χαλαζία. Τα φεμικά συστατικά και εδώ είναι η κεροστίλβη και ο βιοτίτης, σε μεγαλύτερα όμως ποσά απ' ό,τι στους γρανодиορίτες, όπως φαίνεται εξάλλου από τον χρωματικό δείκτη ο οποίος κυμαίνεται από 20 ως 40. Ο αυγίτης, όταν υπάρχει, περιβάλλεται συνήθως από κεροστίλβη ή βιοτίτη.

Οι τοναλίτες, οι οποίοι περιέχουν λίγα φεμικά συστατικά ($X_{\Delta} < 10$), ονομάζονται τροντγεμίτες. Αυτοί αποτελούνται από πλαγιόκλαστα (νατριούχο ανδεδίνη ή ολιγόκλαστο) και χαλαζία, ενώ ο καλιούχος άστριος και ο βιοτίτης αποτελούν επουσιώδη συστατικά.

Στην Ελλάδα οι γρανοδιορίτες αποτελούν συνήθως τον πιο διαδεδομένο πετρογραφικό τύπο μεγάλων όξινων πλουτωνικών συμπλεγμάτων (πλουτωνίτες Καβάλας, Ξάνθης, Σιθωνίας, Ελατιάς, κλπ). Οι τοναλίτες, αντίθετα, είναι περιορισμένης έκτασης και αποτελούν κατά κανόνα τοπικές διαφοροποιήσεις γρανοδιοριτικών πετρωμάτων (πχ., Σιθωνία).



Σχ.65 Γρανοδιορίτης Ξάνθης N(-)



Σχ.66 Γρανοδιορίτης Ξάνθης N(+)

Πηγή (Σχ.61-66):

http://www.geo.auth.gr/317/biblio/petrologia_pyrigenwn.pdf

A2.3 Γρανιτικοί πηγματίτες και απλίτες

Πολλά όξινα πλουτωνικά σώματα (π.χ., γρανίτες, γρανοδιορίτες) και κυρίως τα περιφερειακά τους τμήματα, καθώς και τα γειτονικά τους πετρώματα, διακόπτονται συχνά από λευκόχρωμα φλεβικά πετρώματα πλούσια σε χαλαζία, αλκαλιούχους αστρίους, μοσχοβίτη και πνευματολυτικά ορυκτά. Τα πετρώματα αυτά προέρχονται από την κρυστάλλωση υπολειμματικών τμημάτων μεγάλων πλουτωνικών σωμάτων, τα οποία, επειδή είναι πλούσια σε πτητικά συστατικά και σπάνια στοιχεία, διαφέρουν ορυκτολογικά και ιστολογικά από τους τυπικούς γρανίτες. Από ιστολογικής πλευράς διακρίνονται δύο αντίθετοι τύποι: α) οι πηγματίτες με έντονα αδρόκοκκο ιστό και ανισομεγέθεις κρυστάλλους και β) οι απλίτες με λεπτόκοκκο ιστό και σχετικά ισομεγέθεις κρυστάλλους (ζαχαρώδης υφή).

Γρανιτικοί πηγματίτες: Οι γρανιτικοί πηγματίτες είναι από τους λίγους τύπους πετρωμάτων οι οποίοι προκάλεσαν τόσο μεγάλο ενδιαφέρον, όχι μόνον επειδή περιέχουν τους μεγαλύτερους κρυστάλλους (μήκος μερικών μέτρων), αλλά και διότι παρουσιάζουν τη

μεγαλύτερη ποικιλία ορυκτών ειδών. Καθώς οι πηγματίτες σχηματίστηκαν από υπολειμματικά υγρά μέσα στα οποία συγκεντρώθηκαν σπάνια στοιχεία, μερικοί από αυτούς παρουσιάζουν τεράστια οικονομική σημασία.

Οι πηγματίτες εμφανίζονται με μορφή φλεβών ή παροίσακτων κοιτών, των οποίων το πάχος κυμαίνεται από λίγα εκατοστά ως εκατοντάδες μέτρα. Κατά κανόνα είναι άφθονοι στα περιφερειακά τμήματα του μητρικού γρανίτη και στα γύρω από αυτόν πετρώματα, αν και μερικές φορές βρίσκονται σε μεγάλες αποστάσεις από το μητρικό πέτρωμα, με αποτέλεσμα να μη γίνεται αντιληπτή η σύνδεσή τους με αυτό.

Ανάλογα με την ορυκτολογική τους σύσταση οι πηγματίτες διακρίνονται σε απλούς και πολύπλοκους. Οι απλοί πηγματίτες αποτελούνται από χαλαζία, αστρίους - κυρίως περθιτωμένο μικροκλινή - και μοσχοβίτη. Εκτός από τα συνηθισμένα επουσιώδη ορυκτά των γρανιτών, εδώ υπάρχουν και πολλά πνευματολυτικά ορυκτά (σε επουσιώδη ποσά), όπως είναι ο τρουμαλίνης, το τοπάζιο, ο φθορίτης, ο βολφραμίτης, ο κασσιτερίτης, κ.ά. Στους λιγότερο διαδεδομένους πολύπλοκους πηγματίτες υπάρχει ακόμη μεγαλύτερη ποικιλία και αφθονία ορυκτών ειδών. Σ' αυτά τα πετρώματα ο αλβίτης, ο οποίος είναι ένα από τα θεμελιώδη ορυκτά, βρίσκεται συνήθως σε μεγαλύτερη ποσοτική αναλογία απ' ό,τι ο μικροκλινης. Ακόμη, υπάρχουν πολλά λιθιούχα ορυκτά συμπεριλαμβανομένων του τουρμαλίνης, του σποδομένη και των λιθιούχων μαρμαρυγιών, καθώς επίσης βύρηλος και άλλα ορυκτά, τα οποία περιέχουν νιόβιο, ταντάλιο και πολλά άλλα σπάνια στοιχεία.

Πολλοί πηγματίτες παρουσιάζουν λίγο ή πολύ εμφανή ζωνώδη δομή, η οποία εκφράζεται με ιστολογικές διαφορές και, σε λεπτομερή εξέταση, με διαφορετική ορυκτολογική σύσταση. Παραδείγματος χάριν, οι μαρμαρυγίες από την περιφέρεια προς το κέντρο αντιπροσωπεύονται από βιοτίτη, μοσχοβίτη, τσινβαλδίτη και λεπιδόλιθο.

Μακροσκοπικές και μικροσκοπικές φωτογραφίες πηγματιτών δίνονται στα σχήματα 67 έως 72.



Σχ.67 Πηγματιτικές φλέβες διασχίζουν το γρανίτη της Σιθωνίας.



Σχ.68 Πηγματιτική φλέβα διασχίζει το γρανίτη της Σιθωνίας.



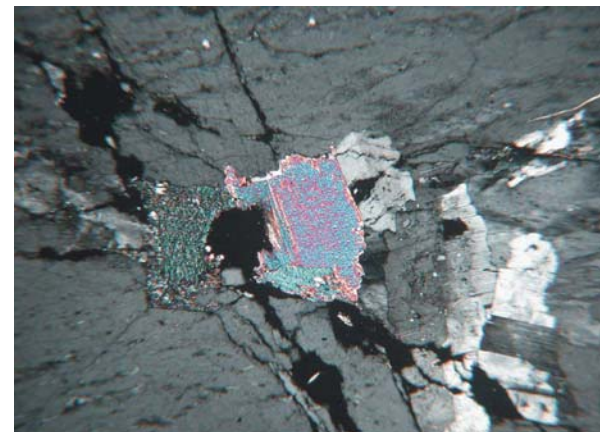
Σχ.69 Πηγματίτης από τον πλουτωνίτη της Σιθωνίας.



Σχ.70 Πηγματίτης από τον πλουτωνίτη της Σιθωνίας.



Σχ.71 Πηγματίτης N(-).



Σχ.72 Πηγματίτης N(+).

Πηγή (Σχ.67-72):

http://www.geo.auth.gr/317/biblio/petrologia_pyrigenwn.pdf

Απλίτες: Οι απλίτες, σε αντίθεση με τους πηγματίτες, έχουν μικρότερο πάχος, το οποίο συχνά κυμαίνεται από λίγα εκατοστά ως ένα μέτρο. Τα κύρια ορυκτά και εδώ είναι οι άστριοι - συνήθως μικροκλινείς περθιτωμένοι ή μη και νατριούχα πλαγιόκλαστα - ο χαλαζίας και ο μοσχοβίτης. Ο χαλαζίας σε μερικές περιπτώσεις συμμετέχει με μεγάλα ποσά, οπότε οι απλίτες μεταπίπτουν σε χαλαζιακές φλέβες. Ως επουσιώδη ορυκτά υπάρχουν αλμανδινικός και σπεςσαρτινικός γρανάτης, ζirkόνιο, τουρμαλίνης, τοπάζιο, λεπιδόλιθος, σποδουμένης, επίδοτο και αλλανίτης. Μακροσκοπικές και μικροσκοπικές φωτογραφίες πηγματιτών δίνονται στα σχήματα 73 έως 78.



Σχ.73 Απλιτικές φλέβες διασχίζουν τον πλουτωνίτη του Βαρνούντα.



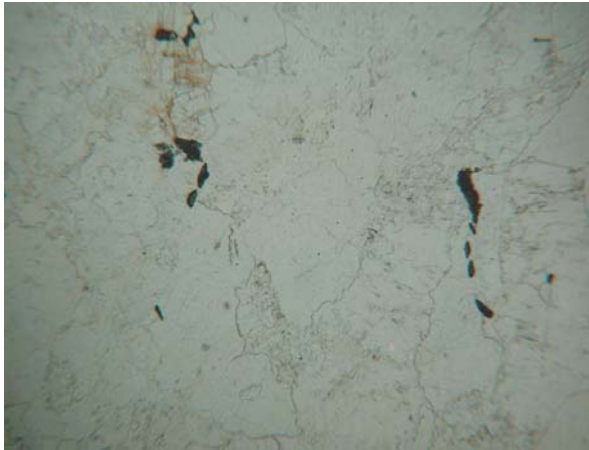
Σχ.74 Απλιτική φλέβα διασχίζει τον πλουτωνίτη του Βαρνούντα.



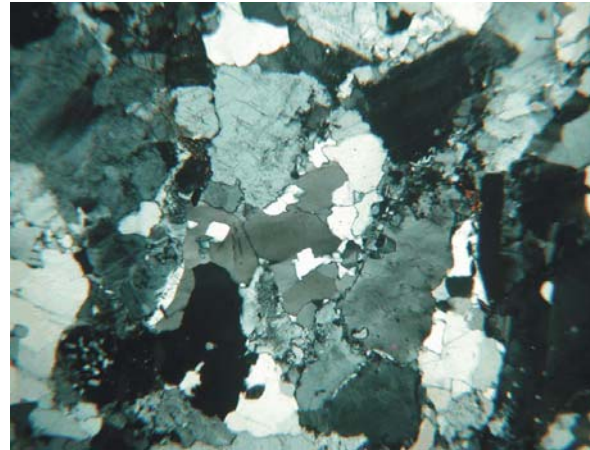
Σχ.75 Απλίτης από τον πλουτωνίτη της Σιθωνίας.



Σχ.76 Απλίτης από τον πλουτωνίτη της Σιθωνίας.



Σχ.77 Απλίτης N(-)



Σχ.78 Απλίτης N(+)

Πηγή (Σχ.73-78):

http://www.geo.auth.gr/317/biblio/petrologia_pyrogenwn.pdf

A2.4 Αλλοιώσεις των γρανιτικών πετρωμάτων

Πολλά γρανιτικά πετρώματα λίγο μετά τη στερεοποίησή τους και ενώ ακόμη είναι ζεστά βρίσκονται κάτω από την επίδραση υπολειμματικών υγρών του μάγματος. Τα υγρά αυτά, τα οποία είναι πλούσια σε πτητικά συστατικά, ανέρχονται προς τα πάνω μέσα από τους πόρους των κόκκων των κρυστάλλων ή μέσα από κατακλάσεις ή άλλες ρωγμές των πετρωμάτων και επηρεάζουν, πολλές φορές, κατά έντονο τρόπο την ορυκτολογική σύσταση των μητρικών πετρωμάτων. Ορισμένα από τα αρχικά ορυκτά αντικαθίστανται εν μέρει ή εξ ολοκλήρου από άλλα ορυκτά, όπως είναι ο τουρμαλίνης, το τοπάζιο, ο φθορίτης, ο μοσχοβίτης, κ.ά. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως πνευματόλυση, διότι τά υπολειμματικά υγρά πιστεύεται ότι βρίσκονται σε υπερκρίσιμη (αεριώδη) κατάσταση. Δύο από τις πιο γνωστές αλλοιώσεις αυτού του είδους, κυρίως των γρανιτών, είναι η **γκρεϊζενίωση** και η **τουρμαλινίωση**. Μια άλλη αλλοίωση, πολύ διαδεδομένη, είναι η **καολινίωση**, η οποία όμως θεωρείται ως υδροθερμική αλλοίωση.

α) Γκρεϊζενίωση: είναι η περίπτωση κατά την οποία ένα γρανιτικό πέτρωμα υπό την επίδραση υπερκρίσιμων διαλυμάτων αλλοιώνεται μετατρέπόμενο σε ένα άλλο πέτρωμα πλούσιο σε χαλαζία και μοσχοβίτη, γνωστό ως greisen. Το πέτρωμα αυτό περιέχει πάντοτε τοπάζιο, το οποίο μερικές φορές μπορεί να είναι το κύριο ορυκτό, ενώ σε επουσιώδη ποσά υπάρχουν τουρμαλίνης, φθορίτης, απατίτης, ρουτίλιο, κασσιτερίτης και βολφραμίτης. Το greisen εμφανίζεται με μορφή ταινιωτών ή φλεβικών σωμάτων πλάτους ολίγων εκατοστών ή

μέτρων τα όριά του είναι ασαφή δεδομένου ότι μεταπίπτει βαθμιαία στον αναλλοίωτο γρανίτη.

β) Τουρμαλινίωση: είναι η αντικατάσταση ορισμένων ορυκτών (του βιοτίτη, στην αρχή και των αστρίων ή άλλων ορυκτών, στη συνέχεια) από τουρμαλίνη υπό την επίδραση βοριο-φθοριούχων διαλυμάτων. Έτσι, εκτός από τον τουρμαλίνη, ο οποίος βρίσκεται ως πρωτογενές ορυκτό σε ορισμένους γρανίτες, υπάρχει και δευτερογενής τουρμαλίνης, ο οποίος σχηματίστηκε κατά την τουρμαλινίωση.

γ) Καολινίωση: Ένα άλλο είδος αλλοίωσης των γρανιτικών πετρωμάτων είναι η καολινίωση, η οποία οφείλεται στην επίδραση υδροθερμικών διαλυμάτων πλούσιων σε CO₂ σε αστρίους. Κατά την αλλοίωση αυτή οι αστριοί μετατρέπονται σ' ένα εξαιρετικά λεπτόκοκκο άθροισμα φυλλόμορφων ορυκτών του καολινίτη, τα οποία συνήθως συνοδεύονται από σερικίτη σ' αυτά τα δύο ορυκτά οφείλεται η λευκή χροιά του ορθοκλάστου σε μακροσκοπικά δείγματα και η θολή εμφάνισή του στις λεπτές τομές.

Σε ορισμένες περιπτώσεις η καολινίωση προχωράει σε τόσο μεγάλο βαθμό, ώστε τελικά όλο το πέτρωμα μετατρέπεται σ' ένα ψαθηρό και μαλακό υλικό, το οποίο εξορύσσεται εύκολα. Κάτω από αυτές τις συνθήκες το πέτρωμα έχει μεγάλη οικονομική σημασία και είναι γνωστό ως **κινεζική άργιλος** (china clay).

A2.5 Το πρόβλημα του γρανίτη

Γρανιτίωση. Η προέλευση των «γρανιτικών πετρωμάτων» απασχόλησε τους πετρολόγους για πολλά χρόνια και ειδικά στη δεκαετία του 1940 και 1950 έγιναν πολλές και έντονες συζητήσεις σχετικά με το θέμα αυτό. Αντίθετα με την άποψη των “μαγματιστών”, ότι τα όξινα πλουτωνικά πετρώματα προέκυψαν από διαφοροποίηση βασαλτικού μάγματος, οι “γρανιτιστές” πίστευαν ότι ο μόνος τρόπος δημιουργίας των πετρωμάτων αυτών ήταν η μετασώματωση (γρανιτίωση) προϋπαρχόντων πετρωμάτων. Η πορεία της γρανιτίωσης θεωρήθηκε ως ένα είδος μεταμόρφωσης, κατά την οποία σημαντικά ποσά ύλης εισέρχονται σ' ένα πέτρωμα, ενώ άλλα υλικά απομακρύνονται αναγκαστικά από αυτό, με αποτέλεσμα τη μετατροπή του σε γρανιτικό πέτρωμα. Η γρανιτίωση γίνεται με διάχυση ιόντων μέσα από τους κρυστάλλους και/ή διείδυση υδατικών διαλυμάτων κατά μήκος των κόκκων των κρυστάλλων.

Οι υπαίθριες σχέσεις και παρατηρήσεις, οι οποίες έδωσαν αφορμή στους γρανιτιστές να αμφισβητήσουν την άποψη των μαγματιστών, ήταν κυρίως δύο:

α) Οι γρανίτες και οι γρανοδιορίτες αποτελούν το 95% των πλουτωνικών πετρωμάτων, ενώ οι γάββροι και τα άλλα συγγενικά πλουτωνικά πετρώματα αποτελούν λιγότερο από 5%. Κατά την κλασματική όμως κρυστάλλωση το υπολειμματικό υγρό γρανιτικής ή γρανοδιοριτικής συστάσεως είναι μόλις το 5% του αρχικού βασαλτικού (γαββρικού) μάγματος. Επομένως, θα περίμενε κανείς να βρει στις ορογενετικές περιοχές, όπου κυρίως βρίσκονται τα γρανιτικά πετρώματα, τεράστιες μάζες από βασικά πετρώματα. Αυτό όμως δε συμβαίνει.

β) Το πρόβλημα του χώρου. Είναι γνωστό ότι τα γρανιτικά πετρώματα καταλαμβάνουν τεράστιους χώρους στο εσωτερικό της Γης, οι οποίοι σίγουρα ποτέ δεν μπορεί να ήταν κενοί χώροι. Ετσι μπαίνει το ερώτημα τι έγιναν τα πετρώματα που προϋπήρχαν σ' αυτούς τους χώρους, αφού τα γύρω πετρώματα δε δείχνουν πάντοτε φαινόμενα εκτόπισής τους.

Από την άλλη μεριά, για να εδραιώσουν οι ίδιοι την άποψή τους, δηλαδή τη γρανιτίωση, στηρίχτηκαν στις παρακάτω παρατηρήσεις:

1. Η επαφή των πλουτωνικών πετρωμάτων με τα γύρω πετρώματα είναι βαθμιαία. Η μεταβατική ζώνη ποικίλλει από λίγα μέτρα ως μερικά χιλιόμετρα.
2. Τα ίδια δομικά γνωρίσματα, δηλαδή λιθολογικές ομοιότητες, όπως είναι η στρωσιγενής διάταξη ορυκτών, η πτύχωση κ.α., των γύρω πετρωμάτων συνεχίζουν και στους πλουτωνίτες.
3. Στο ίδιο πέτρωμα υπάρχουν πλαγιόκλαστα με διαφορετική περιεκτικότητα σε ανορθίτη
4. Πολλά ορυκτά συνηθισμένα σε μεταμορφωμένα πετρώματα, όπως ο σιλλιμανίτης, χλωρίτης κ.α., υπάρχουν και στους πλουτωνίτες.

Ακόμη, η παρουσία στα όρια μεγάλων πλουτωνικών σωμάτων μιγματικών ζωνών ερμηνεύθηκε από τους γρανιτιστές ως στερεοποιημένη (“παγομένη”) μεταφορά ύλης.

Όμως, το πρόβλημα του χώρου δε λύθηκε οριστικά ούτε με τη θεωρία της γρανιτίωσης, διότι, όπως παρατήρησε ο Bowen, η τεράστια προσφορά ύλης για τη γρανιτίωση θα

απαιτούσε ανάλογο χώρο. Για την εξοικονόμηση αυτού του χώρου οι γρανιτιστές παραδέχθηκαν απομάκρυνση ανάλογου ποσού ύλης από το αρχικό πέτρωμα.

Μια άλλη δυσκολία για την παραδοχή της θεωρίας της μετασωμάτωσης ήταν η προέλευση του υλικού για τη γρανιτίωση. Διότι, αν αυτό προερχόταν από γρανιτικό μάγμα, όπως δέχονταν ορισμένοι γρανιτιστές, τότε επανερχόμαστε την ύπαρξη κάποιου μάγματος. Αν πάλι είναι αυθυπόστατο φαινόμενο, δηλαδή ένα μεταμορφικό γεγονός, όπως είπαν άλλοι, τότε είναι πολύ δύσκολο να δεχθεί κανείς μετακίνηση στοιχείων σε τόσο μεγάλες αποστάσεις, ώστε να δημιουργηθούν οι τεράστιοι πλουτωνικοί όγκοι, και μάλιστα, μερικές φορές, με τόσο ομοιόμορφη ορυκτολογική σύσταση. Σήμερα πολλοί δέχονται ότι γρανιτίωση μπορεί να συμβεί, αλλά μόνο τοπικά και σε μικρή κλίμακα.

Η μαγματική άποψη. Η μαγματική προέλευση των όξινων πλουτωνικών πετρωμάτων επιβεβαιώνεται σήμερα στα εργαστήρια, όπου είναι δυνατόν να παραχθούν (πειραματικά) πετρώματα όμοια στη σύσταση με τα πραγματικά πετρώματα που βρίσκονται στη φύση. Πέρα όμως από αυτό υπάρχει πλήθος δεδομένων τα οποία συνηγορούν υπέρ της μαγματικής προέλευσης των γρανιτικών πλουτωνιτών όπως είναι:

α) Η γεωλογική σύνδεση των γρανιτών με τους ρυολίθους με ενδιάμεσες μορφές (φλεβικά πετρώματα), καθώς επίσης η σχεδόν όμοια ορυκτολογική και χημική τους σύσταση.

β) Οι απότομες επαφές και τα λεπτόκοκκα όρια, τα φαινόμενα επαφής και οι αποφύσεις των πλουτωνιτών, τα οποία συνεπάγονται διείδυση θερμού μάγματος σε ψυχρότερα γειτονικά πετρώματα.

γ) Ο υπιδιόμορφος κοκκώδης ιστός των γρανιτικών πετρωμάτων, ο οποίος είναι σύμφωνος με συνεχή κρυστάλλωση του μάγματος. Όσον αφορά στο πρόβλημα του χώρου, μπορούμε να πούμε ότι αυτό ξεπερνιέται, στην περίπτωση που τα γρανιτικά πετρώματα προέρχονται από τήξη προϋπαρχόντων πετρωμάτων (ορογενετικοί γρανίτες). Πράγματι, στα βαθύτερα σημεία του φλοιού της Γης συμβαίνει σημαντική τήξη κατά τη διάρκεια της ορογένεσης, καθώς μεγάλες μάζες πετρωμάτων μεταφέρονται σε υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις. Η διεργασία της τήξεως θεωρούμενη ως ένα αποτέλεσμα ακραίων συνθηκών μεταμορφώσεως είναι γνωστή ως ανάτηξη. Από τη μερική ή ολική τήξη των πετρωμάτων προκύπτουν μάγματα τα οποία ψυχόμενα δίνουν πετρώματα με τυπικό πυριγενή χαρακτήρα.

Γενικά όμως το πρόβλημα του χώρου δεν έχει λυθεί εντελώς. Μερικοί πλουτωνίτες κερδίζουν χώρο παθητικά, καθώς μηχανικά καταστρέφουν (κατατρώγουν) τα γειτονικά πετρώματα. Μικρά και μεγάλα κομμάτια, τα οποία πέφτουν από την οροφή και τα πλευρικά τοιχώματα του μαγματικού χώρου μέσα στο μάγμα, βυθίζονται σιγά-σιγά μέσα σ' αυτό και

τελικά μπορεί να λιώσουν. Βέβαια στην περίπτωση αυτή δε δημιουργείται καινούργιος χώρος, αλλά απλώς το μάγμα και τα γειτονικά του πετρώματα αλλάζουν θέση. Άλλα μάγματα διεισδύουν δυναμικά ανασηκώνοντας και εκτοπίζοντας τα υπερκείμενα και πλευρικά γειτονικά πετρώματα.

Από πειραματικά δεδομένα προκύπτει το συμπέρασμα ότι γρανιτικό μάγμα μπορεί να διεισδύσει στα υπερκείμενα πυκνότερα πετρώματα ως δακτυλόμορφες αποφύσεις (διάπυρα). Η συνεχής άνοδος των διαπύρων μπορεί να οδηγήσει στην αποκοπή από την πηγή τους, οπότε παίρνουν το σχήμα ανεστραμμένης σταγόνας. Όταν η “σταγόνα” του διαπύρου φθάσει κοντά στην επιφάνεια, επιτυγχάνεται βαρυμετρική ισορροπία, με αποτέλεσμα το διάπυρο να επεκταθεί οριζόντια παίρνοντας τη μορφή του λακκολίθου.

A3. Ηφαιστίτες

A3.1 Γενικά γνωρίσματα – Ιστοί

Οι πιο διαδεδομένοι ηφαιστίτες των όξινων πετρωμάτων είναι ο ρυόλιθος και ο δακίτης. Τα πετρώματα αυτά από πλευράς χημικής συστάσεως είναι ισοδύναμα με τους γρανίτες και τους γρανοδιορίτες, αντίστοιχα. Σε αντίθεση με τα αντίστοιχα πλουτωνικά πετρώματα, ο ρυόλιθος και ο δακίτης δε διακρίνονται πάντοτε εύκολα μεταξύ τους, λόγω της μικροκρυσταλλικής ή υαλώδους μάζας τους. Στις περιπτώσεις αυτές η διάκριση γίνεται πιο σίγουρα με τη χημική ανάλυση και τον υπολογισμό δυνητικών παραμέτρων.

Οι ρυόλιθοι και οι δακίτες βρίσκονται, όπως εξάλλου και οι αντίστοιχοι πλουτωνίτες, σχεδόν αποκλειστικά στις ευκίνητες ζώνες των νησιωτικών τόξων και των ηπειρωτικών περιθωρίων.

Τα όξινα ηφαιστειακά πετρώματα συχνά παρουσιάζουν πορφυριτικό ιστό, ενώ δε λείπουν και οι ποικιλίες με αφυρικό (μη πορφυριτικό) ή υαλώδη ιστό. Ο υαλώδης ιστός οφείλεται στη μεγάλη περιεκτικότητα του μάγματος σε διοξείδιο του πυριτίου, με αποτέλεσμα το ιξώδες να είναι τόσο μεγάλο, ώστε να εμποδίζεται η ιοντική διάχυση και η ανάπτυξη των κρυστάλλων. Η ύαλος αυτή, όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, είναι ασταθής και με την πάροδο του γεωλογικού χρόνου μεταπίπτει στην κρυσταλλική κατάσταση.

Στις περιπτώσεις όπου το όξινο μάγμα ψύχεται πάρα πολύ γρήγορα (υπέρψυξη), προκύπτουν πετρώματα τα οποία αποτελούνται σχεδόν εξ ολοκλήρου από ύαλο, όπως είναι ο οψιδιανός (ή οψιανός) και η κίσσηρη.

Ο **οψιδιανός** εμφανίζει στιλπνό μαύρο χρώμα και συνήθως κογχώδη θραυσμό (Σχ.79). Λόγω της σχετικά μεγάλης σκληρότητάς του και της εύκολης επεξεργασίας του,

χρησιμοποιήθηκε από τον πρωτόγονο άνθρωπο ως εργαλείο. Ο οψιδιανός περιέχει λιγότερο από 1% κατά βάρος νερό, διότι το μάγμα, από το οποίο προέρχεται, κατά την έκχυσή του στην επιφάνεια της Γης ή σε μικρό βάθος από αυτήν έχει αρκετά υψηλές θερμοκρασίες (750-950°) και δεν μπορεί να συγκρατήσει πολύ νερό. Υαλώδη πετρώματα, τα οποία έχουν προσροφήσει νερό μέχρι 10% ονομάζονται **pitchstone (pechstein)**, αν είναι σκουρόχρωμα, ή **περλίτης**, αν είναι ανοιχτόχρωμα και παρουσιάζουν τη χαρακτηριστική περλιτική υφή. Πάντως, τόσο ο οψιδιανός όσο και οι άλλοι δύο τύποι – pitchstone και περλίτης - μπορεί να περιέχουν φαινοκρυστάλλους χαλαζία, σανιδίνου, ολιγοκλάστου και άλλων ορυκτών. Σε υαλώδη πετρώματα εμφανίζεται και η σφαιρολιθική υφή. Σε ορισμένους ρυολίθους η υαλώδης θεμελιώδης μάζα αποτελείται σχεδόν ολοκληρωτικά από σφαιρολίθους.

Η **κίσσηρη (ελαφρόπετρα)** περιέχει πολλές οπές, οι οποίες οφείλονται στην αθρόα διαφυγή των πτητικών συστατικών κατά την έκχυση της λάβας (κησσιρώδης υφή) (Σχ.80) και έχει μικρότερο ειδικό βάρος απ' ότι το νερό.

Κατά τη σχετικά βραδεία ψύξη το όξινο μάγμα κρυσταλλώνεται υπό μορφή πολύ μικρών κόκκων κρυστάλλων. Στις περιπτώσεις αυτές είναι δύσκολο να διαπιστώσει κανείς αν η ολοκρυσταλλική κατάσταση είναι πρωτογενής ή είναι το αποτέλεσμα αφυαλώσεως της υάλου. Βέβαια, η έλλιψη υπολειμμάτων υάλου και τα σαφή όρια των κόκκων των κρυστάλλων είναι υπέρ της πρώτης περίπτωσης.

Προϊόντα όξινης ηφαιστειακής δραστηριότητας, όπως είναι ο οψιδιανός, ο περλίτης και η κίσσηρη, υπάρχουν στην Σαντορίνη, Κώ, Νίσυρο, Μήλο, Θράκη και αλλού.



Σχ.79 Οψιδιανός από τη Μήλο.



Σχ.80 Κίσσηρης από τη Σαντορίνη.

Πηγή (Σχ.79-80):

http://www.geo.auth.gr/317/biblio/petrologia_pyriqenwn.pdf

A3.2 Ρυόλιθοι

Ο όρος “ρυόλιθος” είναι ένα από τα πιο παλιά ονόματα πετρωμάτων και περιλαμβάνει όλα τα όξινα ηφαιστειακά πετρώματα, τα οποία έχουν περίπου την ίδια χημική σύσταση με τους γρανίτες. Ο όρος “λιπαρίτης” είναι συνώνυμος με τον όρο “ρυόλιθος” και αναφέρεται σε ρυολιθικά πετρώματα των νησιών Lipari της Ιταλίας, όπου τα πετρώματα αυτού του είδους είναι άφθονα.

Οι ρυόλιθοι, ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε K και Na, διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, στους K-ούχους και στους Na-ούχους. Αυτές οι δύο κατηγορίες αποτελούν τα ακραία μέλη των ευρύτατα διαδεδομένων κανονικών ρυολίθων, οι οποίοι περιέχουν και τα δύο στοιχεία (K και Na), με ελαφρά όμως υπεροχή του K σε σχέση με το Na.

Γενικά οι ρυόλιθοι έχουν πορφυριτικό ιστό και χαρακτηρίζονται από την παρουσία φαινοκρυστάλλων χαλαζία και σανιδίνου, καθώς επίσης και πλαγιοκλάστων. Από τα φεμικά συστατικά επικρατεί ο βιοτίτης και ακολουθούν οι πυρόξενι και οι κεροστίλβη. Η θεμελιώδης μάζα ποικίλλει από μικροκρυσταλλική ως υαλώδης. Μακροσκοπικές και μικροσκοπικές φωτογραφίες ρυολίθων δίνονται στα σχήματα 81 έως 88.

Οι φαινοκρύσταλλοι του χαλαζία είναι συνήθως ιδιόμορφοι, με καλά αναπτυγμένες τις πυραμιδικές έδρες· όχι σπάνια είναι αποστρογγυλωμένοι και/ή παρουσιάζουν εγκοιλώσεις λόγω μαγματικής διαβρώσεως.

Το σανίδινο παρουσιάζει τις περισσότερες φορές ιδιόμορφους κρυστάλλους, αν και η μαγματική διάβρωσή του επηρεάζει σημαντικά τα περατωτικά του όρια. Συνήθως οι κρύσταλλοι του σανιδίνου είναι τόσο καθαροί και διαφανείς, ώστε να μοιάζουν με το χαλαζία· δίδυμοι κρύσταλλοι κατά Carlsbad δεν είναι σπάνιοι στα πετρώματα αυτά.

Στους K-ούχους ρυολίθους το σανίδινο είναι ο επικρατέστερος άστριος. Τα πλαγιόκλαστα, τα οποία έχουν σύσταση ολιγοκλάστου ως νατριούχου ανδεσίνη, είναι λίγα, ενώ σπάνια αποτελούν συστατικό της θεμελιώδους μάζας. Από τα φεμικά συστατικά ο βιοτίτης είναι ο πιο άφθονος, και ακολουθεί η κεροστίλβη. Και τα δύο παρουσιάζουν συχνά οπακιτίωση, δηλαδή αντικαθίστανται περιφερειακά ή εξ ολοκλήρου από ένα λεπτομερές άθροισμα αδιαφανών κόκκων μαγνητίτη και πυροξένων. Μερικοί ρυόλιθοι περιέχουν τοπάζιο, φθορίτη και πολύ σπάνια μοσχοβίτη.

Οι Na-ούχοι ρυόλιθοι περιέχουν νατριούχο σανίδινο, ανορθόκλαστο ή αλβίτη. Όμως, ο νατριούχος χαρακτήρας των ρυολίθων αυτών εκδηλώνεται αμεσότερα από την παρουσία σ' αυτά έγχρωμων αλκαλικών ορυκτών όπως είναι ο αιγίρινης και ο ρειβεκίτης. Και τα δύο αυτά ορυκτά βρίσκονται συνήθως ως συστατικό της κύριας μάζας υπό μορφή μικρών συσσωματωμάτων.

Ο **παντελλερίτης**, γνωστός από το νησί Παντελέρια της Ιταλίας, είναι νατριούχος ρυόλιθος και χαρακτηρίζεται από τη σχεδόν ολοκληρωτική απουσία πλαγιοκλάστων, τη μικρή συμμετοχή του χαλαζία και τα άφθονα φεμικά ορυκτά στη θεμελιώδη μάζα του .

Ο όρος **χαλαζιακός κερατοφύρης** χρησιμοποιήθηκε με διάφορες σημασίες, όπως για προτριτογενείς αλκαλικούς ρυολίθους ή πιο πολύ για νατριούχους ρυολίθους, που θεωρούνται μέλη της σπιλιτικής σειράς πετρωμάτων.

Ρυολιθικά πετρώματα υπάρχουν άφθονα στην Ελλάδα (Θράκη, Μακεδονία και νησιά του Αιγαίου).



Σχ.81 Ρυόλιθος Φερρών.



Σχ.82 Ρυόλιθος Φερρών.



Σχ.83 Ρυόλιθος.



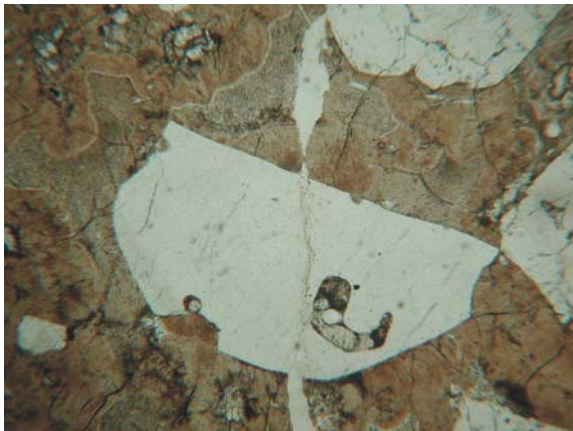
Σχ.84 Ρυόλιθος Λουτρού



Σχ.85 Ρυόλιθος



Σχ.86 Ρυόλιθος Φερρών



Σχ.87 Ρυόλιθος N(-)



Σχ.88 Ρυόλιθος Φερρών N(+)

Πηγή (Σχ.81-88):

http://www.geo.auth.gr/317/biblio/petrologia_pyrogenwn.pdf

A3.3 Δακίτες

Οι δακίτες, των οποίων το όνομα προέρχεται από την περιοχή Dacia των Καρπαθίων, περιέχουν κυρίως φαινοκρυστάλλους πλαγιοκλάστων και χαλαζία ή πιο σπάνια και σανιδίνου καθώς επίσης λίγους πυροξένους, κεροστίλβη και βιοτίτη.

Η σύσταση των πλαγιοκλάστων κυμαίνεται σημαντικά, δηλαδή από ολιγόκλαστο μέχρι λαβραδόριο ή ακόμη και βυτωβνίτη. Οι φαινοκρύσταλλοι παρουσιάζουν έντονη ζωνώδη δομή και τη χαρακτηριστική αλβιτική διδυμία. Επίσης, συχνά εμφανίζουν βαθιές εγκοιλώσεις λόγω μαγματικής διάβρωσης. Ο χαλαζίας και το σανίδινο, όταν αυτά υπάρχουν, παρουσιάζουν τις γνωστές ιδιότητές τους.

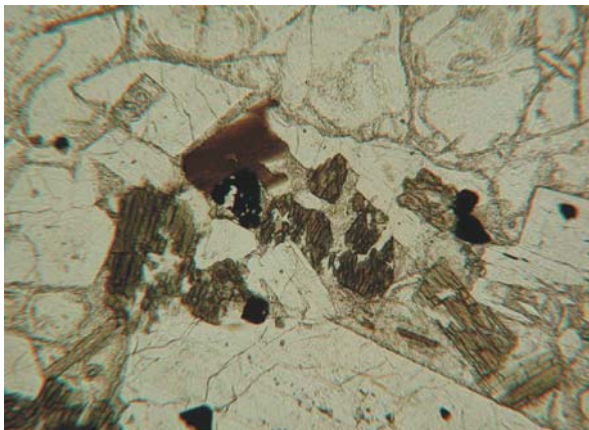
Από τα φεμικά επικρατούν οι πυρόξενοι, οι οποίοι έχουν σύσταση διοψιδικού αυγίτη και υπερσθενή. Σε μεταβατικά όμως προς τους ρυολίθους πετρώματα η κεροστίλβη και ο βιοτίτης είναι τα κύρια ή τα μοναδικά φεμικά ορυκτά.

Μικροσκοπικές φωτογραφίες δακίτη δίνονται στα σχήματα 89 έως 90.

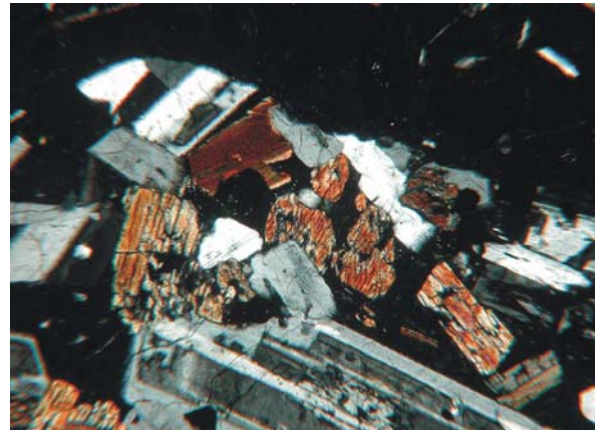
Οι δακίτες είναι σημαντικά μέλη της ασβεσταλκαλικής σειράς πετρωμάτων και βρίσκονται σε στενή σύνδεση με τους ανδεσίτες, στους οποίους μεταπίπτουν βαθμιαία με τη μείωση του διοξειδίου του πυριτίου. Σε σχέση με τους ρυλίθους οι δακίτες έχουν κατά μέσον όρο μικρότερη περιεκτικότητα σε SiO_2 . Η ουσιαστική όμως διαφορά μεταξύ αυτών των δύο τύπων πετρωμάτων είναι η έλλειψη ή η πολύ μικρή αναλογία του σανιδίνου ως προς τα πλαγιόκλαστα, στους δακίτες. Είναι αναμενόμενο ότι οι δακίτες δεν μπορούν να διαχωριστούν μακροσκοπικά από τους ρυλίθους. Η διάκρισή τους μπορεί νάγίνει μόνο μικροσκοπικά ή και χημικά.

Ο όρος ‘**τοσκανίτης**’ (από την Τοσκάνη της Ιταλίας) αναφέρεται σε ηφαιστειακά πετρώματα αντίστοιχα των αδαμελλιτών. Για τα πέτρωμα που έχουν χαρακτήρες μεταξύ των ρυλίθων και των δακιτών χρησιμοποιείται ο όρος “**ρυοδακίτης**” .

Σε αρκετές περιοχές της Ελλάδας οι ρυλίθοι συνοδεύονται από δακίτες.



Σχ.89 Δακίτης N(-)



Σχ.90 Δακίτης N(+)

Πηγή (Σχ.89-90):

http://www.geo.auth.gr/317/biblio/petrologia_pyriqenwn.pdf

B. Ενδιάμεσα πετρώματα

B1. Γενικά χαρακτηριστικά

Τα ενδιάμεσα πυριγενή πετρώματα, τα οποία έχουν περιεκτικότητα σε SiO_2 από 52% ως 66%, διακρίνονται σε δύο υποομάδες, στα κορεσμένα πετρώματα δίχως αστριοειδή και στα ακόρεστα με αστριοειδή.

Τα κορεσμένα πετρώματα τα οποία έχουν σημαντική περικτικότητα σε SiO_2 μπορεί να περιέχουν ελεύθερο χαλαζία έως 20%, στο σύνολο των σαλικών ορυκτών. Τα κορεσμένα πετρώματα διακρίνονται, με βάση την αναλογία των αλκαλιούχων αστρίων/πλαγιόκλαστων, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Αλκαλιούχοι άστριοι	Πλαγιόκλαστα	Πλουτωνίτες	Ηφαιστίτες
100-90	0-10	Άλκαλισυηνίτης	Άλκαλιτραχείτης
90-65	10-35	Συηνίτης	Τραχείτης
65-35	35-65	Μονζονίτης	Λατίτης
35-10	65-90	Μονζοδιορίτης	Ανδεσίτης
10-0	90-100	Διορίτης	Ανδεσίτης

B2. Πλουτωνίτες

B2.1 Συηνίτες

Το όνομα συηνίτης προέρχεται από την πόλη Syene (Asswan) της Αιγύπτου. Οι συηνίτες έχουν γρανιτικό ιστό, και αποτελούνται κυρίως από αλκαλιούχους αστρίους και βιοτίτη ή κεροστίλβη. Συνήθως υπάρχουν και πλαγιόκλαστα, πάντοτε όμως, σε μικρότερα ποσά απ' ό,τι οι αλκαλιούχοι άστριοι. Ο χαλαζίας και τα αστριοειδή είτε απουσιάζουν εντελώς είτε υπάρχουν ως επουσιώδη συστατικά (βέβαια ποτέ δεν συνυπάρχουν). Ο χρωματικός δείκτης συνήθως δεν υπερβαίνει το 30.

Οι συηνίτες είναι λιγότερο διαδεδομένοι σε σχέση με τους γρανίτες και βρίσκονται σε σχετικά μικρά ανεξάρτητα σώματα ή αποτελούν τοπικές διαφοροποιήσεις μεγαλύτερων πλουτωνικών σωμάτων. Ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε αστρίους οι συηνίτες διαιρούνται σε δύο μεγάλες ομάδες, στους αλκαλισυηνίτες και στους αλκαλι-ασβεστιτικούς συηνίτες. Οι πρώτοι περιέχουν μόνο αλκαλιούχους αστρίους ή και πολύ λίγα πλαγιόκλαστα, ενώ οι δεύτεροι εκτός από τους αλκαλιούχους αστρίους έχουν και αρκετά πλαγιόκλαστα.

a) Αλκαλισυηνίτες

Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω οι αλκαλισυηνίτες χαρακτηρίζονται από την παρουσία άφθονων αλκαλιούχων αστρίων (ορθόκλαστο, μικροκλινής) οι οποίοι είτε αποτελούν τον μοναδικό άστριο είτε υπερβαίνουν το 90% του συνολικού ποσού των αστρίων. Τα πλαγιόκλαστα είναι όξινα και συνήθως έχουν σύσταση An_{20-40} . Μερικοί άλκαλι συηνίτες

είναι υπεραλκαλικοί, αποτελούμενοι σχεδόν εξολοκλήρου από μικροπερθίτη και αλκαλικούς πυροξένους και αμφιβόλους.

Γενικά οι αλκαλισυηνίτες δε συνοδεύουν ασβεσταλκαλικά πετρώματα, αλλά μόνον αλκαλικούς γρανίτες και πετρώματα με αστριοειδή.

Ο **νορδμαρκίτης**, όπως ονομάζεται ο συηνίτης της Νορβηγίας, αποτελείται κυρίως από μικρο- ή κρυπτοπερθίτη, αρκετό χαλαζία (5-8%) και μικρά ποσά βιοτίτη, κερροστίλβης, αιγυρίνη και ρειβεκίτη ή αρφβεδσονίτη. Σε επουσιώδεις ποσότητες υπάρχουν τιτανίτης, απατίτης, ζιρκόνιο κ.α.

Ο **πουλασκήτης**, δεν περιέχει ελεύθερο χαλαζία (αν και η περιεκτικότητα σε SiO_2 είναι 65%) αλλά μικρά ποσά νεφελίνη ή σοδαλίθου παράλληλα με τους αλκαλιούχους αστρίους, οι οποίοι αποτελούν το κύριο ορυκτό συστατικό.

Ο **λαρβικήτης** είναι ένας πολύ χαρακτηριστικός τύπος αλκαλισυηνίτη, με διάκριτα μακροσκοπικά και μικροσκοπικά γνωρίσματα. Γενικά, είναι αδρόκοκκο πέτρωμα και περιέχει αλκαλιούχους αστρίους και ολιγόκλαστο. Το ολιγόκλαστο είναι αντιπερθιτικό και αναγνωρίζεται δύσκολα, λόγω της απουσίας διδυμιών. Το πέτρωμα αυτό χρησιμοποιείται ευρύτατα για διακοσμητικούς σκοπούς, διότι σε γυαλισμένες τομές παρουσιάζει ωραία μπλε χρώματα (Σχ.91).



Σχ.91 Λαρβικήτης

Πηγή:
http://www.geo.auth.gr/317/biblio/petrologia_pyrogenwn.pdf

b) Αλκαλι-ασβεστιτικοί συηνίτες

Οι αλκαλι-ασβεστιτικοί συηνίτες ή κανονικοί συηνίτες είναι σχετικά σπάνια πετρώματα. Συνήθως βρίσκονται με ασβεσταλκαλικούς γρανίτες, στους οποίους μεταπίπτουν βαθμιαία και προέρχονται από διαφοροποίηση μεγάλων μαγματικών όγκων· πιο σπάνια βρίσκονται με μορφή μικρών όγκων και φλεβών, και ποτέ ως μεγάλα πλουτωνικά σώματα (Σχ.92).

Σε σχέση με τους αλκαλικούς συηνίτες περιέχουν μεγαλύτερα ποσά πλαγιόκλαστων που φθάνουν μέχρι 30% του συνόλου των αστρίων. Τα τελευταία συνήθως έχουν σύσταση ολιγοκλάστου ή ανδεσίτη, πολύ σπάνια όμως και λαβραδορίου. Ο καλιούχος άστριος, ορθόκλαστο ή μικροκλινής, είναι τις περισσότερες φορές περθιτωμένος. Ο χαλαζίας συμμετέχει με μικρά ποσά ή απουσιάζει εντελώς. Από τα φεμικά ορυκτά επικρατούν η πράσινη κεροστίλβη και ο βιοτίτης. Συνήθως υπάρχουν και τα δύο ορυκτά με επικρατέστερη την κεροστίλβη, εκτός από τους χαλαζιακούς συηνίτες στους οποίους επικρατεί ο βιοτίτης. Οι πυρόξενοι υπάρχουν σε μικρά ποσά είτε ως διάκριτοι κόκκοι είτε ως πυρήνες των κεροστιλβών. Επουσιωδώς απαντούν απατίτης, τιτανίτης, ζιρκόνιο και αδιαφανή ορυκτά.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα χαλαζιακού συηνίτη είναι ο συηνίτης της Δρέσδης (Ανατ. Γερμανία), ο οποίος περιέχει σημαντικά ποσά ολιγοκλάστου (μέχρι 37% του συνόλου των αστρίων). Ο συηνίτης αυτός, όπως ο συηνίτης του Asswan και άλλοι, παρουσιάζει σημαντική μεταβολή στον περιεχόμενο χαλαζία και στο πλαγιόκλαστο, ώστε να μεταπίπτει από τη μια μεριά σε γρανίτη (αύξηση του χαλαζία) και από την άλλη σε μονζονίτη (αύξηση του πλαγιόκλαστου).

Οι συηνίτες στην Ελλάδα είναι πολύ λίγο διαδεδομένοι και συνήθως αποτελούν τοπικές διαφοροποιήσεις ορισμένων γρανιτικών εμφανίσεων.



Σχ.92 Συηνίτης Ρίλα.

Πηγή:

http://www.geo.auth.gr/317/biblio/petrologia_pyrogenwn.pdf

B2.2 Μονζονίτες

Οι από ορυκτολογικής και χημικής απόψεως κατέχουν ενδιάμεση θέση μεταξύ των συνητιών και των διοριτών γι' αυτό μερικοί πετρολόγοι προτιμούν τον όρο “συνηδιορίτες” για τα πετρώματα αυτά. Το όνομα μονζονίτης προέρχεται από την περιοχή Monzoni του Τυρόλου της Αυστρίας.

Χαρακτηριστικό γνώρισμα των μονζονιτών είναι ότι οι καλιούχοι άστριοι και τα πλαγιόκλαστα συμμετέχουν με τα ίδια περίπου ποσά κανένα από τα δύο ορυκτά δεν είναι περισσότερο από τα δύο τρίτα ή λιγότερο από το ένα τρίτο του άλλου ορυκτού. Τα πλαγιόκλαστα εμφανίζουν υπιδιόμορφους ως ιδιόμορφους μικρούς κρυστάλλους, οι οποίοι μαζί με άλλα ορυκτά εγκλείονται, πολλές φορές, ποικιλτικά σε μεγάλους ακανόνιστους κρυστάλλους καλιούχων αστρίων, προσδίδοντας στο πέτρωμα την χαρακτηριστική μονζονιτική υφή. Ο χαλαζίας συνήθως συμμετέχει με μικρά ποσά (<5%).

Από τα φεμικά ορυκτά επικρατούν ο βιοτίτης και η κεροστίλβη στους περισσότερο πυριτικούς τύπους, ενώ οι πυρόξενοι στους περισσότερο βασικούς τύπους. Οι πυρόξενοι είναι συνήθως άχρωμοι διοψιδικοί αυγίτες και πολλές φορές συνοδεύονται από πράσινη κεροστίλβη. Η τελευταία κατά κανόνα αποτελεί τον πυρήνα των πυροξένων. Σε αλλοιωμένους μονζονίτες ο πυρόξενος αντικαθίσταται από ινώδη κεροστίλβη, γνωστή ως ουραλίτης.

Για πετρώματα με χαλαζία από 5 ως 20 (στο σύνολο των σαλικών ορυκτών) χρησιμοποιείται ο όρος “χαλαζιακός μονζονίτης”. Με την αύξηση του ποσοστού του χαλαζία οι μονζονίτες μεταπίπτουν σε γρανίτη, πλούσιο σε πλαγιόκλαστα. Στην Ελλάδα μονζονίτες συναντώνται σε όξινα ως ενδιάμεσα πλουτωνικά συμπλέγματα (Ξάνθη, Βαρνούντας, Σέρρες-Δράμα, κ.α.).

Μακροσκοπικές και μικροσκοπικές φωτογραφίες μονζονιτών δίνονται στα σχήματα 93 έως 102.



Σχ.93 Μονζονίτης Κρηνίδων.



Σχ.94 Μονζονίτης Κρηνίδων.



Σχ.95 Μονζονίτης Ξάνθης.



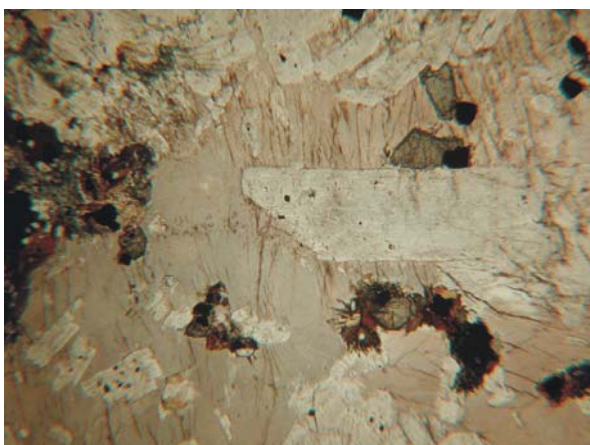
Σχ.96 Μονζονιτικό έγκλεισμα στον πορφυροειδή γρανίτη της Καστοριάς.



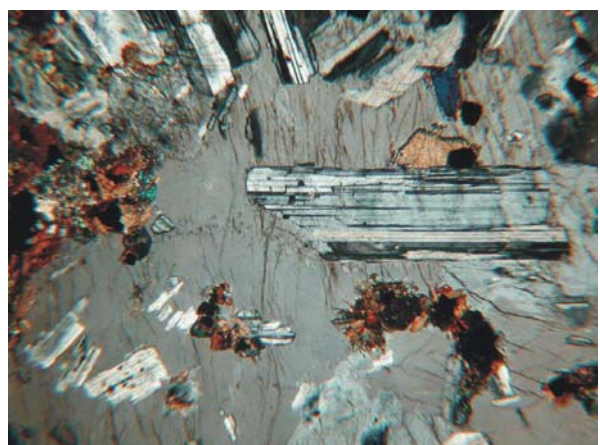
Σχ.97 Μονζονίτης



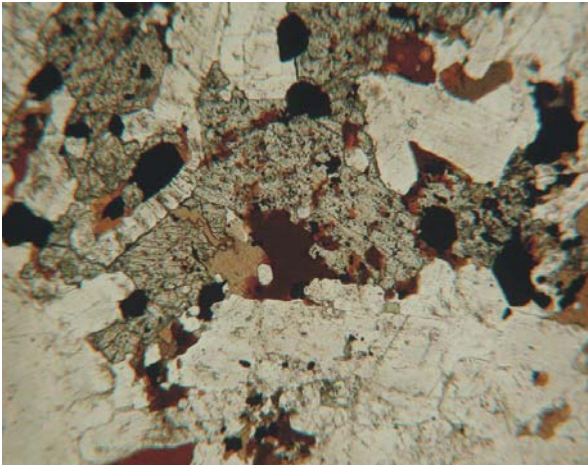
Σχ.98 Μονζονιτικό έγκλεισμα στον πορφυροειδή γρανίτη της Καστοριάς.



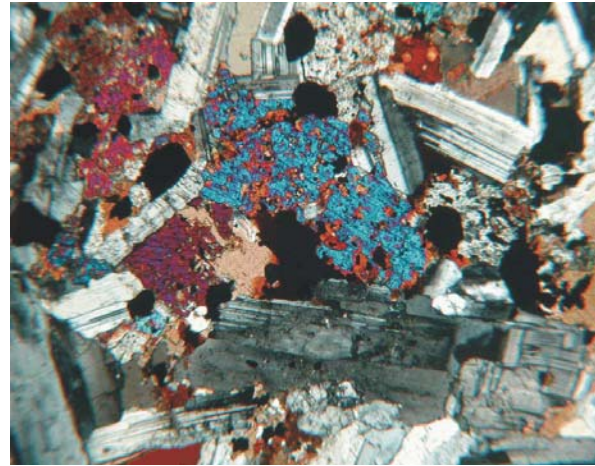
Σχ.99 Μονζονίτης N(-)



Σχ.100 Μονζονίτης N(+)



Σχ.101 Μονζονίτης N(-)



Σχ.102 Μονζονίτης N(+)

Πηγή (Σχ.93-102):

http://www.geo.auth.gr/317/biblio/petrologia_pyrigenwn.pdf

B2.3 Διορίτες

Οι διορίτες είναι μεσοκρατικά, αδρόκοκκα ως μεσόκοκκα πετρώματα, με κύριο ιστό γρανιτικό. Τα θεμελιώδη ορυκτά συστατικά είναι τα όξινα πλαγιόκλαστα (βασικό ολιγόκλαστο ή ανδεσίνης) και η κεροστίλβη, η οποία συνήθως συνοδεύεται από βιοτίτη και αυγίτη. Ο χαλαζίας κατά κανόνα απουσιάζει ή είναι πολύ λίγος (<5%). Οι καλιούχοι άστριοι, οι οποίοι σπάνια συμμετέχουν στη σύσταση των διοριτών είτε πληρούν τους ενδιάμεσους χώρους μεταξύ των διαφόρων ορυκτών είτε περιβάλλουν τα πλαγιόκλαστα με μορφή κελύφους. Αυτοί αντιπροσωπεύονται συνήθως από ορθόκλαστο.

Τα πλαγιόκλαστα, τα οποία κανονικά είναι όξινα, μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να έχουν πυρήνα συστάσεως λαβραδορίου. Ορισμένες αλλοιώσεις, όπως είναι η σωσσυριτίωση, τονίζουν τη ζωνώδη δομή των πλαγιοκλάστων, καθώς οι νατριούχες ζώνες παραμένουν καθαρές, ενώ οι πιο βασικές μετατρέπονται σε άσπρα ως γκρι ημιδιαφανή μικροκρυσταλλικά αθροίσματα.

Η κεροστίλβη αντιπροσωπεύεται κατά κύριο λόγο από την πράσινη και κατά δεύτερο λόγο από την καστανή κεροστίλβη, συχνά δε σχηματίζει χοντρούς πρισματικούς κρυστάλλους. Ο βιοτίτης εμφανίζεται συνήθως με πολύ μικρότερα ποσά σε σχέση με την κεροστίλβη, αν και αυξάνεται ποσοτικά σημαντικά με την αύξηση του επουσιώδη χαλαζία. Οι πυρόξενοι είναι πιο σπάνιοι και συνήθως έχουν σύσταση διοψιδικού αυγίτη. Τις περισσότερες φορές περιβάλλονται από κεροστίλβη, σπάνια όμως σχηματίζουν διάκριτους κρυστάλλους, οπότε μαζί με τον υπερσθενή που υπάρχει ενδέχεται να ξεπεράσουν ποσοτικά την κεροστίλβη.

Ολιβίνης μπορεί να υπάρχει σε ορισμένες περιπτώσεις. Από τα επουσιώδη υπάρχουν απατίτης, ζιρκόνιο, τιτανίτης και αδιαφανή σιδηροξειδία.

Με την αύξηση του ποσού του χαλαζία, ο διορίτης μεταπίπτει σε χαλαζιακό διορίτη και τελικά, σε τοναλίτη. Ορισμένοι διορίτες παρουσιάζουν πορφυροειδή ιστό, δηλαδή αποτελούνται από φαινοκρυστάλλους πλαγιοκλάστων, κεροστίλβης και βιοτίτη, οι οποίοι βρίσκονται μέσα σε μια αδρόκοκκη θεμελιώδη μάζα, αποτελούμενη από νατριούχα πλαγιόκλαστα και μικρά ποσά Κ-αστρίων και χαλαζία.

Οι μελαδιορίτες περιέχουν πάρα πολλά φεμικά συστατικά σε σχέση με τους κανονικούς διορίτες. Το κύριο ορυκτό συστατικό είναι η κεροστίλβη, ενώ τα πλαγιόκλαστα είναι πολύ λίγα. Στις ακραίες περιπτώσεις, όταν η κεροστίλβη αποτελεί το μόνο ορυκτό, το πέτρωμα ονομάζεται κεροστιλβίτης και θεωρείται ως το “τελικό προϊόν της διαφοροποίησης της διοριτικής σειράς”.

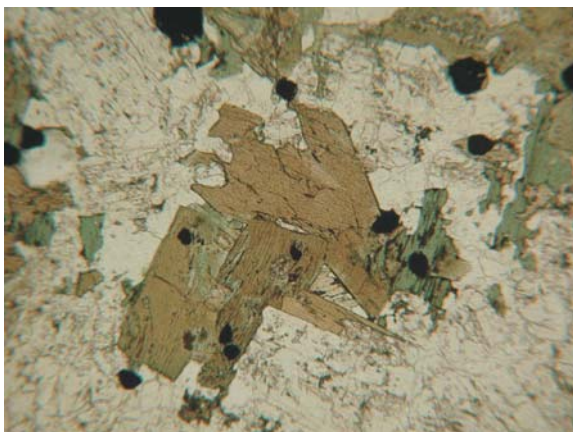
Μακροσκοπικές και μικροσκοπικές φωτογραφίες μονζονιτών δίνονται στα σχήματα 103 έως 106.



Σχ.103 Διορίτης Καβάλας



Σχ.104 Διορίτης Λαχανά



Σχ.105 Διορίτης N(-)



Σχ.106 Διορίτης N(+)

Πηγή (Σχ.104-107):

http://www.geo.auth.gr/317/biblio/petrologia_pyrigenwn.pdf

B3. Ηφαιστίτες

B3.1 Τραχείτες

Οι τραχείτες είναι τα αντίστοιχα έκχυτα πετρώματα των συνητιών. Το όνομα τραχείτης δόθηκε πρώτα σε όλα τα ηφαιστειακά πετρώματα, τα οποία, λόγω της παρουσίας μικρών κοιλοτήτων έχουν τραχεία επιφάνεια. Αργότερα, ο όρος αυτός περιορίστηκε στις λάβες με ενδιάμεση σύσταση και τελικά μόνο σε εκείνες οι οποίες περιέχουν κυρίως αλκαλιούχους αστρίους (π.χ. σανίδινο).

Επειδή το τραχειτικό μάγμα είναι πολύ ιξώδες (συνήθως το SiO₂ κυμαίνεται από 58% έως 66%), οι περισσότεροι τραχείτες εμφανίζονται υπό μορφή φλεβών, βυσμάτων ή θόλων και μικρής έκτασης παχιών ρευμάτων λάβας. Συχνά οι τραχείτες βρίσκονται στην άμεση γειτονία μεγάλων αλκαλιολιβινικών βασαλών και τραχειβασαλών ωκεάνιων νησιών. επίσης βρίσκονται σε ηπειρωτικές ηφαιστειακές επαρχίες, οι οποίες σχετίζονται με ρήγματα του φλοιού.

Οι τραχείτες παρουσιάζουν τυπικό πορφυριτικό ιστό με μεγάλους (πολλές φορές πλακώδεις) φαινοκρυστάλλους σανιδίνου και μικροκρυσταλλική θεμελιώδη μάζα. Οι μικρόλιθοι, κυρίως του σανιδίνου, βρίσκονται πολλές φορές σε παράλληλη ως υποπαράλληλη θέση μεταξύ τους και δίνουν έντονα την εντύπωση της ροής της λάβας (τραχειτική ή ρευστική υφή). Μακροσκοπικές και μικροσκοπικές φωτογραφίες τραχειτών δίνονται στα σχήματα 107 έως 111.

Το κύριο συστατικό των τραχειτών (ασβεσταλκαλικών) είναι οι αλκαλιούχοι άστριοι, οι οποίοι αντιπροσωπεύονται από νατριούχο σανίδινο ή ανορθόκλαστο. Με σημαντικά ποσοστά συμμετέχουν και τα πλαγιόκλαστα, ενώ με μικρότερα ο βιοτίτης, η κεροστίλβη και ο πυρόξενος. Σε ορισμένες περιπτώσεις υπάρχει και λίγος χαλαζίας, σχεδόν πάντοτε ως συστατικό της θεμελιώδους μάζας και ποτέ ως φαινοκρύσταλλος.

Σε πολλούς τραχείτες το κύριο ή το μοναδικό φεμικό συστατικό είναι διοψίδιος ή αιγρινικός αυγίτης, ενώ παράλληλα με το σανίδινο υπάρχει και λίγο νατριούχο πλαγιόκλαστο. Τα πετρώματα αυτά χαρακτηρίζονται ως πυροξενικοί τραχείτες. Σε άλλες ποικιλίες υπάρχουν φαινοκρύσταλλοι ανορθοκλάστου, ενώ ο αιγρινικός αυγίτης της κύριας μάζας συνοδεύεται από αρφβεδσονίτη.

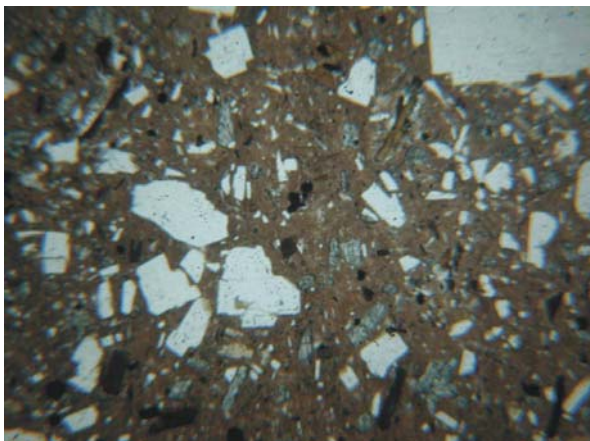
Οι **μπενμοροΐτες** είναι τραχείτες των οποίων τα πλαγιόκλαστα (ολιγόκλαστο ή ανδεσίνης) βρίσκονται σε ίσα περίπου ποσά με τους καλιούχους αστρίους. Οι υπεραλκαλικοί τραχείτες διακρίνονται από την παρουσία αλκαλικών πυροξένων και αμφιβόλων, όπως είναι ο αιγιρίνης, ο ρειβεκίτης και ο αρφβεδσονίτης. Ο κύριος ή μοναδικός άστριος είναι νατριούχο σανίδινο ή ανορθόκλαστο.



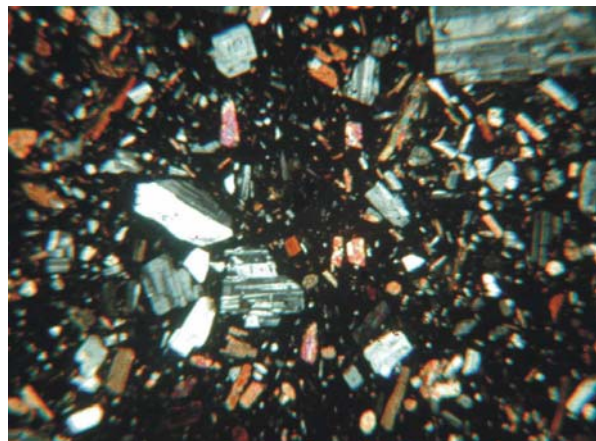
Σχ.107 Τραχείτης



Σχ.108 Τραχείτης



Σχ.109 Τραχείτης N(-)



Σχ.110 Τραχείτης N(+)



Σχ.111 Ρευστική υφή σε τραχείτη N(+).

Πηγή (Σχ.107-111):
http://www.geo.auth.gr/317/biblio/petrologia_pyrigenwn.pdf

Ο **κερατοφύρης** είναι αλβιτικός ή ολιγοκλαστικός τραχείτης με κεροστίλβη ή διοψιδικό αυγίτη και θεμελιώδη μάζα αποτελούμενη κυρίως από αλβίτη ή νατριούχο ολιγόκλαστο, χλωρίτη, επίδοτο και μαγνητίτη. Γενικά τα φεμικά συστατικά είναι τόσο αλλοιωμένα, ώστε δύσκολα μπορούν να αναγνωρισθούν κάτω από το μικροσκόπιο.

Το όνομα κερατοφύρης χρησιμοποιήθηκε παλαιότερα για τους προτριτογενείς τραχείτες, οι οποίοι γενικά είναι αλλοιωμένοι, σε αντίθεση με τους μετατριτογενείς, οι οποίοι είναι πιο φρέσκοι. Πολλοί κερατοφύρες διεισδύουν ή παρεμβάλλονται μέσα σε θαλάσσια ιζήματα και φαίνεται να σχετίζονται με τους ανδεσίτες και δακίτες. Γι' αυτό πολλοί πιστεύουν ότι προέρχονται από αλβιτίωση ανδεσιτικών ή δακιτικών πετρωμάτων κατά τη διάρκεια μετασωματικών διεργασιών. Πάντως, υπάρχει και η άποψη ότι τουλάχιστον ορισμένοι κερατοφύρες προέρχονται από πρωτογενές νατριούχο μάγμα. Στην Ελλάδα τραχείτες (ασβεσταλκαλικό) συναντώνται στην Αλμωπία, Σαμοθράκη, Μυτιλήνη, κ.α.

B3.2 Λατίτες

Οι λατίτες κατέχουν ενδιάμεση θέση μεταξύ των τραχειτών και των ανδεσιτών και είναι τα αντίστοιχα έκχυτα πετρώματα των μονζονιτών. Έχουν πορφυριτικό ιστό. Ο όρος “λατίτης” είναι περίπου συνώνυμος με τον όρο “τραχειανδεσίτης”, αν και ο τελευταίος σημαίνει μεγαλύτερο βαθμό έλλειψης σε SiO_2 , πράγμα το οποίο εκφράζεται με την παρουσία δυνητικού ne παρά hy .

Οι λατίτες έχουν ως θεμελιώδη συστατικά πλαγιόκλαστα και λίγα σανίδια. Τα πλαγιόκλαστα είναι συστάσεως ανδεσίτη ή ολιγοκλάστου, αλλά οι πυρήνες μερικών φαινοκρυστάλλων μπορεί να είναι λαβραδόριο ή ακόμα και βυτωβνίτης. Το σανίδινο περιορίζεται συνήθως στην αφανιτική μάζα ή περιβάλλει ως κέλυφος τους φαινοκρυστάλλους των πλαγιοκλάστων. Στους χαλαζιακούς λατίτες, οι οποίοι είναι μεταβατικοί τύποι προς τους δακίτες, οι τιμές του δυνητικού χαλαζία κυμαίνεται από 5 ως 20 %. Από τα φεμικά ορυκτά υπάρχει πυρόξενος, κεροστίλβη και βιοτίτης. Στους πιο βασικούς τύπους εμφανίζεται ολιβίνης, ενώ στις αλκαλικές ποικιλίες αιγρινικός αυγίτης συνυπάρχει με αυγίτη.

Ο **ρομβοπορφύρης** είναι τύπος λατίτη της περιοχής Όσλο της Νορβηγίας με χαρακτηριστικό ιστό. Περιέχει μεγάλους φαινοκρυστάλλους πλαγιοκλάστων (An_{20} ως An_{40}), οι οποίοι αποτελούν το 30 ως 45% του πετρώματος και περιβάλλονται από κέλυφος αλκαλιούχου αστρίου. Οι τελευταίοι αποτελούν το κύριο ή αποκλειστικό συστατικό της θεμελιώδους μάζας. Στις περιπτώσεις αυτές τα πλαγιόκλαστα παρουσιάζουν χαρακτηριστικές ρομβοειδείς τομές, οι οποίες οφείλονται στην επικράτηση των εδρών $\{110\}$ της ζώνης $[001]$. Το κύριο φεμικό συστατικό είναι ο αιγρινικός αυγίτης, ενώ υπάρχουν και μικρά ποσά

απατίτη, χλωρίτη, ασβεστίτη και αδιαφανών ορυκτών. Η θεμελιώδης μάζα αποτελείται κυρίως ή αποκλειστικά από καλιούχο άστριο.

B3.3 Ανδεσίτες

Οι ανδεσίτες, οι οποίοι είναι τα αντίστοιχα έκχυτα πετρώματα των διοριτών, παίρνουν το όνομά τους από την οροσειρά των Άνδεων (νότιος Αμερική). Γενικά παρουσιάζουν πορφυριτικό ιστό, με φαινοκρυστάλλους πλαγιόκλαστων και ολοκρυσταλλική ή εν μέρει υαλώδη κύρια μάζα. Μακροσκοπικές και μικροσκοπικές φωτογραφίες ανδεσιτών δίνονται στα σχήματα 112 έως 117.

Συνήθως οι ανδεσίτες σχηματίζουν ρεύματα λάβας, αλλά όχι σπάνια εμφανίζονται με μορφή μικρών διεισδύσεων και ιδιαίτερα φλεβών. Αποτελούν τον πιο διαδεδομένο τύπο ηφαιστειακών πετρωμάτων στα νησιωτικά τόξα και στα ενεργά ηπειρωτικά περιθώρια, ειδικά σε περιοχές πάνω από τις ζώνες Benioff (περιοχή Αγαίου).

Τα πλαγιόκλαστα αποτελούν σχεδόν το μοναδικό άστριο των ανδεσιτών ο οποίος είναι συστάσεως ολιγοκλάστου ή ανδεσίτη. Σε ορισμένες περιπτώσεις ο πυρήνας μπορεί να είναι πολύ βασικότερος, δηλαδή να έχει σύσταση λαβραδορίου ή βυτωβνίτη. Παρουσιάζουν έντονη ζωνώδη δομή με κανονικές αλλά και ανάστροφες ζώνες. Οι αλκαλιούχοι άστριοι απουσιάζουν ως φαινοκρύσταλλοι, σπάνια όμως μπορεί να υπάρχουν ως μικρόλιθοι στη θεμελιώδη μάζα ή ως κέλυφος γύρω από τα πλαγιόκλαστα. Πολύ σπάνια μπορεί να υπάρχει και χαλαζίας ως επουσιώδες συστατικό στη θεμελιώδη μάζα.

Από τα φεμικά ορυκτά οι πυρόξενοι είναι αρκετά διαδεδομένοι τόσο στη γενεά των φαινοκρυστάλλων όσο και των μικρολίθων. Ανήκουν και στις δυο ομάδες των πυροξένων, δηλαδή μονοκλινείς (διοψιδικός αυγίτης) και ρομβικοί (υπερσθενής). Τα πετρώματα αυτά είναι γνωστά ως πυροξενικοί ανδεσίτες. Η κεροστίλβη και ο βιοτίτης εμφανίζονται γενικά σε μικρότερα ποσά, αν και επικρατούν στους λεγόμενους κεροστιλβικούς βιοτιτικούς ανδεσίτες. Και τα δύο ορυκτά απαντούν κυρίως ως φαινοκρύσταλλοι, πολύ σπάνια και ως μικρόλιθοι. Η κεροστίλβη συνήθως αντιπροσωπεύεται από τη βασαλτική κεροστίλβη. Τόσο η κεροστίλβη όσο και ο βιοτίτης παρουσιάζουν συχνά μαγματική διάβρωση και οπακίτιωση, πράγμα που σημαίνει ότι τα ορυκτά αυτά δε βρίσκονταν σε ισορροπία με το μάγμα.

Στους πιο βασικούς ανδεσίτες (SiO_2 : 52 ως 55%), ενδεχομένως να υπάρχουν φαινοκρύσταλλοι ολιβίνη. Πολλά από τα πετρώματα αυτά είναι μεταβατικά προς τους θολειτικούς βασάλτες, από τους οποίους διακρίνονται μόνο από τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε SiO_2 (>52%) και τον περισσότερο δυνητικό χαλαζία. Συνήθως τα πετρώματα αυτά ονομάζονται βασαλτικοί ανδεσίτες (ή ανδεσιτικοί βασάλτες).

Οι ανδεσίτες αρκετές φορές παρουσιάζουν ένα είδος αλλοίωσης, γνωστής ως προπυλιτίωση που οφείλεται στην επίδραση ένυδρων διαλυμάτων πλούσιων σε CO_2 και S. Οι προπυλιτωμένοι ανδεσίτες παρουσιάζουν μακροσκοπικά καφεπράσινο χρώμα, που οφείλεται στην αντικατάσταση της κερোসτίλβης και του βιοτίτη από χλωρίτη, ασβεστίτη, τιτανίτη και άλλα οξείδια, και των πυρόξενων από βασίτη, χλωρίτη και ασβεστίτη. Σε πιο προχωρημένα στάδια προπυλιτώσεως έχουμε αλβιτίωση του αρχικού πλαγιοκλάστου και σχηματισμό επιδότου. Σε αυτές τις περιπτώσεις υπάρχει και σιδηροπυρίτης. Αν και πολλοί προπυλιτωμένοι ανδεσίτες βρίσκονται κοντά σε κοιτάσματα, δεν είναι πάντα βέβαιο αν υπάρχει γενετική σχέση μεταξύ τους.

Στην Ελλάδα ανδεσίτες υπάρχουν σε πολλές ηφαιστειογενείς περιοχές (Μακεδονία, Θράκη, νησιά του Αιγαίου, κ.α.).

Ο **κροκεάτης λίθος** είναι ένας ιδιαίτερος τύπος ανδεσίτη με τυπικό πορφυριτικό ιστό, ο οποίος βρίσκεται στις Κροκεές της Πελοποννήσου και είναι γνωστός από την αρχαιότητα. Μακροσκοπικά παρουσιάζει πράσινο χρώμα λόγω σσσυριτίωσης των πλαγιοκλάστων και των δευτερογενών ορυκτών χλωρίτη, αιματίτη και επιδότου (Σχ. 118,119).



Σχ.112 Ανδεσίτης Μέστης.



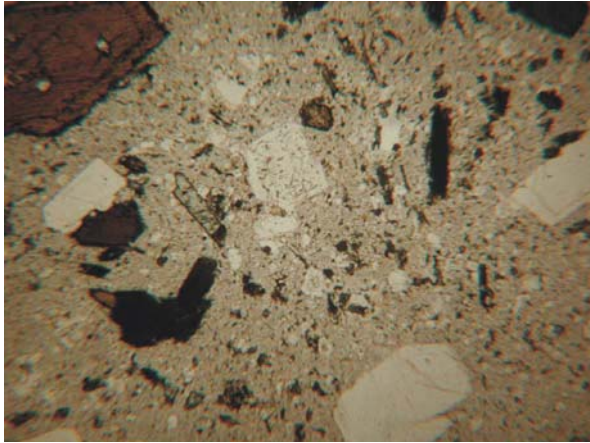
Σχ.113 Ανδεσίτης Μέστης.



Σχ.114 Ανδεσίτης, Άβαντα.



Σχ.115 Ανδεσίτης, Άβαντα.



Σχ.116 Ανδεσίτης N(-)



Σχ.117 Ανδεσίτης N(+)



Σχ.118 Κροκεάτης λίθος



Σχ.119 Κροκεάτης λίθος

Πηγή (Σχ.112-119):

http://www.geo.auth.gr/317/biblio/petrologia_pyrigenwn.pdf

Γ. Βασικά πετρώματα

Γ1. Γενικά χαρακτηριστικά

Τα βασικά πετρώματα κυμαίνονται από πλευράς περιεκτικότητας σε SiO_2 από ισχυρά ακόρεστα ως ελαφρά κορεσμένα (SiO_2 : 45 ως 52%). Τα πετρώματα αυτά αποτελούνται από λίγα μόνο κύρια ορυκτά, όπως είναι τα βασικά πλαγιόκλαστα (An_{80} - An_{50}), οι πυρόξενοι (αυγίτης και μαγνησιούχα μέλη) και ο μαγνησιούχος ολιβίνης. Σε επουσιώδη ποσά υπάρχουν σιδηροτιτανιούχα οξείδια και σε ορισμένες περιπτώσεις (ισχυρά ακόρεστους τύπους), αστριοειδή. Από το συνδυασμό των ορυκτών αυτών προκύπτουν οι διάφοροι τύποι των βασικών πετρωμάτων, τα οποία διακρίνονται σε δύο ομάδες: σ' αυτά που δεν περιέχουν

αστριοειδή (συνήθως αναφέρονται ως ασβεσταλκαλικά) και είναι τα πιο άφθονα, και σε εκείνα που περιέχουν αστριοειδή (κυρίως νεφελίνη).

Γ2. Μη αστριοειδούχα βασικά πλουτωνικά πετρώματα

Τα μεγάλα βασικά πλουτωνικά σώματα σχηματίζουν στρωματόμορφα συμπλέγματα τα οποία διεισδύουν στον ηπειρωτικό φλοιό. Μερικές από τις πιο γνωστές εμφανίσεις αυτού του είδους είναι τα τεράστια προτεροζωϊκά συμπλέγματα του Bushveld στη νότια Αφρική και του Stillwater της Montana στην Αμερική, καθώς επίσης η ηωκαινική διείσδυση Skaergaard της ανατολικής Γροιλανδίας. Το μητρικό μάγμα όλων αυτών των εμφανίσεων φαίνεται ότι ήταν θολειτικής φύσεως. Λόγω της διαφοροποίησης του αρχικού μάγματος παρατηρείται σημαντική διακύμανση στο περιεχόμενο SiO_2 των τελικών πετρωμάτων. Έτσι, έχουμε υπερβασικά πετρώματα (περιδοτίτες, πυροξενίτες) στη βάση, βασικά πετρώματα (γάββροι, νορίτες, τροκτόλιθοι, ανορθοσίτες, πυροξενίτες) στα μεσαία επίπεδα και οξινότερα πετρώματα (σιδηρογρανοφύρες) στα ανώτερα τμήματα μεγάλων πλουτωνικών συμπλεγμάτων. Η συχνά εμφανιζόμενη στρωματοειδής διάταξη των ορυκτών οφείλεται κυρίως στο σχετικά χαμηλό ιξώδες του γαββρικού (βασαλτικού) μάγματος, το οποίο επιτρέπει την καθίζηση των διαφόρων ορυκτών με διαφορετικές ταχύτητες που εξαρτώνται από την πυκνότητά τους και τη σειρά κρυσταλλώσής τους. Τα βασικά πετρώματα, ανάλογα με το είδος και τον αριθμό των κύριων ορυκτών συστατικών τους, διακρίνονται σε:

- **Γάββρους:** πλαγιόκλαστα και κλινοπυρόξενοι
- **Νορίτες:** πλαγιόκλαστα και ορθοπυρόξενοι
- **Τροκτόλιθους:** πλαγιόκλαστα, και ολιβίνης
- **Ανορθοσίτες:** σχεδόν μόνο από πλαγιόκλαστα
- **Μαγνησιούχους και ασβεστομαγνησιούχους πυροξενίτες:** μαγνησιούχοι ορθοπυρόξενοι ή διοψιδικοί κλινοπυρόξενοι.

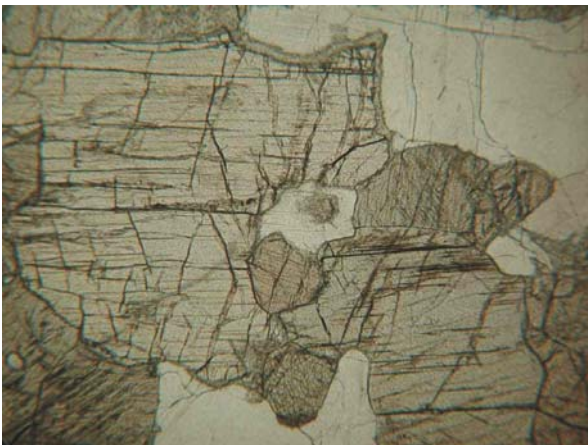
Μακροσκοπικές και μικροσκοπικές φωτογραφίες βασικών πλουτωνικών πετρωμάτων δίνονται στα σχήματα 120 έως 125.



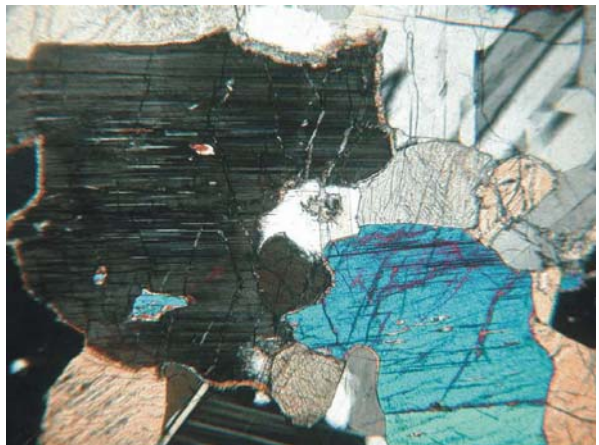
Σχ.120 Γαββρικό πέτρωμα από τα Ψακούδια



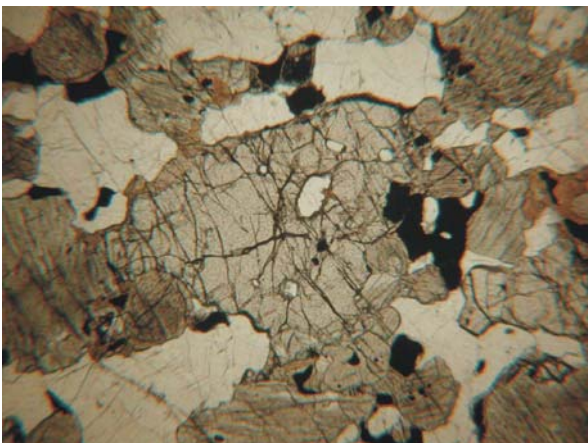
Σχ.121 Γαββρικό πέτρωμα από τα Ψακούδια



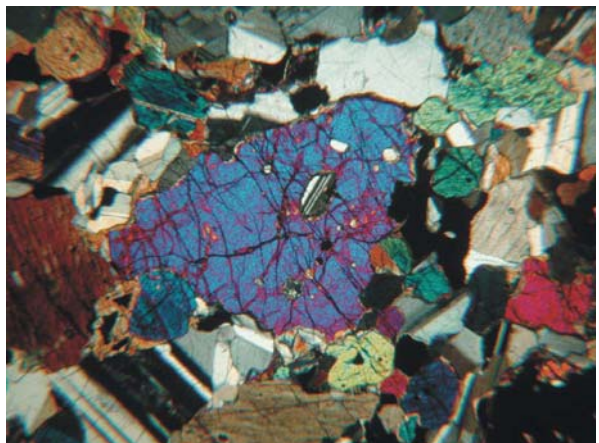
Σχ.122 Γαββρικό πέτρωμα N(-)



Σχ.123 Γαββρικό πέτρωμα N(+)



Σχ.124 Γαββρικό πέτρωμα N(-)



Σχ.125 Γαββρικό πέτρωμα N(+)

Πηγή (Σχ.120-125):

http://www.geo.auth.gr/317/biblio/petrologia_pyrogenwn.pdf

Γ2.1 Γάββροι και Νορίτες

Τα τυπικά μέλη της οικογένειας των γάββρων (συμπεριλαμβανομένων και των νοριτών) είναι μεσόκοκκα έως αδρόκοκκα πετρώματα, κυρίως, με γρανιτικό ή σπανιότερα με οφειτικό ιστό. Τα πετρώματα αυτά παρουσιάζουν, γενικά, τρία κοινά γνωρίσματα μεταξύ τους:

- είναι βασικά ως προς το διοξείδιο του πυριτίου
- τα πλαγιόκλαστα, που είναι τα πιο άφθονα από όλα τα είδη των ορυκτών, είναι βασικά ($An > 50\%$)
- ο χρωματικός τους δείκτης κυμαίνεται, κατά μέσο όρο, από 40 ως 70.

Γαββρικά πετρώματα, των οποίων ο χρωματικός δείκτης είναι μικρότερος του 40 ή μεγαλύτερος του 70, χαρακτηρίζονται ως λευκογάββροι ή μελαγάββροι, αντίστοιχα. Στην ακραία περίπτωση, όπου ο χρωματικός δείκτης είναι κάτω του 10, το πέτρωμα μεταπίπτει σε ανορθοσίτη. στην αντίθετη περίπτωση, όπου ο χρωματικός δείκτης είναι πάνω από 90, το πέτρωμα μεταπίπτει σε περιδοτίτη.

Από τα ορυκτά συστατικά επικρατούν τα πλαγιόκλαστα, τα οποία αποτελούν μέχρι το 60% του πετρώματος. Χαρακτηριστικό γνώρισμα αυτών είναι οι πλατιές ταινίες της αλβιτικής διδυμίας. Επίσης, πολλοί κρύσταλλοι παρουσιάζουν εναλλαγή χρωμάτων (ιριδισμός).

Τα θεμελιώδη φεμικά ορυκτά είναι αυγίτης (κλινοπυρόξενος) στους γάββρους και υπερσθενής (ορθοπυρόξενος) στους νορίτες. Σε μικρές ποσότητες μπορεί να υπάρχουν κεροστίλβη και ολιβίνης. Τα πετρώματα στα οποία η κεροστίλβη αποτελεί το κύριο φεμικό συστατικό χαρακτηρίζονται ως κεροστιλβικοί γάββροι. Σε τέτοια πετρώματα εμφανίζεται και λίγος χαλαζίας, καλιούχος άστριος και βιοτίτης. Αντίστοιχα με τους κεροστιλβικούς γάββρους υπάρχουν και ολιβινικοί γάββροι. Πολλές φορές ο ολιβίνης, ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες κρυστάλλωσης του μάγματος, αντιδρά με τα γειτονικά ορυκτά και περιβάλλεται από κέλυφος (κορώνα) άλλων ορυκτών. Η αντίδραση συνήθως αρχίζει με το σχηματισμό πυροξένων ή αμφιβόλων γύρω από τον ολιβίνη. ένα δεύτερο κέλυφος μπορεί να σχηματισθεί από αμφίβολο και σπινέλιο. τέλος, αν υπάρχει γρανάτης, αυτός αποτελεί το εξωτερικό κέλυφος.

Οι νορίτες χαρακτηρίζονται, όπως και οι γάββροι, ως κεροστιλβικοί ή ολιβινικοί νορίτες ανάλογα με το αν το περιέχουν κεροστίλβη ή ολιβίνη.

Γ2.2 Τροκτόλιθοι

Οι τροκτόλιθοι αποτελούνται κατά κύριο λόγο από ασβεστιούχα πλαγιόκλαστα και κατά δεύτερο από ολιβίνη. Ανάλογα με τις συνθήκες κρυσταλλώσεως παρουσιάζουν ισοκοκκώδη ή ανισοκοκκώδη ιστό. Ο ολιβίνης σε ορισμένες περιπτώσεις, περιβάλλεται από σύνολο μικρών υπιδιόμορφων κρυστάλλων πλαγιοκλάστου. Το πιο χαρακτηριστικό όμως γνώρισμά του είναι η δημιουργία κελύφους (κορώνας) γύρω από αυτόν.

Ελαφρά αλλοιωμένοι τροκτόλιθοι παρουσιάζουν μακροσκοπικά πράσινα ως μαύρα στίγματα, δίνοντας την εντύπωση της πέστροφας, γι' αυτό τα πετρώματα αυτά είναι γνωστά ως "Forellenstein" και "trout-stone" στη γερμανική και αγγλική βιβλιογραφία, αντίστοιχα.

Γ2.3 Ανορθοσίτες

Οι ανορθοσίτες είναι πλουτωνικά μεσόκοκκα ως αδρόκοκκα πετρώματα, τα οποία αποτελούνται εξ ολοκλήρου ή κατά το μεγαλύτερο τους μέρος (>90 % από πλαγιόκλαστα συστάσεως ανδεσίνη ως βυτωβνίτη. Με βάση το περιεχόμενο SiO₂ οι βυτωβνιτικοί ως λαβραδορικοί ανορθοσίτες ανήκουν στα βασικά πετρώματα, ενώ οι ανδεσινικοί ανορθοσίτες στα ενδιάμεσα. Τα φεμικά συστατικά που συνοδεύουν τα πλαγιόκλαστα έχουν σχέση με την περιεκτικότητα των τελευταίων σε ανορθίτη και συνήθως είναι ολιβίνης με βυτωβνίτη, πυρόξενος με λαβραδόριο και κεροσίλβη με ανδεσίνη.

Οι ανορθοσίτες βρίσκονται είτε ως μεγάλες ανεξάρτητες διεισδύσεις στρωματοειδούς μορφής είτε ως ταινίες ή φακοί μέσα σε πλουτωνίτες βασικής ή υπερβασικής συστάσεως. Οι περισσότεροι από τους πρώτους είναι προκάμβριας ηλικίας και αποτελούνται από πλαγιόκλαστα συστάσεως σε An 40 ως 60 %. Τυπικά παραδείγματα αυτού του είδους είναι οι ανορθοσίτες της νότιας Νορβηγίας, της δυτικής Γροιλανδίας και ορισμένων επαρχιών του Κεμπέκ, οι οποίοι καταλαμβάνουν σημαντικές εκτάσεις (1000 ως 20000 km²). Αντίθετα, οι ανορθοσίτες, οι οποίοι αποτελούν μέρος μεγάλων πλουτωνικών σωμάτων, τύπου stillwater, περιέχουν πιο βασικά πλαγιόκλαστα, δηλαδή βυτωβνίτη ή λαβραδόριο, ανάλογα με το επίπεδο του πλουτωνίτη στο οποίο βρίσκονται.

Γ2.4 Μαγνησιούχοι και ασβεστομαγνησιούχοι πυροξενίτες

Οι πυροξενίτες είναι μεσόκοκκα έως αδρόκοκκα ολομελανοκρατικά πετρώματα, τα οποία ως κύριο ή μοναδικό ορυκτό συστατικό έχουν τους πυροξένους. Ανάλογα με το είδος των πυροξένων (ρομβικοί ή μονοκλινείς) υποδιαιρούνται σε δύο ομάδες, στους ορθοπυροξενίτες και στους κλινοπυροξενίτες. Η περιεκτικότητα σε SiO₂, η οποία εξαρτάται από το είδος του πυροξένου, κυμαίνεται σημαντικά, δηλαδή από 47 ως 55% (βασικά ως ενδιάμεσα) στους

πρώτους, και από ≈ 42 ως 50% (υπερβασικά ως βασικά) στους δεύτερους. Με βάση τα χημικά χαρακτηριστικά τους οι πυροξενίτες υποδιαιρούνται σε τρεις ομάδες:

- ▶ **Μαγνησιούχους:** (ορθοπυροξενίτες). ανήκουν στα βασικά ως ενδιάμεσα πετρώματα.
- ▶ **Ασβεστομαγνησιούχους:** (διοψιδικοί κλινοπυροξενίτες). ανήκουν στα βασικά πετρώματα.
- ▶ **Αλκαλικούς:** (αλκαλικοί κλινοπυροξενίτες) ανήκουν στα υπερβασικά πετρώματα, και αποτελούνται κυρίως από τιτανιούχο αυγίτη ή αιγυρινικό αυγίτη.

Οι πιο διαδεδομένοι πυροξενίτες είναι οι μαγνησιούχοι βρονζιτικοί πυροξενίτες, οι οποίοι απαντούν ως συμπαγή σωρευτικά στρώματα στα κατώτερα επίπεδα στρωματομόρφων βασικών πλουτωνιτών. Οι πυροξενίτες αυτοί περιέχουν μερικές φορές επουσιωδώς ολιβίνη, χρωμίτη, μαγνητίτη, διοψιδικό αυγίτη ή ασβεστιούχο πλαγιόκλαστο, τα οποία εγκλείονται ποικιλικά σε μεγάλους κρυστάλλους βρονζίτη. Οι ολιβινο-βρονζιτικοί πυροξενίτες είναι μεταβατικοί τύποι των πυροξενιτών σε δουνίτες.

Περισσότερο μαγνησιούχοι πυροξενίτες είναι οι ενστατιτικοί πυροξενίτες, οι οποίοι σχηματίζουν ακανόνιστες αποφύσεις μέσα σε περιδοτίτες “αλπικού τύπου”.

Οι ασβεστομαγνησιούχοι διοψιδικοί πυροξενίτες βρίσκονται σε στενή σχέση με τους γάββρους. Αυτοί περιέχουν επουσιωδώς υπερσθενή, πλαγιόκλαστα, τιτανομαγνητίτη και απατίτη.

Τέλος, σε συγκεντρωτικά ζωνώδεις υπερβασικούς πλουτωνίτες, όπως στην Αλάσκα, το κύριο πέτρωμα είναι ένας κεροστιλβικός κλινοπυροξενίτης.

Οι αλκαλικοί πυροξενίτες θα εξετασθούν με τα αστριοειδούχα φεμικά πετρώματα, των οποίων αποτελούν ακραία μέλη.

Γ3. Μη αστριοειδούχα βασικά ηφαιστειακά – υποηφαιστειακά πετρώματα

Γ3.1 Βασάλτες

Τα πιο διαδεδομένα ηφαιστειακά πετρώματα στην επιφάνεια της Γης είναι οι βασάλτες. Το βασάλτικο μάγμα εκχύνεται είτε από συστήματα ρηγμάτων κατά μήκος των μεσοωκεάνιων ράχων καλύπτοντας τους πυθμένες των ωκεανών, είτε από πολυάριθμα ηπειρωτικά ρήγματα σχηματίζοντας καλύμματα (πλατώ) τεράστιων εκτάσεων (Δεκάν της Ινδίας, Ισλανδία, Β. Αμερική, κτλ.).

Οι βασάλτες είναι τα αντίστοιχα ηφαιστειακά πετρώματα των γάββρων και των νοριτών, έχουν μαύρο χρώμα και ιστό πορφυριτικό έως αφυρικό. Γενικά, ο ιστός τους ποικίλλει από καθαρά υαλώδης (τραχυλίτης) ως τυπικά ολοκρυσταλλικός. Ο υαλώδης ιστός είναι σπάνιος και συνήθως εμφανίζεται στην περιφέρεια μικρών διεισδύσεων μικρού βάθους, στην επιφάνεια των λαβών και των πυροκλαστικών κλασμάτων, καθώς επίσης στην εξωτερική επιφάνεια των pillow λαβών.

Τα θεμελιώδη ορυκτά συστατικά τους είναι τα πλαγιόκλαστα, συστάσεως συνήθως λαβραδορίου - βυτωβνίτη, και οι πυρόξενοι οι οποίοι αντιπροσωπεύονται τόσο από κλινοπυροξένους όσο και από ορθοπυροξένους. Ο ολιβίνης αποτελεί συστατικό πολλών βασαλτών και η παρουσία του αποτελεί κριτήριο διάκρισης μεταξύ βασαλτών και ανδεσιτών, καθώς ουσιαστικά λείπει από τους τελευταίους. Η κεροσίλβη εμφανίζεται σπάνια σε βασαλτικά πετρώματα, ενώ ο βιοτίτης υπάρχει μερικές φορές σε πολύ μικρές ποσότητες. Από τα αδιαφανή ορυκτά ο τιτανο-μαγνητίτης και ο ιλμενίτης υπάρχουν πάντοτε σε σημαντικά ποσά. Μακροσκοπικές και μικροσκοπικές φωτογραφίες βασαλτών δίνονται στα σχήματα 126 έως 131.

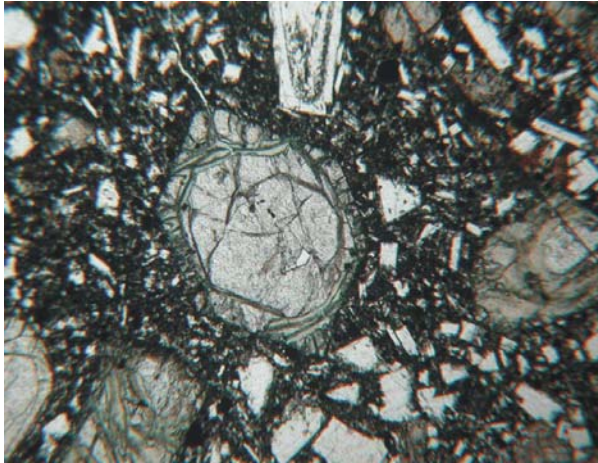
Με βάση, κυρίως, χημικά κριτήρια εκφρασμένα με δυνητικές παραμέτρους οι βασάλτες διακρίνονται σε ακόρεστους και κορεσμένους. Στους πρώτους ανήκουν οι άλκαλι ολιβινικοί βασάλτες, ενώ στους δεύτερους οι θολεϊτικοί βασάλτες. Μια τρίτη κατηγορία περιλαμβάνει τους ασβεσταλκαλικούς βασάλτες οι οποίοι συνοδεύουν ανδεσίτες και σχετικά πετρώματα ορογενετικών περιοχών και νησιωτικών τόξων.



Σχ.126 Βασάλτης από τη Σαντορίνη.



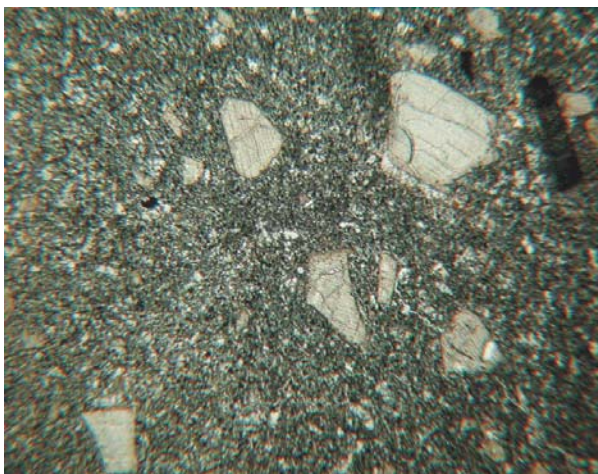
Σχ.127 Βασάλτης



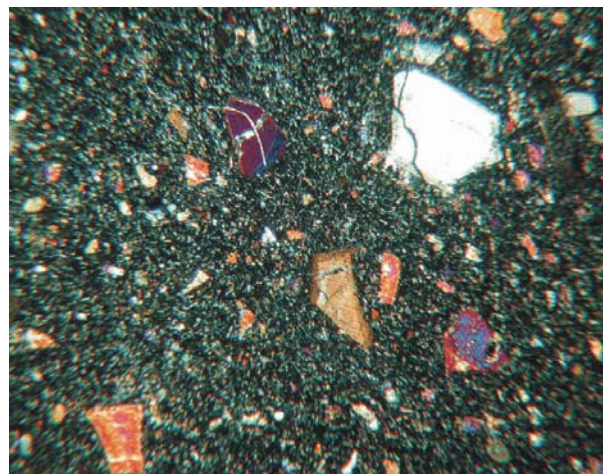
Σχ.128 Βασάλτης N(-)



Σχ.129 Βασάλτης N(+)



Σχ.130 Βασάλτης N(-)



Σχ.131 Βασάλτης N(+)

Πηγή (Σχ.126-131):

http://www.geo.auth.gr/317/biblio/petrologia_pyrigenwn.pdf

Γ3.1.1 Αλκαλι ολιβινικοί βασάλτες

Οι περισσότεροι αλκαλι ολιβινικοί βασάλτες χαρακτηρίζονται από την παρουσία άφθονου μαγνησιούχου ολιβίνη, συνήθως σε δύο γενεές, και ενός μόνον είδους πυροξένου, πλούσιου σε ασβέστιο (τιτανιούχου αυγίτη). Χαρακτηριστική επίσης σε ορισμένους αλκαλι ολιβινικούς βασάλτες είναι η παρουσία στη θεμελιώδη μάζα αλκαλιούχων αστρίων οι οποίοι περιβάλλουν μικρόλιθους πλαγιόκλαστων, ή καστανού βιοτίτη. Σπάνια μπορεί να υπάρχει και καστανή κερροστίλβη (κερροσσιτίτης), η οποία περιβάλλεται από πυροξένο. Ο ακόρεστος χαρακτήρας τους αντανακλάται τόσο από την παρουσία του μαγνησιούχου ολιβίνη, όσο και του δυνητικού Ne.

Αν και οι αλκαλι ολιβινικοί βασάλτες δε σχετίζονται με ορισμένο τεκτονικό περιβάλλον, εμφανίζονται πιο συχνά σε περιοχές ωκεάνιων ή ηπειρωτικών ρηγμάτων, όπως είναι οι μεσο-

ωκεάνιες ράχεις και οι τεκτονικές τάφροι (βύθισμα του Ρήνου στη Δ. Γερμανία και τάφρος ανατολικής Αφρικής).

Γ3.1.2 Θολεΐτικοί βασάλτες

Τα κύρια συστατικά των θολεΐτικών βασαλτών είναι οι φτωχοί ή σχετικά φτωχοί σε ασβέστιο πυρόξενοι (υπερσθενής ή πιζεονίτης) και τα πλαγιόκλαστα, με κύρια σύστασή τους το λαβραδόριο. Μαγνησιούχος ολιβίνης, κυρίως ως φαινοκρύσταλλος, υπάρχει πολλές φορές σε μικρά, όμως, ποσοστά (<5%) (ολιβινικόςθολεΐτης) . Στη θεμελιώδη μάζα πολλών πετρωμάτων υπάρχει υπολειμματικό υγρό σε μορφή υάλου με σημαντικό ποσοστό σε SiO₂.

Μεγάλες ποσότητες θολεΐτικών βασαλτών συναντώνται στα νησιά της Χαβάης, όπου αποτελούν τα κύρια λιθολογικά στοιχεία των εκεί ηφαιστειών. επίσης, συναντώνται και σε άλλες μεσοωκεάνιες τεκτονικές θέσεις. Οι τυπικοί όμως θολεΐτικοί βασάλτες με πιζεονίτη ή φτωχό σε ασβέστιο αυγίτη θεωρούνται οι πιο χαρακτηριστικοί και οι πιο διαδεδομένοι ηπειρωτικοί βασάλτες. Παραδείγματα τέτοιων βασαλτών έχουμε στο Δεκάν της δυτικής Ινδίας, στις βορειοδυτικές επαρχίες των Η.Π.Α., στη νότιο Αφρική κτλ. Ακόμη, βασάλτες αυτού του είδους αποτελούν τα τυπικά βασικά μέλη των λαβών της ασβεσταλκαλικής σειράς (βασάλτες-ανδεσίτες-ρυόλιθοι) των ενεργών νησιωτικών τόξων και των ηπειρογενετικών περιοχών (Ειρηνικός ωκεανός).

Γ3.1.3 Ασβεσταλκαλικοί βασάλτες

Οι ασβεσταλκαλικοί βασάλτες συνοδεύουν μεγάλες μάζες ανδεσιτών, δακτιών και ρυοδακτιών. Οι ίδιοι όμως είναι περιορισμένης έκτασης. Ορυκτολογικά μοιάζουν αρκετά με τους θολεΐτικούς βασάλτες, αλλά τα σιδηρομανησιούχα συστατικά τους και κυρίως οι πυρόξενοι είναι φτωχότεροι σε σίδηρο και το πλαγιόκλαστο είναι πιο άφθονο. Ο ορθοπυρόξενος εμφανίζεται πιο συχνά, ενώ ο ολιβίνης μπορεί να υπάρχει σε μικρά, όμως, ποσά.

Συνήθως οι ασβεσταλκαλικοί βασάλτες έχουν πορφυριτικό ιστό ο οποίος χαρακτηρίζεται από την παρουσία φαινοκρυστάλλων πλαγιοκλάστων συστάσεως βυτωβνίτη έως λαβραδορίου, κλινοπυροξένων και μερικές φορές οροπυροξένου ή σπανιότερα ολιβίνης. Η θεμελιώδης μάζα κυμαίνεται από ολοκρυσταλλική έως υαλώδης.

Γ3.1.4 Δολερίτες

Οι δολερίτες είναι τα αντίστοιχα υποηφαιστειακά πετρώματα των γάββων και των βασαλτών και είναι πιο λεπτόκοκκα από τα πρώτα και πιο αδρόκοκκα από τα δεύτερα.

Χαρακτηριστικό γνώρισμα των δολεριτών είναι ο οφειτικός ή υποφειτικός ιστός, σε αντίθεση με τους βασάλτες και τους γάββρους, οι οποίοι Ως θεμελιώδη ορυκτά συστατικά έχουν πλαγιόκλαστα, με σύσταση περίπου λαβραδορίου, κλινοπυροξένους (συνήθως αυγίτη) και διάφορα σιδηροξείδια. Επίσης, πολλές φορές υπάρχει και ολιβίνης (ολιβινικοί δολερίτες), ενώ σε σπάνιες περιπτώσεις εμφανίζεται χαλαζίας (χαλαζιακοί δολερίτες), οπότε οι κλινοπυρόξενοι αντικαθίστανται εν μέρει ή εξολοκλήρου από ορθοπυρόξενους.

Στη φύση εμφανίζονται συνήθως υπό μορφή φλεβών και παρείσακτων κοιτών. Μπορεί όμως να αποτελούν τα εσωτερικά τμήματα παχιών ρευμάτων βασαλτικών λαβών. Μακροσκοπικές και μικροσκοπικές φωτογραφίες δολεριτών δίνονται στα σχήματα 132 έως 137.

Για τους αλλοιωμένους δολερίτες, στους οποίους τα πλαγιόκλαστα έχουν υποστεί αλβιτίωση, ενώ οι πυρόξενοι έχουν μετατραπεί σε αθροίσματα αμφιβόλων και χλωριτών, οι Άγγλοι πετρολόγοι χρησιμοποιούν το όρο “διαβάση”. Αντίθετα, στη βόρεια Αμερική και στη Γερμανία ο όρος “διαβάσης” χρησιμοποιείται όπως ο όρος “δολερίτης”. Πρέπει να σημειωθεί ότι ο όρος “διαβάσης” χρησιμοποιήθηκε παλαιότερα από τους Γερμανούς πετρογράφους για προτριτογενείς αλλοιωμένους δολερίτες. Σήμερα η επιτροπή JUGS πρότεινε την απόρριψη της χρήσης του όρου “διαβάσης” για οποιονδήποτε τύπο πετρώματος, εξακολουθεί όμως αυτός να χρησιμοποιείται, διότι παραμένει σε πολλούς χάρτες της κεντρικής Ευρώπης.



Σχ.132 Δολερίτης (Do) διεισδύει γαββρικά πετρώματα στα Ψακούδια.



Σχ.133 Δολερίτης (Do) διεισδύει γρανιτικά πετρώματα στο Βαρνούνα.



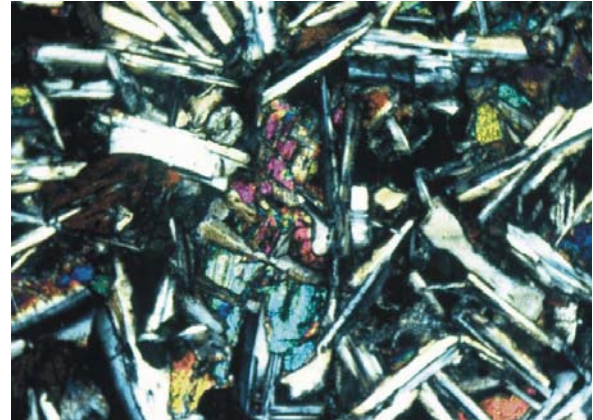
Σχ.134 Δολερίτης από το Βαρνούντα.



Σχ.135 Δολερίτης από το Βαρνούντα, μακροσκοπικό δείγμα.



Σχ.136 Δολερίτης από το Βαρνούντα N(-).



Σχ.137 Δολερίτης από το Βαρνούντα N(+).

Πηγή (Σχ.132-137):

http://www.geo.auth.gr/317/biblio/petrologia_pyrigenwn.pdf

Γ3.1.5 Σπιλίτες

Οι σπιλίτες είναι βασικά ηφαιστειακά πετρώματα τα οποία ιστολογικά μοιάζουν με τους βασάλτες ή τους δολερίτες περιέχουν, όμως, πλαγιόκλαστα με υψηλή περιεκτικότητα σε νάτριο (σχεδόν καθαρό αλβίτη) και πολλά δευτερογενή ορυκτά χαμηλού βαθμού μεταμορφώσεως (κυρίως χλωρίτη). Ως προς την προέλευση των σπιλιτών υπάρχουν διάφορες απόψεις μεταξύ των πετρολόγων. Ορισμένοι θεωρούν ότι οι σπιλίτες προέρχονται από κρυστάλλωση ειδικού βασικού μάγματος πλούσιου σε νάτριο, ενώ άλλοι υποστηρίζουν ότι αυτοί είναι αλλοιωμένοι βασάλτες, οι οποίοι υπέστησαν μετασωμάτωση

Συνήθως εμφανίζονται υπό μορφή pillow λαβών (Σχ.138,139) και φλεβών σε ευγεωσύγκλινα. Αποτελούν το μεγαλύτερο τμήμα των οφειολίθων μαζί με τους σερπεντινίτες και του πυριτικούς σχιστολίθους των βαθιών θαλασσών.

Οι αδινόλες είναι μετασωματικά, συμπαγή πετρώματα, τα οποία αποτελούνται από αλβίτη σε ποσοστό μέχρι 90% ή και περισσότερο. Πιστεύεται ότι σχηματίζονται κατά την επίδραση νατριούχων διαλυμάτων, τα οποία προέρχονται από το σπλιτικό μάγμα, σε αργιλικούς σχιστολίθους μέσα στους οποίους διεισδύουν.



Σχ.138 Βασάλτης με μορφή pillow από την Τορώνη.



Σχ.139 Βασάλτης με μορφή pillow από την Τορώνη.

Πηγή (Σχ.138-139):

http://www.geo.auth.gr/317/biblio/petrologia_pyrigenwn.pdf

Γ4. Αστριοειδούχα σκουρόχρωμα βασικά (και υπερβασικά) πλουτωνικά πετρώματα

Τα αστριοειδούχα φεμικά βασικά έως ενδιάμεσα πετρώματα περιέχουν, εκτός των άλλων ορυκτών, αλκαλιούχους αστρίους και αστριοειδή, τα οποία αντανακλούν τον αλκαλικό τους χαρακτήρα. Ένα άλλο γνώρισμα των πετρωμάτων αυτών είναι ο υψηλός χρωματικός δείκτης, ο οποίος κυμαίνεται από 40 ως 70, σε μερικές περιπτώσεις και πέρα του 70.

Στα πετρώματα αυτά τα αστριοειδή, τα οποία αποτελούν θεμελιώδες συστατικό, αντιπροσωπεύονται κυρίως από νεφελίνη, αφού ο λευκίτης δεν είναι σταθερός στις πλουτωνικές συνθήκες. Το κάλιο στα βασικά πετρώματα κρυσταλλώνεται ως καλιούχος άστριος, ή ως βιοτίτης στους υπερβασικούς τύπους.

Με βάση την ορυκτολογική σύσταση διακρίνονται δύο κύριες ομάδες, οι αστριοειδούχοι γάββροι, με πλαγιόκλαστα ως θεμελιώδες ορυκτό και οι ιόλιθοι, χωρίς πλαγιόκλαστα, ενώ μια τρίτη ομάδα, λιγότερο διαδεδομένη, περιλαμβάνει τους αλκαλικούς πυροξενίτες.

Γ4.1 Αστριοειδούχοι γάββροι

Οι αστριοειδούχοι γάββροι περιέχουν, σε αντίθεση με τους “κανονικούς γάββρους”, και αστριοειδή συστάσεως κυρίως νεφελίνη. Ο αλκαλικός χαρακτήρας τους αντανακλάται από τους νατριούχους πυροξένους και σε πολλά πετρώματα από την παρουσία τουλάχιστον μικρών ποσοτήτων αλκαλιούχων αστρίων, νατριούχων αμφιβόλων ή βιοτίτη.

Οι κυριότεροι τύποι των αστριοειδούχων γάββρων είναι οι εσσεξίτες και οι θηραλίθοι. Και οι δύο τύποι περιέχουν νεφελίνη ως θεμελιώδες συστατικό διαφέρουν όμως μεταξύ τους ως προς τους αλκαλιούχους αστρίους, οι οποίοι αποτελούν κύριο συστατικό στους εσσεξίτες, ενώ είναι ελάχιστοι ή απουσιάζουν από τους θηραλίθους. Με τη μείωση ή αύξηση του ποσού των καλιούχων αστρίων το ένα πέτρωμα μεταπίπτει βαθμιαία στο άλλο.

Γ4.2 Ιόλιθοι

Οι ιόλιθοι είναι μελανοκρατικά πετρώματα τα οποία περιέχουν αστριοειδή (κυρίως νεφελίνη) και πυροξένους. Δεν περιέχουν αστρίους. Ο χρωματικός δείκτης ποικίλλει σημαντικά, όλοι όμως οι ιόλιθοι έχουν $SiO_2 < 45\%$. Οι τυπικοί ιόλιθοι παρουσιάζουν ολοκρυσταλλικό υπιδιομορφικό ιστό και αποτελούνται από νεφελίνη, πάνω από το 50% του όγκου τους, και αιγυρινικό διοψίδιο ή άλλο μέλος της σειράς διοψιδίου - εδεμβεργίτη.

Γ5. Αστριοειδούχα σκουρόχρωμα βασικά (και υπερβασικά) ηφαιστειακά πετρώματα

Τα περισσότερα ηφαιστειακά πετρώματα, αντίστοιχα έκχυτα των αστριοειδούχων γάββρων και των ιολίθων, είναι σκοτεινόχρωμα και μοιάζουν με τους βασάλτες. Από τα φεμικά ορυκτά τα πιο άφθονα είναι οι διοψιδικοί αυγίτες, συνήθως οι τιτανιούχες ποικιλίες.

Ανάλογα με το είδος των αστρίων και των αστριοειδών και τις ποσοτικές τους σχέσεις, τα πετρώματα αυτά διακρίνονται σε: α) τραχειβασάλτες, β) τεφρίτες και βασανίτες και γ) νεφελινίτες και λευκιτίτες.

Γ5.1 Τραχειβασάλτες

Οι τραχειβασάλτες είναι τα αντίστοιχα έκχυτα πετρώματα των αστριοειδούχων γάββρων. Είναι σκοτεινόχρωμα πετρώματα με ιστό πορφυριτικό. Περιέχουν ως θεμελιώδη συστατικά πλαγιόκλαστα, αλκαλιούχους αστρίους (συνήθως 10-25% του συνόλου των αστρίων) και διοψιδικό αυγίτη. Τα αστριοειδή απουσιάζουν ή συμμετέχουν με μικρά ποσά (<10%), ενώ χαρακτηριστική είναι η παρουσία του ολιβίνη. Σε μερικά πετρώματα υπάρχει επιπλέον καστανή κερροστίλβη, έντονα πλεοχροϊκή (βαρκεβικήτης ή κερροσουτίτης).

Γ5.2 Τεφρίτες και βασανίτες

Οι τεφρίτες και οι βασανίτες είναι τα αντίστοιχα έκχυτα πετρώματα των εσσεξιτών και θηραλίθων, αντίστοιχα. Και τα δύο είδη πετρωμάτων χαρακτηρίζονται από την παρουσία σημαντικών ποσών ασβεστιούχων πλαγιόκλαστων (συστάσεως κυρίως βυτωβνίτη και λαβραδορίου) και αστριοειδών σε ποσοστό πάνω από 10%. Επίσης, περιέχουν τιτανιούχο αυγίτη και σε ορισμένες περιπτώσεις λίγους νατριούχους αμφιβόλους (ως φαινοκρυστάλλους). Ο ολιβίνης είναι διακριτικό ορυκτό μεταξύ των τεφριτών και των βασανιτών, διότι, ενώ στους πρώτους βρίσκεται σε πολύ μικρή ποσότητα ή απουσιάζει εντελώς, στους δεύτερους αποτελεί ουσιώδες ορυκτό.

Ανάλογα με το επικρατέστερο αστριοειδές, διακρίνονται διάφορες ποικιλίες, όπως είναι οι νεφελινικοί τεφρίτες, οι αναλκιμικοί τεφρίτες, ή αντίστοιχα οι νεφελινικοί βασανίτες, κτλ.

Γ5.3 Νεφελινίτες και λευκιτίτες

Οι νεφελινίτες και οι λευκιτίτες είναι σκουρόχρωμα, υπερβασικά πετρώματα και αποτελούν τα αντίστοιχα έκχυτα των ιολίθων. Εκ πρώτης όψεως μοιάζουν με τους βασάλτες και βρίσκονται είτε ως ρεύματα λάβας είτε ως πετρογραφικά διάκριτα φλεβικά πετρώματα.

Οι νεφελινίτες αποτελούνται, από πλευράς σαλικών ορυκτών, κατά το μεγαλύτερό τους τμήμα ή εξολοκλήρου από νεφελίνη. Επίσης μπορεί να περιέχουν λίγα πλαγιόκλαστα, σε ποσοστό μικρότερο του 10%. Τα φεμικά ορυκτά αποτελούνται κυρίως από διοψιδικό ή τιτανιούχο αυγίτη, συνήθως υπό μορφή φαινοκρυστάλλων. Ο ολιβίνης υπάρχει μερικές φορές, οπότε το πέτρωμα χαρακτηρίζεται ως ολιβινικός νεφελινίτης.

Οι λευκιτίτες έχουν αντί για νεφελίνη λευκίτη, ο οποίος αποτελεί το κύριο σαλικό συστατικό. Συνήθως δεν περιέχουν αστρίους, αν όμως υπάρχουν, αυτοί δεν υπερβαίνουν το 10% του πετρώματος. Το κύριο φεμικό συστατικό είναι ο διοψιδικός ή ο τιτανιούχος αυγίτης, ενώ ολιβίνης, ως θεμελιώδες ορυκτό, υπάρχει στους ολιβινικούς λευκίτες. Χαρακτηριστικά παραδείγματα λευκιτιτών έχουμε στην περιοχή της Ρώμης. Η παρουσία του περοβσκίτη αντί του τιτανίτη δείχνει τον έντονα ακόρεστο (σε SiO₂) χαρακτήρα των πετρωμάτων αυτών.

Τα παραπάνω πετρώματα εμφανίζονται στο ίδιο τεκτονικό περιβάλλον με τους αλκαλι ολιβινικούς βασάλτες. Έτσι, συναντώνται σε μεσο-ωκεάνια νησιά (Χαβάη κτλ.) ή σχετίζονται με ηπειρωτικά συστήματα ρηγμάτων, όπως είναι τα κλασικά συστήματα ρηγμάτων της ανατολικής Αφρικής και της τάφρου του Ρήνου.

Γ6. Αστριοειδούχα ανοιχτόχρωμα ενδιάμεσα με βασικές αποκλίσεις πλουτωνικά και ηφαιστειακά πετρώματα

Πολλά ακόρεστα πετρώματα με ενδιάμεση σύσταση, των οποίων το διοξείδιο του πυριτίου (SiO_2) κυμαίνεται από 52 ως 60%, περιέχουν ως θεμελιώδη ορυκτά αστριοειδή και καλιούχους αστρίους. Κύριοι αντιπρόσωποι αυτής της κατηγορίας πετρωμάτων είναι οι αστριοειδούχοι συηνίτες (πλουτωνικά) και τα αντίστοιχα έκχυτα πετρώματα αυτών, δηλαδή οι φωνόλιθοι (ηφαιστίτες). Αρκετές φορές παρατηρούνται μεταβάσεις από τους τυπικούς αστριοειδούχους συηνίτες σε συηνίτες, με μείωση της ποσότητας των αστριοειδών, ή σε αλκαλιούχους γάββρους, με αύξηση των πλαγιοκλάστων.

Γ6.1 Αστριοειδούχοι συηνίτες

Οι νεφελινικοί συηνίτες είναι τα σπουδαιότερα μέλη των αστριοειδούχων συηνιτών. Γενικά, είναι λευκοκρατικά (χρωματικός δείκτης ≈ 16) μεσόκοκκα ως αδρόκοκκα πετρώματα (γρανιτικός ιστός). Περιέχουν ως ουσιώδη ορυκτά αλκαλιούχους αστρίους και νεφελίνη. Σε πολλά πετρώματα ο νεφελίνης συνοδεύεται από σοδάλιθο και ανάλκιμο. Τα πλαγιόκλαστα συνήθως είναι λίγα ή απουσιάζουν εντελώς. Είναι πετρώματα πλούσια σε Na, όπως φαίνεται από την επικράτηση του αιγρινικού αυγίτη, καθώς επίσης των αλκαλιούχων αμφιβόλων αρφβεδσονίτη και βαρκεβικήτη. Εποψιωδώς απαντά φαυαλιτικός ολιβίνης και μελανίτης, καθώς επίσης τιτανίτης, απατίτης και σιδηροξείδια.

Γ6.2 Φωνόλιθοι

Οι φωνόλιθοι είναι τα αντίστοιχα έκχυτα πετρώματα των νεφελινικών συηνιτών. Το όνομά τους οφείλεται στον χαρακτηριστικό ήχο τον οποίο παράγουν λεπτές πλάκες τους κατά την κρούση με σφυρί. Οι φωνόλιθοι έχουν τυπικό πορφυριτικό ιστό και περιέχουν φαινοκρυστάλλους σανιδίνου ή ανορθοκλάστου και νεφελίνη, οι οποίοι συνήθως βρίσκονται μέσα σε θεμελιώδη μάζα από μικρολίθους αλκαλιούχων αστρίων. Το χαρακτηριστικό φεμικό συστατικό είναι ο αιγρινής ή ο αιγρινικός αυγίτης. Μερικές φορές υπάρχει και νατριούχος αμφίβολος είτε μόνος είτε μαζί με πυροξένους.

Σε ορισμένους νατριούχους φωνολίθους ο νεφελίνης συνοδεύεται ή αντικαθίσταται από άλλα αστριοειδή όπως είναι ο νοσεάνης, ο χαουίνης ή ο σοδάλιθος.

Ο τιγκουαΐτης είναι υποηφαιστειακό φλεβικό πέτρωμα, με φωνολιθική σύσταση και εμφανή πορφυριτικό ιστό με μεγάλους φαινοκρυστάλλους σανιδίνου και αστριοειδών.

Στους λευκιτικούς φωνολίθους αντί του νεφελίνης υπάρχει λευκίτης. Αντίστοιχο πλουτωνικό πέτρωμα δεν υπάρχει, διότι ο λευκίτης δεν κρυσταλλώνεται σε βάθος.

Οι φωνόλιθοι βρίσκονται σε στενή σχέση με βασικά και υπερβασικά ηφαιστειακά πετρώματα, όπως είναι οι βασανίτες και οι νεφελινίτες.

2.1.4 Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά των πυρηνικών πετρωμάτων

A. Γρανίτης

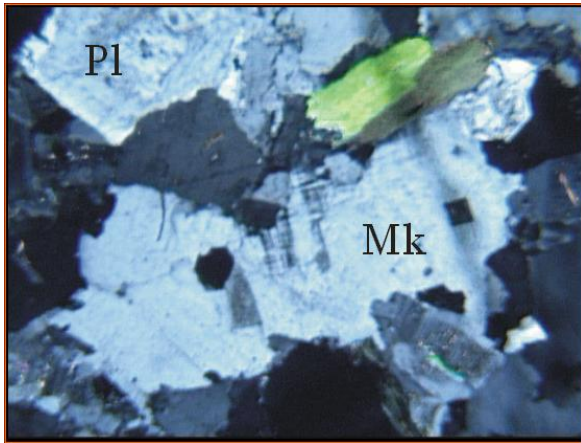
Πλουτώνιο Πέτρωμα

Σύσταση: Όξινη

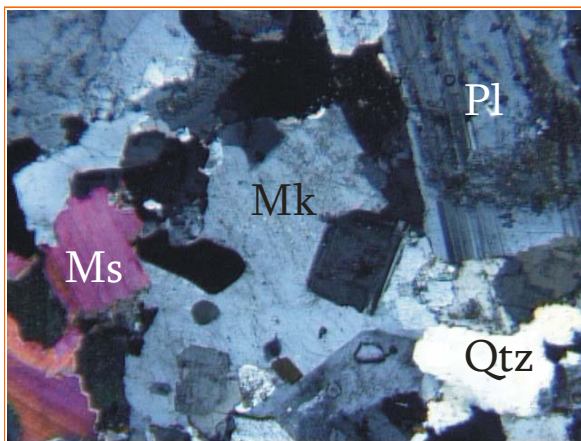
Ιστός: Κοκκώδης (ισόκοκκο)

Κύρια ορυκτά: Χαλαζίας, Κ-ούχος άστριος (μικροκλινή), πλαγιόκλαστα, μοσχοβίτης, βιοτίτης.

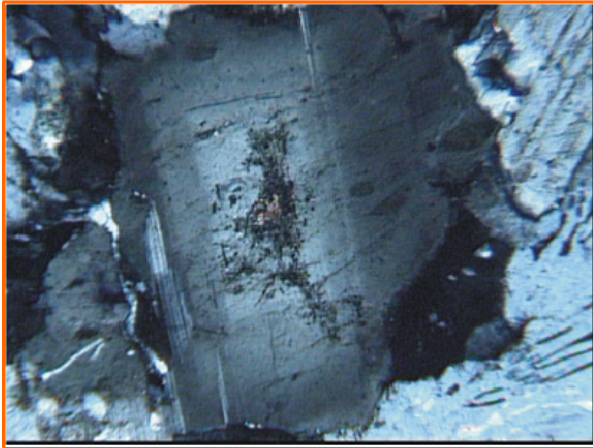
A1. Διμαρμαρυγιακός (Γρανίτης)



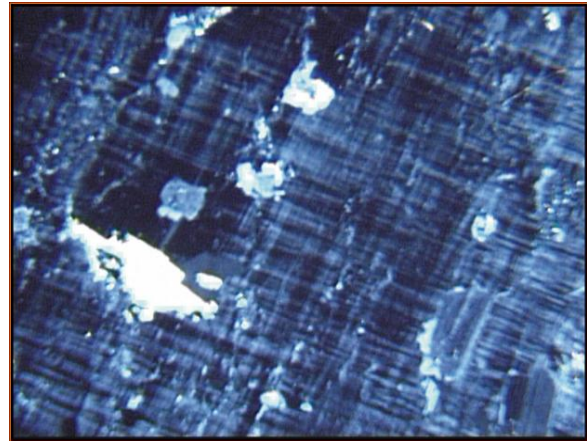
Σχ.140 Διμαρμαρυγιακός γρανίτης με κοκκώδη ιστό. Διακρίνονται ιδιόμορφοι κρύσταλλοι πλαγιόκλαστων (Pl), μικροκλινή (Mk) με τη χαρακτηριστική δικτυόμορφη πολυδυμία και χαλαζία, + Nicols.



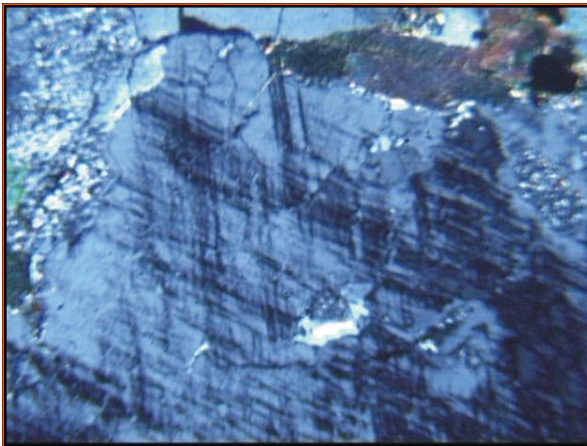
Σχ.141 Διμαρμαρυγιακός γρανίτης με υπιδιόμορφο κοκκώδη ιστό. Διακρίνονται ιδιόμορφοι κρύσταλλοι πλαγιόκλαστων (Pl), μοσχοβίτη (Ms) και χαλαζία (Qtz), + Nicols.



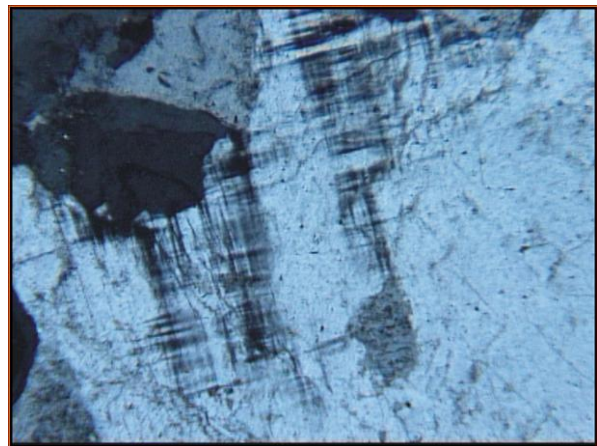
Σχ.142 Διμαρμαρυγιακός γρανίτης. Πλαγιόκλαστο με ζωνώδη σύσταση, +Nicols.



Σχ.143 Διμαρμαρυγιακός γρανίτης. Κρύσταλλος μικροκλινή με χαρακτηριστική δικτυόμορφη πολυδυμία, + Nicols.

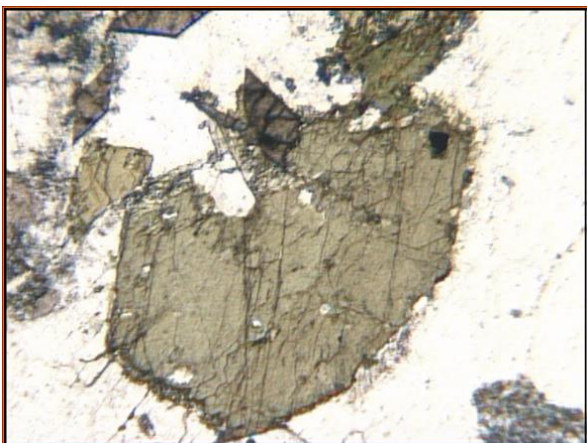


Σχ.144 Κρύσταλλος μικροκλινή με χαρακτηριστική δικτυόμορφη πολυδυμία, + Nicols.

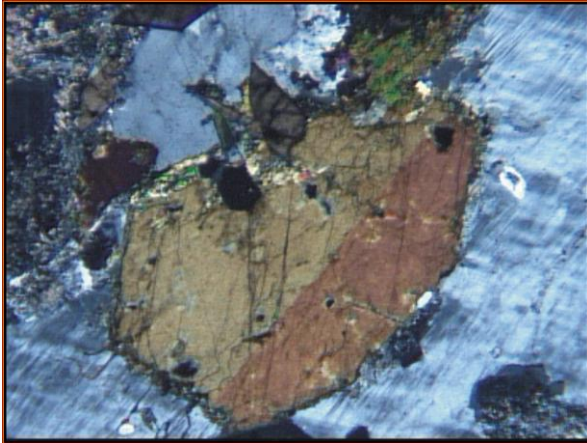


Σχ.145 Κρύσταλλος μικροκλινή με χαρακτηριστική δικτυόμορφη πολυδυμία, +Nicols.

A2. Κεροστιλβικός βιοτιτικός (Γρανίτης)



Σχ.146 Κεροστιλβικός-βιοτιτικός γρανίτης. Κεροστίλβη σε επαφή με μικροκλινή,



Σχ.147 Ίδια με την 146, +Nicols. Διακρίνεται η απλή διδυμία της κερυστίλβης και η δικτυόμορφη πολυδυμία του μικροκλινη.

Πηγή(Σχ.140-147):

http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CF%81%CE%BF%CF%83%CE%BA%CE%BF%CF%80%CE%B9%CE%BA%CE%AC%20%CF%87%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BA%CE%AC%20igneous%20ppt&source=web&cd=1&ved=0CCIQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.metal.ntua.gr%2Fuploads%2F2484%2Figneous_rocks_microscopic_features.ppt&ei=DEyYVLeCKszzUNjFgKAL&usg=AFQjCNEdf1Vu5L1kwK8M7Utx2623RAXFgg&bvm=bv.82001339,d.d24&cad=rja

B. Ρυόλιθος

B1. Ρυόλιθος 1

Ηφαιστειακό Πέτρωμα

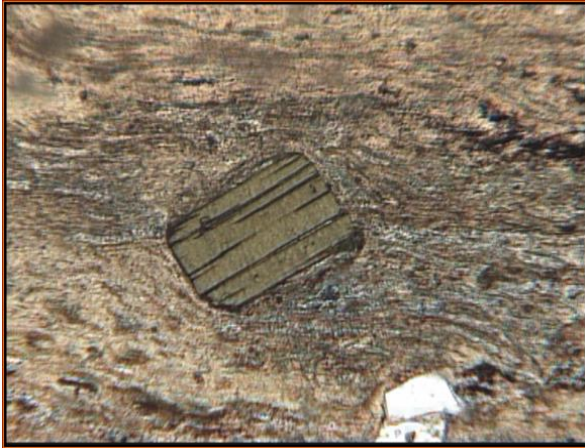
Σύσταση: Όξινη

Ιστός: Πορφυριτικός

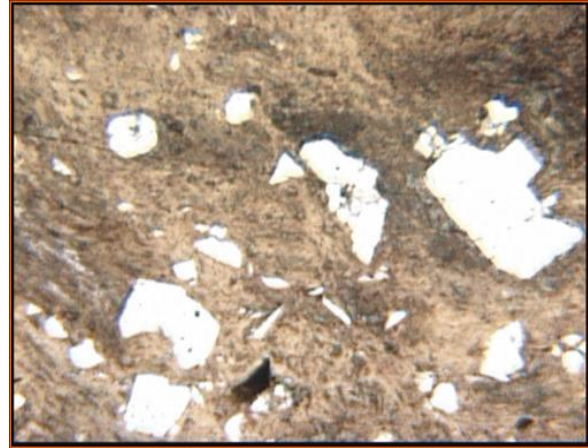
Υφή: Ρευστική

Φαινοκρύσταλλοι: Σανίδινο, χαλαζίας, πλαγιόκλαστα, βιοτίτης.

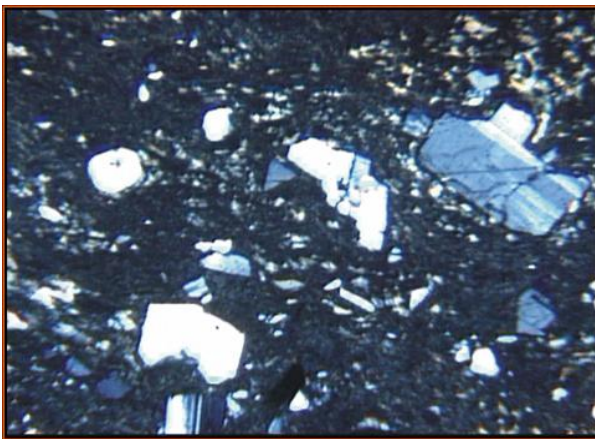
Κύρια μάζα: Μικροκρυσταλλική / άμορφη.



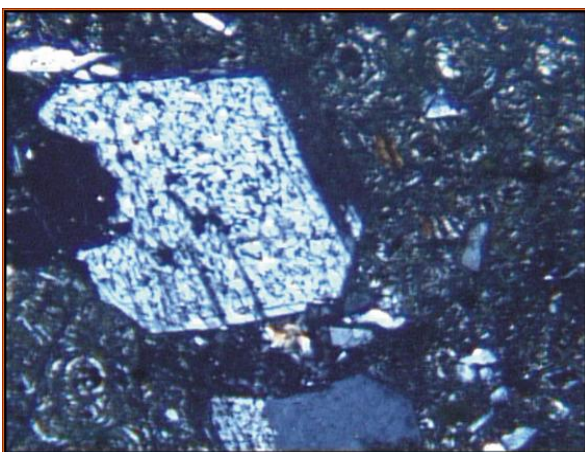
Σχ.148 Φαινοκρύσταλλος βιοτίτη σε υαλώδη έως μικροκρυσταλλική κύρια μάζα. Η κύρια μάζα παρουσιάζει ρευστική υφή, //Nicols.



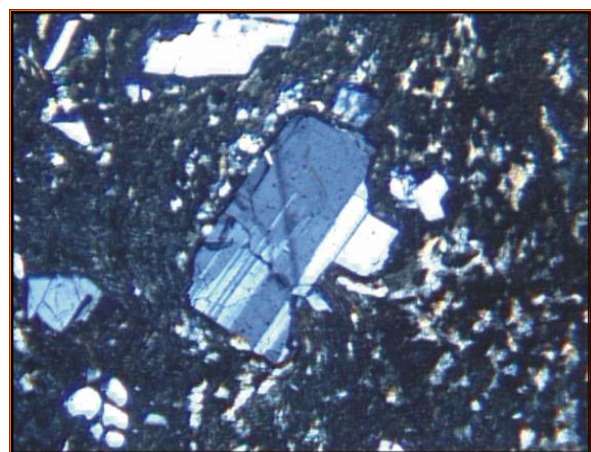
Σχ.149 Φαινοκρύσταλλοι πλαγιοκλάστων και χαλαζία σε άμορφη κύρια μάζα, // Nicols.



Σχ.150 Φαινοκρύσταλλοι πλαγιοκλάστων και χαλαζία σε άμορφη κύρια μάζα, + Nicols.



Σχ.151 Φαινοκρύσταλλος πλαγιοκλάστου σε μικροκρυσταλλική έως άμορφη κύρια μάζα. Περιέχει εγκλείσματα γυαλιού. +Nicols.



Σχ.152 Φαινοκρύσταλλος πλαγιοκλάστου σε μικροκρυσταλλική έως άμορφη κύρια μάζα. Περιέχει εγκλείσματα γυαλιού. +Nicols.

B2. Ρυόλιθος 2

Ηφαιστειακό Πέτρωμα

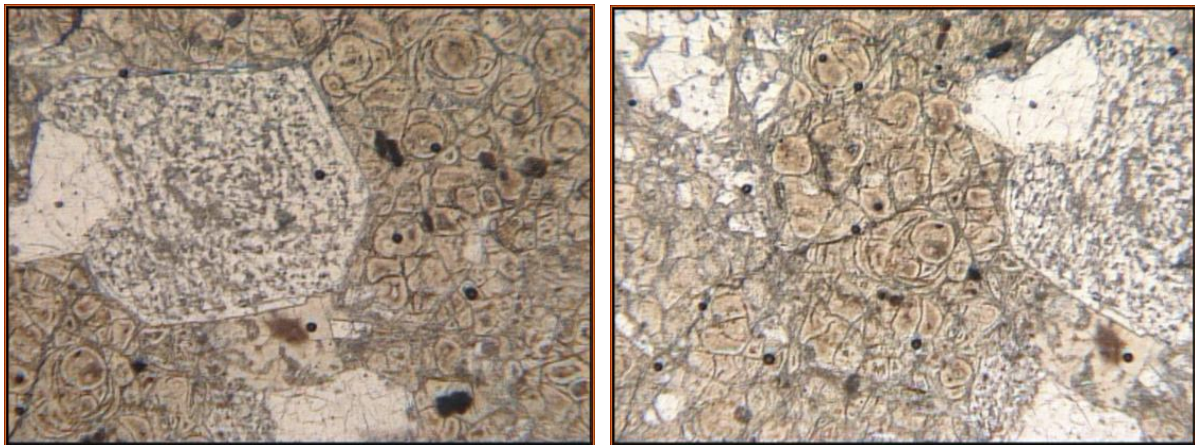
Σύσταση: Όξινη

Ιστός: Πορφυριτικός

Υφή: Περιλιτική (χαρακτηρίζεται από σφαιροειδείς ρωγματώσεις)

Φαινοκρύσταλλοι: Σανίδινο, χαλαζίας, πλαγιόκλαστα, βιοτίτης.

Κύρια μάζα: Υαλώδης



Σχ.153,154 Φαινοκρύσταλλος πλαγιόκλαστου σε μικροκρυσταλλική έως άμορφη κύρια μάζα. Περιέχει εγκλείσματα γυαλιού, +Nicols.

Πηγή(Σχ.148-154):

http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CF%81%CE%BF%CF%83%CE%BA%CE%BF%CF%80%CE%B9%CE%BA%CE%AC%20%CF%87%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BA%CE%AC%20igneous%20ppt&source=web&cd=1&ved=0CCIQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.metal.ntua.gr%2Fuploads%2F2484%2Figneous_rocks_microscopic_features.ppt&ei=DEyYVLeCKszzUNjFgKAL&usg=AFQjCNEdf1Vu5L1kwK8M7Utx2623RAXFgg&bvm=bv.82001339,d.d24&cad=rja

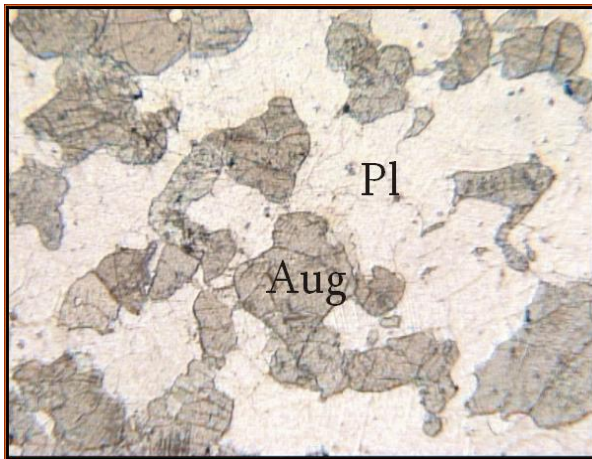
C. Γάββρος

Πλουτώνιο Πέτρωμα

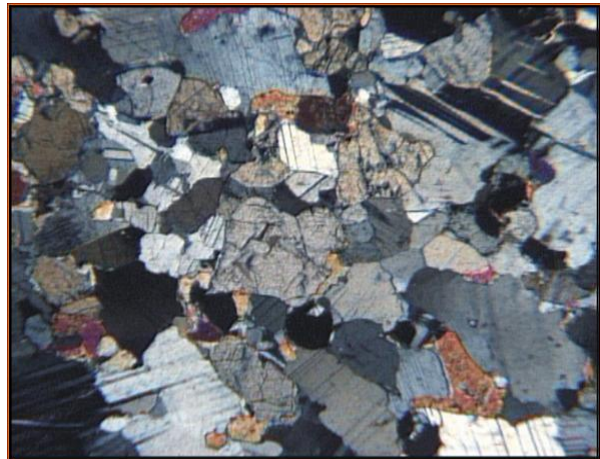
Σύσταση: Βασική

Ιστός: Υπιδιόμορφος κοκκώδης

Κύρια ορυκτά: Αυγίτης, πλαγιόκλαστο (συχνά ο αυγίτης αντικαθίσταται από ακτινόλιθο ουραλιτίωση)



Σχ.155 Αυγίτης (Aug) με έντονο ανάγλυφο περιβάλλεται από πλαγιόκλαστα (Pl). Οι κρύσταλλοι του αυγίτη και των πλαγιοκλάστων έχουν περίπου το ίδιο μέγεθος (κοκκώδης ιστός), // Nicols.



Σχ.156 +Nicols. Διακρίνονται τα πλαγιόκλαστα με τα χαρακτηριστικά ελασμάτια πολυδυμίας

Πηγή(Σχ.155-156):

http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CF%81%CE%BF%CF%83%CE%BA%CE%BF%CF%80%CE%B9%CE%BA%CE%AC%20%CF%87%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BA%CE%AC%20igneous%20ppt&source=web&cd=1&ved=0CCIQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.metal.ntua.gr%2Fuploads%2F2484%2Figneous_rocks_microscopic_features.ppt&ei=DEyYVLeCKszzUNjFgKAL&usg=AFQjCNEdf1Vu5L1kwK8M7Utx2623RAXFgg&bvm=bv.82001339,d.d24&cad=rja

D. Βασάλτης

Ηφαιστειακό Πέτρωμα

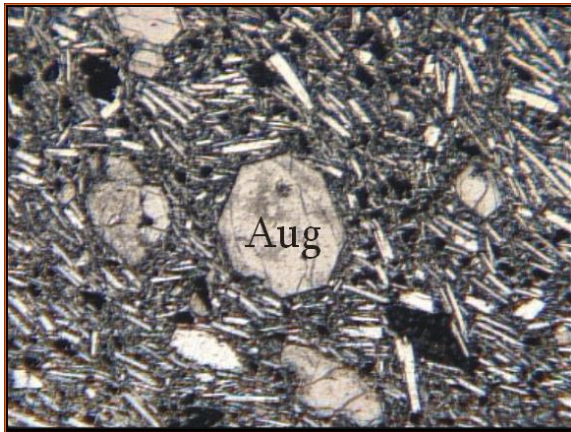
Σύσταση: Βασική

Ιστός: Πορφυριτικός

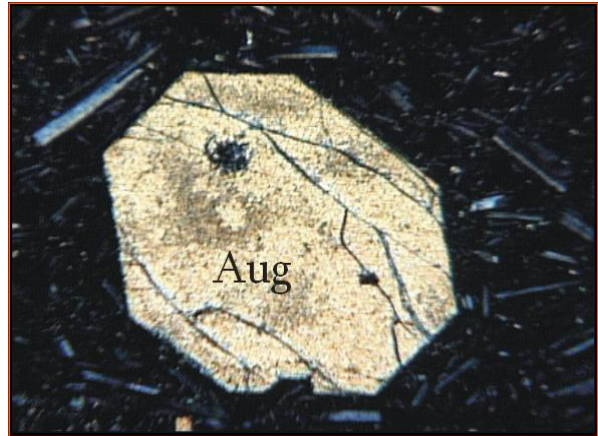
Υφή: Ρευστική (διακρίνεται από τη διάταξη των πλαγιοκλάστων παράλληλα προς τη ροή της λάβας)

Φαινοκρύσταλλοι: Αυγίτης, πλαγιόκλαστα, ολιβίνης.

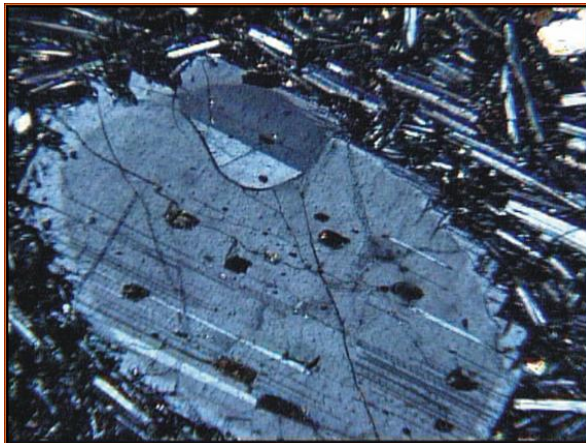
Κύρια μάζα: Πλαγιόκλαστα, μαγνητίτης, γυαλί.



Σχ.157 Φαινοκρύσταλλοι αυγίτη (Aug) σε κύρια μάζα η οποία αποτελείται από πλαγιόκλαστα (μικρές δοκίδες) και γυαλί, //Nicols.



Σχ.158 Λεπτομέρεια της 1. Διακρίνεται το οκταγωνικό σχήμα του αυγίτη σε τομή κάθετη προς τον κρυσταλλογραφικό άξονα C.



Σχ.159 Φαινοκρύσταλλος πλαγιόκλαστου με ζωνώδη σύσταση. Διακρίνονται τα χαρακτηριστικά ελασμάτια πολυδυμίας. Τα πλαγιόκλαστα της κύριας μάζας είναι προσανατολισμένα και αποτυπώνουν τη ρευστική υφή του πετρώματος, +Nicols.



Σχ.160 Ρευστική υφή του βασάλτη. Αποτυπώνεται από την παράλληλη διάταξη των πλαγιόκλαστων στην υαλώδη κύρια μάζα, +Nicols.

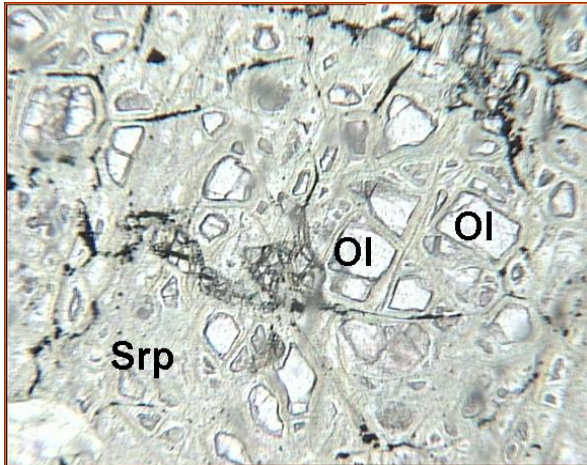
Ε. Σερπεντιωμένος Περιδιοτίτης

Πλουτώνιο Πέτρωμα

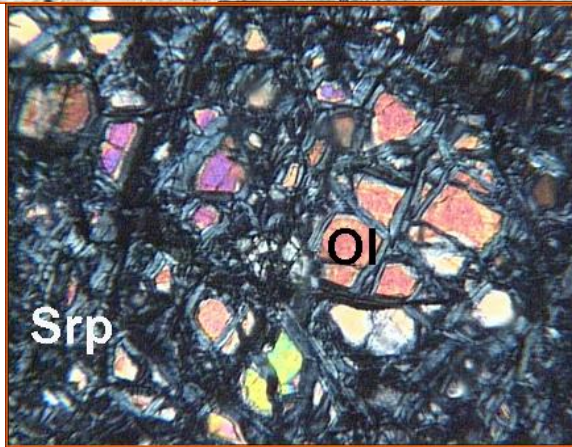
Σύσταση: Υπερβασική

Ιστός: Κοκκώδης

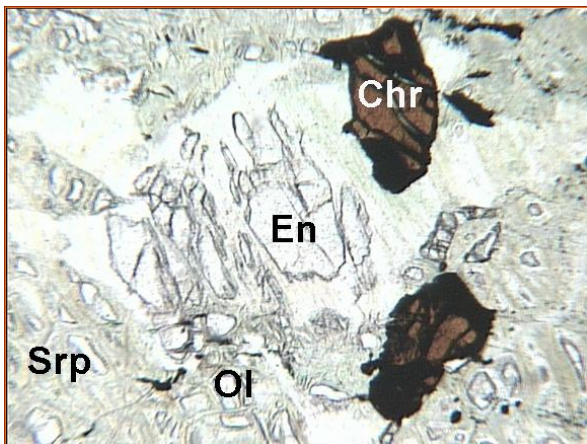
Κύρια ορυκτά: Ολιβίνης, ορθοπυρόξενος (ενστατίτης), χρωμίτης, μαγνητίτης, σερπεντίνης



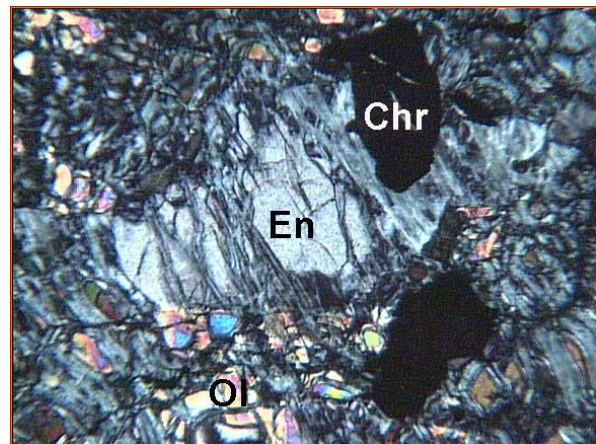
Σχ.161 Υπολείμματα κρυστάλλων ολιβίνη (Ol, άχρωμοι κόκκοι με υψηλό ανάγλυφο), τα οποία περιβάλλονται από σερπεντίνη (Srp, ελαφρά πρασινίζουσα μικροκρυσταλλική μάζα), //Nicols.



Σχ.162 Οι κόκκοι ολιβίνη (υψηλά χρώματα πόλωσης) κατασβένουν συγχρόνως. Αποτελούν υπολείμματα μεγαλύτερων κρυστάλλων ολιβίνη, που σερπεντινιώθηκαν μερικώς, +Nicols.



Σχ.163 Υπολειμματικοί κρύσταλλοι ενστατίτη (En, άχρωμοι κόκκοι με υψηλό ανάγλυφο) και χρωμίτη (Chr, καφέ κόκκοι), οι οποίοι περιβάλλονται από σερπεντίνη (Srp, ελαφρά πρασινίζουσα μικροκρυσταλλική μάζα), //Nicols.



Σχ.164 Υπολειμματικοί κρύσταλλοι ενστατίτη (χαμηλά χρώματα πόλωσης) και χρωμίτη (ισότροπο), οι οποίοι περιβάλλονται από σερπεντίνη (χαμηλά χρώματα πόλωσης), +Nicols.

Πηγή(Σχ.157-164):

http://www.google.gr/url?sa=t&rcet=j&q=%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CF%81%CE%BF%CF%83%CE%BA%CE%BF%CF%80%CE%B9%CE%BA%CE%AC%20%CF%87%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BA%CE%AC%20igneous%20ppt&source=web&cd=1&ved=0CCIQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.metal.ntua.gr%2Fuploads%2F2484%2Figneous_rocks_microscopic_features.ppt&ei=DEyYVLeCKszzUNjFgKAL&usg=AFQjCNEdf1Vu5L1kwK8M7Utx2623RAXFgg&bvm=bv.82001339,d.d24&cad=rja

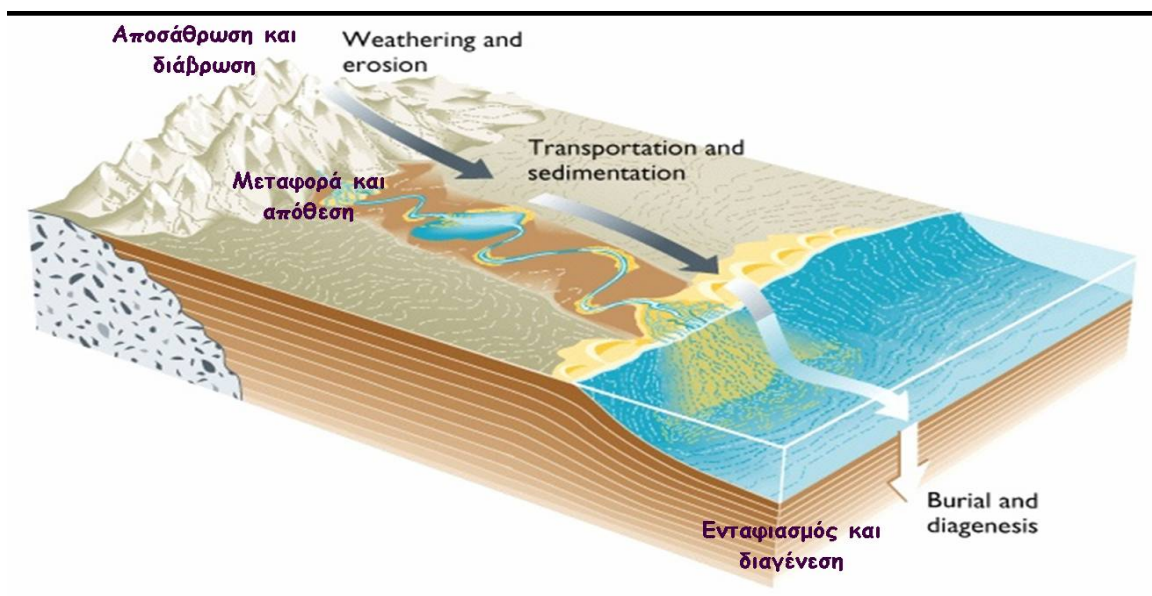
2.2 Γενικά για τα ιζηματογενή πετρώματα

Ιζηματογενή πετρώματα είναι εκείνα τα πετρώματα, τα οποία σχηματίζονται από απόθεση ή καταβύθιση υλικών που βρίσκονται σε αιώρηση ή διάλυση μέσα σε ένα ρευστό μέσο (νερό ή αέρα) και τη μετέπειτα συγκόλληση των υλικών που αποτέθηκαν. Χαρακτηρίζονται από τη στρώση των υλικών τους σε διαδοχικά επίπεδα και τα απολιθώματα, τα οποία βρίσκονται μόνο μέσα σε ιζήματα.

2.2.1 Σχηματισμός ιζηματογενών πετρωμάτων

Τα τρία βασικά στάδια του σχηματισμού των ιζηματογενών πετρωμάτων είναι (Σχ.165):

1. *Η αποσάθρωση,*
2. *Η μεταφορά και*
3. *η απόθεση,*
4. *Η διαγένεση.*



Σχ.165 Βασικά στάδια σχηματισμού των Ιζηματογενών πετρωμάτων

Πηγή:

http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=sedimentary_rocks_formation_classification&source=web&cd=1&ved=0CCEQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.metal.ntua.gr%2Fuploads%2F2487%2Fsedimentary_rocks_formation_classification.ppt&ei=micVMuXNMbtUrTRgpgL&usg=AFQjCNEpw4BCmTtFqdaTFPewmwTTITrMOQ&bvm=bv.82001339,d.d24&cad=rja

1. Αποσάθρωση

Είναι η διαδικασία της καταστροφής των προϋπαρχόντων πετρωμάτων. Ανάλογα με τους παράγοντες που την προκαλούν διακρίνεται σε:

- α) φυσική ή μηχανική αποσάθρωση,
- β) χημική αποσάθρωση, και
- γ) βιολογική αποσάθρωση.

2. Μεταφορά

Είναι η απομάκρυνση του υλικού αποσάθρωσης από τον τόπο σχηματισμού τους, η οποία ακολουθείται από την απόθεσή του υπό μορφή ιζήματος. Μέσα μεταφοράς μπορεί να είναι:

- α) Η βαρύτητα,
- β) Το νερό,
- γ) Ο άνεμος,
- δ) Οι παγετώνες.

3. Απόθεση

Ανάλογα με το περιβάλλον απόθεσης του υλικού αποσάθρωσης, τα ιζήματα διακρίνονται σε:

- α) *Χερσαία* ιζήματα (απόθεση στην επιφάνεια της ξηράς),
- β) *Λιμναία* ιζήματα (απόθεση σε λίμνες),
- γ) *Θαλάσσια* ιζήματα (απόθεση σε θάλασσες).

4. Διεγένεση

Είναι η μετατροπή των χαλαρών ιζημάτων σε συμπαγή, συνεκτικά πετρώματα. Οι κύριοι παράγοντες που συντελούν στη διεγένεση είναι:

- α) Το νερό που κυκλοφορεί στους πόρους, με τα συστατικά που βρίσκονται σε αυτό διαλυμένα.

- β) Η πίεση.
- γ) Η θερμοκρασία.
- δ) Ο χρόνος.

2.2.2 Ταξινόμηση ιζηματογενών πετρωμάτων

Ανάλογα με το είδος της αποσάθρωσης που έδωσε το υλικό των ιζημάτων, διακρίνουμε τα ιζηματογενή πετρώματα σε τρεις κατηγορίες:

1. *Μηχανικά ή κλαστικά.*
2. *Χημικά.*
3. *Οργανικά ή βιογενή.*

1. Μηχανικά ή κλαστικά

Από τις τρεις κατηγορίες ιζηματογενών πετρωμάτων, τα πιο διαδεδομένα είναι τα κλαστικά. Τα πετρώματα αυτά, ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων τους, διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

- i) **Ψηφίτες**, όταν τα κλαστικά υλικά έχουν διάμετρο μεγαλύτερη από 2mm,
- ii) **Ψαμμίτες**, όταν η διάμετρος των κόκκων κυμαίνεται μεταξύ 2 και 0,063mm,
- iii) **Πηλίτες**, με διάμετρο κόκκων μικρότερη από 0,063mm.

Ανάλογα με τον χώρο στον οποίο σχηματίζονται τα κλαστικά ιζήματα διακρίνονται σε:

- A. Χερσαία,
- B. Λιμναία,
- Γ. Ποτάμια,
- Δ. Θαλάσσια.

Τα θαλάσσια κλαστικά ιζήματα, με τη σειρά τους, διακρίνονται σε:

- Δ1. Παράκτια,
- Δ2. Αβαθών θαλασσών και υφαλώδη,
- Δ3. Πελαγικά ή βαθιών θαλασσών.

i) Ψηφίτες (Λατυποπαγή-Κροκαλοπαγή πετρώματα)

Τα κροκαλοπαγή είναι συμπαγή πετρώματα που προκύπτουν από συγκόλληση κροκαλών (αποστρωγγυλεμένα κομμάτια πετρώματος)(σχ.167), ενώ τα λατυποπαγή από συγκόλληση

λατυπών (γωνιώδη)(σχ.168). Η συγκολλητική ύλη συνήθως είναι ασβεστιτική ή χαλαζιακή. Διακρίνονται κατ'αρχήν με βάση την πετρολογική σύσταση των κροκαλών ή των λατυπών (π.χ. ασβεστολιθικό κροκαλοπαγές ή λατυποπαγές, χαλαζιακό κροκαλοπαγές κ.λ.π.). Ο κύριος σχηματισμός τους γίνεται όταν έχουμε επίκλυση ή απόσυρση της θάλασσας.

Τα ηφαιστειακά και τα τεκτονικά λατυποπαγή είναι πετρώματα τα οποία δεν έχουν καμία γενετική σχέση με τα καθαρά ιζηματογενή λατυποπαγή πετρώματα.



Σχ.166 Κροκαλοπαγές πέτρωμα



Σχ.167 Λατυποπαγές πέτρωμα

Πηγή(Σχ.166-167):

http://pangea.gr/gr/pet_sedimentary.shtml

ii) Ψαμμίτες

Σχηματίζονται με τη διαγένεση, δηλαδή στερεοποίηση της άμμου. Το συνδετικό υλικό ποικίλει, και χαρακτηρίζει το πέτρωμα (χαλαζιακό, ασβεστιτικό, αργιλικό). Χωρίζονται ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων τους σε χονδρόκοκκους (2-0,2mm) και λεπτόκοκκους (0,2-0,063mm) ψαμμίτες.

Οι σπουδαιότερες κατηγορίες ψαμμιτών είναι:

- a. **Γραουβάκης:** Πρόκειται για ένα πέτρωμα που κατατάσσεται μεταξύ ψαμμιτών και ψηφιδωτών(Σχ.169). Συνήθως, έχει χρώμα καστανό προς γκριζό και περιέχει κόκκους χαλαζία, αστρίων, φυλλάρια μαρμαρυγιών, κόκκους πυροξένων, αμφιβόλων, κ.λ.π. Χαρακτηριστική είναι η παρουσία μικρών θραυσμάτων σχιστολίθων.



Σχ.168 Γραουβάκης

Αντιπροσωπευτική ορυκτολογική σύσταση του γραουβάκη:

Χαλαζίας	34-46 %
Άστριοι	16-30 %
Θραύσματα πετρωμάτων	6-7 %
Ανθρακικά ορυκτά	1-5 %
Χλωρίτης-σερικήτης	23-25 %

b. Αρκόζη: Είναι ψαμμίτης πλούσιος σε άστριους και χαλαζία(Σχ.170). Περιέχει συνήθως και μαρμαρυγίες. Σχηματίζεται από την αποσάθρωση πετρωμάτων, που είναι πλούσια σε άστριους, όπως π.χ. ο γρανίτης και ο γνεύσιος.



Σχ.169 Αρκόζη

Αντιπροσωπευτική ορυκτολογική σύσταση της αρκόζης:

Άστροι	35-64%
Χαλαζίας	57-28
Λοιπά	8%

- c. **Χαλαζιακός ψαμμίτης:** Είναι ψαμμίτης στον οποίο κυριαρχούν κόκκοι χαλαζία. Το συνδετικό υλικό συνήθως είναι ασβεστίτης ή πυριτικό συνδετικό υλικό, το οποίο προσδίδει μεγάλη συνεκτικότητα στο πέτρωμα. (Σχ.171). Παρουσιάζει συνήθως λευκό ή ανοιχτό γκρι χρώμα.



Σχ.170 Χαλαζιακός ψαμμίτης

- d. **Ασβεστολιθικός ψαμμίτης:** Εκτός από τους παραπάνω ψαμμίτες, μπορεί να έχουμε και ψαμμίτες που οι κόκκοι τους αποτελούνται, σχεδόν στο σύνολό τους, από ασβεστίτη ή ασβεστόλιθο (ασβεστολιθική ή και δολομιτική άμμος που διένυσε μικρή απόσταση κατά την μεταφορά).(Σχ.172)



Σχ.171 Ασβεστολιθικός ψαμμίτης

Πηγή(Σχ.168-171)

http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=sedimentary_rocks_formation_classification&source=web&cd=1&ved=0CCEQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.metal.ntua.gr%2Fuploads%2F2487%2Fsedimentary_rocks_formation_classification.ppt&ei=micVMuXNMbtUrTRgpgL&usg=AFQjCNEpw4BCmTtFqdaTFPewmwTTITrMOQ&bvm=bv.82001339,d.d24&cad=rja

iii) Πηλίτες

Μεταξύ των πηλιτών διακρίνουμε:

- **Ιλύς** (ασύνδετο) – **Ιλύολιθος** (συνεκτικό)
- **Άργιλος** (ασύνδετο) – **Σχιστή άργιλος, αργιλικός σχιστόλιθος** (συνεκτικό)
- **Μάργα** (μικτό χημικοκλαστικό ιζηματογενές πέτρωμα – το κλαστικό υλικό είναι αργιλικό και το χημικό ανθρακικό ασβέστιο).

Ταξινόμηση των κλαστικών ιζημάτων και ιζηματογενών πετρωμάτων ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων:

Διάμετρος κόκκων σε mm	Χαλαρά ιζήματα	Συμπαγή πετρώματα
>200	Μπλόκ	
200-20	Χάλικες μεγάλου μεγέθους (λατύπες, κροκάλες)	Λατυποπαγή
20-2	Χάλικες μικρού μεγέθους (λατύπες, κροκάλες)	Κροκαλοπαγή
2-0,2	Χονδρόκοκκη άμμος	Χαλαζιακός ψαμμίτης , Ασβεστολιθικός ψαμμίτης
0,2-0,063	Λεπτόκοκκη άμμος	
0,063-0,004	Ιλύς Μάργα	Ιλύολιθος Σχιστώδης μάργα
<0,004	Άργιλος	Σχιστή άργιλος Αργιλικός σχιστόλιθος

2. Χημικά

Τα χημικά ιζήματα σχηματίζονται με καθίζηση των συστατικών που βρίσκονται διαλυμένα στο νερό. Η καθίζηση γίνεται όταν υπάρξουν οι κατάλληλες συνθήκες (κορεσμός, επίδραση καταλυτών κ.λ.π.). Οι ουσίες που βρίσκονται διαλυμένες στο νερό αποτελούν κυρίως προϊόντα της χημικής αποσάθρωσης.

Τα σπουδαιότερα χημικά ιζήματα είναι:

- **Πυριτόλιθοι – Κερατόλιθοι**



Σχ.172 Κερατόλιθος

- **Ασβεστόλιθοι**



Σχ.173 Ασβεστόλιθος

- **Δολομίτης**



Σχ.174 Δολομίτης

- **Θειικά και χλωριούχα ιζήματα (Ανυδρίτης-Γύψος, Ορυκτό άλας)**



Σχ.175 Ανυδρίτης

- **Λατερίτες – Βωξίτες:** πρόκειται κυρίως για υπολειμματικούς σχηματισμούς (εδάφη) που προκύπτουν από την χημική αποσάθρωση των πετρωμάτων κάτω από συγκεκριμένες κλιματικές συνθήκες (υγρά και θερμά κλίματα).



Σχ.176 Βωξίτης

Πηγή(Σχ.172-176)

http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=sedimentary_rocks_formation_classification&source=web&cd=1&ved=0CCEQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.metal.ntua.gr%2Fuploads%2F2487%2Fsedimentary_rocks_formation_classification.ppt&ei=micVMuXNMbtUrTRgpgL&usg=AFQjCNEpw4BCmTtFqdaTFPewmwTTITrMOQ&bvm=bv.82001339,d.d24&cad=rja

3. Οργανικά ή βιογενή

Σχηματίζονται με την επίδραση του οργανικού κόσμου, δηλαδή ζωικού ή φυτικού. Τα πετρώματα αυτά είναι εν μέρει χημικά και εν μέρει οργανικά. Τέτοια πετρώματα είναι:

- **Ασβεστολιθικά** (π.χ. κογχυλιογενείς, κοραλλιογενείς, νουμουλιτοφόροι ασβεστόλιθοι κ.ά.)



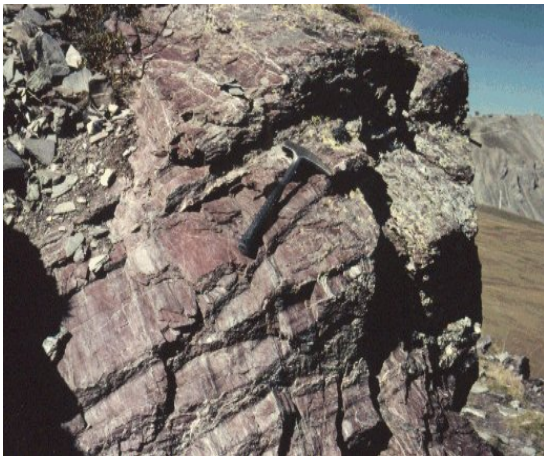
Σχ.177 Κογχυλιογενείς
ασβεστόλιθος

- **Μάργα** (στην περίπτωση που το ασβεστιτικό υλικό της μάργας είναι οργανογενούς προέλευσης – το αργιλικό είναι κλαστικής προέλευσης – χαρακτηρίζεται ως βιοκλαστικό ίζημα).



Σχ.178 Μάργα

- **Πυριτικά** (ραδιολαρίτες, πυριτικοί σχιστόλιθοι, πυριτικοί σπογγόλιθοι).



Σχ.179 Ραδιολαρίτης

Πηγή:

<http://johann.gerard.chez-alice.fr/convergence/images/radiolarite.jpg>

- **Φωσφορίτες**



Σχ.180 Μάργα

Πηγή(Σχ.177,178,180)

http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=sedimentary_rocks_formation_classification&source=web&cd=1&ved=0CCEQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.metal.ntua.gr%2Fuploads%2F2487%2Fsedimentary_rocks_formation_classification.ppt&ei=micVMuXNMbtUrTRgpgL&usg=AFQjCNEpw4BCmTtFqdaTFPewmwTTITrMOQ&bvm=bv.82001339,d.d24&cad=rja

Οργανικά ιζήματα

Στα καθαρά οργανικά ιζήματα μπορούμε να κατατάξουμε τα παρακάτω, που είναι μεν ιζηματογενούς προέλευσης, αλλά λόγω της μεγάλης σπουδαιότητάς τους ως πρώτες ύλες αναπτύσσονται με λεπτομέρεια στην κοιτασματολογία.

- Χούμος
- Τύρφη
- Λιγνίτης
- Λιθάνθρακας
- Ανθρακίτης
- Βιτουμένια
- Πετρέλαιο
- Άσφαλτος
- Ηλεκτρο



Σχ.181 Τύρφη



Σχ.182 Λιγνίτης



Σχ.183 Λιθάνθρακας



Σχ.184 Ανθρακίτης

Πηγή(Σχ.181-184)

http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=sedimentary_rocks_formation_classification&source=web&cd=1&ved=0CCEQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.metal.ntua.gr%2Fuploads%2F2487%2Fsedimentary_rocks_formation_classification.ppt&ei=micVMuXNMbtUrTRgpgL&usg=AFQjCNEpw4BCmTtFqdaTFPewmwTTITrMOQ&bvm=bv.82001339,d.d24&cad=rja

2.2.3 Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά των ιζηματογενών πετρωμάτων

Τα ιζηματογενή πετρώματα που θα μελετηθούν στο μικροσκόπιο είναι:

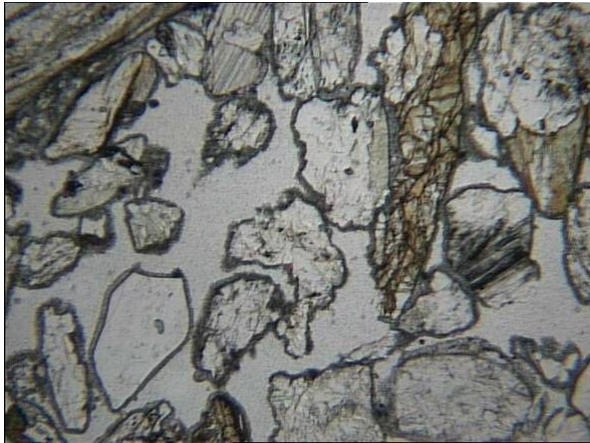
- Παραλιακοί ψαμμίτες
- Ψαμμίτης (1,2,3)
- Ασβεστόλιθος

- Αρκόζη
- Βωξίτες

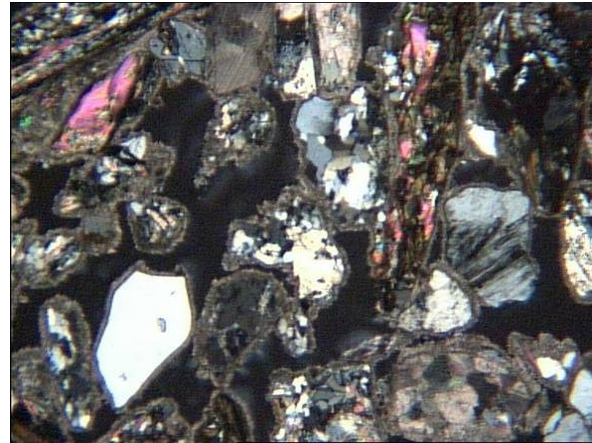
Παραλιακοί ψαμμίτες:

Αδρόκοκκα κλαστικά ιζήματα με πολύ χαλαρή σύνδεση και πολύ μεγάλο πορώδες. Οι κόκκοι είναι συνήθως θραύσματα πετρωμάτων και μεμονωμένων ορυκτών. Το συνδετικό υλικό (cement) είναι συνήθως μικροκρυσταλλικός ασβεστίτης, ο οποίος περιβάλλει τους κόκκους.

Οι κόκκοι είναι κυρίως θραύσματα από μεταμορφωμένα πετρώματα, όπως σχιστόλιθοι, σιπολινικά μάρμαρα, συσσωματώματα από φυλλάρια μοσχοβίτη, βιοτίτη, κ.ά. Επίσης, υπάρχουν θραύσματα ορυκτών, όπως χαλαζίας.



Σχ.185 Παραλιακός ψαμμίτης. Παράλληλα Nicols. Το συνδετικό υλικό (cement) είναι συνήθως μικροκρυσταλλικός ασβεστίτης (κατακρημνίστηκε από το υδατικό διάλυμα, και συγκόλλησε τους κόκκους), ο οποίος περιβάλλει τους κόκκους.



Σχ.186 Παραλιακός ψαμμίτης. Κάθετα Nicols. Συγκολλημένοι κόκκοι ορυκτών και πετρωμάτων με λεπτοκρυσταλλική συγκολλητική ύλη (ασβεστίτης). Παρατηρούνται κρύσταλλοι αδιαφανών ορυκτών, χαλαζία, βιοτίτη, μοσχοβίτη, πλαγιοκλάστων, καθώς και τεμάχια πετρωμάτων (π.χ. σχιστόλιθοι).

Ψαμμίτης (1,2,3):

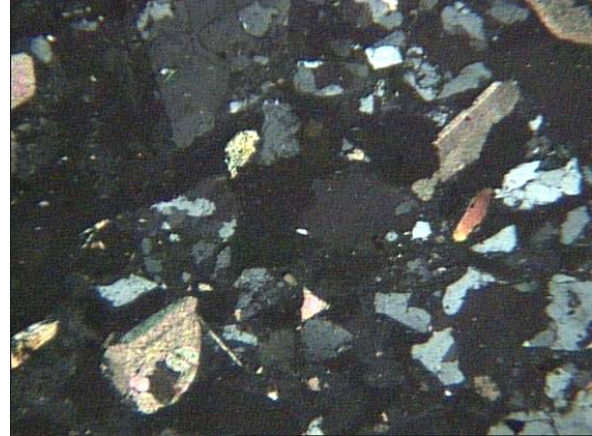
Μεσόκοκκος ψαμμίτης με θραύσματα χαλαζία, αστρίων, ασβεστίτη, φυλλάρια μοσχοβίτη και συνδετικό υλικό από λεπτοκρυσταλλικό ασβεστίτη.

Ψαμμίτης 1:

Μοιάζει με τον παραλιακό ψαμμίτη, με τη διαφορά ότι τα κενά μεταξύ των κόκκων είναι λιγότερα. Η συγκολλητική ύλη είναι και πάλι μικροκρυσταλλικός ασβεστίτης.



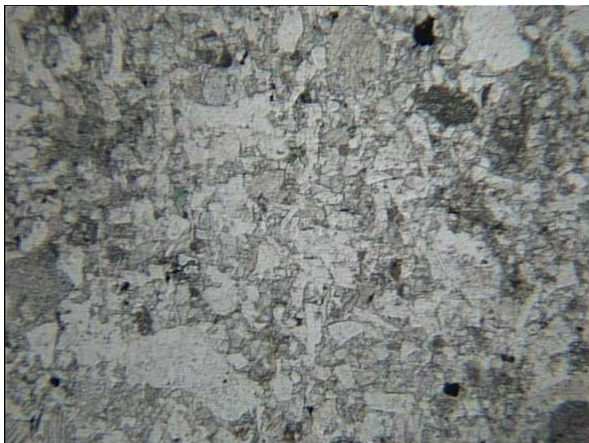
Σχ.187 Ψαμμίτης 1. Παράλληλα Nicols



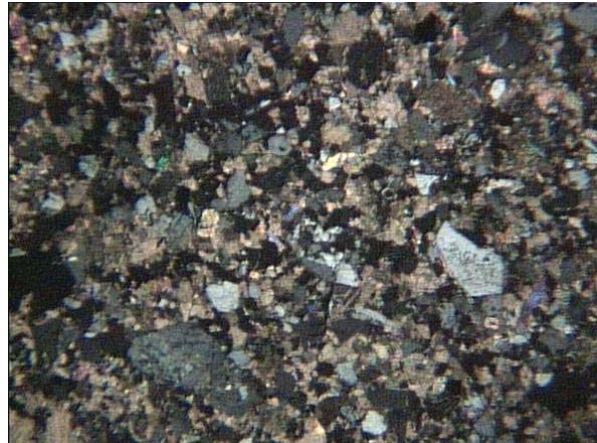
Σχ.188 Ψαμμίτης 1. Κάθετα Nicols

Ψαμμίτης 2:

Ψαμμίτης με μικρότερους κόκκους ορυκτών και πετρωμάτων, καθώς και με λιγότερα κενά μεταξύ αυτών. Η συγκολλητική ύλη είναι και πάλι μικροκρυσταλλικός ασβεστίτης.



Σχ.189 Ψαμμίτης 2. Παράλληλα Nicols



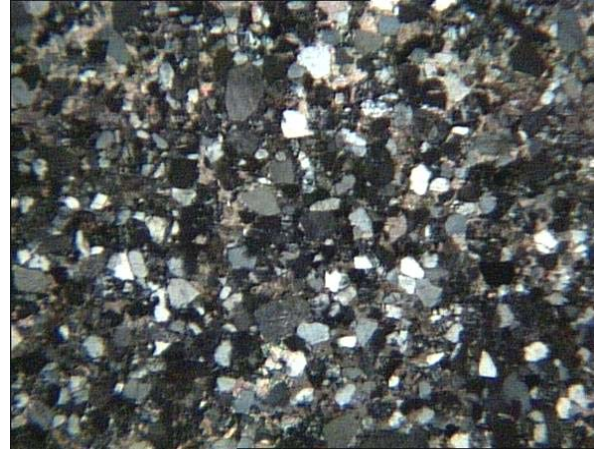
Σχ.190 Ψαμμίτης 2. Κάθετα Nicols

Ψαμμίτης 3:

Ψαμμίτης με μικρότερους κόκκους ορυκτών και πετρωμάτων, καθώς και με λιγότερα κενά μεταξύ αυτών. Η συγκολλητική ύλη είναι και πάλι μικροκρυσταλλικός ασβεστίτης.



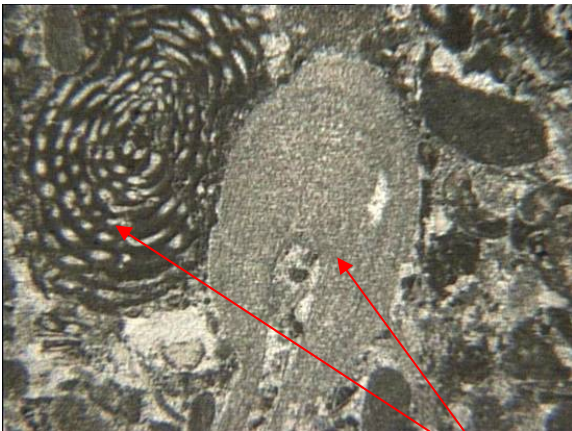
Σχ.191 Ψαμμίτης 3. Παράλληλα Nicols



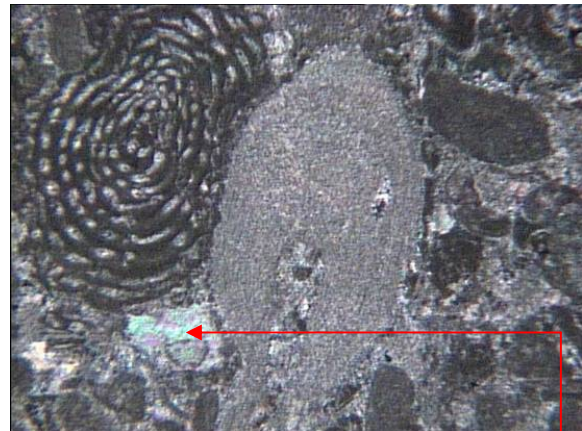
Σχ.192 Ψαμμίτης 3. Κάθετα Nicols

Ασβεστόλιθος:

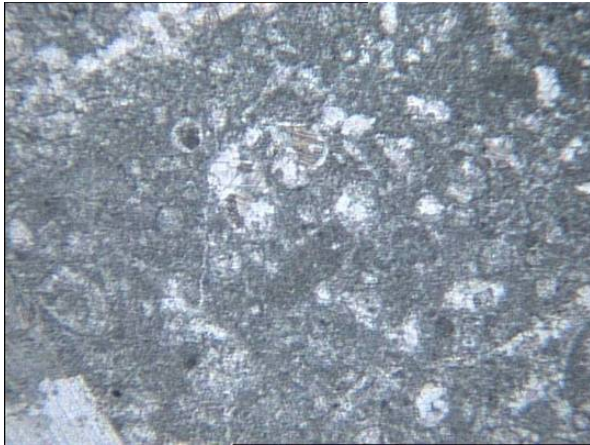
Μικριτικός ασβεστόλιθος. Είναι χημικό ιζηματογενές πέτρωμα. Αποτελείται από μικροκρυσταλλικό ασβεστίτη. Αρκετές διακλάσεις τέμνουν όλη τη μάζα του πετρώματος και είναι πληρωμένες δευτερογενώς από ασβεστίτη μεγαλύτερου μεγέθους από την κύρια μάζα (matrix). Σε αρκετές τομές υπάρχουν απολιθώματα χαρακτηριστικής ηλικίας για αυτό το πέτρωμα.



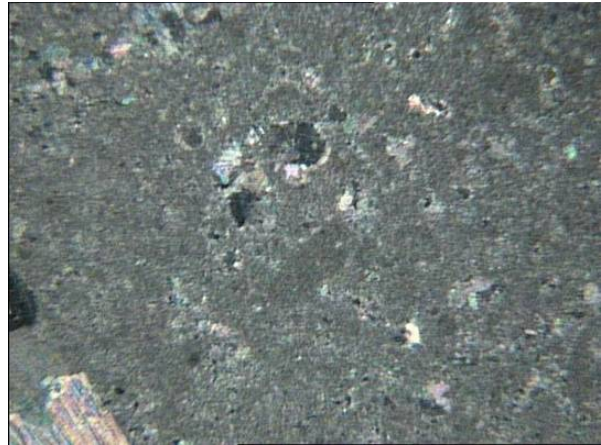
Σχ.193 Απολιθωματοφόρος ασβεστόλιθος. Παράλληλα Nicols.
Χαρακτηριστικά απολιθώματα.



Σχ.194 Απολιθωματοφόρος ασβεστόλιθος. Κάθετα Nicols.
Μικροκρυσταλλικός ασβεστίτης.



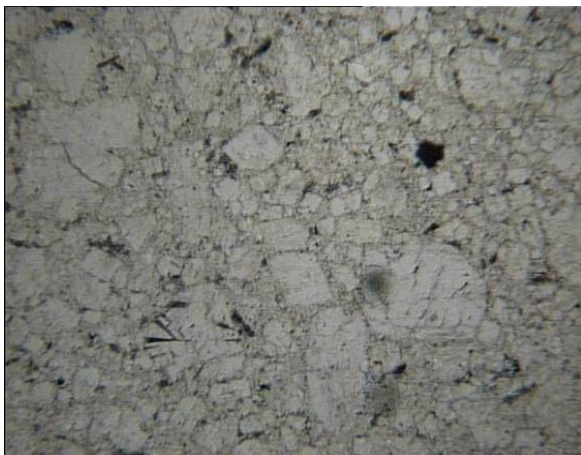
Σχ.195 Μικριτικός ασβεστόλιθος.
Παράλληλα Nicols.



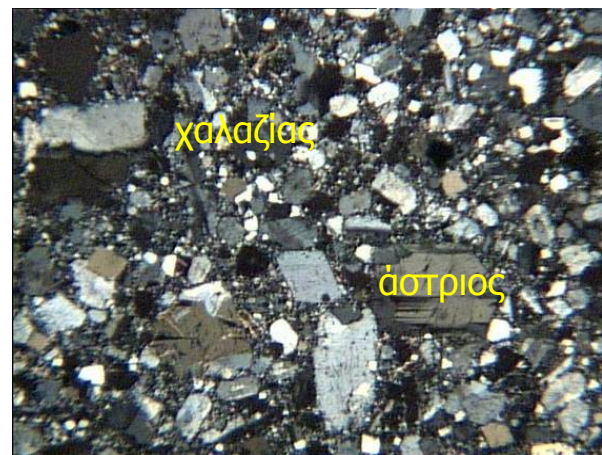
Σχ.196 Μικριτικός ασβεστόλιθος.
Κάθετα Nicols.

Αρκόζη:

Είναι ψαμμίτης πλούσιος σε άστριους και χαλαζία. Περιέχει συνήθως και μαρμαρυγίες. Σχηματίζεται από την αποσάθρωση πετρωμάτων, που είναι πλούσια σε άστριους, όπως π.χ. ο γρανίτης και ο γνεύσιος.



Σχ.197 Αρκόζης. Παράλληλα Nicols



Σχ.198 Αρκόζης. Κάθετα Nicols

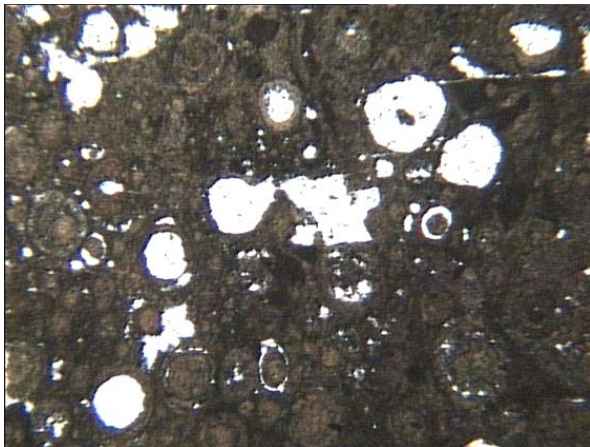
Βωξίτες:

- Πρόκειται κυρίως για υπολειμματικούς σχηματισμούς (εδάφη) που προκύπτουν από την χημική αποσάθρωση των πετρωμάτων κάτω από συγκεκριμένες κλιματικές συνθήκες (υγρά και θερμά κλίματα).
- Είναι προϊόντα λατεριτικής αποσάθρωσης που περιέχουν υψηλά ποσοστά Al (αργιλίου) και Fe (σιδήρου).

- Όσον αφορά στην ορυκτολογική τους σύσταση, αποτελούνται από υδροξείδια του αργιλίου (γιββσίτη, βαιμίτη, διάσπορο), οξείδια του σιδήρου (γκαιίτη, αιματίτη) και οξείδια του τιτανίου (ανατάση).
- Διακρίνονται σε **πισσολιθικούς** (μεγάλα σφαιρίδια με συγκεντρικούς φλοιούς) και **συμπαγείς** βωξίτες.
- Τα κοιτάσματά τους είναι σημαντικά λόγω του οικονομικού χαρακτήρα που αυτά παρουσιάζουν (Παραγωγή αλουμίνας – αλουμινίου).

Τυπικές μορφές κοιτασμάτων:

- Συνήθως, μικρού πάχους καλύμματα, οριζόντια ή σχεδόν οριζόντια, στην επιφάνεια της Γης.
- Θύλακες κυρίως σε καρστικά έγκοιλα με κυμαινόμενο πάχος.
- Στρώματα ή φακοί σε ιζηματογενείς ακολουθίες.



Σχ.199 Πισσολιθικός βωξίτης. N(-)



Σχ.200 Πισσολιθικός βωξίτης. N(+)

Πηγή(Σχ.185-200)

http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=sedimentary_rocks_microscopic_features&source=web&cd=1&ved=0CCEQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.metal.ntua.gr%2Fuploads%2F2488%2Fsedimentary_rocks_microscopic_features.ppt&ei=lHWcVInbHYffaoWMgNAM&usg=AFQjCNHQyFcFNhnmY7gvUnjmlqr6j2Xfww&bvm=bv.82001339,d.d2s&cad=rja

2.3 Γενικά για τα μεταμορφωμένα πετρώματα

Μεταμορφωμένα πετρώματα είναι εκείνα τα πετρώματα, τα οποία προκύπτουν από άλλα προϋπάρχοντα μετά από ιστολογικές, ορυκτολογικές και χημικές μεταβολές τις οποίες υφίστανται χωρίς όμως να περάσουν από το στάδιο της τήξης.

Μεταμορφισμός: είναι η αλλαγή και μετατροπή των πετρωμάτων σε νέα πετρώματα εξ' αιτίας ενός νέου φυσικοχημικού πλαισίου.

Παράγοντες μεταμόρφωσης

Οι παράγοντες οι οποίοι καθορίζουν το είδος και την ένταση της μεταμόρφωσης είναι κυρίως:

- Η πίεση
- Η θερμοκρασία
- Τα θερμά διαλύματα και αέρια

Η μεταμόρφωση περιλαμβάνει μερική ή ολική ανακρυστάλλωση του πετρώματος, αλλαγές στη δομή και τον ιστό του και αλλαγές στην ορυκτολογική του σύσταση. Δεν μεσολαβεί η υγρή φάση.

2.3.1 Τι είναι η μεταμόρφωση των πετρωμάτων

Η μεταμόρφωση των πετρωμάτων μπορεί να διακριθεί σε τρεις βασικές κατηγορίες:

- ▶ **Καθολική μεταμόρφωση**, όταν ένας ολόκληρος ιζηματογενής σχηματισμός υπέστη μεταμόρφωση. Σε τέτοιες περιπτώσεις μπορεί να είναι διακριτές και επιμέρους ζώνες της καθολικής μεταμόρφωσης (άνω, μεσαία και κάτω ζώνη), στις οποίες ο βαθμός μεταμόρφωσης αυξάνει από την άνω προς την κάτω ζώνη. Συνήθως, στην κάτω ζώνη έλαβε χώρα ο σχηματισμός των μαρμάρων.
- ▶ **Δυναμική μεταμόρφωση ή δυναμομεταμόρφωση** που οφείλεται στις πιέσεις που αναπτύχθηκαν κατά τις ορογενέσεις. Η μεταμόρφωση αυτή έλαβε χώρα συνήθως σε μικρά βάθη και δεν έχει προκαλέσει φαινόμενα ανακρυστάλλωσης στη μάζα των μητρικών πετρωμάτων.

- **Μεταμόρφωση επαφής**, που οφείλεται στη διείδυση μάγματος σε διάφορα πετρώματα. Το μάγμα, λόγω των μεγάλων πιέσεων που αναπτύχθηκαν, των υψηλών θερμοκρασιών και της έκλυσης αερίων ή υπέρθερμων διαλυμάτων, προκάλεσε μεγάλες μεταβολές στη δομή των γειτονικών σ' αυτό πετρωμάτων. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου η διείδυση του μάγματος προκάλεσε τήξη του γειτνιαζόντος πετρώματος με αποτέλεσμα μετά τη στερεοποίηση του τήγματος να δημιουργηθούν νέα μεταμορφωμένα πετρώματα που ονομάζονται μιγματίτες.

2.3.2 Κατηγορίες μεταμόρφωσης

1. Φυλλίτης

Πέτρωμα λεπτοκρυσταλλικό με μικροπτυχές.

Ορυκτά: Χαλαζίας, σερικήτης (μοσχοβίτης), γραφίτης

2. Ασβεστιτικός φυλλίτης

Πέτρωμα λεπτοσχιστώδες: Το επίπεδο σχιστότητας φαίνεται από την παράλληλη διάταξη των φυλλαρίων του μοσχοβίτη.

Ορυκτά: Χαλαζίας, ασβεστίτης, μοσχοβίτης.

3. Γρανατούχος-σταυρολιθικός σχιστόλιθος

Ορυκτά: γρανάτης, σταυρόλιθος, μοσχοβίτης, βιοτίτης, χλωρίτης, αδιαφανή

4. Σιπολινικό μάρμαρο (πλάκα Καρύστου)

Η σχιστότητα του πετρώματος καθορίζεται από την παράλληλη διάταξη των κρυστάλλων του μοσχοβίτη και του χλωρίτη και την επιμήκυνση των κρυστάλλων του ασβεστίτη προς το επίπεδο σχιστότητας.

Ορυκτά: ασβεστίτης, μοσχοβίτης, χλωρίτης, επίδοτο, χαλαζίας, αλβίτης

5. Μάρμαρο Πεντέλης

Κοκκοβλαστικός ιστός: το πέτρωμα αποτελείται από ισομετρικούς κρυστάλλους ασβεστίτη

6. Μάρμαρο χονδροκρυσταλλικό

Χαρακτηριστικό είναι το μεγάλο μέγεθος των κρυστάλλων του ασβεστίτη. Σε ορισμένες λεπτές τομές παρατηρείται επιμήκυνση και

σαφής προσανατολισμός των κόκκων προς το επίπεδο σχιστότητας. Η σύνδεση των κόκκων είναι κυρίως οδοντωτή.

7. Αμφιβολίτης

Η σχιστότητα του πετρώματος προκύπτει από την παράλληλη διάταξη των πρισματικών κρυστάλλων της κεροστίλβης.

Ορυκτά: Κεροστίλβη, πλαγιόκλαστα, χαλαζίας, επίδοτο, τιτανίτης.

8. Χαλαζίτης

Περιέχει περισσότερο από 80% χαλαζία. Οι κόκκοι είναι επιμηκυμένοι και προσανατολισμένοι προς το επίπεδο σχιστότητας. Συχνά

παρουσιάζουν και σαφή κρυσταλλικό προσανατολισμό. Με παρεμβολή του πλακιδίου της γύψου οι περισσότεροι κόκκοι γίνονται μπλέ ή

κίτρινοι. Παράλληλα προς το επίπεδο σχιστότητας είναι προσανατολισμένα και τα φυλλάρια του μοσχοβίτη.

Ορυκτά: Χαλαζίας, μοσχοβίτης, χλωρίτης

9. Οφθαλμογενέσιος (Ορθογενέσιος)

Είναι έντονα μυλονιτωμένος γεγονός που δείχνει την έντονη επίδραση των παραμορφωτικών τάσεων. Περιέχει πορφυροκλάστες

αστρίων σε μυλονιτωμένη κύρια μάζα η οποία αποτελείται από χαλαζία και βιοτίτη. Ο βιοτίτης, εν μέρει, μετατράπηκε σε χλωρίτη.

Διακρίνεται επίσης η πλαστική ροή και ταυτόχρονη ανακρυστάλλωση του χαλαζία.

10. Σερπεντινωμένος περιδοτίτης

Διακρίνονται υπολείμματα κρυστάλλων ολιβίνη και ορθοπυρόξενου (ενστατίτη), τα οποία περιβάλλονται από ελαφρά πρασινίζουσα

μικροκρυσταλλική μάζα, η οποία αποτελείται από σερπεντίνη.

Σε ορισμένες θέσεις παρατηρούνται κόκκοι ολιβίνη με το ίδιο χρώμα πόλωσης να περιβάλλονται από σερπεντίνη. Οι κόκκοι αυτοί

παρουσιάζουν συγχρόνως κατάσβεστη. Αποτελούν υπολείμματα μεγαλύτερων κρυστάλλων ολιβίνη, που σερπεντινιώθηκαν μερικώς.

Οι καφέ ισότροποι κρύσταλλοι είναι χρωμιούχος σπινέλιος, οι μαύροι είναι μαγνητίτης, ο οποίος σχηματίστηκε κατά τη σερπεντινίωση του ολιβίνου.

2.3.3 Μεταμορφωμένα πετρώματα

Τα κυριότερα μεταμορφωμένα πετρώματα είναι τα εξής:

Φυλλίτης

Ο φυλλίτης χαρακτηρίζεται από την έντονη σχιστότητα και το πολύ μικρό μέγεθος των ορυκτών συστατικών του. Αποτελείται κυρίως από μοσχοβίτη (σερικήτη), και από χαλαζία, γρανάτη, χλωρίτη. Ως επουσιώδη μπορεί να βρεθούν ασβεστίτης, γραφίτης, επίδοτο, βιοτίτης, σιδηροπυρίτης, μαγνητίτης. Σχηματίζεται με χαμηλού έως μέσου βαθμού μεταμόρφωση αργιλοπηλιτικών ή μαργαϊκών ιζημάτων.



Σχ.201 Φυλλίτης



Σχ.202 Φυλλίτης

Πηγή(Σχ.201): http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_phyllite_01.jpg

Πηγή(Σχ.202): http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_phyllite_03.jpg

Μαρμαρυγιακός σχιστόλιθος

Ο μαρμαρυγιακός σχιστόλιθος είναι πέτρωμα μεσόκκοκο με καλή σχιστότητα. Τα κύρια ορυκτά που απαντούν είναι οι μαρμαρυγίες (μοσχοβίτης και βιοτίτης) και ο χαλαζίας. Πολλά άλλα ορυκτά συμμετέχουν στη σύστασή του, όπως γρανάτης, χλωρίτης, άστριοι, επίδοτο, σταυρόλιθος, κυανίτης. Σχηματίζεται από αργιλοπηλιτικά και μαργαϊκά ιζήματα.



Σχ.203 Μαρμαρυγιακός σχιστόλιθος

Πηγή:

http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_micaschist_01.jpg

Γνεύσιος

Ο γνεύσιος έχει ως θεμελιώδη συστατικά αστρίους και χαλαζία. Είναι κατά το πλείστον μεσόκοκκο και χαρακτηρίζεται από τη σχιστότητα και τη γνευσιοειδή υφή. Κύριο συστατικό του είναι κάποιο είδος μαρμαρυγία, βιοτίτης ή μοσχοβίτης, αλλά μπορούν να βρεθούν πάρα πολλά άλλα ορυκτά, όπως κεροστίλβη, επίδοτο, γρανάτης, κορδιερίτης, σταυρόλιθος, σιλλιμανίτης, ανδαλουσίτης, κυανίτης και άλλα. Μπορεί να έχει ορθο- ή παρα- προέλευση.



Σχ.204 Γνεύσιος



Σχ.205 Γνεύσιος

Πηγή:

(Σχ.204): http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_gneiss_01.jpg(Σχ.205): http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_gneiss_04.jpg

Χαλαζίτης

Ο χαλαζίτης αποτελείται από χαλαζία σε ποσοστό >85% και από σερικήτη, δισθενή, άστριο και άλλα. Προέρχεται από ψαμμίτες ή από χαλαζιακές φλέβες.



Σχ.206 Χαλαζίτης

Πηγή:

http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_quartzite_01.jpg

Πρασινοσχιστόλιθος

Ο πρασινοσχιστόλιθος αποτελείται από αλβίτη, χλωρίτη, επίδοτο. Με μικρή συμμετοχή βρίσκονται βιοτίτης, χαλαζίας, γρανάτης, ακτινόλιθος κ.ά. Είναι χαρακτηριστικό πέτρωμα της πρασινοσχιστολιθικής φάσης και προέρχεται από βασικά πυριγενή (γάββροι, βασάλτες, δολερίτες) ή ακόμη και απόανάδρομη μεταμόρφωση βιοτιτικών σχιστολίθων και αμφιβολιτών.



Σχ.207 Πρασινοσχιστόλιθος

Πηγή:

http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_greenschist_01.jpg

Αμφιβολίτης

Ο αμφιβολίτης έχει ως ουσιώδη ορυκτολογικά συστατικά κεροσίλβη και πλαγιόκλαστα. Προκύπτει από μέσου βαθμού μεταμόρφωση γαββρικών πετρωμάτων και ασβεστομαγνησιούχων αργιλικών ιζημάτων.



Σχ.208 Αμφιβολίτης

Πηγή:

http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_amphibolite.jpg

Αμφιβολιτικός σχιστόλιθος

Ο αμφιβολιτικός σχιστόλιθος αποτελείται κατά το πλείστον από αμφίβολο που αντιπροσωπεύεται από τον ακτινόλιθο. Μπορεί επίσης να περιέχει σε μικρά ποσοστά χαλαζία, πλαγιόκλαστα, χλωρίτη, βιοτίτη. Προέρχεται από γαββρικά πετρώματα, από μαγνησιούχες μάργες ή ασβεστοδολομιτικά ιζήματα.



Σχ.209 Αμφιβολιτικός σχιστόλιθος

Πηγή:

http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_amphiboleschist.jpg

Σερπεντινίτης

Ο σερπεντινίτης αποτελείται κυρίως από σερπεντίνη. Μπορεί να περιέχει επίσης λίγο τάλκη, αμφίβολο και χλωρίτη. Είναι προϊόν της διαδικασίας της σερπεντινίωσης των περιδοτιτών.



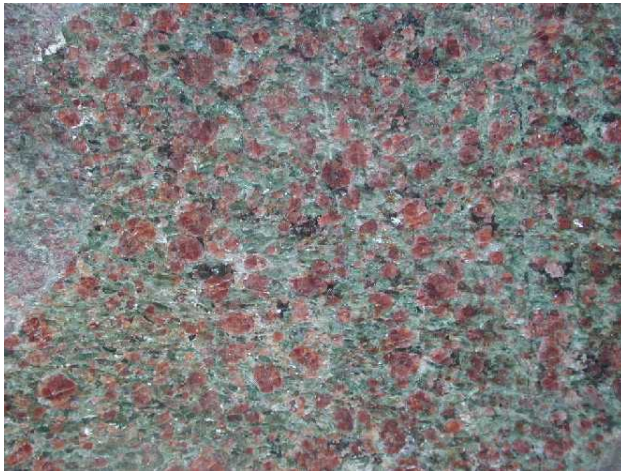
Σχ.210 Σερπεντινίτης

Πηγή:

http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_serpentinite.jpg

Εκλογίτης

Ο εκλογίτης ως κύρια συστατικά γρανάτη και ο ομφακίτη (πυρόξενος). Είναι πέτρωμα μεταμόρφωσης υψηλής πίεσης και ποικίλης θερμοκρασίας, αρχικών βασικών πυριγενών πετρωμάτων.



Σχ.211 Εκλογίτης

Πηγή:

http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_eclogite.jpg

Ταλκικός σχιστόλιθος

Ο ταλκικός σχιστόλιθος αποτελείται κατά το πλείστον από τάλκη και προέρχεται από γαββρικά και υπερβασικά πετρώματα. Γλαυκοφαντικός σχιστόλιθος: Χαρακτηρίζεται από την παρουσία του γλαυκοφανή που είναι νατριούχος αμφίβολος με κυανό χρώμα. Προκύπτει από γαββρικά κυρίως πετρώματα σε περιοχές μεγάλης πίεσης και μικρής θερμοκρασίας.



Σχ.212 Ταλκικός σχιστόλιθος

Πηγή:

http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_talcschist_01.jpg

Γλαυκοφανιτικός σχιστόλιθος

Ο γλαυκοφανιτικός σχιστόλιθος χαρακτηρίζεται από την παρουσία του γλαυκοφανή που είναι νατριούχος αμφίβολος με κυανό χρώμα. Προκύπτει από κυρίως γαββρικά πετρώματα σε περιοχές μεγάλης πίεσης και μικρής θερμοκρασίας.



Σχ.213 Γλαυκοφανιτικός σχιστόλιθος

Πηγή:

http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_blueschist.jpg

Κερατίτης

Ο κερατίτης είναι πέτρωμα χωρίς σχιστότητα, συνήθως λεπτόκοκκο και στιφρό που συνίσταται από ένα μωσαϊκό ισομεγέθων κόκκων χωρίς προτιμητέο προσανατολισμό (γρानοβλαστικός ιστός). Είναι προϊόν θερμομεταμόρφωσης επαφής.



Σχ.214 Κερατίτης

Πηγή:

http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_hornfels.jpg

Μάρμαρο

Το μάρμαρο είναι μονόμεικτο πέτρωμα, αποτελούμενο μόνο από ασβεστίτη, προϊόν ανακρυστάλλωσης των ασβεστολίθων. Χαρακτηρίζεται από κοκκοβλαστικό ιστό. Τα μάρμαρα με μικρό ποσοστό μαρμαρυγιών χαρακτηρίζονται ως σιπολίνες.



Σχ.215 Μάρμαρο



Σχ.216 Μάρμαρο

Πηγή

(Σχ.215): http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_marble_01.jpg(Σχ.216): http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_marble_03.jpg

Σμύριδα

Η σμύριδα αποτελείται από κορούνδιο, αιματίτη, μαγνητίτη, λίγους αστρίους. Προέρχεται από μεταμόρφωση υψηλού βαθμού βωξιτών και λατεριτών.



Σχ.217 Σμύριδα

Πηγή:

http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_emery.jpg

3. ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΤΟΜΩΝ

3.1 Εισαγωγή

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζεται κυρίως μικροσκοπική μελέτη των πετρωμάτων που έγινε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας. Επιπρόσθετα παρουσιάζονται πληροφορίες που συλλέχθηκαν από βιβλιογραφική έρευνα και αφορούν την μακροσκοπική αναγνώριση τους.

3.2 Κατασκευή μικροσκοπικών τομών

Η κατασκευή των λεπτών τομών γίνεται από ειδικά εκπαιδευμένο τεχνικό προσωπικό. Σε γενικές γραμμές, περιλαμβάνει τα εξής:

- Κοπή του δείγματος σε πλακίδιο ορθογωνίου σχήματος διαστάσεων 2X4 cm,
- Στερεοποίηση του πλακιδίου σε γυάλινη πλάκα (*αντικειμενοφόρος πλάκα*) με ρητίνη,
- Λείανση του πλακιδίου μέχρις ότου αποκτήσει το επιθυμητό πάχος των 0.02 – 0.03 mm, και
- Κάλυψη του παρασκευάσματος με λεπτό γυάλινο πλακίδιο (*καλυπτρίδα*) με τη βοήθεια ρητίνης.

3.3 Μεθοδολογία μικροσκοπικής ανάλυσης

Η εξέταση των λεπτών τομών γίνεται με παράλληλη δέσμη φωτός (*ορθοσκοπική εξέταση*) και με κωνική δέσμη (*κωνοσκοπική εξέταση*). Στην συγκεκριμένη εργασία έγινε ορθοσκοπική εξέταση των τομών, η οποία διακρίνεται σε:

- Εξέταση μόνο με τον πολωτή
- Εξέταση με διασταυρωμένα Nicols (πολωτής και αναλυτής να παρεμβάλλονται στην πορεία του φωτός)

Στην ορθοσκοπική εξέταση, χωρίς την παρεμβολή του αναλυτή στην πορεία των ακτίνων, παρατηρούμε τις παρακάτω ιδιότητες:

1. Διαφάνεια
2. Σχήμα της τομής

3. Σχισμός
4. Χρώμα
5. Πλεοχρωισμός
6. Εκτίμηση του δείκτη διάθλασης
7. Εξαλλοιώσεις

3.4 Τα πετρώματα που προσδιορίστηκαν

▪ Γνεύσιος

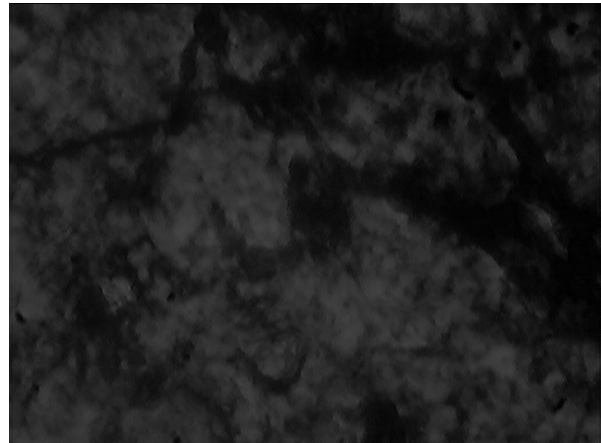
Ο γνεύσιος προέρχεται από υψηλού βαθμού περιφερειακή μεταμόρφωση πετρωμάτων, κυρίως πυριγενών αλλά και ιζηματογενών. Από ορυκτολογική άποψη οι γνεύσιοι συνίστανται κυρίως από νατριούχους και καλιούχους αστρίους, χαλαζία και συμμετέχουν επίσης μαρμαρυγίες (κυρίως μοσχοβίτης και βιοτίτης) και αμφίβολοι (κυρίως κεροστίλβη), ενώ ενίοτε συναντάται και γραφίτης. Ανάλογα με το αρχικό πέτρωμα από το οποίο προήλθαν χαρακτηρίζονται ως γρανιτικοί, διοριτικοί, σχιστολιθικοί, κτλ. Αν το πρωτογενές πέτρωμα ήταν πυριγενές, οι γνεύσιοι χαρακτηρίζονται ως **ορθογνεύσιοι**, ενώ αν ήταν ιζηματογενές, τότε χαρακτηρίζονται ως **παραγνεύσιοι**.



Σχ.218 Γνεύσιος, μακροσκοπικά

Πηγή:

Λήψη φωτογραφίας εντός του εργαστηρίου



Σχ.219 Τομή γνεύσιου, μικροσκοπικά N(+)

Σχ.220 Τομή γνεύσιου, μικροσκοπικά N(-)

Πηγή(Σχ.219-220):

Η λήψη φωτογραφιών έγινε με ειδική κάμερα για μικροσκόπιο εντός του εργαστηρίου.

▪ Μάρμαρο

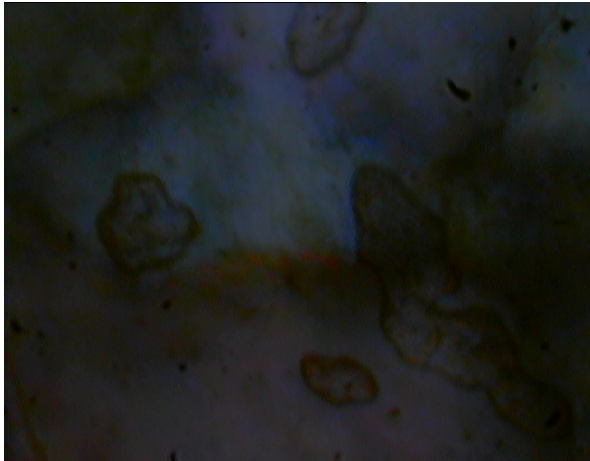
Το μάρμαρο είναι πέτρωμα αποτελούμενο κατά το μέγιστο ποσοστό του από ασβεστίτη. Είναι προϊόν ανακρυστάλλωσης ασβεστολίθων. Το μάρμαρο χαρακτηρίζεται από κοκκοβλαστικό ιστό. Τα μάρμαρα με μικρό ποσοστό μαρμαρυγιών χαρακτηρίζονται ως σιπολίνες. Οι διαφορετικές ποικιλίες του μαρμάρου είναι, αρχικά, προϊόντα ιζηματογένεσης του ασβεστίτη (μιας αργής διαδικασίας γεωλογικού σχηματισμού) και διαφέρουν μεταξύ ως προς το χρώμα, τη σύσταση και τη χημική σύνθεση.



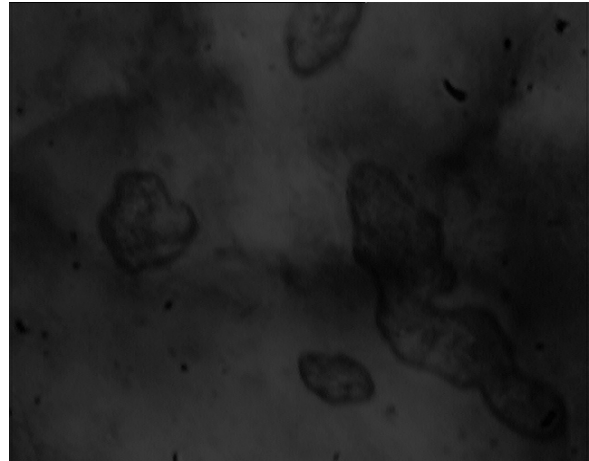
Σχ.221 Μάρμαρο , μακροσκοπικά

Πηγή:

Λήψη φωτογραφίας εντός του εργαστηρίου



Σχ.222 Τομή μαρμάρου, μικροσκοπικά N(+)



Σχ.223 Τομή μαρμάρου, μικροσκοπικά N(-)

Πηγή(Σχ.222-223):

Η λήψη φωτογραφιών έγινε με ειδική κάμερα για μικροσκόπιο εντός του εργαστηρίου.

▪ Κροκαλοπαγές

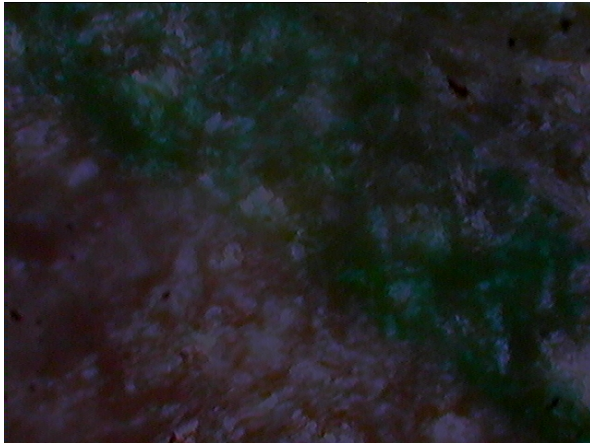
Το κροκαλοπαγές είναι ένα ιζηματογενές πέτρωμα, προϊόν μηχανικής αποσάθρωσης. Το πέτρωμα αποτελείται από κροκάλες σε ποσοστό τουλάχιστον 50% με μέγεθος ανώτερο των 2mm .Οι κροκάλες είναι περισσότερο ή λιγότερο αποστρωγγλωμένα θραύσματα πετρωμάτων και συνδέονται μεταξύ τους με υλικό μικροκρυσταλλικό ή άμορφο πυριτικής ή ασβεστιτικής σύστασης αλλά που μπορεί να αποτελείται και από οξείδια και από υδροξείδια του σιδήρου. Αν οι κροκάλες προέρχονται κυρίως από έναν τύπο πετρώματος τα κροκαλοπαγή ονομάζονται μονόμικτα ή ολιγόμικτα ενώ αν αποτελούνται από διαφόρων τύπων κροκάλες ονομάζονται πολύμικτα. Αυτόχθονα ή ενδοσηματισμένα κροκαλοπαγή ονομάζονται αυτά που το συγκολλητικό τους υλικό και οι κροκάλες είναι από το ίδιο υλικό λόγω του επιτόπιου θρυμματισμού ιζημάτων που δεν έχουν συμπαγοποιηθεί.



Σχ.224 Κροκαλοπαγές ,
μακροσκοπικά

Πηγή:

Λήψη φωτογραφίας εντός του
εργαστηρίου



Σχ.225 Τομή κροκαλοπαγούς,
μικροσκοπικά N(+)



Σχ.226 Τομή κροκαλοπαγούς,
μικροσκοπικά N(-)

Πηγή(Σχ.225-226):

Η λήψη φωτογραφιών έγινε με ειδική κάμερα για μικροσκόπιο εντός του εργαστηρίου.

▪ Γρανίτης

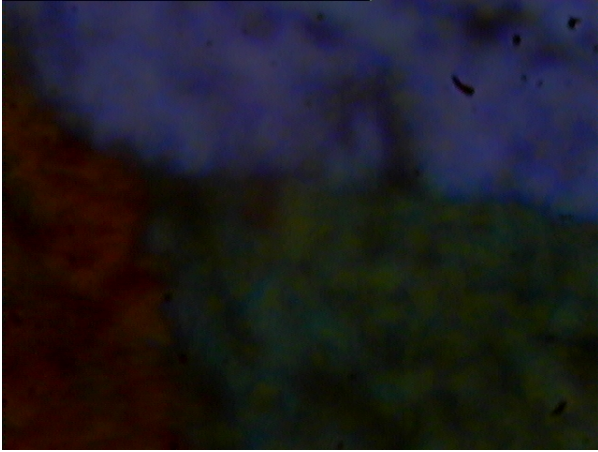
Ο Γρανίτης είναι ένα διαδεδομένο, φυσικό πυριγενές, πλουτώνιο πέτρωμα με κοκκώδη ιστό και όξινη σύσταση με μεγάλη σκληρότητα. Ανήκει στα πλουτώνια πυριγενή πετρώματα επειδή δημιουργήθηκε από την στερεοποίηση και κρυστάλλωση του μάγματος στο εσωτερικό του φλοιού σε μεγάλο βάθος, γι' αυτό διαθέτει ολοκρυσταλλικό, κοκκώδη ιστό. Ένα πλουτώνιο πέτρωμα, για να χαρακτηριστεί ως γρανίτης, πρέπει υποχρεωτικά να περιέχει αστρίους, (αλκαλικούς αστρίους και πλαγιόκλαστα) και χαλαζία, συνήθως όμως, εκτός από τα υποχρεωτικά συστατικά, οι γρανίτες περιέχουν σιδηρομαγνησιούχα ορυκτά, (μαρμαρυγίες, αμφιβόλους, πυροξένους κ.α.) και σύνδρομα, (ζιρκόνια,απατίτη,τιτανίτη,κλπ.).



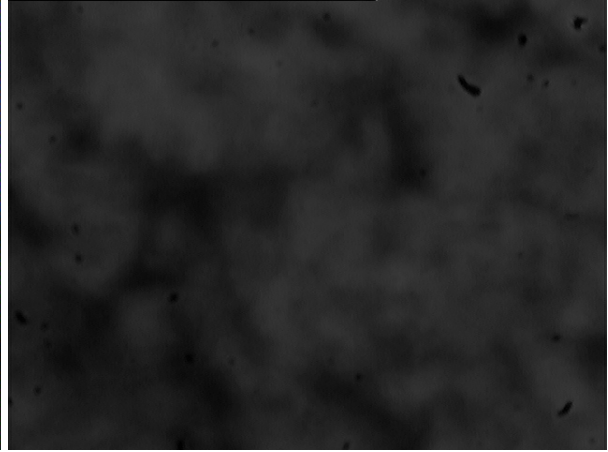
Σχ.227 Γρανίτης , μακροσκοπικά

Πηγή:

Λήψη φωτογραφίας εντός του
εργαστηρίου



Σχ.228 Τομή γρανίτη, μικροσκοπικά N(+)



Σχ.229 Τομή γρανίτη, μικροσκοπικά N(-)

Πηγή(Σχ.228-229):

Η λήψη φωτογραφιών έγινε με ειδική κάμερα για μικροσκόπιο εντός του εργαστηρίου.

▪ Όνυχας

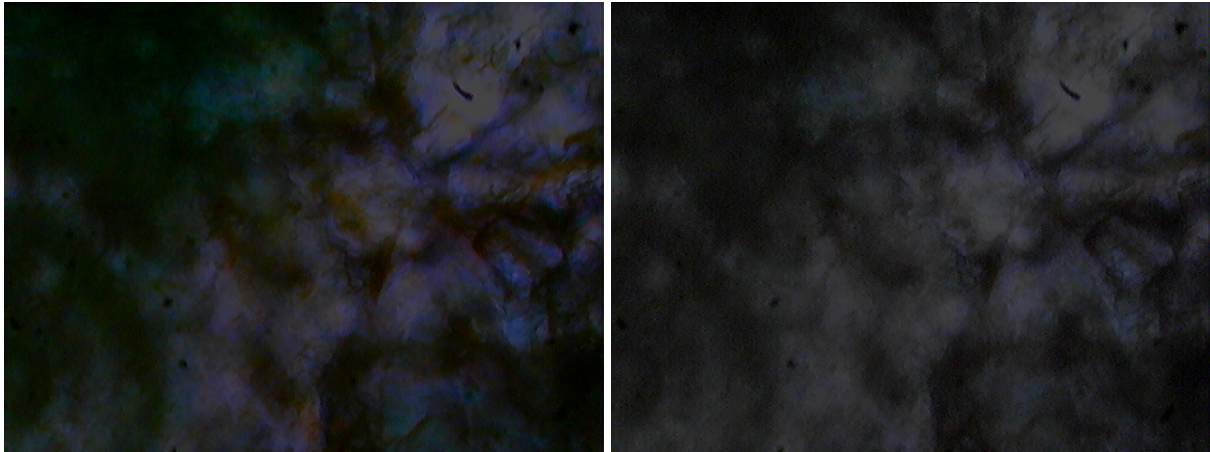
Ο Όνυχας, όπως λέγεται εμπορικά το ονυχομάρμαρο (onyx marble), το ασβεστολιθικό, δηλαδή, συμπαγές πέτρωμα που παρουσιάζει ταινιώδη όψη λόγω των έγχρωμων και διαφανών στρώσεων ασβεστίτη ή/και αραγωνίτη και το οποίο μπορεί να στιλβωθεί, προέρχεται από ασβεστόλιθους χημικής προέλευσης που σχηματίστηκαν όπως και οι τραβερτίνες, δηλαδή σε γλυκά νερά πλούσια σε όξινο ανθρακικό ασβέστιο όπου έγινε καθίζηση αυτού με μορφή ουδέτερου ανθρακικού άλατος και σχηματίστηκαν στρώματα εύθρυπτα και πορώδη (το ανθρακικό ασβέστιο στη μορφή του ορυκτού αραγωνίτη). Με την πάροδο του χρόνου και την επίδραση των παραγόντων της διαγένεσης ο αραγωνίτης μετετράπη σε ασβεστίτη (σταθερότερη μορφή του ανθρακικού ασβεστίου).



Σχ.230 Όνυχας, μακροσκοπικά

Πηγή:

Λήψη φωτοφραφίας εντός του εργαστηρίου



Σχ.231 Τομή γρανίτη, μικροσκοπικά N(+)

Σχ.232 Τομή γρανίτη, μικροσκοπικά N(-)

Πηγή(Σχ.231-232):

Η λήψη φωτογραφιών έγινε με ειδική κάμερα για μικροσκόπιο εντός του εργαστηρίου.

▪ Ψαμμίτης

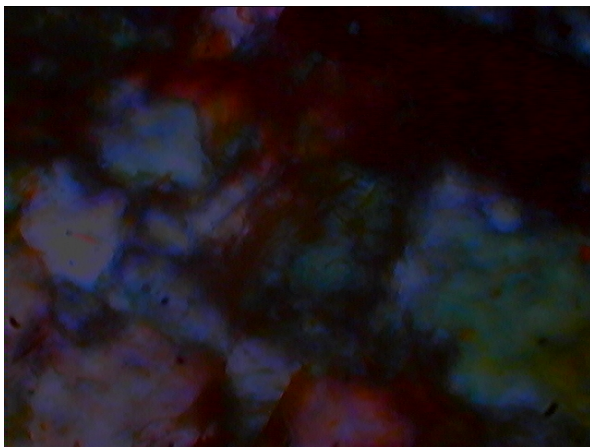
Ο ψαμμίτης είναι κλαστικό ιζηματογενές πέτρωμα που αποτελείται από κόκκους άμμου που συγκρατούνται μαζί με ορυκτές συγκολλητικές ουσίες και κόκκους πετρωμάτων. Οι κόκκοι έχουν μέγεθος από 2 μέχρι 0,06 χιλιοστά. Συνήθως οι κόκκοι είναι από χαλαζία ή άστριο, επειδή είναι πολύ άφθονοι στο φλοιό της Γης, ενώ επίσης μπορεί να υπάρχουν κόκκοι καολίνη ή μοσχοβίτη, οι οποίοι δίνουν αντίστοιχα τον καολινικό ψαμμίτη και τον μαρμαρυγικό ψαμμίτη. Το συνδετικό υλικό ποικίλει και μπορεί να είναι άργιλος ή αργιλικός σχιστόλιθος ή ανθρακικό ορυκτό όπως ο ασβεστίτης ή σπανιότερα ο δολομίτης. Οι ψαμμίτες πλούσιοι σε κόκκους αστρίου λέγονται αρκόζες. Ο ψαμμίτης, όπως και η άμμος έχει πολλά χρώματα, αλλά συνήθως είναι καφέ, κόκκινος, κίτρινος, γκρι, ροζ ή μαύρος. Ο ψαμμίτης είναι πορώδης και έχει την ιδιότητα να φιλτράρει και να αποθηκεύει μεγάλες ποσότητες υγρών και γι' αυτόν το λόγο είναι πολύτιμος για τη δημιουργία αποθεμάτων νερού και πετρελαίου.



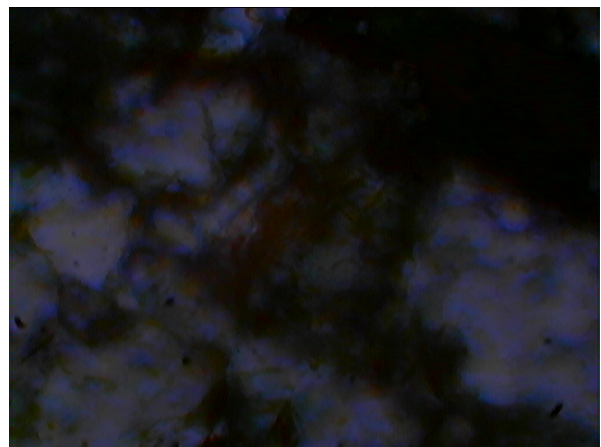
Σχ.233 Ψαμμίτης, μακροσκοπικά

Πηγή:

Λήψη φωτογραφίας εντός του εργαστηρίου



Σχ.234 Τομή ψαμμίτη, μικροσκοπικά N(+)



Σχ.235 Τομή ψαμμίτη, μικροσκοπικά N(-)

Πηγή(Σχ.234-235):

Η λήψη φωτογραφιών έγινε με ειδική κάμερα για μικροσκόπιο εντός του εργαστηρίου.

▪ Τούβλο

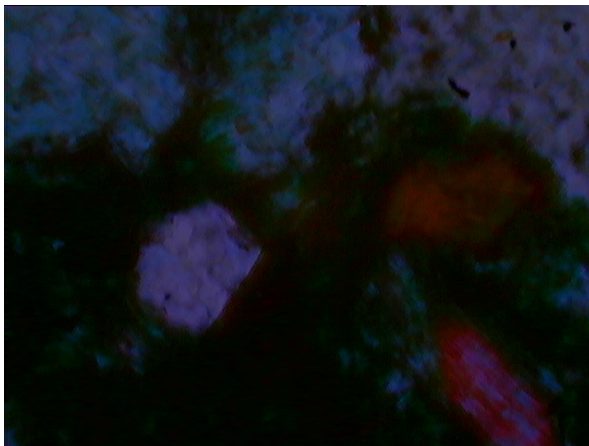
Το τούβλο ή ο πλίνθος είναι ένας τεχνητός λίθος με διάφορες διαστάσεις και σχήματα , κατασκευάζονται από άργιλο κυρίως και άλλα υλικά. Για την κατασκευή τους ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία: Η πρώτη ύλη καθαρίζεται, ζυμώνεται με το νερό από ειδικούς κυλίνδρους, μπαίνει σε καλούπια ή πρέσες και παίρνει διάφορα σχήματα, ψήνεται στον ήλιο ή σε καμίνια ή σε θαλάμους ηλεκτρικούς.



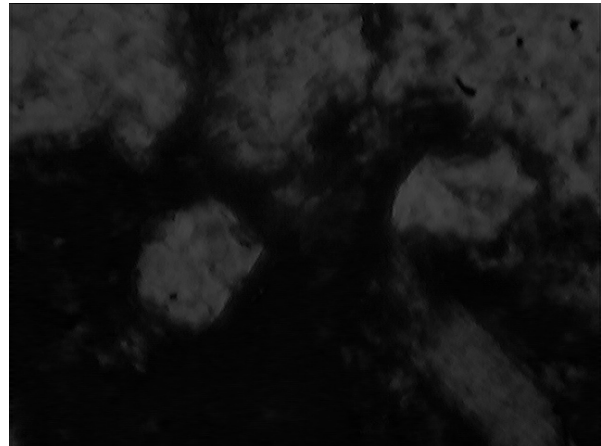
Σχ.236 Τούβλο, μακροσκοπικά

Πηγή:

Λήψη φωτογραφίας εντός του εργαστηρίου



Σχ.237 Τομή τούβλου, μικροσκοπικά N(+)



Σχ.238 Τομή τούβλου, μικροσκοπικά N(-)

Πηγή(Σχ.237-238):

Η λήψη φωτογραφιών έγινε με ειδική κάμερα για μικροσκόπιο εντός του εργαστηρίου.

3.5 Συμπεράσματα

Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η μικροσκοπική μελέτη πετρωμάτων που είναι διαθέσιμα στο εργαστήριο της Γεωλογίας -Υδρογεωλογίας του τμήματος Μηχ. Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος. Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας μελετήθηκαν και φωτογραφήθηκαν στο μικροσκόπιο τα παρακάτω πετρώματα. Πιο συγκεκριμένα:

- Έγινε ορθοσκοπική εξέταση με και χωρίς Nicols, με στόχο να μελετηθούν τα εξής χαρακτηριστικά: Διαφάνεια, Σχήμα της τομής, Σχισμός, Χρώμα, Πλεοχρωισμός, Εκτίμηση του δείκτη διάθλασης και Εξαλλοιώσεις.
- Τα πετρώματα που μελετήθηκαν και φωτογραφήθηκαν μακροσκοπικά και μικροσκοπικά είναι: Γνεύσιος, Γρανίτης, Ψαμμίτης, Κροκαλοπαγές, Μάρμαρο, Όνυχας, Τούβλο.

4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. http://www.geo.auth.gr/212/0_properties/microscope.htm
2. http://www.geo.auth.gr/317/biblio/petrologia_pyrigenwn.pdf
3. http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=metal%20ntua%20optical%20properties&source=web&cd=1&ved=0CCQQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.metal.ntua.gr%2Fuploads%2F2454%2FOptical_properties_3.ppt&ei=wUqgVMzZCYb1atyhgqAF&usg=AFQjCNENia89f3hE6imQSu_cZsC6ir86mQ&bvm=bv.82001339.d.d24&cad=rja
4. http://www.geo.auth.gr/courses/gmo/gmo317y/biblio/kefalaio_4.pdf
5. http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CF%81%CE%BF%CF%83%CE%BA%CE%BF%CF%80%CE%B9%CE%BA%CE%AC%20%CF%87%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BA%CE%AC%20igneous%20ppt&source=web&cd=1&ved=0CCIQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.metal.ntua.gr%2Fuploads%2F2484%2Figneous_rocks_microscopic_features.ppt&ei=DEyYVLeCKszzUNjFgKAL&usg=AFQjCNEdf1Vu5L1kwK8M7Utx2623RAXFgg&bvm=bv.82001339.d.d24&cad=rja
6. http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=sedimentary_rocks_formation_classification&source=web&cd=1&ved=0CCEQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.metal.ntua.gr%2Fuploads%2F2487%2Fsedimentary_rocks_formation_classification.ppt&ei=mi-cVMuXNMbtUrTRgpgL&usg=AFQjCNEpw4BCmTtFqdaTFPewmwTTITrMOQ&bvm=bv.82001339.d.d24&cad=rja
7. http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_sedimentary.htm
8. http://pangea.gr/gr/pet_sedimentary.shtml
9. http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=%CE%B1%CF%83%CE%B2%CE%B5%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CE%B8%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82%20%CF%88%CE%B1%CE%BC%CE%BC%CE%AF%CF%84%CE%B7%CF%82&source=web&cd=35&ved=0CDIQFjAEOB4&url=http%3A%2F%2Fnemertes.lis.upatras.gr%2Fjspui%2Fbitstream%2F10889%2F4745%2F3%2FNimertis_Katsika%2528geo%2529.pdf&ei=w1WcVJfeMNPpaLb-gbAL&usg=AFQjCNFckIdoMOkUPbfhBVyHHSvq7ugd7w&bvm=bv.82001339.d.d24&cad=rja
10. http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=sedimentary_rocks_microscopic_features&source=web&cd=1&ved=0CCEQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.metal.ntua.gr%2Fupl

- [oads%2F2488%2Fsedimentary_rocks_microscopic_features.ppt&ei=IHWcVInbHYffaoWMgNAM&usg=AFQjCNHQyFcFNhnmY7gvUnjmlqr6j2Xfww&bvm=bv.82001339_d.d2s&cad=rja](#)
11. http://www.geology.upatras.gr/files/shmioseis/12203/planhths_gh_metamorphismos.pdf
 12. http://pangea.gr/gr/natural_stones4.shtml
 13. http://www.metal.ntua.gr/uploads/2599/metamorphic_rocks.pdf
 14. http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_metamorphic.htm
 15. <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%BD%CE%B5%CF%8D%CF%83%CE%B9%CE%BF%CF%82>
 16. <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%AC%CF%81%CE%BC%CE%B1%CF%81%CE%BF>
 17. http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CF%81%CE%BF%CE%BA%CE%B1%CE%BB%CE%BF%CF%80%CE%B1%CE%B3%CE%AD%CF%82_%CF%80%CE%AD%CF%84%CF%81%CF%89%CE%BC%CE%B1
 18. <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CF%81%CE%B1%CE%BD%CE%AF%CF%84%CE%B7%CF%82>
 19. http://pangea.gr/gr/natural_stones2.shtml
 20. <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A8%CE%B1%CE%BC%CE%BC%CE%AF%CF%84%CE%B7%CF%82>
 21. <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%BF%CF%8D%CE%B2%CE%BB%CE%BF>
-
22. http://www.geo.auth.gr/212/0_properties/microscope/microscope.gif
 23. http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_ign_granite_02.jpg
 24. http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_ign_opsidian.jpg
 25. <http://klastikapetr.tripod.com/graouvakis.JPG>
 26. http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_phyllite_01.jpg
 27. http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_phyllite_03.jpg
 28. http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_micaschist_01.jpg
 29. http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_gneiss_01.jpg
 30. http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_gneiss_04.jpg
 31. http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_quartzite_01.jpg

32. http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_greenschist_01.jpg
33. http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_amphibolite.jpg
34. http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_amphiboleschist.jpg
35. http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_serpentinite.jpg
36. http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_eclogite.jpg
37. http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_talcschist_01.jpg
38. http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_blueschist.jpg
39. http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_hornfels.jpg
40. http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_marble_01.jpg
41. http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_marble_03.jpg
42. http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_met_emery.jpg