



ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ - ΑΣΚΗΣΗ ΥΠΑΙΘΡΟΥ

Μάθημα 4^ο : Μέθοδοι & Τεχνικές Γεωλογικής Χαρτογράφησης - Μέρος Γ'.



4^ο

ΦΥΛΛΩΣΕΙΣ – ΓΡΑΜΜΩΣΕΙΣ – ΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ

ΦΥΛΛΩΣΗ Foliation (1/2)

Διαμπερείς, σχετικά επίπεδες δομές σε ένα πέτρωμα

Πρωτογενής

Δευτερογενής → τεκτονική



ΦΥΛΛΩΣΗ Foliation (2/2)

ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΦΥΛΛΩΣΗ

Σχετίζεται με τις διαδικασίες που δημιουργούν τα πετρώματα (απόθεση, ροή λάβας, κρυστάλλωση).



Η διάκρισή της αποτελεί σημαντικό στοιχείο και δείκτη για την παραμόρφωση από την δημιουργία του πετρώματος

ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗΣ ΦΥΛΛΩΣΗ

Σχετίζεται με την παραμόρφωση του πετρώματος (τεκτονική).



S – ΤΕΚΤΟΝΙΤΕΣ



Διάκριση παραμορφωτικών φάσεων
Παραμόρφωση \Leftrightarrow Μεταμόρφωση

ΔΙΑΜΠΕΡΕΙΣ?

- Σχετικά πυκνές
- Συστηματικές
- Εμφανίζονται σε όλο τον όγκο του πετρώματος έστω και αραιά
- Η απόσταση μεταξύ δύο επιφανειών φύλλωσης ή οι διαστάσεις τους είναι πολύ πιο μικρές από το εξεταζόμενο πέτρωμα
- Πρακτικά → το πολύ να απέχουν μεταξύ τους μερικές δεκάδες εκατοστά
- Αν απέχουν μερικά μέτρα και περισσότερο τότε δεν είναι φύλλωση (π.χ. διαρρήξεις)
- Οι διακλάσεις δεν είναι επαρκώς συστηματικές και διαμπερείς για να χαρακτηριστούν φυλλώσεις

Σημασία των Φυλλώσεων

Παραμορφωμένα πετρώματα => **διαδοχικές γενεές φυλλώσεων**

- Η διάκριση αυτών των φυλλώσεων με βάση το είδος τη σχετική ηλικία (μέσω διατεμνόμενων σχέσεων – cross-cutting relationship) και τη σχέση επικάλυψης (στο μικροσκόπιο) και τις απόλυτες ηλικίες (ραδιοχρονολογήσεις) τότε:

Διαφωτίζουν την τεκτονική ή και μεταμορφική εξέλιξη μίας περιοχής

ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΦΥΛΛΩΣΗ Primary Foliation

S_0

Μη-τεκτονικές, διαμπερείς και σχετικά επίπεδες δομές στα πετρώματα, όπως:

- Ιζηματογενής στρώση (sedimentary layering or bedding),
- Μαγματική στρωμάτωση (magmatic or compositional layering), όπως π.χ. flow banding
- Διαγενετική φύλλωση (diagenetic or compaction foliation) ? → (στην ουσία δευτερογενής, αλλά μη-τεκτονική) → stylolitic cleavage.



Μεσοπλακώδεις ασβεστόλιθοι (στρώση) – Διακλάσεις
Ποιο είναι πιο πυκνό – συστηματικό?



Μαγματική στρωμάτωση



Πυροκλαστικά

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΠΡΩΤΟΓΕΝΩΝ ΦΥΛΛΩΣΕΩΝ

- Αναγνώριση ιζηματογενών δομών
- Έντονες διαφοροποιήσεις στο πάχος, ιδιαίτερως εγκάρσια προς τη διεύθυνση των στρωμάτων.
- Διαφοροποιήσεις στη σύσταση και το μέγεθος των κόκκων.
- Συνήθως επίπεδη στρωμάτωση.
- Σπάνια συμμετρία ως προς επίπεδο παράλληλο στη στρώση.
- Δεν υπάρχει σχέση παραλληλίας της φύλλωσης με τα αξονικά επίπεδα των πτυχών.



5

Συνιζηματογενείς πτυχές



6

Κοκκομετρική ταξιθέτηση

ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΦΥΛΛΩΣΗ

Tectonic Foliation

$S_1, S_2 \dots \acute{\eta}$

$S_n, S_{n+1} \dots$

(Δευτερογενείς) τεκτονικές, διαμπερείς και συνεκτικές επίπεδες δομές στα πετρώματα, που προϋποθέτουν βράχυνση (shortening) εγκάρσια στην τεκτονική φύλλωση. Τέτοιες δομές είναι:

- ο σχισμός (cleavage),
- η σχιστότητα (schistosity),
- η μεταμορφική στρωμάτωση (differentiated compositional layering) ή γνευσιακή φύλλωση (gneissic foliation) και
- η μυλονιτική φύλλωση (mylonitic foliation)

Η ύπαρξη δύο διατεμνόμενων φυλλώσεων φανερώνει ότι η μία τουλάχιστον από αυτές είναι δευτερογενής (τεκτονική).

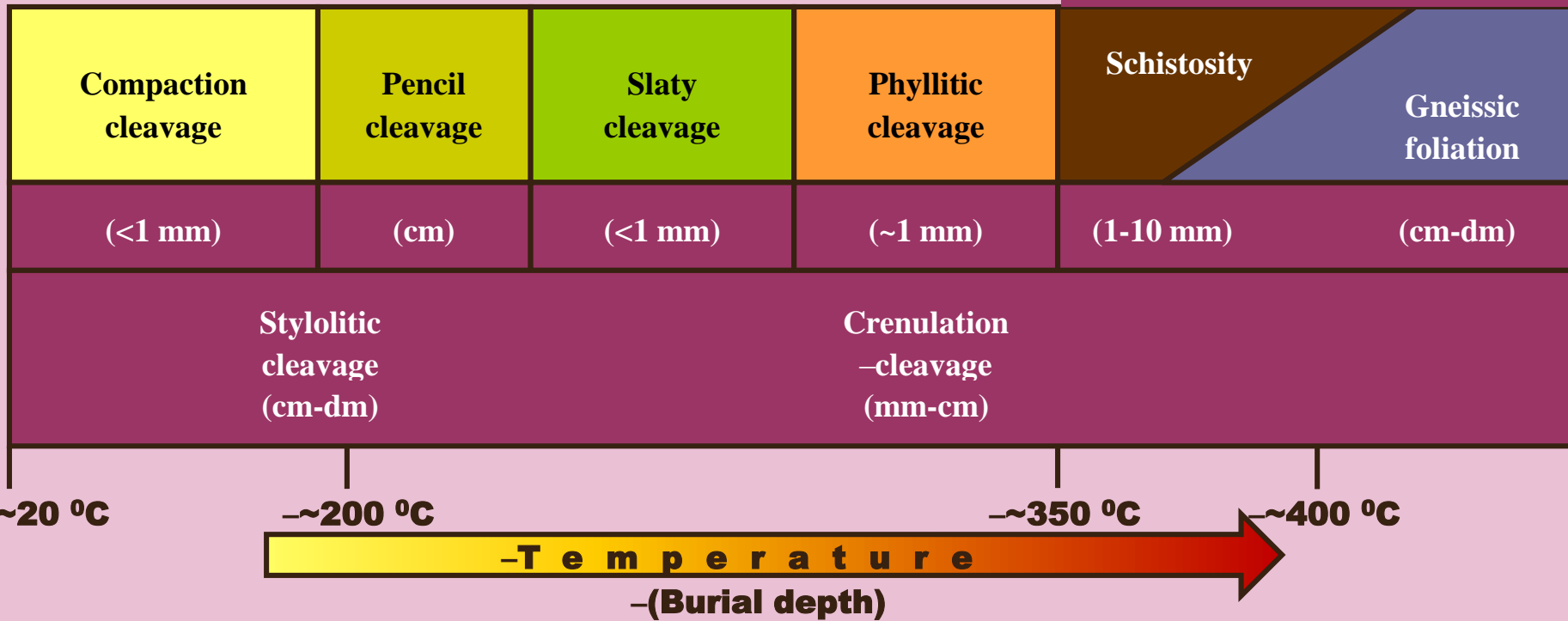
ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΩΝ ΦΥΛΛΩΣΕΩΝ

- Απουσία ιζηματογενών δομών.
- Μικρές διαφοροποιήσεις στο πάχος. Συνήθως εναλλάσσονται μεταξύ τους δύο "διαφορετικά πάχη".
- Συνήθως διττός χαρακτήρας στη σύσταση των στρωμάτων.
- Στρωμάτωση συνήθως φακοειδής ή αναστομούμενη.
- Συνήθως συμμετρία ως προς επίπεδο παράλληλο στη στρώση.
- Φύλλωση παράλληλη ή υποπαράλληλη με τα αξονικά επίπεδα των πτυχών μιας παλαιότερης φύλλωσης.

Κυριότεροι τύποι φύλλωσης (foliation), σχισμού (cleavage) και σχιστότητας (schistosity), σύμφωνα με τις συνθήκες μεταμόρφωσης (θερμοκρασία ή βάθος ταφής), αλλά και την απόσταση των επιφανειών μεταξύ τους. Οι αναγραφόμενες θερμοκρασίες είναι κατά προσέγγιση για πηλιτικά και μεταπηλιτικά πετρώματα (σχιστόλιθοι).

Φύλλωση που σχηματίζεται σε συνθήκες low-grade μεταμόρφωσης (περίπου μέχρι μέση πρασινοσχιστολιθική) και χαρακτηρίζεται από λεπτόκοκκα ορυκτά, που δεν διακρίνονται με γυμνό οφθαλμό.

Φύλλωση σε πιο αδροκρυσταλλικά και ανακρυσταλλωμένα πετρώματα σε συνθήκες άνω πρασινοσχιστολιθικής – αμφιβολιτικής φάσης.



Πηλίτης
Shale

Σχιστή άργιλος
Slate

Φυλλίτης
Phyllite

Σχιστόλιθος
Schist

Γνεύσιος
Gneiss



8

Compaction
cleavage

Slaty
cleavage

(<1 mm)

Phyllitic
cleavage

(~1 mm)

Schistosity

(1-10 mm)

Gneissic foliation

(cm-dm)

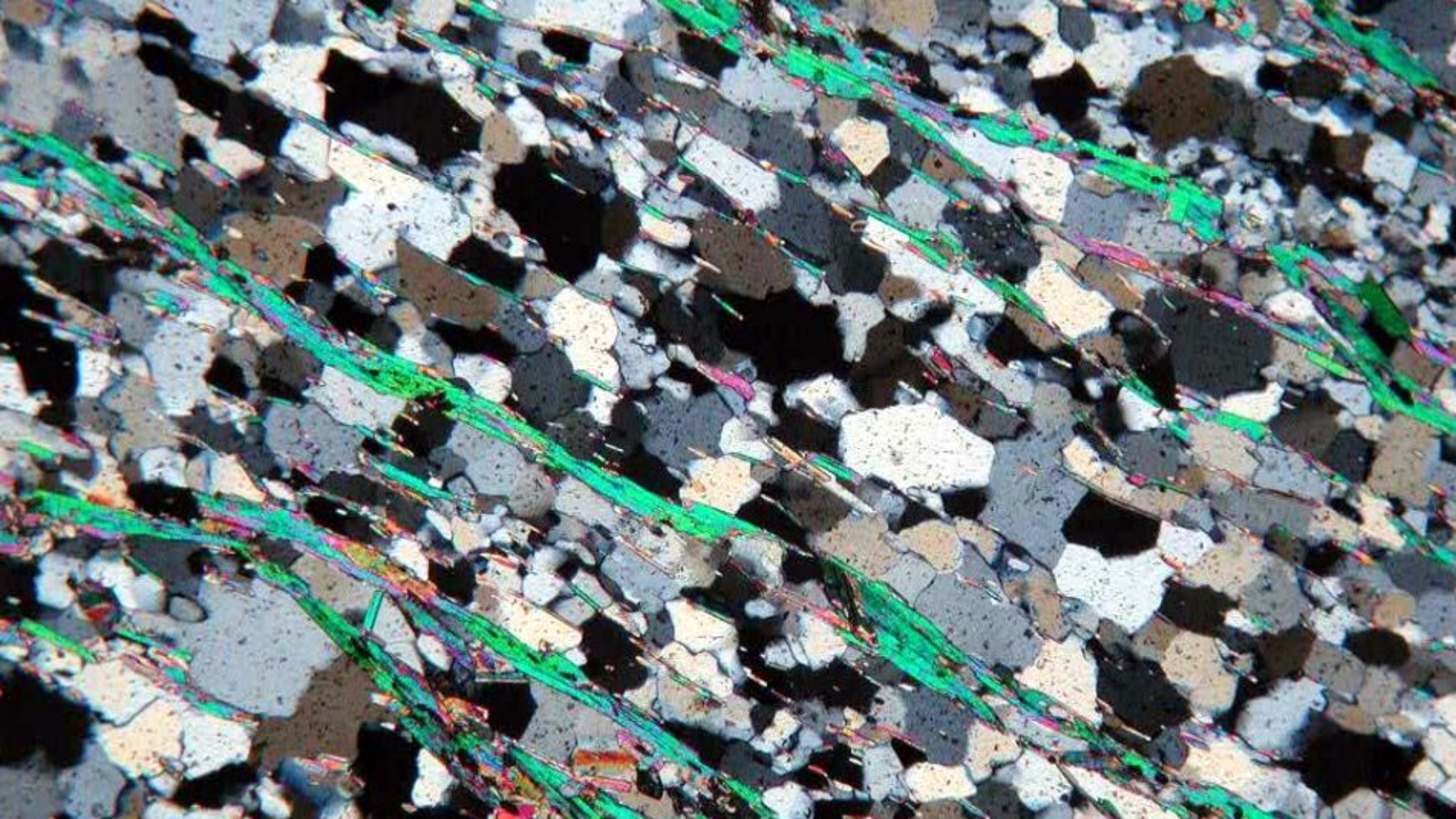
T e m p e r a t u r e

(Burial depth)

Σχιστότητα

- Προσανατολισμένη διάταξη κόκκων ή αθροισμάτων ορυκτών, τα οποία σχηματίστηκαν κατά τη μεταμόρφωση
- Τόσο τα διατεταγμένα ορυκτά όσο και η σχηματιζόμενη φύλλωση διακρίνονται με γυμνό μάτι ή με τη λούπα (αδρόκοκκη φύλλωση)
- Η προσανατολισμένη διάταξη οδηγεί στη δημιουργία επίπεδων δομών αλλά δεν αποκλείεται να διαμορφώνουν και γραμμικές δομές.





Σχισμός

- Η ιδιότητα ενός πετρώματος να σχίζεται κατά μήκος πυκνών και υποπαράλληλων επιπέδων
- Σύμφωνα με την Τεκτονική σχισμός χαρακτηρίζεται κάθε φύλλωση στην οποία τα δομικά στοιχεία (ορυκτά) είναι πολύ μικρά σε μέγεθος και δε διακρίνονται με γυμνό μάτι ή με τη λούπα (λεπτόκοκκη φύλλωση)



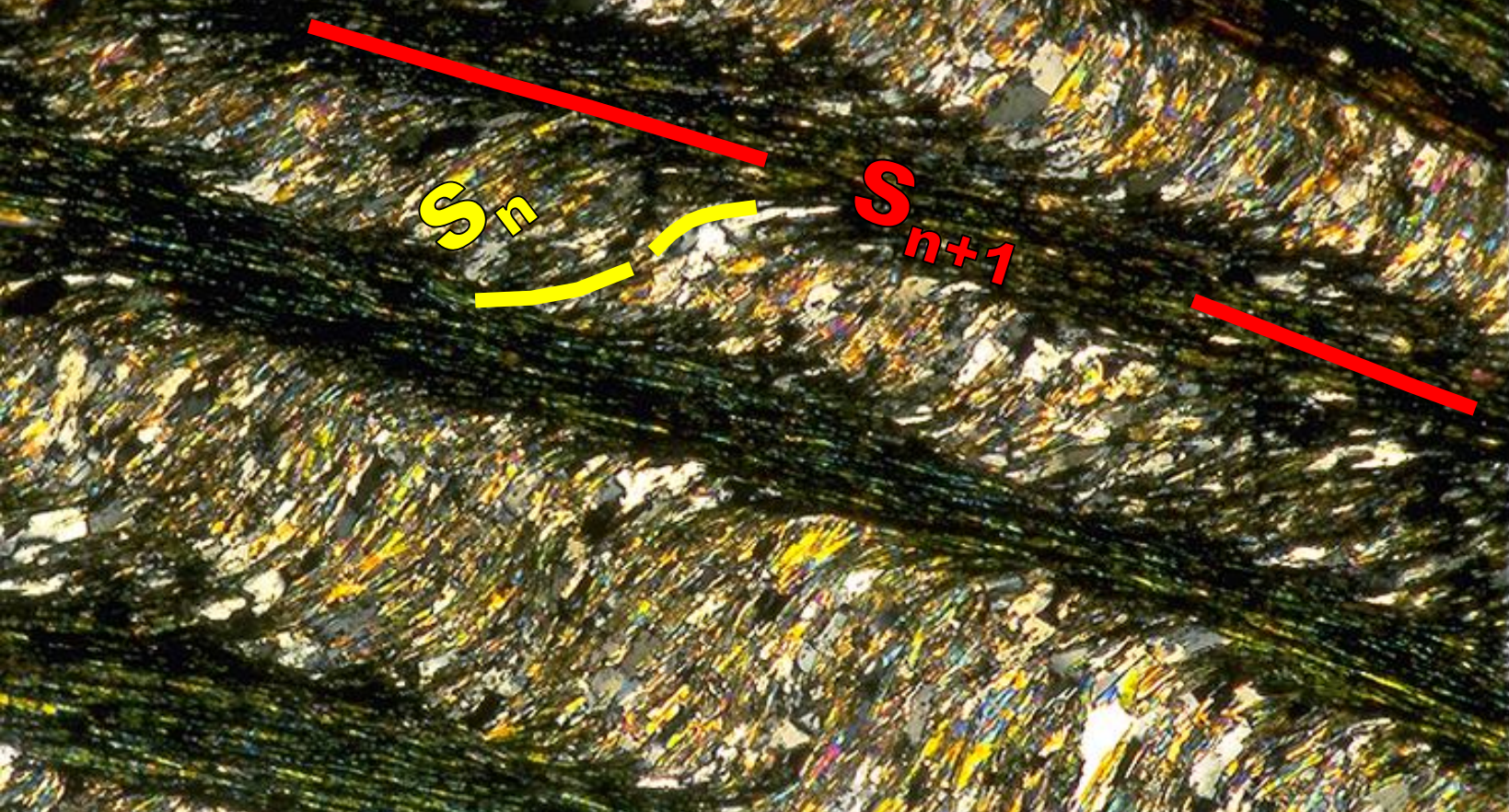


S_n



S_{n+1}





Η S_n αντιπροσωπεύει μια σχιστότητα.

S_{n+1} πτυχοσχισμός - Crenulation cleavage.

Γνευσιακή δομή

- Τα γνευσιακά πετρώματα είναι γενικά αδρόκοκκα
- Είτε μία σχιστότητα που δεν είναι καλώς εκπεφρασμένη
- Είτε μία εναλλαγή ζωνών με διαφορετική σύσταση και χρώμα
- Η τυπική γνευσιακή δομή χαρακτηρίζεται από την εναλλαγή λευκών και σκουρόχρωμων ζωνών που δομούνται αντίστοιχα από λευκοκρατικά (αλκαλικοί άστριοι, χαλαζίας) και μελανοκρατικά ορυκτά (π.χ βιοτίτης).





ΓΡΑΜΜΩΣΗ Lineation

Διαμπερείς γραμμικές δομές σε ένα πέτρωμα, με προέλευση που ποικίλει κατά περίπτωση. Π.χ.:

- διατομή – intersection,
- μικροπτύχωση – crenulation,
- έκταση – stretching,
- ορυκτολογική – mineral, κλπ.

L – ΤΕΚΤΟΝΙΤΕΣ

LS – ΤΕΚΤΟΝΙΤΕΣ



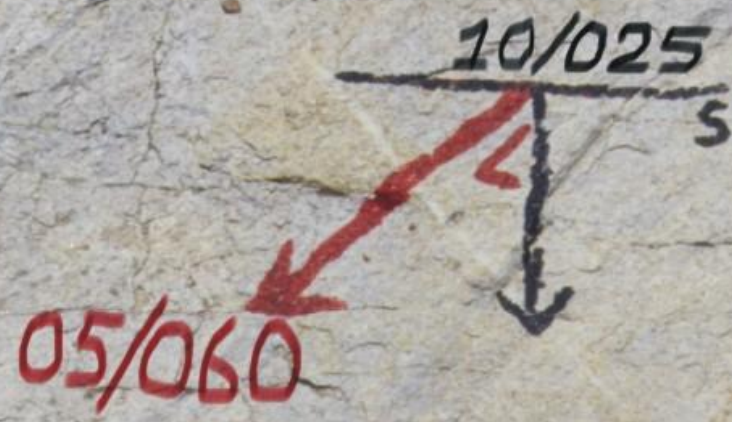
Διεύθυνση τεκτονικής μεταφοράς

Κινηματικοί δείκτες => προσδιορισμός της φοράς της κίνησης.

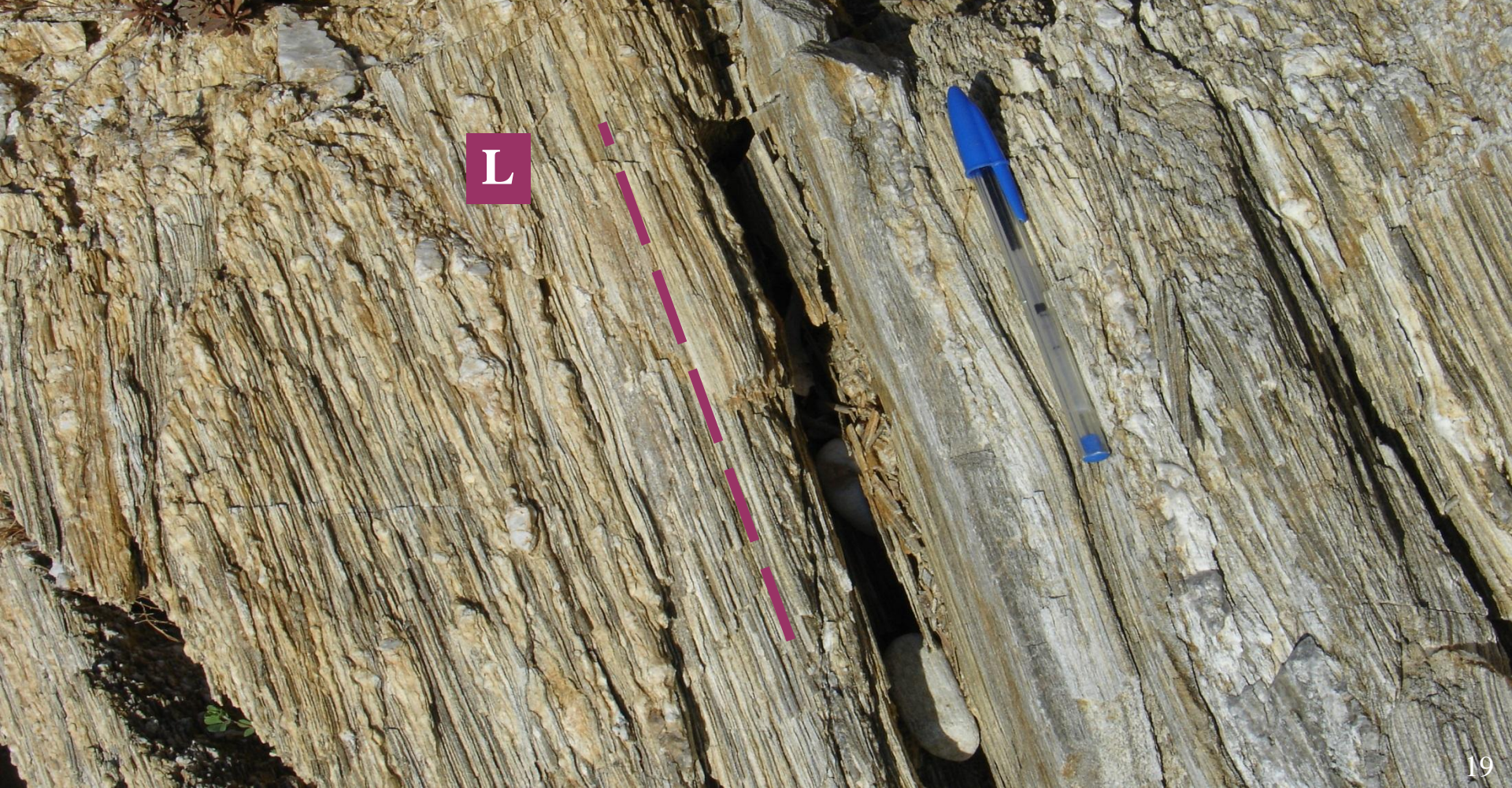
Γράμμωση έκτασης L σε χαλαζιτικούς S-L τεκτονίτες



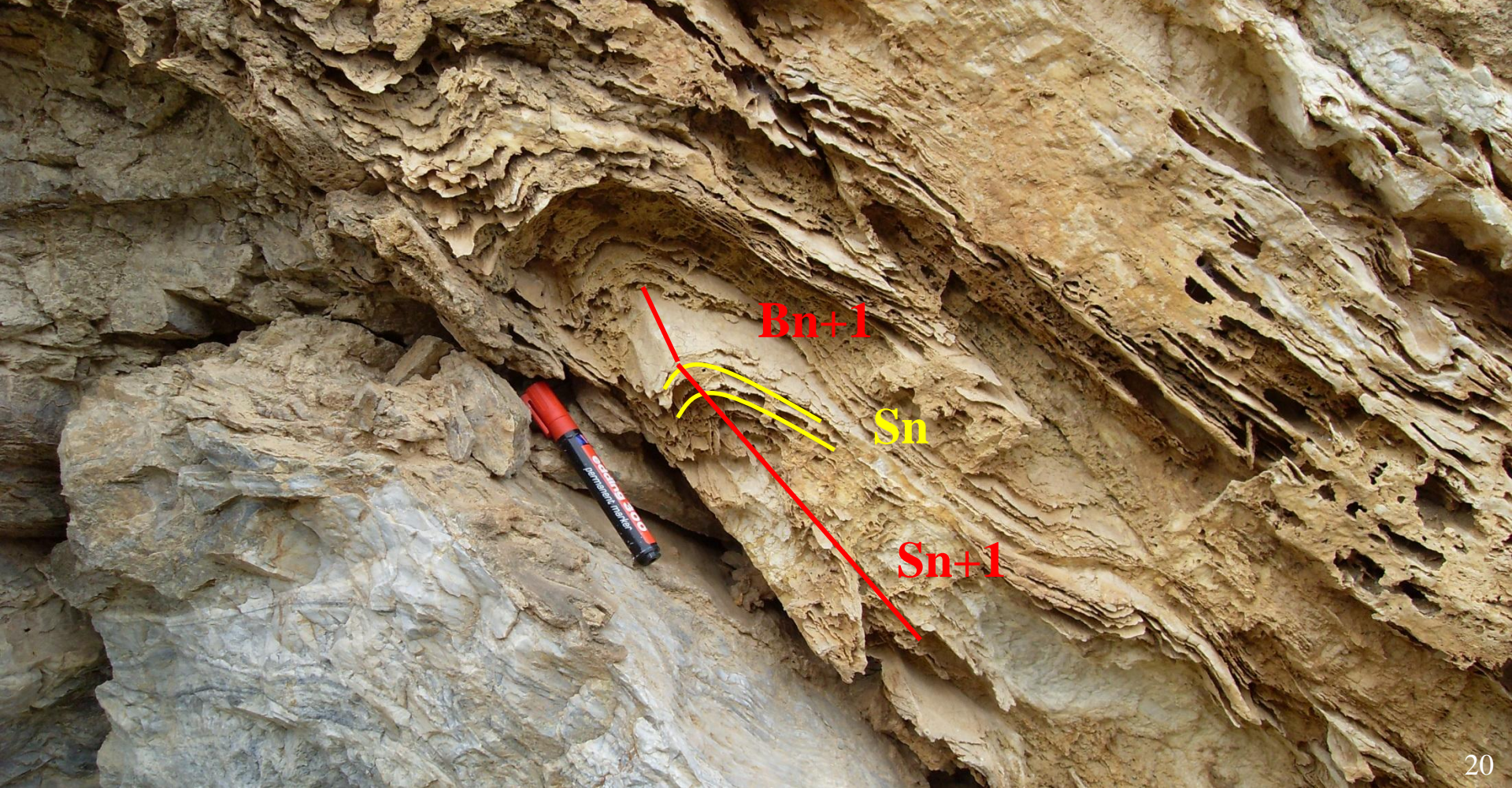
Γράμμωση έκτασης L σε χαλαζιτικούς S-L γνεύσιους



Γράμμωση έκτασης L σε ορθογενευσιακούς L τεκτονίτες



Γράμμωση διατομής $S_n - S_{n+1}$ σε πτυχωμένους σχιστόλιθους



ΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ

Θραυσιγενής (Brittle)

Χαλαρά (μη συνεκτικά) κατακλαστικά τεκτονικά πετρώματα
Συμπαγή (συνεκτικά) κατακλαστικά τεκτονικά πετρώματα

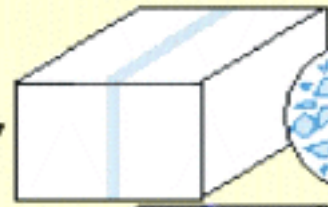
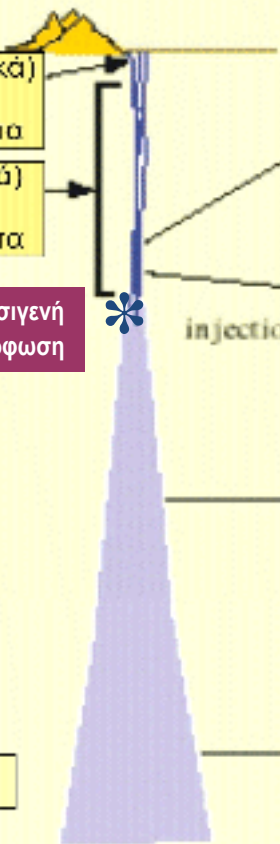
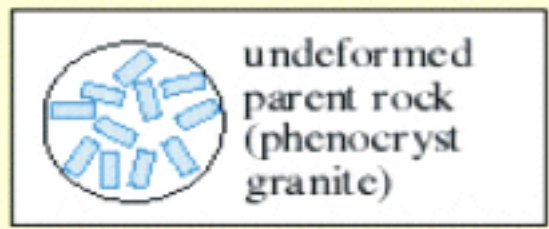
Ζώνη Μετάβασης από την θραυσιγενή στην πλαστική παραμόρφωση

Πλαστικό - Θραυσιγενής (Brittle - Ductile)

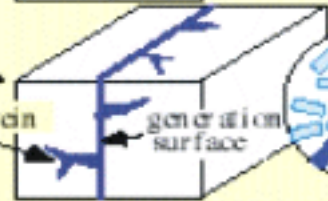
Μυλονίτες

Πλαστική (Ductile)

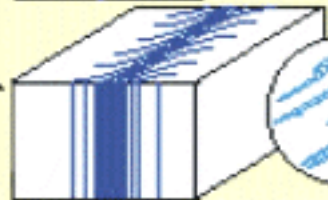
Ζωνώδεις γνεύσιοι



Κατακλάστικά ρήγματα με συμπαγείς κατακλασίτες



Κατακλάστικά ρήγματα με ψευδοταχυλίτες



Ζώνες διάτμησης σχετικά μικρού πάχους με μυλονίτες



Ζώνες διάτμησης μεγάλου πάχους (100 χλμ) με ζωνώδεις γνεύσιοι



ΚΑΤΑΚΛΑΣΤΙΚΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ (1/4)

Συνεκτικό τεκτονικό λατυπποπαγές →

→ Γωνιώδεις κλάστες

συγκολλημένοι σε μία συνεκτική

λεπτόκοκκη κλαστική κύρια μάζα

ΚΑΤΑΚΛΑΣΤΙΚΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ (2/4)



ΚΑΤΑΚΛΑΣΤΙΚΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ (3/4)



ΚΑΤΑΚΛΑΣΤΙΚΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ (4/4)





ΜΥΛΟΝΙΤΗΣ







Τέλος Ενότητας

Μέθοδοι & τεχνικές γεωλογικής
χαρτογράφησης – Μέρος Γ΄

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



ΣΗΜΕΙΩΜΑΤΑ

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Κωνσταντίνος Σούκης 2015. Κωνσταντίνος Σούκης. «Γεωλογική Χαρτογράφηση: Μέθοδοι & τεχνικές γεωλογικής χαρτογράφησης – Μέρος Γ'». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<http://opencourses.uoa.gr/courses/GEOL100>.

Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

Εικόνα 1: Τετράδιο. Ελεύθερη διανομή.

Εικόνα 8: Μεταμορφικά πετρώματα. Copyright GeologyCafe. Σύνδεσμος:

<http://geologycafe.com/class/chapter10.html>

Εικόνα 21: Τεκτονικά πετρώματα. Copyright Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005. Πηγή:

Microtectonics, by Cees W. Passchier & Rudolph A.J. Trouw.