



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Τεκτονική Γεωλογία

Ενότητα 2: Θραυσιγενής παραμόρφωση και
διαρρήξεις

Στυλιανός Λόζιος

Σχολή Θετικών Επιστημών

Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος

Θραυσιγενής παραμόρφωση και διαρρήξεις



Οι θραυσιγενείς δομές, (δηλαδή οι **ΔΙΑΡΡΗΞΕΙΣ**, όπως οι διακλάσεις και τα ρήγματα) απαντώνται σχεδόν παντού στην επιφάνεια της Γης, αποτελούν κύριο χαρακτηριστικό της παραμόρφωσης του **ανώτερου φλοιού** και σχηματίζονται σε περιοχές όπου οι **τάσεις** που εξασκούνται στα πετρώματα **υπερβαίνουν το όριο αντοχής** τους. Συνήθως δημιουργούνται με πιο ήπιο, σχετικά, τρόπο κατά τη **σταδιακή εκταφή** και **ψύξη** των πετρωμάτων και με πιο βίαιο τρόπο κατά τη **σεισμική δραστηριότητα**. Σε κάθε περίπτωση η θραυσιγενής παραμόρφωση, με την έννοια της δημιουργίας διαρρήξεων, προϋποθέτει **μόνιμη θραύση του κρυσταλλικού πλέγματος**, σε ατομική κλίμακα, η οποία, όμως, είναι **πιο εντοπισμένη χωρικά**, σε σχέση με την πλαστική παραμόρφωση.

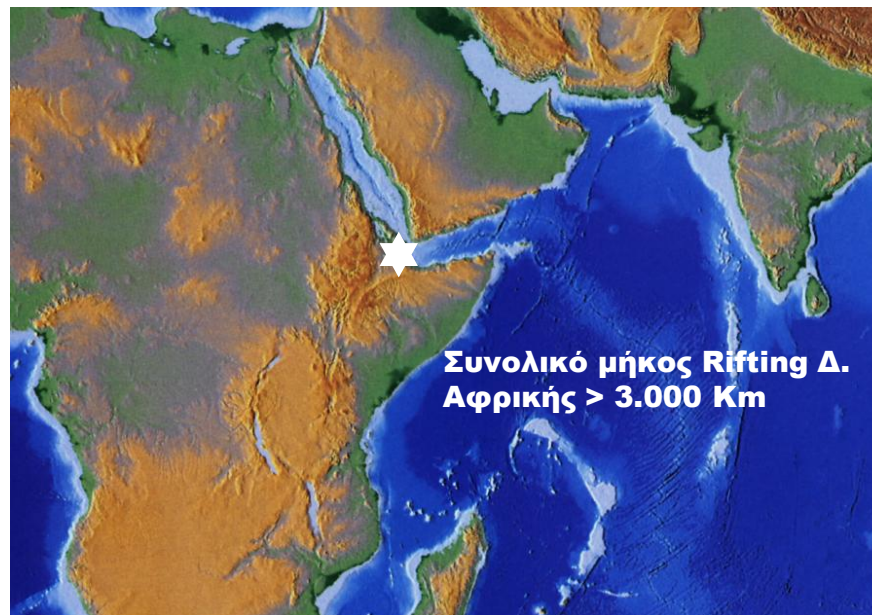
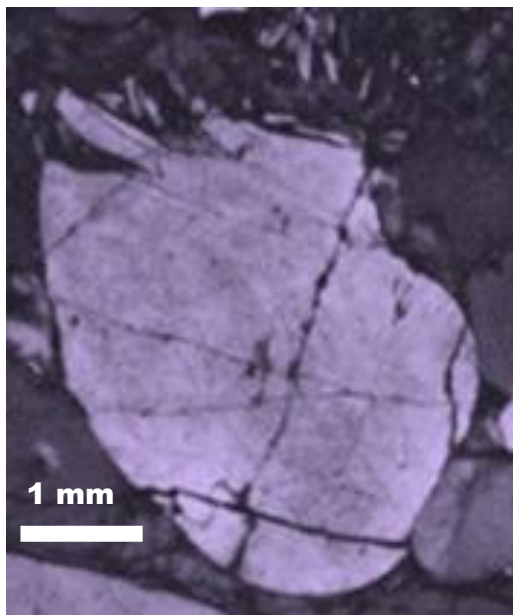
Οι θραυσιγενείς δομές μπορούν πολύ εύκολα να μελετηθούν **πειραματικά** σε **εργαστηριακές συνθήκες** και σε συνδυασμό με τα δεδομένα από την ύπαιθρο και τις λεπτές τομές, μας δίνουν όλα τα στοιχεία για να κατανοήσουμε τους **μηχανισμούς θραύσης**.

Οι θραυσιγενείς δομές είναι πολύ σημαντικές στην **Τεχνική Γεωλογία** (θεμελιώσεις, διάνομιξη σπράγγων κλπ.), αλλά και στην εκμετάλλευση **δομικών** ή **διακοσμητικών υλικών** (αποληψιμότητα μαρμάρων κλπ.). Συχνά είναι πληρωμένες με μεταλλεύματα, άρα είναι σημαντικές και στην **Κοιτασματολογία**, ενώ ο ιδιαίτερο ρόλος που διαδραματίζουν στη συγκέντρωση, διακίνηση ή εγκλωβισμό ρευστών τις κάνει, επίσης, σημαντικές στην **Υδρογεωλογία** και στην αναζήτηση **Υδρογονανθράκων**.

- Εισαγωγή
- Μηχανισμοί θραυσιγενούς παραμόρφωσης
- Τύποι διαρρήξεων
- Μορφολογικά χαρακτηριστικά

ΣΥΝΟΨΗ

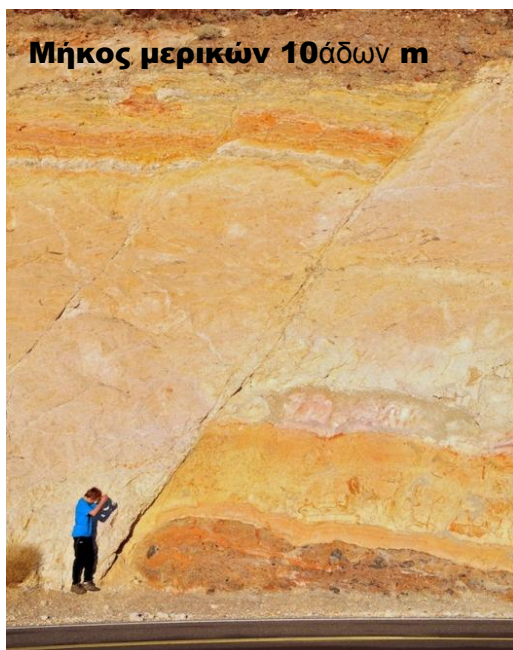
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ



ΘΡΑΥΣΙΓΕΝΗΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ
(BRITTLE DEFORMATION)

ΔΙΑΡΡΗΞΕΙΣ (FRACTURES)

- Fracture → Διάρρηξη
- (Crack) → (Ρωγμή)
- Joint → Διάκλαση
- Fissure → Σχισμή (Ρωγμή)
- Vein → Φλέβα
- Shear Fracture → Διατμητική Διάρρηξη
- Fault → Ρήγμα



- Εισαγωγή
- Μηχανισμοί θραυσιγενούς παραμόρφωσης
- Τύποι διαρρήξεων
- Μορφολογικά χαρακτηριστικά

ΣΥΝΟΨΗ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

**Granular (or Particulate) Flow
Ροή Κόκκων ή Σωματιδίων**

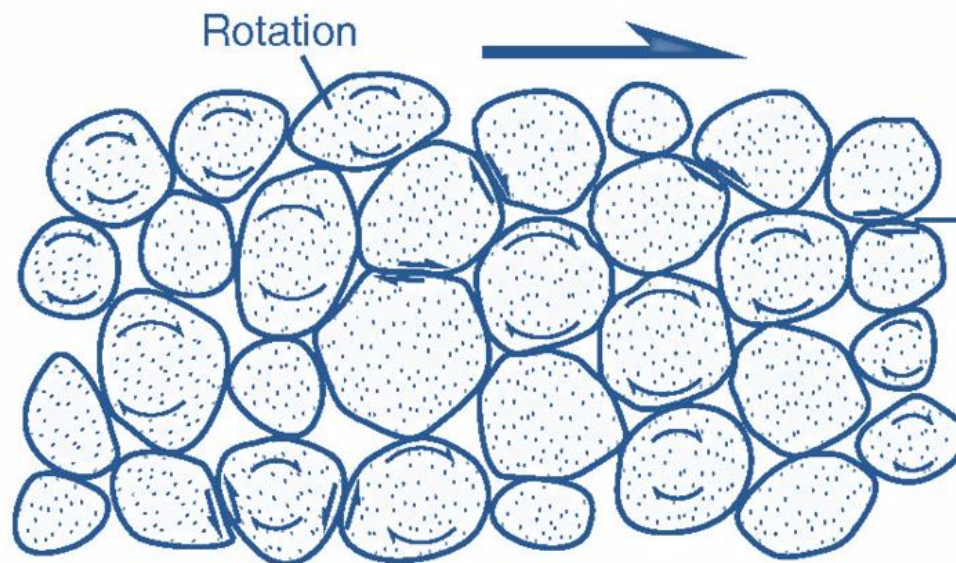
Ο μηχανισμός αυτός προϋποθέτει:

- περιστροφή των κόκκων και
- ολίσθηση με τριβή μεταξύ των κόκκων,

χωρίς οι κόκκοι να θραύονται.

Χαρακτηρίζει ασύνδετες ή ελαφρά συνεκτικές άμμους σε μικρά βάθη "ενταφιασμού".

(a) Granular flow



**Cataclastic Flow
Κατακλαστική Ροή**

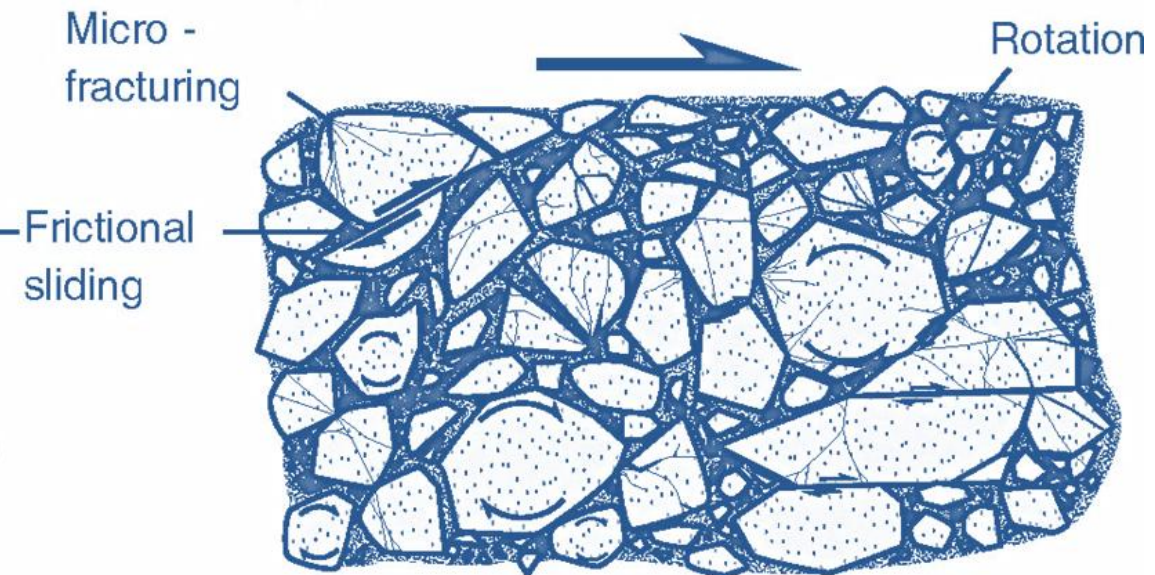
Ο μηχανισμός αυτός προϋποθέτει επιπλέον και :

- θραύση και
- σταδιακό θρυμματισμό των κόκκων,

διαδικασία που ονομάζεται και **κατάκλαση**.

Χαρακτηρίζει συμπαγή ιζήματα και κρυσταλλικά πετρώματα

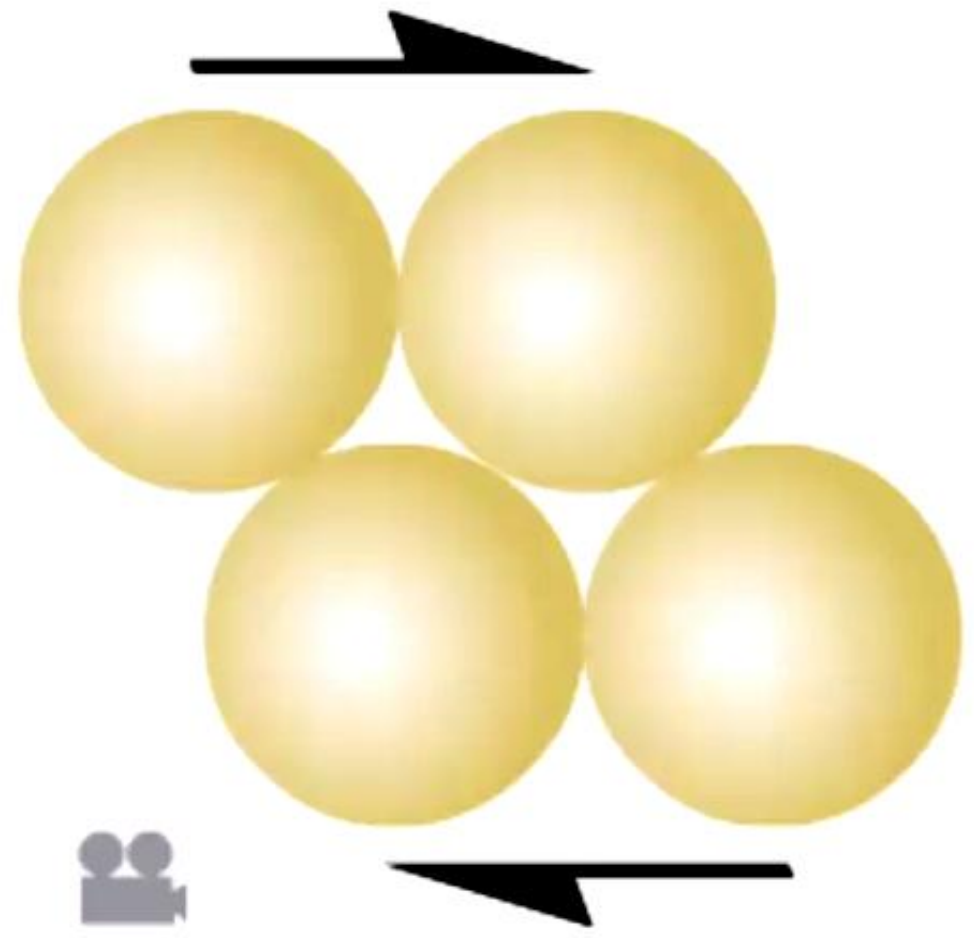
(b) Cataclastic flow



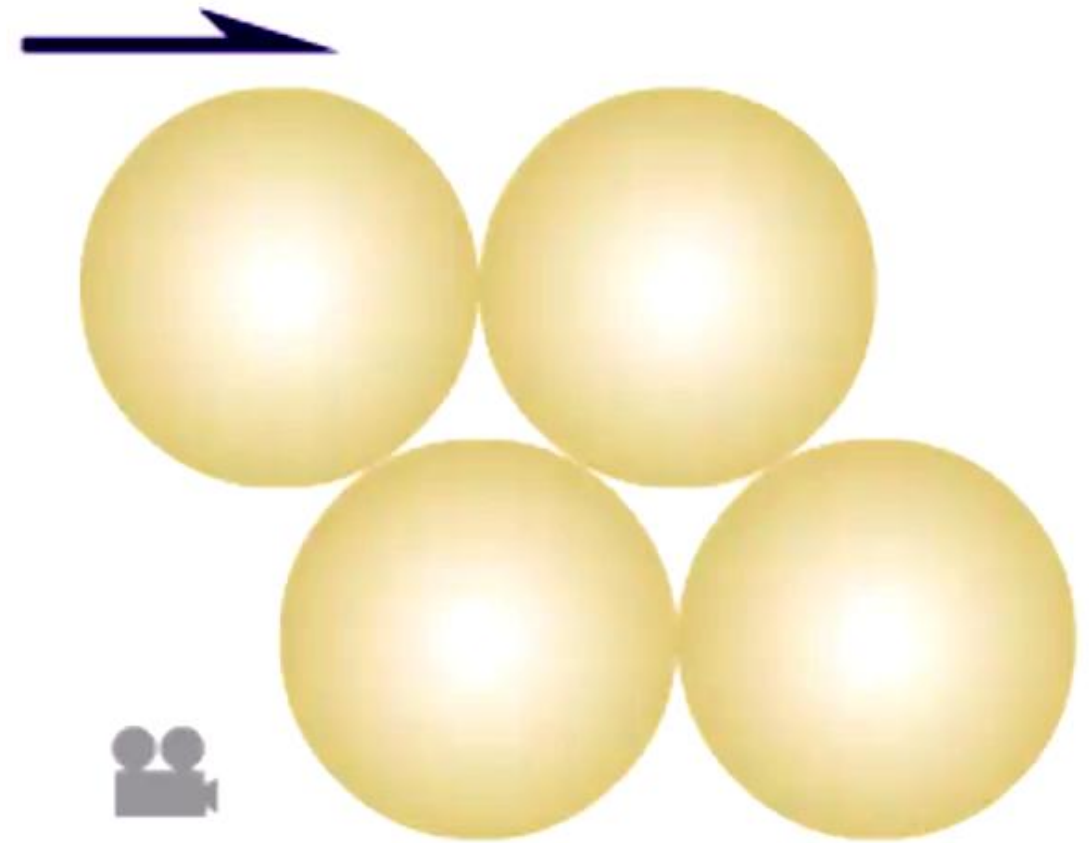
- Εισαγωγή
- Μηχανισμοί θραυσιγενούς παραμόρφωσης
- Τύποι διαρρήξεων
- Μορφολογικά χαρακτηριστικά

ΣΥΝΟΨΗ
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

Granular (or Particulate) Flow
Ροή Κόκκων ή Σωματιδίων

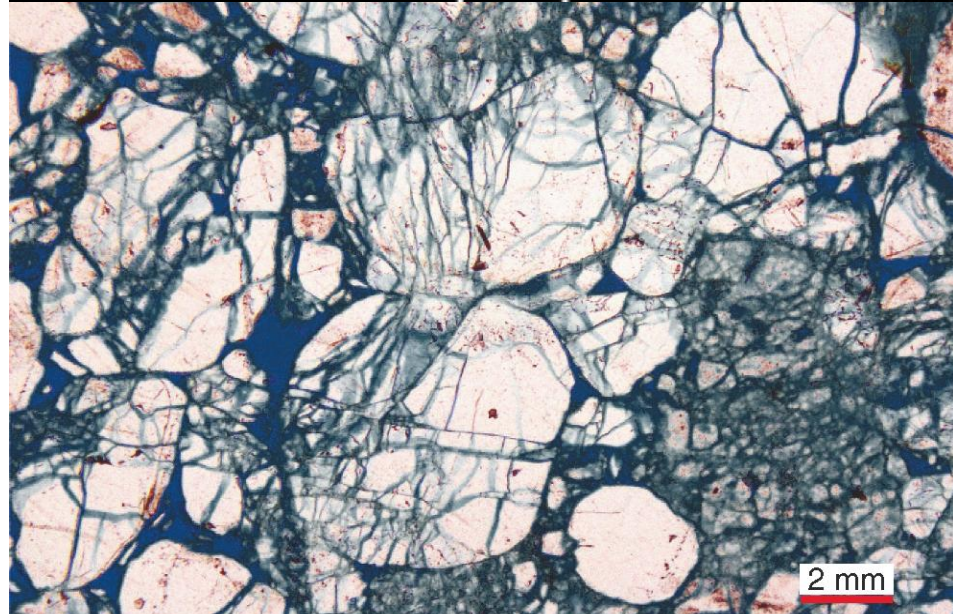
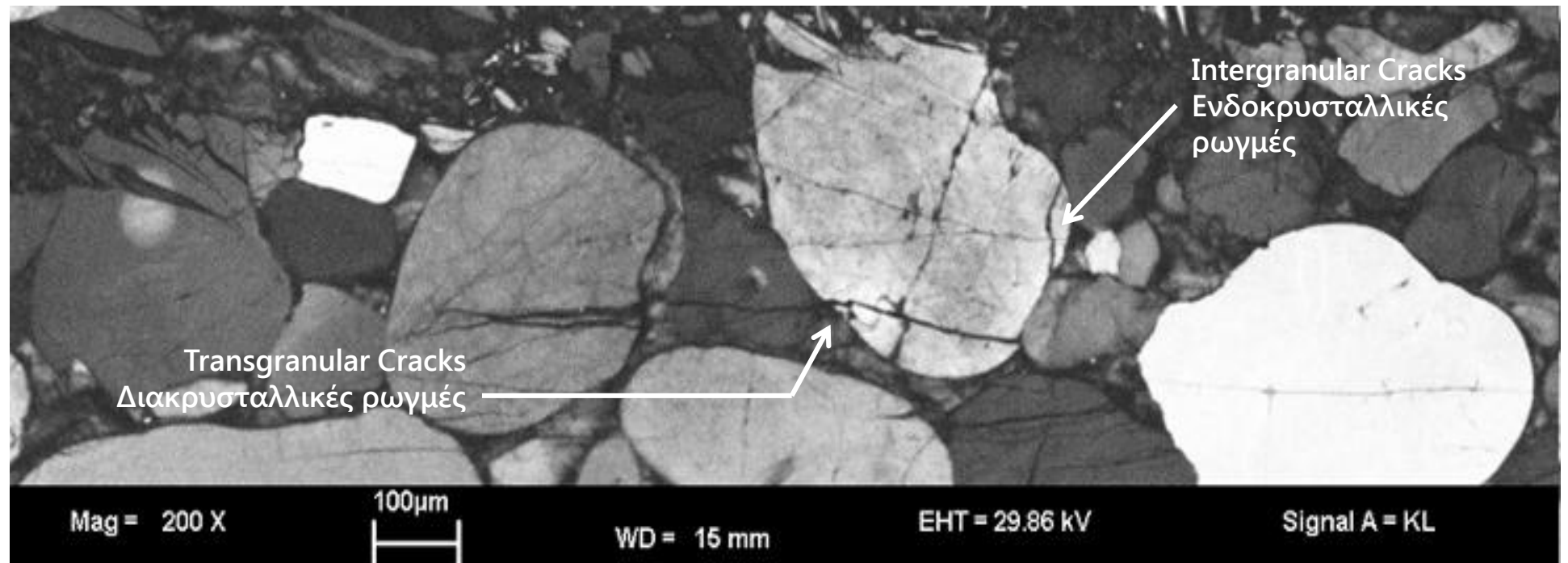


Cataclastic Flow
Κατακλαστική Ροή



- Εισαγωγή
- Μηχανισμοί θραυσίγενούς παραμόρφωσης
- Τύποι διαρρήξεων
- Μορφολογικά χαρακτηριστικά

ΣΥΝΟΨΗ
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

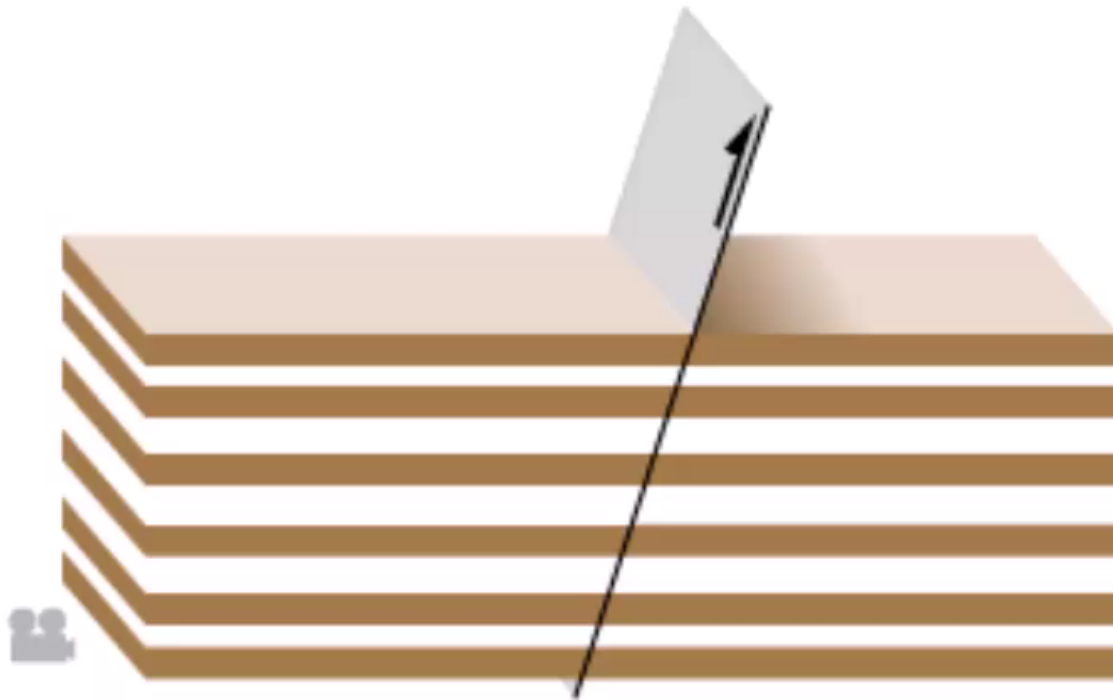


- Εισαγωγή
- Μηχανισμοί θραυσιγενούς παραμόρφωσης
- Τύποι διαρρήξεων
- Μορφολογικά χαρακτηριστικά

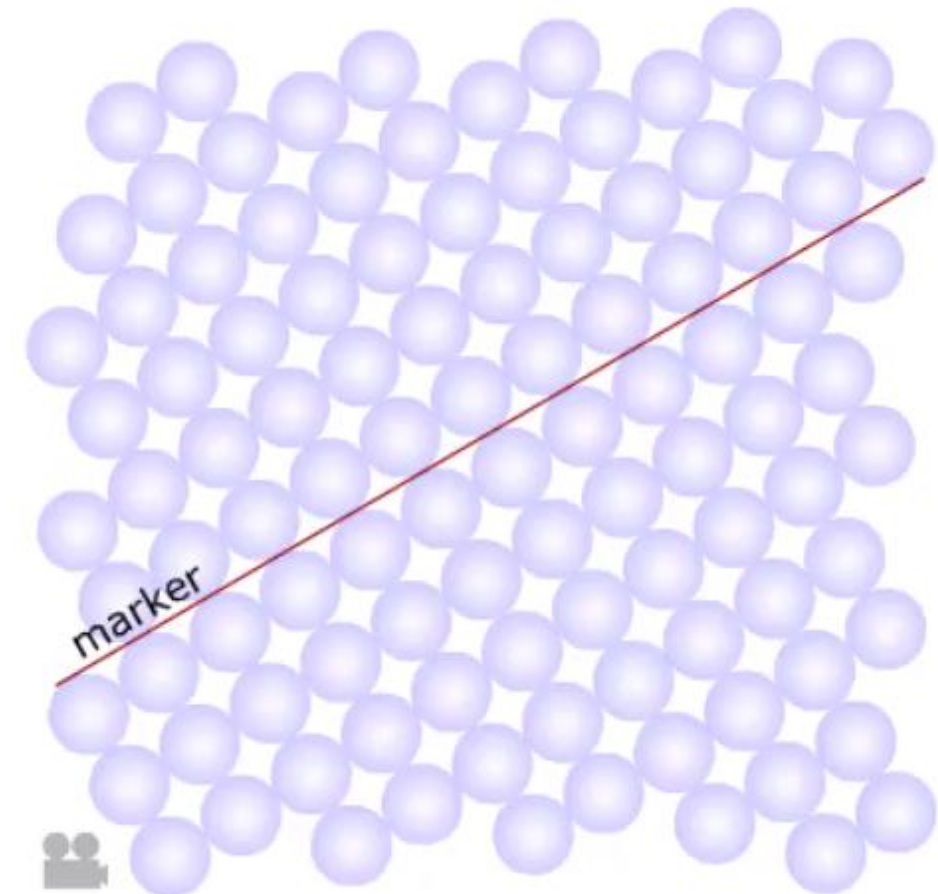
ΣΥΝΟΨΗ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

Η ολίσθηση (sliding or slip) που σχετίζεται με τη θραυσιγενή παραμόρφωση (brittle deformation) χαρακτηρίζεται από τριβή (friction) και για το λόγο αυτό αποκαλείται ολίσθηση τριβής (frictional sliding).



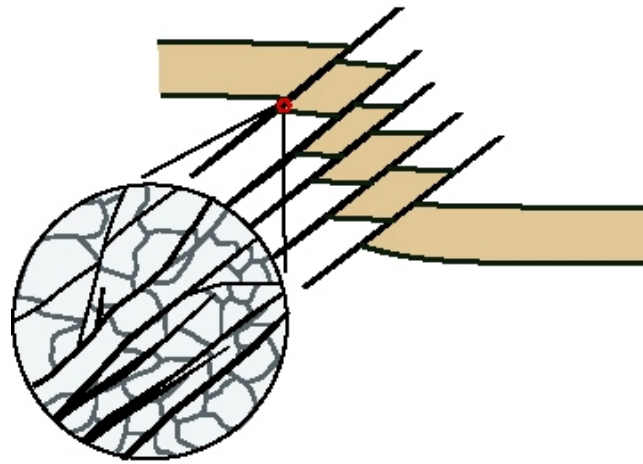
ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ & ΤΥΠΟΣ (ΣΤΥΛ)
ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ



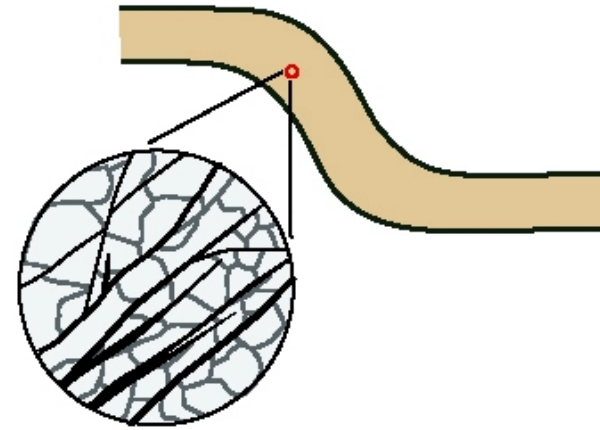
- Εισαγωγή
- Μηχανισμοί θραυσιγενούς παραμόρφωσης
- Τύποι διαρρήξεων
- Μορφολογικά χαρακτηριστικά

ΣΥΝΟΨΗ

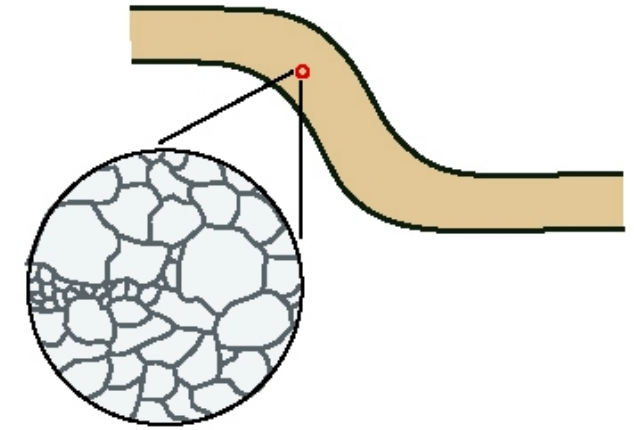
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ



1 Brittle style,
brittle (frictional)
mechanism



2 Ductile style,
brittle (frictional)
mechanism



3 Ductile style,
plastic mechanism

Υπάρχουν δύο τύποι (στυλ) ή χαρακτήρες παραμόρφωσης (deformation style):
○ θραυσιγενής (brittle) και ο όλκιμος (ductile).

○ θραυσιγενής τύπος μπορεί να προέλθει μόνο από θραυσιγενή μηχανισμό (Εικ. 1).

○ όλκιμος τύπος παραμόρφωσης μπορεί να προέλθει τόσο από θραυσιγενή μηχανισμό παραμόρφωσης (brittle, Εικ. 2), όσο και από πλαστικό (plastic, Εικ. 3).

Brittle - Ductile → Πλαστικο - Θραυσιγενής

- Εισαγωγή
- Μηχανισμοί θραυσιγενούς παραμόρφωσης
- Τύποι διαρρήξεων
- Μορφολογικά χαρακτηριστικά

ΣΥΝΟΨΗ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

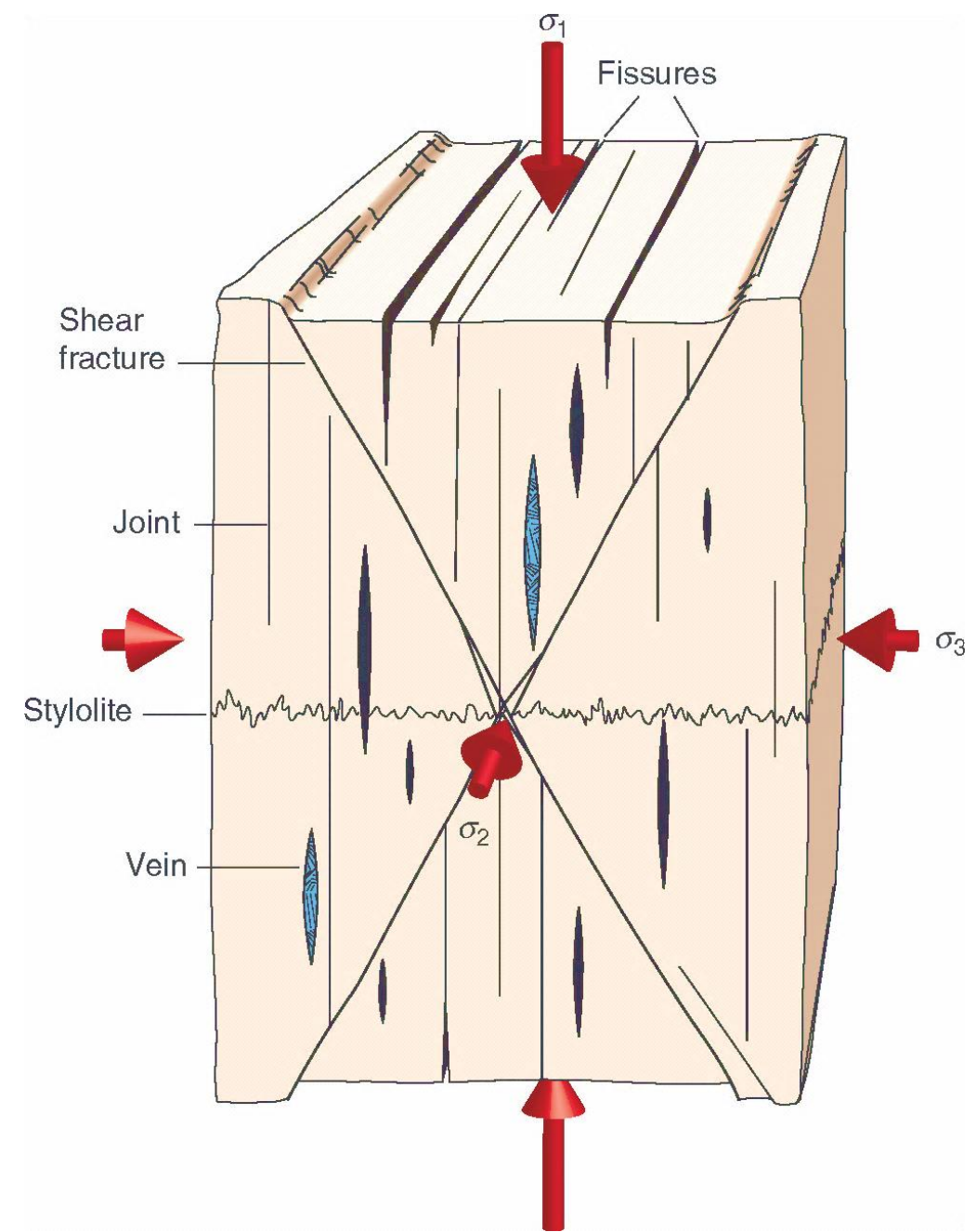


- Περιγράψτε τους βασικούς μηχανισμούς και τύπους (στυλ) θραυσιγενούς παραμόρφωσης. (σχήματα)
- Μπορεί ο μηχανισμός παραμόρφωσης να είναι πλαστικός και το στυλ της παραμόρφωσης θραυσιγενές?
- Το αντίθετο, δηλαδή ο μηχανισμός θραυσιγενής και το στυλ όλκιμο? Αν ναι μέσα από ποιους μηχανισμούς σε επίπεδο κόκκων και κρυστάλλων συμβαίνει αυτό?

- Εισαγωγή
- Μηχανισμοί θραυσιγενούς παραμόρφωσης
- Τύποι διαρρήξεων
- Μορφολογικά χαρακτηριστικά

ΣΥΝΟΨΗ
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

<p>ΕΚΤΑΤΙΚΕΣ (ΑΝΟΙΚΤΕΣ) ΔΙΑΡΡΗΞΕΙΣ ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΕΣ</p>	<p>$\perp \sigma_3$ // σ_1, σ_2</p>	<p>- ΔΙΑΚΛΑΣΕΙΣ - JOINTS - ΣΧΙΣΜΕΣ (ή ΡΩΓΜΕΣ) - FISSURES - Φλέβες - Veins - "Φλέβες" - Dikes (or Dykes)</p>
<p>EXTENSION (OPENING) FRACTURES TENSILE</p>		
<p>ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΕΣ ΔΙΑΡΡΗΞΕΙΣ</p>	<p>$20^\circ-30^\circ / \sigma_1$ $60^\circ-70^\circ / \sigma_3$ // σ_2</p>	<p>- Διατμητικές Διαρ. - Shear Fractures - ΡΗΓΜΑΤΑ - FAULTS</p>
<p>SHEAR FRACTURES</p>		
<p>ΣΥΜΠΙΕΣΤΙΚΕΣ (ΚΛΕΙΣΤΕΣ) ΔΙΑΡΡΗΞΕΙΣ ΑΝΤΙΡΩΓΜΕΣ</p>	<p>$\perp \sigma_1$ // σ_2, σ_3</p>	<p>- Στυλόλιθοι - Stylolites</p>
<p>CONTRACTION (CLOSING) FRACTURES ANTICRACKS</p>		



- Εισαγωγή
- Μηχανισμοί θραυσιγενούς παραμόρφωσης
- Τύποι διαρρήξεων
- Μορφολογικά χαρακτηριστικά

ΣΥΝΟΨΗ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- Ποιοι είναι οι τύποι των διαρρήξεων και ποια τα κυριότερα χαρακτηριστικά τους? Ποια είναι η βασική γεωμετρία τους σε σχέση με τους κύριους άξονες των τάσεων σ_1 , σ_2 και σ_3 ? (σχήμα)
- Σε μια περιοχή εμφανίζεται ένα κανονικό ρήγμα με στοιχεία 60/090. Ποια αναμένεται να είναι η γεωμετρία των διακλάσεων, των σχισμών (ή ρωγμών – raptures), των φλεβών (veins) και των στυλολίθων?
Να απεικονισθούν οι δομές αυτές σε δίκτυο Schmidt.
- Να απαντηθεί το παραπάνω ερώτημα στις περιπτώσεις που:
το ρήγμα έχει στοιχεία 30/270 και είναι ανάστροφο,
το ρήγμα είναι κατακόρυφο με διεύθυνση 120-300 και οριζόντιας ολίσθησης αριστερόστροφο.



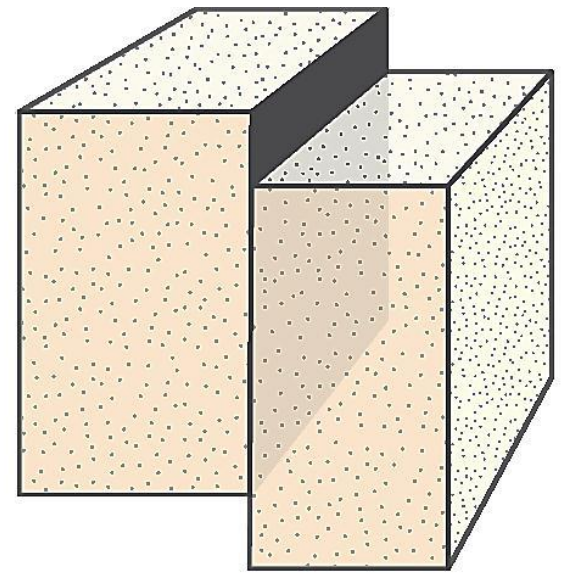
- Εισαγωγή
- Μηχανισμοί θραυσίγονους παραμόρφωσης
- Τύποι διαρρήξεων
- Μορφολογικά χαρακτηριστικά

ΣΥΝΟΨΗ
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

**ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΕΣ
ΔΙΑΡΡΗΞΕΙΣ**

**SHEAR
FRACTURES**

$20^{\circ}-30^{\circ} / \sigma_1$
 $60^{\circ}-70^{\circ} / \sigma_3$
 $// \sigma_2$



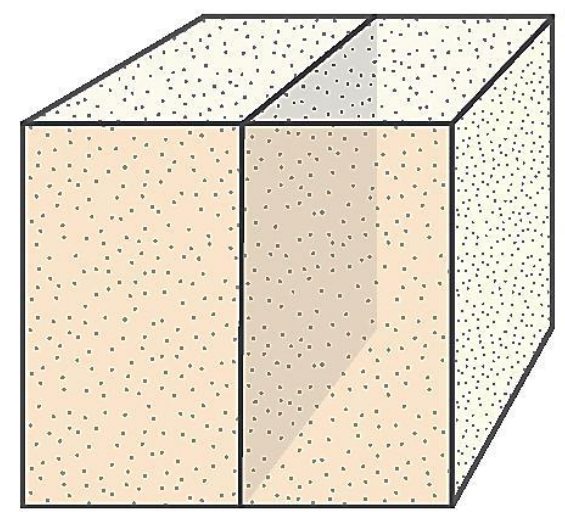
Shear fracture

- Διατμητικές Διαρ.
- **Shear Fractures**
- **ΡΗΓΜΑΤΑ**
- **FAULTS**

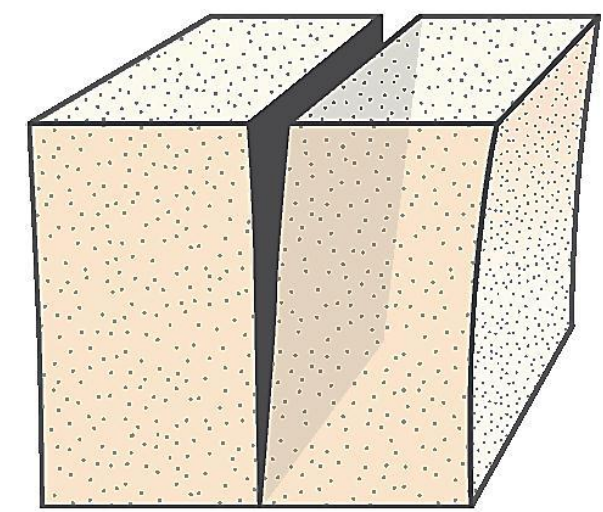
**ΕΚΤΑΤΙΚΕΣ
(ΑΝΟΙΚΤΕΣ)
ΔΙΑΡΡΗΞΕΙΣ
ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΕΣ**

**EXTENSION
(OPENING)
FRACTURES
TENSILE**

$\perp \sigma_3$
 $// \sigma_1, \sigma_2$



Extension fracture:
Joint

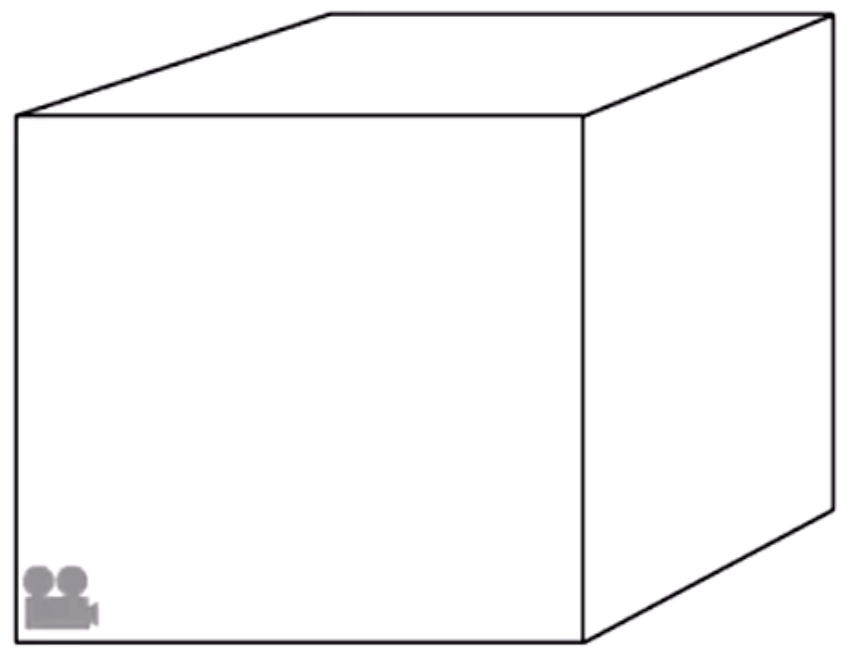
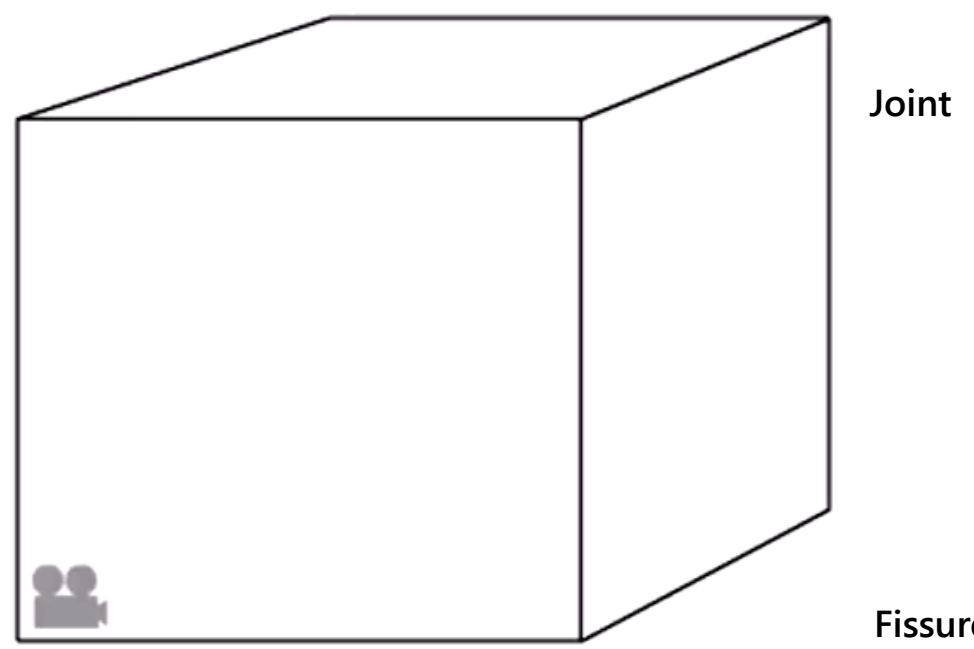
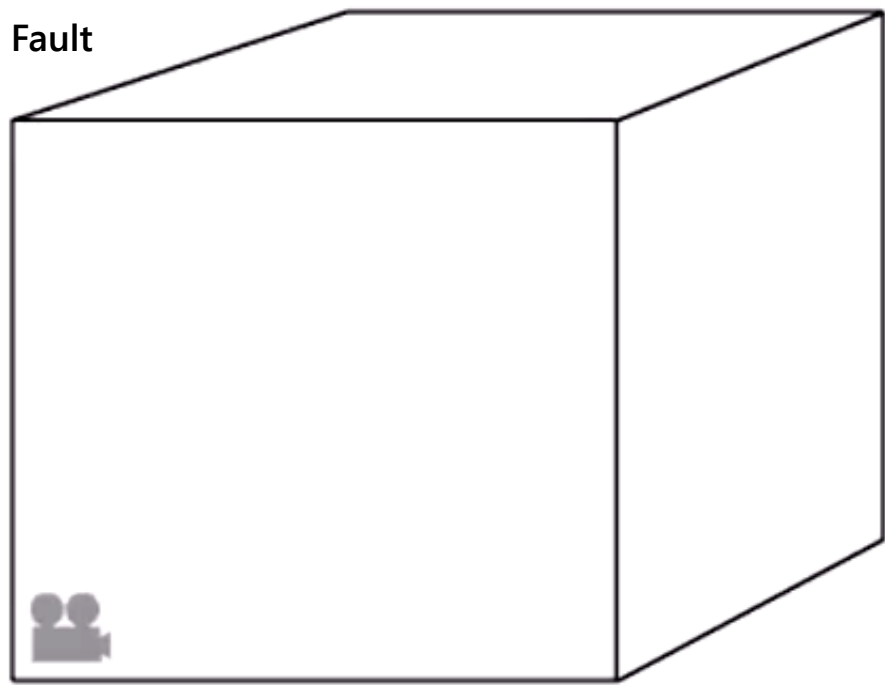


Extension fracture:
Fissure

- **ΔΙΑΚΛΑΣΕΙΣ**
- **JOINTS**
- **ΣΧΙΣΜΕΣ**
(ή **ΡΩΓΜΕΣ**)
- **FISSURES**

- Εισαγωγή
- Μηχανισμοί θραυσιγενούς παραμόρφωσης
- Τύποι διαρρήξεων
- Μορφολογικά χαρακτηριστικά

ΣΥΝΟΨΗ
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ



↑

**ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΕΣ
ΔΙΑΡΡΗΞΕΙΣ**

**SHEAR
FRACTURES**

↗

**ΕΚΤΑΤΙΚΕΣ
(ΑΝΟΙΚΤΕΣ)
ΔΙΑΡΡΗΞΕΙΣ**

ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΕΣ

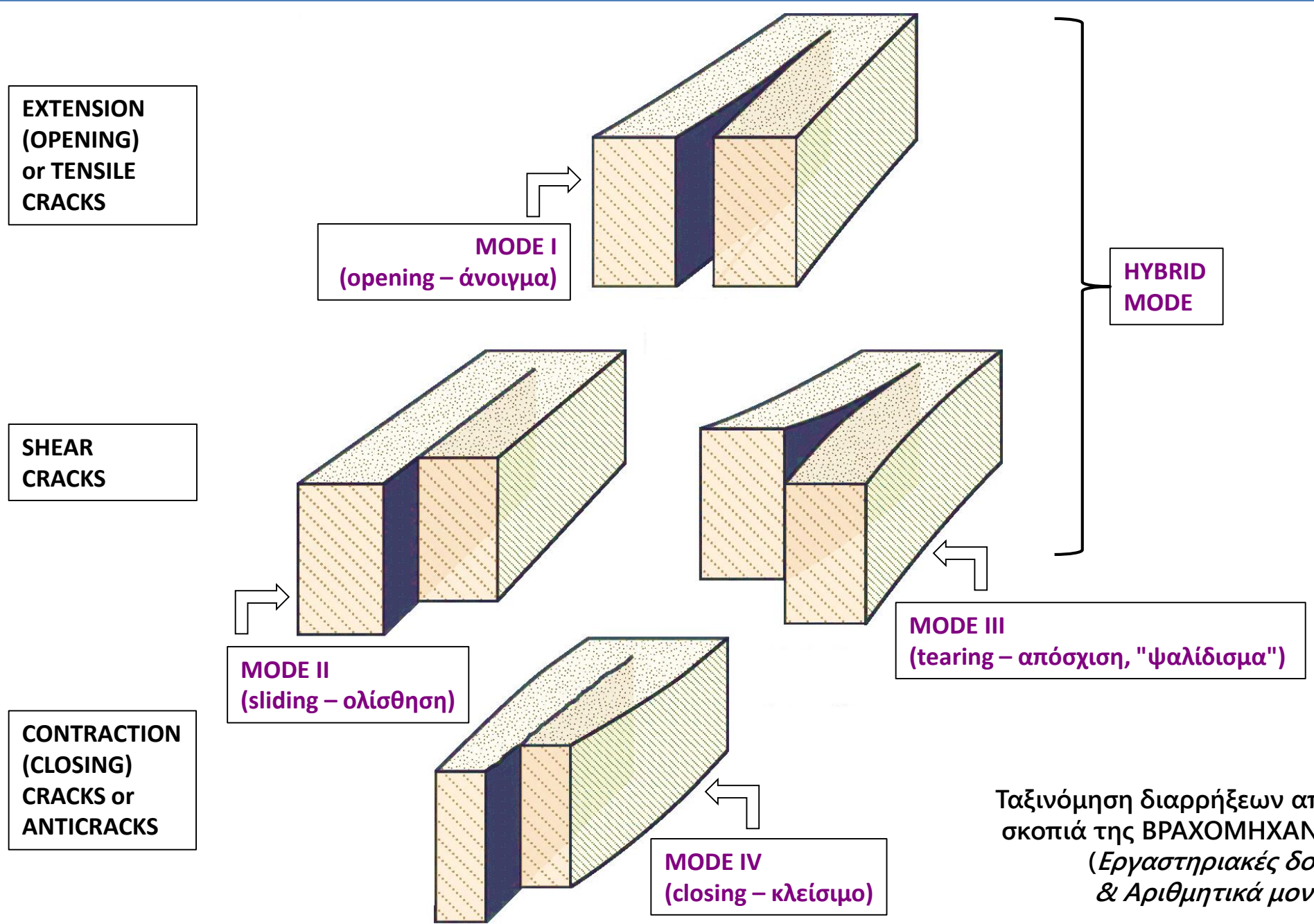
**EXTENSION
(OPENING)
FRACTURES**

TENSILE

→

- Εισαγωγή
- Μηχανισμοί θραυσιγενούς παραμόρφωσης
- Τύποι διαρρήξεων
- Μορφολογικά χαρακτηριστικά

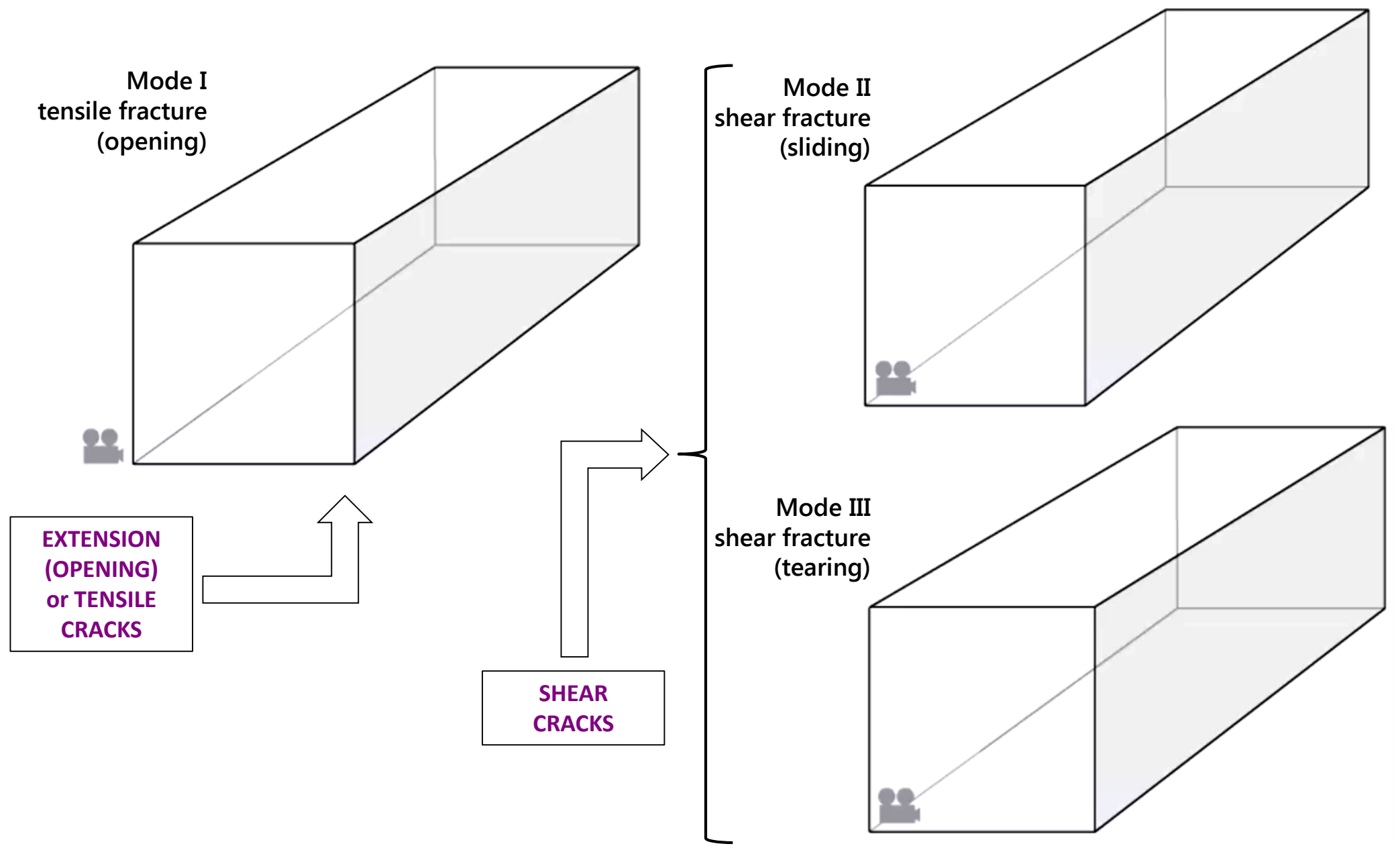
ΣΥΝΟΨΗ
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ



Ταξινόμηση διαρρήξεων από τη σκοπιά της ΒΡΑΧΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ (Εργαστηριακές δοκιμές & Αριθμητικά μοντέλα)

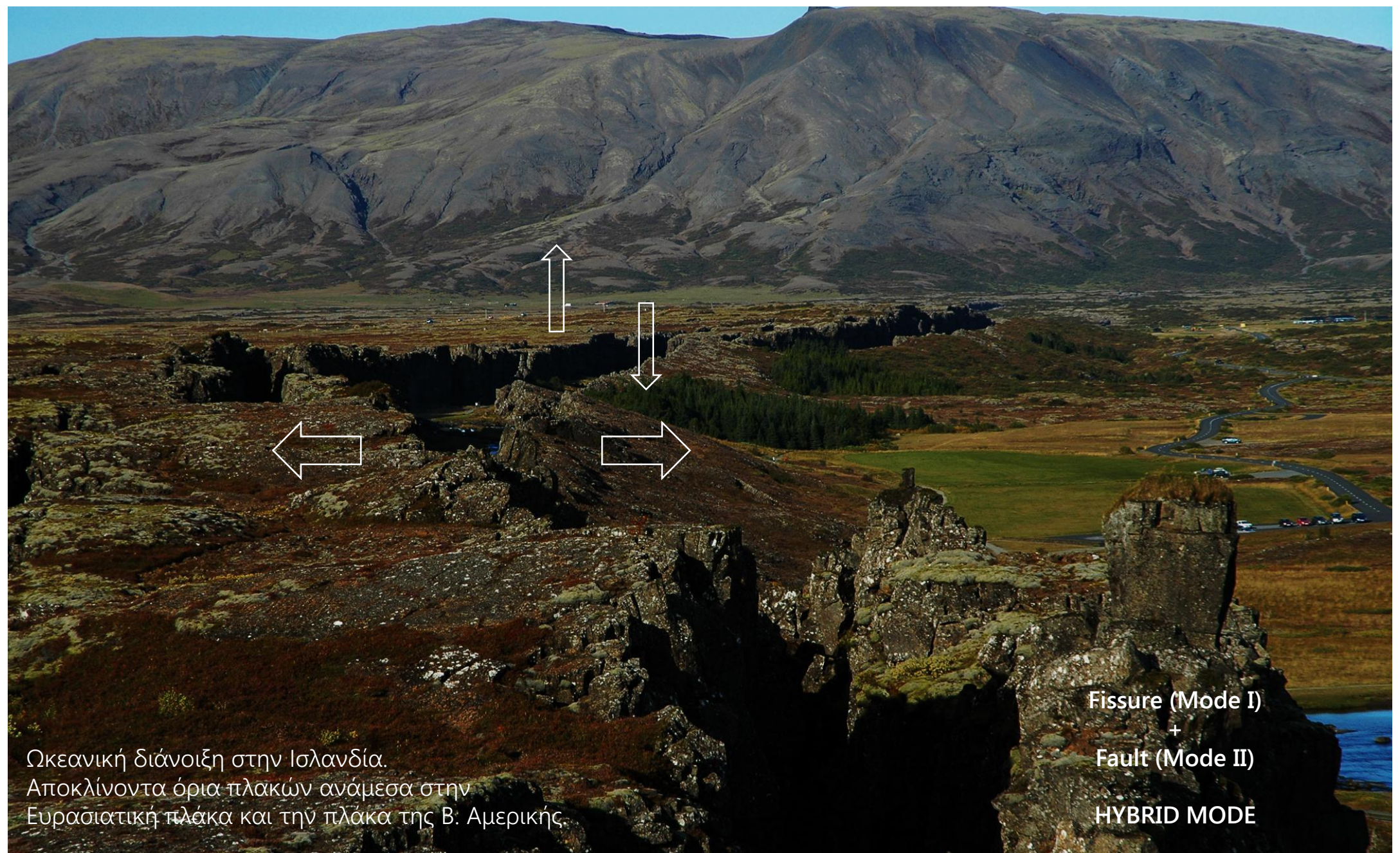
- Εισαγωγή
- Μηχανισμοί θραυσιγενούς παραμόρφωσης
- Τύποι διαρρήξεων
- Μορφολογικά χαρακτηριστικά

ΣΥΝΟΨΗ
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ



- Εισαγωγή
- Μηχανισμοί θραυσιγενούς παραμόρφωσης
- Τύποι διαρρήξεων
- Μορφολογικά χαρακτηριστικά

ΣΥΝΟΨΗ
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

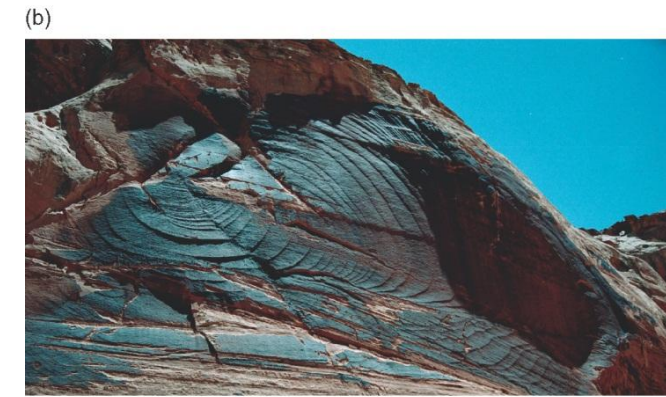
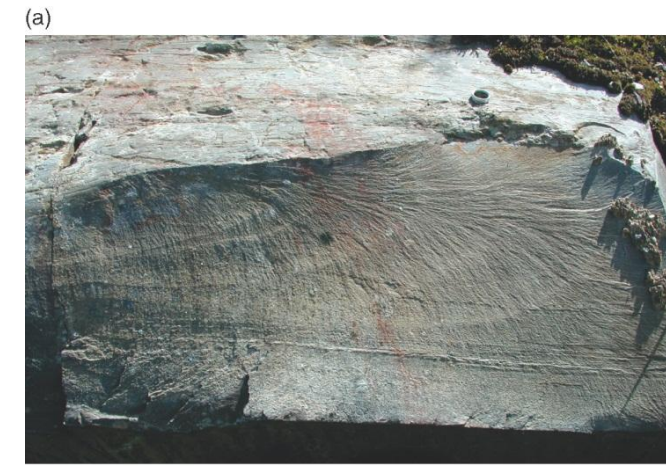
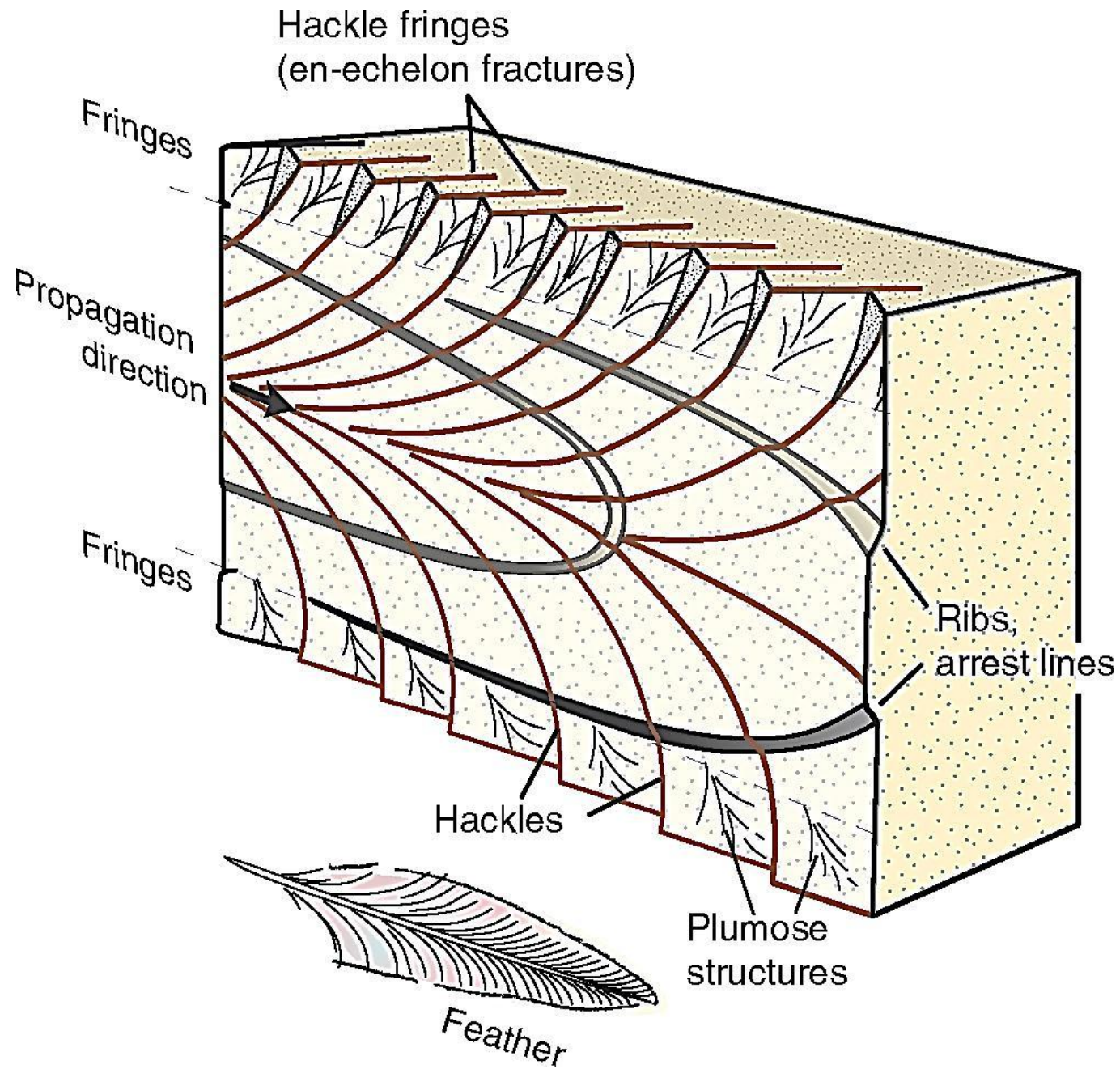


Ωκεανική διάνοιξη στην Ισλανδία.
Αποκλίνοντα όρια πλακών ανάμεσα στην
Ευρασιατική πλάκα και την πλάκα της Β. Αμερικής.

Fissure (Mode I)
+
Fault (Mode II)
HYBRID MODE

- Εισαγωγή
- Μηχανισμοί θραυσίγενούς παραμόρφωσης
- Τύποι διαρρήξεων
- Μορφολογικά χαρακτηριστικά

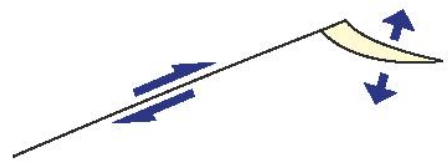
ΣΥΝΟΨΗ
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ



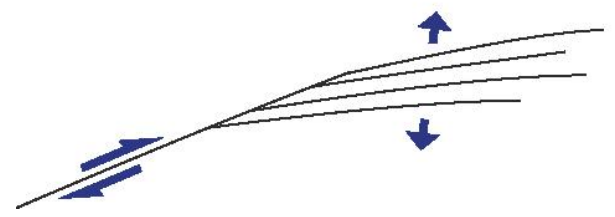
- Εισαγωγή
- Μηχανισμοί θραυσιγενούς παραμόρφωσης
- Τύποι διαρρήξεων
- Μορφολογικά χαρακτηριστικά

ΣΥΝΟΨΗ
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

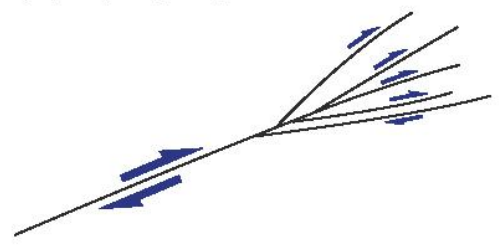
(a) Wing crack



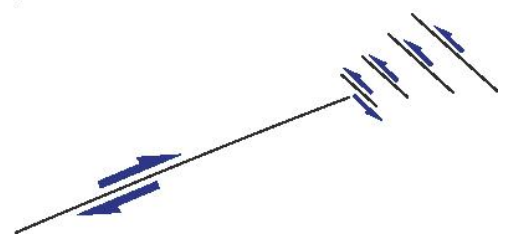
(b) Horsetailing



(c) Splaying

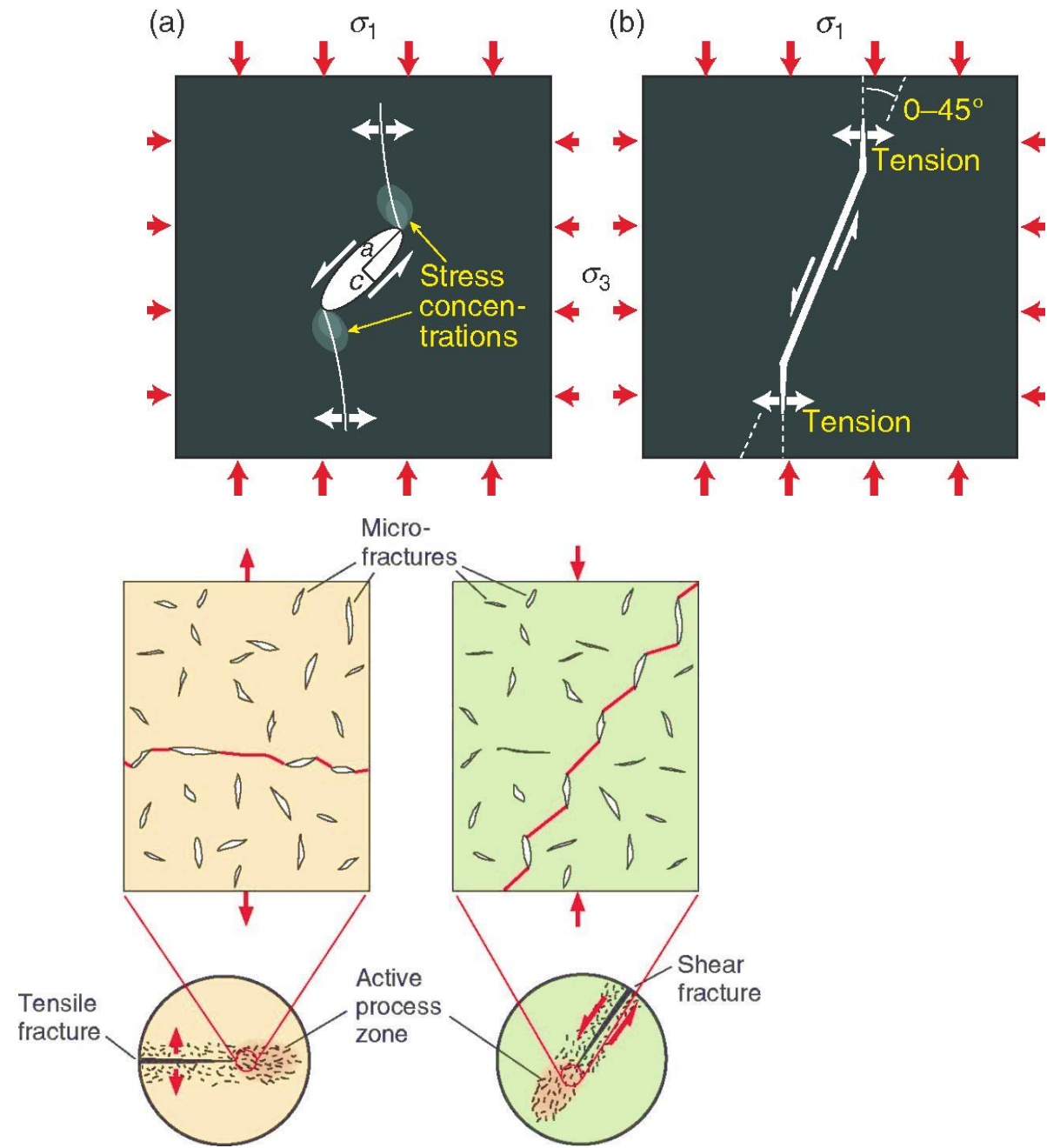
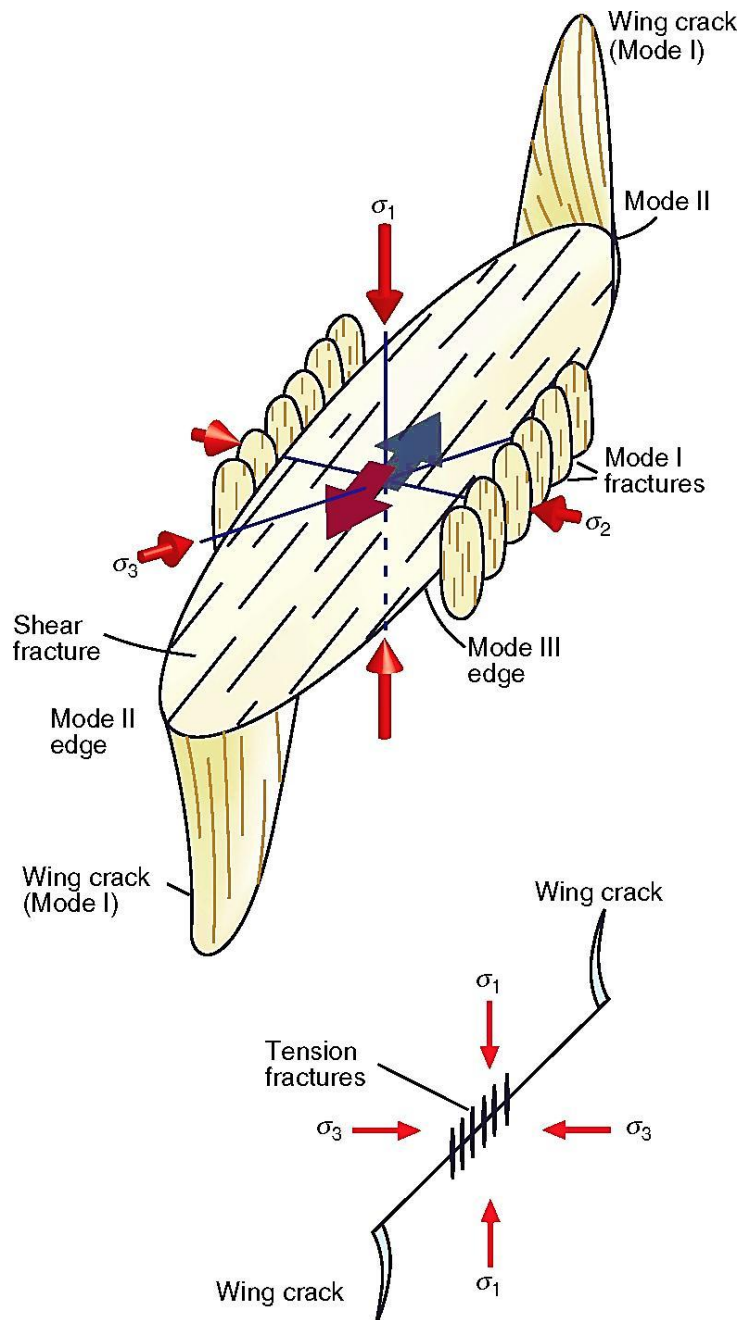


(d) Antithetic shear fractures



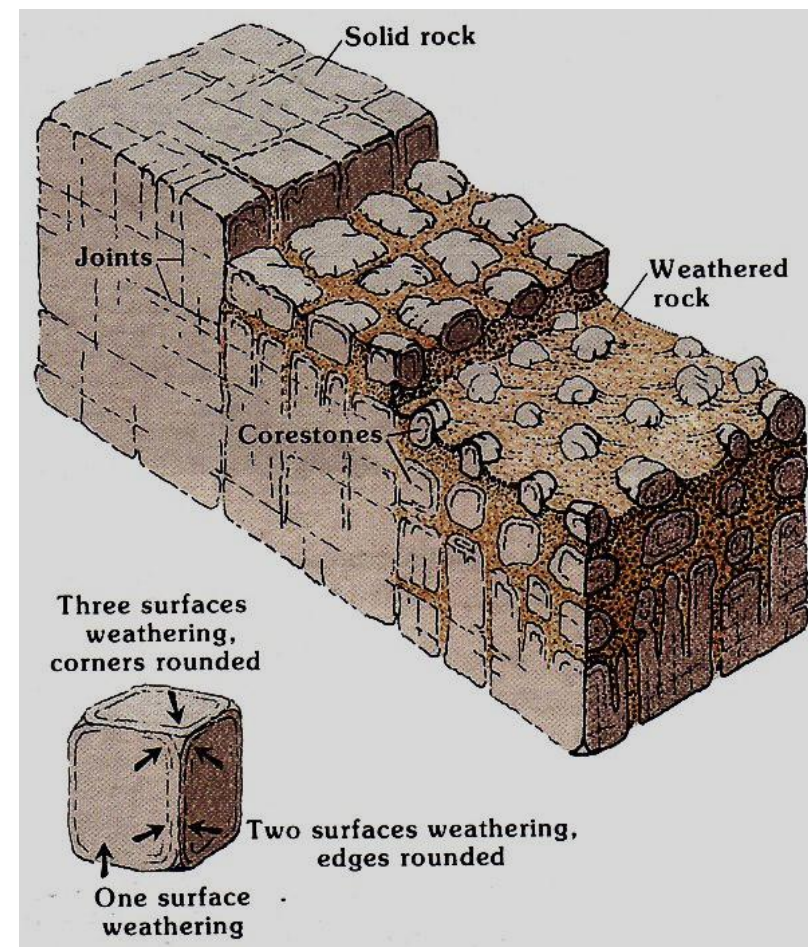
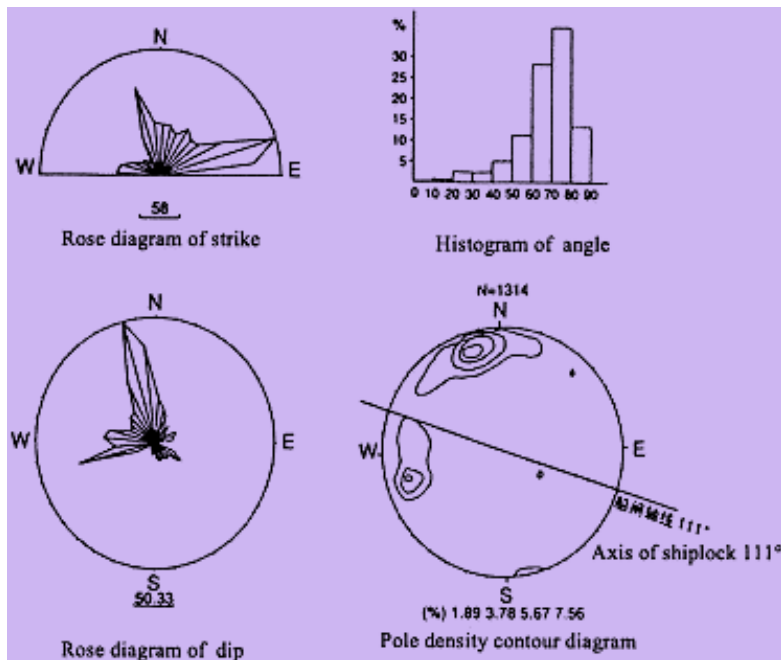
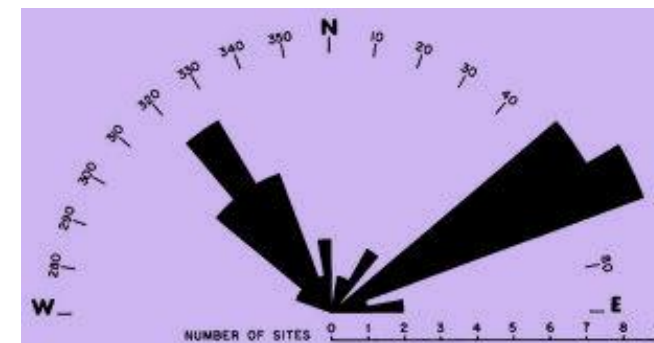
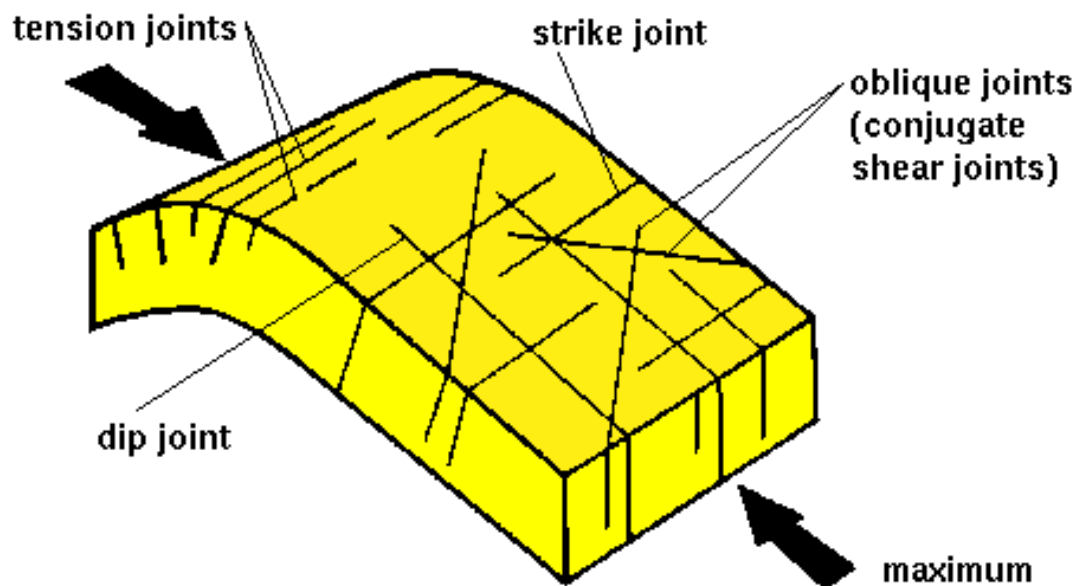
- Εισαγωγή
- Μηχανισμοί θραυσιγενούς παραμόρφωσης
- Τύποι διαρρήξεων
- Μορφολογικά χαρακτηριστικά

ΣΥΝΟΨΗ
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ



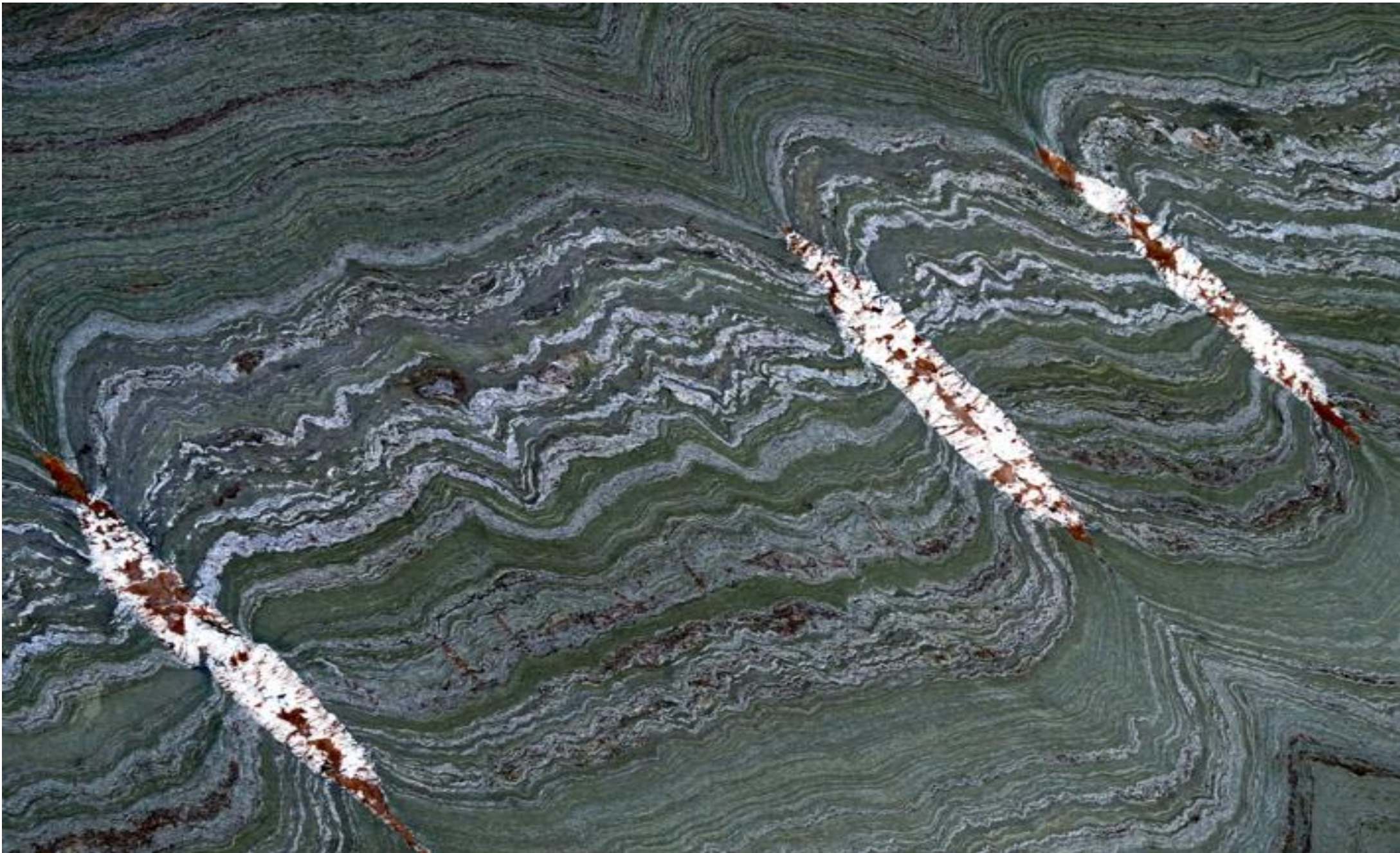
- Εισαγωγή
- Μηχανισμοί θραυσιγενούς παραμόρφωσης
- Τύποι διαρρήξεων
- Μορφολογικά χαρακτηριστικά

ΣΥΝΟΨΗ
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ



- Εισαγωγή
- Μηχανισμοί θραυσιγενούς παραμόρφωσης
- Τύποι διαρρήξεων
- Μορφολογικά χαρακτηριστικά

ΣΥΝΟΨΗ
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ



- Εισαγωγή
- Μηχανισμοί θραυσιγενούς παραμόρφωσης
- Τύποι διαρρήξεων
- Μορφολογικά χαρακτηριστικά

ΣΥΝΟΨΗ
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ



- ☐ Εισαγωγή
- ☐ Μηχανισμοί θραυσιγενούς παραμόρφωσης
- ☐ Τύποι διαρρήξεων
- ☐ Μορφολογικά χαρακτηριστικά

ΣΥΝΟΨΗ
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ



- ☐ Εισαγωγή
- ☐ Μηχανισμοί θραυσιγενούς παραμόρφωσης
- ☐ Τύποι διαρρήξεων
- ☐ Μορφολογικά χαρακτηριστικά

ΣΥΝΟΨΗ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ



- ☐ Εισαγωγή
- ☐ Μηχανισμοί θραυσιγενούς παραμόρφωσης
- ☐ Τύποι διαρρήξεων
- ☐ Μορφολογικά χαρακτηριστικά

ΣΥΝΟΨΗ
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ



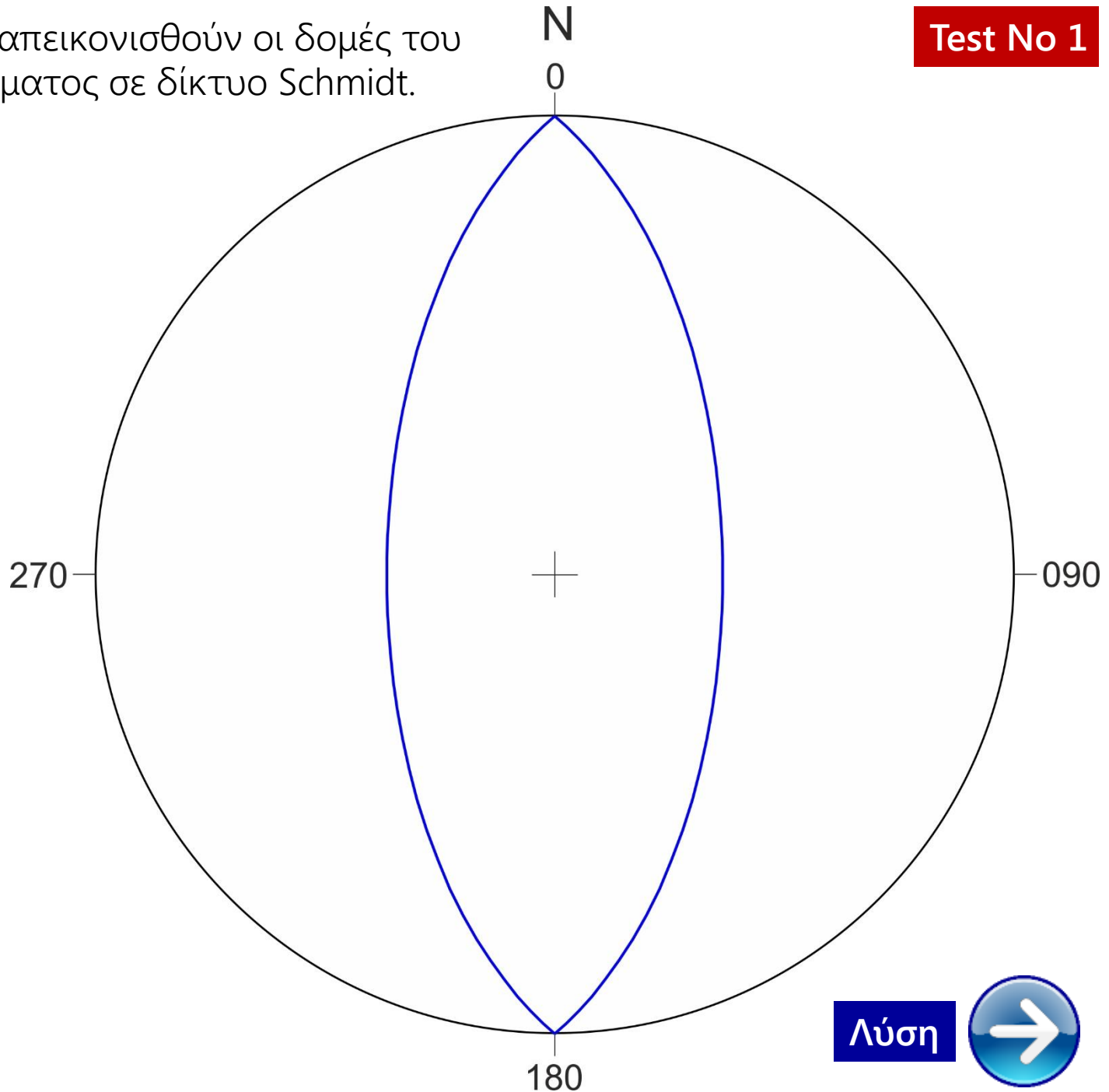
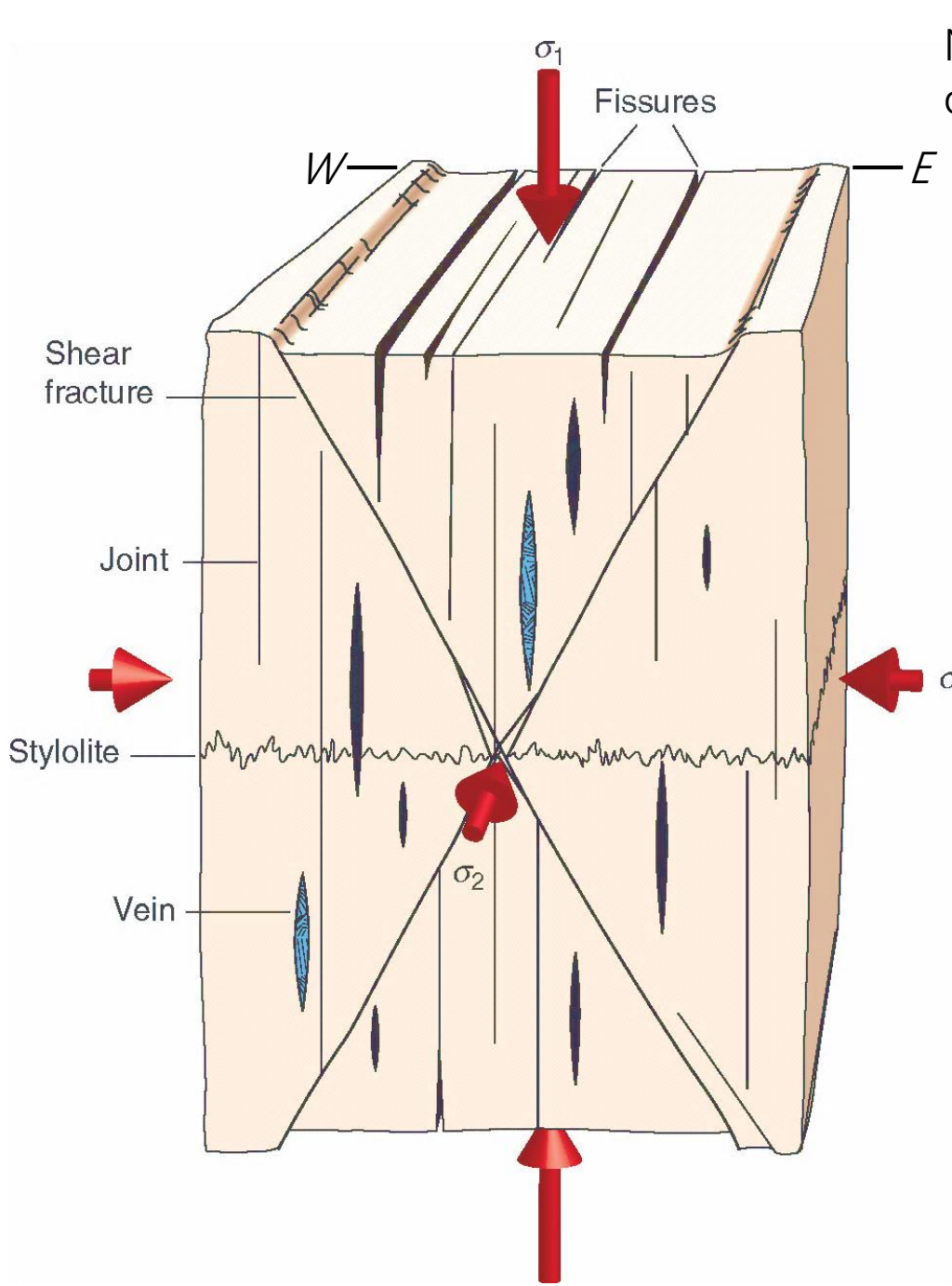
- ☐ Εισαγωγή
- ☐ Μηχανισμοί θραυσιγενούς παραμόρφωσης
- ☐ Τύποι διαρρήξεων
- ☐ Μορφολογικά χαρακτηριστικά

ΣΥΝΟΨΗ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ



Να απεικονισθούν οι δομές του σχήματος σε δίκτυο Schmidt.

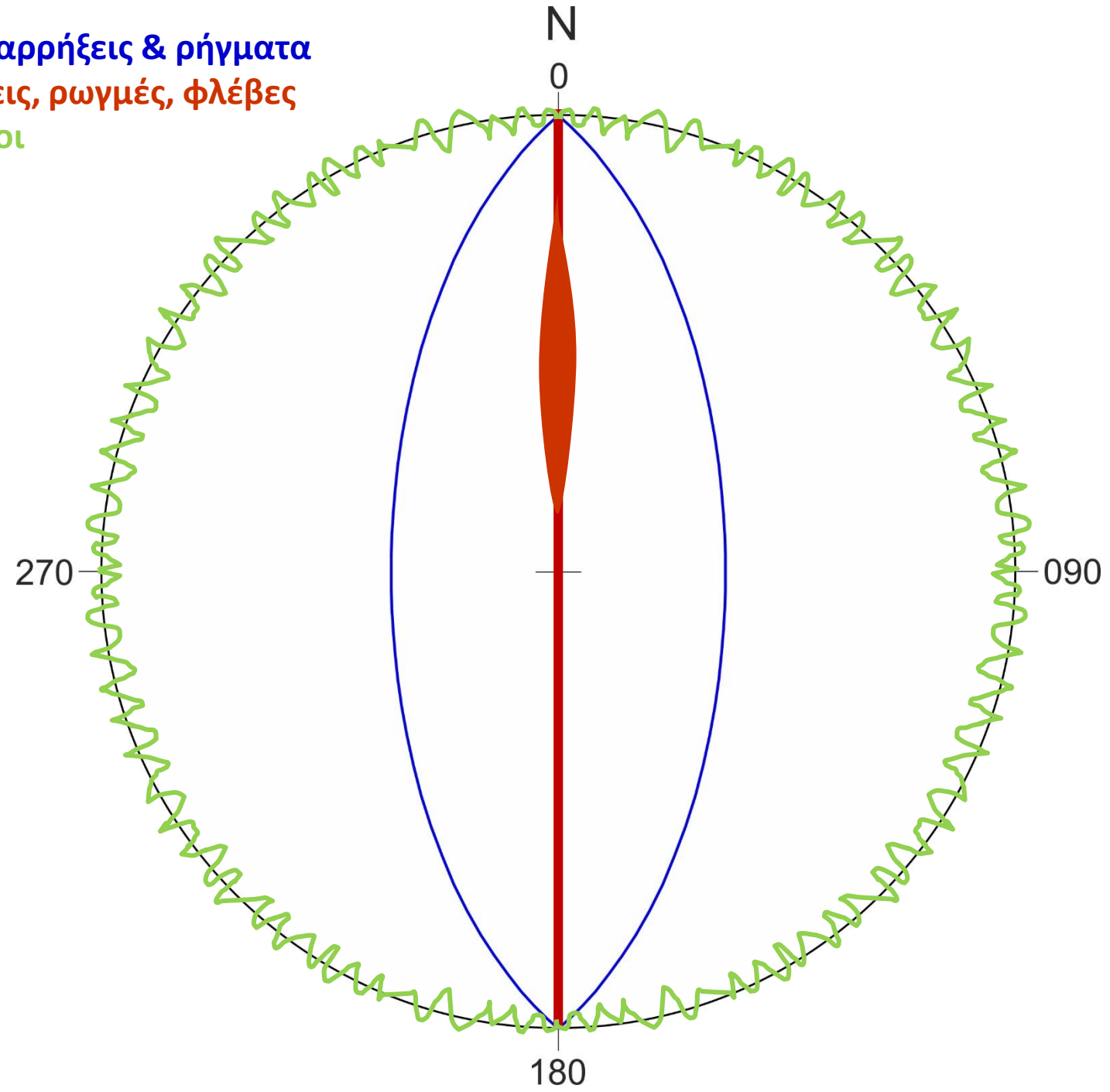
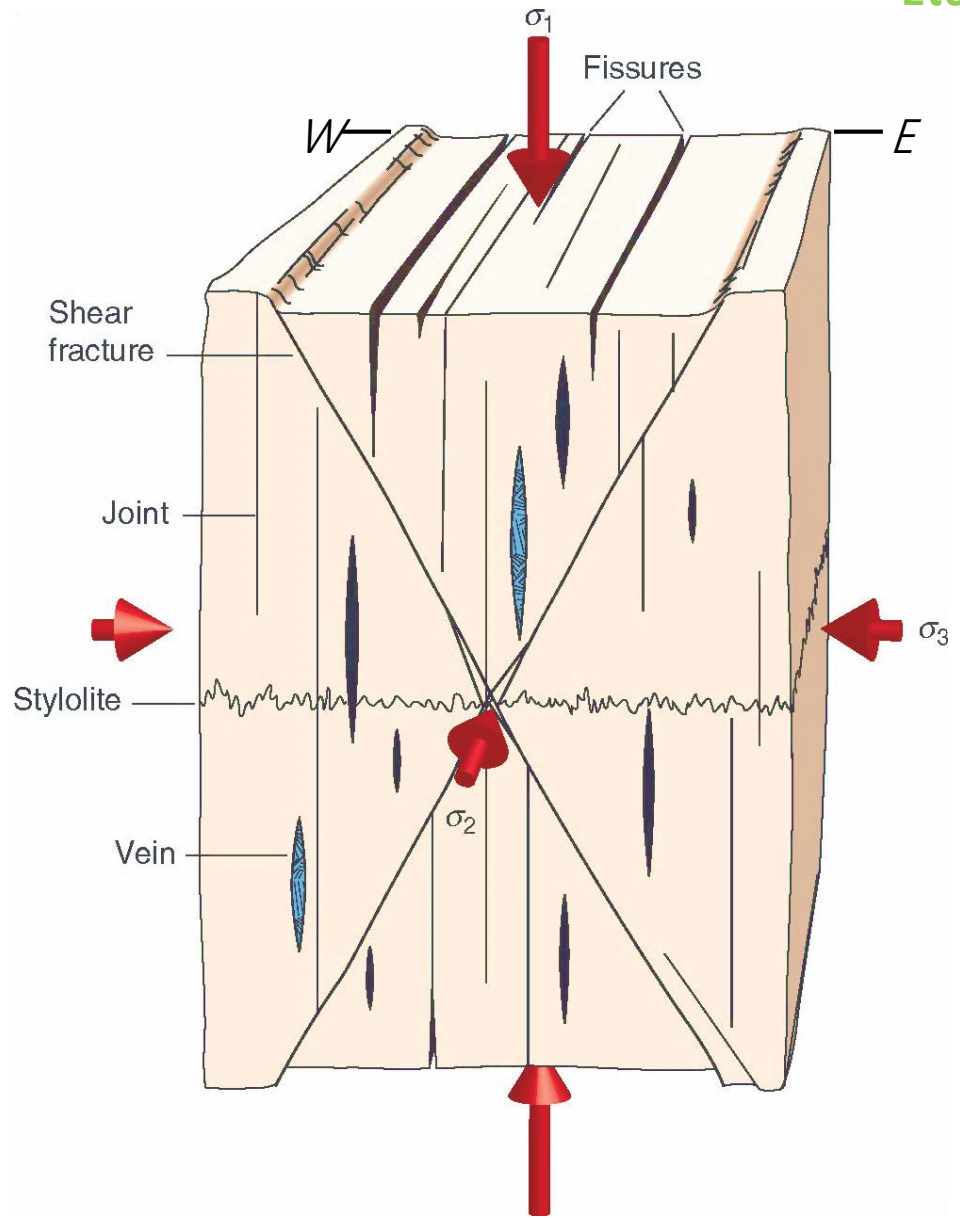


Λύση



Λύση

- Διατμ. διαρρήξεις & ρήγματα
- Διακλάσεις, ρωγμές, φλέβες
- Στυλόλιθοι



Τέλος

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.



Σημειώματα

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.

Έχουν προηγηθεί οι κάτωθι εκδόσεις:

- Έκδοση διαθέσιμη εδώ <http://eclass.uoa.gr/courses/GEOL135/>



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Δημήτριος Παπανικολάου, Στυλιανός Λόζιος 2015. Δημήτριος Παπανικολάου, Στυλιανός Λόζιος. «Τεκτονική Γεωλογία. Ενότητα 2: Θραυσιγενής παραμόρφωση και διαρρήξεις». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://opencourses.uoa.gr/courses/GEOL4>.



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 (1/5)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

Εικόνα 1, Διαφάνεια 2: Θραυσιγενής παραμόρφωση. Copyrighted.

http://2.bp.blogspot.com/-O3TIZhmnkFs/Tiio6KIVTHI/AAAAAAAAAVE/B_5PNKBcYxl/s1600/rock_deconstruction.jpg

Εικόνα 2, Διαφάνεια 3: Copyrighted.

Εικόνα 3, Διαφάνεια 3: Rifting Δ. Αφρικής. Copyrighted.

Εικόνα 4, Διαφάνεια 3: Normal fault drag in Miocene tuff near Shoshone. Fossen, H. Copyrighted.

<http://folk.uib.no/nglhe/PhotoAlbum/Faults%20Chapter%208/resources/images/medium/3041333521.jpg>



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/5)

Εικόνα 5, Διαφάνεια 3: Copyrighted.

Εικόνες 6-7-8-9, Διαφάνειες 4-5: Granular flow and Cataclastic flow. Fossen, H., 2010, Structural Geology (e-modules). Copyrighted.

<http://folk.uib.no/nglhe/StructuralGeoBookEmodules.html>

Εικόνα 10, Διαφάνεια 6: Copyrighted.

Εικόνα 11, Διαφάνεια 6: Intragranular fractures in cataclastically deformed porous sandstone and intergranular fractures in a metamorphic rock. Copyrighted.

http://faculty.uml.edu/Nelson_Eby/89.520/Instructor%20pdfs/Chapter%207.%20Fracture%20and%20Brittle%20Deformation.pdf

Εικόνες 12-13-14, Διαφάνειες 7-8: Graphic and animation by Fossen, H., 2010, Structural Geology (e-modules). Copyrighted.

<http://folk.uib.no/nglhe/StructuralGeoBookEmodules.html>



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (3/5)

Εικόνες 15-16, Διαφάνειες 10-12: Τύποι διαρρήξεων. Copyrighted.

http://faculty.uml.edu/Nelson_Eby/89.520/Instructor%20pdfs/Chapter%207.%20Fracture%20and%20Brittle%20Deformation.pdf

Εικόνα 17, Διαφάνεια 13: Τύποι διαρρήξεων (animation) by Fossen, H., 2010, Structural Geology (e-modules). Copyrighted.

<http://folk.uib.no/nglhe/StructuralGeoBookEmodules.html>

Εικόνα 18, Διαφάνεια 14: Ταξινόμηση διαρρήξεων από τη σκοπιά της βραχομηχανικής (Εργαστηριακές δοκιμές & Αριθμητικά μοντέλα). Copyrighted.

Εικόνες 19-20-21, Διαφάνεια 15: Animations by Fossen, H., 2010, Structural Geology (e-modules). Copyrighted.

<http://folk.uib.no/nglhe/StructuralGeoBookEmodules.html>



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (4/5)

Εικόνα 22, Διαφάνεια 16: Ωκεανική διάνοιξη στην Ισλανδία. Copyrighted.

http://faculty.uml.edu/Nelson_Eby/89.520/Instructor%20pdfs/Chapter%207.%20Fracture%20and%20Brittle%20Deformation.pdf

Εικόνα 23, Διαφάνεια 17: Features on a fracture propagation surface. Copyrighted.

http://sanuja.com/blog/wp-content/uploads/2013/03/341_fracture_propagation_ribs_hackles.gif

Εικόνα 24, Διαφάνεια 17: Μορφολογικά χαρακτηριστικά. Copyrighted.

<https://classconnection.s3.amazonaws.com/785/flashcards/1109785/jpg/jointsurface11360276984821.jpg>

<https://classconnection.s3.amazonaws.com/785/flashcards/1109785/jpg/jointsurface21360277129099.jpg>

<https://classconnection.s3.amazonaws.com/785/flashcards/1109785/jpg/hackle1360277310243.jpg>



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (5/5)

Εικόνα 25, Διαφάνεια 18: Copyrighted.

Εικόνα 26, Διαφάνεια 18: Copyrighted.

Εικόνες 27-28-29, Διαφάνεια 19: Graphics by Fossen, H., 2010, Structural Geology, Handbook. Copyrighted.

Εικόνα 30, Διαφάνεια 20: Joints terminology. Copyrighted. <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/d5/4f/49/d54f49e616d1edd8912f544c604a938f.jpg>

Εικόνα 31, Διαφάνεια 20: Copyrighted.

Εικόνα 32, Διαφάνεια 20: Rose diagram of joint strike orientation for Butler County, Kansas. Copyrighted.

Εικόνα 33, Διαφάνεια 20: Copyrighted. <http://s25.postimg.org/qz74yatov/Tor5.jpg>

