



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Ενότητα 9: Πλαστική παραμόρφωση

Παρασκευάς Ξυπολιάς
Σχολή Θετικών Επιστημών
Τμήμα Γεωλογίας



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Άδειες Χρήσεις

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Πατρών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη 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.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



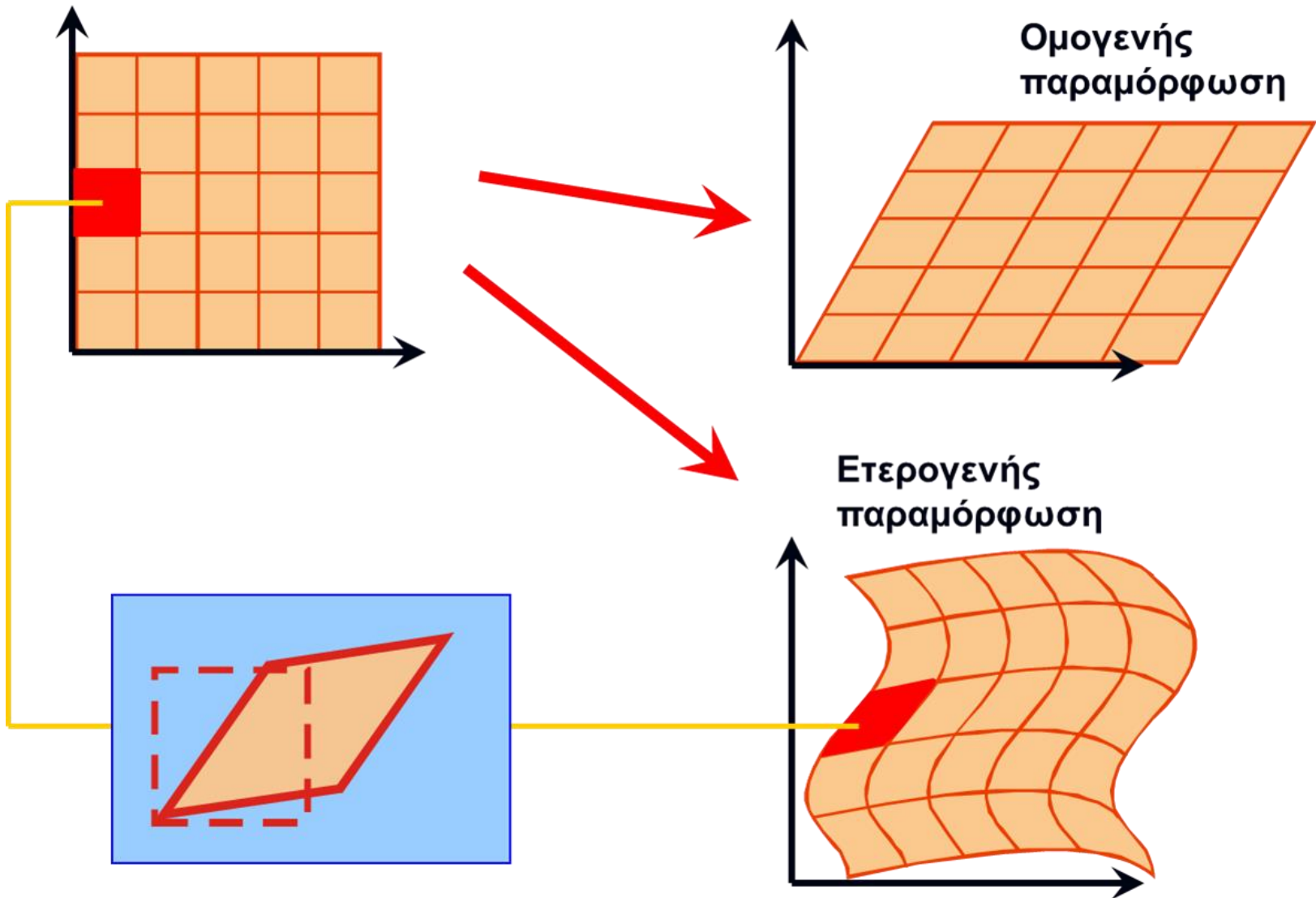
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Σκοποί Ενότητας

- Εισαγωγή στους τύπους παραμόρφωσης
- Διάκριση διατμητικής και ομογενούς παραμόρφωσης
- Διάκριση μεταξύ απλής-καθαρής και γενικής διάτμησης
- Κατανόηση του ελλειψοειδούς της παραμόρφωσης
- Αναγνώριση τεκτονιτών

**Πλαστική παραμόρφωση των
πετρωμάτων
(Ποσοτική προσέγγιση)**

Τύποι παραμόρφωσης



Παραμόρφωση ευθύγραμμου τμήματος (Μεταβολή μήκους και γωνίας)



- **Μήκυνση (extension)**

$$L_1 + L_2 + \dots + L_n = LA$$

(αρχικό μήκος)

LA' (Τελικό μήκος)

$$e = (LA' - LA) / LA$$

- **Τετραγωνική μήκυνση**

$$\lambda = (LA' / LA)^2 = (1 + e)^2$$

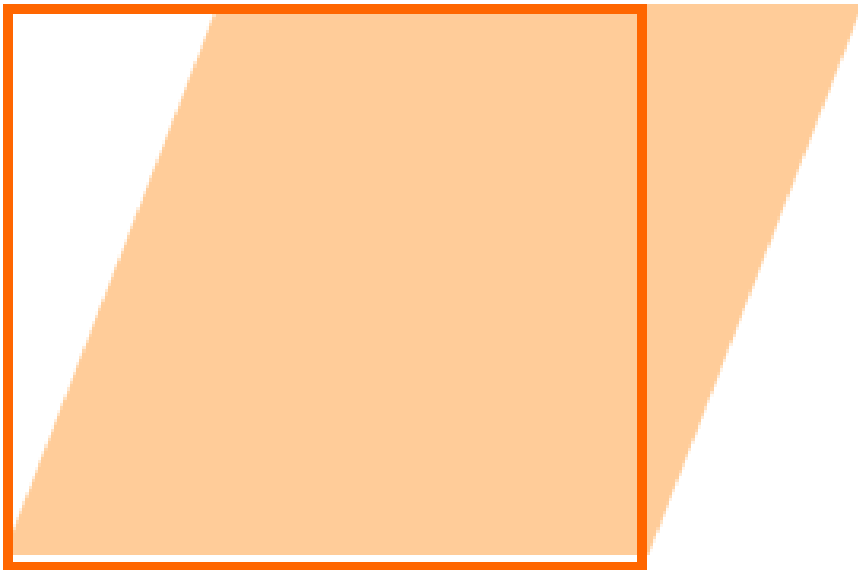
- Η μήκυνση μπορεί να είναι θετική ή αρνητική

Παραμόρφωση ευθύγραμμου τμήματος (Μεταβολή μήκους και γωνίας)



- Αρνητική Μήκυνση = Βράχυνση (shortening)
- $e = (LA' - LA) / LA$

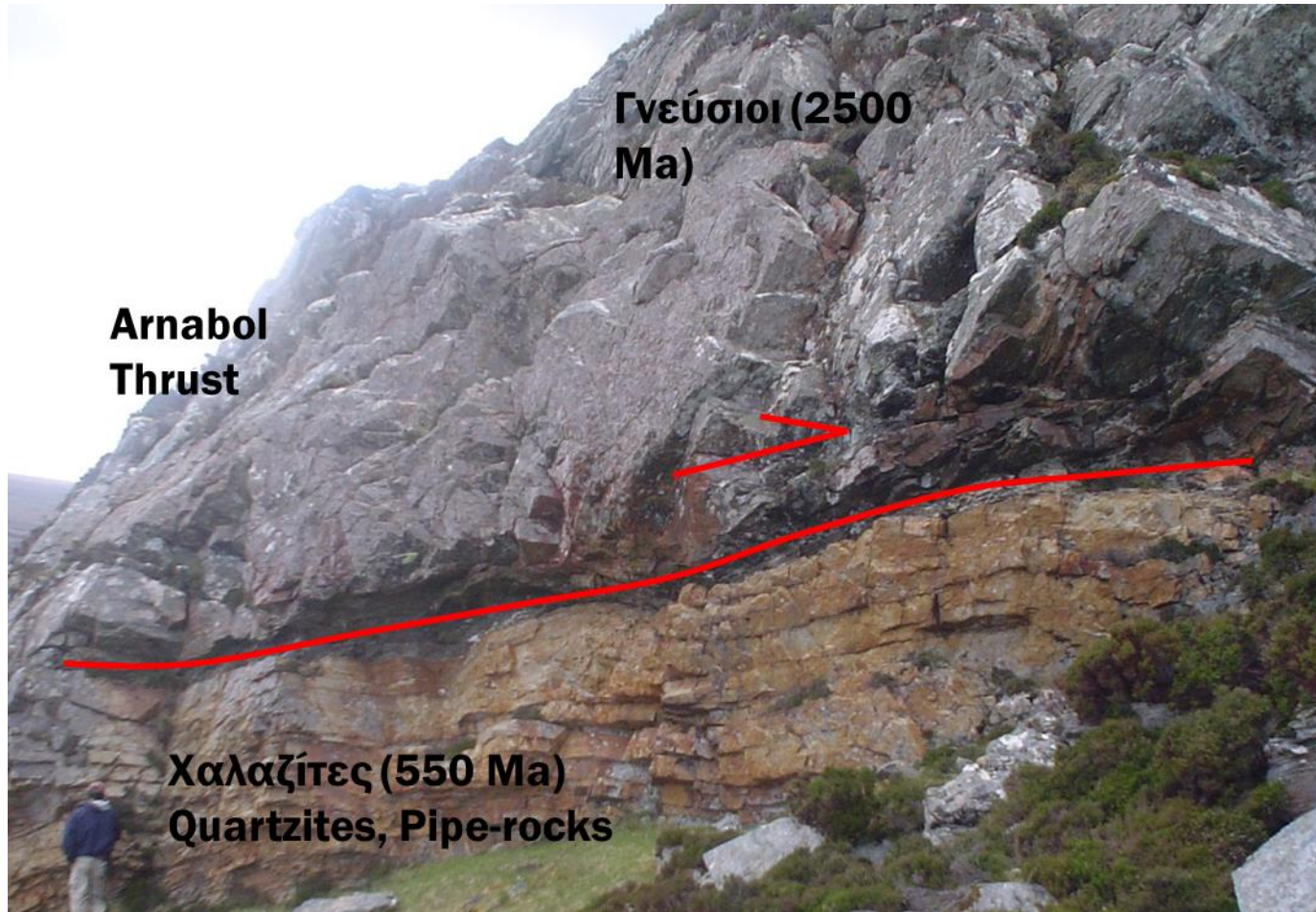
Διατμητική παραμόρφωση



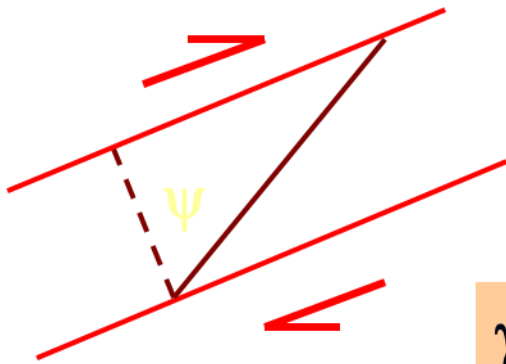
$$\gamma = \tan \psi$$

- Η αλλαγή στη γωνία ονομάζεται γωνιακή διάτμηση (angular shear) ψ .
- Η εφαπτομένη της γωνιακής διάτμησης είναι η διατμητική παραμόρφωση (shear strain) γ

Διατμητική παραμόρφωση



Διατμητική παραμόρφωση



$$\gamma = \tan \psi$$

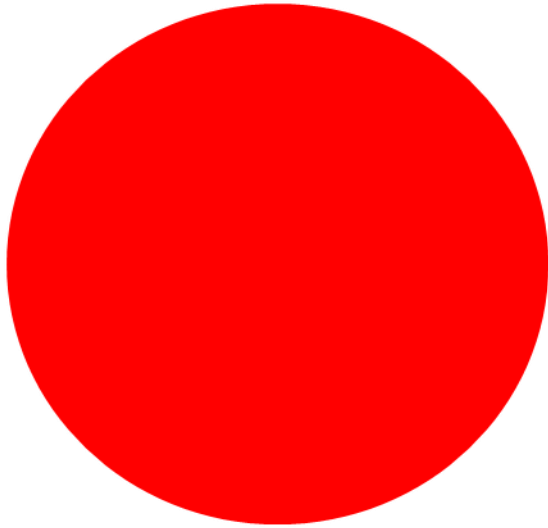


Ομογενής Παραμόρφωση

Όταν ένα κυκλικό σώμα υποστεί ομογενή παραμόρφωση (*homogeneous deformation*) μετατρέπεται σε έλλειψη(2D)

Ομογενής Παραμόρφωση - Homogenous deformation

Αρχικό στάδιο κύκλος

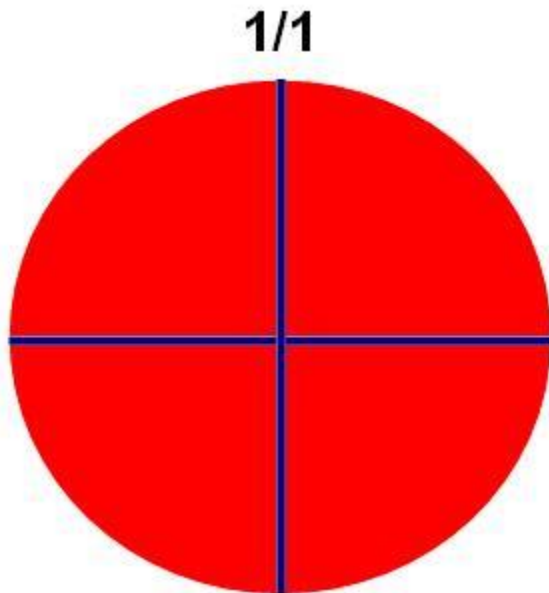


Τελικό στάδιο έλλειψη

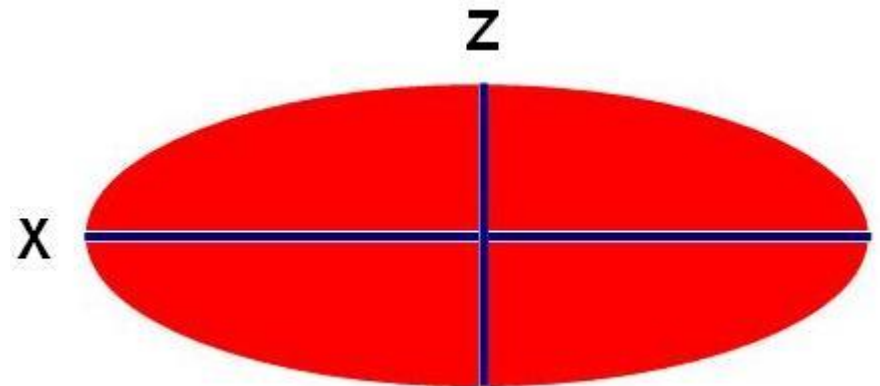


Η έλλειψη παραμόρφωσης (strain ellipse)

Αρχικό Στάδιο - Κύκλος



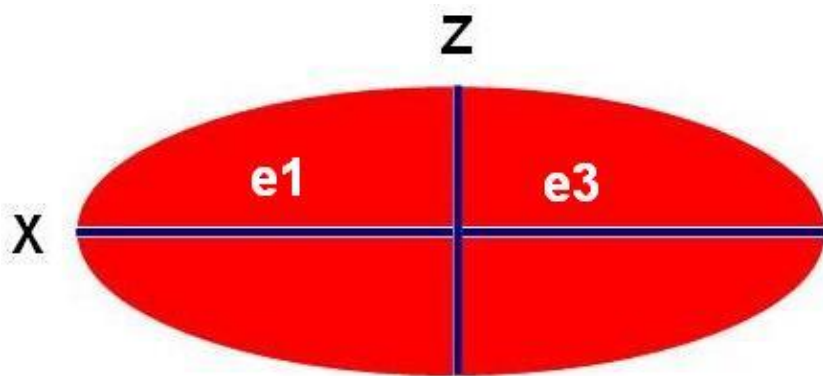
Τελικό Στάδιο - Έλλειψη



$$R_{xz} = \frac{\text{Μήκος παράλληλα στον άξονα X}}{\text{Μήκος παράλληλα στον άξονα Z}} > 1$$

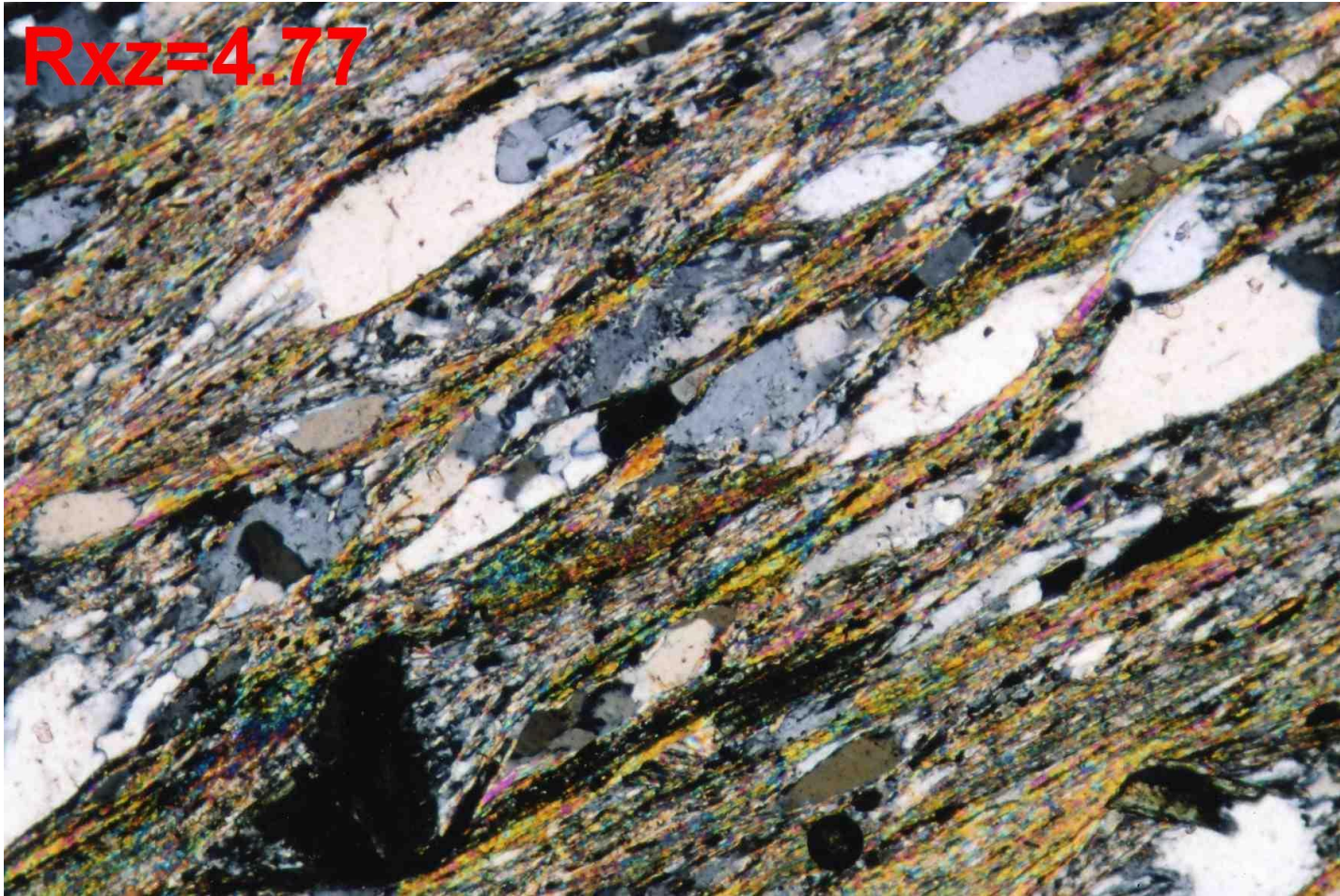
R_s ή R_{xz} είναι η ελλειπτικότητα της έλλειψης παραμόρφωσης

Η έλλειψη παραμόρφωσης (strain ellipse)

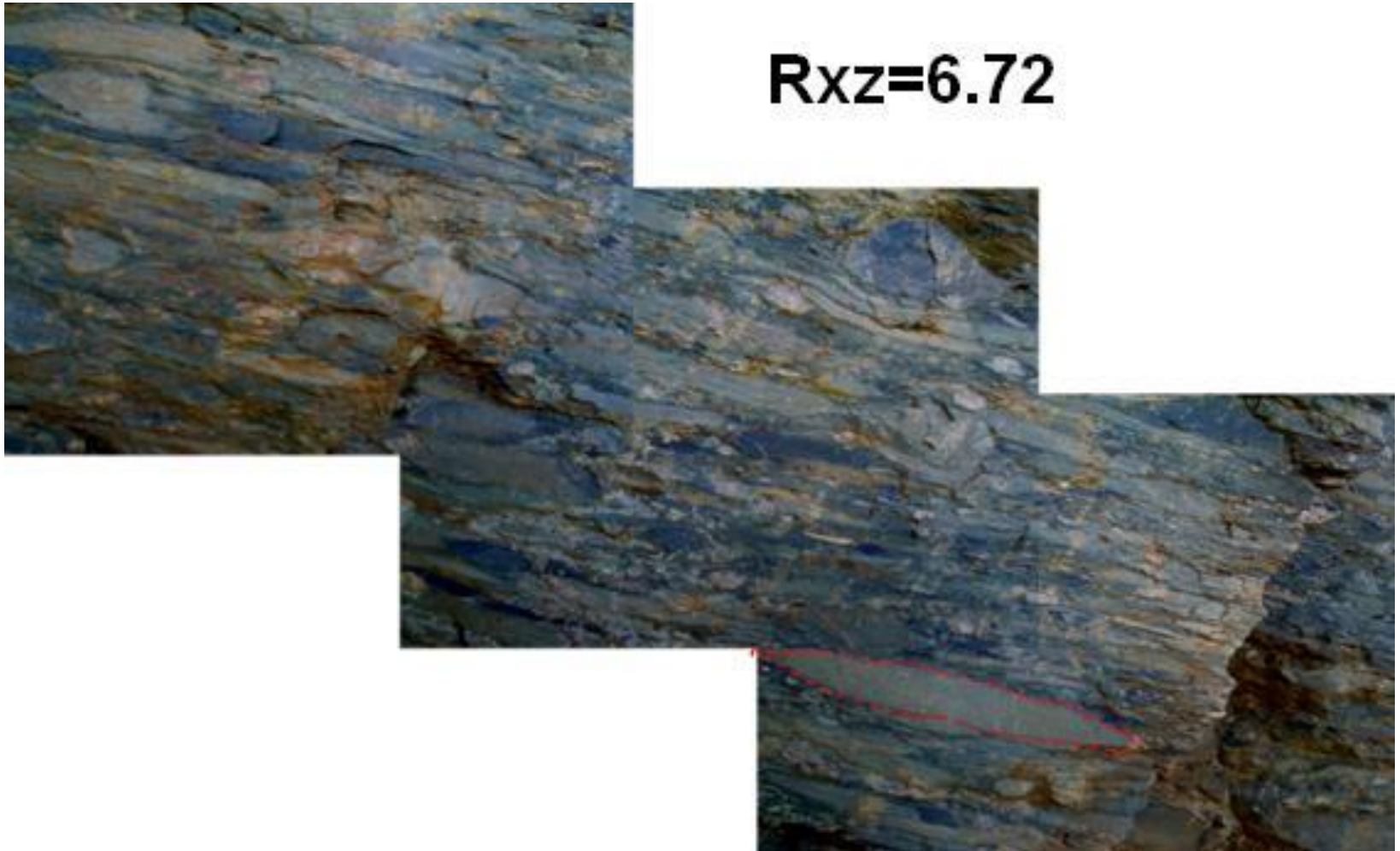


- Τελικό Στάδιο – Έλλειψη
- $R_{xz} = (1 + e_1) / (1 + e_3)$
- R_s ή R_{xz} είναι η ελλειπτικότητα της έλλειψης παραμόρφωσης

Η έλλειψη παραμόρφωσης (R_{xz})



Η έλλειψη παραμόρφωσης (R_{xz})



Η έλλειψη παραμόρφωσης (R_{xz})

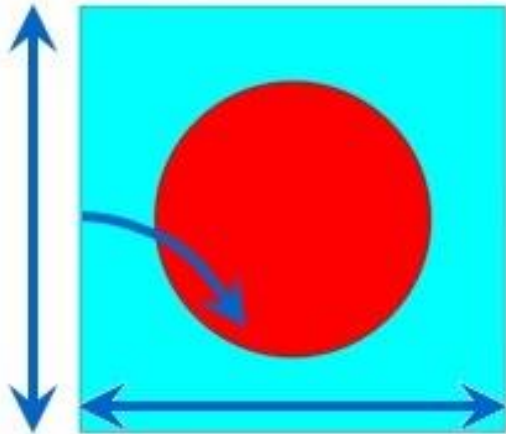


Τύποι ομογενούς παραμόρφωσης

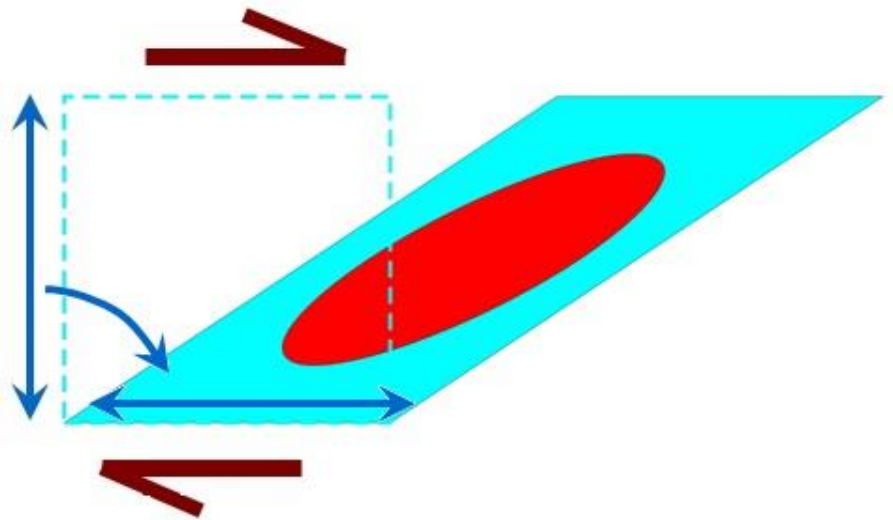
- Απλή διάτμηση
- Καθαρή διάτμηση
- Γενική διάτμηση

Απλή διάτμηση (Simple Shear)

$Ri=1$

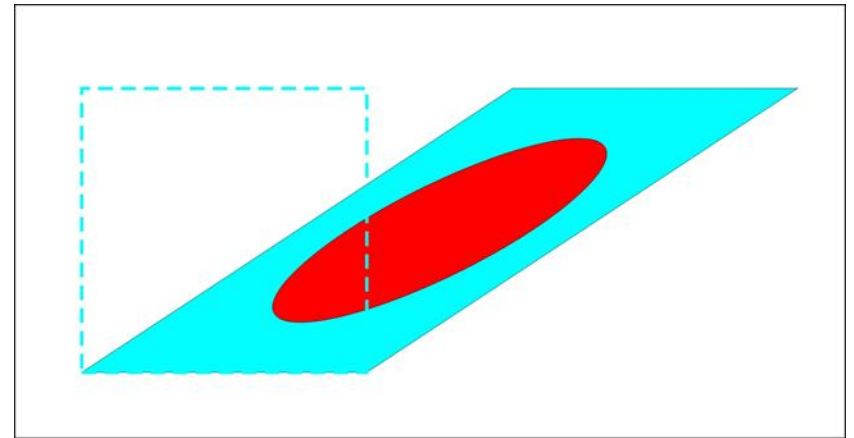
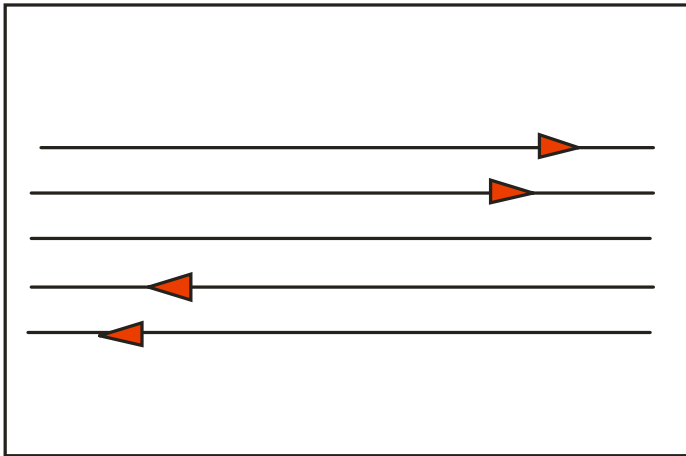


$Rs=4$

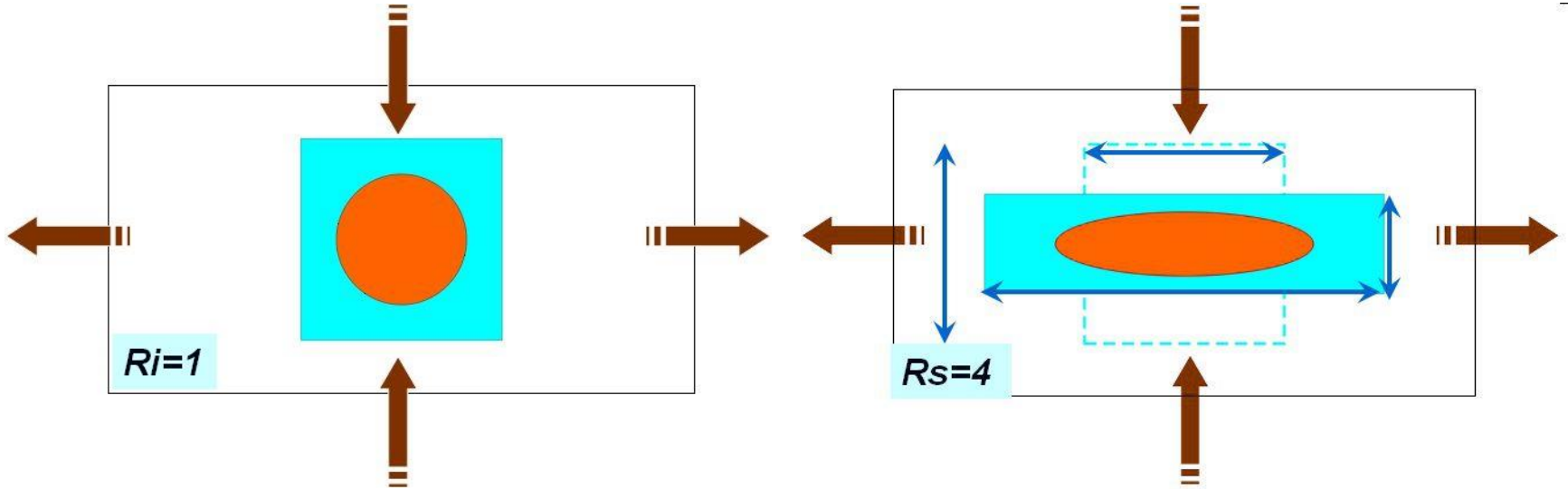


Απλή διάτμηση (simple shear)

Πορεία κίνησης στοιχειωδών
σωματιδίων

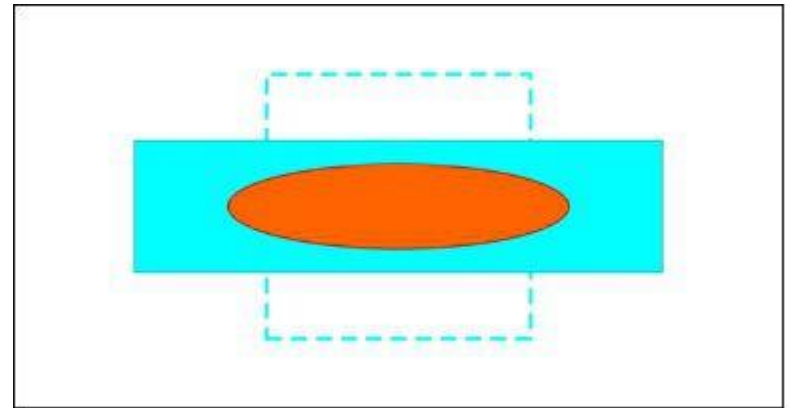
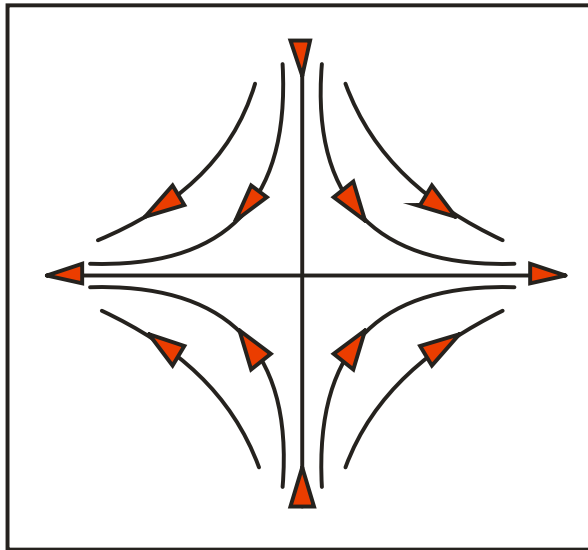


Καθαρή Διάτμηση (Pure Shear)



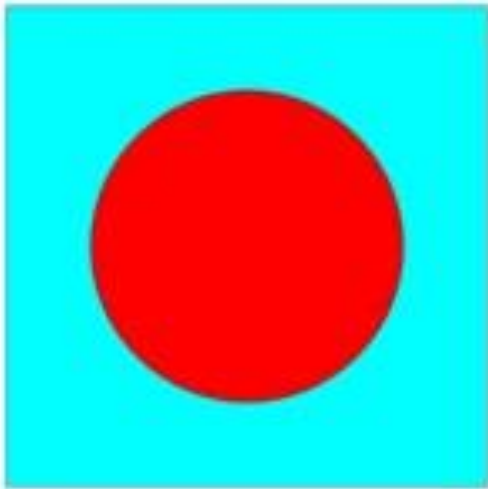
Καθαρή Διάτμηση (Pure Shear)

Πορεία κίνησης στοιχειωδών
σωματιδίων

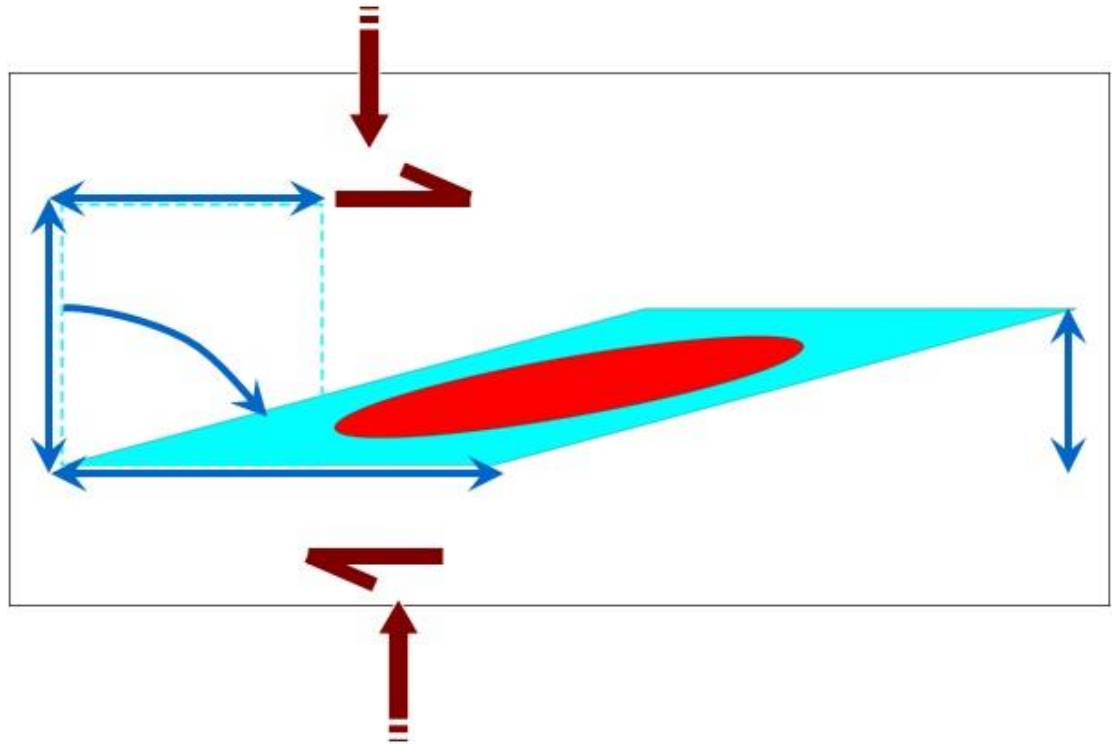


Γενική ή υπο-απλή διάτμηση (general or sub-simple shear)

$Ri=1$

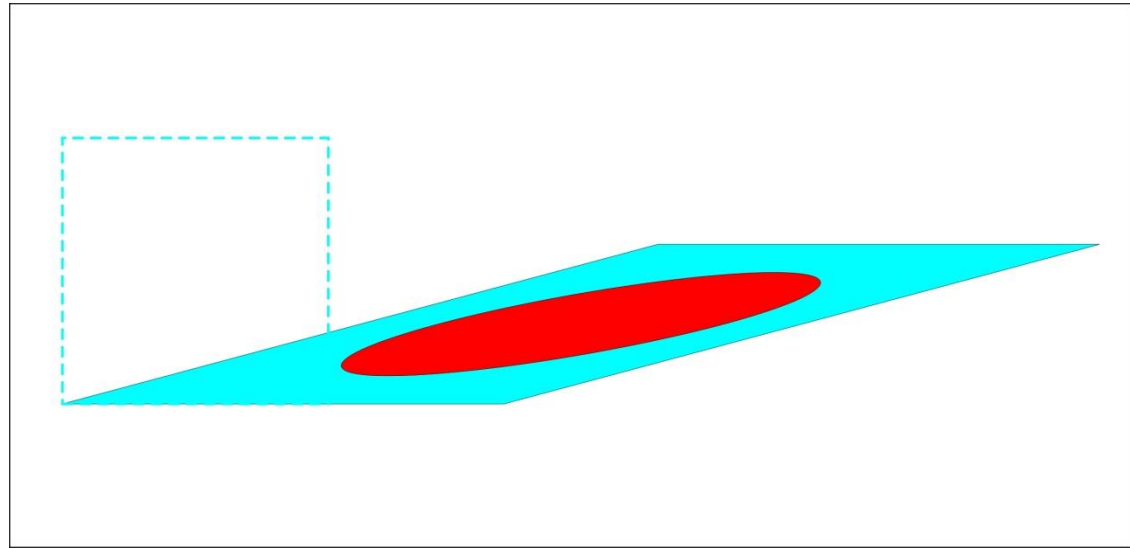
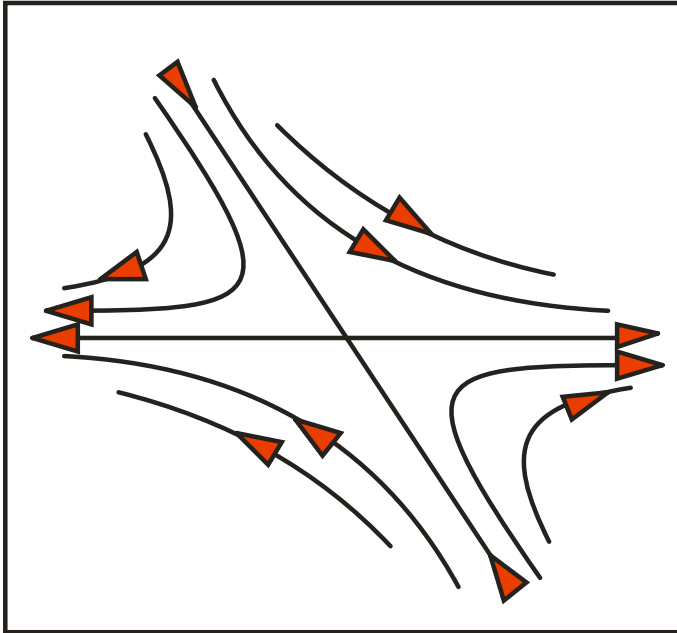


$Rs=8$



Γενική ή υπο-απλή διάτμηση (general or sub-simple shear)

Πορεία κίνησης
στοιχειωδών σωματιδίων



Ανάλυση της παραμόρφωσης σε τρεις διαστάσεις

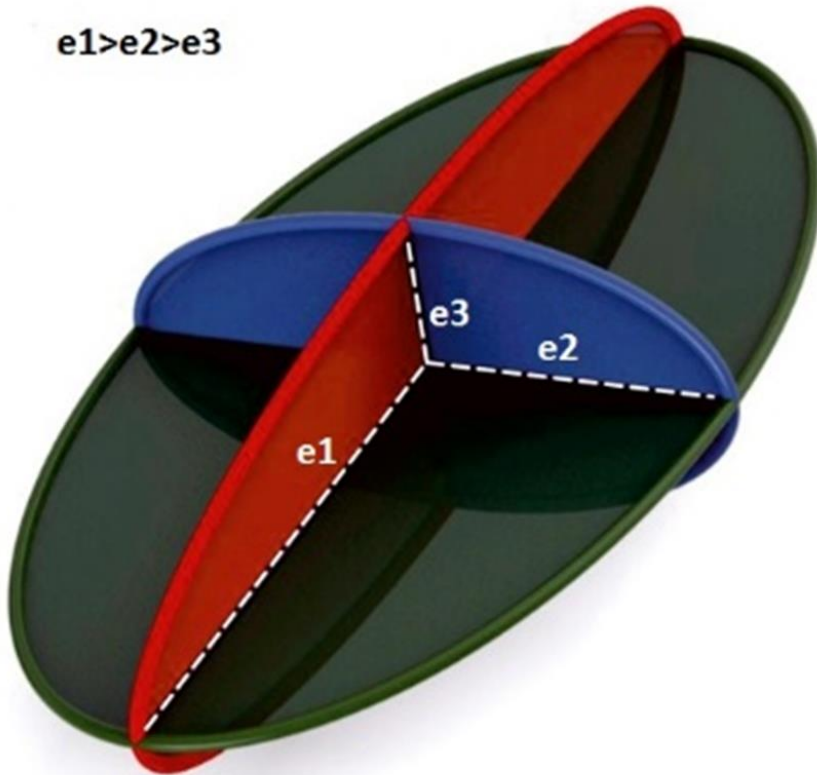
- Από τη σφαίρα (απαραμόρφωτο σώμα) στο τριαξονικό ελλειψοειδές (παραμορφωμένο σώμα)

Το ελλειψοειδές της παραμόρφωσης



Το ελλειψοειδές της παραμόρφωσης

$e_1 > e_2 > e_3$



$e_1(+)$
 $e_2 = e_3(-)$
Μονοαξονική σύσφιξη

$e_1(+)$
 $e_2 < e_3(-)$
Γενική σύσφιξη

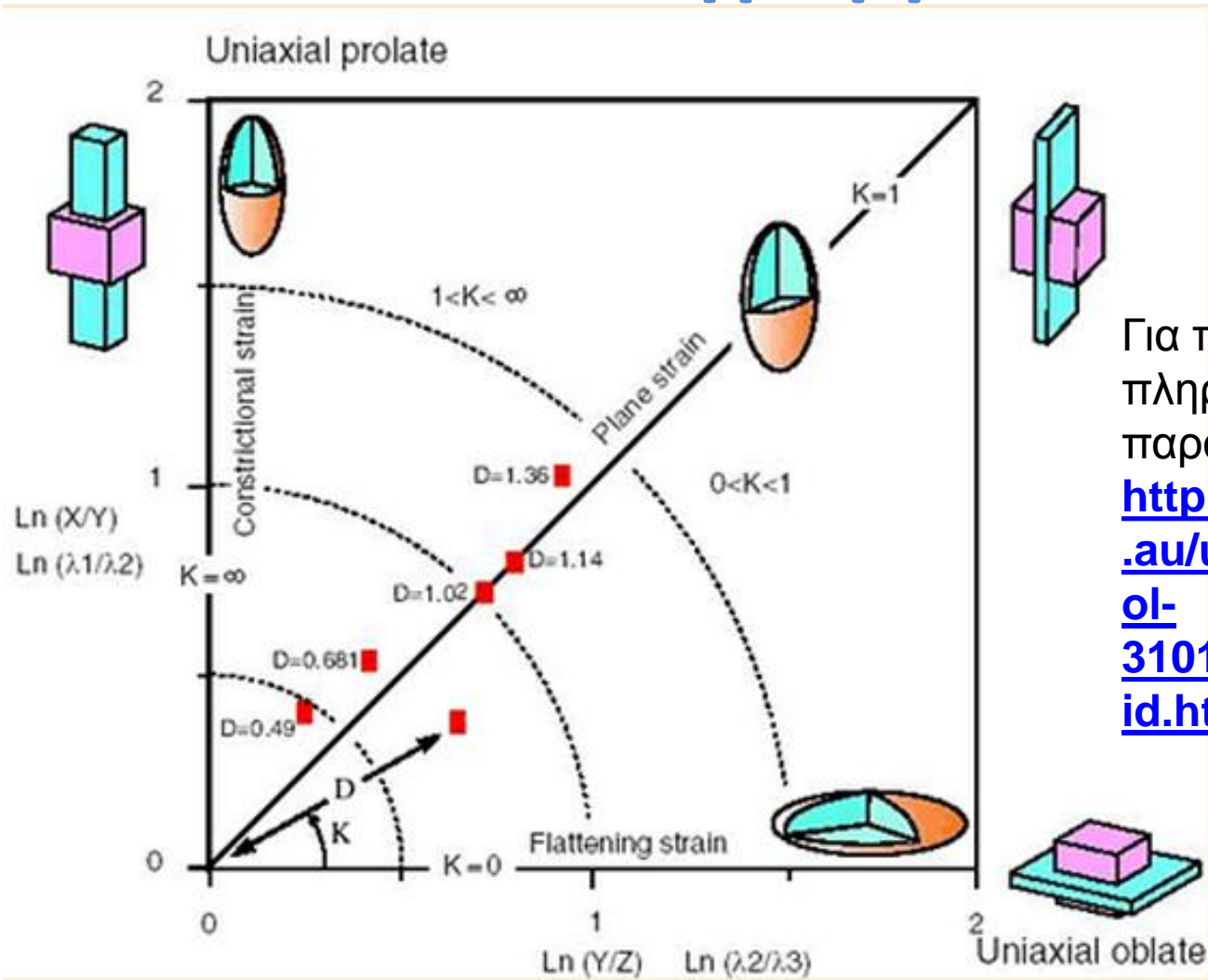
$e_1(+)$
 $e_2 = 0$
 $e_3(-)$ Επίπεδη παραμόρφωση

$e_1 > e_2(+)$
 $e_3(-)$
Γενική Πλάτυνση

$e_1, e_2, e_3(+)$
Γενική Διαστολη

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6d/Triaxial_Ellipsoid.jpg triaxial ellipsoid
(τροποποιημένο)

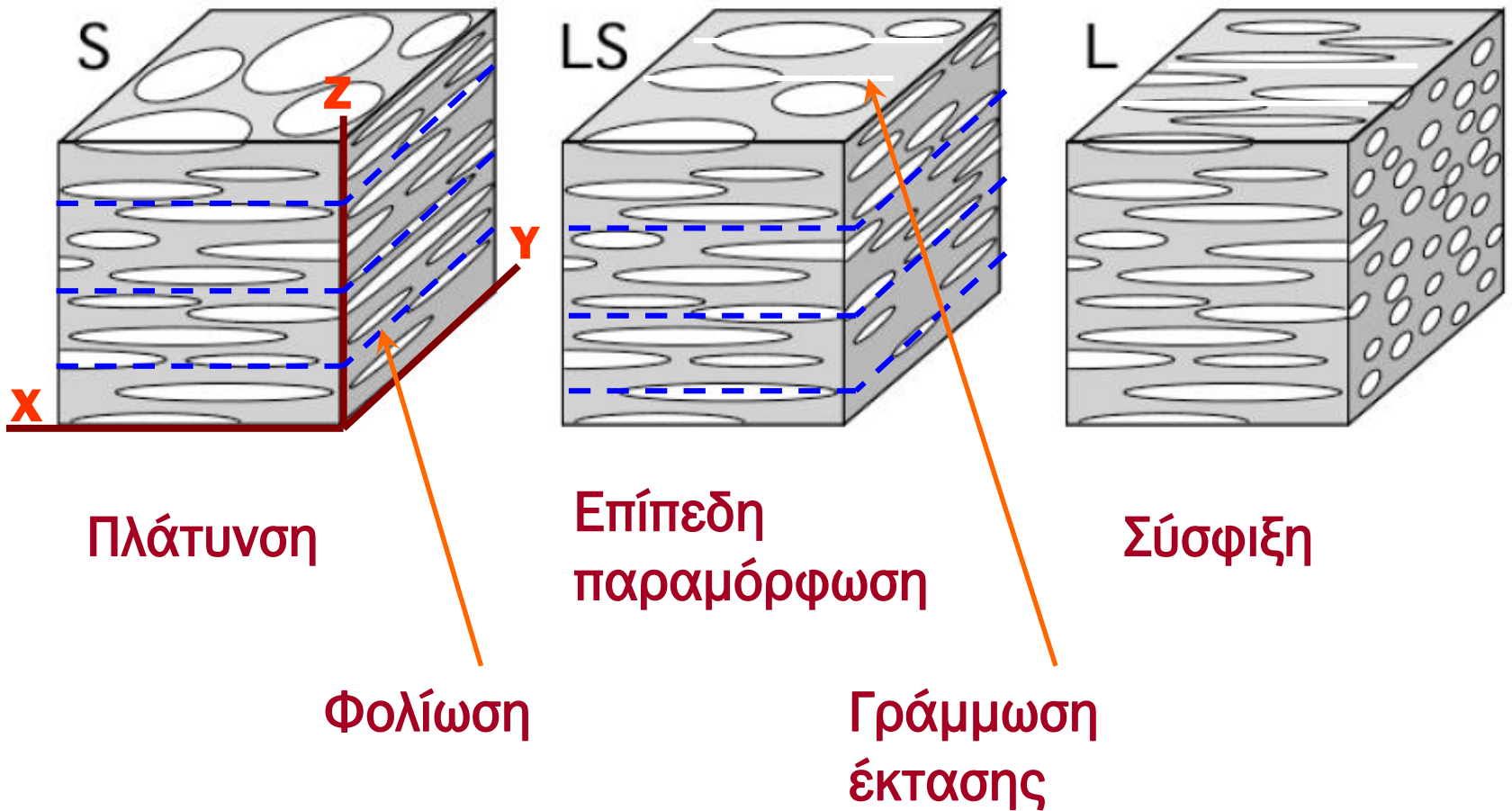
Το ελλειψοειδές της παραμόρφωσης Διάγραμμα Flinn



Για περισσότερες πληροφορίες ανατρέξτε στον παρακάτω σύνδεσμο:

http://www.geosci.usyd.edu.au/users/prey/Teaching/Geol-3101/Strain02/strain_ellipsoid.htm

Το ελλειψοειδές της παραμόρφωσης ΤΕΚΤΟΝΙΤΕΣ



Το ελλειψοειδές της παραμόρφωσης ΤΕΚΤΟΝΙΤΕΣ

- Για περισσότερες πληροφορίες ανατρέξτε στον παρακάτω σύνδεσμο:
 - http://www.geosci.usyd.edu.au/users/prey/Teaching/Geol-3101/EReport03/GroupA/Report2/Kathy_E_Report.html

ΤΕΚΤΟΝΙΤΕΣ



- L-ΤΕΚΤΟΝΙΤΗΣ

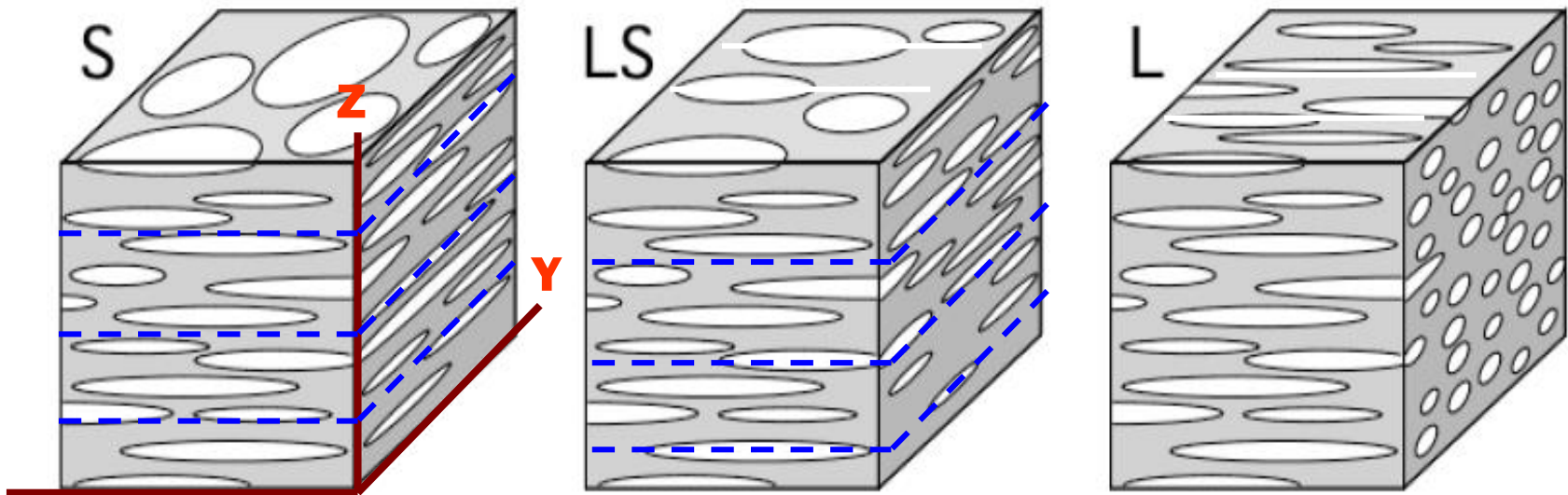
Το ελλειψοειδές της παραμόρφωσης

ΤΕΚΤΟΝΙΤΕΣ

- Η δημιουργία της φολίωση και της γράμμωση έκτασης στα μεταμορφωμένα πετρώματα είναι αποτέλεσμα της πλαστικής παραμόρφωσης

και
- ελέγχεται από τη γεωμετρία του ελλειψοειδούς της παραμόρφωσης

Το ελλειψοειδές της παραμόρφωσης ΤΕΚΤΟΝΙΤΕΣ



Η κρυσταλλική γράμμωση σ' ένα μεταμορφωμένο πέτρωμα προσδιορίζει την διεύθυνση του άξονα X του ελλειψοειδούς

Η φολίωση σ' ένα μεταμορφωμένο πέτρωμα προσδιορίζει το κύριο επίπεδο XY

Η μεγαλύτερη τιμή ελλειπτικότητας παρατηρείται στο επίπεδο XZ (R_{xz})

Τέλος Ενότητας

Σημείωμα Αναφοράς

- Copyright, Πανεπιστήμιο Πατρών, Ιωάννης Κ. Κουκουβέλας, Τμήμα Γεωλογίας «Τεκτονική Γεωλογία». Έκδοση: 1.0. Πάτρα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<https://eclass.upatras.gr/courses/GEO315/>



Αναφορά

Τεκτονική Γεωλογία, Ιωάννης Κ. Κουκουβέλας.
Εκδόσεις Leader Books, Αθήνα 1998. ISBN: 960-
7901-01-0

Σημείωμα Αναφοράς

- Τα σχήματα και οι πίνακες έχουν δημιουργηθεί από τους διδάσκοντες του μαθήματος και την Τμηματική Ομάδα Εργασίας και παρέχονται με την άδεια CC BY-NC-ND 4.0
- Οι φωτογραφίες οι οποίες δεν συνοδεύονται από κάποιον υπερ-σύνδεσμο και συγκεκριμένα στις διαφάνειες 7, 8, 10, 11, 16 έως 18 και 32 ανήκουν στο προσωπικό αρχείο του διδάσκοντα Παρασκευά Ξυπολιά και παρέχονται με την άδεια CC BY-NC-ND 4.0



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

- http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6d/Triaxial_Ellipsoid.jpg
- http://www.geosci.usyd.edu.au/users/prey/Teaching/Geol-3101/Strain02/strain_ellipsoid.htm
- http://www.geosci.usyd.edu.au/users/prey/Teaching/Geol-3101/EReport03/GroupA/Report2/Kathy_E_Report.html