



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά  
μαθήματα ΠΠ

# ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ

## Ενότητα 2: Συνθήκες Παραμόρφωσης

Παρασκευάς Ξυπολιάς  
Σχολή Θετικών Επιστημών  
Τμήμα Γεωλογίας



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



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

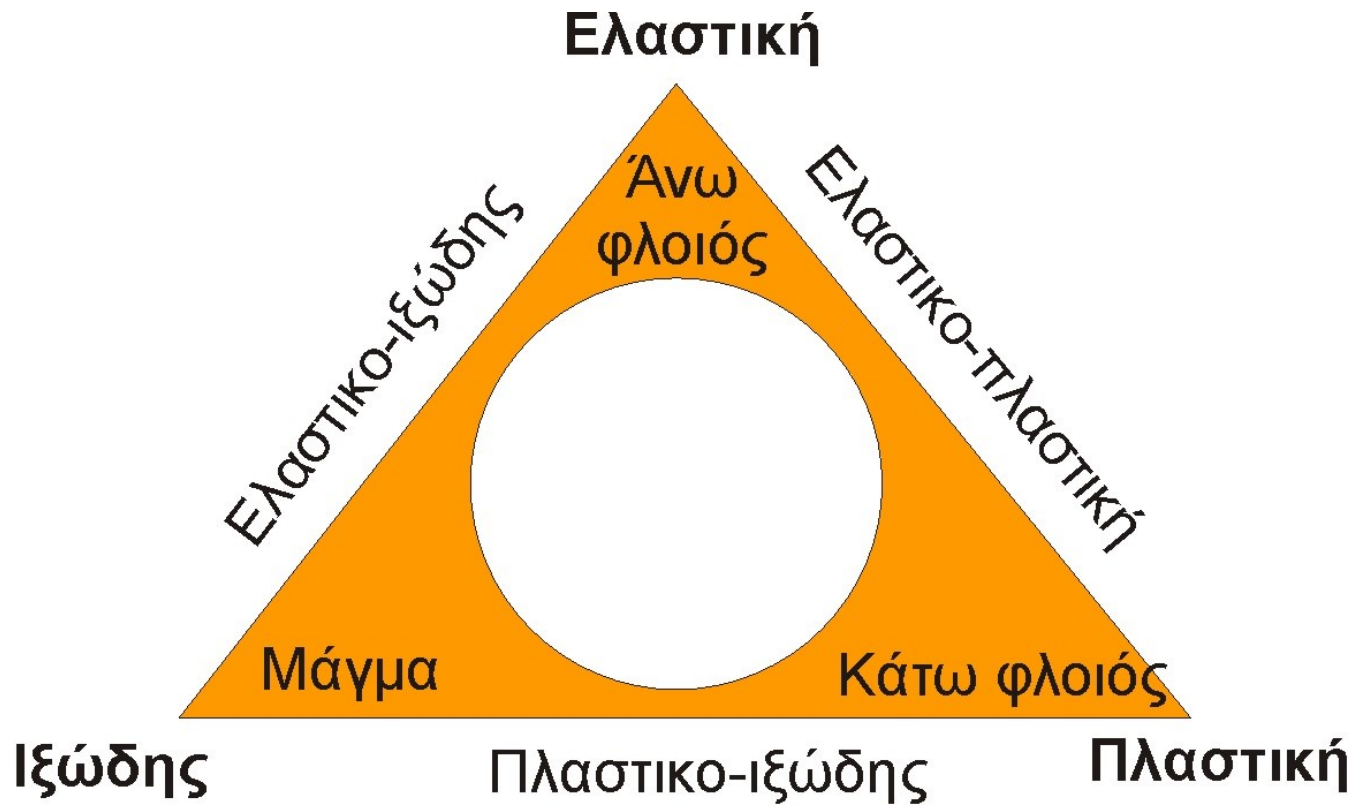
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Σκοποί ενότητας

- Αναγνώριση των μηχανικών ιδιοτήτων των πετρωμάτων
- Διάκριση μεταξύ ελαστικής, πλαστικής και ιξώδους συμπεριφοράς των πετρωμάτων
- Κατανόηση της μεταβολής της μηχανικής συμπεριφοράς των πετρωμάτων ως προς την αύξηση του βάθους
- Αναγνώριση χαρακτηριστικών πετρωμάτων σε ζώνες ρηγμάτων

# Τύποι παραμόρφωσης



# Ορισμοί ...

- Ελαστική συμπεριφορά (elastic) ορίζεται ως η ικανότητα που έχουν τα πετρώματα να ανακτούν το αρχικό τους σχήμα αμέσως μετά την άρση της τάσης που προκάλεσε παραμόρφωση.

*Υπέρβαση του ορίου ελαστικότητας λόγω της αυξανόμενα εφαρμοζόμενης τάσης οδηγεί σε θραύση.*

- Η παραμόρφωση του πετρώματος μετά το όριο ελαστικότητας είναι παραμένουσα (εύθραυστη παραμόρφωση).

# Ορισμοί ...

- Πλαστική συμπεριφορά (plastic) ορίζεται ως η ικανότητα που έχουν τα πετρώματα να αλλάζουν το σχήμα τους, δηλαδή να παραμορφώνονται χωρίς να θραύονται, όταν τους ασκηθεί ικανή τάση.
- Η πλαστική παραμόρφωση συντελείται όταν μια προοδευτικά αυξανόμενη τάση οδηγήσει στην υπέρβαση του ορίου πλαστικότητας των πετρωμάτων.
- Η πλαστική παραμόρφωση είναι παραμένουσα (εύπλαστη παραμόρφωση, ductile) και ελέγχεται από την θερμοκρασία, τη πίεση και την ύπαρξη ρευστής φάσης.

# Ορισμοί ...

- Ιξώδης (viscous) ονομάζεται η συμπεριφορά που προσομοιάζει τις ιδιότητες των υγρών.
- Παράδειγμα ιξωδών υλικών αποτελούν τα τήγματα των πετρωμάτων (μανδύα).
- Η ιξώδης παραμόρφωση είναι παραμένουσα και συντελείται λόγω της κίνησης της ρευστής φάσης των τηγμάτων και ελέγχεται κυρίως από την θερμοκρασία.

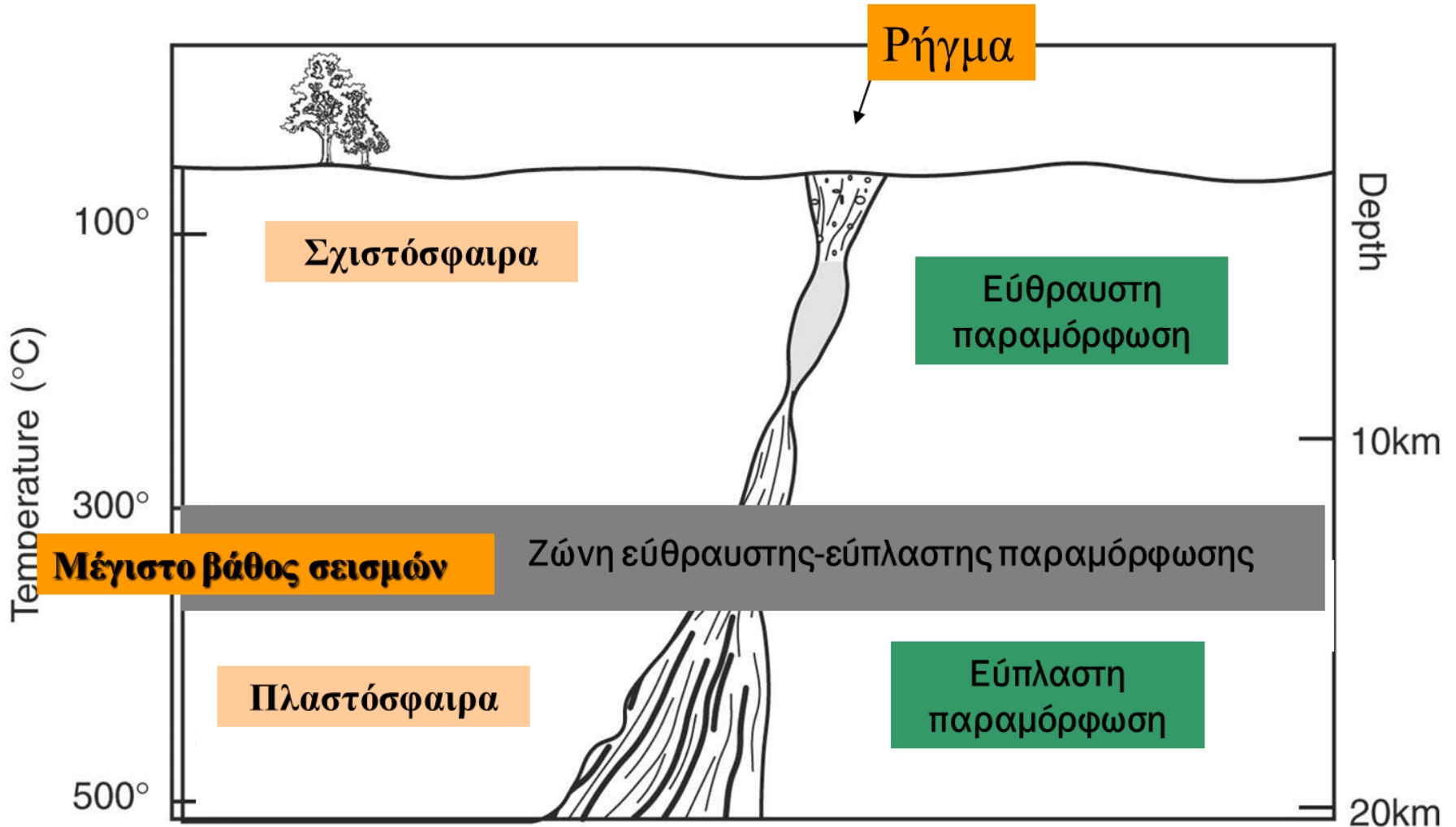


# Εύθραυστη –εύπλαστη παραμόρφωση στο εργαστήριο

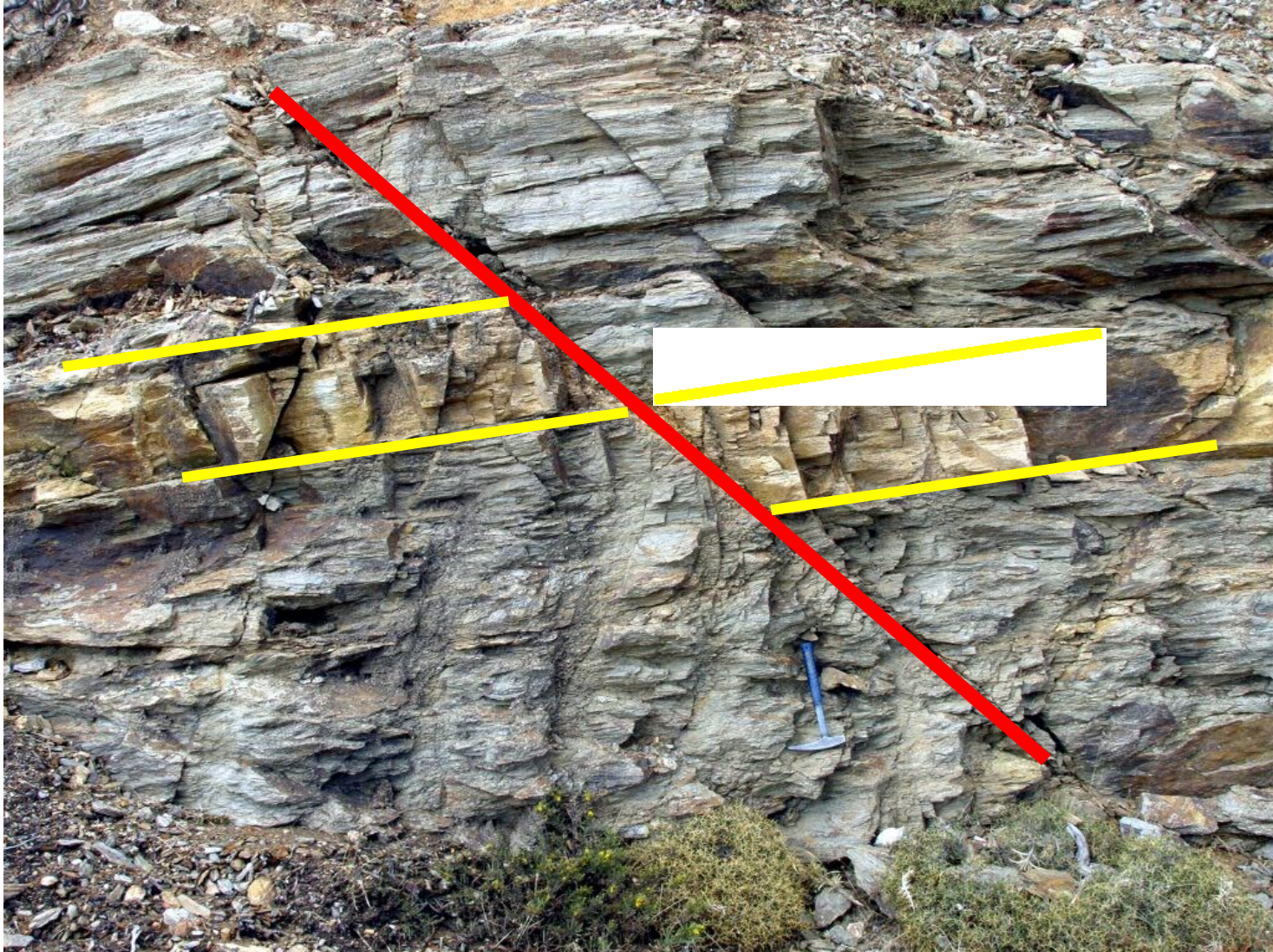
*Ποιος ο ρόλος της ταχύτητας της  
παραμόρφωσης (strain rate)*

**Το όριο εύθραυστης – εύπλαστης  
παραμόρφωσης ελέγχεται επίσης και από  
την ταχύτητα παραμόρφωσης**

# Εύθραυστη –εύπλαστη παραμόρφωση στο φλοιό



# Εύθραυστη παραμόρφωση πετρωμάτων



# Εύθραυστη-εύπλαστη παραμόρφωση πετρωμάτων



# Εύπλαστη παραμόρφωση πετρωμάτων



Πλαστική ζώνη διάτμησης στην περιοχή Cap De creus, Ισπανία

# Εύθραυστη παραμόρφωση πετρωμάτων



# Εύπλαστη παραμόρφωση πετρωμάτων



# Πετρώματα ρηξιγενών ζωνών

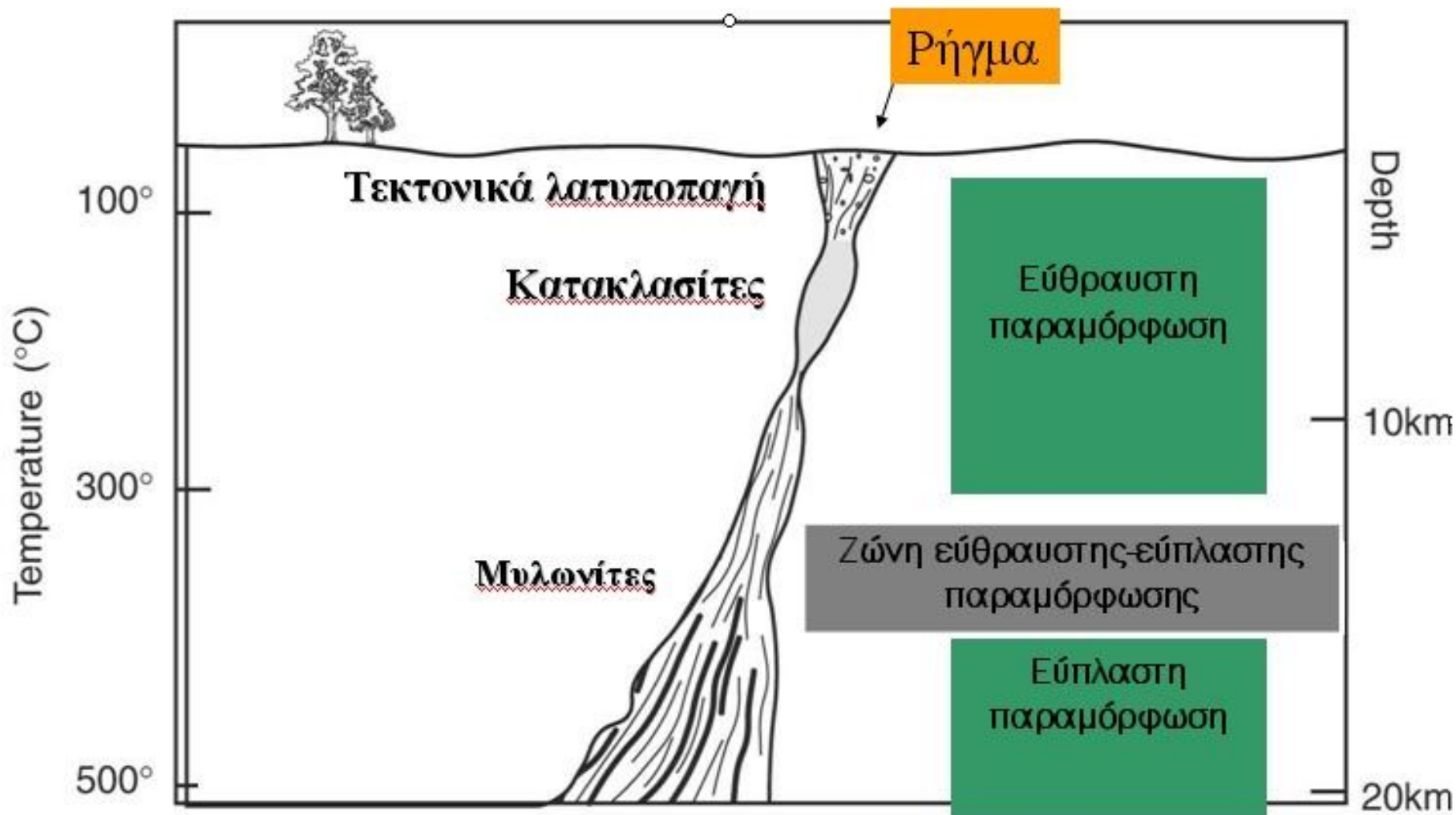


Ρήγμα ονομάζεται μια διάρρηξη, η οποία διαχωρίζει ένα πέτρωμα σε δυο τεμάχια, τα οποία έχουν κινηθεί το ένα με το άλλο

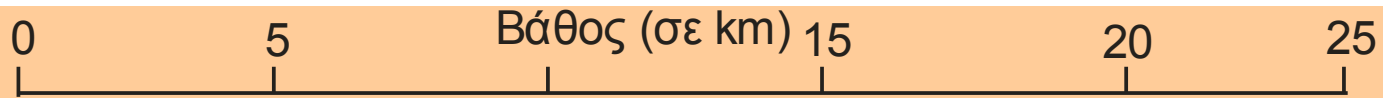
*Ζώνη Ρήγματος*



# Πετρώματα ρηξιγενών ζωνών



**Κοκκομετρικό μέγεθος των κλασμάτων**



Αύξησης συνθηκών P, T →

Αύξηση του βαθμού μεταμόρφωσης →

Αμεταμόρφωτα πετρώματα      Πολύ χαμηλή μεταμόρφωση      Χαμηλή μεταμόρφωση      Ενδιάμεση μεταμόρφωση      Υψηλή μεταμόρφωση



**ΚΑΤΑΚΛΑΣΙΤΕΣ**

Αναλογία θημελιώδους μάζας

- 0-10%: Συντετριμμένο πρωτολατυποπαγές
- 10-50%: Συντετριμμένο λατυποπαγές
- 50-90%: Μικρολατυποπαγές
- 90-100%: Πρωτοκατακλασίτης

**ΗΜΙΠΛΑΣΤΙΚΟΙ ΜΥΛΩΝΙΤΕΣ**

Αναλογία θημελιώδους μάζας

- 0-10%: Πρωτομυλωνίτες
- 10-50%: Μυλωνίτες με οφθαλμούς
- 50-90%: Μυλωνίτες
- 90-100%: Αφανείς μυλωνίτες

# Τεκτονικά Λατυποπαγή

## Μικρολατυποπαγή



# Τεκτονικά Λατυποπαγή Μικρολατυποπαγή



# Κατακλασίτες



# Κατακλασίτες



# Κατακλασίτες

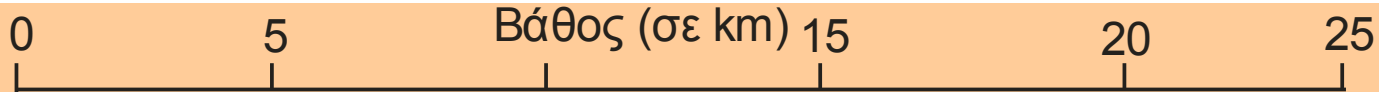


# Κατακλασίτες





**Κοκκομετρικό μέγεθος των κλασμάτων**



Αύξησης συνθηκών P, T

Αύξηση του βαθμού μεταμόρφωσης

Αμεταμόρφωτα πετρώματα

Πολύ χαμηλή μεταμόρφωση

Χαμηλή μεταμόρφωση

Ενδιάμεση μεταμόρφωση

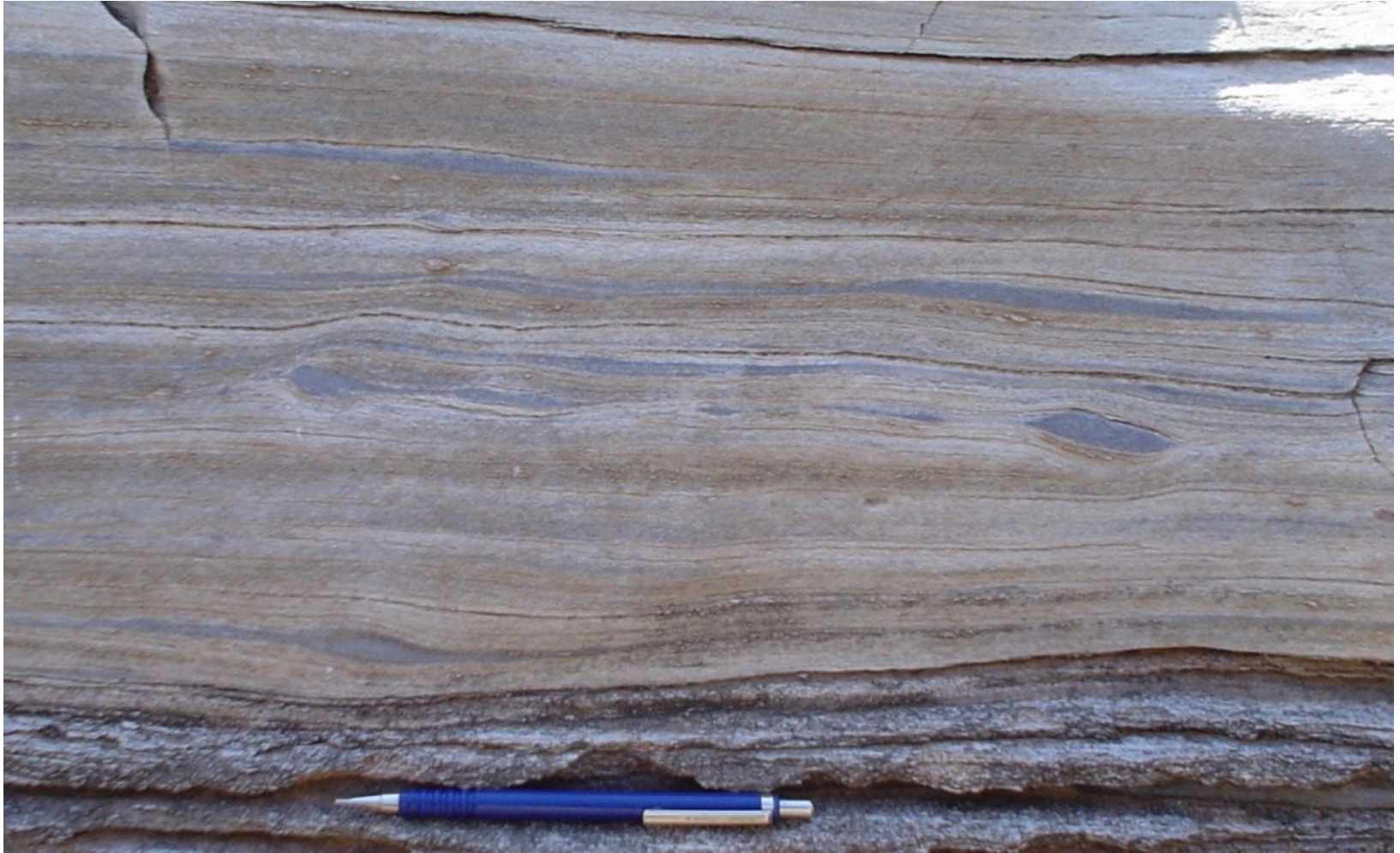
Υψηλή μεταμόρφωση



# Μυλωνίτες

- Οι μυλωνίτες δημιουργούνται σύγχρονα με την μεταμόρφωση του πετρώματος και χαρακτηρίζεται από μια έντονη φολίωση την **Μυλωνιτική φολίωση**.
- Η προοδευτική μετάβαση από τον Πρωτομυλωνίτη έως τον Αφανή Μυλωνίτη συντελείται με τη προοδευτική δυναμική ανακρυστάλλωση των ορυκτών η οποία οδηγεί σε συνεχώς μειούμενο μέγεθος κρυστάλλων.
- Η δυναμική ανακρυστάλλωση των ορυκτών πραγματοποιείται όταν υπάρχουν συνθήκες για κρυσταλλοπλαστική παραμόρφωση (θερμοκρασία, πίεση, διατμητική τάση).
- Κρυσταλλοπλαστική παραμόρφωση δηλώνει ολισθήσεις στο κρυσταλλικό πλέγμα των ορυκτών

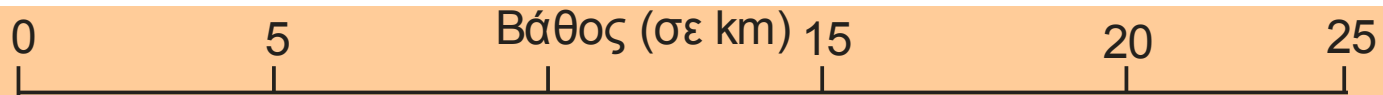
# Μυλωνίτες



# Μυλωνίτες



**Κοκκομετρικό μέγεθος των κλασμάτων**



Αύξησης συνθηκών P, T  
 Αύξηση του βαθμού μεταμόρφωσης

Αμεταμόρφωτα πετρώματα      Πολύ χαμηλή μεταμόρφωση      Χαμηλή μεταμόρφωση      Ενδιάμεση μεταμόρφωση      Υψηλή μεταμόρφωση



Αναλογία θεμελιώδους μάζας

0-10%  
10-50%  
50-90%  
90-100%

Αναλογία θεμελιώδους μάζας

0-10%  
10-50%  
50-90%  
90-100%

**Βλαστομυλωνίτες**  
 (χαρακτηρίζονται από ανάπτυξη νέων ορυκτών)

**ΗΜΙΠΛΑΣΤΙΚΟΙ ΜΥΛΩΝΙΤΕΣ**

# Διάλυση λόγω πίεσης



[http://en.wikipedia.org/wiki/Pressure\\_solution#/media/File:Deformed\\_corals%2Bpressure\\_solution.JPG](http://en.wikipedia.org/wiki/Pressure_solution#/media/File:Deformed_corals%2Bpressure_solution.JPG) Deformed coral limestone showing flattening accommodated both by plastic deformation of the corals and pressure solution along stylolites

**Τέλος Ενότητας**

# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright, Πανεπιστήμιο Πατρών, Σχολή  
Θετικών Επιστημών, Τμήμα Γεωλογίας. Ιωάννης  
Κ. Κουκουβέλας «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 11 έως 16, 19 έως 24, και 27 έως 28 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://en.wikipedia.org/wiki/Pressure\\_solution#/media/File:Deformed\\_corals%2Bpressure\\_solution.JPG](http://en.wikipedia.org/wiki/Pressure_solution#/media/File:Deformed_corals%2Bpressure_solution.JPG)