



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά  
μαθήματα ΠΠ

# ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ

## Ενότητα 4: Εισαγωγή στα ρήγματα

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

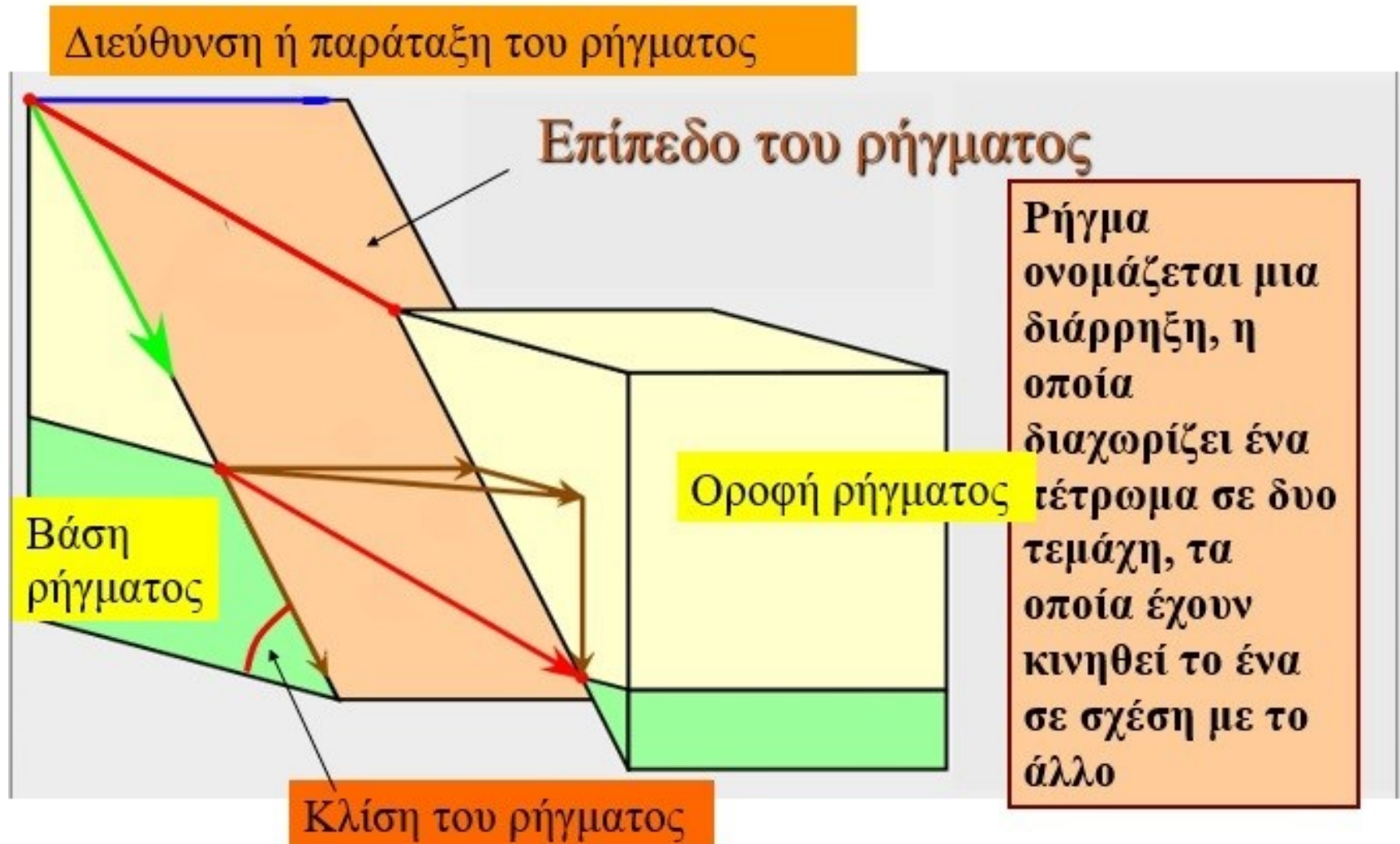
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



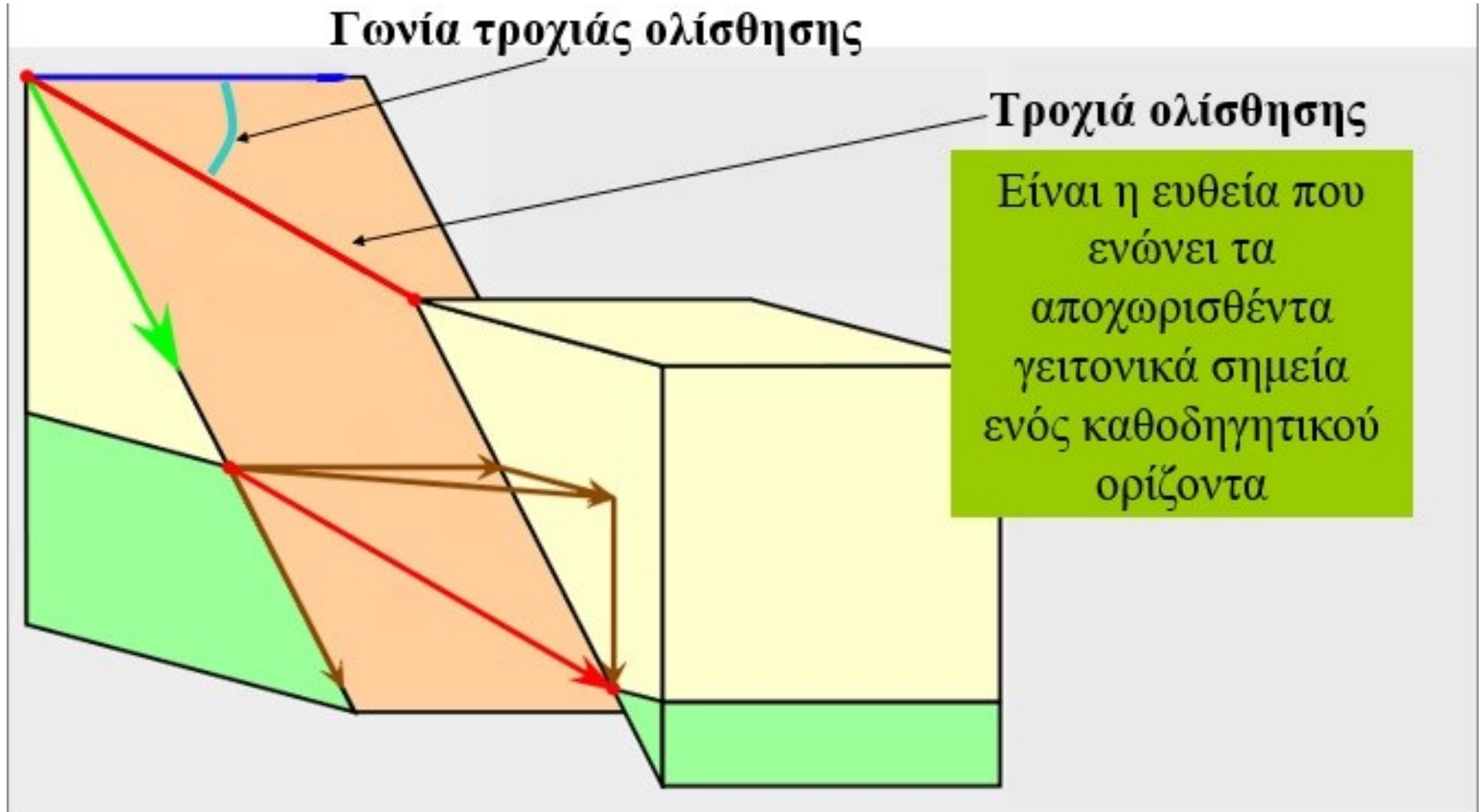
# Σκοποί ενότητας

- Κατανόηση βασικών ορισμών και ανατομίας ενός ρήγματος
- Συστηματική διαίρεση των ρηγμάτων
- Αναγνώριση των ρηγμάτων στην ύπαιθρο
- Αναγνώριση φυσικών χαρακτηριστικών των ρηγμάτων
- Κατανόηση ανάπτυξης και διεύρυνσης των ρηγμάτων
- Διάκριση μεταξύ των διαφόρων τύπων ρηγμάτων

# Η ανατομία ενός ρήγματος

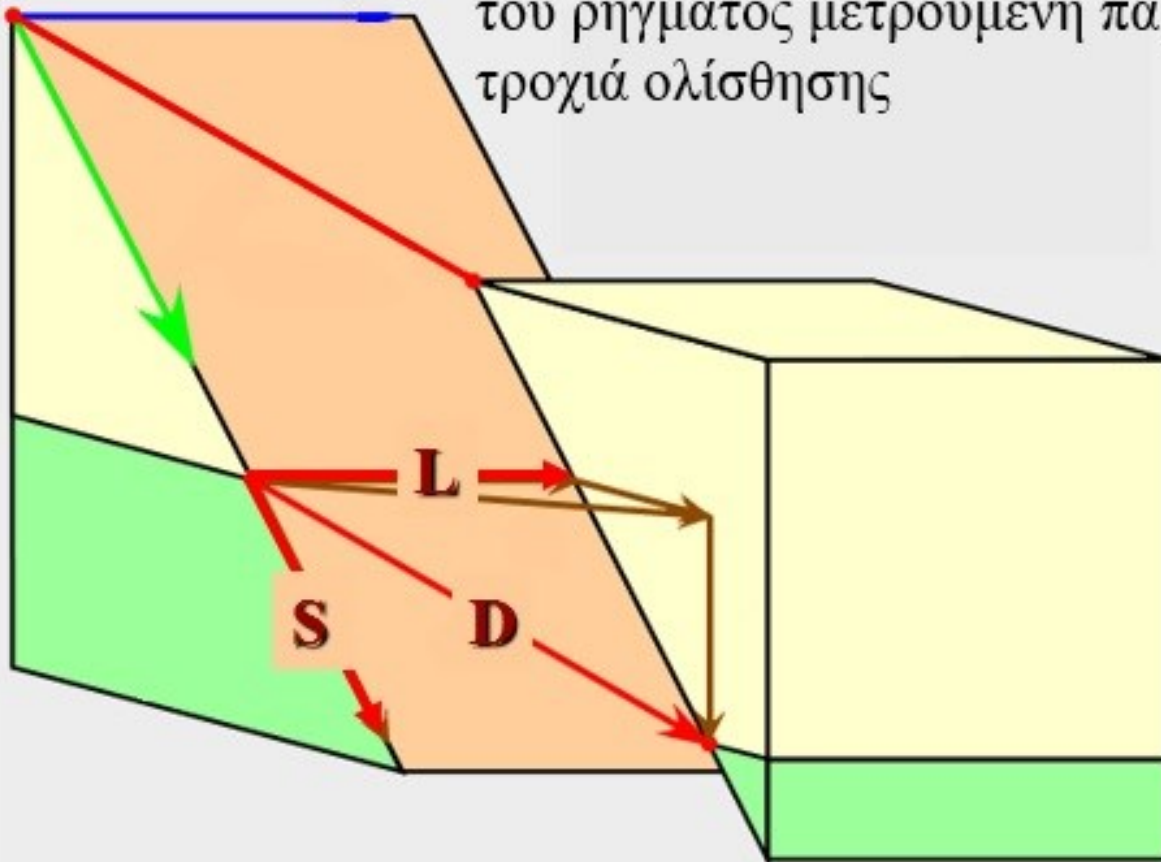


# Η ανατομία ενός ρήγματος



# Η ανατομία ενός ρήγματος

**D = συνολική μετατόπιση:** συνολική ολίσθηση επί του ρήγματος μετρούμενη παράλληλα ως προς την τροχιά ολίσθησης

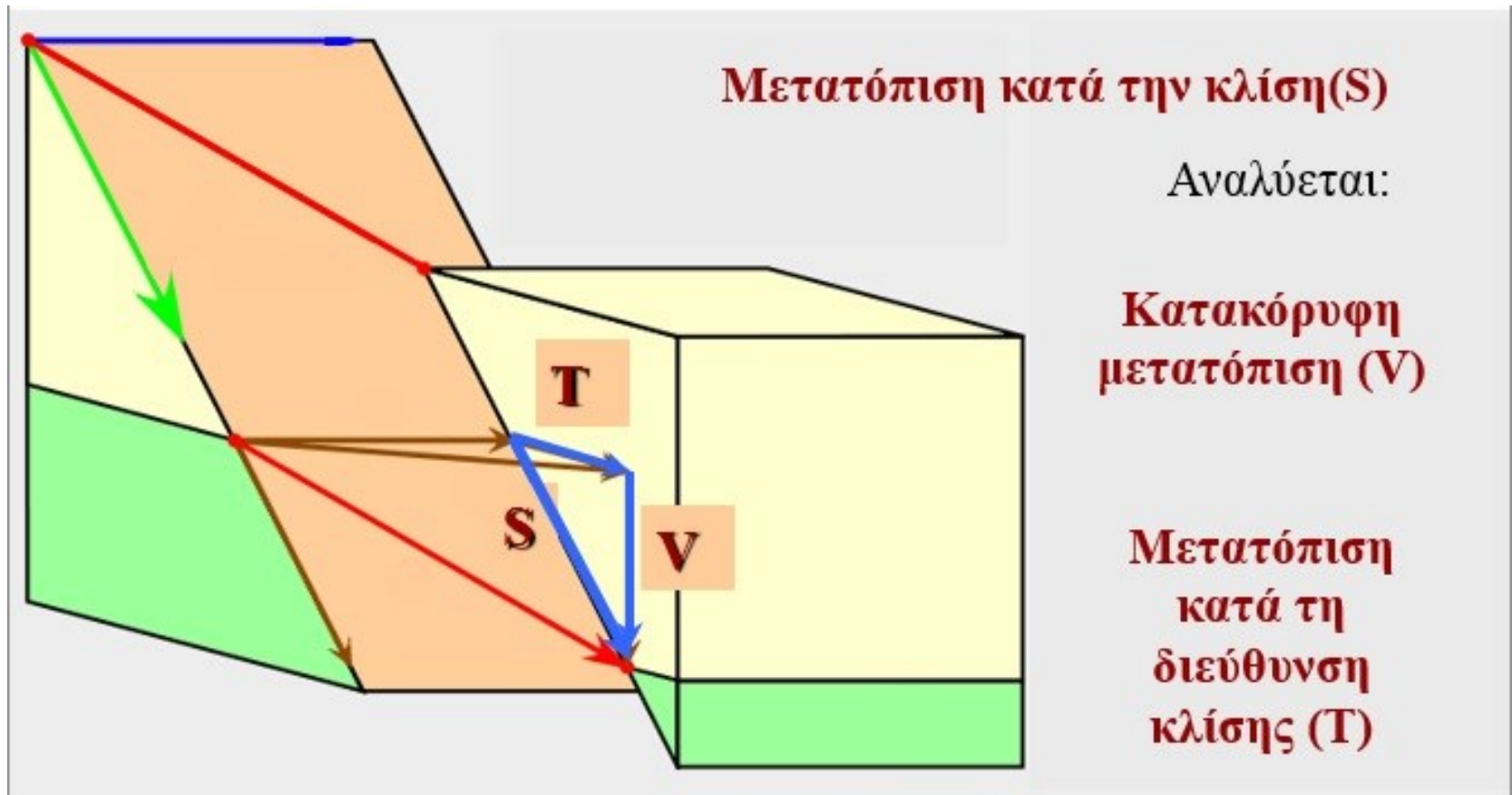


Αναλύεται:

**Οριζόντια  
μετατόπιση  
(L)**

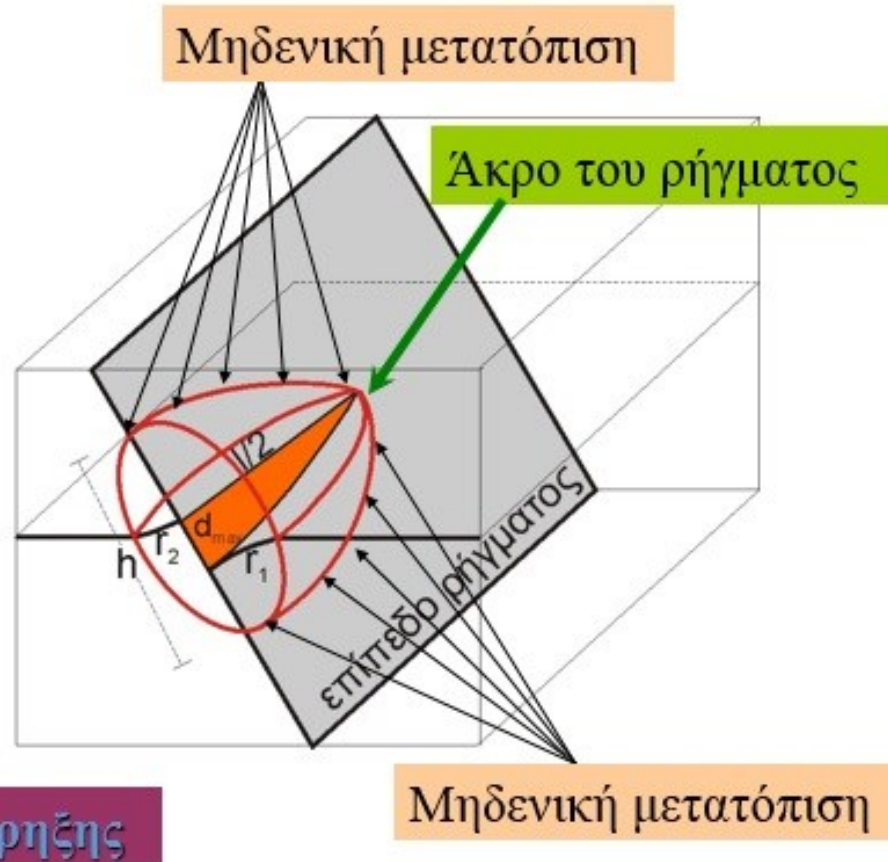
**Μετατόπιση  
κατά την  
κλίση(S)**

# Η ανατομία ενός ρήγματος

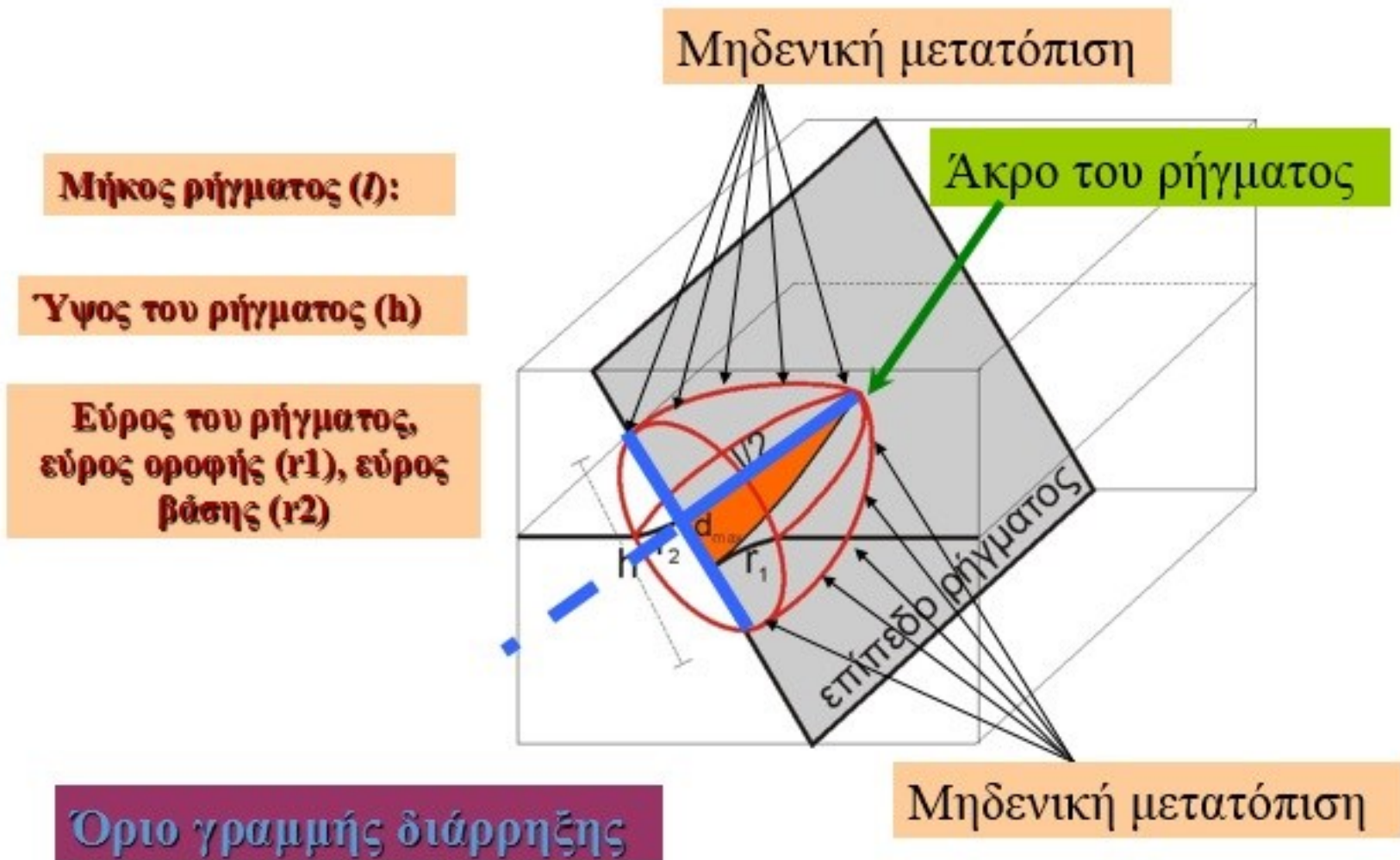




# Η ανατομία ενός ρήγματος

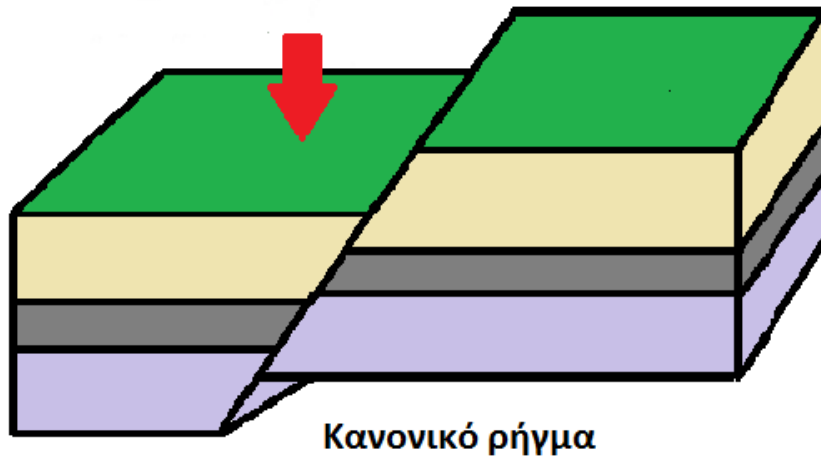
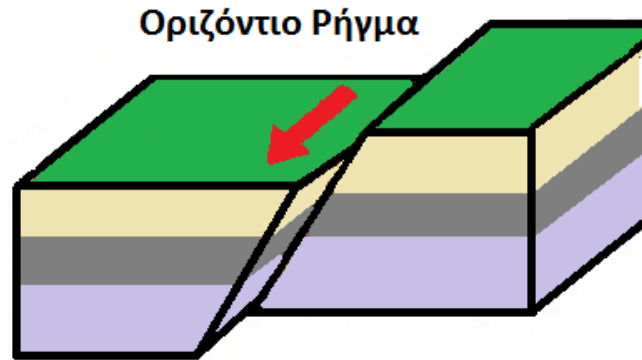
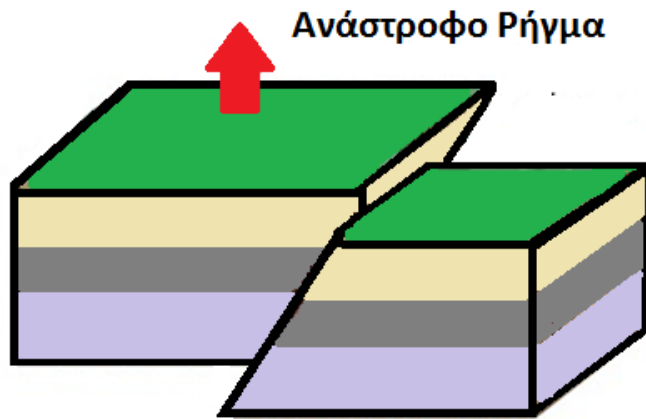


# Η ανατομία ενός ρήγματος



# Συστηματική διαίρεση των ρηγμάτων

Ρήγματα κατά την παράταξη

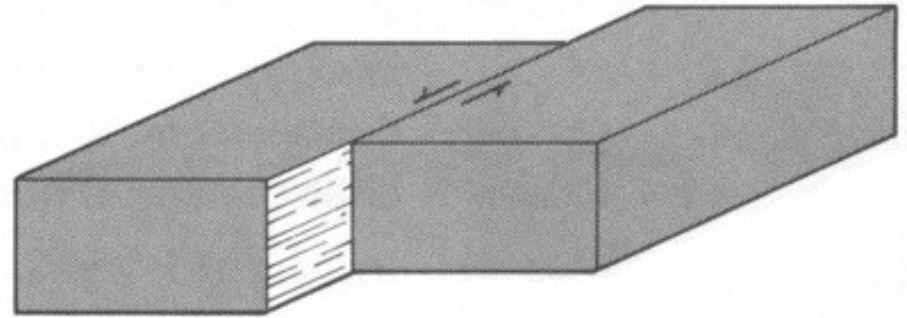


Η συστηματική διαίρεση ποικίλει ανάμεσα σε δύο κύριες κατηγορίες ρηγμάτων

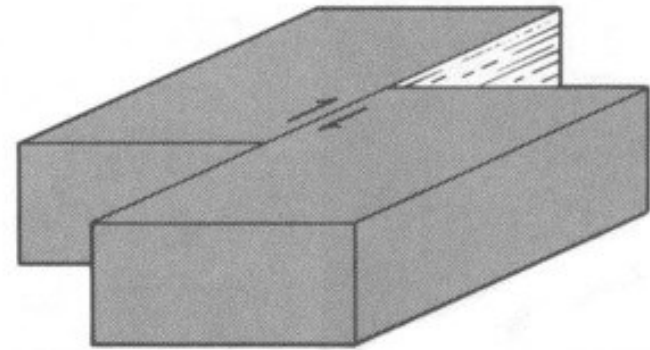
Ρήγματα κατά την κλίση

# Συστηματική διαίρεση των ρηγμάτων

- **Αριστερόστροφο οριζόντιας μετατόπισης ρήγμα**  
(sinistral strike-slip fault)

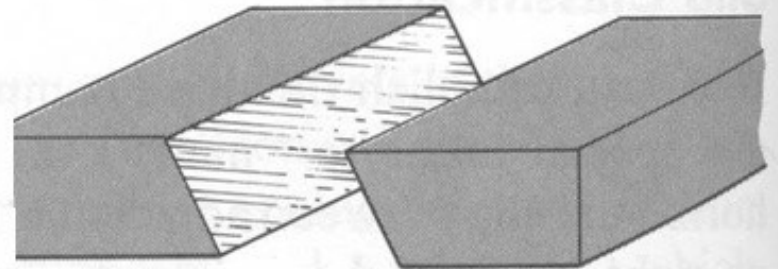


- **Δεξιόστροφο οριζόντιας μετατόπισης ρήγμα**  
(dextral strike-slip fault)

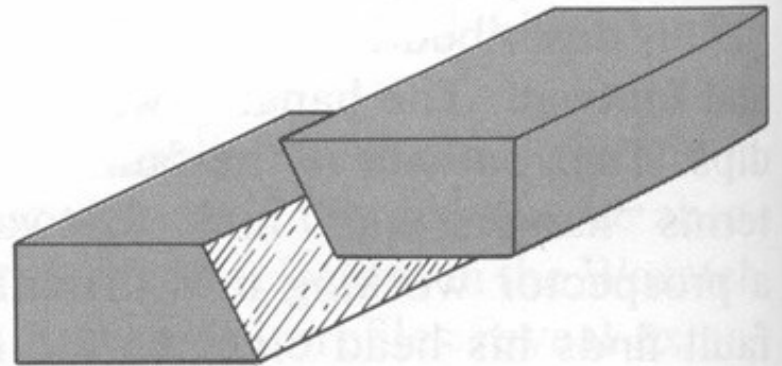


# Συστηματική διαίρεση των ρηγμάτων

- **Αριστερόστροφο  
Πλαγιοκανονικό ρήγμα**  
(left-lateral oblique normal fault)



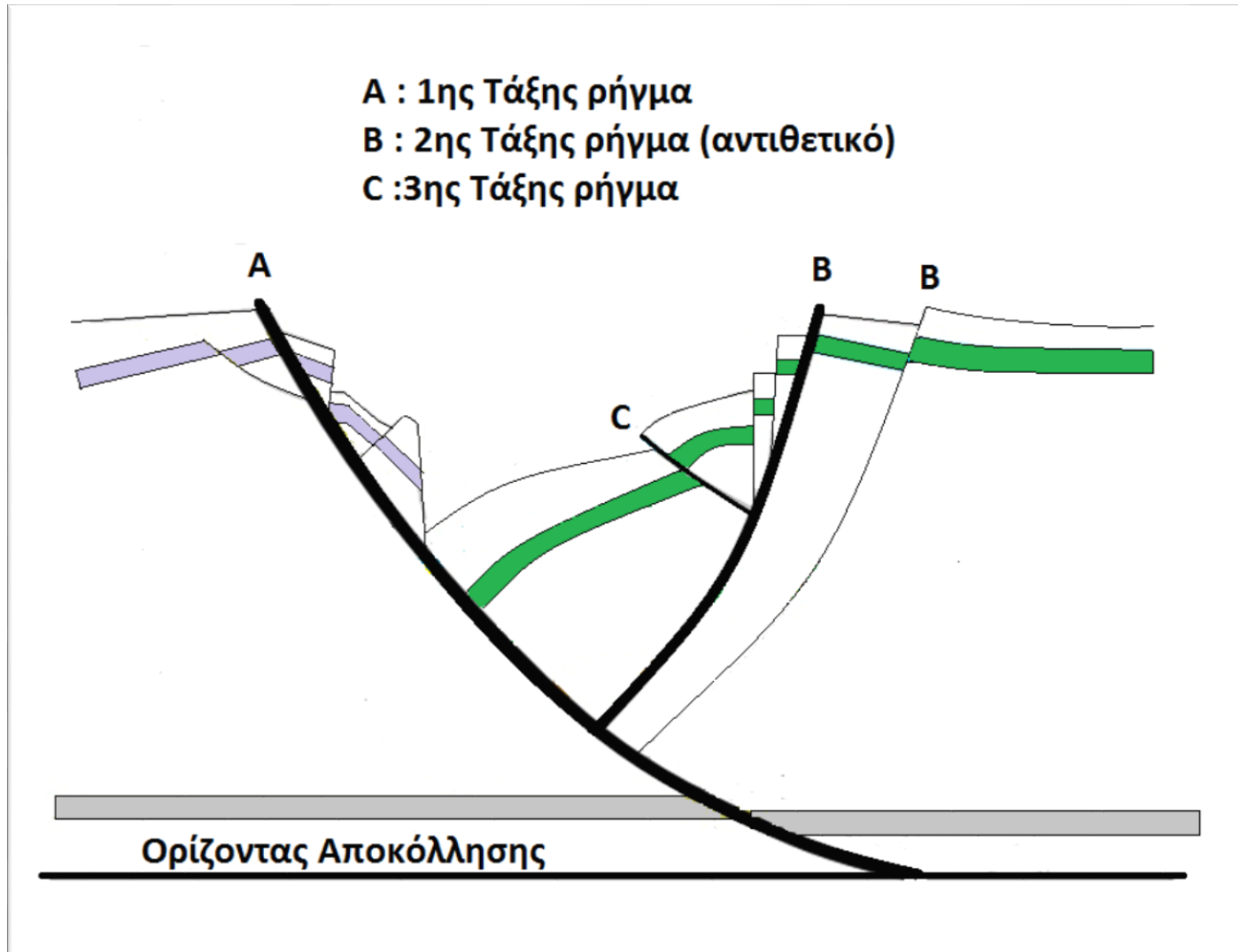
- **Αριστερόστροφο  
Πλαγιοανάστροφο ρήγμα**



# Ορολογία

- Επίπεδο του ρήγματος: fault plane
- Οροφή του ρήγματος: Hanging-wall
- Βάση του ρήγματος: Footwall
- Συνολική μετατόπιση: Net or total displacement
- Μήκος ρήγματος: fault length
- Ρήγμα κατά την κλίση: dip-slip faults
- Κανονικό ρήγμα: Normal fault
- Ανάστροφο ρήγμα: Reverse fault
- Ρήγμα κατά την παράταξη: Strike-slip fault

# Συνθετικά / Αντιθετικά Ρήγματα



# Αναγνώριση των ρηγμάτων στην ύπαιθρο

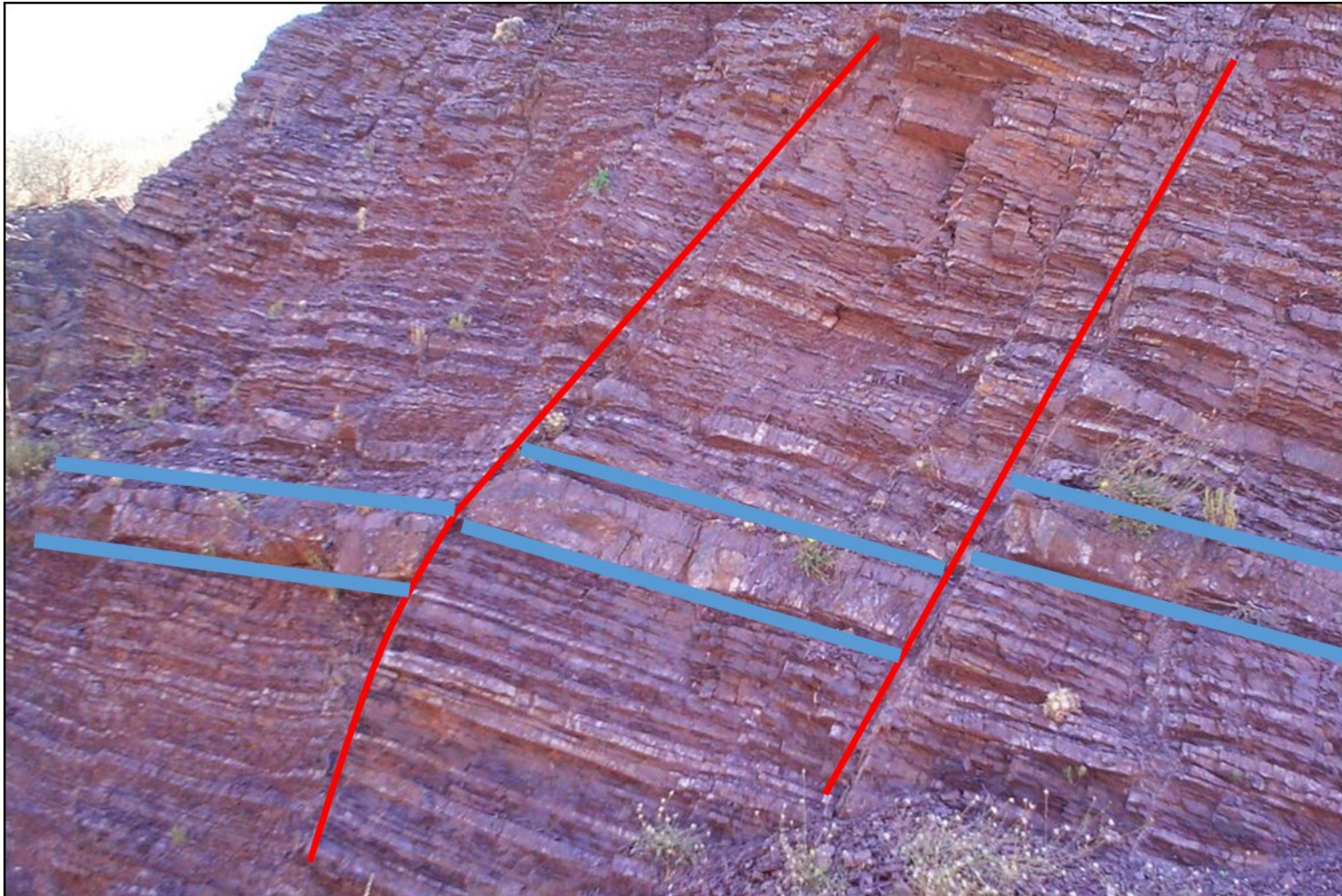
- Τα ρήγματα είναι διακριτά σε μικροσκοπική, μεσοσκοπική και μεγασκοπική κλίμακα. Το κύριο χαρακτηριστικό τους είναι η μετατόπιση ενός καθοδηγητικού ορίζοντα
- Καθοδηγητικός ορίζοντας: είναι αναγνωρίσιμος λόγω χρώματος, σύστασης ή ηλικίας
- Μεγάλης μετατόπισης ρήγματα = δύσκολος προσδιορισμός (γεωτρήσεις ή γεωφυσικές διασκοπίσεις)  
Μικρής μετατόπισης = ευκολότερη



# Αναγνώριση ρηγμάτων

Κριτήριο 1<sup>ο</sup>

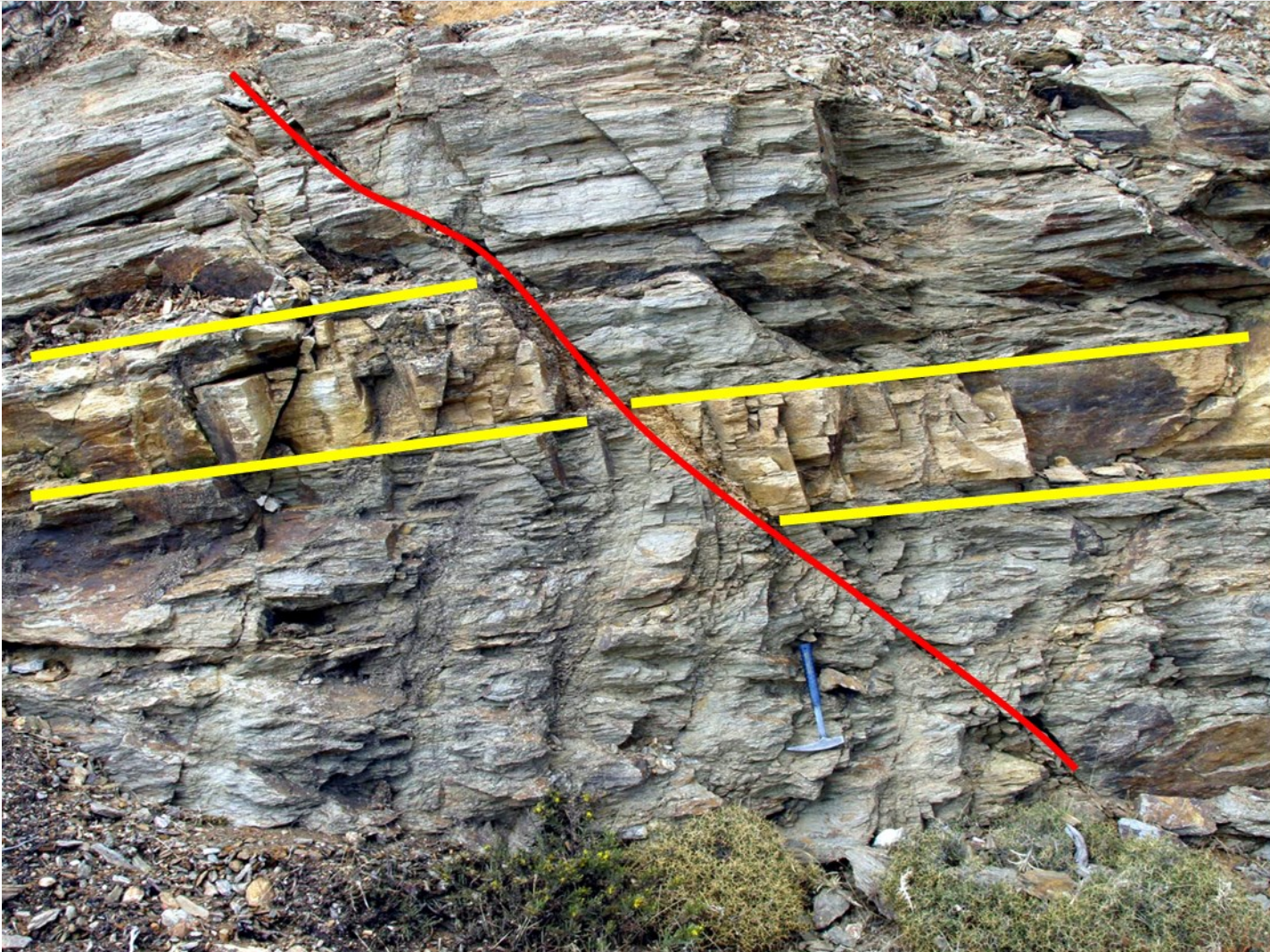
Απότομη διακοπή καθοδηγητικών οριζόντων (άλλες δομές, στρώματα)



# Αναγνώριση ρηγμάτων

Κριτήριο 1<sup>ο</sup>

Απότομη διακοπή καθοδηγητικών οριζόντων (άλλες δομές, στρώματα)



# Αναγνώριση ρηγμάτων

Κριτήριο 2<sup>ο</sup>

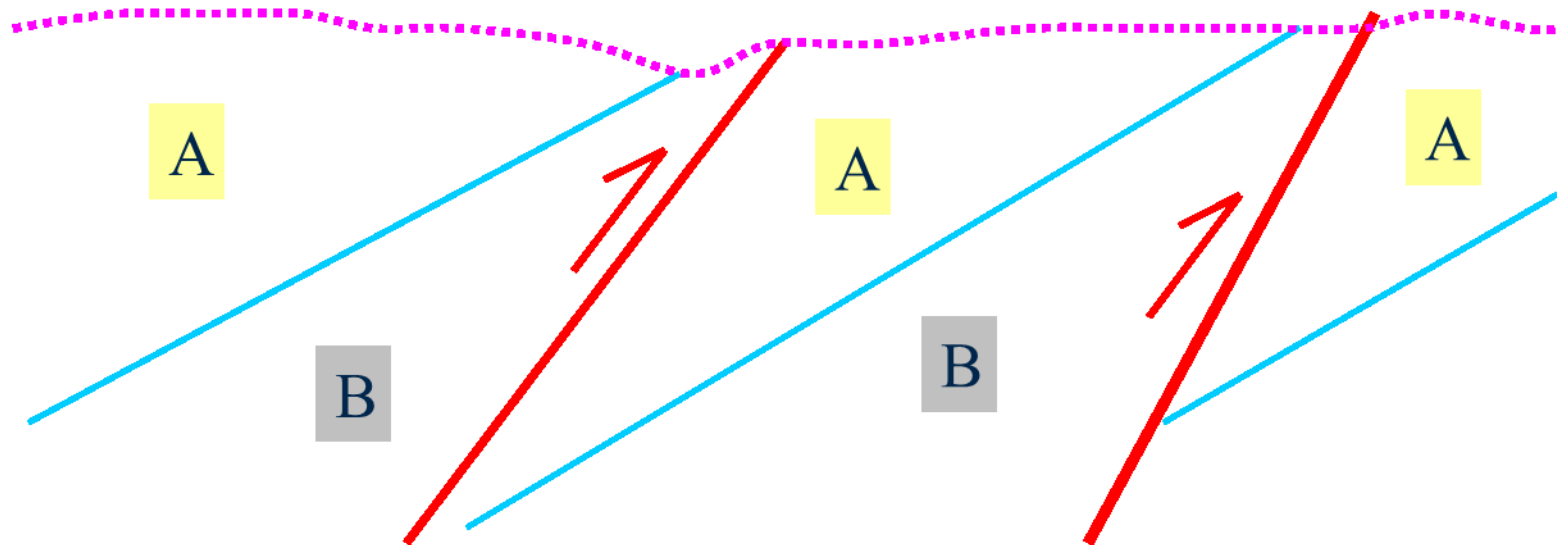
Υπαρξη πετρωμάτων που αναπτύσσονται σε ζώνες ρηγμάτων (π.χ. κατακλασίτες, μυλωνίτες)



# Αναγνώριση ρηγμάτων

Κριτήριο 3<sup>ο</sup>

Η έλλειψη ή η επανάληψη ενός ή πολλών οριζόντων επί του γεωλογικού χάρτη



Το κριτήριο αυτό χρησιμοποιείται αφού αποκλειστεί ότι οι επαναλήψεις δεν οφείλονται σε πύκωση

# Αναγνώριση ρηγμάτων

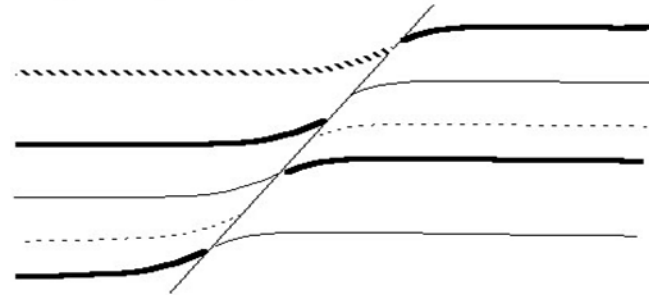
## Κριτήριο 4<sup>ο</sup>

*Καμπυλώσεις – σύρσεις*  
*(drag folds)*

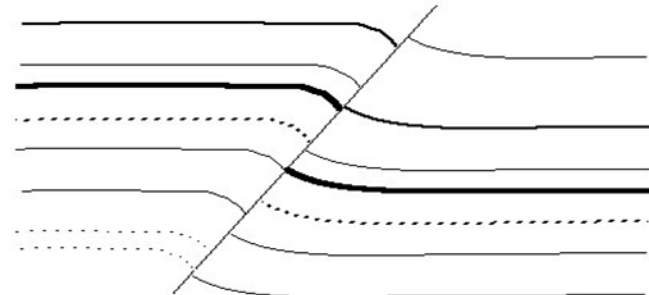
- Κανονικό ρήγμα
- Ανάστροφο ρήγμα

Drag Folds:  
Small folds accompanying faults  
and resulting from fault motion

Drag folding along a normal fault:



Drag folding along a reverse fault:



# Αναγνώριση ρηγματών

Καμπυλώσεις – σύρσεις

Κριτήριο 4<sup>ο</sup>



# Αναγνώριση ρηγμάτων

Καμπυλώσεις – σύρσεις

Κριτήριο 4<sup>ο</sup>



# Αναγνώριση ρηγμάτων

Διάφορα τοπογραφικά χαρακτηριστικά (π.χ. διαφορές στο υδρογραφικό δίκτυο)

Κριτήριο 5°





# Αναγνώριση ενεργών ρηγμάτων

- Αναγνώριση σεισμικών διαρρήξεων επί της επιφάνειας του εδάφους
- Αναγνώριση γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών τα οποία τροποποιούνται ή καθορίζονται από την ύπαρξη ρήγματος (π.χ. αλλαγή πορείας ποταμών ή χειμάρρων)
- Χρήση δεδομένων ενεργής σεισμικότητας

# Αναγνώριση ενεργών ρηγμάτων



[http://en.wikipedia.org/wiki/2002\\_Denali\\_earthquake#/media/File:Trans Alaska Pipeline Denali fault shift.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/2002_Denali_earthquake#/media/File:Trans_Alaska_Pipeline_Denali_fault_shift.jpg) View of Trans-Alaska Pipeline showing distortion a few days after the earthquake.

# Αναγνώριση ενεργών ρηγμάτων



[http://en.wikipedia.org/wiki/2010\\_Canterbury\\_earthquake#/media/File:Crack\\_in\\_Bridge\\_Street\\_from\\_the\\_2010\\_Canterbury\\_earthquake.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/2010_Canterbury_earthquake#/media/File:Crack_in_Bridge_Street_from_the_2010_Canterbury_earthquake.jpg) Crack in Bridge Street, South New Brighton.



[http://en.wikipedia.org/wiki/1994\\_Northridge\\_earthquake#/media/File:Street\\_Damage\\_After\\_Northridge\\_Earthquake.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/1994_Northridge_earthquake#/media/File:Street_Damage_After_Northridge_Earthquake.jpg) Street damage after the Northridge Earthquake of January 17, 1994.

# Αναγνώριση ενεργών ρηγμάτων

## Μέτωπο του ρήγματος (fault scarp)



<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:FaultLineScarp.JPG> A Fault-line scarp from the Gobi of Mongolia. The mechanism on this fault is a reverse motion.

# Αναγνώριση ενεργών ρηγμάτων

**Μέτωπο του ρήγματος (fault scarp)**



# Γραμμώσεις ολίσθησης - γλυφές

- Με βάση κριτήρια όπως η διακοπή καθοδηγητικών οριζόντων και οι καμπυλώσεις-σύρσεις επί του ρήγματος μπορούμε να προσδιορίσουμε την γενική κινηματική του ρήγματος στο επίπεδο παρατήρησης (2D). – *Τη σχετική κίνηση των τεμαχίων εκατέρωθεν του ρήγματος*
- Οι γραμμώσεις ολίσθησης επί του ρήγματος υποδεικνύουν τη τροχιά ολίσθησης και μας επιτρέπουν να προσδιορίζουμε την πραγματική κίνηση κατά την οριζόντιο και κατά την κλίση

# Γραμμώσεις ολίσθησης - γλυφές



Οι γραμμώσεις ολίσθησης επί του ρήγματος υποδεικνύουν μόνο τη τροχιά ολίσθησης και όχι τη φορά κίνησης

[http://en.wikipedia.org/wiki/Slickenside#/media/File:Bear\\_Valley\\_Slickensides.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/Slickenside#/media/File:Bear_Valley_Slickensides.jpg) Slickensides on a fault plane, south wall of Bear Valley Strip Mine.

# Γραμμώσεις ολίσθησης - γλυφές



Οι γραμμώσεις ολίσθησης επί του ρήγματος υποδεικνύουν μόνο τη τροχιά ολίσθησης και όχι τη φορά κίνησης

<http://en.wikipedia.org/wiki/Slickenside#/media/File:Slickensides.JPG> Slickensides developed on the surface of a small fault in quartzite in the Alpujarras

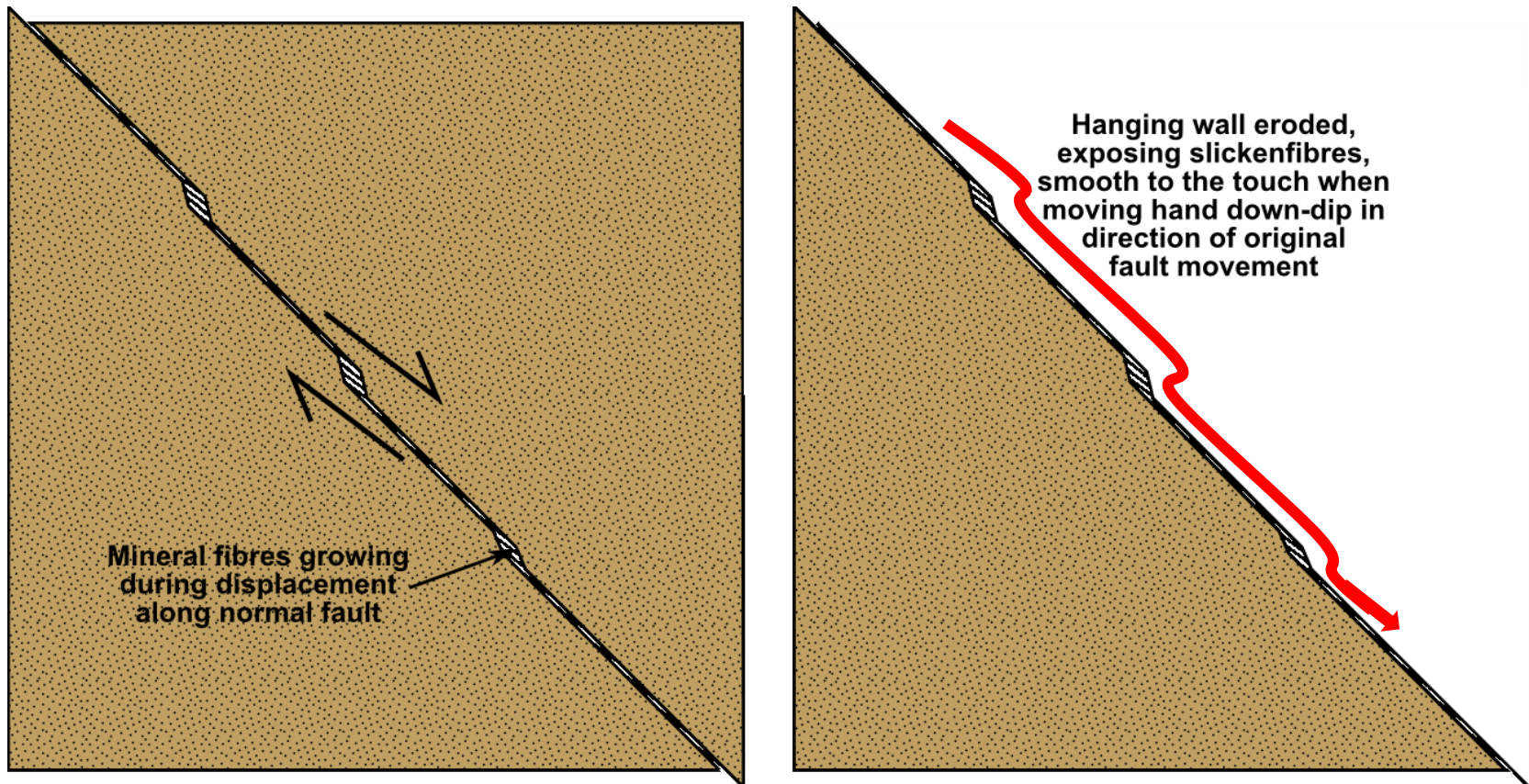


# Γλυφές κίνησης

Σημάδια επί του επιπέδου του ρήγματος με τα οποία μπορούμε να προσδιορίσουμε τη φορά κίνησης –  
όχι ιδιαίτερα ασφαλές κριτήριο

# Γλυφές κίνησης – αναβαθμίδες ορυκτών

Τα σκαλοπάτια δείχνουν την κίνηση του διαβρωμένου τεμάχου



<http://en.wikipedia.org/wiki/Slickenside#/media/File:Slicks.png> How slickenside steps form and show sense of movement on a fault.

# Γλυφές κίνησης – αναβαθμίδες ορυκτών



κίνηση του  
διαβρωμένου  
τεμάχους;

[http://en.wikipedia.org/wiki/Slickenside#/media/File:East\\_Kilve\\_slickenfibres.JPG](http://en.wikipedia.org/wiki/Slickenside#/media/File:East_Kilve_slickenfibres.JPG)  
Calcite slickenfibres on the surface of a normal fault, east of Kilve, Somerset.

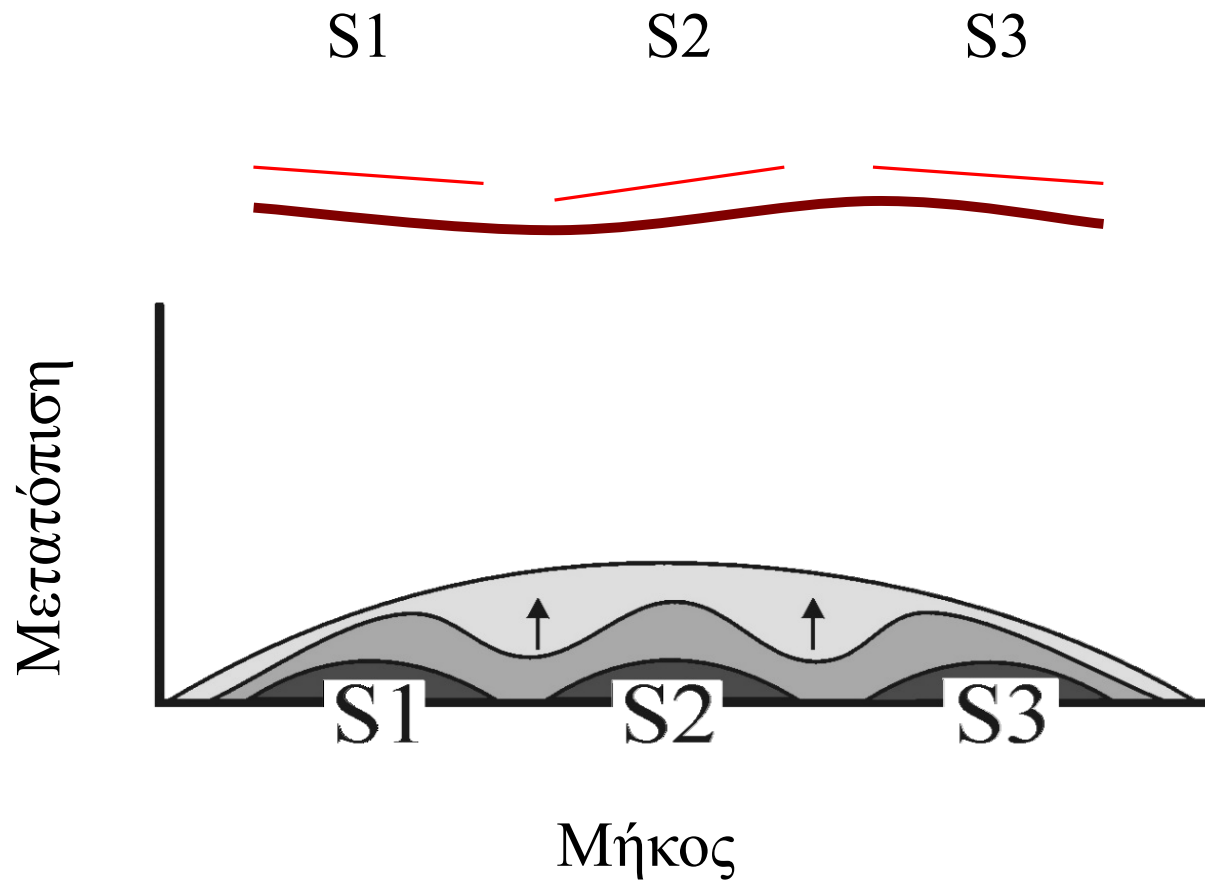
# Γλυφές κίνησης – αναβαθμίδες ορυκτών



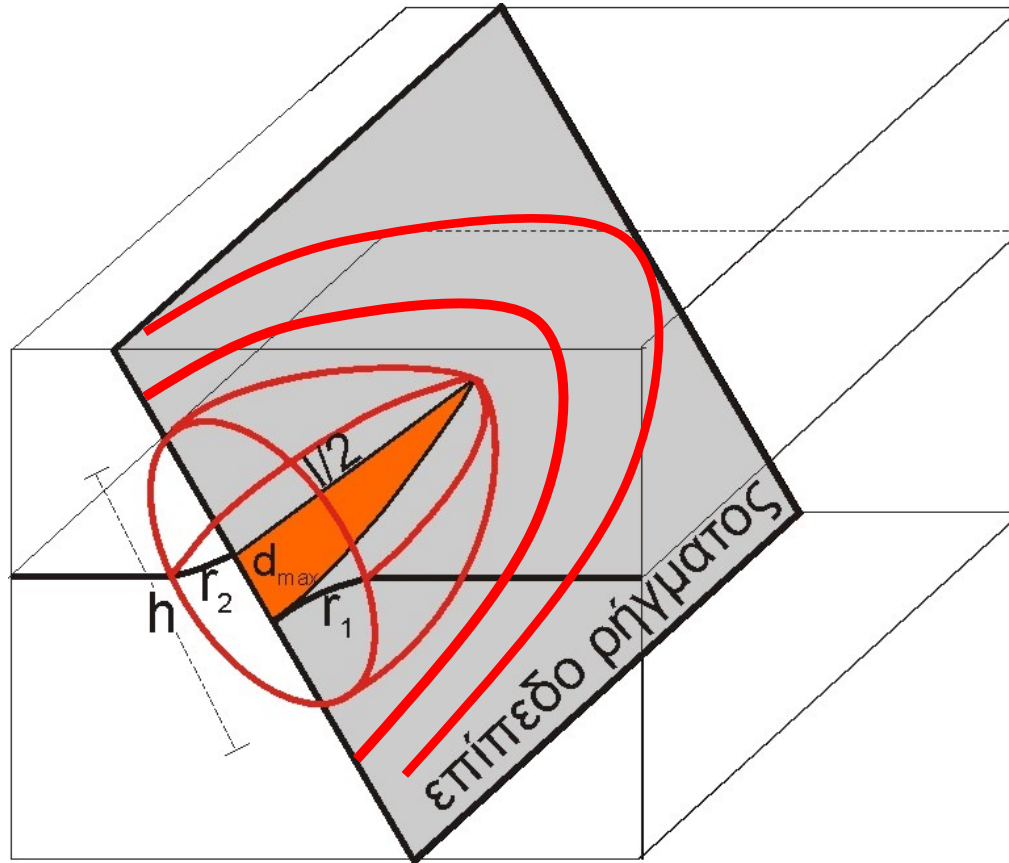
# Γλυφές κίνησης – αναβαθμίδες ορυκτών



# Ανάπτυξη και διεύρυνση ρηγμάτων



# Ανάπτυξη και διεύρυνση ρηγμάτων



**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 17 έως 19, 22 έως 24, 29, 36 και 37 ανήκουν στο προσωπικό αρχείο του διδάσκοντα Παρασκευά Ξυπολιά και παρέχονται με την άδεια CC BY-NC-ND 4.0



# 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

# 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/2002\\_Denali\\_earthquake#/media/File:Trans Alaska Pipeline Denali fault shift.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/2002_Denali_earthquake#/media/File:Trans_Alaska_Pipeline_Denali_fault_shift.jpg)
- [http://en.wikipedia.org/wiki/2010\\_Canterbury\\_earthquake#/media/File:Crack in Bridge Street from the 2010 Canterbury earthquake.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/2010_Canterbury_earthquake#/media/File:Crack_in_Bridge_Street_from_the_2010_Canterbury_earthquake.jpg)
- [http://en.wikipedia.org/wiki/1994\\_Northridge\\_earthquake#/media/File:Street Damage After Northridge Earthquake.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/1994_Northridge_earthquake#/media/File:Street_Damage_After_Northridge_Earthquake.jpg)
- <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:FaultLineScarp.JPG>
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Slickenside#/media/File:Bear Valley Slickensides.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/Slickenside#/media/File:Bear_Valley_Slickensides.jpg)
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Slickenside#/media/File:Slickensides.JPG>
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Slickenside#/media/File:Slicks.png>
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Slickenside#/media/File:East Kilve slickenfibres.JPG](http://en.wikipedia.org/wiki/Slickenside#/media/File:East_Kilve_slickenfibres.JPG)
- **Για τις σχηματικές απεικονίσεις των διαφανειών 9, 10 και 38:** Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Γεωλογίας. Ιωάννης Κ. Κουκουβέλας « Τεκτονική Γεωλογία». Έκδοση: 1.0. Πάτρα, 1998.