



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Ενότητα 5: Κανονικά 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



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

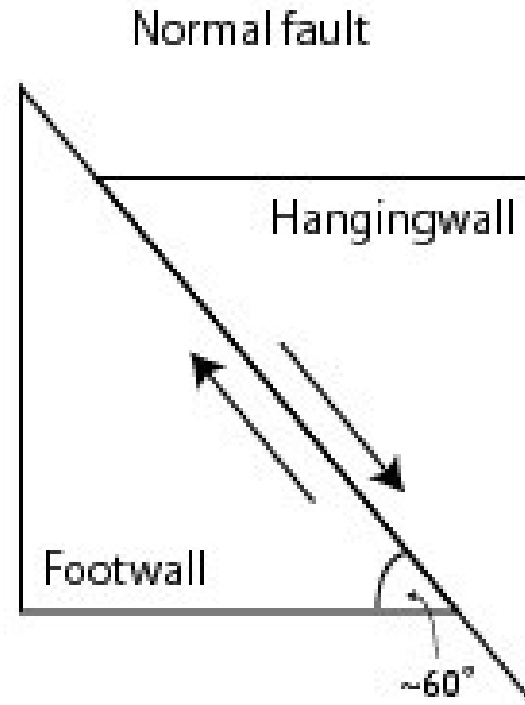
Σκοποί ενότητας

- Κατανόηση της ανατομίας ενός ρήγματος
- Αναγνώριση στο ρήγμα της μέγιστης και μηδενικής μετατόπισης
- Αναγνώριση τάφρων-κέρατων
- Εισαγωγή στα μοντέλα κανονικών ρηγμάτων

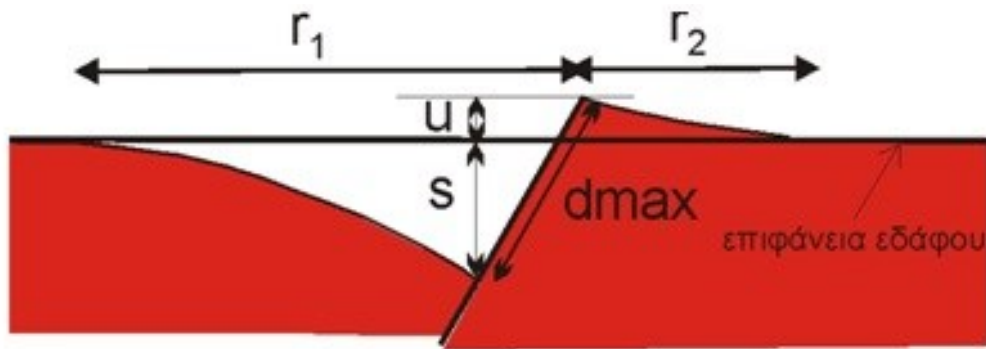
Κανονικά ρήγματα

Ανατομία ενός κανονικού ρήγματος

Τα κανονικά ρήγματα (normal fault) χαρακτηρίζονται από μια επίπεδη ή καμπύλη ρηξιγενή επιφάνεια, εκατέρωθεν της οποίας ένας καθοδηγητικός ορίζοντας (marker horizon) έχει κινηθεί έτσι ώστε η οροφή του ρήγματος να βυθιστεί (subsidence) και η βάση να ανυψωθεί (uplift)



Ανατομία ενός κανονικού ρήγματος



Γ_1 =μήκος καμπύλωσης της οροφής

Γ_2 =μήκος μετατόπισης της βάσης

d_{max} =μέγιστη μετατόπιση, u =ανύψωση της βάσεως του ρήγματος, s =βύθιση της οροφής του ρήγματος

d_{max}

u

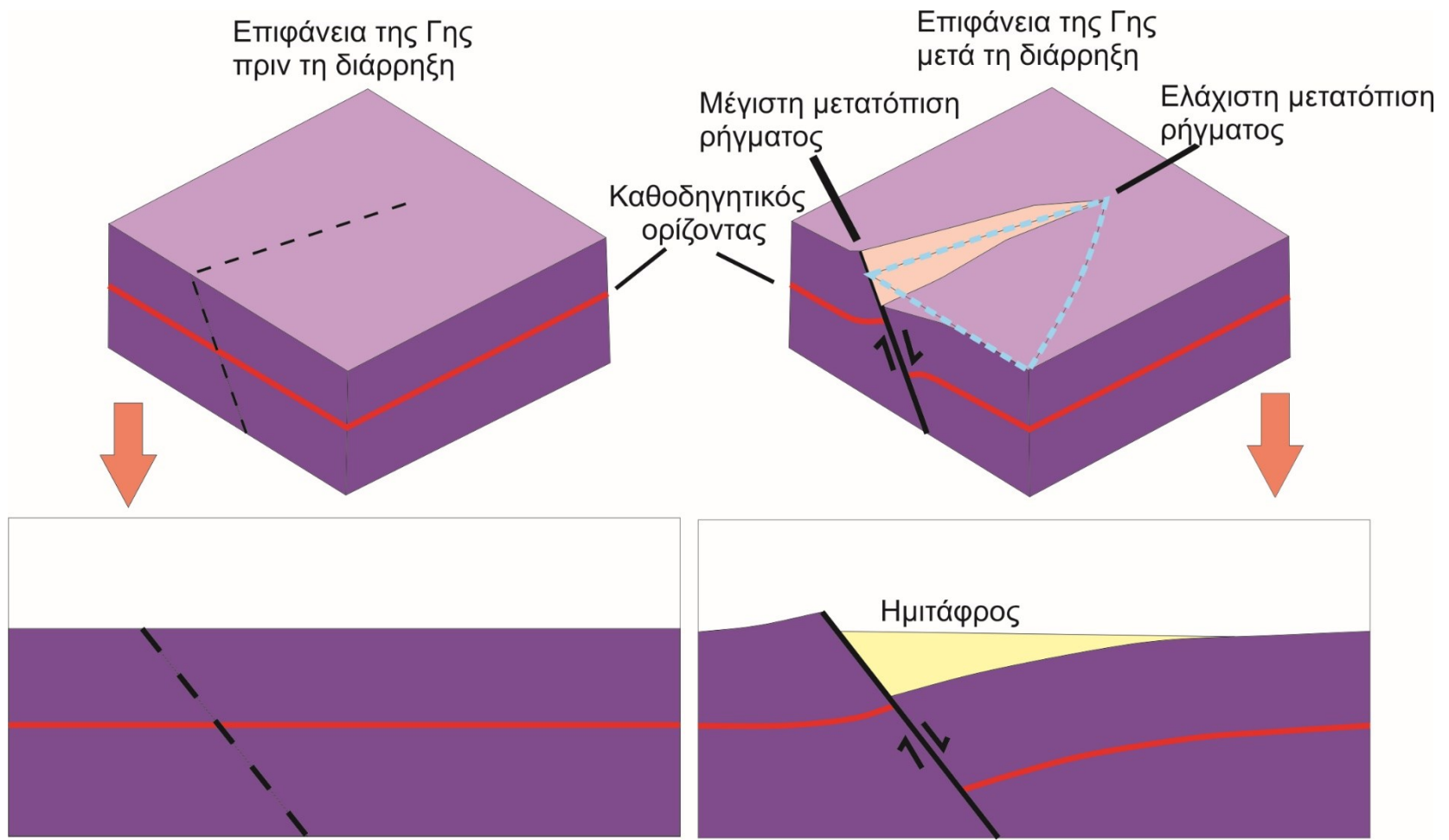
s

r_1, r_2

- r_1+r_2 =εύρος του ρήγματος

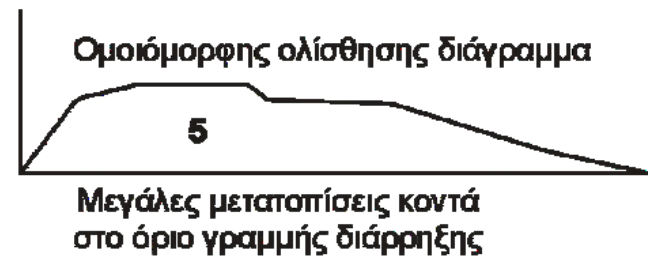
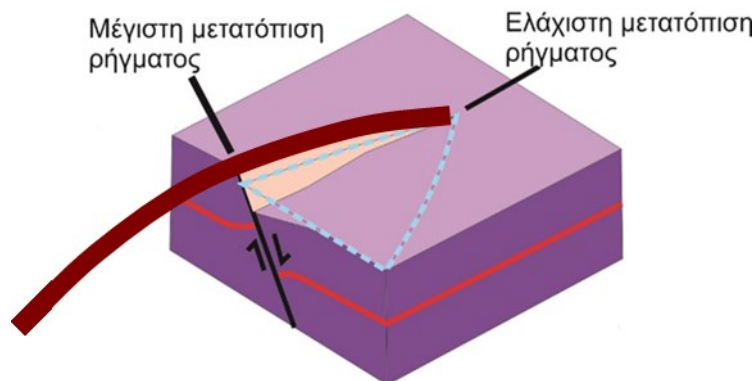
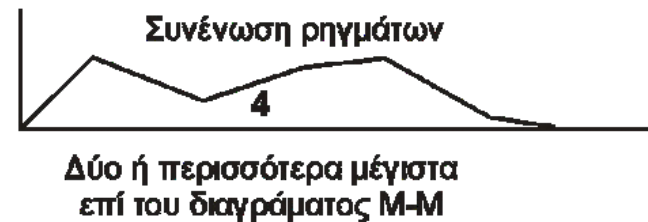
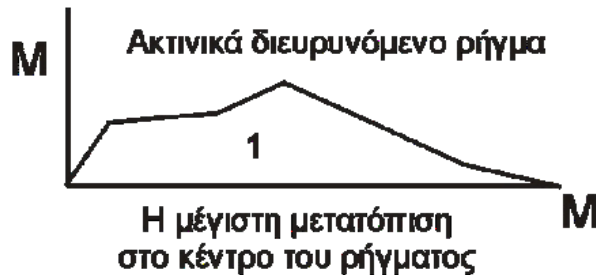
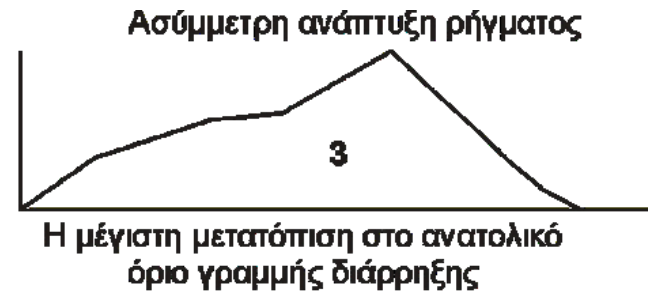
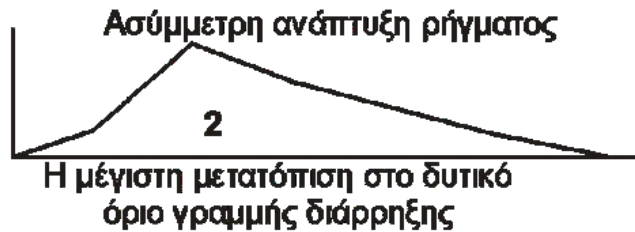
Ανατομία ενός κανονικού ρήγματος

Η μετατόπιση κατά μήκος του ρήγματος, καθώς και η ανύψωση και η βύθιση, δεν είναι σταθερές

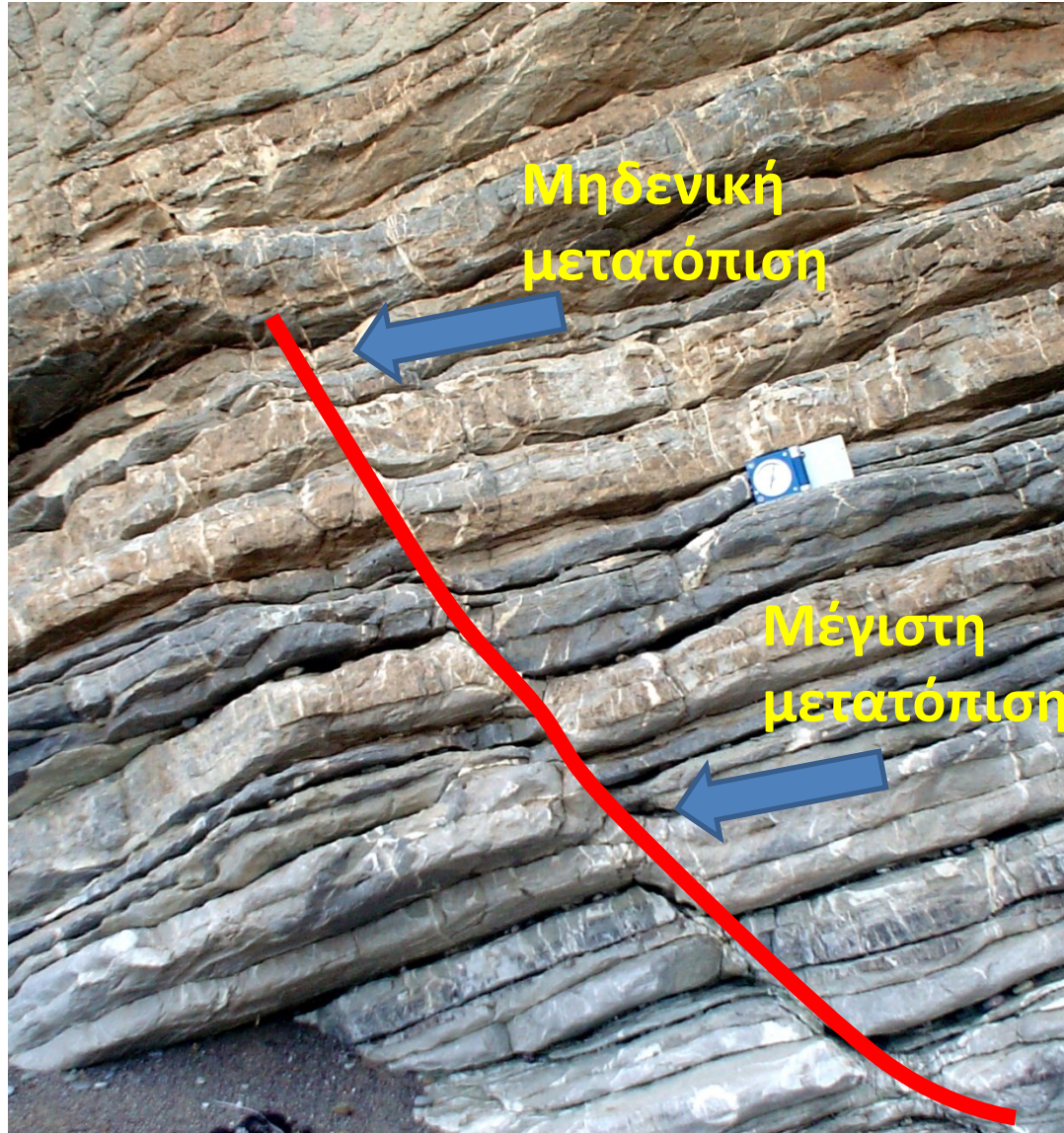


Ανατομία ενός κανονικού ρήγματος

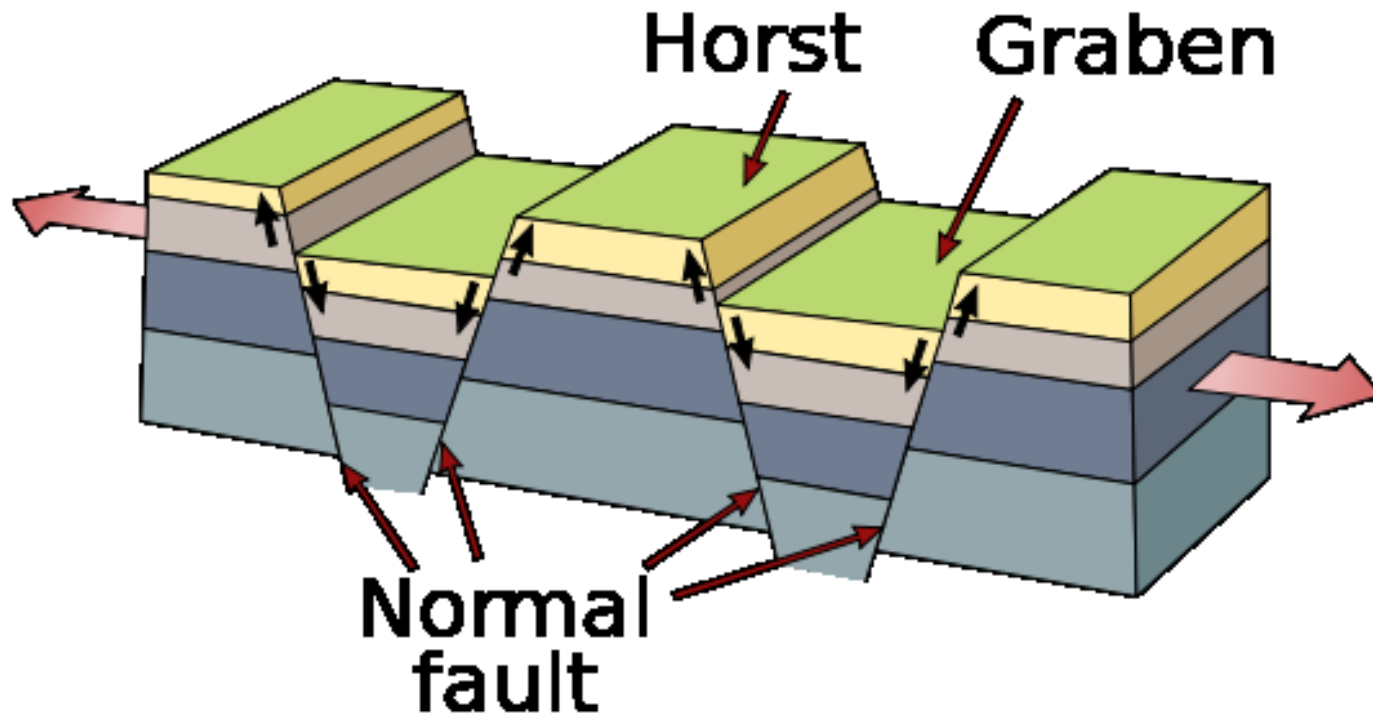
(Διαγράμματα «Μετατόπισης κατά μήκος του ρήγματος»)



Μέγιστη-Μηδενική Μετατόπιση



Τάφροι (graben) και κέρατα (horst)

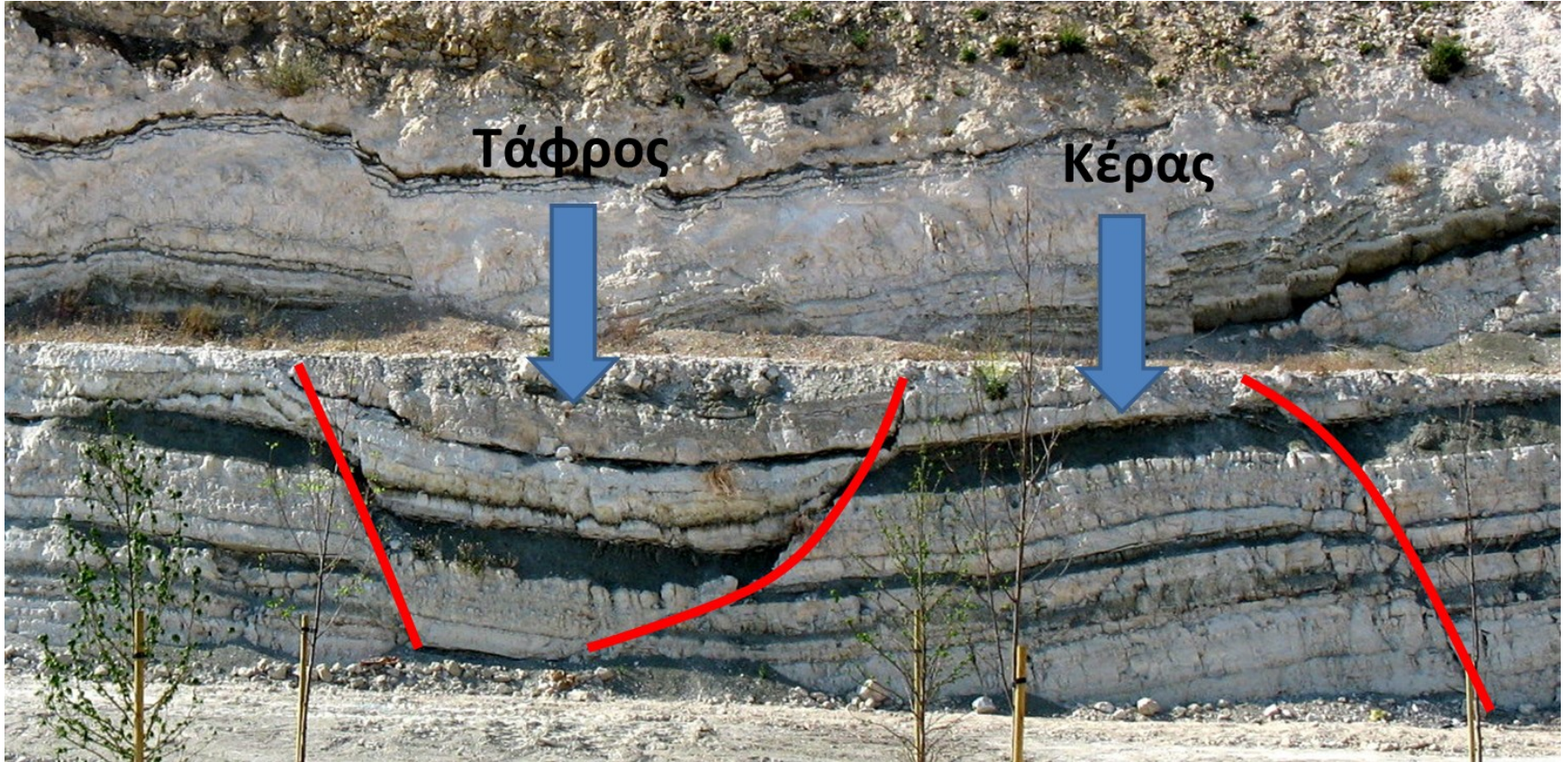


http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Horst_graben.jpg?uselang=fr%3Fuselang%3Dfr#/media/File:Fault-Horst-Graben.svg

Τάφρος ονομάζεται ένα βυθισμένο τέμαχος περιορισμένο από δυο συγκλίνοντα αντιθετικά ρήγματα.

Κέρασ ονομάζεται το ανυψωμένο τέμαχος, το οποίο περιορίζεται από δυο αποκλίνοντα αντιθετικά ρήγματα

Κέρασ - Τάφρος



Κέρας - Τάφρος

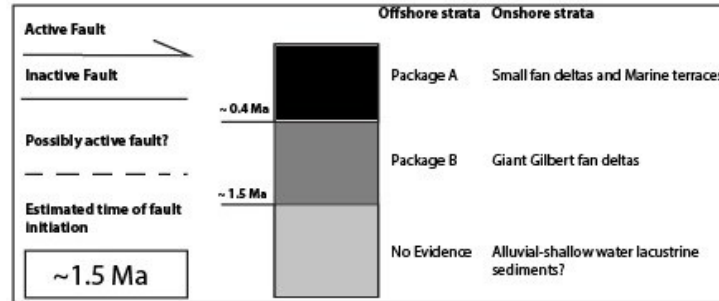
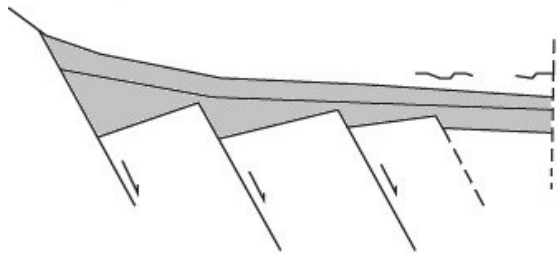


Η τάφρος του Κορινθιακού κόλπου



Not to scale

Pliocene: pre 2 Ma

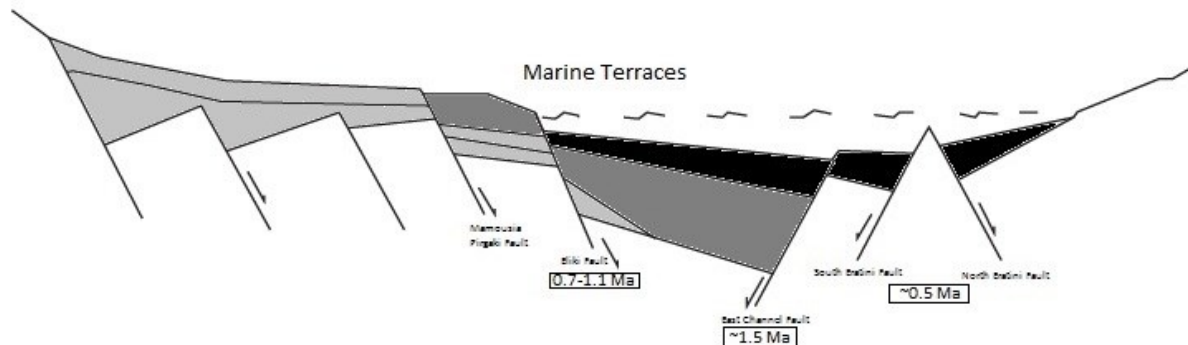


Early Pleistocene: ~1.8-1 Ma

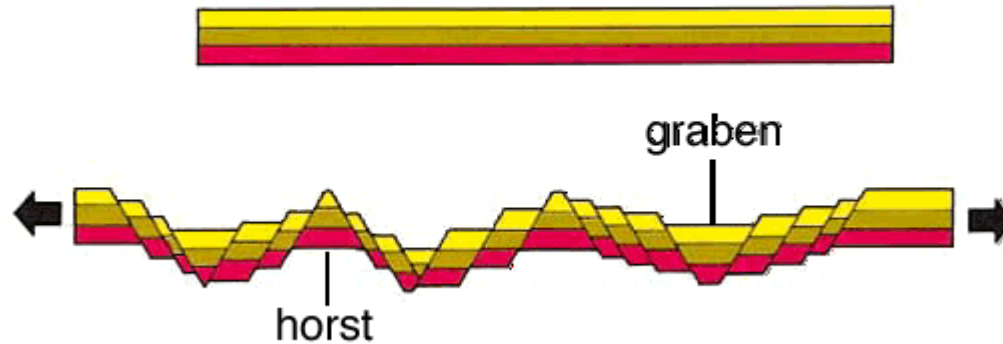


http://en.wikipedia.org/wiki/File:General_cross_section_of_Gulf_of_Corinth_sediments.jpg General cross section of Gulf of Corinth sediments.

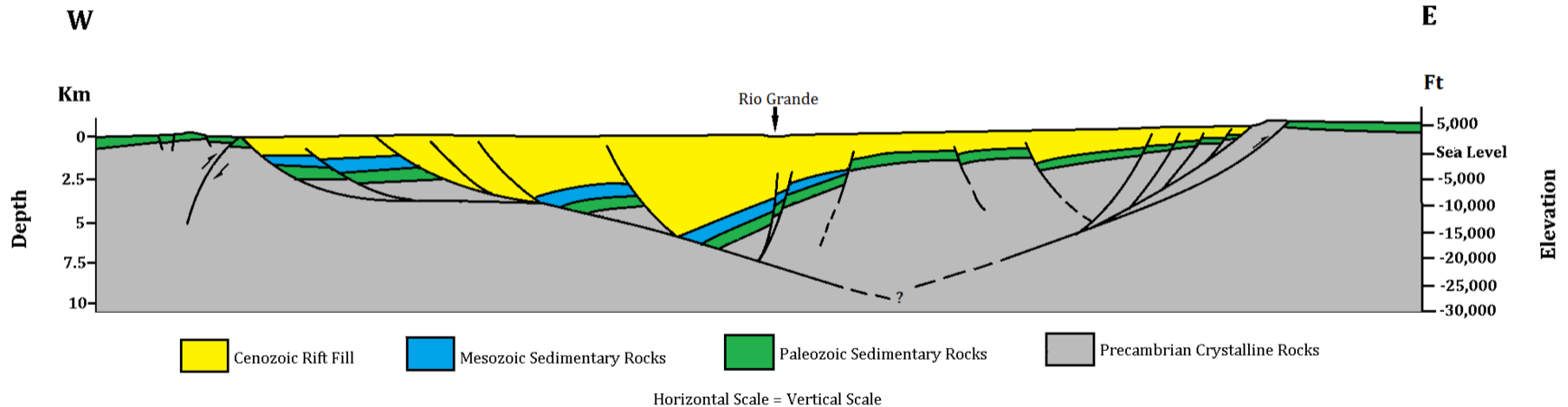
Middle-Late Pleistocene: ~1-0 Ma



Τάφροι (graben) και κέρατα (horst)



Generalized Cross Section of the Albuquerque Basin



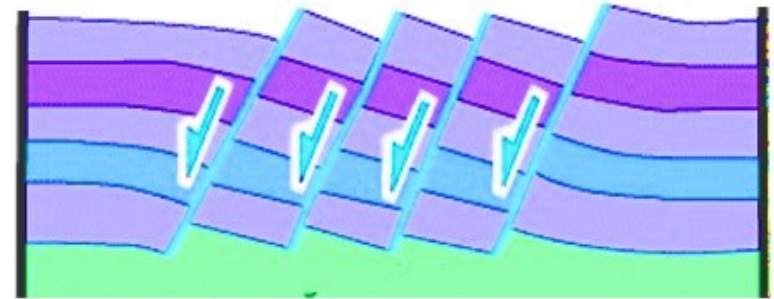
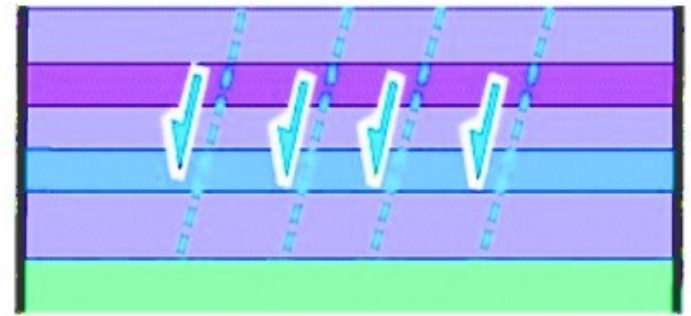
http://en.wikipedia.org/wiki/Half-graben#/media/File:Riograndrift_albuquerquebasin.png A generalized cross section of the Albuquerque basin from east to west. Note the half-graben geometry, paleozoic and mesozoic sediments that existed pre-rift, and the large (up to 28%) amount of extension.

Μοντέλα κανονικών ρηγμάτων Για τη διαστολή του στερεού φλοιού

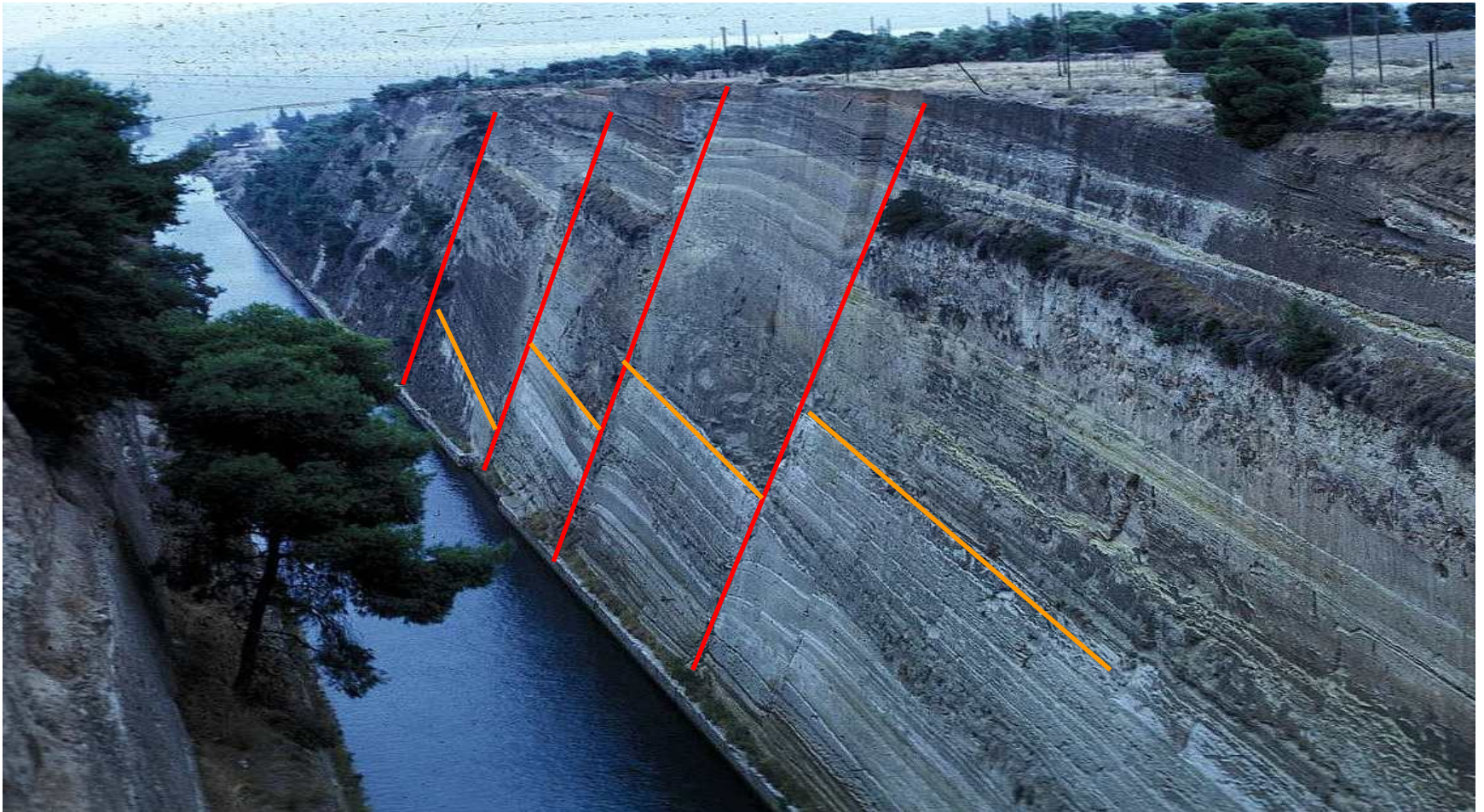
- Μοντέλο επίπεδων ρηγμάτων
- Μοντέλο λιστρικών ρηγμάτων
- Μοντέλο ρηγμάτων μεταβαλλόμενης κλίσης

Μοντέλο επίπεδων κανονικών ρηγμάτων (planar normal faults)

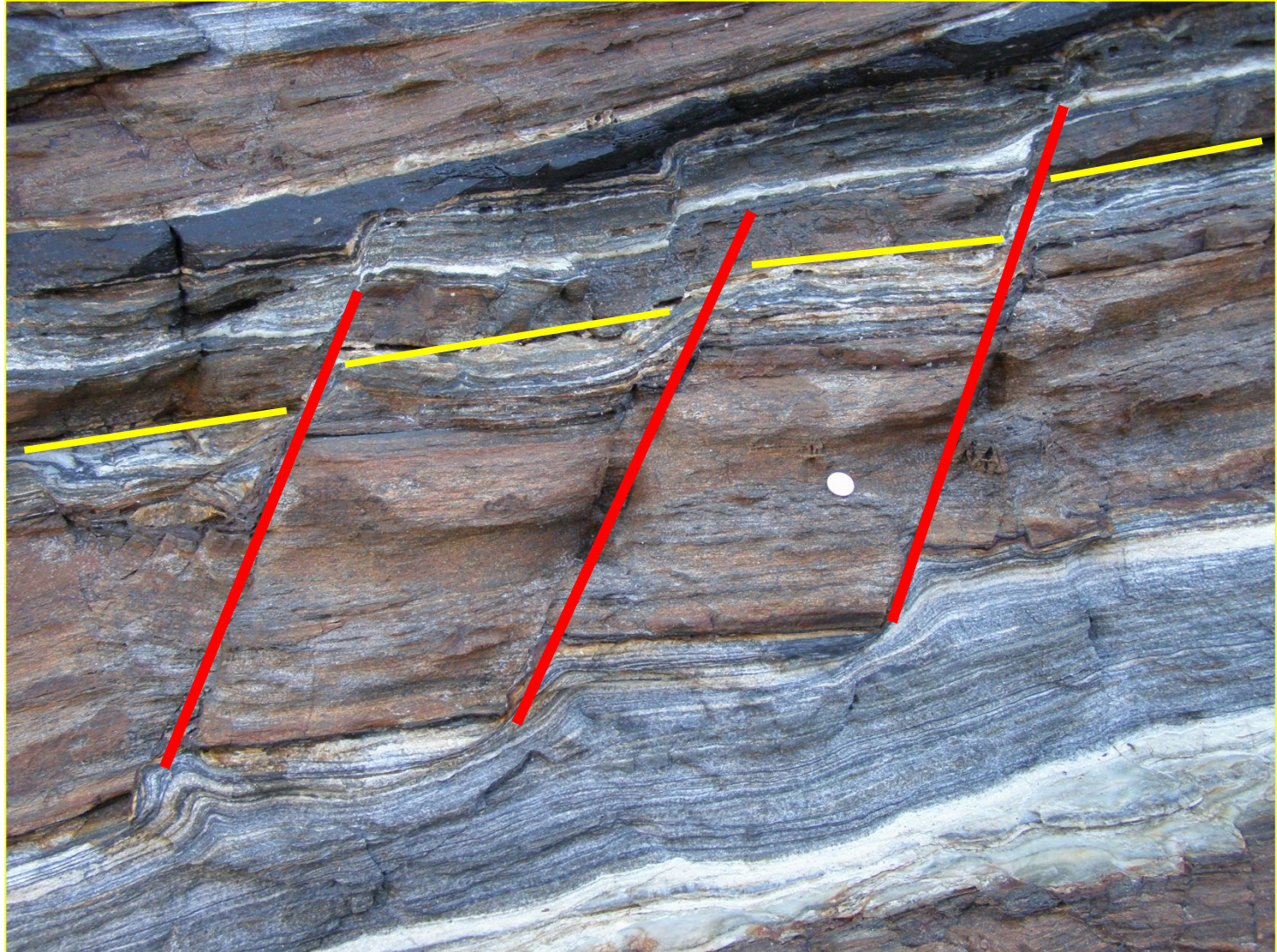
- Τα επίπεδα κανονικά ρήγματα έχουν κλίση που κυμαίνεται από 30-60ο.
- Ομάδες συνθετικών επίπεδων ρηγμάτων δημιουργούν δομές γνωστές ως Ντόμινο



Ντόμινο επίπεδων κανονικών ρηγμάτων

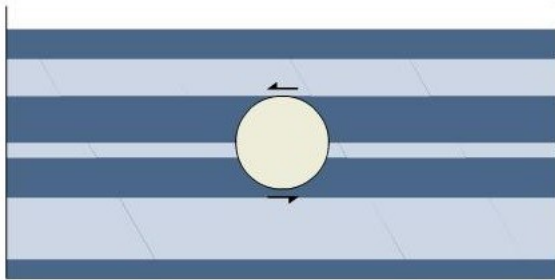


Ντόμινο επίπεδων κανονικών ρηγμάτων

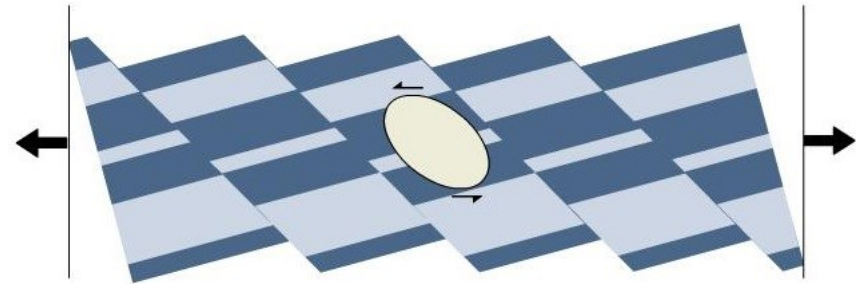


Μοντέλο επίπεδων κανονικών ρηγμάτων (planar normal faults)

Στάδιο 1



Στάδιο 2

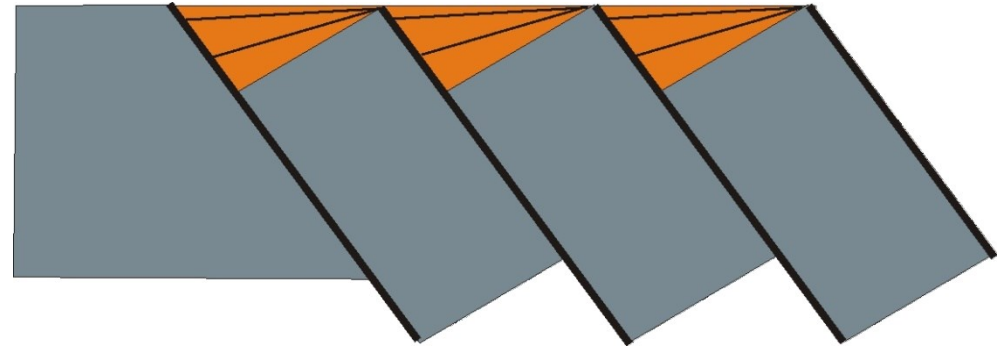


Μοντέλο επίπεδων κανονικών ρηγμάτων (planar normal faults)

- Η παραμόρφωση μιας σειράς τέτοιων ρηγμάτων έχει σαν αποτέλεσμα να αποκόπτονται ρηξιγενή τεμάχια ανάμεσα σε δυο ορίζοντες στους οποίους περιορίζεται η διαστολή
- Κατά την κίνηση των ρηξιγενών τεμαχίων στο ανώτερο και κατώτερο μέρος των ρηγμάτων δημιουργείται κενός χώρος
- Η προοδευτική παραμόρφωση συντελείται με συνεχή στροφή των τεμαχίων και των ρηγμάτων λόγω διατμητικής ολίσθησης.
- Μετά την οριακή τιμή κλίσης δημιουργούνται δεύτερης γενιάς ρήγματα

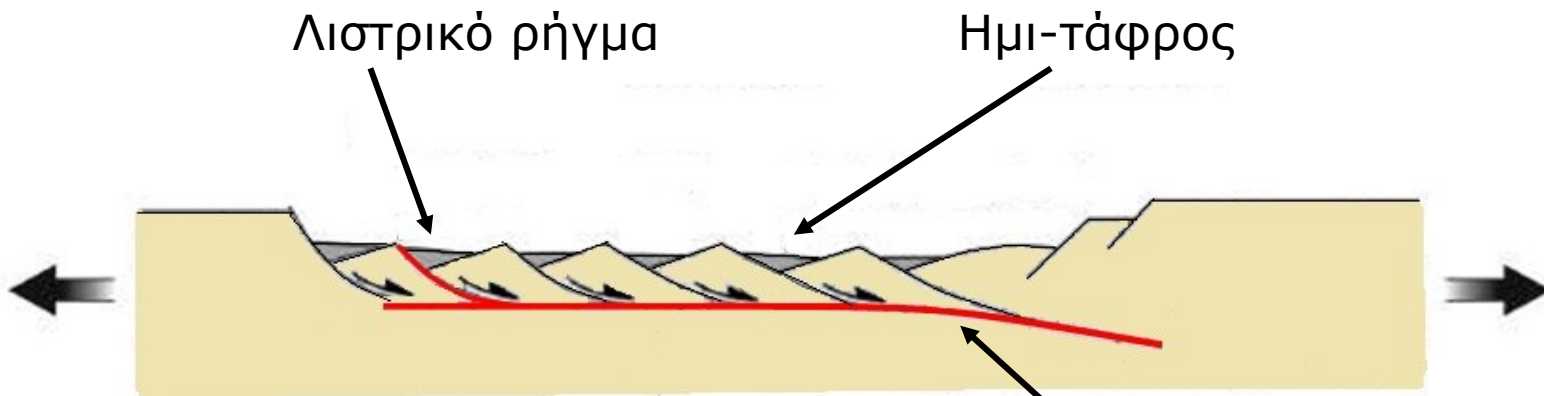
Μοντέλο επίπεδων κανονικών ρηγμάτων (planar normal faults)

- Όμοια παραμόρφωση σε κάθε ρήγμα
- Ισόχρονες λεκάνες ιζηματογένεσης και όμοια κλίση των ισόχρονων στρωμάτων της λεκάνης
- Ισόχρονες ασυμφωνίες
- Συνεχή απόθεση ιζημάτων κατά τη διάρκεια της τεκτονικής



Μοντέλο λιστρικών κανονικών ρηγμάτων (listric normal faults)

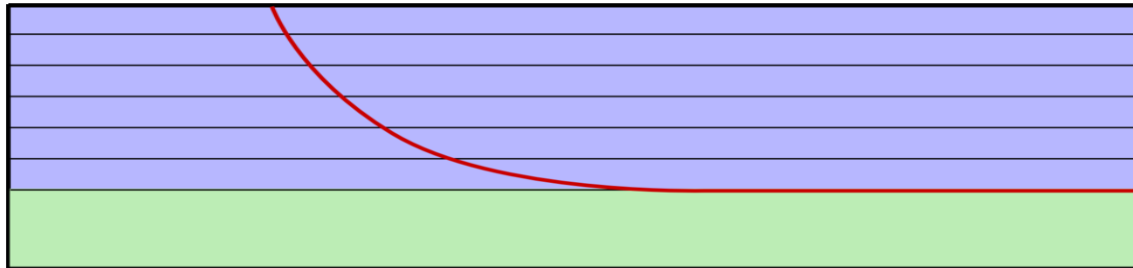
Κανονικό ρήγμα λιστρικής γεωμετρίας: κανονικό ρήγμα του οποίου η κλίση μειώνεται προοδευτικά με το βάθος



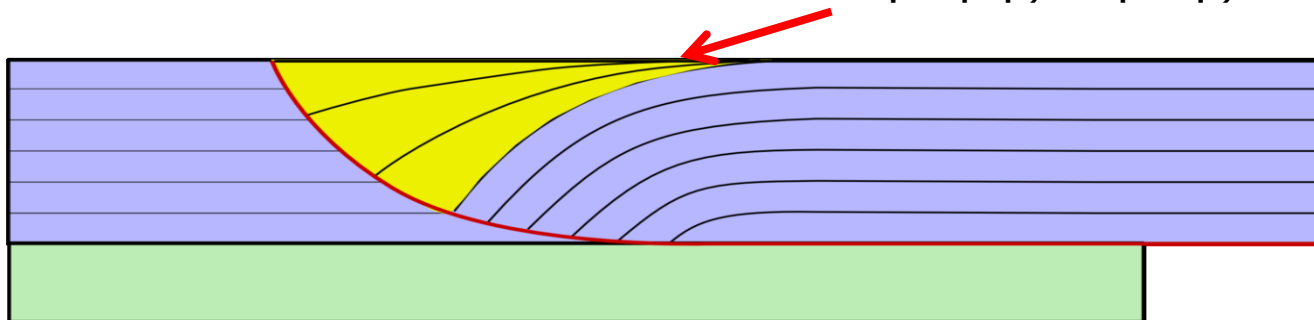
Οριζοντας ή ρήγμα αποκόλλησης (detachment)-
(όριο εύθραυστης-εύπλαστης παραμόρφωσης)

Μοντέλο λιστρικών κανονικών ρηγμάτων (listric normal faults)

Λιστρικά ρήγματα και ιζηματογένεση



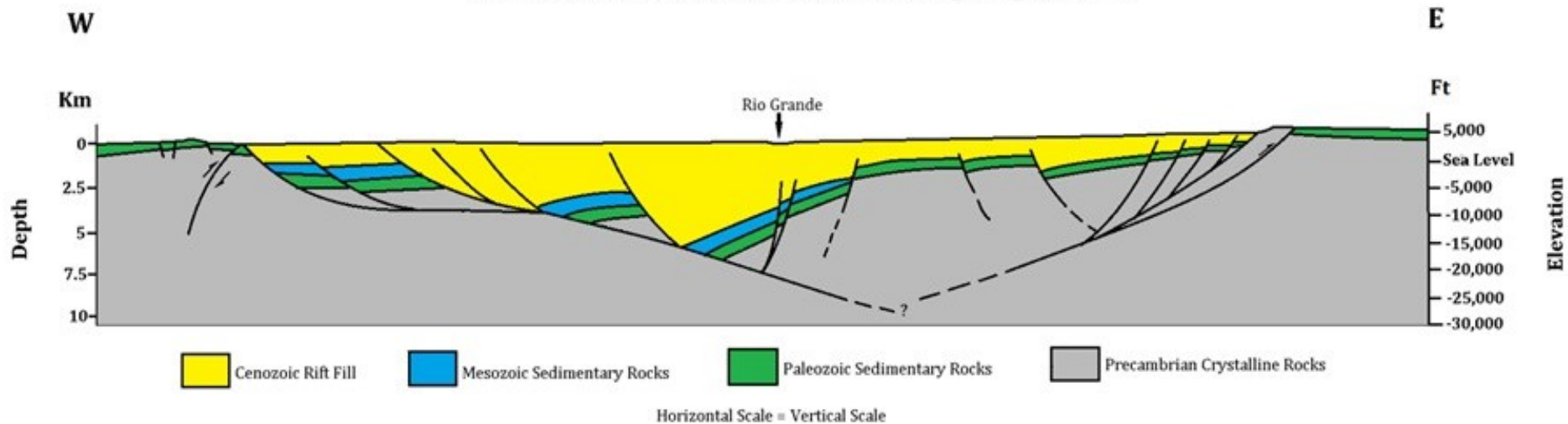
Αντίκλινο ανάστροφης σύρσης



Μοντέλο λιστρικών κανονικών ρηγμάτων (listric normal faults)

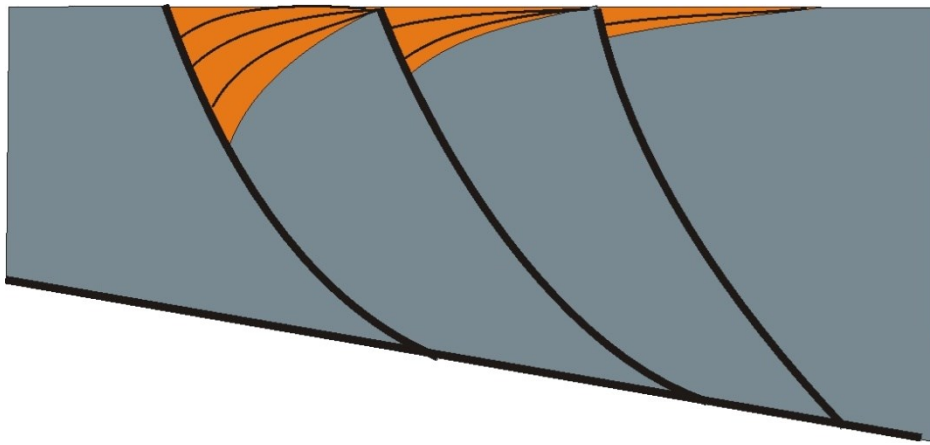
Λιστρικά ρήγματα και ιζηματογένεση

Generalized Cross Section of the Albuquerque Basin



http://en.wikipedia.org/wiki/Half-graben#/media/File:Riogranderrift_albuquerquebasin.png A generalized cross section of the Albuquerque basin from east to west. Note the half graben geometry, paleozoic and mesozoic sediments that existed pre-rift, and the large (up to 28%) amount of extension.

Μοντέλο λιστρικών κανονικών ρηγμάτων (listric normal faults)

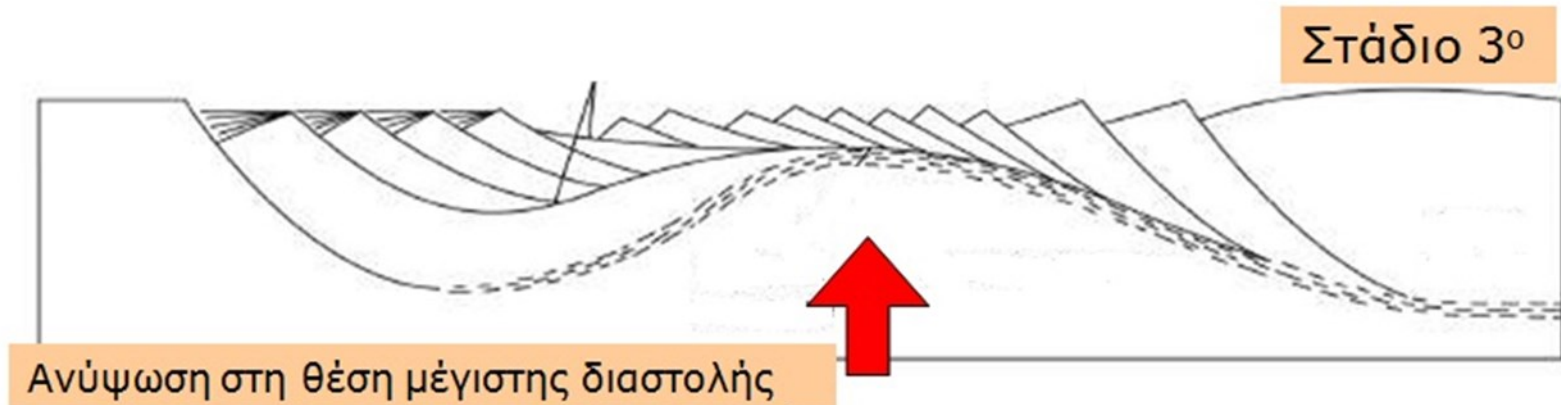
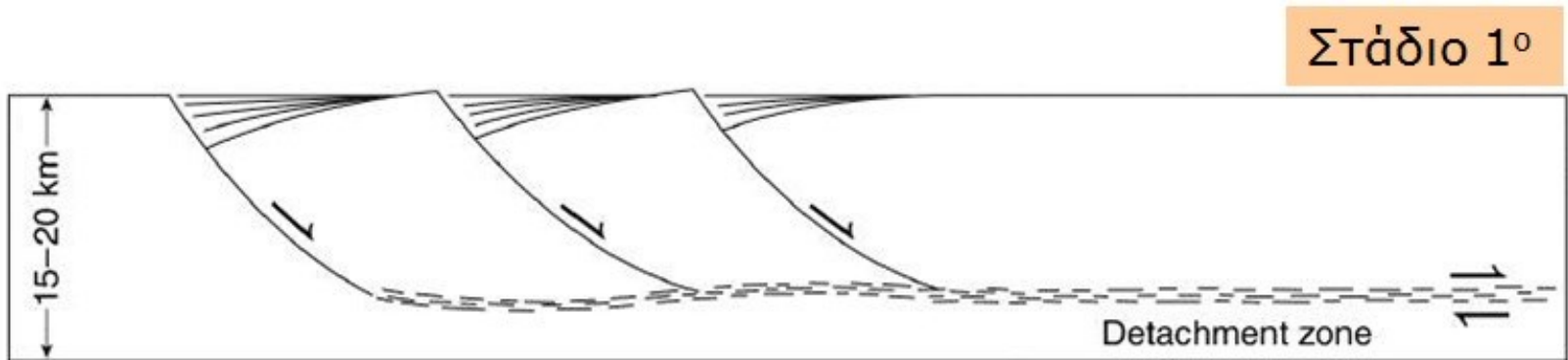


- Η παραμόρφωση διαφέρει από ρήγμα σε ρήγμα
- Μη ισόχρονες λεκάνες ιζηματογένεσης και διαφορετικές κλίσεις των ισόχρονων στρωμάτων

Λιστρικά Ρήγματα



Μοντέλο κανονικών ρηγμάτων μεταβαλλόμενης κλίσης και γεωμετρίας



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 10,12,13,18,19 και 27 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

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

- [http://en.wikipedia.org/wiki/Fault_\(geology\)#/media/File:Nor_rev.png](http://en.wikipedia.org/wiki/Fault_(geology)#/media/File:Nor_rev.png)
- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Horst_graben.jpg?uselang=fr%3Fuselang%3Dfr#/media/File:Fault-Horst-Graben.svg
- http://en.wikipedia.org/wiki/File:General_cross_section_of_Gulf_of_Corinth_sediments.jpg
- http://en.wikipedia.org/wiki/Half-graben#/media/File:Riogrande_rift_albuquerquebasin.png
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Fault_\(geology\)#/media/File:Rollover.png](http://en.wikipedia.org/wiki/Fault_(geology)#/media/File:Rollover.png)