



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Τεκτονική Γεωλογία

Ενότητα 2: Καθεστώτα βράχυνσης

Στυλιανός Λόζιος

Σχολή Θετικών Επιστημών

Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος

Καθεστώτα βράχυνσης

Τα ρήγματα που συνδέονται με **βράχυνση χώρου (contractional faults)**, δημιουργούνται σε όλα τα τεκτονικά καθεστώτα, αλλά κατά κύριο λόγο αναπτύσσονται κατά μήκος των **περιθωρίων** των πλακών που **συγκλίνουν**, όπως και στις ενδοκρατονικές **ορογενετικές ζώνες**. Οι συμπιεστικού χαρακτήρα δομές έχουν μελετηθεί λεπτομερώς από τα **τέλη του 19^{ου}** αιώνα μέχρι και τα **τέλη του 20^{ου}**, όπου πλέον το ενδιαφέρον μετατοπίστηκε στις εφελκυστικές δομές.

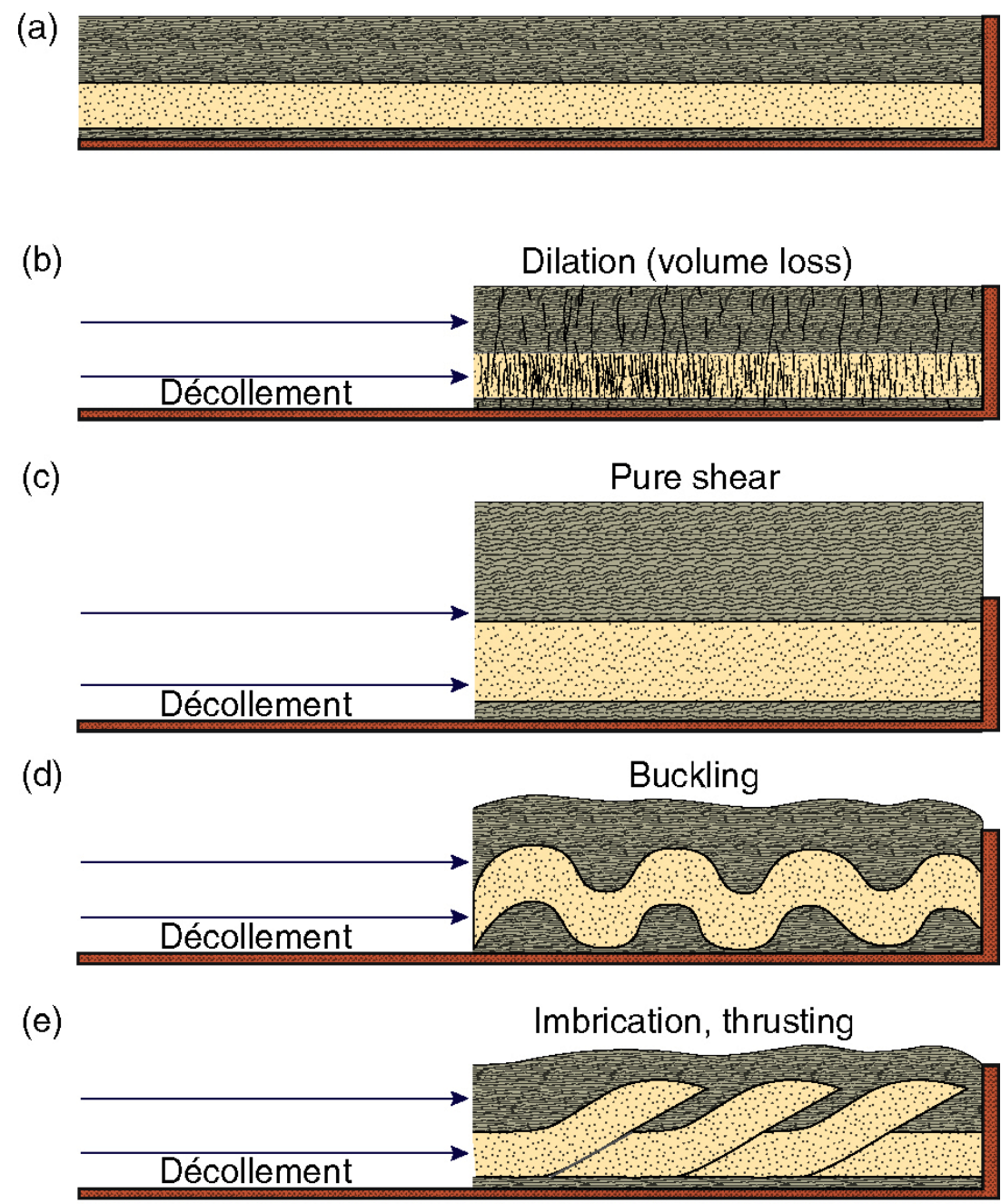
Η μελέτη των δομών βράχυνσης συνέβαλε σε πολλές κατακτήσεις της τεκτονικής γεωλογίας (**μηχανισμοί παραμόρφωσης**, μεθοδολογίες **τεκτονικής ανάλυσης** κλπ.), όπως στην κατασκευή ισορροπημένων γεωλογικών τομών (**balanced cross-sections**), στην εξακρίβωση του ρόλου των **αλληλοεπικαλύψεων** και των **δομών μεταβίβασης**, στη σχέση ανάμεσα στο **μέγεθος** της μετατόπισης και το **μήκος** του ρήγματος, καθώς και στην κατανόηση της **μηχανικής της ρηγμάτωσης**.

Η κατανόηση της συμπιεστικής τεκτονικής δεν είναι σημαντική μόνο για την κατανόηση των ορογενετικών διαδικασιών, αλλά και για τη βελτίωση των μεθόδων **έρευνας** των **υδρογονανθράκων**, δεδομένου ότι πολλά σημαντικά κοιτάσματα πετρελαίου αναπτύσσονται σε ζώνες πτυχών και επωθήσεων (**fold and thrust belts**).

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναπτυχθούν συνοπτικά οι **θεμελιώδεις γνώσεις** για τα συμπιεστικά ρήγματα, με έμφαση στις **επωθητικές δομές** των **ορογενετικών συστημάτων**. Αναλυτικά στοιχεία για τα καθεστώτα βράχυνσης στα πλαίσια της τεκτονικής των πλακών (ζώνες σύγκλισης και σύγκρουσης) περιλαμβάνονται στο μάθημα επιλογής της Δυναμικής Γεωλογίας.



- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές



Contractional deformation structures* → τεκτονικές ή βαρυτικές δυνάμεις → ρήγματα και πτυχές.

- ζώνες σύγκρουσης (collision zones)
- πρίσματα συσσώρευσης (accretionary prisms)
- πόδες ολισθ. ιζημάτων
- μέτωπα προώθησης των παγετώνων

- Μείωση όγκου (volume loss) → διάλυση υπό πίεση (στυλόλιθοι), διάλυση κατά μήκος ορίων κόκκων (cleavage), φυσική συμπίκνωση.
- Καθαρή διάτμηση (pure shear) → οριζόντια βράχυνση ≈ κατακόρυφη πάχυνση → στρώση είτε // είτε κάμπτεται (buckling).
- Λεπιώσεις & επωθήσεις (imbrication & thrusting).

* Ο όρος contraction (βράχυνση, συστολή, μείωση του εύρους,) με τη στενή έννοια του όρου, αποτελεί όρο της παραμόρφωσης (strain), υποδηλώνοντας βράχυνση σε διεύθυνση που καθορίζεται από το κάθε φορά ασκούμενο εντατικό πεδίο (τανυστή – tensor).

- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές



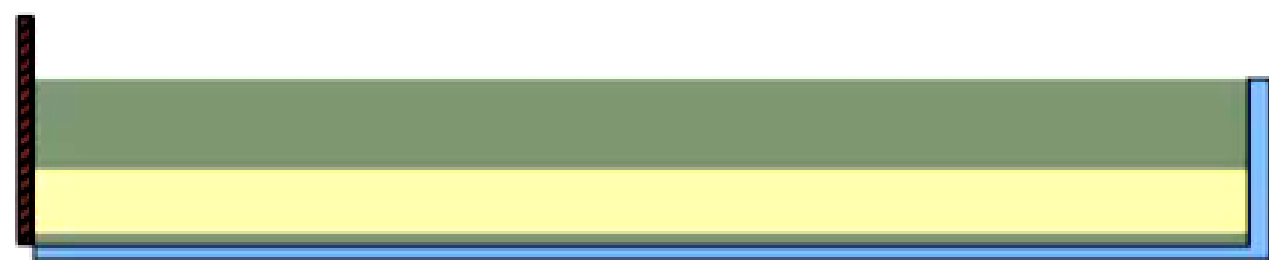
Dilation



Pure shear



Folding



Imbrication

- Διαφορετικά στυλ παραμόρφωσης (μηχανικής συμπεριφοράς)
- Διάφοροι τύποι δομών

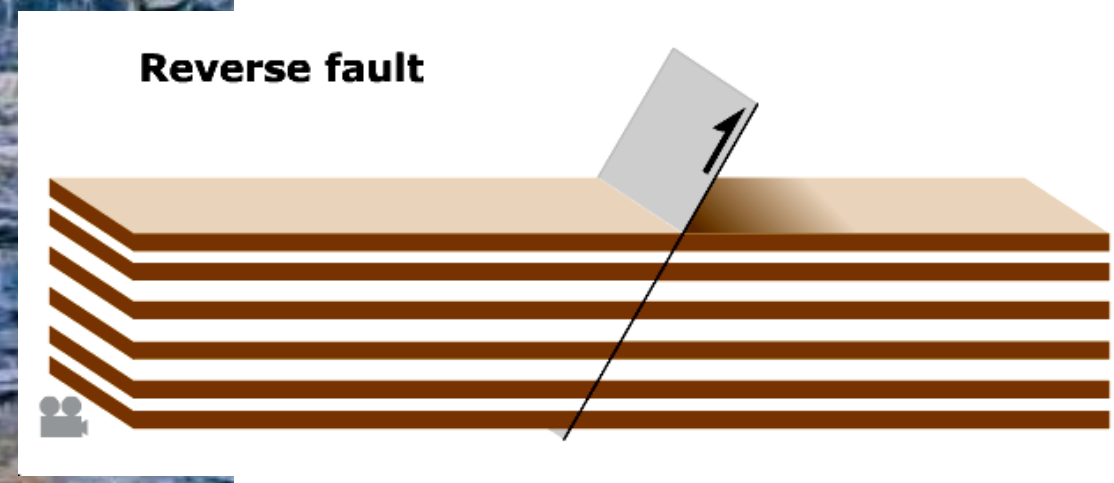
Στυλ παραμόρφωσης (deformation style)

- ➔ Ποσό παραμόρφωσης (strain rate)
- ➔ Εσωτερική πίεση
- ➔ Πίεση ρευστών πόρων
- ➔ Μηχανικά χαρακτηριστικά (rheology, ρεολογία)

- ☐ Ρήγματα βράχυνσης
- ☐ Επωθητικά ρήγματα
- ☐ Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές



Κλίση > 30°

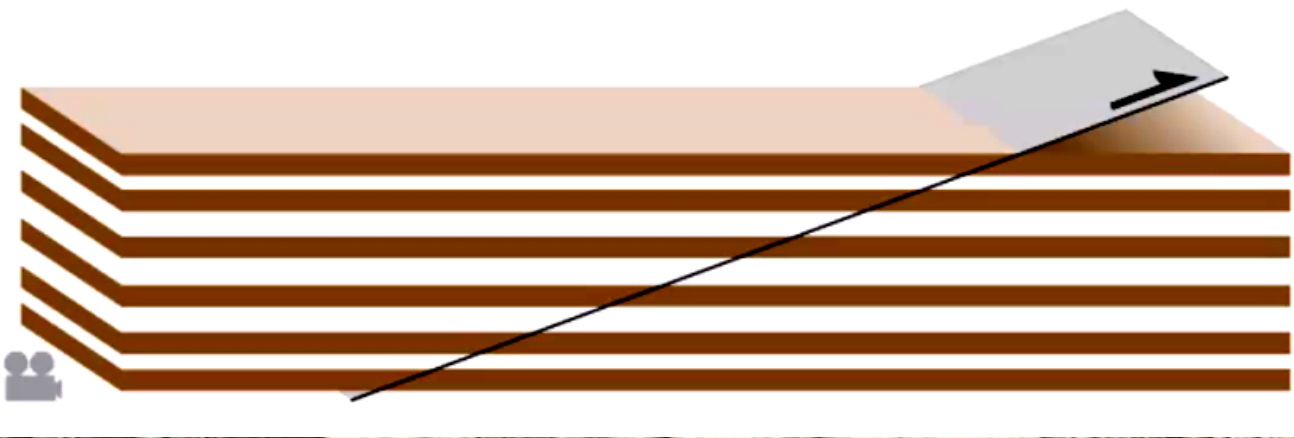


- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές

Κλίση < 30° (μετακινήσεις Km)



Thrust fault



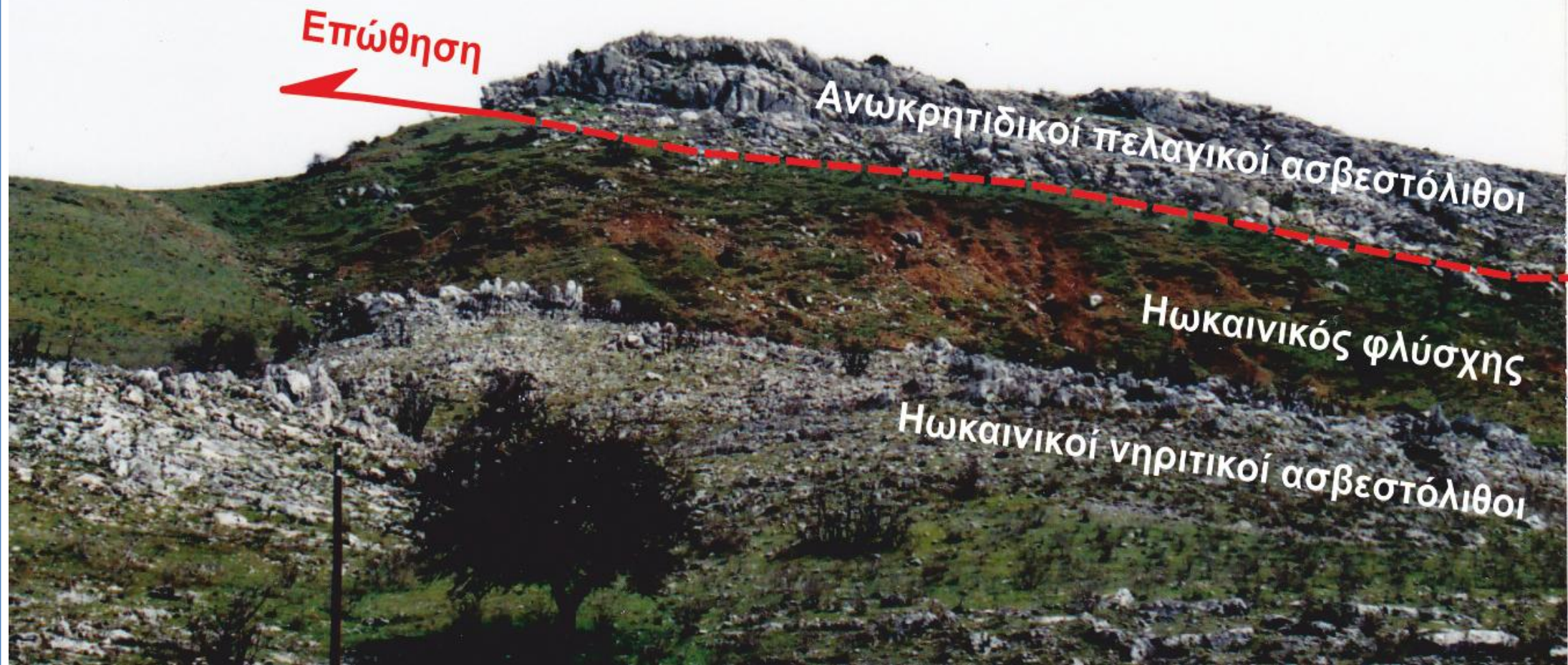
- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές

Ορολογία των καλυμμάτων (nappes)

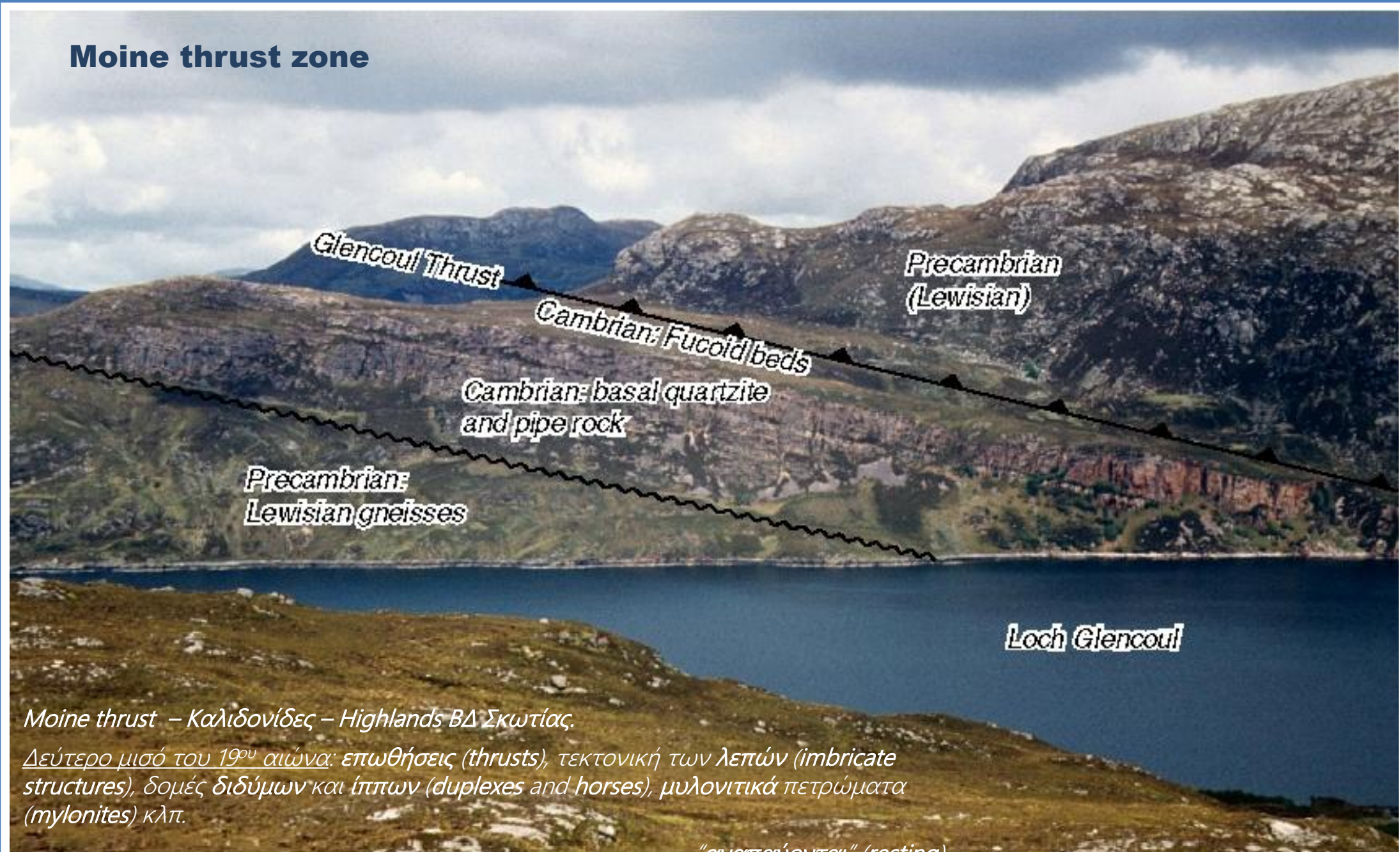
Επώθηση (thrust) → οριζόντια ή μικρής γωνίας κλίσης → κλίμακα > 5 km (συνήθως).

Τεκτονική μεταφορά

- υποκείμενου σε υπερκείμενο
- παλαιότερου σε νεότερο
- υψηλού βαθμού μεταμόρφωσης σε χαμηλού βαθμού



- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές



Moine thrust zone

Moine thrust – Καλιδονίδες – Highlands ΒΔ Σκωτίας.

Δεύτερο μισό του 19^{ου} αιώνα: επωθήσεις (thrusts), τεκτονική των λεπών (imbricate structures), δομές διδύμων και ίππων (duplexes and horses), μυλωνιτικά πετρώματα (mylonites) κλπ.

“αναπαύονται” (resting)

- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές

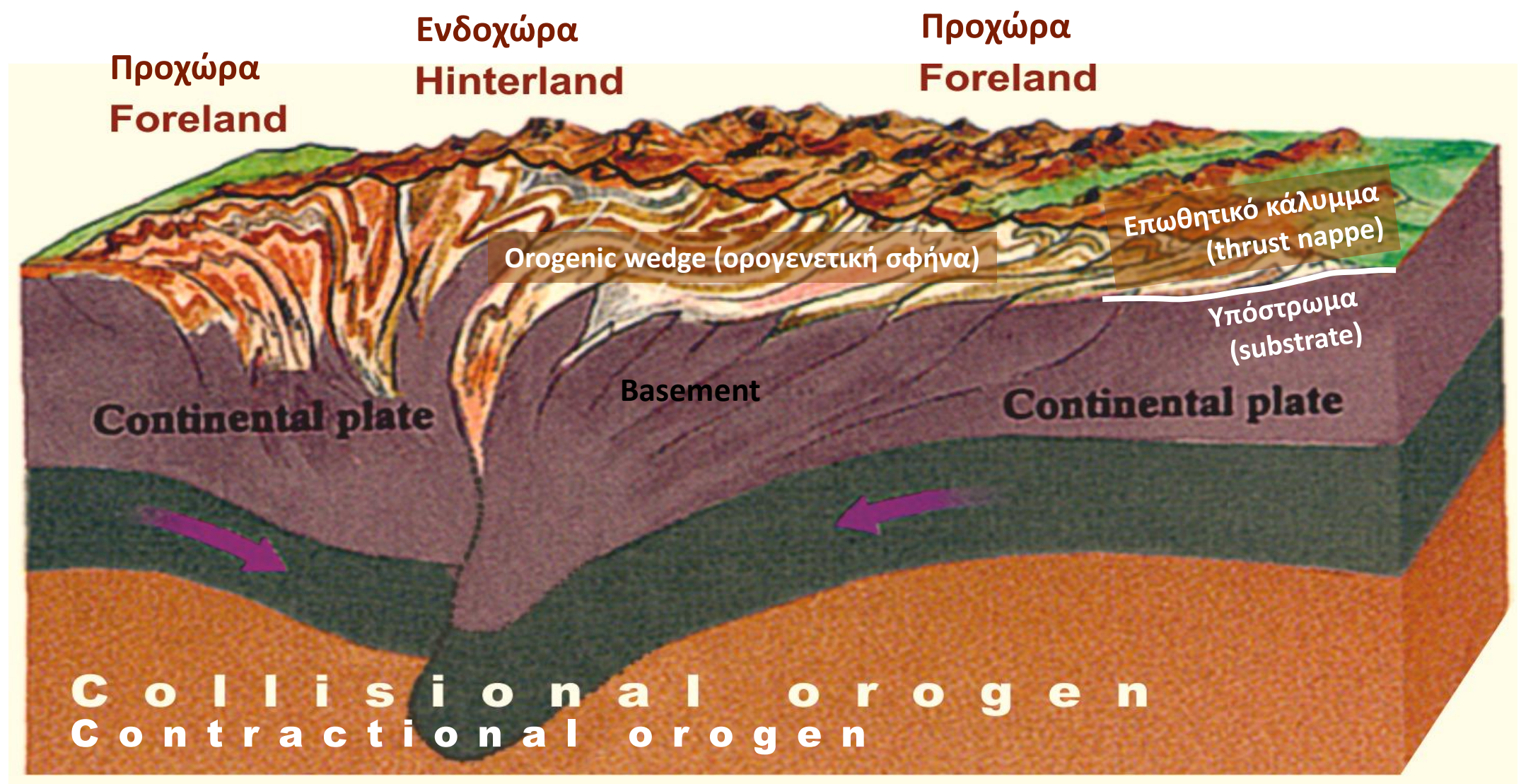


- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές

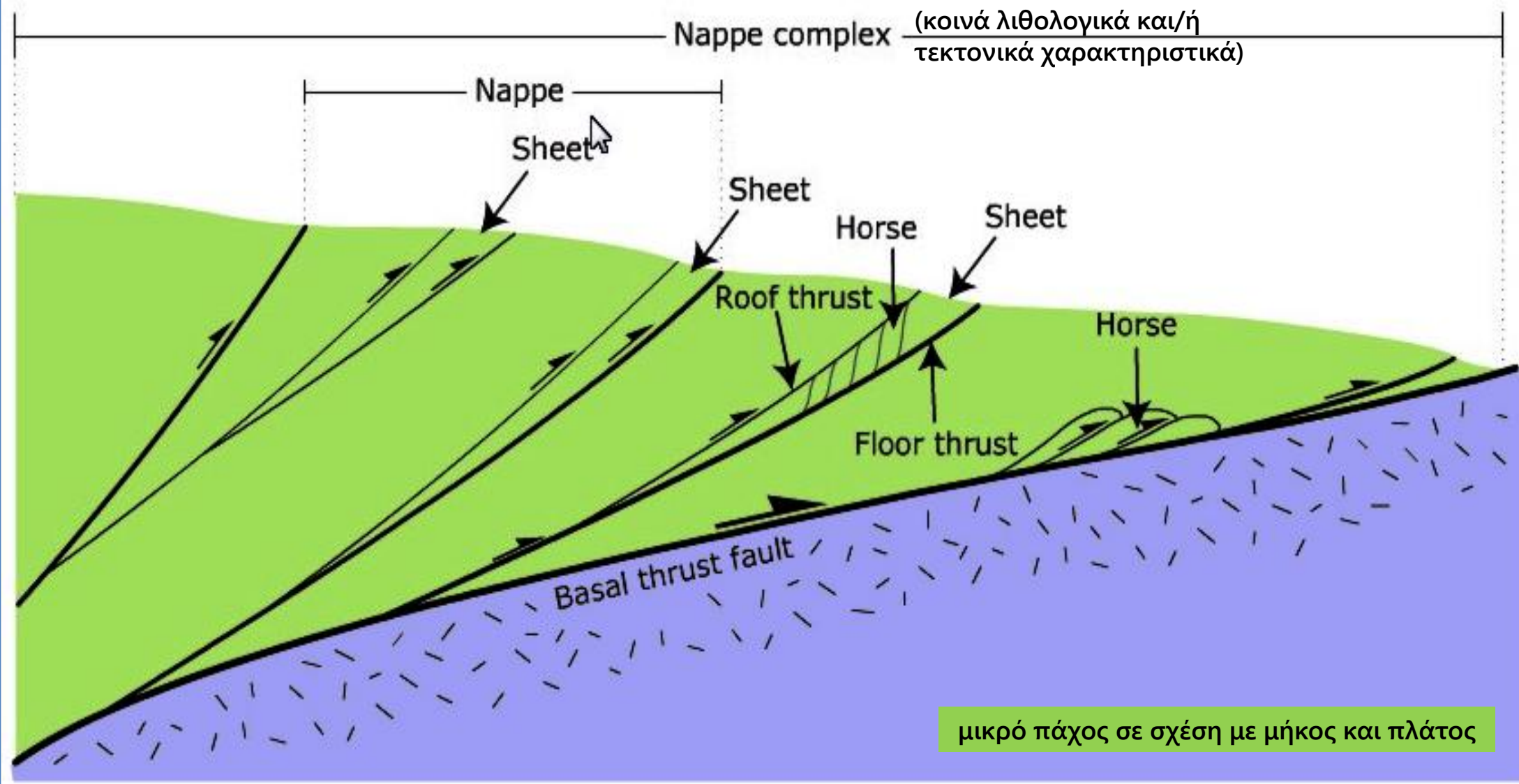


Η επώθηση Glarus (και η απόδοσή της σε υδατογραφία από τον γεωλόγο H. C. Escher το 1812). Περμοτριάδικά σκούρα πετρώματα της φάσης Verrucano (Helvetic) "αναπαύονται" πάνω σε νεότερα ιζήματα των εξωτερικών ενοτήτων (λευκοί ασβεστόλιθοι με ηλικία Ιουρασικό – Κρητιδικό, φλύσχης του Παλαιογενούς και μόλασσα).

- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές

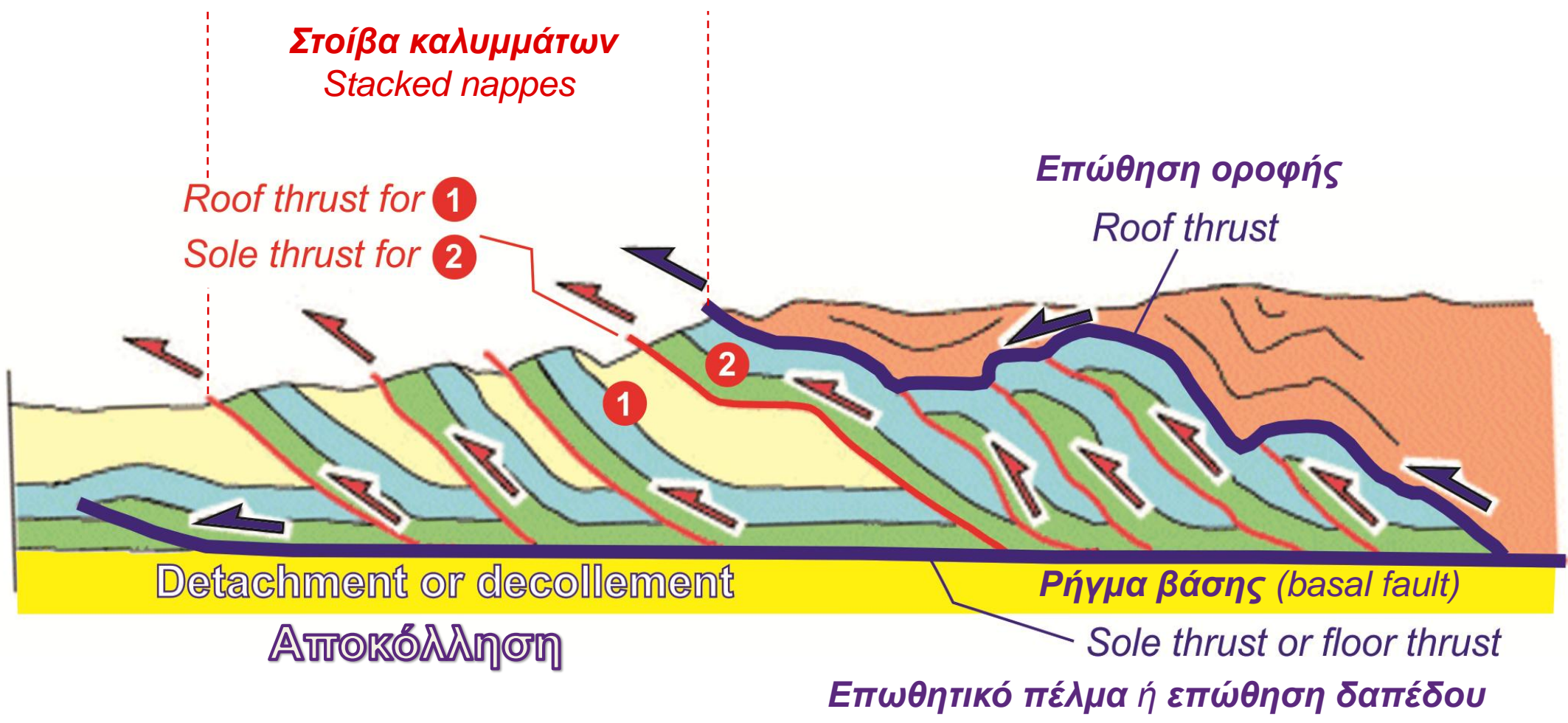


- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές

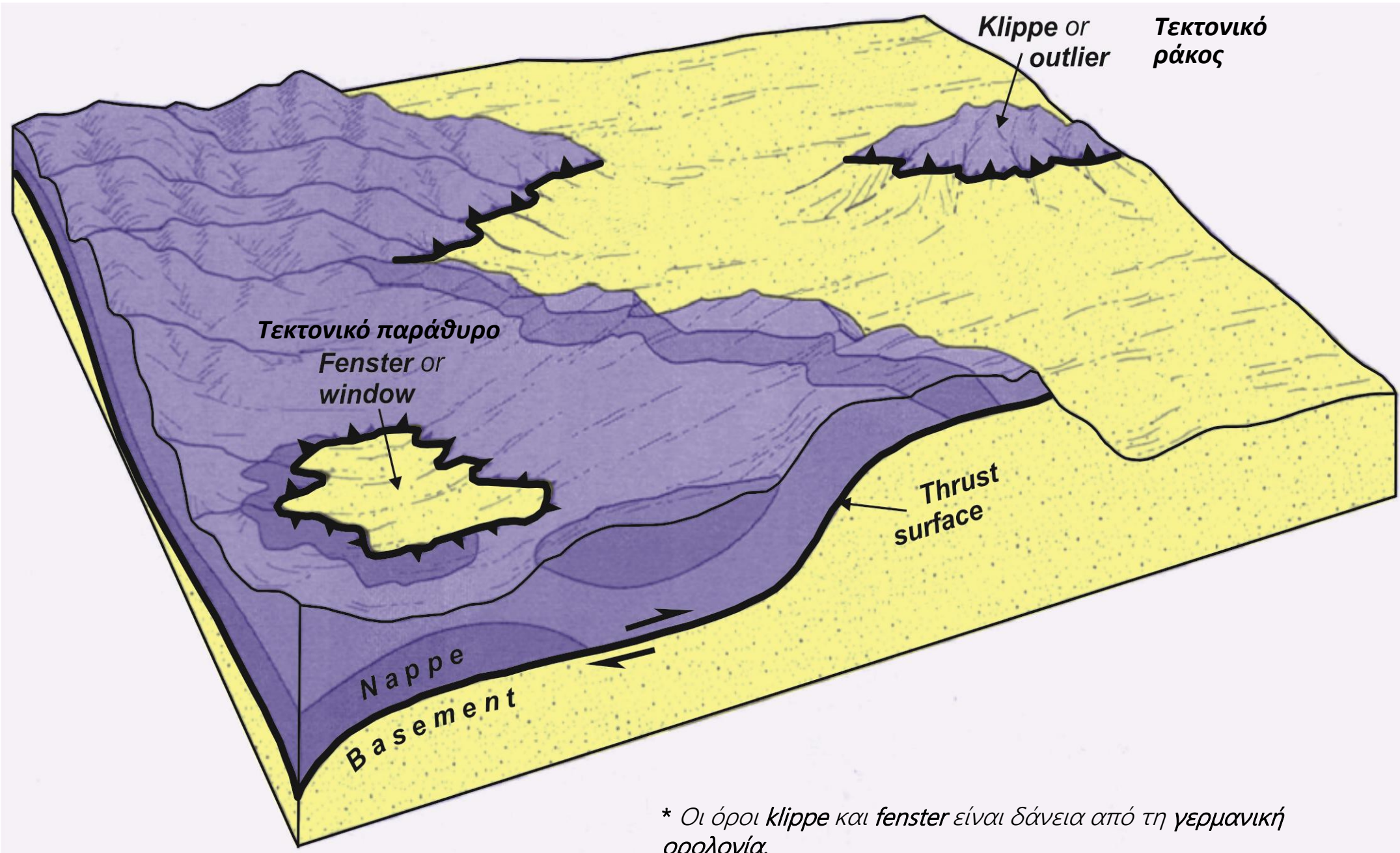


μικρό πάχος σε σχέση με μήκος και πλάτος

- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές



- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές



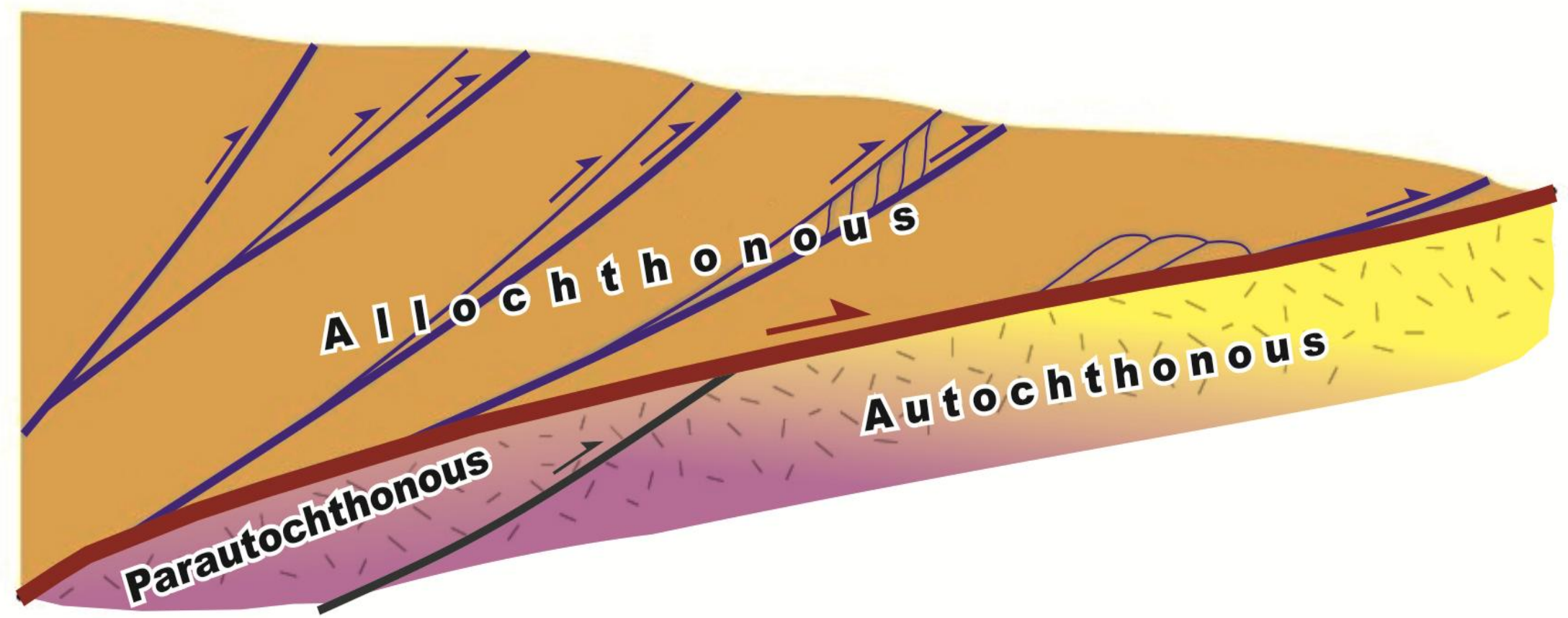
* Οι όροι *klippe* και *fenster* είναι δάνεια από τη γερμανική ορολογία.

- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές

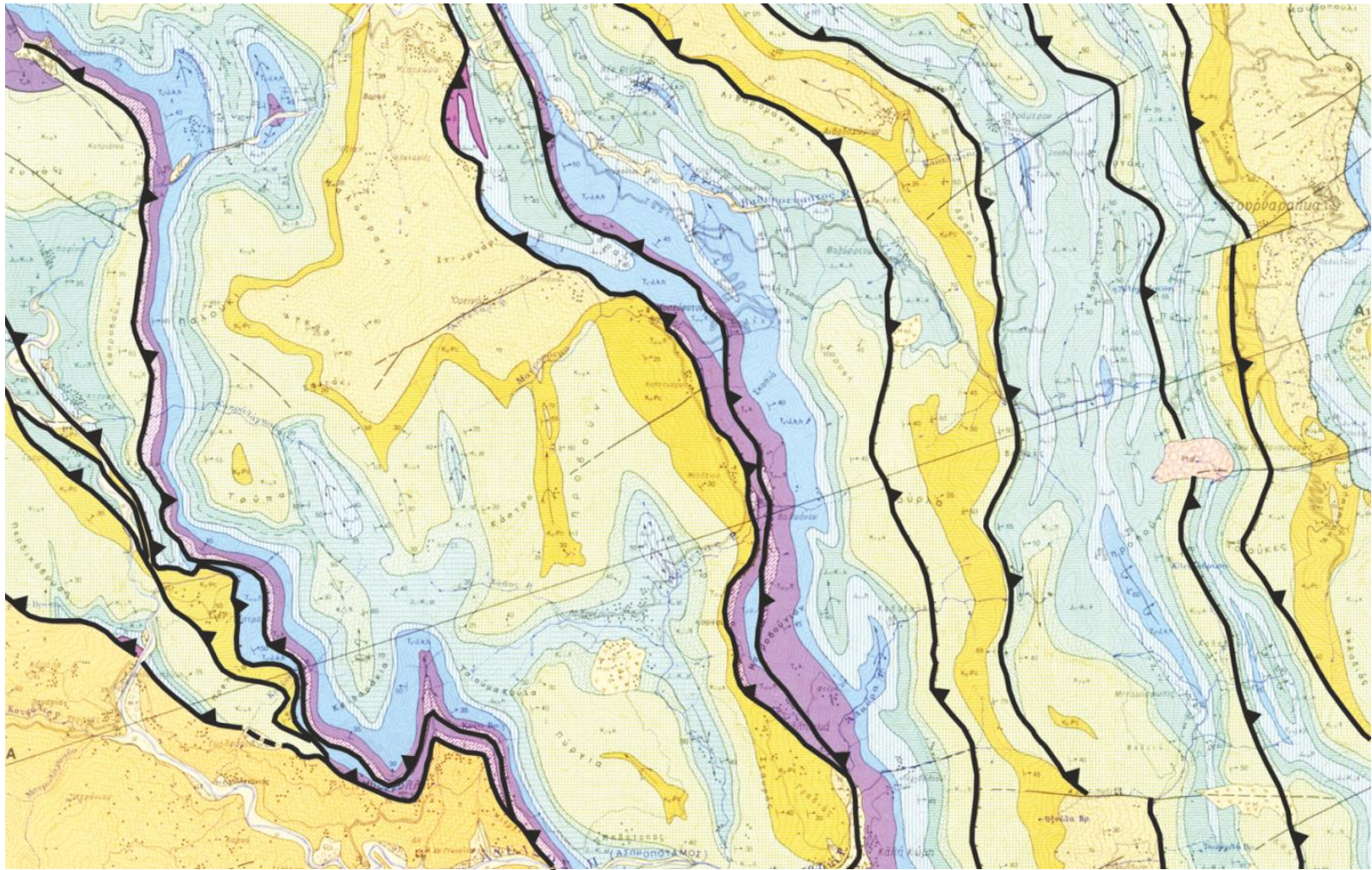
Ηλικία, φάση, βαθμός μεταμόρφωσης κλπ.
 ↓↓↓
 μέγεθος συνολικής μετατόπισης.



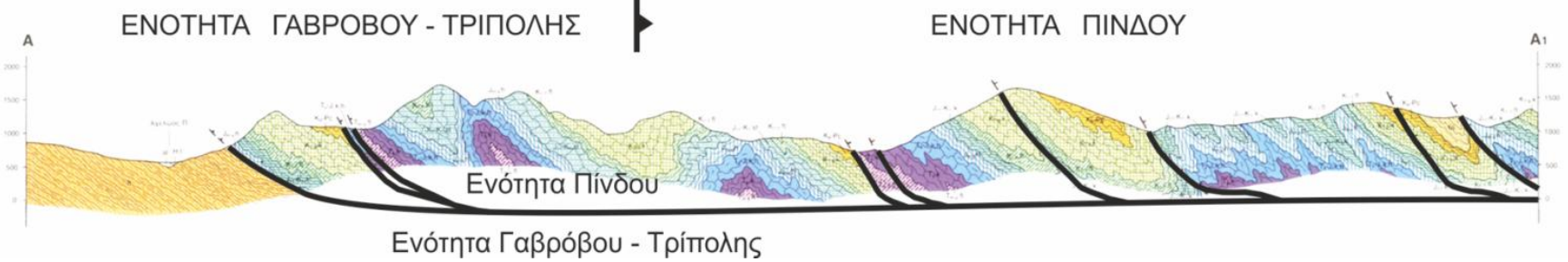
- Αλλόχθονο (allochthonous ή allochthon) → 10άδες ή 100άδες Km
- Παρααυτόχθονο (parautochthonous) → έως μερικά Km
- Αυτόχθονο (autochthonous ή autochthon)



- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές

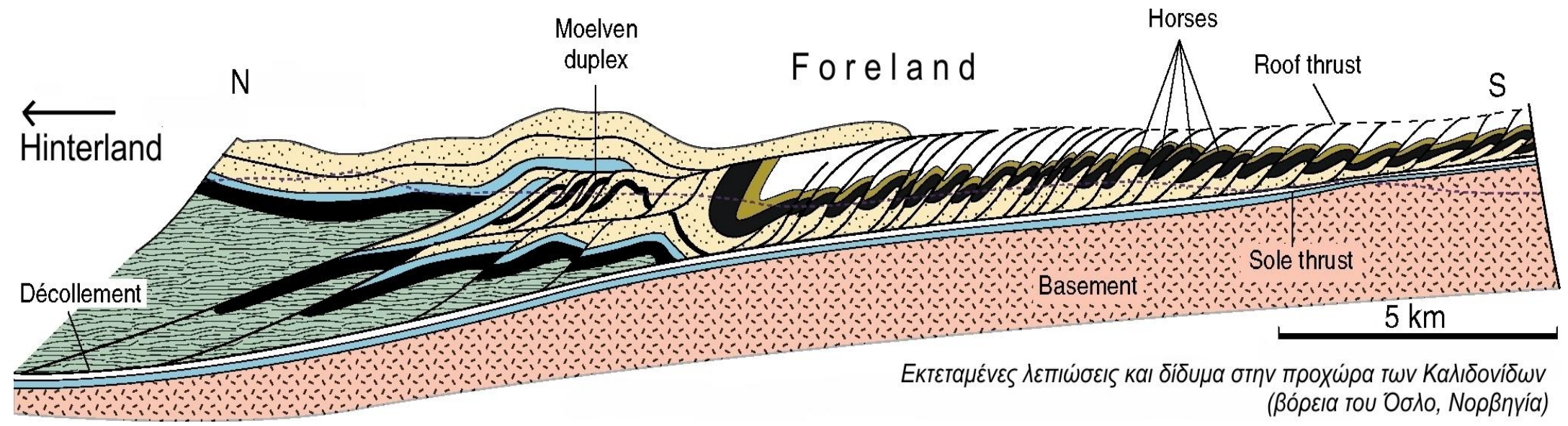


Η εντυπωσιακή ζώνη πτυχών – επωθήσεων (fold and thrust belt) του καλύμματος της Πίνδου με χαρακτηριστικές λεπιώσεις (imbricate structures) και δομές ίππων και διδύμων (horses and duplexes).

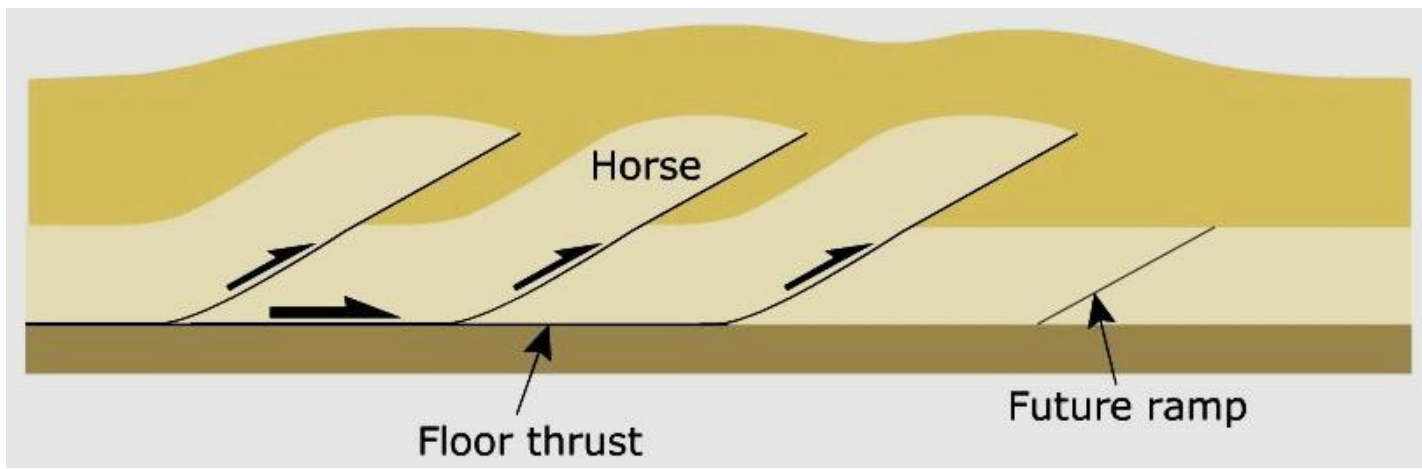


- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές

Γεωμετρία των ρηγμάτων

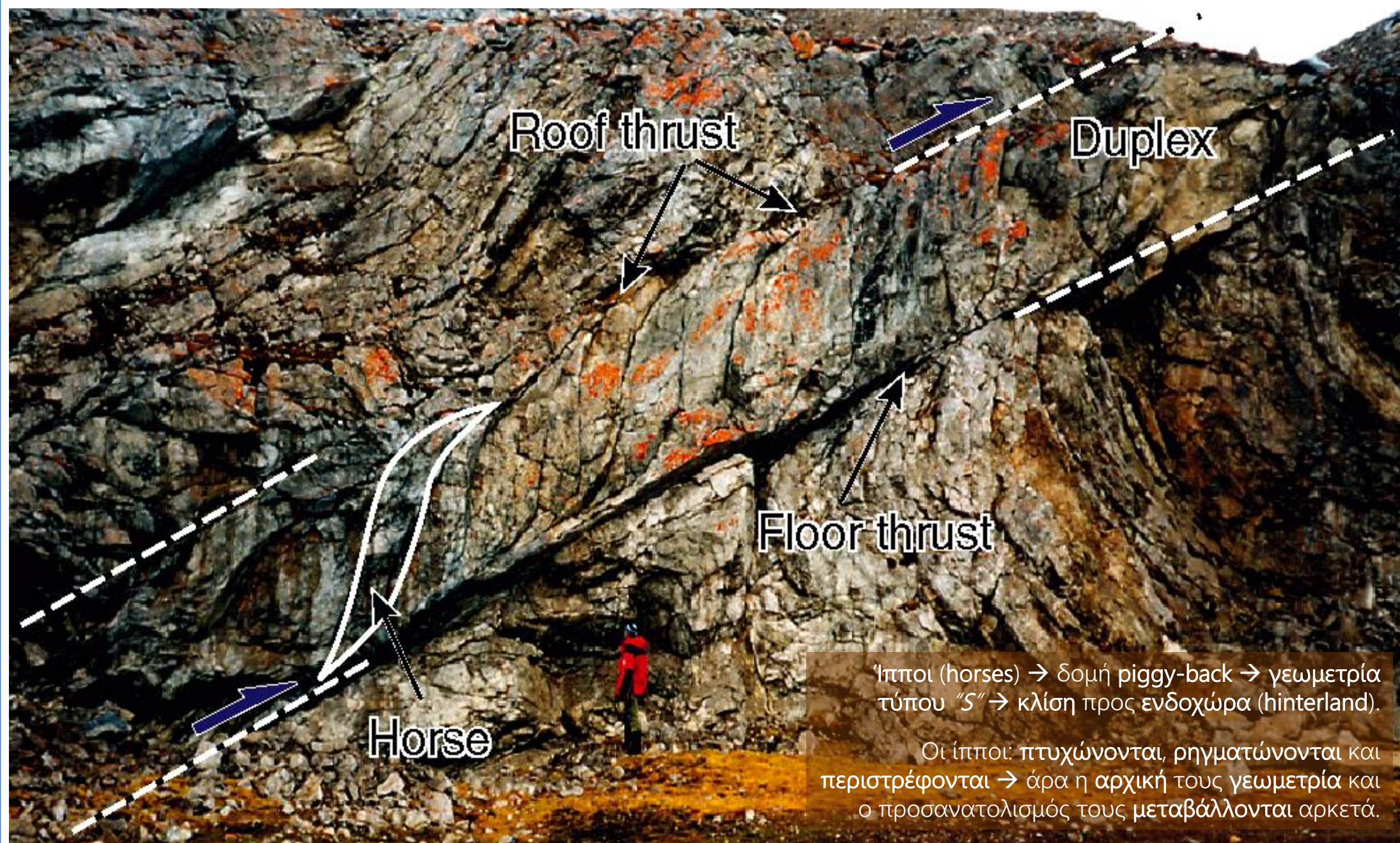


Ζώνες λεπιώσεων (imbricate zones) → ρήγματα βράχυνσης προχώρας (foreland) → σειρά ανάστροφων ρηγμάτων με όμοιο προσανατολισμό → σύνδεση με μικρής-γωνίας κλίσης ή οριζόντιας επώθησης δαπέδου (floor thrust).



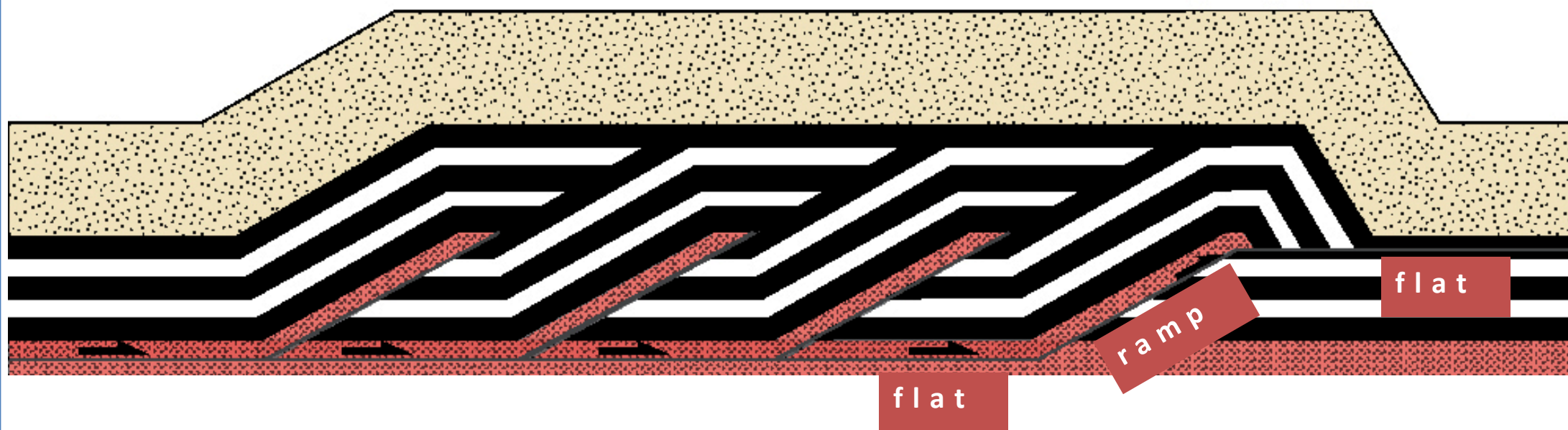
Αν υπάρχει και επώθηση οροφής (roof thrust) → δομή δίδυμο (duplex structure).

- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές



Ίπποι (horses) → δομή piggy-back → γεωμετρία τύπου "S" → κλίση προς ενδοχώρα (hinterland).
Οι ίπποι: πτυχώνονται, ρηγματώνονται και περιστρέφονται → άρα η αρχική τους γεωμετρία και ο προσανατολισμός τους μεταβάλλονται αρκετά.

- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές



Ράμπες (ramps) → μεγάλη γωνία με επώθηση δαπέδου → δημιουργούνται πρώτες στα σκληρά (μεγάλης αντοχής) πετρώματα, που λειτουργούν σαν οδηγοί των τάσεων (stress guides), με την έννοια ότι διαδίδουν και εντοπίζουν καλύτερα τις τάσεις, σε σχέση με τα γειτονικά τους στρώματα.

Επίπεδα (flats) → παράλληλα, ή υποπαράλληλα με επώθηση δαπέδου → δημιουργούνται μετά στα μαλακά (μικρής αντοχής) πετρώματα.

Π.χ. σε εναλλαγές ψαμμιτών/πηλιτών και σε βράχυνση // στρώση → έντονα κεκλιμένα ανάστροφα ρήγματα στους ψαμμίτες (ράμπες) & επωθήσεις δαπέδου και οροφής (floor thrust και roof thrust) στις πηλιτικές ενδιαστρώσεις.

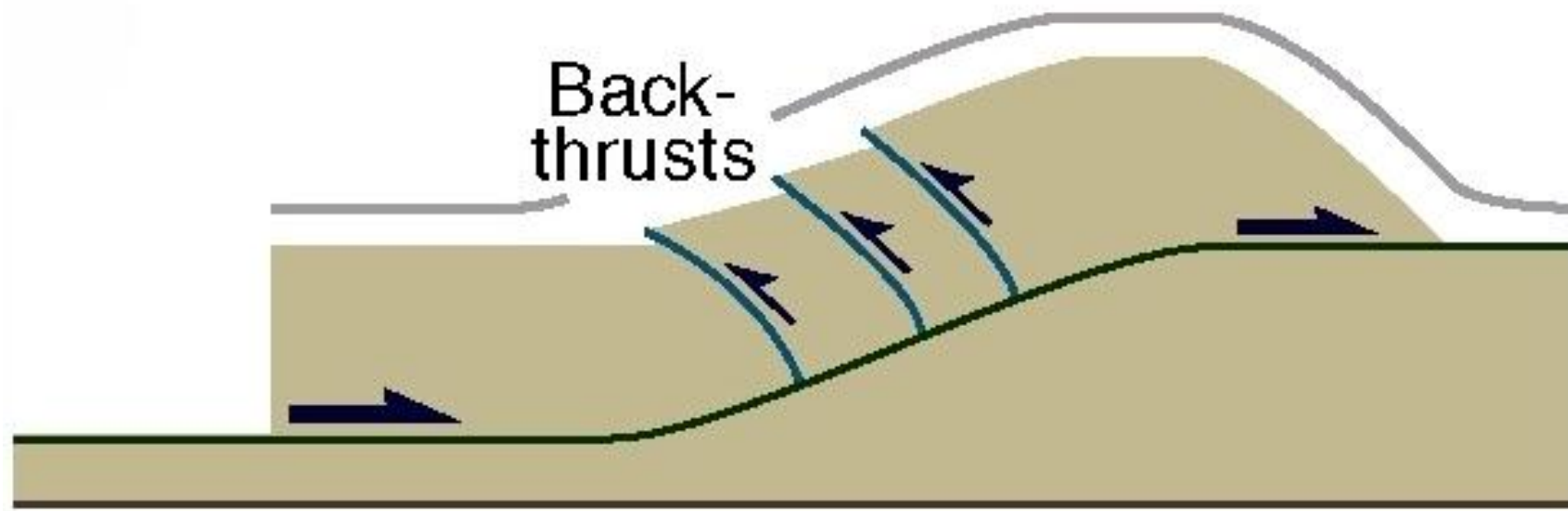
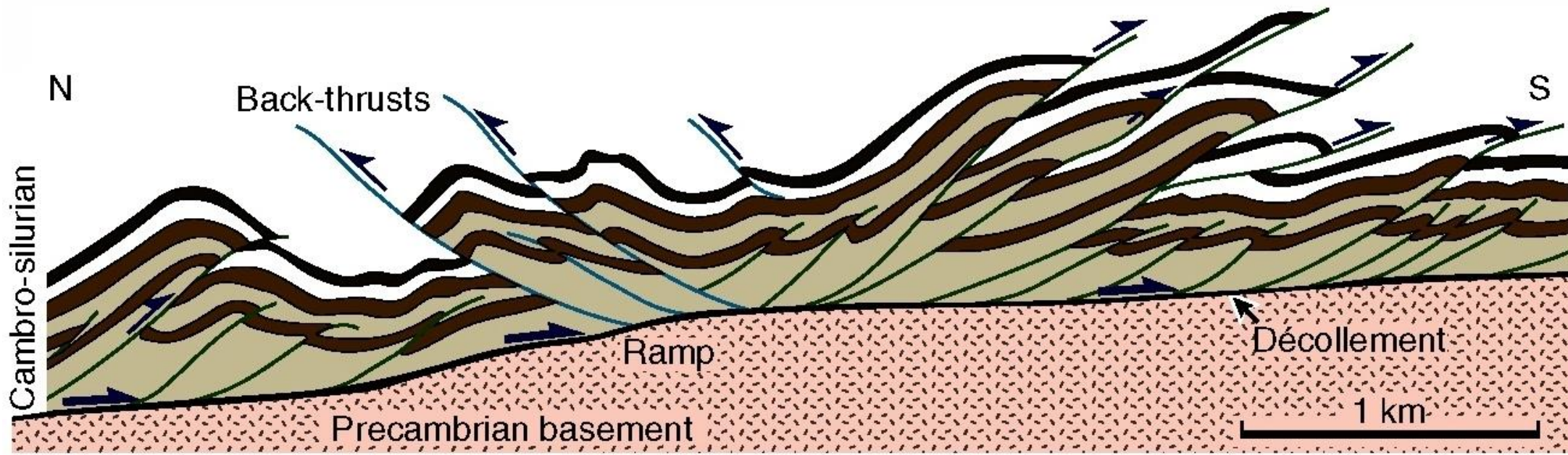
ΔΟΜΗ τύπου: ρήγμα επιπέδου-ράμπας-επιπέδου (flat-ramp-flat fault).

- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές



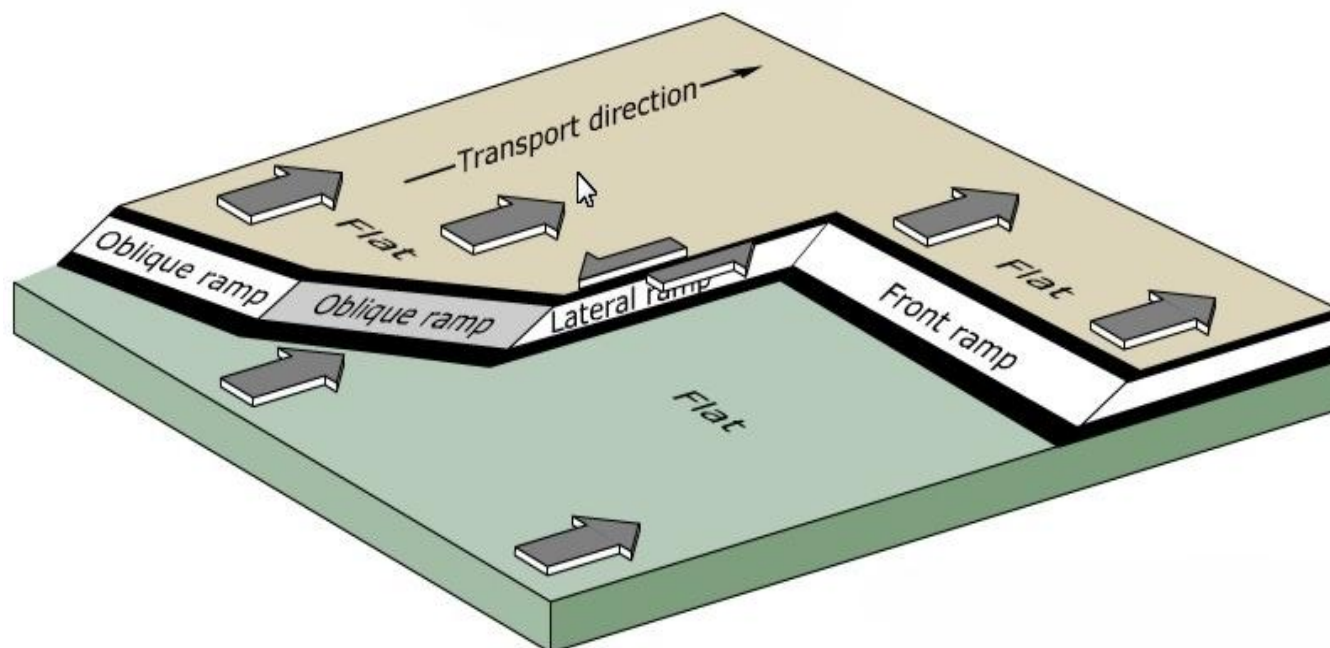
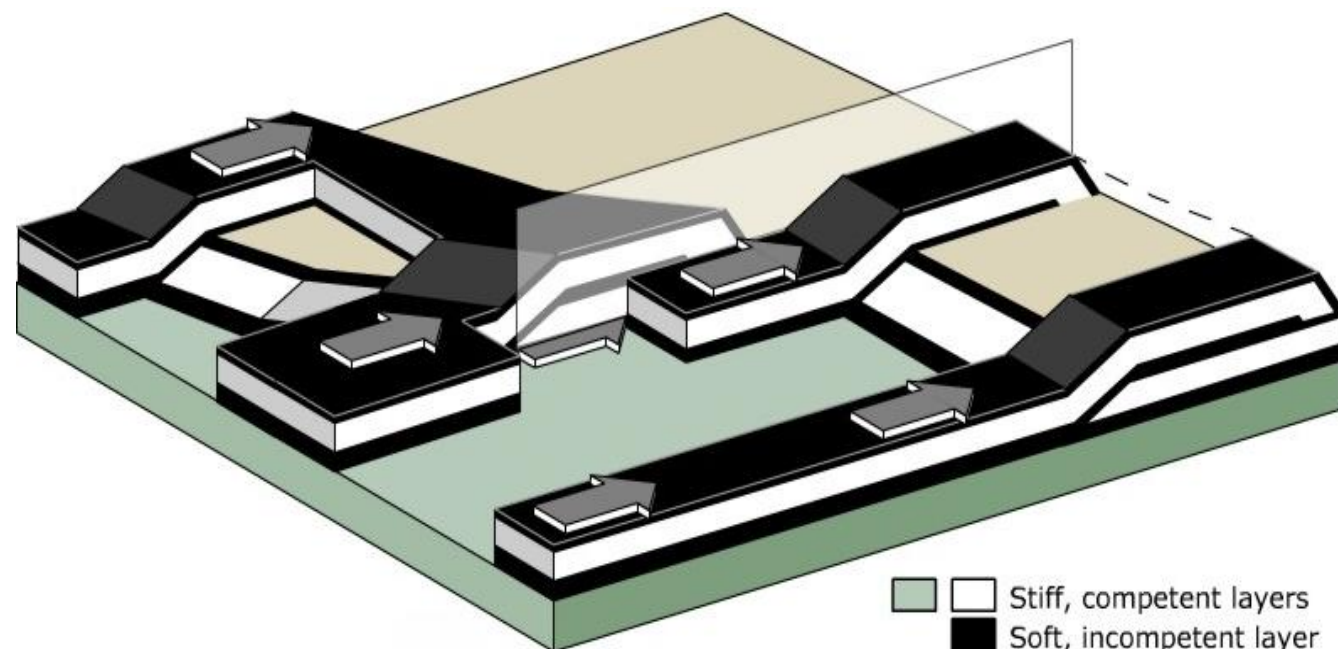
- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές

Οπισθο-επωθήσεις (back-thrusts) → ιδιομορφίες στη γεωμετρία των ραμπών (π.χ. απότομης κλίσης ράμπες).



Ανάπτυξη δομών οπισθο-επωθήσεων (*back-thrusts*) πάνω από μια ράμπα του επωθητικού πέλματος (*sole thrust*) των κάμβριας-σιλούριας ηλικίας σχηματισμών των Καλιδονίδων οροσειρών επί του προκάμβριου υποβάθρου (βόρεια από το Όσλο, Νορβηγία).

- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές



Γεωμετρία ράμπας-επιπέδου (ramp-flat geometry)

Μετωπικές ράμπες (frontal ramps): διεύθυνση εγκάρσια στη φορά κίνησης (κίνηση κατά κλίση → ρήγματα ορθο-ανάστροφα).

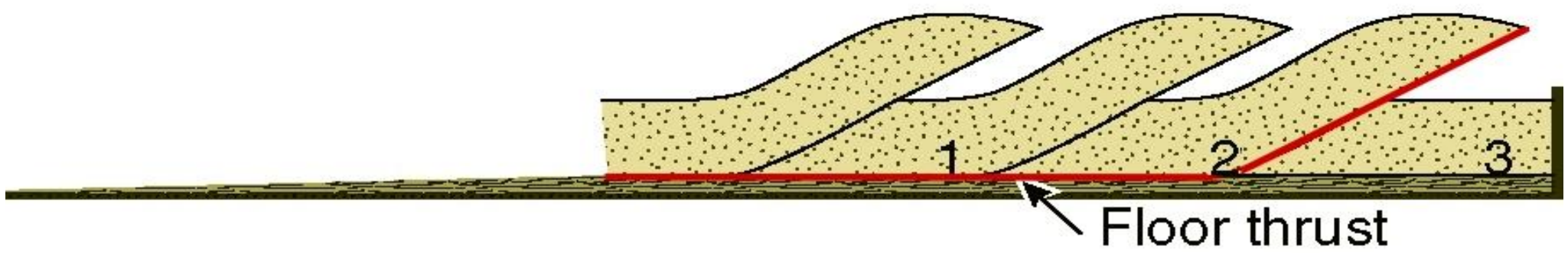
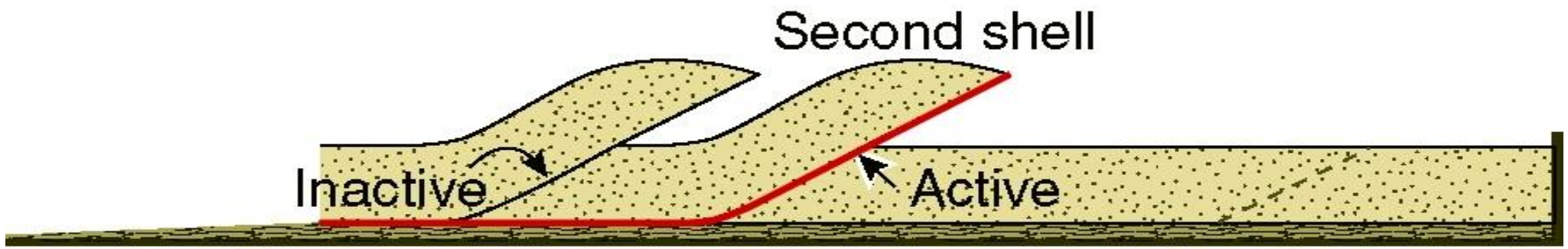
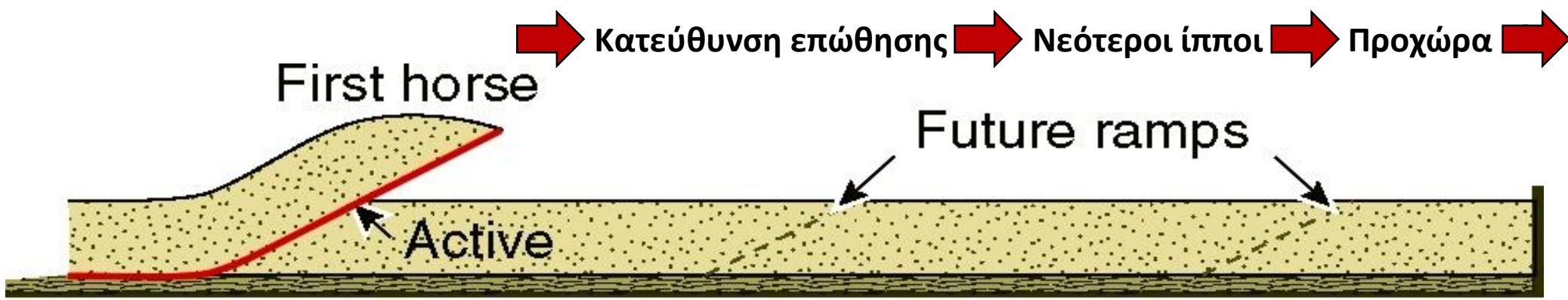
Πλάγιες ράμπες (oblique ramps): πλάγιος προσανατολισμός με τη φορά κίνησης κίνησης (κίνηση πλάγια → ρήγματα πλαγιο-ανάστροφα).

Πλευρικές ράμπες (lateral ramps): σχεδόν κατακόρυφες με διεύθυνση παράλληλη με τη φορά της κίνησης [κίνηση οριζόντια → ρήγματα παρα-κατακόρυφα → ρήγματα μεταφοράς ή μεταγωγής (transfer faults) ή αποσχιστικά ρήγματα (tear faults)].

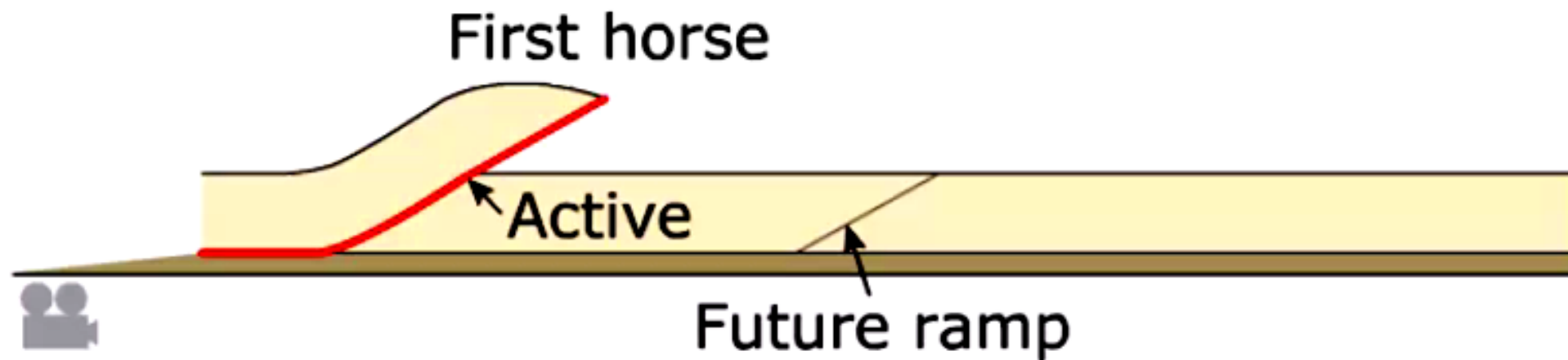
- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές

Μηχανισμοί δημιουργίας ραμπών

Κατ' ακολουθία μηχανισμός επωθήσεων (in-sequence thrusting)

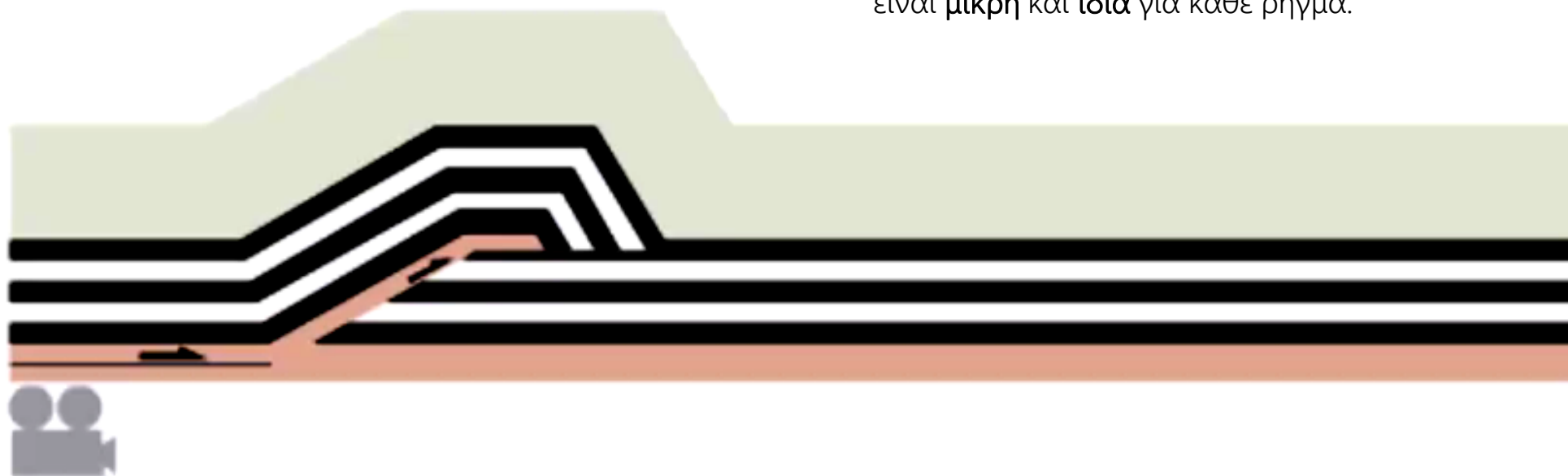


- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές



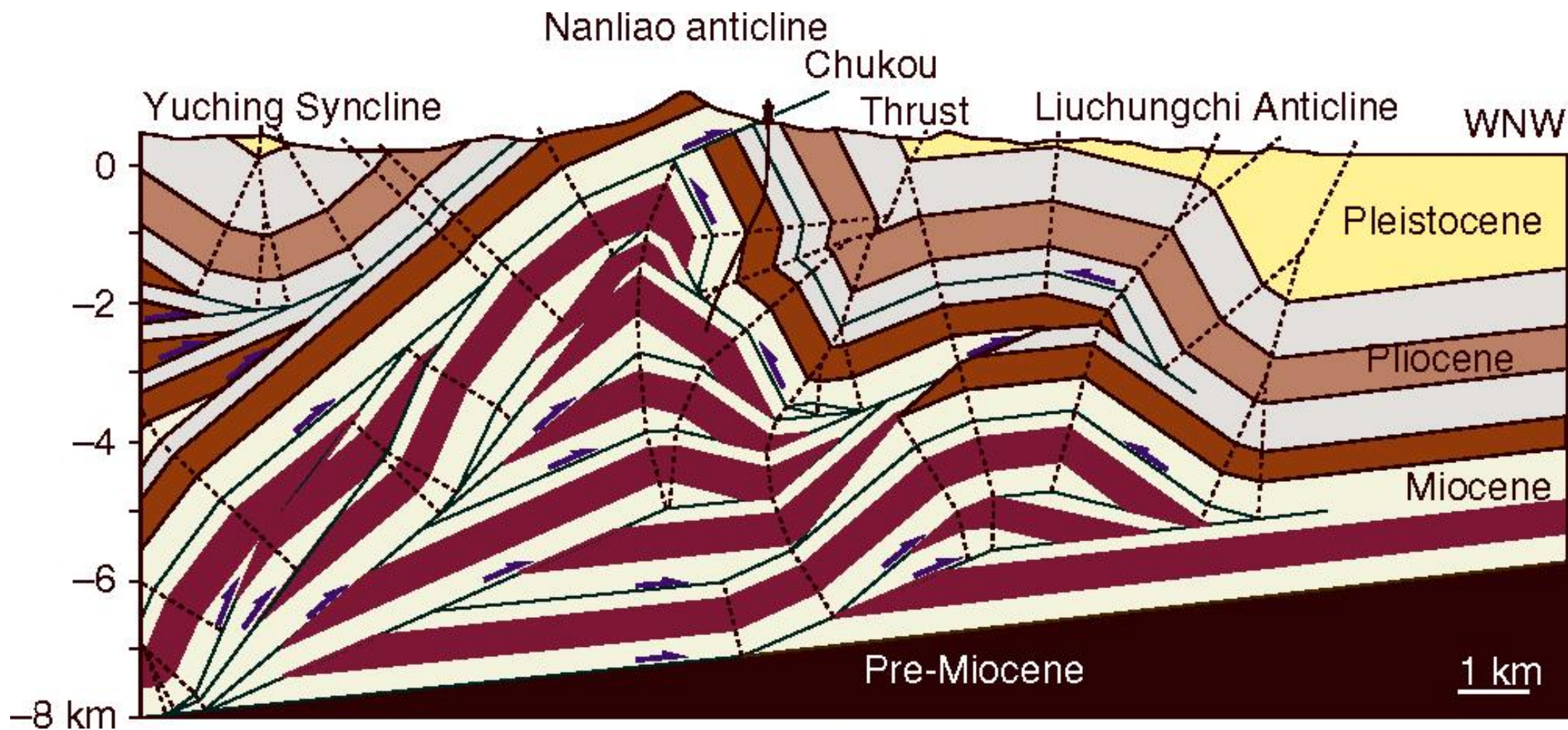
Κατ' ακολουθία επωθητικοί ίπποι (in-sequence horses), με φορά κίνησης προς τα δεξιά.

Ιδεατή, συμμετρική, γεωμετρία, όπου η μετατόπιση είναι μικρή και ίδια για κάθε ρήγμα.



- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές

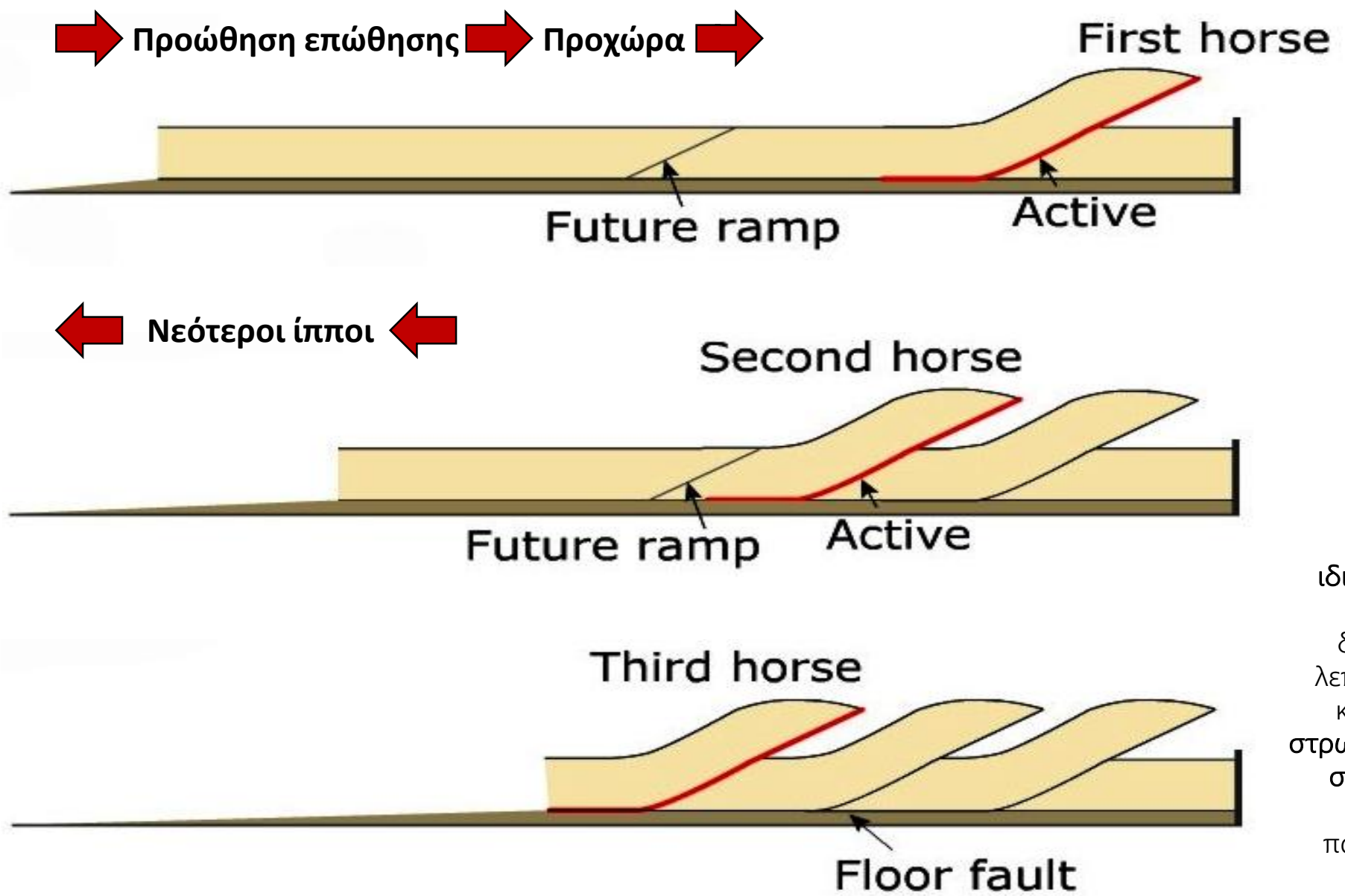
Αν **αυξήσουμε** προοδευτικά τη μετακίνηση σε κάθε νεότερο ρήγμα, που οριοθετεί τους διαδοχικούς ίππους, θα καταλήξουμε, μάλλον, σε μια τελική μορφή **στοίβας ίππων (stack of horses)**, που θα απέχει αρκετά από αυτή την σαν "τραίνο" μορφή των προηγούμενων εικόνων.



Αντίκλινο Nanliao στην Ταϊβάν. Δεδομένα από ύπαιθρο και γεωτρήσεις.

- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές

Μηχανισμός επωθήσεων εκτός ακολουθίας (out of sequence thrusting)



Αντανακλά
ιδιαιτερότητες στη
γεωμετρία των
διδύμων και των
λεπιώσεων, καθώς
και πολύπλοκους
στρωματογραφικούς
συσχετισμούς της
ακολουθίας που
παραμορφώνεται.

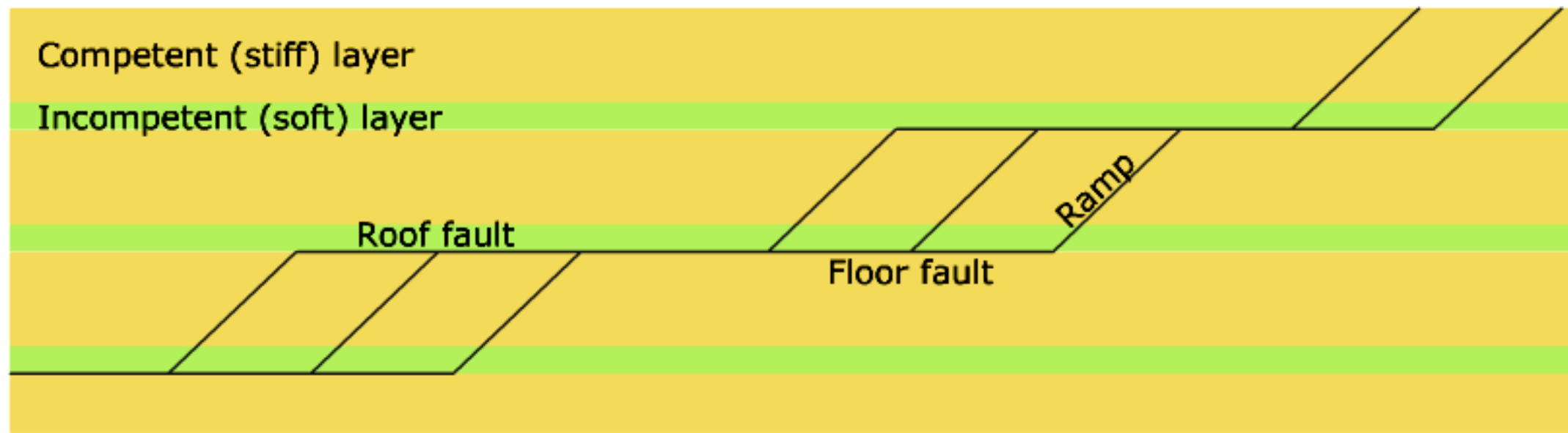
- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές

Κινηματικά, μεταβίβαση ολίσθησης σε υψηλότερους στρωματογραφικούς οριζόντες (φορά προς προχώρα).

Ράμπες (rampes)
[σκληρά και ανθεκτικά στρώματα]

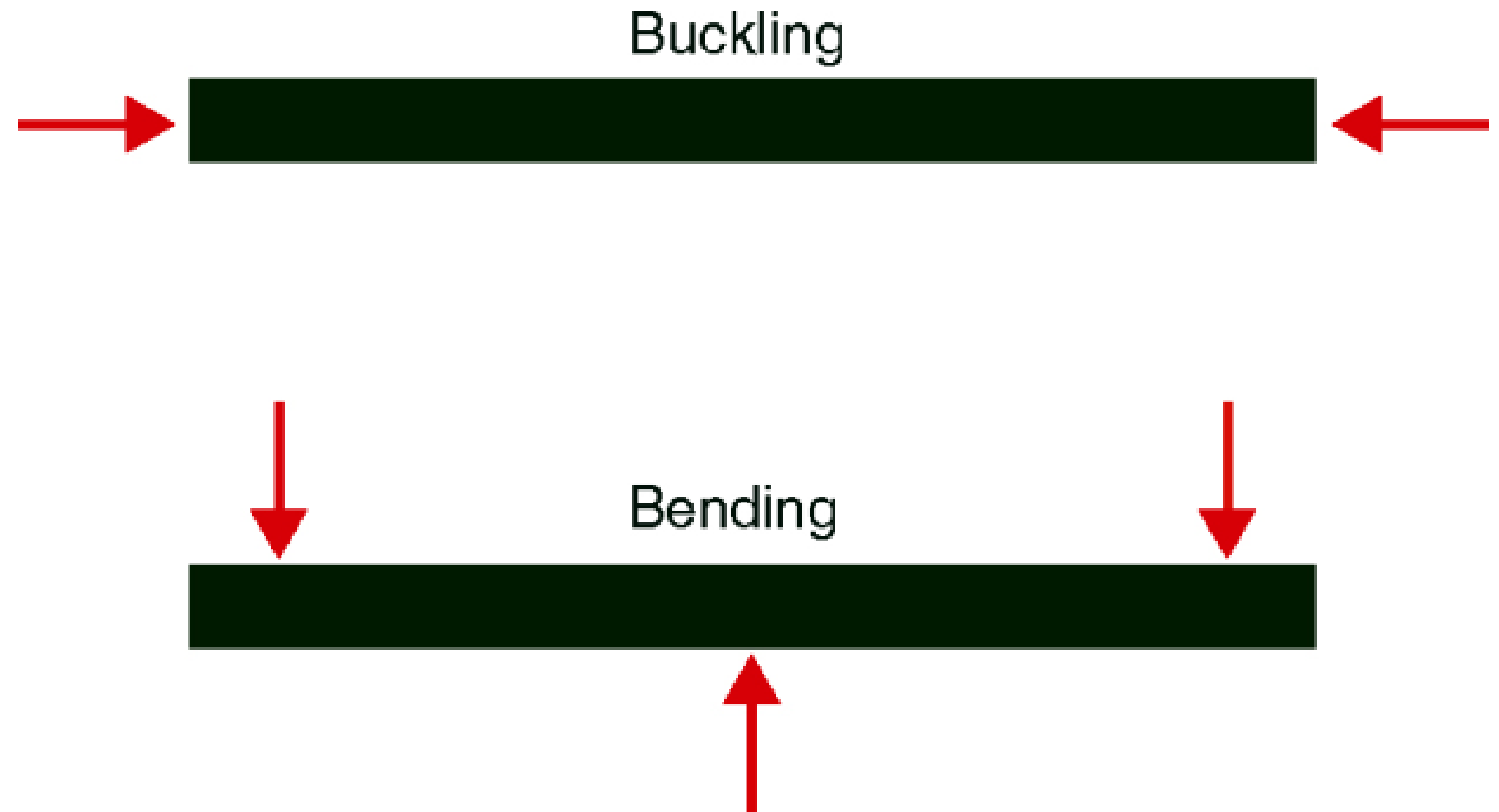
Επικάλυψη (overlap) ή αλληλεπίδραση (interaction) των επωθήσεων δαπέδου και οροφής

Κράτνωση ή σκλήρυνση από παραμόρφωση (strain hardening) της επεκτεινόμενης, από δάπεδο σε οροφή, επώθησης.



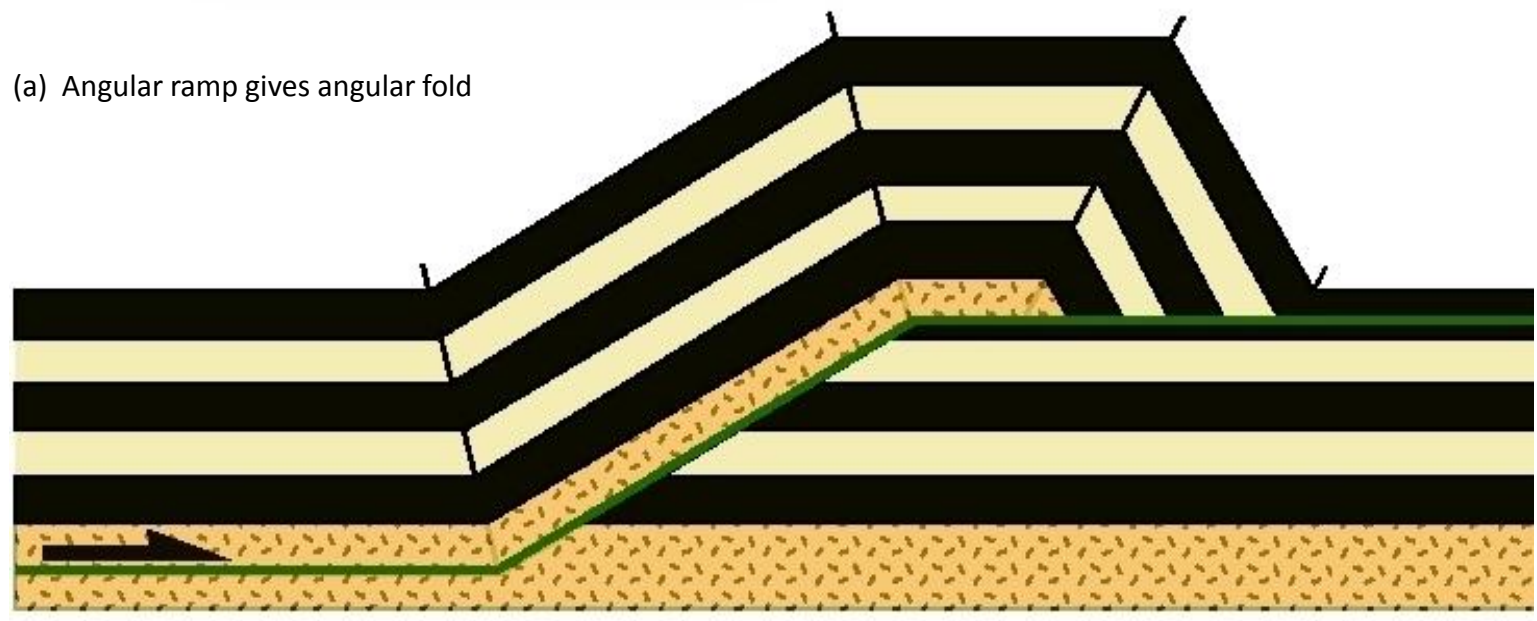
- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές

Πτυχές (λόγω) κάμψεων ρήγματος (fault-bend folds *)

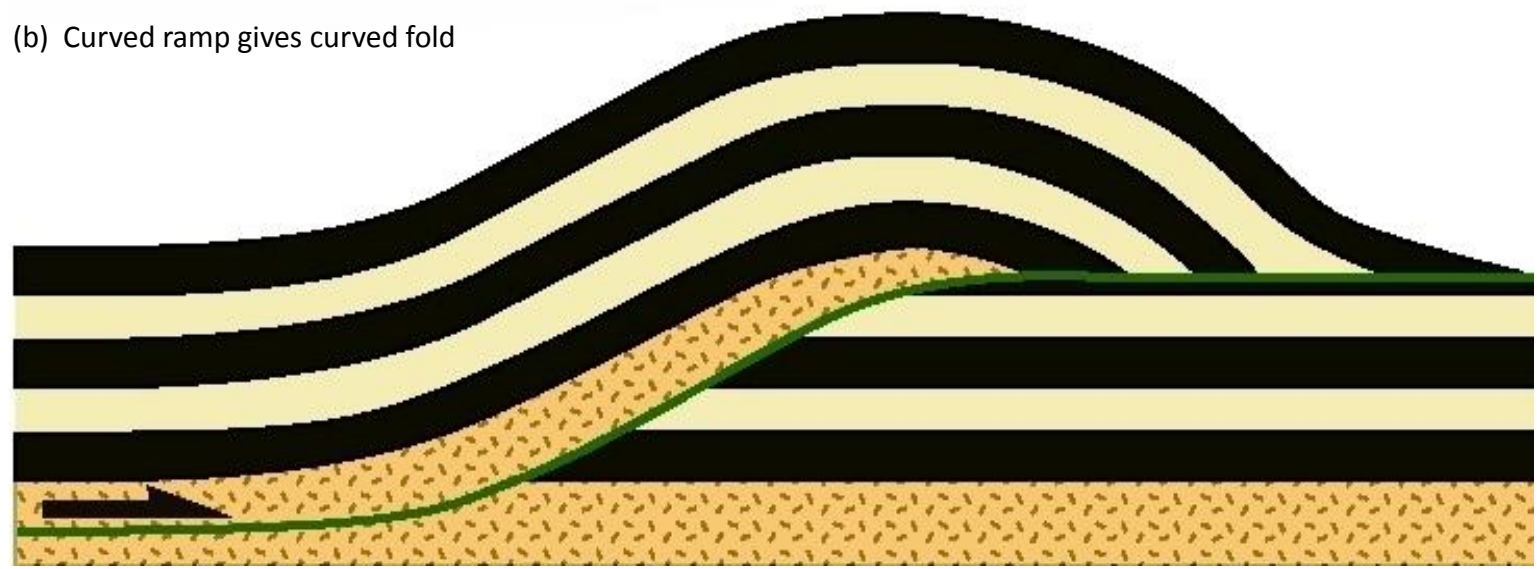


* Ο όρος *bend fold* και *bending* (*bend* = καμπή, κάμψη) αναφέρεται στον μηχανισμό δημιουργίας πτυχών με βάση τον τρόπο που δρουν οι δυνάμεις πάνω στα στρώματα, όπου στη συγκεκριμένη περίπτωση δρουν εγκάρσια προς αυτά. Χαρακτηρίζει την παθητική πτύχωση, σε αντίθεση με την ενεργητική πτύχωση, το *buckling* (=συρρίκνωση, "τσαλάκωμα"), όπου οι δυνάμεις δρουν παράλληλα στα στρώματα.

- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές



Πτυχές στο υπερκείμενο (ανερχόμενο) τέμαχος λόγω γεωμετρίας ρήγματος (flat-ramp-flat geometry).



Γεωμετρία πτυχών ↔ Γεωμετρία ράμπας.

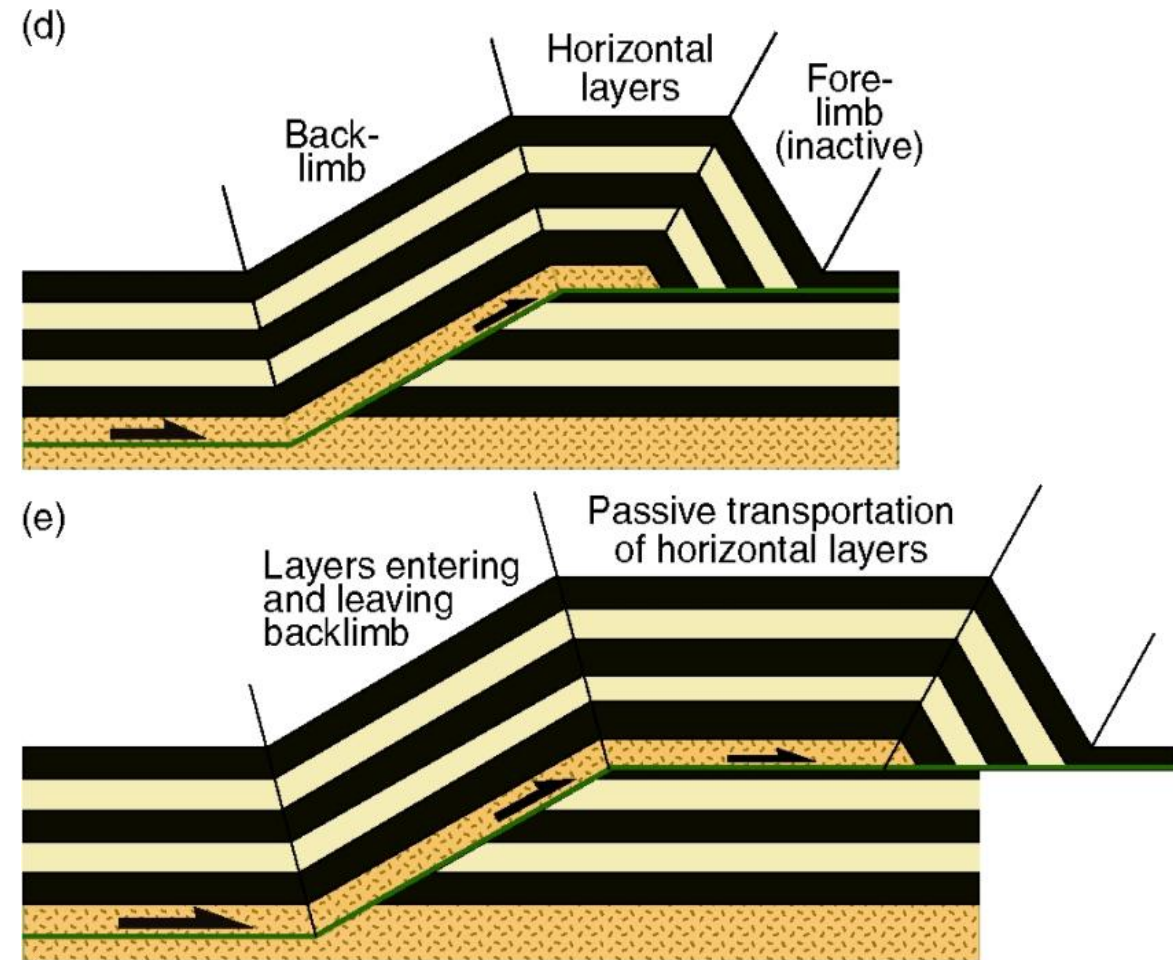
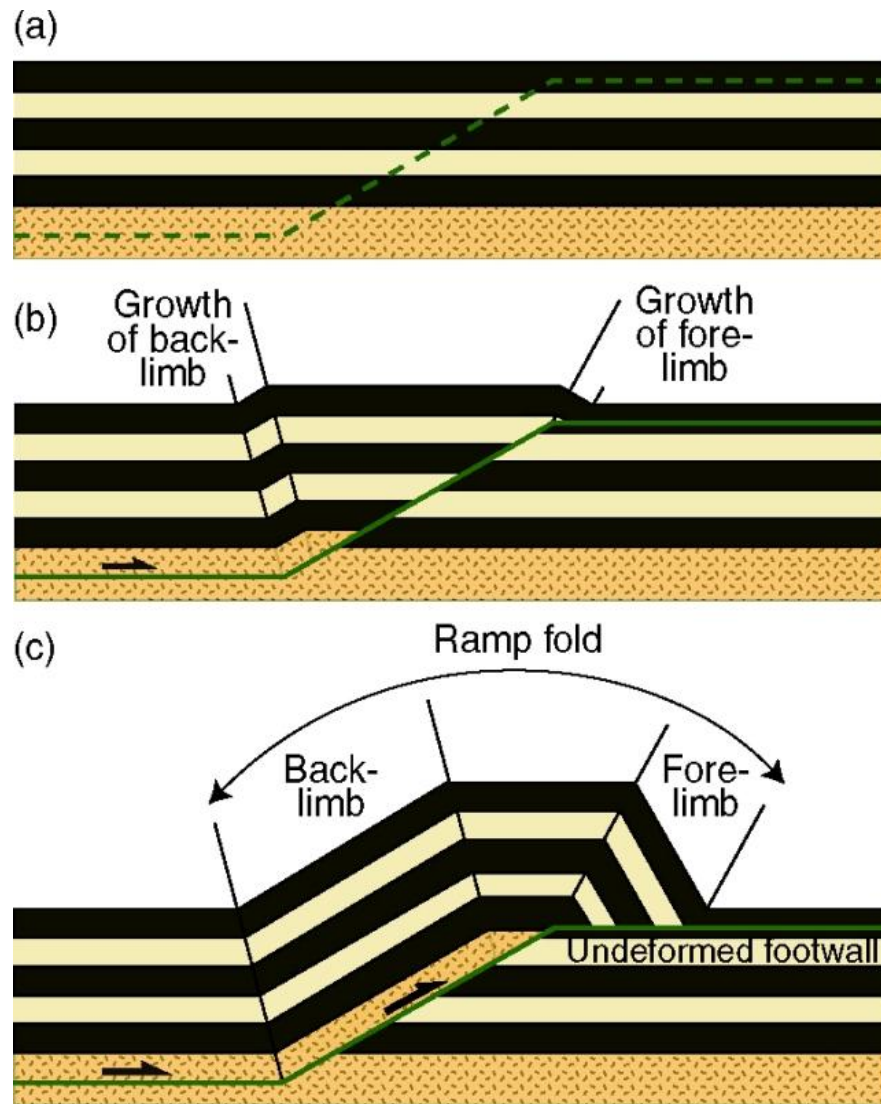
Γωνιώδεις ράμπες ↔ Γωνιώδεις, λοξοζωνικού τύπου, πτυχές (kink-like folds).

Ράμπες τύπου απαλής κάμψης ↔ Καμπύλες και όχι γωνιώδεις πτυχές.

Ιδιαίτερα διαδεδομένες, επειδή, από γεωμετρική άποψη, είναι πολύ εύκολη η δημιουργία τους. Εύκολη προσομοίωση σε Η/Υ.

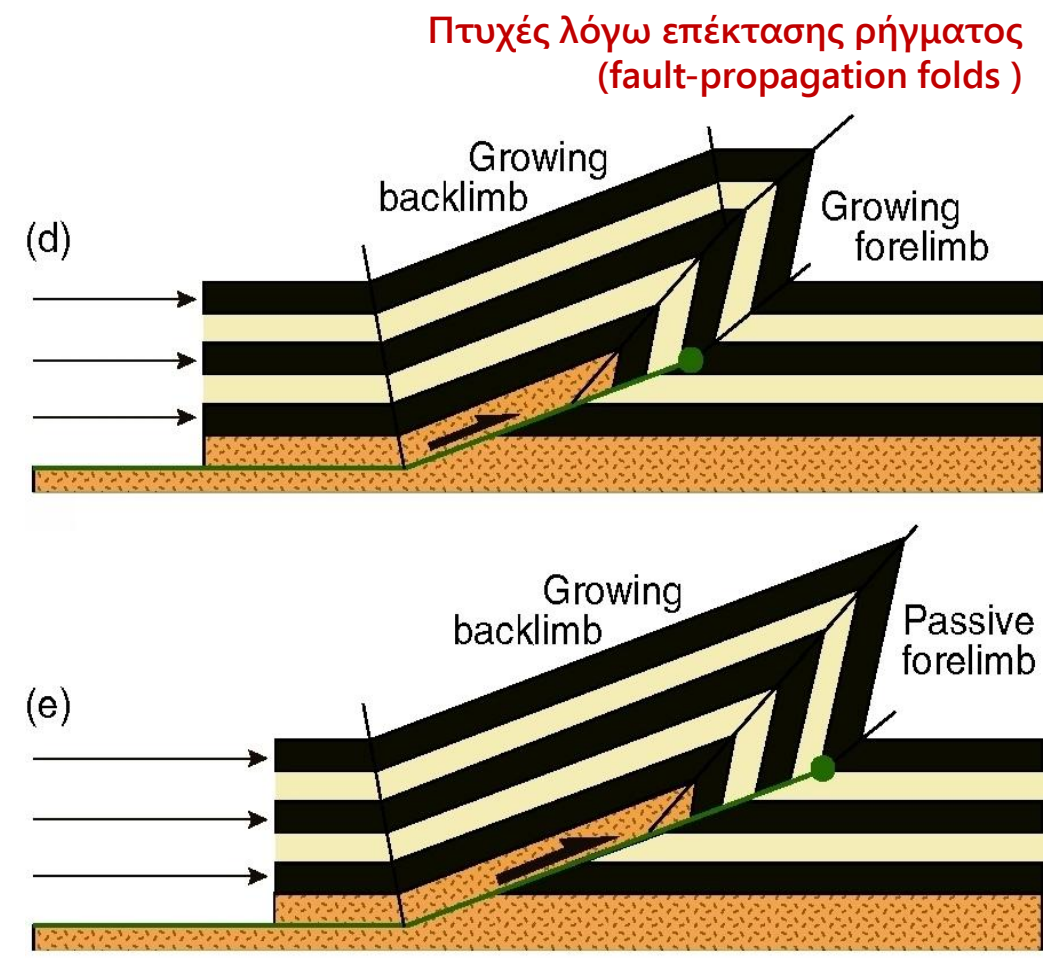
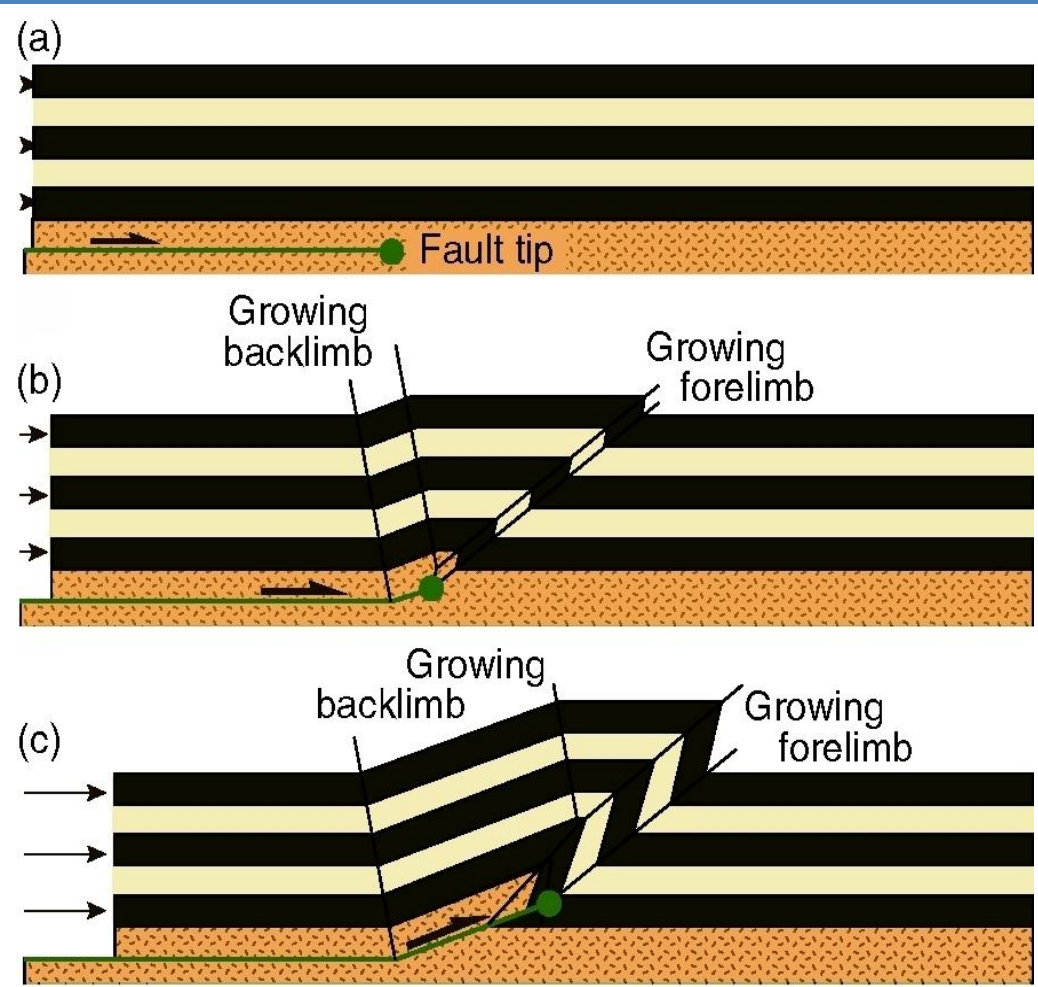
- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές

Στάδια εξέλιξης fault-bend folds



Μηχανισμός δημιουργίας → πτυχές κάμψης-ολίσθησης ή διάτμησης (flexural slip or shear) → σταθερό πάχος και μήκος στρωμάτων.

- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές



Πάχος στρωμάτων σταθερό → ενδοστρωματική ολίσθηση για απορρόφηση κίνησης → άξονας πτυχής παράλληλος με την παράταξη του επωθητικού ρήγματος → φορά κατάκλισης (vergenze) προς την προχώρα (foreland).

Πτυχές από επέκταση ρήγματος (fault-propagation folds) → κινούνται μαζί με το επεκτεινόμενο όριο απόληξης του ρήγματος → Πιο απότομα και συχνά ανεστραμμένα μπροστινά σκέλη (forelimb).

Fault-bend folds → σχηματίζονται και παραμένουν στάσιμες πάντα πάνω από τη ράμπα (με ένα συγκεκριμένο τμήμα στρωμάτων προοδευτικά να εισέρχεται, να διατρέχει και να εξέρχεται από την πτυχή).

- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές



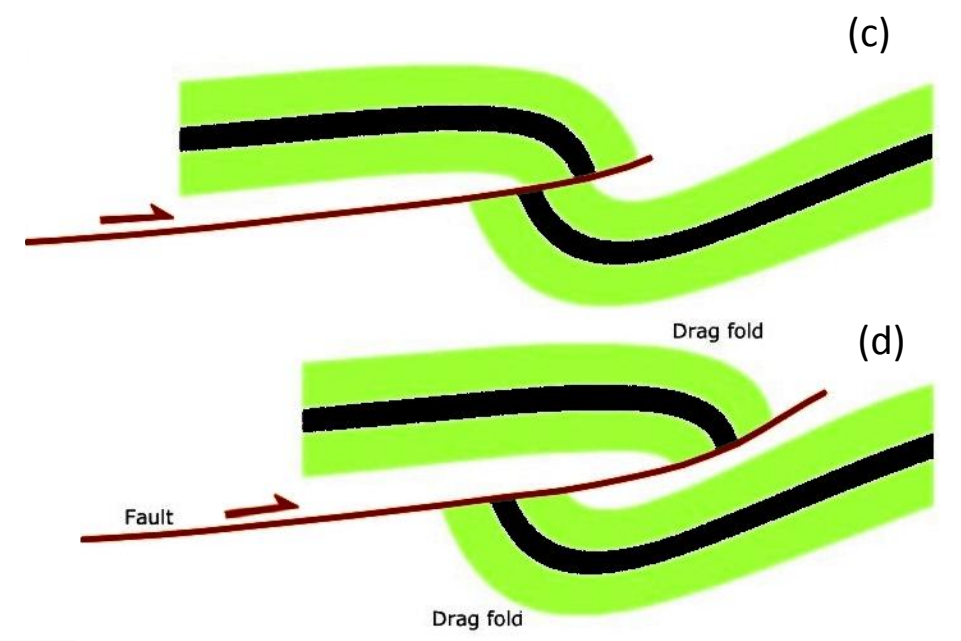
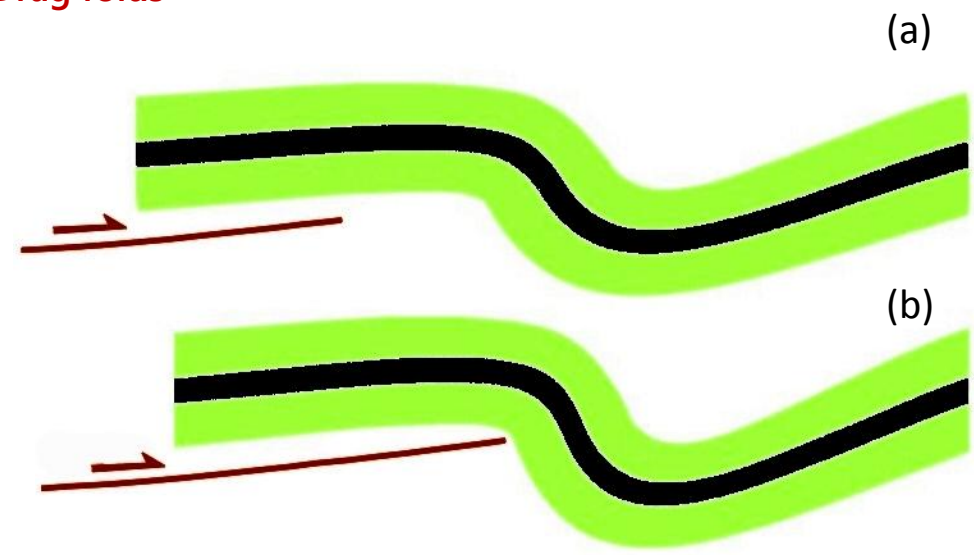
Πτυχές (λόγω) κάμψεων ρήγματος (fault-bend folds)

Πτυχές λόγω επέκτασης ρήγματος (fault-propagation folds)

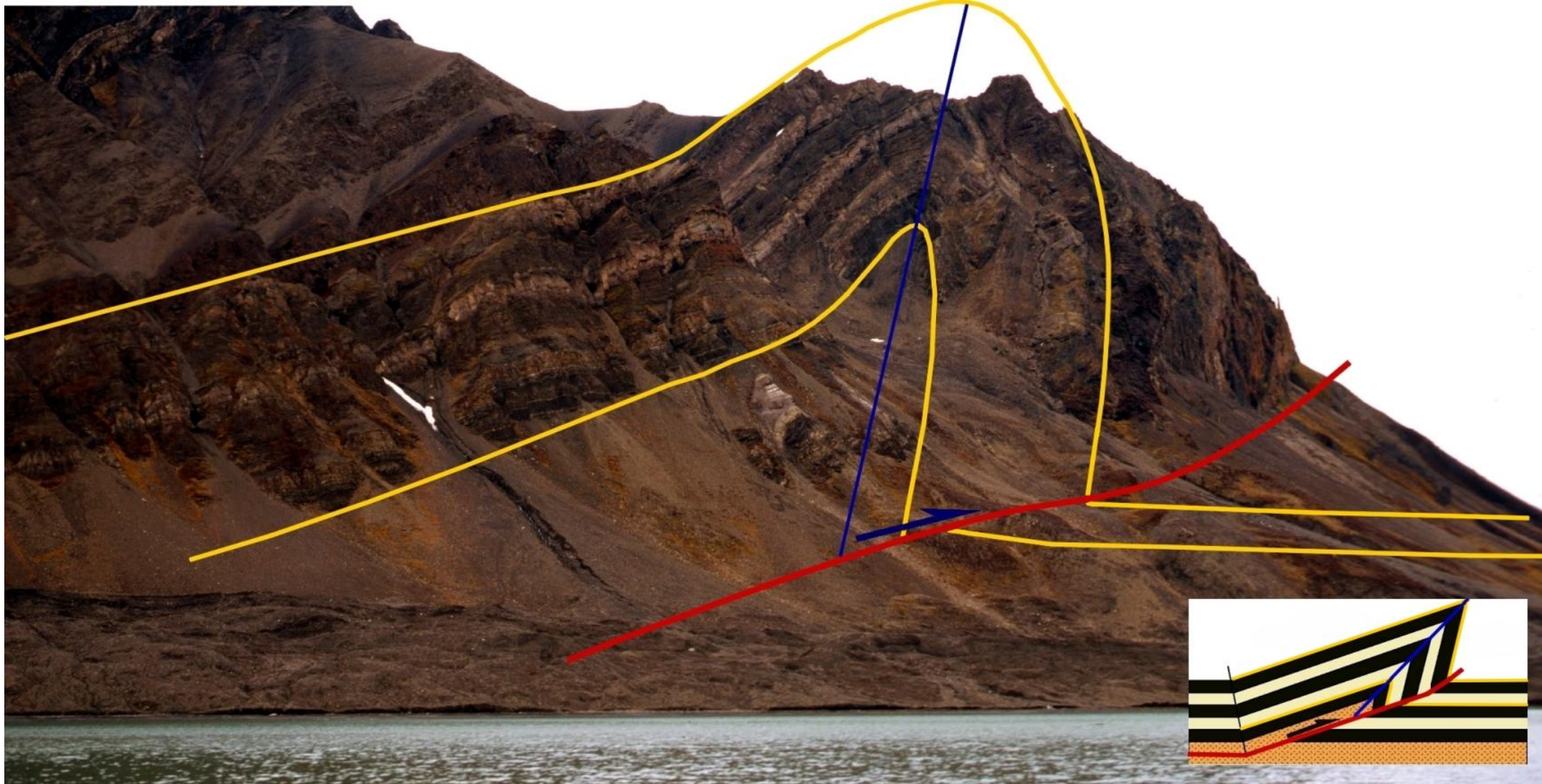


- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές

Drag folds



- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές



Μεγάλης κλίμακας πτυχή από επέκταση ρήγματος (*fault-propagation fold*) στην τεταρτογενούς ηλικίας ζώνη πτυχών – επωθήσεων (*fold and thrust belt*) της περιοχής Svalbard της Νορβηγίας.

- ☐ Ρήγματα βράχυνσης
- ☐ Επωθητικά ρήγματα
- ☐ Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές

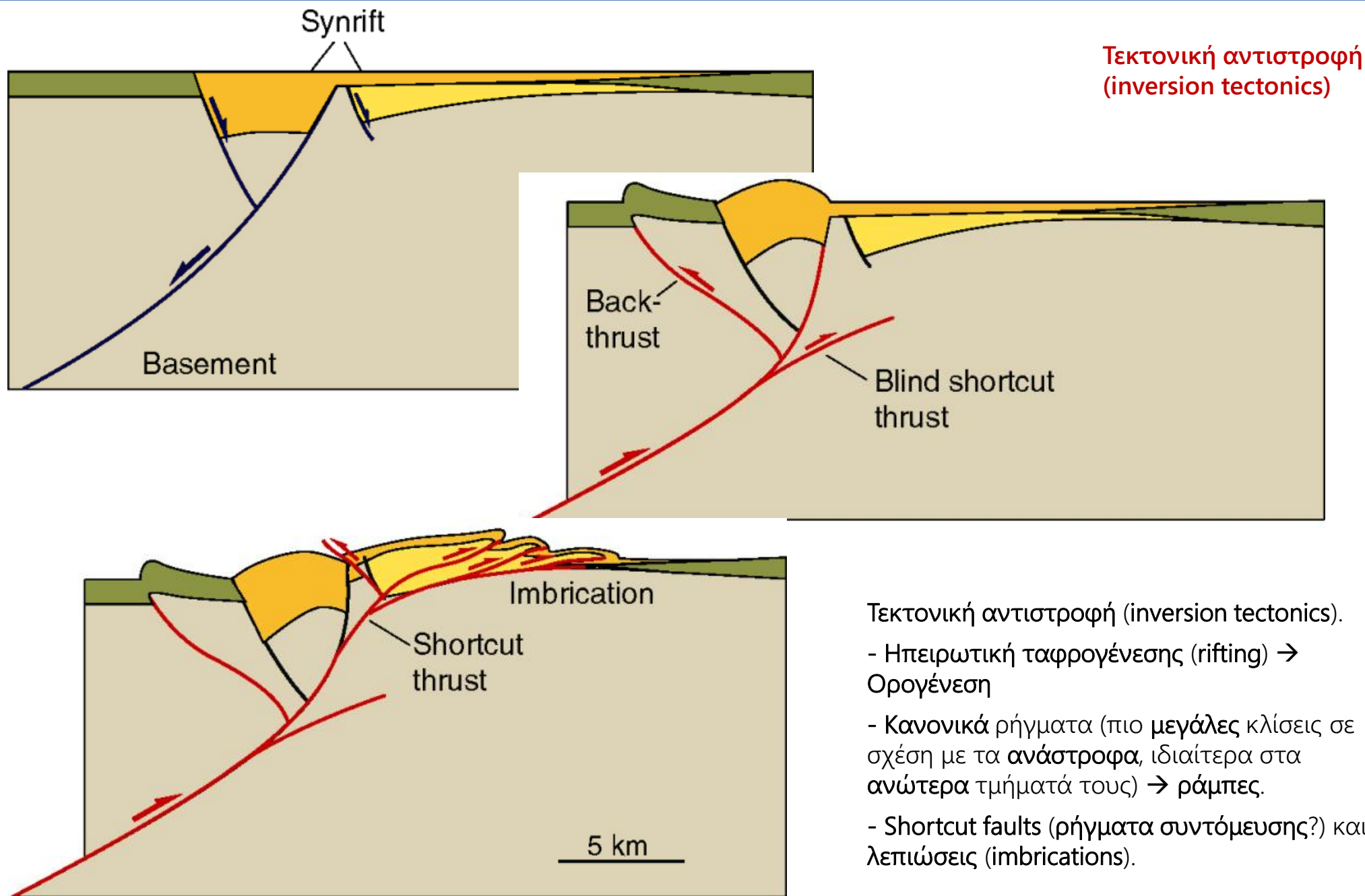


- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές

Μεγάλης κλίμακας πτυχή από επέκταση ρήγματος (fault-propagation fold) σε Κάμβριας-Σιλούριας ηλικίας στρώματα στη ζώνη πτυχών – επωθήσεων (fold and thrust belt) των Καλιδονίδων και σε τεκτονικό περιβάλλον προχώρας. Περιοχή κοντά στο Όσλο (Νορβηγία).



- Ρήγματα βράχυνσης
- Επωθητικά ρήγματα
- Ράμπες, επωθήσεις και πτυχές



Τεκτονική αντιστροφή (inversion tectonics).

- Ηπειρωτική ταφρογένεσης (rifting) → Ορογένεση
- Κανονικά ρήγματα (πιο μεγάλες κλίσεις σε σχέση με τα ανάστροφα, ιδιαίτερα στα ανώτερα τμήματά τους) → ράμπες.
- Shortcut faults (ρήγματα συντόμευσης?) και λεπιώσεις (imbrications).

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: Καθεστώτα βράχυνσης». 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 (1/7)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

Εικόνα 1, Διαφάνεια 2: Copyrighted.

Εικόνα 2, Διαφάνεια 3: Copyrighted.

Εικόνα 3, Διαφάνεια 4: Animation by Fossen, H., 2010, Structural Geology. Copyrighted. <http://folk.uib.no/nglhe/StructuralGeoBookEmodules.html>

Εικόνα 4, Διαφάνεια 5: Reverse drag. Copyrighted.

Εικόνα 5, Διαφάνεια 5: Reverse fault animation. Fossen, H., 2010, Structural Geology. Copyrighted. <http://folk.uib.no/nglhe/StructuralGeoBookEmodules.html>

Εικόνα 6, Διαφάνεια 6: Motion caused by the movement of a break. Copyrighted. <http://www.see.leeds.ac.uk/structure/folds/mechanisms/types/forced/fbfoldphoto.jpg>



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/7)

Εικόνα 7, Διαφάνεια 6: Thrust fault by Fossen, H., 2010, Structural Geology (e-modules). Copyrighted.

Εικόνα 8, Διαφάνεια 7: Copyrighted.

Εικόνα 9, Διαφάνεια 8: Moine thrust zone. Highlands ΒΔ Σκωτίας. Copyrighted.

Εικόνα 10, Διαφάνεια 9: Copyrighted.

Εικόνα 11, Διαφάνεια 10: Η επώθηση Glarus. Copyrighted.

<http://folk.uib.no/nglhe/PhotoAlbum/Contractional%20faults%20Chapter%2016/index.html>

Εικόνα 12, Διαφάνεια 10: Aquarell von Hans Conrad Escher 1811. Copyrighted.

http://www.glarus24.ch/uploads/pics/02-11_Martin_s_gap_Escher_1812.jpg

Εικόνα 13, Διαφάνεια 11: Collisional orogen. Copyrighted.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (3/7)

Εικόνες 14-15-16-17-18-19-20, Διαφάνειες 12-13-14-15-16-17: Graphics by Fossen, H., 2010, Structural Geology (e-modules). Copyrighted.
<http://folk.uib.no/nglhe/StructuralGeoBookEmodules.html>

Εικόνα 21, Διαφάνεια 18: Duplex structure. Copyrighted.
http://images.slideplayer.no/8/2096541/slides/slide_6.jpg

Εικόνα 22, Διαφάνεια 19: Ramps and flats. Fossen, H., 2010, Structural Geology (e-modules). Copyrighted. <http://folk.uib.no/nglhe/StructuralGeoBookEmodules.html>

Εικόνα 23, Διαφάνεια 20: Duplex structure. Copyrighted.

Εικόνες 24-25, Διαφάνεια 21: Οπισθο-επωθήσεις (back-thrusts). Fossen, H., 2010, Structural Geology (e-modules). Copyrighted. <http://folk.uib.no/nglhe/e-modules/Chapter%2016/16%20Contraction.swf>



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (4/7)

Εικόνα 26, Διαφάνεια 22: Γεωμετρία ράμπας-επιπέδου (ramp-flat geometry).

Fossen, H., 2010, Structural Geology (e-modules). Copyrighted.

<http://folk.uib.no/nglhe/e-modules/Chapter%2016/16%20Contraction.swf>

Εικόνες 27-28-29, Διαφάνειες 23-24: Κατ' ακολουθία επωθητικοί ίπποι. Graphics and animations by Fossen, H., 2010, Structural Geology (e-modules). Copyrighted.

<http://folk.uib.no/nglhe/e-modules/Chapter%2016/16%20Contraction.swf>

Εικόνα 30, Διαφάνεια 25: Αντίκλινο Nanliao στην Ταϊβάν. Δεδομένα από ύπαιθρο και γεωτρήσεις. Copyrighted.

Εικόνα 31, Διαφάνεια 26: Μηχανισμός επωθήσεων εκτός ακολουθίας. Fossen, H., 2010, Structural Geology. Copyrighted.

Εικόνα 32, Διαφάνεια 28: Πτυχές (λόγω) κάμψεων ρήγματος (fault-bend folds). Fossen, H., 2010, Structural Geology. Copyrighted.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (5/7)

Εικόνα 33, Διαφάνεια 29: Πτυχές στο υπερκείμενο (ανερχόμενο) τέμαχος λόγω γεωμετρίας ρήγματος (flat-ramp-flat geometry). Fossen, H., 2010, Structural Geology (e-modules). Copyrighted. <http://folk.uib.no/nglhe/e-modules/Chapter%2016/16%20Contraction.swf>

Εικόνα 34, Διαφάνεια 30: Στάδια εξέλιξης fault-bend folds. Fossen, H., 2010, Structural Geology (e-modules). Copyrighted. <http://folk.uib.no/nglhe/e-modules/Chapter%2016/16%20Contraction.swf>

Εικόνα 35, Διαφάνεια 31: Πτυχές λόγω επέκτασης ρήγματος (fault-propagation folds). Fossen, H., 2010, Structural Geology (e-modules). Copyrighted. <http://folk.uib.no/nglhe/e-modules/Chapter%2016/16%20Contraction.swf>

Εικόνα 36, Διαφάνεια 32: Πτυχές (λόγω) κάμψεων ρήγματος (fault-bend folds). Animation by Fossen, H., 2010, Structural Geology (e-modules). Copyrighted. <http://folk.uib.no/nglhe/e-modules/Chapter%2016/16%20Contraction.swf>



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (6/7)

Εικόνα 37, Διαφάνεια 32: Πτυχές λόγω επέκτασης ρήγματος (fault-propagation folds). Animation by Fossen, H., 2010, Structural Geology (e-modules).

Copyrighted. <http://folk.uib.no/nglhe/e-modules/Chapter%2016/16%20Contraction.swf>

Εικόνες 38-39, Διαφάνεια 33: Drag folds graphic and animation. Fossen, H., 2010, Structural Geology (e-modules). Copyrighted. <http://folk.uib.no/nglhe/e-modules/Chapter%2016/16%20Contraction.swf>

Εικόνες 40-41, Διαφάνειες 34-35: Φωτογραφία και animation από Μεγάλης κλίμακας πτυχή από επέκταση ρήγματος στην τεταρτογενούς ηλικίας ζώνη πτυχών – επωθήσεων της περιοχής Svalbard της Νορβηγίας. Fossen, H., 2010, Structural Geology (e-modules). Copyrighted. <http://folk.uib.no/nglhe/e-modules/Chapter%2016/16%20Contraction.swf>



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (7/7)

Εικόνα 42, Διαφάνεια 36: Μεγάλης κλίμακας πτυχή από επέκταση ρήγματος σε Κάμβριας-Σιλούριας ηλικίας στρώματα στη ζώνη πτυχών – επωθήσεων των Καλιδονίδων και σε τεκτονικό περιβάλλον προχώρας.(Όσλο, Νορβηγία). Fossen, H., 2010, Structural Geology (e-modules). Copyrighted. <http://folk.uib.no/nglhe/e-modules/Chapter%2016/16%20Contraction.swf>

Εικόνα 43, Διαφάνεια 37: Τεκτονική αντιστροφή (inversion tectonics).
Copyrighted.

