



Οι κύριες γεωλογικές δομές: Διακλάσεις- Ρήγματα- Πτυχές

Γενικά στοιχεία - Αντικείμενο του κεφαλαίου

Η δράση δυνάμεων (τάσεων) στα πετρώματα, στην διάρκεια του γεωλογικού χρόνου, προκαλεί την παραμόρφωσή τους και δημιουργεί ως μόνιμο αποτέλεσμα τις τεκτονικές δομές.

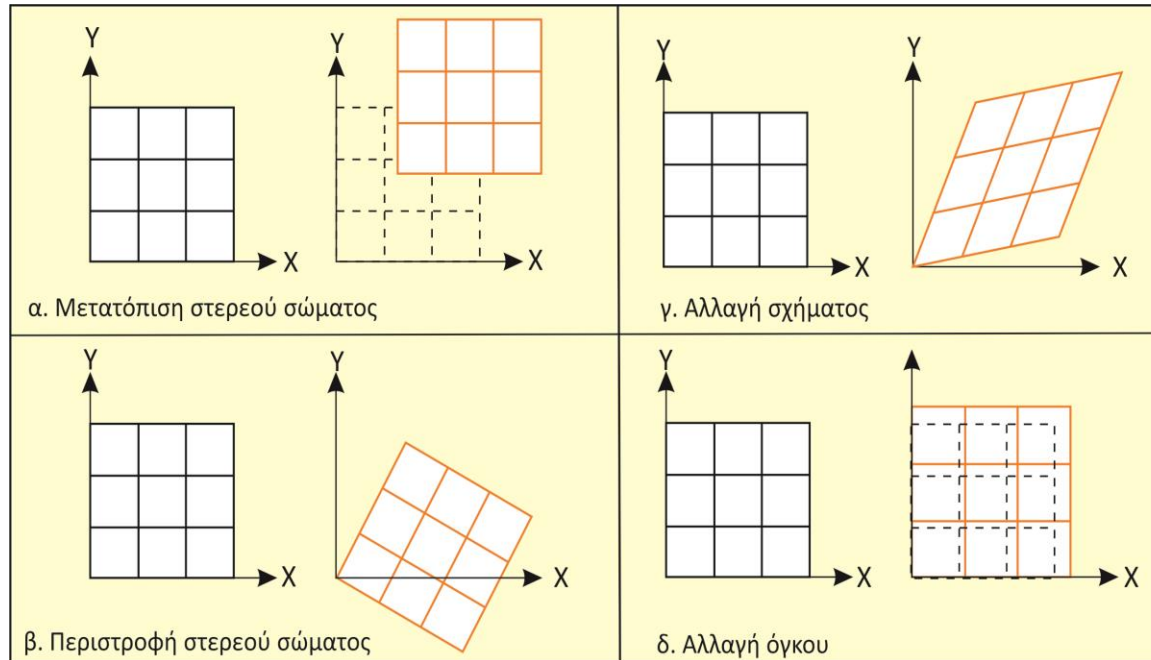
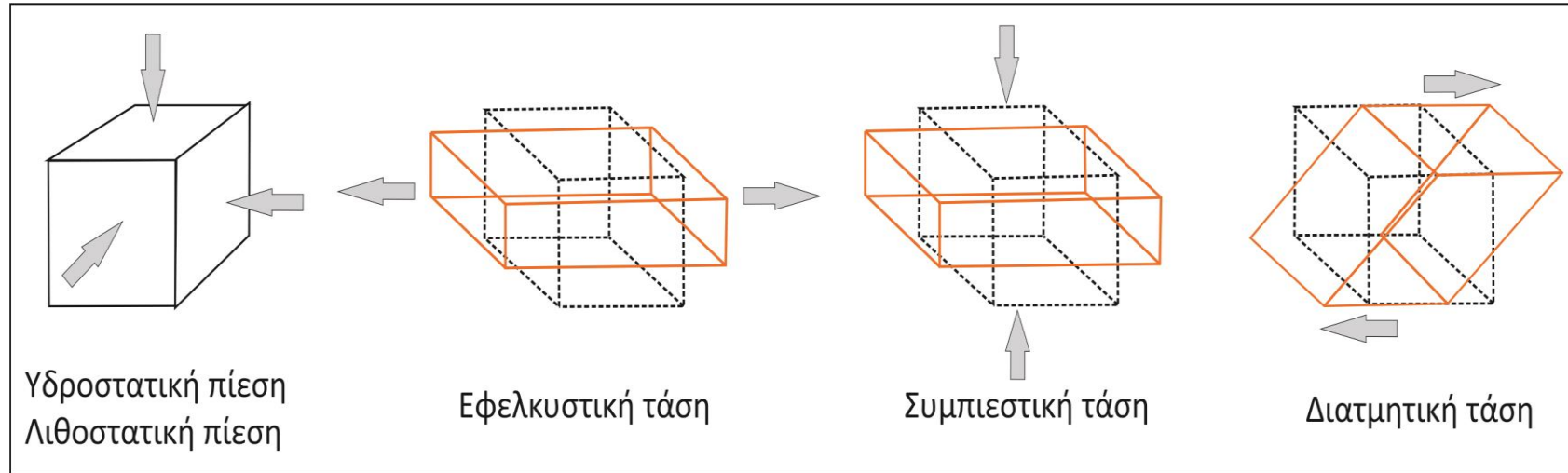
Συνθήκες της παραμόρφωσης στα πετρώματα κυμαίνονται από εύθραυστες έως πλαστικές.

Εύθραυστες δομές σχηματίζονται σε μικρά βάθη στον στερεό φλοιό της γης. Σε μεγαλύτερα βάθη πλαστικές συνθήκες παραμόρφωσης.

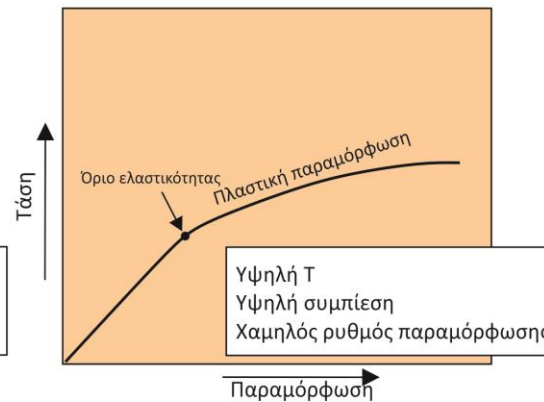
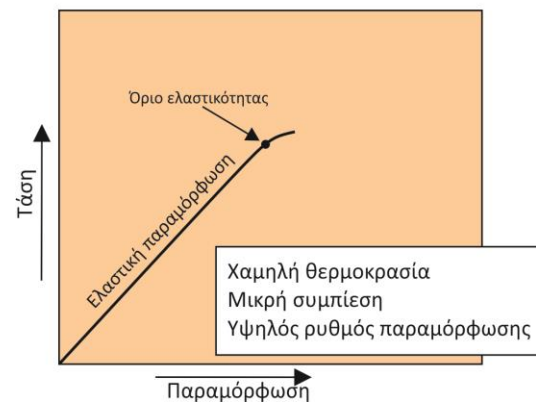
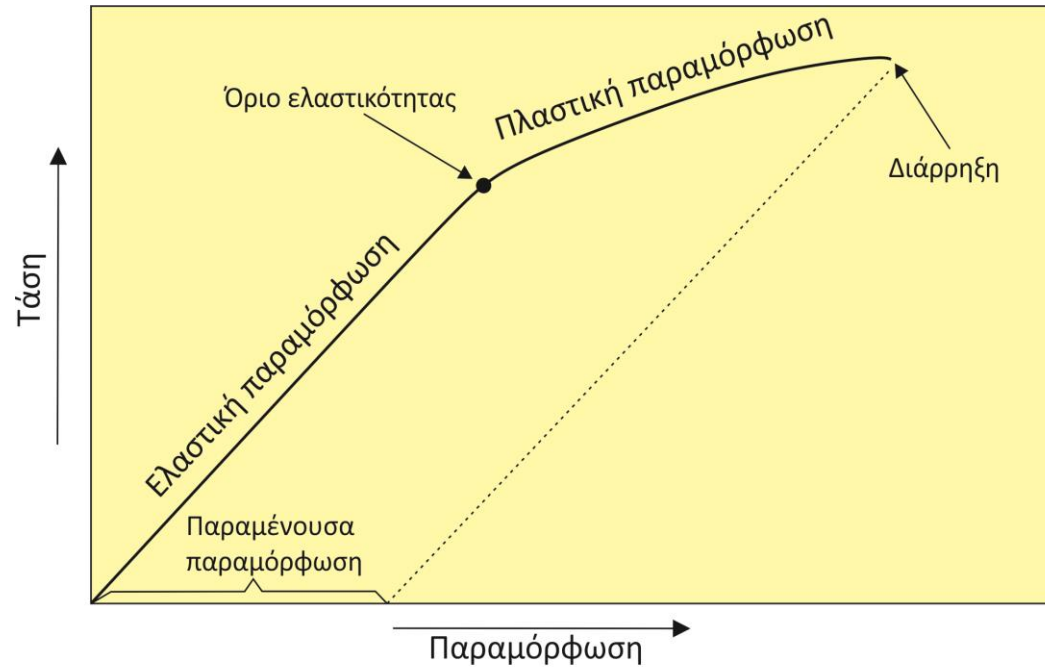
Οι κύριες τεκτονικές δομές διακλάσεις, ρήγματα και πτυχές.

Έχουν επίπτωση στα έργα πολιτικού μηχανικού επειδή η ύπαρξη ή η απουσία τους επηρεάζει την κατασκευή ενός τεχνικού έργου.

Τάση και παραμόρφωση



Στοιχεία παραμόρφωσης των πετρωμάτων σε σχέση με τις συνθήκες που επικρατούν στο εσωτερικό της Γης



Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η παραμόρφωση των πετρωμάτων

- **Θερμοκρασία** επιδρά σε επίπεδο μορίων και δεσμών. Υψηλές θερμοκρασίες πλαστική παραμόρφωση, χαμηλές παραμόρφωση με εύθραυστο ή ψαθυρό τρόπο.
- **Πίεση** υψηλή πίεση μικρή πιθανότητα διάρρηξης, χαμηλή αυτά διαρρηγνύονται ταχύτερα.
- **Ρυθμός εφαρμογής της τάσης** ταχεία φόρτιση ενός πετρώματος οδηγεί και στην ταχεία διάρρηξή του (εύθραυστη παραμόρφωση). Αργή φόρτιση το πέτρωμα παραμορφώνεται πλαστικά.
- **Σύσταση των πετρωμάτων** ο χαλαζίας, ο ολιβίνης και οι άστριοι συμπεριφέρονται ως εύθραυστα ή ψαθυρά υλικά. Ορυκτά όπως τα αργιλικά, οι μαρμαρυγίες, ο πυρίτης και ο ασβεστίτης συμπεριφέρονται ως πλαστικά υλικά.
- **Νερό** σημαντικός παράγοντας η παρουσία ή η απουσία του στο εσωτερικό των πετρωμάτων επιδρά στην ανάπτυξη ή την απουσία της παραμόρφωσης. Οι ποσότητες του νερού δεν είναι πάντα απαραίτητο να είναι μεγάλες αλλά κρίσιμες. Η δράση του το νερό επιδρά στην χαλάρωση των δεσμών ή επιδρά με την διασπορά του σε φιλμ στα όρια των ορυκτών. Τα διαβρεγμένα πετρώματα παραμορφώνονται με πλαστικό τρόπο, ενώ τα «στεγνά» με εύθραυστο ή ψαθυρό τρόπο.

Ενδείξεις παραμόρφωσης στα πετρώματα

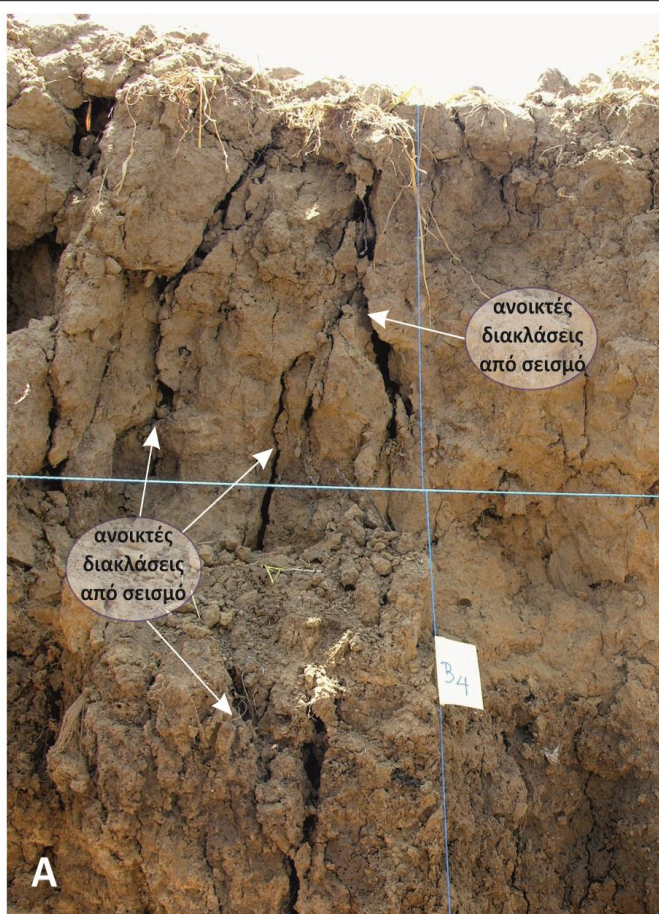
Πως όμως θα διακριθεί αν ένα πέτρωμα έχει υποστεί αλλαγές στην διάρκεια του χρόνου; Για να απαντηθεί αυτή η ερώτηση στην γεωλογία εφαρμόζονται τέσσερες θεμελιώδεις αρχές.

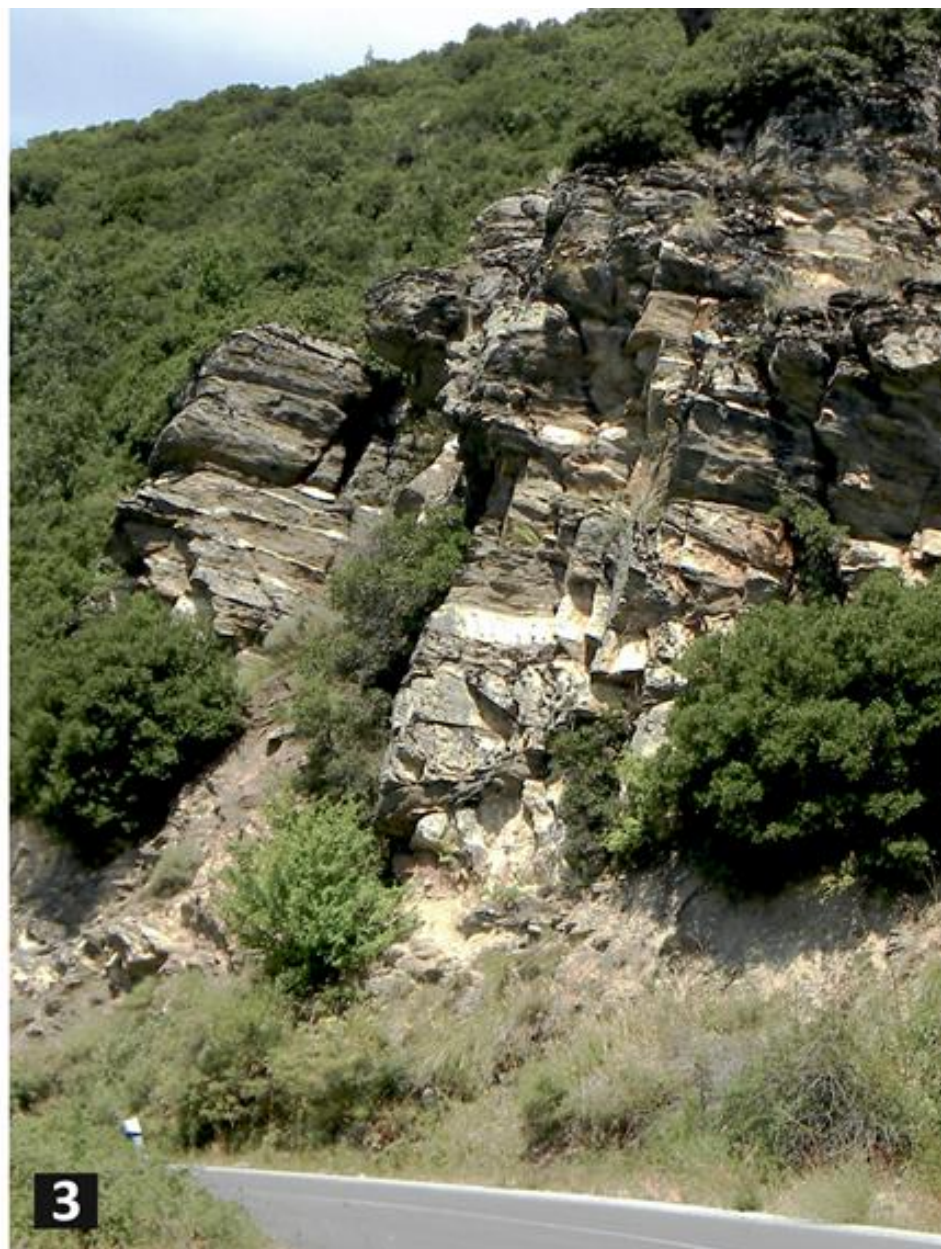
1. Η αρχή της οριζοντιότητας τα ιζηματογενή και τα ηφαιστειακά πετρώματα αποτίθενται αρχικά οριζόντια. σε περίπτωση που αυτά δεν είναι οριζόντια τότε έχουν παραμορφωθεί. Οι περιπτώσεις που έχουν διαπιστωθεί αποκλίσεις από την αρχή είναι ελάχιστες όπως για παράδειγμα αυτές των δελταϊκών αποθέσεων.
2. Η αρχή της υπέρθεσης, υποδηλώνει ότι σε μια ακολουθία πετρωμάτων τα παλαιότερα πετρώματα βρίσκονται στην βάση της και τα νεώτερα στην οροφή. Εάν σε μια ακολουθία πετρωμάτων αυτό δεν ισχύει τότε η ακολουθία είναι ανεστραμμένη λόγω παραμόρφωση.
3. Η αρχή των σχετικών ηλικιών. Η αρχή υποδηλώνει ότι μια δομή είναι νεώτερη αυτής που κόβει και μετατοπίζει. Δηλαδή αν ένα πέτρωμα μετατοπίζεται λόγω μιας ασυνέχειας τότε η ασυνέχεια είναι ισόχρονη ή νεώτερη του πετρώματος. Ανάλογα και ένα πέτρωμα που θάβει ένα ρήγμα είναι νεώτερό του.
4. Η αρχή της ομοιομορφίας. Η αρχή αυτή είναι η σπουδαιότερη όλων για την γεωλογία και συνοψίζεται στα ακόλουθα: οι διεργασίες που γίνονται σήμερα πάνω στην Γη ή μέσα σ' αυτήν έγιναν στο παρελθόν και θα γίνουν και στο μέλλον.

Ασυνέχειες η έννοια της Διάκλασης

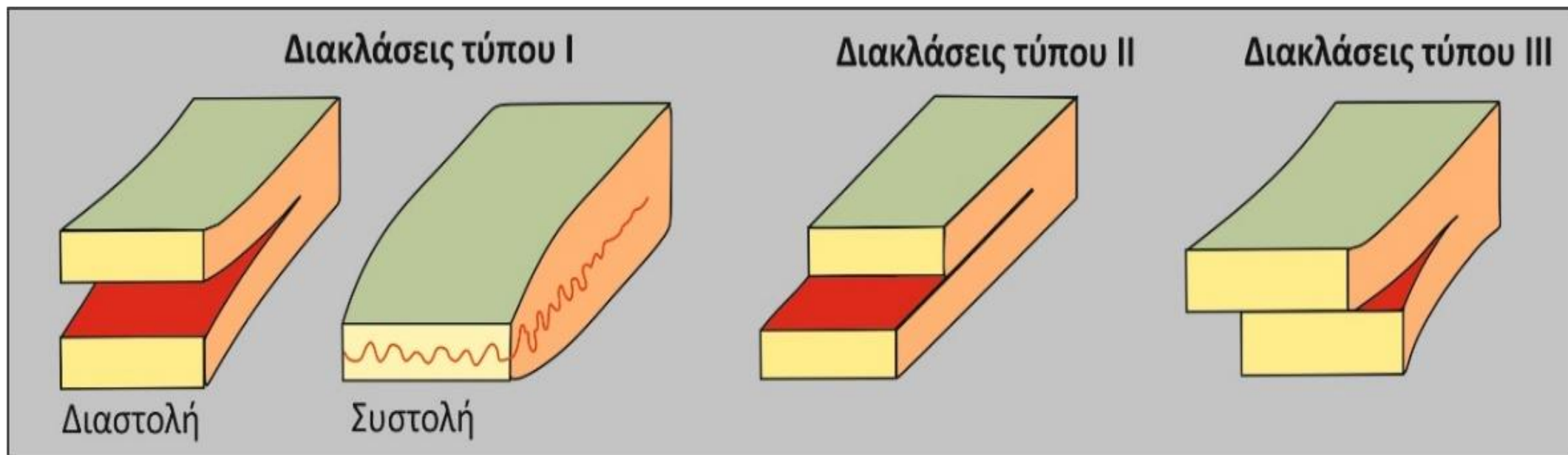
Ο όρος ασυνέχεια χρησιμοποιείται συχνά στη γεωλογία για να περιγράψει δομές εκατέρωθεν των οποίων σταματά η συνέχεια του πετρώματος. Με τον όρο υποδηλώνεται κάθε διάρρηξη στην μάζα ενός πετρώματος που προέρχεται από την δράση ενδογενών ή εξωγενών δυνάμεων οι οποίες προκαλούν κατακερματισμό του πετρώματος σε επιμέρους τμήματα.

Οι ασυνέχειες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες αυτές που έχουν μικρή ή καθόλου μετατόπιση και ονομάζονται **διακλάσεις** και αυτές που έχουν μεγάλη μετατόπιση και ονομάζονται **ρήγματα**.



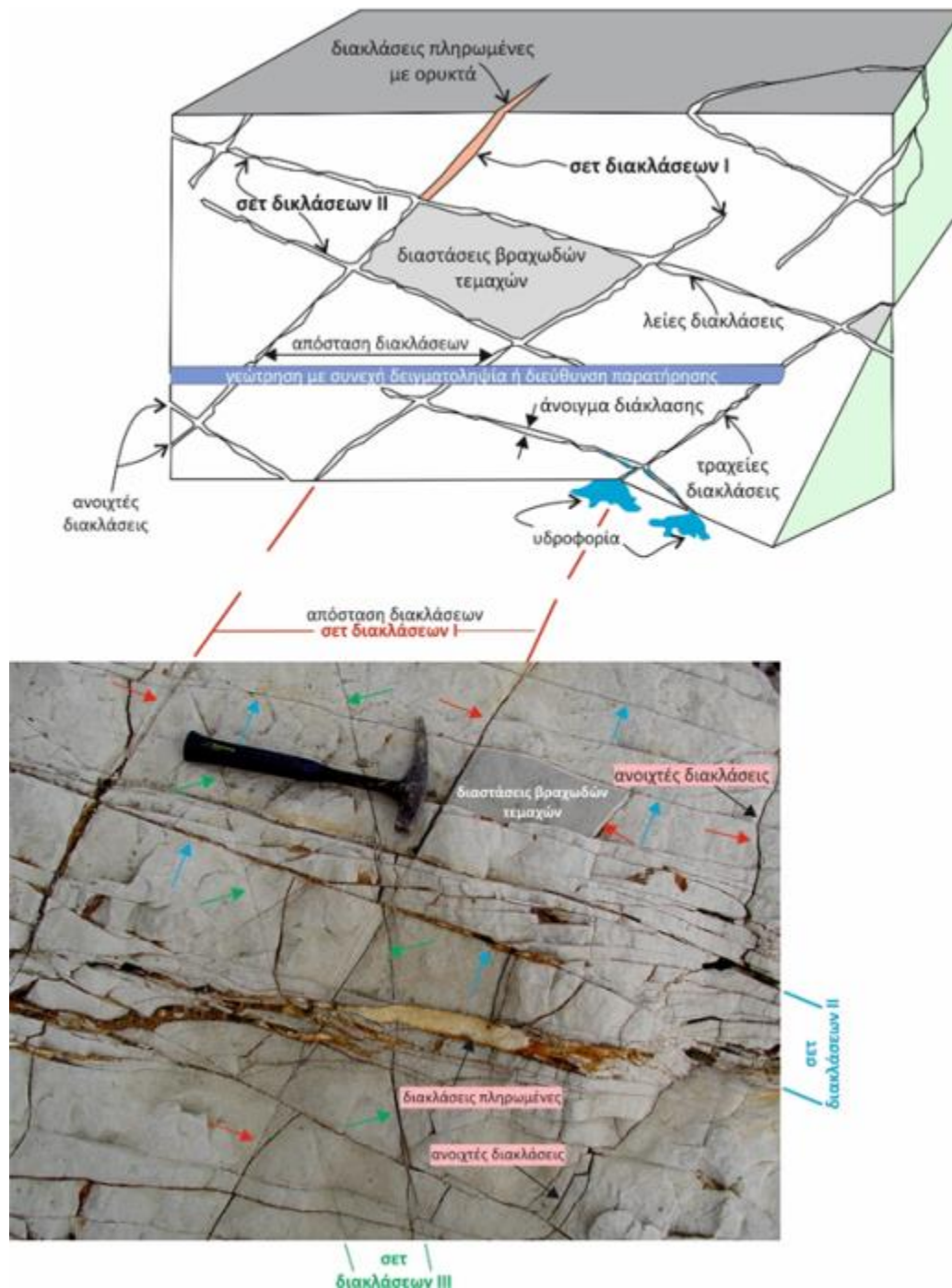


Ταξινόμηση διακλάσεων



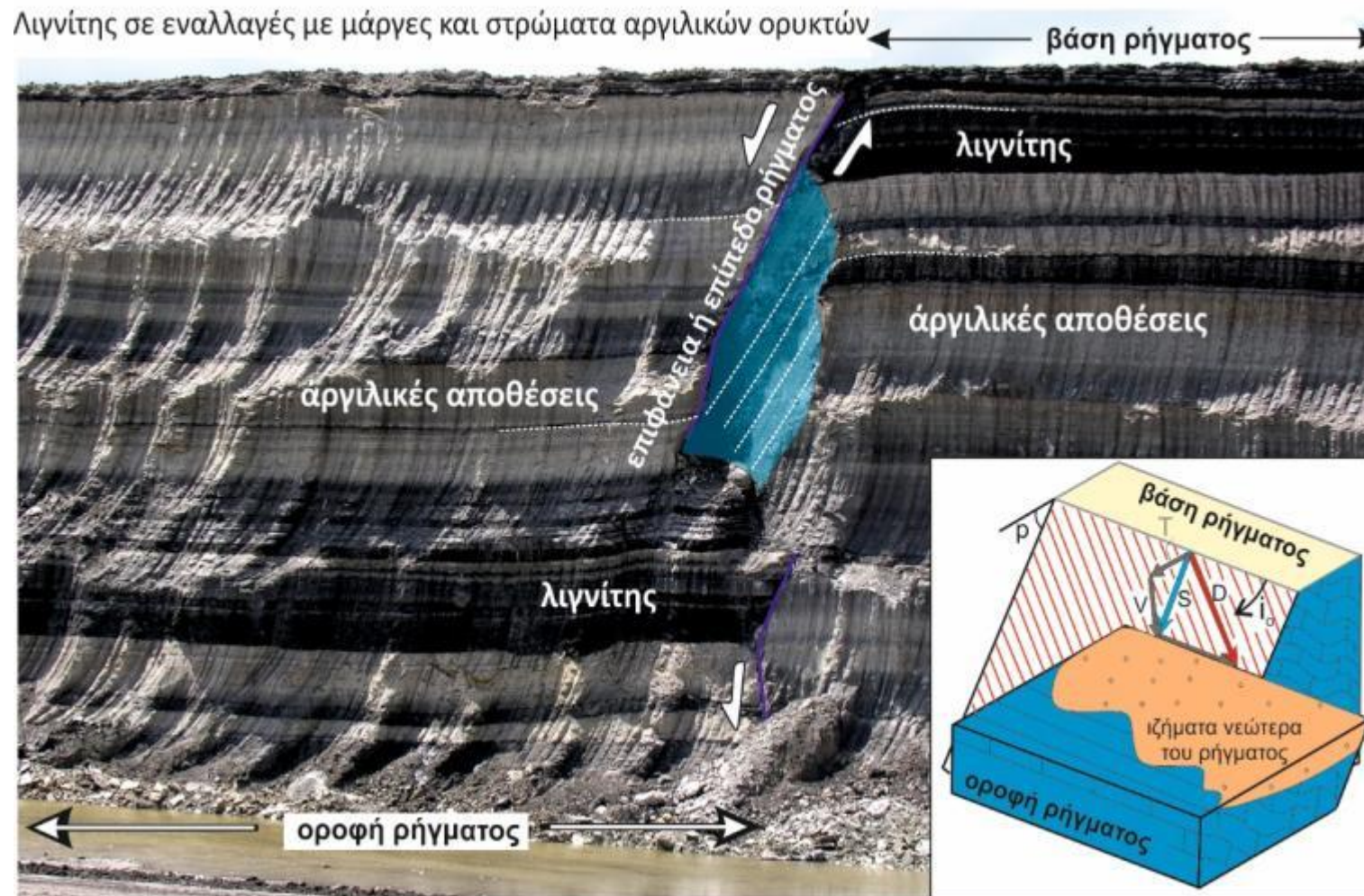
Πως μελετώνται οι διακλάσεις

► Οι παράμετροι που συνήθως μελετώνται είναι η απόσταση μεταξύ των διακλάσεων, το άνοιγμα τους, το υλικό πλήρωσής τους, η τραχύτητα του επιπέδου της διάκλασης και η πιθανή ύπαρξη νερού που απορρέει από τις διακλάσεις.



Ρήγματα - Βασικές έννοιες

Ως ρήγμα θεωρείται μια ασυνέχεια που διαχωρίζει μια μάζα πετρωμάτων σε δύο τεμάχη τα οποία έχουν κινηθεί το ένα σε σχέση με το άλλο. Τα δύο τεμάχη που οριοθετεί ένα ρήγμα ονομάζονται οροφή και βάση. Ως η οροφή του ρήγματος (hanging wall) ορίζεται το τέμαχος του πετρώματος πάνω από την επιφάνεια του ρήγματος και ως η βάση (footwall) το τέμαχος κάτω από την επιφάνειά του. Η κίνηση που έγινε μεταξύ οροφής και βάσης σε ένα ρήγμα ονομάζεται μετατόπιση ή μετάπτωση ή άλμα του ρήγματος.



Τυπικό παράδειγμα ρήγματος στο λιγνιτικό πεδίο της Πτολεμαΐδας. Το ύψος της εικόνας είναι 12 μ. και η μετατόπιση του ρήγματος είναι περίπου 8 μ.

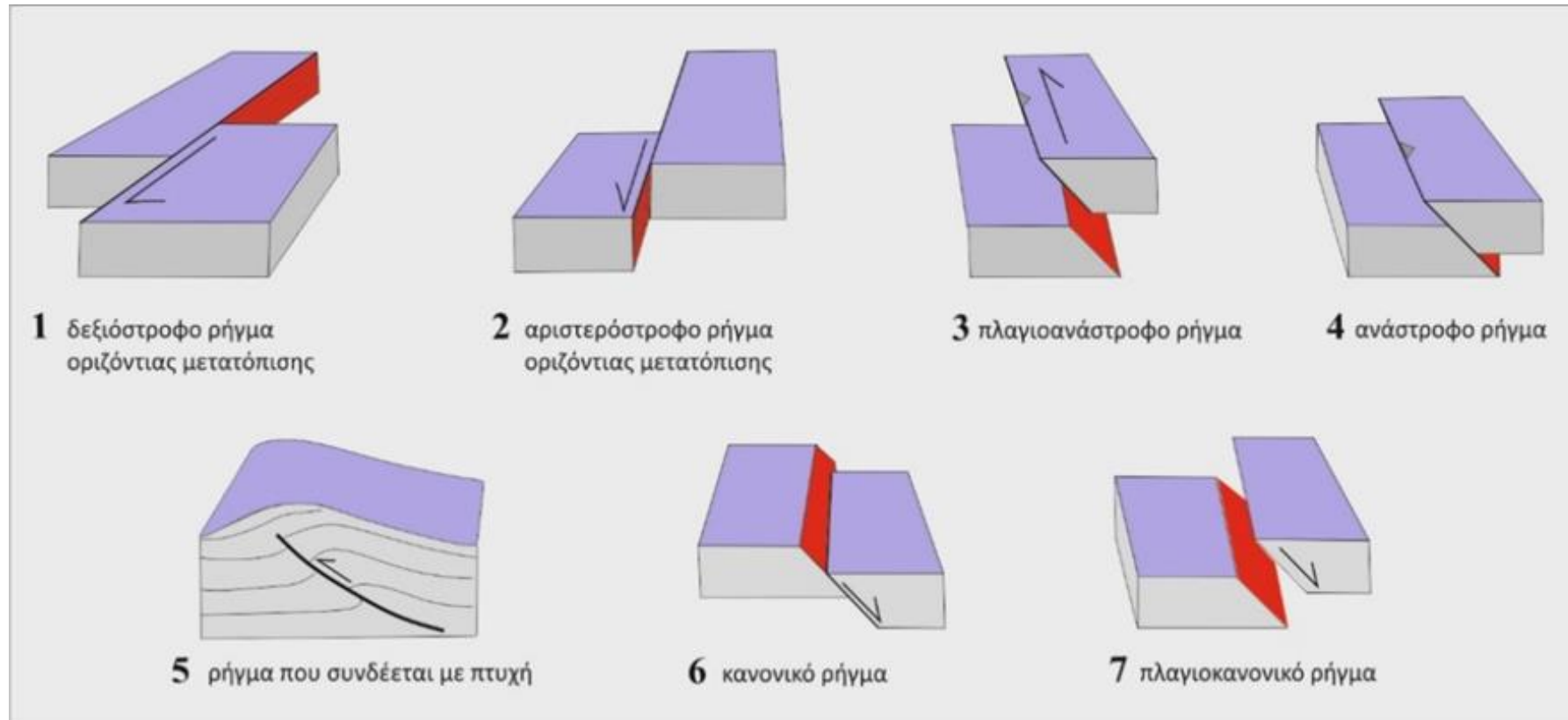
γραμμώσεις που προέρχονται
από την ολίσθηση μεταξύ
οροφής και βάσης του ρήγματος





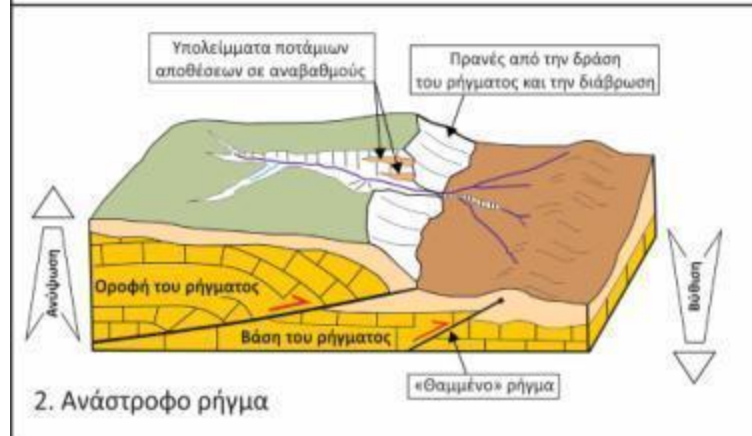
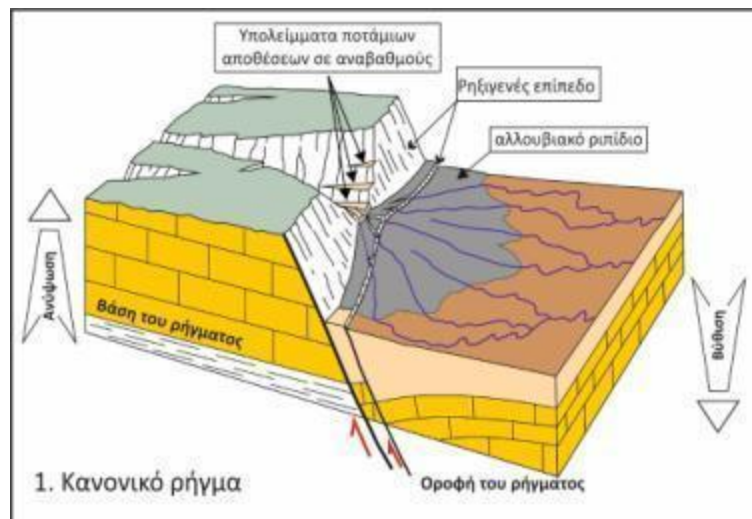
Ταξινόμηση των ρηγμάτων με βάση την κινηματική τους

Επειδή οι κινήσεις στα ρήγματα μπορεί να είναι σύνθετες αναγνωρίζονται ρήγματα που έχουν και τις δύο συνιστώσες κίνησης. Τα ρήγματα κατά παράταξη χωρίζονται επιπλέον σε δεξιόστροφα και αριστερόστροφα ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης. Τα κατά κλίση διαχωρίζονται σε ανάστροφα ρήγματα ή κανονικά. Συνοψίζοντας, υπάρχουν τρεις κύριοι τύποι ρηγμάτων τα κανονικά, τα ανάστροφα και τα ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης (για απλούστευση ονομάζονται και οριζόντια ρήγματα).



Οριζόντιο και ανάστροφο ρήγμα παραδείγματα από τη δυτική Ελλάδα





(α1) Την έλλειψη ή την επανάληψη πετρωμάτων στον γεωλογικό χάρτη.

(α2) Την απότομη διακοπή πετρωμάτων σε έναν γεωλογικό χάρτη ή κατά μήκος μιας σειράς γεωτρήσεων.

(α3) Την παρουσία κατακερματισμένων πετρωμάτων ανάμεσα σε υγιή πετρώματα. Η κατάκλαση και ο κατακερματισμός των πετρωμάτων είναι κοινός κοντά στα ρήγματα. Το αποτέλεσμα είναι να αναπτύσσονται ανάλογα με τις συνθήκες σχηματισμού τα πετρώματα που ονομάζονται **κατακλασίτες** ή **μυλωνίτες**. Οι κατακλασίτες σχηματίζονται σε εύθραυστες και οι μυλωνίτες σε πλαστικές συνθήκες παραμόρφωσης.

(α4) Αλλαγή της κλίσης των πετρωμάτων πριν την απότομη διακοπή της συνέχειάς τους.

(α5) Την παρουσία κοιτασμάτων μεταλλικών ορυκτών ή την παρουσία υδροθερμικών διαλυμάτων ή γενικώς υδροθερμικής δραστηριότητας.

(α6) Την ανάπτυξη μια σειράς γεωμορφών που αποδίδονται σε ρήγματα. Οι γεωμορφές αυτές αλλάζουν την πορεία των ποταμών, η προκαλούν διάβρωση και απόθεση ιζηματογενών πετρωμάτων (Εικ. 9. 15). Η επίδραση των ρηγμάτων είναι ποικιλότροπη, εξαρτάται όμως από την κινηματική των ρηγμάτων. Όπως μπορείτε να δείτε στην εικόνα οι πιο έκδηλες αλλαγές προκαλούνται από τα κανονικά και τα ανάστροφα ρήγματα. Στην περίπτωση των ρηγμάτων οριζόντιας μετατόπισης οι αλλαγές στην μορφολογία είναι περιορισμένες και εντοπίζονται στην αλλαγή της κοίτης ποταμών ή ρεμάτων. Στον ελληνικό χώρο επικρατούν τα κανονικά ρήγματα. Αυτά όπως φαίνεται στο πρώτο διάγραμμα συνδυάζονται με την γένεση φαραγγιών και την απόθεση μεγάλου πάχους ιζημάτων στους πρόποδες των λόφων που σχηματίζονται από τα ρήγματα.

Ως ερπυσμός = μικρές μετατοπίσεις πάνω σε ρήγματα χωρίς σεισμούς. Σε μερικές περιπτώσεις ο ερπυσμός μπορεί να είναι της τάξης του εκατοστού ή και περισσότερο. Σημαντικά παραδείγματα ερπυσμού υπάρχουν στο διαδίκτυο για το ρήγμα του Αγίου Ανδρέα, California U.S. Ένα παράδειγμα ερπυσμού πάνω σε ρήγμα υπάρχει και στην Πανεπιστημιούπολη του Πανεπιστημίου Πατρών



Ο ορισμός του ενεργού ρήγματος

Ένα ρήγμα είναι ενεργό όταν αποδεδειγμένα μετατόπισε την επιφάνεια της γης στην διάρκεια ενός σεισμού.

Ανάλογα με το χρόνο που έχει παρέλθει από τον τελευταίο σεισμό τα ενεργά ρήγματα κατηγοριοποιούνται σε Ολοκαινικά χρόνος επανάληψης 10.000 έτη, Ύστερο Τεταρτογενή χρόνος επανάληψης 500.000 έτη ή Τεταρτογενή χρόνος επανάληψης 1.600.000 έτη.

Εκτός από τα ενεργά ρήγματα αναγνωρίζονται τρεις επιπλέον κατηγορίες τα πιθανά ενεργά, τα αβέβαια ενεργά και τα ανενεργά.

Πιθανά ενεργά αβέβαιη συσχέτιση με σεισμό του παρελθόντος. Αβέβαια ρήγματα όταν δεν υπάρχει δυνατότητα με οποιοδήποτε γεωλογικό κριτήριο να διαπιστωθεί αν σχετίζονται στο παρελθόν με σεισμό. Ανενεργά δεν σχετίζονται με σεισμούς στο πρόσφατο γεωλογικό παρελθόν.

- (1) Τα ενεργά ρήγματα μετατοπίζουν την επιφάνεια της γης με σημαντικές μετατοπίσεις στην διάρκεια των σεισμών και αφήνουν ανεξίτηλα σημάδια στην επιφάνεια της Γης (Εικ. 9. 12).
- (2) Μετατοπίζουν την επιφάνεια της γης με μικρές μετακινήσεις ή όπως αλλιώς ονομάζεται με **ερπυσμό** (fault creep) χωρίς αυτός να συνοδεύεται πάντα από την εκδήλωση σεισμού.

(β1) Αναγνώριση παλαιών σεισμικών διαρρήξεων στην επιφάνεια του εδάφους ή διαρρήξεων που φθάνουν έως την επιφάνεια της γης ή λίγο κάτω από αυτήν (Εικ. 9. 17).

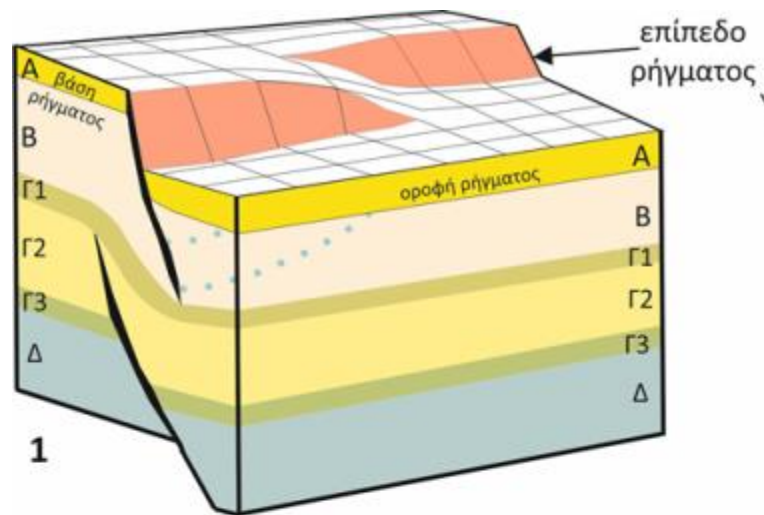
(β2) Χρήση δεδομένων ενεργού σεισμικότητας όπως αυτή καταγράφεται από σειсмоγράφους. Σήμερα για τον ελληνικό χώρο υπάρχουν δεδομένα σεισμικότητας που ξεπερνούν τα 50 χρόνια.

(β3) Γεωμορφολογικά στοιχεία που δείχνουν μεταβολές του υψομέτρου μιας περιοχής μεγαλύτερης των 0,5 χλστ/έτος. Στοιχεία που να δείχνουν μεταβολές στο υδρογραφικό δίκτυο μιας περιοχής.

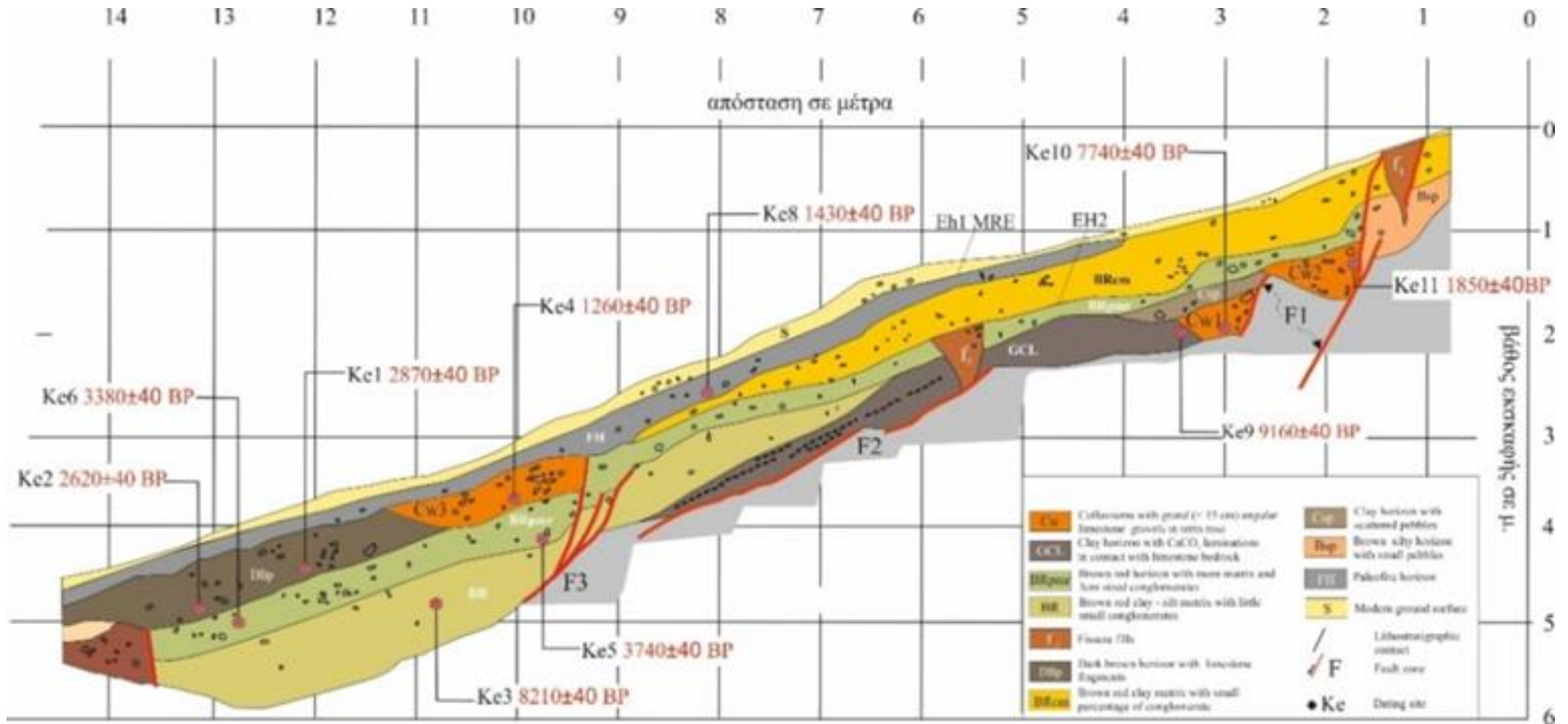
(β4) Ιζηματα που αποτίθενται δίπλα στο ρήγμα ή μετατοπίζονται από το ρήγμα και η ηλικία τους είναι νεότερη των 1.600.000 ετών ή και νεότερα ανάλογα με τον ορισμό που λαμβάνεται υπόψη. Για τον προσδιορισμό της ηλικίας των ιζημάτων χρησιμοποιούνται τεχνικές έμμεσης ή άμεσης χρονολόγησης.

(β5) Αναγνώριση λευκής ζώνης στην βάση του καθρέπτη του ρήγματος (Εικ. 9. 12).

(β6) Δεδομένα που προέρχονται από την ανόρυξη παλαιοσεισμολογικών τομών (Εικ. 9. 17[5] και 9. 18).



τον χρόνο επανάληψης μεταξύ ισχυρών σεισμών, τον ρυθμό ολίσθησης καθώς και τον υπολογισμό του μέγιστου αναμενόμενου σεισμού



Πτυχές

Εικ. 9. 19. Παραδείγματα πτυχών στην γεωλογική καταγραφή.



Πτυχές σε διάφορες κλίμακες. Η επάνω εικόνα δείχνει πτυχή σε ασβεστόλιθους στο βουνό Κλόκοβα Αιτωλοακαρνανίας. Η κάτω αριστερά εικόνα δείχνει μια ακολουθία πτυχών σε σχιστόλιθους στην Κάρυστο. Η δεξιά εικόνα δείχνονται πτυχές σε γνεύσιους στο Συκούριο Λάρισας.

