



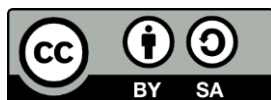
**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ ΤΕ

ΓΕΝΙΚΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ

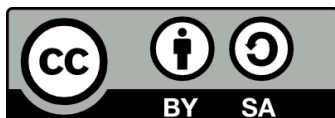
**ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
κ. ΠΑΠΑΘΕΟΔΩΡΟΥ**

ΣΕΡΡΕΣ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2015



Άδειες Χρήσης

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.



Το έργο αυτό αδειοδοτείται από την Creative Commons Αναφορά Δημιουργού - Παρόμοια Διανομή 4.0 Διεθνές Άδεια. Για να δείτε ένα αντίγραφο της άδειας αυτής, επισκεφτείτε <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.el>.

Χρηματοδότηση

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.

Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Κεντρικής Μακεδονίας**» 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.



4 ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί από τη στιγμή της δημιουργίας του και μετά, υφίστανται συνεχώς την επίδραση δυνάμεων και τάσεων οι οποίες τείνουν να τους θραύσουν. Οι δυνάμεις αυτές ασκούνται στα πετρώματα από όλες τις πλευρές και οφείλονται στο βάρος των υπερκείμενων σχηματισμών και σε τεκτονικές δυνάμεις.

Οι δυνάμεις που ασκούνται στα πετρώματα έχουν σαν συνέπεια την ανάπτυξη τάσεων (πιέσεων) σε αυτά. Είναι δυνατόν οι τάσεις αυτές να ξεπεράσουν το όριο ελαστικότητας ή την αντοχή των πετρωμάτων οπότε συμβαίνει πλαστική παραμόρφωση ή θραύση των πετρωμάτων αντίστοιχα.

Υπάρχουν βέβαια και άλλες δυνάμεις που ασκούνται στους γεωλογικούς σχηματισμούς, οι οποίοι αποκαλύπτονται στην επιφάνεια του εδάφους και τείνουν να τους θραύσουν. Οι δυνάμεις που αφορούν τη διεργασία της αποσάθρωσης δημιουργούν τέτοιες συνθήκες καταστροφής των γεωλογικών σχηματισμών.



Εικόνα 4-1 Πλαστικές παραμορφώσεις ιζηματογενών πετρωμάτων.

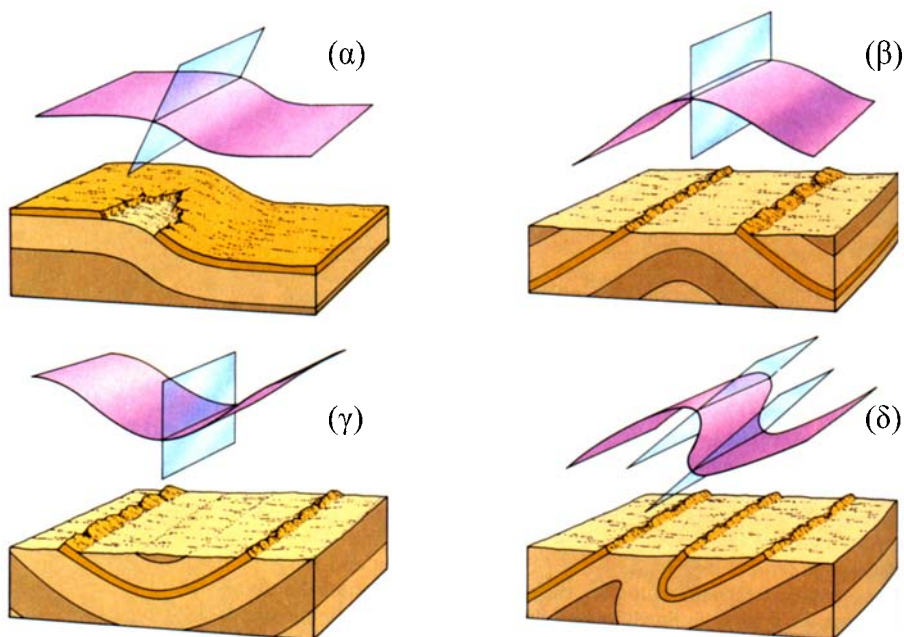
Η θραύση των πετρωμάτων έχει σαν συνέπεια τη δημιουργία μικρών ή μεγάλων ασυνεχειών και τη χαλάρωση της μάζας τους. Ασυνέχειες επίσης μπορεί να δημιουργηθούν και κατά τη διαδικασία σχηματισμού κάποιων πετρωμάτων. Οι επιφάνειες στρώσης των ιζηματογενών πετρωμάτων και οι επιφάνειες σχιστότητας πολλών μεταμορφωμένων, αποτελούν ουσιαστικά ασυνέχειες. Η παρουσία ασυνεχειών στους βραχώδεις σχηματισμούς έχει μεγάλη σημασία γιατί η χαλάρωση της μάζας σημαίνει υποβάθμιση των μηχανικών χαρακτηριστικών των γεωλογικών σχηματισμών. Υποδηλώνει επίσης συχνά παρουσία υπόγειων νερών και εκτεταμένη σε βάθος αποσάθρωση.

4.1 Πτυχώσεις

Πτυχώσεις είναι οι κυματοειδείς παραμορφώσεις των γεωλογικών σχηματισμών. Προκαλούνται από τεκτονικές δυνάμεις που δημιουργούν θλιπτικές τάσεις. Οι πτυχώσεις αποτελούν τα πιο χαρακτηριστικά γνωρίσματα των ορογενετικών κινήσεων.

Η απλούστερη μορφή παραμόρφωσης ενός γεωλογικού σχηματισμού λέγεται πτυχή. Αυτή αποτελείται από δύο πλευρές τις πτέρυγες ή σκέλη.

Όταν οι πτέρυγες της πτυχής συγκλίνουν προς τα κάτω η πτυχή λέγεται σύγκλινο (γ) ενώ όταν αποκλίνουν τότε λέγεται αντίκλινο (β).



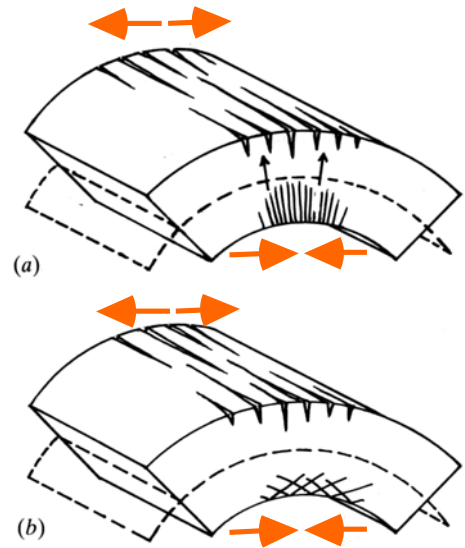
Εικόνα 4-2 Πτυχώσεις γεωλογικών σχηματισμών. Σχηματικές παραστάσεις της παραμόρφωσης των πετρωμάτων και του τρόπου με τον οποίο εμφανίζονται αυτά στην επιφάνεια.

Αξονικό επίπεδο της πτυχής είναι το επίπεδο που διχοτομεί τη δίεδρη γωνία που σχηματίζουν οι πτέρυγές της. Με βάση τη θέση του αξονικού επιπέδου οι πτυχές διακρίνονται σε κατακόρυφες (κατακόρυφο αξονικό επίπεδο), κεκλιμένες (αξονικό επίπεδο υπό κλίση) και κατακείμενες (αξονικό επίπεδο οριζόντιο).

Η παρουσία πτυχωμένων πετρωμάτων είναι ενδεικτική της μεγάλης καταπόνησης που έχουν υποστεί οι συγκεκριμένοι γεωλογικοί σχηματισμοί. Οι πτυχώσεις συνοδεύονται από μικρές ή μεγάλες διαρρήξεις των γεωλογικών σχηματισμών, ως αποτέλεσμα των τάσεων που

αναπτύσσονται κατά την παραμόρφωσή τους. Στη φάση αυτή, αναπτύσσονται στο πάνω μέρος των γεωλογικών σχηματισμών εφελκυστικές τάσεις που προκαλούν τη δημιουργία ανοικτών διακλάσεων ή ρωγματώσεων.

Στο κάτω μέρος αντίστοιχα, αναπτύσσονται θλιπτικές τάσεις με αποτέλεσμα τον κατακερματισμό του πετρώματος.



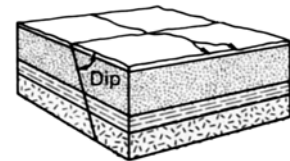
Τάσεις που αναπτύσσονται κατά την πτύχωση γεωλογικών σχηματισμών.

4.2 Ρήγματα

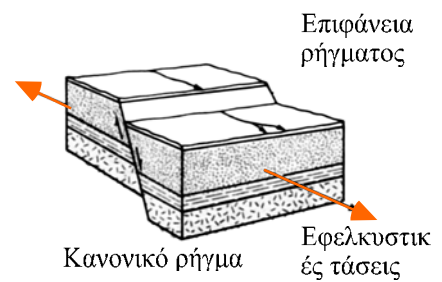
Ρήγμα είναι η ασυνέχεια των γεωλογικών σχηματισμών που συνοδεύεται από σχετική μετακίνηση των τεμαχών στα οποία τους διαχωρίζει. Είναι μία επιφάνεια, η οποία, στην επιφάνεια του εδάφους, συχνά έχει ορατό μήκος πολλών χιλιομέτρων. Προκαλείται από την επενέργεια τεκτονικών δυνάμεων στους γεωλογικούς σχηματισμούς.

Η θραύση των γεωλογικών σχηματισμών επέρχεται από την ανάπτυξη εφελκυστικών ή διατμητικών τάσεων και τα τμήματα του πετρώματος που διαχωρίζονται μετατοπίζονται κατακόρυφα (μετάπτωση), οριζόντια (οριζόντια μετατόπιση) ή στρέφονται (περιστροφική κίνηση). Στην περίπτωση της μετάπτωσης η σχετική κατακόρυφη απόσταση των δύο τεμαχών λέγεται άλμα της μετάπτωσης.

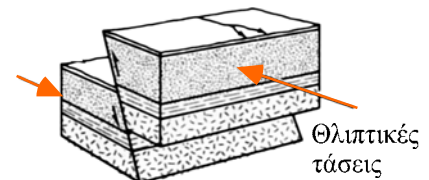
Κατά τη δημιουργία του ρήγματος και υπό την επενέργεια θλιπτικών ή /και διατμητικών τάσεων το πέτρωμα θραύεται και τα δύο τμήματά του συμπίεζονται το ένα επάνω στο άλλο. Ταυτόχρονα μετακινούνται το ένα σε σχέση με το άλλο. Το γεγονός αυτό έχει ως



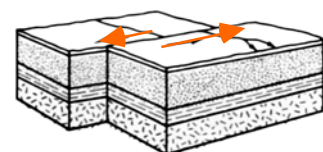
Αρχική κατάσταση



Κανονικό ρήγμα



Ανάστροφο ρήγμα



Οριζόντια μετατόπιση

αποτέλεσμα τη συντριβή μίας ζώνης πετρώματος που βρίσκεται σε μικρή απόσταση και στις δύο πλευρές του ρήγματος. Η ζώνη αυτή που έχει πάχος μερικών μέτρων λέγεται ζώνη διάρρηξης. Το πέτρωμα μέσα στα όρια της ζώνης αυτής, μετατρέπεται σε λιθοσύντριμμα ή ακόμη και σε σκόνη (μυλωνίτης).

Από τεχνική άποψη, οι ζώνες διάρρηξης διαφοροποιούνται από το υπόλοιπο πέτρωμα. Η καταπόνηση, η θραύση, ο κερματισμός του πετρώματος υποβαθμίζουν τα μηχανικά χαρακτηριστικά της βραχώμαζας στη ζώνη επιρροής του τεκτονικού επεισοδίου.

Η παρουσία του λεπτόκοκκου και μεγάλης πλαστικότητας υλικού (μυλωνίτη) κάνει το υπέδαφος στη θέση αυτή, τελείως ακατάλληλο για θεμελίωση οποιουδήποτε έργου. Υπό δυσμενείς συνθήκες μάλιστα (μικρή κλίση ρήγματος ομόρροπου με το πρανές), καθιστά επισφαλή τα υπερκείμενα στρώματα για πιθανή ολίσθηση.



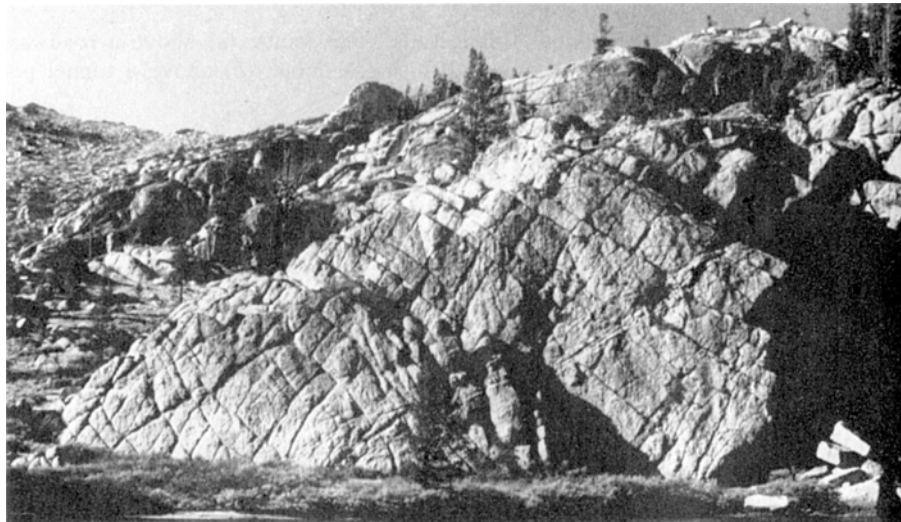
Εικόνα 4-3 Ρήγμα σε γεωλογικούς σχηματισμούς. Η μετατόπιση φαίνεται από τη μεταβολή της θέσης του μαύρου ορίζοντα.

Από υδραυλική άποψη, αυξάνεται η υδροπερατότητα λόγω κερματισμού του πετρώματος. Τα υπόγεια νερά που κινούνται κατά μήκος του δαπέδου της ζώνης αποσάθρωσης, συγκεντρώνονται στις ρωγματωμένες ζώνες ακόμη και μέσα σε αδιαπέρατους από το νερό γεωλογικούς σχηματισμούς. Αποτέλεσμα του γεγονότος αυτού είναι η ανάπτυξη, μέσα στις ζώνες διάρρηξης, υδροφόρων οριζόντων.

4.3 Διακλάσεις

Οι ασυνέχειες που διασχίζουν τους γεωλογικούς σχηματισμούς χωρίς να συνοδεύονται από σχετική μετακίνηση των επί μέρους τεμαχών που διαχωρίζουν, λέγονται διακλάσεις. Είναι αποτέλεσμα διαμητικών και εφελκυστικών τάσεων που αναπτύχθηκαν είτε κατά τη διάρκεια ορογενετικών κινήσεων ή κατά την αποσυμπίεση γεωλογικών σχηματισμών, μετά την απομάκρυνση των υπερκείμενων τους στρωμάτων λόγω αποσάθρωσης.

Οι διακλάσεις εμφανίζονται σαν ομάδες (οικογένειες διακλάσεων) υποπαράλληλων ή παράλληλων ασυνεχειών.



Εικόνα 4-4 Διακλάσεις σε βραχώδεις σχηματισμούς. Διακρίνεται ο επιλεκτικός προσανατολισμός των επιπέδων τους.

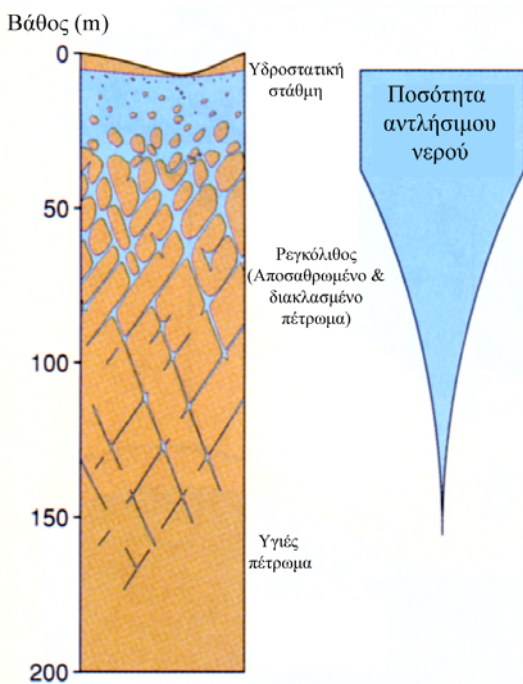
Η επίδραση που έχουν στα μηχανικά χαρακτηριστικά των πετρωμάτων είναι μεγάλη και εξαρτάται από το μήκος τους, το εύρος ανοίγματός τους, την πυκνότητά τους (διακλάσεις /m πετρώματος) καθώς και την παρουσία και το είδος του υλικού πληρώσεως.

4.4 Ασυνέχειες και υπόγεια νερά

Ο αριθμός των ασυνεχειών σε ένα πέτρωμα καθώς και οι διαστάσεις τους (εύρος ανοίγματος, πλάτος, μήκος) μειώνονται προς τα βαθύτερα σημεία από την επιφάνεια του εδάφους. Το γεγονός αυτό συμβαίνει εξαιτίας της λιθοστατικής πίεσης που ασκείται στο βάθος και δεν επιτρέπει τη διεύρυνσή τους.

Αντίθετα, στην επιφάνεια του πετρώματος, οι παράγοντες της αποσάθρωσης επενεργούν συνεχώς, διευρύνοντας τις ασυνέχειες και δημιουργώντας νέες.

Η παρουσία υπόγειων νερών μέσα σε διαρρηγμένα πετρώματα είναι συχνή και εξαρτάται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των διακλάσεων και την παρουσία υλικού πληρώσεως. Ως υλικό πληρώσεως θεωρείται το υλικό που γεμίζει και φράζει τις ασυνέχειες των πετρωμάτων



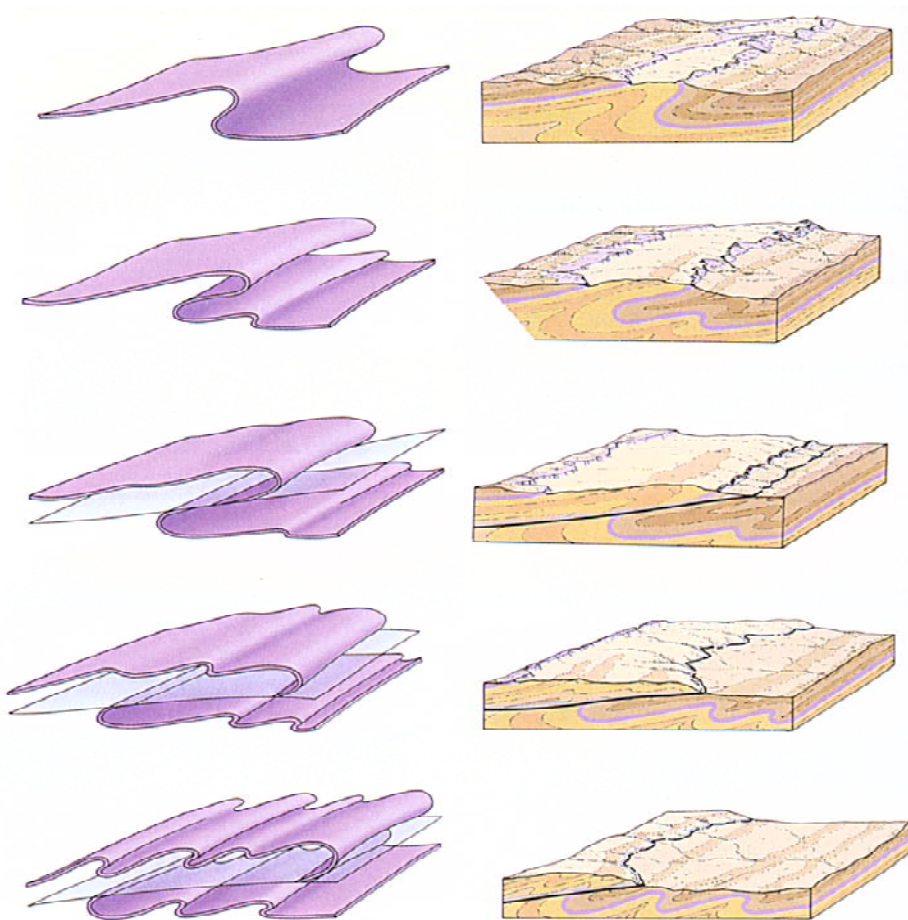
Εικόνα 4-5 Ενδεικτική τομή υπεδάφους. Διακρίνονται οι οριζόντες διαφορετικής υδροπερατότητας και η αντίστοιχη ποσότητα νερού που κινείται σε διάφορα βάθη από την επιφάνεια του εδάφους.

και συνήθως προέρχεται από την αποσάθρωση των πετρογενετικών τους ορυκτών. Το υλικό αυτό παρασύρεται από το νερό της βροχής που κατεισδύει (κινείται κατακόρυφα προς τα κάτω) στο πέτρωμα μέσω των ασυνεχειών. Όταν το άνοιγμα των ασυνεχειών είναι πολύ μικρό, το “φερτό” αυτό υλικό αποτίθεται φράζοντάς τες. Επειδή τα προϊόντα της αποσάθρωσης είναι κυρίως αργιλικής φύσης, το υλικό που γεμίζει τις ασυνέχειες είναι συνήθως αδιαπέρατο από το νερό. Από το σημείο λοιπόν εκείνο και κάτω, το νερό της βροχής δεν μπορεί να διεισδύσει στο πέτρωμα μέσω των ασυνεχειών (εννοείται ότι επειδή όλες οι ασυνέχειες ενός πετρώματος δεν έχουν τις ίδιες διαστάσεις, τα παραπάνω αναφέρονται στο μεγαλύτερο πλήθος των ασυνεχειών).

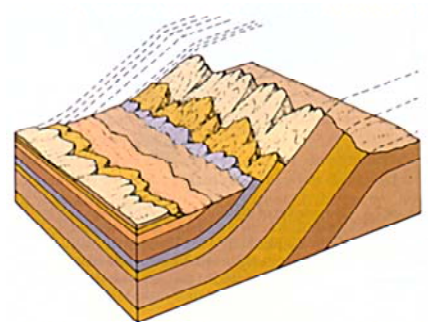
Με τον τρόπο που περιγράφηκε πιο πάνω, δημιουργείται ακόμη και σε θεωρητικά αδιαπέρατα από το νερό πετρώματα, ένας επιφανειακός υδροφόρος ορίζοντας. Το νερό μέσα σε αυτόν κινείται λόγω βαρύτητας, κατά τη διεύθυνση κλίσης του δαπέδου της ζώνης αποσάθρωσης. Η παρουσία του υδροφόρου αυτού ορίζοντα μέσα στους επιφανειακούς γεωλογικούς σχηματισμούς, δημιουργεί στην περίπτωση θεμελίωσης τεχνικών έργων, σημαντικά προβλήματα.

4.5 Εμφάνιση των τεκτονικών δομών στην επιφάνεια του εδάφους και στους αντίστοιχους γεωλογικούς χάρτες

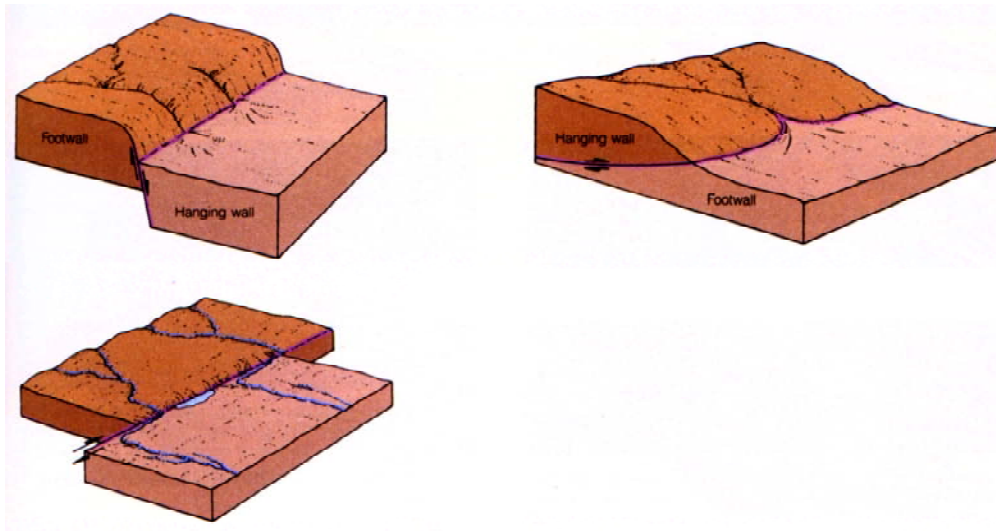
Η μελέτη του τρόπου με τον οποίο εμφανίζονται τα πετρώματα που έχουν υποστεί τεκτονικές παραμορφώσεις ή διαρρήξεις στην επιφάνεια του εδάφους, βοηθά στην κατανόηση των δεδομένων που παρουσιάζονται στους γεωλογικούς χάρτες. Για τον λόγο αυτόν στην τρέχουσα παράγραφο παρουσιάζονται ενδεικτικά διάφορες περιπτώσεις.



Εικόνα 4-6 Πλαστικές παραμορφώσεις και διάρρηξη των γεωλογικών σχηματισμών. Το θεωρητικό μοντέλο (αριστερά) και η θέση των γεωλογικών σχηματισμών στο χώρο και στην επιφάνεια του εδάφους (δεξιά).



Εικόνα 4-7 Σειρά πτυχωμένων πετρώματων που κλίνουν (βυθίζονται) προς τα αριστερά. Η γεωλογική δομή της περιοχής περιγράφεται από το σχήμα στα δεξιά.



Εικόνα 4-8 Ρήγματα και αντίστοιχες μεταβολές σε μορφολογικά στοιχεία (κλίση επιφάνειας του εδάφους, θέση και μορφή υδρογραφικού δικτύου).



Εικόνα 4-9 Τεκτονικές διαταραχές γεωλογικών σχηματισμών. Με αναφορά στον ανοικτόχρωμο ορίζοντα, διακρίνεται σειρά παράλληλων ρηγμάτων και πλαστικές παραμορφώσεις.