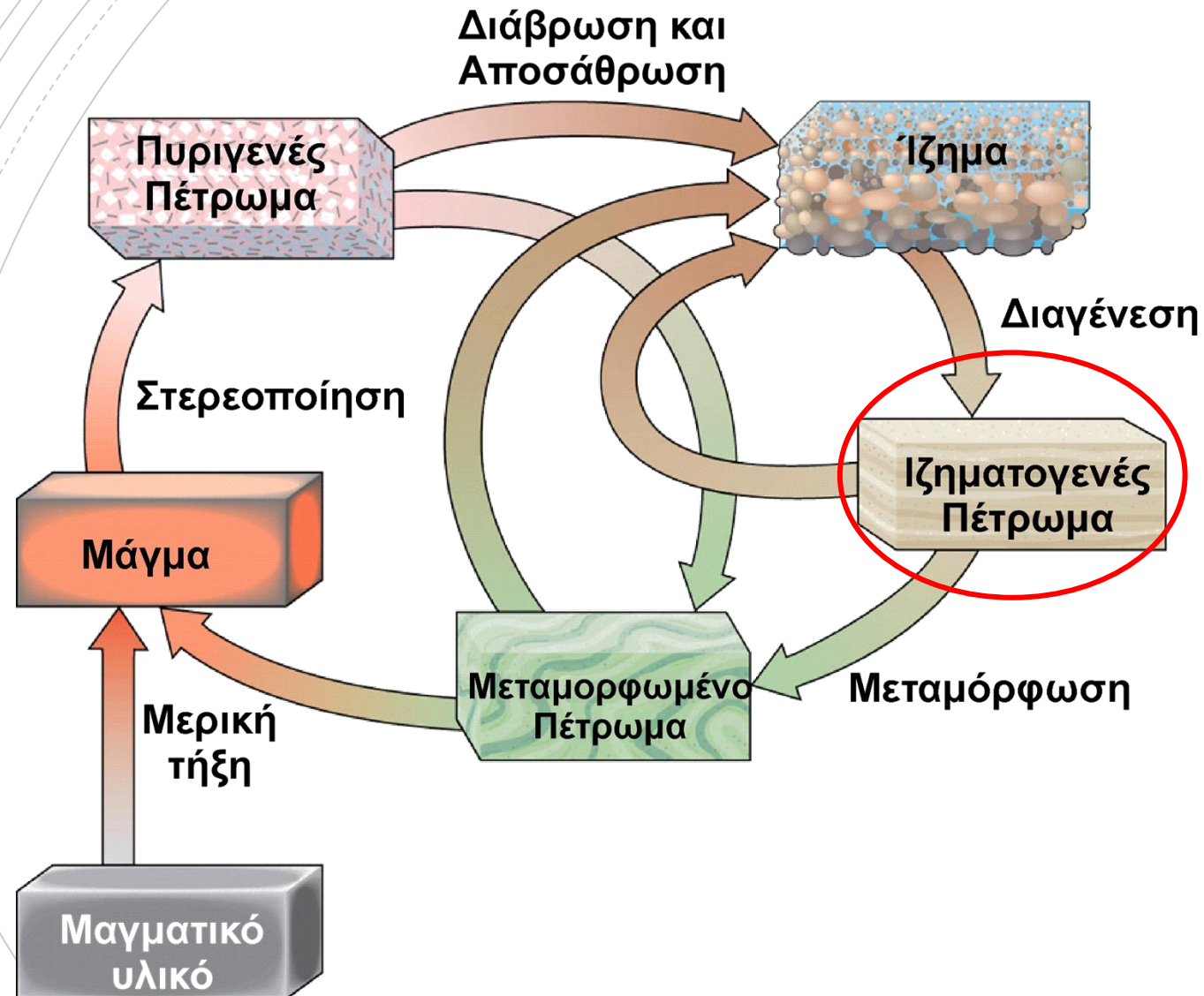


ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

ΣΥΛΑΙΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΤΜΠ

ΜΠΕΛΛΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΤΜΠ

Πετρολογικός Κύκλος



Ιζηματογενή πετρώματα (sedimentary)

Τα ιζηματογενή είναι πετρώματα που **συνίστανται από κόκκους ή κρυστάλλους ορυκτών οι οποίοι αποτίθενται από ένα ρευστό μέσο (νερό, αέρας) και στη συνέχεια λαμβάνουν τη μορφή πετρώματος (συγκόλλησή τους με τη διαγένεση ιζημάτων).**

- **Αποτίθενται σχηματίζοντας επάλληλα στρώματα.** Η μελέτη της θέσης και του είδους των στρωμάτων αυτών, δίνει σημαντικές πληροφορίες για την γεωλογική ιστορία της Γης.
- **Σχηματίζουν το εξωτερικό επίχρισμα του φλοιού, πάνω από υποκείμενα περισσότερο άφθονα πυριγενή και μεταμορφωμένα πετρώματα.**
- Αποτελούν το **7,9% του συνολικού όγκου των πετρωμάτων του φλοιού της γης** (πυριγενή 64,7%, μεταμορφωμένα 27,4%),
- **Μαζί με τα πυριγενή αποτελούν το 95% του εξωτερικού στρώματος της Γης** (πρώτα 16km),
- Όμως **καταλαμβάνει το 75% των πετρωμάτων που εκτίθενται στην επιφάνεια της γης.**

Ιζηματογενή πετρώματα (sedimentary)

Η μελέτη των ιζηματογενών πετρωμάτων συμβάλλει σημαντικά σε πολλές επιστήμες:

- Τα **ιζήματα μαρτυρούν τις φυσικοχημικές και βιολογικές διεργασίες σχηματισμού τους**, την τεκτονική, γεωμορφολογική και κλιματική κατάσταση στην λεκάνη ιζηματογένεσης και γενικότερα **τις συνθήκες του φυσικού περιβάλλοντος**.
- Συμβάλλουν σημαντικά στην **κατανόηση των αλλαγών στην υδρόσφαιρα και την ατμόσφαιρα σε συνάρτηση με τον χρόνο** (παλαιοκλίμα).
- **Περιβαλλοντικές εφαρμογές**. Προσδιορισμός της υποβάθμισης του περιβάλλοντος αλλά και πρόληψη ή/και αντιμετώπιση περιβαλλοντικών καταστροφών
- Η γνώση των πετρωμάτων συμβάλλει στον **καλύτερο σχεδιασμό και κατασκευή τεχνικών έργων**.

Ιζηματογενή – Ιζήματα

- Τα ιζήματα είναι **προϊόντα μηχανικής και φυσικής αποσάθρωσης**.
- **Τεμάχια από χαλαρά υπολείμματα πετρωμάτων** τα οποία **δεν έχουν λάβει τη μορφή σκληρού πετρώματος**.
- Από την πλευρά των μηχανικών, τα **ιζήματα θεωρούνται ως εδάφη που αποτελούνται από ένα συνδυασμό κροκαλών, άμμων, ιλύων και αργίλων**.
- Τα ιζήματα εμφανίζονται σε πυθμένες υδρορρευμάτων, σε αλλουβιακά πεδία, δέλτα και αλλουβιακούς κώνους όπου έλαβε χώρα απόθεση από ρέοντα νερά.
- Οι κόκκοι των ιζηματογενών πετρωμάτων **συγκρατούνται μεταξύ τους μέσω διαφόρων τύπων φυσικών τσιμέντων**, όπως ασβεστίτης, χαλαζίας ή οξειδία του σιδήρου, ή **μέσω της συμπίεσης των ορυκτών τους κόκκων και της μετατροπής τους σε ένα συνεκτικό πέτρωμα**.





Κροκαλοπαγή πετρώματα



Ιζηματογενή – Σχηματισμός

Τα ιζηματογενή πετρώματα σχηματίζονται από ιζήματα που προέρχονται από την αποσάθρωση τμημάτων προϋπαρχόντων πετρωμάτων.

Ο σχηματισμός των ιζηματογενών πετρωμάτων γίνεται με 4 τρόπους:

- **Απόθεση και συγκόλληση υλικών αποσάθρωσης που αιωρούνται στο νερό ή στον αέρα (κλαστικά ιζήματα).**
- **Απόθεση υλικών ηφαιστειακής προέλευσης (ηφαιστειοκλαστίτες).**
- **Καταβύθιση των συστατικών ιόντων διάφορων διαλυμάτων, εξαιτίας της εξάτμισης (χημικά ιζήματα).**
- **Συσσώρευση των σκελετών διάφορων ζωικών ή φυτικών οργανισμών (βιογενή ιζήματα).**

Ιζηματογένεση

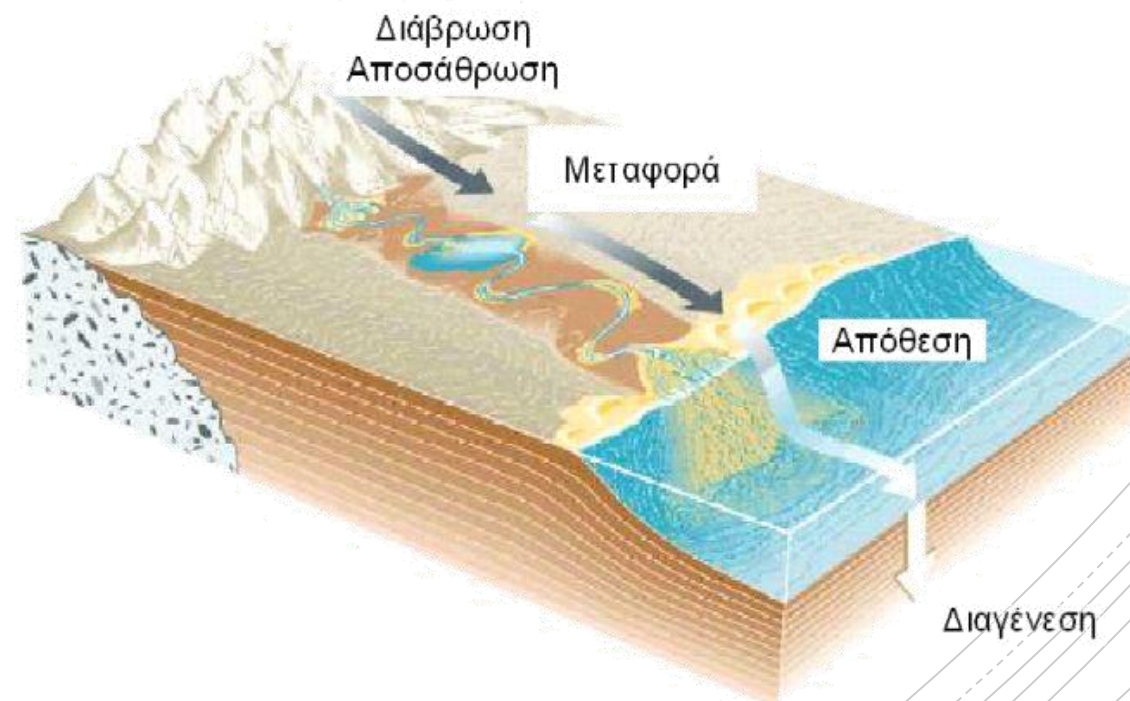
Για τον σχηματισμό των ιζηματογενών πετρωμάτων μεσολαβεί μία σειρά από φυσικές διεργασίες.

1. Αποσάθρωση (weathering)

Παραγωγή του υλικού που θα αποτελέσει το σώμα του πετρώματος και το οποίο προέρχεται από τη διάβρωση του αποσαθρωμένου τμήματος άλλων πετρωμάτων.

2. Μεταφορά (transportation)

Τα υλικά που προέρχονται από την αποσάθρωση των πετρωμάτων, **μεταφέρονται από το νερό ή τον αέρα** σε άλλες θέσεις.



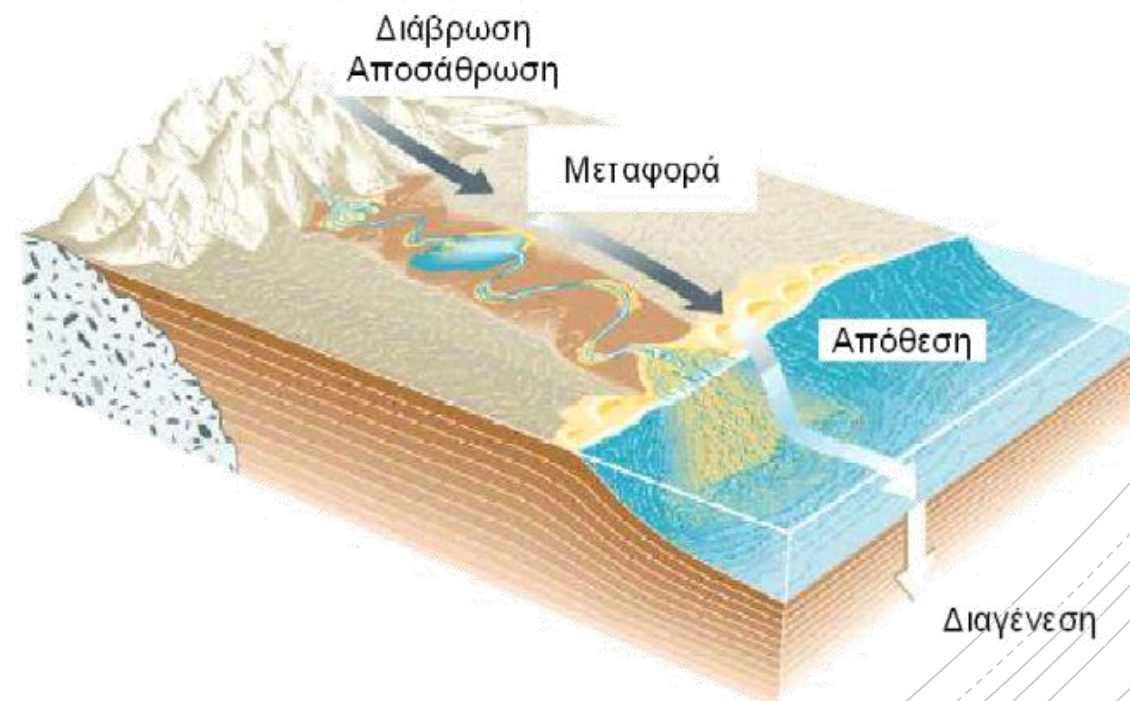
Ιζηματογένεση

3. Απόθεση (deposition)

Τα υλικά **αποτίθενται σε κάποια απόσταση από τη θέση του μητρικού πετρώματος, ανάλογα με τη μεταφορική ικανότητα του νερού και αντιστρόφως ανάλογα με το μέγεθός τους.** Σε εκβολές ποταμών η ταχύτητα του νερού μειώνεται ή μηδενίζεται, το νερό χάνει τη μεταφορική του ικανότητα και τα μεταφερόμενα υλικά αρχίζουν να αποτίθενται.

4. Συσσώρευση (accumulation)

Άλλα υλικά αποτίθενται πάνω από τα προηγούμενα, σε μία διαδικασία που επαναλαμβάνεται και διαρκεί εκατομμύρια χρόνια. Η συσσώρευση των υλικών γίνεται σε **επάλληλες στρώσεις (bedding).**

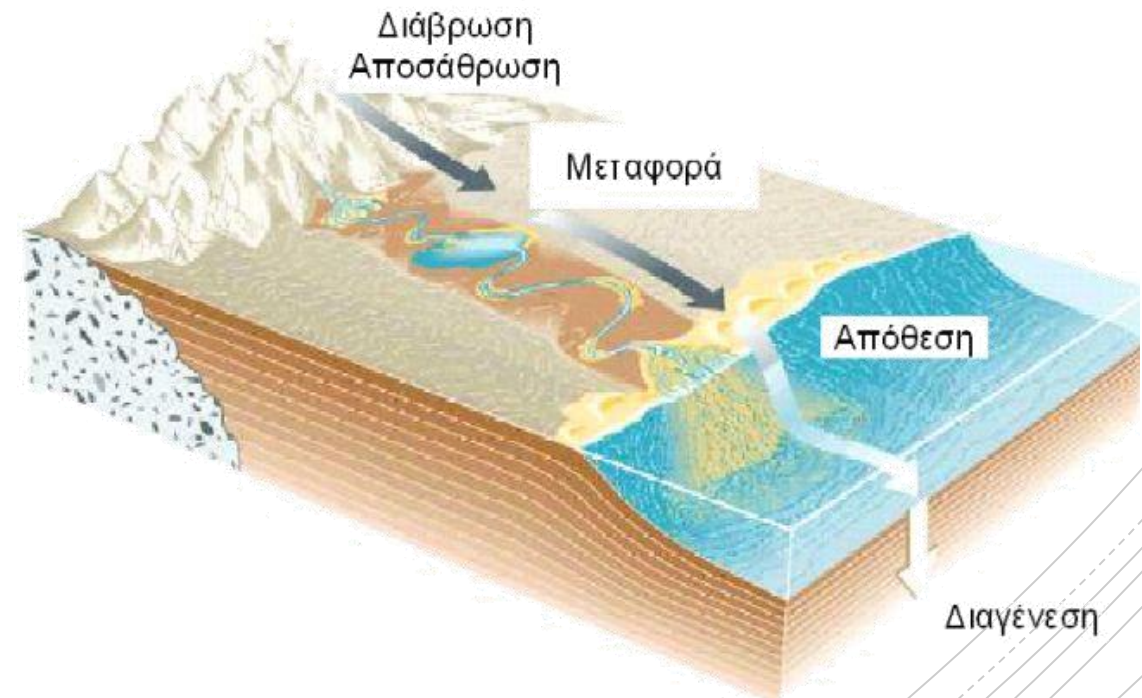


Ιζηματογένεση

5. Διαγένεση ή λιθοποίηση (deposition)

Συμπύκνωση των υλικών που βρίσκονται στα κατώτερα στρώματα υπό την πίεση των υπερκείμενων υλικών και τα τεμάχιά τους συγκολλώνται από την απόθεση αλάτων που μεταφέρονται εκεί από τα υπόγεια νερά.

Τα χαλαρά και ασύνδετα υλικά μετατρέπονται σε συμπαγή πετρώματα.



Μηχανική Αποσάθρωση – Νερό

Ο **σημαντικότερος παράγοντας** της αποσάθρωσης είναι το **επιφανειακό νερό** το οποίο ρέει μέσα σε ποτάμια, μικρούς χείμαρρους ή ρεματιές.

- **Συμβάλλει** στην πορεία της φυσικής αποσάθρωσης **με την μεταφορική του ικανότητα**
- Το νερό **κινείται** από τα **ψηλότερα σημεία προς τα χαμηλότερα με μια ταχύτητα συνεχώς αυξανόμενη**
- Ο **διπλασιασμός της ταχύτητας του νερού προκαλεί αύξηση της μεταφορικής ικανότητας επί 2 εκατ. φορές**
- **Λόγω της δυναμική ενέργειας που έχει σκάβει τα πετρώματα** όλο και πιο βαθιά **μέχρι να φτάσει το επίπεδο της θάλασσας** οπότε και χάνει τη κινητική του ενέργεια.



Μηχανική Αποσάθρωση – Νερό

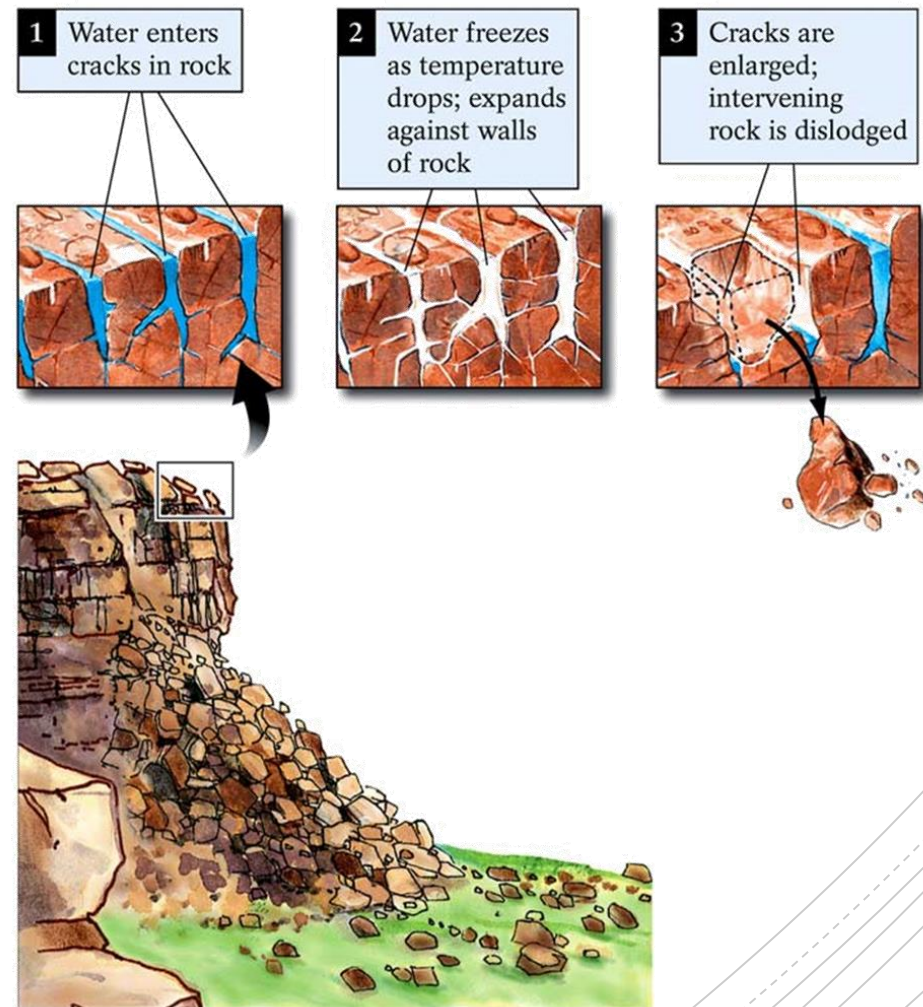
- Τα **τεμαχίδια** πετρωμάτων που κινούνται λόγω της κίνησης του νερού **με τις συνεχείς κρούσεις τους αποκτούν στρογγυλωμένη μορφή** και για αυτό ονομάζονται **κροκάλες**
- Όταν **φτάσει στο επίπεδο της θάλασσας** τότε μπορεί μόνο να **μεταφέρει υλικά και να τα αποθέτει ανάλογα με τη κινητική ενέργεια** που έχει.



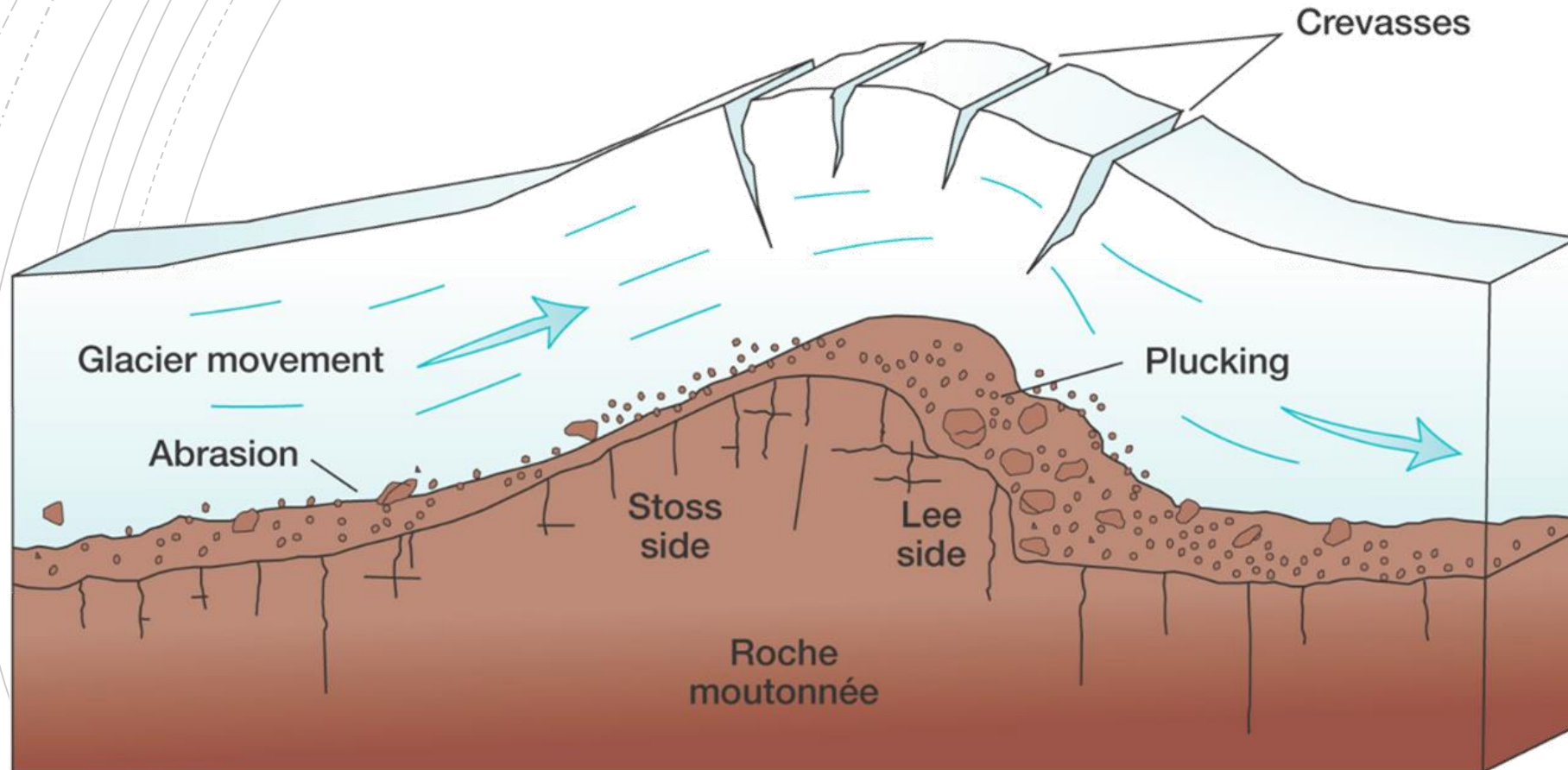
Μηχανική Αποσάθρωση – Πάγος

Είναι μια από τις σημαντικότερες αιτίες φυσικής αποσάθρωσης σε ψυχρά κλίματα.

1. Η απότομη μεταβολή της θερμοκρασίας έχει ως αποτέλεσμα τη διαφορετική συστολή και διαστολή των ορυκτών των πολύμεικτων πετρωμάτων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να **δημιουργούνται ρωγμές στο εσωτερικό των πετρωμάτων**.
2. Όταν **το νερό εισέρχεται στις ρωγμές** του πετρώματος, με την πτώση της θερμοκρασίας **μετατρέπεται σε πάγο**.
3. Η **διαστολή του όγκου του** έχει ως αποτέλεσμα την διάνοιξη των ρωγμών και τη **θραύση των πετρωμάτων**.
4. Με την τήξη του πάγου ορισμένα κομμάτια του πετρώματος που δημιουργήθηκαν μένουν μετέωρα με αποτέλεσμα την πτώση τους εξαιτίας της δράσης της βαρύτητας.



Μηχανική Αποσάθρωση – Παγετώνες

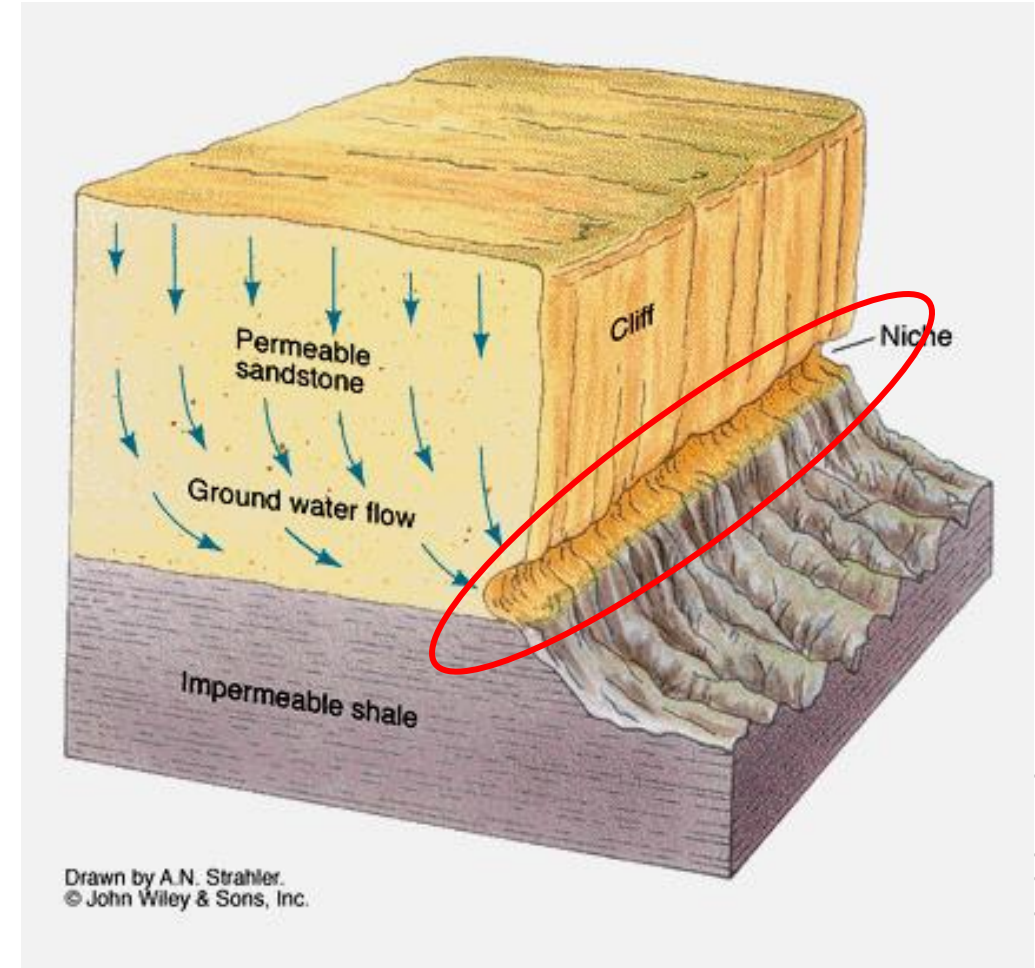


Μηχανική Αποσάθρωση – Άλατα

Συμβαίνει σε ξηρά κλίματα και είναι υπεύθυνη για τις εσοχές, μικρές σπηλιές, αψίδες που δημιουργούνται σε ψαμμιτικούς σχηματισμούς.

Η φθορά εξαιτίας των αλάτων, μπορεί να γίνει με 4 τρόπους:

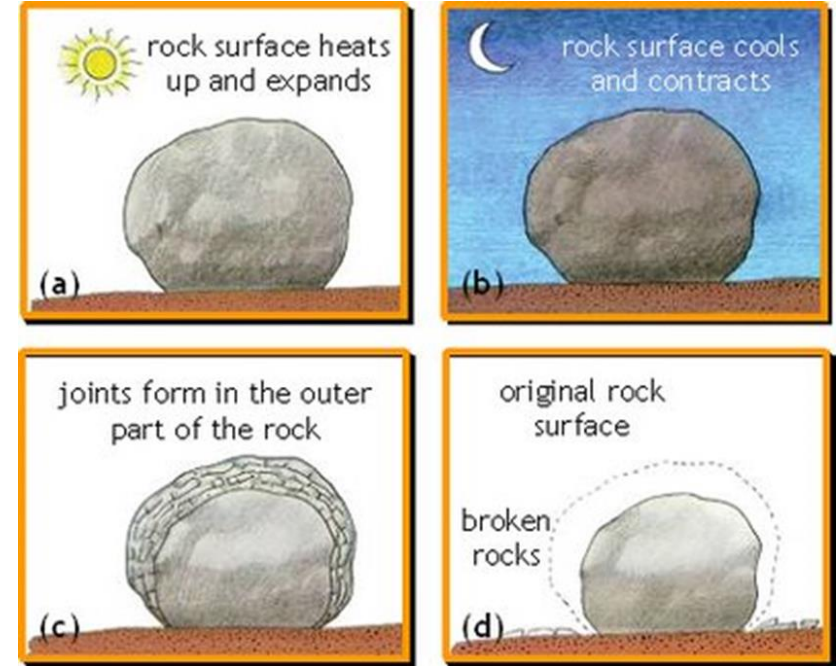
- 1. Αύξηση του όγκου κατά τη διάρκεια κρυσταλλικής κατακρήμνισης άλατος** μέσα από ένα υπέρκορο διάλυμα σε πόρους ή ρωγμές του πετρώματος.
- 2. Θερμική διαστολή των αλατούχων κρυστάλλων**, που αναπτύχθηκαν σε πόρους ή ρωγμές του πετρώματος.
- 3. Απορρόφηση νερού** από τα **άνυδρα άλατα** και διόγκωση των πετρωμάτων με αποτέλεσμα **ρωγμές**.
- 4. Πίεση των αλατούχων κρυστάλλων** που σχηματίζονται μέσα στους τριχοειδείς σωλήνες.



Μηχανική Αποσάθρωση – Θερμική Ηλίαση (απολέπιση)

1. Διαφορετικά ορυκτά έχουν διαφορετικούς συντελεστές θερμικής διαστολής και συστολής.
2. Τα μαύρα (φεμικά) ορυκτά έχουν **συντελεστές θερμικής διαστολής και συστολής μεγαλύτερους** από αυτούς των άσπρων ορυκτών.
3. **Θερμοκρασιακές αλλαγές με μεγάλο εύρος** (ερήμος) **επηρεάζουν τα πετρώματα** (κακοί αγωγοί θερμότητας) **στην επιφάνειά τους**
4. **Εναλλασσόμενη θέρμανση και ψύξη** της επιφάνειας του πετρώματος **προκαλεί “ξεφλούδισμα”** του πετρώματος.

Ιζηματογένεση - Αποσάθρωση



Μηχανική Αποσάθρωση – Υγρή Ηλίαση

Η εναλλαγή υγρών και ξηρών κύκλων προκαλεί διαστολές στα πετρώματα.

- **Πιθανός μηχανισμός:**
 - 1. προσρόφηση μορίων νερού πάνω σε φορτισμένες επιφάνειες κρυστάλλων ορυκτών όπως του χαλαζία και των αργιλικών ορυκτών (υγρός κύκλος).**
 - 2. αποδέσμευση του νερού και η πλήρωση των πόρων με αέρα θρυμματίζει το πέτρωμα (ξηρός κύκλος).**
- Τα **αργιλικά ορυκτά αυξάνουν τον όγκο τους κατά 60%** και ο χαλαζίας κατά 0.001-0.044%.

Χημική Αποσάθρωση

Συμβάλλει **πλήρη αλλοίωση και καταστροφή των συσσωματωμένων ορυκτών των πετρωμάτων με αποτέλεσμα το σχηματισμό νέων ορυκτών:**

- Με **γενική εξασθένιση της συνοχής των ορυκτών του**, όπως η **αύξηση του πορώδους του** με αποτέλεσμα να γίνεται ευπρόσβλητο από φυσικούς παράγοντες.
- Με **σχηματισμό διαλυμάτων που αποπλένονται και απομακρύνονται από το βρόχινο νερό** με αποτέλεσμα το πέτρωμα να γίνεται **πορώδες και εύθρυπτο** και
- Με **διόγκωση των προϊόντων εξαλλοίωσης (οξειδωση).**

Βασικός παράγοντας που προκαλεί χημική εξαλλοίωση είναι το νερό με τα διαλυμένα σ' αυτό συστατικά.

Ουσιαστικά **η βασική πλατφόρμα** της χημικής αποσάθρωσης είναι οι **οξειδοαναγωγικές (Eh) ιδιότητες του νερού** ώστε η **καταστροφή των πετρωμάτων:**

- να **αρχίζει** από τα **ασταθή,**
- να **προχωρά** στα πιο **σταθερά** και
- να **σταματά** στον **χαλαζία.**

Μεταφορά – Κυριότεροι παράγοντες

Η αποσάθρωση των πετρωμάτων **προκαλείται κυρίως από τη δράση του νερού, του ανέμου και των παγετώνων**, όπου αυτά αναπτύσσονται.

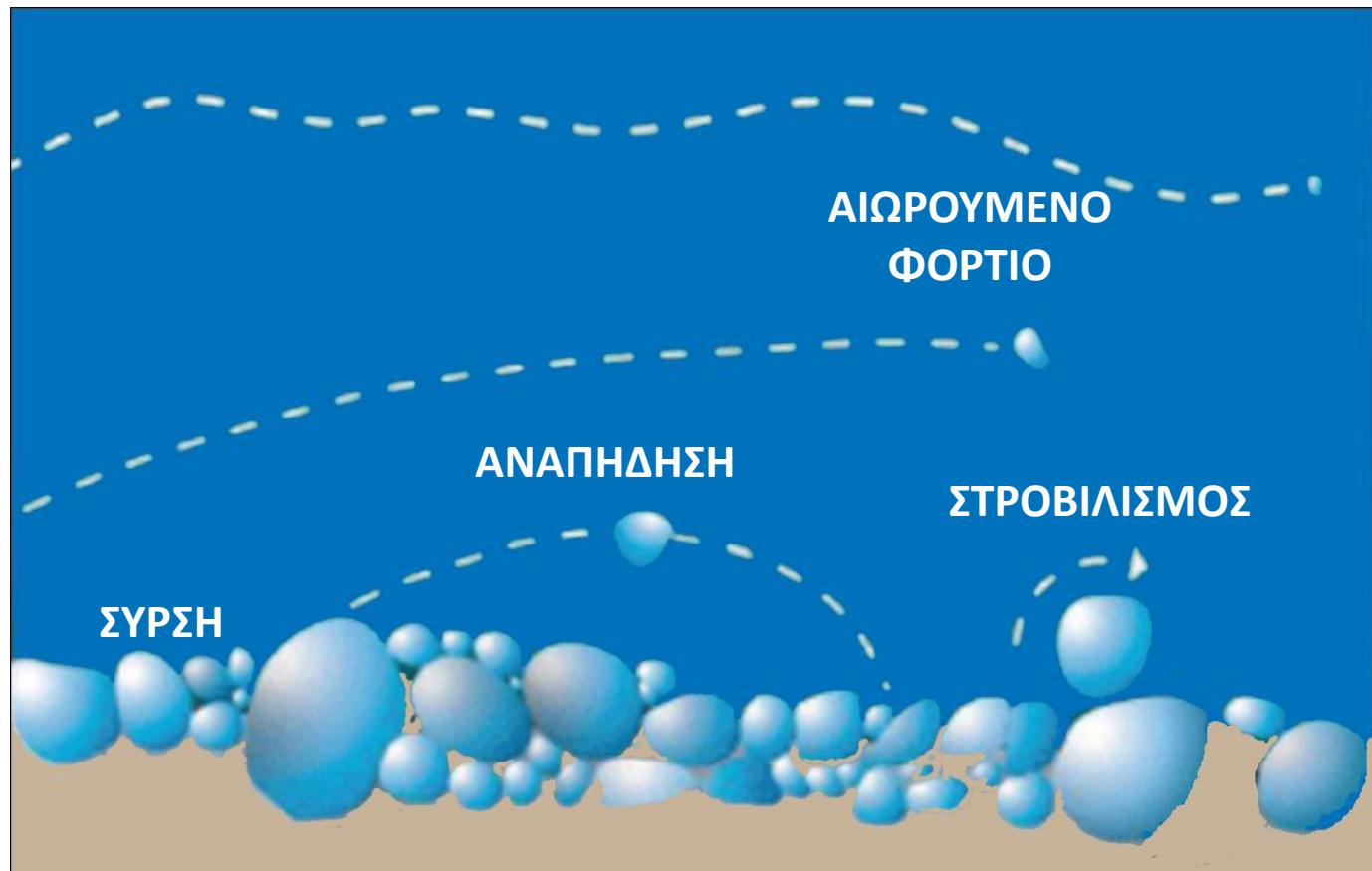
Οι κυριότεροι μηχανισμοί μεταφοράς είναι:

- Η **βαρύτητα** είναι ο πιο απλός μηχανισμός μεταφοράς, καθώς **επιδρά σε επικλινείς επιφάνειες όπως πλαγιές, γκρεμούς, λόφους** και στο όριο της υφαλοκρηπίδας με την κατωφέρεια.
- Το **νερό** θεωρείται ως ο **πιο σημαντικός μηχανισμός μεταφοράς** καθώς η ροή του **μπορεί να μεταφέρει σε μεγάλες αποστάσεις στο πυθμένα αδρόκοκκο υλικό** και να **διατηρεί το λεπτόκοκκο σε αιώρηση**.
- Ο **πάγος** με τη μορφή παγετώνων **κινείται αργά μεταφέροντας αδρόκοκκα και λεπτόκοκκα υλικά**.
- Ο **άνεμος** (συνήθως στις ερήμους) **κινούμενος** στην επιφάνεια του εδάφους **ανασηκώνει σκόνη** και άμμο και να την **μεταφέρει σε μεγάλες αποστάσεις**.

Μεταφορά – Τρόπος Μεταφοράς σε ρευστά

Η μεταφορά των κόκκων σε ένα ρευστό γίνεται:

- με **ολίσθηση ή σύρση**: οι κόκκοι διατηρούν συνέχεια την επαφή τους με τον πυθμένα,
- με **κύλιση ή στροβιλισμό**: οι κόκκοι μεταφέρονται περιστρεφόμενοι γύρω από άξονα κάθετο στη διεύθυνση της ροής χωρίς να χάσουν την επαφή τους με τον πυθμένα,
- με **αναπήδηση**: περιοδική ανύψωση και επαναφορά των κόκκων στον πυθμένα και
- με **αιώρηση**: η αναταραχή εντός του ρευστού παράγει επαρκή ανοδική κίνηση των κόκκων ώστε να τους διατηρεί σε συνεχή αιώρηση.



Μεταφορά – Τρόπος Μεταφοράς σε ρευστά

Ως προς την κίνηση των μορίων ενός ρευστού διακρίνονται δύο ειδών ροές:

- **γραμμική** ροή (laminar), όπου όλα τα μόρια του ρευστού κινούνται **παράλληλα** ως προς τη μεταφορική κατεύθυνση
- **τυρβώδης** ροή (turbulent), όπου τα μόρια κινούνται **ανεξάρτητα το ένα από το άλλο προς όλες τις διευθύνσεις** αλλά η συνισταμένη κίνηση είναι και αυτή της μεταφορικής κατεύθυνσης.

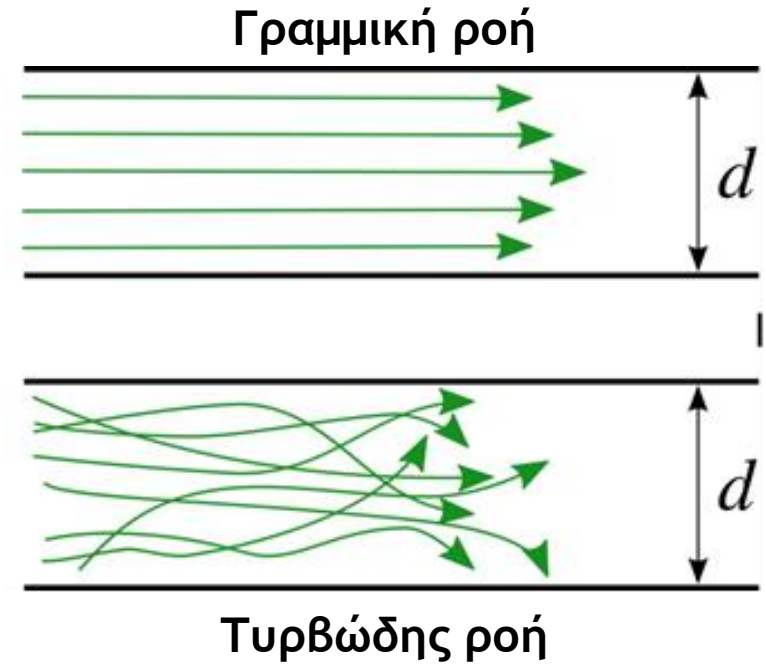
Με τον αριθμό Reynolds (Re) διακρίνουμε την γραμμική από τη τυρβώδη ροή, είναι **αδιάστατος και εκφράζει την ένταση μεταξύ των δύο ροών**.

όπου: u , η ταχύτητα ροής, ν , το ιξώδες του υγρού, l , το βάθος της ροής σε ένα ανοιχτό κανάλι

$$Re = \frac{ul}{\nu}$$

Re < 500 γραμμική ροή

Re > 2000 τυρβώδης ροή



Η ταχύτητα του ρευστού κατά την οποία ένας κόκκος αρχίζει να παρασύρεται από τη ροή, αναφέρεται ως κρίσιμη.

Απόθεση

Είναι η **συσσώρευση των υλικών της μεταφοράς σε στρώματα εντός αποθετικών λεκανών** που ονομάζονται και **περιβάλλοντα εναπόθεσης**.

Στρώμα

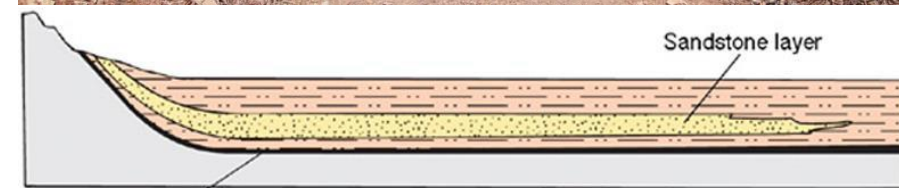
- Ορίζεται ως **ένα τρισδιάστατο σώμα πετρώματος που ιχνηλατείτε πλευρικά** και σχηματίστηκε κάτω από ομοιόμορφες και σταθερές φυσικές συνθήκες.
- **Χαρακτηρίζεται από σχετική ομοιόμορφη πετρογραφική, γεωχημική, βιολογική σύσταση** και **οριοθετείται** από δυο επιφάνειες, μια κατώτερη (**πέλμα ή κρηπιδιαία επιφάνεια ή δάπεδο**) και μια ανώτερη (**στεγαστρίς ή στέγη ή οροφή**) που προσδιορίζουν το σχήμα του.
- Οι οριακές αυτές επιφάνειες αντιπροσωπεύουν:
 - Αλλαγή στον τρόπο ιζηματογένεσης
 - Αλλαγή στη σύσταση του ιζήματος
 - Αλλαγή στο μέγεθος του κόκκου

Απόθεση – Αρχές απόθεσης ιζημάτων

Γενικά, **διαφορετικά στρώματα αντιπροσωπεύουν διαφορετική πηγή προέλευσης, διαφορετικές ιζηματογενείς διεργασίες και διαφορετικά περιβάλλοντα απόθεσης.**

Νόμοι του Steno

- **Η αρχή της υπέρθεσης**
Τα παλαιότερα πετρώματα βρίσκονται από κάτω και τα νεότερα στην κορυφή
- **Η αρχή της αρχικής οριζοντιότητας**
Τα ιζήματα αποτίθενται σε επίπεδα και οριζόντια στρώματα
- **Η αρχή της αρχικής πλευρικής συνέχειας**
Τα ιζήματα αποτίθενται σε μεγάλες εκτάσεις και συνεχόμενα
- **Η αρχή των σχέσεων εγκάρσιας διάτμησης**
Όταν ένα ρήγμα κόβει μια ιζηματογενή ακολουθία, το ρήγμα είναι πάντα νεότερο από τα πετρώματα που τέμνει

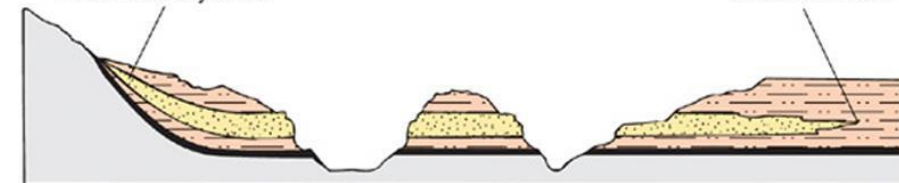


A

Floor of sedimentary basin

Stratum terminates
by thinning at margin
of sedimentary basin

Stratum terminates
by grading into different
kind of sediment



B

Απόθεση – Στρώσεις

Ένα **στρώμα** μπορεί να αποτελείται από ομογενή ή ετερογενή υλικά. Τα υλικά αυτά μερικές φορές **παρουσιάζουν μια διάταξη σε λεπτότερα επίπεδα που είναι γνωστά ως στρώσεις.**

Συνήθως τα **στρώματα** χαρακτηρίζονται με **πάχος από 1cm-1m**, ενώ οι **στρώσεις από 0,2-1cm.**

Η στρώση έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

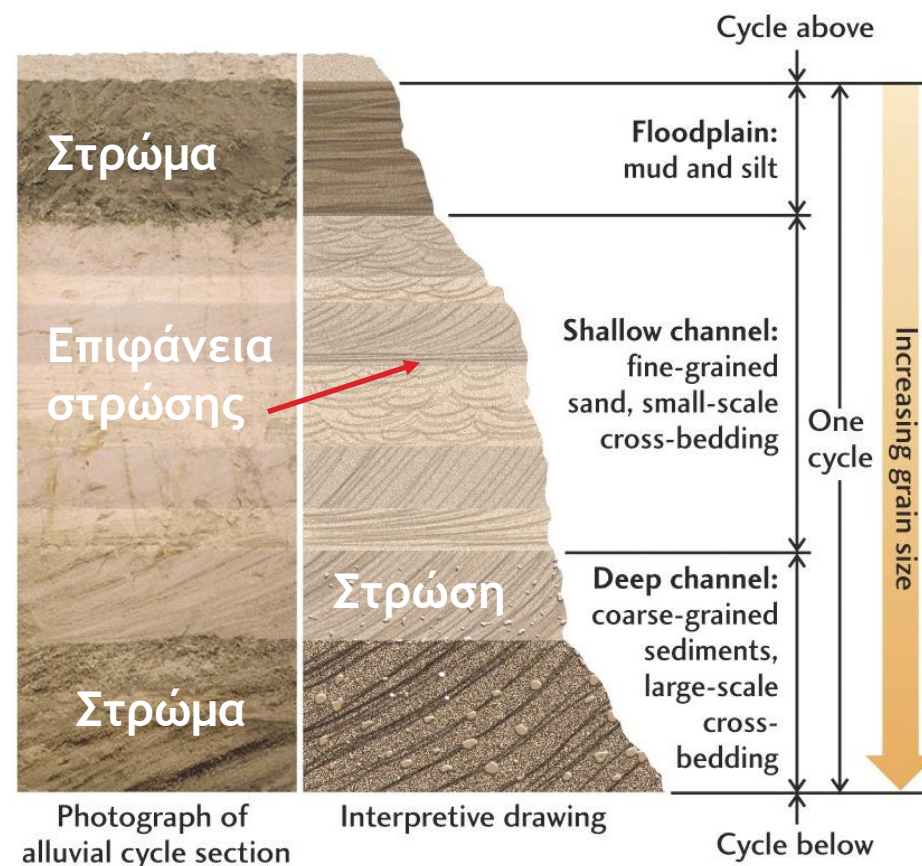
- **Ομοιομορφία στη σύσταση και στη διάταξη** των υλικών
- **Δεν διακρίνονται μικρότερες στρώσεις**
- **Περιορισμένη έκταση**
- **Σχηματίζεται ταχύτερα** από το στρώμα που τη περικλείει



Απόθεση - Επιφάνεια Στρώσης

Σε οποιαδήποτε αλλαγή συμβαίνει κατά τη διάρκεια της απόθεσης υλικού (είτε στη φύση του υλικού είτε στον τρόπο και τις συνθήκες απόθεσης) δημιουργείται μία **επιφάνεια στρώσης**.

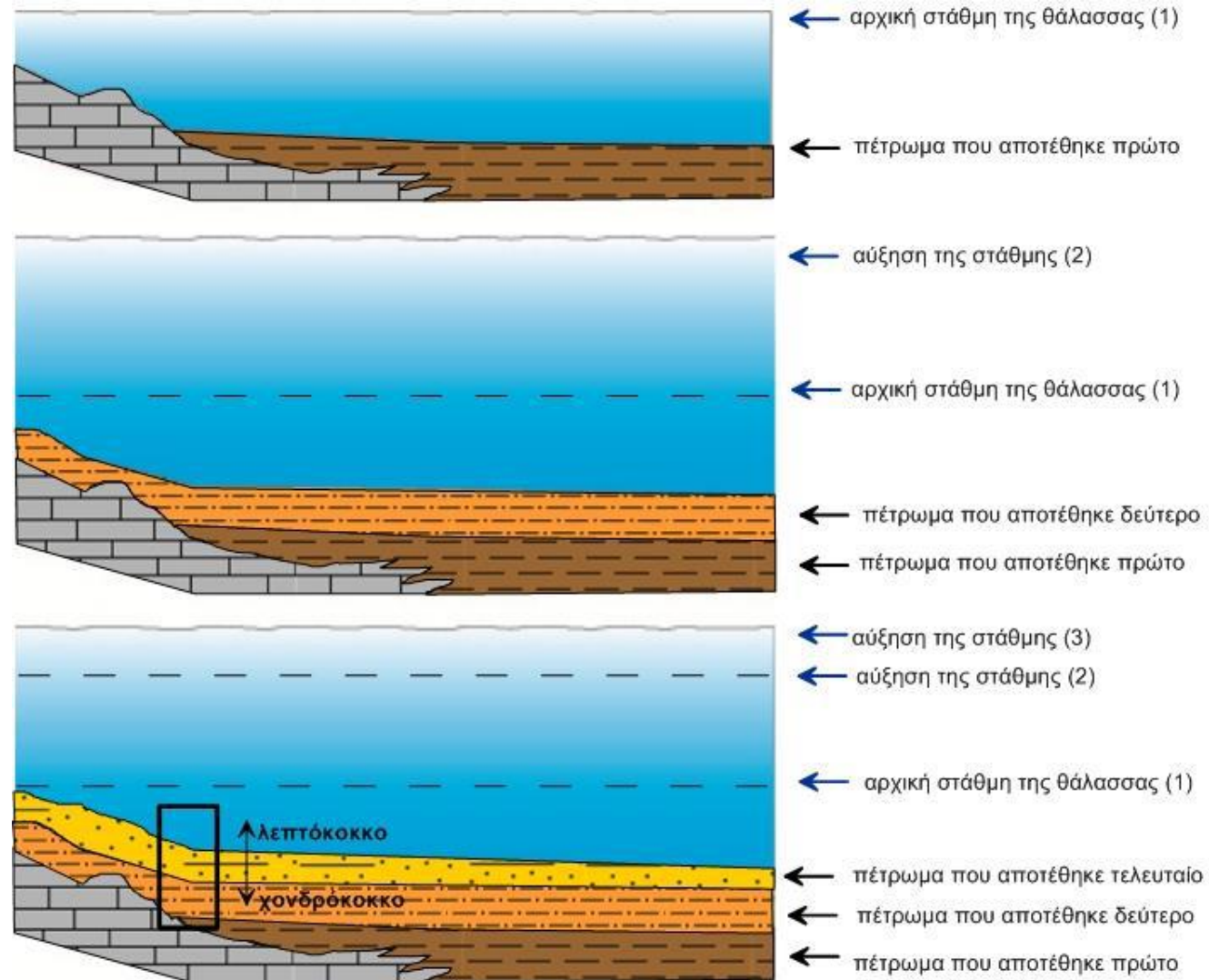
- Οι επιφάνειες στρώσης αποτελούν **τα πιο ευδιάκριτα χαρακτηριστικά των στρωμάτων και μας βοηθούν να διακρίνουμε μεταξύ τους τα στρώματα.**
- **Διακρίνουν τα όρια και την ιεραρχία των στρωμάτων** και χρησιμεύουν στον **προσδιορισμό της ηλικίας εναπόθεσης.**
- Οι επιφάνειες στρώσης συνήθως υπόκεινται σε μεταβολές, όπως **διάβρωση, διαγένεση, διάτρηση** και όλα τα χαρακτηριστικά τους **συμβάλουν στην ερμηνεία της ιζηματογένεσης και του τρόπου σχηματισμού των στρωμάτων.**



Απόθεση

- Αρχικά το στρώση είναι οριζόντια ή περίπου οριζόντια (ακολουθεί τη κλίση της επιφάνειας απόθεσης), **πρωταρχική κλίση**
- Λόγω **διαγένεσης και στερεοποίησης** (και πριν από τεκτονισμό) **μεταβάλλεται** λόγω βυθίσεων, κλίσεων, στροφών του υλικού και ονομάζεται **αρχική κλίση**

Ιζηματογένεση - Απόθεση



Απόθεση – Περιβάλλοντα απόθεσης

Αντίστοιχη κατάταξη με το στάδιο των αποθέσεων γίνεται και με τα αποθετικά περιβάλλοντα:

Χερσαία (ιζήματα λιμνών, πρόποδες βουνών, ερήμων, παγετώνες, σπηλαιοαποθέσεις).

- Αιολικό (ερημικό),
- Ποτάμιο – αλλουβιακό,
- Λιμνιαίο,
- Παγετώδες

Μεταβατικά (ποταμόκολποι, λιμνοθάλασσα, δελταϊκά ριπίδια)

- Δελταϊκό,
- Παράκτιο

Θαλάσσια (αβαθή και μεγάλου βάθους)

- Υφαλοκρηπιδικό: <200μ
- Ωκεάνιο: 200 – 2000μ
- Αβυσσικό: >2000μ

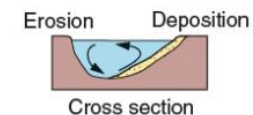
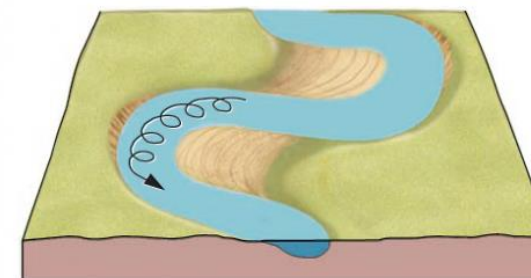
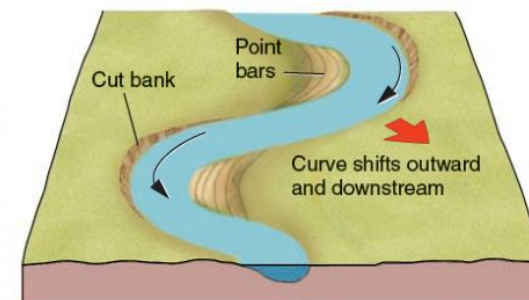
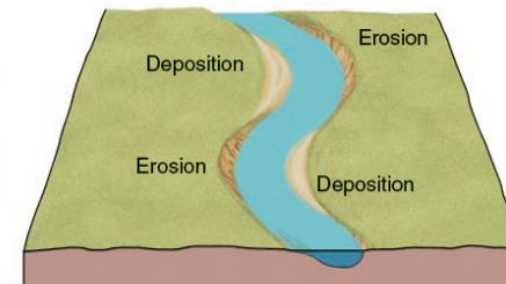
Απόθεση – Ποτάμιο – αλλουβιακό περιβάλλον

Ένα **ποτάμιο περιβάλλον** χαρακτηρίζεται από τη ροή των **ποταμών σε κανάλια**.

- Τα **ιζήματα παρασύρονται από τη ροή του νερού και όταν αυτό ελαττώσει την ταχύτητα της ροής του**, τα **φερτά υλικά δεν μπορούν πλέον να μεταφερθούν και αποτίθενται** ενώ αφήνει σε αιώρηση μόνο την άργιλο ή την άμμο η οποία θα αποτεθεί μετά από τη παύση της ροής.
- Οι **περιοχές υπερχειλίσης** είναι και **περιοχές απόθεσης ιζημάτων** κυρίως ιλύος αργίλου και άμμου.



Ιζηματογένεση - Απόθεση



Corkscrew water motion on a curve helps cause erosion and deposition

Απόθεση – Παράκτιο περιβάλλον

Ο σχηματισμός μιας παραλίας εξαρτάται από το καθεστώς της παλίρροιας της θάλασσας και της δράσης των κυμάτων.

- Η συσσώρευση ιζήματος προέρχεται:
 - ❖ από το **θαλάσσιο χώρο** είτε από **χερσογενή ιζήματα σε επαναπόθεση** ή από **βιογενή ιζήματα**.
 - ❖ από χερσογενή ιζήματα, από ποταμούς, από τον αέρα και τα θαλάσσια ρεύματα (γεωστροφικά).
- Τα υλικά **αυτά μεταφέρονται από τα κύματα**, τις καταιγίδες και τα **παλίρροιακά ρεύματα στο θαλάσσιο ρηχό ανάγλυφο**.
- Όπου το **ανάγλυφο είναι ομαλό**, η ενέργεια των κυμάτων **διασκορπίζεται στα ρηχά νερά** που αποτελούν χώρους συσσώρευσης ιζημάτων.



Ιζηματογένεση - Διαγένεση

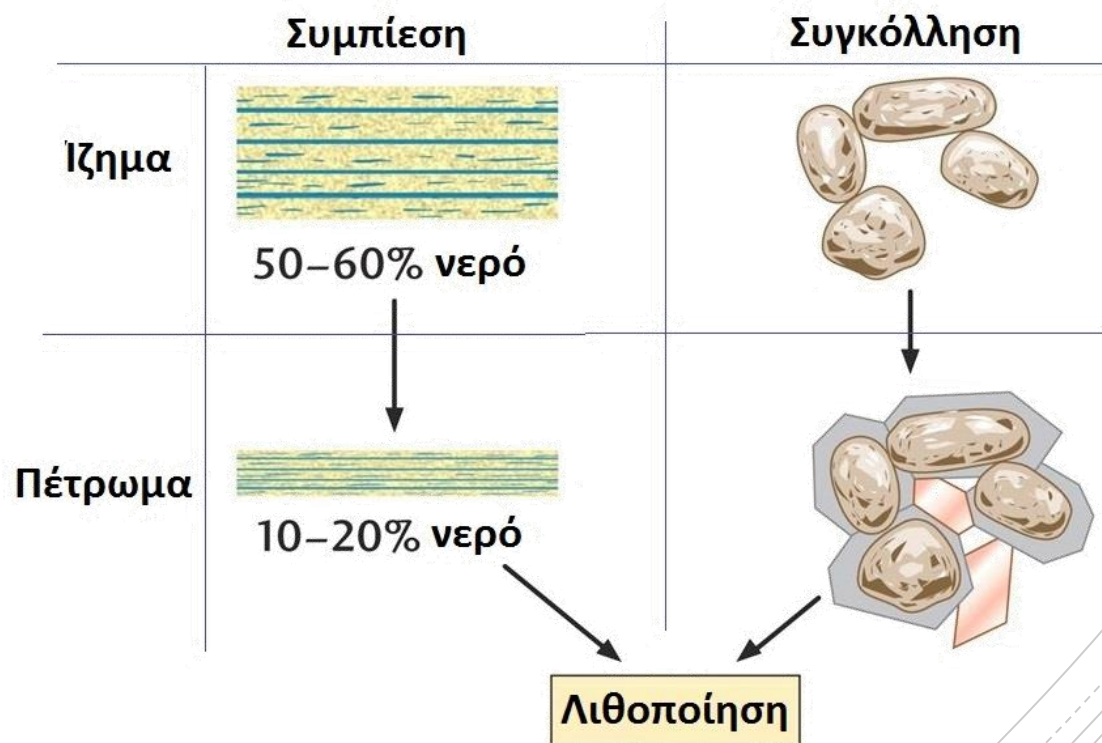
- **Μετά την απόθεση των θραυσμάτων** ακολουθεί η διαδικασία της **λιθοποίησης** η οποία θα **μετατρέψει τη χαλαρή συγκέντρωση των κόκκων σε ένα συμπαγές, συνεκτικό πέτρωμα.**
- **Διαγένεση** είναι όλες εκείνες οι **φυσικές, χημικές και βιολογικές αλλαγές που επιδρούν στα ασύνδετα υλικά των ιζημάτων και οδηγούν στη λιθοποίηση.**
- Οι διεργασίες της διαγένεσης **αρχίζουν αμέσως μετά από την απόθεση και μέχρι τη φάση της αγκιμεταμόρφωσης** (πρώτο στάδιο της μεταμόρφωσης).
- Οι διαγενετικές διεργασίες είναι οι εξής:
 - **Συμπύεση**, το βάρος των συσσωρευμένων ιζημάτων συμπιέζει τους κόκκους. Το κενό μεταξύ τους μειώνεται.
 - **Συγκόλληση**, ουσίες που είναι διαλυμένες στο νερό δημιουργούν μία συγκολλητική ύλη που ενώνει τους κόκκους των ιζημάτων.
 - **Ανακρυστάλλωση**, καθώς συσσωρεύονται τα ιζήματα, τα λιγότερο σταθερά ορυκτά κρυσταλλώνονται σε πιο σταθερές μορφές
 - **Χημική εξαλλοίωση**, με την παρουσία οξυγόνου, τα οργανικά υπολείμματα μετατρέπονται σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό.

Συμπίεση – Θαπτική διαγένεση

1. Κατά την συμπίεση τα διαστήματα των πόρων μεταξύ των μεμονωμένων κόκκων μειώνονται βαθμιαία μέσω της πίεσης που ασκείται από τα υπερκείμενα ιζήματα.
2. Αυτή ακολουθείται από επαναδιάταξη των κόκκων και μείωση του όγκου που καταλαμβάνεται από το νερό.
3. Καθώς η συμπίεση συνεχίζεται, τα σωματίδια ωθούνται σε πλησιέστερες μεταξύ τους αποστάσεις και οι αποθέσεις γίνονται πυκνότερες και πιο συνεκτικές.

Χονδρόκοκκες αποθέσεις άμμων και κροκαλών υπόκεινται σε κάποιο βαθμό συμπίεσης αλλά τα λεπτόκοκκα ιζήματα που περιέχουν ιλύ και άργιλο υποβάλλονται σε πολύ μεγαλύτερη μείωση του όγκου τους.

Ιζηματογένεση - Διαγένεση



Συγκόλληση – Τσιμεντοποίηση

4. Πλήρωση των χώρων μεταξύ των μεμονωμένων σωματιδίων ενός ιζήματος με ένα συνδετικό υλικό.

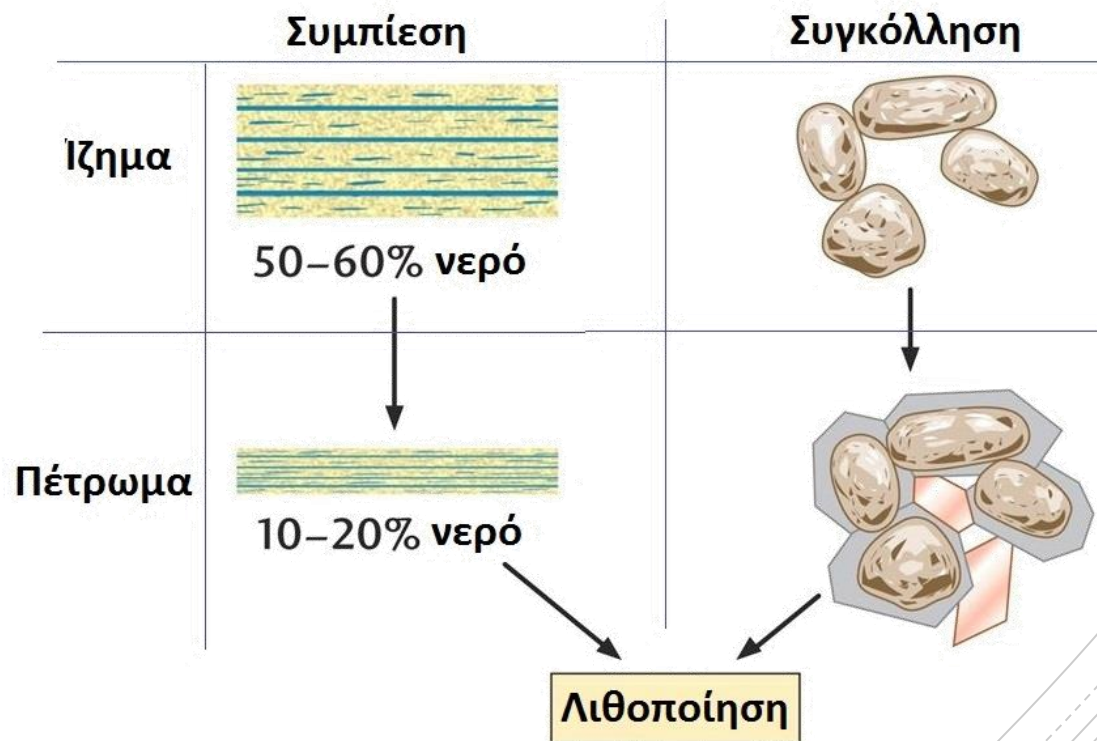
5. Τα συνδετικά υλικά **καθιζάνουν και κρυσταλλώνονται από το νερό** που κυκλοφορεί δια μέσου των ιζημάτων.

- Το συγκολλητικό μπορεί να είναι: πυριτικό (SiO_2), ασβεστίτικο (CaCO_3), σιδηριτικό (FeCO_3), αιματιτικό (Fe_2O_3).

- **Χονδρόκοκκες αποθέσεις** με μεγαλύτερα διάμεσα διαστήματα πόρων **τσιμεντοποιούνται περισσότερο εύκολα** σε σχέση με τις **λεπτόκοκκες αποθέσεις**.

- **Είναι εξαιρετικά δύσκολο να τσιμεντοποιηθούν πετρώματα πλούσια σε άργιλο** και να γίνουν πολύ συνεκτικά και τα περισσότερα από αυτά συγκρατούνται μέσω της συμπίεσης.

Ιζηματογένεση - Διαγένεση

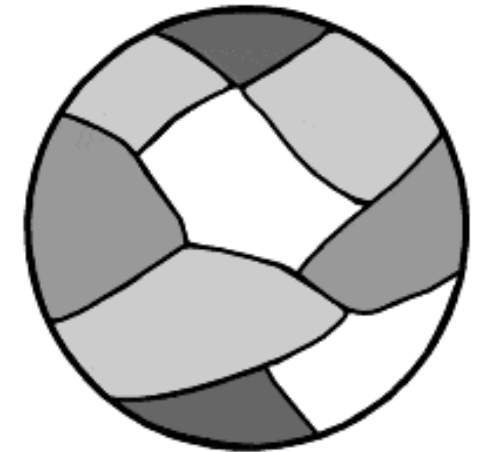


Ανακρυστάλλωση

1. Είναι ο **in situ σχηματισμός νέων κρυσταλλικών δομών ενώ διατηρείται η βασική χημική σύνθεσή τους.**
 2. Είτε **κρυσταλλώνονται νέα ορυκτά ή κρύσταλλοι υφιστάμενων ορυκτών αυξάνουν σε μέγεθος.**
 3. Τέτοια ορυκτά κρυσταλλώνονται από άμορφες κολλοειδής ουσίες σε λεπτόκοκκη ιλύ.
- Η διαδικασία αυτή συμβάλλει στη **λιθοποίηση των περισσότερο λεπτόκοκκων ιζημάτων.**
 - Είναι συχνή διαδικασία σε **ανθρακικά βιογενούς προέλευσης καθώς τα ορυκτά που δημιουργούνται από οργανισμούς.**



5X



5X



ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΡΑΚΗΣ

DEMOCRITUS
UNIVERSITY
OF THRACE

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

LABORATORY OF ECOLOGICAL ENGINEERING AND TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING

Ταξινόμηση Ιζηματογενών Πετρωμάτων

Ταξινόμηση Ιζηματογενών Πετρωμάτων

Τα ιζηματογενή πετρώματα **σχηματίζονται από την απόθεση τους σε τοπογραφικά χαμηλά σημεία στο φλοιό της γης ή την καταβύθιση υλικών που βρίσκονται σε αιώρηση ή σε διάλυση μέσα σε ένα ρευστό μέσο** (νερό ή αέρας) και τη **μετέπειτα συγκόλλησή τους με τη διαγένεση ιζημάτων**.

Συνήθως, έχουν **μεταφερθεί από τον τόπο προέλευσης στον τόπο απόθεσής τους** και χαρακτηριστικό τους είναι οι **διαδοχικές στρώσεις υλικών**.

Τα ιζηματογενή πετρώματα διακρίνονται, με κριτήριο το μηχανισμό δημιουργίας τους, σε:

- **Κλαστικά:** Σχηματίζονται από την αποσάθρωση των πετρωμάτων λόγω φυσικών παραγόντων (π.χ. αέρας, νερό) και αποτελούνται από ανθεκτικά ορυκτά όπως ο χαλαζίας.
- **Χημικά:** Η δημιουργία τους στηρίζεται στα φαινόμενα εξατμίσεων και κατακαθίσεων, ανάλογα με τη διαλυτότητά τους.
- **Βιογενή:** Δημιουργούνται όταν η καθίζηση γίνεται με ουσιαστική παρέμβαση και συμμετοχή οργανικής ύλης (π.χ. ρίζες).

Κλαστικά ή Μηχανικά

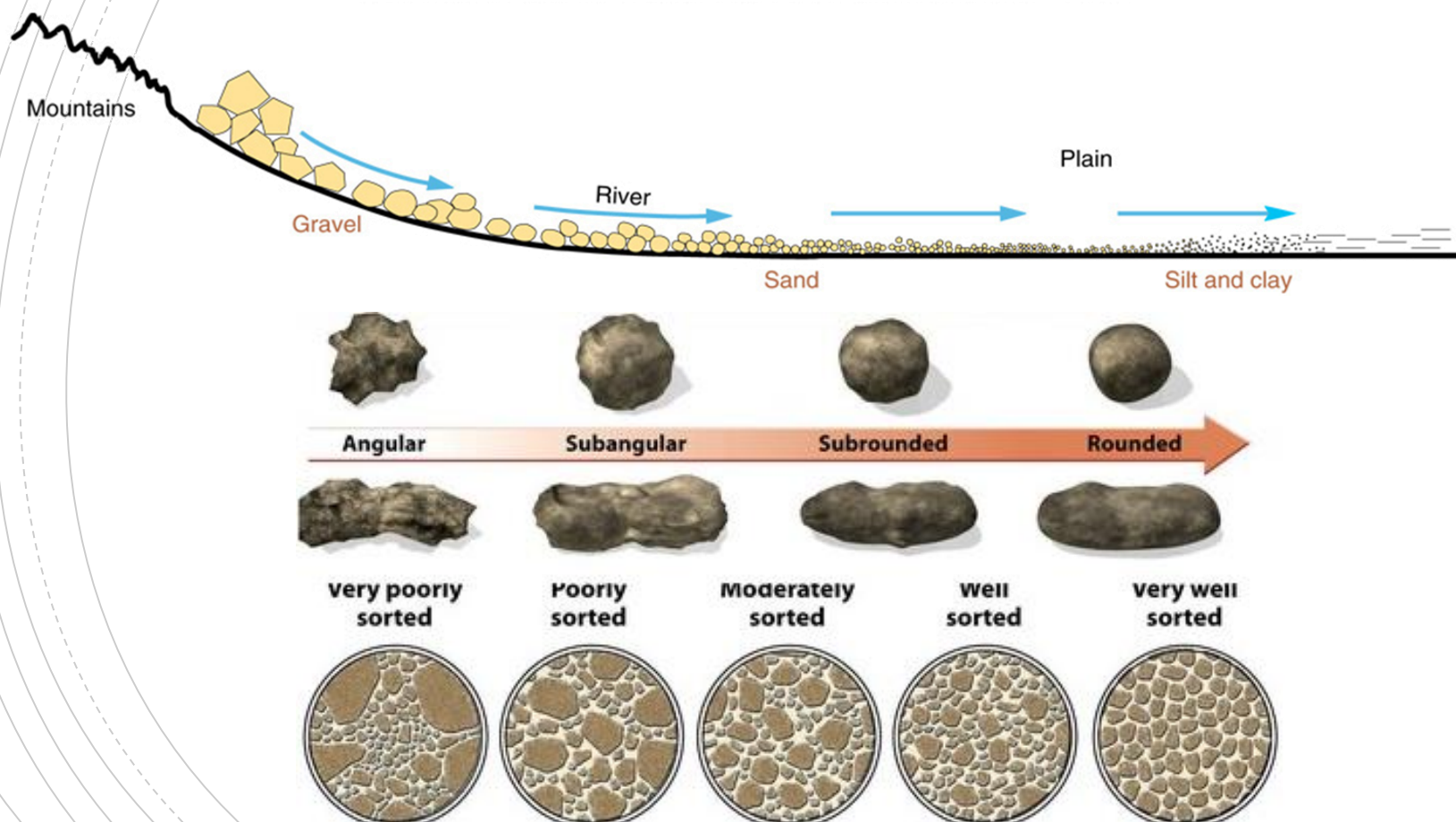
Προκύπτουν από **απόθεση υλικών αποσάθρωσης** και αποτελούν το **80%** των ιζηματογενών πετρωμάτων.

- Μεγάλες **βραχώδεις μάζες μετασχηματίζονται σε στρογγυλεμένους όγκους μέχρι πολύ απλούστερες μάζες**, όπως η άμμος και η άργιλος **που μεταφέρονται εύκολα από το νερό**, τη βροχή, τον πάγο και τον άνεμο.
- Στο σημείο που μεταφέρονται, **αποτίθενται σε στρώματα** και εκεί τα υλικά αυτά **παραμένουν ευκίνητα** είτε ως λάσπη ή άμμος, **είτε συσσωματώνονται με τη βοήθεια του χαλαζία ή άλλων ορυκτών**.
- Τα κλαστικά ιζήματα **διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες** ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων τους:
 - **Άμμος** (0,06 – 2mm), της οποίας το πέτρωμα είναι ο ψαμμίτης
 - **Κροκάλες ή λατύπες** (60 – 200mm), με πετρώματα τα κροκαλοπαγή ή τα λατυποπαγή (στρογγυλοποιημένοι ή όχι οι κόκκοι)
 - **Πηλόλιθοι**
 - **Αργιλλίτες** (< 0,002mm), με πέτρωμα τον αργιλόλιθο ή άργιλο
 - **Ιλύς** (0,002 – 0,06mm), με πέτρωμα τον ιλυόλιθο ή πηλόλιθο
 - **Μάργα** (0,004 – 0,063mm)

Ταξινόμηση Ιζηματογενών Πετρωμάτων

Κλασικά ή Μηχανικά

Με την απομάκρυνση από την πηγή τροφοδοσίας **μειώνεται το μέγεθος των κόκκων και οι κόκκοι τείνουν να αποκτήσουν σφαιρικό σχήμα και να αποτρογγυλωθούν** (σφαιρικότητα και στρογγυλότητα) και να αποκτούν ένα βαθμό ομοιότητας (ταξιθέτηση).



Κλαστικά – Κροκαλοπαγή και Λατυποπαγή

Τα κροκαλοπαγή και τα λατυποπαγή **αποτελούνται από τεμάχια μεγέθους κροκαλών.**

- Οι **κόκκοι των κροκαλοπαγών είναι στρογγυλεμένοι:**

Υποδηλώνει τη **συνήθη διαδικασία της διάβρωσης** κατά την οποία τα **θραύσματα των πετρωμάτων στρογγυλοποιούνται κατά την μεταφορά μέσω της ροής των υδρορρευμάτων** για κάποια απόσταση πριν να φθάσουν στην ιζηματογενή λεκάνη.

- Οι **κόκκοι των λατυποπαγών είναι γωνιώδεις:**

Υποδηλώνει μια **σύντομη μεταφορά και γρήγορο ενταφιασμό**, τυπική για περιοχές με γρήγορη ιζηματογένεση και καθίζηση της λεκάνης.

Κάτω από τις ίδιες συνθήκες συνδετικού υλικού και διαγένεσης **παρουσιάζουν πολύ πιο χαμηλές τιμές αντοχής σε θλίψη από τους αντίστοιχους ψαμμίτες.**



Κλαστικά – Ψαμμίτες

Ο όρος ψαμμίτης αναφέρεται σε ένα **κλαστικό ιζηματογενές πέτρωμα που αποτελείται από κόκκους άμμου** (με μέγεθος από 2 μέχρι 0,06 χιλιοστά) που συγκρατούνται μαζί με ορυκτές συγκολλητικές ουσίες και κόκκους πετρωμάτων.

- Το **συνδετικό υλικό** ποικίλει και μπορεί να είναι **άργιλος** ή **αργιλικός σχιστόλιθος** ή **ασβεστίτης** ή σπανιότερα ο **δολομίτης**.
- Εάν οι **κόκκοι της άμμου είναι χαλαροί** και **μπορούν να απομακρυνθούν με τρίψιμο** της επιφάνειας του πετρώματος, χρησιμοποιείται ο όρος **ψαθυρός ψαμμίτης**.

Σύσταση:

- **Συνήθως** οι κόκκοι είναι από **χαλαζία** ή **άστριο**, επειδή είναι **άφθονοι στο φλοιό της Γης**, και τα πετρώματα ονομάζονται **χαλαζιακός ψαμμίτης** και **αρκόζες** αντίστοιχα.
- όταν υπάρχουν κόκκοι **καολίνη** ή **μοσχοβίτη**, τα πετρώματα ονομάζονται **καολινικός ψαμμίτης** και τον **μαρμαρυγιακός ψαμμίτης**, αντίστοιχα.
- **Σκοτεινόχρωμα τεμάχια πετρωμάτων από βασάλτη** ή άλλα με **χαμηλό περιεχόμενο πυριτικών ορυκτών** πυριγενή πετρώματα συνιστούν τους ψαμμίτες που είναι γνωστοί ως **γραουβάκης**.

Ταξινόμηση Ιζηματογενών Πετρωμάτων

Κλαστικά – Ψαμμίτες –

χαλαζιακός ψαμμίτης



αρκόζης



γραουβάκης



Κλαστικά – Ψαμμίτες – Χρήσεις

1. Το πορώδες των ψαμμιτών **εμφανίζει συνήθως υψηλή υδροπερατότητα** (η ικανότητα να μεταβιβάζει ρευστά) και έτσι έχει την **ιδιότητα να φιλτράρει και να αποθηκεύει μεγάλες ποσότητες υγρών**. Αυτό τους **καθιστά πολύτιμους για τη δημιουργία αποθεμάτων** (αποθηκών) νερού και πετρελαίου και φυσικού αερίου.
2. Αν υπάρχουν **ψαμμίτες κάτω από την υπόγεια υδροστατική στάθμη** μπορούν να δώσουν **μεγάλους όγκους νερού** με την κατασκευή κατάλληλων έργων (γεωτρήσεις κ.ά.).
3. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό πρόβλημα που μειώνει σημαντικά το ρυθμό διάνοιξης σηράγγων και δημιουργεί κινδύνους για του εργαζόμενους.
4. **Παρουσιάζουν πολύ μεγάλη αντοχή σε θλίψη** ($1700-2600 \text{ Kg/cm}^2$) **όταν το συνδετικό υλικό είναι πυριτιακό ή ασβεστιτικό και αν η σύνδεση των κόκκων είναι στερεή**.
5. Χρησιμοποιείται στην **κατασκευή κτιρίων, τόσο ως δομικό υλικό, όσο και ως διακοσμητικό στοιχείο** σε δάπεδα και τοίχους.
6. Όταν χρησιμοποιούνται ως συσσωματώματα στο σκυρόδεμα μερικοί **γραουβάκες** αποδείχτηκε να είναι χημικώς ενεργοί στα αλκάλια - πυριτικά, **προκαλώντας διόγκωση και εκτεταμένες ρωγματώσεις** στο σκυρόδεμα.

Κλαστικά – Πηλόλιθοι

- Αργιλικοί Σχιστόλιθοι

Είναι **κλαστικά λεπτόκοκκα ιζηματογενή πετρώματα** αποτελούμενα από **ιλύ και άργιλο**.

Ο όρος αυτός χρησιμοποιείται για να **συμπεριλάβει όλα τα κλαστικά ιζηματογενή πετρώματα τα οποία είναι πιο λεπτόκοκκα από τους ψαμμίτες**.

Εμφανίζουν **σχιστότητα ή εμφανή επίπεδα στρώσεων με πυκνή διάταξη στο χώρο** κατά μήκος των οποίων **μπορεί το πέτρωμα να διαχωριστεί**. Η σχιστότητα **υποδεικνύει μια ορισμένη αντοχή προκαλούμενη από την συμπίεση του υλικού**.

- Ιλυόλιθοι

Οι ιλυόλιθοι, **αποτελούνται από ιλύ και άργιλο**, (ποσοστό αργίλου <52%) αλλά **στερούνται σχιστότητας**.

Αποτελούνται κυρίως από **θραύσματα μεγέθους ιλύος** και γι' αυτό **δεν εμφανίζουν κάποια πλαστική φύση** όταν κόβονται ή τρίβονται.

Η αμμώδης φύση των κόκκων της ιλύος μπορεί να γίνει αντιληπτή τρίβοντας ένα μικρό κομμάτι πετρώματος ανάμεσα στα δόντια.

Ταξινόμηση Ιζηματογενών Πετρωμάτων

Αργιλικός Σχιστόλιθος



Ιλυόλιθος



Κλαστικά ή Μηχανικά

Για τον προσδιορισμό του μεγέθους των κόκκων γίνεται **κοκκομετρική ανάλυση του υλικού**.

Ο **προσδιορισμός της αναλογίας με την οποία περιέχονται τα διάφορα μεγέθη κόκκων** στο υλικό που μελετάται. Γίνεται με **διαφορετικό τρόπο στα χονδρόκοκκα υλικά** (άμμος-χάλικες) και στα **λεπτόκοκκα υλικά** (πηλός-άργιλος).

Χονδρόκοκκα

1. Το προς ανάλυση δείγμα πρέπει να είναι αποσυσσωματωμένο και καθαρό.
2. **Ζυγίσουμε το δείγμα μας το περνάμε από μια σειρά από κόσκινα** με διαφορετική διάμετρο οπών (βροχίδων).
3. Στο **πάνω μέρος τοποθετείται το κόσκινο με τη μεγαλύτερη διάμετρο**, η οποία μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με τις ανάγκες της έρευνας που πραγματοποιούμε (π.χ. 2mm).
4. Στη συνέχεια **τοποθετούμε ένα κόσκινο με μικρότερη διάμετρο** μέχρι να φτάσουμε **στο κόσκινο με την μικρότερη επιθυμητή διάμετρο** (συνήθως το κόσκινο με μέγεθος οπών 0,0625 mm).
5. Στο τέλος **τοποθετείται ένα «ταψί» μέσα στο οποίο συλλέγεται όλο το υλικό που έχει διάμετρο μικρότερη** από αυτή του τελευταίου, κατά σειρά κόσκινου

Κλαστικά ή Μηχανικά

Για την επιλογή του ρυθμού με τον οποίο θα μειώνεται η διάμετρος των οπών των κοσκίνων γίνεται χρήση δύο κοκκομετρικών κλιμάκων:

- **κλίμακα Wentworth (1922)**

κάθε μονάδα της κλίμακας, η οποία μετρείται σε mm, είναι διπλάσια της επόμενης μικρότερης

- **κλίμακα Krumbein (1934) – κλίμακα Φ**

αντιπροσωπεύει των αρνητικό λογάριθμο, με βάση 2, της διαμέτρου d (σε mm) των κόκκων ($\Phi = -\log_2 d$).

Η κλίμακα Wentworth είναι γεωμετρική κλίμακα, ενώ η κλίμακα Krumbein είναι αριθμητική.

Ταξινόμηση Ιζηματογενών Πετρωμάτων

Λιθολογική τάξη	μm	Wentworth d (mm)	Krumbein ($\Phi = -\log_2 d$)	Χαρακτηρισμός
Κροκάλες - λατύπες	2000	256	-8	Λίθος (> 256 mm)
		128	-7	Κροκάλες (256 - 64 mm)
		64	-6	
		32	-5	
		16	-4	
		8	-3	Χαλίκια (64 - 4mm)
		4	-2	
		2	-1	Κόκκοι (4 - 2 mm)
Άμμος	1000	1	0	Πολύ αδρόκοκκη άμμος
	500	0.5	1	Αδρόκοκκη άμμος
	250	0.25	2	Μεσόκοκκη άμμος
	125	0.125	3	Λεπτόκοκκη άμμος
	60	0.06	4	Πολύ λεπτόκοκκη άμμος
Ίλύς	32	0.032	5	Αδρόκοκκη ιλύς (60-20 μm) Μεσόκοκκη ιλύς (20-5 μm) Λεπτόκοκκη ιλύς (5-2 μm)
	16	0.016	6	
	8	0.008	7	
	4	0.004	8	
Άργιλος	2	0.002	9	Αδρόκοκκη άργιλος (2-0.25 μm) Μεσόκοκκη άργιλος (0.25-0.08 μm) Λεπτόκοκκη άργιλος (<0.08 μm)
	1	0.001	10	
	0.5	0.0005	11	
	0.25	0.00025	12	

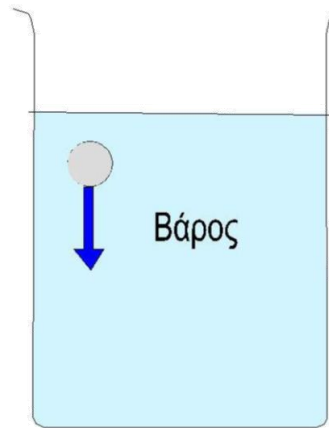
Ταξινόμηση Ιζηματογενών Πετρωμάτων

Κλαστικά ή Μηχανικά

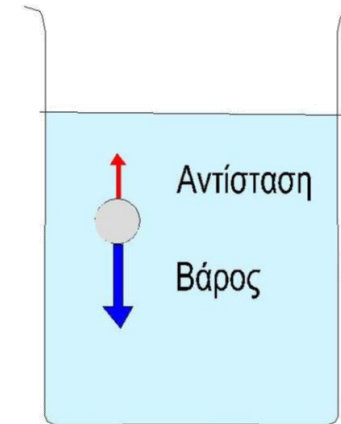
Λεπτόκοκκα

1. Όταν ένα ίζημα **βυθίζεται σε μία στήλη με υγρό**, οι **μικροί κόκκοι** αποκτούν μια σταθερή ταχύτητα καθίζησης μόλις η αντίσταση του υγρού που ασκείται πάνω στον κόκκο, γίνει ίση με το βάρος τους
2. Οι πιο μεγάλοι κόκκοι θα περάσουν πρώτοι από ένα σημείο της στήλης.
3. Αν υπολογιστεί ο ακριβής χρόνος που θα περάσουν από το σημείο αυτό οι διάφοροι κόκκοι κατά σειρά μεγέθους, τότε **παίρνουμε μια ποσότητα από αυτούς μαζί με νερό και υπολογίζουμε την αναλογία τους στο δείγμα.**
4. Στην συνέχεια τα ποσοστά που υπολογίζονται προβάλλονται σε τριγωνικά διαγράμματα.

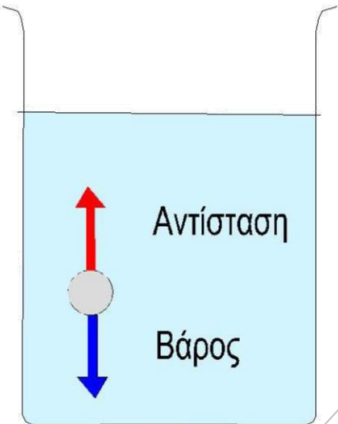
ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΣΗ
ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ



ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ
ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ



ΣΤΑΘΕΡΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ
ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ



Κλαστικά ή Μηχανικά



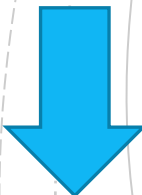
Ταξινόμηση Ιζηματογενών Πετρωμάτων

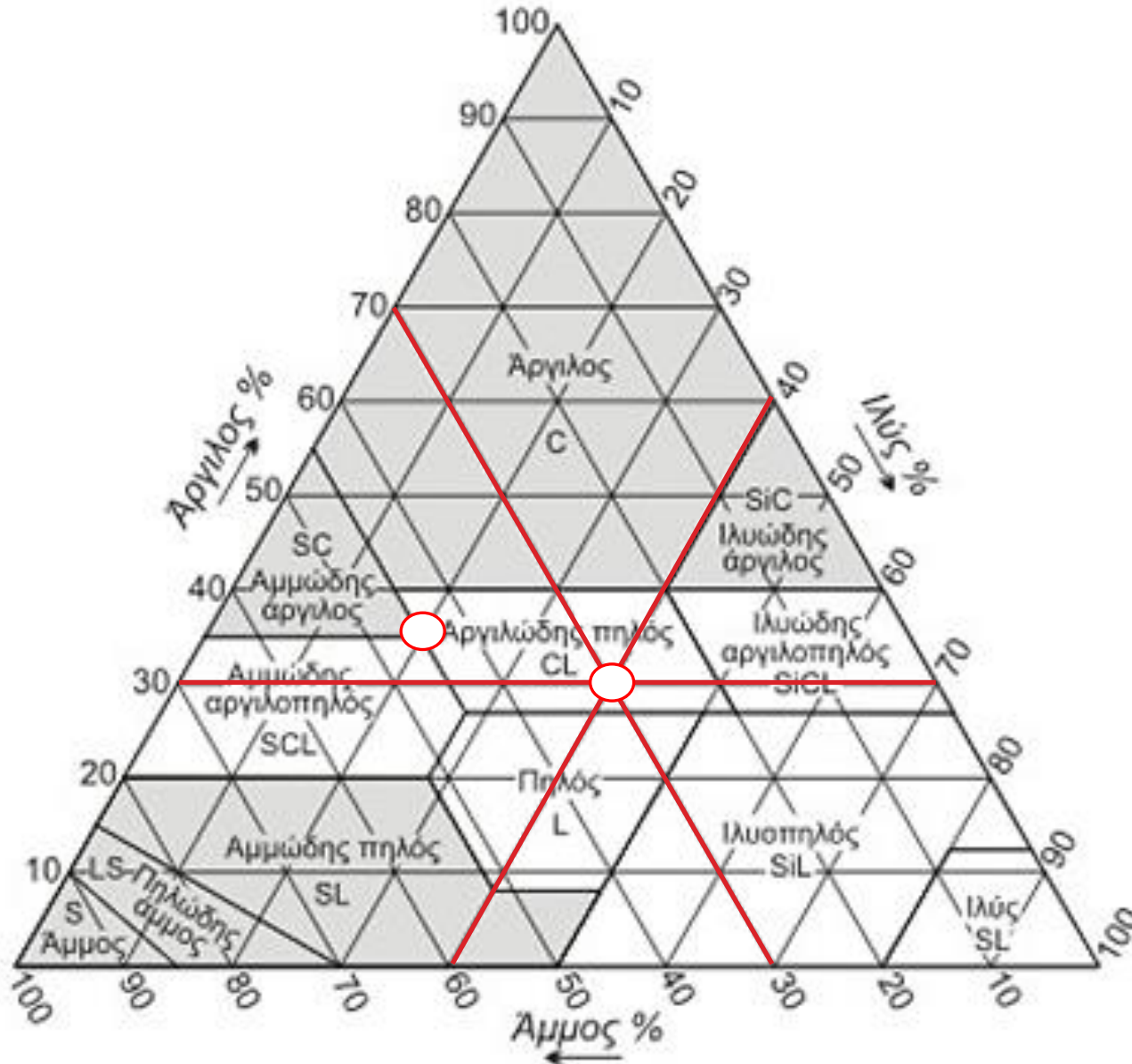


Ταξινόμηση Ιζηματογενών Πετρωμάτων

Κλαστικά ή Μηχανικά

Αν μετρήσαμε:

- **30%** άμμο
 - **30%** άργιλο
 - **40%** ιλύ
- 
- Αργιλώδη Πηλό



Μπορείτε να υπολογίσετε για:

- **45%** άμμο
- **35%** άργιλο
- **20%** ιλύ

Χημικά ιζηματογενή πετρώματα

Τα χημικά ιζήματα **προκύπτουν από την καθίζηση των αλάτων που βρίσκονται σε διάλυση μέσα στο νερό** (γλυκό ή θαλασσινό). Η καθίζηση αυτή είναι **ένα καθαρά φυσικοχημικό φαινόμενο** και **εξαρτάται κυρίως από την διαλυτότητα των αλάτων**.

Τα **ορυκτά συστατικά καθιζάνουν** από το νερό **όταν έχουμε υπέρβαση της διαλυτότητας**.

Οι διαλύσεις μπορούν να γίνουν κορεσμένες (ή υπερκορεσμένες):

- με **αλλαγή στη θερμοκρασία** (π.χ. μείωση),
- με **αλλαγή στο pH** της διάλυσης,
- με **μείωση του ρευστού όγκου μέσω εξάτμισης**,
- με **στροβιλισμό του νερού** εάν είναι σχεδόν κορεσμένο

Τα χημικά ιζήματα ταξινομούνται με βάση τη χημική τους σύσταση και διακρίνονται έτσι σε **ανθρακικά, πυριτικά, ιζήματα Mn και Fe, θειικά και χλωριούχα**.

Χημικά ιζηματογενή πετρώματα – Ανθρακικά

Τα ανθρακικά αποτελούν το **25%** των ιζηματογενών πετρωμάτων και αποτελούνται από κόκκους ασβεστίτη με μέγεθος ιλύος και άμμου και από κρυπτοκρυσταλλική μάζα ασβεστίτη με μέγεθος αργίλου.

- το CaCO_3 (ανθρακικό ασβέστιο) διαλύεται στο νερό επειδή αυτό περιέχει CO_2 , και προκαλεί καθίζηση του δισανθρακικού ασβεστίου:



Η αντίδραση αυτή μπορεί να κινηθεί στην αντίθετη φορά δηλαδή να καθιζάνει CaCO_3 υπό την προϋπόθεση ότι με κάποιο τρόπο θα μειωθεί η παρουσία του CO_2 (αύξηση της θερμοκρασίας του νερού, αύξηση της αλκαλικότητας, μείωση της πίεσης)

Χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- **ασβεστόλιθους (CaCO_3)** - τα ορυκτά ασβεστίτη και αραγωνίτη
- **δολομίτες ή δολόλιθους [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$]** - το ορυκτό δολομίτη.

Χημικά ιζηματογενή πετρώματα – Ασβεστόλιθοι

Οι ασβεστόλιθοι περιέχουν ως κύριο ορυκτολογικό τους συστατικό τον ασβεστίτη (CaCO_3). Η απόθεση του CaCO_3 είναι είτε **χημική** (καθίζηση **λόγω κορεσμού στο υδατικό διάλυμα**), είτε **βιογενής** από τα σκελετικά στοιχεία ζωικών ή φυτικών οργανισμών.

Στους ασβεστόλιθους χημικής προέλευσης ο **μηχανισμός σχηματισμού** τους ήταν ο εξής:

1. Τα νερά της **βροχής** τα οποία **απέρρεαν στη θάλασσα** περιείχαν **διαλυμένο όξινο ανθρακικό ασβέστιο**.
2. Ένα μέρος του όξινου ανθρακικού ασβεστίου **προσλαμβάνονταν από τους θαλάσσιους οργανισμούς** για το σχηματισμό των κελυφών τους ή των σκελετικών τους στοιχείων, **ενώ το υπόλοιπο παρέμενε διαλυμένο**.
3. Η διαλυμένη ποσότητα όξινου ανθρακικού ασβεστίου στο νερό της θάλασσας εξαρτάται από την ποσότητα του CO_2 . Έτσι, καθώς **ελαττώνονταν η περιεκτικότητα** του νερού **σε CO_2** , **ελαττώνονταν** και η διαλυμένη **ποσότητα του όξινου ανθρακικού ασβεστίου**.
4. Με τον τρόπο αυτό το **όξινο ανθρακικό ασβέστιο απελευθέρωνε διοξείδιο του άνθρακα** και **μετέπιπτε σε ουδέτερο ανθρακικό ασβέστιο**, το οποίο ως αδιάλυτο **καθίζανε** και έτσι δημιουργούσε το χημικής προέλευσης **ασβεστολιθικό ίζημα**.

Χημικά ιζηματογενή πετρώματα – Δολομίτες

Είναι **μικτό ανθρακικό χημικό ίζημα** που **σχηματίζεται με τη διαδικασία της δολομιτίωσης** των ασβεστόλιθων, δηλαδή με την **απομάκρυνση μέρους του ασβεστίου από το πλέγμα του ασβεστίτη και την αντικατάστασή του με μαγνήσιο**. Με τη διεργασία αυτή ο ασβεστόλιθος μετατρέπεται σιγά - σιγά σε δολομίτη (αντικατάσταση του αρχικού CaCO_3 από MgCO_3).

Ο **χρόνος είναι ένας σημαντικός παράγοντας** στη διαδικασία αυτή **καθώς παλαιότερες ιζηματογενείς ακολουθίες περιέχουν υψηλότερο ποσοστό δολομίτη**.

Η αντικατάσταση αυτή **γίνεται με την επίδραση νερού που περιέχει μεγάλες ποσότητες μαγνησίου**.

Ανάλογα με το ποσοστό αντικατάστασης του ασβεστίτη από το δολομίτη έχουμε διάφορους πετρογραφικούς τύπους.

Πετρογραφικός τύπος	Δολομίτης %
Ασβεστόλιθος	0-10
Δολομιτικός ασβεστόλιθος	10-50
Ασβεστολιθικός δολομίτης	50-90
Δολομίτης	90-100

Ταξινόμηση Ιζηματογενών Πετρωμάτων

Ασβεστόλιθος



χρώμα λευκό προς γκριζο

Δολομίτης



χρώμα τεφρό έως καστανό

Χημικά ιζηματογενή πετρώματα – Εβαπορίτες

Εννοούμε όλα τα **ιζηματογενή πετρώματα που σχηματίστηκαν με την εξάτμιση αλατούχων νερών τόσο σε θαλάσσια όσο και σε μη θαλάσσια περιβάλλοντα, αλλά με διαφορετική ακολουθία ορυκτών.**

Θαλάσσιοι Εβαπορίτες

- Οι αποθέσεις εβαποριτών **συγκροτούνται κυρίως από διάφορες αναλογίες αλίτη, ανυδρίτη και γύψου, αν και συνευρίσκονται αρκετά άλλα ορυκτά σε ελάχιστες ποσότητες (έχουν αναφερθεί τουλάχιστον 60 ορυκτά).**
- Τα ορυκτά **κατακάθονται διαδοχικά με μειούμενο τον όγκο του νερού και σειρά κρυστάλλωσης που υπαγορεύεται από τη διαλυτότητα των ορυκτών συστατικών** (ανθρακικά → θειικά → χλωριούχα).

CaCO_3 και MgCO_3 , CaSO_4 , NaSO_4 , NaCO_3 , MgSO_4 , NaCl , MgCl_2 και CaCl_2

Μη Θαλάσσιοι Εβαπορίτες

- Οι **μη θαλάσσιοι εβαπορίτες** προέρχονται από **νερά ποταμών ή από υπόγεια, η χημική σύσταση των οποίων έχει μεγάλες αποκλίσεις καθώς εξαρτάται από τη λιθολογία των πετρωμάτων.**
- Τα ορυκτά των μη θαλάσσιων αποθέσεων **δεν συναντώνται εύκολα στις θαλάσσιες.**

Χημικά ιζηματογενή πετρώματα – Γύψος

1. Όταν το νερό της θάλασσας (78% ιόντα Na^+ και Cl^-) μειωθεί στο μισό του αρχικού του όγκου, **κατακάθεται ασβεστίτης.**
 2. Με **πρόσθετη μείωση** του όγκου του νερού (20% του αρχικού), κατακάθεται η γύψος ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).
- **Με τον γεωλογικό χρόνο η γύψος μετατρέπεται σε ανυδρίτη κατά τον ενταφιασμό** και γύψος **σχηματίζεται ξανά** όταν η **διάβρωση μεταφέρει τις εβαποριτικές αποθέσεις επαρκώς κοντά στην επιφάνεια** ώστε το υπόγειο νερό να έρθει σε επαφή με αυτές.
 - Η γύψος έχει **οικονομική σημασία** επειδή αποτελεί **βασικό συστατικό της πλαστικής γύψου που χρησιμοποιείται στις επενδύσεις τοίχων και ως προσθετικό στη βιομηχανία τσιμέντου.**
 - Σκληρότητα γύψου 2 (χαράζεται με το νύχι).



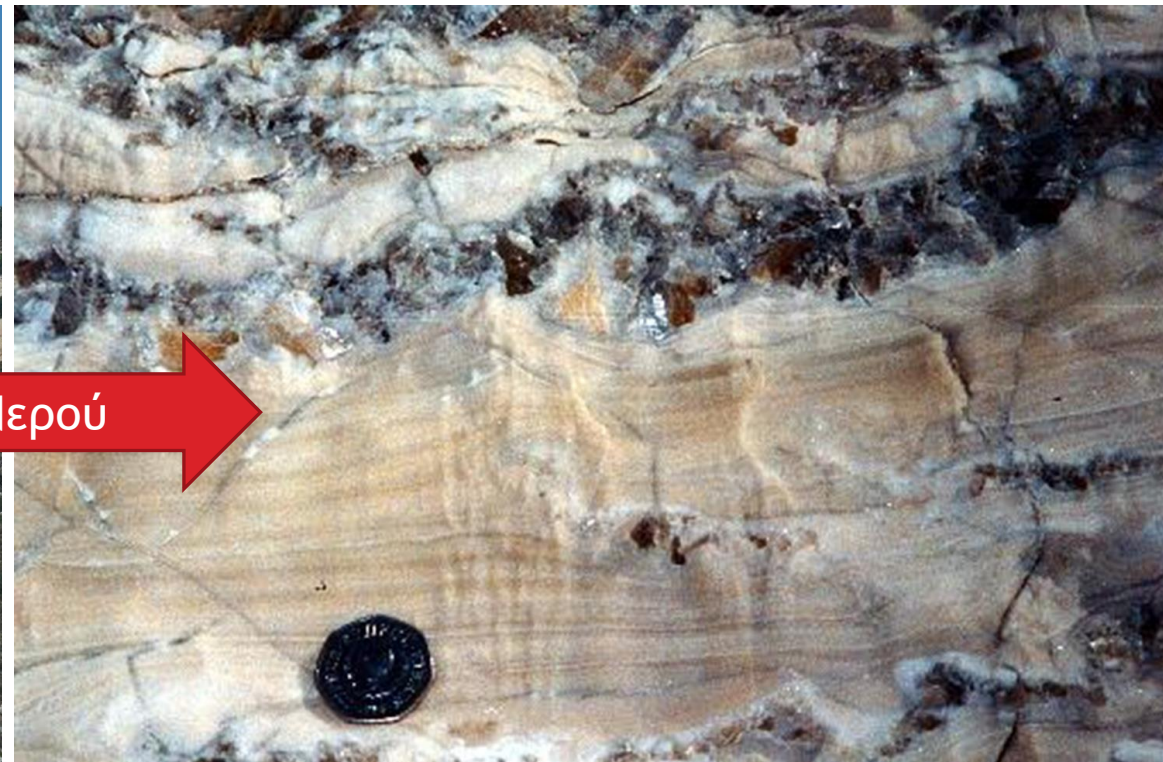
Χημικά ιζηματογενή πετρώματα – Εβαποριτικές Αποθέσεις

Γύψος

Ανυδρίτης



Μείωση Νερού



Βιογενή ιζηματογενή πετρώματα

Σχηματίζονται ύστερα από την **επίδραση βιομηχανικών και βιοχημικών διεργασιών**. Οι διεργασίες αυτές οφείλονται στη **δράση του βιόκοσμου που ζει και πεθαίνει συνήθως μέσα στο νερό**.

Η δημιουργία τους γίνεται με 2 τρόπους:

1. Ο οργανικός κόσμος για τον σχηματισμό του κέλυφους ή του σκελετού του παίρνει από το νερό διαλυμένες ανόργανες χημικές ενώσεις (ανθρακικό ασβέστιο). **Με τον ομαδικό θάνατο των οργανισμών αυτά τα στοιχεία καθιζάνουν και με την διαγένεση συσσωματώνονται.**
2. Ο οργανικός κόσμος **προκαλεί την καθίζηση διαλυμένων ουσιών χωρίς να τις παραλαμβάνει.**

Παράδειγμα

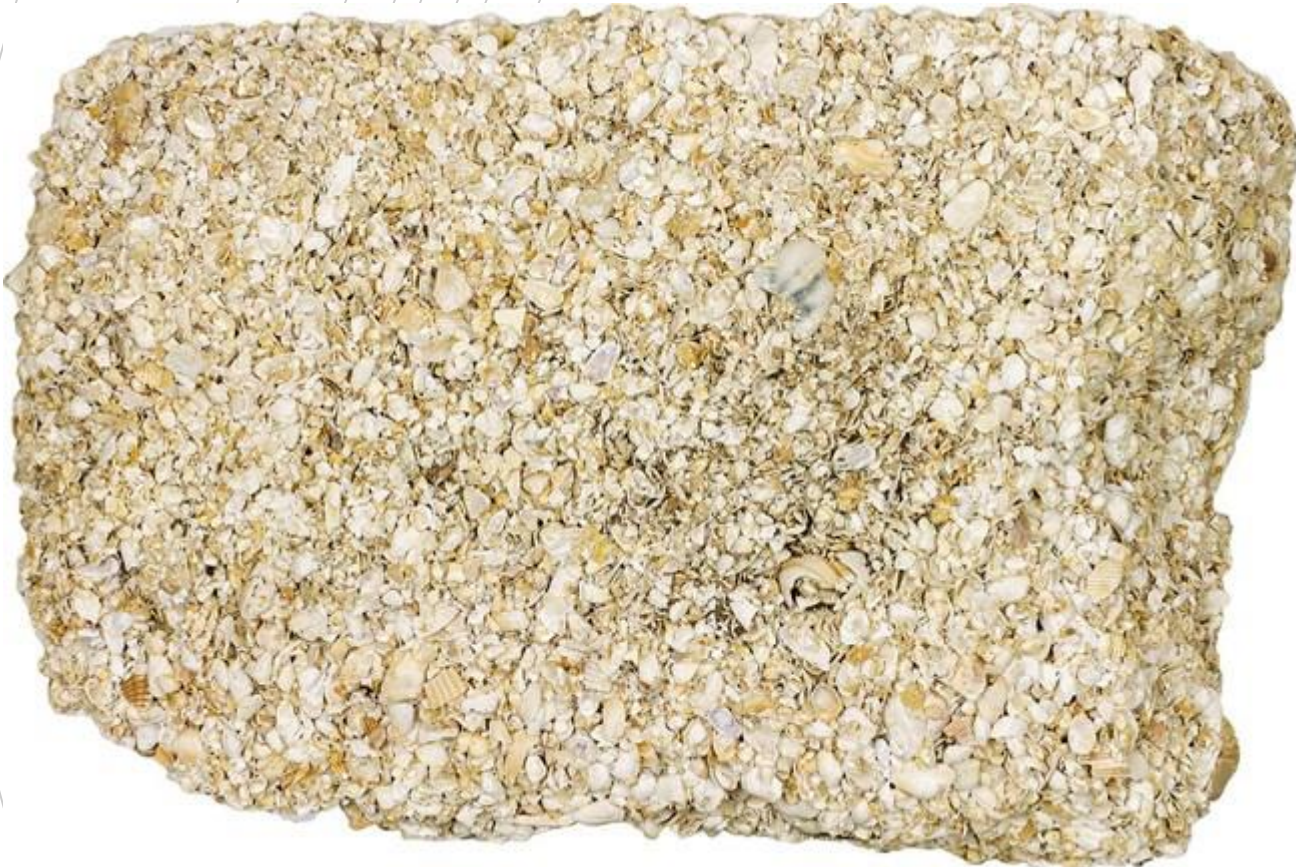
Ορισμένα **φύκη παίρνουν** από το περιβάλλον το απαραίτητο για αυτά **CO₂** και έτσι **συντελούν στην καθίζηση του ανθρακικού ασβεστίου (CaCO₃)** με την **μεταβολή του όξινου ανθρακικού ασβεστίου [Ca(HCO₃)₂] σε ουδέτερο CaCO₃.**

Η καθίζηση αυτή **δεν προκαλείται από χημικά αίτια, αλλά συντελείται με την παρεμβολή του οργανικού κόσμου.**

Ταξινόμηση Ιζηματογενών Πετρωμάτων

Βιογενή ιζηματογενή πετρώματα – Απολιθωματοφόρος ασβεστόλιθος

Κοκίνα

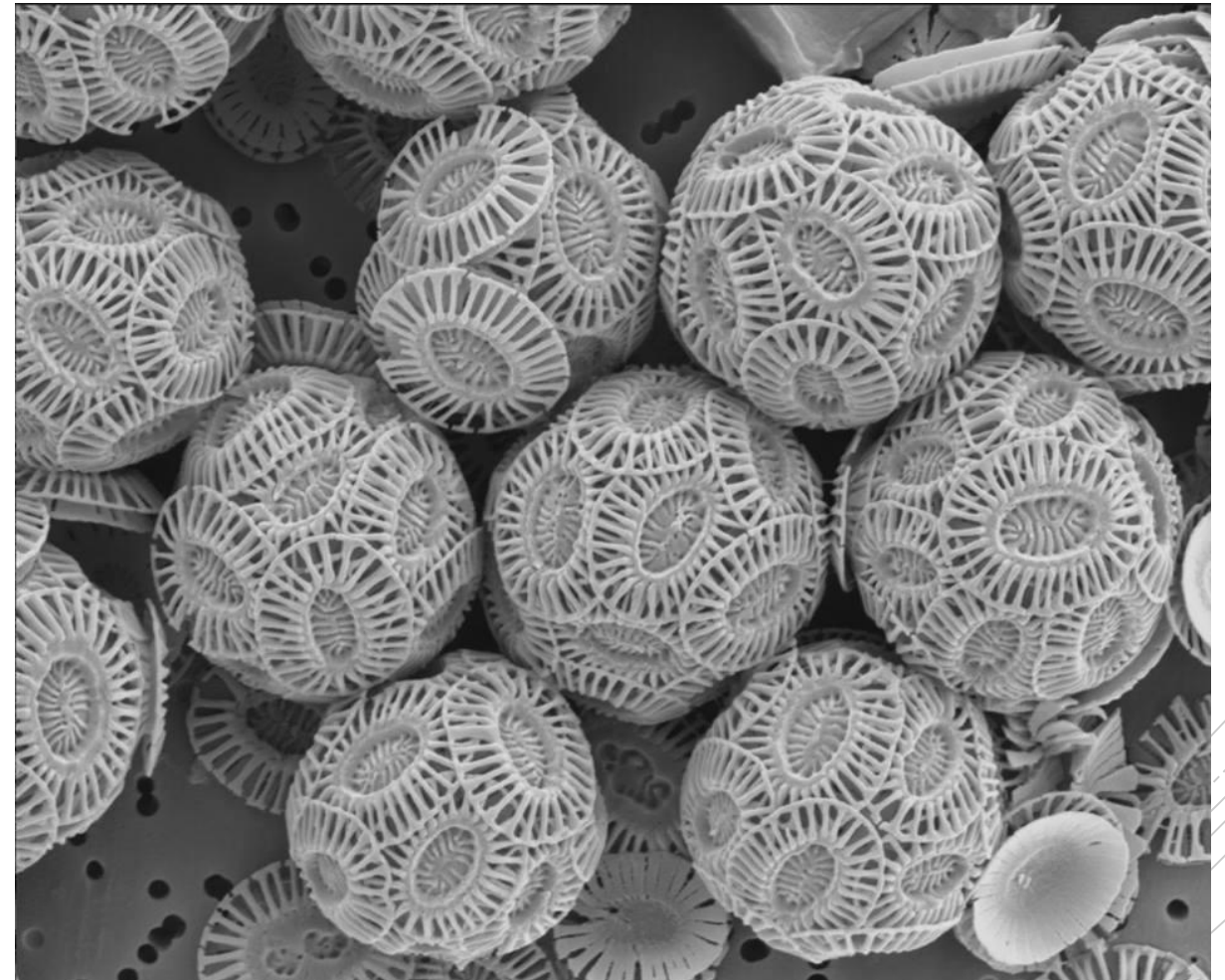


Ωολίθος



Βιογενή ιζηματογενή πετρώματα – Απολιθωματοφόρος ασβεστόλιθος

Κιμωλία



Βιογενή ιζηματογενή πετρώματα – Ανθρακικά

Υπάρχουν επίσης ιζηματογενείς αποθέσεις με **100% οργανικό περιεχόμενο**. Από αυτές η πιο σημαντική είναι η ομάδα του γαιάνθρακα, που συμπεριλαμβάνει την τύρφη, τον καφέ άνθρακα ή λιγνίτη και τον ανθρακίτη.

Γαιάνθρακες

Δημιουργήθηκαν από, **φυτική ύλη η οποία αποτέθηκε και ενταφιάστηκε**. Η απόθεση ήταν είτε επιτόπια, ή μεταφέρθηκε από ηπειρωτικές λεκάνες και παράκτια περιβάλλοντα.

- Λόγω των **υψηλών τιμών θερμοκρασίας, πίεσης** καθώς και της **δραστηριότητας των αναερόβιων βακτηρίων**, δημιουργήθηκαν συνθήκες ανθρακογένεσης από την φυτική ύλη.
- Κατά την διαδικασία της ανθρακογένεσης σχηματίστηκαν με την ακόλουθη σειρά τα πετρώματα λόγω της περιεκτικότητάς τους σε άνθρακα:

τύρφη → λιγνίτης → λιθάνθρακας → ανθρακίτης

Βιογενή ιζηματογενή πετρώματα – Ανθρακικά



τύρφη



λιγνίτης



λιθάνθρακας



ανθρακίτης

Λατομεία Αδρανών Υλικών

Στην κατηγορία των αδρανών υλικών ανήκουν :

α) τα υλικά διαφόρων διαστάσεων, που προέρχονται από την εξόρυξη και θραύση πετρωμάτων ή την απόληψη φυσικών αποθέσεων θραυσμάτων τους και είναι κατάλληλα να χρησιμοποιηθούν όπως έχουν ή ύστερα από θραύση ή λειοτρίβηση ή ταξινόμηση για την παρασκευή σκυροδεμάτων ή κονιαμάτων ή με μορφή σκύρων ή μεγαλύτερων τεμαχίων στην οδοποιία ή λοιπά τεχνικά έργα ή οικοδομές,

ββ) τα υλικά που προέρχονται από την εξόρυξη ασβεστολιθικών πετρωμάτων και χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ασβέστου ή υδραυλικών κονιών ή συλλιπασμάτων μεταλλουργίας,

γ) η μαρμαρόσκονη και η μαρμαροψηφίδα όταν εξορύσσονται από λατομικούς χώρους, στους οποίους, παρά το γεγονός ότι το περικλειόμενο πέτρωμα είναι επιδεκτικό κοπής σε πλάκες, λείανσης και στίλβωσης, εντούτοις δεν μπορεί να εξορυχθούν μάρμαρα σε όγκους λόγω τεκτονισμού του πετρώματος.

Χρήσιμοι Ορισμοί:

Λατομικοί χώροι ή λατομεία είναι οι ενιαίοι χώροι για τους οποίους έχουν χορηγηθεί και βρίσκονται σε ισχύ οι προβλεπόμενες από την κείμενη νομοθεσία εγκρίσεις ή γνωστοποιήσεις: **α)** διενέργειας ερευνητικών εργασιών ή **β)** εκμετάλλευσης λατομικών ορυκτών.

Δημόσια λατομεία είναι οι λατομικοί χώροι επί δημόσιων εκτάσεων και **ιδιωτικά ή δημοτικά λατομεία** είναι οι λατομικοί χώροι επί ιδιωτικών ή δημοτικών εκτάσεων, αντίστοιχα.

Λατομικές περιοχές αδρανών υλικών είναι οι εκτάσεις εντός των οποίων χωροθετούνται ένας ή περισσότεροι λατομικοί χώροι εκμετάλλευσης αδρανών υλικών και οι οποίες καθορίζονται με τη διαδικασία και τα κριτήρια των άρθρων 46,47 και 48 του ν. 4512/2018. Στις λατομικές περιοχές περιλαμβάνονται και οι θέσεις συγκέντρωσης λατομικών επιχειρήσεων αδρανών υλικών στην Περιφέρεια Αττικής, σύμφωνα με το άρθρο 15 του ν. 1515/1985 (Α' 18), που διατηρήθηκε σε ισχύ με το άρθρο 41 του ν. 4277/2014 (Α' 156).

Δικαίωμα έρευνας και εκμετάλλευσης λατομικών ορυκτών (άρθρο 44, ν.4512/2018): Το δικαίωμα έρευνας και επιφανειακής ή/και υπόγειας εκμετάλλευσης των λατομικών ορυκτών ανήκει στον ιδιοκτήτη της εδαφικής έκτασης, μέσα στην οποία υπάρχουν ή σε όποιον ο ιδιοκτήτης παραχώρησε το δικαίωμα αυτό. Το δικαίωμα της εκμετάλλευσης εκτείνεται σε όλα τα παραγόμενα υποπροϊόντα, καθώς και στην αξιοποίηση των εξορυκτικών αποβλήτων κατά τη διαχείρισή τους, που προέρχονται από την εξόρυξη και την επεξεργασία των λατομικών ορυκτών.

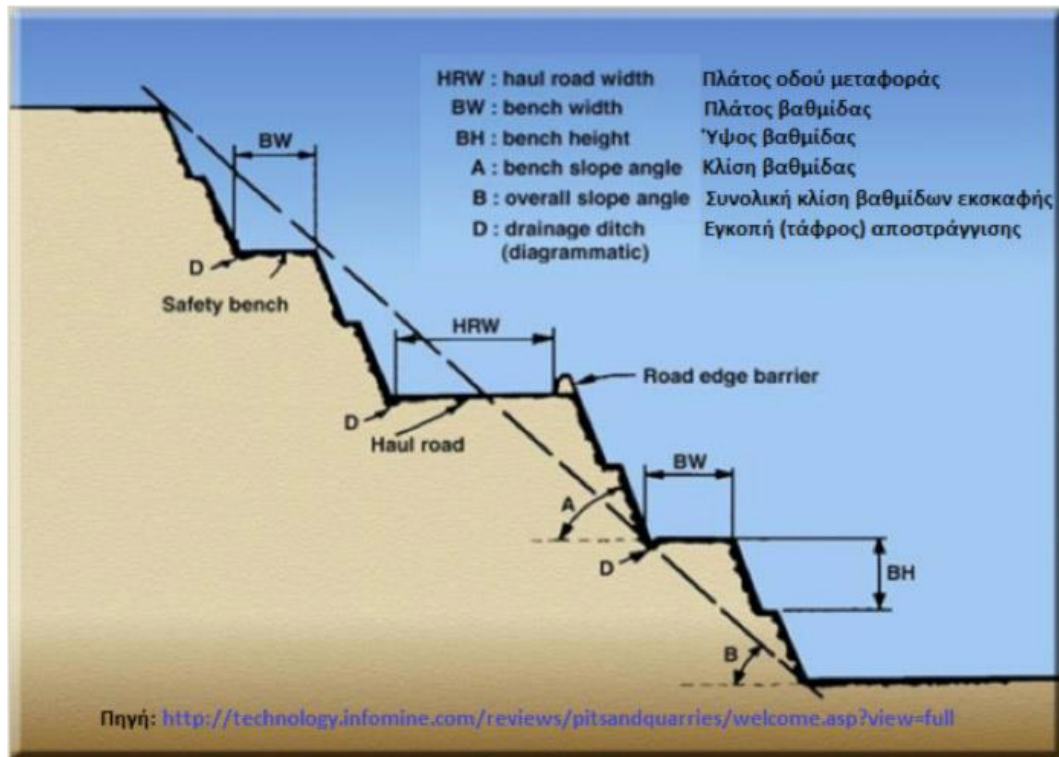


Οι εκμεταλλεύσεις των λατομείων αδρανών υλικών είναι υπαίθριες και πραγματοποιούνται με τη μέθοδο των ορθών βαθμίδων.

Οι τιμές της κλίσης των βαθμίδων όπως και η συνολική κλίση της εκσκαφής εξαρτώνται από τα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά του πετρώματος που εξορύσσεται και των υπερκειμένων, ενώ οι διαστάσεις (πλάτος) βαθμίδων και οδών μεταφοράς από το μέγεθος του μηχανικού εξοπλισμού (διατρητικά, φορητά μεταφοράς, εξοπλισμός φόρτωσης κλπ.) που θα χρησιμοποιηθεί.

Η ολοκληρωμένη αλληλουχία ενεργειών για τη διάνοιξη, τη λειτουργία ενός λατομείου εξόρυξης πετρώματος για την παραγωγή αδρανών υλικών δίνεται στην παρακάτω εικόνα.





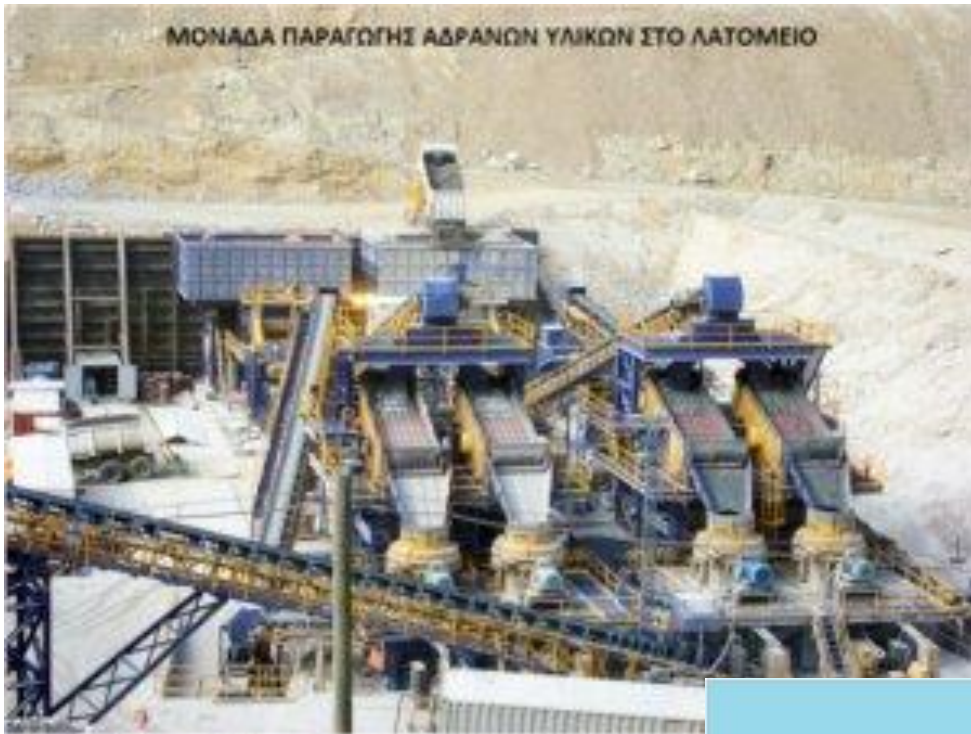
Χρήσεις

Η κύρια χρήση των αδρανών αφορά στην παραγωγή σκυροδέματος (οπλισμένου ή άοπλου).

Οι κόκκοι των αδρανών, λόγω γωνιώδους και ακανόνιστου σχήματος συνδέονται μεταξύ τους και συγκρατούνται στο σκυρόδεμα με τη βοήθεια της τσιμεντόπαστας (μείγμα τσιμέντου + νερού), η οποία έχει «συγκολλητική» δράση.

Όμως, επειδή το τσιμέντο έχει πολύ μεγάλη συμμετοχή στο κόστος των πρώτων υλών του σκυροδέματος, η περιεχόμενη ποσότητά του στο σκυρόδεμα πρέπει να ελαχιστοποιείται υπό την προϋπόθεση βέβαια διατήρησης ικανοποιητικής της αντοχής του.

Το 70-80% κατά βάρος του σκυροδέματος αποτελείται από αδρανή, γεγονός που συμβάλλει στο να διατηρείται χαμηλό το κόστος του σκυροδέματος (σε €/m³), επειδή τα αδρανή είναι σχετικώς φθηνά υλικά, τόσο ως πρώτη ύλη όσο και ως διαδικασία παραγωγής. Τα αδρανή δρουν κατά κύριο λόγο ως «πληρωτικά» στο σκυρόδεμα.



ΘΡΑΥΣΤΑ ΑΔΡΑΝΗ ΥΛΙΚΑ

Κλάσμα 10/20 mm



**Θραυσμένο χαλίκι 5/10 mm
(ποτάμια ή θαλάσσια προέλευση)**



Τα αδρανή υλικά έχουν μεγάλο εύρος εφαρμογής, όμως ο κύριος όγκος τους χρησιμοποιείται:

- Στην παρασκευή του σκυροδέματος.
- Στην παρασκευή άλλων δομικών υλών (τσιμεντόλιθων ή άλλων μορφοποιημένων προϊόντων από σκυρόδεμα)
- Στην οδοποιία, όπου τα αδρανή υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή των εύκαμπτων οδοστρωμάτων (περίπου το 90% αποτελείται από αδρανή) προέρχονται, κυρίως, από τη θραύση κατάλληλων πετρωμάτων ή άλλων υλικών φυσικών αποθέσεων (ποταμών ή χειμάρρων, θαλάσσιων). Καταλληλότερα πετρώματα για αδρανή οδοστρωμάτων είναι οι γρανίτες, γνεύσιοι, αμφιβολίτες, ανδেসίτες, πορφύρες, ψαμμίτες, χαλαζίτες και ορισμένοι σχιστόλιθοι, λόγω της αντοχής τους σε απότριψη (φθορά σε τριβή).
- Στη σιδηροδρομική, όπου χρησιμοποιούνται πολύ χονδρόκοκκα (50-65 mm) αδρανή στο υποσύστημα της επιδομής, η οποία αποτελείται από τις σιδηροτροχιές και τους στρωτήρες, για να εξασφαλίζουν την απαραίτητη κλίση και απόσταση μεταξύ τους. Η επιδομή εδράζεται σε στρώμα σκύρων, γνωστό ως έρμα (ballast), το οποίο πρέπει να έχει αντοχή σε θραύση και κρούση, να μην αποσαθρώνεται από τους κύκλους ψύξης απόψυξης (χαμηλό επιφανειακό πορώδες) και να μην επηρεάζεται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Καταλληλότερα υλικά είναι οι χαλαζίτες, μικροκρυσταλλικά εκρηξιγενή και γρανιτικά πετρώματα, δηλαδή συνήθως μεταμορφωμένα πετρώματα, ενώ τα ιζηματογενή συνήθως πρέπει να αποφεύγονται.
- Σε άλλες βιομηχανικές εφαρμογές, όπως η παρασκευή υδράσβεστου $[Ca(OH)_2]$, η χρήση ως συλλίπασμα στη μεταλλουργία, στην υαλουργία, η χρήση στη γεωργία, στις ζωοτροφές, στη φαρμακοβιομηχανία κ.λπ.