



Πετρολογία Μάθημα 5ο

Περιγραφή Ιζηματογενών
Πετρωμάτων 2

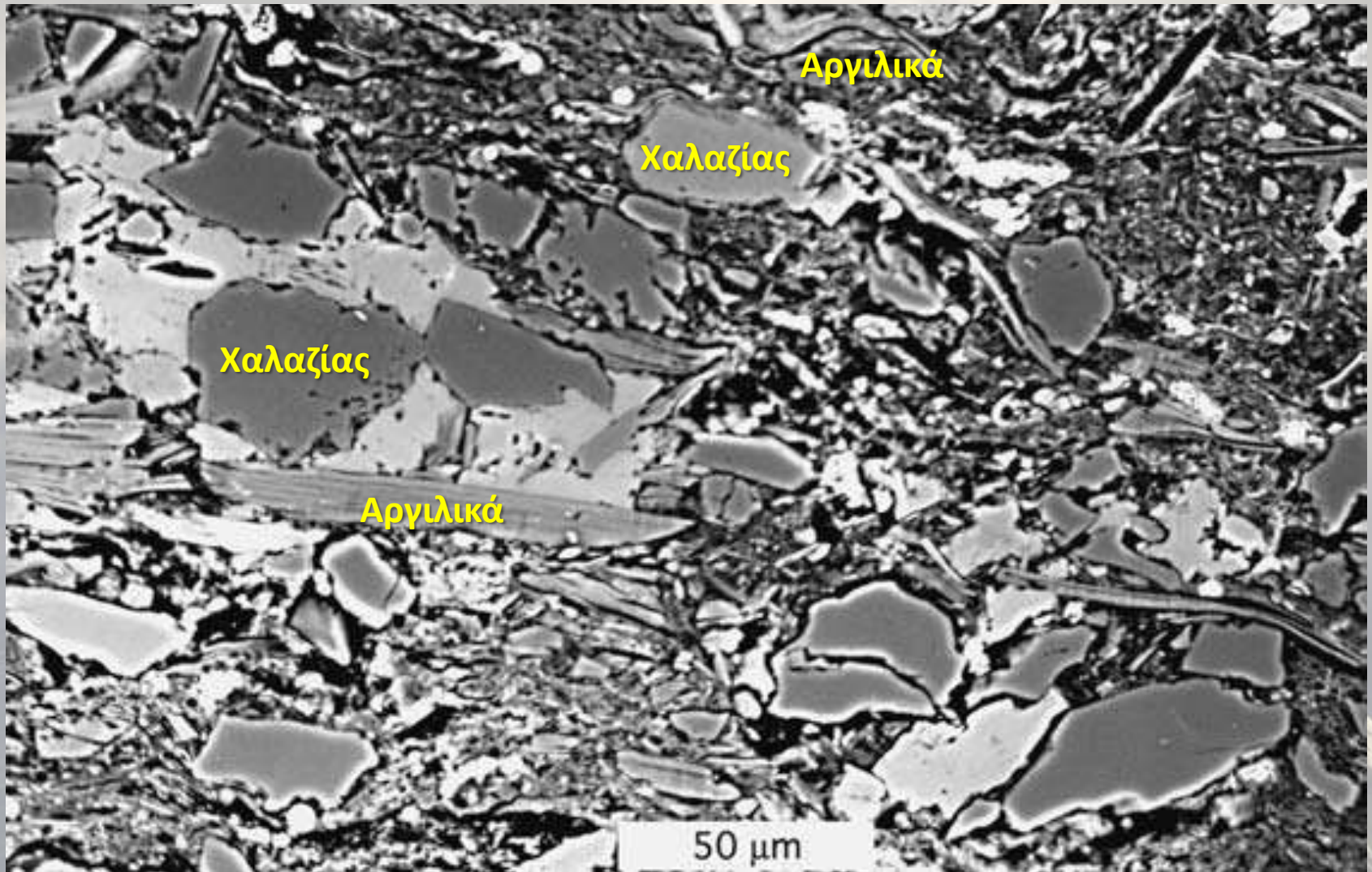
Μιλήσαμε για ...



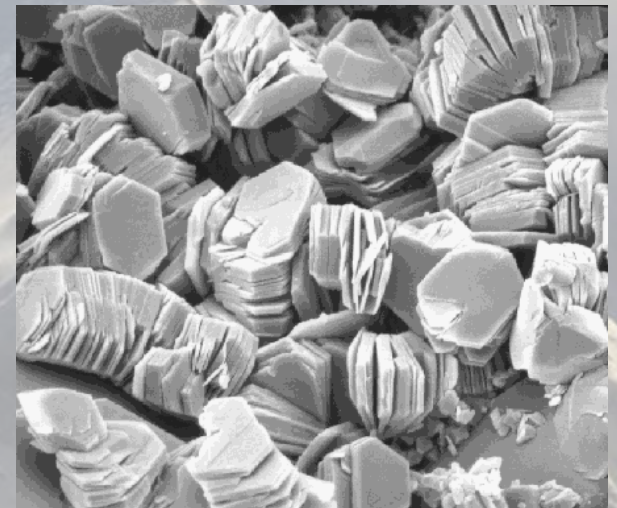
Πηλόλιθοι (mudrocks)

- Κλαστικά ιζήματα με κόκκους μεγέθους της τάξης λίγων δεκάδων μικρών (περίπου 4 με 60μm)
- Θαλάσσια κυρίως προέλευση, αλλά και σε μεγάλες λεκάνες, λιμνοθάλασσες και ποταμούς
- Πολύ διαδεδομένα ιζήματα (περίπου 50% όλων των ιζημάτων)
- Φιλοξενούν νερό και υγρούς ή αέριους υδρογονάνθρακες
- Χρησιμοποιούνται για την κατασκευή κεραμικών προϊόντων, στα χρώματα και σαν απορροφητικά υλικά
- Ορυκτά: χαλαζίας (20-30%), άστριοι, αλλά και πολλά αργιλικά (σμεκτίτης, ιλλίτης, καολινίτης, βερμικουλίτης, ζεόλιθοι, θειούχα, θειϊκά, ανθρακικά κτλ)
- Περιέχουν πολύ οργανική ύλη (οργανικά ορυκτά = macerals) και απολιθώματα.

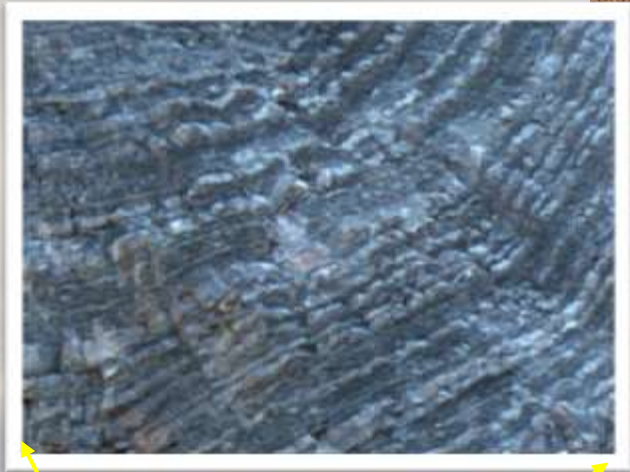
Πηλόλιθος στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο



Κρύσταλλοι Καολινίτη $[Al_2Si_2O_5(OH)_4]$ (με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο)



Πηλόλιθοι



Άργιλοι (Shales)

- Πολύ λεπτομερή κλαστικά (<4 μ m)
- Περιέχει αργιλικά ορυκτά (επίσης μικρές ποσότητες χαλαζία, αστρίων, ανθρακικών, οξειδίων)
- Περιέχουν μεγάλες ποσότητες οργανικών
- Με νερό γίνονται πλαστικοί και κολλώδεις, αδιαπέραστοι πλέον από το νερό
- Με ψήσιμο γίνονται σκληρά κεραμικά υλικά
- Γνωστό παράδειγμα αργίλου ο μπεντονίτης
- Η Μάργα είναι μίγμα αργιλικών με ανθρακικά

‘Αργίλοι



Άργιλοι



Μπεντονίτης



- Πορώδες, πλαστικό πέτρωμα
- Κύρια αργιλικά ορυκτά: Μοντοριλλονίτης και καολινίτης
- Περιέχει κολλοειδές SiO_2
- Σχηματίζεται από την εξαλλοίωση της ηφαιστειακής τέφρας σε επαφή με το νερό
- Διογκώνεται με την απορρόφηση νερού
- Σημαντικές βιομηχανικές χρήσεις

Μάργα

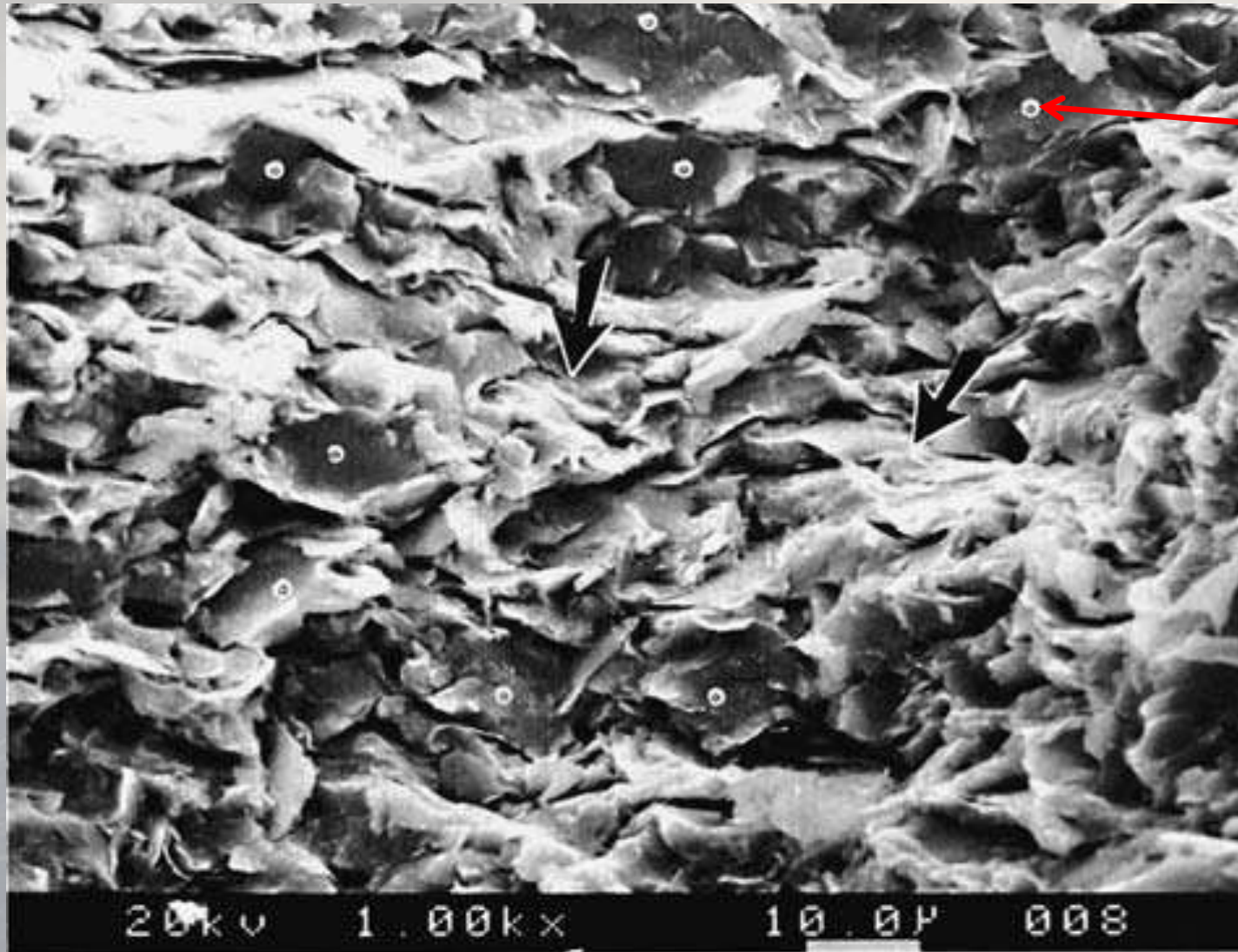
- Άργιλος (35-65%) και ασβεστιτικό υλικό.
- Σχηματίζεται σε θαλάσσιο περιβάλλον ή γλυκού νερού
- Χρήση σαν λίπασμα εδαφών φτωχών σε ασβέστιο



Τρόποι διαγένεσης πηλόλιθων και αργίλων

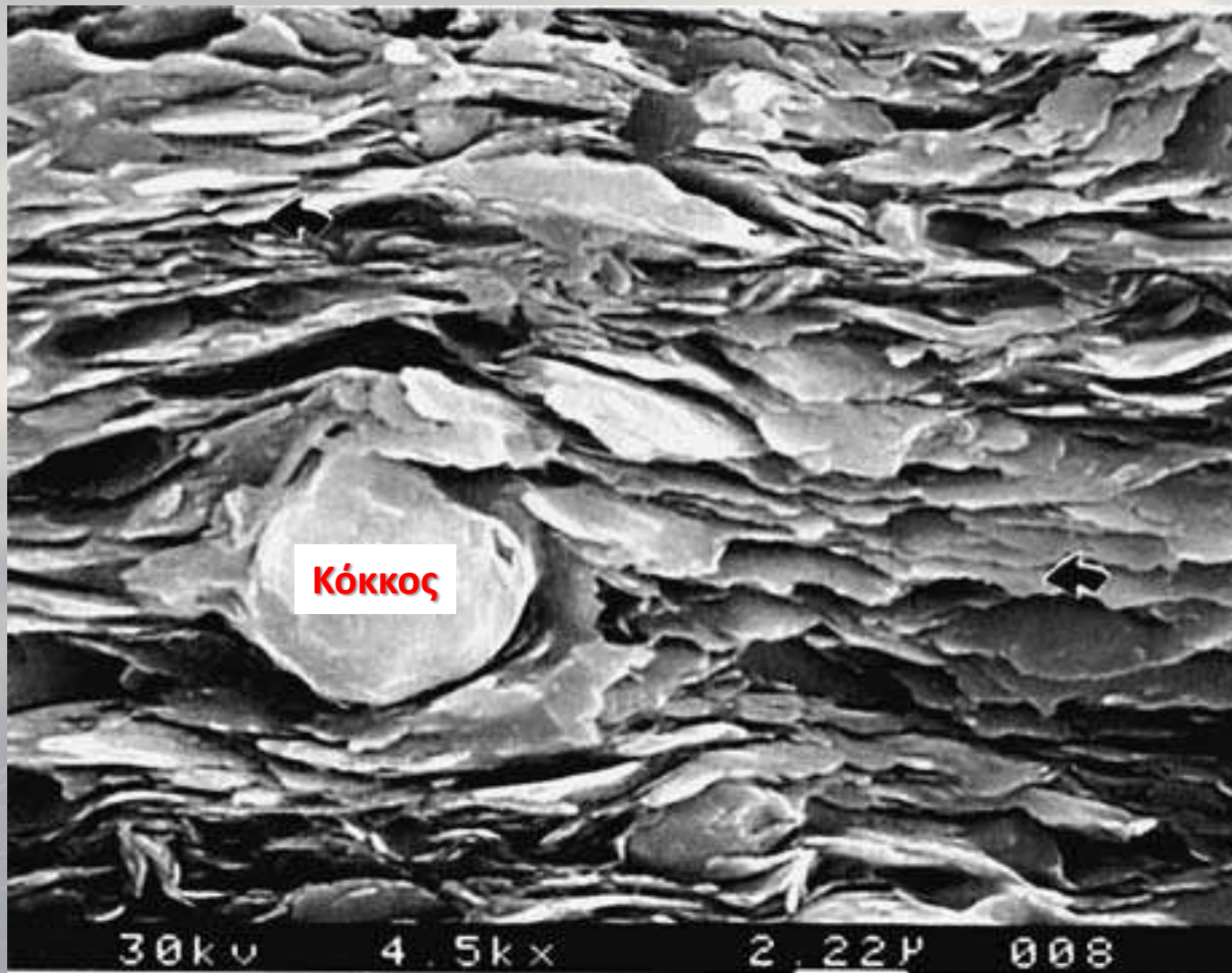
- **Φυσικοχημικοί**
 - Ηλεκτροχημικοί: διασύνδεση λόγω φορτίων
 - Θερμοχημικοί: θερμικοί παράγοντες και διαφορές θερμοκρασίας που οδηγούν σε κινητικότητα των κόκκων ή σε πάγωμα του νερού
 - Δυναμική διεπιφανειών: διαφορική κίνηση κόκκων λόγω βαρύτητας, μικροδομή της επιφάνειας
- **Βιο-οργανικοί**
 - Μηχανικές βιο-διεργασίες: ανάδευση προερχόμενη από την ενέργεια μικρο-οργανισμών
 - Βιο-φυσικές: προσκόληση κόκκων σε οργανική ύλη
 - Βιοχημικές: δημιουργία ή καταστροφή χημικών ενώσεων, π.χ. αέρια
- **Διεργασίες ενταφιασμού: κατά την αύξηση της πίεσης από τα υπερκείμενα ιζήματα**
- **Διεργασίες τσιμεντοποίηση (συγκόλησης)**

Άργιλοι (βιογενώς και μηχανικά σχηματισμένοι)



Χαλαζίας

Άργιλος ταξινομημένη



Σπάνια βλέπουμε
κλαστικούς κόκκους

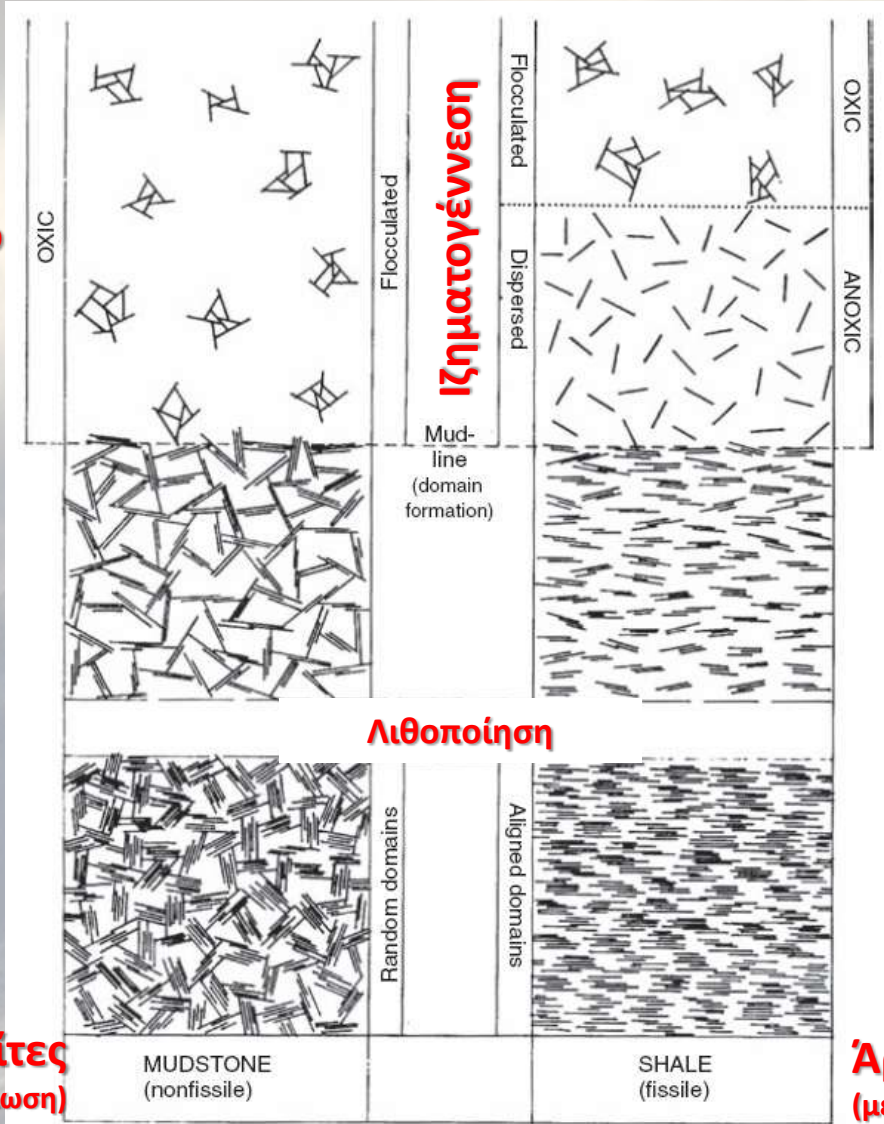
Φύλλωση (fissility)

- Η ιδιότητα των αργίλων να διαχωρίζονται εύκολα σε λεπτές πλάκες/φύλλα



Περιβάλλον σχηματισμού και μικροδομή

Οξειδωτικό



Οξειδωτικό

Αναγωγικό

Πηλίτες
(χωρίς φύλλωση)

Άργιλοι
(με φύλλωση)



Ασβεστόλιθοι, Εβαπορίτες, Λατερίτες

ΧΗΜΙΚΑ ΙΖΗΜΑΤΑ

Ασβεστόλιθοι

- Ιζηματογενές χημικό ή βιογενές ή βιοχημικό με κύριο ορυκτό τον μικροκρυσταλλικό ασβεστίτη
- Κυρίως λευκά και γκρίζα πετρώματα αλλά και κοκκινωπά, μαύρα, καστανά ή κυανά
- Χαρακτηριστικοί σχηματισμοί τα σπήλαια με σταλακτίτες και σταλαγμίτες
- Σύνηθες πέτρωμα που στην Ελλάδα καλύπτει περίπου το 80% της έκτασής της
- Βασικό δομικό υλικό (π.χ. χαλίκια)
- Σχηματισμός σε θαλάσσια περιβάλλοντα:
 - Βενθονικοί: ρηχές θάλασσες
 - Πελαγικοί: ανοικτό πέλαγος, μεγάλο βάθος

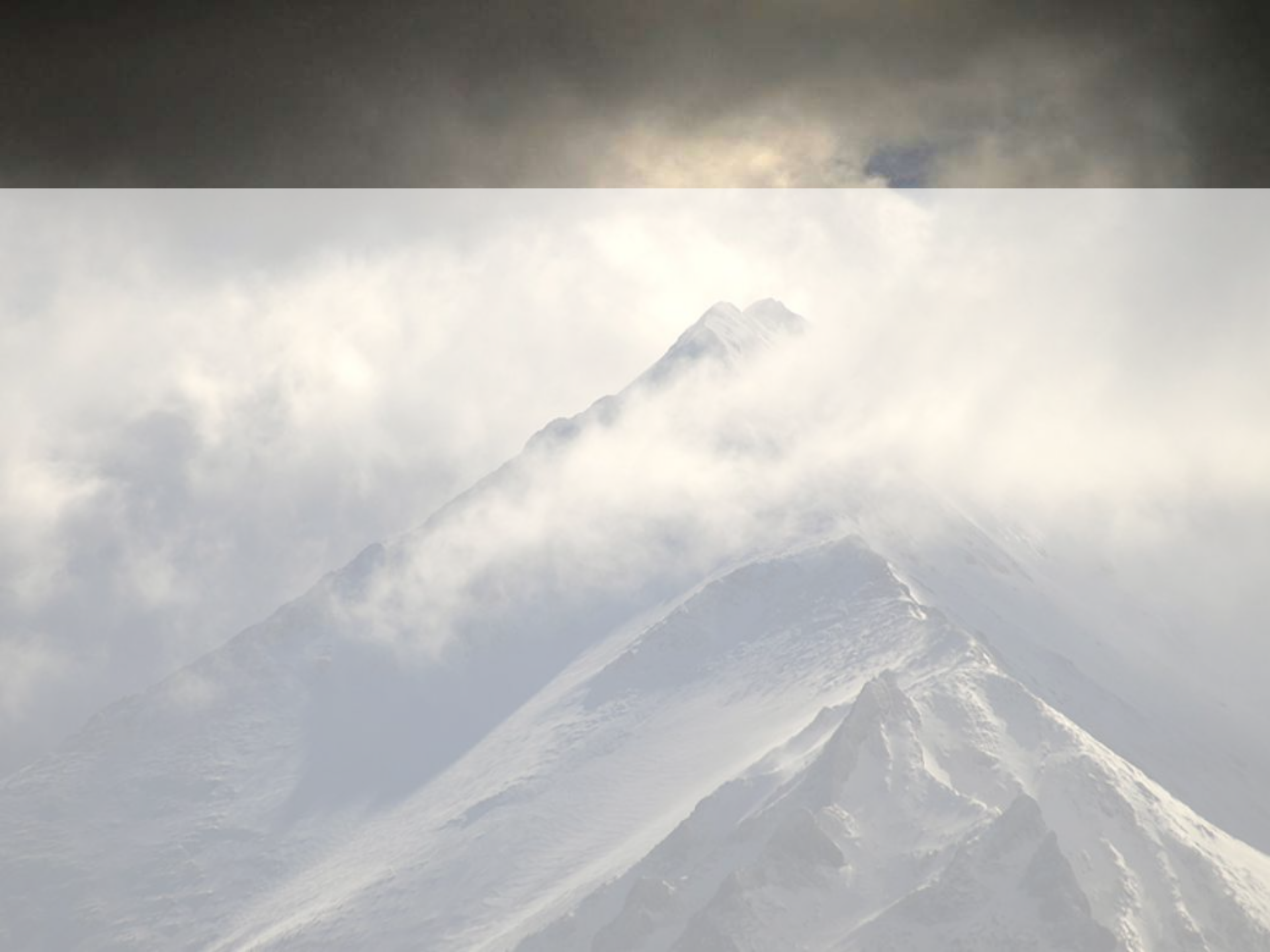


Ασβεστολιθικά βράχια



Βιογενής ασβεστόλιθος





Λιμνοδολίνη Βουλιαγμένης



Σπήλαια: Δικταίο Άντρο

(Βουνό Δίκτη, Λασιθί, Κρήτη) – Εδώ γεννήθηκε ο ΔΙΑΣ!



Σπήλαιο Λιμνών

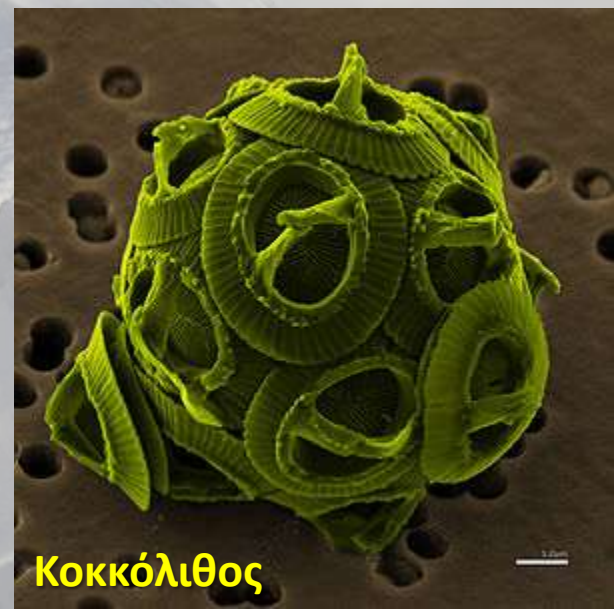
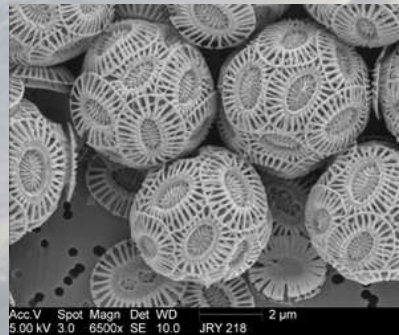
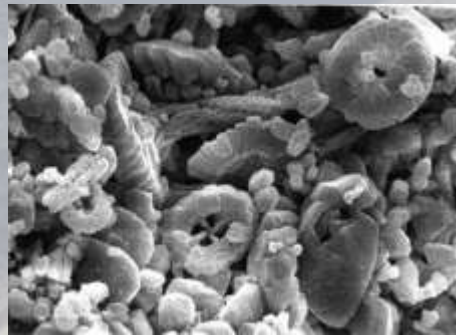
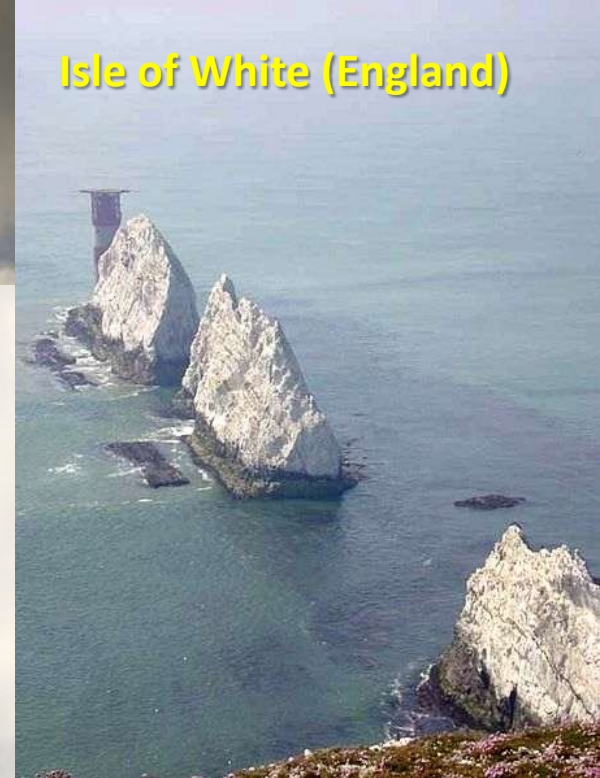
(στο δρόμο για τα Καλάβρυτα)



Κρητίδα (chalk)

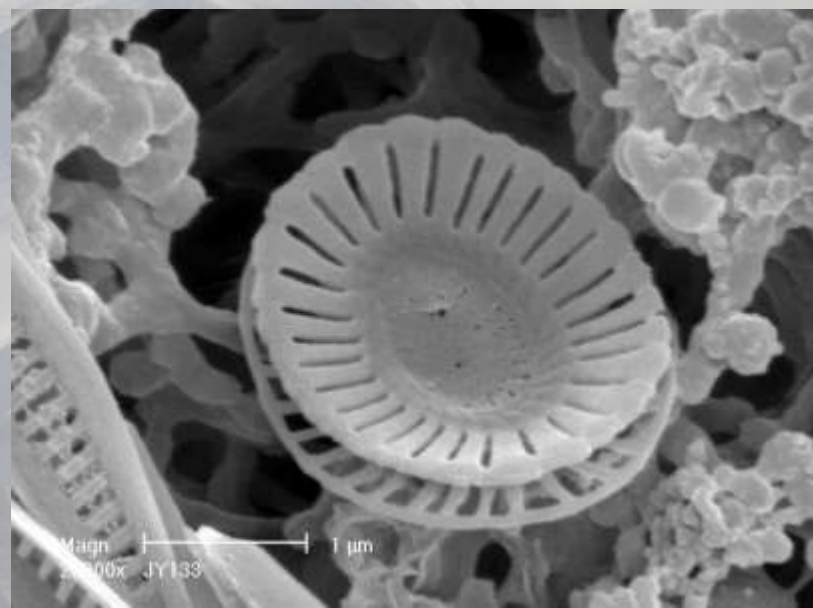
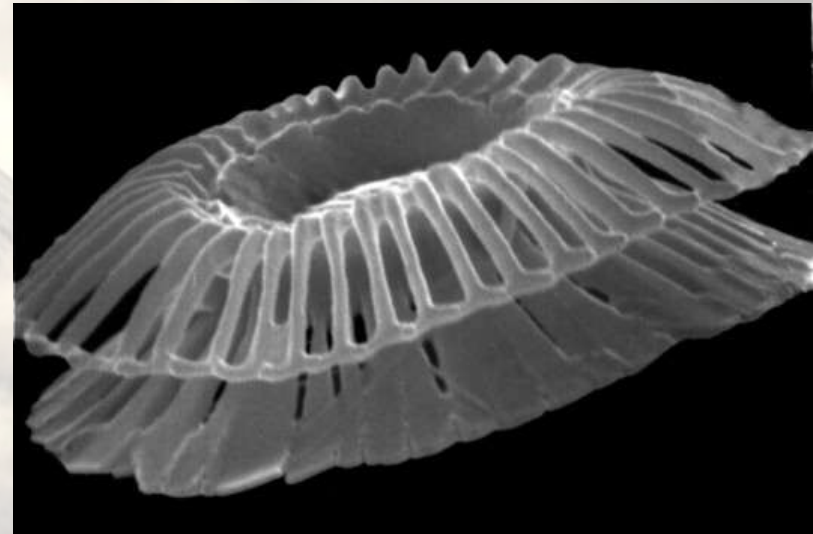
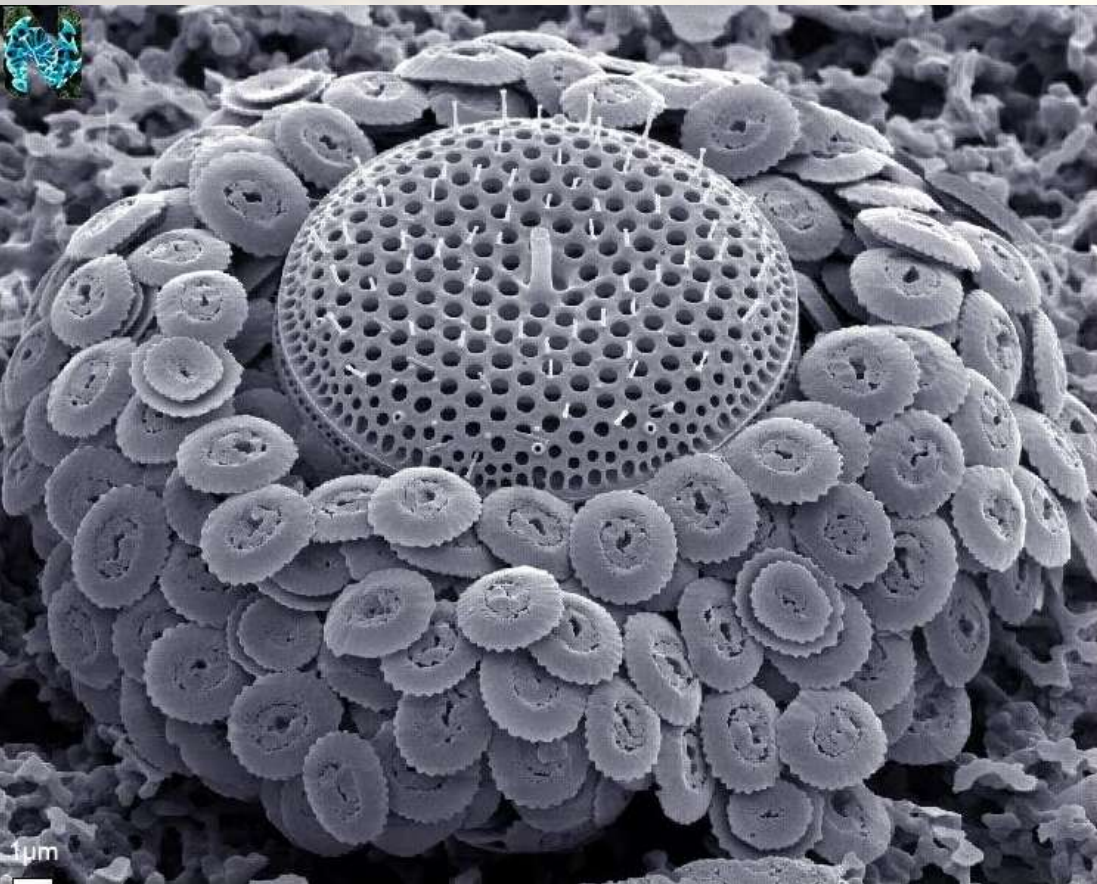
- Πορώδες, μαλακό και εύθρυπτο ασβεστιτικό υλικό
- Θαλάσσια προέλευση
- 90-99% ασβεστίτη, λεπτοκρυσταλλικός
- Συσσώρευση ασβεστιτικών κελυφών μικροοργανισμών

Isle of White (England)



Κοκκόλιθος

Περισσότεροι εντυπωσιακοί κοκκόλιθοι!



A wide-angle landscape photograph showing a vast, flat, light-colored salt flat in the foreground and middle ground. The ground is covered with a thin layer of snow or salt, and there are some small, dry bushes scattered across it. In the background, a range of rugged mountains is visible, with their peaks and upper slopes covered in snow. The sky is a clear, pale blue, suggesting a bright day. The overall scene is a typical representation of a salt flat environment.

Χημικά ιζήματα

ΕΒΑΠΟΡΙΤΕΣ

Κύρια ορυκτά εβαποριτών



Στάδια γένεσης εβαποριτών

- Εξάτμιση στην επιφάνεια → αλμυρό βαρύ στρώμα νερού
- Βύθιση στον πυθμένα
- Καθίζηση εβαποριτικών ορυκτών
- Παραδείγματα:
 - Κασπία θάλασσα όταν η εξάτμιση είναι γρηγορότερη της εισόδου γλυκού νερού (ποτάμια)
 - Λιμνοθάλασσα: αποκοπή από την θάλασσα

Εβαποτίτες (1)



Εβαποτίτες (2)



Εβαπορίτες (3)



Εβαποτίτες (4)



Pierre-Arnaud Chouvy - 2000



Περιοχές με εβαπορίτες στην Ελλάδα

- **Ήπειρο, Επτάνησα και Κρήτη: τριαδικά έως τριτογενούς ηλικίας**
 - **Επτάνησα: γύψος**
 - **Ιωάννινα: ορυκτό άλας**



Υπολειματικά κοιτάσματα

Λατερίτες

Βωξίτες

**ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΑ ΧΗΜΙΚΗΣ
ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗΣ**

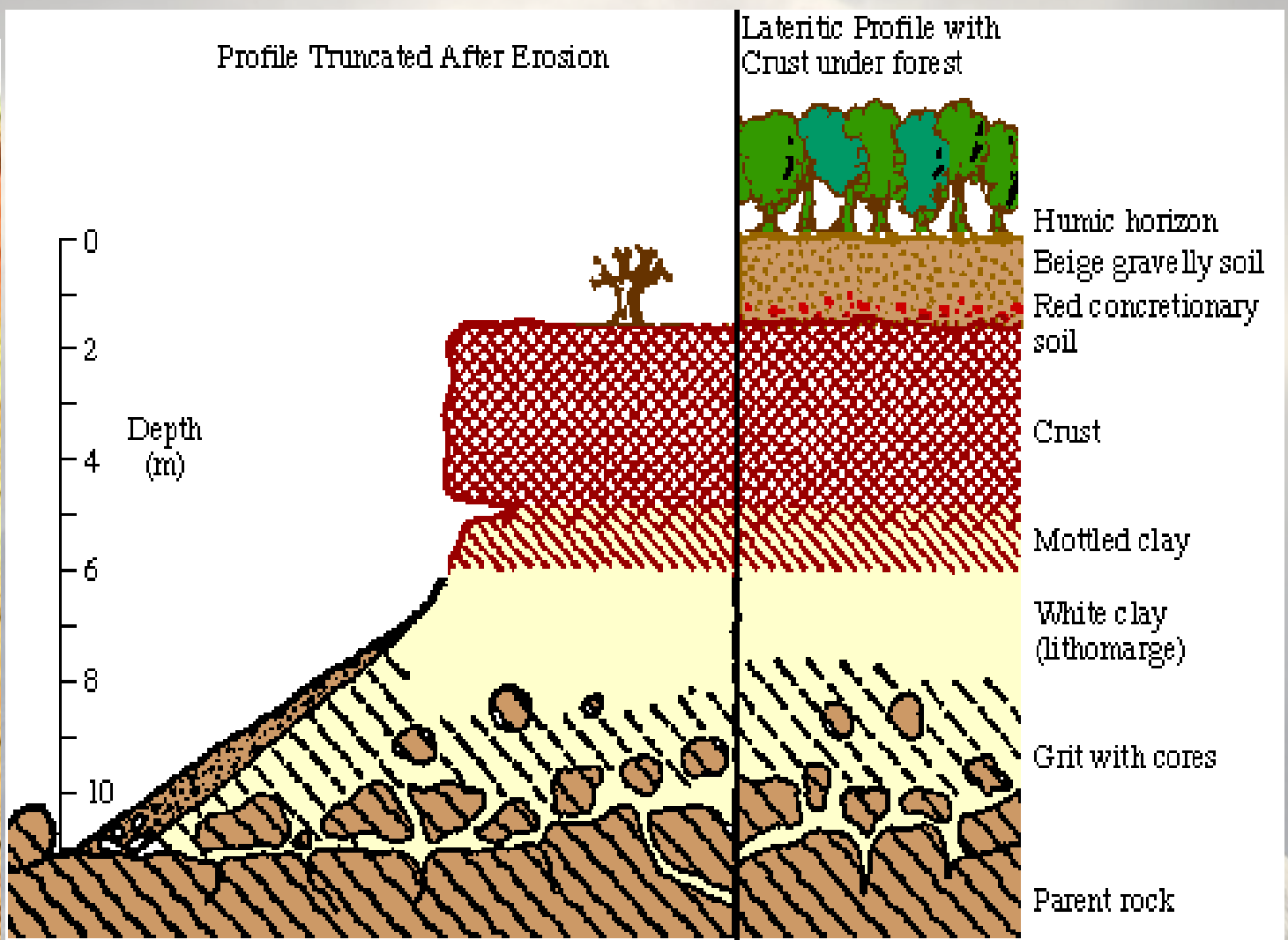
ΛΑΤΕΡΙΤΕΣ

- Πετρώματα στην επιφάνεια της γης εξαλλοιώνονται
- Σε θερμά και υγρά κλίματα έχουμε την λατεριτική αποσάθρωση
- Αποσάθρωση υπερμαφικών → Σιδηρομεταλλεύματα, πλούσια και σε νικέλιο
- Αποσάθρωση πλούσιων σε αλουμίνιο → βωξίτες

Λατερίτες (λιθογραφική στήλη)

- Από επάνω προς τα κάτω
- Έδαφος
 - από μηχανική και χημική αποσάθρωση, μαύρο με πολύ οργανική ύλη (π.χ. χουμικά οξέα).
 - Επίσης, σε συνθήκες απόπλυσης από βροχές έχει ανοιχτό χρώμα.
 - Το έδαφος μπορεί και να έχει αποπλυθεί και να μην υπάρχει.
- Ορίζοντας πλούσιος σε ορυκτά του Fe.
 - Σκληρός ορίζοντας με ανακρυστάλλωση ορυκτών του σιδήρου
- **Βωξιτικός ορίζοντας**
 - **Μαλακός ορίζοντας με λιγότερα ορυκτά του Fe**
 - **Ομοιογενής ή με ζώνες διαφορετικών χρωμάτων**
 - **Βωξιτικοί κόνδυλοι σε λεπτομερή ορίζοντα με αργιλικά ορυκτά**
 - **Λευκά, κίτρινα, ερυθρά, καστανά χρώματα. Πρασινίζων εάν έχει χλωρίτες**
- Σαπρολιθικός ορίζοντας
 - Αργιλικά ορυκτά (π.χ. καολινίτη) αλλά και χαλαζία, ρουτίλιο, ζirkόνιο
 - Βαθύτερα έχει άλλα αργιλικά ορυκτά, π.χ. ιλλίτης, νοντρονίτης, μοντμοριλλονίτης
 - Ανοιχτά χρώματα σχετικά με αυτά του βωξιτικού ορίζοντα
 - Δύο ορίζοντες: Ανώτερος, χωρίς υπολείμματα του μητρικού πετρώματος και κατώτερος με υπολείμματα μητρικού.
- Υγιές πέτρωμα
- Όλες οι ζώνες δεν είναι πάντα παρούσες. Απότομη ή σταδιακή μετάβαση μεταξύ των οριζόντων είναι δυνατή.

Βωξιτικοί ορίζοντες



Λατεριτίωση (1)

- **Ύπαρξη κατάλληλων πετρωμάτων**
 - Περιδοτίτες με ολιβίνη → Ni-ούχους λατερίτες
 - Όξινα, ενδιάμεσα και βασικά → βωξίτες
- **Βωξιτικά πετρώματα: βασάλτες, διαβάσες, αρκόζες, καολινιτικές άργιλοι, αργιλικοί σχιστόλιθοι, γρανίτες**
- **Επιδεκτικότητα σε λατεριτίωση**
 - Ορυκτολογική σύσταση
 - Κρυσταλλικότητα
 - Μέγεθος και ειδική επιφάνεια κόκκων ορυκτών
 - Υδροπερατότητα

Λατεριτίωση (2)

- **Τροπικό κλίμα (κλίμα μουσώνων)**
 - Θερμά κλίματα $>22^{\circ}\text{C}$
 - Αυξημένες βροχοπτώσεις :1200mm
 - Εναλλαγή υγρών και ξηρών περιόδων (π.χ. Ελλάδα κατά το Μ. Τριαδικό έως Μ. Ιουρασικό)
- **Τροπική βλάστηση**
 - Διατήρηση της υγρασίας του εδάφους
 - Ρίζες δέντρων
 - Μικροοργανισμοί
 - Απομάκρυνση Si από τα δένδρα (400 τόνοι Si σε 1000 χρόνια)
 - Ανθρώπινος παράγοντας, όπως πυρκαγιές

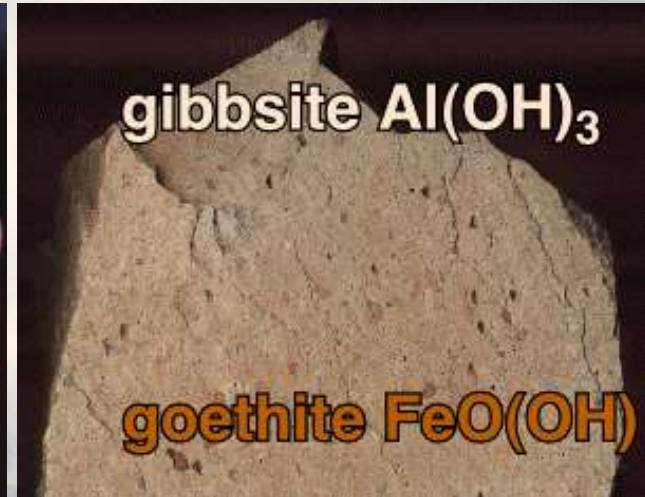
Λατεριτίωση (3)

- **Ύπαρξη πανεπίπεδου**
 - Μεγάλο υψόμετρο και γρήγορη αποστράγγιση
 - Λίγα νέα προϊόντα αποσάθρωσης προστίθενται
 - Μικρή κλίση αναγλύφου
- **Καλή αποστράγγιση**
 - Από πετρώματα και εδάφη πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα
 - Πολλά ρήγματα

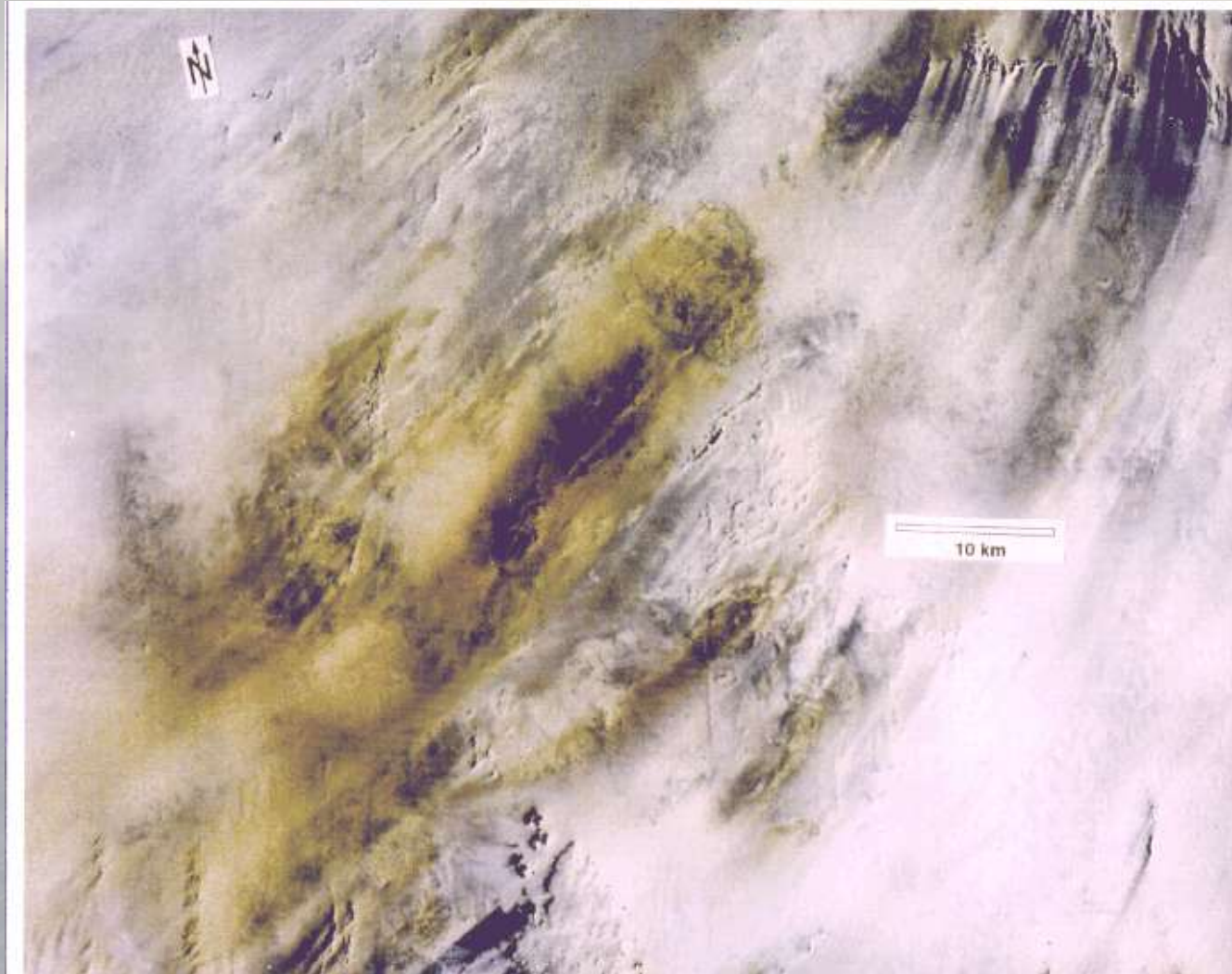
Διαδικασία λατεριτίωσης

- Απομάκρυνση ευδιάλυτων συστατικών: όλα τα στοιχεία με λόγο «σθένους/ιοντική ακτίνα» < 3
 - K^{+1} , Na^{+1} , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Fe^{+2} , Ni^{+2} , Mn^{+2}
- τα δυσδιάλυτα παραμένουν: $3 < \text{λόγος}$ «σθένους/ιοντική ακτίνα» < 9.5
 - Al^{3+} , Fe^{3+} , Ti^{4+} , Cr^{3+} , Mn^{4+}
- Διαλυτά σύμπλοκα ιόντα: λόγοσ «σθένους/ιοντική ακτίνα» > 12
 - C σαν H_2CO_3 , N σαν HNO_3 , P σαν H_3PO_4
 - Το Si ανήκει σε αυτή την κατηγορία αλλά είναι σχετικά διαλυτό

Λατερίτες



Δορυφορική εικόνα περιοχής λατεριτών



Βωξίτες



Βωξίτες



Εργοστάσιο Επεξεργασίας Βωξίτη



An aerial photograph of a vast open-pit coal mine. The landscape is dominated by dark, terraced levels of the mine, with numerous conveyor belts and tracks crisscrossing the site. In the center, a large piece of yellow and blue machinery, possibly a conveyor system or a large crane, is prominent. The overall scene depicts a massive industrial operation for coal extraction.

Λιγνίτες

ΟΡΥΚΤΟΙ ΑΝΘΡΑΚΕΣ

Η ύλη των ορυκτών ανθράκων

- Στερεά καύσιμη ύλη απολιθωμένων οργανικών ιζημάτων
- Κυρίως φυτικής προέλευσης που συσσωρεύτηκαν
- Υπόκεινται στις διεργασίες ενανθράκωσης με αύξηση της περιεκτικότητας του άνθρακα
- Συμβαίνει σήμερα, στα πρώτα στάδιά της, και στον γεωλογικό χρόνο στα επόμενα στάδια.

Στάδια μετατροπής της φυτικής ύλης

- Φυτική ύλη → Τύρφη
 - Αρχικά συσσώρευση
 - Έπειτα, βιοχημική αποσύνθεση με δράση μικροοργανισμών
- Απομάκρυνση πτητικών και συμπύκνωση ύλης: δυναμοχημικό στάδιο (χωρίς την δράση βακτηριδίων)
- Διαφορετικά στάδια με αύξηση του άνθρακα και μείωση των πτητικών

Χημική σύσταση ορυκτών ανθράκων

- **Οργανική ύλη**
 - **Κυτταρίνη:** από τα μέρη του ξύλου των φυτών
 - **Λιγνίνη:** σημαντικό συστατικό των γαιανθράκων, σε αυτήν οφείλεται η σκλήρυνση της κυτταρίνης των ξύλων
 - **Χουμικά:** προϊόν μεταβολής φυτικών υλών, διαλυτές σε βασικούς διαλύτες, σαν οξέα και άλατα
 - Φουλβικά οξέα
 - Χουμικά οξέα
 - Χουμίνη
 - **Βιτούμινα και φορείς τους:** πολυμοριακές ενώσεις υδρογονανθράκων, συχνά περιέχουν μικροοργανισμούς, σχηματισμός στο πρώτο στάδιο της τυρφογένεσης από έλαια, ρητίνες και λίπη, προέρχονται από σπόρους φυτών και γύρι, στα φύκια κτλ.
 - **Άλλες οργανικές ύλες:** πρωτεΐνες, αζωτούχες ενώσεις (π.χ. χλωροφύλλη), σάκχαρα, άμυλο, λευκώματα, έλαια, κηροί, ρητίνες, τανίνες, διάφορα αέρια.

Ξύλο

C= 50%



Υπολείμματα τροπικού δάσους

Τύρφη

C= 55-64%



Λιμνούλα έλους όπου σχηματίζεται τύρφη - φαίνονται ψάρια Killifish



- Ελώδης σχηματισμός
- Χαλαρό, καύσιμο ίζημα
- Αναγωγικές συνθήκες
- Παρουσία βακτηριδίων
- Ιδιαίτερα νέας ηλικίας (συμβαίνει και σήμερα)
- Αυξάνεται η θερμαντική ικανότητα μετά από μείωση του νερού με πίεση

Λιγνίτης

C= 60-75%



- Πρώτα στάδια ενανθράκωσης
- Διαγενετικές διαδικασίες
- Διακρίνονται σε Μαλακούς (γεώδεις) και Σκληρούς (λαμπερό χρώμα ή σταχτί) λιγνίτες
- Άλλη διάκριση:
 - Ξυλίτης: με φυτικά υπολείμματα
 - Πισσάνθρακας: λεπτομερή ξυλιτικά υπολείμματα έντονα οξειδωμένα, με πολλά βιτουμενιούχα συστατικά
 - Γαγάτης (Γαγαία, πόλη της Λυκίας, Ν. Μικρά Ασία): επιδέχεται επεξεργασία για κατασκευή κομψοτεχνημάτων, ευδιάκριτος ξυλώδης ιστός

Λιθάνθρακας

C= 76-90%



- Λαμπερός ώριμος γαιάνθρακας
- Συμπαγής με λεπτές στρώσεις
- Υποκατηγορίες με αυξανόμενο στάδιο ενανθράκωσης:
 - Φλογάνθρακες
 - Αεριοφλογάνθρακες
 - Αεριάνθρακες
 - Λιπαροί άνθρακες
 - Ισχυροί άνθρακες
 - Βιτουμενιούχους άνθρακες με πτητικά συστατικά
 - Ημιανθρακίτης

Ανθρακίτης

C= 91-98%



- Πολύτιμος ορυκτός άνθρακας (αυξημένη θερμαντική ικανότητα)
- Ο τελευταίος στην κατηγορία των γαιανθράκων που χρησιμοποιείται σαν καύσιμη ύλη (μετά είναι ο γραφίτης και το διαμάντι που δεν καίγονται)

Γραφίτης

C= 98-100%



Σύγκριση λιθανθράκων



Λιγνίτης



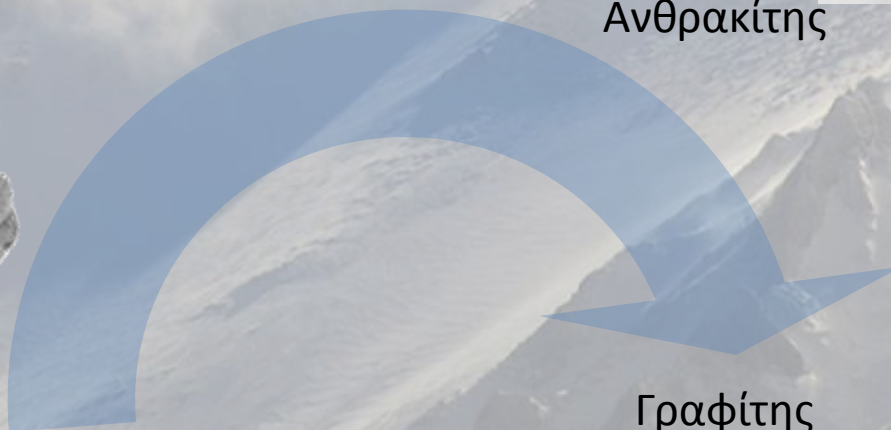
Λιθάνθρακας



Ανθρακίτης

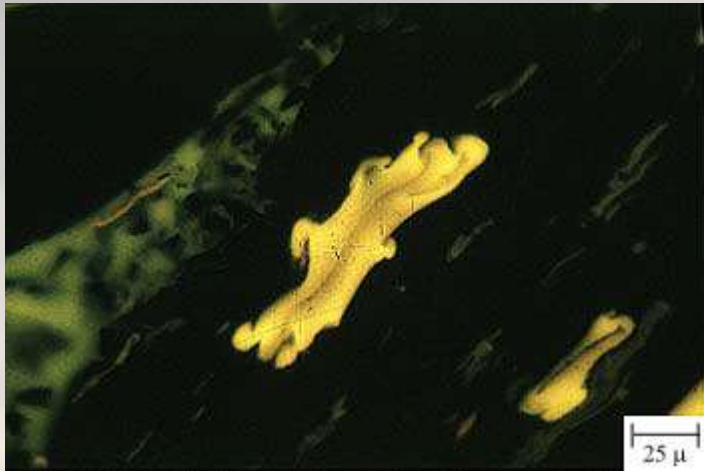


Τύρφη

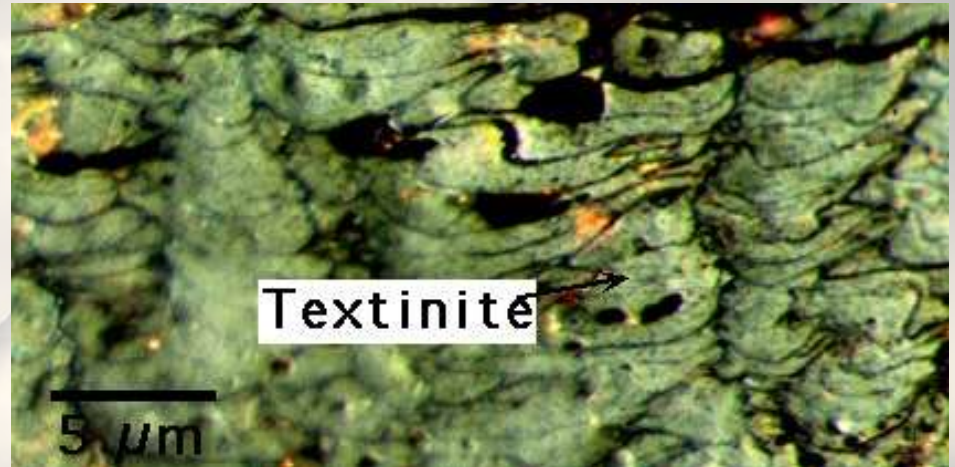


Γραφίτης

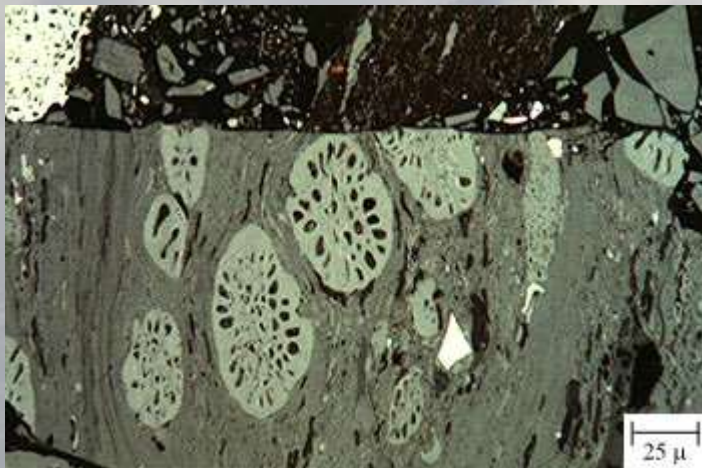
Ορυκτά των γαιανθράκων (macerals)



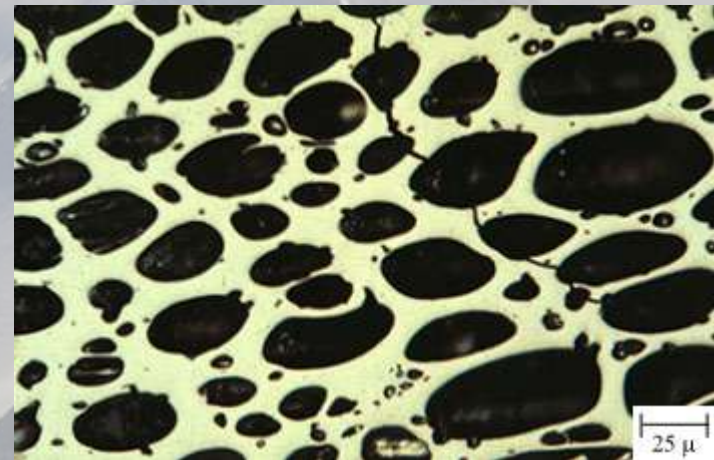
Λιπινίτες (Σπορινίτες: από σπόρους και γύρη)



Βιτρινίτες (Τεχτινίτης)



Ινερτινίτες (Σκληροτινίτης)



Ινερτινίτες (Φουσινίτης)