



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

Στρωματογραφία-Ιστορική γεωλογία

Στρώση, Ασυνέχειες
Δρ. Ηλιόπουλος Γεώργιος
Σχολή Θετικών Επιστημών
Τμήμα Γεωλογίας

Σκοποί ενότητας

Σκοπός της παρούσας ενότητας είναι η κατανόηση της έννοιας της στρώσης και η εξοικείωση με τα διαφορετικά είδη στρώσης, επιπλέον η γνώση των κριτηρίων υπέρθεσης και των στρωματογραφικών μεθόδων.



Περιεχόμενα ενότητας

Περιβάλλοντα απόθεσης- Φάσεις- Αρχές
στρωματογραφίας- Τι είναι στρώση- τύποι
στρώσης- είδη στρώσης- Κριτήρια
υπέρθεσης- Ασυμφωνίες

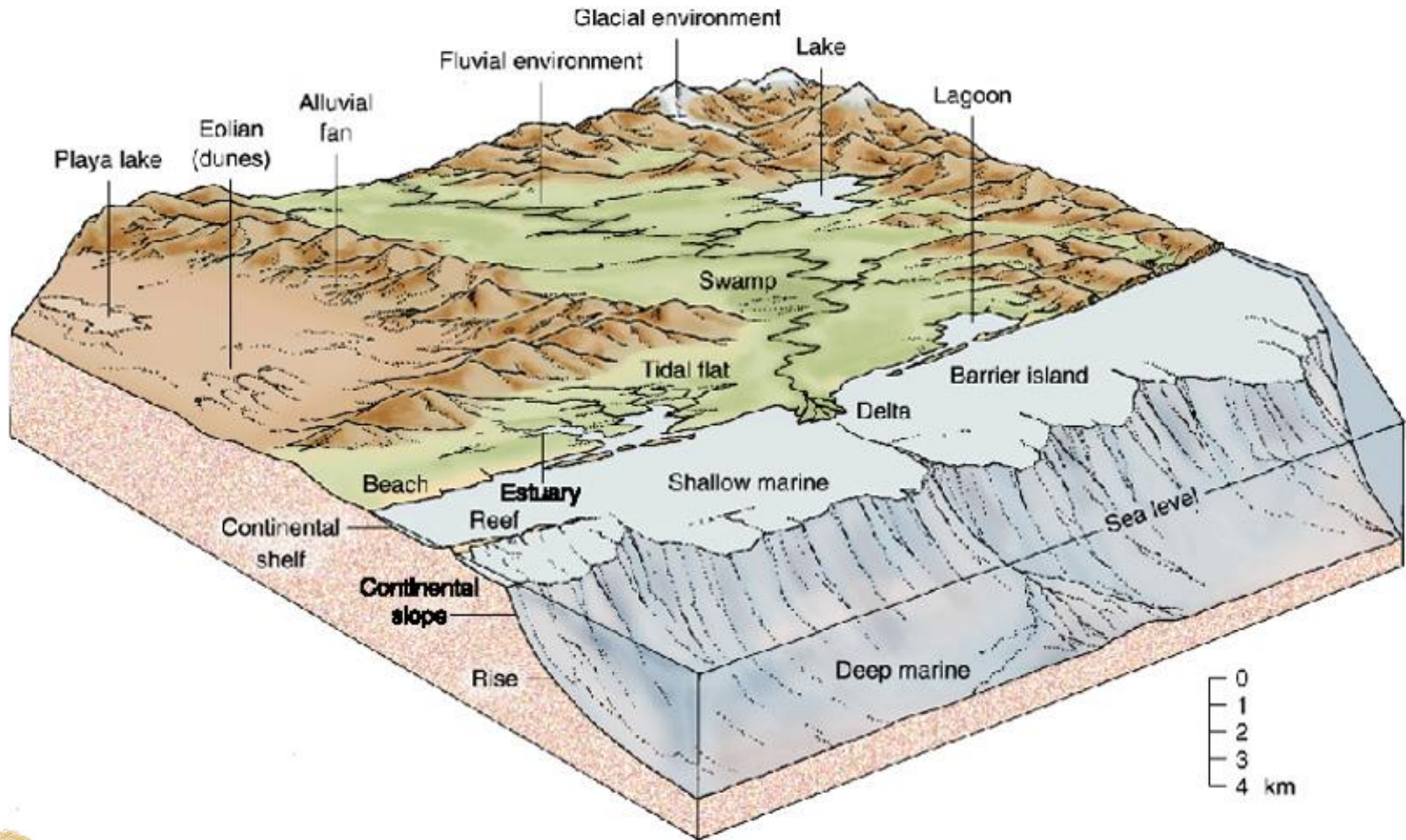


Στρωματογραφία- Ιστορική γεωλογία

Στρώση, Ασυνέχειες



Περιβάλλοντα απόθεσης

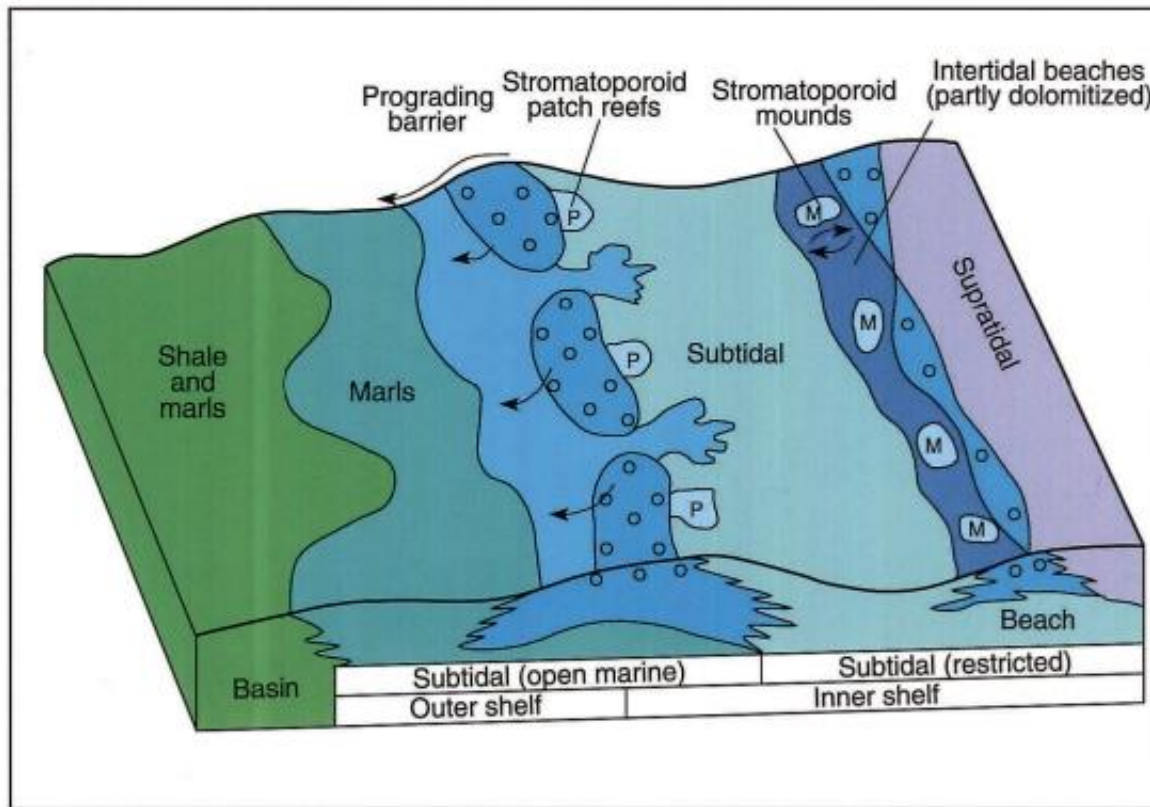


Εικ.1: Θέσεις και συνθήκες κάτω από τις οποίες τα ιζήματα μπορούν να συσσωρευτούν



Φάσεις

- Κάθε περιβάλλον απόθεσης μεταβαίνει πλευρικά σε κάποιο άλλο.



Εικ.2: Κατανομή απόθεσης ανθρακικών περιβαλλόντων



Αρχές της στρωματογραφίας

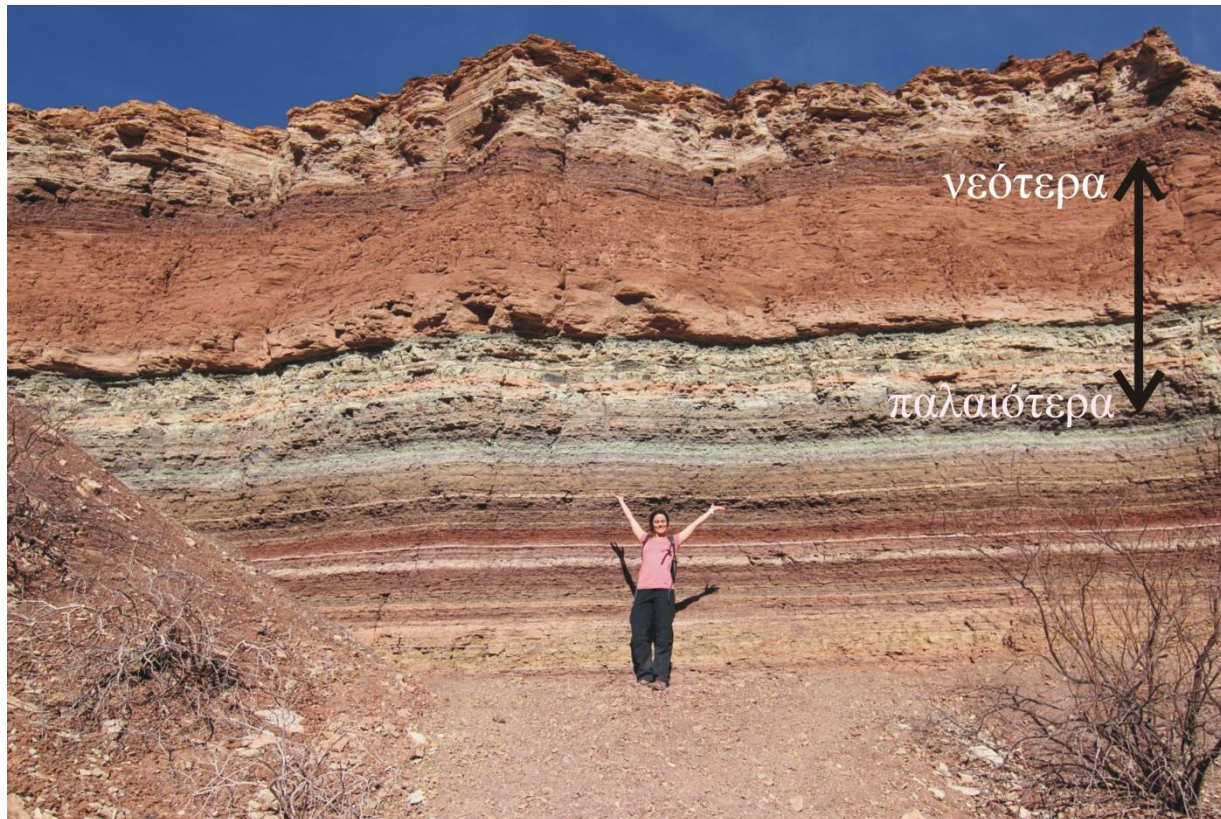
Οι Γεωλόγοι ανέπτυξαν ορισμένες βασικές αρχές για τη μελέτη των πετρωμάτων που μας επιτρέπουν να διαπιστώσουμε τη σειρά των γεωλογικών συμβάντων όπως καταγράφηκαν στα πετρώματα αυτά.

Ως σειρά εννοούμε την τοποθέτηση των συμβάντων χρονολογικά από το παλαιότερο προς το νεότερο, χωρίς να γνωρίζουμε τη διάρκειά τους σε έτη.



Οι «νόμοι» του Steno 1

1. Η αρχή της υπέρθεσης- Τα παλαιότερα πετρώματα βρίσκονται από κάτω και τα νεώτερα στην κορυφή.

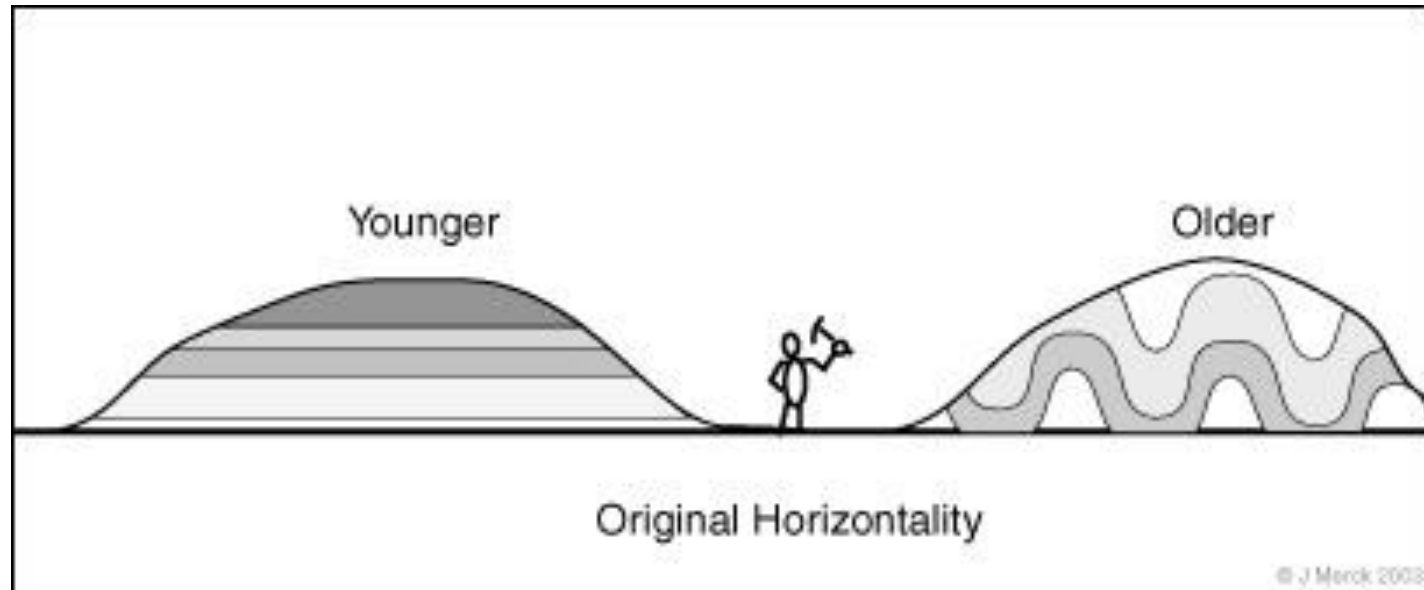


Εικ.3: Αρχή της υπέρθεσης



Οι «νόμοι» του Steno 2

- Η αρχή της αρχικής οριζοντιότητας – Τα ιζήματα αποτίθενται σε επίπεδα και οριζόντια στρώματα.

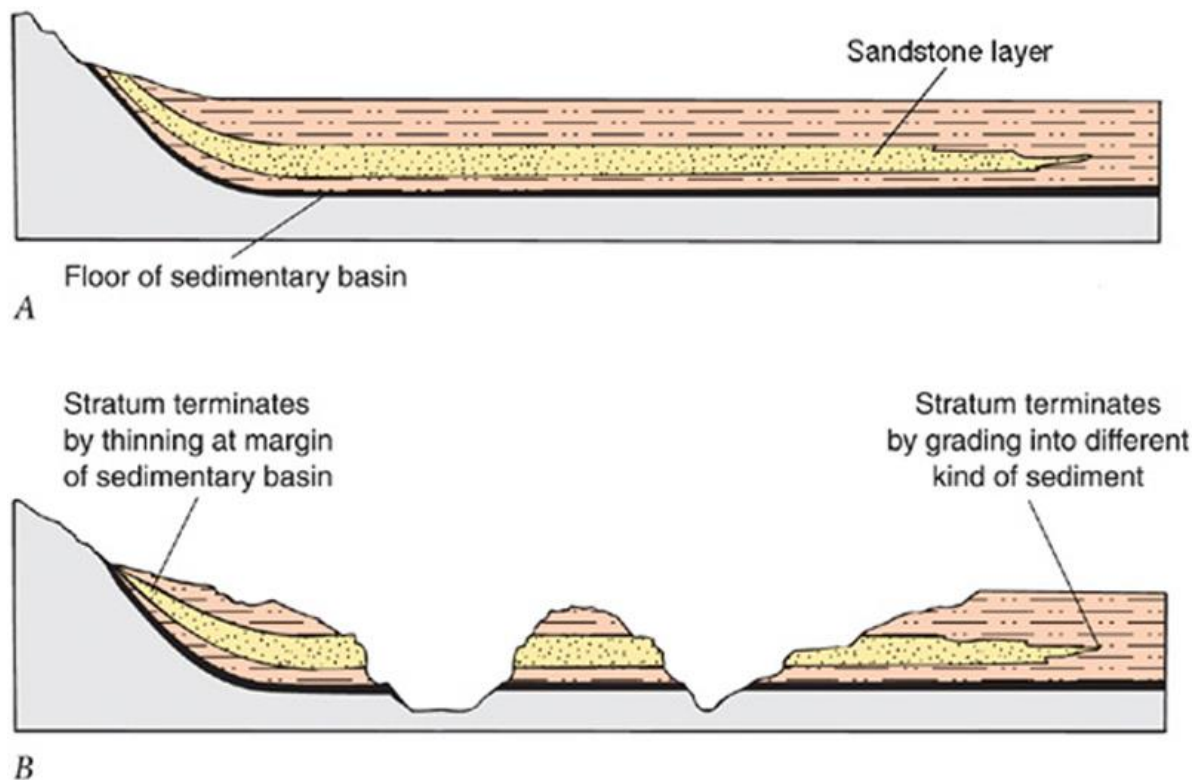


Εικ.4: Αρχή της αρχικής οριζοντιότητας



Οι «νόμοι» του Steno 3

- Η αρχή της αρχικής πλευρικής συνέχειας - Τα ιζήματα αποτίθενται σε μεγάλες εκτάσεις και συνεχόμενα.



Εικ.5: Αρχή της αρχικής πλευρικής συνέχειας



Η αρχή των σχέσεων εγκάρσιας διάτμησης (ρήγματα)

- Όταν ένα ρήγμα κόβει μια ιζηματογενή ακολουθία, το ρήγμα είναι πάντα νεώτερο από τα πετρώματα που τέμνει.

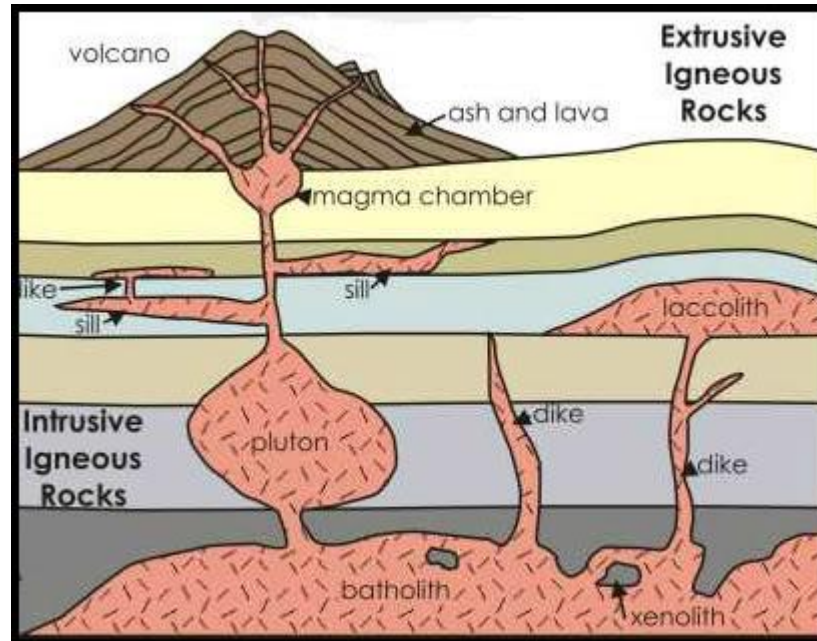


Εικ.6: Ακολουθία ρηγμάτων που τέμνουν παλαιότερα πετρώματα



Η αρχή των σχέσεων εγκάρσιας διάτμησης (διεισδύσεις)

- Όταν μία πλουτώνια διείσδυση τέμνει μια ιζηματογενή ακολουθία, τα ιζηματογενή πετρώματα είναι παλαιότερα από τη διείσδυση.

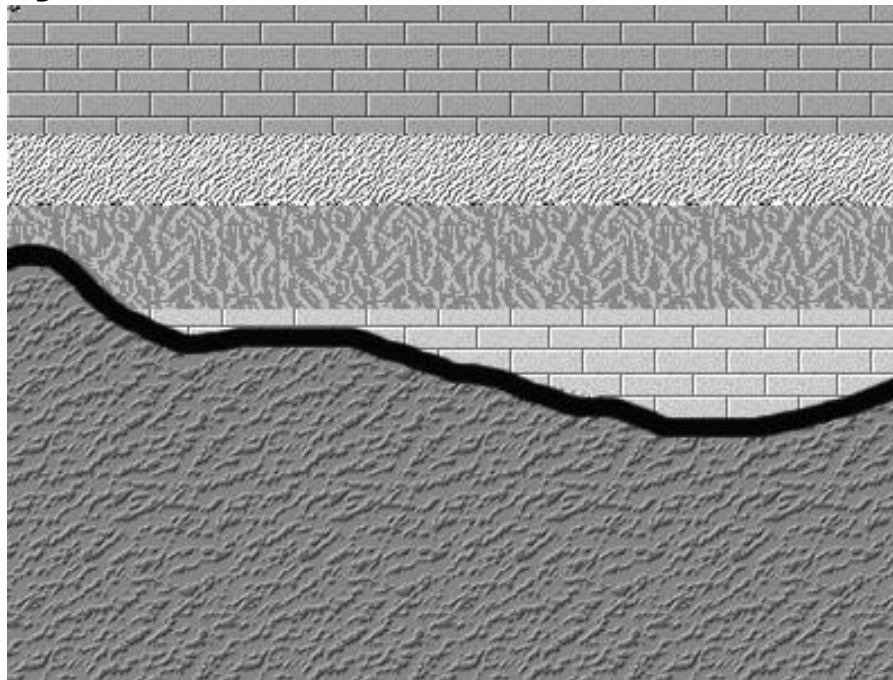


Εικ.7: Πλουτώνια διείσδυση τέμνει νεότερα πετρώματα



Η αρχή των σχέσεων εγκάρσιας διάτμησης (ασυνέχειες)

- Οι ακανόνιστες επιφάνειες διάβρωσης ονομάζονται ασυνέχειες



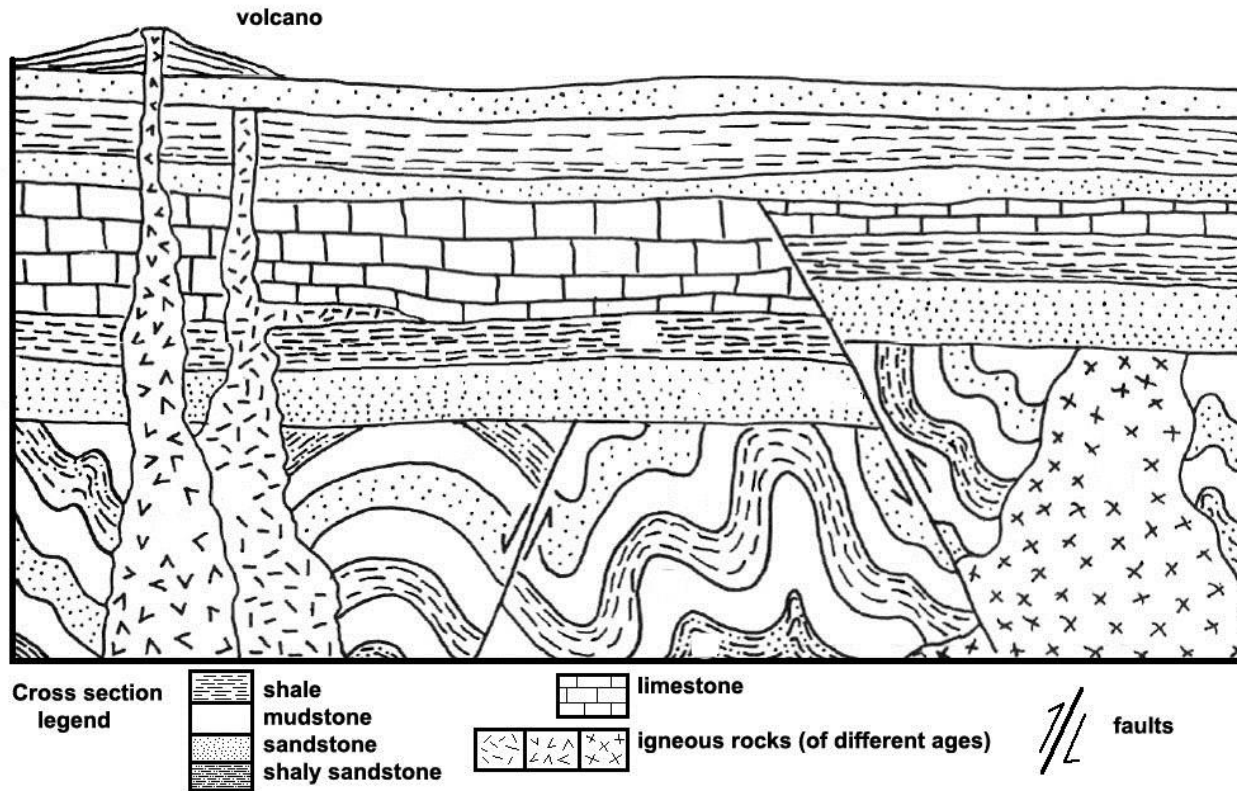
Εικ.8: Ασυνέχεια

- Η ασυνέχεια είναι νεότερη από τα πετρώματα που έχουν διαβρωθεί



Ερμηνεύοντας μια σειρά γεγονότων

Ποια η σειρά των γεγονότων?



1. Απόθεση στρωμάτων (αρχή της υπέρθεσης)
2. Ρήγματα λόγω τεκτονικής (αρχή των σχέσεων εγκάρσιας διάτμησης)
3. Πυριγενείς διεισδύσεις (αρχή των σχέσεων εγκάρσιας διάτμησης)

Εικ.9: Ιζηματογενή πετρώματα που τέμνονται από ρήγματα, ασυνέχειες και πλουτώνιες διεισδύσεις



Η αρχή του ακτουαλισμού ή ομοιομορφίας (Hutton, 1785)

«Το παρόν είναι το κλειδί για το παρελθόν»

- Ομοιόμορφοι φυσικοί νόμοι κυβερνούν τις γεωλογικές διαδικασίες.
- Οι γεωλογικές διαδικασίες είναι ομοιόμορφες κατά τη διάρκεια του γεωλογικού χρόνου.
- Οι φυσικοί και χημικοί νόμοι που κυβερνούν τη φύση είναι ομοιόμορφοι.
- Ο κόσμος μας κυριαρχείται από «κύκλους».

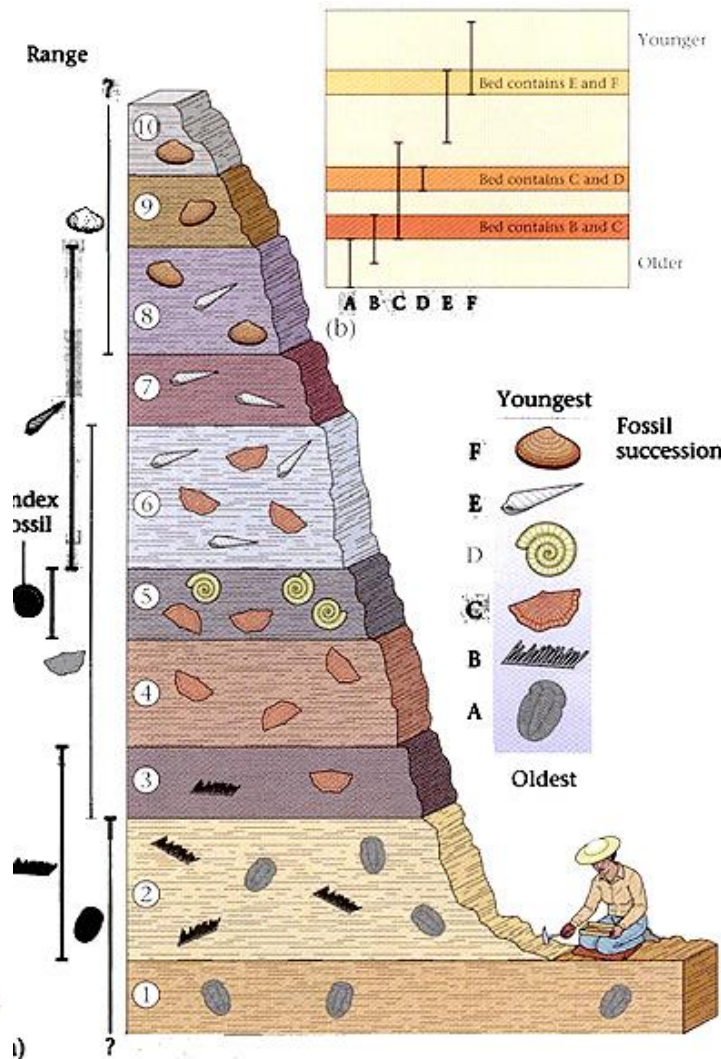


Ακτουαλισμός

- Οι φυσικοί νόμοι που κυβερνούν τις διεργασίες του παρελθόντος και του παρόντος πάνω στην Γη είναι οι ίδιοι



Η αρχή της διαδοχής των απολιθωμάτων



Τα απολιθώματα εμφανίζονται σε μία συνεχή κάθετη σειρά σε ιζηματογενή πετρώματα παντού στον κόσμο.

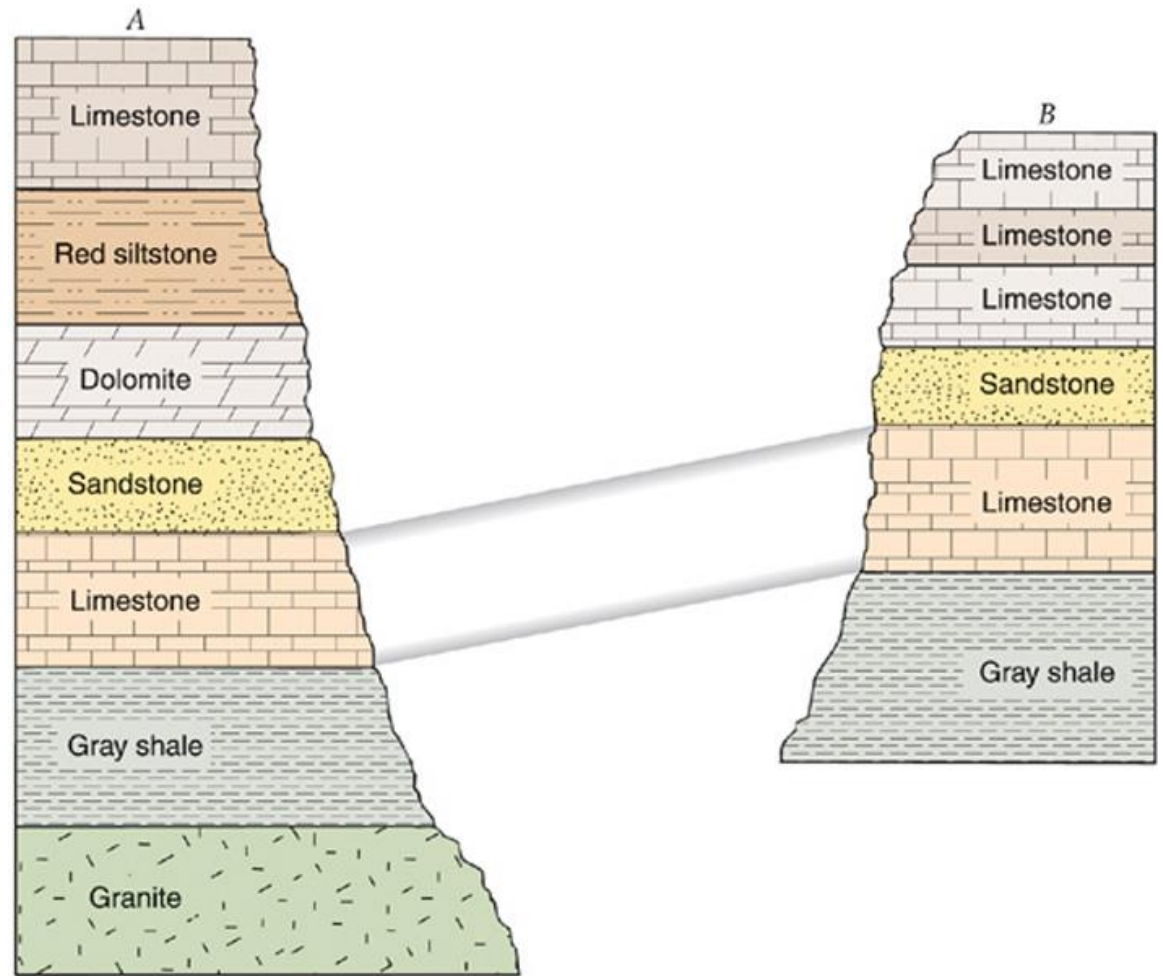
Οι Γεωλόγοι ερμηνεύουν αυτή τη διαδοχή ως το αποτέλεσμα της εξέλιξης.

Εικ.10: Τα απολιθώματα με τη μεγαλύτερη ηλικία εμφανίζονται στα κατώτερα πετρώματα



Συσχετισμός

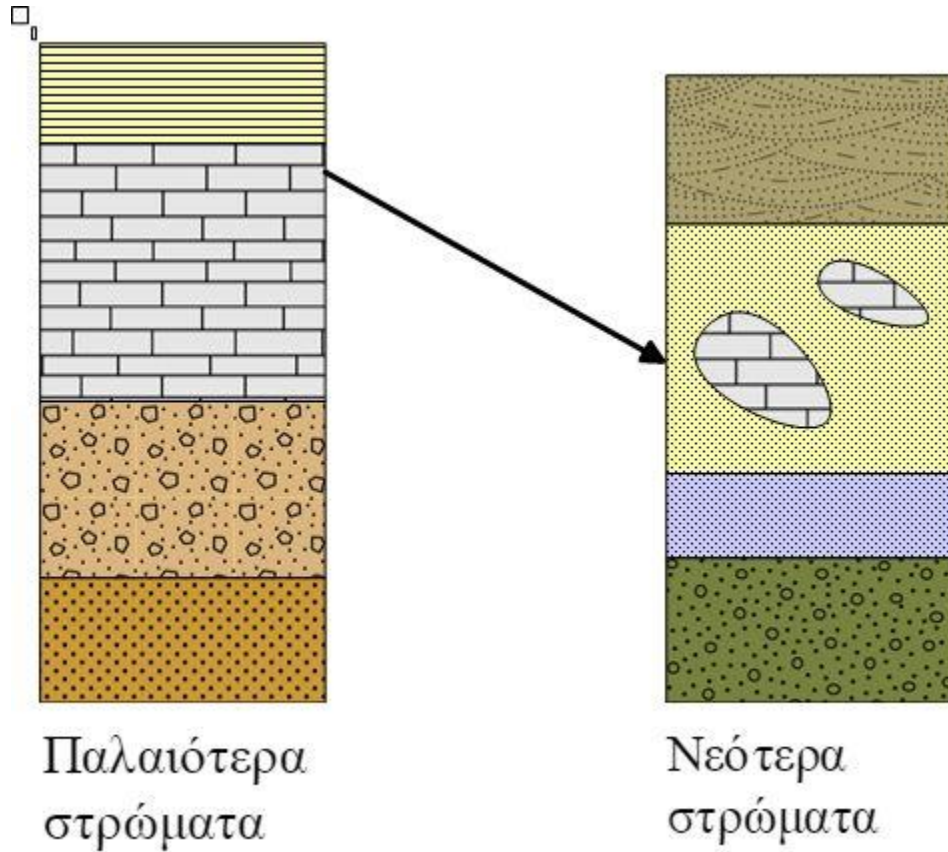
Συσχετισμός είναι μια διαδικασία παραλληλισμού γεωγραφικά απομακρυσμένων ισόχρονων περιοχών



Εικ.11: Συσχέτιση δύο διαφορετικών εμφανίσεων



Εγκλεισμένα τεμάχια



Εικ.12: Συχνά συναντώνται στρώματα που περιέχουν κλάστες, οι οποίοι προέρχονται από παλαιότερα στρώματα



Τι είναι στρώση?

- Στρώση είναι το βασικό χαρακτηριστικό των στρωμένων πετρωμάτων
- Δημιουργείται κατά τη διάρκεια απόθεσης του υλικού τους λόγω:
 - Μεταβολής της φύσης των υλικών
 - Μεταβολής των συνθηκών απόθεσης
- Έτσι σχηματίζεται ένα συνήθως ομογενές σώμα, το στρώμα, που αποτελεί βασική μονάδα στρώσης
- Κάθε στρώμα είναι ξεχωριστό με άλλη σύσταση, υφή, χρώμα, σκληρότητα κτλ.



Στρώση



Εικ.13: εναλλαγές στρωμάτων στο Cedar Mountain στην ανατολική Utah



Επιφάνειες στρώσης

- Τα στρώματα οριοθετούνται από επιφάνειες στρώσης (επαφές) που ορίζουν δάπεδο και οροφή στρώματος
 - Προοδευτική επιφάνεια στρώσης
 - Απότομη επιφάνεια στρώσης



Στρώματα 1

- Το πάχος των στρωμάτων ποικίλλει. Ανάλογα με τάξη μεγέθους χωρίζεται σε δύο κατηγορίες:
 - Στρώματα
 - Ελάσματα

	Τύπος	Πάχος
Στρώματα	Πολύ παχυστρωματώδη	>100cm
	Παχυστρωματώδη	30-100cm
	Μεσοστρωματώδη	10-30cm
	Λεπτοστρωματώδη	3-10cm
	Πολύ λεπτοστρωματώδη	1-3cm
Ελάσματα	Ελασματοειδή	0,3-1cm
	Λεπτοελασματοειδή	<0,3



Στρώματα 2



Εικ.14: στρώματα



Εικ.15: έλασματα



Που οφείλεται η δημιουργία στρώσης?

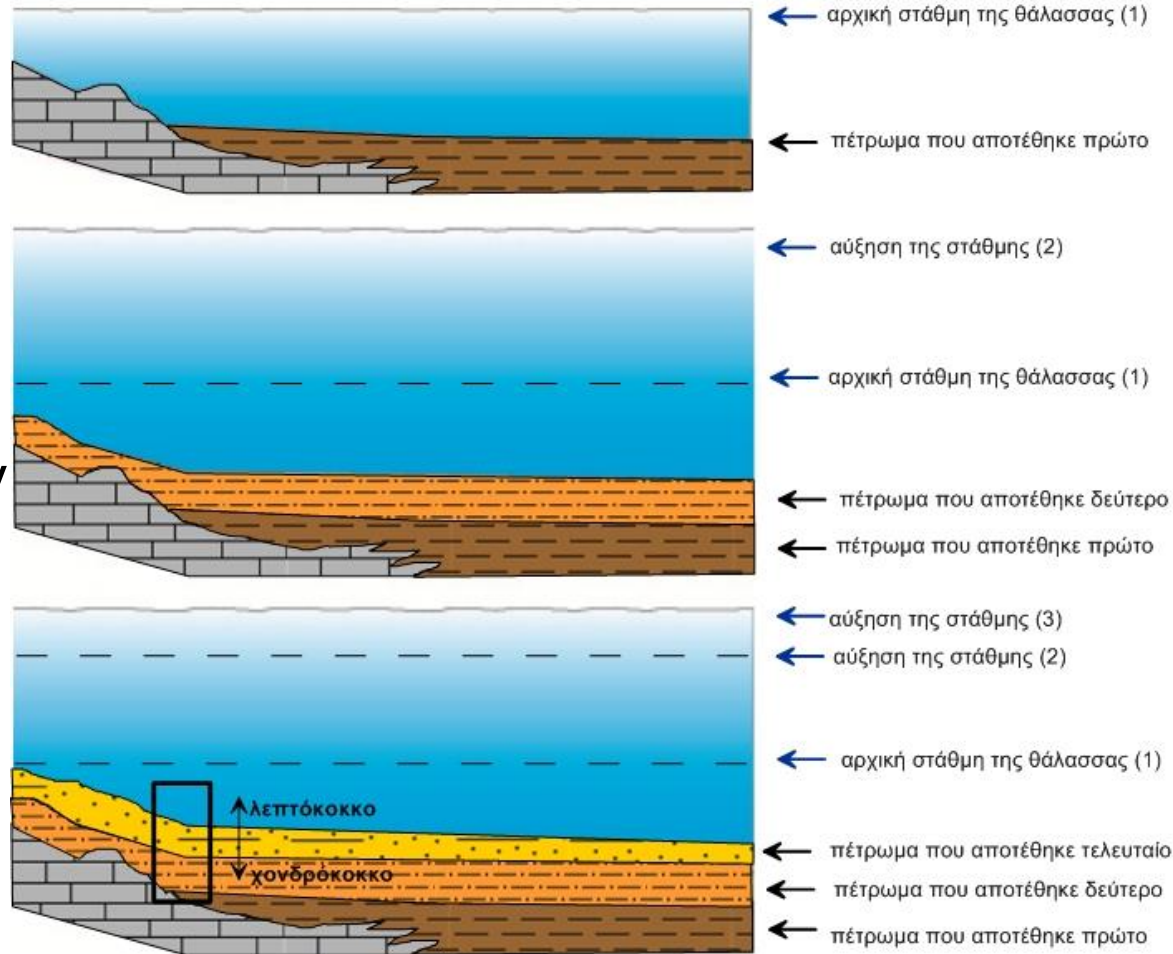
Η στρώση οφείλεται στις:

- Μεταβολές σύστασης υλικών απόθεσης
 - Μεταβολές στο χρώμα του υλικού
 - Μεταβολές στην υφή του υλικού (πχ. Στρογγυλότητα κόκκων)
 - Μεταβολές στο μέγεθος των κόκκων
 - Μεταβολές δομής πετρώματος, λόγω αλλαγής βαθμού διαγένεσης, συνεκτικότητας
- Στα μεταμορφωμένα πετρώματα μπορεί να οφείλεται σε άλλους παράγοντες (πχ. σχιστότητα)



Προσανατολισμός στρώσης 1

- Αρχικά η 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



Εικ.16: Διαδικασία απόθεσης στρωμάτων



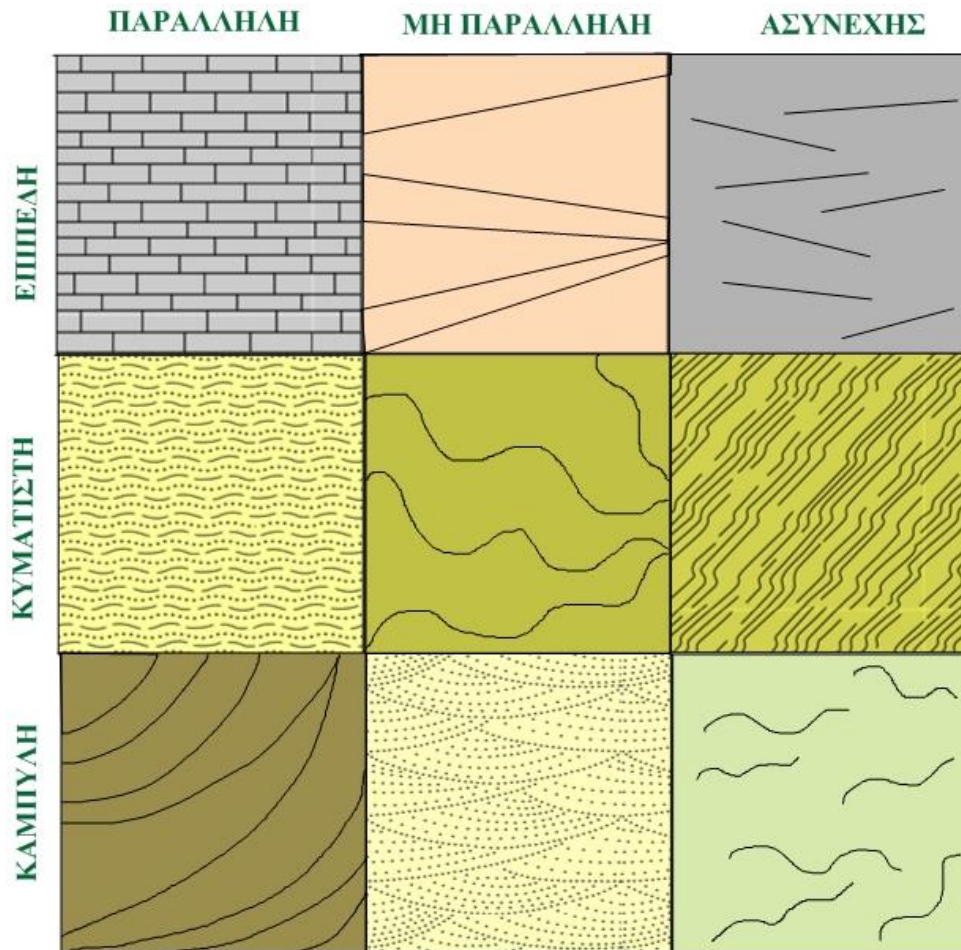
Προσανατολισμός στρώσης 2



Εικ.17: Στρώματα με νοτιοανατολικό προσανατολισμό



Τύποι στρώσης



Εικ.18: Διαφορετικοί τύποι στρώσης



Είδη Στρώσης

- Διαβαθμισμένη στρώση
- Ετήσια στρώση
- Κυκλοθέμια ή κυκλική στρώση
- Παράλληλη στρώση
- Διασταυρούμενη στρώση
- Συμπαγής στρώση

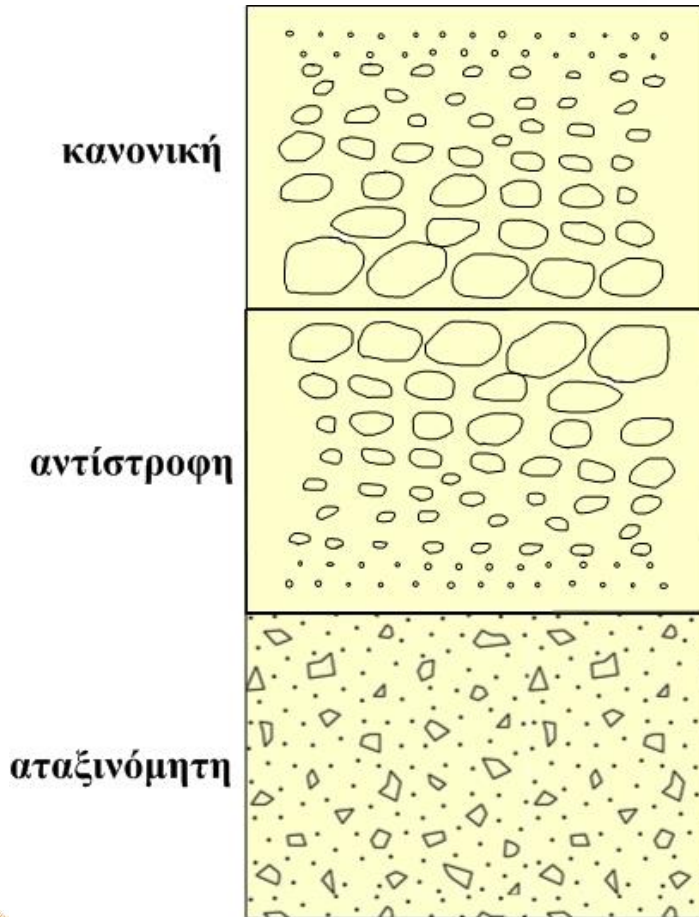


Διαβαθμισμένη στρώση 1

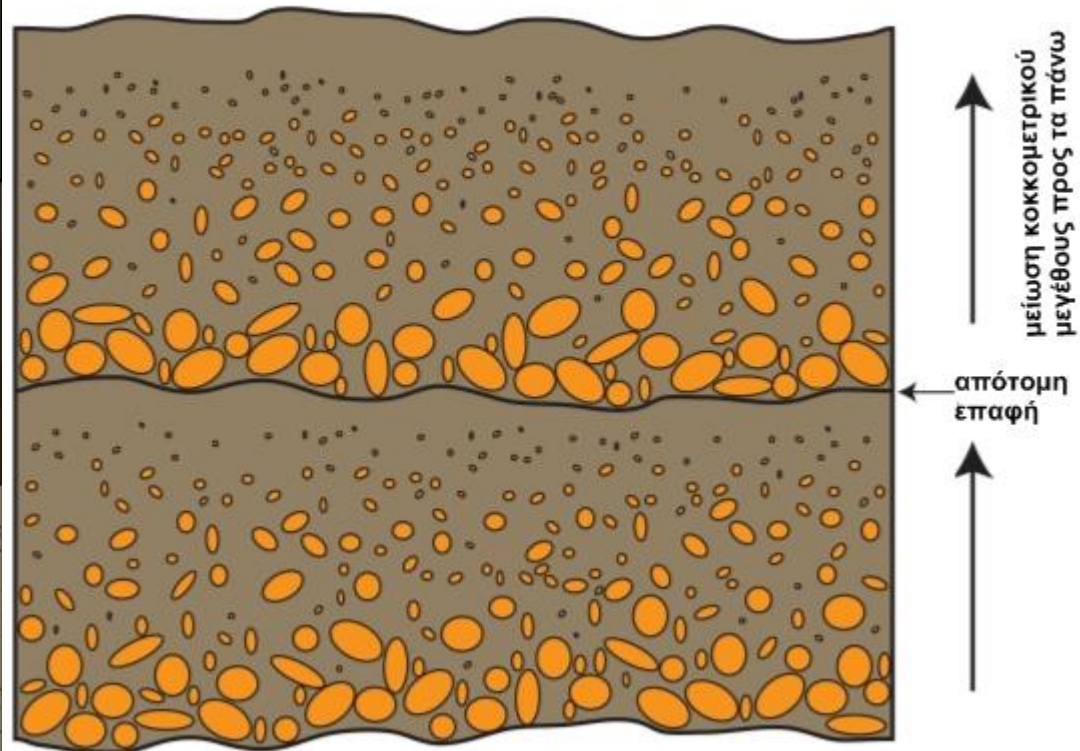
- Βαθμιαία απόθεση υλικών από τα χονδρόκοκκα προς τα λεπτόκοκκα
- Συνήθως επαναλαμβανόμενη σειρά τέτοιων στρωμάτων πολύ μεγάλου πάχους
- Τρεις τύποι
 - Κανονική ταξινόμηση κόκκων (βαθμιαία ελάττωση ενέργειας)
 - Κανονική ταξινόμηση κόκκων με διεσπαρμένο λεπτόκοκκο σε όλη τη μάζα (π.χ. Τουρβιδίτες)
 - Αντίστροφη ταξινόμηση κόκκων (βαθμιαία αύξηση ενέργειας)



Διαβαθμισμένη στρώση 2



Εικ.19: Τύποι
διαβαθμισμένης στρώσης



Εικ.20: Το μέγεθος των κόκκων
γίνεται λεπτομερέστερο προς τα πάνω



Ετήσια στρώση 1

- Επαναλαμβανόμενη ετήσια και ρυθμική στρώση
- Εναλλαγή χονδρόκοκκου – λεπτόκοκκου ιζήματος
- Κάθε ζεύγος αντιστοιχεί σε ένα έτος
- Χονδρόκοκκα και συνήθως σκουρόχρωμα - χειμερινές αποθέσεις
- Λεπτόκοκκα και συνήθως ανοιχτόχρωμα -θερινές αποθέσεις



Ετήσια στρώση 2



Εικ.21: Ετήσια στρώση, τα γκρι αντιστοιχούν σε χειμερινές και τα λευκά σε θερινές αποθέσεις



Κυκλοθέμια ή κυκλική στρώση

Επαναλαμβανόμενη στρώση μεγάλης κλίμακας με τα ίδια στρώματα



Εικ.22: Κυκλική στρώση, με τα βελάκια φαίνονται καθαρά τα επαναλαμβανόμενα σετ στρωμάτων



Παράλληλη στρώση

- Ρυθμική στρώση με ελασματοειδή παράλληλα στρώματα
- Σχηματισμός σε ήρεμο περιβάλλον
- Ρυθμικές συνθήκες τροφοδοσίας, ροής, είτε εποχικές
- Ρυθμίτες



Εικ.23: Παράλληλη στρώση



Διασταυρούμενη στρώση 1

- Σχηματίζεται από τη δράση ρευμάτων νερού (αμμορυτίδες) ή αέρα (θίνες) δημιουργώντας κεκλιμένες επιφάνειες
- Επάλληλα στρωματίδια που αποτέθηκαν υπό γωνία σε σχέση με την πρωταρχική κλίση
- Η κλίση φτάνει ή ξεπερνάει τις 35°
- Συνήθως κάθε τέτοιο στρώμα το διαδέχεται ένα άλλο με οριακή επιφάνεια απόθεσης ή διάβρωσης
- Μεταβολές στη μεταφορική ικανότητα του ρεύματος ή αλλαγή στη σύσταση δημιουργούν νέες σειρές τέτοιων στρωμάτων



Διασταυρούμενη στρώση 2



Εικ.24: Διασταυρούμενη στρώση στο Navajo sandstone



Είδη διασταυρούμενης στρώσης

- Κατά Shrock (1948)
 1. Τραπεζοειδής
 2. Φακοειδής
 3. Σφηνοειδής
- Κατά McKee – Weir (1953)
 1. Απλή
 2. Επίπεδη
 3. Σκαφοειδής

τραπεζοειδής



φακοειδής



σκαφοειδής



Εικ.25: Είδη διασταυρούμενης στρώσης



Συμπαγής στρώση

- Στρώση χωρίς εσωτερική δομή
- Λόγω γρήγορης απόθεσης λεπτόκοκκων υλικών σε ήρεμο περιβάλλον
- Λόγω ανακρυστάλλωσης
- Λόγω βιοαναμόχλευσης



Εικ.26: Συμπαγής στρώσης



Κριτήρια υπέρθεσης (επαλληλίας)

Τι συμβαίνει όταν δεν έχουμε μία αδιατάρακτη σειρά αλλά στρώματα τροποποιημένα, ακόμα και ανεστραμμένα;

Χρήση κριτηρίων για εύρεση ορθής θέσης στρωμάτων

- Στρωματογραφικά κριτήρια
- Τεκτονικά κριτήρια



Στρωματογραφικά κριτήρια

1. Τοπική ακολουθία
2. Διαβαθμισμένη στρώση
3. Διασταυρούμενη στρώση
4. Ασυνέχεια
5. Απολιθώματα
6. Μικρές στρωματογραφικές δομές



Εικ.27: 1. Ιχνοαπολιθώματα, 2. Ρωγμές Ξηρασίας, 3. Αμμορυτίδες, 4. Διαβαθμισμένη στρώση



Τεκτονικά κριτήρια

Είναι λιγότερο αξιόπιστα από τα στρωματογραφικά κριτήρια:

- Βαθμός μεταμόρφωσης
- Μικροπτυχώσεις
- Επίπεδα σχιστότητας



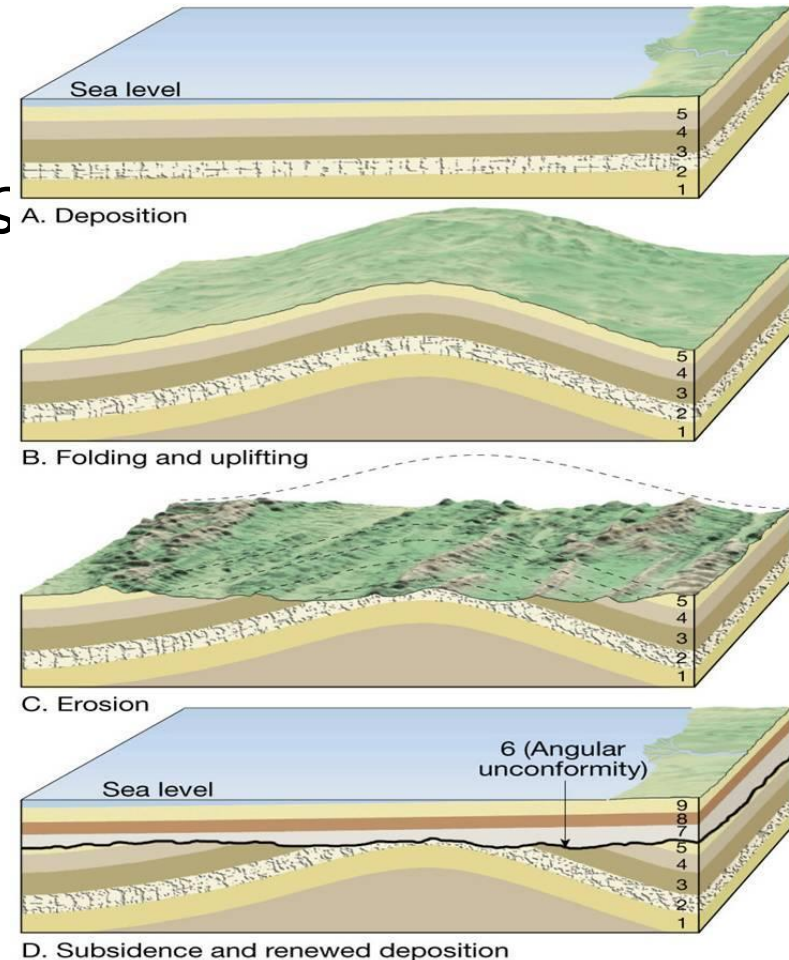
Ασυμφωνίες (Unconformities)

«Ασυμφωνία είναι η πρόσκαιρη διακοπή μιας στρωματογραφικής ακολουθίας, η οποία οφείλεται στο σταμάτημα της διαδικασίας απόθεσης για ένα μεγάλο διάστημα»

Το διάστημα αυτό θα δημιουργεί ένα στρωματογραφικό κενό.

Τα 4 διαφορετικά είδη ασυμφωνιών είναι:

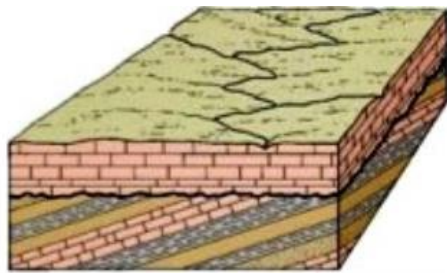
1. Συνεχής ασυμφωνία
2. Γωνιώδης ασυμφωνία
3. Διαβρωσιγενής ασυμφωνία
4. Παρα-ασυμφωνία



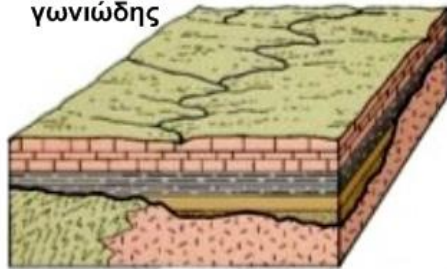
Εικ.28: Στάδια δημιουργίας ασυμφωνίας



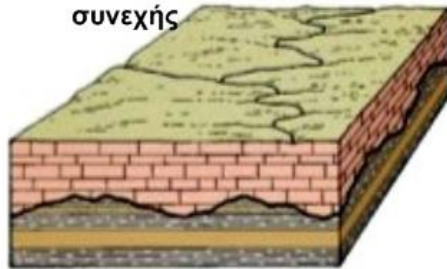
Είδη ασυμφωνιών



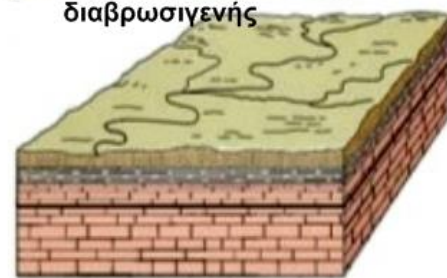
γωνιώδης



συνεχής



διαβρωσιγενής



παρα-ασυμφωνία

- Γωνιώδης: νεώτερα ιζήματα τοποθετούνται πάνω σε διαβρωμένη επιφάνεια παλαιότερα πτυχωμένων ή με γωνία πετρωμάτων
- Συνεχής: Αναπτύσσεται ανάμεσα σε ιζηματογενή και παλαιότερα πυριγενή ή μεταμορφωμένα πετρώματα που έχουν εκτεθεί σε διάβρωση
- Διαβρωσιγενής: Επαφή μεταξύ νεώτερων και παλαιότερων ιζημάτων που εντοπίζεται με μία εμφανή ανώμαλη διαβρωσιγενή επιφάνεια
- Παρα-ασυμφωνία: Στρώματα συνεχόμενα-παράλληλα, χωρίς ενδείξεις διάβρωσης, αλλά η παρουσία απολιθωμάτων αποδεικνύει σημαντικό χρονικό κενό που αντιπροσωπεύεται από μία σχεδόν επίπεδη επιφάνεια



Εικ.29: Είδη ασυμφωνιών

Γωνιώδης ασυμφωνία



Εικ.30: Γωνιώδης ασυμφωνία



Συνεχής ασυμφωνία



Εικ.31: Συνεχής ασυμφωνία



Διαβρωσιγενής ασυμφωνία



Εικ.32: Διαβρωσιγενής ασυμφωνία



Παρα-ασυμφωνία



Εικ.33: Παρα- ασυμφωνία



Διαστήματα (πρωτογενείς ασυμφωνίες

- Σύντομες διακοπές της ιζηματογένεσης που οφείλονται σε τοπικές μεταβολές του χώρου απόθεσης χωρίς αλλαγή στην τροφοδοσία της λεκάνης
- Παρατηρούνται σε απότομα πρανή, παράκτιες αποθέσεις, δελταϊκές αποθέσεις, αμμοθίνες κτλ.



Εικ.34: Πρωτογενείς ασυμφωνίες στο Grand Canyon



Τέλος Ενότητας

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.



Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Ηλιόπουλος Γεώργιος.
«Στρωματογραφία-Ιστορική γεωλογία». Έκδοση: 1.0. Πάτρα 2015.
Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<https://eclass.upatras.gr/courses/GEO325/>



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.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνα 1: <http://www.geol.umd.edu/~tholtz/G102/102terr.htm>

Εικόνα 2: τροποποιημένη

http://www.ags.gov.ab.ca/publications/wcsb_atlas/a_ch13/ch_13.html

Εικόνα 3: τροποποιημένη <https://en.wikipedia.org/?title=Stratum>

Εικόνα 4: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Orighoriz.jpg>

Εικόνα 5:

<http://busaca.com/search/images&search=laterally&type=images>

Εικόνα 6: http://simple.wikipedia.org/wiki/Fault_%28geology%29

Εικόνα 7: <https://www.pinterest.com/pin/51298883232238611/>

Εικόνα 8: <https://en.wikipedia.org/wiki/Unconformity>

Εικόνα 9: <http://imgarcade.com/1/law-of-superposition-diagram/>

Εικόνα 10: <http://www.geol.umd.edu/~jmerck/geol342/lectures/18.html>

Εικόνα 11:

http://onlinelibrary.wiley.com/higheredbcs/legacy/college/levin/0471697435/chap_tut/chaps/chapter05-12.html



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνα 13: <http://geology.utah.gov/potd-august-23-2013-poison-strip-area-east-of-arches-national-park-grand-county-utah/>

Εικόνα 14: <http://www.geograph.org.uk/photo/2958046>

Εικόνα 15: <http://imgkid.com/tool-marks-geology.shtml>

Εικόνα 17: <https://infogeologia.wordpress.com/2011/07/31/facies/>

Εικόνα 20: τροποποιημένη <http://imgkid.com/how-are-sedimentary-rocks-formed-for-kids.shtml>

Εικόνα 21: <http://www.anr.state.vt.us/dec/geo/photogalleryp2.htm>

Εικόνα 22:

τροποποιημένη https://en.wikipedia.org/wiki/Sedimentary_rock

Εικόνα 23: <http://app.emaze.com/@AOZQWOWR/layers-of-the-earth#8>

Εικόνα 24: <https://www.flickr.com/photos/roadgoer/1367462146>

Εικόνα 25: τροποποιημένες

<http://www.geograph.org.uk/photo/3145527>,

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lenticular.jpg> ,

https://en.wikipedia.org/wiki/Ripple_marks

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνα 27: https://en.wikipedia.org/wiki/Trace_fossil,
<https://en.wikipedia.org/wiki/Mudcrack>,
https://en.wikipedia.org/wiki/Ripple_marks,
<http://gallery4share.com/g/graded-bedding-sedimentary-rocks.html>

(τροποποιημένες)

Εικόνα 28: <http://imgarcade.com/1/unconformity-definition/>

Εικόνα 29: <http://pixshark.com/angular-unconformity-disconformity-nonconformity.htm>

Εικόνα 30: http://volcano.si.edu/learn_galleries.cfm?p=8

Εικόνα 31: <http://imgarcade.com/1/parallel-unconformity/>

Εικόνα 32: <http://ron.outcrop.org/blog/?paged=2>

Εικόνα 33:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Disconformity_Horni_Pocernice.jpg

Εικόνα 34: <https://letterstocreationists.wordpress.com/page/2/>

Οι εικόνες για τις οποίες δεν υπάρχει αναφορά είναι ιδιοκτησία του εργαστηρίου

