



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

Στρωματογραφία-Ιστορική γεωλογία

Βιοστρωματογραφία,
Χρονοστρωματογραφία
Δρ. Ηλιόπουλος Γεώργιος
Σχολή Θετικών Επιστημών
Τμήμα Γεωλογίας

Σκοποί ενότητας

Σκοπός της ενότητας είναι η κατανόηση των εννοιών Βιοστροματογραφία και Χρονοστροματογραφία καθώς και ο τρόπος με τον οποίο γίνεται ο διαχωρισμός των στρωμάτων σύμφωνα με αυτές.



Περιεχόμενα ενότητας

Βιοστρωματογραφία- Βιοζώνη-
Βιοστρωματογραφικές ενότητες-
Χρονοστρωματογραφία-
Χρονοστρωματογραφικές ενότητες-
Γεωχρονολογικές ενότητες- Γεωλογικός
χρόνος- Καθοδηγητικά απολιθώματα- Μέθοδοι
χρονολόγησης- Κρυπτοζωικός Μεγααιώνας-
Φανεροζωικός Μεγααιώνας- Υποδιαίρεση
γήινης ιστορίας- Γεωχρονολογία-
Χρονογραφικές μέθοδοι- Κύκλοι Milankovitch



Στρωματογραφία- Ιστορική γεωλογία

Βιοστρωματογραφία,
Χρονοστρωματογραφία



Βιοστρωματογραφία

Ασχολείται με τη διάρθρωση και ταξινόμηση στρωμάτων σε ενότητες με βάση τα απολιθώματα που περιέχουν

- Βοηθάει στον προσδιορισμό της σχετικής ηλικίας των στρωμάτων (συνεπώς άμεση σχέση με χρονοστρωματογραφία)
- Βοηθάει στο συσχετισμό ισόχρονων στρωμάτων
- Ευρύτατα χρησιμοποιούμενη μέθοδος
- Η φυλογενετική εξέλιξη των οργανισμών μη αναστρέψιμη και άρα βασικό κριτήριο σε παγκόσμια κλίμακα για συσχέτιση
- Τα απολιθώματα δίνουν τη σχετική ηλικία των στρωμάτων



Διαφορές Βιοστρωματογραφίας- Χρονοστρωματογραφίας

Μια τομή μπορεί να έχει τα ίδια απολιθώματα με την τυπική αλλά να μην είναι ισόχρονη

- Δύο επάλληλες ενότητες μπορεί να ανήκουν σε μία χρονοστρωματογραφική
- Οι χρονοστρωματογραφικές ενότητες είναι συγκρίσιμες με άλλες ισόχρονες τομές σε ευρεία ή παγκόσμια κλίμακα ενώ η βιοστρωματογραφική μόνο σε περιορισμένη γεωγραφική κλίμακα



Βιοστρωματογραφικές ενότητες

Αποτελούν σύνολα στρωμάτων που καθορίζονται ή χαρακτηρίζονται από τα απολιθώματα που περιέχουν

- **ΕΞΑΙΡΕΣΗ:** επαναποθετημένα απολιθώματα που προέρχονται από παλαιότερα στρώματα και μεταφέρθηκαν με διάβρωση
- Τα όρια τους μπορεί να συμπίπτουν με λιθοστρωματογραφικές ενότητες μπορεί όμως κάλλιστα και όχι
- Τα πλευρικά τους όρια μπορεί να μην αντιπροσωπεύουν σύγχρονα γεγονότα



Η βιοστρωματογραφική συσχέτιση δεν είναι και συσχέτιση στο χρόνο

Οι οργανισμοί δε μεταβάλλονται μόνο στο χρόνο, αλλά και στο χώρο

- Μεταναστεύουν, ειδικά όταν αλλάζουν οι συνθήκες του περιβάλλοντος, τροποποιώντας τη γεωγραφική τους κατανομή για να επιβιώσουν είτε μειώνοντας, είτε αυξάνοντας, είτε μετατοπίζοντας τη
- Συνεπώς η βιοστρωματογραφική συσχέτιση δεν είναι πάντα και συσχέτιση στο χρόνο



Που βασίζονται οι Βιοστροματογραφικές ενότητες?

1. Στο σύνολο των απολιθωμένων ειδών
2. Μόνο σε ένα τάξο
3. Σε μία συγκεκριμένη αφθονία ειδών
4. Σε καθορισμένα μορφολογικά χαρακτηριστικά
5. Στα στάδια της εξελικτικής σειράς κάποιων ειδών
6. Σε συγκεντρώσεις ειδών που χαρακτηρίζουν ένα γνωστό στρωματογραφικό διάστημα



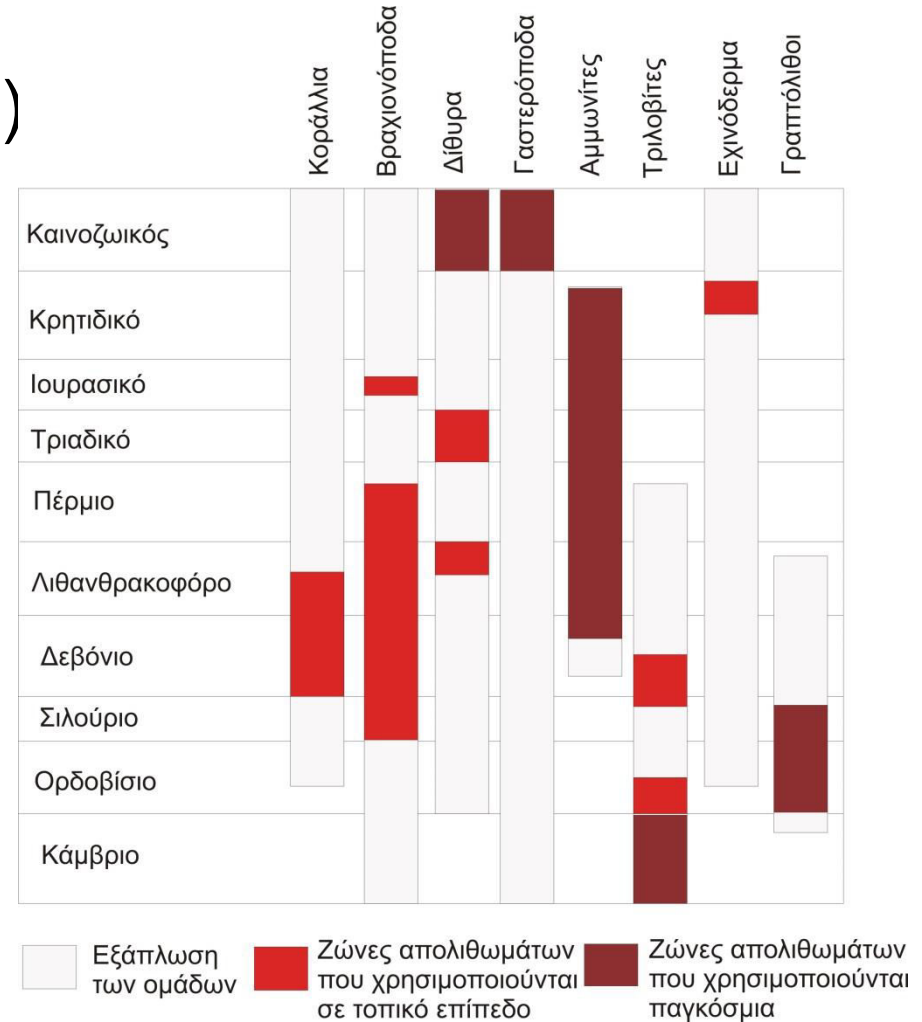
Βιοζώνη

- Η θεμελιώδης ενότητα της βιοστρωματογραφίας είναι η βιοζώνη.
- «Είναι ένα στρώμα ή σύνολο στρωμάτων που χαρακτηρίζεται από την παρουσία ενός ή περισσότερων ταξινομικών ομάδων από τις οποίες παίρνει και το όνομά της».
- Ανάλογα με την ταξινομική ομάδα υπάρχουν επικαλύψεις.
- Οι διαστάσεις ποικίλουν από τις διαστάσεις ενός στρώματος έως τις διαστάσεις ολόκληρης περιόδου, πχ. ο Καινοζωικός μια βιοζώνη θηλαστικών.



Βιοστρωματογραφικές ενότητες

- Βιοζωνίδιο (λεπτά στρώματα)
- Υποβιοζώνη
- Βιοζώνη
- Υπερβιοζώνη

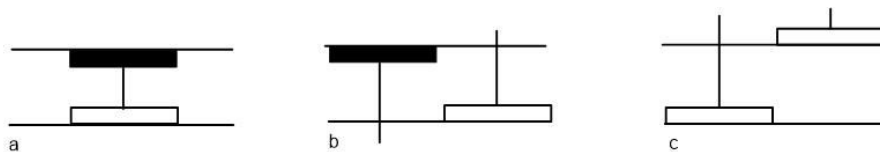


Εικ.1: Βιοζώνες ταξινομικών ομάδων

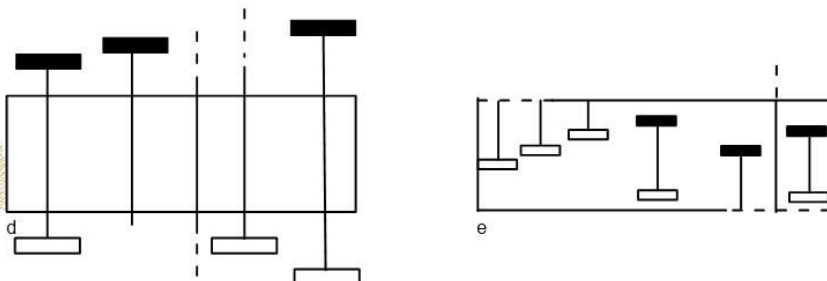


Βιοζώνες

- Ενδιάμεσες (πρώτες και (ή) τελευταίες εμφανίσεις)
 1. Βιοζώνη ολικής ανάπτυξης
 2. Βιοζώνη συμπίπτουσας ή μερικής ανάπτυξης
 3. Βιοζώνη γενεολογίας ή φυλογένεσης
- Συγκέντρωσης (τρία ή περισσότερα τάξα (καθοδηγητικά))
 1. Βιοζώνη συγκέντρωσης ή κοινοζώνη
 2. Βιοζώνη Orpel
- Ακμής ή μέγιστης αφθονίας (ποσοτικά διαφορετικά μέγιστα αφθονίας ενός ή περισσότερων τάξων)



Εικ.2: a) βιοζώνη ολικής αναπτυξης, b) βιοζώνη συμπίπτουσας ανάπτυξης, c) βιοζώνη γενεολογίας, e) βιοζώνη συγκέντρωσης, d) βιοζώνη Orpel (λευκό πλαίσιο=εμφάνιση, μαύρο=εξαφάνιση)



Ονοματολογία 1

Το όνομα μιας βιοζώνης βασίζεται:

1. Σε ένα ή δύο χαρακτηριστικά τάξα που υπάρχουν ή παρουσιάζουν μέγιστη αφθονία ή ολική στρωματογραφική σύμπτωση μέσα στη βιοζώνη (πχ. Βιοζώνη ακμής της *Bolivina*)
 2. Σε συνδυασμούς γραμμάτων που προκύπτουν από τα τάξα που χαρακτηρίζουν τη βιοζώνη (πχ. NJ1 Nanofossil Jurassic 1)
- Οι βιοζώνες αρχικά καθορίζονται εμπειρικά, αρά τροποποιούνται με τα νέα στοιχεία.



Ονοματολογία 2

- Για την ίδρυση ή τροποποίηση χρειάζεται:
 - 1) Περιγραφή
 - 2) Είδος και τύπος βιοζώνης
 - 3) Χαρακτηριστικά απολιθώματα, στρωματοτύπος, τομές αναφορά, λιθολογία, αίτια ιδρύσεως
 - 4) Σαφή αναγνωριστικά στοιχεία, περιγραφή χαρακτηριστικών ειδών
 - 5) Όρια, πάχος
 - 6) Φάση, κλιματικά στοιχεία
 - 7) Γεωλογική ηλικία, συσχέτιση με άλλες ζώνες
 - 8) Λιθοστρωματογραφικές, χρονοστρωματογραφικές σχέσεις
 - 9) Ιστορική ανασκόπηση ονόματος και συνωνυμίες
 - 10) Βιβλιογραφικά δεδομένα

Χρονοστρωματογραφία

- Ταξινόμηση στρωμάτων βάσει χρονικής σειράς σχηματισμού τους
- Συσχετισμός πετρωμάτων διαφορετικών περιοχών
- Δημιουργία ενιαίας συστηματικής γεωχρονολογικής ακολουθίας
- Χρήση βιοστρωματογραφίας για διάταξη στρωμάτων



Δύο ειδών ενότητες

1. Χρονοστρωματογραφικές
2. Γεωχρονολογικές

- Κανονικά πρώτα οι Γεωχρονολογικές και μετά οι Χρονοστρωματογραφικές
- Πρακτικά το αντίθετο γιατί όλες οι αναγκαίες πληροφορίες προέρχονται από στρωματογραφικά στοιχεία (λιθολογία, απολιθώματα κτλ.)
- Η γεωχρονολογική ενότητα αντιπροσωπεύει το *χρονικό διάστημα* που αποτέθηκε η χρονοστρωματογραφική



Χρονοστρωματογραφικές ενότητες 1

- Συγκεκριμένο σύνολο πετρωμάτων που σχηματίστηκαν ή αποτέθηκαν σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα (ή Γεωχρονολογική ενότητα).
- Στρώματα αναφοράς για όλα τα πετρώματα που σχηματίστηκαν σε αυτό το χρονικό διάστημα.
- Χρησιμοποιούνται επίσης για τον καθορισμό των χρονικών διαστημάτων των αντίστοιχων γεωχρονολογικών ενοτήτων.
- Γεωχρονολογικές ενότητες είναι το χρονικό διάστημα στο οποίο σχηματίστηκαν ή αποτέθηκαν τα πετρώματα της αντίστοιχης χρονοστρωματογραφικής ενότητας.



Χρονοστρωματογραφικές ενότητες 2

- Βασίζονται σε χρονικά διαστήματα που αντιπροσωπεύουν οι λιθοστρωματογραφικές, οι βιοστρωματογραφικές και οι μαγνητοστρωματογραφικές ενότητες.
- Τα όρια (στρωματοτυπικά όρια) τους καθορίζονται σε έναν συγκεκριμένο στρωματοτύπο με βάση παλαιοντολογικά ή φυσικά χαρακτηριστικά των πετρωμάτων.
- Συνήθως καθορίζουμε το κατώτερο όριο μιας ενότητας. Το ανώτερο όριο καθορίζεται από το κατώτερο όριο της επόμενης (αποφυγή σύγχυσης).
- Θα πρέπει κανονικά να είναι ανεξάρτητες από λιθολογία ή απολιθώματα, πρακτικά όμως ο συσχετισμός και η γεωγραφική εξάπλωση των ορίων βασίζεται κατά μέρος σε τέτοιου είδους κριτήρια.



Γιατί είναι σημαντικές οι χρονοστρωματογραφικές ενότητες?

- Γιατί επιτρέπουν:
 1. Συσχετισμό πετρωμάτων μιας περιοχής με μια άλλη
 2. Τοποθέτηση όλων των πετρωμάτων του φλοιού της γης σε συστηματική ακολουθία που δείχνει τη σχετική τους θέση και ηλικία με ταυτόχρονη αναφορά στην ηλικία της γης
 3. Δημιουργία μιας διεθνούς χρονοστρωματογραφικής κλίμακας



Γεωχρονολογικές ενότητες

- Ο γεωλογικός χρόνος χωρίζεται σε μικρές και μεγάλες ενότητες
- Οι ενότητες αυτές δεν είναι χρονικά ίσες
- Καθορίστηκαν στα συνέδρια Μπολόνιας (1881), Παρισιού (1900), Κοπεγχάγης (1960)

1. Μεγααιώνες (eons)
2. Αιώνες (eras)
3. Περιόδους (periods)
4. Εποχές (epochs)
5. Ηλικίες (ages)
6. Χρόνους (Chronos)



Ποιες είναι οι χρονοστρωματογραφικές ενότητες?

1. Μεγααιωνοδιάπλαση (Eonothem)
2. Αιωνοδιάπλαση (Erathem)
3. Σύστημα (System)
4. Σειρά (Series)
5. Βαθμίδα (Stage)
6. Χρονοζώνη (Chronozone)



Αντιστοιχία γεωχρονολογικών- χρονοστρωματογραφικών ενοτήτων 1

1. Μεγααιώνας	1.Μεγααιωνοδιάπλαση
2. Αιώνας	2.Αιωνοδιάπλαση
3. Περίοδος	3.Σύστημα
4. Εποχή	4.Σειρά
5. Ηλικία	5.Βαθμίδα
6. Χρόνος	6.Χρονοζώνη

Αιώνας – Αιωνοδιάπλαση:
Παγκόσμια ισχύ, σχετίζονται με τις
φάσεις ανάπτυξης της ζωής στη γη



Αντιστοιχία γεωχρονολογικών- χρονοστρωματογραφικών ενότητων 1

- Περίοδος – Σύστημα: Παγκόσμια ισχύ, τα όρια τους υποτίθεται ότι αντιπροσωπεύουν ισόχρονες επιφάνειες (διάρκεια 35-70 εκ. έτη).
- Εποχή – Σειρά: Βασική ενότητα σε επίπεδο περιοχής, διάφορες περιοχές ή και ηπείρους (διάρκεια ~15 εκ. έτη).
- Ηλικία – Βαθμίδα: Στρώματα μιας μικρής χρονικής περιόδου, καθορίζονται από τυπική τομή ή τομές, έχουν τοπικό χαρακτήρα.
- Χρόνος – Χρονοζώνη: βασίζεται σε μία βιοστρωματογραφική ή λιθοστρωματογραφική ενότητα, πολύ μικρής διάρκειας.



Παράδειγμα

- Το Νεογενές είναι πολύ εκτεταμένο στην Ελλάδα
 - Σημαίνει: Το Νεογενές Σύστημα (το σύνολο των πετρωμάτων που το αποτελούν) είναι εκτεταμένο
- Τα θηλαστικά του Νεογενούς είναι άφθονα στον Ελληνικό χώρο
 - Σημαίνει: Τα θηλαστικά που έζησαν κατά την Νεογενή Περίοδο (χρονικό διάστημα)



Ονοματολογία ενοτήτων

- Σύνθετο όνομα
- Αρχικά γράμματα ΠΑΝΤΑ Κεφαλαία
- Μοναδικά
- Για ανώτερες βαθμίδες τα ονόματα προέρχονται από:
 - Φάσεις εξέλιξης οργανισμών
 - Γεωγραφικά
 - Ονομασίες φυλών



Ονοματολογία για σειρές, βαθμίδες και χρονοζώνες

- Για Σειρές και υποδιαίρεσεις τους τα ονόματα προέρχονται από:
 - Γεωγραφικά
 - Τις λέξεις Κατώτερο, Μέσο, Ανώτερο
- Για Βαθμίδες τα ονόματα προέρχονται από το γεωγραφικό όνομα της τυπικής τομής.
- Για Χρονοζώνες τα ονόματα προέρχονται από την ενότητα την οποία καθορίστηκαν.



Γεωλογικός χρόνος

- Ηλικία της γης 4.600.000.000.
- Η ιστορία της γης και της ζωής έχει στιγματιστεί από πολλές κρίσεις και πολλές δραματικές αλλαγές.
- Είναι δυνατόν να βρεις χαρακτηριστικά «σημάδια» που είναι τα ίδια σε όλη τη γη.
- Τα Όρια στην κλίμακα του γεωλογικού χρόνου τοποθετούνται εκεί που εμφανίζονται τέτοιες σημαντικές αλλαγές στο αρχείο των απολιθωμάτων (πχ. μεγάλες εξαφανίσεις).



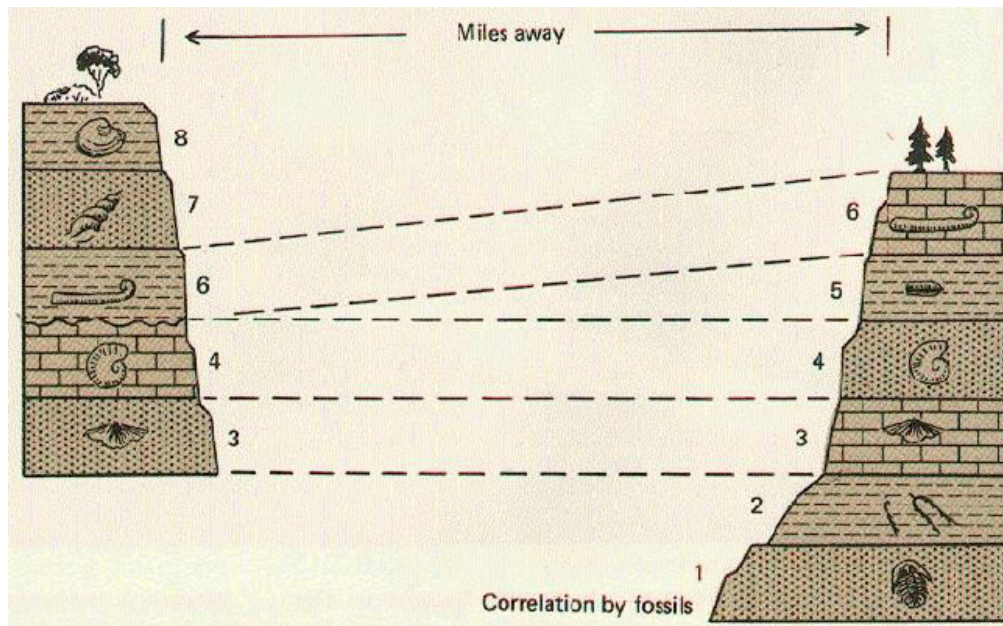
Καθορισμός ορίων γεωλογικού χρόνου

- Με την αναγνώριση επαναλαμβανόμενων απολιθωματοφόρων εμφανίσεων.
- Με την αναγνώριση τους ως καθοδηγητικών για συγκεκριμένες χρονικές περιόδους.
- Αυτό δίνει τη σχετική χρονολόγηση (τοποθετώντας γεγονότα σε σειρά το ένα πίσω από το άλλο).
- Οι γεωλόγοι συσχετίζουν με αυτό τον τρόπο πετρώματα και δημιούργησαν κομμάτι μία συμφωνημένη χρονολογία γεγονότων πίσω στο χρόνο.



Καθοδηγητικά απολιθώματα

Χαρακτηριστικά απολιθώματα τα οποία παρουσιάζουν μεγάλη γεωγραφική εξάπλωση και τα οποία χαρακτηρίζουν συγκεκριμένες και περιορισμένες γεωλογικές «στιγμές». Η εύρεση τους μας βοηθάει να χρονολογήσουμε τα πετρώματα που τα περιέχουν.



Εικ.3: Συσχέτιση οριζόντων με καθοδηγητικά απολιθώματα



Γεωχρονολογία

- Η επιστήμη που ασχολείται με τον προσδιορισμό της ηλικίας των πετρωμάτων



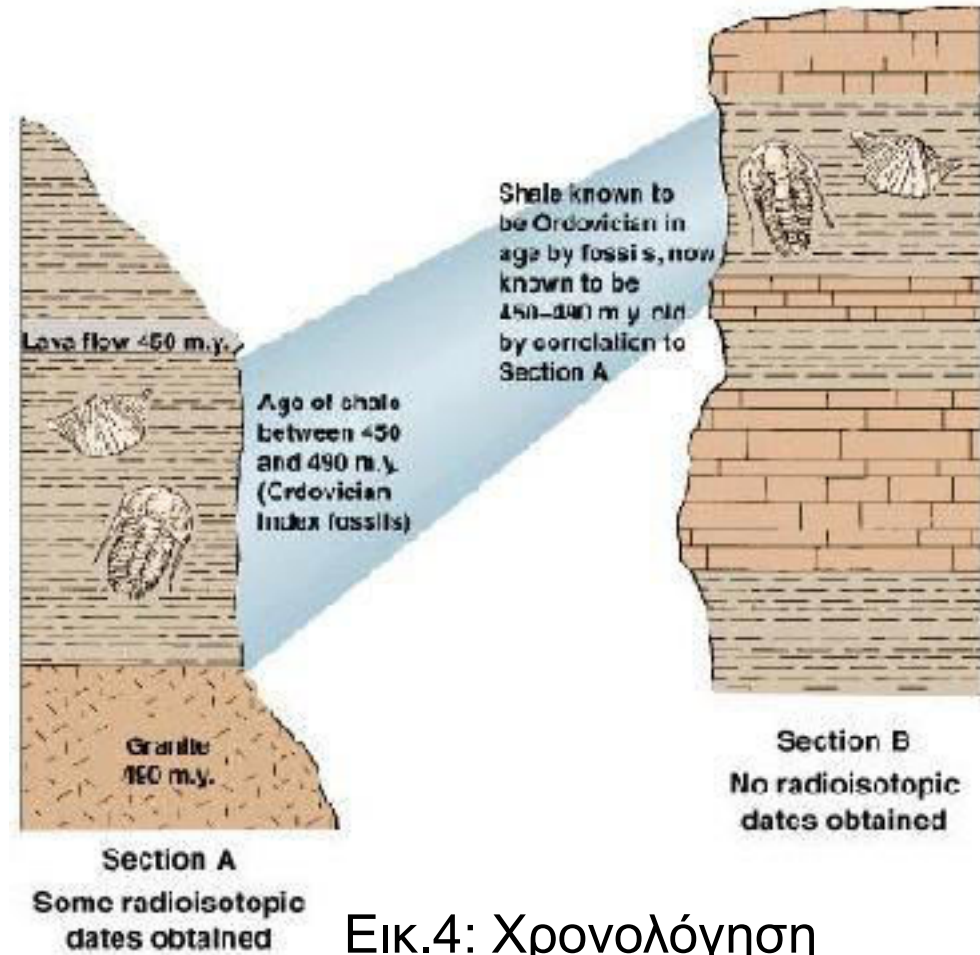
Μέθοδοι χρονολόγησης

1. Σχετική χρονολόγηση – Χρησιμοποιώντας τις αρχές της Στρωματογραφίας και τα απολιθώματα προσδιορίζουμε τις σχετικές ηλικίες των πετρωμάτων.
2. Απόλυτη χρονολόγηση – Προσδιορίζουμε την ηλικία του πετρώματος σε χρόνια (κυρίως με ραδιοχρονολόγηση).



Χρονολόγηση ιζηματογενών πετρωμάτων

- Οι ηλικίες των ιζηματογενών πετρωμάτων προσδιορίζονται τόσο με σχετική όσο και απόλυτη χρονολόγηση.
- Το ίδιο ισχύει με τα απολιθώματα.



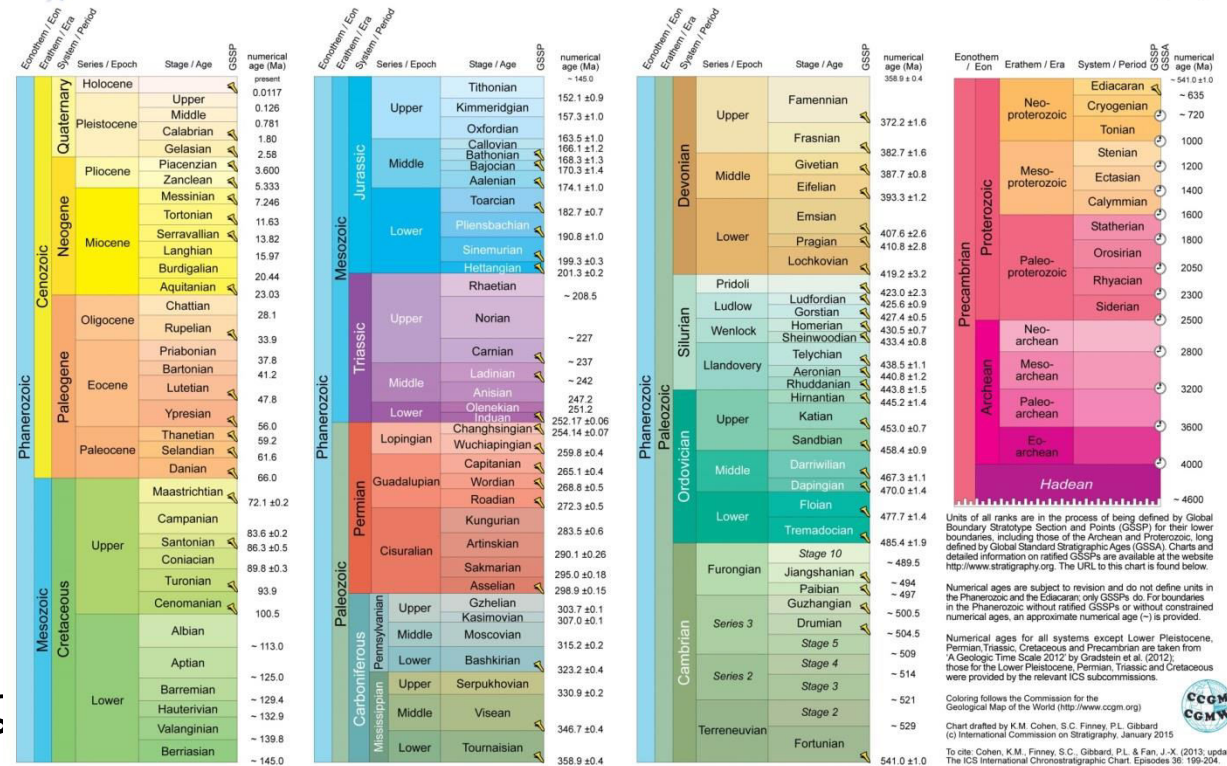
Εικ.4: Χρονολόγηση απολιθωμάτων



Γεωχρονολογική κλίμακα

Δημιουργήθηκε κομμάτι με την πάροδο των χρόνων μέσα από σχετική χρονολόγηση, συσχέτιση, εξέταση των απολιθωμάτων και τη ραδιοχρονολόγηση ή άλλες μεθόδους χρονολόγησης.

 **INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART**
www.stratigraphy.org International Commission on Stratigraphy v 2015/01 



Εικ.5: Διεθνής
χρονο-
στρωματογραφικός
πίνακας



Δύο Μεγααιώνες

- Τα 4,6 δις έτη της γης χωρίζονται σε:
 - a) Κρυπτοζωικός μεγααιώνας 4600-542 my
 - b) Φανεροζωικός μεγααιώνας 542-0 my



Κρυπτοζωικός μεγααιώνας

Κρυπτοζωικός
μεγααιώνας ή
Προκάμβριο

Άδειος αιώνας (4560-40000 my)

Αρχαϊκός αιώνας (4000-2500 my)

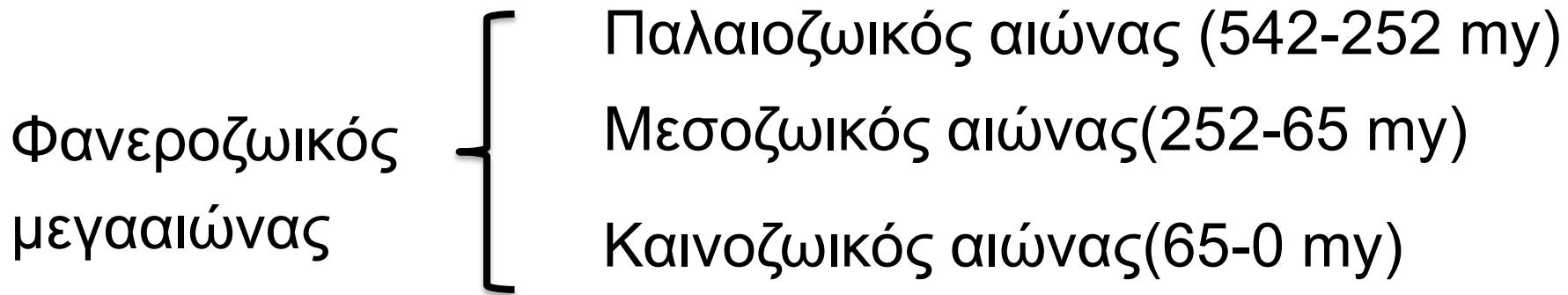
Προτεροζωικός αιών. (2500-541 my)

Το Προκάμβριο καλύπτει το 87% της
γεωλογικής ιστορίας.

Αρχαιοζωϊκός και Προτεροζωϊκός χωρίζονται σε
Κατώτερο, Μέσο, Ανώτερο



Φανεροζωικός μεγαιώνας



Υποδιαίρεση γήινης Ιστορίας

Οι μεγάλοι σταθμοί εξέλιξης ζώων και φυτών δεν συμπίπτουν άρα χωρίζουμε και χρησιμοποιούμε δύο υποδιαιρέσεις:

Ζωικός κόσμος	Φυτικός κόσμος
Αρχαιοζωϊκός	Αρχαιοφυτικός
Προτεροζωϊκός	Προτεροφυτικός ή Φυκοφυτικός
Παλαιοζωϊκός	Παλαιοφυτικός
Μεσοζωϊκός	Μέσοφυτικός
Καινοζωϊκός	Καινοφυτικός ή Νεοφυτικός



Παλαιοζωικός αιώνας (542-252 my)

Ο Παλαιοζωικός αιώνας χωρίζεται σε έξι περιόδους

- Κάμβριο (542-485 my)
- Ορδοβίσιο (485-444 my)
- Σιλούριο (444-419 my)
- Δεβόνιο (419-359 my)
- Λιθανθρακοφόρο (359-299 my)
- Πέρμιο (299-252 my)



Μεσοζωικός αιώνας(252-66 my)

Ο Μεσοζωικός αιώνας χωρίζεται σε τρεις περιόδους

- Τριαδικό (252-201 my)
- Ιουρασικό (201-145 my)
- Κρητιδικό (145-66 my)



Καινοζωικός αιώνας(66-0 my)

Ο Καινοζωικός αιώνας χωρίζεται σε δύο περιόδους

- Τριτογενές (66-2.6my)
- Τεταρτογενές (2.6-0 my)



Τριτογενές (66-2.6my)

Το Τριτογενές χωρίζεται σε δύο υποπεριόδους

- Παλαιογενές (66-23my)
- Νεογενές (23-2.6my)



Παλαιογενές (66-23my)

Το Παλαιογενές χωρίζεται σε τρεις εποχές

- Παλαιόκαινο (65-56my)
- Ηώκαινο (56-35my)
- Ολιγόκαινο (35-23my)



Νεογενές (23-2.6my)

Το Νεογενές χωρίζεται σε δύο εποχές

- Μειόκαινο (23-5,3 my)
- Πλειόκαινο (5,3-2,6 my)



Τεταρτογενές (2.6-0 my)

Σε δύο εποχές (ή τρεις όπως αναφέρθηκε πρόσφατα)

- Πλειστόκαινο (2,6-0,0117my)
 - Ολόκαινο (0,0117-σήμερα [ή 0,0003my])
 - Ανθρωπόκαινο (0,0003-σήμερα)
-
- Οι εποχές χωρίζονται σε ηλικίες
 - Οι ηλικίες χωρίζονται σε χρόνους



Γεωχρονολογικές ενότητες

- Ίδια ονόματα με αυτά των χρονοστρωματογραφικών
- Τα πρώτα γράμματα τους κεφαλαία
- Αντί για τις υποδιαιρέσεις Κατώτερο (Lower), Μέσο (Middle), Ανώτερο (Upper) χρησιμοποιούμε τους όρους Πρώιμο (Early), Μέσο (Middle), Ύστερο (Late)
- Μονάδα μέτρησης ο ημερολογιακός χρόνος
- Απόλυτη χρονολόγηση (Ηλικία σε χρόνια πριν από σήμερα)



Γεωχρονολογία

- Χωρίζεται σε:
 - 1.Χρονογραφία ή Γεωχρονογραφία (με χρήση γεωλογικών, βιολογικών, αστρονομικών ή κλιματικών μεθόδων)
 - 2.Χρονομετρία ή Γεωχρονομετρία (με χρήση φυσικών μεθόδων)



Χρονογραφικές μέθοδοι

1. Ετήσια στρώση (ζεύγη ανοιχτόχρωμων και σκουρόχρωμων ελασμάτων)
2. Γυρεολογία (κόκκοι γύρης)
3. Δεντροχρονογραφία (ετήσιοι δακτύλιοι ανάπτυξης)
4. Ζωοχρονογραφία (αυξητικοί δακτύλιοι κελυφών ζώων)
5. Λειχηνομετρία (για πρόσφατες παγετώδεις αποθέσεις)
6. Αστρονομικές μέθοδοι (αλλαγές στις τροχιακές ταλαντώσεις της γης)



Η διάρκεια της ημέρας στον Προτεροζωικό

- Από αυξητικές γραμμές κοραλλιών
Στο Δεβόνιο 398 μέρες ο χρόνος
Στο Νεοπροτεροζωικό η μέρα είχε 18.2 ώρες
- Η περιστροφή της γης πιο γρήγορη στο παρελθόν
και με την πάροδο του χρόνου επιβραδύνεται



Αστρονομικές μέθοδοι:

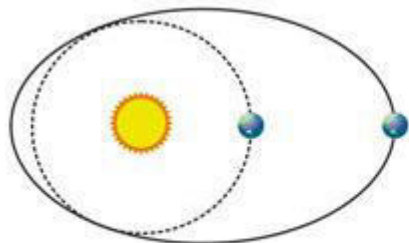
Κύκλοι Milankovitch

- Θεωρεία για τις μεταβολές της θερμοκρασίας της γης που οφείλονται στις τροχιακές ταλαντώσεις της γης.
- Αυτές οι κυκλικές μεταβολές οφείλονται σε αλλαγές στην απόσταση της Γης από τον ήλιο και την γωνία περιστροφής της λόγω περιοδικών μεταβολών στην τροχιά της Γης.



Κύκλοι Milankovitch 1

- Μετάπτωση– Ο άξονας της γης περιστρέφεται κυκλικά κάθε 26,000 χρόνια, επηρεάζοντας το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που λαμβάνουν οι πόλοι.
- Εκκεντρότητα – Η τροχιά της γης αλλάζει από κυκλική σε πιο ελλειπτική κατά 2% κάθε 100,000 χρόνια, μετατοπίζοντας την γη πιο κοντά ή πιο μακριά από τον ήλιο και επηρεάζοντας το ποσοστό της ακτινοβολίας που δέχεται.
- Γωνία κλίσης του άξονα της Γης – σήμερα στις 23.5° , αυτή η κλίση προκαλεί τις εποχές. Η γωνία κλίσης κυμαίνεται μεταξύ 21.5° - 24.5° μέσα σε 41,000 έτη, αλλάζοντας την διάρκεια της μέρας και το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας στους πόλους.



Eccentricity



Obliquity



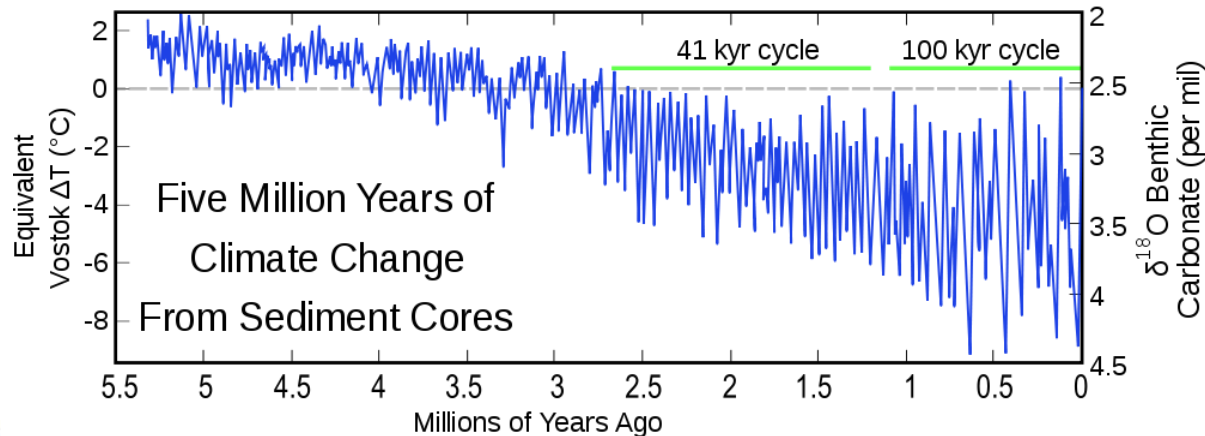
Precession

Εικ.6: Οι τρεις κύριες τροχιακές μεταβολές



Κύκλοι Milankovitch 2

- Ο συνδυασμός αυτών των παραγόντων περιοδικά προκαλεί και μια αλλαγή στο ποσοστό της ηλιακής ενέργειας που δέχεται η γη, που προκαλεί περιοδικά πτώση της θερμοκρασίας και παγετώδεις περιόδους.
- Οι κύκλοι Milankovitch cycles συσχετίζονται πολύ καλά με τις παγετώδεις περιόδους που εμφανίστηκαν κάθε 100,000 έτη τα τελευταία 600,000 χρόνια, όπως δείχνουν τα σταθερά ισότοπα O.



Εικ.7:
Κλιματολογικές
αλλαγές τα
τελευταία 5.000
χρόνια



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: σύνδεσμο μαθήματος.



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 3: <http://imgarcade.com/1/index-fossil-diagram/>

Εικόνα 4: <http://msnickellecearthsci.blogspot.gr/2014/03/how-do-landforms-change-over-time-daily.html>

Εικόνα 5: <http://www.skepticalscience.com/Rapid-climate-change-deadlier-than-asteroid-impacts.html>

Εικόνα 6: <http://www.skepticalscience.com/co2-lags-temperature-intermediate.htm>

Εικόνα 7:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Five_Myr_Climate_Change.svg

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

