



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

Στρωματογραφία-Ιστορική γεωλογία

Προτεροζωικός Αιώνας

Δρ. Ηλιόπουλος Γεώργιος
Σχολή Θετικών Επιστημών
Τμήμα Γεωλογίας

Σκοποί ενότητας

Σκοπός της ενότητας είναι η γνωριμία με τα σημαντικότερα γεγονότα που συνέβησαν κατά τον Προτεροζωικό.



Περιεχόμενα ενότητας

Αρχαϊκός αιώνας- Σχηματισμός
ατμόσφαιρας- Προτεροζωικός- Στον
Παλαιοπροτεροζωικό- Η Ουρόνια
παγετώδης περίοδος- Στον
Μεσοπροτεροζωικό- Στον Νεοπροτεροζωικό-
Η Βαράνγκιος παγετώδης περίοδος-
Καινούργιες μορφές ζωής του
Προτεροζωικού



Στρωματογραφία- Ιστορική γεωλογία

Προτεροζωικός Αιώνας



Αρχαϊκός αιώνας (4000-2500 my)

- Πιο σταθερές συνθήκες στην γη
- Πρώτα εκτεταμένα πετρώματα
- Νερό σε υγρή μορφή στην επιφάνεια
- Ατμόσφαιρα πλούσια σε CO_2 , αρκετό N_2 και CH_4 και λίγο O_2
- Οι πτώσεις σωμάτων έχουν μειωθεί σημαντικά
- Σταθερά περιβάλλοντα



Εικ.1: Η Γη κατά τον Αρχαϊκό αιώνα



Σχηματισμός ατμόσφαιρας πλούσιας σε οξυγόνο

- Η αλλαγή από μία φτωχή σε μία πλούσια σε οξυγόνο ατμόσφαιρα συνέβη στο τέλος του Αρχαϊκού αιώνα.
- Ήταν αποτέλεσμα:
 1. Φωτοχημικού διαχωρισμού – Διάσπαση των μορίων του νερού σε H και O στην ανώτερη ατμόσφαιρα από υπεριώδη ακτινοβολία από τον ήλιο.
 2. Φωτοσύνθεσης – Η διαδικασία με την οποία φωτοσυνθετικά βακτήρια και φυτά παράγουν οξυγόνο (η κύρια διεργασία).



Αποδεικτικά στοιχεία για την ύπαρξη ελεύθερου οξυγόνου στην ατμόσφαιρα

1. Κόκκινα στρώματα – Ιζηματογενή πετρώματα με οξείδια του σιδήρου, εμφανίζονται σε πετρώματα νεώτερα των 1,8 δις ετών (Προτεροζωϊκός).
2. Ασβεστιτικά πετρώματα – εμφανίζονται για πρώτη φορά την ίδια περίοδο με τα κόκκινα στρώματα.

Άρα, λιγότερο CO₂ στην ατμόσφαιρα και τους ωκεανούς, συνεπώς το νερό δεν ήταν πια όξινο.



Προτεροζωικός αιώνας

- 2500 - 541 εκ. έτη
- Αποτελεί το 42% της ιστορίας τη γης
- Χωρίζεται σε 3 αιώνες:
 - Παλαιοπροτεροζωικός αιώνας (2.5 - 1.6 δις έτη)
 - Μεσοπροτεροζωικός αιώνας (1.6 - 1.0 δις έτη)
 - Νεοπροτεροζωικός αιώνας (1000 – 541 εκ. έτη)



Η αρχή του Προτεροζωικού σηματοδοτεί

- Πιο σύγχρονη τεκτονική των πλακών
- Πιο σύγχρονη ιζηματογένεση
- Πιο σύγχρονο κλίμα με παγετώνες
- Τις απαρχές μιας ατμόσφαιρας πλούσιας σε Οξυγόνο
- Την εμφάνιση και επικράτηση των ευκαρυωτικών οργανισμών



Στην αρχή του Προτεροζωικού

- Μεγάλα τμήματα του φλοιού (πλάκες) γνωστά και ως Προκάμβριες επαρχίες, στην αρχή του Προτεροζωικού συνενώθηκαν μαζί για να σχηματίσουν την πρώτη μεγάλη και ενιαία ήπειρο της γης, την **Λαυρεντία**.
- Η συνένωση («ραφή») ηπειρωτικών πλακών εμφανίζεται κατά μήκος οροσειρών ή ορογενετικών ζωνών.
- Μέχρι περίπου τα 1.7 δις έτη είχε ολοκληρωθεί ο σχηματισμός της Λαυρεντίας.
- Η Λαυρεντία συνέχισε να μεγαλώνει σε όλη την διάρκεια του Προτεροζωικού, με την συγκόλληση νέων τμημάτων στα περιθώρια της



Εικ.2: Η ήπειρος Λαυρεντία



Στον Παλαιοπροτεροζωικό (2.5-1.6 δις έτη)

1. Ενεργή τεκτονική
2. Ορογένεση
3. Οι πρώτοι παγετώνες
4. Ηφαιστειότητα (με ηπειρωτικούς βασάλτες)
5. Αύξηση του Οξυγόνου της ατμόσφαιρας
6. Υψηλές συγκεντρώσεις οργανικής ύλης σε ιζήματα (2000 εκ. Έτη), και δημιουργία του πρώτου «πετρελαίου».
7. Τα παλαιότερα φωσφορικά πετρώματα



Ιζηματογένεση στον Προτεροζωικό

Κατά τον Προτεροζωικό έγιναν οι πρώτες εκτεταμένες αποθέσεις άμμων (κλαστικών υλικών ρηχών νερών) και ανθρακικών αποθέσεων, σε ηπειρωτικές κρηπίδες και επιηπειρωτικές θάλασσες.



Το κλίμα στον Προτεροζωικό

- Οι πρώτες παγετώδεις περιόδους:
 - Στον Παλαιοπροτεροζωικό, περίπου μεταξύ 2.45-2.22 δις έτη, η Ουρόνια (Huronian).
 - Στον Νεοπροτεροζωικό, 850-600 εκ. έτη, η Βαράνγκια (Varangian).



Η Ουρόνια παγετώδης περίοδος (2450-2220 εκ. έτη)

- Ξαφνική έναρξη των μέχρι τότε σταθερών συνθηκών.
- Δημιουργία ιλιόλιθων, που δείχνουν εποχικότητα.
- Δημιουργία συσσωρεύσεων αδρόκοκκων ιζημάτων από παγετώνες (τιλλίτες).
- Χαρακτηριστικές γραμμώσεις σε κροκάλες από την κίνηση του πάγου.
- Είχε μεγάλη παγκόσμια εξάπλωση, αποθέσεις παγετώνων έχουν βρεθεί στην Β. Αμερική, Ευρώπη, Ν. Αφρική, Ινδία.



Στον Μεσοπροτεροζωικό (1.6 – 1.0 δις έτη)

- Δημιουργία ωκεανού.
- Στη συνέχεια η Γκρενβίλλιος ορογένεση 1.2 - 1.0 δις έτη
- Η σύγκρουση των ηπείρων δημιούργησε την υπερήπειρο Ροδινία.



Εικ.3: Η υπερήπειρος Ροδινία



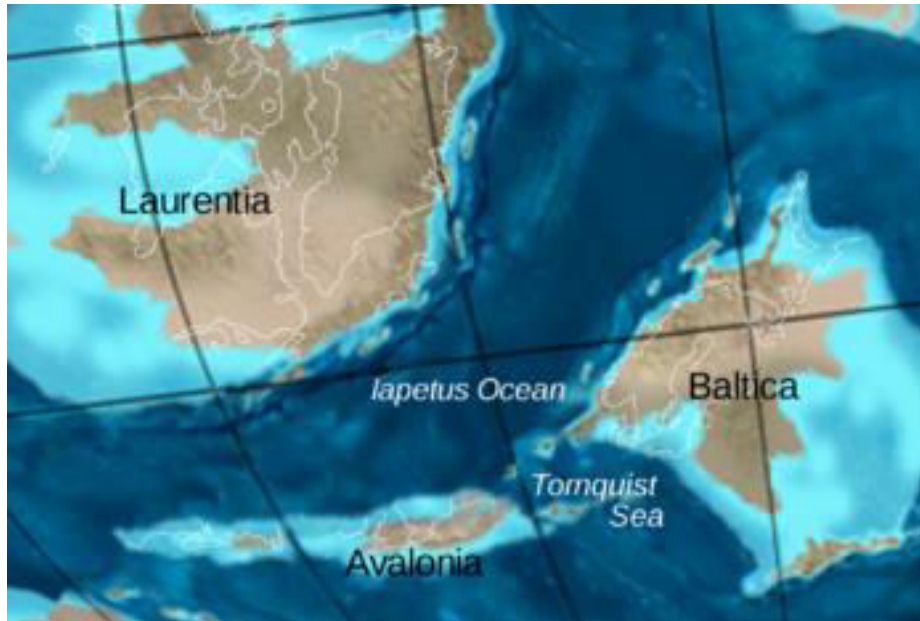
Η υπερήπειρος Ροδινία

- Παρέμεινε ως υπερήπειρος για περίπου 350 εκ. έτη.
- Περιτριγυριζόταν από έναν ωκεανό την Μιροβία.
- Άρχισε να ανοίγει και να χωρίζει και να σχηματίζει στα 750 εκ. έτη, την Πανθάλασσα (πρωτοειρηνικός).



Στον Νεοπροτεροζωικό (1.0 – 0.542 δις έτη)

- Εκτεταμένοι παγετώνες
- Στα 570 εκ. έτη, είχαμε ξανά διάνοιξη ωκεανών, όταν το μπλοκ της Ν. Αμερικής άρχισε να χωρίζει από αυτό της Βόρειας σχηματίζοντας τον ωκεανό Ιαπετό (πρωτοατλαντικός).



Εικ.4: Ιαπετός ωκεανός



Η Βαράνγκιος παγετώδης περίοδος (850 – 600 εκ. Έτη)

- Γνωστή αλλιώς και ως «χιονόμπαλα γη (snowball Earth)» λόγω των εκτεταμένων αποθέσεων παγετώνων.
- Διήρκεσε για 250 εκ. έτη, η μεγαλύτερη στην ιστορία της γης.
- Πετρώματα με παγετώδεις αποθέσεις σε όλη την γη (τιλλίτες, γραμμώσεις, κτλ)



Σε τι οφειλόταν;

- Η τεκτονική των πλακών μπορεί να επηρέασε την ψύξη του πλανήτη.
- Οι ήπειροι βρίσκονταν γύρω από τον ισημερινό και άρα καθόλου τροπικός ωκεανός.
- Ανάκλαση θερμότητας στην επιφάνεια των βράχων (ήπειροι γυμνές).
- Όταν σχηματίστηκαν οι πρώτοι παγετώνες η ανακλαστικότητα χιονιού και πάγου περεταίρω μείωση.
- Οι παγετώνες σχετίζονται με μείωση του CO_2 αύξηση του O_2 .
- CO_2 φαινόμενο του θερμοκηπίου. Μείωση της ψύξης.
- Η μείωση του πιθανόν από αύξηση στον αριθμό των φωτοσυνθετικών οργανισμών (κυανοβακτήρια, στρωματόλιθοι).



Επιπτώσεις

- Πτώση της στάθμης της θάλασσας
- Μειωμένη λιθοποίηση κυανοβακτηριδίων
- Χαμηλή παραγωγή ακρίταρχων
- Παρακμάζοντες στρωματολίθοι
- Μείωση του $\delta^{13}\text{C}$
- Μείωση CO_2 στην ατμόσφαιρα
- Υψηλότερη διάβρωση (ενδείξεις από αυξημένες ποσότητες $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ στα ανθρακικά πετρώματα) και άρα και αύξηση του P στο νερό των ωκεανών



Στην αρχή του Προτεροζωικού η ζωή ίδια με τον Αρχαϊκό

- Αρχαιοβακτήρια σε υδροθερμικά πεδία
- Πλαγκτονικοί προκαρυωτικοί οργανισμοί σε θάλασσες και λίμνες
- Αναερόβιοι προκαρυωτικοί οργανισμοί σε ανοξικά περιβάλλοντα
- Φωτοσυνθετικά κυανοβακτήρια που φτιάχνουν στρωματολίθους
- Ευκαρυωτικοί οργανισμοί



Καινούργιες μορφές ζωής του Προτεροζωικού

- Ακρίταρχα
- Μετάζωα ή πολυκύτταρα ζώα με μαλακά σώματα
- Μετάζωα με μικροσκοπικούς σωλήνες ανθρακικού ασβεστίου ή κελύφη
- Μετάζωα που άφησαν λαγούμια στο ίζημα



Τα πρώτα Μετάζωα

- Πολυκύτταρα ζώα με διάφορους τύπους κυττάρων οργανωμένων σε ιστούς και όργανα.
- Τα πρώτα βέβαια μετάζωα πρωτοεμφανίστηκαν στον Νεοπρωτεροζωικό, περίπου 630 εκ. Έτη (στο τέλος της Βαράνγκιου). Διατηρήθηκαν σαν αποτυπώματα οργανισμών με μαλακά μέρη σε ψαμμίτες.



Τα παλαιότερα πετρώματα της Ελλάδας (Anders et al., 2006)

- Τα παλαιότερα πετρώματα της Ελλάδας έχουν ηλικία: 699 ± 7 εκ. έτη - 713 ± 18 εκ. έτη
- Τα πετρώματα αυτά είναι κομμάτι της Β. Γκοντβάνας



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



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 1: <https://astrobiology.nasa.gov/?page=37>

Εικόνα 2: <https://en.wikipedia.org/wiki/Laurentia>

Εικόνα 3: <https://mrlilholt.wordpress.com/5th-grade-text/chapter-4/4-4-earth-history-and-plate-tectonics/>

Εικόνα 4:

http://www.palaeos.org/index.php?title=Iapetus_Ocean&oldid=24488

