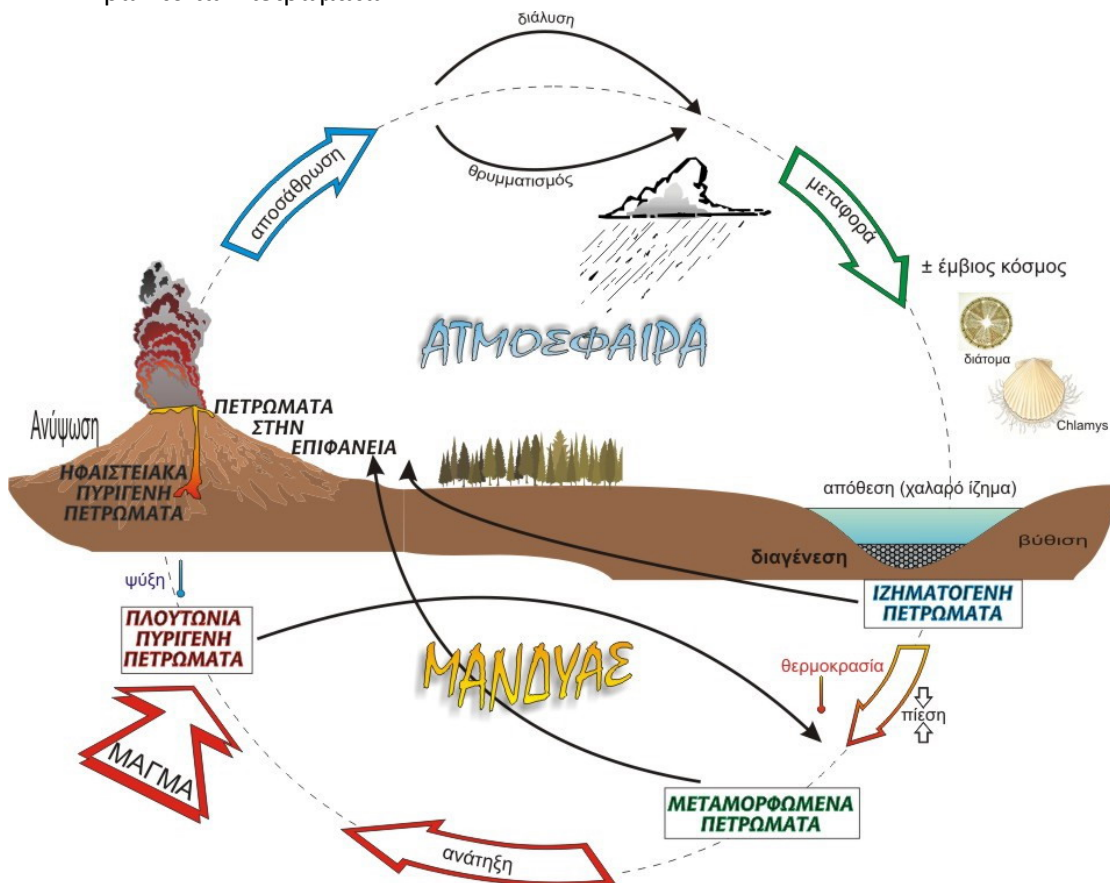


1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- Μέθοδοι της Γεωλογίας
- Ιστορία της Γεωλογίας
- Όψη της Γης

2 ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ

- Τα **ορυκτά** είναι κρύσταλλοι χημικών ενώσεων οι οποίοι κρυσταλλώνονται σε 7 διαφορετικά κρυσταλλικά συστήματα, ενώ τα **πετρώματα** είναι συσσωματώματα πολλών ορυκτών (πολύμικτα). Σε μερικές περιπτώσεις τα πετρώματα αποτελούνται από ένα μόνο ορυκτό (μονόμικτα, π.χ. μάρμαρο).
- Ανάλογα με τον τρόπο δημιουργίας τους, τα πετρώματα διακρίνονται σε τρεις μεγάλες: **Πυριγενή, Ιζηματογενή και Μεταμορφωμένα.**
- Ο **γεωλογικός κύκλος** περιγράφει με καλή ακρίβεια τις σχέσεις μεταξύ των διαφόρων τύπων πετρωμάτων.

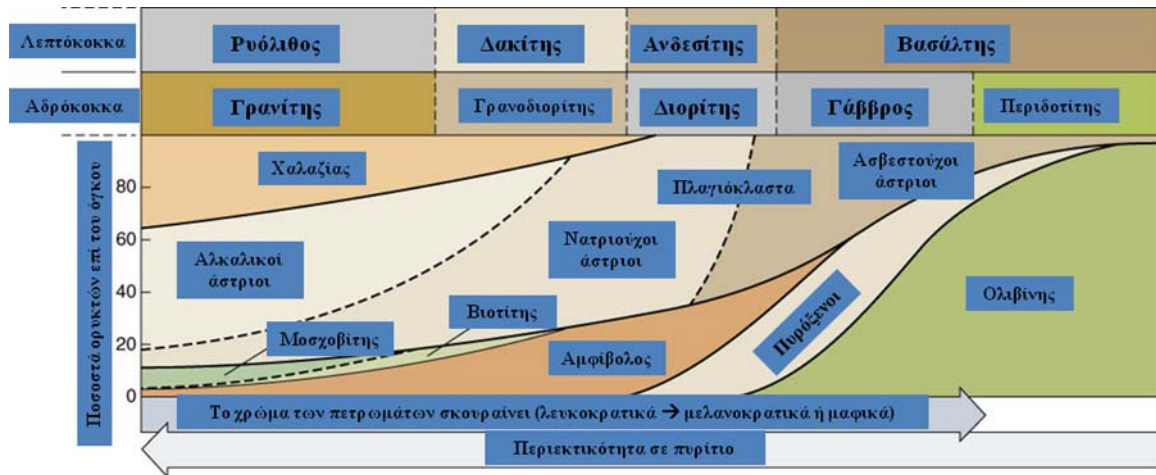


Εικόνα 1. Σχηματική αναπαράσταση του γεωλογικού κύκλου και των σχέσεων μεταξύ των διαφόρων μορφών των πετρωμάτων.

2.1 Πυριγενή πετρώματα

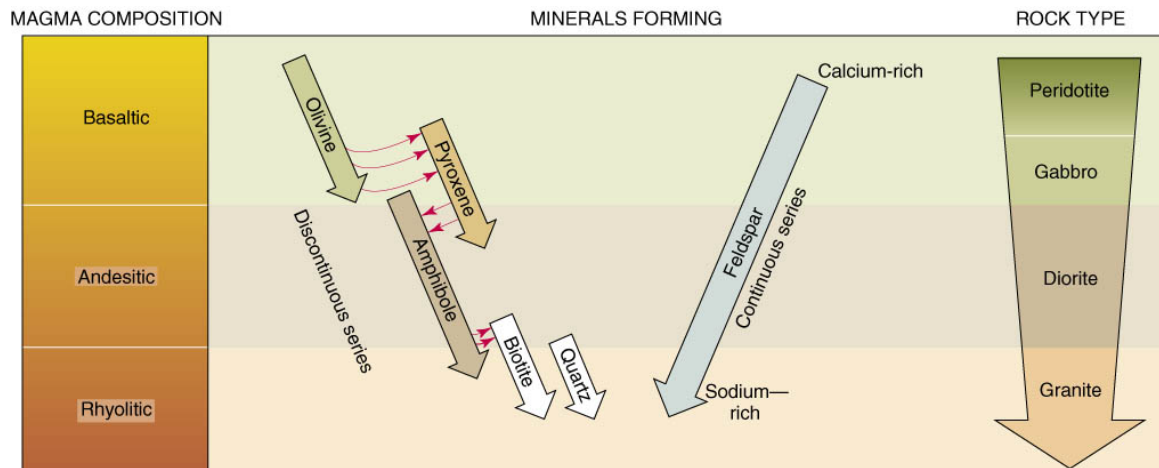
- Όλα τα πυριγενή πετρώματα προέρχονται από την ψύξη και στερεοποίηση του μάγματος.

- Ανάλογα με τη θέση κρυστάλλωσης του μάγματος, διακρίνονται σε **πλουτωνικά, φλεβικά** (ή **υποηφαιστειακά**) και **ηφαιστειακά**.
- Ανάλογα με την περιεκτικότητα τους σε SiO₂ διακρίνονται σε **όξινα** (SiO₂ > 65%), **ενδιάμεσα** (65% > SiO₂ > 52%), **βασικά** (52% > SiO₂ > 45%) και **υπερβασικά** (SiO₂ < 45%).
- Συνήθως τα πλουτωνικά πετρώματα είναι **αδρόκοκκα**, ενώ τα ηφαιστειακά **λεπτόκοκκα** ή και **αφανιτικά** (χωρίς κρυστάλλους).
- Το SiO₂ στη σύστασή τους εμφανίζεται είτε με τη μορφή χαλαζία στα όξινα πετρώματα, είτε στην κρυσταλλική δομή άλλων ορυκτών.



Εικόνα 2. Συνοπτική κατάταξη των κυριότερων τύπων πυριγενών πετρωμάτων (λεπτόκοκκα = ηφαιστειακά, αδρόκοκκα = πλουτωνικά) σε σχέση με τα διάφορα ορυκτά που παρατηρούνται στην παραγένεσή τους.

- Τα **πυροκλαστικά** υλικά είναι τα πετρώματα που εξέρχονται από ένα ηφαίστειο κατά τη διάρκεια της έκρηξης. Οι εναέριοι πυροκλάστες ονομάζονται γενικά **τέφρα**.
- Τα **πλουτωνικά σώματα** διακρίνονται ανάλογα με το μέγεθος και το σχήμα τους σε βαθόλιθους, σωρούς, φλέβες, λακκόλιθους, σωλήνες, αγωγούς και κοίτες, ενώ τα τεμάχια του περιβάλλοντος πετρώματος που βυθίζονται στο μάγμα ονομάζονται **ξενόλιθοι**.
- Ανάλογα με τη σύστασή του, το μάγμα διακρίνεται σε **ρυολιθικό, ανδεσιτικό** και **βασαλτικό**.
- Το αρχικό μάγμα μπορεί να αλλάξει βαθμιαία τη σύστασή του και να δώσει γένεση σε διαφορετικά πετρώματα, μέσω δύο διαδικασιών κρυστάλλωσης των ορυκτών, τη **συνεχή σειρά** και την **ασυνεχή σειρά** (σειρές κρυστάλλωσης του Bowen).
 - Στη συνεχή σειρά κρυστάλλωσης, το SiO₂ απομακρύνεται συνεχώς και βαθμιαία μέσω της κρυστάλλωσης διαφορετικών πλαγιοκλάστων (ξεκινούν από ασβεστιτικά – Ανορθίτης [βασικός] και καταλήγουν σε νατριούχα – Αλβίτης [όξινο]).
 - Στην ασυνεχή σειρά κρυστάλλωσης, το SiO₂ απομακρύνεται με την κρυστάλλωση διαφορετικών ορυκτών. Τα κύρια ορυκτά που συμμετέχουν σε αυτή τη σειρά είναι Ολιβίνης → Πυρόξενος → Αμφίβολος → Βιοτίτης και Χαλαζίας.



Εικόνα 3. Ασυνεχής και συνεχής κρυστάλλωση του μάγματος. Με τις διαδικασίες αυτές δημιουργούνται μάγματα διαφορετικής σύστασης και σχηματίζονται διαφορετικά πετρώματα.

2.2 Ιζηματογενή πετρώματα

- Τα ιζηματογενή πετρώματα προέρχονται από τη **διαγένεση** ιζημάτων που αποτίθενται σε τοπογραφικά χαμηλά σημεία στο φλοιό της Γης (θάλασσες, λίμνες, πεδιάδες, κλπ).
- Ανάλογα με τον τρόπο δημιουργίας τους διακρίνονται σε **κλαστικά, χημικά** και **βιογενή**.
- Ανάλογα με τη θέση δημιουργίας τους διακρίνονται σε **θαλάσσια** (νηρική ή πελαγική), **ποτάμια** ή **αλλουβιακά, λιμναία, παγετωνικά, αιολικά, δελταϊκά**, κ.ά.
- Τα κλαστικά ιζήματα ταξινομούνται σε τέσσερις κατηγορίες ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων τους: **κροκάλες** ή **λατύπες** (ανάλογα με το αν είναι αποστρογγυλωμένα ή όχι τα τεμάχια), **άμμο, υλύ** και **άργιλο**. Τα αντίστοιχα πετρώματα ονομάζονται κροκαλοπαγή ή λατυποπαγή, ψαμμίτες, ιλυόλιθοι (ή πηλόλιθοι) και αργιλόλιθοι (ή απλά άργιλοι).
- Τα χημικά ιζήματα μπορεί να είναι ανόργανοι ασβεστόλιθοι (π.χ. **τραβερτίνης**), δολομίτες, αλλά κυρίως τα άλατα που προέρχονται από την εξάτμιση μαζών νερού (**εβαπορίτες**). Οι κυριότεροι εβαπορίτες είναι ο **αλίτης**, η **γύψος** και ο **ανυδρίτης** (θαλάσσιοι εβαπορίτες). Οι **κερατόλιθοι** (=πυριτόλιθοι) αποτελούνται από πολύ λεπτόκοκκο χαλαζία.
- Τα βιογενή ιζήματα είναι κατά κύριο λόγο **ανθρακικά** (διάφορα είδη **ασβεστολίθων**) ή **πυριτικά**. Τα μεν πρώτα σχηματίζονται από υπολείμματα υδρόβιων οργανισμών (συνήθως τα αντίστοιχα πετρώματα ξεκινούν με το πρόθεμα βιο-, π.χ. βιομικρίτης), ενώ τα πυριτικά από πυριτικό σκελετικό υλικό ραδιολαρίων και διατόμων (οργανικοί κερατόλιθοι).
- **Βάρβες** είναι ζεύγη ιζηματογενών στρωμάτων που αποτίθενται σε ένα ετήσιο κύκλο. Συνδέονται συνήθως με παγετώδη φαινόμενα.

2.3 Μεταμορφωμένα πετρώματα

- Ανάλογα με τις συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας της μεταμόρφωσής τους, διακρίνονται σε **χαμηλού, ενδιάμεσου** και **υψηλού** βαθμού μεταμόρφωσης.
- Ανάλογα με τον τρόπο μεταμόρφωσής τους, διακρίνονται σε πετρώματα **κατακλαστικής, επαφής, θαπτικής** ή **περιοχικής** (καθολικής) μεταμόρφωσης.

- Η μεταμόρφωση συνδέεται με την **ανακρυστάλλωση** και **νέο-ορυκτογένεση**, τη δημιουργία **σχιστότητας** και εξαρτάται άμεσα από την αρχική σύσταση των πετρωμάτων, τη θερμοκρασία, την πίεση, την περιεκτικότητα σε υγρά και το χρόνο εφαρμογής των παραμέτρων αυτών.
- Αν και υπάρχουν πάρα πολλοί διαφορετικοί τύποι μεταμορφωμένων πετρωμάτων, γενικά μπορούν να αναφερθούν τα εξής:
 - Η σειρά μεταμόρφωσης των αργίλων είναι: **άργιλος → αργιλικός σχιστόλιθος → μαρμαρυγιακός σχιστόλιθος → μαρμαρυγιακός γνεύσιος.**
 - Η σειρά μεταμόρφωσης των ασβεστολίθων είναι: **ασβεστόλιθος → ανακρυσταλλωμένος ασβεστόλιθος → μάρμαρο.**
 - Η σειρά μεταμόρφωσης των χαλαζιακών ιζημάτων (π.χ. άμμος) είναι: **ψαμμίτης → χαλαζίτης.**
- Οι γνεύσιοι διακρίνονται σε **ορθογνεύσιους** (εάν προέρχονται από πυριγενή πετρώματα), σε **παραγνεύσιους** (εάν προέρχονται από ιζηματογενή πετρώματα) και σε **οφθαλμογνεύσιους** (εάν η υφή τους περιλαμβάνει μεγάλους «οφθαλμούς» ανοικτόχρωμων ορυκτών).
- Στη μεταμόρφωση επαφής δημιουργείται γύρω από το μαγματικό σώμα μία **μεταμορφική στεφάνη** (=άλως) και **skarn**. Στην επαφή με το μαγματικό σώμα μπορεί να παρατηρηθεί **κερατίτης** (προσοχή!!! Καμία σχέση με τον κερατόλιθο!). Χαρακτηριστικό είναι το skarn της Ροδόπης.
- Οι **γλαυκοφανιτικοί** (ή **μπλε**) **σχιστόλιθοι** είναι χαρακτηριστικά πετρώματα HP/LT και παρατηρούνται σε ζώνες ισχυρών επωθήσεων. Στην Ελλάδα χαρακτηριστικές εμφανίσεις γλαυκοφανιτικών σχιστολίθων παρατηρούνται στην «Ενότητα Αμπελάκι» (τεκτονικό παράθυρο Ολύμπου) και σε νησιά των Κυκλάδων.

3 ΗΦΑΙΣΤΕΙΑ

- Διακρίνονται τρεις τύποι μάγματος, ανάλογα με την σύστασή τους: **βασαλτικό, ανδειτικό** και **ρυολιθικό**.
 - Βασαλτικού τύπου είναι περίπου το 80% του μάγματος, τα αντίστοιχα ηφαιστεια όμως συνήθως δεν γίνονται αντιληπτά γιατί η πλειοψηφία τους βρίσκεται στον πυθμένα των ωκεανών, εκτός ορισμένων χαρακτηριστικών περιπτώσεων (Χαβάη, Ισλανδία, κ.ά.).
 - Ανδειτικού τύπου είναι περίπου το 10% του μάγματος, και τα αντίστοιχα ηφαιστεια βρίσκονται διατεταγμένα κυρίως κατά μήκος των ζωνών λιθοσφαιρικής σύγκλισης (π.χ. το Ελληνικό Ηφαιστειακό Τόξο).
 - Ρυολιθικού τύπου είναι περίπου το υπόλοιπο 10% του μάγματος. Το περισσότερο μάγμα του τύπου αυτού δεν φτάνει στην επιφάνεια.
- Οι πιο επικίνδυνες εκρήξεις είναι αυτές στις οποίες το μάγμα έχει μικρή ρευστότητα και πολλά διαλυμένα αέρια. Όσο πιο όξινο είναι το μάγμα, τόσο πιο επικίνδυνο είναι.
- Οι κύριοι τύποι ηφαιστειών είναι:
 - **Ασπιδωτά.** Συνδέονται με βασαλτικό μάγμα.
 - **Στρωματοηφαιστεια.** Συνδέονται με ανδειτικό μάγμα.
 - **Ηφαιστεια ασβόλης.** Αποτελούνται μόνο από πυροκλαστικά υλικά.

- Οι κύριες δομές που παρατηρούνται στα ηφαίστεια είναι οι **κρατήρες**, οι **δόμοι λάβας** και οι **καλδέρες**.
- **Μαξιλαροειδείς λάβες** είναι μία ιδιαίτερη μορφή λάβας που σχηματίζεται από υποθαλάσσιες εκχύσεις.
- Τα **πυροκλαστικά υλικά** είναι τα υλικά εκείνα που εξέρχονται του ηφαιστειακού σωλήνα και μπορεί να είναι **ηφαιστειακή σποδός, τέφρα, πυροκλαστικές ροές, lahars, λασποροές, λάβα, οβίδες**, κ.ά.

3.1 Ηφαιστειότητα του Ελληνικού χώρου

- Τα ενεργά ηφαίστεια της Ελλάδας είναι διατεταγμένα σε ένα τόξο (**Ελληνικό Ηφαιστειακό Τόξο**) και περιλαμβάνουν από Δ προς Α τα εξής ηφαίστεια: **Μέθανα, Μήλος, Σαντορίνη, Γυαλί, Νίσυρος** και **Κως**. Είναι Τεταρτογενούς ηλικίας.
- Ελαφρώς παλαιότερη (Πλειόκαινο – Τεταρτογενές) και όχι πλέον ενεργή είναι η ηφαιστειότητα στα εξής μέρη: **Ν. Βλυχάδες** (Β. Ευβοϊκός κόλπος), **Μικροθήβες** (Ν. Μαγνησίας), **Βόρειες Σποράδες** και **Αλμωπία**.
- Η ηφαιστειότητα του Α. Μεικαίνου παρατηρείται διάσπαρτη στο ανατολικό Αιγαίο και κυρίως στη **Σάμο**.
- Το Κ. – Μ. Μειόκαινο εκτεταμένη ηφαιστειακή δράση στο ΒΑ Αιγαίο (**Λήμνος, Λέσβος, κ.ά.**) προκάλεσε την απόθεση πολλών σχηματισμών και τη δημιουργία των απολιθωμένων δασών στα νησιά αυτά.
- Η ηφαιστειότητα του Ολιγοκαίνου επηρέασε τη ΒΑ Ελλάδα στην περιοχή του Έβρου.
- Η τελευταία μεγάλη έκρηξη στη Σαντορίνη («Μινωική») συνέβη περίπου το 1.630 π.Χ. και δημιούργησε τη μεγάλη καλδέρα στο κέντρο του νησιωτικού συγκροτήματος. Άλλες πιο πρόσφατες εκρήξεις πολύ μικρότερης κλίμακας έγιναν το 197 π.Χ., το 46 μ.Χ., το 726 μ.Χ., το 1570-73 μ.Χ., το 1707-11 μ.Χ., το 1866-1870 μ.Χ., το 1925-28 μ.Χ., το 1939-41 μ.Χ. και το 1950. Σήμερα, πιο επικίνδυνο θεωρείται το υποθαλάσσιο ηφαίστειο «Κολούμπος» ανοικτά του ΒΑ άκρου της Σαντορίνης.
- Το ηφαίστειο της Νισύρου αποτελείται από μία μεγάλη καλδέρα μέσα στην οποία υπάρχουν 5 μικρότεροι κρατήρες. Η πιο πρόσφατη έκρηξη έγινε το 1888

4 ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ

- Απολίθωση – Απολιθώματα – Καθοδηγητικά Απολιθώματα.

4.1 Γεωλογικοί αιώνες

- Ως **σχετική** και **απόλυτη** ηλικία ενός γεωλογικού γεγονότος ορίζονται ως η θέση του στη σειρά των γεγονότων της Γης και ο χρόνος που πέρασε από την εκδήλωσή του αντίστοιχα.
- Οι βασικές αρχές της **στρωματογραφίας** είναι η αρχή της οριζοντιότητας, η αρχή της στρωματογραφικής υπέρθεσης, η αρχή της συνέχειας και η αρχή της παλαιοντολογικής ταυτότητας.
- **Ασυμφωνία** είναι μία ξαφνική διακοπή ή κενό σε μία στρωματογραφική ακολουθία και μπορεί να είναι **γωνιώδης, δισυμφωνία, ετερογενής ή παρα-ασυμφωνία**.

- Μία **λιθοστρωματογραφική ενότητα** έχει ως βασική μονάδα τον **σηματισμό**.
- Μία **χρονοστρωματογραφική ενότητα** έχει ως βασική μονάδα το **σύστημα**.
- Η βασική μονάδα του γεωλογικού χρόνου είναι η **γεωλογική περίοδος**, η οποία είναι ο χρόνος στον οποίο αποτίθεται ένα γεωλογικό σύστημα.
- Η χρονοστρωματογραφική κλίμακα αποτελείται από τη **βαθμίδα**, το **σύστημα**, τη **διάπλαση** και τη **μεγαδιάπλαση**.
- Η γεωχρονολογική κλίμακα αποτελείται από την **εποχή**, την **περίοδο**, τον **αιώνα** και το **μεγα-αιώνα**.
- Οι βασικές υποδιαιρέσεις του γεωλογικού χρόνου είναι:
 - 3 μεγαιώνες: ο Αρχαϊκός, ο Προτεροζωικός και ο Φανεροζωικός.
 - Ο Φανεροζωικός μεγα-αιώνας διαρείται σε 3 αιώνες: Παλαιοζωικός, Μεσοζωικός και Καινοζωικός.
 - Ο Παλαιοζωικός αιώνας διαρείται σε 6 περιόδους (Κάμβριο, Ορδοβίσιο, Σιλούριο, Δεβόνιο, Λιθανθρακοφόρο, Πέρμιο).
 - Ο Μεσοζωικός αιώνας διαρείται σε 3 περιόδους (Τριαδική, Ιουρασική, Κρητιδική).
 - Ο Καινοζωικός αιώνας διαρείται σε 2 περιόδους (Παλαιογενές, Νεογενές).
 - Το Παλαιογενές διαρείται σε τρεις εποχές (Παλαιόκαινο, Ηώκαινο, Ολιγόκαινο).
 - Το Νεογενές διαρείται σε 4 εποχές (Μειόκαινο, Πλειόκαινο, Πλειστόκαινο, Ολόκαινο).
 - Μία άλλη διαίρεση του Καινοζωικού είναι σε Τριτογενές (Παλαιογενές + Μειόκαινο + Πλειόκαινο) και Τεταρτογενές (Πλαιστόκαινο, Ολόκαινο).
- Οι βασικές μέθοδοι απόλυτης χρονολόγησης γεωλογικών γεγονότων περιλαμβάνουν τις ραδιοχρονολογήσεις, την παλαιομαγνητική κλίμακα, τα ισότοπα Ο, τη δενδροχρονολόγηση, τις βάρβες, τη λειχνομετρία, κ.ά.

5 ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ, ΔΙΑΒΡΩΣΗ, ΑΠΟΘΕΣΗ

- **Αποσάθρωση** είναι η διαδικασία αποδόμησης του υγιούς πετρώματος μόλις αυτό βρεθεί σε επιφανειακές συνθήκες και διακρίνεται σε:
 - **Μηχανική αποσάθρωση**, που μπορεί να οφείλεται σε κρυστάλλωση αλάτων, παγετώδεις αποσφηνώσεις, θερμική διαστολή/συστολή, ψύξη ενός μαγματικού σώματος, πίεση από την ανάπτυξη ριζικών συστημάτων φυτών, κ.ά.
 - **Χημική αποσάθρωση**, που μπορεί να οφείλεται σε διάλυση, υδρόλυση, απόπλυση ή οξειδωση.
- Η αποσάθρωση επηρεάζεται από πολλές παραμέτρους, οι κυριότερες εκ των οποίων είναι η ορυκτολογία, ο τύπος και η δομή του πετρώματος, η μορφολογική κλίση, η πανίδα, ο χρόνος και κυρίως το κλίμα: θερμά και υγρά κλίματα ευνοούν ιδιαίτερα τη χημική αποσάθρωση.
- Τα **εδάφη** είναι σχηματισμοί που αποτελούνται από υπολείμματα αποσάθρωσης πετρωμάτων και από οργανικά υλικά λόγω αποσύνθεσης φυτών και ζώων.

- Οι διαδικασίες απομάκρυνσης του αποσαθρωμένου υλικού με μέσο μεταφοράς το νερό, τον άνεμο ή τον πάγο ονομάζονται **διάβρωση**.
- Τα υλικά που απομακρύνονται με τη διάβρωση αποτίθενται σε τοπογραφικά χαμηλά με τις διαδικασίες της **απόθεσης**.

6 ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- **Ρέμα** είναι ένα υδάτινο σώμα που μεταφέρει νερό προς τα κατάντη μέσω της **κοίτης**, μεταφέροντας **φορτίο** και αποστραγγίζοντας μία **λεκάνη απορροής**.
- Καθώς ένα ρέμα ρέει προς τα κατάντη, αυξάνονται η παροχή του, η εγκάρσια διατομή του και η ταχύτητά του, ενώ μειώνεται η κλίση του (γίνεται πιο ομαλό).
- Το επίπεδο κάτω από το οποίο ένα ρέμα δεν μπορεί να διαβρώσει την κοίτη του, ονομάζεται **βασικό επίπεδο**. Συνήθως αυτό είναι το επίπεδο της θάλασσας. Σε μικρότερη κλίμακα, αν ένα ρέμα συναντήσει μία συγκέντρωση νερού (π.χ. λίμνη), αυτή σχηματίζει το λεγόμενο **τοπικό βασικό επίπεδο**.
- Τα ρέματα **διαβρώνουν** στην εξωτερική πλευρά των μαιάνδρων και **αποθέτουν** στην εσωτερική τους. Με το χρόνο οι αποθέσεις αυτές μπορεί να προκαλέσουν την αποκοπή του μαιάνδρου από τον κύριο ποταμό, σχηματίζοντας έτσι τις λεγόμενες **παλιομάνες**.
- Οι κύριοι τύποι υδρογραφικών δικτύων (=συστήματα ποταμών και ρεμάτων που αποστραγγίζουν μία λεκάνη απορροής) είναι: τα **δενδριτικά**, τα **παράλληλα**, τα **ακτινωτά**, τα **ορθογώνια**, τα **κλιμακωτά**, τα **κυκλικά** και τα **συγκεντρικά**.
- Τα ρέματα γενικά, και ειδικότερα στο στάδιο νεότητας, κατά τη ροή τους προς τα κατάντη διαμορφώνουν χαρακτηριστικές κοιλάδες σχήματος V.

7 ΠΑΓΕΤΩΝΕΣ

- **Παγετώνες** είναι μόνιμα σώματα πάγου που προέρχονται από ανακρυστάλλωση του χιονιού και ρέουν αργά λόγω βαρύτητας. Διακρίνονται σε **πολικούς** και **υψομέτρου** (=αλπικούς).
- Οι παγετώνες κατά την κίνησή τους προς τα κατάντη διαμορφώνουν χαρακτηριστικές κοιλάδες σχήματος U.
- Οι παγετώνες μεταφέρουν τεμάχια των περιβαλλόντων πετρωμάτων και τα αποθέτουν στα κατάντη σε χαρακτηριστικούς σχηματισμούς που ονομάζονται **μοραίνες**. Οι μοραίνες μπορεί να είναι βασικές, πλευρικές ή μετωπικές.

8 ΠΑΛΑΙΟΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑ – ΠΑΓΕΤΩΔΕΙΣ ΠΕΡΙΟΔΟΙ

- **Παλιοκλιματολογία** είναι η μελέτη των κλιματικών συνθηκών που επικρατούσαν σε μία ορισμένη χρονική περίοδο.
- Οι χρονικές περίοδοι κατά τις οποίες παρατηρείται εξάπλωση των παγετώνων και πτώση του μέσου όρου θερμοκρασίας στη Γη ονομάζονται **παγετώδεις περίοδοι**, ενώ οι περίοδοι μεταξύ δύο διαδοχικών παγετωδών ονομάζονται **μεσοπαγετώδεις περίοδοι**.

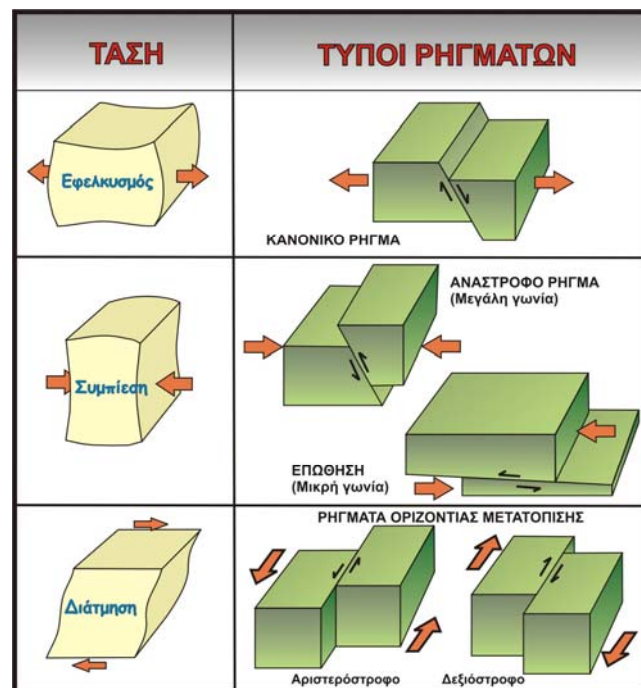
- Στο Τεταρτογενές παρατηρούνται 4 παγετώδεις περιόδους (από την νεώτερη στην παλαιότερη): **Würm, Riss, Mindel** και **Günz**.
- Ειδικά για το Ολόκαινο, δηλαδή για το χρονικό διάστημα μετά την Würm, διαχωρίστηκαν συγκεκριμένες παλαιοκλιματολογικές περιόδους:

	Περίοδος	Ηλικία (¹⁴ C)	Κλίμα
Μεταπαγετώδεις	Υποαντλαντική (Subatlantic)	0-2.500	Υγρό και δροσερό
	Υποβορεάλια (Subboreal)	2.500-5.000	Ξηρό και θερμό
	Ατλαντική (Atlantic)	5.000-8.000	Υγρό και το πιο θερμό
	Βορεάλια (Boreal)	8.000-10.000	Ξηρό και θερμό
Ύστερες παγετώδεις	Younger Dryas	10.000-11.000	Ψυχρό
	Bölling/Allerød	11.000-11.700	Δροσερό
	Older Dryas	11.700-12.000	Ψυχρό

9 ΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΔΟΜΕΣ

9.1 Ρήγματα

- Τάση – Παραμόρφωση.
- Υπάρχουν τρία κύρια είδη ρηγμάτων:
 - **Κανονικά** (ή μεταπτωτικά ή μεταπτώσεις) που συνδέονται με δυνάμεις (=τάσεις) εφελκυσμού.
 - **Ανάστροφα** που συνδέονται με δυνάμεις συμπίεσης. Διακρίνονται σε **επωθήσεις** αν η γωνία κλίσης τους είναι < 45° και **εφίππευσεις** αν είναι > 45°.
 - **Οριζόντιας μετατόπισης** που συνδέονται με δυνάμεις διάτμησης. Διακρίνονται σε **δεξιόστροφα** και **αριστερόστροφα**, ανά-



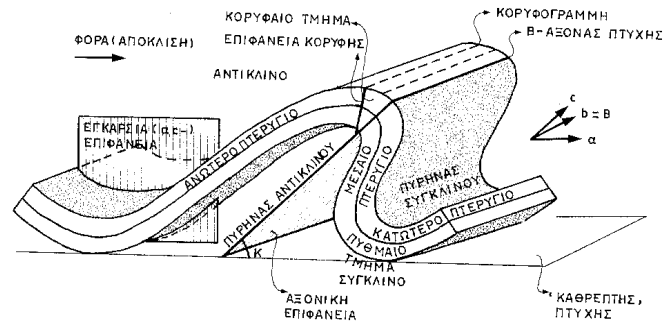
Εικόνα 4. Οι τρεις κατηγορίες ρηγμάτων, οι τάσεις που τα δημιουργούν και η σχετική τους μετατόπιση.

λογα με το αν η κίνηση του ενός τεμάχου σε σχέση με το άλλο έγινε προς τα δεξιά ή αριστερά αντίστοιχα.

- Δομές που σχετίζονται με κανονικά ρήγματα:
 - Μία καταβύθιση λέγεται **τεκτονική λεκάνη** (ή τεκτονική τάφρος - graben) αν οριοθετείται από δύο κανονικά ρήγματα.
 - Μία καταβύθιση λέγεται **τεκτονική ημιλεκάνη** (ή τεκτονική ημιτάφρος - half-graben) αν η μετάπτωση συμβαίνει σε ένα ρήγμα.
 - Ένα ανυψωμένο τεμάχος λέγεται **τεκτονικό κέρασ** (horst) αν οριοθετείται από δύο κανονικά ρήγματα.
- Δομές που σχετίζονται με ανάστροφα ρήγματα:
 - Υποκείμενα πετρώματα που αποκαλύπτονται λόγω διάβρωσης των υπερκείμενων τεκτονικά τοποθετημένων πετρωμάτων ονομάζονται **τεκτονικά παράθυρα**.
 - Κομμάτια τεκτονικά τοποθετημένων πετρωμάτων που περιβάλλονται από υποκείμενα ονομάζονται **τεκτονικά ράκη**.
 - Επωθήσεις μεγάλης κλίμακας που τοποθετούν εκτεταμένους όγκους πετρωμάτων επάνω σε άλλα, ονομάζονται **καλύμματα**.
 - Διαδοχικές εφιπτεύσεις που τοποθετούν τεμάχη πετρωμάτων το ένα πάνω από το άλλο σχηματίζουν **τεκτονικά λέπια**.
- Στην Ελλάδα υπάρχουν ενεργά (μπορούν να δώσουν γένεση σε σεισμούς) όσο και ανενεργά ρήγματα. Τα ενεργά ρήγματα είναι γενικά κατανεμημένα ως εξής (με αρκετές εξαιρέσεις):
 - **Κανονικά** ρήγματα βρίσκονται σε όλη την ηπειρωτική χώρα. Τα κυριότερα ρήγματα εντοπίζονται στον Κορινθιακό και στον Ευβοϊκό, ενώ πολυάριθμα άλλα ρήγματα βρίσκονται σε όλη την Ελλάδα.
 - **Ανάστροφα** ρήγματα βρίσκονται κατά μήκος της ζώνης υποβύθισης της Αφρικανικής πλάκας κάτω από την Ευρασιατική κατά μήκος του Ελληνικού Τόξου.
 - Ρήγματα **οριζόντιας μετατόπισης** είναι κυρίως τα δεξιόστροφα στην Τάφρο του Βορείου Αιγαίου και στην Κεφαλονιά.

9.2 Πτυχές

- Πτυχές είναι «κυρτώσεις» των πετρωμάτων λόγω συμπιεστικών δυνάμεων. Η ταξινόμησή τους μπορεί να γίνει με διάφορα κριτήρια:
 - **Βαθμός παραμόρφωσης:** συμμετρικές → κεκλιμένες → ανεστραμμένες → κατακεκλιμένες (ή κατακείμενες) → καταδυόμενες (ή βυθιζόμενες).
 - **Γωνία ανοίγματος:** ανοικτές ή κλειστές.
 - **Καμπυλότητα:** αποστρογγυλεμένες ή οξύληκτες (=τύπου knick).
- Αποτελούνται από **πτέρυγες** που σχηματίζουν **σύγκλινα** (τα νεώτερα στρώματα στον πυρήνα) και **αντίκλινα** (τα παλαιότερα στρώματα στον πυρήνα).
- Η **φορά** της πτυχής δείχνει τη διεύθυνση κύριας κίνησης και συμπίεσης.
- Τα αντίκλινα των πτυχών θεωρούνται πολύ καλές «παγίδες» για υδρογονάνθρακες (πετρέλαια ή φυσικό αέριο).



Εικόνα 5. Ορολογία των μερών μίας πτυχής.

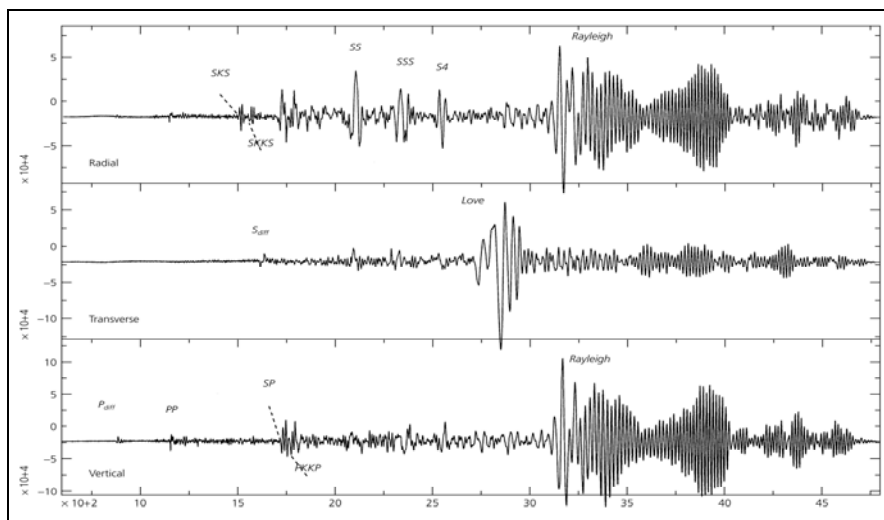
10 ΧΑΡΤΕΣ

- **Χάρτης** είναι η αναπαράσταση του αναγλύφου της Γης ή άλλων φυσιογραφικών, δημογραφικών κ.ά. γεωγραφικών στοιχείων υπό κλίμακα.
- Η υδρόγειος σφαίρα τέμνεται από νοητούς κύκλους είτε παράλληλους με τον ισημερινό που ονομάζονται **παράλληλοι**, είτε διερχόμενους από τους πόλους που ονομάζονται **μεσημβρινοί**. Αυτοί χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της γεωγραφικής θέσης ενός σημείου στην επιφάνεια της Γης ως συνάρτηση του **γεωγραφικού πλάτους** και του **γεωγραφικού μήκους** αντίστοιχα.
- Η **κλίμακα** ενός χάρτη είναι ο λόγος μεταξύ των αποστάσεων στο χάρτη και των αντίστοιχων πραγματικών στην επιφάνεια της Γης.
- Κάθε χάρτης κατασκευάζεται με τη χρήση μίας **προβολής** (=προβολικό σύστημα). Οι πολλές εκατοντάδες προβολών που χρησιμοποιούνται μπορούν να διαιρεθούν σε γενικές κατηγορίες:
 - Ανάλογα με τον **τρόπο** κατασκευής τους: γνήσιες και μη γνήσιες.
 - Ανάλογα με την **επιφάνεια προβολής** που χρησιμοποιήθηκε: αζιμουθιακές, κυλινδρικές και κωνικές.
 - Ανάλογα με τη **θέση της επιφάνειας προβολής**: κατακόρυφες ή πολικές, ισημερινές ή εγκάρσιες και πλάγιες.
 - Ανάλογα με τη **θέση του κέντρου προβολής**: γωνιωματικές ή κεντρικές, στερεογραφικές και ορθογραφικές.
- **Ορθοδρόμος** είναι η μικρότερη απόσταση μεταξύ δύο σημείων, η οποία σε ένα χάρτη μικρής κλίμακας εμφανίζεται ως καμπύλη, και **λοξοδρόμος** η φαινόμενη μικρότερη απόσταση μεταξύ δύο σημείων σε ένα χάρτη, όπου και απεικονίζεται ως ευθεία.
- Τα κύρια στοιχεία που απεικονίζονται σε ένα τοπογραφικό χάρτη είναι οι ισοϋψείς και ισοβαθείς καμπύλες, υψόμετρα και βάθη, τα τριγωνομετρικά σημεία, ανθρωπογενή στοιχεία, φυσιογραφικά στοιχεία, συντεταγμένες και σύστημα προβολής, ισοδιάσταση, κλίμακα, κ.ά.

11 ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΤΗΣ ΓΗΣ

11.1 Σεισμικά κύματα

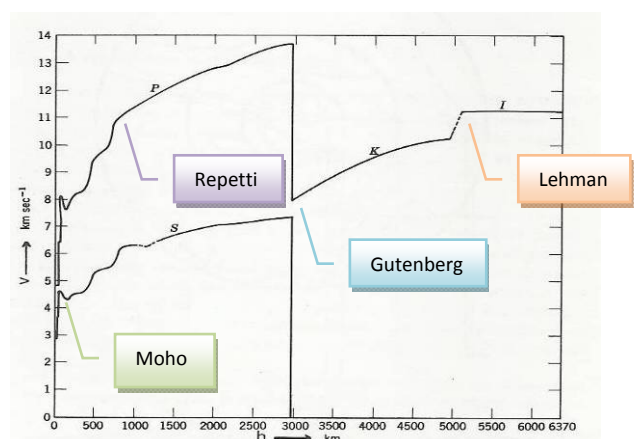
- Τα σεισμικά κύματα διακρίνονται σε κύματα χώρου (επιμήκη P [=διαμήκη] και εγκάρσια S), επιφανειακά κύματα (Rayleigh, Love, Stonley κ.ά.) και άλλα κύματα (δι-αυλικά, ουράς, στάσιμα, κ.ά.). Τα κύματα P έχουν μεγαλύτερη ταχύτητα από τα S, ενώ τα Love μεγαλύτερη από τα Rayleigh.
- Τις μεγαλύτερες επιπτώσεις στις κατασκευές έχουν τα **κύματα επιφανείας**, επειδή έχουν το μεγαλύτερο πλάτος.
- Το **πλάτος** των σεισμικών κυμάτων **μειώνεται** με την αύξηση της επικεντρικής απόστασης λόγω των φυσικών ιδιοτήτων του φλοιού της Γης.



Εικόνα 6. Οι τρεις συνιστώσες του σειсмоγράμματος ενός σεισμού, στο οποίο φαίνονται οι διαφορετικοί χρονοί άφιξης και τα πλάτη για κάθε φάση των σεισμικών κυμάτων.

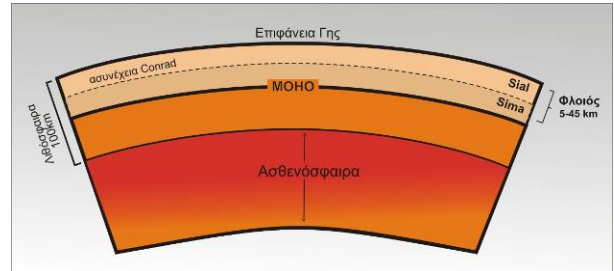
11.2 Δομή

- Η Γη αποτελείται από τρία κύρια κελύφη: το **φλοιό**, το **μανδύα** και τον **πυρήνα**.
- Στα όρια του φλοιού και του μανδύα παρατηρείται η **ασυνέχεια Mohorovicic** (ή απλά Moho), ενώ στα όρια του μανδύα με τον πυρήνα η **ασυνέχεια Gutenberg** (ασυνέχειες πρώτης τάξης).
- Οι ασυνέχειες δεύτερης τάξης ορίζουν τα όρια μεταξύ των διάφορων στιβάδων στα κελύφη: η **ασυνέχεια Conrad** μεταξύ της γρανιτικής και βασαλτικής στιβάδας στο φλοιό, η **ασυνέχεια Repetti** μεταξύ του άνω και κάτω μανδύα και η **ασυνέχεια Lehman** μεταξύ του εξωτερικού και του εσωτερικού πυρήνα.
- Οι ταχύτητες των σεισμικών κυμάτων μεταβάλλονται στα τρία κελύφη και στις ασυνέχειες.



Εικόνα 7. Μεταβολές στην ταχύτητα των σεισμικών κυμάτων σε συνάρτηση με το βάθος και τις ασυνέχειες.

- Η χαρακτηριστική μείωση της ταχύτητας των σεισμικών κυμάτων στη ζώνη αμέσως κάτω από τη Μοχο, οφείλεται στην ύπαρξη ενός ασθενούς μηχανικά στρώματος πάχους περίπου 50-100 km που ονομάζεται **ασθενόσφαιρα** και σχηματίζει τον **ασθενοσφαιρικό δίαυλο**.
- Τα κύματα S δεν διαδίδονται στον εξωτερικό πυρήνα, επομένως συμπεραίνεται ότι αυτός βρίσκεται σε **υγρή φάση**.
- Ο φλοιός και το ανώτερο τμήμα του μανδύα αποτελούν τη **λιθόσφαιρα**.
- Ο φλοιός διακρίνεται σε **ηπειρωτικό** (πάχος 30-70 km) και σε **ωκεάνιο** (πάχος 4-15 km). Αποτελούνται κυρίως από όξινα/ενδιάμεσα και βασικά/υπερβασικά πετρώματα αντίστοιχα.
- Ο ωκεάνιος φλοιός είναι πυκνότερος και βαρύτερος από τον ηπειρωτικό.
- Η μέση γεωθερμική βαθμίδα στο φλοιό είναι περίπου **1° C/30 m**.



Εικόνα 8. Σχηματικό διάγραμμα της δομής του φλοιού, της λιθόσφαιρας και της ασθενόσφαιρας.

12 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΓΕΝΕΣΗΣ ΣΕΙΣΜΩΝ

- Οι σεισμοί διακρίνονται σε **επιφανειακούς** (βάθος έως 20 km και σε εξαιρετικές περιπτώσεις έως 60 km), **ενδιαμέσου βάθους** (έως 300 km) και **μεγάλου βάθους** (300-720 km).
- Οι σεισμοί δημιουργούνται λόγω της ξαφνικής ολίσθησης **ενεργών ρηγμάτων** οι συσσωρευμένες τάσεις στην επιφάνεια των οποίων υπερβαίνουν το όριο θραύσης του υλικού.
- Το σημείο πάνω στην επιφάνεια του ρήγματος στο οποίο δημιουργείται ένας σεισμός ονομάζεται **υπόκεντρο** ή **εστία**, ενώ η προβολή του σημείου αυτού στην επιφάνεια ονομάζεται **επίκεντρο**. Το βάθος στο οποίο βρίσκεται η εστία ονομάζεται **εστιακό βάθος**.
- Ανάλογα με το αν η διεύθυνση διάδοσης της σεισμικής διάρρηξης είναι προς μία ή και τις δύο κατευθύνσεις επάνω στην επιφάνεια του ρήγματος, ο σεισμός ονομάζεται **μονοκατευθυντικός** ή **δικατευθυντικός** αντίστοιχα.
- Ως **σεισμική ακολουθία** ορίζεται το σύνολο των σεισμών που γεννώνται σε ένα συγκεκριμένο χώρο σε ένα μικρό χρονικό διάστημα λόγω της δράσης ενός συγκεκριμένου συστήματος ρηγμάτων.
- Σχεδόν όλοι οι **κύριοι σεισμοί** ακολουθούνται από **μετασεισμούς**, ενώ ορισμένοι έπονται **προσεισμών**. Εάν σε μία σεισμική ακολουθία δεν διακρίνεται ένας σημαντικά μεγαλύτερος σεισμός από τους υπόλοιπους, η ακολουθία ονομάζεται **σμήνος** ή **σμηνοσειρά**.
- Ο **νόμος Gutenberg-Richter** εκφράζει το πλήθος των σεισμών (N) σε σχέση με το μέγεθός τους (M) και δίνεται από τον τύπο $\log N = a - bM$.

13 ΜΕΓΕΘΟΣ ΣΕΙΣΜΩΝ

- Το **μέγεθος (M)** ενός σεισμού είναι το μέτρο της ενέργειας που απελευθερώνεται και **είναι ανεξάρτητο από την επικεντρική απόσταση**.
- Οι κυριότερες **κλίμακες** σεισμικών μεγεθών είναι:
 - Τοπικό μέγεθος (M_L , =Richter)
 - Επιφανειακό μέγεθος (M_s)
 - Μέγεθος σεισμικής ροπής (M_w ή M_o)
- Η κλίμακα Richter δεν έχει **ούτε κάτω, ούτε άνω όριο**, μπορεί να έχει αρνητικές τιμές, αλλά πρακτικά δεν έχουν καταγραφεί σεισμοί μεγαλύτεροι των 9,5 R.
- Αύξηση του μεγέθους σεισμού κατά μία μονάδα ισοδυναμεί με αύξηση της εκλυόμενης ενέργειας κατά περίπου **31 φορές**.

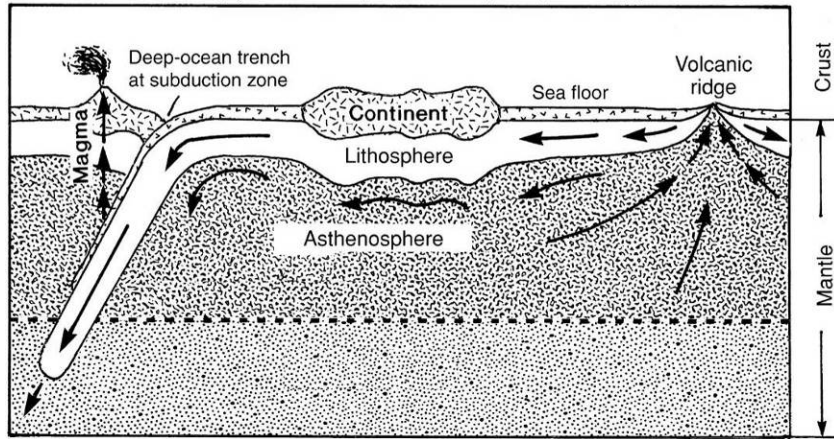
14 ΜΑΚΡΟΣΕΙΣΜΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΝΤΑΣΗ ΣΕΙΣΜΩΝ

- Τα μακροσεισμικά αποτελέσματα ενός σεισμού μπορεί να είναι **πρωταρχικά ή επακόλουθα** και κατά μία άλλη ταξινόμηση **μόνιμα ή παροδικά**.
- Μακροσεισμικά αποτελέσματα είναι εδαφικές διαρρήξεις, κατολισθήσεις, εδαφικές βαθύνσεις, ρευστοποιήσεις εδαφών, υψομετρικές μεταβολές, τσουνάμι, βλάβες σε κατασκευές (άμεσες ή έμμεσες) κλπ.
- Τα **τσουνάμι** είναι κύματα που δημιουργούνται σε ανοικτές θάλασσες λόγω υποθαλάσσιων σεισμών ή/και κατολισθήσεων, οι οποίοι μετακινούν όγκους νερού ανάλογα με το βάθος της θάλασσας. Ενώ στα ανοικτά η ταχύτητα των κυμάτων αυτών είναι πολύ μεγάλη (έως 800 km/h), στα ρηχά μειώνεται, με αποτέλεσμα την αύξηση του ύψους τους.
- Η **ένταση** του σεισμού αναφέρεται στα μακροσεισμικά αποτελέσματα που αυτός έχει σε μία συγκεκριμένη γεωγραφική θέση και **εξαρτάται από την επικεντρική απόσταση**.
- Η ένταση μετριέται με τη χρήση **μακροσεισμικών κλιμάκων**, με πιο συνηθισμένη τη δωδεκαβάθμια κλίμακα Mercalli-Sieberg.
- Οι **ισόσειστες καμπύλες** περιγράφουν περιοχές ίδιας έντασης σε ένα χάρτη και ο προσανατολισμός τους συνήθως είναι παράλληλος με το σεισμογόνο ρήγμα. Το κέντρο της **πλειόσειστης περιοχής** ονομάζεται **μακροσεισμικό επίκεντρο**.
- Για αύξηση ενός βαθμού στην ένταση, παρατηρείται περίπου **διπλασιασμός** της αντίστοιχης **σεισμικής επιτάχυνσης**.

15 ΛΙΘΟΣΦΑΙΡΙΚΕΣ ΠΛΑΚΕΣ

- Είναι τεμάχη της λιθόσφαιρας που κινούνται επάνω στην ασθενόσφαιρα. Υπάρχουν δύο κύρια μοντέλα που εξηγούν την κίνησή τους:
 - **Μοντέλο ενεργού μανδύα:** ρεύματα μεταφοράς στο μανδύα (=μανδουακά αναβρύσματα) παρασέρνουν και μεταφέρουν τις λιθοσφαιρικές πλάκες.
 - **Μοντέλο παθητικού μανδύα:** οι πλάκες μετακινούνται μόνες τους λόγω βαρύτητας, η οποία στα άκρα τους προκαλεί τη βύθιση του ωκεάνιου μέρους των πλακών κάτω από το ηπειρωτικό όμορής πλάκας.

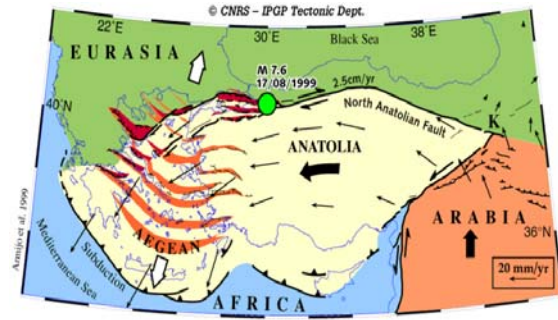
- Οι κύριες δομές που παρατηρούνται στις λιθοσφαιρικές πλάκες είναι οι **μεσο-ωκεάνιες ράχες** (δημιουργία υλικού) οι **ζώνες σύγκλισης** ή **υποβύθισης** (καταστροφή υλικού) και τα **ρήγματα μετασχηματισμού** (διατήρηση υλικού).
- Η εξέλιξη του φλοιού σε μία θέση απόκλισης λιθοσφαιρικών πλακών είναι: αρχική διάρρηξη → στάδιο κλειστού ωκεανού (δημιουργία μεσο-ωκεάνιων ραχών) → στάδιο ανοικτού ωκεανού (μεγάλη έκταση ωκεάνιου φλοιού).



Εικόνα 9. Μοντέλο κίνησης μίας λιθοσφαιρικής πλάκας. Στο αριστερό άκρο της εικόνας ο ωκεάνιος φλοιός βυθίζεται κάτω από τον ηπειρωτικό λόγω βαρύτητας (παθητικός μανδύας), ενώ στο δεξί δημιουργείται νέος φλοιός και μετακινείται λόγω μανδουακών ανευρυσμάτων (ενεργός μανδύας).

- Υπάρχουν τρεις τύποι σύγκλισης λιθοσφαιρικών πλακών:
 - Σύγκρουση ηπειρωτικού με ηπειρωτικό φλοιό (Α-καταβύθιση).
 - Σύγκλιση ωκεάνιου με ωκεάνιο φλοιό (Β-καταβύθιση).
 - Σύγκλιση ωκεάνιου με ηπειρωτικό φλοιό (Β-καταβύθιση).
- Οι κύριες δομές σε μία ζώνη σύγκλισης είναι (από το εξωτερικό προς το εσωτερικό της μέρους): α) **εξωτερική ράχη**, β) **ωκεάνια αύλακα** (=τάφρος), γ) **πρίσμα προσαύξησης** (=επαύξησης) γ) **λεκάνη προ του τόξου**, δ) **μετωπικό τόξο**, ε) **ηφαιστειακό τόξο**, στ) **περιθωριακή λεκάνη**.
- Τα περιθώρια των λιθοσφαιρικών πλακών διακρίνονται σε:
 - **Ενεργά**. Υπάρχουν σεισμοί επιφανείας, ενδιάμεσου (**ζώνη Benioff**) και μεγάλου βάθους.
 - **Παθητικά**. Υπάρχουν μόνο επιφανειακοί σεισμοί.
 - **Συντηρητικά**. Εκατέρωθεν των ρηγμάτων μετασχηματισμού.
- Το σημείο στο οποίο συναντώνται τρεις λιθοσφαιρικές πλάκες ονομάζεται **τριπλό σημείο**.
- Η προβολή των κορυφών των ρευμάτων μεταφοράς (=μανδουακά ανευρύσματα) στην επιφάνεια του φλοιού ονομάζεται **θερμή κηλίδα**.
- Η Ελλάδα βρίσκεται στο Ν άκρο της Ευρασιατικής πλάκας και επηρεάζεται από δύο κύριες κινήσεις λιθοσφαιρικών πλακών:

- Από την προς Βορρά βύθιση της Αφρικανικής πλάκας κάτω από την Ευρασιατική ($\approx 1 \text{ cm/y}$).
- Από την προς Δύση κίνηση της μικροπλάκας της Ανατολίας μέσω του Ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας ($\approx 2,5 \text{ cm/y}$).
- Η μέση ταχύτητα παραμόρφωσης του χώρου του Αιγαίου είναι $2,5 - (-1) \approx 3,5 \text{ cm/y}$.



Εικόνα 10. Σχηματική διάταξη των λιθοσφαιρικών πλακών στην περιοχή της Ελλάδας.

16 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

- Η Ελλάδα είναι μέρος του **Αλπικού γεωτεκτονικού κύκλου** («Νέα Ευρώπη»), ο οποίος περιλαμβάνει τα όρη του Άτλαντα στο Μαρόκο, τα Πυρηναία, τα Απέννινα, τις Άλπεις, τα Καρπάθια, τις Δυναρίδες, τις Ελληνίδες, την Ποντιακή άλυσσο, τα όρη του Ταύρου, τον Καύκασο, τα όρη Ζάγκρος (Ιράν), τις οροσειρές του Αφγανιστάν και τα Ιμαλάια.
- Το σύστημα αυτό των ορέων δημιουργήθηκε από τη σύγκρουση δύο ηπειρωτικών τεμαχών, της **Ευρασίας** και της **Γκοντβάνας** ανάμεσα των οποίων υπήρχε ο ωκεανός της **Τηθύος**. Είχε δύο κλάδους, την βόρεια **Παλαιο-Τηθύ** (λειτούργησε από το Παλαιοζωικό έως το Ιουρασικό) και τη νότια **Νέο-Τηθύ** (λειτούργησε από το Τριαδικό και μετά). Μεταξύ τους υπήρχε ένα αποσπασμένο τμήμα της Γκοντβάνας που ονομάστηκε **Κιμμερική ήπειρος** και ταυτίζεται με τη σημερινή Πελαγονική ζώνη.
- Η αρχική δημιουργία της Τηθύος έγινε το Πέρμιο και έφτασε το μέγιστο το Τριαδικό – Ιουρασικό.
- Στο Τριαδικό και το Κ. Ιουρασικό αποτίθενται σε όλες τις ζώνες της Ελλάδας θαλάσσια ιζήματα.
- Στο Α. Ιουρασικό – Κ. Κρητιδικό η θάλασσα αποσύρθηκε και οι εσωτερικές Ελληνίδες χέρσευσαν (στρωματογραφικό κενό).
- Στο Μ. – Α. Κρητιδικό η θάλασσα επανήλθε και κάλυψε τις αναδυθείσες εσωτερικές Ελληνίδες («Μ.-Α. Κρητιδική επίκλυση»).
- Στις αρχές του Τριτογενούς αρχίζει το ορογενετικό κύμα από Α προς Δ που είχε ως αποτέλεσμα τη σταδιακή ανάδυση των ζωνών τη μία μετά την άλλη.
- Κατά το Τεταρτογενές δημιουργήθηκαν τα κύρια ενεργά ρήγματα του Ελληνικού χώρου, τα οποία προκάλεσαν, μεταξύ άλλων, το διαμελισμό του έως τότε ηπειρωτικού χώρου της **Αιγίδας** διαμορφώνοντας έτσι το Αιγαίο πέλαγος και το Ελληνικό αρχιπέλαγος.

17 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΗΣ

- Στην Ευρώπη διακρίνονται τέσσερις κύριες περιοχές, ανάλογα με την ορογενετική τους ιστορία:

- **Ηωευρώπη** (=Πανάρχαια Ευρώπη). Αποτελείται από **κρατονικές ασπίδες**, από περιοχές δηλαδή οι οποίες δεν υπέστησαν καμία παραμόρφωση κατά το Φανεροζωικό μεγα-αιώνα.
- **Παλαιοευρώπη** (=Παλαιά Ευρώπη). Επηρεάστηκε από την Καληδονική ορογένεση κατά το Κάμβριο-Δεβόνιο.
- **Μεσοευρώπη** (=Μέση Ευρώπη). Επηρεάστηκε από τη Βαρύσκια ορογένεση κατά το Λιθανθρακοφόρο-Πέρμιο.
- **Νεοευρώπη** (=Νέα Ευρώπη). Επηρεάστηκε από την Αλπική ορογένεση, η οποία συνεχίζεται μέχρι σήμερα.
- Οι ορογένεσεις αυτές συνδέονται με διαδοχικές αποκοπές και συγκρούσεις τεμαχίων από προηγούμενα μεγα-ηπειρωτικά λιθοσφαιρικά τεμάχια.