

Φυσική Ωκεανογραφία και Θαλάσσια Τηλεσκόπηση

Δ. Δεληκαράογλου

Ζώνες των θαλασσών / Μορφολογία του ωκεάνιου πυθμένα

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΟΓΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ



Οι υποδιαιρέσεις του ωκεανού και των θαλασσών
μπορούν να είναι κατακόρυφες ή οριζόντιες

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΟΓΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

Διαιρέσεις/στρωματώσεις των υδάτων των θαλασσών και του ωκεανού

Οι δύο κύριες υποδιαιρέσεις αφορούν αντίστοιχα

- τον πυθμένα, και
- τη στήλη νερού σε βάθος

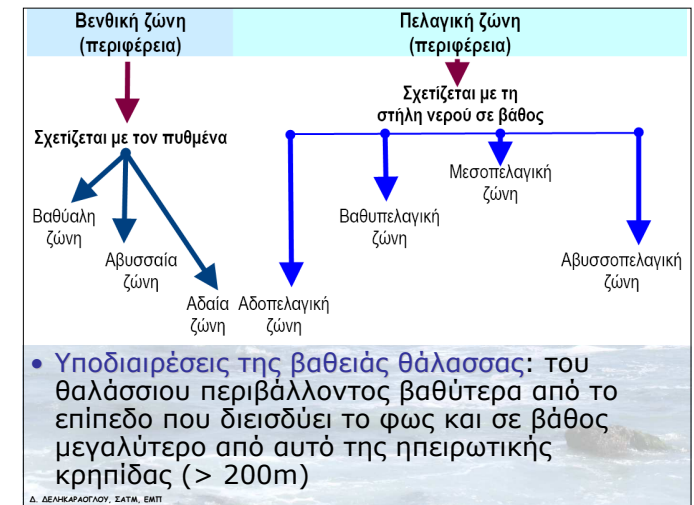
Η πρώτη καθορίζει τη λεγόμενη βενθική ζώνη, μια ονομασία που συλλογικά υποδηλώνει τόσο ζώνες του θαλάσσιου πυθμένα, όσο και τους θαλάσσιους οργανισμούς που ζουν εκεί

Η βυθομετρική υποδιάρθρωση ενός ωκεανού, θάλασσας ή λίμνης αναφέρεται σε διάφορες παράλληλες μεταξύ τους ζώνες από την επιφάνεια μέχρι του βυθού.

Τα κύρια κριτήρια που χρησιμοποιούνται για τις υποδιαιρέσεις των θαλασσών, λιμνών ή γενικότερα μεγάλων υδάτινων όγκων είναι:

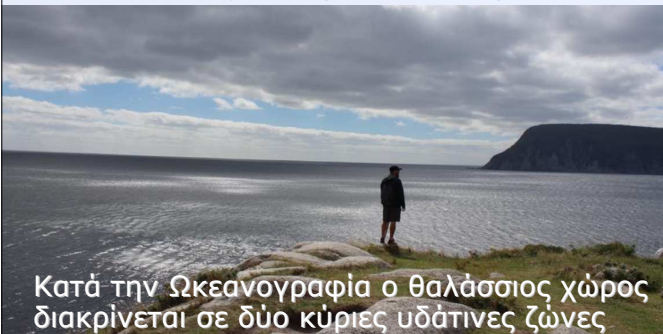
- Διακριτές ζώνες με βάση τη θερμοκρασία ή/και το βάθος (κατακόρυφες στρωματώσεις, βυθομετρική διαίρεση)
- Διακριτές ζώνες με βάση την απόσταση από την ακτή (οριζόντιες περιφέρειες)
- Ζώνες ανάλογα με την αφθονία των υδρόβιων ειδών (χλωρίδα και πανίδα), την κατανομή, και τις συναρθώσεις τους (οικολογικές ζώνες και οικοσυστήματα)
- Υδρολογικά και οικολογικά χαρακτηριστικά συγκεκριμένων περιοχών των υδάτων (π.χ., στις εκβολές ποταμών)

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΟΓΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ



Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΟΓΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

Οριζόντιες διαιρέσεις



Κατά την Ωκεανογραφία ο θαλάσσιος χώρος διακρίνεται σε δύο κύριες υδάτινες ζώνες

- Την παράκτια ζώνη, και
- τη συνολική περιοχή της ανοικτής θάλασσας.

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΟΓΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

Παράκτια ζώνη

- Λαμβάνοντας υπόψη τον πυθμένα, είναι η θαλάσσια περιοχή που εκτείνεται από την ακτή μέχρι και την υφαλοκρηπίδα.
 - Διαφορετικοί κλάδοι και οργανισμοί διαιρούν την παράκτια ζώνη σε διάφορες υπο-περιφέρειες ή υποζώνες, ανάλογα με το συγκεκριμένο ενδιαφέρον που έχουν για τα χαρακτηριστικά τους

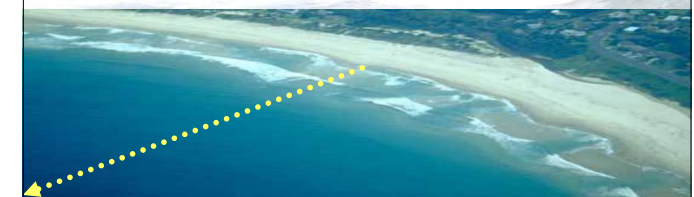


Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΟΓΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

Αν εκτός από τον πυθμένα ληφθεί υπόψη και το υδάτινο σώμα, η παράκτια ζώνη διακρίνεται

- Στην υποπαραλιακή ζώνη που εξαπλώνεται προς το βυθό από 0 έως τα 40 m.
- Η παραπαραλιακή ζώνη που καταλαμβάνει το τμήμα του βυθού από 40 έως και τα 200 m.

Οι δύο αυτές ζώνες μαζί συνιστούν την νηριτική περιοχή (την αβαθή ζώνη που βρίσκεται πάνω από την ηπειρωτική κρηπίδα)



Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΟΓΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

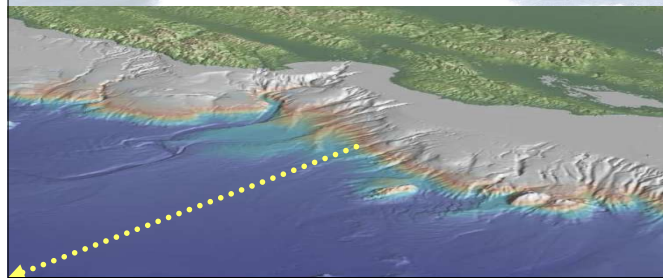
Πελαγική ζώνη

- Είναι η συνολική περιοχή της παραλιακής και της ανοικτής θάλασσας.
- Περιλαμβάνει δύο υποζώνες: τη νηριτική και την ωκεάνια.



Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

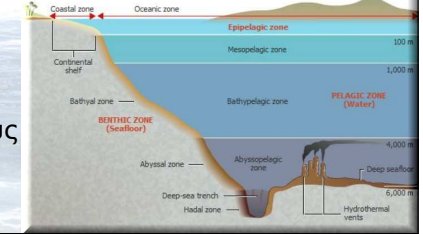
- Το υδάτινο τμήμα της **ωκεάνιας περιοχής** βρίσκεται πάνω από
 - την ηπειρωτική κατωφέρεια, μια ζώνη με μεγάλη κλίση πέραν της υφαλοκρηπίδας, μέχρι και
 - τις ωκεάνιες λεκάνες που συνιστούν τον πυθμένα του ωκεανού



Βενθικές ζώνες

Ως προς τον πυθμένα διακρίνονται τρεις υποζώνες που συνιστούν την βενθική ζώνη:

- **Η Βαθύαλη Ζώνη:** είναι η περιοχή που περιλαμβάνει την ηπειρωτική κατωφέρεια και έχει βάθος μέχρι 4000m.
- **Η Αβυσσαία Ζώνη:** περιλαμβάνει τις εκτεταμένες αβυσσαίες πεδιάδες των ωκεάνιων λεκανών βάθους μέχρι 6000 m.
- **Η Αδαία Ζώνη:** περιλαμβάνει τις ωκεάνιες τάφρους και έχει βάθος μέχρι 11000 m.



Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

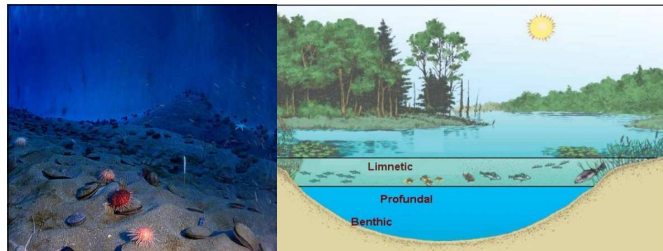


- Οι όροι **benthic** ή **benthos** (βενθικός ή βένθος), προερχόμενοι από την ελληνική γλώσσα, χρησιμοποιούνται

για να υποδηλώσουν το οικολογικό ενδιαφέρον για τις ζώνες στα "βάθη της θάλασσας"

- Χρησιμοποιούνται επίσης στη βιολογία του γλυκού νερού, υποδηλώνοντας ταυτόχρονα τη ζώνη και τους οργανισμούς στους πυθμένες των υδάτινων σωμάτων γλυκού νερού, και σε τρεχούμενα νερά, συμπεριλαμβανομένων των λιμνών, των ποταμών και των ρευμάτων

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ



- Γενικότερα, η βενθική ζώνη αναφέρεται τόσο σε περιβάλλον γλυκού νερού, όσο και υφάλμυρου και αλμυρού νερού.
- Ανάλογα με το υδάτινο σώμα, η βενθική ζώνη μπορεί να περιλαμβάνει περιοχές που είναι λίγα μόνο εκατοστά κάτω από το νερό, όπως ένα ρεύμα ή ρηχή λίμνη, ή μπορεί να βρίσκονται στον πυθμένα ενός ωκεανού κάτω από μια στήλη νερού βάθους 4000 m.

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

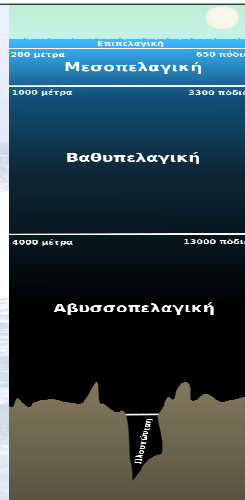
Κατακόρυφα επίπεδα του ωκεανού

- Για την καλύτερη κατανόηση των περιοχών του ωκεανού, στην ωκεανογραφία χρησιμοποιούνται οι έννοιες της **στήλης νερού** σε βάθος (water column by depth) ή/και της **θαλάσσιας διαστρωμάτωσης** (sea zonation).
 - Ο ωκεανός, οι θάλασσες ή οι λίμνες χωρίζονται σε παράλληλες μεταξύ τους ζώνες από την επιφάνεια μέχρι του βυθού, με βάση το επίπεδο φωτισμού και τα αντίστοιχα βάθη τους

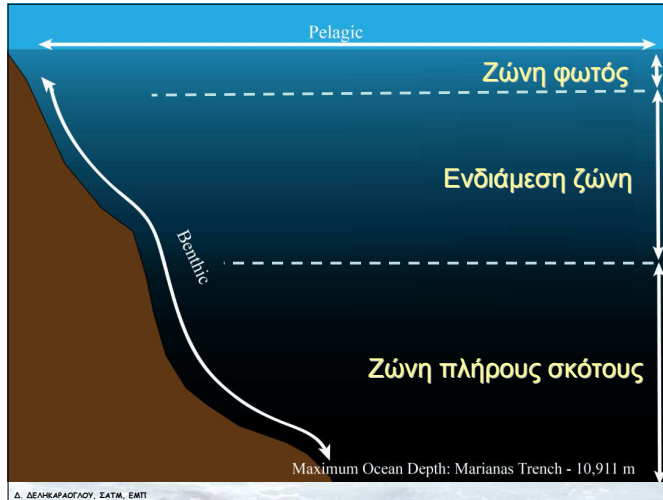
Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

Διακρίνονται συνολικά πέντε βυθομετρικές ζώνες

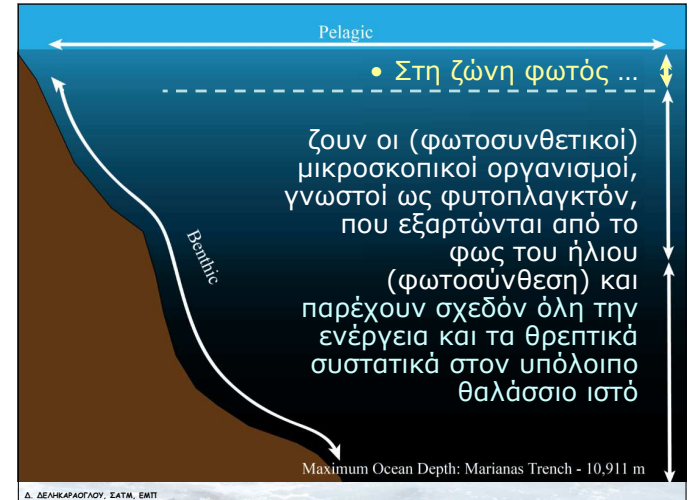
- 0-200m : **επιπελαγική** (ή ευφωτική ζώνη, *photic zone*)
- 200+ m : **ζώνη σκότους** (*aphotic zone*), η οποία υποδιαιρείται στις ακόλουθες επιμέρους ζώνες
 - 200-1000 m : **μεσοπελαγική** (mid-water zone)
 - 1000-4000 m : **βαθυπελαγική**
 - 4000-6000 m : **αβυσσοπελαγική**
 - 6000-11000 : **ζώνη του Άδη** ή **Πλουτώνια ζώνη** ή **ζώνη του Πλούτωνα**



Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ



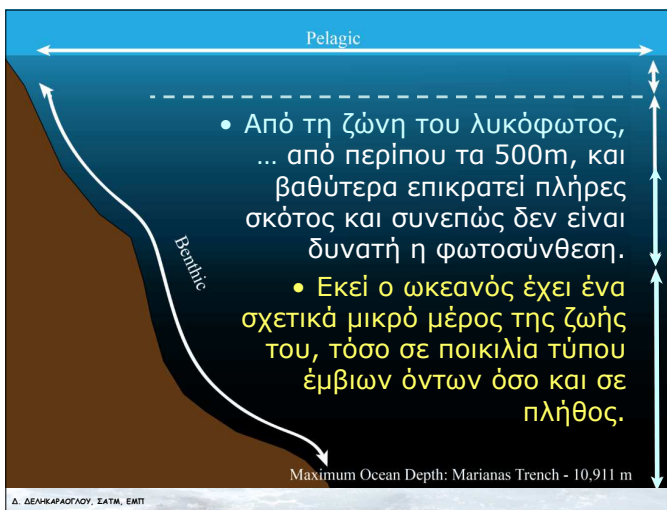
Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ



• Στη ζώνη φωτός ...

ζουν οι (φωτοσυνθετικοί) μικροσκοπικοί οργανισμοί, γνωστοί ως φυτοπλαγκτόν, που εξαρτώνται από το φως του ήλιου (φωτοσύνθεση) και παρέχουν σχεδόν όλη την ενέργεια και τα θρεπτικά συστατικά στον υπόλοιπο θαλάσσιο ιστό

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

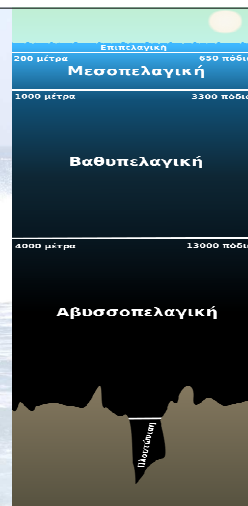


Οι τρεις κύριες ζώνες, η επιπελαγική, η μεσοπελαγική και η βαθυπελαγική, συχνά λόγω των συνθηκών φωτισμού που επικρατούν σε αυτές διακρίνονται σε ...

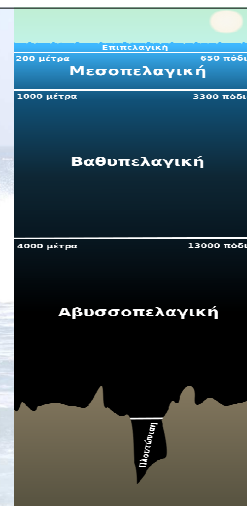
- **Ζώνη φωτός (photic zone).** Οι θερμοκρασίες σε αυτή τη ζώνη κυμαίνονται οπουδήποτε από 40 έως -3 °C
- **Ζώνη λυκόφωτος.** Στο ανώτερο μέρος της πελαγικής ζώνης όπου διεισδύουν μόνο μικρές ποσότητες φωτός. Οι θερμοκρασίες κυμαίνονται από 5 έως 4 °C και η πίεση αυξάνεται με το βάθος
- **Ζώνη του μεσονυκτίου ή του αιώνιου σκότους (aphotic zone).** Λόγω της πλήρους έλλειψης ηλιακού φωτός, η μόνη πηγή φωτός είναι η **βιοφωταύγεια**, η πίεση του νερού είναι πολύ έντονη και οι θερμοκρασίες είναι κοντά στο σημείο πήξης πάγων (περιοχή 0 έως 6 °C)

- Η επιπελαγική ή εύφωτη ζώνη, ως η καλύτερα φωτισμένη, περιέχει τόσο φυτοπλαγκτόν όσο και ζωοπλαγκτόν που μπορούν να στηρίξουν μεγαλύτερους οργανισμούς όπως τα θαλάσσια θηλαστικά και ορισμένα είδη ψαριών.
 - Κάτω από 200 μέτρα, δεν φτάνει αρκετό φως στο νερό για να στηρίξει τη ζωή και δεν υπάρχει φυτική ζωή
- Οι θερμοκρασίες σε αυτή τη ζώνη κυμαίνονται από 40 έως -3 °C

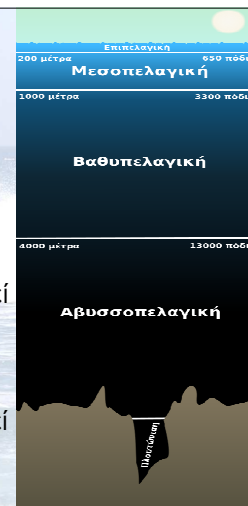
- Το ανώτερο μέρος της μεσοπελαγικής ζώνης, έως τα 500 m, λέγεται και **ζώνη του λυκόφωτος** ή **δυσφωτική ζώνη (dysphotic zone)**, η οποία διαθέτει μια ποσότητα φωτός που είναι επαρκής για την όραση των ζώων αλλά όχι για φωτοσύνθεση
- Το κατώτερο μέρος της μεσοπελαγικής ζώνης μαζί με τις επόμενες ζώνες επικρατεί αιώνιο σκοτάδι, γι' αυτό και συχνά αποκαλούνται συλλογικά ως **αφωτική ζώνη (aphotic zone)**



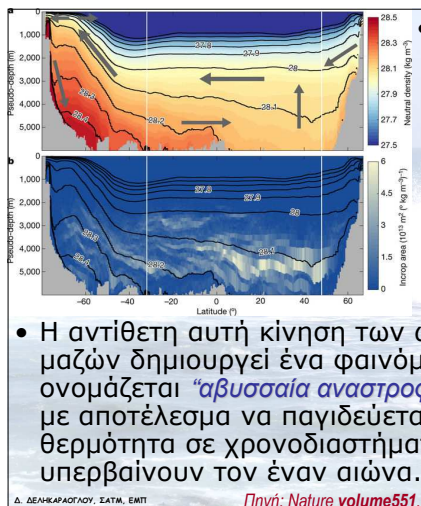
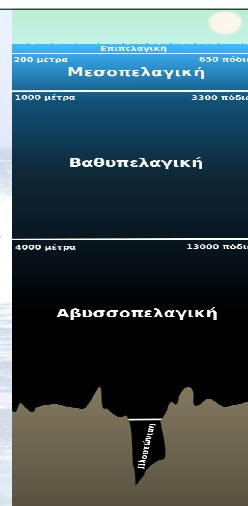
- Η **βαθυπελαγική ζώνη** ή **ζώνη του μεσονυκτίου**, λέγεται επίσης και **ζώνη βαθιάς θάλασσας**.
 - Συνήθως, θεωρείται ότι κατέρχεται μέχρι περίπου το βάθος των 3300 ή και 3800 m, το οποίο θεωρείται το μέσο βάθος του παγκόσμιου ωκεανού.
- Μέχρι πριν μερικές δεκαετίες, επικρατούσε η πίστη ότι στην αφωτική ζώνη δεν υπήρχε ζωή· ωστόσο, σήμερα έχει τεκμηριωθεί η ύπαρξη εκεί έμβιων όντων.



- Στη **βαθυπελαγική ζώνη** επικρατούν συνθήκες χαμηλή οξυγόνωση, που σημαίνει ότι η θαλάσσια ζωή περιορίζεται, αλλά δεν απουσιάζει εντελώς.
- Όπως υποστηρίζουν πρόσφατες μελέτες, σε αυτή την απομονωμένη βαθυπελαγική ζώνη, έχουν παγιδευτεί παλαιά ωκεάνια νερά, μαζί με θρεπτικά συστατικά και άνθρακα, που έχουν άμεση επίπτωση στην ικανότητα του ωκεανού να τροποποιεί το κλίμα για εκατοντάδες χρόνια

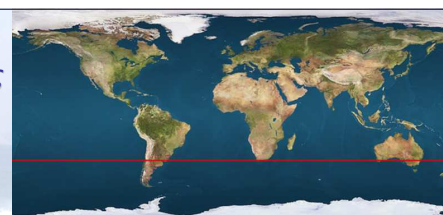


- Η **Αβυσσοπελαγική** ή **Αβυσσαία** ή πιο απλά **πελαγική ζώνη**, είναι η ζώνη στην οποία ανήκουν τα νερά κοντά στον βυθό των ωκεανών
 - Περίπου τα ¾ του ωκεάνιου πυθμένα βρίσκονται σε αυτήν
- Η ονομασία της προέρχεται από την ελληνική λέξη **άβυσσος**
- Τα επίπεδα πίεσης του νερού σε αυτά τα βάθη λειτουργούν αποτρεπτικά για την εξερεύνησή τους από τον άνθρωπο

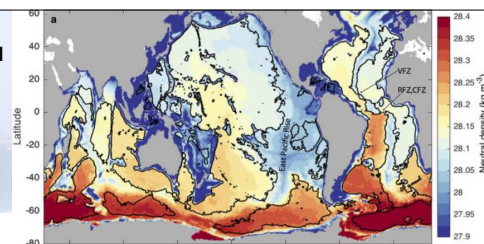


- Στην **Αβυσσοπελαγική** ή **Αβυσσαία ζώνη**, τα μεγαλύτερης πυκνότητας ύδατα έχουν βόρεια ροή, ενώ τα λιγότερο πυκνά νότια.
- Η αντίθετη αυτή κίνηση των ωκεάνιων υδάτινων μαζών δημιουργεί ένα φαινόμενο που ονομάζεται **“αβυσσαία αναστροφή της κυκλοφορίας”**, με αποτέλεσμα να παγιδεύεται άνθρακας και θερμότητα σε χρονοδιαστήματα που υπερβαίνουν τον έναν αιώνα.

- Ως συνέπεια της **αβυσσαίας αναστροφής της κυκλοφορίας**, σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες, στα βαθιά νερά του Ειρηνικού, Ινδικού και Ατλαντικού Ωκεανού βορείως του 32^{ου} νότιου παράλληλου της Γης, η ανώμαλη τοπογραφία του ωκεάνιου πυθμένα υποχρεώνει τα πυκνά νερά της νότιας προέλευσης να κατευθύνονται βόρεια σε βάθος περίπου 4 km και να επιστρέφουν προς το νότο σε βάθος όχι μεγαλύτερο των 2.5 km.



- Με τη σειρά της, η αντιστροφή αυτή των υδάτων, δημιουργεί θύλακες



νερού στα υπερκείμενα μεσαία βάθη (στη βαθυελαγική ζώνη, σε βάθη από 1 έως 2.5 χιλιόμετρα) που φιλοξενεί μια συγκριτικά ασθενή μέση μεσημβρινή ροή.

- Αυτό υποστηρίζεται και από μετρήσεις ραδιενεργού άνθρακα που έγιναν σε έναν συγκεκριμένο τέτοιο θύλακα νερού στον Ειρηνικό Ωκεανό

Πηγή: Nature volume 551, pages 181–186 (09 November 2017)

- Στη βιολογία και την ωκεανογραφία, με τον όρο **πλαγκτόν** χαρακτηρίζονται οι υδρόβιοι οργανισμοί που ζουν στη μάζα του νερού και δεν διαθέτουν ικανότητα ενεργητικής κίνησης, αλλά μεταφέρονται παθητικά από τα κύματα και τα ρεύματα.



- Ο όρος πλαγκτόν, που προέρχεται από το ελληνικό ρήμα πλανώμαι, επινοήθηκε από τον Γερμανό φυσιολόγο και βιολόγο Victor Hensen (1835 – 1924), ο οποίος διέκρινε τους πελαγικούς, υδρόβιους οργανισμούς στο πλαγκτόν και στο **νηκτόν (Nekton)**.

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΟΥ, Σ.ΑΤΜ, ΕΜΠ

- Με τον όρο **νηκτόν** χαρακτηρίζεται το σύνολο των έμβιων υδρόβιων οργανισμών που ζουν και είναι ικανοί να μετακινούνται αυτοδύναμα στον



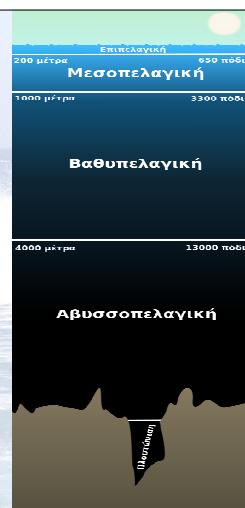
υδάτινο χώρο, ανεξάρτητα από την κίνηση του νερού ή τον άνεμο, μέχρι και στη μεσοελαγική ζώνη των ωκεανών και των θαλασσών.

- Τα είδη του περιορίζονται στις επιφανειακές και κατακόρυφες κατανομές τους από τη θερμοκρασία, την αλατότητα, τη παρουσία θρεπτικών συστατικών και τον τύπο του θαλάσσιου πυθμένα. Ο αριθμός των ειδών μειώνεται με αυξανόμενο βάθος στον ωκεανό

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΟΥ, Σ.ΑΤΜ, ΕΜΠ

- Η **Πλουτώνια ζώνη** ή **ζώνη του Άδη** αφορά ωκεάνιες τάφρους και θεωρητικά καταλήγει στο μέγιστο βάθος του παγκόσμιου ωκεανού (στην τάφρο των Μαρριανών).

- οι ζώνες αυτές υπάρχουν ως μακριές αλλά στενές τοπογραφικές κοιλότητες σχήματος V ή U
- Τα είδη της πανίδας σε αυτήν τη ζώνη διακρίνονται γενικά σε δύο ομάδες: εκείνα που ζουν πάνω ή στις πλευρές των τάφρων και είδη που ζουν στο ανοιχτό νερό



Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΟΥ, Σ.ΑΤΜ, ΕΜΠ

- Το πλαγκτόν μπορεί να αποτελείται από φύκη (**φυτοπλαγκτόν**), μικροσκοπικούς ζωικούς οργανισμούς (**ζωοπλαγκτόν**), μονοκύτταρους οργανισμούς (**πρωτόζωα**), βακτήρια και μύκητες.



- Το μεγαλύτερο μέρος του ζωοπλαγκτού αποτελούν τα λεγόμενα **μαλακόστρακα καρκινοειδή**, γνωστά με την κοινή ονομασία κριλ (**krill**), τα οποία αποτελούν την κύρια τροφή των φαλαινών.

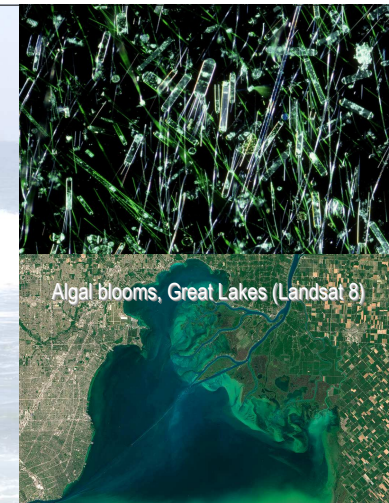
Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΟΥ, Σ.ΑΤΜ, ΕΜΠ

- Οι παραπάνω διαστρωματώσεις είναι οι πλέον σύγχρονες στις οποίες έχουν καταλήξει βιολόγοι και κυρίως ωκεανολόγοι ερευνητές, εκ του γεγονότος ότι κάθε διαστρωμάτωση αποτελεί ιδιαίτερο βιότοπο του **πλαγκτού**, **νηκτού** και **βένθους**, της αλλιώς συλλογικά αποκαλούμενης **βενθικής ζώνης**

- Για λόγους σύγκρισης, ο περιγραφικός όρος **“πελαγική ζώνη”** χρησιμοποιείται για την οικολογική περιοχή πάνω από την βένθος, συμπεριλαμβανομένης της στήλης νερού μέχρι την επιφάνεια. Ανάλογα με το σώμα του νερού, η βενθική ζώνη μπορεί να περιλαμβάνει περιοχές που είναι λίγα μόνο εκατοστά κάτω από το νερό, όπως μια ρηχή λίμνη, μέχρι τα κατώτερα επίπεδα της ωκεάνιας αβυσσιακής ζώνης

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΟΥ, Σ.ΑΤΜ, ΕΜΠ

- Κάποια είδη φυτοπλαγκτού μπορεί να εμφανιστούν σε μεγάλη αφθονία αν υπάρξουν οι κατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες, μεταβάλλοντας ακόμα και τον χρωματισμό της θάλασσας σε πράσινο, καφέ ή ακόμα και κόκκινο.



Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΟΥ, Σ.ΑΤΜ, ΕΜΠ

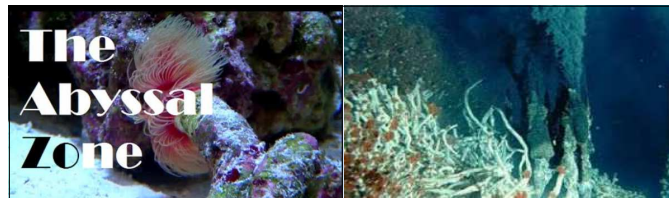
- Οι όροι π. και νηκτόν αντιπαραβάλλονται με την έννοια του **βένθους**, το οποίο αναφέρεται στους οργανισμούς που ζουν στο βυθό των ωκεανών, θαλασσών ή λιμνών και, κατά τελευταίο ακόμη προσδιορισμό, από βάθη όπου παρατηρείται παλίρροια μέχρι τις πλέον βαθιές υποθαλάσσιες τάφρους



Οι οργανισμοί του βένθους διακρίνονται σε παράλιους (οικοσυστήματα μέχρι 40m) και υποπαράλιους (41-200m), μεσοελαγικούς (201-1000m), βαθυλούς (1001-4000m), αβυσσιαίους (4001-6000m) και πλουτώνιους (>6000m)

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΟΥ, Σ.ΑΤΜ, ΕΜΠ

The Abyssal Zone

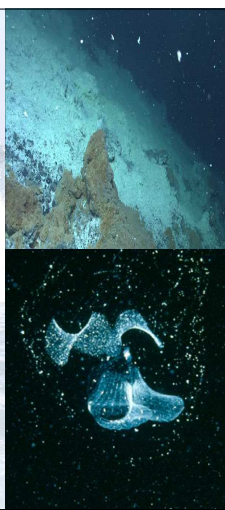


- Στην απεραντοσύνη της αβυσσιακής ζώνης οι θερμοκρασίες κυμαίνονται μεταξύ 2 και 3 °C, γι' αυτό και κάτω από τις επικρατούσες συνθήκες συνεχούς ψύχους τα νερά του ωκεανού χαρακτηρίζονται από την έλλειψη θρεπτικών στοιχείων.
- Η συγκέντρωση θρεπτικών αλάτων (άζωτο, φώσφορος και σίλικά) είναι ομοιόμορφη και υψηλότερη από ότι στα ανώτερα υδάτινα στρώματα

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΟΥ, Σ.ΑΤΜ, ΕΜΠ

- Ουσιαστικά, η αβυσσαία ζώνη και η περιοχή κάτω από αυτή αποτελούν τη δεξαμενή των αλάτων που προέρχονται από τα υλικά που αποσυντίθενται στα πιο ρηχά στρώματα της θάλασσας και κατακάθονται στο βυθό.

- Η έλλειψη ηλιακού φωτός εμποδίζει την απορρόφηση τους μέσω της φωτοσύνθεσης.
 - η βιομάζα παρέχεται είτε από τη μεταφορά των ρευμάτων των ωκεανών είτε από την παραπάνω στήλη ύδατος → **θαλάσσιο χιόνι**



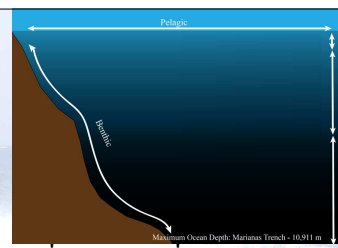
Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, Σ.Σ.Τ.Μ., Ε.Μ.Π.



- Η πίεση εδώ είναι απίστευτα έντονη (μέχρι και τα 76 megarascal) → πολύ λίγα πλάσματα που μπορούν να επιβιώσουν σε αυτά τα βάθη και εκείνα που κάνουν, για να αντέξουν σε τεράστια υδάτινη πίεση, είναι κυρίως ασπόνδυλα
- Αντιπροσωπευτικά δείγματα ζωής (π.χ., *Riftia pachyptila*, γιγαντιαία καλαμάρια κ.ά.) έχουν βρεθεί κοντά σε υδροθερμικές πηγές στον Ειρηνικό Ωκεανό

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, Σ.Σ.Τ.Μ., Ε.Μ.Π.

- Η βενθική ζώνη είναι η οικολογική περιοχή στο χαμηλότερο επίπεδο ενός σώματος νερού, συμπεριλαμβανομένης της επιφάνειας των ιζημάτων και

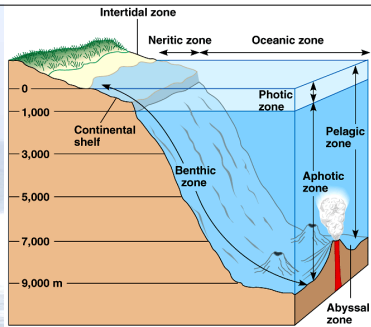


- ορισμένων υποεπιφανειακών στρωμάτων του πυθμένα.
- Το λεγόμενο **βενθικό οριακό στρώμα**, αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της βενθικής ζώνης, καθώς επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τη βιολογική δραστηριότητα που λαμβάνει χώρα εκεί.
 - Για παράδειγμα, ο αμμώδης πυθμένας, βραχώδεις προεξοχές, κοράλλι και λάσπη κόλπω

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, Σ.Σ.Τ.Μ., Ε.Μ.Π.

Τυπικά η βενθική περιοχή του ωκεανού ξεκινάει από την ακτογραμμή,

- περιλαμβανομένης της **ζώνης των παλίρροιών (intertidal ή eulittoral zone)**, η οποία καθορίζεται από την ανώτερη και κατώτερη στάθμη του νερού κατά την παλίρροια, και
- εκτείνεται προς τα κάτω κατά μήκος της επιφάνειας της υφαλοκρηπίδας προς τη θάλασσα και καταλήγει στον πυθμένα

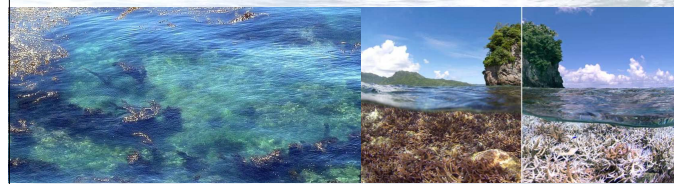


Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, Σ.Σ.Τ.Μ., Ε.Μ.Π.

- Τα βενθικά οικοσυστήματα παρουσιάζουν τεράστιο ενδιαφέρον τόσο από οικολογική όσο και από οικονομική άποψη.
- **Οικολογική** γιατί εδώ συναντώνται πολλές από τις μορφές ζωής που συναντώνται σήμερα στη Γη, αλλά ταυτόχρονα εδώ έζησαν πολλές από τις μορφές ζωής που έζησαν στο παρελθόν και σήμερα συναντώνται μόνον ως απολιθώματα.
- **Οικονομική** γιατί πολλοί από τους θαλάσσιους οργανισμούς (π.χ. σπόγγοι, κοράλλια, μαλάκια, καρκινοειδή, εχινόδερμα, ψάρια, ...) ενέχουν παγκόσμιο οικονομικό ενδιαφέρον, καθώς εξαπλώνονται στα ενδιαίτημα αυτά και σημαντικές οικονομικές δραστηριότητες του ανθρώπου (αλιεία) σχετίζονται με τους τρόπους και τις μεθόδους σύλληψής τους.

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, Σ.Σ.Τ.Μ., Ε.Μ.Π.

Τα ενδιαίτημα όπου αναπτύσσονται τα βενθικά οικοσυστήματα - και κυρίως αυτά που γειτνιάζουν με την παράκτια ζώνη - δέχονται την επίδραση ποικίλων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων με αποτέλεσμα συχνά τα οικοσυστήματα να βρίσκονται σε καθεστώς μόνιμης ή πρόσκαιρης περιβαλλοντικής υποβάθμισης (περιβαλλοντικού στρες) → αρνητική αντανάκλαση στους πληθυσμούς των θαλάσσιων οργανισμών που εξαπλώνονται εκεί.



Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, Σ.Σ.Τ.Μ., Ε.Μ.Π.

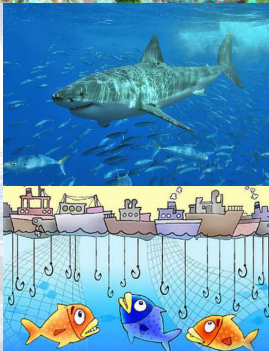


- Παράδειγμα - το πρόβλημα των μεδουσών και των συγγενικών ειδών τους στις ελληνικές θάλασσες, όπως ο Κορινθιακός και ο Πατραϊκός κόλπος που το καλοκαίρι του 2017 έτυχε να υποστούν το κύριο βάρος της επιδρομής τους στη χώρα μας
- Οι λόγοι αποδίδονται στις επιπτώσεις της υπερ-αλιείας ή/και στην παρουσία διαφόρων θαλασσίων εγκαταστάσεων (π.χ., πλατφόρμες, πλωτές ανεμογεννήτριες κ.α.), που εικάζεται ότι μπορεί να βοηθούν τέτοιες καταστάσεις.

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, Σ.Σ.Τ.Μ., Ε.Μ.Π.



- Η ποικιλία και η αφθονία του βένθου διαφέρει ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος, το βάθος, τη θερμοκρασία και την αλατότητα του νερού, τις τοπικές συνθήκες, όπως η φύση του υποστρώματος του πυθμένα, και οι οικολογικές συνθήκες όπως η θήρευση (υπεραλιεία) και ο ανταγωνισμός.



Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, Σ.Σ.Τ.Μ., Ε.Μ.Π.

Οριζόντια τμήματα του ωκεανού

- Αφορούν κυρίως την έκταση του πυθμένα, σε οριζόντια απόσταση από την ακτή
- Συχνά αναφέρονται ως **βενθικές περιφέρειες (benthic provinces)** ή **βενθικό πεδίο (benthic realm)** σε αντιδιαστολή προς τις **πελαγικές περιφέρειες (pelagic provinces)** που υποδηλώνουν τα κατακόρυφα τμήματα του ωκεανού

Province	Sub-zone	Depth Range (m)
PELAGIC PROVINCE	Epipelagic	0 - 200
	Mesopelagic	200 - 1000
	Bathypelagic	1000 - 2000
	Abyssalpelagic	2000 - 6000
	Hadalpelagic	> 6000
BENTHIC PROVINCE	Littoral	0 - 200
	Sublittoral	0 - 200
	Bathyal	200 - 2000
	Abyssal	2000 - 6000
	Hadal	> 6000

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, Σ.Σ.Τ.Μ., Ε.Μ.Π.

Παράκτια περιοχή ή ζώνη

- Με τον όρο αυτό, ή άλλους παρεμφερείς όπως 'παραλιακή ζώνη', χαρακτηρίζεται το μέρος μιας θάλασσας, μιας λίμνης ή ενός ποταμού που βρίσκεται κοντά στην ακτή.
- Σε παράκτια περιβάλλοντα, η παράκτια ζώνη εκτείνεται από το όριο της υψηλής στάθμης των υδάτων, όπου η χερσαία γη σπανίως κατακλύζεται με νερό, σε ακτογραμμές που είναι μόνιμα βυθισμένες.
- Περιλαμβάνει πάντα τη λεγόμενη **παλιρροιακή ζώνη** (littoral zone), της οποίας η ονομασία χρησιμοποιείται συχνά για να σημαίνει το ίδιο με την παράκτια ζώνη, η οποία όμως μπορεί να εκτείνεται πολύ πέρα από την παλιρροιακή.

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

- Ο τρόπος που καθορίζονται οι προαναφερόμενες ζώνες δεν είναι μοναδικός
- Αυτό που θεωρείται ως η πλήρης έκταση της παράκτιας ζώνης και ο τρόπος κατανομής της παλιρροιακής ζώνης σε υποπεριφέρειες ποικίλλει σε διαφορετικά πλαίσια ενδιαφέροντος
 - π.χ., οι λίμνες και τα ποτάμια έχουν τους δικούς τους ορισμούς
 - Η χρήση των όρων ποικίλλει επίσης από ένα μέρος του κόσμου σε άλλο και μεταξύ διαφορετικών κλάδων. Για παράδειγμα, για στρατιωτικές χρήσεις γίνεται αναφορά στα 'παράλια' με τήσεις που είναι αρκετά διαφορετικοί από εκείνους που εννοούν οι θαλάσσιοι βιολόγοι ή οι ωκεανολόγοι.

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

- Η γειτνίαση του νερού δίνει μια σειρά χαρακτηριστικών στις παράκτιες περιοχές. Η **διαβρωτική ισχύς του νερού** έχει ως αποτέλεσμα συγκεκριμένους τύπους διαμόρφωσης του εδάφους (landforms), όπως αμμόλοφους και εκβολές ποταμών. Η φυσική κίνηση των παράκτιων ακτών κατά μήκος της ακτής ονομάζεται **παραθαλάσσια μετατόπιση**.

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ



Holly Beach, Louisiana

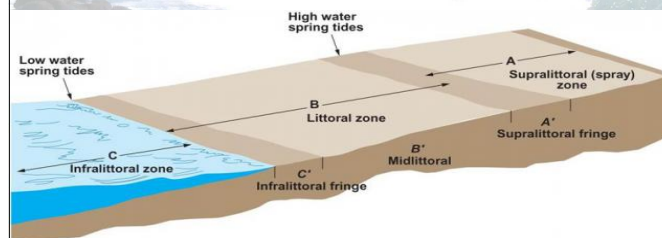
- Από βιολογική άποψη, η εύκολη διαθεσιμότητα νερού στις παράκτιες ζώνες επιτρέπει μεγαλύτερη ποικιλία φυτικής και ζωικής σήης και ιδιαίτερα τον σχηματισμό εκτεταμένων **υγροτόπων**.
- Επιπλέον, η πρόσθετη τοπική υγρασία συνήθως δημιουργεί ένα **μικροκλίμα** που υποστηρίζει μοναδικά είδη οργανισμών.



Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ



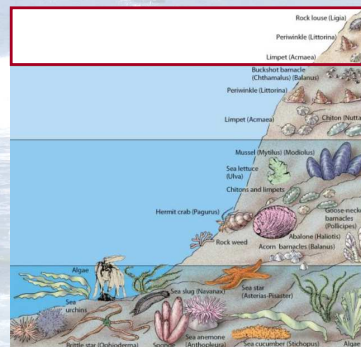
- Μεταξύ του ανώτερου σημείου της παλίρροιας και του ανώτερου σημείου όπου φτάνει ο ψεκασμός των κυμάτων στην ακτή βρίσκεται η λεγόμενη **υπερπαραλιακή ή υπερπαλιρροιακή ζώνη (A)** (supratidal ή supralittoral zone)
- Το ακραίο τμήμα της (**Supralittoral Fringe**) προς την ενδιάμεση ζώνη (B) είναι εκεί όπου το αλμυρό νερό έρχεται μόνο μια φορά κάθε 2 εβδομάδες



- Το πλάτος της υπερπαραλιακής ζώνης αλλάζει με την κλίση της ακτής, τις παραλλαγές στο φως και τη σκιά, την έκθεση σε κύματα και τον ψεκασμό, την παλιρροιακή περιοχή και τη συχνότητα των δροσερών ημερών και της υγρής ομίχλης.
- Οι βραχώδεις ακτές δείχνουν μια μεγάλη ποικιλία κοιλοτήτων (tidepools), που γεμίζουν με θαλασσινό νερό σε χαμηλότερα υψόμετρα

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

- Η **υπερπαλιρροιακή ζώνη** βρίσκεται διαρκώς πάνω από το επίπεδο της θάλασσας και το αλμυρό νερό φτάνει εκεί μόνο κατά τη διάρκεια των υψηλότερων παλιρροιών ή καταιγιδών
- Οι θαλάσσιοι οργανισμοί που ζουν εκεί υπόκεινται σε έντονες και συχνές μεταβολές της υγρασίας, του pH, της θερμοκρασίας και της αλατότητας και πρέπει να αντιστέκονται στη συνεχή έλλειψη νερού και τροφής που υπάρχουν μόνο κατά την παλίρροια.



Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

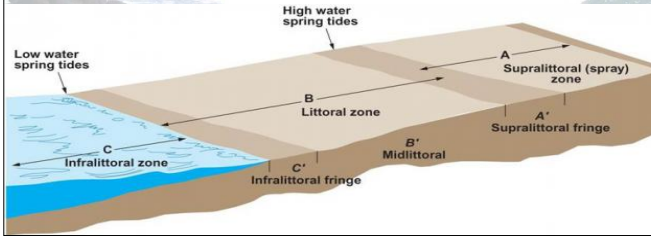
- Στην **υπερπαλιρροιακή ζώνη**, μεταξύ των αναπτυσσόμενων οργανισμών υπάρχουν **κυανοβακτήρια (βακτήρια που κάνουν φωτοσύνθεση)** και δίνουν μαύρη εμφάνιση στα βράχια, καθώς και λειχήνες, γαστερόποδα (θαλάσσια σαλιγκάρια), κ.ά.
- Η σταδιακή μετάβαση σε άλλους οργανισμούς της θαλάσσιας ζωής εξαρτάται εν μέρει από τα παλιρροιακά νερά



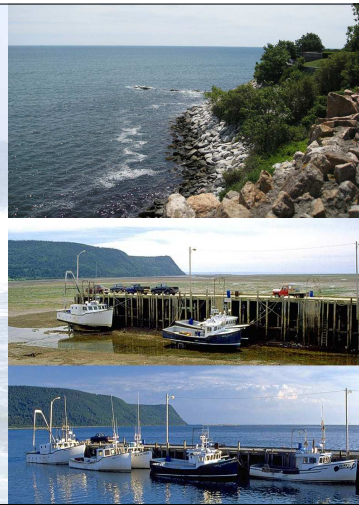
Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

Η **ζώνη των παλιρροιών (intertidal ή littoral zone)**, είναι η περιοχή της ακτής μεταξύ των ορίων υψηλής και χαμηλής παλίρροιας (πλημμυρίδας και άμπωτης), η οποία συχνά αναφέρεται και ως **μεσοπαλιρροιακή ή αιγιαλιτίδα ζώνη**

- Η ακτή στην ενδιάμεση αυτή ζώνη (B) καλύπτεται και αποκαλύπτεται καθημερινά από τις παλίρροιας, και είναι η μεταβατική περιοχή από τις συνθήκες της χέρσου σε εκείνες της θάλασσας



- Οι προστατευμένες βραχώδεις ακτές συνήθως παρουσιάζουν μια στενή σχεδόν ομοιογενή λωρίδα, ενδεικτική της στάθμης της υψηλής παλίρροιας, ενώ
- οι εκτεθειμένες περιοχές παρουσιάζουν μια ευρύτερη προέκταση που χωρίζεται σαφώς σε δύο τμήματα.



Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, Σ.ΣΑΤΗ, ΕΜΠ

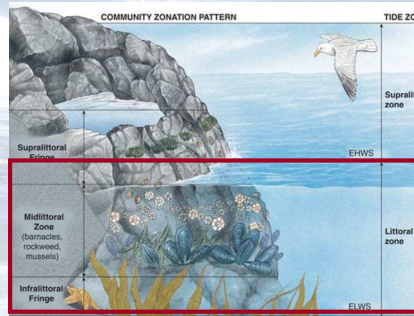
Στη **ζώνη των παλιρροιών** η δράση των ανεμογενών κυμάτων και ο στροβιλισμός και η παλινδρόμηση των παλιρροιακών υδάτινων όγκων, τα κενά και οι σπηλιές της ακτής, συνήθως προσφέρουν μια τεράστια ποικιλία οικοτόπων για τους δυνητικούς θαλάσσιους οργανισμούς σε αυτή τη ζώνη.



Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, Σ.ΣΑΤΗ, ΕΜΠ

- Το χαρακτηριστικό γνώρισμα της **παλιρροιακής ζώνης** είναι η αλλαγή: το νερό είναι σε συνεχή κίνηση με τη μορφή κυμάτων, παλιρροιών και ρευμάτων.

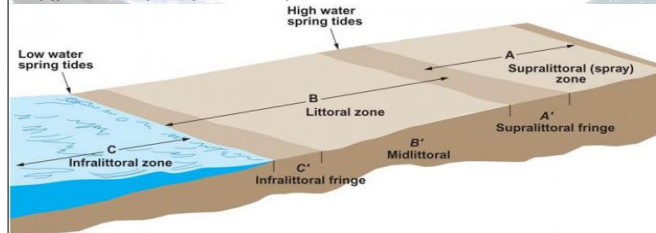
- Οι οργανισμοί σε αυτή τη ζώνη είναι ικανοί να ανέχονται μεγάλες διακυμάνσεις υγρασίας, θερμοκρασίας, αλατότητας καθώς και την επίδραση του κυματισμού



Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, Σ.ΣΑΤΗ, ΕΜΠ

Η **υποπαλιρροιακή ή υπο-αιγιαλιτίδα ζώνη (infralittoral zone)**, είναι η περιοχή της ακτής (κάτω από τη νηριτική πελαγική ζώνη) που συνεχώς καλύπτεται από το θαλάσσιο νερό

- Το χαμηλότερο τμήμα (C') της παράκτιας παλιρροιακής ζώνης (**infralittoral fringe**) αποκαλύπτεται μόνο κατά την παλίρροια των συζυγίων (**spring tides**) και εκτίθεται για σύντομες χρονικές περιόδους



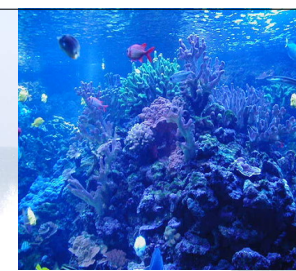
Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, Σ.ΣΑΤΗ, ΕΜΠ



- Η υποπαλαλιακή ζώνη εξαπλώνεται από το κατώτερο σημείο της παλίρροιας μέχρι το βαθύτερο σημείο εξάπλωσης (40m) χαρακτηριστικών οργανισμών αυτής της ζώνης, π.χ. τα λιβάδια Ποσειδωνίας ή φυκιάδες στις αμμώδεις ακτές και τα μαλακά φωτόφιλα μακροφύκη (**seaweeds**) στις βραχώδεις ακτές.

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, Σ.ΣΑΤΗ, ΕΜΠ

- Η **νηριτική ζώνη** (ή ο συνώνυμος όρος της 'παραλιακή ζώνη') είναι το τμήμα των θαλασσών που ξεκινά από την ακτή (περιλαμβάνει την υποπαλιρροιακή ζώνη) και φτάνει μέχρι το βάθος των 200 ή 300 m.



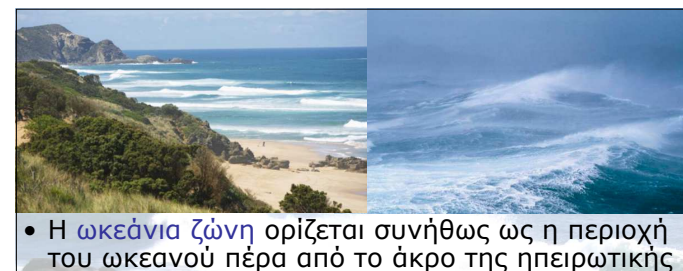
- Η ν.ζ. ανήκει στην ευφωτική κατακόρυφη διαστρωμάτωση, και λόγω των σημαντικών ποσοτήτων φωτεινής ακτινοβολίας που δέχεται χαρακτηρίζεται από άφθονη περιεκτικότητα σε θρεπτικά άλατα και έντονη βιολογική δραστηριότητα και παραγωγικότητα που εξαρτάται κυρίως από την έντονη παρουσία φυκιών

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, Σ.ΣΑΤΗ, ΕΜΠ



- Επειδή σε αυτά τα βάθη η θερμοκρασία είναι αρκετά σταθερή, η πίεση όχι πολύ μεγάλη και το φως του ήλιου αρκετό ώστε να υπάρχει φωτοσύνθεση και να αναπτυχθούν ριζωμένα υδρόβια φυτά, η ν.ζ. φιλοξενεί το μεγαλύτερο μέρος των οργανισμών που ζουν στη θάλασσα (τόσο σε φυτικά είδη, όσο και, κατά συνέπεια, σε ποικιλία ζωικών οργανισμών)

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, Σ.ΣΑΤΗ, ΕΜΠ



- Η **ωκεάνια ζώνη** ορίζεται συνήθως ως η περιοχή του ωκεανού πέρα από το άκρο της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας, αλλά συχνά αναφέρεται και ως η αρχή όπου τα βάθη των υδάτων πέφτουν κάτω από τα 200 m, προς τα ανοικτά από την ακτή μέχρι τον ανοικτό ωκεανό.
- Εκτείνεται τυπικά, από το άκρο της νηριτικής ζώνης, και περιλαμβάνει το 65% του εντελώς ανοικτού νερού του ωκεανού

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, Σ.ΣΑΤΗ, ΕΜΠ

Η φυσιογραφία του ωκεάνιου πυθμένα

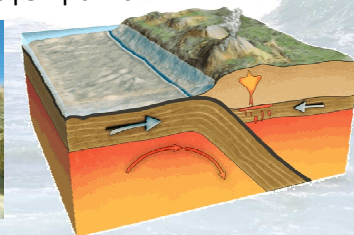
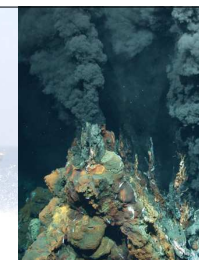
- Εάν μπορούσαμε να αφαιρέσουμε όλο το θαλασσινό νερό, με τι θα έμοιαζαν οι θαλάσσιες λεκάνες;



- Ο πυθμένας του ωκεανού έχει τον ίδιο γενικό χαρακτήρα με τις χερσαίες περιοχές της Γης: βουνά, πεδιάδες, τάφρους, φαράγγια, εκτεθειμένα βράχια και περιοχές που καλύπτονται από ιζήματα.
- Ωστόσο, η έλλειψη αντοχής στις καιρικές συνθήκες και διάβρωση στις περισσότερες περιοχές, επιτρέπει στις γεωλογικές διεργασίες να είναι πιο εμφανείς στον θαλάσσιο πυθμένα παρά στη στεριά.

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

- Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του υποθαλάσσιου χώρου δεν αναπτύσσονται τυχαία αλλά συνδέονται με διεργασίες που οφείλονται τόσο στο εσωτερικό της Γης όσο και σε ιζηματολογικά και βιογενή αίτια.



Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

Ο πρώτος ολοκληρωμένος χάρτης της τοπογραφίας του ωκεάνιου πυθμένα

- το 1977, από την ωκεανογράφο και χαρτογράφο Marie Tharp και τον γεωφυσικό Bruce Heezen
- Σχεδιασμένος με το χέρι, χρησιμοποιώντας τα δεδομένα από χιλιάδες γραμμές βολιδοσκοπήσεων ανίχνευσης του ωκεάνιου βυθού με ηχοβολιστικά συστήματα της εποχής



Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

- Ενώ εργάζονταν στον χάρτη, από το 1957, η Tharp ανακάλυψε μια κοιλάδα ρήξης στην κορυφή της Μέσης Ατλαντικής Ράχης - την υποθαλάσσια οροσειρά που εκτείνεται από βόρεια προς τα νότια στο κέντρο της λεκάνης του Ατλαντικού Ωκεανού.
- Οι εντυπωσιακές ομοιότητες μεταξύ της μορφής της κορυφογραμμής και του σχήματος των ακτών και στις δύο πλευρές του ωκεανού συνέβαλαν σε μεγαλύτερη αποδοχή της θεωρίας της ολίσθησης των λιθοσφαιρικών πλακών

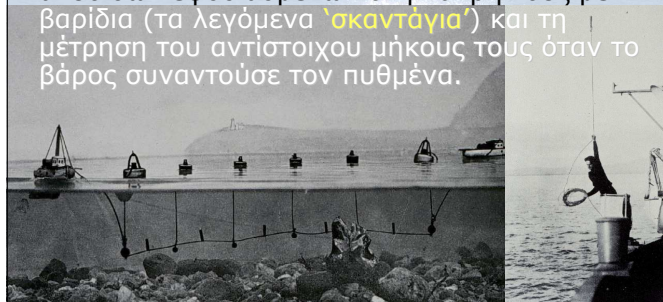


COMPREHENSIVE MAP OF THE WORLD OCEAN FLOOR

U.S. Navy Image

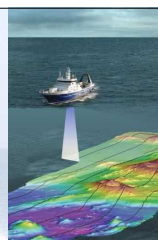
Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

- Οι πρώτες προσπάθειες βαθυμετρικών μετρήσεων μικρού βάθους, κυρίως για τον εντοπισμό κινδύνων για την ναυτιλία κοντά σε ακτές, ήταν με τη ρίψη, από την πλευρά ενός σκάφους, βαθμονομημένων σχοινιών ή αλυσίδων εφοδιασμένων στην άκρη τους με βαρίδια (τα λεγόμενα 'σκαντάγια') και τη μέτρηση του αντίστοιχου μήκους τους όταν το βάρος συναντούσε τον πυθμένα.



Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

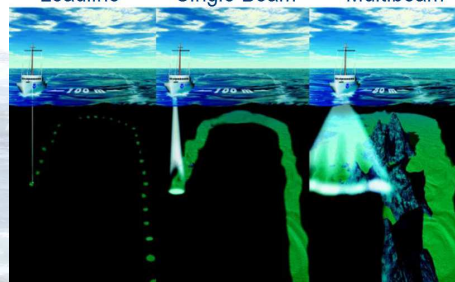
- Σταδιακά, συνεχείς τροποποιήσεις και βελτιώσεις των βολιστικών μέσων (μηχανικές βολίδες, ηχοβολιστικά βυθόμετρα, σόναρ) επέτρεψαν, κυρίως μετά τη δεκαετία του 1920, την βυθομέτρηση μεγάλου βάθους, συνήθως του θαλάσσιου βυθού σε οποιοδήποτε σημείο (καλούμενο βυθομετρικό στίγμα), για τον καταρτισμό λεπτομερέστερων βυθομετρικών χαρτών.



Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

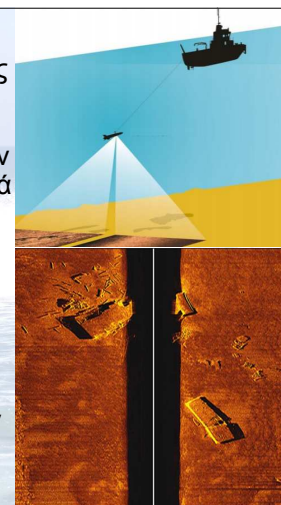
- Τις τελευταίες δεκαετίες, μετά τη δεκαετία του 1960, με την ανάπτυξη ενός άλλου τύπου ηχοβολιστικών συστημάτων, τα **Βυθόμετρα Πολλαπλής Δέσμης (Multibeam Sonar)**, των οποίων η λειτουργία βασίζεται στην εκπομπή μιας πολλαπλής ηχητικής δέσμης με ευρεία γωνία πρόσπτωσης, → επέτρεψαν την τρισδιάστατη βυθομετρική απεικόνιση ευρύτερων ζωνών του βυθού

Leadline Single Beam Multibeam



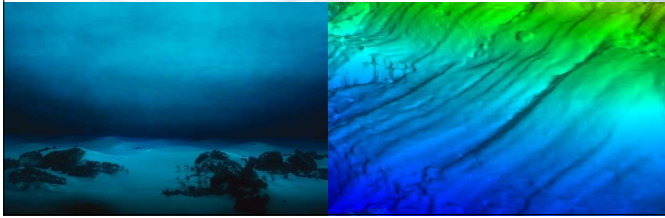
Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

- Σήμερα, νέα συστήματα εκπομπής πολλαπλής δέσμης ηχητικών παλμών, τα **Σόναρ Πλευρικής Σάρωσης (Side Scan Sonar)**, παρόλο που δεν παρέχουν ακριβή βυθομετρικά δεδομένα, είναι πολύτιμα για να απεικονίζουν διάφορα λεπτομερή γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά του πυθμένα (αμμοθίνες, περιοχές κατολισθήσεων, βραχώδεις εξάρσεις κ.ά.), και για τον εντοπισμό ναυαγίων, βλαβών σε υποβρύχια καλώδια, κ.ά.

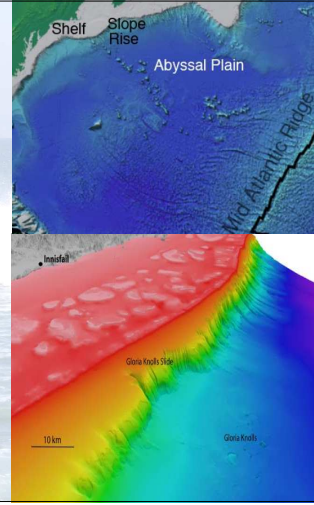


Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

- Η διάθρωση των θαλάσσιων λεκανών και τα βαθύτερα αίτια που δημιουργούν και μετεξελίσσουν τα διάφορα χαρακτηριστικά του πυθμένα έχουν διερευνηθεί σε βάθος μόνο τα τελευταία 50 χρόνια.
- Μέχρι την ανακάλυψη της Θεωρίας της Ολίσθησης των Πλακών στη δεκαετία του 1960, η δομή του ωκεάνιου δαπέδου θεωρήθηκε ως ένα αρκετά στατικό περιβάλλον.



- Ωστόσο, σήμερα γνωρίζουμε ότι τμήματα του πυθμένα είναι πολύ δυναμικά περιβάλλοντα που επηρεάζονται από τεράστιες κατολισθήσεις και κατακρήμνιση ιζημάτων.
- Στο άλλο άκρο του φάσματος, οι αβυσσαίες πεδιάδες είναι περιοχές σχετικής "ηρεμίας" που περιστασιακά διαταράσσονται από δραματικά φυσικά συμβάντα.

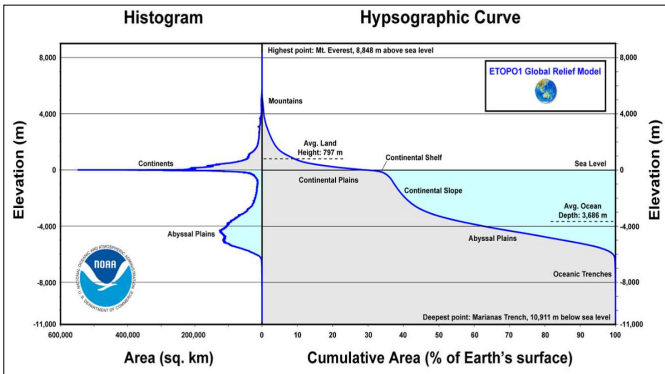


Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του ωκεάνιου πυθμένα

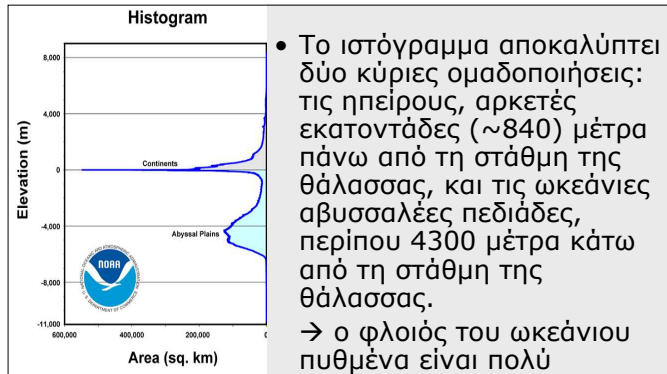
- Πως ταξινομούνται (σε σχέση και με την τοπογραφία των ηπειρών);
- Ποια είναι τα βαθύτερα αίτια που τα δημιουργούν και πως αυτά μετεξελίσσονται στο γεωλογικό χρόνο;

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ



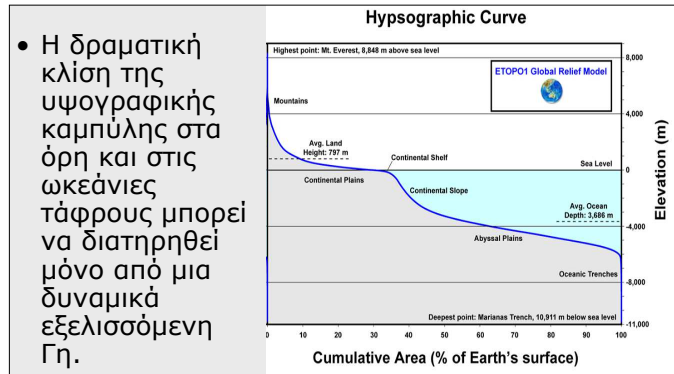
- Κατανομή των υψομέτρων της τοπογραφίας (ιστόγραμμα) και της βαθυμετρίας των ωκεανών (υψογραφική καμπύλη, αθροιστικές αυξησεις) της γήινης επιφάνειας

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ



- Το ιστόγραμμα αποκαλύπτει δύο κύριες ομαδοποιήσεις: τις ηπείρους, αρκετές εκατοντάδες (~840) μέτρα πάνω από τη στάθμη της θάλασσας, και τις ωκεάνιες αβυσσαλέες πεδιάδες, περίπου 4300 μέτρα κάτω από τη στάθμη της θάλασσας.
- ο φλοιός του ωκεάνιου πυθμένα είναι πολύ διαφορετικός από τον ηπειρωτικό, γεγονός που έχει επιβεβαιωθεί από πολλές ερευνητικές μελέτες

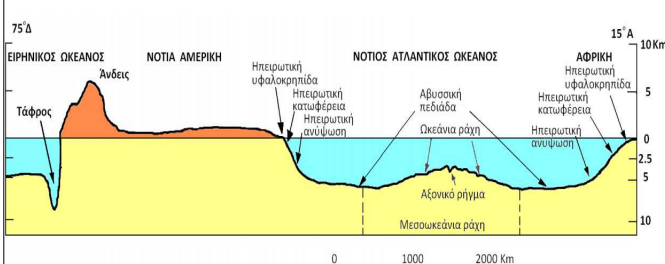
Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ



- Η δραματική κλίση της υψογραφικής καμπύλης στα όρη και στις ωκεάνιες τάφρους μπορεί να διατηρηθεί μόνο από μια δυναμικά εξελισσόμενη Γη.
- Σε γεωλογικές χρονικές κλίμακες, τέτοια μορφολογικά χαρακτηριστικά θα διαβρώνονταν γρήγορα ή θα συμπληρώνονταν με ιζήματα.

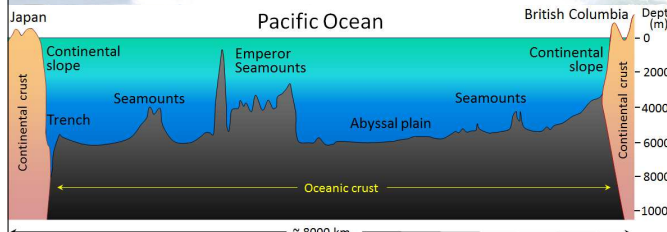
Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

- Το κυριότερο χαρακτηριστικό της μορφολογίας του πυθμένα του Ατλαντικού ωκεανού είναι μια υποβρύχια οροσειρά γνωστή ως Μεσο-Ατλαντική ράχη.
- Αυτή εκτείνεται από την Ισλανδία - στο βόρειο άκρο της - μέχρι 58° N, με μέγιστο πλάτος περί τα 1600 km



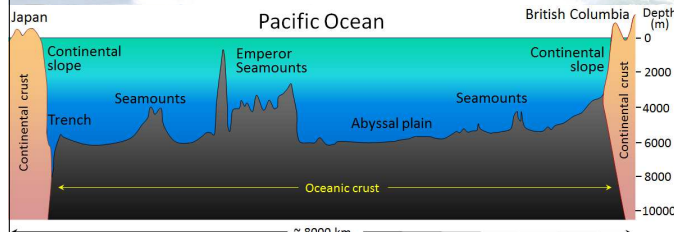
Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

- Ο πυθμένας του Ειρηνικού, όπως και των άλλων ωκεανών, είναι στην πραγματικότητα πολύ πιο επίπεδος, ακόμα και σε περιοχές με υψίπεδα ή βαθιές τάφρους.
- Οι τεράστιες αβυσσαίες πεδιάδες των ωκεανών που καλύπτονται από ιζήματα είναι πολύ πιο επίπεδες από ότι σε άλλες περιοχές παρόμοιου μεγέθους στις ηπείρους



Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

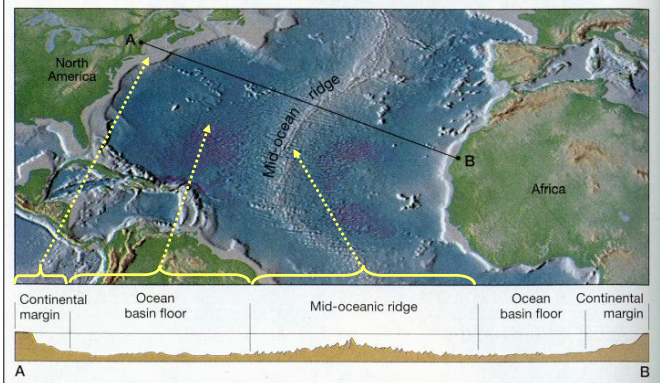
- Τα κυριότερα χαρακτηριστικά του πυθμένα του Ειρηνικού Ωκεανού είναι οι
 - ηπειρωτικές πλαγιές (υφαλοπρανή) που πέφτουν από περίπου 200 m έως αρκετά χιλιάδες μέτρα σε απόσταση μερικών εκατοντάδων χιλιομέτρων,
 - αβυσσαίες πεδιάδες, στα 4000-6000 m βάθος
 - ηφαιστειακά όρη και νησιά, και
 - τάφροι σε ζώνες υποβύθισης, σε βάθος έως 11 km



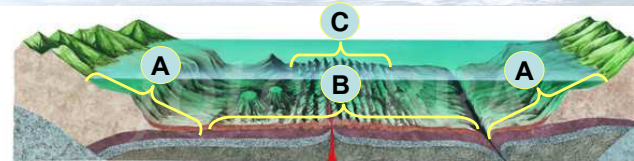
Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

Γεωμορφολογικές ενότητες

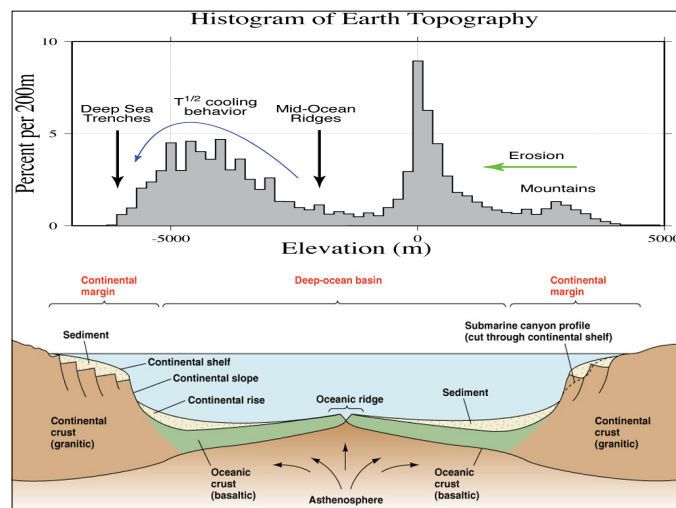
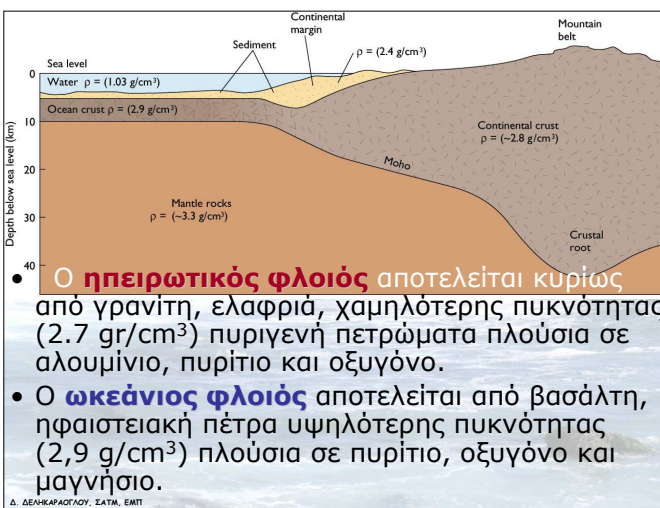
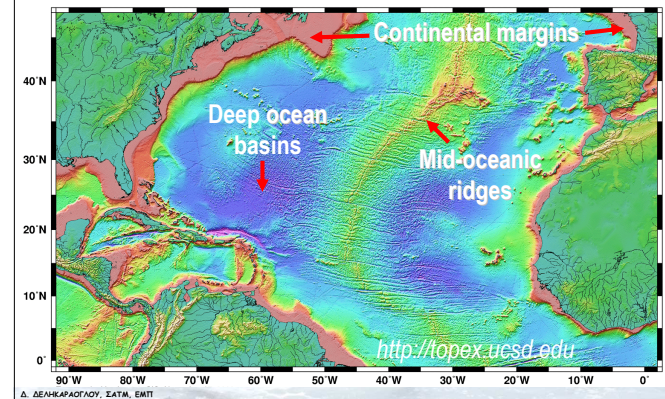
- Το υποθαλάσσιο "τοπίο" του πυθμένα



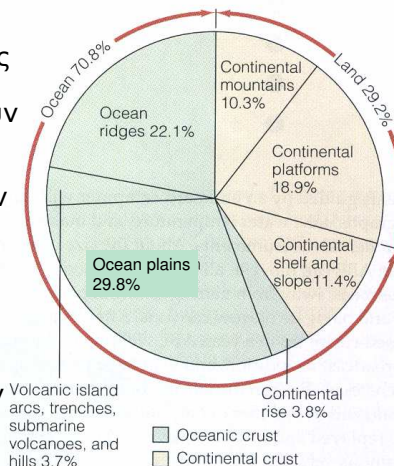
- Το υποθαλάσσιο "τοπίο" του πυθμένα, μπορεί να υποδιαιρεθεί σε τρεις κύριες περιοχές:
 - (A) Τα ηπειρωτικά περιθώρια (Continental margins)
 - ~22% της συνολικής έκτασης των ωκεανών
 - Υποδιαιρούνται σε περαιτέρω υποενότητες
 - (B) Τις βαθιές ωκεάνιες λεκάνες (Deep-Ocean Basins)
 - ~42% της συνολικής έκτασης των ωκεανών
 - (C) Στο κεντρικό τους μέρος βρίσκονται οι μεσοωκεάνιες ράχες (Ocean Ridges)
 - ~31% της συνολικής έκτασης των ωκεανών *



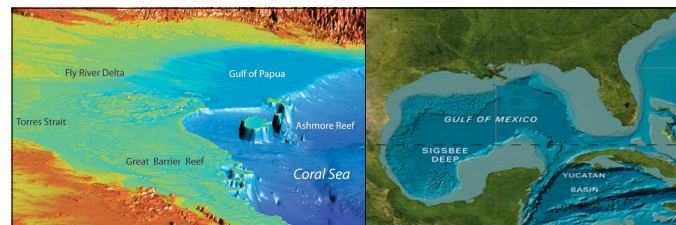
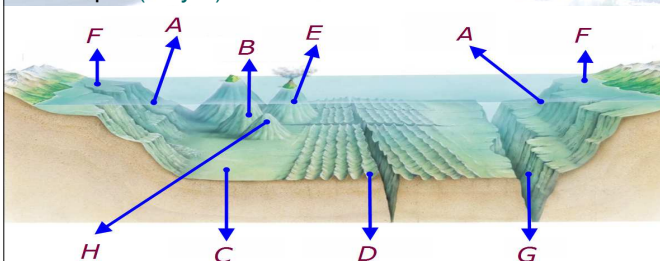
Γενική εικόνα της φυσιογραφίας του ωκεάνιου πυθμένα



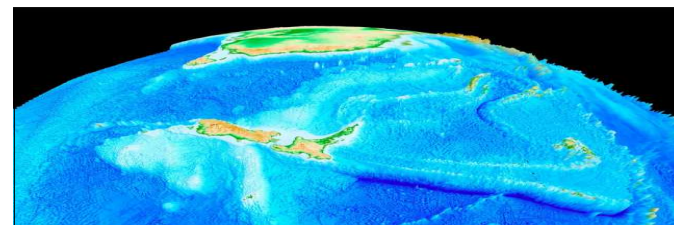
- Τα ηπειρωτικά περιθώρια αποτελούν μέρος και αντιπροσωπεύουν το 11.4% του φλοιού της Γης.
- Οι επιφάνειες των ωκεάνιων λεκανών είναι περίπου ομοιόμορφα κατανομημένη μεταξύ των κορυφογραμμών και των πεδιάδων.



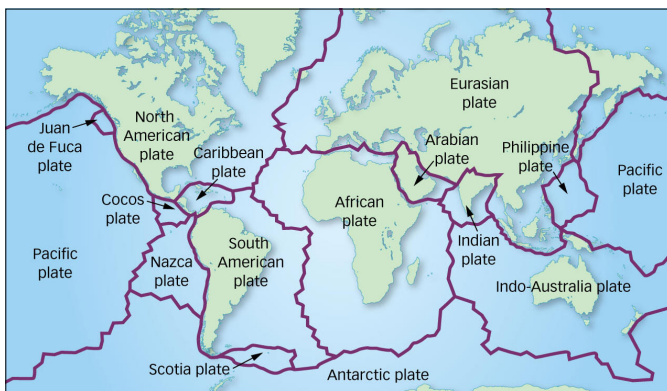
- A. Ηπειρωτική πλαγιά / κατωφέρεια (Continental Slope)
- B. Υποθαλάσσιο Όρος (Sea Mount)
- C. Αβυσσοαία Πεδιάδα (Abyssal Plain)
- D. Μεσοωκεάνια ράχη (Mid-Ocean Ridge)
- E. Ηφαιστιογενές νησί (Volcanic Island)
- F. Ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα (Continental Shelf)
- G. Ωκεάνια τάφος (Oceanic Trench)
- H. Γκυγιώ (Guyot)



- Τα ηπειρωτικά περιθώρια είναι εκεί όπου οι ωκεανοί συναντούν τις ηπείρους
- Το εύρος τους ποικίλει ανάλογα με τον γεωλογικό τύπο τους: τα "παθητικά περιθώρια" τείνουν να είναι ευρύτερα (όπως στην Ανατολική Ακτή της Β. και Ν. Αμερικής) σε σύγκριση με τα "ενεργά περιθώρια" που είναι στενότερα (όπως στη δυτική ακτή της Β. και Ν. Αμερικής).



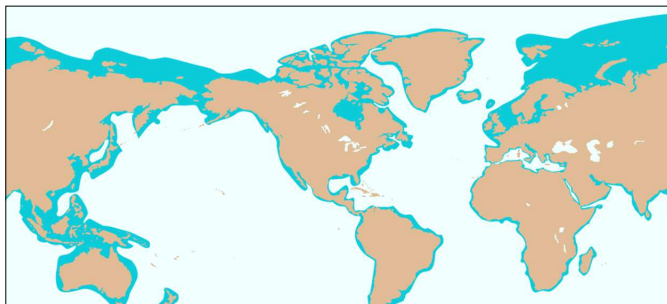
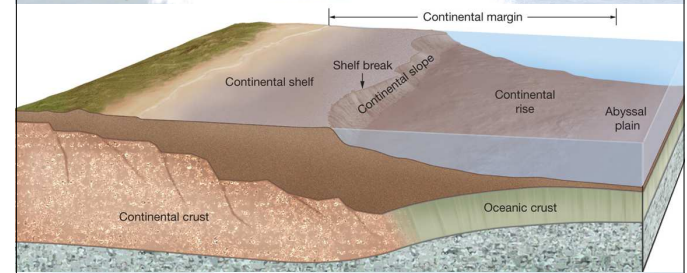
- Τα ηπειρωτικά περιθώρια ή υφαλοπλασία είναι εκεί όπου οι ωκεανοί συναντούν τις ηπείρους
- Αποτελούν το υποθαλάσσιο άκρο του ηπειρωτικού φλοιού και χαρακτηρίζονται από το σχετικά ελαφρύ και ισοστατικά 'πλεύσιμο' (στον μανδύα) υλικό σε σύγκριση με τον παρακείμενο ωκεάνιο φλοιό που έχει υψηλότερη πυκνότητα (→ δεν επιπλέει στον μανδύα).



Σημείο προσοχής: Οι ήπειροι και οι τεκτονικές πλάκες δεν είναι το ίδιο

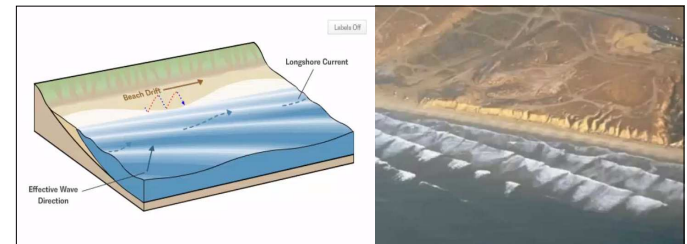
- Ένα "ηπειρωτικό" περιθώριο δεν είναι το ίδιο με το περιθώριο μιας λιθοσφαιρικής "πλάκας".
- Ένα ηπειρωτικό περιθώριο είναι η άκρη μιας ηπείρου
 - Τα ηπειρωτικά περιθώρια είναι σημαντικά επειδή πολλές ανθρώπινες δραστηριότητες λαμβάνουν χώρα κοντά στις ακτές.
- Ένα περιθώριο λιθοσφαιρικής πλάκας είναι η άκρη μιας πλάκας.
 - Τα περιθώρια των λιθοσφαιρικών πλακών είναι σημαντικά επειδή εκεί είναι έντονη η σεισμική ή/και ηφαιστειακή δραστηριότητα
 - Συχνά αναφέρονται ως όρια της πλάκας (plate boundaries)

- Συλλογικά τα ηπειρωτικά περιθώρια περιλαμβάνουν
 - την ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα (*continental shelf*),
 - την ηπειρωτική πλαγιά (*continental slope*) και
 - την ηπειρωτική ανωφέρεια ή άνοδο (*continental rise*).

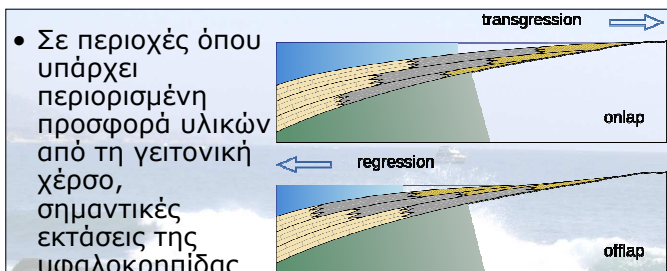


- Τμήματα ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας καλύπτουν περίπου το 8% του ωκεάνιου πυθμένα

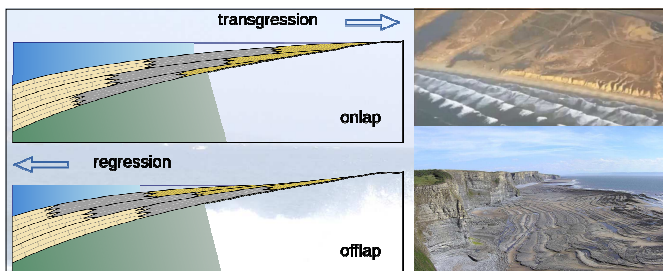
- Η ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα είναι μια ρηχή, σχεδόν επίπεδη περιοχή του πυθμένα (με μέση κλίση $\sim 0.2^\circ$) που εκτείνεται προς τη θάλασσα από την άκρη της ηπείρου.
- Τα ιζήματα πλησιέστερα στην ακτή είναι ως επί το πλείστον άμμος, και λάσπη προς το βαθύτερο άκρο της υφαλοκρηπίδας.
- Τα μεγέθη της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας κυμαίνονται σε πλάτος από λίγα χιλιόμετρα έως πάνω από 1000 χιλιόμετρα (~ 200 km κατά μέσο όρο), ενώ τα βάθη αυξάνονται από λίγα μέτρα μέχρι περίπου 200 μέτρα
- Οι περιοχές της υφαλοκρηπίδας αντιπροσωπεύουν $\sim 7.4\%$ των ωκεανών, αλλά παρουσιάζουν από τα υψηλότερα ποσοστά βιολογικής παραγωγικότητας.



- Σε περιοχές όπου τα κύματα κυριαρχούν στην παράκτια ζώνη, αυτά αποτελούν και την κυρίαρχη δύναμη στη μετακίνηση ιζημάτων στην υφαλοκρηπίδα
- Σε παραλίες, όπου τα κύματα κινούνται υπό γωνία ως προς την ακτογραμμή, μετακινούν τα λεπτότερα ιζήματα (άμμος, λάσπη, άργιλος) κατά μήκος της ακτής (*long shore drift*).



- Σε περιοχές όπου υπάρχει περιορισμένη προσφορά υλικών από τη γειτονική χέρσο, σημαντικές εκτάσεις της υφαλοκρηπίδας
- είναι καλυμμένες με υπολειμματικές αποθέσεις, κατάλοιπα σταδίων της προηγούμενης περιόδου των παγετώνων, όταν η στάθμη της θάλασσας ήταν χαμηλότερα. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται συχνά ως μετανάστευση της ακτογραμμής προς την ξηρά (*transgressions*) ή υποχώρηση της ακτογραμμής προς τον πυθμένα (*regressions*).



- Διαρκείς ή εποχικές αυξομειώσεις της στάθμης της θάλασσας, αναδιαμορφώνουν τα τμήματα της υφαλοκρηπίδας, λόγω της καθίζησης ή απόσυρσης ιζημάτων. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται συχνά ως
- μετανάστευση της ακτογραμμής προς την ξηρά (*transgressions*) ή υποχώρηση της ακτογραμμής προς τον πυθμένα (*regressions*).

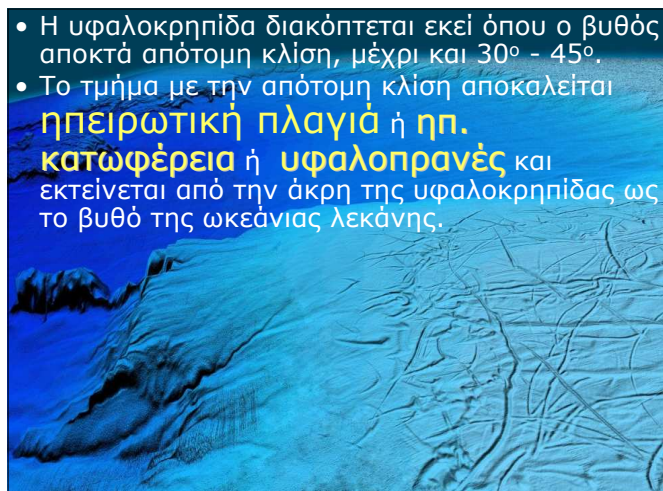


- Τα φαινόμενα της μετανάστευσης ή υποχώρησης της ακτογραμμής εμφανίζονται και κατά τη διάρκεια εποχικών (π.χ. θερινών, χειμερινών) αυξομειώσεων της στάθμης της θάλασσας, της δράσης των κυμάτων και των παλιρροιών που επίσης αναδιαμορφώνουν τα τμήματα της υφαλοκρηπίδας, λόγω της καθίζησης ή απόσυρσης ιζημάτων.



• Το ηλιακό φως μπορεί να διεισδύσει στα ρηχά νερά της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας, επιτρέποντας την ανάπτυξη πολλών ειδών οργανισμών, από μικροσκοπικές γαρίδες μέχρι γιγαντιαία φύκια που ονομάζονται κέλπιες. Τα ωκεάνια ρεύματα και οι εκβολές των ποταμών μεταφέρουν θρεπτικά συστατικά στους οργανισμούς που ζουν στις ηπειρωτικές υφαλοκρηπίδες.

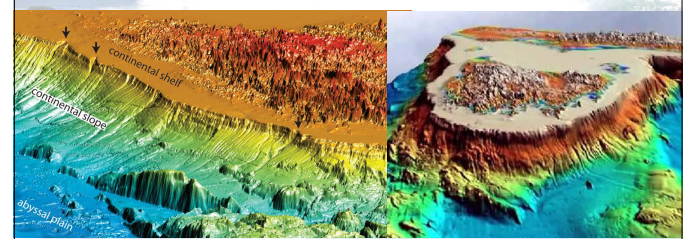
Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, Σ.ΣΑΤΗ, ΕΜΠΤ



• Η υφαλοκρηπίδα διακόπτεται εκεί όπου ο βυθός αποκτά απότομη κλίση, μέχρι και 30° - 45°.
 • Το τμήμα με την απότομη κλίση αποκαλείται **ηπειρωτική πλαγιά ή ηπ. κατωφέρεια ή υφαλοπρανές** και εκτείνεται από την άκρη της υφαλοκρηπίδας ως το βυθό της ωκεάνιας λεκάνης.

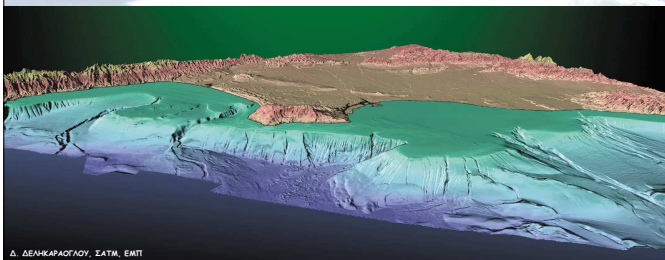
Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, Σ.ΣΑΤΗ, ΕΜΠΤ

• Τα ιζήματα της ηπειρωτικής πλαγιάς καλύπτουν τη ζώνη μετάβασης μεταξύ του ηπειρωτικού και του ωκεάνιου φλοιού, μια ζώνη που μπορεί να είναι αρκετά περίπλοκη ως προς τη γεωλογική δομή της και να περιέχει
 • επωθητικά ρήγματα (*thrust faults*) -μικρής-γωνίας ανάστροφα με μετατόπιση 10άδων km, και
 • τεμάχια ρήξης (*fault-blocks*)



Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, Σ.ΣΑΤΗ, ΕΜΠΤ

• Η περιοχή που καλύπτουν τα υφαλοπρανή ανέρχονται σε περίπου το 8% της συνολικής επιφάνειας των ωκεανών, με μέσο πλάτος μερικών δεκάδων km και βάθος από 1000 έως 3000 m.
 • Οι μεγάλες κλίσεις τους δημιουργεί αστάθεια στα εκεί αποτιθέμενα ιζήματα, τα οποία μετακινούνται προς μεγαλύτερα βάθη



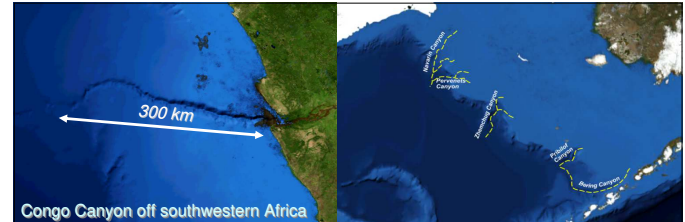
Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, Σ.ΣΑΤΗ, ΕΜΠΤ



• Από τις πλέον εντυπωσιακές περιπτώσεις υφαλοπρανούς: στο νησί Mauritius (2.000 km από τη ΝΑ ακτή της Αφρικής, κοντά στη Μαδαγασκάρη), ...

... όπου τοπικές αποθέσεις άμμου και αργίλου κινούνται στον πυθμένα και "παίζοντας" με το χρώμα του νερού, δίνουν την εντύπωση ενός υποθαλάσσιου καταρράκτη

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, Σ.ΣΑΤΗ, ΕΜΠΤ



Congo Canyon off southwestern Africa

• Από τα πιο χαρακτηριστικά γνωρίσματα των υφαλοπρανών είναι τα υποθαλάσσια φαράγγια.
 – Τυπικά, είναι σχήματος V με σχεδόν κατακόρυφα τοιχώματα, και μερικά με μεγάλες διαστάσεις
 – Το φαράγγι **Zhemchug**, στη μέση της θάλασσας του Βερίγγ, είναι το βαθύτερο στον κόσμο (2300 m), αλλά και το μεγαλύτερο ως προς την τεράστια διατομή και αποστράγγιση του (11350 km²) και τον όγκο του (5800 km³)

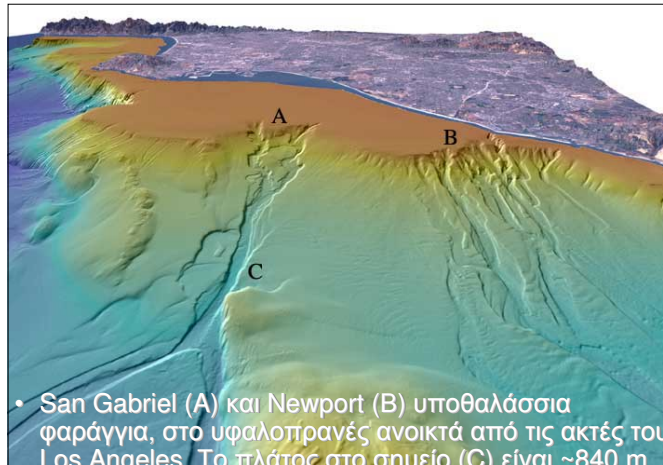
Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, Σ.ΣΑΤΗ, ΕΜΠΤ



• Η κλίση ενός φαραγγιού συσχετίζεται κανονικά με αυτή της ηπειρωτικής πλαγιάς: οι απότομες πλαγιές έχουν σύντομα, απότομα φαράγγια,

• ενώ οι ευρύτερες πλαγιές έχουν μακρύτερα, ρηχότερα φαράγγια.
 • Μερικές φορές, τα υποθαλάσσια φαράγγια αρχίζουν στο εξωτερικό άκρο της υφαλοκρηπίδας.
 – Τις περισσότερες φορές αποτελούν φυσική συνέχεια από μεγάλους ποταμούς που εισέρχονται στον ωκεανό.

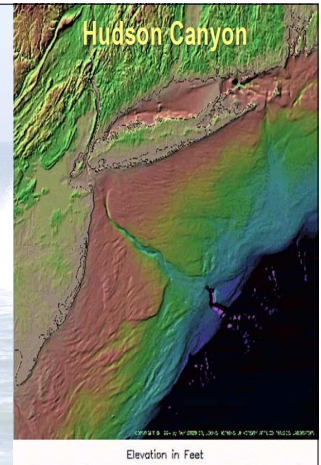
Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, Σ.ΣΑΤΗ, ΕΜΠΤ



• San Gabriel (A) και Newport (B) υποθαλάσσια φαράγγια, στο υφαλοπρανές ανοικτά από τις ακτές του Los Angeles. Το πλάτος στο σημείο (C) είναι ~840 m

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, Σ.ΣΑΤΗ, ΕΜΠΤ

• Ορισμένα υποθαλάσσια φαράγγια πιστεύεται ότι μπορεί να διαμορφώθηκαν σε μια εποχή στο γεωλογικό παρελθόν της Γης, όταν τα επίπεδα της στάθμης της θάλασσας ήταν χαμηλότερα από ότι σήμερα, και τα ποτάμια μπορούσαν να ρέουν προς την άκρη της σημερινής υφαλοκρηπίδας.
 • π.χ., το υποθαλάσσιο φαράγγι που εκτείνεται από το στόμιο του ποταμού Hudson προς τα νοτιοανατολικά κατά μήκος της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας.



Elevation in Feet
 -1000 -500 0 500 1000 1500

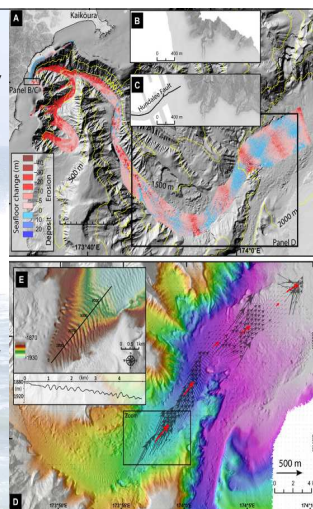
Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, Σ.ΣΑΤΗ, ΕΜΠΤ

- Παρά το χρονικό διάστημα που η ύπαρξη των υποθαλάσσιων φαράγγιων είναι γνωστή στους γεωλόγους, η προέλευσή τους παραμένει θέμα σημαντικής αβεβαιότητας.
- Σε εποχές του γεωλογικού παρελθόντος, σε περιοχές έντονης σεισμικής δραστηριότητας, υποθαλάσσια φαράγγια μπορεί να έχουν σχηματιστεί όταν οι σεισμοί δημιούργησαν ρήγματα κατά μήκος των ηπειρωτικών πλαγιών που αργότερα διαβρώθηκαν σχηματίζοντας τα φαράγγια.
- Σήμερα, είναι επιβεβαιωμένο ότι οι σεισμοί αποτελούν πρωταρχικό παράγοντα (σε μεγάλη κλίμακα) ανάπτυξης υποθαλάσσιων φαράγγιων και μεταφοράς ιζημάτων σε λεκάνες βαθιάς θάλασσας

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

Ενδεικτικό παράδειγμα:

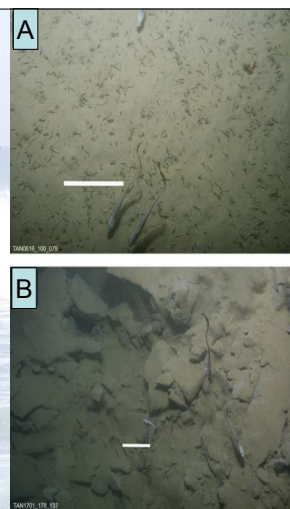
- Μετά από σεισμό $M=7.8$, ιζηματογενείς αποδείξεις της μεταβολής του τοπίου του πυθμένα και της μεγάλης κλίμακας μεταφοράς ιζημάτων (λόγω βαρύτητας) στο υποθαλάσσιο φαράγγι **Kaikōura** ανοικτά της Ν. Ζηλανδίας
 - Διαφοροποίηση διάβρωσης και εναπόθεσης
 - Επιφανειακές κατολισθήσεις στο χείλος του φαράγγιου



Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

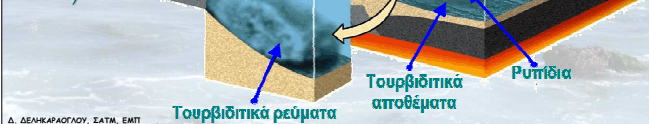
Παράδειγμα απόθεσης ιζημάτων στο υποθαλάσσιο φαράγγι Kaikōura

- (A) Εικόνα του πυθμένα τον Νοέμβριο του 2006 που δείχνει υψηλή πυκνότητα ιζημάτων και βενθικών οργανισμών.
- (B) Καταγραφή από την ίδια θέση τον Ιανουάριο του 2017, 10 εβδομάδες μετά τον σεισμό, δείχνει αποθέσεις από πτώση βράχων, λασπορροές και λεπτά ιζήματα.



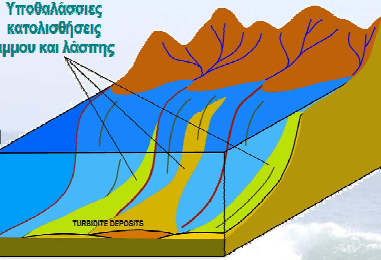
Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

- Με μια αυξανόμενη κλίση του υφαλοπρανούς, αυξάνεται η τρέχουσα ταχύτητα μεταφοράς ιζημάτων, και καθώς αυξάνεται η αναταραχή, προκαλούνται **τουρβιδιτικά ρεύματα** (*turbidity currents*) και καταρρέουν περισσότερα ιζήματα στις λεγόμενες περιοχές των υποθαλάσσιων ανεμιστήρων ή αλλιώς **ριπιδίων**, (*submarine fans*)



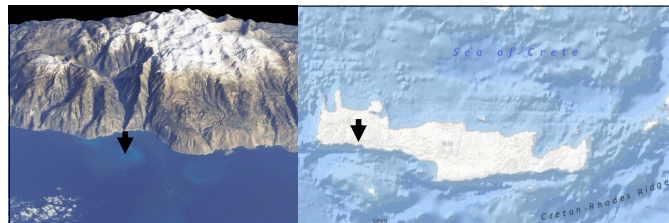
Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

- Μόλις ένα ωκεάνιο **τουρβιδιτικό ρεύμα** (ή **ρεύμα θολότητας**) φτάσει στα πιο ήρεμα νερά της πιο επίπεδης αβυσσιανής πεδιάδας του πυθμένα,



- η ιζηματογενής απόθεση που δημιουργείται (από άμμο και άλλο χονδροειδές υλικό, λάσπη και τελικά το πολύ λεπτό σωματιδιακό υλικό) σχηματίζουν **θολίτες** (*turbidites*)
- Όταν μεγάλα ρεύματα θολότητας ρέουν σε φαράγγια μπορεί να καταστούν αυτοσυντηρούμενα, μια διαδικασία που αποκαλείται **canyon flashing**

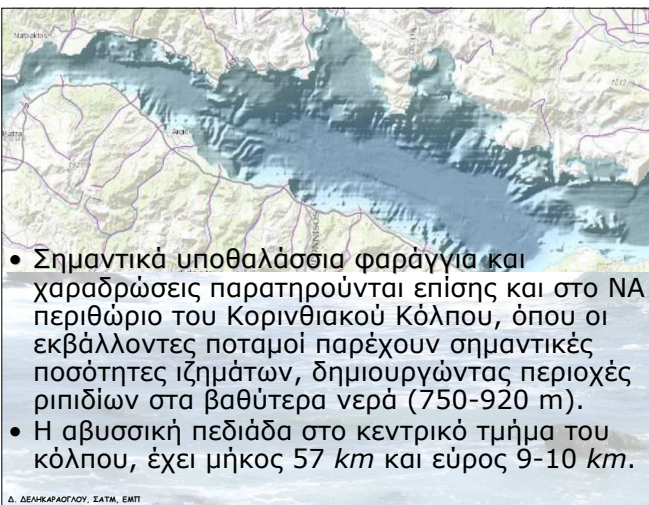
Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ



Ενδεικτικά παραδείγματα στον ελλαδικό χώρο:

- το γνωστό χερσαίο φαράγγι της Σαμαριάς συνεχίζεται και στην υποθαλάσσια περιοχή, ανάμεσα στην ηπειρωτική κατωφέρεια της ΝΔ Κρήτης και στην αντίστοιχη της Γαύδου, σε βάθος που φτάνει μέχρι και τα 3800 m
- Εκεί απαντώνται αρκετά υποθαλάσσια μικρότερα φαράγγια και επιμέρους κανάλια και χαραδρώσεις

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ



- Σημαντικά υποθαλάσσια φαράγγια και χαραδρώσεις παρατηρούνται επίσης και στο ΝΑ περιθώριο του Κορινθιακού Κόλπου, όπου οι εκβάλλοντες ποταμοί παρέχουν σημαντικές ποσότητες ιζημάτων, δημιουργώντας περιοχές ριπιδίων στα βαθύτερα νερά (750-920 m).
- Η αβυσσική πεδιάδα στο κεντρικό τμήμα του κόλπου, έχει μήκος 57 km και εύρος 9-10 km.

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

- Νότια από την υφαλοκρηπίδα του Θερμαϊκού σχηματίζεται η ωκεάνια λεκάνη του Βόρειου Αιγαίου, που μπαίνει και μέσα στους κόλπους της Κασσάνδρας και του Αγίου Όρους.
- Νότια από αυτήν, μπροστά από τις τρεις χερσονήσους της Χαλκιδικής ανοίγεται το Φρέαρ του Θερμαϊκού, όπου το βάθος σε πολλά σημεία ξεπερνάει τα 1.000 μέτρα.
- Υποθαλάσσια φαράγγια βρίσκονται και στην ηπειρωτική κατωφέρεια μετά την υφαλοκρηπίδα του Θερμαϊκού

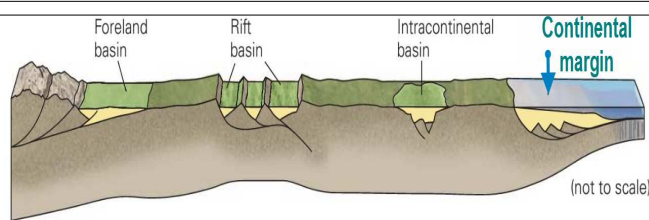


Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ



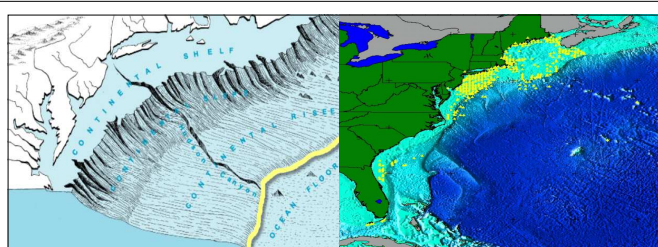
- Στη βάση της απότομης ζώνης του υφαλοπρανούς βρίσκεται το **ηπειρωτικό ανύψωμα** ή **ηπ. άνοδος** ή **ηπ. κύρτωμα** (*continental rise*), το οποίο εκτείνεται για μερικές 100άδες km προς την ωκεάνια λεκάνη, με ομαλή κλίση της τάξης του 1% και, καταλήγει σε βάθη περίπου 4000 έως 5000 m.
- Αποτελεί το ~5% του συνόλου των ωκεανών

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ



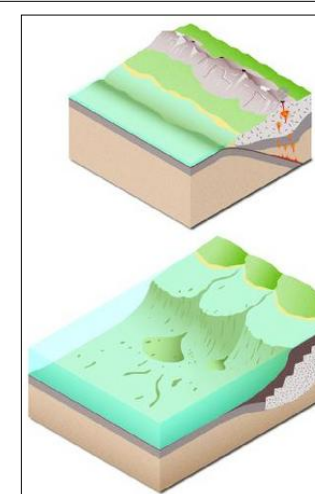
- Ως μέρος του γήινου φλοιού, η υφαλοκρηπίδα, το υφαλοπρανές και ηπειρωτικό ανύψωμα συναποτελούν το **υφαλοπλαίσιο** ή **ηπειρωτικό περιθώριο** (*continental rise*).
- Μετά το τμήμα αυτό, ο βυθός παύει ουσιαστικά να υφίσταται, και ακολουθεί η ωκεάνια άβυσσος
 - αντιπροσωπεύει το τελικό στάδιο στα όρια μεταξύ ηπείρων και το βαθύτερο μέρος του ωκεανού

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, Σ.ΑΤΜ, ΕΜΠ



- Τα **ηπειρωτικά περιθώρια** αποτελούν το υποθαλάσσιο άκρο του ηπειρωτικού φλοιού, εκεί όπου οι ωκεανοί συναντούν τις ηπείρους, καθορίζοντας τη μορφή της αβυσσικής πεδιάδας
- Χαρακτηρίζονται από σχετικά ελαφρύ και ισοστατικά 'πλεύσιμο' (στον μανδύα) υλικό σε σύγκριση με τον παρακείμενο ωκεάνιο φλοιό που έχει υλικά υψηλότερης πυκνότητας.

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, Σ.ΑΤΜ, ΕΜΠ

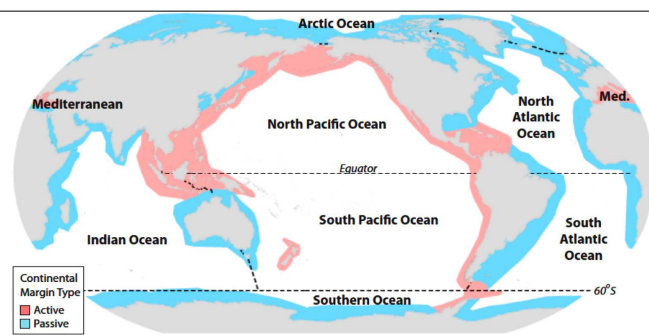


Με γεωλογικούς όρους, τα ηπειρωτικά πλαίσια διακρίνονται σε δύο τύπους:

- τα **"ενεργά"** κυρίως κατά μήκος των περιθωρίων των λιθοσφαιρικών πλακών, και
- τα **"παθητικά"** μακριά από τα άκρα των πλακών

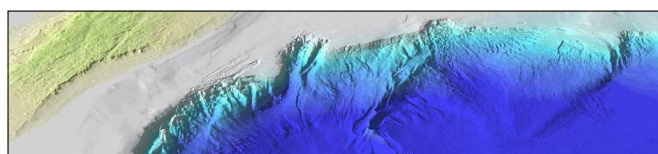
Γενικά χαρακτηριστικά των ηπ. περιθωρίων διαμορφώνονται από διάφορους επιμέρους παράγοντες.

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, Σ.ΑΤΜ, ΕΜΠ



- Τα **παθητικά ηπειρωτικά περιθώρια** αποκαλούνται και **Ατλαντικού τύπου**
- Τα **ενεργητικά ηπειρωτικά περιθώρια** αποκαλούνται και **Ειρηνικού τύπου**

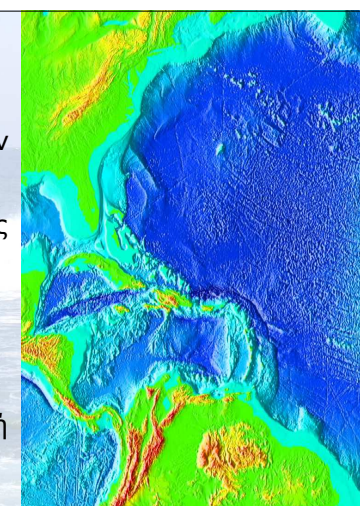
Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, Σ.ΑΤΜ, ΕΜΠ



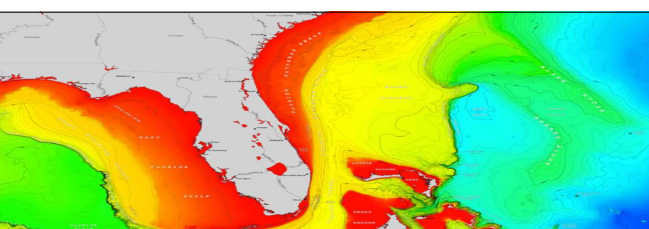
- Ανάμεσα στους καθοριστικούς παράγοντες που διαμορφώνουν τα ηπειρωτικά περιθώρια είναι
 - οι τεκτονικές διεργασίες στην περιοχή,
 - οι διακυμάνσεις της στάθμης της θάλασσας,
 - το μέγεθος των ποταμών που εκβάλουν σε ένα περιθώριο, που με τη σειρά του καθορίζει την ποσότητα ιζημάτων που μεταφέρονται και εναποτίθενται στον ωκεάνιο πυθμένα, και
 - η κυματικές συνθήκες ή αλλιώς η αντοχή των ωκεανών στα κύματα και στα ρεύματα κατά μήκος του περιθωρίου.

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, Σ.ΑΤΜ, ΕΜΠ

- Τα **παθητικά** (ή Ατλαντικού τύπου) ηπειρωτικά περιθώρια, όπως εκείνα γύρω από τον Ατλαντικό Ωκεανό, βρίσκονται στους εσωτερικούς χώρους μιας λιθοσφαιρικής πλάκας, όπου υπάρχει ομαλή μετάβαση από τον ηπειρωτικό στον ωκεάνιο φλοιό
- Από σεισμοτεκτονική άποψη είναι σχεδόν αδρανείς περιοχές.

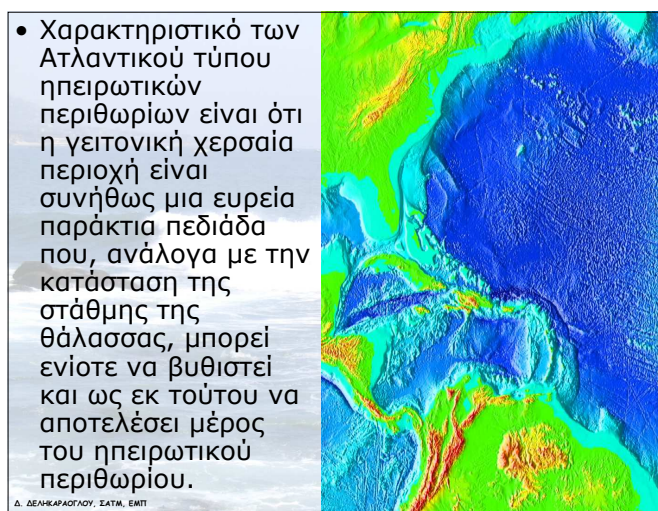


Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, Σ.ΑΤΜ, ΕΜΠ



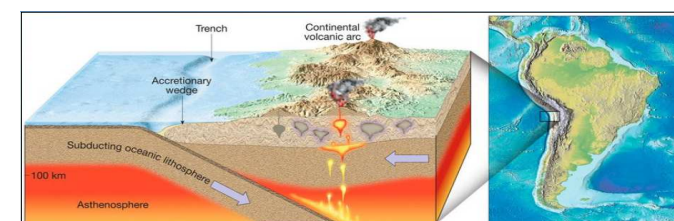
- Η υφαλοκρηπίδα γύρω από τη Φλώριδα (με κόκκινο χρώμα) μεταβαίνει σταδιακά στην ηπειρωτική πλαγιά (κίτρινη και πράσινη).
- Εμφανίζει τυπικά χαρακτηριστικά "παθητικού ηπειρωτικού περιθωρίου" με ευρεία ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα, καθώς και ηπειρωτικές πλαγιές σημαντικών κλίσεων (3°-4°) και καλά ανεπτυγμένο ηπειρωτικό ανύψωμα που εκτείνεται στα βαθιά νερά.

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, Σ.ΑΤΜ, ΕΜΠ



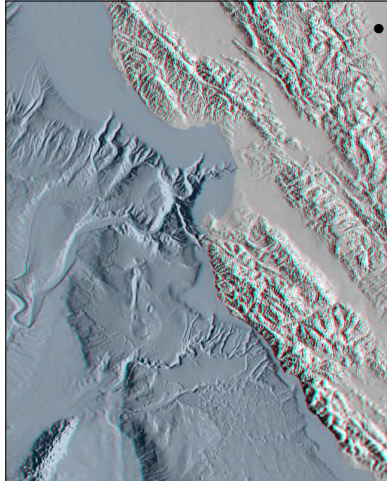
- Χαρακτηριστικό των Ατλαντικού τύπου ηπειρωτικών περιθωρίων είναι ότι η γειτονική χερσαία περιοχή είναι συνήθως μια ευρεία παράκτια πεδιάδα που, ανάλογα με την κατάσταση της στάθμης της θάλασσας, μπορεί ενίοτε να βυθιστεί και ως εκ τούτου να αποτελέσει μέρος του ηπειρωτικού περιθωρίου.

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, Σ.ΑΤΜ, ΕΜΠ



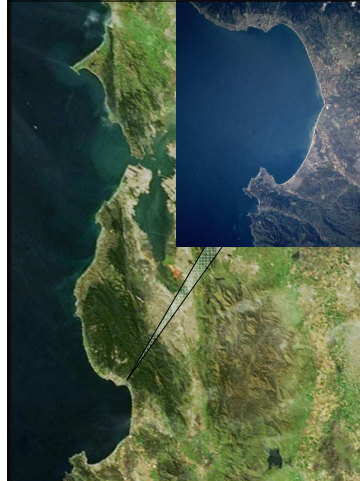
- Τα **ενεργά** (ή Ειρηνικού τύπου) ηπειρωτικά περιθώρια, βρίσκονται σε περιοχές που αποτελούν **ζώνη υποβύθισης μιας ωκεάνιας λιθοσφαιρικής πλάκας** κάτω από μια ηπειρωτική.
- Χαρακτηρίζονται από συχνούς σεισμούς, και ηφαιστειακή δραστηριότητα, και εξ αιτίας των οποίων έχει δημιουργηθεί έντονο ανάγλυφο στη γειτονική χερσαία περιοχή → οι λεκάνες απορροής έχουν περιορισμένη έκταση

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, Σ.ΑΤΜ, ΕΜΠ



- Ενεργά ηπειρωτικά περιθώρια, όπως εκείνα που βρίσκονται γύρω από το χείλος του Ειρηνικού Ωκεανού, έχουν στενή ως ανύπαρκτη υφαλοκρηπίδα, με απότομες ηπειρωτικές πλαγιές (κλίσεις μέχρι 25°) και ηπειρωτικά ανυψώματα που είναι ανεπαρκώς ανεπτυγμένα ή λείπουν τελείως.

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΝ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ



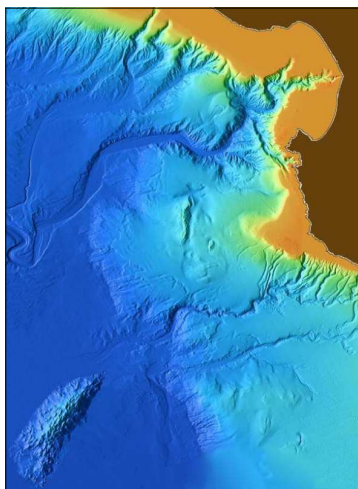
- Η δυτική ακτή των ΗΠΑ είναι ένα ενεργό περιθώριο που χαρακτηρίζεται από στενές παραλίες και απόκρημνες βραχώδεις ακτές.
- Ο κόλπος του San Francisco και η περιοχή του Monterey Bay, CA έχουν ενεργά ανερχόμενα παράκτια όρη και βυθιζόμενες παράκτιες λεκάνες

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΝ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ



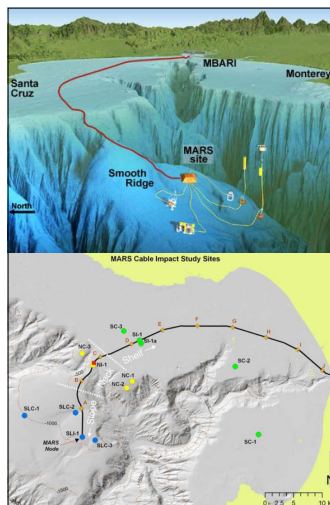
Στενές παραλίες και απόκρημνες βραχώδεις ακτές... στα ενεργά ηπ. περιθώρια (περιοχή Monterey Bay, CA)

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΝ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

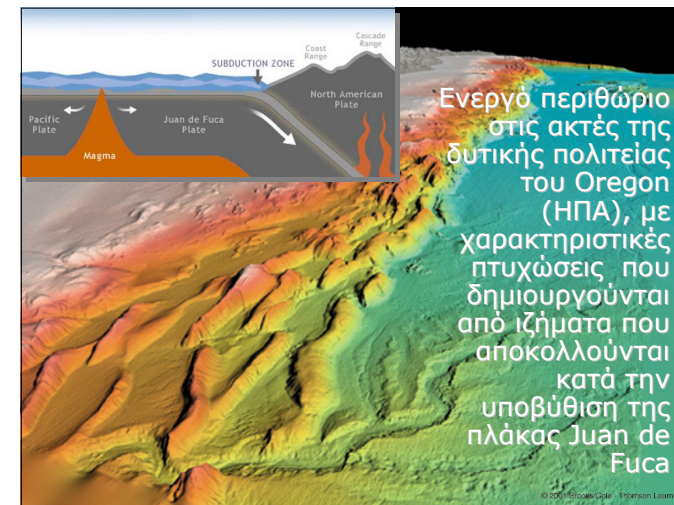


- Χαρακτηριστικό των Ειρηνικού τύπου ηπειρωτικών περιθωρίων είναι ότι η ωκεάνια ηπειρωτική πλαγιά είναι συχνά απότομη και πέφτει κατευθείαν σε μια βαθιά τάφρο.
- Η ηφαιστειακή δραστηριότητα συνήθως δημιουργεί έντονο ανάγλυφο στη γειτονική χέρσο, περιορίζοντας τις εκεί λεκάνες απορροής ποταμών

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΝ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ



- Στην ηπειρωτική πλαγιά του ενεργού ηπειρωτικού περιθωρίου, στην περιοχή του Κόλπου Monterey, φιλοξενεί το γεωπαρατηρητήριο ωκεάνιων ερευνών MARS (*Monterey Accelerated Research System*), που περιλαμβάνει ένα υποθαλάσσιο καλώδιο μήκους 51 km, με έναν κόμβο σε βάθος 891 m συνδεδεμένων αισθητήρων



Ενεργό περιθώριο στις ακτές της δυτικής πολιτείας του Oregon (ΗΠΑ), με χαρακτηριστικές πτυχώσεις που δημιουργούνται από ιζήματα που αποκόλλονται κατά την υποβύθιση της πλάκας Juan de Fuca

© 2007 Encanto Publishing, Emerson Learning

- Στη διάρκεια του γεωλογικού χρόνου, δεδομένου ότι τα ηπειρωτικά περιθώρια είναι τα χαμηλότερα σε βάθος τμήματα των ωκεανών, επηρεάζονται περισσότερο από τις μεταβολές της στάθμης της θάλασσας.
- Σε παγκόσμια κλίμακα, οι λεγόμενες **ευστατικές αλλαγές της στάθμης της θάλασσας (eustatic sea-level changes)**, έχουν συμβεί σε όλη τη γεωλογική ιστορία, με πιο κοινές αιτίες τέτοιων μεταβολών τις παγκόσμιες κλιματικές διακυμάνσεις που οδηγούν σε μείζονες εξελίξεις και οπισθοδρομήσεις παγετώνων
 - Άλλες αιτίες που δεν είναι τόσο καλά κατανοητές μπορεί να περιλαμβάνουν σημαντικές εκδηλώσεις ορογένεσης και ισοστατικές μεταβολές στις λιθοσφαιρικές πλάκες.

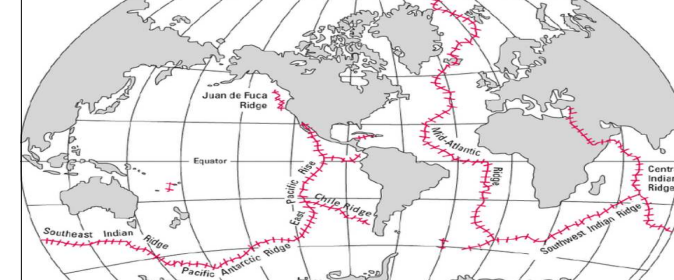
Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΝ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά των ωκεάνιων λεκανών

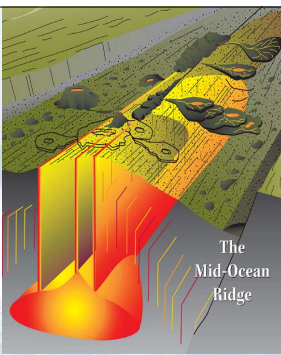
- Περιλαμβάνουν:
- Μέσο-ωκεάνιες ράχες και ανυψώσεις
 - Νησιωτικά τόξα και τάφρους
 - Γραμμικά νησιωτικά συμπλέγματα



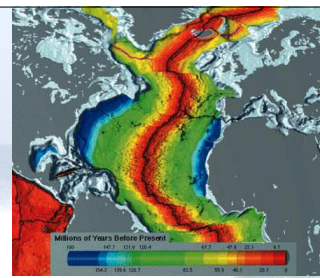
- Οι μέσο-ωκεάνιες εξάρσεις αποτελούν την πλέον χαρακτηριστική μορφολογική ενότητα των ωκεάνιων λεκανών, καθώς τις διασχίζουν από άκρο σε άκρο, σε επιμήκειες ζώνες έντονης υποθαλάσσιας τοπογραφίας, με το συνολικό μήκος τους να φτάνει σχεδόν τα 65000 km.



- Κατά τον διεθνή όρο **μεσοωκεάνια ράχη** ή **ωκεάνια κορυφογραμμή** ή γενικά με τον ελληνικό όρο **ωκεάνια υφαλορράχη**, χαρακτηρίζεται η **έξαρση του ωκεάνιου βυθού** που απαντάται σε μορφή **οροσειράς** με το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό την κορυφογραμμή της να τη διατρέχει σε όλο το μήκος της μια ζώνη διάνοιξης (**rift valley**), μέσα από στην οποία αναδύεται μάγμα το οποίο στη συνέχεια εκχύνεται ως λάβα δημιουργώντας συνεχώς κατά την ψύξη της νέες στρώσεις φλοιού

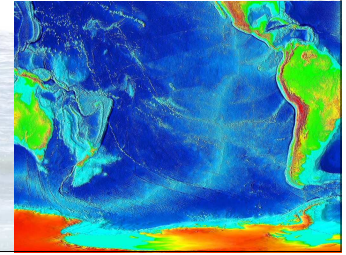


- Χαρακτηριστικός τύπος **μέσο-ωκεάνια ράχη (mid-ocean ridge)** είναι η ζώνη επέκτασης του ωκεάνιου πυθμένα, στο κέντρο της λεκάνης του Ατλαντικού, όπου γίνεται έντονη μετάβαση από τον πυθμένα προς την οριογραμμή γειτνίασης των τεκτονικών πλακών Ευρασίας και Β. Αμερικής (στο βόρειο ημισφαίριο) και, Αφρικής και Ν. Αμερικής (στο νότιο ημισφαίριο).



- Πρόκειται για επιμήκη ζώνη τεκτονικού ρήγματος, συνολικού μήκους 40000 km αποτελούμενη από όρη, ηφαιστεια και οροπέδια μεταπτώσεων.

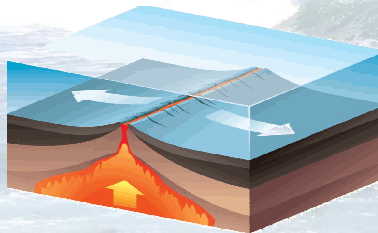
- Ενώ οι μέσο-ωκεάνιες υφαλορράχες είναι έντονες εξάρσεις του ωκεάνιου πυθμένα που επεκτείνονται με αργούς ρυθμούς (slow spreading rates) 1 έως 5 cm/year,
- οι **μέσο-ωκεάνιες ανυψώσεις (mid-ocean rise)**, είναι ζώνες επέκτασης του ωκεάνιου πυθμένα, όπως εκείνη της λεκάνης του Ειρηνικού, όπου γίνεται ομαλή μετάβαση από τον πυθμένα προς την οριογραμμή απόκλισης της τεκτονικής πλάκας του Ειρηνικού προς τα δυτικά από τη βορειοαμερικανική, και τις μικρότερες πλάκες Rivera, Cocos, Nazca και Ανταρκτικής.



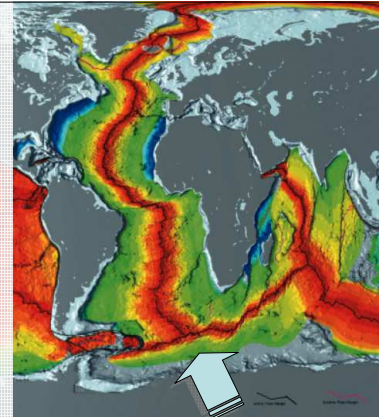
Η ταχύτητα απομάκρυνσης των γειτονικών λιθосφαιρικών πλακών είναι ο καθοριστικός παράγοντας διαμόρφωσης της μορφολογίας ή του τύπου της μιας μέσο-ωκεάνιας έξαρσης που δημιουργείται (ράχης ή ανύψωσης).

- Μικρή ταχύτητα απομάκρυνσης → Αργή εξάπλωση κορυφογραμμών (*Slow spreading ridges*)

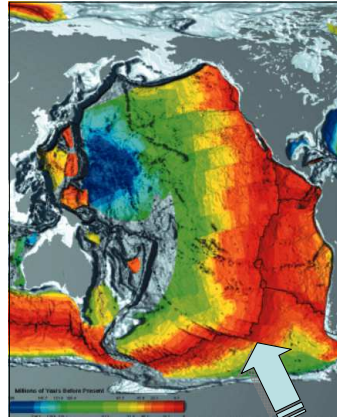
- Μεγάλη ταχύτητα απομάκρυνσης → Άξονες κορυφογραμμών που εξαπλώνονται γρήγορα (*Fast spreading ridge axes*)



- Μικρή ταχύτητα απομάκρυνσης → δημιουργεί έντονο και τραχύ ανάγλυφο, όπως στη μέσο-ωκεάνια κορυφογραμμή του Ατλαντικού, όπου η ταχύτητα απομάκρυνσης είναι ~2.5 cm/year
- Η κοιλάδα ρήξης είναι μια γραμμική περιοχή χαμηλού υψομέτρου μεταξύ των πλευρών της κορυφογραμμής.



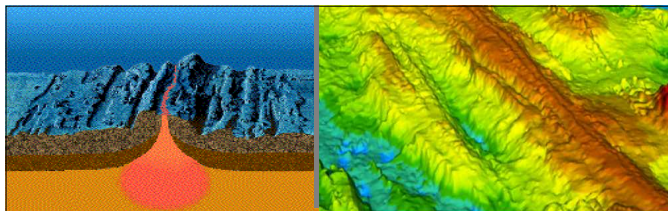
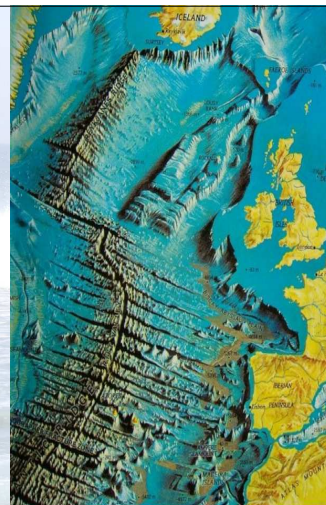
Mid-Atlantic Ridge



East Pacific Rise

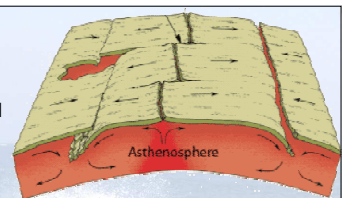
- Μεγάλη ταχύτητα απομάκρυνσης → δημιουργεί ήπιο ανάγλυφο, όπως στη μέσο-ωκεάνια ανύψωση του Ανατολικού Ειρηνικού όπου η ταχύτητα απομάκρυνσης είναι ~16 cm/year, ο γρηγορότερος ρυθμός στον κόσμο, κοντά στο Νησί του Πάσχα, αλλά κατά περίπου 6 cm λιγότερο στο βόρειο άκρο

- Ο άξονας των ενεργών μεσοωκεάνιων ράχων αποτελεί το όριο δυο λιθосφαιρικών πλακών που απομακρύνονται η μια από την άλλη, και αντιστοιχεί σε μια **στενή ζώνη κατά μήκος των ορίων απόκλισης** ή απομάκρυνσης ή διάνοιξης και προσαύξησης των λιθосφαιρικών πλακών όπου δημιουργείται **νέα λιθόσφαιρα**

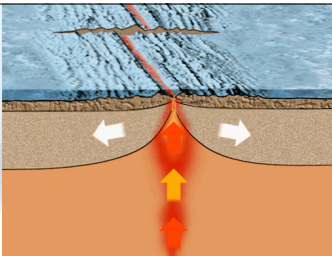


- Η διαδικασία απόκλισης των πλακών συνοδεύεται από την άνοδο μάγματος μέσω σχισμών στο φλοιό που τροφοδοτούν ροές λάβας, οι οποίες έρχονται σε επαφή με το θαλασσινό νερό και προοδευτικά καλύπτονται με ιζήματα και, καθώς η νέα λιθόσφαιρα ψύχεται, σταδιακά απομακρύνεται από τον άξονα της κορυφογραμμής λόγω των πιέσεων που υφίσταται από νέες ποσότητες ανερχόμενης από την ασθενόσφαιρα λάβας.

- Η πραγματική δομή μιας μεσοωκεάνιας ράχης είναι πολύ πιο σύνθετη από μια ενιαία ευθεία ρωγμή μέσα από την οποία ανέρχεται μάγμα από την ασθενόσφαιρα, και δημιουργείται έτσι νέα λιθόσφαιρα, φρέσκος ωκεάνιος φλοιός, σε βάθος ~2500 m, η οποία είναι πολύ πιο θερμή από την παλιότερη λιθόσφαιρα που αποτελεί των πυθμένα των αβυσσικών πεδιάδων και βρίσκεται σε ένα μέσο βάθος ~5000 m.
- Στις ζώνες διάνοιξης εκδηλώνεται έντονη ηφαιστειακή δραστηριότητα, που επίσης συμβάλλει στη απομάκρυνση των επιμέρους τμημάτων των πλακών



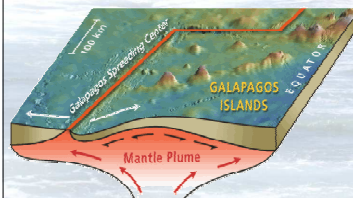
- Το ανάγλυφο και η ανθεκτικότητα του φρέσκου ωκεάνιου φλοιού αντικατοπτρίζει άμεσα την ποσότητα του μάγματος που παρέχεται από την ασθενόσφαιρα.



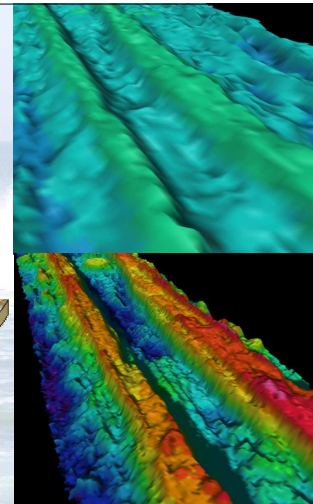
- Με την στερεοποίηση της λάβας σχηματίζεται νέος ωκεάνιος φλοιός που, ωστόσο, γρήγορα τεμαχίζεται καθώς υφίσταται "τέντωμα", εξ αιτίας τάσεων εφελκυσμού που γενικά επικρατούν στις μεσοωκεάνιες ράχες → το αποτέλεσμα είναι η δημιουργία πλήθους ζωνών διάρρηξης, με μοτίβα ημι-παράλληλων λωρίδων που συχνά διακόπτουν τη συνέχεια των κορυφογραμμών

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, Σ.ΣΑΤΗ, Ε.ΜΠΤ

- Οι ζώνες θραύσης και τα επιμέρους τμήματα του φλοιού διατάσσονται εγκάρσια στις μεσοωκεάνιες ράχες, σε μήκος πολλών χιλιομέτρων διασχίζοντας όλο το ωκεανό.



Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, Σ.ΣΑΤΗ, Ε.ΜΠΤ

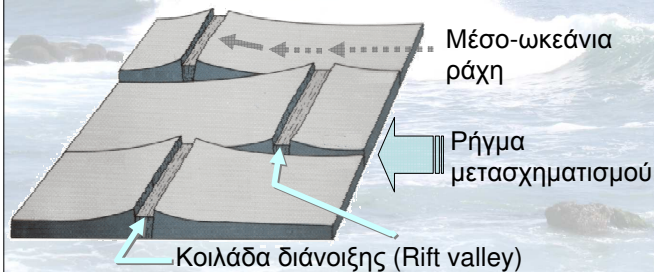


- Τα όρια των τεμαχισμένων τμημάτων του φλοιού αποτελούν τα όρια των λεγόμενων ρηγμάτων ή ρηξιγενών ζωνών μετασχηματισμού (*transform faults*)



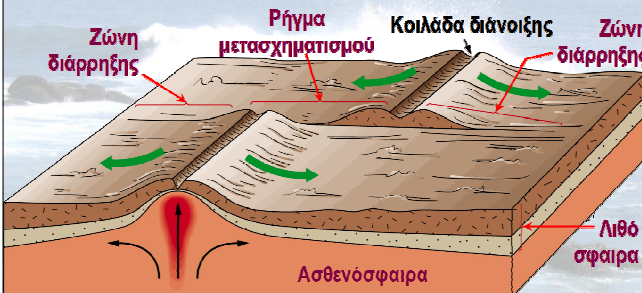
Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, Σ.ΣΑΤΗ, Ε.ΜΠΤ

- Τα πολλά μικρά επιμέρους τμήματα του φλοιού στη ρηξιγενή ζώνη κινούνται παράλληλα μεταξύ τους προς αντίθετες (οριζόντιες) κατευθύνσεις.

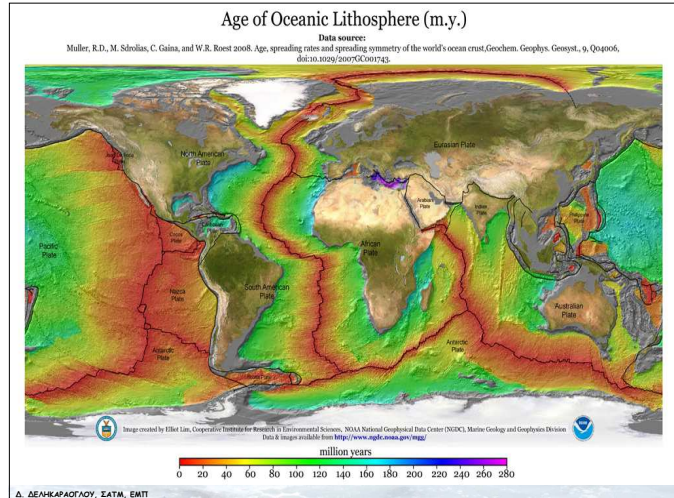


Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, Σ.ΣΑΤΗ, Ε.ΜΠΤ

- Οι διαρρήξεις του ωκεάνιου φλοιού περιλαμβάνουν, τόσο το εκάστοτε ενεργό τμήμα της μεσοωκεάνιας ράχης, όσο και την ανενεργή προέκταση του ρήγματος μετασχηματισμού προς το εσωτερικό των πλακών που φέρνει σε επαφή

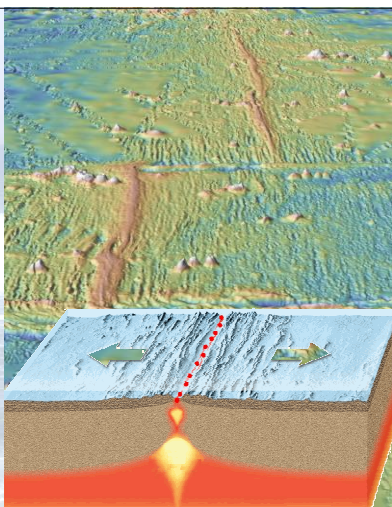


Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, Σ.ΣΑΤΗ, Ε.ΜΠΤ



Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, Σ.ΣΑΤΗ, Ε.ΜΠΤ

- Πάνω στους άξονες των μεσοωκεάνιων των ράχων και στα ρήγματα μετασχηματισμού που συνδέουν τα διάφορα τμήματά τους έχουμε μέτρια σεισμική δράση με επιφανειακούς σεισμούς.



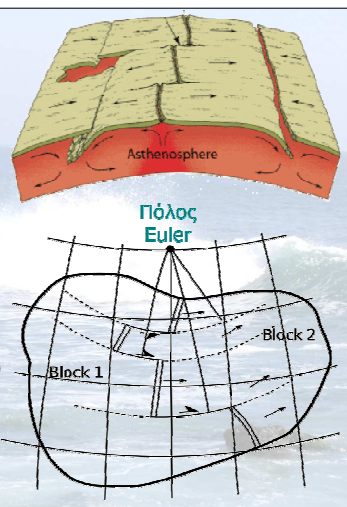
Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, Σ.ΣΑΤΗ, Ε.ΜΠΤ

- Λόγω της σφαιρικότητας της Γης και των μεταβολών της ταχύτητας κίνησης κατά μήκος των περιθωρίων των μετακινούμενων τεκτονικών πλακών, η επιτελούμενη διάνοιξη (ή διάρρηξη) που γίνεται στις μεσοωκεάνιες ράχες δεν μπορεί να είναι ευθυγραμμη, αλλά μετατοπίζεται εγκάρσια, χωρίζοντας την κορυφογραμμή σε επιμέρους τμήματα



Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, Σ.ΣΑΤΗ, Ε.ΜΠΤ

- Οι πιθανές αιτίες για τη μη γραμμικότητα των μεσοωκεάνιων ράχων και τη δημιουργία ρηγμάτων ή ρηξιγενών ζωνών μετασχηματισμού (*transform faults*) αποδίδονται στη μη γραμμική ταχύτητα κατά μήκος των περιθωρίων των πλακών, αλλά και από την απόστασή τους από το κέντρο περιστροφής των πλακών (πόλος Euler)

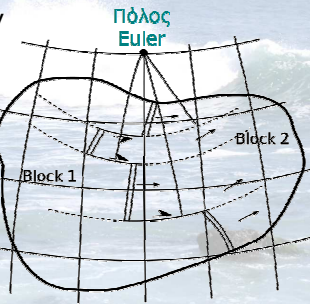


Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, Σ.ΣΑΤΗ, Ε.ΜΠΤ

- Όταν αποχωρίζονται τα τεκτονικά τεμάχια, η κίνησή τους γίνεται κάθετα προς τον πόλο περιστροφής (Euler pole), το νοητό σημείο που καταλήγουν οι ζώνες θραύσης κατά τη διεύθυνση των μεσημβρινών.

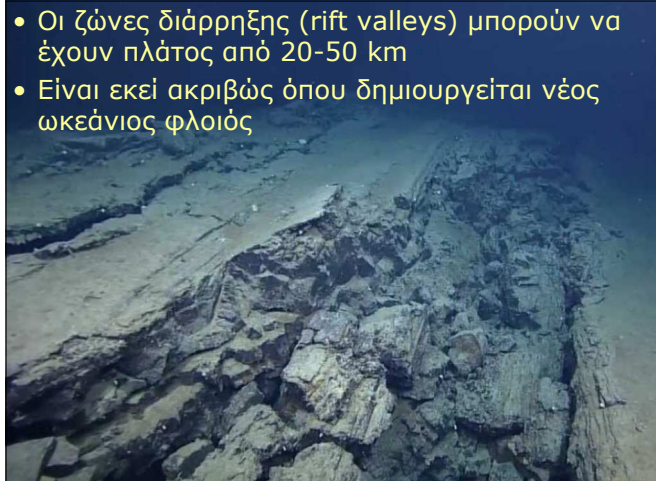
- Οι ταχύτητες των τεμαχισμένων τμημάτων του φλοιού δεν είναι ομοιόμορφες.

είναι μεγαλύτερες στα σημεία των περιθωρίων που είναι μακριά από τον πόλο και μικρότερες σε αυτά που βρίσκονται εγγύτερα σε αυτόν



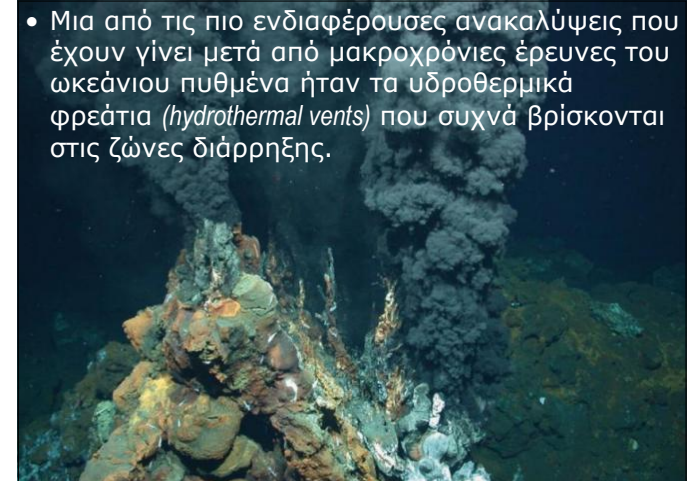
Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

- Οι ζώνες διάρρηξης (rift valleys) μπορούν να έχουν πλάτος από 20-50 km
- Είναι εκεί ακριβώς όπου δημιουργείται νέος ωκεάνιος φλοιός

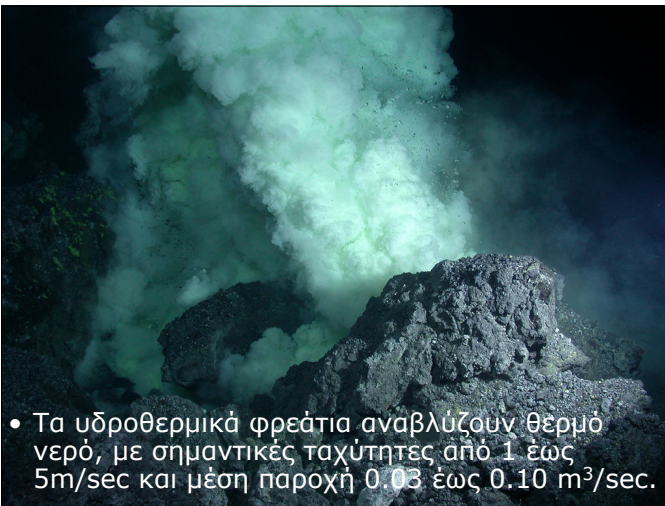


Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

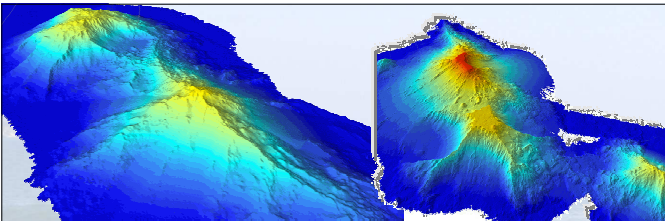
- Μια από τις πιο ενδιαφέρουσες ανακαλύψεις που έχουν γίνει μετά από μακροχρόνιες έρευνες του ωκεάνιου πυθμένα ήταν τα υδροθερμικά φρεάτια (hydrothermal vents) που συχνά βρίσκονται στις ζώνες διάρρηξης.



Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ



- Τα υδροθερμικά φρεάτια αναβλύζουν θερμό νερό, με σημαντικές ταχύτητες από 1 έως 5m/sec και μέση παροχή 0.03 έως 0.10 m³/sec.



- Τα υποθαλάσσια όρη είναι έντονες εξάρσεις του ωκεάνιου πυθμένα που, ωστόσο, δεν φτάνουν μέχρι ή επάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και επομένως δεν χαρακτηρίζονται ως νησί, νησίδα ή βράχος.
- Τυπικά, σχηματίζονται από ανενεργά υποθαλάσσια ηφαιστεια που υψώνονται απότομα από το θαλάσσιο πυθμένα έως 1000-4000 m σε ύψος, έχοντας συνήθως χαρακτηριστικά κωνικής μορφής

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

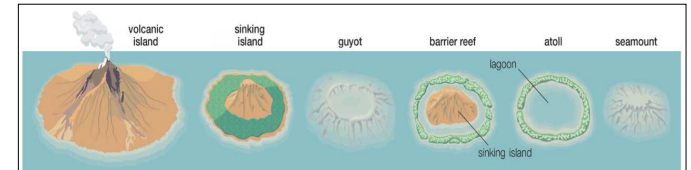
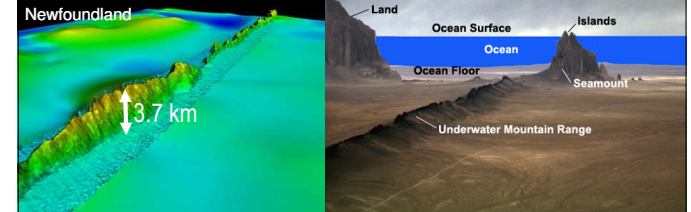


- Τροφοδοτούν το περιβάλλον των ωκεανών με σημαντικές ποσότητες μετάλλων και άλλες χημικές ενώσεις, των οποίων η ποσότητα της παροχής τους στο θαλάσσιο περιβάλλον είναι τόσο σημαντική που μπορεί να θεωρηθεί συγκρίσιμη με αυτή των ποταμών.

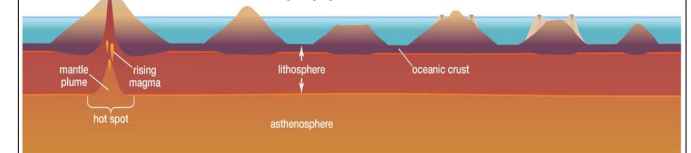
Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

Υποθαλάσσια όρη

- Είναι από τα κυριότερα και τα πιο έντονα μορφολογικά χαρακτηριστικά του ωκεάνιου πυθμένα
- Βρίσκονται διάσπαρτα στον πυθμένα της θάλασσας, επιδρώντας στη ροή των θαλασσιών ρευμάτων με τη δημιουργία αναταράξεων που οδηγούν σε κατακόρυφη ανάμιξη των νερών.



- Τα υποθαλάσσια όρη μετακινούνται ...



Διεύθυνση κίνησης της λιθωσφαιρικής πλάκας →

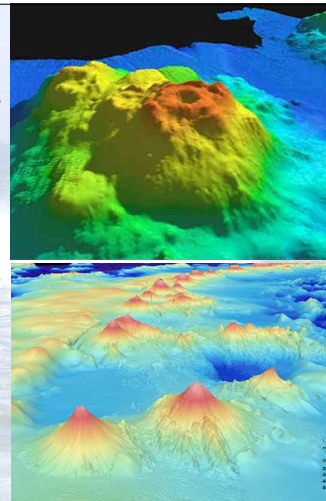
... μαζί με την ωκεάνια λιθωσφαιρική πλάκα και απομακρύνονται από τον τόπο σχηματισμού τους

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

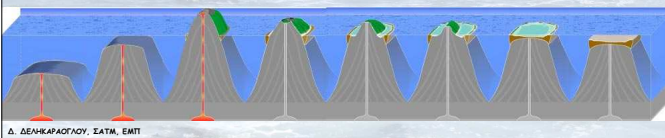
- Υποθαλάσσια όρη δημιουργούνται στη ζώνη των μεσοωκεάνιων ράχων όπου η ηφαιστειακή δραστηριότητα είναι σε έξαρση, αλλά γενικά και σε άλλες περιοχές όπου ανέρχεται μάγμα, π.χ., στις θέσεις που αποκαλούνται **θερμές κηλίδες (Hot spots)**.

- Περισσότερα από 30000 βρίσκονται μόνο στον Ειρηνικό Ωκεανό

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ



- Στις γεωλογικές διεργασίες που επιτελούνται κατά την κίνηση των ωκεάνιων λιθосφαιρικών πλακών εμπλέκονται διάφορα φαινόμενα που οδηγούν, ανάλογα με τις συνθήκες, σε μια μεγάλη ποικιλία καταστάσεων, και στη δημιουργία ποικιλομορφων γεωμορφολογικών σχηματισμών του πυθμένα, όπως :
 - ηφαιστειακά νησιά, από τα οποία στη γεωλογική συνέχεια τους δημιουργούνται
 - είτε κοραλλιογενείς υφάλους και απόλλες
 - είτε υποθαλάσσια οροπέδια



Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

- Στη διάρκεια του γεωλογικού χρόνου, κατά την κίνηση των ωκεάνιων λιθосφαιρικών πλακών, εμπλέκονται πέντε φαινόμενα που οδηγούν σε μια μεγάλη ποικιλία καταστάσεων:
 1. Δημιουργία ηφαιστειακών κώνων και νησιών που σχετίζεται κυρίως με τη δραστηριότητα των θερμών σημείων ή κηλίδων (hot spots).
 2. Διάβρωση, κατακλυσμικές κατολισθήσεις και καταρρεύσεις γης.
 3. Ανάπτυξη υφάλων.
 4. Τεκτονική ολίσθηση και καθίζηση της λιθосφαιρικής πλάκας.
 5. Άνοδος και πτώση της στάθμης της θάλασσας ή/και του ωκεάνιου πυθμένα (λόγω κλιματικής αλλαγής, κάμψη της λιθόσφαιρας, ...)

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

- Τα υποθαλάσσια ηφαιστεια είναι εξαιρετικά πολύπλοκα και δυναμικά περιβάλλοντα, οι κορυφές των οποίων συχνά μπορούν να βρισκονται ακόμα και μερικές χιλιάδες μέτρα από τον πυθμένα (δηλ. εντός της βαθιάς θάλασσας)
- Κατά τη διάρκεια της γεωλογικής εξέλιξής τους, τα μεγαλύτερα ενεργά υποθαλάσσια ηφαιστεια μπορούν να φτάσουν στην επιφάνεια της θάλασσας σχηματίζοντας ηφαιστειακά νησιά.

Brothers, New Zealand



Molokini, Hawaii

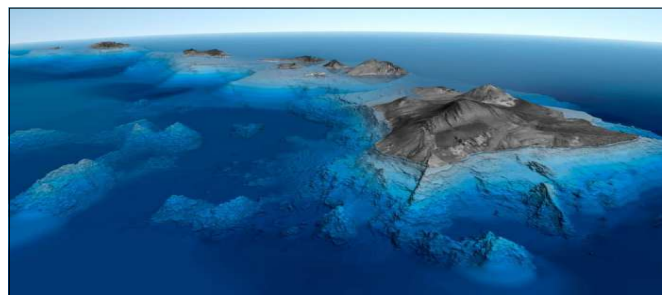


Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

- Τα αναδυόμενα ηφαιστειακά νησιά, στο γεωλογικό χρόνο, εξελίσσονται και αλλάζουν σε έκταση και υψόμετρο πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας, καθώς οι νέες ροές λάβας προστίθενται σταθερά στο μέγεθος του νησιού. Με τον τρόπο αυτό, καθώς μεγαλώνουν, διευρύνουν την εδαφική δομή τους ακολουθώντας ένα προβλέψιμο μοτίβο εξέλιξης τους:



- Ηφαιστειακό νησί
→ ύφαλος,
κοραλλιογενής
ύφαλος → απόλη
→ και τελικά
guyot



- Το νησιωτικό αρχιπέλαγος της Χαβάης σχηματίζεται τα τελευταία 70 εκατ. χρόνια στον πυθμένα του Ειρηνικού Ωκεανού καθώς η τεκτονική πλάκα του Ειρηνικού διέρχεται πάνω από ένα καυτό σημείο (hot spot) στο μανδύα της Γης.

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ



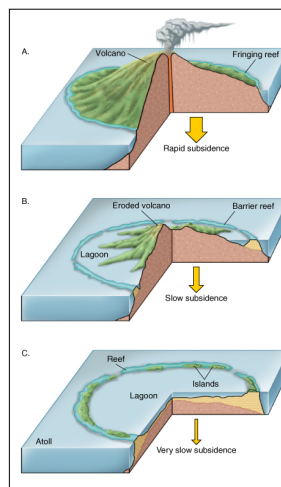
- Κατά τη διάρκεια της γεωλογικής ιστορίας του, το Hot Spot της Χαβάης έχει δημιουργήσει περίπου 107 ηφαιστεια στον ωκεάνιο πυθμένα (τέσσερα από αυτά ενεργά, δύο αδρανοποιημένα και πάνω από 123 που έχουν εξαφανισθεί) → μια αλυσίδα από 132 νησιά, υφάλους και απόλλες που εκτείνονται σε περισσότερα από 5800 km του Ειρηνικού Ωκεανού.

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ



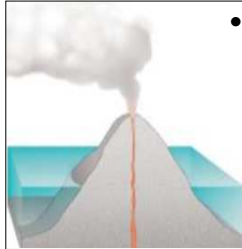
Αυτός ο κύκλος ανάπτυξης και αδράνειας των ηφαιστειών συνεχίζεται για εκατομμύρια χρόνια, αφήνοντας ένα ίχνος ηφαιστειακών νησιών και ορεινών όγκων σε όλη την επιφάνεια του ωκεανού.

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

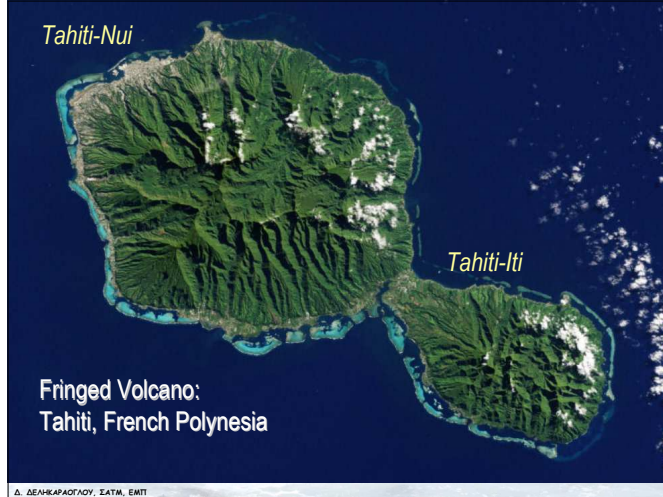
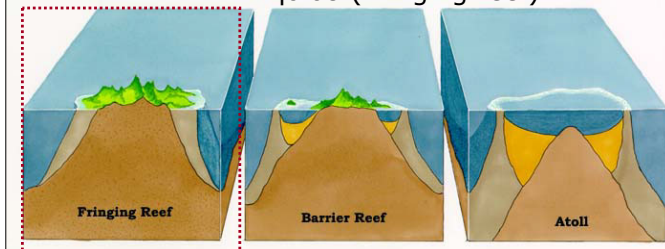


- Η πρώτη θεώρηση για το πώς δημιουργούνται νέα ηφαιστειακά νησιά, κοραλλιογενείς υφάλους και τελικά απόλλες περιγράφεται από τον Δαρβίνο
- Το 1842, στην πρώτη του μονογραφία, τη Διάρθρωση και Κατανομή των Κοραλλιογενών Υφάλων, ως μια ιδέα που συνέλαβε κατά τη διάρκεια του ταξιδιού του με το Beagle

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ



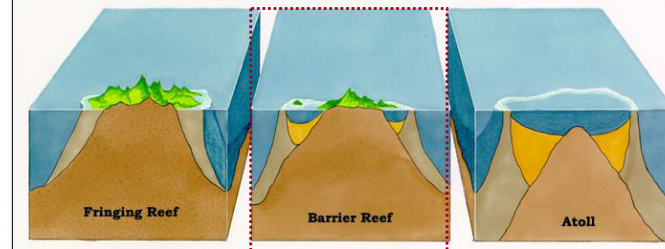
- Αν ένα θαλάσσιο ηφαιστειακό όρος, βρίσκεται σε γεωγραφική (π.χ. τροπική) ζώνη που επιτρέπει την ανάπτυξη κοραλλιών, τότε σχηματίζεται μια ζώνη κοραλλιογενών υφάλων περιφερειακά του νησιού (Fringing reef)



Fringed Volcano:
Tahiti, French Polynesia

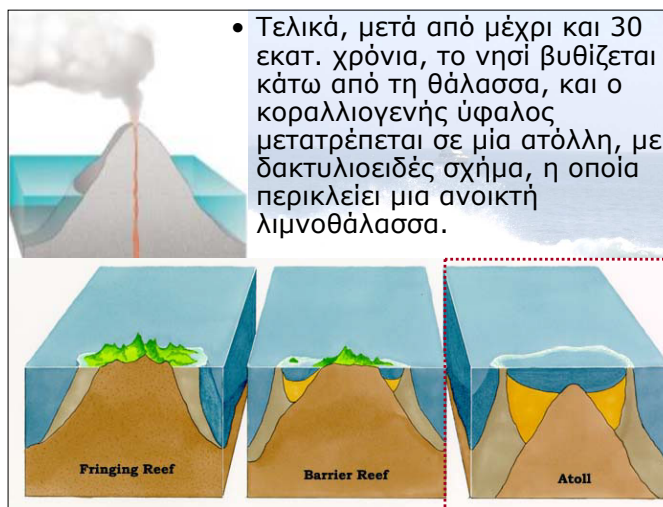
Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

- Καθώς το νησί και ο πυθμένας του ωκεανού υποχωρούν, η ανάπτυξη των κοραλλιών δημιουργεί έναν **περιθωριακό ύφαλο (barrier reef)** που συχνά περιλαμβάνει μια ρηχή λιμνοθάλασσα ανάμεσα στη χέρσο γη και τον κεντρικό ύφαλο
- Καθώς η καταβύθιση συνεχίζεται, ο ύφαλος επεκτείνεται, μαζί με μια μεγαλύτερη και βαθύτερη λιμνοθάλασσα στο εσωτερικό του

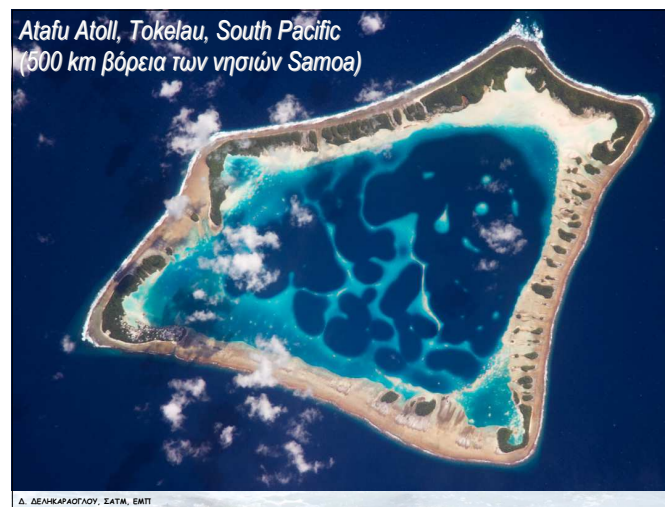


Bora Bora Little Sister, Maupiti Island – French Polynesia

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ



- Τελικά, μετά από μέχρι και 30 εκατ. χρόνια, το νησί βυθίζεται κάτω από τη θάλασσα, και ο κοραλλιογενής ύφαλος μετατρέπεται σε μία ατόλλη, με δακτυλιοειδές σχήμα, η οποία περικλείει μια ανοικτή λιμνοθάλασσα.



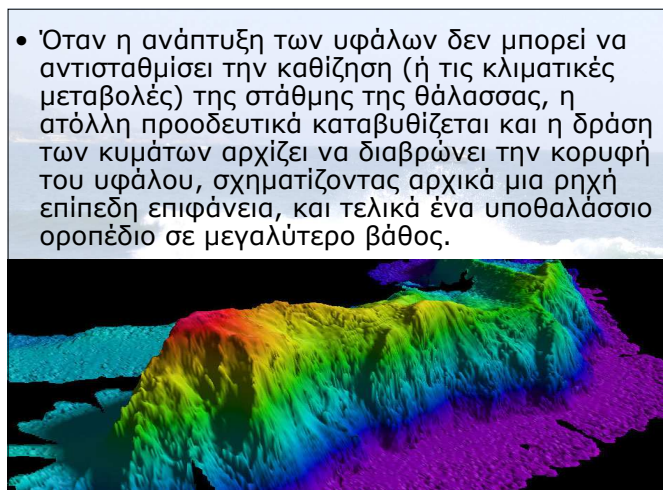
Atafu Atoll, Tokelau, South Pacific
(500 km βόρεια των νησιών Samoa)

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ



- Καθώς η επιφάνεια ενός ηφαιστειακού νησιού φθείρεται λόγω των διαβρωτικών επιδράσεων της βροχής και των φυτών, οι κοραλλιογενείς αποικίες και οι ύφαλοι συνεχίζουν να ευδοκιμούν υποθαλάσσια, και αναρριχώνται για να διατηρηθούν κοντά στο πολύτιμο φως της επιφάνειας, ακόμη και όταν το ηφαιστείο συνεχίζει βαθμιαία να βυθίζεται.

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ



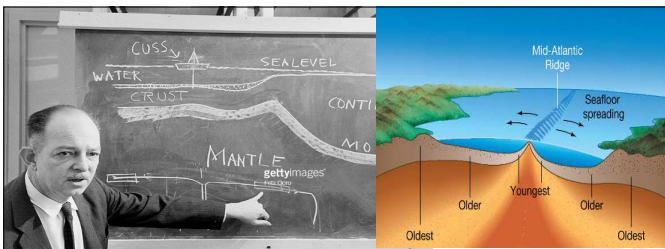
Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ

- Όταν η ανάπτυξη των υφάλων δεν μπορεί να αντισταθμίσει την καθίζηση (ή τις κλιματικές μεταβολές) της στάθμης της θάλασσας, η ατόλλη προοδευτικά καταβυθίζεται και η δράση των κυμάτων αρχίζει να διαβρώνει την κορυφή του υφάλου, σχηματίζοντας αρχικά μια ρηχή επίπεδη επιφάνεια, και τελικά ένα υποθαλάσσιο οροπέδιο σε μεγαλύτερο βάθος.



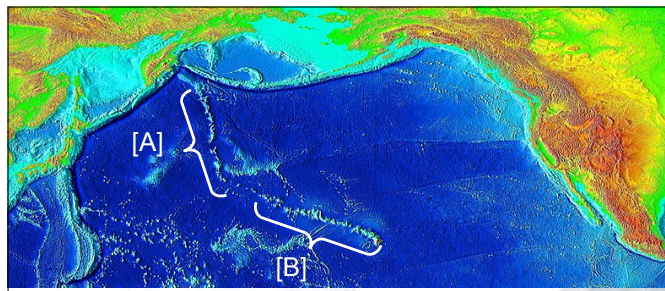
- Αφού υποχωρήσουν και βυθιστούν κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας, αυτά τα υποθαλάσσια οροπέδια ονομάζονται **guyots** ή **flat-topped seamounts**
- Σήμερα υπολογίζεται ότι ένα σύνολο από σχεδόν 10000 θαλάσσια όρη και 300 guyots που καλύπτουν συνολικά 8.7 εκατ. km² έχουν χαρτογραφηθεί, κυρίως στον Ειρηνικό Ωκεανό

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΓΙΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ



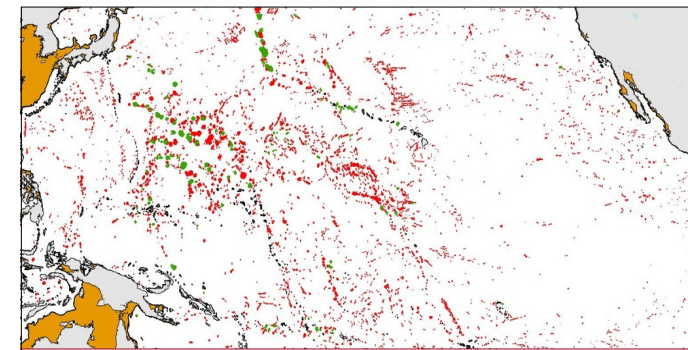
- Η ύπαρξη υποθαλάσσιων βουνών και οροπεδίων αναγνωρίστηκε για πρώτη φορά από τον (καθηγητή Γεωλογίας στο Πανεπιστήμιο του Princeton) **Harry Hammond Hess** το 1945, από την ανάλυση δεδομένων σόναρ σε υποβρύχια (στα οποία υπηρετούσε ως υποναύαρχος) κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου → **Διατύπωση της θεωρίας επέκτασης του πυθμένα, το 1960**

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ



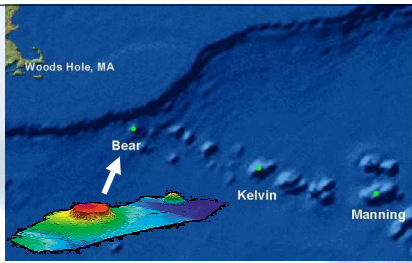
- Τα **Emperor Seamounts [A]**, και στη συνέχεια τους η αλυσίδα των νήσων της Χαβάης (Hawaiian Chain, [B]), είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα ηφαιστειακής αλυσίδας υποθαλάσσιων βουνών που υφίσταται αυτή τη γεωλογική διεργασία και ανάμεσά τους περιέχονται πολλά guyots

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ



- Σχεδόν το 50% της έκτασης που καταλαμβάνουν τα guyots και το 42% του αριθμού τους βρίσκονται στον Β. Ειρηνικό Ωκεανό, καλύπτοντας 342.070 km², ενώ εκεί επίσης βρίσκονται και τα **μεγαλύτερα τρία guyots**: το Kuko (24.600 km²), το Suiko (20.220 km²) και το Pallada (13.680 km²).

- Το Bear Seamount είναι το πρώτο guyot σε μια αλυσίδα περίπου 30 ανενεργών ηφαιστειών που εκτείνεται σε ευθεία γραμμή νοτιοανατολικά από την άκρη της υφαλοκρηπίδας κοντά στο Woods Hole, MA στα βορειοανατολικά των Βερμούδων
- Η κατά προσέγγιση επίπεδη κορυφή του B.S. guyot ανέρχεται ~3000 m πάνω από την περιβάλλουσα αβυssiακή πεδιάδα, ενώ είναι περίπου 1100 μέτρα κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας



Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΙΩΛΟΥ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ