



Θαλάσσια Οικολογία: Εισαγωγή στο θαλάσσιο περιβάλλον



Στέλιος Κατσανεβάκης
Μυτιλήνη 2022



Περιεχόμενο μαθήματος

- Εισαγωγή στο Θαλάσσιο Περιβάλλον
- Πλαγκτόν
- Ωκεάνιο νηκτόν
- Βαθιά Θάλασσα
- Υποαιγιαλίτιδα ζώνη
- Μεσοπαλιρροιακή ζώνη
- Τροπικές βιοκοινωνίες
- Συμβιωτικές σχέσεις





Οργάνωση μαθήματος

- Βασικό σύγγραμμα: Nybakken JW, 2005. Θαλάσσια Βιολογία: Μια οικολογική προσέγγιση. Εκδόσεις ΙΩΝ.
- Castro P, Huber ME, 2015. Θαλάσσια Βιολογία. Εκδόσεις ΥΤΟΡΙΑ.
- Levinton J, 2020. Θαλάσσια Βιολογία – λειτουργική βιολογία, βιοποικιλότητα, οικολογία. Εκδόσεις Πασχαλίδης.
- Επιπλέον σημειώσεις & βιβλιογραφία



Οργάνωση μαθήματος

eclass: Θαλάσσια Οικολογία 2022-2023

password: marecol2022

- διαλέξεις μαθήματος σε pdf
- οι διαλέξεις αποτελούν βοήθημα – **δεν αρκούν για τη μελέτη του μαθήματος**



Οργάνωση μαθήματος

- 1^η ενδιάμεση πρόοδος
- 2^η ενδιάμεση πρόοδος
- Τελική εξέταση

20% → 1 Νοεμβρίου

20% → 13 Δεκεμβρίου

60%



Τρόπος τελικής εξέτασης:

20 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής
σωστή απάντηση → +0,5
λάθος απάντηση → -0,25



- Η συνειδητή ανάκτηση της πληροφορίας φθίνει γρήγορα μετά τη μάθηση
- Χωρίς ανασκόπηση: απώλεια 80% σε 24 ώρες

Για μακρόχρονη μάθηση:

| <u>Ανασκόπηση για...</u> | <u>μετά από...</u> | <u>εξασφαλίζει απομνημόνευση για...</u> |
|--------------------------|--------------------|---|
| 10 min | 1 ώρα | 1 ημέρα |
| 5 min | 1 ημέρα | 1 εβδομάδα |
| 3 min | 1 εβδομάδα | 1 μήνα |
| 3 min | 1 μήνα | μακροπρόθεσμα |

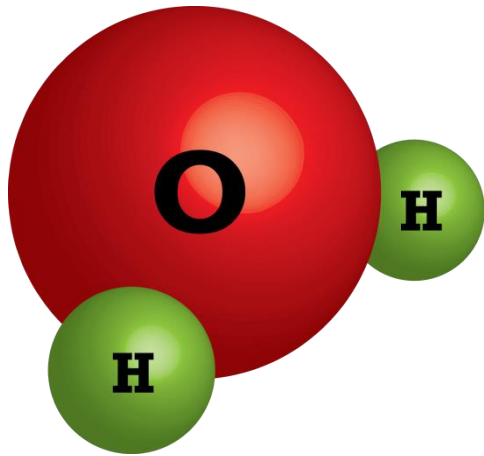


Περίγραμμα

- Ιδιότητες του νερού
- Βασική Ωκεανογραφία
- Βασικές οικολογικές αρχές
- Προνύμφες – οικολογία προνυμφών
- Σύγκριση χερσαίων-θαλάσσιων οικοσυστημάτων
- Διαίρεση θαλασσίου περιβάλλοντος

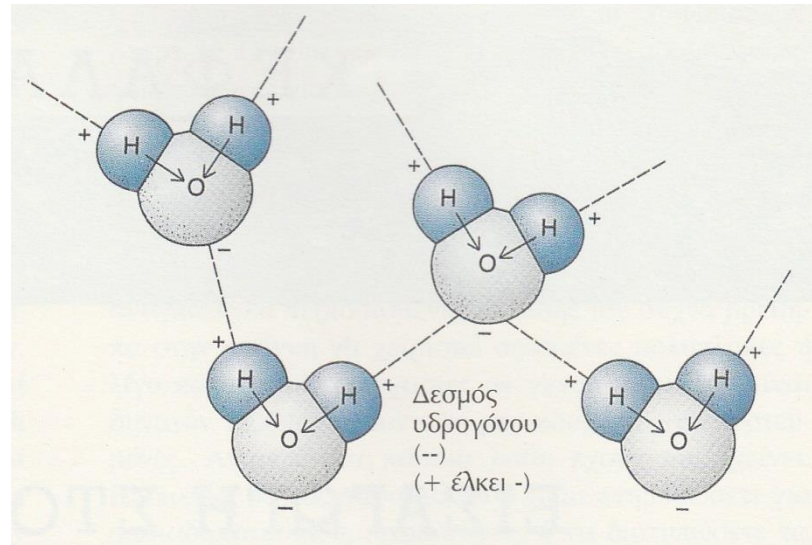


Ιδιότητες του νερού



Δεσμοί υδρογόνου

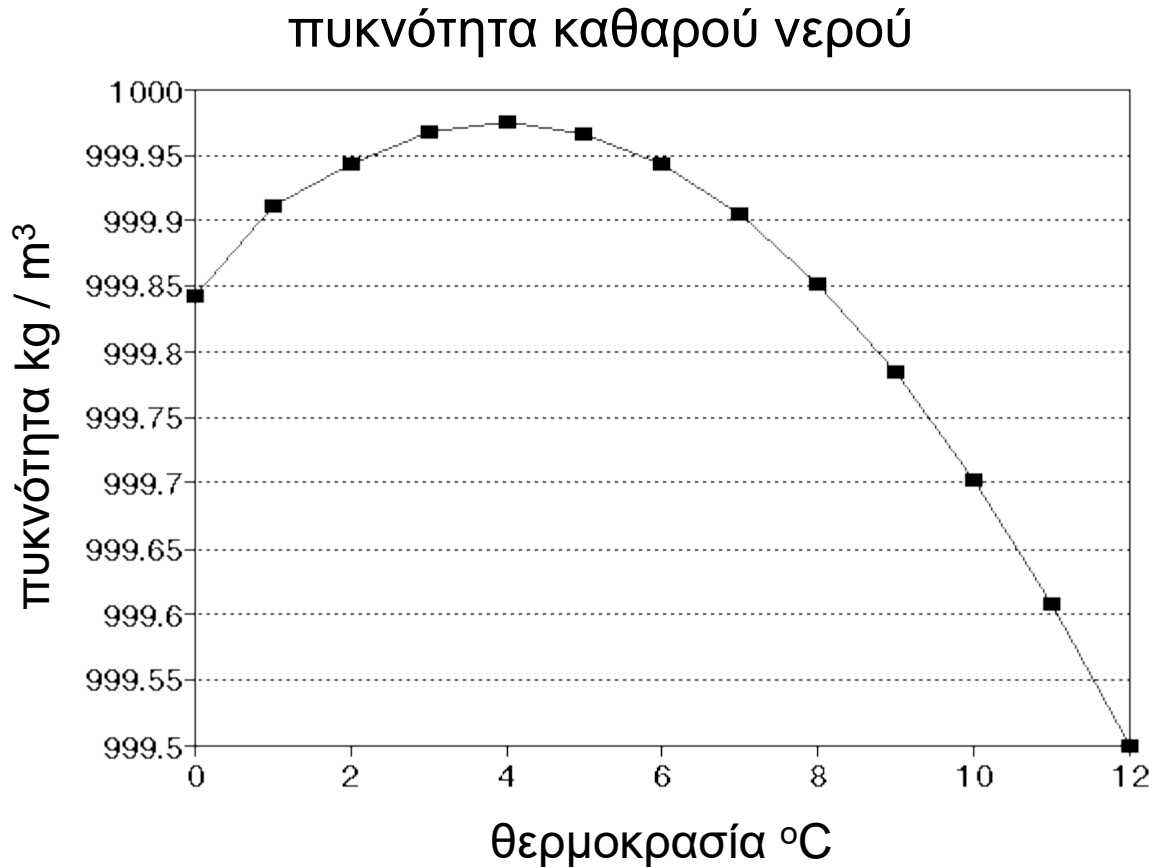
- 6% ομοιοπολικών δεσμών
- χωρίς αυτούς: $\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ αέριο
- συνοχή \rightarrow επιφανειακή τάση, ιξώδες
- υψηλή θερμοκρασία εξάτμισης
- υψηλή θερμοχωρητικότητα





Ιδιότητες του νερού

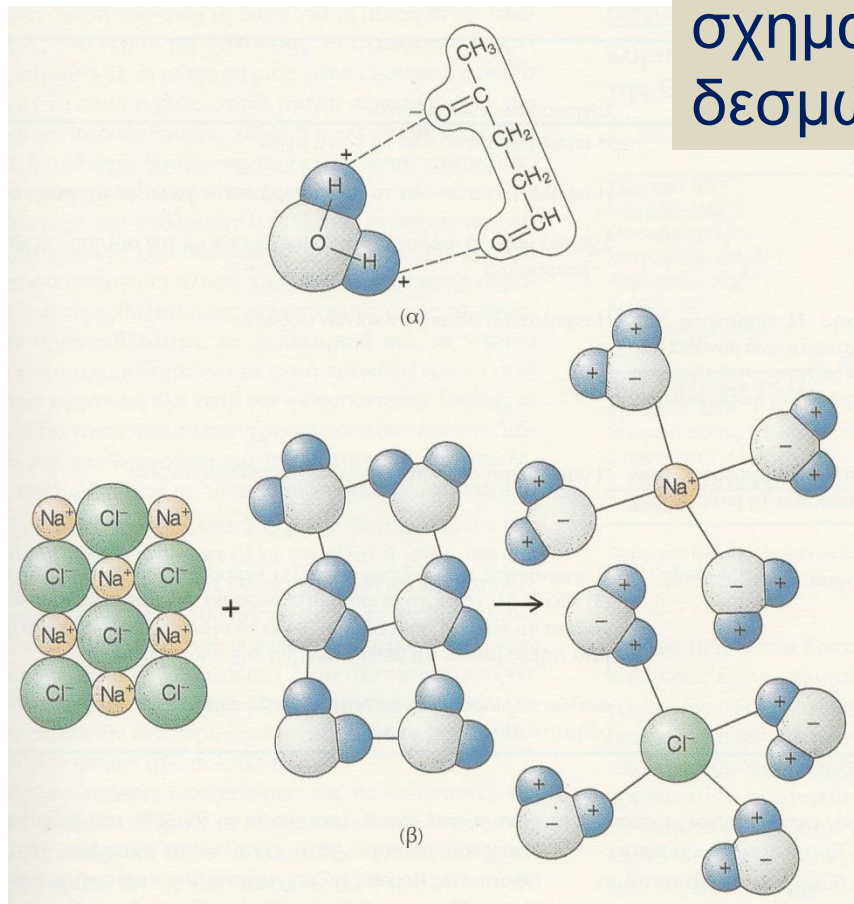
- ιδιάζουσα σχέση πυκνότητας - θερμοκρασίας





Ιδιότητες του νερού

- διαλυτική δράση του νερού – σχεδόν καθολικός διαλύτης



σχηματισμός
δεσμών υδρογόνου

αλληλεπίδραση ιόντων
με δίπολο νερού



Ιδιότητες του νερού – το νερό της θάλασσας

- αλατότητα

35 ρsu: στα 1000 g νερού → 35 g διαλυμένων ενώσεων

- κυρίως ανόργανα άλατα

Κύρια και Δευτερεύοντα Συστατικά Νερού της Θάλασσας Αλατότητας 34,8 ρsu

| <i>Ιόν</i> | <i>Εκατοστιαία Αναλογία σε βάρος</i> |
|---|--------------------------------------|
| A. Κύρια | |
| Χλωρίου (Cl ⁻) | 55,04 |
| Νατρίου (Na ⁺) | 30,61 |
| Θεικών (SO ₄ ²⁻) | 7,68 |
| Μαγνησίου (Mg ²⁺) | 3,69 |
| Ασβεστίου (Ca ²⁺) | 1,16 |
| Καλίου (K ⁺) | 1,10 |
| Μερικό Σύνολο | 99,28 |
| B. Δευτερεύοντα | |
| Διττανθρακικά (HCO ₃ ⁻) | 0,41 |
| Βρωμίου (Br ⁻) | 0,19 |
| Βορικού οξέος (H ₃ BO ₃) | 0,07 |
| Στροντίου (S ²⁺) | 0,04 |
| Μερικό Σύνολο | 0,71 |
| Σύνολο | 99,99 |



Ιδιότητες του νερού – το νερό της θάλασσας

- αλατότητα

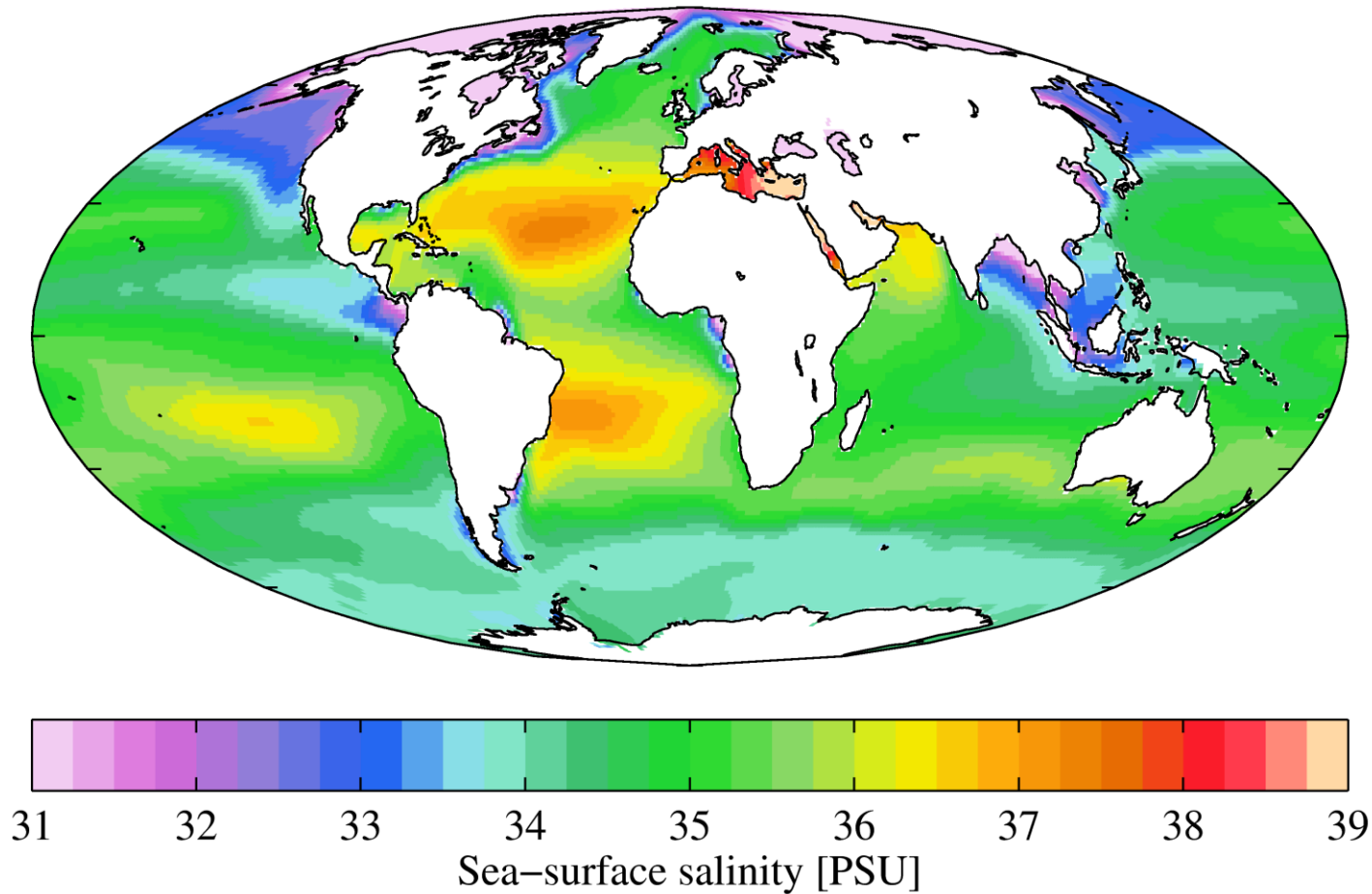
35 psu: στα 1000 g νερού → 35 g διαλυμένων ενώσεων

- κυρίως ανόργανα άλατα
- υπόλοιπο 0.01%: νιτρικά, φωσφορικά, διοξείδιο πυριτίου
- ιχνοστοιχεία (σίδηρος, μαγγάνιο, κοβάλτιο, χαλκός)
- διακυμάνσεις αλατότητας: 0-40 psu
αλλά σταθερές αναλογίες αφθονότερων ιόντων



Ιδιότητες του νερού – το νερό της θάλασσας

- αλατότητα

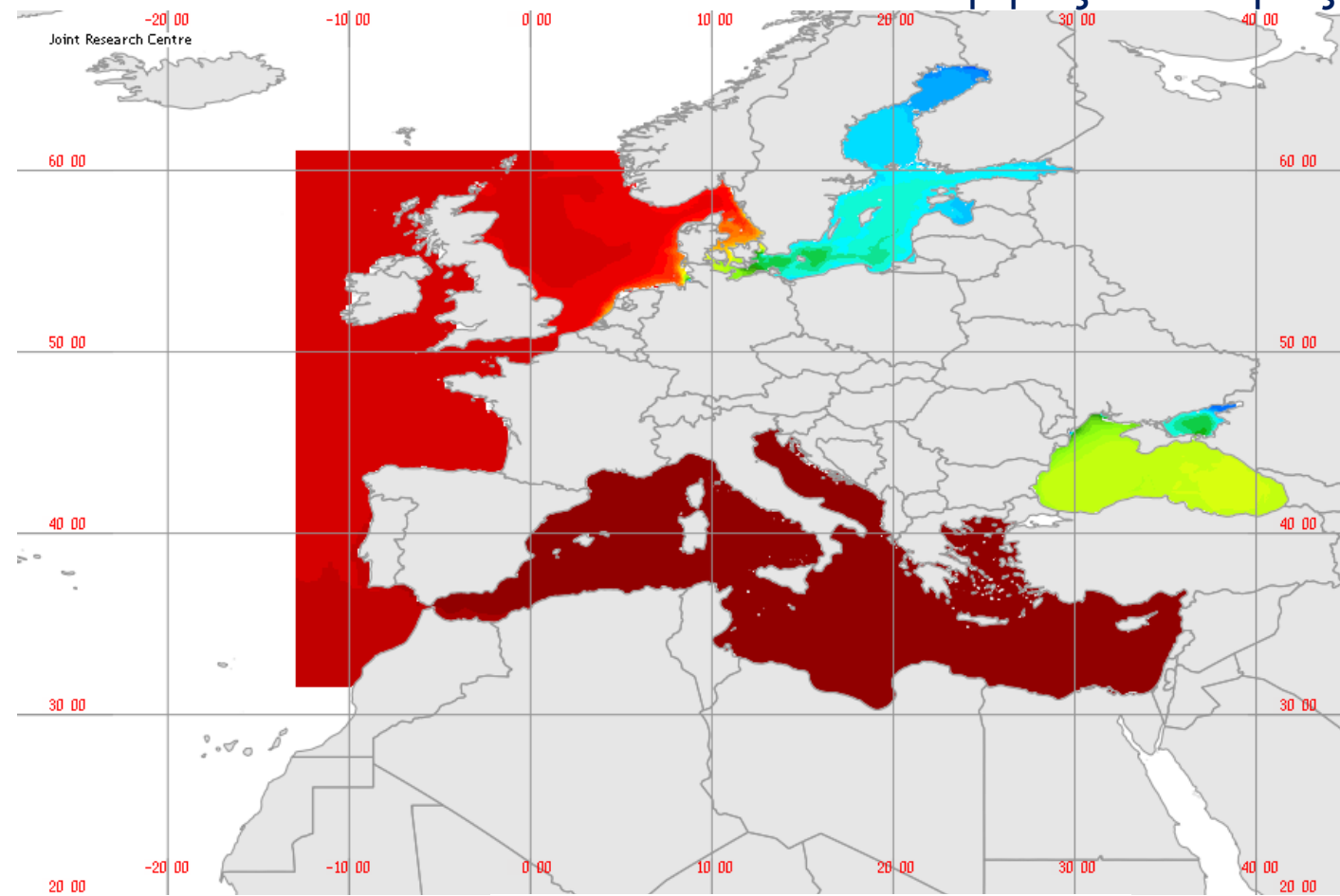




Ιδιότητες του νερού – το νερό της θάλασσας

- αλατότητα

μήνας: Ιανουάριος



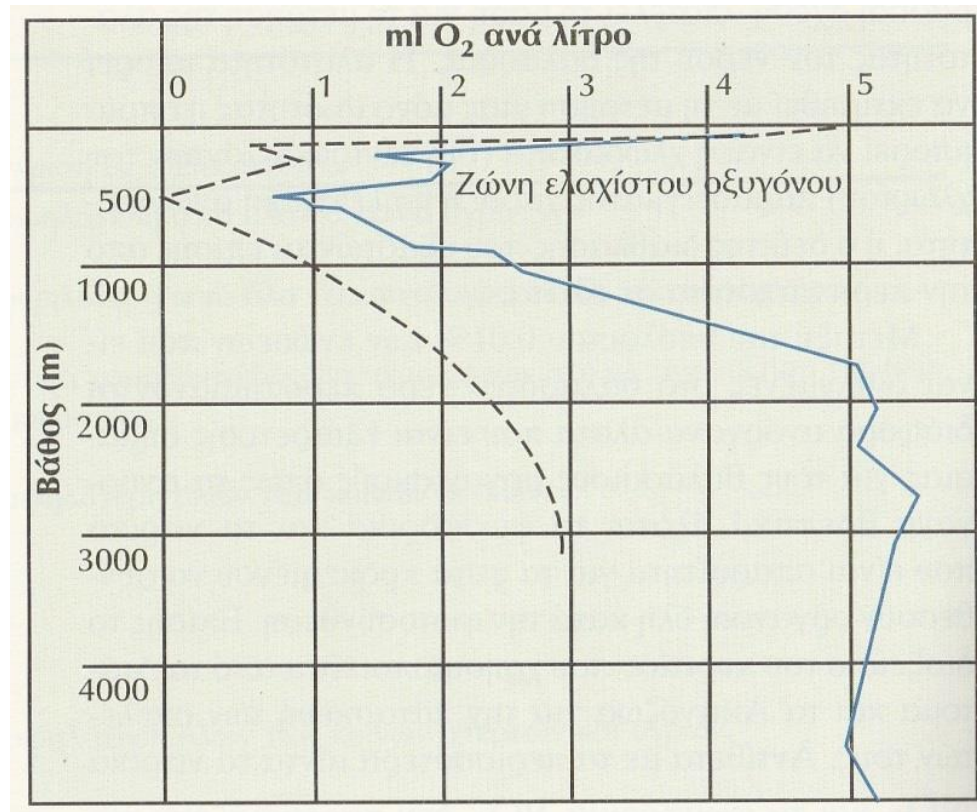
<http://mcc.jrc.ec.europa.eu/emis/>





Ιδιότητες του νερού – το νερό της θάλασσας

- διαλυμένο οξυγόνο
- εξάρτηση διαλυτότητας από τη θερμοκρασία
- ζώνη ελαχίστου οξυγόνου





Ιδιότητες του νερού – το νερό της θάλασσας

- διαλυμένο CO₂



η κλίμακα του pH



$$\text{pH} = -\log([\text{H}^+])$$

pH θαλασσινού νερού:
7.5 – 8.4



Βασική Ωκεανογραφία - Γεωμορφολογία

οι ωκεανοί καλύπτουν:

το 61% του βόρειου ημισφαιρίου

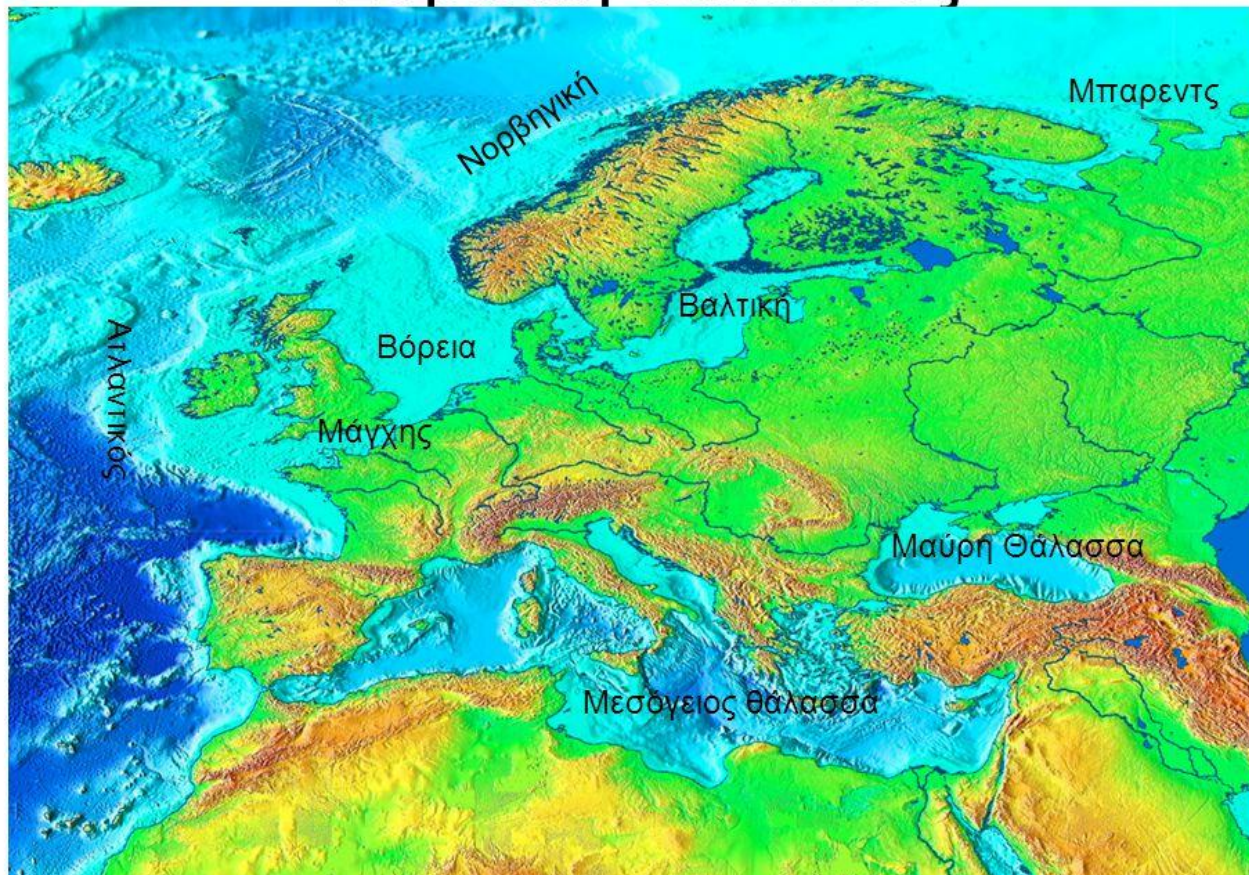
το 80% του νότιου ημισφαιρίου





Βασική Ωκεανογραφία - Γεωμορφολογία

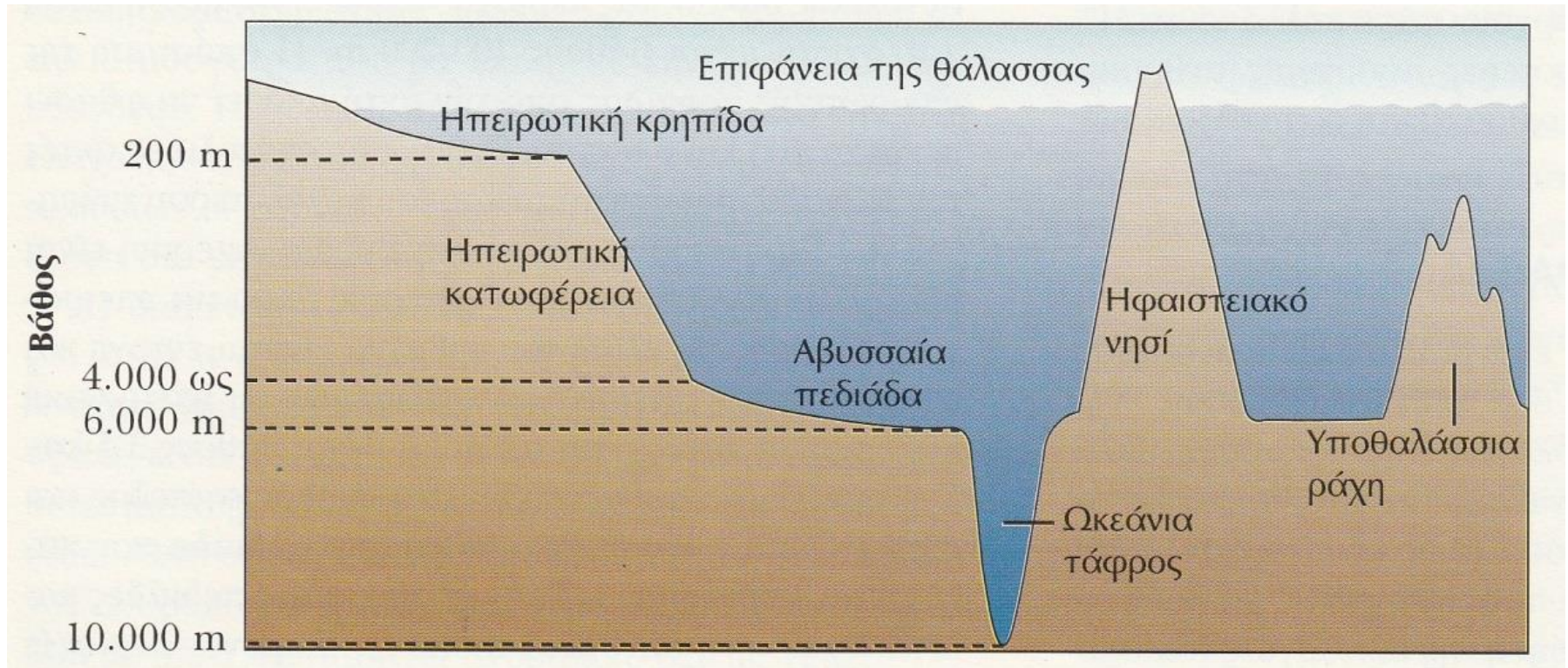
Ευρώπη-θάλασσες





Βασική Ωκεανογραφία - Γεωμορφολογία

Εγκάρσια τομή ωκεάνιας λεκάνης

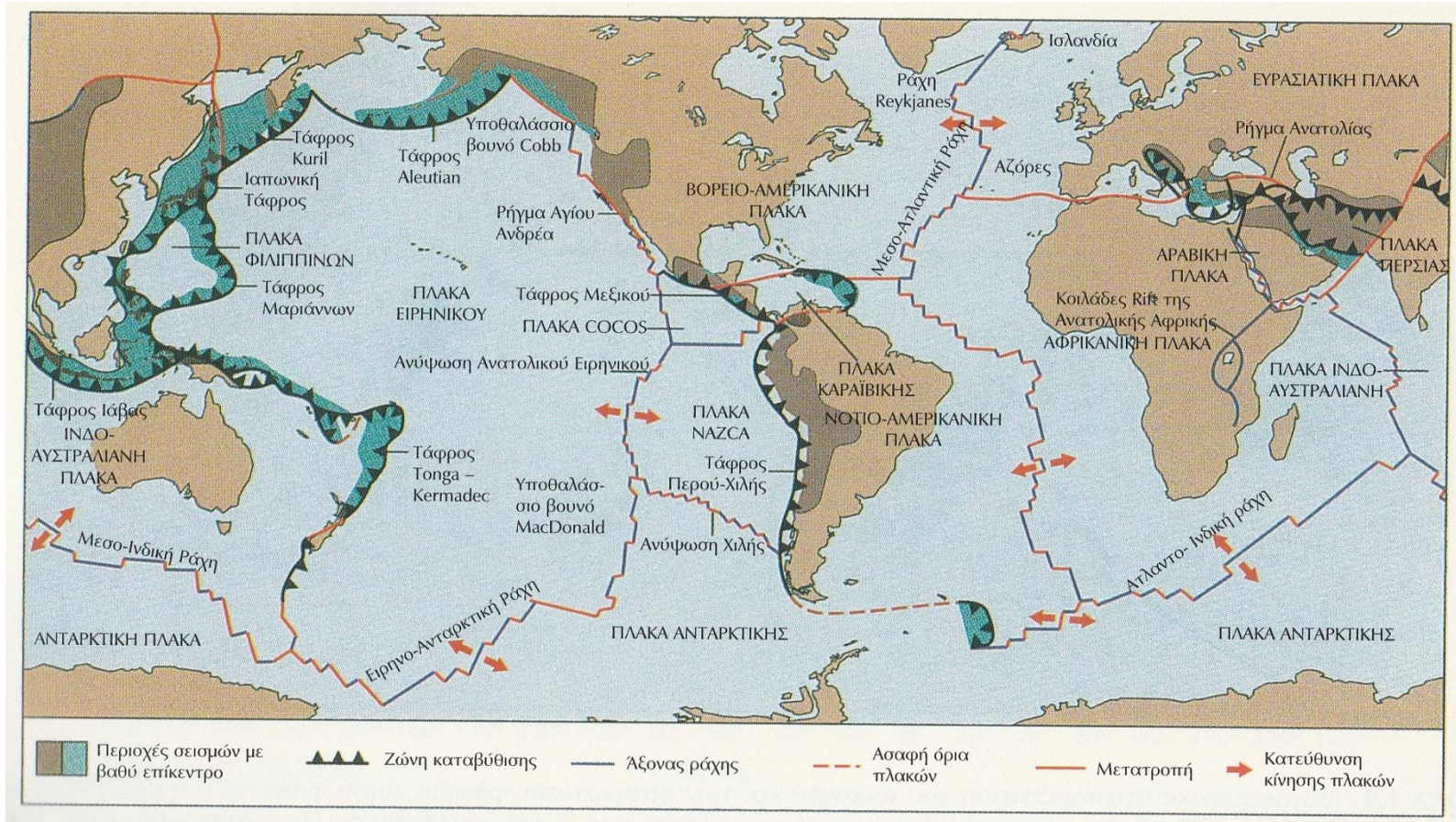




Βασική Ωκεανογραφία - Γεωμορφολογία

Τεκτονικές πλάκες, μεσοκεάνειες ράχες, τάφροι

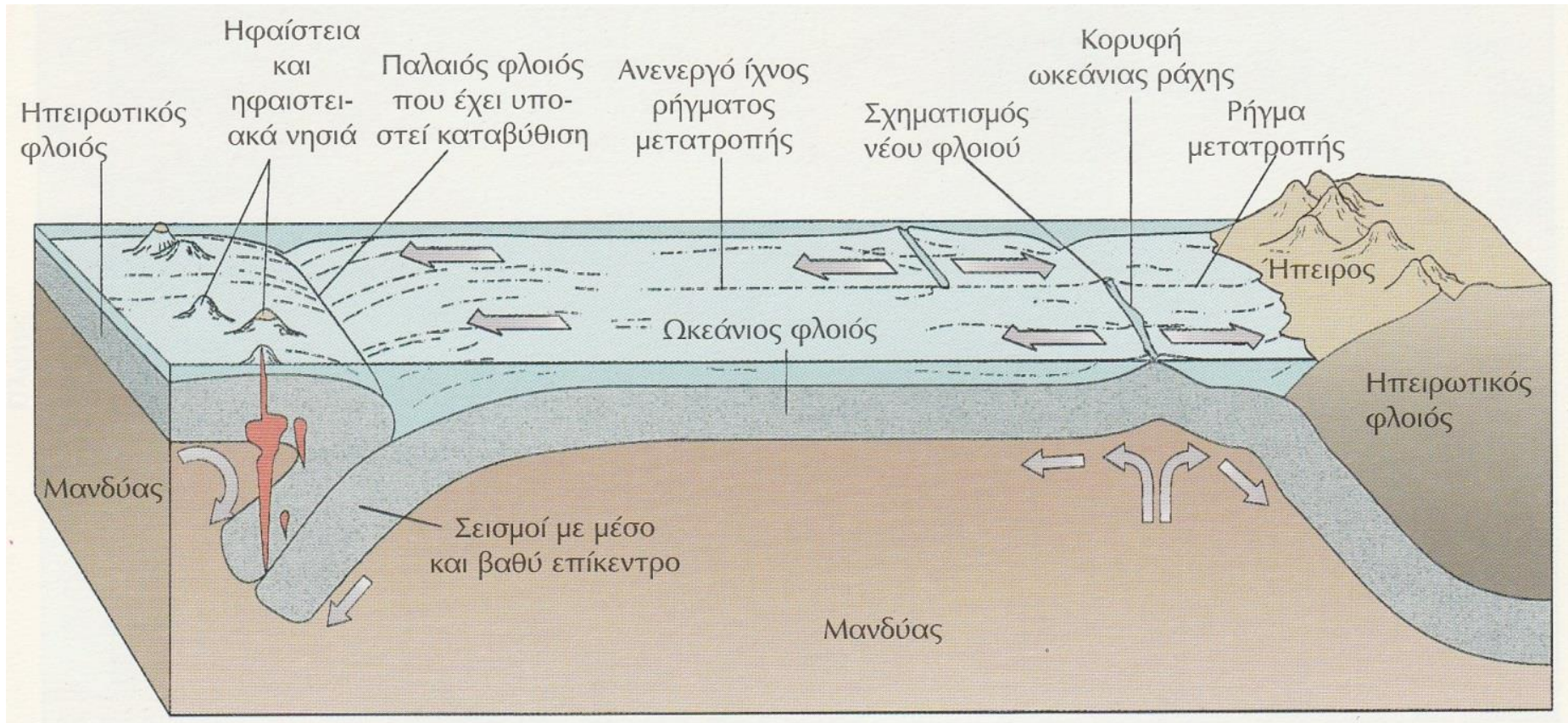
- 7 κύριες πλάκες





Βασική Ωκεανογραφία – Γεωμορφολογία

- Σχηματισμός νέου φλοιού στις ωκεάνιες ράχες
- καταστροφή του φλοιού στις ζώνες καταβύθισης

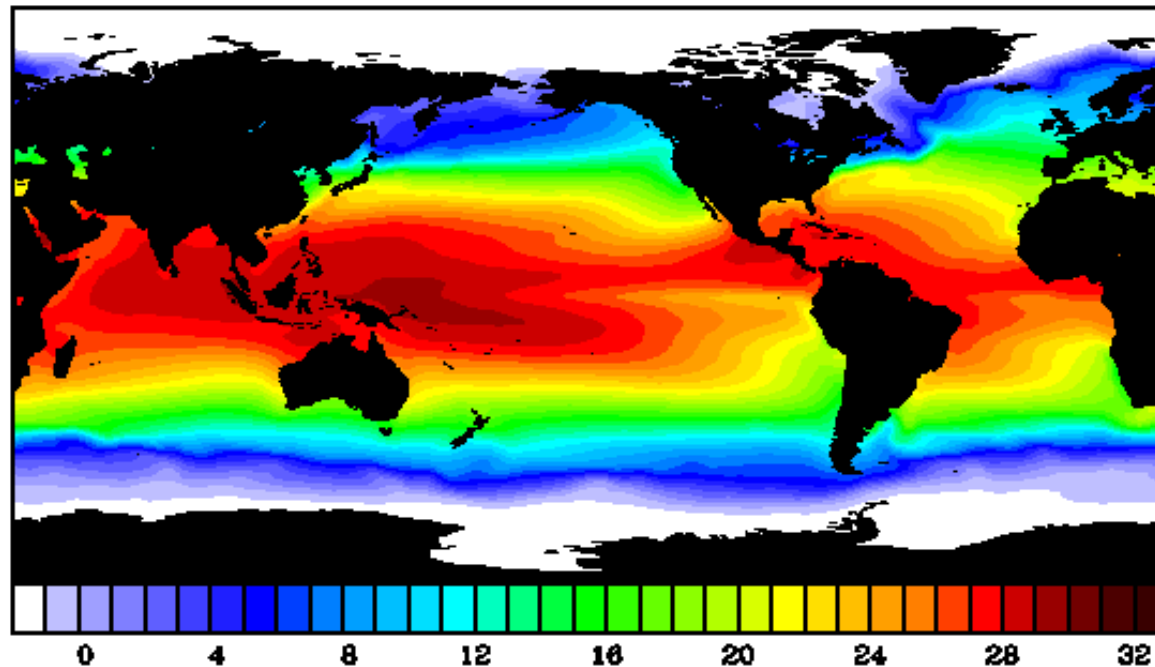




Βασική Ωκεανογραφία - θερμοκρασία

- Διαφοροποίηση με το γεωγραφικό πλάτος

Ετήσια μέση επιφανειακή θερμοκρασία

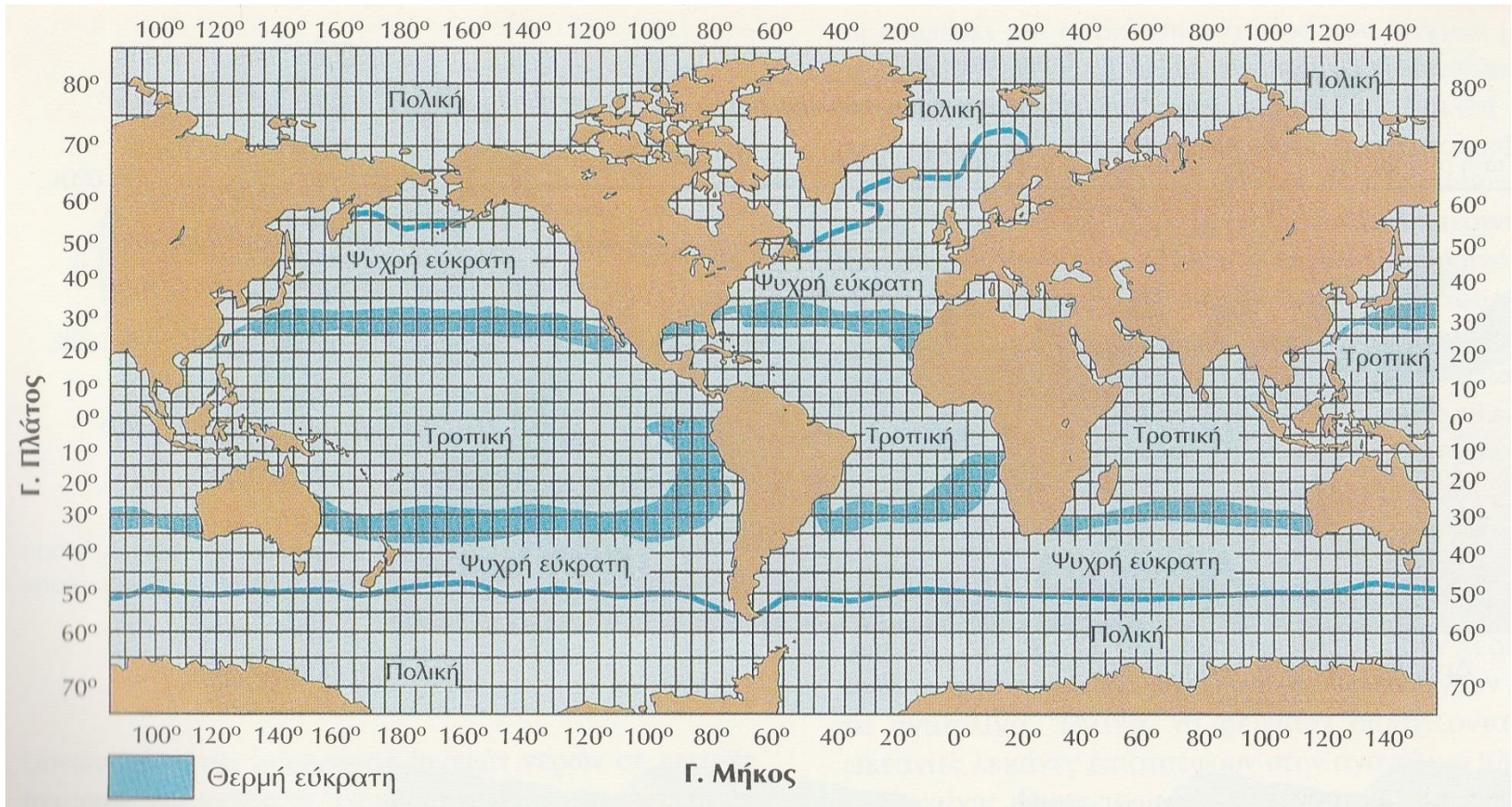


θερμοκρασία °C



Βασική Ωκεανογραφία - θερμοκρασία

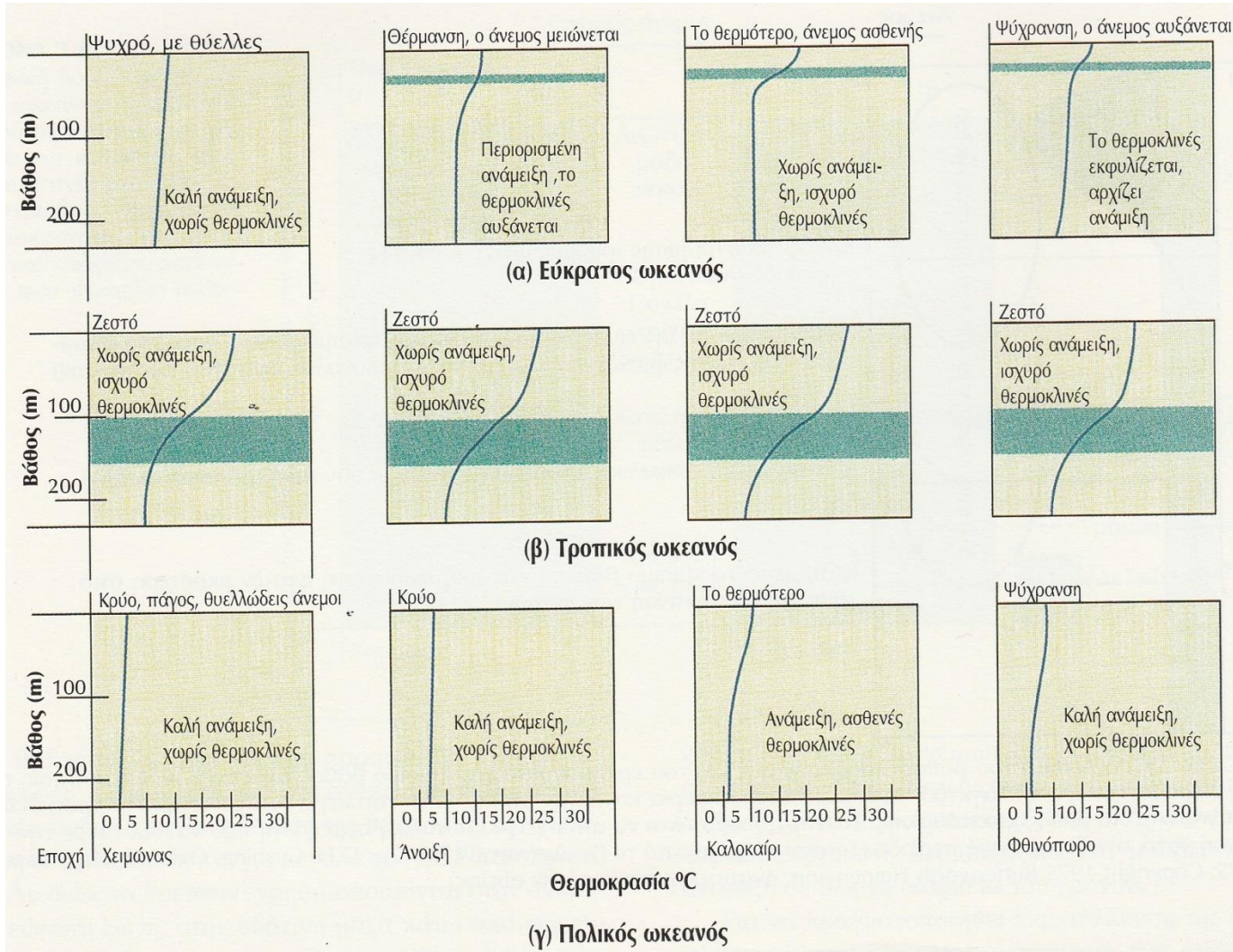
- Διαφοροποίηση με το γεωγραφικό πλάτος





Βασική Ωκεανογραφία - θερμοκρασία

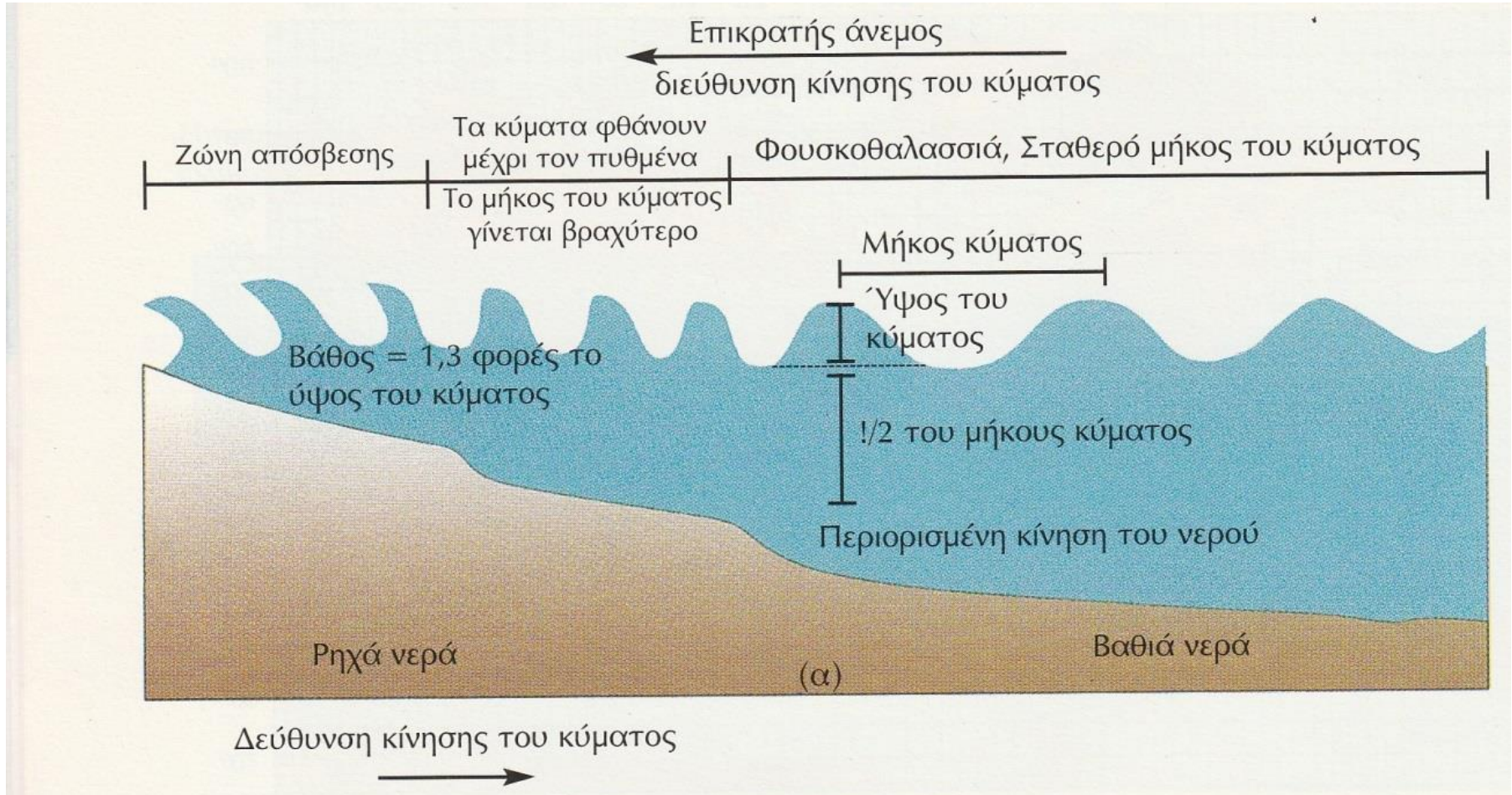
- Διαφοροποίηση με το βάθος





Βασική Ωκεανογραφία – κυκλοφορία

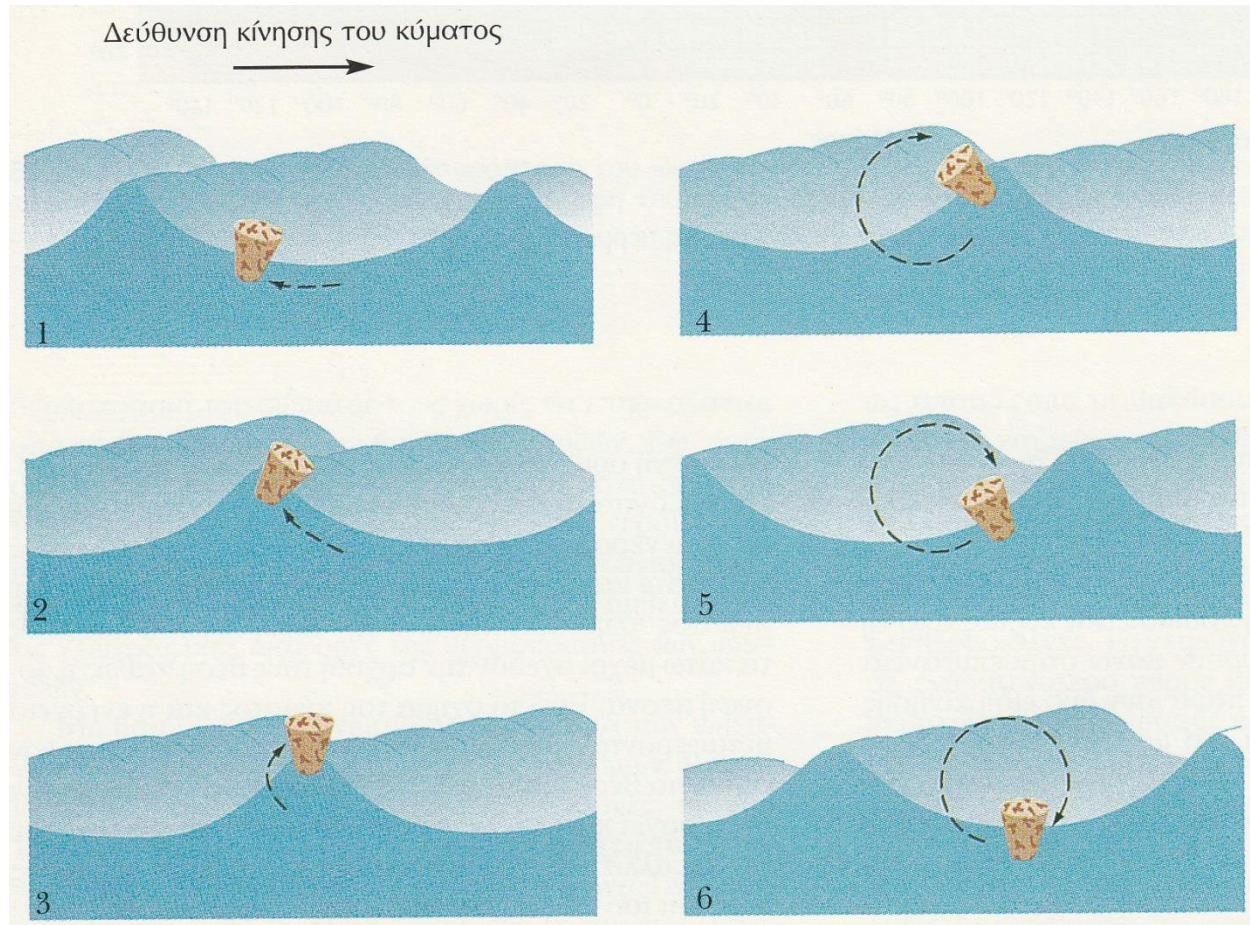
- Κύματα





Βασική Ωκεανογραφία – κυκλοφορία

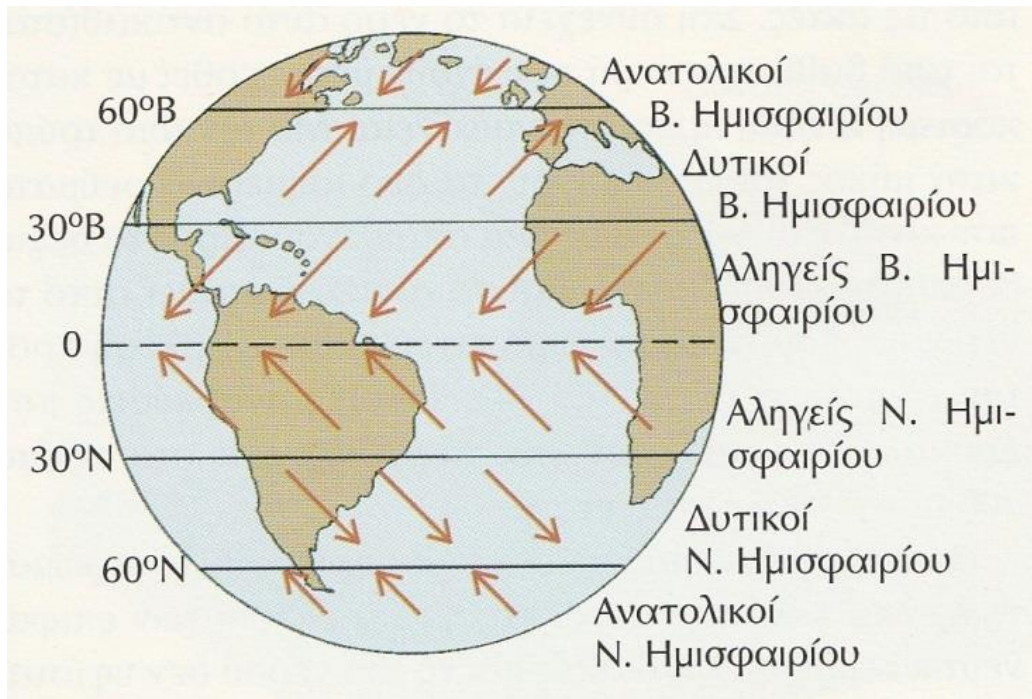
- Κύματα





Βασική Ωκεανογραφία – κυκλοφορία

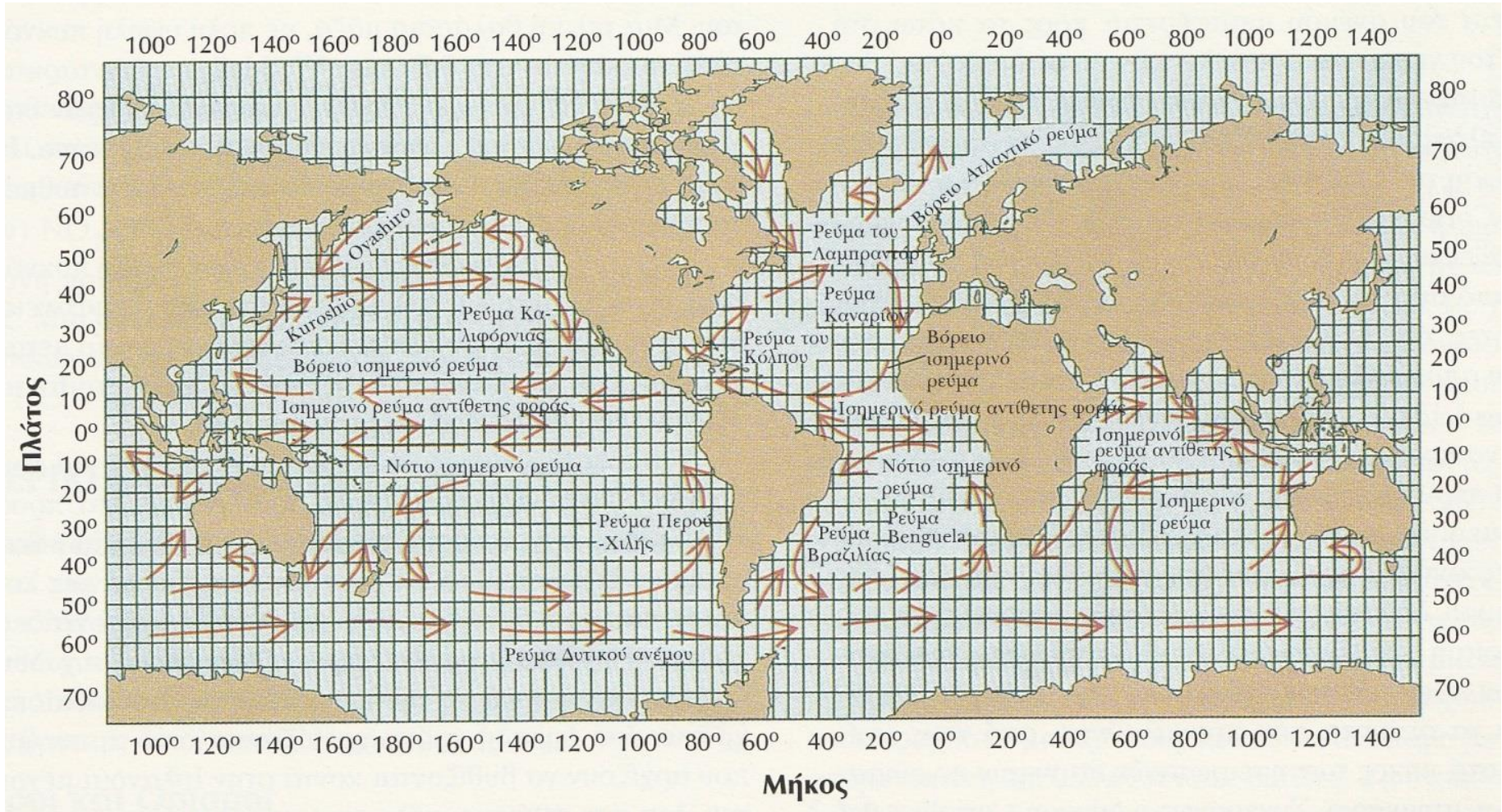
- Ρεύματα
 - προκαλούνται από μεγάλες ζώνες ανέμου
 - διαφορετική θέρμανση αερίων μαζών
 - δυνάμεις Coriolis





Βασική Ωκεανογραφία – κυκλοφορία

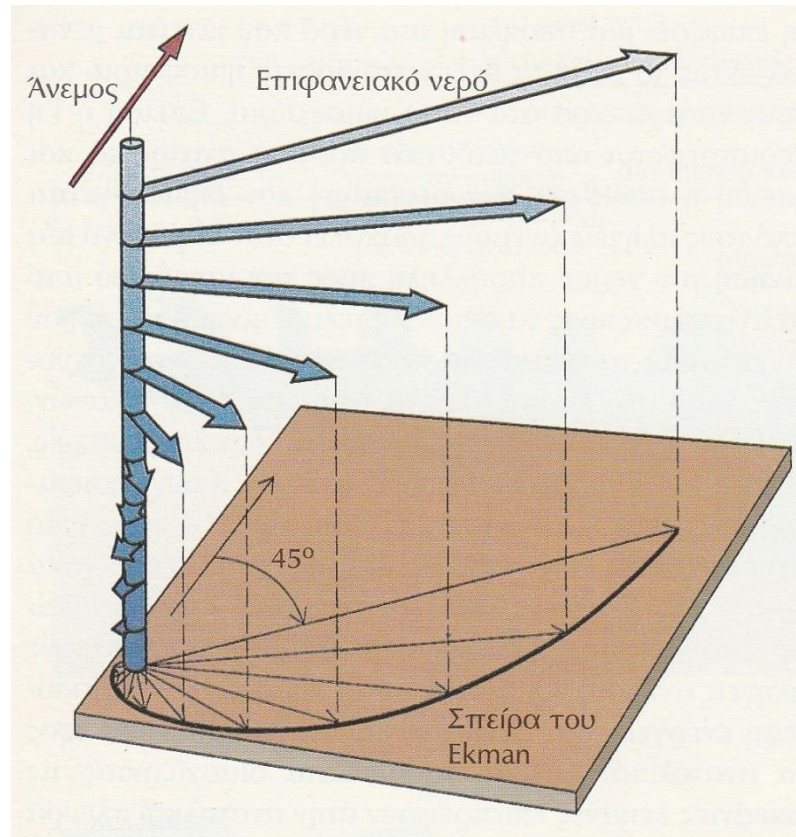
- Ρεύματα





Βασική Ωκεανογραφία – κυκλοφορία

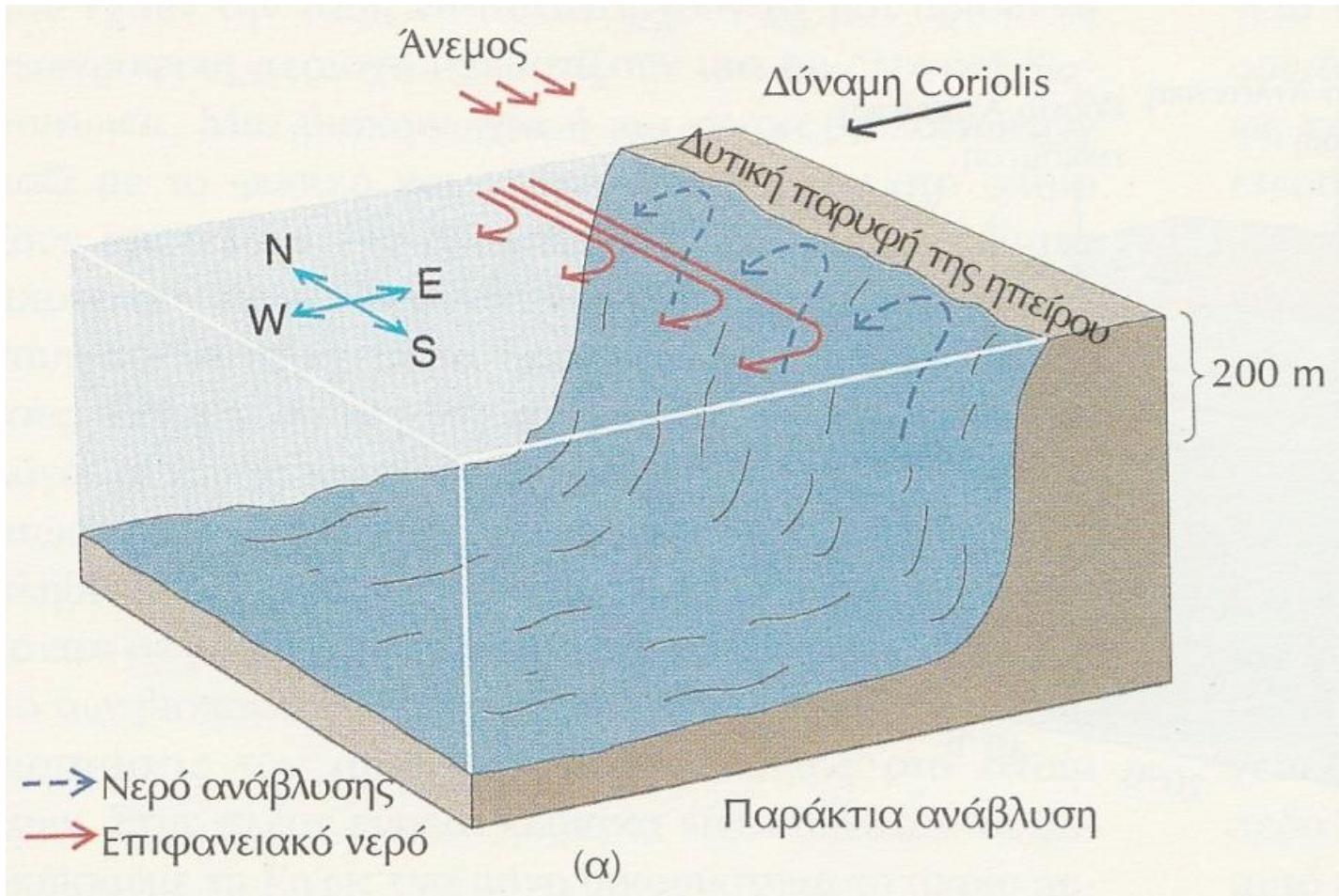
- Ανεμογενή Ρεύματα
 - Μέχρι ποιο βάθος επηρεάζεται η στήλη του νερού?
 - σπείρα Ekman





Βασική Ωκεανογραφία – κυκλοφορία

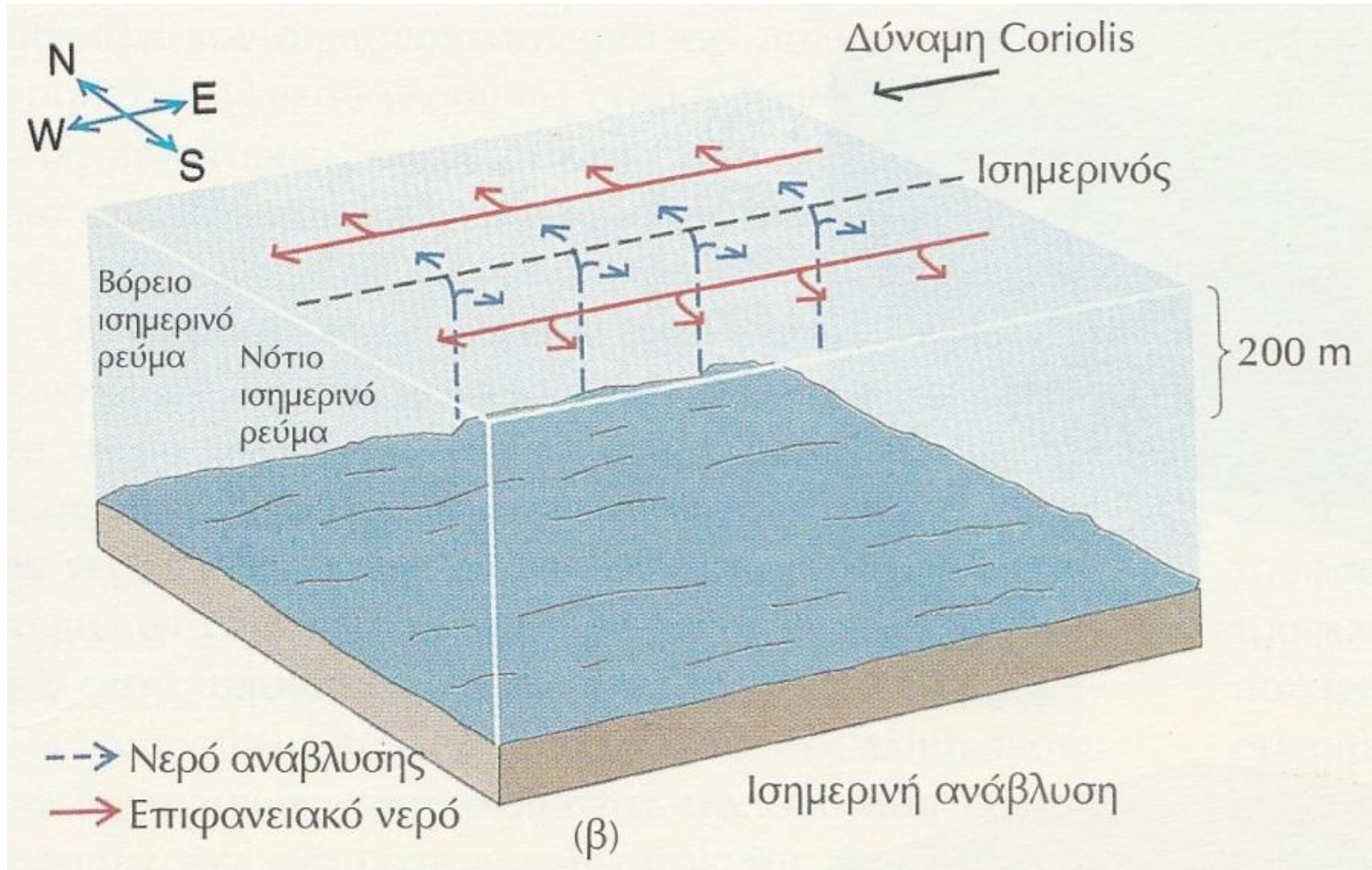
- Τα ρεύματα μπορεί να προκαλέσουν αναβλύσεις





Βασική Ωκεανογραφία – κυκλοφορία

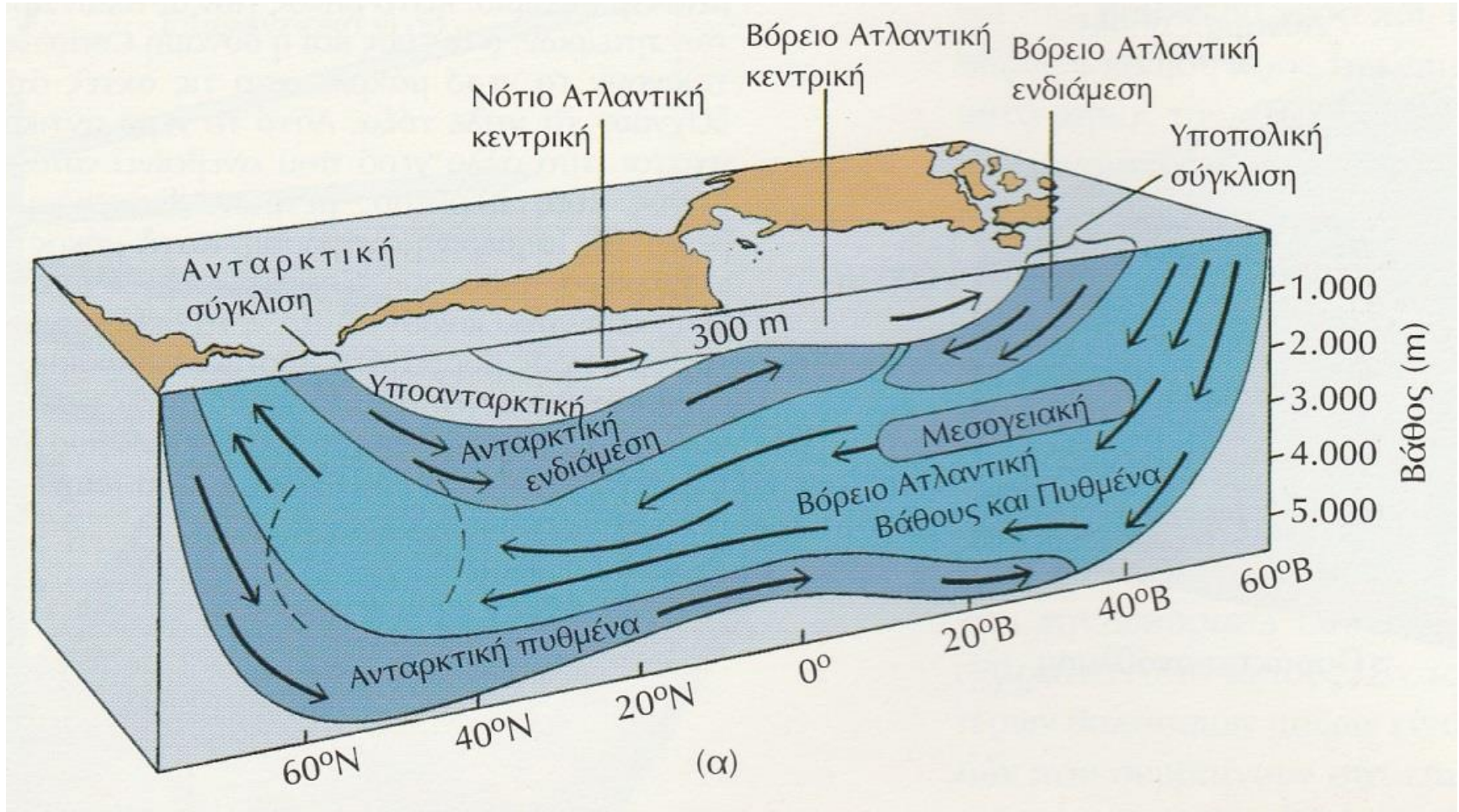
- Τα ρεύματα μπορεί να προκαλέσουν αναβλύσεις





Βασική Ωκεανογραφία – κυκλοφορία

- κινήσεις βαθιών στρωμάτων





Οικολογικές αρχές

- Τι είναι η **οικολογία**?

Οικολογία: η επιστήμη που μελετά το φάσμα των αμοιβαίων σχέσεων μεταξύ των οργανισμών και του περιβάλλοντός τους και μεταξύ ομάδων οργανισμών.



Οικολογικές αρχές

- Βασικοί ορισμοί

Είδος: ομάδα ατόμων που μπορούν να αναπαραχθούν μεταξύ τους και είναι αναπαραγωγικά απομονωμένα από άλλες ομάδες



Οικολογικές αρχές

- Βασικοί ορισμοί

Πληθυσμός: τα άτομα ενός είδους σε μια περιοχή

Βιοκοινωνία: οι πληθυσμοί διαφορετικών ειδών που συνυπάρχουν σε μια γεωγραφική περιοχή

Οικοσύστημα: μια βιοκοινωνία ή μια σειρά βιοκοινωνιών με το φυσικό και χημικό περιβάλλον στο οποίο ζουν



Οικολογικές αρχές

- Συστατικά στοιχεία οικοσυστήματος



Βασική πηγή ενέργειας



Αυτότροφοι
οργανισμοί

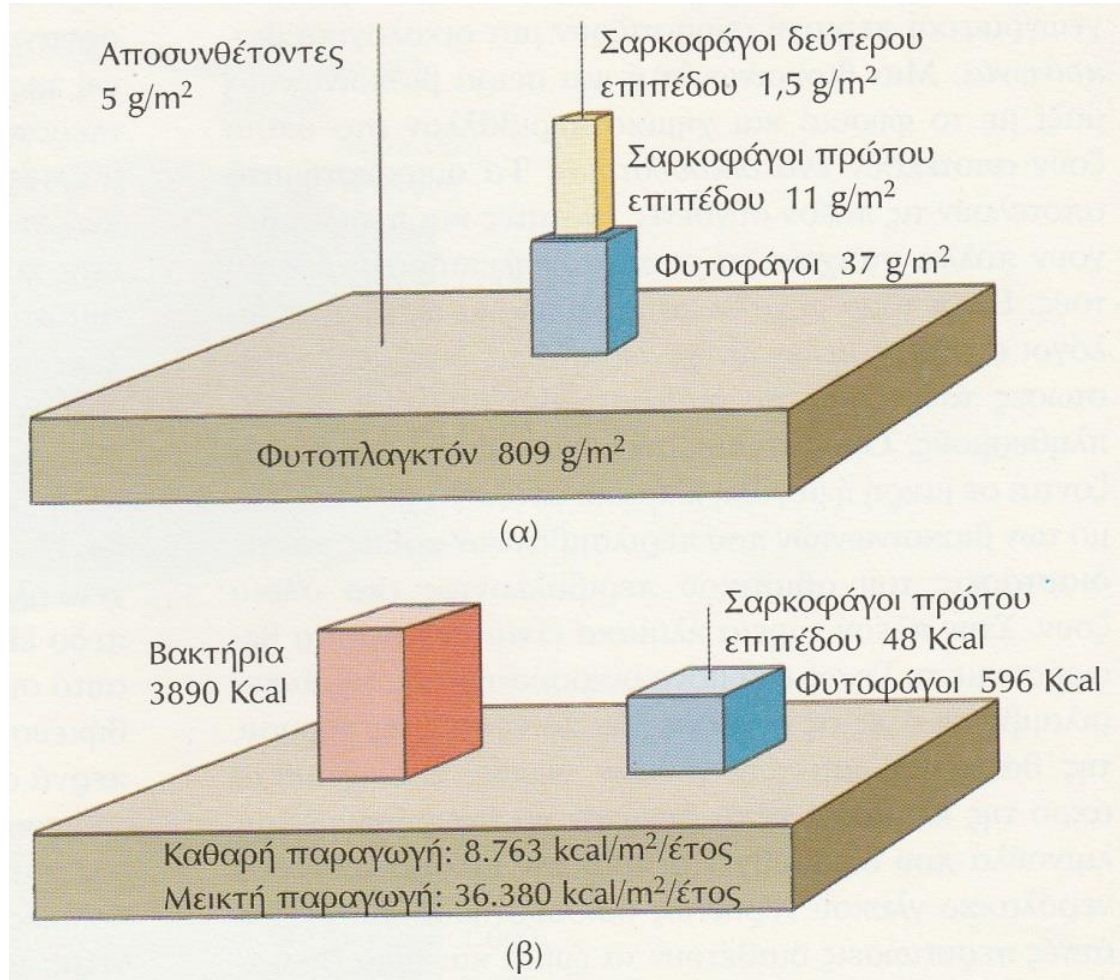


Ετερότροφοι
οργανισμοί



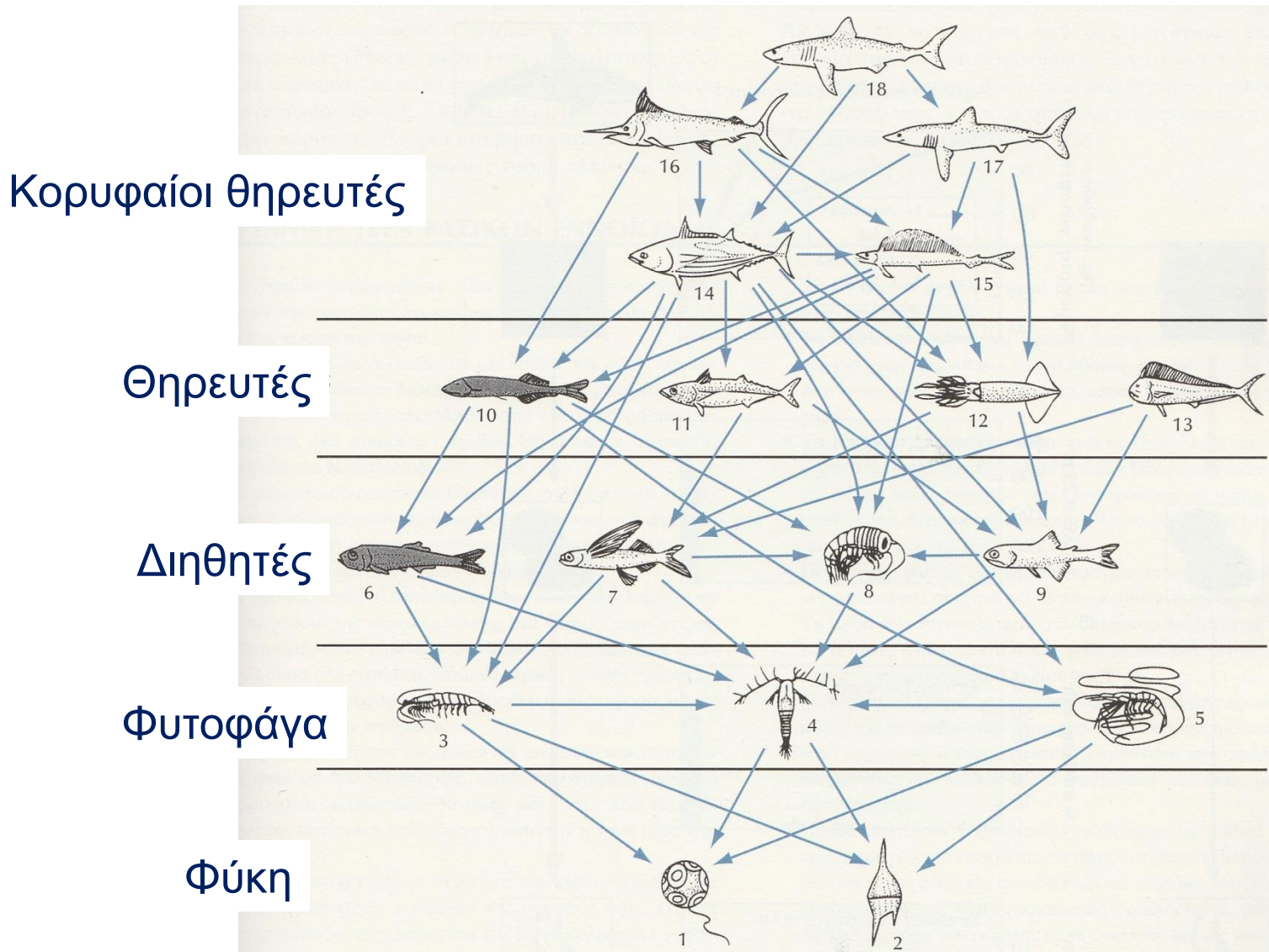
Οικολογικές αρχές

- τροφικά επίπεδα



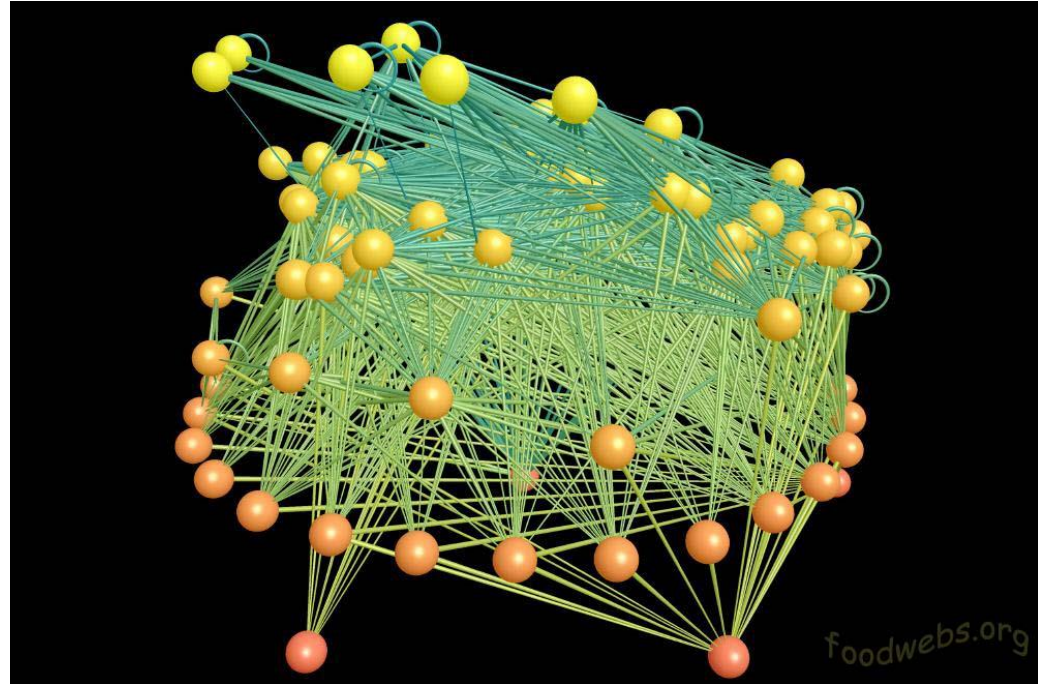
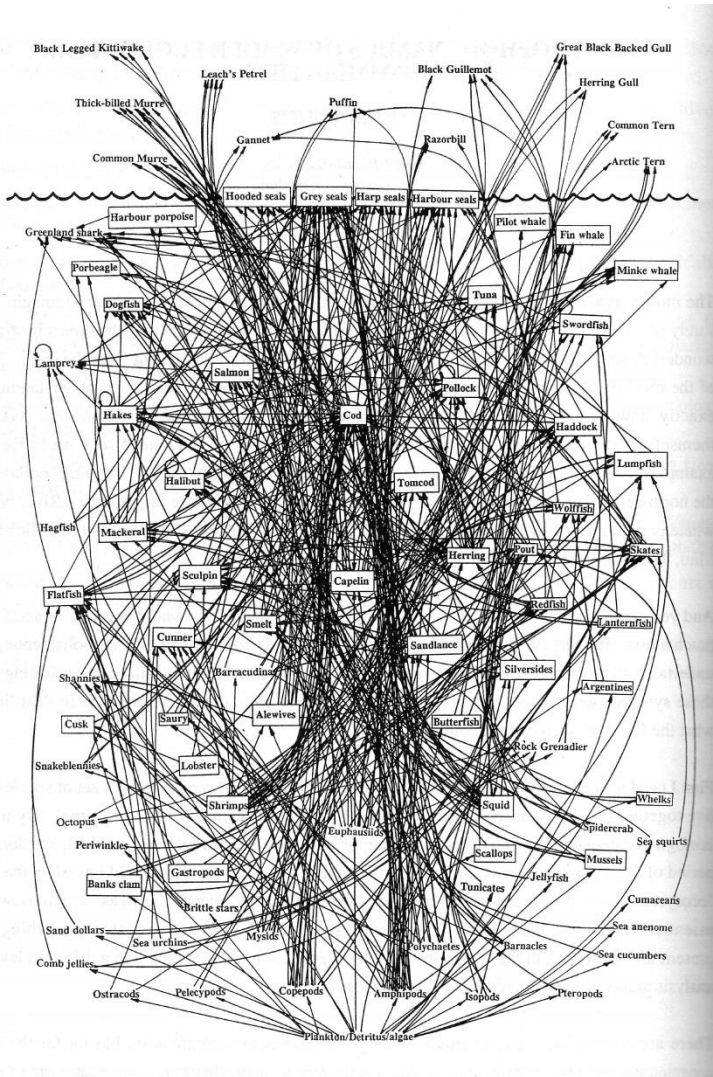


Οικολογικές αρχές: Τροφικά πλέγματα





Οικολογικές αρχές: Τροφικά πλέγματα





Οικολογικές αρχές – δομή των οικοσυστημάτων

οικολογικός θώκος:

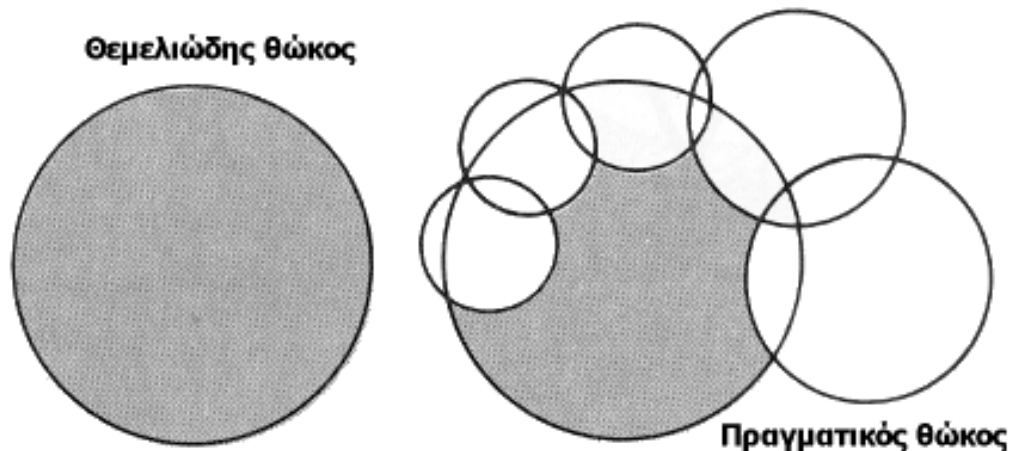
- ο ρόλος ενός οργανισμού σε μια βιοκοινωνία
- καθορίζεται από τα εύρη όλων των περιβαλλοντικών και βιολογικών παραμέτρων εντός των οποίων ζει και αναπαράγεται



Οικολογικές αρχές – δομή των οικοσυστημάτων

οικολογικός θώκος:

- βασικός (θεμελιώδης) / ενεργός (πραγματικός)





Οικολογικές αρχές – δομή των οικοσυστημάτων

οικολογικός θώκος:

- ειδικευτές / γενικευτές



© Jordi Regàs



Οικολογικές αρχές – δομή των οικοσυστημάτων

- **Ενδιαίτημα:** ο χώρος όπου υπάρχει ένας οργανισμός
- **Κυρίαρχα είδη:** άφθονα – χαρακτηρίζουν μια βιοκοινωνία
- **Πλούτος ειδών:** πλήθος όλων των ειδών που υπάρχουν σε μια βιοκοινωνία
- **Βιοποικιλότητα:** ποικιλομορφία της ζωής – ποικιλότητα μέσα σε ένα είδος, μεταξύ διαφορετικών ειδών και μεταξύ των οικοσυστημάτων



Οικολογικές αρχές – δομή των οικοσυστημάτων

- Νόμος του ελαχίστου του Leibig
- οι περιοριστικοί παράγοντες ποικίλουν ανά είδος
- ασαφή όρια βιοκοινωνιών
- δημιουργία μεταβατικών περιοχών → **οικοτόνοι**



Οικολογικές αρχές – δομή των οικοσυστημάτων

- **οικολογική διαδοχή**
 - διαδικασία αλλαγής μιας βιοκοινωνίας
 - ελέγχεται από τις μεταβολές του περιβάλλοντος
- **μοντέλα οικολογικής διαδοχής**
 - μοντέλο διευκόλυνσης διαδοχής (καταληκτική βιοκοινωνία)
 - μοντέλο αναστολής (κερδίζει ο πρώτος)
 - μοντέλο ανοχής



Οικολογικές αρχές – δομή των οικοσυστημάτων

- **οικολογικός έλεγχος και ρύθμιση**
 - αβιοτικοί παράγοντες
 - βιολογικοί (βιοτικοί) παράγοντες
 - ανταγωνισμός (ενδοειδικός, διαειδικός)
 - συνύπαρξη
 - ανταγωνιστικός αποκλεισμός
 - θήρευση (θηρευτής/λεία, βοσκητές)
 - θεμελιώδη είδη
 - παρασιτισμός/ασθένειες

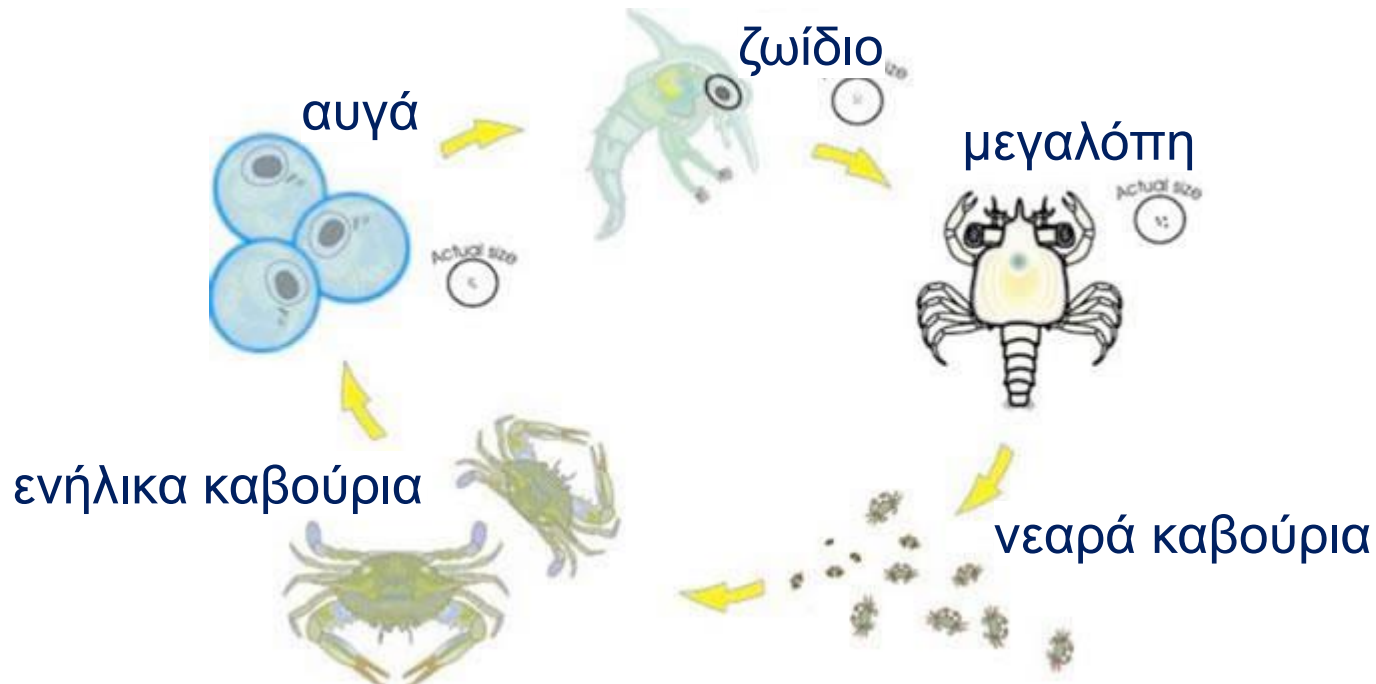




Οικολογικές αρχές – οικολογία προνυμφών

προνύμφες

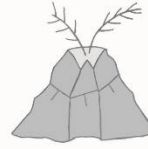
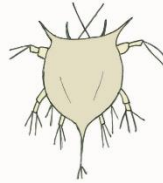
- ανεξάρτητα & μορφολογικά διαφορετικά στάδια
- αναπτύσσονται από γονιμοποιημένα αυγά
- υφίστανται σημαντικές αλλαγές
- τελικά αποκτούν τα χαρακτηριστικά των ώριμων ατόμων



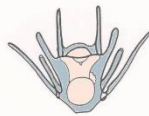


Οικολογικές αρχές – οικολογία προνυμφών

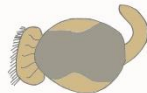
προνύμφες



θυσσανόποδο



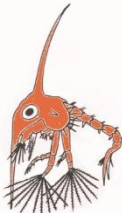
αστερίας



δίθυρο



ψάρι



καβούρι



μέδουσα



Οικολογικές αρχές – οικολογία προνυμφών

τύποι και στρατηγικές προνυμφών

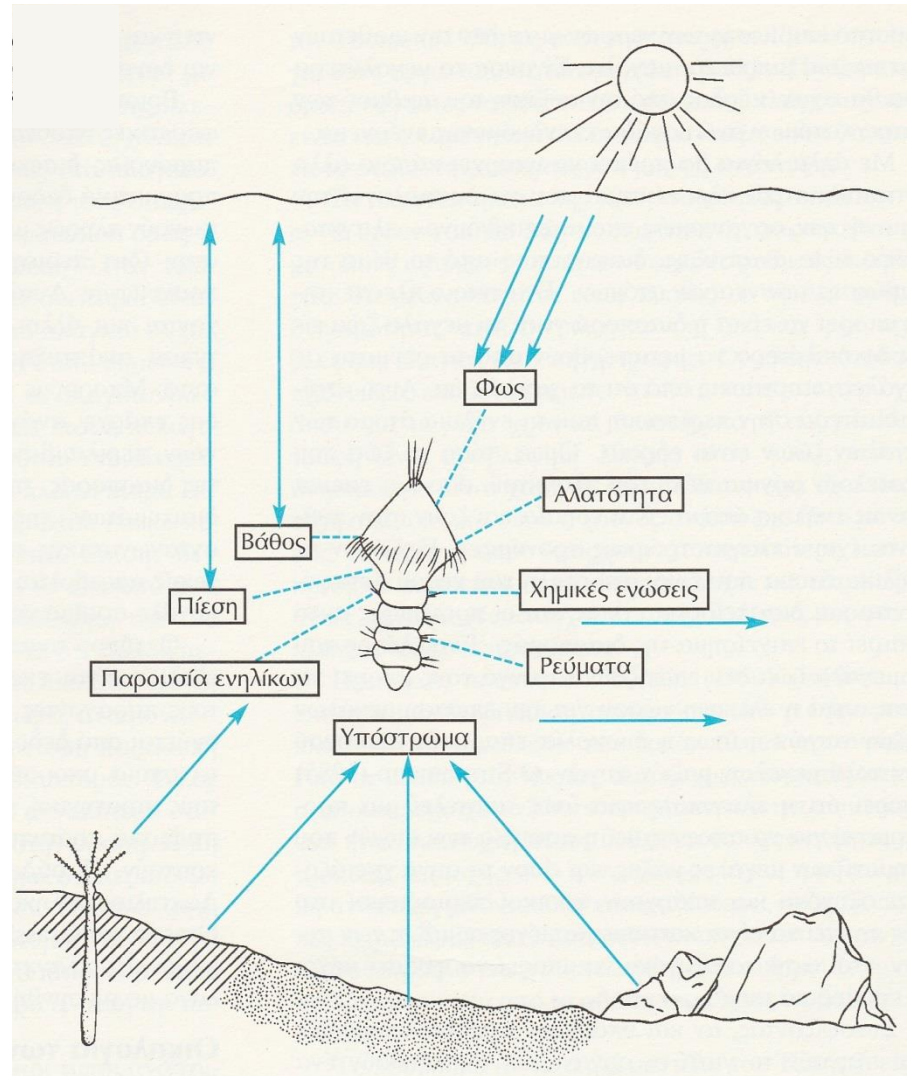
3 τύποι ανάπτυξης βενθικών ασπονδύλων

- πολλά μικρά αυγά → **πλαγκτότροφες προνύμφες**
 - λιγότερα αυγά με αρκετή λέκιθο → **λεκιθότροφες προνύμφες**
 - λίγα αυγά με μεγάλη ποσότητα λεκίθου → **μη πελαγική (ή άμεση) ανάπτυξη**
-
- πλεονεκτήματα/μειονεκτήματα κάθε τύπου



Οικολογικές αρχές – οικολογία προνυμφών

εγκατάσταση προνυμφών





Οικολογικές αρχές – οικολογία προνυμφών

Στρατηγικές κύκλου ζωής

- ευκαιριακά είδη ή r-επιλογής
- είδη ισορροπίας ή k-επιλογής

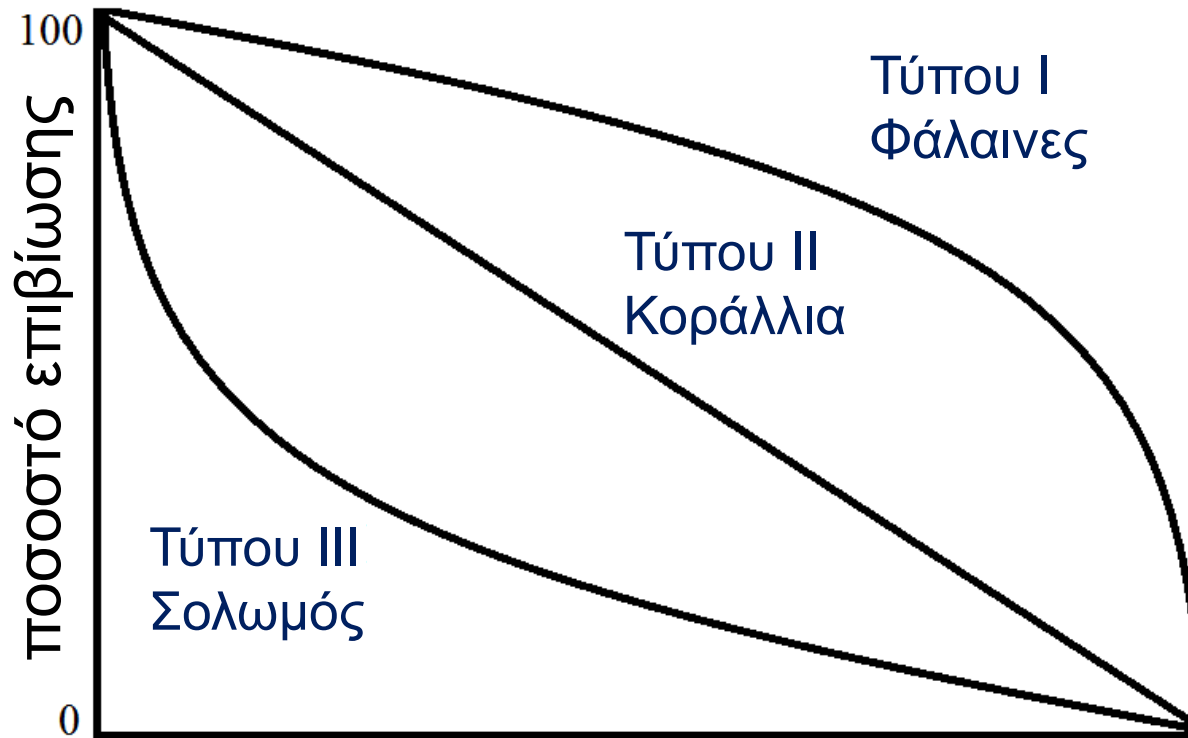
| | r-επιλογής ασταθές περιβάλλον, συχνές διαταράξεις | k-επιλογής σταθερό περιβάλλον |
|-------------------|---|----------------------------------|
| μέγεθος ενηλίκου | γενικά μικρό | γενικά μεγάλο |
| # απογόνων | μεγάλο | μικρό |
| ανάπτυξη | γρήγορη | αργή |
| ωριμότητα | νωρίς | αργά |
| προσδόκιμο ζωής | μικρό | μεγάλο |
| κινητικότητα | χαμηλή | υψηλή |
| καμπύλη επιβίωσης | τύπου III | τύπου I ή II |



Οικολογικές αρχές – οικολογία προνυμφών

Στρατηγικές κύκλου ζωής

- καμπύλες επιβίωσης





Οικολογικές αρχές – οικολογία προνυμφών

Στρατηγικές κύκλου ζωής

- r ή k-επιλογή?





Σύγκριση χερσαίων – θαλάσσιων οικοσυστημάτων

μεγαλύτερη **πυκνότητα** νερού

- δυνατότητα αιώρησης μεγάλων οργανισμών





Σύγκριση χερσαίων – θαλάσσιων οικοσυστημάτων

μεγαλύτερη **πυκνότητα** νερού

- δυνατότητα αιώρησης μεγάλων οργανισμών
- πλαγκτονικές βιοκοινωνίες
- διηθητές



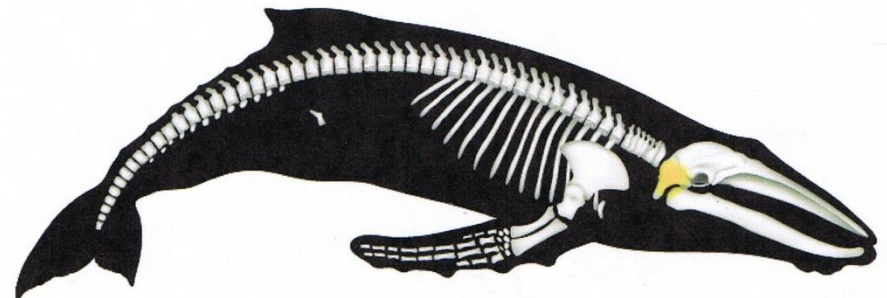
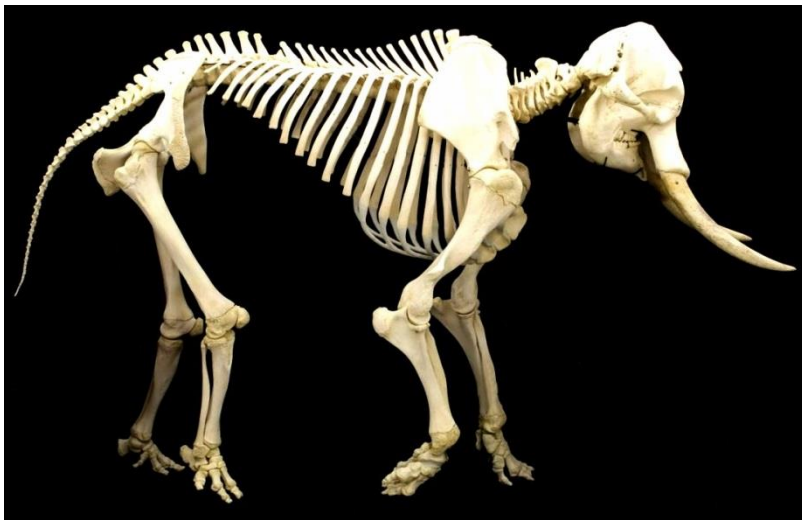


Σύγκριση χερσαίων – θαλάσσιων οικοσυστημάτων

μικρότερη επίδραση βαρύτητας

- ελαφρύτεροι σκελετοί
- χαμηλότερες ενεργειακές απαιτήσεις

κύριες βιοχημικές ενώσεις: πρωτεΐνες

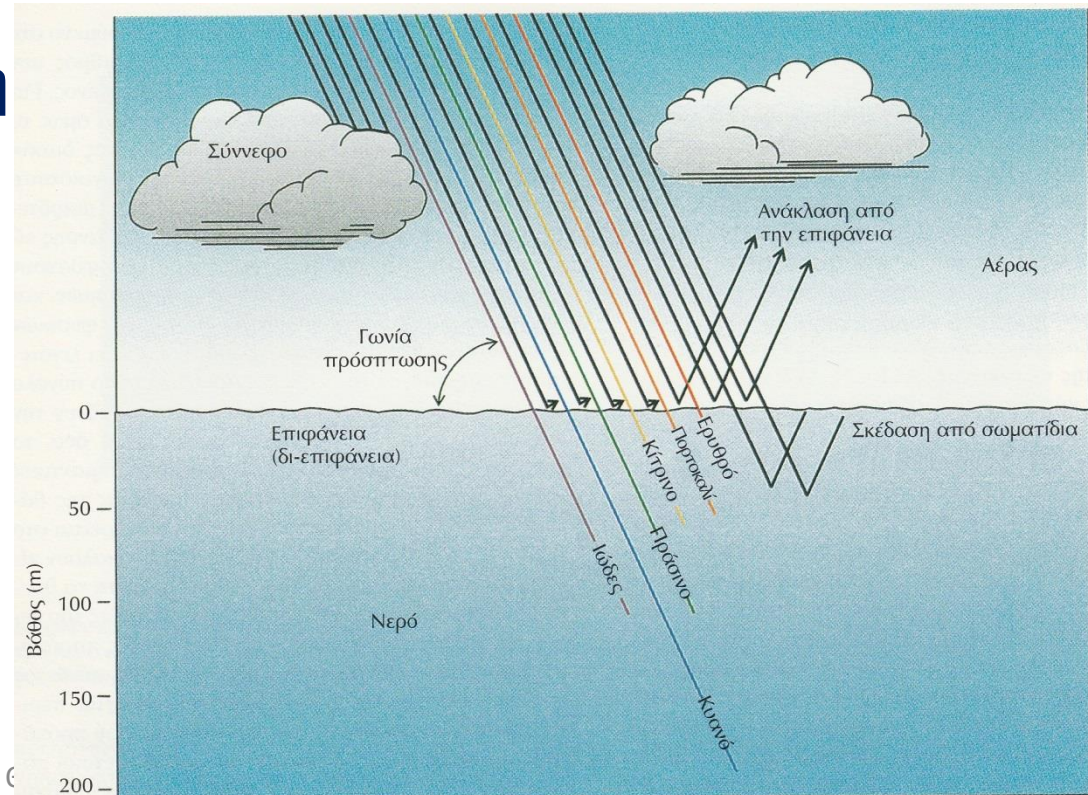




Σύγκριση χερσαίων – θαλάσσιων οικοσυστημάτων

έντονη απορρόφηση **φωτός**

- περιορισμός πρωτογενούς παραγωγής στα επιφανειακά στρώματα
- επιλεκτική απορρόφηση





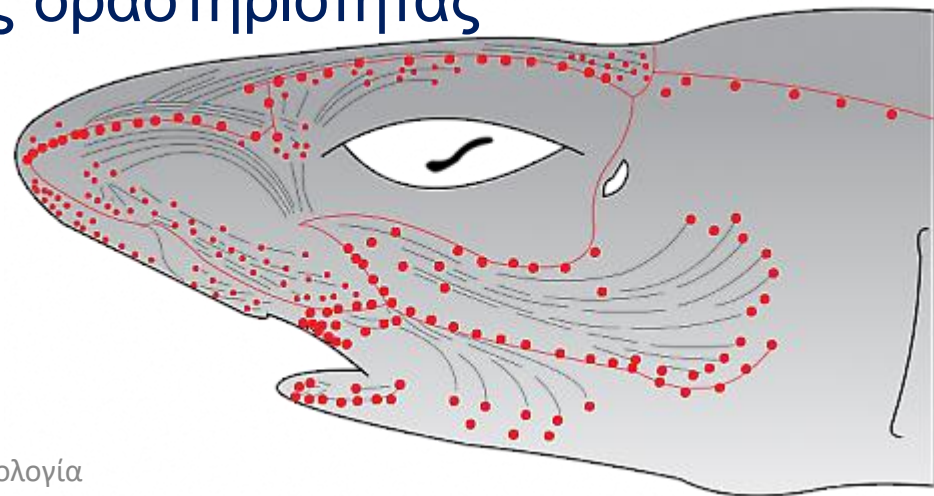
Σύγκριση χερσαίων – θαλάσσιων οικοσυστημάτων

ταχύτερη διάδοση ήχου

- ακοή περισσότερο χρήσιμη από την όραση
- ηχοεντοπισμός

πολύ μικρότερη ηλεκτρική αντίσταση (10^{16} φορές)

- ανάπτυξη αίσθησης ηλεκτρικής δραστηριότητας





Σύγκριση χερσαίων – θαλάσσιων οικοσυστημάτων

συγκέντρωση οξυγόνου

- χωρικά και χρονικά μεταβλητή
- πολύ μικρότεροι ρυθμοί διάχυσης
- μορφολογικές, φυσιολογικές, ηθολογικές προσαρμογές





Σύγκριση χερσαίων – θαλάσσιων οικοσυστημάτων

Διαφορές στη βιοποικιλότητα

Που εμφανίζεται μεγαλύτερη βιοποικιλότητα?

έκταση: ωκεανοί → 67%, ξηρά → 33%

Εξαρτάται από το ταξινομικό επίπεδο

Φύλα (συνολικά 96)

θάλασσα

69



ξηρά

55



Σύγκριση χερσαίων – θαλάσσιων οικοσυστημάτων

Διαφορές στη βιοποικιλότητα

Που εμφανίζεται μεγαλύτερη βιοποικιλότητα?

έκταση: ωκεανοί → 67%, ξηρά → 33%

Εξαρτάται από το ταξινομικό επίπεδο

Τάξεις

θάλασσα > ξηρά
90%



Σύγκριση χερσαίων – θαλάσσιων οικοσυστημάτων

Διαφορές στη βιοποικιλότητα

Που εμφανίζεται μεγαλύτερη βιοποικιλότητα?

έκταση: ωκεανοί → 67%, ξηρά → 33%

Εξαρτάται από το ταξινομικό επίπεδο

Είδη

θάλασσα



ξηρά

~243 χιλ.

1.6 εκ.



Σύγκριση χερσαίων – θαλάσσιων οικοσυστημάτων

Διαφορές στους κύκλους ζωής

- αποβολή θηλυκών γαμετών στο ρευστό μέσο
- δεν υπάρχουν τα ισοδύναμα των επικονιαστών (?)
- πολύ μικρότερη γονική φροντίδα





Σύγκριση χερσαίων – θαλάσσιων οικοσυστημάτων

Δομικές και λειτουργικές διαφορές

- μικρή παρουσία μεγάλων μακρόφυτων → οι κυρίαρχοι φυτοφάγοι οργανισμοί είναι μικροί





Σύγκριση χερσαίων – θαλάσσιων οικοσυστημάτων

Δομικές και λειτουργικές διαφορές

- χερσαία φυτά: σημαντικό μέρος τους από σκληρά και δύσπεπτα υλικά →

δεν καταναλώνονται πλήρως

στη θάλασσα → είναι δυνατή η πλήρης εξαφάνιση των αυτότροφων



Σύγκριση χερσαίων – θαλάσσιων οικοσυστημάτων

Δομικές και λειτουργικές διαφορές

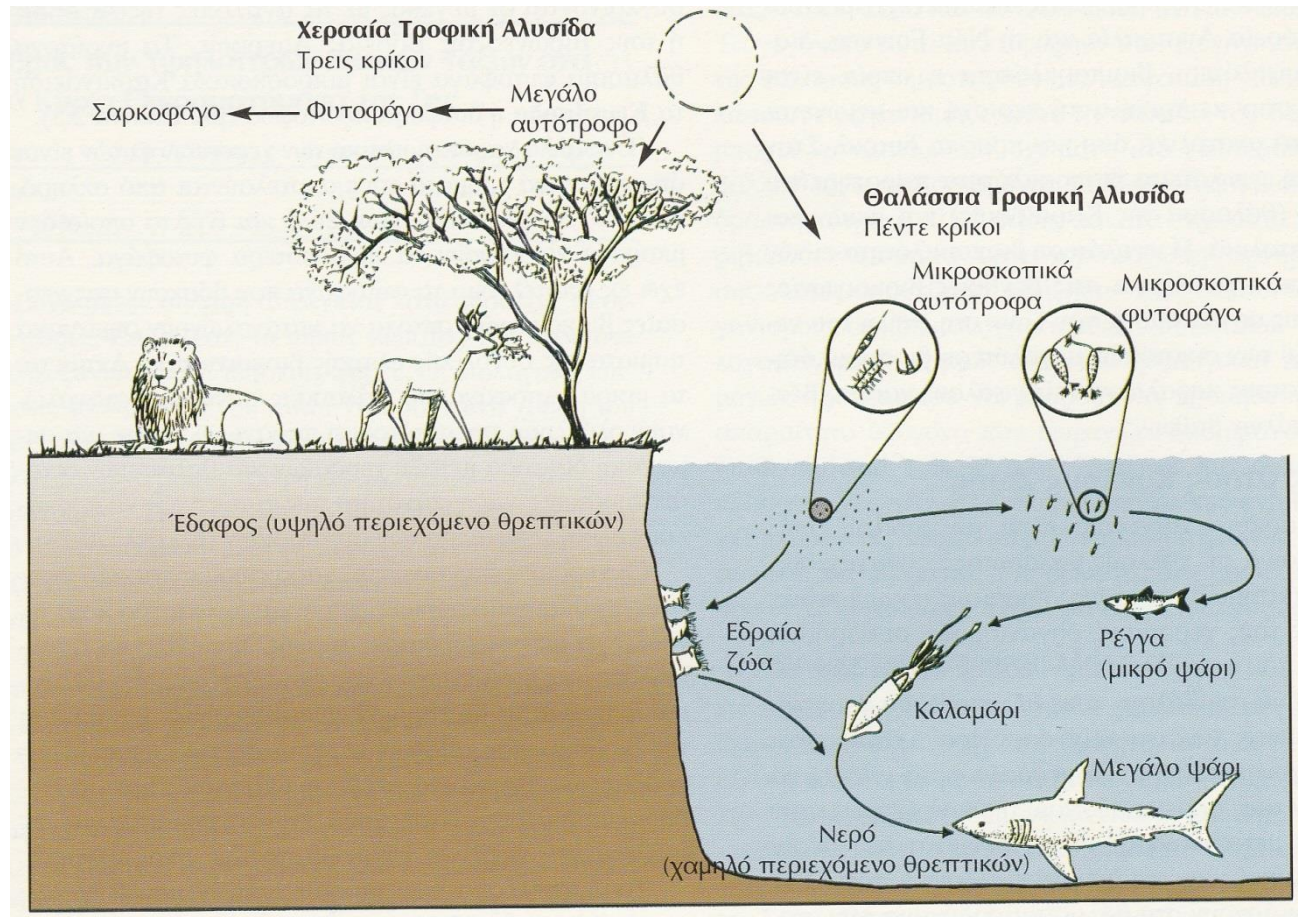
- μεγάλα ζώα:
 - στη στεριά → φυτοφάγα
 - στη θάλασσα → σαρκοφάγα
- ο άνθρωπος παίρνει τροφή:
 - στη στεριά → φυτοφάγα, 2^ο τροφικό επίπεδο
 - στη θάλασσα → σαρκοφάγα, 3^ο ή 4^ο τροφικό επίπεδο



Σύγκριση χερσαίων – θαλάσσιων οικοσυστημάτων

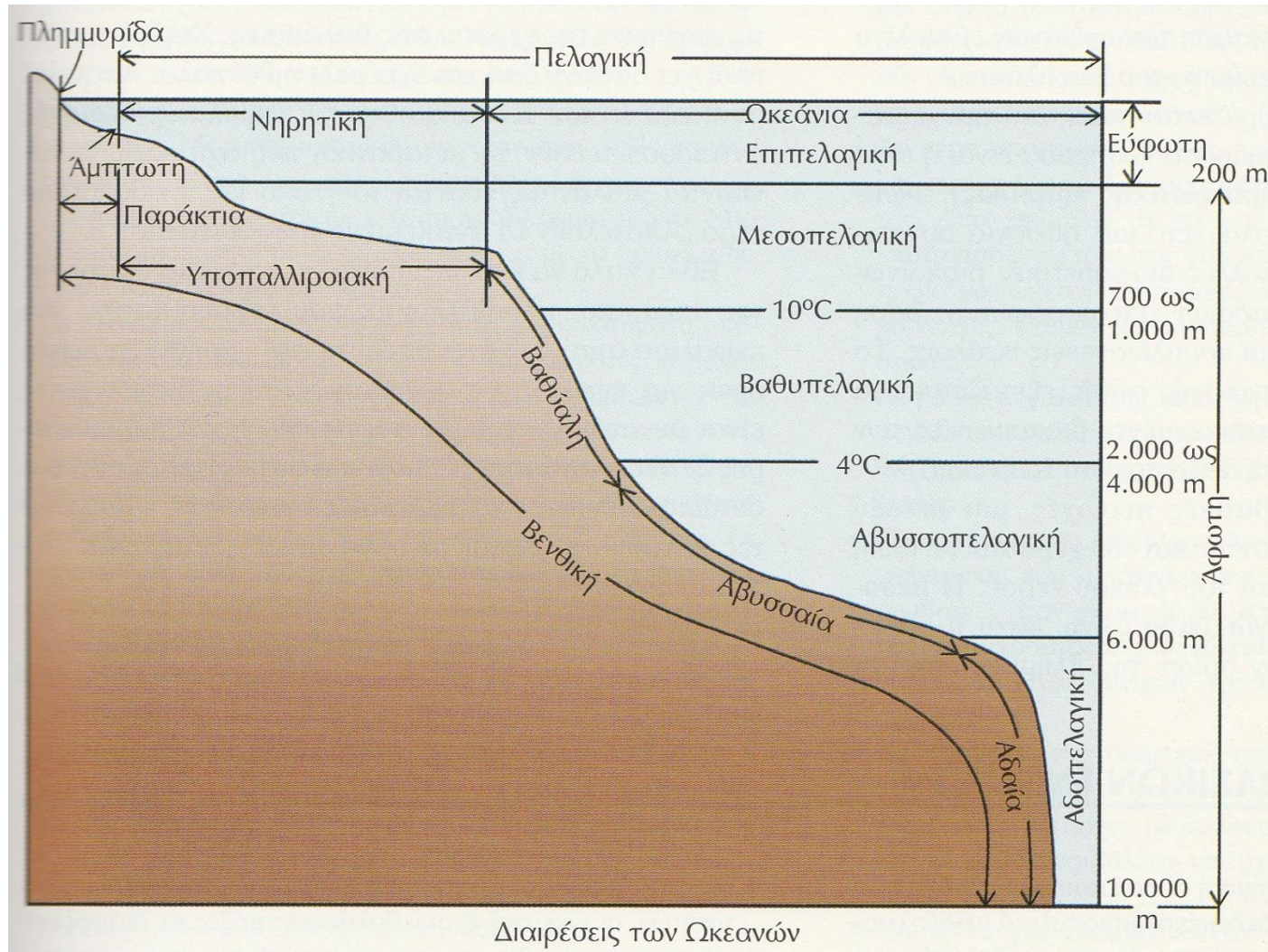
Δομικές και λειτουργικές διαφορές

- στη θάλασσα:
μεγαλύτερες
τροφικές αλυσίδες,
οντογενετικές
μεταβολές τροφικού
επιπέδου





Διαίρεση του θαλάσσιου περιβάλλοντος





Βιβλιογραφία 1^{ης} διάλεξης

κεφ. 1 από Nybakken (2005)

κεφ. 2, 3, 9 από Castro (1999)

κεφ. 1, 2, 4 από Levinton (2020)



Θαλάσσια Οικολογία: Εισαγωγή στο θαλάσσιο περιβάλλον



Στέλιος Κατσανεβάκης
Μυτιλήνη 2022