



Θαλάσσια Οικολογία: Πλαγκτόν & Πλαγκτονικές Βιοκοινωνίες



Στέλιος Κατσανεβάκης
Μυτιλήνη 2020



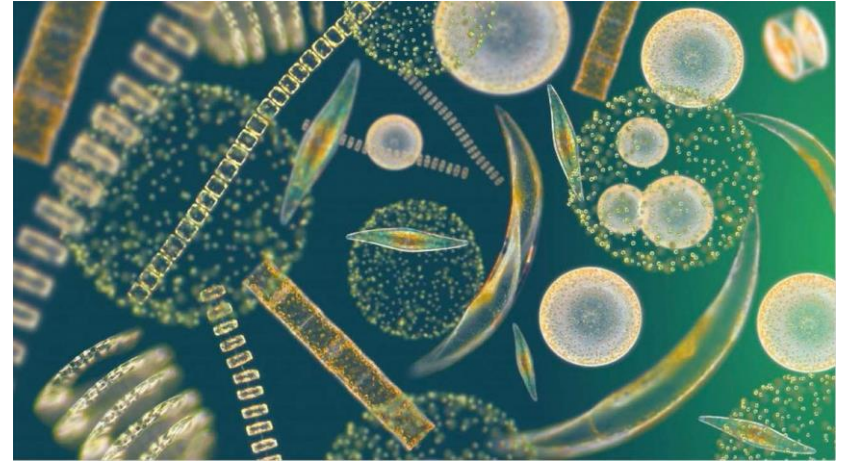
Περίγραμμα

- Φυτοπλαγκτόν
- Ζωοπλαγκτόν
- Μηχανισμοί πλευστότητας
- Μεταναστεύσεις
- Πρωτογενής παραγωγή & παραγωγικότητα



Πλαγκτόν → στο έλεος της κίνησης του νερού

- Φυτοπλαγκτόν
- Ζωοπλαγκτόν
- Βακτηριοπλαγκτόν
- Ιοπλαγκτόν





Πλαγκτόν

Ολοπλαγκτόν



Μεροπλαγκτόν





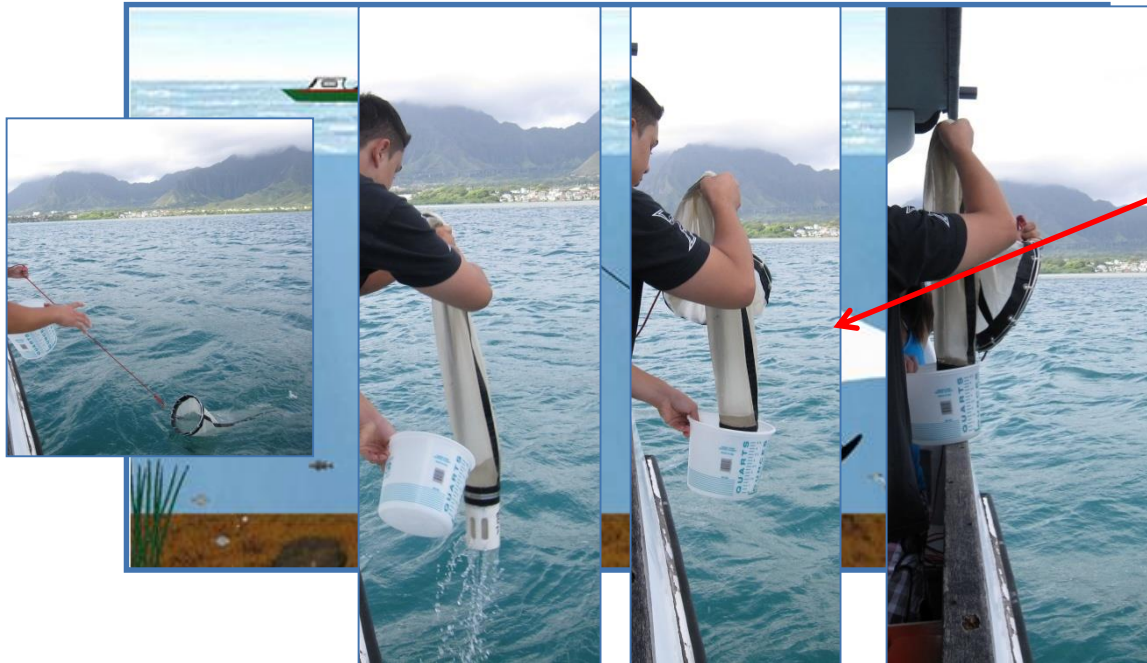
Πλαγκτόν

Φεμπτοπλαγκτόν	0.02 - 0.2 μm
Πικοπλαγκτόν	0.2 - 2.0 μm
Νανοπλαγκτόν	2.0 - 20 μm
Μικροπλαγκτόν	20 - 200 μm
Μεσοπλαγκτόν	0.2 - 20 mm
Μακροπλαγκτόν	2 - 20 cm
Μεγαπλαγκτόν	20 - 200 cm

Πλαγκτόν
διχτυών



Δειγματοληψία πλαγκτού





Φυτοπλαγκτόν

- Οργανισμοί που φωτοσυνθέτουν
- Μεγάλου μεγέθους φυτοπλαγκτόν → 2 ομάδες
 - Διάτομα
 - Δινομαστιγωτά
- Μικρού μεγέθους φυτοπλαγκτόν → μεγάλη ποικιλία



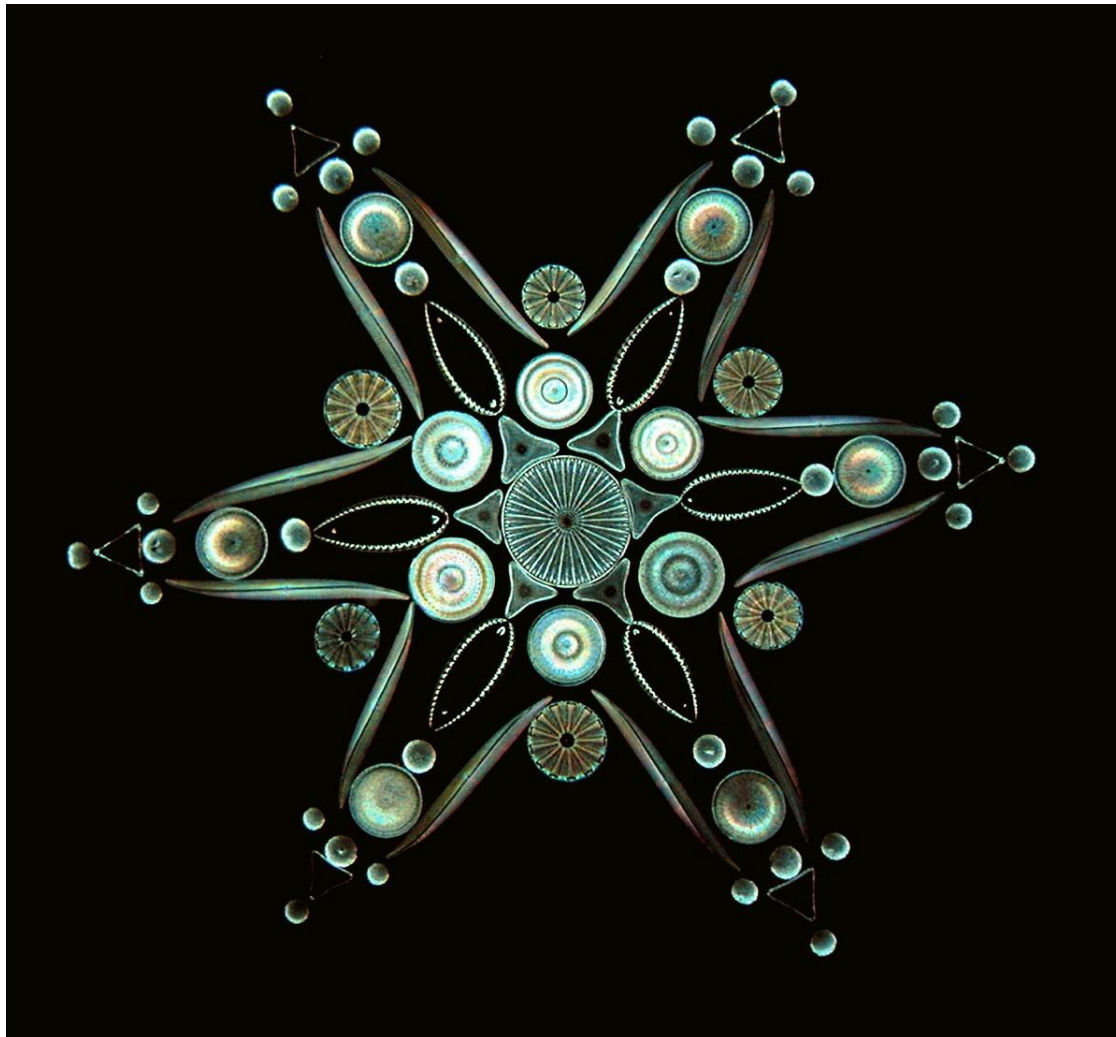
Φυτοπλαγκτόν: Διάτομα



Βασικό χαρακτηριστικό: Υαλώδης θήκη (SiO_2) με δύο θυρίδες

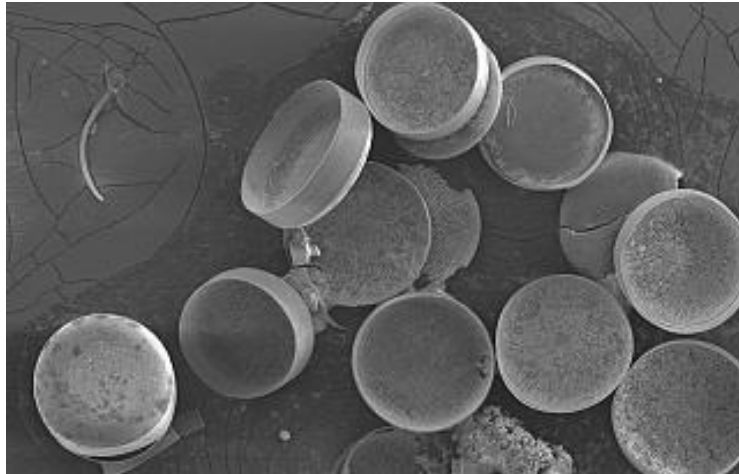
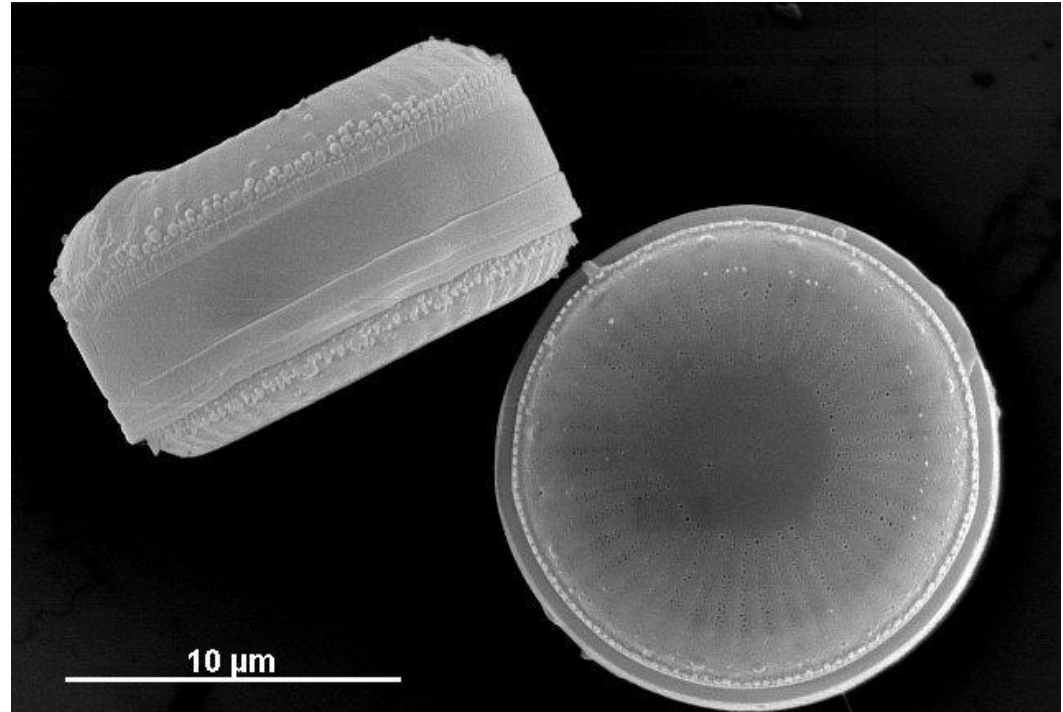
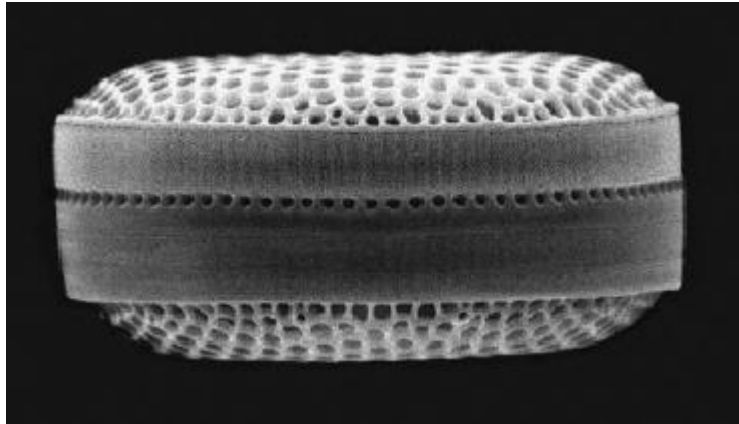


Φυτοπλαγκτόν: Διάτομα





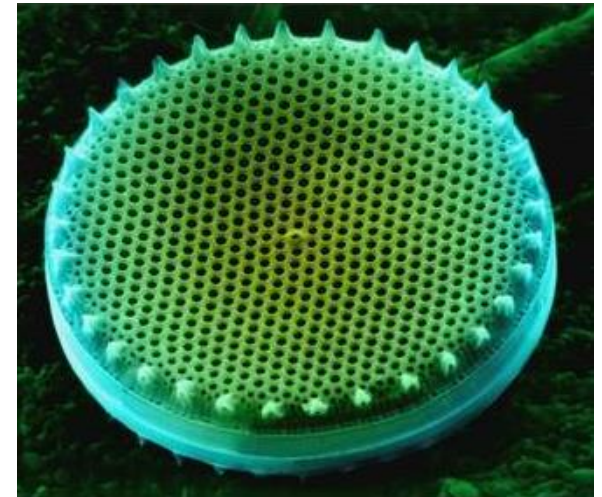
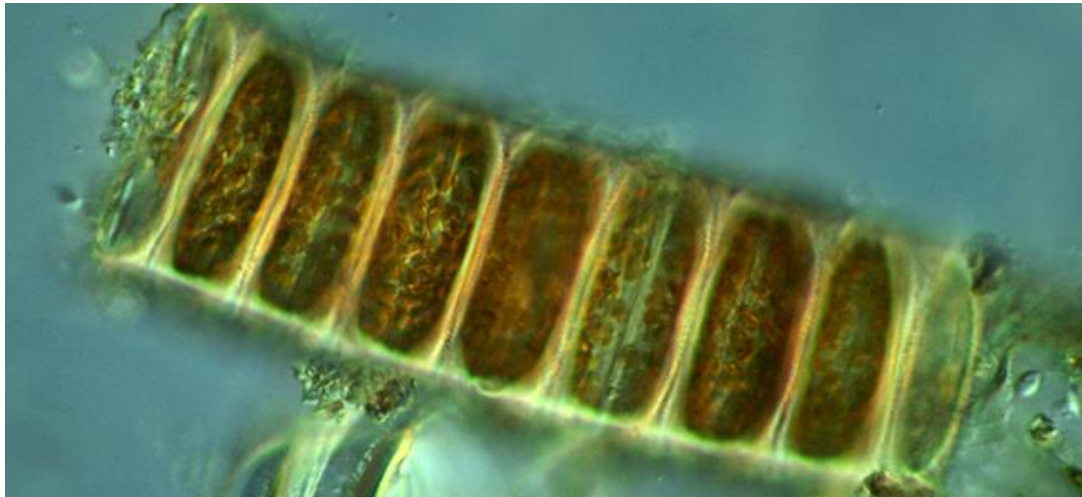
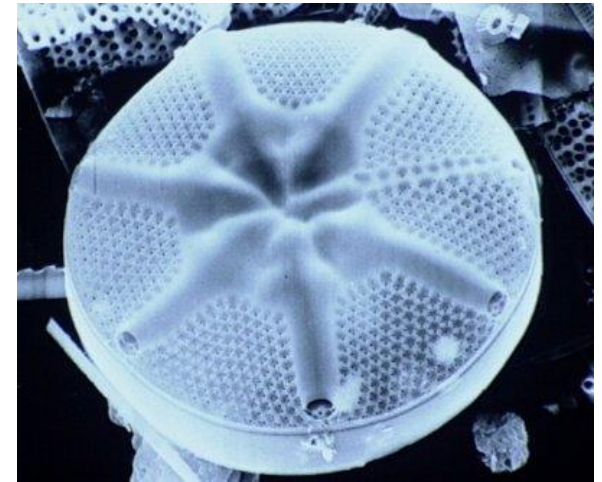
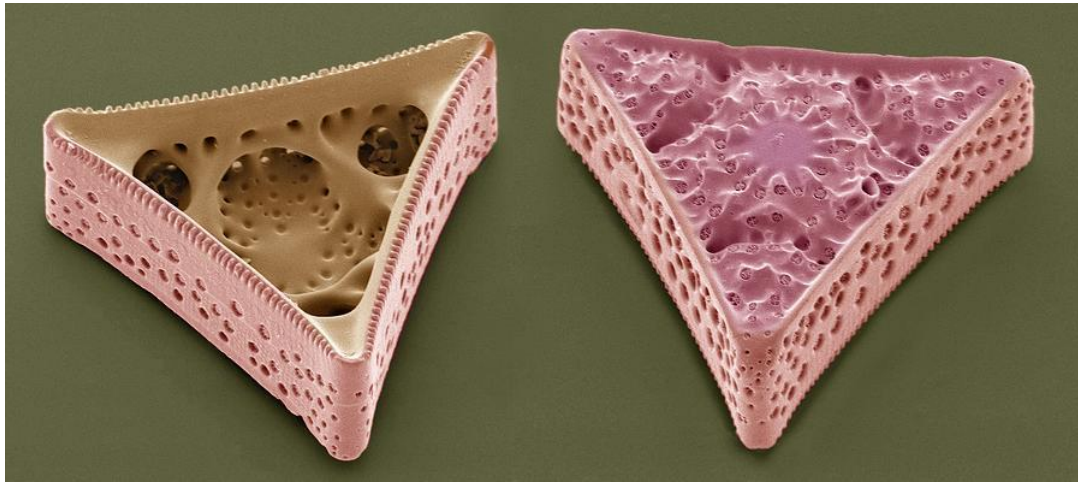
Φυτοπλαγκτόν: Διάτομα



Βασικό χαρακτηριστικό: Υαλώδης θήκη (SiO_2) με δύο θυρίδες

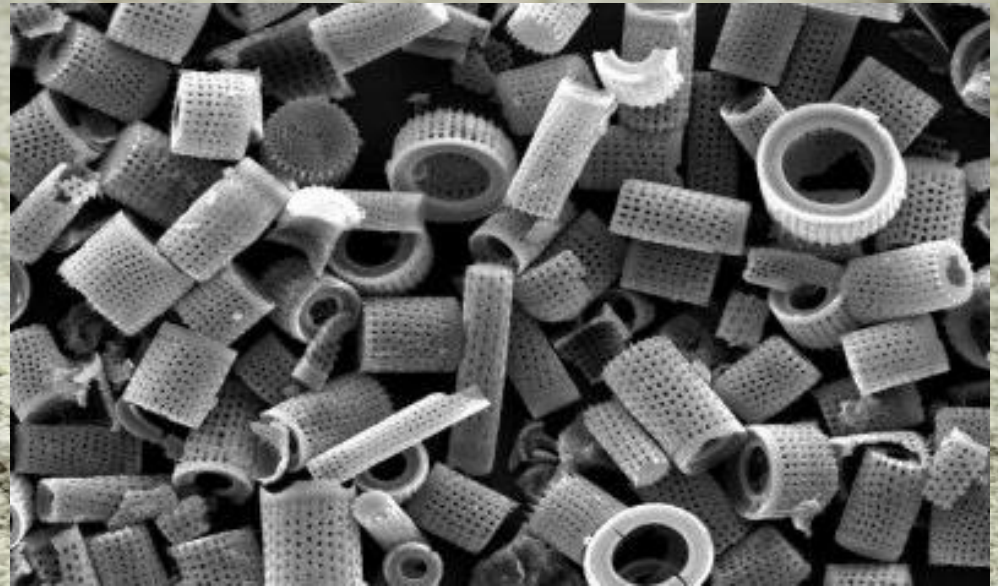


Φυτοπλαγκτόν: Διάτομα





Φυτοπλαγκτόν: Διάτομα

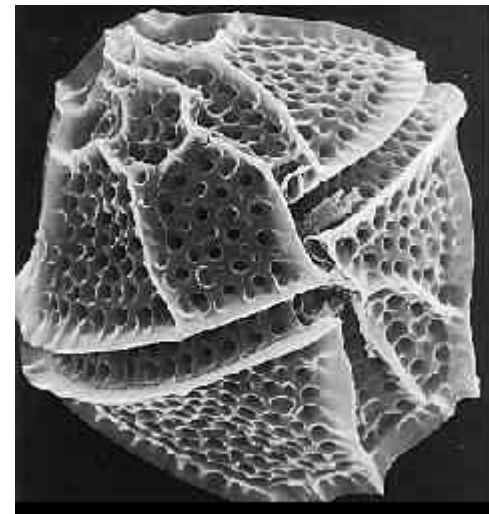


Γη διατόμων



Φυτοπλαγκτόν: Δινομαστιγωτά

- Δύο μαστίγια για μετακίνηση
- Πλάκες από κυτταρίνη
- Συνήθως μονήρη
- Αναπαραγωγή με απλή διαίρεση





Φυτοπλαγκτόν: Δινομαστιγωτά

- Ζωοξανθέλλες
- Βιοφωρισμός





Φυτοπλαγκτόν: Δινομαστιγωτά

Τοξικότητα → ερυθρές παλίρροιες

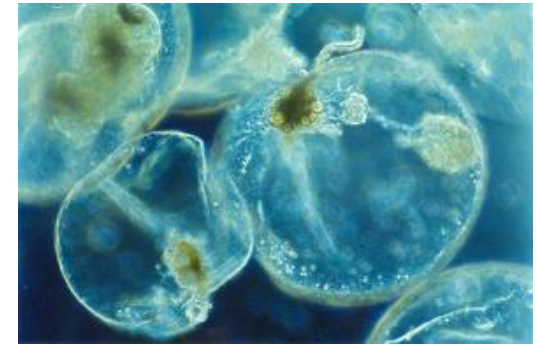




Φυτοπλαγκτόν: Δινομαστιγωτά

Τοξικότητα → ερυθρές παλίρροιες

Απρίλιος 2017

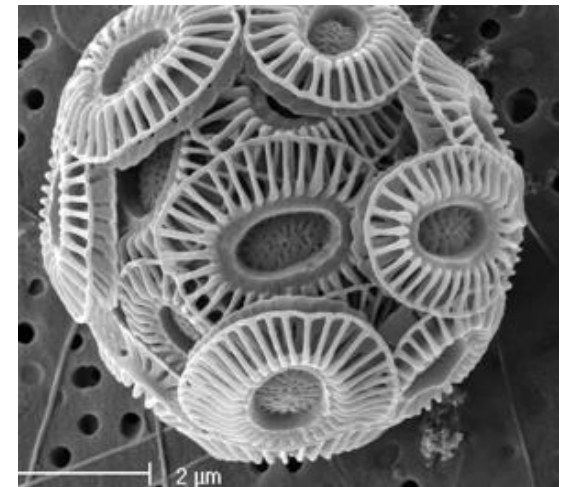


Noctiluca scintillans



Το Μικρότερο Φυτοπλαγκτόν

- Προχλωρόφυτα
~10⁶ κύτταρα/ml
1/3 της χλωροφύλλης α στην
ανοιχτή θάλασσα
- Κοκκολιθοφόρα
- Κυανοβακτήρια
ερυθρές παλίρροιες





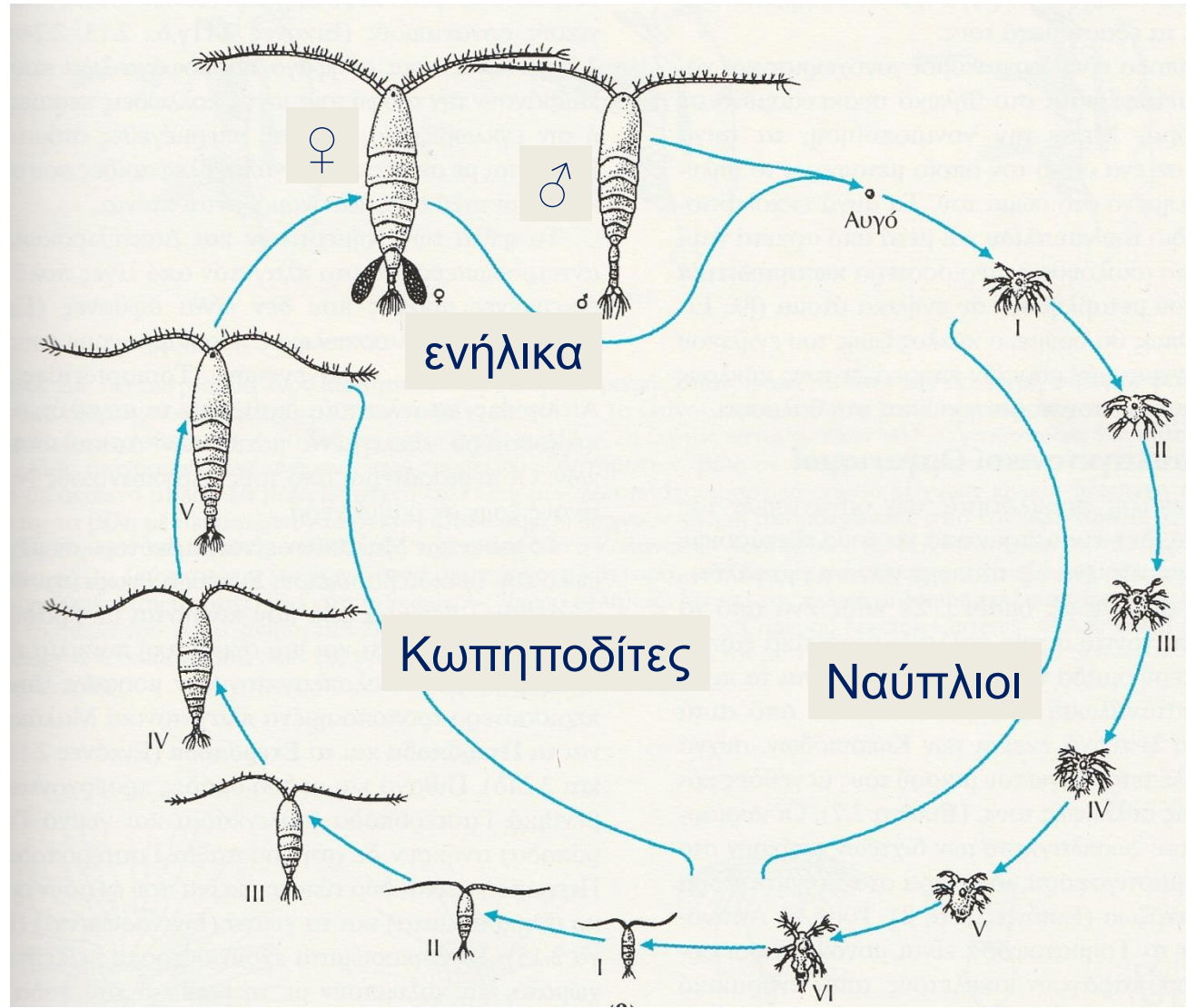
Ζωοπλαγκτόν: κωπήποδα

Φύλο: Αρθρόποδα, υπόφυλο: Καρκινοειδή





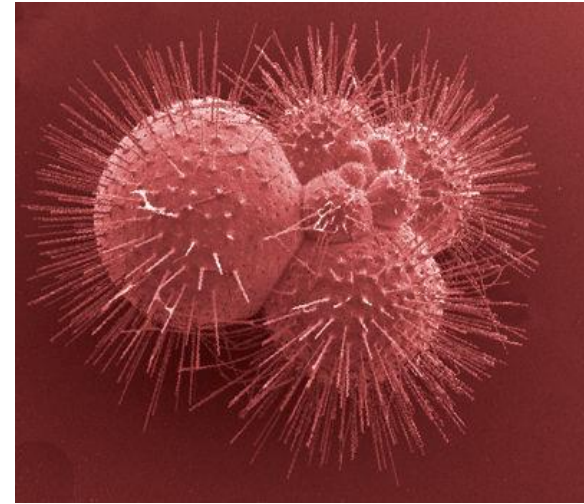
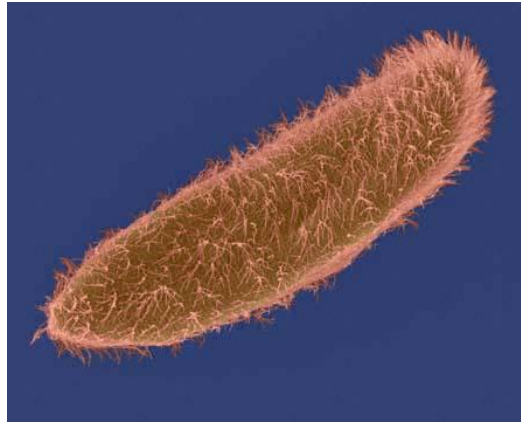
Ζωοπλαγκτόν: κωπήποδα



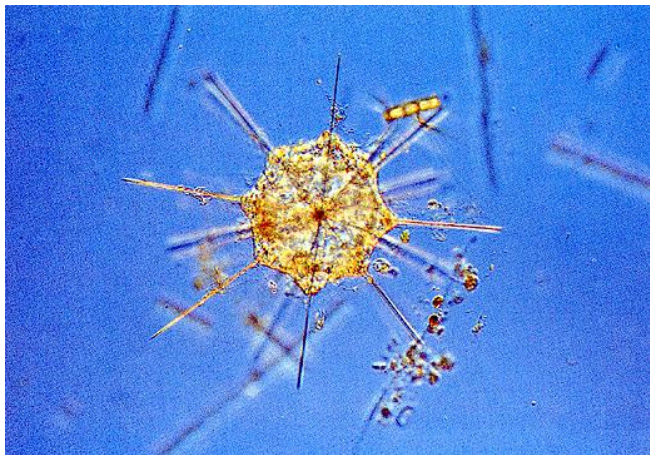


Άλλοι ζωοπλαγκτονικοί οργανισμοί

πρωτόζωα



Τρηματοφόρα (σκελετός από CaCO_3)



Ακτινόζωα (σκελετός από SiO_2)

Ιλύς τρηματοφόρων
Ιλύς ακτινοζώων



Άλλοι ζωοπλαγκτονικοί οργανισμοί

Κνιδόζωα



Rhizostoma pulmo



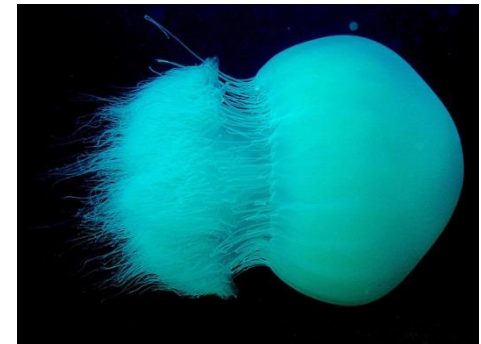
Cotylorhiza tuberculata



Pelagia noctiluca



Aurelia aurita



Rhopilema nomadica



Άλλοι ζωοπλαγκτονικοί οργανισμοί

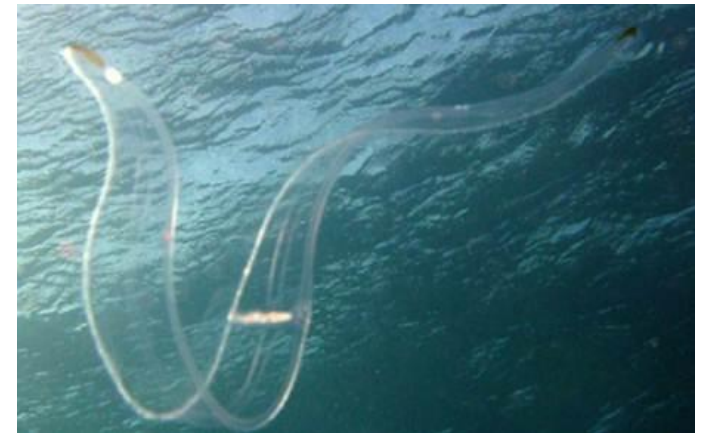
Κτενοφόρα



Mnemiopsis leidyi



Beroe ovata



Cestum veneris



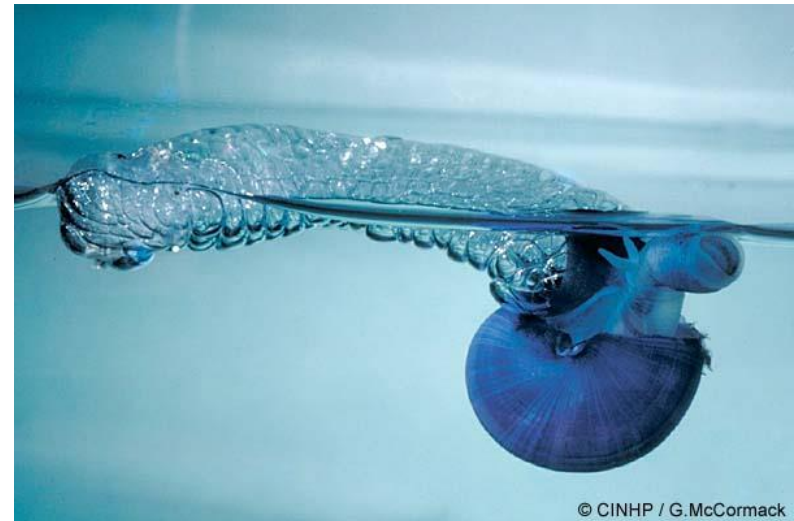
Jellyfish: ζελατινώδεις πλαγκτονικοί οργανισμοί - Κνιδάρια+Κτενοφόρα





Άλλοι ζωοπλαγκτονικοί οργανισμοί

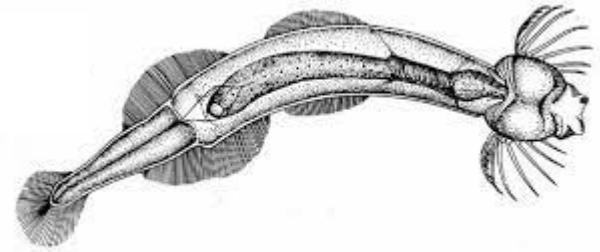
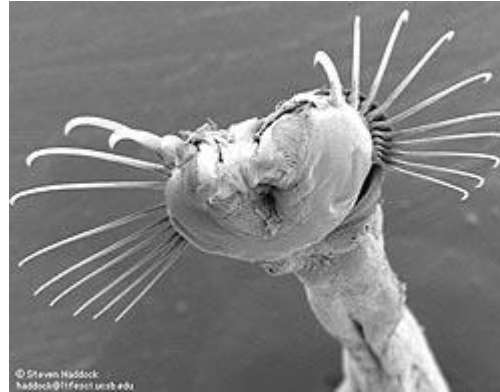
μαλάκια



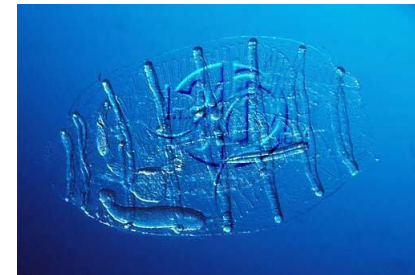


Άλλοι ζωοπλαγκτονικοί οργανισμοί

χαιτόγναθοι



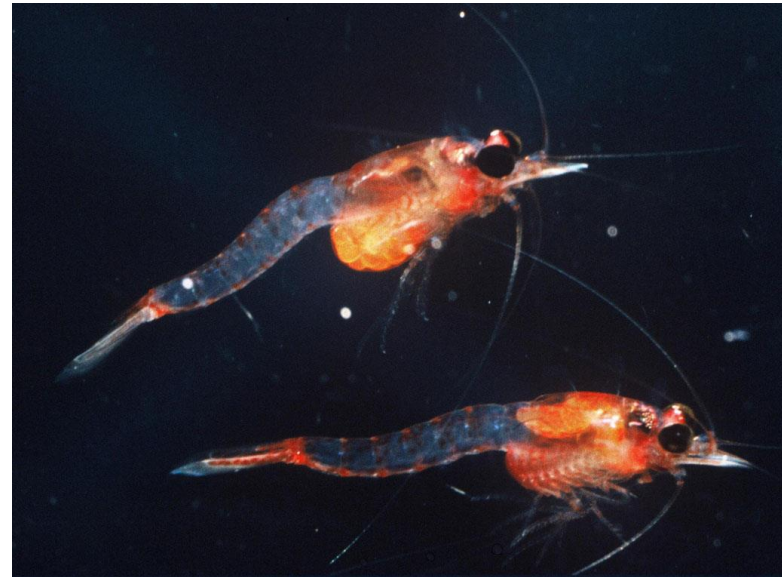
Χορδωτά:
Θαλαιοειδή
Κωπηλάτες





Άλλοι ζωοπλαγκτονικοί οργανισμοί

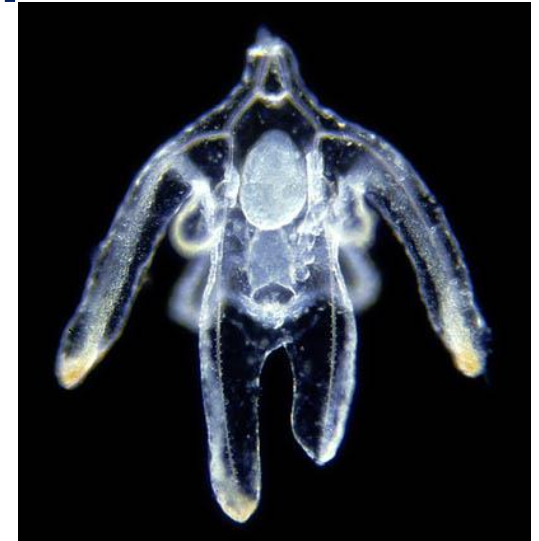
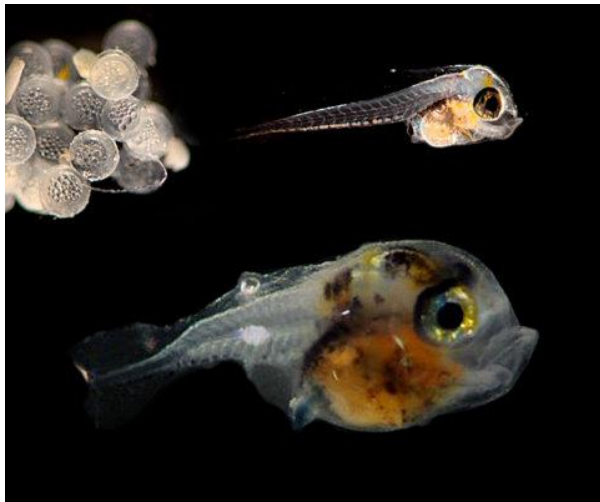
Άλλα καρκινοειδή





Άλλοι ζωοπλαγκτονικοί οργανισμοί

Μεροπλαγκτόν





Μηχανισμοί πλευστότητας

Ανάγκη παραμονής στην εύφωτη ζώνη

Φυτοπλαγκτόν → αβαθή νερά – φωτοσύνθεση

Ζωοπλαγκτόν → αβαθή νερά – τροφή

.....το πρόβλημα

- Κύτταρα & Ιστοί βαρύτεροι από νερό
- Όστρακα & Σκελετοί πυκνότεροι από νερό

.....Η λύση

- Αύξηση αντίστασης στο νερό – αργή βύθιση
- Αυξημένη πλευστότητα



Μηχανισμοί πλευστότητας

Πρόβλημα: κύτταρα, ιστοί → μεγαλύτερη πυκνότητα από του νερού

Βασικές αρχές

πυκνότητα νερού = $f_1 (T, s)$

ιξώδες = $f_2 (T, s)$

σχήμα σώματος

$$SR = \frac{w_1 - w_2}{s_1(R)s_2(V_w)}$$

SR: ρυθμός βύθισης

W_1 : πυκνότητα οργανισμού

W_2 : πυκνότητα νερού

$W_1 - W_2$: υπερβάλλον βάρος

R: επιφάνεια αντίστασης

V_w : ιξώδες νερού



Μηχανισμοί πλευστότητας

- Ελάττωση πυκνότητας

$$SR = \frac{w_1 - w_2}{s_1(R)s_2(V_w)}$$

Αντικατάσταση βαρέων ιόντων

π.χ. NH_4Cl σε κάποια δινόμαστιγωτά

$\text{Cl}^- \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$ σε σάλπες, κτενοφόρα

Υγρά χαμηλής πυκνότητας (λίπη-έλαια)

Όργανα πλεύσης με αέριο





Μηχανισμοί πλευστότητας

- Αύξηση επιφάνειας αντίστασης

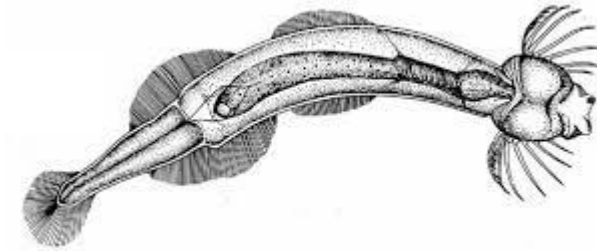
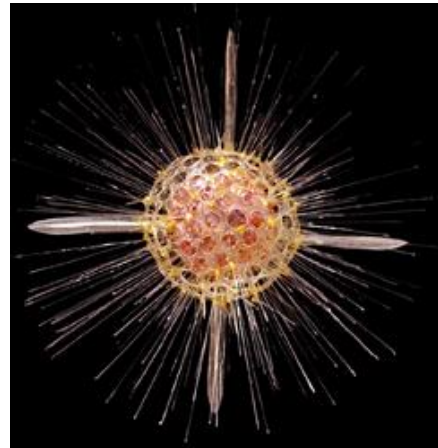
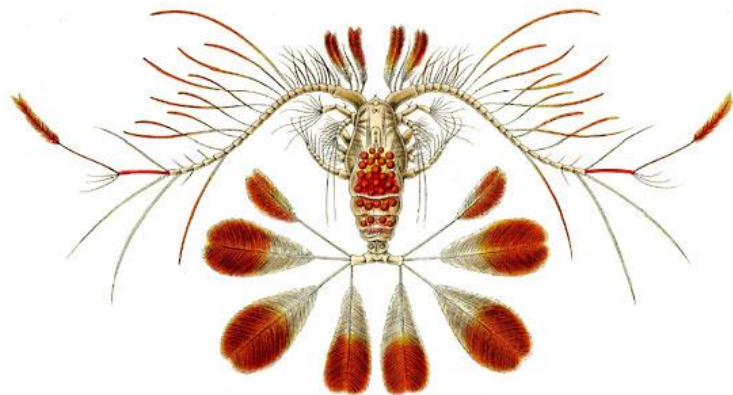
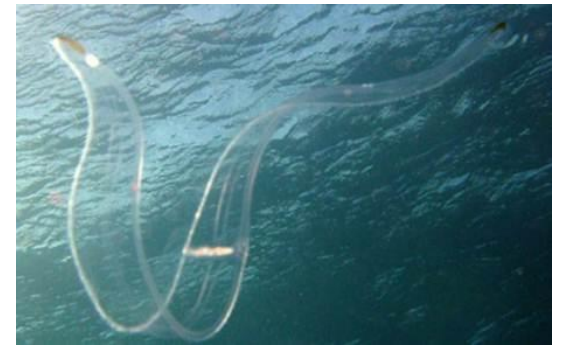
Μικρό μέγεθος

επιφάνεια \rightarrow \wedge^2 , όγκος \rightarrow \wedge^3

Σχήμα σώματος (πεπλατυσμένο)

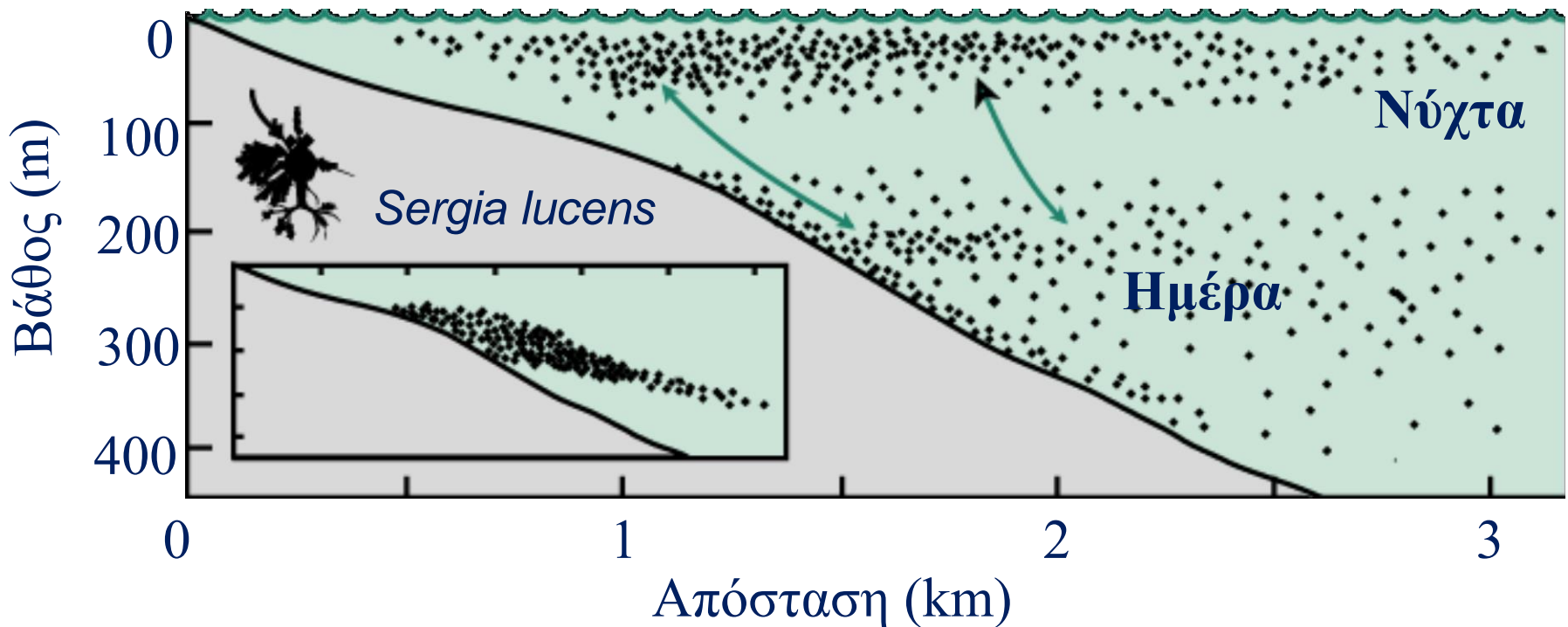
Άκανθες, προεκτάσεις

$$SR = \frac{W_1 - W_2}{s_1(R)s_2(V_w)}$$





Κάθετες νυχθήμερες μεταναστεύσεις



- ευρέως παρατηρούμενο φαινόμενο
- κατάδυση πριν την αυγή – ανάδυση πριν τη δύση
- φως → κύριο ερέθισμα



Κάθετες νυχθήμερες μεταναστεύσεις

- δύσκολο να ερμηνευθούν
- τεράστιες αποστάσεις - μεγάλο ενεργειακό κόστος
- περιοριστικοί παράγοντες
 - Φως
 - Θερμοκρασία
 - Πυθμένας



Αιτίες κάθετων μεταναστεύσεις

1^η υπόθεση: αποφυγή δυνατού φωτός

- Αποφυγή βλάβης από δυνατό φως
- **Όμως:** μετανάστευση σε βάθη πολύ μεγαλύτερα από εκείνα στα οποία το φως θα προκαλούσε βλάβη



Αιτίες κάθετων μεταναστεύσεις

2^η υπόθεση: επανάκαμψη των φυτοπλαγκτονικών πυκνοτήτων

- Προϋποθέτει «συνεργασία» μεταξύ ειδών
- Η φυσική επιλογή θα ευνοούσε τους «απατεώνες»



Αιτίες κάθετων μεταναστεύσεις

3^η υπόθεση: εξοικονόμηση ενέργειας

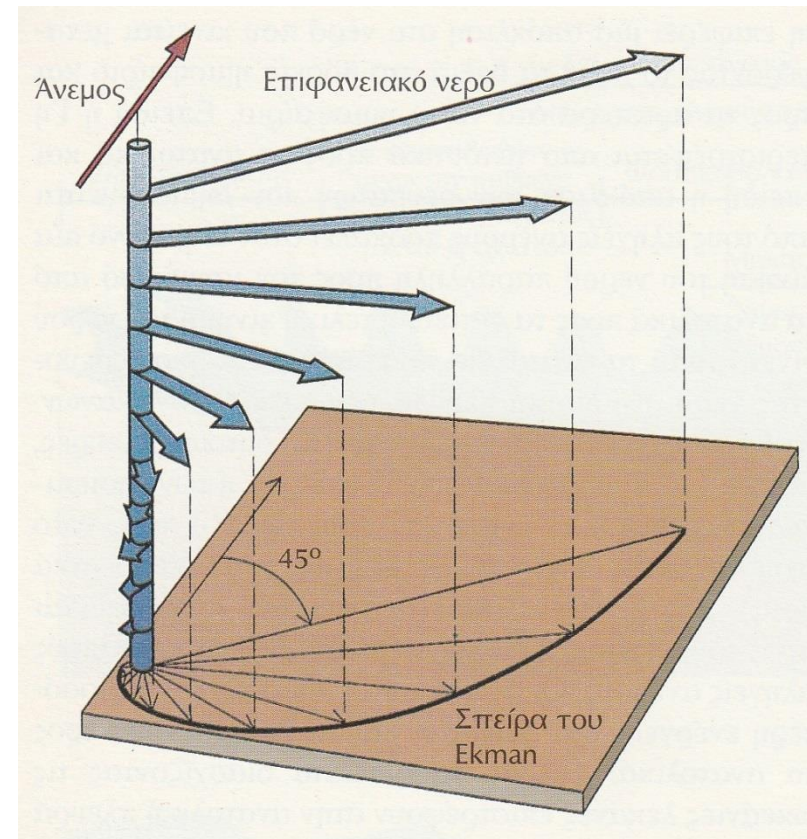
- Η αποφυγή των θερμών επιφανειακών στρωμάτων κατά τη διάρκεια της ημέρας εξοικονομεί ενέργεια
- Έχει επιβεβαιωθεί από εκτιμήσεις ενεργειακών ισοζυγίων
- Χαμηλότερος μεταβολισμός
- Μεγαλύτερο ιξώδες – μικρότερο κόστος κολύμβησης
- Διαφοροποίηση τροπικών – πολικών περιοχών



Αιτίες κάθετων μεταναστεύσεις

4^η υπόθεση: ανάμιξη επιφανειακών στρωμάτων

- Επιστροφή σε καινούργιες μάζες νερού
- Εκμετάλλευση νέων πηγών φυτοπλαγκτού
- Ανάμιξη πληθυσμών





Αιτίες κάθετων μεταναστεύσεις

5^η υπόθεση: αποφυγή θήρευσης

- Αποφυγή «οπτικής» θήρευσης
- Έχει επιβεβαιωθεί σε λίμνες χωρίς θηρευτές
- Περιπτώσεις αναστροφής της μετανάστευσης



Πρωτογενής παραγωγή & παραγωγικότητα



Πρωτογενής παραγωγή (μικτή)

Ποσό οργανικού υλικού που παράγεται κατά τη φωτοσύνθεση

αναπνοή

Καθαρή πρωτογενής παραγωγή

Μονάδες: gC/m²

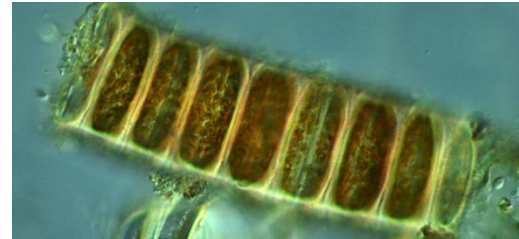
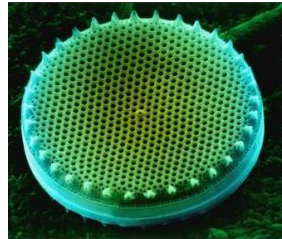
Πρωτογενής παραγωγικότητα: ρυθμός 1γενούς παραγωγής (gC/m²/έτος)

Σταθμεύουσα Βιομάζα



Παραδείγματα οργανισμών που φωτοσυνθέτουν

Πελαγικό φυτοπλαγκτόν



95%

Θαλάσσιας
παραγωγής

Βενθικά μικροφύκη



Βενθικά μακροφύκη

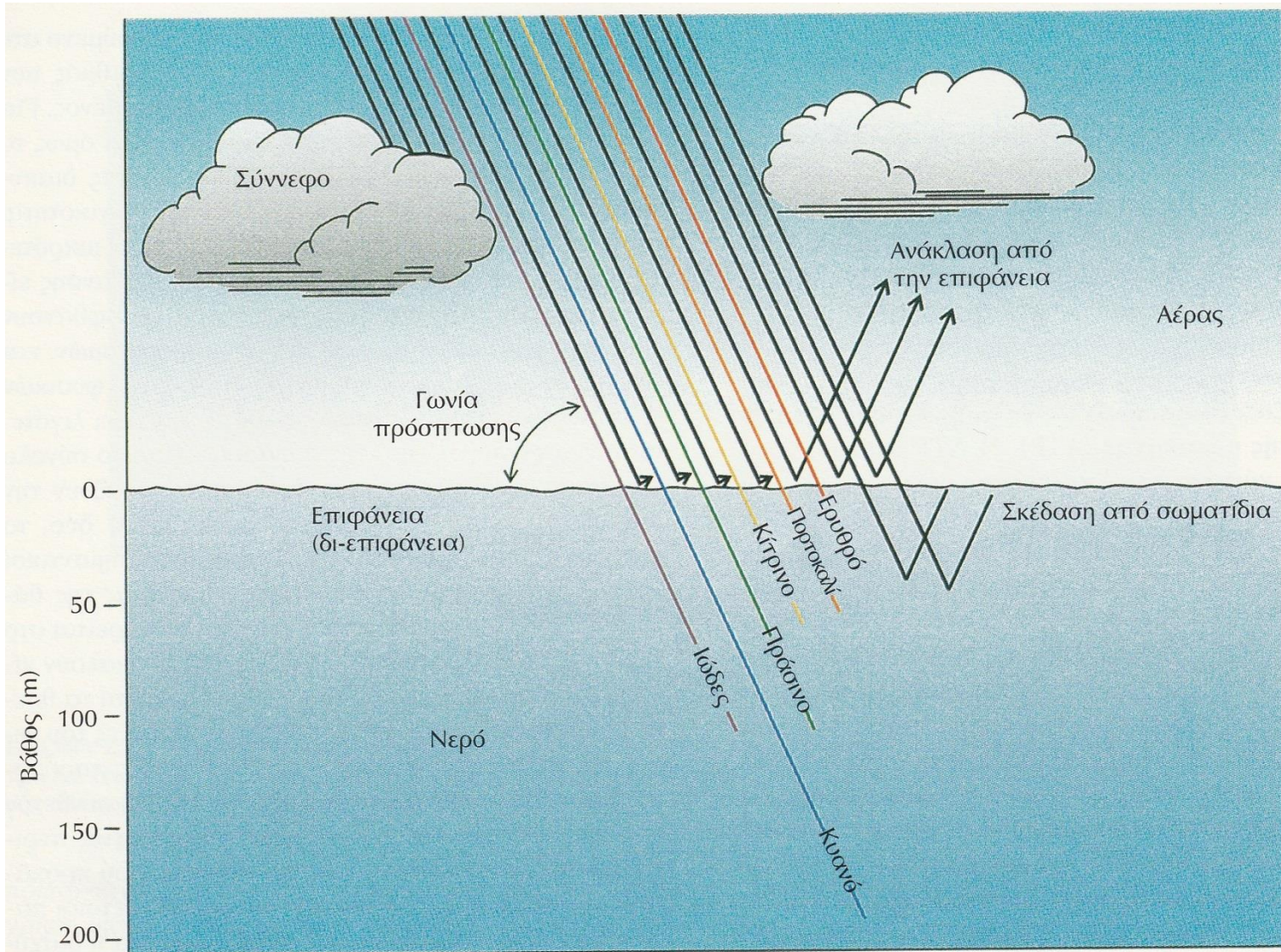
Ανώτερα φυτά



Συμβιωτικά φύκη

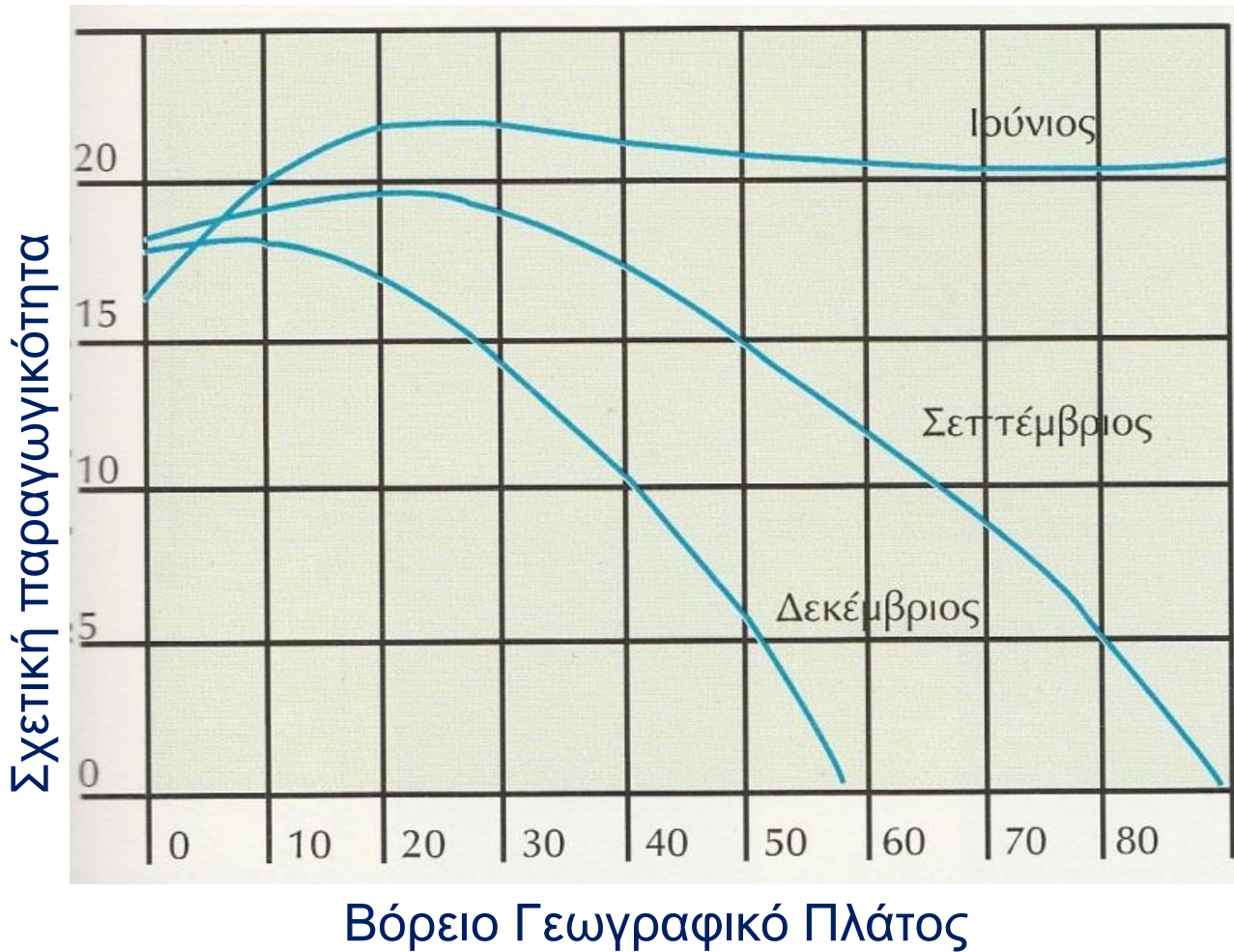


Παράγοντες που επηρεάζουν την Πρωτογενή Παραγωγικότητα: **ΦΩΣ**



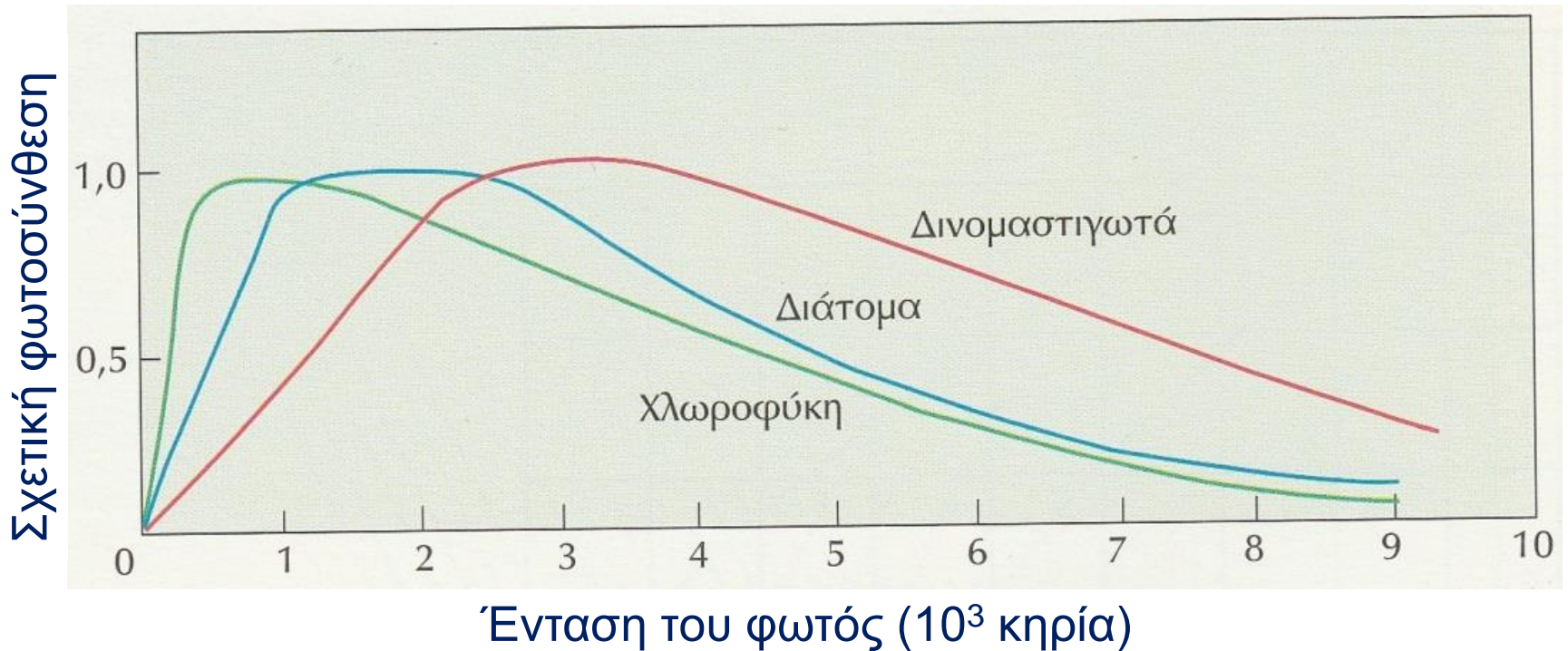


Παράγοντες που επηρεάζουν την
Πρωτογενή Παραγωγικότητα: **ΦΩΣ**



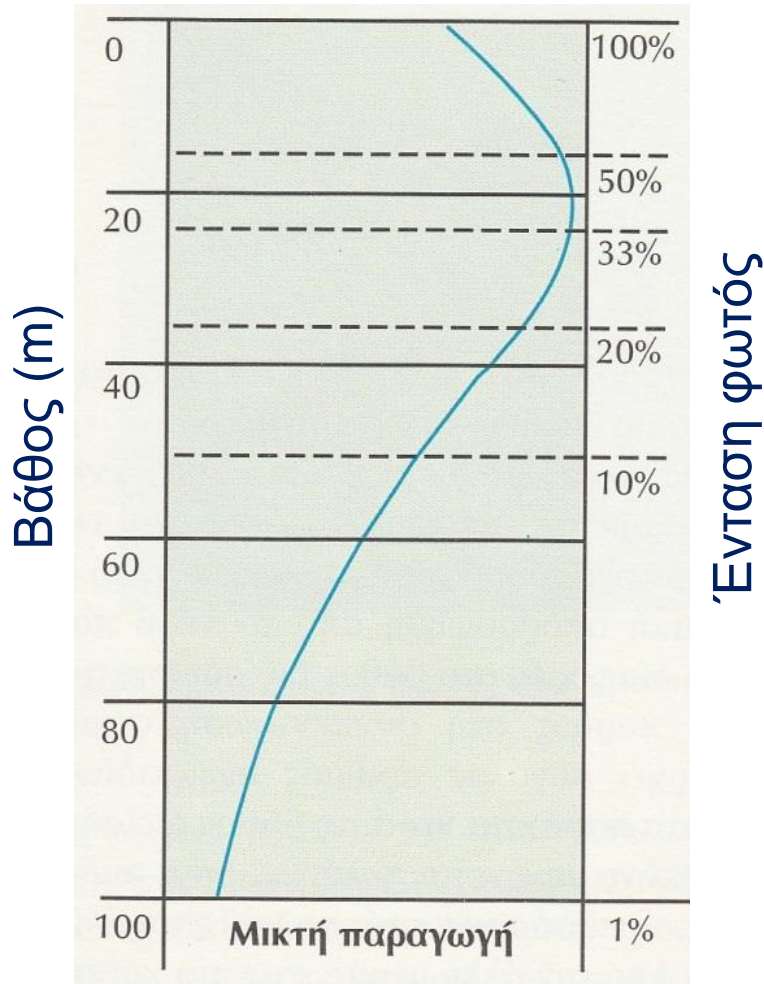


Παράγοντες που επηρεάζουν την
Πρωτογενή Παραγωγικότητα: **ΦΩΣ**





Παράγοντες που επηρεάζουν την
Πρωτογενή Παραγωγικότητα: **ΦΩΣ**



$$I_z = I_0 e^{-kz}$$

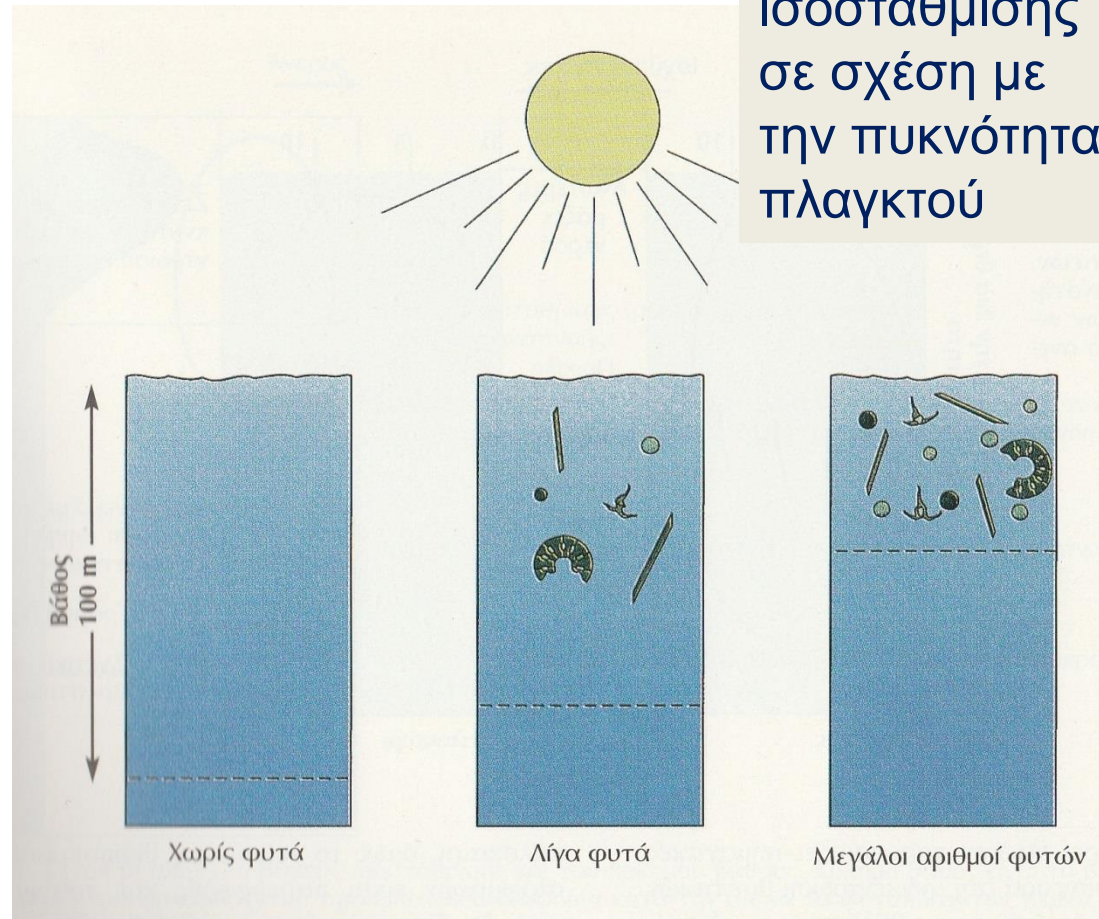
k: συντελεστής
εξάλλειψης



Παράγοντες που επηρεάζουν την Πρωτογενή Παραγωγικότητα: **ΦΩΣ**

- Βάθος ισοστάθμισης
 - Ένταση ισοστάθμισης
- ~1% προσπίπτουσας ακτινοβολίας

Βάθος ισοστάθμισης σε σχέση με την πυκνότητα πλαγκτού





Παράγοντες που επηρεάζουν την
Πρωτογενή Παραγωγικότητα: **Θρεπτικά Άλατα**

Κύρια θρεπτικά άλατα:



Για τα διάτομα: Si

Άλλα σε μικρές ποσότητες: π.χ. Fe

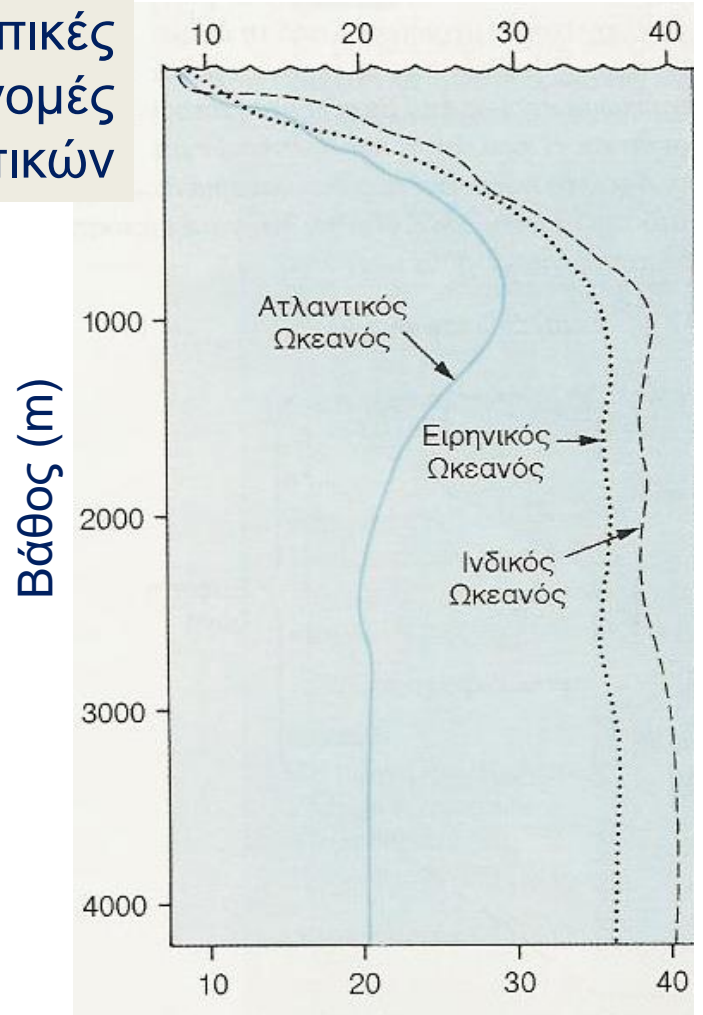
	<u>Ξηρά</u>	<u>Θάλασσα</u>
περιεκτικότητα σε N	0.5%	0.00005%
σε 1 m ³ επάρκεια για παραγωγή	50 kg	5 g



Παράγοντες που επηρεάζουν την Πρωτογενή Παραγωγικότητα: **Θρεπτικά Άλατα**

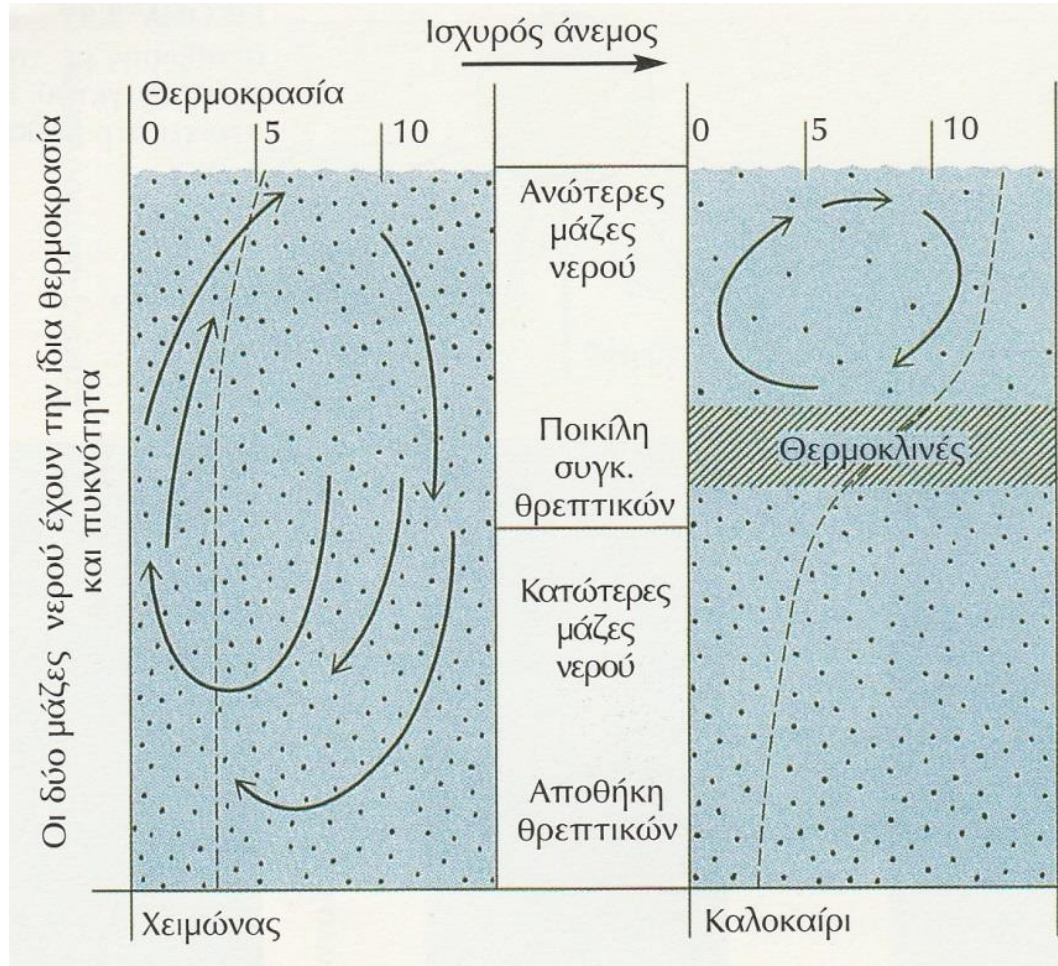


Τυπικές κατανομές θρεπτικών





Παράγοντες που επηρεάζουν την Πρωτογενή Παραγωγικότητα: **Θρεπτικά Άλατα**

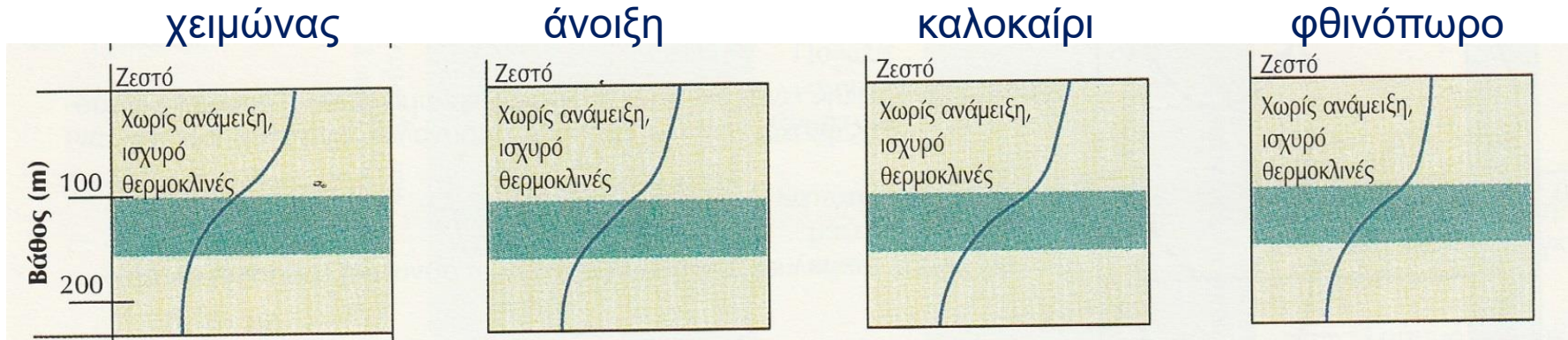




Παράγοντες που επηρεάζουν την Πρωτογενή Παραγωγικότητα: **Θρεπτικά Άλατα**

εποχικοί κύκλοι πρωτογενούς παραγωγικότητας

Τροπικές περιοχές

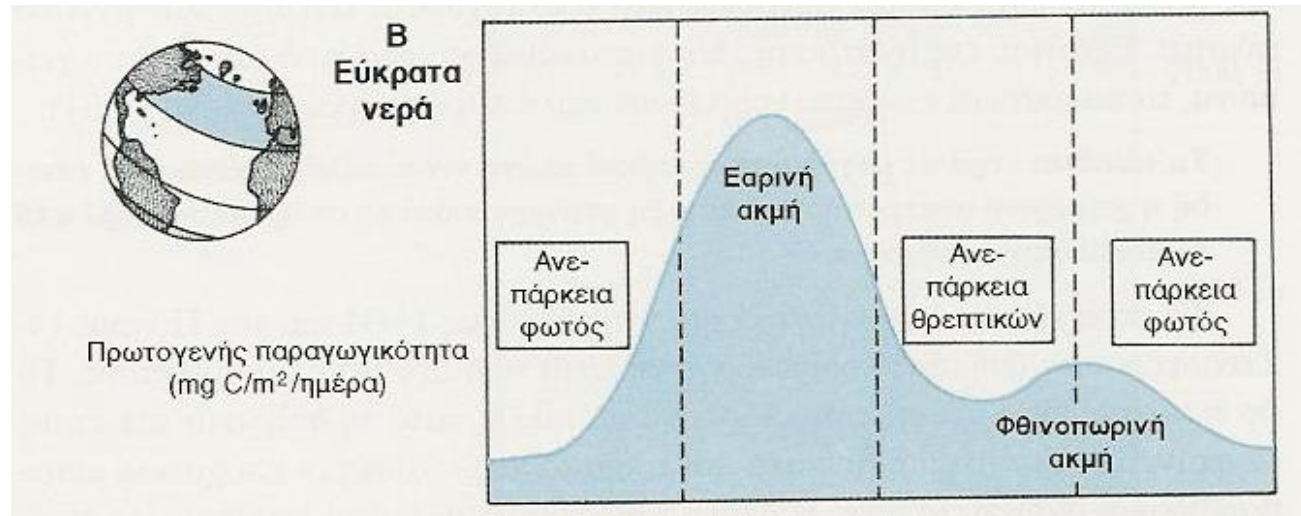




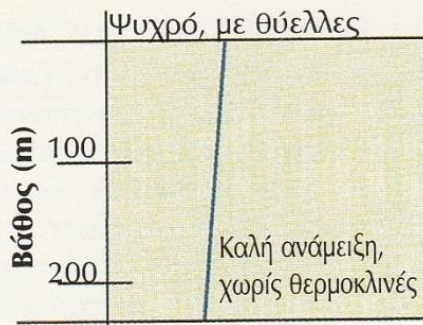
Παράγοντες που επηρεάζουν την Πρωτογενή Παραγωγικότητα: **Θρεπτικά Άλατα**

εποχικοί κύκλοι πρωτογενούς παραγωγικότητας

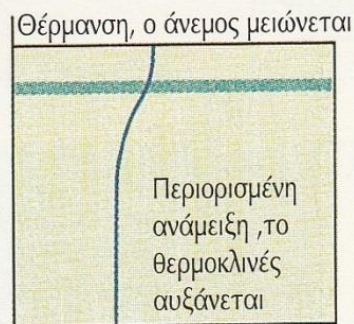
Εύκρατες περιοχές



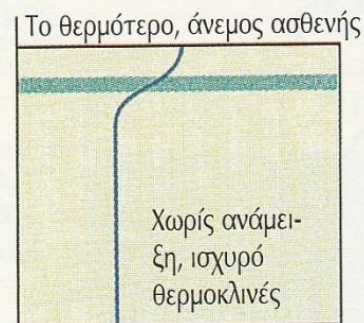
χειμώνας



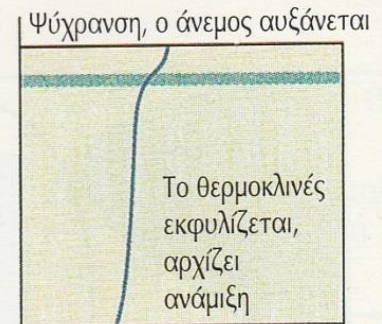
άνοιξη



καλοκαίρι



φθινόπωρο

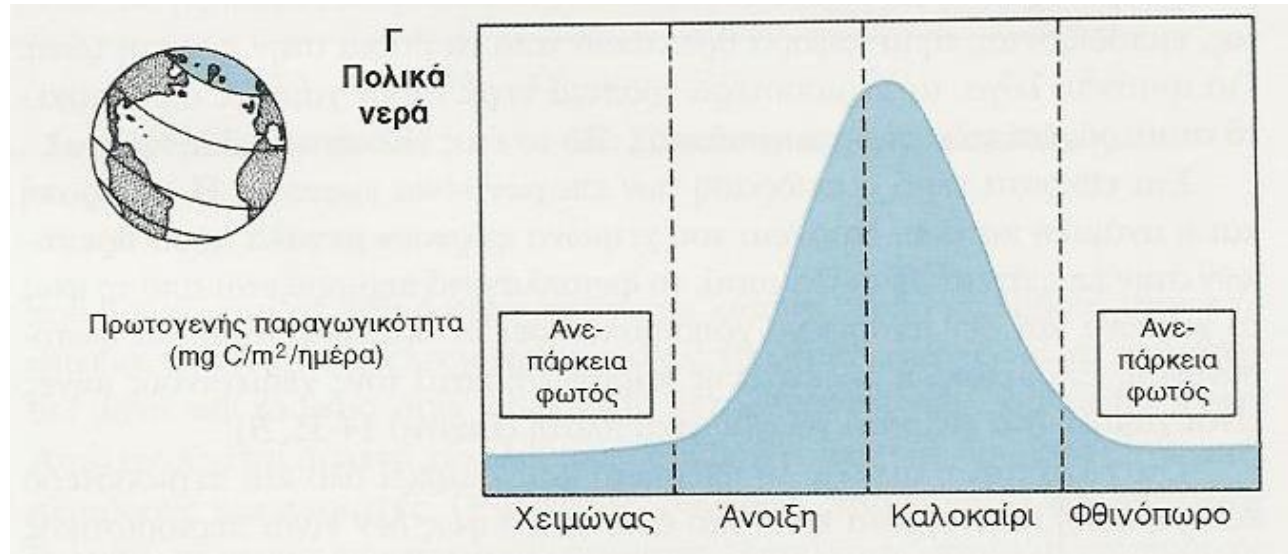




Παράγοντες που επηρεάζουν την Πρωτογενή Παραγωγικότητα: **Θρεπτικά Άλατα**

εποχικοί κύκλοι πρωτογενούς παραγωγικότητας

Πολικές περιοχές

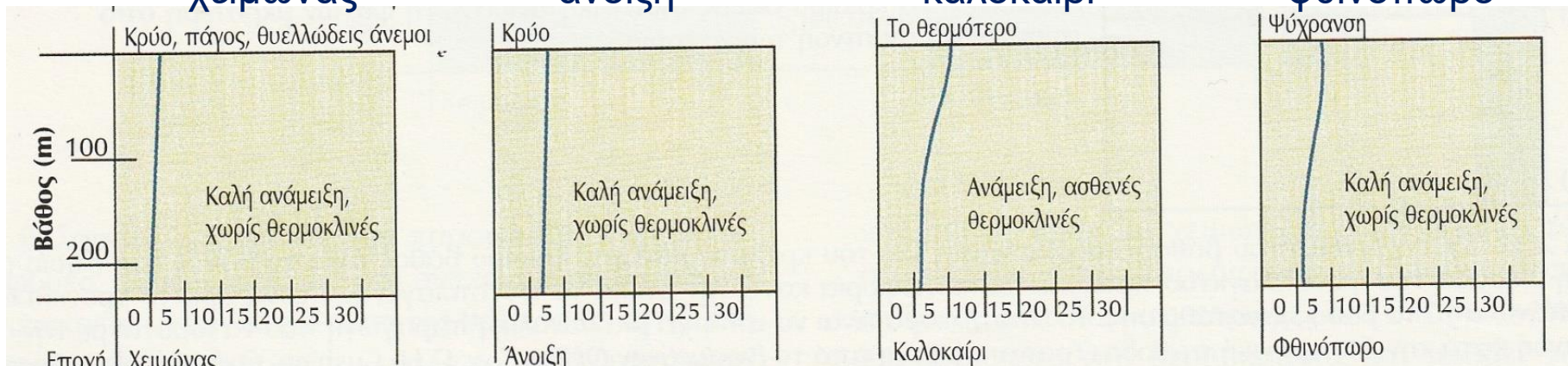


χειμώνας

άνοιξη

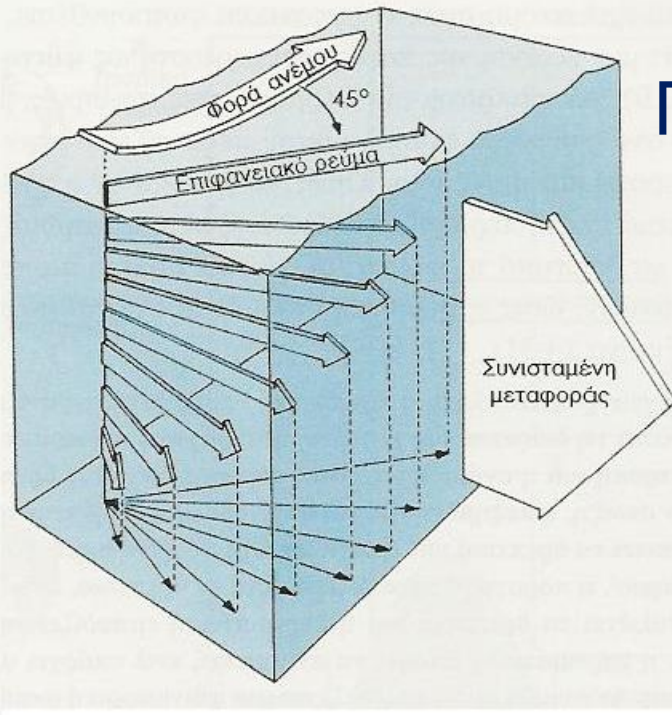
καλοκαίρι

φθινόπωρο

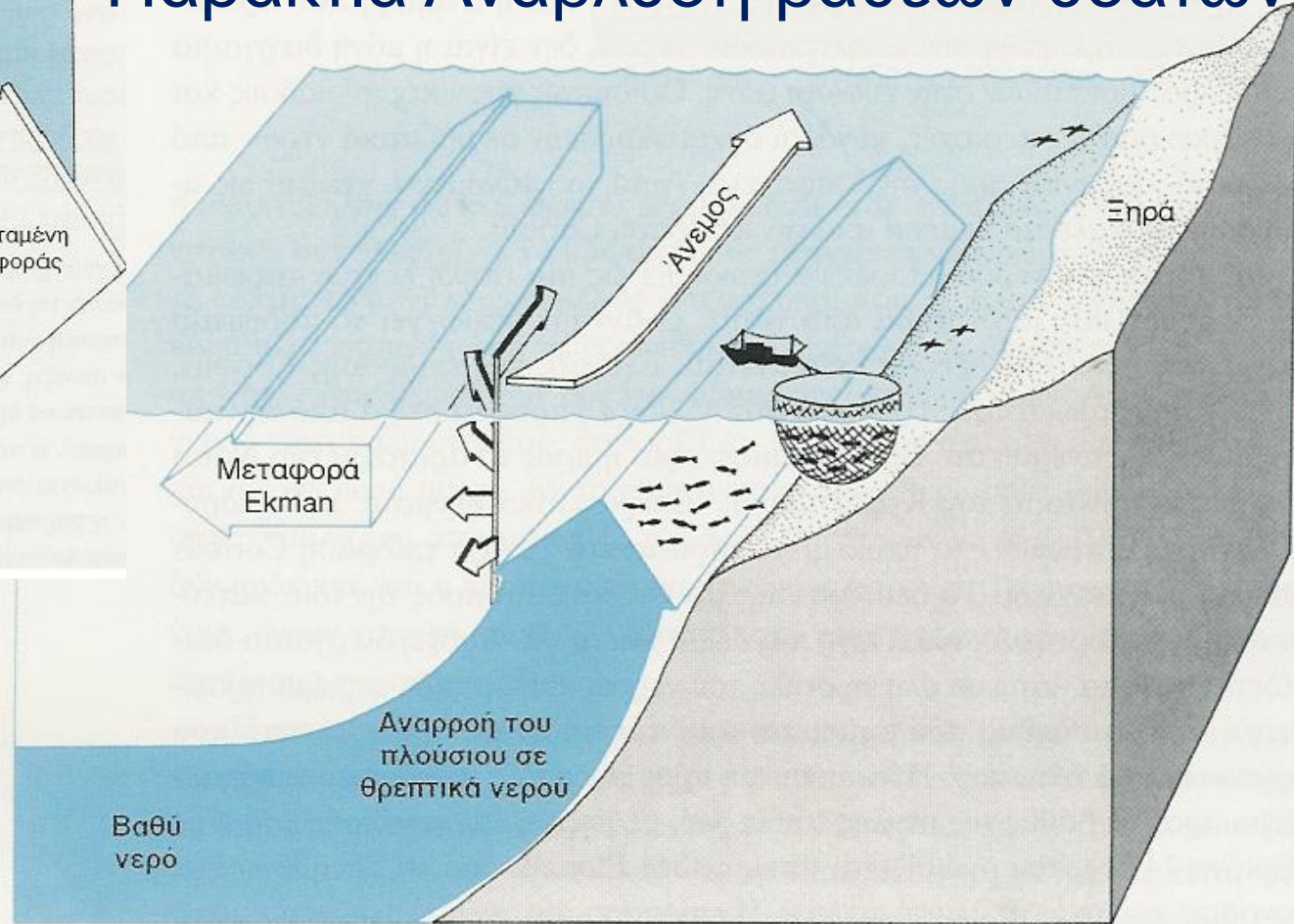




Παράγοντες που επηρεάζουν την Πρωτογενή Παραγωγικότητα: **Θρεπτικά Άλατα**



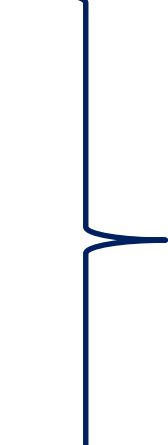
Παράκτια Ανάβλυση βαθέων υδάτων





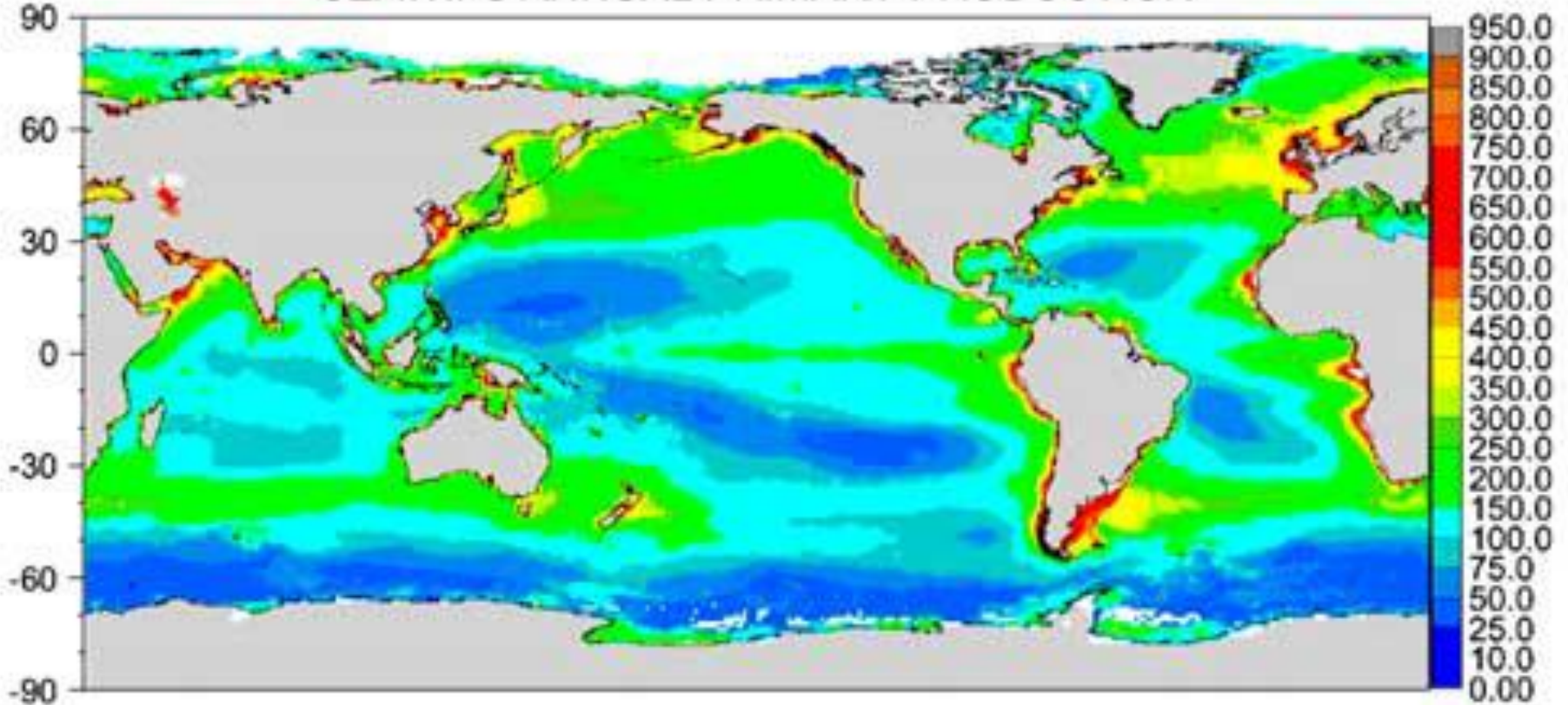
Παράγοντες που επηρεάζουν την Πρωτογενή Παραγωγικότητα: **Θρεπτικά Άλατα**

Διαφοροποίηση στις παράκτιες περιοχές:

- Στεριά → εισροή θρεπτικών
 - Μικρό βάθος (< κρίσιμο)
 - Όχι μόνιμο θερμοκλινές
 - Χερσογενή θρύμματα
- 
- Ψηλή παραγωγή το καλοκαίρι
 - > ανοιχτή θάλασσα
 - Επιφανειακά στρώματα μόνο
 - > μεταβλητότητα

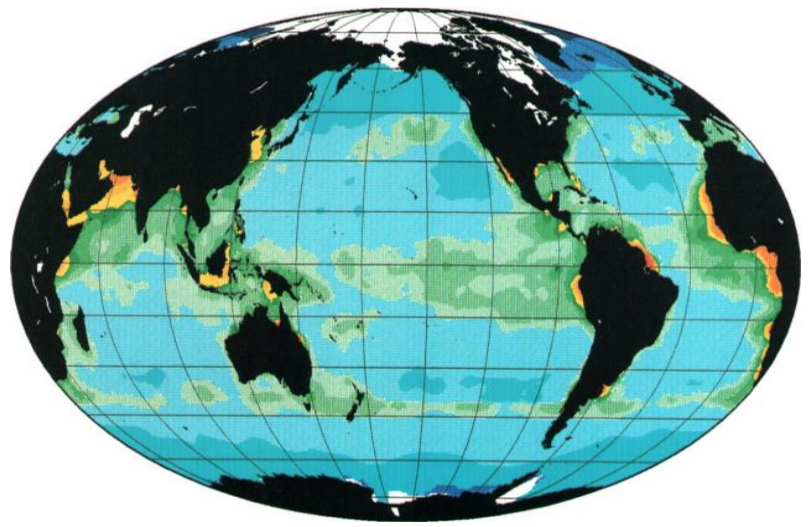


SEAWIFS ANNUAL PRIMARY PRODUCTION

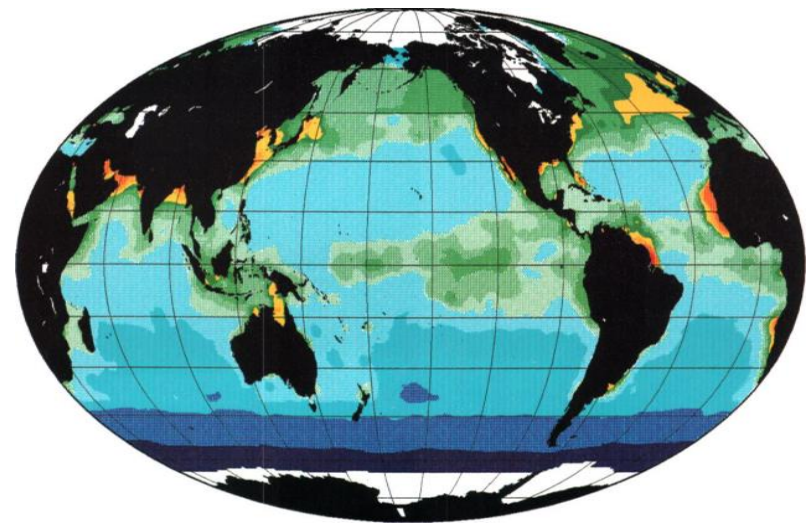


Μέση Ετήσια Πρωτογενής παραγωγή $g\ C/m^2/έτος$

Πηγή: *Gregg et al (2003), Geophysical Research Letters 30:1809*

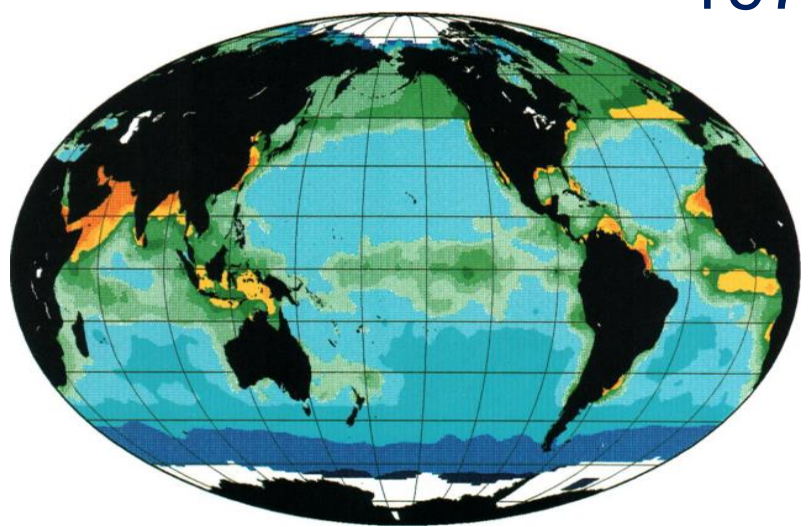


Ιανουάριος-Μάρτιος

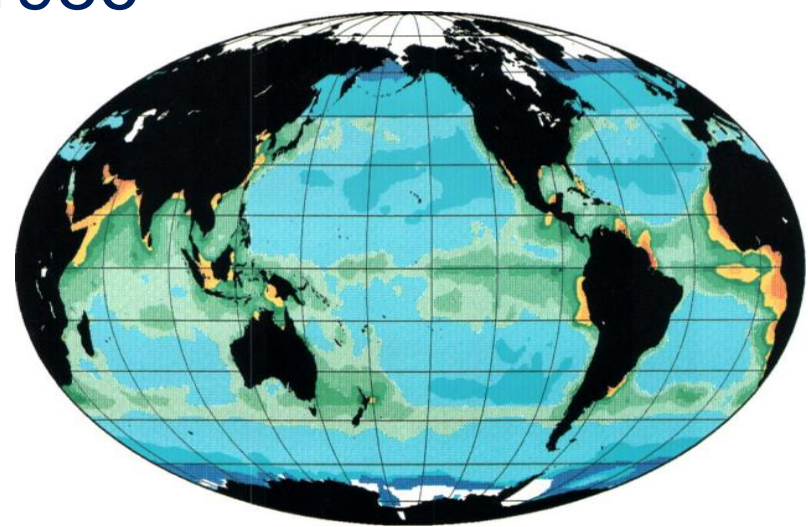


Απρίλιος-Ιούνιος

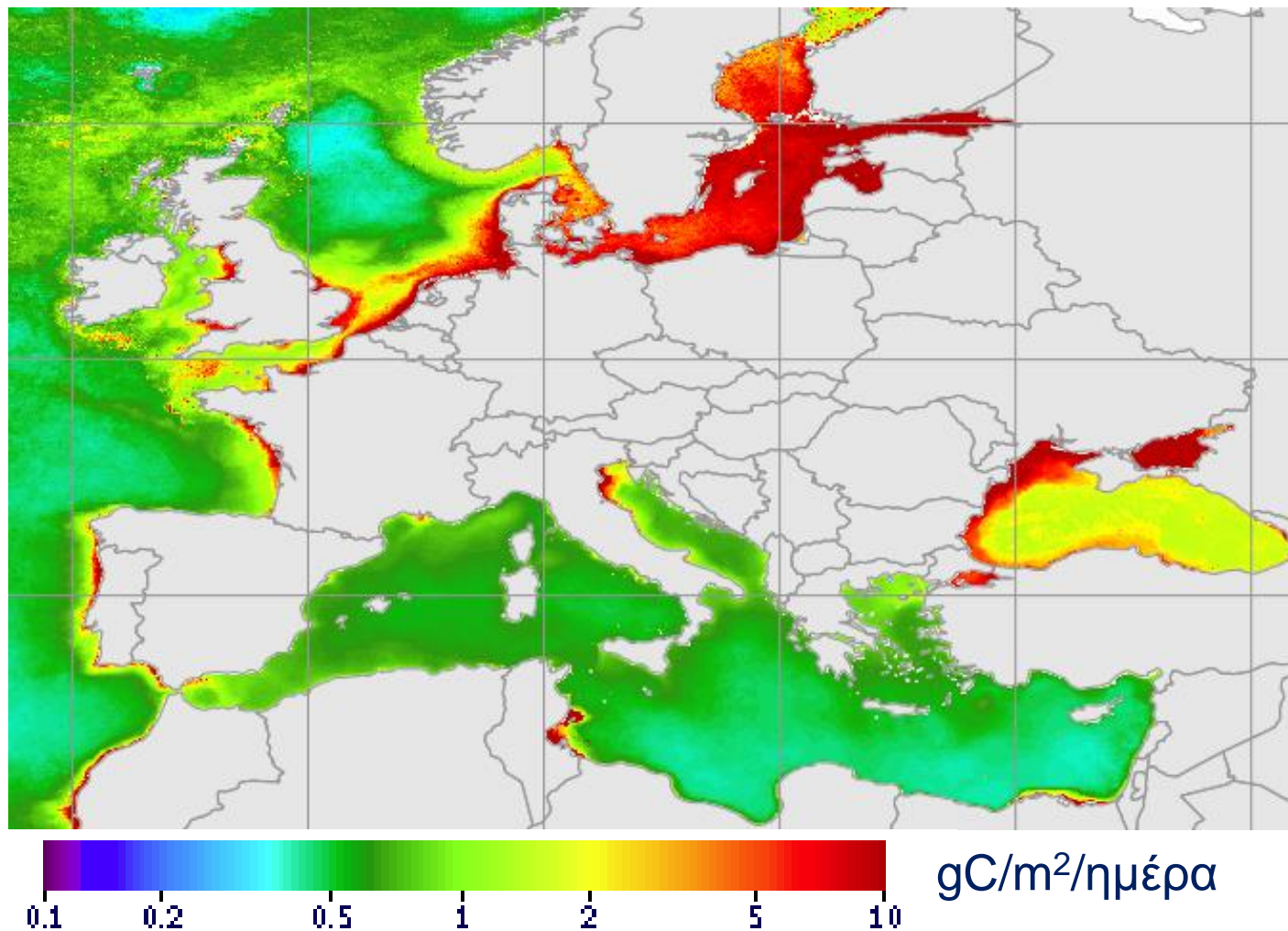
1978-1986



Ιούλιος-Σεπτέμβριος



Οκτώβριος-Δεκέμβριος



Πρωτογενής παραγωγή κατά τον μήνα Αύγουστο
πηγή: EMIS (<http://emis.jrc.ec.europa.eu/>)



Θαλάσσια Οικολογία: Πλαγκτόν & Πλαγκτονικές Βιοκοινωνίες



Στέλιος Κατσανεβάκης
Μυτιλήνη 2020