



Θαλάσσια Οικολογία: Βιολογία της Βαθιάς Θάλασσας



Στέλιος Κατσανεβάκης
Μυτιλήνη 2020



Περίγραμμα

Ζώνωση

Δειγματοληψία

Περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά

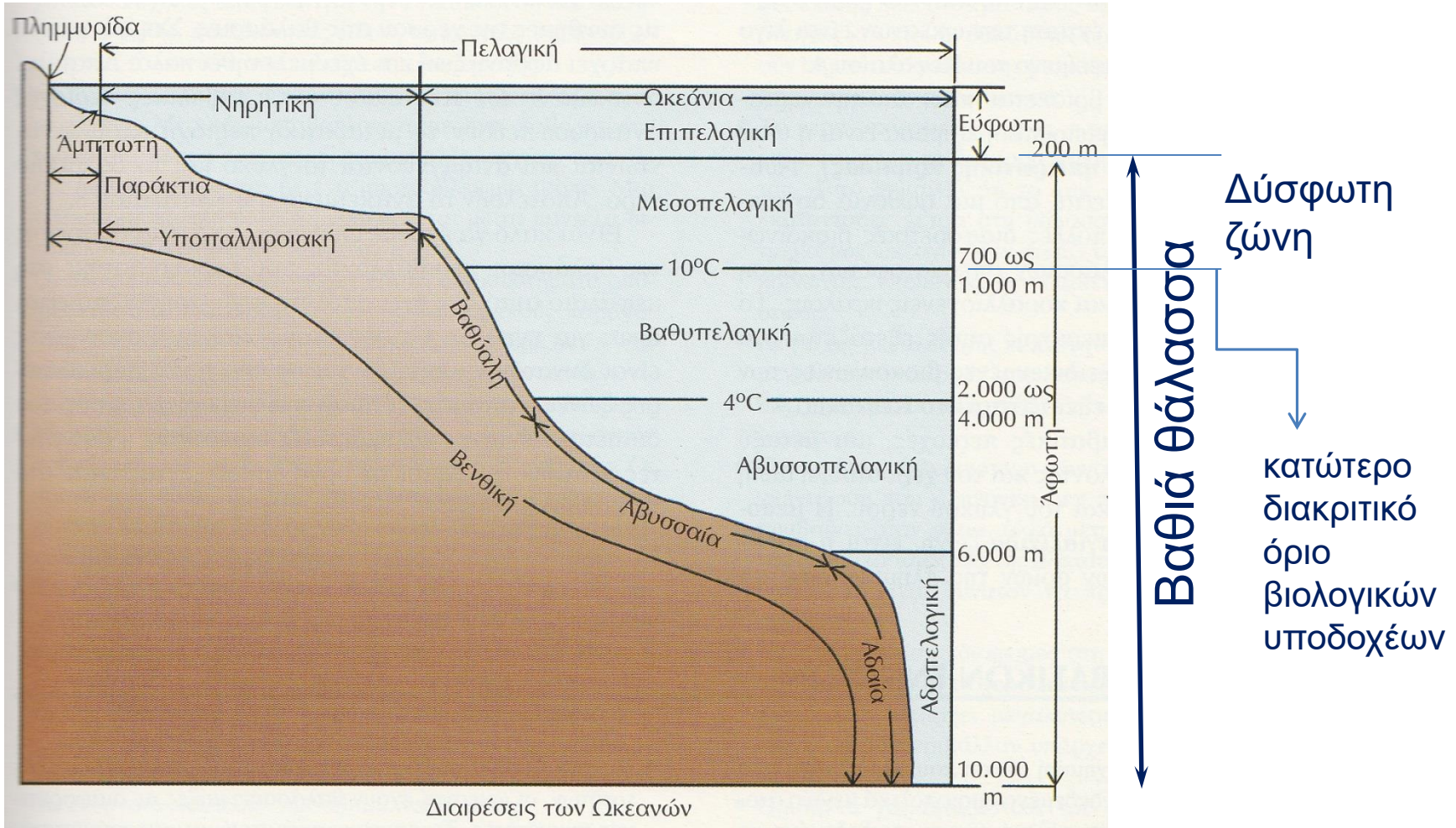
Προσαρμογές βαθύβιων οργανισμών

Οικολογία βενθικών βιοκοινωνιών

Οικολογία μεσοπελαγικών βιοκοινωνιών



Ζώνωση

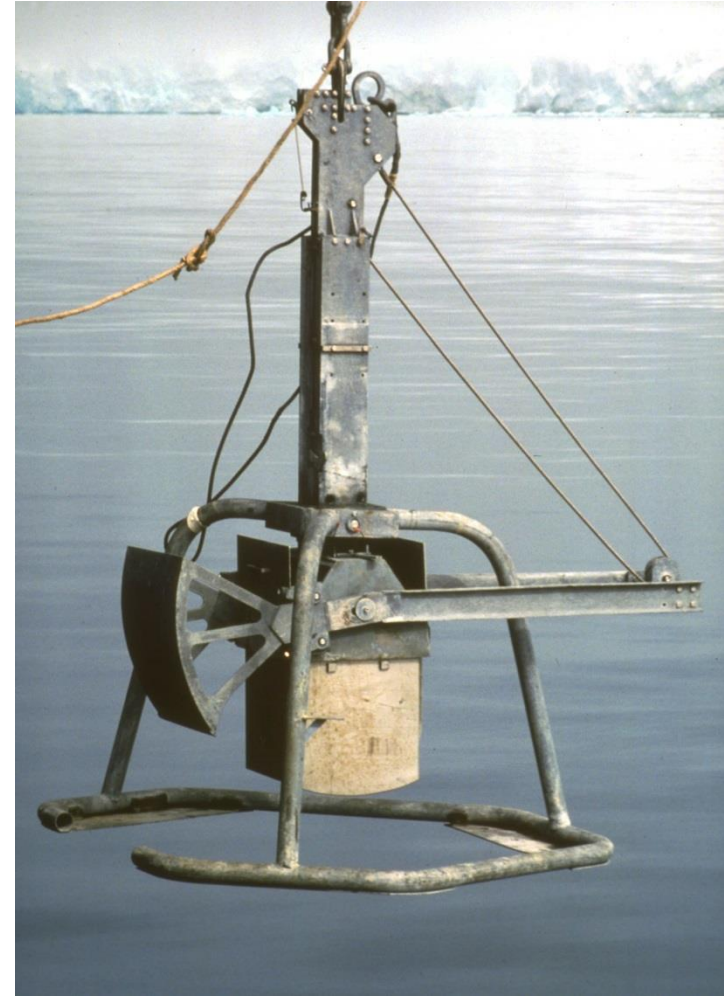
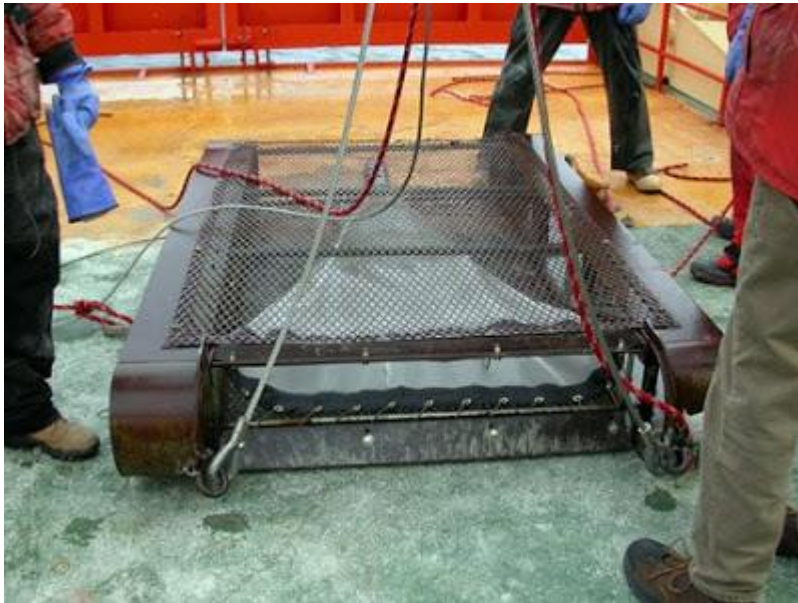


2 κύριες περιοχές: βενθική - πελαγική



Δειγματοληψία στη βαθιά θάλασσα

Δειγματολήπτες βένθους





Δειγματοληψία στη βαθιά θάλασσα

Δειγματολήπτες πελαγικών οργανισμών → Μεσοπελαγικά συρόμενα δίχτυα

Τηλεχειρισμός για επιλογή βάθους δειγματοληψίας





Δειγματοληψία στη βαθιά θάλασσα

Προβλήματα βαθιάς δειγματοληψίας

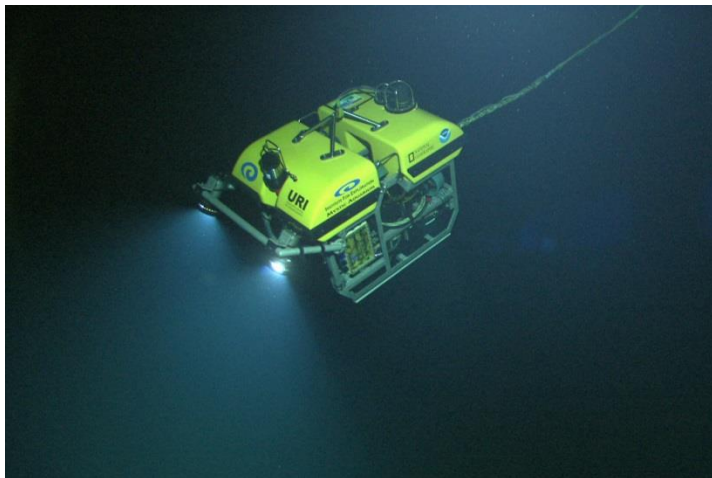
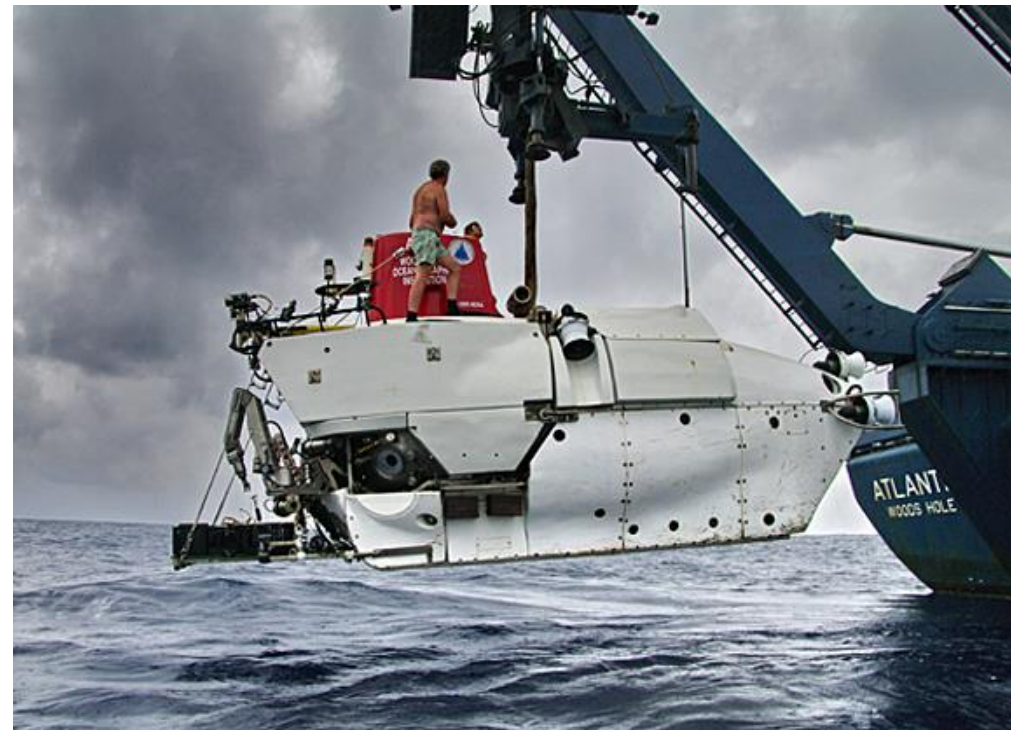
- Μακρύ καλώδιο
- Χρονοβόρα
- Μεγάλη πιθανότητα αστοχίας
- Ποιοτική δειγματοληψία
- Αργή σύρση – διαφυγή οργανισμών



Δειγματοληψία στη βαθιά θάλασσα



Επανδρωμένα και μη υποβρύχια οχήματα





Περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά

Φως

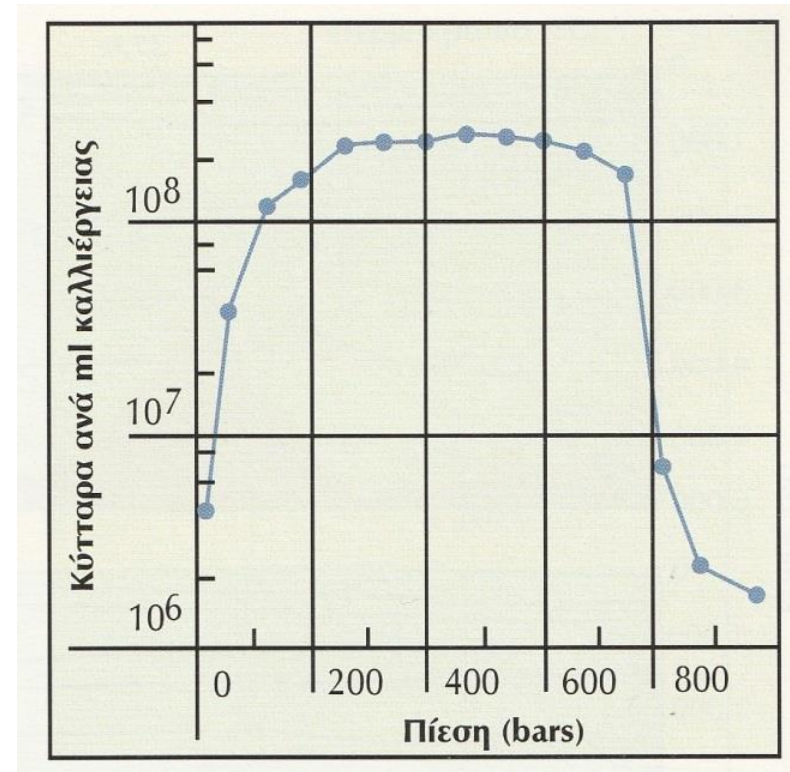
- πλήρης απουσία (εκτός μεσοπελαγικής ζώνης)
- απουσία φωτοσύνθεσης
- παραγωγή φωτός από οργανισμούς (βιοφωσφορισμός)
- όχι όραση – άλλες αισθήσεις



Περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά

Πίεση

- 1 atm ανά 10 m βάθους
- η πίεση επηρεάζει τη φυσιολογία
- μεταβολή λειτουργικών ιδιοτήτων ενζύμων
- λιγότερο αποδοτικά μυϊκά ένζυμα
- ελάττωση ρευστότητας μεμβρανών → ενσωμάτωση περισσότερων λιπιδίων
- Επίδραση στη σύνθεση και λειτουργία των πρωτεϊνών
- Αύξηση διαλυτότητας CaCO_3

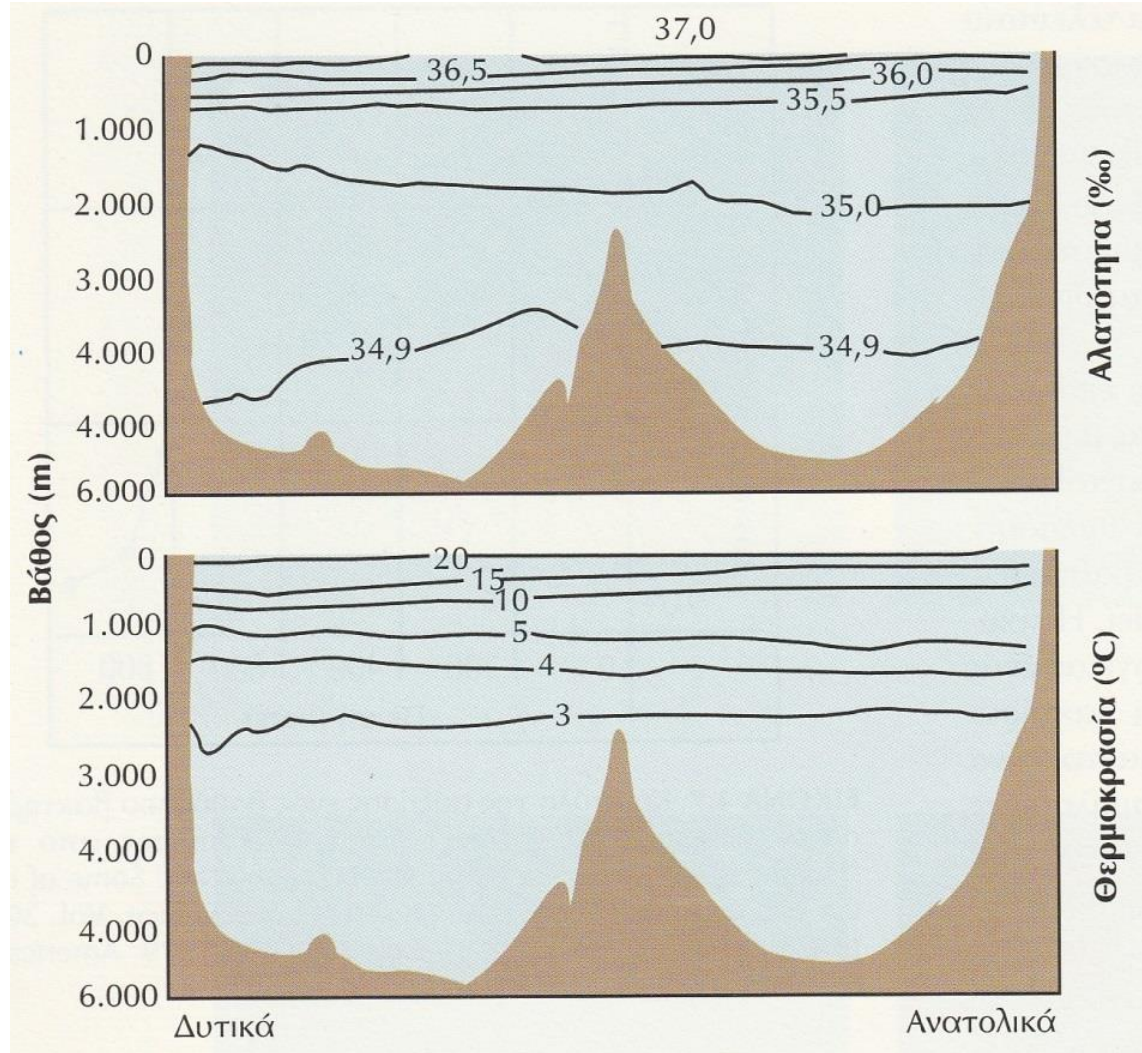
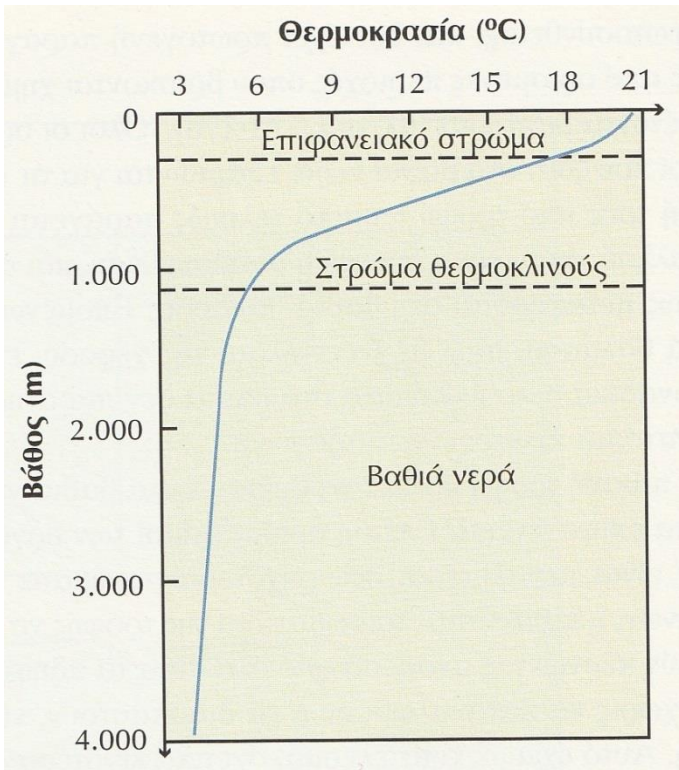




Περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά

Αλατότητα – Θερμοκρασία

- Εξαιρετικά σταθερές συνθήκες



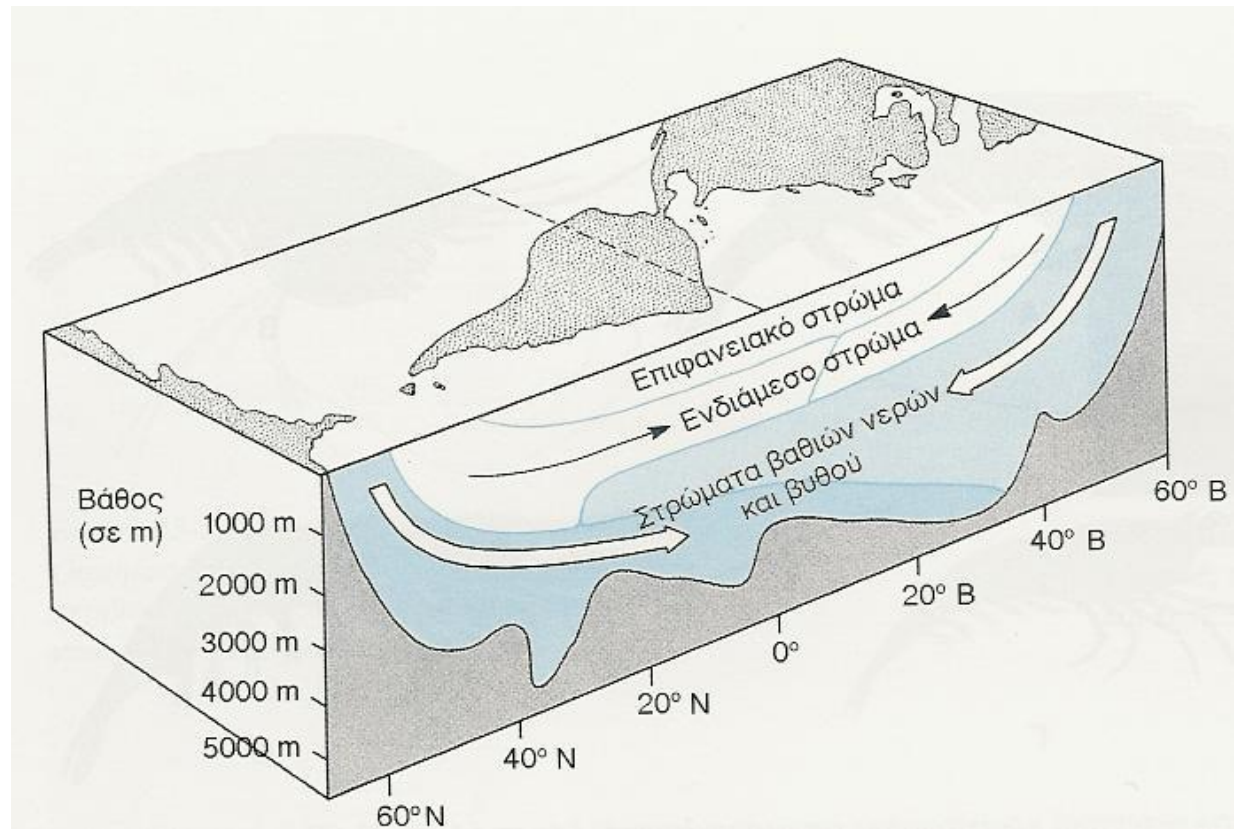
κατά πλάτος διατομή Ατλαντικού



Περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά

Οξυγόνο

- Επάρκεια στις περισσότερες περιοχές
- Ζώνη ελαχίστου οξυγόνου

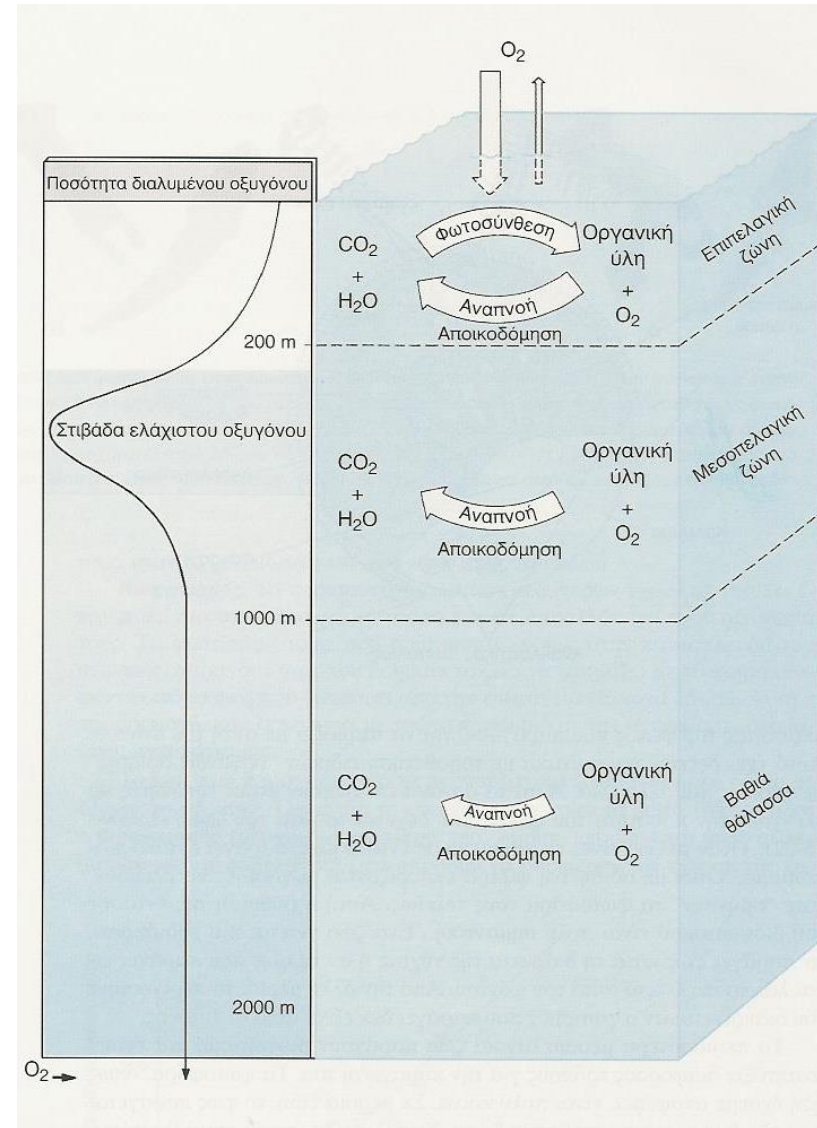




Περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά

Οξυγόνο

- Επάρκεια στις περισσότερες περιοχές
- Ζώνη ελαχίστου οξυγόνου

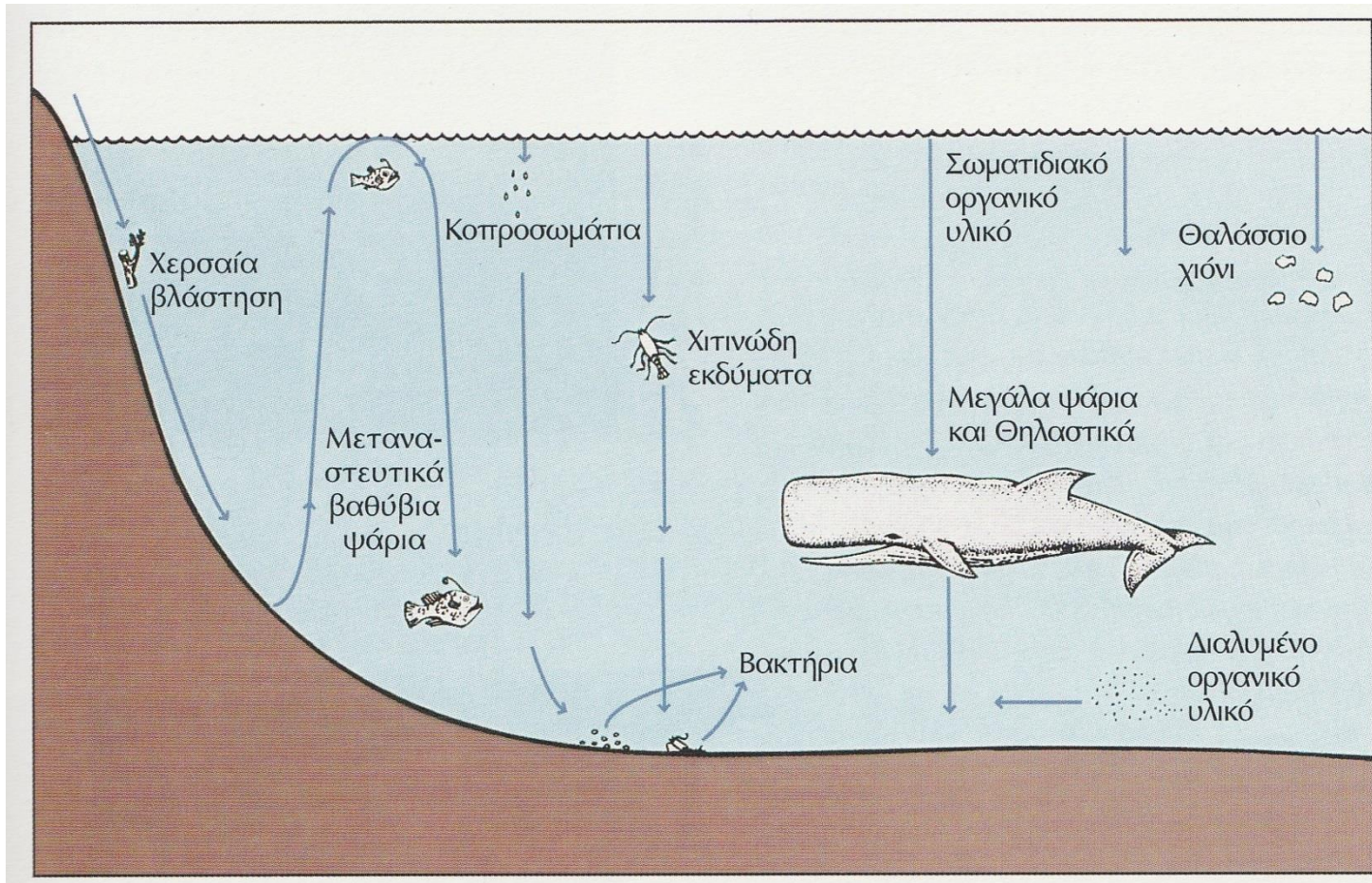




Περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά

Τροφή

- Απουσία πρωτογενούς παραγωγής (εκτός από χημειοσύνθεση)
- Εξάρτηση από τα ανώτερα στρώματα

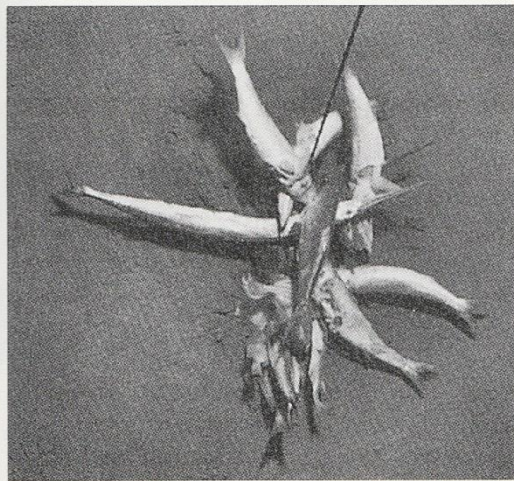




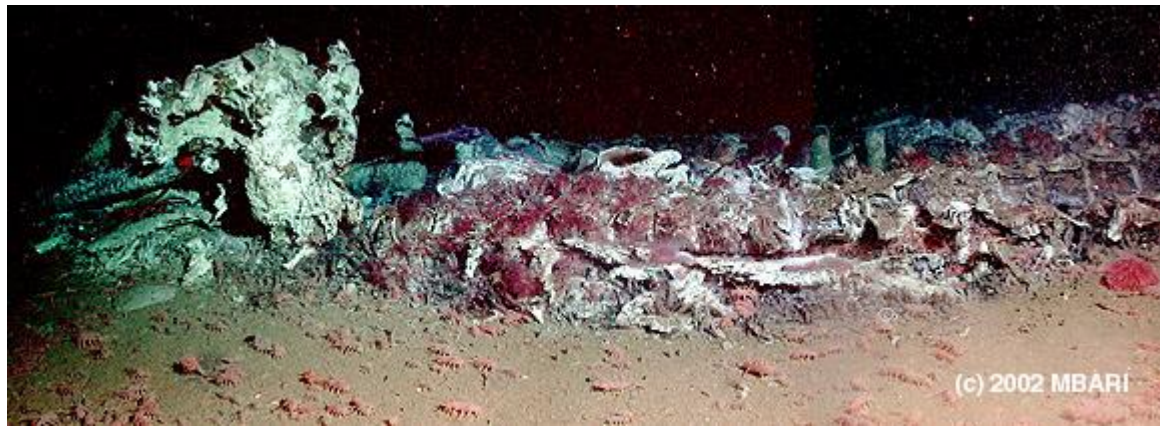
Περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά

Τροφή

- Απουσία πρωτογενούς παραγωγής (εκτός από χημειοσύνθεση)
- Εξάρτηση από τα ανώτερα στρώματα



Τάφρος Φιλιππίνων – 9605m βάθος





Προσαρμογές βαθύβιων οργανισμών

Χρώμα

Μεσοπελαγικά

Ψάρια

ασημόγκριζο ή σκούρο
μαύρο
Δεν έχουν αντίθετες
αποχρώσεις



Ασπόνδυλα

Μοβ, ζωηρό κόκκινο,
πορτοκαλί



Βαθυπελαγικά

Μαύρα ή άχρωμα



χωρίς χρωστική, λερωμένο
λευκό





Προσαρμογές βαθύβιων οργανισμών

Οφθαλμοί

**Μεσοπελαγικά –
ανώτερα βαθυπελαγικά**

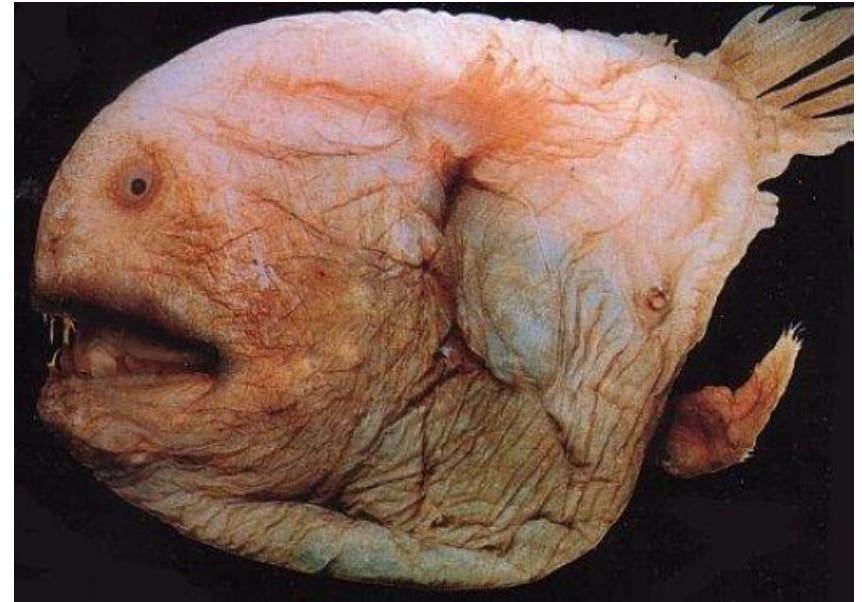
Ψάρια

μεγάλοι οφθαλμοί
ροδοψίνη-ραβδία



Κατώτερα βαθυπελαγικά

οφθαλμοί μικροί, εκφυλισμένοι
ή απώντες



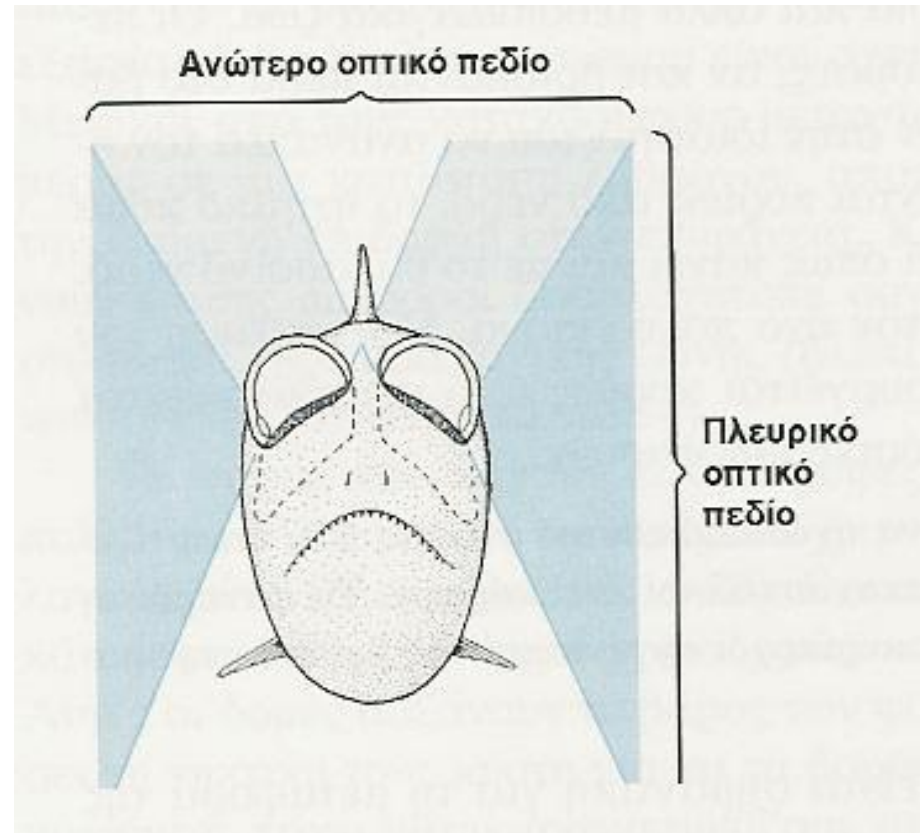


Προσαρμογές βαθύβιων οργανισμών

Οφθαλμοί

Μεσοπελαγικά

Σωληνοειδείς οφθαλμοί – 2 αμφιβληστροειδείς





Προσαρμογές βαθύβιων οργανισμών

Οφθαλμοί

Μεσοπελαγικά

Καλαμάρια
Histiotteuthidae

Διμορφισμός: 1 μάτι πολύ
μεγαλύτερο από το άλλο

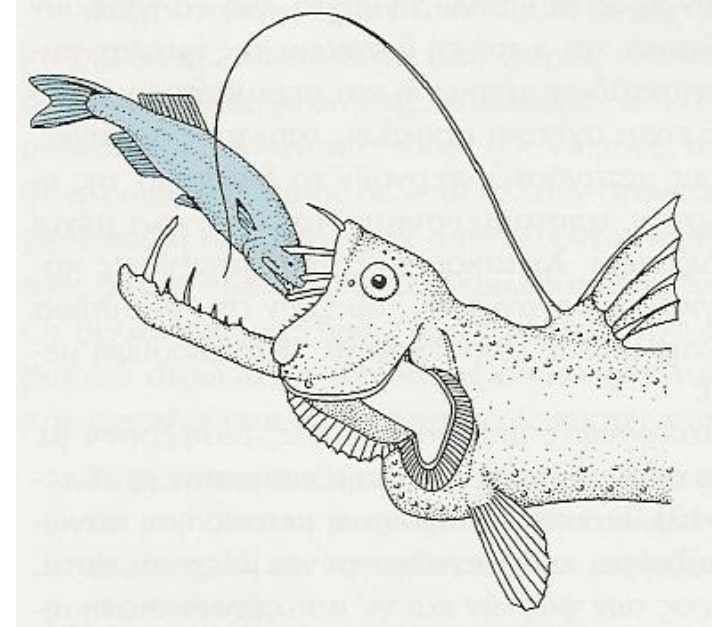




Προσαρμογές βαθύβιων οργανισμών

Λόγω έλλειψης τροφής

- μεγάλα στόματα
- μακρυά κυρτά προς τα μέσα δόντια
- στόμα-κρανίο αρθρώνονται
- «δολώματα»

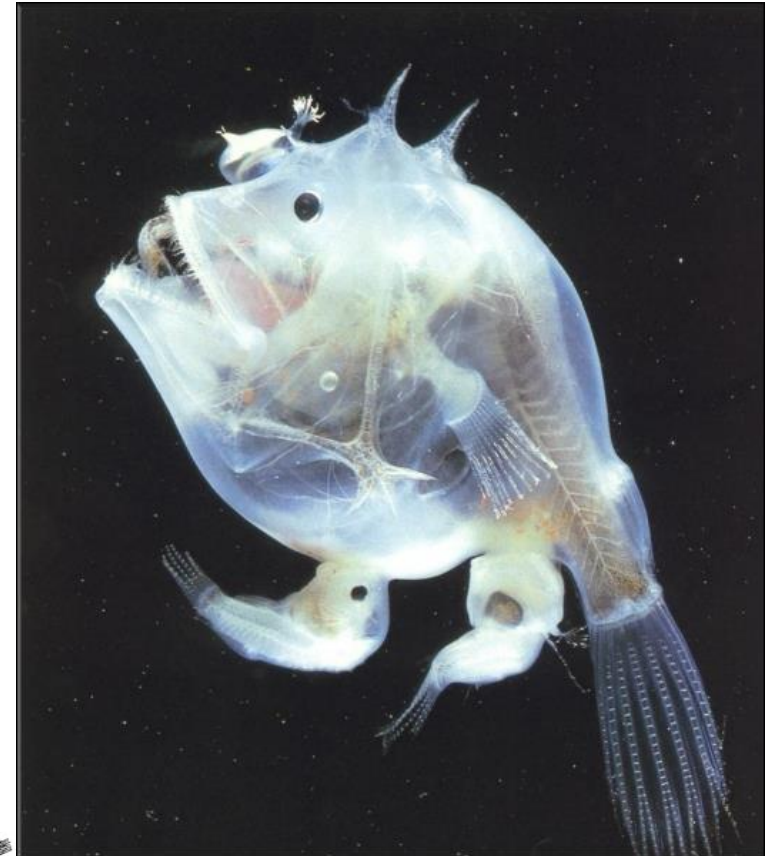
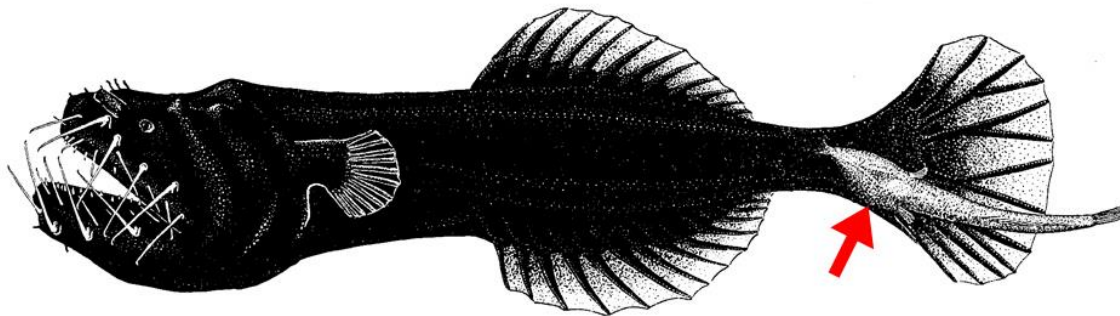




Προσαρμογές βαθύβιων οργανισμών

Για εύρεση συντρόφου

- παρασιτικά αρσενικά
- βιοφωτισμός
- χημική έλξη





Προσαρμογές βαθύβιων οργανισμών

Αβυσσαίος γιγαντισμός

Ιδιαιτερότητες μεταβολισμού / χαμηλοί ρυθμοί αύξησης και μεγάλος χρόνος ζωής / φυσική επιλογή

Αβυσσαίος γιγαντισμός → σπάνιος

Συνήθως → μικρό μέγεθος (μείωση ενεργειακών απαιτήσεων)



Bathynomus giganteus



Alicella gigantea



Προσαρμογές βαθύβιων οργανισμών

Προσαρμογές για να μη βυθίζονται στη λάσπη



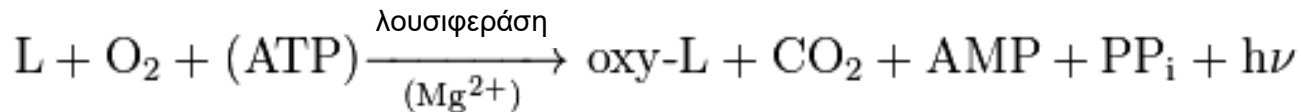


Προσαρμογές βαθύβιων οργανισμών

Βιοφωσφορισμός

Παραγωγή φωτός από ζωντανούς οργανισμούς

Μηχανισμός: οξείδωση λουσιφερίνης



Στη μεσοπελαγική ζώνη: μήκος κύματος 400-480 nm (ιώδες-κυανό)

Φωτοφόρα όργανα

Απλά (σειρά κυττάρων, απλό αδενικό κύπελο)

Σύνθετα → φακούς, ρυθμιζόμενο διάφραγμα με χρωματοφόρα

Κυρίως στη μεσοπελαγική και ανώτερη βαθυπελαγική ζώνη

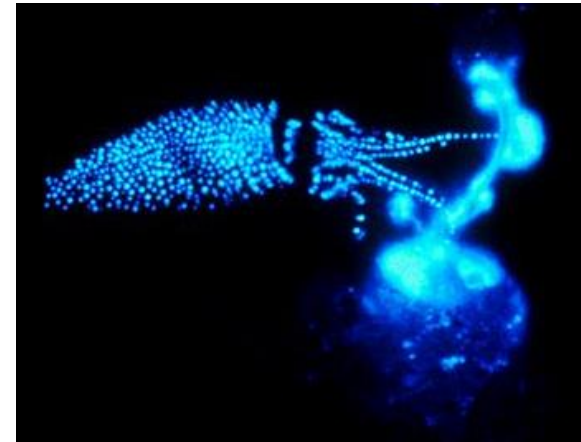
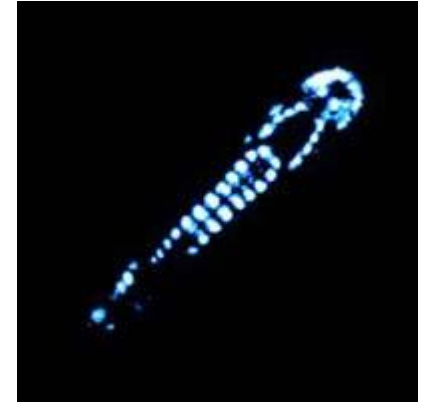
70% των ειδών της μεσοπελαγικής ζώνης



Προσαρμογές βαθύβιων οργανισμών

Βιοφωσφορισμός

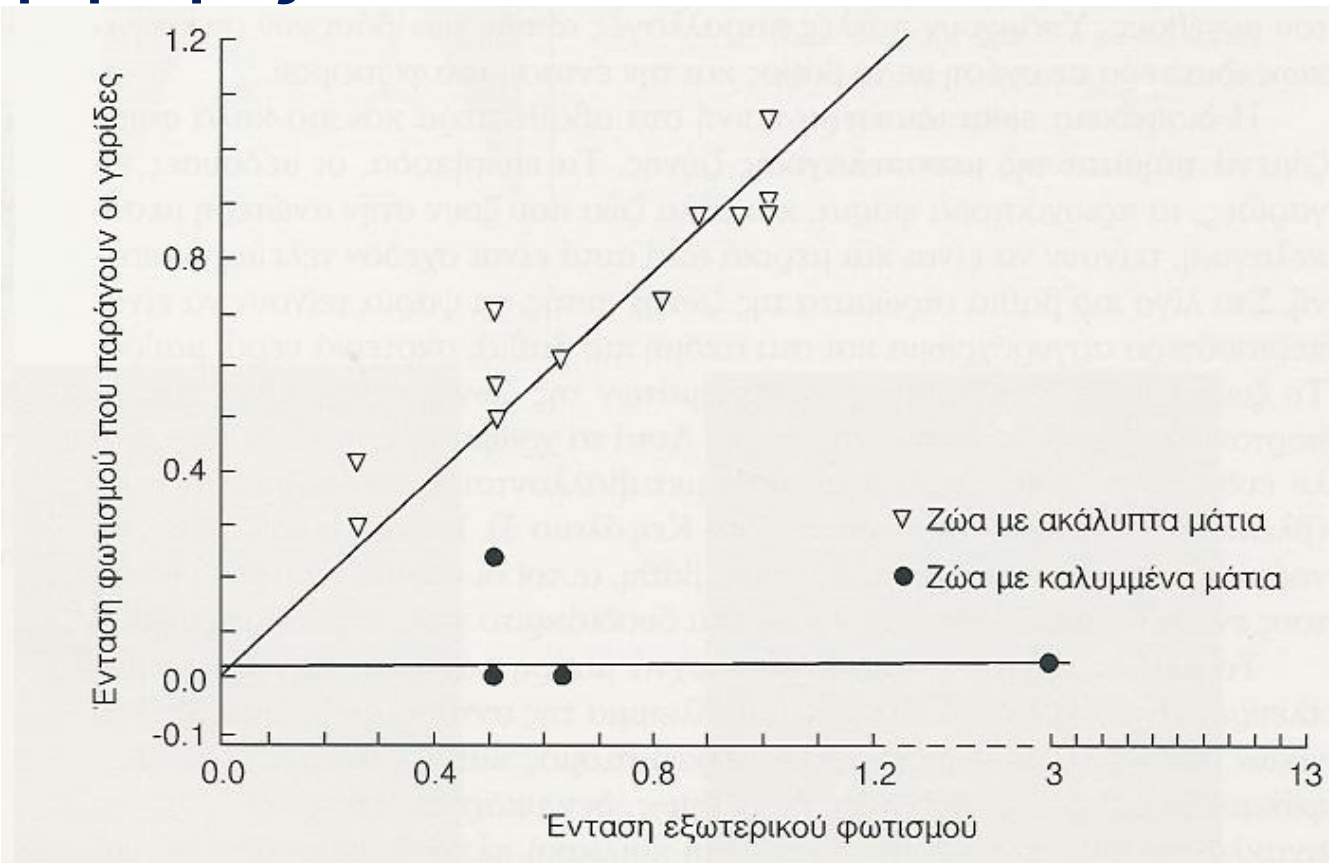
- Άμυνα
εξαφάνιση σιλουέτας
θάμπωμα θηρευτή
φωσφορίζον νέφος
- Θήρευση
φωτεινό δόλωμα
ενισχυτικά της όρασης
- Εξασφάλιση/επιλογή συντρόφου
ειδο-ειδικά πρότυπα
κατανομής φωτοφόρων





Προσαρμογές βαθύβιων οργανισμών

Βιοφωσφορισμός



Πείραμα που δείχνει ότι η μεσοπελαγική γαρίδα *Sergestes similis* παράγει βιοφωτισμό που να ταιριάζει με την ένταση φωτισμού του φόντου



Οικολογία βενθικών βιοκοινωνιών

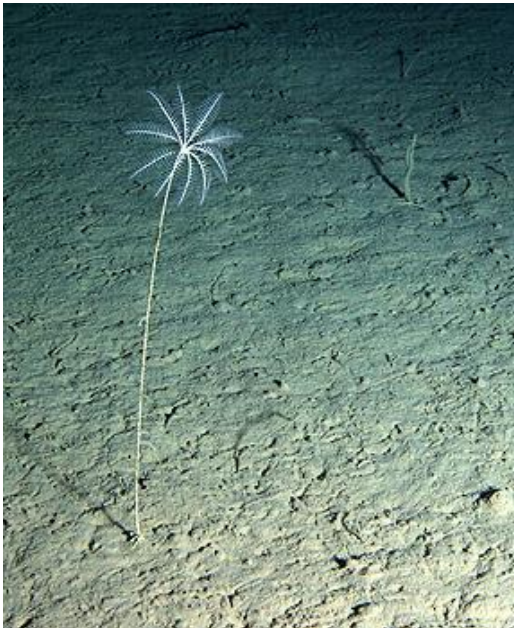
Σύνθεση πανίδας

- Αντιπροσώπευση όλων των κύριων ομάδων
- Καρκινοειδή
30-50% → αβυσσαία ζώνη Ατλαντικού
- Πολύχαιτοι
40-80% πανίδας Ατλαντικού
- Ολοθουροειδή, Οφιουροειδή → άφθονα
- Αστεροειδή, Κρινοειδή, Υαλόσπογγι, ανεμώνες, πέννες, γοργόνια, υδρόζωα
- Ψάρια

Χαρακτηριστικά ενδοβένθους → μικρό μέγεθος, εύθραυστα



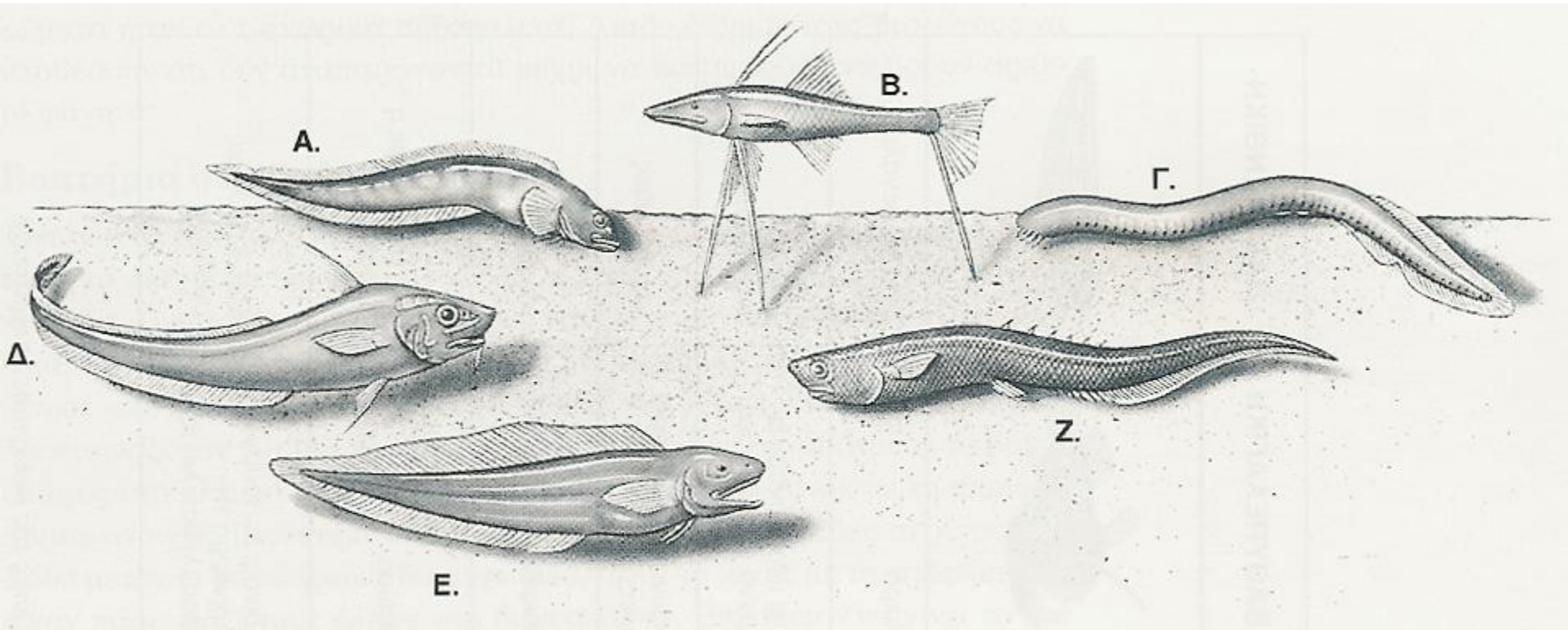
Οικολογία βενθικών βιοκοινωνιών





Οικολογία βενθικών βιοκοινωνιών

ασθενής οστέωση, απύσα ή υποπλασμένη νηκτική κύστη, μικροί η υποπλασμένοι οφθαλμοί, μικρή καρδιά, συνήθως χωρίς λέπια



Τυπικά βαθύβια βενθικά ψάρια

A, *Zoarces*: B, *Bathypterois*: Γ, *Eptatretus stouti*: Δ, *Lionurus carapinus*

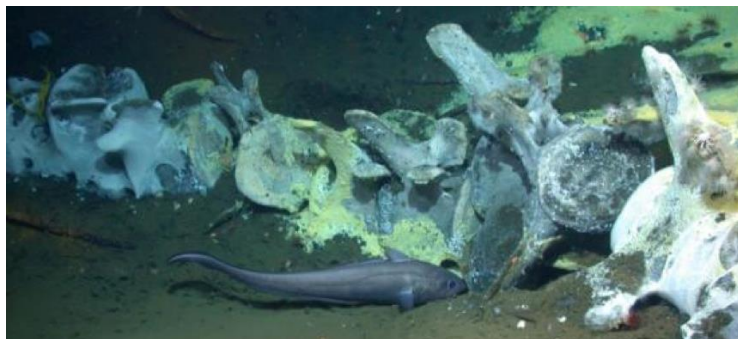
E, *Bassogigas profundissimus*: Z, *Notacanthus bonapartei*.



Οικολογία βενθικών βιοκοινωνιών

Τροφοληπτικοί τύποι ασπόνδυλων

- Κυρίως ιζηματοφάγοι (~80%)
- Αιωρηματοφάγοι (~7%)
- Σαρκοφάγοι/Παμφάγοι
- Κοπρονεκροφάγοι

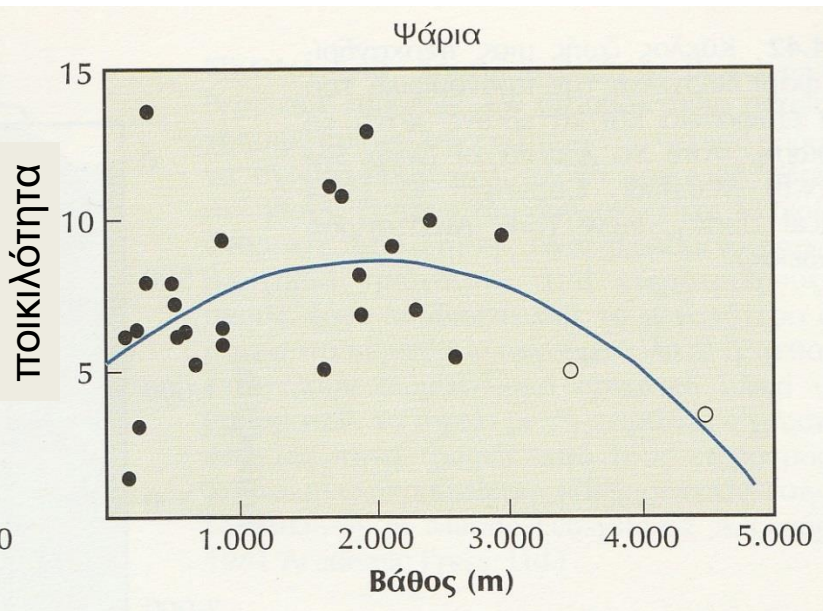
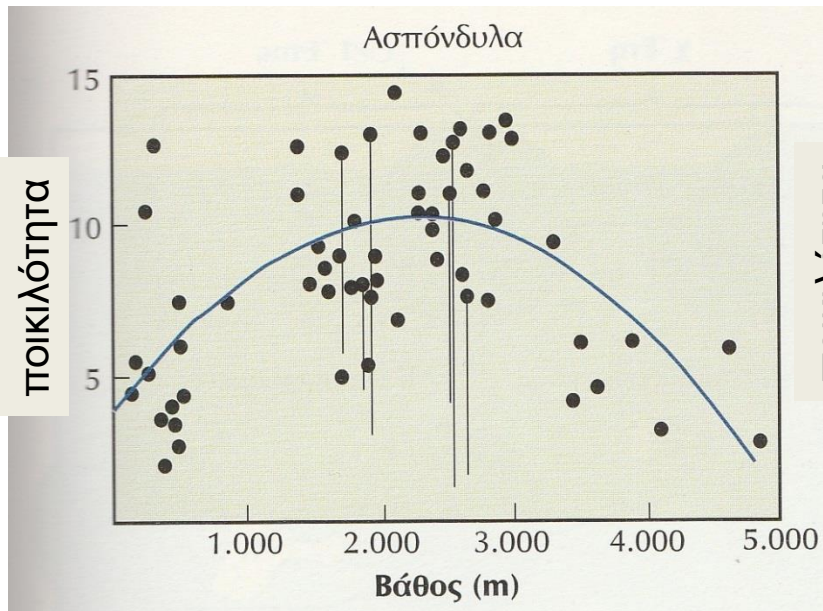




Οικολογία βενθικών βιοκοινωνιών

Ποικιλότητα

- παλαιότερη αντίληψη: βιολογική έρημος
- >'60: περιοχή υψηλής ποικιλότητας
- πολλά είδη – λίγα άτομα
- θεωρία σταθερότητας
- θεωρία έκτασης





Οικολογία βενθικών βιοκοινωνιών

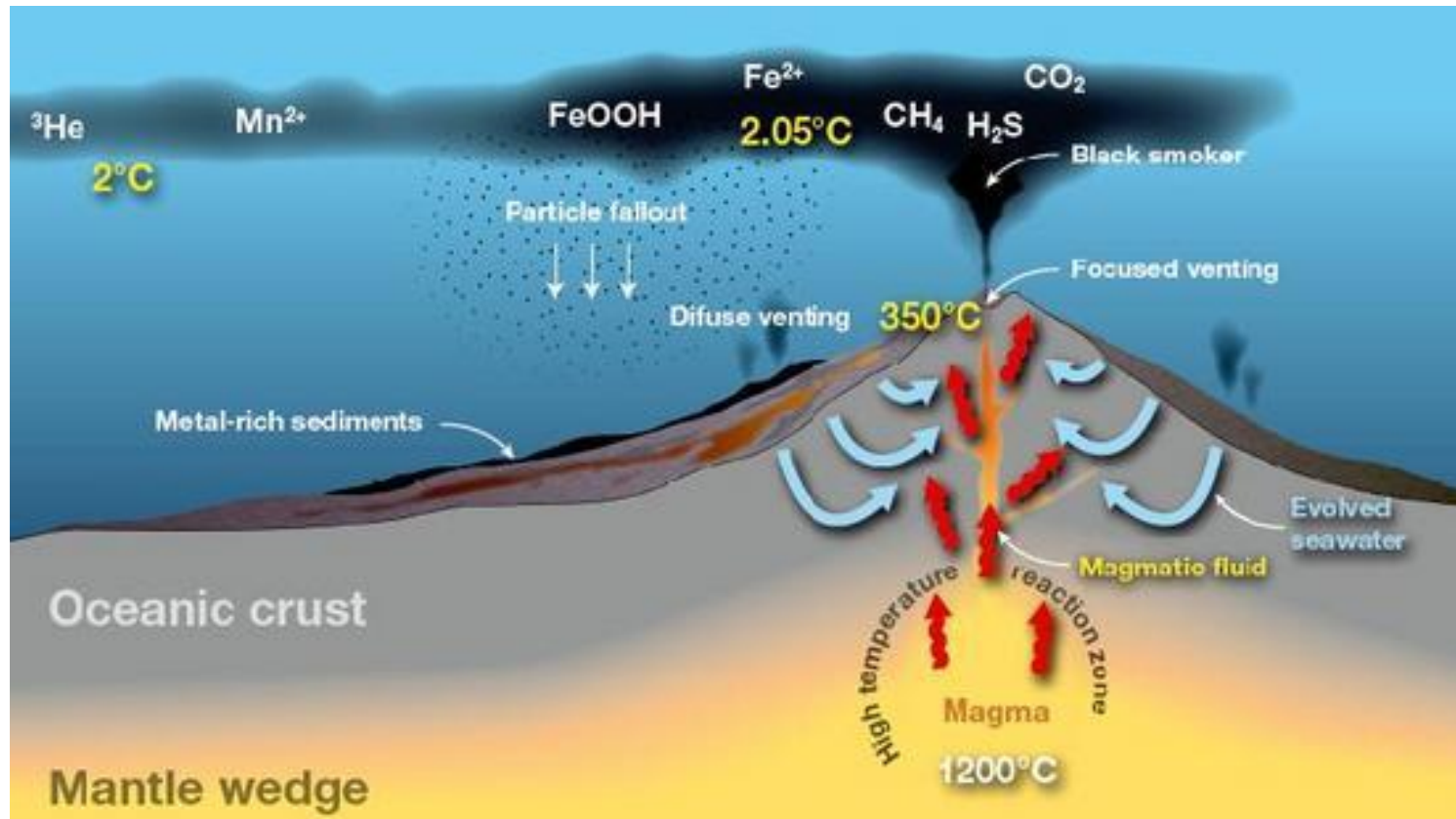
Πρότυπα κύκλου ζωής

- Λίγα αυγά, πλούσια σε λέκιθο
- Καθυστερημένη αναπαραγωγική ωριμότητα
- Αργή εμβρυϊκή ανάπτυξη
- Μικρό μέγεθος
- Χαμηλός μεταβολικός ρυθμός
- Αργή αύξηση
- Χαμηλές πυκνότητες
- Απουσία εποχικότητας (-εξαιρέσεις)
- Δύο αναπαραγωγικά πρότυπα (πρώτα στάδια στα ρηχά ή όχι)



Βιοκοινωνίες υδροθερμικών πιδάκων

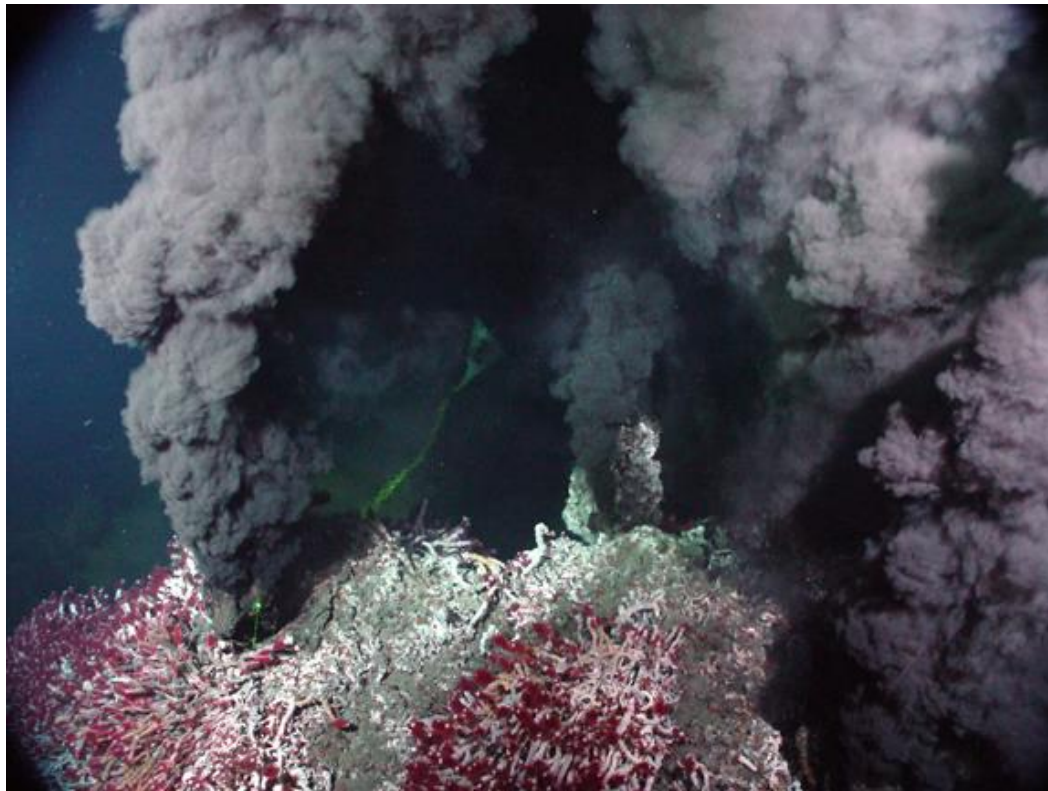
- 1976 Woods-Hole expedition – ρήγμα νησιών Γκαλάπαγκος
- Θεαματική αφθονία ζώων





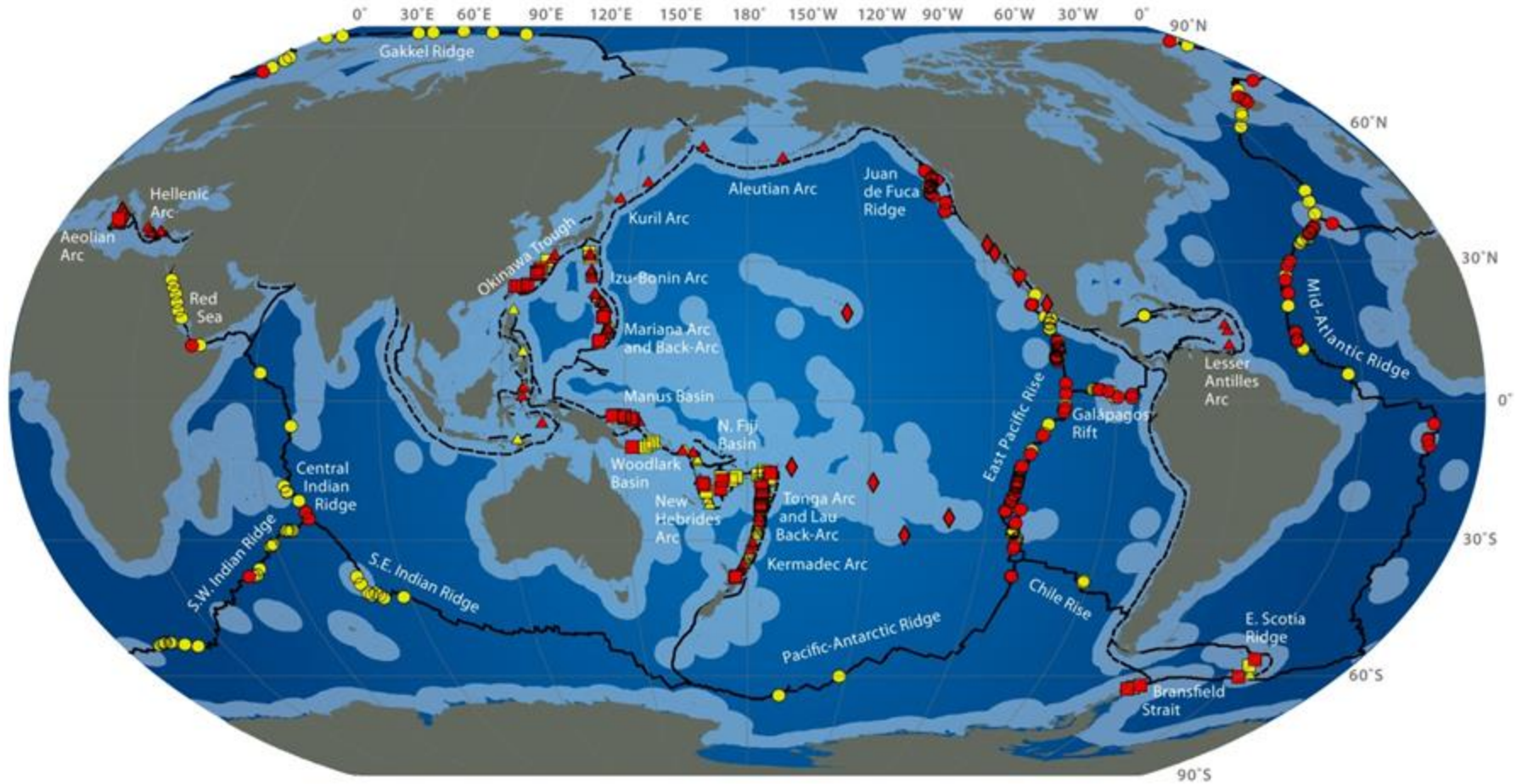
Βιοκοινωνίες υδροθερμικών πιδάκων

- 1977 Woods-Hole expedition – ρήγμα νησιών Γκαλάπαγκος
- Θεαματική αφθονία ζώων





Βιοκοινωνίες υδροθερμικών πιδάκων Παγκόσμια κατανομή υδροθερμικών πιδάκων



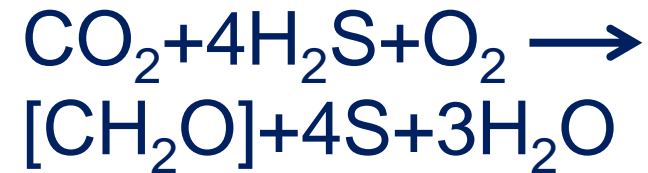
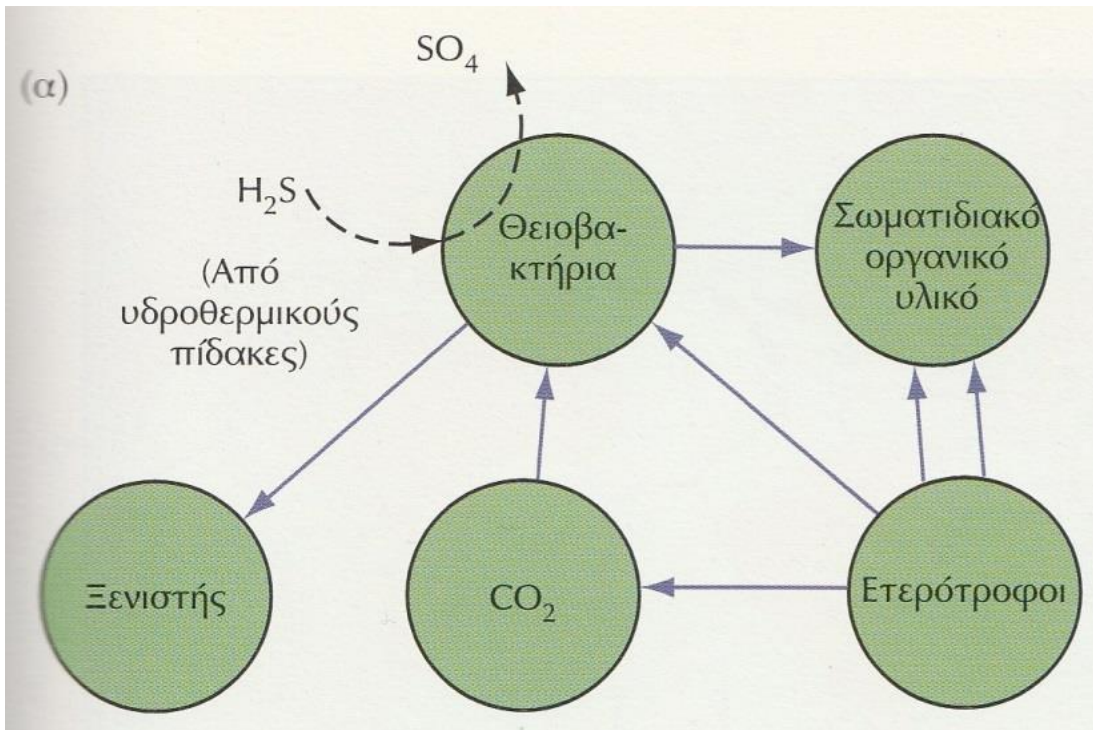
Mid-ocean ridge	Arc volcano	Back-arc spreading center	Intra-plate volcano & Other	Ridge & Transform
● Active	▲ Active	■ Active	◆ Active	— Trench
● Unconfirmed	▲ Unconfirmed	■ Unconfirmed		● Exclusive Economic Zones





Βιοκοινωνίες υδροθερμικών πίδακων

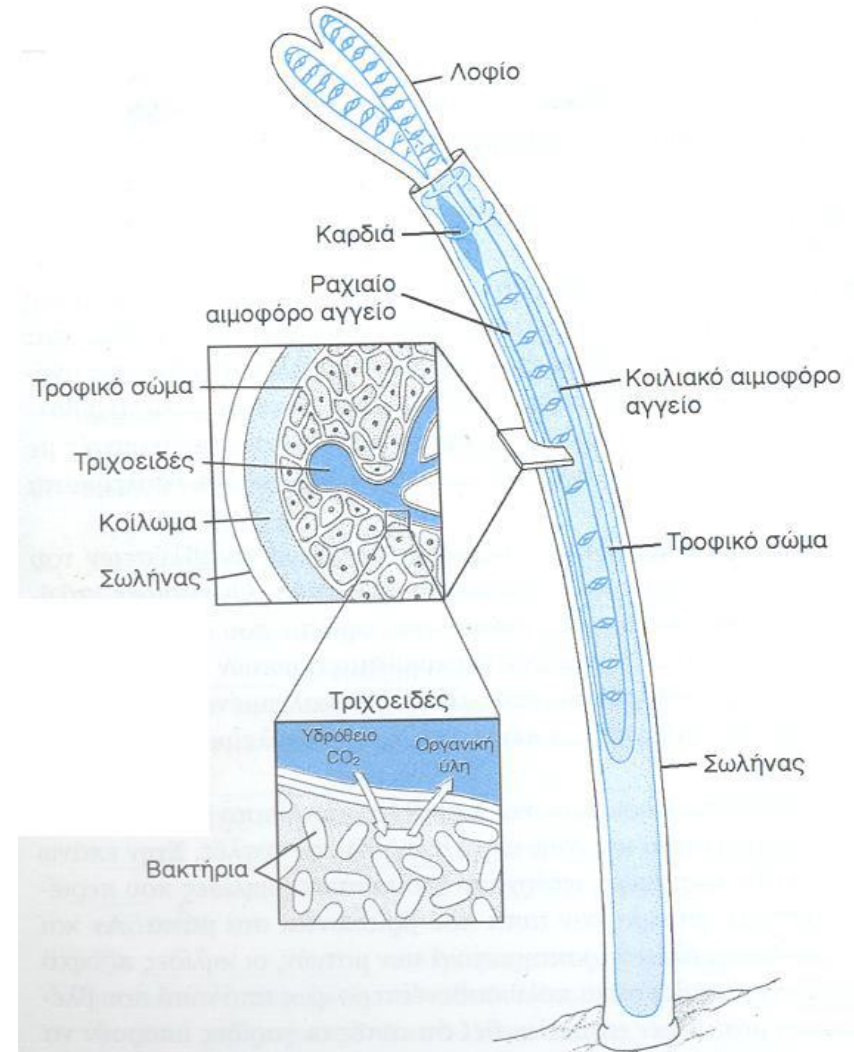
- Πρωτογενής παραγωγή → χημειοσύνθεση
- Θειοβακτήρια (χημειολιθοαυτότροφα)





Βιοκοινωνίες υδροθερμικών πιδάκων

Παράδειγμα συμβίωσης:
Riftia pachyptila - θειοβακτήρια





Βιοκοινωνίες υδροθερμικών πιδάκων

Βιοκοινωνίες υδροθερμικών πιδάκων: Δίθυρα



- ασυνήθιστα μεγάλο μέγεθος
- διηθηματοφαγία, συμβιωτικά θειοβακτήρια





Βιοκοινωνίες υδροθερμικών πιδάκων

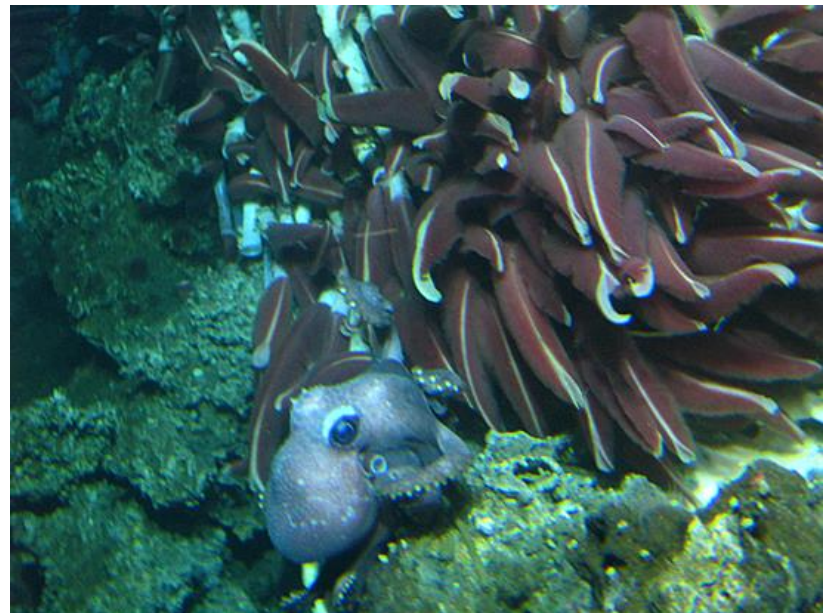
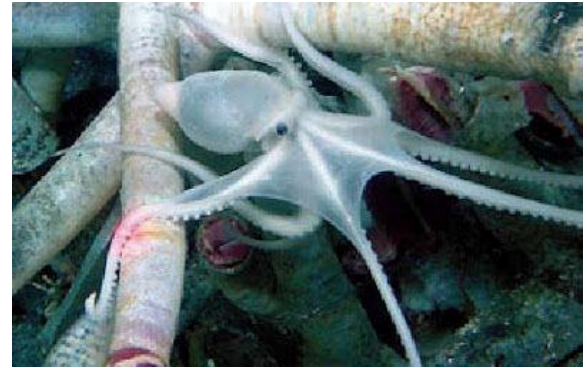
Βιοκοινωνίες υδροθερμικών πιδάκων: Καρκινοειδή





Βιοκοινωνίες υδροθερμικών πιδάκων

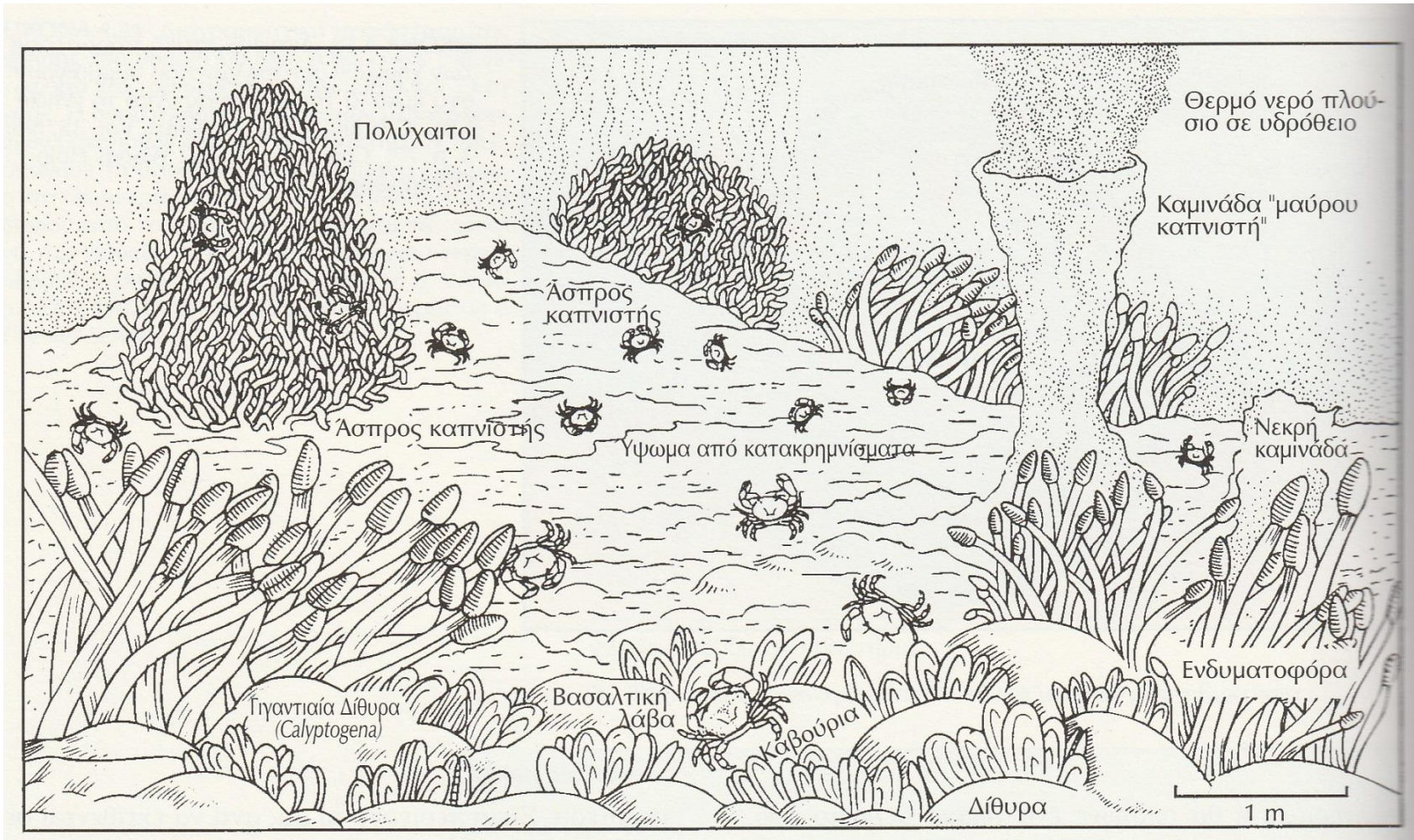
Βιοκοινωνίες υδροθερμικών πιδάκων: ψάρια - χταπόδια





Βιοκοινωνίες υδροθερμικών πιδάκων

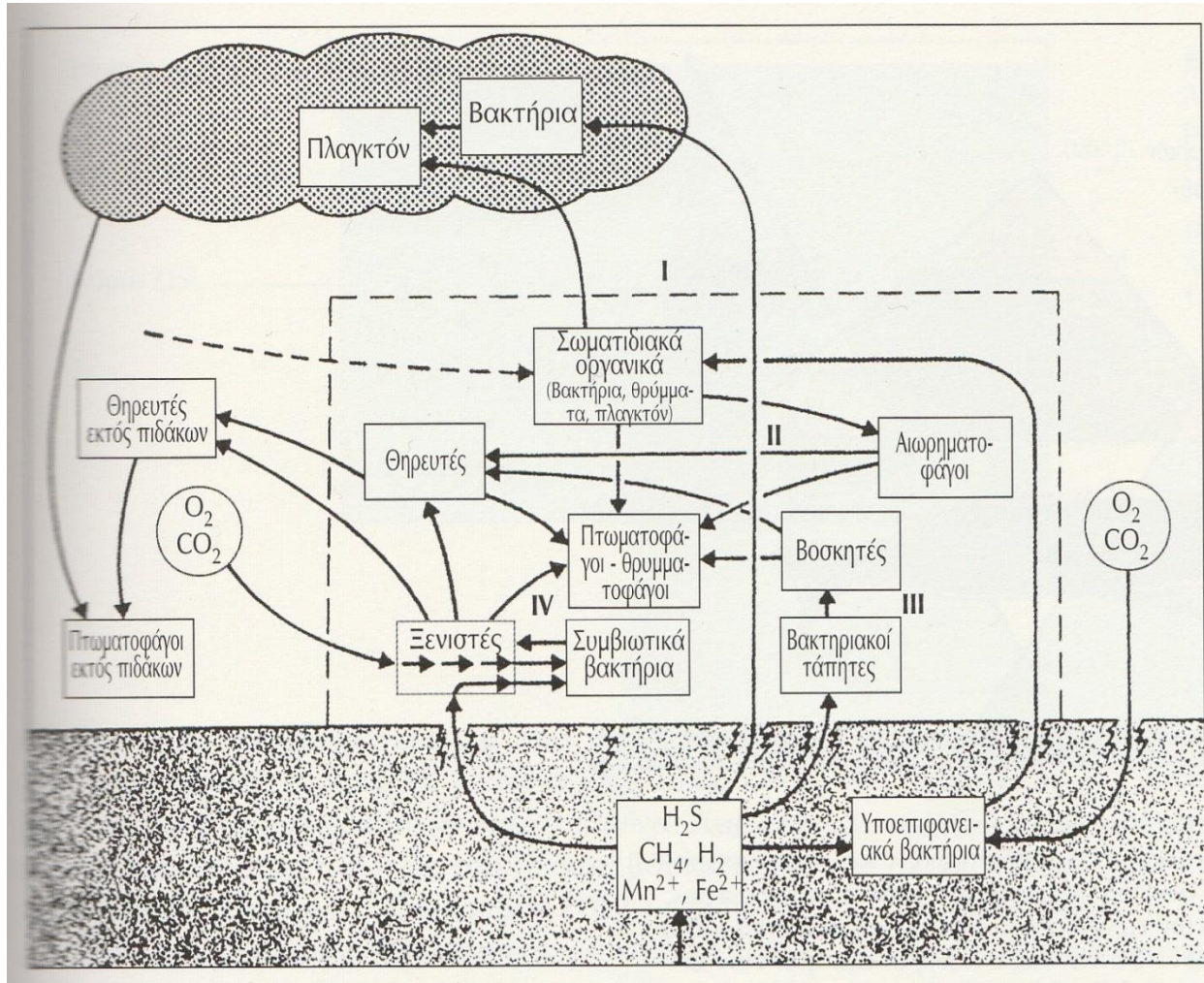
Βιοκοινωνίες υδροθερμικών πιδάκων





Βιοκοινωνίες υδροθερμικών πιδάκων

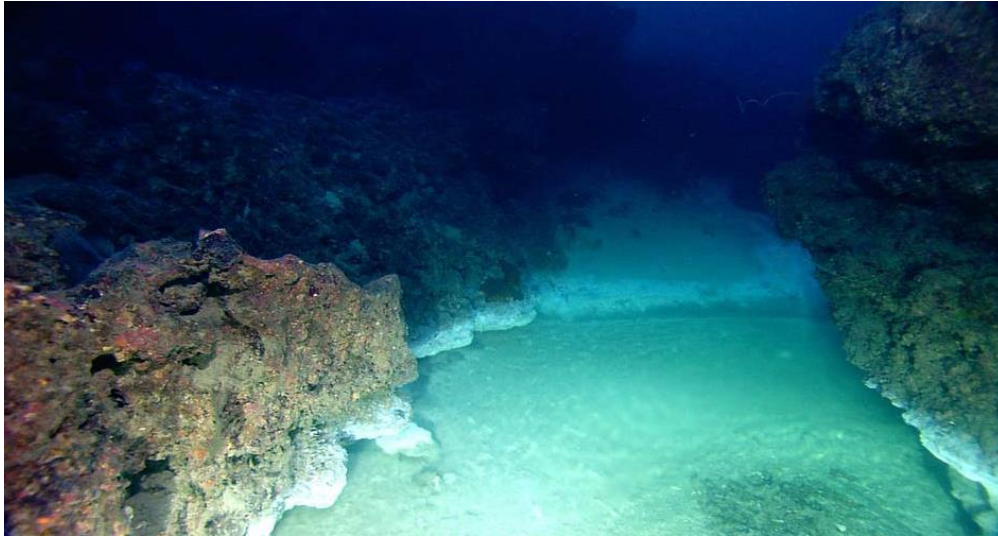
Τροφικό πλέγμα





Άλλες περιπτώσεις χημειοαυτότροφων βιοκοινωνιών

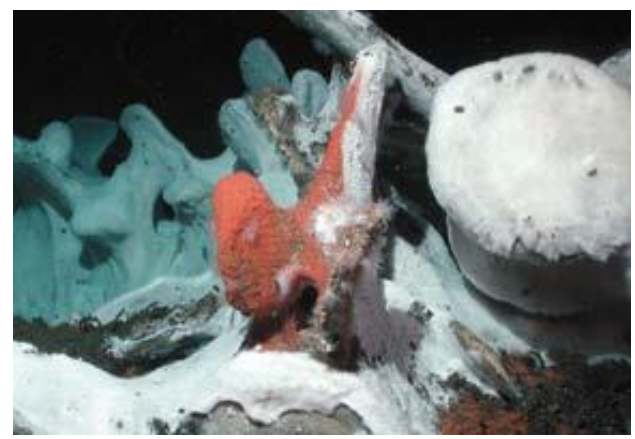
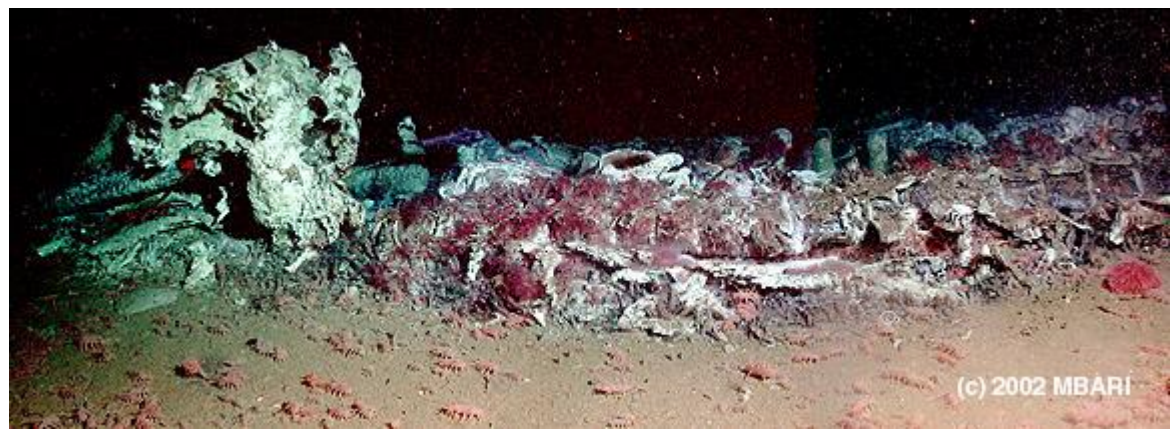
Ψυχρές αναβλύσεις





Άλλες περιπτώσεις χημειοαυτότροφων βιοκοινωνιών

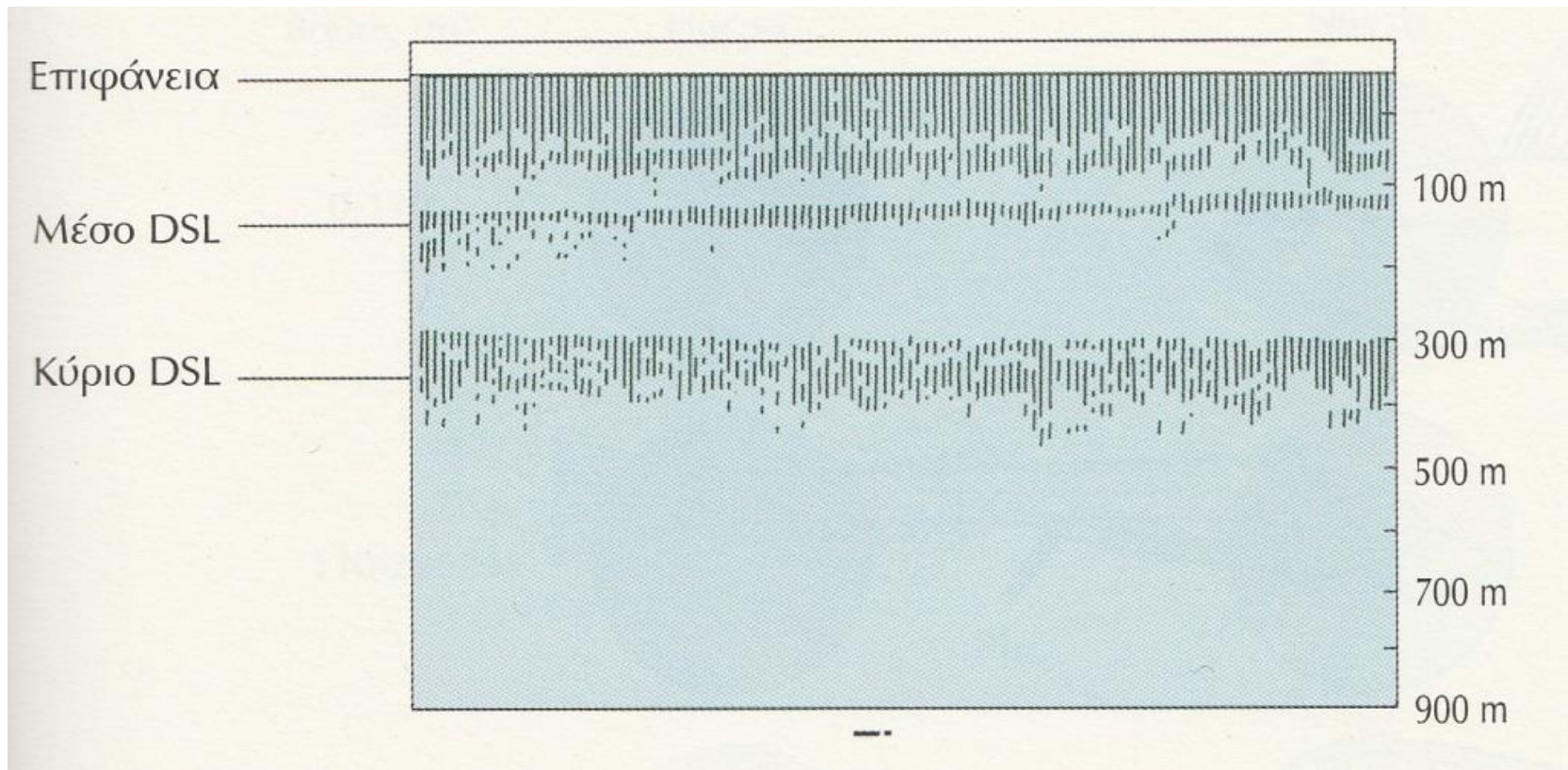
Πτώματα φαλαινών σε βαθιά νερά





Οικολογία μεσοπελαγικών βιοκοινωνιών

- Λιγότερο γνωστή σε σχέση με τις βενθικές βιοκοινωνίες
- Βαθιά στρώματα σκεδασμού





Οικολογία μεσοπελαγικών βιοκοινωνιών

Σύνθεση ειδών (Ειρηνικός, έως 1000m βάθος)

- Ψάρια: 20-45%
- Γαρίδες: 15-25%
- Ευφαισεώδη: 35-50%

Myctophidae



Sergestes sp.



Euphausia pacifica





Οικολογία μεσοπελαγικών βιοκοινωνιών

Τροφή – πρόσληψη τροφής

- δεν υπάρχει εξειδίκευση
- ευκαιριακοί θηρευτές-παμφάγοι
- επιλεκτικότητα λόγω ζώνωσης/μεταναστεύσεων

Πρότυπα κύκλου ζωής

- βραχύβια ζώα
 - ψάρια: 2-4 χρόνια (ωρίμανση: 1-3 χρόνια)
 - γαρίδες: 1-3 χρόνια (ωρίμανση: 1-2 χρόνια)
- εποχικότητα



Θαλάσσια Οικολογία: Βιολογία της Βαθιάς Θάλασσας



Στέλιος Κατσανεβάκης
Μυτιλήνη 2020