



Θαλάσσια Οικολογία: Βενθικές βιοκοινωνίες της ρηχής υποπαλιρροιακής ζώνης



Στέλιος Κατσανεβάκης
Μυτιλήνη, 2021



Περίγραμμα

Περιβαλλοντικές συνθήκες

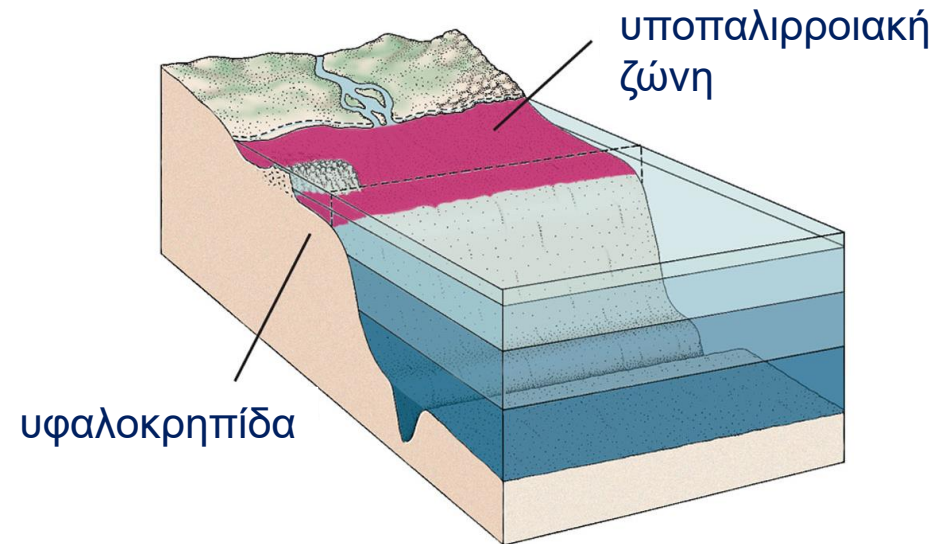
Ιζήματα χωρίς βλάστηση

Βιοκοινωνίες βραχώδους υποαιγιαλίτιδας

Λιβάδια και δάση από κέλπιες

Βιοκοινωνίες θαλάσσιων αγγειόσπερμων

Βενθική βιολογία πολικών περιοχών





Περίγραμμα

Περιβαλλοντικές συνθήκες

Ιζήματα χωρίς βλάστηση

Βιοκοινωνίες βραχώδους υποαιγιαλίτιδας

Λιβάδια και δάση από κέλπιες

Βιοκοινωνίες θαλάσσιων αγγειόσπερμων

Βενθική βιολογία πολικών περιοχών



Ρηχή υποπαλιρροιακή ζώνη - υποαιγιαλίτιδα

= υποπαραλιακή + περιπαραλιακή
~0-40 m ~40-200 m



κατώτερο όριο εξάπλωσης
φωτόφιλων μακροφυκών ή
θαλάσσιων φανερόγαμων

Χαρακτηριστικό γνώρισμα: συνεχής παρουσία
μέσα στο νερό



Υποπαλιρροιακή ζώνη: συνθήκες

- κυρίως μαλακά ιζήματα (άμμος, λάσπη)
- σκληρό υπόστρωμα → μικρό ποσοστό
- κυριαρχεί η ενδοπανίδα

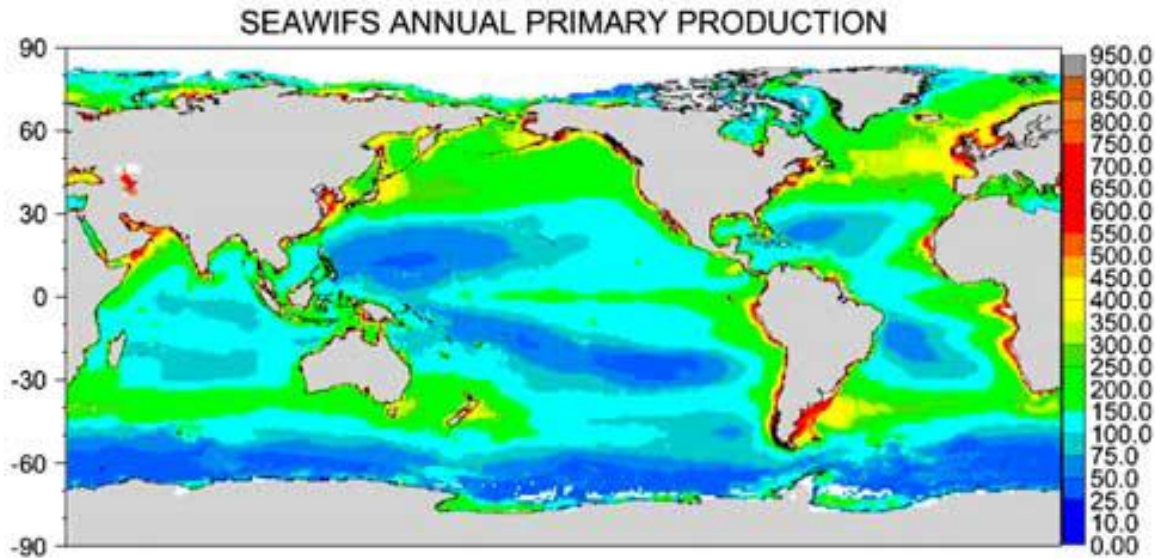


- μακροπανίδα (>0.5mm)
- μειοπανίδα
- μικροπανίδα (<0.062mm)



Υποπαλιρροιακή ζώνη: συνθήκες

- μεγάλες διακυμάνσεις περιβαλλοντικών παραγόντων
- κυματισμός, ρεύματα, αναβλύσεις →
περιορισμένη στρωμάτωση →
επάρκεια θρεπτικών → μεγάλη παραγωγικότητα





Υποπαλιρροιακή ζώνη: συνθήκες

- έντονη διατάραξη
- κυματισμός → κοκκομετρία ιζήματος
- έντονες μεταβολές θερμοκρασίας, (αλατότητας)
- ελαττωμένη διείσδυση φωτός
- αφθονία τροφής





Περίγραμμα

Περιβαλλοντικές συνθήκες

Ιζήματα χωρίς βλάστηση

Βιοκοινωνίες βραχώδους υποαιγιαλίτιδας

Λιβάδια και δάση από κέλπιες

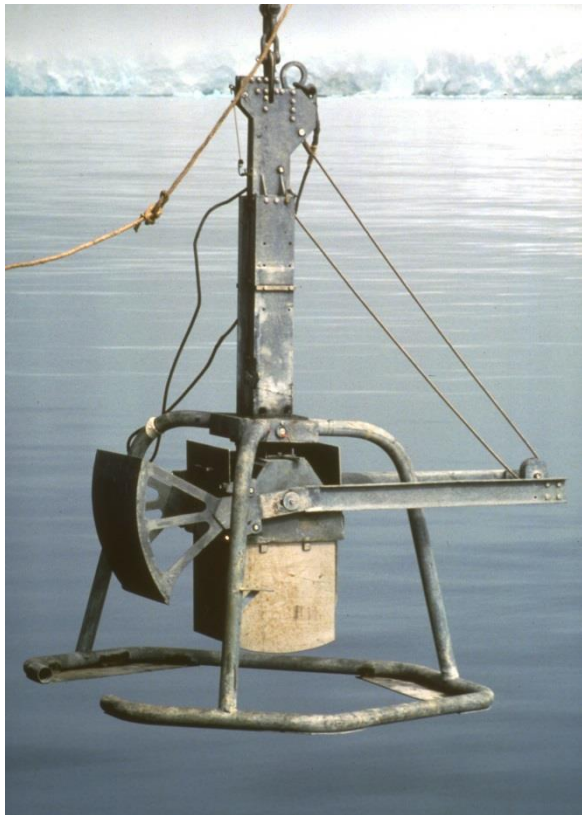
Βιοκοινωνίες θαλάσσιων αγγειόσπερμων

Βενθική βιολογία πολικών περιοχών



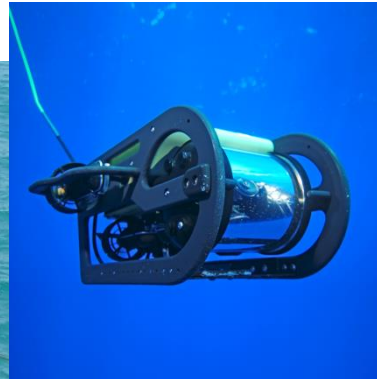
Ιζήματα χωρίς βλάστηση: Δειγματοληψία

Διάφοροι τύποι από αρπάγες, πυρηνολήπτες, δράγες





Ιζήματα χωρίς βλάστηση: Δειγματοληψία



Συρόμενα εργαλεία: τράτες, δράγες, έλκηθρα – ROVs, AUVs





Ιζήματα χωρίς βλάστηση: βιοκοινωνίες

- ενδοπανίδα



- επιππανίδα





Ιζήματα χωρίς βλάστηση: βιοκοινωνίες ενδοπανίδας

4 κυρίαρχες ταξινομικές ομάδες

- ομοταξία Πολύχαιτοι
- υπόφυλο Καρκινοειδή
- φύλο Εχινόδερμα
- φύλο Μαλάκια





Ιζήματα χωρίς βλάστηση: βιοκοινωνίες ενδοπανίδας





Ιζήματα χωρίς βλάστηση: βιοκοινωνίες

παρατηρήσεις Petersen:

- διαφορετικές συναθροίσεις ειδών
- κυρίαρχα είδη
- σταθερότητα και ομοιομορφία
- συναθροίσεις → βιοκοινωνίες
- ονομασία με βάση τα κυρίαρχα είδη

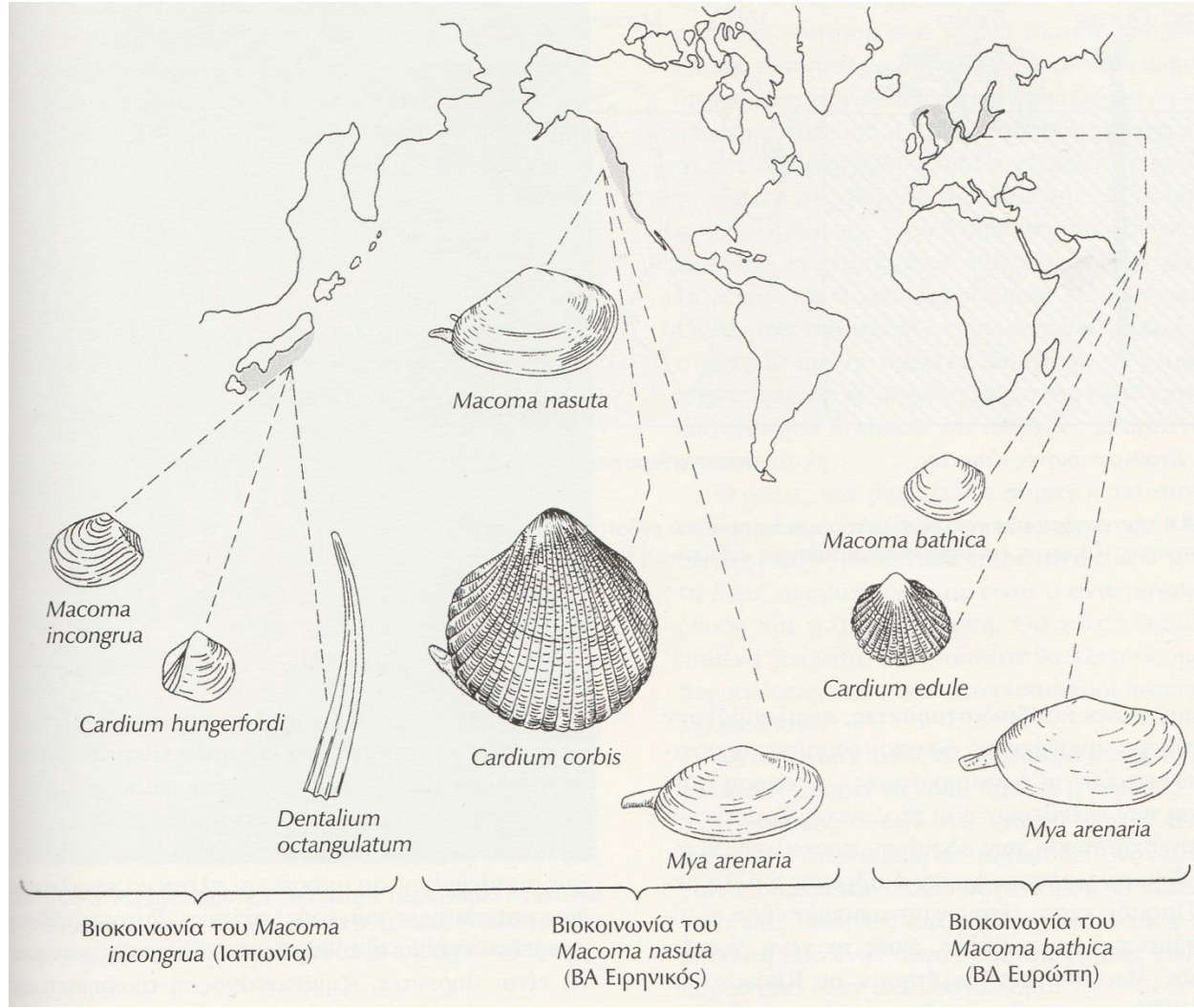
π.χ. βιοκοινωνία του *Macoma balthica*





Ιζήματα χωρίς βλάστηση: βιοκοινωνίες

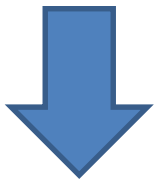
θεωρία παράλληλων βιοκοινωνιών





Ιζήματα χωρίς βλάστηση: βιοκοινωνίες

θεωρία παράλληλων βιοκοινωνιών



οι συναθροίσεις δεν είναι τυχαίες αλλά αντιπροσωπεύουν πραγματικά αλληλεπιδρώντα συστήματα



Ιζήματα χωρίς βλάστηση: βιοκοινωνίες

2 βασικές λειτουργικές ομάδες:

- αποσταθεροποιητές του ιζήματος (βιοδιαταράκτες)
- σταθεροποιητές του ιζήματος





Ιζήματα χωρίς βλάστηση: βιοκοινωνίες

2 βασικές λειτουργικές ομάδες:

- αποσταθεροποιητές του ιζήματος (βιοδιαταράκτες)
- σταθεροποιητές του ιζήματος





Ιζήματα χωρίς βλάστηση: δομή βιοκοινωνιών

Μεταβολές στη δομή λόγω:

- φυσικών (αβιοτικών) παραγόντων
- βιολογικών (βιοτικών) παραγόντων

επίδραση κυμάτων





Ιζήματα χωρίς βλάστηση: δομή βιοκοινωνιών

Μεταβολές στη δομή λόγω:

- φυσικών (αβιοτικών) παραγόντων
- βιολογικών (βιοτικών) παραγόντων

έντονη κυματική δράση



μικρή κυματική δράση


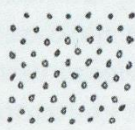
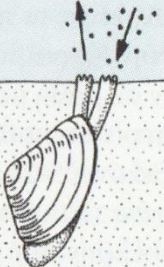
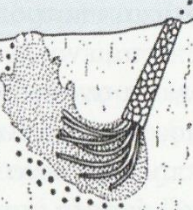




Ιζήματα χωρίς βλάστηση: δομή βιοκοινωνιών

Μεταβολές στη δομή λόγω:

- φυσικών (αβιοτικών) παραγόντων
- βιολογικών (βιοτικών) παραγόντων

| | Μεγαλύτερος στροβιλισμός νερού | Μικρότερος στροβιλισμός νερού |
|---|---|---|
| Μέγεθος των μεριδίων του ιζήματος |  Άμμος |  Λάσπη |
| Οξυγόνο και συγκέντρωση οργανικών θρυμμάτων | Περισσότερο οξυγόνο, λιγότερα θρύμματα | Λιγότερο οξυγόνο, περισσότερα θρύμματα |
| Μέθοδοι τροφοληψίας των ζώων |  Αιώρηματοφαγία |  Ιζηματοφαγία |



Ιζήματα χωρίς βλάστηση: δομή βιοκοινωνιών

Μεταβολές στη δομή λόγω:

- φυσικών (αβιοτικών) παραγόντων
- βιολογικών (βιοτικών) παραγόντων
 - ανταγωνισμός
 - θήρευση
 - στρατολόγηση



Ιζήματα χωρίς βλάστηση: δομή βιοκοινωνιών

Μεταβολές στη δομή λόγω:

- φυσικών (αβιοτικών) παραγόντων
- βιολογικών (βιοτικών) παραγόντων: ανταγωνισμός
 - άμεσες αλληλεπιδράσεις
 - επιθετική δραστηριότητα – διεκδίκηση χώρου
 - καταστροφή στοών



Ιζήματα χωρίς βλάστηση: δομή βιοκοινωνιών

Μεταβολές στη δομή λόγω:

- φυσικών (αβιοτικών) παραγόντων
- βιολογικών (βιοτικών) παραγόντων: ανταγωνισμός
 - έμμεσες αλληλεπιδράσεις

τροφικός αποκλεισμός

ιζηματοφάγοι



χαλάρωση ιζήματος,
επαναιώρηση

αιωρηματοφάγοι



πρόσληψη
προνυμφών

θήρευση



Ιζήματα χωρίς βλάστηση: δομή βιοκοινωνιών

Μεταβολές στη δομή λόγω:

- φυσικών (αβιοτικών) παραγόντων
- βιολογικών (βιοτικών) παραγόντων: ανταγωνισμός
 - έμμεσες αλληλεπιδράσεις

ανταγωνιστική παρεμβολή





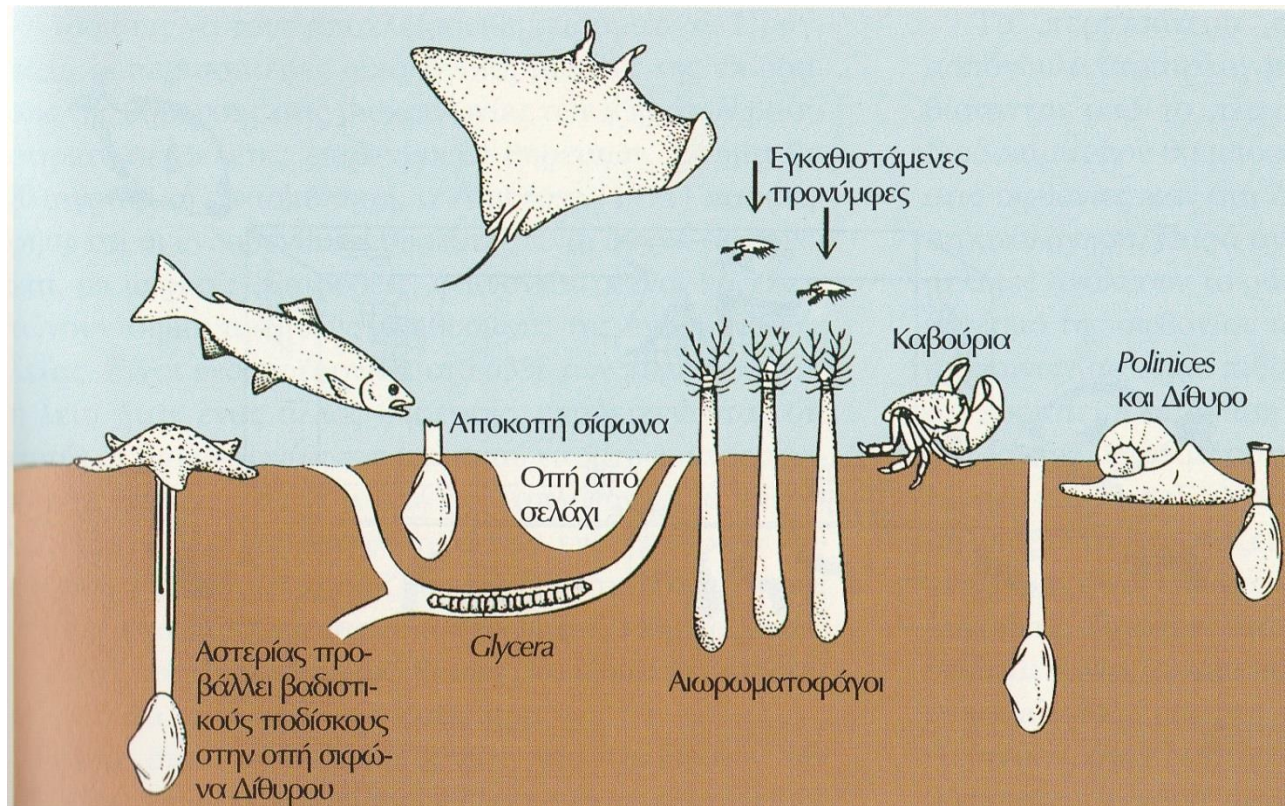
Ιζήματα χωρίς βλάστηση: δομή βιοκοινωνιών

Μεταβολές στη δομή λόγω:

- φυσικών (αβιοτικών) παραγόντων
- βιολογικών (βιοτικών) παραγόντων: θήρευση

Θηρευτές:

- επιφανειακοί
- διεισδύοντες
- σκαπτικοί
- ενδοπανιδικοί



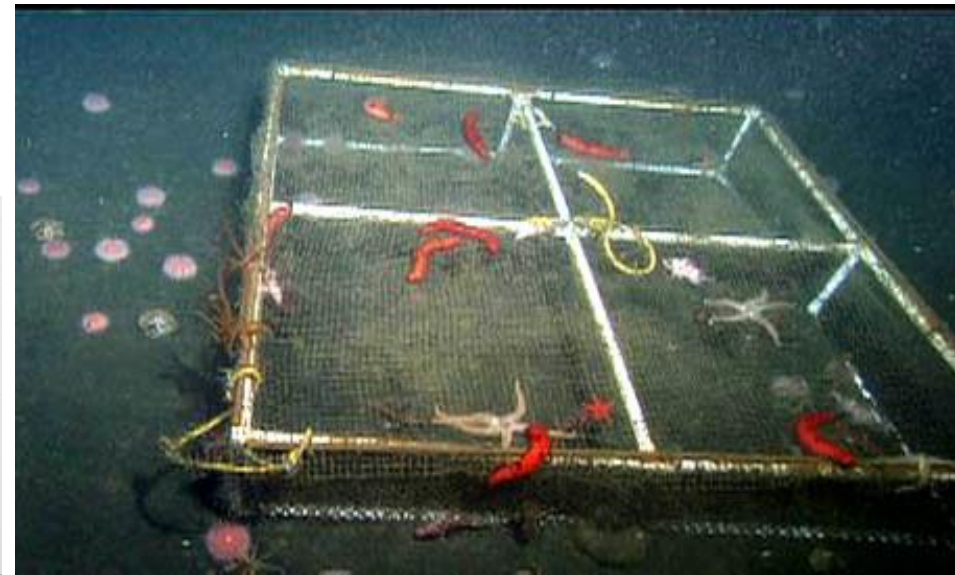
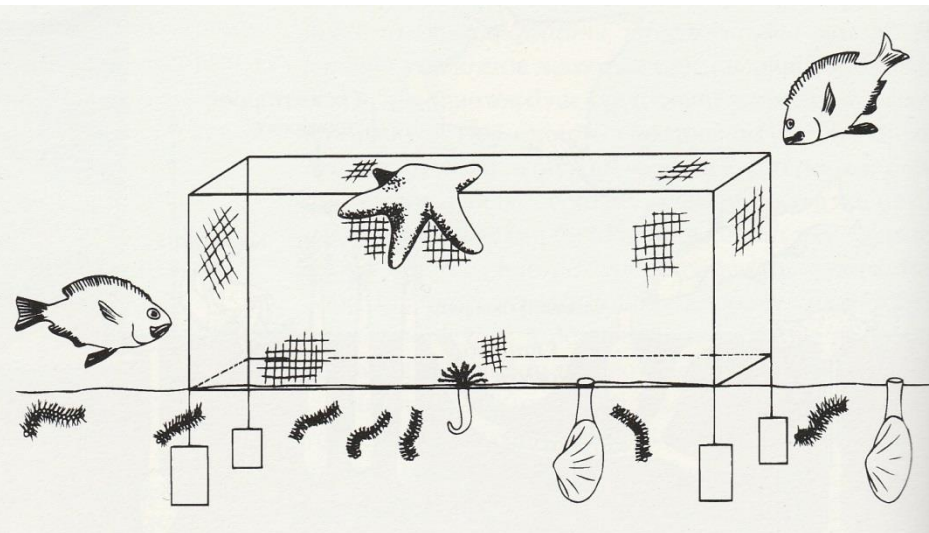


Ιζήματα χωρίς βλάστηση: δομή βιοκοινωνιών

Μεταβολές στη δομή λόγω:

- φυσικών (αβιοτικών) παραγόντων
- βιολογικών (βιοτικών) παραγόντων: θήρευση

πειράματα
με κλωβούς





Ιζήματα χωρίς βλάστηση: δομή βιοκοινωνιών

Μεταβολές στη δομή λόγω:

- φυσικών (αβιοτικών) παραγόντων
- βιολογικών (βιοτικών) παραγόντων: στρατολόγηση

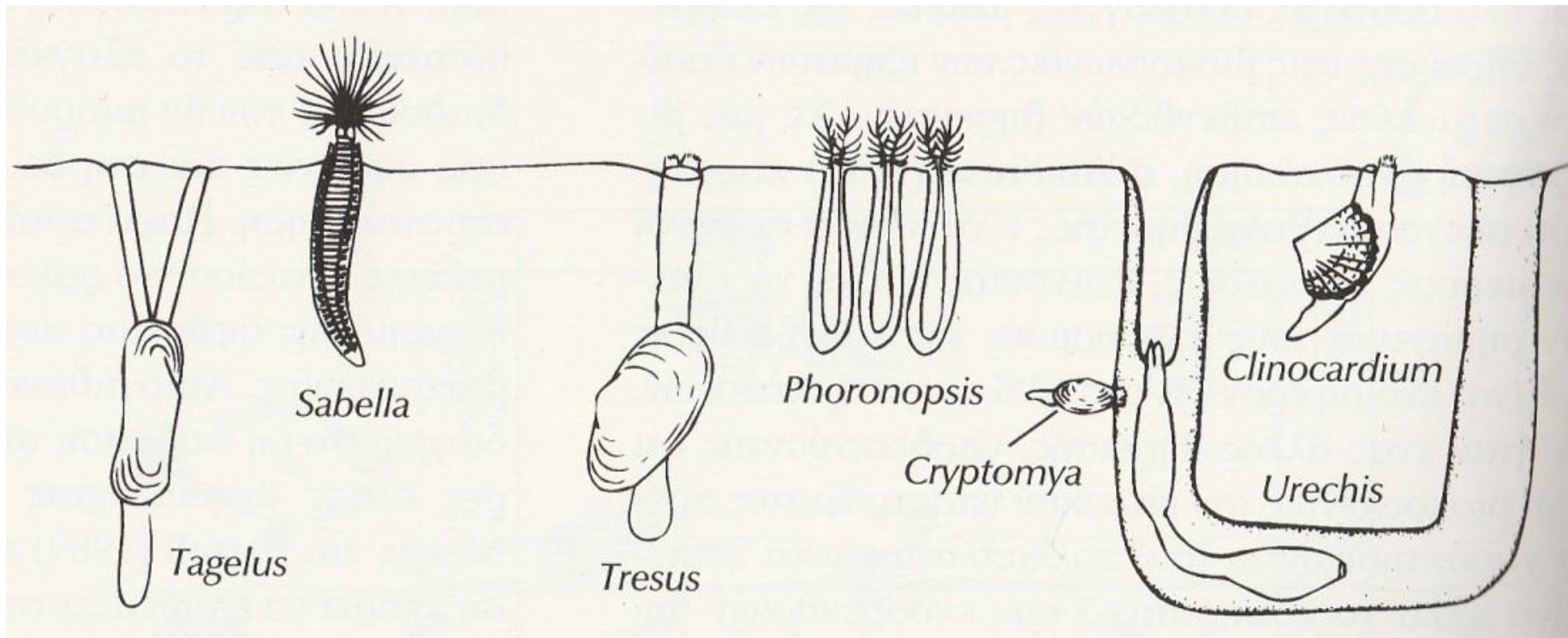
επηρεάζει την δομή των βιοκοινωνιών όταν ισχύει κάτι από τα ακόλουθα:

- απαλλαγή από άλλες αιτίες θνησιμότητας
- εγκατάσταση σε πολύ μεγάλους αριθμούς
- χαμηλοί ρυθμοί στρατολόγησης όλων των ειδών – κανένας περισσότερο ανταγωνιστικός



Ιζήματα χωρίς βλάστηση: δομή βιοκοινωνιών

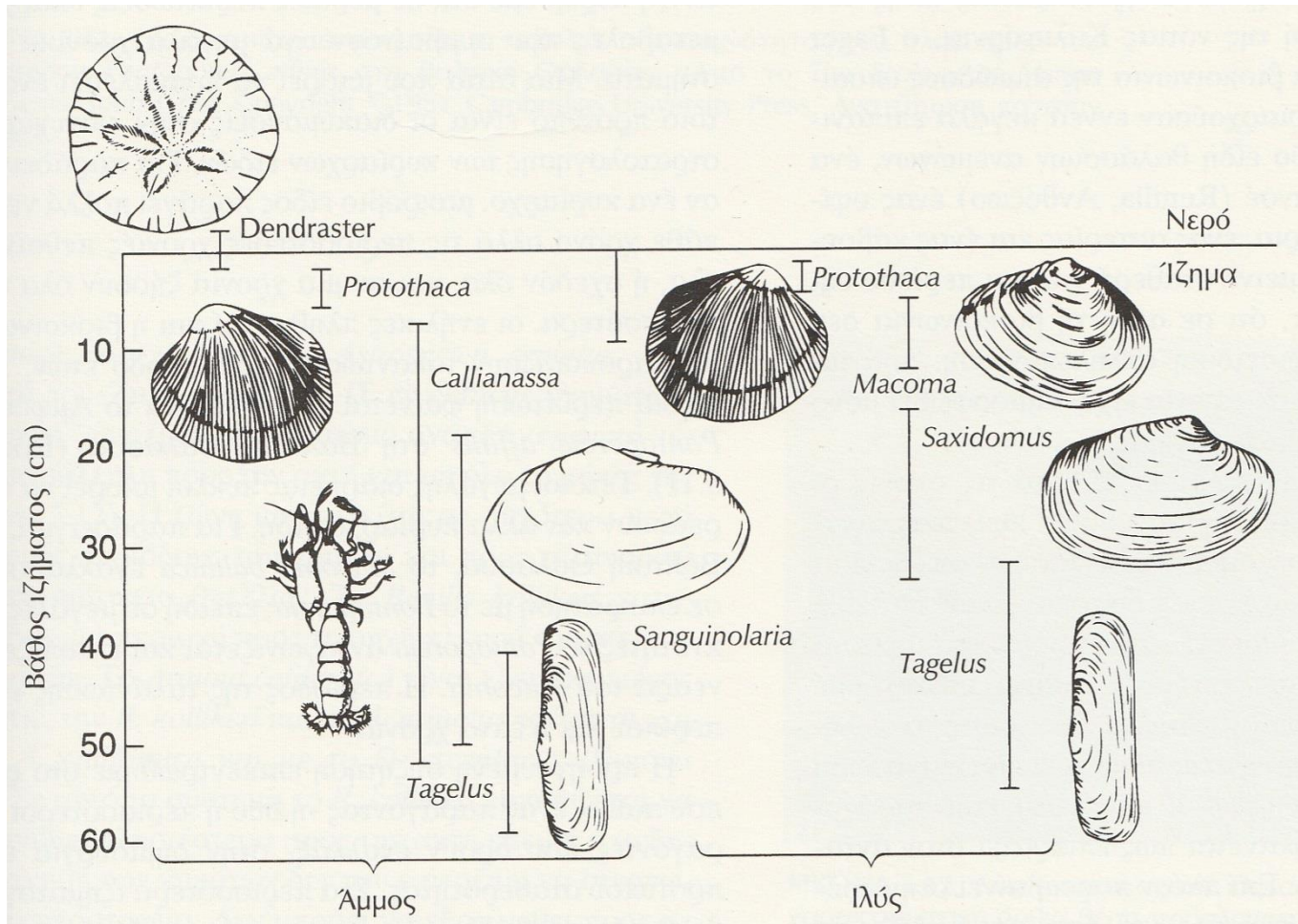
Κατακόρυφη κατανομή και ανταγωνισμός





Ιζήματα χωρίς βλάστηση: δομή βιοκοινωνιών

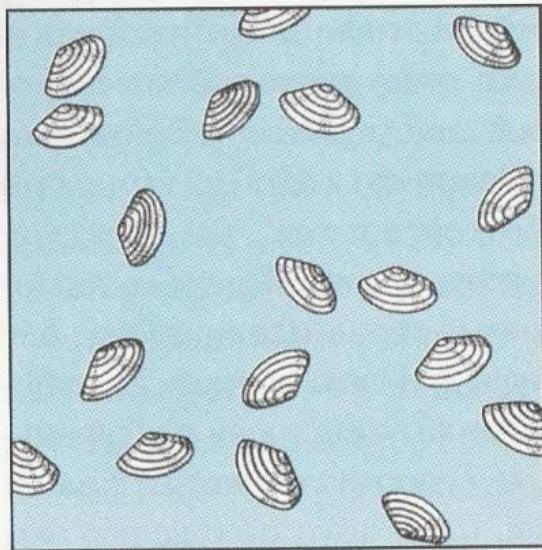
Κατακόρυφη κατανομή και ανταγωνισμός



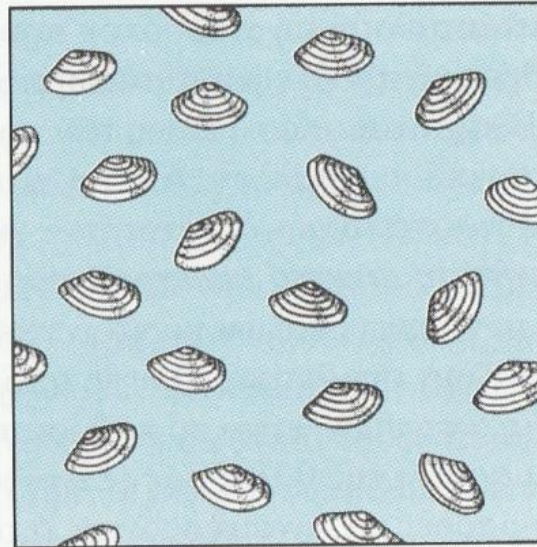


Ιζήματα χωρίς βλάστηση: δομή βιοκοινωνιών

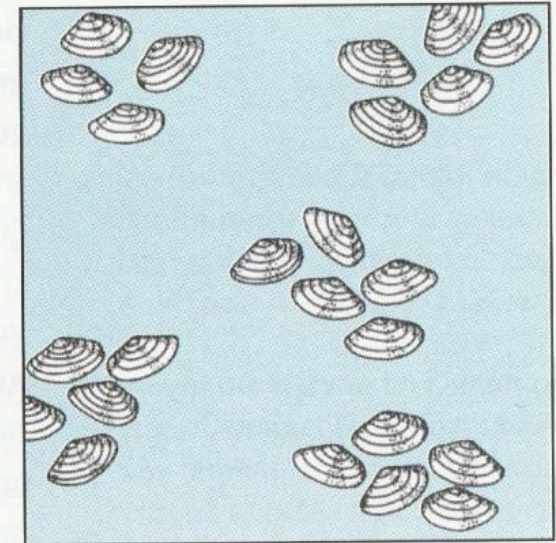
επικράτηση μωσαϊκής κατανομής



τυχαία



ομοιόμορφη



μωσαϊκή



Ιζήματα χωρίς βλάστηση: δομή βιοκοινωνιών

επικράτηση μωσαϊκής κατανομής

π.χ. λόγω διατάραξης από θηρευτές





Περίγραμμα

Περιβαλλοντικές συνθήκες

Ιζήματα χωρίς βλάστηση

Βιοκοινωνίες βραχώδους υποαιγιαλίτιδας

Λιβάδια και δάση από κέλπιες

Βιοκοινωνίες θαλάσσιων αγγειόσπερμων

Βενθική βιολογία πολικών περιοχών



Βιοκοινωνίες βραχώδους υποπαλιρροιακής ζώνης

- λιγότερο συνηθισμένες από το μαλακό υπόστρωμα
- συχνά αποκαλούνται «ύφαλοι» (reefs)
 - Βράχια, πέτρες, κροκάλες
 - Βιογενές υπόστρωμα
 - Κοραλλιογενείς ύφαλοι
 - Κέλπιες





Βιοκοινωνίες βραχώδους υποπαλιρροιακής ζώνης



photo: Y. Issaris



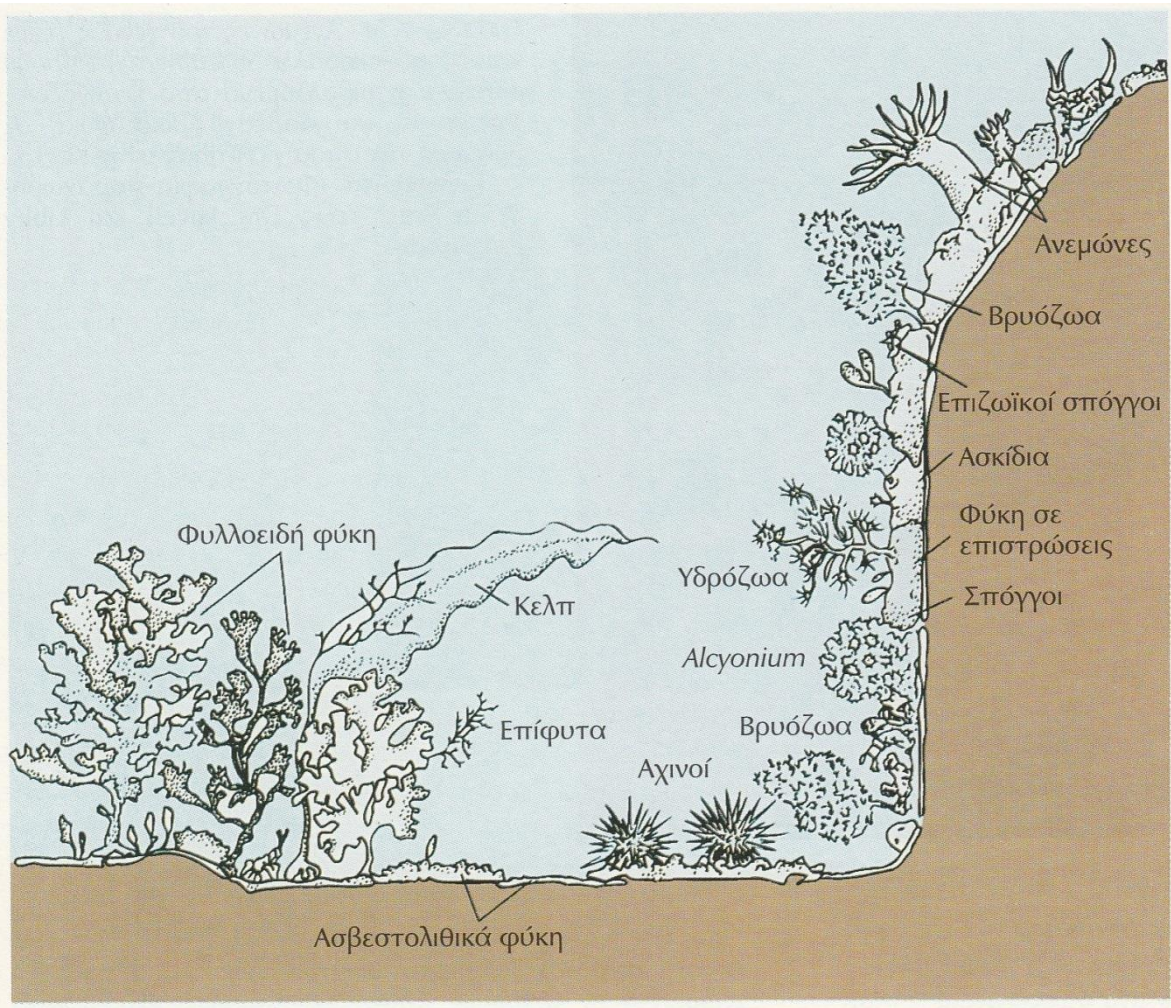
Βιοκοινωνίες βραχώδους υποπαλιρροιακής ζώνης



photo: Y. Issaris



Βιοκοινωνίες βραχώδους υποπαλιρροιακής ζώνης



- 2 διαστάσεις
- φυσικοί και βιολογικοί παράγοντες
- ανταγωνισμός για χώρο
- στρατολόγηση
- ο ρόλος των βοσκητών



Βιοκοινωνίες βραχώδους υποπαλιρροιακής ζώνης

Δομή βιοκοινωνιών: μακροφύκη

- φως
- ανταγωνισμός για χώρο
- βόσκηση





Βιοκοινωνίες βραχώδους υποπαλιρροιακής ζώνης

Δομή βιοκοινωνιών: μακροφύκη

- φως
- ανταγωνισμός για χώρο
- βόσκηση





Βιοκοινωνίες βραχώδους υποπαλιρροιακής ζώνης

Δομή βιοκοινωνιών: μακροφύκη

- φως
- ανταγωνισμός για χώρο
- βόσκηση





Βιοκοινωνίες βραχώδους υποπαλιρροιακής ζώνης

Δομή βιοκοινωνιών: μακροφύκη

- φως
- ανταγωνισμός για χώρο
- βόσκηση





Βιοκοινωνίες βραχώδους υποπαλιρροιακής ζώνης

Δομή βιοκοινωνιών: μακροφύκη

- φως
- ανταγωνισμός για χώρο
- **βόσκηση: αχινοί-θεμελιώδες είδος**





Βιοκοινωνίες βραχώδους υποπαλιρροιακής ζώνης

Δομή βιοκοινωνιών: μακροφύκη

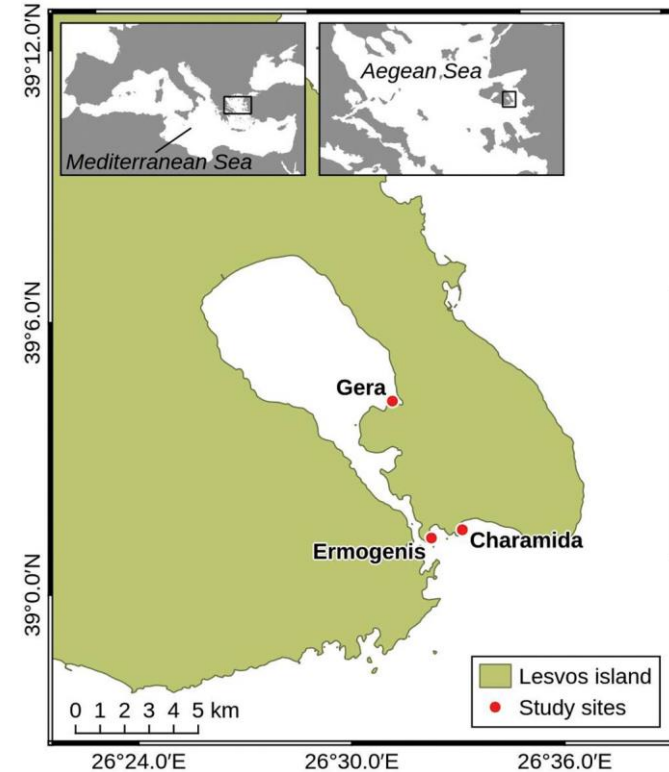
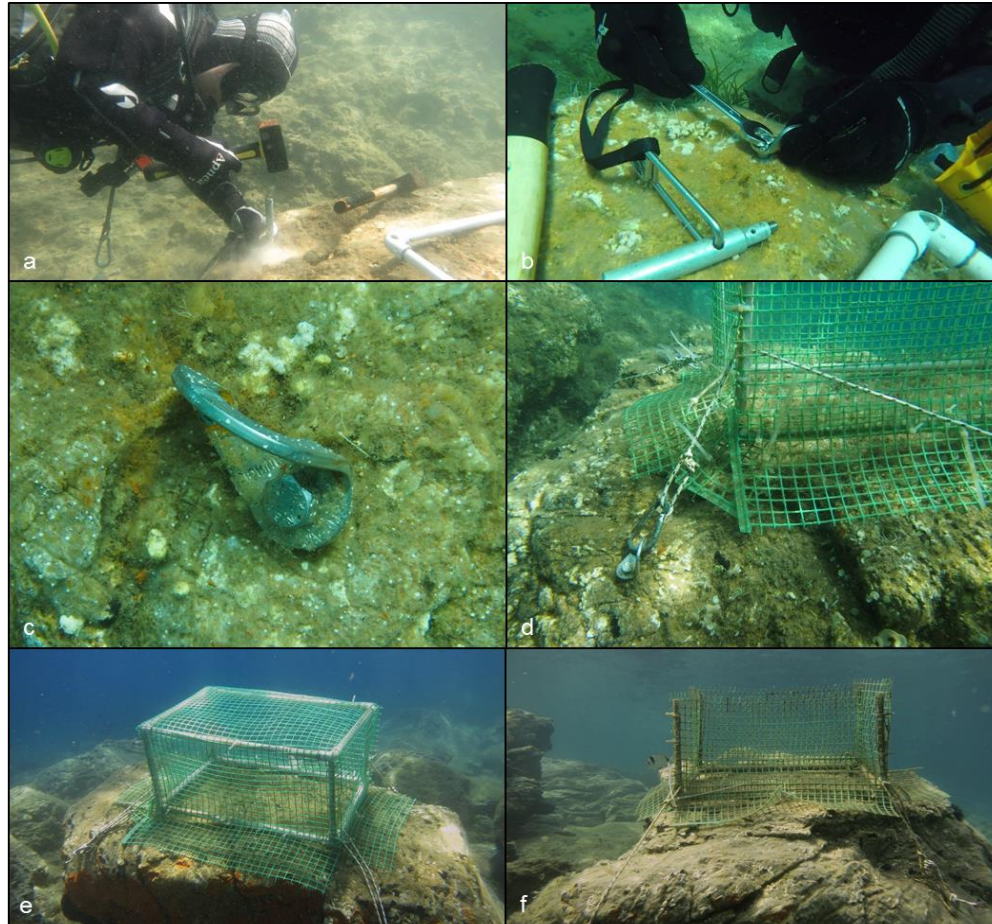
- φως
- ανταγωνισμός για χώρο
- βόσκηση





Βιοκοινωνίες βραχώδους υποπαλιρροιακής ζώνης

Ρόλος βοσκητών στη Λέσβο



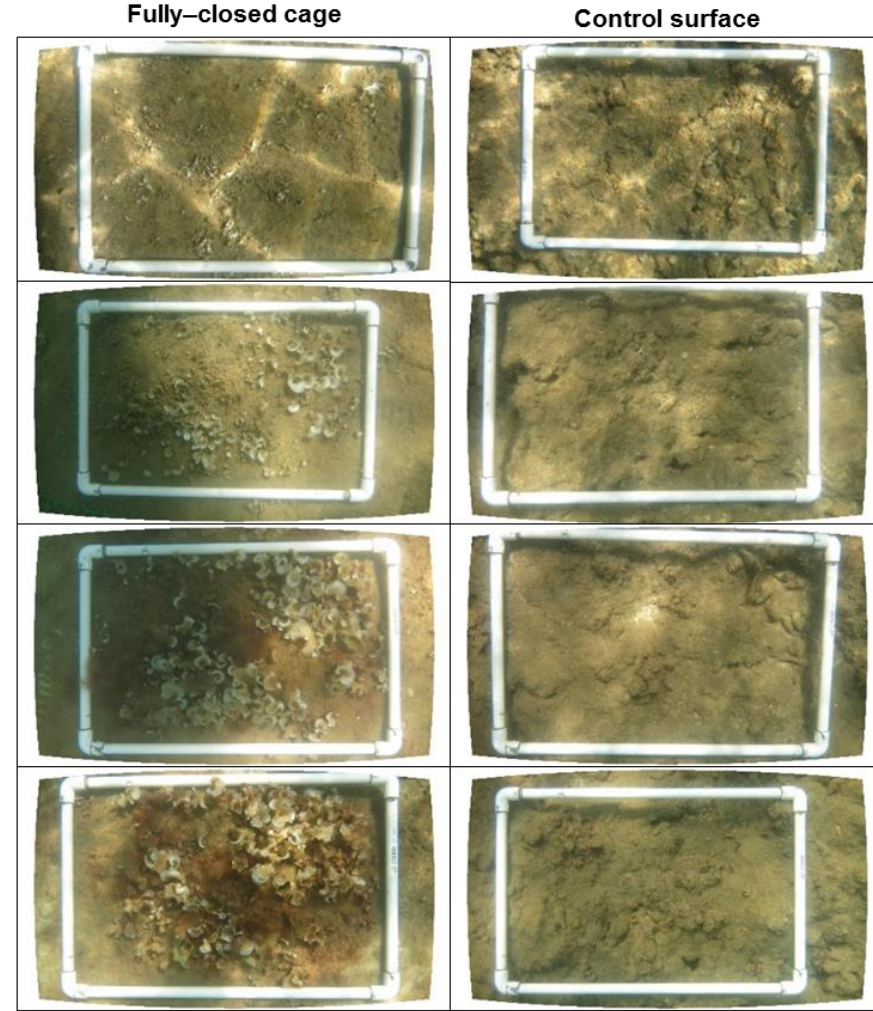
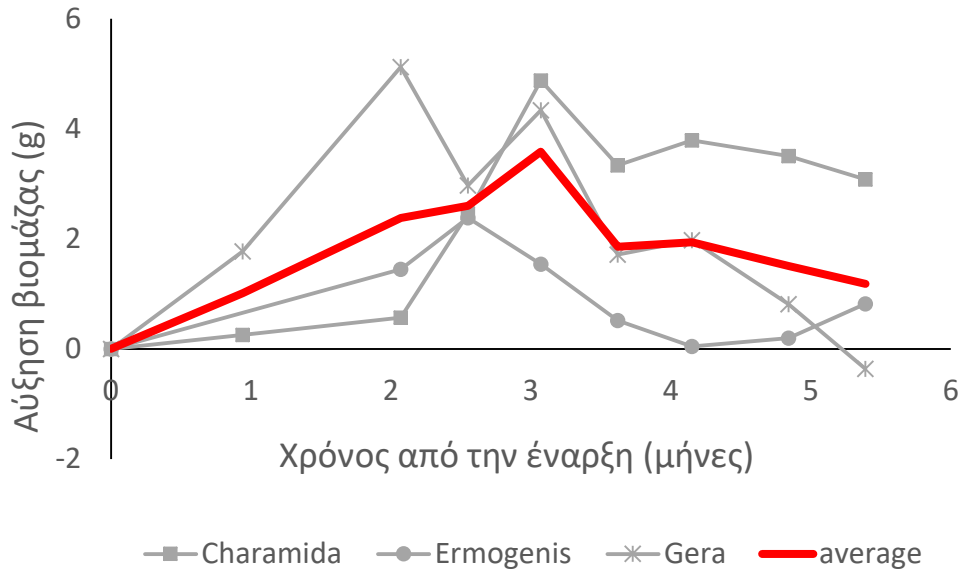
Konstantinos Tsirintanis, Maria Sini, Odysseas Doulas, Vasilis Trygonis, Stelios Katsanevakis, 2018. Assessment of grazing effects on phytobenthic community structure at shallow rocky reefs: An experimental field study in the North Aegean Sea. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 503: 31-40.



Βιοκοινωνίες βραχώδους υποπαλιρροιακής ζώνης

Ρόλος βοσκητών στη Λέσβο

Βιομάζα μακροφυκών (Κλουβιά – control)



Konstantinos Tsirintanis, Maria Sini, Odysseas Doulas, Vasilis Trygonis, Stelios Katsanevakis, 2018. Assessment of grazing effects on phytobenthic community structure at shallow rocky reefs: An experimental field study in the North Aegean Sea. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 503: 31-40.



Βιοκοινωνίες βραχώδους υποπαλιρροιακής ζώνης

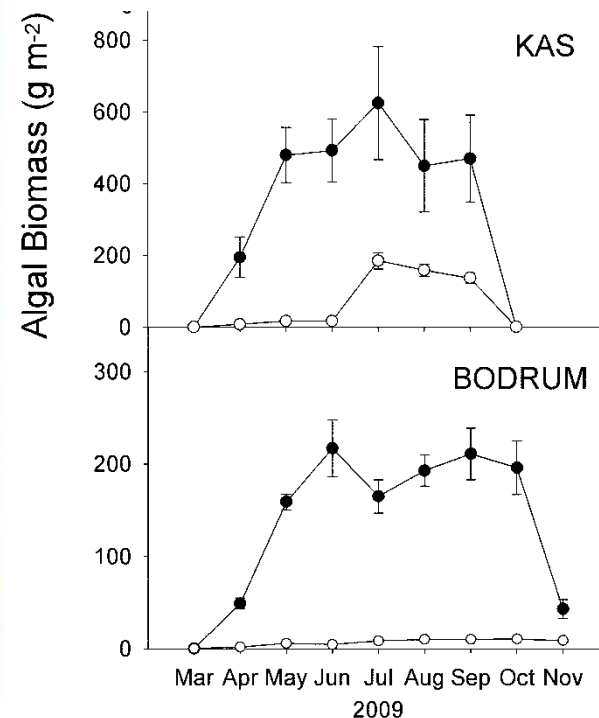
Ρόλος των ξενικών βοσκητών *Siganus* spp στην ανατολική Μεσόγειο





Βιοκοινωνίες βραχώδους υποπαλιρροιακής ζώνης

Ρόλος των ξενικών βοσκητών *Siganus* spp στην ανατολική Μεσόγειο

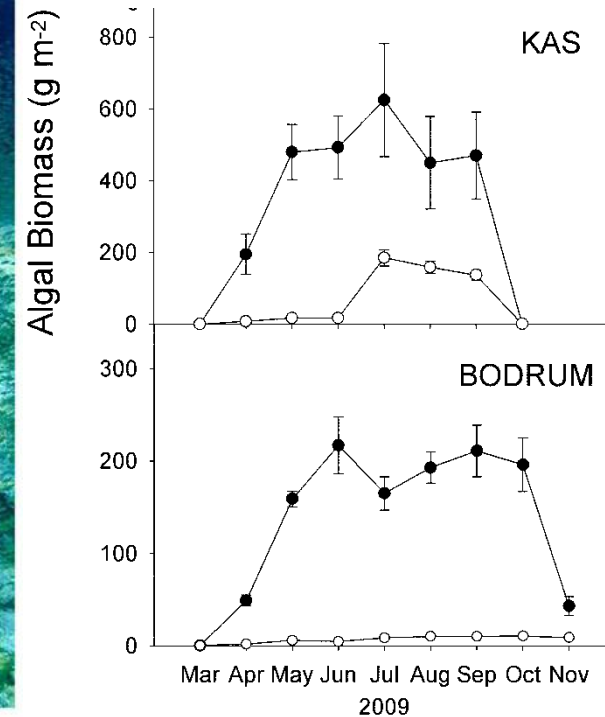


Sala E, Kizilkaya Z, Yildirim D, Ballesteros E (2011) Alien Marine Fishes Deplete Algal Biomass in the Eastern Mediterranean. PLoS ONE 6(2): e17356.



Βιοκοινωνίες βραχώδους υποπαλιρροιακής ζώνης

Ρόλος των ξενικών βοσκητών *Siganus* spp στην ανατολική Μεσόγειο





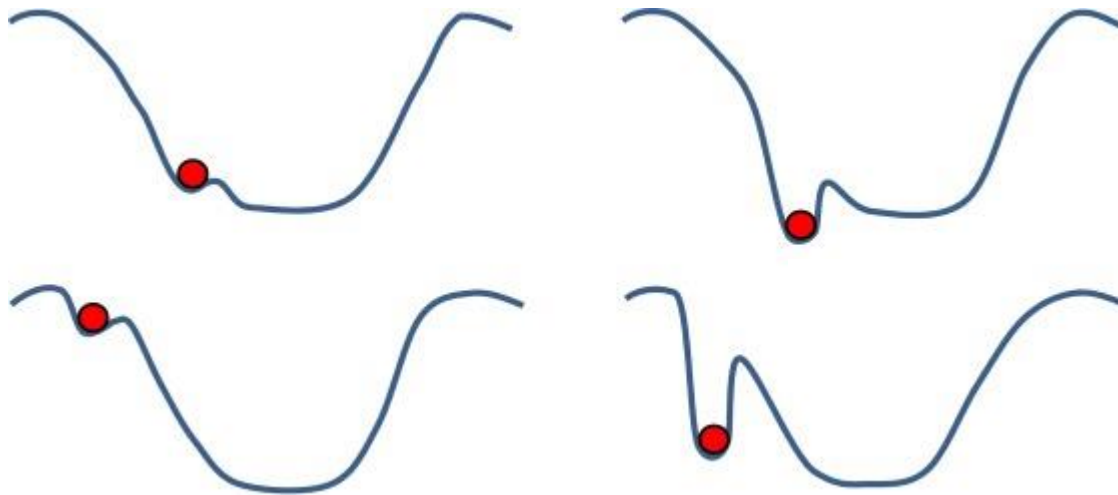
Βιοκοινωνίες βραχύδους υποπαλιρροιακής ζώνης

Sutherland (1974):

θεωρία **εναλλασσόμενων σταθερών καταστάσεων**

σε ίδιες συνθήκες → πολλές θέσεις ισορροπίας

έχει σημασία η ιστορία των διαταράξεων



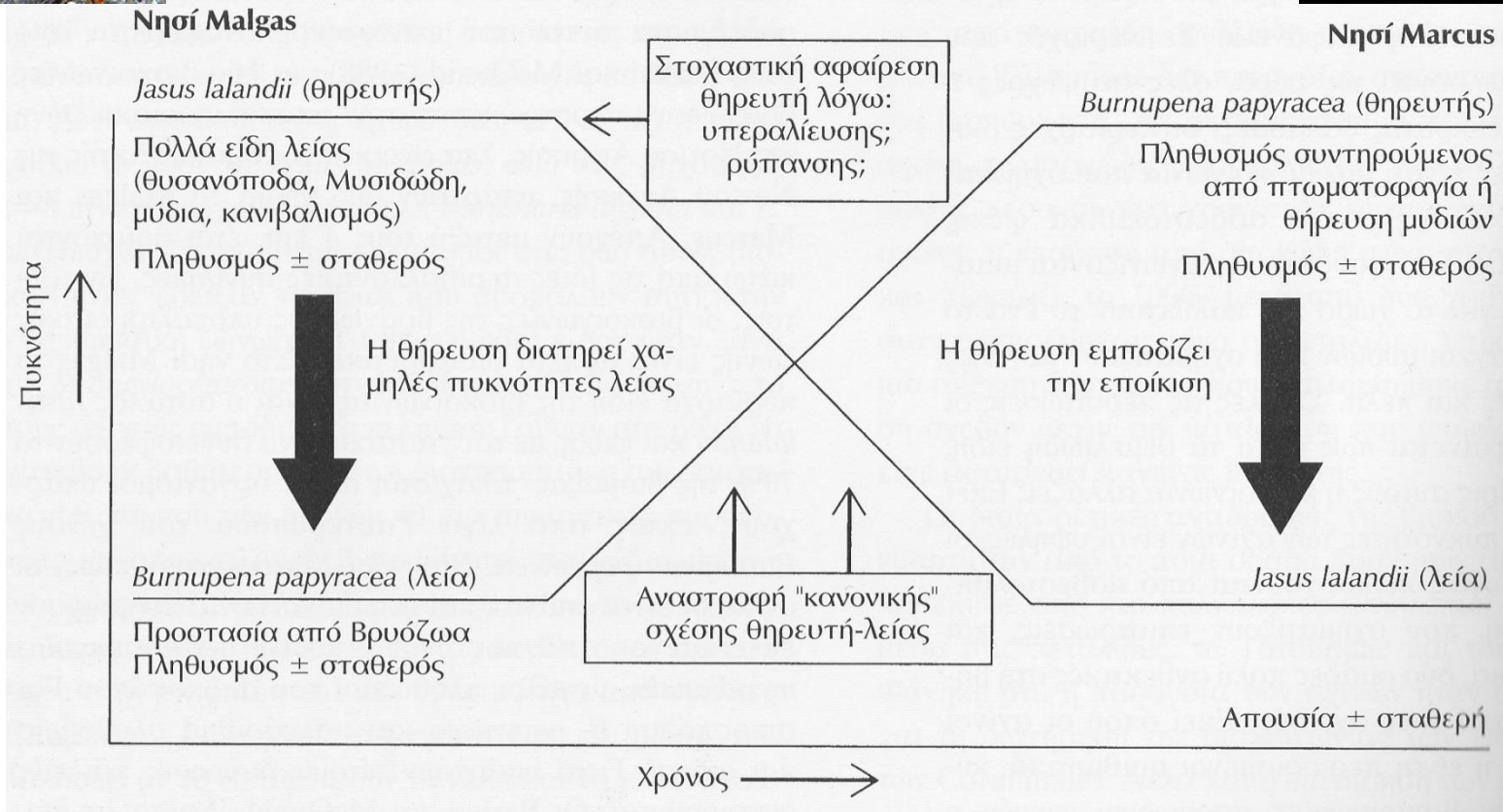


Βιοκοινωνίες βραχώδους υποπαλιρροιακής ζώνης

Sutherland (1974): θεωρία **εναλλασσόμενων σταθερών καταστάσεων**



Barkai A, McQuaid C, 1988. Predator-pray role reversal in a marine benthic ecosystem. Science 242: 62-64





Περίγραμμα

Περιβαλλοντικές συνθήκες

Ιζήματα χωρίς βλάστηση

Βιοκοινωνίες βραχώδους υποαιγιαλίτιδας

Λιβάδια και δάση από κέλπιες

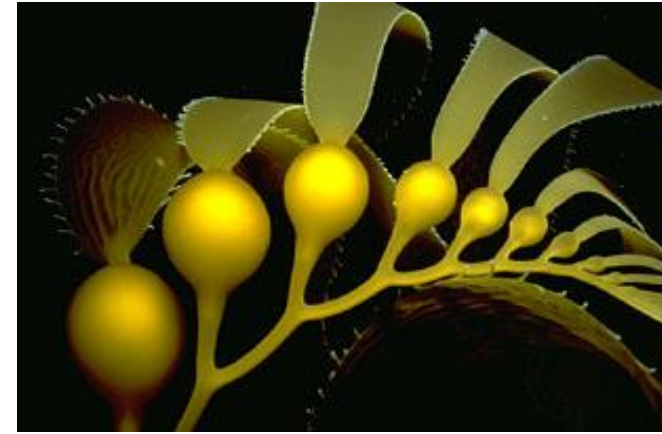
Βιοκοινωνίες θαλάσσιων αγγειόσπερμων

Βενθική βιολογία πολικών περιοχών



Λιβάρια και δάση από κελπ

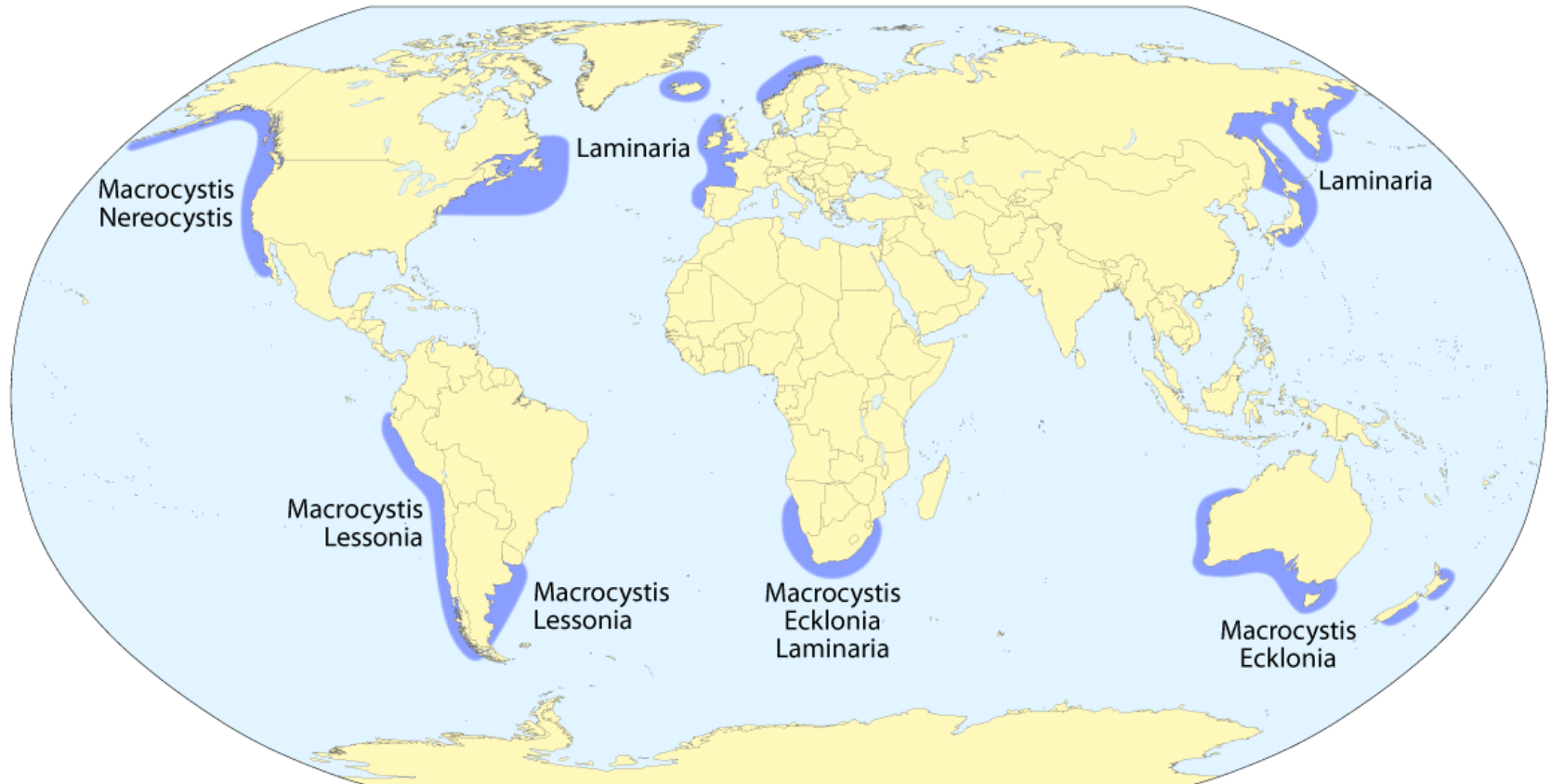
κέλπιες: φαιοφύκη μεγάλου μεγέθους
θαλλοί 20-30m





Λιβάδια και δάση από κελπ

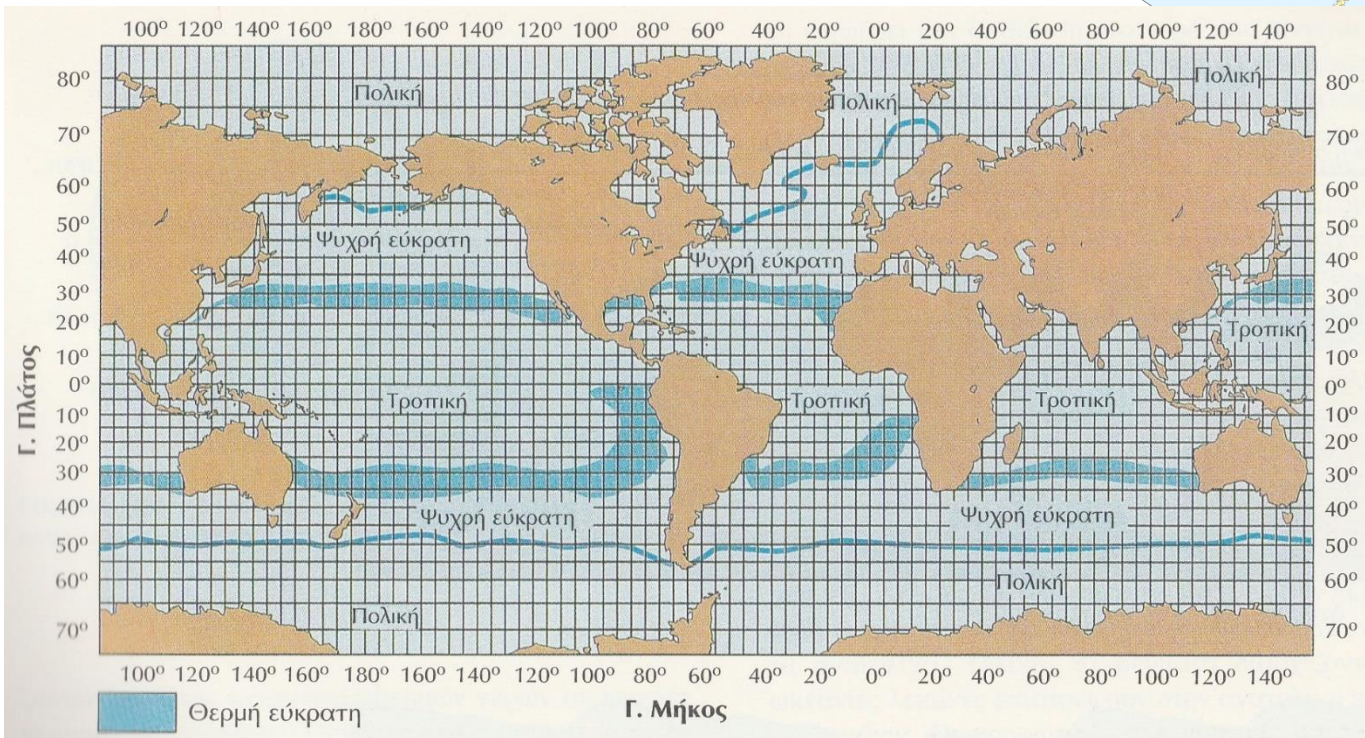
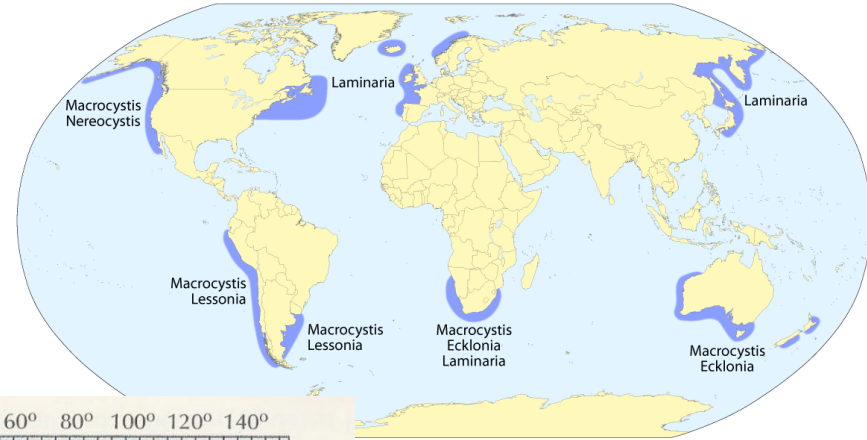
εξάπλωση σε σχετικά ψυχρά νερά





Λιβάδια και δάση από κελπ

εξάπλωση σε σχετικά ψυχρά νερά



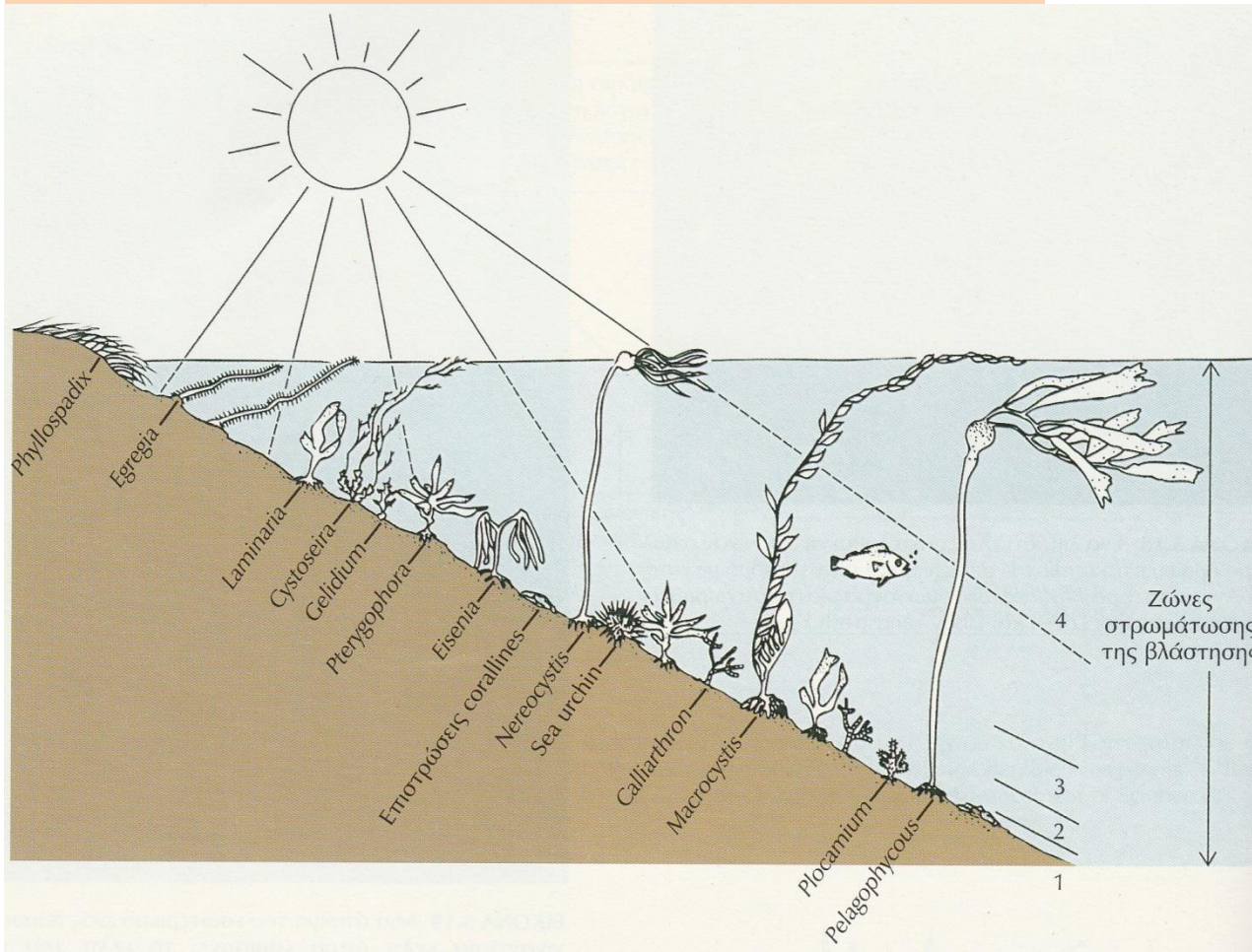
Steneck et al. (2002) *Kelp forest ecosystems: biodiversity, stability, resilience and future.* *Environmental Conservation* 29 (4): 436–459



Λιβάδια και δάση από κελπ

λιβάδια: χωρίς θόλο στην επιφάνεια

δάση: με θόλο στην επιφάνεια



1. επιστρώσεις από νηματοιδή και ασβεστολιθικά Ροδοφύκη
2. χαμηλά μακροφύκη
3. κέλπιες υποορόφου
4. κέλπιες μέσης στήλης και επιφανειακού ορόφου



Λιβάδια και δάση από κελπ

λιβάδια: χωρίς θόλο στην επιφάνεια

δάση: με θόλο στην επιφάνεια



Baja California



Λιβάδια και δάση από κελπ: πλούσιες βιοκοινωνίες



photo: C. Seaborn



Λιβάδια και δάση από κελπ: πλούσιες βιοκοινωνίες

Καθοριστικοί παράγοντες κατανομής

- στερεό υπόστρωμα
- Θερμοκρασία
- Θρεπτικά άλατα
- Φώς (<40m)
- Κυματισμός
- Βόσκηση από θηρευτές

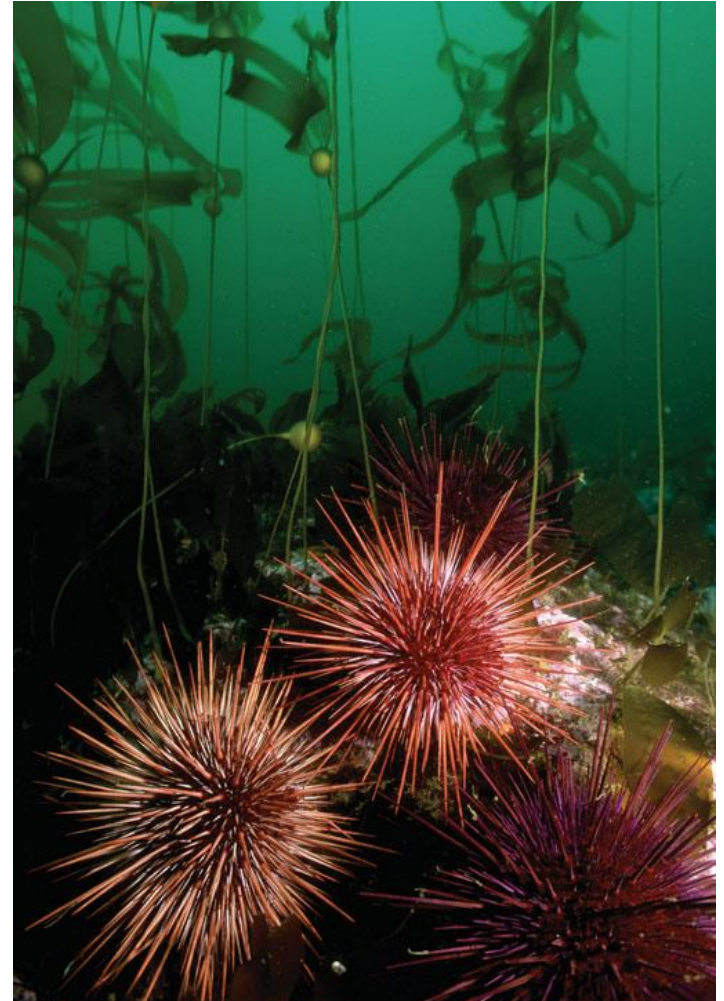




Λιβάδια και δάση από κελπ: πλούσιες βιοκοινωνίες

Σημαντικός ο ρόλος των αχινών

Μπορεί να οδηγήσουν σε υποβάθμιση τα δάση από κελπ

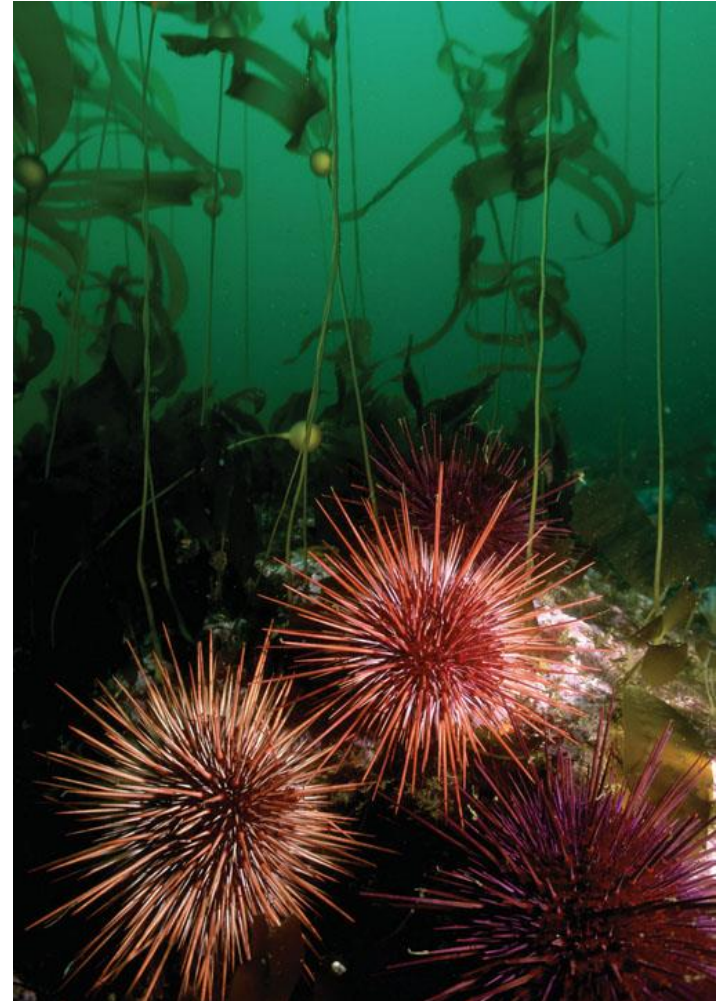




Λιβάδια και δάση από κελπ: πλούσιες βιοκοινωνίες

Υπερβόσκηση από Αχινοούς

- Κανονικές Συνθήκες: Διατροφή Αχινών με θρύμματα
- Πληθυσμιακές Εκρήξεις: Διατροφή Αχινών με κέλπιες και άλλα Μακροφύκη → ‘χερσοτόπια αχινών’

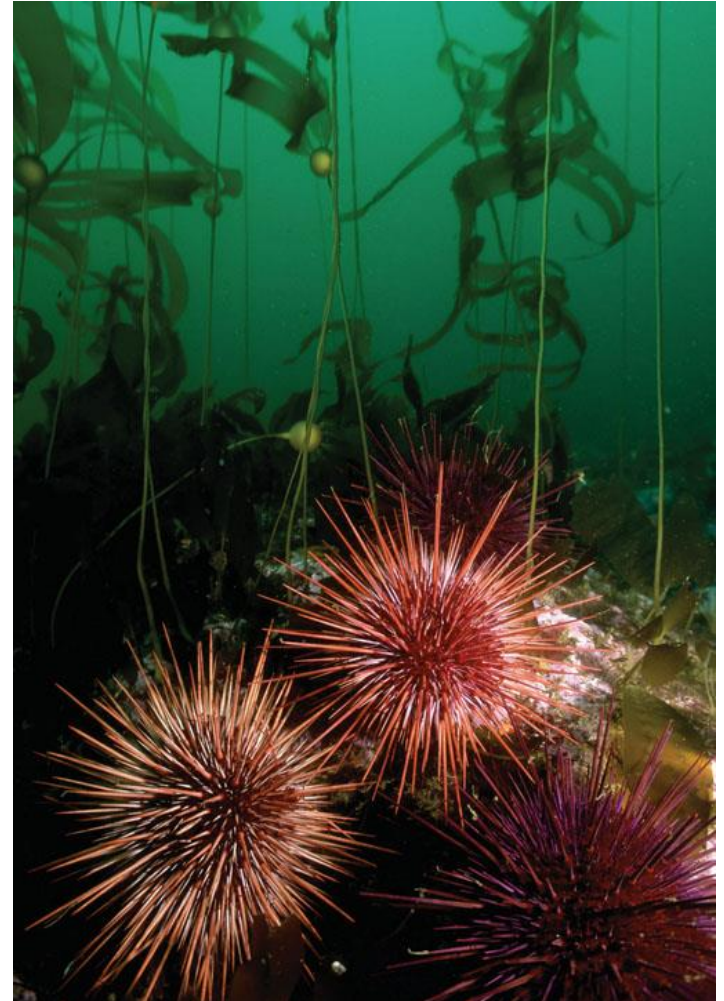




Λιβάδια και δάση από κελπ: πλούσιες βιοκοινωνίες

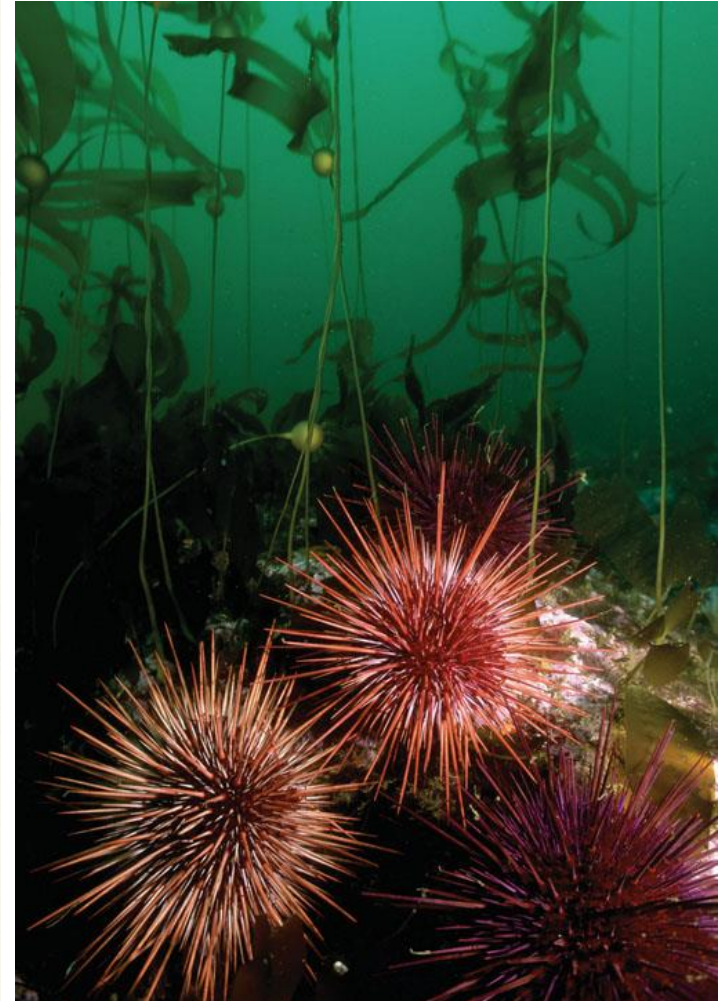
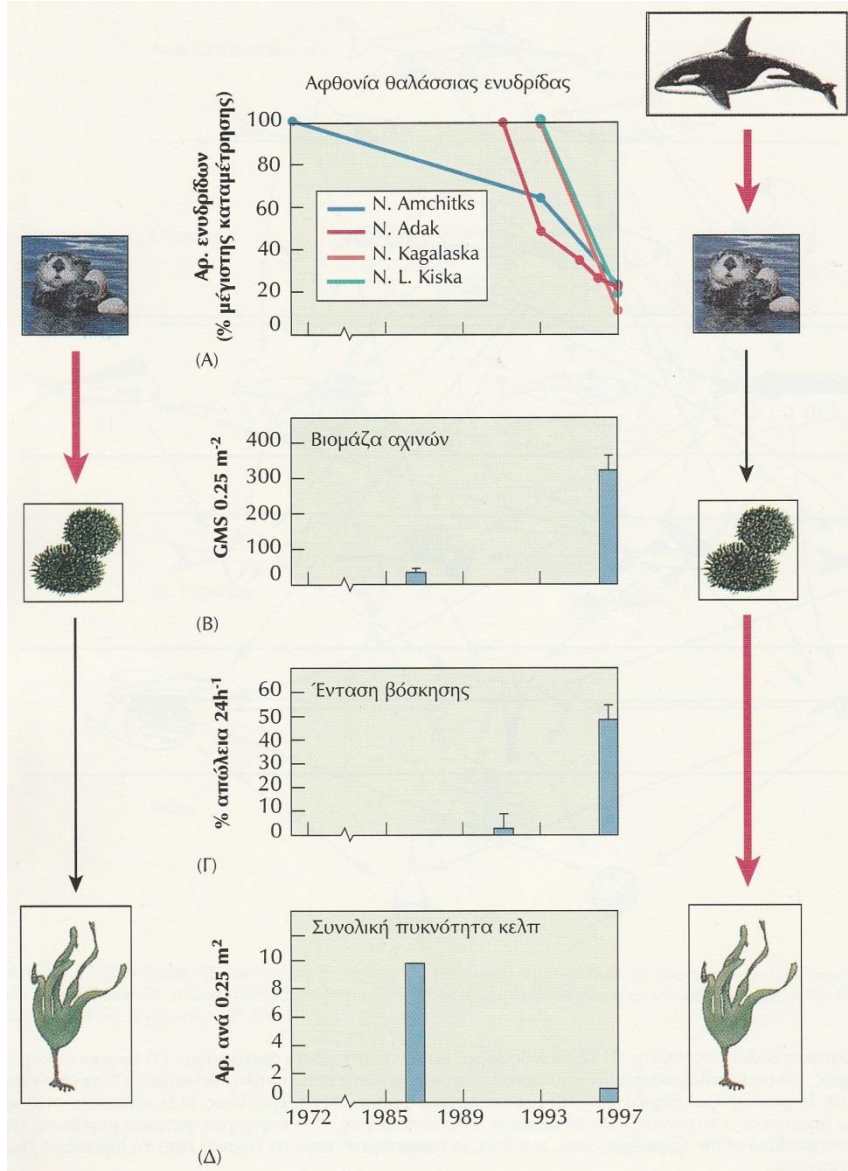
Αιτίες υπερβόσκησης

- Θύελες - μείωση διαθεσίμων θρυμμάτων φυκών
- Φυσικές διακυμάνσεις αφθονίας
- Αλιευτική πίεση σε θηρευτές αχινών (αστακοί, καβούρια, ψάρια)
- Μείωση πληθυσμών ενυδρίδας





Λιβάδια και δάση από κελπ: πλούσιες βιοκοινωνίες





Περίγραμμα

Περιβαλλοντικές συνθήκες

Ιζήματα χωρίς βλάστηση

Βιοκοινωνίες βραχώδους υποαιγιαλίτιδας

Λιβάδια και δάση από κέλπιες

Βιοκοινωνίες θαλάσσιων αγγειόσπερμων

Βενθική βιολογία πολικών περιοχών



Βιοκοινωνίες θαλάσσιων αγγειόσπερμων





Βιοκοινωνίες θαλάσσιων αγγειόσπερμων

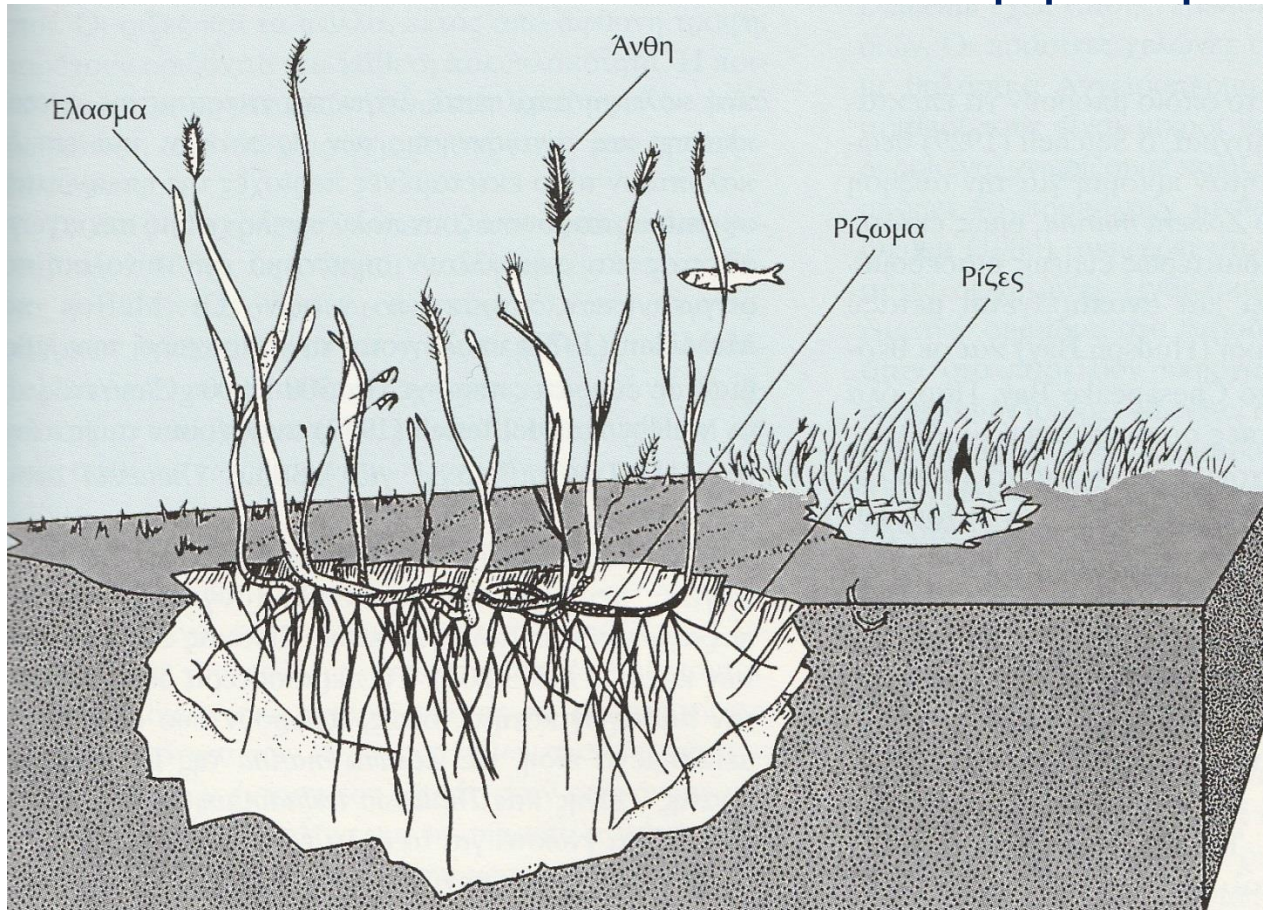
- ανθοφόρα φυτά προσαρμοσμένα για ζωή στη θάλασσα
- μικρά άνθη
- γύρη που μεταφέρεται με τα ρεύματα
- ρίζες και ριζοειδείς βλαστοί μέσα στο ίζημα
- 50 γνωστά είδη παγκοσμίως





Βιοκοινωνίες θαλάσσιων αγγειόσπερμων

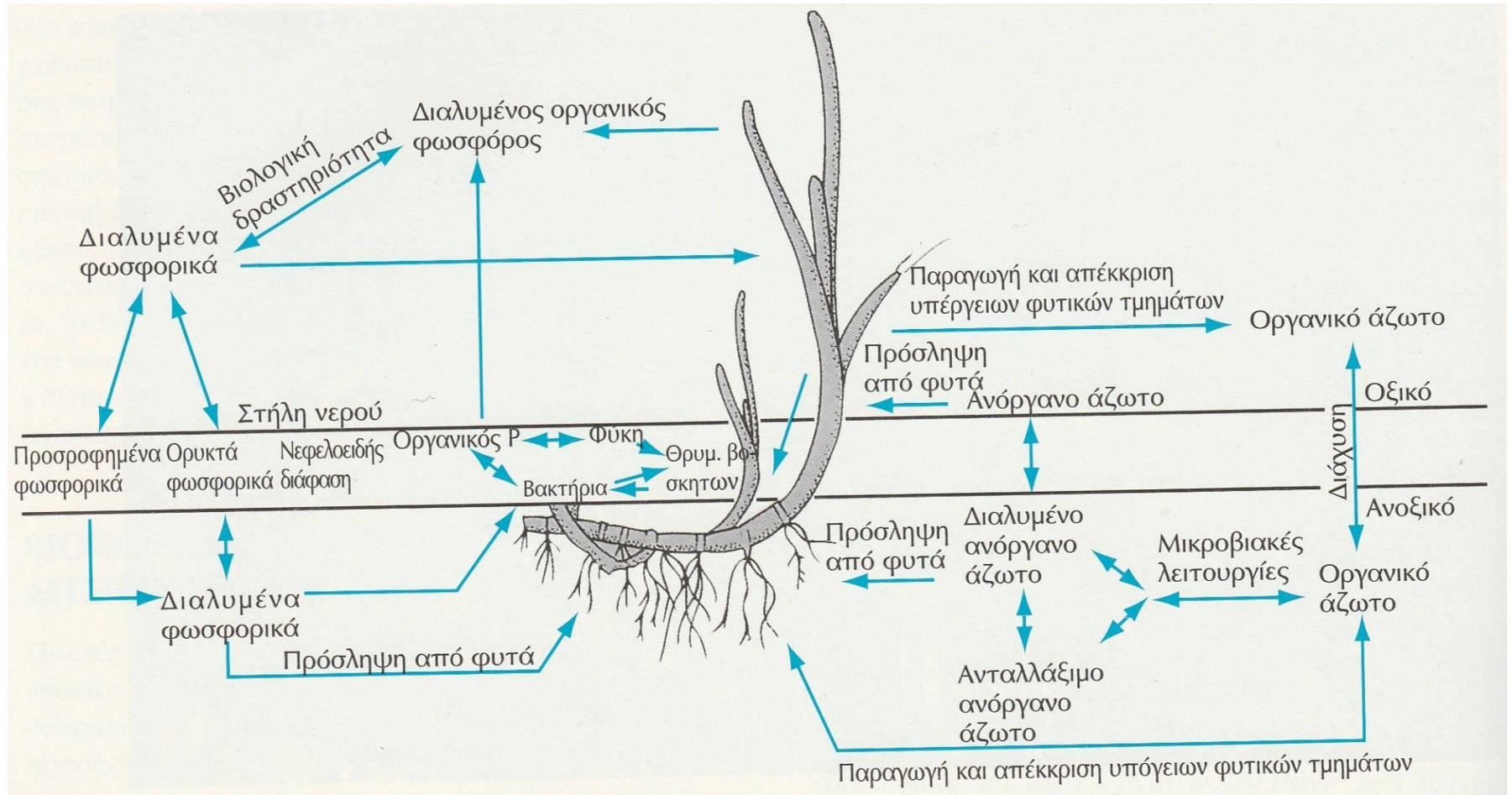
Μορφολογία





Βιοκοινωνίες θαλάσσιων αγγειόσπερμων

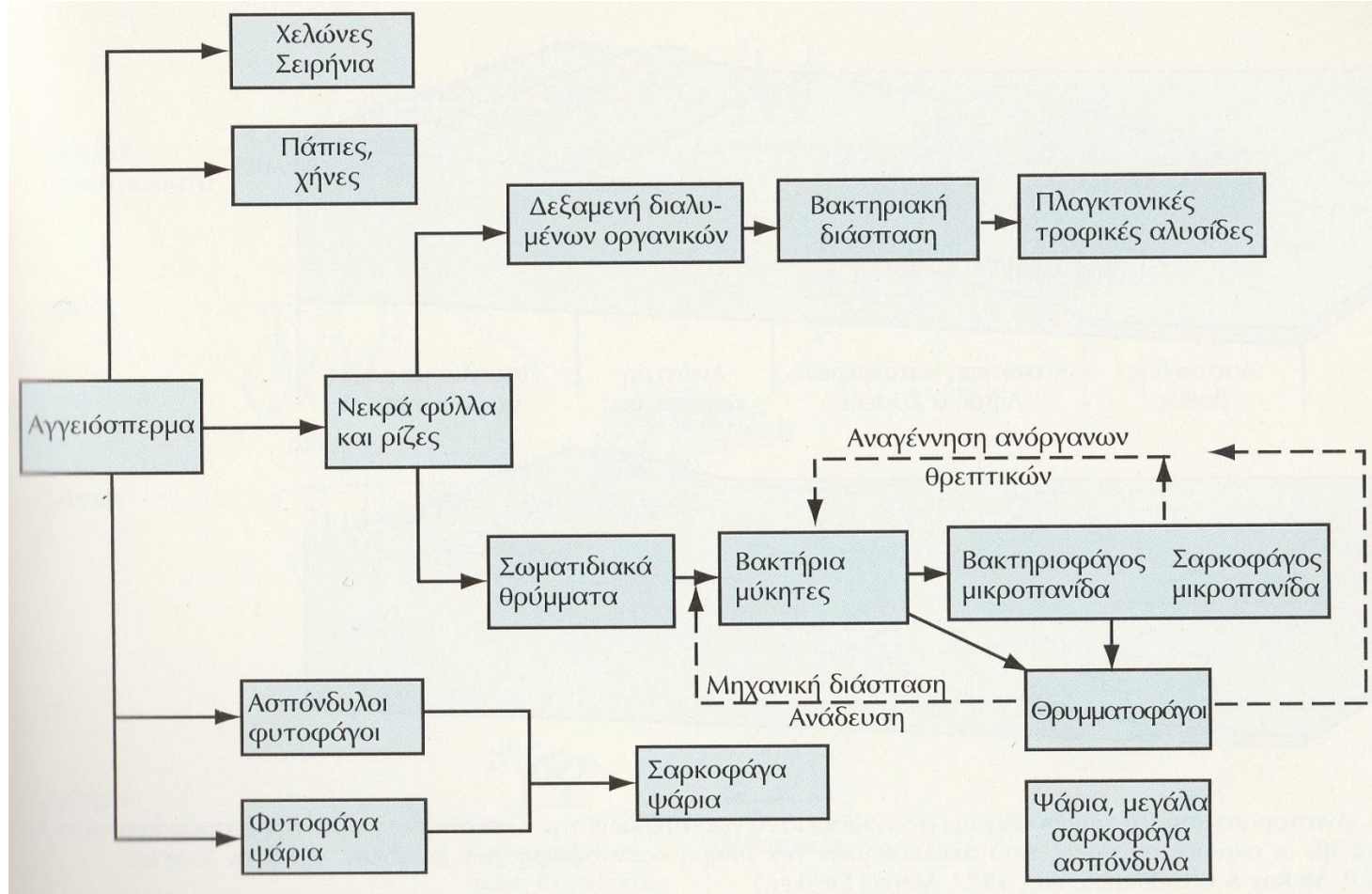
Κύκλοι φωσφόρου και αζώτου





Βιοκοινωνίες θαλάσσιων αγγειόσπερμων

Τροφικά μονοπάτια από τα αγγειόσπερμα





Βιοκοινωνίες θαλάσσιων αγγειόσπερμων

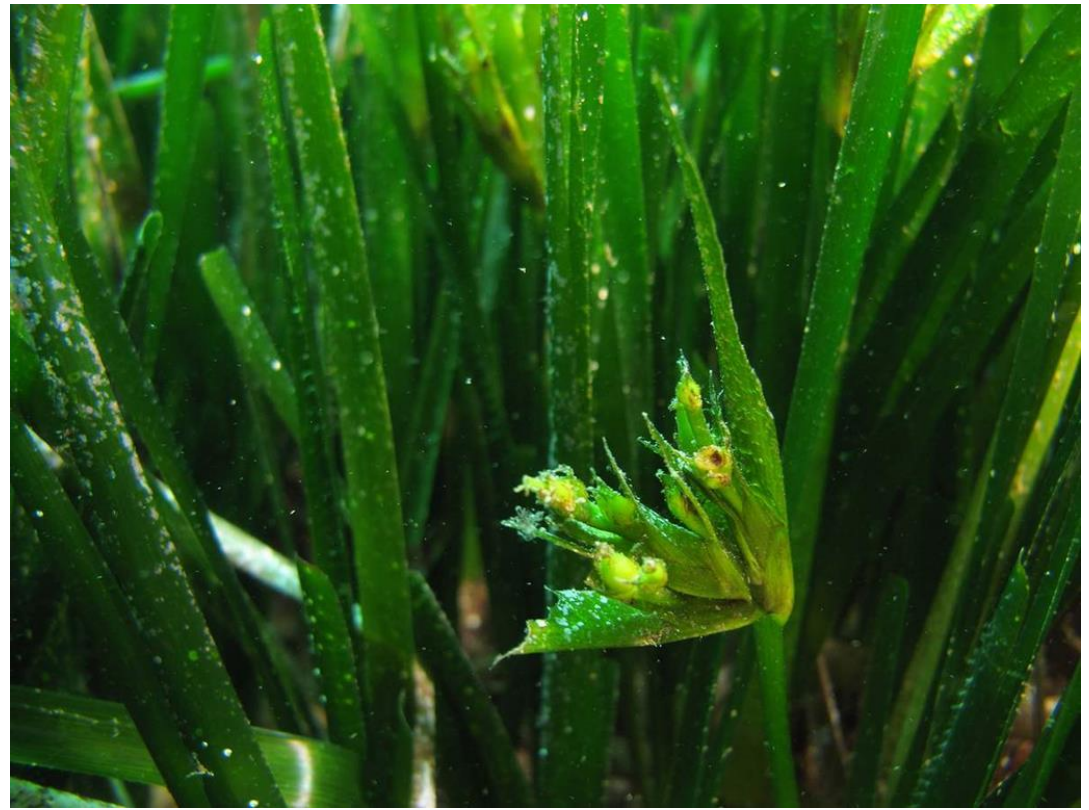
Οικολογική σημασία αγγειόσπερμων

- πρωταρχική πηγή πρωτογενούς παραγωγής
- σταθεροποίηση ιζήματος
- ανύψωση πυθμένα – δημιουργία υφάλων
- προστασία ακτών
- καταφύγιο για πολλούς οργανισμούς
- προστατευτικός όροφος – προστασία από αποξήρανση



Βιοκοινωνίες θαλάσσιων αγγειόσπερμων

Είδη της Μεσογείου: *Posidonia oceanica*





Βιοκοινωνίες θαλάσσιων αγγειόσπερμων

Είδη της Μεσογείου: *Posidonia oceanica*

- δημιουργεί υφάλους
- σημαντικός ρόλος στην προστασία των ακτών





Βιοκοινωνίες θαλάσσιων αγγειόσπερμων

Είδη της Μεσογείου: *Posidonia oceanica*

- δημιουργεί υφάλους
- σημαντικός ρόλος στην προστασία των ακτών





Βιοκοινωνίες θαλάσσιων αγγειόσπερμων

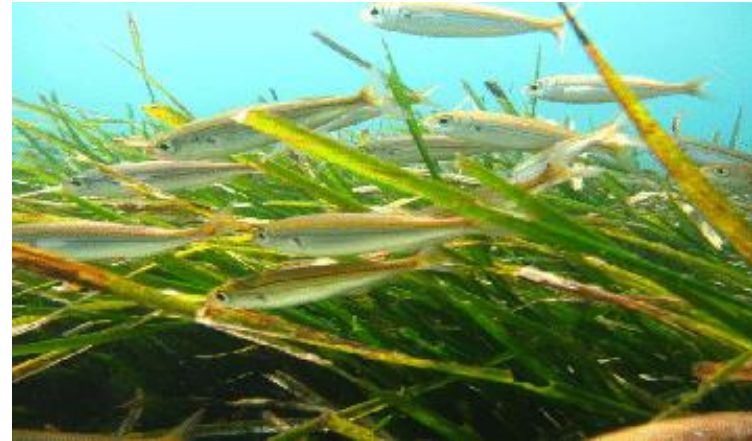
κοινότητες *Posidonia oceanica*: επιφυτικοί και επιζωικοί οργανισμοί





Βιοκοινωνίες θαλάσσιων αγγειόσπερμων

κοινότητες *Posidonia oceanica*: ενδιαίτημα πολλών ειδών





Βιοκοινωνίες θαλάσσιων αγγειόσπερμων

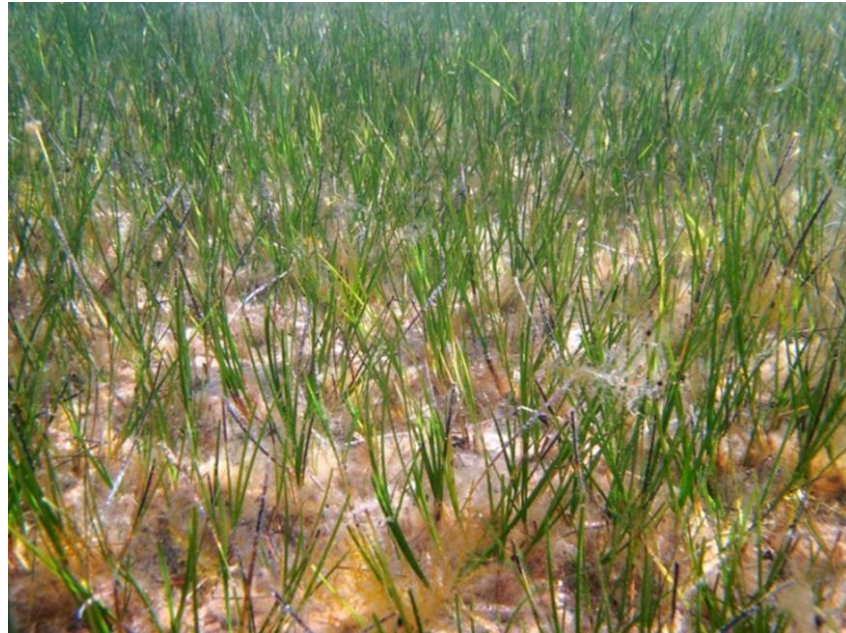
κοινότητες *Posidonia oceanica*: συγκριτικά λίγοι βοσκητές





Βιοκοινωνίες θαλάσσιων αγγειόσπερμων

Είδη της Μεσογείου: *Cymodocea nodosa*





Βιοκοινωνίες θαλάσσιων αγγειόσπερμων

Είδη της Μεσογείου:

Zostera marina



Zostera noltii



Halophila stipulacea





Περίγραμμα

Περιβαλλοντικές συνθήκες

Ιζήματα χωρίς βλάστηση

Βιοκοινωνίες βραχώδους υποαιγιαλίτιδας

Λιβάδια και δάση από κέλπιες

Βιοκοινωνίες θαλάσσιων αγγειόσπερμων

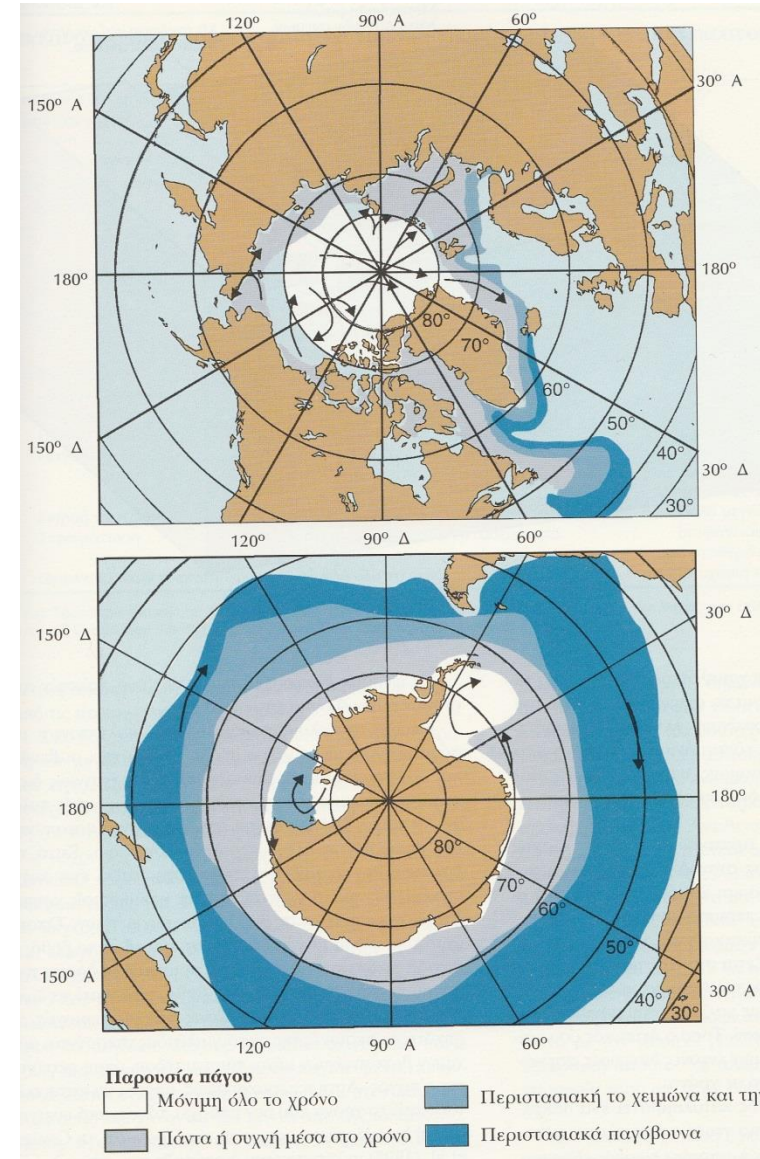
Βενθική βιολογία πολικών περιοχών



Βενθική βιολογία πολικών περιοχών

Συνθήκες Αρκτικής - Ανταρκτικής

- παγοκάλυψη → όχι διατάραξη από κυματισμό
- ρηχή ζώνη → απόξεση από πάγο
- πάγος-άγκυρα





Βενθική βιολογία πολικών περιοχών

Βιολογική σύγκριση Αρκτικής - Ανταρκτικής

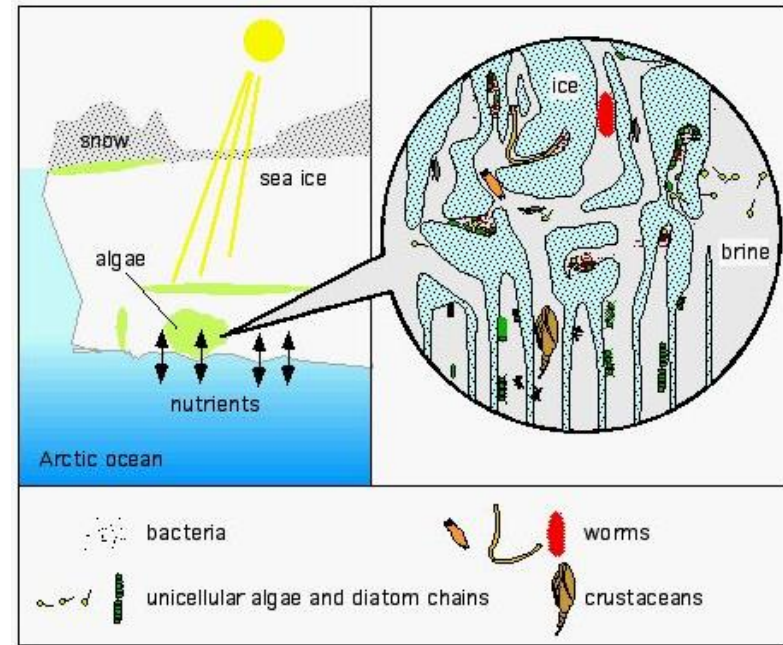
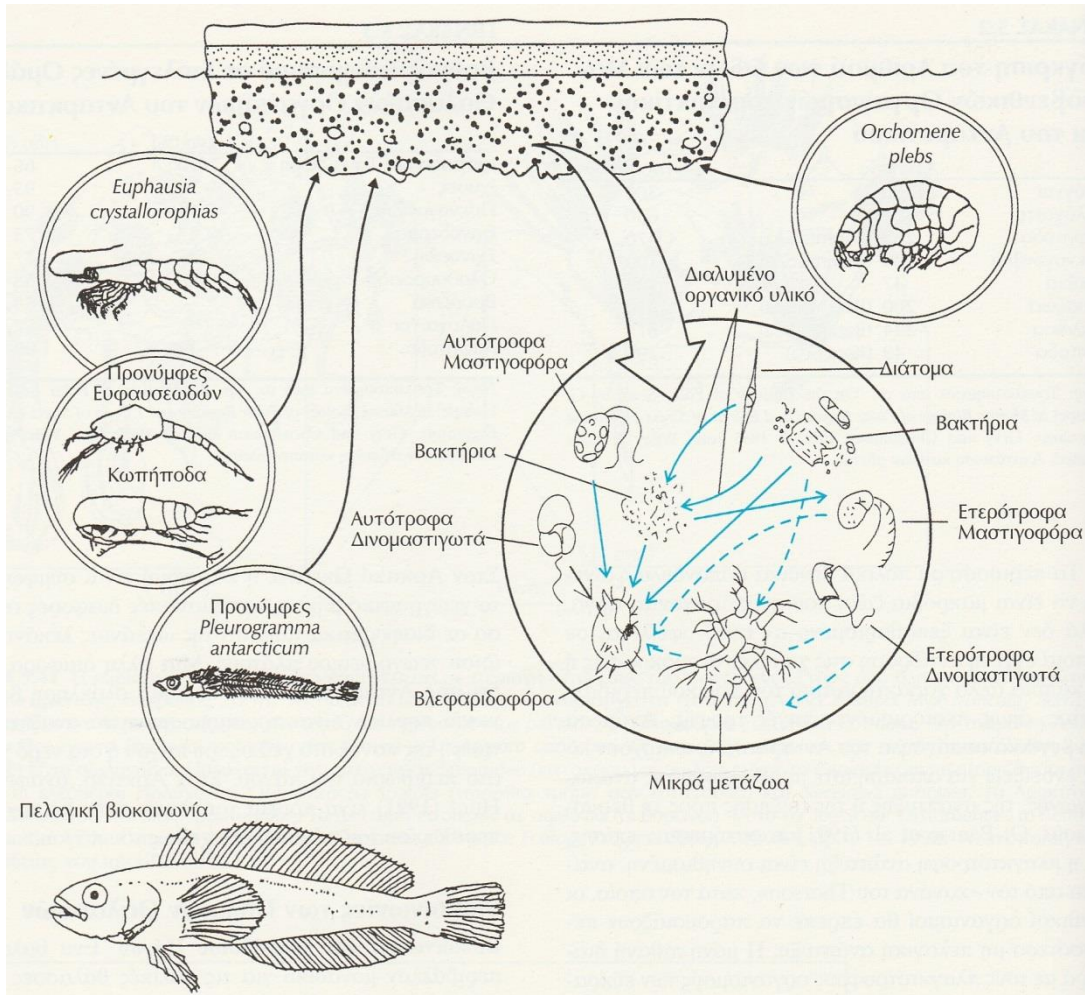
Ανταρκτική:

- μεγαλύτερη ποικιλότητα βενθικών ειδών
- υψηλός βαθμός ενδημισμού
- υψηλή βιομάζα (1-2 τάξεις μεγέθους μεγαλύτερες από την Αρκτική)
- και σκληρό υπόστρωμα
- μεγάλοι αριθμοί επιπιφανιδικών ειδών



Βενθική βιολογία πολικών περιοχών

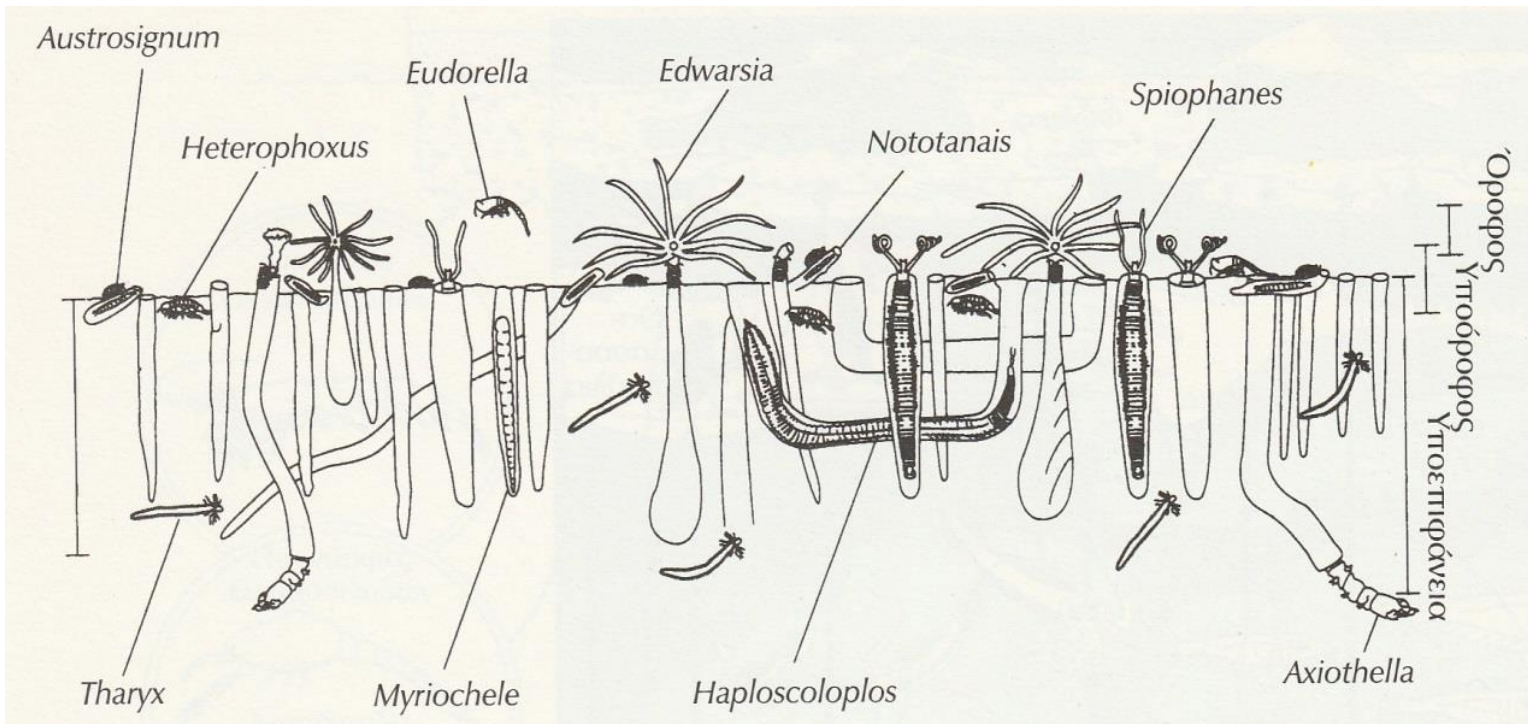
Βιοκοινωνίες του θαλάσσιου πάγου





Βενθική βιολογία πολικών περιοχών

Βιοκοινωνία μαλακού ιζήματος του Ανταρκτικού

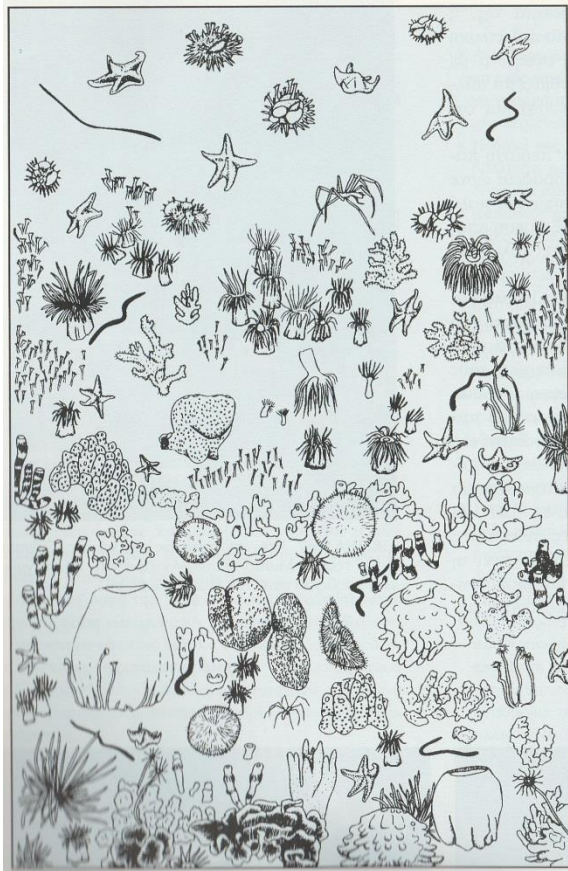


- ρύθμιση της βιοκοινωνίας από μικρά καρκινοειδή (>100,000 m⁻²)
- απουσία διαταράξεων – σταθερότητα βιοκοινωνίας



Βενθική βιολογία πολικών περιοχών

Βιοκοινωνία σκληρού υποστρώματος του Ανταρκτικού



Ζώνη I (0-15m): απόξεση από πάγο – πάγος άγκυρα

Ζώνη II (15-30m): λιγότερος πάγος άγκυρα
προσκολλημένα ζώα, κυρίως Κνιδόζωα

Ζώνη III (>30m): καθόλου πάγος άγκυρα
κυριαρχία σπόγγων – μεγάλη ποικιλία ασπονδύλων
εξαιρετικά μεγάλη σταθερότητα
μικροί ρυθμοί αύξησης – ρύθμιση από θήρευση



Θαλάσσια Οικολογία: Βενθικές βιοκοινωνίες της ρηχής υποπαλιρροιακής ζώνης



Στέλιος Κατσανεβάκης
Μυτιλήνη, 2021