



Λιμνοποτάμιο Περιβάλλον & Οργανισμοί

Ενότητα 11: Ζωοπλαγκτικοί οργανισμοί

Επικ. Καθηγήτρια Μιχαλούδη Ευαγγελία

Τμήμα Βιολογίας



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση & Δια Βίου Μάθηση» & συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) & από εθνικούς πόρους.





**ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

**ΑΝΟΙΧΤΑ
ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ
ΜΑΘΗΜΑΤΑ**



Ζωοπλαγκτικοί οργανισμοί

Περιεχόμενα ενότητας

1. Εισαγωγικά
2. Rotifera (Τροχοφόρα)
3. Cladocera (Κλαδοκερωτά)
4. Rotifera VS Cladocera
5. Copepoda (Κωπήποδα)
6. Δυναμική πληθυσμών
7. Ανταγωνισμός
8. Θήρευση
9. Θήρευση - Κυκλομορφωση
10. Ημερήσια κατακόρυφη μετανάστευση
11. Trophic Cascade
12. Εποχικότητα PEG-model



Σκοποί ενότητας

- Το μάθημα στοχεύει στη γνώση και κατανόηση βασικών χαρακτηριστικών της βιοκοινότητας του ζωοπλαγκτού, σχετικά με τη μορφολογία, τις μορφολογικές προσαρμογές και τις στρατηγικές ζωής, τη βιοποικιλότητα, τη δυναμική και διαδοχή του ζωοπλαγκτού. Ο φοιτητής μαθαίνει να ερμηνεύει και να εκτιμά το ρόλο, φαινόμενα και μεταβολές του ζωοπλαγκτού σε λιμναία οικοσυστήματα, καθώς και τη λειτουργία του τροφικού πλέγματος





Ελαιογραφία Glynn Gorick

Λιμνοποτάμιο Περιβάλλον & Οργανισμοί
Τμήμα Βιολογίας

Εισαγωγικά

Πλαγκτός-ή-όν

(γεν. πλαγκτού, δεν υπάρχει πληθυντικός):
πλανώμενος, περιφερόμενος

Ζωοπλαγκτό: Ζωικοί οργανισμοί που ζουν σε αιώρηση στο νερό και δεν έχουν την ικανότητα ενεργητικής κολύμβησης αντίθετα στα ρεύματα (Sommer)

Σημαντικός ενδιάμεσος κρίκος στο τροφικό πλέγμα

φυτοπλαγκτό ↔ ζωοπλαγκτό ↔ ανώτερα τροφικά επίπεδα



Εισαγωγικά

Ταξινόμηση

Animalia

Eumetazoa

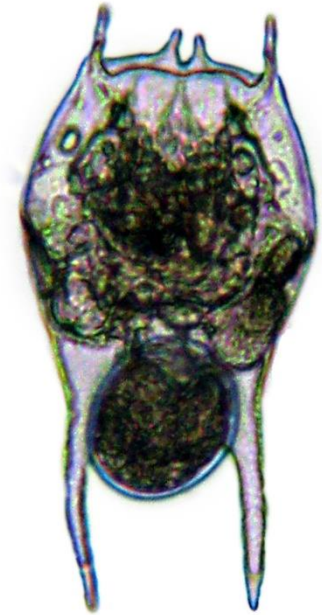
Bilateria

Protostomia

Lophotrochozoa

Platyzoa

Φύλο **Rotifera**



Brachionus forficula

Εισαγωγικά

Ταξινόμηση

Animalia

Eumetazoa

Bilateria

Ecdysozoa

Φύλο Arthropoda

Υπόφυλο **Crustacea**

Κλάση Phyllozoa

Υποκλάση Diplostraca

Υπερτάξη **Cladocera**



Daphnia sp.



Εισαγωγικά

Ταξινόμηση

Animalia

Eumetazoa

Bilateria

Ecdysozoa

Φύλο Arthropoda

Υπόφυλο **Crustacea**

Κλάση **Copepoda**

Τάξη **Calanoida**

Τάξη **Cyclopoida**

Τάξη **Harpacticoid**

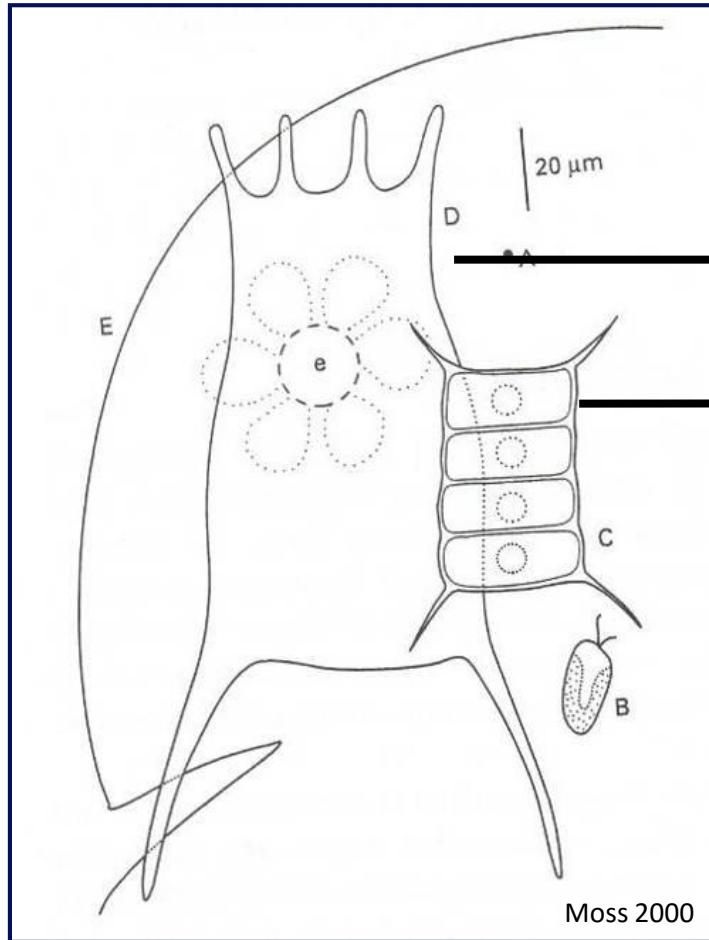


Acanthocyclops robustus



Εισαγωγικά

Μέγεθος



Keratella 125 μm → άνθρωπος

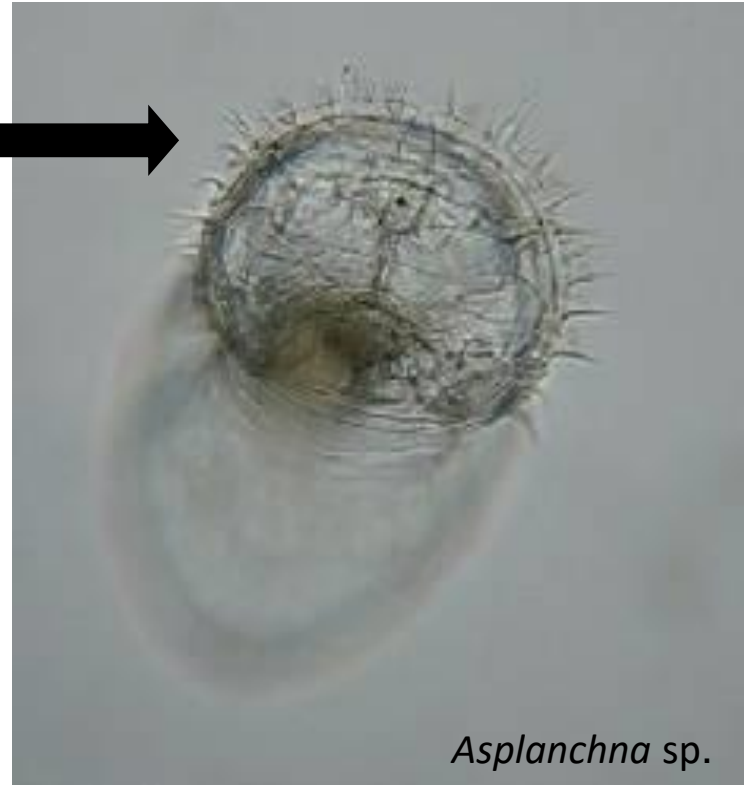
φύκη → φακές-καρπούζια

καρκινοειδή → άλογα-φάλαινες



Rotifera

- Μεγάλο φύλο σχεδόν αποκλειστικά στα εσωτερικά νερά
- Βλεφαριδοφόρο στεφάνη όταν κινείται δίνει την εντύπωση περιστρεφόμενου τροχού



- περίπου 2000 είδη,
 $\frac{3}{4}$ ζουν προσκολλημένα



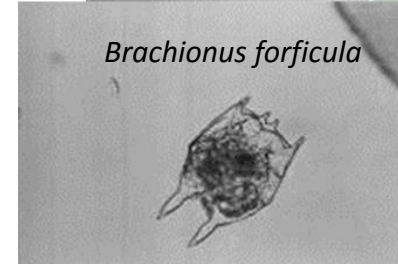
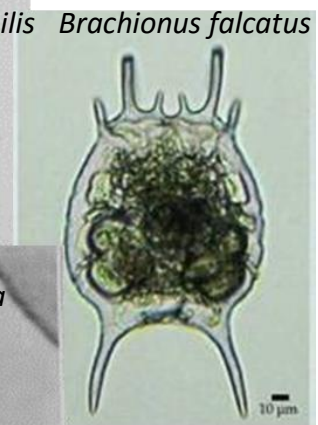
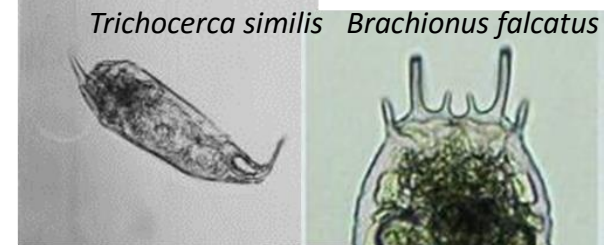
Rotifera

Μορφολογία

Επιδερμίδα λεπτή

• μήκος 0,5 – 2 mm

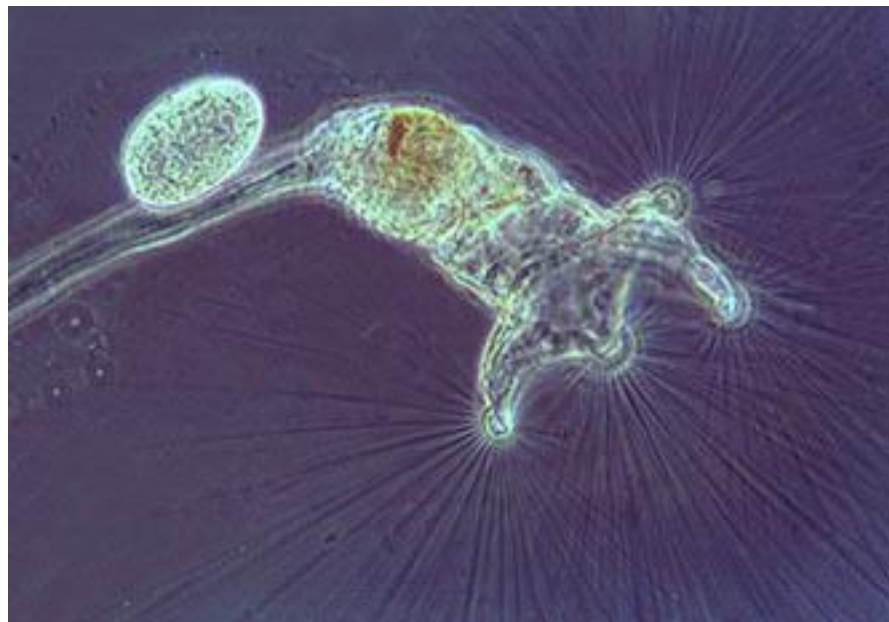
Επιδερμίδα σκληροποιημένη (lorica)



Rotifera

Προβλήματα στην αναγνώριση λόγω συντήρησης

ζωντανό άτομο



συντηρημένο άτομο



Collotheca sp.

Rotifera

Προβλήματα στην αναγνώριση λόγω συντήρησης

Μορφολογικοί χαρακτήρες:

- lorica
- πρόσθιες ραχιαίες άκανθες
- οπίσθιες άκανθες

ζωντανό άτομο



Brachionus

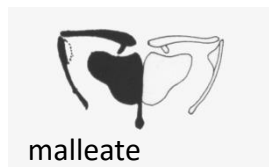
συντηρημένο άτομο



Rotifera

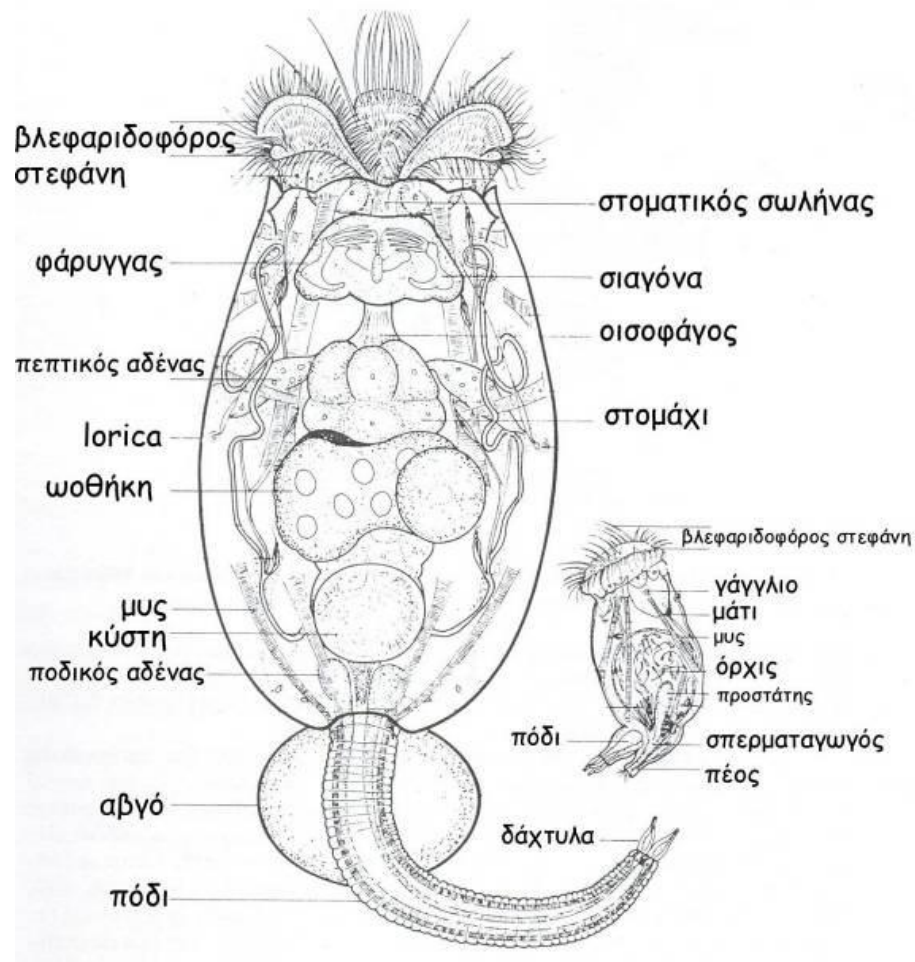
Ανατομία

- βλεφαριδοφόρος στεφάνη
- δημιουργεί ρεύμα νερού που το φέρνει στην στοματική περιοχή



Ruttner-Kolisko 1974

- οι σιαγόνες βρίσκονται μέσα στο φάρυγγα και συνθλίβουν την τροφή
- χαρακτηριστικό για την αναγνώριση των ειδών



Μεταφρασμένο από Nogrady et al. 1993

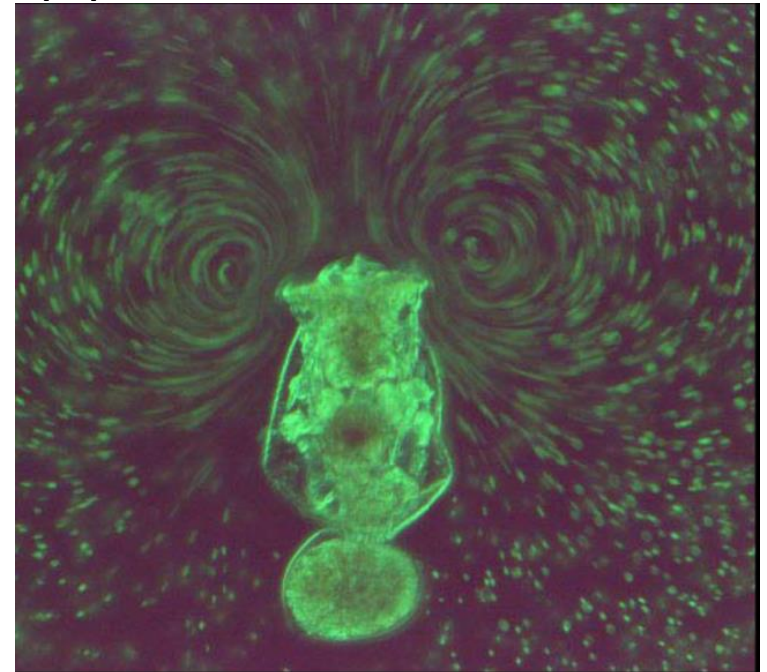


Rotifera

Διατροφή

- τα περισσότερα είναι αιωρηματοφάγοι οργανισμοί
- το νερό με τα μερίδια τροφής εισέρχεται στη στοματική περιοχή & οι σιαγόνες (malleate) 'μασούν' την τροφή

- μέγεθος τροφής < 12 μm
- βακτήρια, φύκη, θρύμματα



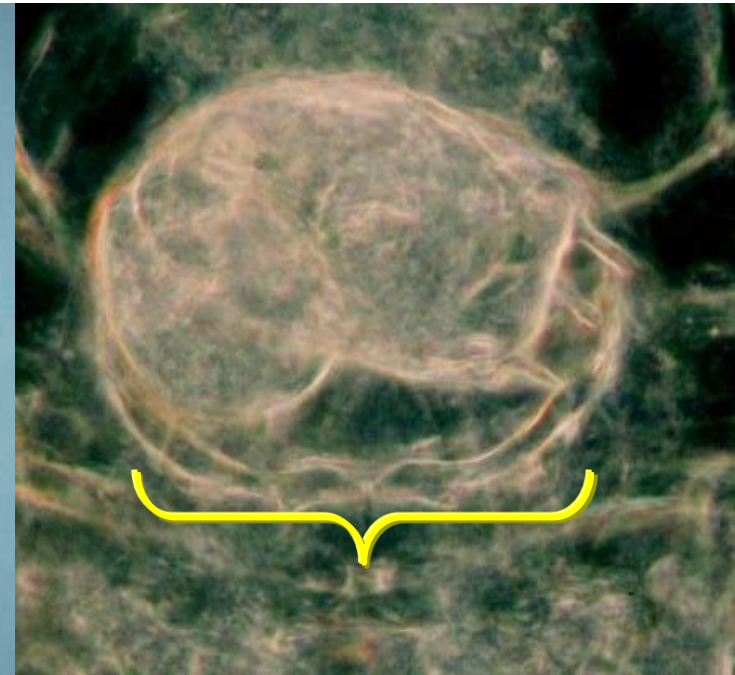
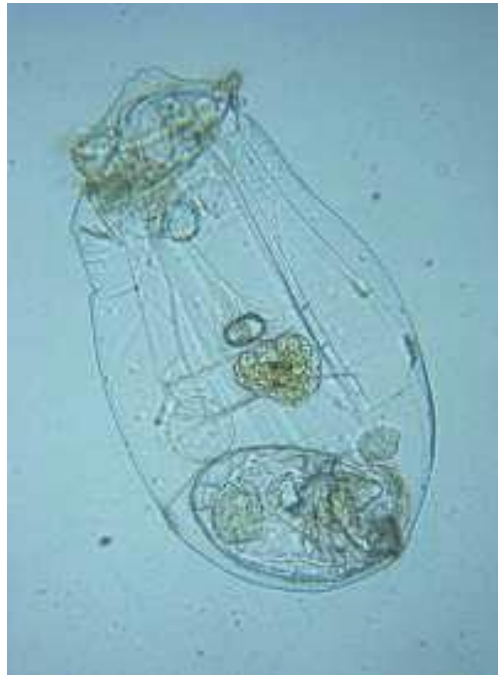
Mills 2006



Rotifera

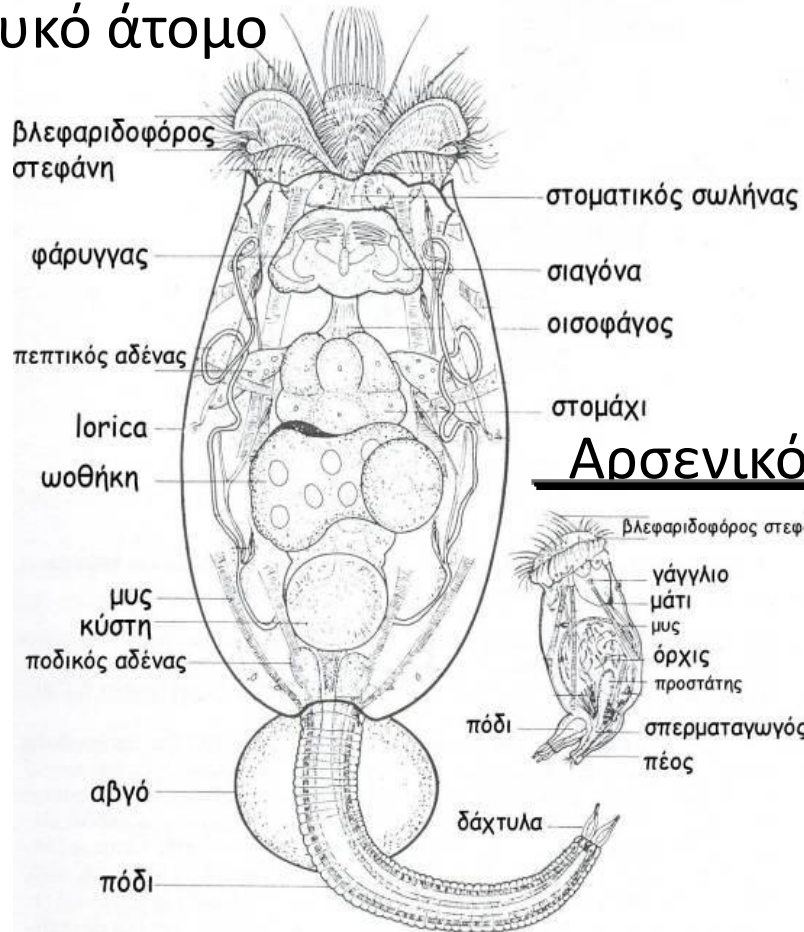
Διατροφή

- Υπάρχουν και είδη θηρευτές
- οι σιαγόνες (incudate) λειτουργούν ως λαβίδες που πετάγονται και πιάνουν τη λεία
- Τρέφονται με:
 - ✓ τροχοφόρα,
 - ✓ μικρά καρκινοειδή

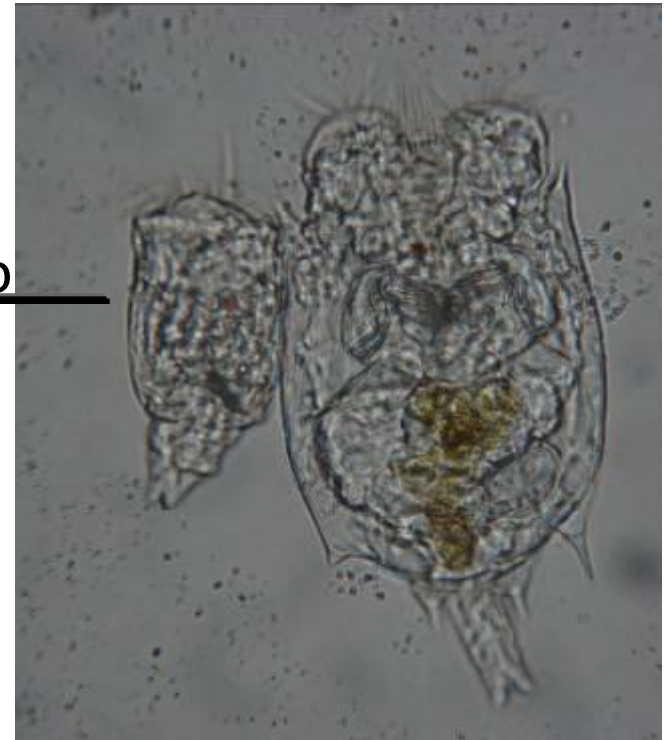


Rotifera

Αναπαραγωγή Θηλυκό άτομο



Αρσενικό άτομο



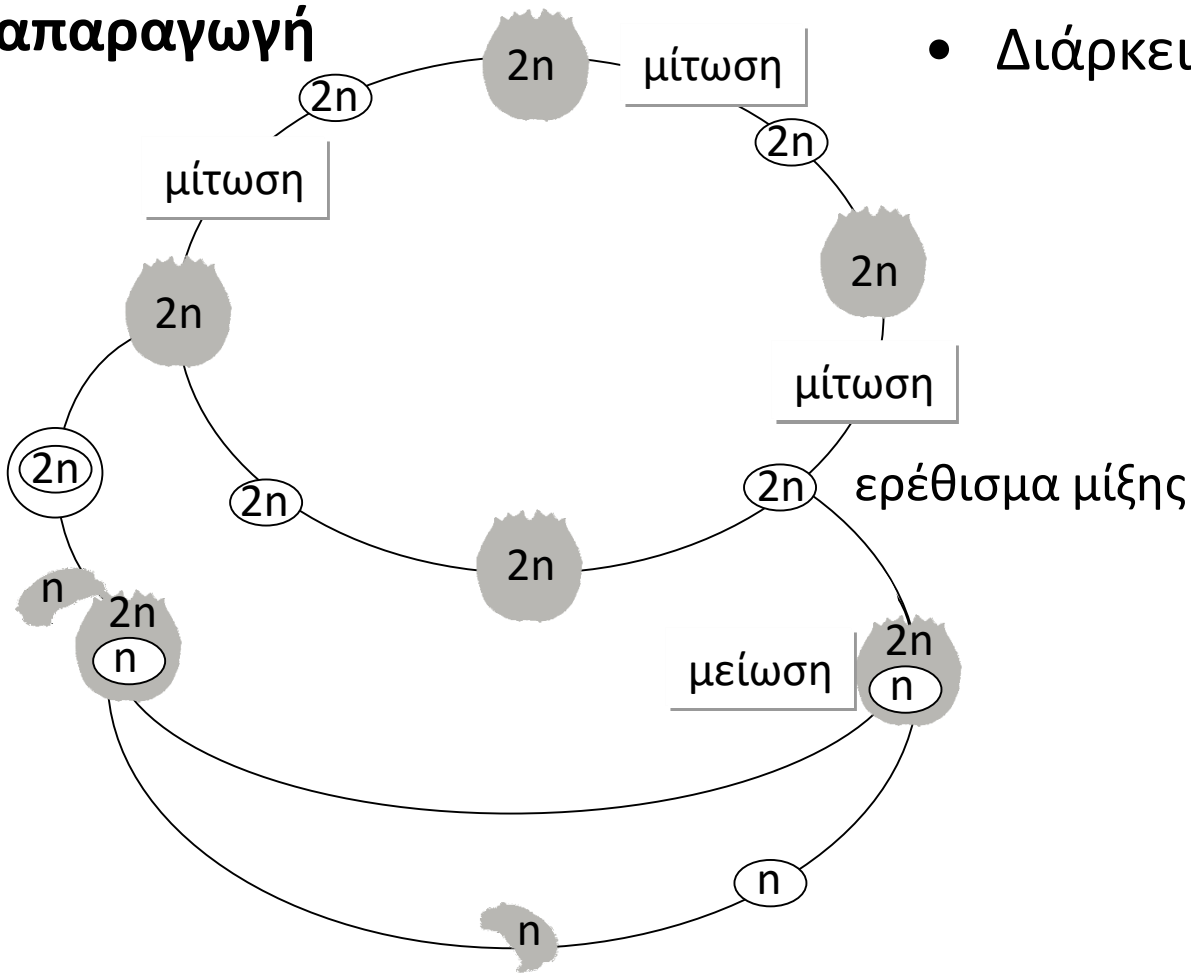
Μεταφρασμένο από Nogrady et al. 1993



Rotifera

Αναπαραγωγή

- Διάρκεια ζωής: 6 – 24 ημέρες



- πυκνότητα πληθυσμού
- πρωτεΐνη
- καλές συνθήκες
- φωτοπερίοδος



Rotifera

Αναπαραγωγή

Κλάση Bdelloidea

....ένα εξελικτικό σκάνδαλο!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

.....χωρίς σεξ για πάνω από 40 εκατομμύρια χρόνια!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!



Habrotrocha rosa 1. Source:
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/66/Habrotrocha_rosa_1.jpg Rkitko, 2009 CC-BY-SA

Welch & Meselson, 2000. Evidence for the evolution of Bdelloid Rotifers without sexual reproduction or generic exchange. Science 288: 1211-1215.



Rotifera

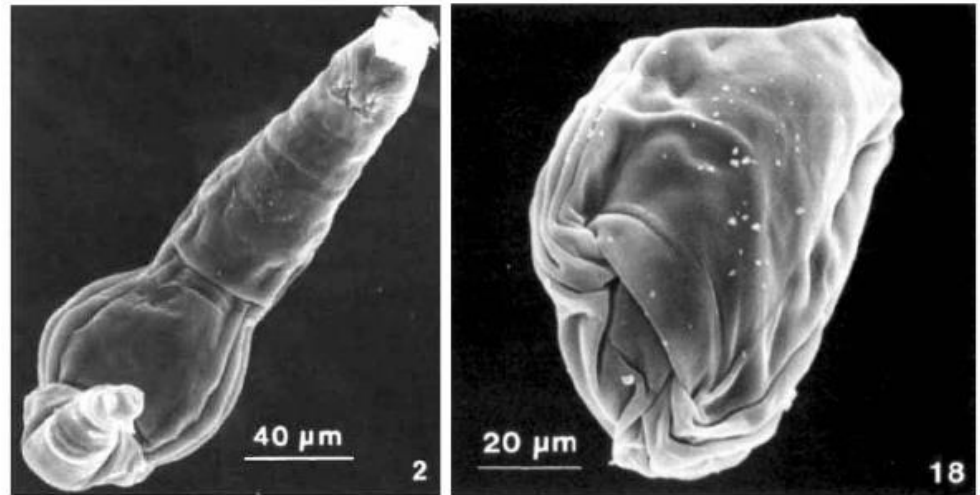
Ανυδροβίωση – Κρυπτοβίωση:

- Τα τροχοφόρα μπορούν να ανταπεξέλθουν στην ξηρασία. Όταν το νερό εξατμίζεται συστέλλονται στη μορφή ενός μικρού βαρελιού, μειώνουν τον μεταβολισμό τους & χάνουν νερό από το σώμα τους.

- ✓ μείωση ψευδοκοιλώματος
- ✓ συμπύκνωση κυττάρων & οργάνων
- ✓ μείωση κυτταροπλάσματος

μείωση 50% του αρχικού όγκου

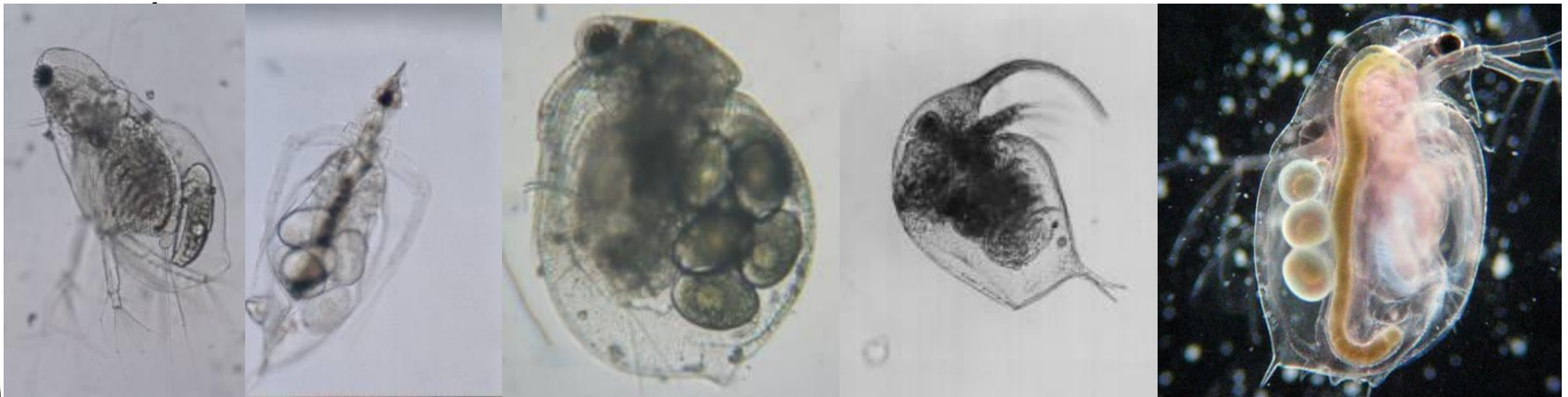
Macrotrachela quadricornifera



Ricci & Melone, 1984. Zoologica Scripta, 13: 195-200

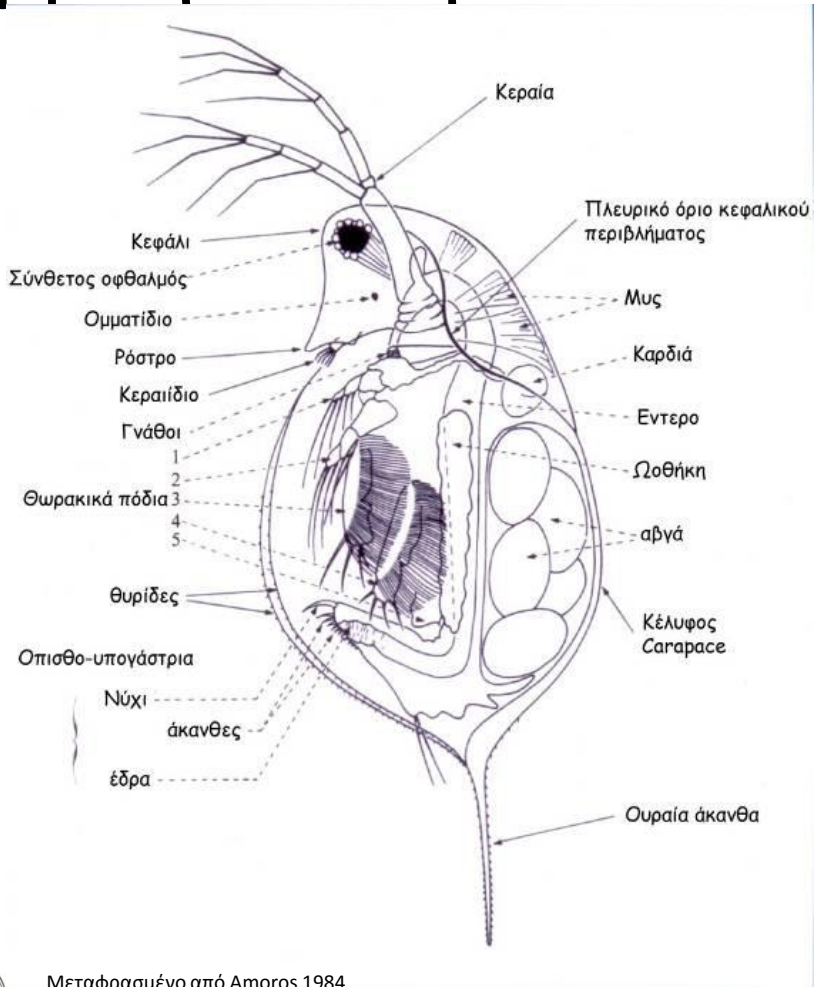
Cladocera

- ψύλλοι του νερού 'water fleas',
- μετακινούνται με μια σειρά από άλματα
- μήκος 0,2 – 3 mm τυπικά, αλλά μπορούν να είναι και 4 – 6 mm (τα αρπακτικά είναι ακόμα μεγαλύτερα)
- βρίσκονται κυρίως στα εσωτερικά νερά
- μεγάλος εύρος αλατότητας
- στη θάλασσα υπάρχουν μόνο 9 γένη κυρίως στα παράκτια



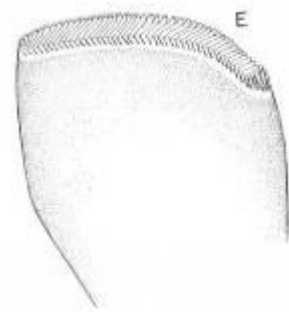
Cladocera

Μορφολογία-Ανατομία



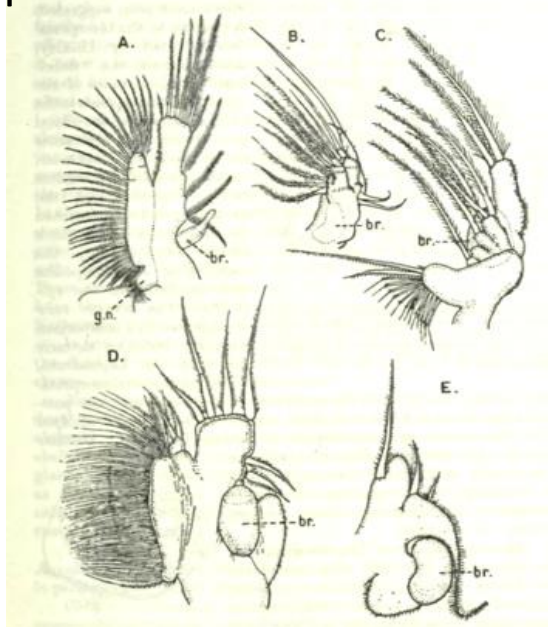
Μεταφρασμένο από Amoros 1984

γνάθος



Από Dumont & Negrea 2002

θωρακικά πόδια



Cladocera trunk limbs.
Source:
<http://en.wikipedia.org/wiki/File:CladoceraTrunkLimbs.png> E Ray Lankester. 1909. No rights reserved

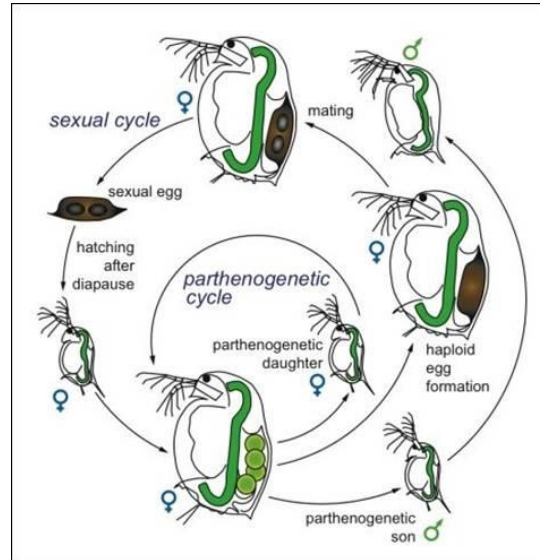


Cladocera

Αναπαραγωγή

- αναπαραγωγική στρατηγική ανάλογη των τροχοφόρων
- διάρκεια ζωής μέχρι και 2 μήνες

παρθενογενετικό θηλυκό



Generalized cladoceran life cycle (Ebert, 2005) in Ebert, D. 2005. Introduction to *Daphnia* Biology. (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/bookshelf/br.fcgi?book=daph&part=ch2>). Source: <http://people.cst.cmich.edu/mcnaul1as/zooplankton%20web/Moina%20micrura/Moina%20micrura.htm>

γονιμοποιημένο θηλυκό



Daphnia with ephippium. Source: <http://www.photomacrography.net/forum/vi ewtopic.php?t=21079&sid=6a7dea20e135e38b45c665903ced245> . Fonakta, 2013

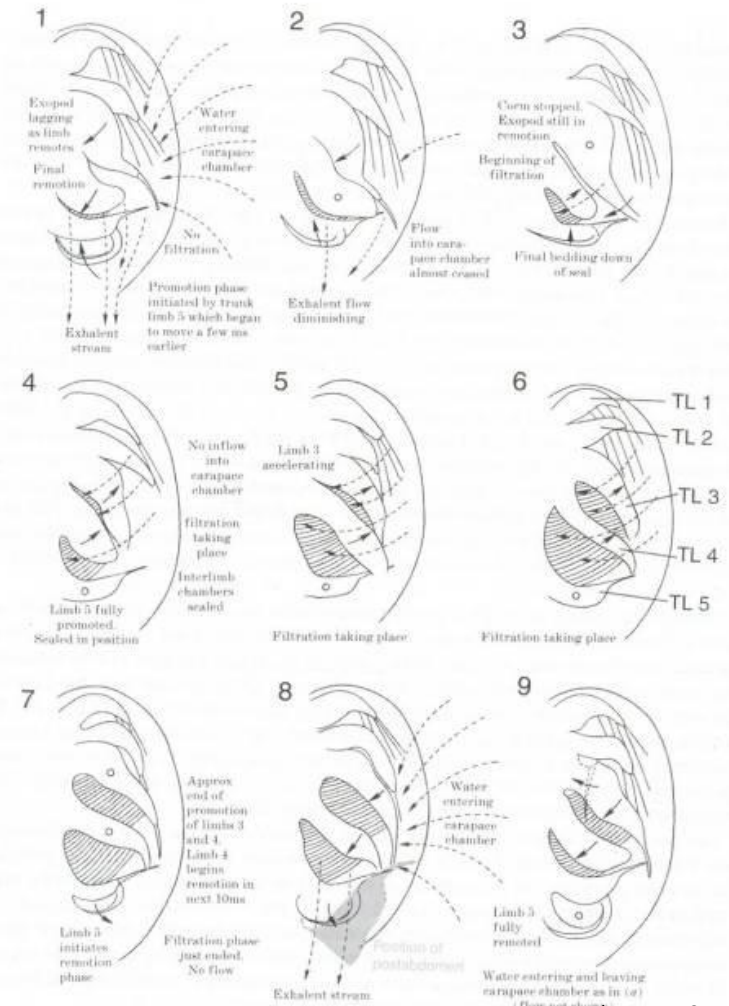
Resting egg pouch (ephippium) and the juvenile Daphnid that just hatched from it. Collected from residual sediment of a NOBOB ballast tank in 2001. Photo by S. Bandoni and H. MacIsaac. Obtained from <http://www.glerl.noaa.gov/pubs/photogallery/Waterlife/pages/1099.html>. In the public domain



Cladocera

Διατροφή

- διηθηματοφάγοι οργανισμοί
- βακτήρια, φύκη, πρώτιστα, θρύμματα
- η απόσταση των τριχιδίων καθορίζει το μέγεθος της τροφής που μπορεί να είναι και 0,2 μm
- κυανοβακτήρια μπλοκάρουν τη συσκευή διήθησης
- τροχοφόρα παρασύρονται
- ΔΕΝ ΕΠΙΛΕΓΟΥΝ



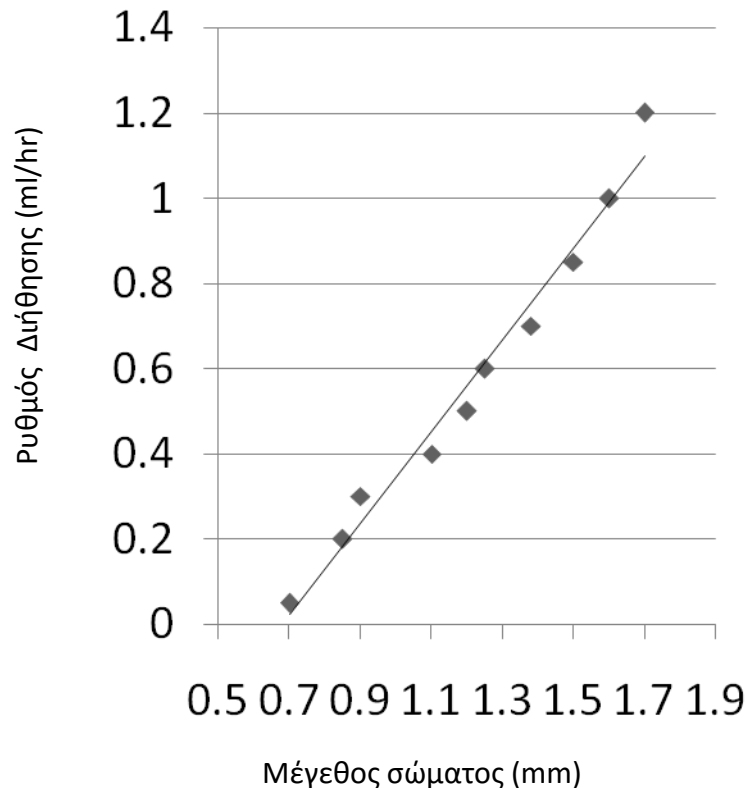
Από Dumont & Negrea 2002



Cladocera

Διατροφή

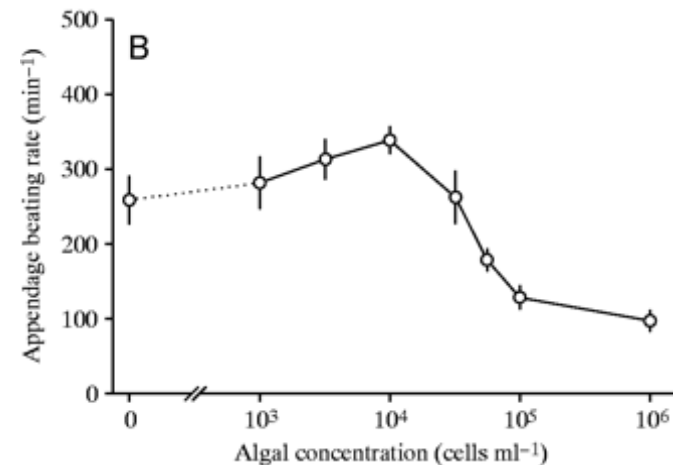
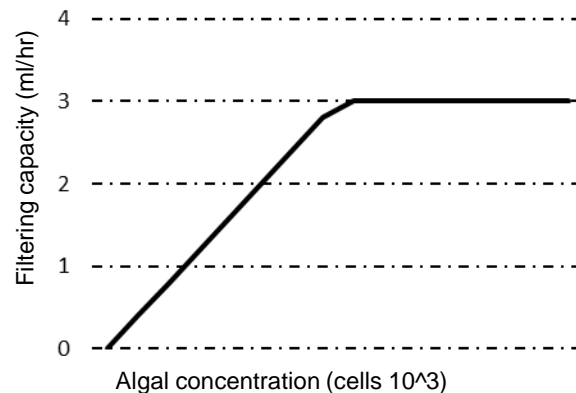
- Ο Ρυθμός Διήθησης αυξάνει γραμμικά με το μέγεθος του ατόμου



Cladocera

Διατροφή

- Ο Ρυθμός Διήθησης αυξάνει γραμμικά με το μέγεθος του ατόμου
- Είναι ανάλογος με τη συγκέντρωση της τροφής
 - αυξάνει μέχρι ένα σημείο και μετά σταθεροποιείται
 - περαιτέρω αύξηση μειώνει την κίνηση της διηθητικής συσκευής



McMahon & Rigler 1965

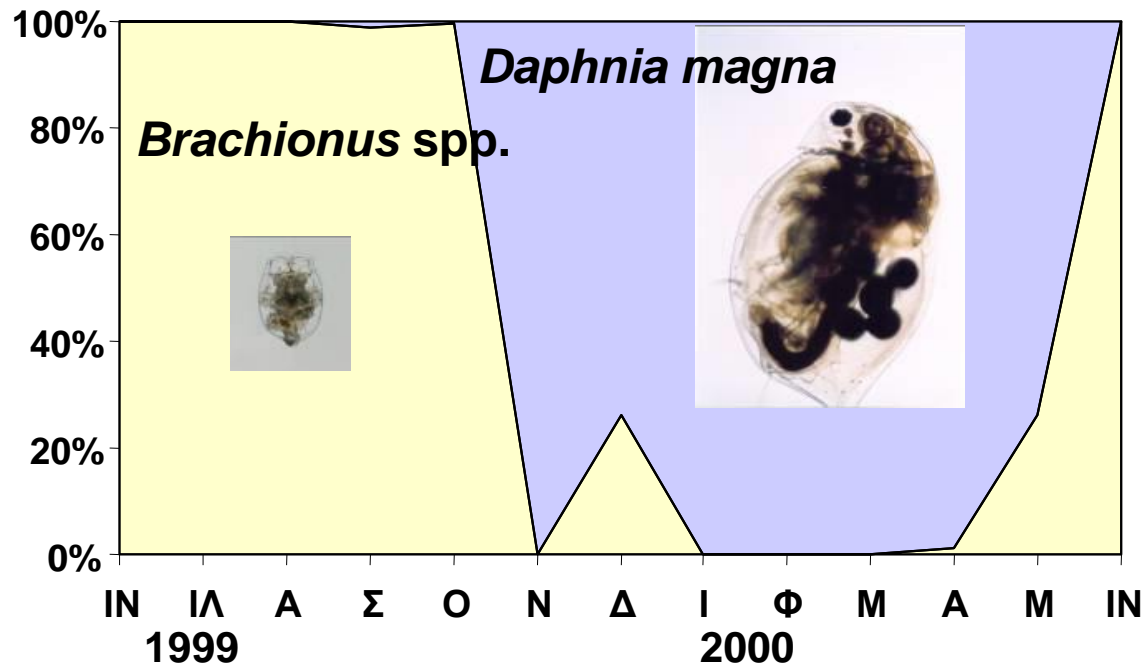


Rotifera Vs Cladocera

Ανταγωνισμός

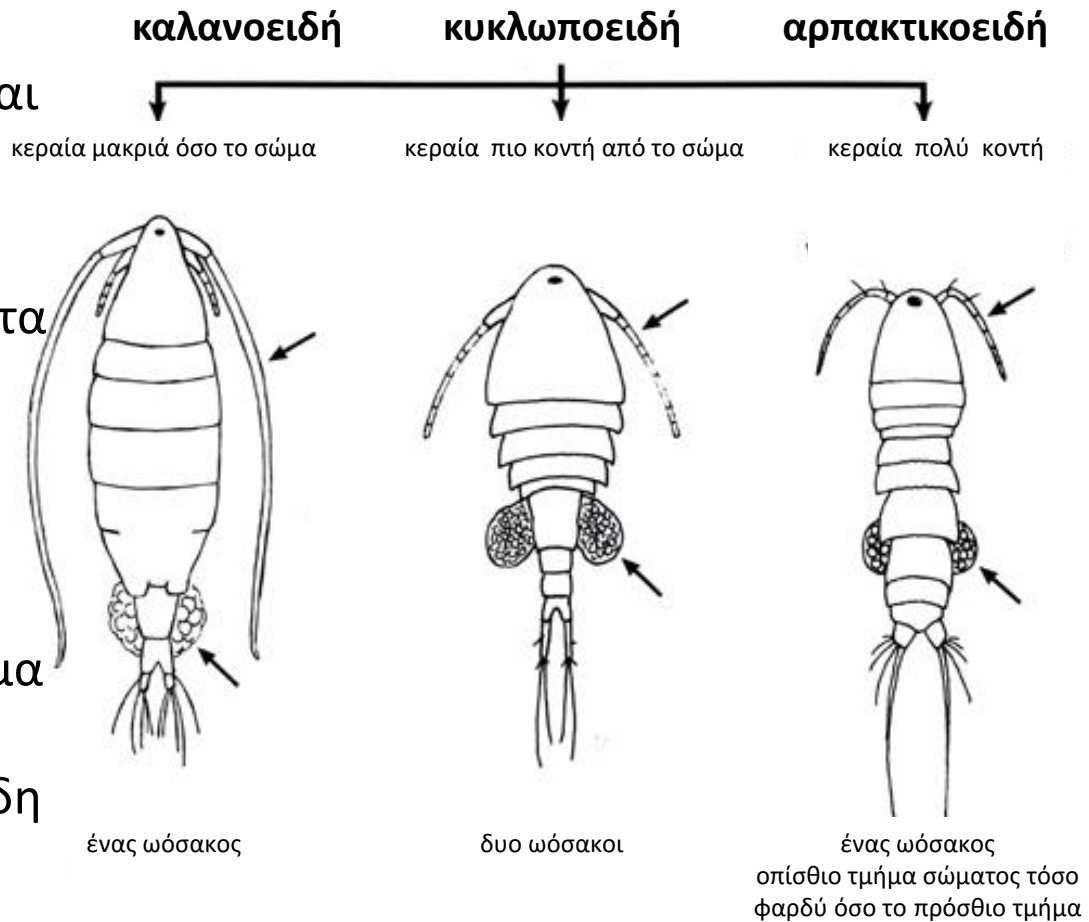
Παράδειγμα στη λίμνη Κορώνεια

- έλλειψη θηρευτικής πίεσης (δεν υπάρχουν ψάρια)
- παρουσία *Daphnia* – απουσία *Brachionus*



Copepoda

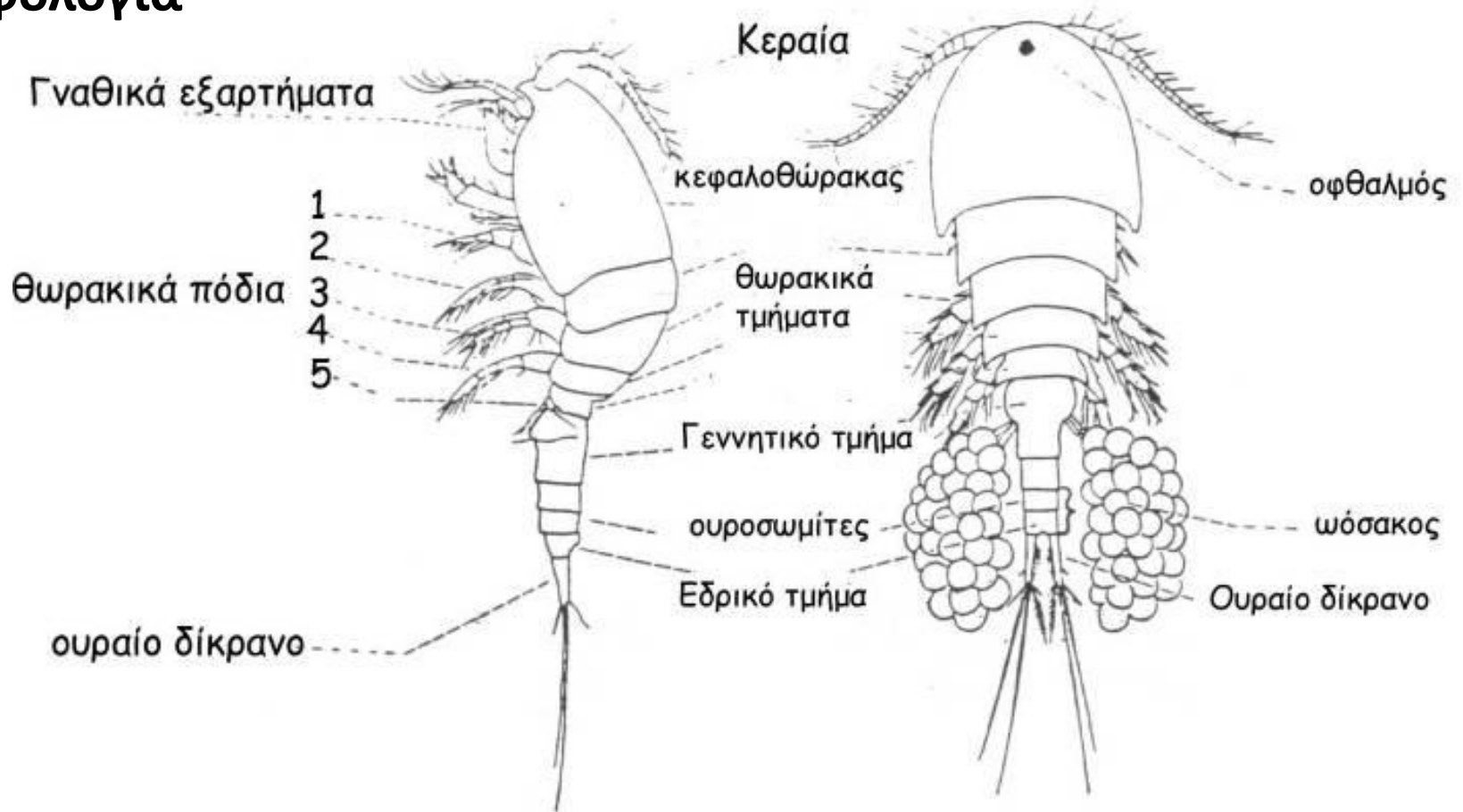
- μέγεθος από 0,3 mm, τα περισσότερα 4 – 5 mm, ακόμα και 10 mm
- > 12000 είδη
- σε όλα τα υδάτινα οικοσυστήματα
- κυριαρχούν στο θαλάσσιο ζωπλαγκτό
- η πιο άφθονη ομάδα πολυκύτταρων οργανισμών στη γη, ξεπερνώντας σε αριθμό ακόμα και τα έντομα, τα οποία περιλαμβάνουν περισσότερα είδη αλλά λιγότερα άτομα



tPK_Copepoda, Source: <https://www.flickr.com/photos/farhaven/7322944990/> Jesse Claggett, 2006. CC-BY-NC

Cooperoda

Μορφολογία

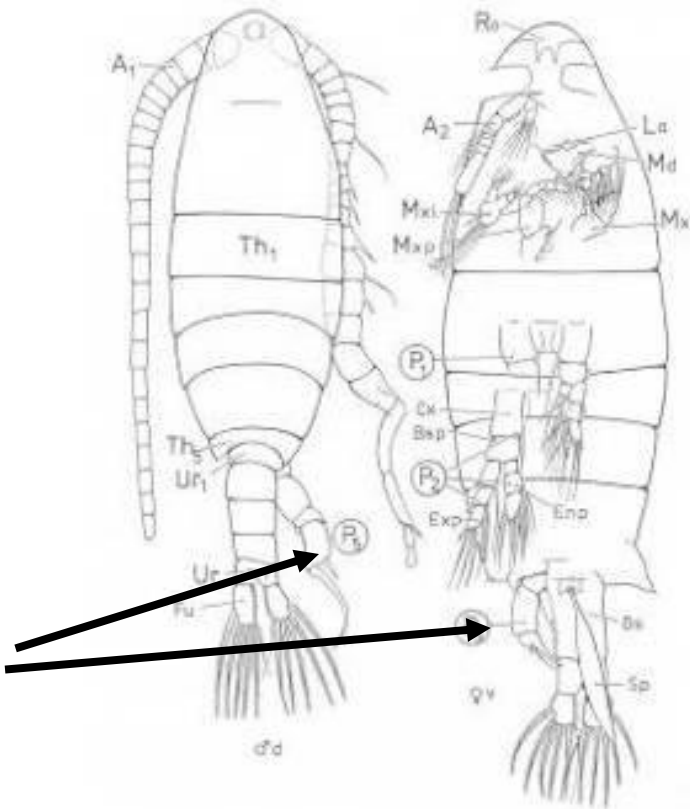


Μεταφρασμένο από Harding & Smith 1974



Copepoda

Φυλετικός Διμορφισμός



Harding & Smith 1974



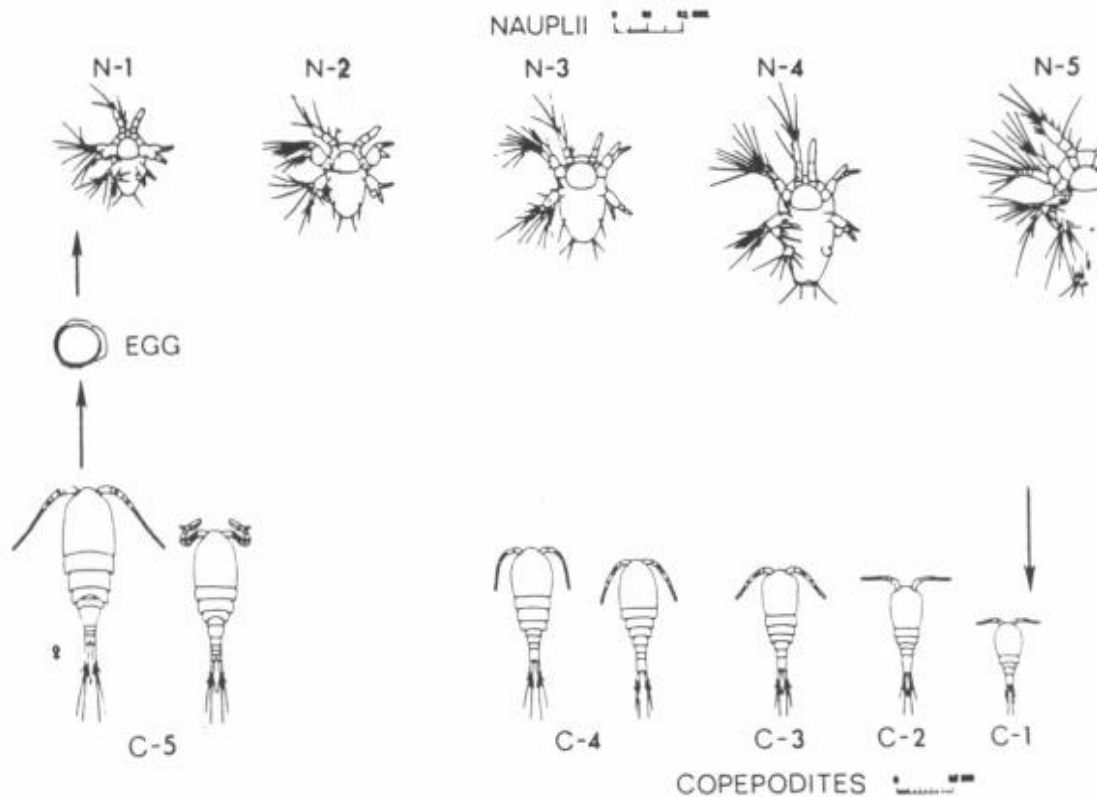
Acanthocyclops robustus



Copepoda

Αναπαραγωγή

- κύκλος ζωής: έως και 3 χρόνια



Από Wetzel & Likens 1991

- καλανοειδή παράγουν διαπαυσιακά αβγά
- κυκλωποειδή δεν παράγουν διαπαυσιακά αβγά, αλλά περνούν το τελευταίο στάδιο του κωπηποδίτη με ή χωρίς εγκύστωση στο ίζημα

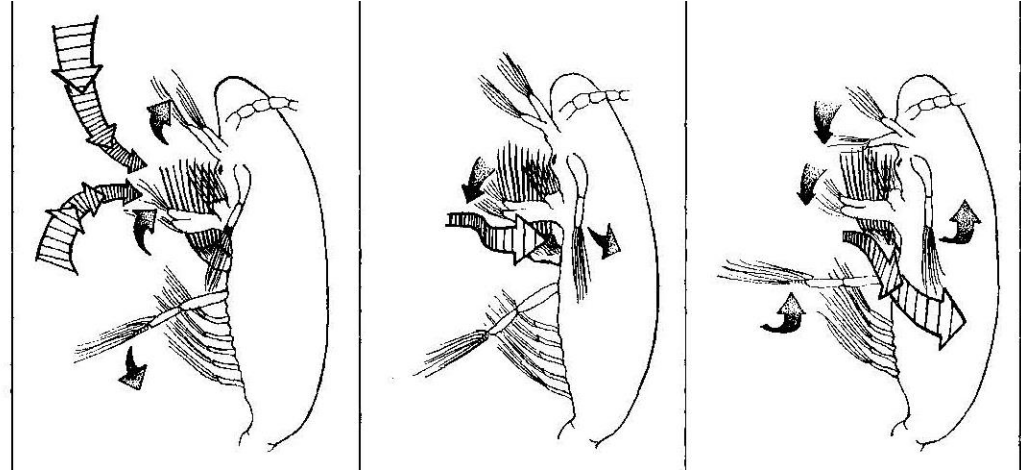


Cooperoda

Διατροφή

Καλανοειδή - διηθηματοφάγα

- φύκη, μαστιγοφόρα, βακτήρια
- ανιχνεύουν τη λεία με χημειοϋποδοχείς 'γεύση'
- Επιλέγουν



Η ροή του νερού - σωματιδίων τροφής, Από Koehl & Strickler 1981

Κυκλωποειδή - παμφάγα με αρπακτικό τρόπο διατροφής

- φύκη, πλαγκτικά ασπόνδυλα
- ανιχνεύουν τη λεία με μηχανοϋποδοχείς

Δυναμική πληθυσμών

$$r = b - d$$

b

ρυθμός αναπαραγωγής

- θερμοκρασία
- τροφή

d

ρυθμός θνησιμότητας

- θήρευση
- φυσιολογικό θάνατο
- παράσιτα
- εκροές



Ανταγωνισμός

παρόμοιες διατροφικές συνήθειες

- ενδοειδικός ανταγωνισμός

(μεταξύ ατόμων του ίδιου είδους)

- διαειδικός ανταγωνισμός

(μεταξύ ατόμων διαφορετικών ειδών)

- exploitative competition ‘τροφικός ανταγωνισμός’

- mechanical interference ‘μηχανική παρέμβαση’

Daphnia – rotifera

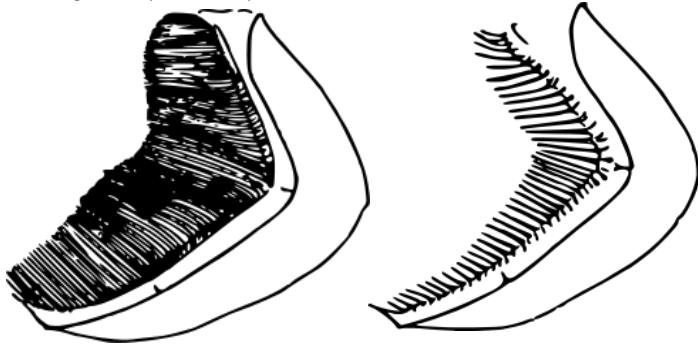


Θήρευση

Σπονδυλωτά



Alosa sapidissima, Source: <http://nas.er.usgs.gov/queries/FactSheet.asp?speciesID=491> Pam Fuller 2009. USGS Nonindigenous Aquatic, in the public domain



Drawing of the 1st branchial arch of the Allis Shad, *Alosa alosa* (Linnaeus 1758), as *Clupea alosa*, Source: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4a/Alosa_alosa_%28Linnaeus_1758%29_als_Clupea_alosa_1.Kiemenbogen_Fig_110a_%28Matschie_et_al._1909%29.svg Matschie et al. 1909, In the public domain

Ασπόνδυλα



Chaoborus larva of unknown species from Wageningen, The Netherlands. Source: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:ChaoborusSpec.JPG>, Piet Spaans 2006, CC-BY-SA



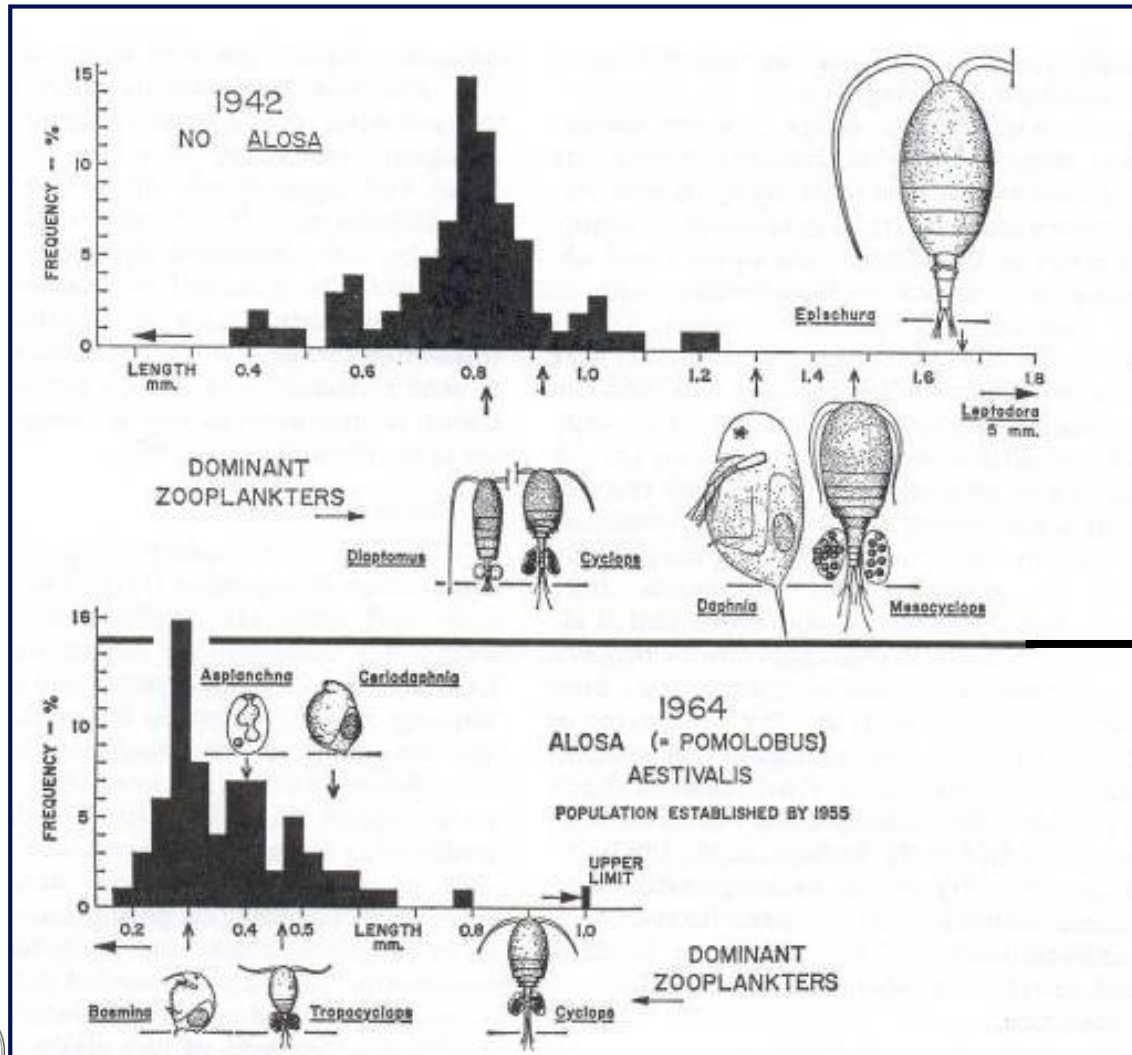
Θήρευση

Brooks & Dodson 1965

Υπόθεση
αποτελεσματικότητας
μεγέθους

Μέγεθος

0,8 mm



0,35 mm

Θήρευση

Brooks & Dodson 1965

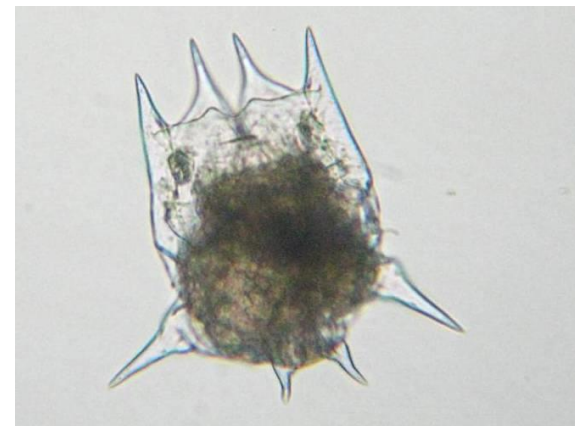
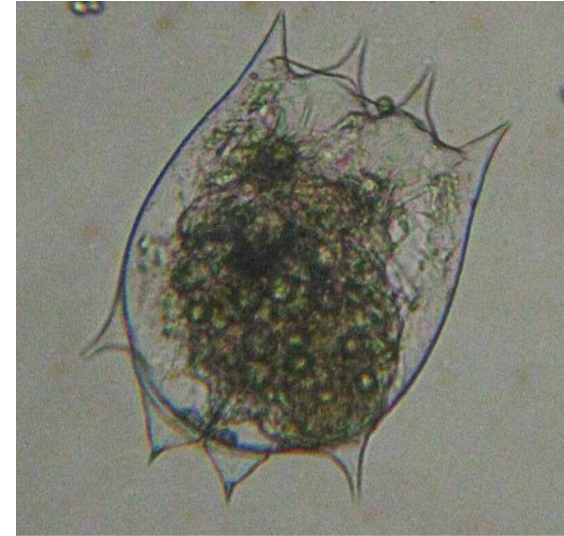
Υπόθεση της αποτελεσματικότητας μεγέθους (size-efficiency-hypothesis)

1. φυτοφάγοι ζωοπλαγκτικοί οργανισμοί ανταγωνίζονται για μικρά μερίδια τροφής (1-15 μm)
2. μεγάλοι ζωοπλαγκτικοί οργανισμοί διηθούν πιο αποτελεσματικά και μπορούν επίσης να καταναλώσουν και μεγαλύτερα μερίδια τροφής
3. έτσι όταν η θηρευτική πίεση από τα ψάρια είναι μικρή τα μικρά πλαγκτικά φυτοφάγα θα αποκλειστούν ανταγωνιστικά από τις μεγαλύτερες μορφές
4. όταν η θηρευτική πίεση από τα ψάρια είναι έντονη τότε η επιλογή με βάση το μέγεθος θα περιορίσει τις μεγάλες ζωοπλαγκτικές μορφές επιτρέποντας στο μικρόσωμο ζωοπλαγκτό που αποφεύγουν τη θήρευση να κυριαρχήσουν
5. όταν η θηρευτική πίεση είναι μέτρια, οι μεγαλόσωμοι ζωοπλαγκτικοί οργανισμοί συχνά διατηρούνται με μειωμένους πληθυσμούς επιτρέποντας την συνύπαρξη με τους μικρότερους ανταγωνιστές



Θήρευση-Κυκλομόρφωση

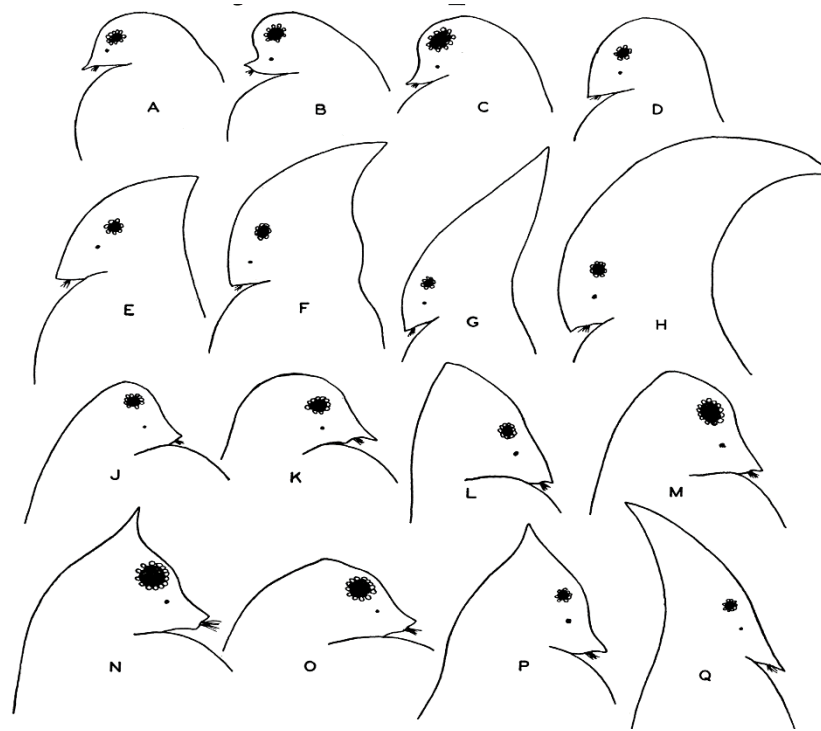
- Αποφυγή Θήρευσης
 - Πλευρικές προεξοχές



Θήρευση-Κυκλομόρφωση

Όπως και στα τροχοφόρα έτσι και σε αρκετά κλαδοκερωτά

- σταδιακή προέκταση του πρόσθιου μέρους της κεφαλής

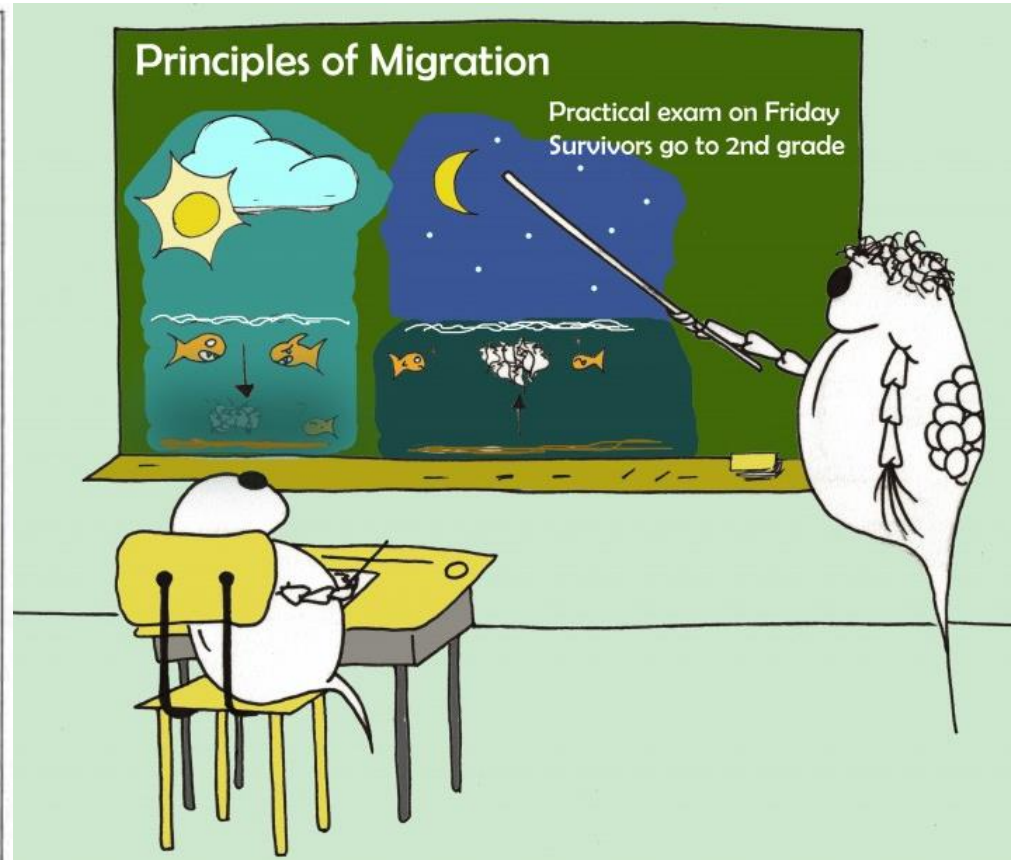
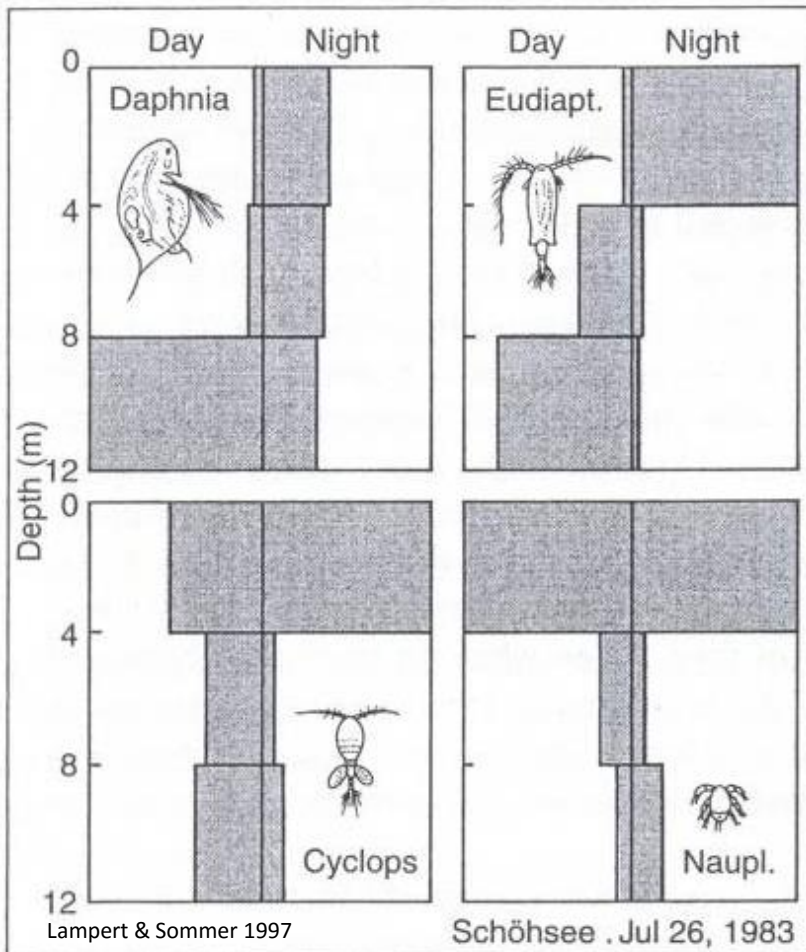


Cyclomorphosis, Pennak, 1953



Ημερήσια Κατακόρυφη Μετανάστευση

Diel Vertical Migration



"Diel Vertical Migration" <http://benoenzy.be/fleaworld/wp-content/uploads/2013/01/Migration-1024x614.jpg> Ine Swillen, 2013

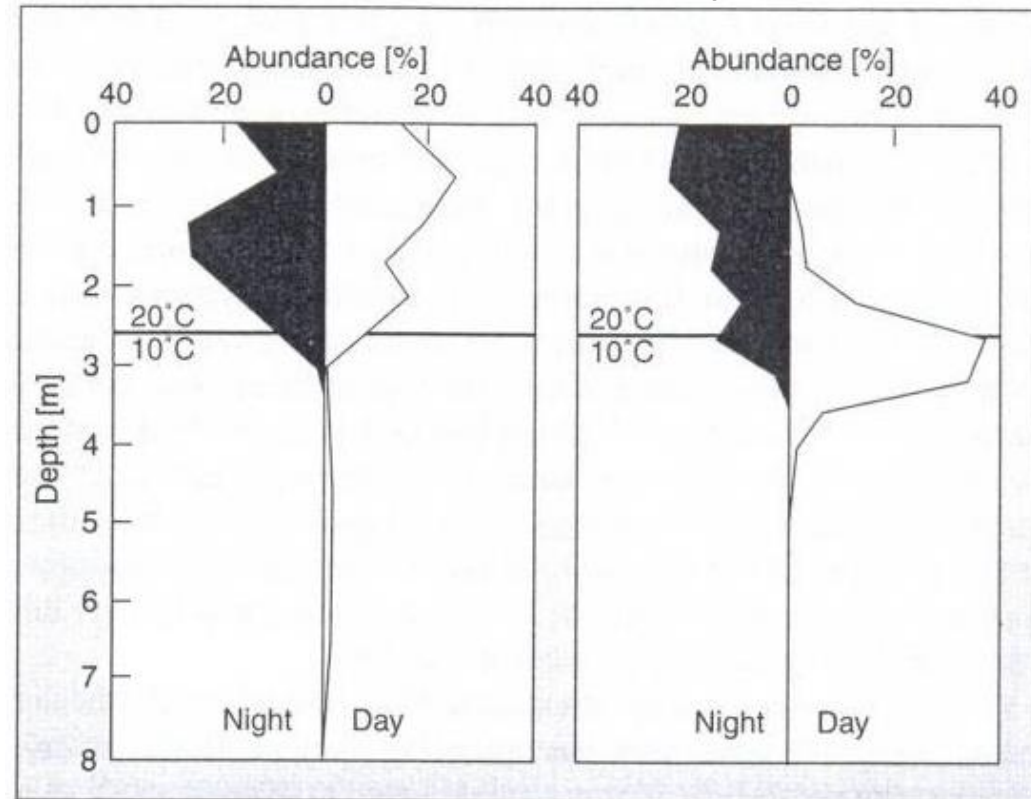
Ημερήσια Κατακόρυφη Μετανάστευση

Diel Vertical Migration-Αποφυγή Θήρευσης

καιρορμόνη
απουσία παρουσία

Καλύτερη ποιότητα τροφής

- Νύχτα: πρωτεΐνες
- Ημέρα: υδατάνθρακες



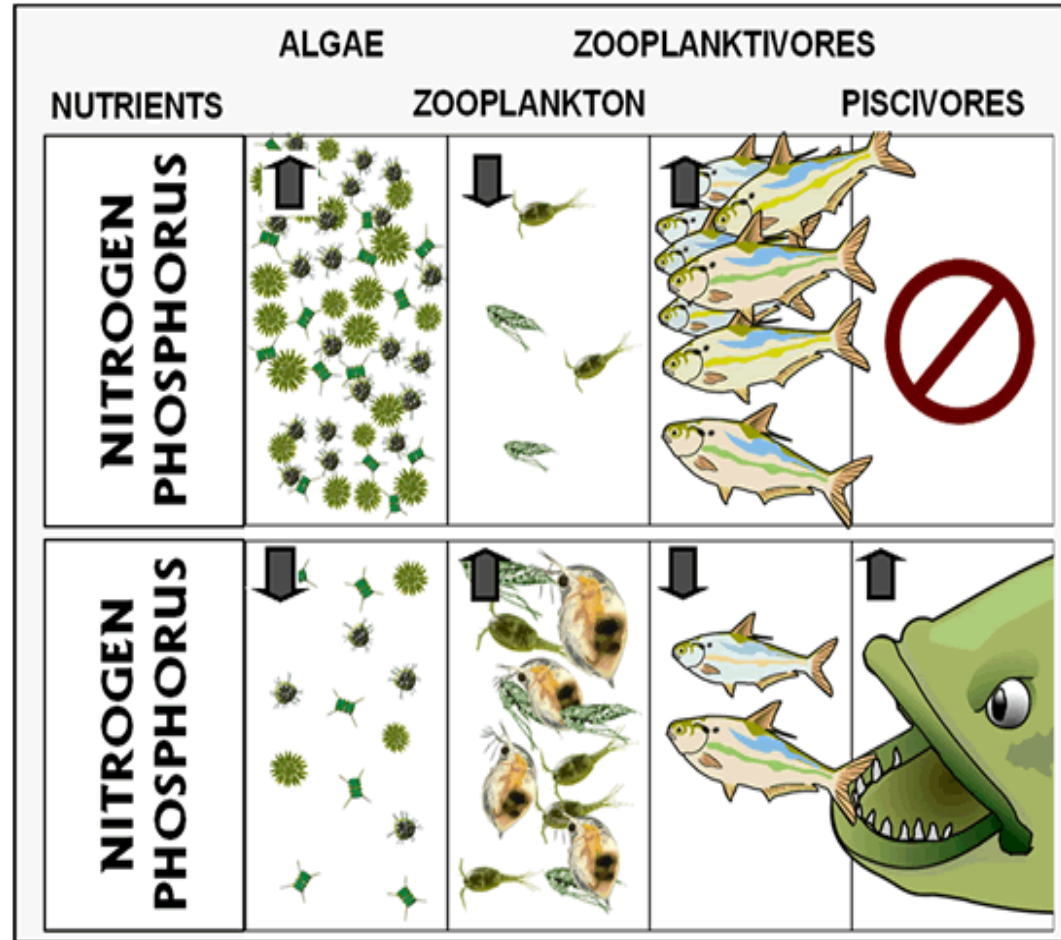
Lampert & Sommer 1997



Trophic Cascade

Carpenter & Kitchell 1980

- Αύξηση αρπακτικών ψαριών
- Μείωση πλαγκτοφάγων ψαριών
- Αύξηση μεγάλωσμου ζωοπλαγκτού
- Μείωση φυτοπλαγκτικής βιομάζας



Trophic cascade & top-down control & lake productivity. Source: <http://www.lmvp.org/Waterline/fall2005/topdown.htm> . ©The Lakes of Missouri Volunteer Program 2012. University of Missouri

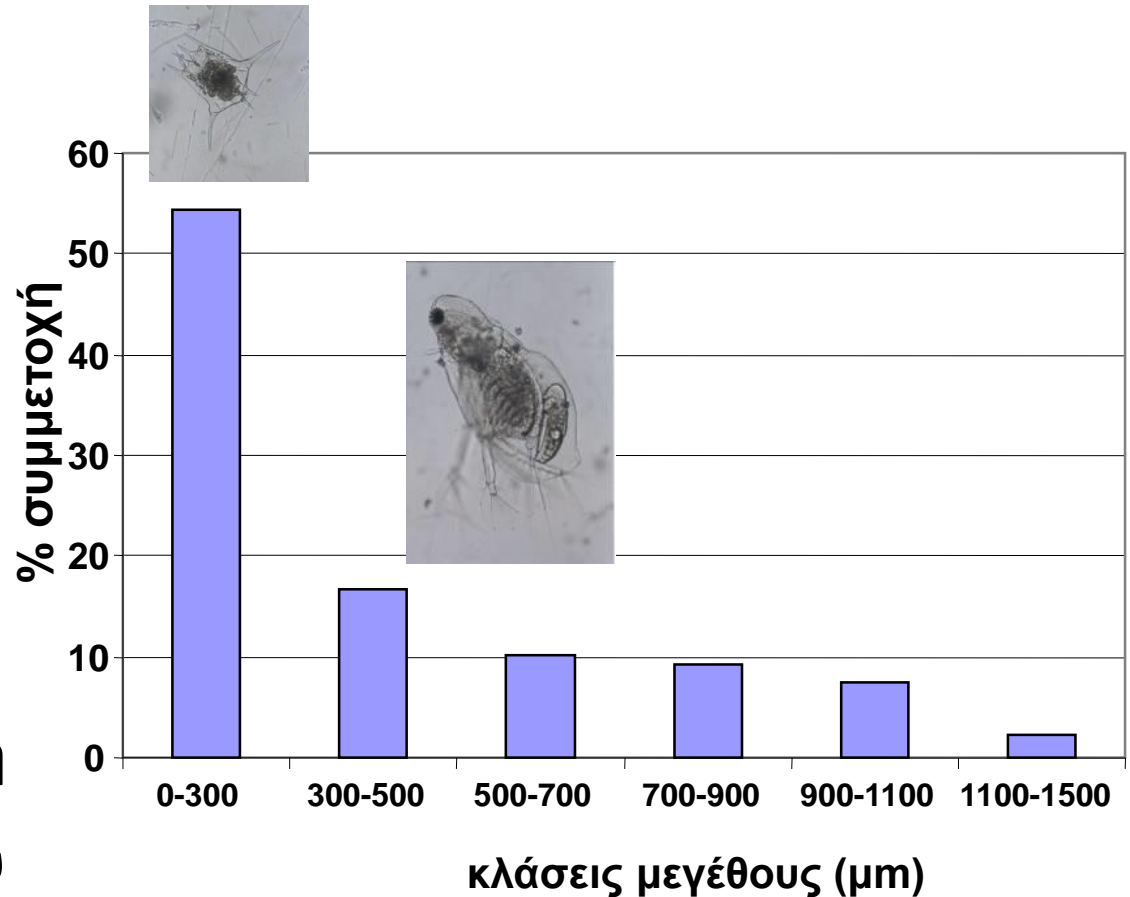


Trophic Cascade

Top-down control

Λίμνη της Καστοριάς

- έντονη θηρευτική πίεση
- κυριαρχία μικρόσωμου ζωοπλαγκτού

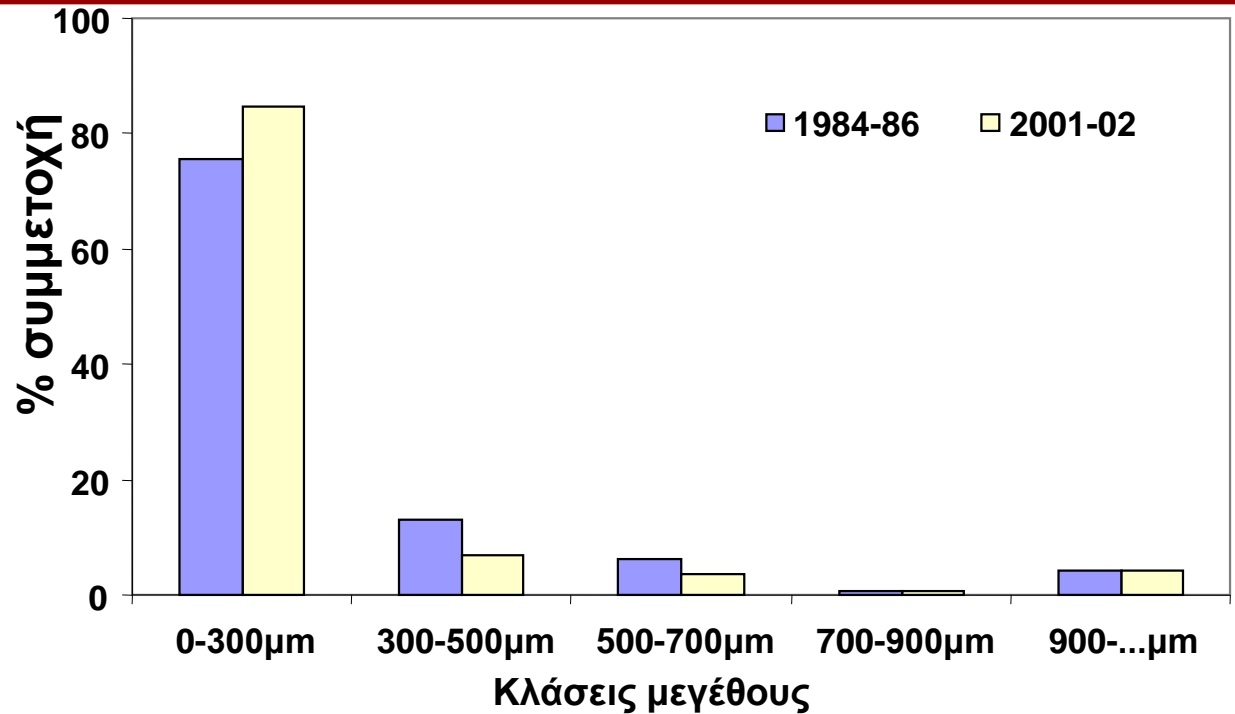


Moustaka-Gouni et al. 2006



Trophic Cascade

Top-down control



Λίμνη Βόλβη

- Θηρευτική πίεση του ενδημικού ζωοπλαγκτοφάγου ψαριού *Alosa macedonica*
- Κυριαρχία μικρόσωμου ζωοπλαγκτού
- Οδήγησε στην 'εξαφάνιση' του *Daphnia cucullata*

Unpublished data

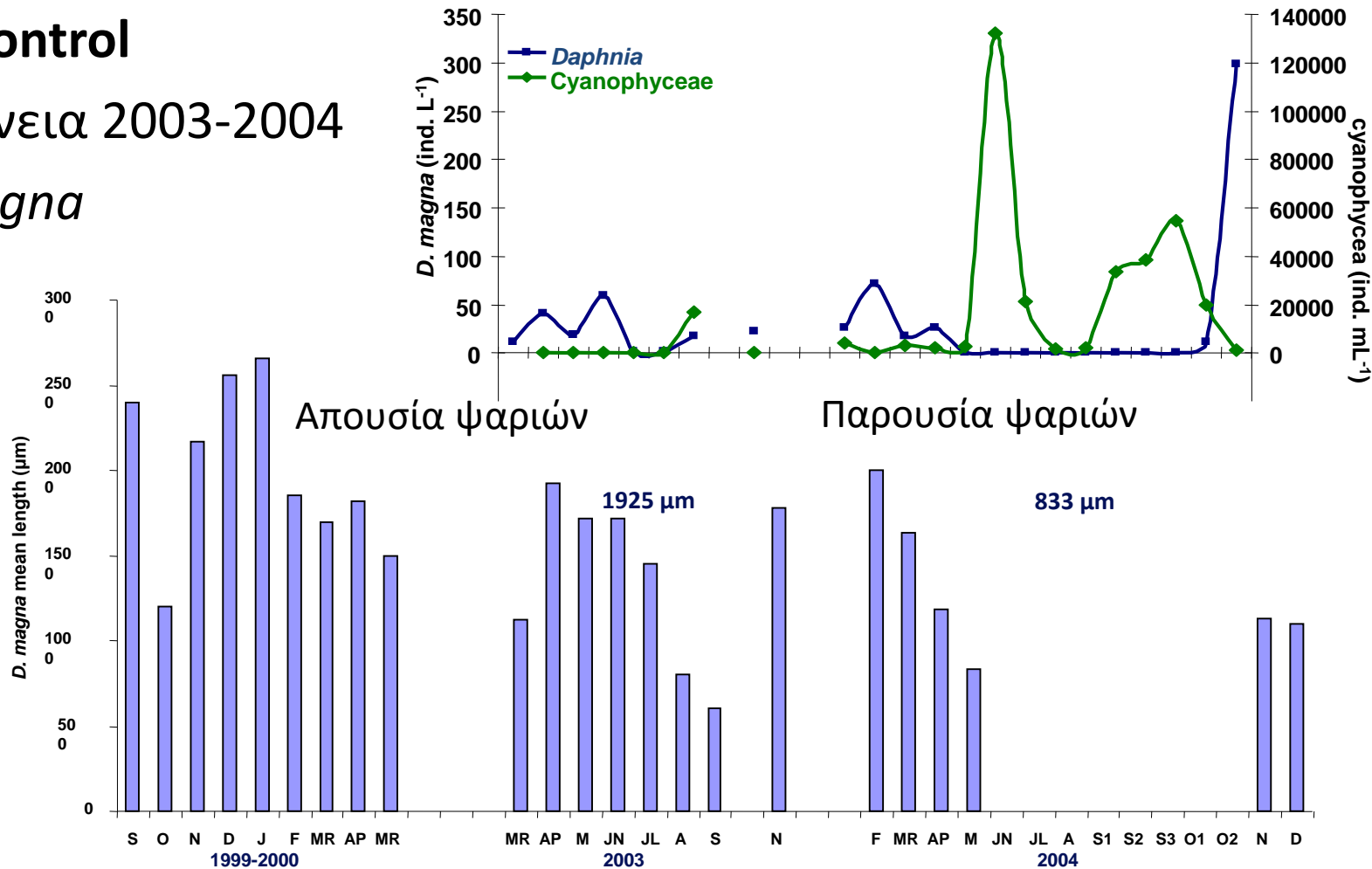


Trophic Cascade

Top-down control

Λίμνη Κορώνεια 2003-2004

Daphnia magna



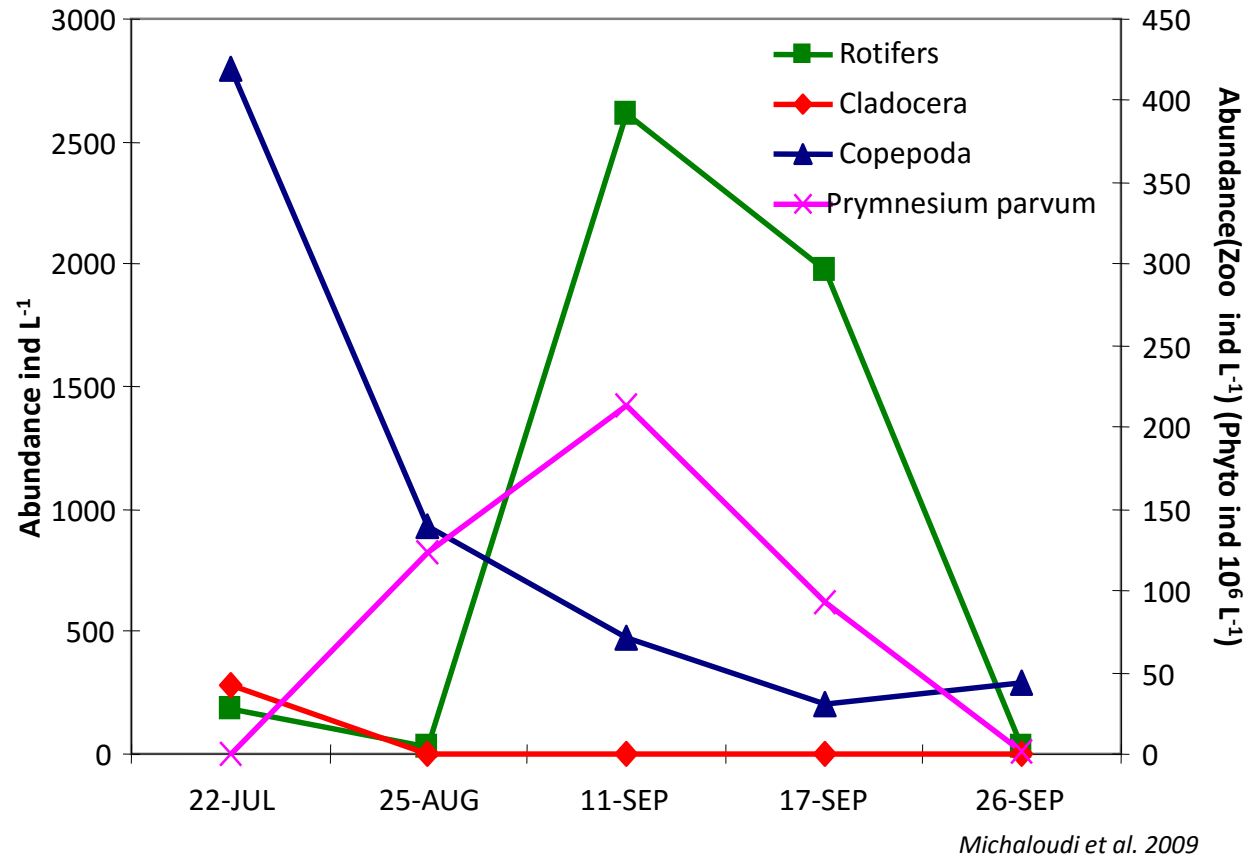
Michaloudi et al. 2012



Trophic Cascade

Bottom up control

Λίμνη Κορώνεια 2004
Prymnesium parvum



- κυανοβακτήρια → • Χαμηλή ζωοπλαγκτική αφθονία
- *Prymnesium* τοξικό → • Απουσία τροχοφόρων & κλαδοκερωτών



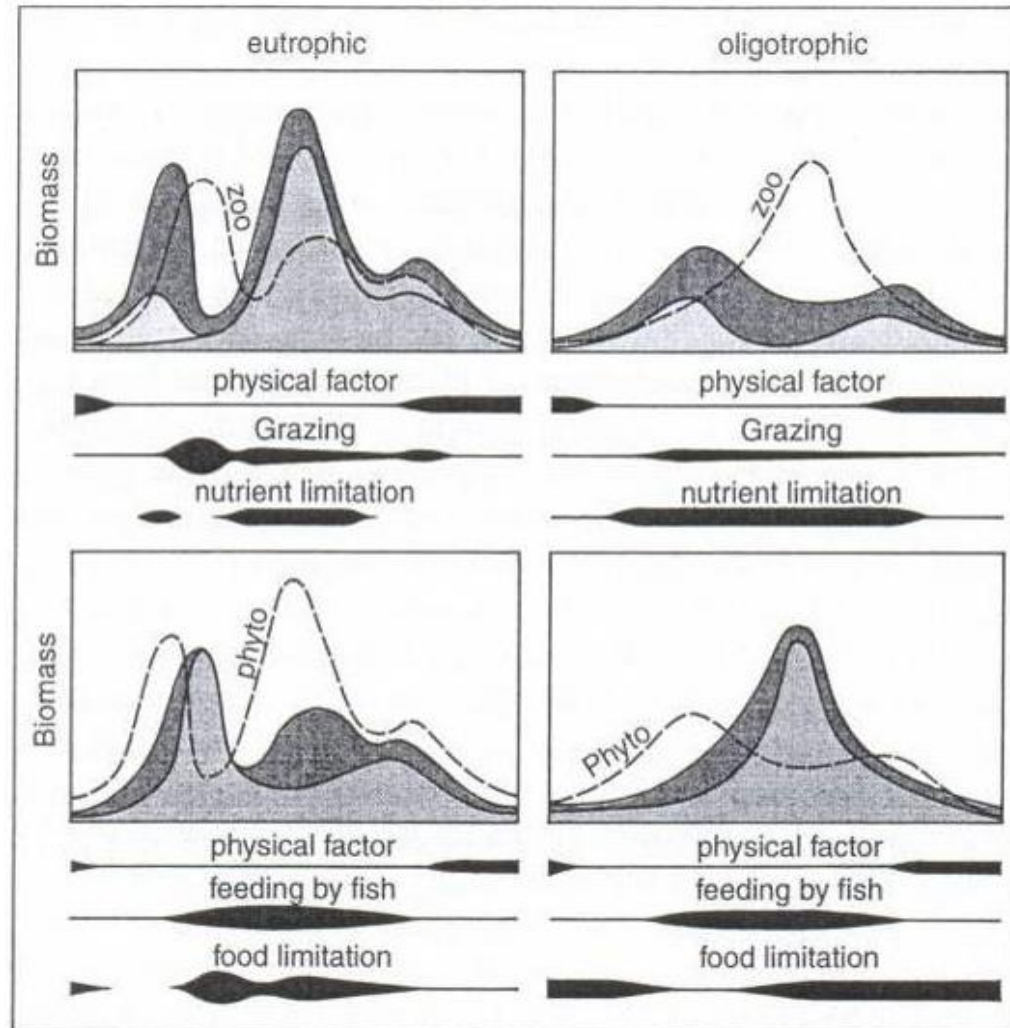
Εποχικότητα PEG - model

Sommer et al. 1986

Οι εποχικές διακυμάνσεις του φυτοπλαγκτού (πάνω) & του ζωοπλαγκτού (κάτω) σε μια ιδεατή εύτροφη (αριστερά) & ολιγότροφη (δεξιά) λίμνη.

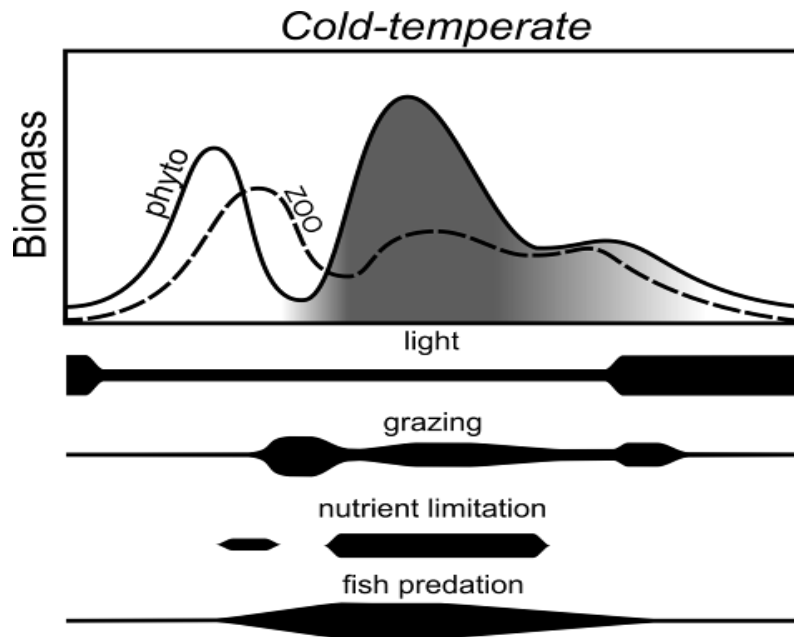
Πάνω διάγραμμα: μικρά φύκη (σκοτεινή περιοχή), μεγάλα φύκη (ελαφρά γραμμοσκίαση), ζωοπλαγκτική βιομάζα (διακεκομμένη γραμμή).

Κάτω διάγραμμα: μικρά φυτοπλαγκτοφάγα είδη (σκοτεινή περιοχή), μεγάλα φυτοπλαγκτοφάγα είδη (ελαφρά γραμμοσκίαση), φυτοπλαγκτική βιομάζα (διακεκομμένη γραμμή). Τα οριζόντια διαγράμματα δηλώνουν τις περιόδους κατά τη διάρκεια των οποίων παίζουν σημαντικό ρόλο οι κύριοι περιβαλλοντικοί παράγοντες.

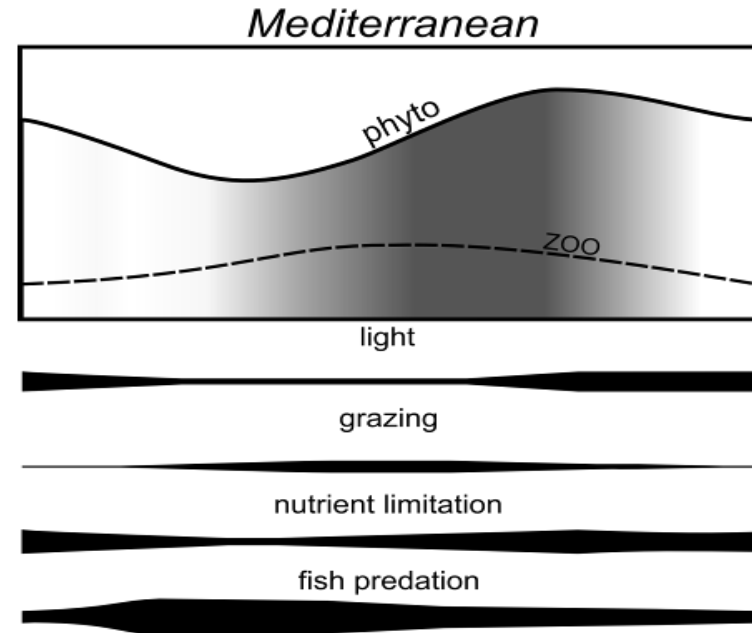


Εποχικότητα PEG - model

MediPEG-model



Moustaka-Gouni-Michaloudi-Sommer 2014



- Οι διακυμάνσεις είναι λιγότερο έντονες
- Ζωοπλαγκτό (βιομάζα + μέγεθος) χωρίς εποχικές διακυμάνσεις σχεδόν

Moustaka-Gouni, Michaloudi & Sommer 2014

Εποχικότητα PEG - model

MediPEG-model

Moustaka-Gouni, Michaloudi, & Sommer 2014

Υπόθεση 1: αδιάκοπη ανάπτυξη φυτοπλαγκτού το χειμώνα λόγω αυξημένης ηλιοφάνειας

Το μεσογειακό φυτοπλαγκτό χαρακτηρίζεται από ένα ελάχιστο ανάπτυξης κατά τη διάρκεια της άνοιξης, αδιάκοπη ανάπτυξη από το καλοκαίρι ως το φθινόπωρο και μέγιστο βιομάζας το φθινόπωρο

Υπόθεση 2: μεγαλύτερης διάρκειας και έντασης θηρευτική πίεση από τα ψάρια, με αποτέλεσμα μικρότερου μεγέθους ζωοπλαγκτό και ασθενέστερος έλεγχος από την κορυφή στο φυτοπλαγκτό

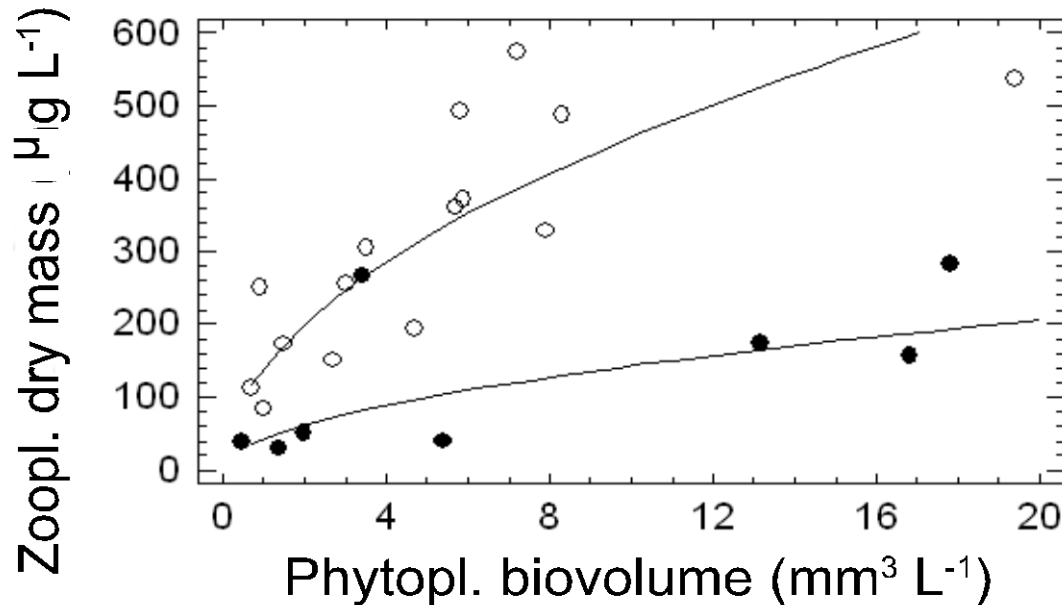


Εποχικότητα PEG - model

MediPEG-model

Moustaka-Gouni, Michaloudi, & Sommer 2014

Υπόθεση 2



3 φορές υψηλότερη στις
γερμανικές λίμνες για
συγκρίσιμα επίπεδα
φυτοπλαγκτικού βιοόγκου

Βιομάζα ζωοπλαγκτού σε σχέση με την περιοχή και τη φυτοπλαγκτική βιομάζα,
Γερμανία ○ Ελλάδα ●



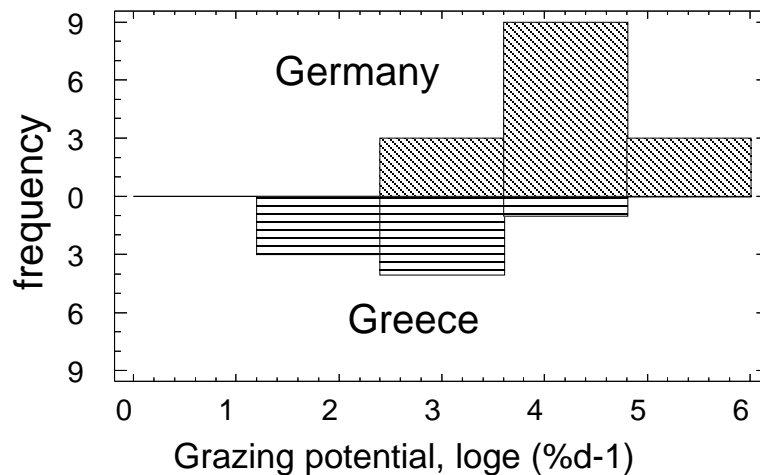
Εποχικότητα PEG - model

MediPEG-model

Moustaka-Gouni, Michaloudi, & Sommer 2014

Υπόθεση 2

- Το μέγεθος των κλαδοκερωτών είναι σχεδόν 3 φορές μεγαλύτερο σε λίμνες της Γερμανίας από ότι της Ελλάδας
- Το δυναμικό βόσκησης του ζωοπλαγκτού είναι 6 φορές υψηλότερο σε λίμνες τις Γερμανίας από ότι στις Ελληνικές



Το ζωοπλαγκτό
είναι λίγο και
μικρόσωμο

Κατανομή συχνοτήτων του δυναμικού βόσκησης σε
γερμανικές και ελληνικές λίμνες

Βιβλιογραφία

- Amoros, C. 1984. Crustacés cladocères. Bull. Soc. Linn. Lyon
- Brooks, J.L. & Dodson, S.I. 1965. Predation, body size, and composition of the plankton. *Science*, 150: 28-35
- Dumont, H.J. & Negrea, S.V. 2002. Introduction to the Class Branchiopoda. Leiden, Backhuys Publishers, 398p.
- Harding, J.P. & Smith, W.A. 1974. A key to the British cyclopoid and calanoid copepods. Freshwater Biological Association, 56p.
- Koehl, M. A. R. & Strickler, J. R. 1981. Copepod feeding currents: Food capture at low Reynolds number. *Limnol. Oceanogr.* 26: 1061-1073
- Lampert, W. & Sommer, U. 1997. Limnoecology: The ecology of lakes and streams. Oxford University Press. 400 p.
- Matschie, P., Reichenow, A., Tornier, G., Pappenheim, P. 1909. Mammalia, Aves, Reptilia, Amphibia, Pisces. In: Brauer, A. (Hrsg.): Die Süßwasserfauna Deutschlands. Eine Exkursionsfauna. Heft 1, Gustav Fischer Verlag, Jena, S. 206
- McMahon, J.W. & Rigler, F.H. 1965. Mechanisms regulating the feeding rate of *Daphnia magna* Straus. *Can. J. Zool.* 41: 321-332.
- Michaloudi, E. & KostECKA, M. 2004. Zooplankton of Lake Koroneia (Macedonia, Greece). *BIOLOGIA, BRATISLAVA*, 59 (2): 165-172
- Michaloudi, E., Moustaka-Gouni, M., Pantelidakis, K., Katsiapi, M., Genitsaris, S. 2012. Plankton Succession in the Temporary Lake Koronia after Intermittent Dry-Out. *Internat. Rev. Hydrobiol.* 97: 405-419.
- Moustaka-Gouni, M., Michaloudi, E., Sommer, U. 2014. Modifying the PEG model for Mediterranean lakes - no biological winter and strong fish predation. *Freshwater biology*: 10.1111/fwb.12335
- Moustaka-Gouni, M., Vardaka, E., Michaloudi, E., Kormas, K.A., Tryfon, E., Mihalatou, H., Gkelis, S., Lanaras, T. 2006. Plankton food web structure in a eutrophic polymictic lake with a history of toxic cyanobacterial blooms. *Limnology and Oceanography* 51: 715-727
- Nogrady, T., Wallace, R. L., Snell, T. W. 1993. Rotifera. In H. J. Dumont (ed.), *Biology, ecology and systematics*. Vol. 1, Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. SPB Academic Publishers bv, The Hague, The Netherlands. Ruttner-Kolisko, A. 1974. Plankton rotifers. *Biology and taxonomy*. English translation of *Die Binnengewasser* v. 26 (1). 146 p.
- Ricci, C. & Melone, G. 1984. *Macrotrachela quadricornifera* (Rotifera, Bdelloidea); a SEM Study on Active and Cryptobiotic Animals. *Zoologica Scripta*, 13(3): 195-200
- Sommer, U., Gliwicz, Z. M., Lampert, W., Duncan, A. 1986. The PEG-model of seasonal succession of planktonic events in fresh waters. *Arch. Hydrobiol.*, 106, 433-471
- Welch & Meselson, 2000. Evidence for the evolution of Bdelloid Rotifers without sexual reproduction or generic exchange. *Science* 288: 1211-1215.
- Wetzel, R.G. & Likens, G.E. 1991. *Limnological analyses*, 2nd ed. Springer





Τέλος Ενότητας 11

Επεξεργασία: Λατινόπουλος Διονύσης
Θεσσαλονίκη, Εαρινό Εξάμηνο 2014



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

