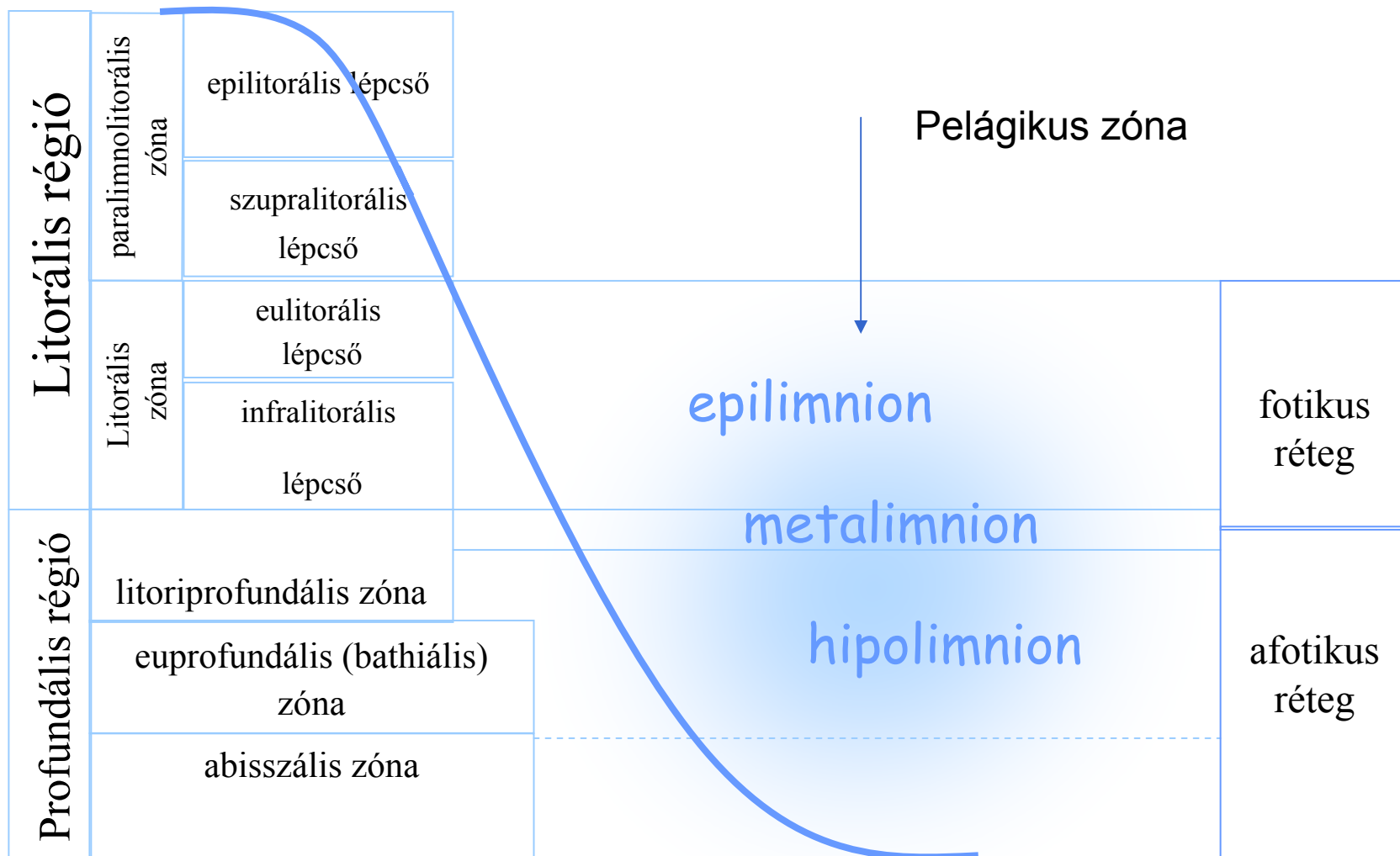


# Állóvízi élettájak



freatális régió

Felföldy, 1981 nyomán

Hutchinson (1967) nyomán:

**epilitorális zóna:** víztükör felett, a fröccsvíz sem éri

**szupralitorális zóna:** víztükör felett, fröccsvíz éri

**litorális zóna:** eulitorális és infralitorális részből áll

**eulitorális zóna:** az év során a legmagasabb és legalacsonyabb vízállás közti partszakasz, hullámozás éri

**infralitorális zóna:** a makrovegetáció szerint 3 része különíthető el:



**felső infralitorális zóna:** emergens gyökerező makrofitonok (pl. *Phragmites communis*, *Typha angustifolia*)

**középső infralitorális zóna:** felszínen úszó gyökerező makrofitonok (pl. *Nymphaea alba*, *Nuphar luteum*, kisebb vizekben: *Potamogeton natans*, *Polygonum amphibium*)

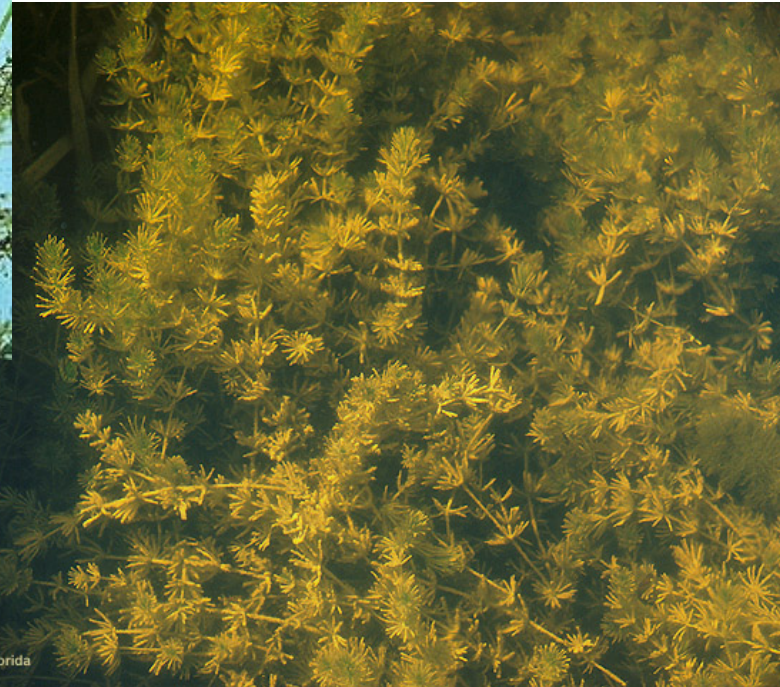
**alsó infralitorális zóna:** alámerülő (szubmerz), rögzült (gyökeres) makrofitonok (pl. *Chara spp.*, *Myriophyllum spp.*, *Potamogeton spp.*)



**középső infralitorális**  
zóna: felszínen úszó,  
gyökerező makrofitonok  
pl. *Nymphaea alba*

**alsó infralitorális** zóna: alámerülő (szubmerz),  
rögzült (gyökeres) makrofitonok

*Myriophyllum spp., Chara spp., Potamogeton spp.*



Makrofitonok anyagforgalmi és energetikai  
jelentősége:

szervesanyag produkció és oxigén kibocsájtás

nagy felület, élőbevonat és metafiton élőhelye

## **Makrofitonok szénfelvétele:**

Szénforrás fotoszintézishez:  $\text{CO}_2$  vagy  $\text{HCO}_3^-$  felvétel

$\text{CO}_2$ : levegőhöz viszonyítva a vízben alacsonyabb koncentráció

Diffúziós ráta: kb. 10000-szer alacsonyabb vízben mint levegőben

A fotoszintetizáló makrofitonok körül alacsony  $\text{CO}_2$  koncentrációjú mikroterek alakulnak ki, csökkentheti a fotoszintézis rátáját

Nappal sűrű makrofiton állományokban a szabad  $\text{CO}_2$  koncentráció alacsony, éjjel a respiráció miatt megnő

A kizárólag  $\text{CO}_2$ -t megkötni képes makrofitonoknál:

CAM (crassulacean acid metabolism): olyan kiegészítő reakciósor, amely lehetővé teszi a  $\text{CO}_2$  éjszaka történő megkötését (a növény almasavat képez, amelyet vacuolákban tárol, majd a nappali reakciósorban a  $\text{CO}_2$  felszabadul, fotoszintézisre felhasználja)

Ezen az úton akár a  $\text{CO}_2$  szükséglet 50%-át is fedezheti a növény!

Bikarbonát ( $\text{HCO}_3^-$ ) hasznosítására sok makrofiton képes (pl. *Myriophyllum* – süllőhínár fajok, stb.)



Hátránya a  $\text{CO}_2$ -vel szemben, hogy aktívan veszi fel a növény (költséges!)

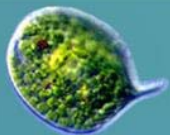
Heterophyllia:

Több makrofitonnak vannak egyszerre alámerülő és úszó levelei, így a légkörből is képesek CO<sub>2</sub>-t felvenni

pl. *Potamogeton* spp.  
(békaszőlő fajok)



# METAFITON



Az állóvízi élőlénytársulások egyike,



a növényzet és a moszatgyepek közti vízben úszó és lebegő élőlények együttese

# BIOTEKTON

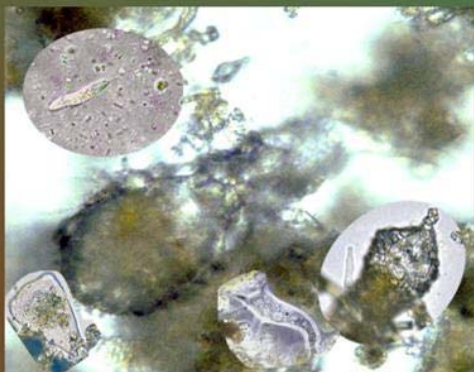


A víz-szilárd fázis határát benépesítő élőlénytársulások összességét alkotó benton egyik nagy csoportja,

a vízfenéktől eltérő alzaton (vizinövények, kövek stb.) található

# BENTOSZ

A víz-szilárd fázis határát benépesítő élőlénytársulások összességét alkotó benton egyik nagy csoportja



az alzat felületén és az alzat anyagaiban élő élőlények

# PLANKTON



A vízi élőlénytársulások egyike,

a szabad víztömegben lebegő élőlények összessége



# Fitoplankton

Algák

Teljes fitoplankton:

Piko-, nano- és mikrop plankton

Főbb méretosztályok

különböző sejtszerveződés

Sejtfal (cellulóz és egyéb poliszacharidok, valamint fehérjék, lipidek és kova)



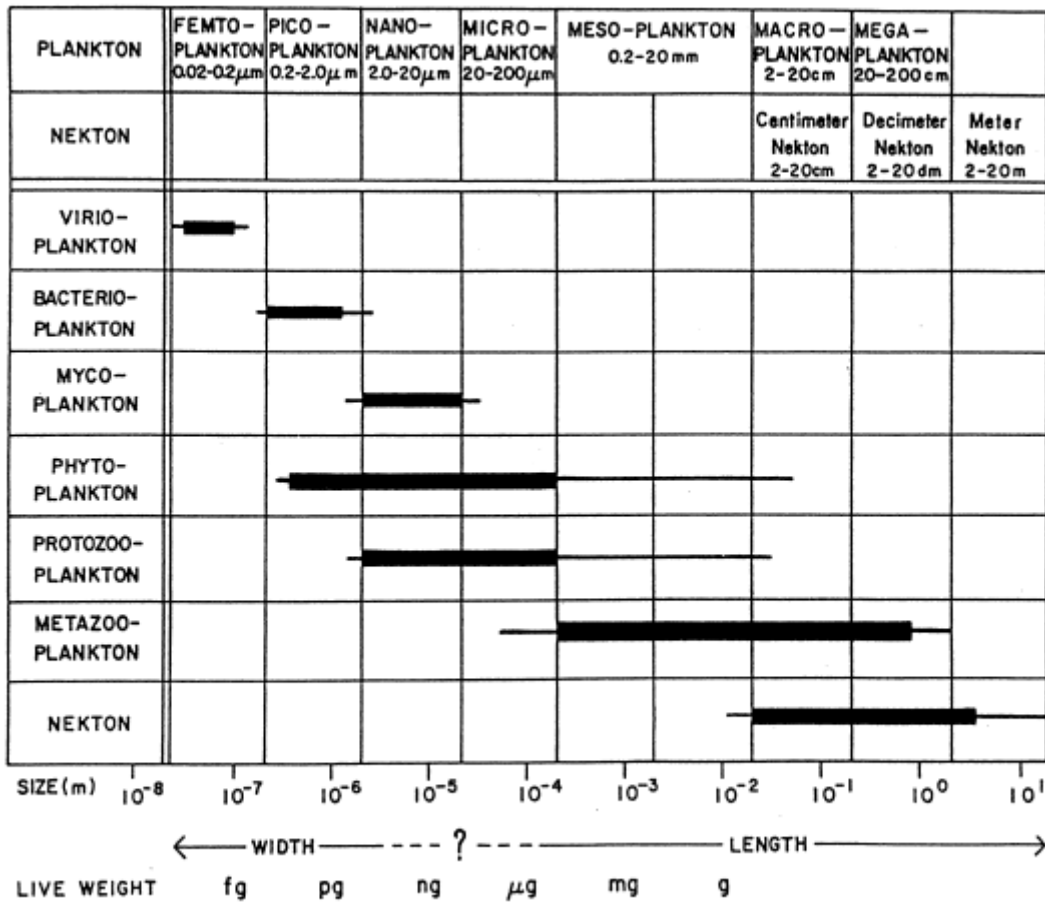


Fig. 1.1 Size spectrum of different taxonomic-trophic compartments of plankton

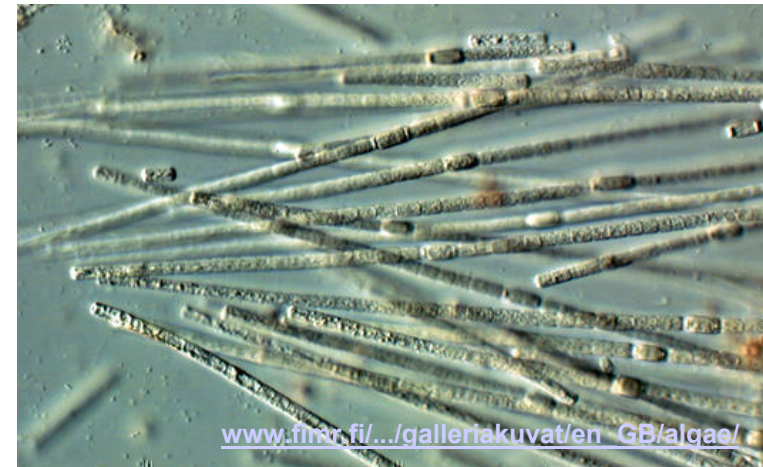
Főbb méretosztályok

Adaptációk a predációs nyomás csökkentésére:

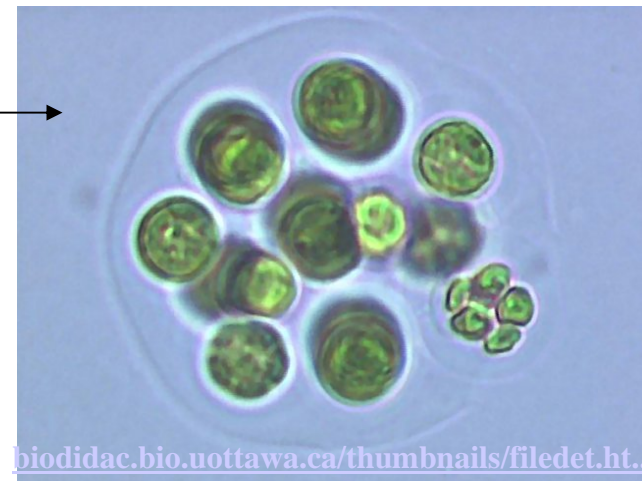
nagy méret (*Ceratium*,  
*Aphanizomenon*)



nyálkaréteg, amelyben  
átvészeli a tápcsatornán való  
áthaladást (*Sphaerocystis*)



Fentiek: költségesek!



Sok alga: inkább kisebb testméret

Legtöbb energiát a növekedésre és a szaporodásra fordítják

(pl. *Cryptomonas*, *Chlamydomonas*)

Adott időben és helyen más-más adaptációk sikeresek

Ezért: algáknál: változatos téridő mintázat

(tápanyag ellátottság, éghajlat, pH, predátorok)

A nagyobb algacsoportokat a pH és produktivitás szerint lehet rendezni:

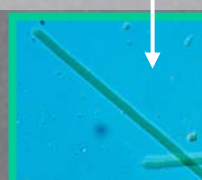
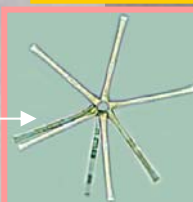
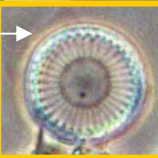
**Oligotróf tóban:** alacsony pH mellett: Desmidiaceae

Magasabb pH: Bacillariophyceae: *Tabellaria spp.*, *Cyclotella sp.*

**Mezotróf tóban:** semleges körüli pH: Chrysophyta, Dinophyta

alkalikus pH: *Asterionella*, *Stephanodiscus spp.*

**Eutróf tóban:** magas pH-nál a cianobaktériumok uralkodók



## **A fitoplankton kis méretének adaptív jelentősége**

látszólag a nagy méretnek vannak előnyei (nagy tápanyagraktárak, nagy mennyiségű propagulum amelyet megfelelő időben bocsájt ki), de a pelágikumból mégis hiányoznak,

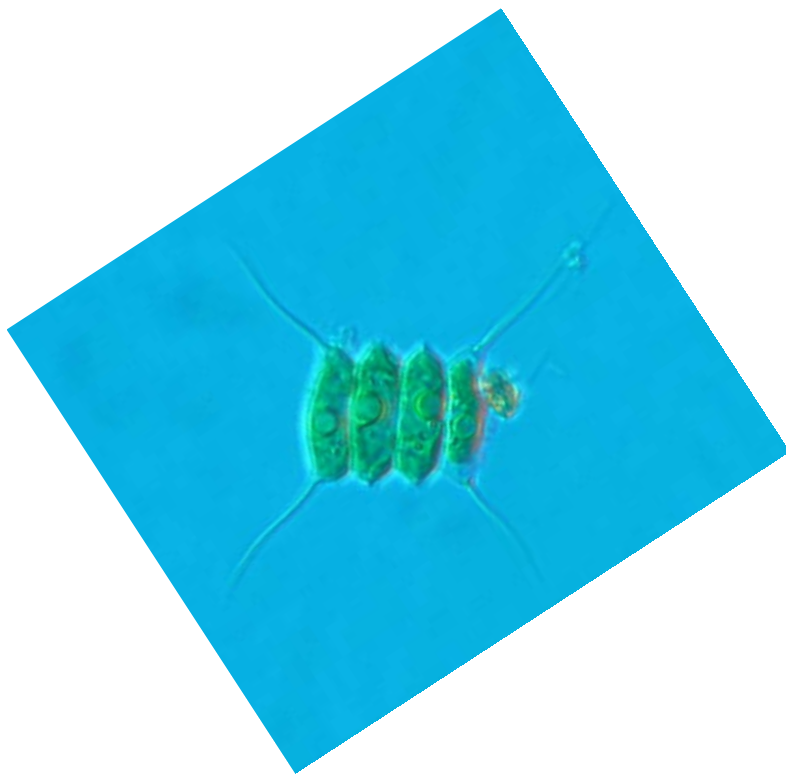
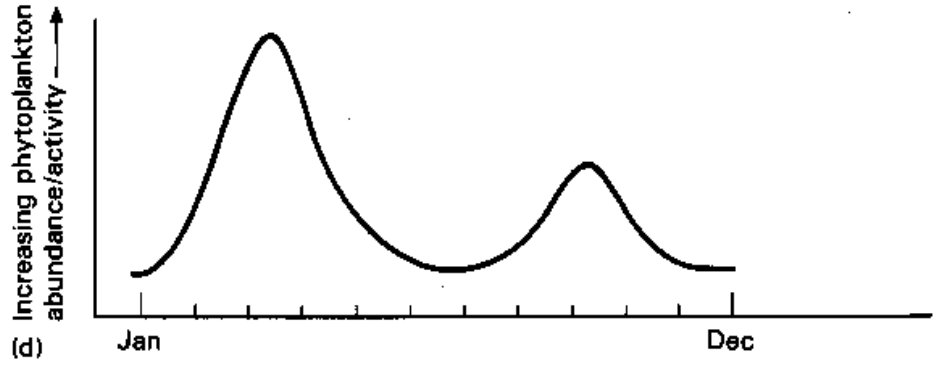
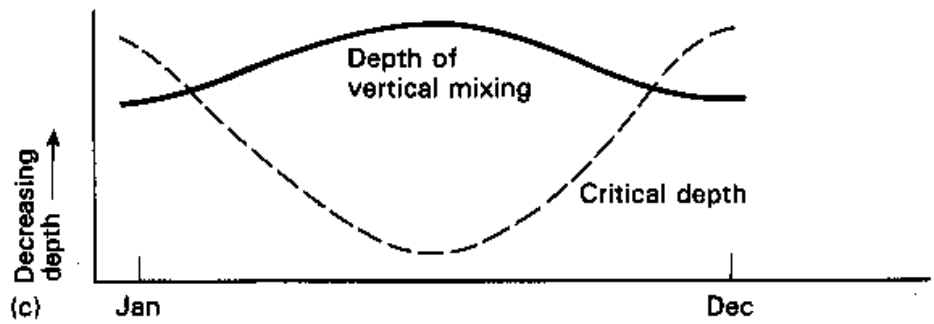
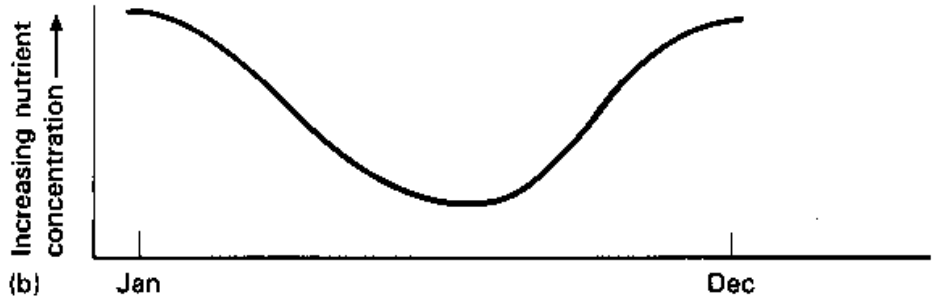
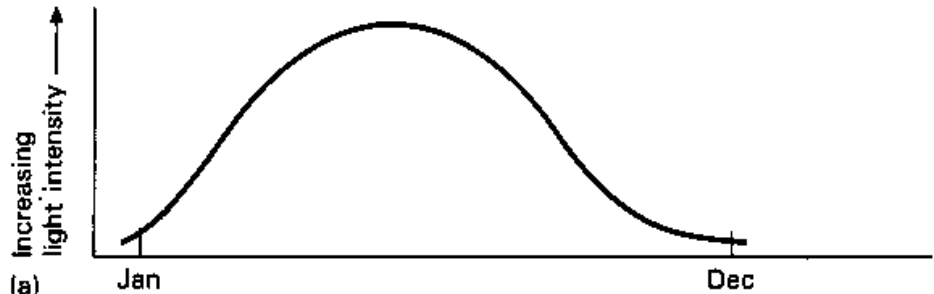
a kis méret hátránya, hogy a fotoszintézis során keletkezett asszimilátum egy része a sejtfalon át a környezetbe távozik, a nagy felület és vékony sejtfal miatt

a nagy méret hátránya: a lebegő növényeket tavakban a szél a partra sodorná, az óceánból pedig kikerülnének abból a környezetből, amelyhez alkalmazkodtak,

„anti-drift” hipotézis:

feltételezhető, hogy a kisméretű élőlények elsodródásának valószínűségét minimalizálja a kis méret,

a kis méret elősegíti a trofogén zónába érkező víz gyors rekolonizációját



# Vízi élőlénytársulások



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)



(i)



(j)



(k)



(l)

## Plankton paradoxon

hogyan maradhat fenn egyidejűleg sok faj a pelágiumban, amelyek mind fotoszintetizálnak, ua. oldott tápanyagokat igénylik, mint a limitáló tényező foszfor, egy közös tagolatlan habitatban élnek, miért nincs a fajok között kompetitív kizárás? (az elvet Gauze éppen Parameciumokon mutatta ki) ezt a furcsa koegzisztenciát nevezte Hutchinson plankton paradoxonnak (1961)

hipotézisek:

1. a kompetitív ekvilibrium sohasem valósul meg, mert egy tóban a szezon nem elég hosszú ahhoz, hogy a kompetitív kizárás megvalósulhasson, ehelyett szezonális szukcesszió zajlik, ennek során más-más fajok dominálnak a közösségben, de nem tűnnek el onnan, sok fajnál ellenálló ciszták képződnek,

amelyek dormanciát mutatnak az alzaton az iszapban a kedvezőtlen időszakban, vagy a legkedvezőtlenebb kompetíciós időszakban, e szerint a trópusi tavaknak, ahol nincs évszakosság, fajokban szegényebbek kellene lenni, mint a mérsékeltöviéknél, még nem végezték el ezt az összehasonlítást, de úgy tűnik a fajlisták alapján, hogy a trópusi tavak planktonja szegényebb a mérsékeltöviéknél

# Vízi élőlénytársulások



2. a fitoplankton számára a niche-ek annyira hasonlóak, hogy a kompetíció csak lassan lép életbe, kizárás csak akkor van, ha megfelelő mértékű különbségek alakulnak ki egyes fajok között, amelyekre így már különböző szelekció hat, kb. 3 millió év alatt a niche-k annyira hasonlóak lettek, hogy nagyon lassan alakulna ki a kompetitív kizárás, ezt sem tapasztalták a gyakorlatban
  3. bizonyos fajok együttműködnek koegzisztencia során ha az együttélő fajok között kommenzalizmus vagy szimbiózis alakul ki, nyilvánvalóan nincs kizárás de az ismert tények arra utalnak, hogy algák körében ez nem jellemző
  4. a látszat ellenére lehetséges megfelelő niche differenciáció, bár együtt fordulnak elő, az algák körében lehetséges eltérő tápanyagigény, az egyik modell szerint kül. anyagok (magukban vagy csoportosan) limitálnak, és annyiféle permutációja lehet a kül. limitáló tápanyagoknak, hogy ez magyarázatot adhat a magas diverzitásra,
  5. van kompetitív kizárás a nyílt vízben, de a népszerű eltűnő hányada az iszapból immigrációval pótlódik, ez trópusi tavaknál merült fel, ahol a tavak parti részén a niche differenciáció sokkal valószínűbb, mint beljebb, a nyíltvízi részen, ide kerülnek be a széllel nagy utat megtett fajok is, innen immigrációval pótlódhat a pelágikum planktonja
- A valóságban mindegyik hipotézis működhet bizonyos mértékben, tengerben és tavakban egyaránt.



# Vízvirágzás (fitoplankton tömegprodukció, ang.: bloom)

Veszély: tömeges pusztulás a vízben

Pl. halpusztulás algatoxinok  
következtében



Víz színét az algavirágzás fajtól függően különbözőre festi:

Vörös v. khaki: Euglena (napszakfüggő!)

Khaki: Chlamydomonas (zöldalga)

Barna: kovaalgák

Fehér-szürke-sárgásbarna, vörös v. kék: cianobaktériumok

Kékeszöld v. nagyon mély zöld: cianobaktériumok

} biz. cianobaktériumok is lehetnek!

(„Békanyál”: fonalas zöldalgák Enteromorpha, Cladophora)

vízvirágzás: 10 000 sejt/ml fölött

A vízfelszínen lebegő sűrű algacsomókban már 1 000 000 sejt/ml van

pl. *Ceratium* fajok elszaporodásakor: kevésbé fogyasztják, hipoxiát v. anoxiát okoz, tehát közvetett módon pusztít

A *Noctiluca scintillans* (tengeri!) ammóniumot termel, amely a halakra toxikus  
A bloom lecsengését virális fertőzés többnyire vagy toxin hatása eredményezi



Mortalitás oka: a mérgező alga közvetlen elfogyasztása (endotoxin)

A mérgező alga által termelt toxin fogyasztása (exotoxin)

Vagy egy tápláléklánc mentén bekövetkező szerkezeti változás következtében alakul ki a toxikus hatás

Van példa arra, hogy egy bizonyos predátorban válik toxikussá egy anyag

Máskor a felsőbb trofikus szinteken esetlegesen történik meg a mérgezés

Toxikus fajok jelenléte önmagában nem káros, csak egy adott egyedsűrűség fölött (adott denzitás küszöb fölött)

Toxintermelő plankton: csökkenti a zooplankton felőli predációs nyomást  
kontrollálja a vízvirágzást, elősegíti a lecsengését

# Édesvizekben:

Cianobaktériumok által okozott toxikus vízvirágzások jellemzőek

Hatóanyag összefoglaló néven: cianotoxinok

Ilyen pl. a

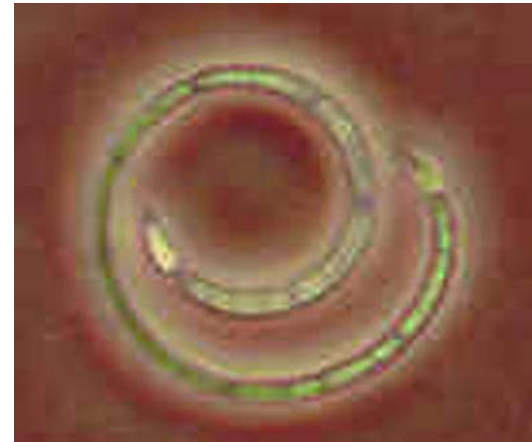
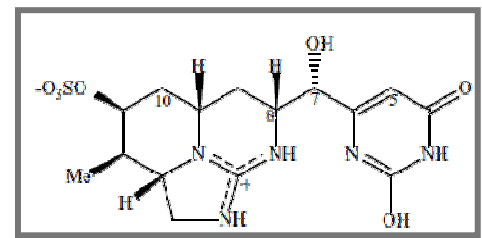
## **cylindrospermopsin:**

*Cylindrospermopsis raciborskii* :

*Cylindrospermopsis raciborskii* cianobaktérium bizonyos populációi (Magyarországon), Ausztrália és az USA egyes területein

Egyes rokon genusok fajai is termelik, termelése nem taxonfüggő, hanem az adott törzstől függ

Vízben jól oldódik, hőstabil, 100°C-on 15 perc főzést követően sem bomlik el, pH szélsőségekkel szemben ellenálló



Globálisan elterjedt

Eleinte szubtrópusi, trópusi elterjedést tulajdonítottak neki, később mérsékeltövi területekről is kimutatták (Magyarország, Izrael, USA területek, Ausztrália, Japán)

Meleg, nyári hónapokban válik észlelhetővé

Humán patogenitás: hepatitisz-szerű tünetek, vesekárosodás, véres széklet és vizelet, kiszáradás (infúzió szükséges)

Neurotoxikus hatást nagy mocsári csigánál és éticsigánál mutattak ki (acetilkolinészteráz gátlás)

Az alga jellemzői: gázvacuolák, terminális heterociszták alakja, planktonikus  
A fonalak nagyméretű egyenes láncok vagy kisméretű spirális fonalak (trichoma)  
Míg a mérsékeltövben jellemző algavirágzást okozó cianobaktériumok a felszínen összecsapzó gyepet képeznek, a *C.r.* nem teszi; akár több méterrel a víztükör alatt van a legnagyobb koncentrációja  
Víz tározók esetén veszélyes tulajdonság, mert az ivóvíz kivétel a mélyebben fekvő víztérből történik  
Cianobaktérium virágzást elősegíti: magas tápanyagkoncentráció

Megjelenése a Balatonban: 1970-es évek vége

Eddig vizsgált hazai *Cylindrospermopsis* törzsek: nem tartalmazzak cylindrospermopszint! (a két felelős gén hiányzik)

Hazai toxikus vízvirágzások Balatonban és Kis-Balatonban:

egyed *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena spiroides* és

*Cylindrospermopsis raciborskii* törzsek : **anatoxin-a** –t tartalmazzak

## Fitoplankton jelentősége a vízminőségi vizsgálatokban:

gyorsan tükrözi a tápanyagterhelésben történt változásokat  
minőségi és mennyiségi fitoplankton vizsgálatok alapján követhető

Minőségi vizsgálatok:

- taxonómiai, florisztikai vizsgálatok
- méretosztályok részaránya

Mennyiségi vizsgálatok

volumetrikus becslés alapján:

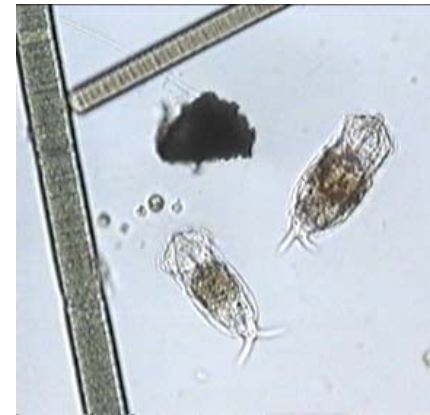
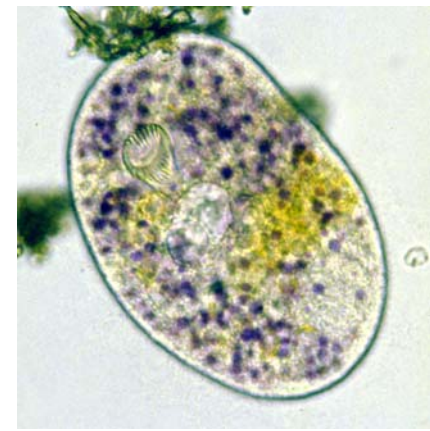
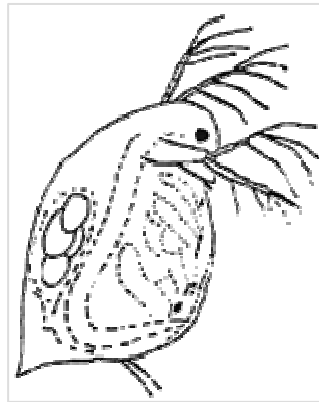
- algafajok biomasszája
- társulás fajainak össz-biomasszája

klorofill-a koncentráció mérése (alga mennyiség mellett utal a potenciális fotoszintetikus aktivitásra, planktonban:  $\text{mg}/\text{m}^3$ , bentonban  $\text{mg} / \text{élő- v. száraztömeg v. felületegység}$  )

menete: mintát szűrőpapíron koncentrálni, etanolos extrakciót követően spektrofotométerben mérni a pigment koncentrációt

# Zooplankton

- édesvízben kevesebb állattörzs képviseli
- édesvízben kisebb fajgazdagság mint tengerben
- heterotróf élőlénycsoportok édesvízi planktonban:
  - Protozoa
  - Rotatoria
  - Cladocera
  - Copepoda
  - Mysida







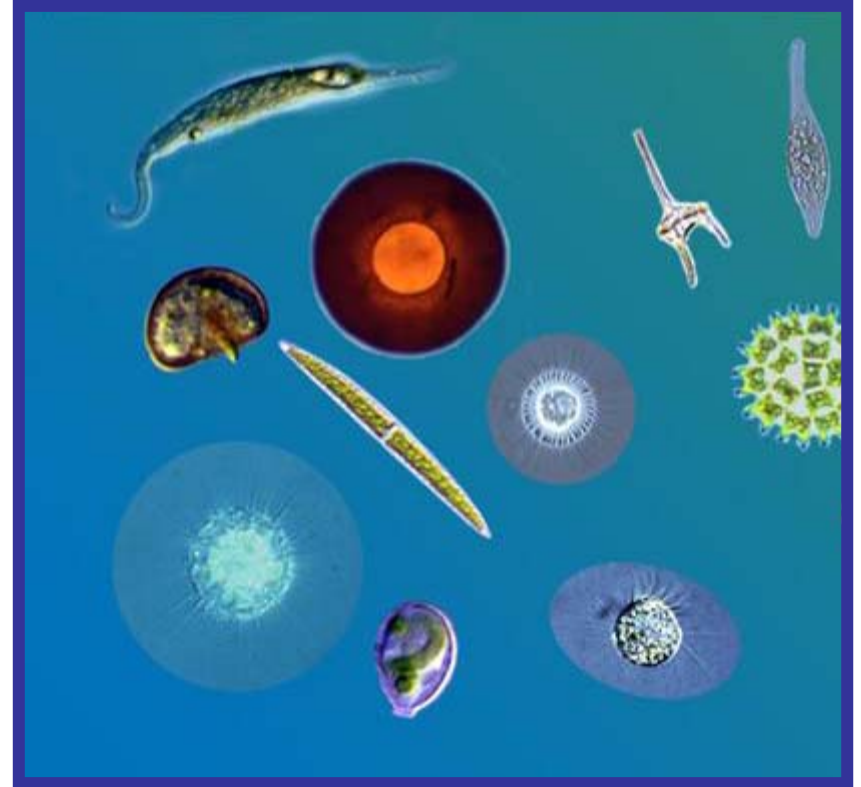
miracidium



*Craspedacusta sowerbyi*

- néhány csalánozó, mótelyek csillóslárvája (miracidium), csillóshasúak, egyes atkák, bizonyos rovarok lárvái és halak legalábbis életük bizonyos szakaszában
- → **meroplanktonikus** elemek

# Protozooplankton („protisták”)



a legfontosabb mikrobiális konzumensek, kiemelkedő szerepük van a szerves szénformák hasznosításában és anyagforgalmában  
adott pillanatban a biomasszájuk kicsi a kerekeshéjűekhez és a kisméretűekhez viszonyítva, de nagyon gyorsan követik egymást a generációk

## Elterjedés

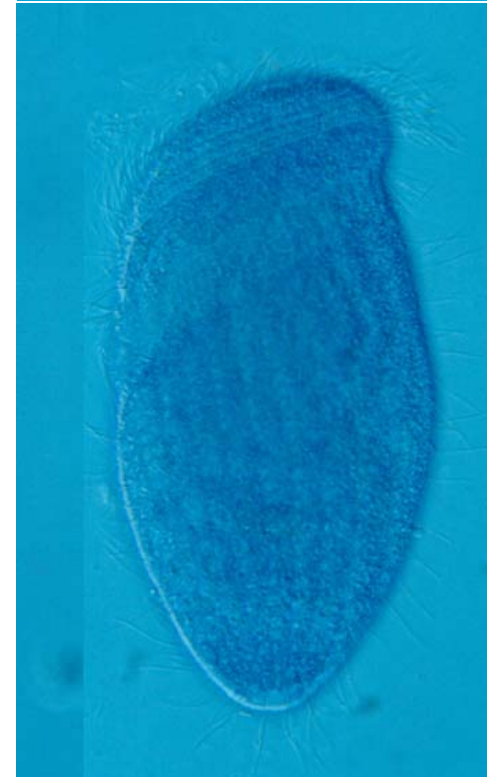
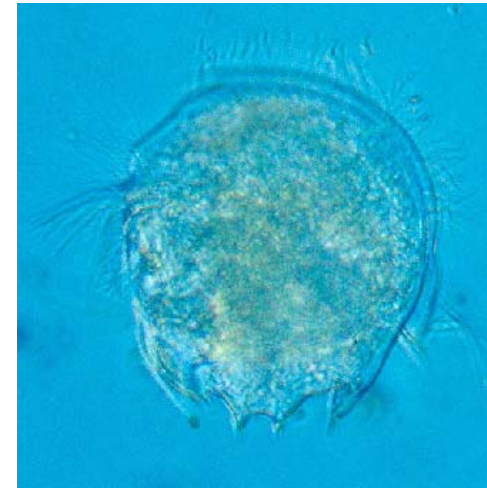
egyres protozoonok mikroaerofilek, különösen a planktonikus és bentikus ciliaták körében

valószínűleg, hogy az általuk kedvelt, szerves anyagban dús élőhelyeken szaporodhassanak

hypolimnion alsóbb részein vagy a meromiktikus tavak monimolimnionjában

a rétegzett tavakban vertikálisan megfigyelhető különböző csillós együttesek:

1. anaerob specialisták (*Saprodinium*, *Metopus*),  
formált szerves anyagokat fogyasztanak, nincsenek autotróf szimbiontaik de vannak metanogén szimbionta baktériumaik ( $H_2 \rightarrow CH_4$ )



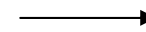
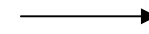
2. mikroaerofil ciliaták (*Loxodes*): nincsenek szimbionták, a sötét, mikroaerob rétegekben élnek a metalimnion/hypolimnion határon

(ha a mikroaerob zóna fényt kap, az algák fotoszintézise beindul, oxigén termelődik, amely toxikus számukra, mélyebbre úsznak, ahol  $\text{NO}_3^-$  légzést folytatnak)

3. eutróf tavak metalimnionjának megvilágított mikroaerob részén élő csillósok (*Frontonia*) a felfelé áramló  $\text{NH}_4^+$ -t és  $\text{CO}_2$ -t hasznosítják

4. epilimnetikus csillósok (*Strombidium*) időnként a megevett algák plasztiszait hasznosítják

Az állatok által a mikroaerob csillósokra kifejtett predációs nyomás igen csekély!



## Védekezés a predáció ellen

**Elsődleges védekezés:** predátor-préda találkozást megelőzően alakul ki, csökkenti a predátorral való találkozás esélyét

**Másodlagos védekezés:** akkor lép életbe, amikor a préda és predátor találkozik, az a célja, hogy növelje a zsákmány túlélési esélyét miután a predátor már észlelte

A különböző védekezési stratégiák alkalmazása nem zárja ki egymást

**Elsődleges védekezés:**

A predátorral való **találkozás elkerülése:**

Élet időszakos vizekben, ahol nincsenek halak, költséges: nagy a kockázata, hogy kiszárad a víztest (pl. *Hyla arborea*)

**Térbeli elkülönülés**

**Időbeli elkülönülés**

## Időbeli elkülönülés (temporális refugiumok)

Zsákmánynak predátor jelenlétében csökkenenie kell a mozgási aktivitását, észrevétlennek ekll maradnia

Ebihalak a predátor által kibocsájtott vegyianyagokat érzékelik és ezt követően mozdulatlaná válnak

Tízlábúrák ragadozóhal jelenlétében:

vagy mozdulatlanság, vagy rejtőzés az üledékbe

Zsákmány megváltoztathatja az aktivitási mintázatát: ellenkező napszakban v. évszakban lesz aktív, mint a ragadozó

Plankton vertikális vándorlása

predátorok elkerülése: a vizuális úton zsákmányoló predátorok elől menekvést jelent, ha a zooplankton a mélybe vándorol és éjjel jönnek táplálkozni a felszín közelébe



Napi vertikális vándorlás:

zooplanktonra általánosan jellemző, éjjel a felszínközelen, nappal a mélyben

		maximális vándorlás (m)	maximum sebesség (m/h)	
			emelkedéskor	süllyedéskor
<b>Cladocera</b>				
	<i>Daphnia retrocurva</i>	24	10,6	5,0
	<i>Daphnia schoedleri</i>	2	1,4	1,4
	<i>Bosmina longirostris</i>	20	19,0	12,0
	<i>Leptodora kindtii</i>	9	4,2	2,0
<b>Copepoda</b>				
	<i>Limnocalanus macrus</i>	24	18,0	9,8
<b>Amphipoda</b>				
	<i>Pontoporeia affinis</i>	40	11,7	13,9

a kisebb méretűek, mint a rotatoriák szintén vándorolnak, de nem a kistrákokkal azonos léptékben,

a tengerben akár több száz méter is lehet (nagyobb szervezeteknél), tömegeik a szonárokon is megjelennek és az ún. mélységi szórást okozzák

a napi ciklus a fényhez kötődik, a fényerősség növekedésével áttérnek süllyedésre

ostoros algák: fotoszintézis számára optimális rétegben helyezkednek el



Védekezés lehet: **konstitutív** (evolúció során az egyedfejlődés alatt megjelenik: tüskés pikó háti úszósugarai)

Vagy **indukált**:

- Különbségek vannak a predációs nyomásban
- A zsákmány meghatározott módon képes érzékelni a predátor jelenlétét (időben...)
- A megváltozott morfológia előnyt jelent a zsákmány számára
- Költséggel jár

<i>Scenedesmus</i>	kerekesféreg	ágascsapú rákok	ebihal	ezüstkárász	
NORMAL					
INDUCED					



# Ciklomorfózis:

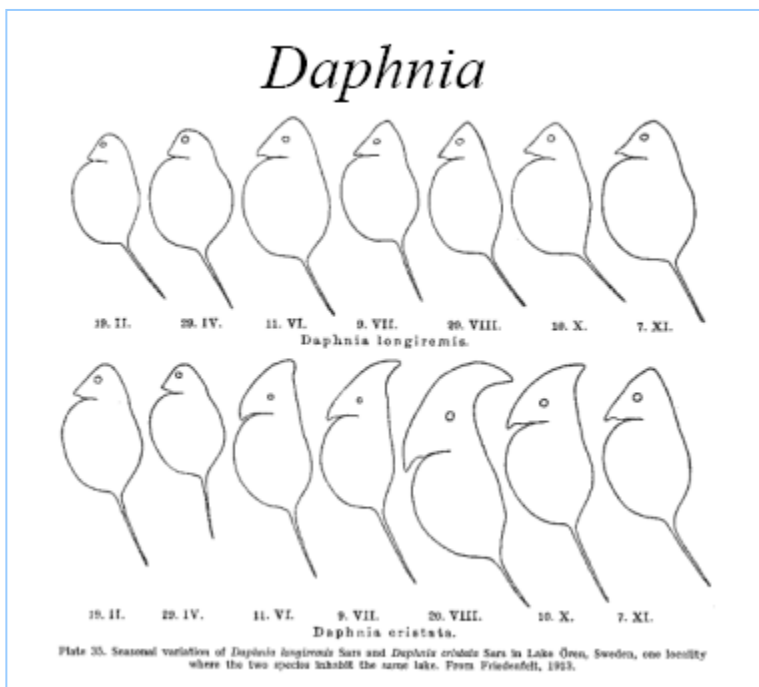
**szezonális polimorfizmus**, planktonszervezetek (Ceratum, Rotatoria, Cladocera) körében megfigyelhető évszakos alakváltozás, :  
tavasszal, ősszel a gömbölydedhez közelebbi forma, nyáron nagyobb relatív testfelület

Hipotézisek: Nagyobb testfelület a predáció bizonyos formáit csökkenti, mert nem a jól látható testfelületeket érinti a növekedés (Brooks, 1965)

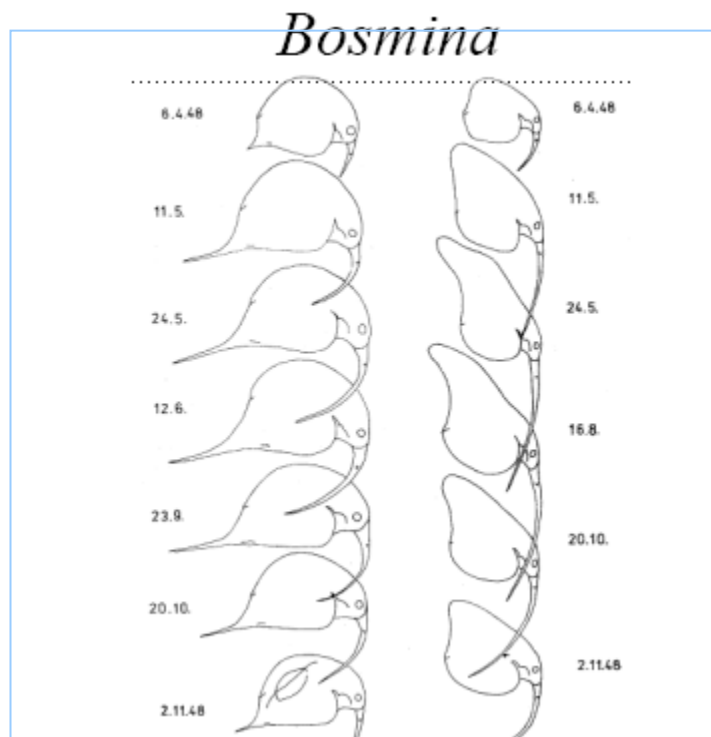
Predátorok kairomonja okozza (Hebert & Grewe 1985)

Viszozitás csökkenését felületnöveléssel kompenzálják (Hutchinson 1967) (elavult!)

1, 2. elfogadott jelenleg



*Ceratium*  
sp.



# Bakterioplankton

Szerep: POM és DOM biokémiai átalakítása

Vizsgálat: limnológia egyik felfutóban levő területe

## Szerves anyagok eredete:

autochton v. allochton

**Allochton:** szárazföldön vagy wetland területen keletkezett

vagy légi úton került áramlódvizek által vagy közvetlenül a tóba

nagy része oldott formában (DOM) érkezik a vízgyűjtő területre

az áramlódvizek, wetland területek növényzete kémiaiilag átalakítja, mielőtt a tóba érkezik

## Autochton:

döntő mennyiségét a fitoplankton termeli

a litorális övezet és az autotróf élőbevonat gyarapítja

a tavak többsége viszonylag kis felületű

a parti régió aránya nagy

a fitoplanktonénál nagyobb autochton termelés jellemzi!

# Vízben oldott szerves anyagok

Holt szerves anyag → humifikáció

Formált szerves anyag (POM, POC) (particulate organic material, particulate organic carbon)

Oldott szerves anyag (DOM) (dissolved organic material)

Gyors lefolyású vízbefolyók: tó DOC < szerves N és P

Lassú lefolyású vízbefolyók: nagy DOC terhelés (allochton ~)

Autochton DOC: tóban keletkezik, elsősorban a litorális régióban, onnan kerül a pelágikus régióba

Algák: megkötött C egy részét kibocsájtják („phytoplankton extracellular release”)

Makrofitonok, baktériumok, zooplankton

DOM jelentősége:

Mikrobiális hurok számára energiaforrás

legtöbb elsődleges termelő az élőhelyén elpusztul

az általuk előállított szerves anyagokat a lebontó szervezetek veszik fel  
a produkció nagy részét közvetlenül a mikrobiális szervezetek oxidálják  
széndioxiddá

Csupán 1-10% az, amelyet állatok fogyasztanak el és bontanak le!

A vízi ökoszisztémákban a baktériumok és gombák végzik tehát a lebontás  
zömét!

(Az élő fitoplankton szervezetek által termelt elsődleges produkciónak kb.  
50%-a DOM-ként a környezetbe kerül!)

A lebontás nagy hatékonysága miatt a szerves anyagok nem halmozódnak  
fel az alzaton

ez rendkívül gyors feltöltődéshez vezetne

csekély hányad marad vissza és ülepszik le

a meder lassan feltöltődik és a vízi élőhely fokozatosan szárazföldivé alakul

Ennek üteme erősen függ a heterotróf mikrobiális lebontó kapacitástól

geomorfológiai környezet, az autochton és allochton szerves anyagok  
minősége határozza meg

## A szerves szénformák anyagforgalma

A holt szerves anyag (detritusz) oldott és formált alakban létezik az enzimátikus bontás az eltérő hozzáférhetőség miatt különböző sebességgel valósul meg

energetikai szempontból nincs jelentősége a különbségtételnek

A baktériumok és gombák oldott szerves anyagokat vesznek fel, amelyeket formált szerves anyagok enzimátikus bontásával állítottak elő.

A sejthártyán keresztül permeáz enzimek segítségével kismolekulákat vesznek fel

DOM >95%-a azonban polimerekből áll, így nem hasznosul azonnal, több lépcsőn keresztül enzimátikus depolimerizációval és hidrolízissel bontják le, mielőtt fel tudnák venni

extracellulárisan működő hidrolázok a polimerek végéről monomereket hasítanak le

A szerves anyagok oldhatósága erősen befolyásolja a lebontásukat

A szerves anyagok oldhatósága erősen befolyásolja a lebontásukat

Ha egy anyag telítődik a vízben, a maradék kiülepszik, ezáltal felhalmozódhat, kikerülhet időlegesen az anyag- és energiaforgalomból.

Az ülepedéshez a telítődésen kívül az is szükséges, hogy akkora aggregátumok alakuljanak ki, amelyek már nem mutatnak Brown-mozgást, hanem lesüllyednek a gravitáció hatására.

Az ilyen kevésbé oldható anyagok anaerob üledékként felhalmozódnak, ahol a lebontás üteme nagyon lassú.

A cellulóz bizonyos körülmények között gyorsan bomlik (pl. kérődzők bendőjében vagy szennyvíztisztítóknban),

a természetben a savas fermentáció során keletkező termékek csökkentik a környezet pH-ját, ezzel gátolják a további bakteriális lebontást

ráadásul a tavi üledékekben alacsonyabb hőmérséklet jellemző, mint a fenti példánál

A lignin még nehezebben bontható, mint a cellulóz. Különösen anaerob körülmények között a cellulózból és ligninből huminanyagok alakulnak ki, amelyek kicsapódnak és leülepednek.

Az anaerob lebontás során keletkező köztes anyagcseretermékek főként zsírsavak, amelyek széndioxidra és vízre bonthatók

biogén úton metán is keletkezhet belőlük

buborékokban távozik, vagy az üledék felszínén, ill. vízben visszaoxidálódik

A szerves anyagok lebontásának nagy része aerob körülmények között, a kiülepedést megelőzően történik

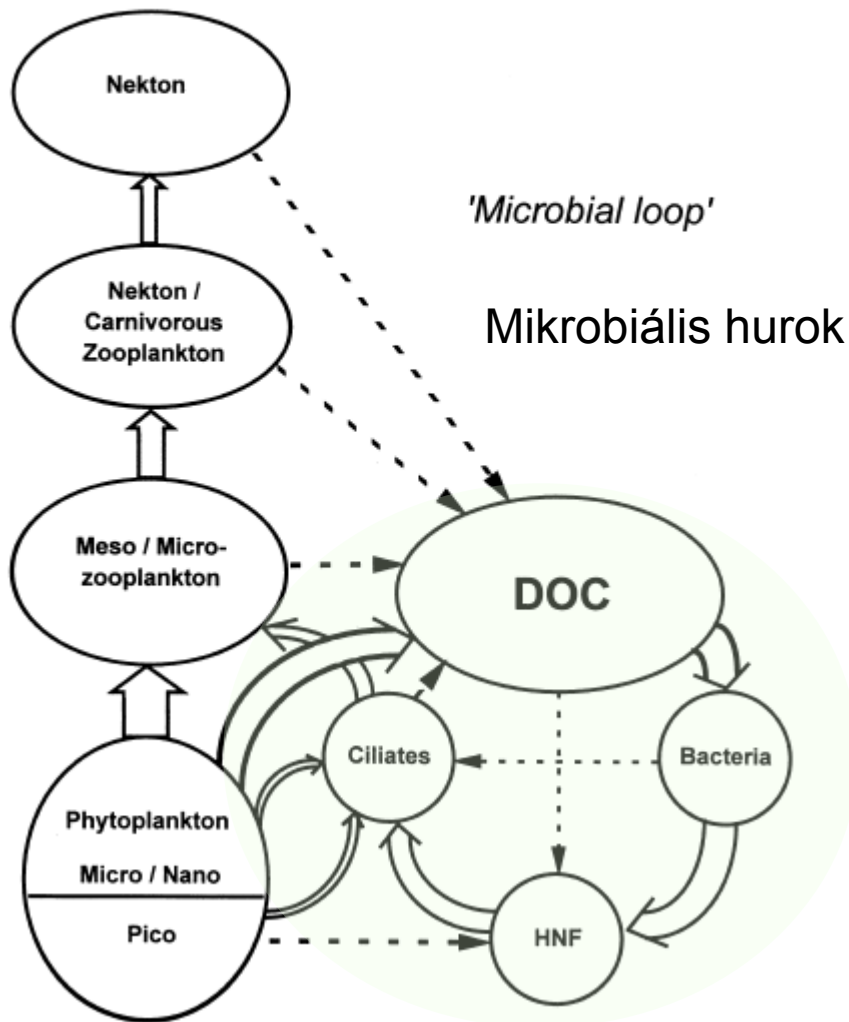
A lebontás mértékét számos tényező befolyásolja (fizikai tényezők: tó alakja, hőrétegződési mintázata, hőmérséklet, UV sugarak; továbbá kémiai tényezők, a szerves anyag mennyisége, minősége).

Oligotróf tavakban a szerves anyag bevitel mértéke alacsony, a lebontás főként aerob viszonyok között hosszú időn át történik meg

A lebontás majdnem teljes, így a szervesanyag felhalmozódás nagyon lassú

Eutróf tavakban a szerves anyag bevitel mértéke magas, gyors kiülepedés történik viszonylag rövid idő alatt, az aerob vízréteg kisebb, a szerves anyag nagy része hamar felhalmozódik az anaerob hypolimnionban és az üledékben.

*Classical food chain*



*'Microbial loop'*

Mikrobiális hurok

DOC

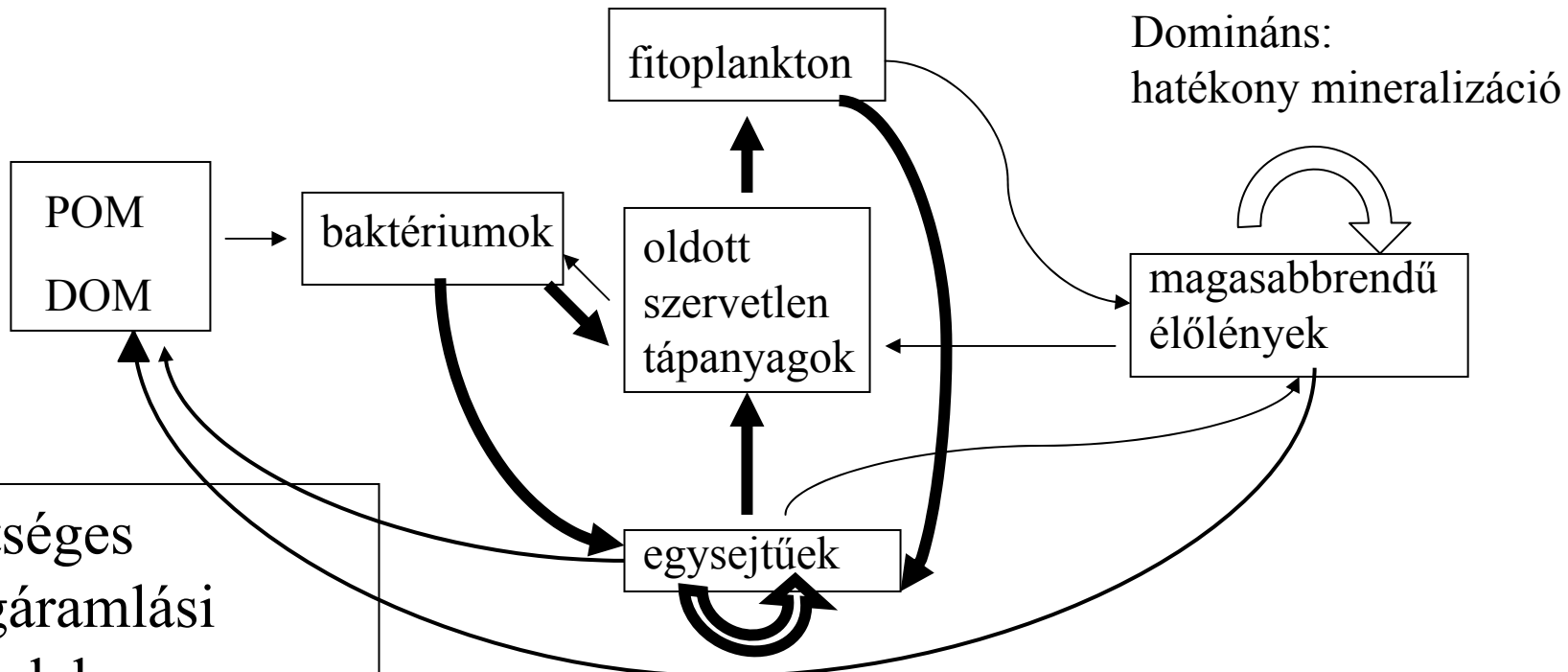
dissolved organic carbon

oldott szerves szénvegyületek

hasznosítása

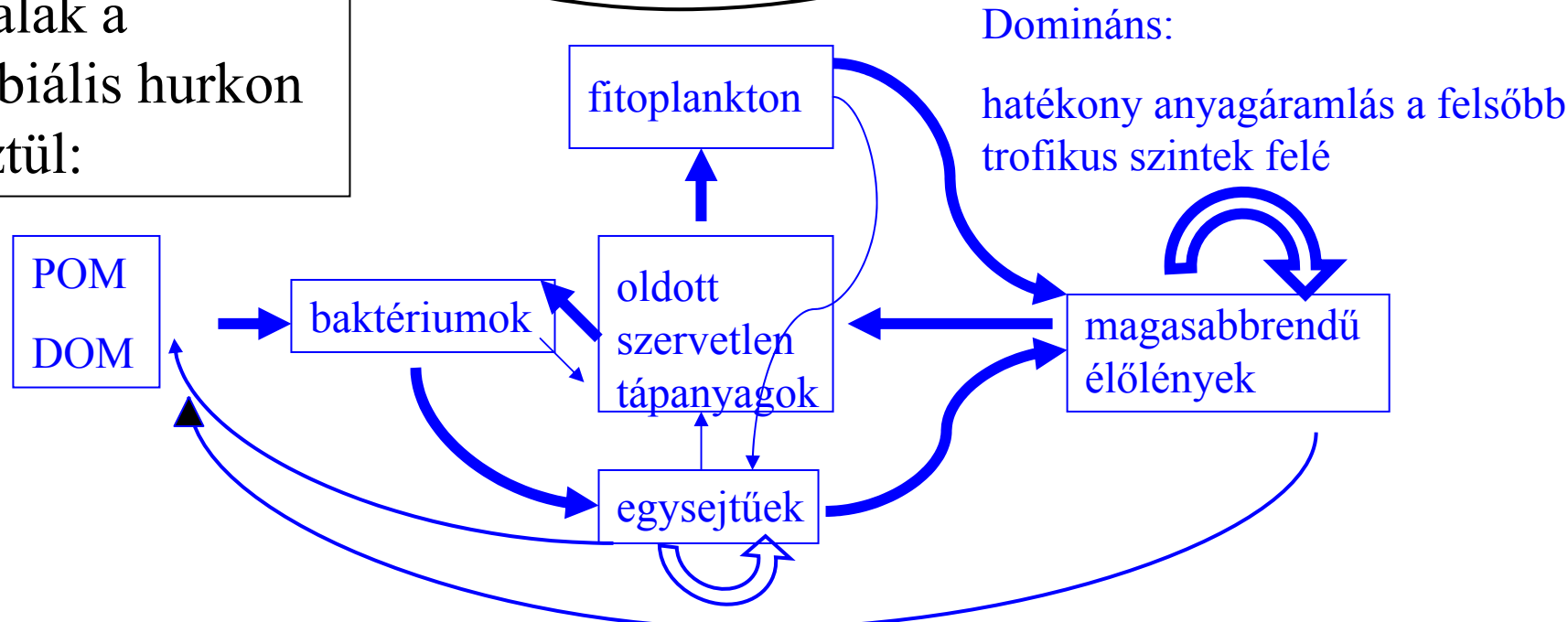


1.

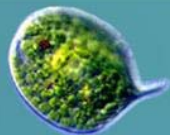


Lehetséges anyagáramlási útvonalak a mikrobiális hurkon keresztül:

2.



# METAFITON

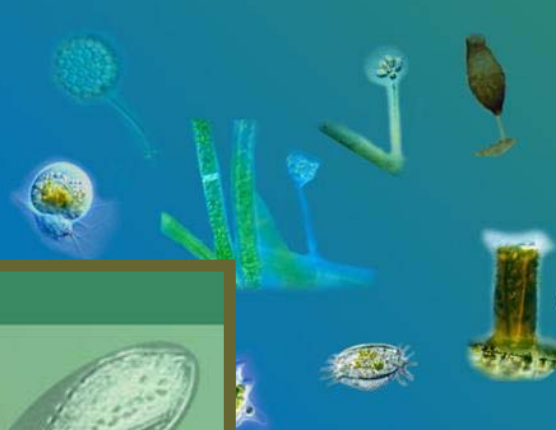


Az állóvízi élőlénytársulások egyike,



a növényzet és a moszatgyepek közti vízben úszó és lebegő

# BIOTEKTON



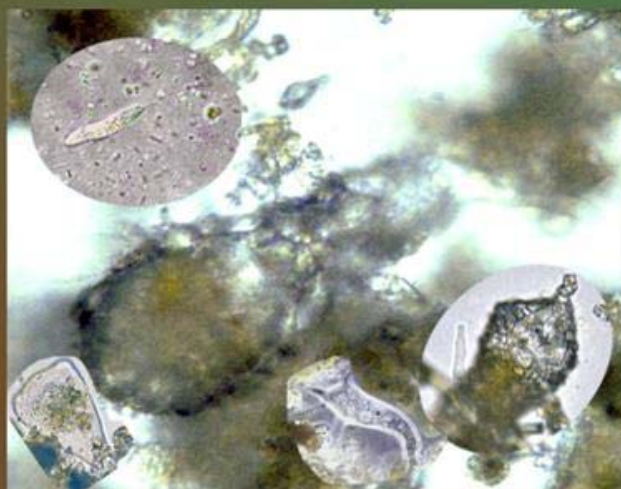
A víz-szilárd fázis határát benépesítő élőlénytársulások összességét alkotó benton egyik nagy csoportja,

a vízfenéktől eltérő alzaton (vizinövények, kövek stb.) található élőbevonat vagy biotekton.

# BENTOSZ



A víz-szilárd fázis határát benépesítő élőlénytársulások összességét alkotó benton egyik nagy csoportja,



az alzat felületén, ill. az alzat anyagában élő élőlények együttese

# ANKTON



A vízi élőlénytársulások egyike,

a szabad víztömegben lebegő élőlények összessége

## Bentosz:

Változatos élőlénycsoportok édesvízben is

### Méretosztályok

1000  $\mu\text{m}$  < makrobentosz

100 – 1000  $\mu\text{m}$  meiobentosz

100  $\mu\text{m}$  > mikrobentosz

Adott élőhelyen az **alzat** is befolyásolja a fajösszetételt

### Tófenék:

- Életkortól függően: fiatal tónál sziklás, köves, homokos, kevés a szerves anyag, a meder szukcessziója során lágy üledék halmozódik fel benne
- Tó mérete: nagy felületű víztükrőnél erős hullámozás alakulhat ki, jelentősen erodálva a partot
- Alapkőzet típusa: lágy anyag könnyen aprózódik, + mállás
- Földrajzi elhelyezkedés



## Vízi üledék eredete:

Allochton v. autochton

**Allochton:** szél+befolyók, sok tápanyagot és szerves anyagot juttathat a vízbe

Utóbbi pl. áradásnál ráakódva az alzaton levő szerves üledékre kikapcsolhat anyagokat a körforgalomból

**Allochton:** a tóban keletkezik,

szervesen:

- a part eróziójával, kicsapódással (biogén mészkő- mészszipap képződés), vasvegyületek kicsapódása:  $\text{Fe}(\text{OH})_2$
- biológiai eredetű szerves üledék: kova- ill. mészvázazs élőlények felhalmozódó házaiból (főleg tengerben közetképzők!)

élőlény eredetű:

Főrna: nagytermetű élőlények maradványaiból (zömmel cellulóztartalmú durva detritusz)

Évja: mikroszkopikus planktonszervezetek felhalmozódásából (fehérje, kitin és zsírtartalmú)

## Édesvízi üledék négy alaptípusa:

**Dy (dü):** humuszanyagokban gazdag, barnavízű tavakban

Ca-sókkal ún. humuszkolloidok piszkosbarna, zselés csapadékot alkotnak

Felismerhető növényi maradványok, szubfosszilis testacea és kistrákpáncélok

Magas széntartalom (szerves ag-ban a szénhányad >50%), C/N arány >10

**Gyttja (jüttja):** mély tavakban, plankton-eredetű, finom eloszlású szerves anyagon baktériumok és oxigén jelenlétében alakulhat ki

Alacsonyabb széntartalom (szerves ag-ban a szénhányad <50%), C/N arány <10

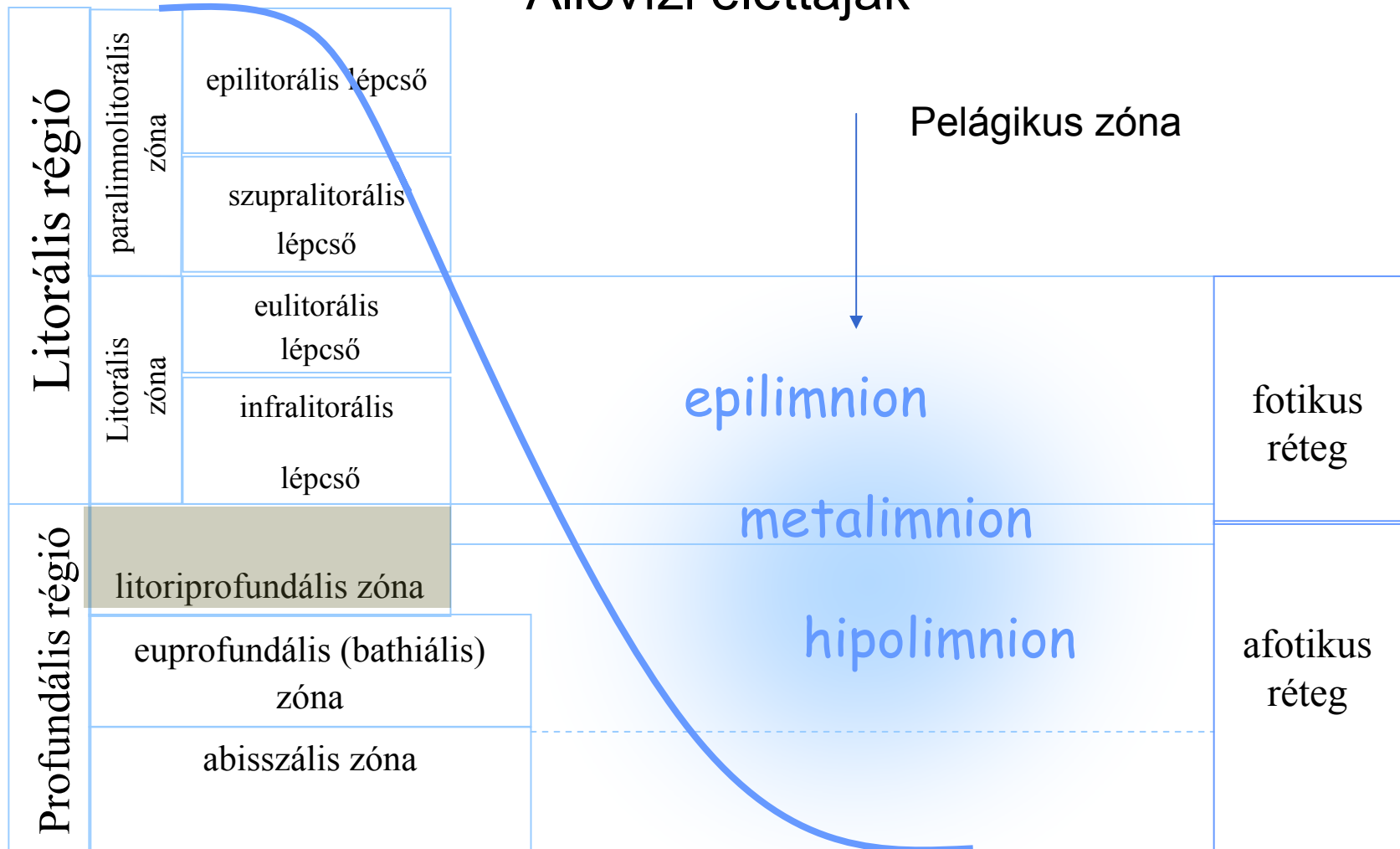
**Szapropél** (rothadó iszap): dü kivételével anaerob körülmények között bármilyen üledéktípusból létrejöhet, kénhidrogén és vasszulfid tartalom, további oxigént von el a víztérből

**Tőzeg** (turfa, kotu): növényi eredetű (felismerhető részek), szerves anyagban gazdag, humifikáció kevés oxigén mellett, nádtőzeg, radicellatőzeg (sásokból), síkvidéken alakulnak ki, a tavi szukcesszió egyik végső állomásaként; *Sphagnum*-tőzeg: tőzegmohalápok

Élőlények:

Hazai sekély tavakban főként a litoriprofundális zónában élnek  
(euprofundális zóna: nincs)

## Állóvízi élettájak



freatális régió

Felföldy, 1981 nyomán

# Vízi gerinctelenek funkcionális táplálkozási csoportjai

A legtöbbje bentikus élőlény

Elsősorban makrogerinctelenekre használják ezt a beosztást (>2 mm)

Szűrő kollektorok  
Gyűjtögető kollektorok – detritivorok

Kaparók és legelő

Szívogató herbivorok

Daraboló predátorok  
Szívogató predátorok

Aprítók

Mindenevők, scavengerek

## Szűrő kollektorok

### Gyűjtögető kollektorok – detritivorok

**Szűrő kollektorok:** a finomszemcséjű partikulált szerves anyagot (FPOM) fogyasztják a nyílt víztérből  
Adaptációk:

morfológiai: pl. cseszle lárvák (*Simulium*) legyezőszőrei

Viselkedési: szövőtegzések hálója (*Hydropsyche*)

Jellemző szervezetek:

Szivacsok (*Spongilla*, *Ephydatia*)

Kerekesférgek (*Rotatoria*),

Kagylók (*Dreissenidae*, *Unionidae*, *Sphaeridae*, *Corbiculidae*)

Mohaállatok (*Plumatella*, *Fredericella*, *Cristatella*)

Kisrákok *Cladocera*, *Copepoda* egy része

Rovarlárvák: *Simulidae* (*Diptera*), *Hydropsychidae*, *Polycentropidae* (*Trichoptera*), egyes kérészlárvák (*Ephemeroptera*)

### Gyűjtögető kollektorok – detritivorok

a finomszemcséjű partikulált szerves anyagot fogyasztják (FPOM) valamely felületről

Jellemző szervezetek:

egyes *Hydrophilidae*, *Elmidae* (*Coleoptera*)

**Tipulidae**, **Chironomidae** (*Diptera*)

számos *Ephemeroptera*

Egyes *Corixidae* (*Heteroptera*)







szivacsstelep



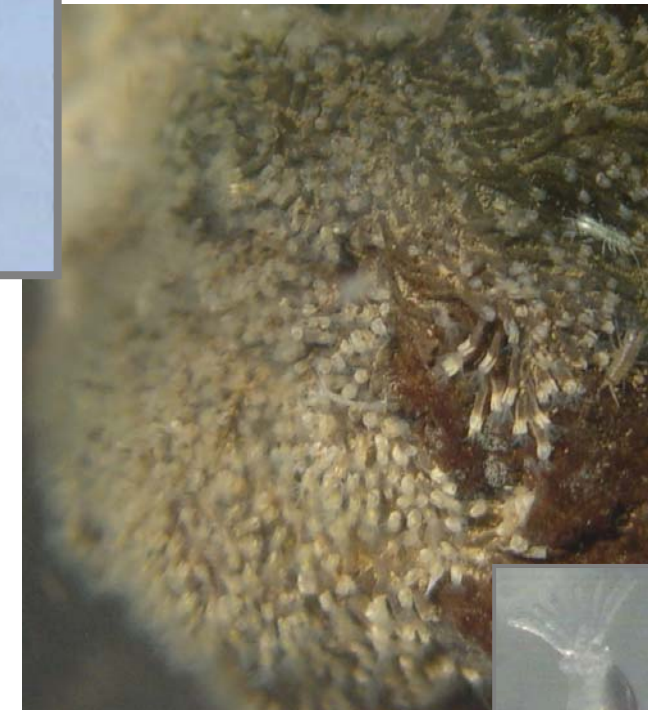
szövőtegzés hálói



kerekesféreg



cseszlelárvák



mohaállat telep



# Szűrő kollektorok

## Kaparók és legelők

Élőbevonatot fogyasztják

Alkalmazkodás: szájszerv (pl. csigák: szklerotizált állkapcsok és radula, rovarok: kaparó, vésőszerű mandibulák)

Jellemző szervezetek:

Számos kérész (Ephemeroptera)

Egyes tegzesek (*Neophylax* - Trichoptera) →

Egyes Amphipoda

Egyes Asellota

**Gastropoda**



## Szívogató herbivorok

Szűrő-szívó szájszervükkel növényi nedveket szívogatnak

Adaptáció: szájszerv

Jellemző szervezetek:

Számos Hydroptilidae (Trichoptera)

Corixidae (Heteroptera)

Egyes Hydrophilidae (Coleoptera)



# Daraboló predátorok Szívogató predátorok

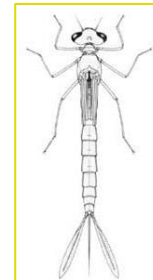
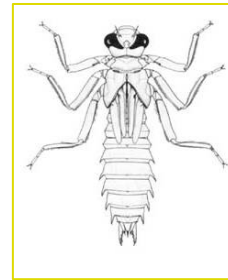
## Daraboló predátorok

Élő zsákmányállatot támadnak meg és ejtenek el, egyesek az egészet egyben nyelik el, mások nagy darabokra hasítva fogyasztják

Adaptáció: szájszerv: megragadásra, döfésre alkalmas (Plecoptera), vagy kimondottan a zsákmány megragadására és legyőzésére specializálódott rész fejlődik rajta (fogóálarc - Odonata)

Jellemző szervezetek:

Szitakötők - Odonata



[www.livinglandscapes.bc.ca/cbasin/www\\_dragon/...](http://www.livinglandscapes.bc.ca/cbasin/www_dragon/)

örvénytegzések (Rhyacophilidae - Trichoptera)

Viráglegyek (Anthomyidae – Diptera)

vízifátyolkák (Megaloptera)

Álkérészek (Plecoptera)

Planáriák (*Dugesia* – Tricladida)



Jason Neuswanger  
www.troutnut.com



[/Alma%20House%20Images](#)



Daraboló predátorok  
Szívogató predátorok

### Szívogató predátorok

Élő zsákmányállatot támadnak meg és kiszívják a testnedveit

Adaptáció: szájszerv

Jellemző szervezetek:

Piócák (Hirudinea)

sok Tanypodinae (Chironomidae – Diptera)

*Chrysops* (Tabanidae - Diptera)

Gerridae (Heteroptera)

Notonectidae (Heteroptera), Nepidae (Heteroptera)



## Aprítók

Durva szemcséjű partikulált szerves anyagot (CPOM) fogyasztják (>1mm)

Vízbe hullott gallyak, avarlevelek, virágok stb.

Tápértékét gyakran a felület élőbevonata növeli

Táplálkozásuk során valamint a faecessel FPOM keletkezik

Adaptáció: szájszerv aprításra, darabolásra alkalmas

Jellemző szervezetek:

Amphipoda

Asellota

Decapoda (részben mindenevő scavengerek)

Chironomidae (részben gyűjtögető kollektorok)

Tipulidae (részben gyűjtögető kollektorok)



Erdei avar lebontása  
középhegységi patakokban:

*Gammarus* spp. (*G. fossarum*)



## Mindenevők, scavengerek

Változatos élelemforrások, élő és elhalt szervezetek egyaránt, alkalmoszerűen

Élete során valamikor a legtöbb vízi gerinctelenre jellemző

A legfiatalabb lárvák rendszerint, ha megfelelő méretű a táplálék, bármit elfogyasztanak

Rákok (Decapoda)

Jelzórák -  
*Pacifastacus*  
*leniusculus*

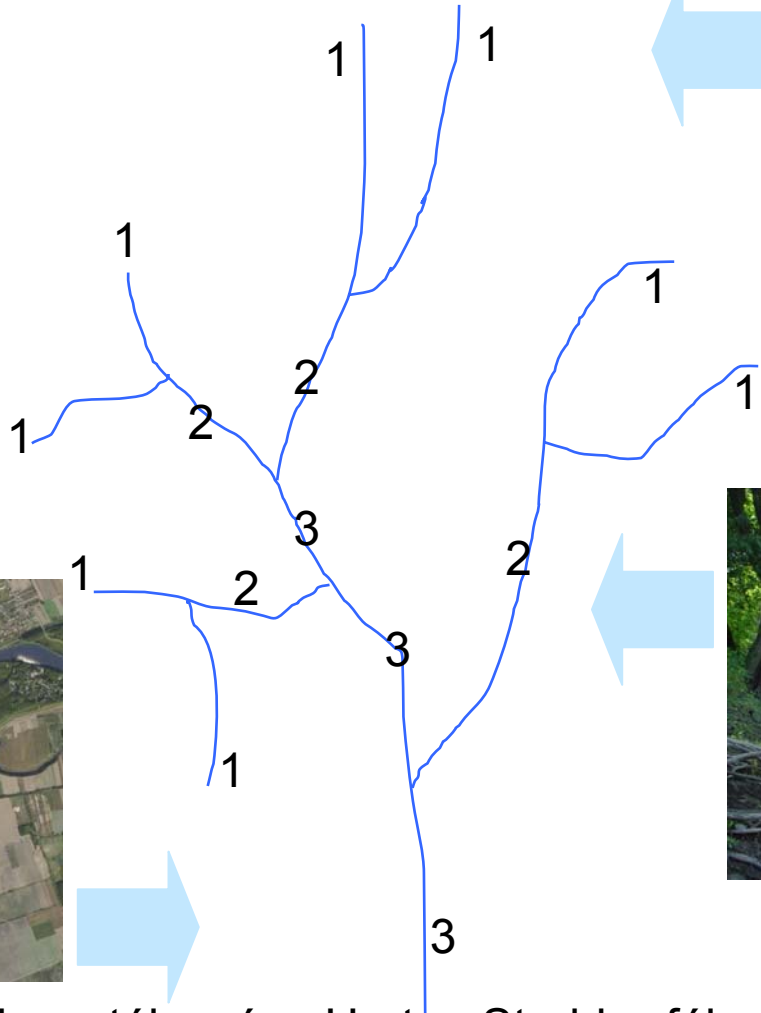
Nem őshonos!





# Vízgyűjtőterület

első-,  
másod-,  
harmadrendű  
folyóvizek



Áramlónvizek osztályozása Horton Strahler-féle módszere szerint

## Folyóvízi élettájak és társulások

nyíltvízi tájék: mediális régió  
parti tájék: ripális régió  
földalatti tájék: hiporheális régió

áramlóvizek jellemzői:  
egyirányú áramlás,  
lineáris alak,  
ingadozó vízhozam,  
instabil mederalak, mederágy  
komplex vizsgálat: a vízgyűjtőre is kiterjed



1843 fkm 1996 április

fenékküszöb  
vízborítással



1846 fkm 1996



A vízpótlást szolgáló csatorna bevezető torkolata

## A Duna főágának szigetközi szakasza az 1992-es elterelés után

1843 fkm 1995 október

fenékküszöb  
szárazon



1812 fkm 1996

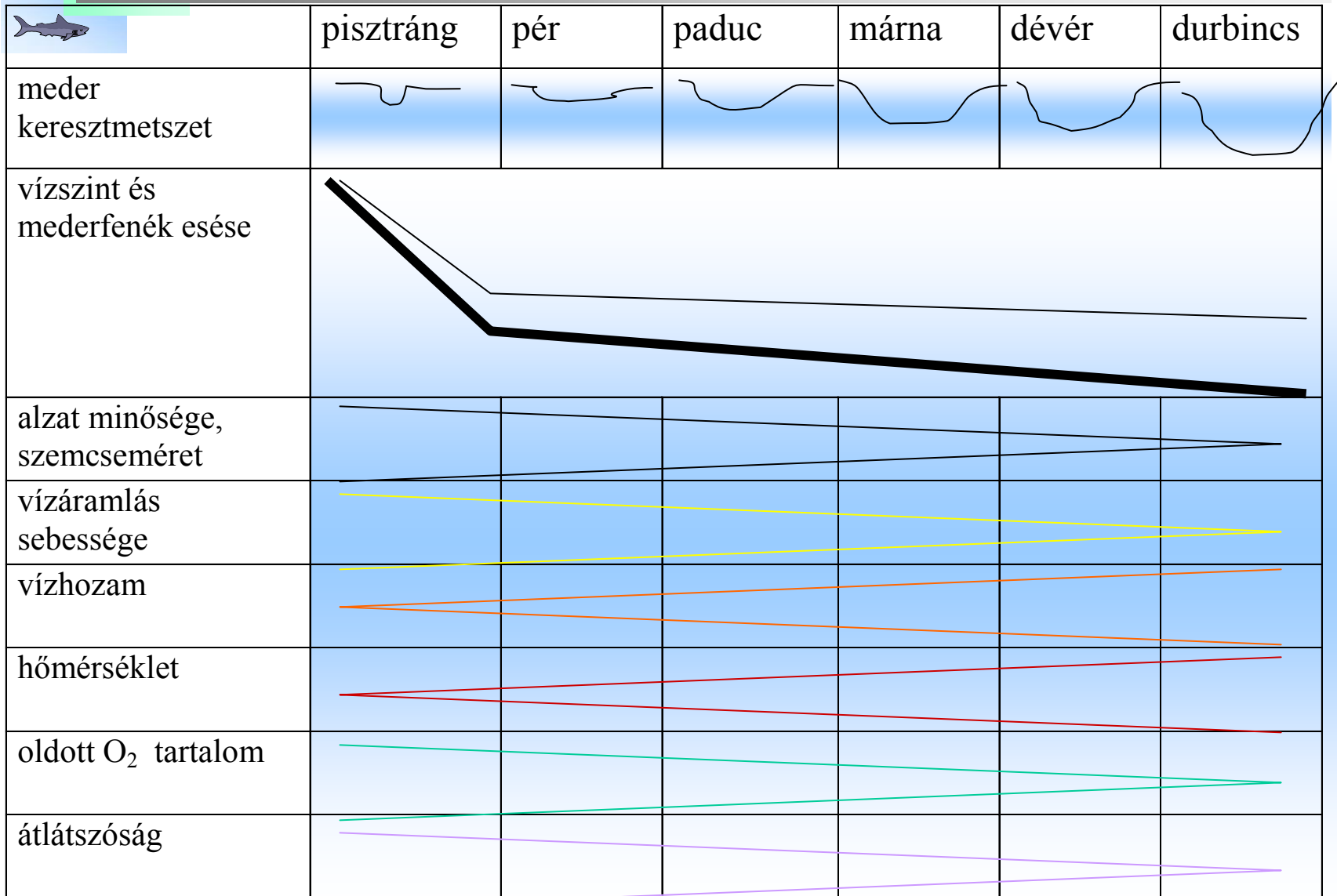


## Folyóvízi (rheális) szinttájak



tájék	szinttáj	társulás
krenális (forrás) tájék	forrásszinttáj	eukrenon
	forrás-kifolyó szinttáj	hipokrenon
pisztrángfélék tájéka (rhitrális)	felső pisztrángszinttáj	epirhitron
	alsó pisztrángszinttáj	metarhitron
	pénzespér szinttáj	hiporhitron
pontyfélék tájéka (potamális)	márnaszinttáj	epipotamon
	dévérkeszeg-szinttáj	metapotamon
	lepényhal-durbincs szinttáj	hipopotamon

# Szinttájak



## Áramlívizek tanulmányozása:

Számos csak áramlívizekre érvényes modell született

### Folyóvíz kontinuitás elve

*River continuum concept (Vannote & mtsai 1980)*

Folyó: folytonos ökológiai forrás (resource), ahol a forrás minősége és eloszlása határozza meg a rajta kialakuló élőlényközösséget

Földrajzi zonáció helyett 3 rendszertípust különböztet meg a forrás-torkolat longitudinális kontinuum mentén:

1. Alsórendű folyóvizek: autochton elsődleges produkció alacsony, ok: zárt lombkoronaszint, instabil mederviszonyok, legfőbb energiaforrás: allochton szerves anyag

Produkción/respiráció  $< 1$

2. Középrendű folyóvizek: autochton elsődleges produkció magas, ok: a lombkoronaszint nem árnyékol, a víz sekély, legfőbb energiaforrás: vízi makrovegetáció és az élőbevonat

Produkción/respiráció  $> 1$

3. Felsőrendű folyóvizek: autochton elsődleges produkció alacsony (ok: a víz mély és turbid), legfőbb energiaforrás: a felvízi folyószakaszból származó finomszemcsés formált szerves anyag (FPOM)

Produkción/respiráció  $< 1$