

Hydrobiologie stojatých vod

Charakteristiky

Abiotické faktory:

hydrogeomorfologické charakteristiky,
fyzikální podmínky,
chemické podmínky

Biotické faktory: společenstva

Rámcová směrnice 2000/60/ES

Abiotické faktory

Hydrogeomorfologické charakteristiky

Typologické a typografické podmínky:

- morfologie dna,
- nadmořská výška,
- hloubka,
- velikost,
- tvar,
- délka, šířka,
- objem, plocha, obvod,
- délka břehové čáry, průměrná hloubka nádrže

Hydromorfologická modifikace jezer

ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA

ICS 07.060; 13.060.45

Říjen 2017

**Kvalita vod – Návod pro určení stupně modifikace
hydromorfologie jezer**

**ČSN
EN 16870**

75 7727

Tabulka 1 – Charakteristiky, které jsou hodnoceny při určování modifikace hydromorfologie jezer

Kategorie charakteristik	Charakteristika
1. Hydraulika	Kolísání úrovně vodní hladiny Objem jezera
2. Morfometrie	Profil sklonu pobřežní zóny Půdorysný tvar Rozdělení hloubky
3. Fomy dna jezera/terénu a substrát	Charakteristiky terénu a substrátu Struktura a úpravy břehů Substrát litorální zóny Fomy dna jezera Rozsah umělých materiálů/dovezeného přírodního substrátu
4. Průchodnost a kontinuita	Přirozená výměna s podzemní vodou Spojitost jezera s přílehlými příbřežními mokřady Typy přírodní eroze/usazování Přirozená výměna mezi podzemní a povrchovou vodou Migrační přesuny Transport sedimentu
5. Vodní vegetace	Narušení antropogenními vlivy nebo aktivní péče o vodní vegetaci (pobřežní zóna) Narušení antropogenními vlivy nebo aktivní péče o vodní vegetaci (zóna volné vody)
6. Pokryv půdy	Pokryv půdy v příbřežní zóně

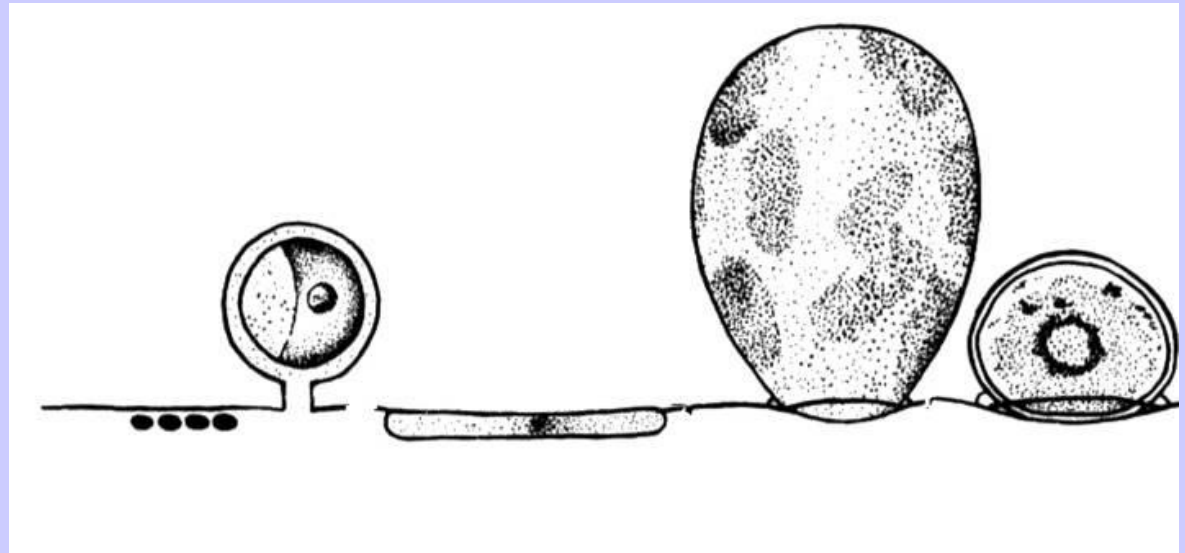
Tabulka A.1 – Charakterizace modifikace jezer založená na hydromorfologických charakteristikách

		Charakteristiky	Skupina skóre A – Kvantitativní	Skupina skóre B – Kvalitativní	Návod	Příklady metod/použití údajů
1. HYDRAULIKA	Přibřežní zóna	Není vhodné	Není vhodné	Není vhodné	Není vhodné	Není vhodné
	Pobřežní zóna	(viz příloha B)	(viz příloha B)	(viz příloha B)	(viz příloha B)	(viz příloha B)
	Zóna volné vody	Objem jezera (včetně doby zdržení, stratifikace a promíchání)	Charakteristika není hodnocena	1 = Přírodě blízký. Velmi malá nebo žádná změna objemu jezera 3 = Objem jezera středně změněn 5 = Objem jezera velmi změněn	Tento atribut zachycuje změny tří souvisejících jevů: I) objemů vody a průtoku, tj. změny dob zdržení; II) vztahů mezi objemem vody a hloubkou, které ovlivňují chování při stratifikaci a stabilitu rozvrstvení na základě teploty nebo hustoty vody; III) promíchání vodního sloupce. Pokud se stratifikace nebo promíchání podstatně liší od vhodného přirozeného analogu, má být přifazeno skóre 5. Pokud existuje jakýkoliv odběr vody z jezera nebo přívod vody do jezera nebo povodí (např. pro výrobu elektrické energie), nemůže být přifazeno skóre 1.	Časové řady úrovně vodní hladiny; použití historických map, které ukážou změny půdorysného tvaru, např. menší půdorys znamená snížení hladiny, což se rovná zmenšení objemu; modelování spojené s vodní bilancí v měřítku povodí; Databáze ze sledování habitatu jezera (LHS, Lake Habitat Survey); pravidelná měření fyzikálně-chemických ukazatelů v nejhlubší části jezera; teplotní a kyslíkové profily; údaje z dálkového snímkování, které indikují expozici břehů; diskuze se správou jezera o tom, zda existují opatření pro míchání vody (např. aerační systémy)
2. MORFOMETRIE	Přibřežní zóna	Není vhodné	Není vhodné	Není vhodné	Není vhodné	Není vhodné

Abiotické faktory

Fyzikální charakteristiky

- hustota vody (specifická hustota, vnitřní prostředí),
- viskozita vody (teplotní gradient),
- povrchové napětí (neuston, pleuston),
- adheze a koheze (hydrofóbní a hydrofilní organismus),
- pH vody (redox potenciál),
- hydrostatický tlak



Sluneční záření a světelné klima ve vodách

Souvisí s tepelným režimem vod

- Afotická a eufotická vrstva, kompenzační hladina
- PhAR

Průhlednost vody

Barva vody

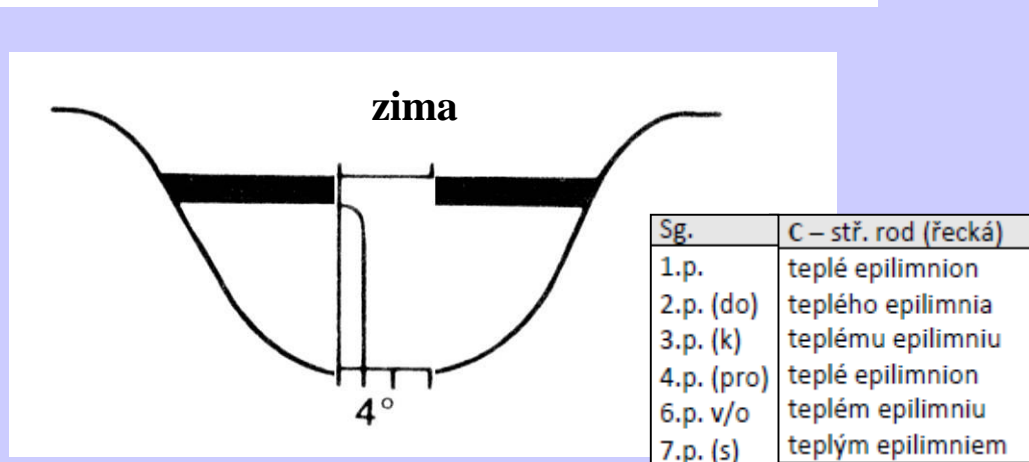
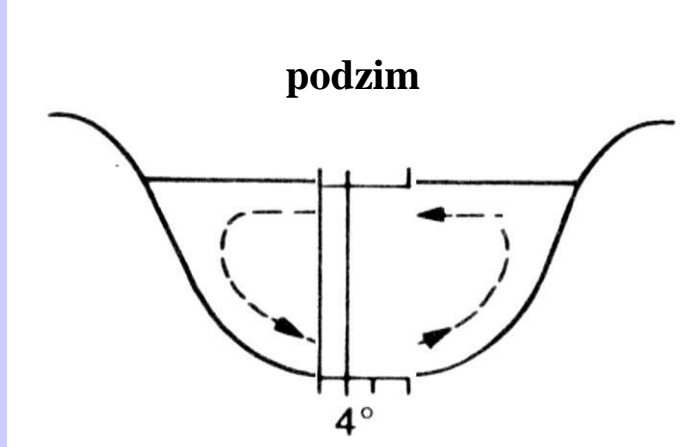
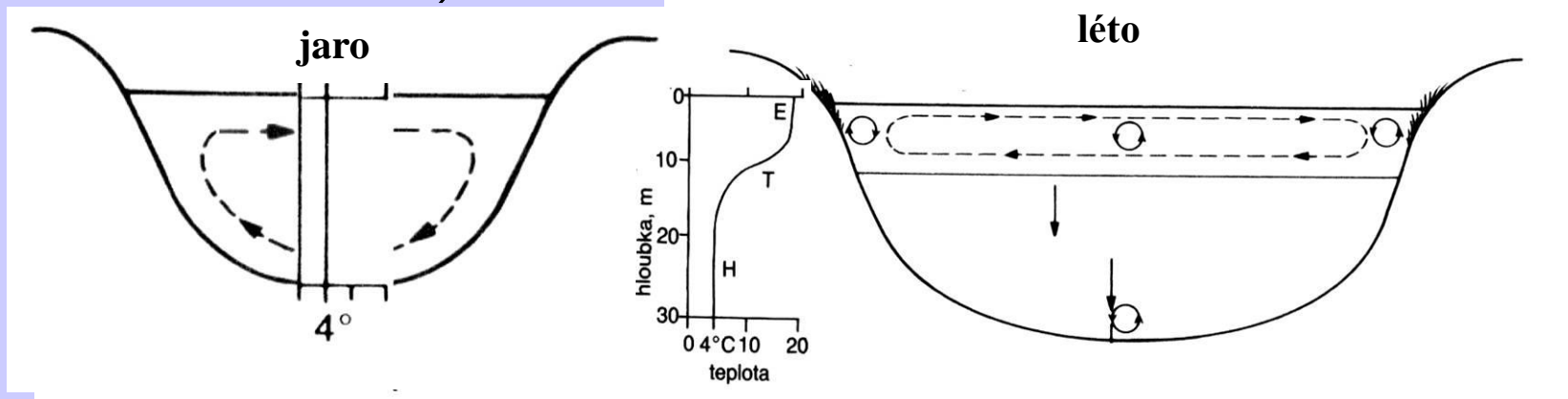




Po vstupu do vody je možno změřit průhlednost nanejvýš 1,5 m

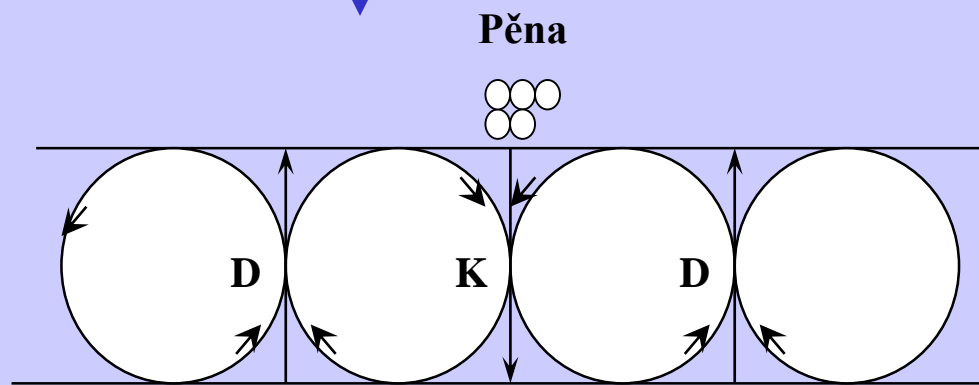
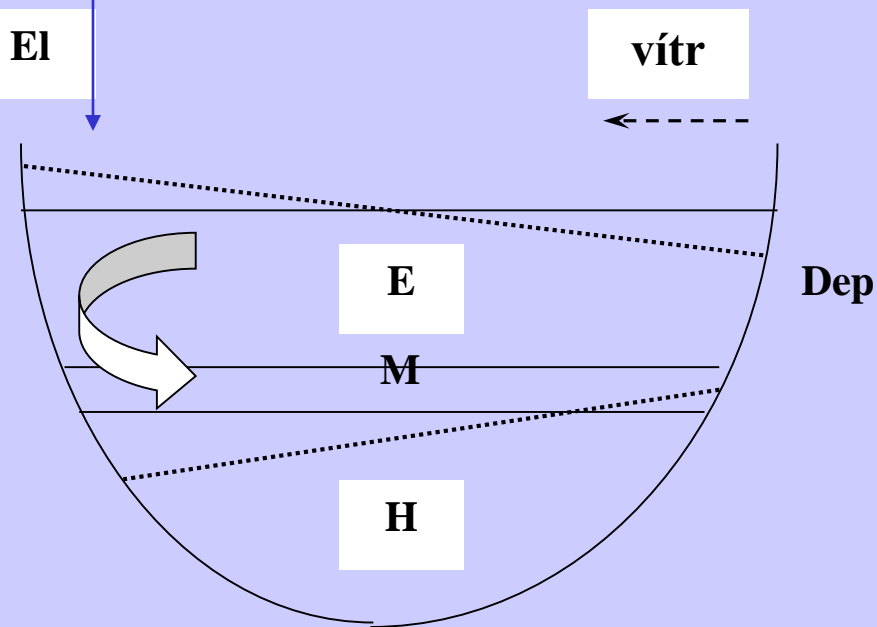
Teplota vody a tepelný režim vod

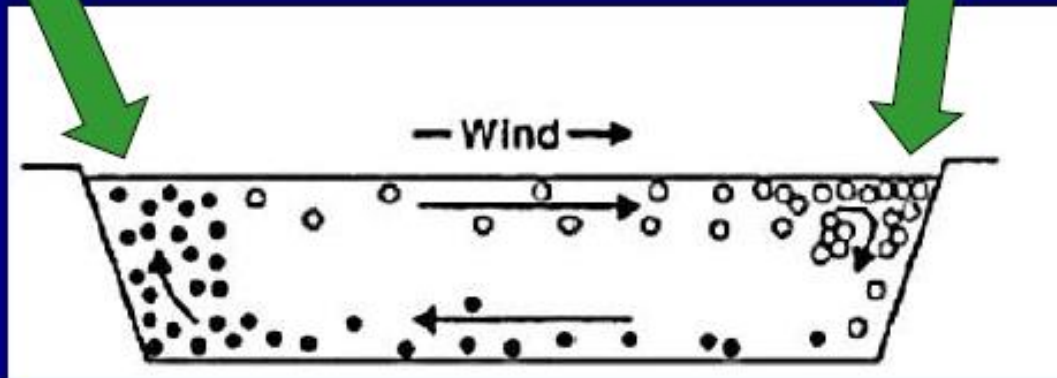
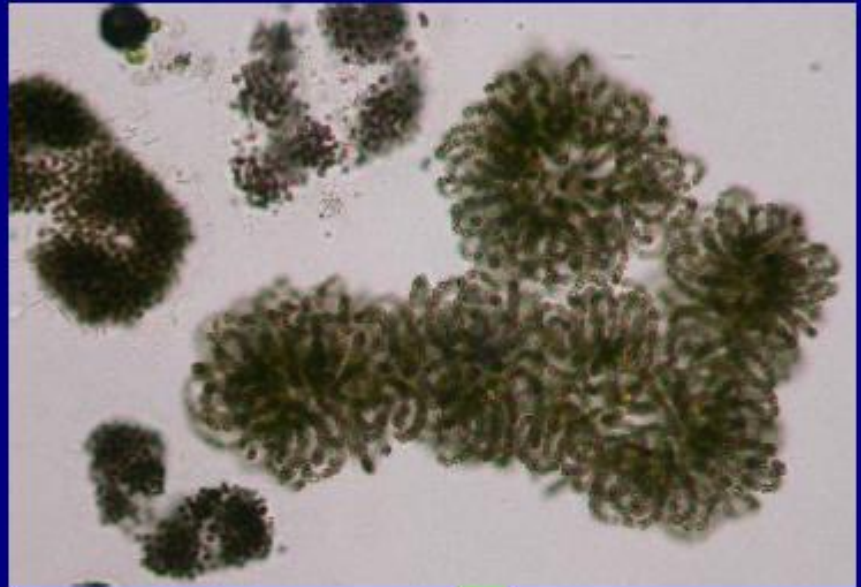
- **Teplotní stratifikace nádrží** - epilimnion, metalimnion, hypolimnion
- Nádrže amiktické, monomiktické, dimiktické, holomiktické
(*chemická stratifikace – meromiktické, tj. mixolimnion, chemoklina, monimolimnion*)

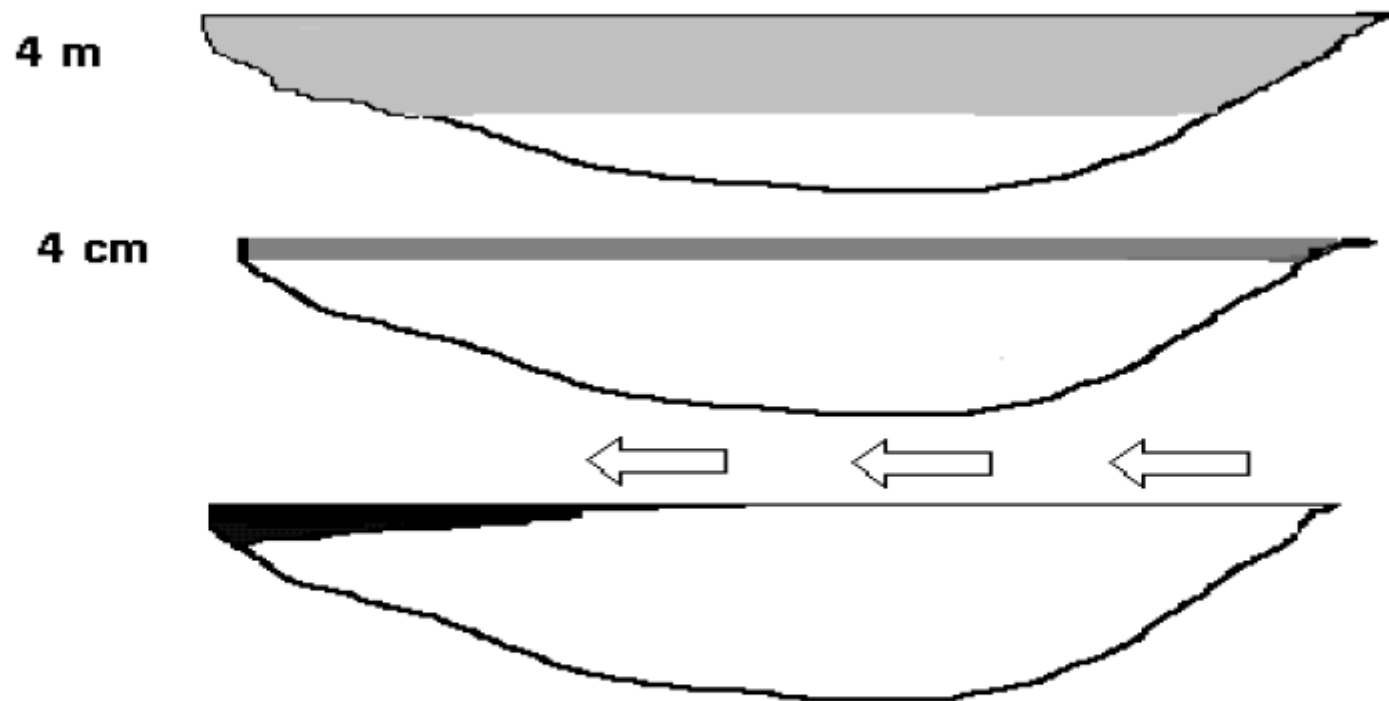


Pohyby vody - vertikální (konvekční), horizontální (driftový)

a vratné, "Seiche" = oscilace hladiny, návětrná strana – deprese a závětrná strana – elevace – kývavé pohyby, Langmuirova cirkulace







Horizontální a vertikální pohyby sinic ve vodním sloupci

Abiotické faktory

Chemické charakteristiky

- Vrstva trofogenní, vrstva trofolytická

Celkový obsah rozpuštěných látek (výparek) v 1 litru vody: vody chudé (oligotrofní) 50 - 100 mg/l, mezotrofní 200 mg/l, eutrofní nad 500 mg/l (viz kategorizace trofie ...)

- Liebigův zákon minima = pro produkci má největší význam prvek, který je v nejnižší koncentraci

Biogeochemické cykly, koloběhy látek

- **Významné** – koloběh kyslíku, oxidu uhličitého, dusíku, fosforu, železa, manganu, síry, vápníku, křemíku, draslíku, hořčíku, organických látek rozpuštěných ve vodách

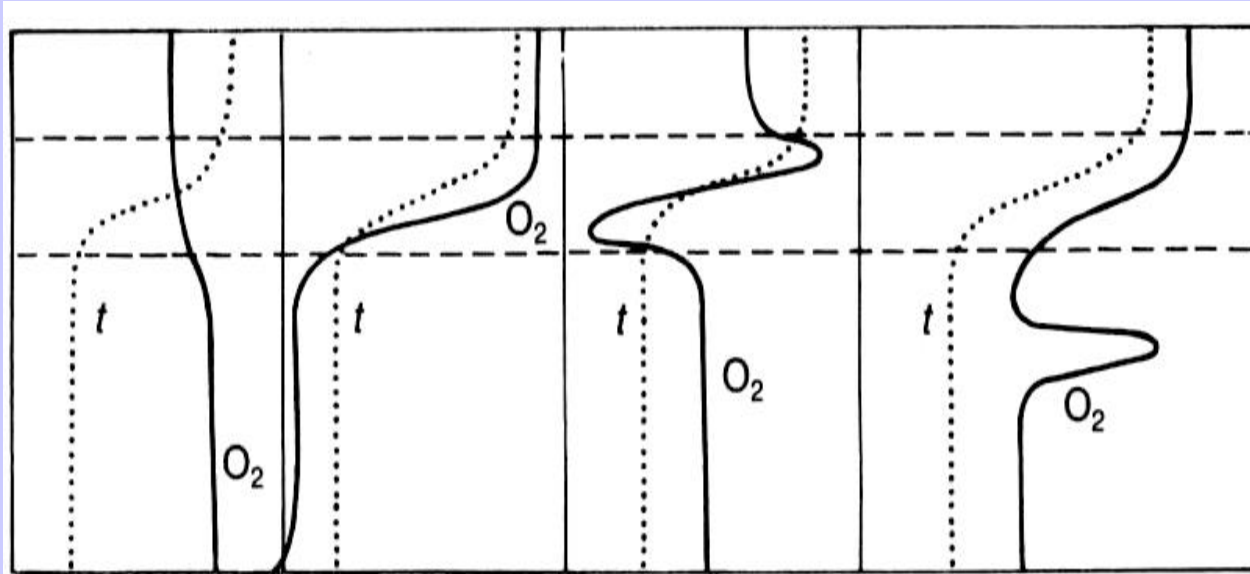
Kategorizace trofie

Úroveň trofie	Abundance řas (10^6 b/l)	Chlorofyl-a ($\mu\text{g/l}$)	Primární produkce ($\text{mg.C.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$)	P ($\mu\text{g/l}$) celk.
Ultra-oligotrofní	<0,01	<1	<50	<4,3
Oligotrofní	0,01-0,05	1-3	50-125	7,0-11,6
Oligo-mezotrofní	0,05-0,1	3-10	125-250	11,6-19,1
Mezotrofní	0,1-0,5	10-20	250-500	19,1-31,5
Mezo-eutrofní	0,5-1,0	20-50	500-900	31,5-51,9
Eutrofní	1-10	50-100	900-1500	51,9-85,6
Eu-polytrofní	10-100	100-200	1500-2500	85,6-141,2
Polytrofní	100-500	200-800	2500-4000	141,2-383,8
Hypertrofní	>500	>800	>4000	>383,8

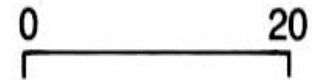
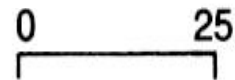
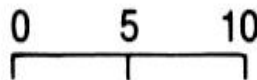
Koloběh kyslíku

ortográdní klinográdní heterográdní anomální

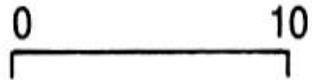
E
M
H



Teplota [°C]



O₂ [mg.l⁻¹]



Koloběh oxidu uhličitého

vzduch

CO_2 v atmosféře (0.03 %)

voda

$C_{anorg.}$

$C_{org.}$

Fotosyntetická
asimilace

Inkorporace

$C_{anorg.}$

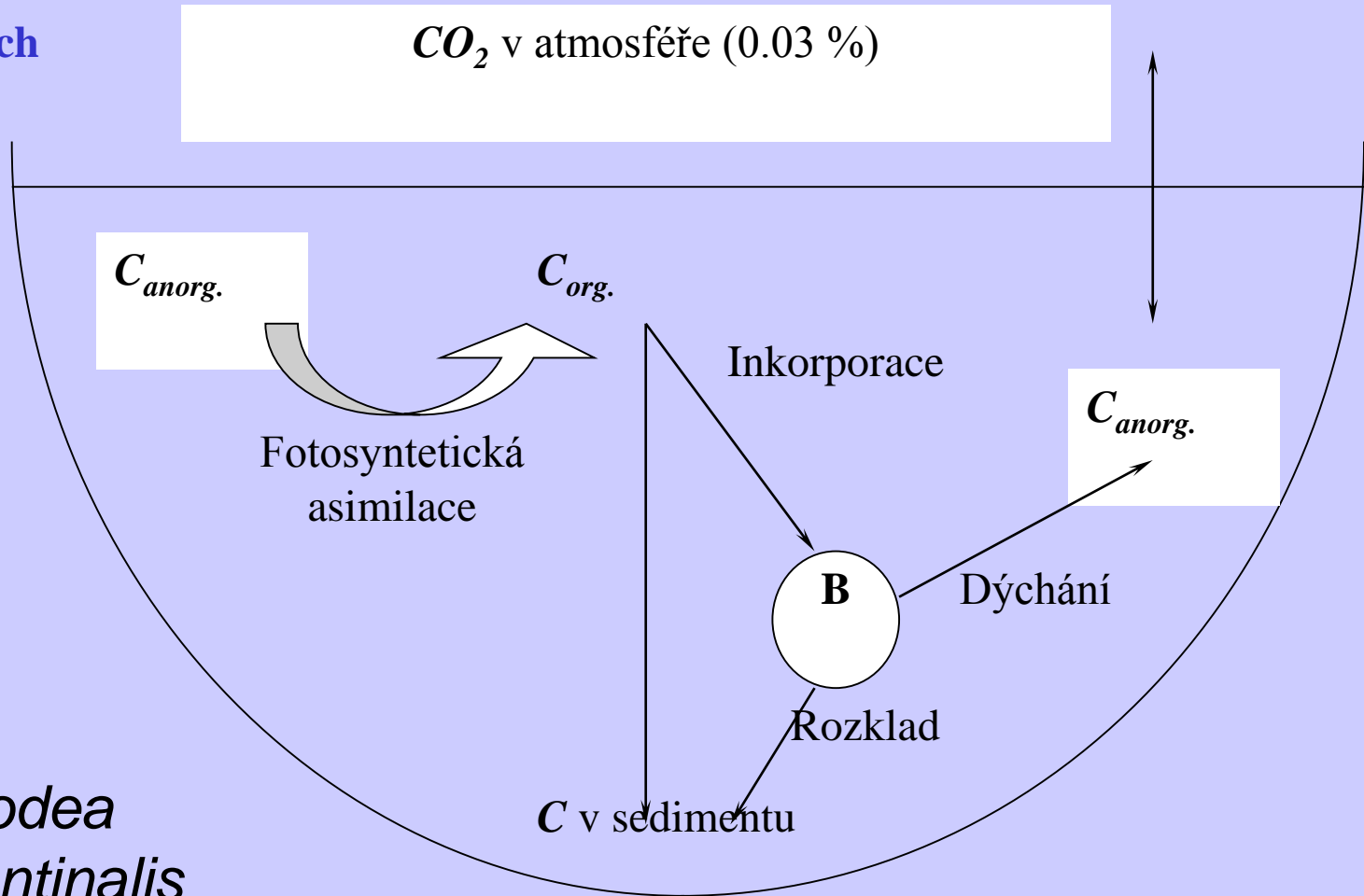
B

Dýchání

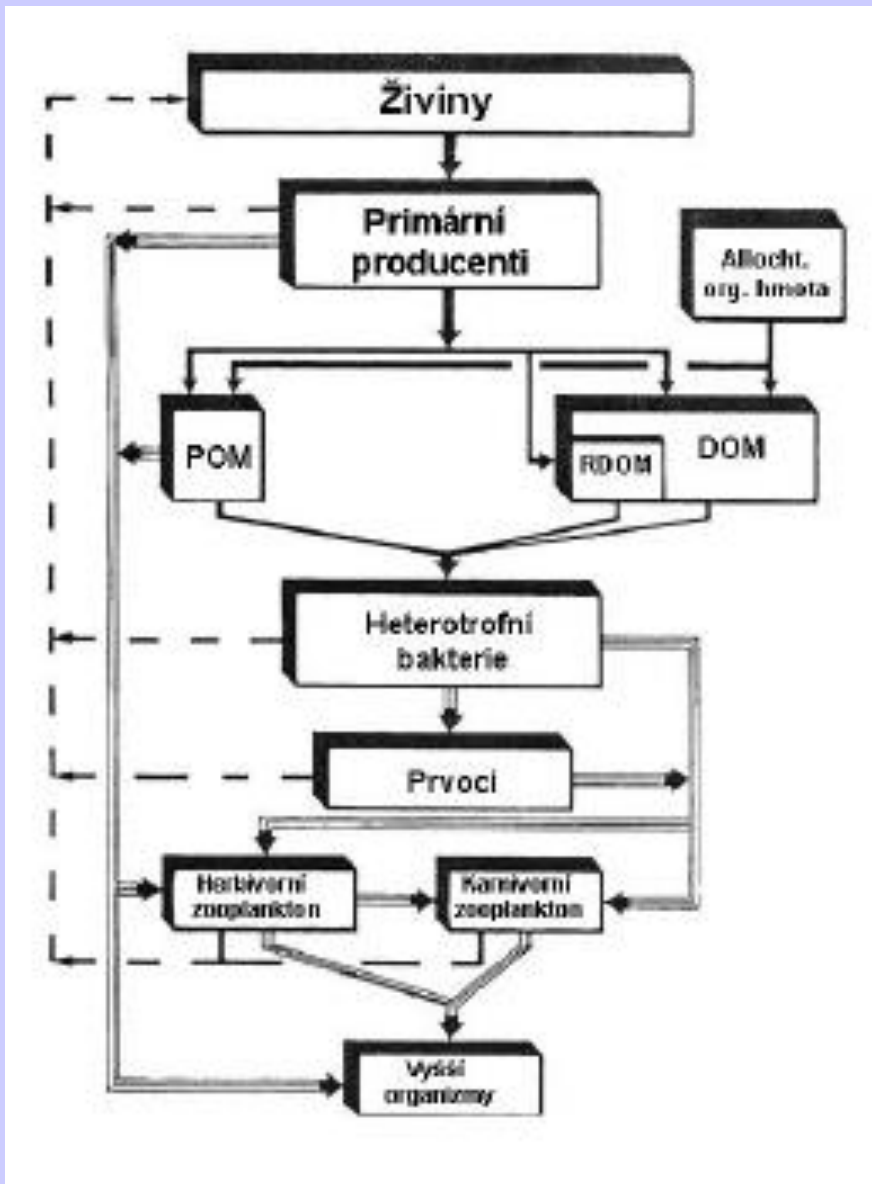
Rozklad

C v sedimentu

Typ *Elodea*
Typ *Fontinalis*
(pouze CO_2)



Tok a osud organické hmoty v jezerech

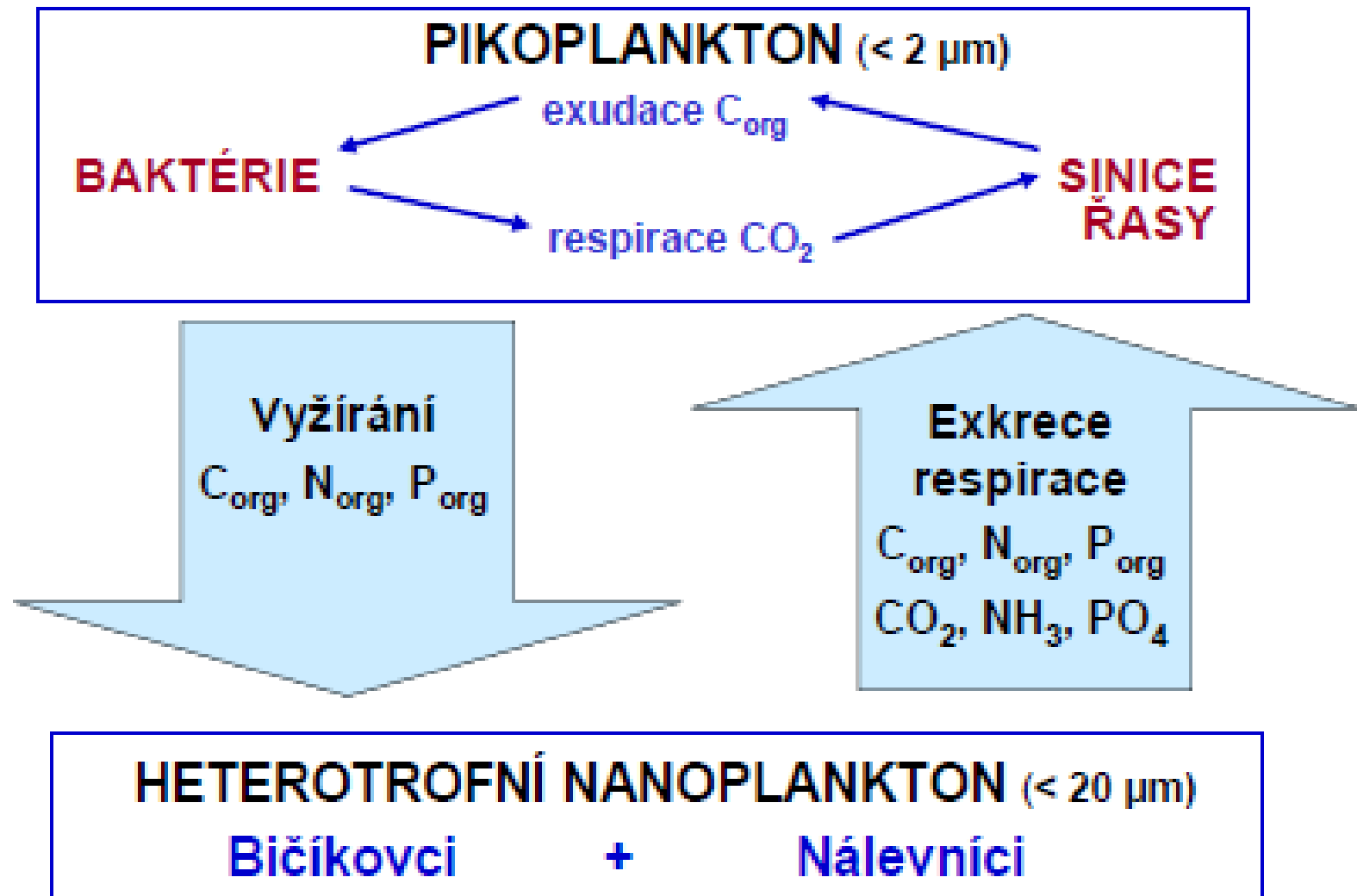


- → Regenerační dráhy
- Původ a mikrobiální procesy
- ≡ → Spásání

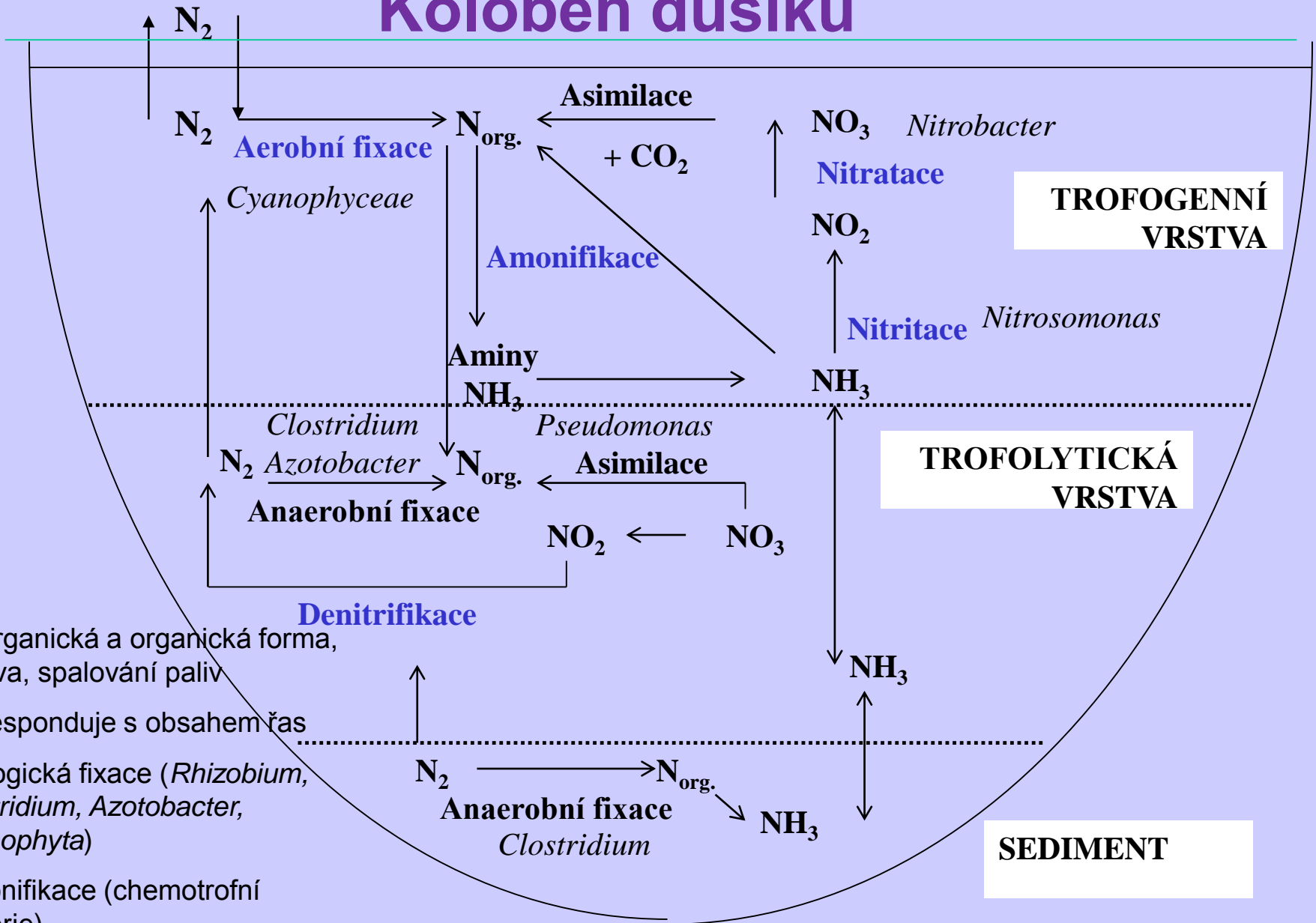
DOM = dissolved organic matter
 RDOM = released DOM
 POM = particulate organic matter

Mikrobiální smyčka – klíčová role koloběhu organického uhlíku

Klasické schéma MIKROBIÁLNÍ SMYČKY stojatých vod

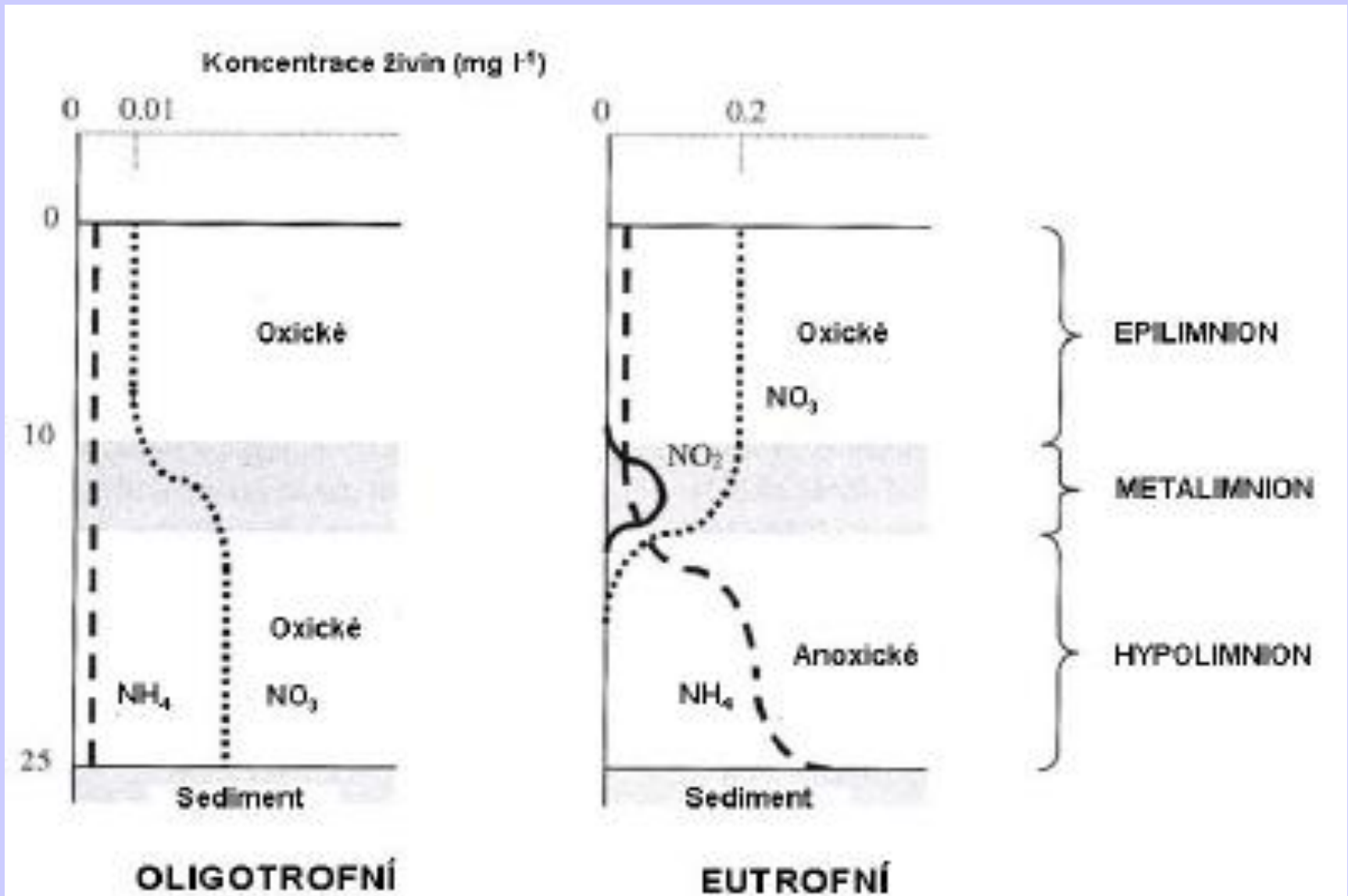


Koloběh dusíku

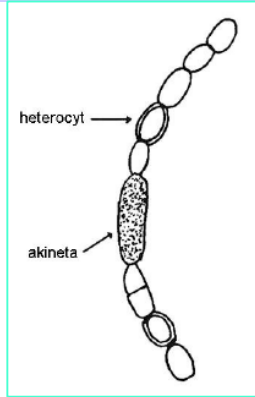
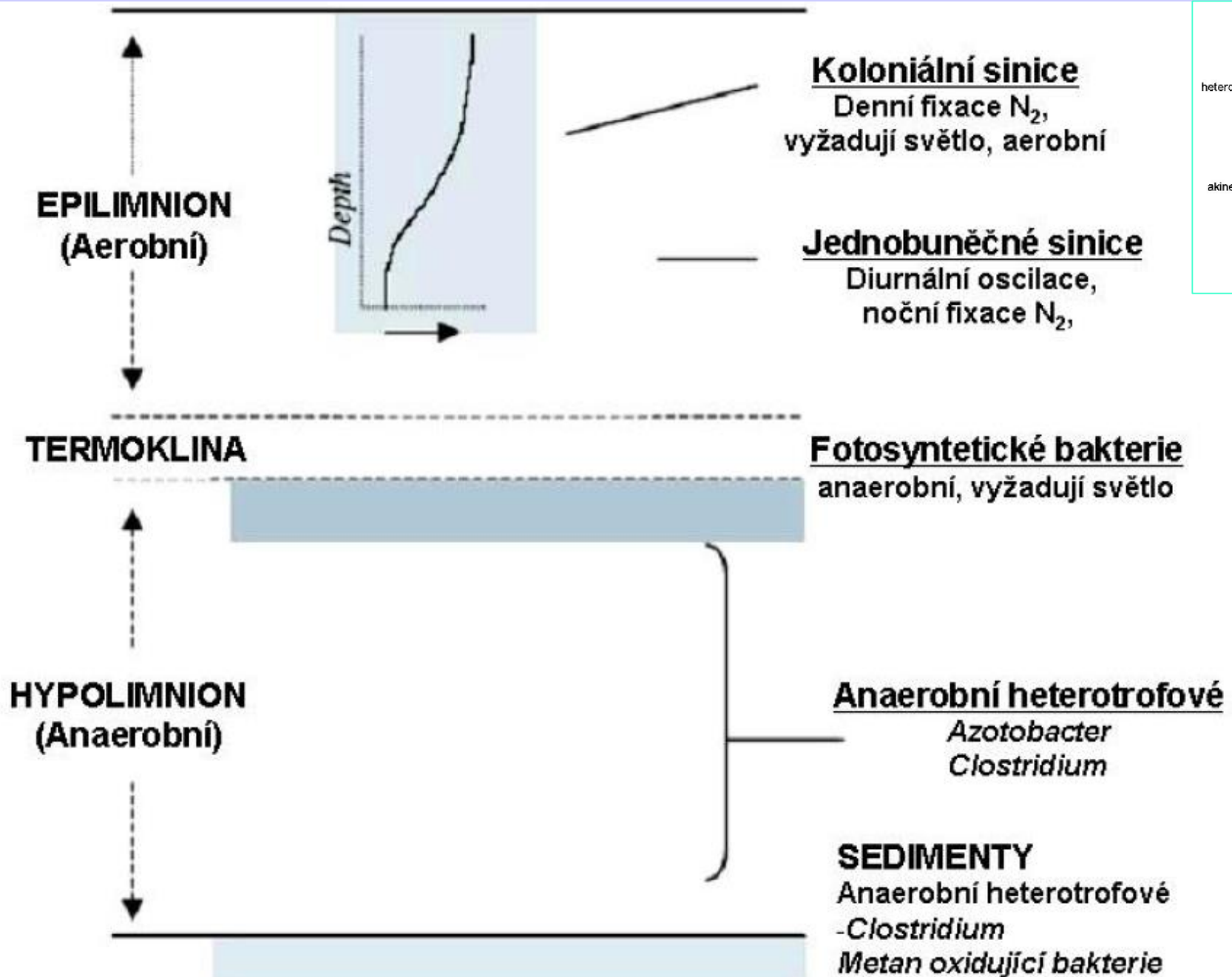


- Anorganická a organická forma, hnojiva, spalování paliv
- Koresponduje s obsahem řas
- Biologická fixace (*Rhizobium*, *Clostridium*, *Azotobacter*, *Cyanophyta*)
- Amonifikace (chemotrofní bakterie)
- Nitrifikace, denitrifikace

Distribuce dusičnanů, dusitanů a amoniaku v jezerech

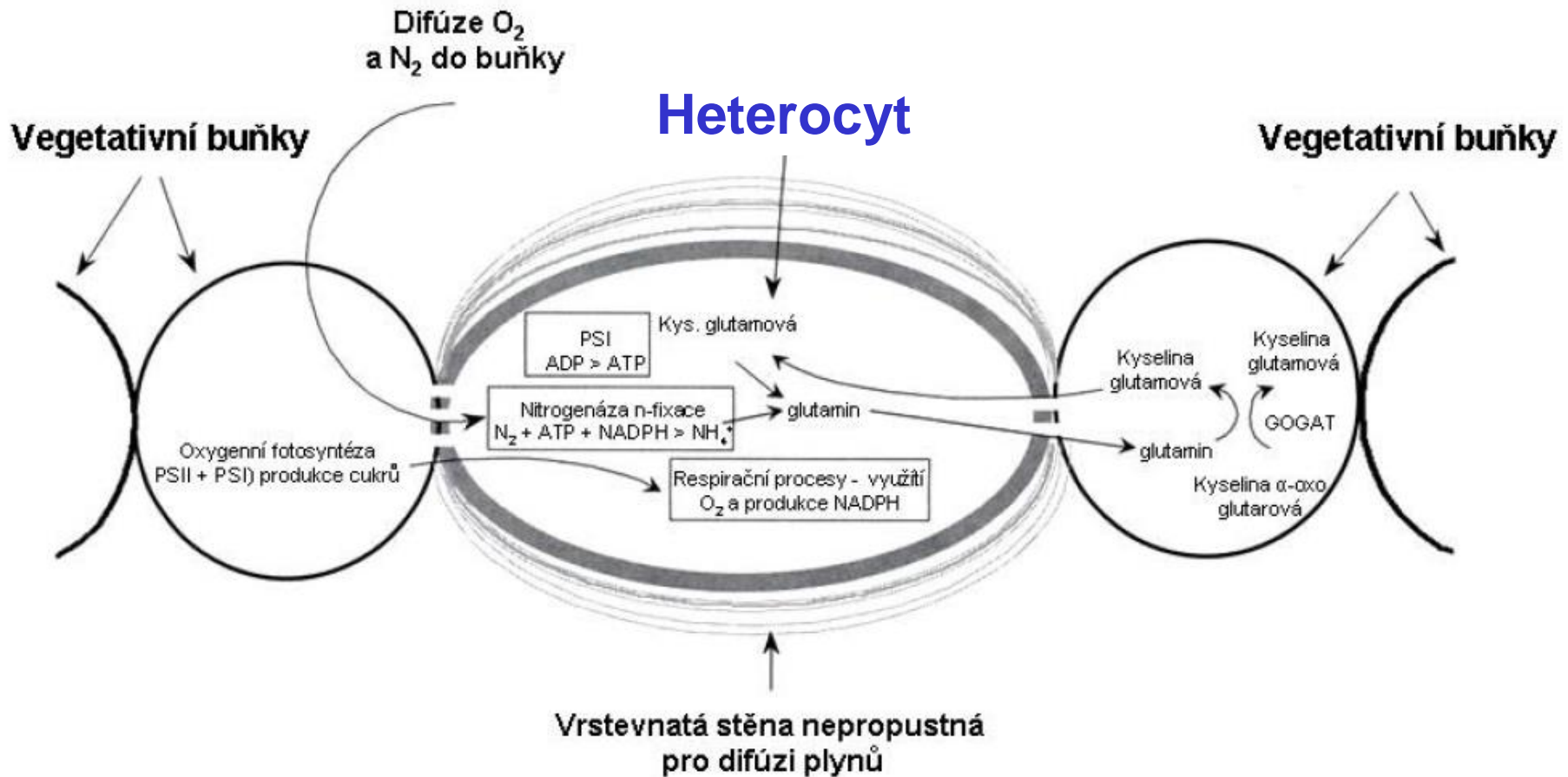


Fixace dusíku



Strategie fixace dusíku organismů – voda/sedimenty

Prokaryot	Příklad	Strategie
Sinice (a) koloniální s heterocyty	<i>Anabaena</i> <i>Aphanizomenon</i> <i>Gleotrichia</i> <i>Nodularia</i> <i>Nostoc</i>	Specializované buňky (heterocyty) Asociované bakterie
(b) jednobuněčné	<i>Gloeotheca</i> <i>Synechococcus</i> <i>Cyanotheca</i>	Diurnální separace fotosyntézy a N ₂ fixace
N ₂ fixující bakterie	<i>Azotobacter</i> <i>Chlorobium</i> <i>Clostridium</i>	Omezení na anaerobní prostředí



Koloniální sinice s heterocyty:

Energeticky náročné! Závislost na fotosyntéze!

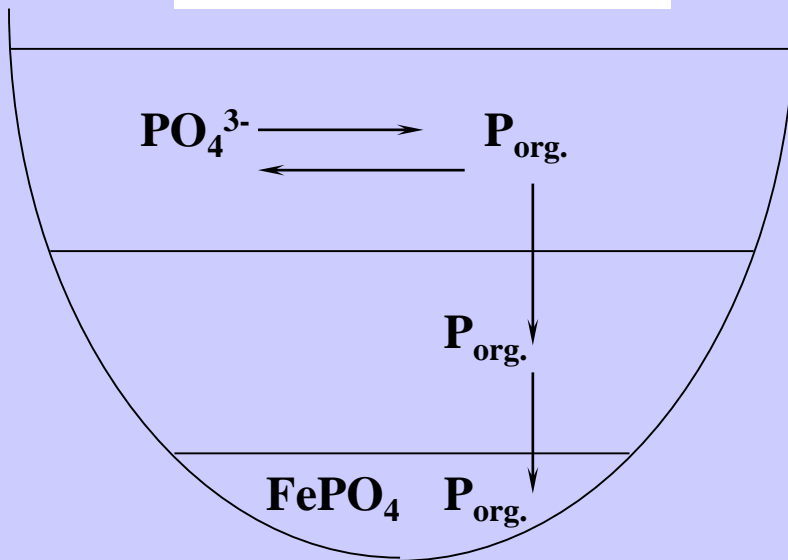
Produkce **cyanophycinu** (pufr nitrogenázového systému),
odnímaní kyslíku bakteriemi, světlo x tma

Koloběh fosforu

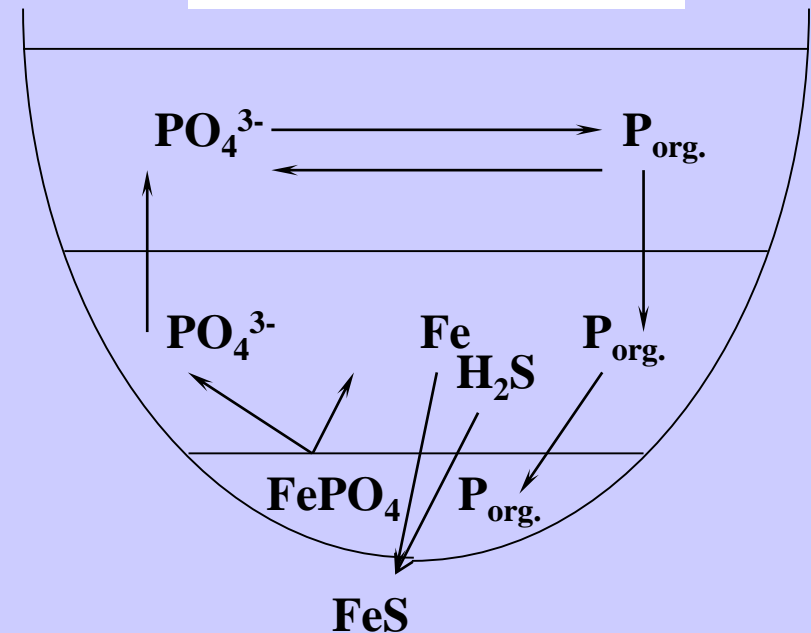
Zdroj: apatit, ložiska guana, fosforečnanová hnojiva

- Ortofosforečnany (fosforečnan železa), polyfosfáty, inkorporace do biomasy, rozklad, exkrementy
- **Deprese fytoplanktonu, *clear water***, vyšší koncentrace ve vodách
- Akumulace fosforu u organismů, polyfosfát transferáza u řas

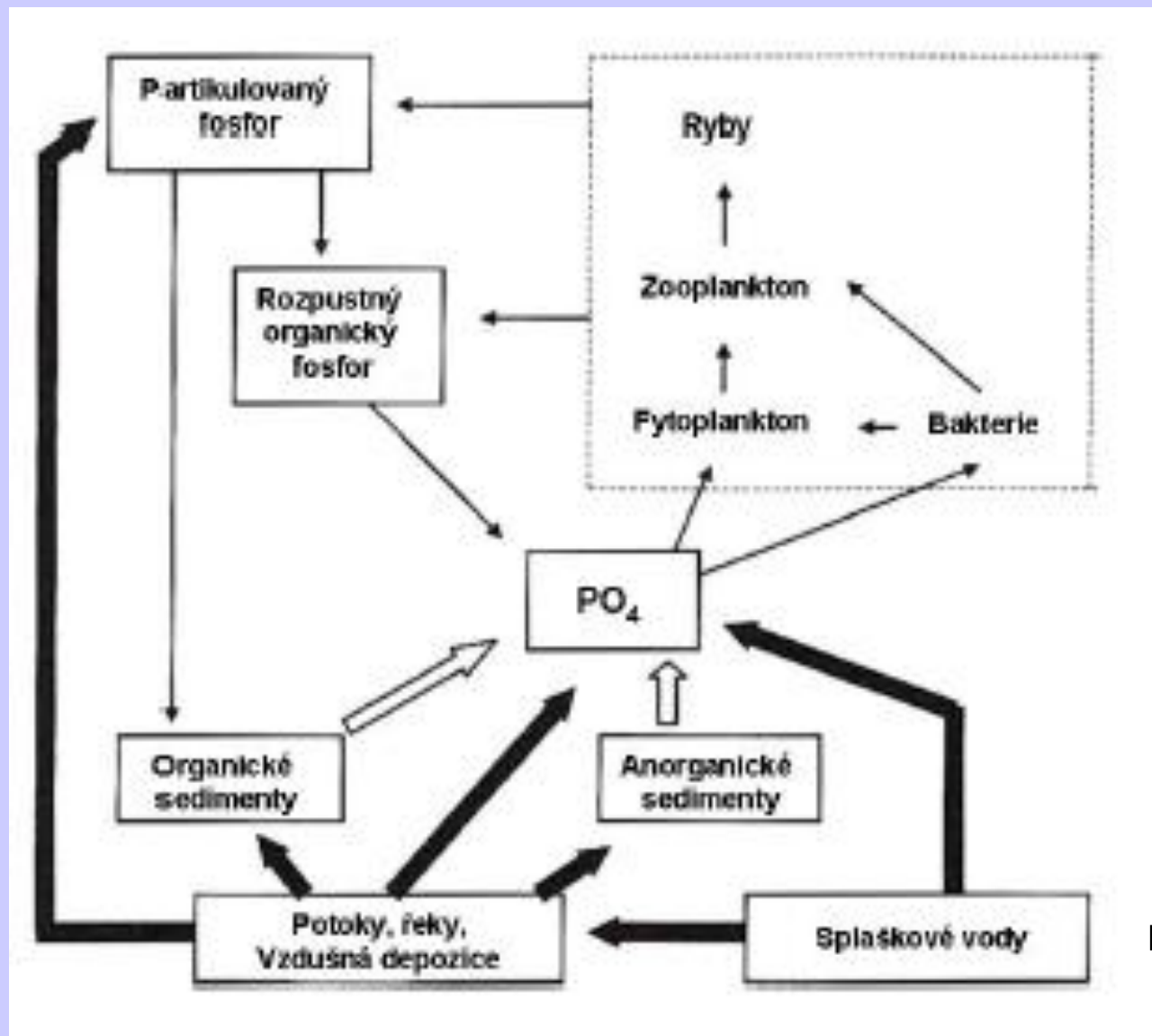
Oligotrofní nádrž



Eutrofní nádrž



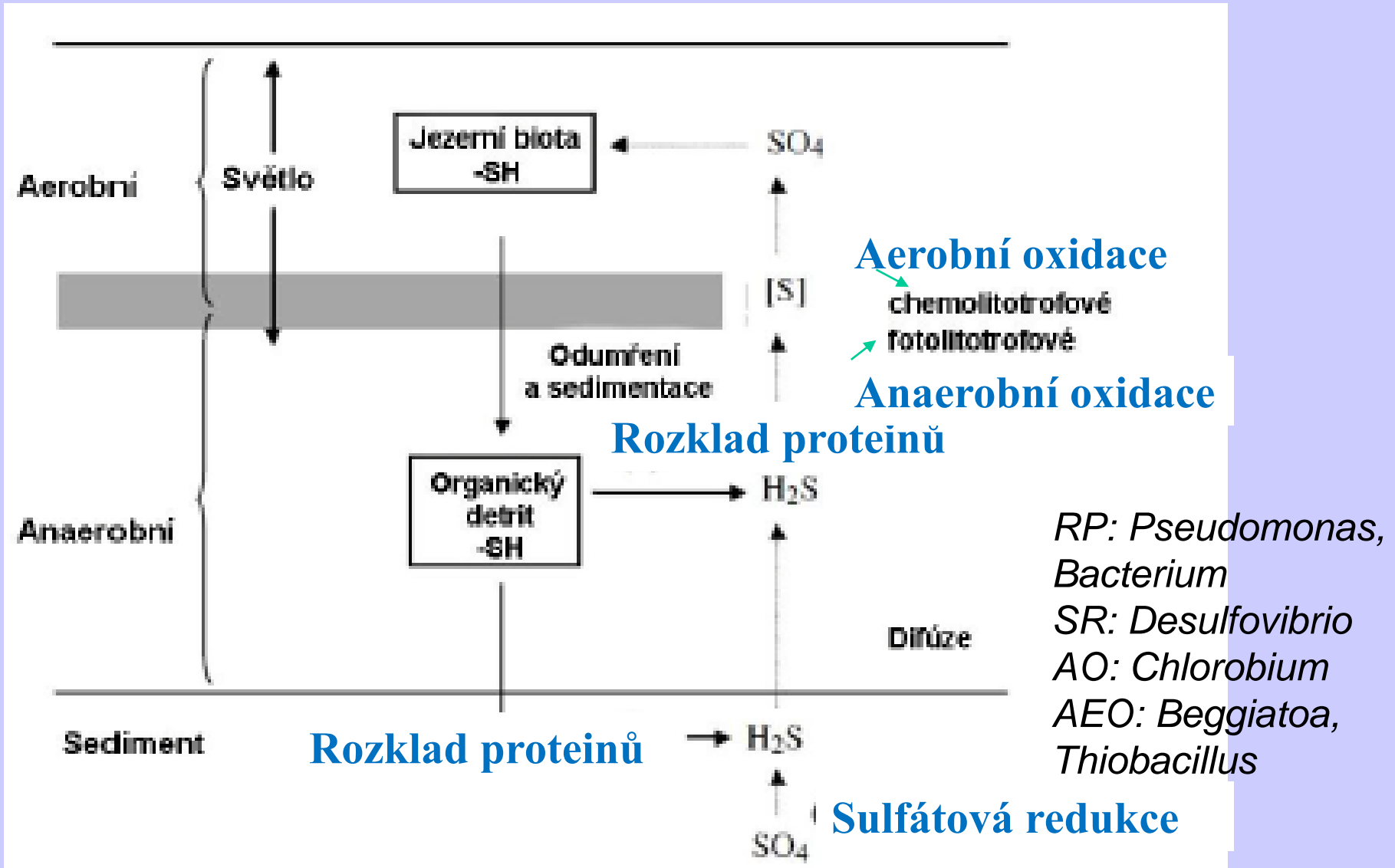
Koloběh fosforu v jezerech



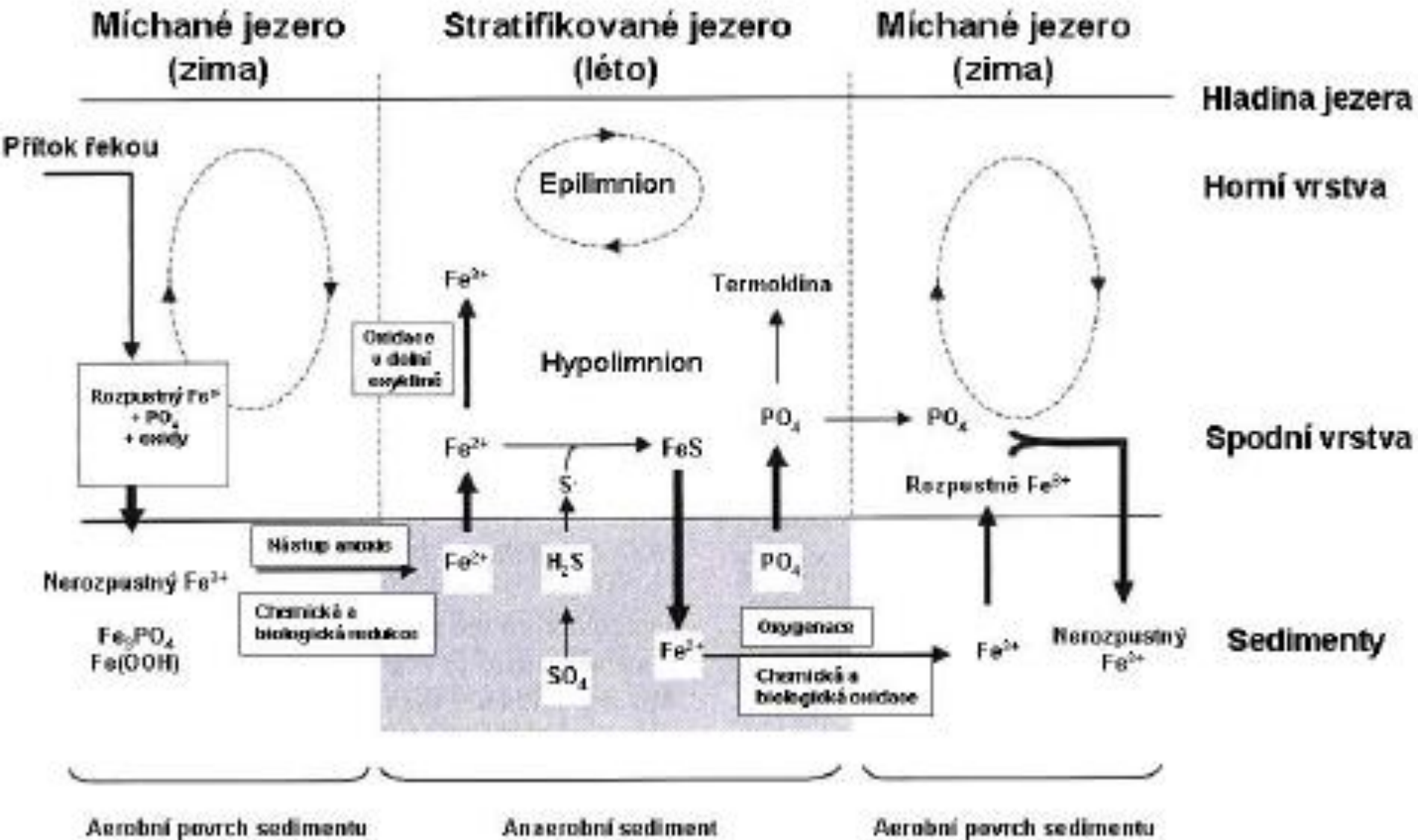
Minimální podíl organismů na jeho transformaci ALE! Živina, kompetiční vztahy

Thick black arrow: *Externí zdroj*
Thin white arrow: *Interní zdroj*

Koloběh síry

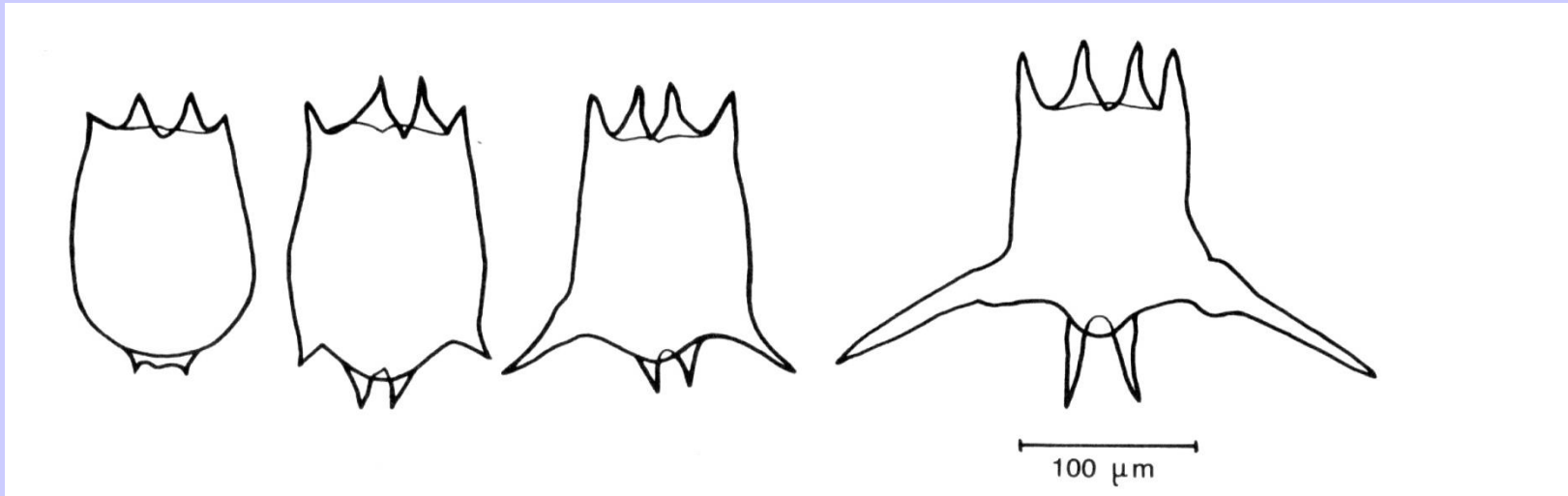


Interakce fosforu, železa a síry

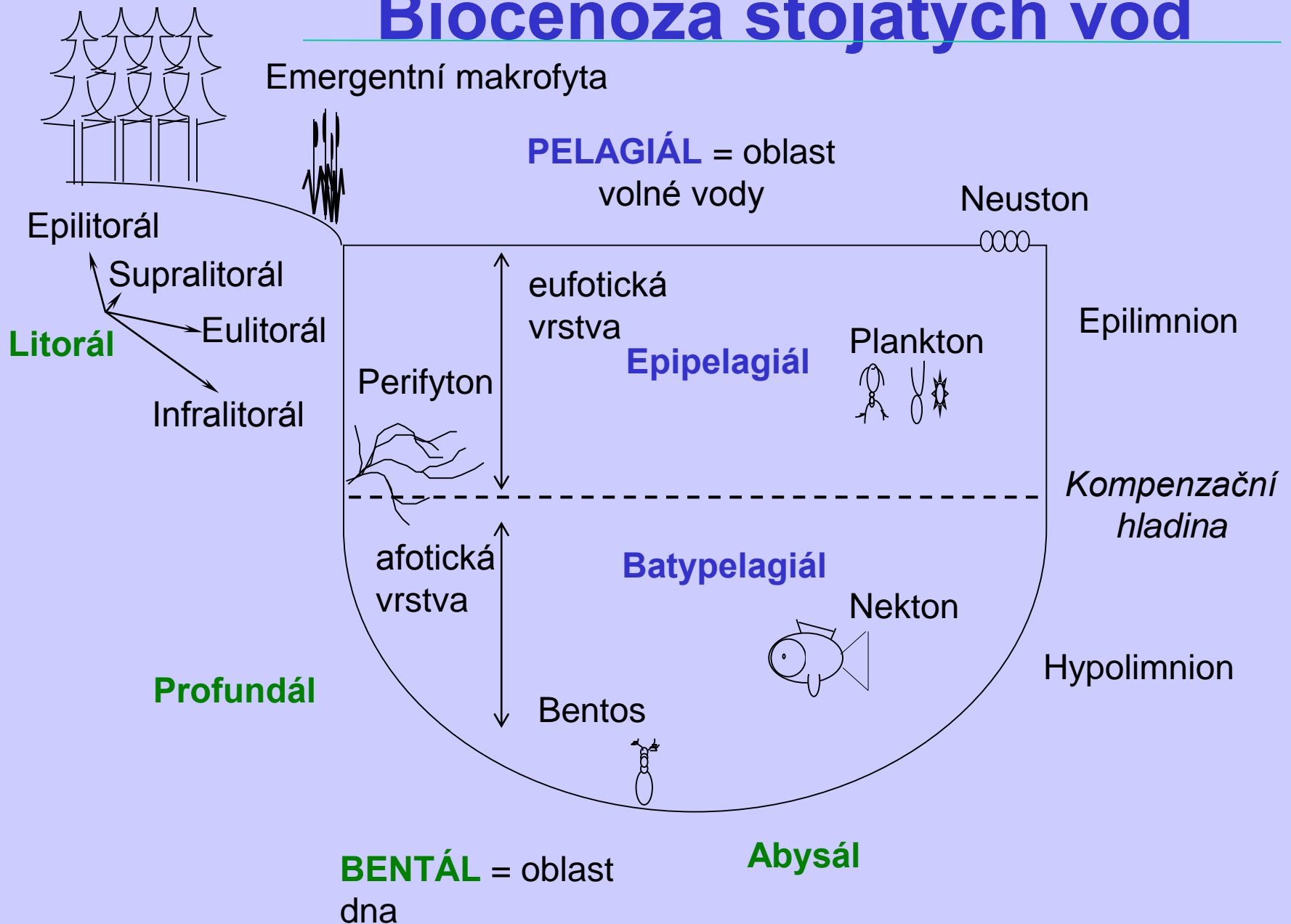


Organické látky rozpuštěné ve vodách

- Alelochemický efekt, antibiotické účinky, toxické účinky (paralytické saxitoxiny, rod *Gonyaulax*)
- Těžko rozložitelné organické látky, sloučeniny sloužící pro informační a komunikační účely



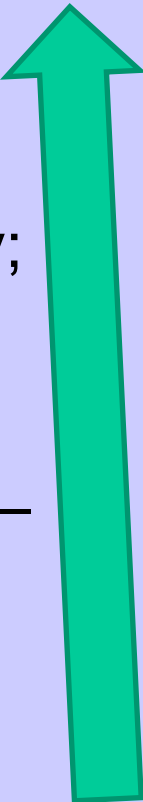
Biocenóza stojatých vod



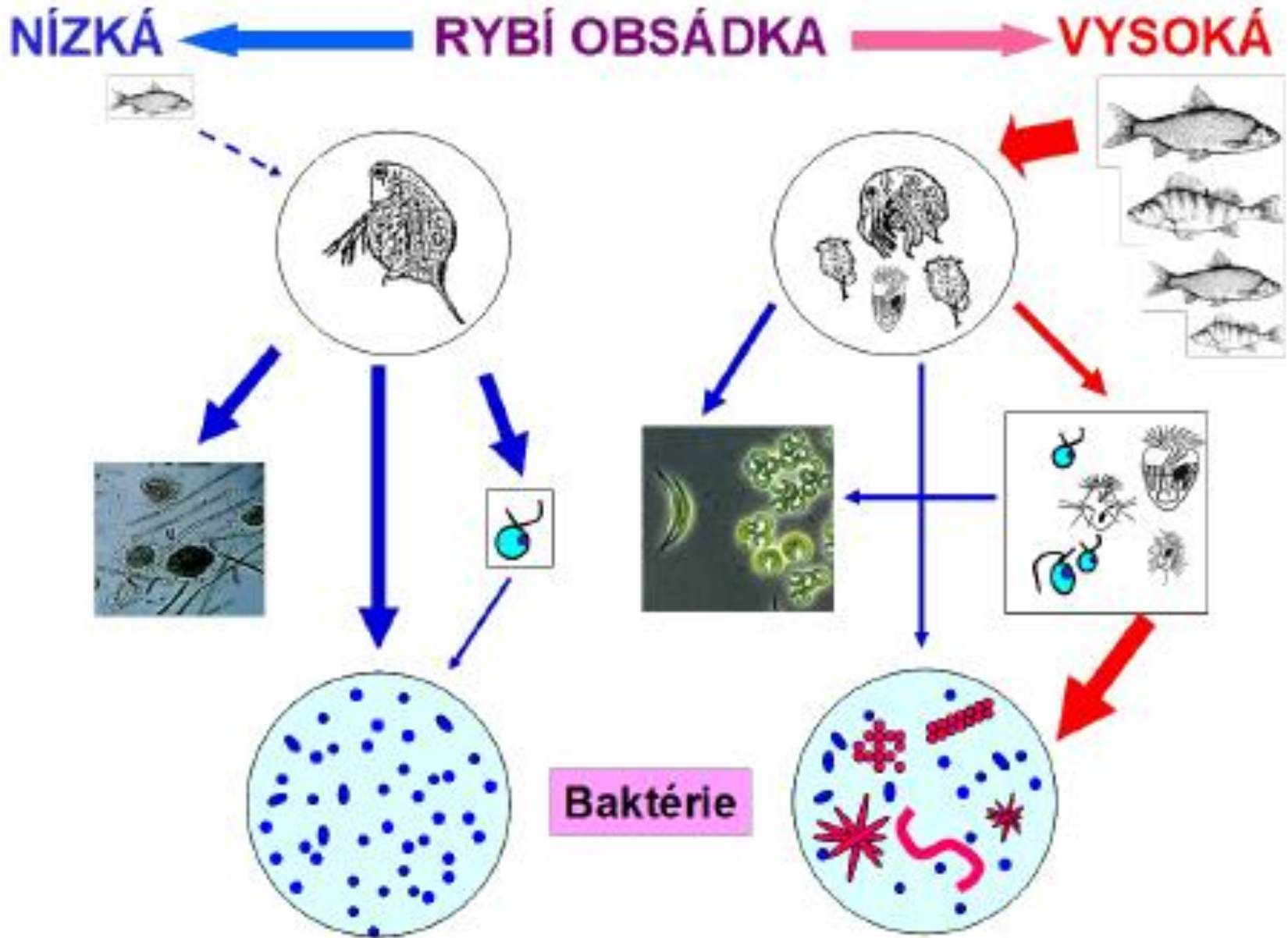


Vztahy v biocenóze

- **Koncový predátor** (výlov ryb)
- **Planktonožravé ryby**
(preference zooplanktonu, predáční tlak v létě)
- **Zooplankton** (filtrátoři: perloočky, nauplia, vznášivky; dravci: buchanky)
- **Fytoplankton** (trofie, světlo)
- Sedimenty, splachy, hnojení – živiny, bakteriální rozklad



Kaskádový efekt



Plankton

- Hensen (1887)
- Stokesovo pravidlo

$$S = \frac{1}{18} \cdot g \cdot r^2 \cdot \frac{\rho_0 - \rho_1}{\mu \cdot F}$$

Pohyb aktivní, pasivní, stratifikace (velikost, vývažek, tvarový odpor)

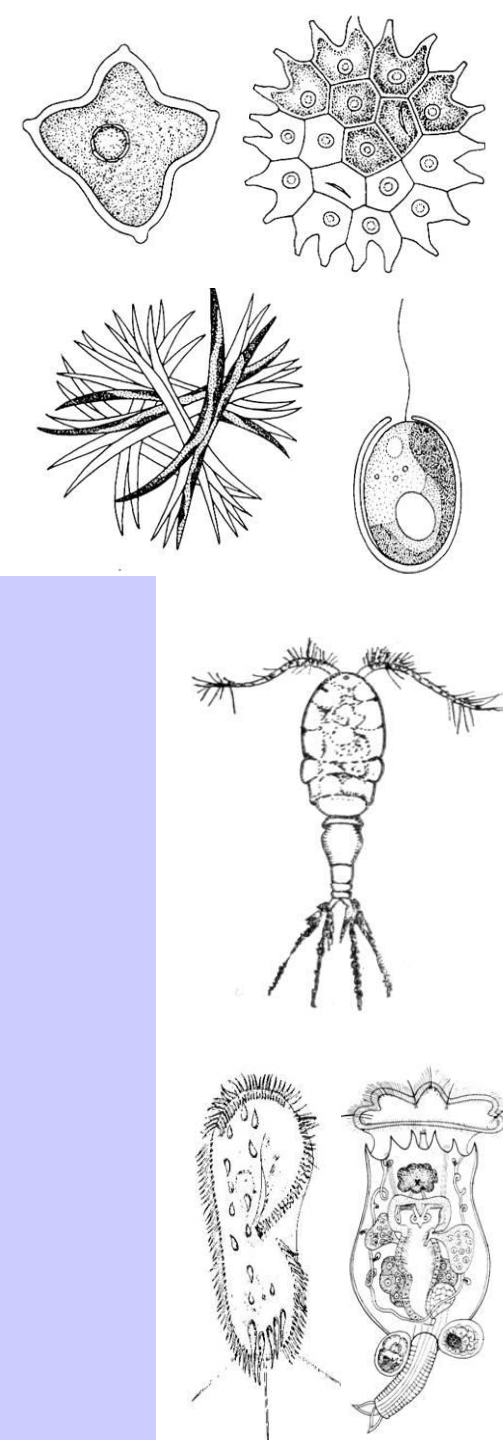
- Velikostní klasifikace (síťový plankton)

Makroplankton cca > 2000 μm (velcí korýši)

Mezoplankton 2000 – 200 μm (korýši a vířníci)

Mikroplankton 200 – 20 μm (větší prvoci, řasy, vířníci)

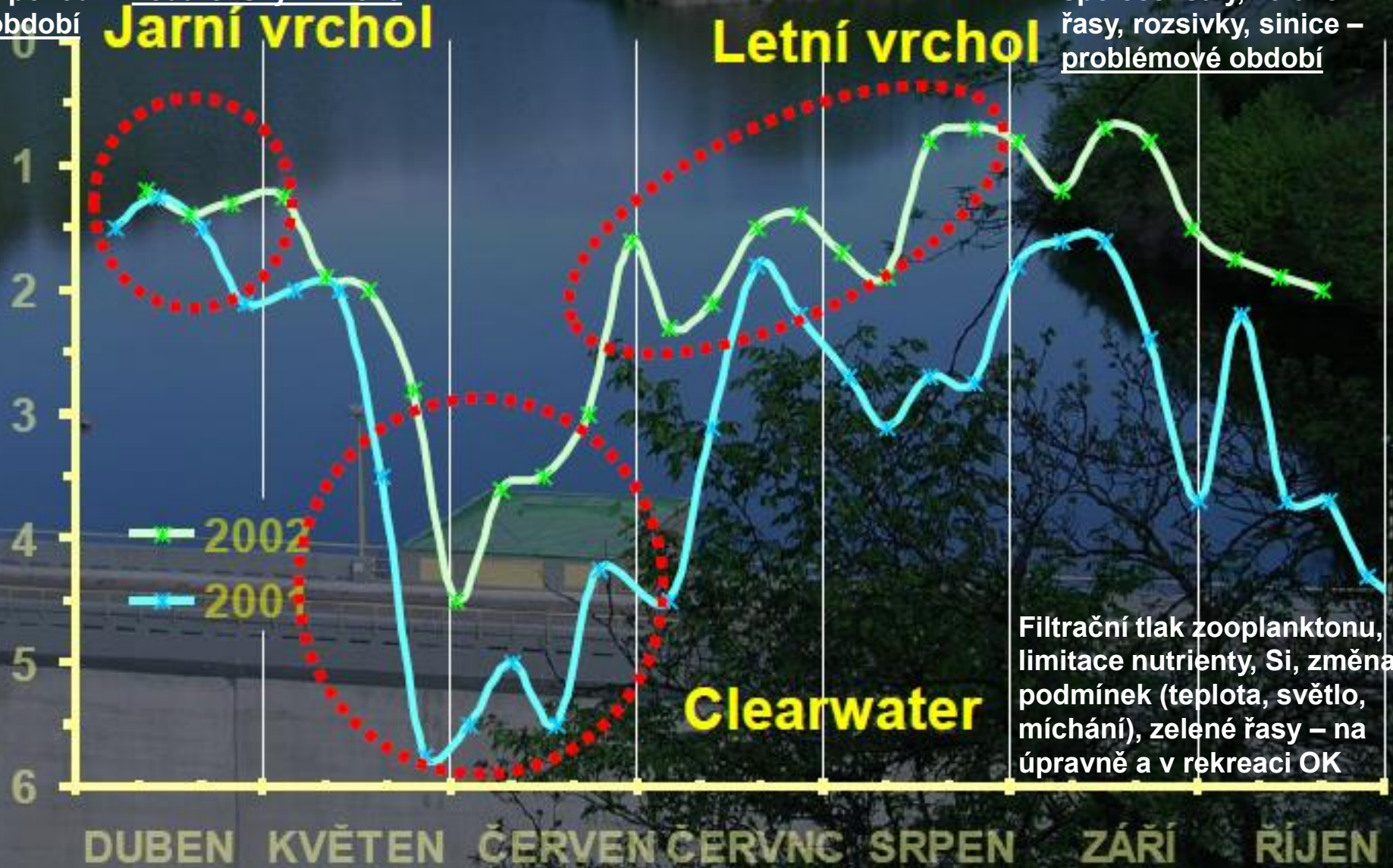
Další kategorie....



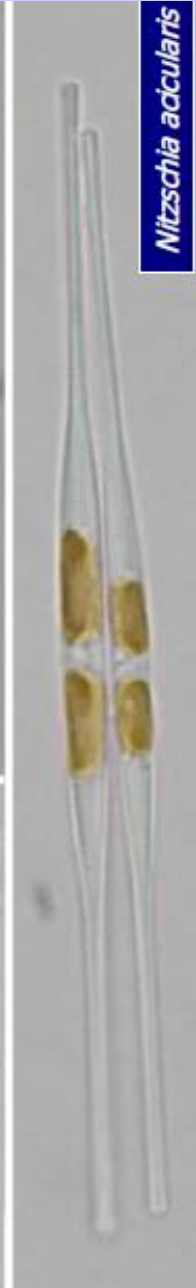
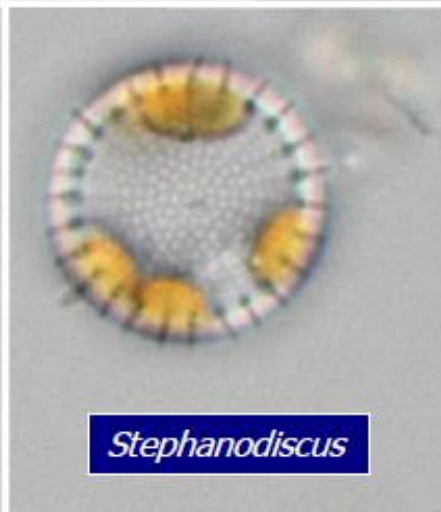
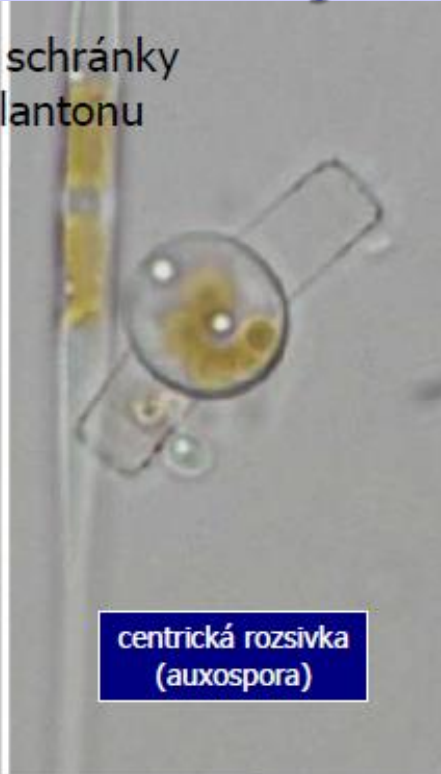
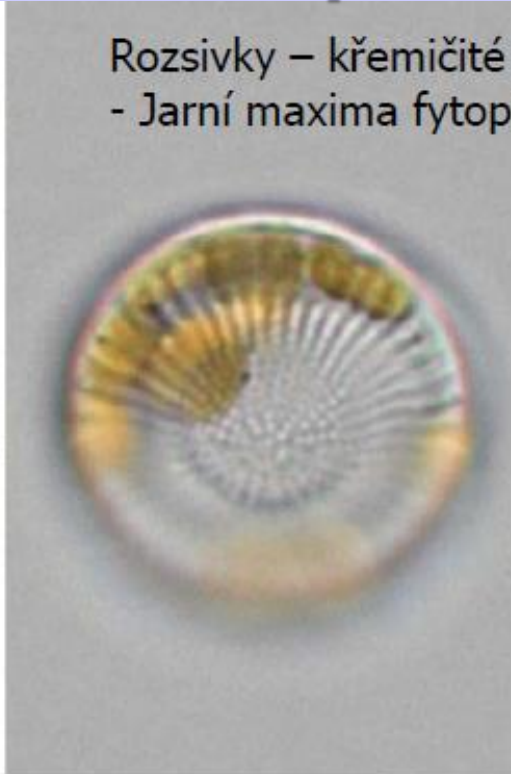
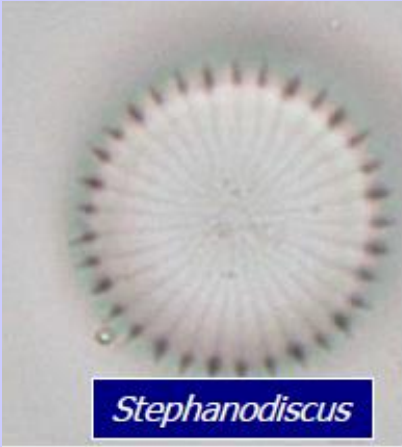
Dostatek nutrientů, Si!
(rozsivky), míchání celého
vodního sloupce, živiny splachy
z povodí – vodárensky rizikové
období

PRŮHLEDNOST (m)

Variabilní u nádrží,
počasí, živiny, charakter
epilimnia, vztahy mezi
společenstvy, zelené
řasy, rozsivky, sinice –
problémové období



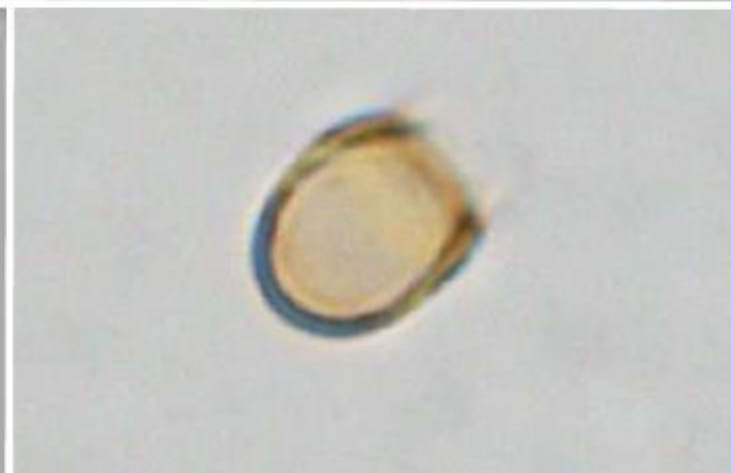
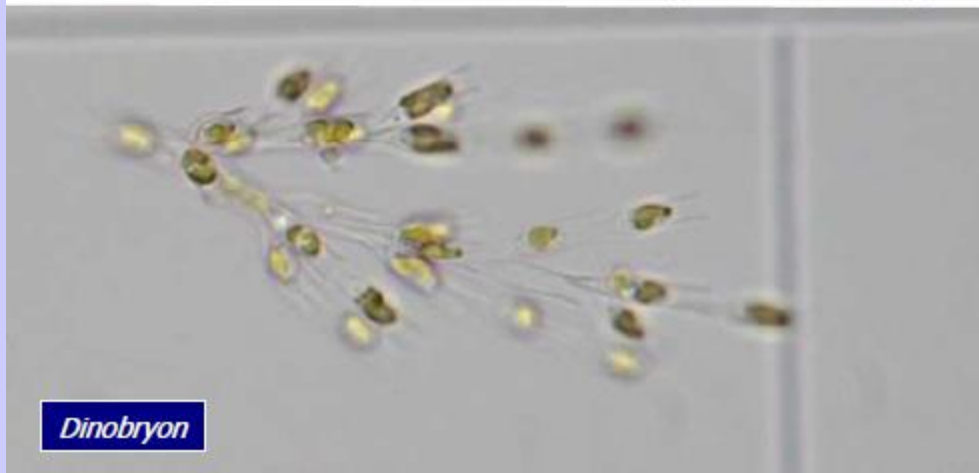
Maxima planktonu - jaro



Maxima planktonu - jaro

Zlativky - Chrysophyceae

- Často na jaře
- častěji v méně úživných vodách
- PACHY – po rybách



Maxima planktonu - jaro/léto

Zelené řasy
různá zvětšení



Chlamydomonas sp. (?)

zelená kokální řasa



Micractinium sp.



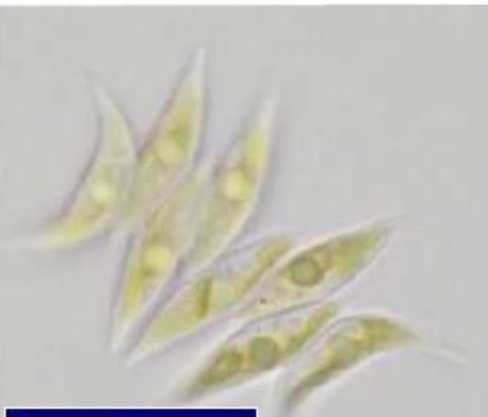
Desmodesmus sp.



?

?

Scenedesmus sp.



Desmodesmus sp.



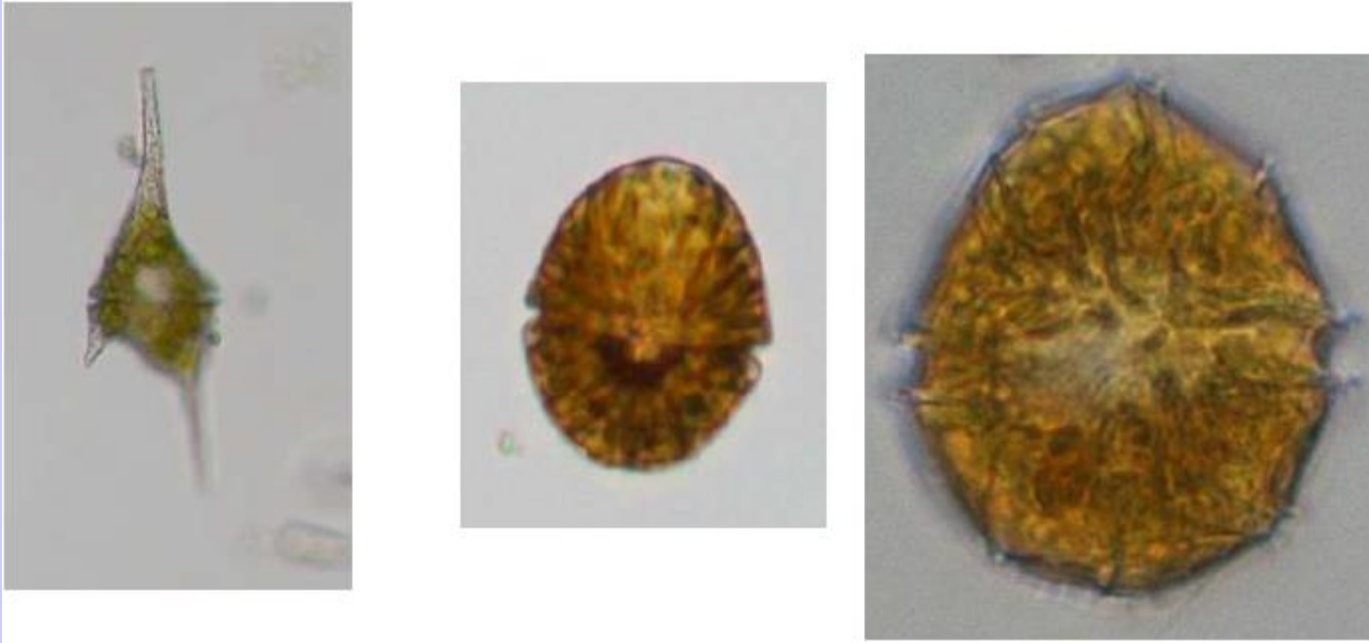
Maxima planktonu - léto



Krásnoočka – Eugleny

- Spíše živinami bohaté vody
- Často hypertrofní rybníčky

Maxima planktonu - léto



Obrněnky – někdy tvoří maxima v létě

Skrytěnky – někdy tvoří lokální maxima



Funkční skupiny fytoplanktonu

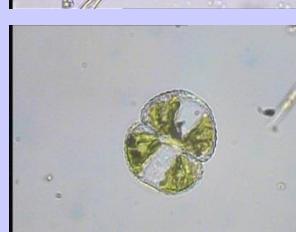
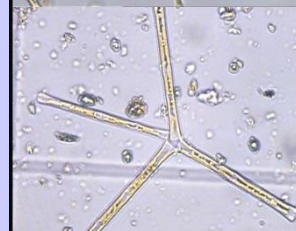
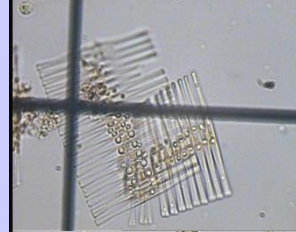
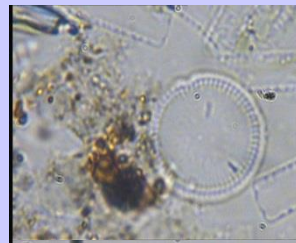
- Fytoplankton s dominancí rozsivek (chladná promíchávaná voda, reakce na prodloužení dne na konci zimy, někdy i dominance v létě a nahrazení sinicového vodního květu, A-D a směs N, P)
- Fytoplankton s dominancí zlativek (čisté, oligotrofní a chladné vody, rybníky s živinami, klidová stádia v nepřízni, E, U a směs X2, X3, W)
- Fytoplankton s dominancí zelených řas (čisté i hypertrofní vody, F, J, X1, G a směs W, X3)
- Fytoplankton s dominancí obrněnek (oligotrofní i mezotrofní vody, L₀, L_M)
- Fytoplankton s dominancí sinic (není jednoduché – asimilace N a vody oligo- či hypertrofní, schopnost využívat minimální přísun světla, míchání)
- Fytoplankton s dominancí skrytěnek (mezo- i hypertrofie, Y)
- Nanoplankton a bakterioplankton Smíšené asociace

Fytoplankton s dominancí rozsivek

- **A** – rozsivkový jarně-letní plankton hlubokých horských čistých jezer (*Cyclotella* spp.)
- **B** – rozsivkový jarní plankton čistých jezer v mírném pásu (*Asterionella*, *Aulacoseira subarctica*, *Cyclotella*)
- **C** – rozsivkový jarní plankton eutrofních jezer v mírném pásu (*Asterionella*, *Aulacoseira ambigua*, *Fragilaria crotonensis*, *Stephanodiscus hantzschii*)
- **D** – rozsivkový jarní plankton hypertrofních mělkých nádrží (*Stephanodiscus*, *Nitzschia acicularis*, *Fragilaria acus*, *Diatoma tenuis*)

Směsné asociace:

- **N** – rozsivko-krásivkový plankton oligo-mezotrofních nádrží (*Asterionella*, *Tabellaria*, *Cosmarium*, výskyt s **B**)
- **P** – rozsivko-krásivkový plankton eutrofních nádrží (*Asterionella*, *Fragilaria*, *Staurastrum*, *Closterium*, výskyt s **C**)

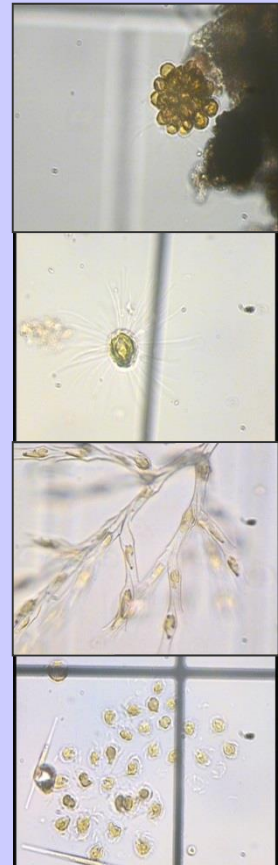


Fytoplankton s dominancí zlativek

- **E** – zlativkový plankton mezotrofních nádrží, malá odolnost vůči žracímu tlaku zooplanktonu (*Dinobryon*, *Mallomonas*, *Synura*)
- **U** – zlativkový plankton oligotrofních nádrží, odolnost vůči žracímu tlaku (*Uroglena*)

Směsné asociace:

- **X2** – směs zlativek, skrytěnek a zelených řas, tolerance stagnace vody pod ledem, jarní období hojně (*Rhodomonas*, *Chlamydomonas*, *Chromulina*)
- **X3** – směs z čistých jezer, předjarní a jarní období hojně (*Koliella*, *Chrysococcus*, *Chromulina*)
- **W** – směs velkých a koloniálních bičíkovců, mělké a na živiny bohaté vody, menší požadavky na světlo (*Gonium*, *Euglena*, *Synura*)

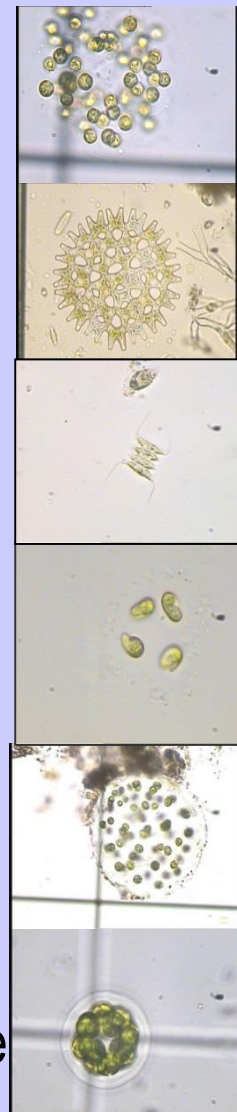


Fytoplankton s dominancí zelených řas

- **E** – oligo-mezotrofní vody, hluboké prosvětlené epilimnion, odolnost vůči žracímu tlaku (*Kirchneriella*, *Radiococcus*, *Coenococcus*)
- **J** – větší chlorokokální řasy, eutrofní stojaté, nízká odolnost vůči žracímu tlaku, vegetační zákal (*Pediastrum*, *Tetraedron*, *Scenedesmus*, *Actinastrum*, *Coelastrum*)
- **G** – zelení bičíkovci, prosvětlené nádrže (*Pandorina*, *Eudorina*, *Volvox*)
- **X1** – zelené nepohyblivé řasy, prosvětlení míchané vrstvy, vliv žracího tlaku (*Chlorella*, *Monoraphidium*, *Ankyra*)

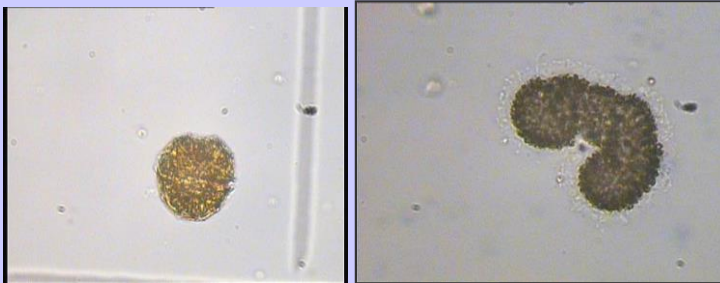
Směsné asociace:

- **X3** – směs z čistých jezer, předjarní a jarní období hojně (*Koliella*, *Chrysococcus*, *Chromulina*)
- **W** – směs velkých a koloniálních bičíkovců, mělké a na živiny bohaté vody, menší požadavky na světlo (*Gonium*, *Euglena*, *Synura*)

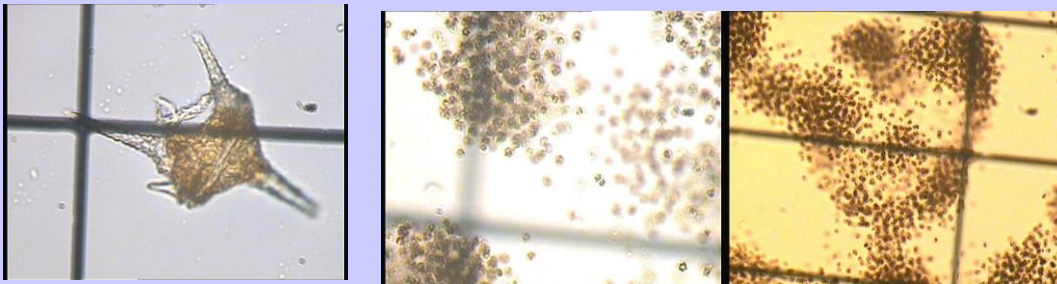


Fytoplankton s dominancí obrněnek

- L_0 – oligo-mezotrofní vody, málo P, odolnost vůči žracímu tlaku (*Peridinium*, sinice *Woronichinia*)

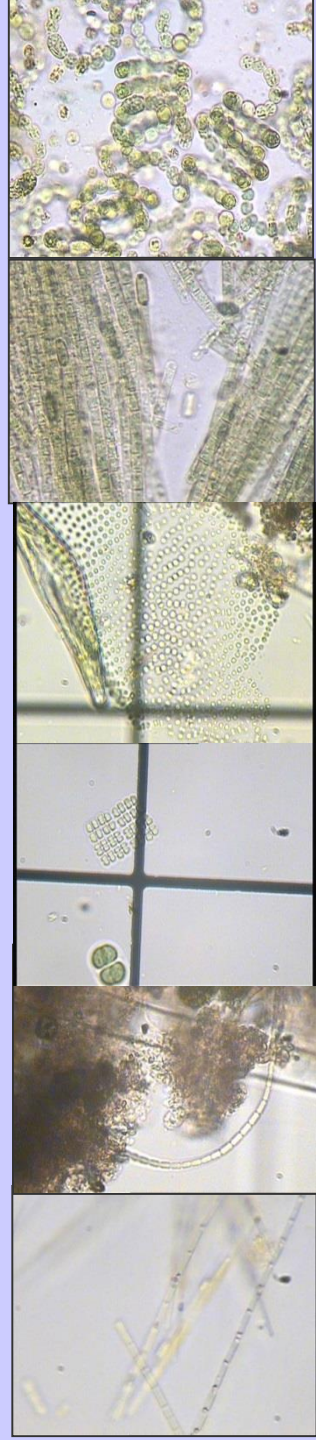


- L_M – mezo-eutrofní stojaté, vodní květ a obrněnky (*Ceratium*, sinice *Microcystis*)



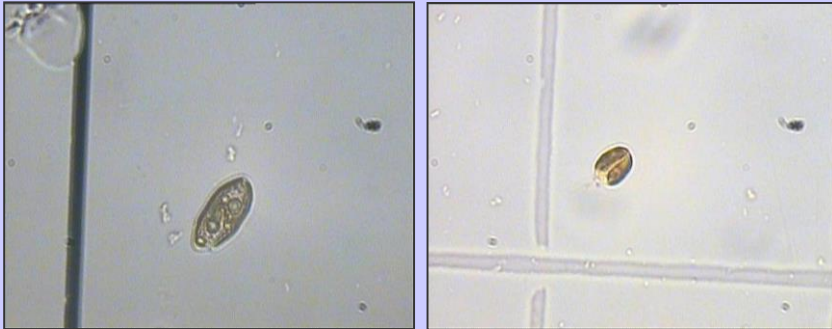
Fytoplankton s dominancí sinic

- **H1** – fixace vzdušného N, nízká trofie, vyšší teploty vody a dobré světelné podmínky (*Anabaena*, *Gleotrichia*)
- **H2** – fixace vzdušného N, vysoká trofie, vyšší teploty vody a dobré světelné podmínky, růst i při nižší koncentraci N, silné vodní květy (*Aphanizomenon*, *Anabaena*)
- **K** – drobné koloniální sinice ř. Chlorococcales, střední nároky na světlo i živiny (*Aphanocapsa*, *Aphanothece*, *Synechocystis*)
- **M** – skupina rodu *Microcystis*, stratifikované nádrže mírného pásu, střední živiny, dobré světelné podmínky, odolnost vůči predaci
- **S** – vláknité sinice, minimální světlo, silně promíchávané, mělké rybníky (*Pseudanabaena*, *Limnothrix*, *Planktothrix*)
- **R** – vláknité sinice, minimální světlo, ostré metalimnion, stabilní stratifikace (*Planktothrix*)

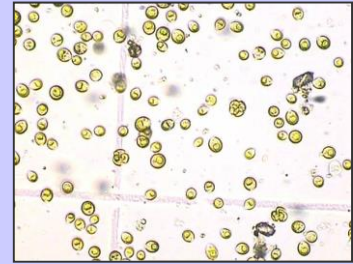


Fytoplankton s dominancí skrytěnek

- **Y** – mezo-hypertrofní vody, nezávislost na stratifikaci a míchání, adaptace na málo světla, vegetační zákal, nízká odolnost vůči predatornímu tlaku, maxima v metalimniu jako skupina **R** (*Cryptomonas*)



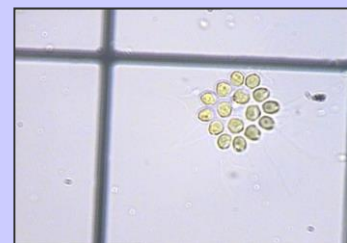
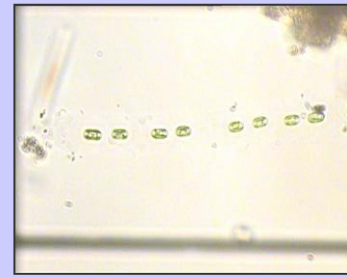
Fytoplankton s dominancí nano- a pikoplanktonu



- Malé řasy, rychlý růst a množení, odolávání žracímu tlaku, hydraulickým podmínkám a teplotě
- **Z** – směs pikoplanktonu sinic a zelených řas, abundance u hladiny (*Synechococcus*, *Chloromonas*, *Chlorella*)
- **X1** – zelené nepohyblivé řasy, prosvětlení míchané vrstvy, vliv žracího tlaku (*Chlorella*, *Monoraphidium*, *Ankyra*)
- **X2** – směs zlativek, skrytěnek a zelených řas, tolerance stagnace vody pod ledem, jarní období hojně (*Rhodomonas*, *Chlamydomonas*, *Chromulina*)
- **X3** – směs z čistých jezer, předjarní a jarní období hojně (*Koliella*, *Chrysococcus*, *Chromulina*)

Směsné skupiny planktonu

- **V** – fotosyntetizující bakterioplankton, redukční podmínky v prosvětlené vrstvě, purpurové sírné a zelené sírné bakterie (*Thiocapsa*, *Chlorobium*)
- **T** – směs vláknitých řas, tolerance nízké intenzitě světla (*Tribonema*, *Mougeotia*, *Geminella*)
- **W** – směs velkých a koloniálních bičíkovců, mělké a na živiny bohaté vody, menší požadavky na světlo (*Gonium*, *Euglena*, *Synura*)



Pro zajímavost – Typy asociací

- A** – čirá, hluboká jezera, druhy citlivé na pH, rozsivky (*Cyclotella*)
- B** – mezotrofní malá a středně velká jezera s druhy citlivými na stratifikaci, rozsivky (*Asterionella*, *Aulacoseira subarctica*, *Cyclotella*)
- C** – eutrofní malá a středně velká jezera s druhy citlivými na stratifikaci, rozsivky (*Asterionella*, *Aulacoseira ambigua*, *Fragilaria crotonensis*, *Stephanodiscus hantzschii*)
- D** – mělké promíchávané vody včetně řek, rozsivky (*Synedra*, *Stephanodiscus*, *Nitzschia acicularis*, *Fragilaria acus*, *Diatoma tenuis*)
- E** – malé a mělké nádrže, málo úživné anebo heterotrofní rybníky, malá odolnost vůči žracímu tlaku zooplanktonu, zlativky (*Dinobryon*, *Mallomonas*, *Synura*)
- F** – čiré, promíchávané oligo-mezotrofní vody, hluboké prosvětlené epilimnium, odolnost vůči žracímu tlaku, zelené řasy (*Kirchneriella*, *Oocystis*, *Radiococcus*, *Coenococcus*)
- G** – vodní sloupec se stagnující vodou, nutričně bohaté, malé eutrofní nádrže, stagnující podmínky, zelení bičíkovci (*Pandorina*, *Eudorina*, *Volvox*)
- H1** – eutrofní, stratifikované a mělké nádrže s nízkým obsahem dusíku, vyšší teploty vody a dobré světelné podmínky, sinice (*Anabaena*, *Aphanizomenon*)
- H2** – oligo-mezotrofní, hluboké a stratifikované nádrže nebo mezotrofní mělká jezera s dobrými světelnými podmínkami, vyšší teploty vody, silné vodní květy, sinice (*Aphanizomenon*, *Anabaena*)
- J** – mělké, míchané nutričně bohaté stojaté vody, i mírně tekoucí vody, nízká odolnost vůči žracímu tlaku, vegetační zákal, větší zelené řasy (*Pediastrum*, *Tetraedron*, *Scenedesmus*, *Actinastrum*, *Coelastrum*)

K – mělké nádrže, nutričně bohatý vodní sloupec, drobné chrokokální sinice (*Aphanocapsa*, *Aphanothece*, *Synechococcus*)

L_M – eu-hypertrofní nádrže, malé až středně velké, obrněnky a vodní květ sinic (*Ceratium*, *Microcystis*)

L_O – nádrže hluboké i mělké, oligo-mezo-eutrofní vody, odolnost vůči žracímu tlaku, obrněnky a sinice (*Peridinium*, *Gymnodinium*, *Woronichinia*, *Snowella*)

M – eu-hypertrofní nádrže, malé až středně velké, stratifikované nádrže mírného pásu, dobré světelné podmínky, odolnost vůči predaci, sinice (*Microcystis*)

MP – často míchané mělké nádrže s anorganickým zákalem, rozsivky a vláknité sinice (*Surirella*, *Cocconeis*, *Gomphonema*, *Eunotia*, *Oscillatoria*)

N – kontinuálně nebo částečně promíchávaná 2-3 m vrstva, mělká jezera, rozsivko-krásivkový plankton oligo-mezotrofních nádrží (*Asterionella*, *Tabellaria*, *Cosmarium*)

N_A – oligo-mezotrofní vody, s neúplným mícháním, nízké nadmořské výšky, druhy citlivé na destratifikaci, krásivky (*Cosmarium*, *Staurastrum*)

P – kontinuálně nebo částečně promíchávaná 2-3 m vrstva, mělká jezera, rozsivko-krásivkový plankton eutrofních nádrží (*Asterionella*, *Fragilaria*, *Staurastrum*, *Closterium*)

Q – malé acidifikované a huminové nádrže, řasy skupiny *Raphidophyceae* (*Gonyostomum*)

R – oligo-mezotrofní vody, metalimnion nebo vrchní vrstva hypolimnia, minimální světlo, stabilní stratifikace, vláknité sinice (*Planktothrix*)

S – vláknité sinice, minimální světlo, silně promíchávané, mělké rybníky, vláknité sinice (*Pseudanabaena*, *Limnothrix*, *Planktothrix*)

S1 – zakalená míchaná voda, druhy sinic adaptovaných na zastínění (*Limnothrix*, *Planktothrix*, *Pseudanabaena*)

S2 – teplé, mělké a často vysoce alkalinní vody, sinice (*Spirulina*)

S_N – teplé promíchávané vody, sinice (*Cylindrospermopsis*, *Anabaena*)

T – neustále promíchávané vrstvy, limitujícím faktorem je světlo, v hlubokých jezerech je v létě čiré epilimnion, vláknité spájivé a zelené řasy (*Mougeotia*, *Geminella*)

T_C – eutrofní stojaté vody nebo pomalu tekoucí řeky s emerzní makrovegetací, vláknité sinice (*Oscillatoria*, *Phormidium*, *Lyngbya*)

T_D – mezotrofní stojaté vody nebo pomalu tekoucí řeky s emerzní makrovegetací (epifytické krásivky, vláknité zelené řasy, bentické rozsivky)

T_B – značně lotické podmínky pramenů a potoků, rozsivky (*Gomphonema*, *Achnanthes*, *Surirella*, *Melosira*)

U – stratifikovaná oligotrofní a mezotrofní jezera, zdroje živin jsou ve svrchních vrstvách nedostatečné, dostupnost živin je ve větších hloubkách se sníženou intenzitou světla, odolnost vůči žracímu tlaku, zlativky (*Uroglena*)

V – metalimnion eutrofních nádrží nebo monimolimnion meromiktických jezer, redox potenciál umožňuje purpurovým a zeleným sírným bakteriím autotrofní výživu (*Chromatium*, *Chlorobium*)

W1 – rybníky, bohatý organický podíl, přísun odpadních vod, krásnoočka (*Euglena*, *Phacus*, *Lepocinclis*)

W2 – mezo-eutrofní rybníky, mělké nádrže, krásnoočka (*Euglena*, *Trachelomonas*)

W_S – rybníky, dostatek organické hmoty z rozkládající se vegetace, huminové vody, ale ne acidifikované, zlativky (*Synura*)

W₀ – řeky a rybníky s extrémním obsahem organické hmoty, zelené řasy (*Chlorella*, *Chlamydomonas*, *Beggiatoa*)

X1 – mělké, eutrofní až hypertrofní vody, prosvětlení míchané vrstvy, vliv žracího tlaku, zelené řasy (*Chlorella*, *Monoraphidium*, *Ankyra*)

X2 – mělké a mezotrofní vody, tolerance stagnace vody pod ledem, hojně v jarním období, směs skrytěnek, zelených řas a zlativek (*Rhodomonas*, *Chlamydomonas*, *Chromulina*)

X3 – mělké a dobře promíchávané oligotrofní vody, směs z čistých jezer, předjarní a jarní období, zelené řasy (*Koliella*, *Chrysococcus*, *Chromulina*)

X_{ph} – malá alkalinní jezera s bohatým obsahem vápníku, dostatečně prosvětlená, zelené řasy (*Phacotus*)

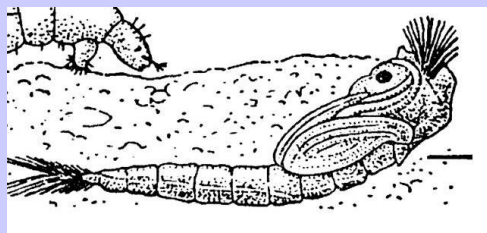
Y – schopnost druhů přežívat v mnoha typech lentických biotopů, nízký žrací tlak, široké spektrum podmínek, většinou zastoupení velkými skrytěnkami a malými obrněnkami, (*Cryptomonas*, *Glenodinium*, *Gymnodinium*)

Z – metalimnion nebo vrchní část hypolimnia oligotrofních vod, směs pikoplanktonu sinic (*Synechococcus*, *Cyanobium*)

Z_{MX} – hluboká, subalpínská oligotrofní jezera, sinice a obrněnky (*Synechococcus*, *Ceratium*)

Nekton, seston, bentos

- Nekton (potravní adaptace, specifikace, postavení úst)
- Abioseston, bioseston
- Praví a nepraví bentonti
- Makrozoobentos - viditelní pouhým okem (>0,5 mm)
- ČSN EN 15196 Návod pro odběr a zpracování svleček kukel pakomárů



- Jezera tanytarsová (oligo), chironomová (eu), chaoborová (dys)
- ČSN EN ISO 10870 Návod na výběr metod a zařízení pro odběr vzorků sladkovodního makrozoobentosu

Makrofyta

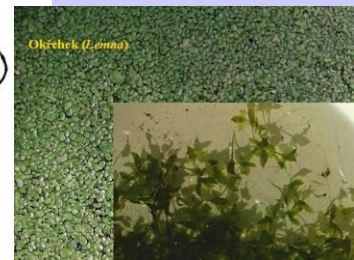
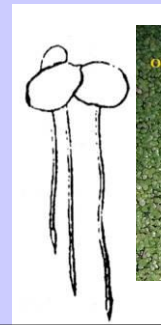
- Vodní rostliny – hydrofyta (kořeny pod vodou, plovoucí, ponořené listy), helofyta (emergentní výhonky), amfifyta, bažinné a vlhkomilné rostliny, obojživelné
- **plovoucí** (tokozelka, okřehek)
- **natantní** (leknín, kotvice, stolítek, rdest)
- **submerzní** (vodní mor, řečanka, bublinatka, šídlatka)
- **emerzní** (rdesno, ostřice, rákos, kosatec, skřípinec, zblochan, sítina)
- makroskopické řasy - Characetum
- Norma **ČSN 15460** Návod na hodnocení makrofyt

MAKROFYTA: PLOVOUCÍ

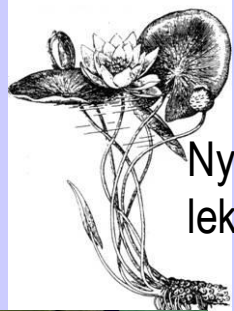
Eichhornia -
tokozelka



Lemna -
okřehek



NATANTNÍ



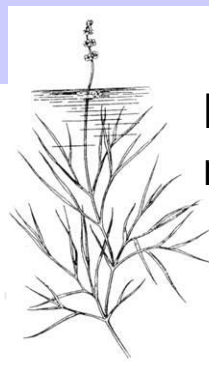
Nymphaea -
leknín



Trapa -
kotvice



Myriophyllum -
stolístek



Potamogeton -
rdest



SUBMERZNÍ

Elodea - vodní mor



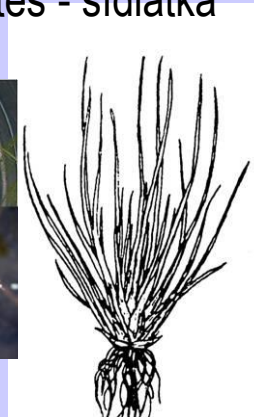
Najas - řečanka



Utricularia - bublinatka



Isoetes - šídlatka



BAŽINNÉ



Polygonum - rdesno

rákos - Phragmites

VLHKOMILNÉ

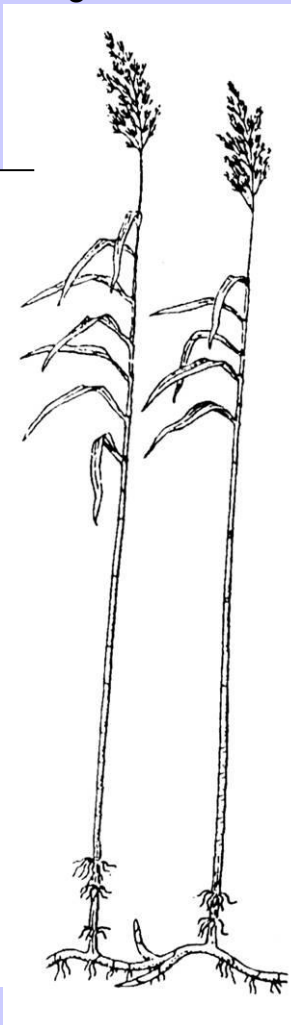
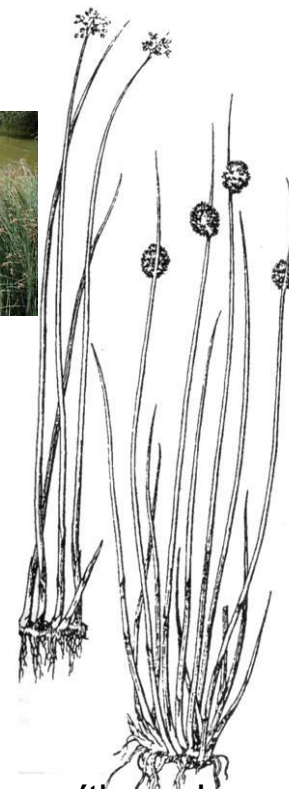
ostřice - Carex



kosatec - Iris



skřipinec - Schoenoplectus



zblochan - Glyceria



sítina - Juncus

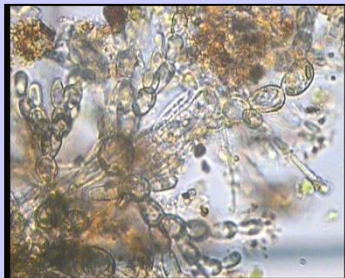


Ostřice (*Carex*)

Nárosty

- Periphyton, Aufwuchs, charakter pokladu (substrátu) určuje typ společenstva: epipelon, epixylon, epipsamon, epiliton
- **Norma ČSN 75 7715 – Stanovení nárostů**
- Rozbor je podkladem pro saprobiologické a jiné vyhodnocení, např. pro hodnocení ekologického stavu a kvality vody.
- Archivace dat.
- Metoda spočívá v **kvalitativním a kvantitativním** (semikvantitativním) stanovení nárostových organismů rostoucích na přirozených podkladech (kamenech, písku, bahně, jemných naplaveninách, makrofytech a na jiných předmětech ve vodě) a na povrchu objektů dlouhodobě ponořených ve vodě. I ploché kameny.
- Běžné laboratorní a terénní vybavení, škrabky, odsávačka, spec. upravená širokohrdlá láhev apod.

- Při odběru dodržovat určité zásady – **PAMATUJ** - citlivé organismy, NL, jiné než nárostové organismy apod.
- **Výběr míst** – porovnatelnost podmínek (materiál, homogenita), nezastíněná, břeh x hloubka, eufotická zóna (4 až 6 týdnů), kolísání hladiny (10 až 15 cm).
- **Odběr** 5 replikátů, plocha 10 cm².
- **Norma nabízí postupy** odběru vzorků škrabkou, pinzetou, skalpelem, nožem, kartáčky, nůžkami, odsávačkou, pipetou, přímo do vzorkovnice kámen apod.
- **100x** - předběžné mikroskopické hodnocení, stav, deformace, morfologie, vitalita, **200x** – detailní určení a **hojnost**



Tabulka 1 – Odhadní stupnice hojnosti

Stupeň hojnosti	Výskyt slovní vyjádření	Výskyt %
1	Ojedinelý	< 1
2	Příležitostný	1 až 5
3	Řídký	5 až 20
4	Častý	20 až 50
5	Hojný	50 až 75
6	Velmi hojný	75 až 90
7	Hromadný (dominantní)	> 90

Stupně hojnosti se přiřazují taxonům podle jejich relativní pokryvnosti v preparátu – zásadní pro vzorky nárostů s vláknitými sinicemi a řasami (*Oscillatoria*, *Stigeoclonium*, *Ulothrix*, *Spirogyra*, *Cladophora*) a drobnými organismy (jednobuněčné, chlorokokální, cenobiální, bičíkovci, rozsivky).

- **Kvantitativní** vyhodnocení – Cyrus I.
- Kvantifikace i na základě zaznamenané velikosti stírané plochy při odběru a objemu vzorku.

$$N_A = \frac{V \cdot X}{A}$$

N_A počet jedinců na ploše 1 cm²

V objem vody s resuspendovaným vzorkem nárostu odebraného z plochy A , v ml (cm³)

A plocha hrdla odběrové lahve, nebo seškrabaná plocha, v cm²

X celkový počet jedinců zjištěný rozbořem v komůrce Cyrus I, v 1 ml (cm³).

Typy podkladů – definice dle ČSN EN 16150

akal (akal): štěrk malé až střední velikosti; zrnitost $> 0,2$ cm až 2 cm

argyllal (argyllal): náplav, bahno, hlína, jíl

makrolithal (macrolithal): hrubé bloky, valouny, štěrk a písek;
zrnitost > 20 cm až 40 cm

megalithal (megalithal): velké valouny, balvany, bloky a podložní
hornina; zrnitost > 40 cm

mesolithal (mesolithal): valouny velikosti pěsti s různým podílem
štěrku a písku; zrnitost > 6 cm až 20 cm

mikrolithal (microlithal): hrubý štěrk (velikosti holubího vejce až
dětské pěsti) s různým podílem středního až jemného štěrku;
zrnitost > 2 cm - 6 cm

pelal (pelal): bahno a kal; zrnitost $< 0,06$ mm

psammal (psammal): písek; zrnitost 0,06 mm až 2 mm

psammopelal (psammopelal): písek a bahno

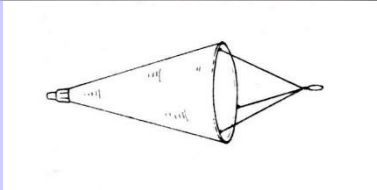
xylal (xylal): kmeny stromů (mrtvé dřevo), větve a kořeny

technolithal (technolithal): pevný materiál (obvykle kameny) nebo
geotextilie, vložené do řeky za účelem úpravy vodního toku

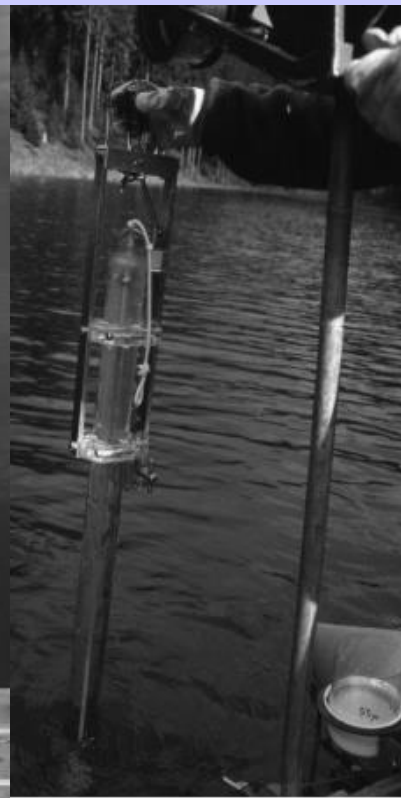
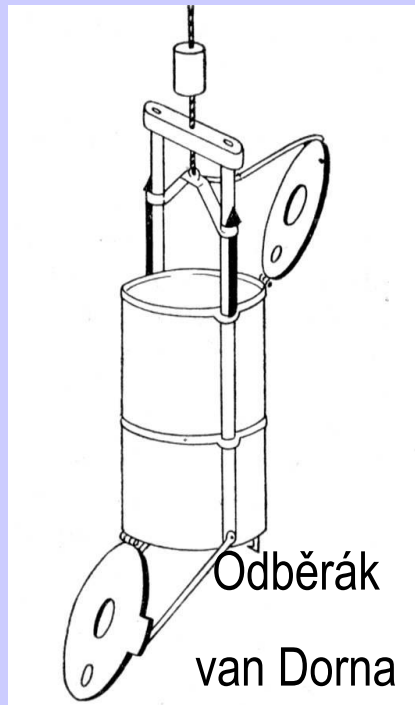
..... atd.

Metody odběru vzorků ČSN EN ISO 5667

- ČSN EN ISO 5667-1 (75 7051) Jakost vod – Odběr vzorků – Část 1: Návod pro návrh programu odběru vzorků a pro způsoby odběru vzorků
- ČSN EN ISO 5667-3 Kvalita vod – Odběr vzorků – Část 3: Konzervace vzorků vod a manipulace s nimi
- ČSN ISO 5667-4 Jakost vod – Odběr vzorků – Část 4: Pokyny pro odběr vzorků z vodních nádrží
- ČSN ISO 5667-5 Jakost vod – Odběr vzorků – Část 5: Návod pro odběr vzorků pitné vody z úpraven vody a z vodovodních sítí
- ČSN ISO 5667-6 Jakost vod – Odběr vzorků – Část 6: Návod pro odběr vzorků z řek a potoků
- ČSN EN ISO 5667-10 Jakost vod – Odběr vzorků – Část 10: Pokyny pro odběr vzorků odpadních vod
- ČSN EN ISO 5667-11 Kvalita vod – Odběr vzorků – Část 11: Návod pro odběr vzorků podzemních vod
- ČSN EN ISO 5667-14 Jakost vod – Odběr vzorků – Část 14: Pokyny k zabezpečování jakosti odběru vzorků vod a manipulace s nimi
- ČSN EN ISO 5667-16 Jakost vod – Odběr vzorků – Část 16: Pokyny pro biologické zkoušení vzorků



Drapák sedimentů



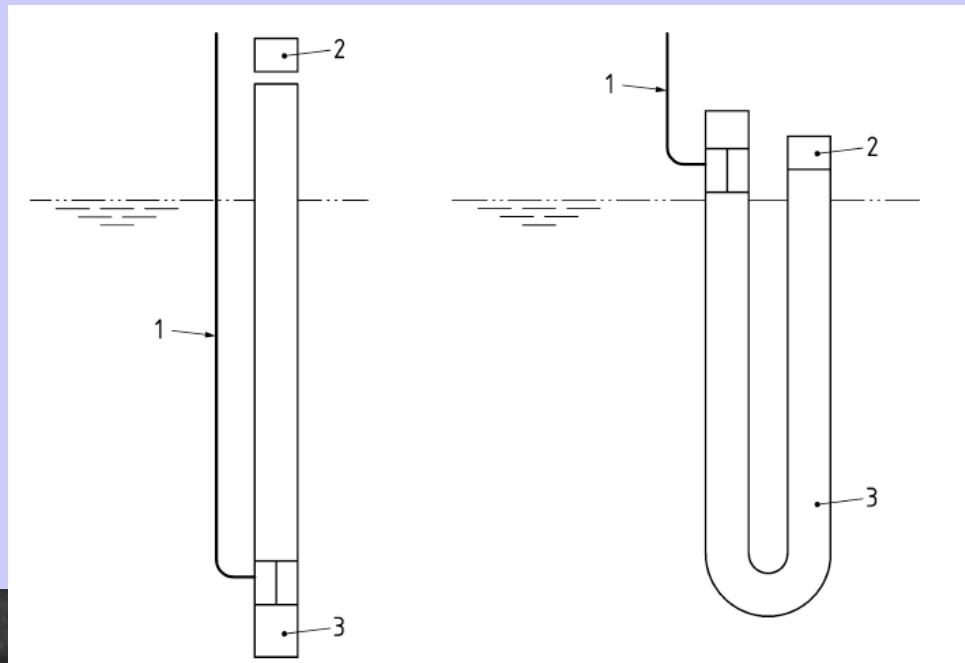
Integrovaný odběrák



Horizontální vzorkovač



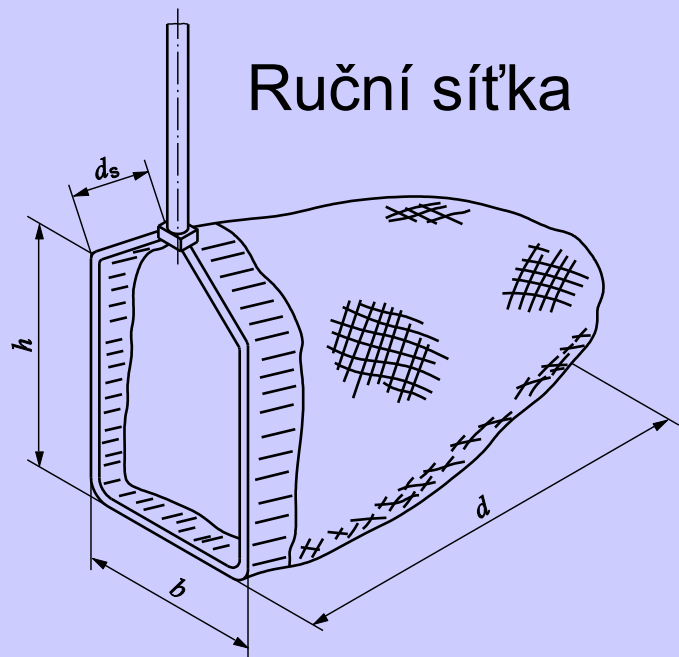
Odběr hadicí
– profil
nádrže,
směsný
vzorek



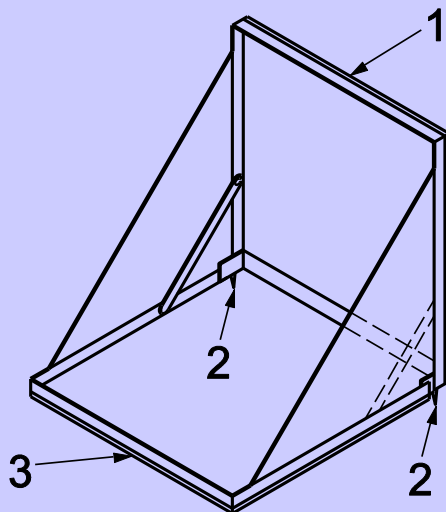
a) spouštění hadice b) zvedání hadice se vzorkem

1-lano, 2-korek, 3-závaží

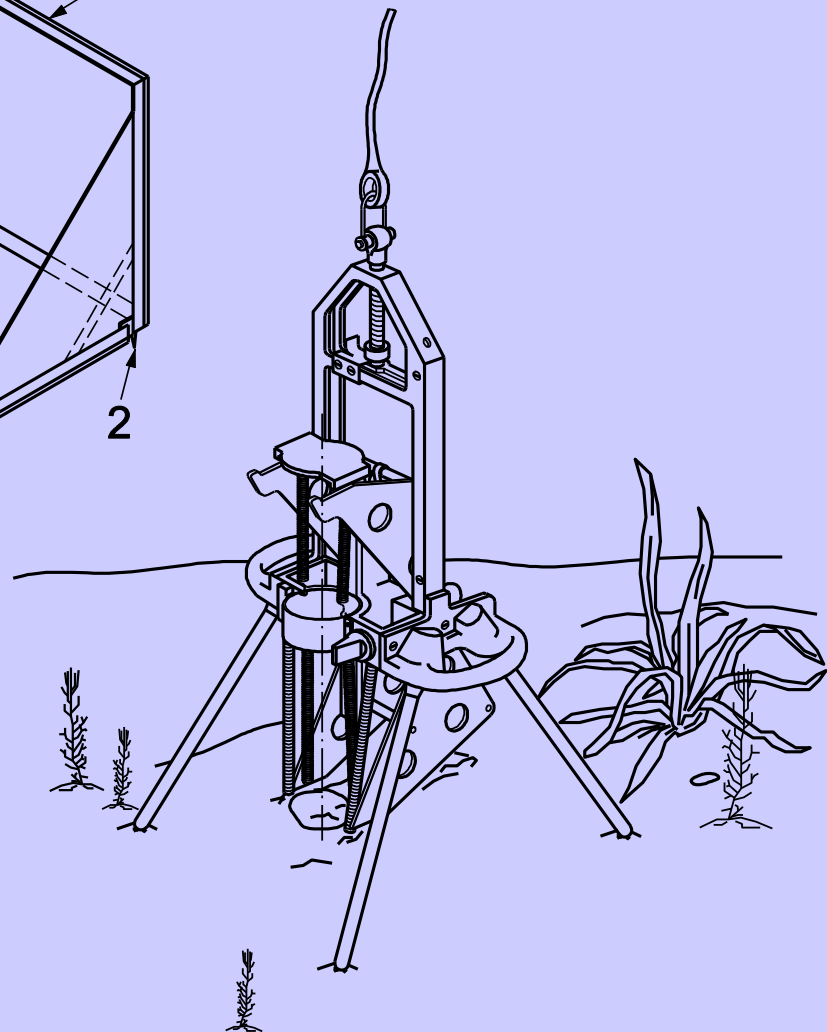
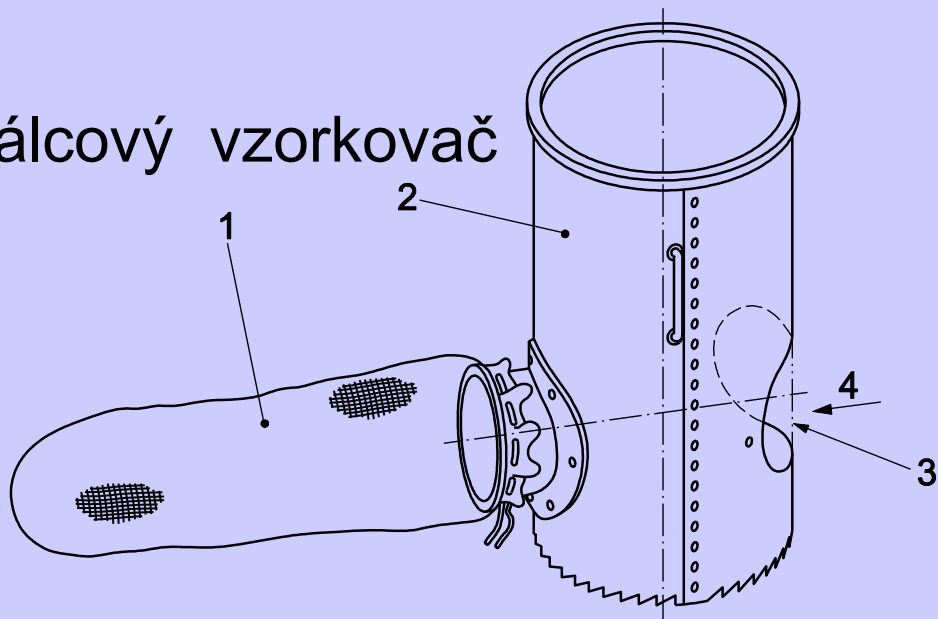
Ruční síťka



Surberův vzorkovač



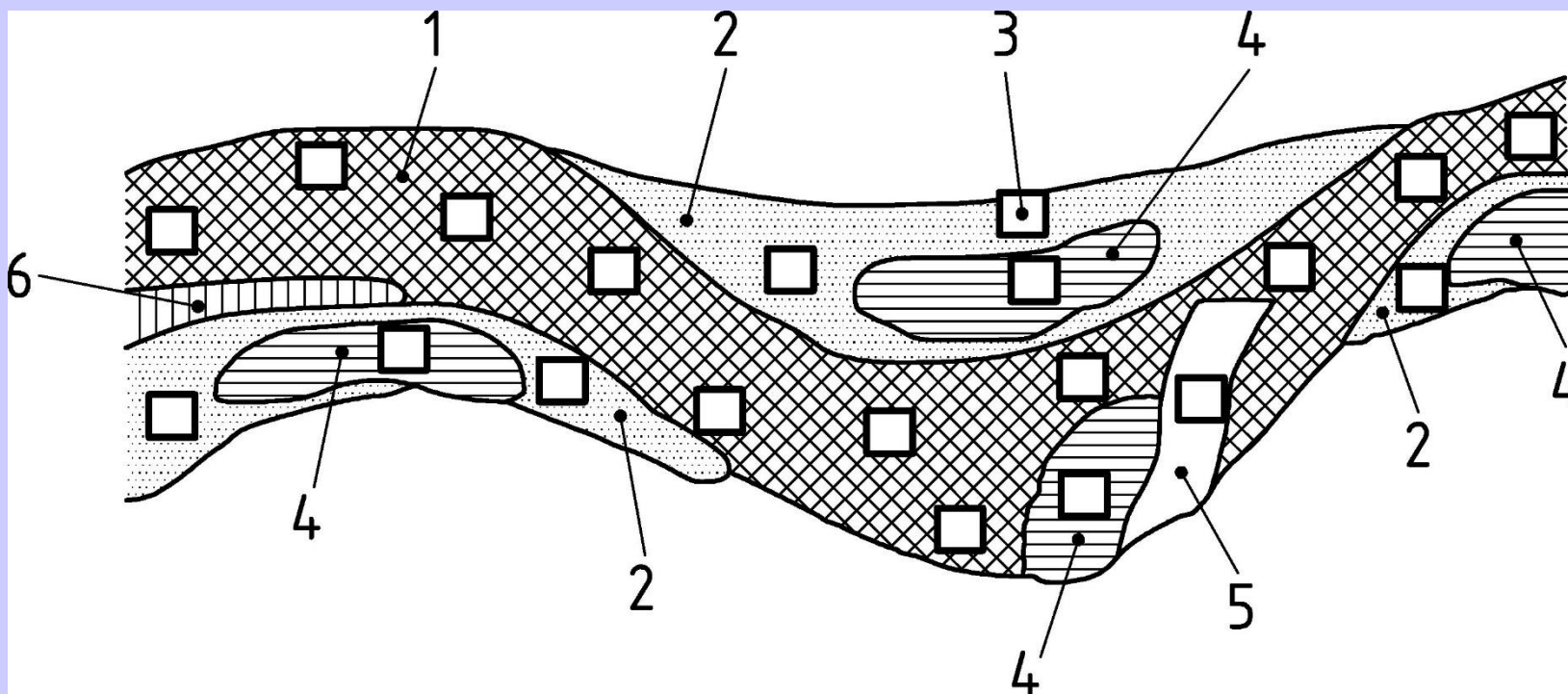
Válcový vzorkovač



Jenkinové vzorkovač bahna

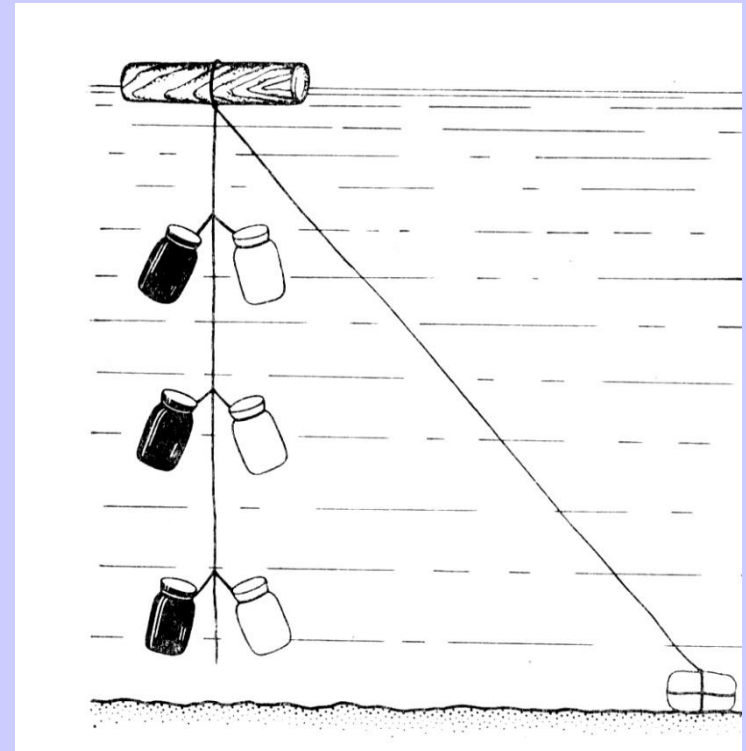
Multihabitatové odběry

- **ČSN EN 16150 Návod pro poměrný (proporcionální) multihabitatový odběr vzorků makrozoobentosu z broditelných vod**
- 1-lithal, 2-psammal, 3-replikát, 4-CPOM (hrubá partikulovaná organická hmota), 5-xylal, 6-akal



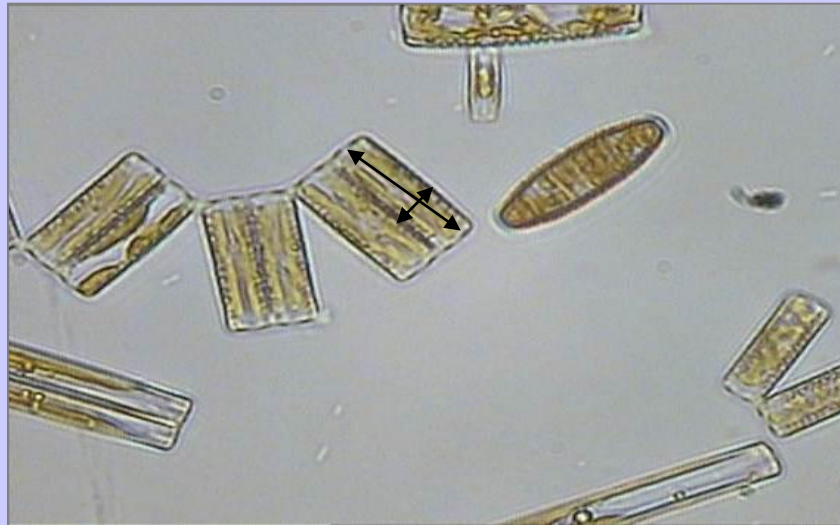
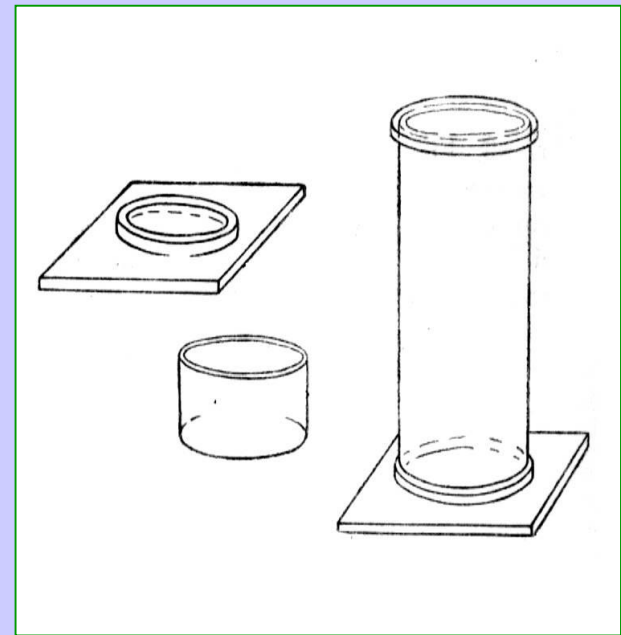
Biologická produktivita vod

- Trofický potenciál
- **Produktivita, produkce** (primární, sekundární)
- **Primární produkce** – metoda sklizně, kyslíková metoda, radioizotopová metoda



Výpočet objemové biomasy

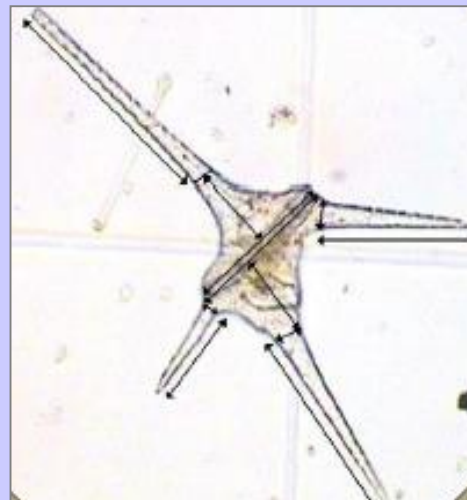
Draft prEN 16695 Water quality –
Guidance on the estimation of microalgal
biovolume.

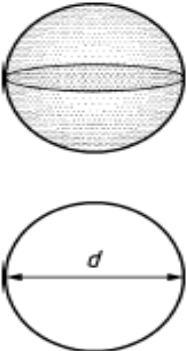
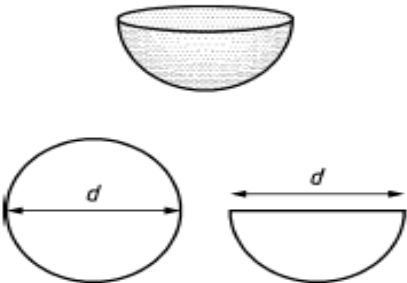
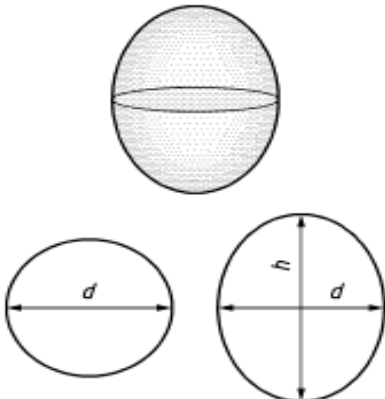


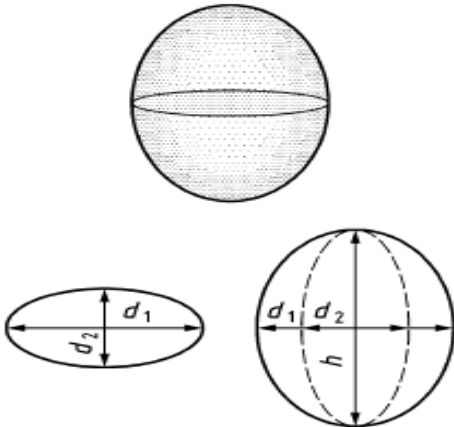
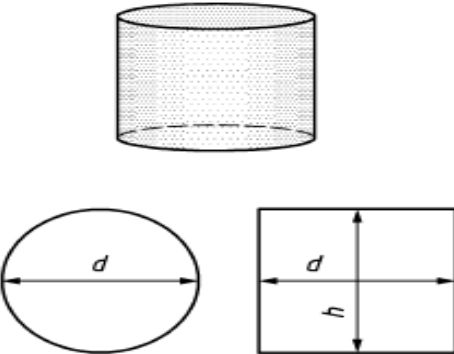
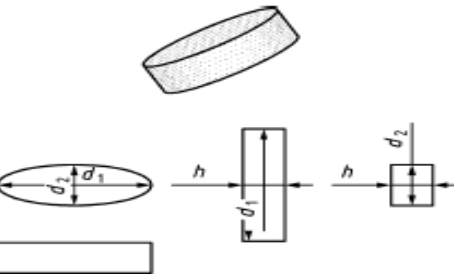
Příklad proměření buňky rozsivky
rodu *Diatoma*, ve dvou rozměrech „a“
(šířka, kratší osa) a „b“ (délka, delší
osa), zjištěné údaje o délce se
dosadí do vzorce pro výpočet válce,
tj. dle tabulky, zde $0,7854 a^2 \cdot b$. Takto
se proměří minimálně 20 až 25
buněk.

Pomůcky:

- Sedimentační komůrky
- Invertovaný mikroskop
- Okulárové měřítko



ID	Geometrical shape (<i>Synonyms</i>)	Information	Volume equation
1	Sphere 	<i>basic shape</i> <i>Volume calculation precision: exact</i> Dimensions: A: diameter (<i>d</i>)	$V = \frac{1}{6} \cdot \pi \cdot d^3$ For radius $r = \frac{d}{2}$: $V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$
2	Half sphere <i>hemisphere</i> 	<i>fraction shape</i> <i>basic shape: sphere</i> <i>Volume calculation precision: exact</i> Dimensions: A: diameter (<i>d</i>)	$V = \frac{1}{12} \cdot \pi \cdot d^3$ For radius $r = \frac{d}{2}$: $V = \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$
3	Prolate spheroid <i>rotational ellipsoid</i> <i>ellipsoid of revolution</i> 	<i>basic shape</i> <i>Volume calculation precision: exact</i> Dimensions: A: diameter (<i>d</i>) B: height (<i>h</i>)	$V = \frac{1}{6} \pi \cdot d^2 \cdot h$ For radius $r = \frac{d}{2}$: $V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot h$

ID	Geometrical shape (<i>Synonyms</i>)	Information	Volume equation
7	Ellipsoid <i>tri-axial ellipsoid,</i> <i>flattened ellipsoid</i> 	<i>basic shape</i> <i>Volume calculation precision:</i> <i>exact</i> Dimensions: <i>A: large diameter (d_1)</i> <i>B: small diameter (d_2)</i> <i>C: height (h)</i>	$V = \frac{1}{6} \cdot \pi \cdot d_1 \cdot d_2 \cdot h$ For radius r : $V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r_1 \cdot r_2 \cdot r_3$ with $r_1 = \frac{d_1}{2}; \quad r_2 = \frac{d_2}{2}; \quad r_3 = \frac{h}{2}$
8	Cylinder <i>circle based cylinder</i> 	<i>basic shape</i> <i>Volume calculation precision:</i> <i>exact</i> Dimensions: <i>A: diameter (d)</i> <i>B: height (h)</i>	$V = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot h$ For radius $r = \frac{d}{2}$: $V = \pi \cdot r^2 \cdot h$
9	Elliptic cylinder <i>prism on elliptic base</i> <i>oval cylinder</i> 	<i>basic shape</i> <i>Volume calculation precision:</i> <i>exact</i> Dimensions: <i>A: large diameter (d_1)</i> <i>B: small diameter (d_2)</i> <i>C: height of cylinder (h)</i>	$V = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d_1 \cdot d_2 \cdot h$ For radius r : $V = \pi \cdot r_1 \cdot r_2 \cdot h$ with $r_1 = \frac{d_1}{2}; \quad r_2 = \frac{d_2}{2}$

Taxon	Geometrical shape	ID	Unit	Correc- tion factor
<i>Willea vilhelmii</i>	prolate spheroid	3	cell	
<i>Wollea</i>	cylinder	8	filament	
<i>Woloszynskia</i>	ellipsoid	7	cell	
<i>Woloszynskia coronata</i>	prolate spheroid	3	cell	
<i>Woloszynskia halophila</i>	sphere	1	cell	
<i>Woloszynskia hiemale</i>	ellipsoid	7	cell	
<i>Woloszynskia leopoliensis</i>	ellipsoid	7	cell	
<i>Woloszynskia neglecta</i>	ellipsoid	7	cell	
<i>Woloszynskia ordinata</i>	ellipsoid	7	cell	
<i>Woloszynskia pascheri</i>	ellipsoid	7	cell	
<i>Woloszynskia polonica</i>	ellipsoid	7	cell	
<i>Woloszynskia pseudopalustris</i>	ellipsoid	7	cell	
<i>Woloszynskia tenuissima</i>	ellipsoid	7	cell	
<i>Wolskyella</i>	cylinder	8	cell	
<i>Woronichinia</i>	prolate spheroid	3	cell	
<i>Woronichinia compacta</i>	prolate spheroid	3	cell	
<i>Woronichinia delicatula</i>	prolate spheroid	3	cell	
<i>Woronichinia elorantae</i>	prolate spheroid	3	cell	
<i>Woronichinia fusca</i>	prolate spheroid	3	cell	
<i>Woronichinia karelica</i>	prolate spheroid	3	cell	
<i>Woronichinia naegeliana</i>	prolate spheroid	3	cell	
<i>Woronichinia robusta</i>	prolate spheroid	3	cell	
<i>Woronichinia tenera</i>	prolate spheroid	3	cell	
<i>Xanthidium</i>	double prolate spheroid	5	cell	

Objemovou biomasu je možné převést na **živou hmotnost**, za předpokladu specifické hmotnosti řas rovnou $1,0 \text{ g/cm}^3$.
Potom $10^6 \mu\text{m}^3/\text{l}$ odpovídá $1 \mu\text{g/l}$.

Převody:

$$1 \text{ mm}^3/\text{l} = 1 \text{ cm}^3/\text{m}^3 = 1 \text{ mg/l}$$

$$1 \text{ mm}^3/\text{m}^3 = 10^6 \mu\text{m}^3/\text{l} = 1 \mu\text{g/l}$$

Tabulka 1: Hodnoty objemové biomasy u jednotlivých vybraných druhů planktonu

Organismus	Biomasa (μm^3)
<i>Synechococcus capitatus</i>	5,6
<i>Cyclotella comta</i>	1 200
<i>Melosira varians</i>	5 700
<i>Asterionella formosa</i>	660
<i>Tabellaria flocculosa</i>	1 360
<i>Peridinium inconspicuum</i>	7 970
<i>Synedra acus</i>	3 760
<i>Nitzschia acicularis</i>	70
<i>Diatoma vulgare</i>	1 800
<i>Chrysococcus rufescens</i>	150
<i>Dinobryon divergens</i>	390