

Zahradnická perspektiva
– profesní vzdělávání členů Svazu zakládání a údržby zeleně
Tento projekt je financovaný z prostředků ESF
prostřednictvím Operačního programu Lidské zdroje a zaměstnanost
a státního rozpočtu ČR

Učební texty pro vzdělávací program

„Kvalifikovaný stavitel koupacích jezírek“

**Limnologie koupacích biotopů
Indikace trofie
Biomonitoring
Fyzikálně-chemické parametry
Snižování biodostupnosti fosforečnanů**

Prof. doc. Ing. Blahoslav Maršálek, CSc.

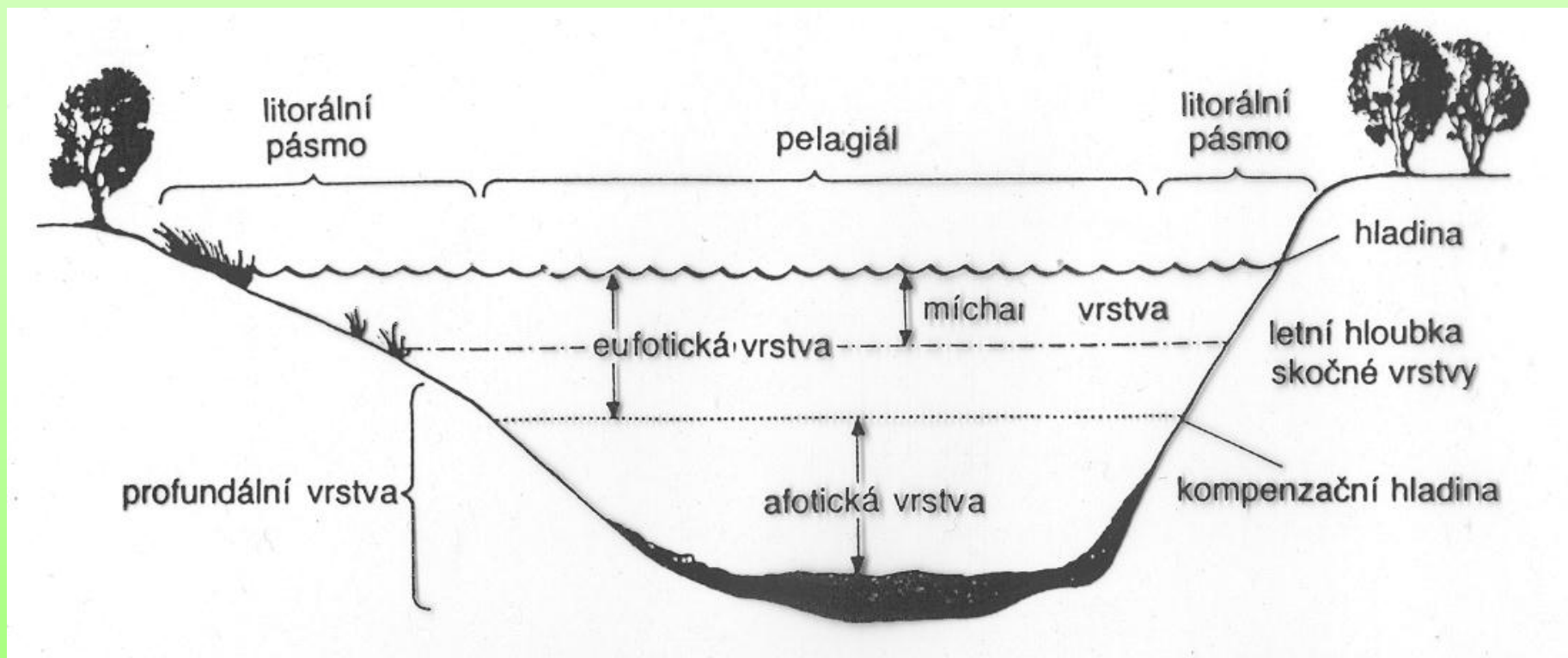
Limnologie koupacích biotopů aneb spojité nádoby biotických vztahů

Blahoslav Maršálek

Botanický ústav AVČR, MU Brno,
Association Flos Aquae. www.sinice.cz

Limnologie.... Co to je?

- **Limnologie** (slovo pochází z řeckého Λίμνη [limne]) **je věda o kontinentálních vodních útvarech s pomalou výměnou vody.**
- Učí o vztazích ve vodních ekosystémech
- **Popisuje** hydrobiologické, hydrochemické a hydrologické **souvislosti ve vodních nádržích a tocích**



Základní pojmy a členění mělké nádrže mírného klimatického pásma
v době letní stagnace

Plankton – organismy ve vodě

Bentos – organismy ve dně

B. Maršálek 2012: Učební texty pro vzdělávací program „Kvalifikovaný stavitel koupacích
jezírek“

Hlavní produkční složka jezírek a biotopů – bentos+ litorál

- **Fytobentos** – nárosty, perifyton – primární producenti
- **Zoobentos** – konzumeti
- **Bakteriobentos** – destruenti, biologicky aktivní povrchy, biofilmy – jednoduché houby a plísně, bakterie
- **Makrovegetace** – litorální a submerzní



Metody regulace kvality vody v malých nádržích

- **Biologické** metody (sediment, pelagiál, litorál)
- **Chemické** metody (přítok, sedimenty, vodní sloupec)
- **Fyzikální** (redukce živin, „hygienizace“, aerace)
- **Mechanické** (filtrace, skimery, stínění)

Biologické metody regulace řas v malých nádržích

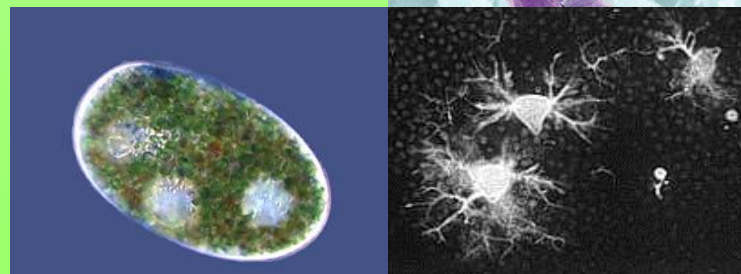
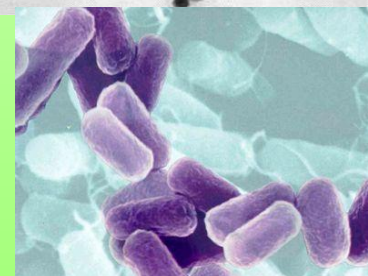
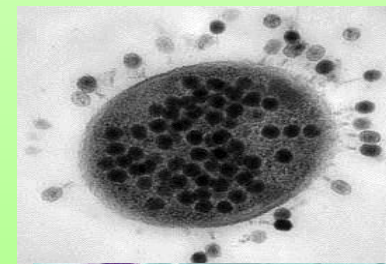
- Využití přirozených **parazitů**: viry, bakterie, plísně.
- Využití přirozených **filtrátorů**
 - zooplankton (biomanipulace),
 - některé ryby?

Biologická kontrola

- Introdukce biologických agens (BA) – parazité, filtrátoři
- 2 typy mechanismu účinku BA vůči řasám a sinicím:
 1. **Přímý** = predace protozoárními organismy, parazitické působení virů, bakterií
 2. **Nepřímý** = produkce extracelulárních cyanocidních/cyanostatických látek bakteriemi a plísněmi

Biologická kontrola

- Biologická agens zahrnují:
 - Viry
 - Bakterie
 - Řasy
 - Mikroskopické houby
 - Prvoky
 - Makrofyta
 - Ryby

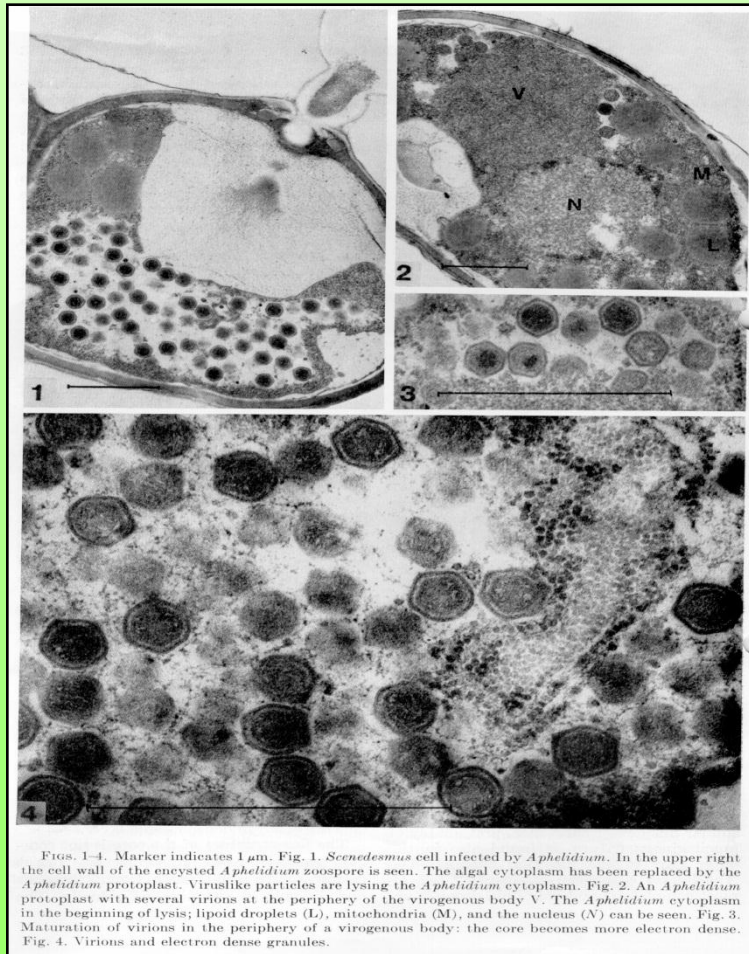


Biologická kontrola - viry

- ✓ Rychlá reprodukce – kolaps populací fytoplanktonu
- ✗ Vysoká hostitelská specifita
- ✗ Rezistence; stabilní koexistence virus-hostitel
- ✗ Působení faktorů prostředí
- ✗ Rozvoj jiného druhu (kompetice)
- ✗ Inokulum virů ?



Viry a fágy



- LPP cyanofág.
- Zatím jen ve fázi výzkumu a laboratorních pokusů.
- Problémy: specifická, obtížná kultivace.
- Schnepf, Soeder et Hegewald (1970): Virology 42: 482-487.

Biologická kontrola - bakterie

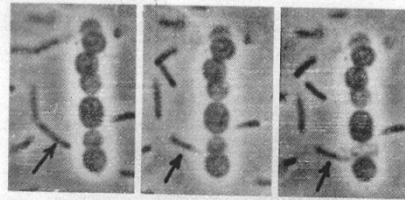
- Mechanismy působení:
 - Kompetiční využívání živin
 - Parazitismus - *Bdellovibrio* sp. vs. *Microcystis aeruginosa*
 - Produkce extracelulárních látek – proteázy, surfactin, argimicin A
- ✓ Rychlý růst
- ✓ Snadná kultivace
- ✓ Adaptace na nepříznivé podmínky prostředí
- ✓ Schopnost využívat různé substráty

Biologická kontrola - bakterie

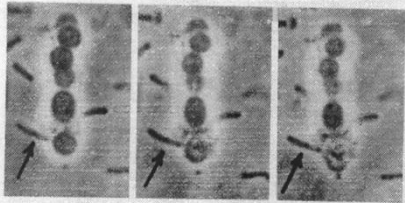
- Cyanocidní efekt bakterií prokázán v laboratorních podmínkách (vysoké koncentrace bakterií)
- V přírodních podmínkách sledován jen sezónní vývoj abundance lytických bakterií – korelace s vývojem fytoplanktonu



Bakterie

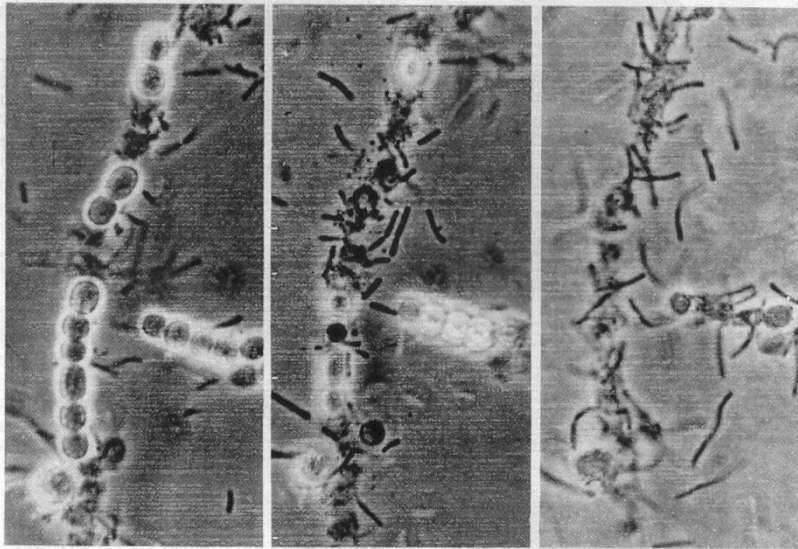


0' 15' 20'



22' 27' 32'

FIG. 9. Sequence of lysis (in minutes) of *Nostoc* with low multiplicity of the myxobacters obtained by the thin-agar technique. Zeiss phase-contrast microscope. $\times 3,150$.



0 hr

2 hr

4 hr

FIG. 10. Sequence of lysis (in hours) of *Nostoc* filament with high multiplicity of the myxobacters obtained by the thin-agar technique. Zeiss phase-contrast microscope. $\times 3,150$.

- Lyse sinice *Nostoc* bakterií ze skup. Myxobakteria.
- Působí velmi rychle, řádově hodiny.
- Specifické? Jen v laboratoři.
- Shilo (1970): J.Bacteriol. 104: 453-461

Bioaugmentace

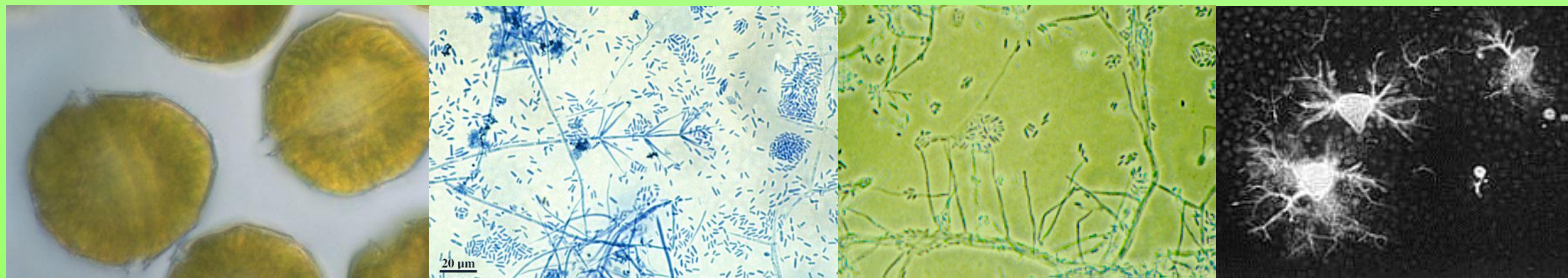
(probiotické kultury, biopřípravky)

- **Širokospektrální (ideální do jezírek),** rozkládají sedimenty, čistí dno
- 1-3druhovné (septikové) nevhodné
- **Kombinované (bakterie+ enzymy)** vhodné, funkční – NUTNO UMĚT POUŽÍVAT!!!
- **Enzymy s živinami** pro autochtonní bakterie – podpora přírodních procesů

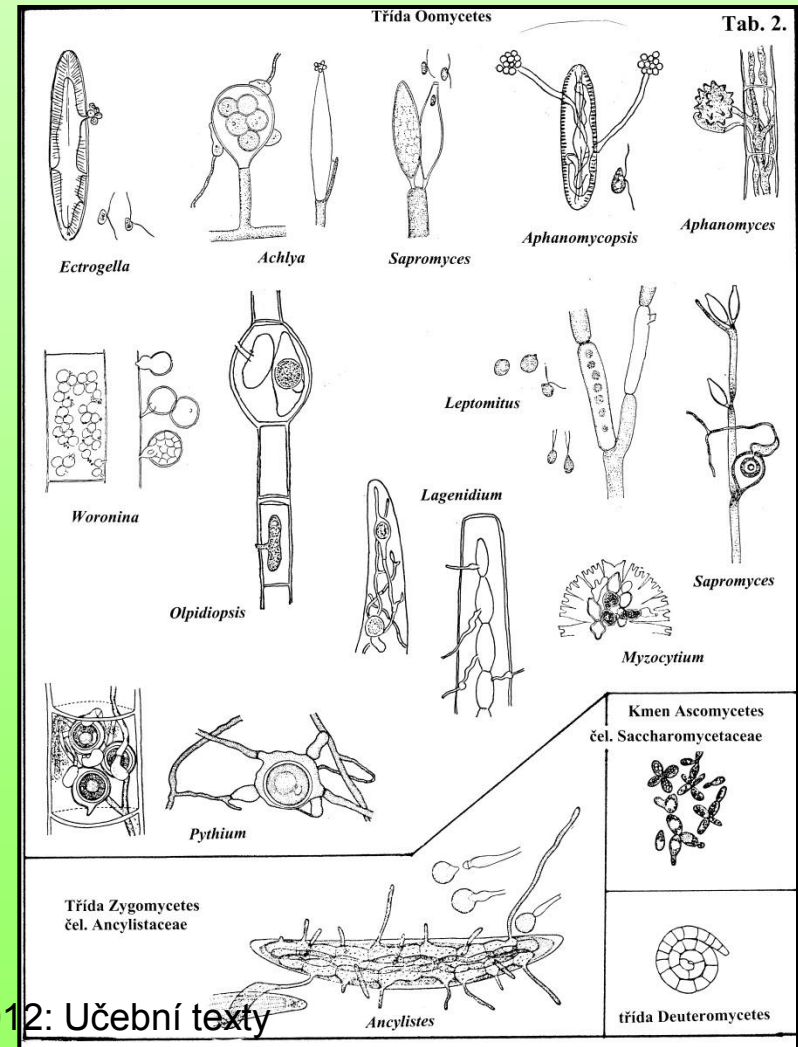
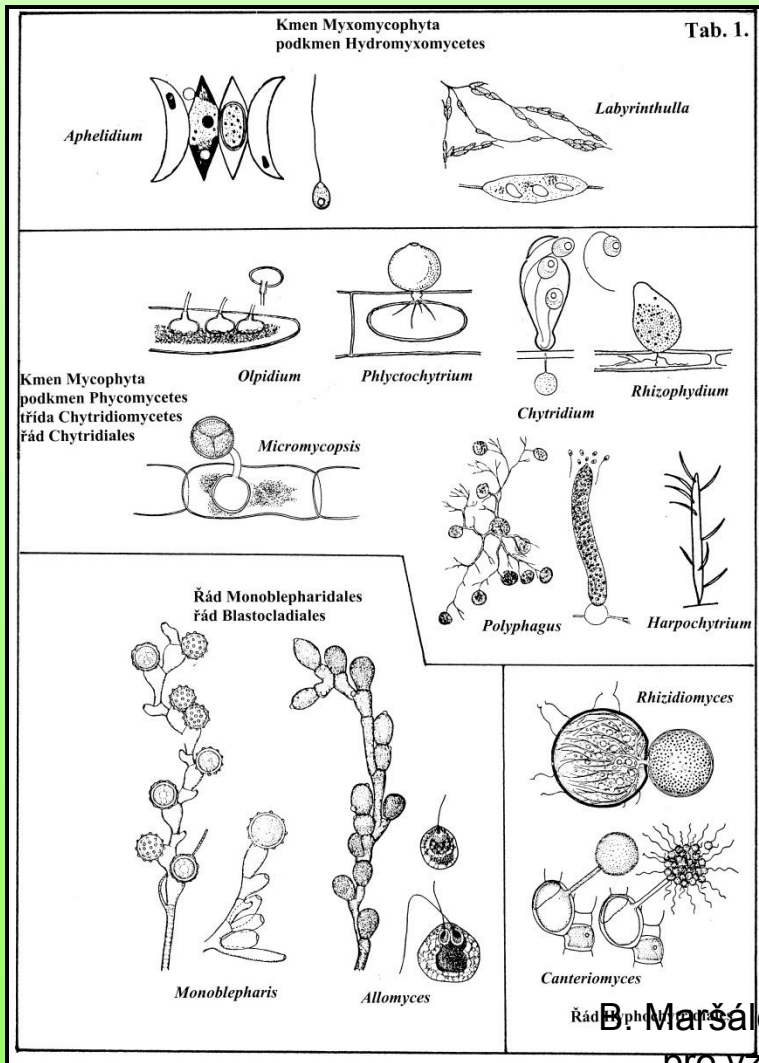


Biologická kontrola – řasy, mikroskopické houby

- *Peridinium bipes* vs. *Microcystis aeruginosa*
 - lytický efekt extraktu; kompetice o živiny
- *Chytridiomycota* (*Chytridium microcystidis* vs. *Microcystis aeruginosa*)
- *Ascomycota*



Houboví parazité sinic a řas

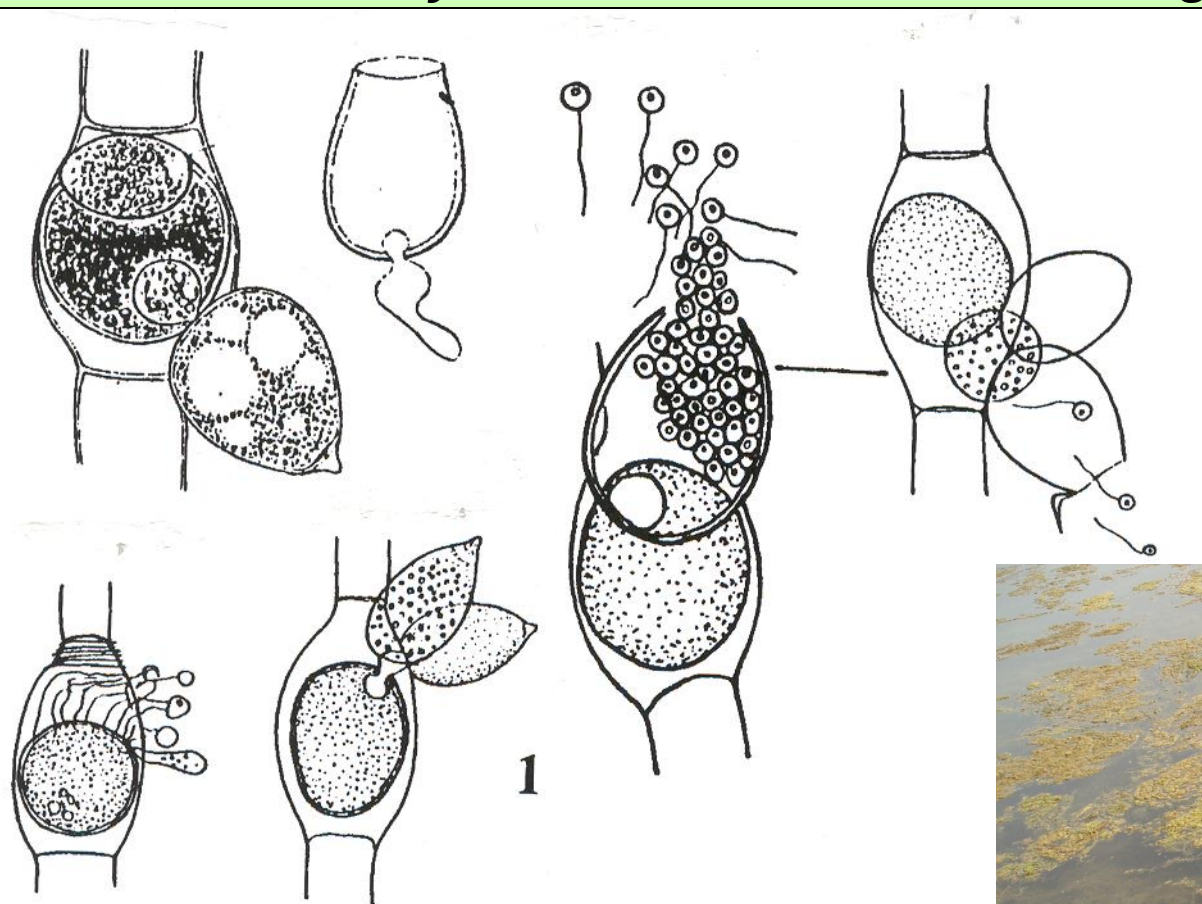


B. Mařálek 2012: Učební texty

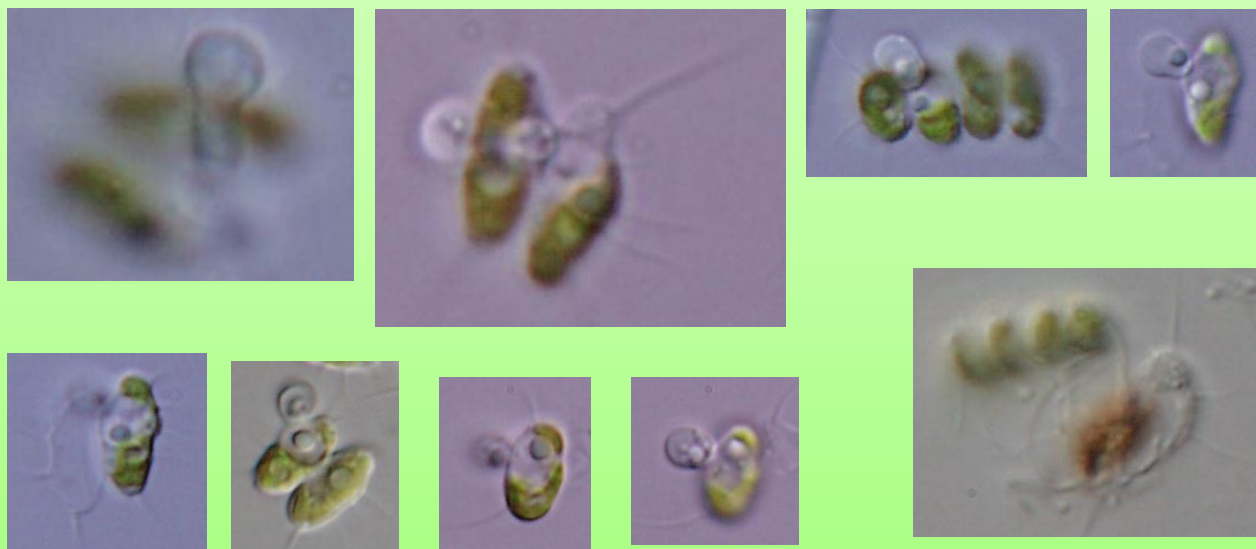
pro vzdělávací program

Kvalifikovaný stavitel koupacích

Chytridium olla na řase *Oedogonium* sp.



Příklad –přírodní regulace parazitická plíseň, cf. *Phlyctidium scenedesmi*
Chytridiomycet, na řase *Scenedesmus abundans*.

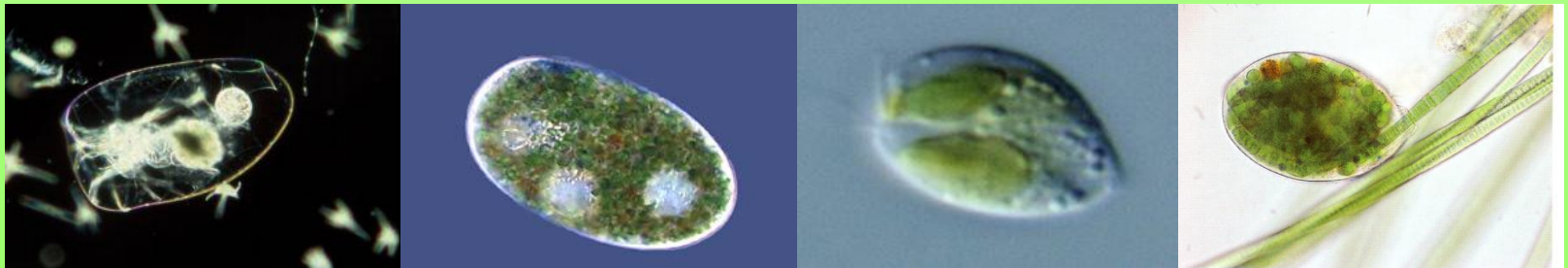


Houboví parazité řas a sinic

- Většina je silně specifická.
- Napadají spíše organismy oslabené nebo stresované.
- Kultivace je ve fázi výzkumu. Jen některé tvoří spóry-možnost uchovávání.
- Vyplatí se je ale sledovat a využívat jejich přirozený rozvoj – úspora za další přípravky!!!

Biologická kontrola – prvoci

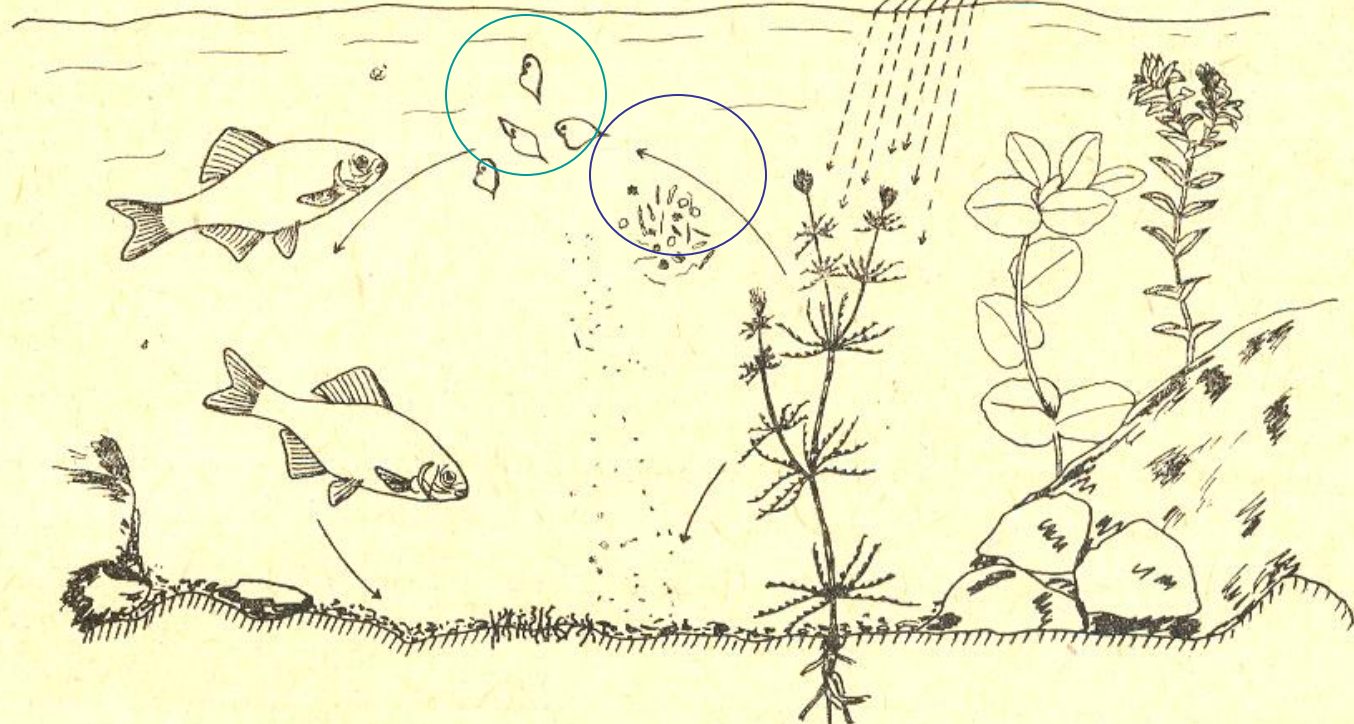
- Přímá predace (spásání) – ovlivněno velikostí buněk (ano fytoplankton, ne vláknité řasy)
- ✗ Možnost vytvoření obranných mechanismů proti spásání



Regulace potravních vztahů ryby-zooplankton-fytoplankton = (biomanipulace)

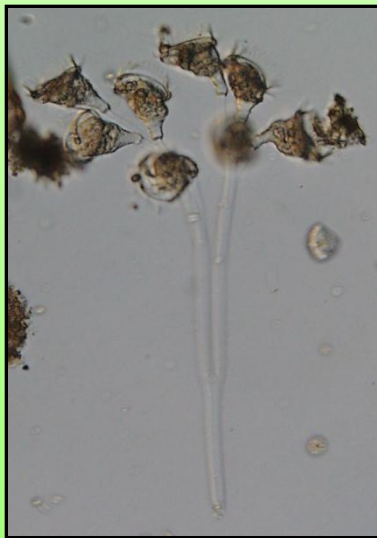
- Redukce predálního tlaku ryb na zooplankton a zvýšení spásání fytoplanktonu
- **Regulace rybí obsádky**
 - Redukce/odstranění planktonofágních ryb
 - Redukce bentofágních ryb + podpora dravých ryb
 - Neselektivní odstranění ryb, aj.
- Kombinace s redukcí živin v nádrži
- Neustálá kontrola obsádky ryb
- **Přímá predace fytoplanktonu býložravými rybami** (amur, tolstolobik, tolstolobec, tilapie)
 - Ichtyoeutrofizace
 - Životaschopnost řas a sinic po průchodu trávicím traktem ryb – 80%!!!

BIOMANIPULACE



Obr. 2. Schematické znázornění účasti jednotlivých skupin vodních organismů na koloběhu látek ve vodě

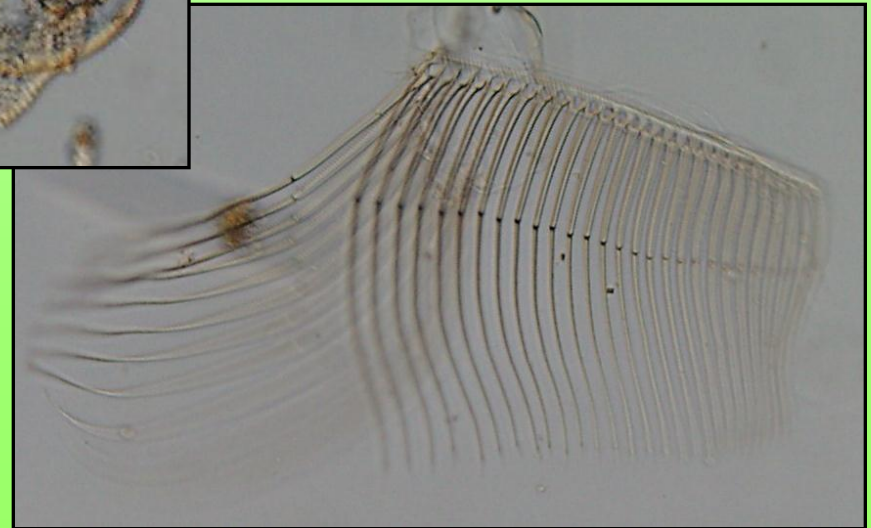
Zooplankton – účinný biofiltr



2 L/den * 500 ks/L=...

Bio-manipulace,
„top-down effect“

B. Maršálek 2012: Učební texty pro vzdělávací program
„Kvalifikovaný stavitel koupacích jezírek“



Zdravý zooplankton=základ čisté vody!

- Dostatečné populace zooplanktonu- účinný filtr se zpětnou vazbou – více potravy – více zooplanktonu....
- Nutný je zdravý ekosystém –BEZ CHEMIE
- Důležitá je biodiverzita zooplanktonu-
 - Vířníci, prvoci – bakterie
 - Korýši a pod – řasy a sinice



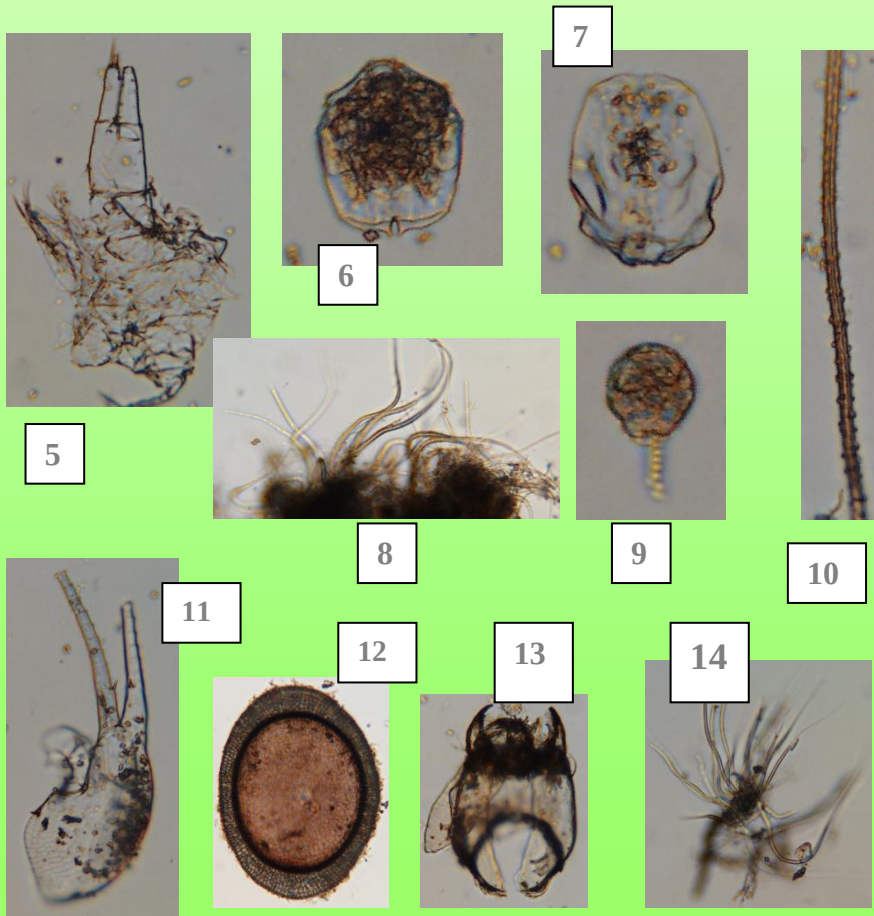
ZDROJE ZOOPLANKTONU

- MOŽNO KOMERČNĚ KOUPIT - Daphnia magna - vysoký filtrační tlak, bere bakterie, řasy i sinice
- POZOR!!!! Nikdy nebrat zooplankton z přírody –
 - (plísňě, bakterie....)
 - Draví korýši – predace!!!!



Příklad rozboru zooplanktonu
Břeh 1. perloočka *Alona* sp. ,
 2. , 3. vířník cf. skupina Bdelloidea,
 4. perloočka *Eurycercus lamellatus* –
 postabdomen,

Celkem 15 druhů zooplanktonu



Molo 5. kopepoditové stadium
 buchanky (Crustacea, Cyclopidae),
 6, vířník *Brachionus angularis*
 (Rotatoria), 7. ?, 8, 14. sinice *Calothrix*,
 9. *Vorticella* sp. (Ciliata),
 10. tykadlo motýla?,
 11. perloočka *Bosmina* sp.
 (Crustacea), 12. statoblast mechovky
Plumatella (Bryozoa), 13. hlavová
 kapsle pakomára (Chironomidae,).

Využití makrofyt - principy

- Podpora rozvoje litorální vegetace → **redukce živin** (N, P)
- **Odstranění nežádoucích látek** (kumulace těžkých kovů, pesticidů aj.)
- **Produkce alelopatických látek** inhibujících růst fytoplanktonu (*Myriophyllum* sp.)



Téma MAKROFYTA –

...potřebná celá

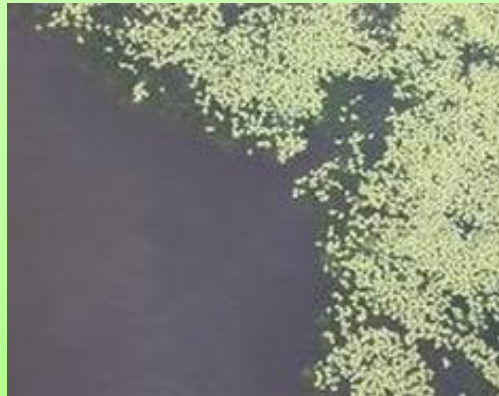
PŘEDNÁŠKA!!!

**(kompetice o světlo, živiny,
produkce alelopatik atd...**



Trendy ve snižení mobility a koncentrace živin z PŘÍTOKU/ZDROJI

- Sorpční pásy /Patrony P (zeolity, Al, Fe, HS)
- Nárostové substráty pro dočišťování vod
- Využití biopreparátů
- Elektrokoagulace
- Technologie s Lemna a Cladophora
- Technologické mokřady- litorál + bentál (rostliny + bakterie)



B. Maršálek 2012: Učební texty
pro vzdělávací program

Kvalifikovaný stavitel koupacích



Mechanické možnosti zlepšení kvality vody v jezírku

- Levné, rychlé, nechemické, praktické, **PREVENTIVNÍ!!!**
- **Filtrace** (0,1mm síta) před zónou obnovy (fontány=pračky vzduchu...)
- Skimery – hladinové sběrače
- Odkalovače dna – odstranění/ odsátí sedimentů – **důležitá prevence stárnutí nádrží**
- Stínění – stromy, sítě, „chemické stínění“
- Těžba – **odstranění biomasy makrofyt!!!**
- **Aerace**

Soupis metod a jejich principy

Aerace – provzdušňování (možná aplikace probiotických kultur,)

- **Aerační systémy:**

- Dle plošného uspořádání
 - Liniové
 - Bodové
 - Plošné (kyslíkové věže)

- Dle umístění v nádrži

- Povrchové
- Hlubinné

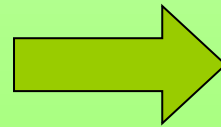
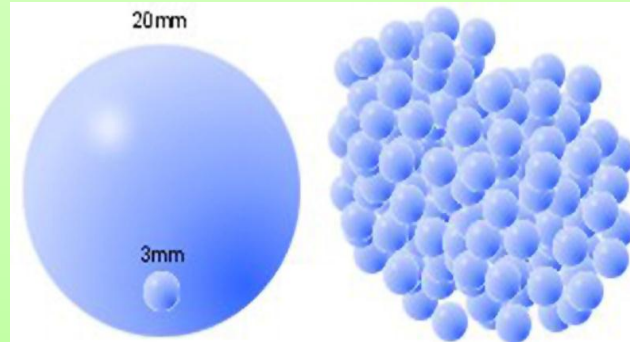
- Dle velikosti vyvíjených bublin

- Hrubobublinná $>1\text{mm}$
- Jemnobublinná $100\text{-}1000\ \mu\text{m}$
- Mikrobublinná $20\text{-}100\ \mu\text{m}$
- DAF, OF (diffuse air flotation) $5\text{-}20\ \mu\text{m}$

- Dle konstrukce sacích horizontů (s a bez stratifikace)

- Dle délky trvání aerace

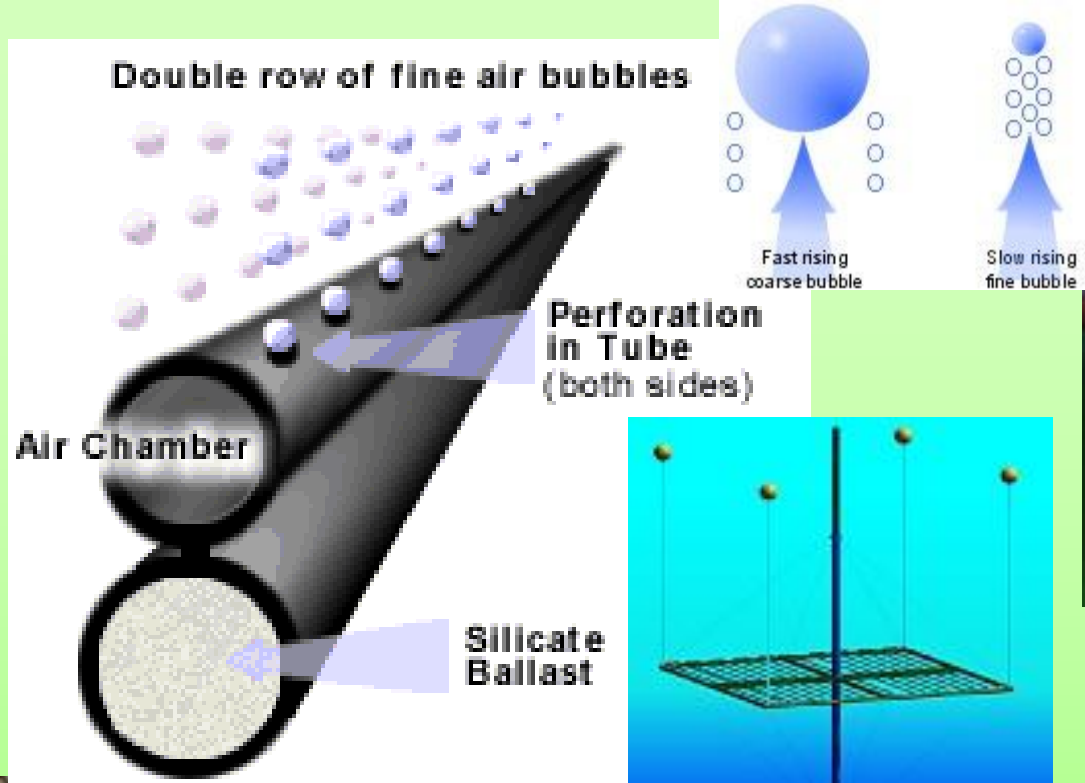
- Trvalý provoz
- Periodická aerace (dle denní, roční doby, dle aktuálního stavu kyslíkového režimu)



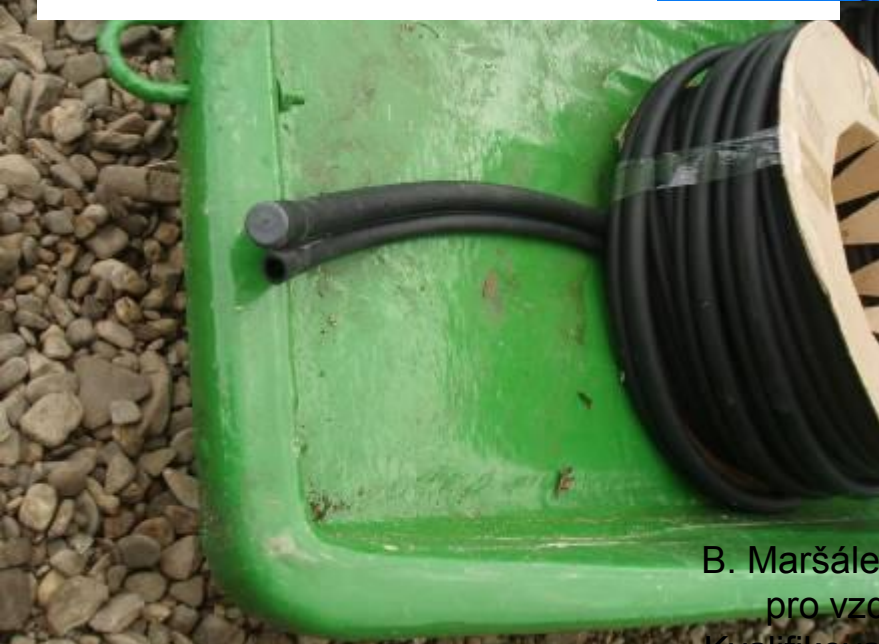
B. Maršálek 2012: Učební texty

pro vzdělávací program

Kvalifikovaný stavitel koupacích



Lineární aerace a aerační věže DESTRAFIFIKACE



Fyzikální metody péče o vodu v jezírku

- **UV- lampy** (vliv na živé bakterie, plísně, málo na řasy a sinice **POŠKODÍ ZOOPLANKTON**)
- **Ultrazvukové generátory** – odstranění sinic, omezí reprodukci ryb
- Fyzikálně/chemické **sorbenty P** (Zeolity, Al, Fe., HL.....)
- Pozor na světelné efekty – **osvětlení** mimo PhaR!



Příklad aplikace HL

(humínových látek)



B. Maršálek 2012: Učební texty pro
vzdělávací program „Kvalifikovaný stavitel
koupacích jezírek“

Chemické metody péče o vodu v jezírku/ koupacím biotopu

- MINIMÁLNÍ!!!
- Podstatný je nejen vliv na řasy, ale hlavně na zooplankton!!!!
- Možnosti je nepřeberné množství
 - Voda
 - Snížení koncentrací fosforu
 - Al, Fe HL (ale lepší biologická alternativa)
 - Odstranění ryb (pozor na aktuální legislativu!)
 - Chemické stínění – modré a hnědé barvy)

Chemické metody péče o vodu v jezírku/ koupacím biotopu POKRAČOVÁNÍ

- SEDIMENTY A BENTÁL
 - Redukce nárostových řas
 - peroxid vodíku 2-5%
 - Enzymatické přípravky- POZOR- inhibice makrofyt
- LEPŠÍ ALTERNATIVA – BIOAUGMENTACE!!!



BIOINDIKACE TROFIE POMOCÍ ŘAS



[Sinice
\(Cyanophyta\)](#)

[Ruduchy
\(Rhodophyta\)](#)

[Rozsivky
\(Bacillariophyta\)](#)

[Zelené řasy
\(Chlorophyta\)](#)

[Charophyta
\(vč. spájivek\)](#)

[Ostatní
skupiny](#)

[Domů](#)

Komu je Atlas fytobentosu určen

[Návod k používání](#)

[Seznam druhů](#)

[Důležité znaky při určování](#)

[Penátní rozsivky - základy morfologie](#)

[Hodnocení ekologického stavu toku v ČR a EU](#)

[Metodika odběru a zpracování vzorku](#)

[Termíny](#)

[Determinační kurzy BU AV ČR v.v.i.](#)

[Zkratky, vysvětlivky](#)

[Doporučená literatura](#)

[Poděkování, Citace](#)

[Autoři](#)

Komu je Atlas fytobentosu určen

Atlas fytobentosu **doporučujeme všem**, kteří se chtějí naučit **základy poznávání nárostových sinic a řas**. Protože využíváme názorných fotografií a interaktivních odkliků, lze ho využít prakticky kdekoli, jak na univerzitách při výuce, tak i při rutinním užití v praxi na podnicích povodí, zdravotních ústavech, v laboratořích vodárenských společností apod.

[nahoru](#)

Návod k používání atlasu

Před vlastním použitím atlasu je nutné aby čtenář:

- **dokázal** určit skupinu (sinice, rozsivka, zelená řasa apod.), do které pozorovaný objekt patří, a tak dobře zvolil odkaz v řádku pod hlavní lištou na různé taxonomické skupiny. Pro seznámení se základy určování jednotlivých skupin doporučujeme webové stránky Jihočeské Univerzity www.sinicearasy.cz nebo jakákoliv skriptá algologie (např. [Kalina, 1996](#)). Pro Vaše ujištění, zda se opravdu jedná o objekt z dané skupiny jsme na úvod každé strany vložili stručnou charakteristiku celé skupiny.

- **prostudoval** oddíl "[Důležité znaky při určování](#)" a "[Penátní rozsivky - základy morfologie](#)".

Jak rychle atlas používat (nechce se mi číst kupa textu níže):

Otevřete si v novém okně/záložce dvě stálá okna (bod 1. a 2) a jedno proklikávací okno (bod 3.)

1. [http://www.sinicearasy.cz](#) 2. [http://www.fytobentosu.cz](#) 3. [http://www.fytobentosu.cz/](#)

Ruduchy

Stručná charakteristika ruduch:

- stélka mnohobuněčná, méně jednobuněčná
- mnohobuněčná stélka vysoce organizovaná, větvená, podobná vyšším rostlinám
- typická asimilační barviva (výsledná červená nebo olivově hnědá barva je dána barvivem fykoerytrinem a karotenoidy)
- pohlavní rozmnožování - jeho orgány k se používají se při určování druhu
- málo sladkovodních zástupců
- více informací na webu [Sinice a řasy](#)

Systematika ruduch:

- říše: rostliny (Plantae)
- oddělení: Ruduchy (Rhodophyta)
- pro detailní určování více druhů doporučujeme následující soubor [Lederer, Lhotský \(2001\)](#)



Batrachospermum

Hildebrandia

Lemanea

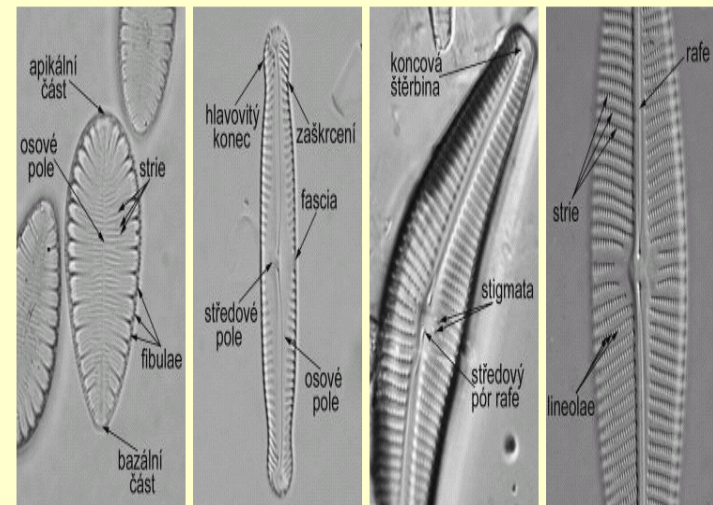
Důležité znaky při určování

Při určování "neznámého objektu" je nutné obecně se zaměřit na:

- rozměry (šířku, délku - případně jejich poměr);
- typ stélky a její tvar (kokální, vlákna nevětvená-větvená, sifonální);
- přítomnost, tvar a struktura schránky;
- forma buněčné stěny - všimát si tloušťky, tvorby H-kusů, pancíře, slizu;
- přítomnost a tvar chloroplastu příp. typ pyrenoidu;
- typ rozmnožování;
- zakončení vláken a přítomnost pochev;
- typ barviv.

Znaky, na které byste měli soustředit v rámci konkrétní taxonomické skupiny jsou vypsány vždy v úvodu stran jim věnovaných.

U rozsivek - na vzorových fotografiích jsou šipkami znázorněny důležité morfologické znaky, které je nutné při určování zaznamenávat (vysvětlení terminů je níže v tabulce [Penátní rozsivky - základy morfologie](#)).



Batrachospermum sp.

druh: *Batrachospermum moniliforme*, *Batrachospermum vagum*

Ekologie:

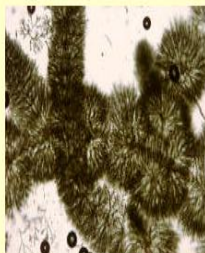
- biotop: epipelon, rychle tekoucí vody
- trofie oligo saprobity: oligo
- pH: 7 a níže

Rozměry:

stélka dorůstá do délky až 20cm

Stručná charakteristika:

- stélka makroskopická, trsovitá, centrální vlákno je nápadně hrubší
- vedlejší vlákna vyrůstají v pravidelných přeslenech



Didymosphenia geminata

literatura: MK, SR, SWF: *Didymosphenia geminata* (Lyngb.) M. Schmidt

Domů

Ekologie:

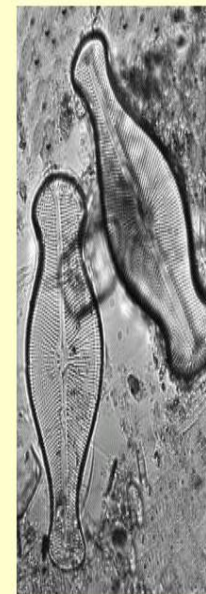
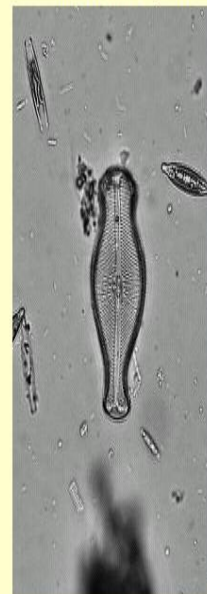
- biotop: epilíon, na větvených slizových stopkách
- trofie/saprobity: oligotrofní / -
- pH: -
- salinita: nižší až vyšší

Rozměry:

délka: 60-140 µm
šířka: 25-43 µm
stříe: 8-10/10 µm
stigma: 2-5

Stručná charakteristika:

- heteropolární; oba konce schráněk široce hlavovité; stříe zřetelně tečkované; více než jedno stigma při jedné straně středového pole



Záměny:

Gomphonema truncatum (meso-eutrofní, mesosaprobni, alkalifilní, vyšší salinita, 13-75, 7-17, 9-12/10)

menší schránky, pouze jedno stigma

Ruduchy

Stručná charakteristika ruduch:

- stélka mnohobuněčná, méně jednobuněčná
- mnohobuněčná stélka vysoce organizovaná, větvená, podobná vyšším rostlinám
- typická asimilační barviva (výsledná červená nebo olivově hnědá barva je dána barvivem fykoerytrinem a karotenoidy)
- pohlavní rozmnožování - jeho orgány k se používají se při určování druhu
- málo sladkovodních zástupců
- více informací na webu [Sinice a řasy](#)

Systematika ruduch:

- říše: rostliny (Plantae)
- oddělení: Ruduchy (Rhodophyta)
- pro detailní určování více druhů doporučujeme následující soubor [Lederer, Lhotský \(2001\)](#)



Batrachospermum

Hildebrandia

Lemaeria

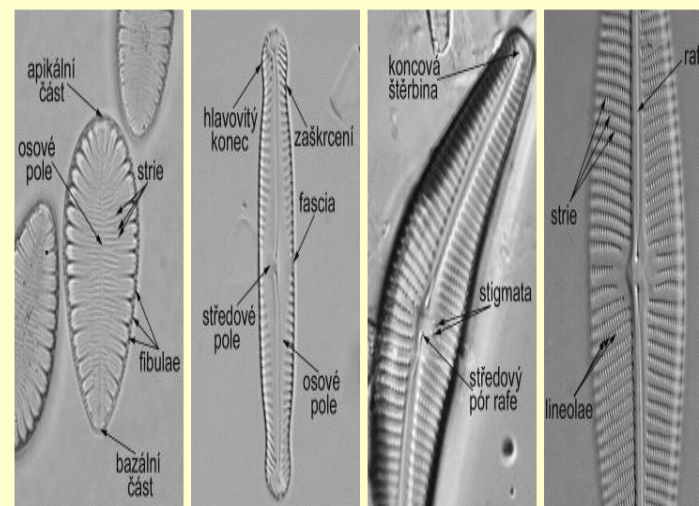
Důležité znaky při určování

Při určování "neznámého objektu" je nutné obecně se zaměřit na:

- rozměry (šířku, délku - případně jejich poměr);
- typ stélky a její tvar (kokální, vlákna nevětvená-větvená, sifonální);
- přítomnost, tvar a struktura schránky;
- forma buněčné stěny - všimát si tloušťky, tvorby H-kusů, pancíře, slizu;
- přítomnost a tvar chloroplastu příp. typ pyrenoidu;
- typ rozmnožování;
- zakončení vláken a přítomnost pochev;
- typ barviv.

Znaky, na které byste se měli soustředit v rámci konkrétní taxonomické skupiny jsou vypsány vždy v úvodu stran jim věnovaných.

U rozsivek - na vzorových fotografiích jsou šipkami znázorněny důležité morfologické znaky, které je nutné při určování zaznamenávat (vysvětlení terminů je níže v tabulce [Penátní rozsivky - základy morfologie](#)).



Batrachospermum sp.druh: *Batrachospermum moniliforme*; *Batrachospermum vagum***Ekologie:**

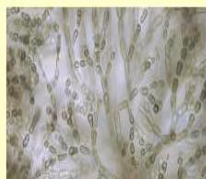
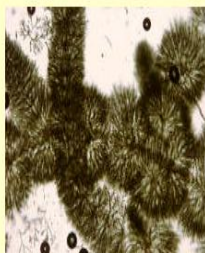
- biotop: epipelon, rychle tekoucí vody
- trofie oligo saprobity: oligo
- pH: 7 a níže

Rozměry:

stélka dorůstá do délky až 20cm

Stručná charakteristika:

- stélka makroskopická, trsovitá, centrální vlákno je nápadně hrubší
- vedlejší vlákna vyrůstají v pravidelných přeslenech

*Didymosphenia geminata*literatura: MK, SR, SWF: *Didymosphenia geminata* (Lyngb.) M. Schmidt

Domů

Ekologie:

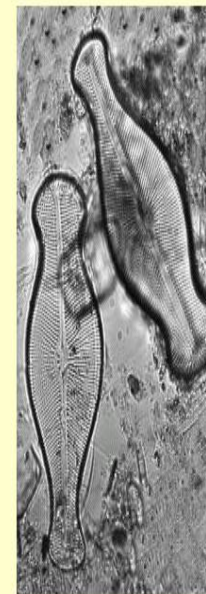
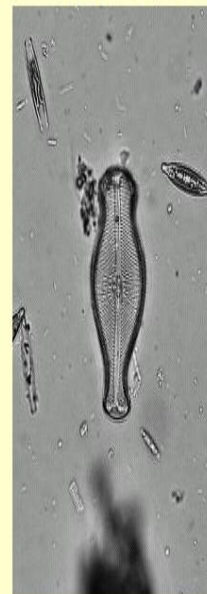
- biotop: epilítón, na větvených slizových stopkách
- trofie/saprobity: oligotrofní / -
- pH: -
- salinita: nižší až vyšší

Rozměry:

délka: 60-140 µm
šířka: 25-43 µm
stříe: 8-10/10 µm
stigma: 2-5

Stručná charakteristika:

- heteropolární; oba konce schráněk široce hlavovité; stříe zřetelně tečkované; více než jedno stigma při jedné straně středového pole

**Záměny:***Gomphonema truncatum* (meso-eutrofní, mesosaprobni, alkalifilní, vyšší salinita, 13-75, 7-17, 9-12/10)

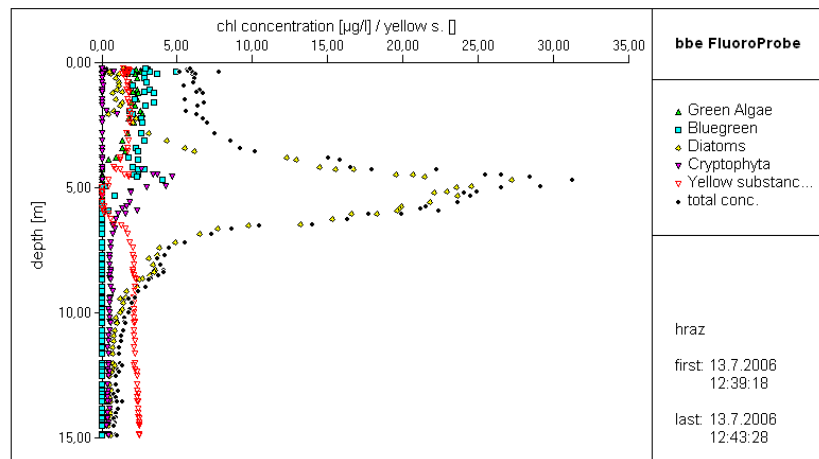
menší schránky, pouze jedno stigma

ANALYTIKA VODY



- Patří k profesní samozřejmosti
- Veškerá rozhodnutí a opatření musí stát na datech!!!
- Hodně o procesech v nádrži napoví i jednoduché parametry – pH, DO, ChSK, P, NH_4 , NO_3 ,
- mikroskopický obraz – základ dobrých rozhodnutí
- znalost procesů a bioindikací !!!

I velmi sofistikované metody mohou špatně informovat, neznáme-li princip metod a procesů ve vodním ekosystému



B. Maršálek 2012: Učební texty pro vzdělávací program „Kvalifikovaný stavitel koupacích jezírek“

**Důležitější, než
drahé přístroje je
zkušený
odborník, který
zná souvislosti a
rozhoduje na
základě dat a ne
pouhé empirie**

*B. Maršálek 2012: Učební texty pro vzdělávací program
„Kvalifikovaný stavitel koupacích jezírek“*

Pozici rostlinného fyziologa zkoumajícího fyziologický stav pomocí variabilní fluorescence chlorofylu lze přirovnat k lékaři, který určuje diagnózu a vidí přitom jen vaše kotníky.



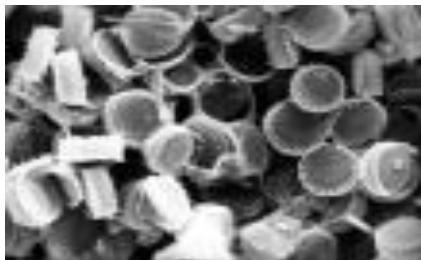
Pane Novák, měříte asi 175-180 cm, vážíte 110 kg $\pm$ 10 %, je vám tak 50 let. Předpokládám vysoký krevní tlak, vsadil bych na zvýšený cholesterol...

ZÁVĚRY

- Každá nádrž má svou sukcesi – původ vody a specifické složení
- Stabilizovaná voda je hodnota! Obměna vody je risk, který může přinést novou sukcesi!!!
- Základní podmínka pro kvalitní vodu s minimem provozních nákladů je dobrý projekt výstavby – nutná **spolupráce stavební a limnologické částí projektů!!!**
- Je mnoho metod pro hlídání kvality vody v nádrži, ale **pouze kvalifikované zásahy opřené o data přinesou kvalitní vodu a dobrý požitek**
- Kontakt marsalek@sinice.cz



děkuji za pozornost



Systemy pro hodnocení trofie povrchových vod dle bentických rozsivek (a možné alternativy)

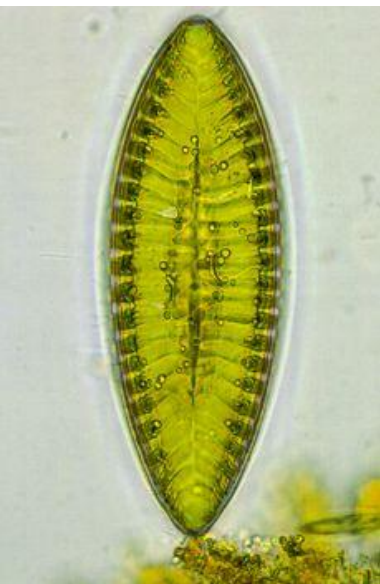
Prof. Ing. Blahoslav Maršálek, CSc.,

Pro:

***Zahradnická perspektiva – profesní
vzdělávání členů Svazu zakládání a údržby
zeleně***

*Tento projekt je financovaný z prostředků ESF
prostřednictvím Operačního programu Lidské
zdroje a zaměstnanost
a státního rozpočtu ČR*

B. Maršálek pro vzdělávací
program „Kvalifikovaný stavitel
koupacích jezírek“



Způsoby hodnocení trofie dle:

- 1. Zvýšené nabídky živin, (koncentrace N,P ve vodě)
- 2. Hodnocení podle růstové odezvy *in vitro*, (trofický potenciál- laboratorní biotesty)
- 3. Hodnocení podle *in situ* zvýšené koncentrace biomasy fototrofů, (reálná koncentrace v přírodě)
- 4. Hodnocení podle změn v druhovém složení (bioindikace)

ČSN EN 14407

- ... avšak žádná z metod založených na společenstvech bentických rozsivek z vodních toků nebyla ještě vyvinuta do té míry, aby mohla být doporučena v normě...

Klíčové otázky výběru indikátorů:

- Bohaté seznamy indikátorů vs. 100-200 vybraných druhů
- Jen rozsivky vs. Všechny řasy fyto-bentosu
- Realita praxe: (použitelnost pro rutinní aplikaci)
 - Rychlost – čas, který lze věnovat odběru, zpracování a vyhodnocení 1 vzorku – vliv na preciznost, citlivost a validitu analýz

Výhody a nevýhody rozsivek

- Výhody:
 - Dobře poznatelné
 - Při výběru limitovaných počtů lze zaučit i více nových pracovníků
 - Vzorky lze skladovat a znovu určit – kontrola QA/QC, GLP..
- Nevýhody
 - Těžko poznatelné, zda před vypálením byly schránky živé, či mrtvé
 - Nejistota, zda společenstvo reagovalo na trofii, org. znečištění, salinitu, aciditu, toxicitu atd.
 - Široké ekologické valence – málo striktních indikátorů (38 TP)

Hodnocení trofického stavu lokality

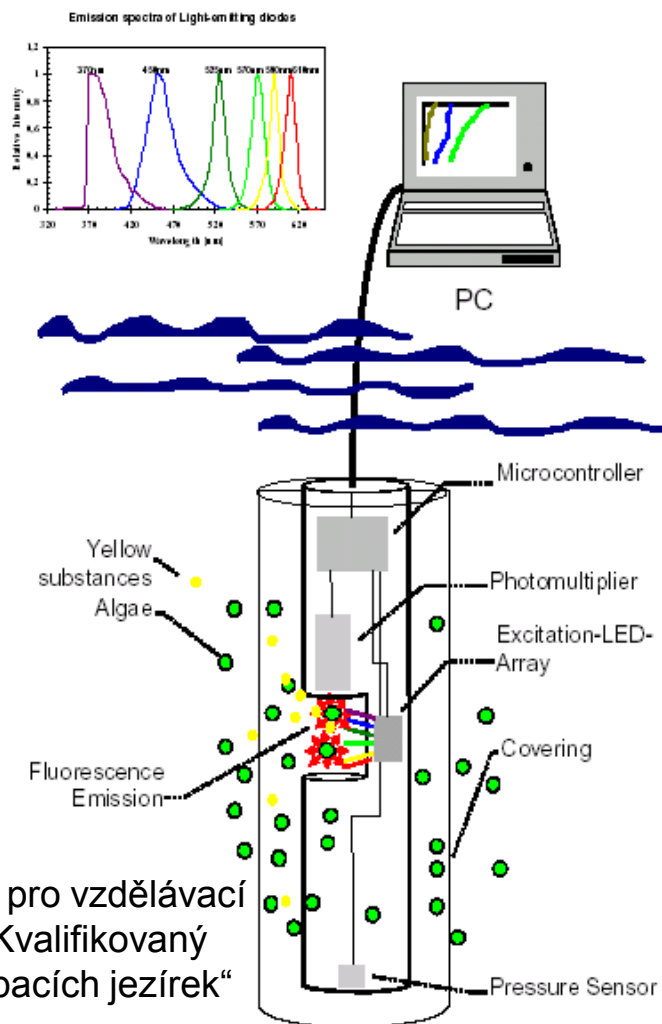
- Saprobita vs. Trofie
- Indexy vs. Hodnocení stavu lokality dle WFD
- Kombinace bioindikací s kvantifikací realizované biomasy fyto bentosu
 - FB sonda
 - Variabilita
 - Reprodukovatelnost

Návrh kompromisní varianty:

- Zpracování a zavedení 2 seznamů indikačních druhů:
 1. Kratší s rozsivkami – cíl hodnocení TROFIE (rutina WFD)
 2. Delší – dle upraveného IndList CSN použitelný i pro hodnocení např. org. zatížení (saprobity)
 - v lokalitách kde nelze použít makrozoobentos,
 - nebo v případech, kdy je vhodné mít srovnání se zoobentosem,
 - Pro speciální monitoring atd.
- Zpracování metodiky skrínigového hodnocení trofie pomocí fluorescenčních sond

Ponorné fluorescenční sondy

- Ponorné fluorometry + PC
- On-line data



B. Maršálek pro vzdělávací
program „Kvalifikovaný
stavitel koupacích jezírek“



FluoroProbe

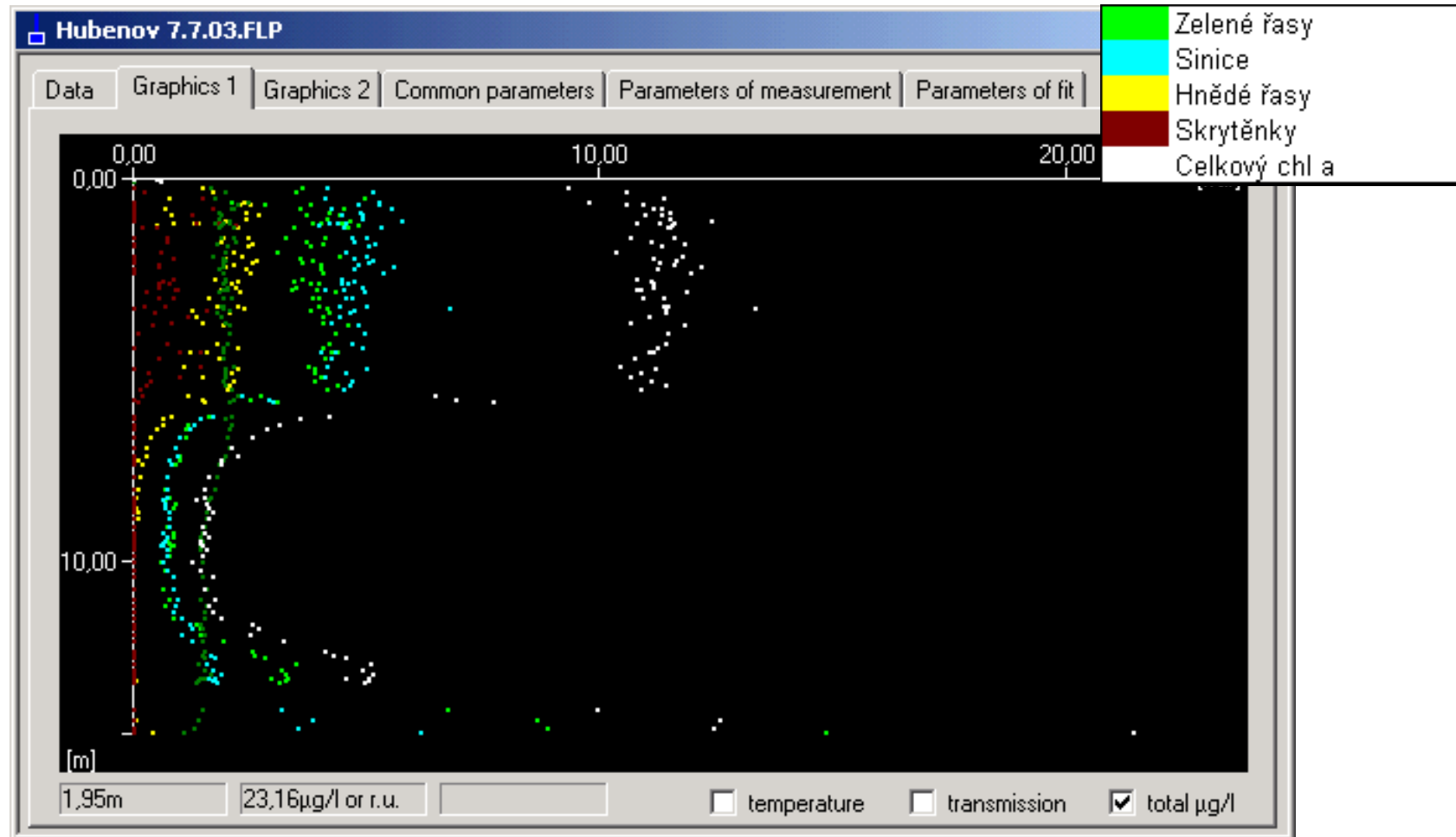
06 Obora										
Data	Graphics 1	Graphics 2	Common parameters			Parameters of measurement		Parameters of fit		
time	depth	temp.	algae [$\mu\text{g/l}$]				total	transm.	int. temp.	
	[m]	[$^{\circ}\text{C}$]	Green .	Bluegr.	Diatom.	Crypto.	[$\mu\text{g/l}$]	[%]	[$^{\circ}\text{C}$]	[$^{\circ}\text{C}$]
08:01:03	1,47	21,6	1,67	25,31	0,00	12,95	39,93	37,34	23,3	21,1
08:01:05	1,90	21,6	2,78	25,04	0,00	13,51	41,34	44,90	23,2	21,1
08:01:08	2,11	21,6	4,03	23,63	0,00	12,49	40,15	47,47	23,3	21,2
08:01:10	2,29	21,6	4,66	23,87	0,00	12,56	41,08	46,19	23,3	21,2
08:01:12	2,49	21,3	11,76	7,67	3,51	6,82	29,75	46,80	23,3	21,2
08:01:15	2,71	21,0	10,98	6,44	4,25	4,85	26,52	45,12	23,3	21,2
08:01:17	2,80	19,8	8,70	2,87	4,02	0,87	16,46	42,37	23,3	21,2
08:01:20	3,04	18,6	8,22	3,93	4,59	0,00	16,75	43,75	23,3	21,2
08:01:22	3,44	18,1	11,83	1,84	3,20	0,00	16,87	57,64	23,3	21,2
08:01:24	3,72	17,9	11,68	1,34	2,67	0,00	15,70	60,17	23,3	21,3
08:01:27	3,80	17,6	10,92	0,57	1,66	0,00	13,15	59,67	23,3	21,3
08:01:29	3,98	17,2	10,31	0,00	1,41	0,00	11,72	59,32	23,4	21,3

results: ☐ (raw data)

First Minus 12 Prev Next Plus 12 Last Fullscreen

Ponorné fluorescenční sondy

Gregor and Maršálek, 2004, Water Research

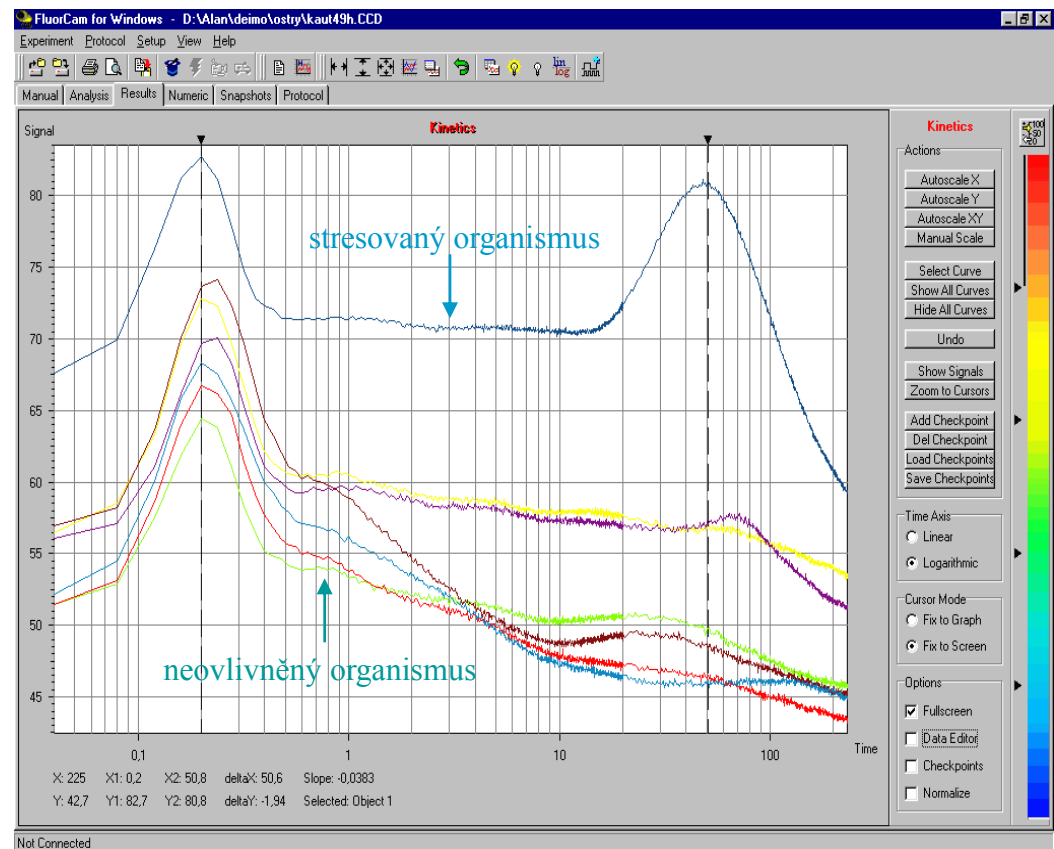


DESIGN- VÝSLEDEK EC PROJEKTU CYANOTOX

(Gavel and Maršálek, 2004, Environmental
Toxicity)

Měření **kinetiky fluorescence chlorofylu *in vivo***

- pomocí fluorimetru s CCD kamerou
- citlivá a nedestruktivní technika
- možnost detekce stresu např. po působení chemických látek
- vhodný nástroj pro vyhodnocování testů toxicity



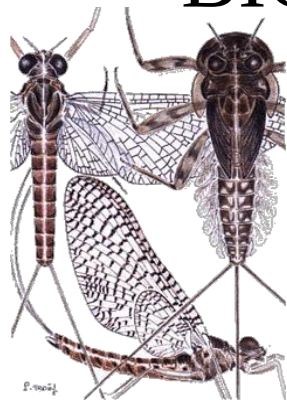
Další otázky:

- Expoziční substráty vs. klasické podklady
 - Výhody:
 - přesně známá expozice,
 - využitelné i pro další analýzy,
 - možnost výběru optimálního místa- referenční lokality!
 - Nevýhody –
 - možná selektivita,
 - nutnost jet 2x na lokalitu...

Další otázky:

- Systém v biotopu – přítok-odtok srovnání lokalit
- Kdo je odpovědný za nastavení monitoringu - provozovatel? Majitel?
- Komu je užitečný systém monitoringu trofie? VŠEM!!!! - okamžitý přehled
- Vyžaduje speciální vzdělání ...

BIOMONITORING a BIOINDIKACE



*B. Maršálek pro
vzdělávací
program
„Kvalifikovaný
stavitel koupacích
jezírek“*

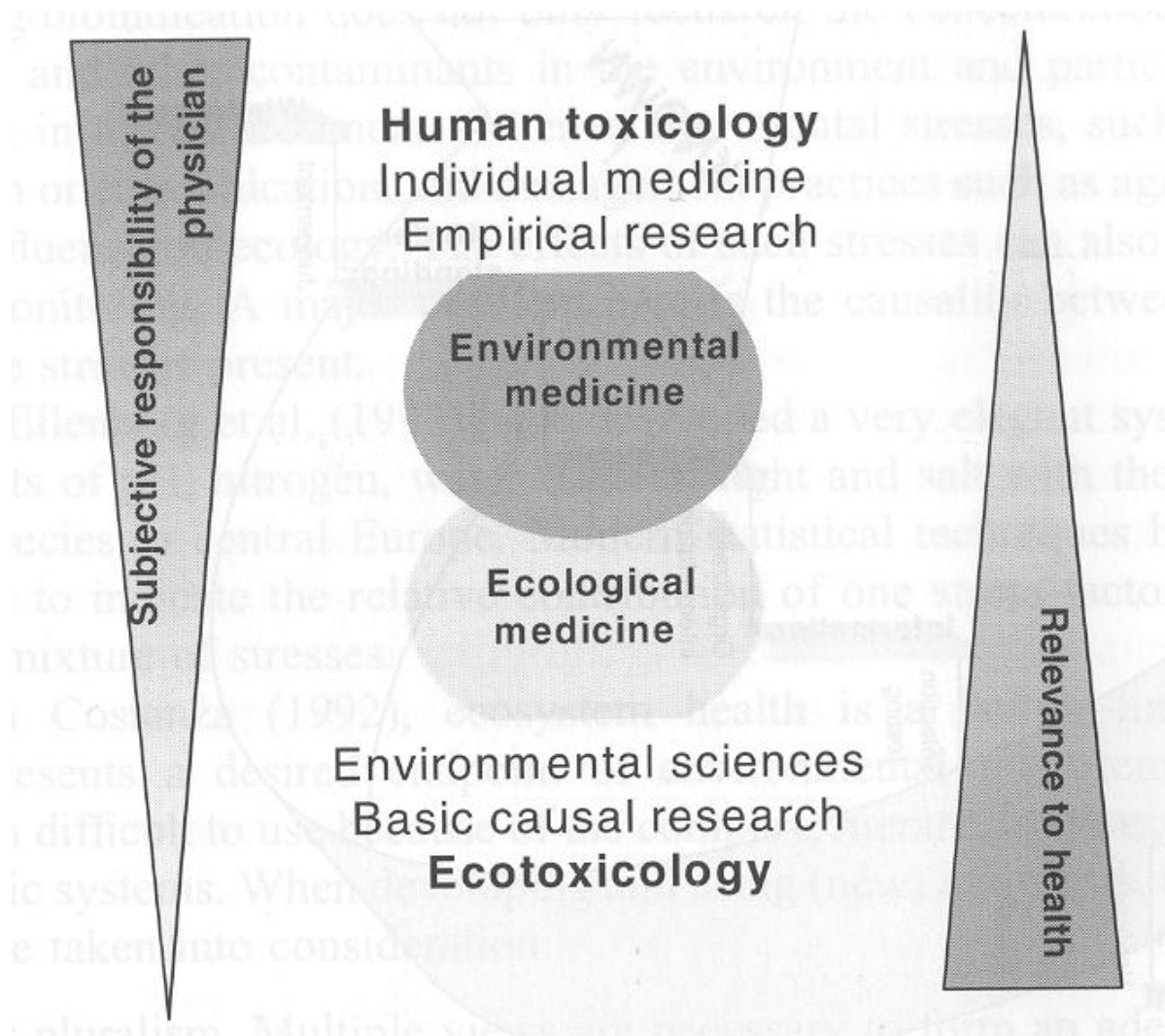
B. Maršálek pro vzdělávací program
„Kvalifikovaný stavitel koupacích
jezírek“

Biologická indikace:

- Železa a manganu
- Sirovodíku
- Vápníku
- Salinity
- Acidifikace
- Organických látek

Bioindikace - pokračování

- Netoxického fekálního znečištění
 - SAPROBIOLOGIE
- Toxických látek
 - REPRODUKCE
 - BIOMASA
 - BIODIVERSITA
- Eutrofizace



Termín „zdraví vodních ekosystémů“ odráží multikriteriální systém a multidisciplinární pojetí souvislostí.

B. Maršálek pro vzdělávací program
„Kvalifikovaný stavitel koupacích
jezírek“

2 Základní typy indexů:

- **Indexy diverzity** – druhová rozmanitost, biodiverzita
- **Biotické indexy** – na rozdíl od indexů diverzity vycházení z představy rozdílných vztahů organismů k podmínkám prostředí – volba reprezentanta – indikační druhy

Společenstva reagují na:

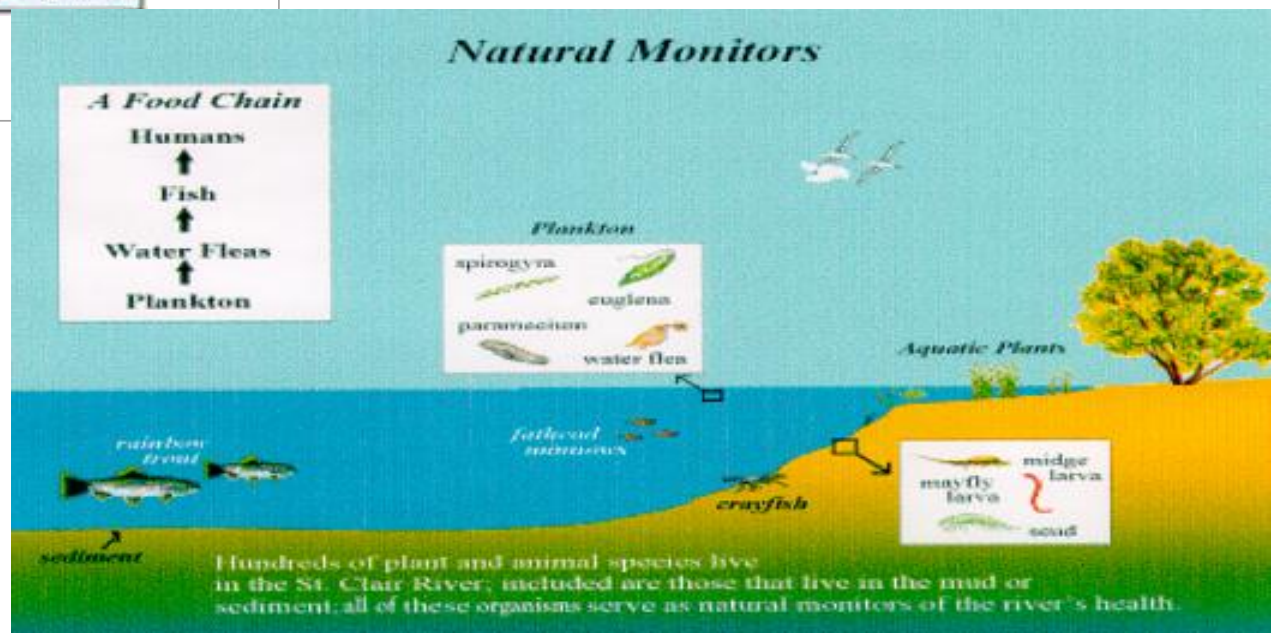
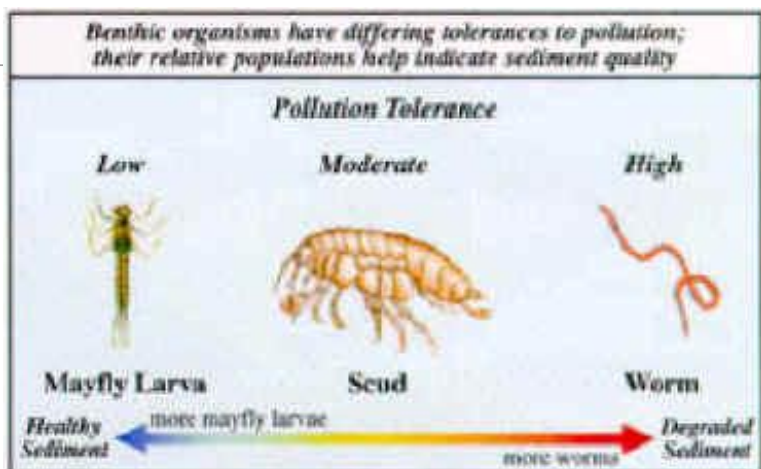
- **Trofii** (s projevy na strukturu populací a společenstev fyto i zoobentosu/planktonu, ryb a makrofyt)
- **Toxicitu** (akutní, chronickou, reprodukční)
- **Saprobitu** (org. Netox.znečištění, kyslíkové poměry)
- **Spec. Znečištění** (specif. Typy látek – farmaka, endokrinní disruptory, patogenní organismy,
- **Acidifikaci** a změny pH
- **Hydrologické poměry**

B. Maršálek pro vzdělávací program

„Kvalifikovaný stavitel koupacích

jezírek“

Benthic organisms have differing tolerances to pollution; their relative populations help indicate sediment quality



Plecoptera

Ephemeroptera



Coleoptera

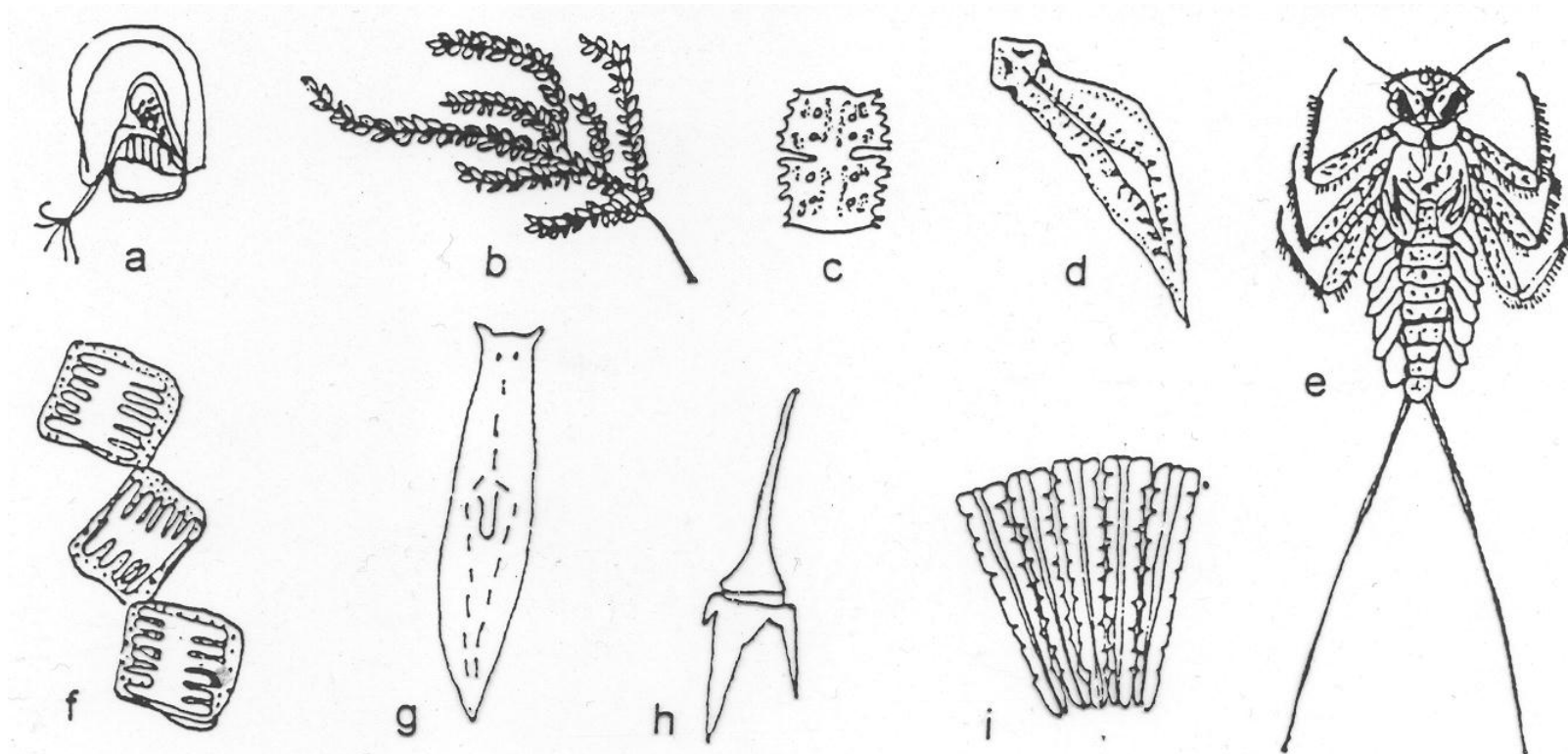


B. Maršálek pro vzdělávací program „Kvalifikovaný stavitel koupacích jezírek“

Tabulka 19

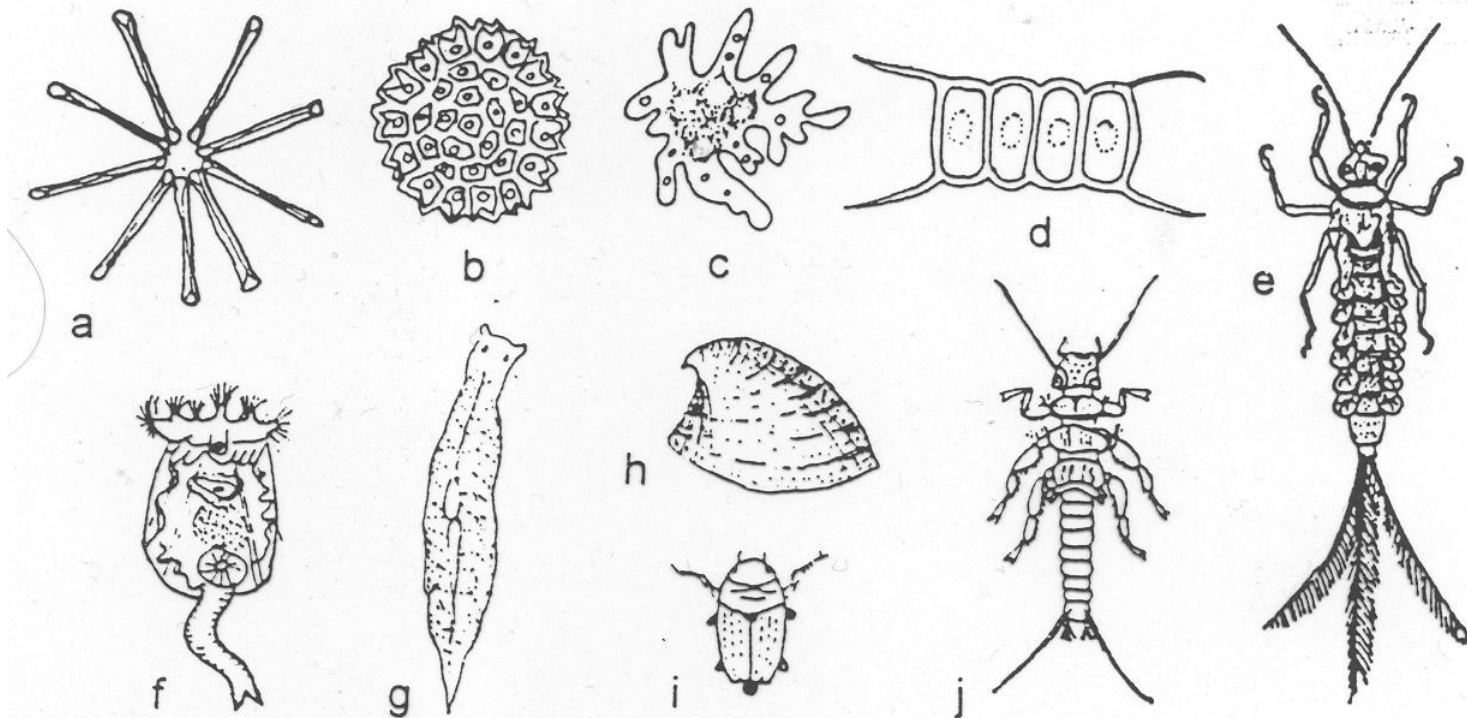
Srovnání stupňů limnosaprobity s dalšími charakteristikami (Kubíček a Zelinka, 1982)

Saprobity	Rybí pásmo	Třída čistoty vody	$BSK_5 \bar{x}$ $mg \cdot l^{-1} O_2$	$O_2 mg \cdot l^{-1}$	
				průměr	minimum
xenosaprobity	pramenná stružka + pstruhové	I. a velmi čistá voda vhodná pro veškeré použití	0,60	9,5	8,5
oligosaprobity	pstruhové+ lipanové	I. a dtto	1,60	9,5	8,0
beta-mezosaprobity	parmové + cejnové	I. b dtto	3,10	8,0	5,0
alfa-mezosaprobity	odolné druhy ryb	II. až málo znečištěná voda, neodpovídá podmínkám zásobování III. znečištěná voda, i průmyslové použití vyžaduje úpravu	6,15	6,0	1,5
polysaprobity	bez ryb	III. až dtto IV. nepřípustně znečištěná voda	17,0	3,5	0



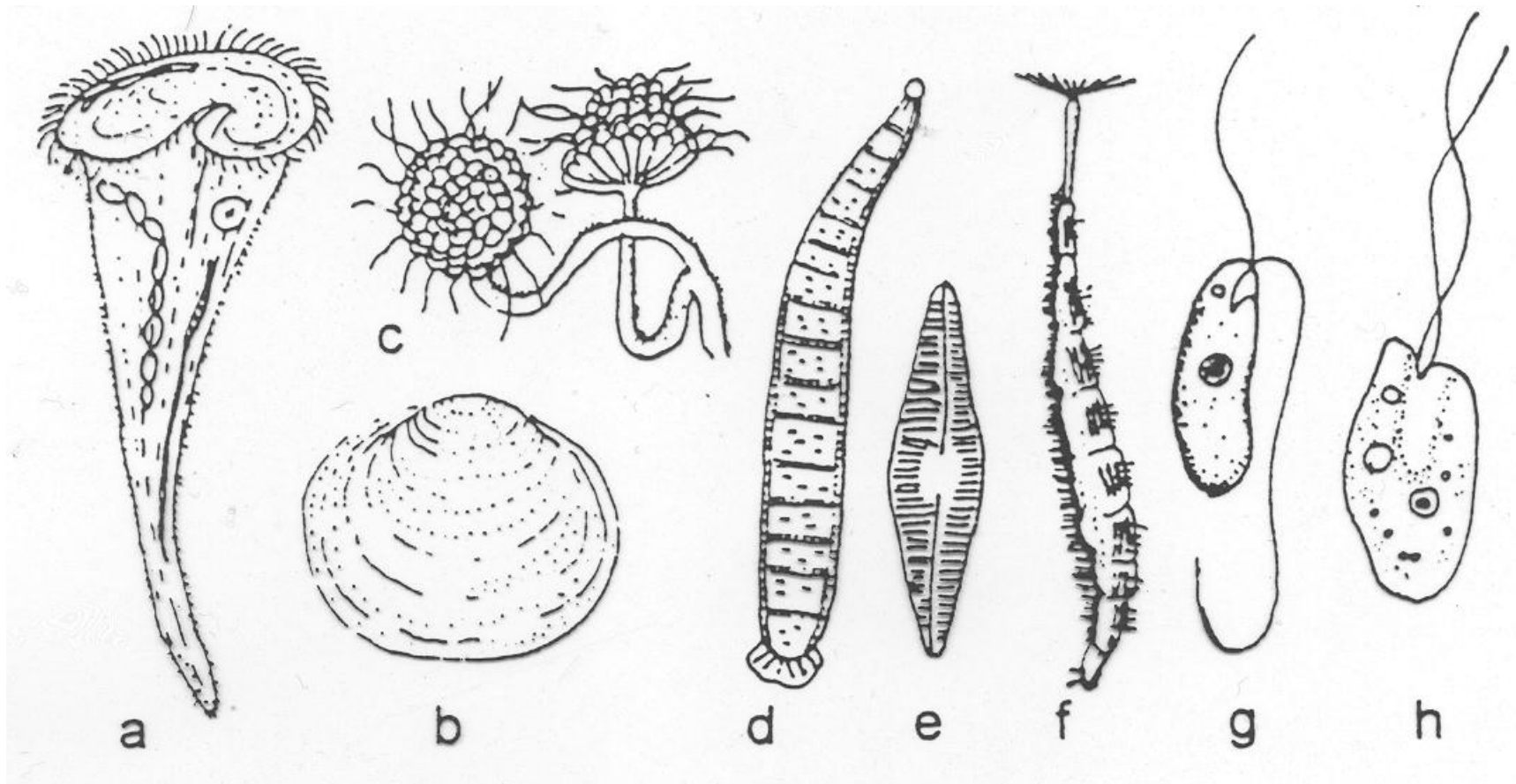
Příklad xenosaprobních a oligosaprobních organismů

a - perloočka *Holopedium gibberum*, b - vodní mech *Fontinalis*, c - dvojčatkovitá řasa *Micrasterias truncata*, d - ploštěnka *Dugesia gonocephala*, e - jepice *Epeorus asimilis*, f - rozsivka *Tabellaria flocculosa*, g - ploštěnka *Crenobia alpina*, h - obrněnka *Ceratium hirundinella*, i - rozsivka *Meridion circulare*



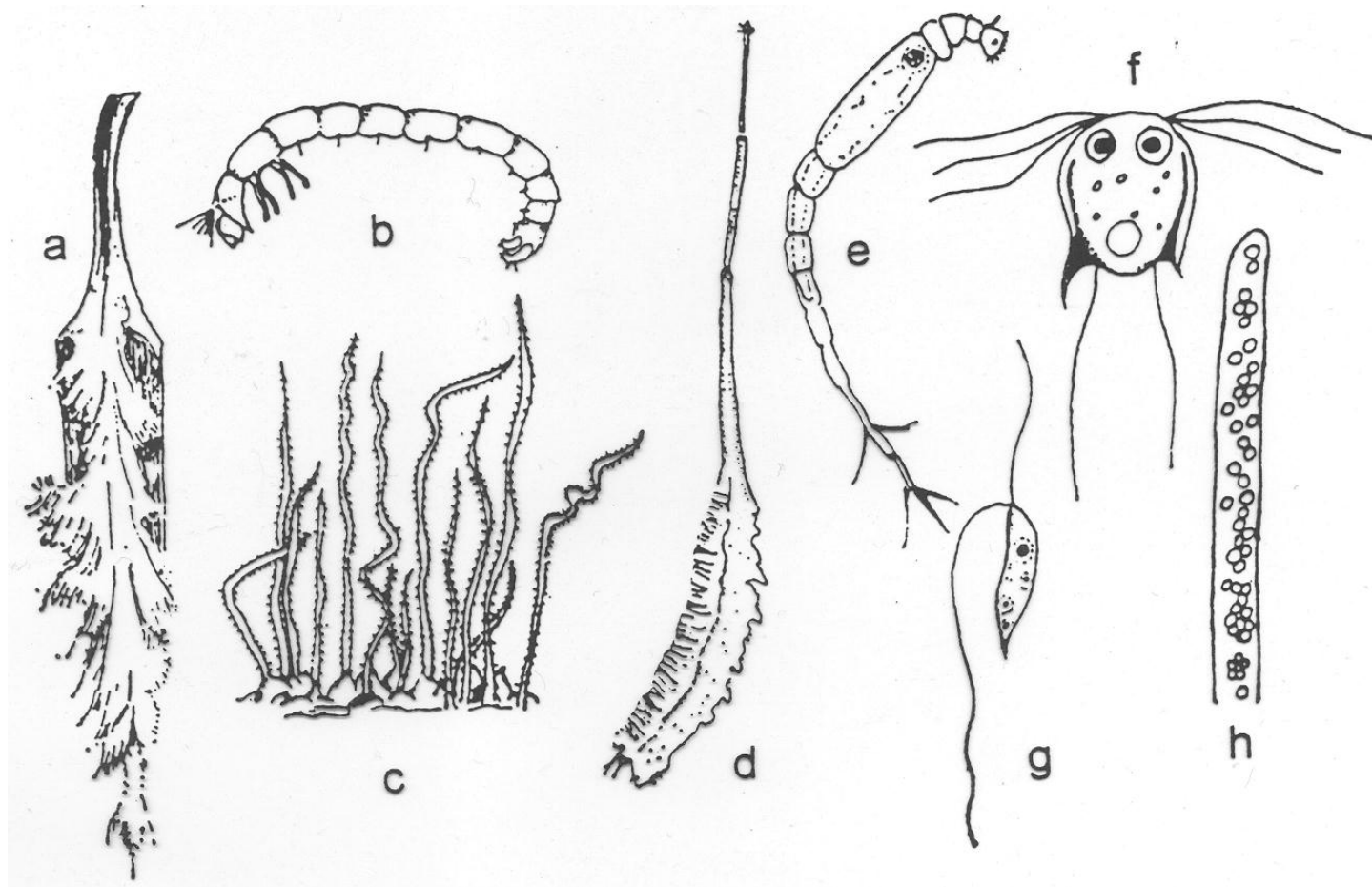
Příklad betamezosaprobních organismů

a - rozsivka *Asterionella formosa*, b - zelená řasa *Pediastrum boryanum*, c - měňavka *Amoeba proteus*, d - zelená řasa *Scenedesmus quadricauda*, e - jepice *Cloeon dipterum*, f - vířník *Brachionus urceolaris*, g - ploštěnka *Dendrocoelum lacteum*, h - kamenomil říční, i - vířník obecný, j - pošvatka rodu *Perla*



Příklad alfaamezosaprobních organismů

a - nálevník *Stentor coeruleus*, b - okružanka *Sphaerium corneum*, c - bičíkovec *Anthophysa vegetans*, d - pijavka *Erpobdella octoculata*, e - rozsivka *Navicula viridula*, f - larva bráněnky *Stratiomys* sp., g - bičíkovec *Bodo saltans*, h - bičíkovec *Cryptomonas erosa*



Příklad polysaprobních organismů

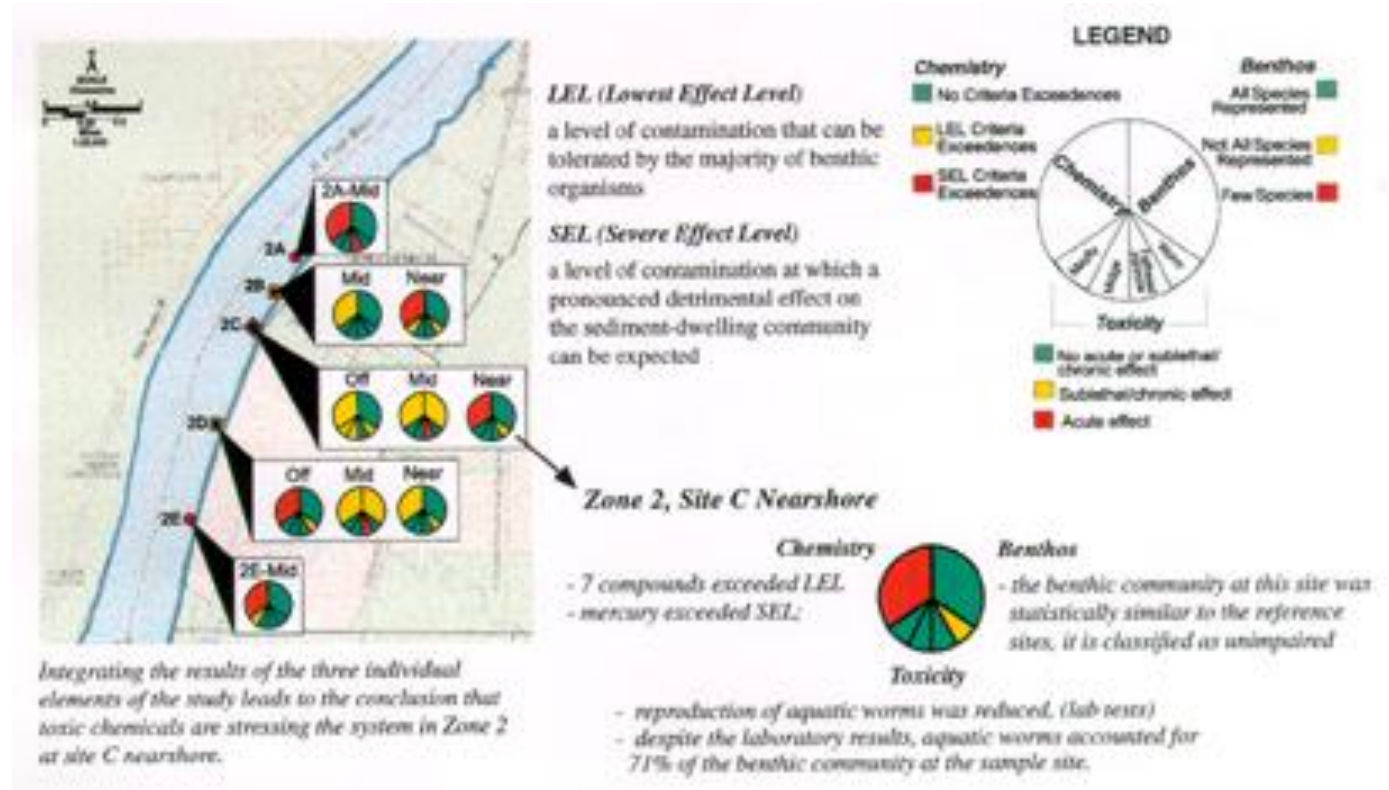
a - bakterie *Sphaerotilus natans*, b - pakomár *Chironomus thummi*, c - nitěnky *Tubifex tubifex*, d - pestřenka r. *Eristalis*, e - vířník *Rotaria neptunia*, f - bičíkovec *Hexamitus inflatus*, g - bičíkovec *Bodo putrinum*, h - bakterie *Beggiatoa alba*

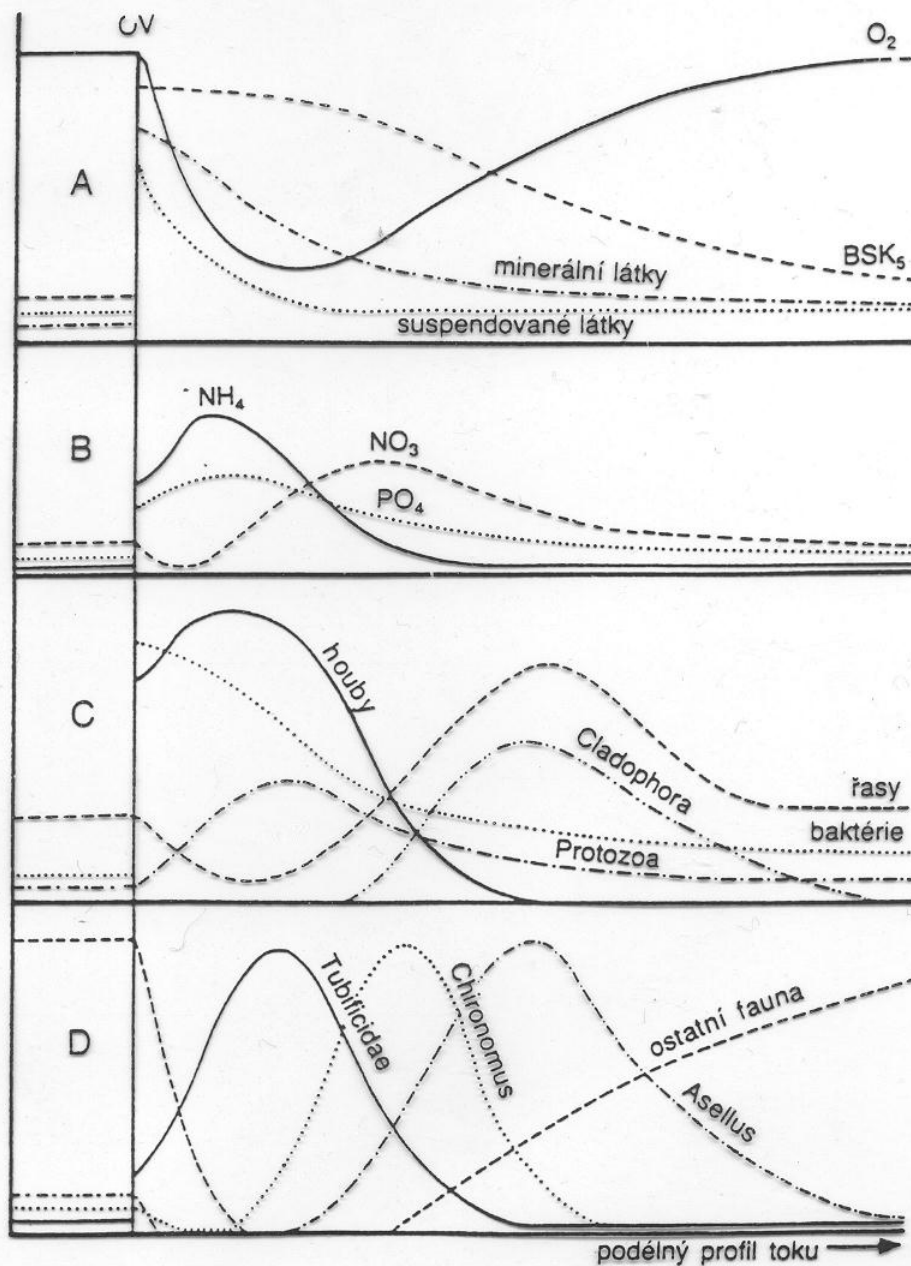
Zoobentos (odběry vzorků)



B. Maršálek pro vzdělávací program
„Kvalifikovaný stavitel koupacích jezírek“

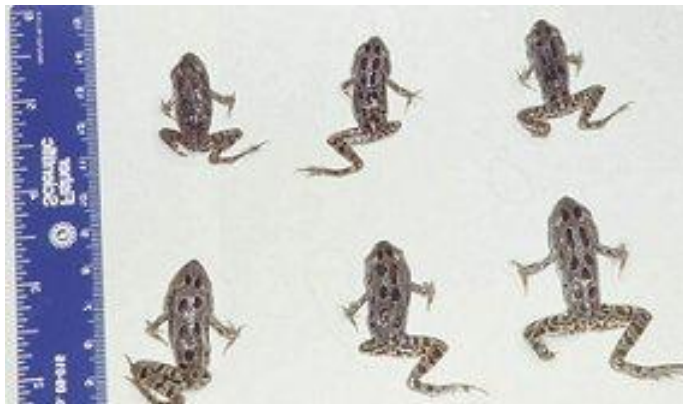
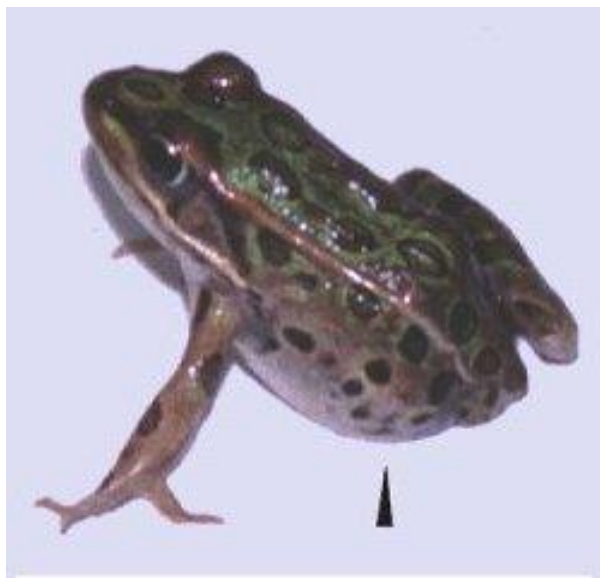
Srovnání dat monitoringu chemického a zoobentosu





Grafické znázornění
změn v základních
ukazatelích kvality vody
v podélném profilu

Malformace obojživelníků – ekotoxikologie vodních ekosystémů – BIOINDIKACE in situ



Bioindikace TROFIE

- Možnosti detekce trofie:
 - Koncentrace a formy živin (N, P, Mg, Fe .. Dle limitace)
 - Chlorofyl a další pigmenty
 - Biomasa makrofyt
 - Biomasa fytoplanktonu a fytobentosu
 - » Počty buněk
 - » Objemová biomasa
 - » Primární produkce
 - » Struktura populací a společenstev

Metody bioindikace trofie 1

- Biomasa a struktura makrofyt
- Mikroskopická analýza fytoplanktonu
- Mikroskopická analýza
 - Fytobentosu
 - Perifytonu
 - Epipelonu
 - Epiliton
 - Epidendron

Metody 2

- Přirozené substráty
- Umělé substráty
 - Sklo čisté a broušené
 - » Kulaté – 1.5 cm
 - » Obdélníky - podložní sklo a 5x40 cm
 - Kameny dle geologického podloží
 - Kompozitní materiály
- Stativy plovákové a bentické

Table 7. Algal bioindicators for trophic levels (from Kümmerlin, 1990). Species which are common but have no indicative value are listed under 'eutraphent'.

Trophic level	Algal group	Algal species
Oligotrophic	Bacillariophyceae	<i>Cyclotella bodanica</i>
	Chrysophyceae	<i>Chromulina erkensis</i>
		<i>Chromulina rosanoffii</i>
		<i>Istmochloron trispinatum</i>
	Cryptophyceae	<i>Cryptomonas obovata</i>
Oligo-mesotrophic	Cyanophyceae	<i>Microcystis wesenbergii</i>
	Cryptophyceae	<i>Cryptaulax vulgaris</i>
Mesotrophic	Bacillariophyceae	<i>Tabellaria fenestrata</i>
Eutrophic	Cyanophyceae	<i>Microcystis aeruginosa</i>
		<i>Aphanizomenon flos-aqae</i>
		<i>Anabaena planctonica</i>
	Bacillariophyceae	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>
		<i>St. astrea</i>
		<i>St. binderanus</i>
	Conjugatophyceae	<i>Mougeotia thylespora</i>
Eutraphent (euryök)	Bacillariophyceae	<i>Asterionella formosa</i>
		<i>Cyclotella radiosa</i>
	Dinophyceae	<i>Ceratium hirundinella</i>
	Cryptophyceae	<i>Rhodomonas minuta</i>
		<i>Cryptomonas ovata</i>

Table 2. Parameters for the trophic characterization of rivers and lakes (modified from Felföldy, 1987).

Trophic level		Algal abundance [10 ⁶ cells l ⁻¹]	Chlorophyll-a [μg l ⁻¹]	Primary production [mg C m ⁻² d ⁻¹]	Primary production [g C m ⁻² a ⁻¹]
1	Ultra-oligotrophic	<0.01	<1	<5β	<10
2	Oligotrophic	0.01–0.05	1–3	50–125	10–25
3	Oligo-mesotrophic	0.05–0.1	3–10	125–250	25–50
4	Mesotrophic	0.1–0.5	10–20	250–500	50–100
5	Meso-eutrophic	0.5–1.0	20–50	500–900	100–175
6	Eutrophic	1–10	50–100	900–1,500	175–300
7	Eu-polytrophic	10–100	100–200	1,500–2,500	300–500
8	Polytrophic	100–500	200–800	2,500–4,000	500–800
9	Hypertrophic	>500	>800	> 4,000	>800

Table 8. Concentrations of total phosphorus (TP) for the trophic categories as defined by Schönfelder (1997).

Trophic status	Range of TP [$\mu\text{g l}^{-1}$]
Ultraoligotrophic	<4.3
Ultra- to oligotrophic	4.3–7.0
Oligotrophic	7.0–11.6
Oligo- to mesotrophic	11.6–19.1
Mesotrophic	19.1–31.5
Meso- to eutrophic	31.5–51.9
Eutrophic	51.9–85.6
Eu- to polytrophic	85.6–141.2
Polytrophic	141.2–232.8
Poly- to hypertrophic	232.8–383.8
Hypertrophic	>383.8

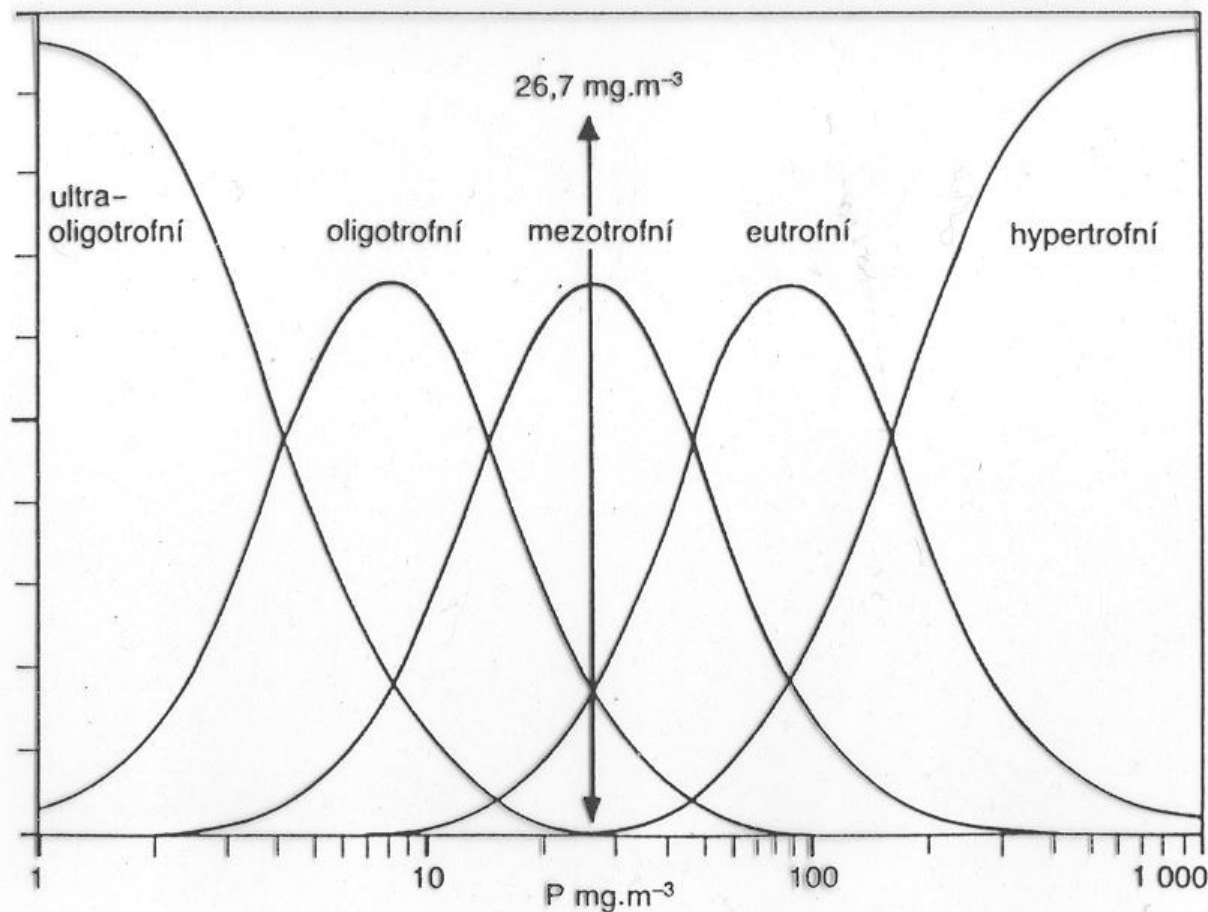
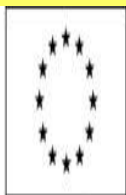


Schéma pravděpodobnosti výskytu jednotlivých stupňů trofické stupnice ve vztahu ke koncentraci celkového fosforu ve vodních ekosystémech. Ze schématu vysvítá, že např. při průměrné koncentraci fosforu 26.7 mg.m^{-3} bude vodní nádrž patřit s největší pravděpodobností k mezotrofnímu stupni, s podstatně menší, ale stejnou pravděpodobností k oligotrofnímu nebo eutrofnímu stupni; nulová je pravděpodobnost zařazení nádrže k ultraoligotrofnímu a hypertrofnímu stupni



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST



svaz
zakládání
a údržby zeleně



ZAHRADNICKÁ PERSPEKTIVA
profesní vzdělávání
Svazu zakládání a údržby zeleně

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

Fyzikálně – chemické parametry

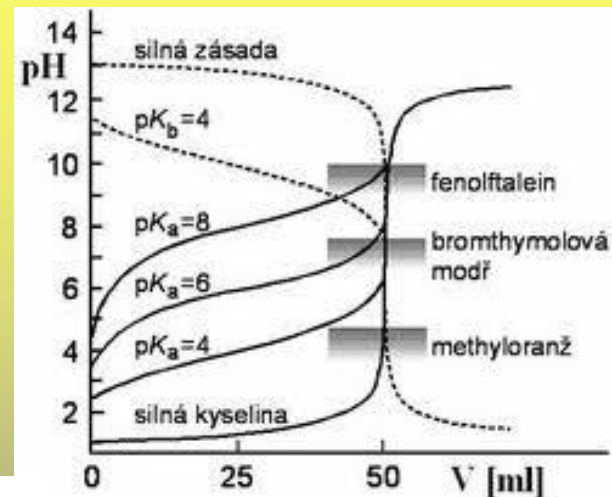
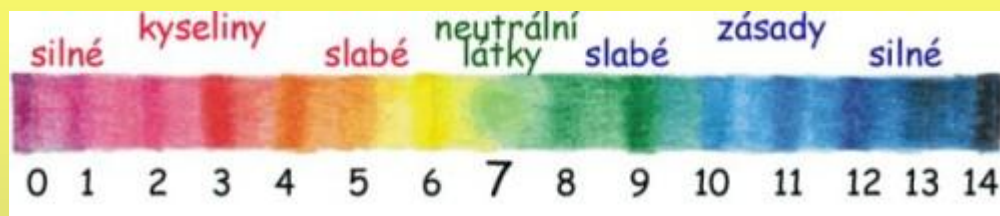
Měření in-situ

*B. Maršálek pro vzdělávací program
„Kvalifikovaný stavitel koupacích jezírek“*

pH

- **Vyjadřuje aktivitu vodíkových iontů** (zápornou hodnotu dekadického logaritmu) – (vyjádření kyselosti i zásaditosti resp. Vztah mezi aktivitou vodíkového a hydroxidového iontu)
- **Proč analyzovat???? MĚNÍ CHEMIE I BIOLOGIE VODY,**
- **Stanovení se provádí u všech druhů vod**
- **Klíčový význam pro posuzování vlastností analyzované vody** (ovlivnění chemických a biochemických procesů ve vodách – vliv na dostupnost některých látek pro vodní organismy)
- **Stanovení různými metodami**
- **Kolorimetrické metody:** - omezená přesnost
 - Užití indikátorových papírků
 - Barevné indikátoryNejčastější stanovení dnes - potenciometricky
 - **Elektrometrické metody** (dvě elektrody referenční – kalomelová nebo argentchloridová, – měrná – skleněná, nebo kombinovaná elektroda)

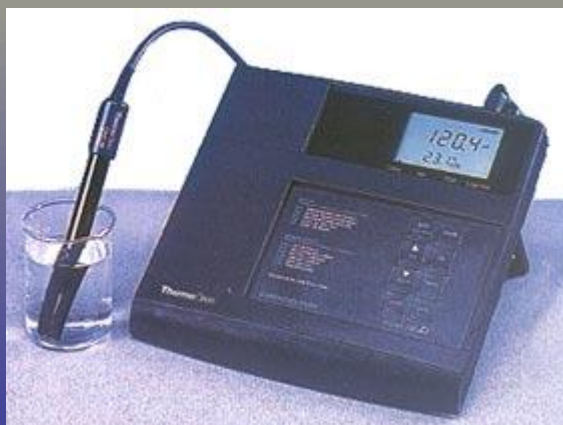
Příklady měření pH



B. Maršálek pro vzdělávací program „Kvalifikovaný stavitel koupacích jezírek“

Vodivost (konduktivita)

- Slouží k odhadu stupně mineralizace vody, bezprostřední odhad **koncentrace iontově rozpuštěných látek**
- Zprostředkovává poznatek o obsahu iontů – o koncentraci rozpuštěných disociovaných látek (aktuální složení rozpuštěných elektrolytů)
- **Kontrola výsledků chemického rozboru** vody na základě výpočtu z molárních konduktivit přítomných iontů
- Prokáže změny v koncentraci rozpuštěných látek (při dlouhodobém sledování)
- Změna teploty způsobuje změnu konduktivity, většinou se přepočítává na teplotu 25 °C
- Měří se konduktometrem v mSm^{-1} (μScm^{-1})



Teplota

- Měří se při odběru vzorku
- Významná pro posouzení kyslíkových poměrů, rychlosti rozkladu organických látek a vhodnosti pro ryby

Průhlednost

- Podmíněna barvou a zákalem
- Měří se výškou sloupce vody, pod níž je možné ještě pozorovat bílou desku



Teplotní čidla



Kyslík

- Nejvýznamnější z rozpuštěných plynů ve vodě (netvoří s ní iontové sloučeniny)
- Obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě se vyjadřuje v:
 - Hmotnostní koncentraci mg/L
 - V % nasycení vody kyslíkem

Ukazatel kyslíkového režimu a indikátorem čistoty

Nutno stanovit na místě odběru a zaznamenat i teplotu

V SEDIMENTECH VÝRAZNÝ RED-OX GRADIENT!!!!

B. Maršálek pro vzdělávací program „Kvalifikovaný stavitel koupacích jezírek“



B. Maršálek pro vzdělávací program „Kvalifikovaný stavitel koupacích jezírek“

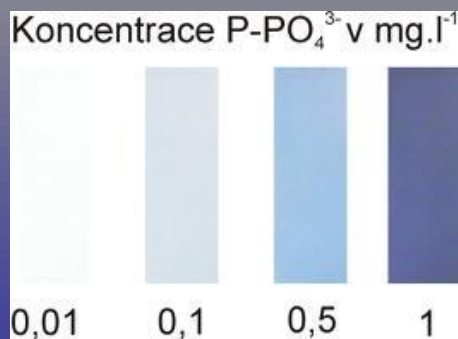
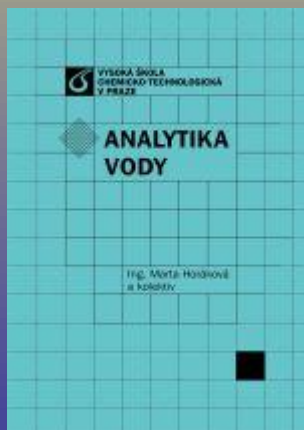
Zákal

- Způsoben suspendovanými nerozpuštěnými nebo koloidně rozpuštěnými anorganickými a organickými látkami (jílové částice, hydratované oxidy železa a hliníku, organické koloidní látky, plankton, bakterie)

Fosfor

- V přírodních vodách převážně ve formě fosforečnanů
- Rozlišujeme – anorganické orthofosforečnany, anorganické kondenzované polyfosforečnany a organicky vázaný fosfor.
- Významné – rozlišení rozpuštěných a nerozpuštěných forem

Stanovení – laboratorně absorpční spektrofotometrií





B. Maršálek pro vzdělávací program „Kvalifikovaný stavitel koupacích jezírek“



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST



SVAZ
ZAKLÁDÁNÍ
A ÚDRŽBY ZELENĚ



ZAHRADNICKÁ PERSPEKTIVA
profesní vzdělávání
Svazu zakládání a údržby zeleně

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

Snižování biodostupnosti fosforečnanů



Eliška Maršálková, Blahoslav Maršálek
BÚ AV ČR, v.v.i.
marsalek@sinice.cz

B. Maršálek pro vzdělávací program „Kvalifikovaný stavitel koupacích jezírek“

Metody snížení uvolňování živin

Snížení uvolňování živin → cesta k omezení masového rozvoje autotrofních organismů

Metody – chemické ošetření
aktivní a pasivní bariéry

Aktivní bariéry

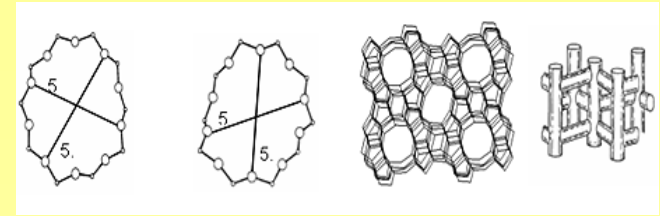
Geochemické materiály schopné aktivně imobilizovat látky prostupující touto bariérou pomocí sorpčních a srážecích reakcí

- Požadavky:

- dostupnost a finanční nenáročnost
- schopnost aktivního zadržení kontaminantu
- fyzikální a chemická stabilita

- ✓ Zeolity
- ✓ Jíly a jejich modifikace
- ✓ Uhličitan vápenatý

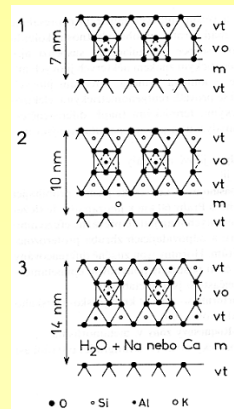
Zeolity



- ❖ hydratovaný alumosilikát alkalických kovů a kovů alkalických zemin
- ❖ mikroporézní materiál

Jíly

- ❖ více než 50% obsahu zaujímá jílová hmota tvořená jílovými nerosty (kaolinit, ilit aj.)
- ❖ obsahují různé příměsi jako křemenný prach, org. hmotu, uhličitany aj.
- ❖ nejznámější komerčně využívaný modifikovaný jíl - Phoslock



Testované preparáty



Testované preparáty

ZeoSand

- zeleně zbarvený zeolit
- má unikátní trojrozměrnou šestihrannou strukturu
- užívá se na místo tradičního písku pro filtraci (bazény)

Testované preparáty

Humínové látky

- ☐ přírodní látky (směs organické hmoty) obsažené v půdě a kaustobiolitech (rašelině, hnědém uhlí a lignitu)
- ☐ rozmanitá struktura huminových kyselin a obsah velmi různorodých funkčních skupin => řada velmi zajímavých vlastností huminových kyselin → vlastnosti spektrální, koloidní, elektrochemické, iontově výměnné a **sorpční**.



evropský
sociální
fond v ČR



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST



SVAZ
ZAKLÁDÁNÍ
A ÚDRŽBY ZELENĚ



ZAHRADNICKÁ PERSPEKTIVA
profesní vzdělávání
Svazu zakládání a údržby zeleně

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

Testované preparáty

Kompozit

- dvousložkový materiál, původně vyvíjený na odstraňování těžkých kovů z vody
- čedič + jíł

Kemira CFH 12

- o granulovaný hydroxid oxid železitý FeOOH
- o adsorbent pro odstraňování nečistot z vody
- o barva – nažloutlá až červeno-hnědá



evropský
sociální
fond v ČR



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST



SVAZ
ZAKLÁDÁNÍ
A ÚDRŽBY ZELENĚ



ZAHRADNICKÁ PERSPEKTIVA
profesní vzdělávání
Svazu zakládání a údržby zeleně

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

Testované preparáty

Aquafilter

- přírodní zeolit
- aktivní minerální filtr pro adsorpci škodlivých látek (akvaristika)

Zeog gravel

- zrnitý přírodní materiál
- využívá se v zahradní architektuře - zabraňuje vyplavování živin
- zlepšuje půdní strukturu

Testované preparáty

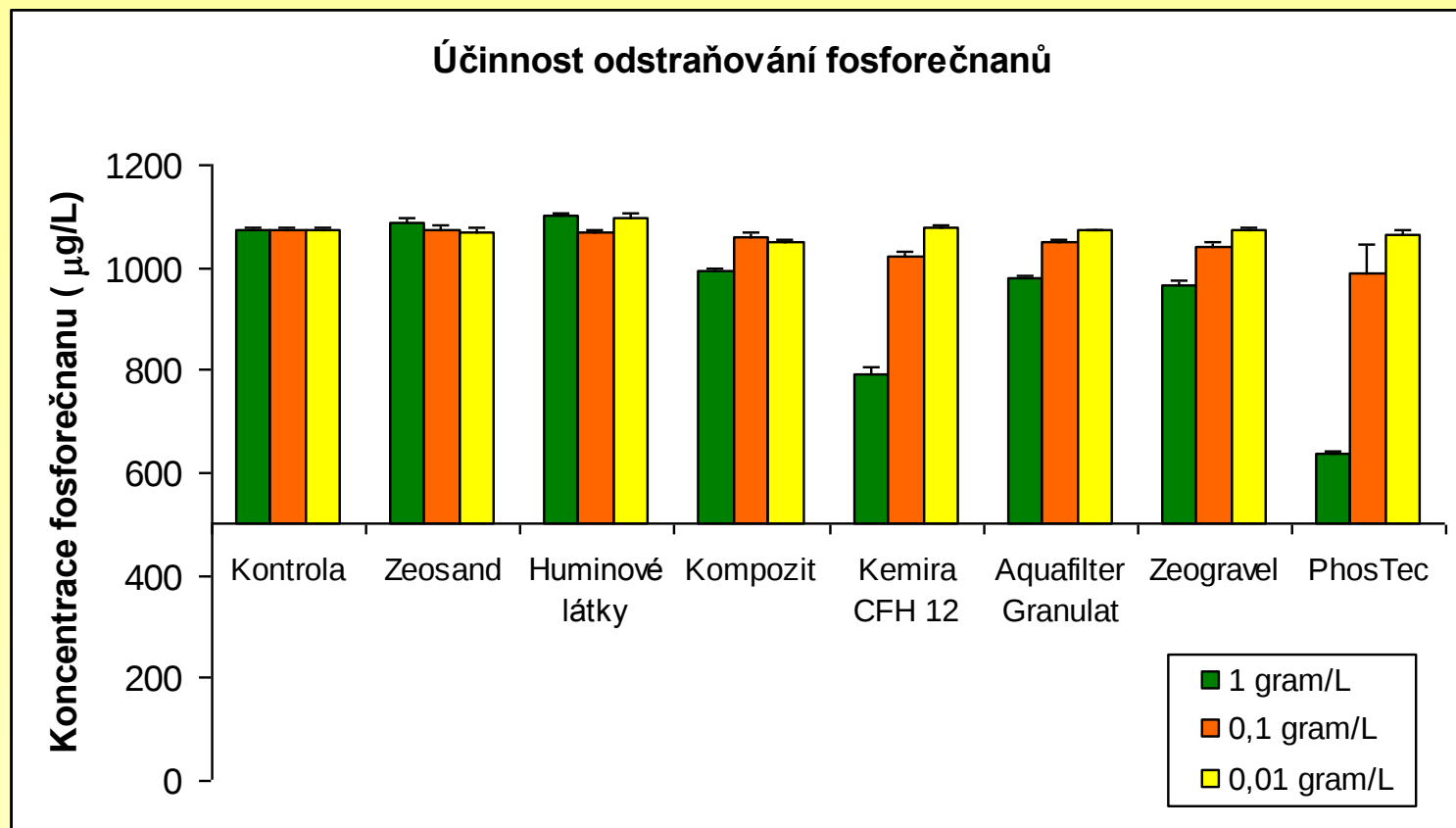
PhosTec *Ultra*

- materiál komerčně využívaný pro filtraci a odstraňování fosforu

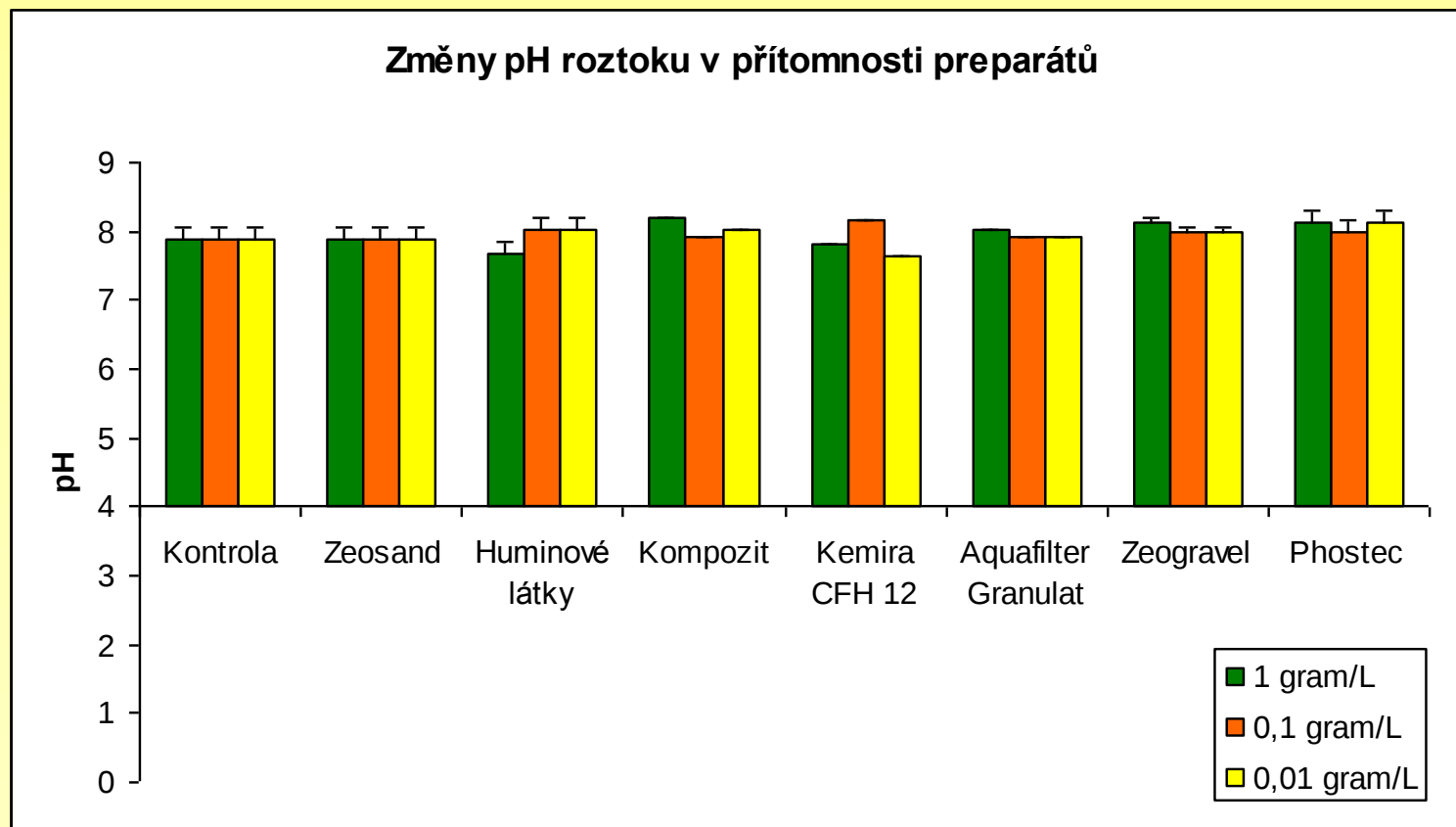
Phoslock_™

Extrudované jíly modifikované lithiem

Účinnost odstraňování fosforečnanů



Změny pH roztoku v přítomnosti preparátů



Závěry

- » byly testovány materiály, které mají potenciál odstraňovat fosfor z vody nebo sloužit jako bariéra uvolňování P
- » ze 7 testovaných materiálů se 3 ukázaly jako velmi nadějně
- » (Kemira hydroxid železnatý, Phoslock, PhosTec
- » Další zajímavé sorbenty na bázi nanoželeza!!!!



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST



SVAZ
ZAKLÁDÁNÍ
A ÚDRŽBY ZELENĚ



ZAHRADNICKÁ PERSPEKTIVA
profesní vzdělávání
Svazu zakládání a údržby zeleně

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

Děkuji za pozornost

B. Maršálek pro vzdělávací program
„Kvalifikovaný stavitel koupacích
jezírek“