



Oživení chladících bazénů TVD v JETE a možnost jeho kontroly biomanipulací.

Jaromír Lukavský * a kolektiv
odd. chemických režimů JETE

* Výzkumné centrum pro bioindikaci a revitalizaci

TVD1,2,3



Plocha: cca 800 m²

Objem: 18 000 m³

Hloubka: 3,3 m

Teplota: 15-35 °C, celoročně!!!

Zdržení: cca. 30-100 dní

totP: TVD1: 0,2, TVD2,3: 0,5; 2 mg/L

totN: TVD1: 0,9, TVD2,3: 0,6; 0,7 mg/L

N/P: TVD1: 4,5; TVD2,3: 1,2; 0,35,

limituje N

Chl_a: TVD1: 7,5, TVD2,3: 166, 321 ug/L

O₂: 11-12 mg/L

pH: 8,5-8,7

Proč jsou řasy v TVD nevítány?

- - Produkují kyslík, tím zvyšují korozi materiálů.
- - Porůstají potrubí a výměníky, tím snižují přestupy tepla. Řasy a sinice mohou žít i ve tmě!
- - Produkují biomasu, tím podporují růst bakterií a ty porůstají potrubí....
- + Spotřebou CO₂ zvyšují pH, tím snižují korozi.
- + Některé (*Trachydiscus*, rozsivky) tvoří oleje, tím snižují korozi?

Technické metody omezování sinic a řas

- Filtrace či centrifugace. Buňky: 0,001-1 mm.
- UV záření, γ záření-studená sterilizace, teplo?
Sinice žijí i v 75 °C, řasy při 0-50 °C.
- Algicidy: anorganické (Cu,Ag,Br,Zn), organické.
- Přirozené algicidy: ječná sláma ($6\text{g}/\text{m}^3=108\text{kg}$).
- Oligotrofizace: vysrážet P, např. $\text{Ca}(\text{OH})_2$
odstraňovat nárosty na stěnách a sítích, odbahnit.

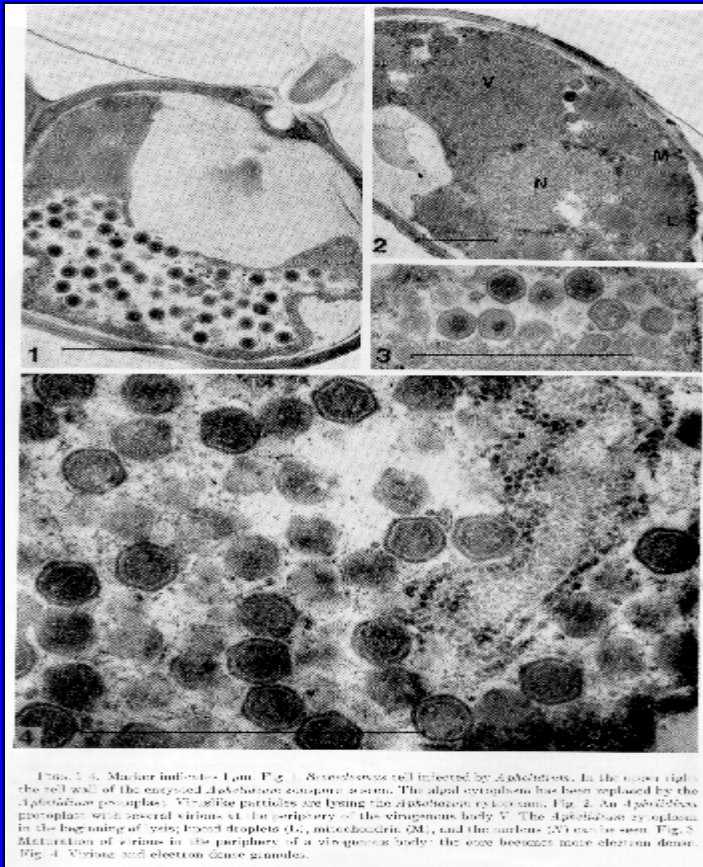
Pro další informace:

- Jančula, D., Maršálek, B., Drábková, M. (2006): Přípravky pro redukci masového rozvoje sinic. Sborník konference CYANOBAKTERIE 2006, 24-25. května 2006, Brno, p. 156-160. In: Maršálek, B., Feldmannová, M a Maršálková, E. (eds), ISBN 80-86188-22-1.

Biologické metody omezování sinic a řas

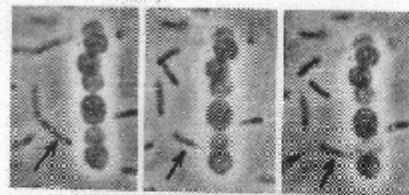
- Využití přirozených parazitů: viry, bakterie, plísně.
- Využití přirozených filtrátorů
 - zooplankton (biomanipulace),
 - některé ryby?

Viry a fágy

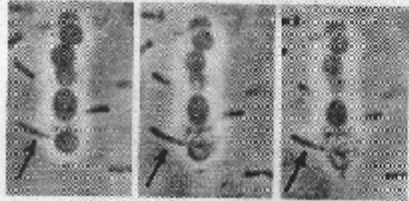


- LPP cyanofág.
- Zatím jen ve fázi výzkumu a laboratorních pokusů.
- Problémy: specificita, obtížná kultivace.
- Schnepf, Soeder et Hegewald (1970): *Virology* 42: 482-487.

Bakterie

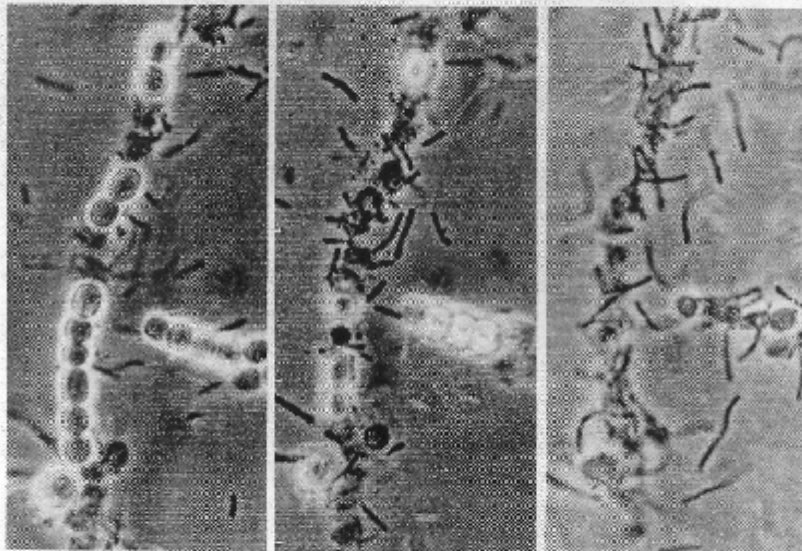


0' 15' 20'



22' 27' 32'

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



0 hr

2 hr

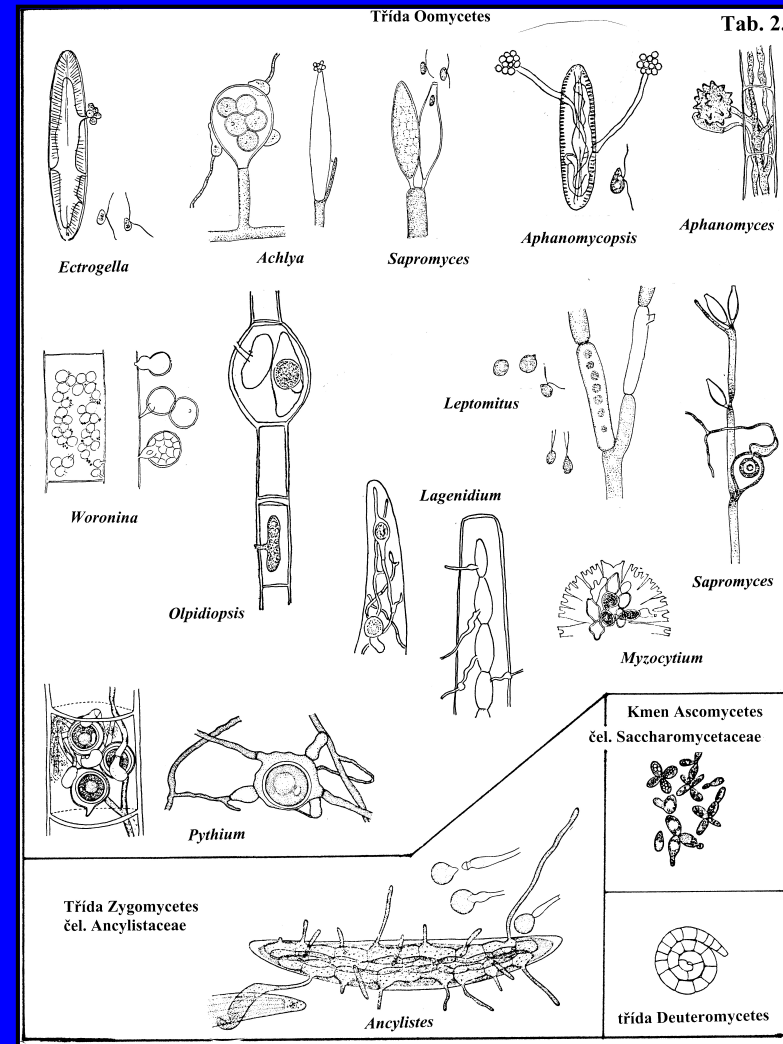
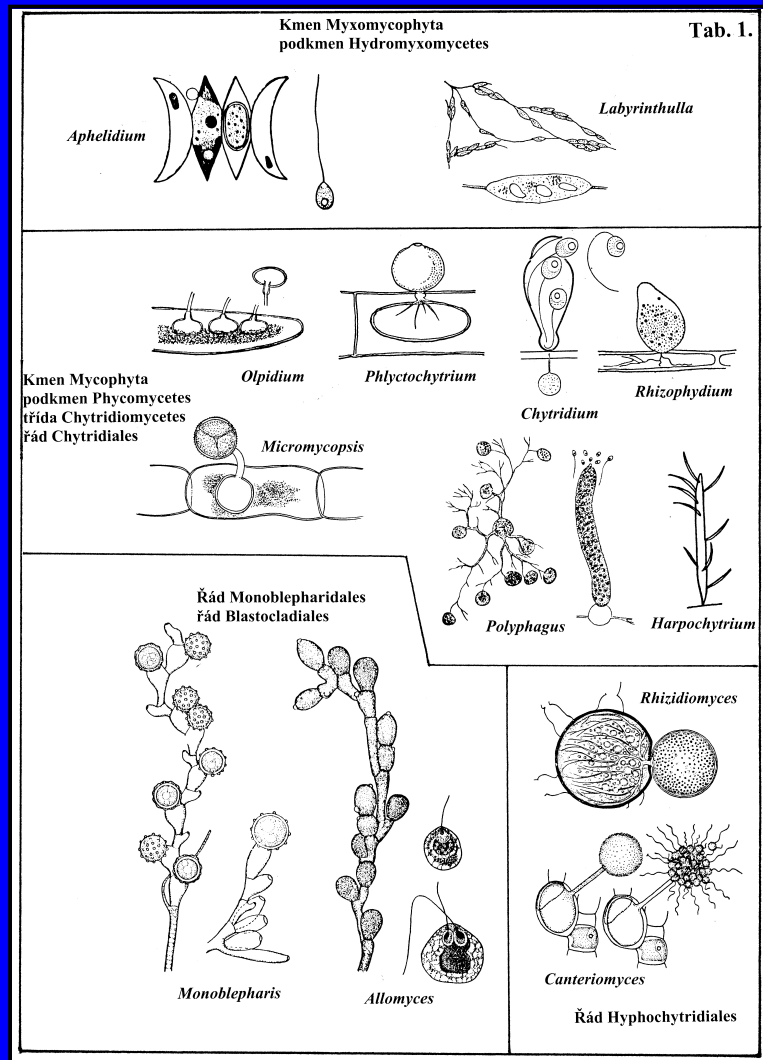
4 hr

FIG. 10. Sequence of lysis (in hours) of *Nostoc filamentosa* with high multiplicity of the mycobacteria obtained by the thin-agar technique. Zeiss phase-contrast microscope. $\times 2,150$.

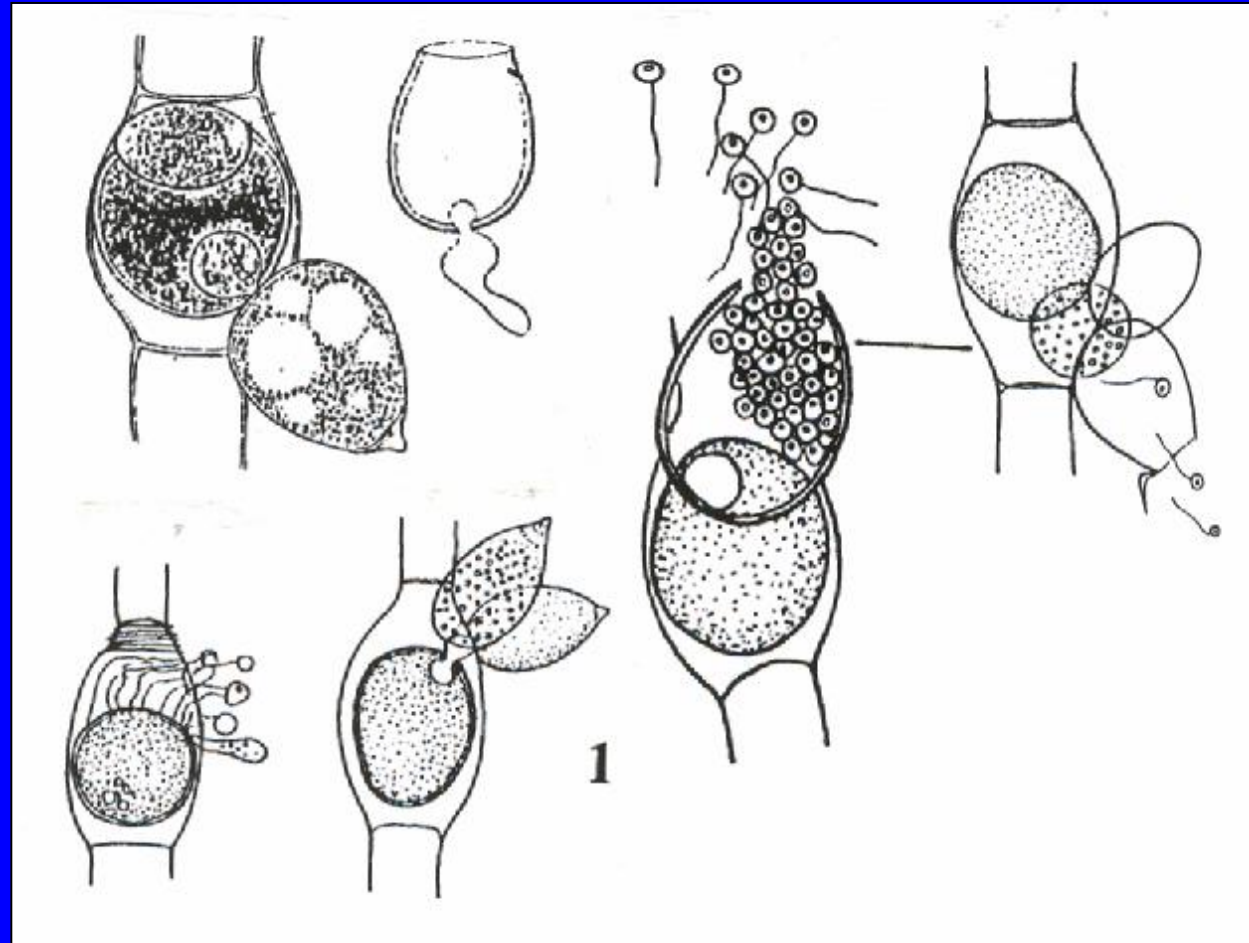
SHILO, M. (1970): Lysis of blue-green algae by *Mycobacter*. - J.Bacteriol. 104:453-461.

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

Houboví parazité sinic a řas



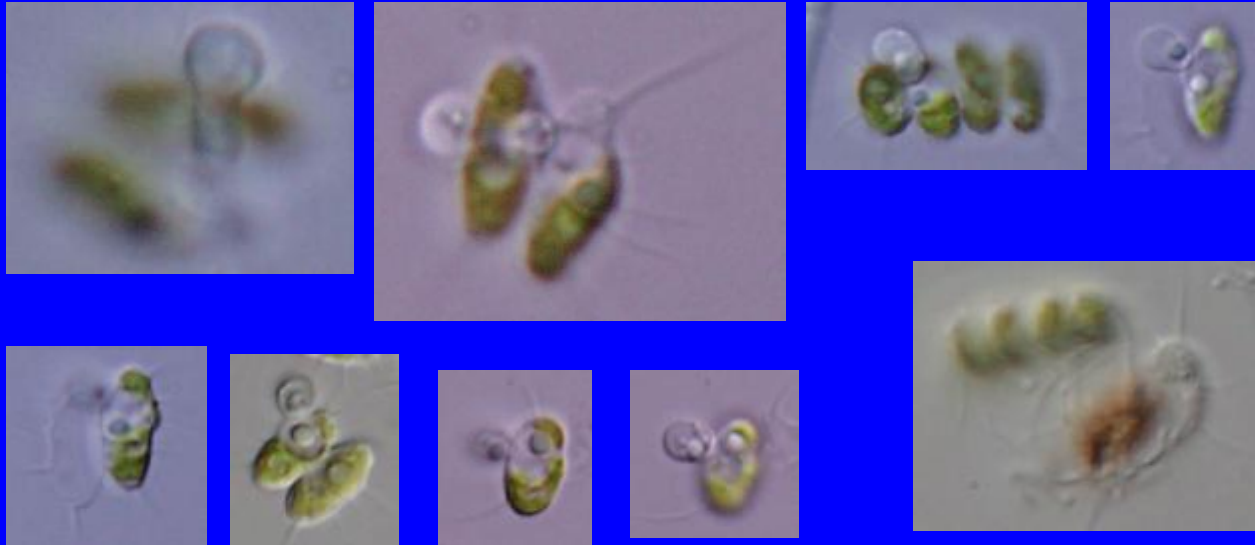
Chytridium olla na řase *Oedogonium* sp.



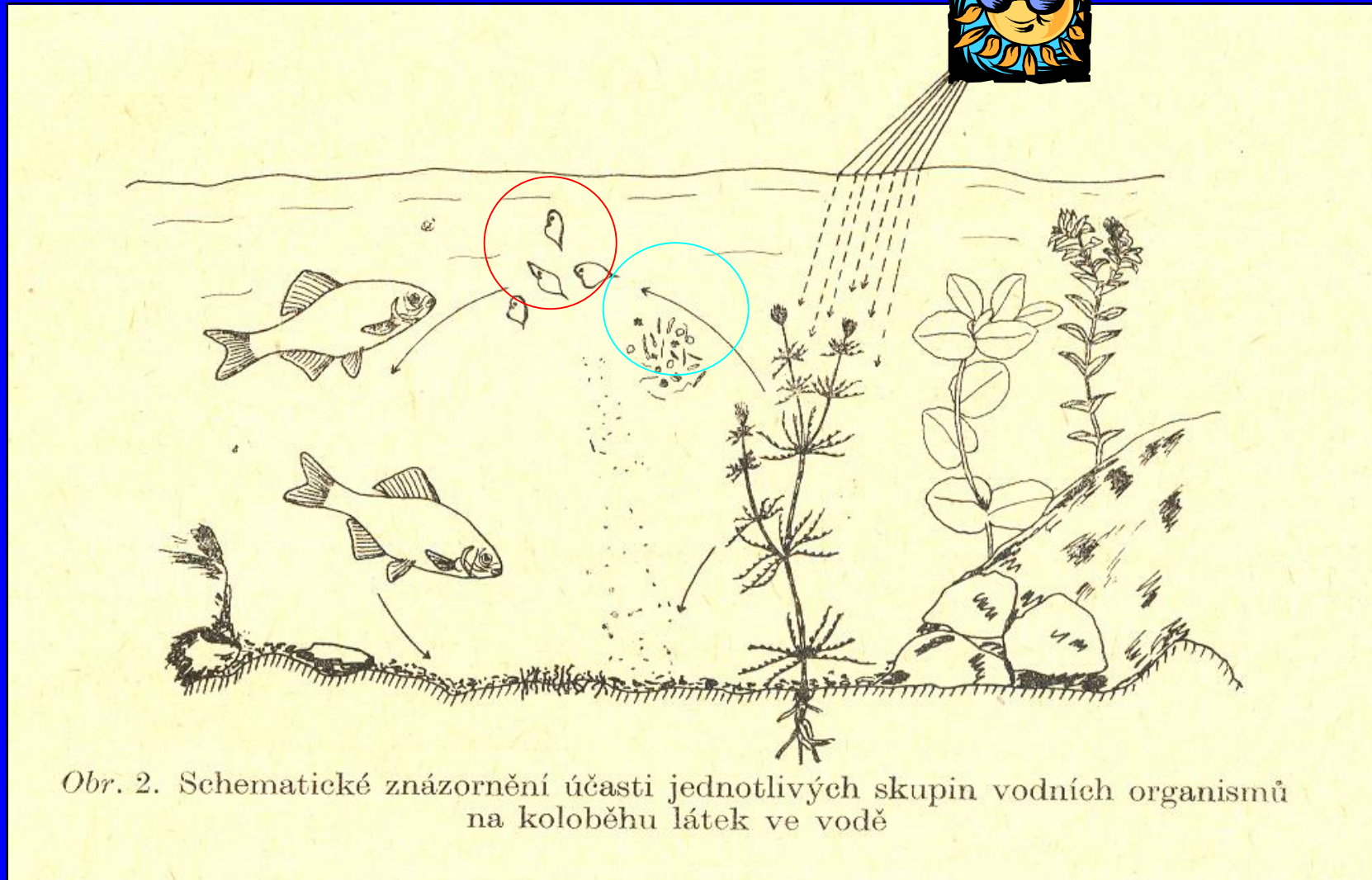
Houboví parazité řas a sinic

- 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 algicidu.

TVD 2, 24.I.2008, parazitická plíseň, cf. *Phlyctidium scenedesmi*,
Chytridiomycet, na řase *Scenedesmus abundans*.

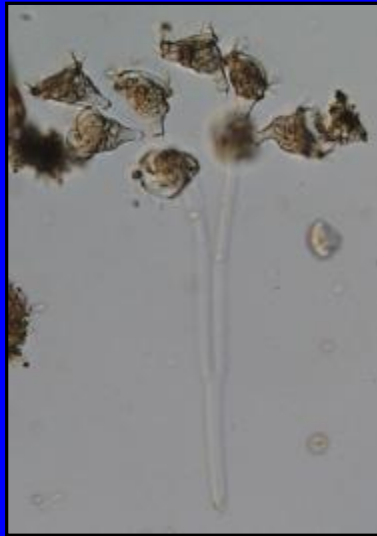


BIOMANIPULACE

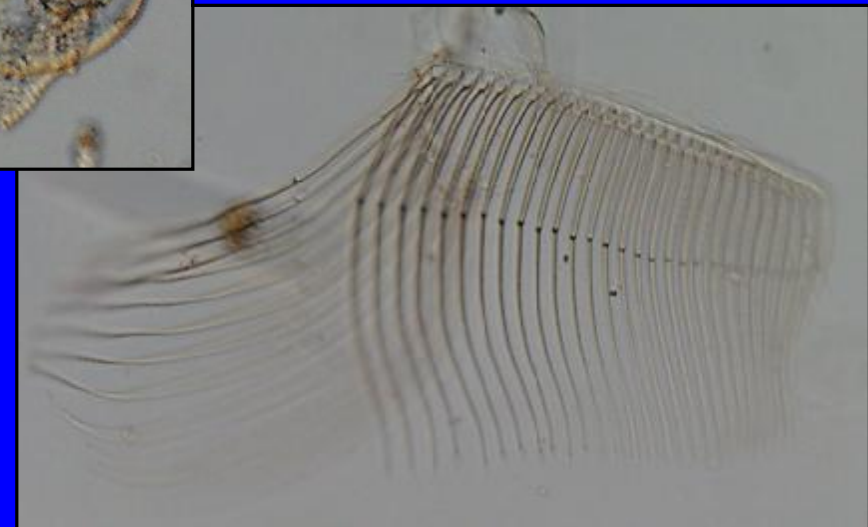


Obr. 2. Schematické znázornění účasti jednotlivých skupin vodních organismů na koloběhu látek ve vodě

Zooplankton – účinný biofiltr



2 L/den * 50 ks/L=...



Bio-manipulace,
top-down effect

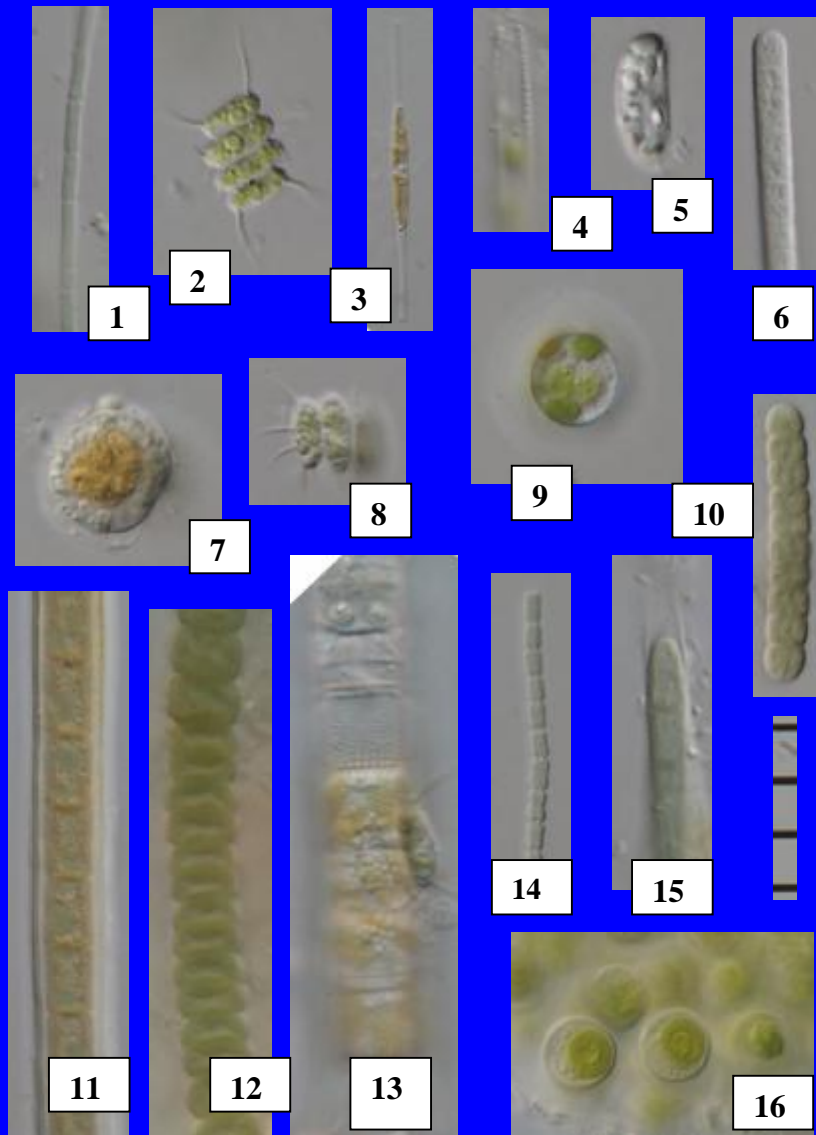
Předpoklady úspěšného použití

- Celkový P pod 10 $\mu\text{g/L}$.
- Menší nádrž.
- Možnost regulace/eliminace rybí obsádky.
- TVD v JETE splňují předpoklady.

- Hrbáček, J. a kol. (1961): Demonstration of the effect of the fish stock on the species composition of zooplankton and the intensity of metabolism of the whole plankton association. – Verh. Int. Ver. Limnol. 14:192-195.
- Hrbáček, J. (1981): Produkční vztahy, výchozí struktura pro posuzování faktorů eutrofizace údolních nádrží. – Academia, Praha, 57pp.

Chemický režim jednotlivých okruhů systému TVD:

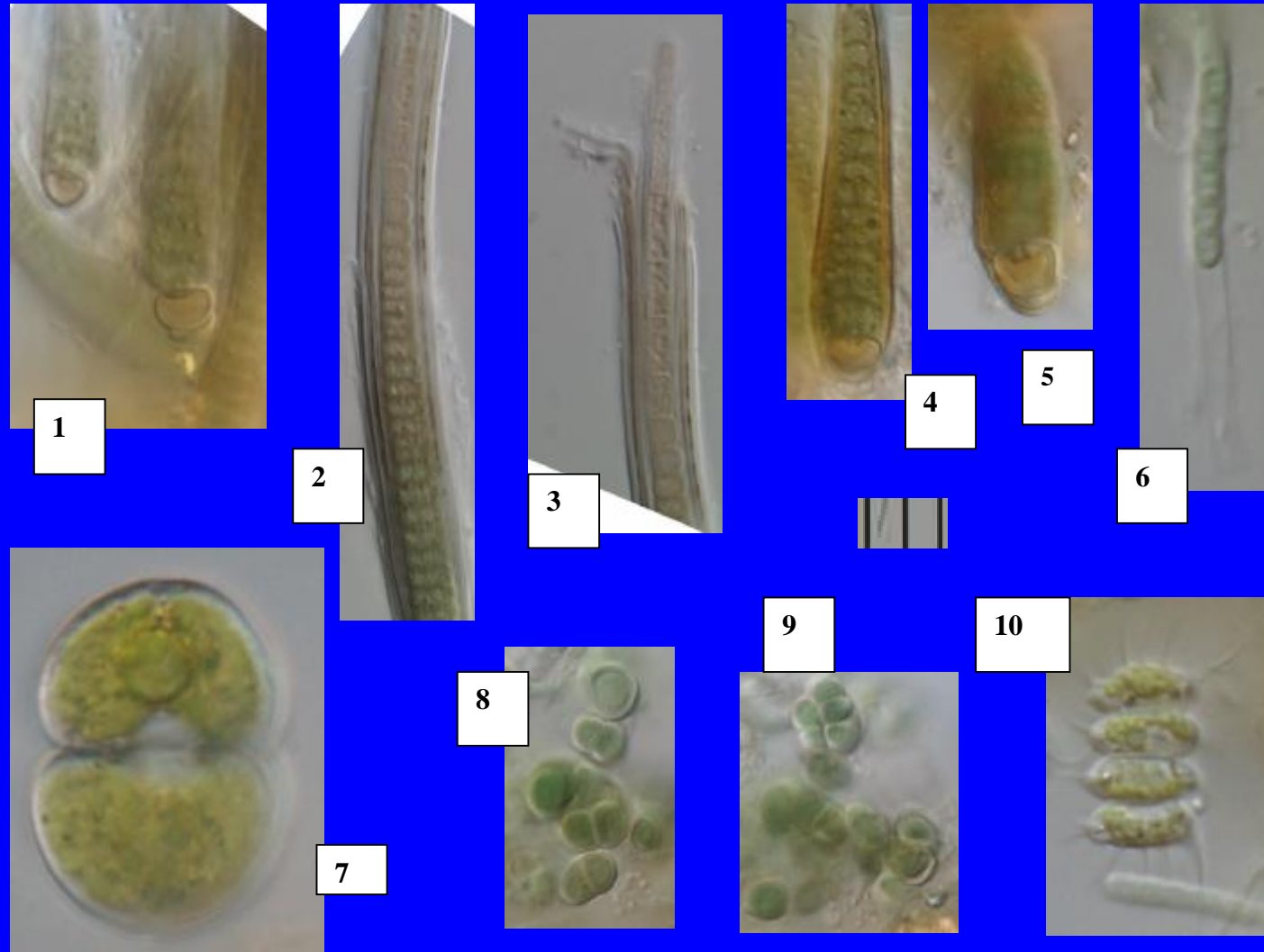
- **TVD1 - bez chemikálií:** pouze alkalizace přídatné-doplňované vody – od 1.1.2006 (do té doby stejné ošetřování jako ve 2. a 3. okruhu)
- **TVD2 - bezfosfátový chemický režim:** alkalizace přídatné-doplňované vody+inhibitor bezfosfátový+biocid+stabilizátor se stopovací látkou+výjimečně a šokově algicid – bezfosfátový inhibitor od 25.6.2005 (do té doby stejné ošetřování jako ve 3. a 1. okruhu)
- **TVD3 - fosfátový chemický režim:** alkalizace přídatné-doplňované vody+inhibitor fosfátový+biocid+stabilizátor se stopovací látkou+výjimečně a šokově algicid), od 18.5.2007 záměna fosfátového inhibitoru za bezfosfátový (v současné době 2. a 3. okruh stejné ošetřování)



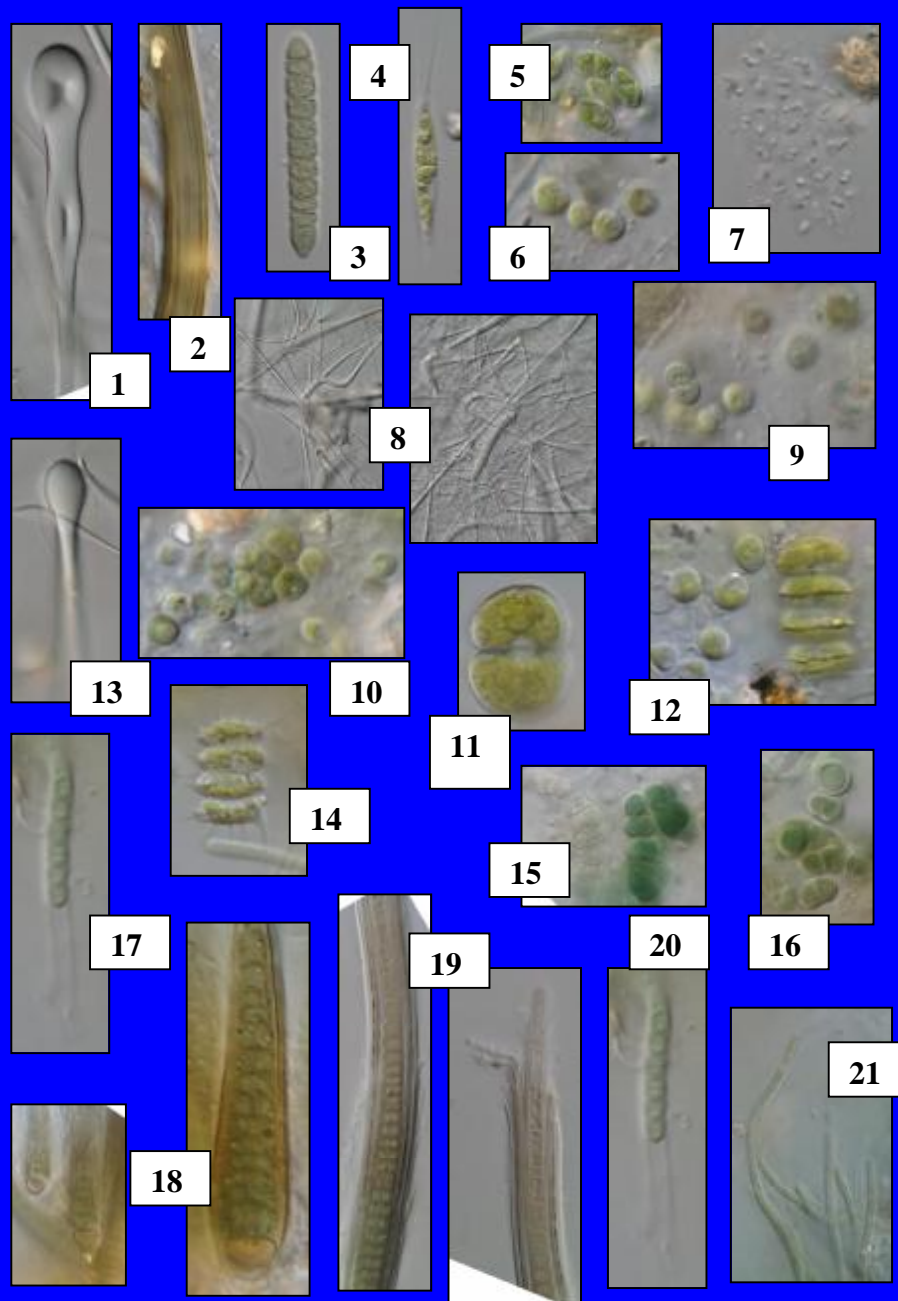
TVD 1: Fytoplankton 29.8.2007.

1, 14 - *Pseudanabaena* sp.,
 2,8- *Scenedesmus abundans*,
 3,4 – *Synedra* sp., 5 – bezb. bičíkovec
 cf. *Chilomonas*, 6 – *Phormidium* sp.,
 7 - ?, 9 - ?, 10 - ?, 11 – *Calothrix* sp.,
 12 - ? 13 – *Melosira granulata*,
 15 – *Phormidium* sp.,
 16 – *Eutetramorus* sp.

Celkem 26 druhů sinic a řas

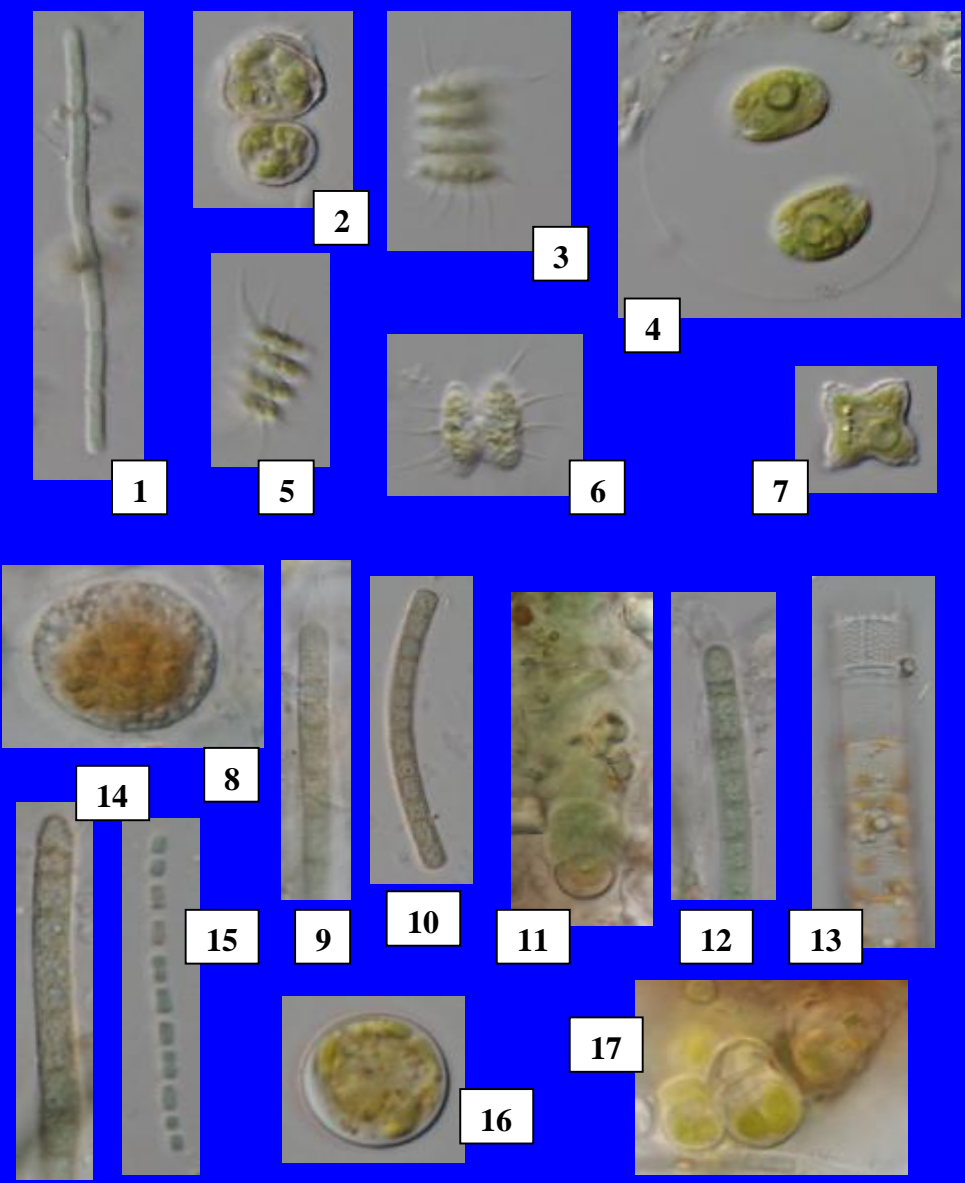


TVD 1, fytoENTOS, nárost na betonu. 1-5 – *Calothrix* sp., 6 – *Phormidium* sp., 7 – *Cosmarium* sp., 8-9 – *Synechocystis* cf. *salina*, 10 – *Scenedesmus* *abundans*.



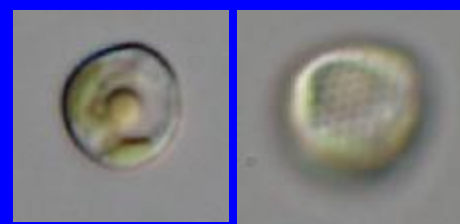
TVD 2. Fytoplankton a
 fytoENTOS, 29.8.2007.1, 8,13 –
 vláknitá bakterie, 2,18,19 –
Calothrix sp., 3 – hormogonie,
 4 – *Schroderia setigera*,
 5 – *Tetrachlorella alternans*,
 6, 12 - ?, 7 – *Aphanothece*
nidulans, 9 – *Synechocystis*
aquatilis, 10 - ?,
 11 – *Cosmarium* sp.,
 14 – *Scenedesmus abundans*,
 15, 16 - *Cyanosarcina* sp.,
 17, 20 – *Phormidium* sp.

Celkem 21 druhů sinic a řas

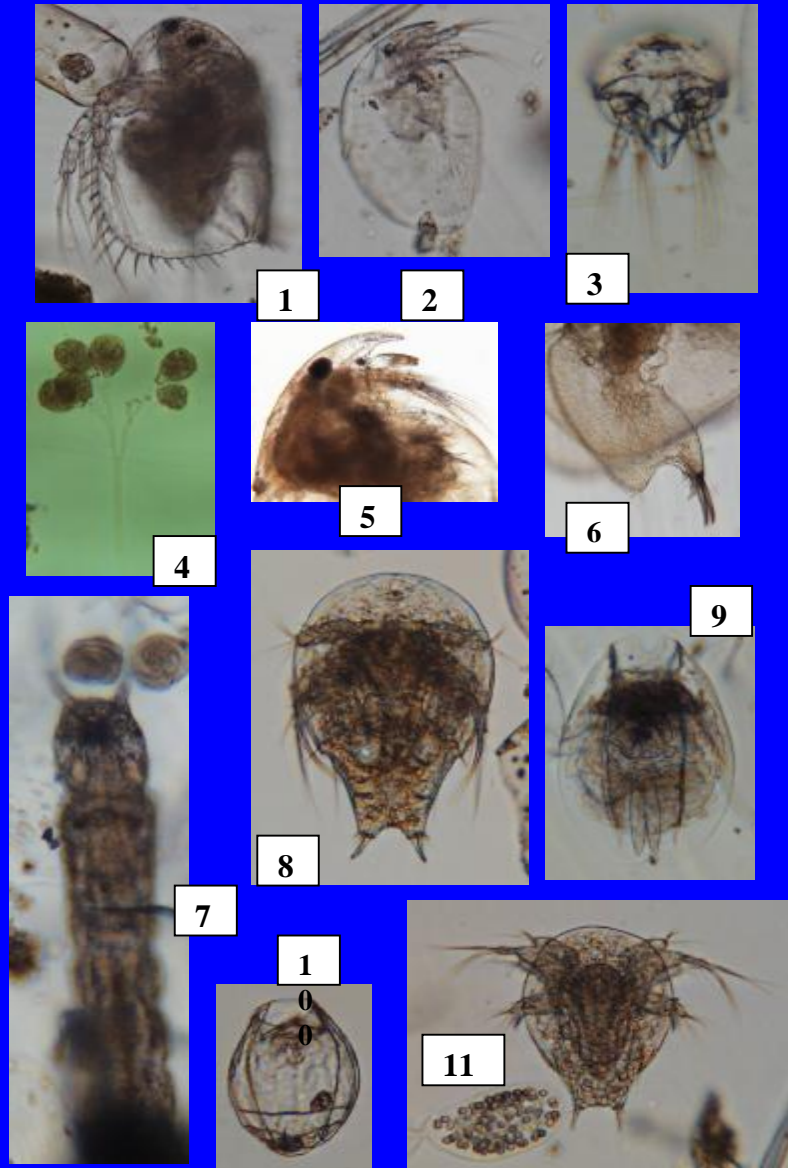


TVD 3. Fytoplankton a fytoENTOS.
 1, 15 – *Pseudanabaena* sp., 2, - ? ,
 3,5,6 – *Scenedesmus abundans*,
 4 – *Sphaerello cystis ellipsoidea*,
 7 – *Tetraedron minimum*,
 8 - ?, 9,10, 12,14 – *Phormidium*
 spp., 13 – *Melosira* cf. *granulata*,
 16 – cf. *Stichogloea*, 17 – cf.
Phaeoplaca palludosa.

Celkem 17 druhů sinic a řas



Trachydiscus minutus



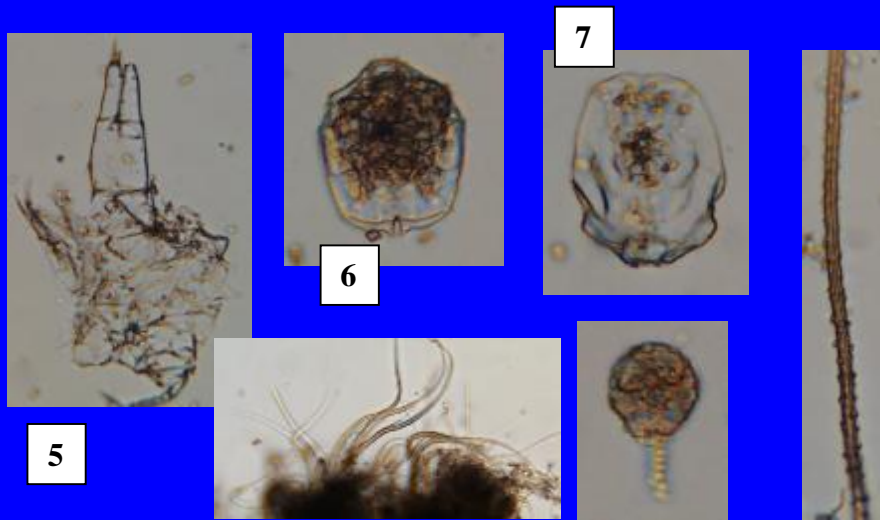
TVD1: 1. perloočka *Macrothrix* sp.,
 2. perloočka *Alona* sp., 3. perloočka
 čeledi Chydoridae, 4. kolonie nálevníka
 řádu Peritricha, 5. perloočka *Eurycercus*
lamellatus – hlava, 6. perloočka
Eurycercus lamellatus – postabdomen,
 7. larva pakomára (Chironomidae),
 8, 11. naupliové stadium buchanky pod-
 čeledi Eucyclopinae (Crustacea,
 9 vířník *Euchlanis* sp. (Rotatoria),
 10. vířník *Lecane* sp. (Rotatoria).

Celkem **15** druhů zooplanktonu



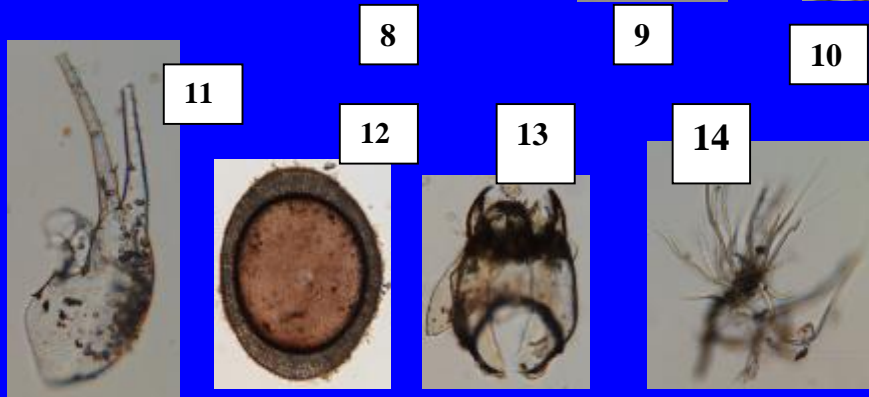
TVD1: 1. perloočka *Alona* sp. ,
 2. ?, 3. vířník cf. skupina Bdelloidea,
 4. perloočka *Eurycercus lamellatus* –
 postabdomen,

Celkem 15 druhů zooplanktonu



TVD2: 5. kopepoditové stadium
 buchanky (Crustacea, Cyclopidae),
 6, vířník *Brachionus angularis*
 (Rotatoria), 7. ?, 8,14. sinice *Calothrix*,
 9. *Vorticella* sp. (Ciliata),
 10. tykadlo motýla?,

Celkem 3 druhy zooplanktonu



TVD3: 11. perloočka *Bosmina* sp.
 (Crustacea), 12. statoblast mechovky
Plumatella (Bryozoa), 13. hlavová
 kapsule pakomára (Chironomidae),
 14. sinice *Calothrix*.

Celkem 3 druhy zooplanktonu

Druhová bohatost TVD

- Sinice a řasy
- TVD1- 26 druhů
- TVD2- 21
- TVD3- 17
- Zooplankton
- TVD1-15 druhů
- TVD2- 3
- TVD3- 3

Bakterie po barvení DAPI



Barvení a mikrofoto V.O.Cepák

JETE, 25.I.2008

	totN	totP	Chl_a	O ₂	t	Průhl.	Fyto-	Zoo
	(mg/L)	(µg/L)	(µg/L)	mg/L	(°C)	(cm)	(b/ml)	(j/l)
TVD1	2,4	68	7,5	12	15	350	42 000	22
TVD2	2,9	156	166	11	20	50	890 000	3
TVD3	2,6	136	321	12	14	30	4 300 000	3

Ryb. Spolský a Ruda, 1976-8

tot N	tot P	Chl_a	O ₂	Průhl.
(mg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(mg/L)	(cm)
0,5-1,5	90-170	48-95	7,5-8,2	40-90

Proč nejsou v TVD1 řasy?

- Obsah totP je poloviční (ku TVD2 a TVD3). Chl_a, počet b./ml i průhlednost desetinásobné!
- Zooplankton v TVD1 je hojný a odfiltroval řasy.

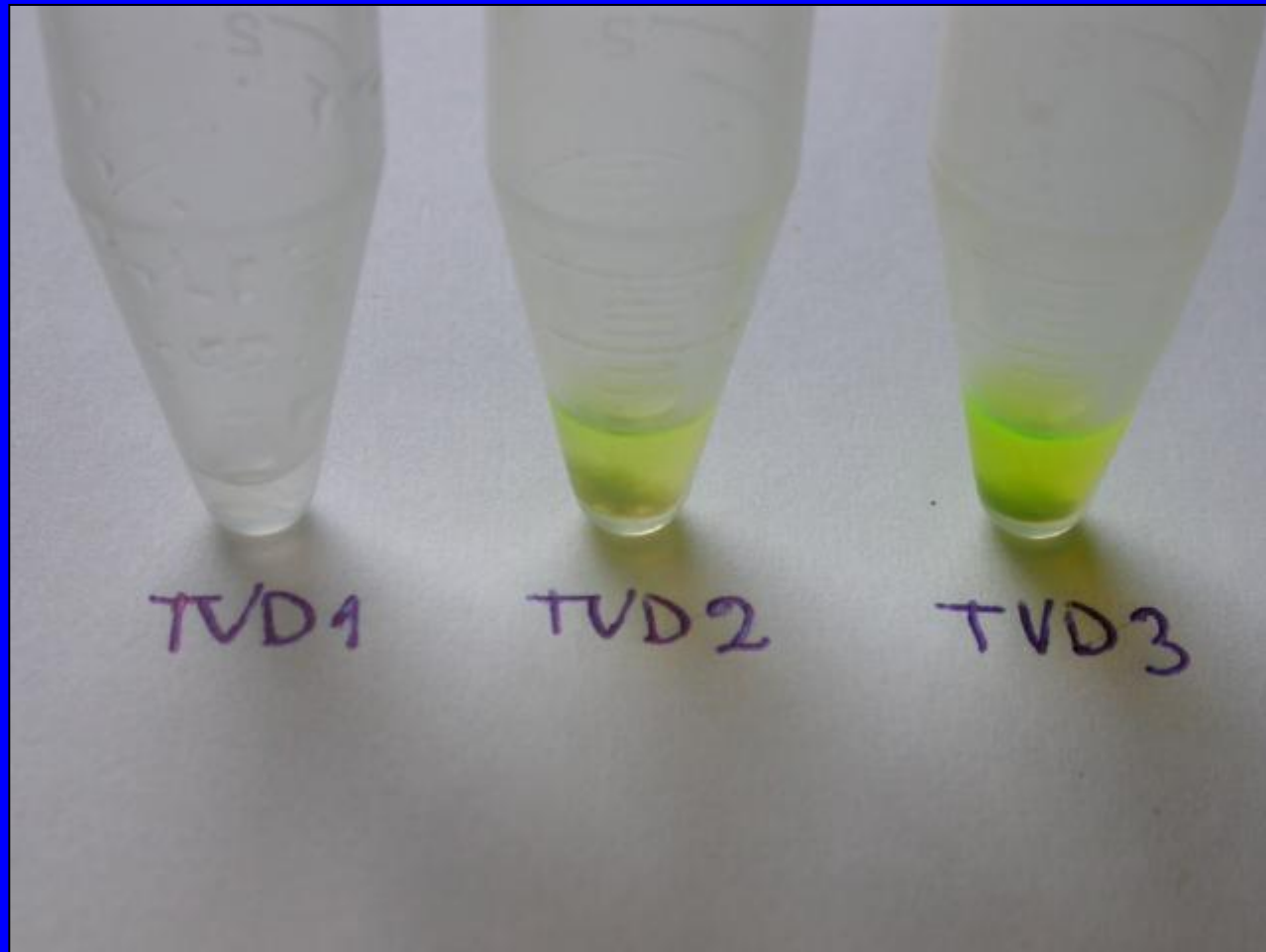
Proč jsou v TVD2,3 řasy?

- Přestože inhibitor koroze (ZnCl_2) působí i jako algicid. EC50 pro Zn a různé řasy je 25-60 mg/L. ZnCl_2 je dávkován na 20-30 mg/L.
- Zooplanktonu je cca. 5x méně-nefiltruje.

Proč není v TVD2 a TVD3 zooplankton?

- Nedostatek potravy? Ne.
- Toxicita? Inhibitor koroze (ZnCl_2), Biocid (Br), algicid (terbutylazin), stabilizátor se stopovací látkou (hydrogensířičitan sodný).

Trasar – možný pachatel?



Toxicita pro *Daphnia magna*

mg/L		dávka	EC50
Algicid (terbutylazin)	TVD3	20	1000 (400)
Antikoro. (ZnCl ₂)	TVD2,3	20-30	0,15-0,9
Biocid (Br)	TVD2,3	20-30	4,2
Stabil. (Trasar)	TVD2,3	40-60	1300

Závěry a ???

- TVD1 – bez ošetřování, jen vápněno, má poloviční totP a průhlednost 10x vyšší nežli ošetřované TVD2,3.
- Vysoká koncentrace zooplanktonu v TVD1=filtrace řas i bakterií.
- TVD2,3 - toxicita biocidu a stabilizátoru koroze na zooplankton blokuje přirozenou filtraci řas.
- Sledovat a event. využívat přirozený rozvoj parazitů řas.
- Odstraňovat nárosty řas na stěnách TVD bazénů, odbahnit!
- Bezzásahový režim i v TVD2,3, jen vápnit? Až podle výsledků korozních testů v TVD1.

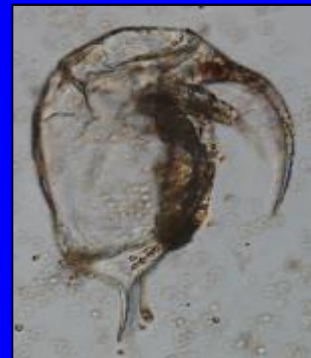
Další postup prací

- Testovat toxicitu použitých látek na celý fytoplankton, *Daphnia*, celý zooplankton.
- Testovat kombinaci všech látek na fyto a zooplankton.
- Hledat a testovat další inhibitory koroze s cílem najít netoxický pro zooplankton.
- S řasami a bakteriemi si poradí sám zooplankton?

Děkujeme za pozornost



Dr. J.Fott z KU Praha laskavě určil zooplankton



*Bosmina
rostrata*



*Brachionus
angularis*

Calanoidea



Phlyctidium scenedesmi