

Eutrofizace Acidifikace Sucho



Trofie (stav) – Eutrofizace (proces)

- Složitý proces obohacování stojatých a tekoucích povrchových vod živnými minerálními látkami
- **Eutrofizace přirozená, indukovaná a razantní eutrofizace**
- **Prvotním signálem** je nárůst planktonních sinic, řas (zelené kokální, bentické rozsivky, zelené vláknité) a vodních makrofyt (vč. parožnatek)
- **Vodní květ:** 10 cm³ biomasy na 1 m³ vody
- **Vegetační zákal** – 5 cm³
- ? Projevy – fotosyntéza, chemie, režim, sezóna na nádrži



Typizace vod – P a N

- Klasifikace stojatých vod dle OECD (1992)

Úživnost	P (mg/l) celk.	Chlorofyl-a (µg/l)		Průhlednost (m)	
		prům.	max.	prům.	max.
Oligotrofie	< 0,010	< 2,5	< 8	> 6	> 3
Mezotrofie	0,010–0,035	2,5-8	8-25	3-6	1,5-3
Eutrofie	0,035-0,100	8-25	25-75	1,5-3	0,7-1,5
Hypertrofie	> 0,100	> 25	> 75	< 1,5	< 0,7

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

Pohlédnutí do historie - Toxicita sinic

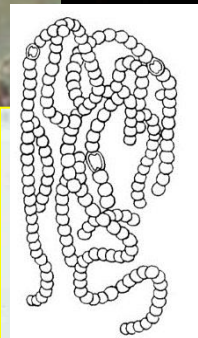
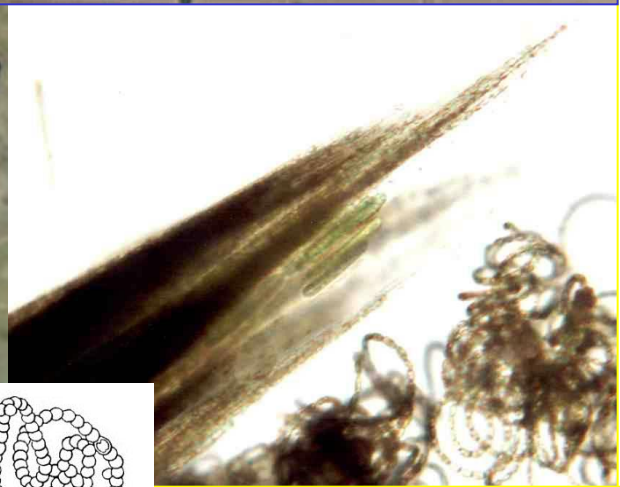
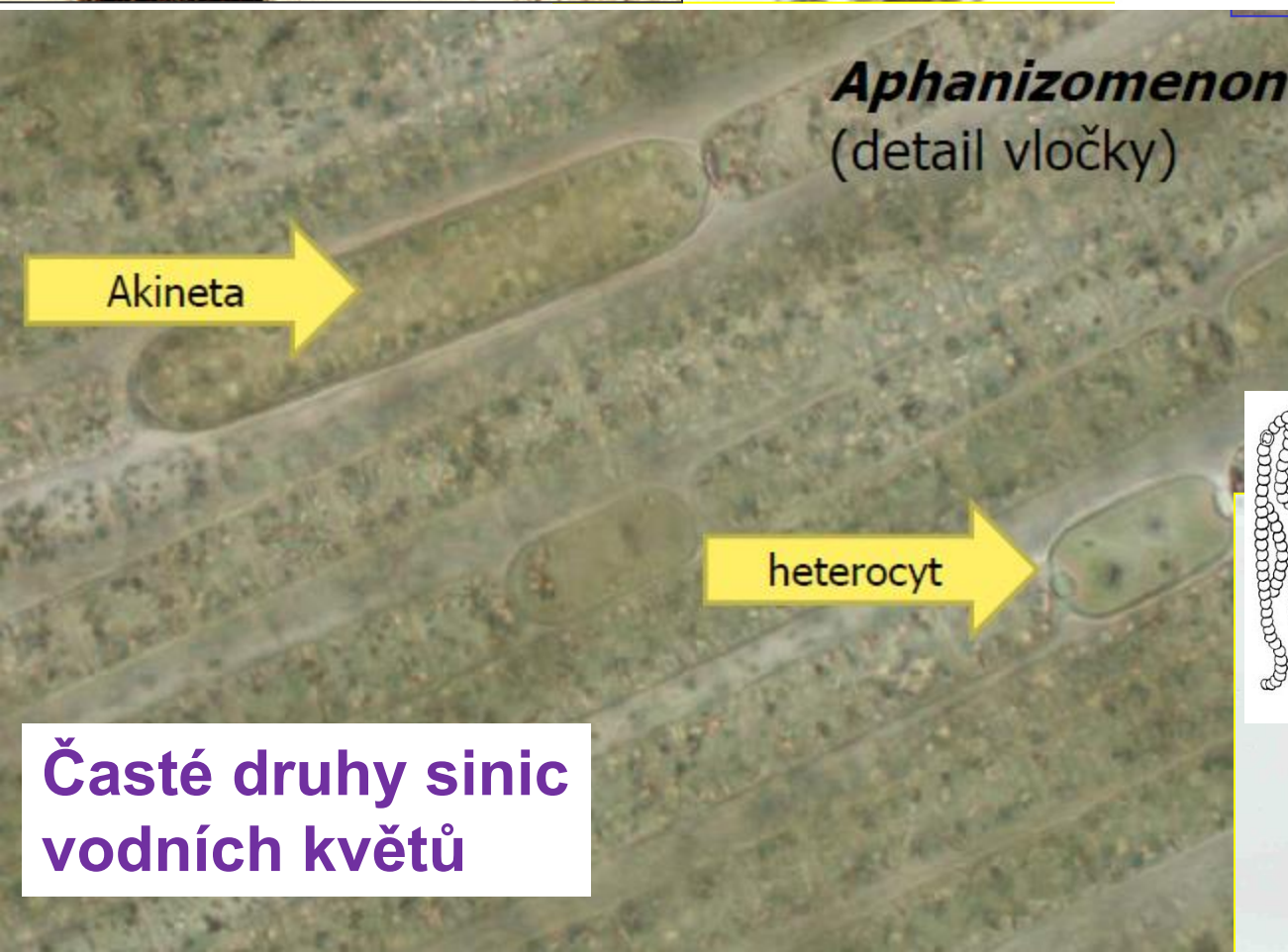
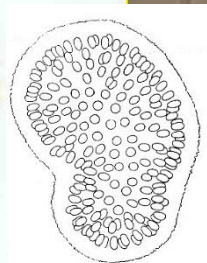
- 1878 - G. Francis – masový úhyn dobytka při spásání biomasy tvořené druhem *Nodularia spumigena*
- Sinice toxické - rodů *Anabaena* (*Dolichospermum*), *Aphanizomenon* (*Cuspidothrix*), *Coelosphaerium*, *Gloeotrichia*, *Lyngbya*, *Microcystis*, *Nodularia*, *Nostoc*



Sinice vodního květu

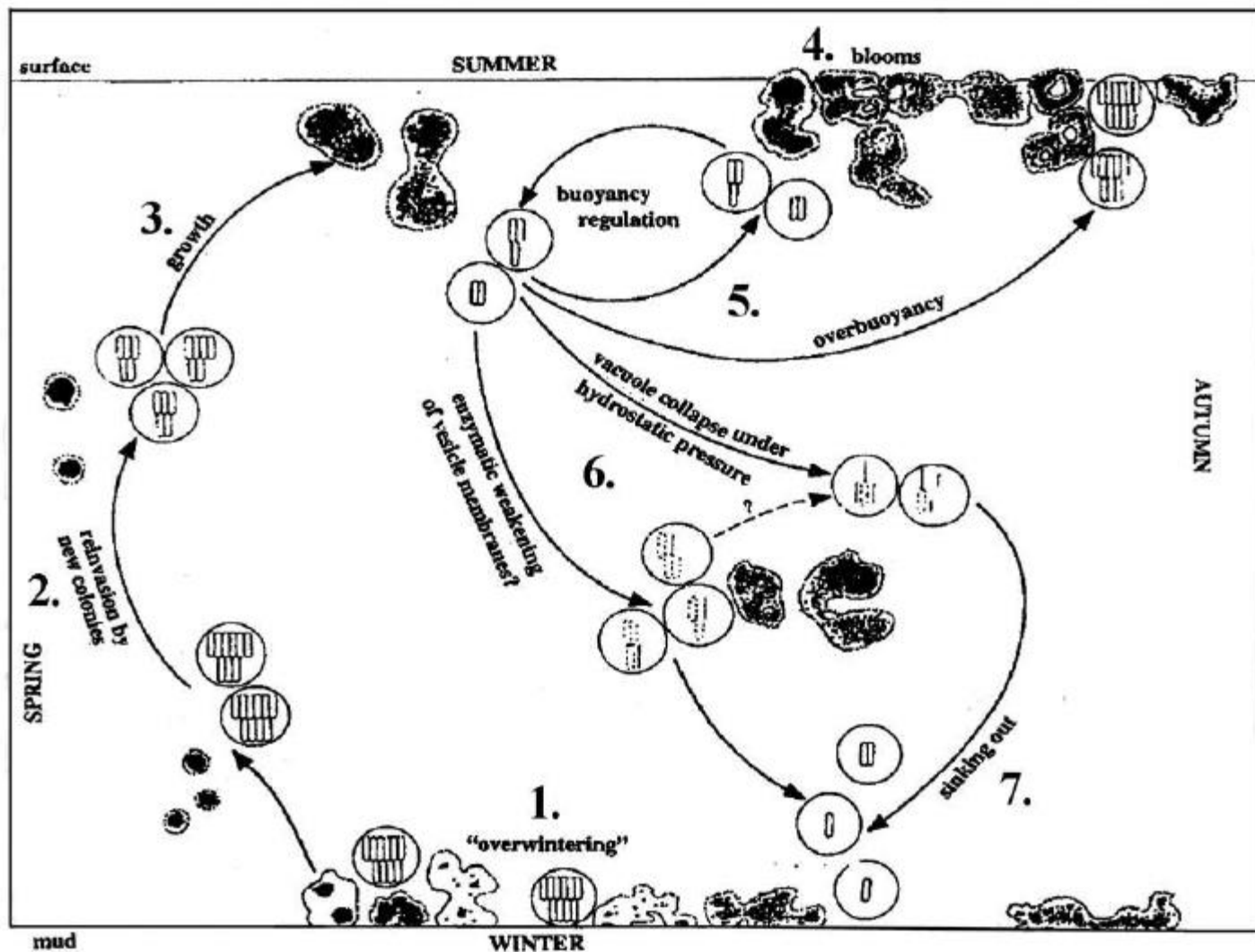
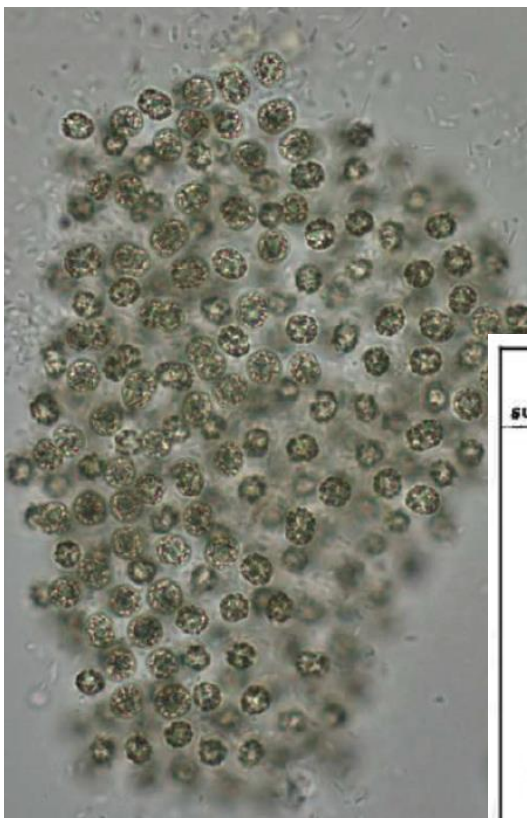


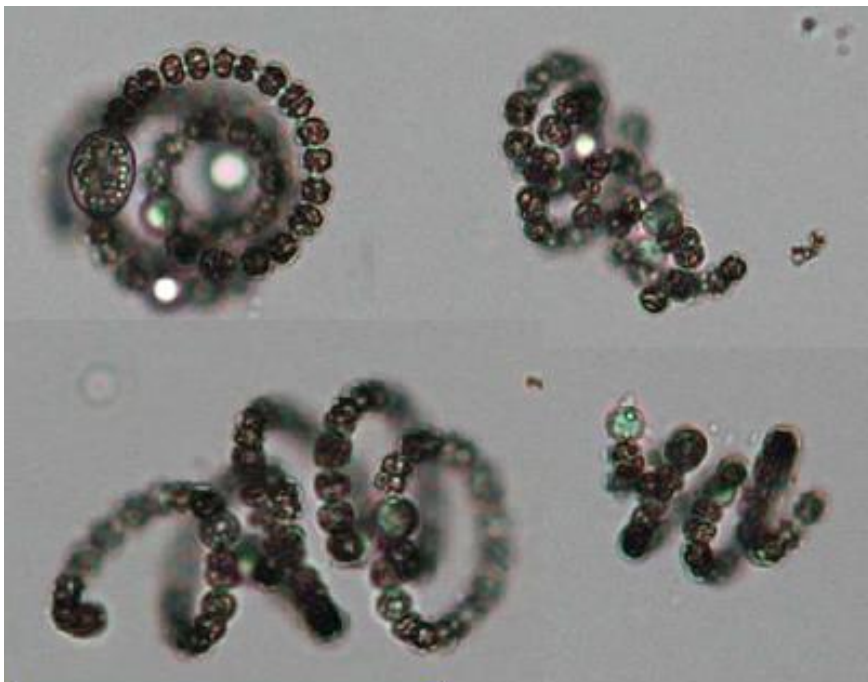
Mikroskopické řasy



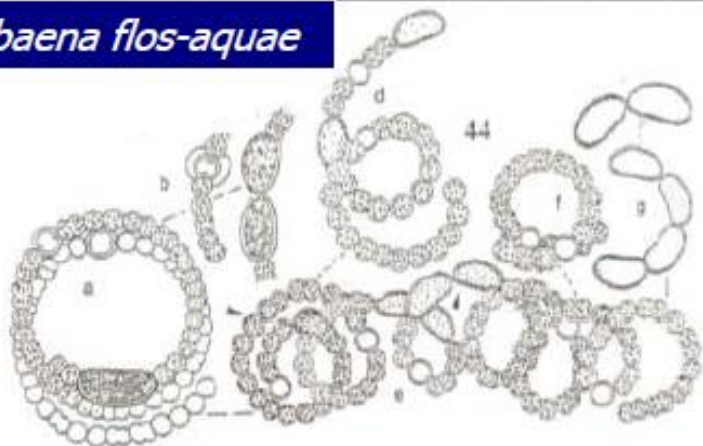
Časté druhy sinic
vodních květů

Různé fáze životního cyklu morfotypu *Microcystis*





Anabaena flos-aquae



Obr. 43. *Anabaena lemmermannii*: a-e - části kolonií smotaných trichomů s centrálně uloženými heterocyty a akinetami; d - detail konců trichomů; e - detaili heterocytů; f - detaili heterocytů a postranními akinetami. [K.M.Senich 1920, Komárek 1958, Kosinskaja in Kondrat'eva 1968]

Obr. 44. *Anabaena perhobata*: a, d-f - variabilní ve vlnutí trichomů s heterocyty a akinetami; b - detail heterocytu (po fixaci formalinově); e, g - detail akinet. [Aptekar in Kondrat'eva 1968 (sub *A. flos-aquae* f. *optokoriana*), Nygaard 1949 (sub *A. spiroides* f. *torulata*)]

[82]



Obr. 45. *Anabaena flos-aquae*: a-c - variabilní ve vlnutí vláken; d - úlomky vláken s akinetami; e - detail konců trichomů; f - detail heterocytů; g - výsti a variabilní akinet. [Komárek 1958, Kondrat'eva 1968]

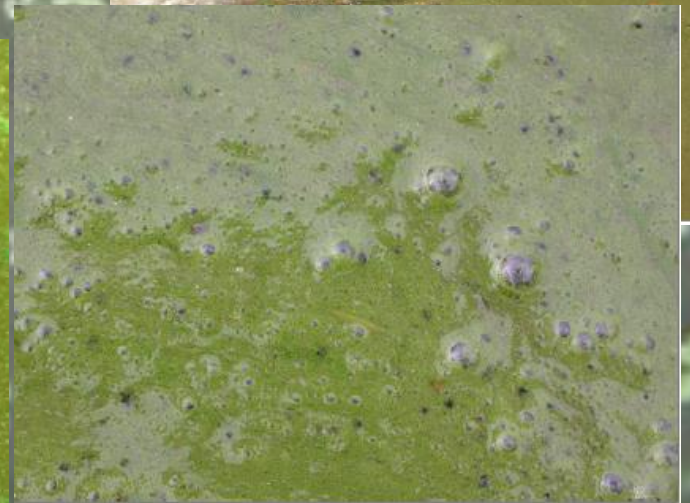
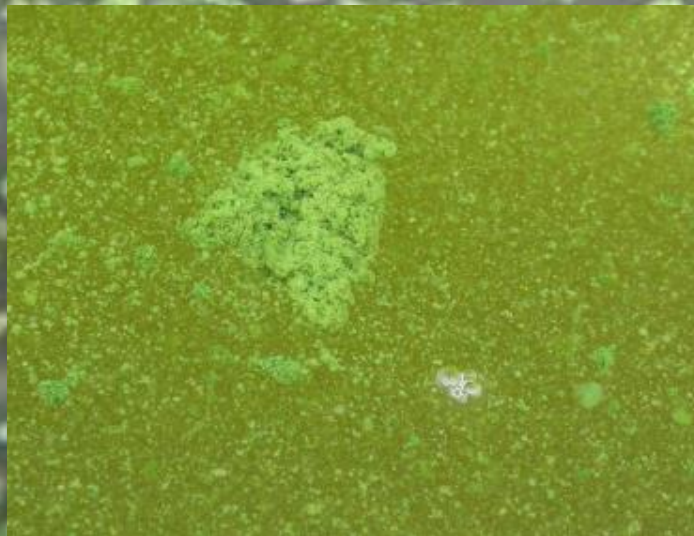
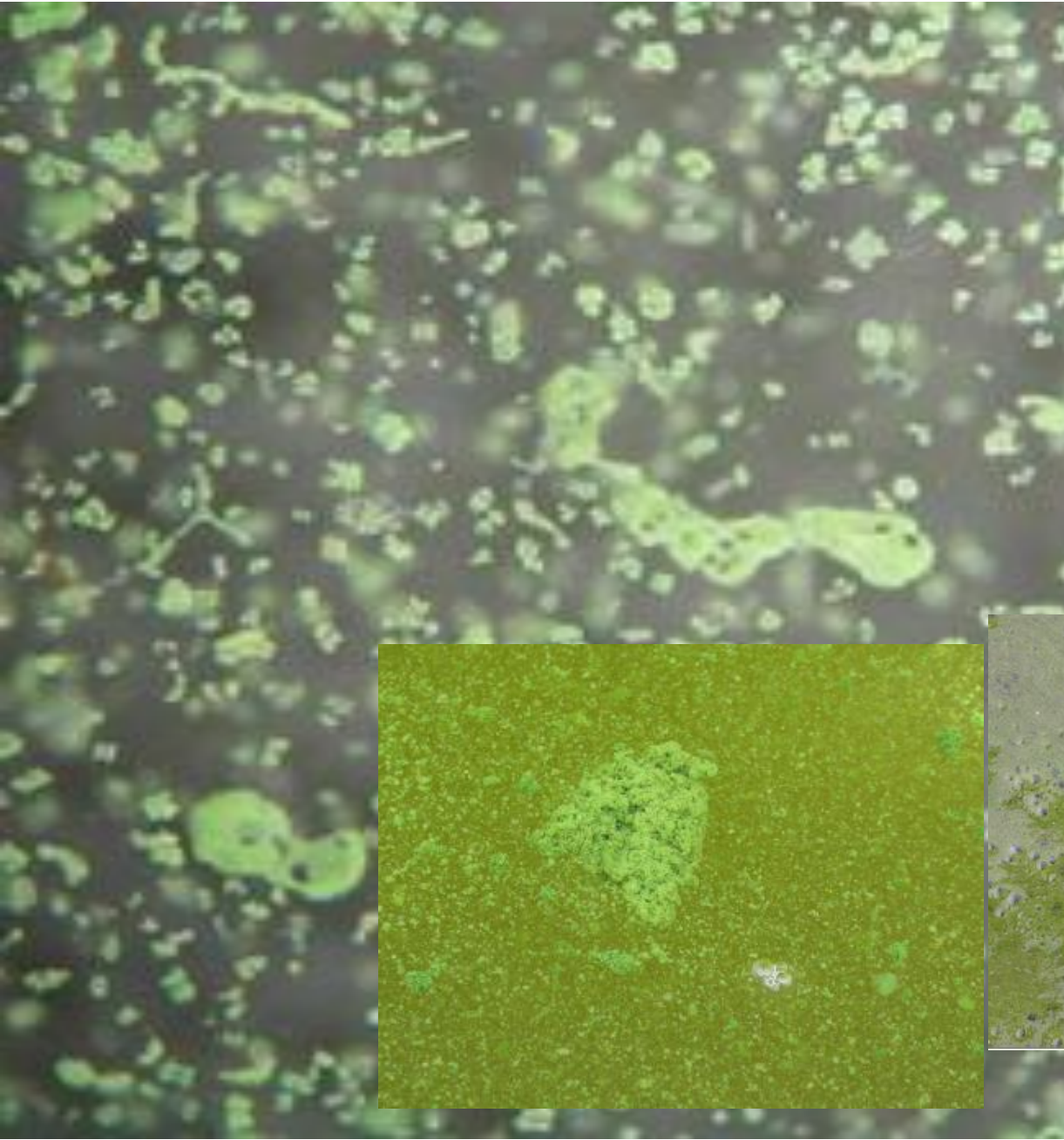
[83]

Planktothrix agardhii

- Netvoří často typické vodní květy
- Nestratifikované nádrže
- Spíše jen zákal a velmi nízká průhlednost
- Může mít vysoký obsah toxinů



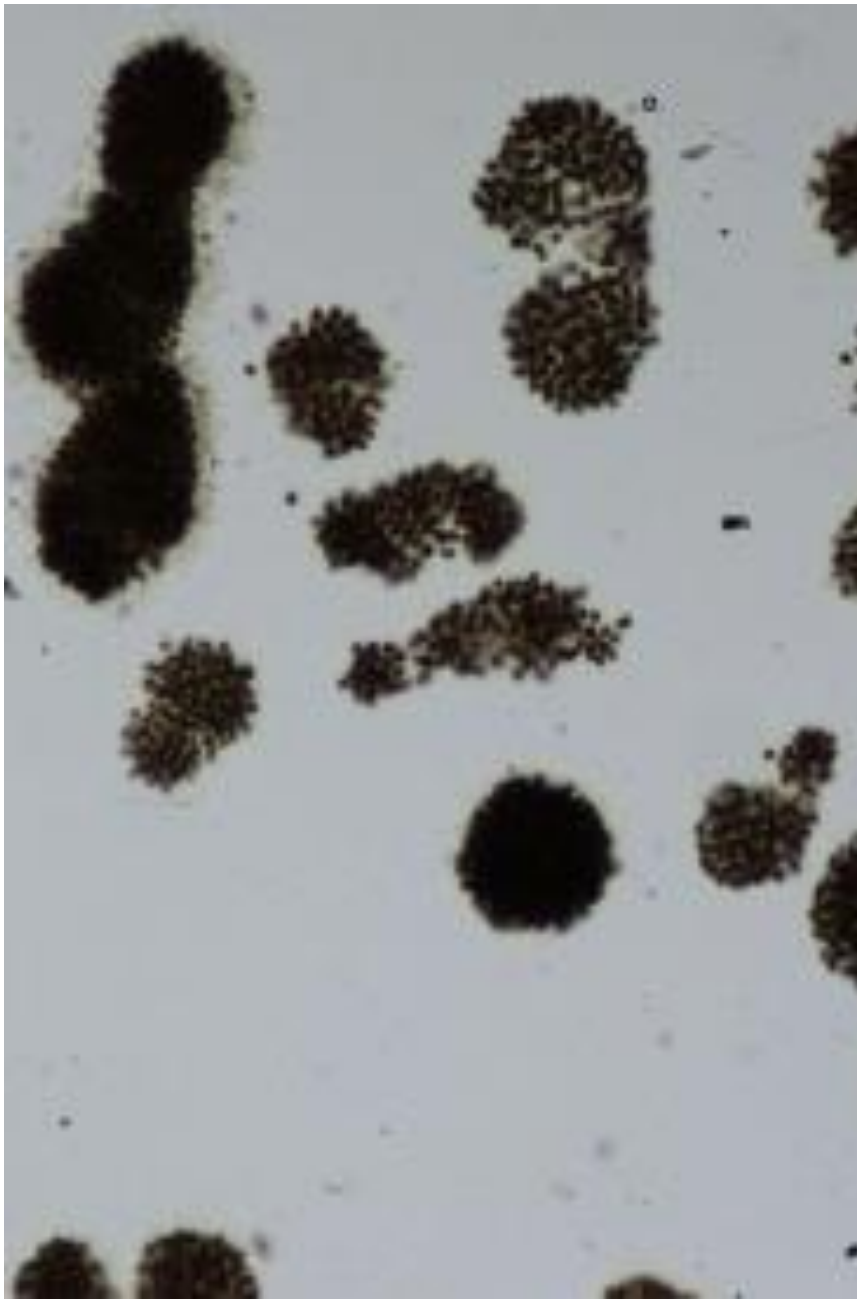
Dominance sinic! Jak to vypadá?





Masivní vodní květ Orlík – Radava 15.8.2011, v té době poslední (týden staré) hodnocení bylo 😊
(voda vhodná ke koupání s mírně zhoršenými smyslově postižitelnými vlastnostmi)

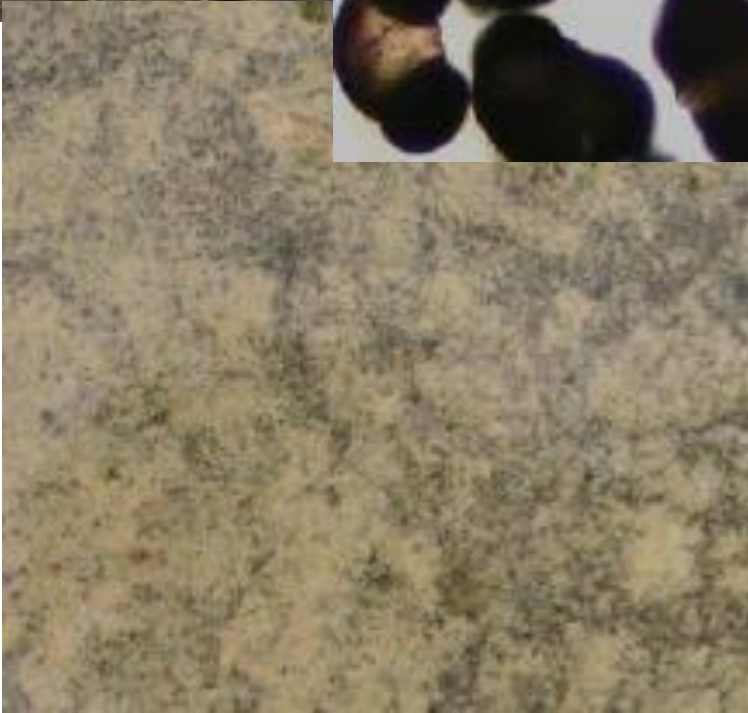
Dominance sinic! Jak to vypadá v ekosystému?



Dominance sinic! ... I takto to může vypadat!



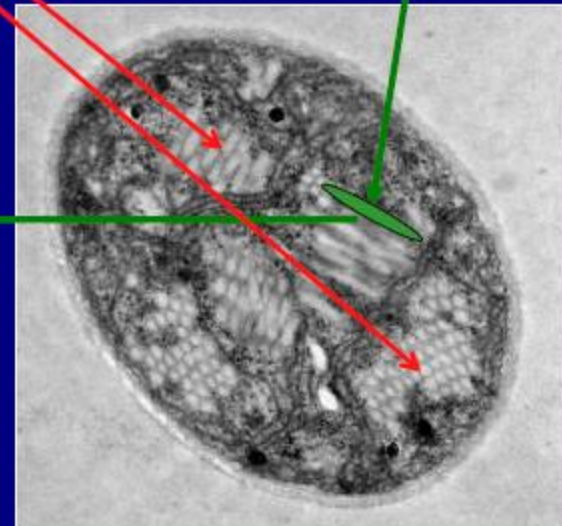
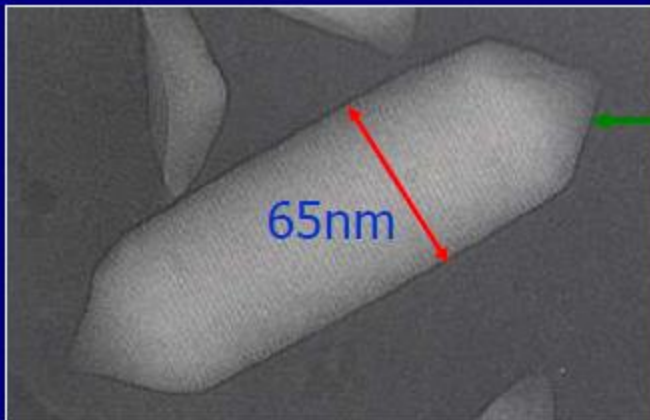
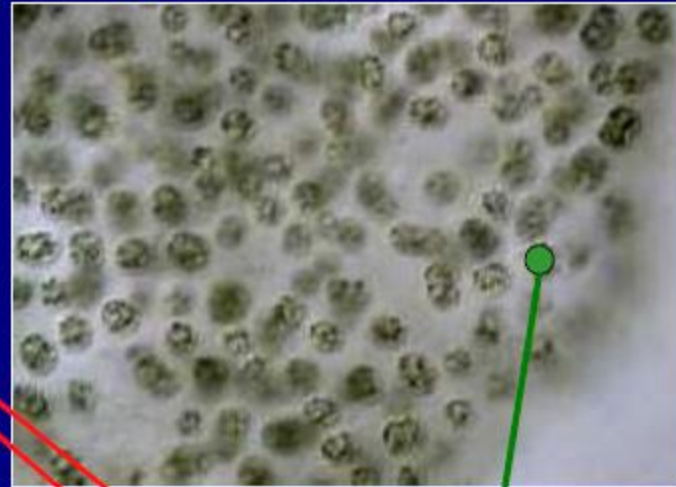
Jsou všechno sinice? Jaká je interpretace z biotopu.



Proč vodní květ plave?

Plynové měchýřky – gass vesicles

- Nesprávně – plynové vakuoly
- Sdruženy do aerotopů



Toxiny sinic

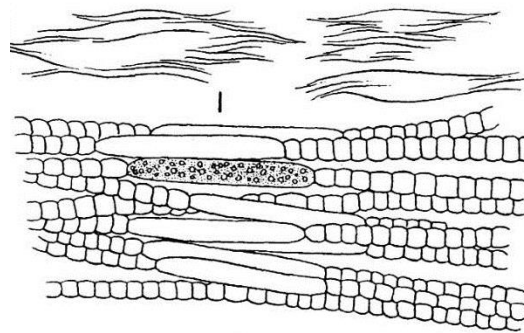
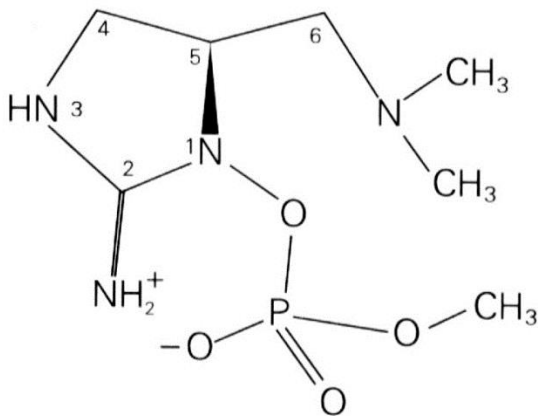
- **Cyanotoxiny** (tj. toxiny sinic) = látky sekundárního metabolismu, biologicky aktivní látky
- **Biotoxiny** (neurotoxiny, hepatotoxiny, genotoxiny, imunotoxiny, embryotoxiny, mutageny, karcinogeny a tumor promoting factors) a
- **Cytotoxiny** (tubercidin)



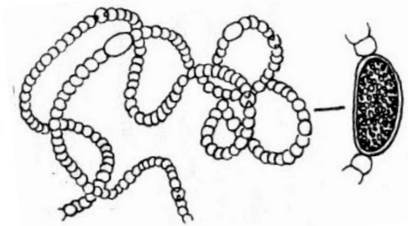
Vyhláška č. 252/2004 Sb. – stanovení microcystinu-LR, limitní hodnota 1 $\mu\text{g/l}$

Neurotoxiny

- látky alkaloidní povahy, blokují **Na** kanály membrán, depolarizují je a inhibují cholinesterázy, klinickým příznakem jsou křeče, v alkalickém prostředí a při teplotě nad 40 °C nastává jejich destrukce
- rody *Anabaena* (*Dolichospermum*), *Aphanizomenon* (*Cuspidothrix*), *Oscillatoria*, *Microcystis*, *Planktothrix*
- anatoxin (sladkovodní sinice (a, b, c) - LD₅₀ je 20 µg.kg⁻¹ živé váhy)
- aphanotoxin - LD₅₀ 10 µg.kg⁻¹ živé váhy, smrt během 5 minut



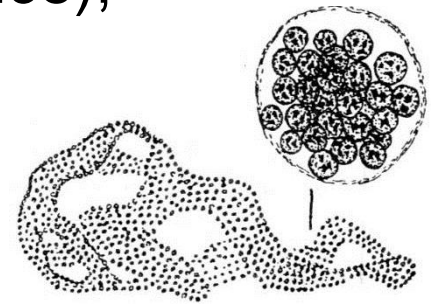
Aphanizomenon



Anabaena

Hepatotoxiny

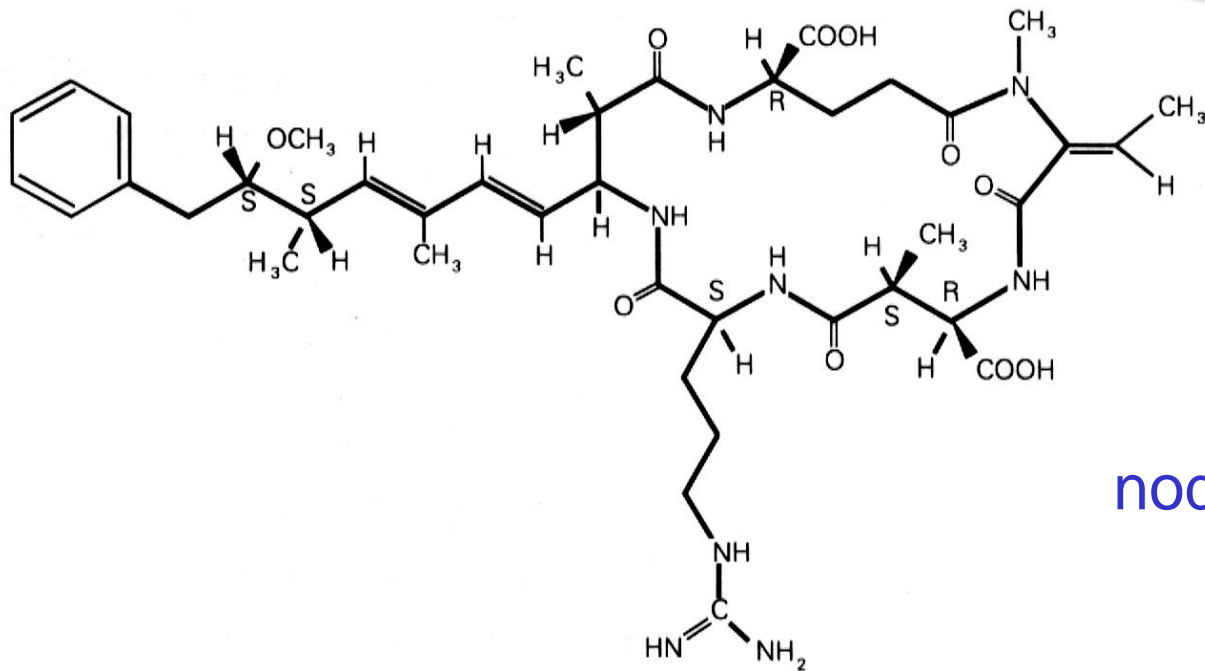
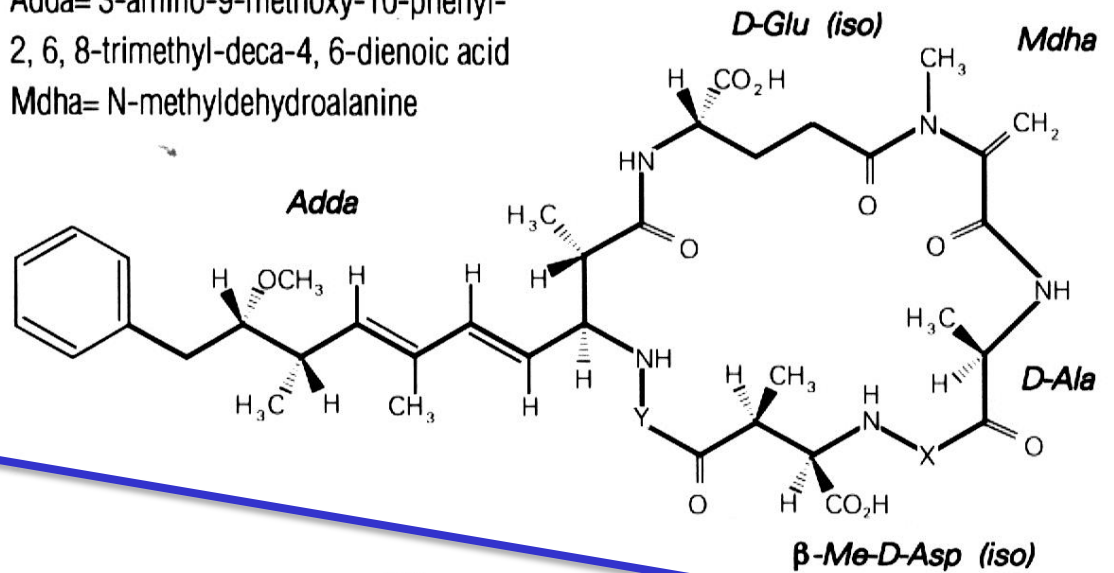
- cyklické peptidy a inhibitory proteinfosforylázy, zasahují játra teplokrevných živočichů, poškození struktury a funkce
- termostabilní látky
- zasahují neuromuskulární a respiratorický systém
- způsobují lokální alergické vyrážky, celkové alergické reakce a dyzentérické poruchy
- sinice rodů *Microcystis*, *Anabaena*, *Nodularia*, *Planktothrix*, *Oscillatoria*, *Nostoc*, *Aphanizomenon* (lidská pokožka!!!!), *Gloeotrichia*
- microviridin a microcystin (sladkovodní sinice),
- nodularin a cylindrospermopsin



- možnost **tumorového promotoru**
- LD₅₀ pro laboratorní myš 0,466 mg.kg⁻¹ živé váhy

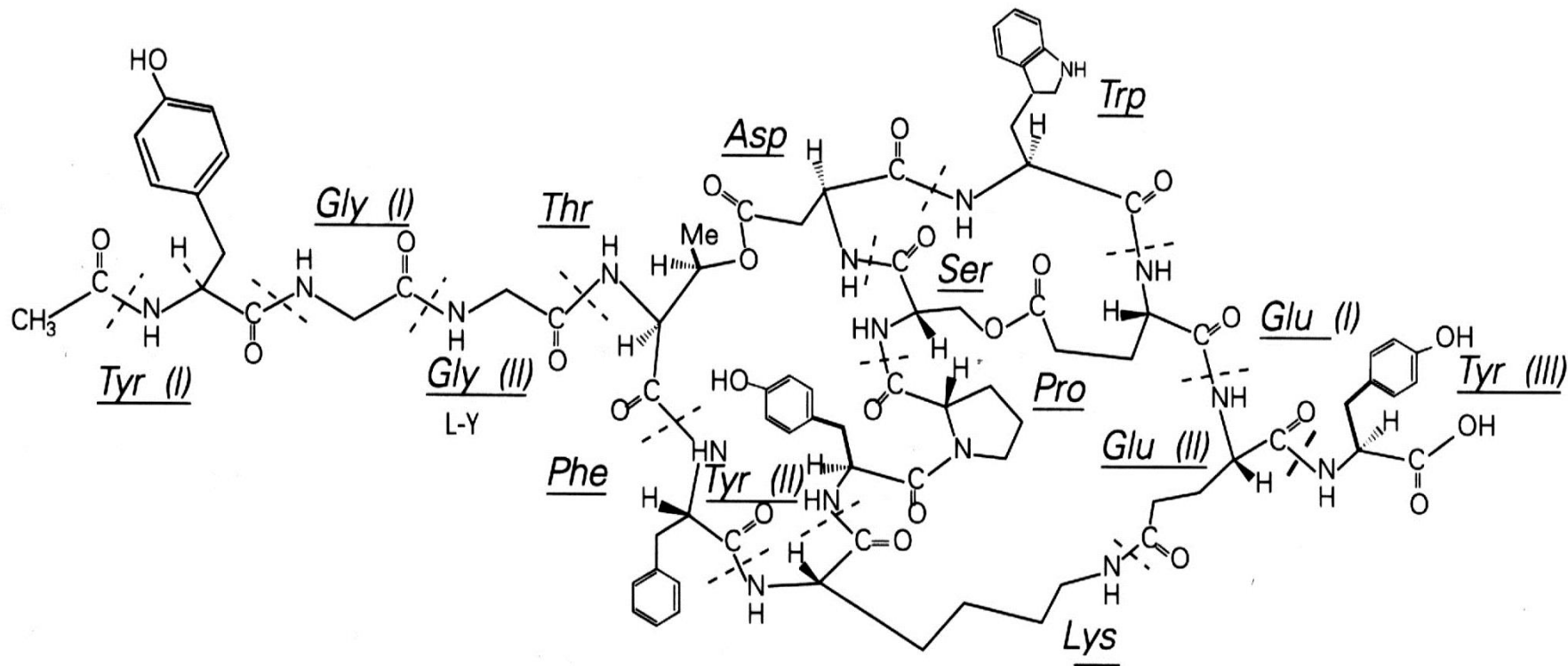
microcystin

Adda= 3-amino-9-methoxy-10-phenyl-2, 6, 8-trimethyl-deca-4, 6-dienoic acid
Mdha= N-methyldehydroalanine

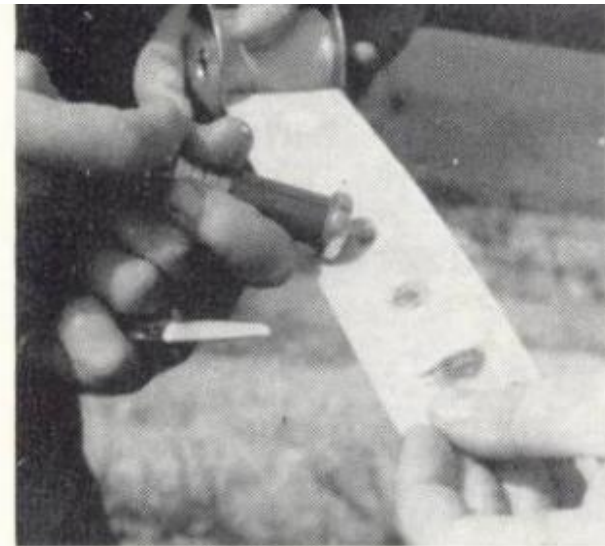
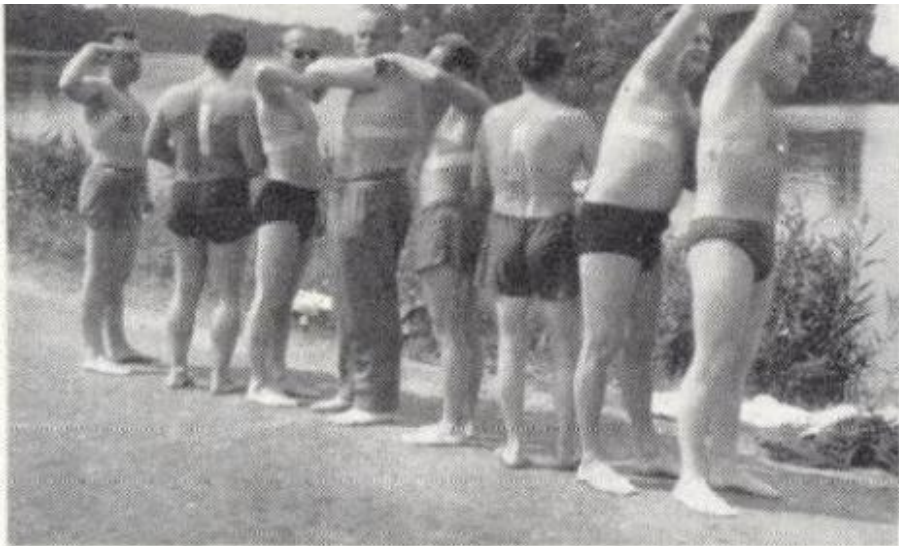


nodularin

microviridin



Přímý účinek vodního květu sinic na pokožku



Signalizace výskytu (WHO) a stanovení sinic

- **Stav bdělosti** (v 1 ml 1 a více kolonií sinic *Microcystis*, nebo 5 a více vláken *Planktothrix*)
- **Signalizace I. stupně** (více jak 2 000 buněk sinic v 1 ml vody, popř. buněčný objem je více než 0,2 mm³, popř. více než 1 µg/l chlorofylu-*a*)
- **Signalizace II. stupně** (více jak 100 000 buněk sinic v 1 ml vody, objem více než 10 mm³, popř. více než 50 µg/l chlorofylu-*a*)

Metody:

- Stanovení planktonních sinic dle **ČSN 75 7717** – rozbití kolonií
- Stanovení microcystinu-LR
- Testy toxicity na organismech, *Thamnocephalus* – nejcitlivější, dle **ČSN ISO 14380** (dříve TNV 75 7754)
- Chlorofyl-*a* pomocí ČSN ISO 10260

Měření koncentrace chlorofylu-a

ČSN ISO 10260: filtrace (skleněná vlákna), extrakce v 90% etanolu, vodní lázeň při 75°C (5 min), vyčištění extraktu (centrifugace), měření při 665 a 750 nm před a po okyselení vzorku HCl, výpočet (výsledky v µg/l) dle známých vlastností chlorofylu-a

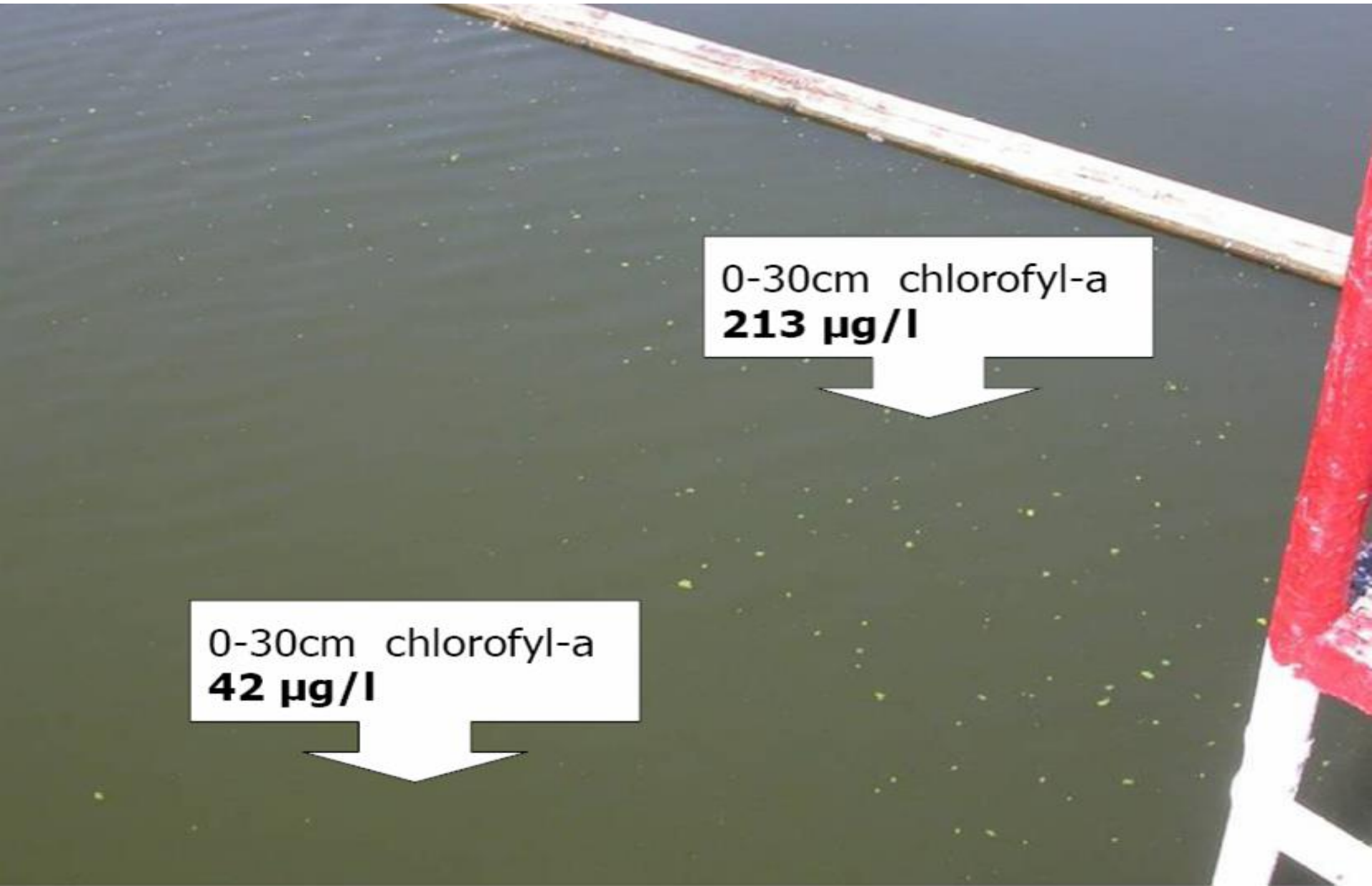
$$\text{Chlorofyl } a [\mu\text{g} / \text{l}] = 29,6 \cdot (A - A_a) \cdot \frac{v}{V \cdot d}$$

$$\text{Feopigmenty} [\mu\text{g} / \text{l}] = \left(20,8 \cdot A_a \cdot \frac{v}{V \cdot d} \right) - \text{chlorofyl } a$$



Postup filtrace definovaného objemu vzorku přes filtr ze skleněných vláken, zachycený podíl biomasy na filtru, přenesení filtru do etanolu a vzhled zkumavky po extrakci chlorofylu v etanolu.

Odběr vzorků – interpretace místa. Co s tím?

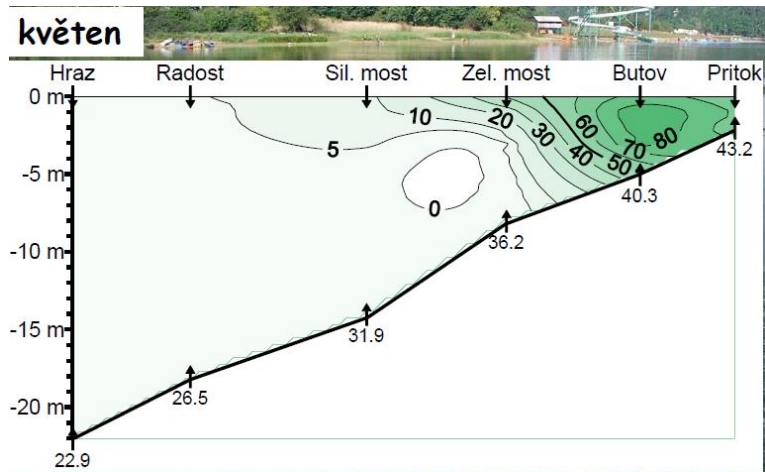


0-30cm chlorofyl-a
213 µg/l

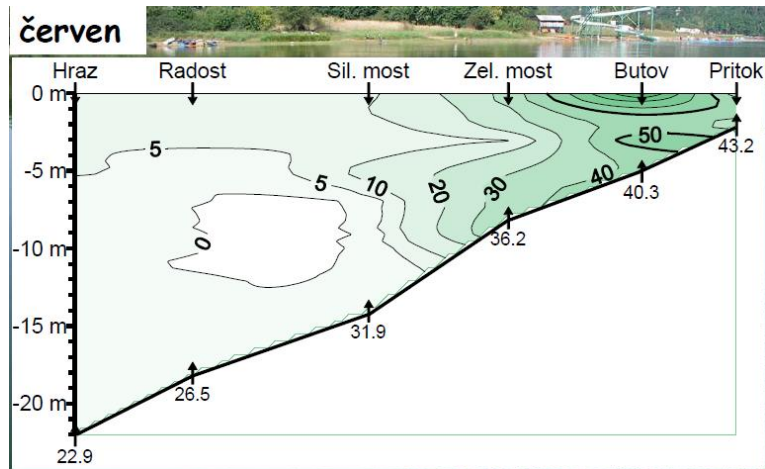
0-30cm chlorofyl-a
42 µg/l

Chlorofyl-a v sezóně

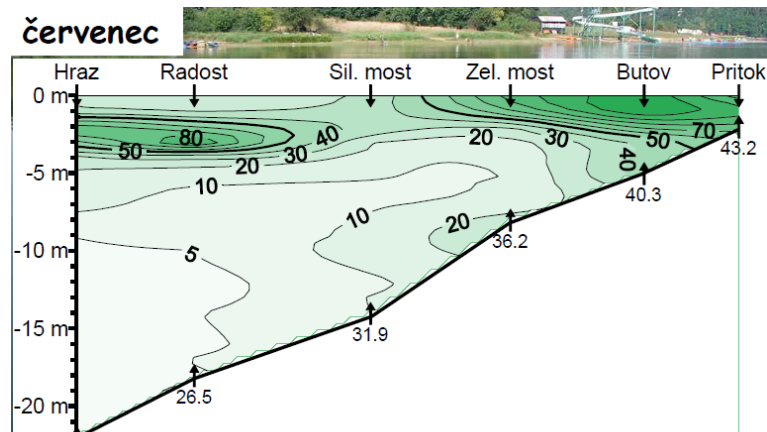
květen



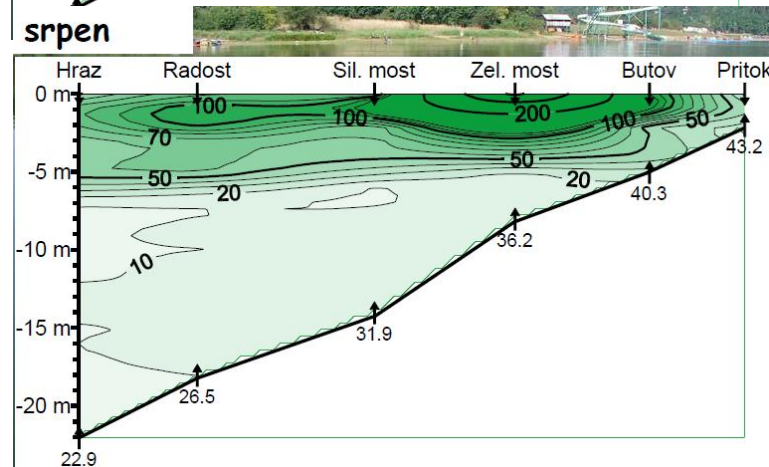
červen



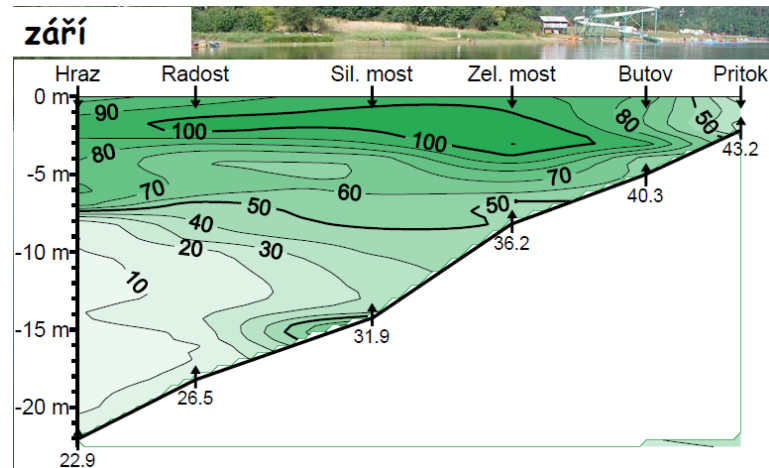
červenec



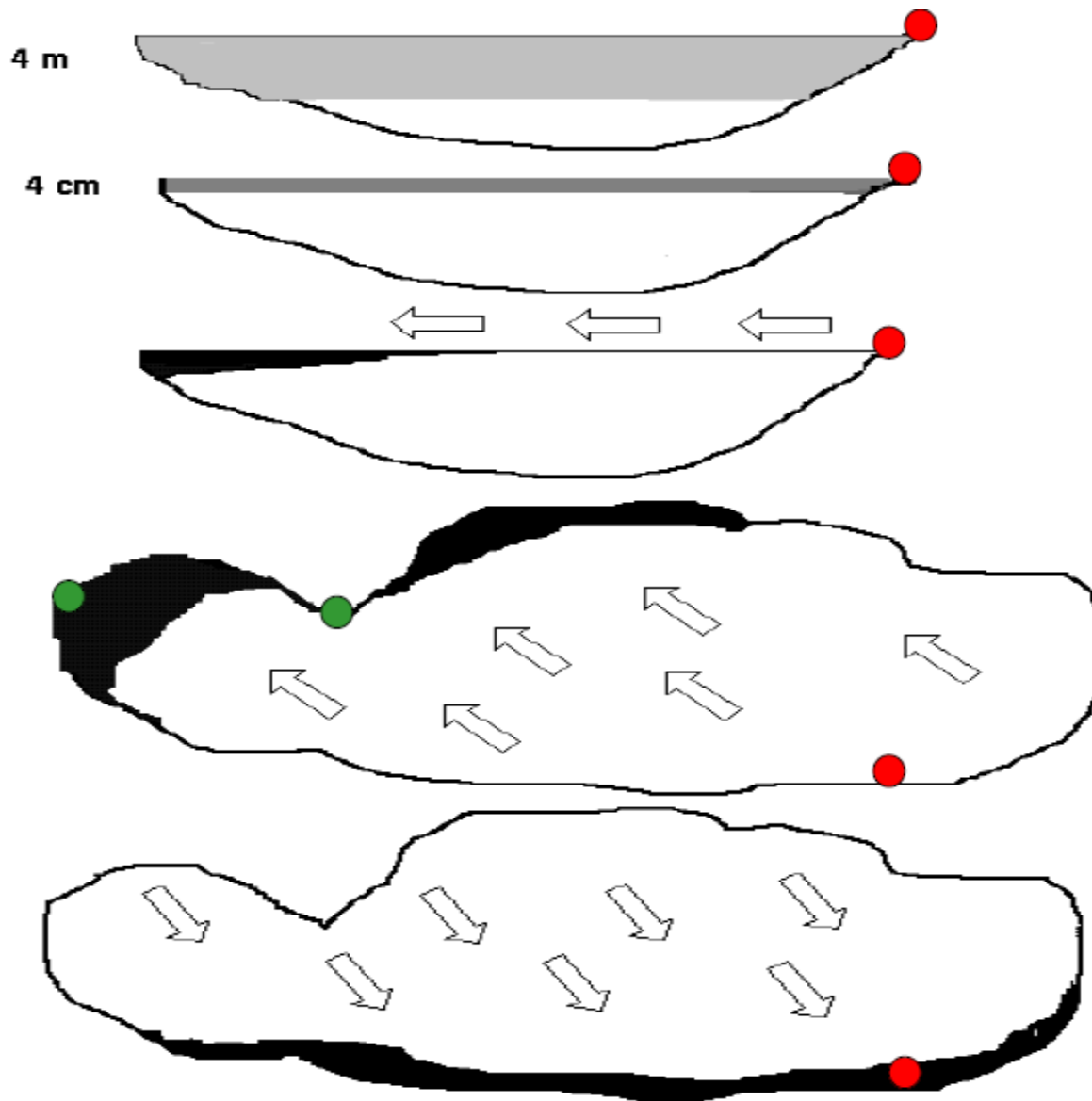
srpen



září



Horizontální a vertikální pohyby sinic ve vodním sloupci



směr (mírného) větru

The image shows an aerial view of a lake with a red shaded area indicating a chlorophyll-a bloom. A green arrow points left, indicating the direction of a light breeze. Four blue arrows point to specific measurement locations on the lake's perimeter, each with a corresponding chlorophyll-a concentration in a blue box. The lake is surrounded by a residential area on the left and a forested area on the right. A scale bar is visible in the bottom left corner.

chlorofyl-a 409 $\mu\text{g/l}$

chlorofyl-a 70 $\mu\text{g/l}$

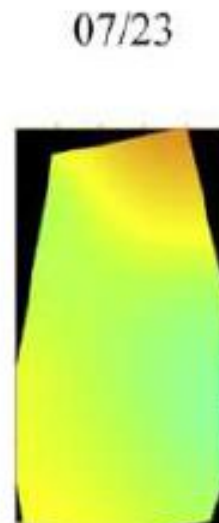
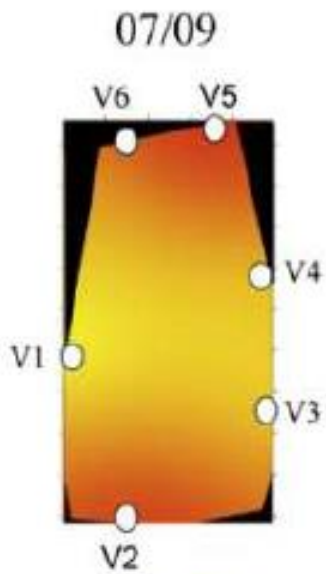
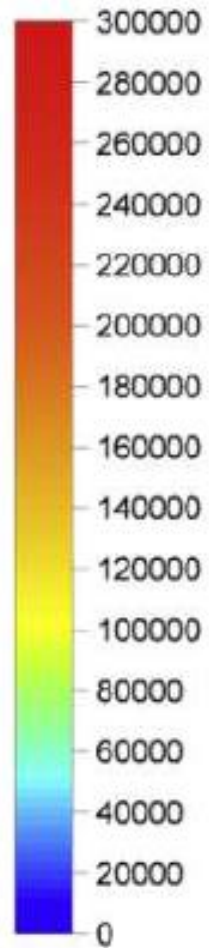
chlorofyl-a 34 $\mu\text{g/l}$

chlorofyl-a 140 $\mu\text{g/l}$

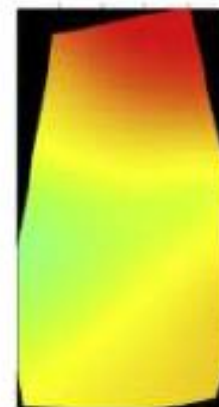
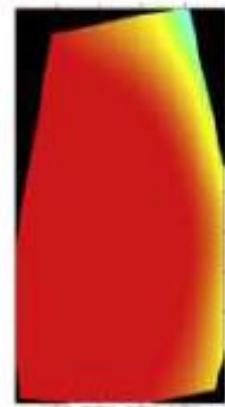
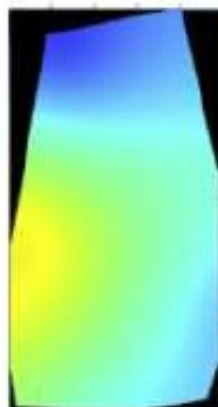
In situ fluorescenční sondy, Fluoroprobe



Cells/mL



Microcystis



Aphanizomenon

Příklady hodnocení jakosti vody koupališť dle Vyhl. č. 238/2011 Sb.

?? Informace veřejnosti ??

- Voda vhodná ke koupání 😊 - nezávadná voda
- Voda vhodná ke koupání se zhoršenými smyslově postižitelnými vlastnostmi 😬 - snížená průhlednost, znečištění odpadky, zápach vody, výskyt pěny
- Zhoršená jakost vody 😟 - zvýšený výskyt sinic, zvýšený výskyt indikátorů fekálního znečištění
- Voda nevhodná ke koupání 😡 - voda neodpovídá hygienickým požadavkům, masový výskyt sinic, indikátorů fekálního znečištění
- Voda nebezpečná ke koupání 😱 - hrozí akutní poškození zdraví, vyhláší se zákaz koupání.

Sdělování veřejnosti



www.koupacivody.cz/#

www.koupacivody.cz

KOUPACÍ VODY



- hledat
- legenda
- svědět
- odkaz
- novost
- aplikace



Kvalita vody ke koupání je dobrá. Až na Brušperk

Zlepšení kvality vody ke koupání v nádržích v kraji hlásí v tomto týdnu hygienici i tam, kde ještě starostové varovali před zvýšeným výskytem šnečků.



Ilustrační foto. Zdroj: Zdravý životní styl

Většinou je pouze Brušperk. Zde je [voda](#) hodnocena jako nevhodná

DALŠÍ ČLÁNKY Z RUBRIKY



Pročje Lada vyřazená ze seznamu šnečků?



Městemohoucí aktyvisti vyplň vaučery na úroveň.



Tapírni jedinec se stává o šňavý plavání barba? Záměr na dopravu.



Paron mluví: ZAČNÁME!



Ostravský zájezd stáříkové práce nepočítá.



Image_662120

Zdroj: www.koupachody.cz



Stránky krajských hygienických stanic

Rozloha 800 hektarů s průměrnou hloubkou 10 m.

Přehradní nádrž je využívána ke koupání, rekreačním a sportovním účelům, rybaření.

Kontrola vody je prováděna v koupacím místě u Autokempinku Rozkoš v severní části nádrže. Uváděné výsledky zohledňují podmínky ke koupání pouze v tomto konkrétním místě a nelze je vztahovat na zbývající část vodní nádrže, kde může být kvalita vody výrazně odlišná.

Vybavenost:

hotel, ATC (stany ,chatky, karavany, ubytovna),WC, umyvárny,tobogán, letní kino, minigolf,restaurace,stánky s rychlým občerstvením, se suvenýry provoz vodní záchranné služby

Popis:

Koupací oblast leží nedaleko České Skalice při hlavní komunikaci na Náchod. Nabídka služeb v areálu je dostačující. Pláž je travnatá s pozvolným vstupem do vody.Vodní nádrž se nachází v turisticky zajímavé oblasti Ratibořic, Nového Města nad Metují a Náchoda. Okolí je vhodné zejména pro cykloturistiku.

Klasifikace vody na základě mikrobiologické kvality (2011 - 2014):

Klasifikace vody na základě mikrobiologické kvality (2011 - 2014):



Náchylnost vodní plochy ke krátkodobému znečištění: Vodní plocha není náchylná ke krátkodobému znečištění.

Poslední informace:

Datum	Hodnocení	Poznámka
24.8.2015		zvýšený výskyt sinic a koncentrace chlorofylu-a, snížená průhlednost, vydána informace o vodě nevhodné ke koupání

Rozkoš – 3.8.2015



Informační tabule na cca 150 významných místech

VELKÝ BOLEVECKÝ RYBNÍK - Ostende



Informace o koupání



Velký Bolevecký rybník je největší v rámci Bohemské paradize. Od konce druhé poloviny 19. a začátku 20. století se velká přehradní stěna zakouřila kromě svého hlavního účelu, kterým je regulace až třech stovek hektarů a velká část rybníka byla využívána k zemědělskému využití. Zprávy, které v roce 1904 v Bohemské paradize se staly přehradní vody v důsledku vzrostajícího průmyslu, které se zde vytvářel v průběhu času, a zejména pak v období první světové války. V letech 2012, 2013, 2014, 2015 a 2016 v rámci 4 ročníků bylo tato zpráva vypracována. V roce 2017 byla vypracována zpráva, která byla vypracována v rámci projektu „Výstavba a modernizace Velkého Boleveckého rybníka“.



Za 100 let svého existence je rybník v roce 2017 stále v dobrém stavu. V roce 2017 byla vypracována zpráva, která byla vypracována v rámci projektu „Výstavba a modernizace Velkého Boleveckého rybníka“.

Obecné informace o jakosti vody a jejím hodnocení

Obecné informace o jakosti vody a jejím hodnocení. V rámci projektu „Výstavba a modernizace Velkého Boleveckého rybníka“ byla vypracována zpráva, která byla vypracována v rámci projektu „Výstavba a modernizace Velkého Boleveckého rybníka“.

Obecné informace o jakosti vody a jejím hodnocení. V rámci projektu „Výstavba a modernizace Velkého Boleveckého rybníka“ byla vypracována zpráva, která byla vypracována v rámci projektu „Výstavba a modernizace Velkého Boleveckého rybníka“.

Obecné informace o jakosti vody a jejím hodnocení. V rámci projektu „Výstavba a modernizace Velkého Boleveckého rybníka“ byla vypracována zpráva, která byla vypracována v rámci projektu „Výstavba a modernizace Velkého Boleveckého rybníka“.

Za 100 let svého existence je rybník v roce 2017 stále v dobrém stavu. V roce 2017 byla vypracována zpráva, která byla vypracována v rámci projektu „Výstavba a modernizace Velkého Boleveckého rybníka“.

Klasifikace (2011 – 2014)
Klasifikace je provedena podle měřicích bodů získaných v rámci projektu „Výstavba a modernizace Velkého Boleveckého rybníka“.



Krátkodobě znečištění

Tato voda ke koupání není vhodná ke krátkodobému znečištění.

Výborná kvalita vody
Excellent bathing water quality

★★★★ **Výborná** **Květen**
★★★★ **dobrá** **Červen**
★★★ **středně dobrá** **Srpen**
★★ **středně špatná** **Říjen**
★ **špatná** **Prosinec**
— **nevyhodnoceno** **Prosinec**

Hodnocení (2011 – 2014)

2011	2012	2013	2014	2015	2016
100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100

Čekajíková deska

Čekajíková deska je nástroj, který umožňuje sledovat stav vody a její kvalitu. V rámci projektu „Výstavba a modernizace Velkého Boleveckého rybníka“ byla vypracována zpráva, která byla vypracována v rámci projektu „Výstavba a modernizace Velkého Boleveckého rybníka“.

VODA VHODNÁ KE KOUPÁNÍ

obecný popis: Nezávadná voda s nízkou pravděpodobností vzniku zdravotních problémů při vodní rekreaci s vyhovujícími smyslově postižitelnými vlastnostmi.

symbol: ☺

barva: **modrá**

Tohoto stupně se použije, jsou-li splněny všechny následující podmínky:

Sinice

- nálezy sinic z posledního rozboru nepřekračují 20 000 buněk/ml (nebo 2 mm³/l buněčného objemu sinic)
- jedná se o koupaliště, u něhož vůbec neprovádíme monitoring sinic podle § 3 odst. 3 vyhlášky.

Mikrobiologické ukazatele

- výsledky rozborů ukazatelů koliformní bakterie, termotolerantní koliformní bakterie a enterokoky vyhovovaly v předcházející koupací sezóně § 5 odst. 1 vyhlášky - tj. vyhovovaly nejméně v 95% limitním hodnotám a nejméně v 80% doporučeným hodnotám z přílohy 1 vyhlášky
- výsledky rozborů ukazatelů koliformní bakterie, termotolerantní koliformní bakterie a enterokoky v probíhající koupací sezóně nepřekračují limitní hodnoty přílohy 1 vyhlášky.

Ostatní vlastnosti

- nejsou zhoršeny smyslově postižitelné vlastnosti vody.

VODA VHODNÁ KE KOUPÁNÍ SE ZHORŠENÝMI SMYSLOVĚ POSTIŽITELNÝMI VLASTNOSTMI

obecný popis: Nezávadná voda s nízkou pravděpodobností vzniku zdravotních problémů při vodní rekreaci se zhoršenými smyslově postižitelnými vlastnostmi, v případě možnosti je vhodné se osprchovat .

symbol: 😊

barva: **zelená**

Tohoto stupně se použije, je-li splněna alespoň jedna z následujících podmínek, ale jakost vody jinak odpovídá kategorii „Voda vhodná ke koupání“:

Průhlednost

- při posledním odběru byla menší než 1 m. Snížená průhlednost se nehodnotí, pokud je způsobena pro lokalitu typickým přirozeným zákalem, který však nemá původ v přítomných organismech².

Viditelné znečištění

- je přítomno a není přírodního původu (např. prázdné obaly od nápojů a další odpadky)
- je přítomno znečištění, které je přírodního původu (např. listy stromů), ale je takového rozsahu, že zřetelně zhoršuje estetické vlastnosti vody.

Další smyslově postižitelné vlastnosti, které však neodrazují od koupání (např.)

- mírný výskyt pěny
- nepříjemný, ale neodpuzející zápach vody.

ZHORŠENÁ JAKOST VODY

obecný popis: Mírně zvýšená pravděpodobnost vzniku zdravotních problémů při vodní rekreaci, u některých vnímavých jedinců by se již mohly vyskytnout zdravotní obtíže, po koupání se doporučuje osprchovat.

symbol: 😊

barva: **oranžová**

Tohoto stupně se použije, je-li splněna alespoň jedna z následujících podmínek, ale žádné vlastnosti neodpovídají kategoriím „voda nevhodná ke koupání“ a „zákaz koupání“:

Sinice

- nálezy z posledního rozboru jsou větší než 20 000 buněk/ml, ale nepřekračují 100 000 buněk/ml (nebo 2 a 10 mm³/l buněčného objemu sinic) a zároveň koncentrace chlorofylu-a je větší než 10 µg/l (tzn. byly překročeny limit I.stupně stanovené v příloze č. 2 vyhlášky).

Mikrobiologické ukazatele

- výsledky rozborů ukazatelů koliformní bakterie, termotolerantní koliformní bakterie a enterokoky vyhovovaly v předcházející koupací sezóně § 5 odst. 1a, ale alespoň jeden ze zmíněných ukazatel nevyhovoval v předcházející koupací sezóně § 5 odst.1b vyhlášky – tzn. nejméně 95% vzorků nepřekročilo limitní hodnoty z Přílohy 1 vyhlášky. Doporučené hodnoty alespoň pro jeden z ukazatelů však byly překročeny u více než 20% vzorků.
- v probíhající koupací sezóně dochází opakovaně k překračování doporučených hodnot Přílohy 1 vyhlášky.

Zdravotní potíže

- jsou-li s vodní rekreací prokazatelně spojeny alergické reakce u citlivých jedinců, ale zjištěné hodnoty ukazatelů jakosti vody odpovídají kategoriím „Voda vhodná pro koupání“ nebo „Zhoršené smyslově postižitelné vlastnosti vody“.

VODA NEVHODNÁ KE KOUPÁNÍ

obecný popis: Voda neodpovídá hygienickým požadavkům a pro uživatele představuje zdravotní riziko, koupání nelze doporučit zejména pro citlivé jedince uvedené v §5 odst. 3 vyhlášky.

symbol: ☹️

barva: **červená**

Tohoto stupně se použije, je-li splněna alespoň jedna z následujících podmínek, ale žádné vlastnosti neodpovídají kategorii „zákaz koupání“:

Sinice

- pokud nález sinic z posledního rozboru překročil hranici 100 000 buněk/ml (nebo 10 mm³/l buněčného objemu sinic) a zároveň koncentrace chlorofylu-a přesahuje hranici 50 µg/l (tzn. byly překročeny limit II.stupně stanovené v příloze č. 2 vyhlášky).

Mikrobiologické ukazatele

- výsledky rozborů alespoň jednoho z ukazatelů koliformní bakterie, termotolerantní koliformní bakterie a enterokoky nevyhovovaly v předcházející koupací sezóně § 5 odst. 1a – tzn. více než 5% vzorků překračovalo limitní hodnoty
- alespoň ve dvou po sobě následujících odběrech byly nejméně u jednoho z výše zmíněných mikrobiologických ukazatelů překročeny limitní hodnoty přílohy 1 vyhlášky.

Smyslově postižitelné vlastnosti

- viditelné znečištění, zápach, olejový film, pěna atd. na hladině je takového rozsahu, že je prakticky vyloučeno rekreační využití lokality.

VODA NEBEZPEČNÁ KE KOUPÁNÍ

obecný popis: Voda neodpovídá hygienickým požadavkům a hrozí akutní poškození zdraví, vyhláší se zákaz koupání.

symbol: ☹

barva: **černá**

Tohoto stupně se použije, je-li splněna alespoň jedna z následujících podmínek:

Sinice

- výskyt vodního květu na standardním odběrovém místě nebo mimo ně, pokud existuje reálná možnost rychlého přemístění vodního květu na standardní odběrové místo v případě změny směru větru
- ve shodě §5 odst. 3 vyhlášky také v případě výrazného překročení limitu 100 000 buněk/ml (nebo 10 mm³/l) v přítomnosti sinic, které netvoří vodní květy. To se týká především výskytu *Planktothrix agardhii*, která příhladinové vodní květy vytváří jen zřídka a navíc obvykle produkuje větší množství toxinů na jednotku biomasy, než jiné sinice.

Mikrobiologické ukazatele

- výsledky trvale překračují limitní hodnoty z přílohy 1 vyhlášky.

Ostatní případy

- vždy, když existuje odůvodněné podezření, že může být vážně ohroženo zdraví koupajících se
- nevysvětlitelný úhyn ryb v na lokalitě, i když ukazatele jakosti vody jsou v pořádku
- zvýšený výskyt akutního onemocnění, jehož epidemiologické znaky poukazují na koupací místo jako zdroj nákazy a to i v případech, kdy specifický původce není ve vodě prokázán.

Interpretace veřejnosti

Kategorie	Příklady zdůvodnění
voda vhodná ke koupání	
zhoršené smyslově postižitelné vlastnosti vody	snížená průhlednost; znečištění odpadky; zápach vody; výskyt pěny
zhoršená jakost vody	zvýšený výskyt sinic; zvýšený výskyt indikátorů fekálního znečištění
voda nevhodná ke koupání	masový výskyt sinic; možnost vzniku vodních květů; zvýšený výskyt indikátorů fekálního znečištění
zákaz koupání	vodní květ sinic; masový výskyt sinic; zvýšené riziko nákazy infekčním onemocněním; výskyt ostrých předmětů

Výborná kvalita vody



★ ★ ★
★ ★ ★
★
—

Výborná
Dobrá
Příjemná
Nevyhovující

Nevyhovující kvalita vody



—
★ ★ ★
★ ★
★
—

Výborná
Dobrá
Příjemná
Nevyhovující

Sinice – buňky, chlorofyl-a

Korelace počtu buněk a koncentrace chlorofylu-a?

Zavádějící!

Nízká pravděpodobnost vzniku zdravotních problémů

20 000 – 100 000 buněk sinic/ml nebo 2 – 10 mm³/l

10 – 50 µg chlorofylu-a/l

Ohrožení zdraví není při této abundanci sinic není spojeno s toxicitou známých cyanotoxinů, ale spíše se může projevit dráždivý a alergenní účinek jiných látek produkovaných sinicemi.

Při abundanci 20 000 buněk sinic/ml lze očekávat koncentrace mikrocystinů 2 – 4 µg/l v případě vysoce toxických populací až 10 µg/l.

Střední pravděpodobnost vzniku zdravotních problémů

> 100 000 buněk sinic/ml nebo > 10 mm³/l

> 50 µg chlorofylu-a/l

Se zvýšením abundance sinic se zvyšuje pravděpodobnost dráždivých účinků. Cyanotoxiny mohou dosáhnout koncentrací, při kterých už může dojít negativním zdravotním projevům.

Při abundanci 100 000 buněk/ml lze očekávat koncentrace kolem 20 µg/l pokud je dominantní *Microcystis* sp. Pokud bude dominovat *Planktothrix agardhii*, může se vyskytnout koncentrace mikrocystinů 200 - 400 µg/l, aniž by došlo k vytvoření vodního květu.

Mikrobiologické ukazatele jakosti vody v přírodních koupalištích

	A	B	C	D	E
	ukazatel	Výborná jakost	Dobrá jakost	Přijatelná jakost	referenční metody rozboru
1	střevní enterokoky (KTJ/100 ml)	200 (*)	400 (*)	330 (**)	ČSN EN ISO 7899-1(***) nebo ČSN EN ISO 7899-2
2	<i>Escherichia coli</i> (KTJ/100 ml)	500 (*)	1 000 (*)	900 (**)	ČSN EN ISO 9308-3(***) nebo ČSN EN ISO 9308-1

**Požadavky na jakost vody v nádržích ke koupání a ve stavbách ke koupání
vybavených systémem přírodního způsobu čištění vody**

Tabulka č. 1: Požadavky na jakost zdroje vody

Ukazatel	Jednotka	Limitní hodnota	Četnost	Metody
<i>Escherichia coli</i>	KTJ/100 ml	30	1 x měsíčně	ČSN EN ISO 9308-3 nebo ČSN EN ISO 9308-1
enterokoky	KTJ/100 ml	15	1 x měsíčně	ČSN EN ISO 7899-1 nebo ČSN EN ISO 7899-2

**Tabulka č. 2 Požadavky na jakost vody v nádržích ke koupání a ve stavbách ke koupání
vybavených systémem přírodního způsobu čištění vody**

ukazatel	Jednotka	Limitní hodnota	Četnost	Metody	Vysvětlivky
<i>Escherichia coli</i>	KTJ/100 ml	100	14denní	ČSN EN ISO 9308-3 nebo ČSN EN ISO 9308-1	
Intestinální enterokoky	KTJ/100 ml	50	14denní	ČSN EN ISO 7899-1 nebo ČSN EN ISO 7899-2	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	KTJ/100 ml	10	14denní	ČSN EN ISO 16266	
průhlednost	metr	1	14denní	ČSN EN ISO 7027 nebo TNV 57340	1

**Požadavky na mikrobiologické a fyzikálně-chemické ukazatele jakosti vod
v umělých koupalištích**

Ukazatel	Jednotka	Upravená voda před vstupem do bazénu	Bazénová voda během provozu		Vysvětlivky			
			Mezní hodnota	Nejvyšší mezní hodnota				
<i>Escherichia coli</i>	KTJ/100 ml	0	0	*)	1			
počet kolonií při 36°C	KTJ/1 ml	20	100	*)	2			
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	KTJ/100 ml	0	0	*)	3			
<i>Staphylococcus aureus</i>	KTJ/100 ml	0	0	100	4			
<i>Legionella</i> spp.	KTJ/100 ml	10	10	100	5			
průhlednost			nerušený průhled na celé dno					
zákal	ZF		0,5		6			
pH			6,5 – 7,6		7			
celkový organický uhlík (TOC)	mg /l		2,5 mg/l nad hodnotu plnicí vody		8			
dusičnany	mg/l		20,0 mg/l nad hodnotu plnicí vody		18			
volný chlor	mg/l		0,3 – 0,6		9,12, 19			
			0,5 – 0,8		10,12,19			
			0,7 – 1,0		11,12,19			
vázaný chlor	mg/l			0,3	13, 19			
ozon	mg/l	≤ 0,05	≤ 0,05		14			
redox-potenciál	mV							
- v rozsahu pH 6,5 – 7,3						≥ 750	≥ 700	15,16,17
- v rozsahu pH 7,3 – 7,6						≥ 770	≥ 720	15,16,17

Tabulka č. 1: Hygienické limity pro vybrané indikátory mikrobiologického a parazitologického znečištění písku v pískovištích na venkovních hracích plochách

Tabulka č. 1

Indikátorový mikroorganismus	Jednotky	Počet zkoušených vzorků při každé kontrole	LIMIT (NÁLEZ/ KTJ)	Metody stanovení	
<i>Geohelminți (živá stadia)</i>	nález v 50g	5	negativní v 15 g	1)	
<i>Termotolerantní koliformní bakterie</i>	KTJ v 1 gramu	5	1	< 10 ³	1)
			4	< 50	1)
<i>Enterokoky</i>	KTJ v 1 gramu	5	1	< 10 ³	1)
			4	< 50	1)

Nový fenomén vod: Cerkáriová dermatitida



Trichobilharzia regenti

Nejde na člověka





5

plavce napadá
omylem(?!)
Humans are exposed to the dermatitis producing cercariae

pohlavní rozmnožování, poškození tkání, infekce trvá ±2 měsíce



SAFER • HEALTHIER • PEOPLE™

<http://www.dpd.cdc.gov/dpdx>



Cercariae penetrate the skin of the birds and migrate to blood vessels to complete the cycle.

4



žije ±1 den, pohyb s prouděním vody

1

Eggs are passed in feces.

líhnou se
±hned

Různá

(mezi)hostitelská
specifická

žijí několik hodin,
omezená migrace

3



doživotní infekce, až
4000 cerc. denně
Life span of cercariae in molluscan intermediate host.


2



Eggs hatch and liberate miracidia.

VODNÍ PTÁCI

KACHNY A LABUTĚ



promořenost poměrně vysoká –
desítky % ➡ už 1-2 ptáci
znamenají riziko

zimující populace není rizikem,
pokud jsou plži už „zazimovaní“ –
pozor na časně tahy kachen!

jarní populace by měla být „čistá“, ale nesmí se potkat s
již aktivujícími plži – **pozor na chladná jara!**

Biomasa sinic – rychle rostou ...

- Ovlivňuje strukturu populací – chlorokokální řasy/rozsivky
- Inhibice fotosyntézy submerzní vegetace
- Vliv na reprodukci korýšů
- Vliv na rybí obsádku
- Vliv na bakteriální biodiverzitu (sediment/voda)
- Světelná intenzita ↓ pH ↑ kyslík ↓

Co souvisí s tvorbou vodního květu?

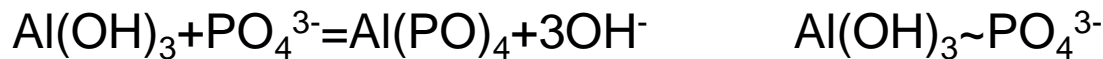
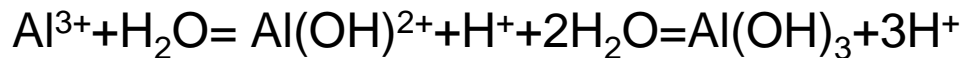
- **Fosfor** (15-20 μg), **dušík** (N_2 , amonné ionty, nitrity, nitráty)
- Bilance 16-23N : 1P (zelené řasy), bilance 10-6N : 1P
- Teplota a teplotní stratifikace
- Sluneční záření (500 - 650 nm)
- Pokles CO_2 s narůstajícím pH nevadí

Metody redukce sinic a snižování trofie nádrží

Opatření ve vodním sloupci:

Vysrážení P v pelagiálu – makrofyta v litorální zóně, mělké nádrže málo účinné, podzim/jaro

- hlinité soli výhoda (anoxie, neuvolňuje se jako železnatý ion), pozor na pH! toxicita $\text{Al}^{3+}\text{Al}(\text{OH})_4^-$ (pH 5,5 a 8,5)



- použití vápna (komplexy CaPO_4 , pozor turbidita a šok pH 11)

Odpouštění živin z hypolimnia/epilimnia – regulace odtoku, nenarušení stratifikace, hodně živin, málo kyslíku – pryč

- vyplavení vody s horší kvalitou - charakter toku pod nádrží?
Biota?
- Destratifikace – umělé promíchání sloupce

Metody redukce sinic a snižování trofie nádrží

Opatření ve vodním sloupci:

Algicidy – Cu/Ag, kvartérní amoniové soli, peroxid, manganistan, chlornan, ftalocyaniny, TiO₂

Přírodní látky – ATB (bakterie/sinice), ječná sláma (uvolněný OH[·], mykoflóra, co s odpadem?), extrakty rostlin, listy, alelopatika (*Myriophyllum*)

Biologická kontrola – regulace (viry, bakterie, řasy, prvoci, houby)

- Cyanofágy (1963, virus LPP⁻¹) – reálné? kultivace, rezistence
- Bakterie – konkurence o živiny, lyzogenní látky (aktinomycety, myxobakterie)
- Řasy – inhibující růst sinic - ? *Cladophora*
- Houby – parazité, chytridie
- Prvoci – predace
- Ryby – tilápie (požer/inhibice fotos. aparátu, pH žaludku ničí), amur (u břehu, co dál?)

Metody redukce sinic a snižování trofie nádrží

Další metody:

- **Ultrazvuk**
- **Buoyancy** (vznášivost)

- **Sedimenty** – sinice zde přežívají

oxidace anaerobních sedimentů – zabránění dostupnosti živin pro ně

Metoda **RIPLOX** (umělé podpoření denitrifikace), aplikace FeCl_3 a $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ – dusičnan je pro bakterie a Fe váže fosfáty

Anaerobní reakce – neredukují se sírany, neprobíhá metanové kvašení

- Překrývání sedimentů?

Zeolity, jíly, geotextilie s vrstvou kaolínu atd.

- Čerpání sedimentů (sací bagry, suchá cesta)

Metody redukce sinic a snižování trofie nádrží

Další metody:

- Prokysličení sloupce – aerace (aerátory)

↑ Kyslík – ↓ P, Fe a Mn, anorg. N

- Bioaugmentace?

Volba bakterií ve vztahu k C, N a P – rozklad org. hmoty a N a P do bakteriální biomasy

Acetobacter, Azotobacter, Pseudomonas, Bacillus, Nitrosomonas, Nitrobacter apod.

Acidifikace

- Kyselý déšť (*acid rain*), čím je acidifikace určena?
- Zdroje acidifikujících polutantů – spalování fosilních paliv = zdroj emise oxidů síry a dusíku
- **Kolísání hodnoty pH:** srážky, vegetační kryt, geologická situace
- Výskyt kyselých vod koreluje s geochemickou reaktivitou hornin v podloží - oblasti **odolné** a **citlivé**
- **Klasifikace jezer**
 1. bikarbonátová jezera – hodnota pH neklesá pod 5,5, nízká alkalinita, pufrční schopnost HCO_3^- , biocenózy běžné
 2. přechodná jezera – hodnota pH kolísá, alkalinita nulová, pufrční schopnost se vyčerpává, výkyvy pH, hynutí ryb
 3. kyselá jezera – hodnota pH 4,5, těžké kovy, Fe a Al

Acidifikace

- Stav **vymizení neutralizační schopnosti**
- **Mokrý spad, suchý spad**
- Změna charakteru ekosystému, stav zdánlivě čiré vody, zvýšení průhlednosti vody, **oportunistické** druhy
- **Acidosenzitivní organismy:** vápenité schránky, nechráněná vývojová stádia
- plži, mlži, korýši, máloštětinatci
- **Acidotolerantní organismy:** dýchání celým povrchem těla, vodní vývojová stádia, suchozemští dospělci
- vážky, brouci, komáři, pakomáři
- **Ryby?** Acidorezistence?
- pstruh potoční pH max. 5,5, okoun a štika 5 – 4,5
- Poškození žaberního systému – nekrózy – zadušení (nefunkční dých. systém)

Acidifikace

Tři stupně acidifikace

- $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$
- Další acidifikací $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ narůstá koncentrace hliníku v povrchových vodách (toxický účinek)
- Vysoká **koncentrace** Fe, Mn, vysoký podíl huminových kyselin, vysoká barva a obsah dusičnanů
- V podloží nízký obsah Ca, K, P a mocnost humusu od 1 do 5 metrů

Bioindikace acidifikace

Vodní bezobratlí – využití jako tzv. *early warning organisms*
Výpočet stupně acidifikace na základě zoobentosu (Raddum)

Kategorie	Druhy tolerující pH	Číslo	
A	5,5	1	(méně acidifikovaná oblast)
B	5,0	0,5	(středně acidifikovaná oblast)
C	4,7	0,25	
D	4,5	0	(značně adicifikovaná oblast)

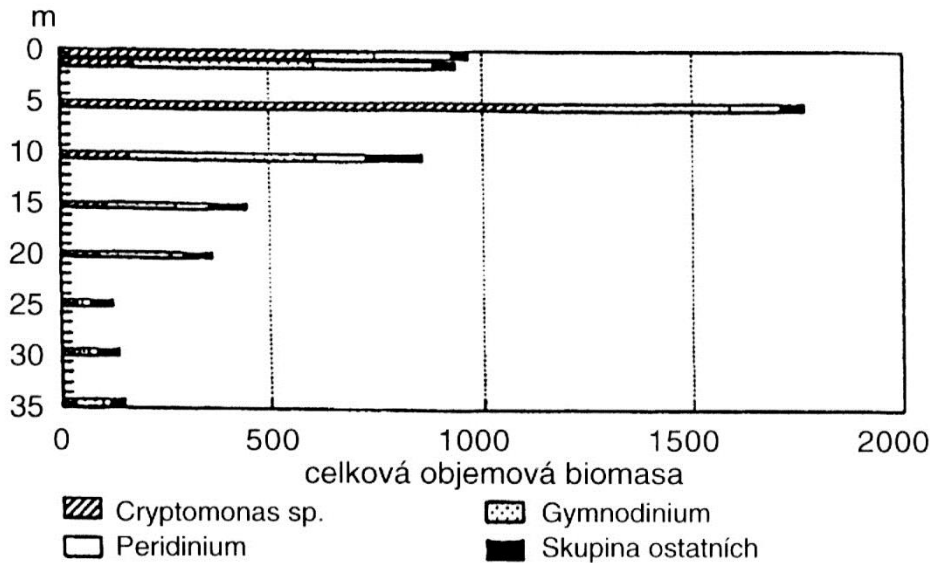
Kategorie A: Gastropoda, Crustacea (*Gammarus lacustris*, *Lepidurus arcticus*), Ephemeroptera (*Baetis*)

Kategorie B: Cladocera (*Daphnia*), Ephemeroptera (*Ameletus*), Plecoptera (*Diura*, *Capnia*), Trichoptera (*Hydropsyche*)

Kategorie C: Sphaeridae

Kategorie D: žádná přítomnost ad A - C

Chemismus acidifikovaných jezer



- Hodnota pH – 4,3 až 4,9
- Průhlednost vody na 10 m
- koncentrace SO_4^{2-} - 9 mg.l^{-1} ,
- koncentrace NO_3^- 1,2 mg.l^{-1}
- koncentrace Cl - 1 mg.l^{-1}
- koncentrace Ca - 2 mg.l^{-1}

Acidifikovaná, oligotrofní jezera – příklad NP Šumava



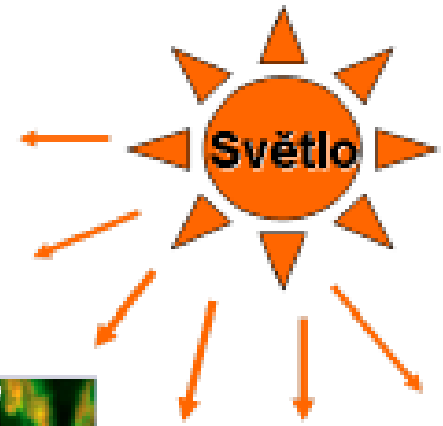
~ do 1960!



~ do 1970!



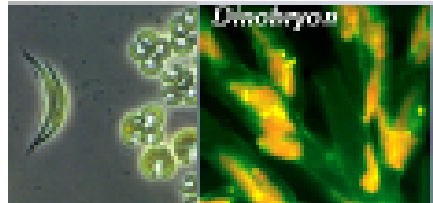
~ do 1980!



Srážky
Splach z povodí
Rozklad detritu

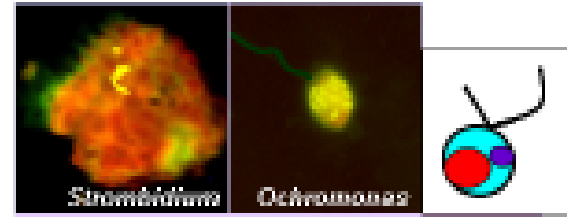
P

Bakterie
Vysoký obsah
P v biomase

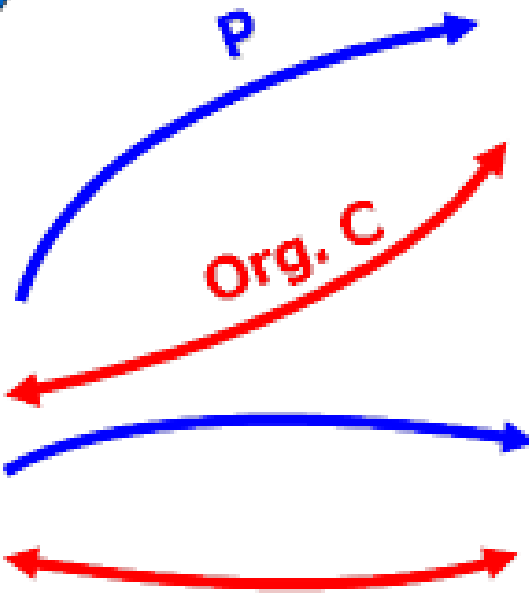


Auto- a mixotrofní
fytoplankton

Po roce 1980
pouze mikrobiální
potravní sítě!



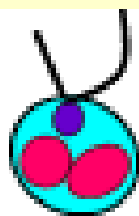
Mixotrofní a heterotrofní
nálevníci a bičikovci



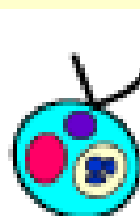
MIXOTROFIE – proč je výhodná v oligotrofních vodách?

Bakteriální biomasa je bohatá na fosfor!

Autotrof



Mixotrof



Heterotrof



Limitace → fosforem

—

+ +

+ +

Limitace → fosforem

—

+

—

množstvím bakterií

Limitace → množstvím bakterií

+ +

+

—

+ + ... Významná kompetiční výhoda

— Kompetiční znevýhodnění

+ ... Částečné zvýhodnění

Sucho a kvalita vod – je to dobře/špatně?

- **Předpoklad:** méně vody - znečištění je koncentrovanější, teplé slunné počasí je „+“ pro rozvoj sinic a vodních květů
- ALE! Realita je jiná!
- **Samočisticí pochody probíhají intenzivně**
- **Málo vody – sucho - klesá hloubka vody a rychlost toku -** prodloužení doby kontaktu
- Bodové zdroje P za extrémně nízkých průtoků - účinně odstíněny intenzivními samočisticími procesy – málo P v přítoku do nádrže
- Protáhlé nádrže: v horní části se chovají eutrofněji než v dolní
- **Sezónní průběh jakosti vody – sezónní sukcese** fytoplanktonu, dvojvrcholová (jarní rozsivkové a podzimní sinicové) – problém monitoringu, nemusí být podchyceno (1x měsíčně?? záchyt špatný, interpretace, rekreace – vodárenství, sinice na podzim? - promíchání a vodárenství problém!)

Sucho ovlivňuje

- **Teplotní stratifikaci:** snížená průtočnost nádrže - prodloužení doby zdržení vody

Vyšší teplota vody v E, strmý gradient v M, chladný H

Deficit kyslíku! Uvolnění Mn, Fe a P ze sedimentu! Vliv na jakost vody v nádrži i pod nádrží

Stabilní stratifikace - posílení formace vodních květů

- **Zaklesnutí hladiny:** souvisí s teplotní stratifikací

Pozor na poměr velikosti nádrže a povodí - citlivost k vnosu P

Jiný poměr E a H, uvolnění živin a maxima sinic na podzim

Řeka vyklízí živiny z horní části nádrže do dolní – pozdně letní rozvoj fytoplanktonu

Sucho a hydromorfologické charakteristiky

- Není to jednoduché
- **Toky v hydromorfologicky dobrém stavu** - v období sucha a minimálních průtoků – velmi příznivý efekt na jakost vody
- **Nádrže?** Mají různou odpověď!
- Změna stratifikačních poměrů, sezónní dynamiky fytoplanktonu, modifikace jakosti vody v podélném profilu
- Protáhlé korytovité vodní nádrže se střední/dlouhou dobou zdržení - ve své dolní části lepší/zhruba stejnou jakost vody.
- Mělké a průtočné nádrže, nebo nádrže s vyšším obsahem huminových látek – v období sucha výrazné zhoršení jakosti vody