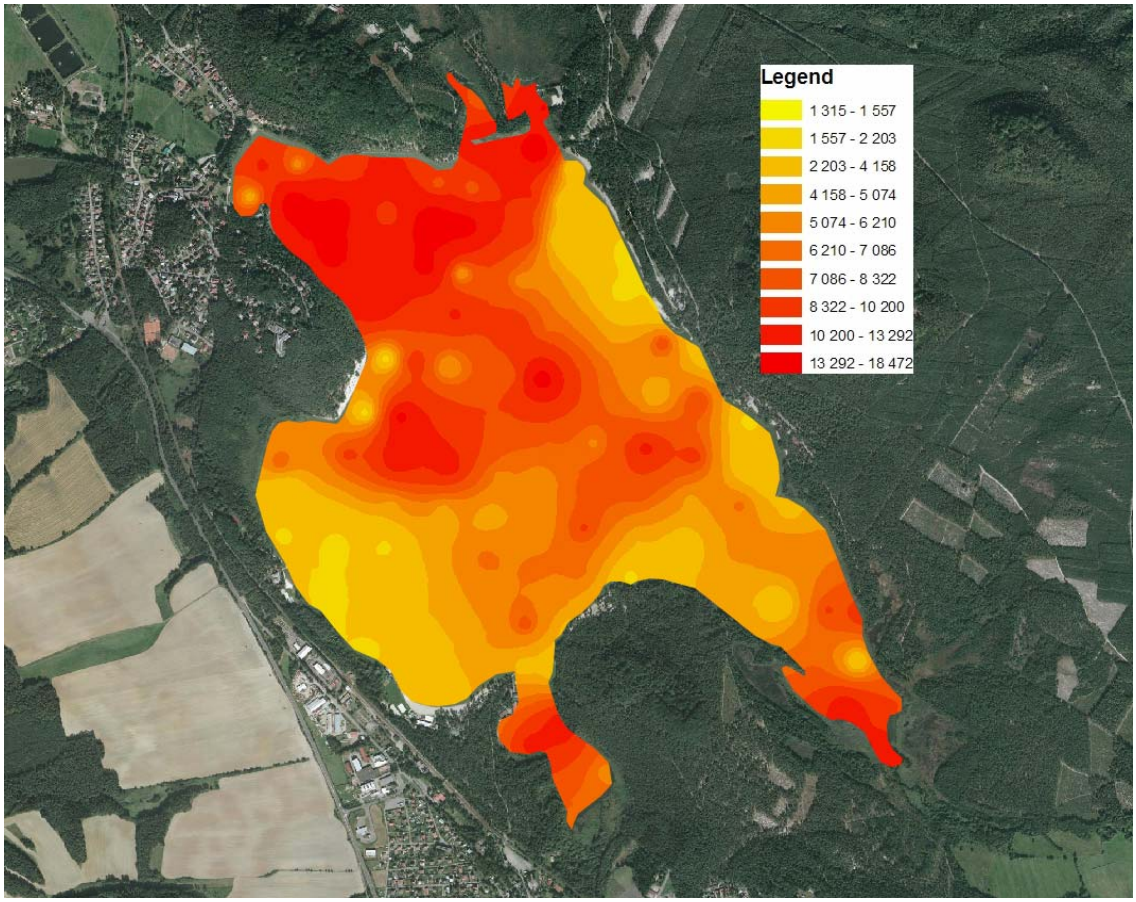
Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny

Analýza sedimentů vodní nádrže Máchovo jezero: množství sinic v sedimentech



Zpracovali:
Doc. Ing. Blahoslav Maršálek, CSc.,RNDr. Pavel Čupr, Ph.D.,
Mgr. Daniel Jančula, Mgr. Hana Slováčková, PhD., Mgr. Zlatica Novotná

Brno, červen 2008

Úvod

Výskyt masového rozvoje sinic v nádrži představuje vážný problém. Z důvodu omezení tohoto negativního jevu na Máchově jezeře byl kromě jiných akcí v minulých třech letech aplikován PAX-18. Přípravek patří mezi koagulanty používané ve vodárenství a cílem aplikace bylo ošetření vodního sloupce – dojde k vysrážení buněk sinic, řas a jiných dispergovaných částic z vodního prostředí díky vločkám hydroxidu železitého a jejich následné sedimentaci ke dnu. Důsledkem je přerušení rozvoje vodního květu sinic obvykle na několik týdnů než dojde k obnově fytoplanktonního společenstva.

Tato a podobné aplikace jsou cíleny na planktonní fázi životního cyklu sinic, zatímco bentická je opomíjena. Přesto právě populace v sedimentech hrají klíčovou roli při kolonizaci vodního sloupce a rozvoji vodního květu (Preston at al., 1980). Existuje více forem, ve kterých mohou být sinice přítomny v sedimentech. Některé rody např. *Anabaena* a *Aphanizomenon* přezimují ve formě akinet. Proti tomu nejběžnější rod přítomný v našich podmínkách ve vodním květu, *Microcystis*, vytváří v sedimentech permanentní zásobu živých kolonií (Reynolds et al. 1981; Takamura et al., 1984), která může být dokonce větší než populace v pelagické fázi (Takamura et al., 1984; Boström et al., 1989). Z tohoto pohledu je důležité zaměřit se také na bentickou fázi životního cyklu sinic, které jsou přítomny v sedimentech.

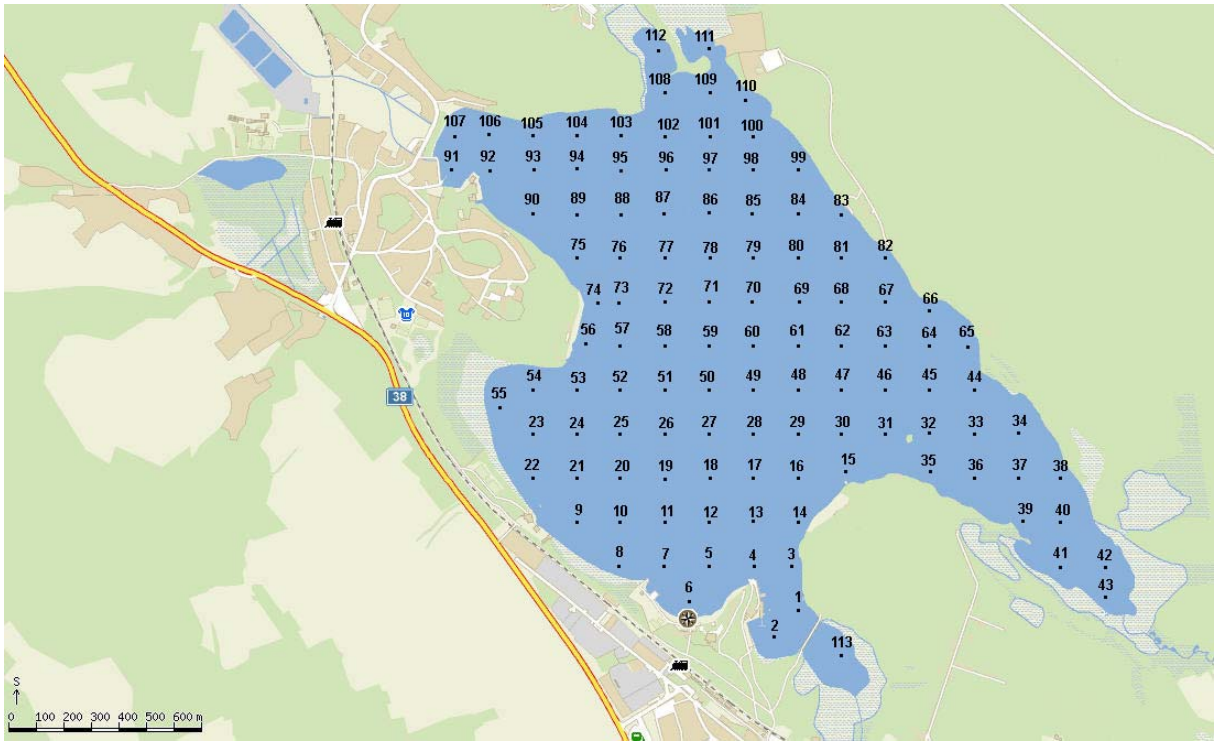
Ošetření sedimentu jsou většinou finančně náročné technologie, což se projeví zejména na rozlehlejších nádržích. Z toho důvodu je smysluplné znát rozložení infekce schopného inokula sinic v sedimentu nádrže za účelem cílené aplikace zvolených metod. Proto byla zadána studie, jejímž hlavním cílem byla kvantifikace sinic v sedimentu nádrže Máchovo jezero.

Výsledkem provedené studie je tabulka a mapka, která udává obsah biomasy sinic v sedimentu vyjádřené jako koncentrace fykocyaninu – pigmentu sinic přepočítaného na chlorofyl a v µg/l. Dále byl vytvořen přehled charakteru odebraných vzorků, který byl popsán empiricky pomocí následujících kategorií: bahno –organický sediment, černý písek, bahno+rašelina, černý písek+rašelina, rašelina, písek.

Metodika odběru

Vzorky na stanovení sinicového chlorofylu-a v sedimentu Máchova jezera byly odebírány ve dnech 21. – 22. května 2008. Počasí: zataženo, občasný déšť, teplota cca 10-15 ^{o}C. Odběrové lokality jsou znázorněny na následujícím obrázku č. 1.:

Obrázek č. 1 Odběrové lokality – síť 113 lokalit, z každé byly odebrány 2-4 vzorky



Celkem byl sediment odebírán na 113 lokalitách pomocí hloubkového odběráku (průměr 10 cm, výška 0,5 m) z lodě. Jeden vzorek byl připraven jako směsný v průměru ze tří odběrů. Zpracována byla pouze horní vrstva sedimentu (cca 5 cm). Vzorky byly očíslovány a uchovány v uzavíratelných sáčcích v temnu a chladnu. Při každém odběru byl poznamenán charakter odebíraného sedimentu.

Na některých lokalitách nemohl být z důvodu příliš tvrdého dna sediment odebrán – ve všech případech se jednalo o tvrdý písek.

Metodika zpracování vzorků

Vzorky byly zpracovány v laboratoři druhý respektive třetí den po odběru, před vlastním zpracováním byly uchovány v chladu a temnu (cca 4°C).

Sediment byl homogenizován a v případě potřeby mírně naředěn odstátou vodou za účelem snazší manipulace sedimentu s pipetou. Část takto upraveného sedimentu byla centrifugována z důvodu stanovení poměru sediment/voda ve vzorku (2 500 rpm, 10minut). Pro vlastní analýzu byly vzorky ředěny celkem 10 000x.

Fluorometrické stanovení chlorofylu-a bylo provedeno ponornou sondou FluoroProbe od firmy BBE Moldaenke (Kiel, Německo) opatřenou kyvetovým nástavcem. Přístroj měří úroveň fluorescence chlorofylu-a při vlnové délce 680 nm, která je způsobena ozářením

vzorku 6ti diodami s různou vlnovou délkou (370 nm, 470 nm, 525 nm, 570 nm, 590 nm a 610 nm). Tímto způsobem je možno rozlišit 4 skupiny fytoplanktonu přítomného ve vzorku v µg/l (sinice; zelené řasy; skrytěnky; hnědé řasy a obrněnky).

V závěrečné fázi byly obdržené hodnoty přepočítány s ohledem na provedené ředění a na stanovený objem pevné fáze sedimentu ve vzorku.

Metodika zpracování dat

Data byla do výsledné mapové podoby zpracována pomocí softwaru ArcView. Z důvodu přesnějšího vykreslení mapy byly k lokalitám, na kterých se sediment nepodařil odebrat, přiřazeny nejnižší analyzované koncentrace chlorofylu-a v rámci celého souboru vzorků. Vzhledem k charakteru neodebraných sedimentů se tyto údaje velmi pravděpodobně blíží realitě.

Výsledky

Následující tabulka představuje podkladová data, ve kterých je uvedeno číslo vzorku, příslušná koncentrace chlorofylu-a v sinicích (µg/l), charakter sedimentu při vlastním odběru a aktuální hloubka odběrové lokality.

Tabulka č. 1

číslo vzorku	koncentrace sinicového chlorofylu-a (µg/l)	charakter sedimentu	hloubka (m)
1	13 672	bahno	1,5
2	11 634	bahno	0,7
3	1 651	písek	1,5
4	3 396	černý písek	1,5
5	4 830	písek	1,5
6	n.d.	písek	1
7	3 458	písek	1,5
8	n.d.	písek	1,6
9	n.d.	písek	1,8
10	3 371	černý písek	2
11	4 158	černý písek	2,5
12	5 074	rašelina	2,5
13	7 837	černý písek + rašelina	3
14	3 100	písek	2
15	n.d.	písek	1,8
16	6 878	bahno	3
17	6 524	bahno	2
18	6 749	bahno	3
19	4 761	černý písek + rašelina	3,5
20	1 645	černý písek + rašelina	2

21	n.d.	písek	1,5
22	1 928	rašelina	1,6
23	1 836	černý písek	2
24	4 480	černý písek + rašelina	2,8
25	4 745	bahno + rašelina	3
26	4 320	bahno	3,5
27	4 008	bahno	3,5
28	4 676	bahno	3,5
29	8 642	bahno	3
30	4 284	černý písek	2,5
31	2 691	bahno	2,5
32	5 419	černý písek	2,2
33	6 447	černý písek	2
34	6 243	písek	1,1
35	5 277	písek	1
36	n.d.	písek	1,3
37	8 547	písek	1,3
38	10 241	písek	0,8
39	6 876	černý písek	1,2
40	n.d.	písek	1
41	13 568	bahno	1
42	8 181	černý písek	1,6
43	12 738	bahno	0,7
44	3 668	písek	1,6
45	6 620	černý písek	2
46	4 746	černý písek	2,5
47	8 007	bahno	3
48	7 820	bahno	3,8
49	5 215	bahno	3,8
50	6 173	bahno	3,8
51	12 611	bahno	4
52	13 292	bahno	3,5
53	8 894	bahno	2,5
54	5 972	písek	1,3
55	7 086	rašelina	1,5
56	n.d.	písek	1,6
57	14 518	bahno	1,8
58	9 254	bahno	4
59	7 738	bahno	4
60	7 237	bahno	3
61	5 949	bahno	3,5
62	11 220	bahno	3
63	9 301	černý písek	2,8
64	n.d.	písek	1,5
65	n.d.	písek	1,2
66	n.d.	písek	2
67	8 996	písek	2,5
68	3 000	písek	2,8

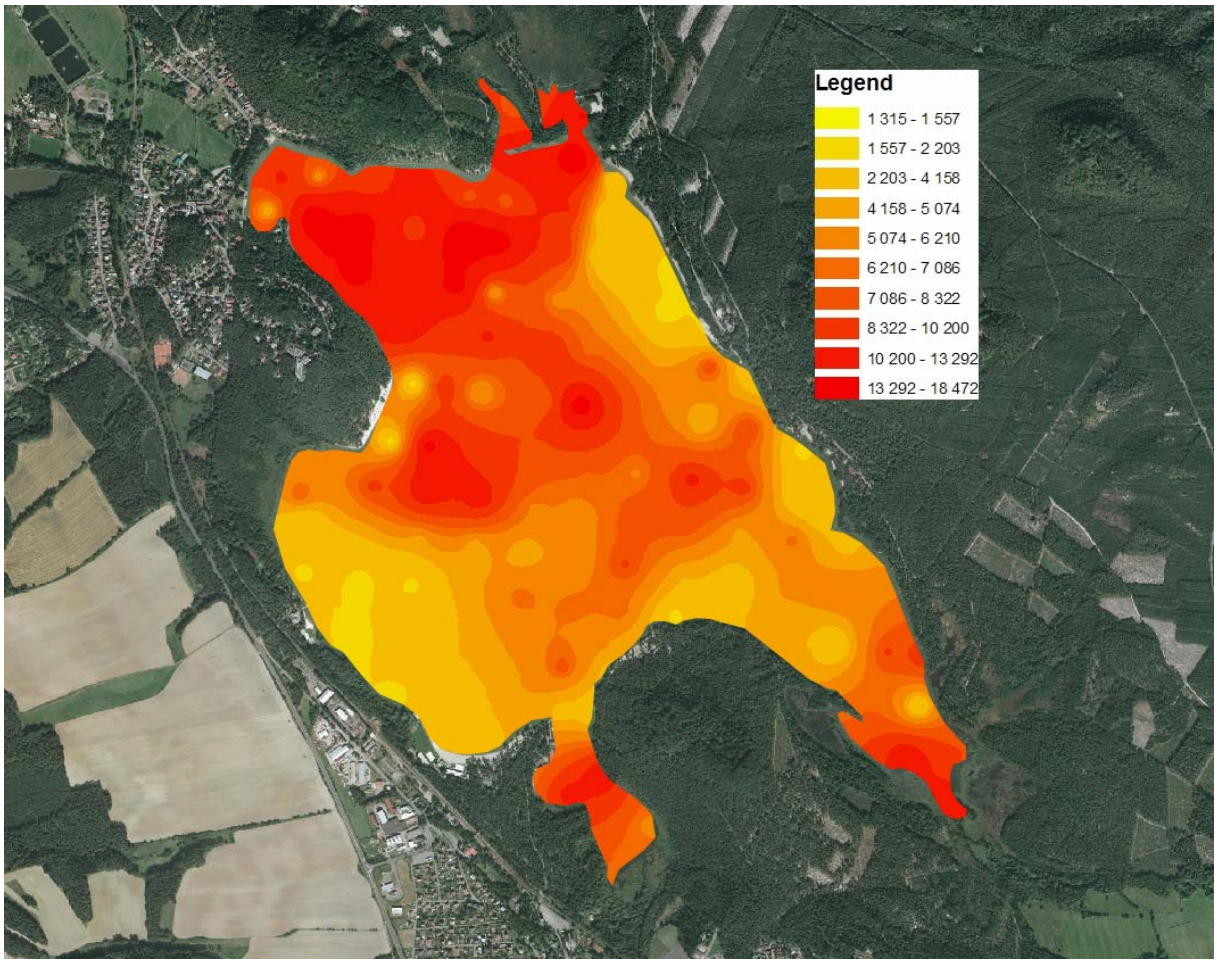
69	6 563	bahno	3,5
70	16 403	bahno	3,5
71	6 867	bahno	3,5
72	3 955	bahno	3,3
73	9 804	písek	2,5
74	n.d.	písek	1,8
75	13 777	bahno	3,2
76	8 322	bahno	3
77	10 770	bahno	3,8
78	9 792	bahno	3,2
79	6 784	bahno	3
80	4 592	černý písek	3
81	8 154	písek	1,5
82	n.d.	písek	1
83	n.d.	písek	1
84	n.d.	písek	1,5
85	5 626	písek	2
86	5 560	bahno	3,3
87	4 913	bahno	3,5
88	14 859	bahno	3,8
89	11 228	bahno	3,3
90	14 838	bahno	4
91	3 880	písek	2
92	17 061	bahno	3,5
93	15 360	bahno	3,5
94	8 285	bahno	3
95	18 472	bahno	3
96	15 811	bahno	3
97	9 900	bahno	2,8
98	n.d.	písek	2
99	n.d.	písek	1
100	n.d.	písek	1
101	10 200	písek	1,5
102	7 231	písek	2
103	7 632	písek	2
104	11 249	bahno	2,2
105	8 638	písek	1,5
106	5 498	písek	2
107	10 809	bahno	3
108	12 712	písek	1,7
109	17 528	bahno + rašelina	0,8
110	2 203	písek	1,5
111	13 579	bahno + rašelina	0,5
112	6 210	bahno + rašelina	0,6
113	5 783	bahno	1,1

n.d. – no data. Sediment měl charakter tvrdého písčitého dna, z něhož nemohl být dostupnou technikou odebrán vzorek.

Studie potvrdila výskyt vysoké koncentrace chlorofylu-a na lokalitách s bahnem, které patřily k nejhlubším v nádrži (v průměru 9 612 µg chl-a/l, hloubka 3 m). Proti tomu na písčitých lokalitách s průměrnou hloubkou 1,6 m byl stanoven obsah sinic v průměru 6 372 µg/l a na lokalitách s černým pískem s průměrnou hloubkou 2,1 m byl obsah chlorofylu 5 325 µg/l. Rozdíl v množství sinic mezi lokalitami s bahnem a s pískem (písek+černý písek) je významný.

Následující mapa udává koncentraci sinic v nádrži Máchovo jezero stanovenou v odebraných vzorcích.

Obrázek č. 2 – Kvantifikace sinic v sedimentech Máchova jezera



Závěr

Bylo odebráno 371 vzorků sedimentů z 113 lokalit dna Máchova jezera. Lokality se sedimentem charakteru organického bahna představují hlavní zásobárnu sinic v sedimentech Máchova jezera. Významné zásoby inokula sinic jsou také v organických sedimentech ve špici Břehyňské zátoky a pod hrázkou u Dokeské zátoky. Nepotvrdily se obavy, že dno Máchova jezera je homogenní a že sinic bude prakticky všude stejně. Naopak se prokázala ložiska, která jsou od středu k hrázi.

Zdrojové lokality sinic na Máchově jezeře se kryjí s oblastmi, kde je

1. největší hloubka a
2. na konci sezony nafoukaná biomasa sinic větrem a jsou alespoň základní podmínky pro dlouhodobé uchování inokula sinic v sedimentech (organické látky - laicky černé, bublající bahno).

Lze konstatovat, že v Máchově jezeře jsou oblasti, které by bylo možno ošetřovat selektivně a cíleně tak, aby ubylo zásob sinic v sedimentech. Tím je možno oslabit rozvoj sinic v letní sezoně, což je moderní trend vycházející ze znalostí biologie sinic tvořících vodní květy. V rámci monitoringu 2008 doporučujeme sledovat koncentrace kyslíku v nejhlubších místech nádrže. Tato data budou klíčová pro volbu metod na snížení koncentrace sinic v sedimentech.

V Brně, 6.6. 2008

Za kolektiv autorů

Doc. Ing. Blahoslav Maršálek, CSC.,

Literatura

Preston, T, W.D.P. Stewart & C.S. Reynolds, 1980: Bloom-forming cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* overwinters on the sediment surfaře. nature 288: 365-367

Reynolds, C. S., G. H. M. Jaworski, H. A. Cmiech & G. F. Leedale, 1981. On the annual cycle of the blue-green alga Microcystis aeruginosa Kütz emend. Elenkin. Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B – Biological Sciences 293: 419-477.

Takamura, N., M. Yasuno & K. Sugahara, 1984. Overwintering of Microcystis aeruginosa Kütz in a shallow lake. Journal of Plankton Research 6: 1019-1029.