

# Monitoring toxických sinic ve vodárenských nádržích ČR (tradiční a nové toxiny)

Luděk Bláha, Blahoslav Maršálek & kol.

**Centrum pro Cyanobakterie a jejich Toxiny**  
Botanický ústav AVČR, v.v.i., Brno



[www.sinice.cz](http://www.sinice.cz)



# Poděkování

**Financování:** GA AV ČR, Sdružení Flos-Aquae, MŠMT, Mze (2008)

**Partneři:** Podniky Povodí, Zdravotní ústavy v ČR, SZÚ, MZLU, VFU, JČU

**Pracovníci a studenti Centra pro cyanobakterie**

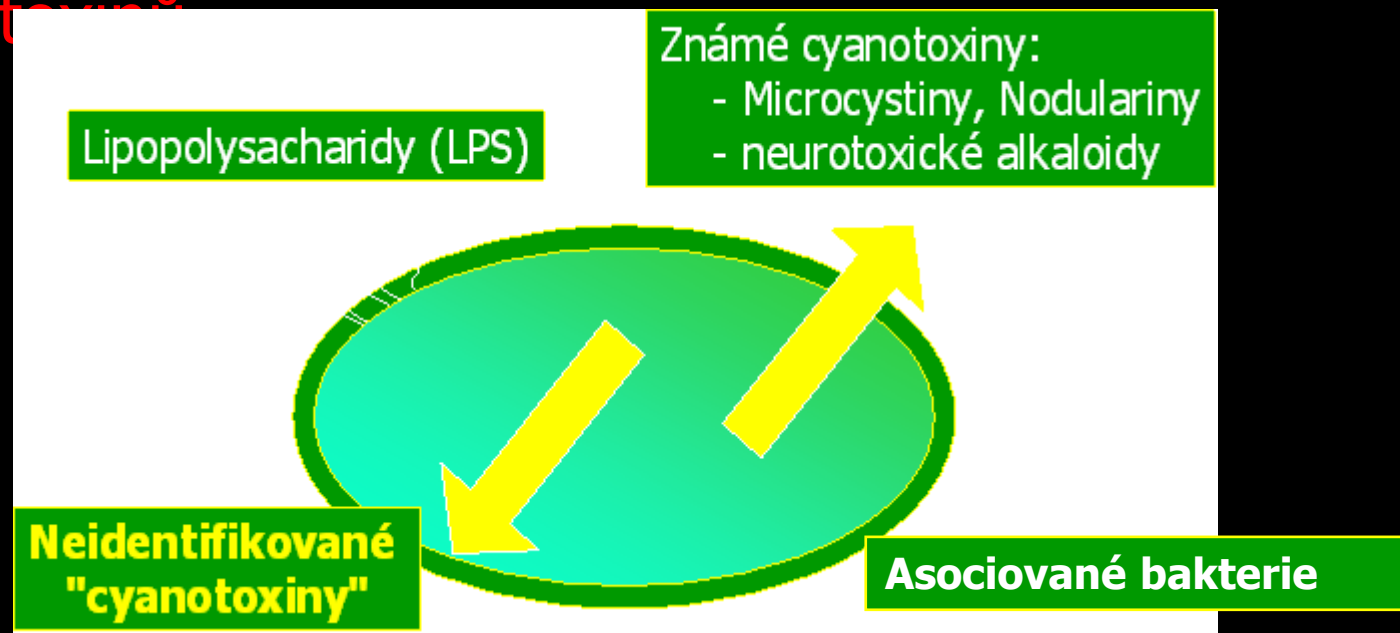


[www.sinice.cz](http://www.sinice.cz)



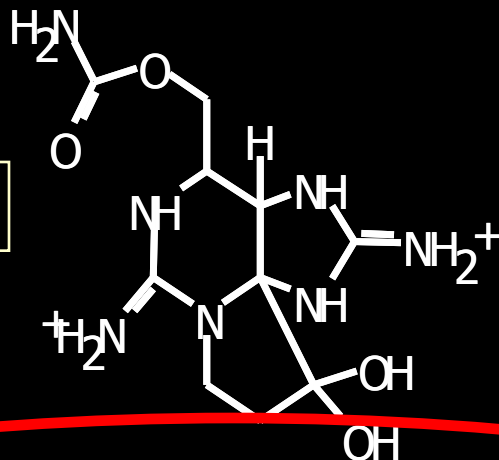
# Masové rozvoje toxických sinic

- **Sinice** - staré a „prospěšné“ organismy
- **G- bakterie** (10 mil. buněk / mL)
- **Působení sinic ve vodním prostředí**
  - Změna chemie vody
  - Rozklad biomasy = deplece kyslíku
  - **Produkce toxinů**

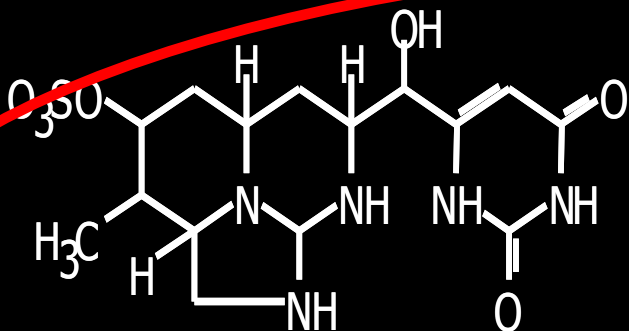


# Vybrané „známé“ cyanotoxiny

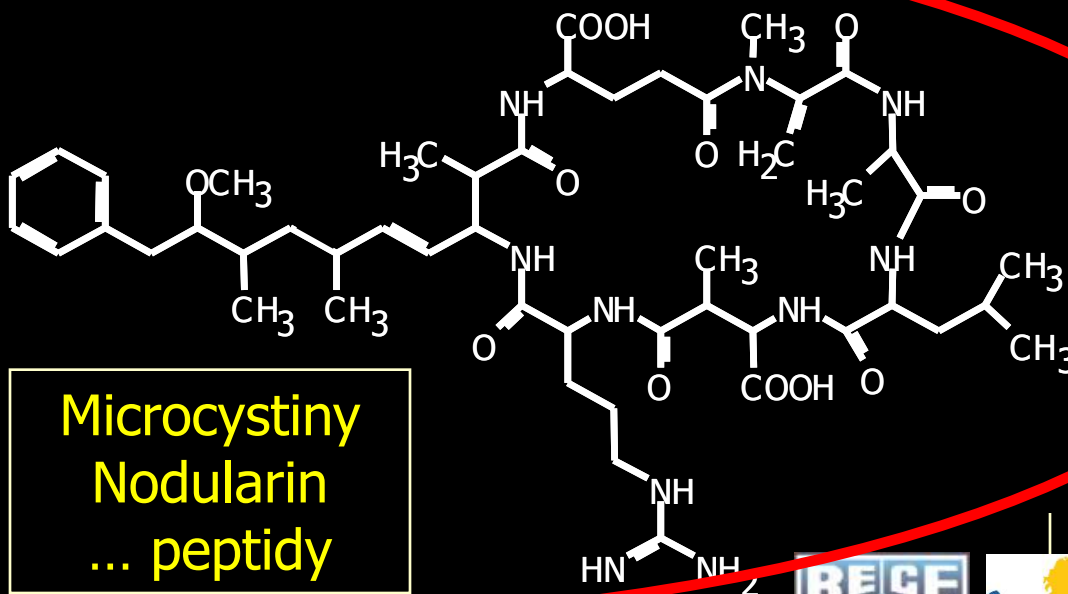
Saxitoxin



Anatoxin-a

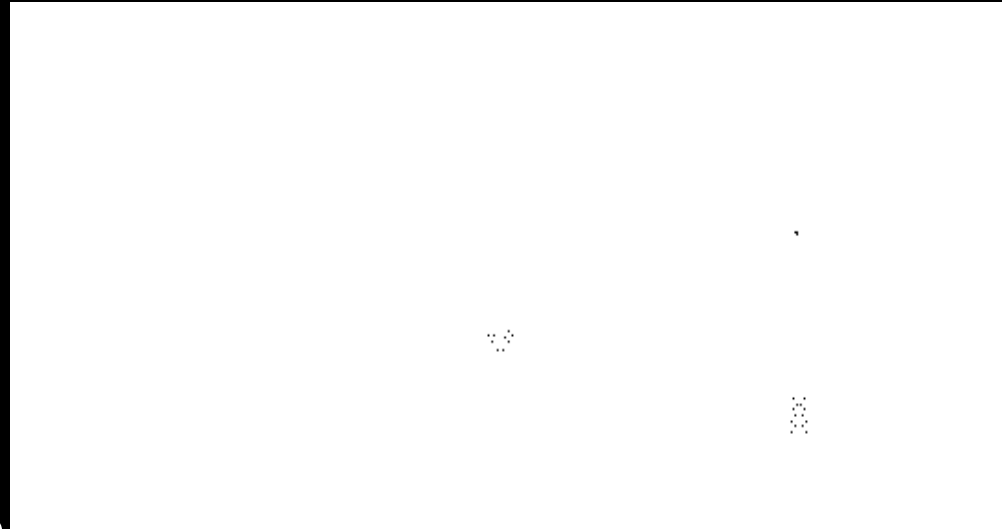


Cylindrospermopsin



Microcystiny  
Nodularin  
... peptidy

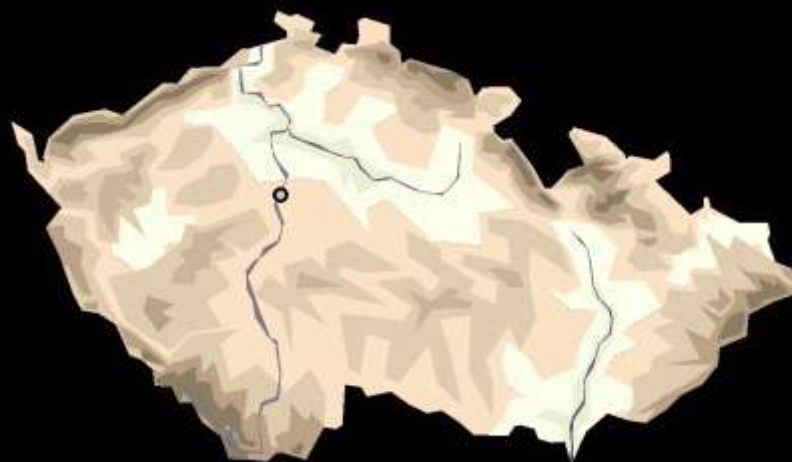
# MICROCYSTINY



- **vysoké koncentrace** v  
: až 10 mg/g sušiny (1% množství síne)  
-> mg/L -> tuny / nádrž
- peptidy **syntetizované mimo ribozomy**
  - Smíšené polyketidové syntázy a peptidové syntetázy
- Velká **akutní i chronická toxicita (zejm. savci)**
  - Limit pro pitné vody - **1 ug/L (!)**

# Monitoring toxických sinic v ČR

- Celá ČR – hlavní nádrže a rybníky
- Cyanobakterie (jen část fytoplanktonu)
- Časové a sezonní trendy
- Prostorová variabilita (v ČR / uvnitř nádrží)



# Historie

- **Toxické sinice v ČR** - od 1993
- **Do roku 1999**
  - Několik vybraných nádrží, jednotlivé studie
  - Mezery v datech (biologie, toxiny)
  - Vývoj analytických metodik (toxiny)
- **1999** – první širší screening situace v ČR
- **Od 2004** – pravidelný monitoring

# DATA

- **Nádrže, lokality**

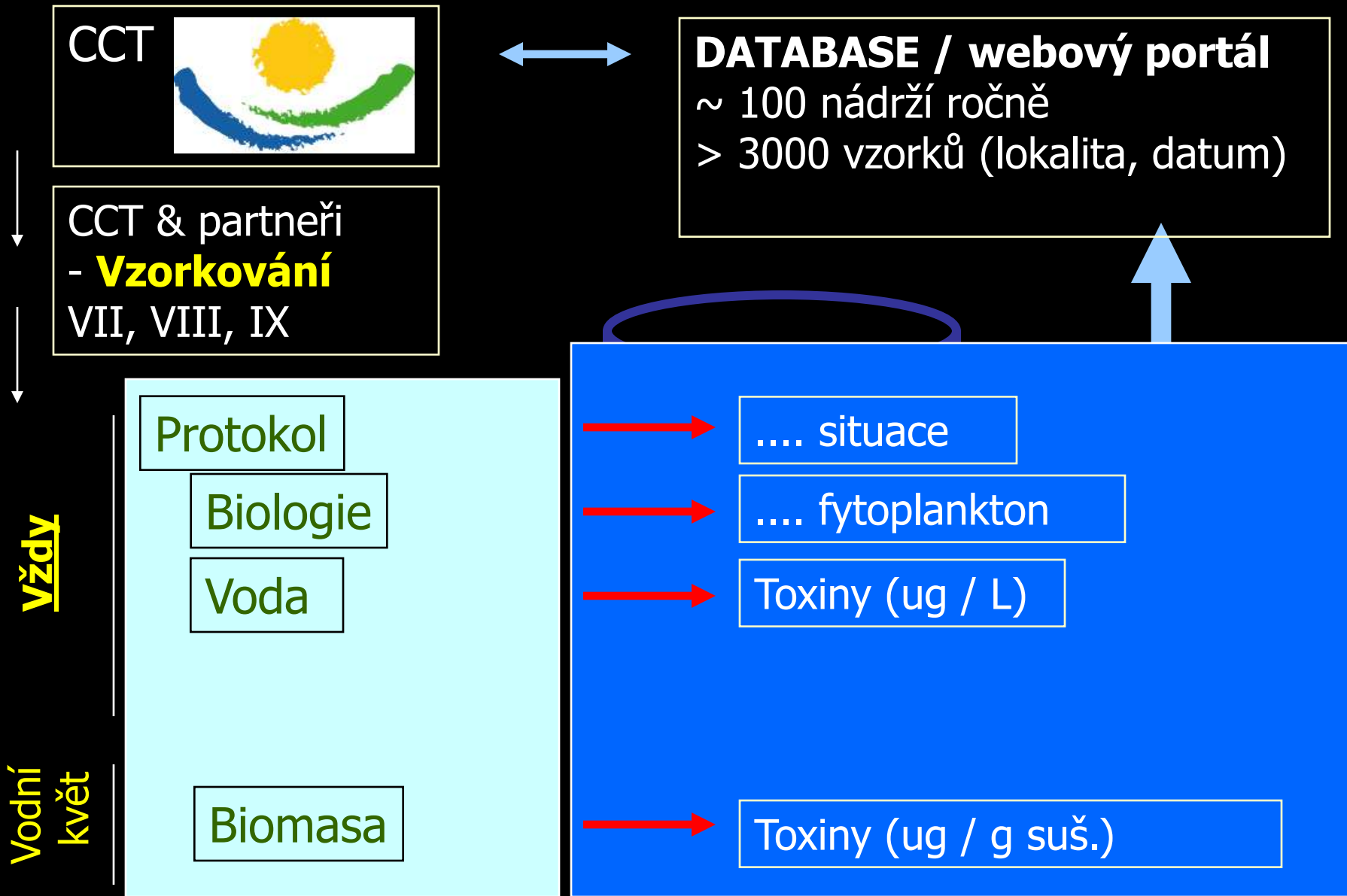
- historie, geologie, hydrologie, využití

- **Vzorkování**

- **Situace** (meteorologie, vodní květ?)
- **Kvalita vody**
  - Standardy (chlorofyl-a; teplota, průhlednost ...)
  - Hydrochemie (P, N...)
- **Složení fytoplanktonu (biologie)**
  - Dominantní sinice & další
- **Toxiny sinic**
  - Microcystiny
  - Cylindrospermopsin (od 2007)



# MANAGEMENT



# Data - monitoring sinic v ČR

Rok	Biom-Vod-Tax	Biom	Biom-Tax	Biom-Vod	Tax	Vod-Tax	Vod	Celkový součet
1993			5					5
1994		2	12					14
1995			15					15
1996			11					11
1997		2	12		3			17
1998		4	10					14
1999		19	63		1			83
2000		5						5
2001		27	15					42
2002		32	10					42
2003		55	27					82
2004	131	7	11	55	81	39	36	360
2005	126	21	10	47	38	33	11	286
2006	74	27	40	20	24	90	24	299
2007	134	5	4	23	103	165	83	517
2008	71	7	8	19	106	107	103	421

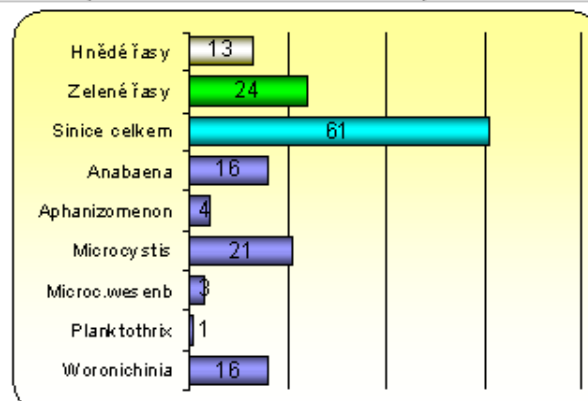
Vodárenské  
nádrže - ČR:

## **Fytoplankton**

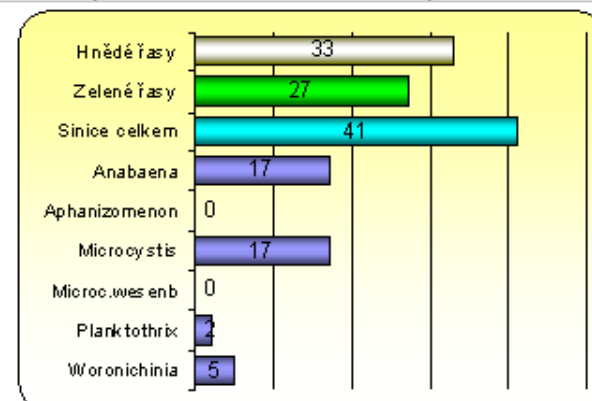


# Vodárenské nádrže - ČR: Fytoplankton

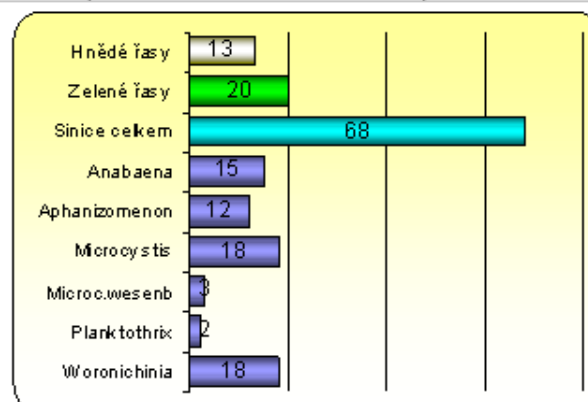
**2004 (lokality 28, vzorků N=61)**



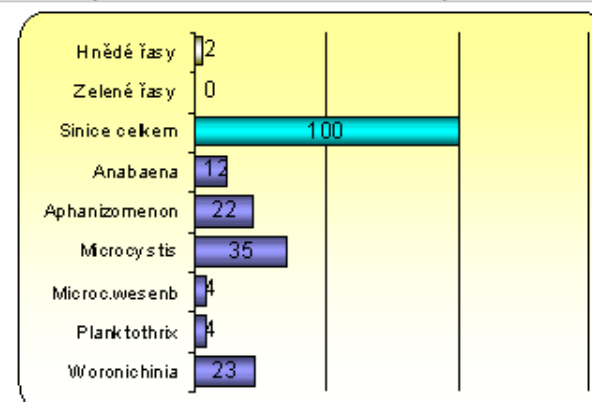
**2005 (lokality 21, vzorků N=58)**



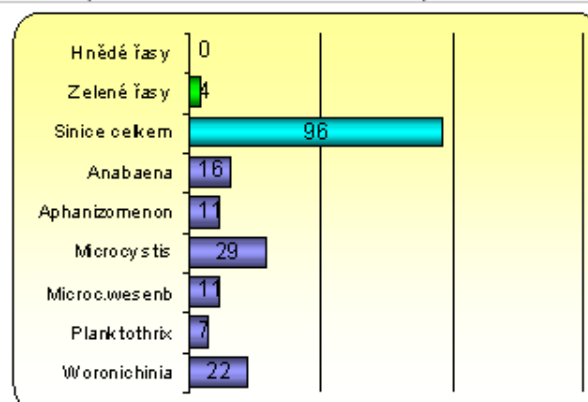
**2006 (lokality 22, vzorků N=83)**



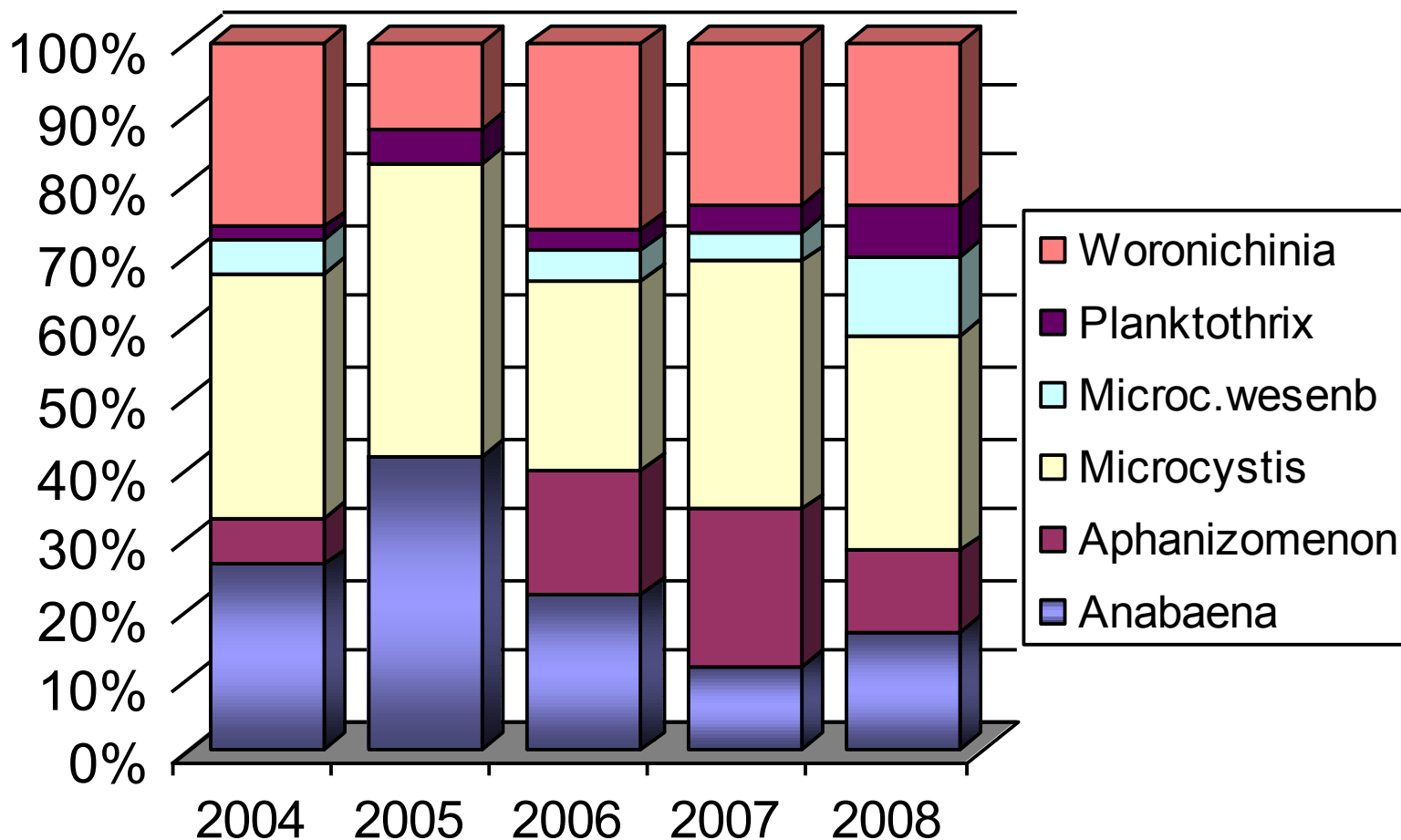
**2007 (lokality 33, vzorků N=112)**



**2008 (lokality 30, vzorků N=90)**

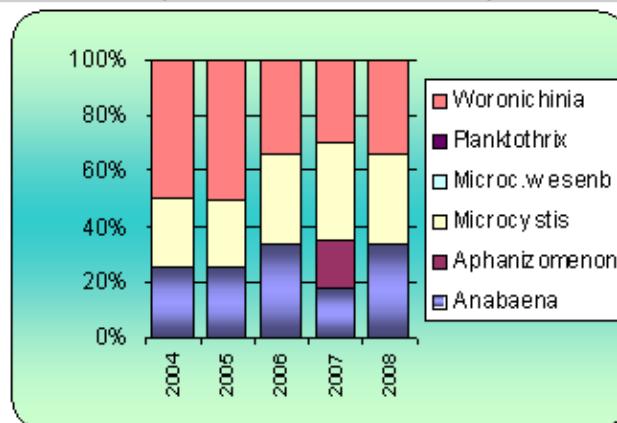


# Vodárenské nádrže - sinice

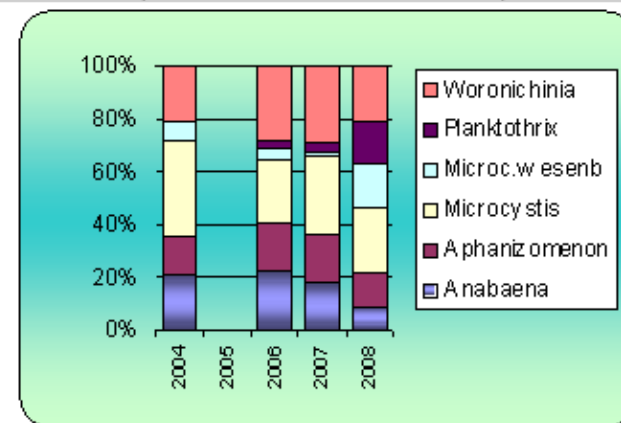


# Vodárenské nádrže: Sinice dle povodí

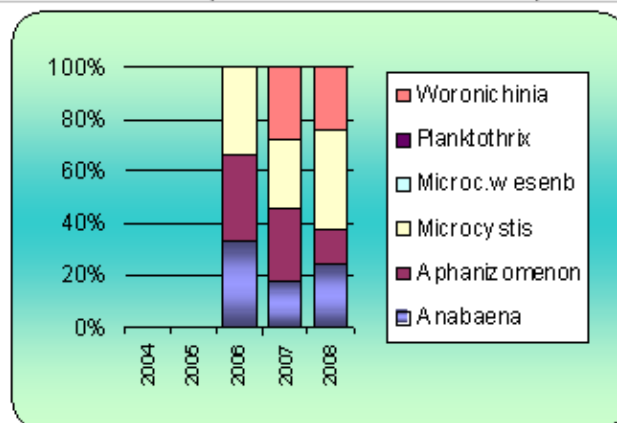
**Berounka (lokality 3, vzorků N=20)**



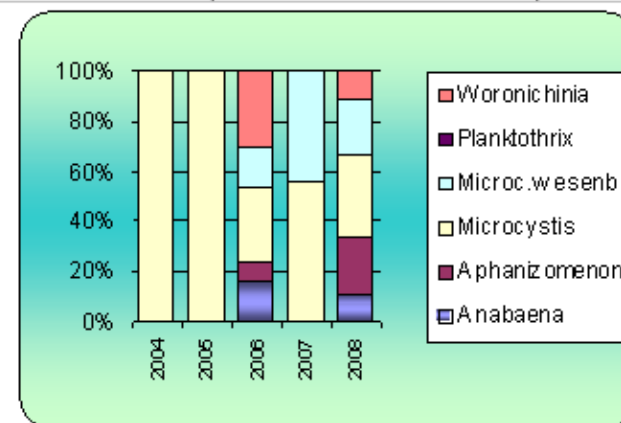
**Morava (lokality 15, vzorků N=210)**



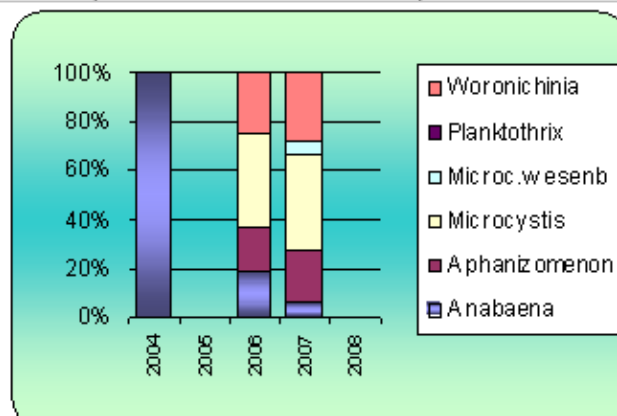
**Horní Vltava (lokality 2, vzorků N=13)**



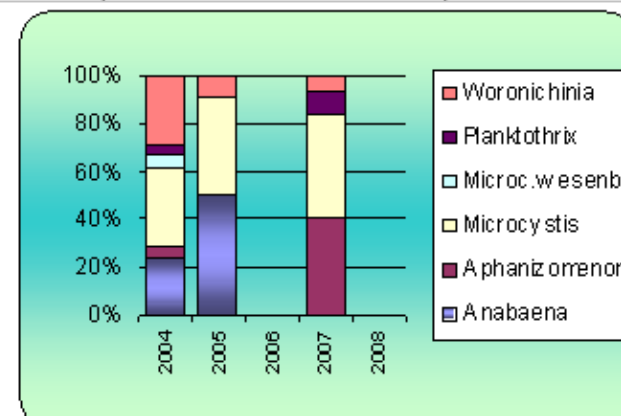
**Dolní Vltava (lokality 2, vzorků N=35)**



**Labe (lokality 3, vzorků N=24)**

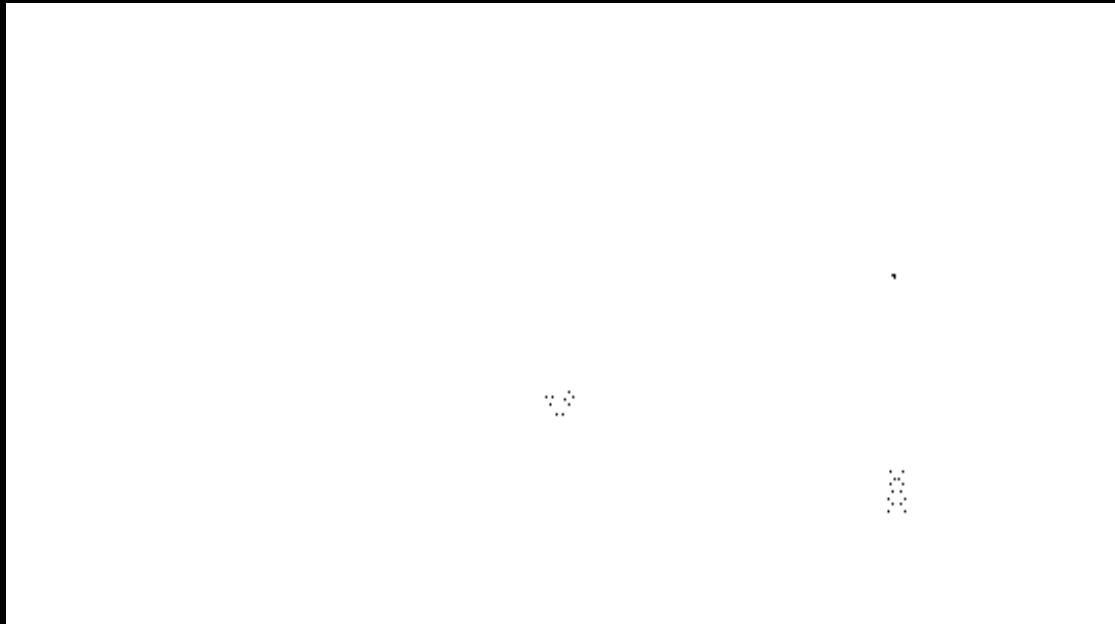


**Ohře (lokality 11, vzorků N=57)**



Vodárenské  
nádrže - ČR:

## **Microcystiny ve vodách**



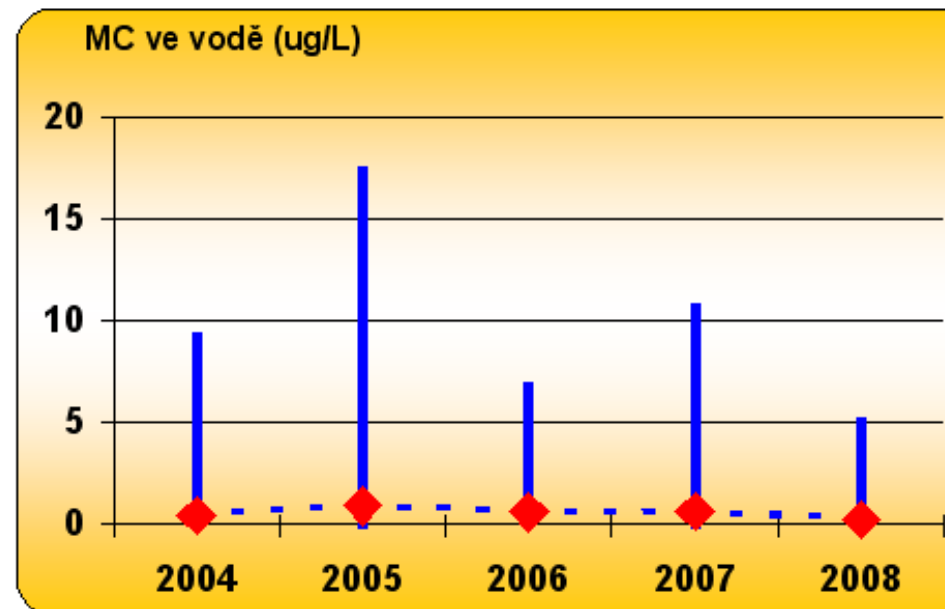
# Vodárenské nádrže

## Microcystiny ve vodě (ug/L)

### Koncentrace microcystinů ve vodách

#### Statistické ukazatele

	2004	2005	2006	2007	2008	Celkem
<b>Průměr</b>	<b>0.46</b>	<b>0.93</b>	<b>0.60</b>	<b>0.64</b>	<b>0.27</b>	<b>0.55</b>
Minimum	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Maximum	9.18	17.27	6.76	10.59	5.05	17.27
N	52	46	68	111	89	366





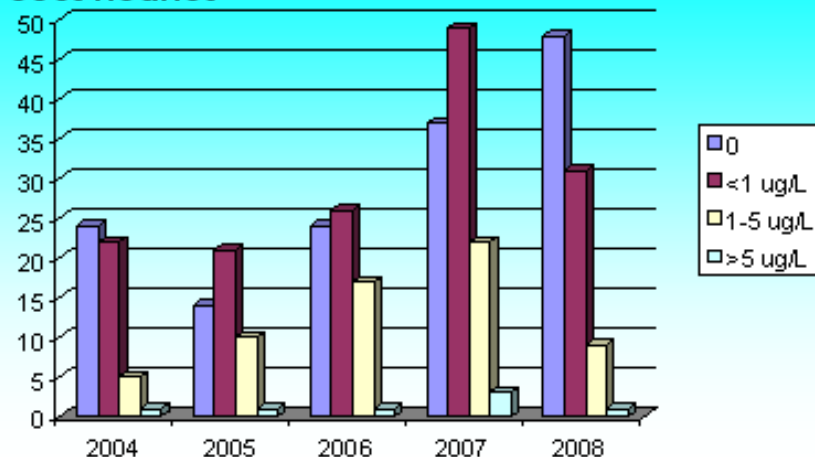
## Box 1 - Vodárenské nádrže - ČR bez rozlišení povodí

### Koncentrace microcystinů ve vodách

#### Počty vzorků v jednotlivých kategoriích

	2004	2005	2006	2007	2008	Celkem
0	24	14	24	37	48	147
<1 ug/L	22	21	26	49	31	149
1-5 ug/L	5	10	17	22	9	63
>5 ug/L	1	1	1	3	1	7
<b>Celkem</b>	52	46	68	111	89	366

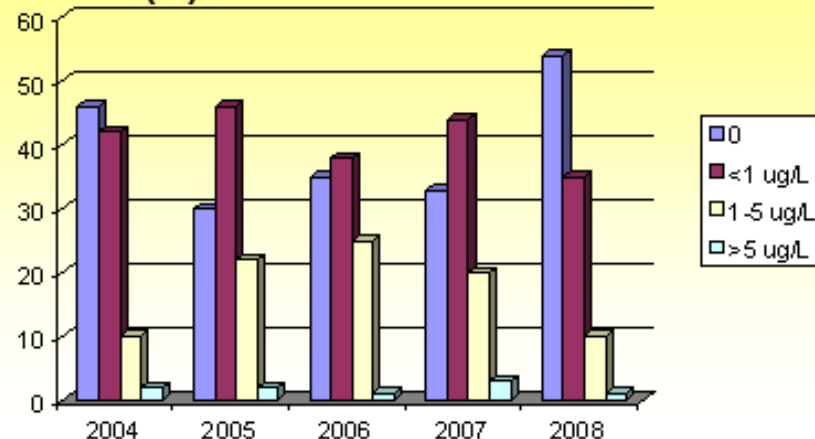
#### Počet hodnot



#### Procento (%) vzorků v jednotlivých kategoriích

	2004	2005	2006	2007	2008	Celkem
0	46	30	35	33	54	40
<1 ug/L	42	46	38	44	35	41
1-5 ug/L	10	22	25	20	10	17
>5 ug/L	2	2	1	3	1	2
<b>Celkem</b>	100	100	100	100	100	100

#### Procento (%)



# Maxima - MCs ve vodách (ug/L)

Datum	Povodí	Lokalita	MC (ug/L)
2004-09-22	Morava	Fryšták	1.7
2004-07-28	Berounka	Lučina	1.8
<b>2004-09-08</b>	<b>Morava</b>	<b>Vír</b>	<b>9.2</b>
2005-08-10	Ohře	Jirkov	2.0
2005-08-27	Ohře	Stanovice	4.7
2005-07-19	Berounka	Lučina	17.3
2006-09-06	Horní Vltava	Husinec	1.9
2006-08-14	Dolní Vltava	Želivka	2.4
2006-09-12	Morava	Mostiště	6.8
2007-09-18	Morava	Letovice, Křetínka	5.2
2007-08-01	Berounka	Lučina	8.9
2007-09-03	Morava	Fryšták	10.6
2008-08-13	Morava	Boskovice	1.3
2008-08-18	Dolní Vltava	Želivka	1.5
2008-08-08	Ohře	Březová VN	5.0

## **Nejnižší koncentrace MC** ve vodách

**Labe, Odra a Horní Vltava** (maximální zřídka přes 1 ug/L).

horní toky řek - méně ovlivněny antropogenní kontaminací živinami

## **Vysoce kolísavé koncentrace MC** (mezi jednotlivými lety)

**Dolní Vltava, Berounka, Ohře**

povodí Berounky 2006 a 2007 (>1ug/L cca 40% vzorků).

V povodí Ohře maxima v letech 2005 a 2008 vyšší než 5 ug/L.

## **Nejvyšší koncentrace v povodí Moravy**

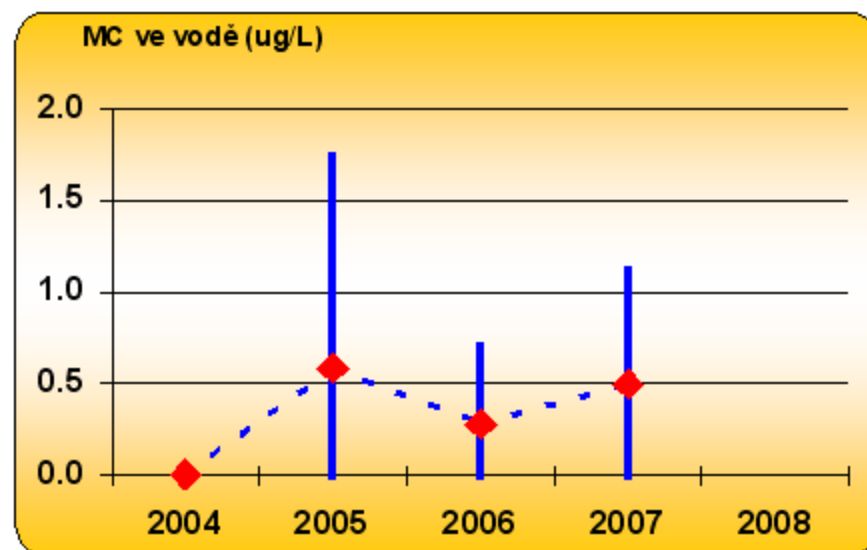
(vysoký počet vzorků a nádrží, antropogenní ovlivnění).

# Labe: Hamry u Hlinska, Křižanovice, Vrchlice

## Koncentrace microcystinů ve vodách

### Statistické ukazatele

	2004	2005	2006	2007	2008	Celkem
Průměr	0.00	0.58	0.28	0.50		0.42
Minimum	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00
Maximum	0.00	1.74	0.70	1.11		1.74
N	2	8	7	7		24

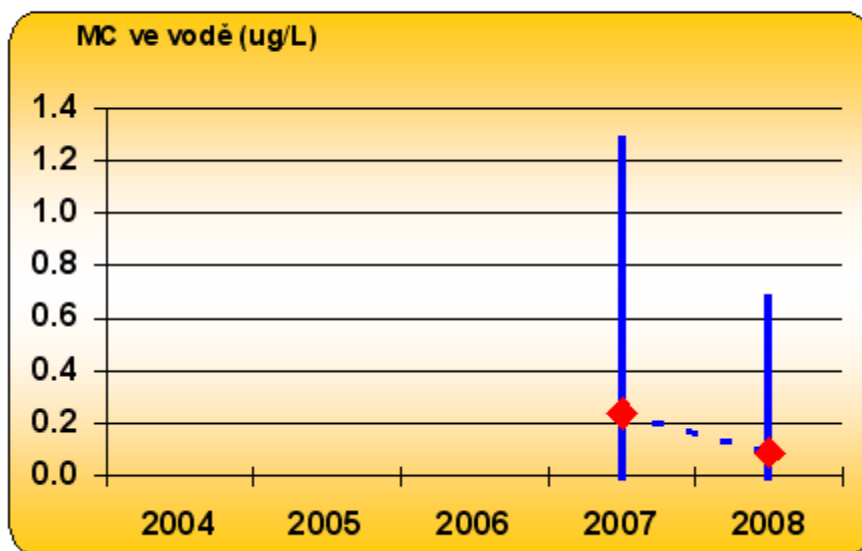


# Odra: Baška, Kružberk, Morávka, Slezská Harta, Šance

## Koncentrace microcystinů ve vodách

### Statistické ukazatele

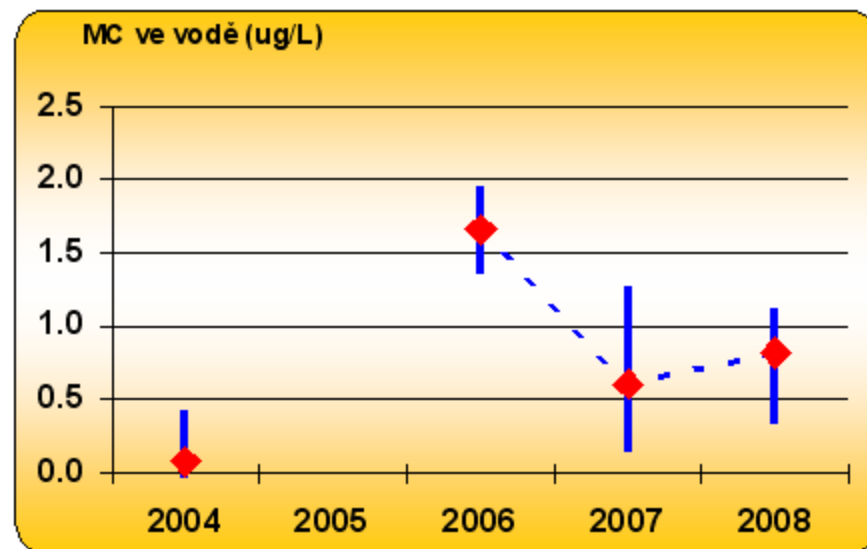
	2004	2005	2006	2007	2008	Celkem
<b>Průměr</b>				<b>0.24</b>	<b>0.09</b>	<b>0.16</b>
Minimum				0.00	0.00	0.00
Maximum				1.28	0.67	1.28
N				22	23	45



## Koncentrace microcystinů ve vodách

### Statistické ukazatele

	2004	2005	2006	2007	2008	Celkem
<b>Průměr</b>	<b>0.08</b>		<b>1.66</b>	<b>0.61</b>	<b>0.82</b>	<b>0.62</b>
Minimum	0.00		1.40	0.18	0.37	0.00
Maximum	0.39		1.92	1.25	1.09	1.92
N	5		2	3	3	13

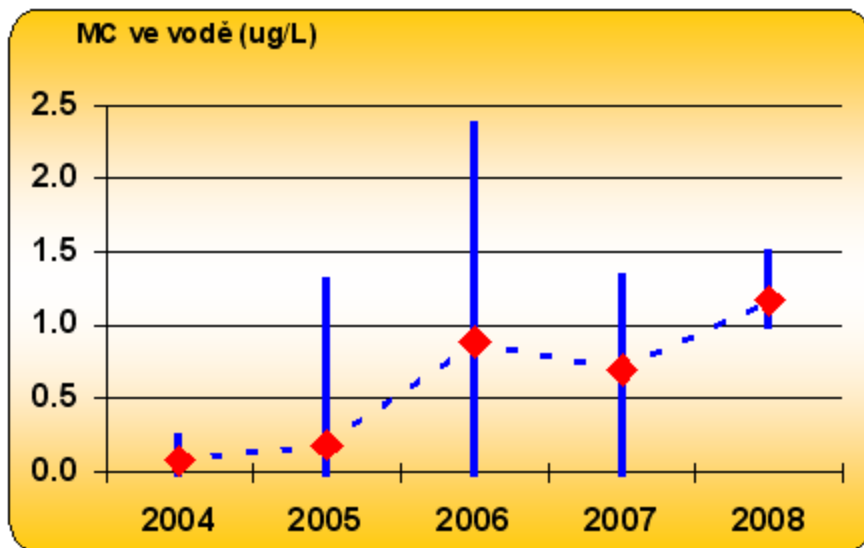


# Dolní Vltava: Želivka, Švihov

## Koncentrace microcystinů ve vodách

### Statistické ukazatele

	2004	2005	2006	2007	2008	Celkem
<b>Průměr</b>	<b>0.08</b>	<b>0.19</b>	<b>0.89</b>	<b>0.70</b>	<b>1.17</b>	<b>0.49</b>
Minimum	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	0.00
Maximum	0.23	1.30	2.37	1.32	1.49	2.37
N	8	10	8	5	3	34

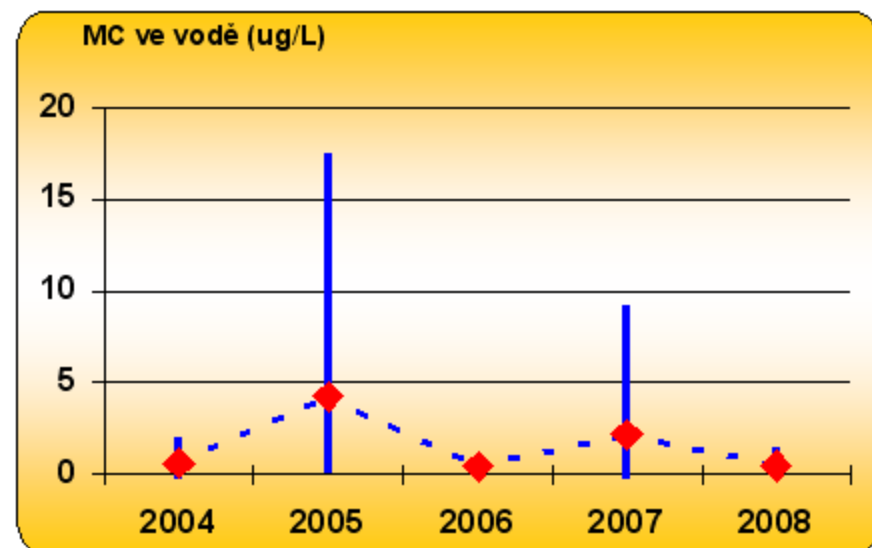


# Berounka: Lučina, Nýrsko, Žlutice

## Koncentrace microcystinů ve vodách

### Statistické ukazatele

	2004	2005	2006	2007	2008	Celkem
<b>Průměr</b>	<b>0.60</b>	<b>4.22</b>	<b>0.39</b>	<b>2.14</b>	<b>0.45</b>	<b>2.00</b>
Minimum	0.00	0.33	0.39	0.00	0.13	0.00
Maximum	1.80	17.27	0.39	8.90	1.17	17.27
N	3	5	1	7	4	20



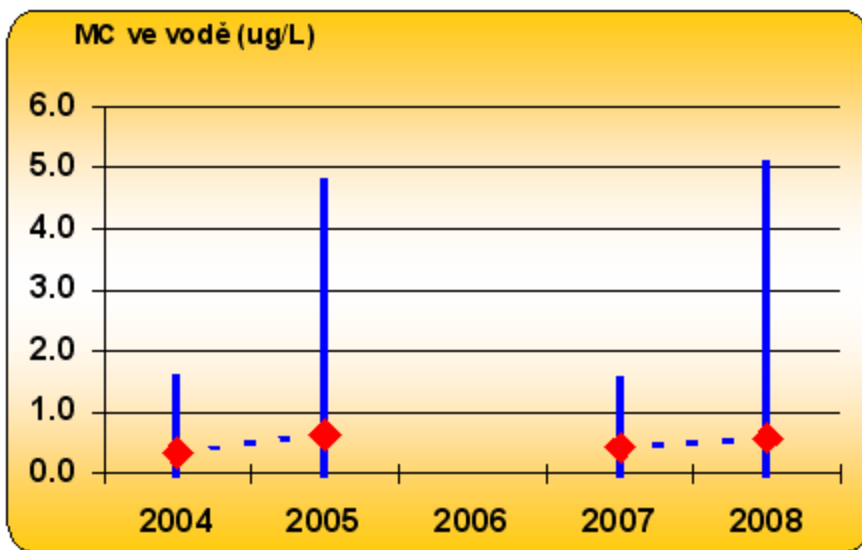


**Ohře:** Březová, Jirkov, Kamenný potok - Mariánské Lázně,  
Myslivny, Podhora, Přísečnice, Stanovice, Fláje

**Koncentrace microcystinů ve vodách**

**Statistické ukazatele**

	2004	2005	2006	2007	2008	Celkem
<b>Průměr</b>	<b>0.33</b>	<b>0.63</b>		<b>0.42</b>	<b>0.57</b>	<b>0.49</b>
Minimum	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
Maximum	1.55	4.75		1.52	5.05	5.05
N	13	15		13	10	51



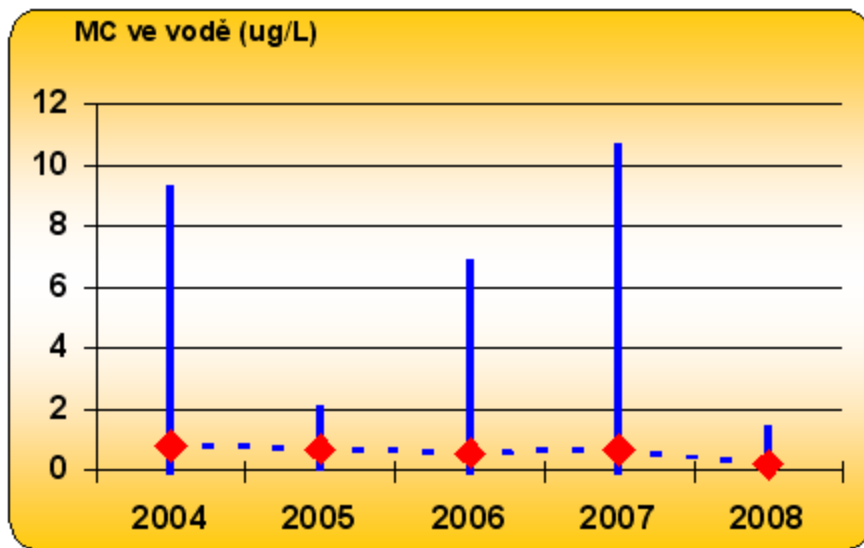
## Morava:

Boskovice, Fryšták, Hubenov, Karolinka,  
Koryčany, Letovice, Ludkovice, Mostiště,  
Nová Říše, Opatovice, Slušovice, Vír, Znojmo

### Koncentrace microcystinů ve vodách

#### Statistické ukazatele

	2004	2005	2006	2007	2008	Celkem
<b>Průměr</b>	<b>0.81</b>	<b>0.69</b>	<b>0.57</b>	<b>0.67</b>	<b>0.18</b>	<b>0.53</b>
Minimum	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00
Maximum	9.18	1.99	6.76	10.59	1.30	10.59
N	21	8	50	54	46	179



Vodárenské  
nádrže - ČR:

## **Microcystiny v biomasách**

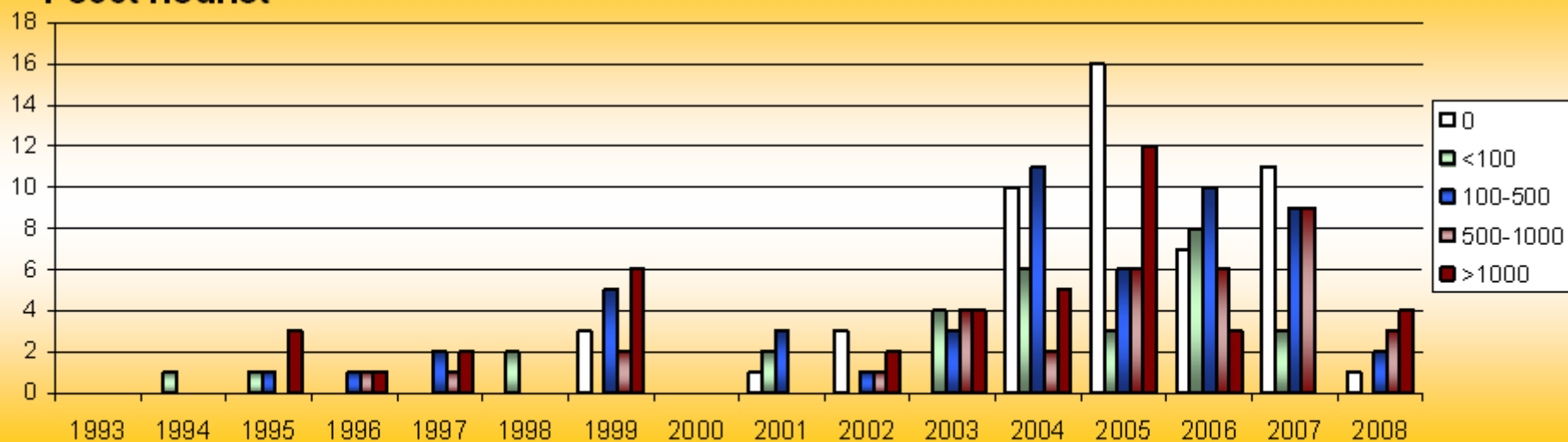


# MC v Biomasách

## počty vzorků v jednotlivých kategoriích

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Suma
0							3		1	3		10	16	7	11	1	52
<100		1	1			2			2		4	6	3	8	3		30
100-500			1	1	2		5		3	1	3	11	6	10	9	2	54
500-1000				1	1		2			1	4	2	6	6	9	3	35
>1000			3	1	2		6			2	4	5	12	3		4	42
<b>Celkem</b>	0	1	5	3	5	2	16	0	6	7	15	34	43	34	32	10	213

Počet hodnot



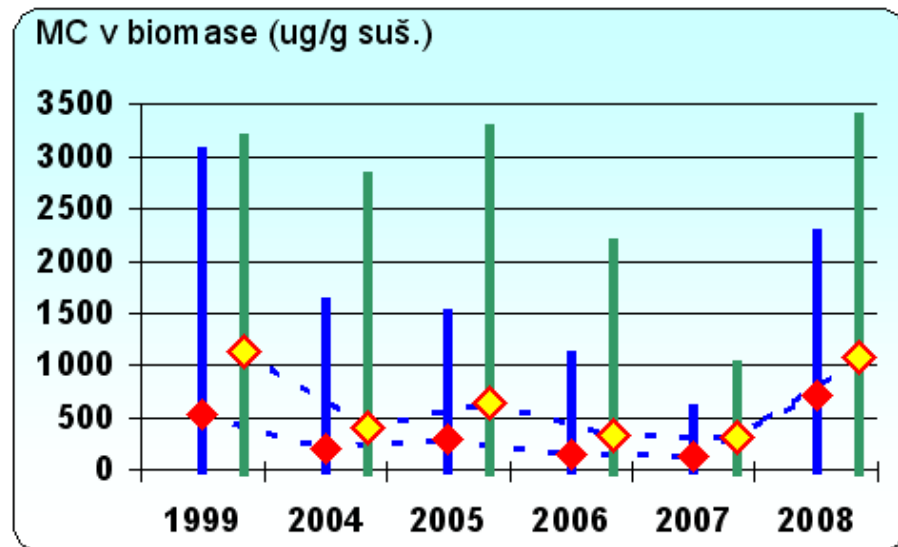
# MC v biomasách sinic v ČR (ug / g sušiny)

## Microcystin-LR

	1999	2004	2005	2006	2007	2008	Celkem
<b>Průměr</b>	<b>533</b>	<b>206</b>	<b>290</b>	<b>145</b>	<b>133</b>	<b>721</b>	<b>263</b>
Minimum	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	3048	1607	1492	1098	585	2266	3048
N	16	34	43	34	32	10	169

## Suma všech microcystinů

	1999	2004	2005	2006	2007	2008	Celkem
<b>Průměr</b>	<b>1137</b>	<b>416</b>	<b>655</b>	<b>335</b>	<b>319</b>	<b>1070</b>	<b>549</b>
Minimum	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	3134	2760	3213	2151	999	3312	3312
N	16	34	43	34	32	10	169



Legenda: MC-LR červené body, modře maxima  
Suma MC žluté body, zelené maxima

# MAXIMA - MC v biomasách sinic v ČR (ug / g sušiny)

Rok	Lokalita	Povodí	Datum	Suma MC	MC-LR	MC-RR	MC-YR
1994	Koryčany	Morava	1994-08-23	70	33	25	
1995	Vír	Morava	1995-07-27	2036	866		
1996	Nová Říše	Morava	1996-08-11	7419	7419		
1997	Vír	Morava	1997-08-26	5084	5804		
1998	Vír	Morava	1998-07-21	91	58		
1999	Vír	Morava	1999-10-18	3134	3048	20	66
2001	Řimov	Horní Vltava	2001-08-09	387	141	160	87
2002	Vír	Morava	2002-09-30	1529	1252	77	40
2003	Vír	Morava	2003-09-10	3335	1129	1748	220
2004	Vír	Morava	2004-09-08	2760	922	1582	121
2005	Vír	Morava	2005-08-10	3213	1143	1916	105
2006	Husinec	Horní Vltava	2006-09-06	2151	1098	1001	0
2007	Vír	Morava	2007-08-16	955	166	750	39
2008	Vír	Morava	2008-08-18	3312	2266	0	0

# Microcystiny (v biomase sinic) v ČR a ve světě

stát	rok	maximum ■/g d.w.	medián ■/g d.w.	max 93-05 ■/g d.w.
<b>ČR</b>	<b>2005</b>	<b>3 673</b>	<b>183</b>	<b>7 419</b>
Polsko	2004	1 687		
Řecko	94-95, 99-00	2 565		
Japonsko	1998-2000	3 284		
Egypt	2005	4 100		
Alžírsko	2000-2001	4 590		
Německo	1999	5 595		
Portugalsko	1996	7 100		
Čína	1991	7 280		



# MC v biomasách sinic v ČR

- **Vyšší koncentrace MCs v posledních letech**
  - 2008: 40% vzorků > 1000 ug/g sušiny
- **Průměrné koncentrace**
  - 300 - 1000 ug/g suš.
- **Maximální koncentrace**
  - Cca 3000 ug/g suš.
- **Složení**
  - MC-LR ~ 50%



# MC v biomasách podle povodí (vybraná povodí)

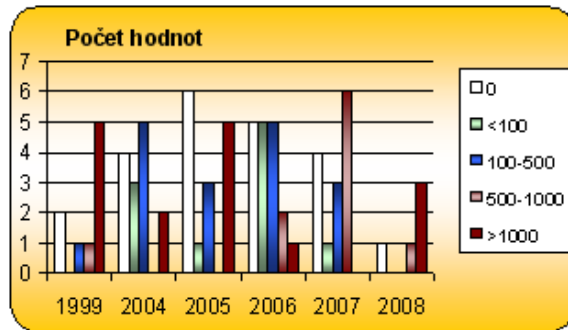
## Povodí Moravy

### Koncentrace v biomase

celkový MC (ug/g suš.)

### Počty vzorků v jednotlivých kategoriích

	1999	2004	2005	2006	2007	2008	Suma
0	2	4	6	5	4	1	22
<100		3	1	5	1		10
100-500	1	5	3	5	3		17
500-1000	1			2	6	1	10
>1000	5	2	5	1		3	16
Celkem	9	14	15	18	14	5	75



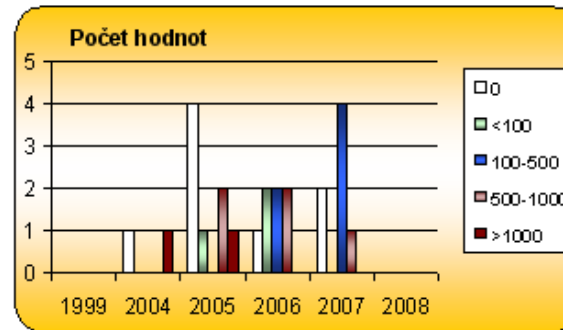
## Povodí Labe

### Koncentrace v biomase

celkový MC (ug/g suš.)

### Počty vzorků v jednotlivých kategoriích

	1999	2004	2005	2006	2007	2008	Suma
0		1	4	1	2		8
<100			1	2			3
100-500				2	4		6
500-1000			2	2	1		5
>1000		1	1				2
Celkem	0	2	8	7	7	0	24



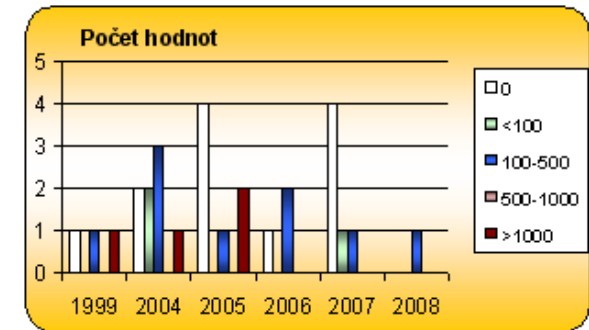
## Povodí Ohře

### Koncentrace v biomase

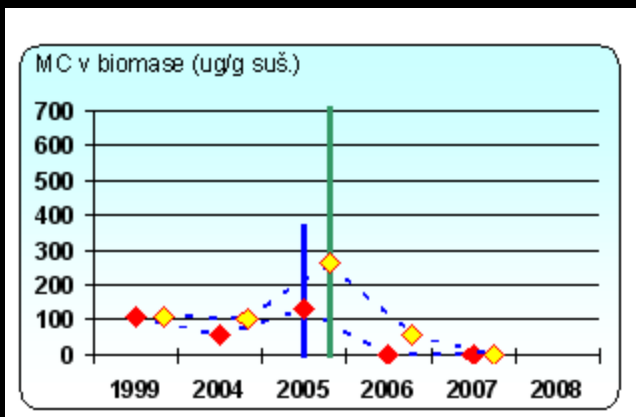
celkový MC (ug/g suš.)

### Počty vzorků v jednotlivých kategoriích

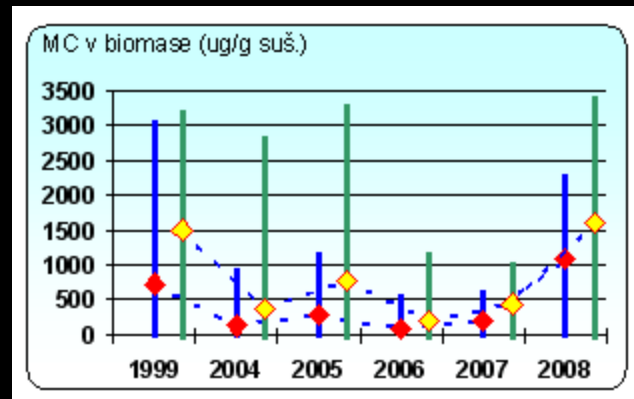
	1999	2004	2005	2006	2007	2008	Suma
0	1	2	4	1	4		12
<100		2			1		3
100-500	1	3	1	2	1	1	9
500-1000							0
>1000	1	1	2				4
Celkem	3	8	7	3	6	1	28



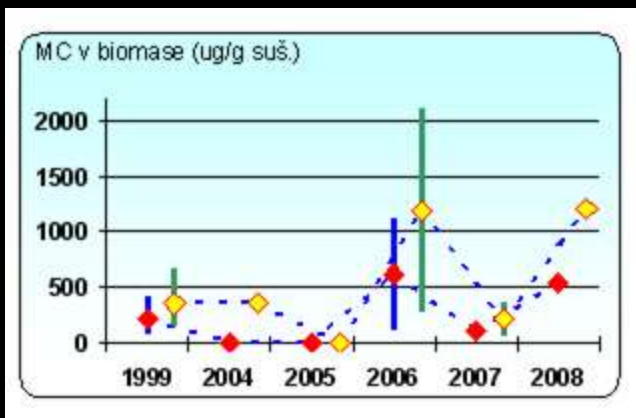
# Berounka



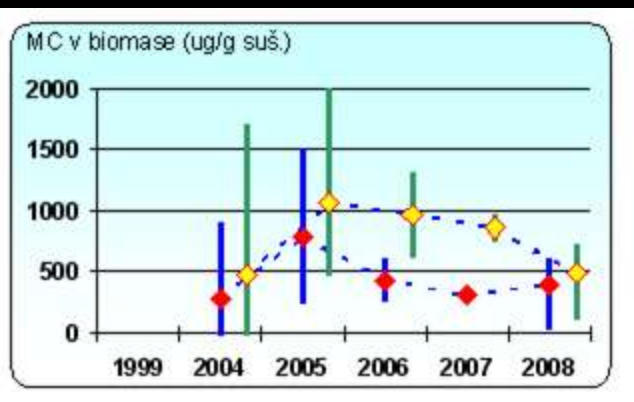
# Morava



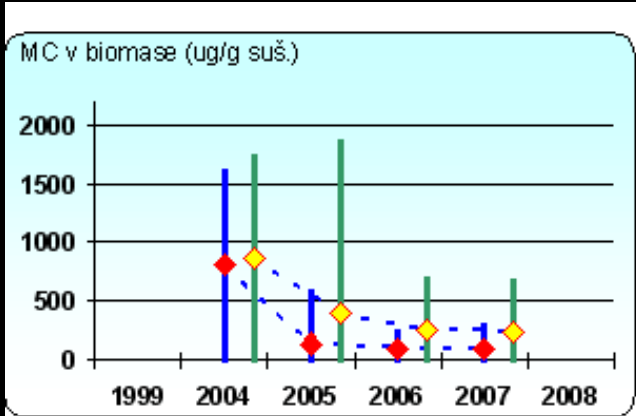
# Horní Vltava



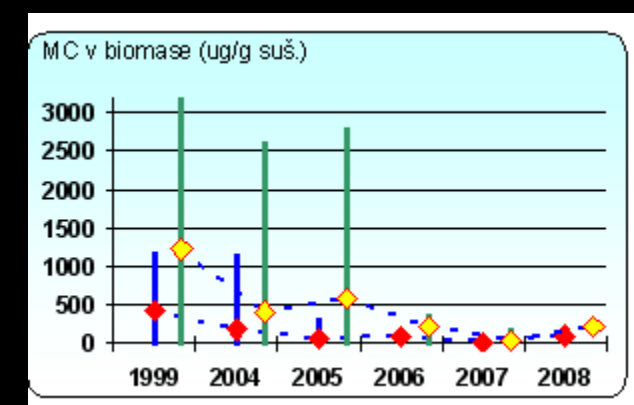
# Dolní Vltava



# Labe



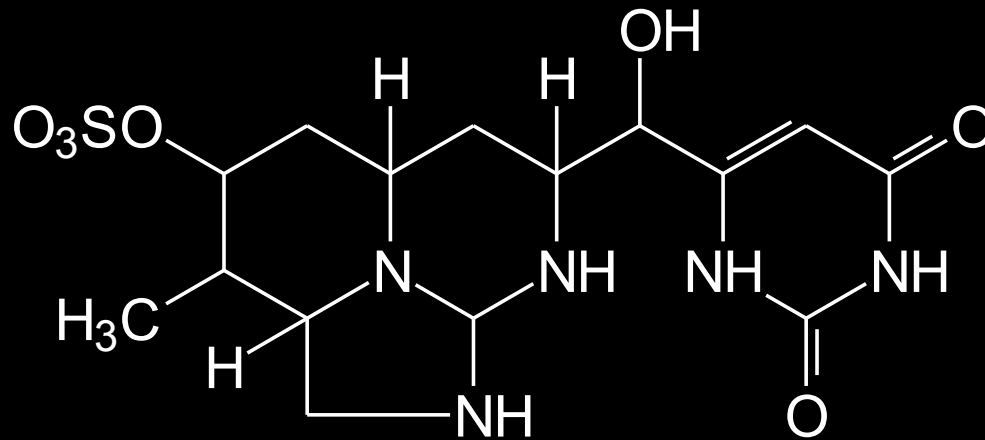
# Ohře



# MC v biomasách - vodárenské nádrže (podle příslušnosti k povodí)

- **Minimum vzorků biomas (málo VKS)**
  - Odra
- **Nižší koncentrace obecně**
  - Berounka, Horní Vltava, Labe a Ohře
- **Vyšší koncentrace**
  - Morava, Dolní Vltava

# Cylindrospermopsin



# Cylindrospermopsin



- Palm Island (Austrálie, 1979): algicidní zásah  
>100 lidí gastroenteritida
- Poprvé nalezen v tropických oblastech produkován druhem *Cylindrospermopsis raciborskii*
- Identifikace přesné struktury cylindrospermopsinu (2000)
- Syntéza CYN v cyanobakteriích podobným mechanismem jako u strukturně odlišného MC a ATB

Sinice	Země
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	Germany
<i>Aphanizomenon ovalisporum</i>	Izrael
	Australia
	Italy
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	Thailand
	Australia
	Hungary
	USA
	Japan
	Australia
<i>Anabaena bergii</i>	Australia
<i>Anabaena lapponica</i>	Finland
<i>Umezakia natans</i>	Japan
<i>Raphidiopsis curvata</i>	China
<i>Lyngbya wollei</i>	Australia

# CYLINDROSPERMOPSIN toxicita

	<b>CYN</b>	<b>MC</b>
<b>LD50</b> (akutní toxicita orální)	5000 $\mu\text{g}/\text{kg}$	6000 $\mu\text{g}/\text{kg}$
<b>NOAEL</b>	30 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{den}$	40 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{den}$
<b>TDI</b> (toler. denní příjem - člověk)	0.03 $\mu\text{g}/\text{kg}$	0.04 $\mu\text{g}/\text{kg}$
<b>Limit pro pitnou vodu</b>	1 $\mu\text{g}/\text{L}$ * * 15 $\mu\text{g}/\text{L}$ * * *	1 $\mu\text{g}/\text{L}$ *

\* WHO Guidelines for drinking-water quality. World Health Organisation, Geneva, (1998). **ČR**: Vyh. MZd. 252/2004

\* \* **Nový Zéland**, \* \* \* **Brazílie**: BURCH, M.D. Proceedings of the Interagency, International Symposium on Cyanobacterial Harmful Algal Blooms, Advances in Experimental Medicine & Biology (2007).



## Zdravotní rizika srovnatelná

MC – regulován

CYN - výskyt a koncentrace v ČR neznámé



# CYLINDROSPERMOPSIN koncentrace

	<b>CYN</b>	<b>MC</b>
<b>max. biomasa</b>	5 mg/g d.w.	7 mg/g d.w. (ČR)
<b>max. celkem ve vodě</b>	0.8 mg/L	>10 mg/L v povrchové pění

extracelulární CYN 20%

exponenciální fáze



extracelulární CYN až 90%

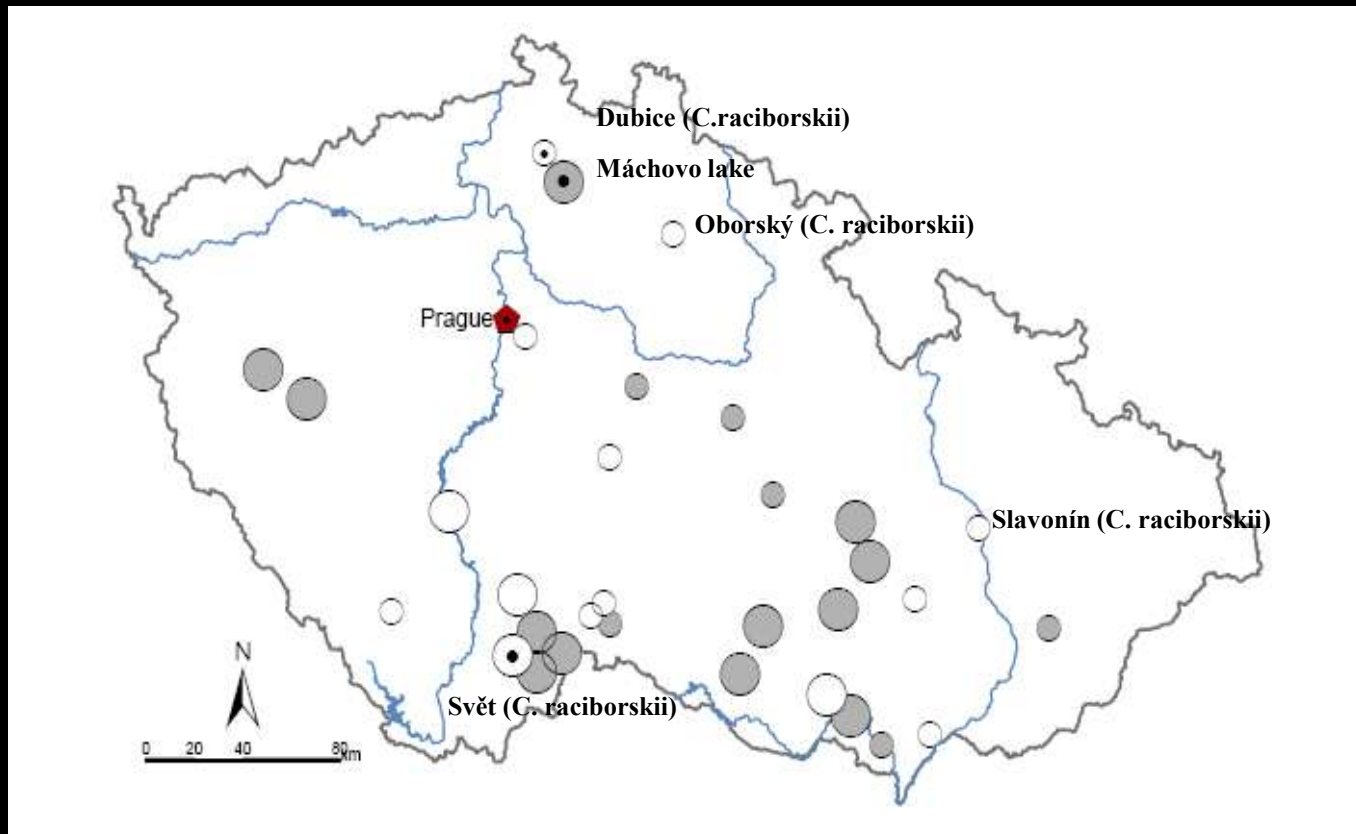
stacionární fáze

koncentrace srovnatelné (literární prameny)

? CYN v nádržích v ČR ?

# CYLINDROSPERMOPSIN v ČR

Komplikovanější analytika než MCs (HPLC/MS)  
K dispozici ELISA (2x vyšší koncentrace než MS)





# CYLINDROSPERMOPSIS v ČR (ug/L)

			MS07	2007	2008
<b>Dubice</b>	2.7.2007	Aphanizomenon sp. 1%, Limnithrix redekeii 85%, Oscillatoriales 16%, Planktothrix sp., Microcystis sp., Merismopedia sp., <u>Cylindrospermopsis raciborskii</u>	0.019	0.432	0.231
	30.7.2007	Aphanizomenon flos-aquae var. klebahnii 3%, Limnithrix redekeii 85%, Oscillatoriales 3%, Planktothrix sp. 3%, Microcystis sp. 3%, Aphanocapsa sp., <u>Cylindrospermopsis raciborskii</u>	0.043	1.14	0.075
	27.8.2007	Aphanizomenon flos-aquae var. klebahnii 5%, Limnithrix redekeii 70%, Planktothrix sp. 5%, Microcystis sp. 15%, Anabaena lemmermannii	0.136	3.135	> 2
<b>Máchovo j.</b>	2.7.2007	Aphanizomenon sp. 10%, Microcystis sp. 40%, Aphanocapsa sp. 10%, Oscillatoriales 20%, Anabaena sp.	n.d.	n.d.	n.a.
		Microcystis sp. 30%, Anabaena sp.	0.011	0.47	n.a.
<b>Sv</b>		o. 8%, Anabaena sp.	n.d.	n.d.	n.a.
		flos-aquae 15%	< LOD	< LOD	< LOD
		os-aquae 40%, kii	0.017	0.06	< LOD
		os-aquae 1%,	n.d.	n.d.	0.06
		sp. 10%, Planktothrix	< LOD	< LOD	< LOD

## ELISA 2008

Lipno - 0.2

Ratmírovský rybník - 0.1

Rožmberk, Vajgar, Lužický ~ 0.06

Hostivař (D. Vltava) ~ 0.06

Jesenice (Ohře) ~ 0.06

Jedovnice, Mlýnský rybník (Lednice) ~ 0.06

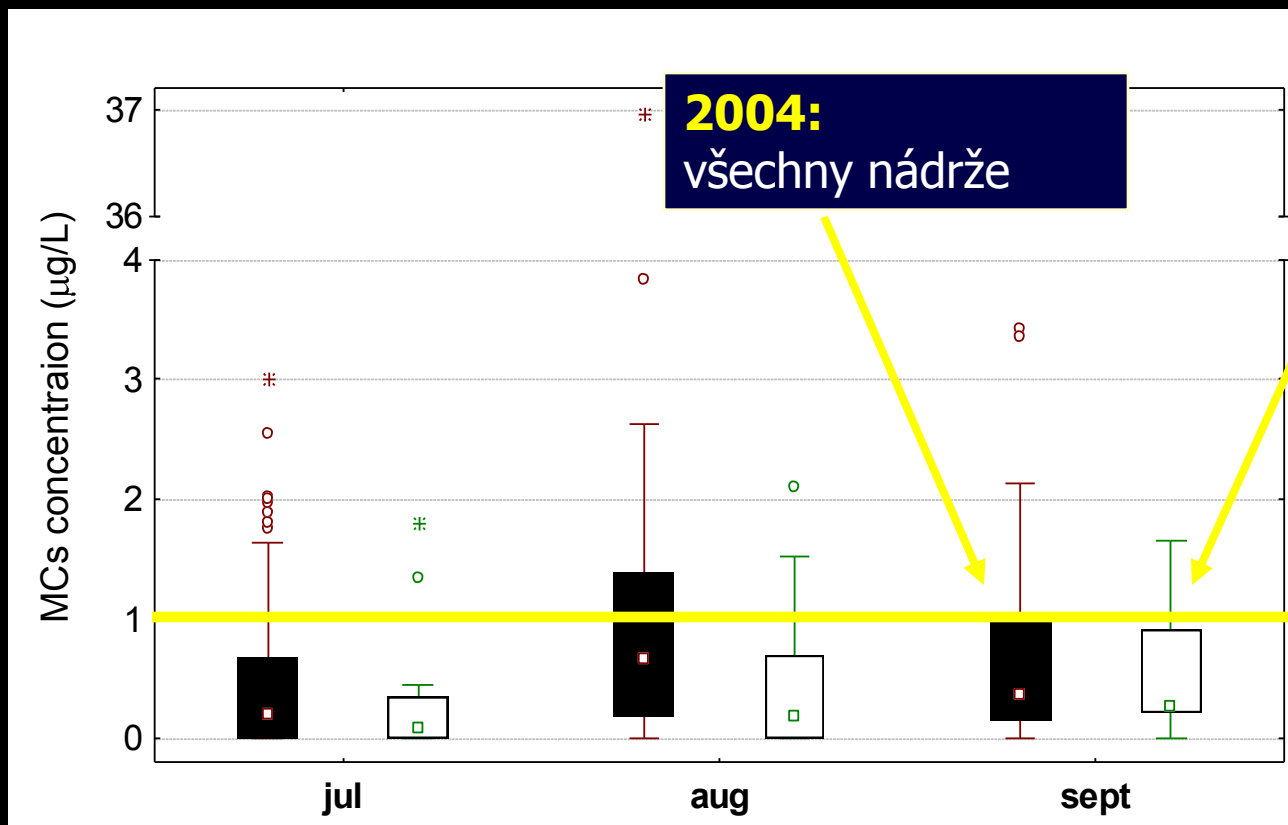
# Cylindrospermopsin - ZÁVĚRY

- **CYN poprvé prokázán v ČR** (nízká koncentrace)
- **ELISA a HPLC/DAD** – vhodné metody  
pozitivní vzorky by měly být **potvrzeny HPLC/MS**
- Nutno věnovat **pozornost CYN v pitné vodě**:
  - extracelulární toxin
  - producenti CYN se mohou objevovat v ČR častěji

# Shrnutí



# Microcystiny - vodárenské nádrže (filtrovaná voda)



**2004:**  
nádrže pitná voda

WHO limit pro MC-LR  
1 █/L

- 2004: maximum ve zdrojích pitné vody 2.1█/L (extrémní koncentrace 9 █/L)

# Rizika microcystinů v pitné vodě

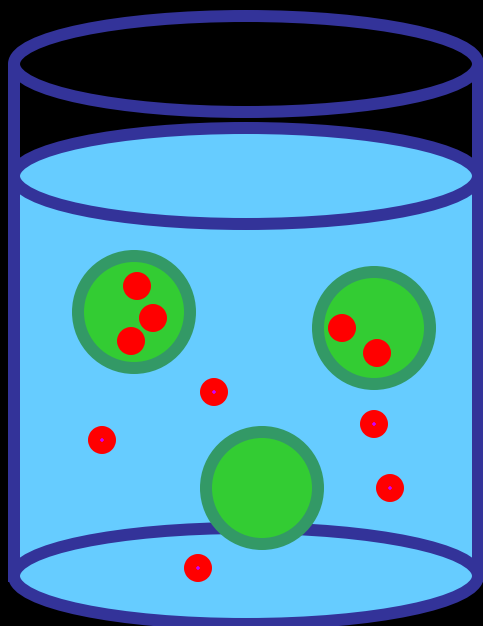
concentration of dissolved MC	2005			
	20% daily intake from sources of drink.w.		100% daily intake from sources of drink.w.	
	child (25kg)	adult (70kg)	child (25kg)	adult (70kg)
	dose MC ( $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ live wt. day <sup>-1</sup> ) <b>HI</b>	dose MC ( $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ live wt. day <sup>-1</sup> ) <b>HI</b>	dose MC ( $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ live wt. day <sup>-1</sup> ) <b>HI</b>	dose MC ( $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ live wt. day <sup>-1</sup> ) <b>HI</b>
median <b>0.205</b> $\mu\text{g/L}$	<b>0.0015</b> <b>0.038</b>	<b>0.0005</b> <b>0.014</b>	<b>0.0075</b> <b>0.189</b>	<b>0.0027</b> <b>0.067</b>
extreme <b>17.27</b> $\mu\text{g/L}$	<b>0.1272</b> <b>3.180</b>	<b>0.0454</b> <b>1.136</b>	<b>0.6359</b> <b>15.898</b>	<b>0.2271</b> <b>5.678</b>

➤ Riziko obecně nízké (<1)

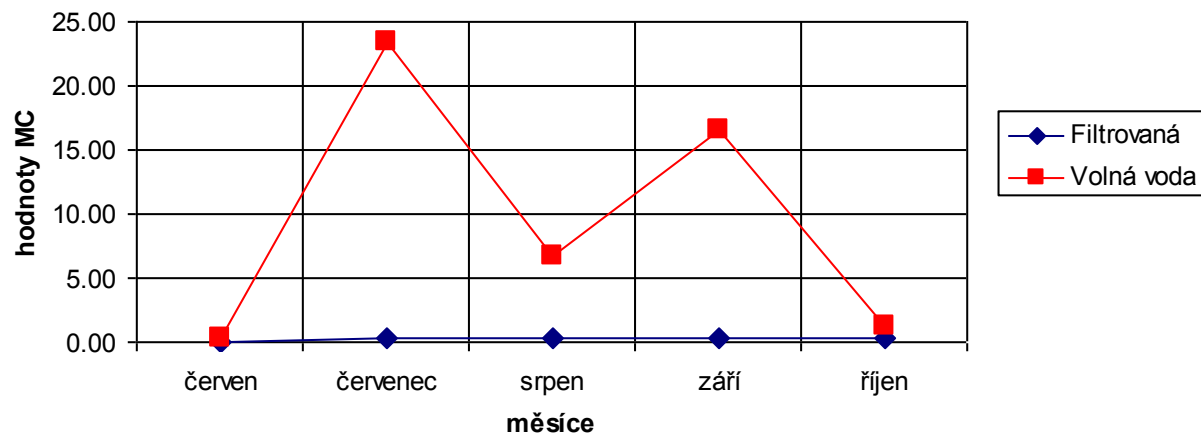
➤ **Zvýšení rizika (>1)**

kolaps VK-extrémní koncentrace extracelulárního MC  
nedostatečné nebo nefungující techniky v ÚV

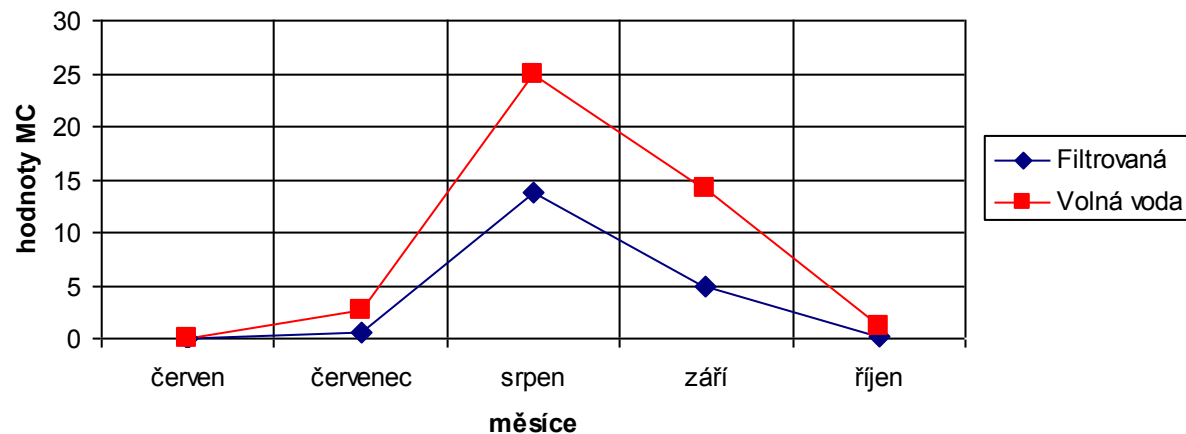
# Shrnutí - MCs ve zdrojích pitné vody



Vztah MCs ve volné a filtrované vodě (ČR, 2006)



Vztah MCs Volné a Filtrované vodě - Brno, 2008



# Shrnutí domů ...

- **VKS - setrvalý ekologický problém**

- kyslík, pH, biodiverzita, tradiční i nové (?) toxiny

- **Složení fytoplanktonu**

- 2007-8 - vyšší výskyt (%) sinic ve vzorcích (? fluktuace)
- Microcystis (toxický), Woronichinia (netox)

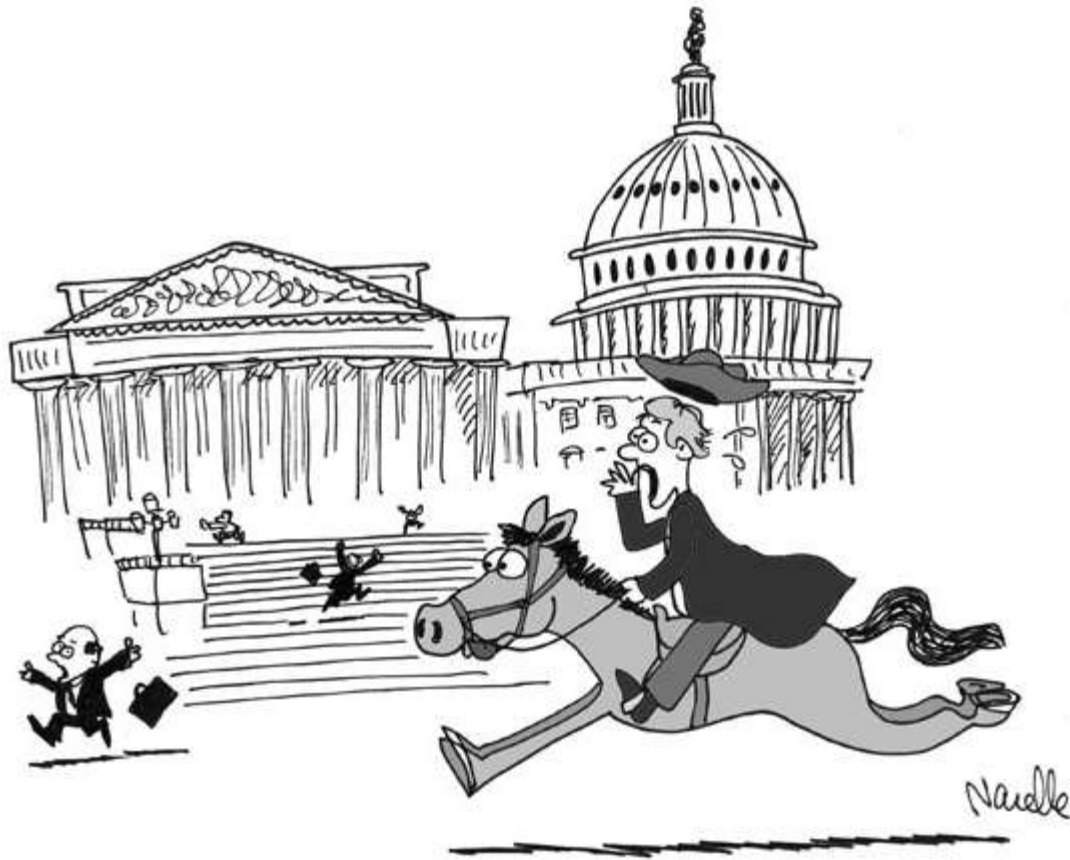
- **Microcystiny ve vodě**

- nejčastěji <1 ug/L (až 17 ug/L), MC-LR jen 50%
- vyšší koncentrace Morava (D. Vltava, Berounka, Ohře)
- maxima - různé lokality v různých letech

- **Microcystiny v biomasách**

- 2007-8 - vyšší koncentrace MCs (> 3000 ug/g suš)
- zejména Vír, Želivka, Jirkov, Husinec ...

# Díky za pozornost



The facts are coming! The facts are coming!