

# DÚ 7

## Identifikace dopadů antropogenních tlaků na povrchové vody a vodní ekosystém



### Řešitelé:

Ing. Hana Hudcová

Ing. Ilja Bernardová

### Spoluřešitelé a spolupracovníci:

**VÚV T.G.M., v.v.i.**

Mgr. Petr Medek

Ing. Zdeněk Pospíšil

RNDr. Josef Kupec

Jana Svobodová

Radoslava Funková

Jaroslav Sova

Ing. Ladislav Pavlovský, CSc.

Ing. Miriam Dzuráková

**Ústav biologie obratlovců  
AV ČR, Brno**

Ing. Pavel Jurajda, Dr.

Mgr. Zdenka Valová, Ph.D.

**Ústav matematiky a statistiky MU**

RNDr. Marie Forbelská, Ph.D.

RNDr. Blanka Staňková



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# Zaměření a cíle



- monitoring zátěže povrchových vod ve vybraných úsecích toků pod prioritními zdroji znečištění vybranými nebezpečnými látkami a dalšími látkami použitím pasivních vzorkovačů
- sledování vybraného spektra nebezpečných látek v sedimentech
- sledování zátěže ichtyofauny vybranými nebezpečnými látkami v kritických úsecích toků v povodí řek Moravy a Dyje
- hodnocení vývoje znečištění sedimentů a bioty

## Kontrolní profily jakosti vod, sedimentů a bioty



# Sledované parametry



- ukazatele ze skupin
  - polychlorované bifenyly (PCB) a organochlorované pesticidy (OCP)
    - plynová chromatografie s hmotnostně-selektivní detekcí (Agilent 7890A s detektorem MSD 5975C)
    - alternativou je starší plynový chromatograf HP 5890 II s detektorem elektronového záchytu (ECD detektor)
  - polyaromatické uhlovodíky (PAU)
    - kapalinová chromatografie s fluorescenčním detektorem (Agilent HP 1100)
  - těžké kovy
    - Cd, Pb, Ni – atomová absorpční spektrometrie
    - Hg – AMA-254



## Hodnocení stavu vod použitím semipermeabilních membrán



- osazeno 14 profilů sledovaných v rámci projektu
- hodnocení dle přílohy I směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/105/ES, jako další doplňující podklad bylo použito hodnocení dle tabulky 4 Metodického pokynu OOV MŽP k nařízení vlády č. 229/2007 Sb.
- připravovaný návrh nařízení vlády č. 61/2003 Sb. v platném znění



# Hodnocení znečištění toků prioritními a dalšími látkami ze skupin PCB a OCP využitím semipermeabilních membrán

Hodnocení znečištění toků prioritními a dalšími látkami ze skupin PCB a OCP																			
pod významnými zdroji znečištění - výsledky analýz semipermeabilních membrán za období 2008 - 2010																			
Číslo	Tok	Kontrolní profil	T. km	p,p'-DDT					stano PCB					stano HCH					
				Průměr	Hodnocení podle			Maximo	Průměr	Hodnocení podle			Maximo	Průměr	Hodnocení podle			Maximo	Hodnocení podle
				µg/l	ČR	ČR	EU	µg/l	µg/l	ČR	ČR	µg/l	µg/l	ČR	ČR	EU	µg/l	ČR	EU
1	Morava	Šumpeck pod	298,3	0,030	-	-	-	0,114	0,004	+	+	0,007	0,044	-	-	-	0,145	-	-
2	Morava	Olomouc pod	225,7	0,006	+	+	+	0,033	0,050	-	-	0,311	0,018	+	+	+	0,042	-	-
3	Bečva	Valašské Meziříčí pod	59,0	0,001	+	+	+	0,002	0	+	+	0	0,022	-	-	-	0,045	-	-
4	Bečva	Přerov pod	8,0	<0,002	+	+	+	<0,002	0,003	+	+	0,006	0,020	+	+	+	0,043	-	-
5	Morava	Kroměříž pod	169,0	0,019	-	-	-	0,062	0,003	+	+	0,005	0,037	-	-	-	0,126	-	-
6	Morava	Útrobky pod	171,0	0,016	-	-	-	0,072	0	+	+	0	0,022	-	-	-	0,049	-	-
7	Morava	Uherské Hradiště pod	156,9	0,013	-	-	-	0,059	0,004	+	+	0,008	0,030	-	-	-	0,064	-	-
8	Morava	Hodonín pod	93,1	<0,002	+	+	+	<0,002	0	+	+	0	0,017	+	+	+	0,042	-	-
9	Svitava	Svitavy pod	87,3	0,008	+	+	+	0,044	0,005	+	+	0,017	0,028	-	-	-	0,152	-	-
10	Svratka	Brno pod	34,9	0,004	-	-	-	0,014	0,014	-	-	0,045	0,031	-	-	-	0,079	-	-
11	Jihlava	Jihlava pod	138,0	0,002	+	+	+	0,006	0,002	+	+	0,005	0,018	+	+	+	0,053	-	-
12	Jihlava	Třebíč pod	93,2	0,003	+	+	+	0,009	0,002	+	+	0,005	0,017	+	+	+	0,050	-	-
13	Dyje	Znojmo pod	124,7	0,002	+	+	+	0,005	0,0015	-	-	0,003	0,016	+	+	+	0,040	+	+
14	Dyje	Břeclav pod	23,7	0,019	-	-	-	0,062	0,008	+	+	0,017	0,018	+	+	+	0,049	-	-
Kategorie - cílové / normativní hodnoty (viz Pozn.)						0,010	0,010	0,010			0,007	0,007		0,020	0,020	0,020		0,040	0,040
<p>Poznámky: ČR<sup>1</sup> – celoroční průměrná koncentrace dle Metodického pokynu odboru ochrany vod MŽP k nařízení vlády č. 61/2003 Sb. v platném znění                  ČR<sup>2</sup> – celoroční průměrné koncentrace normy environmentální kvality (NEK-RP) pro úbrany povrchových vod a požadavky na užívání vod (návrh novely nařízení vlády č. 61/2003 Sb. v platném znění v připomínkovém řízení)                  ČR<sup>3</sup> – nejvyšší přípustné koncentrace normy environmentální kvality (NEK-NPK) pro úbrany povrchových vod a požadavky na užívání vod (návrh novely nařízení vlády č. 61/2003 Sb. v platném znění v připomínkovém řízení)                  EU<sup>1</sup> – celoroční průměrné koncentrace normy environmentální kvality (NEK-RP) pro prioritní a některé další látky (Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/105/ES o normách environmentální kvality v oblasti vodní politiky)                  EU<sup>2</sup> – nejvyšší přípustné koncentrace normy environmentální kvality (NEK-NPK) pro prioritní a některé další látky (Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/105/ES o normách environmentální kvality v oblasti vodní politiky)</p> <p>Vysvětlivky: + vyhovuje cílovým / normativním požadavkům                  - nevyhovuje cílovým / normativním požadavkům                  --- cílová/normativní hodnota není pro daný parametr dána</p>																			

# Hodnocení znečištění toků prioritními a dalšími látkami ze skupiny PAU využitím semipermeabilních membrán

## Hodnocení dle přílohy I směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/105/ES

- překročení limitních hodnot pouze v řece Moravě pod Olomoucí v ukazatelích
  - fluoranthen,
  - suma benzo(b)fluoranthen a benzo(k)fluoranthen
  - suma benzo(g,h,i)perylen a indeno(1,2,3-cd)pyren
- u indeno(1,2,3-cd)pyrenu bylo potvrzeno překročení limitu také ve Svatce pod Brnem a v Dyji pod Znojmem

## Hodnocení dle tabulky 4 Metodického pokynu odboru ochrany vod MŽP k nařízení vlády č. 61/2003 Sb. v platném znění

- překročení limitních hodnot u fluoranthenu v Moravě pod Olomoucí a  $\Sigma$  PAU v témže profilu a rovněž ve Svatce pod Brnem

# Hodnocení znečištění toků prioritními a dalšími látkami ze skupiny PAU využitím semipermeabilních membrán

## Hodnocení dle návrhu novely nařízení vlády č. 61/2003 Sb. v platném znění

- překročení limitních hodnot v Moravě pod Olomoucí - fenanthren, benzo(a)anthracen, fluoranthen,  $\Sigma$  PAU,  $\Sigma$  benzo(b)fluoranthen a benzo(k)fluoranthen a  $\Sigma$  benzo(g,h,i)perylene a indeno(1,2,3-cd)pyren
- ve Svratce pod Brnem bylo zjištěno překročení průměrné koncentrace NEK u  $\Sigma$  PAU a u  $\Sigma$  benzo(g,h,i)perylene a indeno(1,2,3-cd)pyrenu
- v Dyji pod Znojmem - překročení průměrné koncentrace  $\Sigma$  benzo(g,h,i)perylene a indeno(1,2,3-cd)pyrenu



## Monitoring a hodnocení stavu sedimentů



- sledování zátěže sedimentů vybranými prioritními a dalšími látkami bylo provedeno v časové shodě s instalací pasivních vzorkovačů – vždy při jejich vyjmutí z vody na šetřených lokalitách
- hodnocení dle nového návrhu hodnot NEK pro sedimenty a biotu připravovaného v rámci novelizace nařízení vlády č. 61/2003 Sb. v platném znění a Metodického pokynu OES MŽP pro hodnocení zemin a podzemních vod (v současné době spíše má orientační význam)



# Hodnocení obsahu prioritních látek ze skupiny těžké kovy v sedimentech

- nadlimitní obsah olova a rtuti v sedimentech toků oblasti povodí Dyje
- v celkem pěti lokalitách ze šesti sledovaných v této oblasti přesáhla zjištěná maxima daný požadavek
- nejméně příznivý stav byl zjištěn v řece Jihlavě pod Jihlavou, kde byla limitní hodnota olova překročena více než trojnásobně
- v rámci řešení DÚ 5 a DÚ 6 byly sledovány těžké kovy v odpadních vodách z komunální čistírny odpadních vod a dvou průmyslových podniků v Jihlavě – nebyly potvrzeny zvýšené koncentrace olova, které by mohly pocházet z těchto zdrojů - předpokládá se tedy, že tato kontaminace má svůj původ v horním povodí Jihlavy

# Hodnocení obsahu prioritních látek ze skupiny těžké kovy v sedimentech

## Hodnocení obsahu prioritních látek ze skupiny těžké kovy v sedimentech

toků v úsecích pod významnými zdroji znečištění v letech 2008 - 2010

Číslo	Tok	Ukazatel	Kontrolní profil	r, km	Hg									Ni									
					Průměr mg kg <sup>-1</sup>	Hodnocení podle ČP	Maximu m mg kg <sup>-1</sup>	Hodnocení podle					Průměr mg kg <sup>-1</sup>	Hodnocení podle ČP	Maximu m mg kg <sup>-1</sup>	Hodnocení podle							
								ČP	MKOL	MKOR	Nizozemí	Kanada				USA	ČP	MKOL	MKOR	Nizozemí	Kanada	USA	
1	Morava	Šumpék pod	298,3	0,703	-	2,34	B	-	-	-	-	-	50,9	-	72,0	B	-	-	-	-	-		
2	Morava	Olomouc pod	225,7	0,295	+	0,340	A	+	+	-	-	-	61,8	-	92,8	B	-	-	-	-	-		
3	Bečova	Valašské Meziříčí pod	59,0	0,262	+	0,310	A	+	+	-	-	-	69,0	-	91,3	B	-	-	-	-	-		
4	Bečova	Píerov pod	8,0	0,345	+	0,470	B	+	+	-	-	-	62,3	-	76,1	B	-	-	-	-	-		
5	Morava	Kroměříž pod	189,0	0,278	+	0,328	A	+	+	-	-	-	61,5	-	73,6	B	-	-	-	-	-		
6	Morava	Ótrokovice pod	171,0	0,195	+	0,237	A	+	+	+	-	-	52,6	-	85,5	B	-	-	-	-	-		
7	Morava	Uherské Hradiště pod	156,9	0,342	+	0,520	B	+	-	-	-	-	53,5	-	82,7	B	-	-	-	-	-		
8	Morava	Hodonín pod	93,1	0,232	+	0,281	A	+	+	+	-	-	65,9	-	101	B	-	-	-	-	-		
9	Švitava	Švitavy pod	67,3	0,594	-	0,830	B	-	-	-	-	-	37,1	-	48,3	A	+	+	-	-	-		
10	Svraška	Bim pod	34,9	1,08	-	1,69	B	-	-	-	-	-	48,3	-	53,9	A	+	-	-	-	-		
11	Jihlava	Jihlava pod	138,0	1,44	-	1,70	B	-	-	-	-	-	71,2	-	108	B	-	-	-	-	-		
12	Jihlava	Třebíč pod	93,2	0,576	-	0,650	B	+	-	-	-	-	106	-	140	B	-	-	-	-	-		
13	Dyje	Znojmo pod	124,7	2,87	-	12,2	Č-rek:	-	-	-	-	-	52,5	-	95,1	B	-	-	-	-	-		
14	Dyje	Břeclav pod	23,7	0,317	+	0,460	B	+	+	-	-	-	68,0	-	95,1	B	-	-	-	-	-		
Kategorie - cílové / normativní hodnoty (viz Pozn.)						0,470		B ≤ 2,5	0,80	0,50	0,30	0,17	0,18			3,00		B ≤ 180	60,0	50,0	35,0	-	22,7

Poznámka: ČR<sup>1</sup> – celoroční průměrné koncentrace norm environmentální kvality (NEK-RP) pro hodnocení chemického stavu útvárů povrchových vod – pevné matrice (sediment a biota) dané návrhem novely nařízení vlády č. 61/2003 Sb. v platném znění v příložkovém řízení

ČR<sup>2</sup> – Metodický pokyn OEŠ MŽP ČR - zařazení do kategorií podle znečištění zemín a podzemní vody

Kritéria:

A	... přibližně přirozený obsah látek v přírodě
B	... znečištění příslušné složky, které může mít negativní vliv na zdraví člověka
C obyč.	... znečištění s rizikem pro obyvatelstvo
C rek:	... znečištění s rizikem pro rekreaci
C prům.	... znečištění s rizikem pro průmyslové a obchodní využití

MKOL<sup>2</sup> – cílové záměry Mezinárodní komise pro ochranu Labe pro zemědělské využití sedimentů

MKOR<sup>4</sup> – cílové hodnoty standardů kvality životního prostředí pro hodnocení v rámci Mezinárodní komise pro ochranu Rýna.

Nizozemí<sup>5</sup> – národní cílové hodnoty standardů kvality životního prostředí pro sedimenty

Kanada<sup>6</sup> – "prozatímní" směrnice kvality sedimentů podle Kanadské směrnice kvality sedimentů pro ochranu života ve vodě

USA<sup>7</sup> – kriteriální normativní hodnoty toxické bezpečnosti či nebezpečnosti sedimentů podle Agentury pro ochranu životního prostředí (EPA)

Vysvětlivky: + vyhovuje cílovým / normativním požadavkům

- nevyhovuje cílovým / normativním požadavkům

--- cílová/normativní hodnota není pro daný parametr dána



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Monitoring a hodnocení zátěže ryb



- v každé ze sledovaných lokalit bylo experty z Akademie věd odloveno 8 – 10 jedinců daného druhu ryb, minimálně ve věku 3 – 5 let
- v každé ze sledovaných lokalit byl odloven jeden starší kus výrazně vyššího stáří (7 – 10 let) pro srovnání akumulace sledovaných látek s ostatními odlovenými jelci
- hodnocení dle nového návrhu hodnot NEK pro sedimenty a biotu připravovaného v rámci novelizace nařízení vlády č. 61/2003 Sb. v platném znění a nařízení komise ES č.1881/2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách.



## Hodnocení obsahu prioritních látek v rybách

- výsledky hodnocení obsahu **kadmia a olova** ve svalovině ryb vyznívají při porovnání s požadavky pracovní verze nových norem velmi příznivě - zjištěné hodnoty vesměs pohybují **na hranici meze stanovitelnosti**, což představuje zpravidla hodnoty o jeden až dva řády nižší než pro ČR navržené hodnoty NEK
- pro rtuť a nikl nejsou normy environmentální kvality pro biotu prozatím navrženy
- **u hexachlorbenzenu, pentachlorbenzenu, lindanu a  $\Sigma$  HCH, ukazatelů skupiny OCP a PCB hodnocených podle pracovní verze NEK pro biotu nebylo zjištěno překročení daných normativních hodnot**
- v návrhu NEK pro biotu je uveden poměrně mírný požadavek na limitní hodnotu u fluoranthenu, ukazatele ze skupiny PAU, která je ve všech lokalitách sledovaných v daném povodí přibližně o tři řády vyšší než aktuální hodnoty tohoto parametru ve svalovině jelce tlouště
- obdobně příznivé bylo hodnocení podle nařízení Komise ES č. 1881/2006, limitujícího obsah kontaminujících látek v potravinách s výjimkou jediného ukazatele ze skupiny PAU – **benzo(a)pyrenu**, který vykazuje **v osmi ze čtrnácti sledovaných lokalit nadlimitní hodnoty**
- **ze srovnání výsledků analýz jedinců ve věku 3–5 let s jedinci ve věku 7–10 let nebyly potvrzeny výraznější rozdíly v zátěži svaloviny ryb cizorodými látkami.** Podchycení vyšších koncentračních hodnot nebezpečných látek bylo u starších jedinců zaznamenáno pouze v ukazateli rtuť, a to v lokalitách na řece Moravě pod Kroměříží a na řece Jihlavě pod Třebíčí.



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

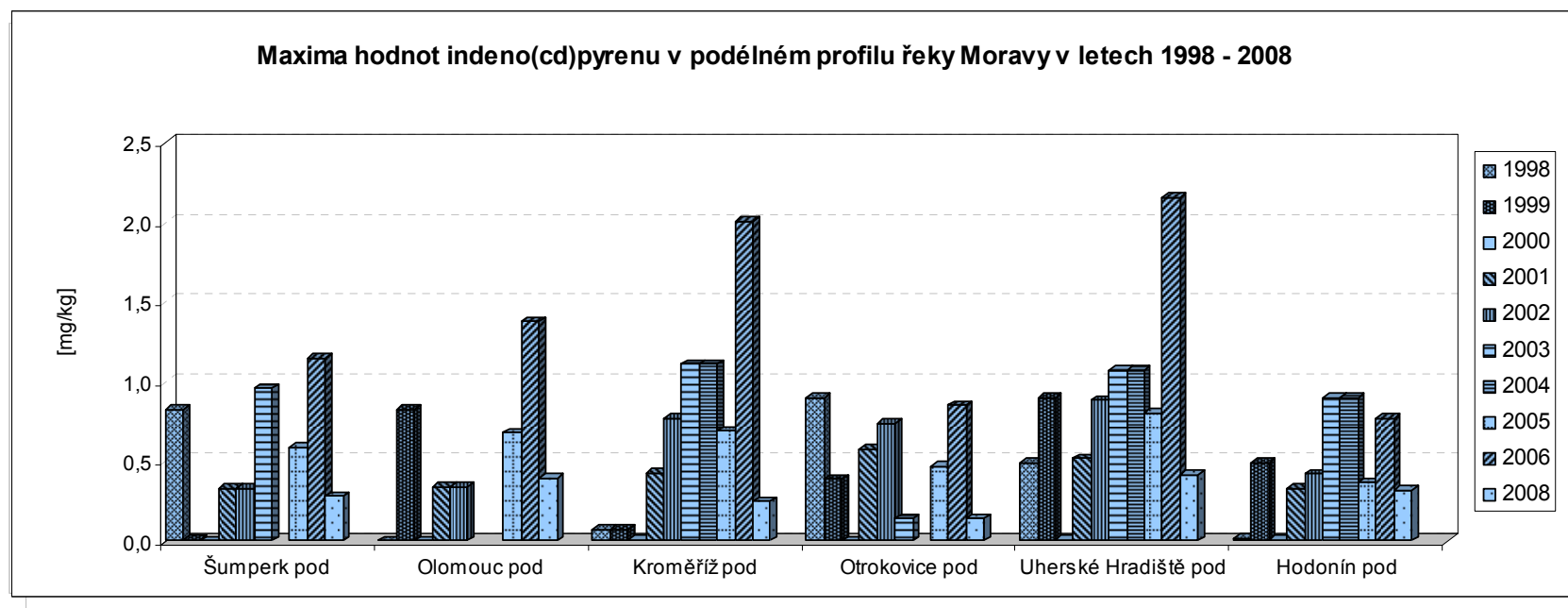


OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

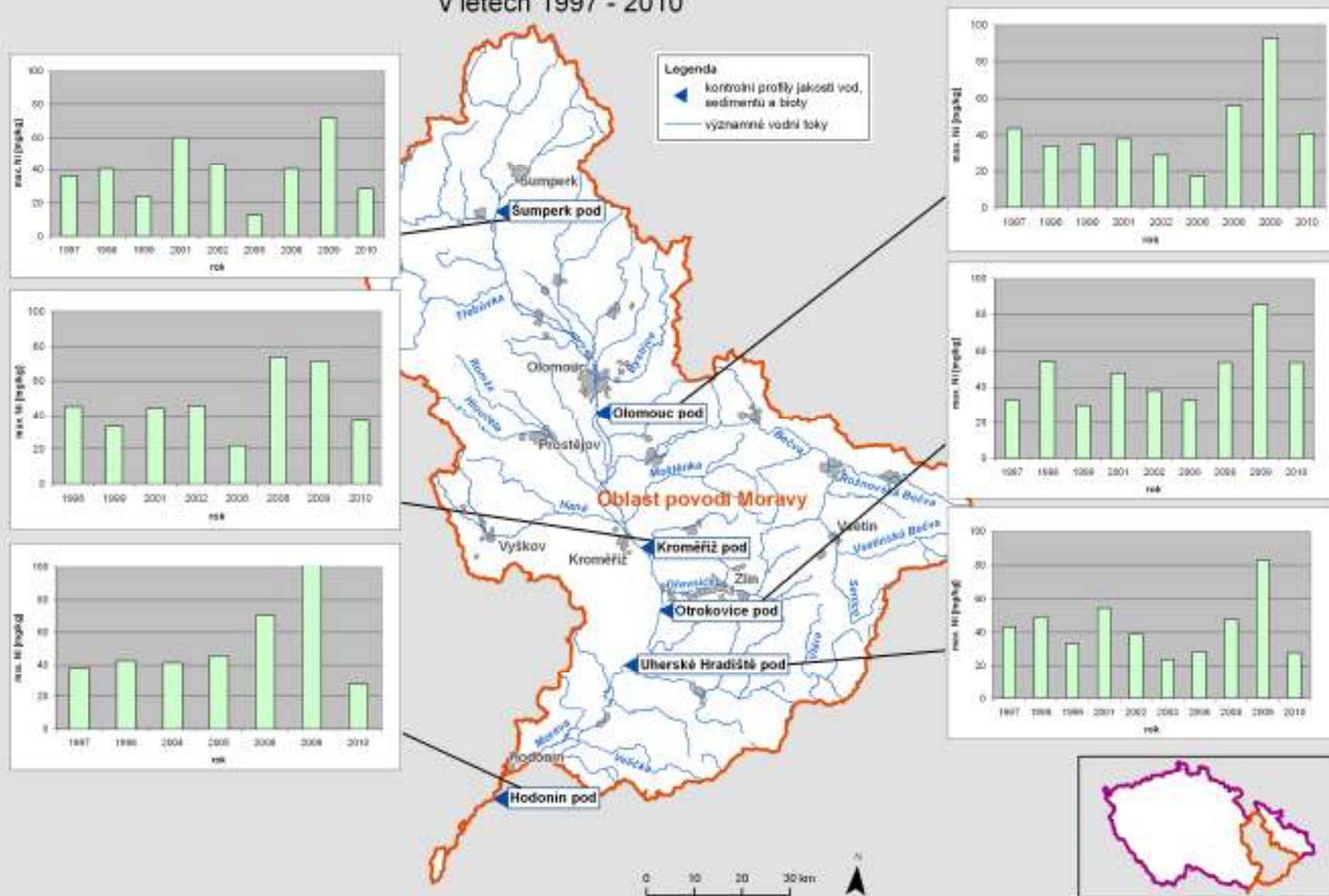
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Hodnocení vývoje znečištění sedimentů a bioty

Hodnocení trendů vývoje zátěže sedimentů v šesti sledovaných lokalitách v období 1997-2008 bylo provedeno na základě ročních koncentračních maxim použitím regresních závislostí, z nichž byla v rámci řešení preferována lineární závislost.



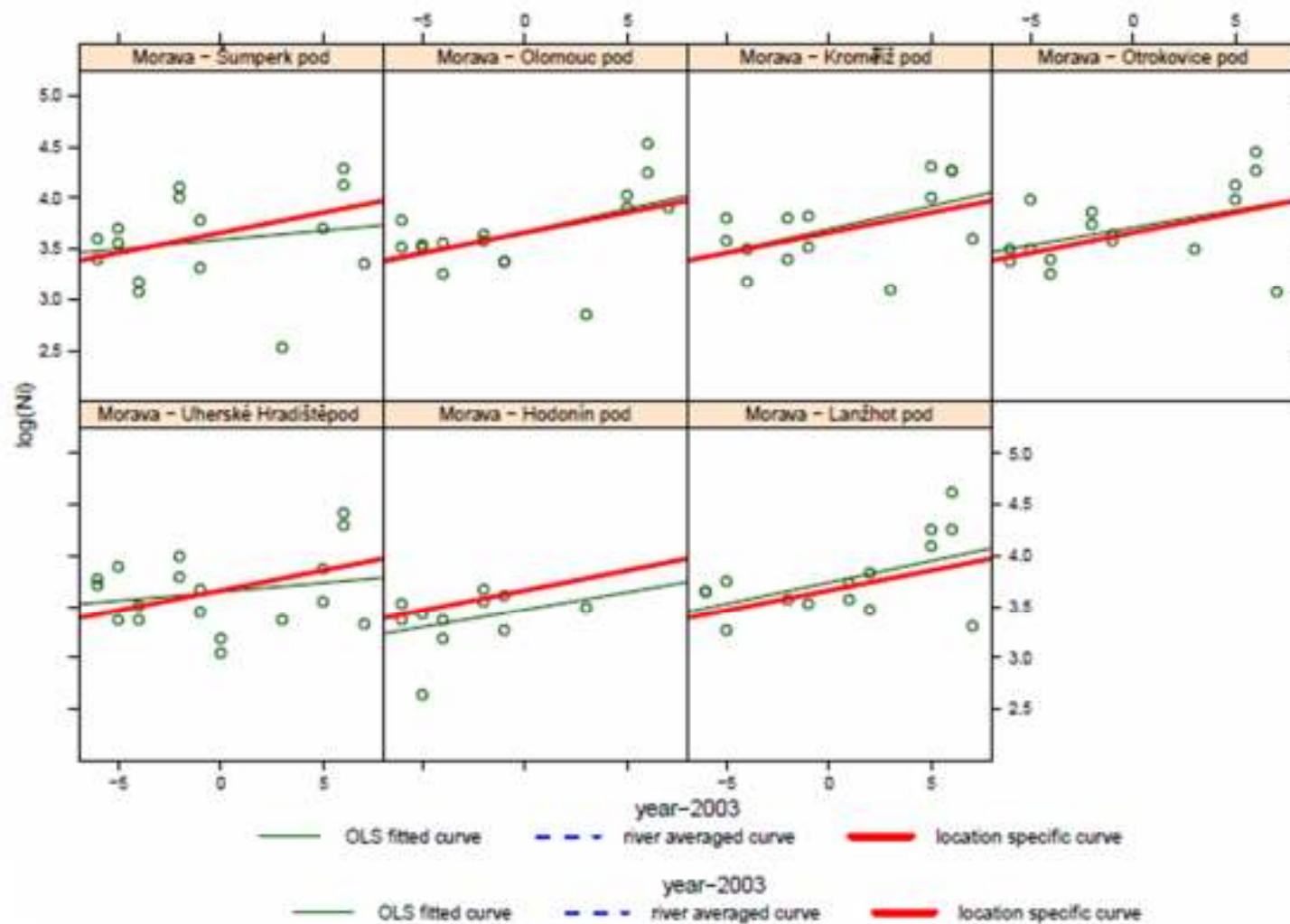
## Vývoj znečištění sedimentů řeky Moravy v úsecích pod významnými zdroji znečištění niklem v letech 1997 - 2010



# Statistické hodnocení - sedimenty

- z důvodu nehomogenosti získaných dat bylo započato se statistickým hodnocením těžkých kovů v sedimentech ve spolupráci s MU
- pro celou řeku Moravu byl vytvořen **jediný lineární regresní model**, který v sobě zahrnuje regresní přímky pro jednotlivé lokality a také průměrnou regresní přímku pro celou řeku Moravu
- jde o speciální typ lineárního regresního modelu, a to tzv. **lineární regresní model s náhodnými i pevnými efekty**, také nazývaný **lineární regresní model se smíšenými efekty** (*Linear Mixed Effect Model*). Neznámé parametry modelu jsou odhadovány pomocí metody *REML* (*Restricted Maximum Likelihood*)
- jde o **modifikaci ANCOVA modelu**, který se dokáže díky náhodným parametrům vyrovnat jednak s nestejnými rozptyly v jednotlivých lokalitách a také s korelovanými daty
- po podrobné analýze se ukázalo, že optimálním modelem (také z hlediska interpretace modelu) bude model s lineárním trendem
- závisle proměnnou **y** budou **logaritmy** hodnot obsahu jednotlivých těžkých v sedimentech v letech 1997 až 2010, budou nás tedy zajímat především **řády** těchto hodnot.
- výsledkem je **celkový trend** v hodnotách obsahu těžkých kovů **v řece Moravě v průběhu let 1997 až 2010**





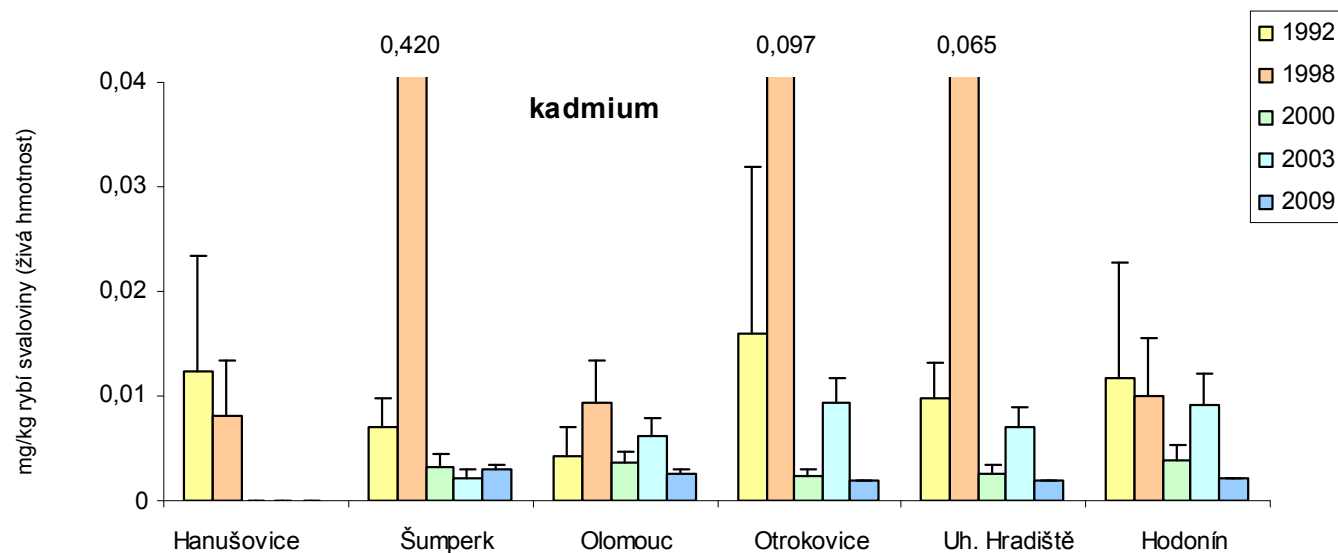
Statistické hodnocení prokázalo **klesající trend kadmia, mírně rostoucí trend niklu, minimální rostoucí trend olova v řece Moravě v průběhu let 1997 až 2010**. Množství rtuti v řece Moravě se ve sledovaném období řádově nemění.

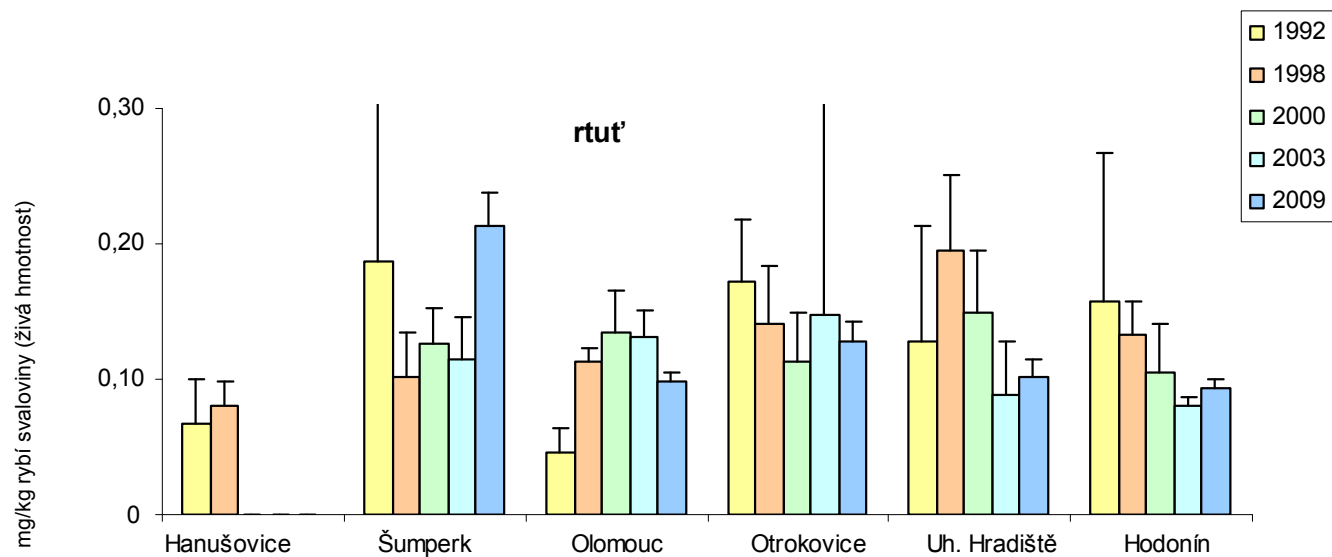
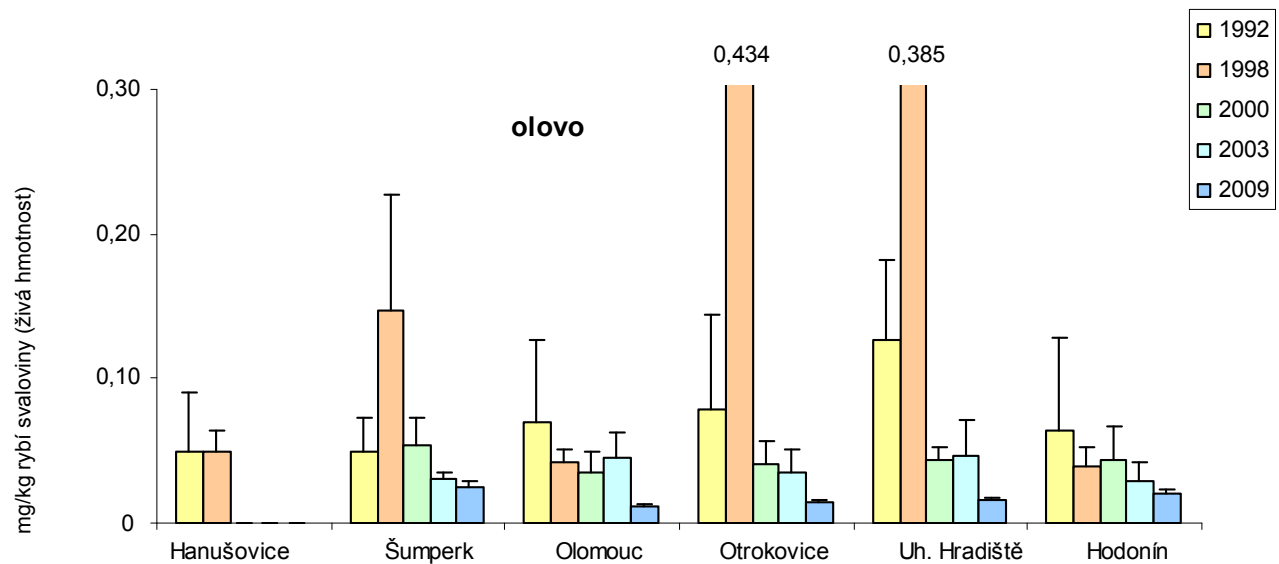
## Statistické hodnocení - ryby

- statistické hodnocení časoprostorových trendů koncentrací těžkých kovů v rybách bylo provedeno Ústavem biologie obratlovců AV ČR
- údaje získaných v letech 1992, 1998, 2000, 2003 a 2009
- k tomuto účelu byl použit program Statistica 8.0
- ani po transformaci splněny podmínky parametrického testu ANOVA (normalita, homogenita rozptylu)
- rozdíly v koncentracích těžkých kovů mezi jednotlivými roky a lokalitami byly hodnoceny pomocí Scheirer-Ray-Hare testu - neparametrické verze obousměrné metody ANOVA
- pro následné srovnání byl použit Sheffé test, počítající s pořadově seřazenými daty.

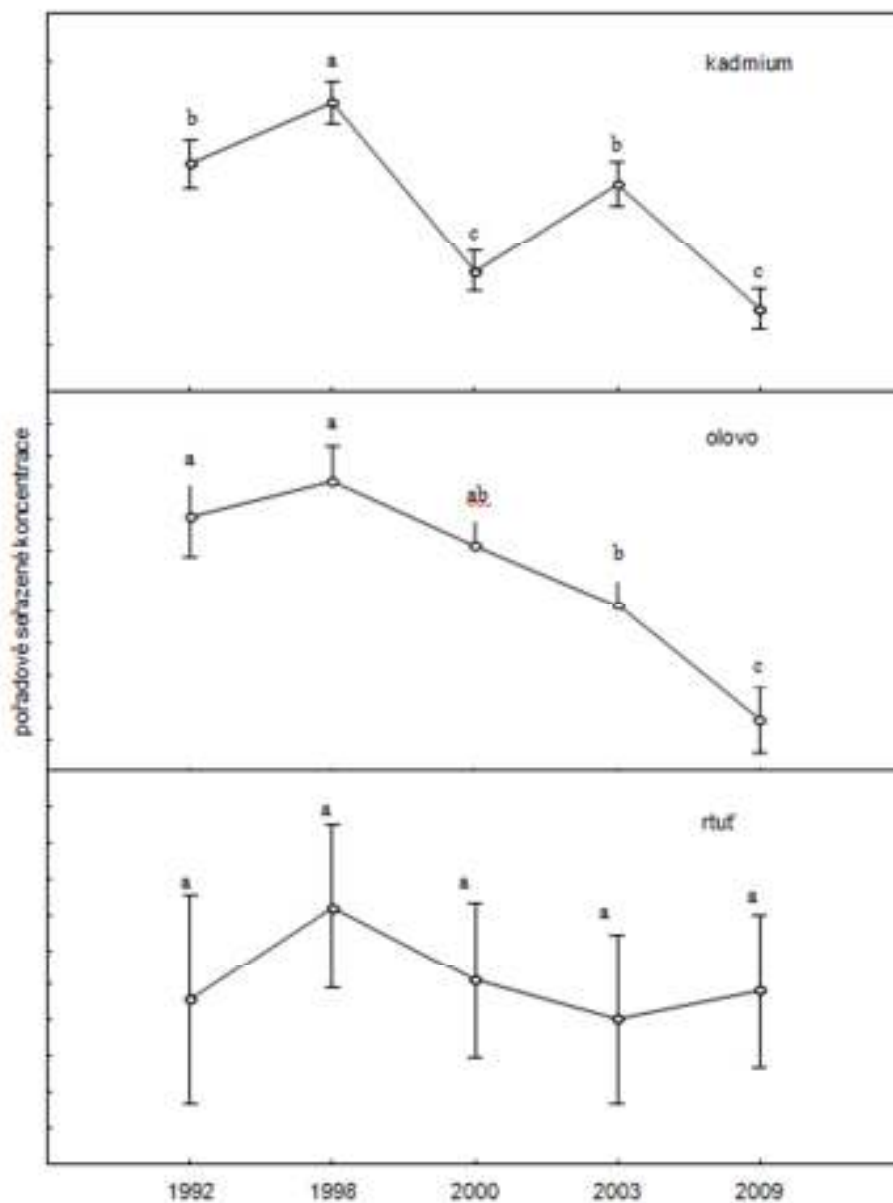
# Statistické hodnocení - ryby

- mezi jednotlivými roky nebyly zjištěny významné změny u koncentrací rtuti, zatímco koncentrace kadmia a olova v jednotlivých letech vykazovaly významné rozdíly
- ačkoli sledované profily řeky Moravy reprezentují téměř celou výrazně ovlivněnou část podélného profilu řeky Moravy, **nebyl statistickým hodnocením potvrzen vzrůstající trend obsahu těžkých kovů ve směru k ústí řeky Moravy do Dunaje**
- při porovnání výsledků z jednotlivých profilů nebyly zjištěny významné rozdíly v obsahu ani u jednoho ze tří sledovaných ukazatelů - olova, kadmia či rtuti





Meziroční variabilita hodnot kadmia, olova a niklu ve svalovině ryb odlovených ve sledovaných profilech řeky Moravy



a, b a c indikují významně rozdílné skupiny,  $P < 0,05$



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ