

Laguna Sojovice–doškolovací kurz Vzorkování sedimentů



Pavel Bernáth, Zdeněk Veverka,
Milena Veverková, Petr Kohout

Laguna Sojovice – doškolovací seminář

„Vzorkování heterogenních materiálů“ (vzorkování sedimentů)

Cíl doškolovacího semináře

Doškolovací seminář pro manažery vzorkování odpadů byl zaměřen na vzorkování sedimentů z vodních nádrží pro účely dalšího nakládání.

Cílem tohoto semináře bylo prohlubování kvalifikace účastníků v problematice vzorkování sedimentů z vodních nádrží a ověřování různých schémat uspořádání dílčích bodů odběru na výsledky zkoušení.

Seminář se konal dne 12. května 2011. Teoretická část semináře se uskutečnila v Hotelu Jizera v Otradovicích, praktická část spojená s testováním dohodnutých vzorkovacích postupů se uskutečnila na technologické laguně v Sojovicích společnosti Pražské vodovody a kanalizace a.s.

Organizátory semináře byly společnosti Forsapi s.r.o., Univerza-SoP, s.r.o. a Zdravotní ústav se sídlem v Liberci. Seminář se mohl hlavní měrou uskutečnit díky vstřícnosti společnosti Pražské vodovody a kanalizace a.s., která nám umožnila praktickou část semináře na svém zařízení uskutečnit.

Semináře se zúčastnilo 16 účastníků.

Popis lokality

Technologická laguna se nachází na území společnosti Pražské vodovody a kanalizace a.s., ÚKKV-OLK Káraný. Laguna slouží jako dosazovací nádrž pod systémem nádrží na úpravu pitné vody před zaústěním do řeky Jizery. Laguna má tvar podkovy, její přibližná délka je 300 m, šířka se průměrně pohybuje mezi 30 až 40 m (nejmenší šířka je při vstupní a výpustní hrázi – 25 m, v centrální části byla změřena maximální šířka 50 m).



Obrázek 1: Technologická laguna Sojovice

Popis ověřovaných vzorkovacích schémat

Výběr vzorkovacích schémat byl zaměřen na ověřování vlivu heterogenity složení sedimentů v nádrži v podélném směru (ve směru proudění vody nádrží) a v příčném směru.

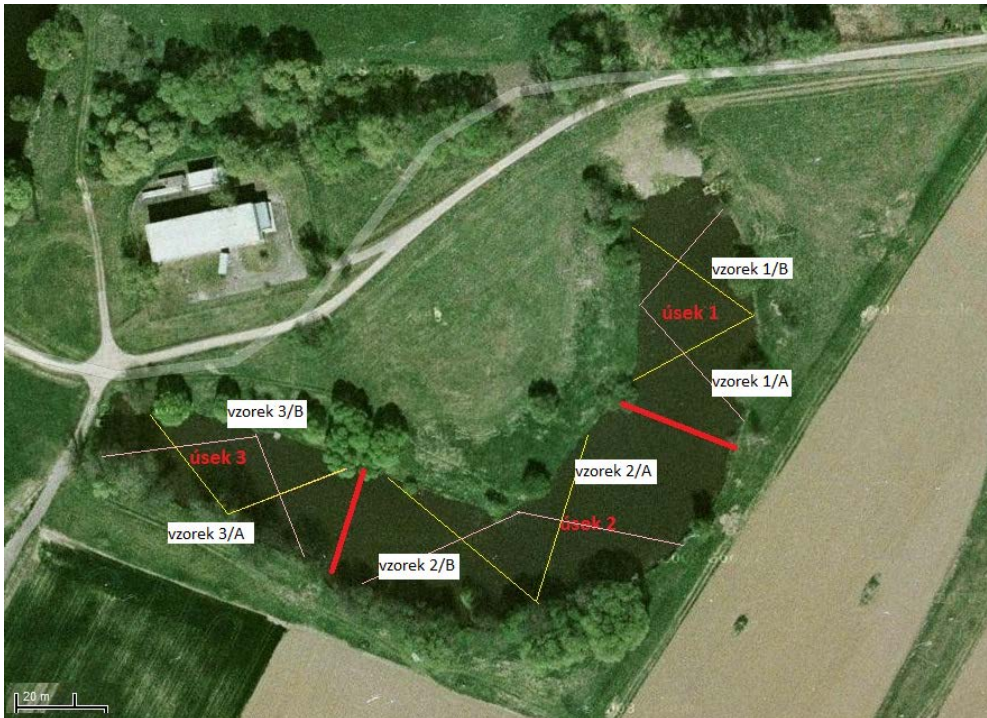
Laguna byla rozdělena do třech přibližně stejně velkých úseků:

- Úsek 1: oblast nádrže při nátokové straně nádrže.
- Úsek 2: centrální část nádrže.
- Úsek 3: oblast nádrže na odtokové straně nádrže.



Obrázek 2: Rozdělení laguny do jednotlivých úseků

Z každého úseku byly odebrány samostatné směsné vzorky, které reprezentují definovaný hloubkový interval sedimentu (hloubkový interval byl měřen od hladiny). Směsný vzorek z daného úseku byl připraven ze 6 dílčích vzorků umístěných na trajektoriích zobrazených na obrázku 3.



Obrázek 3: vzorkovací schémata pro přípravu směsných vzorků

Praktická část - vzorkování

Při vzorkování sedimentů byly na všech úsecích použity vzorkovače stejné konstrukce – píšťový vzorkovač. V rámci praktické činnosti byly odebrány následující vzorky

Tabulka 1: Specifikace odběru vzorků

Název vzorku	vzorkovaný interval	počet dílčích vzorků	výnos vzorku (mocnost sedimentu ve vzorkovači)	hmotnost terénního vzorku	hmotnost laboratorního vzorku	vzorkaři
	m			kg	kg	
1/A	0-1 m	6	1 - 0,3 m 2 - 0,3 m 3 - 0,6 m 4 - 0,6 m 5 - 0,65 m 6 - 0,6 m	3,14	1,18	Klegová, Nedbal, Hlavinková
1/B	0-1 m	6	1 - 0,3 m 2 - 0,7 m 3 - 0,7 m 4 - 0,8 m 5 - 0,8 m 6 - ? m	3,46	1,22	Hlavinková, Holeček, Klegová, Kuboš, Mikeš, Nedbal
1/C	1 - 2 m	3	1 - 0,5 m 2 - 0,4 m 3 - 0,3 m	1,25	1,25	Hlavinková, Holeček, Klegová, Kuboš, Mikeš, Nedbal

Tabulka 1: Specifikace odběru vzorků – pokračování

Název vzorku	vzorkovaný interval	počet dílčích vzorků	výnos vzorku (mocnost sedimentu ve vzorkovači)	hmotnost terénního vzorku	hmotnost laboratorního vzorku	vzorkaři
	m			kg	kg	
2/A	0 - 1 m	6	1 - 0,2 m 2 - 0,3 m 3 - 0,4 m 4 - 0,4 m 5 - 0,45 m 6 - 0,7 m	2,51	1,2	Lacina, Cebák, Jerie, Tylová
2/B	0 - 1 m	6	1 - 0,7 m 2 - 0,45 m 3 - 0,4 m 4 - 0,5 m 5 - 0,5 m 6 - 1,0 m	3,55	1,16	Lacina, Cebák, Jerie, Tylová
3/A	0 - 1 m	6	1 - 0,7 m 2 - 0,8 m 3 - 0,45 m 4 - 0,2 m 5 - 0,55 m 6 - 0,6 m	3,33	1,31	Brabec, Hocke, Koubová, Sottner, Vondra, Zeman
3/B	0 - 1 m	6	1 - 0,2 m 2 - 0,2 m 3 - 0,4 m 4 - 0,02 m 5 - 0,4 m 6 - 0,4 m	1,72	1,15	Brabec, Hocke, Koubová, Sottner, Vondra, Zeman

Výsledky a jejich diskuze

Vzorky byly analyzovány v laboratoři Zdravotního ústavu se sídlem v Liberci na stanovení kovů (As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, V) a uhlovodíky C₁₀-C₄₀ v sušině (v tabulkách C10-C40).

Výsledky zkoušek provedených na odebraných vzorcích jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tabulka 2: Souhrnné výsledky stanovení

Ukazatel	jednotka	vzorek						
		1/A	1/B	2/A	2/B	3/A	3/B	1/C
hloubka odběru		0 - 1 m	0 - 1 m	0 - 1 m	0 - 1 m	0 - 1 m	0 - 1 m	1 - 2 m
celková hmotnost odebraného sedimentu	kg	3,14	3,46	2,51	3,55	3,33	1,72	1,25
sušina	%	98	98	98	98	98	98	98
As	mg/kg suš.	13,5	16,5	16	13	14	12	15
Cd	mg/kg suš.	4	4,7	3,8	3,4	3,6	2,3	4,65
Cr	mg/kg suš.	50	59,5	59	48	54	41	54,5
Cu	mg/kg suš.	335	387	264	291	195	174	466
Ni	mg/kg suš.	43	50	49	40	43	42	47,5
Pb	mg/kg suš.	110	133	133	119	119	84	139
V	mg/kg suš.	31,5	37,5	34	33	21	20	34,5
C10-C40	mg/kg suš.	833	1647	1053	921	887	642	1853

Posouzení příčné heterogenity prostředí

Výsledky z jednotlivých úseků jsou v následujících tabulkách.

Tabulka 3a: Výsledky stanovení- úsek 1

Ukazatel	jednotka	vzorek		průměrná koncentrace	relativní chyba
		1/A	1/B		
hloubka odběru		0 - 1 m	0 - 1 m		
sušina	%	98	98		
průměrná mocnost odebraného sedimentu	m	0,51	0,68	0,6	26,0%
As	mg/kg suš.	13,5	16,5	15	17,7%
Cd	mg/kg suš.	4	4,7	4,35	14,3%
Cr	mg/kg suš.	50	59,5	54,75	15,4%
Cu	mg/kg suš.	335	387	361	12,8%
Ni	mg/kg suš.	43	50	46,5	13,3%
Pb	mg/kg suš.	110,5	133	121,75	16,4%
V	mg/kg suš.	31,5	37,5	34,5	15,4%
C10-C40	mg/kg suš.	833	1647	1240	58,2%

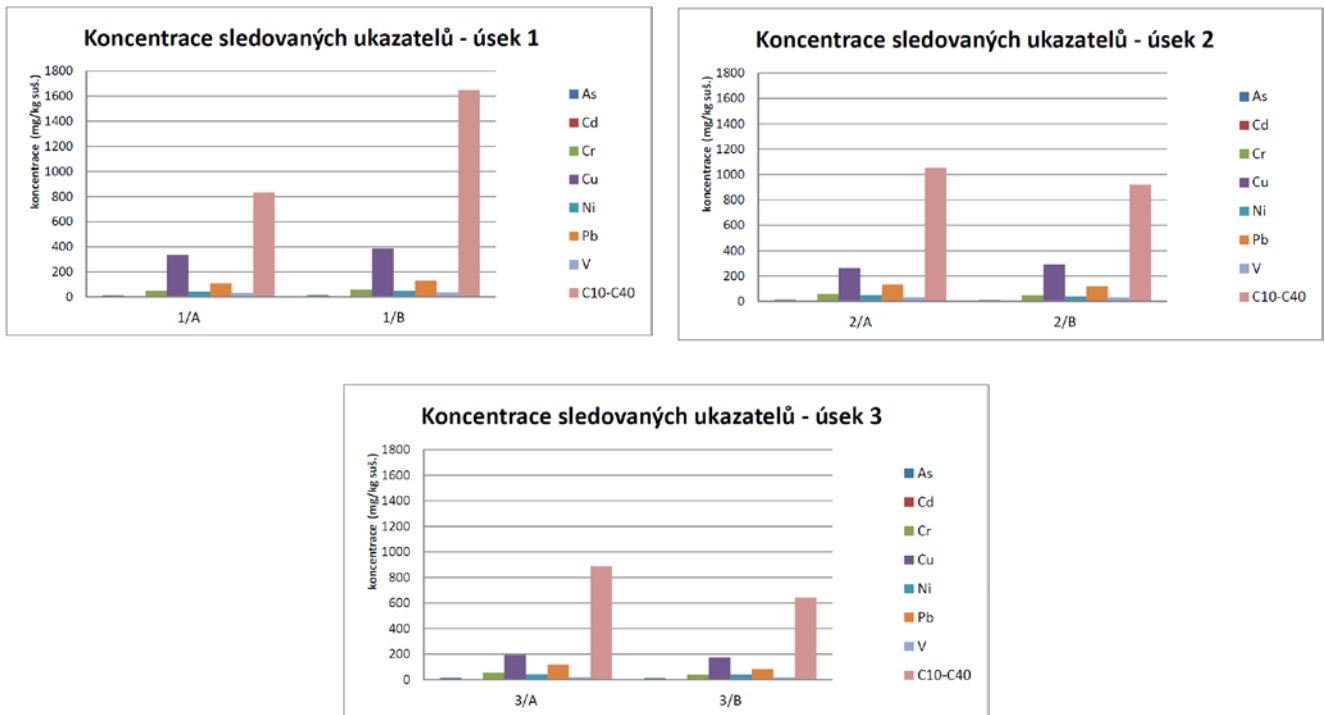
Tabulka 3b: Výsledky stanovení- úsek 2

Ukazatel	jednotka	vzorek		průměrná koncentrace	relativní chyba
		2/A	2/B		
hloubka odběru		0 - 1 m	0 - 1 m		
sušina	%	98	98		
průměrná mocnost odebraného sedimentu	m	0,41	0,59	0,5	32,5%
As	mg/kg suš.	16	13	14,5	18,3%
Cd	mg/kg suš.	3,8	3,4	3,6	9,8%
Cr	mg/kg suš.	59	48	53,5	18,2%
Cu	mg/kg suš.	264	291	277,5	8,6%
Ni	mg/kg suš.	49	40	44,5	17,9%
Pb	mg/kg suš.	133	119	126	9,8%
V	mg/kg suš.	34	33	33,5	2,6%
C10-C40	mg/kg suš.	1053	921	987	11,9%

Tabulka 3c: Výsledky stanovení- úsek 3

Ukazatel	jednotka	vzorek		průměrná koncentrace	relativní chyba
		3/A	3/B		
hloubka odběru		0 - 1 m	0 - 1 m		
sušina	%	98	98		
průměrná mocnost odebraného sedimentu	m	0,55	0,27		60,5%
As	mg/kg suš.	14	12	13	13,6%
Cd	mg/kg suš.	3,6	2,3	2,95	39,1%
Cr	mg/kg suš.	54	41	47,5	24,3%
Cu	mg/kg suš.	195	174	184,5	10,1%
Ni	mg/kg suš.	43	42	42,5	2,1%
Pb	mg/kg suš.	119	84	101,5	30,6%
V	mg/kg suš.	21	20	20,5	4,3%
C10-C40	mg/kg suš.	887	642	764,5	28,4%

*) relativní chyba je stanovena poměrem směrodatné odchylky stanovené z rozpětí a průměrné koncentrace obou stanovení



Obrázek 4: Koncentrace sledovaných ukazatelů

S výjimkou stanovení ropných uhlovodíků C_{10} - C_{40} na úseku 1 a 3 je shoda výsledků analýz mezi vzorky ze stejného úseku odebraných z odlišných míst odběru **velmi dobrá**. Relativní chyba (stanovena poměrem směrodatné odchylky stanovené z rozpětí a průměrné koncentrace obou stanovení) se pohybuje v intervalu 10 – 20%. Uvedené výsledky svědčí o relativně **vysoké homogenitě** hodnoceného sedimentu a **vhodné volbě počtu dílčích vzorků**, z nichž byl směsný vzorek připraven.

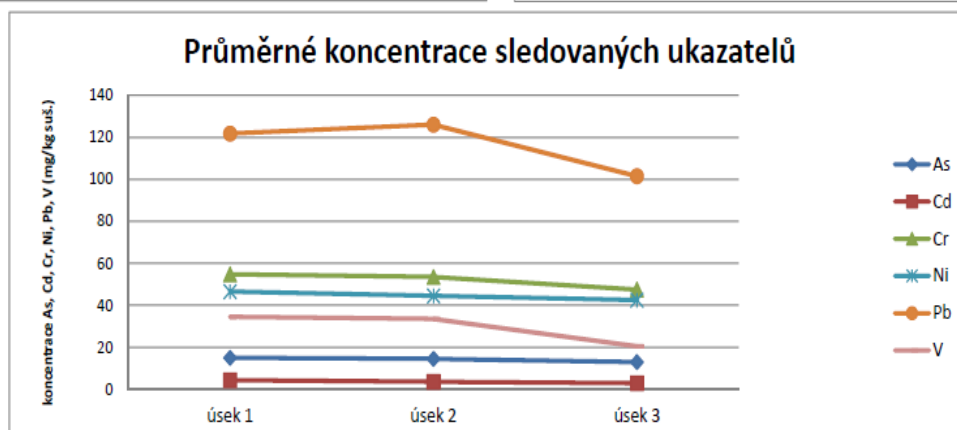
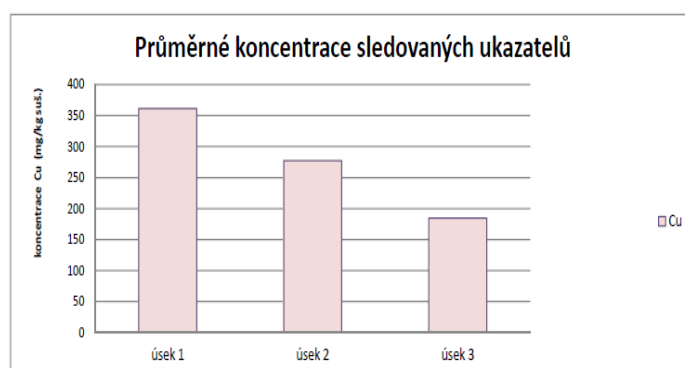
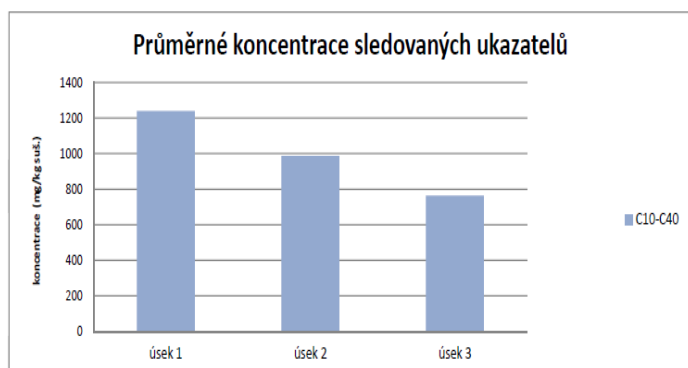
Na úseku 3 je možné pozorovat poněkud vyšší hodnoty relativní chyby u koncentrací Cd, Cr a Pb (nad 20%). Pravděpodobnou příčinou je poměrně nízká mocnost sedimentu v úseku, kdy dílčími vzorky byl pravděpodobně odebrán i materiál podloží sedimentu (přírodní dno nádrže), a skutečnost, že dvojice hodnocených vzorků se významně lišila v průměrné mocnosti odebraného sedimentu.

Posouzení podélné heterogenity prostředí

Posouzení podélné heterogenity je provedeno na základě porovnání průměrných koncentrací dvojic vzorků z jednotlivých úseků. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 4.

Tabulka 4: Průměrné koncentrace sledovaných ukazatelů na jednotlivých úsecích

Ukazatel	jednotka	průměrná koncentrace			
		úsek 1		úsek 2	úsek 3
hloubka odběru		0 - 1 m	1 - 2 m	0 - 1 m	0 - 1 m
As	mg/kg suš.	15	15	14,5	13
Cd	mg/kg suš.	4,35	4,65	3,6	2,95
Cr	mg/kg suš.	54,75	54,5	53,5	47,5
Cu	mg/kg suš.	361	466	277,5	184,5
Ni	mg/kg suš.	46,5	47,5	44,5	42,5
Pb	mg/kg suš.	121,75	139	126	101,5
V	mg/kg suš.	34,5	34,5	33,5	20,5
C10-C40	mg/kg suš.	1240	1853	987	764,5



Použité vzorkovací schéma umožnilo identifikovat významnou podélnou heterogenitu sedimentu v koncentracích **uhlovodíků C₁₀-C₄₀** a **mědi (Cu)**. Obě látky představují sekundární znečištění, související s procesy technologie úpravy vody v ÚKKV-OLK Káraný. Podélná heterogenita u ostatních sledovaných ukazatelů je minimální.

Závěr

Doškolovací seminář pro manažery vzorkování odpadů byl zaměřen na vzorkování sedimentů z vodních nádrží pro účely dalšího nakládání.

Cílem tohoto semináře bylo prohlubování kvalifikace účastníků v problematice vzorkování sedimentů z vodních nádrží a ověřování různých schémat uspořádání dílčích bodů odběru na výsledky zkoušení.

Z výsledků praktického testování vyplývá:

- pro spolehlivé zhodnocení vlastností sedimentů v nádržích v neznámém prostředí je nezbytné zhodnotit **podélnou a příčnou heterogenitu kvality sedimentů**,
- volbu vhodného schématu vzorkování (**počty a umístění dílčích vzorků**) je důležité ověřit kontrolními vzorky (replikátní vzorky),
- důsledná dokumentace odběru vzorků musí zabránit odběru materiálů (tudíž kvalitativně odlišných vzorků (odběr přírodního dna) a jejich zahrnutí do směsného vzorku.

Doškolovací seminář se nezabýval některými prvky, které považujeme za kritické při zkoušení sedimentů z nádrží. Jedná se zejména o rizika, vyplývající z použití vzorkovačů odlišné, popř. nevhodné konstrukce. Předpokládáme, že se uvedené problematice budeme věnovat při dalších doškolovacích seminářích.