

Znečištění pražských vodních toků a vodních ploch těžkými kovy

Zpráva zpracovaná v rámci projektu

„Oživení pražských vod“



Arnika – program Toxické látky a odpady

Zpracoval:

Mgr. František Kraus

Tato zpráva vznikla s podporou Ministerstva životního prostředí ČR a Global Greengrants Fund. Nemusí vyjadřovat stanoviska dárců.

Souhrn

Celkem byly v rámci projektu analyzovány čtyři vzorky sedimentů z vybraných vodních toků a vodních ploch nacházejících se na území města Prahy. Cílem bylo získat údaje o zatížení vodních ekosystémů menších vodních toků těžkými kovy. Vzorkované lokality se nacházejí ve třech zájmových oblastech, z nichž dvě byly vybrány cíleně v blízkosti potencionálních zdrojů znečištění těžkými kovy a jedna sloužila jako srovnávací bez významného zdroje znečištění v jejím okolí. Mezi sledovanými těžkými kovy byly rtuť, olovo, kadmium, měď, chrom, zinek a arsen.

Na základě naměřených výsledků analýz obsahu těžkých kovů lze konstatovat, že z pohledu české legislativy je obsah těžkých kovů v odebraných vzorcích sedimentů z pražských vod nízký, pod hranicí legislativních limitů. Vzhledem k neexistenci limitních hodnot v české legislativě pro výskyt těžkých kovů v sedimentech byly naměřené hodnoty porovnávány s limitními hodnotami související legislativy, a to zejména ve vztahu k jejich aplikaci na zemědělskou půdu či jejich využití na povrchu terénu.

OBSAH

1 Úvod	1
1.1 Definice a složení sedimentu.....	1
1.2 Toxicita sledovaných těžkých kovů.....	1
2 Metodika	5
2.1 Lokality a odběr vzorků.....	5
2.2 Návaznost lokalit na možné zdroje znečištění.....	7
2.2 Chemické analýzy	8
3 Výsledky.....	9
4 Diskuse.....	9
5 Závěr.....	11
6 Literatura.....	12
Příloha 1: Protokol o zkoušce č. 5438/17	13

1 Úvod

1.1 Definice a složení sedimentu

Přírodní sediment je komplexní směs různých fází, zvláště zbytků po zvětrávání a erozi hlavně jílových minerálů, aluminosilikátů, oxihydroxidů železa a manganu, sulfidů, uhličitánů a částic pocházejících z biologické a průmyslové aktivity, které byly transportované kapalnou fází [1].

Vysoký povrch minerálních částic sedimentu je významný především pro vazbu elektricky nabitých polutantů, zejména kationtů toxických kovů, jako jsou například Cd, Cu, Hg, Pb, Zn, Mn. Je to proto, že většina přírodních minerálů má na svém povrchu permanentní negativní náboj. Nejjemnější velikostní frakce minerálních částic sedimentu obsahují díky svému vyššímu specifickému povrchu vyšší koncentrace toxických kovů než frakce hrubší. Průběh sorpčních procesů je rovněž úzce ovlivňován hodnotami pH. S poklesem hodnot pH jsou kationty kovů desorbovány a uvolňovány do vodné fáze sedimentu. Vysoký povrch se také uplatňuje při vazbě elektroneutrálních polutantů, zejména organických sloučenin, a to především díky jejich hydrofobnímu charakteru. Organická hmota je dalším významným faktorem ve vazbě polutantů na sediment, a to díky svému negativnímu elektrickému náboji umožňujícímu adsorpci, dále své komplexotvorné aktivitě a částečně hydrofobnímu povrchu [1].

1.2 Toxicita sledovaných těžkých kovů

Monitorované těžké kovy (rtuť, olovo, kadmium, měď, chrom, zinek a arsen) patří mezi silně toxické látky s vysokou mírou akumulace v sedimentech vodních toků a ploch.

Rtuť

Za nejtoxičtější sloučeniny rtuti jsou pokládány její etyl- a metyl-sloučeniny, které navíc mají výraznou tendenci k bioakumulaci. Významné otravy populace rtutí byly zaznamenány v historii např. v Iráku (otrava v důsledku používání sloučenin rtuti k chemickému ošetření obilí) nebo v Japonsku (otrava následkem vypouštění rtuti v odpadních vodách do zálivu Minamata ze závodů na výrobu vinylchloridu a acetaldehydu). Intoxikace rtutí se projevuje zejména zúžením zorného pole, atrofií mozkové kůry, poruchami chování, řeči, polykání,

sluchu nebo svalovým třesem. Kromě nervové soustavy jsou otravou rtuť postiženy i ledviny a játra. Bylo prokázáno, že rtuť je schopna proniknout přes placentární bariéru a intoxikovat plod [2].

Rtuť obsažená v povrchových vodách přechází do sedimentů dna tekoucích vod a nádrží, kde se hromadí převážně ve formě sulfidů. Akumulační koeficient celkové rtuti při přechodu z vody do sedimentů je přibližně 10^4 . Obsah rtuti v sedimentu je ale závislý nejen na stupni zatížení lokality, ale i na charakteru sedimentu. Vzorky sedimentu s převahou bahna a organických součástí mají ve většině případů vyšší obsah rtuti ve srovnání se vzorky písčitého charakteru. Sedimenty dna jsou tedy významným indikátorem znečištění povrchových vod, zejména rybníků a údolních nádrží rtuť, avšak v tekoucích vodách se pro tyto účely nejeví jako zcela vhodné) [2].

Olovo

Olovo v životním prostředí nedegraduje, je vysoce bioakumulativní a schopné procházet potravními řetězci. Člověk je olovu vystaven především přes vdechování prachových částic, možná je i expozice přes trávicí soustavu. Olovo ovlivňuje krevtvorbu, nervovou soustavu, imunitní systém, trávení i reprodukci. Při vysokých dávkách dochází k nevratnému poškození nervové soustavy, křečím, případně i smrti [3].

Elementární olovo je vzácné, častěji se nachází ve sloučeninách s ostatními prvky, tou nejběžnější je sulfid olovnatý, neboli olovená ruda galenit (PbS). Množství olova v zemské kůře stále narůstá. Olovo je konečným stádiem radioaktivního rozpadu uranu a thoria [3].

Prostřednictvím spadu aerosolů nebo srážek se valná část olova přesouvá do půdy, v níž se olovo obvykle váže na půdní horizonty bohaté organickou hmotou. Tam se hromadí a při rozkladu organické hmoty nebo při erozních procesech se může uvolňovat. Menší část je odnášena půdní vodou v komplexech s organickými kyselinami do potoků a řek. Toky, které mají neutrální nebo mírně zásaditou reakci, obsahují rozpuštěného olova poměrně málo. Zvýšené koncentrace se nacházejí v sedimentech na dně, kde se zachytí [4].

Kadmium

Hlavním zdrojem znečištění kadmiiem v České republice jsou odpadní vody z těžby a zpracování rud, z hutí, z povrchové úpravy kovů galvanickým pokovováním, z

fotografického, textilního, kožedělného a chemického průmyslu, ze zemědělství pak používání fosfátů a pesticidů obsahujících tento prvek [5].

Kadmium emitované do ovzduší se následně hromadí v půdě a ve vodě a vstupuje do potravinového řetězce. Toxicita kovů je výrazně ovlivněna jejich formou výskytu ve vodách. Anorganické a organické nerozpustné nebo méně rozpustné komplexy jsou zpravidla méně toxické než jednoduché ionty. Distribuce výskytu různých chemických forem kovů ve vodách závisí na chemickém složení vody, zejména na pH a obsahu některých aniontů, které mohou tvořit stabilnější komplexní sloučeniny. Z tohoto hlediska je obsah kationů méně významný. Významným indikátorem znečištění povrchových vod kadmii jsou sedimenty dna. Koncentrace kadmia bývá v sedimentu až desetkrát vyšší než ve vodě [5].

Měď

Měď je přirozenou součástí životního prostředí, v zemské kůře je relativně vzácná. Nejčastěji se vyskytuje ve formě sulfidů (chalkopyrit, chalkosin). Zvýšené množství mědi je do prostředí uvolňováno hornickým a metalurgickým průmyslem, spalováním fosilních paliv a jiných organických materiálů, významným zdrojem je i aplikace antimikrobiálních prostředků na bázi mědi. V prostředí je měď velmi mobilní. V půdě dochází k její pevné vazbě na organické látky a zůstává především v povrchových vrstvách půdy. Ve vodě rozpuštěná měď může transportována na velké vzdálenosti, častěji je ale pevně vázána v sedimentech, čímž značně snižuje svoji toxicitu. Měď se v prostředí nerozkládá, je schopná bioakumulace v potravních řetězcích [6].

Měď je v nadměrném množství je vysoce toxická pro vodní organizmy. Člověk může měď přijímat potravou, vzduchem, možný je i kožní kontakt. Dlouhodobé vdechování mědi vede k podráždění sliznic očí a horních cest dýchacích, nevolnosti, průjmům. Po požití nadměrného množství mědi se objevují bolesti břicha, zvracení, křeče. Extrémní dávky vedou k poškození jater, ledvin, anémii i smrti [6].

Chrom

Trojmocný chrom má tendenci vázat se na suspendované částice, a proto se dostává do sedimentů. Šestimocný chrom je ve vodě přítomen téměř výhradně ve formě oxoaniontů (CrO_4^{2-} a $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) a delší dobu přetrvává ve vodě pouze v případě, jestliže voda neobsahuje při daném pH látky, které se jimi mohou oxidovat. Toxickou formou pro vodní organismy je především šestimocný chrom, který se ovšem poměrně rychle redukuje za přítomnosti nadbytku organických látek na trojmocnou formu. Ačkoli většina chromu nacházejícího se ve vodě se váže na pevné látky a usazuje se na dně, může se jeho malé množství ve vodě rozpustit. Rozpustné chromové sloučeniny mohou ve vodě přetrvat po celá léta, než se usadí na dně. Chrom v této formě se příliš nehromadí v tkáních ryb [7].

Při neutrálním pH mají přítomné chromité kationy tendenci vytvářet koloidní hydroxidy. Při pH nižším než 5 jsou jeho komplexy relativně stabilní, proto je třeba při analýzách vod stanovovat též celkový obsah chromu, který je zásadně spolehlivějším ukazatelem jeho přítomnosti než stanovení pouze rozpustného chromu [7].

Zinek

Pro živé organismy je zinek nezbytným prvkem, je součástí řady enzymů a účastní se mnoha důležitých biologických pochodů. Riziko představuje nedostatek zinku, ale i jeho nadbytek. Zvýšený příjem zinku vede akutně k poruchám trávicí soustavy, chronicky pak k poškození krve, slinivky. Nízký příjem zinku pak vede k růstovým a vývojovým poruchám, kritický je dodatečný příjem zinku u těhotných žen [8]

Zinek je běžnou součástí životního prostředí, antropogenní zdroje jsou samotná těžba, metalurgický a zpracovatelský průmysl. Zinek do prostředí uniká i při spalování uhlí a jiného organického materiálu. V atmosféře je zinek navázán na pevné částice a postupně klesá k zemi. Ve vodě převážně sedimentuje na dně, při zvýšené kyselosti vody se spíše rozpouští [8].

Arsen

Arsen se do vzduchu uvolňuje především lidskou činností. Z ovzduší se potom buď spadem, nebo vymytím deštěm dostává do půdy nebo vody, kde může přetrvávat velice dlouhou dobu,

protože má značnou schopnost kumulovat se v sedimentech. Ve vodách se arsen vyskytuje v oxidačním stupni As^{3+} a As^{5+} nebo organicky vázaný. Vzhledem k rozdílným oxidačně-redukčním podmínkám dochází ve vodách hlubších nádrží a jezer dochází k postupné redukci na As^{3+} . V sedimentech se As sráží jako málo rozpustné sulfidy [9].

Toxicita a způsob absorpce sloučenin arsenu organismem závisí na rozpustnosti sloučeniny. Velmi málo rozpustný sulfid arsenitý je netoxický. Kovový arsen je nejedovatý, v organismu je však metabolizován na toxické látky. Všechny ostatní látky obsahující arsen jsou jedovaté. Arsen vázaný v organických látkách je obvykle méně toxický než arsen z anorganických sloučenin. Sloučeniny As^{3+} jsou asi pětikrát až dvacetkrát toxičtější než As^{5+} . Většina arsenu v potravě je však přítomna ve formě organických komplexů, které jsou méně toxické. Arsen je karcinogen, způsobuje rakovinu plic a kůže a zvyšuje pravděpodobnost nádorů jater, ledvin a močového měchýře. Vysoké akutní expozice As poškozují buňky nervového systému, jater, ledvin, žaludku, střev a pokožky. Je pravděpodobné, že vysoká orální expozice během těhotenství poškozuje plod. Nižší dávky mohou způsobit podráždění trávicího ústrojí, sníženou tvorbu červených a bílých krvinek, nepravidelnou srdeční činnost, poškození cév aj. Poškození jater může mít za následek až cirhózu [9].

2 Metodika

2.1 Lokality a odběr vzorků

Vzorky sedimentů byly odebrány celkem na čtyřech lokalitách nacházejících se na území města Prahy. Ve třech případech se jednalo o vzorky potočních sedimentů, v jednom případě potom o vzorek sedimentu stojatých vod. Pro odběr vzorků sedimentů byly cíleně vybrány lokality s potenciálem vyššího znečištění způsobeného okolní průmyslovou činností. První z lokalit byla oblast nacházející se v okolí spalovny komunálního odpadu Malešice. V tomto případě byl odebrán vzorek sedimentu z bezejmenné vodní plochy (označený jako ŠP 1- viz obr. 1) a dále vzorek sedimentu z vodního toku Štěrboholského potoka (označený jako ŠP 2- viz obr. 1).

Druhou z lokalit potenciálně ohrožených průmyslovým znečištěním byla oblast v okolí skládky odpadů Ďáblice. Zde byl vzorek sedimentu odebrán z toku Mratínského (v některých pramenech označován jako Červenomlýnský) potoka (označený jako ČMP 1 – viz obr 2).

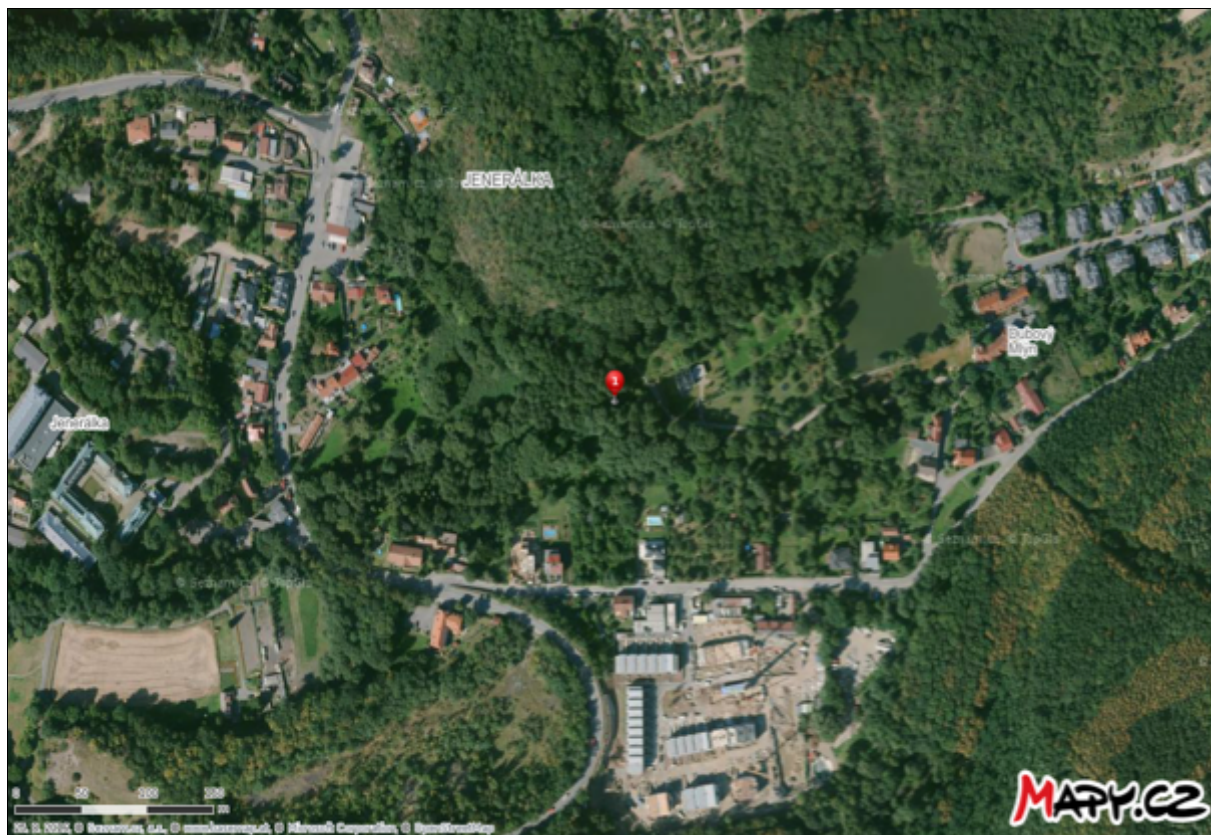


Obr. 1: Odběrová místa z bezejmenné vodní plochy (ŠP 1) a z Štěrboholského potoka (ŠP 2)



Obr. 2: Odběrové místo z Mratínského (Červenomlýnského) potoka (ČMP 1)

Poslední lokalita byla zvolena jako srovnávací bez významného zdroje znečištění v jejím okolí. Jednalo se o vodní tok Nebušického potoka (označený jako NEBU 1 – viz obr 3).



Obr. 3: Odběrové místo z Nebušického potoka (NEBU 1)

Všechny vzorky sedimentů byly odebrány 11. listopadu 2017. Odběr vzorků sedimentu byl proveden pomocí tzv. koru (speciální kovová trubice určená k odběru bahnitých sedimentů) a vzorky byly vždy odebrány jako směsné vzniklé sloučením několika dílčích vzorků. Odebrané vzorky byly následně upraveny kvartací (příp. před analýzou přesáty) a předány laboratoři oprávněně k analýzám

2.2 Návaznost lokalit na možné zdroje znečištění

Spalovna tuhého komunálního odpadu Malešice

Provozovatelem jsou Pražské služby, a.s. Kapacita zařízení je 330 000 t odpadu ročně. Zachycování látek typu POP'S (persistentní organické znečišťující látky) a těžkých kovů

probíhá pomocí aktivního uhlí. Platným integrovaným povolením jsou pro spalovnu Malešice stanoveny následující limity pro vypouštění emisí do ovzduší [10]:

Emisní zdroj	Znečišťující látka	Emisní limit
Společný komín spalovny	Cd+Tl a jejich sloučeniny	0,05 mg/m ³
	Hg a její sloučeniny	0,05 mg/m ³
	Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V a jejich sloučeniny	0,5 mg/m ³
	PCDD/F	0,1 ng TEQ/m ³

Skládka odpadů S-OO3 se sektorem S-OO1 Dáblice

Provozovatelem skládky je společnost. FCC Česká republika, s.r.o. Celková projektovaná kapacita: 1 700 000 m³ (cca 2 295 000 t při koeficientu hutnění 1,35 t.m⁻³). Do vod povrchových jsou dle platného integrovaného povolení vypouštěny pouze přebytečné dešťové vody z rekultivovaných sekcí tělesa skládky, obslužných ploch a komunikací, a vybudovaných a dosud neprovozovaných sekcí skládky. Veškeré odpadní vody jsou zachytávány a odváženy na externí čistírnu odpadních vod. Pro vypouštění přebytečných dešťových vod jsou platným integrovaným povolením stanoveny následující limity [11]:

Zdroj vypouštění	Množství	Emisní limit			
		Ukazatel	„p“ (mg/l)	„m“ (mg/l)	kg/rok
Emisní limit vypouštění odpadních vod z jímky povrchových vod do bezejmenného levostranného přítoku Mratínského potoka ČHP 1-05-04-022 v ř. km 15,22	Q _{max} = 25 l/s Q _{rok} = 5 500 m ³ /rok	CHSK _{Cr}	35	50	190
		C ₁₀ -C ₄₀	0,1	0,2	0,6

2.2 Chemické analýzy

V odebraných vzorcích sedimentů byl stanoven obsah vybraných těžkých kovů – olovo, rtuť, kadmium, měď, chrom, zinek a arsen. Chemické analýzy odebraných vzorků sedimentů byly provedeny Státním veterinárním ústavem Praha, oddělením chemie ve dnech 24. 11. – 15. 12.

2017 (viz příloha 1). Použitými analytickými metodami byly atomová absorpční spektrometrie (AAS) a optická emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-OES).

3 Výsledky

Výsledky analýz těžkých kovů v odebraných vzorcích sedimentů z pražských vod jsou uvedeny v tabulce 1. V tabulce jsou zvýrazněny nejvyšší hodnoty naměřené pro daný těžký kov ve sledovaných lokalitách. Hodnoty jsou uvedeny včetně nejistoty měření.

Tabulka 1: Výsledky analýz vzorků sedimentů odebraných z pražských vod

Ukazatel	Označení vzorku / hodnoty uvedeny v mg·kg ⁻¹ sušiny							
	ŠP1 10241		ŠP 2 10242		NEBU 1 10243		ČMP 1 10244	
rtuť	0,03	± 9 %	0,04	± 9 %	0,07	± 9 %	0,18	± 5 %
olovo	11,90	± 11 %	8,30	± 11 %	7,20	± 11 %	21,40	± 11 %
kadmium	0,05	± 19 %	0,07	± 19 %	0,06	± 19 %	0,17	± 11 %
měď	7,28	± 15 %	4,47	± 9 %	4,06	± 9 %	13,30	± 9 %
chrom	15,10	± 15 %	9,20	± 15 %	10,60	± 15 %	10,00	± 15 %
zinek	61,40	± 15 %	38,20	± 15 %	26,10	± 15 %	72,10	± 15 %
arsen	0,89	± 7 %	0,37	± 11 %	1,01	± 7 %	0,36	± 11 %

4 Diskuse

V české legislativě neexistují limitní hodnoty pro výskyt těžkých kovů v sedimentech. Přesto lze provést srovnání např. s hodnotou na nezatížené lokalitě Nebušického potoka nebo zejména s legislativními kritérii pro určitý způsob využití sedimentů a půd. Těmito kritérii jsou:

- indikátory znečištění zemin, půdního vzduchu a podzemní vody stanovené přílohou 1 metodického pokynu „Indikátory znečištění“ Ministerstva životního prostředí ČR z roku 2013;
- preventivní hodnoty obsahů rizikových prvků v zemědělské půdě stanovené v tabulce č. 1 vyhlášky č. 153/2016 Sb., o stanovení podrobností ochrany kvality zemědělské půdy a o

změně vyhlášky č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu;

- limitní hodnoty rizikových látek v sedimentech určených k aplikaci na zemědělskou půdu stanovené přílohou 1 vyhlášky č. 257/2009 Sb., o používání sedimentů na zemědělské půdě;
- požadavky na obsah škodlivin v odpadech využívaných na povrchu terénu stanovené přílohou 10 vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu.

Srovnání s těmito hodnotami může, vzhledem k absenci limitních hodnot přípustného znečištění říčních sedimentů, pomoci zhodnotit míru znečištění na lokalitách v zájmových oblastech.

Pokud použijeme kritéria z metodického pokynu Ministerstva životního prostředí ČR pro posuzování stupně znečištění zemin, lze považovat všechny naměřené hodnoty koncentrací těžkých kovů v sedimentech za podlimitní. Výjimkou je hodnota zjištěná v případě arsenu, která limity metodického pokynu pro ostatní plochy ve dvou případech (odběrová místa ŠP 1 a NEBU 1) mírně překračuje. Důvodem jsou geochemické poměry v horninovém prostředí České republiky, kdy koncentrace jsou běžně vyšší než uvedené indikátory znečištění. Indikací znečištění jsou v těchto případech koncentrace arsenu překračující hodnoty přírodního pozadí v místně specifických podmínkách hodnocené lokality. Vzhledem k tomu, že nejnižší koncentrace byly zjištěny v průmyslových lokalitách (odběrová místa ŠP 2 a ČMP 1), které se nacházejí jak pod limity indikátorů znečištění zemin pro průmyslově využívaná území, tak i pro ostatní plochy, lze považovat znečištění arsenu pražských vod za bezpečné. Vyhodnocení úrovně znečištění sedimentů není možné provést v případě chromu, kdy metodický pokyn uvádí hodnotu pouze pro šestimocný chrom a nikoliv pro celkový.

Vyhláška č. 153/2016 Sb. vymezuje preventivní hodnoty obsahů rizikových prvků v zemědělské půdě. Hodnotu přípustného znečištění zemědělské půdy těžkými kovy nalezneme v tabulce č. 1 této vyhlášky. Z hlediska obsahu těžkých kovů všechny analyzované vzorky pražských vod bez problémů vyhovují kritériím pro zemědělskou půdu.

Příloha č. 1 vyhlášky č. 257/2009 Sb., o používání sedimentů na zemědělské půdě, stanoví limitní hodnoty rizikových prvků a rizikových látek v sedimentu. Příloha č. 10 vyhlášky č. 294/2005 Sb., o požadavcích na obsah škodlivin v odpadech využívaných na povrchu terénu,

stanoví limitní hodnoty kontaminantů v materiálech používaných na skládkách. Limitní hodnoty pro obsah jednotlivých těžkých kovů jsou v obou legislativních předpisech shodné (vyjma limitní hodnoty pro kadmium, která je v případě aplikace na zemědělskou půdu nižší – 1 mg/kg sušiny než v případě aplikace na povrchu terénu – 2,5 mg/kg sušiny). Z hlediska obsahu těžkých kovů všechny analyzované vzorky pražských vod bez problémů vyhovují kritériím pro aplikaci sedimentů na zemědělskou půdu, resp. na povrch terénu a lze je tímto způsobem, v případě jejich vytěžení, použít.

Celkově lze z pohledu české legislativy obsah těžkých kovů v odebraných vzorcích sedimentů z pražských vod hodnotit jako nízký. Srovnáním jednotlivých analyzovaných vzorků mezi sebou zjistíme, že nejvyšší hodnoty v případě většiny těžkých kovů (Cu, Pb, Zn, Hg a Cd) byly zaznamenány v sedimentu Mratínského (Červenomlýnského) potoka tedy v lokalitě související se skládkou odpadu Ďáblice. V případě chromu byla nejvyšší koncentrace zjištěna v sedimentu Štěrboholského potoka a v případě arsenu potom v sedimentu Nebušického potoka. V žádném případě se ovšem nejedná o překročení limitních hodnot stanovených českou legislativou.

Nutno podotknout, že hodnoty koncentrace těžkých kovů se u jednotlivých lokalit mezi sebou lišily často jen nepatrně. Zajímavostí jsou například nízké hodnoty těžkých kovů zjištěných v obou lokalitách v blízkosti spalovny komunálního odpadu Malešice ve srovnání s ostatními sledovanými lokalitami.

5 Závěr

Na základě naměřených výsledků analýz obsahu těžkých kovů lze konstatovat, že z pohledu české legislativy je obsah těžkých kovů v odebraných vzorcích sedimentů z pražských vod nízký. Vzhledem k neexistenci limitních hodnot v české legislativě pro výskyt těžkých kovů v sedimentech jsou naměřené hodnoty porovnávány s limitními hodnotami související legislativy, a to zejména ve vztahu k jejich aplikaci na zemědělskou půdu či jejich využití na povrchu terénu. Nejvyšší hodnoty v případě většiny těžkých kovů (Cu, Pb, Zn, Hg a Cd) byly zaznamenány v sedimentu Mratínského (Červenomlýnského) potoka. V případě chromu byla nejvyšší koncentrace zjištěna v sedimentu Štěrboholského potoka a v případě arsenu potom v sedimentu Nebušického potoka.

6 Literatura

- [1] Benešová L., Hnat'uková P.: Možnosti použití dnových sedimentů do zemědělských půd, <http://www.envigroup.cz/aktualita-132.html>, staženo: 22.12.2017
- [2] Préda L.: Rtuť a její sloučeniny v životním prostředí. Bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2007.
- [3] Havel M., Gažáková L., Válek P.: Olovo, <http://arnika.org/olovo>, staženo: 23.12.2017
- [4] Navrátil T., Rohovec J.: Olovo, těžká minulost jednoho z těžkých kovů, <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2006/cislo-9/olovo.html>, staženo: 23.12.2017
- [5] Bělohlávková Staffová P.: Koloběh kadmia v životním prostředí, Bakalářská práce, VUT Brno, 2013.
- [6] Kleger L., Válek P.: Měď, <http://arnika.org/med>, staženo: 22.12.2017
- [7] Gerych P.: Výskyt chromu v životním prostředí, Bakalářská práce, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006
- [8] Havel M., Petrlík J., Vebr V., Válek P.: Zinek, <http://arnika.org/zinek>, staženo: 23.12.2017
- [9] Kolektiv autorů: Arsen a jeho sloučeniny jako As https://www.irz.cz/repository/latky/arsen_a_jeho_slouceniny.pdf, staženo: 23.12.2017
- [10] Integrované povolení vydané provozovateli Pražské služby, a.s., k provozu zařízení „Spalovna tuhého komunálního odpadu Malešice (ZEVO Malešice)“ (rozhodnutí č. j.: MHMP 1304037/2017, ze dne 17.8.2017)
- [11] Integrované povolení vydané provozovateli FCC Česká republika, s.r.o. k provozu zařízení „Skládka odpadů S-OO3 se sektorem S-OO1 Ďáblice“ (rozhodnutí č. j.: MHMP 1541005/2017, ze dne 3.10.2017)



Státní veterinární ústav Praha

oddělení chemie

165 03 Praha 6-Lysolaje, Sídlištní 24; tel.+420 251031700; fax.+420 251031335; e-mail: chemie@svupraha.cz

Protokol o zkoušce

Strana : 1 / 2

Číslo vzorku : 10241-10244/17

Zakázka : 5438/17

Odesílatel : ARNIKA-Program Toxické látky a odpady

Plátce : ARNIKA-Program Toxické látky a odpady

Analýza provedena ve dnech :

Datum doručení : 24.11.2017

Datum vyřízení : 15.12.2017

24.11.2017 - 15.12.2017

Č.vzorku: Popis vzorku:

- 10241 Sediment- Štěrboholský potok (ŠP1)
- 10242 Sediment- Štěrboholský rybník (ŠP2)
- 10243 Sediment- Nebušický rybník (NEBU1)
- 10244 Sediment- Mratínský potok (ČMP1)

Výsledky vyšetření

Číslo vzorku		10241		10242		10243		10244	
rtuť	mg/kg	0,029	±9%	0,038	±9%	0,065	±9%	0,180	±5%
olovo	mg/kg	11,90	±11%	8,30	±11%	7,20	±11%	21,40	±11%
kadmium	mg/kg	0,051	±19%	0,069	±19%	0,058	±19%	0,173	±11%
měď	mg/kg	7,28	±15%	4,47	±9%	4,06	±9%	13,30	±9%
chrom	mg/kg	15,10	±15%	9,20	±15%	10,60	±15%	10,00	±15%
zinek	mg/kg	61,400	±15%	38,200	±15%	26,100	±15%	72,100	±15%
arsen	mg/kg	0,890	±7%	0,370	±11%	1,010	±7%	0,360	±11%

Použité metody

arsen	SOP 70.3 (AAS-hydridy)
chrom	SOP 70.72 (GF-AAS)
olovo	SOP 70.72 (GF-AAS)
kadmium	SOP 70.72 (GF-AAS)
rtuť	SOP 70.4 (AAS-AMA)
měď	SOP 70.74 (ICP-OES)
zinek	SOP 70.74 (ICP-OES)

Číslo vzorku: 10241-10244/17

Strana : 2 / 2

Poučení : Protokol může být reprodukován jedině celý, jeho části pouze se souhlasem SVÚ Praha. Výsledky zkoušek se týkají pouze vzorků uvedených v protokolu. Pokud se budete odkazovat na naše služby, použijte laskavě tuto citaci: "Zkoušeno Státním veterinárním ústavem Praha, oddělením chemie". Uvedené nejistoty vedle stanovené hodnoty (+/- ze stanovené hodnoty) jsou součinem standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření $k=2$, což pro normální rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí 95%.

Ing. Jan Rosmus
vedoucí oddělení chemie

Rozdělovník :

1x ARNIKA-Program Toxické látky a odpady, Dělnická 13, 170 00 Praha 7
1x Oddělení chemie, 0070, archiv