

Monitoring vybraných rizikových prvků v půdě ve Valašském Meziříčí a okolí

Lucie Kuchynková

Bakalářská práce
2014

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav inženýrství ochrany životního prostředí
akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lucie KUCHYNKOVÁ**
Osobní číslo: **T10598**
Studijní program: **B2808 Chemie a technologie materiálů**
Studijní obor: **Inženýrství ochrany životního prostředí**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Monitoring vybraných rizikových prvků v půdě ve
Valašském Meziříčí a okolí**

Zásady pro vypracování:

1. Prostudujte dostupnou literaturu a informační zdroje vztahující se k zadanému tématu.
2. Proveďte stanovení vybraných rizikových prvků ve vzorcích půdy pomocí vhodných instrumentálních metod.
3. Situaci v zájmové lokalitě kriticky zhodnoťte a formulujte závěry.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. SIEGEL F.R. Environmental Geochemistry of Potentially Toxic Metals. 1st ed.: Springer, 2001. ISBN 9783540420309.
2. REIMANN C. and DE CARITAT P. Chemical elements in the environment: factsheets for the geochemist and environmental scientist. 1st ed.: Springer, 1998. ISBN 9783540636700.
3. KABATA-PENDIAS A. and MUKHERJEE A.B. Trace Elements from Soil to Human. 1st ed.: Springer, 2007. ISBN 9783540327134.
4. MIRSAL I. Soil Pollution: Origin, Monitoring & Remediation. 2nd ed.: Springer, 2008. ISBN 9783540707752.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Roman Slavík, Ph.D.

Ústav inženýrství ochrany životního prostředí

Datum zadání bakalářské práce:

10. února 2014

Termín odevzdání bakalářské práce:

23. května 2014

Ve Zlíně dne 10. února 2014


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




doc. Mgr. Marek Koutný, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: KUCHYNKOVA' LUCIE

Obor: 102P

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 21.5.2014

Kuchynkova' Lucie

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydávalečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá kontaminací půdy rizikovými prvky ve Valašském Meziříčí a jeho okolí, kde se nachází velké množství průmyslu chemického, strojního a elektrotechnického. Dále je zde relativně hustý provoz na pozemních komunikacích. Cílem práce bylo zjistit, jak velká je kontaminace půdy v porovnání s limitními hodnotami. Stanovovány byly koncentrace vybraných rizikových prvků a to konkrétně Olova, Kadmia, Mědi, Rtuti a Zinku.

Klíčová slova: monitoring, rizikové prvky, půda, kontaminace

ABSTRACT

Abstrakt ve světovém jazyce

This bachelor thesis is focused on soil contamination by risk elements in city Valašské Meziříčí and its neighbourhood, where are placed chemical, machine and electrotechnical factory. As well, there it is relatively heavy road traffic. The point of this work is the screening of contamination levels of soil and its comparison with limits. There was measured concentration of specific risk elements: lead, cadmium, cooper, mercury, and zinc.

Keywords: monitoring, risk elements, soil, contamination

Děkuji

mému vedoucímu bakalářské práce Ing. Romanu Slavíkovi, PhD za čas, který mi věnoval, za rady a připomínky. Dále děkuji rodině a přátelům za podporu.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| ÚVOD..... | 9 |
| I TEORETICKÁ ČÁST..... | 10 |
| 1 ZÁJMOVÁ LOKALITA | 11 |
| 1.1 FAUNA A FLÓRA VALAŠSKÉHO MEZIRÍČÍ | 11 |
| 1.2 PRŮMYSL VALAŠSKÉHO MEZIRÍČÍ | 12 |
| 2 RIZIKOVÉ PRVKY | 13 |
| 2.1 KADMIUM (Cd) | 14 |
| 2.2 MĚĎ (Cu)..... | 15 |
| 2.3 RTUŤ (Hg) | 16 |
| 2.4 OLOVO (Pb) | 16 |
| 2.5 ZINEK (Zn)..... | 17 |
| 2.6 VLIV VYBRANÝCH RIZIKOVÝCH PRVKŮ NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ..... | 18 |
| 2.7 VLIV VYBRANÝCH PRVKŮ NA LIDSKÝ ORGANISMUS..... | 19 |
| 3 PŮDA..... | 22 |
| 3.1 SLOŽENÍ PŮDY | 22 |
| 3.2 VLASTNOSTI PŮDY | 23 |
| 3.3 FUNKCE PŮDY | 23 |
| 3.4 KONTAMINACE PŮDY | 24 |
| 3.5 MONITORING PŮDY | 24 |
| 4 DŘÍVE PROVÁDĚNÉ VÝZKUMY..... | 26 |
| 5 LEGISLATIVA | 27 |
| II PRAKTICKÁ ČÁST | 28 |
| 6 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST | 29 |
| 6.1 POUŽITÉ CHEMIKÁLIE, PŘÍSTROJE A POMŮCKY..... | 29 |
| 6.2 ODBĚRY VZORKŮ K ANALÝZE..... | 29 |
| 6.3 PŘÍPRAVA VZORKŮ K ANALÝZE | 30 |
| 6.4 ANALÝZA TĚŽKÝCH KOVŮ POMOCÍ XRF SPEKTROMETRU | 30 |
| 6.5 ANALÝZA RTUTI POMOCÍ AAS AMA 254..... | 31 |
| 6.6 MINERALIZACE..... | 31 |
| 7 VÝSLEDKY A DISKUZE..... | 32 |
| 7.1 OBSAH KADMIA A ZÁJMOVÉ LOKALITĚ..... | 32 |
| 7.2 OBSAH OLOVA V ZÁJMOVÉ LOKALITĚ | 35 |
| 7.3 OBSAH RTUTI V ZÁJMOVÉ LOKALITĚ | 38 |
| 7.4 OBSAH MĚDI V ZÁJMOVÉ LOKALITĚ | 41 |
| 7.5 OBSAH ZINKU V ZÁJMOVÉ LOKALITĚ..... | 44 |
| 8 ZÁVĚŘ..... | 47 |
| SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY..... | 48 |
| SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK..... | 53 |
| SEZNAM OBRÁZKŮ | 55 |
| PŘÍLOHY..... | 56 |

ÚVOD

Stav, ve kterém, se v současné době nachází životní prostředí, je vážný. Mluvíme o lokálním, ale i globálním znečištění, které se týká i neobydlených oblastí. Tyto vlivy mají za následek mnoho negativních dopadů na všechny složky životního prostředí včetně lidské populace. Trendem současnosti se stává snaha o vylepšení těchto závažných problémů. Ke zlepšení tohoto stavu přispívá pokročilá věda a výzkum škodlivých látek s negativním vlivem na životní prostředí spolu s moderními a novými technologiemi. Tato zamezují, nebo alespoň omezují další znečištění. Je mnoho zdrojů působících negativně na naše prostředí. Největší zastoupení má především průmysl, automobilová doprava, spalování fosilních paliv, ale i zemědělství. Snaha o zlepšení tohoto globálního problému se řeší již řadu let a zabývá se jí mnoho organizací. Ziskové i neziskové organizace včetně státních orgánů. Znečištění rizikovými prvky, o kterém pojednává tato bakalářská práce je v současnosti na ústupu a je viditelně menší. Důvodem jsou právě aplikace nových moderních technologií. Dále pak uplatnění mnoha právních norem a předpisů, které vytěsnily používání některých rizikových prvků. Příkladem může být používání olova jako přísady do bezolovnatého benzínu. Nemalou měrou se podílí i velká snaha lidské populace o redukci znečištění a o zlepšení současného stavu, ve kterém se životní prostředí nachází. Nemůžeme zde samozřejmě mluvit o radikálním zlepšení, ale se srovnáním stavu v minulém století je pokrok vpřed viditelný.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ZÁJMOVÁ LOKALITA

Valašské Meziříčí se nachází ve Zlínském kraji. Leží v nadmořské výšce 302 m na soutoku dvou řek a to Vsetínské a Rožnovské Bečvy. Vzniklo spojením města Meziříčí a obce Krásna v roce 1924. Ve městě se nachází i menší toky a jeho součástí je 18 obcí ležících okolo města. Ve městě žije 22 855 obyvatel (4.2.2014). Krajina, ve které se Valašské Meziříčí nachází, má intenzivní zemědělskou výrobu. Leží v oblasti s největším množstvím lesů v České Republice. [1],[2], [3],

1.1 Fauna a flóra Valašského Meziříčí

Flóra na území města není moc rozmanitá, ale je obohacena o teplomilné druhy. Největší rozmanitost flóry se nachází na třech lokalitách – Vichury, les Junákov a zámecký park Kinských. Tyto lokality musí být chráněny, aby nedošlo k poškození a úbytku vzácné flóry antropogenní činností. K vzácným druhům rostlin na území města patří některé druhy orchidejí a blešík úplavičný nalezený na Vichurách u Hrachovce, jenž se vyskytuje pouze na třech místech celé Moravy. Mezi významné stromy řadíme staleté duby, památné lípy, památné tisy a další velké stromy, jejichž největší počet se nachází v parku Kinských, který je chráněn jako kulturní památka. [2]

Fauna Valašského Meziříčí je rozmanitá. Ze zvířeny savců bych zmínila vyskytující se lišku obecnou, srnce, zajíce, kuny skalní, ježky, některé druhy netopýrů a ojediněle se objevujícího medvěda. Ptačí fauna je nejlépe prozkoumána a její výskyt na území města čítá okolo 150 druhů ptáků, z nichž 95 zde hnízdí. Z plazů a obojživelníků tady můžeme nalézt běžné druhy, ale vyskytují se tu i rosničky zelené, skokani štíhlí, ropuchy zelené, kuňky žlutobřiché a čolci obecní. Zvířectvo ryb je velmi hojně zastoupeno především v řece Bečvě. Z bezobratlých živočichů můžeme pravidelně pozorovat Otakárka fenyklového. Na území města se nachází skála Medůvka, která je významná pro studium geologie. [2]

1.2 Průmysl Valašského Meziříčí

Valašské Meziříčí patří mezi průmyslová města. Tato skutečnost samozřejmě ovlivňuje životní prostředí. Na prvním místě se řadí chemický průmysl zastoupený podniky Deza a.s. a Cabot s.r.o.. Deza i Cabot se zabývají koksochemií, jejichž produkty vážně ovlivňují životní prostředí nejen v samotném městě nýbrž v celém regionu.

Deza a.s. zpracovává černouhelný dehet a surový benzol, zabývá se také výrobou naftalenu. Problémové látky, které tato společnost vypouští a kterými překračuje limitní hodnoty jsou PAU, prach, oxid siřičitý a benzen. Převážná většina znečišťujících látek, které Deza a.s. vypouští a vyrábí, řadíme mezi rizikové, čili organické látky. Z toho vyplývá, že tato společnost, nebude mít velký podíl na znečištění rizikovými prvky, tedy anorganickými. [7]

Mezi další, dnes již zavřené, či zrušené podniky, které mohou mít podíl na znečištění životního prostředí jsou Sklářny, Tesla a další.

2 RIZIKOVÉ PRVKY

Kontaminantem rozumíme látku, která se v životním prostředí nemá vyskytovat, jelikož působí nepříznivě. Anebo se v životním prostředí vyskytuje přirozeně, ale v tomto případě by koncentrace neměla přesahovat limitní hodnoty, jelikož by došlo k nepříznivým účinkům. Nebezpečnost kontaminantů se posuzuje z ekotoxikologického, humanotoxikologického a ekonomického hlediska, tedy z hlediska působení na člověka, na ostatní složky životního prostředí a také na úrodnost. [8],[9],[10]

Nejvíce se sleduje působení na člověka, tedy humanotoxikologické působení. Vstup znečišťujících látek do lidského těla může probíhat čtyřmi způsoby. První je z půdy do lidského organismu přímým vdechováním; druhý je přes potraviny vypěstované ve znečištěné půdě, tedy vstup přes rostliny; další je přes zvířata, jako potrava, které byla zasažena přes vypěstované krmivo v zamořené půdě a poslední je přes vodu, která byla kontaminována půdou. [8],[9],[10]

Dle vyhlášky MŽP č.275/1998 rozdělujeme kontaminanty na rizikové prvky a rizikové látky. Nebezpečným prvkem je látka, která může nepříznivě ovlivnit vlastnosti půdy, její kvalitu a také potravní řetězec. Jsou tedy nebezpečné pro zdraví a život člověka. Mezi ně řadíme anorganické látky a to převážně těžké kovy. Rizikové prvky tedy jsou : As, Be, Co, Cd, Cu, Cr, Hg, Mo, Ni, Pb, V, Zn a Ti. Jsou převážně karcinogenní, toxické a nebezpečné vytvářením sloučenin. [8],[9],[10]

Těžké kovy, řadíme mezi zdravotně nejzávažnější kontaminanty životního prostředí, jsou součástí litosféry, tedy výskyt na zemi je i přirozený, ale do životního prostředí se dostávají převážně antropogenní činností a to v nepřírodně vysokých koncentracích. Jedná se o olovo, rtuť, kadmium, arsen a hliník. Mají negativní vliv na lidské zdraví. Projevují se jako toxické, dráždivé, žíravé a omamné. Jedná se o látky rakovinotvorné, jež mohou v konečném důsledku způsobit vážné zdravotní komplikace. Mezi takto nebezpečné látky řadíme i silné kyseliny, polyaromatické uhlovodíky, organická rozpouštědla, PCB, DDT, CO, O₃, dusitany a dusičnany. Do životního prostředí se těžké kovy dostávají z průmyslové výroby, především z chemického a hutního průmyslu. Jedná se o úpravu

kovů, výrobu umělých hnojiv, farmaceutického průmyslu, petrochemie, koksochemie, gumárenství, textilního průmysl apod. Tyto látky se mohou do ŽP dostat i vlivem spalování fosilních paliv a odpadů, v zemědělství pak používáním pesticidů, hnojiv a mořidel. Obsahy toxických kovů v půdě ve městech se stále zvyšují. Zamořená půda ovlivňuje vodní zdroje, potravní řetězec i samotné ovzduší. Tak se tyto látky stávají nebezpečnými nejen pro rostlinnou a živočišnou říši, ale taky pro samotný vrchol, jimž je považován lidský organismus. [14],[15],[18]

2.1 Kadmium (Cd)

Kadmium spolu s rtuť a zinkem patří mezi chalkofilní prvky, to jsou prvky, které nejčastěji tvoří sulfidy. Olovo můžeme do této skupiny zařadit také. Kadmium je přirozeně obsaženo v zemské kůře a to v koncentraci 0,16 ppm. Spolu se zinkem má mnohem menší hustotu a nižší pevnost v tahu. Tyto dva prvky na vzduchu ztrácejí velmi rychle svůj lesk, často se slučují s kyslíkem, sírou, fosforem a případným zahříváním i s halogeny. Můžeme jej rozpouštět v neoxidujících kyselinách, kdy při rozpuštění dojde ke vzniku vodíku. Zinek a kadmium si jsou chemicky velmi podobné. Kadmium může tvořit slitiny s jinými kovy, můžeme jej vyrobit přímou syntézou z prvku. Vlivem teploty při zpracování může mít různé zbarvení. Barvy mohou být zelenožluté, hnědé, červené, nebo skoro černé. [16], [17], [18]

Kadmium řadíme mezi nejtoxičtější prvky, nemá spolu s rtuť žádný biologicky pozitivní význam. V lidském těle se kadmium kumuluje v játrech a ledvinách. V krvi se váže na krevní buňky a některé proteiny. Může způsobit nefrotoxicitu, neboli poškození ledvin, osteomalacii, odumírání tkání varlat, poškození plic při inhalaci, také rakovinu a to především plic a prostaty. Škodlivé účinky mohou nastat i při nedostatku kadmia jako stopového prvku. Příkladem může být dobytek, u kterého dochází k chronické podvýživě nebo anémii. [16], [17], [18]

Sopečné výbuchy jsou přirozeným zdrojem kadmia v životním prostředí, ovšem v zanedbatelné koncentraci oproti antropogenní činnosti. [20]

2.2 Měď (Cu)

Mincovní ušlechtilý kov, tak se označuje měď spolu se stříbrem a zlatem. Jde o první poznané kovy v historii lidstva. Výskyt v přírodě je čistě ryzí a pro lidstvo se řadí mezi nejdůležitější kovy. Přirozený výskyt mědi v zemské kůře je přibližně 68 ppm. Nejčastější podoba mědi je ve formě sulfidů, oxidů a uhličitánů. Řadíme ji mezi velmi toxické a relativně časté kovy, ovšem k životu nezbytné. Má antibakteriální účinky v kovové podobě. [16], [26], [27], [29], [32]

Hlavní použití mědi je při výrobě elektrických vodičů, přísad do slitin na výrobu mincí, při výrobě mosazi, v katalyzátoru v elektrotechnice. Zdroje znečištění mohou být ze spalování fosilních paliv, z těžby a zpracování rud a z povrchových úprav kovů. [16], [26], [27], [29], [32]

Lidské tělo obsahuje přibližně 100 mg mědi, která se především váže na bílkoviny. Tímto se řadí mezi prvky, které musíme denně dodávat v dávce 3-5 mg, na třetí místo. Tento prvek ovlivňuje růst kostí, mozku, srdce a spoustu jiných dalších orgánů. Mluvíme tedy o prvku, který je pro život nezbytný, proto změna obsahu mědi v organismu může vyvolat řadu negativních vlastností. Pokud je tohoto prvku nedostatek může docházet k anémii, k chudokrevnosti a u malých dětí k fyzické a mentální retardaci. Zato vysoké koncentrace mědi, které se do lidského organismu dostanou přes potravu nebo dýcháním, vyvolávají žaludeční problémy, zvracení, anémii, poškození jater a ledvin. Extrémně vysoké dávky mohou vést i ke smrti. [16], [26], [27], [29], [32]

Do životního prostředí se měď dostává prostřednictvím atmosferické depozice. Pro rostliny a zvířata je měď také nezbytná, ovšem ve vysokých koncentracích. V půdách se váže na organické látky nebo na jílovité částice, to je důvodem výskytu mědi pouze ve svrchních vrstvách půdy. Schopnost mědi vázat se v půdě má pozitivní vliv na životní prostředí a to ve smyslu snížení její toxicity právě tímto vázáním. Vysoké koncentrace mědi jsou vysoce toxické pro vodní organismy, viry a bakterie. [16], [26], [27], [29], [32]

2.3 Rtuť (Hg)

Hodnoty 0,02-0,2 mg/kg jsou přirozenými koncentracemi rtuti v životním prostředí. Mezi normální znečišťovatele tímto prvkem patří výbuchy sopek a také oblasti nalezišť cinabari-tu. [13]

Kontaminace rtutí je pouze v lokálním měřítku a možnými zdroji znečištění mohou být průmyslové odpady, zdravotnictví, výzkum, dřívě i zemědělství a barviva. Rozlišujeme tři formy rtuti, ve kterých se může v životním prostředí nacházet. Jde o formu elementární rtuti, anorganickou a organických sloučenin. Forma, ve které se rtuť bude v zemině nacházet, závisí na pH a redoxnímu potenciálu půdy. Z níž se může rtuť dostávat pomocí těkání, ovšem atmosférickou depozicí, které rtuť podléhá, zpět do půdy. [13]

Rtuť se do organismu může dostat přímou inhalací, čímž dojde k poškození dýchacích cest. Dalšími negativními účinky jsou problémy neurologické a psychické, postižení štítné žlázy, oběhového systému, poškození ledvin, centrálního nervového systému, poškození plodu až ztráta zraku a případně po orálním užití poleptání sliznice trávicího traktu. [13]

2.4 Olovo (Pb)

Tento prvek, přesněji řečeno těžký kov, řadíme mezi nejrozšířenější těžké kovy. Výskyt v přírodě v ryzí formě je vzácný, převážně se vyskytuje ve sloučeninách, z nichž nejvýznamnější je galenit. Průměrný obsah olova v životním prostředí ve světě je 29,2mg/kg. Jiné zdroje ovšem uvádějí koncentrace až 35 mg/kg. Do životního prostředí se olovo dostávalo především z dopravy a to spalováním bezolovnatého benzínu s přídavkem olova, které se přidávalo pro zvýšení oktanového čísla. Používání bezolovnatého benzínu s přídavkem olova bylo dlouhodobé a tím pádem znečištění okolí komunikací olovem je velmi rozsáhlé a dlouhodobé. Od roku 2001 je používání olova jako přídavku do bezolovnatých benzínů zakázáno a nahradily je jiné antidetonační přísady. O kontaminaci olovem mluvím v globálním rozsahu. Jde o celosvětový problém. Zvýšený obsah olova, související právě s dopravou byl nalezen i v oblastech velmi odlehlých a to konkrétně v polárních le-

dovcích. Tato dálková kontaminace je způsobena atmosférickou depozicí, které olovo podléhá. Možným zdrojem může být i znečištěná pitná voda, k jejíž zamoření dochází v důsledku jejího transportu starými olovnými trubkami. Za zdroje olova můžeme považovat i imise z hutí, aplikaci čistírenských kalů, hnojiva, dále pak konzervy a z minulosti i barviva. [13], [18], [25]

Olovo se do organismu dostává převážně trávicím a dýchacím ústrojím a to dvěma způsoby, přímo anebo nepřímo. Pod pojmem přímé cesty si můžeme představit přímé vdechování, požití kontaminovaného prachu. Zatímco nepřímou cestou přijímáme tento prvek přes potravu. [13], [18], [25]

Olovo se v organismu hromadí převážně v kostech, má teratogenní účinky, je neurotoxické, hematotoxické, nefrotoxické a možný karcinogen. Pokud dojde k otravě organismu olovem, může dojít k poškození centrálního nervového systému, trávicího traktu, ledvin, imunitního systému, také k poškození krevní soustavy, svalstva a jiných orgánů a jejich funkcí. [13], [18], [25]

2.5 Zinek (Zn)

Měkký, lehce tavitelný kov přirozeně obsažený v horninách, půdách a sedimentech. Řadíme jej mezi nejvíce průmyslově vyráběné kovy. Využívá se jako antikorozní materiál sloužící k ochraně především železa a jeho sloučenin, k výrobě kovových součástek se širokým využitím. Je obsažen také v řadě slitin. Použití zinku může být například i při výrobě barviv, ve sklářském a keramickém průmyslu, ale také ke stabilizaci plastů a k výrobě fungicidů. Sloučenina oxid zinečnatý, který je z praktického hlediska využití nejdůležitější má luminiscenční schopnosti, proto se používá i při výrobě obrazovek. [23], [24]

Zdroje tohoto prvku mohou pocházet ze spalování fosilních paliv, z těžby a zpracování rud. Do půdy se dostává pomocí hnojiv nebo atmosférickou depozicí a spolu se „splachem“ polí vniká do vody. Mezi průmyslové zdroje můžeme zařadit povrchové úpravy kovů, zpracování tuků a neželezných rud. [23], [24]

2.6 Vliv vybraných rizikových prvků na životní prostředí

Znečištění rizikovými těžkými kovy se stále zkoumá, hledají se příčiny kontaminace a přechod těchto látek do rostlin. Ke kumulaci nebezpečných prvků dochází ve vysokých koncentracích ve vyšší trofické úrovni. Rizikovitost těžkých kovů v půdě je mnohem menší, nežli ve vodním prostředí. Ve vodě se pomocí mikrobiální methylace mohou vytvářet různé sloučeniny, které jsou vysoce toxické. Je také prokázáno, že gravitační depozice těžkých kovů je velmi důležitý zdroj obohacování ekosystému o tyto kovy. [13], [18]

Vstup rizikových látek do půdy je různý a záleží vždy na druhu prvku. Znečištění půdy je hlavním zdrojem následné kontaminace rostlin, zvířat i lidí. Jde o hlavní vstup těchto látek do ostatních organismů. O následném vstupu nebezpečných prvků do rostliny rozhoduje více faktorů. Vstup závisí na vlastnostech půdy i rostlin. Toxické kovy, které řadíme do skupiny rizikových prvků, jsou dlouhodobou hrozbou pro půdní prostředí. Negativně ovlivňují mikrobiální aktivitu, avšak samotné prvky mnohem méně, nežli jejich sloučeniny. Dochází také k nepříznivému ovlivnění půdních mikroorganismů a způsobují dlouhodobé, mnohdy i nevratné, poškození půd. S rostoucím pH půdy se zvyšuje i schopnost rostlin přijímat některé těžké kovy do svých kořenů. Naopak je příjem snížen, pokud se v půdě vyskytují ostatní těžké kovy, alkalické a kovy alkalických zemin. Tohle platí především u kadmia, které se v půdách vyskytuje v několika formách. Ty mohou být rozpustné ve vodě, výměnné, organicky vázané, okludované s oxidy železa a manganu, ve formě sloučenin anebo ve formě silikátů. Nebezpečnost kadmia obsaženého v půdě závisí na formě, ve které se vyskytuje. Kadmium nemůže být degradováno, je tedy dlouhodobým kontaminantem a taky hrozbou pro půdní prostředí, ve kterém nepříznivě ovlivňuje půdní mikroorganismy, které při vyšších koncentracích tohoto prvku ztrácí schopnost rozkládat organickou hmotu a polutanty organického původu. Toto poškození mikroorganismů je nevratné. Olovo například bývá rostlinami přijímáno pouze v malé míře a zásadní vliv má především na půdní mikroorganismy a to konkrétně na jejich aktivitu. Pokud je obsah tohoto prvku v půdě ve vysokých koncentracích, může docházet ke snížení půdní mikroflóry. Jelikož nedochází k transportu olova do nižších vrstev půdy, jsou zamořené pouze svrchní části.[9], [13], [21]

Do životního prostředí se zinek dostává přírodními procesy nebo antropogenní činností a má na něj negativní vliv. Je značně toxický pro vodní organismy, obzvláště pro lososovité ryby. Řadíme jej mezi biogenní stopové esenciální prvky, které jsou pro živočichy, rostliny nezbytné, ovšem v malém množství. Pokud je obsažené množství vyšší, považujeme jej za toxický a představuje pro nás velké riziko [23], [24]

Měď se dostává do životního prostředí prostřednictvím atmosférické depozice. Pro rostliny a zvířata je měď také nezbytná, ovšem pouze jako stopový prvek. Pokud je obsah mědi v půdě vysoký, váže se na organické látky nebo na jílovité částice a to je důvodem výskytu mědi pouze ve svrchních vrstvách půdy, jelikož díky navázání na tyto částice se měď nemůže transportovat do nižších vrstev. Tato schopnost mědi vázat se v půdě, má pozitivní vliv na životní prostředí a to ve smyslu snížení její toxicity právě tímto vázáním. Vysoké koncentrace mědi jsou vysoce toxické pro vodní organismy, viry a bakterie. [16], [26], [27], [29], [32]

Výskyt rtuti v ŽP je díky jeho velké toxicitě závažným problémem, najdeme ji ve všech jeho složkách. Zdroje tohoto znečištění jsou přírodního charakteru, nebo vlivem antropogenní činností, především chemického průmyslu. Další kontaminace mohou být způsobené odpady, obsahující například teploměry, baterie, výbojky, zářivky a další věci, které mohou obsahovat rtuť. [30], [33]

V knize Trace Elements from Soil to Human autoři poukázali na skutečnost, že stopové kovy obsažené v půdě vlivem antropogenní činnosti, jsou pro rostliny dostupnější, než- li stopové kovy přírodního původu, nezávisle na jejich formě. [40]

2.7 Vliv vybraných prvků na lidský organismus

Je prokázáno, že vysoké koncentrace těžkých kovů mají nepříznivý vliv jak na člověka, tak i na ostatní složky životního prostředí. Tohle ohrožení spolu úzce souvisí, jelikož vstup do lidského organismu může být cestou potravy a to jak přes rostliny, tak zvířata. Rostliny vypěstované na znečištěné půdě jsou zamořeny také a po jejím přijetí jako potravy člově-

kem, nebo zvířetem dochází ke kontaminaci a následnému ohrožení jak lidského, tak i jiného organismu. [9],[19]

Kadmium se podle IARC řadí mezi karcinogenní látky pro lidský organismus. Akutní otrava tímto těžkým kovem má velmi závažné důsledky. Může docházet k zvyšování krevního tlaku, selhávání ledvin a také k rozkladu červených krvinek. [9],[19]

Lidské tělo obsahuje přibližně 100 mg mědi, která se především váže na bílkoviny. Řadí se mezi prvky, které musíme denně dodávat v dávce 3-5 mg. V lidském těle tento prvek ovlivňuje růst kostí, mozku, srdce a spoustu jiných dalších orgánů. Mluvíme tedy o prvku, který je pro život nezbytný a změna obsahu mědi v organismu může vyvolat řadu negativních účinků. Nedostatek tohoto prvku v organismu způsobuje chudokrevnost, případně anémii a u malých dětí fyzickou a mentální retardaci. Vysoké koncentrace v lidském organismu vyvolávají žaludeční problémy, zvracení, anémii, poškození jater a ledvin a při extrémně vysokých dávkách i smrt. [16], [26], [27], [29], [32]

Toxicita rtuti je závislá na její formě výskytu a především rozpustnosti ve vodě. Téměř nulovou toxicitu vykazuje samotná elementární rtuť. Mnohem nebezpečnější jsou její sloučeniny a to především organokovové. Tento prvek řadíme jednoznačně do skupiny s negativním vlivem na lidské zdraví, jelikož se v organismu kumuluje a velmi obtížně a pomalu se dostává ven. Ke kumulaci rtuti dochází v játrech, slezině a nejvíce v ledvinách, kde se zdržuje i desítky let. Při chronické expozici může docházet k poškození CNS, mozku, chudokrevnosti a spoustě dalších potíží. Nejhorší dopad má rtuť a její sloučeniny na děti a plod. Vykazuje tedy i teratogenní účinky. [33]

Negativní účinky olova na lidské zdraví se dlouhodobě sledují. Považujeme jej podle IARC za pravděpodobný karcinogen pro lidský organismus, který může při dlouhodobé expozici vyvolat rakovinu ledvin a plic. Negativně působí na celou řadu lidských orgánů, mezi které řadíme již zmíněné plíce a ledviny. Dále poškozuje nervovou soustavu, červené krvinky, cévy a svalstvo. Pokud jsou expozice olovem velké, dochází k závažným zdravotním komplikacím např. i ke ztrátě zraku, poškození mozku až k úmrtí. Co se týče malých

děti, je pro ně olovo nebezpečné již v malých dávkách. U těhotných žen i nízké koncentrací olova poškozuje plod, zpožďuje jeho vývoje, nebo způsobuje nízkou porodní váhu. [31], [34]

Největší význam má pro nás zinek z hlediska dobrého působení na imunitní systém a anti-oxidační procesy. Ovšem při velkých koncentracích může vyvolat vážné zdravotní problémy a to především anorexii, zpožděný růst a dermatitidu. U zvýšených dávek zinku užívajícího se jako doplněk stravy v podobě tablet, které se dají volně koupit v lékárnách, může dojít k žaludečním křečím, nevolnosti až k následnému zvracení. Jestliže dojde k vystavení lidského organismu vysokým dávkám zinku po dobu několika měsíců, může dojít k anémii a poškození slinivky. Některé sloučeniny zinku mohou poškozovat i plod. Vstup do lidského organismu může nastat dvěma způsoby. Konzumací, a následného vstupu zinku přes trávicí ústrojí nebo vdechováním zinkového prachu, popřípadě páry a to konkrétně při slévání nebo tavení. [23], [24]

3 PŮDA

„Půdu lze definovat jako samostatný přírodní útvar vzniklý z povrchových zvětralin zemské kůry a organických zbytků za působení půdotvorných faktorů.“ [11]

Jedná se tedy o nejsvrchnější vrstvu zemské kůry. Mluvíme o životním prostředí půdního edafonu. Slouží také k pěstování kulturních rostlin, funguje, jako stanoviště pro planě rostoucí vegetaci, reguluje koloběh látek a zastává funkci jako zdroj, nebo úložiště rizikových látek. [4],[5],[6]

Existuje mnoho různých definic půdy, lze ji také popsat jako třífázový dynamicky stále se vyvíjející živý systém. Řadíme jí mezi přírodní nenahraditelné nejcennější bohatství. [4],[5],[6]

3.1 Složení půdy

Složení půdy je různorodé. Skládá se z několika vrstev, které vznikaly z matečné horniny postupným procesem. Složení a vlastnosti mateční horniny jsou rozdílné. V důsledku toho se liší i složení půdy, vody, fauny a flóry. Závisí také na klimatických podmínkách, na způsobu obdělávání půdy a obsahu sorbovaných živin. Zásadní vliv na vlastnosti půdy díky stabilizaci její struktury a schopnosti vázání půdní vody má „edafon“ a „humus“. „Edafon“ je živá organická hmota, skládající se z organismů, které žijí v půdě. Může se jednat o červy, bakterie, prvoky, hmyz, houby, řasy apod. „Humus“ je organická část hmoty, která vzniká z odumřelých organismů a podléhá mikrobiálním rozkladným procesům. Půdní edafon se dále může dělit na rostlinný a živočišný. Rostlinná část edafonu se nazývá „fytoedafon“, jenž umožňuje rostlinám podléhat různým biochemickým procesům. Například mineralizaci a humifikaci. Živočišnému edafon, říkáme „zooedafon“, je tvořen bezobratlými organizmy, obratlovci. [14], [35], [36],

Půda se tedy skládá jak z organické, tak i anorganické části. Organická část je nezbytná pro dobré kvalitativní vlastnosti zeminy a také pro její úrodnost. V zemině dochází k mnoha

přeměnam organických látek a mezi ty nejvýznamnější řadíme humifikaci, mineralizaci, akumulaci a transformaci. [35], [36]

3.2 Vlastnosti půdy

Půda se především vyznačuje významnou sorpční schopností, což je schopnost poutat na sebe různé látky z okolního prostředí. Dochází k spojování látek nezbytných pro půdotvorné procesy a také výživu rostlin. Tato schopnost zároveň určuje její úrodnost. Stav a vlastnosti sorpčního komplexu se mohou měnit vlivem chemické dynamiky, biologické činnosti, klimatu a také antropogenní činností spojenou se zásahem do půd. Může dojít ke stabilizaci, degradaci anebo k destrukci. Stabilizace je pozitivní změna, v níž dochází ke zlepšení vlastností půdy. Negativní následky má degradace a nejhorší, nejfatálnější možností je destrukce. [6],[13]

3.3 Funkce půdy

Funkce půdy je velmi rozsáhlá. Můžeme ji rozdělit na několik kategorií, které rozdělují její jednotlivé funkce v prostředí v souvislosti se všemi složkami životního prostředí. [11],[12]

Hlavní úlohu půdy nemůžeme jednoznačně určit, jelikož je nezastupitelná v mnoha ohledech. Proto se v literatuře uvádí více úkolů, které patří mezi hlavní funkce půdy. Půda je tedy základním článkem potravního řetězce, je zásobárnou živin, zdroj nerostných surovin, ovlivňuje bilanci látek. Jedná se také o plochu vhodnou k zastavení, je prostředím pro živočichy a pro růst rostlin. Zachycuje a filtruje vodu a také si ji ukládá, čili slouží jako zásobárna vody. [11],[12]

Samozřejmě má mnoho dalších úkolů, ať už s ohledem na člověka, který ji využívá například k aktivitám. Nebo má také sanitární a ekologickou funkci, což může být příkladem chování jako pufrační médium, možné k ovlivnění klimatu nebo k zachytávání a ukládání CO₂. Také zde musím zmínit i úlohu estetickou, archeologickou a kulturní. Všechny tyto pojmy řadíme mezi hlavní funkce půdy. [11],[12]

3.4 Kontaminace půdy

Kontaminací půdy můžeme rozumět chemickou degradací, jedná se tedy o obohacování půdy o cizorodé látky a jejich sloučeniny. Vstup těchto látek do země může být antropogenní činností, tedy přímým působením, nebo i nepřímým a to vlivem hydrosféry a atmosféry. Tyto látky mohou být ve všech skupenstvích, jak v plynném, kapalném tak i v pevném. Na půdu mohou negativně působit a to především na pohyb živin, mohou měnit podstatu chemických reakcí a snižovat schopnosti života půdních organismů v kontaminované půdě. Znečištěním zeminy může dojít k ovlivnění jejího pH, uvolněním nebo naopak k vázáním některých prvků. Koncentrace těchto složek může být velmi nízká, ale postupným hromaděním může dojít až k nevratnému poškození půdy. Chemickou degradací neboli kontaminací může způsobovat nadměrné hnojení, používání ošetřujících prostředků v zemědělství, například pesticidů, dále pak vniknutí látek ať už anorganických nebo organických do půdy, těžbou nerostných surovin, toxickými látkami, kyselými dešti apod. Mezi takto znečišťující látky řadíme i těžké kovy, které se řadí do skupiny rizikových prvků, nebo také polychlorované bifenoly, ropné látky apod. Vstup těchto látek je většinou vlivem obhospodařování půdy. Kontaminovaná půda může mít nepříznivý dopad jak na faunu a flóru i samotnou půdu a celkově na životní prostředí, ale hlavní dopad je na lidské zdraví. Znečištění půdy může mít nevratné negativní následky na vlastnosti a funkce půdy, ale také může dojít k otravě flóry a půdních mikroorganismů. Tyto organismy mají v zemině nezastupitelnou úlohu při rozkladu organické hmoty a koloběhu živin. Poškození a zamoření půd je oproti znečištění vod dlouhodobým problémem. V rozvinutých státech, do kterých patří i Evropa je dobře známý rozsah kontaminace půdy. K nejčastějšímu posouzení chování a obsahu těžkých kovů v hlíně je potřeba znát pH půdy a využít kationtové výměnné kapacity. [6],[13],[14],[15]

3.5 Monitoring půdy

„Monitoring v resortu zemědělství je chápán jako důsledné, pravidelné a opakované, v čase a prostoru definované sledování přesně určených ukazatelů v jednotlivých složkách, sledování jejich vzájemných vazeb, stavu a dynamiky chování celého systému potravních řetězců s předem zvoleným záměrem. Jde o systém otevřený, který slouží správním a výkonným orgánům státu jako součást informačního systému o agrárních ekosystémech

k formulování strategie resortu v oblasti kontaminace zemědělského výrobního prostředí cizorodými látkami.“ [28]

Monitorování půdy a jeho cíle jsou prováděny v souladu se zákonem č. 147/2002 Sb. Cílem monitoringu je získávání informací a výsledků o stavu, ve kterém se v současné době půda nachází. Podle naměřených údajů lze posoudit, zda-li došlo ke jeho zlepšení, nebo může být viděn vývoj kontaminace a následné předcházení dalšího znečištění preventivními opatřeními. Monitorování půdy v ČR má na starost ÚKZÚZ, který má pod svou správou síť monitorizačních ploch, která vznikla v roce 1992. Tato síť je rozmístěná po celé republice. [10], [5]

Opatření a účinnost monitorování za účelem posuzování rizik pro ŽP je závislá na politických rozhodnutích a také spolehlivosti monitorovacích procesů. Průběh a styl provedení závisí na cílech monitoringu. Velký důraz je kladen na manipulaci se vzorkem, na jeho analýzu, uskladnění a na celkový postup tohoto výzkumu. Taktéž je velmi důležitou částí výzkumu zvolené místo odběru vzorků. [38]

4 DŘÍVE PROVÁDĚNÉ VÝZKUMY

Monitoring kontaminantů v půdě, ať už rizikových prvků, nebo látek se provádí po celém světě. Jde o činnost, která vede k odhalení změn v ekosystému a předcházení zhoršení stavu ŽP. Například v Maďarsku se začala půda monitorovat v roce 1978 a důvodem byl právě stav úrodnosti půdy, která byla zasažena kontaminanty. [37]

V roce 1998 byl ve Španělsku zahájen program založený na monitorování rizikových kovů v půdě v blízkosti spalovny nebezpečných odpadů. Při tomto monitoringu, který je prováděn již řadu let, bylo zjištěno, že koncentrace rizikových prvků v půdě a vegetaci poblíž spalovny mají velmi podobné hodnoty, jako půdy a vegetace v jiných městských oblastech. [39]

Na celém území Evropy probíhal projekt BioSoil. Projekt je založen na zjištění stavu a vlastnosti lesních půd po celé Evropě. Realizace projektu proběhla v letech 2005-2008. ČR byla do projektu zapojena a stanovení obsahu RP v lesních půdách probíhalo ve výluhu lučavky královské. V ČR bylo monitorováno celkem 146 ploch. ÚKZÚZ provádí monitoring lesních půd pravidelně. Monitorování poskytlo informace o kyselosti lesních půd na území ČR. Severní Morava patří k oblastem s vyšší koncentrací Cd a Cu. [41]

Podle výzkumného ústavu rostlinné výroby jsou nejvíce kontaminované oblasti severní Čechy a to především Příbramsko a Kutná Hora. [42]

5 LEGISLATIVA

Pro ochranu půdy není v ČR samostatný zákon. Máme pouze body v zákonech, které se týkají tohoto problému. Jde o zákon o ochraně přírody a krajiny č.114/1992 Sb., zákon České národní rady o ochraně zemědělského půdního fondu č.334/1992 Sb. a také zákon parlamentu České republiky o lesích a o změně a doplnění některých zákonů č.289/1995 Sb. Ochrana půdy se vztahuje především na lesní a zemědělskou půdu. Na legislativě v oblasti ochrany půdy se podílí ministerstvo životního prostředí a ministerstvo zemědělství. Je však nedostatečná. [6]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

6.1 POUŽITÉ CHEMIKÁLIE, PŘÍSTROJE A POMŮCKY

Použité chemikálie – destilovaná voda, H_2O_2 , HNO_3 , vzorky půdy, čisticí přípravek u XRF spektrometrie

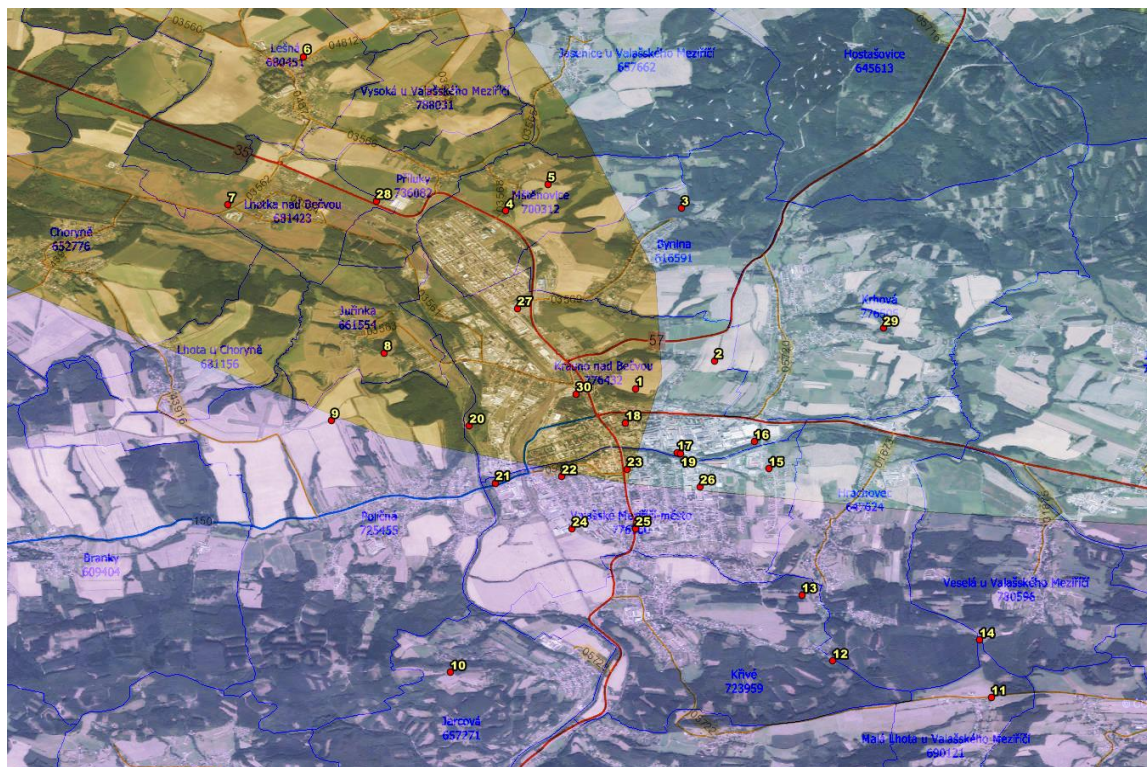
Použité přístroje – XRF spektrometr Elvax , AAS AMA 254, AAS, centrifuga, mlýn MM301 od výrobce Retsch, váhy, analytické váhy, mikrovlnná rozkladná jednotka MW500 Merck, GPS Garmin 60CSx

Použité pomůcky – kádinky, baňky, zkumavky, lžičky, lodičky, polyuretanová vzorkovnice, patrona pro mineralizaci, sondovací tyč, papírové sáčky, plastové nádoby na uskladnění vzorků, zápisník

6.2 ODBĚRY VZORKŮ K ANALÝZE

Odebrání vzorků probíhalo náhodně. Místa byla zvolena tak, aby vzorky byly odebrány jak u potenciálních zdrojů znečištění, tak i v odlehlejších oblastech, kde se předpokládala menší kontaminace. Odběr probíhal pomocí sondovací tyče nadvakrát, v každém bylo odebráno 30 vzorků, celkem tedy 60 kusů. Odběry byly od sebe vzdáleny přibližně 2,5 měsíce. Odebrané vzorky byly vloženy do papírových sáčků. Místa, na kterých probíhal odběr, byly zaměřeny pomocí přístroje GPS Garmin 60CSx a jejich souřadnice byly zaznamenány a vneseny do mapy, podle které se zjistilo, o které typy půd se jedná.

1. odběr proběhl 28-29.10.2013 a bylo odebráno 30 vzorků, z toho přibližně polovina byla odebrána v městské části a druhá polovina ve vzdálených oblastech od města. 2. odběr probíhal 10.- 11.1.2014 ve stejných místech, jako první odběr. Takto odebrané a uschované vzorky v papírových sáčcích byly převezeny do laboratoře, kde došlo k následnému zpracování vzorků.



Obr. 1 – mapové zobrazení odběru vzorků

6.3 PŘÍPRAVA VZORKŮ K ANALÝZE

Dalším krokem bylo sušení vzorků. Probíhalo v sušárně při 120°C po dobu 24 hodin. Po vysušení vzorků následovalo mletí, neboli homogenizace, které bylo prováděno v mlýnu MM301 od výrobce Retsch. U homogenizace byla nastavena frekvence na 20 kmitů za sekundu, jež trvala 90 vteřin.

6.4 ANALÝZA TĚŽKÝCH KOVŮ POMOCÍ XRF SPEKTROMETRU

Zhomogenizované vzorky byly přeneseny k přístroji X-Ray Fluorescence Spectrometer Elvax a následovalo přibližné stanovení těžkých kovů ve všech 60 vzorcích. Rentgen se nastavil na těžké kovy a parametry byly seřízené na proud trubice 5,5 μA , napětí trubice

45kV a doba měření trvala 60 vteřin. Z tohoto měření nám vyšlo, že největší zastoupení ve vzorcích má železo a mangan, což je přirozená součást půdy a dále pak kadmium, zinek, olovo a kobalt.

6.5 ANALÝZA RTUTI POMOCÍ AAS AMA 254

Následně se analyzoval obsah rtuti přítomné ve vzorcích. Analyzovalo se opět všech 60 vzorků a stanovení probíhalo na AAS AMA 254. Stanovené hodnoty se vytiskly a následně vnesly do tabulek a grafů.

6.6 MINERALIZACE

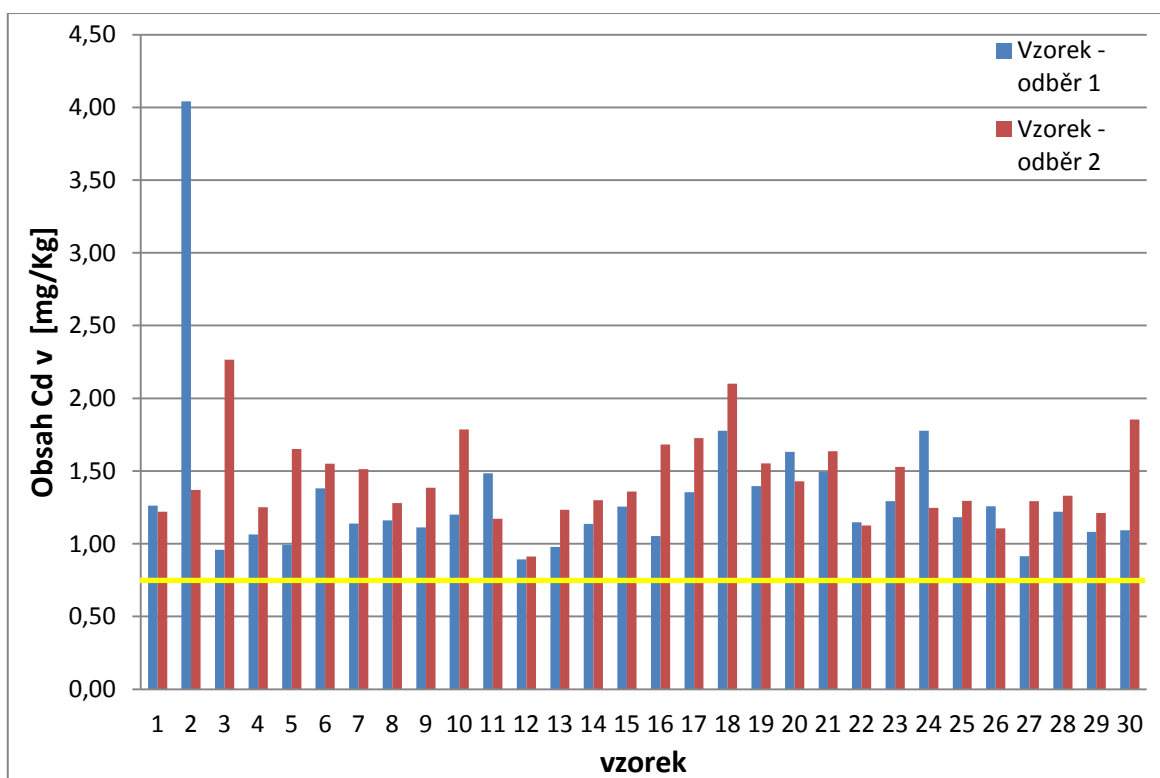
Následovala mineralizace. Nejprve se navázilo, navážka přibližně 0,1 g, tato se převedla do patrony, přidal se 1 ml 2M HNO_3 a 1 ml čistého peroxidu H_2O_2 . Poté se patrona uzavřela a vložila do mikrovlnné rozkladné jednotky MW 500 na dobu 3 minut. Po vyjmutí se patrona ochladila a kapalina se převedla do titrační baňky o objemu 10 ml. Sediment uložený vespod patrony se doplnil opět 1ml HNO_3 a 1 ml čistého peroxidu a vložil se do mikrovlnné rozkladné jednotky na dobu 3 minut. Tento postup se opakoval ještě jednou. Avšak tentokrát se převedl celý objem patrony do odměrné baňky a doplnil destilovanou vodou po rysku.

Tato operace se provedla u všech 60 vzorků. Následný postup byl převedení obsahu baněk do zkumavek, které se daly do centrifugy, která se nastavila na 20 minut a 4600 otáček za minutu. Po vyjmutí z centrifugy se čistá kapalina převedla do zkumavek a vzorky se analyzovaly na AAS.

7 VÝSLEDKY A DISKUZE

Analýza jednotlivých těžkých kovů probíhala na AAS pod vedením paní laborantky. Neměřené hodnoty byly přepočítány na gram půdy, vneseny do tabulek a následně do grafů. Limitní hodnoty vybraných rizikových prvků v půdě uvedené ve vyhlášce č.257/2009 sb. jsou zakresleny do grafu pomocí žluté čáry, která nám umožňuje přehledně určitě překročení zákonem daných limitních hodnot.

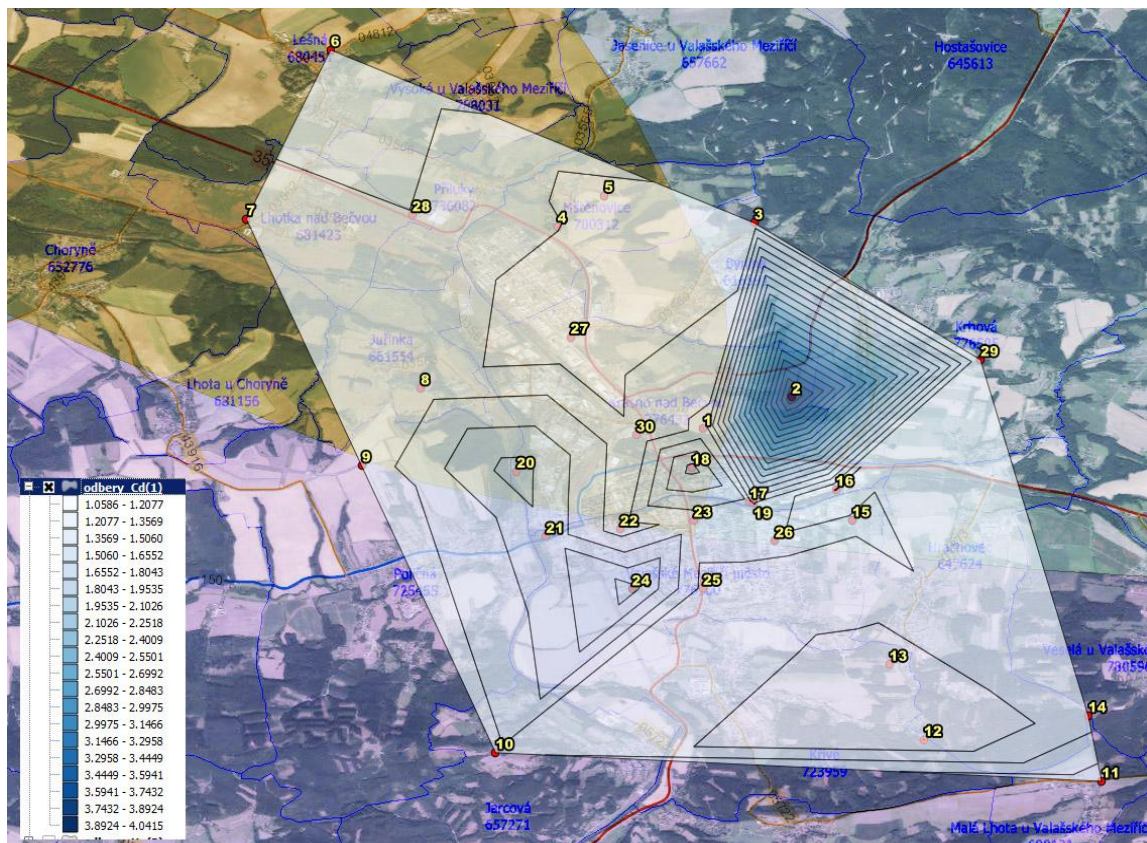
7.1 Obsah kadmia a zájmové lokality



Obr. 2 - koncentrace kadmia v půdě

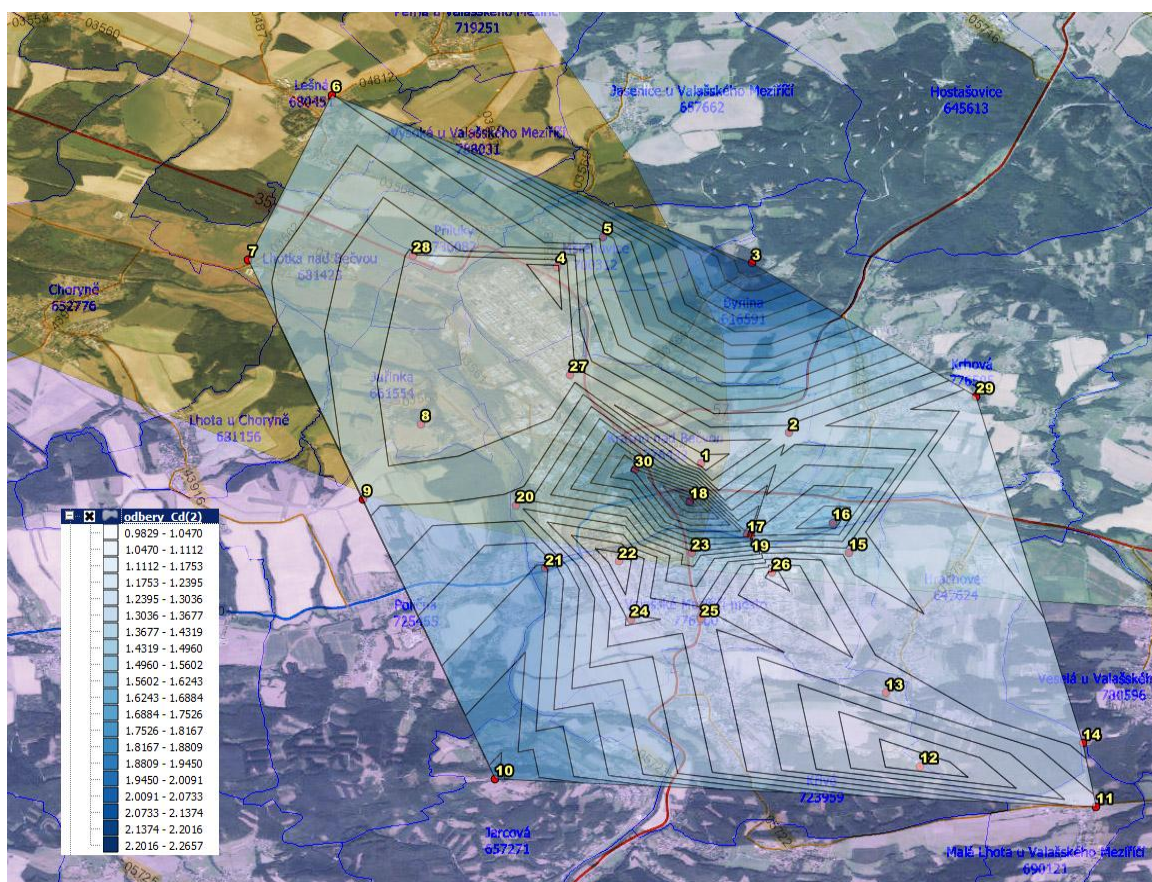
Limitní hodnoty kadmia v běžných půdách jsou stanoveny na 0,5 ug/g. Tyto hodnoty v odebraných a stanovených vzorcích byly překročeny. V některých případech i několikanásobně. Tuto skutečnost si lze vysvětlit možným vlivem zemědělství, atmosférické depozice, ale i průmyslu, jelikož se v zájmové lokalitě nacházela společnost Tesla.

Místa, ve kterých se nachází největší koncentrace kadmia leží v městské části, ale i v odlehlějších místech. Znečištění je pravděpodobně způsobeno atmosférickou depozicí, větrem a jiných přírodních vlivů, které způsobují znečištění i v odlehlých oblastech.



Obr. 3 – koncentrace kadmia v zájmové lokalitě – odběr 1

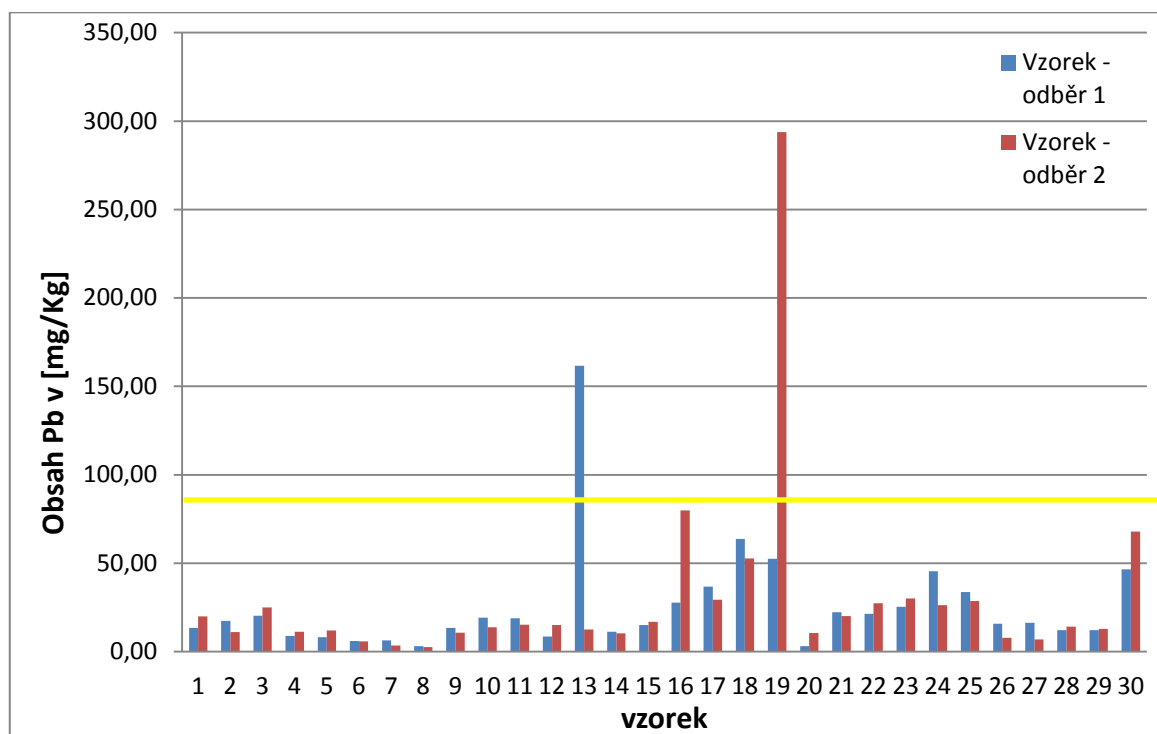
Na tomto mapovém záznamu lze vyčíst, že největší koncentrace kadmia v zájmové lokalitě u prvního odběru byla naměřena u vzorku číslo 2. Tento vzorek byl odebrán v městské části Potůčky a to přímo na poli u památníku Helštýn. Takovouto skutečnost a velkou koncentraci si lze vysvětlit hnojením a jinými vlivy zemědělství. Druhá největší koncentrace kadmia v půdě byla zaznamenána v oblasti obce Bynina, kterou lze opět vysvětlit vlivem zemědělství, nebo atmosférickou depozicí. Další zvýšené objemy kadmia byly nalezeny v městské části a to konkrétně ve spodní části města na ulici Jíčínská a na ulici Křižná u základní školy. V oblast s největším výskytem kadmia v prvním odběru se rozkládá půdní typ kambizem oglejená.



Obr. 4 – koncentrace kadmia v zájmové lokalitě – odběr 2

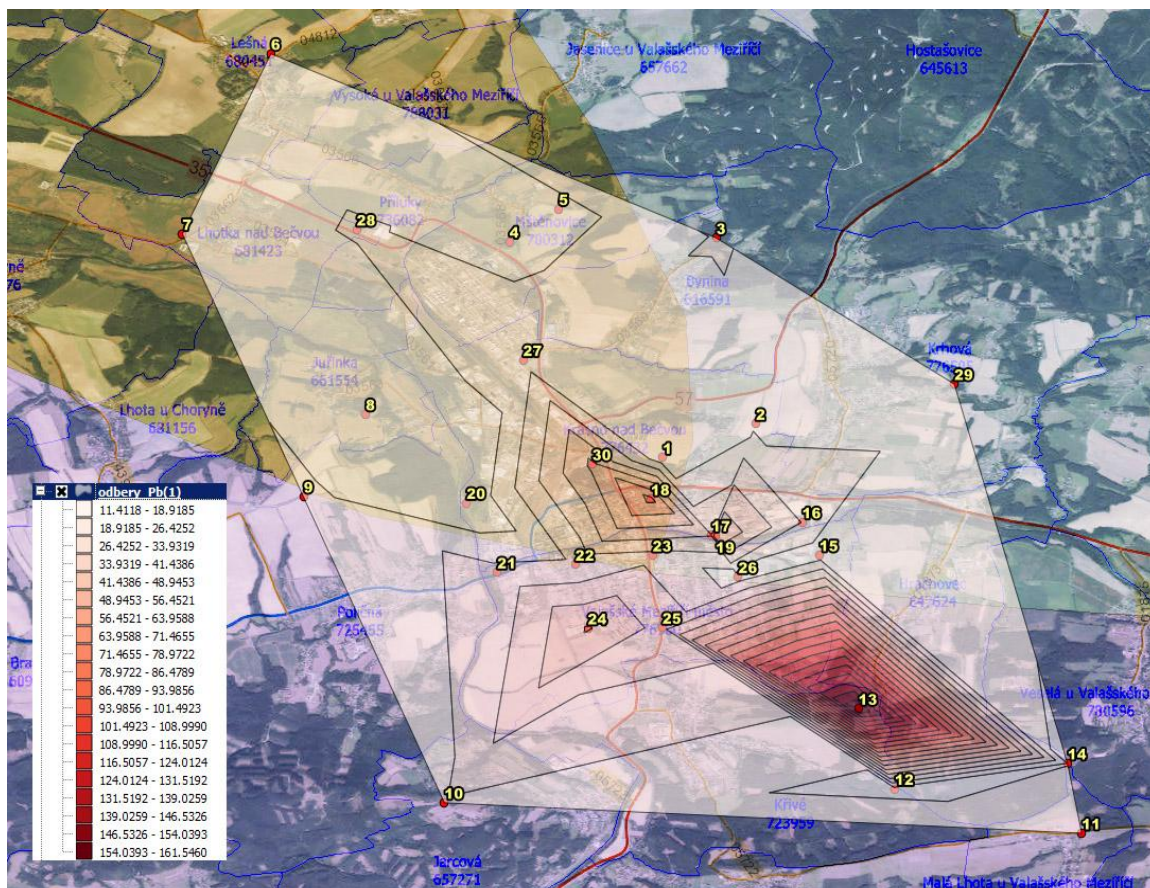
Na tomto mapovém zobrazení koncentrace kadmia v půdě, lze pozorovat, že v druhém odběru byly nejvyšší koncentrace kadmia v odlehlých částech města a to v obcích Bynina a Jarcová. V městských částech byl zjištěn nejvyšší výskyt tohoto prvku u zámku Kinských a na ulici Jíčínská. Zvýšenou koncentraci kadmia v odlehlých částech si lze vysvětlit vlivem zemědělství, atmosférické depozice, nebo i působením automobilové dopravy. Zato na zvýšeném obsahu kadmia v půdě v městských částech působí spíše průmysl, antropogenní činnosti, ale i atmosférická depozice, vítr a jiné klimatické podmínky. Na místech, ve kterých se nachází větší koncentrace kadmia, leží podle české geologické služby půdní typy kambizem mesobazická, kambizem oglejená a fluvizem glejová a modální.

7.2 Obsah olova v zájmové lokalitě



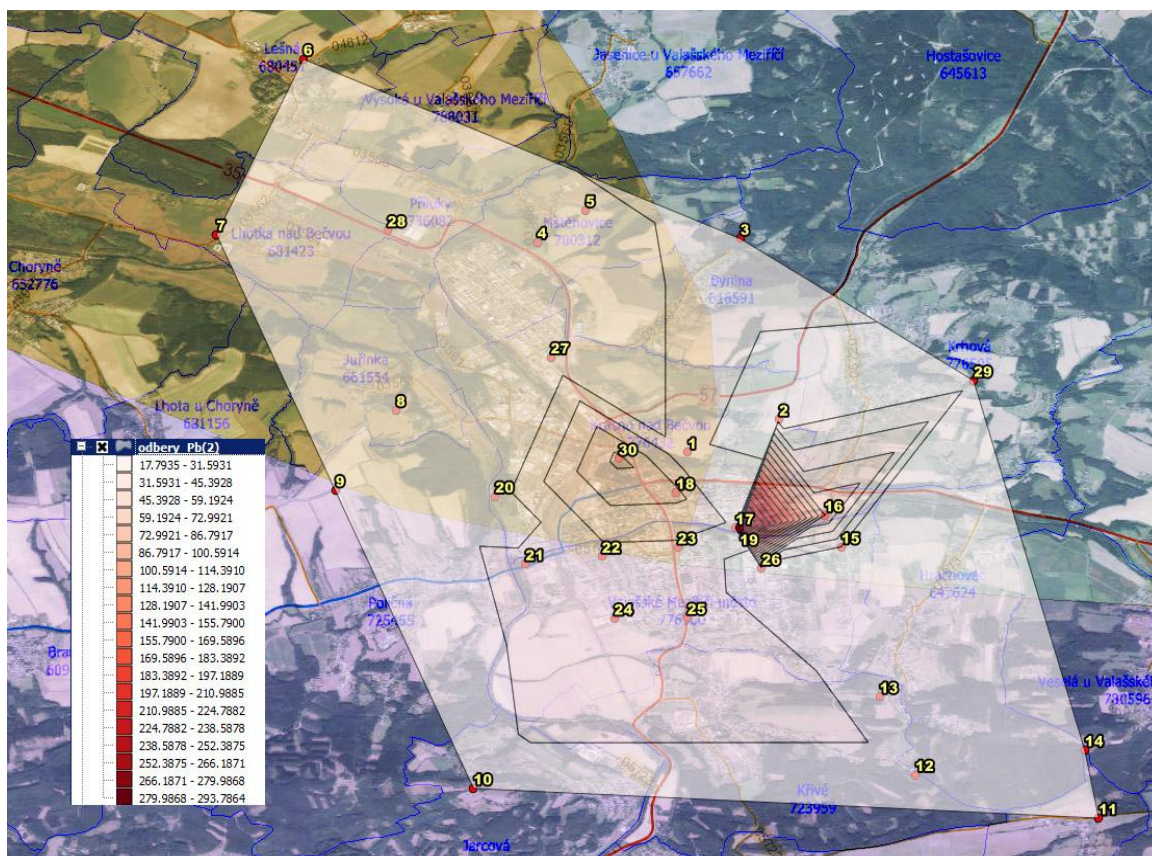
Obr. 5 - koncentrace olova v půdě

Na grafickém znázornění koncentrace olova v půdě můžeme vidět, že hodnoty překračující limitní v běžných půdách není mnoho, avšak tyto místa se nachází převážně v městské části. Pouze jeden vzorek překračující limitní hodnoty se vyskytuje v odlehlejší části. Za původce tohoto znečištění je možné považovat automobilovou dopravu, jelikož ve městě je velmi frekventovaná.



Obr. 6 – koncentrace olova v zájmové lokalitě – odběr 1

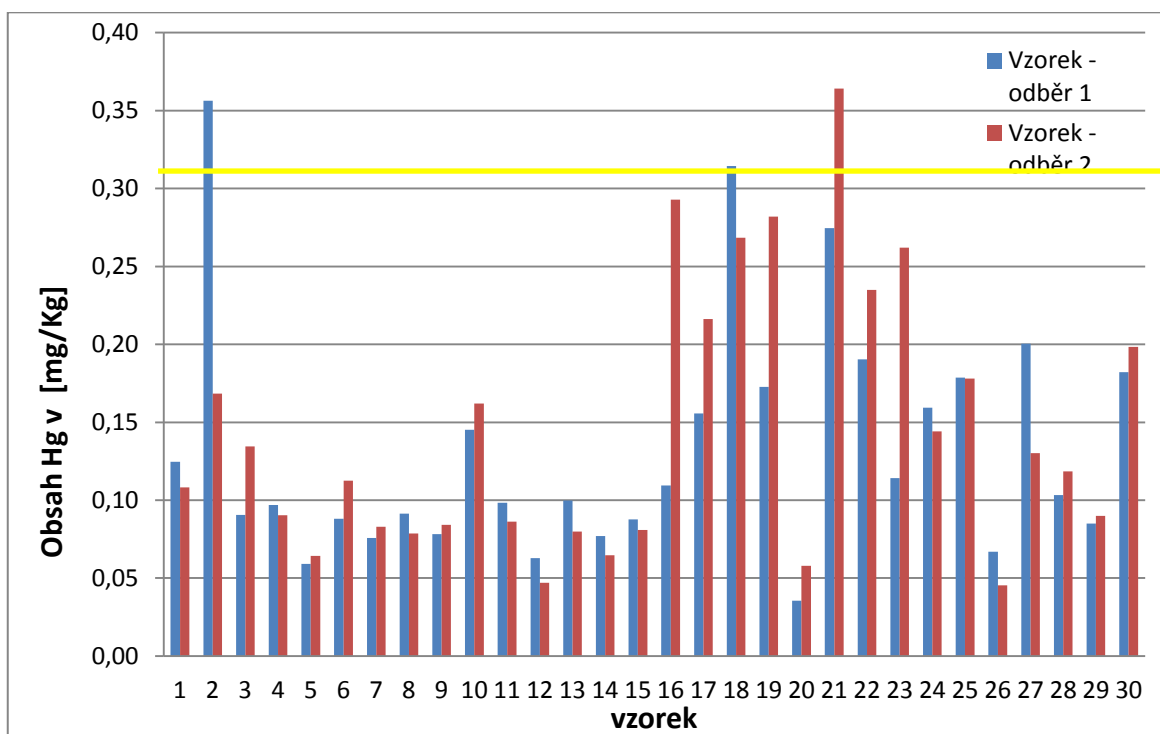
Z tohoto mapového záznamu obsahu olova v zájmové lokalitě v prvním vzorku můžeme vyčíst, že nejvyšší koncentrace tohoto prvku se nachází v odlehlé části města. Vzorek byl odebrán na Vrchovině, která se nachází v blízkosti lesa v nepříliš obydlené oblasti u obce Hrachovec a Podlesí. Proto si tuto několikanásobně zvýšenou hodnotu můžeme vysvětlit chybou měření, nebo mohlo dojít například k vyhození autobaterie a jiných možných odpadů obsahujících olovo. Ovšem podle následující mapy a druhého odběru lze spíše soudit, že šlo o chybu měření. Jelikož koncentrace olova v těchto místech se v obou odběrech dosti liší, i přes to, že vzorky byly od sebe odebrány v poměrně krátké době. V oblasti s nejvyšší koncentrací olova se nachází půdní typ kambizem mesobazická.



Obr. 7 – koncentrace olova v zájmové lokalitě - odběr 2

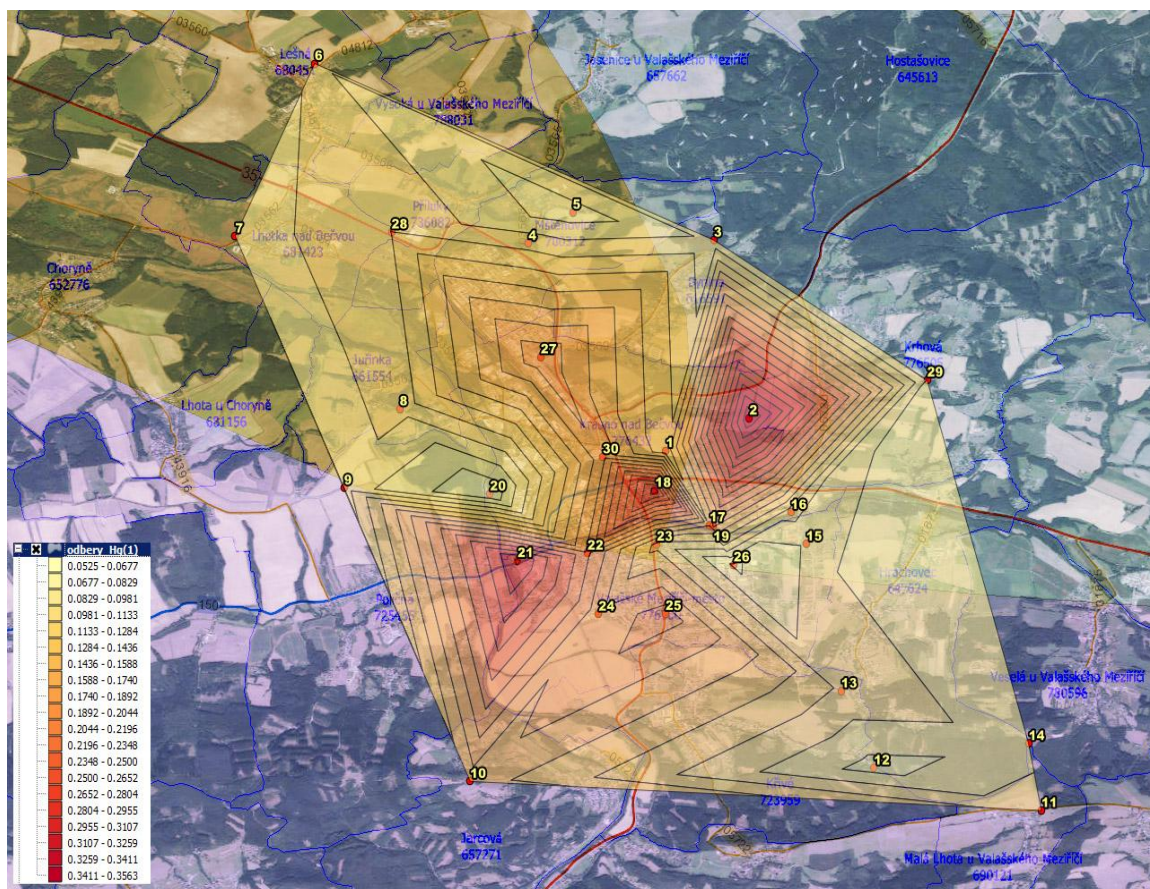
Tento mapový záznam výskytu olova v zájmové lokalitě v odběru číslo 2 nám prozrazuje, že nevyšší koncentrace olova se nacházely v městské části a to konkrétně na ulici Křižná. Vzorek číslo 19, jež ukazuje několikanásobně vyšší hodnoty, než jsou povolené limity, byl odebrán v blízkosti základní školy Křižná. Toto zvýšení si můžeme opět vysvětlit chybou měření, nebo vlivem antropogenní činnosti. Mohlo zde dojít k vyhození odpadu, obsahujícího olovo. Vzorek, ve kterém se nachází tato velmi zvýšená koncentrace, byl odebrán na místě, kde se vyskytuje podle české geologické služby půdní typ fluvizem modální.

7.3 Obsah rtuti v zájmové lokalitě



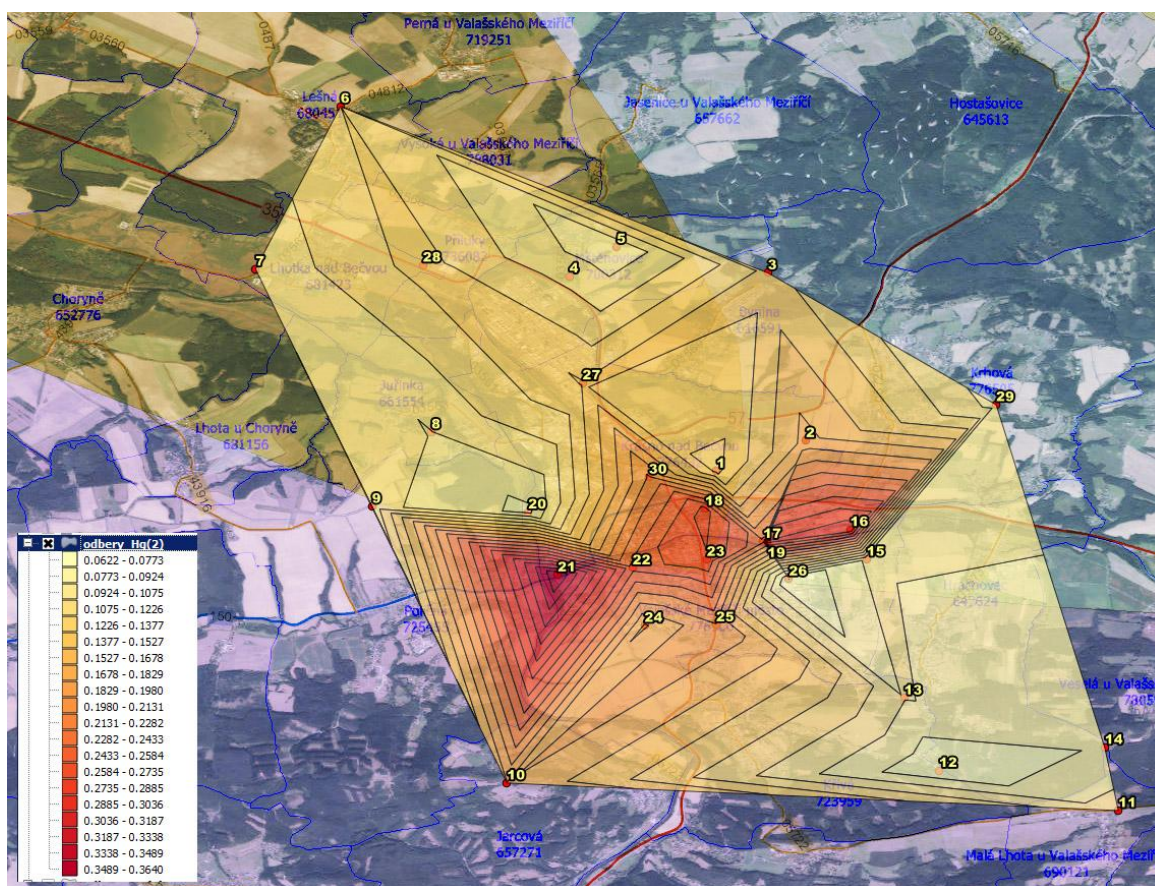
Obr. 8 – koncentrace rtuti v půdě

Místa, překračující koncentrace limitních hodnot rtuti v běžných půdách jsou tři. Všechny se nachází v blízkosti města, nebo přímo ve městě. Nejvíce kontaminovanou oblastí je park Abácie u obce Poličná. Druhá oblast, která přesahuje limitní hodnoty rtuti je pole Helštýn, v městské části Potůčky. Jelikož se rtuť vyskytuje v dehtu, se kterým pracuje společnost Deza a.s., je možné za původce tohoto znečištění považovat i tuto společnost. Samozřejmě se nejedná o jediný možný zdroj znečištění. Další zdroje mohou být průmysl, automobilová doprava a zemědělství.



Obr. 9 – koncentrace rtuti v záměrové lokalitě - odběr 1

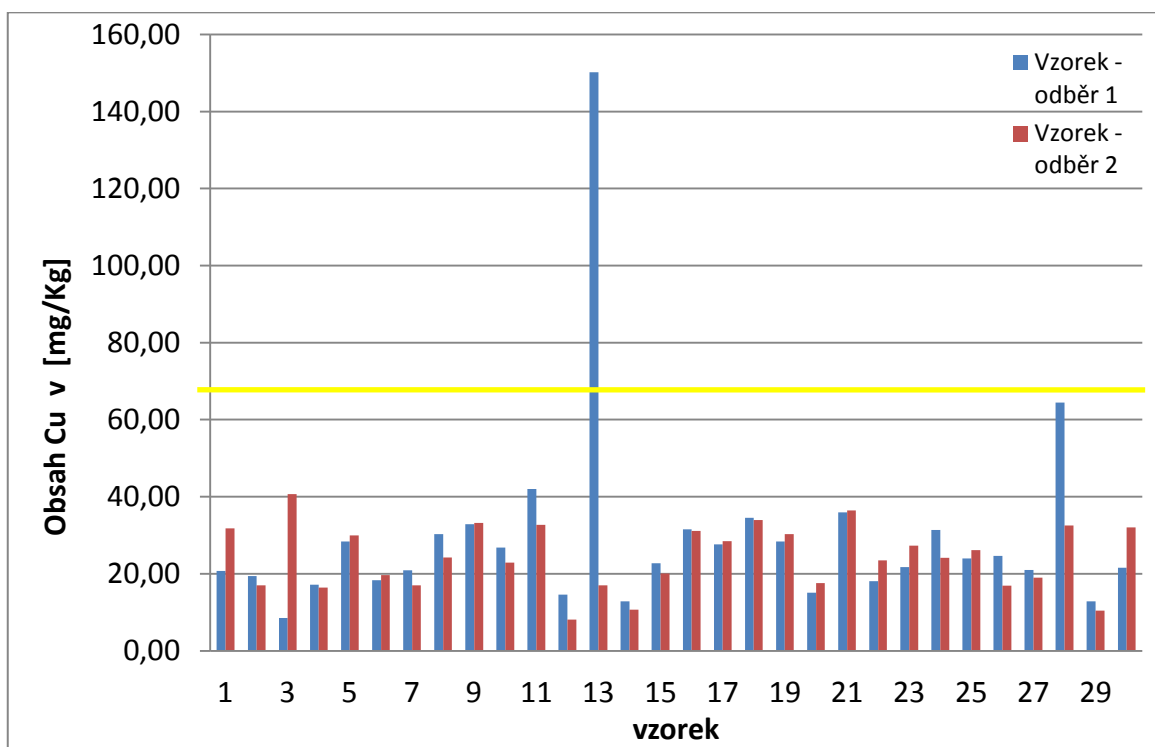
Podle tohoto mapového záznamu lze vidět, že nejvyšší koncentrace rtuti se vyskytují především v městských částech. Největší a zároveň překračující povolené limitní hodnoty se nachází v městské části Potůčky. Vzorek byl odebrán na poli, které leží v blízkosti památníku Helštýn. Tato skutečnost nám ukazuje, že možné zvýšení této koncentrace mohlo ovlivnit zemědělství. Dalšími vlivy mohou být určitě průmysl, atmosférická depozice a jiné klimatické podmínky.



Obr. 10 – koncentrace rtuti v zájmové lokalitě – odběr 2

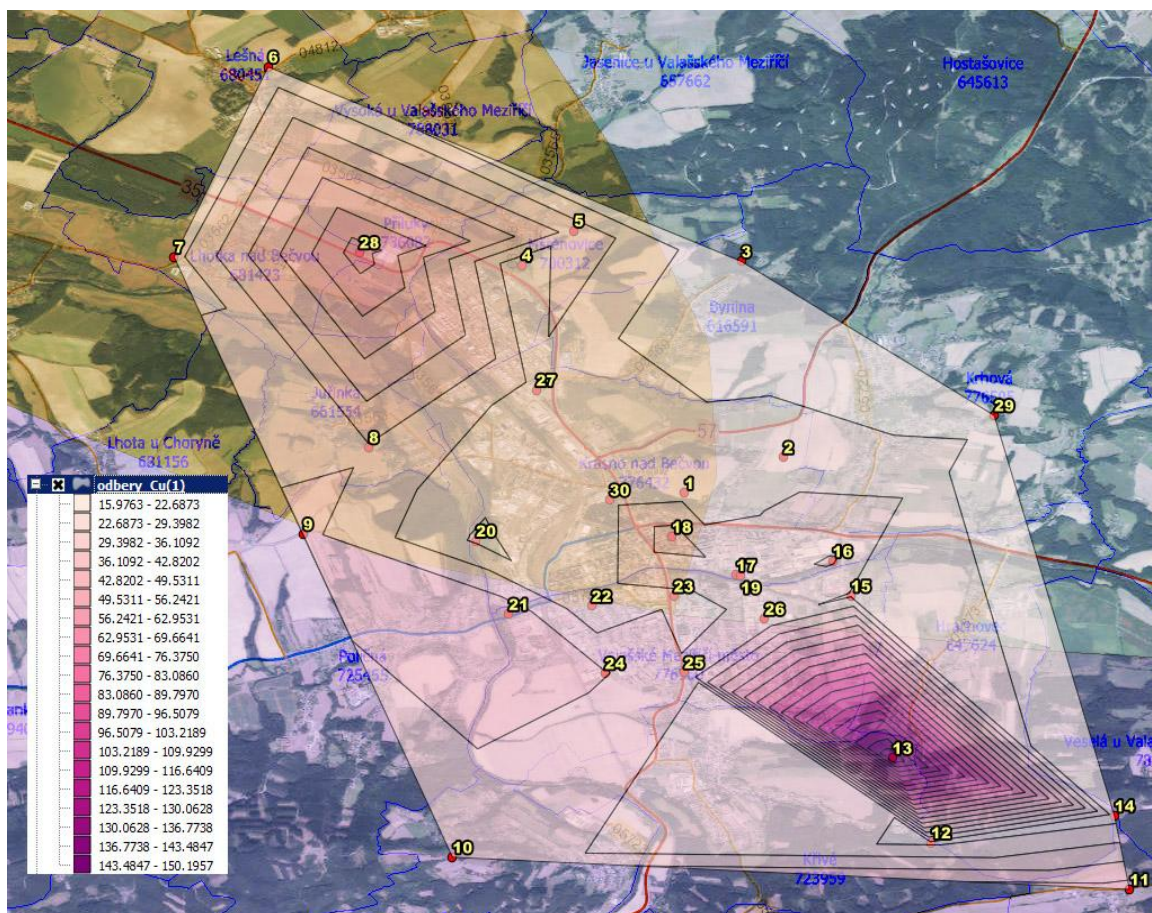
Na této mapě lze pozorovat zvýšený výskyt olova ve vzorcích číslo 21 a 16. Tento vzestup koncentrace se nachází v městských částech. Konkrétně vzorek číslo 16 byl odebrán na cyklostezce u řeky Bečvy poblíž průmyslového areálu Schott Solar a 21 v parku Abácie u obce Poličná. Zvýšení olova lze vysvětlit vlivem průmyslu, automobilové dopravy, samozřejmě i atmosférickou depozicí, či změnou ročního období. Na místech, kde se nachází zvýšená koncentrace rtuti, se rozkládá podle české geologické služby půdní typ fluvizem glejová.

7.4 Obsah mědi v zájmové lokalitě



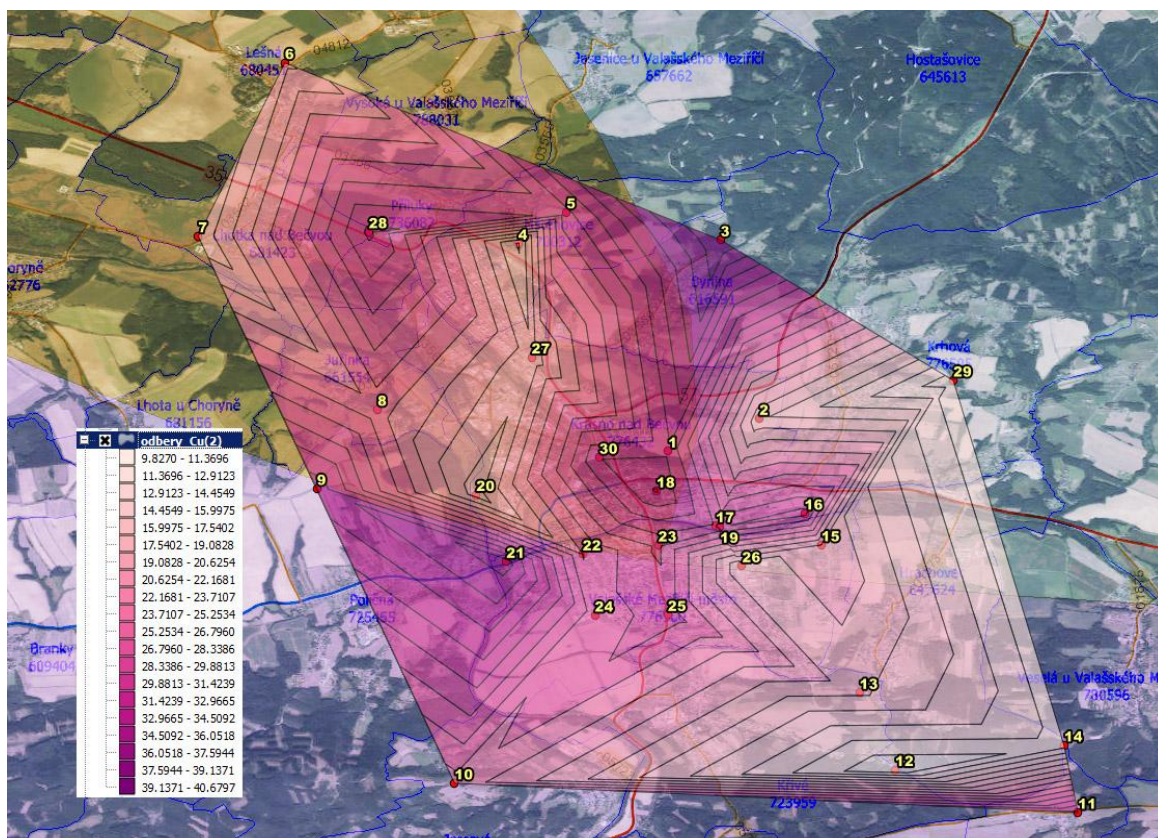
Obr. 11 – koncentrace mědi v půdě

Koncentrace překračující tyto hodnoty mědi jsou pouze dvě. Jedná se o místa, která jsou vzdálenější od městské části. Znečištění může být způsobeno hnojením, jelikož jedno z míst překračující limitně dané koncentrace je pole, nacházející se v blízkosti průmyslového objektu Cie automotive. V době odběru vzorků bylo pole zorané. Druhým místem je v blízkosti lesů v obci Hrachovec, dostatečně vzdáleno od města. Znečištění této lokality je možné vysvětlit vlivem atmosférické depozice.



Obr. 12 – koncentrace mědi v zájmové lokalitě – odběr 1

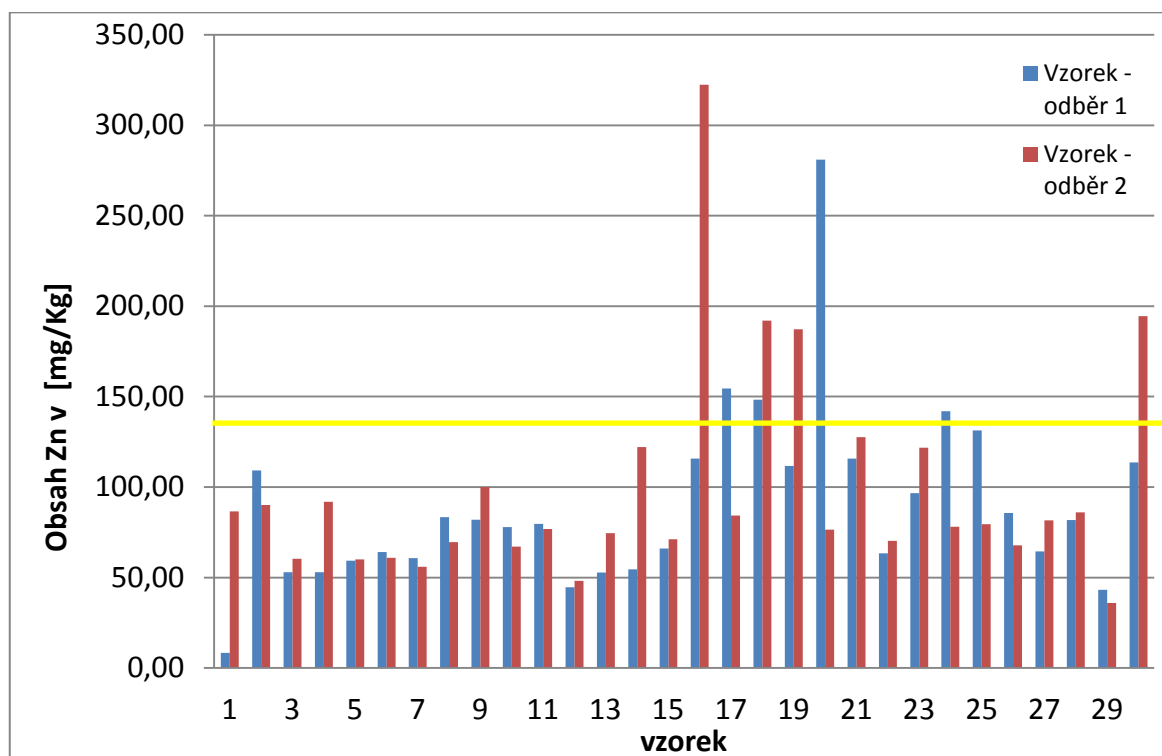
Podle tohoto mapového záznamu můžeme pozorovat dvě místa, ve kterých byla v prvním odběru nalezena překročená limitní povolená hodnota koncentrace mědi. A to u vzorků číslo 13 a 28. Což u prvního z nich číslo 13, odebraný na ulici Jíčínská, byly hodnoty překročeny až několikanásobně. Tuto skutečnost si lze vysvětlit tím, že v blízkosti tohoto místa se nachází průmyslová oblast. Ale také to může být způsobeno automobilovou dopravou, či přírodními vlivy jako atmosférickou depozicí a dalšími klimatickými změnami. Vzorek číslo 28 byl odebrán na poli v blízkosti společnosti Deza, Cabot a Cie automotive. V době odběru bylo pole zorané, tudíž tato zvýšená koncentrace může být způsobena vlivem zemědělství. Dalšími možnými vlivy je přírodní působení a automobilová doprava, jelikož v této oblasti je hlavní tah dopravy směr Hranice. Typem půdy podle české geologické služby, na kterých se nachází odebrané vzorky se zvýšenou, nebo překračující limitní hodnotou, je fluvizem glejová a kambizem mesobazická.



Obr. 13 – koncentrace mědi v zájmové lokalitě – odběr 2

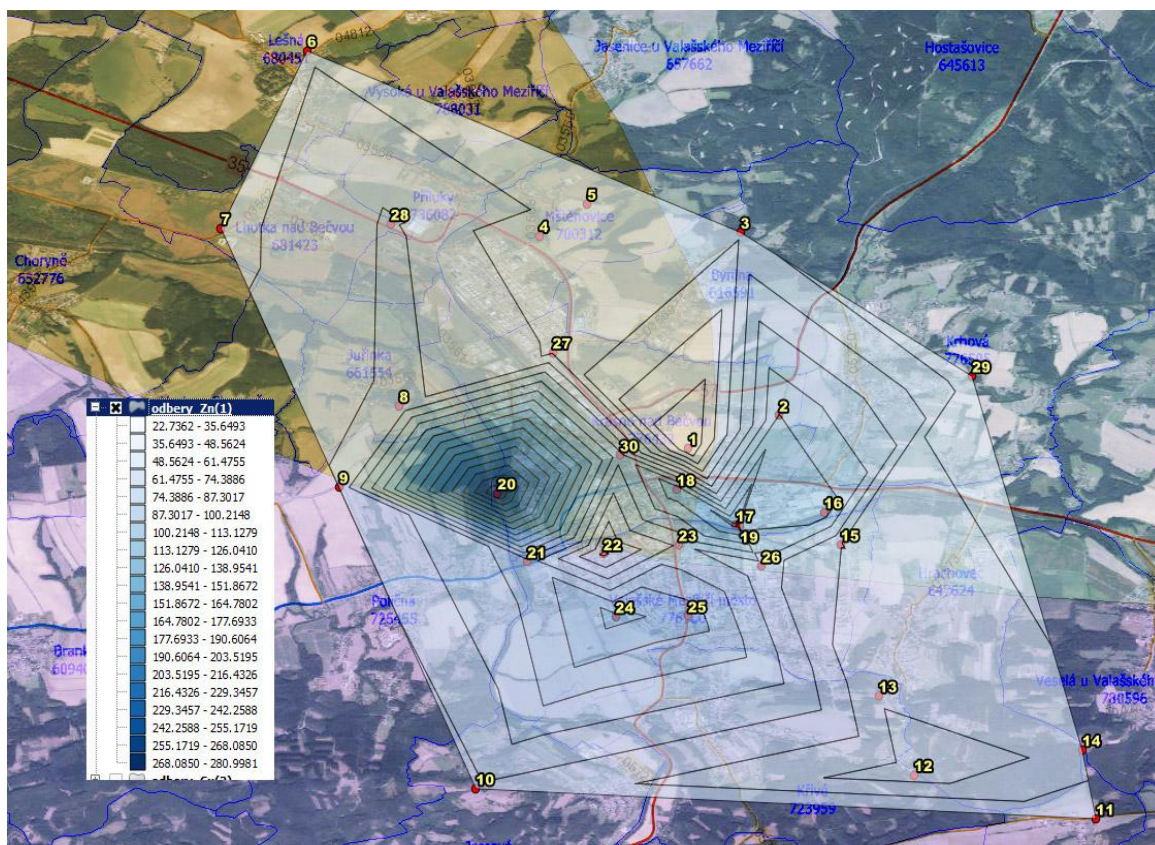
Na této mapě můžeme pozorovat, že koncentrace mědi je ve všem případech velmi podobná a ani jedna hodnota nepřekročila hodnoty limitní. Nejvyšší koncentrace byly naměřeny u vzorků číslo 1, 3, 9, 11, 18 a 21, které byly odebrány převážně v odlehlých částech města. Pouze vzorky číslo 18 a 21 se nacházely v městské části. Ovšem jak již bylo zmíněno, ani jeden vzorek neobsahoval koncentrace, které by přesahovaly limitní hodnoty.

7.5 Obsah zinku v zájmové lokalitě



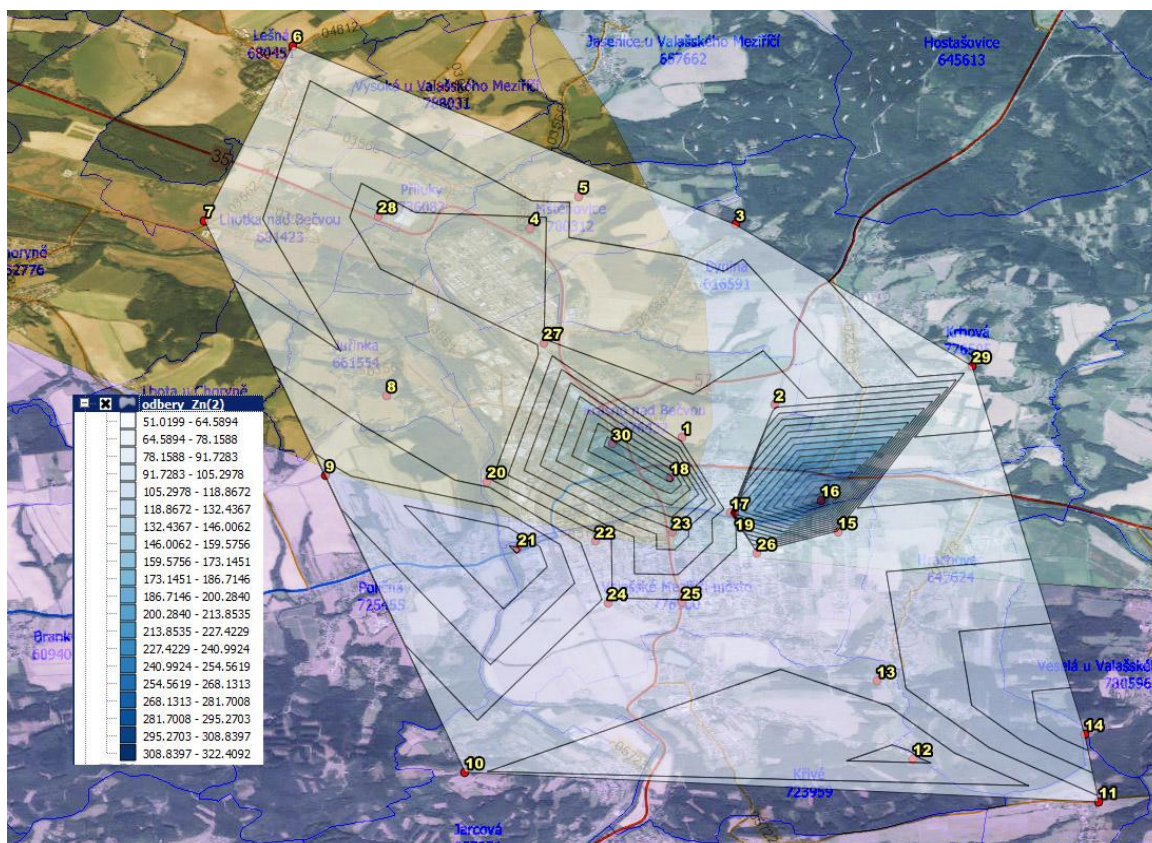
Obr. 14 - koncentrace zinku v půdě

Místa, ve kterých se nachází zvýšená koncentrace zinku, leží převážně v okolí centra města a to především v městské části Krásno nad Bečvou. Tuhle zvýšenou kontaminaci si lze vysvětlit průmyslovou výrobou, která se zde nachází a to především zaniklé společnosti Tesla.



Obr. 15 – koncentrace zinku v zájmové lokalitě – odběr 1

Podle tohoto mapového záznamu lze pozorovat, že největší výskyt zinku v zájmové lokalitě z prvního odběru byla naměřena ve vzorku číslo 20. Tento vzorek překročil limitní hodnoty více než dvou násobně. Byl odebrán v blízkosti města a to konkrétně v loděnici u technických služeb, která se nachází mezi obcemi Poličná a Juřinka. Zvýšenou koncentraci a překročené limitní hodnoty si lze vysvětlit lidskou činností – skládek a blízkostí technických služeb. Další překročené koncentrace byly naměřeny u vzorků číslo 17, 18, 24 a 25. Všechny byly odebrány v městské části a to konkrétně ve spodní části města, tedy Krásna nad Bečvou. Zde se nachází velká část průmyslu a také automobilová doprava, což může mít podíl na zvýšeném obsahu zinku v půdě spolu s přírodními vlivy, například atmosférickou depozicí. Koncentrace na hranici limitních hodnot byly naměřeny u vzorků číslo 2, 16, 19, 21 a 30, nacházejících se taktéž v městských částech.



Obr. 16– koncentrace zinku v zájmové lokalitě – odběr 2

V druhém odběru byla nejvyšší naměřená koncentrace ve vzorku číslo 16. Jež byl odebrán v městské části a to konkrétně na cyklostezce u řeky Bečvy v blízkosti podniku Schott solar. Naměřená koncentrace byla několikanásobně překročená, tuto skutečnost si lze vysvětlit zvýšenou automobilovou dopravou. Další překročené limitní hodnoty byly naměřeny u vzorků číslo 18, 19, 21 a 30, které byly odebrány ve spodní části města. Překročené limitní hodnoty v těchto vzorcích lze vysvětlit automobilovou dopravou, průmyslem, zejména však přírodními vlivy, jako je například atmosférická depozice a vítr. Výskyt zinku na hranici limitních hodnot byly u vzorků číslo 14 a 23. Na sjezdovce v obci Veselá byl odebrán vzorek číslo 14 a druhý číslo 23 byl odebrán ve středu města u hotelu Panáček. Zvýšené koncentrace si lze vysvětlit automobilovou dopravou.

8 ZÁVĚŘ

Cílem mé práce bylo zjistit koncentrace vybraných rizikových prvků ve zvolené zájmové lokalitě. Odběr vzorků půdy proběhl v náhodně vybraných místech na katastrálním území města Valašské Meziříčí. Bylo zjištěno, že koncentrace některých stanovených prvků překračují limitní hodnoty. Jednalo se především o kadmium, kde ve všech vzorcích byly překročeny limitní hodnoty jeho obsahu v půdě. U ostatních kovů, byly jejich koncentrace překročeny pouze lokálně, což pravděpodobně souvisí s automobilovou dopravou a průmyslovou výrobou v zájmové lokalitě.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Město Valašské Meziříčí. [online]. [cit. 2014-04-22]. Dostupné z WWW:<
<http://www.valasskemezirici.cz>
- [2] PAVELKA, J., TREYNER, J. A KOLEKTIV. Příroda Valaška. Český svaz ochránců přírody, Vsetín, 2001. ISBN 80-238-7892-1
- [3] AUBRECHTOVÁ, V., *Přírodou a historií Valašskomeziříčska po naučných stezkách*. Valašské Meziříčí: Český svaz ochránců přírody Valašské Meziříčí, 2004.
- [4] PAVLŮ, L., *Základy ochrany půd. Česká zemědělská univerzita v Praze (ČZU): Základy ochrany půd* [online]. 2012 [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: http://af.czu.cz/~pavlu/Studenti/cv1_ochrana%20p%C5%AFd.pdf
- [5] Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. *Monitoring půd* [online]. 2009, [cit. 2014-05-4]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/hnojiva-a-puda/bezpecnost-pudy/monitoring-pud/>
- [6] NÁBĚLKOVÁ, J., NEKOVÁŘOVÁ, J., *Chemie: chemie životního prostředí*. Vyd. 1. V Praze: České vysoké učení technické, 2010, 197 s. ISBN 978-80-01-04534-3
- [7] DEZA a.s. [online]. [cit. 2014-4-18]. Dostupný z WWW: <http://www.deza.cz/>
- [8] ŠKARPA, P., *Multimediální učební texty "PŮDA-KOV-ROSTLINA": STANOVENÍ RIZIKOVÝCH PRVKŮ V PŮDĚ A KRITERIA JEJICH HODNOCENÍ*. 2011. ISBN 978-80-7375-582-9.
- [9] TLUSTOŠ, P., „ et al ”. Rizika kovů v půdě v agroekosystémech v ČR [online]. [cit. 2014-4-2]. Dostupný z WWW: < <http://www.phytopsanitary.org>

- [10] DIVIŠ, M. Monitoring půd [online]. [cit. 2014-3-25]. Dostupný z WWW: <[www.sps-karvina.cz/web/uploady/File/chemie/Monitoring_pud\(1\).pdf](http://www.sps-karvina.cz/web/uploady/File/chemie/Monitoring_pud(1).pdf)>
- [11] Ministerstvo životního prostředí. *Definice, význam a funkce půdy* [online]. 2008, 2014 [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/definice_pudy/\\$FILE/OOHPP-Definice_pudy-20080820.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/definice_pudy/$FILE/OOHPP-Definice_pudy-20080820.pdf)
- [12] Česká zemědělská univerzita v Praze. *Základy ochrany půd* [online]. 2007 [cit. 2014-03-12]. Dostupné z: http://af.czu.cz/~pavlu/Studenti/cv1_ochrana%20p%C5%AFd.pdf
- [13] CIBULKA, J., *Pohyb olova, kadmia a rtuti v biosféře*. 1. Vyd. Praha: Academia, 1991, 427 s. ISBN 8020004017
- [14] BRANIŠ, M., *Základy ekologie a ochrany životního prostředí: učebnice pro střední školy*. 2. přeprac. vyd. Praha: Informatorium, 1999, 169 s. ISBN 8086073521
- [15] CÍSAŘ, V., *Člověk a životní prostředí*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1987, 263 s.
- [16] EARNSHAW, A., GREENWOOD, N., *Chemie prvků*. Praha: Informatorium, 1993. ISBN 8085427389
- [17] BOUŠKA, V., *Geochemie*. Vyd. 1. Praha: Academia, 1980, 555 s. [1] tb.
- [18] – RAJCHARD, J., *Ekologie III: struktura a funkce ekosystému, produkční ekologie, biogeochemické cykly, chemické faktory prostředí, základy ekologie půdy, ekologie vodního prostředí, aktuální celosvětové ekologické problémy*. 1. Vyd. České Budějovice: Kopp, 2002, 197 s. ISBN 80-7232-191-9

- [19] PETRLÍK, J., *Arnika: Kadmium* [online]. 2012 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://arnika.org/kadmium>
- [20] *Integrovaný registr znečištění: Kadmium a sloučeniny (jako Cd)* [online]. 2013 [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: <http://www.irz.cz/node/63>
- [21] - ŠEPSOVÁ, L., Těžké kovy v životním a pracovním prostředí 5. - Kadmium. <http://www.glassrevue.com/news.asp@nid=2568&cid=6.html> [online]. 2004 [cit. 2014-03-22]. Dostupné z: <http://www.glassrevue.com/news.asp@nid=2568&cid=6.html>
- [22] - RICHTER, R., TĚŽKÉ KOVY V PŮDĚ. *TĚŽKÉ KOVY V PŮDĚ* [online]. 2004 [cit. 2014-05-10]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/agrochemie_pudy/puda_tk.htm
- [23] - HAVEL, M., PETRLÍK, J., Zinek. *Arnika* [online]. [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: <http://arnika.org/zinek>
- [24] - Zinek a sloučeniny jako (Zn). *Integrovaný registr znečištění* [online]. [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: <http://www.irz.cz/node/106>
- [25] - HAVEL, M., GAŽÁKOVÁ, L., Olovo: Těžké kovy. *Arnika* [online]. [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: <http://arnika.org/olovo>
- [26] TOUŽÍN, J., *Stručný přehled chemie prvků*. 1. vyd. Brno : Masarykova univerzita, 2003, 225 s. ISBN 8021026359
- [27] BLAŽEJ, A., *Chemické aspekty životního prostředí*. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1987, 595 s

- [28] ČERNÁ, E., HRABĚTOVÁ, S., SYSTÉM KONTROLY A MONITORINGU CIZORODÝCH LÁTEK V REZORTU ZEMĚDĚLSTVÍ. *SYSTÉM KONTROLY A MONITORINGU CIZORODÝCH LÁTEK V REZORTU ZEMĚDĚLSTVÍ* [online]. 1997 [cit. 2014-04-16]. Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/1997_10_829-832.pdf
- [29] KLEGER, L., Arnika: Měď. *Arnika* [online]. 2010 [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: <http://arnika.org/med>
- [30] PETRLÍK, Jindřich. Arnika: Rtuť. *Arnika: Rtuť* [online]. 2010 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://arnika.org/rtut-2>
- [31] HAVEL, M., GAŽÁKOVÁ, L., Arnika: Olovo. *Arnika: Olovo* [online]. 2010 [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: <http://arnika.org/olovo>
- [32] *Integrovaný registr znečištění: Měď a sloučeniny (jako Cu)* [online]., 2013 [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: <http://www.irz.cz/node/67>
- [33] *Integrovaný registr znečištění: Rtuť a sloučeniny (jako Hg)* [online]. 2013 [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: <http://www.irz.cz/node/88>
- [34] *Integrovaný registr znečištění: Olovo a sloučeniny (jako Pb)* [online]. 2013 [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: <http://www.irz.cz/node/74>
- [35] EnviWeb. *Vnik a složení půdy* [online]. [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/clanek/zemedelstvi/40219/vznik-a-slozeni-pudy>
- [36] Ochrana půdy: *Složení půdy*. [online]. [cit. 2014-02-18]. Dostupné z: <http://www.ochranapudy.cz>
- [37] MURANYI, A. *Quality and Contamination of Agricultural Soils in Hungary as Indicated by Environmental Monitoring and Risk Assessment*. Budapest: Springer Netherlands, 2000. ISBN 978-94-011-4181-9.

[38] KORDEL, W. a et al. Substance-related environmental monitoring strategies regarding soil, groundwater and surface water — an overview. *Substance-related environmental monitoring strategies regarding soil, groundwater and surface water — an overview*. 2013, č. 20. DOI: 10.1007/s11356-013-1531-2.

[39] BORDONABA, J.G. a et al. Monitoring Environmental Levels of Trace Elements near a Hazardous Waste Incinerator. *Monitoring Environmental Levels of Trace Elements near a Hazardous Waste Incinerator*. 2011, č. 144. DOI: 10.1007/s12011-011-9128-4.

[40] KABATA-PENDIAS A. and MUKHERJEE A.B. Trace Elements from Soil to Human. 1st ed.: Springer, 2007. ISBN 978835403227134

[41] ROTTER, P.. RIZIKOVÉ PRVKY V LESNÍCH PŮDÁCH: REVIEW. *RIZIKOVÉ PRVKY V LESNÍCH PŮDÁCH: REVIEW*[online]. Brno, 2013 [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: <http://www.vulhm.cz/sites/File/ZLV/fulltext/283.pdf>

[42] TLUSŤOŠ, P. a ET AL. Rizika kovů v půdě a v agroekosystémech v ČR. *Rizika kovů v půdě a v agroekosystémech v ČR*[online]. [cit. 2014-05-17]. Dostupné z: http://www.phytosanitary.org/projekty/2007/VVF_08_2007.pdf

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

As – arsen

Be – beryllium

Co – kobalt

CO – oxid uhelnatý

Cd – kadmium

Cu – měď

Cr – chrom

CNS – centrální nervový systém

ČR – Česká republika

DDT - 1,1,1-trichlor-2,2-bis(4-chlorfenyl)ethan

H₂O₂ - peroxid vodíku

Hg – rtuť

HNO₃ – kyselina dusičná

IARC - International Agency for Research on Cancer

IRZ – integrovaný registr znečištění

Mo – molybden

MŽP – ministerstvo životního prostředí

Ni – nikl

O₃ – ozón

Pb – olovo

PCB – polychlorované bifenyly

ppm - parts per milion

RP – rizikové prvky

Ti – titan

ÚKZÚZ – Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

V – vanad

Zn – zinek

ŽP – životní prostředí

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|--|----|
| Obr. 1 – mapové zobrazení odběru vzorků..... | 30 |
| Obr. 2 - koncentrace kadmia v půdě..... | 32 |
| Obr. 3 – koncentrace kadmia v zájmové lokalitě – odběr 1 | 33 |
| Obr. 4 – koncentrace kadmia v zájmové lokalitě – odběr 2 | 34 |
| Obr. 5 - koncentrace olova v půdě..... | 35 |
| Obr. 6 – koncentrace olova v zájmové lokalitě – odběr 1 | 36 |
| Obr. 7 – koncentrace olova v zájmové lokalitě - odběr 2..... | 37 |
| Obr. 8 – koncentrace rtuti v půdě | 38 |
| Obr. 9 – koncentrace rtuti v zájmové lokalitě - odběr 1 | 39 |
| Obr. 10 – koncentrace rtuti v zájmové lokalitě – odběr 2..... | 40 |
| Obr. 11 – koncentrace mědi v půdě | 41 |
| Obr. 12 – koncentrace mědi v zájmové lokalitě – odběr 1 | 42 |
| Obr. 13 – koncentrace mědi v zájmové lokalitě – odběr 2 | 43 |
| Obr. 14 - koncentrace zinku v půdě..... | 44 |
| Obr. 15 – koncentrace zinku v zájmové lokalitě – odběr 1 | 45 |
| Obr. 16– koncentrace zinku v zájmové lokalitě – odběr 2 | 46 |

PŘÍLOHY

| vzorek | severní šířka [°, '] | východní délka [°, '] | tolerance [m] | místo odběru |
|--------|-------------------------|--------------------------|------------------|--------------------------------------|
| 1 | 49,48047 | 17,975 | 2 | Obora - kopec |
| 2 | 49,484 | 17,9853 | 3 | pole Helštýn |
| 3 | 49,50335 | 17,98092 | 4 | Bynina točna - les |
| 4 | 49,50298 | 17,95805 | 3 | Mštěnovice - cedule Cabot |
| 5 | 49,50638 | 17,9635 | 3 | Mštěnovice pole |
| 6 | 49,52255 | 17,93167 | 3 | Lešná cedule směr Perná |
| 7 | 49,50378 | 17,92187 | 2 | pole - křižovatka Lhotka-Choryň |
| 8 | 49,485 | 17,94215 | 3 | Juřinka kopec |
| 9 | 49,47643 | 17,9353 | 2 | Juřinka vysílač |
| 10 | 49,44453 | 17,95085 | 2 | arcová rozhledna |
| 11 | 49,44135 | 18,02132 | 2 | Malá Lhota les |
| 12 | 49,44598 | 18,00065 | 3 | hájenka Podhájí les |
| 13 | 49,45433 | 17,99662 | 2 | Vrchovina Hrachovec |
| 14 | 49,44863 | 18,01975 | 10 | Veselá sjezdovka |
| 15 | 49,47032 | 17,9923 | 2 | VM zimní stadion - golfové hřiště |
| 16 | 49,47375 | 17,9904 | 5 | Bečva cyklostezka Schott- koupaliště |
| 17 | 49,47238 | 17,98038 | 3 | Bečva cyklostezka bývala Tesla |
| 18 | 49,47615 | 17,97367 | 6 | Café Amerika - Jičínská |
| 19 | 49,47228 | 17,98085 | 3 | škola Křižná - Apollo |
| 20 | 49,47577 | 17,9533 | 3 | loděnice TS VM |
| 21 | 49,46852 | 17,9567 | 4 | Abácie park - začátek Poličné |
| 22 | 49,46933 | 17,96532 | 3 | botanika kojenecký ústav |
| 23 | 49,4703 | 17,97387 | 4 | Panáček - parkoviště |
| 24 | 49,4627 | 17,9667 | 3 | PWO unitools - Palackého Linie |
| 25 | 49,46277 | 17,97495 | 5 | nemocnice VM parkoviště |
| 26 | 49,46805 | 17,98335 | 3 | kasárny - kpt. Zavadila - hasiči |
| 27 | 49,49065 | 17,95955 | 4 | Deza |
| 28 | 49,50423 | 17,94115 | 2 | Cie - pole |
| 29 | 49,48815 | 18,00723 | 3 | Krhová kopec |
| 30 | 49,4798 | 17,9672 | 4 | zámek Kinských - mlékárny park |

Tab. 1 – místa odběrů vzorků