

Monitoring obsahu rizikových prvků v travním pokryvu

Dana Nohálová

Bakalářská práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav inženýrství ochrany živ. prostředí
akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Dana NOHÁLOVÁ**
Osobní číslo: **T08677**
Studijní program: **B 2808 Chemie a technologie materiálů**
Studijní obor: **Inženýrství ochrany životního prostředí**

Téma práce: **Monitoring obsahu rizikových prvků v rostlinném
pokryvu**

Zásady pro vypracování:

1. Prostudujte dostupnou literaturu a informační zdroje vztahující se k zadanému tématu.
2. Provedte průzkum rostlinného pokryvu v zájmové lokalitě a určete majoritní anorganické kontaminanty.
3. Provedte vizualizaci kontaminace pomocí geografického informačního systému.
4. Situaci v zájmové lokalitě kriticky zhodnoťte a formulujte závěry.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Roman Slavík, Ph.D.

Ústav inženýrství ochrany živ. prostředí

Datum zadání bakalářské práce:

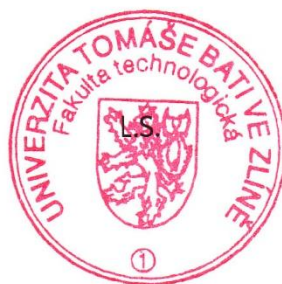
14. února 2011

Termín odevzdání bakalářské práce:

27. května 2011

Ve Zlíně dne 14. února 2011

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. RNDr. Jan Růžička, Ph.D.
ředitel ústavu

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 obhajoby ¹⁾;
- 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. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ 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 § 60 ³⁾ 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 27. 5. 2011

.....

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 nevdělečně 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 vzdělávacího 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). Odpirá-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 přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá biomonitoringem prvků obsažených v travním pokryvu na území Valašského Meziříčí, v okolí největšího průmyslového areálu v tomto městě a kolem hlavních cest. Odebrané vzorky byly podrobeny analýze pomocí XRF metodou čímž byl stanoven obsah rizikových prvků v travním pokryvu. Výsledky byly pomocí geografického informačního systému zaneseny do map. Největší zastoupení měly prvky olovo, síra, mangan, cín, měď a zmapován byl též index znečištění. Výsledky byly porovnány s měřeními ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského v Brně, čímž bylo zjištěno že pouze jeden z prvků má vyšší koncentraci než porovnávací pozadové hodnoty.

Klíčová slova: rizikové prvky, monitoring, biogeomonitoring, GIS

ABSTRACT

This thesis deals with the biomonitoring of elements contained in the grass cover of the Valašské Meziříčí area, near the largest industrial complex in this city and around the main roads. The samples were subjected to analysis by XRF method which was laid out content of risk elements in grass cover. Results were listed on the map by using geographical information system. The largest representations had elements of lead, sulfur, manganese, tin, copper, and the index of pollution was also mapped. The results were compared with measurements made by the Central Control and Testing Institute of Agriculture in Brno, which found that only one the elements have higher concentrations than the background value comparison.

Keywords: risk elements, monitoring, biogeomonitoring, GIS

Motto: Malé vědění dává lidem pýchu, velké skromnost. ...

Děkuji

mému vedoucímu Bakalářské práce Ing. Romanu Slavíkovi, PhD za odborné vedení, rady, připomínky a za čas, který mi věnoval.

OBSAH

ÚVOD.....	8
I TEORETICKÁ ČÁST.....	9
1 RIZIKOVÉ PRVKY	10
2 MONITORING RIZIKOVÝCH PRVKŮ V ENVIRONMENTU.....	12
2.1 MONITORING.....	12
2.1.1 Principy bioindikace a základní vlastnosti bioindikátorů	12
2.2 MONITORING RIZIKOVÝCH PRVKŮ V PŮDĚ.....	13
2.3 MONITORING RIZIKOVÝCH PRVKŮ V ROSTLINÁCH – BIOGEOMONITORING.....	14
2.3.1 Obsah rizikových prvků v rostlině	16
2.3.2 Reakce rostlin na stres vyvolaný rizikovými prvky	17
2.3.3 Travní porosty	18
3 GEOGRAFICKÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM - GIS.....	19
4 ZÁJMOVÁ LOKALITA A JEJÍ POPIS	20
4.1 VALAŠSKÉ MEZIŘÍČÍ	20
4.2 SILNIČNÍ DOPRAVA	20
4.3 DEZA A.S	22
4.3.1 Nejdůležitější dokončené investiční akce v posledních letech	23
4.3.2 Nejdůležitější připravované investiční ekologické akce	24
II PRAKTICKÁ ČÁST	25
5 VZORKOVÁNÍ A METODIKA	26
5.1 VZORKOVÁNÍ TRAVNÍHO POKRYVU.....	26
5.2 ZPRACOVÁNÍ VZORKŮ	27
5.3 VIZUALIZACE DAT POMOCÍ GIS.....	27
6 VÝSLEDKY A DISKUZE	28
ZÁVĚR	35
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	36
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	39
SEZNAM OBRÁZKŮ	40
SEZNAM TABULEK.....	41

ÚVOD

Stav životního prostředí jak ho známe dnes, je výsledkem působení řadou faktorů, které se podepisují na jeho kvalitě. Jsou to především těžba nerostů, průmyslová výroba, intenzivní zemědělství, doprava, nakládání s průmyslovými, zemědělskými či komunálními odpady, elektrárny jak jaderné tak tepelné a v neposlední řadě nemůžeme opomenout také lokální topeniště, na něž, se především z řad prostých obyvatel, často a rádo, zapomíná.

Každý z těchto zástupců může být zdrojem anorganických i organických polutantů v kapalných, plynných i tuhých formách. Některé látky jsou pro život nezbytné, ale ve vysokých koncentracích mohou působit toxicky a více či méně negativně ovlivňují procesy v prostředí. Výsledky o tom jak dochází k pohybu a ukládání těchto antropogenních látek dostáváme díky monitoringu, který využívá exaktní chemické či fyzikální metody při určení typu a objemu přírodního či antropogenního činitele, ale i metody založené na biologických indikátorech.

Tato práce je zaměřena na monitoring vybraných rizikových anorganických prvků v travním pokryvu ve městě Valašské Meziříčí a okolí průmyslového areálu DEZA a.s, který je jedním z nejdiskutovanějších znečišťovatelů v České republice. Stanovení obsahu rizikových prvků ze vzorků trávy ze zájmové lokality bude provedeno pomocí XRF spektroskopie a její výsledky budou vizualizovány pomocí geografického informačního systému (GIS).

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 RIZIKOVÉ PRVKY

Dle vyhlášky MZ č. 275/1998 Sb. rozdělujeme kontaminanty na rizikové prvky a rizikové látky. Podle vyhlášky o hnojivech je rizikovým prvkem prvek, který může nepříznivě ovlivnit vlastnosti půdy nebo kvalitu produkce nebo potravní řetězec. Rizikovou látkou je látka, která může nepříznivě ovlivnit vlastnosti půdy nebo kvalitu produkce či potravinový řetězec. [8]

Arsen (As) je v životním prostředí široce zastoupen. Přirozeně se nachází v zemské kůře. Zvýšené obsahy nalézáme kolem tepelných elektráren. Rostlinami je arsen přijímán obtížně, jeho nebezpečí spočívá především v přímém vstupu do organismu nebo v kontaminaci vod. Je karcinogenní a teratogenní [1].

Kadmium (Cd) se taktéž přirozeně nachází v zemské kůře. Do půd se dostává z kalů (ČOV), atmosférickou depozicí a částečně i z hnojiv. Vyznačuje se vysokou mobilitou v půdním profilu i v systému půda – rostlina. Je zařazen do druhého stupně karcinogenů dle (IARC) [1].

Rtuť (Hg) je mnohem méně zastoupena v zemské kůře. Do půd se dostává z průmyslové činnosti. Pro rostliny je rtuť velmi špatně přijatelná a také fyto toxické účinky jsou nízké. Riziko vyplývá z přímého vstupu do organismu, případně ze vstupu do rostlin přes vegetační orgány. Pro člověka je nejvíce nebezpečná metylrtuť [1].

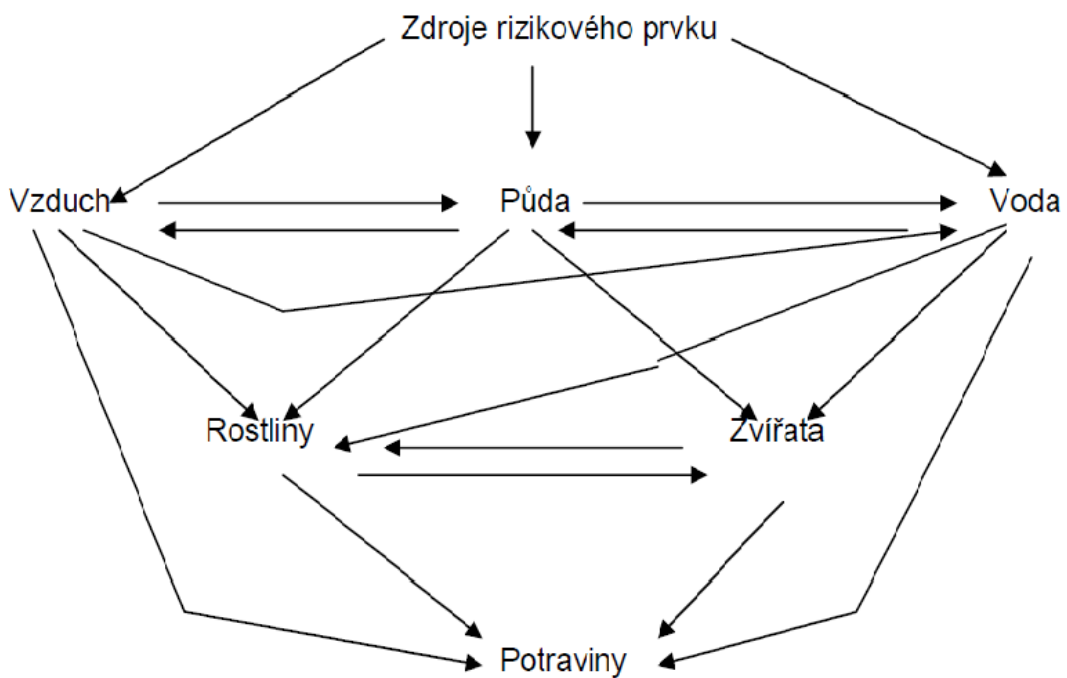
Olovo (Pb) je nejrozšířenější z těžkých kovů. Vyskytuje se v půdě, vodách i biosféře. Zdrojem kontaminace půd olovem jsou emise z hutí, automobilová doprava, kaly z ČOV, těžba rud. Fytotoxicita olova se dostavuje až při jeho extrémních obsazích v půdě. Příjem rostlinami je velmi nízký. Nejvíce se do rostlin dostává mimokořenově. Byl významný zejména v dobách olovnatých benzinů. Nejvíce postihuje krvetvorbu a nervový systém [1, 2].

Chrom (Cr), **Nikl** (Ni) jsou esenciální prvky dostatečně zastoupeny téměř ve všech půdách. U chromu nebyla jeho esencialita pro rostliny potvrzena. Antropogenními zdroji těchto prvků je metalurgický průmysl, spalování pohonných hmot a uhlí a aplikace kalů ČOV. Toxicita se projevuje sníženými výnosy na kontaminovaných půdách. Pro živočichy je nikl silně toxický, stejně tak jako chrom, jehož 6-mocná forma je toxičtější než trojmocná [1].

Meď (Cu) je významným esenciálním prvkem pro rostliny i pro živočichy. Při nadbytku může působit fyto toxicky a snižovat produkci biomasy. Do půd se dostává pomocí měďnatých fungicidů, také aplikací odpadních kalů. Pro živočichy jejich obsahy v půdě prakticky nejsou nebezpečné. [1]

Mangan (Mn), **Kobalt** (Co) jsou to důležité mikroelementy pro živočichy i rostliny. Antropogenním zdrojem je metalurgický průmysl. Extrémní obsahy působí na rostliny toxicky. [1]

Zinek (Zn) je velmi důležitý mikroelement. V důsledcích širokého využití v průmyslu, dopravě a stavebnictví se dostává do prostředí ve formě emisí a odpadů. Je fyto toxický. Při vysokých obsazích v půdě může snižovat půdní úrodnost [1].



Obr. 1. Cesta rizikových prvků od zdrojů do potravin [3]

2 MONITORING RIZIKOVÝCH PRVKŮ V ENVIRONMENTU

2.1 Monitoring

Monitoringem rozumíme opakované, většinou dlouhodobé a systematické měření vybraných fyzikálních, chemických či biologických ukazatelů pro zjišťování změn charakteristik prostředí v čase a predikce těchto charakteristik nebo jejich dalšího vývoje. Komplexně jde o několikastupňový a víceúčelový informační systém počínající standardními měřicími metodami (analýzami), přes sběr dat a jejich složité statistické a počítačové zpracování. Výsledky monitorování po dalším zpracování vstupují jako důležitý podklad do procesu rozhodování ve sféře ochrany životního prostředí. Monitorování kvality ovzduší, kvality vod, radioaktivního pozadí atd. Monitorování se provádí podle dohodnutého programu za využití srovnatelných metod a analýza údajů v daném systému. Užívá se též termínů environmentální či ekologický monitoring. Cílem monitoringu je předpověď dalšího vývoje prostředí a přijímání příslušných opatření, pomocí kterých lze jeho chování udržet v přijatelných mezích. Výsledky monitorování lze využít k reportingu, k odhadu výše plateb daní a poplatků, pro potřeby obchodování s emisemi a podobně. V posledních letech se v environmentálním monitoringu začíná stále více uplatňovat metody bioindikace. Biologické indikátory nám ale jen zřídka kdy mohou jednoznačně určit škodlivého činitele, protože většina sledovaných reakcí je málo specifická. Výjimkou jsou některé druhy, které jsou úzce vázány na extrémní stanovištní podmínky, což mohou být rostliny vázané na zasolené půdy, skládky, okolí průmyslových areálů, okolí důlních prostor atd. Biologické indikátory sice nemohou nahradit exaktní chemické či fyzikální metody při určování antropogenního nebo přírodního činitele a zjišťování objemu jeho znečištění, ale jsou nezbytné pro hodnocení biologického účinku těchto činitelů, jimi vyvolaných reakcí a následných procesů. [4, 5, 6].

2.1.1 Principy bioindikace a základní vlastnosti bioindikátorů

Základním projevem živé hmoty, ať už je to rostlina či živočich, je schopnost reakce na vnější podnět, který vyvolá odezvu. Tímto vnějším podnětem mohou být i látky, které jsou pro životní prostředí zatěžující. Tuto schopnost organismů považujeme za základní princip bioindikace. Bioindikátory nazýváme ty organismy, které na zátěž cizorodými látkami reagují změnami životních projevů nebo akumulací sledovaných látek [7].

Požadavků na bioindikační organismy je celá řada, uvedeme si alespoň ty nejdůležitější:

- výskyt v hojném počtu ve všech stanovištních podmínkách;
- včasnost reakce na antropogenního činitele nebo procesy v ekosystémech;
- tolerance vůči tomuto činiteli, tj. přežívání i dlouhodobého a intenzivního působení dané škodliviny;
- rychlý metabolismus, aby se mohl projevit i vliv škodlivin přítomných ve stopových koncentracích;
- dlouhá doba života → odhalení důsledků chronických zátěží;
- rychlý sled pokolení, aby se daly včas zjistit genetické změny, popřípadě vrozené poruchy a deformity → působení škodliviny na několik generací stejné populace;
- být tak velký, aby se nemuselo používat stopových a ultrastopových metod při zpracování individuálních odběrů;

O bioindikátorech je obecně známo, že mohou obsahovat podstatně vyšší koncentrace některých polutantů, než jsou zjišťovány v půdě, vodě a vzduchu [5].

2.2 Monitoring rizikových prvků v půdě

Půda je nejsvrchnější vrstvou zemské kůry. Patří mezi nevyčerpatelné přírodní zdroje, ale pouze tehdy, když ji člověk řádně ošetřuje a trvale obnovuje její úrodnost. Tvoří jakýsi předěl mezi živou a neživou přírodou a hranici mezi podzemními a povrchovými vodami. Je velmi citlivá na znečištění škodlivými látkami. Některé látky, především organického původu, dokáže rozložit, jiné látky hlavně anorganického původu se v ní hromadí a při určitých koncentracích mohou působit škodlivě [8]. Půda je velice důležitou součástí biosféry a podílí se na zachycování, imobilizaci a dekontaminaci vstupujících prvků a látek, a také významně spolurozhoduje o směru jejich dalšího pohybu a to jak do atmosféry, hydrosféry či do rostlin. Fyzikálně chemické vlastnosti půdy a poloha stanoviště tak do značné míry určují, co se s přicházejícími látkami stane, zda se změní jejich celkový obsah v půdě, dojde k transferu do rostlin či do jiných povrchových a spodních vod [9].

Kontaminanty rozumíme látky, které se v půdách nemají vyskytovat z důvodu jejich vlivu na kvalitu půdy, snižování zemědělské produkce, snižování kvality úrody, jedovatosti apod. nebo se v půdě přirozeně vyskytují, ale pouze v množství, které nepřekračuje určité limity, aby se neprojevil výše nepříznivé vlastnosti.

Potenciální nebezpečnost kontaminantů se posuzuje z hlediska:

- ekotoxikologického (působení na ostatní složky ekosystému)
- humanotoxikologického (působení na organismus člověka)
- ekonomického (snížení výnosnosti rostlinné produkce)

Nejvýznamnějším hlediskem je samozřejmě humanotoxikologické. Zde je důležitý vstup kontaminantů do lidského organismu. Může proběhnout těmito cestami:

- půda – člověk: vdechování, přímý vstup zažívacím traktem
- půda – potravina – člověk: vstup přes rostliny jako suroviny pro výrobu potravin
- půda – krmivo – zvíře – člověk: vstup přes živočišnou výrobu
- půda – voda – člověk: vstup prostřednictvím povrchových a podzemních vod

Znečištění půdy, díky jejímu charakteru, je vždy lokální a nemůžeme hovořit o globálním znečištění, protože látky se váží na její pevnou složku a její dynamika není velká [1].

Monitoring půdy představuje komplexní systém získávání a hodnocení údajů o znečištění horninového prostředí a o dopadech na zdraví lidí. Nejdůležitější je zjištění velikosti expozice cizorodými látkami a množství negativních látek a rizik pro obyvatele sledovaného úseku krajiny. Hlavním cílem monitoringu půd je stanovení stupně narušení, určení příčin negativních změn, vytvoření podmínek pro zastavení negativních trendů a poskytnutí podkladů k legislativní činnosti díky vytvořeným databázím. Největší část analýz představují analýzy půd pro zemědělské účely. Menší část, ale neméně důležitou, tvoří analýzy nezemědělských půd a zemin za účelem posouzení možné kontaminace některými z mnoha cizorodých látek. Analýzy se provádějí z několika důvodů, obecně zde řadíme:

- dlouhodobé sledování vlivů na půdní fond – například kapalných, plyných emisí, tuhých odpadů atd.
- screening charakteru, stavu a případného rozsahu a zdroje kontaminace půdy
- dílčí analýzy zemin – v průběhu sanací, které pomáhají sledovat jejich účinnost
- závěrečné analýzy zemin – ty udávají dosažený stav sanace [10].

2.3 Monitoring rizikových prvků v rostlinách – biogeomonitoring

O tom, zda rizikový prvek vstoupí do rostliny, nerozhodují jen půdní vlastnosti, ale i rostlina sama. Chemické složení rostlin do určité míry odráží složení růstového média. Pří-

stupnost rizikových prvků rostlinám je dána jejich vazbou na půdní složky, kde velice záleží na vlastnostech půdy. Nejvíce na pH a redoxním potenciálu, např. z kyselých půd rostliny snadněji vstřebávají kationty kovů než z půd zásaditých. Také může záviset na přítomnosti dalších kovů. Rostliny nejnáze přijímají z půdního roztoku ionty nebo chaláty, popř. organické sloučeniny. Příjem prvku a jeho transformace v rostlině je ovlivněn enzymatickými procesy, koncentrací a formou výskytu, projevem nedostatku a toxicity. Z vědeckého měření lze obecně určit pořadí rizikových prvků podle biopřístupnosti pro rostliny, avšak toto pořadí může mít různé odchylky podle působení faktorů. Příklad uváděného pořadí je $Zn > Cd > Ni > Cr > Pb$ [2, 8].

Rostliny zpravidla přijímají nejvíce živin a ostatních látek kořeny, k příjmu však mohou sloužit i ostatní části rostlin, zejména listy [2].

Některé rostliny jsou schopny přijímat organické látky přímo z kontaminovaných míst do svého organismu. Tato schopnost závisí na fyzikálně – chemických vlastnostech kontaminantů a na vlastnostech samotných rostlin. Některé hydrofobní organické sloučeniny se váží pevně na povrch kořenů. Rozpustnější kontaminanty se nesorbují příliš pevně a jsou transportovány skrze membrány do rostlinné tkáně [11].

Pohyb rizikových prvků ke kořenům se děje difuzí a hmotovým půdním tokem. V bezprostřední blízkosti kořenů dochází po reakci rizikových prvků s organickými kyselinami vylučovanými rostlinou k tvorbě chalátů, zvyšuje se difuzní gradient a urychluje se příjem prvku. Transport prvku z vnějšího roztoku buněčnou stěnou je proces pasivní, kdy jsou ionty transportovány difuzí. Rizikové prvky pronikají do kořenů rostlin přes epidermis (krycí pletivo v nadzemních částech rostlin) a přes kortex apoplastem nebo symplastem do xylemu. Část z nich je poutána nemetabolickou fixací na záporné náboje buněčných stěn, nebo prochází buněčnou stěnou a je dále transportována do buněk, část je přímo transportována apoplastem. O transportu prvku či jeho vazbě rozhoduje interakce rostlinného genotypu a samotného prvku.

Podíl příjmu rizikových prvků z půdy je ovlivněn jejím znečištěním, jejími fyzikálními a chemickými vlastnostmi, druhem pěstované rostliny a specifickými vlastnostmi jednotlivých prvků. Rozhodujícím faktorem pro příjem prvků rostlinami je jejich koncentrace v půdním roztoku [3].

Koncentrace rizikových prvků v rostlinách může být výrazně ovlivněna jejich příjmem z atmosféry. Podíl příjmu z atmosféry převládá u málo pohyblivých prvků jako je například

Pb či Hg, zatímco u Cd je zpravidla dominantní příjem z půdy. V laboratorních podmínkách bylo za použití izotopů zjištěno, že u travních porostů bylo atmosférickou depozicí přijato 73 - 95 % Pb. Příjem Cd byl velmi nízký. Přístupnost jednotlivých rizikových prvků z atmosféry je ovlivněna jejich rozpustností a přítomným nosičem. Pouze část prvku, který dopadne na rostlinu, je přijata, zbytek může být odstraněn např. smyvem nebo zachycen na povrchu [3].

Metabolismus xenobiotik u rostlin můžeme rozdělit do tří fází, přestože rostliny nemají skutečnou efektivní cestu vylučování. 1. fáze – transformační; 2. fáze – konjugací; 3. fáze – ukládání, které nahrazuje vylučování jako je tomu například u živočichů. Místem ukládání v buňkách jsou vakuoly a buněčná stěna pro rozpustné respektive nerozpustné konjugáty. Rostliny se podobají játrům svou schopností metabolizovat široké spektrum xenobiotik, včetně polychlorovaných uhlovodíků. Proto jsou rostliny někdy označovány za zelená játra planety [11]. Všechny rostliny jsou schopné akumulovat z půdy nebo z vody ty těžké kovy, které jsou esenciální pro jejich růst a vývoj. Mnoho organických látek, považovaných za kontaminanty prostředí jsou fakticky důležitou živinou, která je absorbována kořenovým systémem. Mezi tyto kovy patří železo, mangan, zinek, měď, hořčík, molybden a pravděpodobně i nikl. Některé rostliny však dokáží akumulovat i takové těžké kovy, u nichž není prokázána žádná biologická funkce. Do této skupiny lze zařadit kadmium, chrom, olovo, kobalt, stříbro, selen a rtuť [11].

2.3.1 Obsah rizikových prvků v rostlině

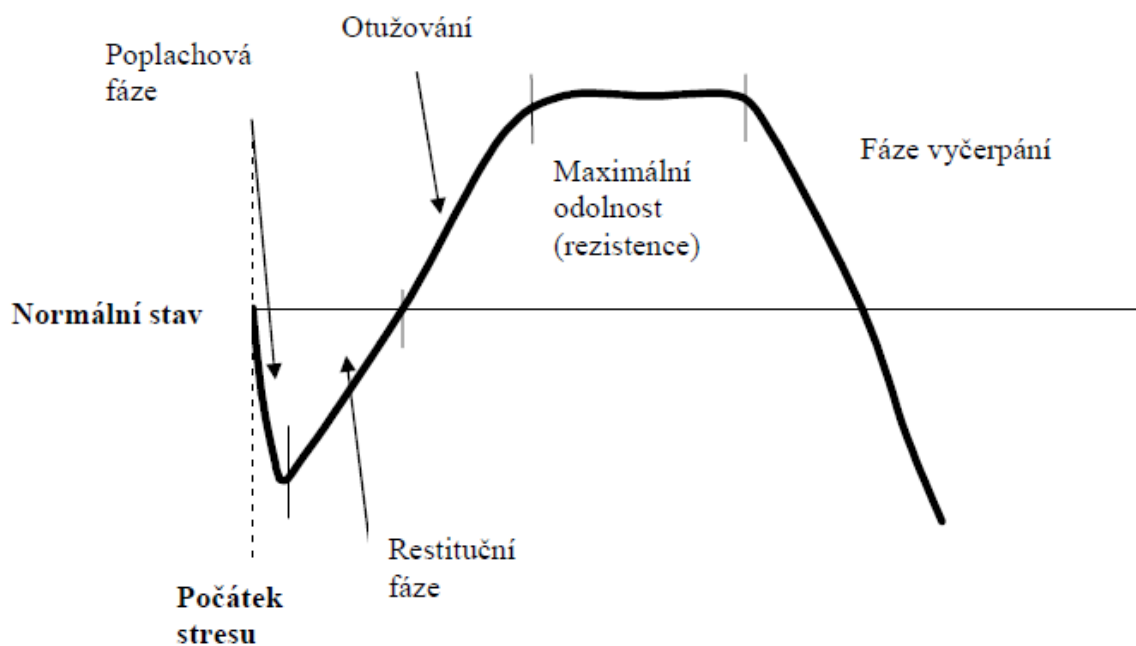
V závislosti na druhu rostliny existují v příjmu rizikových prvků z půdy rozdíly až několik řádů. Fyziologické reakce a mechanismy tolerance jsou ovlivňovány druhem rostliny. Řada autorů se zabývala odvozením schopnosti jednotlivých druhů rostlin akumulovat rizikové prvky, často současně s odvozením akumulace pro jednotlivé orgány rostlin. Získané údaje jsou důležité z hlediska hygieny potravin a krmiv, a proto se většina studií zabývá hlavními zemědělskými plodinami nebo na druhé straně, rostlinami s extrémní schopností akumulace. U otázky translokace v rostlině lze obecně uvést, že nejvyšší koncentrace rizikových prvků se nachází v kořenech, dále ve vegetativních orgánech a nejnižší koncentrace jsou stanovovány v generativních orgánech. Není to však pravidlem [2].

V různých vývojových stádiích rostlin jsou zjišťovány různé obsahy rizikových prvků v pletivech. Obecně obsah rizikových prvků v pletivech mírně vzrůstá, ale mohou se vysky-

tovat i opačné trendy. Kromě metabolických změn v průběhu stárnutí jsou též vlivným faktorem změny v procentu sušiny. Velkým rizikem je, pokud dochází k transportu rizikových prvků až k orgánům určeným k potravinářským účelům. Příkladem je rýže pěstovaná na půdách s vysokým obsahem rizikových prvků kontaminovaných antropogenní činností, kumuluje $\frac{1}{4}$ z celkového obsahu prvků v biomase právě v zrna. Kulturní rostliny se vyznačují různou schopností přijímat a kumulovat v pletivech nadzemních orgánů rizikové prvky [2].

2.3.2 Reakce rostlin na stres vyvolaný rizikovými prvky

Průběh stresové reakce (obr. 1) vyvolané u rostliny závisí na intenzitě a délce působení stresového faktoru, ale i na adaptačních schopnostech rostliny. Na počátku působení stresového faktoru dochází k narušení buněčných struktur a funkcí – poplachová fáze. Pokud intenzita působení stresoru není letální, dochází k mobilizaci kompenzačních mechanismů – restituční fáze, které směřují ke zvýšení odolnosti rostliny – fáze rezistence. Zvýšení odolnosti a opětovné ustavení homeostaze bývá obvykle dosahováno jen za cenu dodatečných energetických nákladů, hlavně na syntézu specifických enzymů a metabolitů. I některé další změny metabolismu zajišťující vysokou odolnost, bývají často provázeny snížením rychlosti získávání nových zdrojů hmoty a energie, a tedy snížením rychlosti tvorby biomasy. V odolnosti rostlin k působení rizikových prvků existují velké rozdíly nejen mezi druhy, ale i uvnitř téhož druhu. Zvýšení odolnosti nemusí mít trvalý charakter. Při dlouhodobém a intenzivním působení stresového faktoru může být vystřídáno dalším poklesem – fáze vyčerpání. Jako reakci na stres vyvolaný zvýšenou hladinou rizikových prvků mohou rostlinné buňky uplatnit ochranné systémy, jako jsou imobilizace rizikových prvků v buněčných stěnách, zamezí vstupu přes membrány, tvorba komplexů vázajících rizikové prvky, syntéza stresových proteinů, produkce stresového etylenu a dalších stresových metabolitů [3].



Obr. 2. Idealizovaný průběh stresové reakce [3]

2.3.3 Travní porosty

Travní porosty jsou složité, smíšené a ve svém celku pestrá a velice různorodá společenstva trav, jetelovin a dalších bylinných druhů. Jako taková představují důležitou složku rostlinné součásti biosféry a jsou zároveň jedním z nejrozsáhlejších biomů vůbec. Díky velkému počtu druhů, podílejících se na jejich utváření, vykazují travní porosty značně širokou stanovištní amplitudu a s tím je právě spojeno i jejich značné rozšíření. Z geografického hlediska jsou travní porosty zastoupeny ve všech vegetačních pásmech, od tropických oblastí až po arktické. Vzhledem ke značné adaptabilitě a regenerační schopnosti se travní porosty uplatňují i ve značně širokém rozmezí vláhového režimu od polopouští přes stepi až po mokřady [12].

3 GEOGRAFICKÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM - GIS

Označení GIS pochází z anglického Geographical Information System. Je běžně používán pro označení počítačových systémů orientovaných na zpracování dat, prezentovaných ve formě map. Oproti klasickým papírovým mapám má GIS několik výhod. Jednou z nich je, že jednoznačně odděluje dvě funkce map a to ukládací a prezentační. Ukládací slouží k ukládání geografických informací. Prezentační funkce slouží k prezentaci geografických informací. Další výhodou je možnost vytvořit prostorovou analýzu dat a v neposlední řadě je jejich velkou výhodou vysoká vypovídací schopnost a přehlednost. Mapy slouží hlavně jako jeden z prostředků pro prezentaci výsledků analýz v GIS.

Jednoznačná definice GIS v současné době neexistuje, protože její výklad závisí na prostředí, v němž autoři jednotlivých definic pracují. V zásadě lze rozlišit tři úrovně chápání pojmu GIS:

- GIS jako software
- GIS jako konkrétní aplikace
- GIS jako informační technologie

GIS má využití v celé řadě lidských činností. Jako příklad uveďme:

- státní správa a samospráva – vyměřování daní, organizace záchranné a požární služby
- správa inženýrských sítí – správa dat o sítích
- analýza trhu – údaje o potenciálních zákaznících, dopravní dostupnost
- doprava a dopravní aplikace – plánování a údržba dopravní infrastruktury
- územní plánování – umožňuje vyhledávat údaje o nejvhodnějších parcelách pro určitou činnost, slouží pro tvorbu územního plánu
- zemědělství – řízení hnojení půdy v závislosti s její úrodností, monitorování úrody
- vojenství – digitální modely povrchu v leteckých simulátorech
- ochrana životního prostředí – je sice jen jedním z mnoha využití GIS, avšak se dá považovat za jednu z nejdůležitějších. Slouží například k inventarizaci přírodních zdrojů, zvířecích a rostlinných druhů, k modelování přírodních procesů, jakými jsou eroze půdy nebo povodně a k monitorování nebezpečných látek v ovzduší, vodě a půdě [13].

4 ZÁJMOVÁ LOKALITA A JEJÍ POPIS

4.1 Valašské Meziříčí

Valašské Meziříčí, město nazývané branou Beskyd, leží na soutoku dvou řek, Rožnovské a Vsetínské Bečvy, mezi Vsetínskými vrchy, Hostýnskými vrchy a Podbeskydskou pahorkatinou ve Valašskomeziříčské kotlině v nadmořské výšce uprostřed města 327 m. Město je významnou křižovatkou jak silniční tak železniční dopravy. Žije zde téměř 28 tisíc obyvatel na rozloze asi 5 500 ha. Nejstarší písemná zmínka je z roku 1297 [14, 15].

Lesy pokrývají 31% plochy, většinou se jedná o smrkové monokultury s chudou faunou a florou, ale nalezneme zde i světlé výjimky, kde jsou zachovalejší listnaté lesy, které jsou refugiem vzácnějších druhů fauny v okolní krajině. Přestože město leží v krajině s intenzivní zemědělskou výrobou a druhová bohatost flory je spíše nižší než na většině okresu, je však obohacena o některé rudelární teplomilné druhy, které sem pronikají údolím Bečvy z Moravské Brány. Na několika lokalitách se objevují kruštík bahenní, okrotice bílá, vstavač mužský, blešník úplavičný, lilie zlatohlavá a další. V rámci města roste také řada pozoruhodných stromů. V okolí sice prozatím není žádné maloplošné zvláště chráněné území, v příštích letech se ale připravuje několik území se zvýšeným stupněm ochrany [14].

4.2 Silniční doprava

Doprava se v posledních desetiletích stala významným faktorem ovlivňujícím životním prostředím člověka a to jak v pozitivním tak i negativním směru. Nejzávažnějším problémem je kontaminace ovzduší emisemi, především vzhledem k jejich významnému vlivu na lidské zdraví. Příčinou emisí škodlivin z motorů vozidel do ovzduší jsou výfukové plyny, které vznikají při spalování pohonných hmot. Jsou to komplexní směsi obsahující stovky chemických látek v různých koncentracích, často s toxickými, mutagenními a karcinogenními vlastnostmi. Silniční doprava je nezanedbatelným zdrojem těchto částic, zejména jemné frakce. Tyto částice jsou především z hlediska poškození zdraví velmi závažné, neboť na sebe váží různé škodliviny anorganického i organického původu, často s karcinogenními účinky. Nejrůznější spalovací procesy produkují částice menší 2,5 μm . Zdrojem těchto částic však nejsou pouze spalovací motory, do ovzduší se mohou dostávat také částice vznikající opotřebáváním pneumatik a silničního povrchu [16].

Tab. 1. Úniky látek do ovzduší z daných druhů dopravy za rok 2009 [17]

Látka	Individuální automobilová doprava	Veřejná osobní doprava včetně autobusů MHD	Nákladní doprava
CO₂ [tisíc t]	9 868	2 079	5 724
CO [t]	77 611	16 507	82 581
NO_x [t]	15 058	16 550	48 273
N₂O [t]	1 781	96	370
VOC [t]	9 543	2 996	20 287
SO₂ [t]	320	66	182
Pevné částice [t]	990	1 599	3 566
Pb [t]	1,00	-	-

Tab. 2. Počet silničních vozidel registrovaných v ČR k roku 2009 [17]

Typ vozidla	Počet vozidel
Osobní automobily	4 435 052
Veřejná osobní doprava	19 943
Nákladní doprava	587 032

Valašské Meziříčí je významným uzlem jak automobilové tak železniční dopravy. Středem města prochází hlavní tah na Slovensko - mezinárodní silnice I/35 z Hradce Králové přes Olomouc do Žiliny a také silnice I/57, která jižním směrem vede na Vsetín až do Zlína a severním směrem přes Nový Jičín, Opavu až k hranicím s Polskem [18]. Vlakem se odtud můžete vydat hned několika směry. Hranice na Moravě – Púchov, Rožnov pod Radhoštěm, Ostrava, Kojetín.

Již dlouhá léta je zde snaha o výstavbu silničního obchvatu města, protože provoz na silnicích v centru města je neúnosný. Ze studií, které zpracovala nezávislá brněnská agentura vyplývá, že pokud do roku 2030 nebude realizována stavba obchvatu, nebude možné se v rámci města autem dostat z místa A do místa B [19].

Tab. 3. Hustota provozu silnice I/57 v dopravní špičce dne 2011-3-21 [20]

Směr Vsetín→ N. Jičín	Osobní automobily	Autobusová doprava	Nákladní doprava
13 ⁰⁰ – 14 ⁰⁰	424	12	70
14 ⁰⁰ – 15 ⁰⁰	402	14	90
15 ⁰⁰ – 16 ⁰⁰	451	9	65
Průměr	426	12	75
Směr N. Jičín → Vsetín			
13 ⁰⁰ – 14 ⁰⁰	431	8	62
14 ⁰⁰ – 15 ⁰⁰	440	13	71
15 ⁰⁰ – 16 ⁰⁰	504	10	32
Průměr	458	10	55

Pozn.: Jako osobní automobily jsou brány v úvahu všechna vozidla do 3,5 tun. Nákladní dopravou je myšleno každé vozidlo nad 3,5 tun včetně zemědělské techniky. V kolonce autobusová doprava jsou uvedeny všechny linkové autobusy včetně MHD.

Z tabulky č. 4 vyplývá, že v dopravní špičce (13⁰⁰ – 16⁰⁰ hodin) průměrně projede po silnici I/57 v obou směrech 1036 vozidel (osobní, autobusové i nákladní dopravy) za jednu hodinu [20].

4.3 DEZA a.s

Název společnosti je zkratkou pro dehtové závody. Stavba byla započata roku 1960 a k prvnímu uvedení do provozu došlo roku 1963. Továrna je umístěna na strategickém místě, na západní straně města, kde dle stoleté větrné družice je převaha větrů směrem na severovýchod, tedy směrem, který plně mívá město. Zaměstnáno je zde na 1000 kvalifikovaných pracovníků, čímž se zařazuje mezi největší zaměstnavatele v regionu. V Evropě existuje pouze 5 společností s podobným výrobním programem [21, 22]. Zpracovává se zde černouhelný dehet (450 000 t) a surový benzol (160 000 t), vedlejší produkty z koksování

uhlí. Obě suroviny obsahují vysoký podíl aromatických sloučenin (např. benzen, toluen, naftalen, anthracen, fenanthren aj.), které je možné izolovat a dále z nich vyrábět celou řadu produktů s širokým uplatněním:

- Černouhelná dehtová smola – používá se v jaderné technice, elektrotechnice
- Benzen, antrachinon, karbazol, pyren aj. – barviva a pigmenty
- Těžké dehtové oleje – saze pro výrobu pneumatik
- Ftalátová a adipátová změkčovadla – měkčený PVC
- Fenol, kresoly, xylenoly, naftalen – desinfekční činidla
- Antrachinon – výroba papíru
- Dehtové oleje – nátěrové hmoty

Deza a.s jako výrobce chemických látek dlouhodobě plní ekologický program, jehož cílem je minimalizovat veškeré emise škodlivin vznikajících během skladování surovin a výrobků i při samotné výrobě. Emise škodlivin do ovzduší jsou snižovány tak, že se postupně hermetizují veškerá technologická zařízení. Vznikající plyny jsou odváděny do lokálních spaloven, kde dochází k jejich dokonalému spálení. V rámci ekologizace podniku jsou také průběžně modernizovány samotné výrobní technologie, čistírna odpadních vod, i spalovna průmyslových odpadů [22].

4.3.1 Nejdůležitější dokončené investiční akce v posledních letech

2004 – ukončeno skladování a manipulace s kapalným čpavkem

– hermetizace zásobníků odpadních vod na CHČOV

2005 – hermetizace části výrobního zařízení pro naftalen

– likvidace exhalací ze stávajících zásobníků smol

2007 – detoxikace odpadních vod zahrnující ozonizaci surových odpadních vod

– zpracovávání sirných exhalací I – etapa, vybudována nová jednotka umožňující zpracování sirovodíku na kapalnou síru

2009 – zpracování sirných exhalací II – etapa, vybudována nová aminová jednotka na absorpci sirovodíku a její napojení na centrální jednotku

2010 – hermetizace a inertizace skladovacích zásobníků dehtu a dehtových olejů

4.3.2 Nejdůležitější připravované investiční ekologické akce

2011 – hermetizace celého výrobního procesu a skladovacích zásobníků na výrobu naftalenu, včetně veškerého zařízení pro manipulaci s tekutým naftalenem

2012 – hermetizace a inertizace zásobníků na skladování emulze dehtu a vody [22]

Za posledních 10 let bylo na ekologické investice vynaloženo více než jedna miliarda korun. Generální ředitel chemičky říká: „Už příští rok zabráníme tomu, aby emise unikaly do ovzduší. Dostaneme se téměř na nulu“ [23].

DEZA a.s Valašské Meziříčí stejně jako už dříve nadále pokračuje v dobrovolných aktivitách jako je zavádění systému environmentálního řízení podle zásad normy ČSN EN 14001:2004, systému managementu hospodaření s energií podle zásad normy ČSN EN 16001:2010 a v plnění programu odpovědného podnikání v chemii – Responsible care [22].

Tab. 4. Úniky znečišťujících látek a prvků [24]

Úniky látek do ovzduší	Množství unikajících látek v [kg/rok]	Metoda zjišťování
Amoniak	13 584	M
Benzen	6 064	C
Naftalen	50 000	C
CO ₂	281 400 715	C
Oxidy dusíku (NO _x , NO ₂)	698 688	M
Oxidy síry (SO _x , SO ₂)	1 255 605	M
Rtuť (jako Hg)	12,5	M
Úniky látek do vody		
Arzen a sloučeniny	14,1	M
Di-(2-ethylfenyl)ftalát (DEHP)	8,8	M
Fenoly	24	M
Kyanidy	208,3	M
Nikl a sloučeniny	30,6	M
Přenosy v odpadech		
Arzen a sloučeniny	203,1	M
Kadmium a sloučeniny	15,5	M
Olovo a sloučeniny	1 012,6	M
Rtuť a sloučeniny	140,9	M
Zinek a sloučeniny	1 808,1	M

M – zjišťováno měřením, C – zjišťováno výpočtem

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 VZORKOVÁNÍ A METODIKA

5.1 Vzorkování travního pokryvu

Při monitoringu zvolené oblasti v okolí areálu DEZA a.s a hlavních cest Valašského Meziříčí byly náhodně vybrány a pomocí GPS Garmin 60CSx zaměřeny souřadnice odběrových míst, v nichž byly provedeny odběry směsných vzorků travního pokryvu. Ty byly uloženy do papírových sáčků a vysušeny. Následně přeneseny do laboratoře a vyhodnoceny. Odběry byly pořízeny v měsíci říjnu, tedy ke konci vegetačního období. Z výsledku měření ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského v Brně vyplývá, že právě v měsíci říjnu je obsah valné většiny prvků v rostlinách nejvyšší.



Obr. 3. Zájmová lokalita – Valašské Meziříčí a okolí [18]

5.2 Zpracování vzorků

Vzorky byly vysušeny při pokojové teplotě a následně v laboratoři manuálně rozemlety a v polypropylenové vzorkovnici vloženy do rentgenového fluorescenčního spektrometru - ElvaX. Doba pro vytvoření spektra pro lehké prvky byla 120 s, budící proud byl nastaven na hodnotu $I = 78,4 \mu\text{A}$ a maximální napětí $U = 10 \text{ kV}$. Ke stanovení spektra těžkých prvků bylo zapotřebí stejného času i stejné hodnoty budícího proudu, maximální napětí mělo hodnotu $U = 45 \text{ kV}$. Ve vzorcích byl zjišťován obsah rizikových prvků podle normy ČSN EN 15309 – Charakterizace odpadů a půd – Stanovení elementárního složení metodou rentgenové fluorescence.

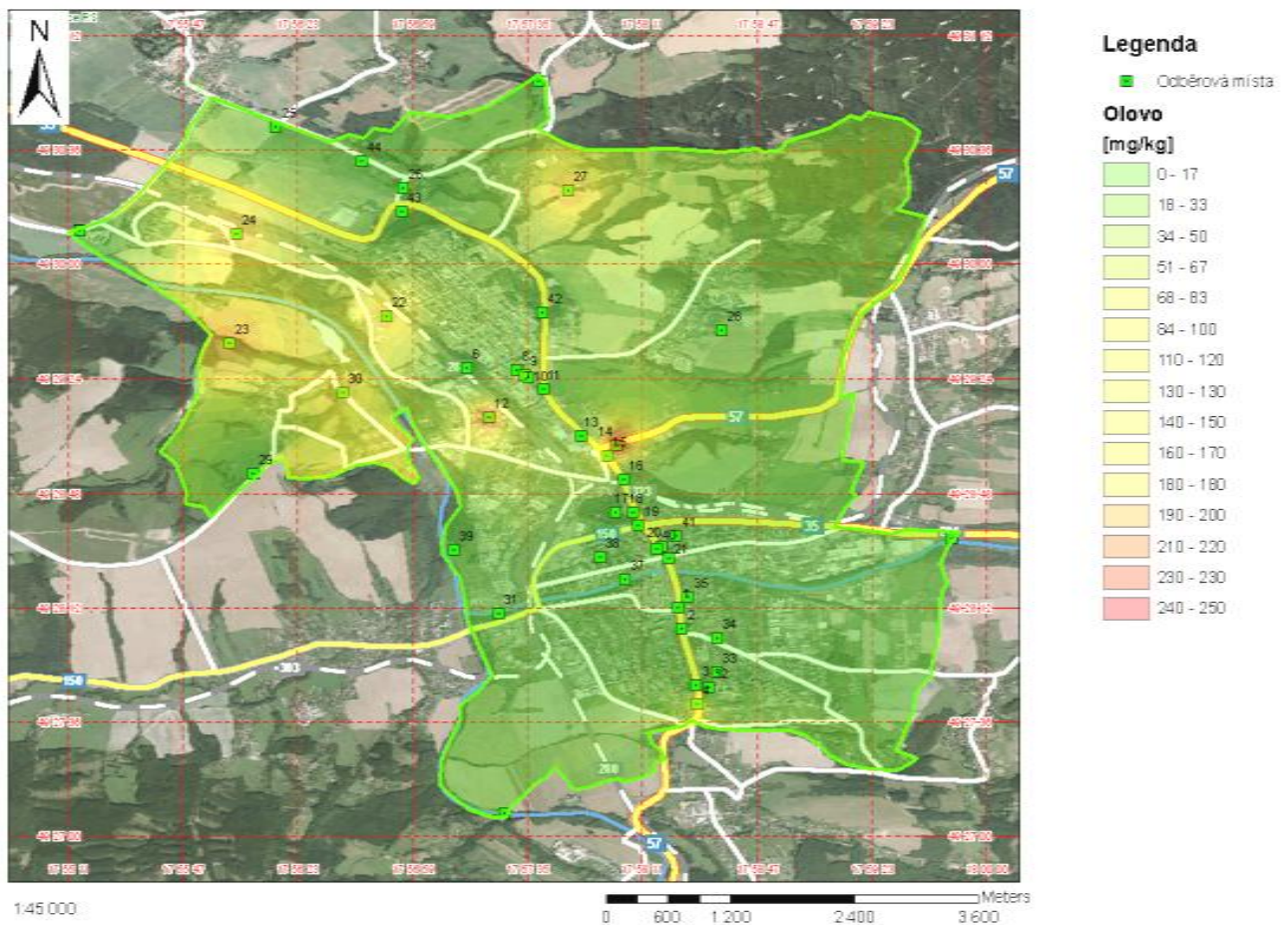
5.3 Vizualizace dat pomocí GIS

Vizualizace byla provedena využitím GPS, kterým byly zaměřeny souřadnice odběrových míst v souřadnicovém systému WGS 84. Souřadnice odběrových bodů i data o koncentracích vybraných rizikových prvků byla zpracována v tabulkovém procesoru MS EXCEL[®] a vizualizace distribuce rizikových prvků byla provedena pomocí prostorové analýzy v programu ESRI[®] ArcGIS[™] 9.3.1. Pro získání mapových výstupů distribuce prvků byla použita metoda inverzních vzdáleností (Inverse Distance Weighting – IDW), která využívá při výpočtu váženého lineárního průměru. Dále byly použity mapové vrstvy z volně přístupných webových mapových služeb (WMS): agentura Cenia, ÚHUL, TopoCR a HEIS VÚV.

6 VÝSLEDKY A DISKUZE

Z naměřených a zpracovaných dat lze vypožorovat, že nejvíce zastoupenými rizikovými prvky v dané lokalitě jsou síra, cín, olovo a mangan. Koncentrace dalších rizikových prvků jako jsou měď, rtuť, kadmium či hliník byly buď velmi nízké nebo pod limitem detekce. Výsledky měření jsou porovnány s výsledky biomonitoringu ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského v Brně z roku 2009, (dále jen ÚKZÚZ). Jako bioindikátor byl zvolen jíllek mnohokvětý. Výsledky biomonitoringu ÚKZÚZ Brno je možné použít jako referenční hodnoty při hodnocení atmosférické depozice na dalších lokalitách [26].

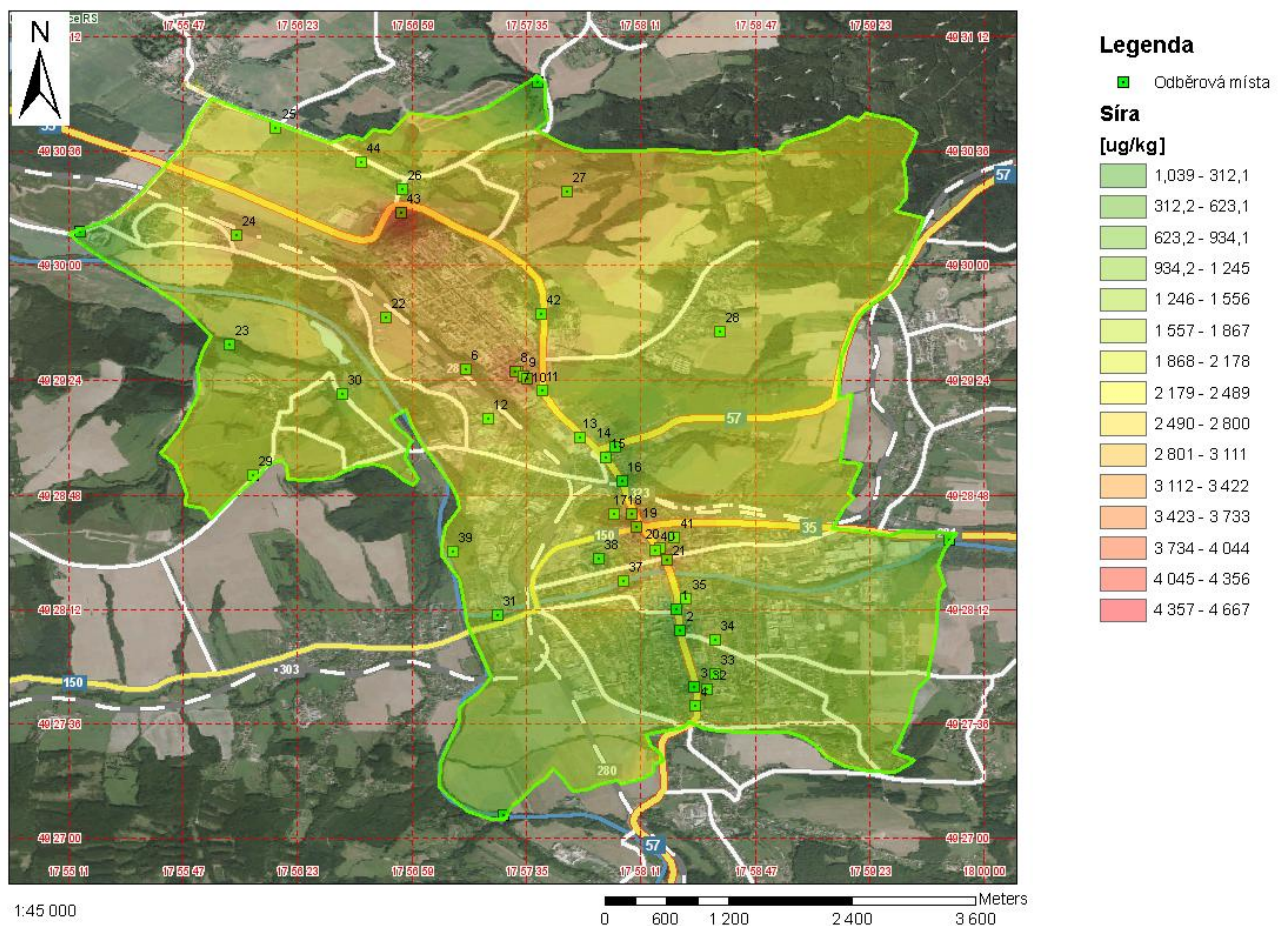
ÚKZÚZ prováděl odběry na několika stanovištích, z nich nejbližší stanovištěm jsou Půsté Jakartice, které se nacházejí v Moravskoslezském kraji u Opavy. Tato odběrová zkušebna je naší lokalitě podobná také díky nadmořské výšce kolem 300 m.n.m, průměrným ročním teplotám, které se u obou stanovišť pohybují kolem 8 C a obě spadají do mírně teplého a mírně vlhkého klimatického regionu. Možnými zdroji kontaminace v Pustých Jakaraticích jsou lokální topeniště a jeho poloha 6 km jihozápadně od Opavy, zatímco ve Valašském Meziříčí považujeme za možné zdroje kontaminace průmyslový areál DEZA a.s a automobilovou dopravu. Dalšími lokalitami na kterých ÚKZÚZ prováděl odběry a následná měření jsou v Karlovarském kraji v CHKO Slavkovský les, ve Středočeském kraji a v kraji Vysočina. Všechna tato stanoviště jsou považována za relativně čistá i emisně nezatížená, a proto výsledky z těchto stanovišť mohou být uvažovány za pozad'ové hodnoty [26, 27].



Obr. 4. Grafické znázornění intenzity výskytu olova

Antropogenní znečištění olovem začíná ovzduším, následuje dopad částic a jejich průnik do půdy spolu se srážkami. V atmosféře se navíc aerosol obsahující olovo může pohybovat velmi daleko od zdroje. Pravděpodobnými zdroji olova v rostlinném pokryvu může být používání motorových vozidel. Ačkoliv je používání a distribuce paliv s obsahem tetraethylolova v naší zemi od roku 2001 zastaveno, je zde předpoklad, že tento toxický kov navázaný na organickou složku rostlinných organismů se odbourává pomalu a často se vyskytuje v lokalitách v okolí dopravních cest [8]. Výskyt olova je téměř nulový v okolí hlavních cest, jeho větší koncentrace až 240 mg/kg bylo zjištěno spíše v blízkosti některých vedlejších cest, ale také v polích využívaných k zemědělství a paradoxně největší koncentrace olova byla změřena ze vzorku odebraného z travní plochy, která je od cesty vzdálena zhruba 60m, ale je od ní oddělena panelovou zástavbou. Lze tedy předpokládat, že zdroj znečištění pochází spíše z jiného zdroje než z automobilové dopravy. Zde byla koncentrace olova až 250 mg/kg. Výskyt olova na polích a zemědělských půdách můžeme přisuzovat zemědělské technice. Koncentrace olova, která odpovídá závažnému znečištění ohrožující

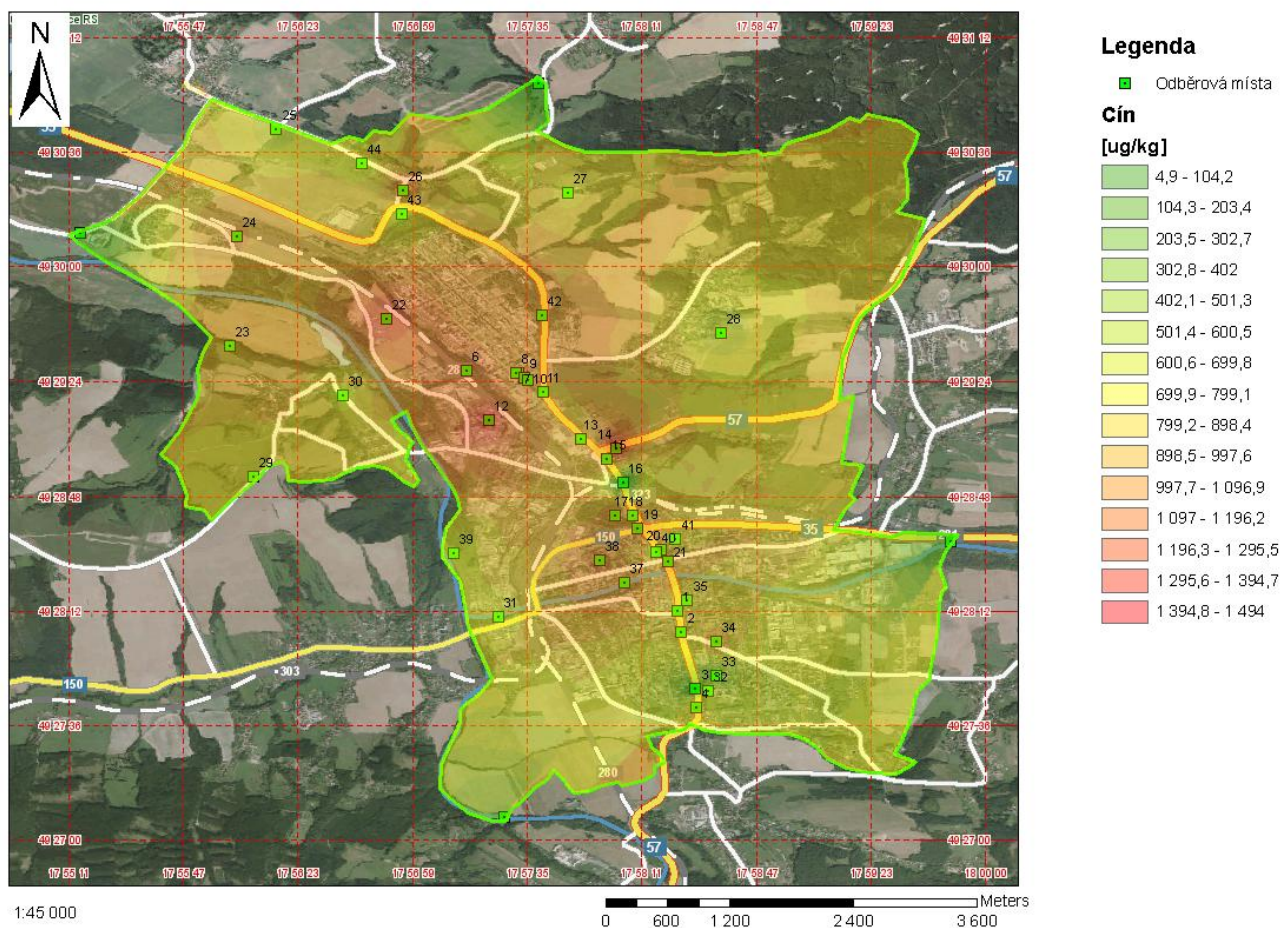
lidské zdraví se považuje hodnota 500 mg/kg [8]. Ve zkoumaných vzorcích byla koncentrace maximálně poloviční. Hodnoty olova, které byly naměřeny ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským se pohybovaly v rozmezí od 0,5 do 1,5 mg/kg sušiny. Průměrná hodnota Pb zjištěná v Pustých Jakarticích u Opavy za vegetační období 2009 byla 0,83 mg/kg sušiny [26]. Obsah olova je tedy v okolí Valašského Meziříčí zhruba 200x větší než v oblasti která je považována za relativně čistou a imisně nezátíženou.



Obr. 5. Grafické znázornění intenzity výskytu síry

Síra nepatří mezi rizikové prvky. V rostlinách se vyskytuje přirozeně. Suchozemská vegetace se řadí k rezervoárům síry a to s obsahem 0,6 miliard tun [25]. Jak je možné vypočítat z grafického znázornění, je síra mnohem více rozšířena, ale její koncentrace je naproti tomu řádově menší než právě u olova. Její nejvyšší koncentrace dosahuje až 4 667 µg/kg a to ve vzorcích odebraných z blízkosti průmyslového areálu. Znečištění je jistě způsobeno emisemi a následným spadem oxidů síry, které jsou továrnou produkovány. Okolo hlavní

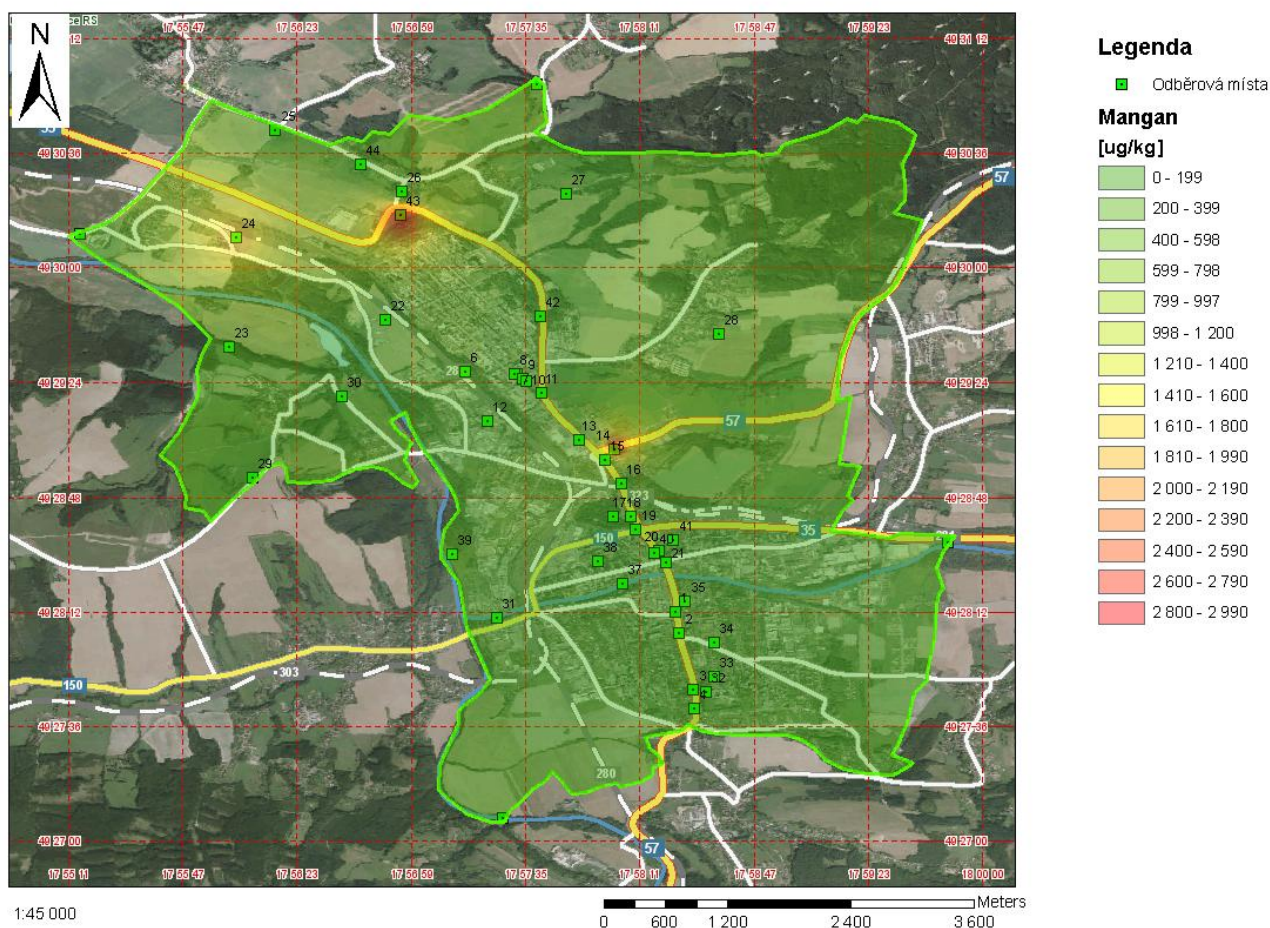
cesty je nález síry v místech kde se kříží silnice I/57 a I/35. Při porovnání s výsledky naměřenými ÚKZÚZ můžeme říci, že znečištění sírou je ve sledované oblasti nízké a téměř zanedbatelné, jelikož průměrná hodnota znečištění sírou na stanovištích vybraných ÚKZÚZ je 3160 mg/kg sušiny, což odpovídá hodnotám řádově vyšším [26].



Obr. 6 .Grafické znázornění intenzity výskytu cínu

Intenzita výskytu cínu je v různých částech lokality rozdílná a je rozprostřena téměř po celé sledované oblasti, čímž se liší od olova a síry, které se vyskytovaly spíše bodově. Jeho vyšší koncentrace byly naměřeny v městské zástavbě na dětském hřišti, na zemědělských plochách v okolí průmyslové zóny a jeho nejvyšší koncentrace byly naměřeny v okolí železniční tratě, kde se hodnoty přibližují až k 1500µg na kilogram sušiny. V okolí této průmyslové zóny jsou ale povětšinou pole a zemědělské plochy a cín je složkou nejrůznějších mořidel a postřiků osiva, které se na tato pole mohla sadit, je tedy možné, že kontaminace cínem pochází právě od tohoto zdroje. Cín se v ryzí formě v přírodě vyskytuje velmi vzác-

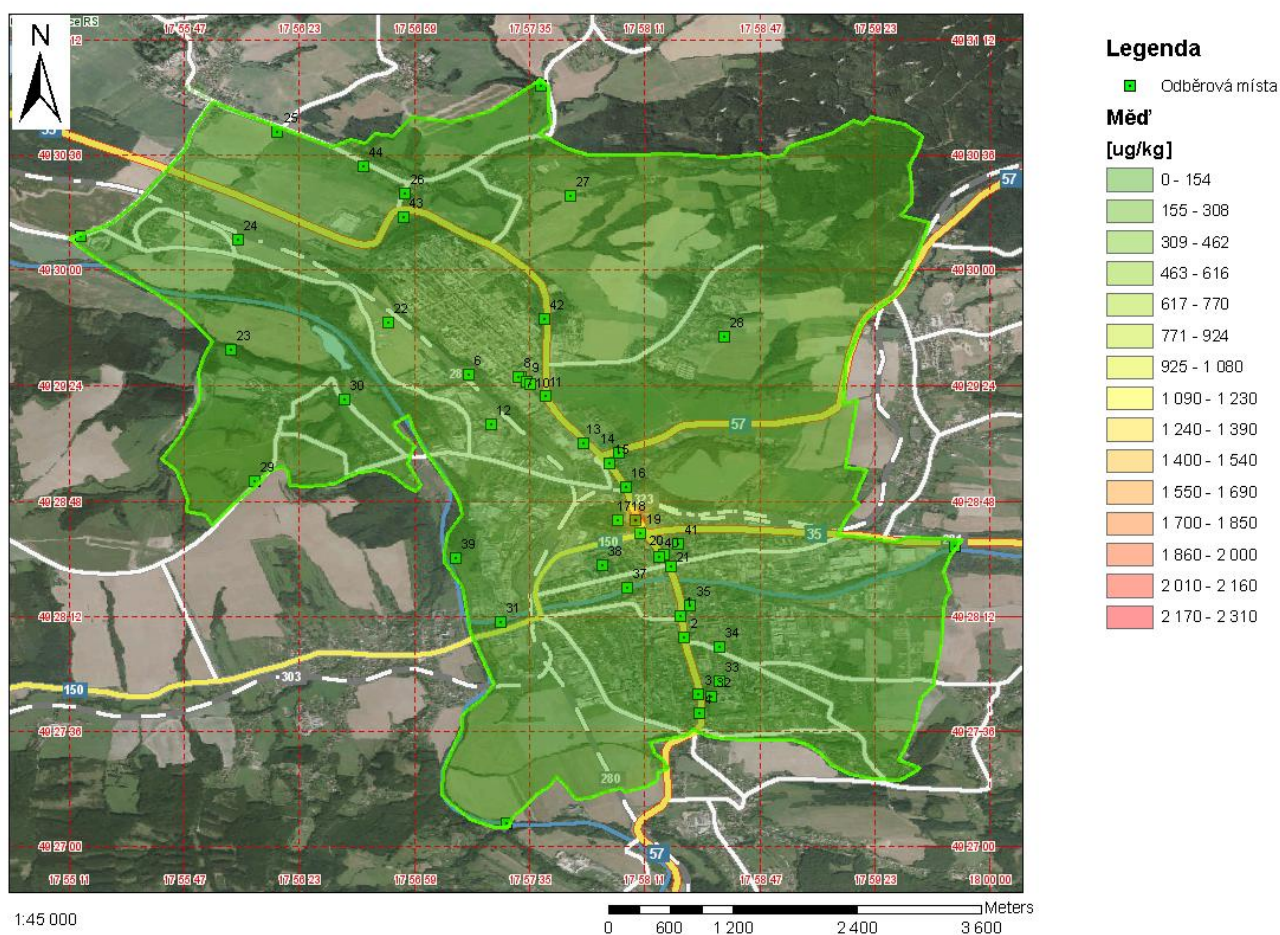
ně, častější zastoupení zaujímá ve formě rud, tedy jeho výskyt ve větším množství se ve většině případů připisuje antropogenní činnosti, jelikož aplikace jeho sloučenin v průmyslu jsou zcela běžné [8]. Výsledky měření pro cín u biomonitoringu ÚKZÚZ chybí, takže nemohou být porovnány.



Obr. 7 . Grafické znázornění intenzity výskytu manganu

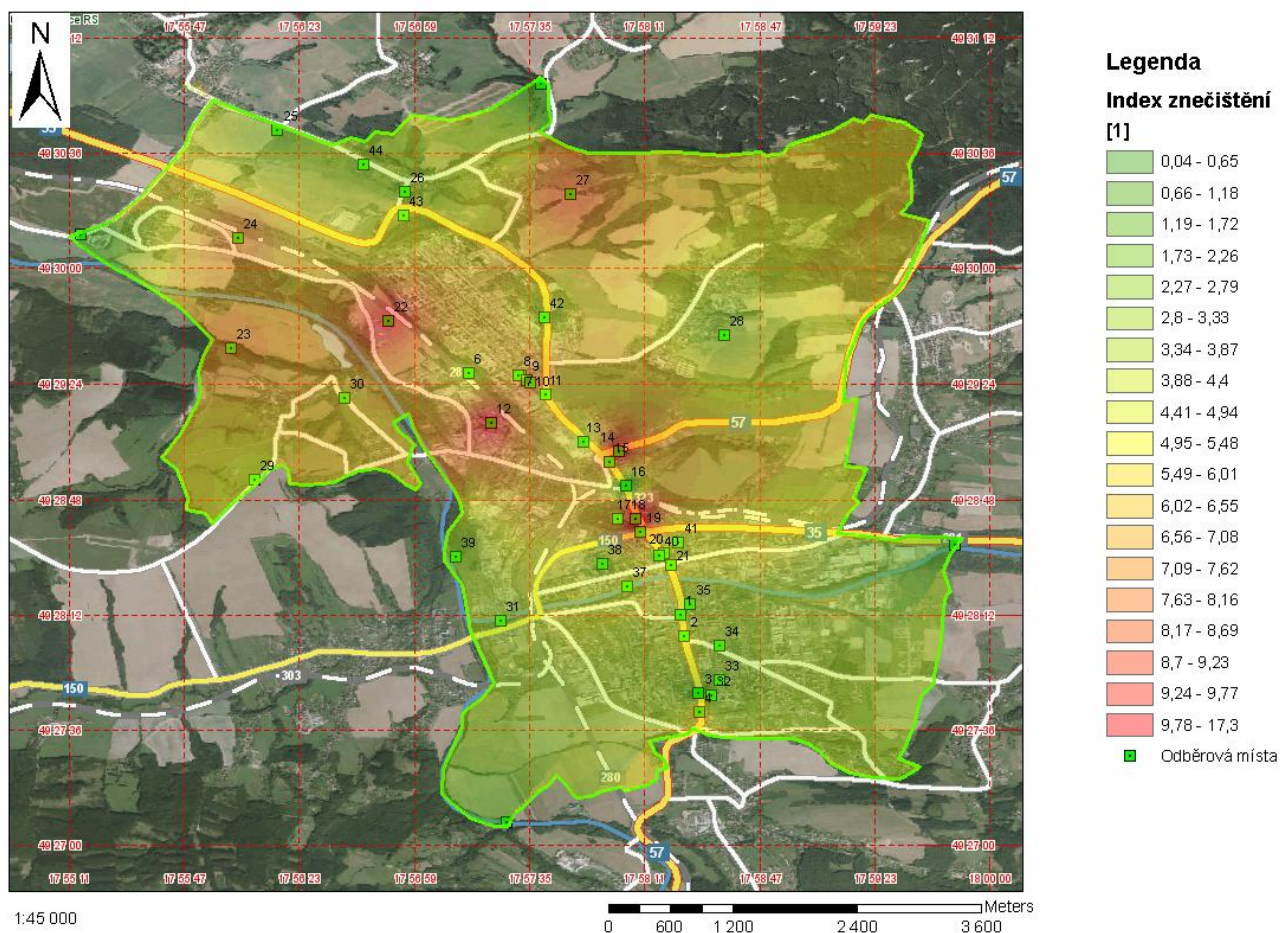
Mangan byl změřen jen na 3 místech. Jedním z nich je travnatý úsek za průmyslovým areálem a zároveň vedle hlavní cesty, takže nelze prokazatelně určit znečišťovatele. Zde koncentrace dosáhla až 2990 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Stejně množství bylo zjištěno na travní ploše před panelovou zástavbou, kde se již vyskytovalo i olovo a stejně tak zde byla naměřena i zvýšená koncentrace cínu . Toto odběrové místo je od hlavní silnice vzdáleno zhruba 60 metrů. Lze tedy předpokládat, že znečištění bude mít jiného původce než automobilovou dopravu a vyloučit můžeme i společnost DEZA a.s. Průměrná hodnota obsahu Mn ve sledovaných oblastech ÚKZÚZ je 152,6 mg/kg sušiny. Nejvyšší naměřená hodnota obsahu Mn ze sledované oblasti u Opavy je 165,3 mg/kg sušiny [26]. Nejvyšší hodnota koncentrace manga-

nu zjištěná v námi uvedené oblasti je zhruba jen 2,9 mg/kg, tedy hodnota oproti požadovým hodnotám velice nízké a obsah manganu tedy můžeme považovat za bezvýznamný oproti požadovým hodnotám.



Obr. 8 . Grafické znázornění intenzity výskytu mědi

Obsah mědi v rostlinném pokryvu sledované oblasti je na valné většině nulový, její lehce vyšší obsah můžeme pozorovat pouze na jednom místě a tím je travní plocha v blízkosti hlavní cesty. Protože ale není tento výskyt po celé délce silnice, přisuzujeme zvýšenou koncentraci tohoto prvku jinému zdroji než dopravě a nejspíše bude náhodný. Průměrná koncentrace mědi měřená od května do října je v lokalitě u Opavy 3,68 mg/kg sušiny. Maximální hodnota zjištěná průměrem všech měřených stanovišť ÚKZÚZ byla 5,52 mg/kg sušiny. Námi získaná hodnota je maximálně 2,3 µg/kg sušiny, tedy koncentrace řádově nižší než u hodnot sloužících jako požadové [26].



Obr. 9 . Grafické znázornění indexu znečištění

Index znečištění dané oblasti byl vypočítán pomocí vzorce:
$$IZ = \sum_{i=1}^n \frac{MH_i^x}{LH_i^x}$$

MH_i^x - skutečná hodnota prvku X ve vzorku

LH_i^x - limitní hodnota prvku X ve vzorku

Z Obr. 10 . je patrné, že nejvyšší hodnoty indexu znečištění můžeme pozorovat v oblasti křižovatek hlavních silnic, kde jsou hodnoty indexu znečištění až 17, dále podél železniční tratě, která je jihozápadně od průmyslového areálu, zde se hodnoty indexu znečištění pohybují okolo 10. Dále pak jsou vysoké hodnoty na polích severovýchodním směrem od diskutovaného průmyslového areálu a také na loukách jižním směrem od toho bodového zdroje znečištění. Podél silnice I/57 jsou hodnoty kolem 3.

ZÁVĚR

Cílem práce bylo zjistit a porovnat, jakou měrou se na obsahu rizikových prvků v travním pokryvu sledované oblasti Valašského Meziříčí a blízkého okolí podílí chemička DEZA a.s., která se řadí k velkým znečišťovatelům a jakou měrou se na znečištění účastní nadměrná silniční doprava, jež je narůstajícím problémem tohoto města. Ve směsných vzorcích travního pokryvu, které byly odebírány z bezprostřední blízkosti i odlehlejších míst od obou uvažovaných zdrojů znečištění, z polních a lučních stanovišť, z travních ploch u panelových zástaveb, dětských hřišť i městského parku byly naměřeny hodnoty koncentrací lehkých a těžkých prvků a tyto byly porovnány s výsledky měření provedené ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským v Brně. Metodou XRF byly naměřené hodnoty z monitorované oblasti zaneseny a vykresleny do map pomocí programu ArcGIS.

Maximální stanovená koncentrace olova je 250 mg/kg, síry 4,6 mg/kg, cínu 1,5mg/kg, u manganu i mědi nejvyšší naměřená koncentrace nepřesáhla 2,9 mg/kg sušiny. V porovnání s výsledky měření ÚKZÚZ jsou pouze koncentrace olova několikanásobně vyšší a to až řádově, ostatní prvky jsou naopak ve sledované oblasti několikanásobně nižší než je tomu v oblasti, která byla brána jako referenční. Příkladem je tomu výskyt síry jehož maximální koncentrace ve vzorku odebraného z blízkosti DEZA a.s je 4,6 mg/kg sušiny zatímco ve vzorku odebraném ÚKZÚZ z blízkosti města Opavy je její koncentrace 3242 mg/kg sušiny.

Z grafického znázornění indexu znečištění můžeme vypořadovat, že celkové znečištění je vyšší v blízkosti průmyslového areálu, kde jsou hodnoty v rozmezí od 7 do 17 než v okolí hlavních a vedlejších cest, výjimkou je ale křižovatka dvou hlavních silničních tahů a také travní plochy před panelovou zástavbou, kde jsou hodnoty také až okolo 17. U této panelové zástavby budou vyšší koncentrace rizikových prvků mít jistě jiného původce než námi uvažovaní znečišťovatelé.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] DIVIŠ, M. *Monitoring půd* [online]. [cit. 2011-2-20]. Dostupný z WWW: <[www.sps-karvina.cz/web/uploads/File/chemie/Monitoring_pud\(1\).pdf](http://www.sps-karvina.cz/web/uploads/File/chemie/Monitoring_pud(1).pdf)>
- [2] TLUSTOŠ, P., „, ET AL ”. *Rizika kovů v půdě v agroekosystémech v ČR* [online]. [cit. 2011-3-5]. Dostupný z WWW: <<http://www.phatosanitary.org>>
- [3] TLUSTOŠ, P., PAVLÍKOVÁ, D., BALÍK, J. *Mechanismus příjmu rizikových prvků rostlinami a jejich hromadění v biomase* [online]. [cit. 2011-2-28]. Dostupný z WWW: <<http://www.phatosanitary.org>>
- [4] BRANIŠ, M., „, ET AL ”. *Výkladový slovník vybraných termínů z oblasti životního prostředí a ekologie*. Nakladatelství Univerzity Karlovy, Praha, 1999. ISBN 382 – 142 – 98
- [5] VÁVROVÁ, M. *Využití bioindikátorů při hodnocení starých zátěží terestrického ekosystému* [online]. [cit. 2011-2-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.phatosanitary.org>>
- [6] PRÁŠEK, J. *Uživatelský manuál k referenčnímu dokumentu o obecných principech monitorování*. *Planeta*. 2006, roč. XIV, č. 3/2006
- [7] HONZÍK, R. *Využití rostlinných bioindikátorů pro hodnocení vlivů cizorodých látek na zemědělskou produkci* [online]. [cit. 2011-2-15]. Dostupný z WWW: <http://stary.biom.cz/sborniky/sb97PrVana/sb97PrVana_honzik.html#15>
- [8] BUKOVJANOVÁ, E. *Geomonitoring distribuce vybraných polutantů v lesním ekosystém* [online]. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010. [cit. 2011-2-15] Dostupný z WWW: <<http://dspace.knihovna.utb.cz/handle/10563/11530>>
- [9] TLUSTOŠ, P., PAVLÍKOVÁ, D. *Možnosti redukce vstupu rizikových prvků do konzumních částí rostlin* [online]. [cit. 2011-2-17]. Dostupný z WWW: <<http://www.phatosanitary.org>>
- [10] HOFFMAN, J., ŘEZNÍČKOVÁ, I., RŮŽIČKA, J. *Technologická cvičení z Ochrany prostředí*. Fakulta technologická, Zlín, 1999, ISBN 80-214-1505-3
- [11] MACKOVÁ, M., MACEK, T. *Využití rostlin k eliminaci xenobiotik z životního prostředí* [online]. [cit. 2011-2-28]. Dostupný z WWW: <<http://www.phatosanitary.org>>

- [12] Turková, J. *Uplatnění ekologických a fytoecologických analýz travních porostů při harmonizaci jejich produkčních a mimoprodukčních funkcí*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2007. [cit. 2011-2-12]. Dostupný z WWW: <<http://theses.cz/id/5x8mk3/?furl=%2Fid%2F5x8mk3%2F;lang=sk>>
- [13] KŘÍŽEK, K. *Využití geografických informačních system v ochraně životního prostředí* [online]. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010. [cit. 2011-2-12]. Dostupný z WWW: <<http://dspace.knihovna.utb.cz/handle/10563/13200>>
- [14] PAVELKA, J., TREYNER, J. A KOLEKTIV. *Příroda Valašska*. Český svaz ochránců přírody, Vsetín, 2001. ISBN 80-238-7892-1
- [15] KOLEKTIV AUTORŮ. *Okres Vsetín, Rožnovsko – Valašskomeziříčsko - Vsetínsko*. Muzejní a vlastivědná společnost v Brně, 2002. ISBN 80-7275-024-0
- [16] ADAMEC, V., LIBČINSKÝ, R., PROVALILOVÁ, I. *Prašnost a její vliv na zdravotní stav obyvatel* [online]. Brno, 2007. [cit. 2011-3-5]. Dostupný z WWW: <<http://oko.brno.cz/download/kbzm/2007GB09.pdf>>
- [17] Ročenky ministerstva dopravy [online]. [cit. 2011-3-15]. Dostupný z WWW: <<https://www.sydos.cz/cs/rocenky.htm>>
- [18] Silniční mapa Valašské Meziříčí [online]. [cit. 2011-3-19]. Dostupný z WWW: <<http://mapy.cz/>>
- [19] KLÍMA, I. *Silniční obchvat města? Jen přes mrtvoly*. Valašské panorama. Roč. X, Březen 2011, s. 8
- [20] Vlastní měření, 2011.3.21. od 13⁰⁰ do 16⁰⁰, ulice Vsetínská, silnice I/57
- [21] JANÍK, M. *Historie Urxových závodů ve Valašském Meziříčí*. DEZA a.s., Valašské Meziříčí, 1995.
- [22] DEZA a.s. [online]. [cit. 2011-3-14]. Dostupný z WWW: <<http://www.deza.cz/>>
- [23] BURŠÍKOVÁ, A. *Emise snížíme téměř na nulu*. Valašský chemik. 2011, roč. XLIV, Únor 2011, s. 1
- [24] [cit. 2011-2-14]. Dostupný z WWW: <<http://www.irz.cz/irz/new/>>
- [25] KALÁČ, P., TRÍSKA, J. *Chemie životního prostředí*. Jihočeská univerzita, České Budějovice, 1998. ISBN 80-7040-325-X
- [26] Klementová, L. *Výsledky aktivního biomonitoringu, Zpráva za rok 2009*, Opava 2010. [online]. [cit. 2011-5-12]. Dostupný z WWW:

<<http://www.ukzuz.cz/Articles/46640-2-Aktivni+biomonitoring.aspx>>

[27] [cit. 2011-5-12]. Dostupný z WWW:

<<http://www.p-kotrady.byl.cz/valmez/valmez2.htm>>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

POP	Perzistentní organické polutanty
PAU	Polycyklické aromatické uhlovodíky
PCB	Polychlorované bifenyly
PCDD	Polychlorované dibenzodioxany
PCDF	Polychlorované dibenzofurany
ČOV	Čistička odpadních vod
CHČOV	Chemická čistička odpadních vod
PVC	Polyvinylchlorid
MZ	Ministerstvo zemědělství
ČSN	Česká státní norma
EN	Evropská norma
MHD	Městská hromadná doprava
GIS	Geografický informační systém
XRF	Rentgenová fluorescenční spektroskopie
ÚKZÚZ	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně
CHKO	Chráněná krajinná oblast

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Cesta rizikových prvků od zdrojů do potravin [3].....	11
Obr. 2. Idealizovaný průběh stresové reakce [3]	18
Obr. 3. Zájmová lokalita – Valašské Meziříčí a okolí [17]	26
Obr. 4. Grafické znázornění intenzity výskytu olova	29
Obr. 5. Grafické znázornění intenzity výskytu síry	30
Obr. 6. Grafické znázornění intenzity výskytu cínu	31
Obr. 7. Grafické znázornění intenzity výskytu manganu	32
Obr. 8. Grafické znázornění intenzity výskytu mědi	33
Obr. 9. Grafické znázornění indexu znečištění	34

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Úniky látek do ovzduší z daných druhů dopravy za rok 2009 [17].....	21
Tab. 2. Počet silničních vozidel registrovaných v ČR k roku 2009 [17].....	21
Tab. 3. Hustota provozu silnice I/57 v dopravní špičce dne 2011-3-21 [20]	22
Tab. 4. Úniky znečišťujících látek a prvků [24]	24