



Středoškolská technika 2012

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

MĚŘENÍ KONTAMINANTŮ V PŮDĚ V BLÍZKÉM OKOLÍ BRNĚNSKÝCH A FAKULTNÍCH NEMOCNIC

Veronika Justrová



**Gymnázium, Brno-Řečkovice,
Terezy Novákové 2, Brno**

Prohlašuji tímto, že jsem soutěžní práci vypracovala samostatně pod vedením Doc. PharmDr. Petra Babuly, Ph.D. a Mgr. Blanky Škaroupkové. Také jsem uvedla v seznamu veškerou použitou literaturu a další informační zdroje z Internetu.

V Brně dne 20. února 2012

Veronika Justrová

Ráda bych poděkovala Doc. PharmDr. Petru Babulovi, Ph.D. za odborné vedení, mnoho cenných rad a pomoc při měření v laboratoři. Také bych chtěla poděkovat Mgr. Blance Škaroupkové za konzultaci po formální i obsahové stránce. Dále bych chtěla poděkovat Ústřednímu a kontrolnímu zkušebnímu ústavu zemědělskému za zapůjčení půdního vrtáku a pomoc při měření v laboratoři. A v neposlední řadě bych ráda poděkovala všem nemocnicím, které mi povolily odebrání půdních vzorků.

ANOTACE

Měření kontaminantů v půdě v blízkém okolí brněnských a fakultních nemocnic

V rámci Středoškolské odborné činnosti jsem zjišťovala obsah kontaminantů v půdě v blízkém okolí brněnských a fakultních nemocnic, a to těžkých kovů. Tímto měřením navazuji na svou předešlou práci, protože doposud nebylo podobné měření prováděno a žádným zákonem ani vyhláškou není vyžadováno.

Půdní vzorky jsem odebírala půdním vrtákem, konkrétně skládacím Edelmanem. Ze vzorků jsem vytvořila roztoky s lučavkou královskou a ty měřila pomocí analytické metody ICP-OES. Rtuť jsem měřila na analyzátoru AMA 254. Obsah kontaminantů nepřesahoval kritérium B podle metodického pokynu MŽP pro hodnocení kontaminace zemin až na rtuť v jedné nemocnici se vzorky č. 13 a 14.

Dále jsem determinovala fytotoxicitu půdních výluhů na modelu buněčné suspenzní kultury tabáku BY-2. Zjišťovala jsem vialibitu (procento živých buněk) BY-2 buněk po expozici různých koncentrací půdních výluhů. Vialibita všech experimentálních variant se pohybovala nad 90 %, a proto předpokládám, že půda prozatím není toxická.

I přesto se domnívám, že překročení obsahu rtuti podle kritéria B (kritéria hodnocení kontaminace zemin podle metodického pokynu MŽP) ve zmíněné nemocnici by se měla začít věnovat pozornost. A to znovu provést podrobnější měření a v případě opětovného překročení situaci řešit. Jedním ze způsobů může být vápnění půdy kvůli zvýšení pH. Nemocnici zkontaktuji.

Výsledky poskytnu všem zúčastněným nemocnicím a laboratoři ÚKZÚZ.

Klíčová slova: kontaminanty půdy, těžké kovy, měření, fakultní nemocnice

OBSAH

1	ÚVOD.....	8
2	TEORETICKÁ ČÁST.....	9
2.1	Kontaminanty životního prostředí.....	9
2.1.1	Těžké kovy.....	9
2.1.1.1	Vstřebávání těžkých kovů.....	11
2.2	Metodika.....	12
2.2.1	Půdní vrtáky a vzorkování půdy.....	12
2.2.2	Analytická metoda ICP-OES.....	13
2.2.3	Analyzátor rtuti AMA 254.....	13
3	PRAKTICKÁ ČÁST.....	14
3.1	Místa odběru vzorků.....	14
3.1.1	Popisy míst odběrů.....	14
3.1.1.1	FN Plzeň.....	14
3.1.1.2	FN Královské Vinohrady, Praha.....	15
3.1.1.3	FN Na Bulovce, Praha.....	16
3.1.1.4	FN Hradec Králové.....	17
3.1.1.5	FN Thomayerova, Praha.....	18
3.1.1.6	FN Olomouc.....	19
3.1.1.7	FN Ostrava.....	20
3.1.1.8	FN u sv. Anny, Brno.....	21
3.2	Pracovní postupy.....	22
3.2.1	Zařízení a pomůcky.....	22
3.2.2	Odebírání půdních vzorků.....	26
3.2.3	Příprava půdních vzorků.....	26
3.2.4	Příprava roztoků s lučavkou královskou.....	26
3.2.5	Testování fytotoxicity.....	27
3.3	Výsledky měření.....	29
3.3.1	Měření pomocí ICP – OES analyzátoru.....	29
3.3.2	Určení fytotoxicity.....	38
4	ZÁVĚR.....	40
	Použitá literatura.....	41
	Použité webové stránky.....	42
	Seznam obrázků.....	43
	Seznam tabulek.....	43
	Seznam grafů.....	43
	Přílohy.....	44

SEZNAM PŘÍLOH

Obrázek 15: Průmyslový vysavač PROTOOL VCP 260 E-L	44
Obrázek 16: Odběr č. 1 u lékárny ve FN Plzeň	45
Obrázek 17: Odběr č. 2 u místa s frekventovaným pohybem pacientů ve FN Plzeň	45
Obrázek 18: Odběr č. 1 v parku v FN Královské Vinohrady	46
Obrázek 19: Odběr č. 2 u lékárny v FN Královské Vinohrady	46
Obrázek 20: Odběr č. 1 u místa s frekventovaným pohybem pacientů v FN Na Bulovce, Praha	47
Obrázek 21: Odběr č. 2 u lékárny v FN Na Bulovce, Praha	47
Obrázek 22: Odběr č. 1 na dětském hřišti v FN Hradec Králové	48
Obrázek 23: Odběr č. 2 u lékárny v FN Hradec Králové	48
Obrázek 24: Odběr č. 1 u lékárny v FN Thomayerova, Praha	49
Obrázek 25: Odběr č. 2 u lékárny v FN Thomayerova, Praha	49
Obrázek 26: Odběr č. 1 u lékárny v FN Olomouc	50
Obrázek 27: Odběr č. 2 v parku v FN Olomouc	50
Obrázek 28: Odběr č. 1 u lékárny v FN Ostrava	51
Obrázek 29: Odběr č. 2 v parku v FN Ostrava	51
Obrázek 30: Odběr č. 1 u lékárny v FN u sv. Anny	52
Obrázek 31: Odběr č. 2 v parku v FN u sv. Anny	52
Obrázek 32: Stáda muflonů v FN Thomayerova, Praha	53
Tabulka 2: Kritéria hodnocení kontaminace zemin podle metodického pokynu MŽP ..	53
Tabulka 3: Kategorizace využití území pro aplikaci metodického pokynu MŽP	54
Tabulka 4: Pracovní tabulka – výsledky Hg ve vzorcích	55
Obrázek 33: Osvědčení o akreditaci zkoušení krmiv a surovin pro výrobu krmiv, půd, rostlinného materiálu, hnojiv a podobných materiálů v NRL ÚKZÚZ	56
Obrázek 34: Osvědčení o akreditaci programů zkoušení způsobilosti v oblasti chemických zkoušek půd, kalů a sedimentů, krmiv a rostlinného materiálu v NRL ÚKZÚZ	57

1 ÚVOD

Ve své Středoškolské odborné práci bych ráda navázala na svoji předešlou práci s názvem „Měření kontaminantů v půdě v blízkém okolí nemocnic“ z roku 2011, kde jsem konkrétně měřila výskyt léčiv a těžkých kovů v půdě. Přestože v půdních vzorcích rozebíraných v minulé práci nebylo zjištěno žádné znečištění těmito kontaminanty, ráda bych provedla podrobnější a přesnější analýzy těchto vzorků na těžké kovy a dále provedla měření v areálech dalších fakultních nemocnic v ČR.

Hlavním cílem mé práce je provést podrobnější měření výskytu těžkých kovů přesnějšími metodami u již odebraných půdních vzorků z brněnských nemocnic, dále odebrat další půdní vzorky ve většině fakultních nemocnic v ČR a aplikovat na ně rozšířené měření těžkých kovů v půdě. Výsledky těchto měření bych opět poskytla zúčastněným nemocnicím a v případě zhoršených výsledků s nimi dále spolupracovala. V neposlední řadě je mým cílem prohloubit své zkušenosti s odběrem vzorků, jejich sušením a mletím a naučit se základní analytické techniky v konečné fázi laboratorního rozboru.

Kontaminaci půd se věnuje větší pozornost až asi posledních 30 let. Výzkumu je podrobována především zemědělská půda kvůli riziku přenosu kontaminantů na zemědělské plodiny, z nichž by se mohly případné škodlivé látky dostat až do lidského těla. Dále se zkoumá průsak látek do spodních vod, odkud se také případné škodlivé látky mohou koloběhem vody dostat do lidského organismu. Upozorňuje na to například Časopis lékařů českých, č. 14 z roku 1999 s článkem o kontaminaci půd. Dále jsem našla publikaci z roku 1995 Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka nebo sborník referátů Těžké kovy z roku 1993. I z nedostatku odborné literatury si myslím, že se této oblasti nevěnuje příliš velká pozornost. Protože se některé kovy mohou do těla dostat kůží (dále se tomuto věnuji v teoretické části práce), myslím si, že by se tato situace nějakým způsobem měla řešit nebo se jí věnovat alespoň patřičná pozornost. A upozornit na problematiku kontaminace půd je dalším z cílů mé práce.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Kontaminanty životního prostředí

Mnoho nejrůznějších faktorů ovlivňuje přirozené cykly v přírodě. Těmito faktory mohou být právě některé kontaminanty, jako například těžké kovy, kterými se ve své práci zabývám, a dále pesticidy včetně dalších perzistentních organických polutantů, barviva, aj.

2.1.1 Těžké kovy

Těžké kovy představují skupinu prvků, jejichž hustota je větší než 5 g/cm^3 . Tato definice je základní, a pouze jednou z mnoha, které vymezují skupinu těchto těžkých kovů. Patří sem celá skupina přechodných prvků (někteří autoři dle široce vymezených definic sem zahrnují také některé polokovy), skupina lanthanoidů a aktinoidů. Některé těžké kovy jsou biogenní, což znamená, že jsou nezbytné pro správnou funkci biomolekul, nejčastěji enzymů a jiných proteinů. Z nejvýznamnějších lze jmenovat železo, měď, zinek, mangan nebo molybden. Na druhou stranu, mezi těžké kovy patří i nebiogenní toxické těžké kovy, které vykazují toxický účinek na živé organismy. Tyto těžké kovy představují značné riziko pro životní prostředí. Proto jsou hledány cesty, jak snížit jejich hladiny v životním prostředí. Jeden z nejvýhodnějších způsobů využívá schopnost rostlin přijímat, translokovat a akumulovat určitý těžký kov, případně celou skupinu těžkých kovů. Tento způsob se nazývá fytoremediace. Důvodem schopnosti rostlin přijímat toxické kovy je velmi často jejich podobnost s biogenními těžkými kovy, které jsou nezbytné pro správnou funkci biomolekul, potažmo fyziologických a růstových procesů. Mezi tyto prvky patří např. Zn, Ni, Cu a Mo, jejichž výskyt jsem zjišťovala v půdních vzorcích (viz. praktická část). Mezi nejvýznamnější těžké kovy patří následující:

Rtuť (Hg) není biogenním prvkem ani není v zemské kůře příliš hojně zastoupena. Ve vyšších koncentracích je ale vysoce toxická. Značné množství rtuti koluje v biosféře, protože je nejtěžavějším kovem a již dlouho se používá v různých měřicích přístrojích. Nyní jsou už postupně omezovány rtuťové teploměry a plánuje se zrušit také rtuťové tonometry. Rtuť se totiž vyznačuje neobvyklým cyklem v přírodě narozdíl od cyklů

jiných kovů, z půdy se vypařuje do atmosféry a pak se srážkami z atmosféry vymývá. Jedním z procesů, jak se rtuť může dostat do půdy, je produkce a následné spalování odpadů. Mnoho nemocnic má zařízení vlastní spalovny, což může být další příčina kontaminace půdy v areálu nemocnice. Do r. 2004 polovina českých stomatologických ordinací běžně vypouštěla rtuť používanou v amalgámových plombách do kanalizace, neměli totiž odlučovače. Během r. 2004 uzavřelo Ministerstvo životního prostředí a Česká stomatologická komora dohodu, že rtuť již nebudou vypouštět – dostávala se totiž přes kanalizaci do kalů, které byly dále používány jako hnojivo v zemědělství. Rtuť se v rostlinách vyskytuje ve velmi malém množství, většina přijaté rtuti je zadržována v kořenech, odkud se může zpětně vracet do půdy a koloběhem opět do atmosféry.

Arzen (As) se v přírodě vyskytuje převážně ve formě sulfidů, ale vyskytuje se všude. Arzen i jeho sloučeniny jsou prudce jedovaté. Otravy člověka arzenem jsou nyní velmi vzácné, přesto se vyskytují případy otrav, např. v lékařství, v průmyslu a zemědělství. Dříve se totiž hojně používaly preparáty s přídavkem arzenu při léčbě fyziologické nerovnováhy, spavé nemoci, ve veterinární medicíně a jinde. Nyní je však používání arzenu v mnoha zemích zakázáno. Arzen se v půdě hromadí v povrchových vrstvách a tím je nebezpečný pro některé rostliny. Nejvyšší podíl znečištění půdy arzenem je při těžbě hnědého uhlí.

Chrom (Cr) se vyskytuje ve všech tkáních člověka. Od narození jeho množství v těle klesá, až na plíce, ve kterých se od asi desátého roku života jeho množství naopak zvyšuje. Důvodem může být vystavení organismu pasivnímu kouření, protože chrom je obsažen v cigaretách. Chrom se v půdě vyskytuje ve formě Cr^{III} a v této formě není rostlinami přijímán. Není zde tedy vysoké riziko otravy chromem ze zemědělských plodin a z nich vyrobených produktů.

Měď (Cu) je pro člověka potenciálně toxická, ale na druhé straně je esenciálním prvkem. Vylučování mědi z těla močí ovlivňuje především molybden. Deficit je velmi vzácný, ale v tomto případě může docházet k anémii či demineralizaci kostí. Nejčastěji se to stává u novorozenců či nedonošených dětí a dále při malnutrici a malabsorpčním syndromu. Obsah mědi v rostlinách je velmi nízký.

Molybden (Mo) se v životním prostředí vyskytuje obvykle v nízkých koncentracích. Vzhledem k nízké toxicitě nepředstavuje vysoké riziko pro populaci.

Nikl (Ni) má karcinogenní účinky, ale i zánětlivé, hlavně na alergickém podkladě. Výrazně se podílí na vzniku kožních ekzematózních onemocnění u člověka.

Olovo (Pb) je velmi toxickým prvkem, přesto hojně využívaným, např. sloučeniny olova se přidávaly do benzínu (u frekventovaných silnic byl jeho zvýšený obsah ve vegetaci, převážně v listech stromů). Kvůli tomu se kontaminace životního prostředí olovem neustále zvyšovala. Rizikovou skupinou z hlediska působení olova jsou děti mladší 6 let. Jedním z důvodů je jeho perorální přijímání z prachu a hlíny, následně se rychleji vstřebává v trávicím ústrojí a vyvíjející se orgány dítěte jsou na působení olova citlivější. Následkem otravy může být anorexie, anémie, zácpy či kolikovitě bolesti břicha. Už při nízkých dávkách ale může dojít u dětí k poruše psychiky, změnám chování a poruchám intelektu. Olovo se vyskytuje v mnoha výrobcích – obalové materiály, baterie, vodovodní olověné trubky, popř. těsnění.

2.1.1.1 Vstřebávání těžkých kovů

Kov, případně jeho sloučeniny, se do organismu vstřebává přes membránu. Kov může být po vstupu do organismu zadržen v místě vstřebání nebo pronikne do krve, kterou je transportován na jiná místa v organismu. Nejčastěji se tak stává přes dýchací a trávicí ústrojí. Ojedinele se vyskytují případy vstřebávání kovů přes kůži.

Do dýchacího ústrojí mohou kovy vstupovat ve formě plynů, par, ale i částic. Většina kovů se v plynné formě vyskytuje pouze při velmi vysokých teplotách, až na rtuť. Páry rtuti jsou nepolární a snadno pronikají membránou do krve.

Kovy a jejich sloučeniny se do trávicího ústrojí mohou dostat po perorálním příjmu s potravinami a nápoji. Vstřebávání kovů v trávicím ústrojí může být ovlivněno i jinými látkami. Např. vitamin D zvyšuje vstřebávání kadmia, nízký obsah bílkovin zvyšuje vstřebávání olova apod.

Nepoškozená kůže neumožňuje propouštění toxických látek rozpustných ve vodě, ale již nezabraňuje vstřebávání látek rozpustných v tucích. Propustnost iontů kovů může naopak zvýšit používání organických rozpouštědel nebo detergentů. Vstřebávání kůží přes mazové a folikulární žlázy (výjimečně přes epidermis) bylo potvrzeno u anorganických a organických sloučenin např. u Hg, Zn, Cu, Be, Au, Co, Pb aj. Toto vstřebávání závisí i na lokálních faktorech (teplota kůže, krevní zásobením, ...).

2.2 Metodika

2.2.1 Půdní vrtáky a vzorkování půdy

Pro správné odebrání půdních vzorků jsou nepostradatelné topografické a geologické mapy (1 : 50 000) a GPS pro určení přesné polohy. Zjednodušuje to následné opakování odběru vzorku pro srovnání nebo v případě dlouhodobého sledování. Pro samotné odebrání vzorků je důležitý půdní vrták a špachtle nebo nůž.

Půdních vrtáků a hlavic je mnoho typů, záleží na konkrétní půdě a podle toho se vybírá nejlépe se hodící typ. Před odebráním vzorku se musí okolí popsat do předtištěného formuláře a podle Munsellových tabulek se klasifikuje barva půdy, která určuje obsah organické hmoty a intenzitu zvětrávání. Dále se musí popsat profil pomocí několika dalších pomůcek.

Pro snadnější odběr vzorků jsou důležité dvojité papírové, plátěné nebo polyetylenové sáčky a lopatka. Při odebírání rostlin jsou nutné další pomůcky pro úpravu kořenů. Odebírání vzorků se uzpůsobuje pozdějšímu rozboru – charakteristika půdního horizontu, fyzikální rozbor, přístupné živiny, znečištění půd, studium humusu nebo jílu, ...

Vzorkování se dá provádět mnoha způsoby (např. extrakce 2M HNO₃). Odebraný vzorek musí být pro úspěšnou úpravu reprezentativní, homogenní a nezměněný nebo nekontaminovaný odběrem. Dále se vzorky vysouší, mělní, prosévají, dělí a melou. Dále se postupuje na základě vlastních analýz, které se navzájem liší. Je třeba dbát také na uskladnění vzorků, aby nedošlo například ke kontaminaci vzorku lepidlem z papírového sáčku. Sušení vzorků je potřeba zahájit co nejdříve, aby nebyly znehodnoceny vlhkem a aby na ně působily vnější vlivy co nejkratší dobu (sluneční záření, ...). Při některých speciálních analýzách se musí samotná analýza zahájit co nejdříve, aby nedošlo k odpaření těkavých sloučenin a reakcím s materiálem obalu. Při sušení by neměla teplota přesahovat 40° C, protože při vyšší teplotě může dojít ke změnám v následných potřebných reakcích. Před mletím části vzorku, která se bude analyzovat, se nejprve dělí. Může se použít rotační nebo příhradový dělič nebo i ruční dělení. Mletí vzorků opět závisí na konkrétním druhu analýzy.

2.2.2 Analytická metoda ICP-OES

Analytická metoda ICP-OES (emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem) je v současnosti nejvíce používanou metodou pro určování obsahu stopových i vyšších koncentrací téměř všech chemických prvků, které jsou v měřeném vzorku obsaženy. Z měřeného vzorku se nejprve vytvoří roztok, poté se transportuje do mlžícího přístroje a takto vzniklá mlha je proudem argonu (snadno ionizovaný plyn) vedena do hořáku. Při teplotě 6 000 – 10 000 K se odpařuje rozpouštědlo vzorku, elektrony se krátkodobě excitují, ale jsou nestabilní. Proto se vrací zpět do původní energetické hladiny a emitují světlo o přesné vlnové délce (projevuje se specifickými spektrálními čárami). Toto světlo je pak vedeno na monochromátor, který zachycené paprsky rozdělí právě podle vlnových délek a toto rozdělené záření dopadá na detektor. Ten převede intenzitu světla na měřitelný pík, plocha tohoto píku odpovídá koncentraci prvku ve vzorku. Na jedno nasátí vzorku lze určit až 50 prvků ve vzorku.

2.2.3 Analyzátor rtuti AMA 254

Analyzátor rtuti AMA 254 je jednoúčelový atomový spektrometr. Využívá se pro stanovení rtuti v kapalných i pevných vzorcích bez předchozí úpravy. Analyzátor funguje na principu analyzování par kovové rtuti tepelným rozkladem vzorku ve spalovací trubici. Tyto výpary se zachytí, zkoncentrují, opětovně vypudí a detekují. Postup zajišťuje vysokou citlivost, nosným plynem je kyslík.

3 PRAKTICKÁ ČÁST

3.1 Místa odběru vzorků

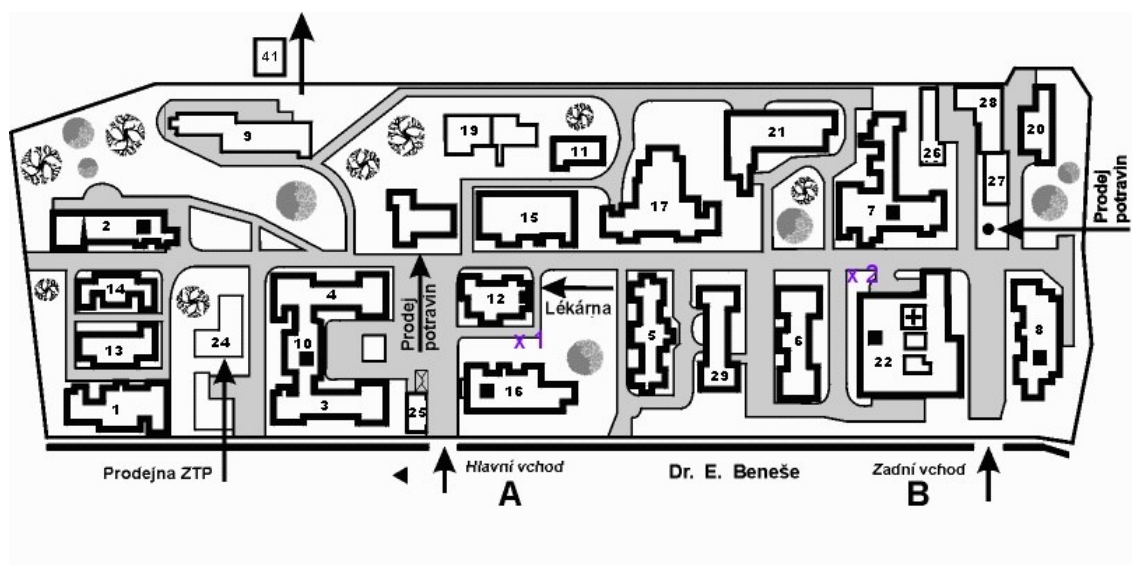
Vzorky jsem odebírala v osmi fakultních nemocnicích v ČR. Původně jsem oslovila i Fakultní nemocnici v Motole a Všeobecnou fakultní nemocnici v Praze, ale vedení nemocnic mi mou žádost o odběry vzorků zamítly. Z tohoto důvodu jsem zde měření neprováděla. Měření jsem prováděla také v nemocnicích Na Bulovce a Thomayerově v Praze, které od ledna 2012 již nejsou fakultními nemocnicemi. Podrobné fotografie měřených míst jsou v příloze.

3.1.1 Popisy míst odběrů

3.1.1.1 FN Plzeň

GPS souřadnice:

1. lékárna u parku, N 49° 43,909', E 13° 22,580' ($\pm 11\text{m}$)
2. místo s frekventovaným pohybem pacientů,
N 49° 43,839', E 13° 22,630' ($\pm 9\text{m}$)

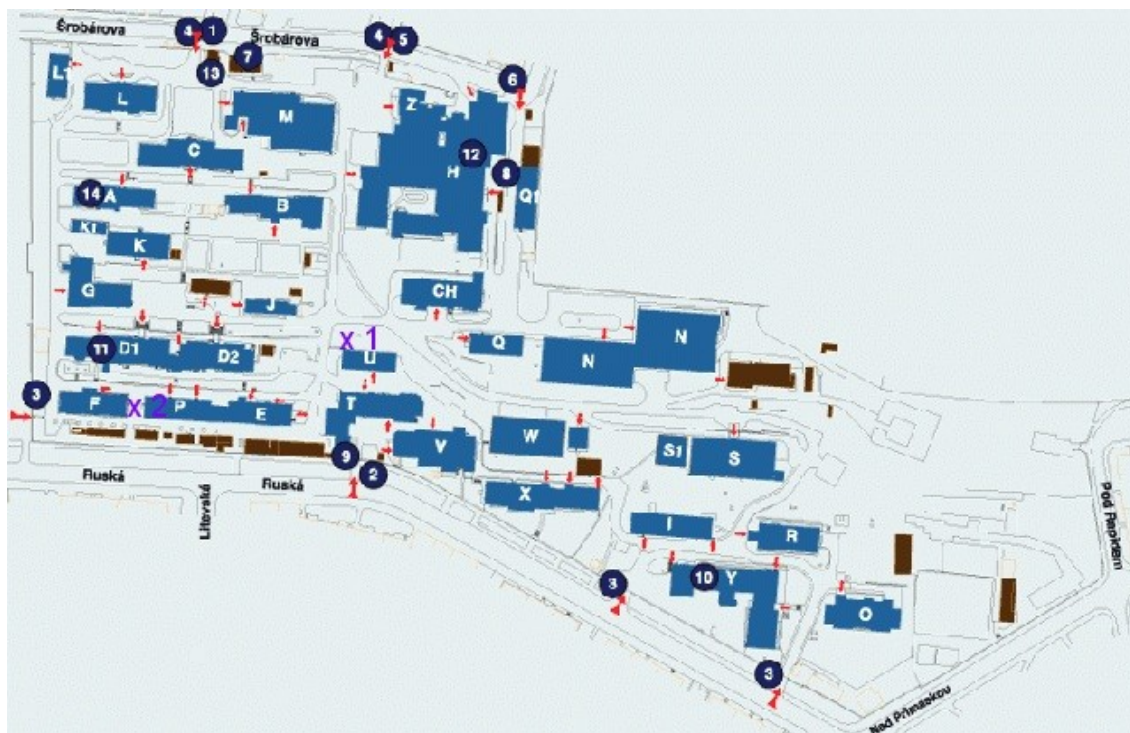


Obrázek 1: Plán FN Plzeň, poskytnut ekologem panem Kuzmou, D.a následně upraven

3.1.1.2 FN Královské Vinohrady, Praha

GPS souřadnice:

1. park, N 50° 04,479', E 14° 28,624' ($\pm 10\text{m}$)
2. lékárna, N 50° 04,446', E 14° 28,519' ($\pm 9\text{m}$)



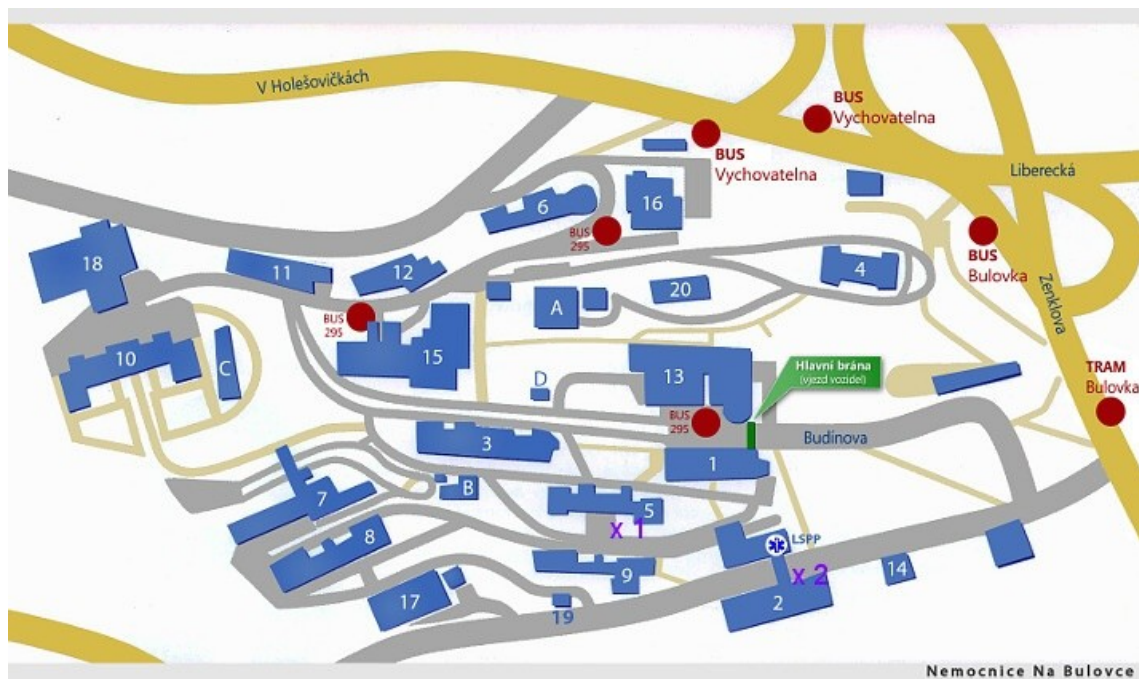
Obrázek 2: Plán FN Královské Vinohrady, převzat z http://www.fnkv.cz/fotogalerie/obrazky_176.gif a následně upraven

Pan Kočař, K. z odboru vnitřních služeb mi sdělil, že se spodní voda po vydatném dešti vylévá přes kanalizaci do areálu nemocnice a po svahu odtéká dále. Případná kontaminace může být spojena s právě uvedeným prosakem spodní vody.

3.1.1.3 FN Na Bulovce, Praha

GPS souřadnice:

1. místo s frekventovaným pohybem pacientů (absence parku),
N 50° 06,892', E 14° 27,799' ($\pm 5\text{m}$)
2. lékárna, N 50° 06,888', E 14° 27,911' ($\pm 9\text{m}$)



Obrázek 3: Plán FN Na Bulovce, převzat z <http://bulovka.cz/cs/mapy/>

3.1.1.4 FN Hradec Králové

GPS souřadnice:

1. dětské hřiště, N 50° 11,973', E 15° 49,682' ($\pm 8\text{m}$)
2. lékárna, N 50° 12,007', E 15° 49,513' ($\pm 6\text{m}$)



Obrázek 4: Plán FN Hradec Králové; převzat z <http://www.fnhk.cz/pacient-a-jeho-blizci/jak-se-k-nam-dostanete/orientacni-plan> a následně upraven

V areálu nemocnice se nachází často navštěvované dětské hřiště, proto jsem odběr v parku zvolila zde.

3.1.1.5 FN Thomayerova, Praha

GPS souřadnice:

1. lékárna, N 50° 1,788', E 14° 27,384' (\pm 5m)
2. park, N 50° 1,793', E 14° 27,438' (\pm 9m)



Obrázek 5: Plán FN Thomayerova; převzat z

http://mapy.cz/#x=14.460462&y=50.029949&z=15&c=2-8-3-15-25&l=15&d=coord_14.4573%2C50.029883_1&t=s a následně upraven

V areálu nemocnice se volně pohybují stáda muflonů.

3.1.1.6 FN Olomouc

GPS souřadnice:

1. lékárna, N 49° 34,975', E 17° 14,356' ($\pm 4\text{m}$)
2. park, N 49° 35,092', E 17° 14,324' ($\pm 6\text{m}$)



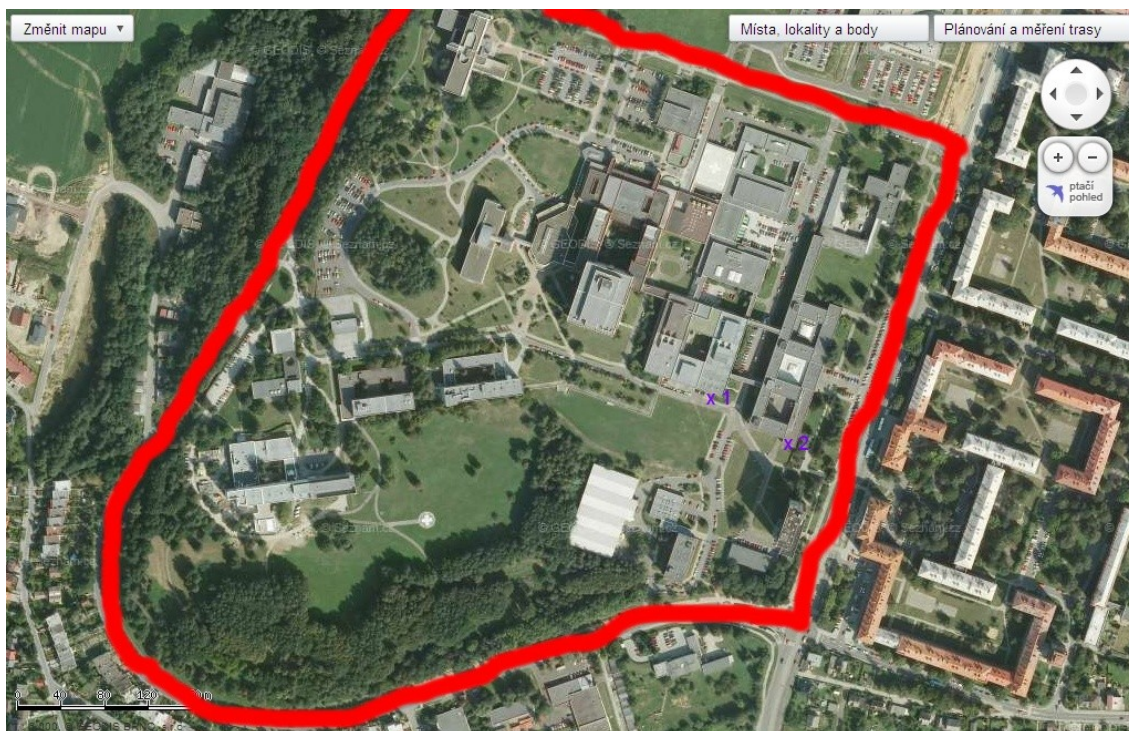
Obrázek 6: Plán FN Olomouc; převzat z http://www.fnol.cz/pdf/fnol_cz_mapa.pdf a následně upraven

Areál FN Olomouc je malým „městem ve městě“ a vyskytuje se v něm mnoho obchodů a bytů, takže se vymyká ostatním areálům nemocnic.

3.1.1.7 FN Ostrava

GPS souřadnice:

1. lékárna, N 49° 49,672', E 18° 9,609' (\pm 7m)
2. park, N 49° 49,645', E 18° 9,657' (\pm 8m)



Obrázek 7: Plán FN Ostrava; převzat z

http://mapy.cz/#x=18.164095&y=49.827384&z=15&t=s&d=coord_18.16095%2C49.827417_1&c=2-8-3-15-25&l=15 a následně upraven

Pan Urbanec, J. z odboru bezpečnosti a služeb vyjádřil obavu, že v místě odběru č. 2 může být zvýšený obsah olova. Nachází se zde stomatologická laboratoř a odpady se běžně vylévají do kanalizace.

3.1.1.8 FN u sv. Anny, Brno

GPS souřadnice:

1. lékárna, N 49° 11,441', E 16° 35,787' ($\pm 7\text{m}$)
2. park, N 49° 11,458', E 16° 35,944' ($\pm 8\text{m}$)



Obrázek 8: Plán FN u sv. Anny; převzat z http://www.fnusa.cz/index2.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=445 a následně upraven

V areálu nemocnice probíhají dlouhodobě rozsáhlé stavební úpravy, což může mít případný vliv na znečištění půdy.

3.2 Pracovní postupy

3.2.1 Zařízení a pomůcky

Zařízení:

- půdní vrták: skládací Edelman se speciální vrtnou hlavicí do štěrku
- přístroj GPS: Garmin Oregon 550t
- digitální fotoaparát
- průmyslový vysavač: PROTOOL VCP 260 E-L
- deglomerátor půdy (mlýn na zeminy): PULVERISETTE 8
- váhy s přesností 0,000 1 g: SARTORIUS analytic
- váhy s přesností 0,000 1 g: ELECTRONIC BALANCE
- laboratorní třepačka: IKA VORTEX GENIUS 3
- laboratorní mineralizátor s regulátorem: MINERALIZER MB442BH
- ICP – OES analyzátor
- analyzátor rtuti AMA – 254
- fluorescenční mikroskop: AX40 (Zeiss, Německo)



Obrázek 9: Složená skládací forma Edelmanu se speciální vrtnou hlavicí do štěrku



Obrázek 10: Deglomerátor pŕdy PULVERISETTE 8



Obrázek 11: Váhy ELECTRONIC BALANCE



Obrázek 12: Laboratorní mineralizátor s regulátorem MINERALIZER MB BH

Pomůcky:

- dvojité papírové, případně speciální polyetylenové sáčky nepropouštějící světlo
- nožik
- filtrační papíry
- drtící „kovadlina“
- pipeta s přesností 0,1 ml
- lžička, štěteček, váženka
- mineralizační tuby

- vzduchové chladiče
- nálevky
- odměrné baňky
- plastové nádoby
- stříčky
- varné skleněné kuličky
- stojánky
- plastové zkumavky 15ml
- Erlenmayerovy baňky 100ml



Obrázek 13: Drtící „kovadlina“

Chemikálie:

- kyselina dusičná (HNO_3) 65% roztok (dále jako koncentrovaná HNO_3),
 $c = 14,4 \text{ mol/l}$
- kyselina dusičná (HNO_3), $c = 1 \text{ mol/l}$ (dále jako zředěná HNO_3)
- kyselina chlorovodíková (HCl) 36% roztok
- deionizovaná voda

3.2.2 Odebírání půdních vzorků

Půdní vzorky jsem odebírala stejným způsobem, který jsem popsala již ve své minulé práci. Tentokrát jsem navíc měřila souřadnice místa pomocí GPS. Místa, kde jsem půdní vzorky v nemocnicích odebírala, byla vždy dvě. Kritériem pro výběr prvního místa byla blízkost parku, případně jiného místa s frekventovaným pohybem pacientů. Druhé místo odběru jsem volila poblíž hlavní lékárny.

Vzorky jsem odebírala ve dnech 23. – 27. 5. 2011. V tomto období bylo slunné počasí bez přeháněk, s teplotou vzduchu vždy okolo 20 °C.

Vzorky jsem odebrala celkem v 8 nemocnicích na území České republiky.

3.2.3 Příprava půdních vzorků

Půdní vzorky jsem doma vysušila. Odebranou půdu jsem rozprostřela na klasické noviny, ručně rozemlela větší hroudy půdy a přibližně tři dny nechala sušit za stálé teploty vzduchu asi 20 °C. Po důkladném usušení jsem půdu opatrně vsypala zpět do papírových, případně speciálních sáčků na odběr půdy a nachystala ji na pomletí ve speciálním mlýnu, tzv. deglomerátoru půdy, se sítem o průměru 2 mm. Speciální „kovadlinou“ jsem na filtračním papíře půdu rozbila na velmi drobné kousky, vybrala kameny a vložila ji do mlýnu. Výsledkem tohoto mletí je úplné odstranění kamínků a rozdrčení půdy na částice menší než 2 mm. Z koše jsem pomletý vzorek vsypala zpět do připraveného sáčku, kartáče mlýnu vyčistila od případných kamínků, vysála průmyslovým vysavačem a stejnou metodou pomlela ostatní vzorky. Důkladné čištění bylo důležité proto, aby se stávající vzorky nepromíchaly se zbytky předchozích vzorků.

Stejným způsobem jsem upravila i vzorky odebrané v lednu roku 2011 ve čtyřech nemocnicích v Brně (Vojenská nemocnice, FN Brno, Dětská FN Brno, nemocnice Milosrdných bratří Brno) a kontrolní vzorek odebraný v areálu ÚKZÚZ. Polohy těchto míst jsou popsány v mé minulé práci.

Zpracovaná půda byla změřena na analyzátoru rtuti v národní referenční laboratoři ÚKZÚZ a změřené výsledky obsahu Hg následně přepočítány pro vyhodnocení.

3.2.4 Příprava roztoků s lučavkou královskou

Nejprve jsem navázila 5 g upraveného půdního vzorku do mineralizační tuby s přesností $\pm 0,001\text{g}$ a přidala 7 ml koncentrované HNO_3 . Roztok jsem promíchala a

přikrytý filtračním papírem jsem ho nechala odležet jeden den (asi 20 hodin). Další den jsem přidala 20 ml HCl, mineralizační tuby s promíchanými vzorky vložila do laboratorního mineralizátoru s regulátorem, nasadila na tuby vzduchové chladiče a zahřála na teplotu 145 °C. Při této teplotě se vzorky vařily 1,5 hodiny, mineralizátor jsem vypnula a vzorky se přibližně další hodinu chladily kvůli vzniklým parám lučavky královské, které se projevovaly žlutým odstínem mineralizační tuby. Vychladlé vzorky jsem přefiltrovala do 100ml odměrné baňky, mineralizační tubu vypláchla teplou zředěnou HNO₃ a tímto výplachem omyla filtrační papíry. Samotné filtrační papíry v nálevkách jsem také ještě promyla teplou zředěnou HNO₃. Do baněk jsem doplnila po rysku zředěnou HNO₃, protřepala a nechala temperovat několik hodin (zchladnutí vzorku na laboratorní teplotu). Poté jsem v případě potřeby doplnila zředěnou HNO₃ a vzorek přelila do uzavíratelných označených plastových nádobek.

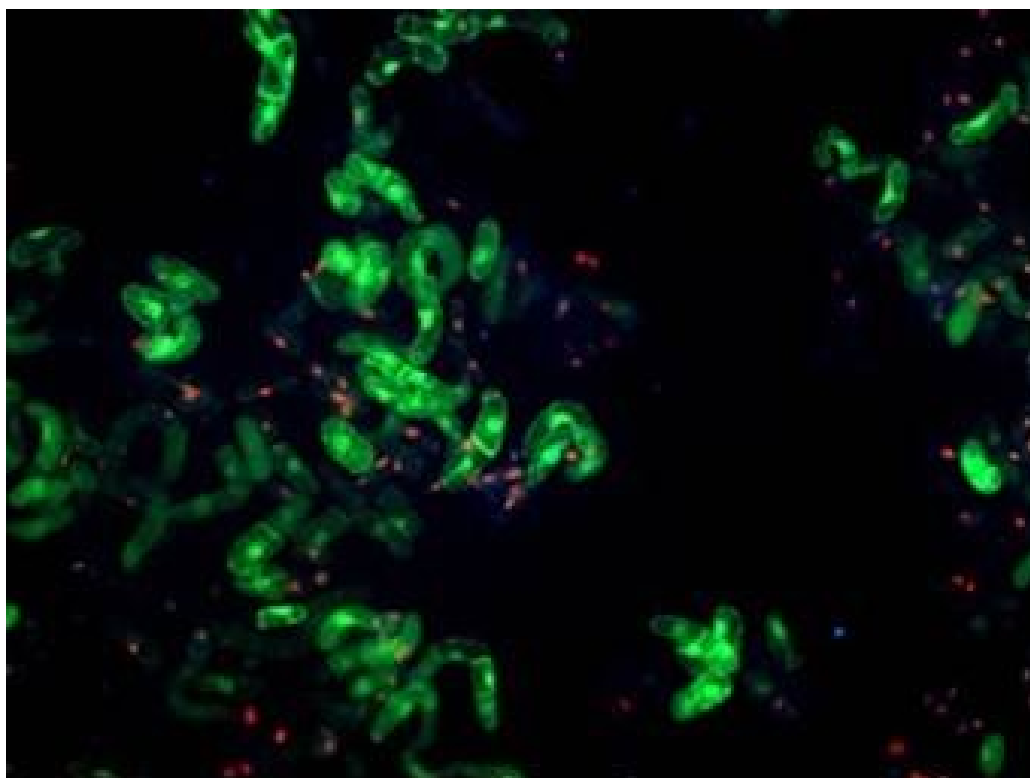
V každé várce jsem připravila 16 vzorků – 6 vzorků (každý dvakrát) a 4 kontrolní vzorky. První dva vzorky byly tzv. slepé (pouze lučavka královská s varnými skleněnými kuličkami), třetí vzorek byl kontrolní (předem naměřené kontrolní hodnoty), následovalo 6 vzorků, každý dvakrát, a jako poslední byl opět stejný, předem změřený, kontrolní vzorek.

Připravené roztoky s lučavkou královskou byly měřeny na ICP – OES analyzátoru v národní referenční laboratoři ÚKZÚZ a změřené výsledky následně přepočítány pro vyhodnocení. Konkrétně byl měřen obsah následujících kovů: As, Be, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, V, Zn, Cd, Pb.

3.2.5 Testování fytotoxicity

Nejprve jsem si připravila vlastní vzorky. Navážila jsem si 1 g upraveného půdního vzorku do plastové zkumavky s přesností $\pm 0,001$ g a přidala 10 ml deionizované vody (1 : 10, w/v). Takto připravený vzorek jsem uzavřela a vortexovala po dobu 30 min. Poté byl odebrán supernatant, zfiltrován přes 0,22 μ l mikrofiltr a následně odpařen do sucha. Odparek byl znovu rozpuštěn v 1 000 μ l deionizované vody. Získaný vzorek byl testován na fytotoxicitu. Pro testování fytotoxicity byla použita modelová buněčná suspenzní kultura tabáku BY-2 (*Nicotiana tabacum* cv. BY-2). Pro vlastní testování byly zvoleny tři časové intervaly (+ čas 0) a tři objemy použitého roztoku k testování, a to 10, 100 a 200 μ l. Těmito vzorky bylo suplementováno kultivační medium (Murashige a Skoog kultivační médium modifikované pro kultivaci BY-2 buněčné

suspenzní kultury, objem 20 ml, Erlenmayerovy baňky 100 ml, kultivační podmínky: teplota 24 °C, ± 1 °C, tma, třepačka, 132 otáček/minuta). Vlastní vyhodnocení viability (životnosti) bylo provedeno pomocí metody fluorescenční mikroskopie založené na použití dvou barviv – fluorescein diacetátu (FDA) a propidium jodidu (PI). Vzorek buněčné suspenzní kultury o objemu 20 µl byl suplementován FDA do výsledné koncentrace 2,4 µmol/l) a PI (30 µmol/l). Fluorescein diacetát je rozkládán esterázami přítomnými ve všech živých buňkách za vzniku vlastního fluorogenního substrátu – fluoresceinu. Propidium iodid proniká pouze porušenými biomembránami a interkaluje do DNA, tudíž barví buňky pouze mrtvé. Pro fluorescenční mikroskopii byl použit fluorescenční mikroskop AX40 (Zeiss, Německo) vybavený širokopásmovou excitací a sadou emisních filtrů. Hodnocen byl počet živých a mrtvých buněk, a to početně. Pro vyhodnocení viability bylo použito deset náhodných polí, experiment byl proveden v triplikátu.



Obrázek 14: Určení viability - živé buňky (zelená emise), mrtvé (červená emise)

3.3 Výsledky měření

Výsledky měření jsem posuzovala na základě kritéria B podle kategorizace využití území pro aplikaci hodnocení kontaminace zemin podle metodického pokynu MŽP¹. Kritérium B je uměle zavedené a je vytvořeno aritmetickým průměrem kritérií A (přirozený obsah prvků v přírodě) a C (zohledněny další kritéria, další dělení vzhledem k využití oblasti). Při překročení tohoto kritéria se dá uvažovat o znečištění s negativním dopadem na lidské zdraví a další složky životního prostředí. Dále je proto nutné rozhodnout o dalším měření, oblast sledovat a vzniklý problém začít řešit.

3.3.1 Měření pomocí ICP – OES analyzátoru

Správnost měření vzorků z každé várky (viz. 3.2.4) jsem ověřovala pomocí kontrolního vzorku IRM 100. Pokud byla naměřená hodnota rovná kontrolnímu vzorku, nevyskytla se v měření chyba a nebylo jej třeba opakovat. Svůj vlastní měřicí vzorek jsem vytvořila kontrolou s měřením vzorku IRM 5512, který byl předměřený laboratořemi ÚKZÚZ. Každý vzorek jsem měřila dvakrát a pro konečné vyhodnocování jsem z těchto dvou hodnot vypočítala aritmetický průměr. Přehled těchto průměrů je v tabulce č. 1. Z průměrů jsem následně vytvořila graf pro každý měřený prvek a posuzovala překročení dle kritéria B.

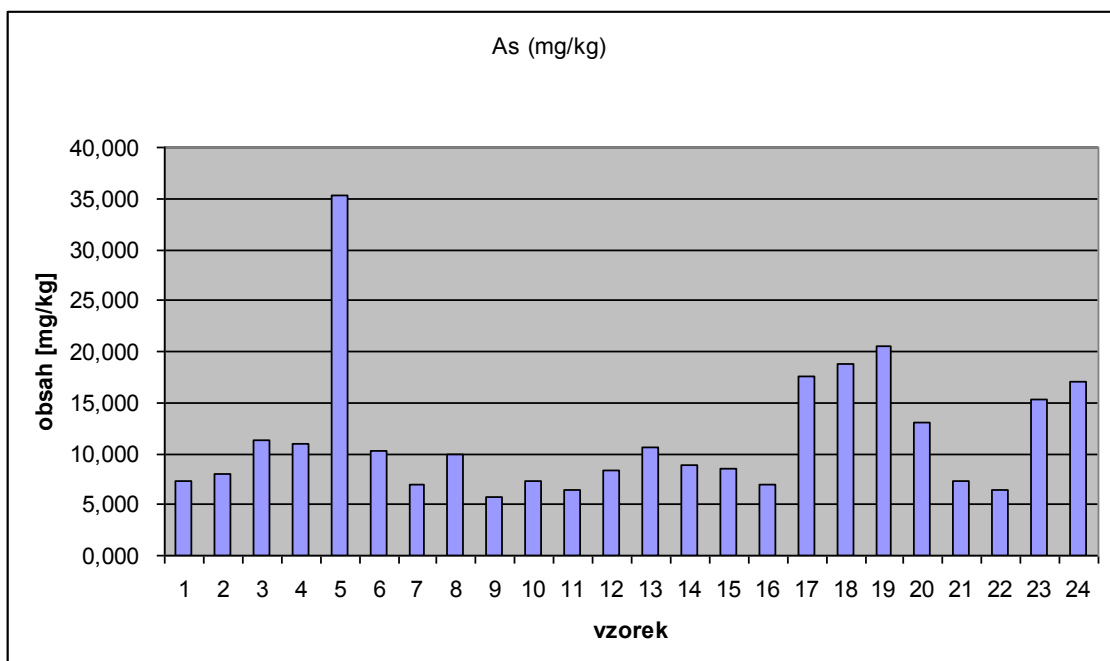
Celá pracovní tabulka, ze které jsem vycházela, je obsažena zvlášť jako dokument na přiloženém CD. Dále je v příloze obsažená naskenovaná pracovní tabulka se rtutí, která se měřila zvlášť (viz. 3.2.3).

Shrnutí výsledků se vyskytuje za grafy.

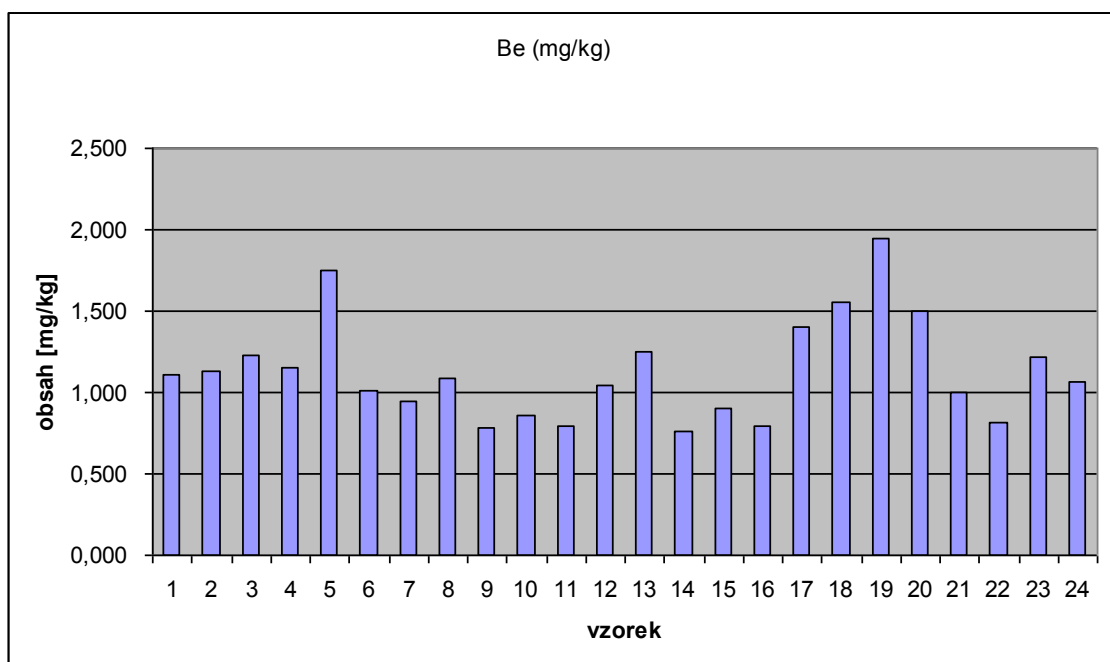
¹ Tento metodický pokyn spolu s vysvětlením kritérií je v plném znění obsažen v příloze.

vzorek	As (mg/kg)	Be (mg/kg)	Co (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Mo (mg/kg)	Ni (mg/kg)	V (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Hg (mg/kg)
1	7,340	1,106	7,368	40,910	16,657	0,463	23,100	32,580	98,900	0,160	25,300	0,283
2	7,941	1,131	7,756	38,565	30,250	0,686	22,800	37,850	115,600	0,220	57,800	0,325
3	11,227	1,226	8,010	40,185	15,025	0,386	23,730	36,210	101,800	0,250	21,500	0,165
4	10,882	1,152	7,483	33,975	17,363	0,411	21,940	36,410	84,800	0,240	21,200	0,099
5	35,300	1,755	10,941	41,330	62,760	0,423	30,000	47,740	461,200	1,010	98,250	0,578
6	10,214	1,016	8,330	35,340	24,900	0,040	22,210	37,650	68,100	0,130	16,900	0,085
7	6,875	0,941	9,403	90,935	17,639	0,576	43,640	45,090	60,500	0,120	12,300	0,107
8	9,838	1,091	9,479	88,295	21,560	0,560	43,900	49,260	101,000	0,210	23,200	0,638
9	5,775	0,786	8,221	102,415	16,483	0,813	50,950	34,450	61,500	0,150	11,100	0,095
10	7,350	0,862	8,414	59,225	24,640	0,255	30,950	36,140	279,400	0,310	27,900	0,288
11	6,460	0,791	7,887	49,015	19,434	0,198	26,840	38,300	102,600	0,170	17,400	0,071
12	8,368	1,048	10,305	64,305	24,330	0,149	34,500	50,530	86,800	0,140	23,900	0,106
13	10,545	1,255	10,318	61,280	28,780	0,716	34,480	48,200	188,800	0,540	48,800	3,808
14	8,798	0,764	7,493	45,060	21,410	0,755	24,130	37,770	182,400	0,460	52,800	2,271
15	8,458	0,905	10,842	43,680	29,530	0,322	26,480	42,720	189,400	0,360	31,300	0,187
16	6,972	0,790	9,088	50,635	29,750	0,639	27,000	39,650	168,400	0,320	40,000	0,428
17	17,484	1,404	9,446	38,030	40,440	0,564	25,680	40,640	222,400	0,460	69,900	0,597
18	18,789	1,559	9,481	48,290	37,410	0,734	29,110	39,410	246,700	0,540	67,000	0,362
19	20,500	1,941	11,510	37,545	40,100	1,305	22,050	47,270	355,200	0,620	65,200	0,370
20	13,039	1,504	12,005	54,395	25,730	1,106	27,660	47,750	121,000	0,300	32,100	0,159
21	7,342	0,999	9,937	51,845	21,510	0,606	27,560	38,480	202,500	0,650	34,400	0,169
22	6,442	0,813	7,730	125,605	21,670	0,325	19,496	79,820	112,900	0,390	26,100	0,101
23	15,300	1,218	11,855	52,155	43,110	0,449	30,950	37,770	660,000	0,340	42,200	0,229
24	17,042	1,064	10,219	59,035	82,410	0,676	34,670	38,640	392,000	1,430	47,300	0,759

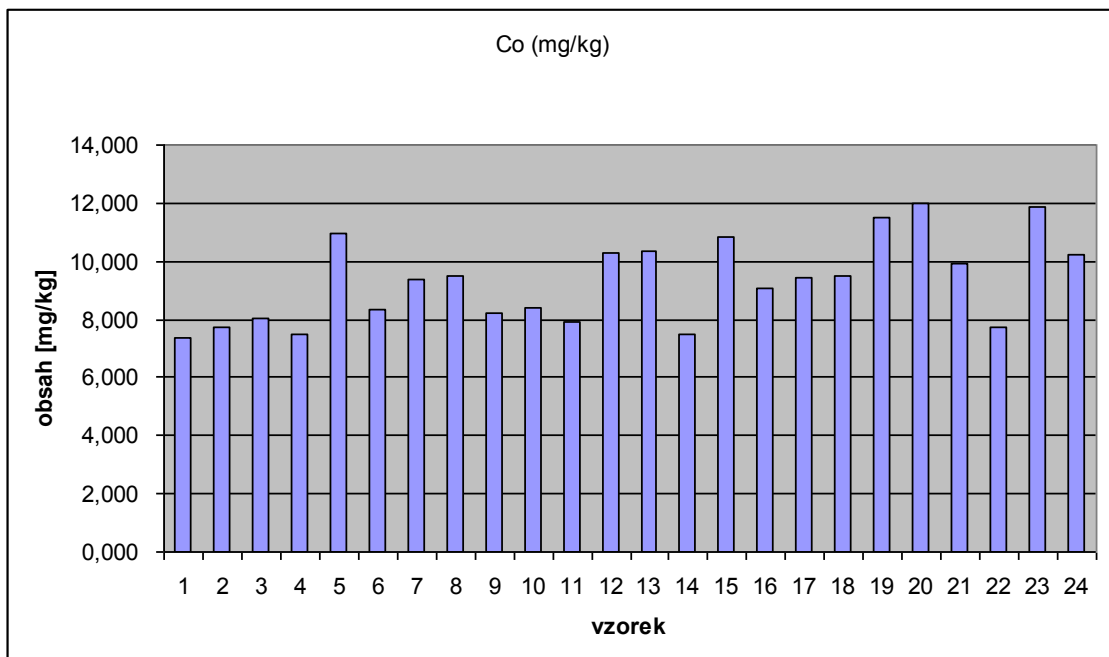
Tabulka 1: Výsledky měření pomocí ICP – OES analyzátoru



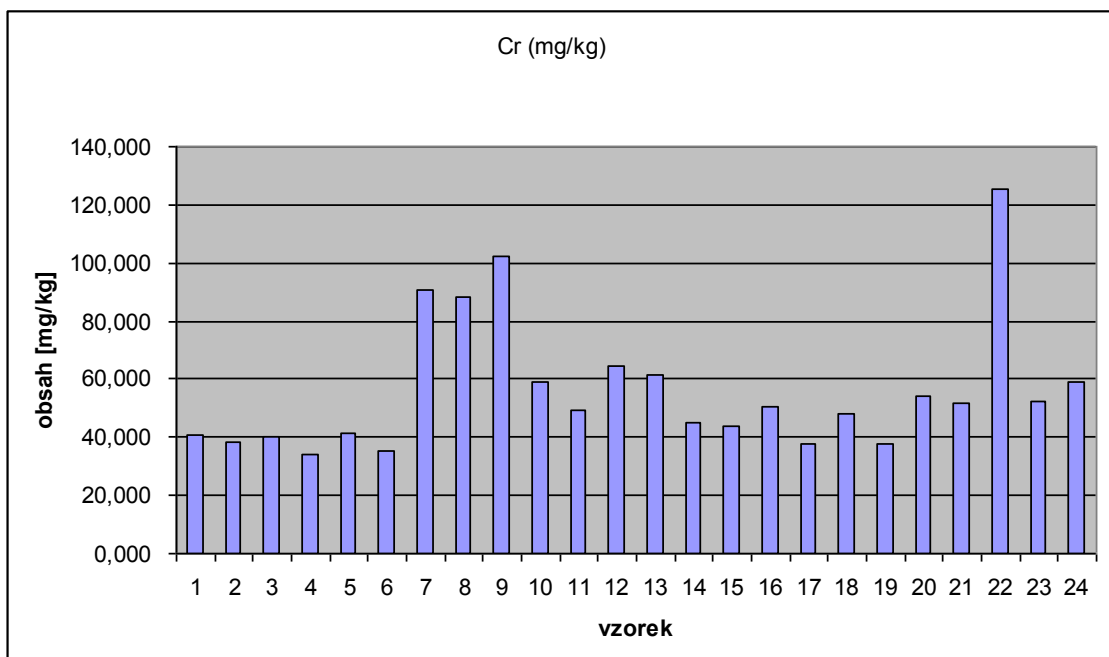
Graf 1: Výsledky As v jednotlivých vzorcích



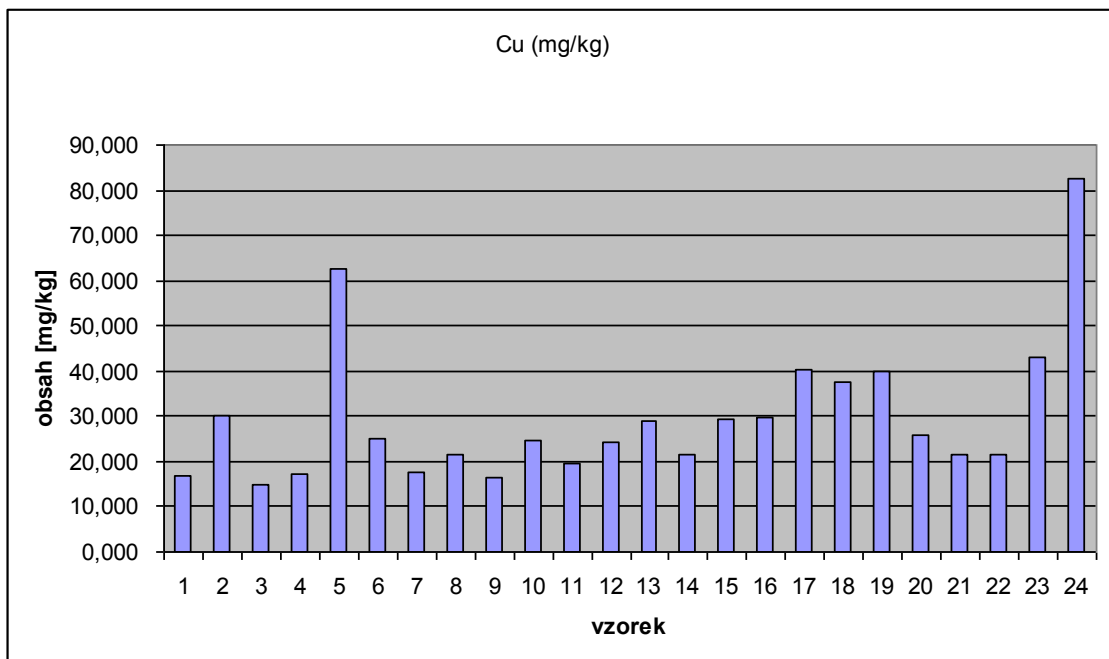
Graf 2: Výsledky Be v jednotlivých vzorcích



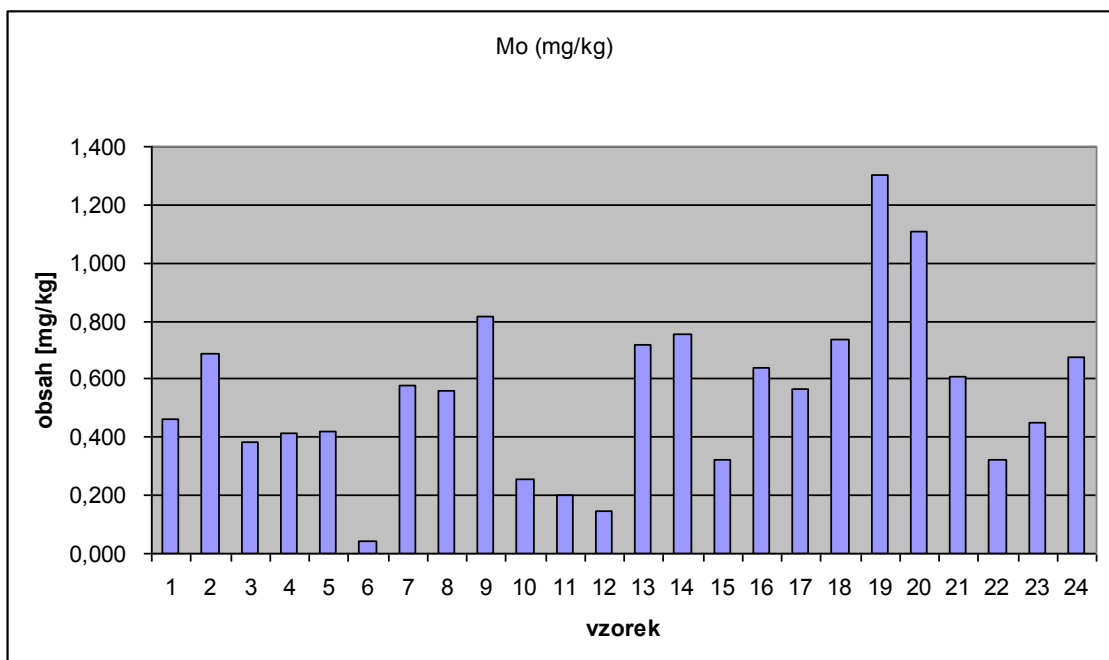
Graf 3: Výsledky Co v jednotlivých vzorcích



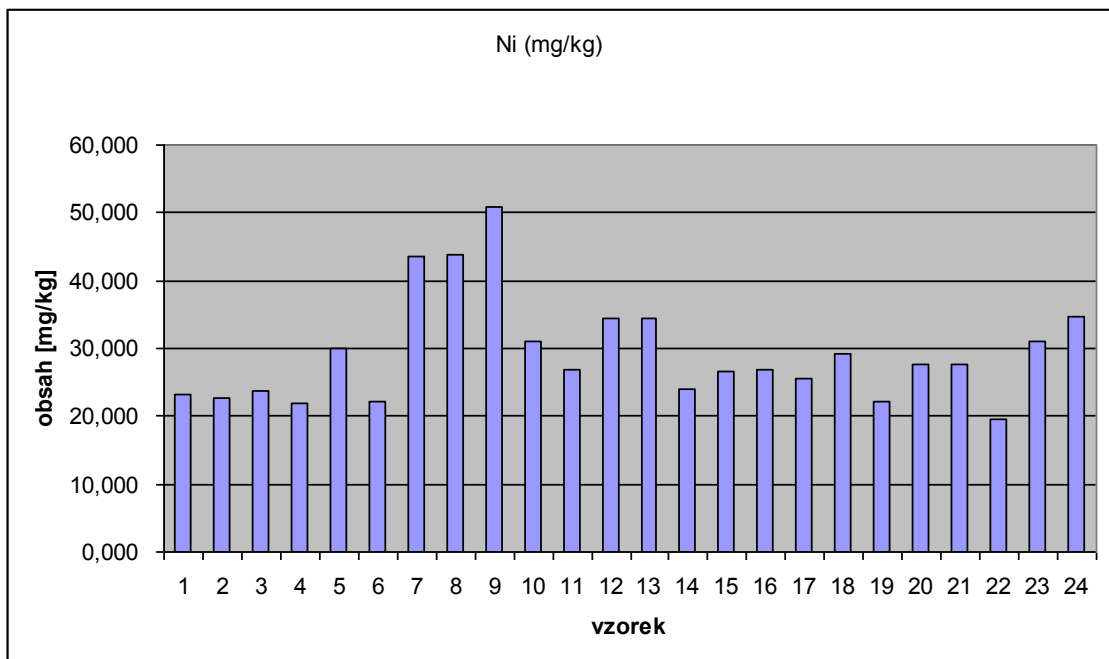
Graf 4: Výsledky Cr v jednotlivých vzorcích



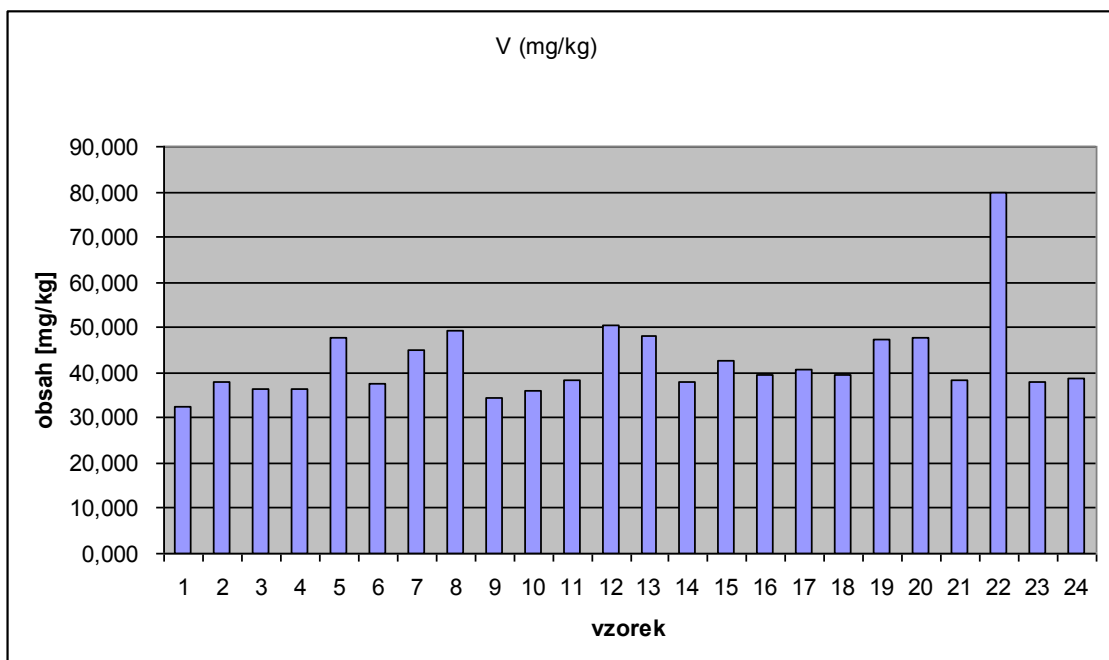
Graf 5: Výsledky Cu v jednotlivých vzorcích



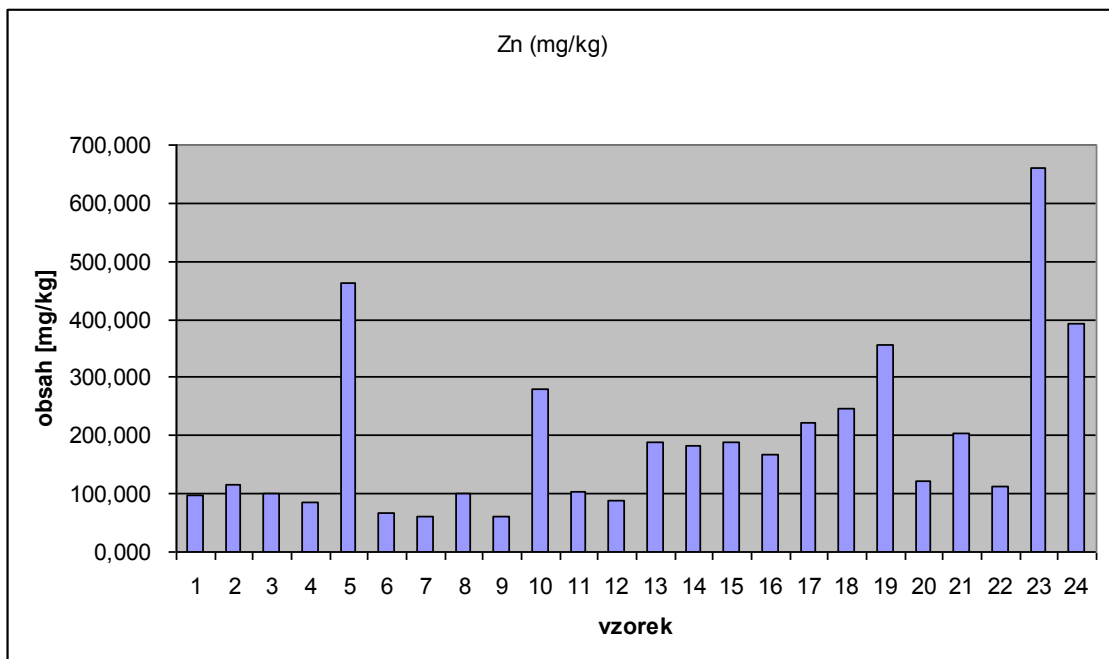
Graf 6: Výsledky Mo v jednotlivých vzorcích



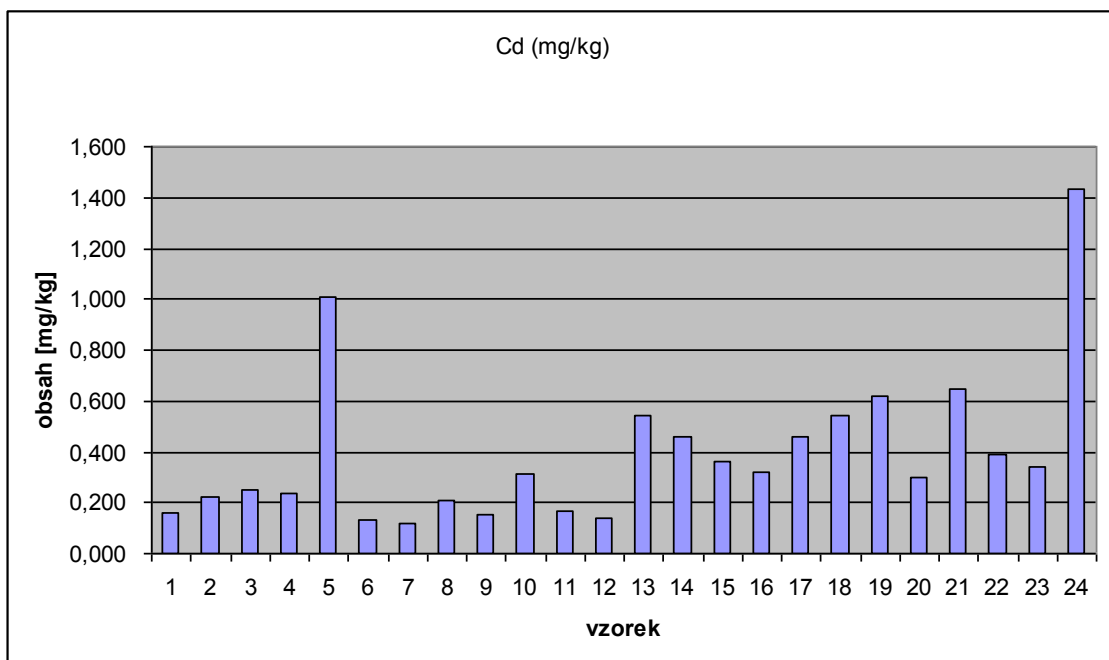
Graf 7: Výsledky Ni v jednotlivých vzorcích



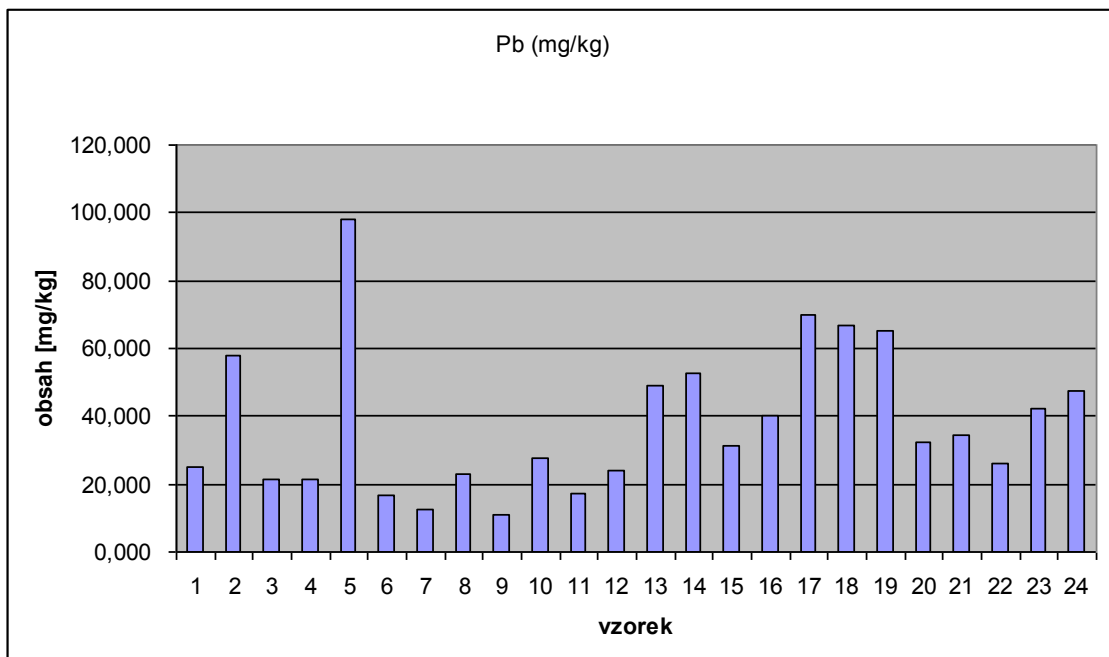
Graf 8: Výsledky V v jednotlivých vzorcích



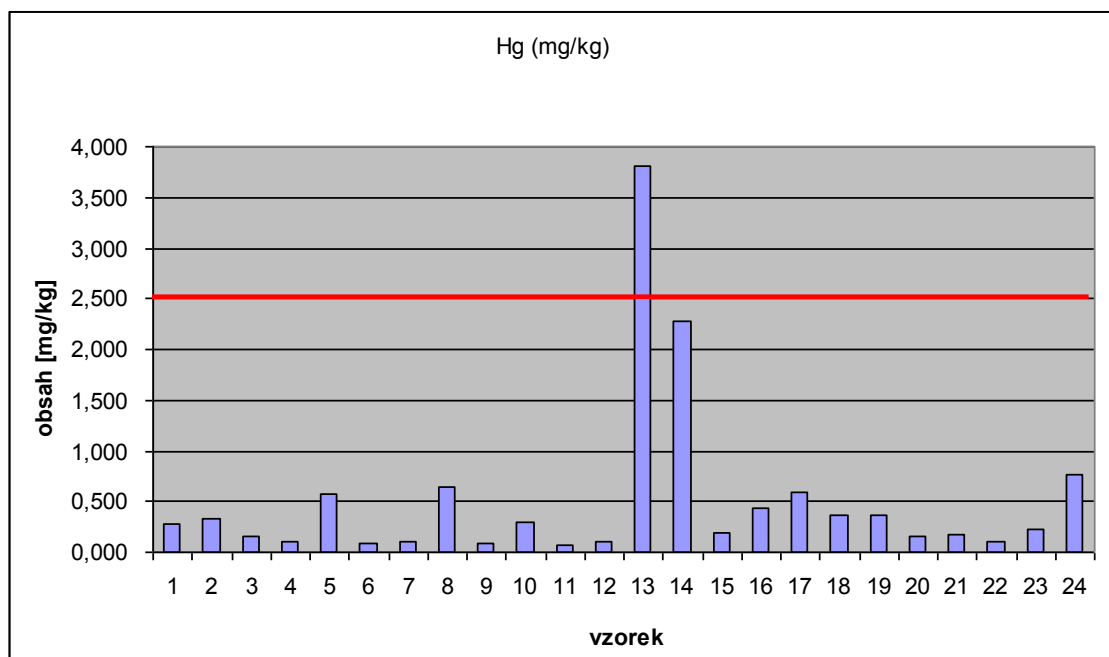
Graf 9: Výsledky Zn v jednotlivých vzorcích



Graf 10: Výsledky Cd v jednotlivých vzorcích



Graf 11: Výsledky Pb v jednotlivých vzorcích



Graf 12: Výsledky Hg v jednotlivých vzorcích

U arsenu bylo splněno dokonce i kritérium A (30 mg/kg) až na vzorek č. 5. Je možné, že je to pouhá anomálie, protože v okolí se nevyskytuje žádná spalovna uhlí. Vzorek ale splňuje kritérium B, takže je v pořádku.

Množství beryllia je u všech vzorků menší než 5 mg/kg, což značí splnění kritéria A.

Obsah kobaltu je ve všech vzorcích téměř vyrovnaný a opět splňuje kritérium A (25 mg/kg).

U všech vzorků chrómu je také splněno kritérium A (130 mg/kg). Hraniční je vzorek č. 22, kde by se mohlo jednat o výskyt v těžební oblasti uhlí, ale odporuje tomu nízký obsah chrómu ve vzorku č. 21 ze stejného areálu nemocnice.

V grafu č. 5 můžeme pozorovat zvýšený obsah mědi ve vzorcích č. 5 a č. 24 (přesahuje kritérium A 70 mg/kg, ale splňuje kritérium B). U místa odběru č. 5 to lze vysvětlit také zvýšeným obsahem arsenu, který se vyskytuje spolu s mědí.

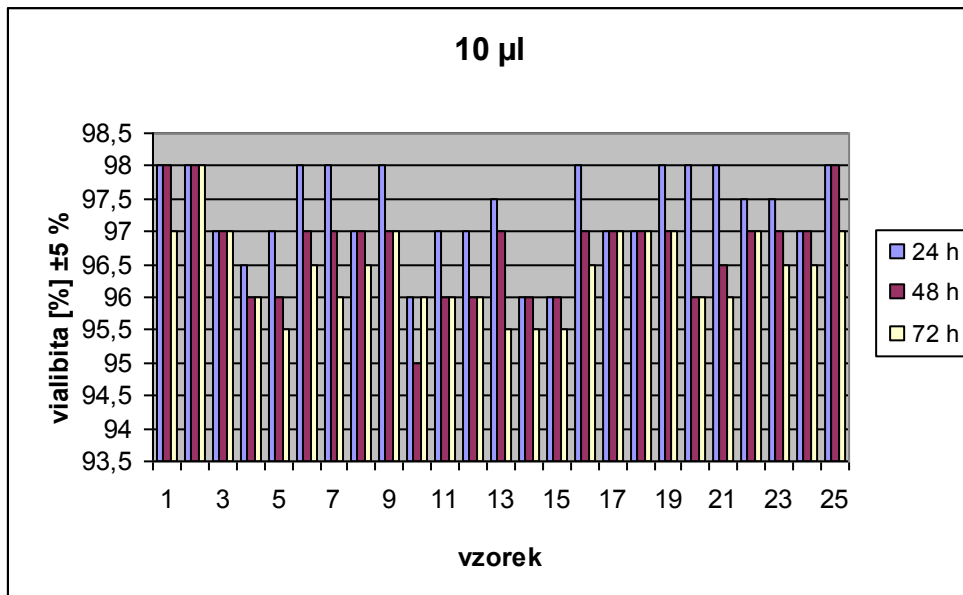
Obsah molybdenu je ve všech vzorcích velice nízký při srovnání podle kritéria B (50 mg/kg). Stejně tak i u niklu, kde je dokonce splněno kritérium A (60 mg/kg), a vanadu (180 mg/kg).

Při srovnávání obsahu zinku v měřených vzorcích je splněno kritérium B (1500 mg/kg), vyšší hodnoty se ale vyskytují u vzorků č. 5 a č. 23. Obdobná situace se vyskytuje u obsahu kadmia ve vzorcích, kde je také splněno kritérium B (10 mg/kg), ale vyšší hodnoty se vyskytují také u vzorku č. 5 a č. 23.

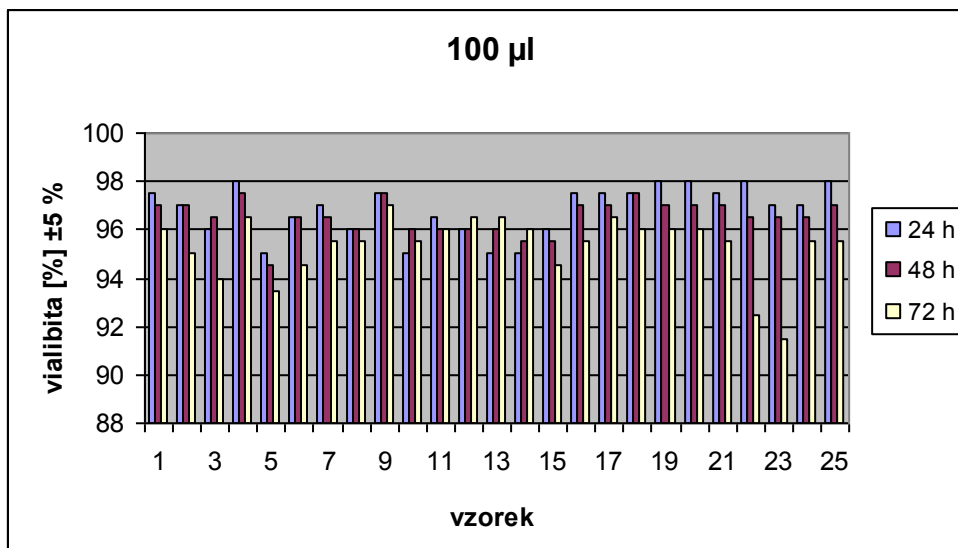
V grafu č. 11 všechny vzorky splňují kritérium A (80 mg/kg), až na vzorek č. 5. Přesto tento vzorek splňuje kritérium B pro obsah olova (250 mg/kg).

Rtuť byla měřená na analyzátoru rtuti AMA 254. U obsahu rtuti ve vzorcích můžeme pozorovat překročení kritéria B (2,5 mg/kg) ve vzorku č. 13 a hraniční hodnotu ve vzorku č. 14 ze stejného areálu nemocnice. Toto překročení znamená, že by se situace měla nadále pozorovat, provést další kontrolní měření a při opakovaném překročení kritéria B by se měla situace začít řešit s ohledem na životní prostředí. Překročení lze vysvětlit bývalou Zbrojovkou za areálem nemocnice, která do r. 1989 nedodržovala žádné ekologické a hygienické předpisy. Podzemní voda putuje od areálu bývalé Zbrojovky přes areál zmíněné nemocnice a právě tato podzemní voda může být zdrojem znečištění.

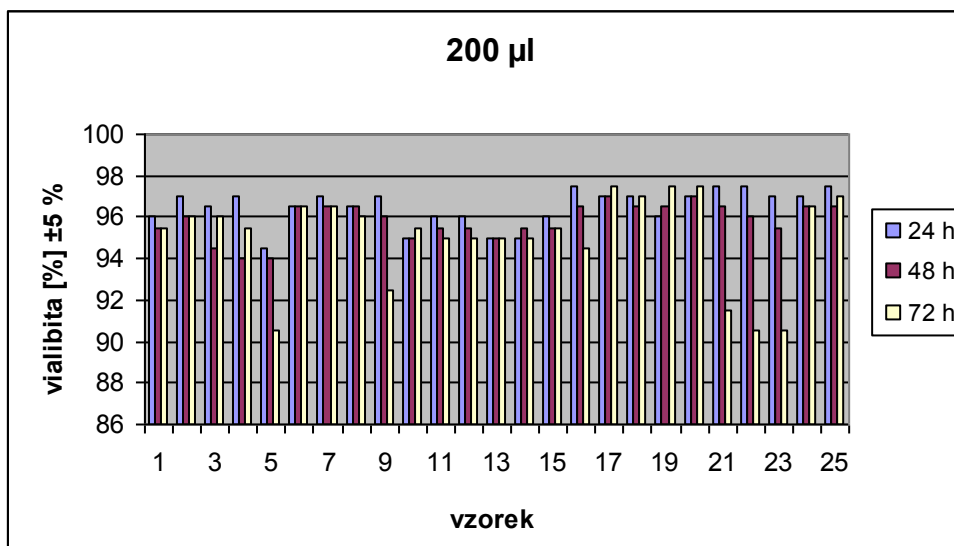
3.3.2 Určení fytoxicity



Graf 13: Výsledky viability v jednotlivých vzorcích, objem testovaného vzorku 10 µl



Graf 14: Výsledky viability v jednotlivých vzorcích, objem testovaného vzorku 100 µl



Graf 15: Výsledky viability v jednotlivých vzorcích, objem testovaného vzorku 200 µl

U všech testovaných vzorků byla určena vialibita vyšší než 90 %. Pro většinu vzorků se vialibita snižovala v závislosti na délce expozice a použitém objemu testovaného vzorku. Vzhledem k chybě ($\pm 5 \%$) byly odchylky mezi jednotlivými testovanými vzorky statisticky bezvýznamné. Můžeme konstatovat, že použité vzorky vykázaly pouze nesignifikantní fytoxicitu.

4 ZÁVĚR

Kontaminaci půdy se věnuje větší pozornost až asi posledních 30 let, především v zemědělských půdách. Protože kontaminace půd těžkými kovy stále stoupá, chtěla jsem navázat na svou loňskou práci a ověřit, zda se kontaminace vyskytuje v blízkém okolí nemocnic. Toto měření zatím nikdo neprováděl a není žádnými vyhláškami vyžadováno.

Odebrala jsem půdní vzorky v areálech 8 fakultních nemocnic v ČR a provedla rozbor spolu se 4 vzorky brněnských nemocnic odebraných při minulé práci. Vzorky jsem odebírala vždy v blízkosti hlavní lékárny a parku, případně místa s frekventovaným průchodem pacientů.

Vzorky jsem měřila pomocí analytické metody ICP-OES a rtuť na analyzátoru rtuti AMA 254. Při posuzování výsledků jsem se řídila kritériem B podle metodického pokynu MŽP pro hodnocení kontaminace zemin. Obsah prvků nepřesáhl toto stanovené kritérium s výjimkou rtuti v jedné nemocnici – vzorky č. 13 a 14. Na toto překročení může mít vliv nedaleko stojící již nefunkční Zbrojovka, která do r. 1989 nedodržovala žádné hygienické ani ekologické zásady. Od této Zbrojovky protéká spodní voda přes areál zmíněné nemocnice.

Dále jsem určila fyto toxicitu vzorků. Ve všech vzorcích vyšla vialibita při různých koncentracích nad 90 % a z toho usuzuji, že půda není příliš toxická. Přesto si myslím, že by se zvýšený obsah rtuti měl v nemocnici se vzorky č. 13 a 14 řešit.

Závěrem mohu říci, že jsem v práci potvrdila hypotézu odborných článků o zvyšujícím se obsahu kontaminantů v půdě. Prozatím tento obsah není natolik vysoký, aby se musel dále řešit až na zmíněnou nemocnici. S nemocnicí se zkontaktuji a navrhuji provést další měření, výsledky porovnat a rtuť se snažit z půdy odbourat. Jedním ze způsobů může být zvýšení pH půdy např. vápněním. Všechny výsledky opět poskytnu všem zúčastněným nemocnicím a dále laboratoři ÚKZÚZ.

Všechny cíle se mi podařilo úspěšně splnit.

Použitá literatura

1. Zbíral, J. a kol.: Analýza půd II – jednotné pracovní postupy. 2. vydání Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 2003
2. In: Časopis lékařů českých, 138, 1999, č. 14, str. 419 – 423
3. Kolektiv: Sborník referátů: Těžké kovy. Doplněný dotisk Praha: ČKD TIS, a.s., 5. 10. 1993
4. Bencko, V., Cikrt, M., Lener, J.: Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka. 2. vydání Praha: GRADA Publishing, 1995
5. Justrová V.,: Měření kontaminantů v půdě v blízkém okolí nemocnic. Brno: 2011
6. Šimek M.,: Základy nauky o půdě, 3. Biologické procesy a cykly prvků. 1. vydání České Budějovice: Biologická fakulta JU České Budějovice, 2003
7. Fritsch, K.: ICP-OES a ICP-MS, vlastní powerpointová prezentace
8. Fritsch, K.: Analyzátor rtuti AMA 254, vlastní powerpointová prezentace

Použité webové stránky

1. Sáška, M., Materna, J.: Indikátory kvality zemědělských a lesních půd ČR, 16:39, 22. 1. 2012.
[http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/CEFFC9BDDDD360E2EC1256FAF0040EEF6/\\$file/indikatory_el.pdf](http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/CEFFC9BDDDD360E2EC1256FAF0040EEF6/$file/indikatory_el.pdf)
2. Spolana Neratovice: Souhrn informací o kontaminaci okolí, 16:42, 22. 1. 2012.
[http://www.mzp.cz/envdn.nsf/788925f20e7931c7852563e6006a0707/1d6627006ea14bc5c1256cf5002cd185/\\$FILE/Priloha3.doc](http://www.mzp.cz/envdn.nsf/788925f20e7931c7852563e6006a0707/1d6627006ea14bc5c1256cf5002cd185/$FILE/Priloha3.doc)
3. Soudek P., Petrová Š., Benešová D., Kotyza J., Vaněk T.: Fytoremediace a možnosti zvýšení jejich účinnosti, 21:23, 14. 2. 2012.
<http://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/File/Kvasnickova/fytoremediace.pdf>
4. ČTK: Jedovatá rtuť ve stomatologii, 22:04, 14. 2. 2012.
<http://zdravi.doktorka.cz/jedovata-rtut-stomatologii/>
5. Richter, R.: Těžké kovy v půdě, 22:57, 16.2. 2012.
http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/agrochemie_pudy/puda_tk.htm#Rtuť

Seznam obrázků

Obrázek 1: Plán FN Plzeň.....	14
Obrázek 2: Plán FN Královské Vinohrady	15
Obrázek 3: Plán FN Na Bulovce.....	16
Obrázek 4: Plán FN Hradec Králové	17
Obrázek 5: Plán FN Thomayerova	18
Obrázek 6: Plán FN Olomouc.....	19
Obrázek 7: Plán FN Ostrava	20
Obrázek 8: Plán FN u sv. Anny	21
Obrázek 9: Složená skládací forma Edelmanu se speciální vrtnou hlavicí do šterku.....	22
Obrázek 10: Deglomerátor půdy PULVERISETTE 8.....	23
Obrázek 11: Váhy ELECTRONIC BALANCE	23
Obrázek 12: Laboratorní mineralizátor s regulátorem MINERALIZER MB BH.....	24
Obrázek 13: Drtící „kovadlina“	25
Obrázek 14: Určení viability - živé buňky (zelená emise), mrtvé (červená emise).....	28

Seznam tabulek

Tabulka 1: Výsledky měření pomocí ICP – OES analyzátoru	30
---	----

Seznam grafů

Graf 1: Výsledky As v jednotlivých vzorcích	31
Graf 2: Výsledky Be v jednotlivých vzorcích	31
Graf 3: Výsledky Co v jednotlivých vzorcích	32
Graf 4: Výsledky Cr v jednotlivých vzorcích.....	32
Graf 5: Výsledky Cu v jednotlivých vzorcích	33
Graf 6: Výsledky Mo v jednotlivých vzorcích	33
Graf 7: Výsledky Ni v jednotlivých vzorcích.....	34
Graf 8: Výsledky V v jednotlivých vzorcích	34
Graf 9: Výsledky Zn v jednotlivých vzorcích	35
Graf 10: Výsledky Cd v jednotlivých vzorcích	35
Graf 11: Výsledky Pb v jednotlivých vzorcích.....	36
Graf 12: Výsledky Hg v jednotlivých vzorcích.....	36
Graf 13: Výsledky viability v jednotlivých vzorcích, objem testovaného vzorku 10 µl	38
Graf 14: Výsledky viability v jednotlivých vzorcích, objem testovaného vzorku 100 µl	38
Graf 15: Výsledky viability v jednotlivých vzorcích, objem testovaného vzorku 200 µl	39

Přílohy



Obrázek 15: Průmyslový vysavač PROTOOL VCP 260 E-L



Obrázek 16: Odběr č. 1 u lékárny ve FN Plzeň



Obrázek 17: Odběr č. 2 u místa s frekventovaným pohybem pacientů ve FN Plzeň



Obrázek 18: Odběr č. 1 v parku v FN Královské Vinohrady



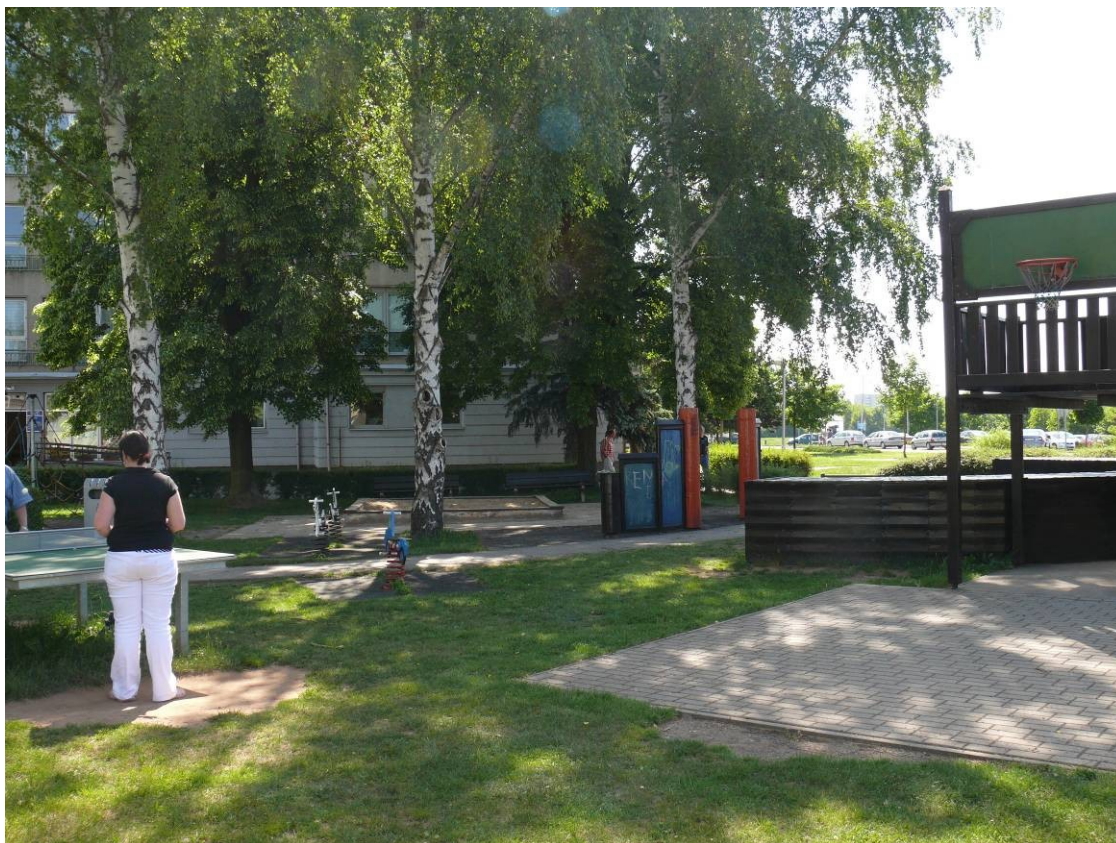
Obrázek 19: Odběr č. 2 u lékárny v FN Královské Vinohrady



Obrázek 20: Odběr č. 1 u místa s frekventovaným pohybem pacientů v FN Na Bulovce, Praha



Obrázek 21: Odběr č. 2 u lékárny v FN Na Bulovce, Praha



Obrázek 22: Odběr č. 1 na dětském hřišti v FN Hradec Králové



Obrázek 23: Odběr č. 2 u lékárny v FN Hradec Králové



Obrázek 24: Odběr č. 1 u lékárny v FN Thomayerova, Praha



Obrázek 25: Odběr č. 2 u lékárny v FN Thomayerova, Praha



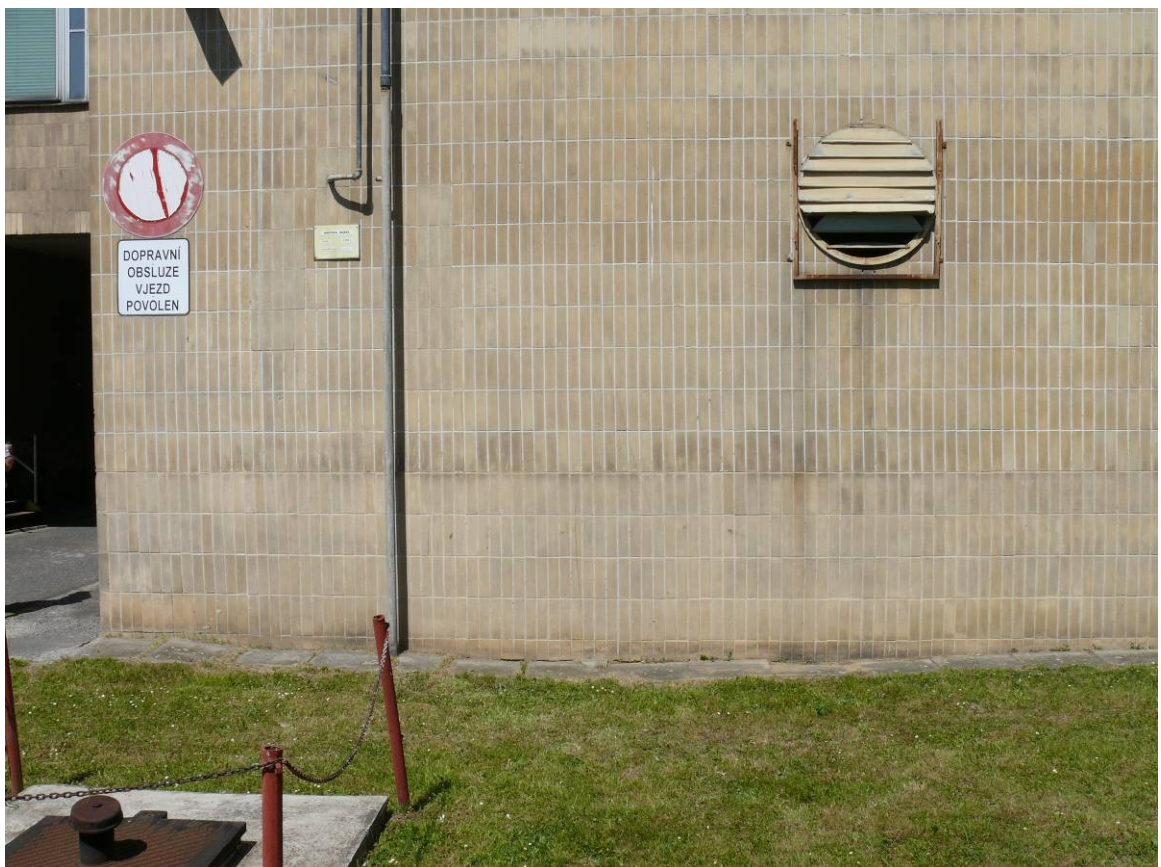
Obrázek 26: Odběr č. 1 u lékárny v FN Olomouc



Obrázek 27: Odběr č. 2 v parku v FN Olomouc



Obrázek 28: Odběr č. 1 u lékárny v FN Ostrava



Obrázek 29: Odběr č. 2 v parku v FN Ostrava



Obrázek 30: Odběr č. 1 u lékárny v FN u sv. Anny



Obrázek 31: Odběr č. 2 v parku v FN u sv. Anny



Obrázek 32: Stáda muflonů v FN Thomayerova, Praha

Tabulka 6. Kritéria hodnocení kontaminace zemín podle metodického pokynu MŽP

	A	B	C-obyt.	C rekr.	C prům.	C všestr.
I. kovy	mg.kg ⁻¹ suš.					
As	30	65	70	100	140	55
Ba	600	900	1000	2000	2800	625
Be	5	15	20	25	30	–
Cd	0,5	10	20	25	30	12
Co	25	180	300	350	450	240
Cr	130	450	500	800	800	380
Cu	70	500	600	1000	1500	190
Hg	0,4	2,5	10	15	20	10
Mo	0,8	50	100	160	240	100
Ni	60	180	250	300	500	210
Pb	80	250	300	500	800	300
Sb	1	25	40	50	80	–
Sn	15	200	300	400	600	–
V	180	340	450	500	550	–
Zn	150	1500	2500	3000	5000	720

Tabulka 2: Kritéria hodnocení kontaminace zemín podle metodického pokynu MŽP, vloženo z [http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/CEFFC9BDDDD360E2EC1256FAF0040EEF6/\\$file/indikatory_el.pdf](http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/CEFFC9BDDDD360E2EC1256FAF0040EEF6/$file/indikatory_el.pdf)

Kritéria A odpovídají přibližně přirozeným obsahům sledovaných prvků (látek) v přírodě (v souvislosti s uzančně stanovenou mezí citlivosti analytického stanovení). Pokud kritéria A nejsou překročena, nejedná se o znečištění, ale o přirozené obsahy sledovaných látek. Výjimku tvoří oblasti, kde je dokumentován přirozený výskyt sledovaných látek ve vyšších koncentracích (využití výsledků prezentovaných v souboru map geochemických reaktivit hornin - ČGÚ Praha, 1995). Překročení kritérií A se posuzuje jako znečištění příslušné složky životního prostředí vyjma oblastí s přirozeným vyšším obsahem sledovaných látek. Pokud však nejsou překročena kritéria B, znečištění není pokládáno za tak významné, aby bylo nutné získat podrobnější údaje pro jeho posouzení, tedy zahájit průzkum nebo znečištění monitorovat. Další postup je ponechán na rozhodnutí orgánu státní správy v místě, který zváží další okolnosti, které s případem souvisí a může zahájit další šetření.

Kritéria B jsou uměle zavedená kritéria, která jsou pro sledované látky daná přibližně aritmetickým průměrem kritérií A a C. Překročení kritérií B se posuzuje jako znečištění, které může mít negativní vliv na zdraví člověka a jednotlivé složky životního prostředí. Je třeba shromáždit další údaje pro posouzení, zda se jedná o významnou ekologickou zátěž a jaká jsou rizika s ní spojená. Kritéria B jsou tedy vytvořena jako intervenční hladiny, při jejichž překročení je nezbytné se znečištěním dále zabývat. Překročení kritérií B vyžaduje předběžně hodnotit rizika plynoucí ze zjištěného znečištění, zjistit jeho zdroj a příčiny a podle výsledku rozhodnout o dalším průzkumu či zahájení monitoringu.

Kriteria C: Při odvození kritérií C byly zohledněny fyzikálně-chemické, toxikologické, ekotoxikologické popř. další (např. senzorké) vlastnosti látek. Kritéria C pro zeminu jsou uvedena pro jednotlivé typy plánovaného užití území (C-obyt., C-rekr., C-prům.). Pro vyhodnocení analytických výsledků bylo v daném případě použito C-obyt (obytné využití území), tzn. využití území při kterém mohou být lidé vystaveni působení kontaminantů při bydlení. Při tomto využití se předpokládá, že člověk může strávit v daném místě 350 dní v roce po dobu 30 let. Cestou vstupu kontaminantu do lidského organismu může být přímá expozice (např. použití kontaminované vody, inhalace kontaminovaného prachu) tak nepřímá (např. konzumací pěstované zeleniny). Zvýšenou pozornost je třeba věnovat odběru vzorků. Je nezbytné postupovat podle technických norem, v případě že takové normy neexistují, použijí se osvědčené metody podle vnitřních směrnic toho, kdo vzorek odebírá. Odkaz na vnitřní směrnice musí být uveden v protokolu o provedeném odběru vzorků a směrnice musí být na vyžádání k dispozici.

Tabulka 3: Kategorizace využití území pro aplikaci metodického pokynu MŽP,
zkopírováno z
[http://www.mzp.cz/envdn.nsf/788925f20e7931c7852563e6006a0707/1d6627006ea14bc5c1256cf5002cd185/\\$FILE/Priloha3.doc](http://www.mzp.cz/envdn.nsf/788925f20e7931c7852563e6006a0707/1d6627006ea14bc5c1256cf5002cd185/$FILE/Priloha3.doc)

Advanced Mercury Analyser		AMA-254	22.7.2011 6:01:59		
SAMPLE: SOČ : 1-25				Results: U20110722.0001	
EXPERIMENTS	Identification	[mg ul]	A.U.	Rng	[ng] (ppm)
Analysis 1	A20110722.001	90,60	0,7127	1	26,7319 0,295054
Analysis	A20110722.002	92,00	0,6721	1	24,8536 0,270148
Analysis	A20110722.003	98,80	0,0648	2	32,0606 0,324500
Analysis 2	A20110722.004	106,30	0,0697	2	34,5049 0,324599
Analysis	A20110722.005	105,70	0,5010	1	17,6882 0,167343
Analysis 3	A20110722.006	103,00	0,4769	1	16,7507 0,162628
Analysis	A20110722.007	102,00	0,3022	1	10,2944 0,100925
Analysis 4	A20110722.008	104,50	0,2973	1	10,1194 0,096836
Analysis	A20110722.009	99,80	0,1195	2	59,4723 0,595915
Analysis 5	A20110722.010	92,10	0,1038	2	51,5389 0,559597
Analysis	A20110722.011	101,40	0,2179	1	7,3330 0,072317
Analysis 6	A20110722.013	103,40	0,2946	1	10,0215 0,096920
Analysis	A20110722.014	106,90	0,3392	1	11,6180 0,108681
Analysis 7	A20110722.015	106,60	0,3280	1	11,2149 0,105205
Analysis	A20110722.016	96,80	0,1263	2	62,9141 0,649939
Analysis 8	A20110722.017	99,40	0,1249	2	62,1843 0,625596
Analysis	A20110722.018	96,90	0,2799	1	9,5029 0,098069
Analysis 9	A20110722.020	91,20	0,2464	1	8,3242 0,091274
Analysis	A20110722.022	90,40	0,6779	1	25,1161 0,277833
Analysis 10	A20110722.023	104,10	0,0627	2	31,0017 0,297807
Analysis	A20110722.024	99,80	0,2225	1	7,4944 0,075095
Analysis 11	A20110722.025	87,20	0,1727	1	5,7775 0,066255
Analysis	A20110722.026	107,20	0,3224	1	11,0134 0,102737
Analysis 12	A20110722.027	93,80	0,3036	1	10,3420 0,110256
Analysis	A20110722.028	98,20	0,6774	2	379,7022 3,866621
Analysis 13	A20110722.030	66,60	0,4735	2	249,7425 3,749887
Analysis	A20110722.031	92,20	0,3754	2	194,0001 2,104123
Analysis 14	A20110722.032	97,60	0,4533	2	237,9817 2,438337
Analysis	A20110722.034	101,30	0,5004	1	17,6658 0,174391
Analysis 15	A20110722.035	109,50	0,6038	1	21,8674 0,199702
Analysis	A20110722.036	97,10	0,0857	2	42,4948 0,437640
Analysis 16	A20110722.038	109,80	0,0927	2	45,9734 0,418702
Analysis	A20110722.040	87,80	0,1136	2	56,5068 0,643585
Analysis 17	A20110722.041	99,80	0,1107	2	55,0289 0,551391
Analysis	A20110722.042	105,50	0,0754	2	37,3057 0,353609
Analysis 18	A20110722.043	101,90	0,0764	2	37,8444 0,371388
Analysis	A20110722.044	99,40	0,0685	2	33,8650 0,340694
Analysis 19	A20110722.046	110,00	0,0887	2	43,9925 0,399932
Analysis	A20110722.047	98,00	0,4255	1	14,7950 0,150969
Analysis 20	A20110722.048	91,40	0,4380	1	15,2666 0,167031
Analysis	A20110722.049	96,00	0,4438	1	15,4861 0,161313
Analysis 21	A20110722.050	98,50	0,4945	1	17,4366 0,177021
Analysis	A20110722.051	105,00	0,3102	1	10,5794 0,100756
Analysis 22	A20110722.052	101,00	0,3022	1	10,2931 0,101912
Analysis	A20110722.054	86,00	0,6035	1	21,8540 0,254116
Analysis 23	A20110722.055	97,50	0,5537	1	19,7900 0,202975
Analysis	A20110722.056	108,00	0,1616	2	80,7946 0,748098
Analysis 24	A20110722.057	100,00	0,1539	2	76,9009 0,769009
Analysis	A20110722.058	98,50	0,2465	1	8,3300 0,084569
Analysis 25	A20110722.060	100,20	0,2362	1	7,9685 0,079526

Tabulka 4: Pracovní tabulka – výsledky Hg ve vzorcích



Český institut pro akreditaci,
obecně prospěšná společnost
110 00 Praha 1 - Nové Město, Opletalova 41
vydává

OSVĚDČENÍ O AKREDITACI

č. 192 / 2010

pro

zkušební laboratoř č. 1071

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
(IČ 00020338)
Národní referenční laboratoř
Hroznová 2, 656 06 Brno

Předmět akreditace:

Zkoušení krmiv a surovin pro výrobu krmiv, půd, rostlinného materiálu, hnojiv a podobných materiálů v rozsahu uvedeném v příloze tohoto osvědčení.

Jménem akreditované zkušební laboratoře jedná RNDr. Jiří Zbíral, Ph.D. a za správnost protokolů odpovídají pracovníci uvedení v příloze tohoto osvědčení.

Toto osvědčení o akreditaci vydal Český institut pro akreditaci, o.p.s. na základě posouzení splnění akreditačních kritérií podle
ČSN EN ISO/IEC 17025:2005

a po zjištění, že zkušební laboratoř je odborně způsobilá objektivně a nezávisle vykonávat činnosti uvedené v rozsahu předmětu akreditace.

Adresát tohoto osvědčení je oprávněn používat při své činnosti v rozsahu tohoto osvědčení a po dobu jeho platnosti vedle svého názvu označení „akreditovaná zkušební laboratoř č. 1071“, pokud dodržuje veškeré příslušné předpisy vztahující se k činnosti akreditované zkušební laboratoře, včetně předpisů vydaných Českým institutem pro akreditaci, o.p.s.

Prokáže-li se, že adresát tohoto osvědčení neplní akreditační kritéria rozhodná pro jeho vydání a závazky podmiňující akreditaci, může Český institut pro akreditaci, o.p.s. účinnost tohoto osvědčení pozastavit nebo osvědčení o akreditaci zrušit nebo změnit.

Toto osvědčení platí do: **31.12.2014**

V Praze dne: 30.04.2010



Ing. Jiří Růžička, MBA
ředitel
Českého institutu pro akreditaci, o.p.s.

Poučení:

Proti tomuto osvědčení, pokud jde o rozsah předmětu akreditace, má adresát možnost podat písemné námítky do 10 dnů od jeho převzetí. Námítky nemají odkladný účinek.

Obrázek 33: Osvědčení o akreditaci zkoušení krmiv a surovin pro výrobu krmiv, půd, rostlinného materiálu, hnojiv a podobných materiálů v NRL ÚKZÚZ, zkopírováno z <http://www.ukzuz.cz/Folders/Uploads/150064-7-Osvedceni++CZ+192jpg.aspx>



Český institut pro akreditaci, o.p.s.
130 00 Praha 3, Olšanská 54/3

vydává

OSVĚDČENÍ O AKREDITACI

č. 303 / 2011

**Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
se sídlem Hroznová 2, 656 06 Brno, IČ 00020338,
zřízen Zřizovací listinou Ministerstva zemědělství**

pro poskytovatele zkoušení způsobilosti č. **7005**
Oddělení mezilaboratorních porovnávacích zkoušek

Předmět akreditace:

Programy zkoušení způsobilosti v oblasti chemických zkoušek půd, kalů a sedimentů, krmiv
a rostlinného materiálu

Toto osvědčení o akreditaci vydal Český institut pro akreditaci, o.p.s. na základě posouzení splnění akreditačních
požadavků podle

ČSN EN ISO/IEC 17043

a po zjištění, že poskytovatel zkoušení způsobilosti je odborně způsobilý objektivně a nezávisle vykonávat
činnosti uvedené v rozsahu předmětu akreditace.

Adresát tohoto osvědčení je oprávněn používat při své činnosti v rozsahu tohoto osvědčení a po dobu jeho
platnosti vedle svého názvu označení „poskytovatel zkoušení způsobilosti akreditovaný ČIA č. 7005“, pod
podmínkou, že bude vždy postupovat v souladu s příslušnými předpisy vztahujícími se k činnosti akreditovaného
poskytovatele zkoušení způsobilosti, a to zejména ČSN EN ISO/IEC 17011, ČSN EN ISO/IEC 17043, zákona
č. 22/1997Sb., o technických požadavcích na výrobky, ve znění pozdějších předpisů, včetně navazujících
předpisů vydaných Českým institutem pro akreditaci, o.p.s.

Prokáže-li se, že adresát tohoto osvědčení neplní akreditační požadavky rozhodně pro jeho vydání a nedodrží
závazky podmiňující akreditaci, může Český institut pro akreditaci, o.p.s. účinnost tohoto osvědčení pozastavit
nebo osvědčení o akreditaci zrušit.

Toto osvědčení je vydáno v souladu s ustanovením § 16 odst. 1 zákona č. 22/1997 Sb., o technických
požadavcích na výrobky a v souladu s ustanovením § 151 zákona č. 500/2004 Sb., správní řád.

Toto osvědčení je platné do 14.07.2016

V Praze dne 08.08.2011



Ing. Jiří Růžička, MBA
ředitel
Českého institutu pro akreditaci, o.p.s.

©TISK VICTORIA SECURITY PRINTING s.s. PRAHA

Obrázek 34: Osvědčení o akreditaci programů zkoušení způsobilosti v oblasti chemických zkoušek půd, kalů a sedimentů, krmiv a rostlinného materiálu v NRL ÚKZÚZ, zkopírováno z http://www.ukzuz.cz/Folders/Uploads/45300-7-Akredit_OMPZ_100pdf.aspx