

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně

Sekce zemědělských vstupů



SLEDOVÁNÍ KVALITY ZEMĚDĚLSKÝCH PŮD NA POZEMCÍCH PO APLIKACI KALŮ

1996–2017

(průběžná zpráva)

Zpracovala: Ing. Lenka Prášková, Ph.D.

Ing. Pavel Němec

Předkládá: Mgr. Šárka Poláková, Ph.D.

Schválil: Ing. Miroslav Florián, Ph.D.

ředitel Sekce zemědělských vstupů

Brno, říjen 2018

OBSAH

1.	ÚVOD.....	4
2.	CÍLE.....	5
3.	METODIKA PRACÍ.....	6
3.1.	Odběr a analýza vzorků půd	6
3.2.	Hodnocení získaných dat	6
4.	VÝSLEDKY	8
4.1.	Aplikované kaly	8
4.2.	Půda	10
	Arzén (As).....	12
	Berylium (Be)	13
	Kadmium (Cd)	13
	Kobalt (Co)	13
	Chrom (Cr).....	14
	Měď (Cu)	14
	Rtuť (Hg)	15
	Nikl (Ni)	15
	Olovo (Pb)	15
	Vanad (V)	16
	Zinek (Zn)	16
5.	ZÁVĚR	17
6.	POUŽITÁ LITERATURA	18
7.	PŘÍLOHY	19

1. ÚVOD

Kaly z čistíren odpadních vod (ČOV) jsou odpadem podle zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech. Jsou ale také zdrojem cenných živin a organických látek, které je třeba využít. Toto využití se děje prostřednictvím aplikací kalů na zemědělskou půdu. Právnícká osoba a fyzická osoba, která užívá půdu, je podle tohoto zákona povinna používat pouze upravené kaly s ohledem na nutriční potřeby rostlin a za podmínek stanovených tímto zákonem a prováděcím právním předpisem tak, aby použitím kalů nebyla zhoršena kvalita půdy a kvalita povrchových a podzemních vod.

Kaly nelze aplikovat na zemědělskou půdu, která je součástí chráněných území přírody a krajiny podle zákona o ochraně přírody a krajiny. Nesmí být také v pásmu ochrany vodních zdrojů, na zamokřených a zaplavovaných půdách, na půdách s hodnotou výměnné půdní reakce nižší než pH 5,6. Kaly nesmí být použity na plochách, které jsou využívány k rekreaci a sportu a veřejně přístupných prostranstvích (další informace v příloze 1).

Podmínky pro aplikaci kalů na zemědělský půdní fond jsou definovány ve vyhlášce č. 437/2016 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě, která platí od 1.1.2017 a aplikovat kaly na zemědělskou půdu podle ní mohli zemědělci po přijetí kalů od 1.5.2017. Do té doby platila vyhláška č. 382/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

Kontrolu nad dodržováním povinností při používání kalů z čistíren odpadních vod vykonává podle zákona č. 185/2001 Sb. Ministerstvo zemědělství.

2. CÍLE

Materiály, které jsou aplikovány na půdu, s půdou interagují. Rovněž tak i kal ovlivňuje půdu a rostliny na ní pěstované. Dlouhodobé sledování kvality půd po aplikaci kalů si dává za cíl zjistit, zda je aplikací kalu ovlivněna kvalita půdy především z hlediska obsahu rizikových prvků.

3. METODIKA PRACÍ

3.1. Odběr a analýza vzorků půd

Pro sledování kvality půdy po aplikaci kalů před rokem 2010 byly odběry prováděny na pozemcích, na něž byl aplikován kal v posledních pěti letech před odběrem. Přibližný střed vzorkované plochy byl zaměřen pomocí GPS. Od roku 2010 jsou pro sledování využívány vzorky orných půd odebrané v rámci Agrochemického zkoušení zemědělských půd (AZZP), ale rovněž i vzorky odebrané mimo rámec AZZP. Platí stejná podmínka aplikace kalu v posledních pěti letech před odběrem a zároveň ne ve stejném kalendářním roce. Pokud je odběr prováděn mimo rámec AZZP, je prováděn podle metodiky AZZP.

Odebírá se jeden směsný vzorek orné půdy na plochu 7–10 ha v závislosti na výrobní oblasti (bramborářská a horská oblast – 7 ha, řepařská a kukuřičná oblast – 10 ha). Provedeno musí být alespoň 30 individuálních vpichů sondovací tyčí pro AZZP. Hloubka vpichu pro ornou půdu je vždy na hloubku ornice, nehlouběji však do hloubky 30 cm. Odebírá se pouze ornice. Pokud je plocha pozemku s aplikací kalu menší než plocha půdního bloku, odebere se směsný vzorek pouze z plochy s aplikací kalu. Lokality odběru jsou prostorově určeny souřadnicemi.

Vzorky půd se suší na vzduchu, prosévají přes 2 mm síto a předávají na prvkovou analýzu. Obsah Al, As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, V, Zn se stanovuje metodou ICP-OES (optická emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem) po extrakci lučavkou královskou za zvýšené teploty. Obsah Hg se měří přímo v prosátém vzorku půdy na analyzátoru rtuti AMA-254 na principu AAS (atomové absorpční spektrometrie) (Zbíral a kol., 2011). Ve vzorku je stanovován také druh půdy a sušina, které jsou důležité pro hodnocení obsahu rizikových prvků v půdách. Dále jsou v půdě po extrakci půdním roztokem podle Mehlicha 3 stanovovány základní živiny a v extrakčním roztoku chloridu vápenatého výměnná půdní reakce, které nejsou součástí této hodnotící zprávy. Analýzy jsou prováděny s využitím platných postupů v Národní referenční laboratoři ÚKZÚZ Brno.

Výsledky analýz a identifikační údaje ke každému vzorku jsou uloženy v interní databázi. Od roku 2003 se v této databázi evidují také informace týkající se aplikovaných kalů: čistírna odpadních vod, ze které kal pochází, dávka kalu ($t \cdot ha^{-1}$), výměra aplikace kalu (ha) a forma kalu.

3.2. Hodnocení získaných dat

Zjištěné obsahy vybraných rizikových prvků v půdách po aplikaci kalů (soubor dat orných půd A4) byly statisticky porovnány s obsahy rizikových prvků z monitorovacího programu ÚKZÚZ Bazální monitoring půd (BMP), který sestává z 214 stálých pozorovacích ploch, na nichž jsou v pravidelných (šestiletých) intervalech odebírány půdní vzorky. Celý systém monitoringu je rozdělen na dva subsystémy – základní (soubor dat BMPZ) a kontaminovaný (soubor dat BMPK, kde alespoň 1 sledovaný prvek překračuje maximální přípustnou hodnotu podle vyhlášky č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu¹). Kontaminovaný subsystém zahrnuje 27 monitorovacích ploch, z toho činí 19 orná půda a zde je 8 ploch s lehkou půdou a 11 ploch s půdou běžnou (střední, těžká). Základní subsystém zahrnuje 187 monitorovacích ploch, z toho je 146 orná půda a zde je 29 ploch s půdou lehkou a 117 s půdou běžnou. Pro porovnání souboru dat A4 byl použit soubor BMPZ a BMPK s pouze ornými půdami.

V databázi A4 je od roku 1996 do roku 2017 evidováno 1409 vzorků půd po aplikaci kalů, z toho je 18 vzorků jiné kultury než orná půda, tj. 16 vzorků z TTP a 2 vzorky z vinic. Vzorky půd z jiných kultur nebyly do hodnocení zahrnuty. Celkem tedy bylo hodnoceno 1391 vzorků.

¹ Pozn.: tato vyhláška je již v současné době nahrazena vyhláškou č. 153/2016 Sb., o stanovení podrobností ochrany kvality zemědělské půdy a o změně vyhlášky č. 13/1994 Sb.

Statistické vyhodnocení obsahů rizikových prvků sestávalo z:

- deskriptivní analýzy dat – průměr, medián, minimum, maximum, percentily
- exploratorní analýzy dat – box diagramy
- testů průkaznosti rozdílů mezi soubory dat A4 (půdy po kalech) x BMPZ (Bazální monitoring půd základní subsystém) x BMPK (Bazální monitoring půd subsystém kontaminovaných ploch)

Do statistického zpracování byly zahrnuty všechny hodnoty sledovaných 11 prvků souboru půd po kalech (1391 vzorků) a orných půd z referenčního souboru BMPZ (146 ploch; 581 vzorků) a BMPK (19 ploch; 79 vzorků)². Hodnoty nižší, než mez stanovitelnosti byly položeny rovno jedné polovině hodnoty meze stanovitelnosti. Pro statistické zpracování byly použity programy MS Excel 2016, Statistica v. 6.0 a NCSS 2011. Výsledky analýz byly testovány jednofaktorovou analýzou rozptylu metodou Kruskal-Wallisovy ANOVY na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ a pomocí Dunnova Z-testu vícenásobného porovnávání na uzanční hladině tzv. Pořadového testu mediánů, kde $Z > 1,96$ indikuje průkazný rozdíl mezi skupinami.

Obsahy rizikových prvků v půdě se řídí vyhláškou Ministerstva životního prostředí č. 153/2016 Sb., o stanovení podrobností ochrany kvality zemědělské půdy a o změně vyhlášky č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu. Preventivní hodnoty obsahů prvků z vyhlášky č. 153/2016 Sb.³ uvádí tabulka 1; k těmto hodnotám je vztaženo vyhodnocení obsahů rizikových prvků ve sledovaných půdách po aplikaci kalů.

Tab. 1 Preventivní hodnoty obsahů prvků v zemědělské půdě podle vyhlášky č. 153/2016 Sb. (extrakce lučavkou královskou, mg.kg^{-1} suš.)

Kategorie půd	Preventivní hodnota										
	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg**	Ni	Pb	V	Zn
Běžné půdy*	20	2,0	0,5	30	90	60	0,3	50	60	130	120
Lehké půdy	15	1,5	0,4	20	55	45	0,3	45	55	120	105

* Běžné půdy – střední + těžké půdy

** Celkový obsah

² U jednotlivých prvků se počet analyzovaných vzorků liší z důvodu chybějících analýz daného prvku.

³ Vyhláška č. 13/1994 Sb. platila až do roku 2016, kdy byla od 1.6.2016 nahrazena v současnosti platnou vyhláškou č. 153/2016 Sb.

4. VÝSLEDKY

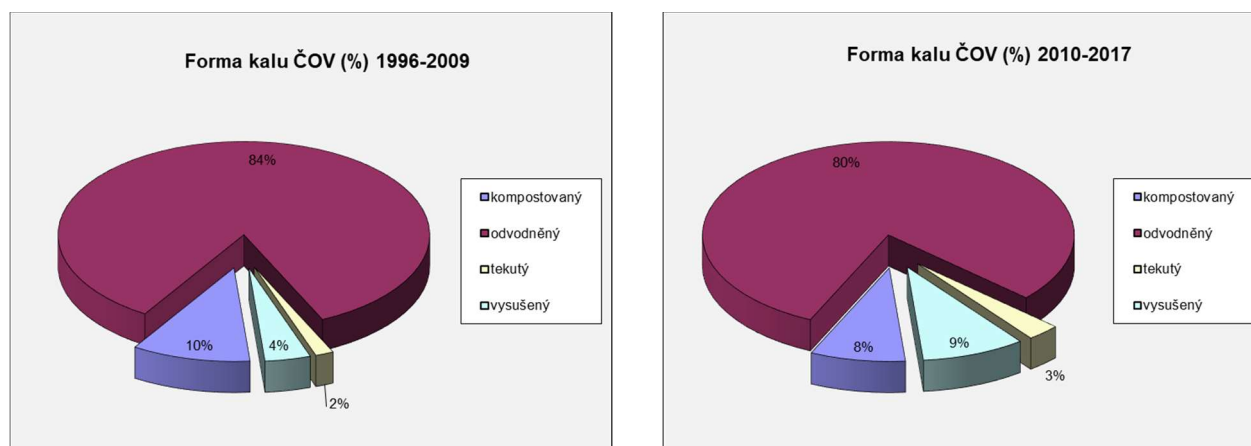
4.1. Aplikované kaly

Z informací o aplikovaných kalech vyplývá, že nejčastější formou použitého kalu je kal odvodněný. Porovnání období 1996–2009, které bylo hodnoceno v předešlé průběžné zprávě *Sledování kvality zemědělské půdy na pozemcích po aplikaci kalů ČOV 1996-2009* (Poláková, Hutařová, Kubík, 2010) a 2010–2017 neukázalo významnější změnu v rozložení jednotlivých forem použitých kalů (obrázek 1).

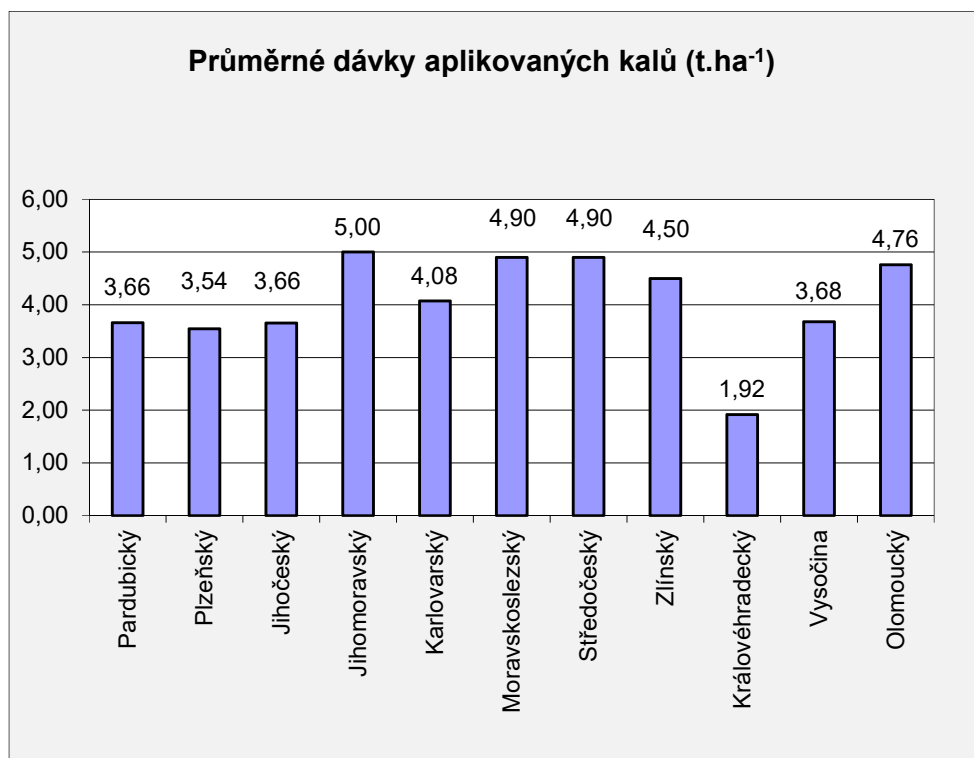
Průměrné hodnoty množství kalů aplikovaných na sledovanou půdu za jednotlivé kraje uvádí obrázek 2. Nejvyšší dávky aplikovaných kalů (na základě databáze sledovaných půd po aplikaci kalů) jsou v Jihomoravském kraji ($5,00 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), následuje Moravskoslezský a Olomoucký kraj. Podle informací z databáze je nejvíce ploch s aplikovanými kaly v Moravskoslezském kraji, následuje kraj Vysočina a Středočeský kraj (obrázek 3). **Prezentované hodnoty mají pouze orientační vypovídací schopnost, neboť nejsou podchyceny všechny aplikace kalů na zemědělskou půdu.**

Pro představu, v jakých množstvích se vyskytují cizorodé látky a prvky v kalech z ČOV, může posloužit každoroční zpráva ÚKZÚZ *Kontrola a monitoring cizorodých látek v potravních řetězcích*. Ve zprávě jsou hodnoceny vzorky kalů z přibližně 80 ČOV z celé ČR, které většinu své produkce směřují na zemědělskou půdu.

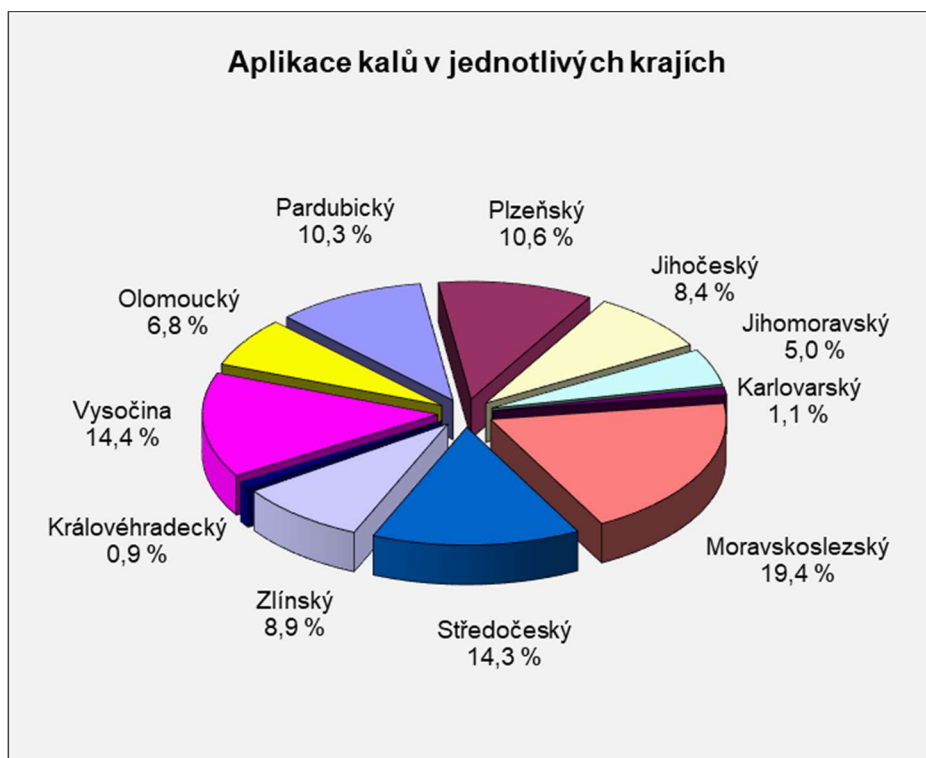
Obr. 1 Procentické zastoupení forem kalů aplikovaných na zemědělskou půdu v období 1996–2009 a 2010–2017



Obr. 2 Průměrné dávky kalů ($t \cdot ha^{-1}$) aplikované na zemědělskou půdu v období 2003–2017



Obr. 3 Procentické zastoupení vzorkovaných ploch s aplikací kalů na zemědělskou půdu podle krajů ČR v období 1996–2017



4.2. Půda

V databázi je od roku 1996 do roku 2017 evidováno 1391 vzorků orných půd po aplikaci kalů, u kterých bylo provedeno stanovení obsahu rizikových prvků. Ve vybraných vzorcích odebraných v letech 2003–2009 byly navíc stanoveny PCB, PAH a organochlorové pesticidy; jejich hodnocení je provedeno ve zprávě *Sledování kvality zemědělské půdy na pozemcích po aplikaci kalů ČOV 1996-2009* (Poláková, Hutařová, Kubík, 2010).

Aplikace kalů na půdu se řídí vyhláškou č. 437/2016 Sb., která mimo jiné stanovuje mezní obsahy prvků v půdě, na kterou má být kal aplikován. Vyhláška č. 437/2016 Sb. nahradila vyhlášku č. 382/2001 Sb.

Při dodržení všech nezbytných podmínek by nemělo docházet ke kontaminaci zemědělské půdy rizikovými prvky. Vzhledem k tomu, že vyhláška č. 382/2001 Sb. vstoupila v platnost až v roce 2001, mohly probíhat předchozí aplikace kalů bez omezení, a tudíž mohlo dojít ke zvýšení rizikových prvků v půdě.

Deskriptivní statistika výsledků vybraných prvků půdních vzorků je uvedena v tabulce 2 a 3. Přehledné výsledky analýz vzhledem k platným limitním hodnotám jsou uvedeny v tabulce 4. Na obrázku 4 jsou v mapce lokalizovány plochy s odběrem půd po aplikaci kalů a rovněž jsou zde zobrazeny plochy referenční (orné půdy, které jsou součástí monitorovacího systému BMP na zemědělských pozemcích).

Tab. 2 *Deskriptivní statistika obsahů vybraných prvků v půdních vzorcích odebraných z ploch po aplikaci kalů v období 1996–2017 (běžná půda; mg.kg⁻¹ suš.)*

Prvek	Počet vzorků	Průměr	Min.	Max.	0,10 perc.	0,25 perc.	Medián	0,75 perc.	0,90 perc.
As	1168	10,0	2,16	96,9	5,36	6,69	8,20	11,3	15,6
Be	1138	0,94	0,050	3,80	0,60	0,72	0,87	1,08	1,36
Cd	1168	0,27	0,050	4,20	0,18	0,18	0,23	0,33	0,40
Co	1152	10,4	1,79	33,0	6,04	7,98	10,1	12,4	14,7
Cr	1168	37,2	7,04	240	21,2	26,4	34,1	42,6	52,9
Cu	1168	18,1	4,86	149	9,87	11,9	16,8	21,6	27,5
Hg	1017	0,075	0,025	0,73	0,050	0,056	0,065	0,080	0,104
Ni	1168	20,6	3,25	156	11,4	14,5	19,1	24,2	30,1
Pb	1168	24,2	6,50	216	15,1	18,0	21,5	26,5	33,7
V	1122	45,1	9,29	125	28,6	34,3	41,9	52,5	65,0
Zn	1168	71,2	19,3	515	47,4	55,0	64,9	80,3	101

Tab. 3 Deskriptivní statistika obsahů vybraných prvků v půdních vzorcích odebraných z ploch po aplikaci kalů v období 1996–2017 (lehká půda; mg.kg⁻¹ suš.)

Prvek	Počet vzorků	Průměr	Min.	Max.	0,10 perc.	0,25 perc.	Medián	0,75 perc.	0,90 perc.
As	223	9,88	2,14	50,3	4,97	6,13	8,13	12,4	16,0
Be	223	0,85	0,050	4,57	0,05	0,44	0,79	1,07	1,36
Cd	223	0,28	0,10	1,31	0,16	0,18	0,26	0,31	0,40
Co	217	10,4	1,92	65,5	4,43	7,40	10,3	13,0	14,6
Cr	223	43,0	7,18	247	17,6	26,2	33,4	44,6	71,3
Cu	223	17,0	4,98	72,8	8,34	10,8	15,5	21,3	27,1
Hg	196	0,074	0,025	0,35	0,045	0,056	0,067	0,082	0,11
Ni	223	24,5	3,55	1000	8,76	13,1	18,4	25,6	35,0
Pb	223	22,8	6,50	181	13,3	15,8	19,0	24,6	30,8
V	217	43,4	9,26	125	23,8	32,3	41,9	50,9	67,7
Zn	223	65,6	26,7	202	40,9	52,5	62,1	75,1	92,2

Tab. 4 Preventivní hodnoty obsahu prvků v půdě podle vyhlášky č. 153/2016 Sb. a procento vzorků nad preventivní hodnotou v půdách po aplikaci kalů; 1996–2017

Prvek	Preventivní hodnoty podle vyhl. č. 153/2016 Sb. (mg.kg ⁻¹)		Počet analyz. vzorků celkem	Počet nadlimit. vzorků celkem	Procento nadlimitních vzorků		
	Běžné půdy*	Lehké půdy			Běžné půdy	Lehké půdy	Celkem všechny půdy
As	20	15	1391	93	5,31	13,9	6,69
Be	2	1,5	1361	39	1,88	7,62	2,87
Cd	0,5	0,4	1391	66	3,68	10,3	4,75
Co	30	20	1369	6	0,17	1,79	0,44
Cr	90	55	1391	63	2,23	16,6	4,53
Cu	60	45	1391	7	0,34	1,35	0,50
Hg**	0,3	0,3	1213	8	0,60	0,45	0,66
Ni	50	45	1391	23	1,54	2,24	1,65
Pb	60	55	1391	26	1,63	3,14	1,87
V	130	120	1339	1	0,00	0,45	0,08
Zn	120	105	1391	53	3,68	4,48	3,81

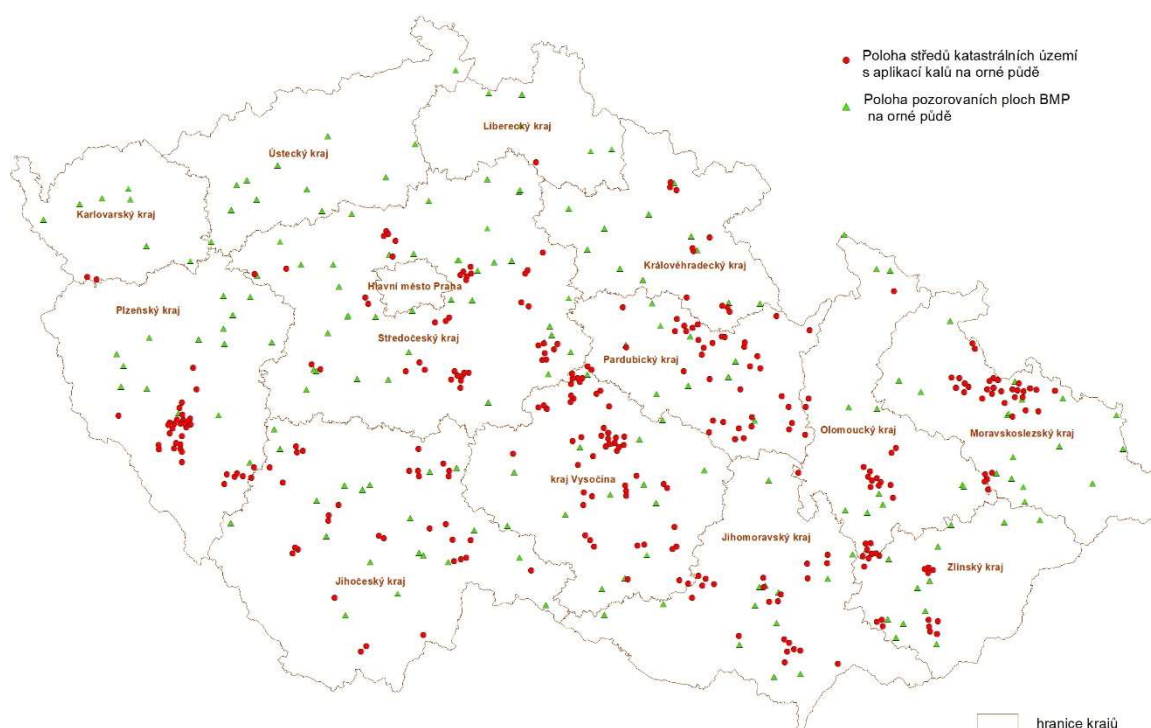
* Běžné půdy – střední + těžké půdy

** Celkový obsah

Z tabulky je patrné, že častěji docházelo k překračování preventivní hodnoty dané vyhláškou č. 153/2016 Sb. na půdách lehkých, a to především u chromu, který danou hodnotu 55 mg.kg⁻¹ překročil v 16,6 % odebraných vzorcích lehkých půd. Vzorky s nejvyšším počtem překročení pocházely z jižní a východní části Čech (Jihočeský kraj a kraj Vysočina), které se ukázaly i v hodnocení stavu

kontaminace zemědělských půd ČR být oblastmi s vyšším zastoupením vzorků nadlimitních (Poláková a kol., 2014). Dalšími v pořadí byly arzén a kadmium s výskytem nadlimitních vzorků nad hranici 10 % na lehkých půdách. Kadmium se projevilo nejvíce nadlimitní ve vzorcích lehkých půd z Moravskoslezského kraje, který patří k výrazně zatíženému severomoravskému regionu, kde plně dominuje antropogenní zátěž kadmiiem v důsledku spalování černého uhlí a metalurgie (Němeček a kol., 2010). V případě půd ostatních se pouze u arzénu dostalo procento vzorků přesahující preventivní hodnotou nad 5 %.

Obr. 4 Lokalizace odběrů vzorků půd po aplikaci kalů v období 1996–2017 a lokalizace referenčních ploch na orné půdě Bazálního monitoringu půd



Arzén (As)

Obsah As v půdách po aplikaci kalů se pohyboval v rozmezí 2,16–96,9 mg.kg⁻¹ (tabulka 2 a 3), přičemž minimální hodnota se nalézala v běžné půdě v kraji Jihočeském a maximální v běžné půdě v kraji Středočeském. Krajem s nejvyšším, resp. nejnižším mediánem obsahu As v půdách běžných byl shledán Plzeňský, resp. Jihočeský kraj (příloha 2). Nejvyšší obsahy byly po Plzeňském kraji dále nalézány v kraji Středočeském, kde bylo zjištěno 18,3 % vzorků z počtu celkem 169 odebraných v tomto kraji s obsahem vyšším, než je preventivní hodnota (v kraji Plzeňském to bylo 19,2 % vzorků z počtu 156 odebraných). Preventivní hodnota pro obsah As (běžné půdy: 20 mg.kg⁻¹, lehké půdy: 15 mg.kg⁻¹) byla překročena u 6,69 % vzorků z celkového počtu 1391 vzorků.

Statistické porovnání souboru půd po kalech (A4) a referenčních dat z BMP ukázalo shodnost obsahů půd A4 a půd základního BMP (BMPZ) u půd běžných, kdežto u půd lehkých byly shledány statisticky velmi významné vyšší hodnoty u půd po kalech. Statisticky velmi významné byly nižší obsahy As

ve vzorcích půd po aplikaci kalů oproti půdám z kontaminovaného BMP (BMPK) jak u půd ostatních, tak lehkých, (příloha 2).

Berylium (Be)

Obsah Be v půdách po aplikaci kalů se nalézal v rozpětí od 0,05 do 4,57 mg.kg⁻¹ (tabulka 2 a 3). Minimum 0,05 mg.kg⁻¹ nebylo pouze jednou se vyskytující hodnotou v souboru dat, ale bylo poměrně časté, a to ve vzorcích běžných i lehkých půd z Jihočeského kraje. Jihočeský kraj byl rovněž charakteristický nejnižším mediánem obsahu Be v lehkých půdách. Nejvyšší hodnota 4,57 mg.kg⁻¹ se nacházela v lehké půdě v kraji Vysočina; tento kraj se rovněž vyznačoval ze všech krajů nejvyšším procentem vzorků nad preventivní hodnotou u lehkých půd (34,9 % ze 43 odebraných vzorků). U běžných půd byl nejvyšším procentem vzorků nad preventivní hodnotou zastoupen kraj Karlovarský (20,0 %). V tomto kraji bylo odebráno 20 vzorků běžných půd (příloha 3), což je v porovnání s ostatními kraji nízký počet odebraných vzorků a je třeba zjištěnou hodnotu obsahu Be brát jako orientační. Nicméně podle průběžné zprávy sledující obsahy rizikových prvků v zemědělských půdách celé ČR (Poláková a kol., 2014), se potvrdil v tomto kraji nejvyšší podíl vzorků přesahující preventivní hodnotu ze všech krajů. Preventivní hodnota (běžné půdy: 2 mg.kg⁻¹, lehké půdy: 1,5 mg.kg⁻¹) byla překročena v 2,87 % všech vzorků.

Statistické srovnání půd po kalech s referenčními obsahy BMP nepotvrdilo zvýšení obsahů Be v půdách po aplikaci kalů, naopak v těchto půdách byly obsahy statisticky velmi významně nižší než v půdách BMP (BMPZ i BMPK) jak v půdách běžných, tak v půdách lehkých (příloha 3).

Kadmium (Cd)

Rozmezí obsahů Cd v půdách po aplikaci kalů se podle tabulky 2 a 3 pohyboval od 0,05 mg.kg⁻¹ (Jihočeský kraj, běžná půda) do 4,20 mg.kg⁻¹ (Jihomoravský kraj, běžná půda). Mediány obsahů Cd v půdách jednotlivých krajů jsou znázorněny v grafu v příloze 4. Podle Němečka a kol. (2010) je Cd dobrým indikátorem antropické zátěže půd v okolí Ostravy a v lokalitách průmyslové oblasti severních a severozápadních Čech. V běžných půdách vykázal nejvyšší mediány kraj Moravskoslezský, který byl i podle Polákové a kol. (2014) krajem s nejvyšším podílem vzorků přesahujících preventivní hodnotu. Poláková dále uvádí kraj Ústecký jako problematický i z hlediska obsahů dalších rizikových prvků. Kraj Ústecký však nebyl ve sledování aplikací kalů zastoupen žádným vzorkem. Nejvyšší medián obsahů Cd v lehkých půdách byl zjištěn v kraji Vysočina. Kraj Vysočina zároveň vykázal nejvyšší procento vzorků půd běžných + lehkých nad preventivní hodnotou obsahu Cd (11,4 % z odebraných 263 vzorků). Preventivní hodnota pro půdy (běžné půdy: 0,5 mg.kg⁻¹, lehké půdy: 0,4 mg.kg⁻¹) byla překročena v 4,75 % všech vzorků.

V případě srovnání s referenčními obsahy se nepotvrdilo zvýšení obsahů Cd v půdách po aplikaci kalů A4 a v půdách BMPZ, naopak v případě běžných půd byly v půdách po kalech statisticky velmi významně nižší hodnoty Cd a v půdách lehkých byly půdy po kalech a půdy BMPZ bez statistického rozdílu. Obsahy Cd v půdách po kalech byly nižší než v půdách BMPK (příloha 4).

Kobalt (Co)

Množství Co v půdách po aplikaci kalů se podle tabulky 2 a 3 pohyboval v rozmezí od 1,79 mg.kg⁻¹ (Pardubický kraj, lehká půda) do 65,5 mg.kg⁻¹ (Jihočeský kraj, lehká půda). Obsahy Co ve vzorcích půd běžných byly v rámci jednotlivých krajů vyrovnané s výjimkou odlišujících se třech krajů, tj. kraje Libereckého, Královéhradeckého a Pardubického, které se vyznačovaly nejnižším mediánem obsahu

Co v běžných i lehkých půdách. Jejich medián nepřesahoval hodnotu 8 mg.kg^{-1} . Pardubický kraj se zároveň vyznačoval nejnižším mediánem obsahů Co v lehkých půdách ($3,98 \text{ mg.kg}^{-1}$). Nejvyšší medián obsahů Co v běžných půdách byl nalezen v Karlovarském kraji ($14,6 \text{ mg.kg}^{-1}$) (příloha 5). Karlovarský kraj má i podle průběžné zprávy sledující obsahy rizikových prvků v zemědělských půdách celé ČR (Poláková a kol., 2014) vysoké procento vzorků přesahující preventivní hodnoty. K překročení preventivní hodnoty pro Co u půd po kalech došlo u vzorků pouze dvou krajů (Jihočeský a Plzeňský kraj); množství překročení bylo 2,02 a 2,56 % (půdy běžné + lehké). Preventivní hodnota pro půdy (běžné půdy: 30 mg.kg^{-1} , lehké půdy: 20 mg.kg^{-1}) byla překročena v 0,44 % všech vzorků.

Celorepublikově je Co po vanadu prvkem s nejnižším procentem překročení preventivních hodnot.

Zvýšený obsah Co v půdě po aplikaci kalů oproti BMPZ se nepotvrdil v běžných půdách, kde naopak vyšly statisticky velmi významné nižší hodnoty. V případě lehkých půd byly naopak zjištěny statisticky významné vyšší hodnoty v půdě po kalech oproti BMPZ; v těchto půdách zároveň vyšla shodnost jejich obsahů s obsahy v půdách z kontaminovaného subsystému BMPK (příloha 5).

Chrom (Cr)

Obsah Cr v půdách po aplikaci kalů se pohyboval v rozmezí $7,04\text{--}247 \text{ mg.kg}^{-1}$ (tabulka 2 a 3), kdy nejnižší a nejvyšší obsah Cr byl stejně jako u Co nalezen ve stejných krajích (Pardubický kraj, běžná půda – minimální hodnota a Jihočeský kraj, lehká půda – maximální hodnota). Jihočeský kraj se vyznačoval nejvyšším mediánem obsahu Cr v lehkých půdách a také byl podle Polákové a kol. (2014) krajem s nejvyšším podílem vzorků přesahujících preventivní hodnotu. V porovnání jednotlivých krajů se u Cr podobně jako u Co vyskytla skupina třech krajů (Liberecký, Královéhradecký a Pardubický), které se vyznačovaly nižším obsahem Cr oproti ostatním krajům. Jejich medián nepřesahoval hodnotu 26 mg.kg^{-1} pro běžné i lehké půdy (příloha 6). Preventivní hodnota pro půdy (běžné půdy: 90 mg.kg^{-1} , lehké půdy: 55 mg.kg^{-1}) byla překročena v 4,53 % všech vzorků. Kraji s nejvyšším počtem překročení byly Jihočeský a kraj Vysočina.

V běžných půdách ukázalo statistické vyhodnocení shodnost obsahů Cr půd po kalech s půdami základního BMPZ. Mezi statistickým porovnáním obsahů Cr v lehkých půdách souboru půd po kalech a půd z BMP byla v případě Cr i Co shoda; také byly zjištěny statisticky významné vyšší hodnoty v půdě po kalech oproti BMPZ a shodnost s obsahy v půdách z kontaminovaného subsystému BMPK (příloha 6).

Měď (Cu)

Obsah Cu v půdách po aplikaci kalů se podle tabulky 2 a 3 pohyboval v rozmezí od $4,86 \text{ mg.kg}^{-1}$ (Pardubický kraj, běžná půda) do 149 mg.kg^{-1} (Jihomoravský kraj, běžná půda) (tabulka 2 a 3). V případě Cu rovněž jak u Co a Cr, byly u kraje Libereckého, Královéhradeckého a Pardubického obsahy nejnižší (příloha 7). Nejvyšší obsahy se nalézaly v kraji Jihomoravském (lehká půda), kde medián dosáhl hodnoty $22,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ a v Plzeňském (běžná půda), medián $21,6 \text{ mg.kg}^{-1}$. V Jihomoravském kraji bylo zjištěno i nejvyšší procento vzorků překračujících preventivní hodnotu obsahu Cu (2,91 % vzorků běžných půd a 4,76 % vzorků lehkých půd). Poláková jako kraj s nejvyšším procentem vzorků přesahujícím preventivní hodnoty uvádí kraj Ústecký, který však nemohl být porovnán, protože nebyl ve sledování aplikací kalů zastoupen žádným vzorkem. Preventivní hodnota pro půdy (běžné půdy: 60 mg.kg^{-1} , lehké půdy: 45 mg.kg^{-1}) byla překročena v 0,50 % všech vzorků.

Mezi hodnotami obsahu Cu v referenčním souboru dat BMPZ, BMPK a v souboru půd A4 byly zjištěny v případě půd běžných i lehkých statisticky průkazné rozdíly, kdy půdy po kalech vykázaly statisticky velmi významné nižší hodnoty Cu v běžných půdách a velmi významné vyšší hodnoty Cu v lehkých

půdách. Oproti půdám z kontaminovaného subsystému BMPK byly v běžných i lehkých půdách velmi významně nižší obsahy v půdách po kalech. (příloha 7).

Rtuť (Hg)

Obsah Hg v půdách po aplikaci kalů se pohyboval v rozmezí 0,025–0,73 mg.kg⁻¹ (tabulka 2 a 3), přičemž minimální i maximální hodnota se nalézaly v kraji Pardubickém v běžné i lehké půdě minimální hodnota a v běžné půdě maximální hodnota. Mediány obsahu Hg v půdách jednotlivých krajů byly vyrovnané. V běžných půdách se výraznějšími vyššími obsahy odlišoval kraj Jihočeský, medián dosáhl hodnoty 0,103 mg.kg⁻¹ a v lehkých půdách se odlišoval kraj Středočeský, medián 0,095 mg.kg⁻¹ (příloha 8). Středočeský kraj zároveň vykázal jako jediný v lehkých půdách vzorky nad preventivními hodnotami obsahu Hg. Preventivní hodnota pro půdy (běžné půdy: 0,3 mg.kg⁻¹, lehké půdy: 0,3 mg.kg⁻¹) byla překročena v 0,66 % všech vzorků.

Statistické srovnání běžných půd po kalech s referenčními obsahy neprokázalo zvýšení obsahů Hg v půdách po aplikaci kalů, naopak v těchto půdách byly obsahy nižší než v půdách BMPZ. Lehké půdy po kalech byly v obsazích Hg bez statisticky významného rozdílu jak s půdami BMPZ, tak i s půdami BMPK (příloha 8).

Nikl (Ni)

Obsah Ni v půdách po aplikaci kalů se pohyboval v rozmezí 3,25–1000 mg.kg⁻¹ (tabulka 2 a 3). Jak minimální, tak i maximální hodnota se nalézaly zároveň v kraji Jihočeském, přičemž minimální hodnota se nalézala v běžné půdě a maximální v lehké půdě. Z hlediska mediánů obsahů Ni v lehkých půdách lze jednotlivé kraje rozdělit na dvě skupiny – kraje s nižším obsahem Ni, kam je možno zařadit kraje z české části republiky a kraje s vyšším obsahem Ni v lehkých půdách, kam by bylo možno zařadit kraje z moravské části republiky. Kraje z české části ČR vykázaly nejvyšší hodnotu mediánu 16,3 mg.kg⁻¹ (Středočeský kraj) a kraje z moravské části ČR vykázaly nejnižší hodnotu mediánu 18,0 mg.kg⁻¹ (Moravskoslezský kraj). Nejvyšší hodnota mediánu byla zjištěna v kraji Zlínském jak pro běžné, tak pro lehké půdy (30,6 mg.kg⁻¹ resp. 27,1 mg.kg⁻¹) (příloha 9). Ve Zlínském kraji se zároveň vyskytoval největší počet vzorků přesahující preventivní hodnotu jak z hlediska hodnocení půd po kalech, tak i podle Polákové a kol. (2014) z hlediska hodnocení rizikových prvků v zemědělských půdách celé ČR. Preventivní hodnota pro půdy (běžné půdy: 50 mg.kg⁻¹, lehké půdy: 45 mg.kg⁻¹) byla překročena v 1,65 % všech vzorků.

Mezi hodnotami obsahu Ni v referenčním souboru dat BMP a v souboru půd po aplikaci kalů byly zjištěny v případě půd běžných statisticky velmi významné rozdíly; půdy po aplikaci kalů vykázaly nižší obsah Ni než půdy v referenčních vzorcích z BMPZ. Lehké půdy po aplikaci kalů byly v obsazích Ni rovněž jako v obsazích Hg bez statisticky významného rozdílu jak s půdami BMPZ, tak i s půdami BMPK (příloha 9).

Olovo (Pb)

Obsah Pb v půdách po aplikaci kalů se pohyboval v rozmezí 6,50–216 mg.kg⁻¹ (tabulka 2 a 3). Minimum 6,50 mg.kg⁻¹ nebylo pouze jedenkrát se vyskytující hodnotou v souboru dat, ale hodnota byla nalezena v půdách běžných i lehkých z více krajů (Středočeský, Jihočeský, Plzeňský, Vysočina a Jihočeský). Maximální hodnota byla nalezena v běžných půdách v Moravskoslezském kraji. Zátěž Pb je Německem a kol. (2010) charakterizována jako antropická i geogenní, často kombinovaná v obdobných areálech jako Cd. Mediány obsahů Pb v jednotlivých krajích byly vyrovnané a nepřesahovaly hranici 28 mg.kg⁻¹.

Nejvyšší hodnota mediánu, která vybočuje z uvedené hranice se nalézala v kraji Olomouckém v běžných půdách ($36,4 \text{ mg.kg}^{-1}$). Kraj Olomoucký dosáhl i nejvyššího procenta vzorků v běžných půdách (9,52 %) přesahující preventivní hodnotu (příloha 10). Preventivní hodnota pro půdy (běžné půdy: 60 mg.kg^{-1} , lehké půdy: 55 mg.kg^{-1}) byla překročena v 1,87 % všech vzorků.

Porovnání dat ze souboru A4, BMPZ a BMPK prokázalo statisticky významný rozdíl mezi půdami po kalech a BMPK (v půdách po kalech byly hodnoty v běžných i lehkých půdách nižší) a neprokázalo statisticky významný rozdíl mezi A4 a BMPZ jak v běžných, tak v lehkých půdách. To znamená, že půdy po kalech z hlediska obsahu Pb byly shodné s půdami BMPZ. Vyšší obsahy Pb v půdě po aplikaci kalu tedy nebyly prokázány (příloha 10).

Vanad (V)

Obsah vanadu v půdách po aplikaci kalů se pohyboval v rozmezí od $9,26 \text{ mg.kg}^{-1}$ (Pardubický kraj, lehká půda) do 125 mg.kg^{-1} (tabulka 2 a 3). Maximální hodnota 125 mg.kg^{-1} se vyskytla v souboru dat celkem dvakrát, a to ve Středočeském kraji v běžné půdě a v Jihočeském kraji v lehké půdě. Nejvyšší obsahy v půdách běžných i lehkých v jednotlivých krajích byly shledány v kraji Plzeňském, Karlovarském a v kraji Vysočina; nejnižší obsahy se nalézaly v běžných půdách v kraji Libereckém a v lehkých půdách v kraji Pardubickém (příloha 11). Vzorky přesahující preventivní hodnotu se vyskytovaly pouze v lehkých půdách, a to v Plzeňském kraji a zastoupeny byly 2,33 %. V běžných půdách nebyly v žádném kraji nalezeny nadlimitní vzorky. Preventivní hodnota pro půdy (běžné půdy: 130 mg.kg^{-1} , lehké půdy: 120 mg.kg^{-1}) byla překročena v 0,08 % všech vzorků.

Mezi hodnotami obsahu vanadu z referenčního souboru dat BMPZ a ze souboru půd po aplikaci kalů byl zjištěn statisticky velmi významný rozdíl v případě půd běžných, kdy půdy po kalech měly obsahy vanadu nižší. Obsahy vanadu ve vzorcích lehkých půd z pozemků po aplikaci kalů byly shledány s velmi významným rozdílem oproti referenčnímu souboru dat z BMPZ; byly zde prokázány statisticky vyšší obsahy vanadu. Medián obsahů byl nižší než v půdách BMPK (v běžných i lehkých) (příloha 11).

Zinek (Zn)

Obsah Zn v půdách po aplikaci kalů (půdy běžné a lehké) se pohyboval v rozmezí $19,3\text{--}515 \text{ mg.kg}^{-1}$ (tabulka 2 a 3), kdy nejnižší obsah se nalézal v běžné půdě v kraji Středočeském a nejvyšší v běžné půdě v kraji Jihomoravském. Hodnoty mediánů obsahů Zn v půdách běžných i lehkých v jednotlivých krajích ČR se pohybovaly okolo 60 mg.kg^{-1} . Výrazněji se odlišoval kraj Vysočina s nejvyšším mediánem obsahů Zn jak v půdách běžných, tak v půdách lehkých; v obou druzích půd bylo zároveň shledáno nejvyšší procento vzorků přesahující preventivní hodnotu pro Zn. Kraj Královéhradecký se naopak prokázal nejnižším mediánem obsahů Zn (příloha 12). Preventivní hodnota pro půdy (běžné půdy: 120 mg.kg^{-1} , lehké půdy: 105 mg.kg^{-1}) byla překročena v 3,81 % všech vzorků.

Mezi obsahy Zn v běžných půdách po aplikaci kalů a v běžných půdách z referenčního souboru BMPZ nebyly shledány žádné rozdíly; statisticky významné rozdíly byly shledány v porovnání lehkých půd, kde výsledky souboru dat A4 ukázaly vyšší hodnoty. Medián obsahů byl nižší než v půdách BMPK (v běžných i lehkých) (příloha 12).

5. ZÁVĚR

Sledování půd po aplikaci kalů probíhá od roku 1996. Od tohoto roku do roku 2017 (22 let) bylo prověřeno 13 366 ha orné půdy po aplikaci kalů v ČR. Výsledky sledování jsou zaznamenávány do interní databáze. Podle této databáze je největší aplikovanou plochou zastoupen Moravskoslezský kraj a kraj Vysočina (důvodem jsou též nejčastěji prováděné odběry v těchto krajích). Nejčastějším typem aplikovaného kalu byl kal odvodněný. V databázi se od roku 1996 do roku 2017 nachází 1391 vzorků orných půd po aplikaci kalů, u nichž byla provedena prvková analýza (stanovení As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, V, Zn po extrakci lučavkou královskou a stanovení celkové Hg). Ve 178 vzorcích byly stanoveny organické polutanty (7 kongenerů PCB, 4 izomery HCH, HCB, látky skupiny DDT, 16 EPA PAH); jejich hodnocení je provedeno ve zprávě *Sledování kvality zemědělské půdy na pozemcích po aplikaci kalů ČOV 1996-2009* (Poláková, Hutařová, Kubík, 2010).

Do roku 2001 mohla aplikace kalů na zemědělskou půdu probíhat bez legislativního omezení. Poté byla aplikace primárně řízena vyhláškou č. 382/2001 Sb. Vyhláška udávala limitní hodnoty vybraných 8 rizikových prvků pro půdu, které musela daná půda splnit, aby na ni mohl být aplikován vyhovující kal. Těchto 8 prvků a jejich limitní hodnoty převzala a přidala další 3 prvky (Be, Co, V) v současnosti platná vyhláška pro aplikaci kalů na půdu č. 437/2016 Sb. Limitní hodnoty pro zjištění vhodnosti půdy k následné aplikaci kalů jsou shodné s preventivními hodnotami udávané v současnosti platnou vyhláškou č. 153/2016 Sb., o stanovení podrobností ochrany kvality zemědělské půdy a o změně vyhlášky č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu.

Provedené hodnocení souboru 1391 půdních vzorků odebraných za uplynulých 22 let trvání sledování ukázalo překročení preventivní hodnoty v půdách po kalech nejvíce u As (93 překročení; 6,69 %), dále u Cd (66 překročení; 4,75 %) a u Cr (63 překročení; 4,53 %). Více překročení bylo u těchto tří prvků shledáno v lehkých půdách oproti běžným (střední + těžké). Krajem, kde došlo k nejčastějšímu překročení preventivních hodnot u As byl kraj Plzeňský, u Cd kraj Vysočina a u Cr bylo překročení nejčastější v Jihočeském kraji. Půdy, u nichž je překročena preventivní hodnota jakéhokoli rizikového prvku, ještě neznamenají konkrétní riziko pro pěstování plodin a pro člověka, ale je to znamením pro zákaz aplikace dalšího kalu či sedimentu.

Půdy po kalech byly porovnány s referenčním souborem orných půd Bazální monitoring půd (BMP), který se skládá ze dvou subsystémů (BMPZ - Bazální monitoring půd základní, kde obsahy rizikových prvků v půdě splnily maximálně přípustné hodnoty vyhlášky č. 13/1994 Sb., která byla platná v době zakládání ploch a BMPK - Bazální monitoring půd kontaminovaný, který byl zakládán na zemědělských plochách, kde obsah alespoň jednoho rizikového prvku přesahoval maximálně přípustné hodnoty vyhlášky č. 13/1994 Sb.). Statistickým vyhodnocením nebylo prokázáno zhoršení kvality půdy po provedené aplikaci kalů z hlediska zvýšení obsahu rizikových prvků v půdách běžných. Běžné půdy jsou shodné se základním subsystémem u obsahů prvků As, Cr, Pb a Zn; v případě ostatních 7 analyzovaných prvků (Be, Cd, Co, Cu, Hg, Ni, V) byly zjištěny hodnoty rizikových prvků dokonce nižší než u základního subsystému. Lehké půdy po kalech vykazaly shodnost s půdami základního subsystému u prvků Be, Cd a Pb. U obsahů Hg a Ni nebyl mezi všemi třemi soubory (půdy po kalech, BMPZ i BMPK) statisticky významný rozdíl a půdy je možno považovat za shodné. Prvky As, Co, Cr, Cu, V, Zn vykazaly statisticky vyšší obsahy v základním subsystému, ale nižší než v kontaminovaném. Faktem zůstává, že kontaminovaný subsystém zahrnuje pouze 19 ploch na orné půdě a z nich je 8 ploch s lehkou půdou a 11 ploch s půdou běžnou.

6. POUŽITÁ LITERATURA

Nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu

Němeček, J., Vácha, R., Podlešáková, E. (2010): *Hodnocení kontaminace půd v ČR*. VÚRV Praha. ISBN 978-80-86561-02-4. 148 p.

Poláková, Š., Hutařová, K., Kubík, L. (2010): *Sledování kvality zemědělské půdy na pozemcích po aplikaci kalů ČOV 1996-2009*, ÚKZÚZ Brno. 41 p.

Poláková, Š., Kubík, L., Němec, P. (2014): *Registr kontaminovaných ploch, celkové obsahy rizikových prvků v zemědělských půdách, průběžná zpráva*, ÚKZÚZ Brno. 9 p.

Vyhláška č. 153/2016 Sb., o stanovení podrobností ochrany kvality zemědělské půdy a o změně vyhlášky č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu.

Vyhláška č. 275/1998 Sb. o agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjišťování půdních vlastností lesních pozemků, ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 382/2001 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě, ve znění pozdějších předpisů

Vyhláška č. 437/2016 Sb., o podmínkách použití kalů na zemědělské půdě a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady a změně vyhlášky č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady (vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady)

Zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech), ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

Zbiral, J. a kol. (2011): *Jednotné pracovní postupy – analýza půd II*. ÚKZÚZ Brno. ISBN 978-80-7401-040-8.

7. PŘÍLOHY

Příloha 1 Náležitosti pro kaly z ČOV a půdu, které jsou důležité pro aplikaci kalů na zemědělský půdní fond

Zákon č. 185/2001 Sb. v § 33, odstavce 2 uvádí povinnost původce kalu stanovit *Program použití kalů*. Součástí programu použití kalů jsou *Evidenční listy*, které dokládají splnění podmínek použití kalů. V odstavci 3 jsou vyjmenovány pozemky, kde je zakázáno použití kalů. Odstavec 4, písmeno a) až g) uvádí náležitosti, které jsou součástí prováděcí vyhlášky Ministerstva životního prostředí ve spolupráci s Ministerstvem zemědělství a Ministerstvem zdravotnictví. V současnosti platnou je vyhláška č. 437/2016 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě, která platí od 1.1.2017.

Náležitosti pro kaly a půdu, které uvádí prováděcí vyhláška, aby mohl být kal na zemědělskou půdu aplikován:

- Technické podmínky použití upravených kalů na zemědělské půdě (rozvedeno na straně 6)
- Mezní hodnoty koncentrací vybraných rizikových látek v půdě
- Mezní hodnoty koncentrací těžkých kovů, které mohou být přidány do zemědělské půdy za 10 let
- Mezní hodnoty koncentrací vybraných rizikových látek v kalech pro použití na zemědělské půdě
- Mikrobiologická kritéria pro použití kalů
- Postupy analýzy kalů a půdy, včetně metod odběru vzorků
- Obsah programu použití kalů

Tab. 1 Mezní hodnoty koncentrací vybraných rizikových látek a prvků v kalech a v půdě pro jejich použití na zemědělské půdě podle vyhlášky č. 437/2016 Sb.)

Riziková látka	Mezní (maximální) hodnoty koncentrací v kalech (mg.kg ⁻¹ sušiny)	Mezní hodnoty koncentrací prvků v půdě (mg.kg ⁻¹ sušiny)	
		Běžné půdy*	Lehké půdy
As	30	20	15
Cd	5	0,5	0,4
Cr	200	90	55
Cu	500	60	45
Hg	4	0,3	0,3
Ni	100	50	45
Pb	200	60	55
Zn	2500	120	105
Be	-	2	1,5
Co	-	30	20
V	-	130	120
AOX	500	-	-
PCB ¹	0,6	0,02	0,02
PAU ²	10	1	1

¹ suma 7 kongenerů (28+52+101+118+138+153+180)

² suma 12 PAU (antracen, chrysen, fenantren, fluoranten, pyren, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)antracen, benzo(a)pyren, benzo(ghi)perylene, indeno(123cd)pyren a naftalen)

* Běžné půdy - střední + těžké půdy

** Celkový obsah

Podle ustanovení vyhlášky č. 437/2016 Sb. §8 odst. 2 je součástí *Programu použití kalů* také návrh monitoringu kalů a monitoringu půdy včetně plánu odběru vzorků, který rovněž musí být dokládán.

Tab. 2 Mikrobiologická kritéria pro upravený kal pro aplikaci na zemědělské půdě v přechodném období (příloha č. 7 k vyhlášce č. 437/2016 Sb.) – do roku 2020

Indikátorový mikroorganismus	Jednotky	Kal kategorie I		Kal kategorie II	
		Počet zkoušených vzorků při každé kontrole výstupu	Limitní hodnota (nález / KTJ*)	Počet zkoušených vzorků při každé kontrole výstupu	Limitní hodnota (nález / KTJ*)
Salmonella spp.	nález v 1 g sušiny	5	negativní	-	-
Termotolerantní koliformní bakterie	KTJ* v 1 gramu sušiny	5	$< 10^3$	5	10^3 - 10^6
Enterokoky	KTJ* v 1 gramu sušiny	5	$< 10^3$	5	10^3 - 10^6

* KTJ – kolonie tvořící jednotku

** - u kalu kategorie II se Salmonella spp. nestanovuje

Pokud je na půdu aplikován kal kategorie II, pak dle vyhlášky č. 437/2016 Sb. zde mohou být po jeho aplikaci pěstovány pouze technické plodiny, a nebo aplikace tohoto kalu může být provedena pouze k podzimnímu hnojení běžných plodin a to z důvodu většího rizika pro lidské zdraví, které tyto kaly představují. Omezení pro polní zeleniny, brambory a intenzivně plodící ovocnou výsadbu se vztahuje na tři roky. Dále je zakázáno aplikovat kaly v průběhu vegetace při pěstování pícnin, kukuřice a při pěstování cukrové řepy s využitím chrástu ke krmení a na trvalých travních porostech a travních porostech na orné půdě v průběhu vegetačního období až do poslední seče.

Ve vyhlášce č. 437/2016 Sb. jsou upravena mikrobiologická kritéria pro použití upravených kalů na zemědělskou půdu. Od 1.1.2020 bude možné aplikovat na zemědělské půdy pouze kal vyhovující mikrobiologickým kritériím uvedeným v příloze č. 4 vyhlášky.

Tab. 3 Mikrobiologická kritéria pro upravený kal pro aplikaci na zemědělské půdě (příloha č. 4 k vyhlášce č. 437/2016 Sb.) – pro aplikaci kalu od roku 2020

Indikátorový mikroorganismus	Jednotky	Počet zkoušených vzorků při každé kontrole výstupu		Limitní hodnota (nález / KTJ*)
Salmonella spp.	Nález v 50 g	5		negativní
Escherichia coli nebo enterokoky	KTJ* v 1 gramu	5	4	$< 10^3$
			1	$< 5.10^3$

* KTJ – kolonie tvořící jednotku

Technické podmínky použití upraveného kalu, které upravuje vyhláška č. 437/2016 Sb.

- Před aplikací na půdu může být kal dočasně (30 dnů) uložen v rámci půdního bloku. Pokud je překročena lhůta pro skladování, musí být před použitím upraveného kalu ověřeno splnění mikrobiologických kritérií.
- Nejpozději do 48 hodin od rozprostření kalu na půdní blok musí být kal zapraven do půdy.
- Maximální aplikační dávka je 5 t sušiny kalu na 1 ha jednou za 3 roky. V případě, že kal obsahuje méně než polovinu limitního množství každé ze sledovaných rizikových látek a prvků, může množství kalů dosáhnout 10 t sušiny kalu na 1 ha.
- Minimální obsah sušiny při přímém použití je 4 %
- Aplikace kalu musí probíhat za příznivých fyzikálních a vlhkostních podmínek (zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech, ve znění pozdějších předpisů)
- Dávka dusíku dodaného v kalech se řídí nařízením vlády o stanovení zranitelných oblastí a akčním programem (nařízení vlády č. 262/2012 Sb.)
- Množství a doba užití kalu se řídí též požadavkem rostlin na živiny s přihlédnutím k přístupným živinám a organické složce v půdě, jakož i ke stanovištním podmínkám.

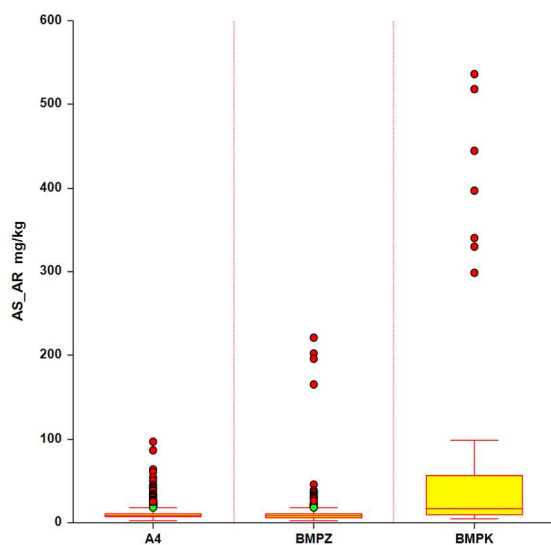
Příloha 2 Arzén (As)

Deskriptivní statistika obsahů arzénu (As) v půdních vzorcích z ploch A4 (půdy po aplikaci kalů) a z referenčních monitorovacích ploch BMPZ (Bazální monitoring půd základní) a BMPK (Bazální monitoring půd kontaminovaný); mg.kg⁻¹ suš.

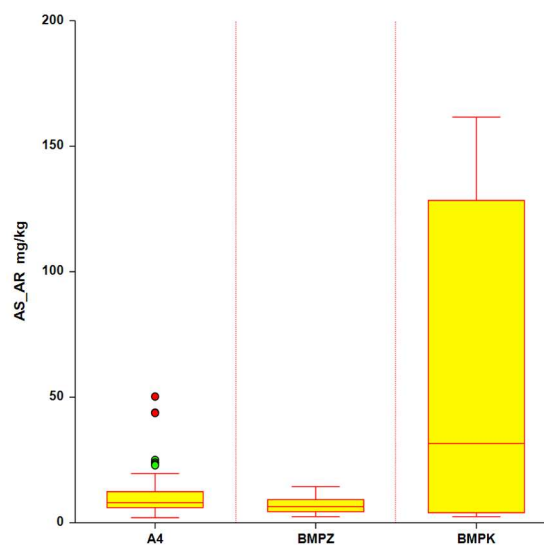
Akce	Kategorie půd	Počet vzorků	Průměr	Min.	Max.	0,10 perc.	0,25 perc.	Medián	0,75 perc.	0,90 perc.
A4	Běžné	1168	10,04	2,16	96,90	5,36	6,69	8,20	11,30	15,60
	Lehké	223	9,88	2,14	50,30	4,97	6,13	8,13	12,40	15,95
BMPZ	Běžné	527	10,95	2,76	221,25	5,28	6,39	8,22	11,08	15,05
	Lehké	54	7,00	2,22	14,56	3,44	4,63	6,34	8,95	10,95
BMPK	Běžné	66	67,57	4,22	536,25	6,60	9,25	17,07	56,03	298,75
	Lehké	13	55,66	2,40	161,55	3,51	4,54	31,75	125,00	132,13

Grafické znázornění statistických parametrů obsahu arzénu (As) v půdních vzorcích z ploch A4, BMPZ a BMPK

a) Běžné půdy



b) Lehké půdy



Kruskal-Wallisova Anova a neparametrické následné testování průkaznosti rozdílů mezi mediány skupin (A4, BMPZ, BMPK)

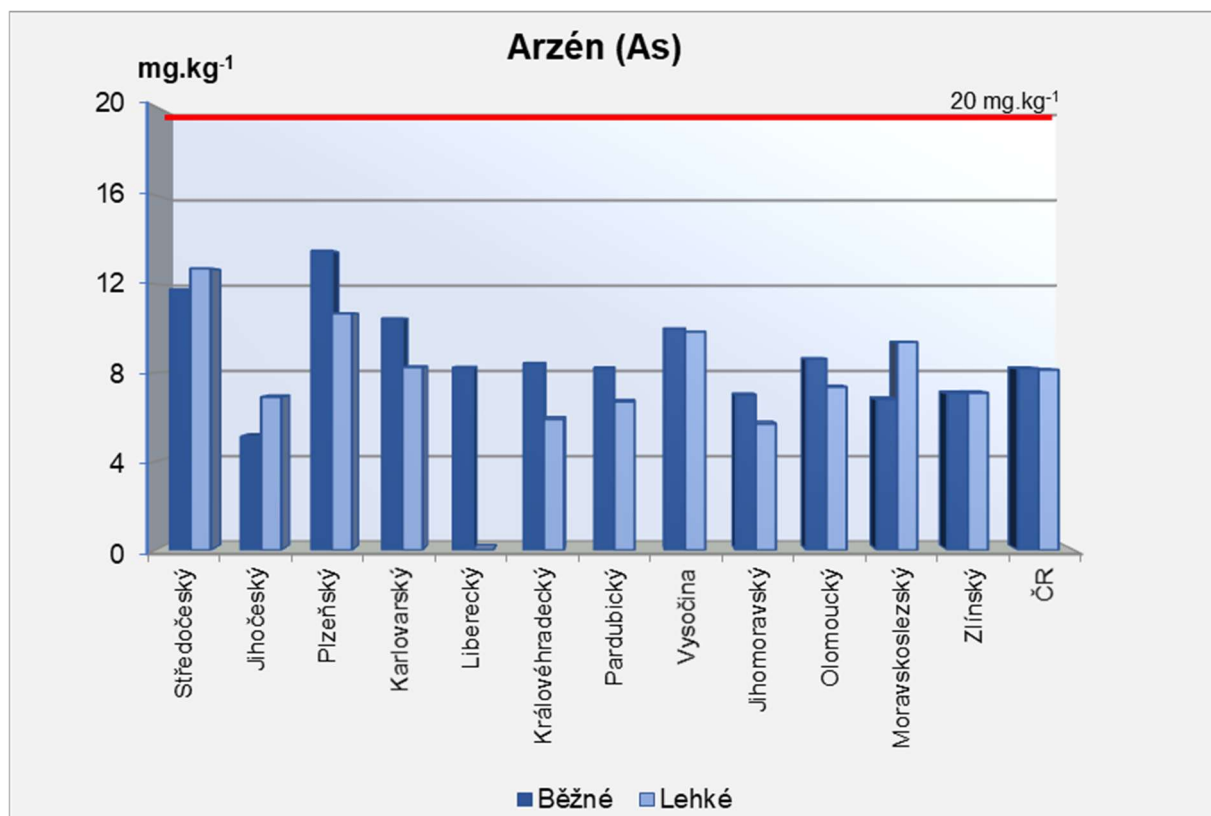
Kruskal-Wallisova Anova a neparametrické následné testování průkaznosti rozdílů mezi skupinami			
Testované skupiny: akce A4, BMPZ, BMPK			
Analyt: As AR			
	Závěr testu	Statistic. význam.	Statistický průkazný rozdíl mezi skupinami
Třídící klíč: běžné půdy	mezi testovanými skupinami je statisticky velmi významný rozdíl	++	A4 - BMPK; BMPZ - BMPK; BMPK - A4, BMPZ
Třídící klíč: lehké půdy	mezi testovanými skupinami je statisticky velmi významný rozdíl	++	A4 - BMPK; BMPZ - A4, BMPK; BMPK - A4, BMPZ

Příloha 2 pokračování Arzén (As)

Mediány obsahů arzénu (As) v jednotlivých krajích ČR a procento vzorků přesahující preventivní hodnotu podle vyhlášky č. 153/2016 Sb. za období 1996–2017; mg.kg⁻¹ suš.

Kraj	Běžné půdy		Lehké půdy		Počet analyz. vzorků celkem	Procento nadlimitních vzorků		
	Medián mg.kg ⁻¹	Počet analyz. vzorků celkem	Medián mg.kg ⁻¹	Počet analyz. vzorků celkem		Běžné půdy	Lehké půdy	Celkem všechny půdy
Středočeský	11,8	148	12,7	21	169	16,9	28,6	18,3
Jihočeský	5,12	65	6,91	34	99	0,00	8,82	3,03
Plzeňský	13,5	113	10,7	43	156	17,7	23,3	19,2
Karlovarský	10,5	20	8,25	1	21	10,0	0,00	9,52
Liberecký	8,23	4	0,00	0	4	0,00	0,00	0,00
Královéhrad.	8,41	17	5,91	7	24	0,00	0,00	0,00
Pardubický	8,20	167	6,70	23	190	0,00	0,00	0,00
Vysočina	10,0	220	9,85	43	263	6,36	20,9	8,75
Jihomoravský	7,00	103	5,70	21	124	0,00	4,76	0,81
Olomoucký	8,63	42	7,36	6	48	2,38	0,00	2,08
Mor.slezský	6,82	208	9,39	14	222	0,00	14,3	0,90
Zlínský	7,09	61	7,10	10	71	0,00	0,00	0,00
Celkem					1391			6,69

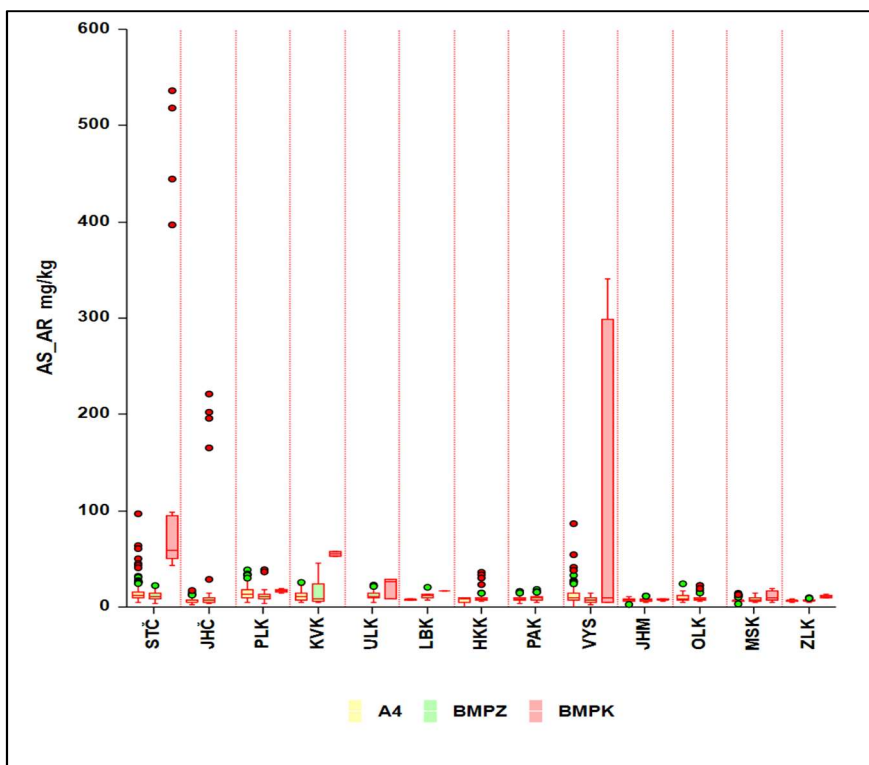
Mediány obsahů arzénu (As) v jednotlivých krajích ČR a v celé ČR. Červeně je vyznačena preventivní hodnota obsahu prvku v půdě podle vyhl. č. 153/2016 Sb., (běžné půdy; 1996–2017; mg.kg⁻¹ suš.)



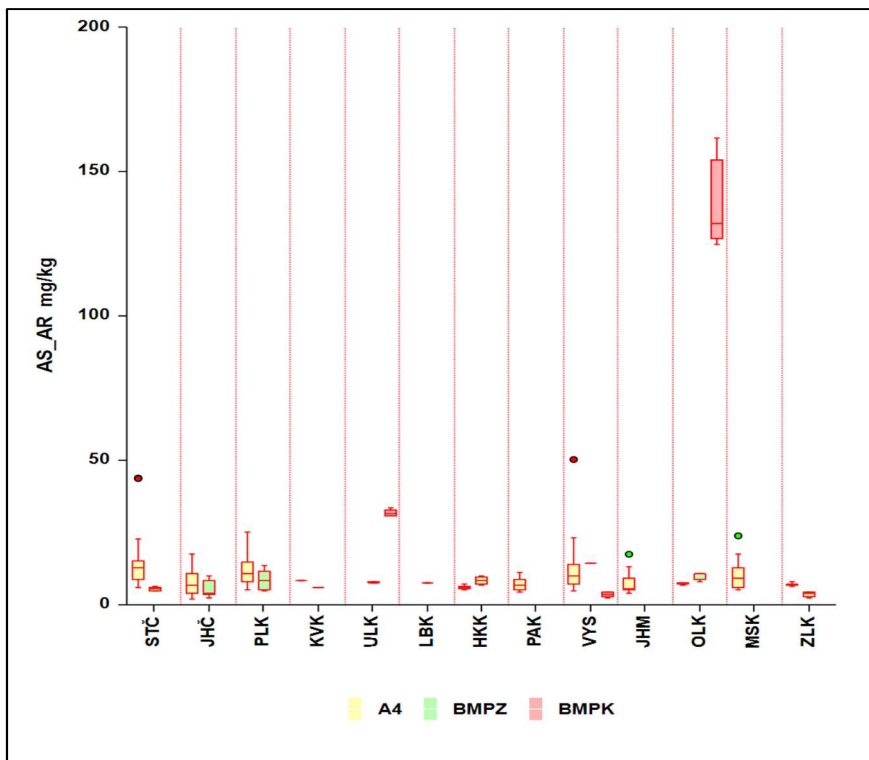
Příloha 2 pokračování Arzén (As)

Grafické znázornění statistických parametrů obsahu arzénu (As) v půdách po kalech podle krajů ČR v porovnání s referenčními hodnotami souboru dat BMPZ a BMPK; mg.kg⁻¹

Běžná půda



Lehká půda



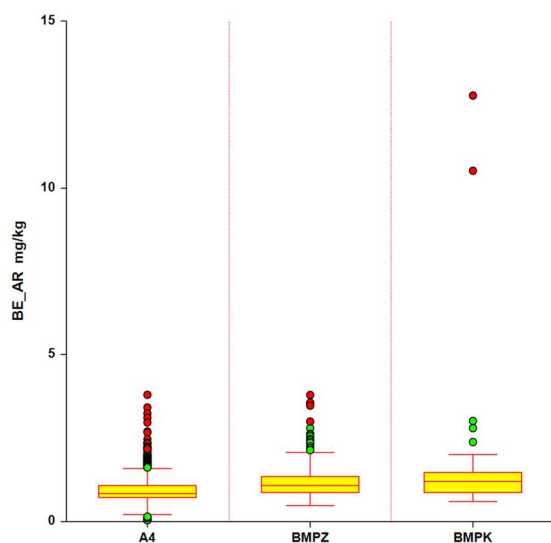
Příloha 3 Berylium (Be)

Deskriptivní statistika obsahů berylia (Be) v půdních vzorcích z ploch A4 (půdy po aplikaci kalů) a z referenčních monitorovacích ploch BMPZ (Bazální monitoring půd základní) a BMPK (Bazální monitoring půd kontaminovaný); mg.kg⁻¹ suš.

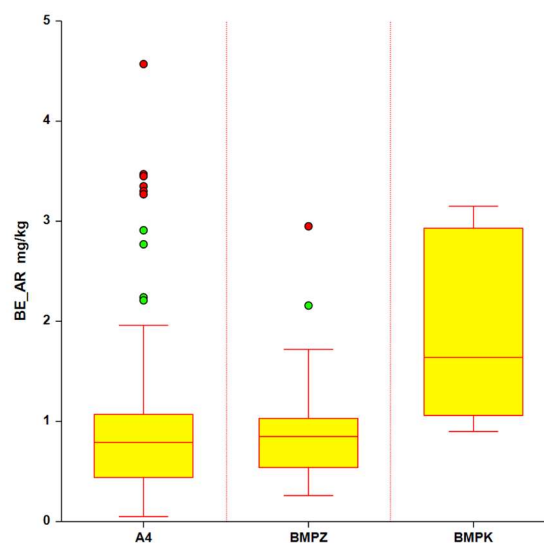
Akce	Kategorie půd	Počet vzorků	Průměr	Min.	Max.	0,10 perc.	0,25 perc.	Medián	0,75 perc.	0,90 perc.
A4	Běžné	1138	0,94	0,05	3,80	0,60	0,72	0,87	1,08	1,36
	Lehké	223	0,85	0,05	4,57	0,05	0,44	0,79	1,07	1,36
BMPZ	Běžné	527	1,16	0,47	3,80	0,70	0,86	1,09	1,36	1,65
	Lehké	54	0,89	0,26	2,95	0,38	0,55	0,85	1,03	1,45
BMPK	Běžné	66	1,54	0,60	12,77	0,70	0,88	1,19	1,46	1,90
	Lehké	13	1,92	0,90	3,15	0,90	1,15	1,64	2,74	3,15

Grafické znázornění statistických parametrů obsahu berylia (Be) v půdních vzorcích z ploch A4, BMPZ a BMPK

a) Běžné půdy



b) Lehké půdy



Kruskal-Wallisova Anova a neparametrické následné testování průkaznosti rozdílů mezi mediány skupin (A4, BMPZ, BMPK)

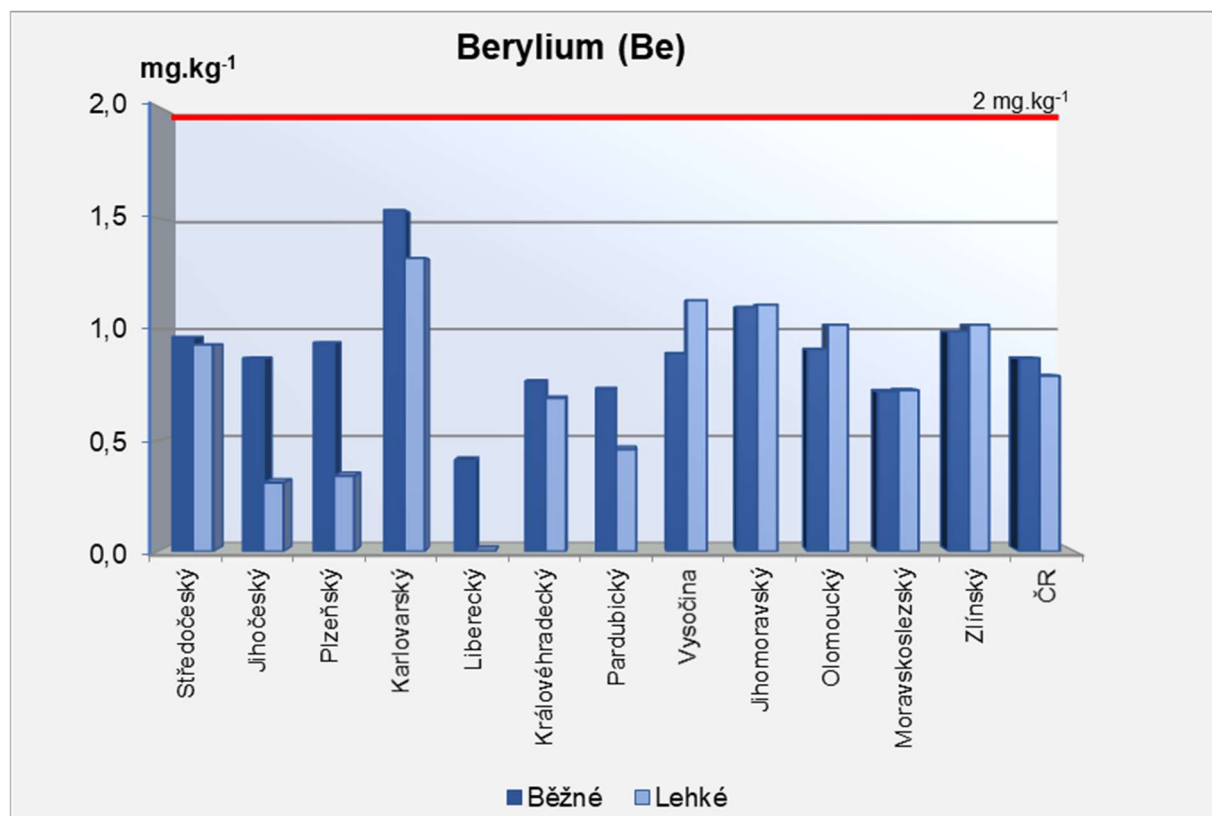
Kruskal-Wallisova Anova a neparametrické následné testování průkaznosti rozdílů mezi skupinami			
Testované skupiny: akce A4, BMPZ, BMPK			
Analyt: Be AR			
	Závěr testu	Statistic. význam.	Statistický průkazný rozdíl mezi skupinami
Třídící klíč: běžné půdy	mezi testovanými skupinami je statisticky velmi významný rozdíl	++	A4 - BMPZ, BMPK; BMPZ - A4, BMPK; BMPK - A4, BMPZ
Třídící klíč: lehké půdy	mezi testovanými skupinami je statisticky velmi významný rozdíl	++	A4 - BMPK; BMPZ - BMPK; BMPK - A4, BMPZ

Příloha 3 pokračování Berylium (Be)

Mediány obsahů berylia (Be) v jednotlivých krajích ČR a procento nadlimitních vzorků za období 1996–2017; mg.kg^{-1} suš.

Kraj	Běžné půdy		Lehké půdy		Počet analyz. vzorků celkem	Procento nadlimitních vzorků		
	Medián mg.kg^{-1}	Počet analyz. vzorků celkem	Medián mg.kg^{-1}	Počet analyz. vzorků celkem		Běžné půdy	Lehké půdy	Celkem všechny půdy
Středočeský	0,97	148	0,93	21	169	2,70	0,00	2,37
Jihočeský	0,87	65	0,31	34	99	1,54	5,88	3,03
Plzeňský	0,94	113	0,34	43	156	0,00	0,00	0,00
Karlovarský	1,54	20	1,32	1	21	20,0	0,00	19,0
Liberecký	0,41	4	0,00	0	4	0,00	0,00	0,00
Královéhrad.	0,77	16	0,69	7	23	0,00	0,00	0,00
Pardubický	0,73	141	0,46	23	164	0,00	0,00	0,00
Vysočina	0,89	217	1,13	43	260	3,64	34,9	8,75
Jihomoravský	1,10	103	1,11	21	124	4,85	0,00	4,03
Olomoucký	0,91	42	1,02	6	48	0,00	0,00	0,00
Mor.slezský	0,72	208	0,73	14	222	0,00	0,00	0,00
Zlínský	0,99	61	1,02	10	71	0,00	0,00	0,00
Celkem					1361			2,87

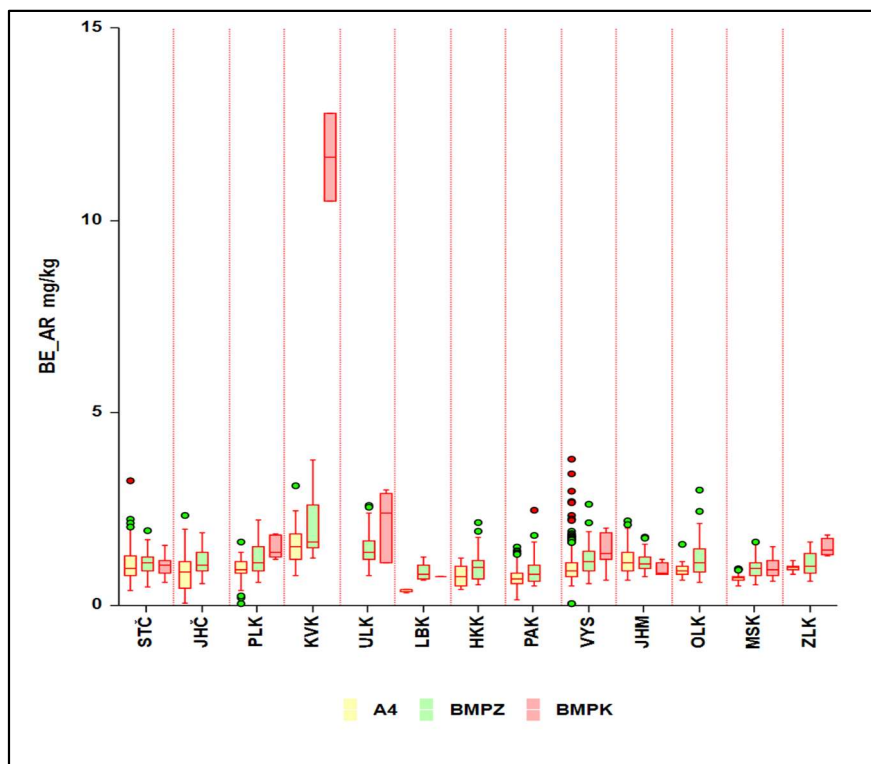
Obr. 7 Mediány obsahů berylia (Be) v jednotlivých krajích ČR a v celé ČR. Červeně je vyznačena preventivní hodnota obsahu prvku v půdě podle vyhl. č. 153/2016 Sb., (běžné půdy; 1996–2017; mg.kg^{-1} suš.)



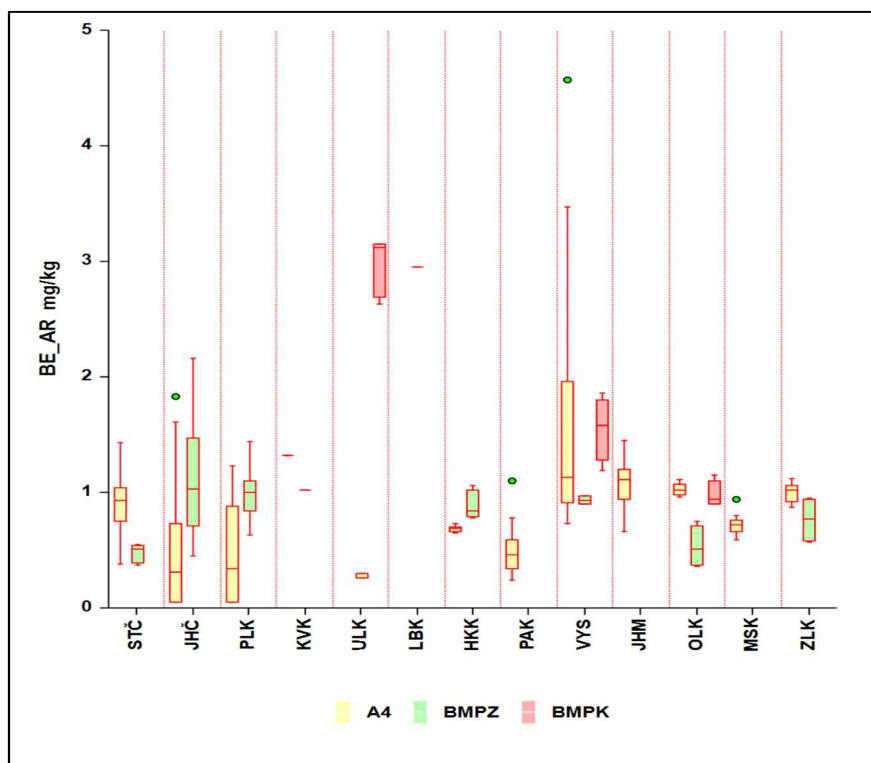
Příloha 3 pokračování Berylium (Be)

Grafické znázornění statistických parametrů obsahu berylia (Be) v půdách po kalech podle krajů ČR v porovnání s referenčními hodnotami souboru dat BMPZ a BMPK; mg.kg^{-1}

Běžná půda



Lehká půda



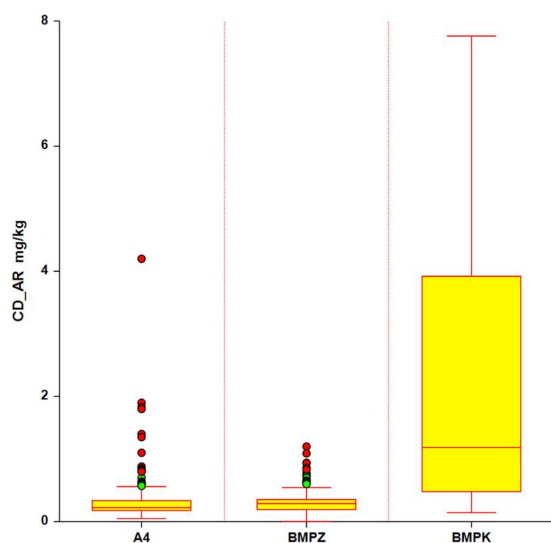
Příloha 4 Kadmium (Cd)

Deskriptivní statistika obsahů kadmia (Cd) v půdních vzorcích z ploch A4 (půdy po aplikaci kalů) a z referenčních monitorovacích ploch BMPZ (Bazální monitoring půd základní) a BMPK (Bazální monitoring půd kontaminovaný); mg.kg⁻¹ suš.

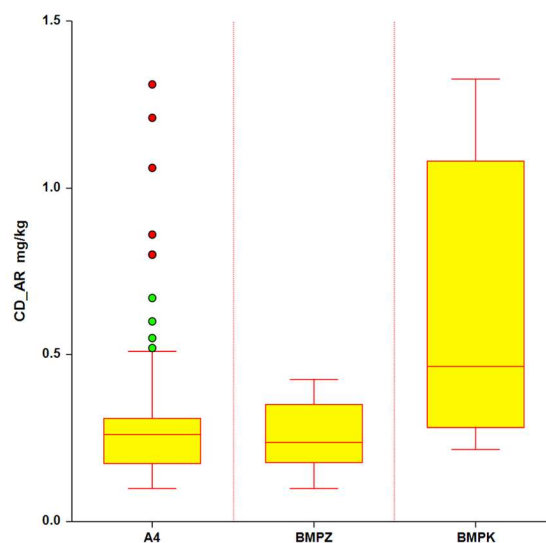
Akce	Kategorie půd	Počet vzorků	Průměr	Min.	Max.	0,10 perc.	0,25 perc.	Medián	0,75 perc.	0,90 perc.
A4	Běžné	1168	0,27	0,05	4,20	0,18	0,18	0,23	0,33	0,40
	Lehké	223	0,28	0,10	1,31	0,16	0,18	0,26	0,31	0,40
BMPZ	Běžné	519	0,30	0,00	1,20	0,19	0,20	0,30	0,35	0,44
	Lehké	53	0,25	0,10	0,43	0,11	0,18	0,24	0,35	0,37
BMPK	Běžné	65	2,14	0,14	7,75	0,30	0,53	1,18	3,88	5,01
	Lehké	12	0,67	0,22	1,33	0,26	0,31	0,47	1,07	1,15

Grafické znázornění statistických parametrů obsahu kadmia (Cd) v půdních vzorcích z ploch A4, BMPZ a BMPK

a) Běžné půdy



b) Lehké půdy



Kruskal-Wallisova Anova a neparametrické následné testování průkaznosti rozdílů mezi mediány skupin (A4, BMPZ, BMPK)

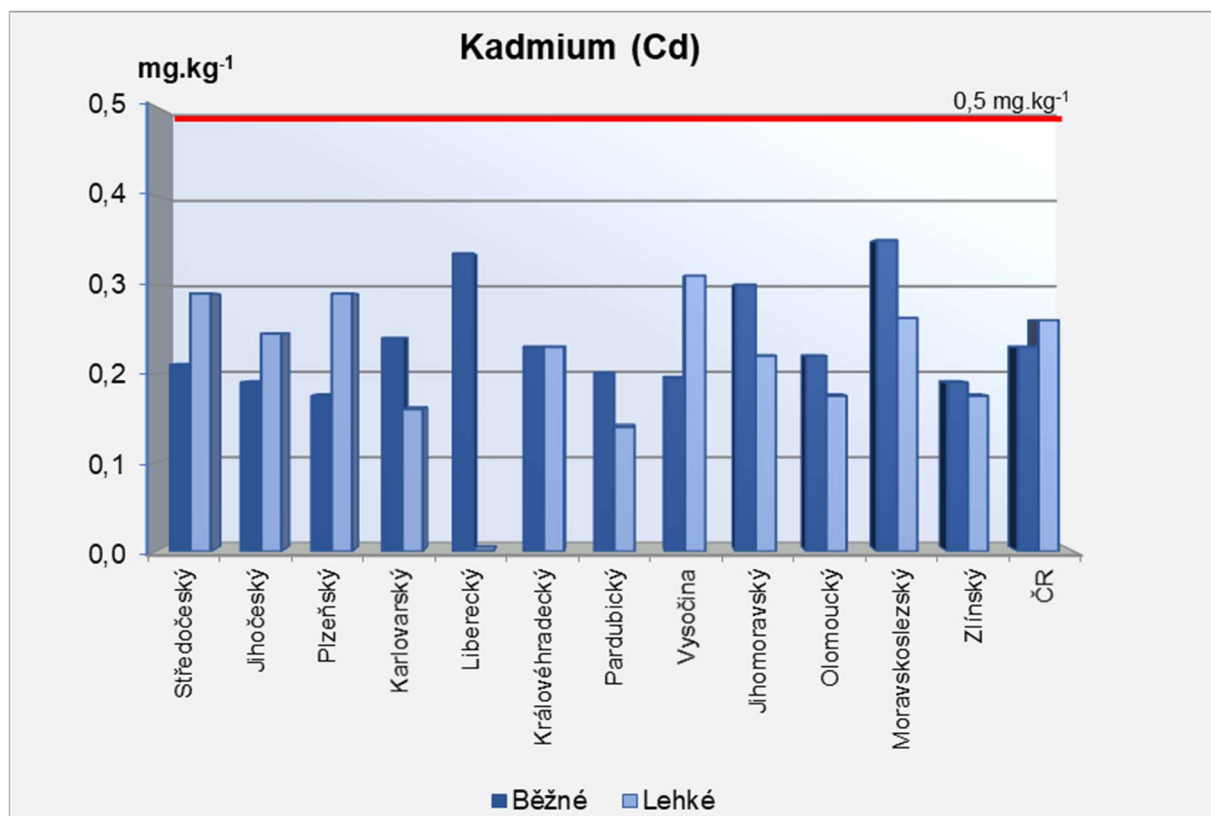
Kruskal-Wallisova Anova a neparametrické následné testování průkaznosti rozdílů mezi skupinami			
Testované skupiny: akce A4, BMPZ, BMPK			
Analyt: Cd AR			
	Závěr testu	Statistic. význam.	Statistický průkazný rozdíl mezi skupinami
Třídící klíč: běžné půdy	mezi testovanými skupinami je statisticky velmi významný rozdíl	++	A4 - BMPZ; BMPK; BMPZ - A4, BMPK; BMPK - A4, BMPZ
Třídící klíč: lehké půdy	mezi testovanými skupinami je statisticky velmi významný rozdíl	++	A4 - BMPK; BMPZ - BMPK; BMPK - A4, BMPZ

Příloha 4 pokračování Kadmium (Cd)

Mediány obsahů kadmia (Cd) v jednotlivých krajích ČR a procento nadlimitních vzorků za období 1996–2017; mg.kg^{-1} suš.

Kraj	Běžné půdy		Lehké půdy		Počet analyz. vzorků celkem	Procento nadlimitních vzorků		
	Medián mg.kg^{-1}	Počet analyz. vzorků celkem	Medián mg.kg^{-1}	Počet analyz. vzorků celkem		Běžné půdy	Lehké půdy	Celkem všechny půdy
Středočeský	0,21	148	0,29	21	169	2,70	19,0	4,73
Jihočeský	0,19	65	0,25	34	99	0,00	2,94	1,01
Plzeňský	0,18	113	0,29	43	156	5,31	6,98	5,77
Karlovarský	0,24	20	0,16	1	21	5,00	0,00	4,76
Liberecký	0,34	4	0,00	0	4	0,00	0,00	0,00
Královéhrad.	0,23	17	0,23	7	24	0,00	0,00	0,00
Pardubický	0,20	167	0,14	23	190	0,00	0,00	0,00
Vysočina	0,20	220	0,31	43	263	9,09	23,3	11,4
Jihomoravský	0,30	103	0,22	21	124	4,85	0,00	4,03
Olomoucký	0,22	42	0,18	6	48	2,38	0,00	2,08
Mor.slezský	0,35	208	0,26	14	222	2,40	35,7	4,50
Zlínský	0,19	61	0,18	10	71	1,64	0,00	1,41
Celkem					1391			4,75

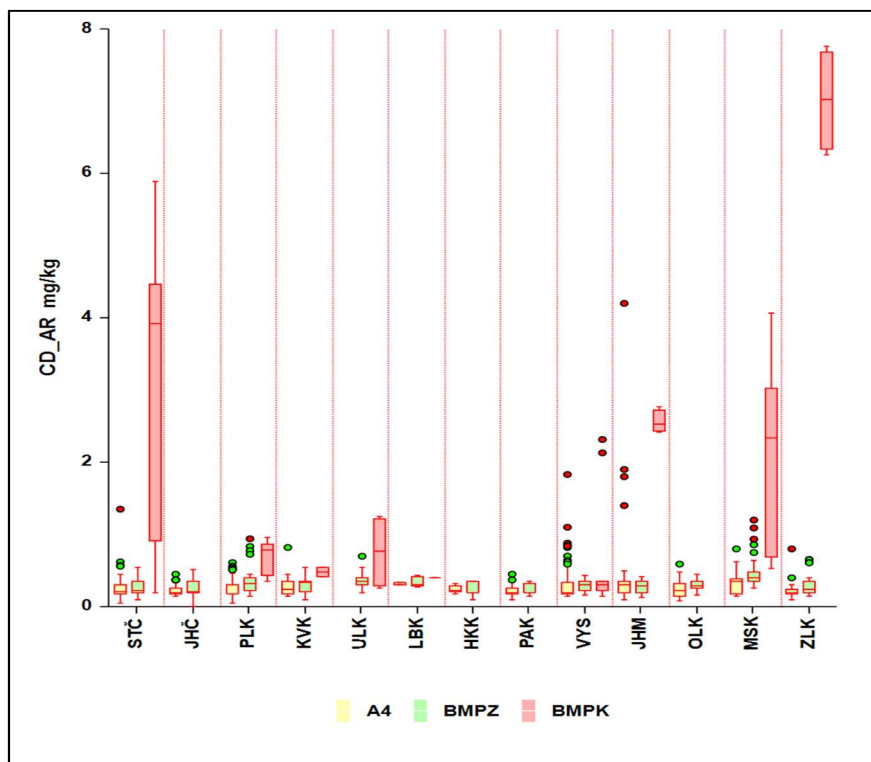
Mediány obsahů kadmia (Cd) v jednotlivých krajích ČR a v celé ČR. Červeně je vyznačena preventivní hodnota obsahu prvku v půdě podle vyhl. č. 153/2016 Sb., (běžné půdy; 1996–2017; mg.kg^{-1} suš.)



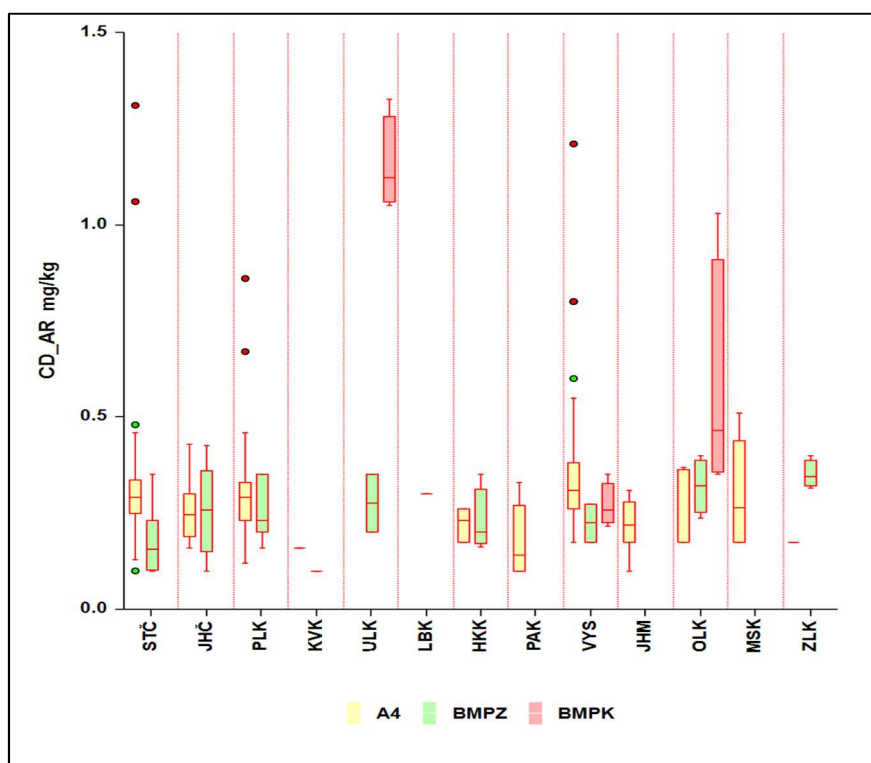
Příloha 4 pokračování Kadmium (Cd)

Grafické znázornění statistických parametrů obsahu kadmia (Cd) v půdách po kalech podle krajů ČR v porovnání s referenčními hodnotami souboru dat BMPZ a BMPK; mg.kg^{-1}

Běžná půda



Lehká půda

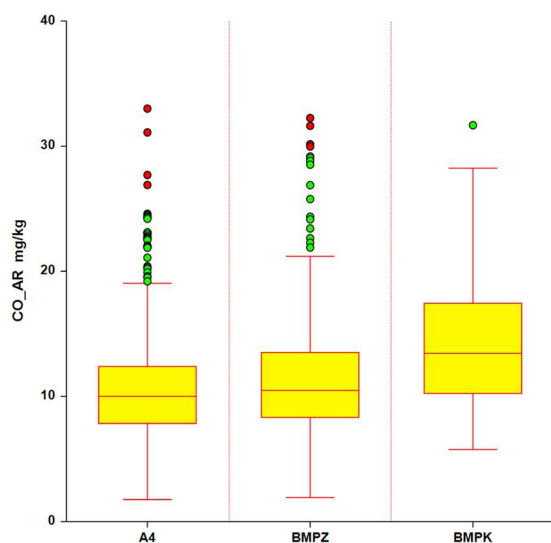
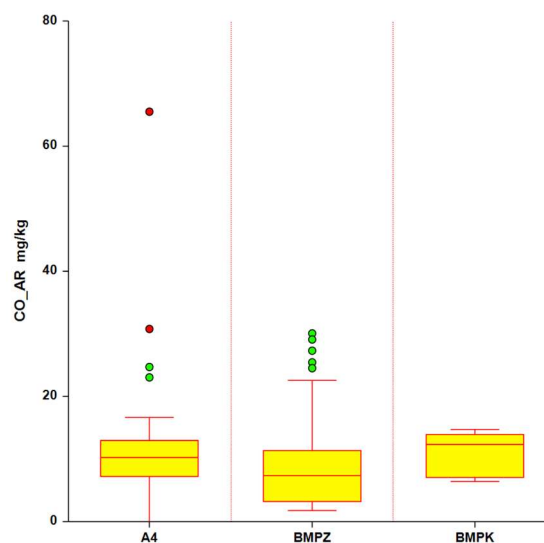


Příloha 5 Kobalt (Co)

Deskriptivní statistika obsahu kobaltu (Co) v půdních vzorcích z ploch A4 (půdy po aplikaci kalů) a z referenčních monitorovacích ploch BMPZ (Bazální monitoring půd základní) a BMPK (Bazální monitoring půd kontaminovaný); mg.kg⁻¹ suš.

Akce	Kategorie půd	Počet vzorků	Průměr	Min.	Max.	0,10 perc.	0,25 perc.	Medián	0,75 perc.	0,90 perc.
A4	Běžné	1152	10,4	1,79	33,0	6,04	7,98	10,1	12,4	14,7
	Lehké	217	10,4	1,92	65,5	4,43	7,40	10,3	13,0	14,6
BMPZ	Běžné	527	11,3	1,93	32,3	6,39	8,28	10,5	13,5	16,7
	Lehké	54	9,41	1,71	30,1	2,20	3,28	7,4	11,2	22,6
BMPK	Běžné	66	14,6	5,75	31,7	8,90	10,3	13,5	17,4	23,3
	Lehké	13	11,2	6,34	14,8	6,78	7,43	12,4	13,6	14,4

Grafické znázornění statistických parametrů obsahu kobaltu (Co) v půdních vzorcích z ploch A4, BMPZ a BMPK

a) Běžné půdy

b) Lehké půdy


Kruskal-Wallisova Anova a neparametrické následné testování průkaznosti rozdílů mezi mediány skupin (A4, BMPZ, BMPK)

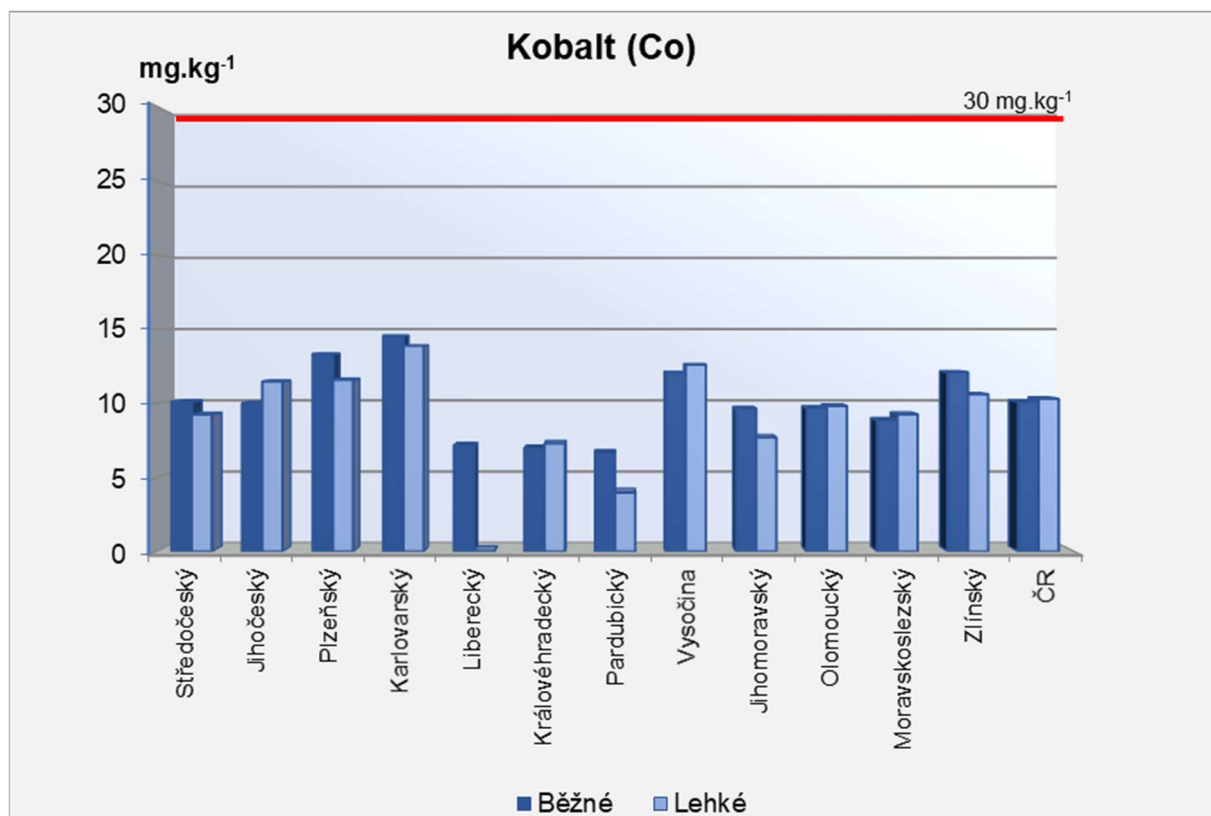
Kruskal-Wallisova Anova a neparametrické následné testování průkaznosti rozdílů mezi skupinami			
Testované skupiny: akce A4, BMPZ, BMPK			
Analyt: Co AR			
	Závěr testu	Statistic. význam.	Statistický průkazný rozdíl mezi skupinami
Třídící klíč: běžné půdy	mezi testovanými skupinami je statisticky velmi významný rozdíl	++	A4 - BMPZ, BMPK; BMPZ - A4, BMPK; BMPK - A4, BMPZ
Třídící klíč: lehké půdy	mezi testovanými skupinami je statisticky významný rozdíl	+	A4 - BMPZ; BMPZ - A4, BMPK; BMPK - BMPZ

Příloha 5 pokračování Kobalt (Co)

Mediány obsahů kobaltu (Co) v jednotlivých krajích ČR a procento nadlimitních vzorků za období 1996–2017; mg.kg⁻¹ suš.

Kraj	Běžné půdy		Lehké půdy		Počet analyz. vzorků celkem	Procento nadlimitních vzorků		
	Medián mg.kg ⁻¹	Počet analyz. vzorků celkem	Medián mg.kg ⁻¹	Počet analyz. vzorků celkem		Běžné půdy	Lehké půdy	Celkem všechny půdy
Středočeský	10,1	148	9,24	21	169	0,00	0,00	0,00
Jihočeský	10,0	65	11,5	34	99	0,00	5,88	2,02
Plzeňský	13,3	113	11,6	43	156	1,77	4,65	2,56
Karlovarský	14,6	20	13,9	1	21	0,00	0,00	0,00
Liberecký	7,15	4	0,00	0	4	0,00	0,00	0,00
Královéhrad.	6,96	17	7,29	7	24	0,00	0,00	0,00
Pardubický	6,65	167	3,98	23	190	0,00	0,00	0,00
Vysočina	12,1	217	12,6	37	254	0,00	0,00	0,00
Jihomoravský	9,64	95	7,69	21	116	0,00	0,00	0,00
Olomoucký	9,69	37	9,82	6	43	0,00	0,00	0,00
Mor.slezský	8,87	208	9,26	14	222	0,00	0,00	0,00
Zlínský	12,1	61	10,6	10	71	0,00	0,00	0,00
Celkem					1369			0,44

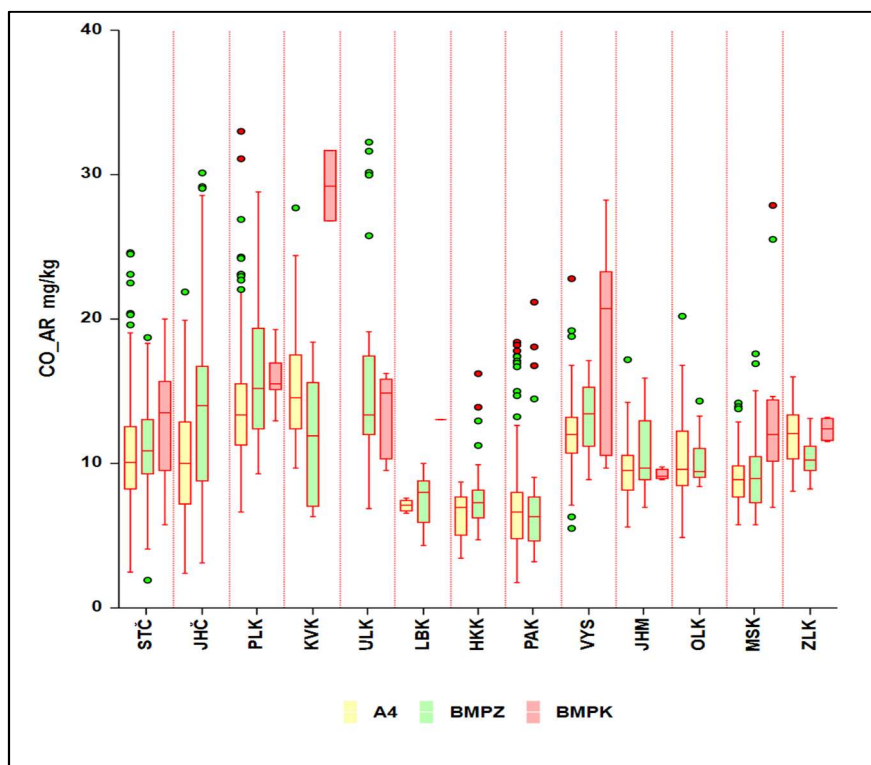
Mediány obsahů kobaltu (Co) v jednotlivých krajích ČR a v celé ČR. Červeně je vyznačena preventivní hodnota obsahu prvku v půdě podle vyhl. č. 153/2016 Sb., (běžné půdy; 1996–2017; mg.kg⁻¹ suš.)



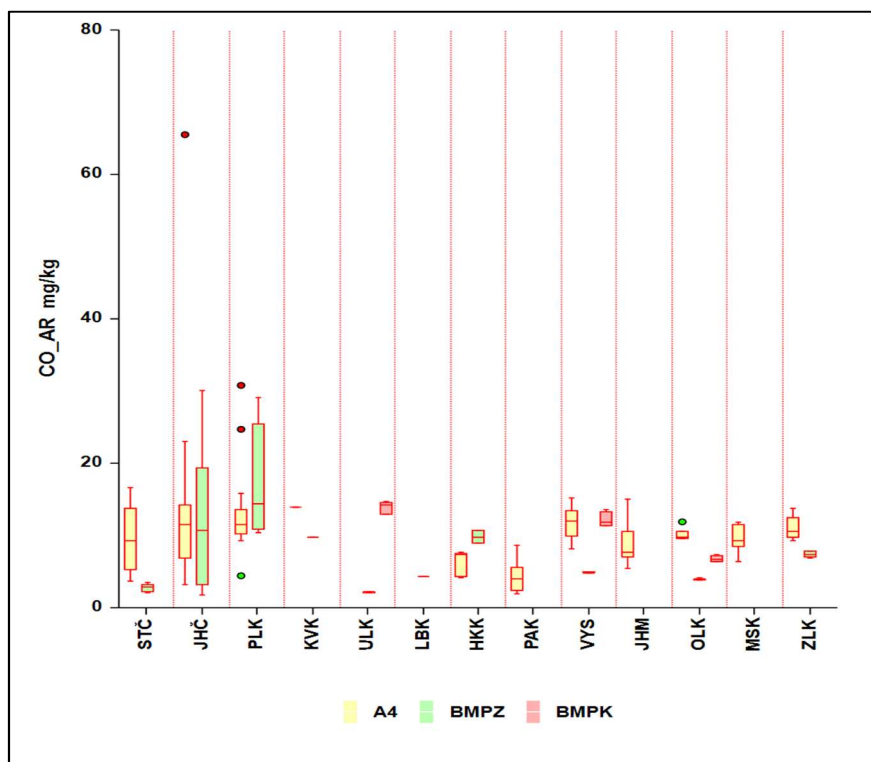
Příloha 5 pokračování Kobalt (Co)

Grafické znázornění statistických parametrů obsahu kobaltu (Co) v půdách po kalech podle krajů ČR v porovnání s referenčními hodnotami souboru dat BMPZ a BMPK; mg.kg^{-1}

Běžná půda



Lehká půda



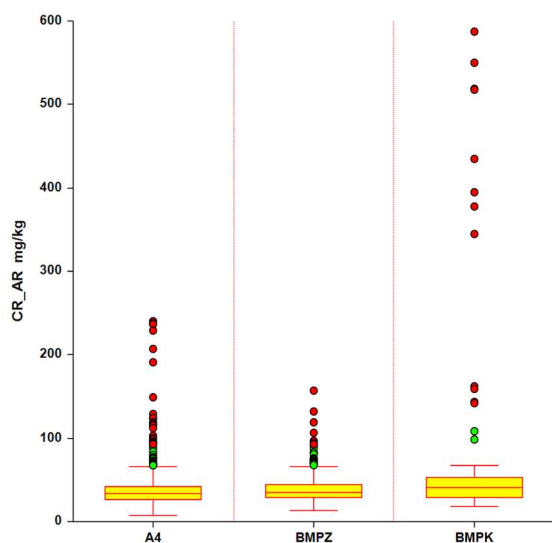
Příloha 6 Chrom (Cr)

Deskriptivní statistika obsahů chromu (Cr) v půdních vzorcích z ploch A4 (půdy po aplikaci kalů) a z referenčních monitorovacích ploch BMPZ (Bazální monitoring půd základní) a BMPK (Bazální monitoring půd kontaminovaný); mg.kg⁻¹ suš.

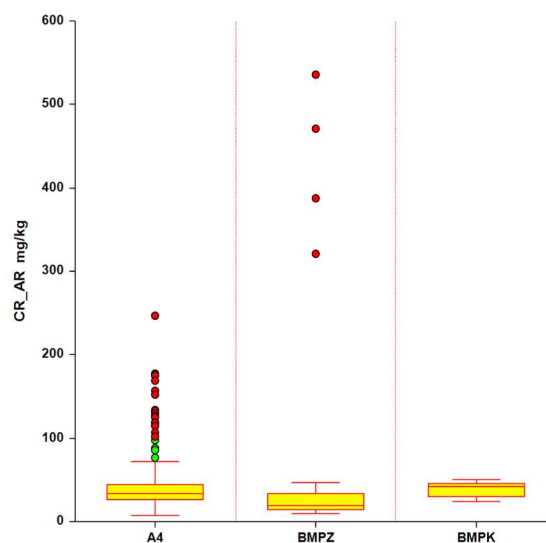
Akce	Kategorie půd	Počet vzorků	Průměr	Min.	Max.	0,10 perc.	0,25 perc.	Medián	0,75 perc.	0,90 perc.
A4	Běžné	1168	37,3	7,04	240	21,2	26,4	34,1	42,6	52,9
	Lehké	223	43,0	7,18	247	17,6	26,2	33,4	44,6	71,3
BMPZ	Běžné	527	37,9	12,7	157	22,1	28,2	34,7	44,0	54,4
	Lehké	54	52,2	10,2	536	11,7	14,7	18,6	33,9	45,8
BMPK	Běžné	66	97,7	18,1	587	24,2	28,6	41,2	52,1	377
	Lehké	13	38,9	24,1	50,5	26,0	30,2	42,2	45,6	50,4

Grafické znázornění statistických parametrů obsahu chromu (Cr) v půdních vzorcích z ploch A4, BMPZ a BMPK

a) Běžné půdy



b) Lehké půdy



Kruskal-Wallisova Anova a neparametrické následné testování průkaznosti rozdílů mezi mediány skupin (A4, BMPZ, BMPK)

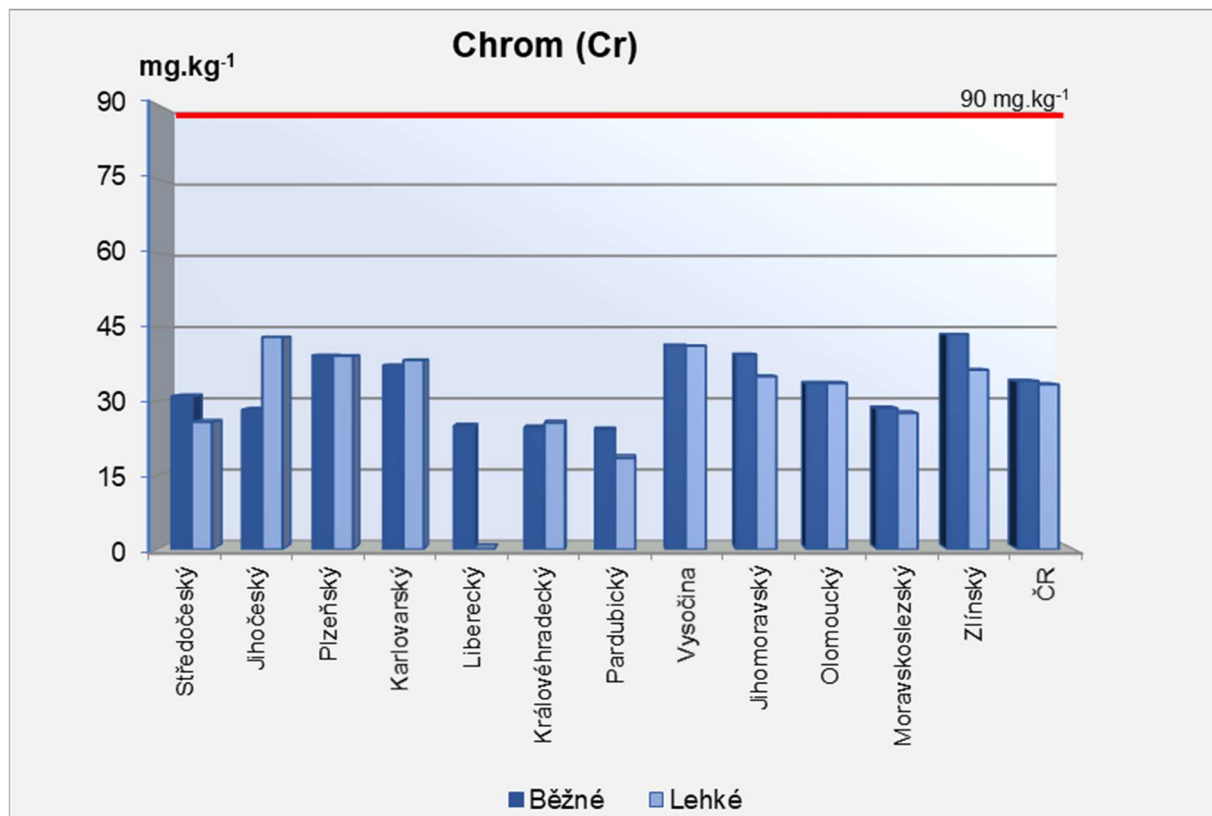
Kruskal-Wallisova Anova a neparametrické následné testování průkaznosti rozdílů mezi skupinami			
Testované skupiny: akce A4, BMPZ, BMPK			
Analyt: Cr_AR			
	Závěr testu	Statistic. význam.	Statistický průkazný rozdíl mezi skupinami
Třídící klíč: běžné půdy	mezi testovanými skupinami je statisticky velmi významný rozdíl	++	A4 - BMPK; BMPZ - BMPK; BMPK - A4, BMPZ
Třídící klíč: lehké půdy	mezi testovanými skupinami je statisticky velmi významný rozdíl	++	A4 - BMPZ; BMPZ - A4, BMPK; BMPK - BMPZ

Příloha 6 pokračování Chrom (Cr)

Mediány obsahů chromu (Cr) v jednotlivých krajích ČR a procento nadlimitních vzorků za období 1996–2017; mg.kg^{-1} suš.

Kraj	Běžné půdy		Lehké půdy		Počet analyz. vzorků celkem	Procento nadlimitních vzorků		
	Medián mg.kg^{-1}	Počet analyz. vzorků celkem	Medián mg.kg^{-1}	Počet analyz. vzorků celkem		Běžné půdy	Lehké půdy	Celkem všechny půdy
Středočeský	31,0	148	25,8	21	169	1,35	0,00	1,18
Jihočeský	28,3	65	43,0	34	99	4,62	41,2	17,2
Plzeňský	39,3	113	39,2	43	156	0,00	14,0	3,85
Karlovarský	37,3	20	38,3	1	21	0,00	0,00	0,00
Liberecký	25,0	4	0,00	0	4	0,00	0,00	0,00
Královéhrad.	24,6	17	25,6	7	24	0,00	0,00	0,00
Pardubický	24,2	167	18,5	23	190	0,00	0,00	0,00
Vysočina	41,4	220	41,2	43	263	6,36	34,9	11,0
Jihomoravský	39,5	103	35,0	21	124	1,94	9,52	3,23
Olomoucký	33,7	42	33,7	6	48	2,38	0,00	2,08
Mor.slezský	28,6	208	27,6	14	222	0,00	0,00	0,00
Zlínský	43,6	61	36,4	10	71	6,56	0,00	5,63
Celkem					1391			4,53

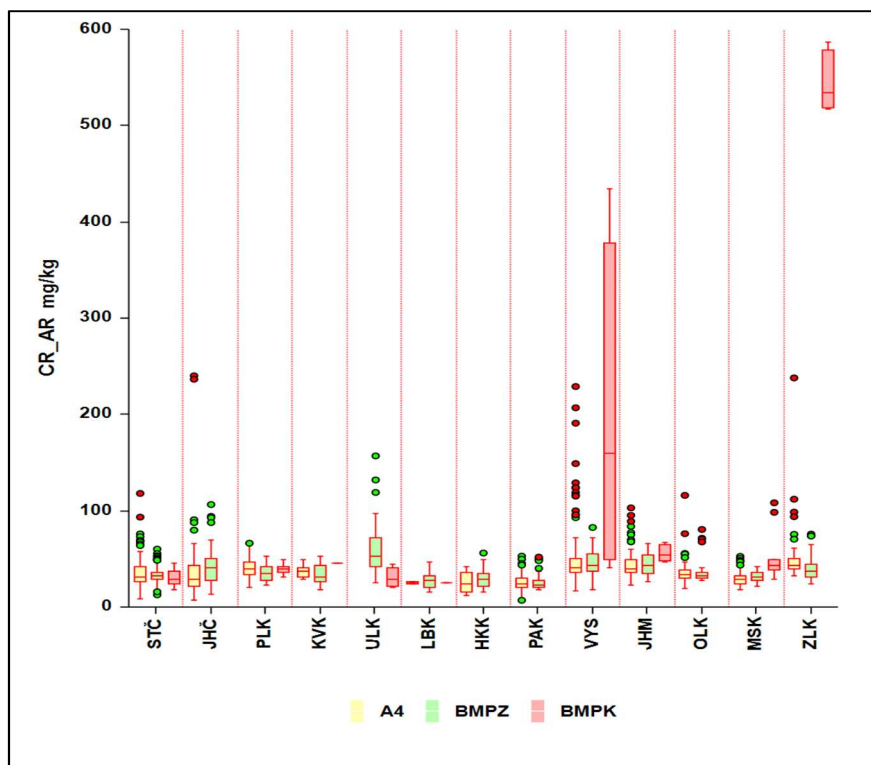
Mediány obsahů chromu (Cr) v jednotlivých krajích ČR a v celé ČR. Červeně je vyznačena preventivní hodnota obsahu prvku v půdě podle vyhl. č. 153/2016 Sb., (běžné půdy; 1996–2017; mg.kg^{-1} suš.)



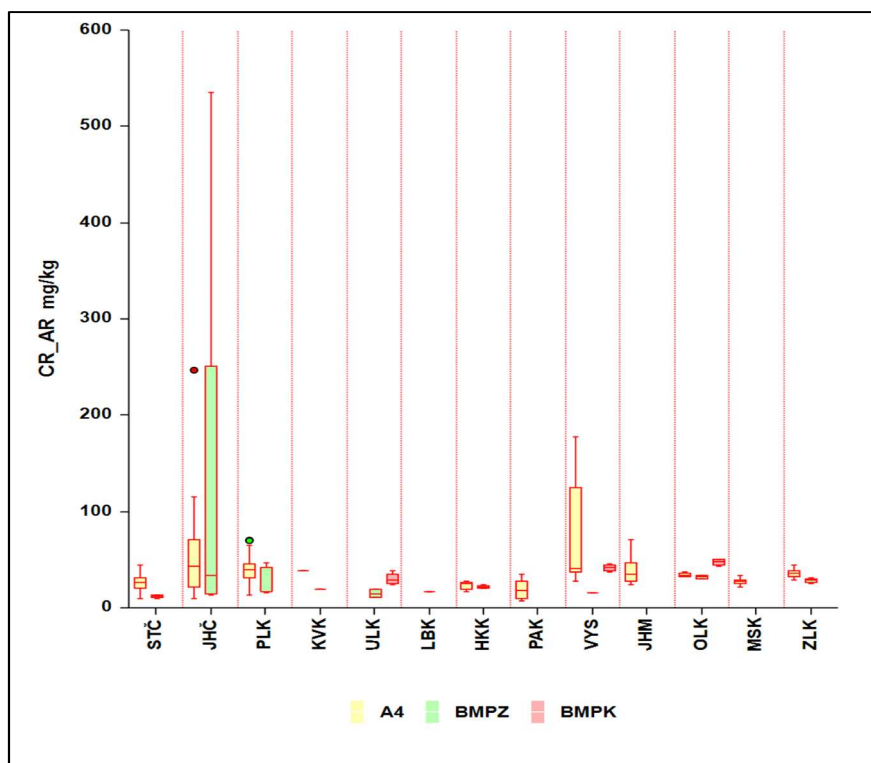
Příloha 6 pokračování Chrom (Cr)

Grafické znázornění statistických parametrů obsahu chromu (Cr) v půdách po kalech podle krajů ČR v porovnání s referenčními hodnotami souboru dat BMPZ a BMPK; mg.kg^{-1}

Běžná půda



Lehká půda

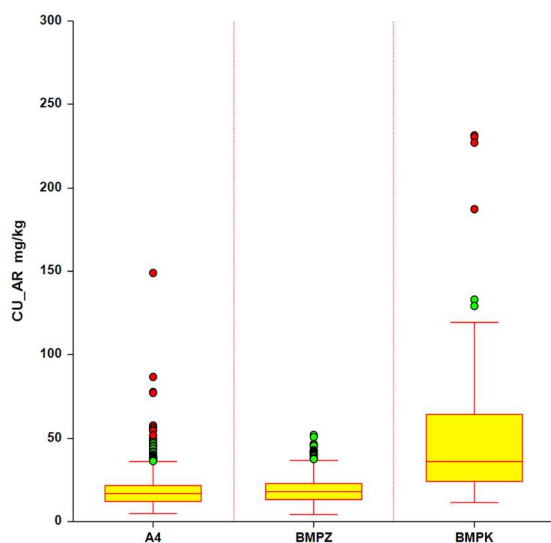
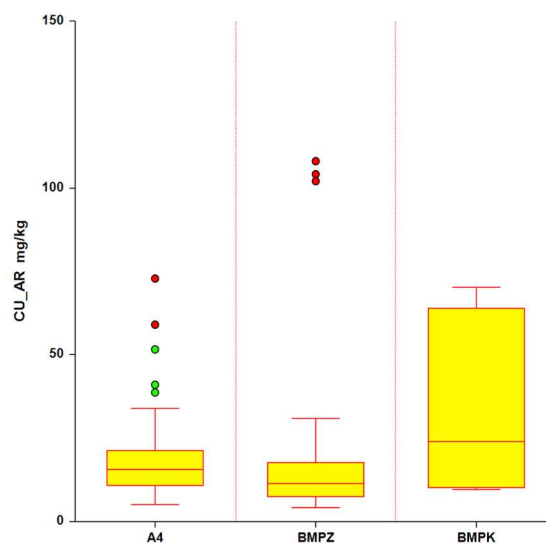


Příloha 7 Měď (Cu)

Deskriptivní statistika obsahů mědi (Cu) v půdních vzorcích z ploch A4 (půdy po aplikaci kalů) a z referenčních monitorovacích ploch BMPZ (Bazální monitoring půd základní) a BMPK (Bazální monitoring půd kontaminovaný); mg.kg⁻¹ suš.

Akce	Kategorie půd	Počet vzorků	Průměr	Min.	Max.	0,10 perc.	0,25 perc.	Medián	0,75 perc.	0,90 perc.
A4	Běžné	1168	18,1	4,86	149	9,87	11,9	16,8	21,6	27,5
	Lehké	223	17,0	4,98	72,8	8,34	10,8	15,5	21,3	27,1
BMPZ	Běžné	527	19,0	4,44	52,0	9,87	12,9	17,7	22,7	30,0
	Lehké	54	17,3	4,16	108	4,70	7,60	11,5	17,4	24,3
BMPK	Běžné	66	56,1	11,5	232	20,5	24,1	35,9	59,7	120
	Lehké	13	35,7	9,75	70,3	9,90	10,6	24,1	63,1	68,7

Grafické znázornění statistických parametrů obsahu mědi (Cu) v půdních vzorcích z ploch A4, BMPZ a BMPK

a) Běžné půdy

b) Lehké půdy


Kruskal-Wallisova Anova a neparametrické následné testování průkaznosti rozdílů mezi mediány skupin (A4, BMPZ, BMPK)

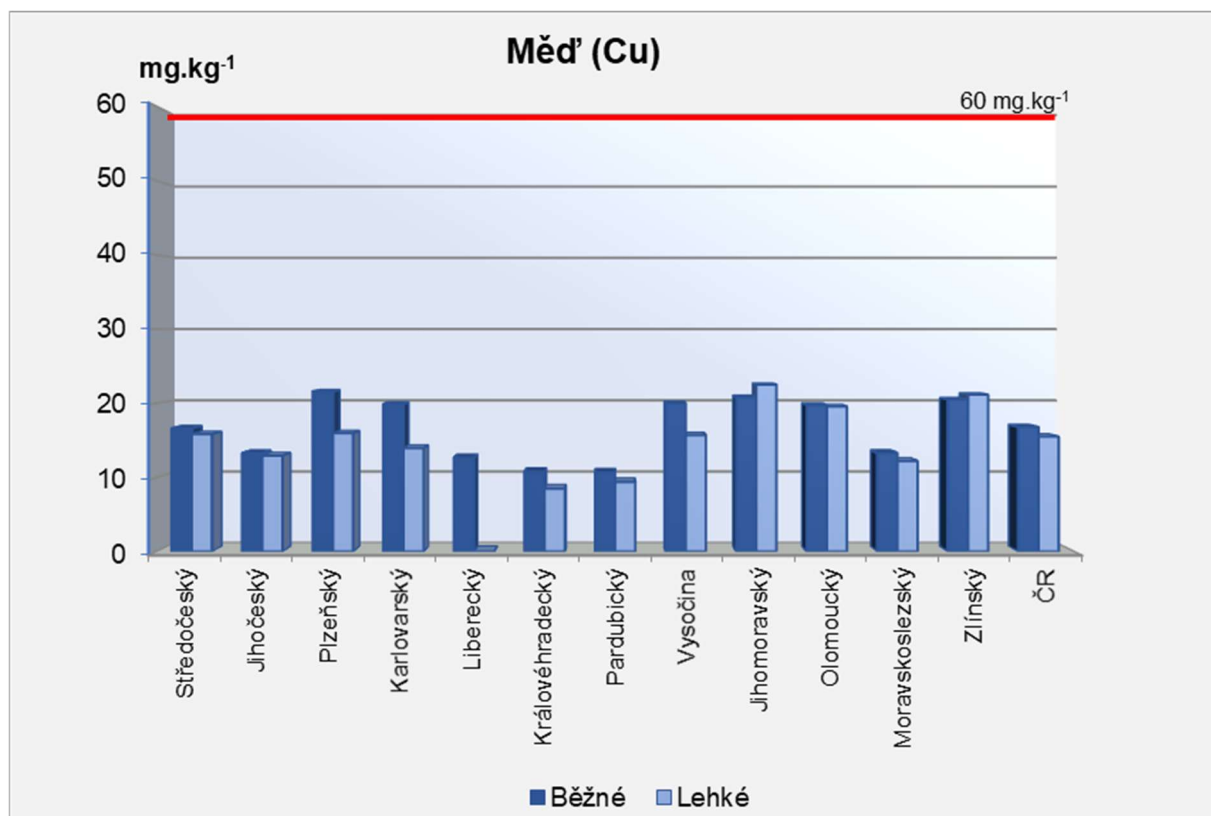
Kruskal-Wallisova Anova a neparametrické následné testování průkaznosti rozdílů mezi skupinami			
Testované skupiny: akce A4, BMPZ, BMPK			
Analyt: Cu AR			
	Závěr testu	Statistický význam	Statistický průkazný rozdíl mezi skupinami
Třídící klíč: běžné půdy	mezi testovanými skupinami je statisticky velmi významný rozdíl	++	A4 - BMPZ, BMPK; BMPZ - A4, BMPK; BMPK - A4, BMPZ
Třídící klíč: lehké půdy	mezi testovanými skupinami je statisticky významný rozdíl	++	A4 - BMPZ, BMPK; BMPZ - A4, BMPK; BMPK - A4, BMPZ

Příloha 7 pokračování Měď (Cu)

Mediány obsahů mědi (Cu) v jednotlivých krajích ČR a procento nadlimitních vzorků za období 1996–2017; mg.kg⁻¹ suš.

Kraj	Běžné půdy		Lehké půdy		Počet analyz. vzorků celkem	Procento nadlimitních vzorků		
	Medián mg.kg ⁻¹	Počet analyz. vzorků celkem	Medián mg.kg ⁻¹	Počet analyz. vzorků celkem		Běžné půdy	Lehké půdy	Celkem všechny půdy
Středočeský	16,6	148	15,9	21	169	0,68	0,00	0,59
Jihočeský	13,3	65	12,9	34	99	0,00	0,00	0,00
Plzeňský	21,6	113	16,0	43	156	0,00	4,65	1,28
Karlovarský	19,9	20	14,0	1	21	0,00	0,00	0,00
Liberecký	12,7	4	0,00	0	4	0,00	0,00	0,00
Královéhrad.	10,8	17	8,48	7	24	0,00	0,00	0,00
Pardubický	10,7	167	9,39	23	190	0,00	0,00	0,00
Vysočina	20,0	220	15,7	43	263	0,00	0,00	0,00
Jihomoravský	20,8	103	22,5	21	124	2,91	4,76	3,23
Olomoucký	19,8	42	19,6	6	48	0,00	0,00	0,00
Mor.slezský	13,3	208	12,2	14	222	0,00	0,00	0,00
Zlínský	20,5	61	21,2	10	71	0,00	0,00	0,00
Celkem					1391			0,50

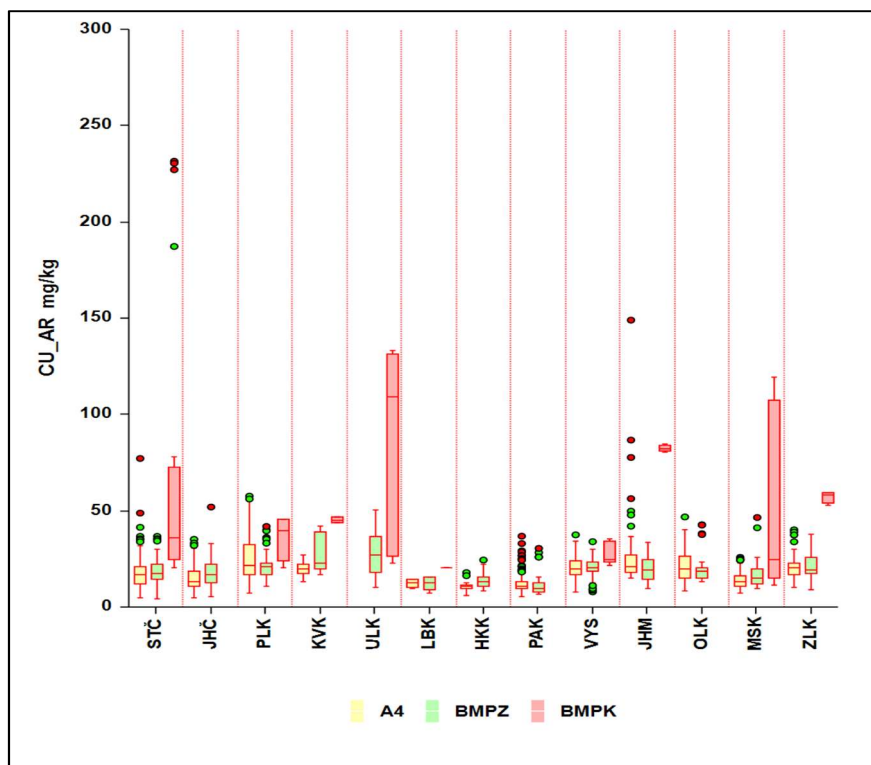
Obr. 11 Mediány obsahů mědi (Cu) v jednotlivých krajích ČR a v celé ČR. Červeně je vyznačena preventivní hodnota obsahu prvku v půdě podle vyhl. č. 153/2016 Sb., (běžné půdy; 1996–2017; mg.kg⁻¹ suš.)



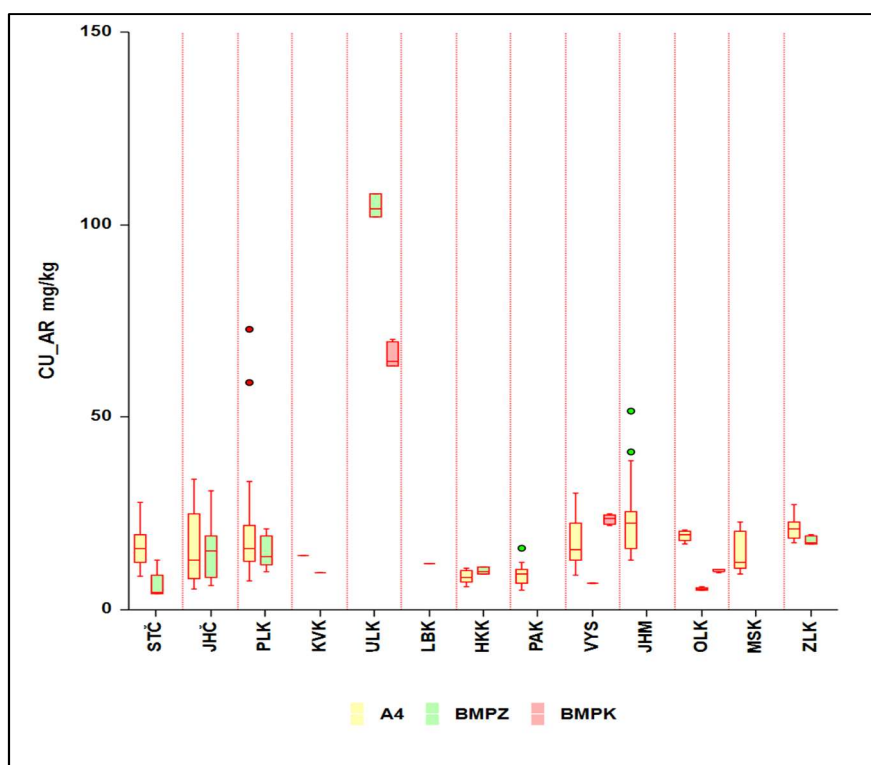
Příloha 7 pokračování Měď (Cu)

Grafické znázornění statistických parametrů obsahu mědi (Cu) v půdách po kalech podle krajů ČR v porovnání s referenčními hodnotami souboru dat BMPZ a BMPK; mg.kg^{-1}

Běžná půda



Lehká půda



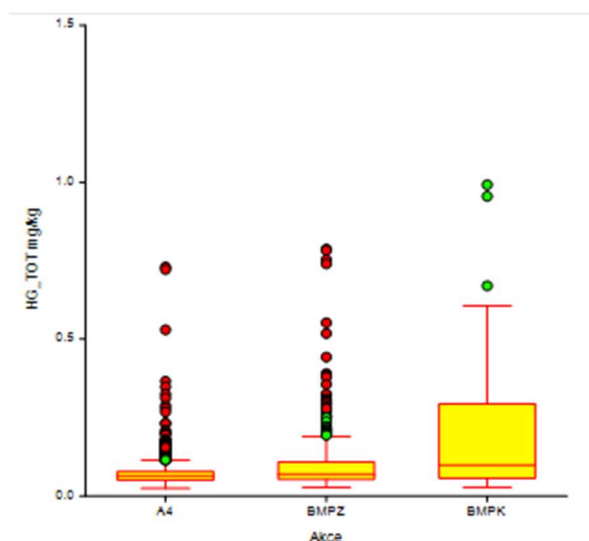
Příloha 8 Rtut' (Hg)

Deskriptivní statistika obsahů rtuti (Hg) v půdních vzorcích z ploch A4 (půdy po aplikaci kalů) a z referenčních monitorovacích ploch BMPZ (Bazální monitoring půd základní) a BMPK (Bazální monitoring půd kontaminovaný); mg.kg⁻¹ suš.

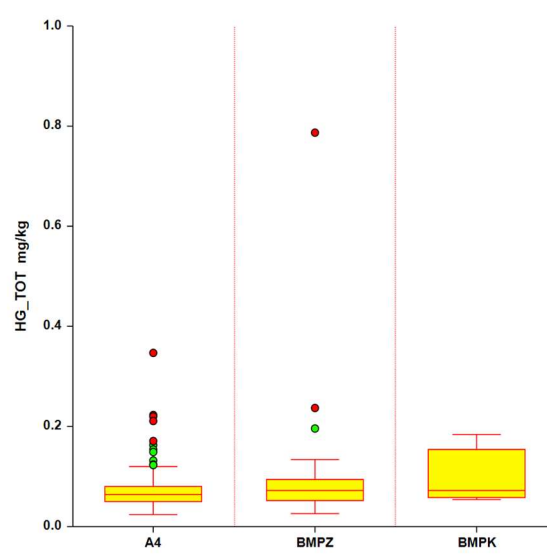
Akce	Kategorie půd	Počet vzorků	Průměr	Min.	Max.	0,10 perc.	0,25 perc.	Medián	0,75 perc.	0,90 perc.
A4	Běžné	1017	0,075	0,025	0,730	0,050	0,056	0,065	0,080	0,104
	Lehké	196	0,074	0,025	0,347	0,045	0,056	0,067	0,082	0,107
BMPZ	Běžné	510	0,100	0,027	0,787	0,045	0,054	0,069	0,110	0,188
	Lehké	53	0,093	0,026	0,787	0,044	0,053	0,072	0,094	0,127
BMPK	Běžné	64	1,544	0,027	50,000	0,045	0,060	0,104	0,296	0,562
	Lehké	12	0,100	0,054	0,185	0,060	0,068	0,072	0,155	0,170

Grafické znázornění statistických parametrů obsahu rtuti (Hg) v půdních vzorcích z ploch A4, BMPZ a BMPK

a) Běžné půdy



b) Lehké půdy



Kruskal-Wallisova Anova a neparametrické následné testování průkaznosti rozdílů mezi mediány skupin (A4, BMPZ, BMPK)

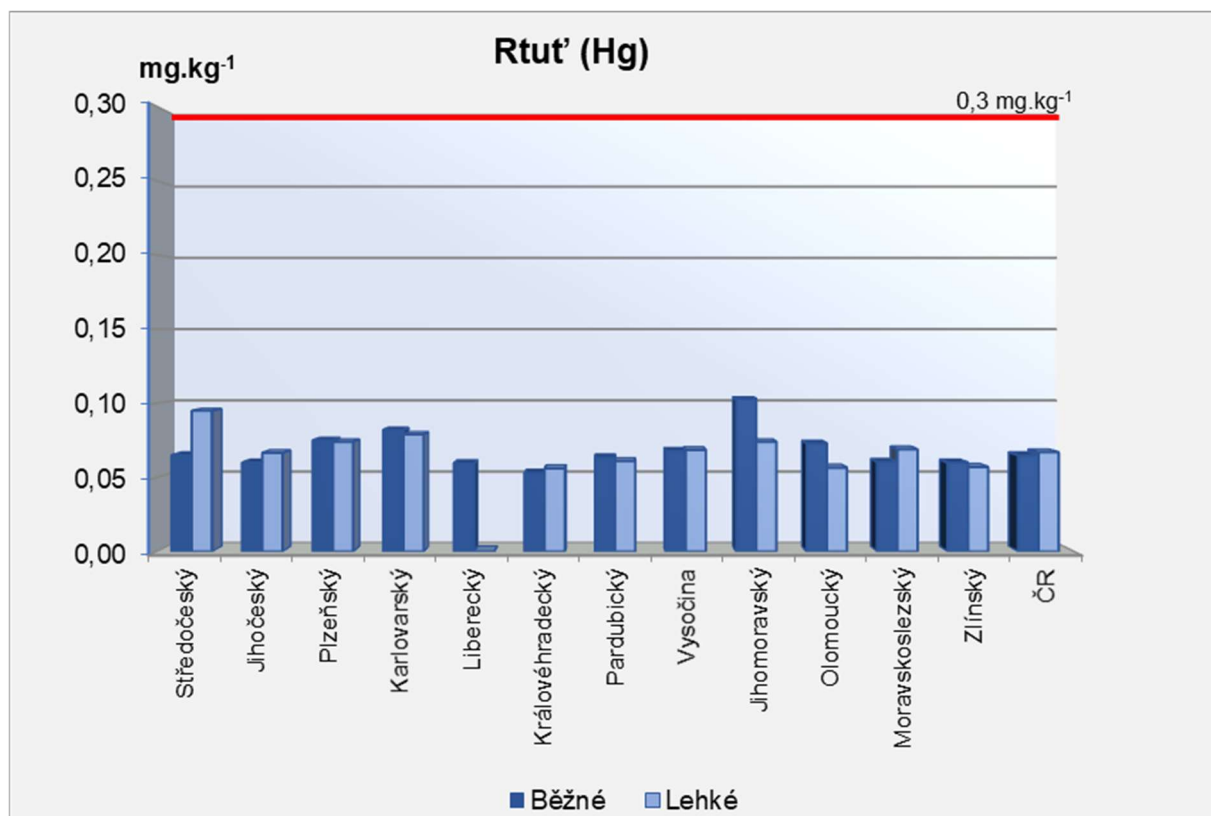
Kruskal-Wallisova Anova a neparametrické následné testování průkaznosti rozdílů mezi skupinami			
Testované skupiny: akce A4, BMPZ, BMPK			
Analyt: Hg_TOT			
	Závěr testu	Statistic. význam.	Statistický průkazný rozdíl mezi skupinami
Třídící klíč: běžné půdy	mezi testovanými skupinami je statisticky velmi významný rozdíl	++	A4 - BMPZ, BMPK; BMPZ - A4, BMPK; BMPK - A4, BMPZ
Třídící klíč: lehké půdy	mezi testovanými skupinami je statisticky významný rozdíl	--	

Příloha 8 pokračování Rtut' (Hg)

Mediány obsahů rtuti (Hg) v jednotlivých krajích ČR a procento nadlimitních vzorků za období 1996–2017; mg.kg⁻¹ suš.

Kraj	Běžné půdy		Lehké půdy		Počet analyz. vzorků celkem	Procento nadlimitních vzorků		
	Medián mg.kg ⁻¹	Počet analyz. vzorků celkem	Medián mg.kg ⁻¹	Počet analyz. vzorků celkem		Běžné půdy	Lehké půdy	Celkem všechny půdy
Středočeský	0,065	148	0,095	21	169	0,00	4,76	0,59
Jihočeský	0,060	60	0,067	34	94	1,54	0,00	1,01
Plzeňský	0,075	113	0,074	43	156	0,00	0,00	0,00
Karlovarský	0,082	20	0,079	1	21	0,00	0,00	0,00
Liberecký	0,060	4	0,000	0	4	0,00	0,00	0,00
Královéhrad.	0,053	16	0,056	7	23	0,00	0,00	0,00
Pardubický	0,064	124	0,061	23	147	1,20	0,00	1,05
Vysočina	0,068	195	0,069	32	227	0,00	0,00	0,00
Jihomoravský	0,103	43	0,074	5	48	0,97	0,00	0,81
Olomoucký	0,073	37	0,057	6	43	2,38	0,00	2,08
Mor.slezský	0,061	208	0,069	14	222	0,48	0,00	0,45
Zlínský	0,060	49	0,057	10	59	1,64	0,00	1,41
Celkem					1213			0,66

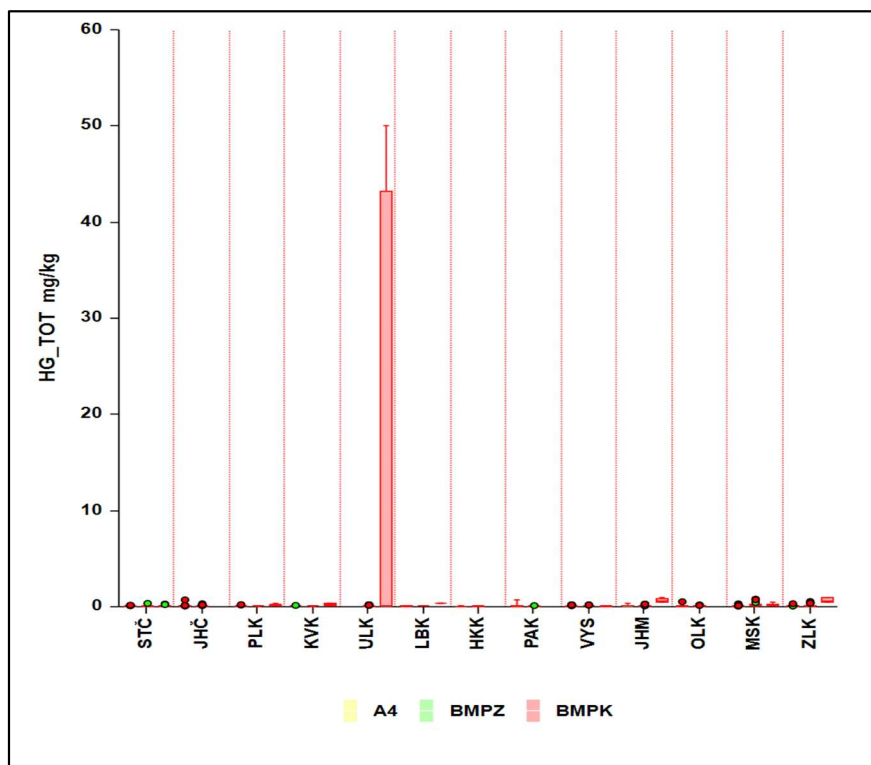
Mediány obsahů rtuti (Hg) v jednotlivých krajích ČR a v celé ČR. Červeně je vyznačena preventivní hodnota obsahu prvku v půdě podle vyhl. č. 153/2016 Sb., (běžné půdy; 1996–2017; mg.kg⁻¹ suš.)



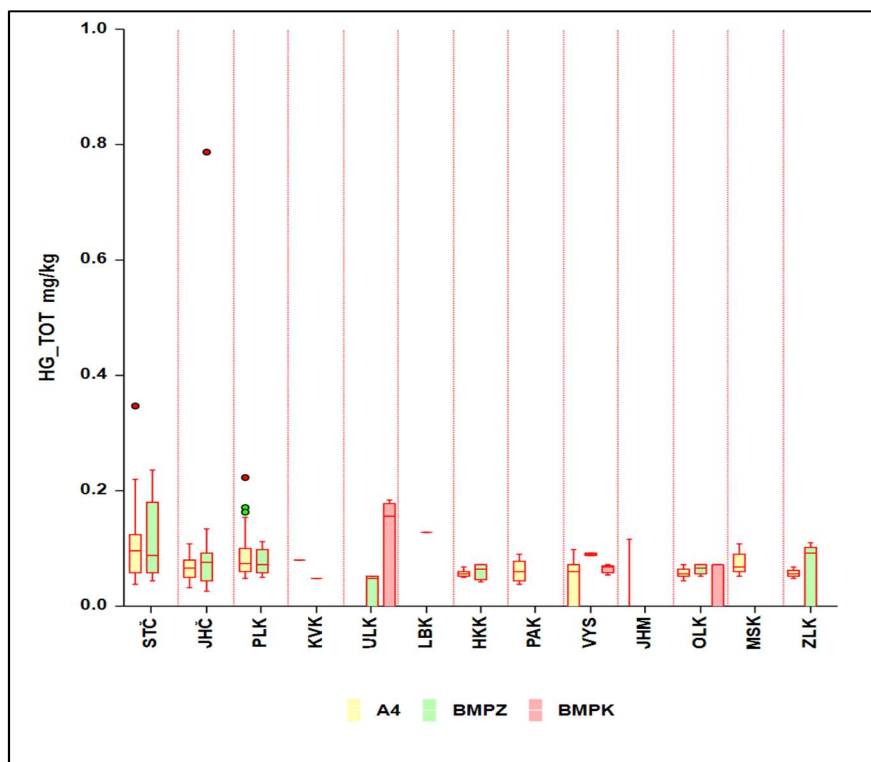
Příloha 8 pokračování Rtuť (Hg)

Grafické znázornění statistických parametrů obsahu rtuti (Hg) v půdách po kalech podle krajů ČR v porovnání s referenčními hodnotami souboru dat BMPZ a BMPK; $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$

Běžná půda



Lehká půda

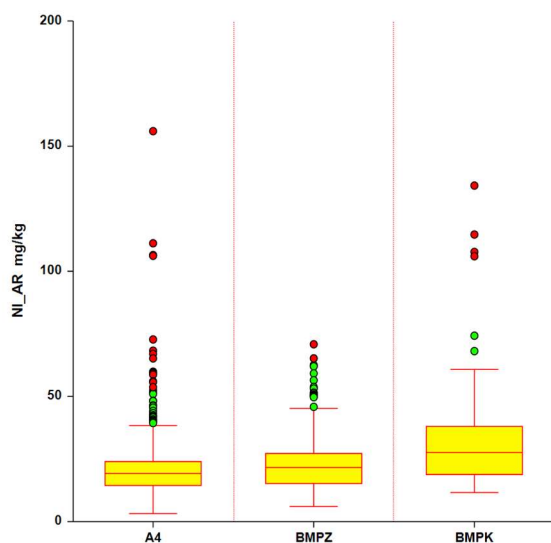
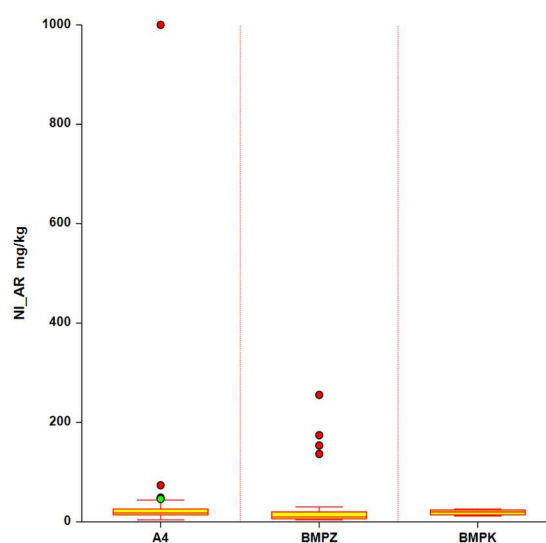


Příloha 9 Nikl (Ni)

Deskriptivní statistika obsahů niklu (Ni) v půdních vzorcích z ploch A4 (půdy po aplikaci kalů) a z referenčních monitorovacích ploch BMPZ (Bazální monitoring půd základní) a BMPK (Bazální monitoring půd kontaminovaný); mg.kg⁻¹ suš.

Akce	Kategorie půd	Počet vzorků	Průměr	Min.	Max.	0,10 perc.	0,25 perc.	Medián	0,75 perc.	0,90 perc.
A4	Běžné	1168	20,6	3,25	156	11,4	14,5	19,1	24,2	30,1
	Lehké	223	24,5	3,55	1000	8,76	13,1	18,4	25,6	35,0
BMPZ	Běžné	527	22,7	5,98	70,9	11,5	15,1	21,8	27,4	34,9
	Lehké	54	24,9	3,90	256	5,20	6,49	10,4	20,2	26,6
BMPK	Běžné	66	34,8	11,7	134	14,6	18,9	27,8	37,8	60,7
	Lehké	13	19,0	12,1	25,8	12,6	13,9	19,4	23,0	24,4

Grafické znázornění statistických parametrů obsahu niklu (Ni) v půdních vzorcích z ploch A4, BMPZ a BMPK

a) Běžné půdy

b) Lehké půdy


Kruskal-Wallisova Anova a neparametrické následné testování průkaznosti rozdílů mezi mediány skupin (A4, BMPZ, BMPK)

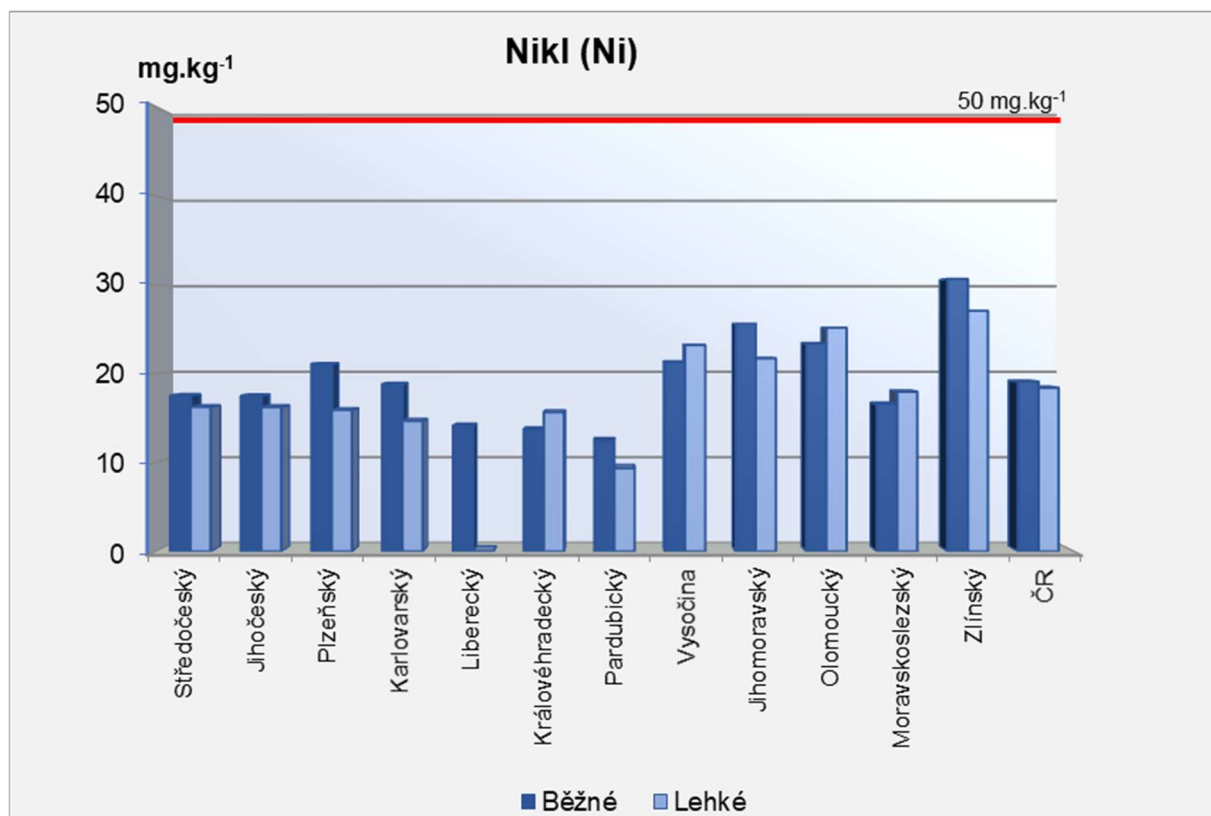
Kruskal-Wallisova Anova a neparametrické následné testování průkaznosti rozdílů mezi skupinami			
Testované skupiny: akce A4, BMPZ, BMPK			
Analyt: Ni_AR			
	Závěr testu	Statistic. význam.	Statistický průkazný rozdíl mezi skupinami
Třídící klíč: běžné půdy	mezi testovanými skupinami je statisticky velmi významný rozdíl	++	A4 - BMPZ, BMPK; BMPZ - A4, BMPK; BMPK - A4, BMPZ
Třídící klíč: lehké půdy	mezi testovanými skupinami je statisticky významný rozdíl	--	

Příloha 9 pokračování Nikl (Ni)

Mediány obsahů niklu (Ni) v jednotlivých krajích ČR a procento nadlimitních vzorků za období 1996–2017; mg.kg⁻¹ suš.

Kraj	Běžné půdy		Lehké půdy		Počet analyz. vzorků celkem	Procento nadlimitních vzorků		
	Medián mg.kg ⁻¹	Počet analyz. vzorků celkem	Medián mg.kg ⁻¹	Počet analyz. vzorků celkem		Běžné půdy	Lehké půdy	Celkem všechny půdy
Středočeský	17,5	148	16,3	21	169	1,35	0,00	1,18
Jihočeský	17,5	65	16,2	34	99	4,62	2,94	4,04
Plzeňský	21,1	113	15,9	43	156	0,00	0,00	0,00
Karlovarský	18,8	20	14,7	1	21	0,00	0,00	0,00
Liberecký	14,1	4	0,00	0	4	0,00	0,00	0,00
Královéhrad.	13,7	17	15,7	7	24	0,00	0,00	0,00
Pardubický	12,5	167	9,38	23	190	0,00	0,00	0,00
Vysočina	21,3	220	23,2	43	263	2,27	6,98	3,04
Jihomoravský	25,6	103	21,7	21	124	2,91	4,76	3,23
Olomoucký	23,4	42	25,2	6	48	2,38	0,00	2,08
Mor.slezský	16,6	208	18,0	14	222	0,00	0,00	0,00
Zlínský	30,6	61	27,1	10	71	6,56	0,00	5,63
Celkem					1391			1,65

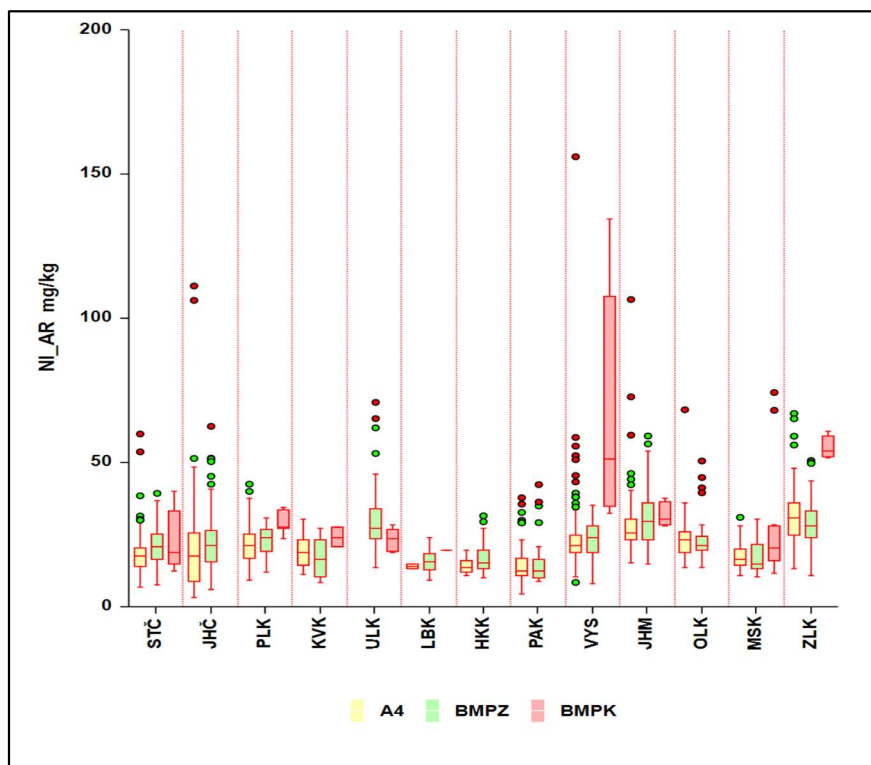
Mediány obsahů niklu (Ni) v jednotlivých krajích ČR a v celé ČR. Červeně je vyznačena preventivní hodnota obsahu prvku v půdě podle vyhl. č. 153/2016 Sb., (běžné půdy; 1996–2017; mg.kg⁻¹ suš.)



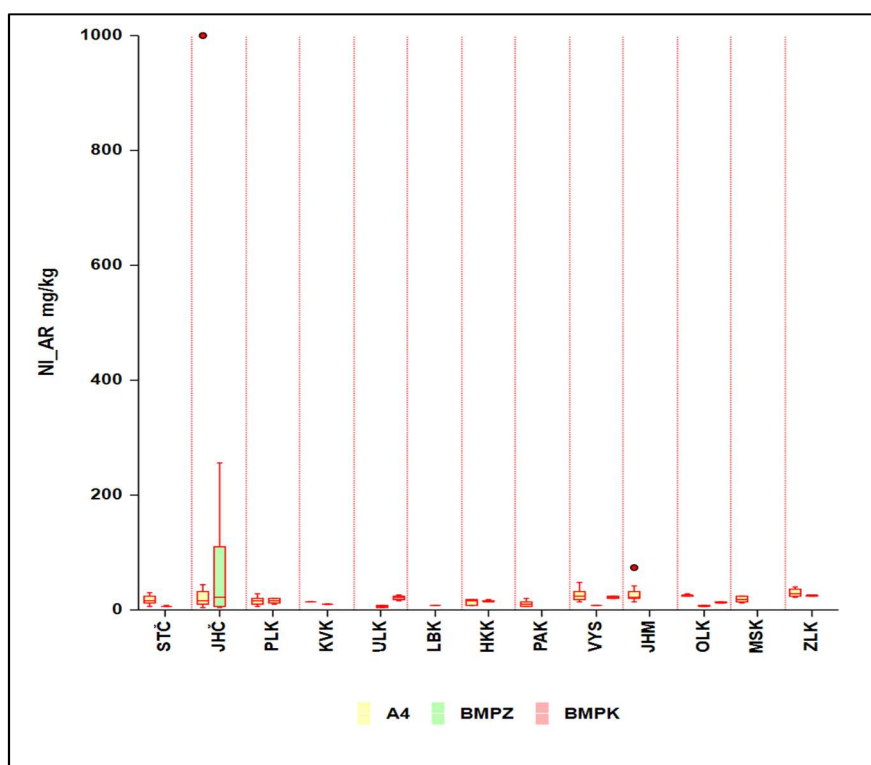
Příloha 9 pokračování Nikl (Ni)

Grafické znázornění statistických parametrů obsahu niklu (Ni) v půdách po kalech podle krajů ČR v porovnání s referenčními hodnotami souboru dat BMPZ a BMPK; $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$

Běžná půda



Lehká půda



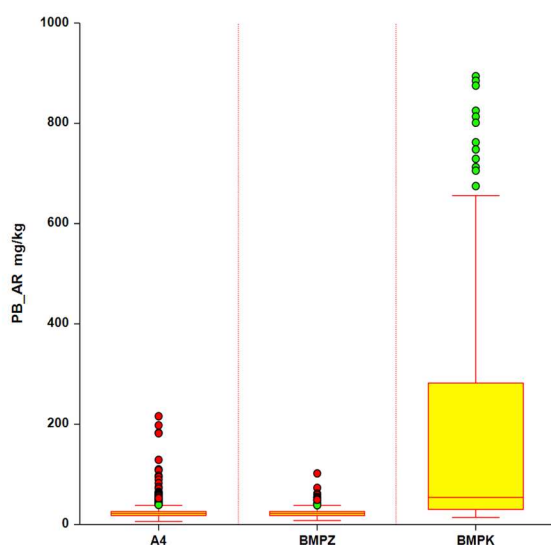
Příloha 10 Olovo (Pb)

Deskriptivní statistika obsahů olova (Pb) v půdních vzorcích z ploch A4 (půdy po aplikaci kalů) a z referenčních monitorovacích ploch BMPZ (Bazální monitoring půd základní) a BMPK (Bazální monitoring půd kontaminovaný); mg.kg⁻¹ suš.

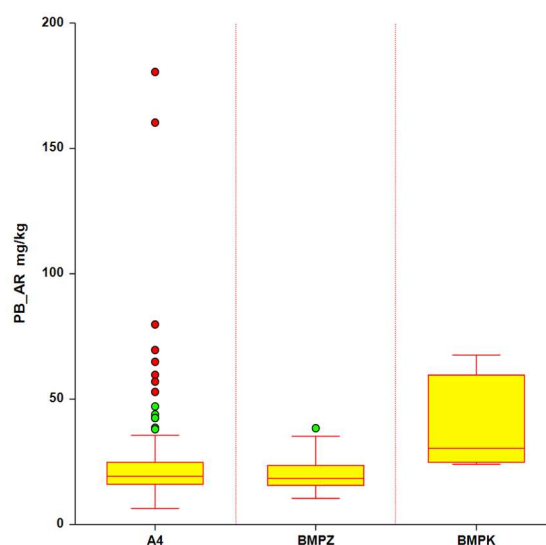
Akce	Kategorie půd	Počet vzorků	Průměr	Min.	Max.	0,10 perc.	0,25 perc.	Medián	0,75 perc.	0,90 perc.
A4	Běžné	1168	24,2	6,50	216	15,1	18,0	21,5	26,5	33,7
	Lehké	223	22,8	6,50	181	13,3	15,8	19,0	24,6	30,8
BMPZ	Běžné	519	23,4	8,39	102	15,4	18,0	21,1	25,8	33,5
	Lehké	53	20,0	10,3	38,4	13,6	15,7	18,3	23,6	30,1
BMPK	Běžné	65	232	14,3	894	20,0	31,6	53,6	263	762
	Lehké	12	38,9	23,9	67,7	24,6	25,1	30,3	57,6	64,5

Grafické znázornění statistických parametrů obsahu olova (Pb) v půdních vzorcích z ploch A4, BMPZ a BMPK

a) Běžné půdy



b) Lehké půdy



Kruskal-Wallisova Anova a neparametrické následné testování průkaznosti rozdílů mezi mediány skupin (A4, BMPZ, BMPK)

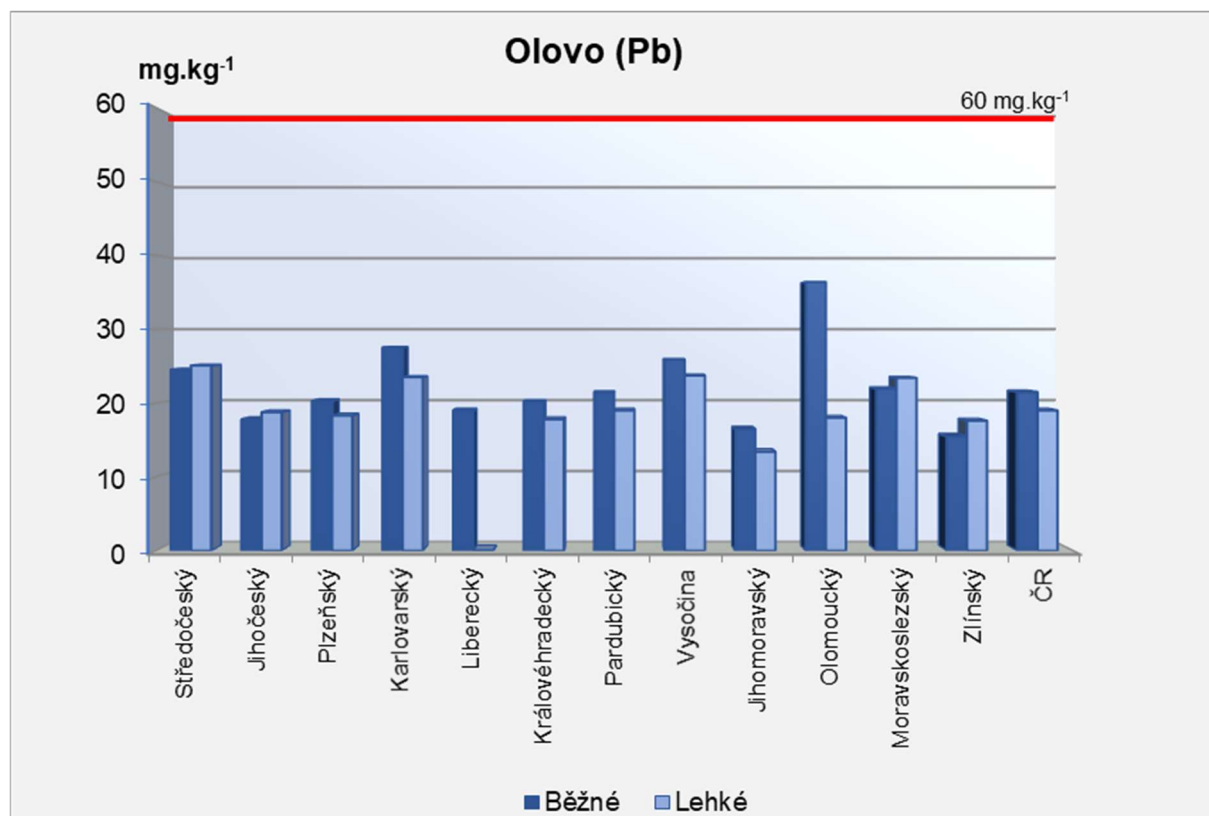
Kruskal-Wallisova Anova a neparametrické následné testování průkaznosti rozdílů mezi skupinami			
Testované skupiny: akce A4, BMPZ, BMPK			
Analyt: Pb_AR			
	Závěr testu	Statistic. význam.	Statistický průkazný rozdíl mezi skupinami
Třídící klíč: běžné půdy	mezi testovanými skupinami je statisticky velmi významný rozdíl	++	A4 - BMPK; BMPZ - BMPK; BMPK - A4, BMPZ
Třídící klíč: lehké půdy	mezi testovanými skupinami je statisticky významný rozdíl	++	A4 - BMPK; BMPZ - BMPK; BMPK - A4, BMPZ

Příloha 10 pokračování Olovo (Pb)

Mediány obsahů olova (Pb) v jednotlivých krajích ČR a procento nadlimitních vzorků za období 1996–2017; mg.kg⁻¹ suš.

Kraj	Běžné půdy		Lehké půdy		Počet analyz. vzorků celkem	Procento nadlimitních vzorků		
	Medián mg.kg ⁻¹	Počet analyz. vzorků celkem	Medián mg.kg ⁻¹	Počet analyz. vzorků celkem		Běžné půdy	Lehké půdy	Celkem všechny půdy
Středočeský	24,6	148	25,1	21	169	2,03	19,05	4,14
Jihočeský	17,8	65	18,8	34	99	0,00	0,00	0,00
Plzeňský	20,3	113	18,3	43	156	0,00	2,33	0,64
Karlovarský	27,6	20	23,5	1	21	0,00	0,00	0,00
Liberecký	19,0	4	0,00	0	4	0,00	0,00	0,00
Královéhrad.	20,2	17	17,8	7	24	0,00	0,00	0,00
Pardubický	21,4	167	19,0	23	190	0,00	0,00	0,00
Vysočina	25,9	220	23,7	43	263	4,55	4,65	4,56
Jihomoravský	16,5	103	13,4	21	124	0,00	0,00	0,00
Olomoucký	36,4	42	18,0	6	48	9,52	0,00	8,33
Mor.slezský	22,0	208	23,4	14	222	0,96	0,00	0,90
Zlínský	15,5	61	17,6	10	71	0,00	0,00	0,00
Celkem					1391			1,87

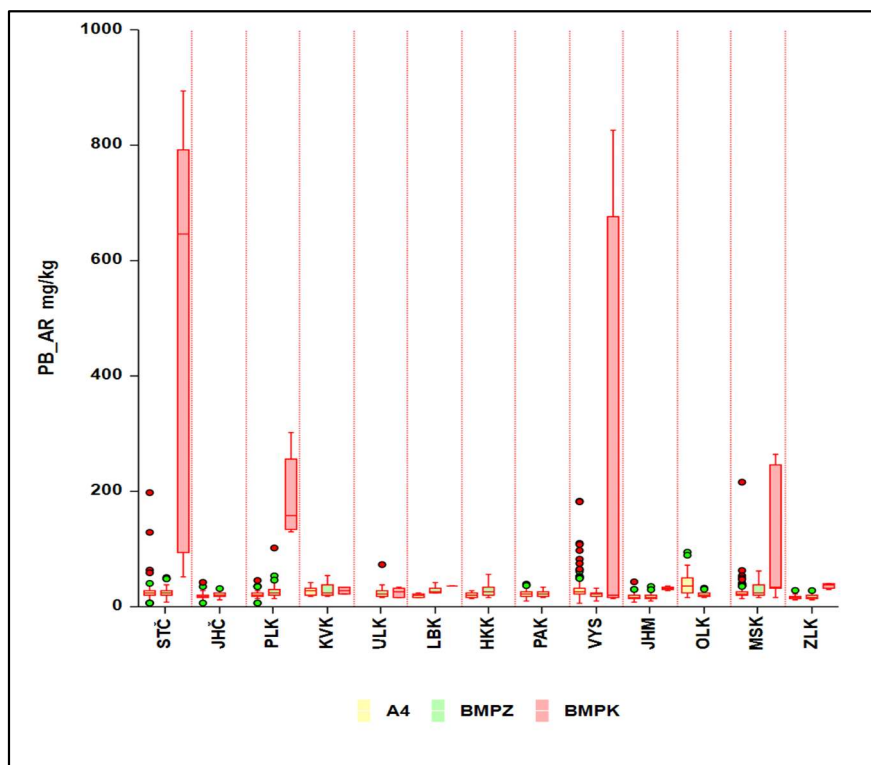
Mediány obsahů olova (Pb) v jednotlivých krajích ČR a v celé ČR. Červeně je vyznačena preventivní hodnota obsahu prvku v půdě podle vyhl. č. 153/2016 Sb., (běžné půdy; 1996–2017; mg.kg⁻¹ suš.)



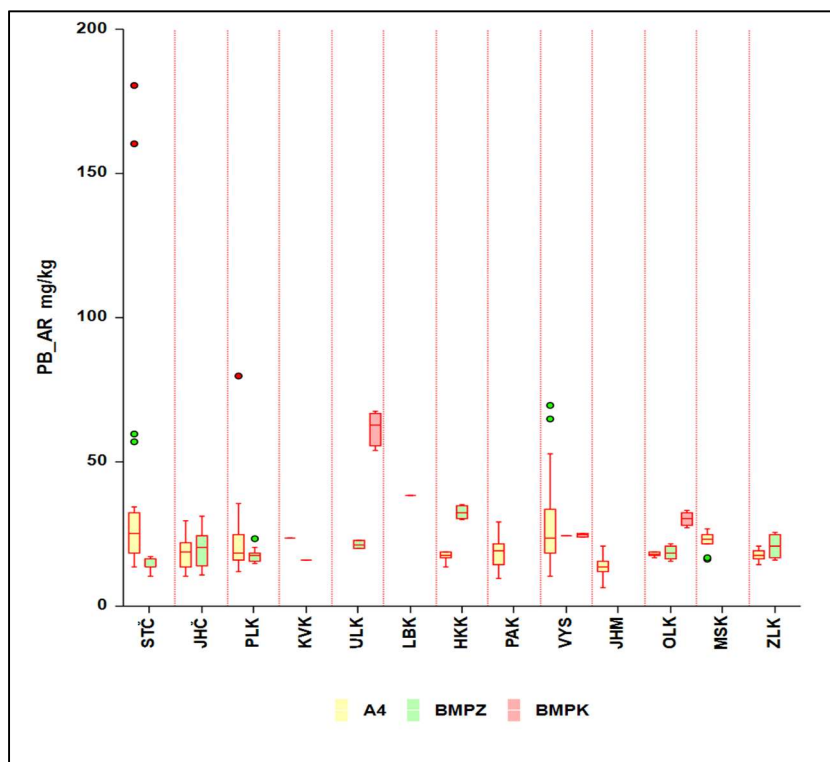
Příloha 10 pokračování Olovo (Pb)

Grafické znázornění statistických parametrů obsahu olova (Pb) v půdách po kalech podle krajů ČR v porovnání s referenčními hodnotami souboru dat BMPZ a BMPK; mg.kg^{-1}

Běžná půda



Lehká půda



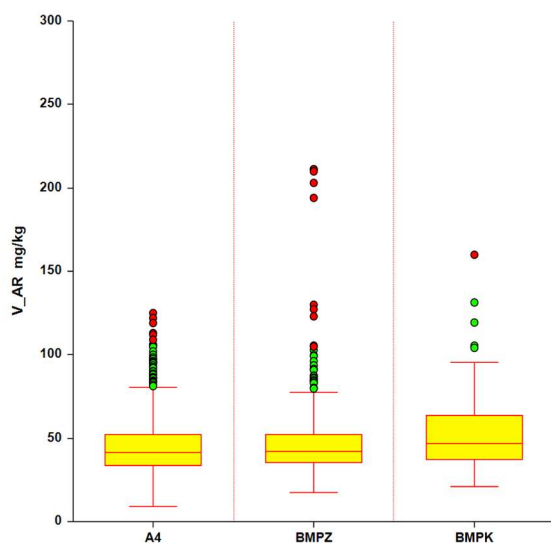
Příloha 11 Vanad (V)

Deskriptivní statistika obsahů vanadu (V) v půdních vzorcích z ploch A4 (půdy po aplikaci kalů) a z referenčních monitorovacích ploch BMPZ (Bazální monitoring půd základní) a BMPK (Bazální monitoring půd kontaminovaný); mg.kg⁻¹ suš.

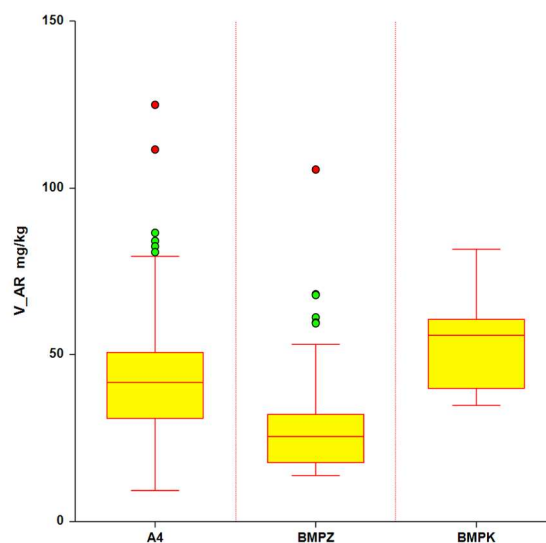
Akce	Kategorie půd	Počet vzorků	Průměr	Min.	Max.	0,10 perc.	0,25 perc.	Medián	0,75 perc.	0,90 perc.
A4	Běžné	1122	45,1	9,29	125	28,6	34,3	41,9	52,5	65,0
	Lehké	217	43,4	9,26	125	23,8	32,3	41,9	50,9	67,7
BMPZ	Běžné	527	46,9	17,5	211	29,3	35,5	42,0	52,4	66,6
	Lehké	54	29,9	13,8	106	15,5	17,8	25,5	32,0	59,4
BMPK	Běžné	66	53,6	21,2	160	32,4	37,5	47,0	63,7	75,8
	Lehké	13	54,5	34,9	81,6	36,0	43,0	56,0	60,3	69,0

Grafické znázornění statistických parametrů obsahu vanadu (V) v půdních vzorcích z ploch A4, BMPZ a BMPK

a) Běžné půdy



b) Lehké půdy



Kruskal-Wallisova Anova a neparametrické následné testování průkaznosti rozdílů mezi mediány skupin (A4, BMPZ, BMPK)

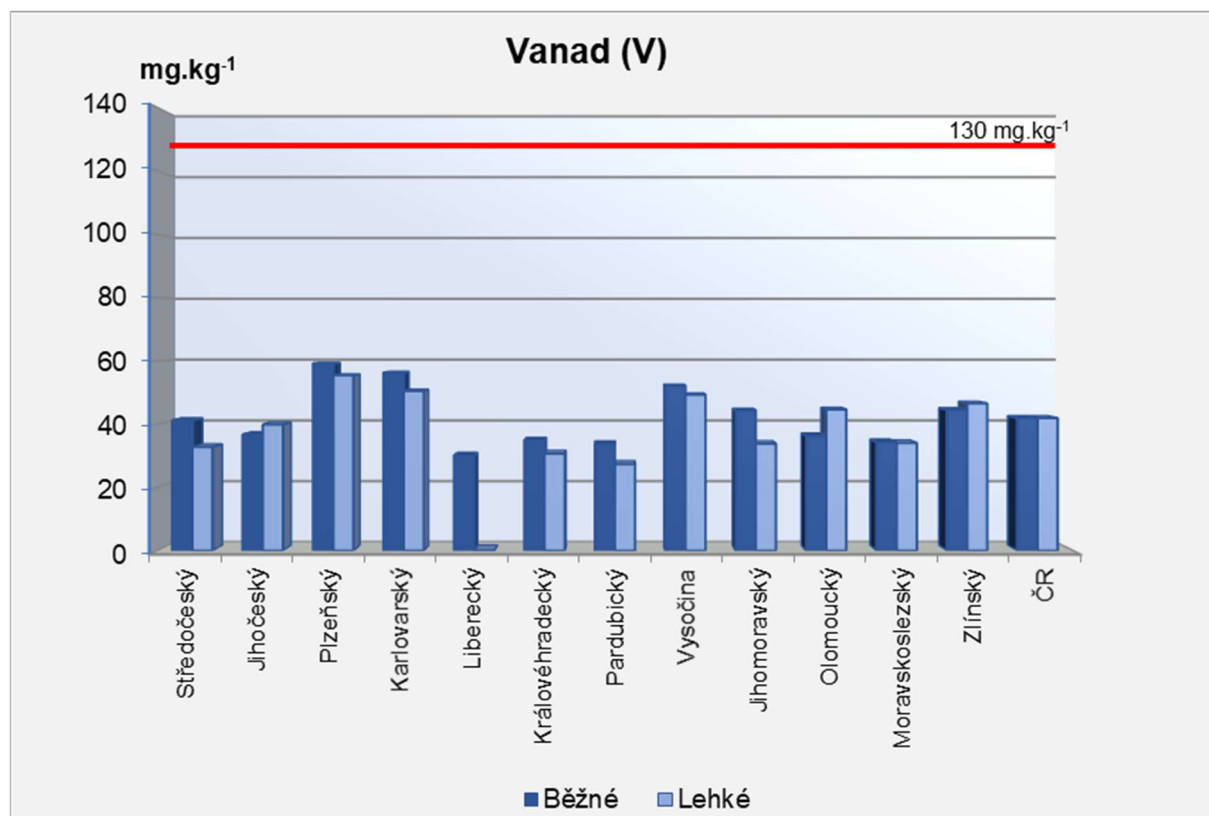
Kruskal-Wallisova Anova a neparametrické následné testování průkaznosti rozdílů mezi skupinami			
Testované skupiny: akce A4, BMPZ, BMPK			
Analyt: V_AR			
	Závěr testu	Statistický význam	Statistický průkazný rozdíl mezi skupinami
Třídící klíč: běžné půdy	mezi testovanými skupinami je statisticky velmi významný rozdíl	++	A4 - BMPK; BMPZ - A4, BMPK; BMPK - A4, BMPZ
Třídící klíč: lehké půdy	mezi testovanými skupinami je statisticky významný rozdíl	++	A4 - BMPZ, BMPK; BMPZ - A4, BMPK; BMPK - A4, BMPZ

Příloha 11 pokračování Vanad (V)

Mediány obsahů vanadu (V) v jednotlivých krajích ČR a procento nadlimitních vzorků za období 1996–2017; mg.kg^{-1} suš.

Kraj	Běžné půdy		Lehké půdy		Počet analyz. vzorků celkem	Procento nadlimitních vzorků		
	Medián mg.kg^{-1}	Počet analyz. vzorků celkem	Medián mg.kg^{-1}	Počet analyz. vzorků celkem		Běžné půdy	Lehké půdy	Celkem všechny půdy
Středočeský	41,2	148	32,8	21	169	0,00	0,00	0,00
Jihočeský	36,7	65	39,9	34	99	0,00	0,00	0,00
Plzeňský	59,2	113	55,4	43	156	0,00	2,33	0,64
Karlovarský	56,3	20	50,5	1	21	0,00	0,00	0,00
Liberecký	30,0	4	0,00	0	4	0,00	0,00	0,00
Královéhrad.	34,9	16	30,7	7	23	0,00	0,00	0,00
Pardubický	33,7	141	27,4	23	164	0,00	0,00	0,00
Vysočina	52,1	214	49,3	37	251	0,00	0,00	0,00
Jihomoravský	44,3	95	33,8	21	116	0,00	0,00	0,00
Olomoucký	36,3	37	44,6	6	43	0,00	0,00	0,00
Mor.slezský	34,3	208	34,1	14	222	0,00	0,00	0,00
Zlínský	44,5	61	46,6	10	71	0,00	0,00	0,00
Celkem					1339			0,08

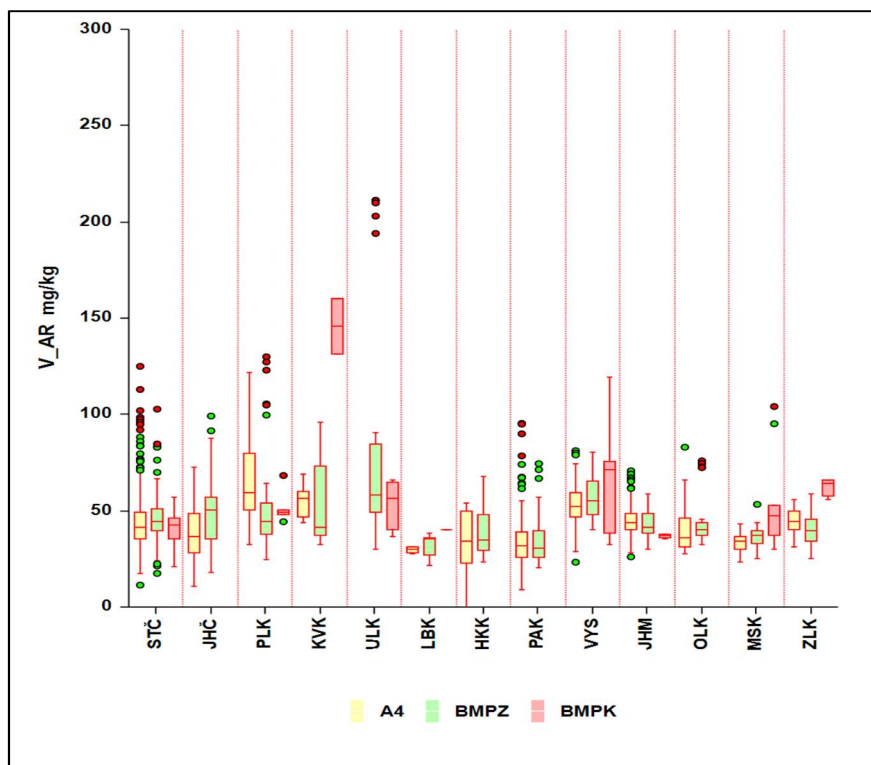
Mediány obsahů vanadu (V) v jednotlivých krajích ČR a v celé ČR. Červeně je vyznačena preventivní hodnota obsahu prvku v půdě podle vyhl. č. 153/2016 Sb., (běžné půdy; 1996–2017; mg.kg^{-1} suš.)



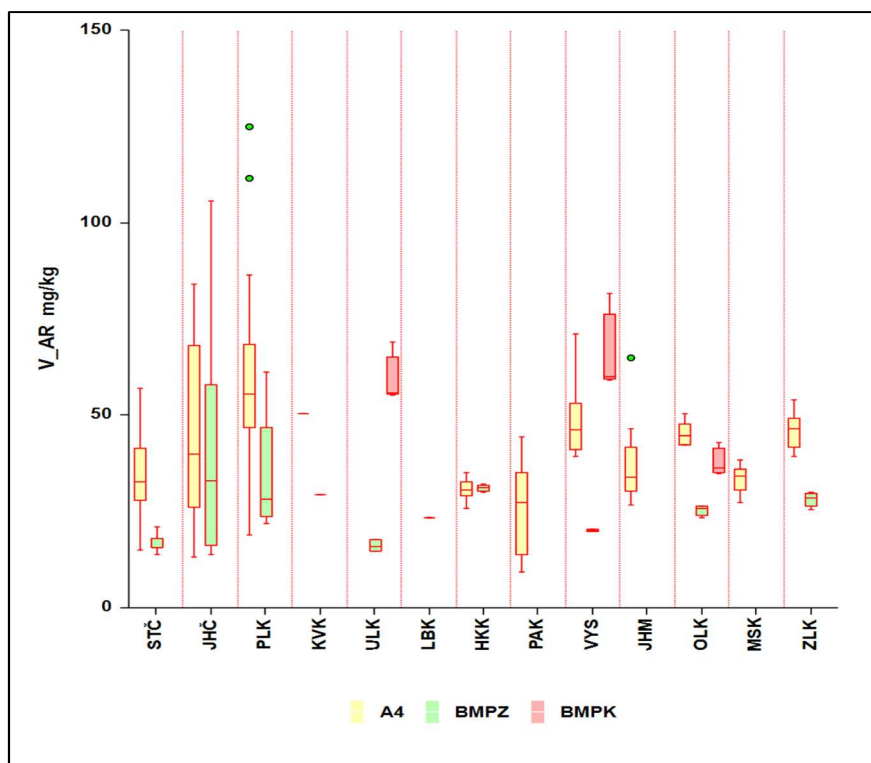
Příloha 11 pokračování Vanad (V)

Grafické znázornění statistických parametrů obsahu vanadu (V) v půdách po kalech podle krajů ČR v porovnání s referenčními hodnotami souboru dat BMPZ a BMPK; mg.kg^{-1}

Běžná půda



Lehká půda

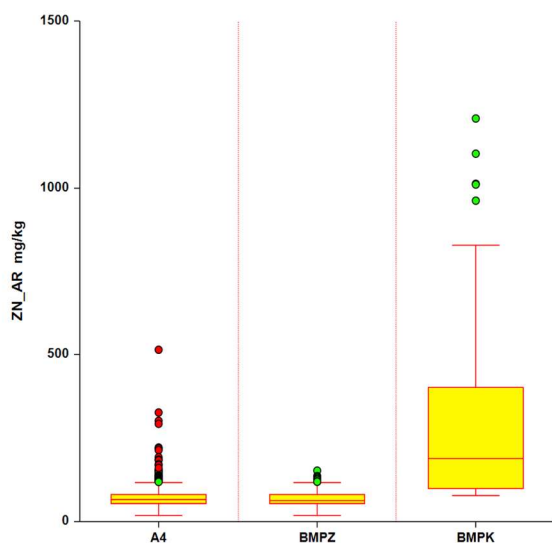
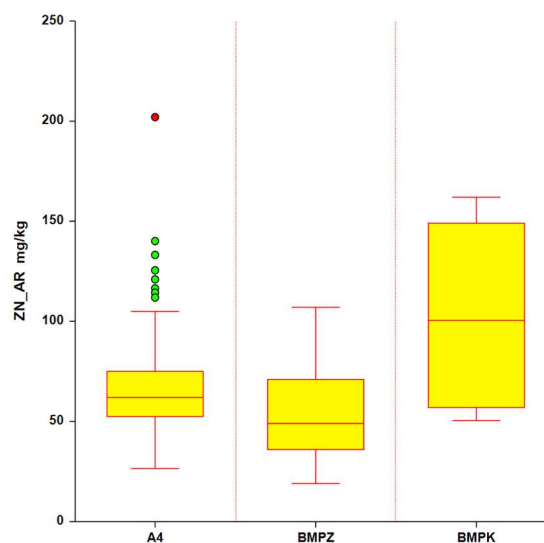


Příloha 12 Zinek (Zn)

Deskriptivní statistika obsahů zinku (Zn) v půdních vzorcích z ploch A4 (půdy po aplikaci kalů) a z referenčních monitorovacích ploch BMPZ (Bazální monitoring půd základní) a BMPK (Bazální monitoring půd kontaminovaný); mg.kg⁻¹ suš.

Akce	Kategorie půd	Počet vzorků	Průměr	Min.	Max.	0,10 perc.	0,25 perc.	Medián	0,75 perc.	0,90 perc.
A4	Běžné	1168	71,2	19,3	515	47,4	55,0	64,9	80,3	101
	Lehké	223	65,6	26,7	202	40,9	52,5	62,1	75,1	92,2
BMPZ	Běžné	527	68,3	19,5	153	45,7	53,9	64,2	79,9	98,1
	Lehké	54	51,8	19,0	107	23,0	36,3	48,8	70,1	80,6
BMPK	Běžné	66	300	79,0	1208	86,9	99,1	190	402	669
	Lehké	13	105	50,6	162	53,9	56,9	100	143	155

Grafické znázornění statistických parametrů obsahu zinku (Zn) v půdních vzorcích z ploch A4, BMPZ a BMPK

a) Běžné půdy

b) Lehké půdy


Kruskal-Wallisova Anova a neparametrické následné testování průkaznosti rozdílů mezi mediány skupin (A4, BMPZ, BMPK)

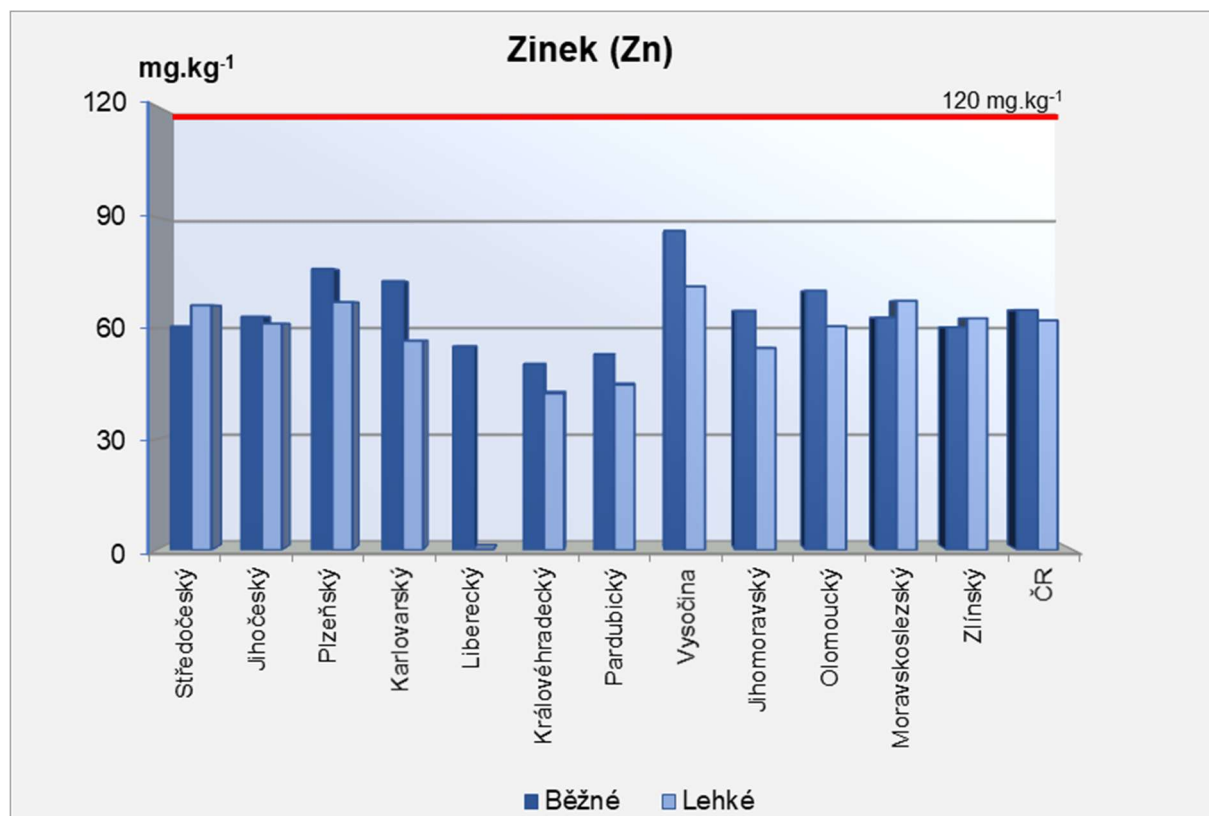
Kruskal-Wallisova Anova a neparametrické následné testování průkaznosti rozdílů mezi skupinami			
Testované skupiny: akce A4, BMPZ, BMPK			
Analyt: Zn_AR			
	Závěr testu	Statistický význam	Statistický průkazný rozdíl mezi skupinami
Třídící klíč: běžné půdy	mezi testovanými skupinami je statisticky velmi významný rozdíl	++	A4 - BMPK; BMPZ - BMPK; BMPK - A4, BMPZ
Třídící klíč: lehké půdy	mezi testovanými skupinami je statisticky významný rozdíl	++	A4 - BMPZ, BMPK; BMPZ - A4, BMPK; BMPK - A4, BMPZ

Příloha 12 pokračování Zinek (Zn)

Mediány obsahů zinku (Zn) v jednotlivých krajích ČR a procento nadlimitních vzorků za období 1996–2017; mg.kg^{-1} suš.

Kraj	Běžné půdy		Lehké půdy		Počet analyz. vzorků celkem	Procento nadlimitních vzorků		
	Medián mg.kg^{-1}	Počet analyz. vzorků celkem	Medián mg.kg^{-1}	Počet analyz. vzorků celkem		Běžné půdy	Lehké půdy	Celkem všechny půdy
Středočeský	60,5	148	66,2	21	169	0,68	9,52	1,78
Jihočeský	63,1	65	61,2	34	99	3,08	5,88	4,04
Plzeňský	76,0	113	67,1	43	156	0,88	2,33	1,28
Karlovarský	72,7	20	56,6	1	21	5,00	0,00	4,76
Liberecký	55,0	4	0,00	0	4	0,00	0,00	0,00
Královéhrad.	50,2	17	42,4	7	24	0,00	0,00	0,00
Pardubický	52,8	167	44,7	23	190	0,60	0,00	0,53
Vysočina	86,3	220	71,3	43	263	10,9	11,6	11,0
Jihomoravský	64,7	103	54,6	21	124	7,77	0,00	6,45
Olomoucký	70,1	42	60,5	6	48	9,52	0,00	8,33
Mor.slezský	62,9	208	67,4	14	222	0,48	0,00	0,45
Zlínský	60,3	61	62,7	10	71	0,00	0,00	0,00
Celkem					1391			3,81

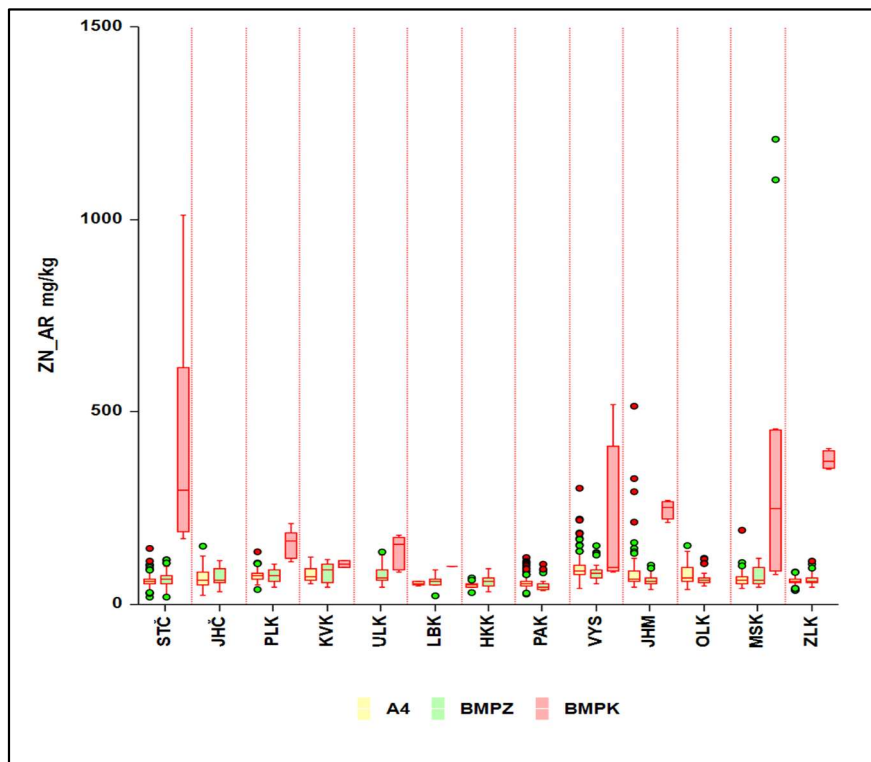
Mediány obsahů zinku (Zn) v jednotlivých krajích ČR a v celé ČR. Červeně je vyznačena preventivní hodnota obsahu prvku v půdě podle vyhl. č. 153/2016 Sb., (běžné půdy; 1996–2017; mg.kg^{-1} suš.)



Příloha 12 pokračování Zinek (Zn)

Grafické znázornění statistických parametrů obsahu zinku (Zn) v půdách po kalech podle krajů ČR v porovnání s referenčními hodnotami souboru dat BMPZ a BMPK; mg.kg^{-1}

Běžná půda



Lehká půda

