

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně

Sekce zemědělských vstupů



SLEDOVÁNÍ KVALITY ZEMĚDĚLSKÝCH PLODIN PĚSTOVANÝCH NA POZOROVACÍCH PLOCHÁCH BAZÁLNÍHO MONITORINGU PŮD

1997 - 2013

Zpracovali: Mgr. Šárka Poláková, Ph.D.

Ing. Pavel Němec

Ing. Lenka Prášková, Ph.D.

Ing. Ladislav Kubík, Ph.D.

Schválil: Ing. Miroslav Florián, Ph.D.

ředitel Sekce zemědělských vstupů

Brno, leden 2015

Obsah

Obsah.....	2
Úvod	3
Cíle	4
Metodika prací	5
Statistické hodnocení souboru dat	5
Vyhodnocení obsahů prvků v plodinách z hlediska limitních hodnot.....	7
Relativní zastoupení prvků v jednotlivých plodinách.....	8
Mapy obsahů prvků ve vybraných plodinách.....	8
Výsledky.....	9
Statistické hodnocení souboru dat	9
Vyhodnocení obsahů prvků z hlediska limitních hodnot	12
Relativní zastoupení prvků v jednotlivých plodinách.....	14
Závěr	16
Použité zdroje.....	17
Přílohy.....	19

Úvod

Rostliny nás obklopují na každém kroku, ať jsou to pokojové rostliny doma, městská zeleň, volně rostoucí stromy, keře a byliny a v neposlední řadě zemědělské plodiny. Zemědělské plodiny se v České republice pěstují na 3 524 tis. ha (výměra zemědělské půdy), přičemž největší podíl má orná půda (71,0 %) a trvalé travní porosty (27,7 %). Zbývající část tvoří ovocné sady, vinice, chmelnice a zahrady (1,3 %). Je tedy zřejmé, že zemědělské plodiny nás obklopují ve skutečně nezanedbatelné míře. Kromě toho, že i tyto rostliny plní v krajině estetickou funkci, primárně jsou zdrojem potravin a surovin k výrobě potravin. Kvalitu vypěstovaných potravin/surovin je nutno vždy dávat do souvislosti s kvalitou péče o půdu, o porosty a se stavem životního prostředí. Zdravotní stav porostů a obsah různých chemických látek (ať už biogenního nebo antropogenního původu) v pěstovaných plodinách je ovlivněn mnoha faktory a jejich vzájemnými interakcemi (půdní vlastnosti včetně obsahu rizikových prvků a pH, atmosférické vlivy, biotické faktory – zejména druh a varieta rostliny a její zdravotní stav) a přímo ovlivňuje bezpečnost a zdravotní nezávadnost potravin.

Cíle

Dlouhodobý monitoring zemědělských plodin je zaměřen na sledování kvality plodin z hlediska obsahu rizikových látek a prvků v rostlinných pletivech a stanovení průměrných obsahů prvků ve vybraných zemědělských plodinách. Pozornost je zaměřena také na zatížení plodin v oblastech se zvýšenými obsahy prvků v půdě (subsystém kontaminovaných ploch). Zjištěné hodnoty jsou používány jako referenční při místních šetřeních a dílčích projektech.

Metodika prací

Monitoring kvality rostlinné produkce je prováděn od roku 1997 na 52 stálých plochách Bazálního monitoringu půd. Z těchto ploch je 25 součástí základního subsystému a zbylých 27 je součástí subsystému kontaminovaných ploch. Z každé monitorovací plochy jsou každoročně v období zralosti těsně před sklizní odebrány dva směsné vzorky – hlavní produkt (např. zrno, bramborová hlíza) a vedlejší produkt (obilná sláma, nať). Vzorky plodin musí být tvořeny minimálně 10 individuálními odběry. Nadzemní části rostlin se neomývají, u podzemních se provádí omytí od zeminy. Vzorky se po odběru zvážejí a vysuší na vzduchu. Označené, vysušené, zhomogenizované vzorky jsou předávány do příslušné laboratoře k analýzám.

Ve vzorcích jsou stanoveny rizikové prvky (As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, V, Zn).

V letech 2010 - 2013 byly ve vybraných vzorcích stanovovány některé perzistentní organické polutanty (PCB, látky skupiny DDT, HCB, HCH). Vyhodnocení obsahů POPs v rostlinných vzorcích není součástí této zprávy. Zpráva „Závislost obsahů POPs v rostlinách na obsazích POPs v půdě“ je přístupná na www.ukzuz.cz.

Hodnocení dat probíhalo v několika úrovních:

1. Statistické hodnocení souboru dat
2. Vyhodnocení obsahů prvků z hlediska limitních hodnot
3. Relativní zastoupení prvků v jednotlivých plodinách
4. Sestavení map obsahů prvků ve vybraných plodinách

Statistické hodnocení souboru dat

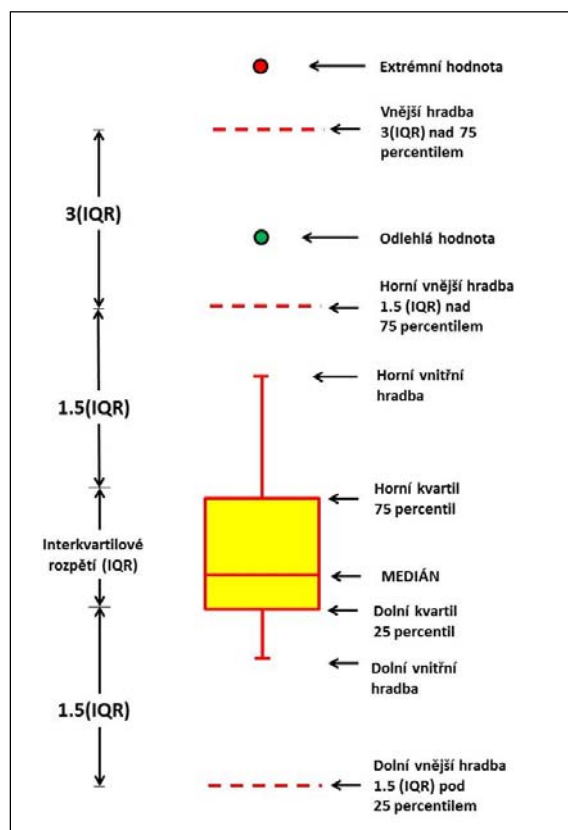
Numerické výsledky analýz byly podrobeny následujícímu statistickému zkoumání:

- Deskriptivní analýza dat – výpočet aritmetického průměru, mediánu, vyhledávání globálních minim a maxim a výpočet 10., 25., 75. a 90. percentilu
- Exploratorní analýza dat – sestavení krabicových diagramů
- Statistické testování středních hodnot dvou výběrových souborů – neparametrické testování významnosti rozdílu Man - Whitneovým testem
- Statistické testování významnosti rozdílu mezi střední hodnotou jednoho výběru a limitní hodnotou Wilcoxonovým jednovýběrovým testem

Do statistického zpracování byly zahrnuty všechny hodnoty stanovených prvků; hodnoty nižší než mez stanovitelnosti (LOQ) byly položeny rovno 1/2LOQ. Pro statistické zpracování byly použity programy MS Excel 2010, NCSS 2001.

Krabicové (box) diagramy byly sestaveny podle následujícího schématu:

Obrázek 1. Struktura box diagramu



Vybraný soubor dat byl statisticky testován pro zjištění, zda existují průkazné rozdíly mezi obsahy vybraných rizikových prvků v plodinách pěstovaných na pozemcích v základním a kontaminovaném subsystému monitoringu. Testování významnosti rozdílů bylo provedeno pomocí neparametrického T-testu (Mann-Whitney) na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Nulová hypotéza souboru H_0 : mediány souborů jsou si rovny. Do testování byly zařazeny následující (v monitoringu nejběžnější) plodiny: ječmen jarní (zrno, sláma), pšenice ozimá (zrno, sláma), řepka ozimá (semeno, sláma), kuřice na siláž a vzorky z trvalých travních porostů (1. seč, 2. seč).

V dalším kroku bylo testováno, zda je střední hodnota souboru vzorků jedné plodiny rovna limitní hodnotě, nebo zda je statisticky významně nižší nebo vyšší než limitní hodnota. K tomuto hodnocení byl použit neparametrický Wilcoxonův jednovýběrový znaménkový test na statistické hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

Nulová hypotéza H_0 : Medián souboru je roven limitní hodnotě.

K ní alternativní hypotézy

- H_{a1} : Medián souboru a limitní hodnota se nerovnájí
- H_{a2} : Medián souboru je nižší než limitní hodnota
- H_{a3} : Medián souboru je vyšší než limitní hodnota

Pro účely uvedeného zadání má praktický význam přijetí alternativní hypotézy H_{a2} (levostranné). Do testování byly zahrnuty všechny vzorky. Vzorky byly rozříděny do skupin na potraviny a krmiva (krmné suroviny, krmné suroviny rostlinného původu, pícniny) a obsahy rizikových prvků byly přepočteny v případě potravin na čerstvou hmotu a v případě krmiv na 88% sušinu. K přepočtům byly použity tabulkové hodnoty sušiny podle Čvančary (1962) a

Zemana (2006). Legislativní podklady hodnocení potravin a krmiv jsou uvedeny v následující kapitole.

Vyhodnocení obsahů prvků v plodinách z hlediska limitních hodnot

Obsahy prvků ve vzorcích odebraných zemědělských plodin byly porovnány s platnými limitními hodnotami pro potraviny a krmiva.

Obsahy vybraných látek a prvků v potravinách upravuje Nařízení komise (ES) č. 1881/2006, ze dne 19. prosince 2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách; požadavky na maximální obsah těžkých kovů v semenech máku setého jsou stanoveny vyhláškou č. 329/1997 Sb., kterou se provádí § 18 odst. 1 písm. a), b), e), f), g) a h) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro škrob a výrobky ze škrobu, luštěniny a olejnatá semena, ve znění pozdějších předpisů.

Podle výše uvedených právních předpisů byly hodnoceny: brambory, hrách (semeno), mák, kukuřice (zrno) a další obiloviny - ječmen, pšenice, triticales, žito.

Hodnocení některých vzorků podle právních předpisů vztahujících se na potraviny bylo provedeno i přesto, že podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 178/2002 ze dne 28. ledna 2002, kterým se stanoví obecné zásady a požadavky potravinového práva, pojem „potravina“ nezahrnuje (mimo jiné) rostliny před sklizní.

Maximální limity obsahů prvků v potravinách se vztahují k obsahům v čerstvé hmotě. K přepočtu na čerstvý vzorek byly použity tabulkové hodnoty sušiny (Čvančara 1962).

Kvalita krmiv se posuzuje na základě směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/32/ES, ze dne 7. května 2002, o nežádoucích látkách v krmivech, Nařízení komise (EU) č. 574/2011, ze dne 16. června 2011, kterým se mění příloha I směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/32/ES, pokud jde o maximální limity dusitanů, melaminu, Ambrosia spp. a o křížovou kontaminaci určitými kokcidiostatiky a histomonostatiky, a kterým se konsolidují přílohy I a II uvedené směrnice a podle Nařízení komise (EU) č. 1275/2013, ze dne 6. prosince 2013, kterým se mění příloha I směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/32/ES, pokud jde o maximální obsahy arsenu, kadmia, olova, dusitanů, hořčičného oleje těkavého a škodlivých botanických nečistot.

Maximální obsah prvku v krmivu je vztažen ke krmivu o vlhkosti 12 %. Výpočet obsahu prvků ve vzorcích o požadované vlhkosti 12 % byl proveden na základě znalostí tabulkových sušin zemědělských plodin (Zeman et al., 2006). Pro stanovení obsahu sušiny v kukuřici na siláž byla použita hodnota 26,3 %. Tato hodnota odráží průměrný obsah sušiny v odebraných vzorcích kukuřice (rozsah hodnot 14 – 34 % sušiny), které byly odebrány v průběhu celého uvedeného období.

Podle Nařízení komise (EU) č. 574/2011, o nežádoucích látkách v krmivech, byly hodnoceny vzorky jetelotravní směsky, trvalých travních porostů, kukuřice na siláž, krmné směsky, sláma obilovin (ječmene, pšenice, triticales a ovesa), chrást cukrové řepy, sláma pelušky a zrno pšenice a kukuřice. Poslední uvedené byly tedy hodnoceny jak z hlediska potravin, tak z hlediska krmiv (pšenice – zrno, kukuřice – zrno).

Relativní zastoupení prvků v jednotlivých plodinách

K posouzení procentuálního zastoupení prvků v pěstovaných plodinách byly použity střední hodnoty (mediány) obsahů prvků v dané plodině. Z dostupných dat je patrné vysoké zastoupení mědi (Cu) a zinku (Zn) v rostlinných pletivech, které činí 9 - 20 %, resp. 55 - 90 % obsahu analyzovaných prvků. Z tohoto důvodu byla celá škála stanovených prvků použita pro hodnocení a konstrukci grafů pouze u vybraných plodin a to s ohledem na subsystém monitoringu (základní x kontaminovaný).

Grafy pro všechny typy plodin byly sestaveny s vyloučením Cu a Zn, tedy pouze pro As, Be, Cd, Co, Cr, Hg, Mo, Ni, Pb, V a to pro oba subsystémy monitoringu společně.

Mapy obsahů prvků ve vybraných plodinách

Pro vybrané plodiny byly zkonstruovány mapy pro názorné zobrazení prostorového rozložení obsahů prvků na území ČR. Obsahy prvků ve vybraných plodinách (významné hospodářské plodiny - brambory, mák, pšenice, ječmen, kukuřice na siláž) jsou uvedeny buď v čerstvé hmotě, nebo jako 88% sušina podle toho, zda se jedná o potravinu nebo krmivo. V čerstvé hmotě jsou vyjádřeny obsahy prvků v bramborách, máku, pšenici a ječmeni, v 88% sušině jsou uvedeny obsahy prvků v kukuřici na siláž.

Výpočet stupnic legend map pro hodnocené prvky a vybrané plodiny

Datovou základnou pro výpočet stupnic mapových legend popisujících rozložení obsahů prvků v rostlinném materiálu byly analytické výsledky z let 1992 – 2013.

Dvě skupiny dat - dva kroky zpracování dat:

První skupinou dat byla celá databáze všech výsledků sledovaných prvků u vybraných plodin. Z této databáze se pomocí statistického postupu intervalové klasifikace dat v prostředí software R – statistického balíku 'classInt' (R (2011), Bivand (2009)) odvodila metodou analýzy kvantilů příslušná reprezentativní stupnice sledovaného prvku, která byla dále expertní korekcí výsledků výpočtů finalizována.

Druhou skupinou dat, použitou pro mapové zobrazení obsahů prvků ve vybraných plodinách, jsou průměrné hodnoty obsahů prvků na pozorovacích plochách s vybranými plodinami. Tyto obsahy byly pomocí stupnic odvozených výše uvedeným způsobem klasifikovány a zobrazeny v pětistupňové škále na území ČR.

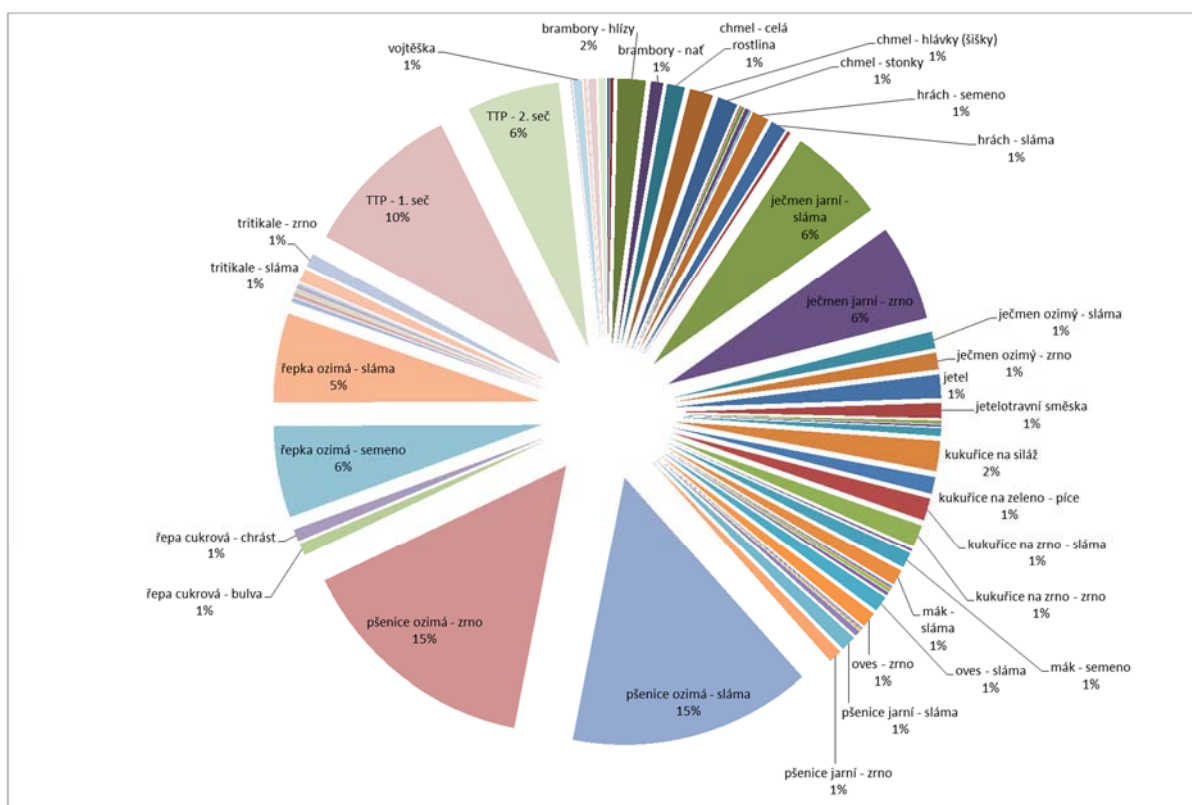
Škála legendy mapového zobrazení směřuje postupně k hodnotám překračujícím stanovené legislativní limity (jsou – li stanoveny), a nebo naznačuje výskyt možných extrémních hodnot.

Výsledky

Statistické hodnocení souboru dat

V letech 1997 - 2013 bylo odebráno a analyzováno celkem 1481 rostlinných vzorků (725 vzorků ze základního subsystému, 756 vzorků ze subsystému kontaminovaných ploch). Ve všech vzorcích byla stanovena sušina a celkový obsah rizikových prvků As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, V, Zn. **Nejvíce jsou zastoupeny vzorky pšenice (231), ječmene 103), řepky (162) a trvalých travních porostů - TTP (226).** Vysoký počet vzorků TTP lze logicky zdůvodnit pravidelnými každoročními odběry vzorků na vybraných plochách.

Obrázek 2. Typy odebíraných vzorků zemědělských plodin a jejich procentuální podíl z celkového počtu odebraných vzorků (jmenovitě jsou uvedeny pouze vzorky, jejichž zastoupení je větší než 1 %).



Pro všechny stanovené prvky je vypočtená **základní statistika** (příloha 1). Pro všechny typy rostlinného materiálu/plodin jsou vypočteny mediány a průměrné obsahy stanovených prvků. Střední hodnoty obsahů rizikových prvků se v závislosti na jednotlivých typech rostlinného materiálu mohou výrazně lišit (příloha 2).

Pro vybrané prvky (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Zn) a plodiny byly sestaveny grafy **obsahů prvků v plodinách** (příloha 3).

Intenzita akumulace prvků v rostlinách je různá v závislosti na prvku, fyzikálně-chemických vlastnostech půdy, druhu rostliny, její vegetační části i zdravotním stavu (Němeček et Podlešáková, 2001, Mengel et Kirkby, 1987, Cobb et al., 2000, Georgieva et al., 1997, Golia et al., 2005). Tabulka 1 zobrazuje rozdílné obsahy v půdách ze dvou zahraničních literárních zdrojů, na kterých byly pěstovány pšenice a žito. Jedná se o vzorky (půdní i rostlinné)

z Německa a Číny, přičemž rostlinné vzorky (tabulka 2) vykazují nejvyšší hodnoty obsahů prvků. Pro srovnání jsou v tabulce 1 uvedeny také střední hodnoty obsahů prvků v půdách BMP kontaminovaného subsystému. Obsahy prvků v půdách uváděné Gramss et Voight (2012) značně převyšují obsahy stanovené v rámci monitoringu v ČR a lze je tedy považovat za velmi důležitý faktor ovlivňující transfer prvků v systému půda - rostlina. Na druhé straně obsahy prvků v půdách uvedené Dong et al. (2012) odpovídají běžným obsahům prvků v půdách ČR a za vysoké obsahy prvků v plodinách (pšenice) bude zodpovědný jiný faktor - např. forma prvku v půdě, pH půdy. (Nicméně v tomto případě se jedná o půdu navezenou v mocnosti 40 - 45 cm na plochy po těžbě uhlí v rámci rekultivačních opatření. Pod navezenou zeminou se nachází buď popílek nebo hlušina.)

Tabulka 1: Obsahy vybraných prvků v půdách (mg.kg^{-1} suš., Německo, ČR - extrakce lučavkou královskou; Čína - extrakce $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$)

Země	Zdroj	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Německo (kont.)	Gramss, Voigt, 2012	156	41,3	20,3	283	-	40,8	150	3005
Čína - hlušina	Dong, et al., 2012	24,3	0,4	44,5	31,9	0,034	-	12,9	91,4
Čína - popílek	Dong, et al., 2012	14,3	0,22	31,5	17,7	0,015	-	4,49	48,2
ČR (kont.)	Poláková, et al., 2010	36,7	1,13	38,2	36,0	0,153	26,2	57,3	174

V tabulce 2 jsou uvedeny střední hodnoty obsahů rizikových prvků ve vybraných plodinách publikované v různých literárních zdrojích. Nejčastěji sledovanými parametry byly Cd a Pb. Téměř všechny literární hodnoty obsahu Cd jsou vyšší než hodnoty získané z monitoringu plodin v České republice. Vyšší jsou také literární údaje pro téměř všechny uvedené prvky v pšenici, ječmeni, žitu i ovsu; vyšší jsou i obsahy Cd a Pb v trvalých travních porostech. U brambor jsou literární údaje srovnatelné s výsledky BMP.

O obsazích prvků stanovených v zemědělských plodinách v rámci dlouhodobého monitoringu lze uvést, že v případě Be, Co a také Pb se většina naměřených hodnot (více než 50 %) vyskytuje pod limitem stanovitelnosti. Obsahy Cu a Zn leží vždy nad limitem stanovitelnosti.

Nejvyšší obsahy prvků jsou nalézány především ve vegetativních částech rostlin, a to jak v krmných surovinách (jetel, jetelotravní směsky, kukuřice na siláž), tak ve slámě či suché nati (bramborová nať, obilná sláma, řepný chrást, okurkové listy). Vysoké obsahy některých prvků byly překvapivě zjištěny také v generativních částech některých plodin (mák, slunečnice).

Nejvyšší obsahy As byly zjištěny v máku (v semeni i slámě) a okurkových listech. Kromě As, byly v okurkových listech nalezeny také vysoké a velmi často nejvyšší střední obsahy Be, Co, Cu, Mo, Pb, V a Hg. Nejvyšší střední obsahy Cd byly nalezeny ve slámě hořčice, bobu a tritikale. Nejvyšší obsah Co, stejně jako dalších prvků (Cr, Ni, V), je v bramborové nati. Vysoké střední obsahy Cr jsou typické pro slámu tritikale, pšenice a kukuřice (a pro bramborovou nať zmiňovanou výše). Absolutně nejvyšší obsahy Cu byly stanoveny v rostlinách chmele; vysoké obsahy byly stanoveny také ve slunečnici (v semeni i slámě) a semeni máku, dále v bobu (v semeni), okurce (v listu i plodu), jeteli a jetelotravních směskách. Vysoké střední obsahy Mo byly (kromě okurek) nalezeny také v semeni hrachu, jetelotravních směskách, hořčičné slámě a slámě slunečnicové. Nejvyšší střední obsahy Ni byly nalezeny v bramborové nati, jak je uvedeno výše; vysoké obsahy byly netypicky nalezeny také v semenech bobu, slunečnice, sójových zrnech a ovsu. Ve slámě bobu, tritikale a žita se nalézají nejvyšší střední obsahy Pb;

vysoké koncentrace jsou také v máku (v semenech), sójových bobech a jetelotravních směskách. V semenech i slámmě bobu, máku, slunečnice, hořčice a tritikale nalézáme vysoké střední obsahy Zn.

Tabulka 2: Střední obsahy vybraných rizikových prvků v zemědělských plodinách (mg.kg⁻¹ suš.)

Plodina	Zdroj	Země	Poč. vz.	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Pšenice - zrno	Pruvot, et al., 2006	Francie (kont. pl.)	26		0,37						0,75	
		Francie (refer. pl.)	2		0,13						0,23	
	Dong, et al., 2012	Čína (hlušina)	15		0,09		3,21	6,17			0,13	44,4
		Čína (popílek)	15		0,18		1,37	4,06	0,001			33,0
		Čína (refer. plochy)	15		0,14		2,34	5,29	0,003			39,1
	Milačič, Kralj, 2003	Slovinsko	n		0,06		0,09	5,19		<0,2	< 0,2	24,4
	Gramss, Voigt, 2012	Německo (kont. pl.)	n	0,218	2,30		0,03	11,9		1,27	0,08	170
		Německo (refer. pl.)	n	<0,08	0,05			12,5				40,4
	Radomskaya, et al., 2008	Rusko (Amurská o.)	14		0,03	0,13	0,3	3,77		0,33	0,3	22,5
Pšenice - sláma	Dong, et al., 2012	Čína (hlušina)	15	0,15	0,15		13,5	4,15	0,02		0,61	27,9
		Čína (popílek)	15	0,16	0,2		15,8	2,24	0,02		0,85	22,9
		Čína (refer. pl.)	15	0,13	0,24		20,9	3,84	0,02		0,28	37,5
Ječmen - zrno	Pruvot, et al., 2006	Francie (kont. pl.)	14		0,14						2,09	
		Francie (refer. pl.)	3		0,02						<LOQ	
Žito - zrno	Gramss, Voigt, 2012	Německo (kont. pl.)	n	<0,08	1,72		0,03	8,21		0,81	0,09	207
		Německo (refer. pl.)	n	<0,08	<0,02			5,09				24,8
oves zrno	Radomskaya, et al., 2008	Rusko (Amurská o.)	9		0,04	0,19	0,47	8,01		1,64	0,5	50,6
Kukuřice - zrno	Pruvot, et al., 2006	Francie (kont. pl.)	38		0,06						0,28	
		Francie (refer. pl.)	1		0,02						<LOQ	
	Zarcinas, et al., 2004	Thajsko	19	<0,04			0,02	0,16	0,002	0,07	0,01	1,9
	Radomskaya, et al., 2008	Rusko (Amurská o.)	4		0,01	0,07	0,09	2,52		0,18	0,07	3,53
soja zr	Radomskaya, et al., 2008	Rusko (Amurská o.)	6		0,03	0,32	0,04	7,61		2,84	0,33	20,9
brambory	Pruvot, et al., 2006	Francie (kont. pl.)	7		0,36						0,08	
		Francie (refer. pl.)	3		0,24						0,08	
	Milačič, Kralj, 2003	Slovinsko	n		0,39		0,218	6,37		<0,2	< 0,2	17
	Marković, et al., 2010	Srbsko (Vertisol)	n		0,34			2,14			0,80	20,4
	Golija, et al., 2008	Řecko (Alfisols)			0,05		0,46	0,58		0,40	0,31	0,89
		Řecko (Endisols)			0,03		0,36	0,40		0,23	0,31	0,80
		Řecko (Vertisols)			0,01		0,40	0,49		0,32	0,20	0,74
zelí	Zarcinas, et al., 2004	Thajsko	7	0,83	0,10		0,40	3,00	0,04	0,80	0,20	14,00
	Milačič, Kralj, 2003	Slovinsko	n		0,044		0,07	3,66		<0,2	<0,2	18,4
	Marković, et al., 2010	Srbsko (Vertisol)	n		0,12			21,9			2,78	14,6
		Srbsko (Fluvisol)	n		1,01			29,9			3,30	174
TTP	Pruvot, et al., 2006	Francie (kont. pl.)	12		26,4						1036	
		Francie (refer. pl.)	6		0,73						14,9	
	Radomskaya, et al., 2008	Rusko (Amurská o.)	4		0,08	0,23	0,89	1,73		0,93	1,39	7,37

n - neuvedeno

Obsahy prvků v plodinách, resp. rozsah stanovených hodnot může být také graficky vyjádřen pomocí **box-diagramu**. Kromě rozložení dat v souboru (pomocí minima, maxima, mediánu a dolního a horního kvartilu) indikuje box-diagram také odlehle hodnoty a extrémy (příloha 4).

V dalším kroku bylo testováno, zda mezi obsahy prvků v plodinách pěstovaných v základním a kontaminovaném subsystému existuje shoda, či nikoli. Testování bylo provedeno pomocí **neparametrického Mann – Whitneova testu** pro nejčastěji pěstované plodiny (pšenice ozimá, ječmen jarní, řepka ozimá, kukuřice na siláž, TTP). Obsahy sledovaných prvků v plodinách pěstovaných na pozemcích v subsystému kontaminovaných ploch jsou téměř vždy vyšší než v plodinách ze základního subsystému, přičemž průkazné rozdíly se týkají především kadmia a zinku, ale také arzenu, mědi, berylia a olova. V zrně ječmene byl nalezen průkazný rozdíl u chromu; ale v tomto případě byly obsahy vyšší ve vzorcích ze základního subsystému (tabulka 3).

Průkazné rozdíly mezi obsahy prvků v plodinách ze základního a kontaminovaného subsystému nebyly nalezeny u kobaltu, rtuti, molybdenu, niklu a vanadu.

Tabulka 3: Průkazné rozdíly v obsahích prvků ve vzorcích ze základního a kontaminovaného subsystému monitoringu (Mann-Whitney, $\alpha = 0,05$)

Plodina	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	V	Zn
ječmen - sláma	*	--	*	--	--	--	--	--	--	--	--	*
ječmen - zrno	--	--	*	--	*	*	--	--	--	--	--	*
kukuřice na siláž	--	--	*	--	--	--	--	--	--	--	--	--
pšenice - sláma	--	--	*	--	--	*	--	--	--	--	--	*
pšenice - zrno	*	--	*	--	--	--	--	--	--	--	--	*
řepka - semeno	--	--	*	--	--	--	--	--	--	--	--	*
řepka - sláma	*	--	*	--	--	--	--	--	--	*	--	--
TTP - 1. seč	--	*	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
TTT - 2. seč	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

* statisticky významný rozdíl

Z uvedeného vyplývá, že v případě některých plodin a některých prvků jsou mezi plodinami z jednotlivých subsystémů průkazné rozdíly.

Dále bylo testováno, zda lze všeobecně očekávat u některých plodin nadlimitní obsahy prvků. Za tímto účelem byl na data aplikován Wilcoxonův test, jehož výsledky shrnuje příloha 5. U všech testovaných plodin, či skupin plodin, byla nulová hypotéza rovnosti mediánů a limitních hodnot zamítnuta. Lze konstatovat, že medián souboru je statisticky významně nižší než limitní hodnota, což znamená, že převážná většina obsahů příslušného rizikového prvku je významně nižší než limitní hodnota.

Vyhodnocení obsahů prvků z hlediska limitních hodnot

Maximální limity / obsahy prvků v potravinách a krmivech jsou uvedeny v přílohách 6 a 7. Celkem byly ve 160 případech (z celkem 441 hodnocených vzorků) překročeny hodnoty maximálních limitů pro potraviny a v 58 případech (z 993 hodnocených vzorků) maximální obsahy v krmivech (tabulka 4). V drtivé většině případů došlo k překročení limitu u vzorků odebraných z pozemků v subsystému kontaminovaných ploch. Podrobnější informace k nadlimitním vzorkům jsou uvedeny v příloze 8.

Vzhledem k vysokému podílu vzorků pšenice a ječmene na celém souboru vzorků (obrázek 2) nepřekvapí skutečnost, že nejvíce nadlimitních vzorků vykazuje právě pšenice a ječmen.

Vysoký počet nadlimitních vzorků pšenice je v souladu s vysokými středními obsahy těchto prvků (viz příloha 2). V případě kadmia je ve vzorcích **jarní pšenice** z kontaminovaných ploch jak medián, tak průměr vyšší, než platná limitní hodnota ($0,2 \text{ mg.kg}^{-1}$ čerstvé hm.), přičemž pro pšenici je tato limitní hodnota (nejvyšší přípustné množství obsahu prvku v potravinách) dvojnásobná ve srovnání s ostatními obilovinami ($0,1 \text{ mg.kg}^{-1}$ čerstvé hm.). Jak je uvedeno v předchozí kapitole, mediány obsahů olova v pšenici jsou statisticky významně nižší, než je limitní hodnota. Ovšem průměrný obsah olova ve vzorcích zrna jarní pšenice ze **základního** subsystému je $0,54 \text{ mg.kg}^{-1}$ suš. (příloha 2) a je tedy jasné, že se v souboru vyskytují vzorky s obsahem olova několikanásobně převyšujícím stanovené přípustné množství. Ve vzorcích zrna **ozimé pšenice** jsou střední obsahy kadmia a olova nižší, než je limit, nicméně ne o mnoho. Velmi názorné jsou z tohoto pohledu box diagramy v příloze 4.

Střední obsahy kadmia v zrnu **jarního i ozimého ječmene** jsou nižší než stanovená limitní hodnota, a stejně tak i medián obsahu olova. Průměrný obsah olova v jarním i ozimém ječmeni ze **základního** subsystému je po přepočtu na čerstvou hmotnost vyšší, než povolené nejvyšší přípustné množství v potravinách. Rozdíly mezi hodnotami mediánu a průměru indikují přítomnost vzorků s velmi vysokými obsahy olova. O rozložení hodnot obsahů olova a kadmia ve vzorcích ječmene informují např. box diagramy v příloze 4.

Celkem vzorků - 1481, z toho nejvíce pšenice 231 a ječmene 103 (zrno)

Tabulka 4: Typ a počet vzorků překračujících limitní hodnoty pro potraviny (Nařízení komise (ES) č. 1881/2006) a krmiva (nařízením komise (EU) č. 574/2011)

Prvek	Potraviny	Krmiva
As	Mák - 2 vz.	Obilná sláma – 9 vz. Obiloviny (zrno) - 2 vz. Krmné směsky – 1 vz. Kukuřice (píce, siláž) - 1 vz. Řepný chrást – 1 vz.
Cd	Obiloviny (vč. pšenice) – 66 vz. Mák - 3 vz.	Obilná sláma – 9 vz. Kukuřice (píce, siláž) – 2 vz. Travní porost – 1 vz. Peluška - 1 vz. Řepný chrást – 1 vz.
Hg	Mák - 2 vz.	Travní porost – 6 vz. Jetelotravní směska – 4 vz. Krmné směsky - 1 vz. Obilná sláma – 3 vz.
Pb	Obiloviny – 83 vz. Brambory – 2 vz. Hrách – 1 vz. Mák - 1 vz.	Kukuřice (píce, siláž) - 1 vz . Obilná sláma – 14 vz. Peluška - 1 vz.

Relativní zastoupení prvků v jednotlivých plodinách

Rostliny, jako všechny živé organismy, jsou tvořeny zejména H, C, O, N, ale v jejich pletivech se vyskytuje celá škála dalších prvků. Prvky, které jsou pro růst a vývoj rostlin nezbytné, jsou tzv. prvky biogenní. Tyto prvky lze podle jejich zastoupení v rostlinném pletivu rozdělit na (Vaněk et al., 1998):

- Makroelementy H, C, O, N, P, K, Mg, Ca, S, Fe
- Mikroelementy Mn, Cu, Zn, B, Mo
- Užitečné prvky Na, Cl, Si, Al, V, Ti, ...
- Ostatní prvky

Kromě tohoto dělení existuje ještě několik dalších způsobů dělení prvků, prováděných např. na základě jejich fyziologických, biochemických, nebo chemických vlastností. Výběr prvků do těchto skupin se však provádí především z hlediska jejich výživářské hodnoty.

Dlouhodobý monitoring rostlin je zaměřen na sledování případné kontaminace plodin rizikovými prvky, a proto škála stanovovaných prvků nezahrnuje základní stavební kameny živých organismů (H, C, O, N) ani základní živiny (P, K, Mg, Ca, S), ani žádné další živiny s výjimkou Cu a Zn (které zahrnujeme do skupiny mikroelementů a současně rizikových prvků).

Program dlouhodobého monitoringu zemědělských plodin je soustředěn na As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, V, Zn a Hg. Jak je zmíněno v předchozí části, rozsah obsahů prvků v odebraných vzorcích je uveden v příloze 1; střední hodnoty obsahů prvků v jednotlivých plodinách v příloze 2. Procentuální zastoupení stanovených prvků v odebraných rostlinách uvádí tabulka 5.

Tabulka 5. Relativní zastoupení rizikových prvků v rostlinách odebraných v rámci BMP (1992 - 2013; %)

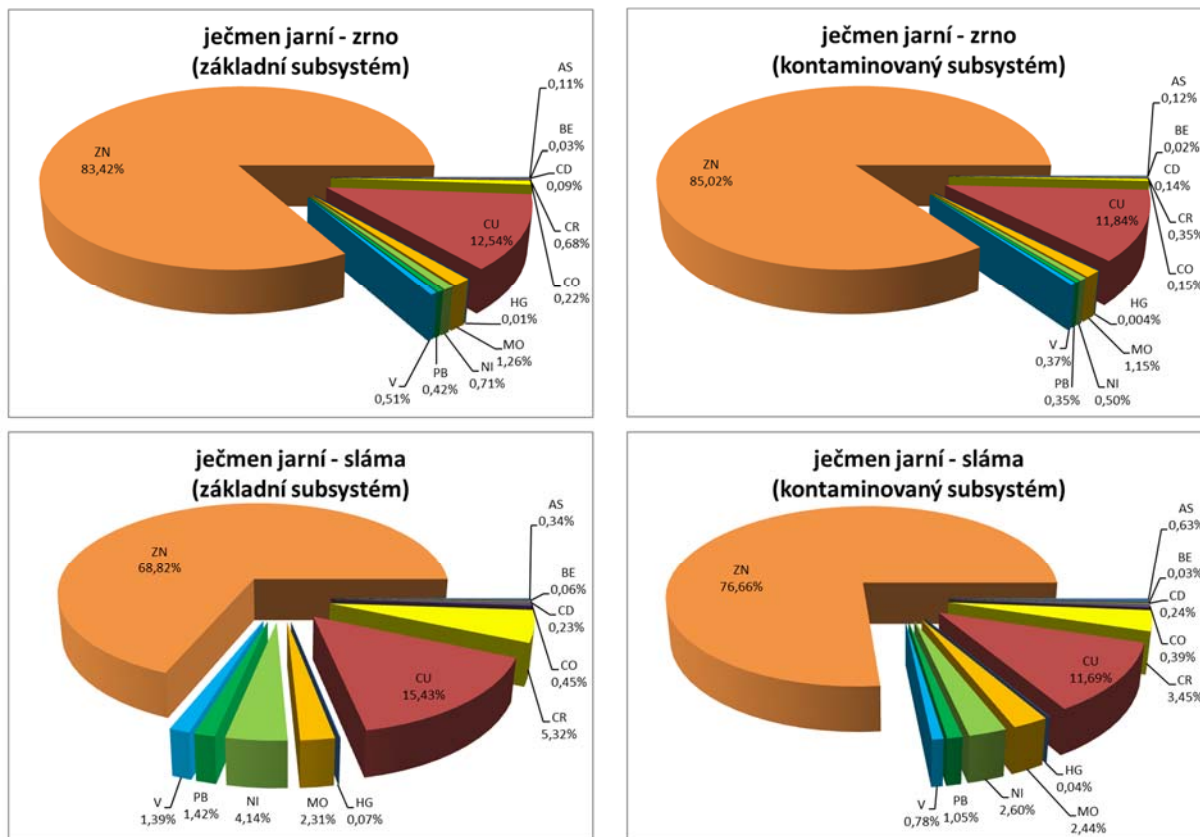
Subsystém	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	V	Zn
základní	0,16	0,03	0,20	0,28	1,19	12,47	0,03	1,79	2,27	0,70	0,64	80,24
kontaminovaný	0,22	0,02	0,34	0,20	0,98	10,40	0,02	1,47	2,01	0,69	0,46	83,18

Z tabulky vyplývá, že Cu a Zn dohromady tvoří až 90% podíl (v rámci uvedené skupiny prvků). Ve skupině analyzovaných prvků se nachází ještě jedna živina - molybden (Mo). Podíl molybdenu je cca 1,5 %. Nad hranici 1 % se nalézá ještě nikl (Ni) - cca 2 %. Podíl ostatních stanovených prvků je menší než 1 %.

Rozložení prvků v plodinách je graficky zpracováno formou koláčových grafů pro nejběžnější pěstované plodiny - pšenici, řepku, kukuřici na siláž, TTP (příloha 9) a ječmen jarní (obrázek 3). Jak je vidět z příkladu jarního ječmene, odlišují se od sebe části rostlin (generativní orgány - zrno x vegetativní orgány - sláma), přičemž rozdíly mezi základním a kontaminovaným subsystémem jsou nevýrazné a to i v případech, kdy byly zjištěny statisticky významně vyšší obsahy prvku ve vzorcích z kontaminovaného subsystému (viz tabulka 3). Podobné zastoupení prvků lze vypočítat u generativních orgánů (zrno ječmene, pšenice, řepky) a u zelených rostlin (kukuřice na siláž, TTP). Jistou podobnost lze vysledovat u slámy ječmene a řepky. Pšeničná sláma vykazuje proti ostatním vzorkům zvýšený podíl chromu (Cr), molybdenu (Mo) a niklu (Ni) na úkor zinku (Zn) a mědi (Cu).

V příloze 10 jsou vyobrazeny koláčové grafy znázorňující podíl prvků ve všech vzorkovaných plodinách bez Cu a Zn, aby bylo možno lépe sledovat rozdílné zastoupení rizikových prvků ve vzorcích.

Obrázek 3. Relativní zastoupení prvků v jarním ječmeni (%)



Závěr

V období 1997 - 2013 bylo odebráno a analyzováno 1481 vzorků rostlin. Ve vzorcích byla provedena prvková analýza (As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, V, Zn) a stanovení sušiny. Velké množství zjištěných hodnot, zejména Be, Co a Pb se nachází pod limitem stanovitelnosti. Nejvyšší obsahy prvků jsou obecně nalézány ve vegetativních částech rostlin, ale překvapivě také v semenech máku a slunečnice.

Maximální obsahy prvků (As, Cd, Hg, Pb) v krmných surovinách byly překročeny ve 58 případech (především v obilné slámě). Ve 160 případech byly překročeny maximální limity obsahu prvku (As, Cd, Hg, Pb) v potravinách (zejména v obilovinách).

Testování shody obsahů prvků v plodinách pěstovaných v základním subsystému a v subsystému kontaminovaných ploch bylo provedeno pro nejčtenější skupiny plodin - ječmen (zrno, sláma), pšenici (zrno, sláma), řepku (semeno, sláma), kukuřice na siláž a trvalé travní porosty (TTP - 1. seč, 2. seč) a pro všechny stanovené prvky. Obsahy prvků v plodinách z kontaminovaného subsystému jsou téměř vždy vyšší než v plodinách ze subsystému základního. Statisticky významně vyšší obsahy prvků v plodinách z kontaminovaných ploch byly potvrzeny pro všechny plodiny s výjimkou TTP u Cd a v pšenici, ječmeni a řepkovém semeni u Zn. U Co, Hg, Mo, Ni a V byla potvrzena shoda obsahů uvedených prvků v plodinách mezi základním a kontaminovaným systémem.

Dále bylo testováno, zda lze všeobecně očekávat u některých plodin nadlimitní obsahy prvků. Lze konstatovat, že medián souboru je statisticky významně nižší než limitní hodnota, což znamená, že převážná většina obsahů příslušného rizikového prvku je významně nižší než limitní hodnota.

Další oblastí zájmu bylo zpracování podílu jednotlivých rizikových prvků v odebraných plodinách. Z práce vyplývá, že největší podíl v rámci uvedené skupiny prvků zaujímají živiny - Cu a Zn. Tyto dva prvky dohromady tvoří přibližně 90% podíl. Více než 1 % podílu zaujímá Ni (cca 2 %) a Mo (cca 1,5 %). Odlišnosti je možné nalézt mezi částmi rostlin (generativní x vegetativní orgány) spíše, než mezi základním a kontaminovaným subsystémem.

Pro významné hospodářské plodiny by zkonstruovány mapy průměrných obsahů prvků.

Použité zdroje

- Cobb, G., P., Sands K., Waters, M., Wixson, B., G., DorwardKing, E. Accumulation of heavy metals by vegetables grown in mine wastes. *Environ Toxicol Chem*, **2000**, 19 (3), 600–607.
- Čvančara, F. *Zemědělská výroba v číslech*, I. díl., **1962**, SZN Praha.
- Dong, J., Yu, M., Bian, Z., Zhao, Y., Cheng, W. The safety study of heavy metal pollution in wheat planted in reclaimed soil of mining areas in Xuzhou, China. *Environ. Earth Sci*, **2012**, 66, 673–682.
- Georgieva, V., Tasev, C., Sengalevitch, G. Growth, yield, lead, zinc and cadmium content of radish, pea and pepper plants as influenced by level of single and multiple contamination of soil. III. Cadmium. *Bulg. J Plant Physiol*, **1997**, 23 (1–2), 12–23.
- Golia, E., E., Dimirkou, C., A., Mitsios, C., I., K. Influence of Some Soil Parameters on Heavy Metals Accumulation by Vegetables Grown in Agricultural Soils of Different Soil Orders. *Bull Environ Contam Toxicol*, **2005**, 81, 80–84.
- Gramss, G., Voigt, K.-D. (2013): Regulation of heavy metal concentrations in cereal grains from uranium mine soils. *Plant Soil*, **2013**, 364, 105–118.
- Lhotská, D., Fiedlerová, M. Snížil se podíl orné půdy, zlepšila se užitkovost. *Statistika a my*, **2014**, 4 (07-08), 24-26
- Marković, M., Cupać, S., Durović, R., Milinović, J., Kljajić, P. Assessment of heavy metal and pesticide levels in soil and plant products from agricultural area of Belgrade, Serbia. *Arch Environ Contam Toxicol*, **2010**, 58, 341–351.
- Mengel, K., Kirkby, E. A. *Principles of Plant Nutrition*. International Potash Institute, Basel, **1987**, 687 p. ISBN 3-906 535 03 7
- Milačič, R., Blaž, K. Determination of Zn, Cu, Cd, Pb, Ni and Cr in some Slovenian foodstuffs. *Eur Food Res Technol*, **2003**, 217, 211–214.
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 178/2002 ze dne 28. ledna 2002, kterým se stanoví obecné zásady a požadavky potravinového práva, zřizuje se Evropský úřad pro bezpečnost potravin a stanoví postupy týkající se bezpečnosti potravin
- Nařízení komise (ES) č. 1881/2006, ze dne 19. prosince 2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách
- Nařízení komise (EU) č. 1275/2013, ze dne 6. prosince 2013, kterým se mění příloha I směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/32/ES, pokud jde o maximální obsahy arsenu, kadmia, olova, dusitanů, hořčičného oleje těkavého a škodlivých botanických nečistot
- Nařízení komise (EU) č. 574/2011, ze dne 16. června 2011, kterým se mění příloha I směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/32/ES, pokud jde o maximální limity dusitanů, melaminu, Ambrosia spp. a o křížovou kontaminaci určitými kokcidostatiky a histomonostatiky, a kterým se konsolidují přílohy I a II uvedené směrnice, ve znění pozdějších předpisů

- Němeček, J. - Podlešáková, E. The main features of the transfer of trace elements into plants. *Rostlinná výroba*, **2001**, 47 (1), 7-13
- Poláková, Š., Kubík, L., Malý, S., Němec, P. *Monitoring zemědělských půd v České republice, 1992 - 2007*. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno, **2010**, 118 p. ISBN 978-80-7401-041-5
- Pruvot, Ch., Douay, F., Hervé, F., Waterlot, Ch. Heavy Metals in Soil, Crops and Grass as a Source of Human Exposure in the Former Mining Areas. *J Soils Sediments*, **2006**, 6 (4), 215 – 220.
- Pruvot, Ch., Douay, F., Hervé, F., Waterlot, Ch. Heavy Metals in Soil, Crops and Grass as a Source of Human Exposure in the Former Mining Areas. *J Soils Sediments*, 2006, 6 (4), 215 – 220.
- Radomskaya, V.I., Radomskii, S.M., Kuimova, N.G., Gavrilova, G.A., Putintsev, D.V. (2008): Heavy metals in the landscape objects of the Southern Zeya-Bureya Plain. *Sibirskii Ekologicheskii Zhurnal*, **2008**, 15 (6), 841–849.
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/32/ES, ze dne 7. května 2002, o nežádoucích látkách v krmivech
- Vaněk, V., Balík, J., Němeček, R., Pavlíková, D., Tlustoš, P. *Výživa a hnojení polních plodin, ovoce a zeleniny*. Farmář - zemědělské listy, Praha, **1998**. 124 p. ISBN 80-902413-1-X
- Vyhláška č. 329/1997 Sb., kterou se provádí § 18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro škrob a výrobky ze škrobu, luštěniny a olejnatá semena, ve znění pozdějších předpisů
- Zarcinas, B., A., Pongsakul, P., McLaughlin, M., J., Cozens, G. Heavy metals in soils and crops in southeast Asia. 2. Thailand. *Environ. Geochem. and Health*, **2004**, 26, 359–371.
- Zeman, L.; et al. *Výživa a krmení hospodářských zvířat*, 1.st ed.; Profi Press, s. r. o. Praha, **2006**. 358 p. ISBN 80-86726-17-7

Přílohy

Příloha 1. Deskriptivní statistika výsledků prvkové analýzy rostlin v základním a kontaminovaném subsystému monitoringu (1997 – 2013; mg.kg⁻¹ suš.)

Prvek	Subsystém	Průměr	Min	Max	Percentily				
					10.	25.	50.	75.	90.
As	základní	0,11	<0,01	3,06	0,02	0,03	0,05	0,10	0,23
	kontaminovaný	0,36	<0,01	7,98	0,03	0,05	0,10	0,32	0,87
Be	základní	0,01	<0,01	0,26	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
	kontaminovaný	0,01	<0,01	0,11	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Cd	základní	0,12	<0,01	1,15	0,03	0,04	0,06	0,13	0,22
	kontaminovaný	0,37	<0,01	7,75	0,05	0,08	0,15	0,39	0,74
Co	základní	0,14	<0,01	2,71	0,05	0,06	0,09	0,13	0,19
	kontaminovaný	0,11	<0,01	1,87	0,05	0,05	0,09	0,13	0,16
Cr	základní	1,17	<0,10	15,60	0,11	0,16	0,37	1,55	2,87
	kontaminovaný	1,15	<0,10	12,46	0,10	0,15	0,43	1,48	3,29
Cu	základní	5,00	1,40	41,97	2,26	2,81	3,84	5,88	8,97
	kontaminovaný	20,50	0,89	868,83	2,49	3,24	4,55	7,46	11,27
Hg	základní	0,011	<0,001	0,427	0,001	0,003	0,008	0,013	0,019
	kontaminovaný	0,016	<0,001	0,579	0,001	0,003	0,010	0,015	0,023
Mo	základní	0,75	<0,10	6,30	0,19	0,30	0,55	0,90	1,37
	kontaminovaný	0,94	<0,10	9,60	0,23	0,31	0,65	1,15	1,96
Ni	základní	1,22	<0,20	13,00	0,18	0,30	0,70	1,60	2,54
	kontaminovaný	1,34	<0,20	8,30	0,20	0,30	0,88	1,81	3,20
Pb	základní	0,66	<0,10	26,20	0,10	0,15	0,22	0,43	1,18
	kontaminovaný	1,67	<0,10	42,60	0,10	0,15	0,30	0,68	2,66
V	základní	0,34	<0,01	13,73	0,09	0,15	0,20	0,33	0,58
	kontaminovaný	0,27	<0,01	5,99	0,08	0,15	0,20	0,30	0,41
Zn	základní	25,7	4,2	154,0	8,4	14,2	24,7	32,6	40,6
	kontaminovaný	49,6	6,2	599,0	14,0	24,3	36,4	52,8	75,9

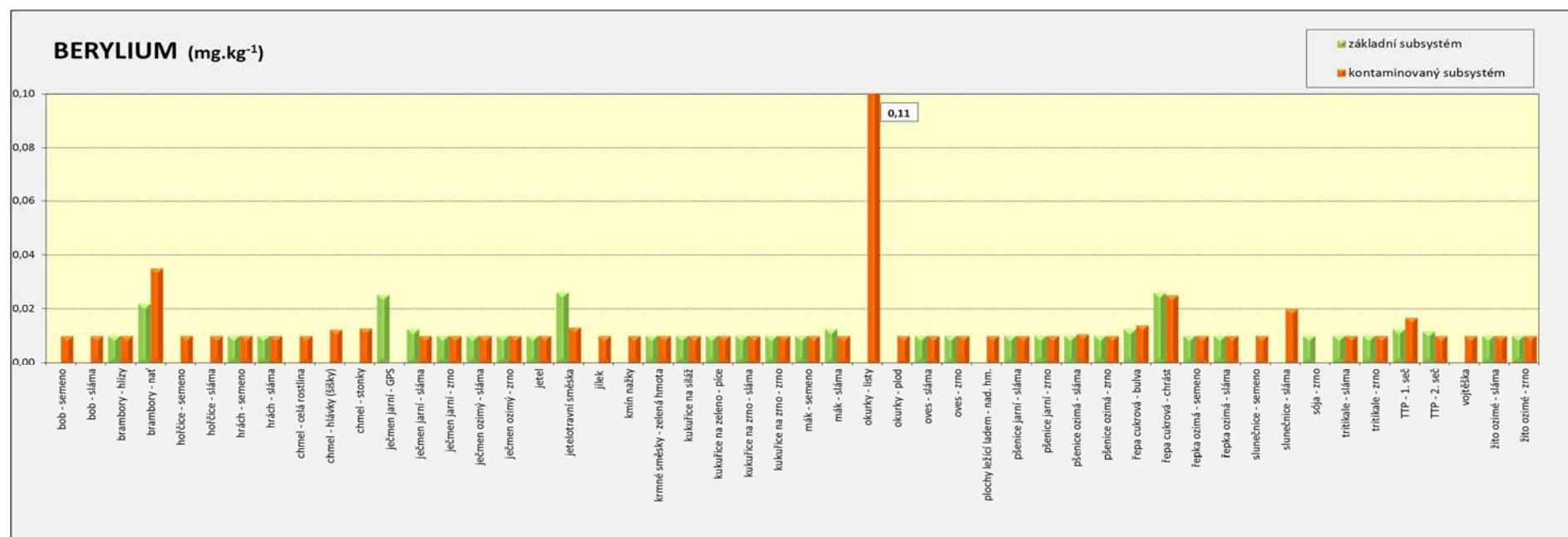
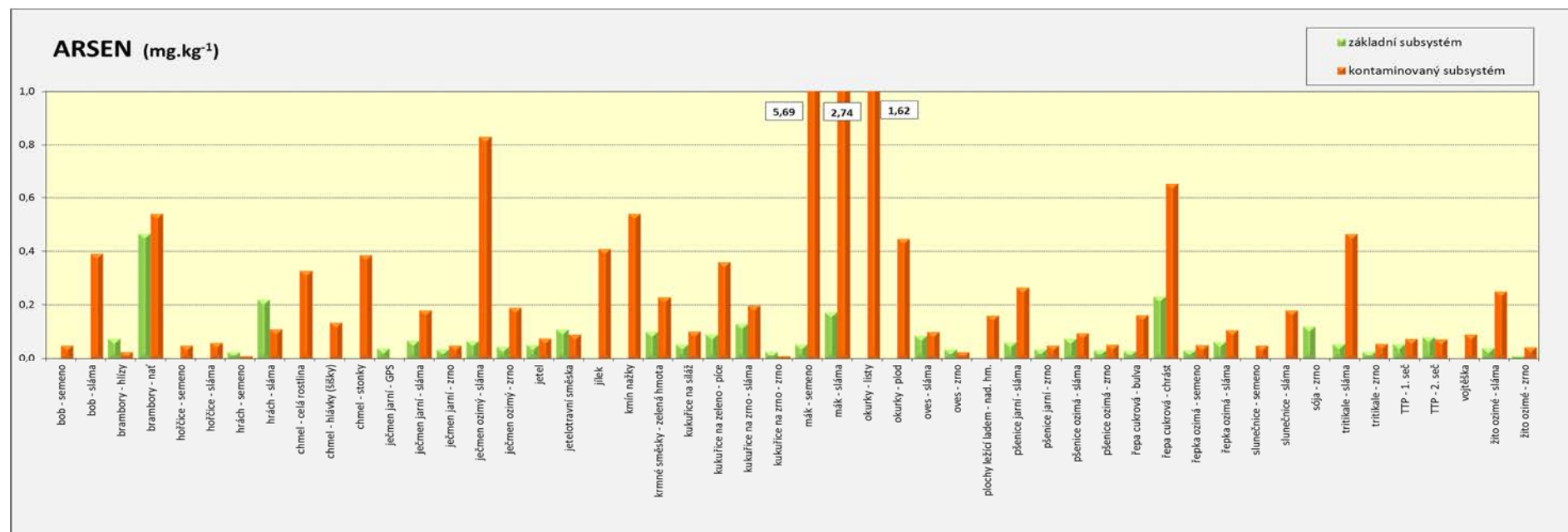
Příloha 2. Střední hodnoty obsahů prvků v plodinách odebraných v základním (Z) a kontaminovaném (K) subsystému monitoringu (1997 – 2013; mg.kg⁻¹ suš.)

Plodina	subsystém	počet vz.	As		Be		Cd		Co		Cr		Cu		Hg		Mo		Ni		Pb		V		Zn	
			med	prům	med	prům	med	prům	med	prům	med	prům	med	prům	med	prům	med	prům	med	prům	med	prům	med	prům	med	prům
bob - semeno	K	2	0,05	0,05	0,010	0,010	0,31	0,31	0,13	0,13	0,13	0,13	13,23	13,23	0,003	0,003	0,41	0,41	2,79	2,79	0,15	0,15	0,15	0,15	87,6	87,6
bob - sláma	Z	1		0,01		0,010		0,05		0,19		0,18		10,10		0,005		0,50		1,20		0,20		0,24		27,2
bob - sláma	K	2	0,39	0,39	0,010	0,010	1,30	1,30	0,13	0,13	0,33	0,33	10,17	10,17	0,007	0,007	0,25	0,25	1,27	1,27	28,18	28,18	0,15	0,15	112,5	112,5
brambory - hlízy	Z	20	0,07	0,08	0,010	0,013	0,09	0,09	0,12	0,12	0,25	0,34	4,50	4,51	0,003	0,005	0,26	0,27	0,47	0,52	0,24	0,26	0,33	0,33	15,2	15,1
brambory - hlízy	K	5	0,03	0,03	0,010	0,010	0,09	0,09	0,10	0,10	0,35	0,35	4,85	4,85	0,001	0,001	0,19	0,19	0,45	0,45	0,14	0,14	0,27	0,27	12,2	12,2
brambory - nať	Z	7	0,47	1,05	0,022	0,077	0,78	0,72	0,32	0,87	1,48	4,65	6,86	14,89	0,038	0,036	0,57	0,57	1,72	3,56	1,14	2,38	0,95	4,08	25,0	28,2
brambory - nať	K	4	0,54	0,54	0,035	0,035	0,87	0,87	1,87	1,87	12,46	12,46	8,00	8,00	0,037	0,037	0,23	0,23	6,10	6,10	2,19	2,19	5,99	5,99	49,0	49,0
hořčice - píce	K	1		0,53		0,010		0,49		0,20		1,32		8,24		0,145		1,50		1,20		0,70		0,54		196,0
hořčice - semeno	K	3	0,05	0,12	0,010	0,010	0,43	0,99	0,10	0,09	0,10	0,25	5,49	5,68	0,002	0,006	1,25	1,29	1,20	1,20	0,15	0,15	0,26	0,23	81,0	88,7
hořčice - sláma	Z	1		0,04		0,010		0,37		0,05		0,10		5,10		0,010		1,40		0,10		0,30		0,05		33,4
hořčice - sláma	K	3	0,06	0,11	0,010	0,010	2,50	2,01	0,09	0,08	0,10	0,15	5,29	5,27	0,011	0,010	2,07	1,76	0,88	0,75	0,15	0,43	0,19	0,20	162,0	116,4
hrách - píce	K	1		0,13		0,027		0,05		0,13		0,27		6,90		0,009		9,60		0,54		0,38		0,31		48,9
hrách - semeno	Z	12	0,03	0,08	0,010	0,010	0,03	0,02	0,10	0,11	0,16	0,19	8,16	8,04	0,004	0,003	1,60	1,95	1,88	1,73	0,13	0,13	0,19	0,21	35,4	38,4
hrách - semeno	K	3	0,01	0,02	0,010	0,013	0,02	0,03	0,05	0,07	0,18	0,21	8,95	8,70	0,001	0,002	1,90	3,97	1,70	2,87	0,10	0,10	0,05	0,05	52,0	52,1
hrách - sláma	Z	11	0,22	0,39	0,010	0,015	0,05	0,05	0,13	0,15	0,81	0,86	3,88	3,80	0,013	0,013	0,20	0,33	0,77	0,96	0,40	0,36	0,37	0,50	7,6	12,8
hrách - sláma	K	3	0,11	0,43	0,010	0,023	0,14	0,11	0,17	0,18	0,90	1,44	4,20	4,19	0,009	0,010	0,30	1,52	2,10	2,17	0,50	0,57	0,34	0,33	20,0	34,2
chmel - celá rostlina	K	16	0,33	0,30	0,010	0,012	0,28	0,22	0,10	0,11	0,33	0,44	581,00	624,58	0,025	0,025	0,34	0,35	1,06	1,16	0,67	0,62	0,23	0,25	31,3	30,9
chmel - hlávky (šišky)	K	21	0,13	0,16	0,012	0,013	0,04	0,05	0,10	0,09	0,35	0,34	364,00	327,44	0,015	0,017	0,30	0,33	0,61	0,68	0,55	0,57	0,29	0,29	31,9	35,1
chmel - stonky	K	18	0,39	0,39	0,013	0,013	0,08	0,08	0,10	0,10	0,46	0,46	393,36	393,36	0,023	0,023	0,35	0,35	0,51	0,51	1,15	1,15	0,36	0,36	53,7	53,7
ječmen jarní - GPS	Z	3	0,04	0,04	0,025	0,025	0,04	0,04	0,07	0,07	0,35	0,35	2,89	2,89	0,005	0,005	0,37	0,37	0,19	0,19	0,14	0,14	0,20	0,20	20,5	20,5
ječmen jarní - sláma	Z	53	0,07	0,12	0,013	0,016	0,05	0,05	0,09	0,10	1,03	1,41	2,98	3,20	0,013	0,015	0,45	0,63	0,80	0,95	0,28	1,96	0,27	0,32	13,3	13,1
ječmen jarní - sláma	K	34	0,18	0,44	0,010	0,012	0,07	0,13	0,11	0,11	0,99	1,36	3,35	3,85	0,012	0,013	0,70	0,86	0,75	1,13	0,30	0,75	0,23	0,23	22,0	26,2
ječmen jarní - zrno	Z	54	0,03	0,06	0,010	0,011	0,03	0,03	0,07	0,08	0,22	0,25	3,97	3,80	0,002	0,003	0,40	0,46	0,23	0,28	0,13	0,25	0,16	0,16	26,4	26,6
ječmen jarní - zrno	K	33	0,05	0,13	0,010	0,011	0,06	0,11	0,06	0,07	0,15	0,19	5,14	4,86	0,002	0,002	0,50	0,68	0,22	0,23	0,15	0,21	0,16	0,16	36,9	39,3
ječmen ozimý - sláma	Z	6	0,07	0,14	0,010	0,010	0,07	0,09	0,13	0,14	0,59	1,15	2,92	3,73	0,013	0,013	0,29	0,67	0,56	0,92	0,35	0,54	0,17	0,22	10,0	33,2
ječmen ozimý - sláma	K	9	0,83	1,89	0,010	0,014	0,22	0,28	0,06	0,21	1,40	2,24	4,07	4,30	0,014	0,012	0,98	1,29	1,02	1,95	0,52	0,96	0,29	0,28	35,1	46,0
ječmen ozimý - zrno	Z	7	0,05	0,06	0,010	0,010	0,05	0,05	0,13	0,14	0,13	0,19	3,89	4,11	0,003	0,003	0,25	0,33	0,19	0,27	0,15	0,24	0,15	0,14	27,8	33,2
ječmen ozimý - zrno	K	9	0,19	0,24	0,010	0,013	0,08	0,10	0,02	0,10	0,25	0,25	4,86	4,97	0,001	0,001	0,56	0,68	0,20	0,27	0,09	0,10	0,19	0,16	43,3	44,2
jetel	Z	15	0,05	0,14	0,010	0,017	0,06	0,07	0,11	0,19	0,42	0,89	10,90	10,48	0,012	0,013	0,60	0,62	1,70	1,70	0,77	1,57	0,33	0,54	31,7	30,6
jetel	K	6	0,08	0,41	0,010	0,010	0,09	0,09	0,15	0,12	0,40	0,34	11,45	12,23	0,032	0,028	0,25	0,73	1,09	1,85	0,42	0,41	0,15	0,19	33,9	32,1
jetelotravní směska	Z	5	0,11	0,17	0,026	0,028	0,11	0,14	0,25	0,35	0,94	1,33	12,01	12,32	0,021	0,153	0,52	0,46	2,01	2,12	2,70	2,21	0,50	0,63	34,7	34,6
jetelotravní směska	K	8	0,09	0,09	0,013	0,013	0,08	0,08	0,13	0,13	1,03	1,03	9,77	9,77	0,120	0,120	2,06	2,06	2,56	2,56	0,35	0,35	0,36	0,36	29,9	29,9
jílek	Z	1		0,09		0,030		0,08		0,07		0,94		5,82		0,007		0,50		1,09		0,37		0,42		26,1
jílek	K	2	0,41	0,41	0,010	0,010	0,05	0,05	0,13	0,13	0,20	0,20	3,71	3,71	0,007	0,007	0,66	0,66	0,28	0,28	0,30	0,30	0,15	0,15	20,5	20,5
kmín nažky	K	2	0,54	0,54	0,010	0,010	0,07	0,07	0,05	0,05	0,17	0,17	8,35	8,35	0,006	0,006	0,85	0,85	2,00	2,00	0,50	0,50	0,14	0,14	48,2	48,2
krmné směsky - zelená hmota	Z	3	0,10	0,10	0,010	0,010	0,05	0,05	0,11	0,11	0,19	0,19	7,18	7,18	0,011	0,011	0,97	0,97	0,31	0,31	0,69	0,69	0,17	0,17	25,7	25,7
krmné směsky - zelená hmota	K	4	0,23	0,88	0,010	0,010	0,20	0,16	0,08	0,09	0,82	0,73	5,45	5,81	0,016	0,015	0,40	0,40	0,90	1,73	0,40	1,05	0,23	0,36	31,0	31,8
kukuřice na siláž	Z	12	0,05	0,09	0,010	0,010	0,13	0,13	0,13	0,11	1,30	1,66	6,80	6,65	0,005	0,007	0,78	0,78	0,90	1,14	0,50	0,79	0,28	0,31	29,7	29,1
kukuřice na siláž	K	15	0,10	0,39	0,010	0,010	0,46	1,22	0,09	0,09	2,38	2,45	4,96	5,88	0,008	0,009	0,76	0,91	2,32	2,13	0,68	7,84	0,30	0,28	31,4	51,6
kukuřice na zeleno - píce	Z	7	0,09	0,07	0,010	0,011	0,16	0,14	0,05	0,09	0,57	0,75	5,28	5,11	0,004	0,006	0,48	0,46	0,47	0,88	0,50	0,59				

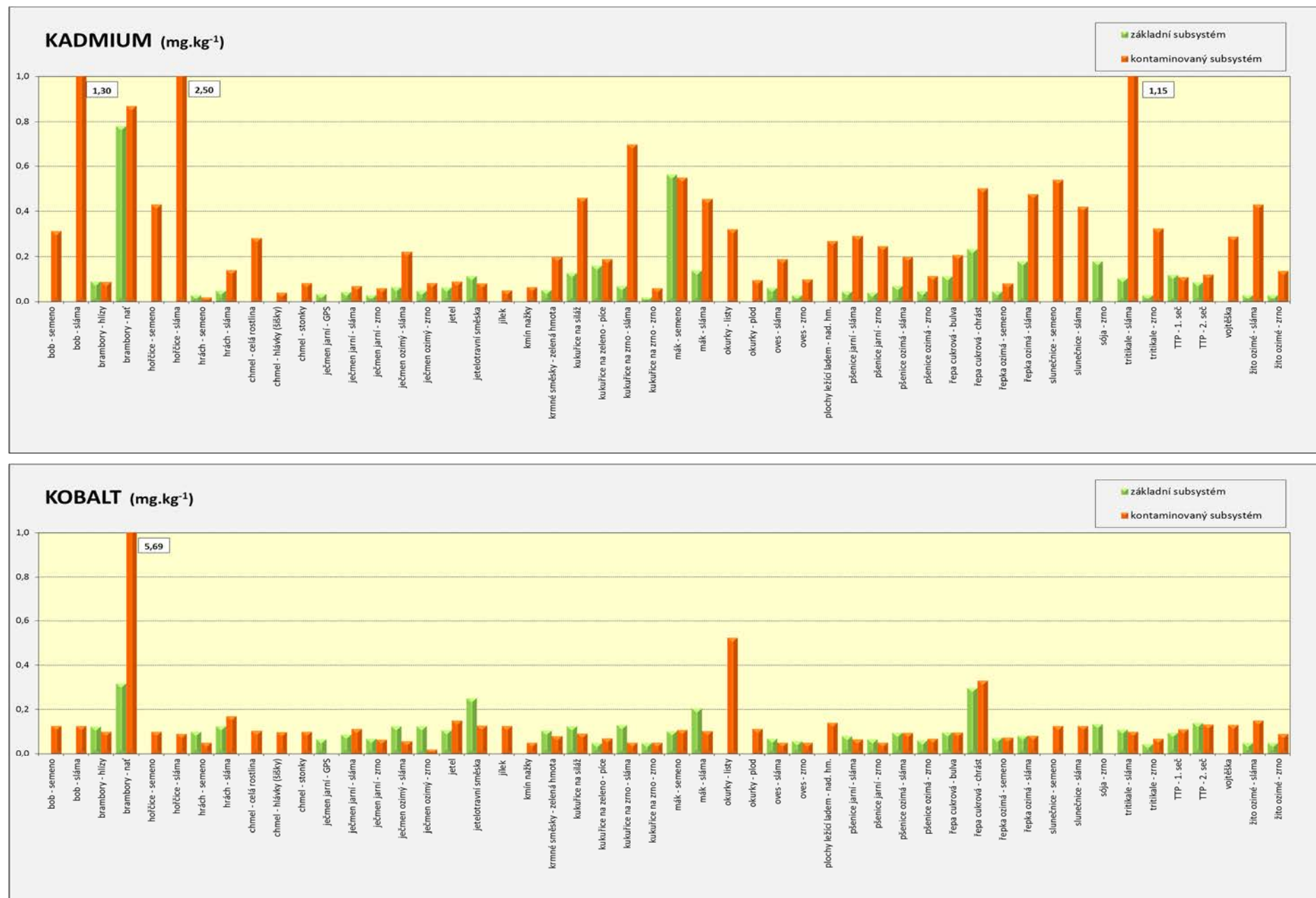
Příloha 2. pokračování Střední hodnoty obsahů prvků v plodinách odebraných v základním (Z) a kontaminovaném (K) subsystému monitoringu (1997 – 2013; mg.kg⁻¹ suš.)

Plodina	subsystém	počet vz.	As		Be		Cd		Co		Cr		Cu		Hg		Mo		Ni		Pb		V		Zn	
			med	prům	med	prům	med	prům	med	prům	med	prům	med	prům	med	prům	med	prům	med	prům	med	prům	med	prům	med	prům
okurky - listy	K	3	1,62	1,62	0,110	0,110	0,32	0,32	0,52	0,52	2,22	2,22	90,27	90,27	0,030	0,030	7,03	7,03	1,20	1,20	2,66	2,66	2,49	2,49	50,2	50,2
okurky - plod	K	3	0,45	0,45	0,010	0,010	0,10	0,10	0,11	0,11	0,21	0,21	11,35	11,35	0,005	0,005	3,48	3,48	0,40	0,40	0,25	0,25	0,30	0,30	36,1	36,1
oves - sláma	Z	8	0,09	0,08	0,010	0,010	0,06	0,06	0,07	0,08	1,49	1,59	3,36	3,17	0,016	0,016	1,22	1,45	1,32	1,28	0,26	0,32	0,24	0,34	16,2	14,1
oves - sláma	K	6	0,10	0,11	0,010	0,016	0,19	0,47	0,05	0,08	0,50	0,74	2,89	3,40	0,014	0,014	0,30	0,75	1,00	1,03	0,60	1,70	0,10	0,23	17,5	142,8
oves - zrno	Z	8	0,03	0,05	0,010	0,010	0,03	0,04	0,06	0,08	1,50	1,84	3,91	3,85	0,003	0,003	1,24	1,58	1,89	2,14	0,10	0,16	0,20	0,28	27,5	27,9
oves - zrno	K	6	0,03	0,05	0,010	0,012	0,10	0,29	0,05	0,08	0,39	1,16	3,61	3,86	0,003	0,070	0,70	1,00	2,70	2,33	0,20	0,27	0,24	0,23	30,1	53,5
peluška - píče	Z	1		0,02		0,010		0,07		0,05		0,20		6,70		0,019		1,00		0,90		0,10		0,05		29,2
peluška - semeno	K	1		0,10		0,010		0,45		0,15		0,15		7,83		0,001				1,55		0,40		0,25		58,0
peluška - sláma	K	1		0,70		0,010		1,33		0,15		0,15		4,97		0,116				0,58		37,70		0,25		76,4
plochy ležící ladem - nad. hmota	Z	1		0,13		0,010		0,04		0,21		8,68		4,61		0,017		1,15		6,25		0,45		0,81		16,3
plochy ležící ladem - nad. hmota	K	4	0,16	0,21	0,010	0,015	0,27	0,32	0,14	0,14	0,35	0,39	10,95	25,53	0,015	0,014	0,70	0,85	0,55	0,62	0,60	0,60	0,34	0,35	34,3	40,7
pšenice jarní - sláma	Z	7	0,06	0,16	0,010	0,012	0,05	0,05	0,08	0,19	4,32	5,51	2,40	2,36	0,010	0,011	1,30	1,54	2,95	4,56	0,23	0,55	0,33	0,56	7,0	7,6
pšenice jarní - sláma	K	7	0,27	0,78	0,010	0,010	0,29	0,34	0,07	0,09	2,57	2,63	2,71	4,22	0,015	0,016	1,89	1,92	2,39	3,11	0,24	1,04	0,15	0,18	23,5	26,1
pšenice jarní - zrno	Z	6	0,03	0,15	0,010	0,010	0,04	0,05	0,07	0,15	0,18	0,52	4,27	4,61	0,002	0,002	0,60	0,59	0,21	0,50	0,17	0,54	0,26	0,42	28,2	28,1
pšenice jarní - zrno	K	6	0,05	0,07	0,010	0,009	0,25	0,29	0,05	0,07	0,13	0,15	4,82	4,65	0,003	0,004	0,70	0,71	0,35	0,35	0,13	0,18	0,10	0,12	47,6	47,5
pšenice ozimá - sláma	Z	117	0,07	0,12	0,010	0,014	0,07	0,09	0,10	0,10	2,31	3,03	2,50	2,55	0,015	0,017	0,84	0,99	1,79	2,19	0,25	1,04	0,22	0,23	11,2	11,8
pšenice ozimá - sláma	K	100	0,09	0,47	0,011	0,013	0,20	0,32	0,09	0,10	3,15	3,23	2,92	3,49	0,013	0,020	0,90	1,13	2,18	2,22	0,30	3,12	0,23	0,28	20,3	49,0
pšenice ozimá - zrno	Z	120	0,03	0,04	0,010	0,012	0,05	0,06	0,06	0,06	0,13	0,15	3,50	3,67	0,002	0,002	0,41	0,42	0,22	0,29	0,13	0,16	0,14	0,15	25,9	27,8
pšenice ozimá - zrno	K	99	0,05	0,11	0,010	0,014	0,12	0,18	0,07	0,07	0,14	0,43	4,06	4,00	0,002	0,002	0,59	0,57	0,24	0,47	0,16	0,20	0,15	0,16	38,8	40,8
řepa cukrová - bulva	Z	5	0,03	0,03	0,013	0,013	0,11	0,11	0,10	0,10	0,15	0,15	3,78	3,78	0,002	0,002	0,05	0,05	0,32	0,32	0,17	0,17	0,13	0,13	16,6	16,6
řepa cukrová - bulva	K	6	0,16	0,16	0,014	0,014	0,21	0,21	0,10	0,10	0,36	0,36	4,72	4,72	0,003	0,003	0,07	0,07	0,41	0,41	0,43	0,43	0,26	0,26	37,9	37,9
řepa cukrová - chrást	Z	5	0,23	0,23	0,026	0,026	0,23	0,23	0,30	0,30	1,28	1,28	8,58	8,58	0,055	0,055	0,38	0,38	1,75	1,75	1,02	1,02	1,05	1,05	35,9	35,9
řepa cukrová - chrást	K	6	0,65	0,65	0,025	0,025	0,50	0,50	0,33	0,33	1,11	1,11	11,18	11,18	0,048	0,048	0,43	0,43	1,42	1,42	1,32	1,32	1,02	1,02	94,1	94,1
řepka ozimá - semeno	Z	42	0,03	0,10	0,010	0,011	0,05	0,05	0,07	0,07	0,11	0,14	2,49	2,61	0,003	0,005	0,47	0,48	0,45	0,75	0,14	0,15	0,14	0,15	34,9	35,3
řepka ozimá - semeno	K	40	0,05	0,11	0,010	0,012	0,08	0,18	0,07	0,09	0,12	0,15	3,04	3,07	0,004	0,007	0,46	0,54	0,56	0,63	0,14	0,76	0,17	0,17	43,1	43,0
řepka ozimá - sláma	Z	40	0,06	0,10	0,010	0,015	0,18	0,23	0,08	0,09	0,31	0,59	2,72	2,90	0,011	0,012	0,44	0,54	0,60	0,69	0,30	0,39	0,18	0,20	9,7	11,6
řepka ozimá - sláma	K	40	0,11	0,49	0,010	0,012	0,48	0,85	0,08	0,09	0,42	0,42	2,75	2,95	0,011	0,012	0,36	0,89	0,61	0,71	0,47	1,56	0,19	0,18	11,8	24,8
slunečnice - semeno	Z	1		0,03		0,020		0,08		0,08		3,85		18,90		0,001		0,85		3,62		0,28		0,24		61,1
slunečnice - semeno	K	3	0,05	0,13	0,010	0,015	0,54	0,54	0,13	0,14	0,53	0,68	18,46	18,15	0,003	0,003	0,70	0,65	3,50	2,77	0,15	0,13	0,18	0,37	75,9	66,7
slunečnice - sláma	Z	1		0,03		0,010		0,08		0,07		2,58		17,40		0,001		0,69		2,54		0,29		0,26		51,1
slunečnice - sláma	K	3	0,18	0,32	0,020	0,021	0,42	0,43	0,13	0,17	0,41	2,39	11,06	13,08	0,019	0,018	1,90	1,68	1,92	3,17	0,90	2,04	0,33	0,36	65,8	57,1
sója - sláma	Z	1		0,06		0,010		0,02		0,05		0,21		3,50		0,002		0,10		0,60		0,30		0,05		7,0
sója - sláma	K	1		0,05		0,010		0,14		0,13		0,32		2,52		0,006		0,25		1,47		0,15		0,15		37,9
sója - zrno	Z	3	0,12	0,12	0,010	0,010	0,18	0,18	0,14	0,14	1,01	1,01	7,33	7,33	0,007	0,007	0,90	0,90	3,84	3,84	3,77	3,77	0,32	0,32	42,0	42,0
sója - zrno	K	1		0,05		0,010		0,05		0,13		0,13		5,43		0,003		0,50		5,03		0,15		0,15		52,3
svazenka vratičolistá - nad. hmota	Z	1		0,18		0,010		0,24		0,13		2,39		10,20		0,025		2,96		1,70		0,69		0,76		32,6
tritikale - sláma	Z	5	0,06	0,06	0,010	0,013	0,11	0,12	0,11	0,11	4,14	4,33	3,59	3,52	0,008	0,008	1,05	0,86	1,86	2,59	0,36	2,11	0,31	0,35	17,6	26,0
tritikale - sláma	K	7	0,47	0,47	0,010	0,020	1,15	0,81	0,10	0,10	4,49	3,37	2,84	2,74	0,013	0,012	0,87	0,73	2,87	2,37	15,23	11,18	0,37	0,31	68,4	59,6
tritikale - zrno	Z	5	0,03	0,02	0,010	0,009	0,03	0,04	0,05	0,05	0,11	0,12	5,50	5,61	0,002	0,001	0,20	0,36	0,30	0,44	0,15	1,23	0,22	0,20	39,6	38,0
tritikale - zrno	K	7	0,06	0,09	0,010	0,010	0,32	0,25	0,07	0,06	0,12	0,13	5,95	5,94	0,002	0,002	0,27	0,22	0,23	0,23	0,44	0,34	0,15	0,15	63,2	55,7
TTP - 1. seč	Z	61	0,05	0,08	0,012	0,013	0,12	0,17	0,10	0,13	0,64	0,88	5,39	6,02	0,010	0,017	0,72	1,59	1,36	1,48	0,48	0,57	0,29	0,34	28,3	28,5
TTP - 1. seč																										

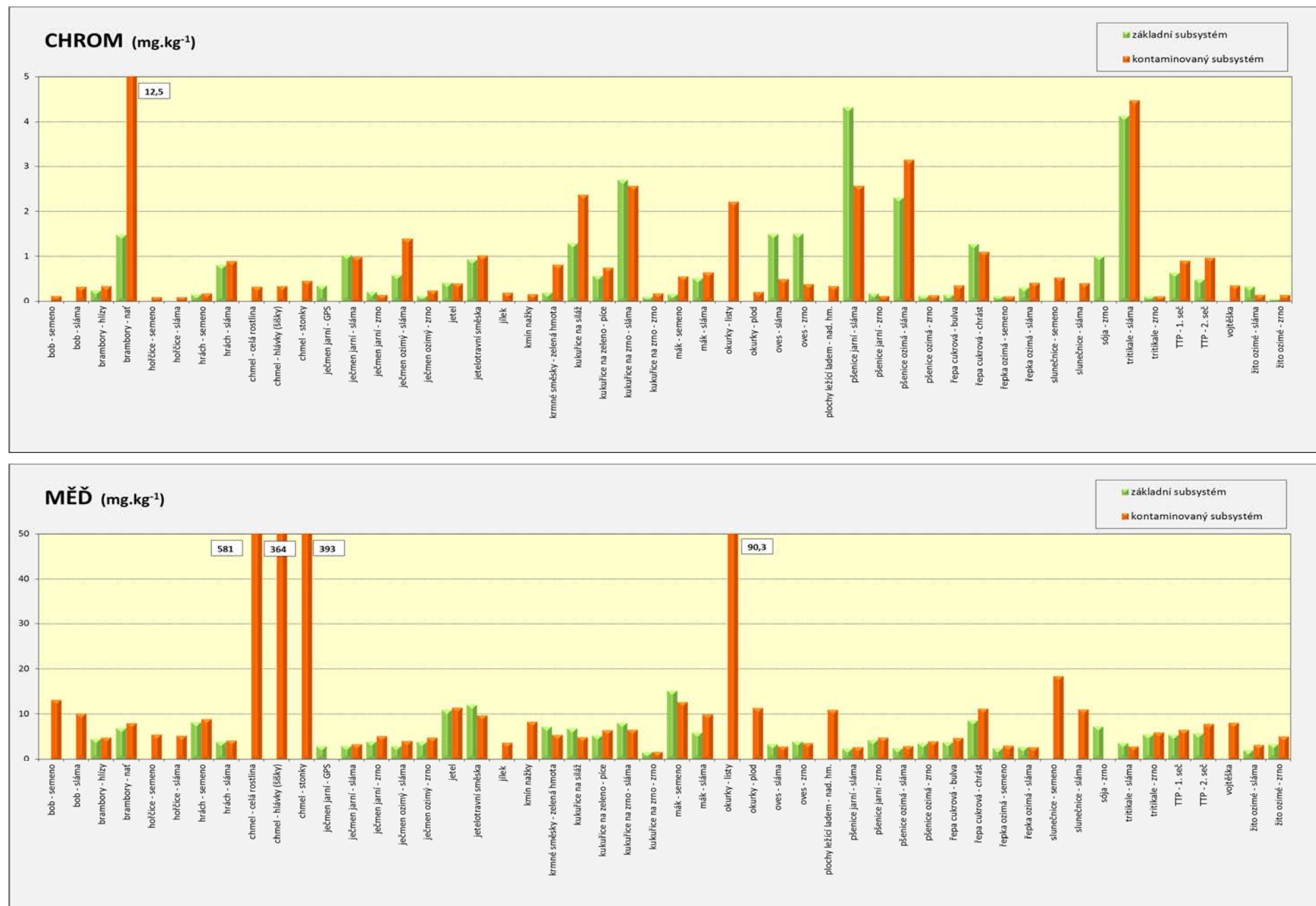
Příloha 3. Obsahy prvků v plodinách odebraných na pozorovacích plochách Bazálního monitoringu půd v období 1997 – 2013 (medián; mg.kg⁻¹ suš.)



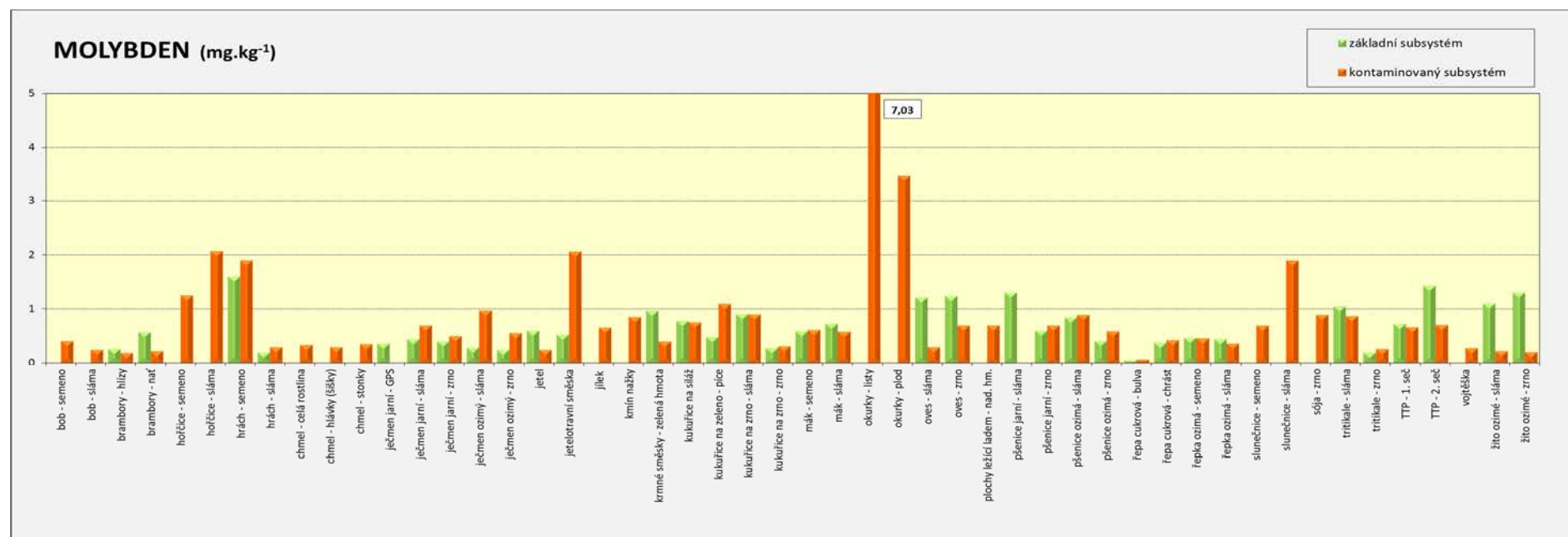
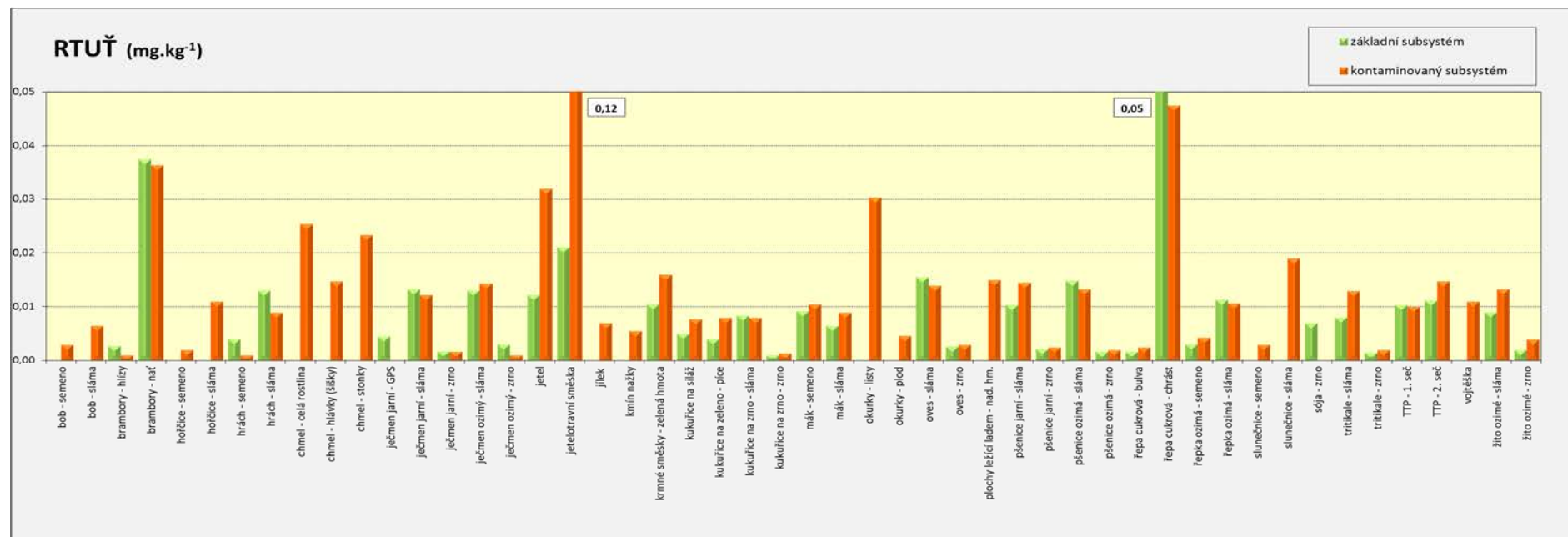
Příloha 3. pokračování Obsahy prvků v plodinách odebraných na pozorovacích plochách Bazálního monitoringu půd v období 1997 – 2013 (medián; mg.kg⁻¹ suš.)



Příloha 3. pokračování Obsahy prvků v plodinách odebraných na pozorovacích plochách Bazálního monitoringu půd v období 1997 – 2013 (medián; mg.kg⁻¹ suš.)



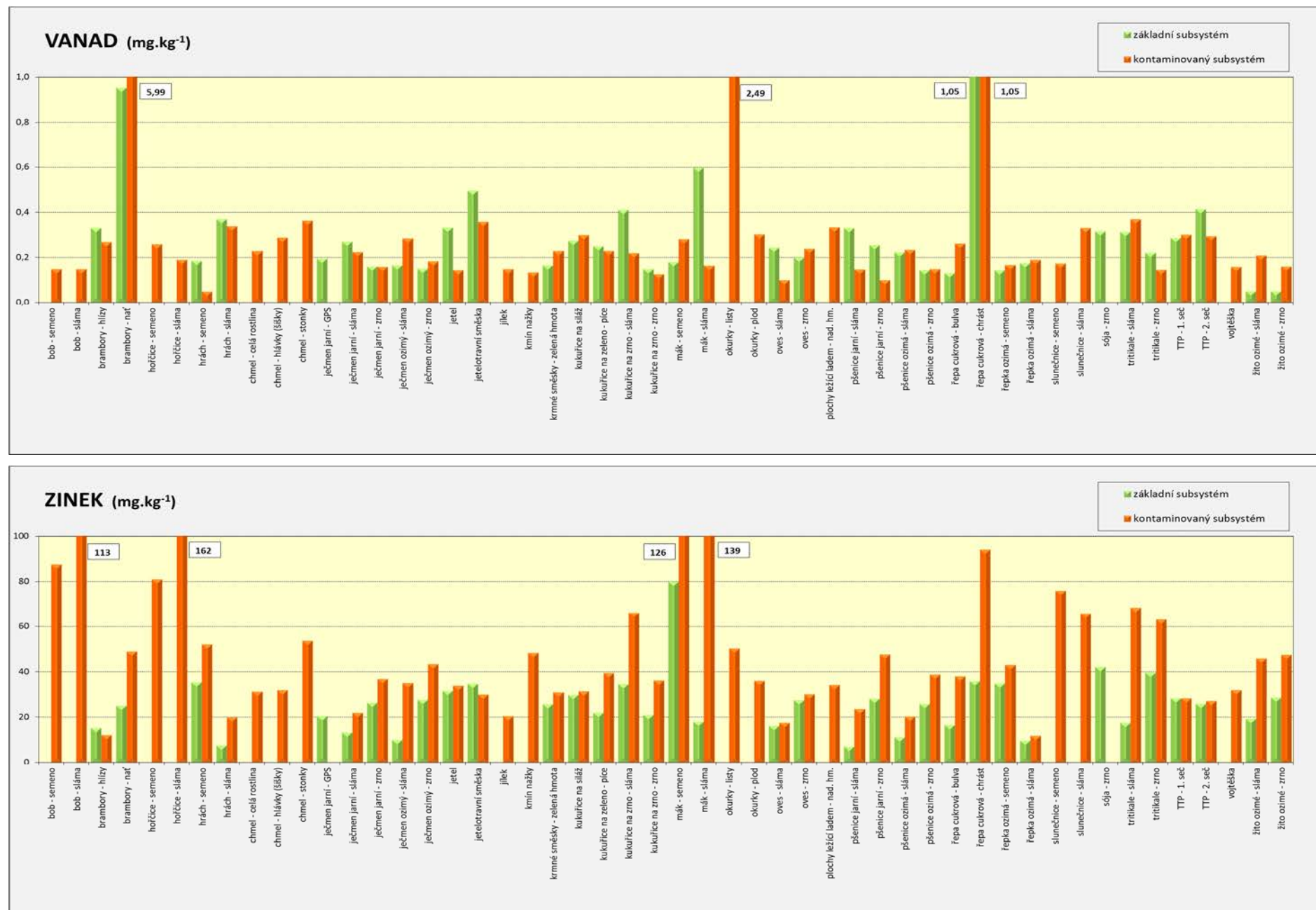
Příloha 3. pokračování Obsahy prvků v plodinách odebraných na pozorovacích plochách Bazálního monitoringu půd v období 1997 – 2013 (medián; mg.kg⁻¹ suš.)



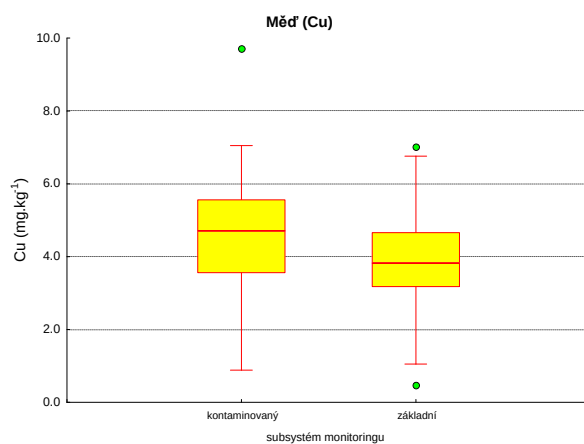
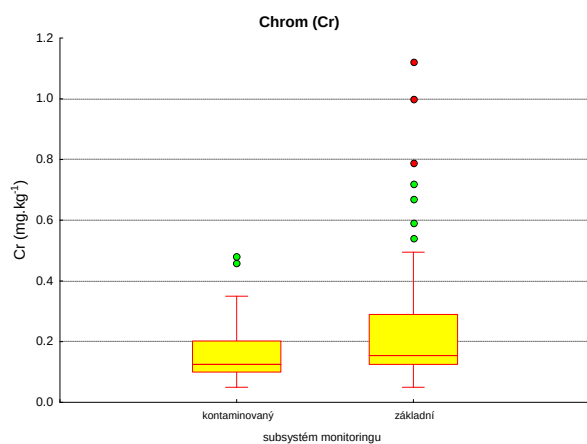
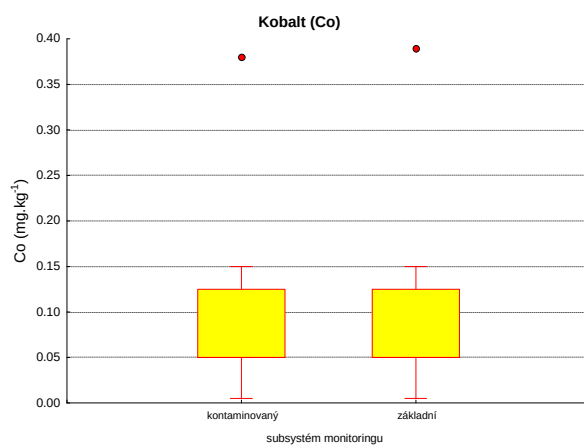
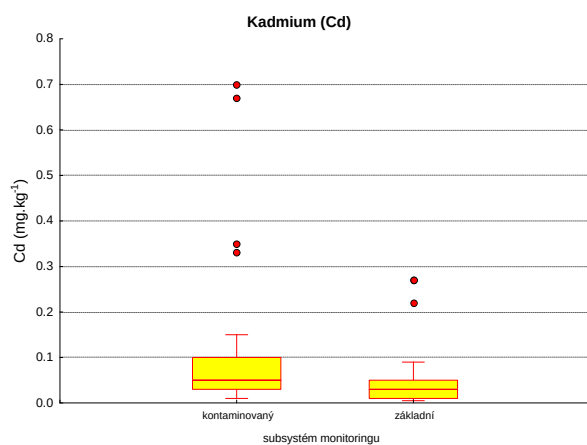
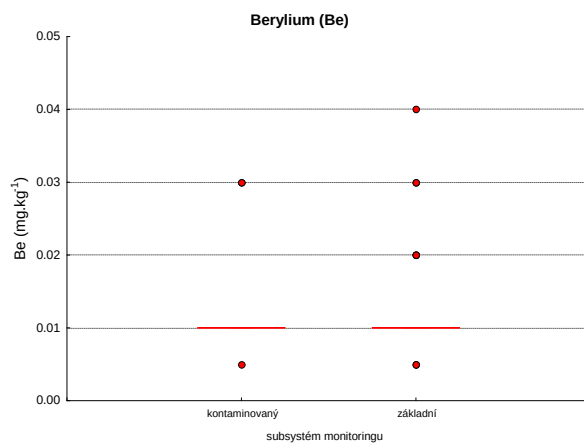
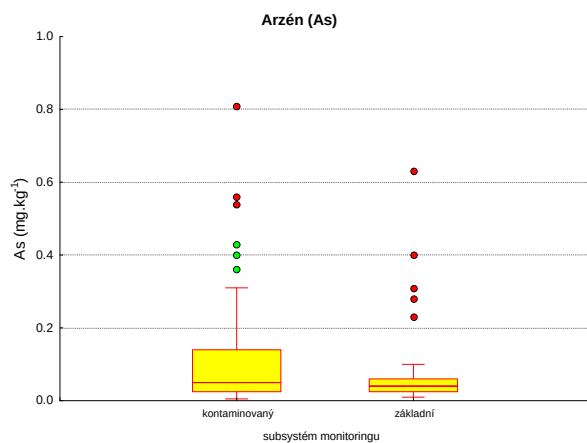
Příloha 3. pokračování Obsahy prvků v plodinách odebraných na pozorovacích plochách Bazálního monitoringu půd v období 1997 – 2013 (medián; mg.kg⁻¹ suš.)



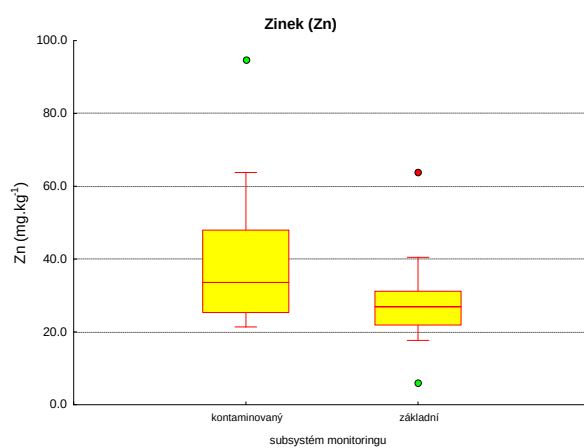
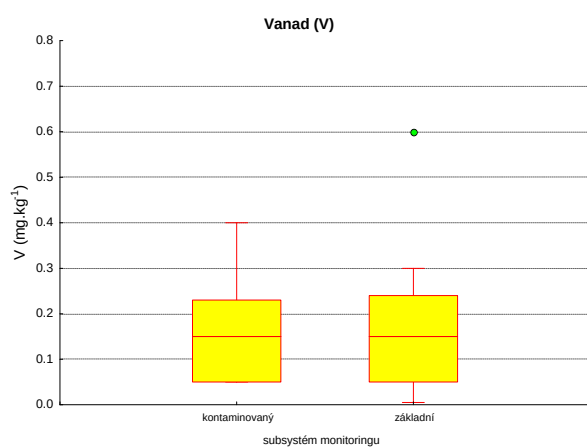
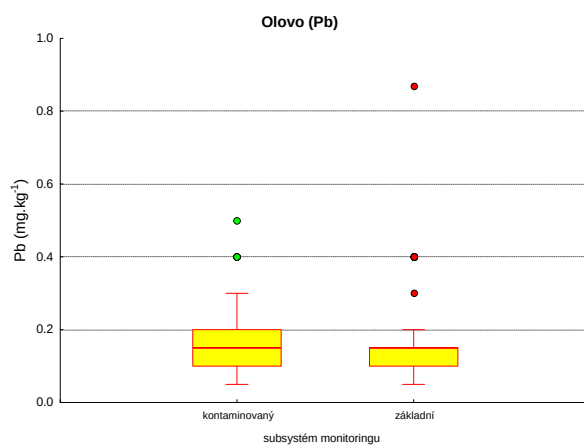
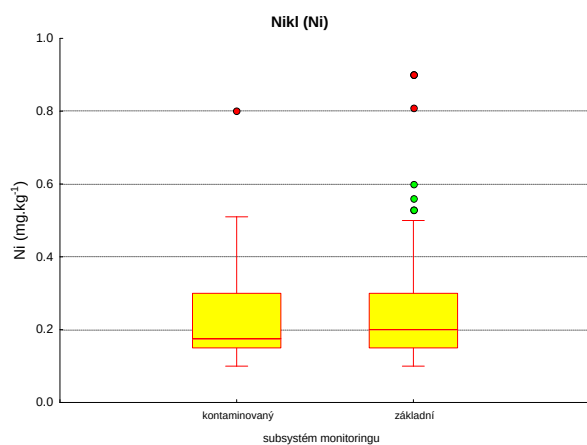
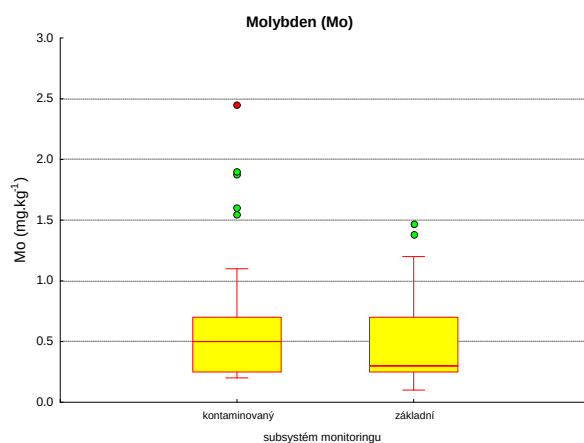
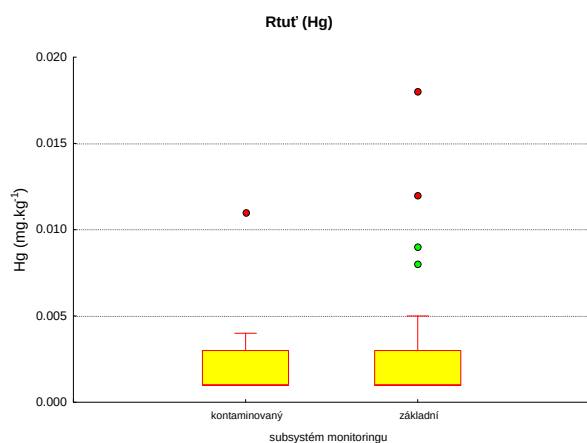
Příloha 3. pokračování Obsahy prvků v plodinách odebraných na pozorovacích plochách Bazálního monitoringu půd v období 1997 – 2013 (medián; mg.kg⁻¹ suš.)



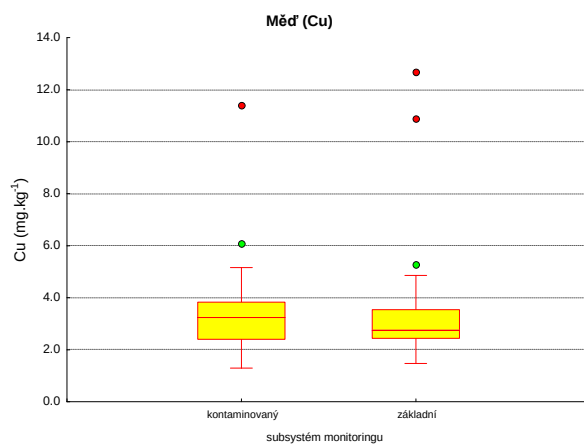
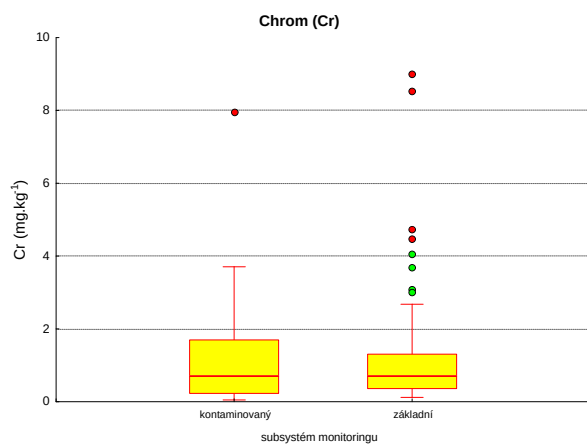
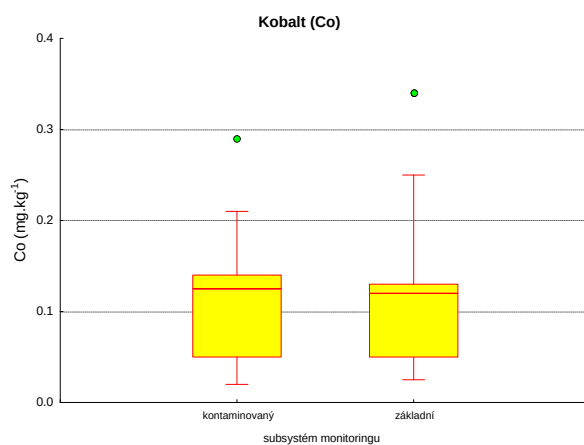
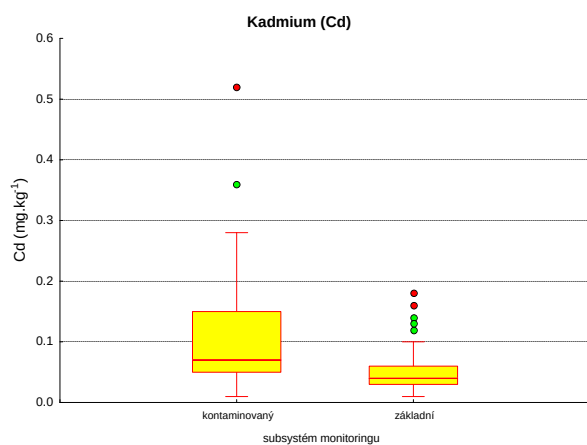
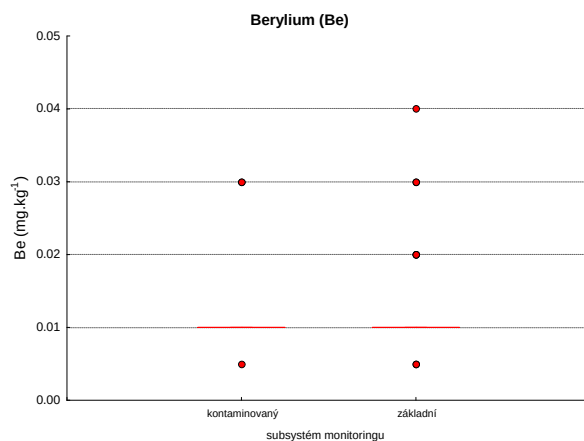
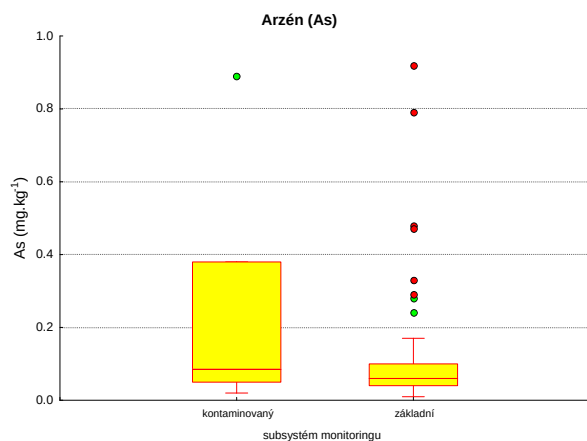
Příloha 4. Rozložení hodnot obsahů vybraných prvků v ječmeni (zrno) (mg.kg^{-1} suš., 1997 - 2013)



Příloha 4. Rozložení hodnot obsahů vybraných prvků v ječmeni (zrno) ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ suš., 1997 - 2013)

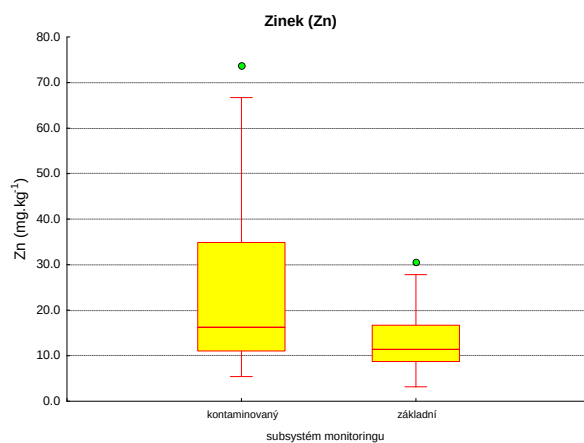
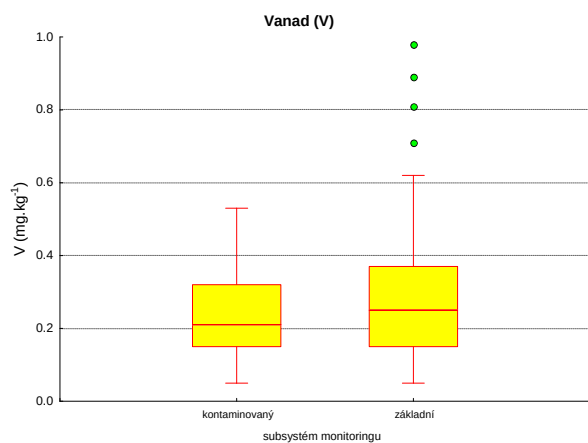
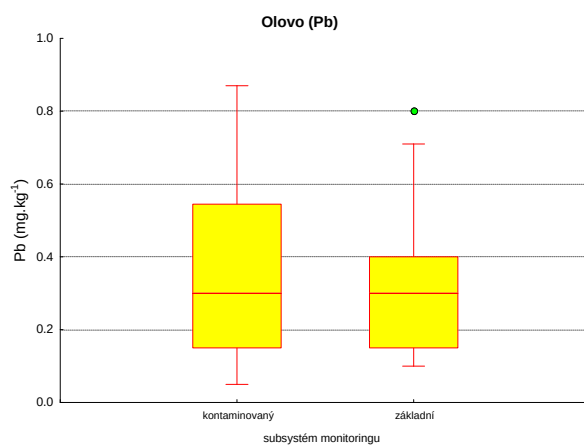
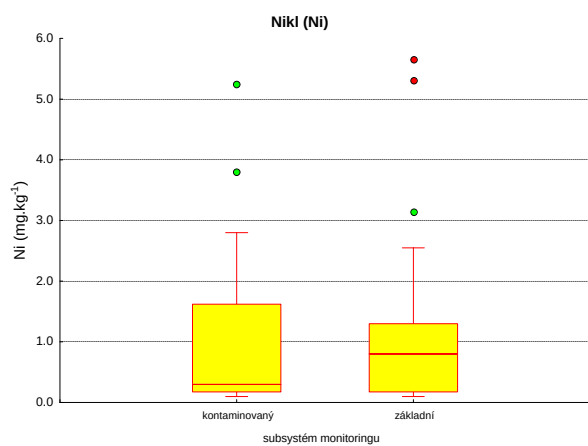
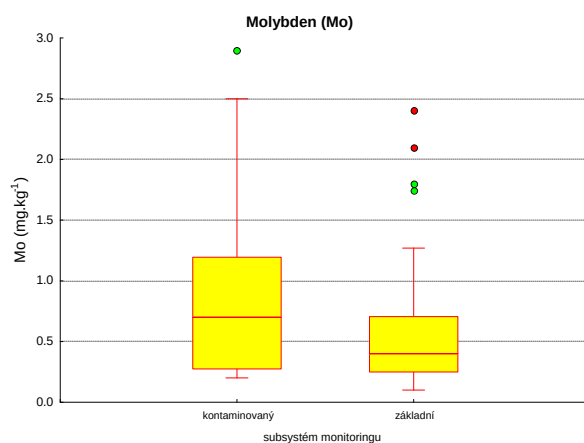
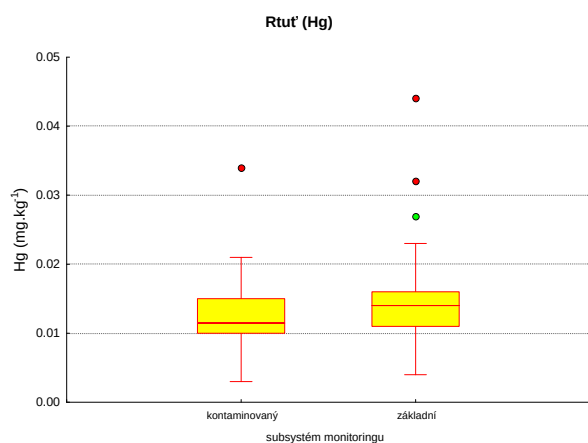


Příloha 4. Rozložení hodnot obsahů vybraných prvků v ječmeni (sláma) (mg.kg^{-1} suš., 1997 - 2013)



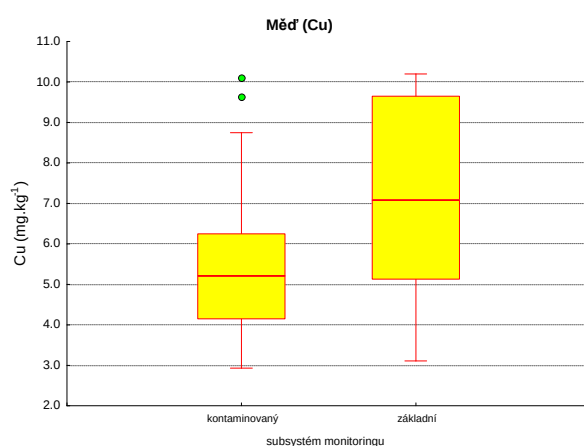
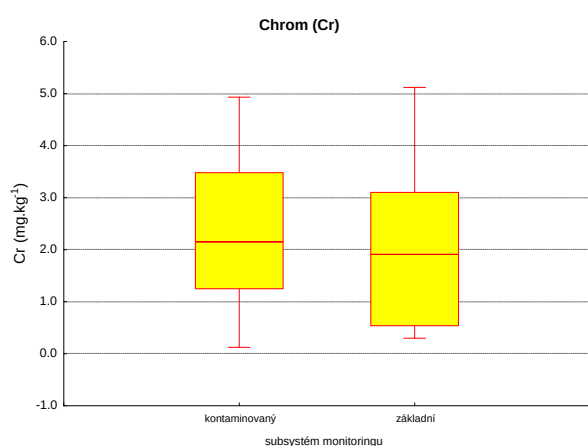
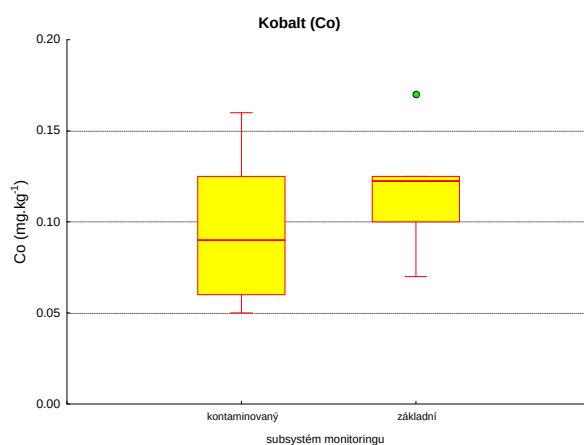
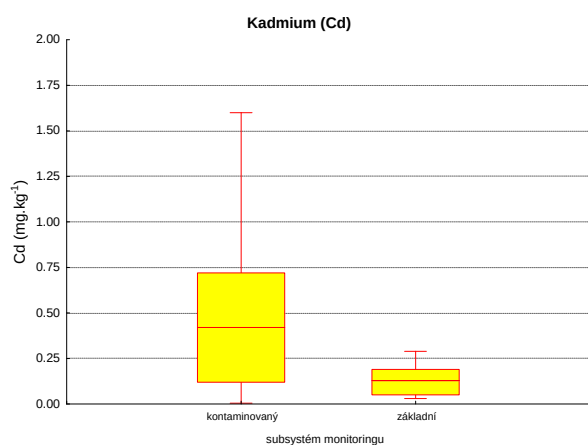
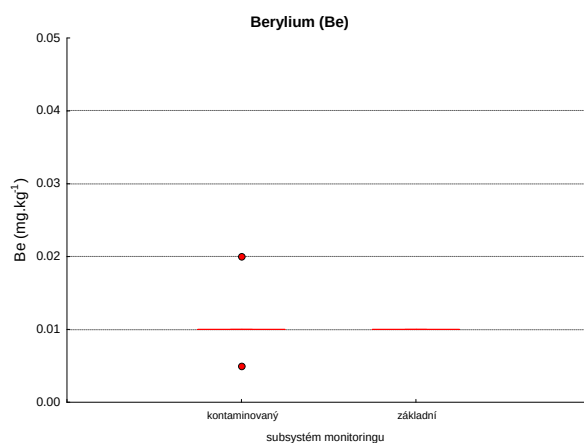
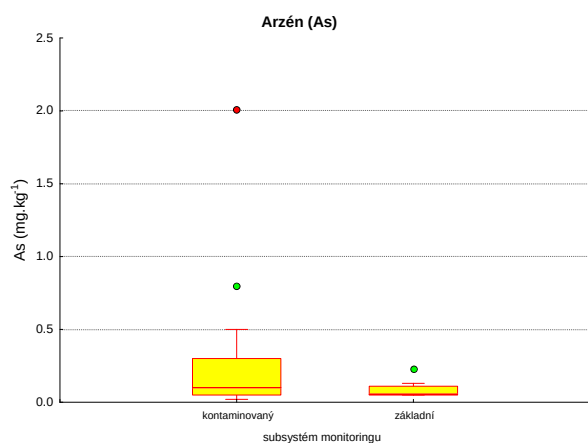
Příloha 4.

Rozložení hodnot obsahů vybraných prvků v ječmeni (sláma) (mg.kg^{-1} suš., 1997 - 2013)



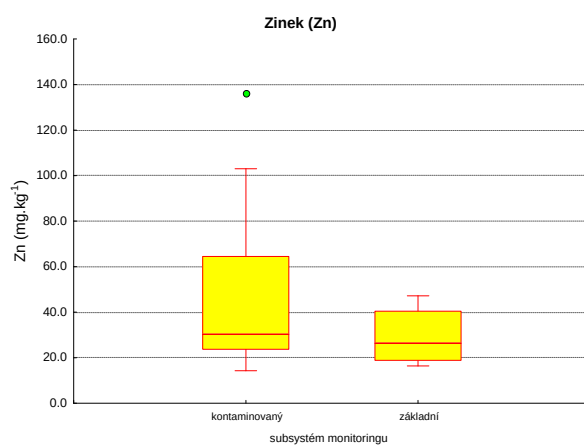
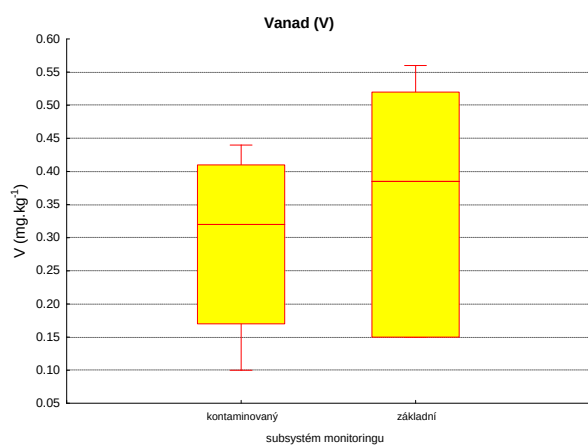
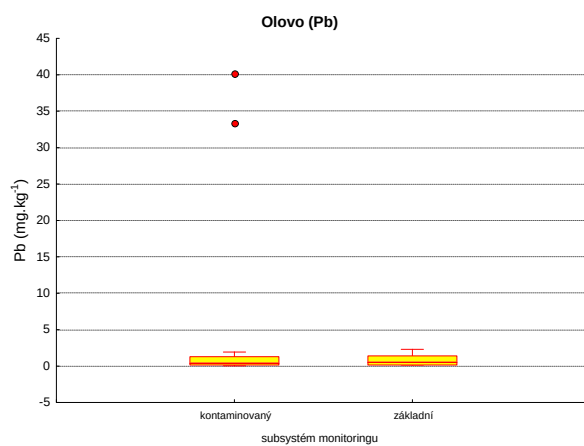
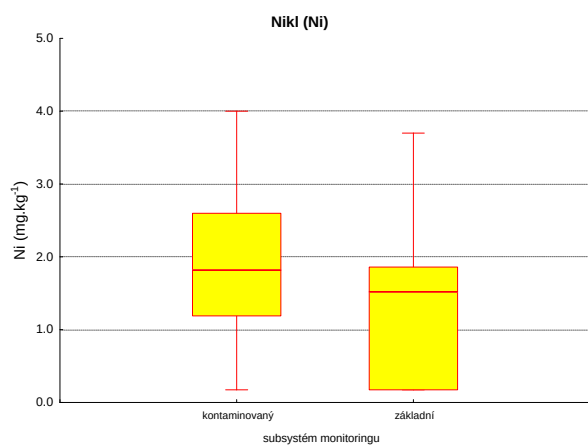
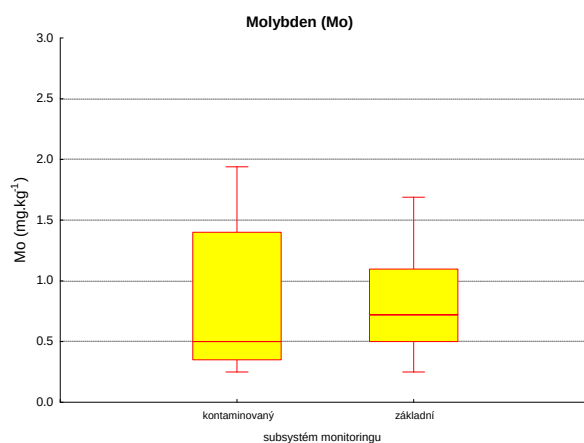
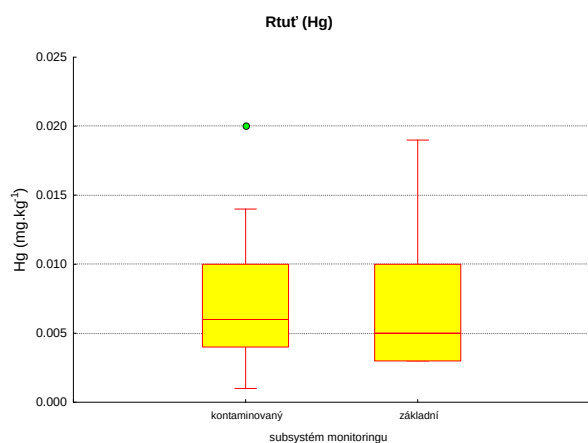
Příloha 4.

Rozložení hodnot obsahů vybraných prvků v kukuřici na siláž (mg.kg^{-1} suš., 1997 - 2013)

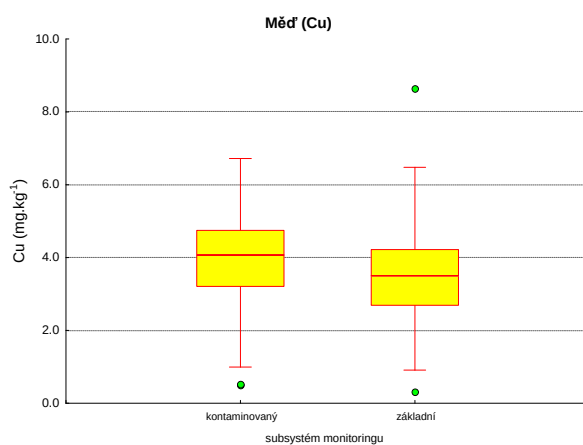
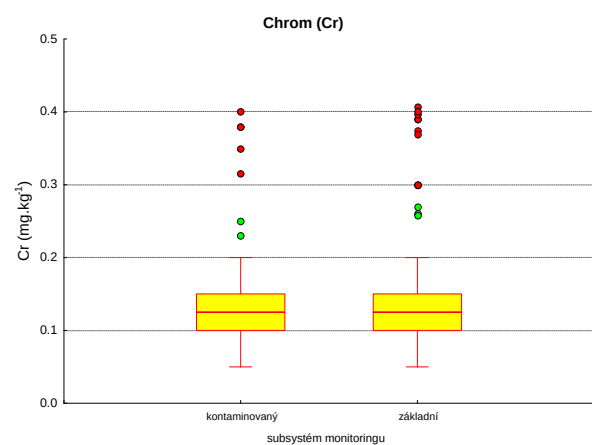
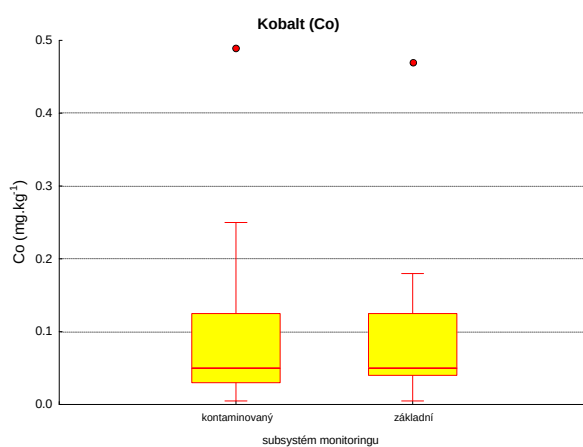
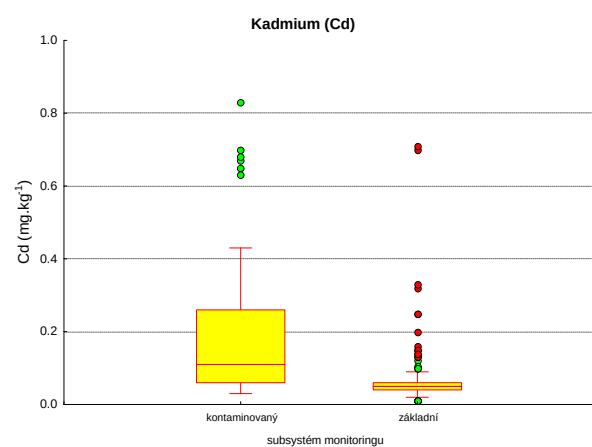
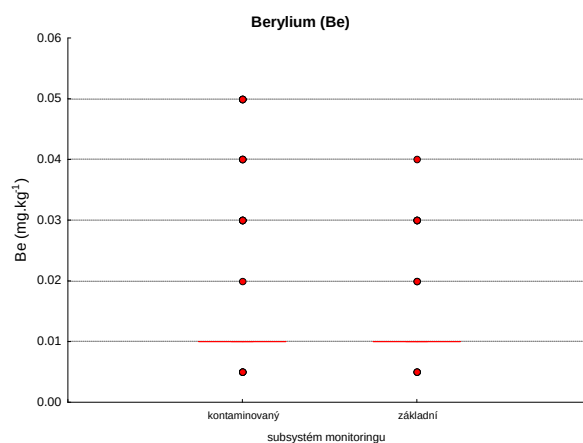
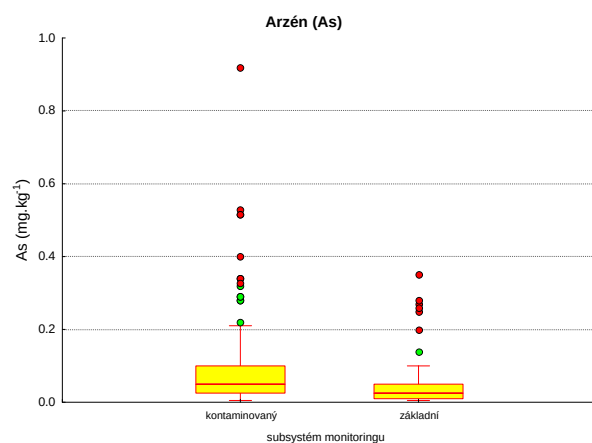


Příloha 4.

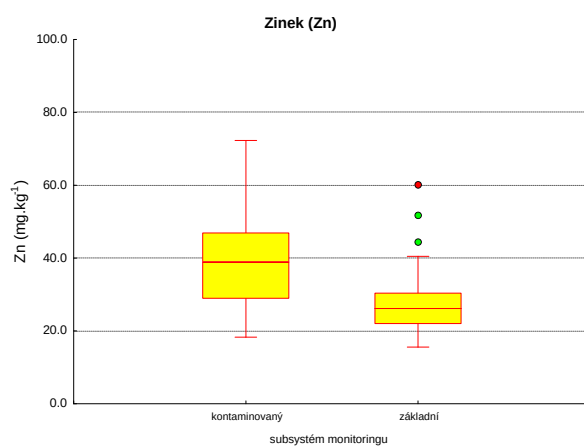
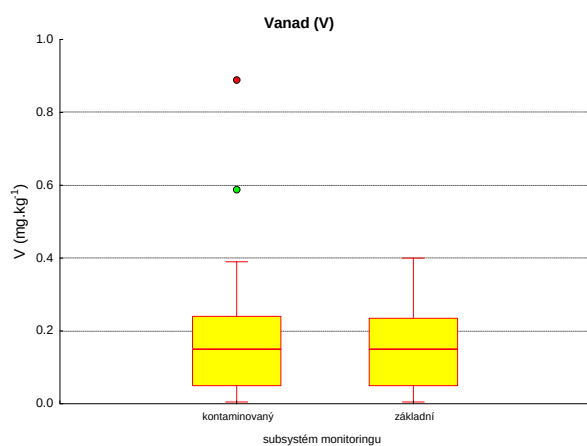
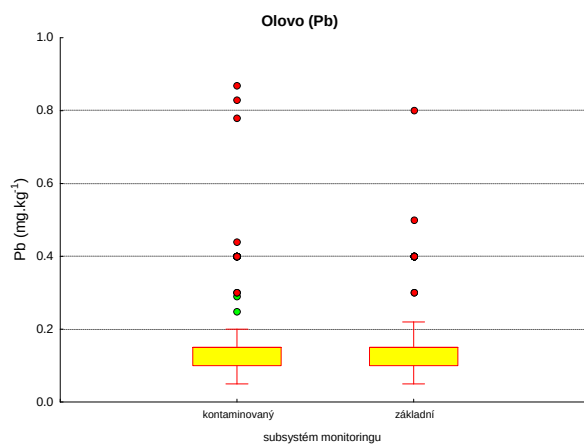
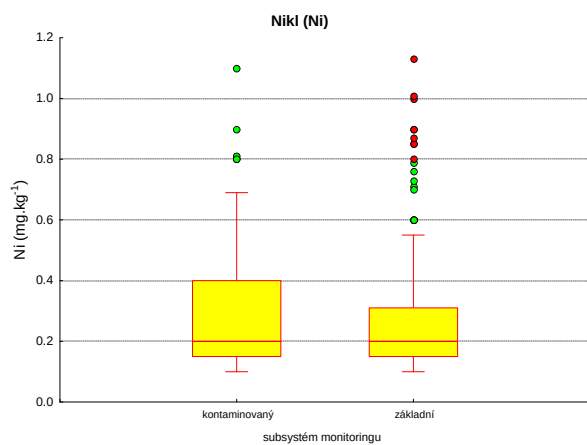
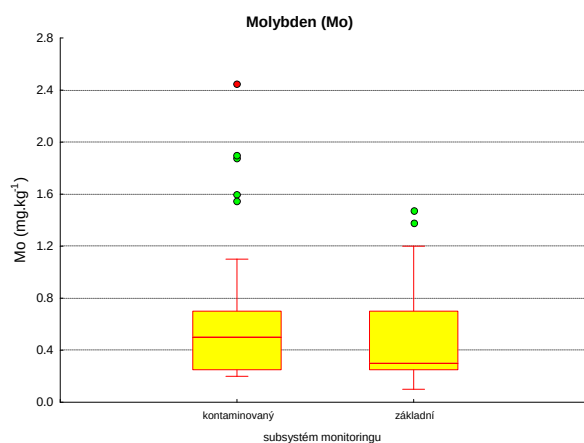
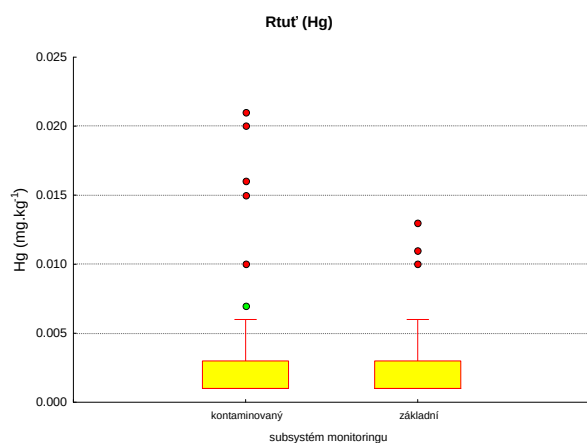
Rozložení hodnot obsahů vybraných prvků v kukuřici na siláž (mg.kg^{-1} suš., 1997 - 2013)



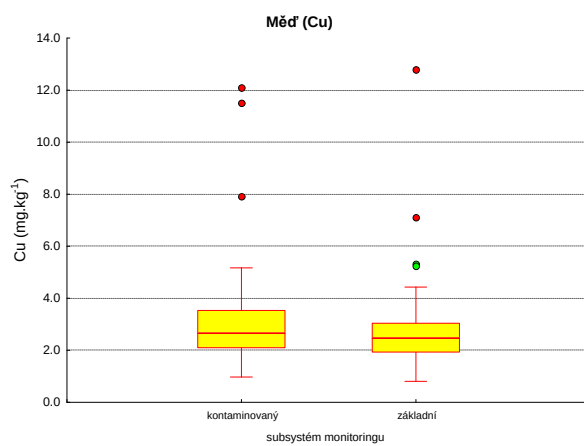
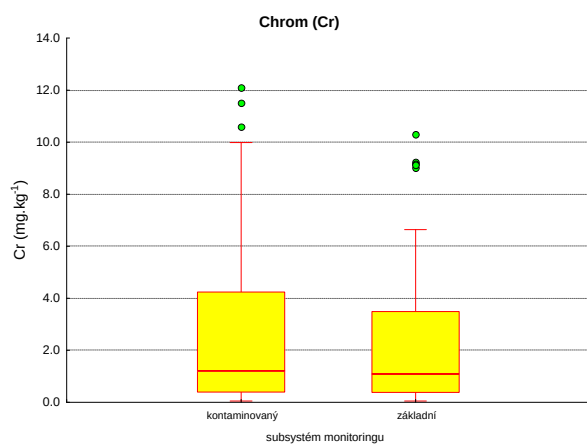
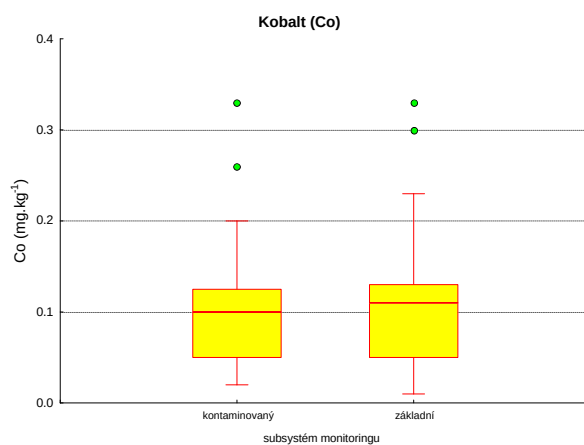
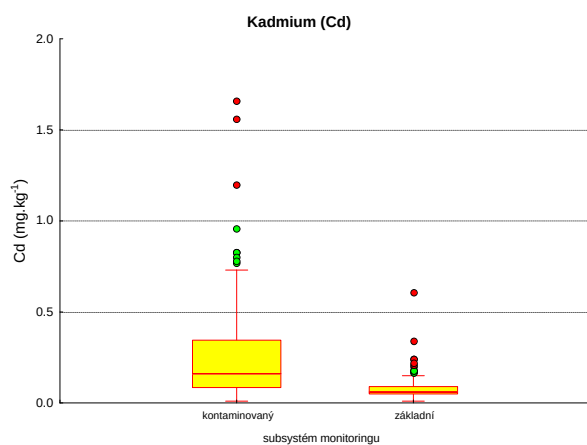
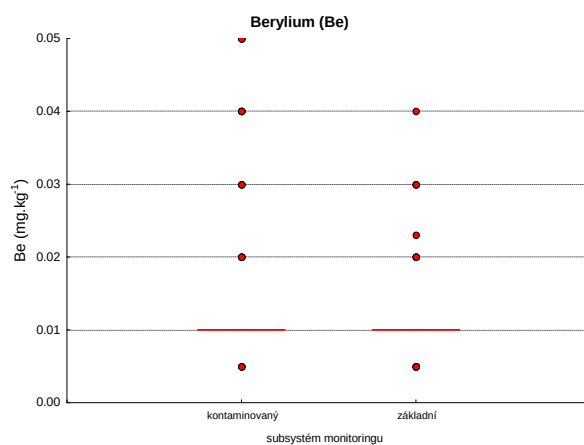
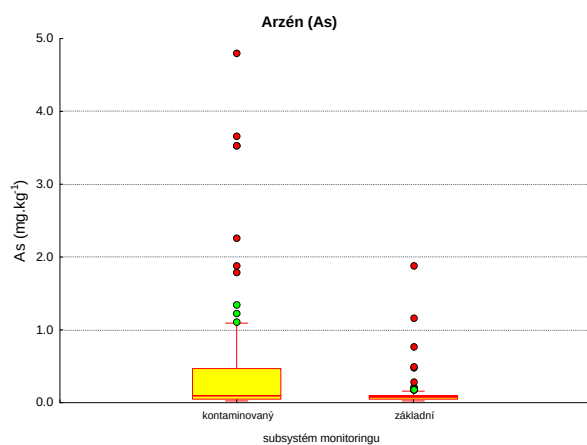
Příloha 4. Rozložení hodnot obsahů vybraných prvků v pšenici (zrno) (mg.kg^{-1} suš., 1997 - 2013)



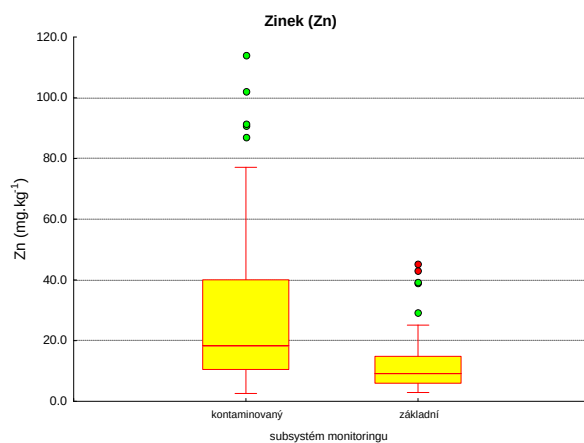
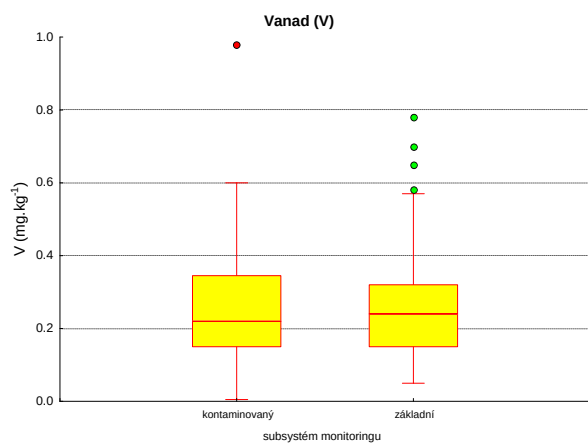
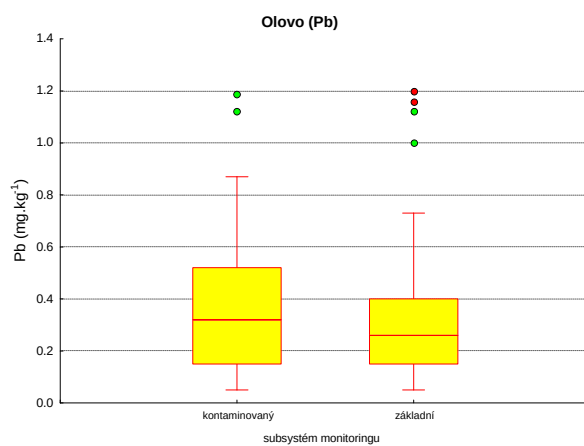
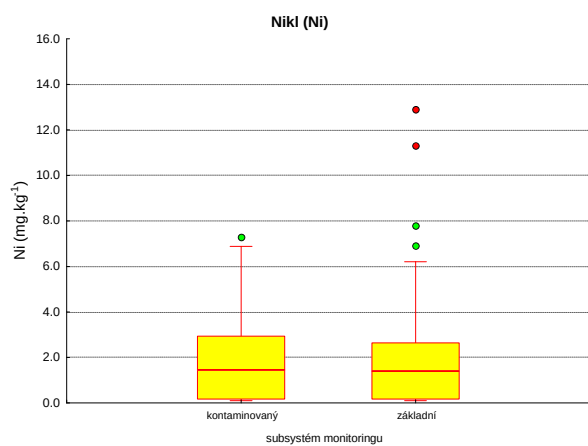
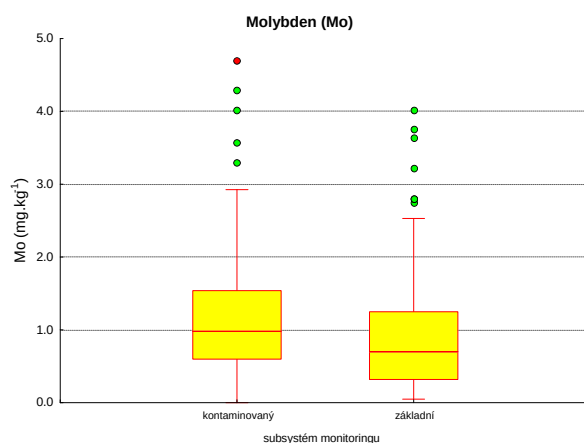
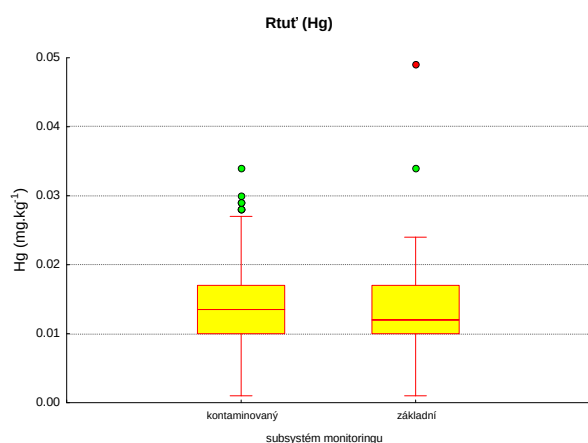
Příloha 4. Rozložení hodnot obsahů vybraných prvků v pšenici (zrno) (mg.kg^{-1} suš., 1997 - 2013)



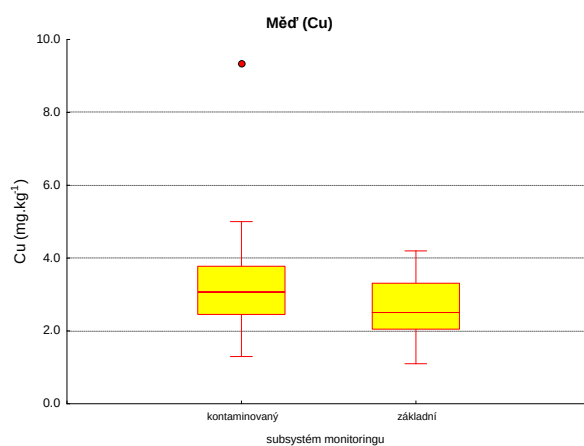
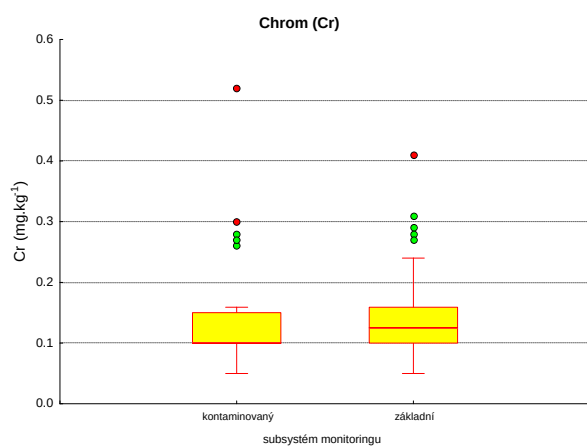
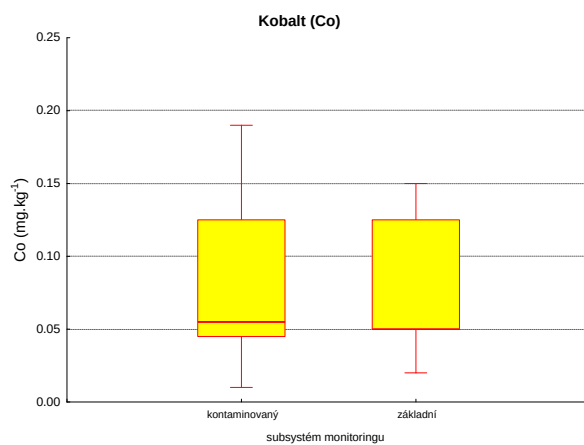
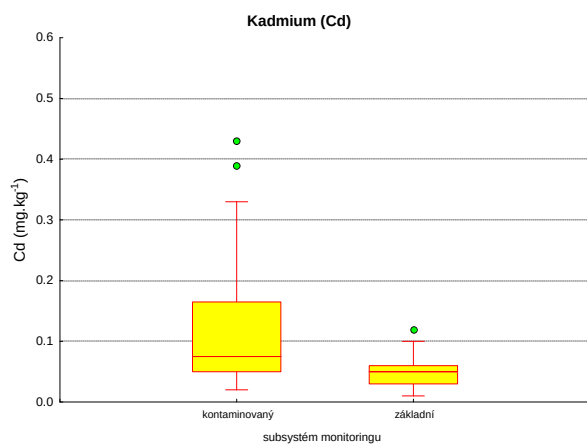
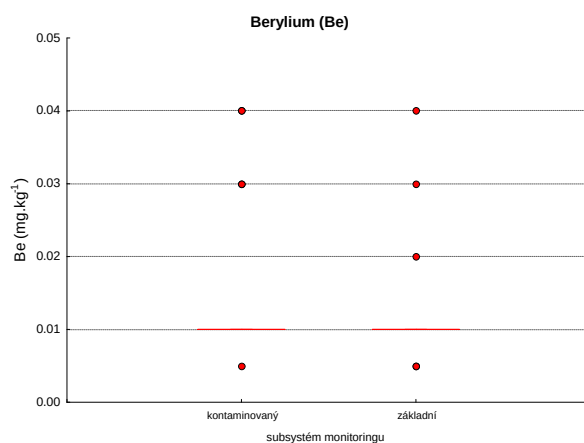
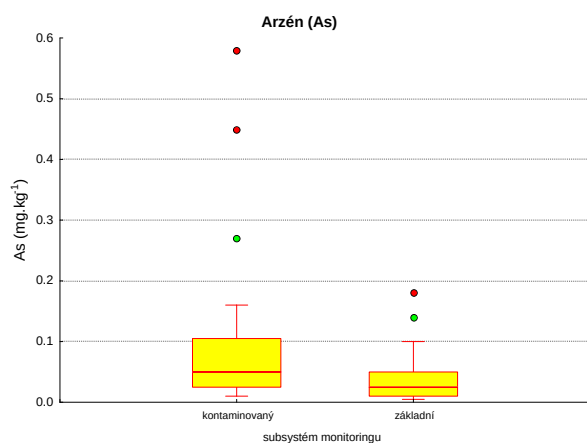
Příloha 4. Rozložení hodnot obsahů vybraných prvků v pšenici (sláma) (mg.kg^{-1} suš., 1997 - 2013)



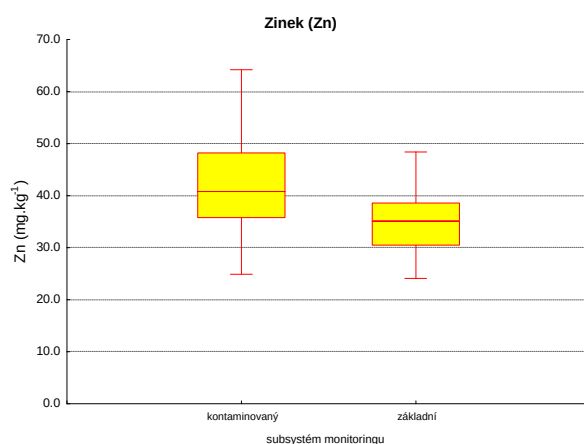
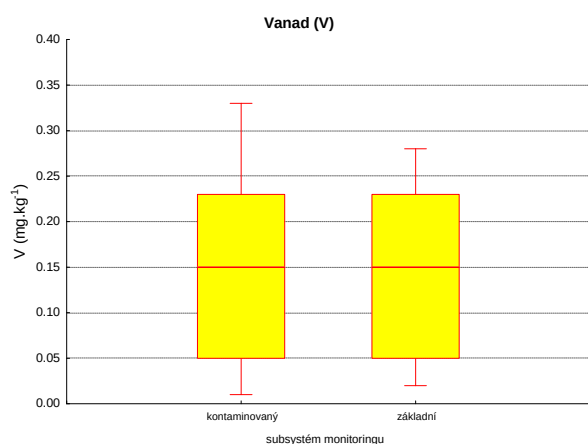
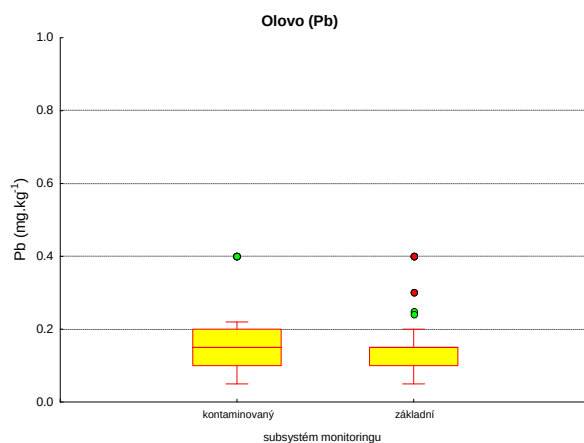
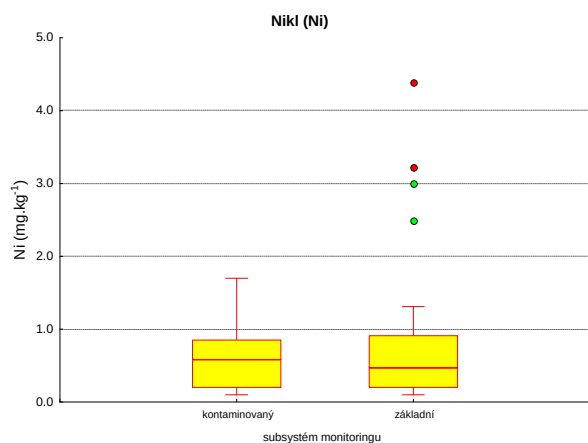
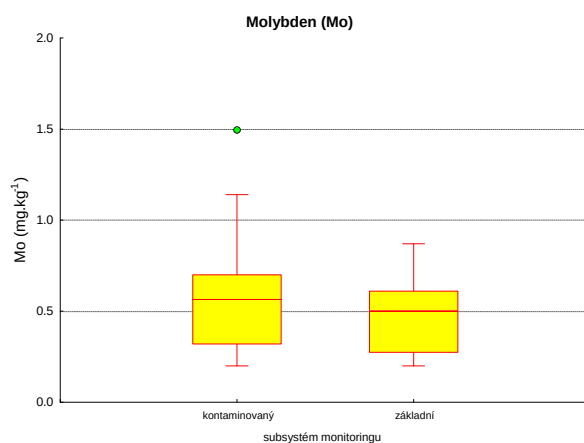
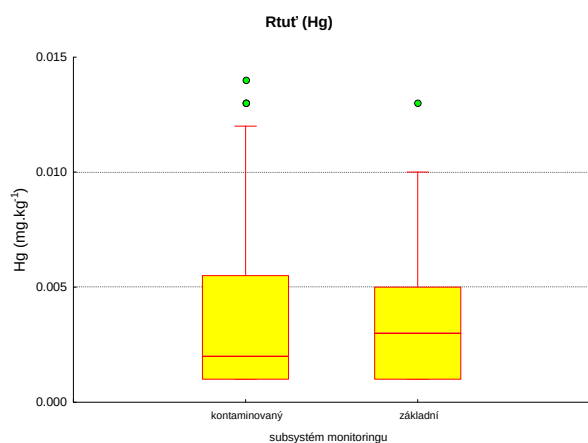
Příloha 4. Rozložení hodnot obsahů vybraných prvků v pšenici (sláma) (mg.kg^{-1} suš., 1997 - 2013)



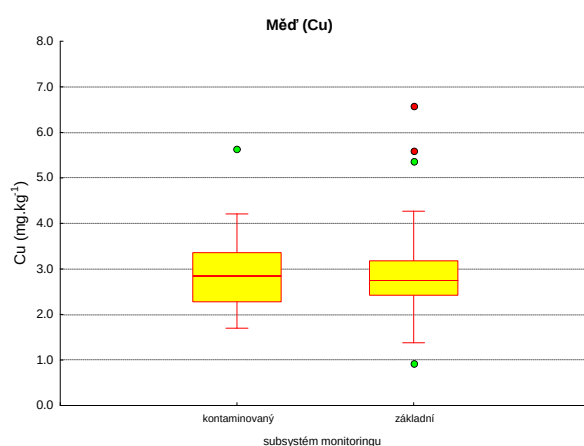
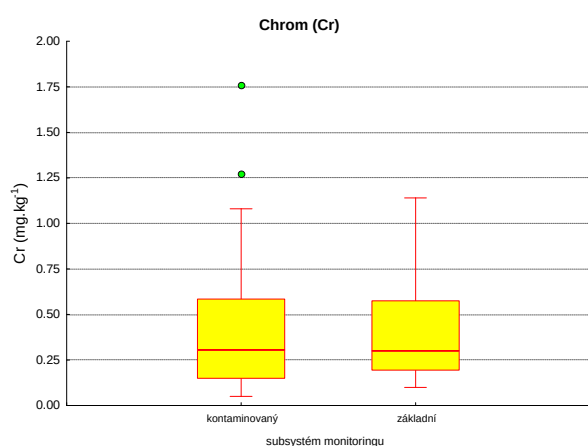
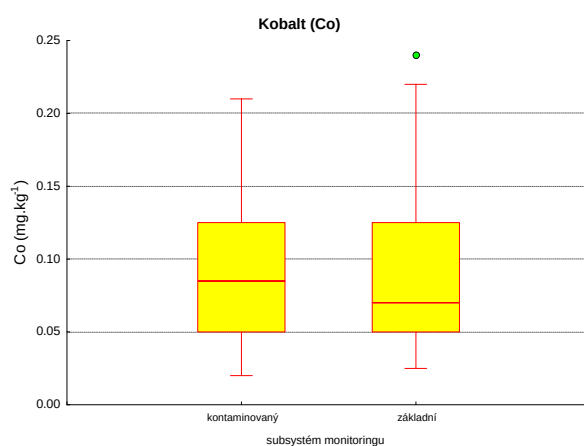
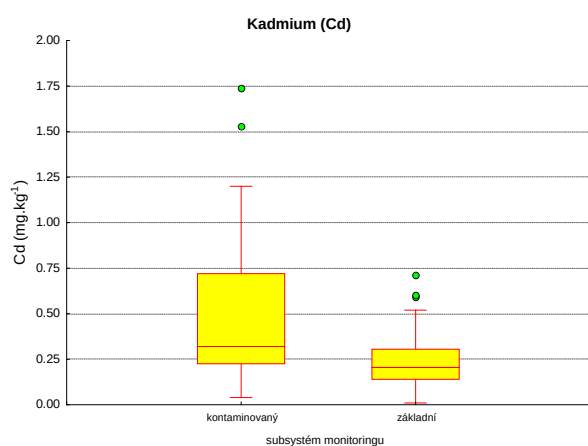
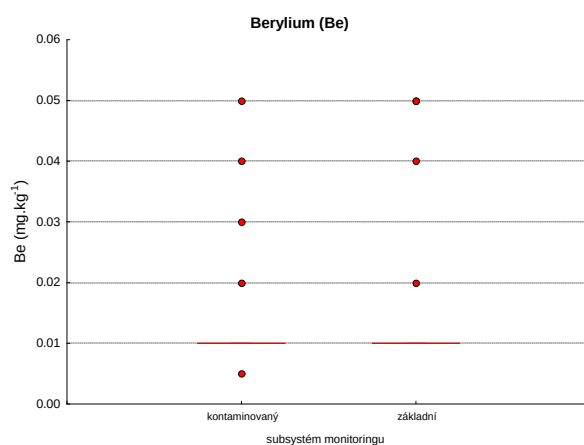
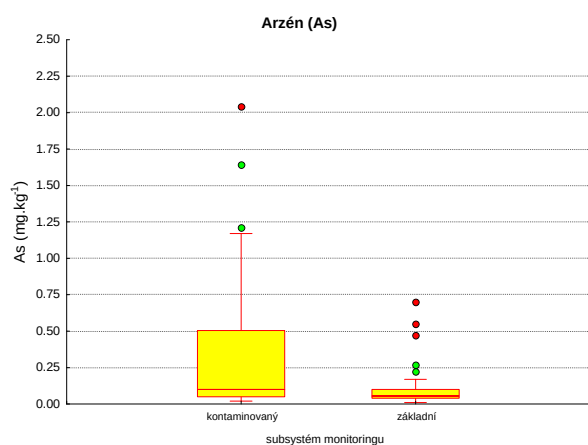
Příloha 4. Rozložení hodnot obsahů vybraných prvků v řepce (semeno) (mg.kg^{-1} suš., 1997 - 2013)



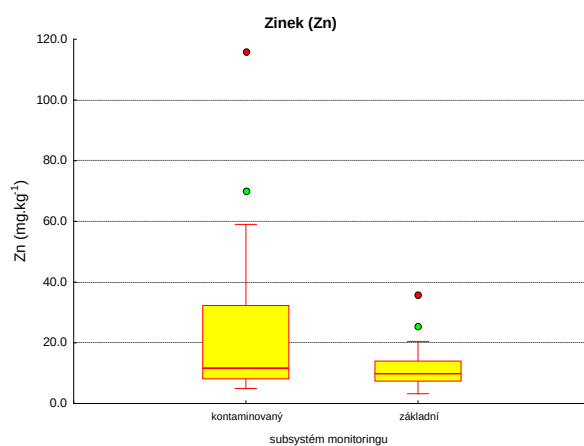
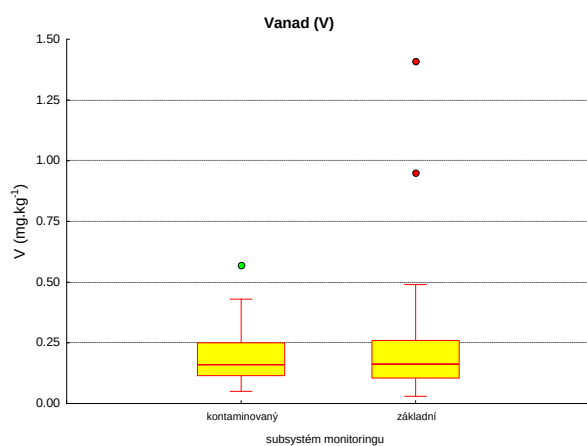
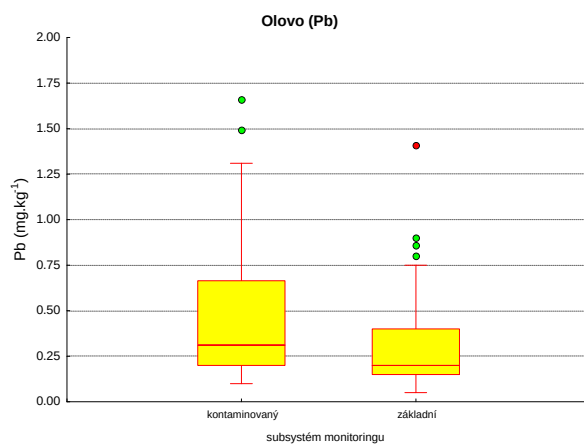
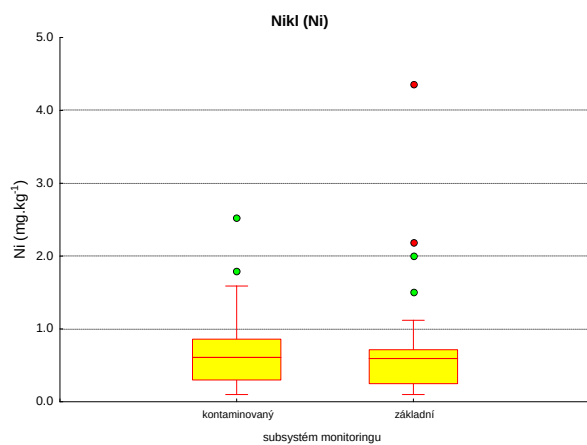
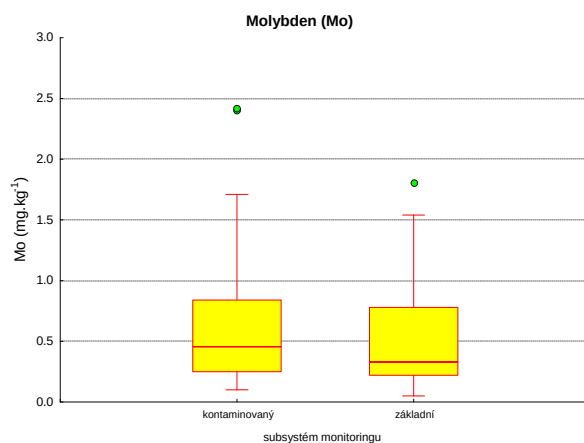
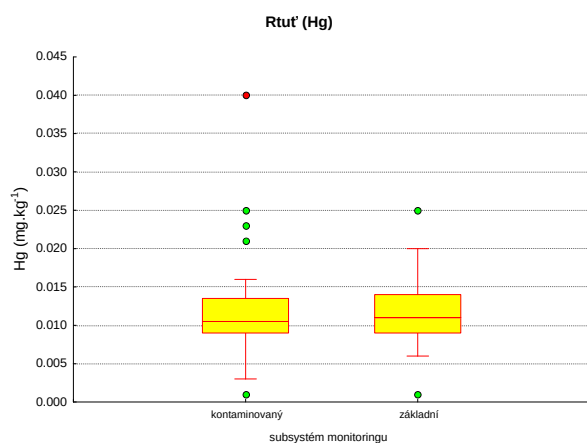
Příloha 4. Rozložení hodnot obsahů vybraných prvků v řepce (semeno) (mg.kg^{-1} suš., 1997 - 2013)



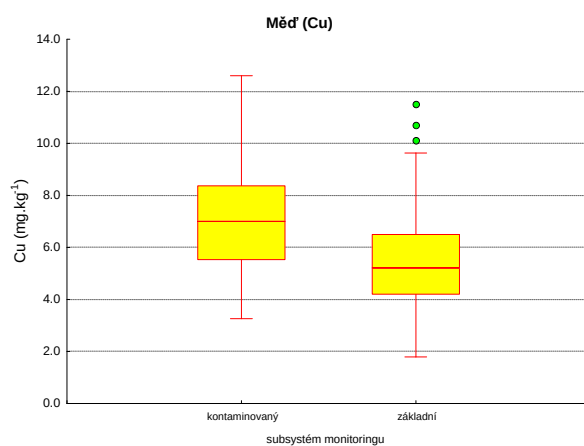
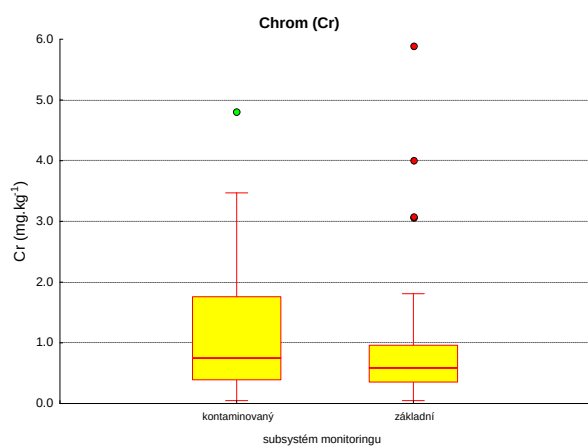
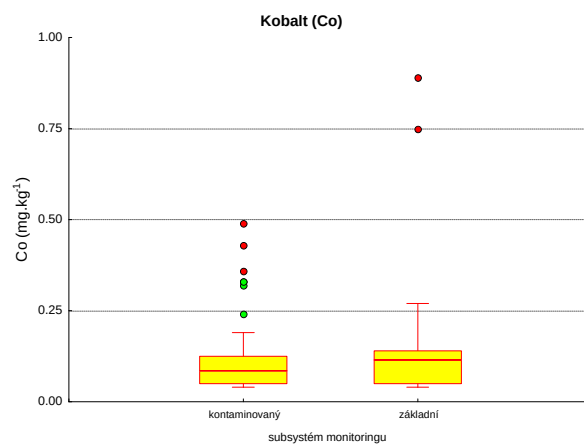
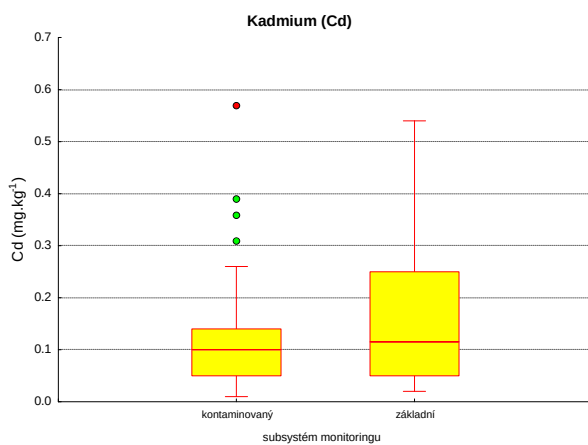
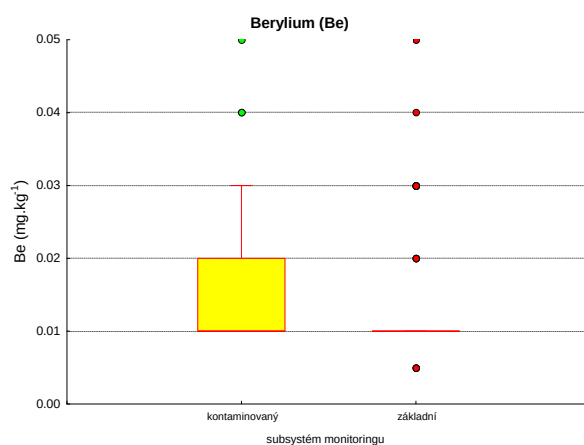
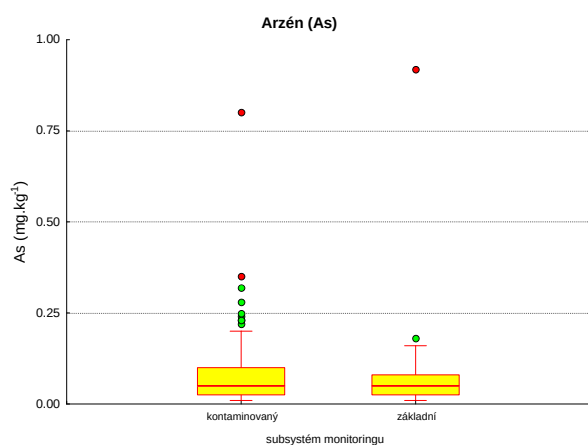
Příloha 4. Rozložení hodnot obsahů vybraných prvků v řepce (sláma) ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ suš., 1997 - 2013)



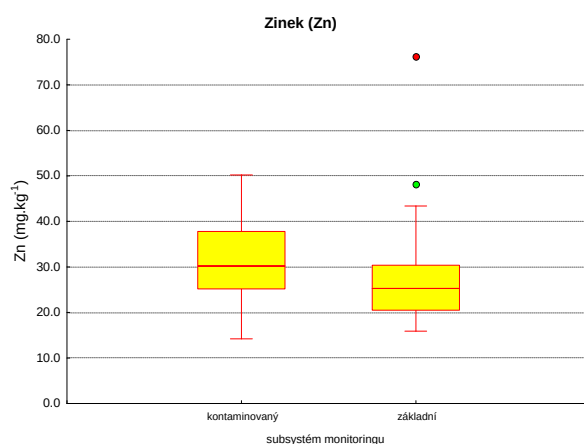
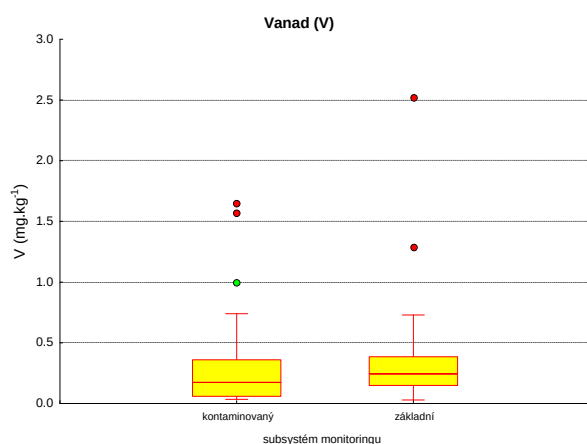
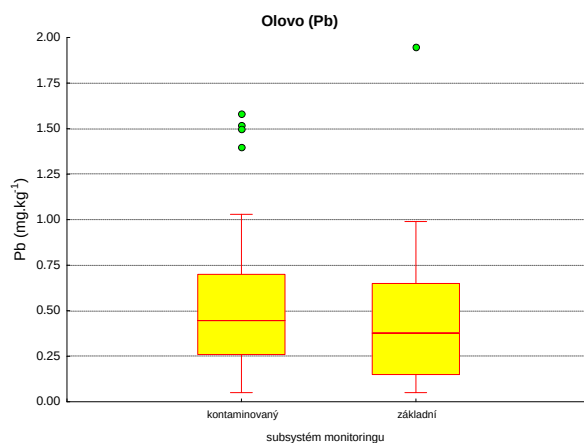
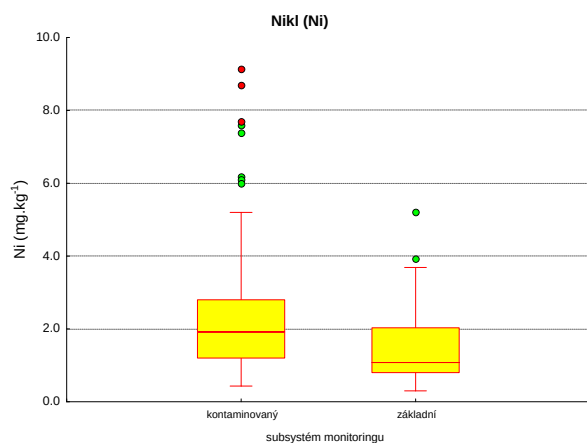
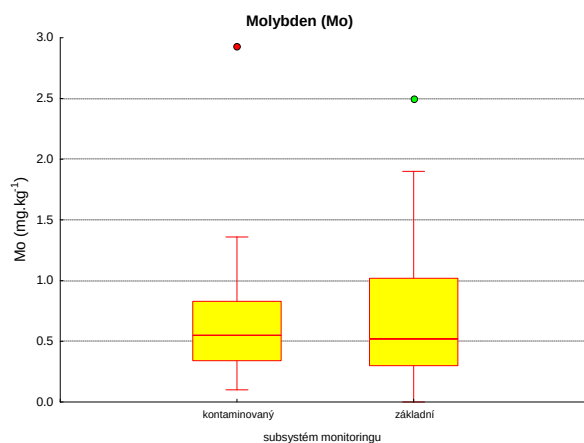
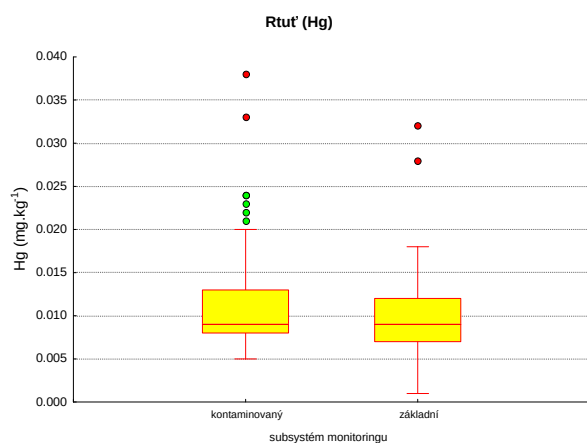
Příloha 4. Rozložení hodnot obsahů vybraných prvků v řepce (sláma) ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ suš., 1997 - 2013)



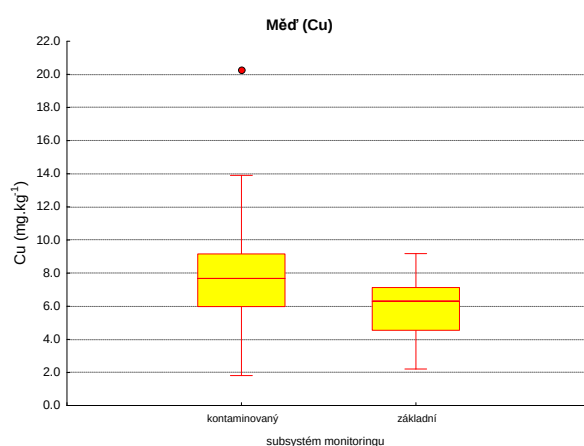
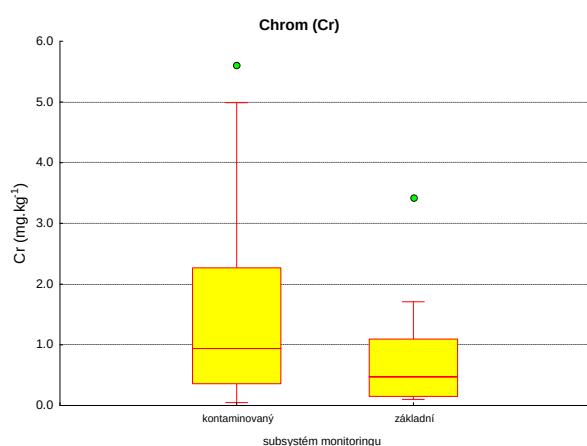
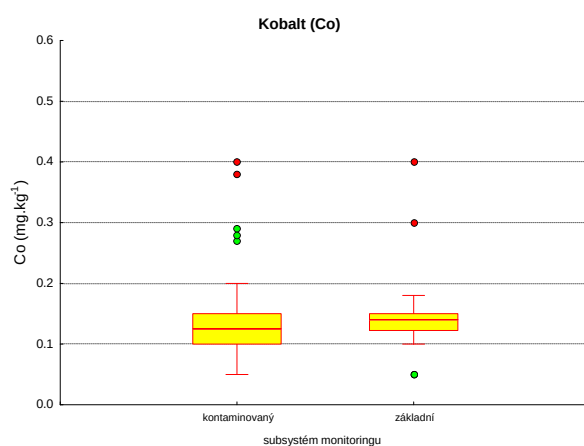
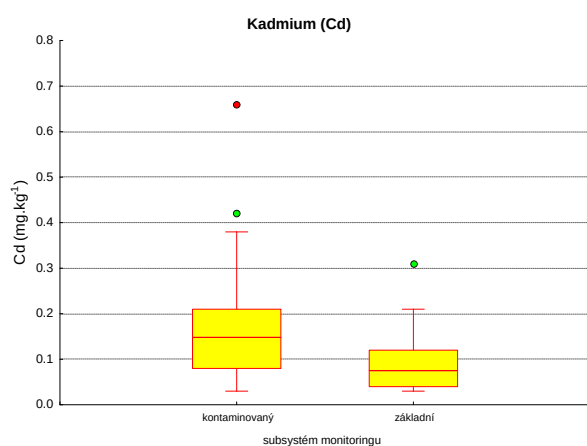
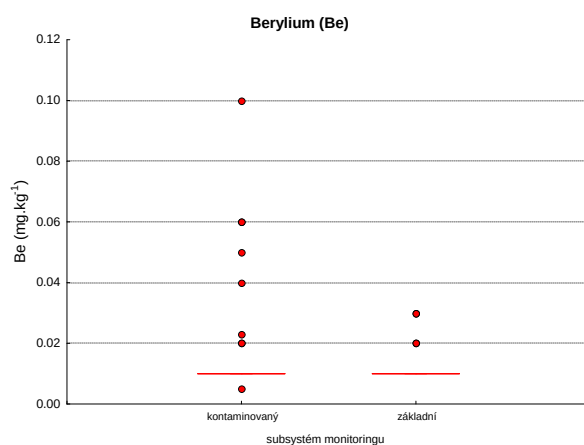
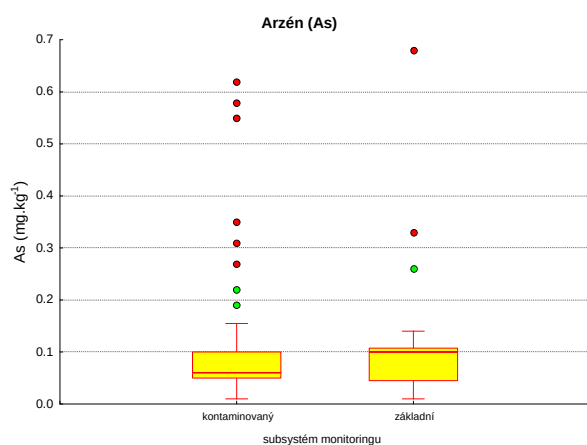
Příloha 4. Rozložení hodnot obsahů vybraných prvků v travních porostech (1. seč) (mg.kg^{-1} suš., 1997 - 2013)



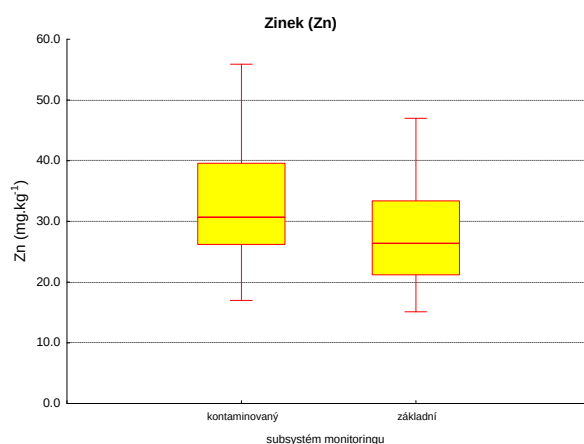
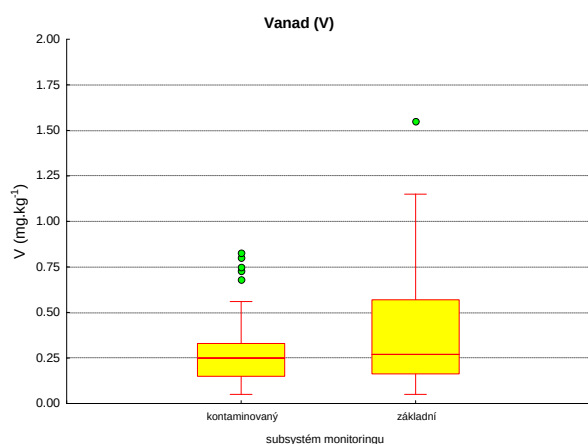
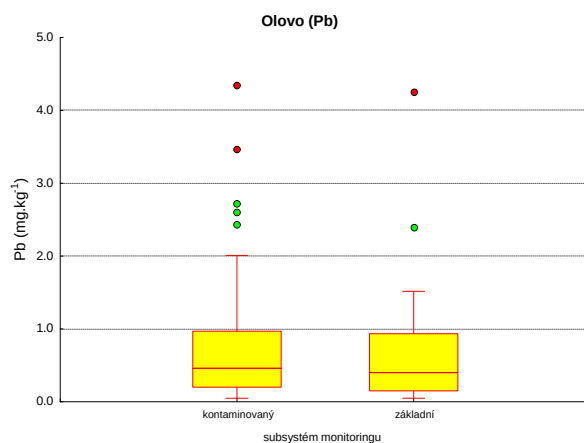
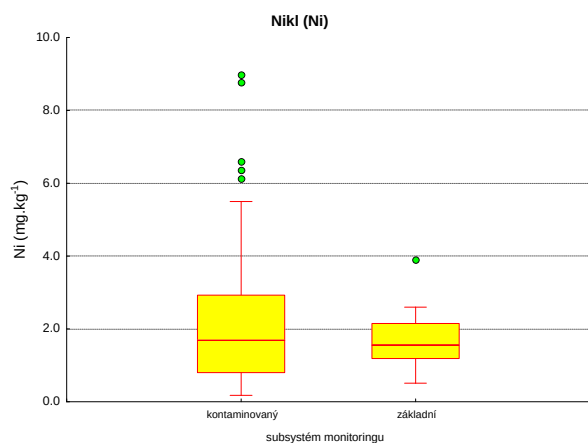
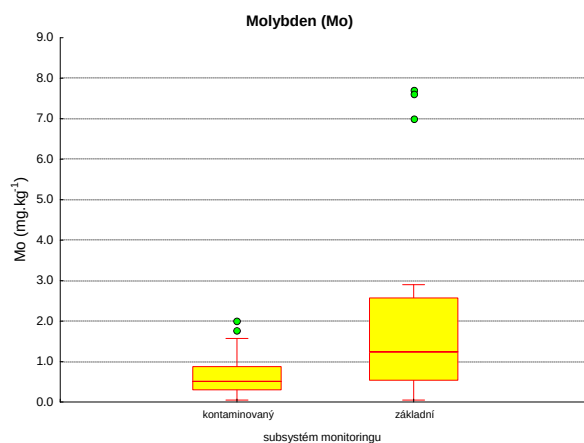
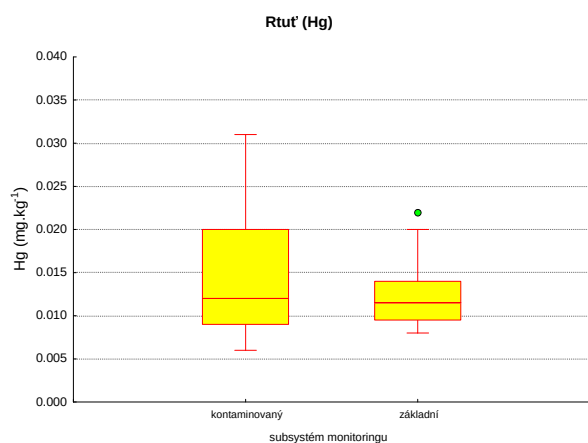
Příloha 4. Rozložení hodnot obsahů vybraných prvků v travních porostech (1. seč) (mg.kg^{-1} suš., 1997 - 2013)



Příloha 4. Rozložení hodnot obsahů vybraných prvků v travních porostech (2. seč) ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ suš., 1997 - 2013)



Příloha 4. Rozložení hodnot obsahů vybraných prvků v travních porostech (2. seč) (mg.kg^{-1} suš., 1997 - 2013)



Příloha 5. Statistická průkaznost rozdílů mezi obsahy sledovaných prvků v potravinách a krmivech a maximálními (limitními) hodnotami (H0: Medián souboru je roven limitní hodnotě)

Potraviny (čerstvá hmotnost, mg.kg⁻¹)

	počet vzorků	As		Cd		Pb		Hg	
		limit	Zamítnutí	limit	Zamítnutí	limit	Zamítnutí	limit	Zamítnutí
brambory (loupané)	10	---	---	0,1	ano	0,1	ano	---	---
luštěniny	10	---	---	---	---	0,2	ano	---	---
mák	7	0,1	ano	0,8	ano	1,0	ano	0,012	ano
zrno obilovin celkem	122	---	---	0,1	ano	0,2	ano	---	---
pšenice zrno	55	---	---	0,2	ano	---	---	---	---
sojové boby	3	---	---	0,2	ano	---	---	---	---

Krmné suroviny a některá krmiva (při 12% vlhkosti, tj. 88% sušiny, mg.kg⁻¹)

	počet vzorků	As		Cd		Pb		Hg	
		limit	Zamítnutí	limit	Zamítnutí	limit	Zamítnutí	limit	Zamítnutí
pícniny celkem	92	---	---	---	---	30,0	ano	---	---
krmné suroviny rostlinného původu celkem	92	2,0	ano	1,0	ano	---	---	0,1	ano
pícniny - jetel	9	2,0	ano	---	---	30,0	ano	---	---
krmné suroviny rostlinného původu - jetel	9	---	---	1,0	ano	---	---	0,1	ano
pícniny - vojtěška	5	2,0	ano	---	---	30,0	ano	---	---
krmné suroviny rostlinného původu - vojtěška	5	---	---	1,0	ano	---	---	---	---
pícniny - kukuřice siláž	18	2,0	ano	---	---	30,0	ano	0,1	ano
krmné suroviny rostlinného původu - kukuřice siláž	18	---	---	1,0	ano	---	---	---	---
pícniny - kukuřice na zeleno	12	2,0	ano	---	---	30,0	ano	0,1	ano
krmné suroviny rostlinného původu - kukuřice na zeleno	12	---	---	1,0	ano	---	---	---	---
pícniny - TTP 1. seč	17	2,0	ano	---	---	30,0	ano	0,1	ano
krmné suroviny rostlinného původu - TTP 1. seč	17	---	---	1,0	ano	---	---	---	---
pícniny - TTP 2. seč	15	2,0	ano	---	---	30,0	ano	0,1	ano
krmné suroviny rostlinného původu - TTP 2. seč	15	---	---	1,0	ano	---	---	---	---
pícniny - jetelotravní směska	5	2,0	ano	---	---	30,0	ano	0,1	ano
krmné suroviny rostlinného původu - jetelotravní směska	5	---	---	1,0	ano	---	---	---	---
krmné suroviny - zrno obilovin									
ječmen jarní a ozimý	44	2,0	ano	1,0	ano	10,0	ano	0,1	ano
pšenice jarní a ozimá	55	2,0	ano	1,0	ano	10,0	ano	0,1	ano
oves	9	2,0	ano	1,0	ano	10,0	ano	0,1	ano
krmné suroviny - sláma obilovin									
ječmen jarní a ozimý	44	2,0	ano	1,0	ano	10,0	ano	0,1	ano
pšenice jarní a ozimá	45	2,0	ano	1,0	ano	10,0	ano	0,1	ano
oves	9	2,0	ano	1,0	ano	10,0	ano	0,1	ano

Příloha 6. Maximální limity obsahů prvků podle Nařízení komise (ES) č. 1881/2006, ze dne 19. prosince 2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách a podle vyhlášky č. 329/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů)

		mg/kg čerstvé hmotnosti			
		As	Cd	Hg	Pb
brambory (loupané)		-	0,1	-	0,1
luštěniny		-	-	-	0,2
zelenina*		-	0,05	-	0,1
	lusková	-	-	-	0,2
	kořenová	-	0,1	-	-
	košťálová	-	-	-	0,3
	listová	-	0,2	-	0,3
	řapíkatá	-	0,1	-	-
obiloviny*		-	0,1	-	0,2
	pšenice	-	0,2	-	-
sojové boby		-	0,2	-	-
mák**		0,1	0,8	0,012	1,0

* pokud předpis nestanoví jinak, používá se hodnota obecně pro zeleninu a obiloviny

**mák je hodnocen na základě vyhlášky č. 329/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů; ostatní produkty podle uvedeného NK

Příloha 7. Maximální obsah prvků v krmivech podle Nařízení komise (EU) č. 574/2011, ze dne 16. června 2011, ve znění pozdějších předpisů

Krmivo	Maximální obsah (mg.kg ⁻¹ krmiva s 12% obsahem vlhkosti)			
	As	Cd	Pb	Hg
krmné suroviny (s výjimkou píce):	2,0	-	10,0	0,1
- pícniny	2,0	-	30,0	0,1
krmné suroviny rostlinného původu	-	1,0	-	-

Příloha 8. Počty vzorků rostlin odebraných v letech 1997 - 2013 překračující limity stanovené Nařízením komise (ES) č. 1881/2006 - část A; a Nařízením komise (EU) č. 574/2011 - část B

Část A - potraviny

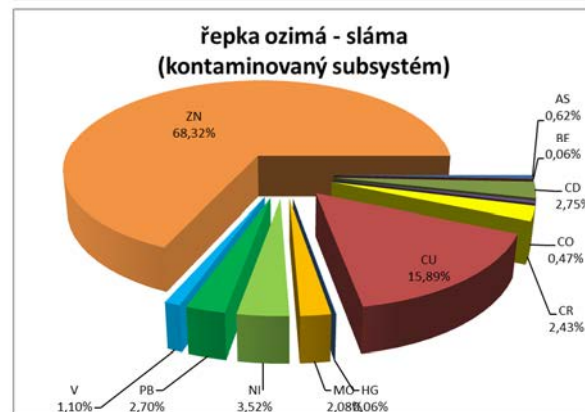
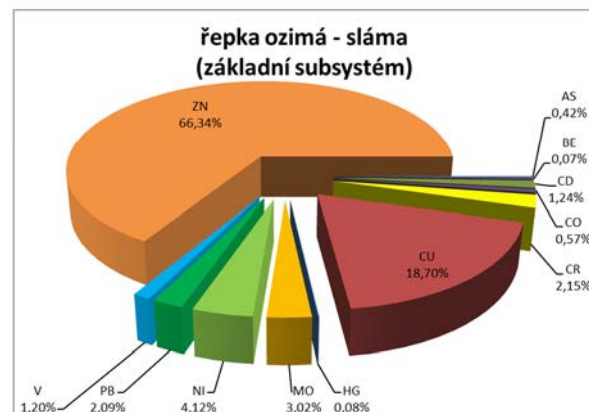
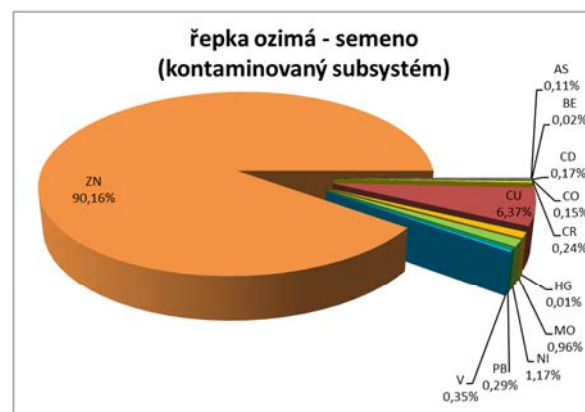
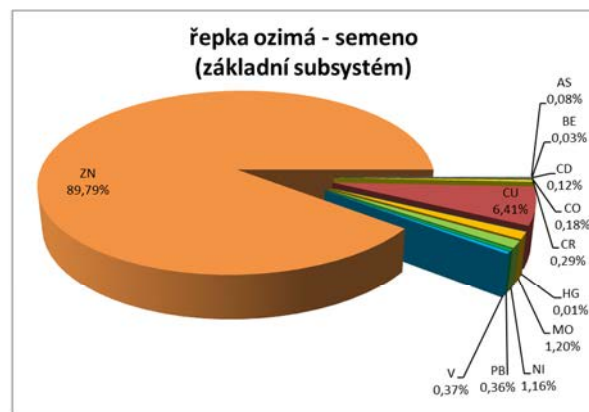
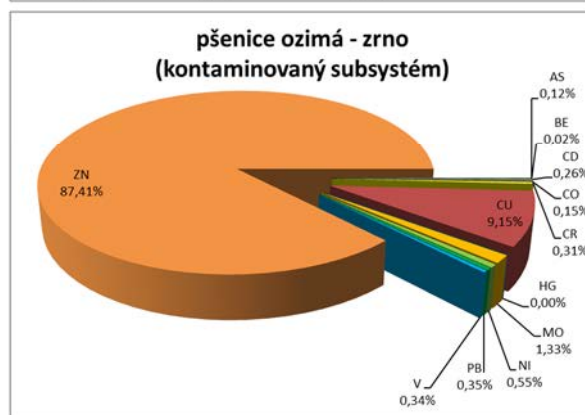
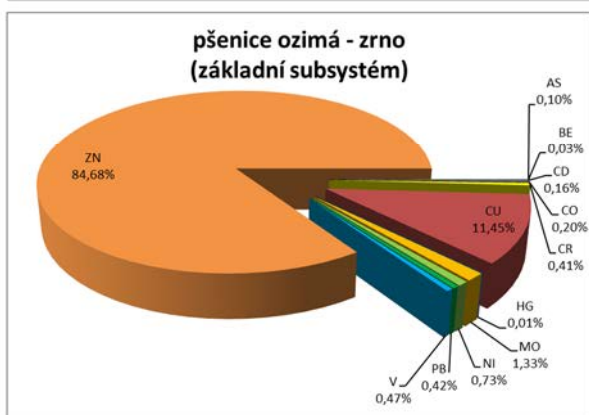
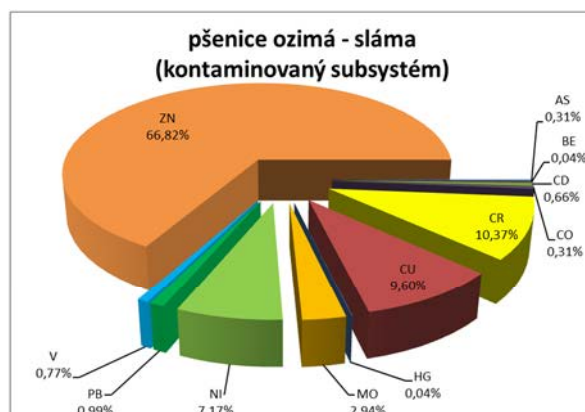
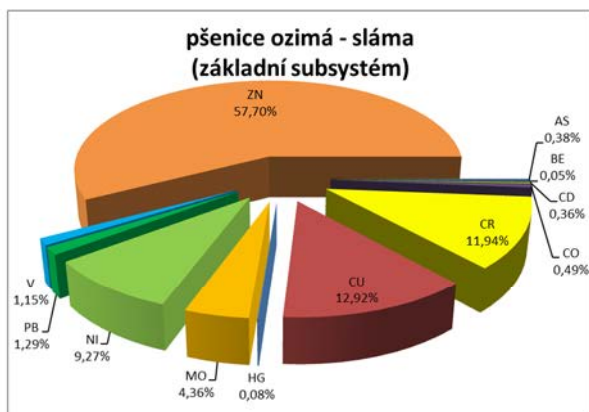
Plodina	Prvek	Limit (mg.kg ⁻¹ čerstvé hmoty)	Nadlim. vzorky
brambory (hlízy)	Cd	0,1	-
	Pb	0,1	2 [0]
hrách (semeno)	Cd	0,05	-
	Pb	0,2	1 [0]
ječmen (zrno)	Cd	0,1	11 [8]
	Pb	0,2	20 [8]
kukuřice (zrno)	Cd	0,1	2 [2]
	Pb	0,2	3 [2]
oves (zrno)	Cd	0,1	3 [3]
	Pb	0,2	5 [3]
pšenice (zrno)	Cd	0,2	39 [33]
	Pb	0,2	44 [23]
tritikale (zrno)	Cd	0,1	6 [6]
	Pb	0,2	7 [6]
žito (zrno)	Cd	0,1	5 [4]
	Pb	0,2	4 [3]
mák (semeno)	As	0,1	2 [2]
	Cd	0,8	3 [0]
	Hg	0,012	2 [0]
	Pb	1,0	1 [1]

Část B - krmiva

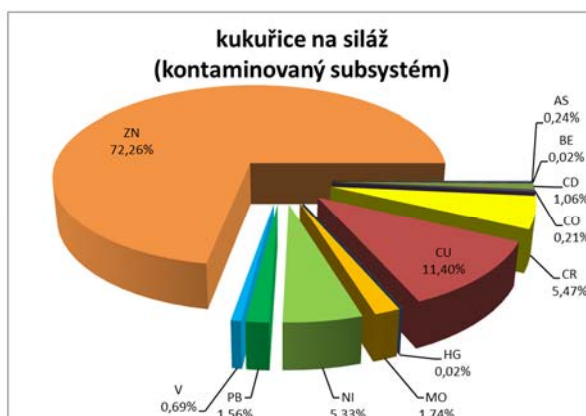
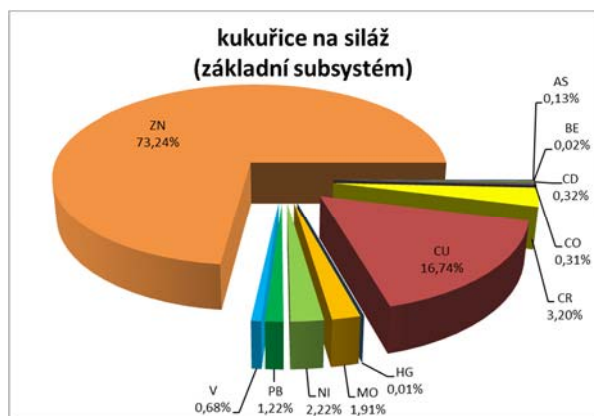
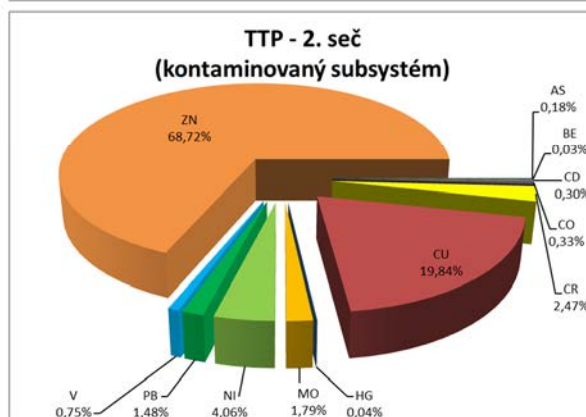
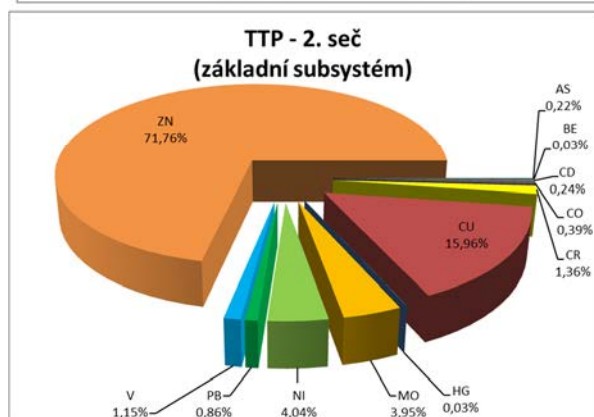
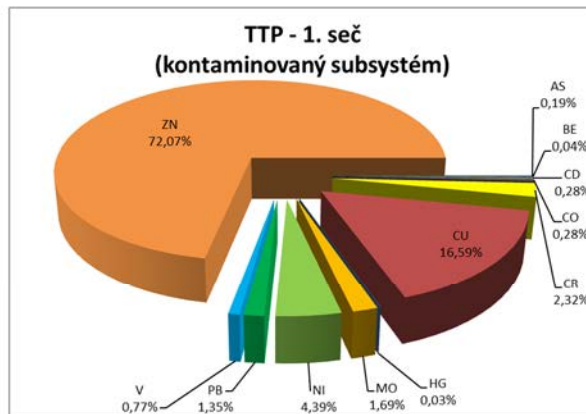
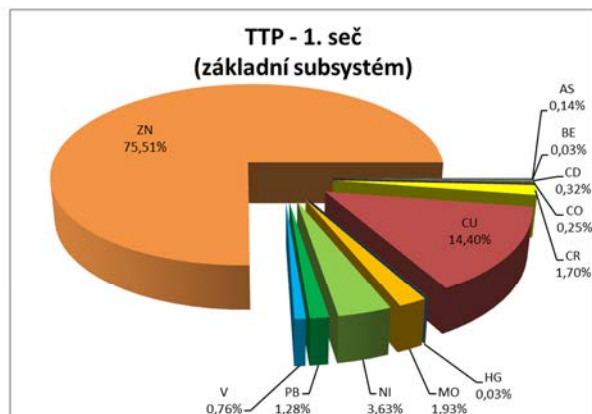
Plodina	Prvek	Limit (mg.kg ⁻¹ vhkost 12%)	Nadlim. vzorky
jetelo- travní směska	As	2,0	-
	Cd	1,0	-
	Hg	0,1	4 [3]
	Pb	30,0	-
trvalé travní porosty	As	2,0	-
	Cd	1,0	1 [1]
	Hg	0,1	6 [5]
	Pb	30,0	-
kukuřice (na siláž, píci)	As	2,0	1 [1]
	Cd	1,0	2 [2]
	Hg	0,1	-
	Pb	30,0	1 [1]
krmné směsky	As	2,0	1 [1]
	Cd	1,0	-
	Hg	0,1	1 [1]
	Pb	30,0	-
ječmen (sláma)	As	2,0	4 [4]
	Cd	1,0	-
	Hg	0,1	-
	Pb	10,0	2 [0]
pšenice (sláma)	As	2,0	5 [5]
	Cd	1,0	4 [4]
	Hg	0,1	3 [1]
	Pb	10,0	7 [4]
tritikale (sláma)	As	2,0	-
	Cd	1,0	4 [4]
	Hg	0,1	-
	Pb	10,0	5 [4]
oves (sláma)	As	2,0	-
	Cd	1,0	1 [1]
	Hg	0,1	-
	Pb	10,0	-
řepa cukrová (chrást)	As	2,0	1 [1]
	Cd	1,0	1 [1]
	Hg	0,1	-
	Pb	10,0	-
pšenice, kukuřice (zrno)	As	2,0	2 [2]
	Cd	1,0	-
	Hg	0,1	-
	Pb	10,0	-
peluška (sláma)	As	2,0	-
	Cd	1,0	1 [1]
	Hg	0,1	-
	Pb	10,0	1 [1]

[] ... v závorce je uvedeno, kolik vzorků z celkového počtu nadlimitních vzorků je ze subsystému kontaminovaných ploch

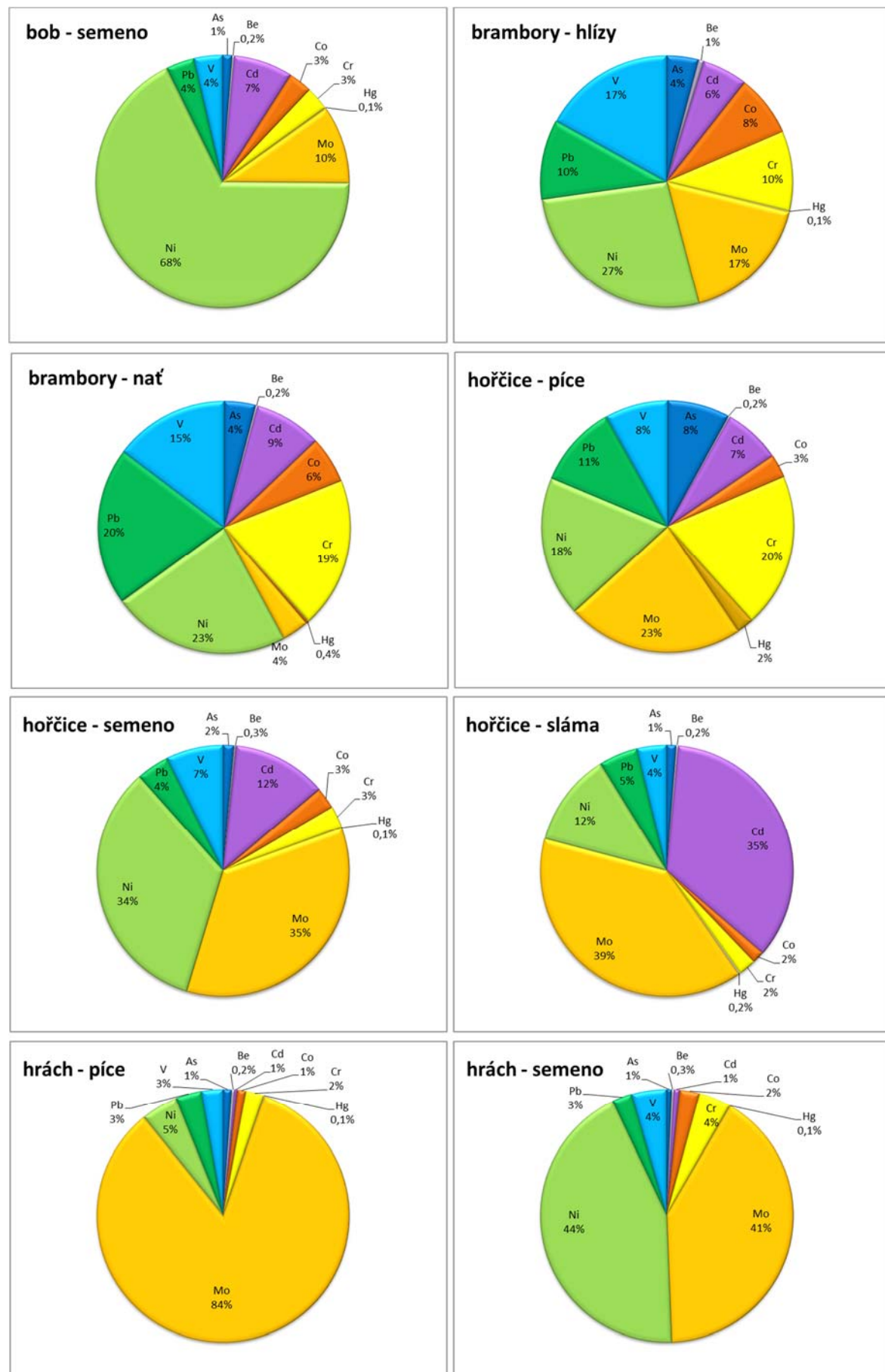
Příloha 9: Relativní zastoupení všech stanovených prvků ve vybraných plodinách s ohledem na obsahy v základním a kontaminovaném subsystému (1992 - 2013; %)



Příloha 9: (pokračování) Relativní zastoupení všech stanovených prvků ve vybraných plodinách s ohledem na obsahy v základním a kontaminovaném subsystému (1992 - 2013; %)

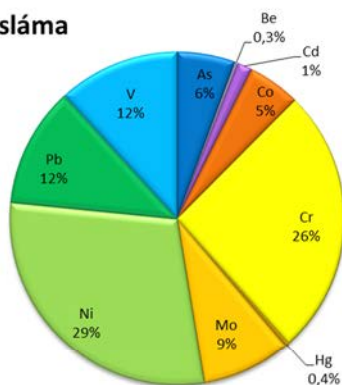


Příloha 10: Podíl vybraných rizikových prvků (As, Be, Co, Cr, Hg, Mo, Ni, Pb, V) ve všech odebraných zemědělských plodinách (1992 - 2013; %)

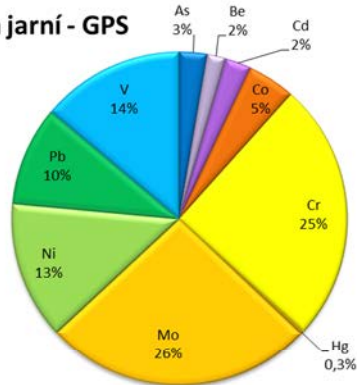


Příloha 10: (pokračování) Podíl vybraných rizikových prvků (As, Be, Co, Cr, Hg, Mo, Ni, Pb, V) ve všech odebraných zemědělských plodinách (1992 - 2013; %)

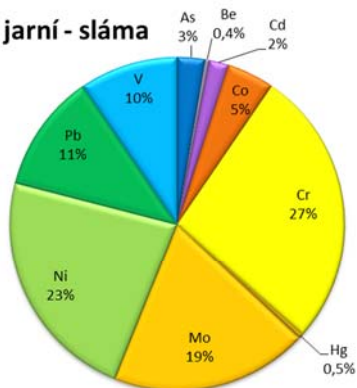
hrách - sláma



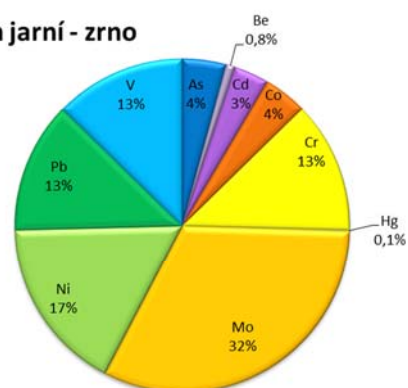
ječmen jarní - GPS



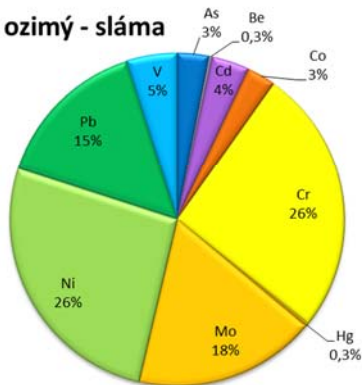
ječmen jarní - sláma



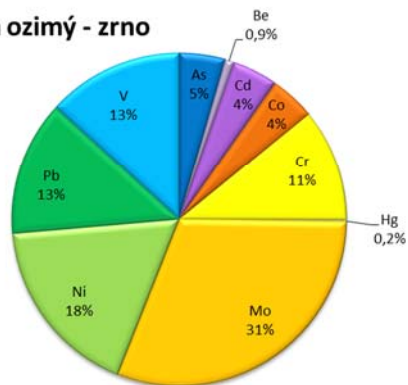
ječmen jarní - zrno



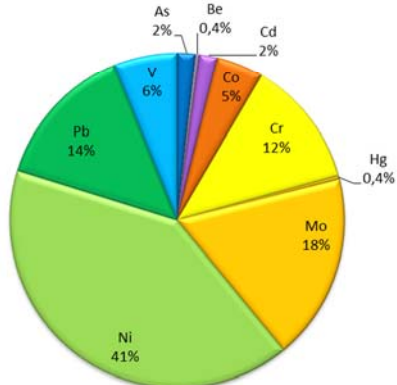
ječmen ozimý - sláma



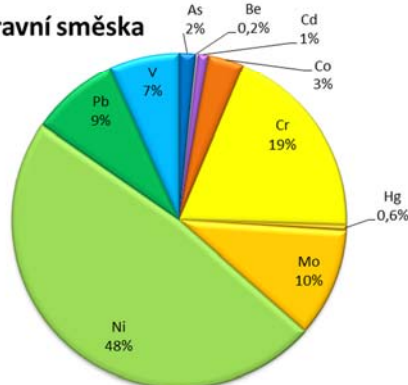
ječmen ozimý - zrno



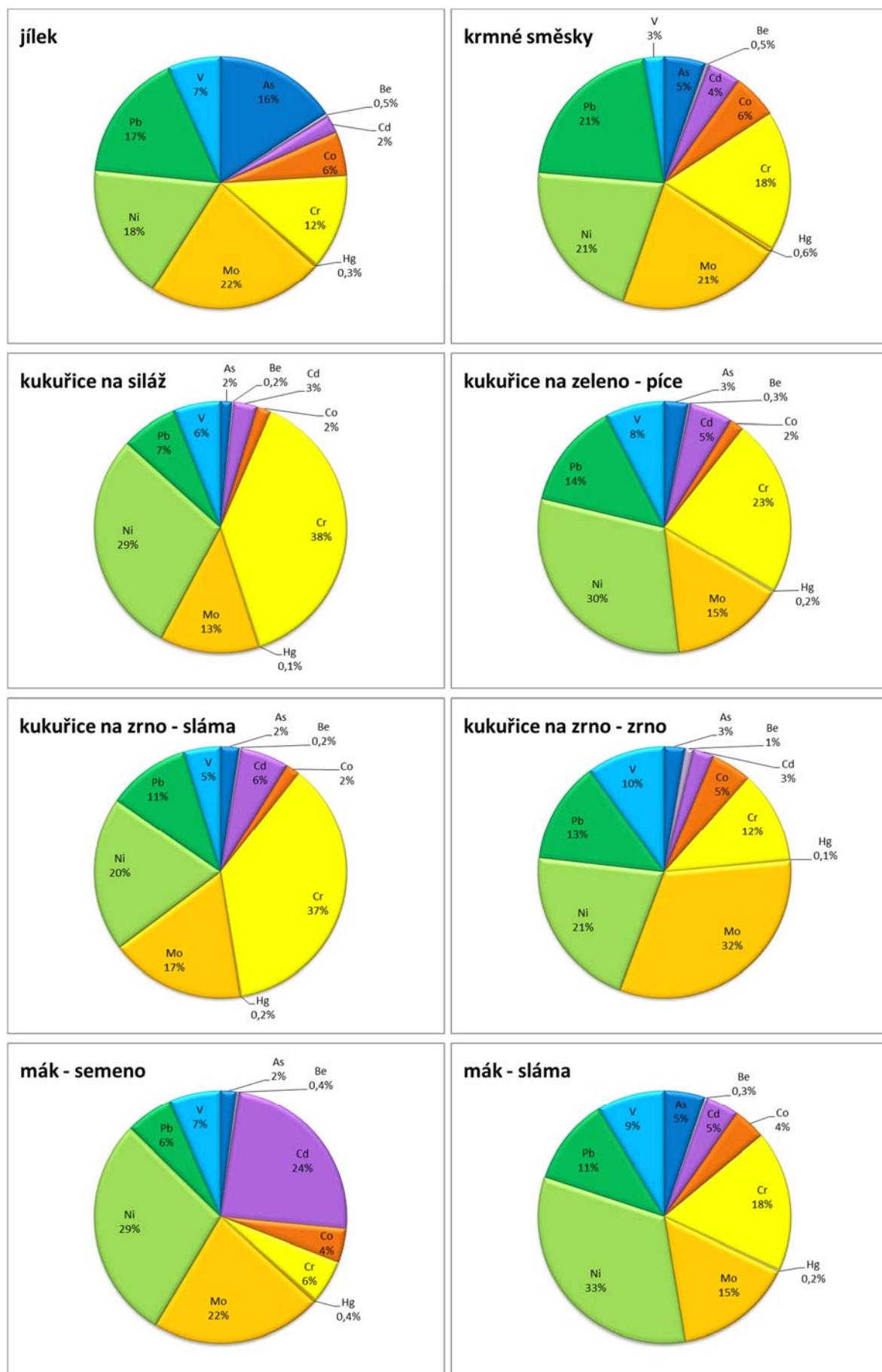
jetel



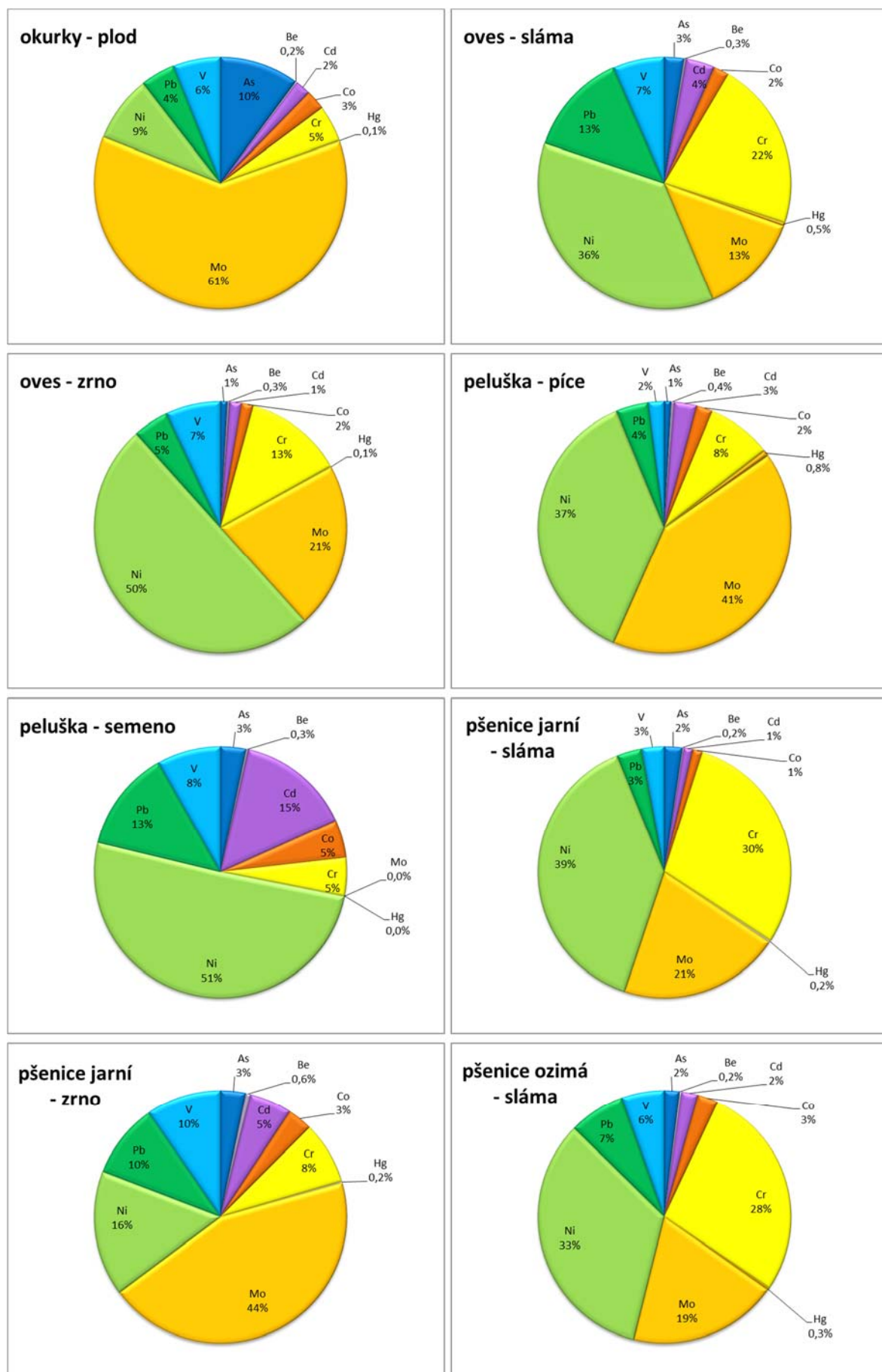
jetelotravní směska



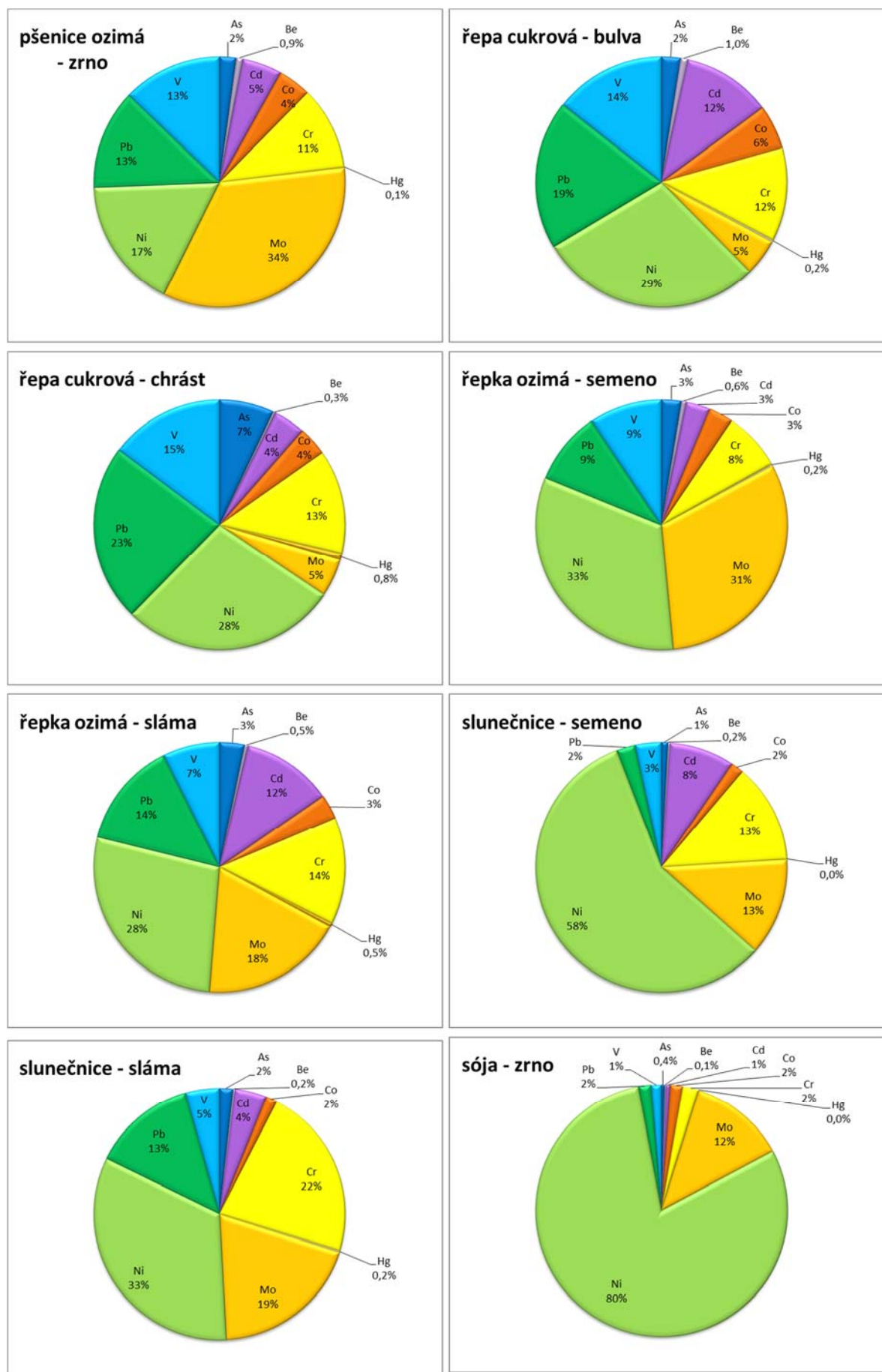
Příloha 10: (pokračování) Podíl vybraných rizikových prvků (As, Be, Co, Cr, Hg, Mo, Ni, Pb, V) ve všech odebraných zemědělských plodinách (1992 - 2013; %)



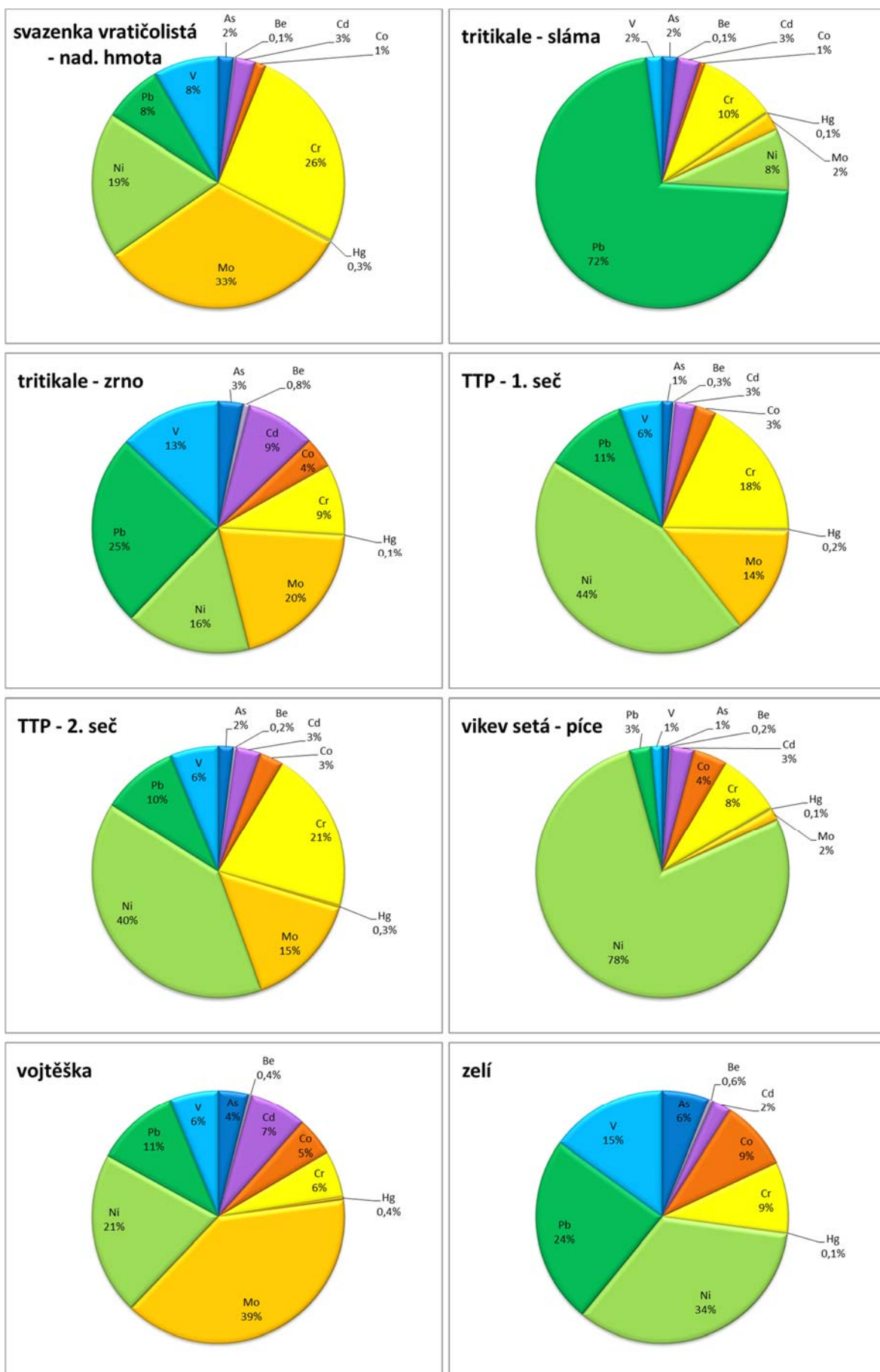
Příloha 10: (pokračování) Podíl vybraných rizikových prvků (As, Be, Co, Cr, Hg, Mo, Ni, Pb, V) ve všech odebraných zemědělských plodinách (1992 - 2013; %)



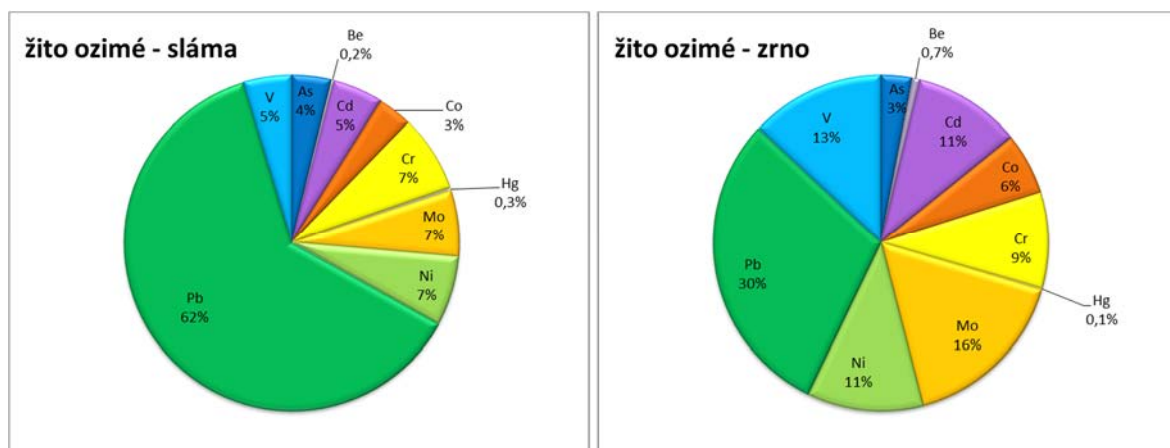
Příloha 10: (pokračování) Podíl vybraných rizikových prvků (As, Be, Co, Cr, Hg, Mo, Ni, Pb, V) ve všech odebraných zemědělských plodinách (1992 - 2013; %)



Příloha 10: (pokračování) Podíl vybraných rizikových prvků (As, Be, Co, Cr, Hg, Mo, Ni, Pb, V) ve všech odebraných zemědělských plodinách (1992 - 2013; %)

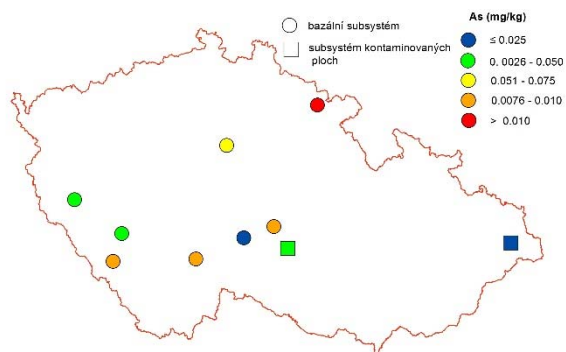


Příloha 10: (pokračování) Podíl vybraných rizikových prvků (As, Be, Co, Cr, Hg, Mo, Ni, Pb, V) ve všech odebraných zemědělských plodinách (1992 - 2013; %)

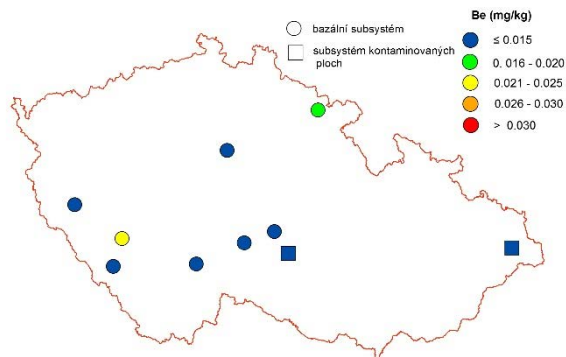


Příloha 11: Střední obsahy vybraných prvků ve vybraných plodinách pěstovaných na plochách BMP na území ČR - brambory (mg.kg⁻¹ čerstvé hmoty)

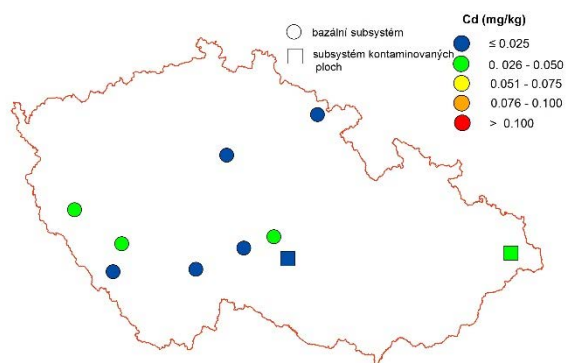
Arsén (As)



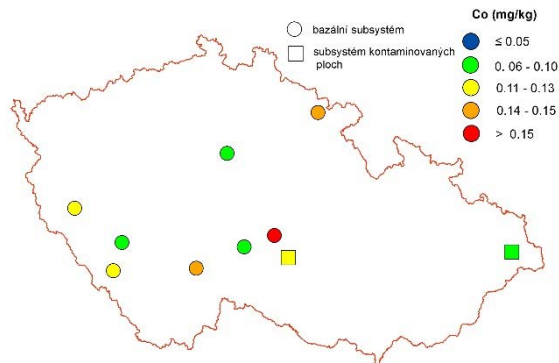
Beryllium (Be)



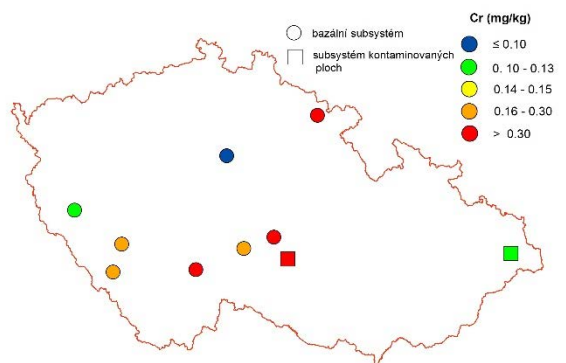
Kadmium (Cd)



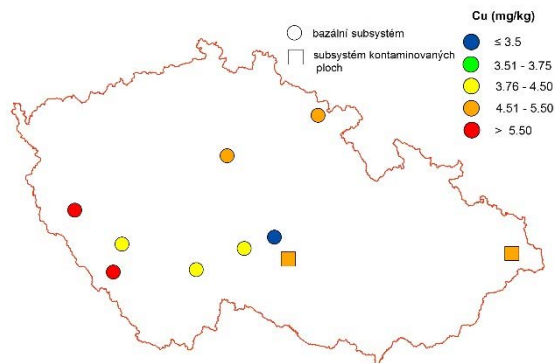
Kobalt (Co)



Chrom (Cr)

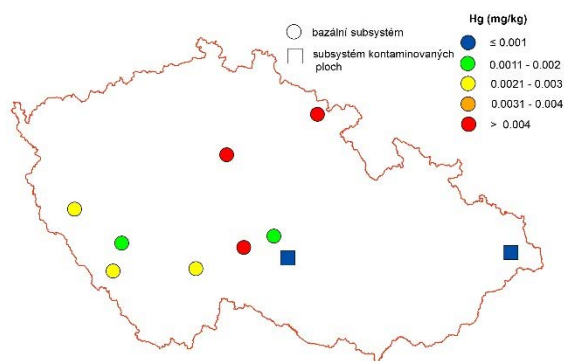


Měď (Cu)

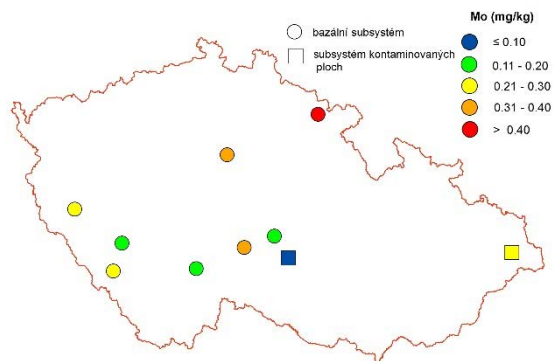


Příloha 11: (pokračování) Střední obsahy vybraných prvků ve vybraných plodinách pěstovaných na plochách BMP na území ČR - brambory (mg.kg⁻¹ čerstvé hmoty)

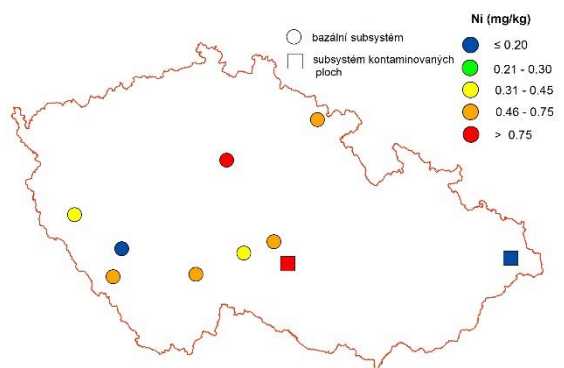
Rtuť (Hg)



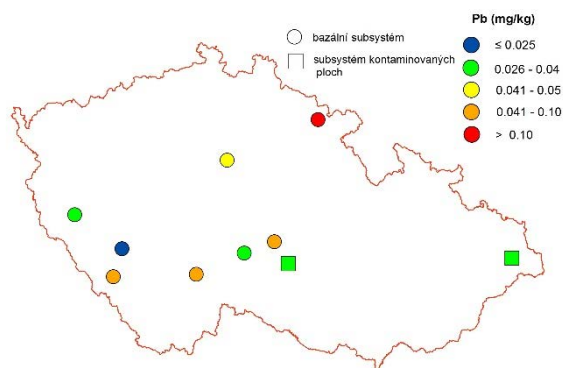
Molybden (Mo)



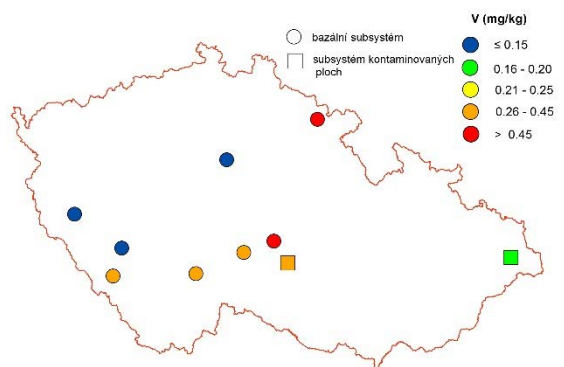
Nikl (Ni)



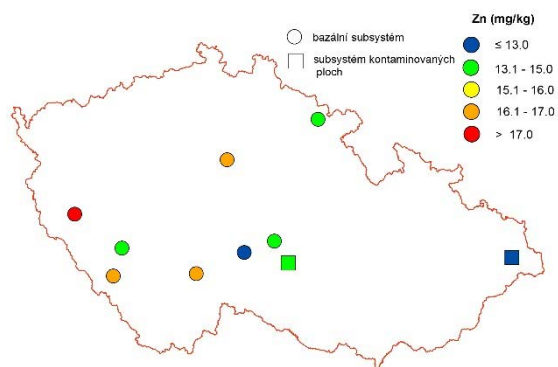
Olovo (Pb)



Vanad (V)

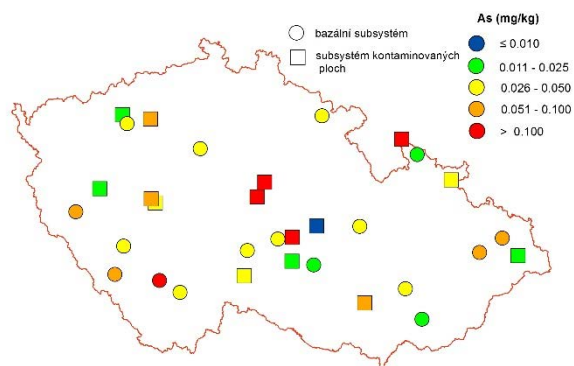


Zinek (Zn)

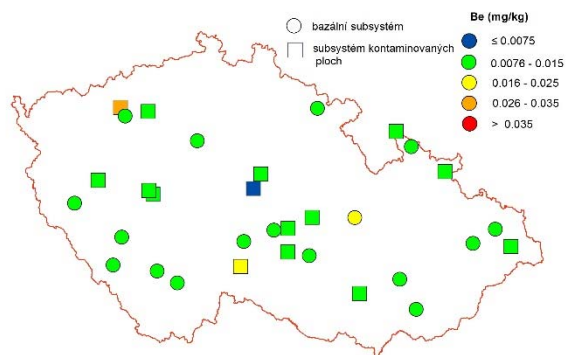


Příloha 11: (pokračování) Střední obsahy vybraných prvků ve vybraných plodinách pěstovaných na plochách BMP na území ČR - ječmen (mg.kg⁻¹ čerstvé hmoty)

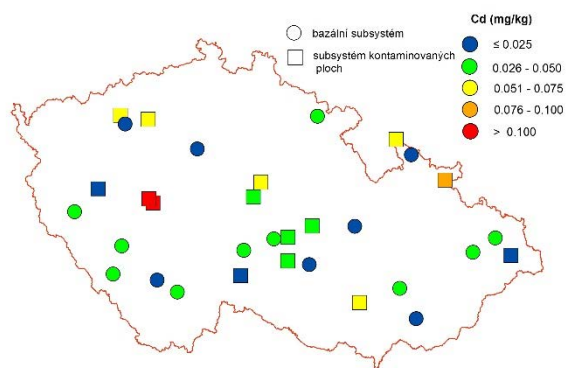
Arsén (As)



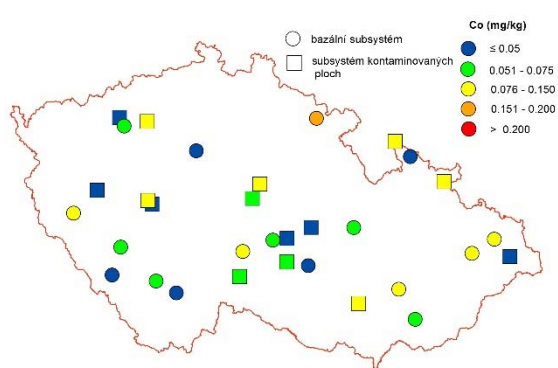
Beryllium (Be)



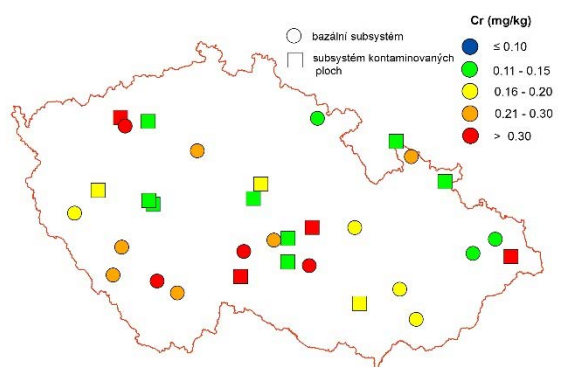
Kadmium (Cd)



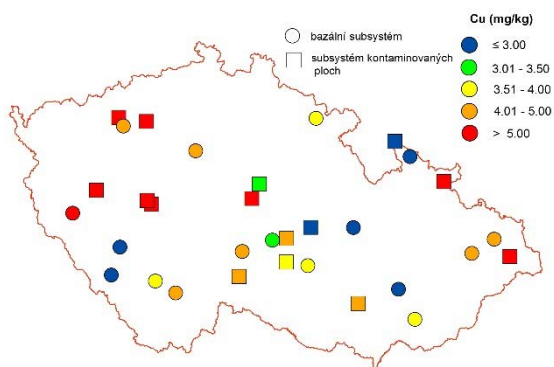
Kobalt (Co)



Chrom (Cr)

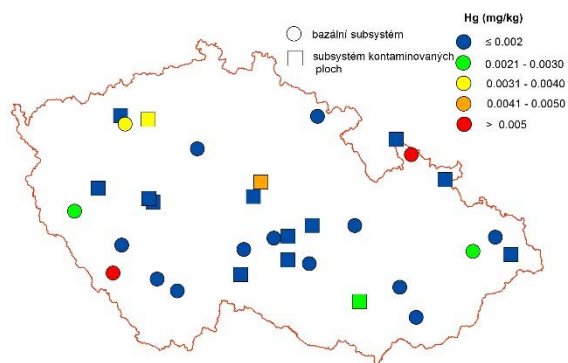


Měď (Cu)

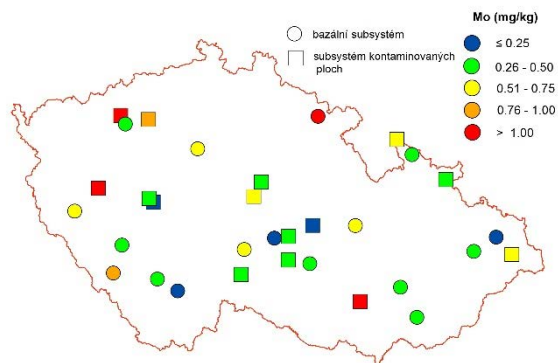


Příloha 11: (pokračování) Střední obsahy vybraných prvků ve vybraných plodinách pěstovaných na plochách BMP na území ČR - ječmen ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ čerstvé hmoty)

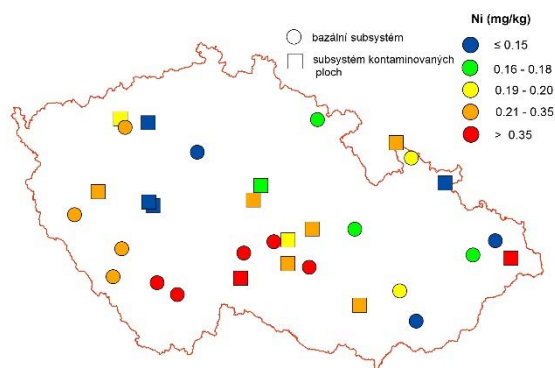
Rtuť (Hg)



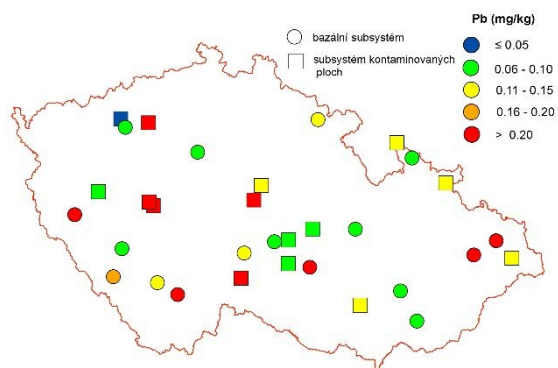
Molybden (Mo)



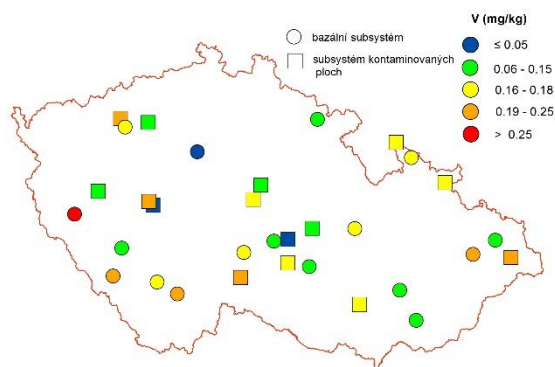
Nikl (Ni)



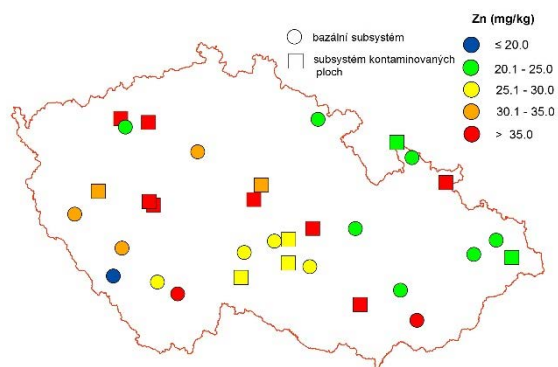
Olovo (Pb)



Vanad (V)

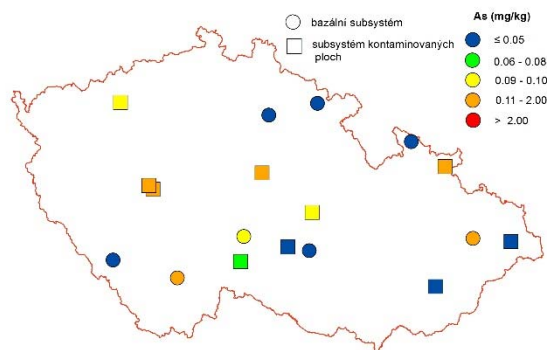


Zinek (Zn)

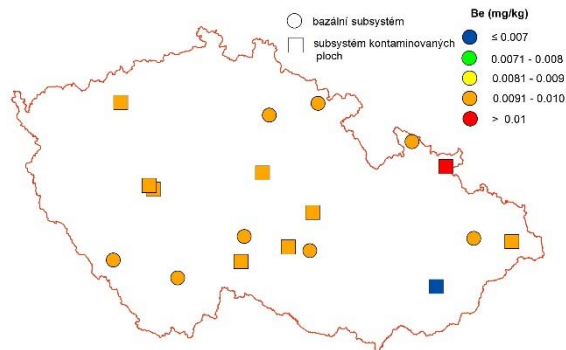


Příloha 11: (pokračování) Střední obsahy vybraných prvků ve vybraných plodinách pěstovaných na plochách BMP na území ČR - kukuřice na siláž (mg.kg⁻¹ v 88% suš.)

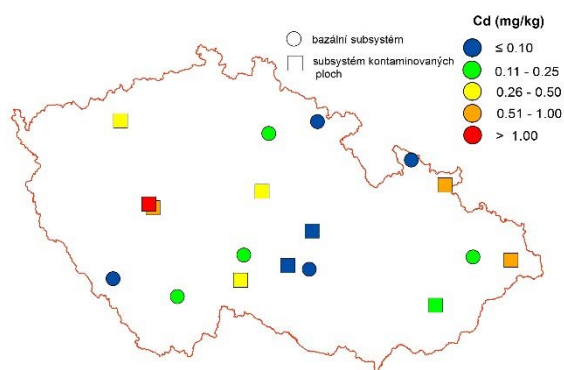
Arsén (As)



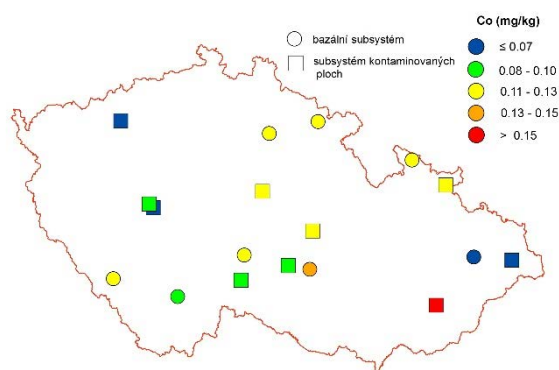
Beryllium (Be)



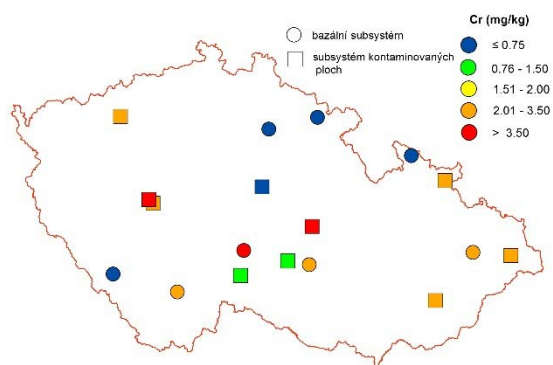
Kadmium (Cd)



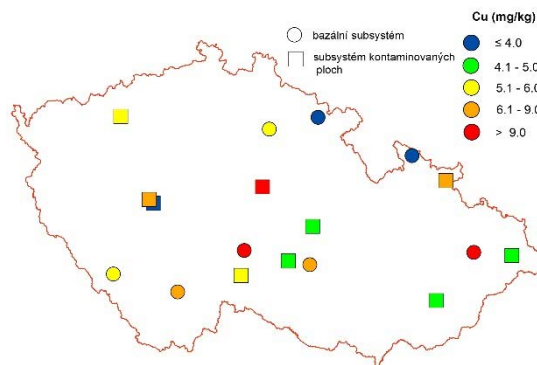
Kobalt (Co)



Chrom (Cr)

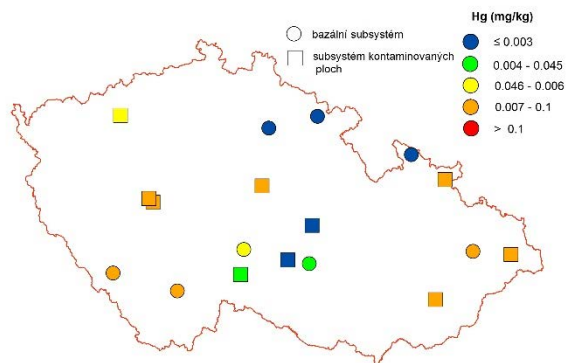


Měď (Cu)

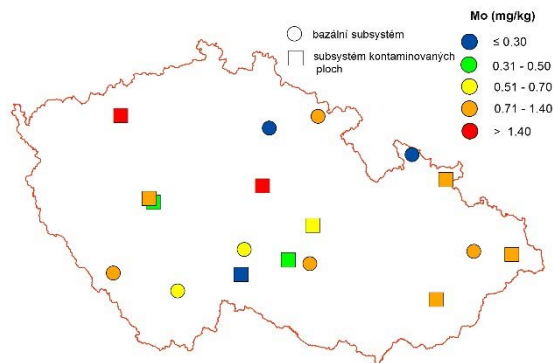


Příloha 11: (pokračování) Střední obsahy vybraných prvků ve vybraných plodinách pěstovaných na plochách BMP na území ČR - kukuřice na siláž (mg.kg⁻¹ v 88% suš.)

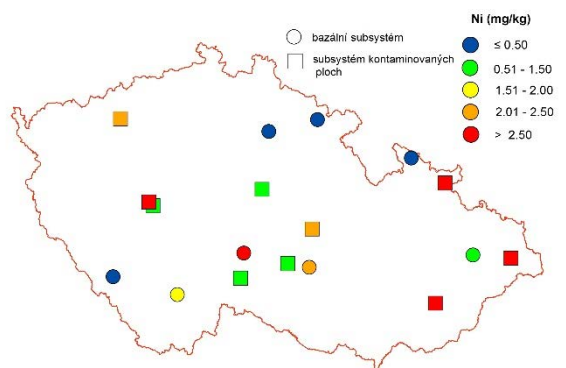
Rtuť (Hg)



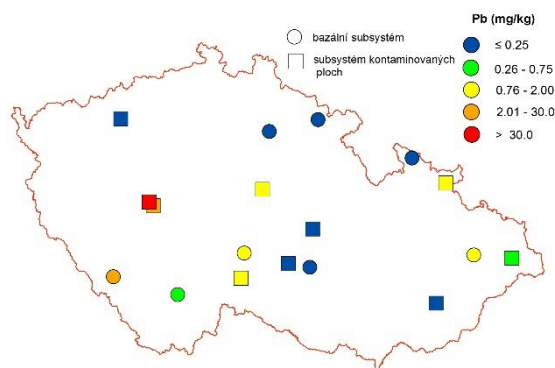
Molybden (Mo)



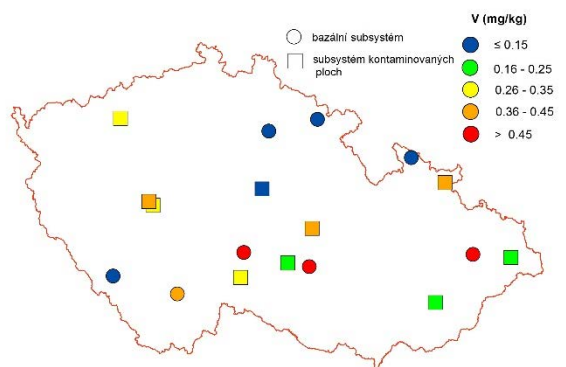
Nikl (Ni)



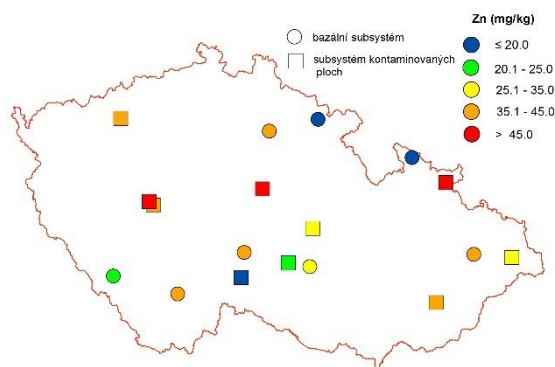
Olovo (Pb)



Vanad (V)

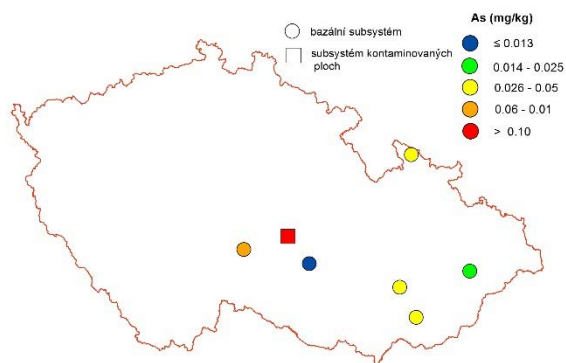


Zinek (Zn)

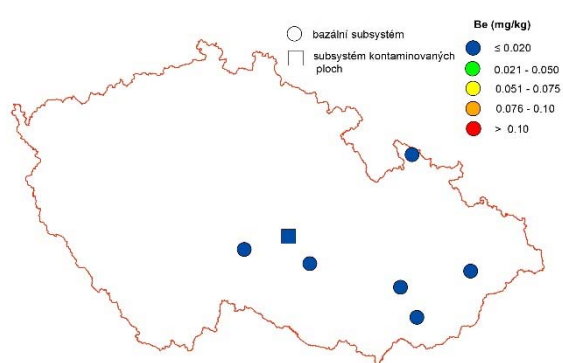


Příloha 11: (pokračování) Střední obsahy vybraných prvků ve vybraných plodinách pěstovaných na plochách BMP na území ČR - mák ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ čerstvé hmoty)

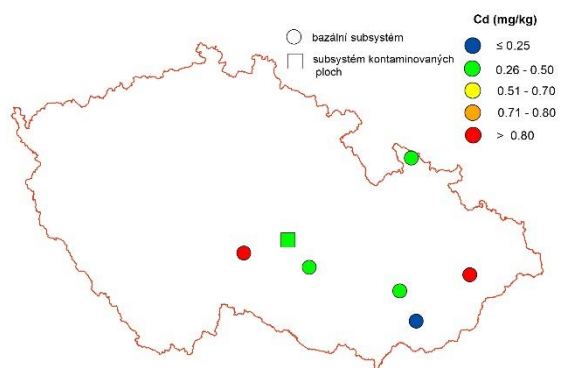
Arsén (As)



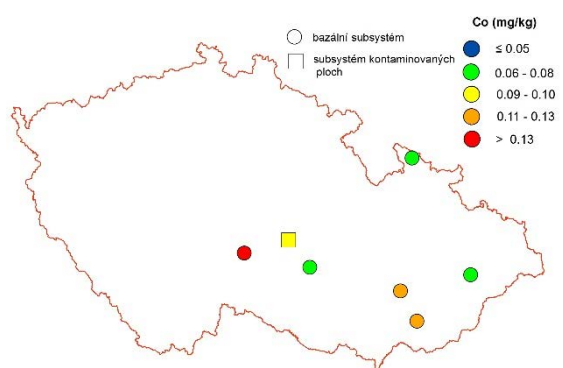
Beryllium (Be)



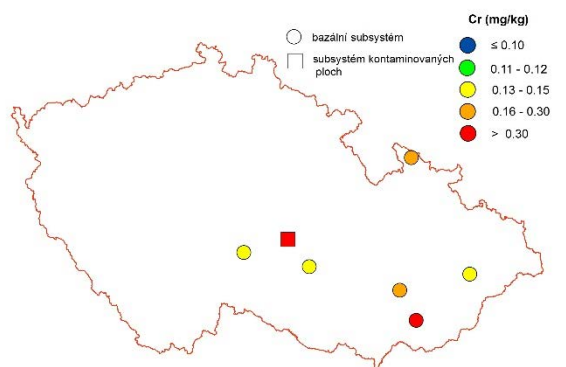
Kadmium (Cd)



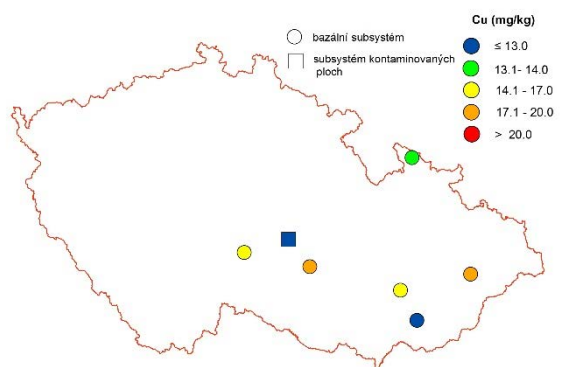
Kobalt (Co)



Chrom (Cr)

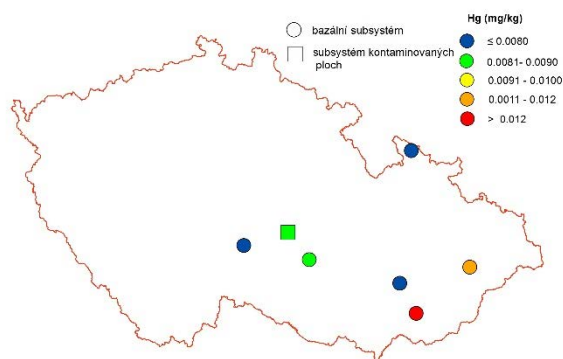


Měď (Cu)

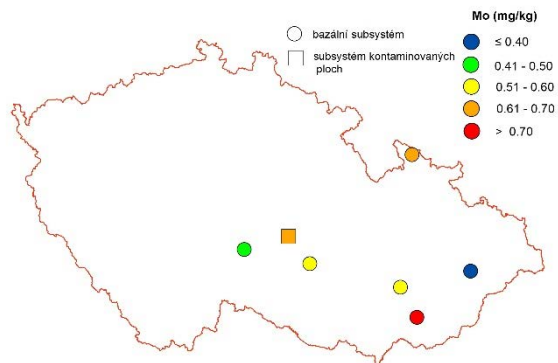


Příloha 11: (pokračování) Střední obsahy vybraných prvků ve vybraných plodinách pěstovaných na plochách BMP na území ČR - mák ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ čerstvé hmoty)

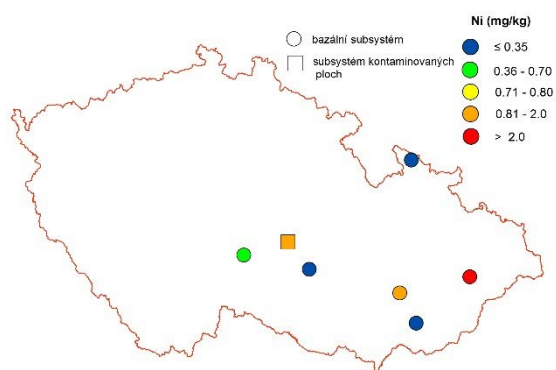
Rtuť (Hg)



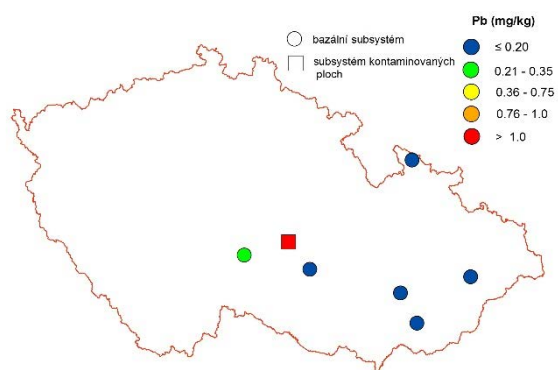
Molybden (Mo)



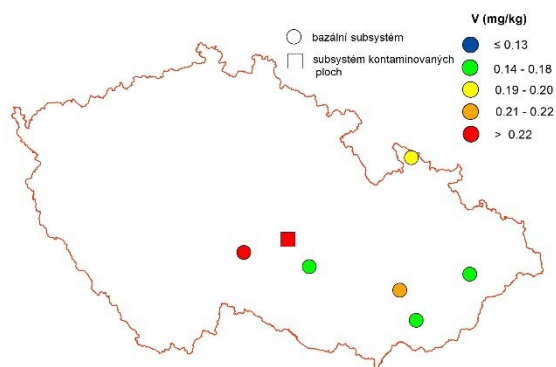
Nikl (Ni)



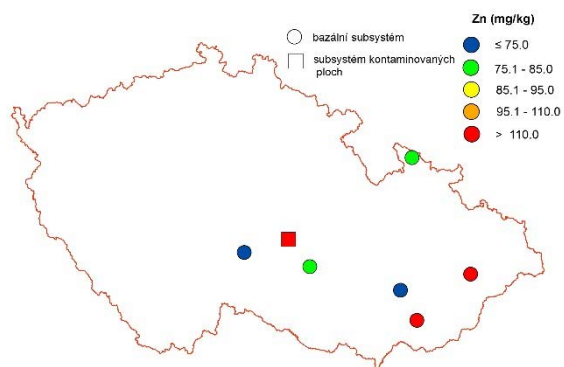
Olovo (Pb)



Vanad (V)

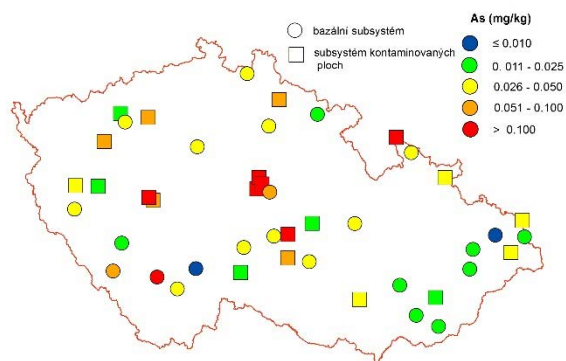


Zinek (Zn)

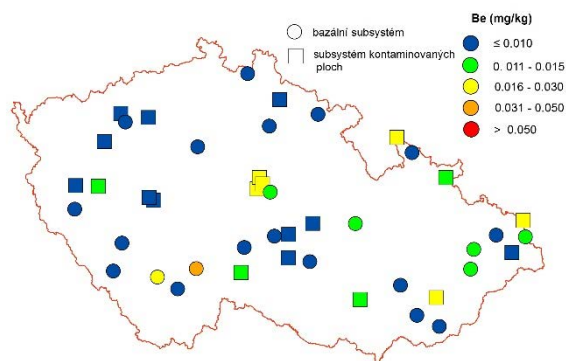


Příloha 11: (pokračování) Střední obsahy vybraných prvků ve vybraných plodinách pěstovaných na plochách BMP na území ČR - pšenice (mg.kg⁻¹ čerstvé hmoty)

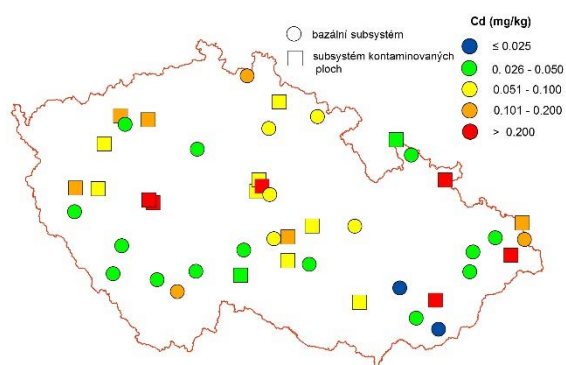
Arsén (As)



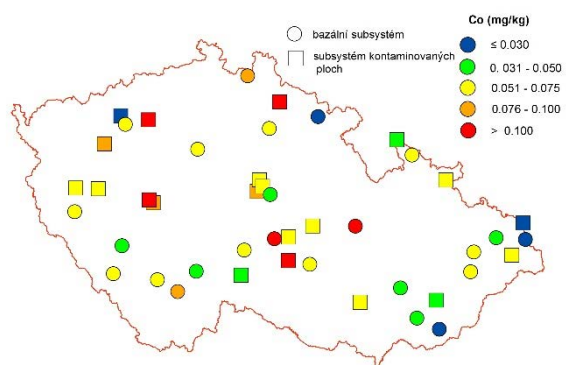
Beryllium (Be)



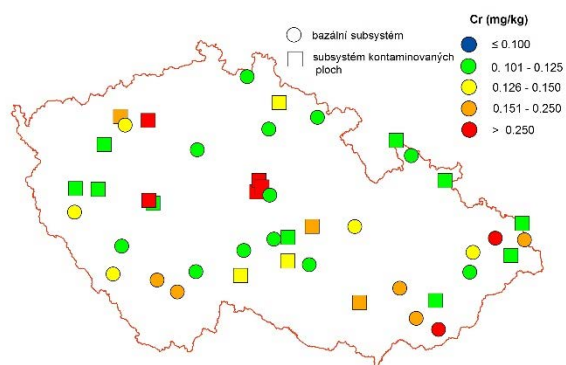
Kadmium (Cd)



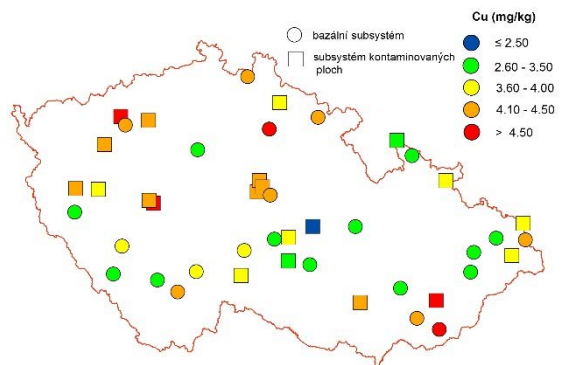
Kobalt (Co)



Chrom (Cr)

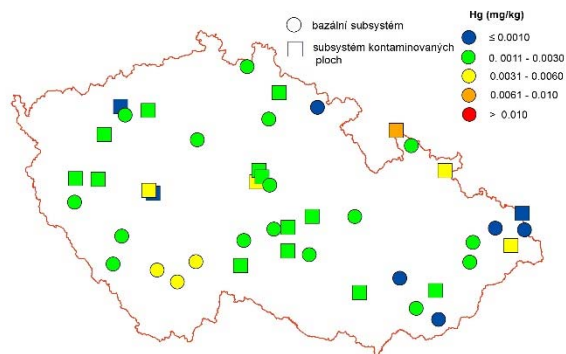


Měď (Cu)

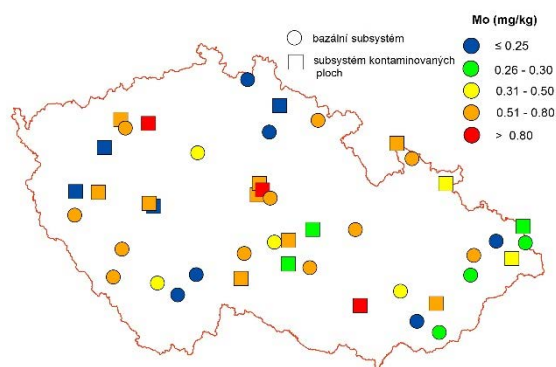


Příloha 11: (pokračování) Střední obsahy vybraných prvků ve vybraných plodinách pěstovaných na plochách BMP na území ČR - pšenice ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ čerstvé hmoty)

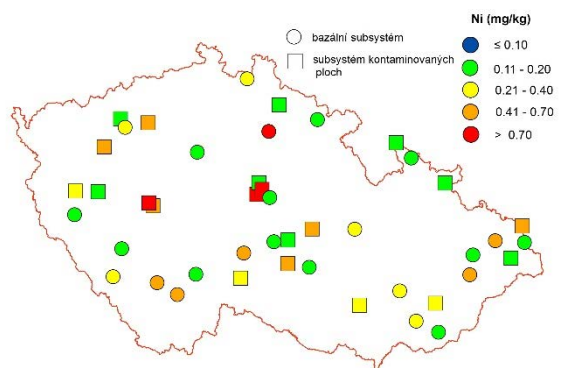
Rtuť (Hg)



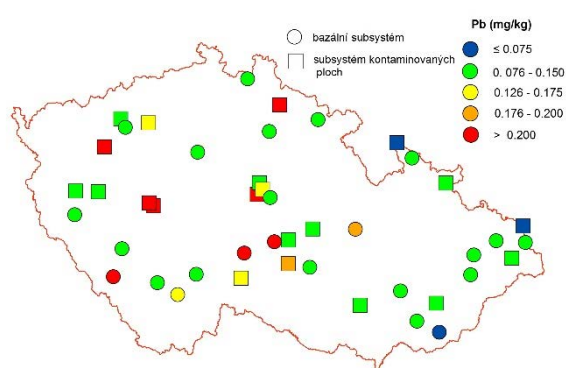
Molybden (Mo)



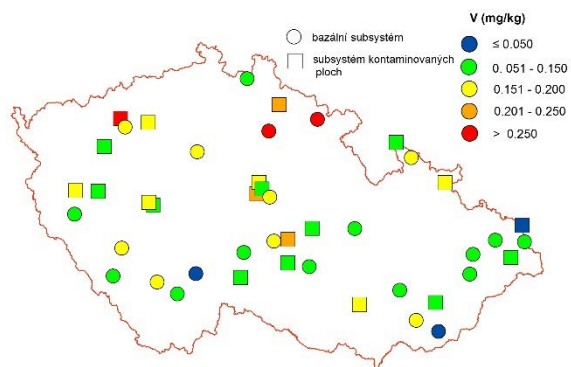
Nikl (Ni)



Olovo (Pb)



Vanad (V)



Zinek (Zn)

