

# Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně

Odbor krmiv, hnojiv a půdy



## REGISTR KONTAMINOVANÝCH PLOCH celkové obsahy rizikových prvků v zemědělských půdách průběžná zpráva (1998 – 2013)

**Zpracovali:** Mgr. Šárka Poláková, Ph.D.  
Ing. Ladislav Kubík, Ph.D.  
Ing. Pavel Němec

**Schválil:** Ing. Miroslav Florián, Ph.D.  
Ředitel Odboru krmiv, hnojiv a půdy

Brno, září 2014

## Úvod

Podle zákona č. 156/1998 Sb., o hnojivech, ve znění pozdějších předpisů, provádí ÚKZÚZ v rámci agrochemického zkoušení zemědělských půd (AZZP) i sledování obsahů rizikových látek a rizikových prvků v půdě. Rozsah a způsob tohoto sledování stanovuje Ministerstvo zemědělství (§ 10 zákona). Výsledky uvedeného sledování jsou vedeny v databázi "Registr kontaminovaných ploch".

Účelem databáze je charakterizovat zemědělské půdy České republiky z hlediska obsahů vybraných rizikových prvků (kontaminace půdy) a vytipovat rizikové oblasti. Databáze je využívána jako podklad při přípravě legislativních opatření a jako referenční data při vyhodnocování výsledků místních šetření.

## Metodika

Základem databáze registru jsou analýzy vybraných vzorků půd z cyklu AZZP v letech 1990 - 1992 (cca 34 800 vzorků). V dalších letech probíhalo a probíhá postupné doplňování databáze registru. Podle časových a tematických etap má databáze tyto části:

Základní databáze - výběr ze vzorků z cyklu AZZP v letech 1990 - 1992 - databáze A1.

Odběr a analýzy vzorků půd v oblastech původním vzorkováním nepokrytých a v oblastech se zjištěnými nadlimitními obsahy rizikových prvků - databáze A2. (Na těchto lokalitách jsou analyzovány všechny vzorky odebrané v rámci AZZP na pozemku, kde byl zjištěn nadlimitní obsah alespoň jednoho ze sledovaných rizikových prvků a též vzorky ze sousedních pozemků, odebrané u hranic pozemku se zjištěným kontaminovaným vzorkem.) V současné době je doplňování databáze zaměřeno především na nepokryté oblasti.

Odběr a analýzy vzorků půd prováděné na základě požadavků orgánů státní správy - databáze A3.

Odběry vzorků půd na lokalitách s aplikacemi upravených kalů ČOV na zemědělskou půdu - databáze A4.

Odběry a analýzy vzorků půd ekologicky hospodařících zemědělců – databáze E1.

Odběry a analýzy vzorků půd v oblastech postižených záplavami – databáze Z.

### Způsob odběru vzorků

Jeden vzorek v základním průzkumu AZZP na orné půdě a trvalých travních porostech reprezentuje plochu 7 - 10 ha, v závislosti na půdních podmínkách a výrobní oblasti. U chmelnic a sadů je plocha pro odběr jednoho směsného vzorku 3 ha, u vinic 2 ha. Vzorky pro základní databázi registru byly vybrány tak, aby v hlavních výrobních oblastech připadl alespoň jeden vzorek na 1 km<sup>2</sup>. Na ploše pro odběr jednoho směsného vzorku se provede minimálně 30 vpichů sondovací tyčí. Vpichy jsou rovnoměrně rozmístěny po pozemku se stejnou plodinou.

### Hloubka odběru vzorků

Orná půda – na hloubku ornice, nejhlouběji však do hloubky 30 cm.

Trvalé travní porosty – 15 cm s odstraněním svrchní drnové vrstvy.

Chmelnice – 40 cm s odstraněním svrchní 10 cm vrstvy.

Vinice – odběr ze dvou vrstev 0 – 30 cm a 30 - 60 cm.

Intenzivní sady – do hloubky 30 cm.

### Příprava vzorků k analýzám

Z půdního vzorku vysušeného na vzduchu se odstraní větší částice skeletu, rostlinné a živočišné zbytky. Po rozdrčení se na prosévače oddělí částice větší než 2 mm. V takto připraveném vzorku je provedeno stanovení přístupných živin a pH v rámci AZZP. Po tříměsíční archivaci vzorků jsou vybrány vzorky určené ke stanovení rizikových prvků.

## Sledované parametry a metody analýz

- Druh půdy – orientační určení druhu půdy hmatovou zkouškou (kategorie lehká, střední, těžká), parametr se přebírá z databáze AZZP
- pH – výměnné, stanovené ve výluhu KCl a od roku 2001 v CaCl<sub>2</sub> s měřením iontově selektivní elektrodou, parametr se přebírá z databáze AZZP
- Rizikové prvky (As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, V, Zn) stanovené metodou ICP-OES a FAAS ve výluhu 2M HNO<sub>3</sub> (pouze do roku 2009) a od roku 1998 i v extraktu lučavky královské (AR) stanovené metodou OES ICP, od roku 2014 rizikové prvky (Al, B, Cd, Cu, Fe, Mn, Zn) metodou MEHLICH III
- Rtuť - analýza celkového obsahu na principu AAS analyzátozem rtuti AMA-254

Celý uvedený rozsah stanovení rizikových prvků nemusel být proveden u všech vzorků. Stanovení rizikových prvků ve výluhu 2M HNO<sub>3</sub> bylo ukončeno v roce 2009. Stanovení prvků po extrakci lučavkou královskou bylo zahájeno v roce 1998 a provádí se doposud. V roce 2014 bylo stanovení vybraných prvků (Al, B, Cd, Cu, Fe, Mn, Zn) rozšířeno o metodu Mehlich III.

Podle dispozic MZe mohou být stanoveny další anorganické i organické kontaminanty.

Předkládaná průběžná zpráva obsahuje zpracovaná data získaná po extrakci lučavkou královskou.

## Zpracování dat

Ze zpracování byla vyloučena databáze A3, protože většina odběrových lokalit se nachází v soukromých zahradách, nikoli na zemědělské půdě. Dále bylo ze zpracování vypuštěno několik lokalit s odlehlými hodnotami obsahů prvků v půdě. Jednalo se o hodnoty, u kterých zjevně došlo k chybě při zápisu do databáze (nesmyslná čísla), nebo o vysoké obsahy, které ovšem nemají ve svém okolí odpovídající ekvivalent.

Numerické výsledky chemických analýz byly podrobeny deskriptivní analýze dat (výpočet aritmetického průměru, mediánu, vyhledání globálních minim a maxim, výpočet kvartilů – MS Excel 2010, STATISTICA 9.1). Deskriptivní analýza dat byla provedena pouze pro celý soubor dat, nikoli pro jednotlivé kraje, a to z důvodu nerovnoměrného prostorového rozložení dat na území ČR.

## Výsledky

Jak je již uvedeno výše, zpočátku byly rizikové prvky v půdních vzorcích stanovovány ve výluhu ve 2M HNO<sub>3</sub>. Tato metoda byla ukončena v roce 2009. V roce 1998 bylo rozhodnuto, že v odebraných vzorcích budou stanoveny také celkové obsahy rizikových prvků po extrakci lučavkou královskou (AR). V současné době databáze Registru kontaminovaných ploch – lučavka královská (RKP - AR) obsahuje celkem 11 824 záznamů analýz. Od roku 2009, kdy naposledy souběžně proběhlo stanovení prvků oběma metodami, byla stanovení AR provedena ve 4 429 vzorcích (tabulka 1).

**Tabulka 1. Počty analyzovaných vzorků, období 2009 - 2013.**

	2009	2010	2011	2012	2013
Počet vzorků	1140	1039	1142	507	601

Obsahy rizikových prvků (v mg.kg<sup>-1</sup>), zjištěné v rámci vedení Registru kontaminovaných ploch jsou vkládány do prostředí LPIS kde tvoří samostatný modul RKP. Z LPIS jsou pro potřeby vedení Registru stahovány parametry pH, půdní druh a lokalizační údaje vzorku, včetně geografických souřadnic.

Základní přehled o lokalitách se zjištěnými nadlimitními obsahy rizikových prvků v půdě poskytují *mapy (kartogramy) registru kontaminovaných ploch*. Soubor kartogramů obsahů prvků stanovených ve výluhu 2M HNO<sub>3</sub> byl vydán v roce 2011, kartogramy obsahů prvků stanovených po extrakci lučavkou královskou byly vydány v roce 2014.

Přehledné výsledky statistických analýz půdních vzorků (po extrakci lučavkou královskou) od roku 1998 do roku 2013 jsou uvedeny v tabulce 2 a 3.

**Tabulka 2. Rizikové prvky v zemědělských půdách ČR a jejich srovnání s platnou limitní hodnotou, 1998 - 2013 (extrakce lučavkou královskou, mg.kg<sup>-1</sup> suchého vzorku; ostatní půda)**

Prvek	Maximálně přípustná hodnota (vyhl. č. 13/1994 Sb.; mg.kg <sup>-1</sup> such.vz.)	Arit. průměr	Medián	Minimum	Maximum	10 % percentil	25 % percentil	75 % percentil	90 % percentil	Počet vzorků (ostatní půda)	Počet nadlimitních vzorků (ostatní půda)	Procento nadlimitních vzorků (ostatní p.)
As	30,0	11,59	8,62	0,17	435	5,14	6,60	12,20	18,40	10030	397	3,96
Be	7,0	1,09	0,98	0,05	17,70	0,61	0,77	1,30	1,64	10002	8	0,08
Cd	1,0	0,28	0,20	0,05	5,83	0,15	0,15	0,34	0,48	10237	180	1,76
Co	50,0	11,56	10,30	0,25	86,70	6,14	8,20	13,60	17,60	10239	29	0,28
Cr	200,0	40,90	33,98	3,03	793	20,20	26,41	44,60	61,72	10252	108	1,05
Cu	100,0	21,34	17,23	0,25	255	9,24	12,40	24,09	34,80	10254	94	0,92
Hg	0,8	0,098	0,078	0,002	3,440	0,048	0,060	0,100	0,140	42377	226	0,53
Mo	5,0	0,65	0,53	0,01	16,10	0,25	0,25	0,75	1,00	8916	53	0,59
Ni	80,0	23,51	20,50	1,11	990	10,90	14,94	26,40	35,39	10254	133	1,30
Pb	140,0	26,47	21,90	4,93	1080	13,40	16,80	29,00	39,40	10251	56	0,55
V	220,0	49,78	43,40	4,04	312	27,60	34,50	56,30	75,60	10207	52	0,51
Zn	200,0	72,82	66,61	5,99	515	44,70	53,50	85,70	105	10249	81	0,79

**Tabulka 3. Rizikové prvky v zemědělských půdách ČR, 1998 - 2013 (extrakce lučavkou královskou, mg.kg<sup>-1</sup> suchého vzorku; lehká půda)**

Prvek	Maximálně přípustná hodnota (vyhl. č. 13/1994 Sb.; mg.kg <sup>-1</sup> such.vz.)	Arit. průměr	Medián	Minimum	Maximum	10 % percentil	25 % percentil	75 % percentil	90 % percentil	Počet vzorků	Počet nadlimitních vzorků	Procento nadlimitních vzorků
As	30,0	11,55	8,05	1,05	673	3,84	5,48	11,84	17,90	1557	67	4,30
Be	7,0	0,97	0,90	0,05	4,74	0,37	0,65	1,17	1,60	1557	0	0,00
Cd	0,4	0,25	0,20	0,05	2,08	0,12	0,16	0,30	0,42	1570	172	10,96
Co	25,0	10,30	10,20	0,62	79,00	3,85	7,00	12,92	15,60	1564	27	1,73
Cr	100,0	41,78	34,10	0,50	307	13,70	22,68	47,10	70,52	1570	86	5,48
Cu	60,0	17,59	15,30	1,48	122	6,87	10,70	21,94	29,17	1570	15	0,96
Hg	0,6	0,086	0,070	0,010	1,080	0,040	0,055	0,100	0,130	6479	20	0,31
Mo	5,0	0,54	0,45	0,03	4,84	0,25	0,25	0,75	0,96	1415	0	0,00
Ni	60,0	21,85	18,80	1,90	626	7,10	12,10	24,80	32,94	1569	31	1,98
Pb	100,0	23,69	20,00	5,50	492	12,00	15,30	26,03	35,70	1570	9	0,57
V	150,0	44,86	42,20	5,02	224	18,70	30,40	56,70	71,00	1563	8	0,51
Zn	130,0	68,95	65,70	9,09	387	36,88	50,30	83,70	101,00	1570	41	2,61

Součástí tabulek je rovněž hodnocení obsahů prvků podle vyhlášky č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu. Tato vyhláška stanovuje tzv. maximální přípustné hodnoty (MPH) obsahů prvků v půdě, a to v závislosti na půdním druhu. Půdní druhy se odvozují od obsahu půdních částic menších než 0,01 mm. Pro potřeby vyhlášky je dostačující dělení na půdy lehké (podíl částic <0,01 mm je menší než 20%) a půdy ostatní, tj. středně těžké a těžké půdy (podíl částic <0,01 mm je vyšší než 20%).

Z uvedených tabulek je patrné, že k častějšímu překročení limitních hodnot dochází na lehkých půdách, nejčastěji u kadmia (11 % nadlimitních vzorků), chromu (5,5 %) a arzenu (4,3 %). Více než 1 % nadlimitních vzorků bylo zjištěno také u zinku, niklu a kobaltu. U ostatních půdních druhů je nejčastěji překračována maximální přípustná hodnota pro arzén (4 % nadlimitních vzorků), následuje kadmium (1,8 %), nikl (1,3 %) a chrom (1,1 %).

Jako vhodnější pro hodnocení obsahů rizikových prvků v půdě se stále více jeví použití tzv. preventivních hodnot neboli kritérií rozhodných pro ochranu půdy před rizikovými vstupy. Preventivní hodnoty představují horní mez variability přírodního a antropogenně-difúzního pozadí (tabulka 4). Při překročení těchto pozadových hodnot se nemusí nutně projevit negativní efekt (kontaminace plodin, degradace půdy, zdravotní rizika přímo spojená s půdou - požívání, vdechování půdních částic apod.), může však dojít k narušení některých funkcí půdy. V takovém případě je vhodné v maximální míře omezit jakékoli nevhodné chování - např. aplikace kalů z ČOV, aplikace sedimentů, popř. používání jiných látek, které by mohly zhoršit (fyzikální i chemický) stav půdy.

**Tabulka 4. Horní mez variability přírodního a antropogenně-difúzního pozadí obsahů uvedených rizikových prvků v půdách (mg.kg<sup>-1</sup> suš., extrakce lučavkou královskou, Hg celkový obsah)(Sáňka et Materna, 2004)**

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

V následující tabulce jsou uvedeny procentuální podíly vzorků s obsahy prvků vyššími, než jsou požadované hodnoty z tabulky 4. Z hlediska možného ohrožení půdy kontaminací rizikovými prvky jsou z tohoto pohledu nejproblématictější kraje Karlovarský (u šesti prvků - As, Be, Cd, Co, V, Zn přesahuje požadovanou hodnotu více než 10 % vzorků) a Ústecký (hranice 10 % byla překročena u As, Cd, Co, Cu, V a Zn). V Moravskoslezském kraji se vyskytují zvýšené obsahy Cd, typické jsou zde také vysoké obsahy Hg. Zvýšené obsahy Cr charakterizují půdy Jihočeského kraje a kraje Vysočina. Půdy Zlínského kraje jsou bohaté na nikl (tabulka 5).

**Tabulka 5. Podíl vzorků (%) s obsahem uvedeného prvku vyšším, než je požadovaná hodnota pro ČR (tzv. preventivní) (lehké a ostatní půdy celkem)**

	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	V	Zn	Hg
Jihočeský	9,6	10,7	2,7	0,5	15,9	0,6	2,2	0,5	0,0	2,2	0,2
Jihomoravský	0,4	1,8	1,2	1,4	3,4	4,5	6,5	0,2	0,0	1,3	1,3
Karlovarský	35,5	40,3	10,3	13,2	5,3	9,2	2,1	7,4	13,2	13,2	4,8
Královéhradecký	7,3	3,9	10,1	3,1	5,3	0,8	1,7	3,6	1,4	7,0	0,7
Liberecký	14,8	1,2	10,9	0,7	1,2	0,5	1,0	4,9	0,2	7,1	4,6
Moravskoslezský	5,6	0,1	19,0	0,3	0,1	0,0	0,1	2,6	0,3	5,8	5,6
Olomoucký	7,9	0,6	9,2	0,1	2,3	0,8	1,4	3,0	0,4	4,0	0,3
Pardubický	4,1	0,8	2,9	0,2	1,1	0,0	1,1	0,9	0,0	0,8	0,5
Plzeňský	16,3	2,0	14,8	3,3	4,2	1,8	1,9	3,5	2,2	9,4	3,7
Středočeský	12,3	4,1	11,5	0,4	3,8	2,8	2,3	3,8	1,9	5,5	1,7
Ústecký	10,4	8,6	17,5	11,0	4,7	22,0	7,4	9,3	15,3	13,3	2,0
Vysočina	6,2	10,1	5,8	1,1	11,7	0,4	6,5	4,1	0,0	7,1	0,4
Zlínský	0,0	0,6	5,3	0,5	5,1	1,6	17,7	0,2	0,0	2,4	2,8

Podle dosud získaných dat lze odvodit, že podíl zemědělské půdy s nadlimitními obsahy rizikových prvků činí pouze cca 0,24 % z celkové rozlohy zemědělské půdy (3 526 tis ha, Statistická ročenka 2013). Vzhledem k počtu lokalit a k výsledkům ze starší části databáze RKP (analýzy metodou 2M HNO<sub>3</sub>) lze však předpokládat, že procento kontaminovaných půd je ve skutečnosti mírně vyšší. Na základě výsledků databáze RKP - 2M HNO<sub>3</sub> byl odvozen podíl kontaminovaných půd přibližně 0,8 % (Poláková et al., 2011).

## Shrnutí

Databáze Registru kontaminovaných ploch má v současné době dvě části - první, starší část je již uzavřená a tvoří ji výsledky analýz metodou 2M HNO<sub>3</sub> (RKP - 2M HNO<sub>3</sub>). Závěrečná zpráva k této části byla zpracována v roce 2011. Druhá část databáze je tvořena výsledky stanovení obsahů prvků po extrakci lučavkou královskou (RKP - AR), a obsahuje 11 824 záznamů s ročním „přírůstkem“ přibližně 800 záznamů / vzorků ročně. Doplnění databáze je zaměřeno zejména na katastry, ve kterých ještě nebylo provedeno vzorkování.

Data jsou zpracována graficky do souboru kartogramů obsahů vybraných rizikových prvků. Pro databázi RKP - 2M HNO<sub>3</sub> byl soubor vydán v roce 2011, pro část databáze RKP - AR v roce 2014. Zprávy i kartogramy jsou k dispozici na webových stránkách ústavu (<http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/hnojiva-a-puda/bezpecnost-pudy/>).

Tato zpráva je zaměřena na databázi RKP - AR. Data byla statisticky zpracována v závislosti na půdním druhu a hodnocena na základě přílohy 1 vyhlášky č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu. Je zřejmé, že náchylnější k překračování limitních hodnot jsou lehké půdy, zejména v případě kadmia (11 % nadlimitních vzorků), ale i chromu a arzenu. Mnohem menší podíl nadlimitních vzorků byl zjištěn u půd ostatních - nejvíce u arzenu (4 %).

Modernější způsob hodnocení (chemické) kvality půdy je zaměřen na porovnávání zjištěných obsahů prvků s požadovými hodnotami. Překročení těchto požadovaných hodnot signalizuje zvýšené riziko narušení funkcí půdy a s tím související úrodnosti. Z tohoto hlediska jsou nejohroženější zemědělské půdy v Karlovarském a Ústeckém kraji, kde u šesti prvků je více než 10 % vzorků s obsahy vyššími, než jsou požadované hodnoty.

Ze získaných dat bylo odvozeno, že přibližně 0,24 % z celkové rozlohy zemědělské půdy v ČR je kontaminováno. Lze však předpokládat - na základě výsledků z databáze RKP - 2M HNO<sub>3</sub> a rozsahu databáze RKP - AR, že skutečné procento bude mírně vyšší.



## Literatura

- Kubík, L.; Němec, P.; Poláková, Š. *Celkové obsahy rizikových prvků v zemědělských půdách České republiky, kartogramy obsahů vybraných rizikových prvků*, 1st ed.; Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Odbor krmiv, hnojiv a půdy: Brno, 2014.
- Poláková, Š.; Hutařová, K.; Němec, P.; Reiningger, D. *Obsahy rizikových prvků v zemědělských půdách České republiky, kartogramy obsahů vybraných rizikových prvků*; Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Odbor bezpečnosti krmiv a půdy: Brno, 2011.
- Poláková, Š.; Hutařová, K.; Reiningger, D.; Kubík, L. Registr kontaminovaných ploch, 2M HNO<sub>3</sub> (1990 - 2009). Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Odbor bezpečnosti krmiv a půdy: Brno, 2011.
- Sáňka, M.; Materna, J. Indikátory kvality zemědělských a lesních půd. *Planeta* 2004, XII (11), 3–84.
- Statistická ročenka České republiky 2013, 2013. Český statistický úřad.  
[http://www.czso.cz/csu/2013edicniplan.nsf/kapitola/0001-13-r\\_2013-1300](http://www.czso.cz/csu/2013edicniplan.nsf/kapitola/0001-13-r_2013-1300) (accessed Sept 10, 2014).
- Vyhláška MŽP č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu.