

# SLEDOVÁNÍ A VYHODNOCOVÁNÍ PŮDNÍCH VLASTNOSTÍ A VSTUPŮ LÁTEK DO PŮDY

MILAN SÁŇKA

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno, Hroznová 2, 656 06 Brno  
e-mail: milan.sanka@oapvr.zeus.cz

Došlo dne 9. VIII.2001

Klíčová slova: půdní vlastnosti, kontaminace půd, vstupy do půdy, depozice, kaly z čistíren odpadních vod

## Úvod

Za účelem zabezpečení zdravotně nezávadné zemědělské produkce a současně jako podpora pro zabezpečování plnění produkčních i ekologických funkcí zemědělských ekosystémů provádí Ministerstvo zemědělství ČR sledování kvality půdy a vstupů látek do půdy. K tomuto účelu jsou Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským (ÚKZÚZ) realizovány programy monitoringu zemědělských půd, monitoringu atmosférické depozice, registru kontaminovaných ploch a kontroly kalů z čistíren odpadních vod (ČOV).

## Cíle

### Bazální monitoring půd

- Poskytování informací o stavu a vývoji základních produkčních a ekologických vlastností půd pro orgány státní správy. Tyto informace slouží především jako soubor referenčních hodnot pro posuzování výsledků dalších šetření.

### Tabulka I

Specifikace využití výsledků registru ve státní správě i nestátních organizacích

Instituce	Forma dat	Způsob využití
MŽP, MZe	komplexní databáze (.dbf soubor) za celou ČR s průběžným doplňováním, grafické výstupy po regionech	podklady pro legislativu, přehled o stavu kontaminace ZPF, rozhodování ve státní správě na úrovni ministerstva
Okresní úřady	komplexní databáze (.dbf soubor) za příslušný okres	rozhodování ve státní správě na úrovni okresu, zanesení jako vrstva do GIS území okresu, propojení s vrstvou KN, grafické výstupy v měřítku, vztah k parcelám KN
ÚKZÚZ	komplexní, průběžně aktualizovaná databáze za celou ČR ve formě .dbf souboru a databáze GIS	vedení a aktualizace databáze, poskytování dat, statistické zpracování dat, výstupy v GIS na úrovni regionů a celého území ČR, výzkum
Jiné subjekty státní	poskytování dat v rozsahu a struktuře podle dohody	podkladové materiály pro řešení výzkumných úkolů a grantů, případně i projektů na zakázku
Jiné subjekty soukromé	poskytování dat v rozsahu a struktuře podle dohody	podkladové materiály pro cílené studie typu EIA a RA, případně využití v rámci úkolů grantových agentur

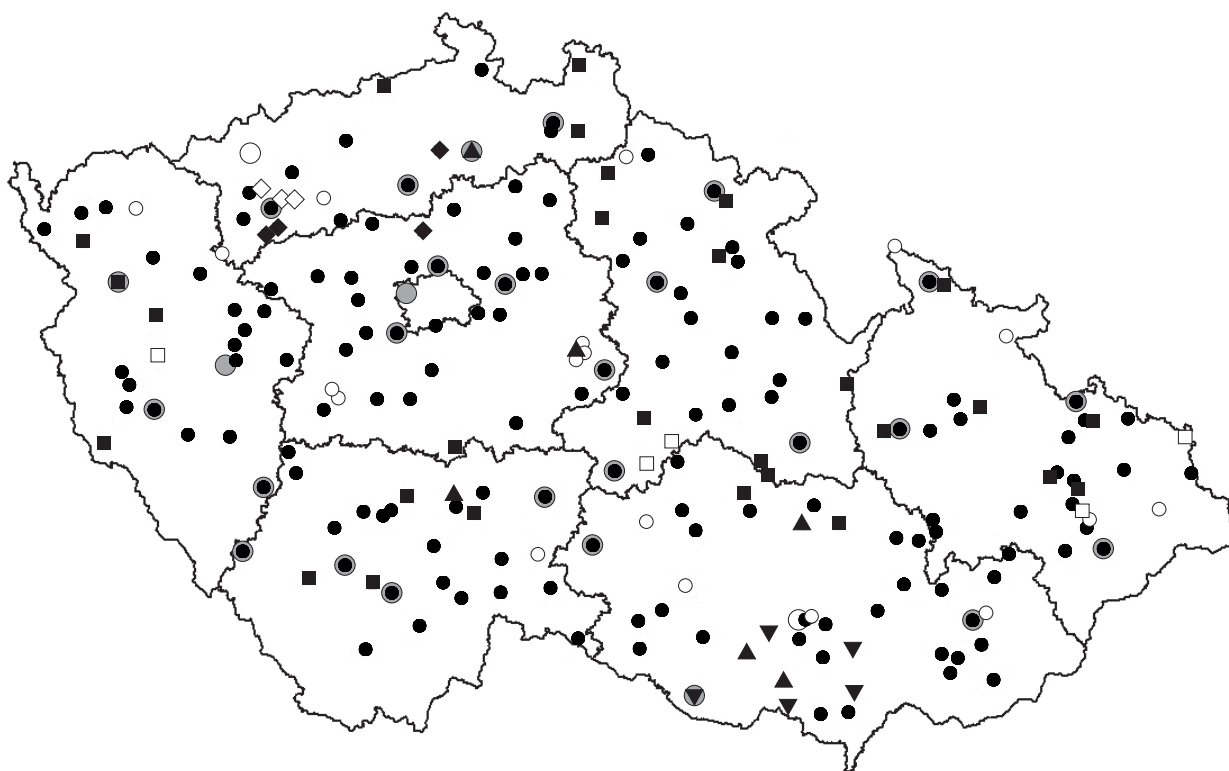
- V subsystému kontaminovaných ploch jsou vyhodnocovány příčiny kontaminace půd a sledována rizika přestupů potenciálně toxických látek do zemědělské produkce.
- Na úrovni ÚKZÚZ, MZe a MŽP je systém monitoringu navázán na zahraniční systémy monitoringů, slouží k prezentaci výsledků na mezinárodní úrovni a spolupráci se zahraničními odborníky (vazba zejména na Německo, Slovensko, Švýcarsko, Rakousko, Maďarsko).
- Výsledky jsou vyhodnocovány za účelem poskytování materiálů pro ročenky a statistické přehledy.
- Program zabezpečuje materiál pro ústavní, národní i mezinárodní laboratorní kruhové testy a ověřování analytických metod.

### Registr kontaminovaných ploch

- Vytvoření a doplňování celoplošné databáze charakterizující stav kontaminace zemědělských půd rizikovými prvky.
- Na úrovni MZe a MŽP slouží výsledky jako podkladové materiály k přípravě legislativních opatření.
- Poskytování referenčních dat k vyhodnocování výsledků cílených průzkumů.  
Podrobnější specifikaci využití výsledků databáze registru uvádí tabulka I.

### Monitoring atmosférické depozice

- Bilancování látek v agroekosystémech: hodnocení emisí z hlediska vstupů rizikových látek do půdy, vytvoření národní sítě a poskytování referenčních hodnot.
- V návaznosti na monitoring půd je hodnocen vliv emisí na zemědělskou produkci.
- Systém poskytuje podklady pro odvozování emisních limitů a kritických zátěží půd.
- Prvotní data jsou poskytována k dalšímu využití.



Obr. 1. Lokalizace pozorovacích ploch bazálního monitoringu zemědělských půd; základní subsystém: ● orná půda, ■ trvalé travní porosty, ▲ sady, ◆ vinice, ▼ chmelnice; subsystém kontaminovaných ploch: ○ orná půda, □ trvalé travní porosty, ◇ chmelnice, ● plochy monitoringu atmosférické depozice

### Kontrola kalů ČOV

- Výsledky inventarizace obsahů rizikových látek v kalech nejvýznamnějších ČOV v celostátním měřítku jsou využívány pro odpadové hospodářství na úrovni okresu.
- V návaznosti na programy monitoringu půd a atmosférické depozice je prováděno bilancování látek a hodnocení vstupů rizikových látek do půdy prostřednictvím aplikace kalů z ČOV.
- V návaznosti na registr kontaminovaných ploch byla v roce 1997 zahájena postupná tvorba databáze pozemků se zvýšenými hodnotami obsahů rizikových látek vlivem aplikací kalů z ČOV. Tato databáze bude sloužit k hodnocení rizik na konkrétních pozemcích, kde byly kaly aplikovány.
- Výsledky inventarizace byly přímo využity pro přípravu prováděcí vyhlášky k zákonu o odpadech (využití odpadů v zemědělství).

### Metodické přístupy

#### Bazální monitoring půd

Soubor pozorovacích ploch bazálního monitoringu zemědělských půd je v provozu od roku 1992, kdy byl proveden první odběr vzorků v základní síti 200 pozorovacích ploch. V roce 1995 byl odběr zopakován za použití optimalizované metodiky terénních prací. V roce 1996 byl založen soubor 27

pozorovacích ploch na různým způsobem kontaminovaných půdách, především za účelem sledování chování kontaminantů v půdě a cest jejich přestupů do potravního řetězce – s ohledem na zdroj kontaminace.

Lokalizace pozorovacích ploch monitoringu půd včetně pozorovacích ploch, na kterých se sleduje atmosférická depozice, je na obrázku 1.

Pozorovací plocha je definována jako obdélník 40×25 m, tj. 1000 m<sup>2</sup>. Poloha ploch je fixována pevnými terénními body a zaznamenána zeměpisnými souřadnicemi. Z každé plochy jsou odebírány čtyři směšné vzorky půdy z ornice a z podorničí po úhlopříčkách pozorovací plochy (u trvalých travních porostů ze tří horizontů). Základní perioda odběru je 6 let, vybrané parametry se sledují v jednoletých intervalech. U každé pozorovací plochy je vykopána a popsána pedologická sonda a jsou odebrány a analyzovány vzorky z diagnostických horizontů.

V systému monitoringu jsou prováděny tyto analýzy (skupiny analýz)

- soubor fyzikálních charakteristik,
- aktivní a výměnná půdní reakce,
- obsah přístupných živin – P, K, Mg stanovený různými metodami,
- obsah mikroelementů (B, Mo, Mn, Zn, Cu),
- sorpční kapacita (S, T, V),
- obsah organické hmoty (C<sub>ox</sub>),
- obsah rizikových prvků (Pb, Cr, Cd, Hg, V, Be, Ni, Co, Cu, Zn) ve výluhu 2 M-HNO<sub>3</sub>, dále po rozkladu lučavkou

- královskou a celkový obsah extrakcí směsí minerálních kyselin,
- obsah organických kontaminantů,
- obsahy rizikových prvků v rostlinách na vybraném souboru pozorovacích ploch,
- vybrané vlastnosti mikrobiální biomasy.

#### Registr kontaminovaných ploch

Základem vedení seznamu kontaminovaných pozemků je databáze vytvořená z výsledků analýz vzorků na obsahy rizikových prvků, které byly odebrány v letech 1990–1993 v rámci programu agrochemického zkoušení půd. Databáze je pracovním názvem „registr kontaminovaných ploch“ a je postupně doplňována v souladu s požadavky MZe. Databáze obsahuje tyto analytické údaje:

- pH – výměnné pH stanovené ve výluhu KCl s měřením iontově selektivní elektrodou,
- rizikové prvky (As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, V, Zn) – stanoveny metodou AAS nebo ICP ve výluhu 2 M-HNO<sub>3</sub>,
- rtuť – analýza celkového obsahu analyzátozem TMA.

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

Lokality odběru směsných vzorků ze základního průzkumu byly postupně digitalizovány v souřadnicích JTSC a postupně probíhá digitalizace doplňujících odběrů. K souřadnicím jsou připojeny výsledky analýz.

#### Monitoring atmosférické depozice

Atmosférická depozice je sledována metodou „bulk“ pomocí záchytné a sběrné nádoby. Každé stanoviště je osazeno třemi soupravami, z každé soupravy se zachycený depozit analyzuje individuálně.

Měsíčně se ve vzorcích spadů stanovuje obsah dusičnanového a amoniakálního dusíku, chloridů a síranů. Zbývající část vzorku se odpaří do sucha a použije pro stanovení odparku. Po šesti měsících se souhrnný odparek použije pro stanovení celkových obsahů fosforu, draslíku, vápníku, hořčíku, sodíku, síry, hliníku, železa, mědi, zinku, niklu, arsenu, kadmia, olova, chromu, kobaltu, vanadu a beryllia.

Sledování probíhá od roku 1992, kdy byla metoda ověřena na 32 pozorovacích plochách bazálního monitoringu půd. V následujících sezónách 1993–1995 byly nádoby pro sběr spadů umístěny paralelně na 100 pozorovacích plochách monitoringu zemědělských půd. V říjnu 1996 došlo k propojení monitorizačních sítí pro sledování atmosférické depozice v rámci tří ústavů resortu Ministerstva zemědělství za současného zdokonalení metodiky. Společná síť byla tvořena 160 pozorovacími plochami, z čehož cca 60 ploch bylo totožných s plochami monitoringu půd. Od 1.4.1999 došlo opět k redukci sítě na 30 pozorovacích ploch v základním systému monitoringu a na 15 pozorovacích ploch na kontaminovaných plochách.

#### Kontrola kalů z ČOV

ÚKZÚZ – odbor APVR sleduje každoročně cca 200 ČOV veřejných kanalizací na území celé ČR. Regionální pracovníci oddělení agroekologie odebrávají na jednotlivých ČOV v prů-

běhu roku 1–4 vzorky kalů, které se v laboratořích ÚKZÚZ analyzují na rizikové prvky. Sledován je obsah olova, kadmia, chromu, rtuti, niklu, mědi, molybdenu a arsenu. Obsahy jednotlivých prvků jsou hodnoceny podle ČSN 46 5735 jako surovina pro průmyslové komposty. Kontrola je zaměřena především na ty ČOV, u nichž je předpoklad, že určitá část produkce kalů je směřována v konečné fázi na zemědělskou půdu. U vytypovaných čistíren s vyšší produkcí se navíc stanovuje obsah hlavních živin, pH, obsah organické hmoty, obsah PCB, PAH a AOX.

Od roku 1998 jsou v rámci projektu prováděny odběry kontrolních vzorků půd z ploch, na které byly aplikovány odpadní kaly (v souladu s vedením registru kontaminovaných ploch). V těchto vzorcích se analyzují obsahy rizikových prvků ve výluhu 2 M-HNO<sub>3</sub> a ve výluhu lučavkou.

#### Výstupy

##### Bazální monitoring půd

##### Rizikové prvky

Dosavadní šetření bazálního monitoringu zemědělských půd umožňují srovnání výsledků dvou period odběru – 1995 a 1998 pro oba používané výluhy (tabulka II, III). Rozdíly mezi periodami šetření nejsou statisticky průkazné. U Cd a Pb se potvrdil statisticky významně vyšší obsah v ornici než v podornici.

Obsahy prvků a jejich rozsah jsou v souladu s výsledky plošného šetření pro registr kontaminovaných ploch a je možno považovat je v tomto směru za objektivní charakteristiku zemědělských půd ve standardních podmínkách (zahrnujících plošnou úroveň kontaminace).

##### Organické polutanty

Na 35 pozorovacích plochách na zemědělské půdě a na 5 plochách na nenarušené půdě v chráněných územích je sledován stav a vývoj obsahů polyaromatických uhlovodíků (16) a polychlorovaných bifenyly (6 kongenerů, do roku 1998 3 kongenerů).

Průměr požadových obsahů tří kongenerů polychlorovaných bifenyly za dobu sledování se pohybuje v ornici mezi 1 a 7 μg.kg<sup>-1</sup>, v podornici jsou obsahy o polovinu až třetinu nižší (tabulka IV). Ve srovnávaných chráněných územích byly obsahy PCB v půdě na hranici limitu stanovitelnosti, vliv přenosu atmosférou na kontaminaci půdy je u těchto látek pravděpodobně minimální. V průběhu pětiletého sledování nelze specifikovat trend růstu nebo poklesu.

U polyaromatických uhlovodíků nedošlo v roce 1998 k významným změnám obsahů v půdě (ornici i podornici) v porovnání s rokem 1997 (tabulka V). Nálezy PAH v nenarušených půdách chráněných území, zejména ve vyšších polohách, dokumentují vliv dálkového přenosu na plošnou distribuci.

Perzistentní organochlorové pesticidy nejsou již v zemědělství používány, avšak v zemědělských půdách jsou stále nacházeny. Výsledky čtyřletého sledování jsou uvedeny v tabulce VI. V posledním roce sledování byly vzorkovány jiné pozorovací plochy bazálního monitoringu půd, což se projevilo v rozdílných charakteristikách. Celkově nelze potvrdit

Tabulka II

Popisná statistika obsahů rizikových prvků v ornících (O) a podorničích (P) ve výluhu lučavkou na plochách monitoringu půd ze šetření 1992 a 1995;  $n = 195$ , hodnoty v  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$

Prvek		1992				1995			
		hor.	g. Ø	med.	min.	max.	g. Ø	med.	min.
Be	O	1,14	1,16	0,27	4,02	1,24	1,25	0,53	3,55
	P	1,22	1,25	0,20	3,52	1,31	1,33	0,44	3,52
Cd	O	0,25	0,28	0,12	5,94	0,27	0,27	0,05	4,21
	P	0,16	0,12	0,12	4,89	0,18	0,18	0,05	4,57
Cr	O	38,10	38,50	11,40	433,90	34,57	34,40	10,20	535,70
	P	38,85	39,50	6,20	525,70	36,26	36,60	7,70	556,70
Co	O	11,92	12,40	2,30	45,60	9,56	9,80	1,90	30,10
	P	12,47	12,70	2,60	57,10	10,08	10,30	1,70	42,40
Cu	O	19,35	19,80	5,60	92,70	17,88	18,80	4,20	98,40
	P	17,73	18,90	4,20	64,40	16,74	17,20	2,50	63,10
Ni	O	22,65	23,90	5,90	173,00	19,78	21,90	4,70	255,60
	P	24,95	26,50	5,30	236,10	21,52	23,20	3,50	270,50
Pb	O	25,90	24,90	7,10	237,40	20,63	20,40	7,30	169,00
	P	19,20	18,90	5,30	244,10	15,58	15,40	3,10	161,00
V	O	48,99	49,10	15,70	275,10	42,07	41,50	13,80	193,90
	P	49,95	49,80	10,30	251,00	44,25	43,70	9,40	195,50
Zn	O	79,48	78,20	25,90	718,20	63,03	62,00	19,00	558,70
	P	72,58	73,90	26,10	568,20	58,53	8,90	6,20	580,50

Tabulka III

Popisná statistika obsahů rizikových prvků v ornících (O) a podorničích (P) ve výluhu 2 M-HNO<sub>3</sub> na plochách monitoringu půd ze šetření 1992 a 1995;  $n = 195$ , hodnoty v  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$

Prvek		1992				1995			
		hor.	g. Ø	med.	min.	max.	g. Ø	med.	min.
Be	O	0,24	0,25	0,05	0,91	0,44	0,44	0,11	1,70
	P	0,24	0,25	0,05	0,85	0,43	0,44	0,11	1,45
Cd	O	0,22	0,21	0,07	3,64	0,20	0,19	0,05	4,75
	P	0,12	0,11	0,05	3,09	0,10	0,11	0,04	4,82
Cr	O	5,50	5,14	1,75	41,30	6,20	5,78	1,05	64,16
	P	5,07	4,92	0,54	35,41	5,92	5,58	1,05	53,08
Co	O	4,69	5,04	0,19	13,87	4,78	4,95	0,70	15,75
	P	4,22	4,49	0,35	11,99	4,52	4,80	0,63	18,48
Cu	O	7,79	7,49	2,02	67,65	7,45	7,25	2,09	81,06
	P	5,47	5,55	0,90	29,02	5,66	5,36	1,23	45,55
Ni	O	4,34	4,44	0,80	22,41	4,91	5,09	0,65	24,77
	P	3,87	4,14	0,80	22,65	4,62	5,29	0,65	27,66
Pb	O	15,79	14,93	5,67	77,66	16,10	15,71	5,27	119,68
	P	10,76	11,16	1,76	47,69	11,32	11,16	3,45	111,37
V	O	8,73	8,92	2,92	35,51	10,39	9,97	3,10	47,61
	P	7,17	7,23	1,33	30,18	9,02	8,53	1,92	41,02
Zn	O	16,53	15,15	6,28	301,38	18,80	17,98	6,78	463,43
	P	12,33	11,59	1,71	247,66	14,62	13,93	1,63	462,00

Tabulka IV

Mediány a aritmetické průměry a maxima obsahů sumy PCB v ornících a podorničích na vybraných 40 pozorovacích plochách monitoringu za šest let sledování (1994–2000)

Parametr	$\Sigma$ 3 kongenerů (138, 153, 180)							$\Sigma$ 6 kongenerů (28, 52, 101, 138, 153, 180)		
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	1998	1999	2000
Ornice ( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ suchého vzorku)										
Medián	1,20	0,00	0,00	0,60	1,50	1,43	0,75	2,60	2,43	1,50
Průměr	2,26	0,64	1,35	7,60	3,66	3,65	5,91	4,80	4,79	7,00
Max.	31,70	5,50	18,50	147,50	31,50	51,80	74,05	33,65	54,30	82,20
Podorničí ( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ suchého vzorku)										
Medián	0,70	0,00	0,00	0,60	0,75	0,98	0,75	1,50	1,90	1,50
Průměr	1,26	0,89	0,44	3,18	2,42	2,20	2,50	3,33	3,22	3,30
Max.	11,80	32,41	5,10	32,00	30,20	31,95	27,73	32,05	35,30	28,91

Tabulka V

Základní statistické charakteristiky sumy 15 PAH v ornici (O) a podorničích (P) orných půd na vybraných 40 pozorovacích plochách monitoringu; srovnání let 1997–2000 ( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )

Parametr	1997		1998		1999		2000	
	O	P	O	P	O	P	O	P
Arit. průměr	986,3	433,3	693,6	454,5	928,6	642,5	1 066,6	591,7
Medián	667,4	322,8	583,7	306,3	558,4	276,1	594,6	256,7
Min.	155,8	53,8	60,5	97,8	101,9	87,0	164,8	99,9
Max.	6 085,1	1 185,4	2 410,5	2 285,8	9 488,8	7 081,3	6 834,1	3 519,2

Tabulka VI

Základní statistické charakteristiky obsahů sledovaných organochlorových pesticidů v ornících a podorničí orných půd v roce 2000 ( $\mu\text{g.kg}^{-1}$  sušiny)

Parametr	HCB	DDEo, p'	DDEp, p'	DDDo, p'	DDDp, p'	DDTo, p'	DDTp, p'
Ornice							
Arit. průměr	2,26	1,60	24,6	1,65	4,61	35,7	81,3
Medián	1,74	<1	5,83	<1	1,35	12,2	53,5
Min.	<1	<1	<1	<1	<1	<10	<10
Max.	9,94	25,7	388	18,5	40,2	369	467
Podorničí							
Arit. průměr	1,59	1,05	15,4	1,29	2,77	22,7	46,7
Medián	<1	<1	2,68	<1	0,87	7,50	29,5
Min.	0,36	<1	<1	<1	<1	<10	<10
Max.	17,5	11,7	274	10,1	24,0	248	285

Tabulka VII

Registr kontaminovaných ploch. Celkové počty odebraných vzorků a základní popisná statistika všech sledovaných prvků pro celé území ČR

Prvek	Celkový počet vzorků	Průměr		Medián
		aritmetický	geometrický	
Be	16 677	0,472	0,418	0,430
Cd	40 441	0,238	0,190	0,190
Co	22 310	5,602	4,993	5,000
Cr	40 452	7,100	4,978	4,600
Cu	36 209	8,531	7,295	7,100
Hg	32 477	0,105	0,082	0,080
Ni	35 123	6,042	4,665	4,700
Pb	40 478	18,647	15,499	14,900
V	20 507	10,867	9,564	9,570
Zn	36 257	19,385	16,619	16,000

Tabulka VIII

Registr kontaminovaných ploch. Počty a procenta analýz s překročením maximálně přípustných obsahů rizikových prvků podle půdního druhu (vyhl. č. 13/1994 Sb.). Celkem za všechny prvky v ČR a s rozlišením na prvky s převažující zoo- a fytotoxicitou

Prvek	Půdní druh	Analýzy		
		celkem	nadlimitní obsah	
			počet	%
Všechny prvky	lehká	47 333	1 945	4,11
	ostatní	273 598	2 009	0,73
	celkem	320 931	3 954	1,23
Zootoxicita	lehká	10 424	752	7,21
Cd, Hg, Pb	ostatní	96 960	886	0,91
	celkem	107 384	1 638	1,53
Fytotoxicita	lehká	22 207	708	3,19
Cr, Cu, Ni, Zn				

Tabulka IX

Zjištěné hodnoty obsahů rizikových prvků ve vzorcích kalů z 203 ČOV v ČR za rok 2000 (v  $\text{mg.kg}^{-1}$  suš.)

ČR	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Zn
Průměr	13,9	2,79	193,1	241,3	3,39	4,3	41,7	113,7	1 425
Medián	8,4	2,10	57,0	190,0	3,11	4,1	34,2	75,5	1 240
Min.	0,5	0,50	11,9	16,6	0,37	0,3	3,0	7,2	179
Max.	144,0	21,00	16 725,0	2 360,0	18,80	11,0	433,0	2 410,0	12 200
Počet	329	341	341	341	341	224	340	341	337

klesající trend, který by byl způsoben degradací pesticidů v půdě.

#### Registr kontaminovaných ploch

Tabulky VII a VIII uvádějí sumární statistické vyhodnocení základní databáze registru.

#### Monitoring atmosférické depozice

U měsíčně sledovaných parametrů jsou relativně vyrovnané hodnoty u dusičnanového dusíku – řádově kolem  $6 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$ , což je indikováno i shodou mediánu s průměrem. U pololetně sledovaných parametrů je jednoznačně variabilita nižší u prvků, které nejsou výrazně ovlivňovány an-

tropogenní aktivitou (litofilní prvky – hliník, železo, draslík, hořčík).

Hodnoty atmosférické depozice jsou důležitým vstupem do agroekosystémů, a je proto nezbytné zahrnovat je do bilančování látek jak z hlediska výživářského, tak z hlediska hodnocení potenciálních rizik. Pro důležité makroprvky se roční vstupy za celé sledované období pohybují u dusíku od 13 do 54 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>, u hořčíku kolem 1 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>, u draslíku od 2 do 7 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>, u fosforu od 1 do 4 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>.

U nejvýznamnějších potenciálně rizikových prvků, kde by se měly sledovat kumulativní vstupy, se vstupy depozicí pohybují u olova kolem 30 g.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>, u kadmia kolem 1 g.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>, u arsenu kolem 5 g.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup> (orientační hodnoty za celé období sledování).

Klesající trend během 90. let je možno vidět u draslíku, fosforu a síry, ale i u rizikových prvků – olova, kadmia, niklu, chromu, arsenu. Podle posledních výsledků se však tento trend zastavuje (u arsenu došlo ke zvýšení). Vzrůstající trend sledujeme u vápníku. U ostatních prvků hodnoty ročních mediánů kolísají bez zřetelného trendu.

Tabulka XI

Základní statistické charakteristiky obsahů PAH v kalech ČOV – období sledování 2000 (μg.kg<sup>-1</sup> suchého vzorku)

Parametr	NAPH	ACN	FLR	PHEN	ANT	FLU	PY	BaA	CH	BbF	BkF	BaP	DBA	BPE	IPY	Σ 15 PAH
Průměr	199	467	365	1010	448	1816	1383	669	869	1550	561	1071	157	993	976	12 534
Medián	88	229	183	582	325	1284	864	397	574	895	347	616	78	644	595	7 794
Min.	9	11	30	197	58	346	300	99	153	203	57	139	10	131	147	2 056
Max.	1 690	6 680	5 790	6 252	3 411	7 918	4 346	3 515	3 501	9 397	3 284	7 035	1 278	6 004	6 744	73 050
Počet	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42

## Seznam zkratk

GIS geografický informační systém  
 ZPF zemědělský půdní fond  
 KN katastr nemovitostí  
 EIA posuzování vlivů na životní prostředí (Environmental Impact Assessment)

## Kontrola kalů z ČOV

Sumarizované výsledky sledování jsou uvedeny v tabulkách IX–XI.

Tabulka X

Souhrnná statistika – kaly z ČOV – 172 vzorků; rok odběru 1998–2000

Parametr	Kongenery PCB [μg.kg <sup>-1</sup> ]						Σ 6 kongenerů
	28	52	101	138	153	180	
Průměr	24,0	10,4	18,6	48,0	59,2	36,8	197,1
Medián	13,1	8,0	15,4	31,5	39,6	23,5	141,3
Min.	0,0	0,0	<5	<5	<5	<5	15,0
Max.	600,0	86,0	141,0	556,4	746,1	732,8	2 232,1
90 %	43,3	21,6	35,5	96,6	115,0	69,9	374,0
Počet	42	42	42	42	42	42	42

RA analýzy rizik (Risk Analyses)  
 C<sub>ox</sub> oxidovatelný uhlík  
 TMA analyzátor rtuti (Trace Mercury Analyser)  
 JTSC jednotná trigonometrická síť katastrální  
 PAH polyaromatické uhlovodíky  
 AOX adsorbovatelné organicky vázané halogeny