



KONTROLA A MONITORING CIZORODÝCH LÁTEK V ZEMĚDĚLSKÉ PŮDĚ A VSTUPECH DO PŮDY

Zpráva za rok 2002

Zpracoval: Ing. Karel Provazník
Mgr. Šárka Poláková
Ing. Miroslav Florián
Mgr. Stanislav Malý
Ing. Vladislav Chvátal
Prof. Ing. Emanuel Kula, CSc.
Ing. Lenka Danielová, Ph.D.

Předkládá: Ing. Karel Trávník
ředitel odboru APVR

Schválil: RNDr. Jaroslav Staňa
ředitel ústavu

OBSAH

	ÚVOD	3
1	CÍLE	4
2	METODIKA PRACÍ.....	6
3	VÝSLEDKY.....	7
3.1	Bazální monitoring půd	7
3.1.1	POLYCHLOROVANÉ DIBENZO-P-DIOXINY A DIBENZOFURANY	7
3.1.2	STANOVENÍ AKTIVITY ¹³⁷ Cs V ORNÝCH PŮDÁCH ČR.....	8
3.1.3	OBSAHY PCB V PŮDĚ	11
3.1.4	OBSAHY PAH V PŮDĚ	12
3.1.5	OBSAHY PERSISTENTNÍCH CHLOROVANÝCH PESTICIDŮ V PŮDĚ.....	15
3.1.6	MONITORING MIKROBIÁLNÍCH PARAMETRŮ PŮD.....	17
3.1.7	MONITORING OBSAHU TĚŽKÝCH KOVŮ U STŘEVÍKOVITÝCH (<i>CARABIDAE</i>).....	18
3.2	Monitoring rostlinné produkce	20
3.3	Monitoring atmosférické depozice.....	20
3.4	Kontrola hnojiv	21
3.5	Kontrola kalů ČOV	22
3.5.1	OBSAHY RIZIKOVÝCH PRVKŮ	22
3.5.2	OBSAHY PCB	23
3.5.3	OBSAHY PAH.....	25
3.5.4	OBSAHY AOX.....	26
4	SEZNAM PŘÍLOH	28

ÚVOD

Přehled prací prováděných Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským v Brně, odborem APVR v roce 2002 v oblasti kontroly a monitoringu cizorodých látek v zemědělské půdě a vstupech do půdy:

1. Bazální monitoring zemědělských půd

- odběry vzorků půd na souboru pozorovacích ploch se sledováním organických polutantů,
- odběry a analýzy vzorků rostlin subsystému kontaminovaných ploch a na referenčních plochách v základním subsystému,
- odběry vzorků a vyhodnocení mikrobiologických parametrů na vybraných pozorovacích plochách,
- zahájení analytických prací stanovených pro analýzy v základní šestileté periodě odběrů

2. Monitoring atmosférické depozice

- odběry vzorků v měsíčních periodách a analýzy měsíčních a pololetních vzorků na pozorovacích plochách v základním subsystému monitoringu půd a v subsystému kontaminovaných ploch

3. Registr kontaminovaných ploch

- zahušťování odběrů v územích se zjištěnými nadlimitními koncentracemi obsahů prvků
- spolupráce se zemědělskými podniky, okresními a krajskými úřady – doplňování databáze registru,
- odběry vzorků půd a rostlin na pozemcích s aplikacemi kalů,
- vyhodnocení databáze registru ve vztahu ke geologickému substrátu

4. Kontrola hnojiv

- kontrolní činnost vyplývající ze zákona č. 156/98 Sb., ve znění zákona č. 308/2000 Sb.

5. Kontrola kalů ČOV

- odběry vzorků kalů s přednostním výběrem ČOV které využívají kaly v zemědělství,
- analýzy vzorků na obsahy rizikových prvků a u vybraných vzorků na obsahy organických polutantů.

Zpráva hodnotí výsledky sledování v uvedených oblastech v roce 2002, navazuje na výsledky z minulých let a pokud je to možné, hodnotí též vývoj sledovaných parametrů.

1 CÍLE

Cíle kontroly a monitoringu cizorodých látek jsou formulovány v souladu s požadavky MZe a MŽP tak, aby výsledky sloužily především jako podpora pro rozhodování na všech úrovních státní správy a pro návrhy a novely legislativních předpisů. Současně jsou výsledky všech oblastí sledování využívány jako zdroje dat pro vědeckovýzkumné projekty.

1. Bazální monitoring půd

- a) Pro orgány státní správy poskytuje informace o stavu a vývoji vlastností půd. Tyto informace slouží především jako soubor referenčních hodnot pro posuzování výsledků dalších šetření. Data jsou porovnávána s výsledky programu AZP.
- b) V subsystému kontaminovaných ploch jsou vyhodnocovány příčiny kontaminace půd a sledována rizika přestupů potenciálně toxických látek do zemědělské produkce.
- c) Na úrovni ÚKZÚZ, MZe a MŽP je systém monitoringu navázán na zahraniční systémy monitoringů, slouží k presentaci výsledků na mezinárodní úrovni a spolupráci se zahraničními odborníky (vazba zejména na Německo, Slovensko, Švýcarsko, Rakousko, Maďarsko).
- d) Výsledky jsou vyhodnocovány za účelem hodnocení a validace analytických metod.
- e) Výsledky jsou vyhodnocovány za účelem poskytování materiálů pro ročenky a statistické přehledy.

2. Monitoring atmosférické depozice

- a) Výsledky poskytují informace pro bilancování látek v agroekosystémech: hodnocení imisí z hlediska vstupů rizikových látek do půdy, vytvoření národní sítě a poskytování referenčních hodnot.
- b) V návaznosti na monitoring půd je hodnocen vliv imisí na zemědělskou produkci.
- c) Systém poskytuje podklady pro odvozování emisních limitů a kritických zátěží půd.
- d) Prvotní data jsou poskytována k dalšímu využití Státní meliorační správě a Českému hydrometeorologickému ústavu.

3. Registr kontaminovaných ploch

- a) Výsledky registru tvoří celoplošnou databázi charakterizující stav kontaminace zemědělských půd rizikovými prvky.
- b) Na úrovni MZe a MŽP slouží výsledky jako podkladové materiály k přípravě legislativních opatření.
- c) Po předání databází registru krajským úřadům, obcím s rozšířenou působností, referátům životního prostředí, je umožněno využití výsledků pro správní činnost na úrovni kraje, obce s rozšířenou působností, s využitím aplikace do GIS.

4. Kontrola hnojiv

V rámci procesu registrace hnojiv a kontroly jsou zjišťovány obsahy rizikových prvků v hnojivech jako nutný podklad pro vlastní registraci nebo pro případné stažení výrobku z oběhu.

5. Kontrola kalů ČOV

- a) Výsledky inventarizace obsahů rizikových látek v kalech nejvýznamnějších ČOV v celostátním měřítku jsou využívány pro odpadové hospodářství na úrovni krajů a obcí s rozšířenou působností.
- b) V návaznosti na programy monitoringu půd a atmosférické depozice je prováděno bilancování látek a hodnocení vstupů rizikových látek do půdy i prostřednictvím aplikace kalů ČOV.

- c) V návaznosti na registr kontaminovaných ploch byla v roce 1997 zahájena postupná tvorba databáze pozemků se zvýšenými hodnotami obsahů rizikových látek vlivem aplikací kalů ČOV. Tato databáze bude sloužit k hodnocení rizik na konkrétních pozemcích, kde byly kaly aplikovány.
- d) Výsledky inventarizace jsou využívány pro přípravu legislativních předpisů.

2 METODIKA PRACÍ

Terénní, analytické a vyhodnocovací práce byly prováděny v souladu s metodikami vypracovanými pro jednotlivé úkoly a s požadavky MZe, odboru potravinářské výroby. (Sáňka, M. a kol., 1998: Bazální monitoring zemědělských půd a monitoring atmosférické depozice – metodické postupy; Zbíral, J. a kol., 1995-1997: Analýza půd I-III – jednotné pracovní postupy; metodické pokyny Odboru APVR). Současně byly uplatněny národní nebo mezinárodní normy odběrů vzorků a analytických prací.

Terénní a vyhodnocovací práce byly zabezpečovány pracovníky odboru APVR, analytické práce odborem laboratoří. U projektu Monitoringu atmosférické depozice byly terénní práce – odběry vzorků zajišťovány ve spolupráci tří organizací (ÚKZÚZ, SMS a VÚRV). Vlastní laboratorní analýzy byly prováděny v laboratořích na jednotlivých pobočkách v Praze, Plzni, Liberci, Plané nad Lužnicí, Havlíčkově Brodě, Brně a Opavě. Specifické analýzy v rámci projektu Monitoringu atmosférické depozice byly prováděny pouze na pracovišti v Brně.

Všechny laboratoře jsou zapojeny do vnitřního systému řízení jakosti, organizovaného laboratorním odborem. Současně jsou členy mezinárodního systému porovnávání analytických výsledků, který je organizovaný Zemědělskou universitou ve Wageningen (International soil-analytical exchange). Laboratoře v Praze, Plzni a Brně mají akreditaci ČIA.

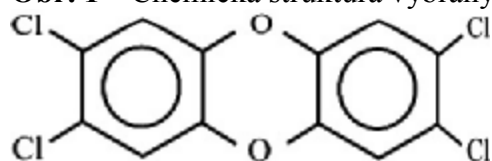
3 VÝSLEDKY

3.1 Bazální monitoring půd

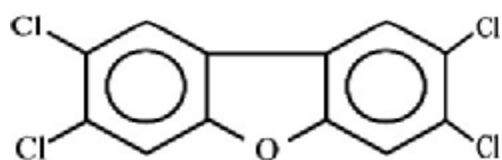
3.1.1 Polychlorované dibenzo-p-dioxiny a dibenzofurany

K látkám skupiny dioxinů patří 75 kongenerů polychlorovaných dibenzo-p-dioxinů (PCDDs) a 135 kongenerů polychlorovaných dibenzofuranů. K toxikologicky nejvýznamnějším patří 17 kongenerů, které obsahují nejméně čtyři atomy chlóru, přičemž Cl musí být vždy substituován v poloze 2, 3, 7, 8 (obrázek 1).

Obr. 1 Chemická struktura vybraných dioxinů



2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin



2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran

Protože drtivá většina testů toxicity se provádí na nejtoxičtější kongeneru 2, 3, 7, 8 – TCDD byly pro umožnění odhadu toxicity jednotlivých kongenerů dioxinů vyvinuty na základě hodnot akutní toxicity tzv. Toxicity Equivalency Factors (TEF, tabulka 1). Hodnoty TEF umožňují převést kvantitativní analytická data jednotlivých kongenerů PCDDs/Fs na jednu hodnotu tzv. Toxic Equivalent (TEQ). Pomocí TEF je tedy vyjádřena kumulativní toxicita směsi PCDDs/Fs jednou hodnotou TEQ. Všechny literární údaje jsou nyní uváděny v hodnotách TEQ, nejčastěji I-TEQ.

Na souboru ploch určených ke sledování zatížení půd organickými polutanty byly v roce 2001 odebrány také vzorky určené ke stanovení PCDD/Fs. Na univerzitě v Lancasteru bylo pomocí vysokorozlišovací GC/MS analyzováno 38 vzorků půd (ornice, svrchní horizont), z toho 33 vzorků zemědělských půd z Bazálního monitoringu půd a 5 vzorků z chráněných území.

Tab. 1 Základní statistická charakteristika obsahů PCDDs/Fs v půdách ČR (17 kongenerů, pg/g I-TEQ)

	Podlešáková et al., 2000	ÚKZÚZ, 2001		
		základní subsystém	subsystém kontamin. ploch	CHÚ
Průměr	1,06	1,4	3,7	5,1
Medián	0,86	1,0	1,8	1,6
Minimum	0,16	0,5	0,6	0,6
Maximum	2,52	4,0	14,3	13,1
Počet	20	14	19	5

Tabulka 1 uvádí základní statistiku obsahů PCDD/Fs ve vzorcích půd ČR. Příloha 1 uvádí grafické vyjádření obsahů dioxinů v půdách BMP a příloha 2 uvádí seznam stanovených kongenerů PCDD/Fs.

Z tabulky 1 i přílohy 1 lze vypožorovat znatelně vyšší zjištěné hodnoty I-TEQ ve vzorcích ze subsystému kontaminovaných ploch. Také celková suma PCDDs/Fs je vyšší. Je třeba mít na zřeteli, že kontaminované plochy byly vybírány především z hlediska anorganické kontaminace, která však může být antropogenního původu a jedním ze zdrojů kontaminace mohou být průmyslové imise. Zastoupení kontaminovaných ploch (kontaminovaných z hlediska vyhlášky č. 13/1994 Sb.) z celkové rozlohy orné půdy je zanedbatelné. Proto významné z hlediska určení pozadí, či průměrných hodnot I-TEQ jsou plochy základního subsystému. Většina evropských zemí uvádí jako pozadí hodnotu kolem 2 pg/g I-TEQ a více; z tohoto pohledu jsou hodnoty naměřené jak v základním tak kontaminovaném subsystému monitoringu velmi nízké.

Zvláštní pozornost si zasluhují stanoviště na Studniční hoře (KRNAP) a Bukačce (CHKO Orlické hory), jejichž hodnoty I-TEQ jsou srovnatelné s maximálními hodnotami ze subsystému kontaminovaných ploch. V případě těchto nenarušených půd je jediným zdrojem atmosférická depozice a s ní související průmyslové exhalace. Díky značné nadmořské výšce obou stanovišť (Studniční hora – 1555 m, Bukačka – 974 m) zde dochází k výraznému vyčesávacímu efektu.

Obsahům PCDD/Fs v půdách je třeba věnovat určitou pozornost, neboť se jedná o látky slabě rozpustné ve vodě, slabě těkavé a velmi silně se adsorbující na pevné částice obsahující organický uhlík. Látky adsorbované na půdní částice zůstávají po dlouhou dobu v povrchové vrstvě půdy (pokud nedojde k umělému promísení hlubších vrstev půdy, např. při orbě), případně jsou prostřednictvím vodní a větrné eroze translokovány do vodních toků a ovzduší. Pohyb molekul sorbovaných na pevné částice prostřednictvím těkání nebo vyluhování je zanedbatelný. Především pro tetra- a více chlorované kongenery je charakteristická extrémní stabilita ve všech složkách životního prostředí a vysoká schopnost akumulovat se v tukových tkáních živých organismů včetně člověka.

Závěr

- PCDD/Fs byly stanoveny ve 33 vzorcích zemědělských půd a 5 vzorcích půd z chráněných oblastí.
- Znatelně vyšší hodnoty byly nalezeny na vzorcích ze subsystému kontaminovaných ploch a v půdách z vyšších poloh v chráněných územích.
- Zdrojem zvýšených obsahů ve vzorcích zemědělských půd jsou atmosférické imise, nelze však vyloučit ani antropogenní vlivy (aplikace odpadních kalů, aplikace pesticidů, průmyslová činnost).
- Hlavním zdrojem PCDD/Fs ve vzorcích z chráněných území je atmosférická depozice – projevuje se zde vyčesávací efekt a podooblačné vymývání.
- Výsledky analýz 33 vzorků je nutno hodnotit pouze jako orientační a pro získání komplexnějšího přehledu o situaci bude třeba dalších analýz.

3.1.2 Stanovení aktivity ^{137}Cs v orných půdách ČR

Rozlišujeme dva základní zdroje ionizujícího záření. Prvním jsou zdroje přirozené, kam řadíme kosmické záření a přirozenou aktivitu primordiálních radionuklidů v půdě, vodě a atmosféře. Druhou skupinu tvoří zdroje umělé. Patří do ní radiační zdroje používané

v nukleární medicíně a radiologii, spad z nadzemních testů jaderných zbraní (zákaz v roce 1963), cyklus jaderného paliva (málo významný zdroj) a ostatní zdroje (např. spalování fosilních paliv).

Po uvolnění radionuklidu do prostředí podléhá jeho další osud dvěma základním procesům, rozptylu a akumulaci. Rozptyl přerozděluje (a ředí) radionuklidy v jednotlivých složkách prostředí, akumulací se radionuklidy naopak ukládají.

Atmosféra je rozhodujícím faktorem pro šíření radioaktivních prvků. Po uvolnění jsou radionuklidy atmosférou transportovány (často na velké vzdálenosti) a rozptylovány. Vlivem suché a mokré depozice jsou pak z atmosféry odstraňovány. Snižování radioaktivity se samozřejmě děje i přirozeným rozpadem radionuklidů.

Do půdy se radionuklidy dostávají zejména depozicemi z atmosféry a přímou kontaminací. Vzhledem ke složitosti systému jakým je půda, jsou procesy chemických změn radionuklidů ovlivňovány mnoha faktory. K těm nejdůležitějším patří půdní druh, pH, obsah huminových látek (a humusu obecně), redox potenciál, iontovýměnná kapacita, sorpční vlastnosti, obsah některých prvků.

Podzemní i povrchové vody jsou kromě přirozených zdrojů radiace kontaminovány také zdroji umělými. Hlavními zdroji radionuklidů jsou podloží (horninová skladba), atmosférické srážky a depozice, případně přímá kontaminace radioaktivními odpady. Ve vodě se radionuklidy ředí, přechází do sedimentů a jsou akumulovány rostlinami a živočichy. Rozhodující pro transport, sedimentaci nebo biodostupnost je velikost částic, obsah jílovitých částic a celkový chemismus vody.

Cesium je alkalickým kovem, jeho celková roční průmyslová produkce je asi 5 tun. Stabilním izotopem je ^{133}Cs , nejdůležitějšími umělými pak ^{134}Cs (poločas rozpadu $T_{1/2} = 2$ roky) a ^{137}Cs ($T_{1/2} = 30,4$ roku). Cesium je nutričním analogem draslíku. Hlavním rezervoárem v biosféře je půda, případně sedimenty. Jeho stupeň začlenění do potravních řetězců a vstřebávání do organismu je vysoký. Do půdy se obvykle dostává depozicí z atmosféry, přes 80 % ^{137}Cs je silně poutáno na půdní částice. Aktivita s hloubkou klesá exponenciálně, 85% ^{137}Cs ze spadu po havárii JE v Černobylu se nachází v hloubce do 10 cm. Aktivita cesia v půdě klesá jeho radioaktivní přeměnou, vymýváním, přijetím rostlinou a zemědělskou činností.

Příjem je vyšší v lehčích půdách. Dostatek draslíku brzdí příjem cesia (podobně dostatek vápníku snižuje příjem stroncia). Příjem se snižuje s rostoucím pH, organická hmota naopak cesium mobilizuje. Nelze zanedbat vliv mikroorganismů, zejména v oblasti kořenového systému. Rostliny mohou být kontaminovány také spadem, ionty ^{137}Cs pronikají do pletiv procesem difuze.

Vyhláškou č. 184/1997 Sb. je stanovena nejvyšší přípustná aktivita ^{137}Cs v potravinách. Limit pro půdu touto vyhláškou není stanoven. Jedinou normou je proto Metodický pokyn Ministerstva pro správu národního majetku a jeho privatizaci ze dne 18. 5. 1992 k zabezpečení § 6a zákona č. 92 Sb. ze dne 18. 2. 1992 o podmínkách převodu majetku státu na jiné osoby. Podle tohoto pokynu jsou stanoveny tři úrovně aktivity cesia (aktivita ^{137}Cs + ^{134}Cs) v půdách. Limit A (požadovaná hodnota) je stanoven na 10 Bq/kg sušiny, B (indikační hodnota, po jejím překročení následuje průzkum) 100 Bq/kg sušiny a C (hodnota pro asanační zásah) 500 Bq/kg sušiny.

Celkový obsah cesia ve vzorku se nejčastěji stanovuje hmotnostní spektrometrií či AES-ICP. Pro zjištění ^{137}Cs se měří záření beta (GM počítače či proporcionální detektory) nebo gama (scintilační a polovodičové detektory). Výhodou gama-spektrometrického měření je možnost jeho použití přímo na neupravený vzorek (v našem případě půda).

Vzhledem k tomu, že v roce 1986 došlo k havárii JE v Černobylu, při které uniklo do prostředí velké množství radionuklidů (včetně ^{137}Cs), nastala potřeba monitorovat tento prvek ve složkách životního prostředí, včetně půdy. V roce 1992 byl na území ČR zahájen bazální monitoring zemědělských půd, do kterého bylo zahrnuto i sledování ^{137}Cs . Vzhledem k dlouhodobému přetrvání tohoto prvku v půdě byla v roce 1999 provedena další analýza pro vyhodnocení změn v kontaminaci tímto radionuklidem. Kromě orných půd byly sledovány i trvalé travní porosty a jeden sad.

Stanovení se uskutečnilo gama-spektroskopickou metodou (koaxiální detekční systém HPGe, model 7229P–7915.30-2520), vzorky umístěny v Marinelliho nádobě o objemu 450 ml. Do měření byly zařazeny i vzorky z okolí JE Temelín, pro získání přehledu o koncentracích ^{137}Cs před spuštěním této elektrárny.

Měření ukázalo nerovnoměrné rozložení aktivit ^{137}Cs v rámci území ČR. Vyšší koncentrace vykazují oblasti Českomoravské vrchoviny a horské oblasti na severu republiky. Zvýšený obsah ^{137}Cs v půdních vzorcích lze připsat spadu z havárie JE Černobyl. Rozložení kontaminace je dáno mikrometeorologickou situací nad jednotlivými lokalitami v době, kdy přes ně přecházely kontaminované masy vzduchu. Z tabulek výsledků je patrné, že u většiny vzorků půd měrná aktivita ^{137}Cs poklesla. Nejvíce vzorků vykazovalo aktivitu mezi 10-20 Bq/kg (28,9% v roce 1992, resp. 26,3% v roce 1999). Aktivitu 30 Bq/kg nepřesahovalo roku 1992 47,2% vzorků, po sedmi letech toto procento značně vzrostlo, do této hodnoty se vešlo 63,1 % vzorků. Výsledky dobře korespondují s aktivitami naměřenými v Polsku. Posuzujeme-li výsledky z hlediska Metodického pokynu vidíme, že zatímco v roce 1992 překročilo „indikační“ hladinu 100 Bq/kg 10,5% vzorků, v roce 1999 již tuto mez nepřekročil žádný ze vzorků. „Asanační“ hodnota (500 Bq/kg) nebyla překročena ani v jednom vzorku.

Hodnoty získané na lokalitách v okolí JETE se nijak nelišily od ostatních míst základního monitoringu.

Závěr

Vzhledem k havárii v JE v Černobylu, při které se uvolnila obrovská množství umělých radionuklidů, včetně ^{137}Cs , bylo v rámci bazálního monitoringu půd ČR provedeno také zjištění aktivity tohoto radionuklidu na několika lokalitách. První proběhlo v roce 1992, druhé následovalo po sedmi letech, v roce 1999. Výsledky jednoznačně ukázaly, že se aktivita ^{137}Cs snižuje. V roce 1999 mělo 63,1% vzorků aktivitu pod 30 Bq/kg, zatímco ještě v roce 1992 to bylo pouze 47,3%. V roce 1992 také ještě 10,5% vzorků vykazovalo aktivitu nad 100 Bq/kg, o sedm let později již žádný. Snižování měrné aktivity je způsobeno zejména přirozeným rozpadem a dále obděláváním orných půd, čímž dochází k přemísťování (a dále ředění) cesia do větších hloubek. Bez těchto zásahů je pro cesium typický výskyt v hloubkách 4-6 cm. Část cesia také odeberou pěstované rostliny (je nutričním analogem draslíku) a nelze vyloučit odnos určitého množství vlivem eroze.

3.1.3 Obsahy PCB v půdě

Podrobné výsledky stanovení PCB v půdních vzorcích Bazálního monitoringu půd a pěti vybraných lokalit v chráněných územích uvádí příloha 3. V této příloze lze nalézt jak obsahy jednotlivých stanovovaných kongenerů, tak také jejich sumu. Grafické znázornění obsahů PCB na všech plochách monitoringu v roce 2002 zachycuje příloha 4.

Základní statistické charakteristiky souboru jsou uvedeny v tabulce 2. Průměr sumy 7 kongenerů se pohybuje v rozmezí 4,73 – 6,03 ug.kg⁻¹ pro ornici a 3,23 – 4,18 ug.kg⁻¹ suš. pro podorniči. Oproti roku 2001 došlo v ornici k mírnému zvýšení mediánu a aritmetického průměru. Statistické charakteristiky podorniči jsou vyrovnané.

Tab. 2 Mediány, aritmetické průměry a maxima obsahů sumy PCB v ornici a podorniči za 9 let sledování (1994-2002)

suma 3 kongenerů (138, 153, 180); ornice (ug.kg ⁻¹ suš.)									
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
medián	1,20	0,00	0,00	0,60	1,50	1,43	0,75	1,00	1,50
průměr	2,26	0,64	1,35	7,60	3,66	3,65	5,91	3,88	4,28
max.	31,70	5,50	18,50	147,50	31,50	51,80	74,05	38,60	56,9

suma 3 kongenerů (138, 153, 180); podorniči (ug.kg ⁻¹ suš.)									
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
medián	0,70	0,00	0,00	0,60	0,75	0,98	0,75	0,75	0,75
průměr	1,26	0,89	0,44	3,18	2,42	2,20	2,50	2,24	3,05
max.	11,80	32,41	5,10	32,00	30,20	31,95	27,73	30,30	43,4

ornice (ug.kg ⁻¹ suš.)								
	suma 6 kongenerů (28, 52, 101, 138, 153, 180)					suma 7 kongenerů (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)		
	1998	1999	2000	2001	2002	2000	2001	2002
medián	2,60	2,43	1,50	1,75	2,25	1,75	1,75	2,5
průměr	4,80	4,79	7,00	5,08	5,34	6,03	4,73	5,67
max.	33,65	54,30	82,20	41,50	61,7	84,3	42,1	62,9

podorniči (ug.kg ⁻¹ suš.)								
	suma 6 kongenerů (28, 52, 101, 138, 153, 180)					suma 7 kongenerů (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)		
	1998	1999	2000	2001	2002	2000	2001	2002
medián	1,50	1,90	1,50	1,50	1,50	1,75	1,75	1,75
průměr	3,33	3,22	3,30	3,13	3,91	3,29	3,23	4,18
max.	32,05	35,30	28,91	32,65	46,25	28,91	32,9	47,05

Jako limitní hodnotu pro obsah PCB v půdě uvádí vyhláška č. 13/1994 Sb. hodnotu 0,01 mg.kg⁻¹. Tuto hodnotu překročilo v roce 2002 (pro sumu 7 kongenerů) celkem 5 půdních vzorků ze tří pozorovacích ploch (3 vzorky ornice, 2 vzorky podorniči). Navrhovanou limitní hodnotu 0,02 mg.kg⁻¹ pro sumu 7 kongenerů přesáhlo v roce 2002 také pět vzorků ze tří pozorovacích ploch (3 vzorky ornice, 2 vzorky podorniči). Tabulka 3 uvádí počty vzorků z jednotlivých horizontů, které překročily platné nebo navrhované limitní obsahy PCB v půdě od roku 1997 do současnosti.

Tab. 3 Počty vzorků překračujících stanovené limitní hodnoty (LH) – pouze orná půda

	LH	1997		1998		1999		2000		2001		2002	
		O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P
limit dle vyhl.č. 13/1994 Sb. - PCB celkem	10	5	2	4	2	3	2	5	2	4	2	3	2
limit dle návrhu vyhl. - suma 6 kongenerů PCB	20	-	-	2	2	2	1	3	2	2	1	3	2

Průběh obsahů PCB na plochách, na kterých došlo alespoň jednou k překročení platné limitní hodnoty, je graficky znázorněn pro sumu 6 kongenerů v příloze 5 (od roku 1997 do roku 2002), pro sumu 7 kongenerů v příloze 6 (2000 – 2002). U některých ploch lze předpokládat bodovou kontaminaci, např. oleji při pojezdech zemědělské techniky, na ostatních jsou obsahy PCB relativně stálé. Pro většinu těchto ploch platí, že suma 7 kongenerů je tvořena převážně kongenery 138, 153 a 180, tj. tzv. výsechlorovanými PCB, které podléhají biodegradaci v půdě pomaleji než ostatní stanovované. Především u pozorovacích ploch 7901 a 7902 je poměr obsahů mezi níže- a výsechlorovanými PCB široký, 1:12-18!!

Závěry

- Mediány obsahů sumy 7 kongenerů PCB v ornících zemědělských půd se během posledních tří let pohybují kolem 2 ug.kg^{-1} , hodnoty v podorníci jsou asi o $0,25 \text{ ug.kg}^{-1}$ nižší. Aritmetický průměr ve vzorcích z ornice je v rozsahu $4,73 - 6,03 \text{ ug.kg}^{-1}$, hodnoty z podorníci se mění v rozsahu $3,23 - 4,18 \text{ ug.kg}^{-1}$.
- U sumy 6 kongenerů se mediány v ornících zemědělských půd pohybují během posledních šesti let v rozmezí $1,50 - 2,60 \text{ ug.kg}^{-1}$, hodnoty v podorníci jsou až na rok 1999 stejné ($1,50 \text{ ug.kg}^{-1}$). Aritmetický průměr ve vzorcích z ornice je v rozsahu $4,79 - 7,00 \text{ ug.kg}^{-1}$, hodnoty z podorníci se mění v rozsahu $3,13 - 3,91 \text{ ug.kg}^{-1}$.
- Limitní hodnota $0,01 \text{ mg PCB.kg}^{-1}$ stanovená vyhláškou č. 13/1994 Sb. byla v roce 2002 překročena v pěti vzorcích (3 vzorky z ornice, 2 vzorky z podorníci), na třech plochách (7901, 7902, 7045).
- Sedm pozorovacích ploch, na nichž byla alespoň jedenkrát překročena limitní hodnota obsahů PCB v půdě (suma 7 kongenerů), lze rozdělit na plochy s jednorázovým nálezem vysokého obsahu PCB (pravděpodobně s charakterem bodové kontaminace) a plochy s relativně vyrovnanými obsahy polychlorovaných bifenylů.
- V daném souboru ploch jsou obsahy PCB v půdě relativně stabilní. Výrazný pokles obsahů PCB v půdě nelze očekávat z důvodu širokého poměru níže- a výsechlorovaných PCB.

3.1.4 Obsahy PAH v půdě

Tabulku s výsledky stanovení 15 individuálních PAH na vybraných 40 pozorovacích plochách BMP a 5 lokalitách v chráněných územích uvádí příloha 7. Součástí přílohy je také vypočtená suma všech stanovovaných 15-ti PAH a suma 7 PAH, uvedených ve vyhlášce č. 13/1994 Sb. a sumy 12 PAH vyjmenovaných v návrhu vyhlášky. Graficky jsou obsahy sumy 15-ti PAH na všech plochách BMP i v CHÚ vyjádřeny v příloze 8. (Ústav neprovádí stanovení všech 16 individuálních uhlovodíků, tak jak to vyžaduje např. US EPA, neboť 16. chybějící uhlovodík – acetnaphtylene – se v souboru sledovaných půd vyskytuje v zanedbatelném množství.)

Základní statistické charakteristiky jednotlivých polyaromatických uhlovodíků za šest let sledování (1997-2002) jsou uvedeny v příloze 9, základní statistické charakteristiky sumy 15-ti PAH v ornících a podorníci v tabulce 4. Ze statistického zpracování jsou vyloučeny trvalé travní porosty (4) a plochy v CHÚ (5). V tomto souboru ploch hodnoty pro sumu 15-ti PAH

kolísají v rozmezí 125-7819 ug.kg⁻¹ v ornici a 88-6153 ug.kg⁻¹ v podorníči!! U hodnot mediánů obsahů PAH v ornících dochází k jejich postupnému nárůstu, hodnoty mediánů podorníči jsou relativně vyrovnané, cca o 300 ug.kg⁻¹ nižší než v ornici (v posledních dvou letech se rozdíl zvyšuje až na 400 ug.kg⁻¹). Také u aritmetického průměru lze v roce 2002 zaznamenat nárůst, a to nejen vzhledem k předcházejícímu roku.

Tab. 4 Základní statistické charakteristiky sumy 15-ti PAH v ornici a podorníči orných půd; srovnání let 1997-2002 (ug.kg⁻¹)

	1997		1998		1999		2000		2001		2002	
	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P
Arit. průměr	986	433	694	454	929	642	1067	592	843	551	1264	666
Medián	667	323	584	306	558	276	595	257	691	343	787	359
Modus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	163	-	-
Minimum	156	53,8	60,5	97,8	102	87,0	165	99,9	142	93,9	125	87,7
Maximum	6085	1185	2411	2286	9489	7081	6834	3519	2427	4008	7819	6153
Sm. odchylka	1253	327	598	425	1541	1179	1342	798	635	685	1499	1037
Počet vzorků	35	27	34	34	37	37	37	37	36	36	36	36

Limitní hodnotu 1 mg.kg⁻¹ pro sumu 15-ti PAH překročilo v roce 2002 z 36 ploch na orné půdě celkem 14 vzorků z ornice (plus vzorek Ae horizontu ze Studniční hory – KRNAP a vzorek z plochy 8903 s trvalým travním porostem) a 6 vzorků z podorníči (plus vzorek 8903!!). Počty vzorků překračujících stanovené limity a limity v návrhu vyhlášky jsou uvedeny v tabulkách 5 a 6.

Tab. 5 Počty překročení limitních hodnot obsahů PAH v orných půdách na pozorovacích plochách BMP za celou dobu sledování – porovnání s platnými limitními hodnotami vyhlášky č. 13/1994 Sb.

seznam PAH se stanovenými limity dle vyhlášky č. 13/1994	zkr. PAH	limit	1997		1998		1999		2000		2001		2002	
			O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P
Naphtalene	NAP	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluoranthene	FLU	100	22	9	22	11	18	12	24	14	15	24	22	14
Pyrene	PYR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[b]fluoranthene	BbF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[a]anthracene	BaA	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0
Anthracene	ANT	10	20	9	14	9	13	12	25	19	23	15	25	18
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	INP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[a]pyrene	BaP	100	4	0	6	3	8	6	12	6	9	3	13	4
Benzo[k]fluoranthene	BkF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[g,h,i]perylene	BPE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chrysene	CHR	10	37	23	38	34	36	33	32	28	10	5	34	29
Phenanthrene	PHE	100	8	3	8	3	6	4	8	6	13	6	13	4
SUMA 15 PAH		1000	6	1	10	4	9	6	16	6	13	6	14	6

V příloze 10 lze nalézt základní statistiku ploch s ornou půdou, trvalými travními porosty a nenarušených půd v CHÚ. Výpočty jsou provedeny pro období 1998-2002, kdy byly analytické práce prováděny v laboratořích ÚKZÚZ. Průměry i mediány obsahů na orných půdách a TTP jsou relativně shodné, ovšem ve většině případů je medián na plochách s TTP vyšší než u orných půd (příloha 11). Tyto nízké rozdíly jsou zřejmě způsobeny faktem, že

jedním z hlavních zdrojů PAH v jednotlivých složkách životního prostředí je atmosférická depozice.

Tab. 6 Počty překročení limitních hodnot obsahů PAH v orných půdách na pozorovacích plochách BMP za celou dobu sledování – porovnání s navrhovanými limitními hodnotami

seznam PAH s limity dle návrhu vyhlášky	zkr. PAH	limit	1997		1998		1999		2000		2001		2002	
			O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P
Naphtalene	NAP	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Fluoranthene	FLU	300	3	0	3	1	2	3	6	5	6	1	9	2
Pyrene	PYR	200	4	0	5	2	6	5	9	6	10	3	13	3
Benzo[b]fluoranthene	BbF	100	5	1	14	6	8	6	16	9	12	4	13	5
Benzo[a]anthracene	BaA	100	4	0	8	3	8	5	9	5	8	1	0	3
Anthracene	ANT	50	4	1	1	1	1	1	7	5	0	1	7	2
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	INP	100	3	0	5	1	4	4	10	4	10	1	7	2
Benzo[a]pyrene	BaP	100	4	0	6	3	8	6	12	6	12	3	13	4
Benzo[k]fluoranthene	BkF	50	4	0	7	3	9	6	13	6	13	5	13	5
Benzo[g,h,i]perylene	BPE	50	12	5	15	10	20	14	20	11	20	10	19	9
Chrysene	CHR	100	4	0	8	3	10	5	12	6	12	5	13	3
Phenanthrene	PHE	150	4	2	3	2	3	1	6	4	6	1	8	2
SUMA 15 PAH		1000	6	1	10	4	9	6	16	6	13	6	14	6

Obsahy PAH na pěti pozorovacích plochách v CHÚ jsou nižší než u zemědělské půdy; trvale vyšší obsahy na lokalitě Studniční hora v Krkonoších jsou pravděpodobně způsobovány vyčesávacím efektem a tzv. podoblačným vymýváním (1550 m n.m., průměrný roční úhrn srážek 1250 mm). Jednoznačná závislost obsahů PAH na nadmořské výšce stanoviště však nebyla prokázána. Graficky zobrazuje sumu 15 PAH na plochách v CHÚ příloha 12.

V půdách jsou nejvíce zastoupeny fluorantén (průměrně 17% z celkové sumy PAH) a pyrén (15%), následují benzo(b)fluorantén (9%), fenantrén, chrysén a benzo(a)pyrén (s 8%).

PAH v půdě jsou součástí pevné fáze půdy (sorpce na pevné částice, především organickou hmotu). Ztráty z půdy jsou možné tékáním, v omezené míře vymýváním, biodegradací (prostřednictvím mikroorganismů), a částečně i příjmem rostlinami.

Závěry

- V roce 2002 byly PAH stanoveny na 36 plochách s ornou půdou, 4 plochách s TTP a v 5 vzorcích nenarušených půd CHÚ.
- Mediány sumy 15 PAH v ornici se pohybují kolem hodnoty 700 ug.kg⁻¹; hodnoty v podornici jsou cca o 300 (až 400) ug.kg⁻¹ nižší. Aritmetické průměry jsou značně nevyrovnané.
- Obsahy PAH vykazují mírný nárůst (jak u mediánu, tak aritmetického průměru).
- Limitní hodnota 1 mg.kg⁻¹ byla sumou 15 PAH v roce 2002 překročena ve 14 vzorcích z ornice a 6 vzorcích z podornici.
- Uhlovodíky s nejvyššími nálezy jsou fluorantén a pyrén – látky toxikologicky rizikové, nekarcinogenní.

3.1.5 Obsahy persistentních chlorovaných pesticidů v půdě

Po dobu čtyř let (1994 – 1997) byly obsahy organochlorových pesticidů sledovány na proměnlivém souboru pozorovacích ploch. V letech 1998 a 1999 v půdě tyto látky nebyly stanovovány. Nyní jsou k dispozici výsledky sledování tří po sobě následujících let 2000 až 2002, kdy byly vzorky odebírány na stálém souboru pozorovacích ploch (40 pozorovacích ploch na zemědělské půdě a na 5 pozorovacích plochách v chráněných územích).

Základní výsledky za rok 2002 jsou pro celý soubor pozorovacích ploch uvedeny v příloze 13. V grafických přílohách 14 až 17 je znázorněno srovnání obsahů v ornici a podorníci v roce 2002 pro všechny sledované látky, s výjimkou HCH, kde bylo nalezeno pouze pět vzorků (na třech pozorovacích plochách) s obsahem vyšším, než je mez stanovitelnosti. Popisnou statistiku výsledků za tři roky sledování uvádí tabulka 7 a srovnání tří roků je dále provedeno graficky v přílohách 18 až 21.

V roce 2002 došlo v porovnání s předchozími roky ke zvýšení hodnot HCB, aritmetický průměr z 2,26 ug.kg⁻¹ v roce 2000 na 7,34 ug.kg⁻¹ v roce 2002 pro ornici. Podobný trend je možné sledovat i v podorníci. Avšak v absolutní hodnotě zůstávají obsahy nízké. Ke zvýšení obsahu došlo u metabolitu p,p'-DDE v podorníci (medián z 2,7 na 7,50 ug.kg⁻¹ a arit. průměr z 15,4 ug.kg⁻¹ na 26,14 ug.kg⁻¹ v roce 2002). K výraznému snížení došlo u p,p' i o,p'-DDT. To by se dalo jednoduše vysvětlit probíhající dekompozicí, avšak k těmto závěrům by bylo potřeba víceletého sledování. U metabolitu o,p'-DDE a p,p' i o,p'-DDD zůstávají obsahy po tři roky na stejné úrovni. Toto hodnocení platí obdobně jak pro ornici, tak pro podorníci s tím, že obsahy v podorníci (aritmetický průměr i medián) jsou nižší.

Počty vzorků u nichž došlo k překročení limitních hodnot podle vyhlášky č. 13/1994 Sb. i podle návrhu preventivních limitů jsou znázorněny v tabulce 8. Podle platných limitů jsou nejvíce překračovány hodnoty u DDT a DDE. Podle návrhu preventivních limitů se nejvyšší počet vzorků, u kterých byl překročen limit, změnil „ve prospěch“ DDE, když v předcházejících letech to bylo vždy výrazně více u DDT. V roce 2002 u DDT a jeho metabolitů byl překročen limit dle platné vyhlášky u 36,7 % vzorků, dle návrhu vyhlášky u 19,6 % vzorků. Je zřejmé, že obsahy těchto látek v zemědělských půdách zůstávají vysoké, otázkou je interpretace rizik těchto obsahů.

Přílohy 22 a 23 znázorňují vzájemný poměr DDT a jeho metabolitů na pozorovacích plochách BMP v ornici a podorníci.

Tab. 7 Základní statistické charakteristiky jednotlivých OCP v ornici a podorničí orných půd v letech 2000 - 2002 (ug.kg⁻¹ sušiny)

OCP	Rok	Arit. průměr	Medián	Modus	Min.	Max.	Počet
		ornice					
HCB	2000	2,26	1,74	< 1	< 1	9,94	36
	2001	4,54	3,10	5,40	0,60	19,0	36
	2002	7,34	5,45	3,90	0,70	34,00	40
p,p'-DDT	2000	81,30	53,5	< 10	< 10	467	36
	2001	52,4	14,0	4,00	1,00	421	36
	2002	29,57	10,70	0,50	0,50	293,70	40
o,p'-DDT	2000	35,7	12,2	< 10	< 10	369	36
	2001	10,8	2,00	0,50	0,50	95,6	36
	2002	7,26	1,50	0,50	0,50	123,10	40
p,p'-DDE	2000	24,6	5,8	-	< 1	388	36
	2001	45,7	11,8	8,10	3,00	589	36
	2002	25,57	12,90	3,90	0,50	141,60	40
o,p'-DDE	2000	1,60	< 1	< 1	< 1	25,7	36
	2001	1,82	0,50	0,50	0,50	17,2	36
	2002	1,82	0,50	0,50	0,50	39,10	40
p,p'-DDD	2000	4,6	1,3	< 1	< 1	40	36
	2001	4,5	1,3	0,50	0,50	37	36
	2002	3,73	1,65	0,50	0,50	48,50	40
o,p'-DDD	2000	1,65	< 1	< 1	< 1	18,5	36
	2001	1,90	0,50	0,50	0,50	17,8	36
	2002	1,32	0,50	0,50	0,50	19,8	40
		podorničí					
HCB	2000	1,59	< 1	< 1	0,35	17,48	36
	2001	2,34	1,55	0,25	0,25	12,8	36
	2002	5,88	4,30	2,20	0,25	31,60	40
p,p'-DDT	2000	46,7	29,5	< 10	< 10	285	36
	2001	26,3	7,0	0,50	0,50	340	36
	2002	28,16	5,75	0,50	0,50	297,40	40
o,p'-DDT	2000	22,7	7,5	< 10	< 10	248	36
	2001	7,0	0,75	0,50	0,50	86,9	36
	2002	6,85	0,50	0,50	0,50	83,00	40
p,p'-DDE	2000	15,4	2,7	< 1	< 1	274	36
	2001	22,0	4,8	0,50	0,50	217	36
	2002	26,14	7,50	2,30	0,50	298,40	40
o,p'-DDE	2000	1,05	< 1	< 1	< 1	11,7	36
	2001	1,56	0,50	0,50	0,50	29,2	36
	2002	1,49	0,50	0,50	0,50	28,20	40
p,p'-DDD	2000	2,8	0,9	< 1	< 1	24	36
	2001	2,7	0,5	0,50	0,50	24	36
	2002	2,96	1,20	0,50	0,50	21,30	40
o,p'-DDD	2000	1,29	< 1	< 1	< 1	10,1	36
	2001	1,26	0,50	0,50	0,50	10,8	36
	2002	1,09	0,50	0,50	0,50	8,20	40

Tab. 8 Počty vzorků překračujících limitní hodnotu (LH) organochlorových pesticidů v půdě podle vyhlášky č. 13/1994 Sb. a návrhu vyhlášky

OCP	LH	podle vyhlášky č. 13/1994 Sb.						LH	dle návrhu vyhlášky					
		2000		2001		2002			2000		2001		2002	
		O	P	O	P	O	P		O	P	O	P	O	P
HCB	10	1	2	4	1	9	6	20	0	0	0	0	2	2
DDT	10	34	29	23	15	23	18	30	32	28	13	10	10	8
DDE	10	15	10	21	12	22	18	25	8	6	10	9	13	11
DDD	10	6	4	6	5	3	4	20	5	3	4	1	2	3
HCH	10	0	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	0	1

Závěry

- V roce 2002 bylo sledování persistentních organochlorových pesticidů provedeno v ornici a v podorníci na stálém souboru 40 pozorovacích ploch na zemědělské půdě a na 5 pozorovacích plochách v chráněných územích. Tyto výsledky je možno srovnat s výsledky roku 2000 a 2001 a orientačně s výsledky z roku 1997.
- V roce 2002 došlo v porovnání s předchozími roky ke zvýšení hodnot HCB, aritmetický průměr z 2,26 ug.kg⁻¹ v roce 2000 na 7,34 ug.kg⁻¹ v roce 2002 pro ornici. Podobný trend je možné sledovat i v podorníci. Avšak absolutní hodnoty obsahů zůstávají nízké.
- Ke zvýšení obsahu došlo u metabolitu p,p'-DDE v podorníci (medián z 2,7 na 7,50 ug.kg⁻¹ a arit. průměr z 15,4 ug.kg⁻¹ na 26,14 ug.kg⁻¹ v roce 2002). U metabolitu o,p'-DDE; p,p' i o,p'-DDD zůstávají obsahy po tři roky na stejné úrovni.
- Meziroční porovnání platí obdobně pro ornici i pro podorníci s tím, že obsahy v podorníci (aritmetický průměr i medián) jsou v letech 2000 - 2002 u sledovaných látek nižší.
- K překročení limitních hodnot podle vyhlášky č. 13/1994 Sb. i podle návrhu preventivních limitů docházelo v letech 2000 a 2001 nejvíce u obsahů DDT. V roce 2002 byl počet překročených hodnot podle vyhlášky č. 13/1994 Sb. prakticky stejný u DDT (41) i DDE (40). Podle návrhu preventivních limitů došlo v roce 2002 u DDT k překročení obsahů „pouze“ u 18 vzorků a u DDE u 24 vzorků. Za tři roky sledování došlo ke snížení překročení preventivních limitních hodnot u DDT (z 60 na 18), naopak ke zvýšení došlo u DDE (z 14 v roce 2000 na 24 v roce 2002).
- V roce 2002 u DDT a jeho metabolitů byl překročen limit dle platné vyhlášky u 36,7 % vzorků, dle návrhu vyhlášky byl překročen preventivní limit u 19,6 % vzorků. Je zřejmé, že obsahy těchto látek v zemědělských půdách zůstávají vysoké, otázkou je interpretace rizik těchto obsahů.

3.1.6 Monitoring mikrobiálních parametrů půd

V roce 2002 pokračovalo čtvrtým rokem sledování mikrobiálních parametrů na vybraných plochách půdního bazálního monitoringu ÚKZÚZ a lokalitách CHKO. Na základě výsledků analýz z let 1999-2001 byly provedeny změny v sadě vzorkovaných ploch. Půdy z lokalit Douthác (Srbsko, CHKO Český kras), Studniční hora (Špindlerův mlýn, KRNAP) a Děvín (Pavlov, CHKO Pálava) byly výrazně odlišné od ostatních půd v řadě sledovaných parametrů. Vzorky odebrané na uvedených lokalitách vykazovaly signifikantně vyšší hodnoty kationtové výměnné kapacity, organické hmoty (C_{org} , N_{tot}), mikrobiální biomasy (C_{bio} , N_{bio}) a mineralizační aktivity (anaerobní amonifikace, respirace). V rámci souboru naměřených dat se zpravidla jednalo o odlehle hodnoty, které působily obtíže při statistickém vyhodnocení. Od roku 2002 tyto plochy již nejsou vzorkovány. Ze vzorkovacího schématu byla vyřazena

lokalita Husinec (3020), která v posledních letech slouží k závážkám a pro monitorování půdních mikrobiálních parametrů je nevhodná. Místo výše uvedených lokalit byly vybrány čtyři nové tak, aby naměřené půdní charakteristiky tvořily homogenní soubor dat. Přehled nových lokalit udává tabulka 9. Ve všech uvedených případech se jednalo o plochy trvalých travních porostů. Základní mikrobiální charakteristiky souboru přehledně zobrazují krabicové diagramy (příloha 24). Počet provedených stanovení v roce 2002 sumarizuje příloha 25. Plánované vyhodnocení dat z období 1999-2001 nebylo možno provést během roku 2002, neboť výsledky některých chemických analýz byly k dispozici až koncem roku 2002. Z výše uvedeného důvodu bude zpracování údajů z uvedeného období provedeno během roku 2003.

Tab. 9 Charakteristika lokalit nově zařazených do vzorkovacího schématu v roce 2002.

Plocha	Katastr	Typ	Jílovité částice (<0,01 mm, %)	pH (KCl)	C _{org} (mg.g ⁻¹)
3004	Ledenice	KM	31,2	5,3	12,4
3019	Srlín	KM	32,5	5,7	30,7
4009	Novosedly u Žlutic	KM	18,8	6,5	14,3
8007	Tylov	PG	36,7	5,8	16,5

3.1.7 Monitoring obsahu těžkých kovů u střevlíkovitých (*Carabidae*)

Těžké kovy obsažené v půdě vstupují do rostlin a dále do potravního řetězce přes bezobratlé (dekompozitor-fytofág-predátor) k obratlovcům (hmyzožravec, predátor) a mohou negativně ovlivnit jejich vývoj i faunistickou kompozici v zatížených lokalitách.

Přímé účinky kovů, možnosti jejich eliminace, důsledky akumulace pro bezobratlé živočichy a jejich vazba ke vstupní hladině obsahu je předmětem laboratorních i terénních studií. K interpretaci výsledků je nezbytné vycházet z detekce kovu na úrovni druhu, doby odběru, potravní vazby, způsobu příjmu potravy. Střevlíkovití vystupují jako převážně nespecifiční predátoři, jejichž potravou mohou být chvostokoci, žížaly, slimáci, mnohonožky, larvy a dospělci nosatců, housenky motýlů, ale též mladé rostliny a semena.

V monitorovacích plochách ÚKZÚZ založených ke sledování dynamiky změn obsahu těžkých kovů v půdě a periodicky i v rostlinách, doposud nebyla hodnocena systematicky živočišná složka. Sledování obsahu těžkých kovů ve fauně může přispět k poznání toku cizorodých látek v potravním řetězci a po stanovení vhodných živočišných druhů umožní monitoring v širším území.

Z polního biotopu lokality Tečovice (Zlín, č. lokality 7901) s nadlimitním obsahem některých ze sledovaných těžkých kovů (Cd, Cu, Zn, Mn, Al, As, Cr) (tab. 10) byla úroveň TK charakterizována plodina (tab. 11) a 24 druhů střevlíků (příloha 26).

Tab. 10 Charakteristika půdního prostředí obsahem těžkých kovů v lučavce královské v mg.kg⁻¹ (Tečovice, 1996, 2001)

Rok	Horizont	Al	As	Cd	Cr	Cu	Mn	Pb	Zn
1996	O	22496	10	7,8	587	60	626	38	376
1996	P	26826	8	2,7	230	43	687	26	173
2001	O	33125	12	6,3	518	53	684	30	351
2001	P	35450	9	2,3	218	40	716	20	215

Horizont: O-ornice, P-podorničí;

Stanoviště je silně kontaminováno kadmíem ($6,3 \text{ mg.kg}^{-1}$), což se projevilo i zvýšeným obsahem v rostlinách (až $0,54 \text{ mg.kg}^{-1}$). Průměrný obsah kadmia u střevlíkovitých byl diferencován ($0,42\text{--}17,06 \text{ mg.kg}^{-1}$), přičemž maximální hodnota byla stanovena $32,95 \text{ mg.kg}^{-1}$ u samice *Carabus scheidleri*.

Mezi druhy s vysokou průměrnou hladinou Cd se řadil subrecedentní *C. scheidleri* ($17,06 \text{ mg.kg}^{-1}$) a *Clivina fossor* ($8,87 \text{ mg.kg}^{-1}$) (příloha 26). Oba druhy svým nízkým zastoupením nemají uplatnění v monitoringu. Mezi střevlíky se střední hladinou v úrovni kontaminace půdy a vysokou četností výskytu se řadil *Pterostichus melanarius* ($5,68 \text{ mg.kg}^{-1}$), zatímco nejčastěji lovený druh *Poecilus cupreus* ($2,11 \text{ mg.kg}^{-1}$) a eudominantní *Pseudoophonus rufipes* ($1,53 \text{ mg.kg}^{-1}$) měly nižší úroveň kontaminace. U zoofágů byl obsah dvakrát vyšší ($5,86 \text{ mg.kg}^{-1}$) než u fytofágů a polyfágů ($2,89$ a $2,73 \text{ mg.kg}^{-1}$).

Měď ve svrchní vrstvě půdy (0-30 cm) dosahuje hodnoty 53 mg.kg^{-1} a u pšenice v době zralosti bylo v zrna $4,4 \text{ mg.kg}^{-1}$ a ve slámě $29,6 \text{ mg.kg}^{-1}$ (tab. 10,11). Střevlíkovité lze charakterizovat vyrovnanou průměrnou hladinou mědi ($16,38\text{--}74,11 \text{ mg.kg}^{-1}$), jak se projevilo i u obecně zastoupených druhů *P. melanarius* $21,30 \text{ mg.kg}^{-1}$, *P. cupreus* $24,22 \text{ mg.kg}^{-1}$, *P. rufipes* $20,34 \text{ mg.kg}^{-1}$ (příloha 26). Nejvyšší hladina mědi byla stanovena u fytofágů $40,5 \text{ mg.kg}^{-1}$, zatímco u predatorských a polyfágních druhů se nacházela ve vyrovnané hladině ($29,62$ a $32,85 \text{ mg.kg}^{-1}$).

Zinek v ornici dosáhl úrovně 351 mg.kg^{-1} , v zrna pšenice byl stanoven ve výši $43,9 \text{ mg.kg}^{-1}$ a ve slámě $22,7 \text{ mg.kg}^{-1}$. Jako detoxifikační prvek vykazoval průměrnou hladinu obsahu u střevlíků $120,24\text{--}212,86 \text{ mg.kg}^{-1}$ s maximem u druhu *Platynus assimilis* (příloha 26). Potravní vazba se projevila mírným navýšením obsahu Zn u zoofágů a polyfágů ($155,8$ a $159,3 \text{ mg.kg}^{-1}$) proti fytofágům ($144,3 \text{ mg.kg}^{-1}$).

Mangan byl stanoven pouze v půdě (684 mg.kg^{-1}). Byla zaznamenána nízká akumulace Mn u střevlíků, neboť jeho obsah dosáhl relativně omezeného rozpětí nízkých průměrů ($14,93\text{--}63,46 \text{ mg.kg}^{-1}$). Neprojevil se podstatný rozdíl v obsahu manganu ($30\text{--}38,5 \text{ mg.kg}^{-1}$) u jednotlivých potravních skupin.

Orniční vrstva půdy obsahuje 12 mg.kg^{-1} arzenu, který vstupoval do rostlin pšenice méně výrazně (zrna $0,01$ a sláma $0,08 \text{ mg.kg}^{-1}$). Arzen byl detekován pouze u 13 druhů střevlíků v průměrné hladině $0,27\text{--}1,79 \text{ mg.kg}^{-1}$ (příloha 26). Potravní vztahy střevlíkovitých se neprofilovaly v obsahu arzenu ($0,86\text{--}0,93 \text{ mg.kg}^{-1}$).

Vysoká hladina chrómu charakterizuje zatížení lokality (518 mg.kg^{-1}). Chrómu vstupuje do rostliny a ukládá se diferencovaně v zrna ($0,05 \text{ mg.kg}^{-1}$) a slámě ($1,07 \text{ mg.kg}^{-1}$). Kontaminace střevlíkovitých se sice projevila zvýšenou hladinou obsahu ($2,02\text{--}6,85 \text{ mg.kg}^{-1}$), ale neodráží míru zatížení půdy (příloha 26).

Tab. 11 Charakteristika pěstovaných plodin obsahem těžkých kovů v mg.kg^{-1} (Tečovice, 1997-2001)

Rok	Vzorek	As	Cd	Cr	Cu	Pb	Zn
1997	pšenice - zrno	0,10	0,19	0,15	4,23	0,40	41,8
1997	pšenice - sláma	0,10	0,14	1,50	2,49	0,40	14,7
1998	kukuřice na zrno - zrno	0,10	0,04	0,15	2,41	0,40	23,3
1998	kukuřice na zrno - sláma	0,24	1,52	1,22	6,55	1,14	65,8
1999	pšenice - zrno	0,01	0,35	0,05	5,93	0,10	48,8
1999	pšenice - sláma	0,06	0,24	0,41	1,82	0,10	18,3
2000	kukuřice na zrno - zrno	0,01	0,01	0,05	0,52	0,10	27,9
2000	kukuřice na zrno - sláma	0,08	0,54	0,83	7,42	0,60	65,2
2001	pšenice - zrno	0,01	0,34	0,05	4,40	0,10	43,9
2001	pšenice - sláma	0,08	0,37	1,07	29,60	0,20	22,7

Závěr

Střevlíkovití jako bioindikační skupina epigeické fauny potvrdili antropogenní vliv na stanovišti v permanentním agrotechnickém režimu. Projevili se jako skupina, jejíž druhy reagují diferencovaně na vstupy těžkých kovů z prostředí, ve kterém se pohybují a nacházejí potravu. Zatížení lokality těžkými kovy ukázalo především u obsahu kadmia diferencovanou reakcí druhů, zatímco nenastala adekvátní reakce na vysokou kontaminaci chromem. Mezi druhy potenciálně vhodné k monitorování obsahu těžkých kovů v přírodním prostředí, zvláště kadmia, lze uvést *P. melanarius*.

3.2 Monitoring rostlinné produkce

V příloze 27 jsou uvedeny výsledky měření obsahů rizikových prvků v rostlinách z pozorovacích ploch Bazálního monitoringu půd. V roce 2002 bylo analyzováno 86 vzorků rostlin z 52 lokalit. Pro celé období sledování (1997-2002) byly vypočítány průměrné obsahy rizikových prvků v rostlinách (příloha 28). Tyto hodnoty jsou prozatím orientační, protože u některých plodin se jedná o výsledek jedné nebo několika analýz a nebyly vyloučeny extrémní hodnoty z kontaminovaných ploch.

V roce 2002 překročilo 9 vzorků nejvyšší přípustné hodnoty (10,5 % vzorků), tři vzorky u dvou rizik. prvků zároveň. Z toho v osmi případech se jednalo o rostlinné produkty pro výrobu potravin a v jednom o krmnou surovinu. Z 9 zjištěných případů bylo 7 na pozorovacích plochách v kontaminovaných územích. Prvkem, který nejčastěji překračoval limitní hodnoty bylo kadmium (7 vzorků). K překročení limitních hodnot došlo také u olova (3 vzorky) a dále u mědi a zinku (po 1 vzorku). Vzorky rostlin s překročenými limitními hodnotami u jednotlivých plodin uvádí příloha 29.

Závěry

- V roce 2002 byla provedena analýza 86 vzorků rostlin z 52 pozorovacích ploch BMP.
- U 9 vzorků rostlin (tj. 10,5 %) došlo k překročení limitních hodnot: v osmi případech se jednalo o rostlinné produkty pro výrobu potravin a v jednom případě pro výrobu krmiv.
- Sedm případů překročení limitu bylo zaznamenáno na pozorovacích plochách, které se nachází v kontaminovaných územích.
- K překročení limitu došlo v nejvíce případech u kadmia (7 vzorků), dále u olova (3 vzorky), u mědi a zinku vždy pouze u 1 vzorku. Tři vzorky překročily limity u dvou prvků.

3.3 Monitoring atmosférické depozice

V roce 2002 (X/2001 – IX/2002) proběhl podruhé celý cyklus sledování atmosférické depozice také na vybraných plochách subsystému kontaminovaných ploch. Roční hodnoty atmosférického spadu v celém souboru 47 pozorovacích ploch budou uvedeny v dodatku této zprávy. Důvodem jsou nedokončené chemické analýzy.

3.4 Kontrola hnojiv

V roce 2002 pokračovala registrace hnojiv a pomocných látek podle zákona č. 156/1998 Sb., o hnojivech ve znění zákona č. 308/2000 Sb. Celkem bylo vydáno 278 rozhodnutí o registraci, žádost o registraci byla zamítnuta ve 13 případech a registrace byla zrušena celkem ve 34 případech.

Nadlimitní obsah rizikových prvků byl důvodem zamítnutí žádosti nebo zrušení registrace celkem ve 20 případech. Druh a názvy hnojiv (pomocných látek), u kterých byly zjištěny rizikové prvky v nadlimitním množství uvádí tabulka 12.

Tab. 12 Hnojiva a pomocné látky u nichž byly v roce 2002 zjištěny nadlimitní obsahy rizikových prvků.

Název hnojiva/pomocné látky	Rizikový prvek
Minerální hnojiva	
„Zelený dům“ hnojivé tyčinky NPK 10-5-6	Cd
„Zelený dům“ hnojivé tyčinky NPK 9,2-7,6-7,8	Cd
Vápno vzdušné, bílé, hrubě mleté	Pb
Slovcerit NPK 14-9-10	Pb
Trojité superfosfát	Cd, As
Síran amonný	Pb
Hyperkorn 26%	Pb
Superal – univerzální tyčinky	Cd, Cr
Golf Champion Starter NPK 16-24-12	As
NPK 14-14-14	Cd
OBOHACENÝ SUPERFOSFÁT 26%	As
Osmoform NPK 19-5-13	Cd
Sierraform NPK 22-5-10	Cd
Organická hnojiva	
Průmyslový kompost	Zn, Hg
Beoganic	Zn
Průmysl. kompost Pavlíček	Zn, Mo
Pomocné látky a substráty	
Substrát pro pelargonie	As
Rekultivační substrát	Zn
Zahradnická podložní zemina	As
Univerzální substrát	As

3.5 Kontrola kalů ČOV

V roce 2002 bylo na vybraných ČOV většího významu odebráno v průběhu roku 1 - 5 vzorků kalů, které se v laboratořích ÚKZÚZ analyzovaly na rizikové prvky. Sledován byl obsah arsenu, kadmia, chrómu, rtuti, niklu, olova, mědi, molybdenu a zinku. Obsahy jednotlivých prvků byly hodnoceny podle vyhlášky 382/2001 Sb. (o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě) k zákonu 185/2001 Sb. (o odpadech). Kontrola byla zaměřena především na ty ČOV u nichž je předpoklad, že určitá část produkce kalů je směřována v konečné fázi na zemědělskou půdu. V roce 2002 bylo v rámci kontroly kalů ČOV, jejichž produkce je uplatňována v zemědělství, kontrolováno 199 čistíren odpadních vod a odebráno bylo 291 vzorků kalů. Příčinou poněkud nižšího počtu odebraných vzorků proti předešlým rokům byly povodně v některých českých regionech, které vyřadily mnoho ČOV z provozu na dobu několika měsíců.

3.5.1 Obsahy rizikových prvků

Statistické vyhodnocení získaného souboru výsledků obsahů rizikových prvků v kalech je uvedeno v příloze 30 pro ČR a v příloze 31 pro jednotlivé regiony. Výčet všech ČOV, na nichž byl zjištěn nadlimitní výskyt sledovaných rizikových prvků je uveden v příloze 32. Grafické vyhodnocení vývoje aritmetických průměrů a mediánů obsahů RP v ČR za období 1994 až 2001 je uvedeno v příloze 33.

Tab. 13 Přehled počtu nadlimitních obsahů rizikových prvků v jednotlivých regionech a v ČR podle vyhl. č. 382/2001 Sb.

Region \ Prvek	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Mo *	Ni	Pb	Zn
Středočeský	43	43	43	43	43	0	43	43	43
<i>z toho nadlimit</i>	4	2	3	1	11	0	1	9	1
Jihočeský	16	16	16	16	16	16	16	16	16
<i>z toho nadlimit</i>	2	2	0	1	3	0	3	1	0
Západočeský	42	42	42	42	42	40	42	42	42
<i>z toho nadlimit</i>	6	2	1	0	8	1	0	1	1
Severočeský	34	34	34	34	34	34	34	34	34
<i>z toho nadlimit</i>	1	4	0	1	10	0	0	8	1
Východočeský	36	36	36	36	36	0	36	36	36
<i>z toho nadlimit</i>	0	2	2	2	3	0	1	2	2
Jihomoravský	84	84	84	84	84	84	84	84	84
<i>z toho nadlimit</i>	2	8	12	3	18	0	7	4	6
Severomoravský	36	36	36	36	36	36	36	36	36
<i>z toho nadlimit</i>	0	3	0	0	6	0	1	1	2
počet analyzovaných vzorků v ČR	291	291	291	291	291	210	291	291	291
<i>z toho nadlimit (počet)</i>	<i>15</i>	<i>23</i>	<i>18</i>	<i>8</i>	<i>59</i>	<i>1</i>	<i>13</i>	<i>26</i>	<i>13</i>
<i>z toho nadlimit (%)</i>	<i>5,2</i>	<i>7,9</i>	<i>6,2</i>	<i>2,7</i>	<i>20,3</i>	<i>0,5</i>	<i>4,5</i>	<i>8,9</i>	<i>4,5</i>

* prvek se stanovuje pouze v případě, kdy lze očekávat zvýšené množství tohoto prvku v kalu

Přehled počtu nadlimitních obsahů jednotlivých rizikových prvků uvádí tabulka 13. Z tabulky je patrné, že ze sledovaných prvků bylo nejvíce vzorků s nadlimitním obsahem zjištěno u rtuti

(přes 20 %). U všech dalších rizikových prvků již nepřevýšil podíl nadlimitních vzorků 10 % (druhým nejproblematictější prvkem bylo olovo s podílem 8,9 % a třetím kadmium se 7,9 %). U molybdenu nestanovuje vyhláška 382/2001 Sb. limitní hodnotu. Proto jsme použili k hodnocení jeho obsahu pracovní limit 20 mg.kg^{-1} sušiny, který se používal v letech, kdy se pro vyhlášku shromažďovaly podklady. Tomuto limitu nevyhověl pouze 1 vzorek. Další tabulka 14 sumarizuje počty odebraných vzorků, počty ČOV, počty nadlimitních vzorků a počty ČOV na kterých byl zjištěn alespoň jeden „nevyhovující“ vzorek.

Tab. 14 Podíl vzorků s nadlimitním obsahem alespoň jednoho rizikového prvku v kalech z ČOV za rok 2002

Region (pobočka)	počet vzorků			počet ČOV		
	celkem	z toho nadlimitní		celkem	z toho nadlimitní	
		počet	v %		počet	v %
Středočeský	43	23	53,5	28	19	67,9
Jihočeský	16	9	56,3	15	8	53,3
Západočeský	42	16	38,1	31	13	41,9
Severočeský	34	14	41,2	25	12	48,0
Východočeský	36	10	27,8	36	10	27,8
Jihomoravský	84	34	40,5	31	16	51,6
Severomoravský	36	9	25,0	33	9	27,3
Česká republika	291	115	39,5	199	87	43,7

V rámci České republiky v roce 2002 nevyhovělo téměř 40 % produkce kalů (z více než 43 % kontrolovaných ČOV) požadavkům vyhlášky 382/2001 Sb. na obsah rizikových prvků a tyto kaly nelze aplikovat na zemědělskou půdu. K tomuto hledisku však přistupují další kritéria (obsah organických polutantů, mikrobiální znečištění), takže lze očekávat, že pro přímé použití na zemědělskou půdu nebude vyhovovat ani polovina produkce kalů.

Závěry

- V roce 2002 bylo v rámci monitoringu kalů z ČOV odebráno a zanalyzováno na obsah rizikových prvků 291 vzorků ze 199 ČOV. Z tohoto souboru nevyhovovalo vyhlášce č.382/2001 Sb. téměř 40 % vzorků ze 44 % ČOV.
- Největší počet nadlimitních obsahů byl zjištěn u rtuti – přes 20 %. Dalšími problémovými prvky jsou zejména olovo a kadmium.
- Podle mediánu je u rizikových prvků Cd, Hg, Pb a Zn za dobu sledování 1994 – 2002 patrný klesající trend obsahů. U ostatních prvků jsou obsahy za sledované období vyrovnané.

3.5.2 Obsahy PCB

V roce 2002 byly již pátým rokem stanovovány polychlorované bifenylly v kalech ČOV, ke stávajícím šesti kongenerům přibyl sedmý (kong. 118). Celkem bylo analyzováno 47 vzorků kalů. Podrobnou tabulku obsahů jednotlivých kongenerů PCB i sumy 7 kongenerů uvádí příloha 34. Grafické znázornění obsahů sumy 7 kongenerů ve vzorcích z jednotlivých ČOV je vyjádřeno přílohou 35. Základní statistické charakteristiky souboru 47 vzorků jsou v tabulce 15.

Suma 7 kongenerů PCB kolísá v roce 2002 v rozpětí od 55 do 509 ug PCB.kg⁻¹, aritmetický průměr je 198 ug PCB/kg a medián 188 ug PCB.kg⁻¹. Ačkoli oproti roku 2001 přibyl sedmý kongener, došlo k mírnému snížení průměru a 90% percentilu; medián, stejně jako hodnota 10% percentilu naopak vzrostl. Totéž v podstatě platí při srovnání roku 2002 s roky 1998-2001. Průměr a 90% percentil jsou nižší o 2,5 resp. 24,2%, medián a 10% percentil vzrostly o 30 resp. 49,77 %. Z uvedených dat vyplývá, že došlo k mírnému nárůstu obsahů PCB v dosud méně kontaminovaných kalech a naopak vymizely extrémní hodnoty. Souhrnná statistika 256 vzorků kalů ČOV je uvedena v příloze 36. V příloze 37 jsou porovnány obsahy PCB v těch čistírnách odpadních vod, v jejichž vzorcích byly obsahy PCB stanoveny alespoň třikrát v posledních čtyřech letech.

Tab. 15 Základní statistické charakteristiky obsahu PCB v kalech ČOV – rok odběru 2002, 47 vzorků, ug.kg⁻¹ sušiny

	Kongenery PCB (ug.kg ⁻¹ suš.)							suma 7 kongenerů
	28	52	101	118	138	153	180	
Arit. průměr	16,38	9,33	20,90	10,76	41,63	59,28	40,66	198,31
Medián	12,80	7,52	19,60	8,62	40,30	54,50	38,80	188,47
Minimum	3,10	2,29	3,03	2,96	11,50	16,90	9,97	55,18
Maximum	66,40	33,40	72,50	44,30	105,00	168,00	92,40	508,70
10% percentil	7,65	4,09	8,44	4,99	18,68	27,26	18,10	99,64
90% percentil	31,14	15,88	30,98	16,32	63,82	92,26	64,14	283,55

1. ledna 2002 nabyla účinnosti vyhláška č. 382/2001 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě. V této vyhlášce je stanovena mezní hodnota koncentrace sumy 6 kongenerů PCB v kalech omezující jejich použití v zemědělství (0,6 mg PCB.kg⁻¹). V roce 2002 tuto hodnotu nepřekročil žádný ze vzorků, přestože byl do sumy započítáván i sedmý kongener. Tabulka 16 zobrazuje všechny vzorky kalů, u nichž dosud došlo k překročení limitní hodnoty.

Tab. 16 Vzorky kalů, jejichž suma 6 kongenerů přesáhla limitní hodnotu 600 ug.kg⁻¹.

Rok odběru	ČOV	Kongenery PCB (ug.kg ⁻¹)						suma 6 kongenerů
		28	52	101	138	153	180	
1998	Teplice	38,9	16,8	141	556	746	733	2232
1998	Kralupy	47,1	13,9	49,9	178	229	161	679
1999	Liberec	32,9	24,4	18,8	205	246	129	656
1998	Uh. Hradiště	15,2	5,50	36,5	188	228	136	609
1999	Znojmo	11,8	2,50	23,4	255	338	208	839
1999	Praha - Trója	600	86,0	29,6	0,300	18,7	12,3	747
2001	Trutnov	5,50	4,10	50,0	216	186	233	695
2001	Mladá Boleslav	114	59,2	65,0	129	179	137	683
2001	Frydek - Místek	14,2	202	643	209	358	161	1587

Závěry

- V roce 2002 byl obsah polychlorovaných bifenyly stanoven ve 47 vzorcích kalů.
- Suma 7 kongenerů PCB kolísá v roce 2002 v rozpětí od 55 do 509 ug PCB.kg⁻¹, aritmetický průměr je 198 ug PCB.kg⁻¹ a medián 188 ug PCB.kg⁻¹.
- Přestože se v roce 2002 započítával i sedmý kongener PCB, došlo k mírnému snížení průměru a 90% percentilu; medián, stejně jako hodnota 10% percentilu naopak vzrostl.

Z celkového pohledu lze říci, že došlo k mírnému nárůstu obsahů PCB v kalech ČOV, avšak oproti roku 2001 se nevyskytly extrémní hodnoty.

- Žádný z odebraných vzorků roku 2002 nepřekročil limitní hodnotu pro aplikaci kalů na zemědělskou půdu stanovenou ve vyhlášce č. 382/2001 Sb..

3.5.3 Obsahy PAH

V roce 2002 bylo stanovení polyaromatických uhlovodíků ve vzorcích kalů provedeno u 46 ČOV. Celkový přehled obsahů jednotlivých PAH a jejich sumy je uveden v příloze 38, základní statistické charakteristiky v tabulce 17. Suma 15 PAH se pohybuje v rozmezí 1,23 – 42,22 mg.kg⁻¹, medián souboru je 7,50 mg PAH.kg⁻¹, průměrná hodnota 10,09 mg.kg⁻¹. Proti roku 2001 došlo u sumy 15 PAH k poklesu hodnoty mediánu i průměru, a to o 18,9%, resp. 28,4%. Průměry a mediány jednotlivých uhlovodíků téměř ve všech případech oproti roku 2001 poklesly. Ke zvýšení průměrných hodnot došlo pouze u anthracenu (+12,7%, +45 ug.kg⁻¹) a naphthalenu (+3,1%, +4 ug.kg⁻¹), naopak obsah acetnaphtenu poklesl o 75%. Podobná je situace pro mediány jednotlivých PAH, k nárůstu (ovšem výraznému) došlo pouze u anthracenu (+158%, +204 ug.kg⁻¹), nejvýznamněji poklesl obsah ideno(1,2,3-c,d)pyrenu (-60%)

Tab. 17 Základní statistické charakteristiky obsahů PAH v kalech – 2002 (ug.kg⁻¹)

	Stř. hod.	Medián	Modus	Směr. odch.	Minimum	Maximum
NAP	131	63,6	5	306	5	2047
ACE	114	0	0	202	0	1149
BaA	571	384	-	552	40,2	3050
CHR	776	523,5	-	740	61,7	4032
DBA	79	60	41,9	60	6	325
ANT	400	333,5	331	340	26,4	1640
FLR	171	158	114	128	0	545
PHE	894	744	-	621	130	2947
FLU	1827	1427	-	1478	159	7798
PYR	1637	1227	-	1197	218	5886
BbF	954	667	911	827	83,1	4580
BkF	412	287	204	364	29	2071
BaP	887	603	245	750	112	3912
BPE	827	553,5	891	719	34,5	3464
INP	407	243,5	117	446	17,5	2400
suma15	10085	7503,7	-	7980	1232,1	42218
suma10	8129	6096,7	-	6327	1017,4	32964

V příloze 39 najdeme grafické srovnání obsahů sumy PAH ve vzorcích 9 ČOV, kde byly PAH stanoveny v letech 2000 – 2002. Výsledky stanovení obsahů PAH ve vzorcích kalů z těchto ČOV neumožňují vyslovení obecného závěru o možném trendu růstu nebo poklesu obsahů PAH v kalech, přesto se projevila tendence mírného poklesu na sedmi z uvedených ČOV.

Hodnocení obsahů PAH v kalech z hlediska jejich využití v zemědělství umožňuje v současné době pouze návrh směrnice EU, který stanovuje maximální přípustnou hodnotu 6 mg.kg⁻¹ suš. pro sumu 11 individuálních PAH (acenaphtene, phenanthrene, fluorene, fluoranthene, pyrene,

benzo(b+j+k)fluoranthene, benzo(a)pyrene, benzo(g,h,i)perylene a ideno(1,2,3-c,d)pyrene). V laboratořích ÚKZÚZ je z uvedených jedenácti uhlovodíků stanovováno deset (chybí benzo(j)fluoranthene). Suma vybraných 10 PAH ve všech 46 analyzovaných vzorcích kalů je graficky zobrazena v příloze 40 s vyznačenou limitní hodnotou. Navrhovanou limitní hodnotu 6 mg.kg⁻¹ překročilo celkem 24 vzorků kalů. Ve srovnání s rokem 2000 je to pokles nadlimitních vzorků o 7%.

Závěry

- V roce 2002 byl obsah polycyklických aromatických uhlovodíků stanoven ve 46 vzorcích kalů.
- Suma 15 PAH se pohybuje v rozmezí 1,23 – 42,22 mg.kg⁻¹, medián souboru je 7,50 mg PAH.kg⁻¹, průměrná hodnota 10,09 mg.kg⁻¹. Proti roku 2001 došlo u sumy 15 PAH k poklesu hodnoty mediánu i průměru, a to o 18,9%, resp. 28,4%.
- Uhlovodíky s nejvyššími nálezy v kalech jsou opět (stejně jako v loňském roce) fluorantén a pyrén – látky toxikologicky rizikové, nekarcinogenní.
- Srovnání výsledků stanovení obsahů PAH v kalech v letech 2000 - 2002 na 9 ČOV naznačuje mírně klesající trend, avšak vzhledem k tomu, že soubor je poměrně malý a datová řada není dostatečně dlouhá, není zatím možné tyto tendence považovat za dostatečně průkazné.
- Limitní hodnotu stanovenou v návrhu směrnice EU pro sumu 11 vybraných PAH překročilo ze 46 analyzovaných vzorků 24, což je 52%. Proti roku 2001 je to o 7% méně.

3.5.4 Obsahy AOX

V roce 2002 bylo na obsah AOX (halogenové organické sloučeniny) analyzováno 41 vzorků kalů. Přehled výsledků stanovení je uveden v příloze 41, grafické vyjádření v příloze 42, základní statistické charakteristiky v tabulce 18. Medián souboru vzorků z roku 2002 je 298 mg.kg⁻¹, průměr 329 mg.kg⁻¹. Oproti předchozím třem letům můžeme sledovat nárůst obsahů AOX v kalech ČOV.

Tab. 18 Základní statistické charakteristiky obsahů AOX v kalech – 1999-2002 (mg.kg⁻¹ suš.)

	1999	2000	2001	2002
Průměr	303	297	297	329
Medián	273	276	278	298
Minimum	59	137	134	121
Maximum	839	598	681	985
10% percentil	149	206	208	175
90% percentil	476	407	402	476
Počet vzorků	31	52	37	41

V kalech 36 ČOV byly AOX stanoveny alespoň dvakrát v průběhu čtyřletého sledování, z toho pouze u 1 ČOV (Moravská Třebová) byla stanovení provedena každoročně. Grafické srovnání ČOV v průběhu let 1999 – 2002 je uvedeno v příloze 43.

Protože obsah AOX je využíván jako indikátor organického znečištění půd a odpadů, byla vyhláškou č. 382/2001 Sb. stanovena maximální přípustná hranice obsahu těchto látek

v kalech na 500 mg.kg^{-1} suš. Tuto hodnotu překročily v roce 2002 celkem 4 vzorky (ČOV Dvůr Králové, Hranice na Moravě, Luže a Moravská Třebová).

Závěry

- V roce 2002 bylo provedeno stanovení AOX u 41 vzorků kalů.
- Medián obsahů AOX souboru vzorků z roku 2002 je 298 mg.kg^{-1} , průměr 329 mg.kg^{-1} . V tomto roce došlo k mírnému nárůstu obsahů AOX v kalech ČOV.
- Limitní hodnota 500 mg.kg^{-1} byla v roce 2002 překročena u 4 vzorků.

4 SEZNAM PŘÍLOH

3.1 Bazální monitoring půd

3.1.1 Polychlorované dibenzo-p-dioxiny a dibenzofurany

- Příloha 1 Obsahy PCDDs/Fs ve vzorcích zemědělských půd Bazálního monitoringu půd a v nenarušených půdách chráněných území
- Příloha 2 Kongenery PCDD/Fs stanovené ve vzorcích z roku 2001 a jejich I-TEF

3.1.3 Obsahy PCB v půdě

- Příloha 3 Obsahy PCB v ornici a podorníci (povrchovém a podpovrchovém horizontu) na pozorovacích plochách BMP na zemědělské půdě a v CHÚ v roce 2002 (ug.kg^{-1} suš.)
- Příloha 4 Obsahy PCB (suma 7 kongenerů) v ornici a podorníci (povrchových a podpovrchových horizontech) na pozorovacích plochách BMP a v CHÚ v roce 2002 (ug.kg^{-1} suš.)
- Příloha 5 Průběh obsahů PCB (pro 6 kongenerů) na pozorovacích plochách BMP, kde byla alespoň jedenkrát překročena limitní hodnota 10 ug.kg^{-1}
- Příloha 6 Průběh obsahů PCB (pro 7 kongenerů) na pozorovacích plochách BMP, kde byla alespoň jedenkrát překročena limitní hodnota 10 ug.kg^{-1}

3.1.4 Obsahy PAH v půdě

- Příloha 7 Obsahy jednotlivých PAH a sumy PAH v ornici a podorníci na pozorovacích plochách BMP a v povrchových a podpovrchových horizontech půd CHÚ v roce 2002 (ug.kg^{-1} suchého vzorku)
- Příloha 8 Srovnání obsahů sumy 15-ti PAH v ornici a podorníci na pozorovacích plochách BMP a v povrchových horizontech CHÚ v roce 2002 (ug.kg^{-1} suš.)
- Příloha 9 Základní statistické charakteristiky všech individuálních PAH na plochách s ornou půdou, srovnání let 1997 - 2002 (ug.kg^{-1} suchého vzorku)
- Příloha 10 Základní statistika sumy 15 PAH v ornici orných půd a svrchních horizontech TTP a v CHÚ. Srovnání 1998-2002 (ug.kg^{-1})
- Příloha 11 Mediány obsahů sumy 15 PAH v orničním (povrchovém - OR) a podorníčním (podpovrchovém - POD) horizontu orných půd, TTP a půd chráněných území
- Příloha 12 Obsahy PAH na pozorovacích plochách v chráněných územích (období 1997 - 2002; ug.kg^{-1} suchého vzorku)

3.1.5 Obsahy persistentních chlorovaných pesticidů v půdě

- Příloha 13 Obsahy organochlorových pesticidů v ornici a podorníci na pozorovacích plochách BMP a v povrchových horizontech půd CHÚ v roce 2002 (ug.kg^{-1} suš.)
- Příloha 14 Srovnání obsahů HCB v ornici a podorníci na pozorovacích plochách BMP a v povrchových horizontech CHÚ v roce 2002 (ug.kg^{-1} suš.)
- Příloha 15 Srovnání obsahů DDT v ornici a podorníci na pozorovacích plochách BMP a v povrchových horizontech CHÚ v roce 2002 (ug.kg^{-1} suš.)

- Příloha 16 Srovnání obsahů DDE v ornici a podorníci na pozorovacích plochách BMP a v povrchových horizontech CHÚ v roce 2002 (ug.kg^{-1} suš.)
- Příloha 17 Srovnání obsahů DDD v ornici a podorníci na pozorovacích plochách BMP a v povrchových horizontech CHÚ v roce 2002 (ug.kg^{-1} suš.)
- Příloha 18 Srovnání obsahů HCB v ornici na pozorovacích plochách BMP a v povrchových horizontech CHÚ v letech 2000 - 2002 (ug.kg^{-1} suš.)
- Příloha 19 Srovnání obsahů DDE v ornici na pozorovacích plochách BMP a v povrchových horizontech CHÚ v letech 2000 - 2002 (ug.kg^{-1} suš.)
- Příloha 20 Srovnání obsahů DDD v ornici na pozorovacích plochách BMP a v povrchových horizontech CHÚ v letech 2000 - 2002 (ug.kg^{-1} suš.)
- Příloha 21 Srovnání obsahů DDT v ornici na pozorovacích plochách BMP a v povrchových horizontech CHÚ v letech 2000 - 2002 (ug.kg^{-1} suš.)
- Příloha 22 Vzájemný poměr DDT a jeho metabolitů - DDE a DDD na pozorovacích plochách BMP a v CHÚ; ornice (povrchový horizont), 2002
- Příloha 23 Vzájemný poměr DDT a jeho metabolitů - DDE a DDD na pozorovacích plochách BMP a v CHÚ; podorníci, 2002

3.1.6 Monitoring mikrobiálních parametrů půd

- Příloha 24 Krabicové diagramy uhlíku a dusíku mikrobiální biomasy (C_{bio}, N_{bio}), respirace, anaerobní N mineralizace (amoniifikace) a nitrifikační aktivity (SNA), zobrazen je medián a mezikvartilové rozpětí
- Příloha 25 Přehled analýz provedený v rámci monitoringu mikrobiálních vlastností půd ČR v roce 2002

3.1.7 Monitoring obsahu těžkých kovů u střevlíkovitých (*Carabidae*)

- Příloha 26 Průměrný obsah těžkých kovů u imág střevlíkovitých (v mg.kg^{-1} , n-počet analýz, Tečovice, 2001)

3.2. Monitoring rostlinné produkce

- Příloha 27 Obsahy rizikových prvků v rostlinách na pozorovacích plochách BMP v roce 2002 (mg.kg^{-1} sušiny)
- Příloha 28 Průměrné hodnoty obsahů rizikových prvků v plodinách, odběry 1997 - 2002 (mg.kg^{-1} sušiny)
- Příloha 29 Počty vzorků rostlin odebraných v roce 2002 překračující limit stanovený vyhl. č. 298/1997 Sb., ve zněních vyhl. č. 3/1999 Sb., vyhl. č. 53/2002 Sb., vyhl. č. 233/2002 Sb. - část A; vyhl. č. 451/2000 Sb. (krmiva - 88% sušina) ve znění vyhl. č. 169/2002 Sb., vyhl. č. 544/2002 Sb. - část B

3.5 Kontrola kalů ČOV

3.5.1 Obsahy rizikových prvků

- Příloha 30 Zjištěné hodnoty obsahů rizikových prvků ve vzorcích kalů z ČOV v roce 2002 - Česká republika (mg.kg^{-1} suš.)
- Příloha 31 Zjištěné hodnoty obsahů rizikových prvků ve vzorcích kalů z ČOV v roce 2002 - jednotlivé regiony (mg.kg^{-1} suš.)

- Příloha 32 Přehled ČOV, ve kterých byl v roce 2002 zjištěn nadlimitní obsah rizikových prvků
- Příloha 33 Aritmetické průměry a mediány obsahů rizikových prvků v odpadních kalech za období sledování 1994 - 2002 (Česká republika)

3.5.2 Obsahy PCB

- Příloha 34 Obsahy PCB v kalech ČOV - odběry z roku 2002 (ug.kg^{-1} sušiny)
- Příloha 35 Obsahy PCB (suma 7 kongenerů) ve vzorcích kalů ČOV odebraných v roce 2002, tučně vyznačena limitní hodnota pro použití kalů na zemědělskou půdu (mg.kg^{-1} sušiny)
- Příloha 36 Základní statistické charakteristiky obsahu PCB v kalech ČOV, období 1998 - 2002; 256 vzorků, ug.kg^{-1} sušiny
- Příloha 37 Srovnání obsahů PCB v kalech těch ČOV, ve kterých byly stanoveny alespoň třikrát od roku 1999 (ug.kg^{-1} sušiny)

3.5.3 Obsahy PAH

- Příloha 38 Obsahy PAH v kalech ČOV - výsledky za rok 2002; je uvedena také suma 10 PAH, pro kterou je stanovena limitní hodnota v návrhu nové směrnice k využití kalů ČOV v zemědělství (ug.kg^{-1} suchého vzorku)
- Příloha 39 Srovnání obsahů PAH (sumy 10 a 15 individuálních PAH) za tři roky sledování, 2000-2002, (mg.kg^{-1} suchého vzorku)
- Příloha 40 Kaly ČOV - suma 10 individuálních PAH významných z hlediska určení limitní hodnoty (6 mg.kg^{-1}) dle návrhu nové směrnice EU k využití odpadních kalů ČOV v zemědělství (mg.kg^{-1} suchého vzorku)

3.5.4 Obsahy AOX

- Příloha 41 Obsahy AOX v kalech ČOV (mg.kg^{-1} sušiny); tučně zvýrazněny ČOV, u nichž došlo k překročení limitu (500 mg.kg^{-1}) dle vyhlášky č. 382/2001 Sb.
- Příloha 42 Obsahy AOX v kalech ČOV - odběry 2002, silně vyznačena limitní hodnota dle vyhl. č. 382/2001 Sb. (mg.kg^{-1} sušiny)
- Příloha 43 Srovnání obsahů AOX ve vzorcích kalů těch čistíren odpadních vod, ve kterých proběhly odběry vzorků alespoň dvakrát během let 1999 - 2002 (mg.kg^{-1} sušiny)

Příloha 2 Kongenery PCDD/Fs stanovené ve vzorcích z roku 2001 a jejich I-TEF

Kongenery PCDD/Fs	I-TEF
2,3,7,8-TCDF	0.1
1,2,3,7,8-PeCDF	0.05
2,3,4,7,8-PeCDF	0.5
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01
OCDF	0.001
2,3,7,8-TCDD	1
1,2,3,7,8-PeCDD	0.5
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.01
OCDD	0.001

Příloha 9 **Základní statistické charakteristiky všech individuálních PAH na plochách s ornou půdou, srovnání let 1997 - 2002 (ug.kg⁻¹ suchého vzorku)**

	Naphthalene												Acetnaphtene											
	1997		1998		1999		2000		2001		2002		1997		1998		1999		2000		2001		2002	
	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P
Arit. průměr	12,3	10,6	10,8	10,2	<18	<18	10,7	10,0	9,9	9,4	11,7	7,7	10,2	8,5	4,6	3,7	4,9	4,2	9,0	5,1	4,5	4,7	11,6	6,9
Medián	<20	<20	<18	<18	<18	<18	<18	<18	<18	<18	<10	<10	<10	<10	3,8	3,6	<3,5	<3,5	3,9	<3,5	<3,5	<3,5	<6	<6
Modus	<20	<20	<18	<18	<18	<18	<18	<18	<18	<18	<10	<10	<10	<10	<3,5	<3,5	<3,5	<3,5	<3,5	<3,5	<3,5	<3,5	<6	<6
Minimum	<20	<20	<18	<18	<18	<18	<18	<18	<18	<18	<10	<10	<10	<10	<3,5	<3,5	9,0	<3,5	<3,5	<3,5	<3,5	<3,5	<6	<6
Maximum	48,7	26,3	48,7	31,0	<18	<18	50,0	37,1	27,8	22,2	84,2	38,6	85,2	70,9	15,6	11,1	40,0	29,9	76,7	34,3	19,2	37,8	81,3	55,3
Sm. odchylka	8,0	3,2	5,9	4,9	-	-	7,1	4,9	3,9	2,2	14,4	6,4	15,1	13,0	3,4	2,3	8,3	6,4	17,2	7,2	4,2	6,2	18,9	11,0

	Fluorene												Phenanthrene											
	1997		1998		1999		2000		2001		2002		1997		1998		1999		2000		2001		2002	
	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P
Arit. průměr	14,8	8,7	6,2	6,0	7,7	8,4	9,6	6,3	7,3	8,1	11,4	6,8	99,0	60,5	52,7	36,0	68,6	52,4	78,7	46,3	71,5	59,6	121	61,2
Medián	6,9	<3	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<7	<7	62,1	38,9	44,4	28,2	38,4	18,5	43,6	19,5	60,8	33,6	71,6	42,9
Modus	<3	<3	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<7	<7	-	<12	-	18,5	<6	<6	-	<6	109,0	-	32,0	-
Minimum	<3	<3	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<7	<7	12,8	<12	<6	9,6	<6	<6	<6	<6	13,2	<6	13,5	11,2
Maximum	116	103	14,8	16,1	80,7	113	98,0	27,4	26,1	86,8	96,7	64,3	770	395	188	155	704	665	642	388	259	758	994	425
Sm. odchylka	24,1	19,9	2,3	2,1	12,4	17,7	16,0	3,7	4,5	13,6	18,4	10,4	145,3	79,9	44,8	32,5	115,9	109,3	115,4	71,3	56,2	124,1	171	74,1

	Anthracene												Fluoranthene											
	1997		1998		1999		2000		2001		2002		1997		1998		1999		2000		2001		2002	
	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P
Arit. průměr	37,5	13,6	10,8	6,2	18,6	14,9	30,4	15,3	15,2	16,6	37,2	18,5	203	84,2	113	72,4	178	123	194	100	156	98,0	234	126
Medián	10,3	6,5	8,2	3,5	6,8	4,0	12,0	5,8	11,0	6,2	14,5	10,0	117	59,2	104	51,1	86,8	44,7	105	41,8	123	61,3	131	68,9
Modus	-	<1	0,0	<2,5	<2,5	<2,5	8,8	<2,5	<2,5	<2,5	<3	<3	-	-	<15	<15	<15	<15	40,3	<15	109	<15	-	-
Minimum	1,7	<1	0,0	0,0	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<3	<3	24,4	<10	<15	<15	<15	<15	21,5	<15	21,5	<15	22,6	10,9
Maximum	535	116	54,4	43,8	315	273	259	91,0	47,5	275	388	204	1552	203	445	330	2384	1832	1644	687	469	755	1440	1450
Sm. odchylka	95,8	23,2	12,9	8,6	51,2	44,7	54,2	23,5	13,5	45,1	67,1	34,6	311,4	67,5	104,3	70,6	385,6	299,5	290,5	147,9	123,2	130,3	279	239

Příloha 9 (pokrač.) **Základní statistické charakteristiky všech individuálních PAH na plochách s ornou půdou, srovnání let 1997 - 2002 (ug.kg⁻¹ suchého vzorku)**

	Pyrene												Benzo[a]anthracene											
	1997		1998		1999		2000		2001		2002		1997		1998		1999		2000		2001		2002	
	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P
Arit. průměr	143	59,0	90,4	58,8	139	94,7	166	40,3	136	83,9	216	117	69,7	26,1	53,4	33,1	67,9	45,3	75,2	40,3	55,5	35,0	90,3	48,1
Medián	88,8	41,1	80,8	41,8	70,7	33,5	87,1	36,0	107	50,7	136	62,9	42,7	20,2	36,9	21,0	39,4	15,9	37,9	16,3	45,2	21,2	56,0	22,9
Modus	-	-	<13,5	<13,5	211,0	<13,5	-	<13,5	103	<13,5	146	115	-	<6	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	11,6	<7,5	109	<7,5	-	6,4
Minimum	17,2	1,8	<13,5	<13,5	<13,5	<13,5	17,0	<13,5	15,3	<13,5	17,8	6,3	7,9	<6	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	10,4	<7,5	3,8	<7,5	5,2	2,0
Maximum	796	135	302	259	1668	1267	1212	616	414	613	1250	1290	438	68,3	208	205	788	531	530	265	189	240	539	469
Sm. odchylka	182,2	45,2	80,5	56,6	270,4	208,7	224,1	136,5	107,8	108,8	248	214	93,6	20,1	54,6	39,4	128,3	90,1	101,5	61,1	47,5	43,7	108	80,1

	Chrysene												Benzo[b]fluoranthene											
	1997		1998		1999		2000		2001		2002		1997		1998		1999		2000		2001		2002	
	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P
Arit. průměr	80,6	32,2	57,0	36,5	85,7	51,9	89,3	49,2	70,1	42,8	101	52,4	82,3	34,9	88,8	57,9	77,8	59,9	112	61,2	77,2	45,6	110	57,4
Medián	56,7	25,6	44,9	21,9	47,5	22,4	51,5	20,9	56,2	28,0	66,8	27,5	55,4	25,2	74,1	38,1	53,6	25,9	70,6	28,4	60,0	34,2	70,0	32,6
Modus	-	-	<8,5	<8,5	131,0	<8,5	24,7	<8,5	-	<8,5	115	<6	-	-	86,6	-	78,2	<7,5	-	<7,5	-	<7,5	-	8
Minimum	11,5	<6	<8,5	<8,5	<8,5	<8,5	12,6	<8,5	<8,5	<8,5	6,5	<6	11,9	<3	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5	14,1	<7,5	12,4	<7,5	9,9	7,1
Maximum	408	78,5	196	212	783	440	531	375	201	254	563	492	467	115	340	352	606	601	637	343	221	227	626	430
Sm. odchylka	94,5	23,3	52,4	41,0	130,7	80,0	107,7	74,7	54,2	49,0	117	84,3	92,3	27,7	81,3	64,1	101,1	103,3	128,5	78,8	57,0	45,6	122	78,7

	Benzo[k]fluoranthene												Benzo[a]pyrene											
	1997		1998		1999		2000		2001		2002		1997		1998		1999		2000		2001		2002	
	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P
Arit. průměr	35,5	14,9	29,0	19,5	37,4	24,3	44,9	24,3	39,8	22,9	51,2	26,0	68,9	27,2	54,6	35,3	75,1	51,5	88,4	49,0	71,2	42,1	101	50,4
Medián	24,9	11,0	22,9	12,6	25,7	9,1	26,7	10,6	31,4	16,2	30,3	11,9	47,3	18,6	43,7	24,6	46,6	20,7	52,1	19,0	58,4	30,2	62,0	29,2
Modus	-	<6	<4	7,6	<4	<4	-	<4	-	<4	21,4	3,4	<10	<10	<4,5	-	38,8	10,4	-	7,2	220	12,2	121	<5
Minimum	3,0	<6	<4	<4	<4	<4	4,9	<4	4,6	<4	<3	<3	<10	<10	<4,5	<4,5	6,1	<4,5	9,8	5,2	10,1	<4,5	7,4	<5
Maximum	209	46,4	107	116	336	209	260	139	122	112	303	196	463	74,6	194	169	710	473	538	295	220	258	511	421
Sm. odchylka	41,5	12,1	25,8	21,3	55,7	38,4	53,4	34,0	31,2	23,0	60,5	37,0	90,0	22,6	49,8	35,0	116,3	83,0	106,3	71,4	56,3	47,6	111	72,6

Příloha 9 (pokrač.) **Základní statistické charakteristiky všech individuálních PAH na plochách s ornou půdou, srovnání let 1997 - 2002 (ug.kg⁻¹ suchého vzorku)**

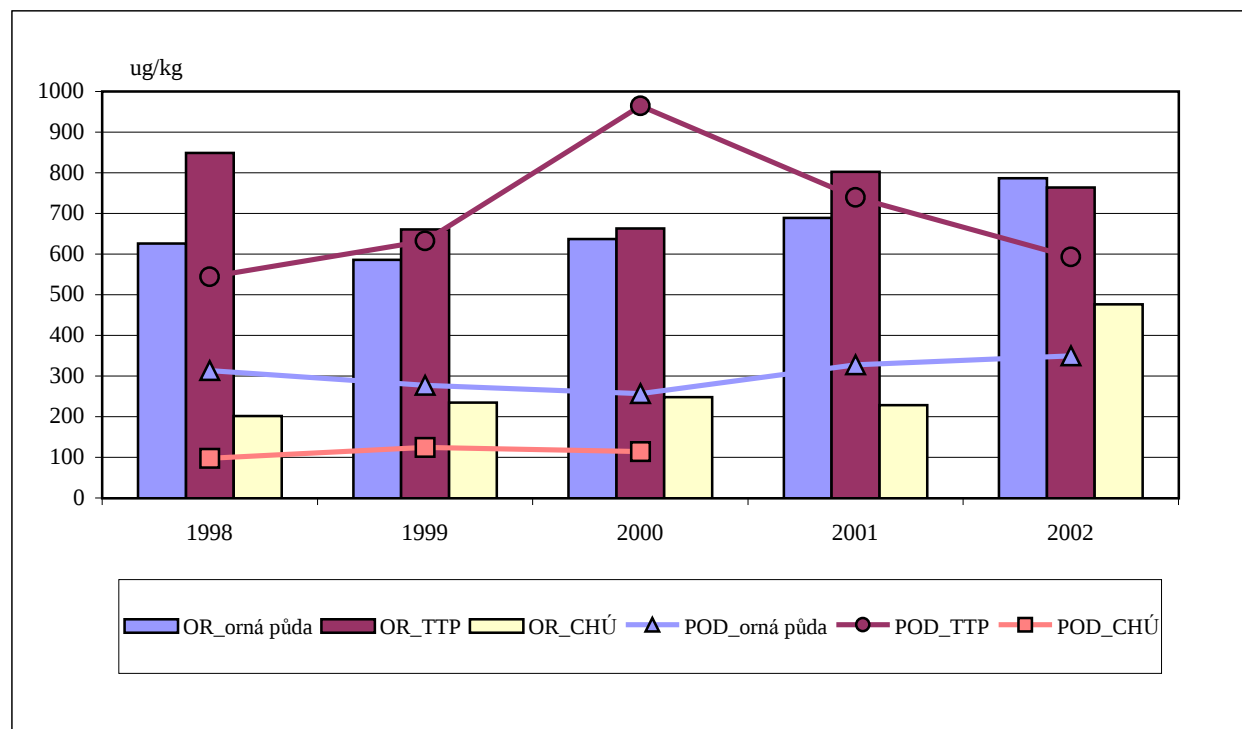
	Dibenzo[a,h]anthracene												Benzo[g,h,i]perylene											
	1997		1998		1999		2000		2001		2002		1997		1998		1999		2000		2001		2002	
	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P
Arit. průměr	9,7	4,3	12,6	10,3	18,7	14,0	15,0	11,5	11,4	10,0	8,4	4,6	61,6	22,2	50,5	32,5	79,2	47,8	71,3	40,8	60,6	34,6	91,0	45,9
Medián	6,2	<3	<19	<19	<19	<19	<19	<19	<19	<19	<5	<5	37,1	<15	35,4	22,3	55,5	26,1	39,6	<18,5	48,6	21,8	53,4	24,2
Modus	<3	<3	<19	<19	<19	<19	<19	<19	<19	<19	<5	<5	<15	<15	9,5	9,5	<18,5	<18,5	<18,5	<18,5	<18,5	<18,5	46	<7
Minimum	<3	<3	<19	<19	<19	<19	<19	<19	<19	<19	<5	<5	<15	<15	0,0	9,5	<18,5	<18,5	<18,5	<18,5	<18,5	<18,5	<7	<7
Maximum	52,0	18,4	34,4	36,5	105	70,4	74,1	40,0	31,2	28,7	56,9	33,4	351	81,9	244	217	466	293	387	208	177	143	504	349
Sm. odchylka	12,0	4,4	6,8	4,8	19,0	12,1	14,0	7,1	5,0	3,2	11,1	5,9	74,9	21,2	55,7	39,1	87,5	59,8	79,8	50,7	47,6	32,5	104	64,4

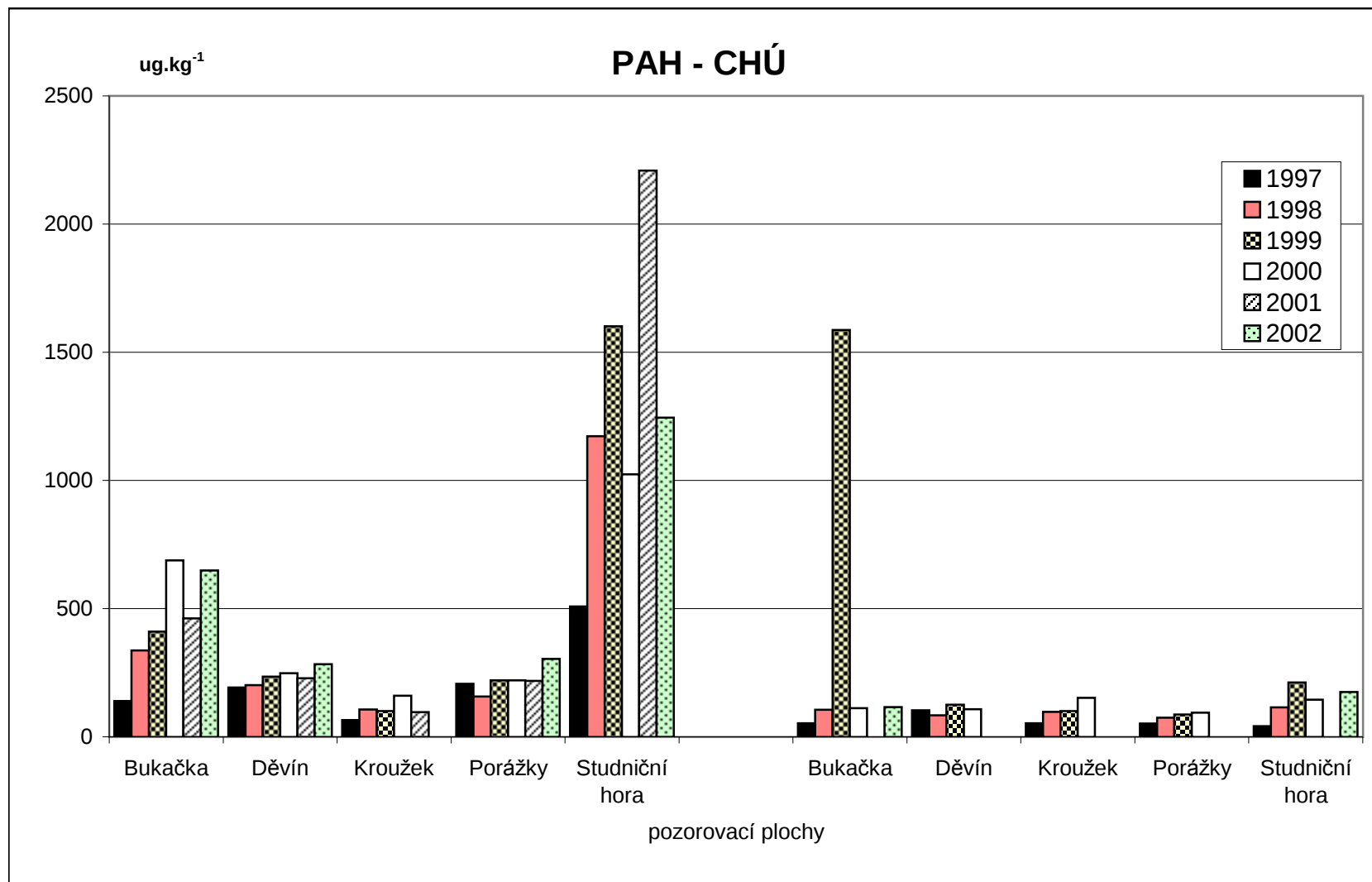
	Indeno[1,2,3-cd]pyrene											
	1997		1998		1999		2000		2001		2002	
	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P
Arit. průměr	56,5	21,6	48,9	30,4	59,9	41,7	72,3	44,4	57,1	37,3	67,7	36,5
Medián	34,7	<25	<35	<35	48,4	<35	44,2	<35	49,8	<35	43,9	<35
Modus	<25	<25	<35	<35	<35	<35	<35	<35	<35	<35	<35	<35
Minimum	<25	0,0	0,0	<35	<35	<35	<35	<35	<35	<35	<35	<35
Maximum	371	80	198	151	508	275	370	226	187	197	399	270
Sm. odchylka	73,5	20,3	47,7	27,8	83,0	49,4	79,0	49,3	46,7	33,2	80,1	45,5

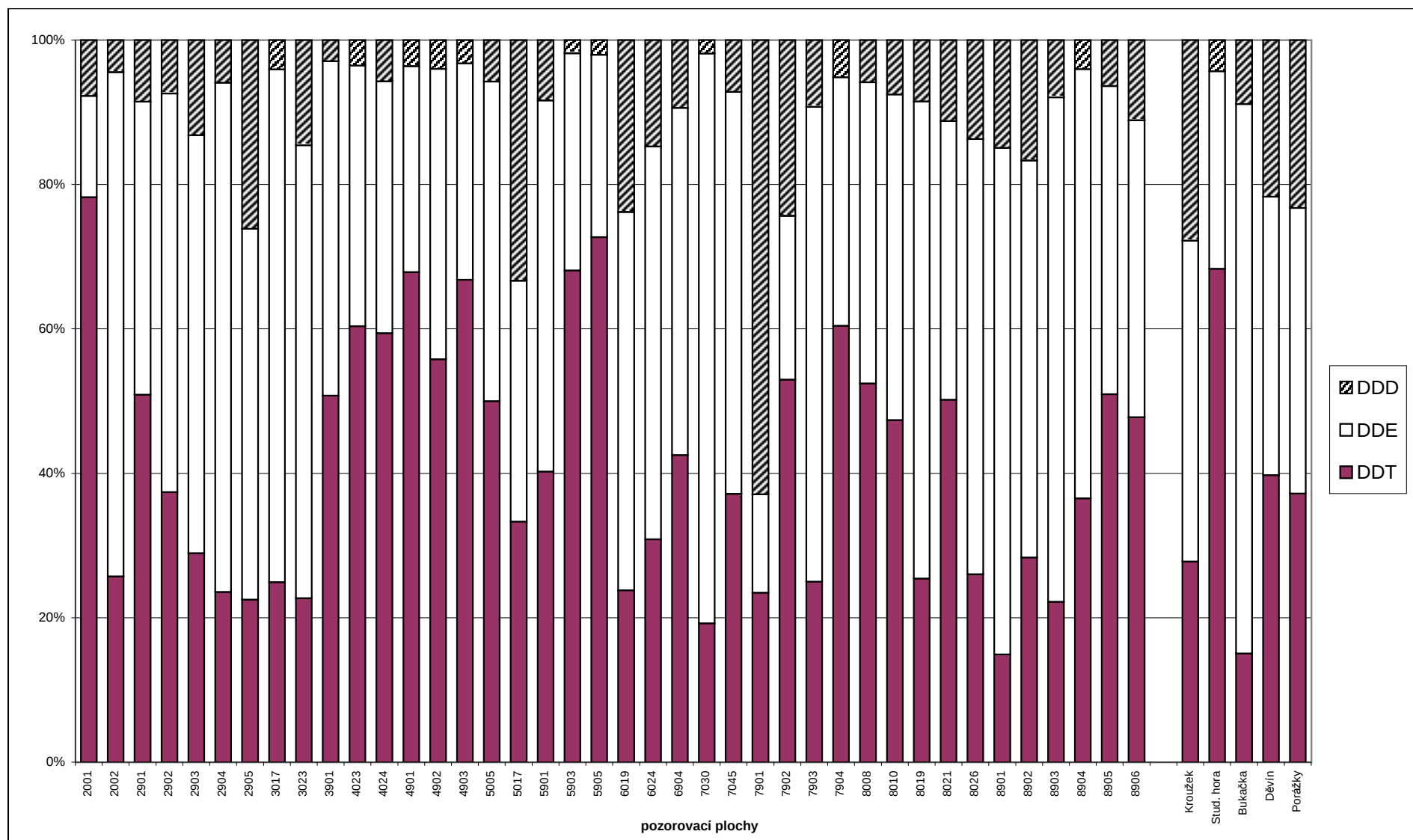
Příloha 10 Základní statistika sumy 15 PAH v ornici orných půd a svrchních horizontech TTP a v CHÚ. Srovnání 1998-2002 (ug.kg⁻¹)

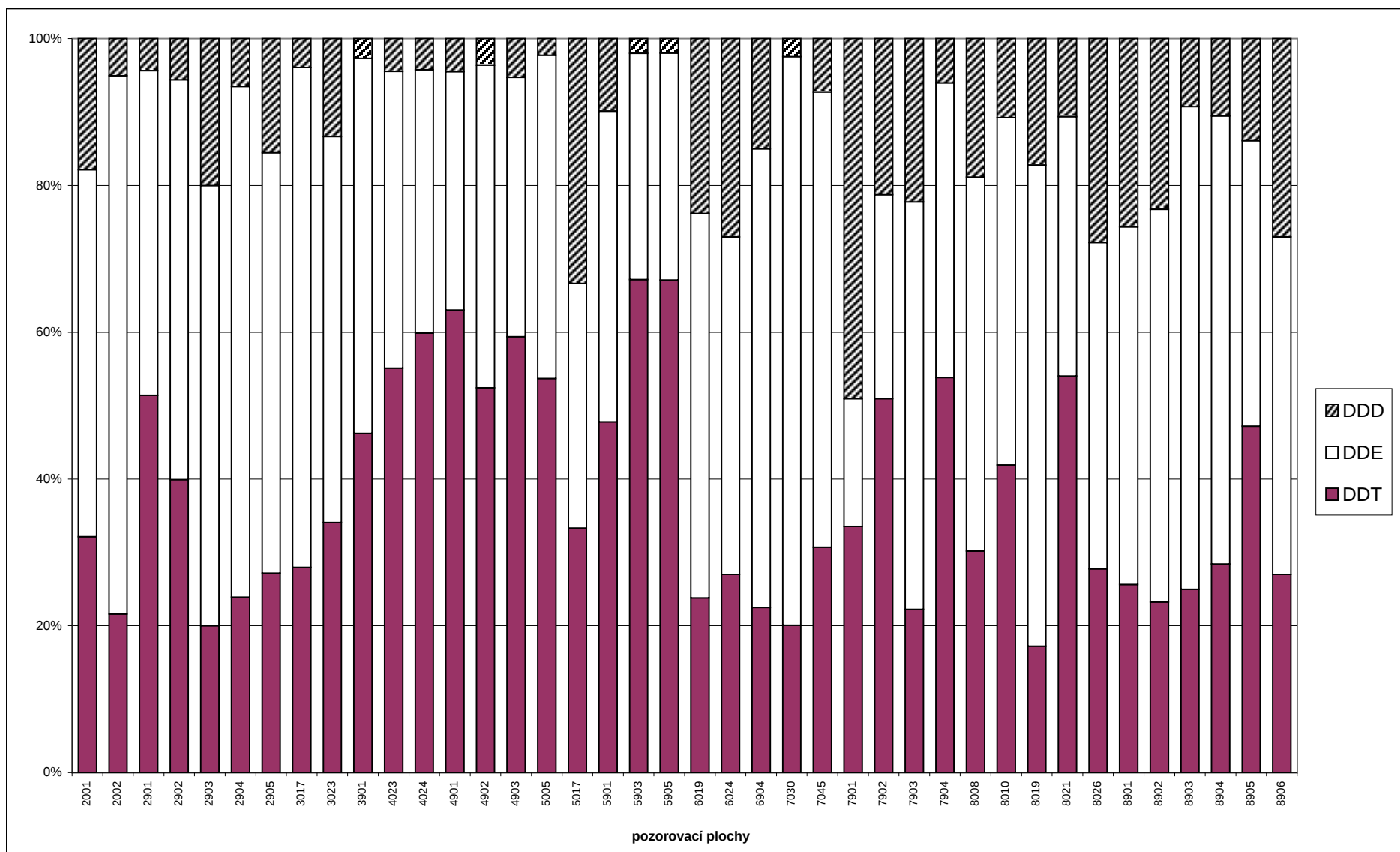
	Orná půda					TTP					Chrán. území				
	1998	1999	2000	2001	2002	1998	1999	2000	2001	2002	1998	1999	2000	2001	2002
průměr	838	948	1267	826	1264	782	631	729	906	1218	395	513	468	643	620
LQ	252	278	371	322	423	319	401	200	435	454	157	220	220	218	298
medián	626	586	637	689	787	849	660	663	802	764	201	235	248	229	476
UQ	859	1107	1382	1070	1538	1244	861	1258	1377	1529	336	410	689	462	798
POCET	36	36	36	35	36	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5

Příloha 11 Mediány obsahů sumy 15 PAH v orničním (povrchovém - OR) a podorničním (podpovrchovém - POD) horizontu orných půd, TTP a půd chráněných území



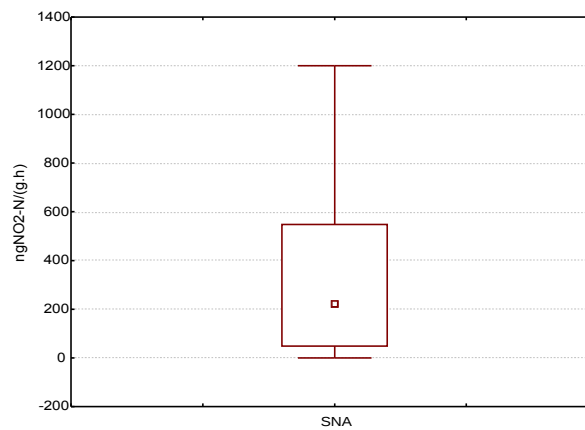
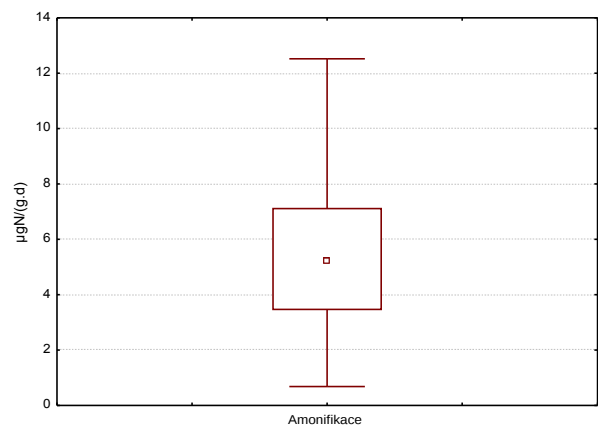
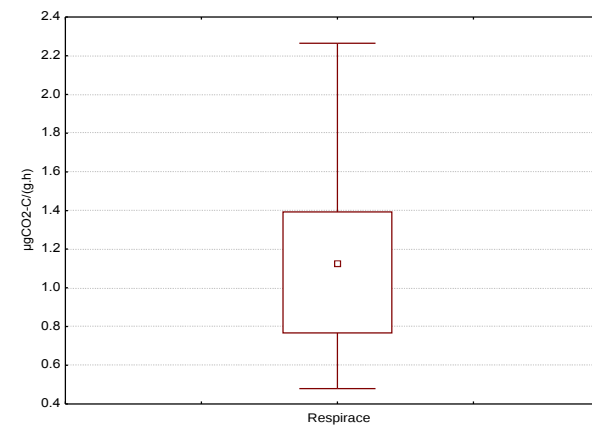
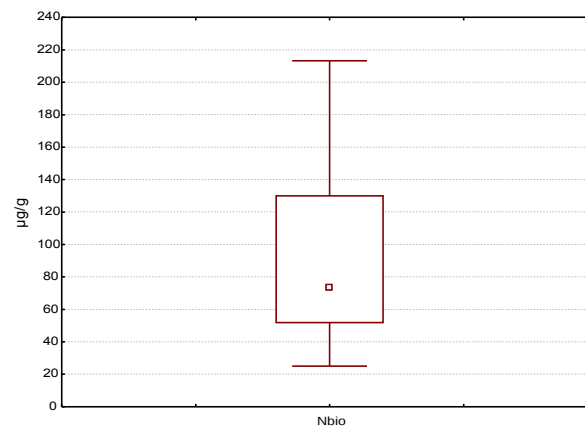
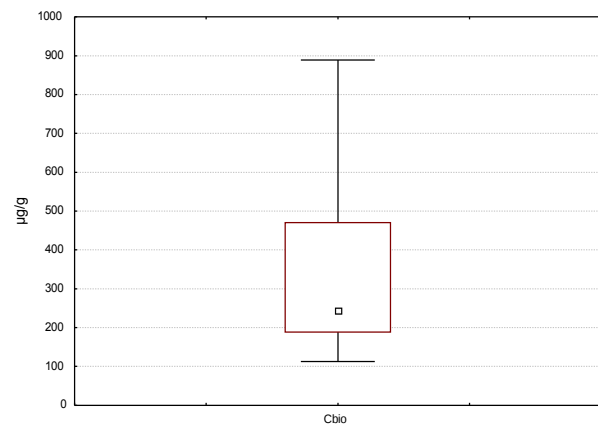






Příloha 24

Krabicové diagramy uhlíku a dusíku mikrobiální biomasy (C_{bio}, N_{bio}), respirace, anaerobní N mineralizace (amonifikace) a nitrifikační aktivity (SNA), zobrazen je medián a mezikvartilové rozpětí



Příloha 25 Přehled analýz provedený v rámci monitoringu mikrobiálních vlastností půd ČR v roce 2002

metoda	počet vzorků	pracoviště
zrnitostní složení	60	ÚKZÚZ Liberec
kationtová výměnná kapacita (CEC)	60	ÚKZÚZ Liberec
organický uhlík (C_{org}).	60	ÚKZÚZ Brno
celkový dusík (N_{tot})	60	ÚKZÚZ Brno
pH (KCl)	60	ÚKZÚZ Brno
uhlík mikrobiální biomasy (C_{bio})	60	ÚKZÚZ Brno
dusík mikrobiální biomasy (N_{bio})	60	ÚKZÚZ Brno
bazální respirace a respirační křivky	60	ÚKZÚZ Brno
amonifikace	60	ÚKZÚZ Brno
nitrifikační aktivita (SNA)	60	ÚKZÚZ Brno
délka hyf mikromycet mikroskopicky	60	ÚKZÚZ Brno
Biolog test (funkční diverzita)	60	ÚKZÚZ Brno

Příloha 28 Průměrné hodnoty obsahů rizikových prvků v plodinách, odběry 1997 - 2002 (mg.kg⁻¹ sušiny)

Typ rostlinného materiálu	Počet vzorků	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	V	Zn
brambory - hlízy	12	0,07	0,01	0,08	0,11	0,17	4,36	0,007	0,24	0,61	0,27	0,21	15,38
brambory - nať	4	0,38	<0,02	0,80	0,38	0,90	22,74	0,036	0,32	1,08	2,28	0,90	47,70
hořčice - nať (suchá)	1	0,04	<0,02	0,37	<0,1	0,10	5,10	0,010	1,40	0,10	0,30	<0,1	33,40
hořčice (zelená hmota)	1	0,53	<0,02	0,49	0,20	1,32	8,24	0,140	1,50	1,20	0,70	0,54	196,00
hrách - nať (suchá)	4	0,73	0,02	0,10	0,17	0,60	4,02	0,014	0,14	1,10	0,45	0,52	31,41
hrách - semeno (žluté)	5	0,11	0,01	0,03	0,10	0,27	8,07	0,005	0,84	2,74	0,10	0,18	47,08
chmel - celá rostlina	15	0,31	0,01	0,23	0,12	0,44	667	0,025	0,36	1,24	0,62	0,25	30,83
chmel - hlávky (šišky)	3	0,22	<0,02	0,07	<0,1	0,40	1448	0,025	0,27	0,67	1,47	0,25	73,27
ječmen - sláma	34	0,22	0,02	0,08	0,12	0,43	3,07	0,015	0,55	0,48	0,58	0,43	17,58
ječmen - zrno	34	0,08	0,01	0,11	0,09	0,14	4,31	0,003	0,43	0,20	0,22	0,16	30,74
jetel	10	0,28	0,01	0,06	0,11	0,27	9,87	0,021	0,74	1,38	0,42	0,20	27,70
jetelotravní směska	1	0,32	0,04	0,24	0,25	2,51	7,86	0,012	0,60	1,60	2,70	1,05	34,70
krmné směsky - zelená hmota	7	0,43	0,01	0,10	0,10	0,51	5,92	0,014	0,58	1,45	0,81	0,25	29,07
kukuřice na zeleno - zelená hmota	13	0,27	0,01	0,17	0,11	0,96	5,35	0,008	0,51	0,90	2,15	0,27	30,60
kukuřice na zrno - sláma	9	0,21	<0,02	1,10	0,09	1,46	6,51	0,009	0,65	1,20	5,41	0,36	71,67
kukuřice na zrno - zrno	9	0,04	<0,02	0,05	0,07	0,22	1,35	0,001	0,34	0,21	0,17	0,10	27,40
mák - semeno	3	0,07	0,01	0,69	0,12	0,13	14,90	0,009	0,52	0,72	0,30	0,18	66,47
mák - sláma	3	0,16	0,01	0,14	0,17	0,63	4,30	0,007	0,53	1,01	0,40	0,45	15,07
mrkev - kořen	1	0,02	0,03	0,15	<0,1	<0,1	4,95	0,005	0,20	0,60	0,30	<0,1	20,60
mrkev - nať	1	0,12	0,02	0,21	<0,1	0,65	5,95	0,011	0,80	0,60	0,70	0,41	26,00
oves - sláma	7	0,14	0,01	0,41	0,09	0,30	3,16	0,018	0,55	0,48	2,90	0,29	25,53
oves - zrno	7	0,06	0,01	0,32	0,09	0,26	3,68	0,051	0,70	1,75	0,38	0,29	34,31
peluška - nať	1	0,70	<0,02	1,33	0,15	0,15	4,97	0,016	-	0,58	37,70	0,25	76,40
peluška - nať (zelená píce)	1	0,02	<0,02	0,07	<0,1	0,20	6,70	0,019	1,00	0,90	<0,2	<0,1	29,20
peluška - zrno	1	0,10	<0,02	0,45	0,15	0,15	7,83	<0,001	-	1,55	0,40	0,25	58,00
plochy ležící ladem - zelená hmota	1	0,10	<0,02	0,38	0,15	0,15	10,60	0,010	0,30	1,07	0,40	0,25	22,80
pšenice - sláma	86	0,23	0,01	0,12	0,10	0,94	2,76	0,019	0,78	1,02	0,62	0,26	20,81
pšenice - zrno	87	0,06	0,01	0,14	0,08	0,14	3,51	0,002	0,46	0,26	0,21	0,13	32,01
řepa cukrová - bulva	4	0,35	0,02	0,13	0,20	0,45	4,54	0,002	0,05	0,65	0,68	0,47	28,55
řepa cukrová - chrást	4	0,68	0,05	0,19	0,44	1,54	10,07	0,046	0,28	1,58	1,48	1,78	40,95
řepka - semeno	25	0,04	0,01	0,09	0,08	0,13	2,31	0,003	0,50	0,54	0,20	0,12	34,74
řepka - sláma	24	0,10	0,02	0,25	0,11	0,35	2,83	0,013	0,48	0,55	0,78	0,18	11,81
slunečnice (semeno)	1	0,05	<0,02	0,54	0,22	0,44	20,80	-	0,70	1,10	<0,2	0,77	76,10
slunečnice (sláma)	1	0,72	<0,02	0,14	<0,1	0,41	19,50	0,020	1,90	0,30	0,90	0,18	75,10
tritikale - sláma	3	0,26	0,01	0,73	0,15	2,73	3,25	0,015	0,27	1,17	16,67	0,38	46,43
tritikale - zrno	3	0,05	0,01	0,24	0,05	0,19	6,09	0,002	0,23	0,37	2,47	0,05	49,00
TTP - 1. seč	47	0,07	0,02	0,12	0,09	0,72	5,87	0,029	0,56	1,55	0,52	0,23	41,41
TTP - 2. seč	33	0,12	0,02	0,19	0,14	0,98	6,30	0,018	0,62	1,53	0,79	0,34	57,91
vojtěška	2	0,62	<0,02	0,10	0,15	0,15	10,58	0,011	0,31	1,62	0,40	0,25	63,15
zelí	1	0,10	<0,02	0,04	0,15	0,15	1,95	0,002	-	0,56	0,40	0,25	19,60
žito - sláma	4	0,12	<0,02	0,17	0,10	0,19	13,33	0,018	0,47	0,20	2,65	0,28	23,68
žito - zrno	4	0,06	<0,02	0,25	0,10	0,13	3,97	0,002	0,58	0,15	1,48	0,17	39,00

meze stanovitelnosti:

1997, 1998	0,20	0,02	0,08	0,30	0,30			0,001	0,20	0,30	0,80	0,50	
1999, 2000	0,02	0,02	0,02	0,10	0,10			0,001	0,10	0,10	0,20	0,10	

Příloha 29

Počty vzorků rostlin odebraných v roce 2002 překračujících limit stanovený vyhl. č. 298/1997 Sb., ve zněních vyhl. č. 3/1999 Sb., vyhl. č. 53/2002 Sb., vyhl. č. 233/2002 Sb. - část A; vyhl. č. 451/2000 Sb. (krmiva - 88% sušina) ve znění vyhl. č. 169/2002 Sb., vyhl. č. 544/2002 Sb. - část B

část A

Plodina		Rizikový prvek	Limit (mg.kg ⁻¹)	Nadlim. vzorky ¹
ječmen (zrno)	2 vzorky	As	3,0	-
		Cd	0,1	-
		Cr	4,0	-
		Cu	80,0	-
		Hg	0,05	-
		Ni	6,0	-
		Pb	0,20	-
		Zn	80,0	-
hrách (semeno)	1 vzorek (1 z kont. plochy)	As	0,5	-
		Cd	0,1	-
		Cr	4,0	-
		Cu	15,0	-
		Hg	0,03	-
		Ni	6,0	-
		Pb	0,20	-
		Zn	50,0	1(1)
oves (zrno)	1 vzorek (1 z kont. plochy)	As	3,0	-
		Cd	0,1	1(1)
		Cr	4,0	-
		Cu	80,0	-
		Hg	0,05	-
		Ni	6,0	-
		Pb	0,20	1(1)
		Zn	80,0	-
pšenice (zrno)	17 vzorků (7 z kont. ploch)	As	3,0	-
		Cd	0,1	4 (3)
		Cr	4,0	-
		Cu	80,0	-
		Hg	0,05	-
		Ni	6,0	-
		Pb	0,20	2 (1)
		Zn	80,0	-
řepa cukrová - bulva	1 vzorek (1 z kont. plochy)	As	1,0	-
		Cd	0,0	1(1)
		Cr	4,0	-
		Cu	1,0	1(1)
		Hg	0,01	-
		Ni	6,0	-
		Pb	1,00	-
		Zn	80,0	-
řepka (semeno)	8 vzorků (2 z kont. ploch)	As	3,0	-
		Cd	0,5 (0,8) ²	-
		Cr	4,0	-
		Cu	80,0	-
		Hg	0,07	-
		Ni	6,0	-
		Pb	1,00	-
		Zn	80,0	-

část B

Plodina		Rizikový prvek	Limit (mg.kg ⁻¹)	Nadlim. vzorky ¹
ječmen (sláma)	2 vzorky	As	2,0	-
		Cd	1,0	-
		Hg	0,1	-
		Pb	10,0	-
hrách (nať - suchá)	1 vzorek (1)	As	2,0	-
		Cd	1,0	-
		Hg	0,1	-
		Pb	10,0	-
chmel (celá rostlina)	3 vzorky (3)	As	2,0	-
		Cd	1,0	-
		Hg	0,1	-
		Pb	10,0	-
jetel	2 vzorky (2)	As	2,0	-
		Cd	1,0	-
		Hg	0,1	-
		Pb	40,0	-
krmné směsi	1 vzorek	As	2,0	-
		Cd	1,0	-
		Hg	0,1	-
		Pb	40,0	-
zelená píče	2 vzorky (1)	As	-	-
		Cd	-	-
		Hg	-	-
		Pb	40	-
kukuřice (zelená hmota)	4 vzorky (3)	As	2,0	-
		Cd	1,0	-
		Hg	0,1	-
		Pb	10,0	-
oves (sláma)	1 vzorek (1)	As	2,0	-
		Cd	1,0	1(1)
		Hg	0,1	-
		Pb	10,0	-
pšenice (sláma)	17 vz. (7)	As	2,0	-
		Cd	1,0	-
		Hg	0,1	-
		Pb	10,0	-
řepa cukrová - chrast	1 vzorek (1)	As	2,0	-
		Cd	1,0	-
		Hg	0,1	-
		Pb	10,0	-
řepka (sláma)	8 vzorků (2)	As	2,0	-
		Cd	1,0	-
		Hg	0,1	-
		Pb	10,0	-
TTP	14 vz. (9)	As	2,0	-
		Cd	1,0	-
		Hg	0,1	-
		Pb	40,0	-

¹ ... počet nadlimitních vzorků (v závorce je uveden počet vzorků ze subsystému kontaminovaných ploch)

² ... 0,5 - olejiny k přímé spotřebě a použití; 0,8 - olejiny do výrobků (kromě lisování)



KONTROLA A MONITORING CIZORODÝCH LÁTEK V ZEMĚDĚLSKÉ PŮDĚ A VSTUPECH DO PŮDY

DODATEK

Zpráva za rok 2002

Zpracoval: Ing. Karel Provazník
Ing. Aleš Sušil

Předkládá: Dr. Ing. Pavel Čermák
ředitel odboru APVR

Schválil: RNDr. Jaroslav Staňa
ředitel ústavu

Brno, březen 2003

ÚVOD

V únoru 2003 byla dokončena zpráva „KONTROLA A MONITORING CIZORODÝCH LÁTEK V ZEMĚDĚLSKÉ PŮDĚ A VSTUPECH DO PŮDY“ za rok 2002. Obsahovala zpracované výsledky, které byly členěny do pěti podkapitol.

Monitoring atmosférické depozice, který byl uveden jako třetí podkapitola, nebyl vyhodnocen z důvodu nedokončených chemických analýz. Proto byl zpracován v dodatku ke zprávě „KONTROLA A MONITORING CIZORODÝCH LÁTEK V ZEMĚDĚLSKÉ PŮDĚ A VSTUPECH DO PŮDY“. Označení kapitoly a příloh navazuje na tuto zprávu.

3.3 *Monitoring atmosférické depozice*

V roce 2002 (X/2001 – IX/2002) proběhl podruhé celý cyklus sledování atmosférické depozice také na vybraných plochách subsystému kontaminovaných ploch. Roční hodnoty atmosférického spadu v celém souboru 49 pozorovacích ploch uvádí příloha 44. Roční průměry a mediány měsíčně a pololetně sledovaných parametrů jsou uvedeny v přílohách 45 a 46.

Protože imise mohou představovat významnou složku vstupů do půdy je třeba vzít je v úvahu při provádění bilancí živin i rizikových prvků. Roční vstupy makroprvků se během posledních pěti let příliš neměnily a u dusíku se pohybují v průměru mezi $14,8 - 20,88 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$, u fosforu $0,88 - 1,24 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ a u draslíku $2,84 - 3,14 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$.

Vstupy nejvýznamnějších kontaminantů životního prostředí charakterizované průměrem ze sledovaných lokalit jsou (orientační hodnoty za posledních pět let) pro olovo v rozmezí $23,94 - 46,73 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$, pro kadmium $0,86 - 1,46 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ a pro arzén od 1,98 do $5,34 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$.

Průběh mediánů vybraných parametrů od roku 1993 do současnosti je graficky znázorněn v příloze 47. Ve většině případů lze během 90. let pozorovat klesající trend, který je však v průběhu posledních pěti až šesti let zastaven. Naopak k růstu dochází u hořčíku a vápníku.

V letech 2001 - 2002 se v souboru dat vyskytlo několik extrémních hodnot, které ovlivnily výpočet průměrů (příloha 46), nikoli však mediánů. Jedná se především o olovo, měď a zinek, jejichž hodnoty převýšily zbývající až o 2 řády. V případě mědi bylo zvýšení pravděpodobně způsobeno aplikací Cu přípravků na chmelnici (5904) a vinici (7046), v případě olova a zinku jde s největší pravděpodobností o skutečné imisní zatížení lokalit průmyslovými zdroji.

Závěry

- Roční vstupy makroprvků se během posledních pěti let příliš neměnily a u dusíku se pohybují v průměru mezi $14,8 - 20,88 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$, u fosforu $0,88 - 1,24 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ a u draslíku $2,84 - 3,14 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$.
- Průměrné vstupy olova jsou v rozmezí $23,94 - 46,73 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$, kadmia $0,86 - 1,46 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ a arzénu $1,98 - 5,34 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ (orientační hodnoty za posledních pět let).
- Během 90. let lze pozorovat klesající trend většiny sledovaných parametrů, který je však v průběhu posledních čtyř až pěti let zastaven. Naopak k růstu dochází u hořčíku a vápníku.
- Extrémní hodnoty roční depozice mědi, olova a zinku byly nalezeny většinou na plochách v subsystému kontaminovaných ploch. V případě mědi bylo zvýšení pravděpodobně způsobeno aplikací Cu přípravků na chmelnici a vinici. V případě olova a zinku jde s největší pravděpodobností o skutečné imisní zatížení lokalit průmyslovými zdroji.

4 SEZNAM PŘÍLOH

3.3 Monitoring atmosférické depozice

- Příloha 44 Výsledky sledování atmosférické depozice na pozorovacích plochách BMP za období X/2001 - IX/2002
- Příloha 45 Výsledky sledování atmosférické depozice - aritmetické průměry a mediány za období sledování 1993 - 2002 (měsíčně sledované parametry)
- Příloha 46 Výsledky sledování atmosférické depozice - aritmetické průměry a mediány za období sledování 1993 - 2002 (pololetně sledované parametry)
- Příloha 47 Depozice prvků v kg (g).ha⁻¹.rok⁻¹ za období sledování 1993 - 2002, zobrazeny jsou mediány výsledků ze souboru všech pozorovacích ploch

**Výsledky sledování atmosférické depozice na pozorovacích plochách
BMP za období X/2001 - IX/2002**

číslo plochy	N-NO ₃	N-NH ₄	chloridy	síraný
	kg.ha ⁻¹ .rok ⁻¹			
0001	3,96	3,42	15,73	7,28
0066	2,59	3,00	3,21	4,62
0901	4,48	4,76	4,60	6,18
0902	10,62	8,96	7,36	15,67
2001	8,88	11,41	16,63	13,47
2002	6,16	9,17	4,96	8,93
2003	7,33	7,66	6,07	10,62
2005	8,56	11,57	8,57	12,79
2901	5,61	6,10	6,29	9,31
2903	7,53	9,95	6,42	12,25
3002	8,26	4,26	3,44	7,20
3003	11,78	7,21	6,63	8,21
3006	9,43	4,23	9,52	19,19
3014	9,22	2,05	9,30	8,01
3901	12,70	5,14	5,58	9,20
4001	8,81	11,41	4,70	8,12
4002	8,48	10,93	6,42	8,44
4025	7,34	7,04	7,58	8,88
4901	7,51	8,31	8,80	12,32
4902	6,56	8,20	6,22	9,02
4903	5,48	7,18	4,73	6,73
5001	7,91	12,05	6,50	12,19
5002	10,96	14,06	12,16	14,82
5003	5,78	10,57	5,96	10,39
5015	6,87	9,79	7,55	10,18
5901	6,17	9,08	5,41	9,68
5902	5,20	7,60	4,06	9,68
5904	8,85	13,30	5,01	11,64
6001	9,17	5,91	5,83	9,69
6002	11,58	6,52	5,10	10,91
6003	7,54	5,34	4,74	8,61
6004	11,25	8,04	7,89	12,38
6901	9,43	6,11	6,74	10,41
6904	7,22	4,68	4,70	8,62
7006	14,51	13,61	6,33	12,70
7007	9,42	4,89	4,60	8,21
7020	6,55	4,68	4,08	6,63
7035	7,34	4,28	3,20	6,71
7046	7,43	7,46	5,01	10,80
7901	7,07	6,02	3,57	8,23
7902	6,62	3,95	3,83	5,54
8002	8,23	7,92	4,40	8,57
8005	14,19	11,66	6,37	13,23
8018	16,59	16,10	4,78	9,52
8019	9,73	6,53	5,27	8,70
8901	11,40	9,42	5,70	9,57
8903	10,61	10,56	6,81	12,47
8905	10,60	12,83	10,35	15,97
8906	17,60	15,53	15,58	17,94

Příloha 44 (pokr.) Výsledky sledování atmosférické depozice na pozorovacích plochách BMP za období X/2001 - IX/2002

číslo plochy	Al	Ca	Fe	K	Mg	Na	P	S	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	V	Zn
	kg.ha ⁻¹ .rok ⁻¹								g.ha ⁻¹ .rok ⁻¹										
0001	1,27	6,02	2,54	1,43	0,85	5,81	0,67	4,99	2,68	0,21	0,43	2,09	5,38	18,61	69,61	4,87	17,16	2,76	173,0
0066	1,00	2,74	2,39	1,03	0,50	1,26	0,37	3,40	2,43	0,18	0,26	1,24	3,47	15,57	51,61	3,94	9,46	3,02	89,0
0901	1,39	4,94	4,15	1,29	0,88	1,44	0,49	4,89	2,86	0,33	0,81	2,41	9,64	38,67	87,38	9,34	21,35	6,63	444,2
0902	0,61	14,42	1,15	1,92	1,88	1,78	0,44	13,60	5,72	0,11	1,70	1,92	3,92	36,73	70,88	37,57	26,80	1,74	457,3
2001	6,15	7,71	8,35	2,76	2,06	3,15	0,76	6,47	6,90	0,69	0,70	4,14	18,32	27,71	190,07	14,90	24,39	11,50	675,6
2002	0,98	4,35	2,16	1,51	0,73	1,55	0,63	5,98	2,91	0,16	0,85	1,60	10,88	44,51	84,77	8,67	56,63	2,27	476,6
2003	2,97	11,13	4,62	2,83	1,67	1,88	1,20	7,72	5,74	0,43	0,66	3,07	12,61	27,59	136,21	9,41	25,53	5,61	512,6
2005	1,60	8,06	2,44	3,34	1,34	2,64	1,47	8,12	5,91	0,22	0,76	2,23	6,77	256,25	91,36	7,40	15,75	3,28	566,9
2901	1,10	6,18	2,33	3,61	1,14	1,93	1,14	7,23	8,95	0,18	20,26	1,76	4,46	45,33	274,34	9,82	1122,17	3,06	597,8
2903	3,78	10,17	6,16	2,07	1,98	1,82	0,69	6,79	20,93	0,45	2,73	3,22	11,26	26,26	215,43	10,49	120,37	6,69	770,8
3002	1,14	7,66	2,82	1,69	1,29	0,84	0,82	6,58	7,76	0,20	0,58	1,96	3,75	18,30	78,92	8,07	16,12	1,82	448,6
3003	1,38	6,46	2,65	2,78	1,36	1,09	1,64	6,44	2,71	0,19	0,78	1,47	5,07	19,96	91,35	10,03	18,03	1,90	412,0
3006	23,95	33,02	35,11	13,04	13,01	7,94	2,46	20,46	27,50	2,58	1,53	14,18	47,38	51,27	661,45	42,94	43,57	41,65	424,6
3014	0,74	12,05	1,16	19,38	3,34	3,52	3,38	8,71	2,73	0,09	0,65	1,28	2,52	17,78	207,44	4,36	7,68	1,46	315,1
3901	1,26	23,43	2,06	2,53	3,89	1,33	1,61	7,27	2,87	0,17	1,06	1,33	2,87	19,81	102,35	4,71	16,71	1,80	479,9
4001	0,94	3,66	2,01	2,85	1,00	1,32	1,69	5,13	2,40	0,15	0,46	1,54	8,46	16,28	62,96	5,15	10,97	2,81	354,8
4002	0,90	7,04	1,89	7,55	2,37	2,12	1,68	7,99	2,63	0,16	0,57	1,61	11,10	21,02	80,39	10,97	13,70	2,39	372,6
4025	1,12	5,03	2,14	1,87	0,80	1,65	0,60	5,18	2,33	0,15	0,77	1,61	7,84	20,84	65,03	6,04	18,04	3,32	478,8
4901	1,55	5,07	3,15	4,74	1,19	2,12	0,85	7,24	3,59	0,43	0,55	2,39	8,95	28,16	196,53	7,69	15,47	6,26	434,0
4902	0,59	3,29	2,00	1,11	0,56	1,64	0,42	5,53	2,05	0,13	0,62	1,53	10,16	21,38	63,09	7,91	12,24	2,14	590,4
4903	0,35	1,75	1,11	1,04	0,39	1,15	0,45	2,98	1,58	0,07	0,39	0,84	9,66	16,52	70,08	6,09	10,51	1,10	288,8
5001	2,34	4,04	3,56	1,72	0,90	1,58	1,03	7,11	4,04	0,30	0,52	2,42	10,41	17,26	90,30	5,84	12,27	5,20	525,0
5002	2,28	5,63	3,00	2,01	1,44	3,67	1,00	9,33	6,81	0,29	1,30	1,98	10,60	34,54	97,93	7,23	19,78	7,51	196,4
5003	0,99	4,13	2,15	1,42	0,67	1,73	0,71	6,89	3,25	0,18	0,53	1,44	4,50	27,01	75,01	6,51	17,41	2,85	315,1
5015	0,87	2,91	1,92	1,18	0,61	1,92	0,47	6,46	2,88	0,16	0,60	1,50	2,96	21,86	80,95	4,13	14,90	2,22	686,2
5901	1,02	6,10	1,95	1,81	0,90	1,64	0,92	7,23	4,26	0,22	0,38	1,34	4,04	22,51	52,47	10,37	10,02	12,58	136,2
5902	1,00	3,71	2,46	1,49	0,68	1,28	0,74	6,87	4,20	0,24	0,37	1,27	8,82	20,48	55,28	8,76	10,43	2,66	99,9
5904	1,37	5,18	3,21	1,85	0,89	1,71	1,36	7,08	3,50	0,31	0,75	1,67	11,27	230,33	75,12	6,94	9,64	3,64	184,6
6001	1,26	10,06	1,76	2,22	1,62	2,07	0,52	9,11	4,20	0,17	0,76	1,49	39,14	18,13	90,47	5,07	16,92	1,79	311,4
6002	1,93	10,31	2,82	2,97	2,03	1,72	0,97	9,92	3,60	0,22	1,25	2,02	22,86	21,32	120,78	6,46	27,87	3,14	426,3
6003	1,33	9,15	1,87	1,52	1,41	1,97	0,42	8,58	2,74	0,14	0,80	1,43	2,58	20,42	88,27	5,04	17,51	1,76	384,4
6004	1,42	6,70	1,96	2,06	1,66	1,54	1,15	7,76	3,72	0,20	1,13	1,54	3,21	27,57	112,59	5,27	19,33	2,81	431,2
6901	1,15	10,86	1,83	2,54	1,92	2,03	0,99	10,11	4,25	0,17	1,15	1,63	12,71	27,29	151,79	6,02	19,29	2,12	447,4
6904	1,41	9,10	2,39	2,49	1,89	1,53	0,55	7,54	3,58	0,19	0,79	1,51	13,14	25,03	119,31	6,33	19,82	2,59	301,4

Příloha 44 (pokr.) Výsledky sledování atmosférické depozice na pozorovacích plochách BMP za období X/2001 - IX/2002

číslo plochy	Al	Ca	Fe	K	Mg	Na	P	S	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	V	Zn
	kg.ha ⁻¹ .rok ⁻¹								g.ha ⁻¹ .rok ⁻¹										
7006	1,82	16,36	2,26	7,57	1,89	2,89	7,03	12,21	2,53	0,19	1,00	2,02	3,69	37,66	112,88	4,89	21,15	3,41	410,2
7007	2,57	14,09	3,43	2,34	2,23	2,05	0,81	7,93	3,20	0,24	1,04	2,39	6,73	38,30	113,40	6,50	18,69	3,81	471,3
7020	1,05	6,49	1,63	3,60	1,36	1,49	0,70	6,41	1,69	0,11	0,76	1,12	2,25	41,73	95,58	4,16	13,94	1,46	251,0
7035	2,34	12,11	3,96	2,21	1,87	1,19	0,96	7,19	3,05	0,29	0,97	2,37	8,95	24,22	142,86	6,24	25,52	3,09	551,0
7046	3,36	12,72	5,09	2,98	2,81	1,66	0,83	11,25	4,53	0,31	0,98	2,88	6,78	5965	178,06	14,58	21,24	4,74	775,9
7901	2,08	11,92	2,85	1,96	1,86	1,34	0,80	8,56	2,55	0,22	0,96	1,95	6,87	25,91	98,27	5,34	18,60	2,65	475,3
7902	1,79	11,48	2,62	2,44	1,69	3,00	0,89	6,16	2,06	0,19	0,68	1,57	4,58	29,44	90,58	6,11	17,73	2,23	265,8
8002	1,35	9,61	2,41	1,94	1,47	1,20	0,99	8,93	3,20	0,21	1,23	1,70	3,66	25,29	102,35	5,02	20,80	2,12	480,1
8005	1,35	11,36	2,90	4,40	2,31	2,09	2,12	13,03	5,56	0,23	1,98	2,05	4,37	29,97	133,02	7,34	52,96	4,61	628,2
8018	1,05	14,48	2,49	3,12	1,93	1,49	1,30	10,58	2,94	0,19	1,32	1,84	3,89	22,18	174,53	5,77	19,41	1,99	584,6
8019	2,87	8,78	3,94	2,16	1,90	1,10	0,92	7,57	6,17	0,26	1,28	2,59	7,01	20,51	138,70	5,77	31,43	5,57	589,2
8901	8,05	13,21	7,88	4,52	3,61	1,58	1,79	9,95	34,19	0,92	4,47	3,40	20,45	27,97	304,31	9,34	47,91	12,29	657,3
8903	1,29	12,11	2,13	2,21	1,67	1,40	4,27	17,95	4,61	0,19	1,49	1,91	4,86	34,37	94,95	5,87	27,28	5,18	625,3
8905	1,19	10,67	2,89	2,05	1,86	1,84	0,47	14,27	4,88	0,21	3,08	2,26	4,71	28,09	134,79	11,53	56,48	2,88	1367,3
8906	2,10	17,54	5,33	4,92	3,42	2,40	2,69	16,82	6,14	0,36	3,06	2,61	7,25	43,40	230,03	7,90	58,58	4,23	4814,6

Příloha 45 **Výsledky sledování atmosférické depozice - aritmetické průměry a mediány**
za období sledování 1993 - 2002 (měsíčně sledované parametry)

parametr	rok	průměr	medián
celková depozice (bulk metoda) (kg.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	1993	623,24	377,49
	1994	8452,00	342,42
	1995	543,85	326,19
	1996	376,89	297,27
	1997	3567,77	76,71
	1998	189,42	172,69
	1999	630,16	555,51
	2000	224,47	187,06
	2001	813,25	196,24
	2002	210,28	177,57
N - NO₃ (kg.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	1993	6,39	4,12
	1994	3,07	2,77
	1995	7,42	4,18
	1996	12,38	10,93
	1997	5,91	5,67
	1998	5,97	6,06
	1999	6,55	6,55
	2000	10,09	9,60
	2001	7,80	7,77
	2002	8,70	7,04
N - NH₄ (kg.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	1993	14,50	10,16
	1994	18,88	14,69
	1995	19,41	15,04
	1996	50,48	43,66
	1997	10,15	7,73
	1998	8,83	7,65
	1999	6,62	6,42
	2000	10,79	9,38
	2001	9,34	8,60
	2002	8,16	6,11
N - celkový (kg.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	1993	50,67	39,79
	1994	55,83	47,98
	1995	59,16	52,08
	1996	62,87	54,93
	1997	16,06	13,38
	1998	14,80	14,71
	1999	13,17	12,62
	2000	20,88	18,99
	2001	17,14	16,37
	2002	16,86	13,65
chloridy (kg.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	1993	12,81	6,42
	1994	10,10	7,90
	1995	12,84	12,11
	1996	49,27	44,56
	1997	7,62	5,71
	1998	6,12	5,25
	1999	7,03	5,80
	2000	7,20	7,07
	2001	5,87	5,70
	2002	6,61	4,63
síraný (kg.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	1993	21,46	15,73
	1994	16,79	15,78
	1995	22,67	18,67
	1996	37,90	37,50
	1997	12,75	11,31
	1998	10,21	9,85
	1999	9,17	8,71
	2000	9,29	9,29
	2001	9,47	9,51
	2002	10,16	8,11

parametr	rok	průměr	medián
vápník Ca (kg.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	1993	6,36	3,90
	1994	8,62	7,12
	1995	8,76	6,60
	1996	7,16	6,29
	1997	6,75	5,76
	1998	8,62	7,27
	1999	10,96	9,77
	2000	9,75	8,92
	2001	7,12	7,01
	2002	9,29	8,78
hořčík Mg (kg.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	1993	1,24	0,83
	1994	2,21	1,79
	1995	1,80	1,08
	1996	1,87	1,55
	1997	1,42	1,05
	1998	1,40	1,12
	1999	1,41	1,10
	2000	1,47	1,21
	2001	1,32	1,31
	2002	1,85	1,66
draslík K (kg.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	1993	6,40	4,76
	1994	8,27	7,09
	1995	8,07	6,61
	1996	8,94	7,39
	1997	3,53	2,28
	1998	3,18	2,38
	1999	2,84	2,18
	2000	2,92	2,40
	2001	2,90	2,16
	2002	3,14	2,21
sodík Na (kg.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	1993	5,24	2,74
	1994	3,09	2,65
	1995	2,89	2,37
	1996	2,42	2,16
	1997	3,20	2,09
	1998	2,47	1,86
	1999	2,26	1,84
	2000	2,48	2,39
	2001	1,68	1,61
	2002	2,02	1,71
fosfor P (kg.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	1993	2,57	2,16
	1994	3,98	2,81
	1995	4,85	3,54
	1996	4,72	3,92
	1997	1,18	0,79
	1998	1,19	0,87
	1999	0,88	0,75
	2000	1,15	0,88
	2001	1,10	0,86
	2002	1,24	0,92

Příloha 46 (pokr.) Výsledky sledování atmosférické depozice - aritmetické průměry a mediány za období sledování 1993 - 2002 (pololetně sledované parametry)

parametr	rok	průměr	medián
železo Fe (kg.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	1993	6,69	4,89
	1994	5,86	4,22
	1995	6,50	4,51
	1996	7,77	5,88
	1997	2,63	2,26
	1998	2,70	2,12
	1999	2,54	2,37
	2000	3,07	2,81
	2001	2,60	2,22
	2002	3,57	2,46
síra S (kg.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	1993	-	-
	1994	-	-
	1995	15,80	14,77
	1996	17,73	13,68
	1997	9,82	8,98
	1998	8,90	8,49
	1999	8,93	8,40
	2000	8,37	7,89
	2001	8,48	8,68
	2002	8,48	7,54
hliník Al (kg.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	1993	-	-
	1994	-	-
	1995	5,72	1,92
	1996	2,07	1,57
	1997	1,45	1,21
	1998	1,57	1,35
	1999	1,63	1,27
	2000	1,67	1,63
	2001	1,42	1,17
	2002	2,19	1,35
měď Cu (g.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	1993	93,50	42,64
	1994	40,12	37,10
	1995	42,23	35,53
	1996	38,67	35,72
	1997	54,35	20,08
	1998	41,52	18,94
	1999	42,58	37,72
	2000	24,53	24,20
	2001	164,97	22,56
	2002	157,07	26,26
zinek Zn (g.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	1993	546,52	247,50
	1994	441,95	385,20
	1995	302,14	244,76
	1996	317,45	284,99
	1997	710,59	708,33
	1998	594,50	624,22
	1999	539,13	557,78
	2000	519,59	517,41
	2001	573,30	573,30
	2002	546,04	448,64

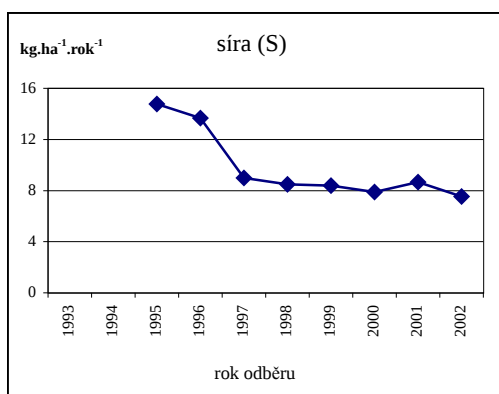
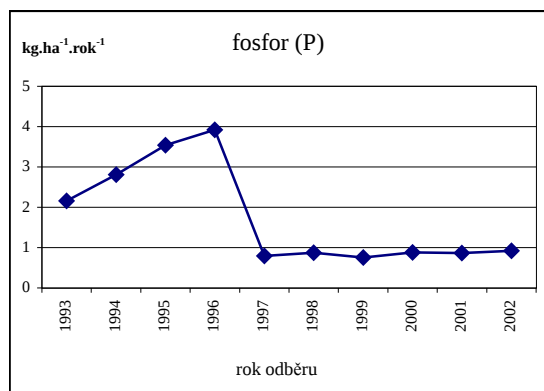
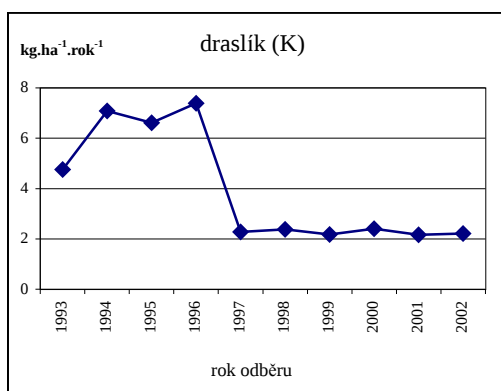
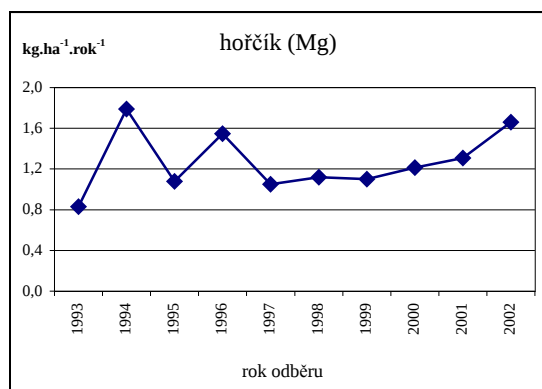
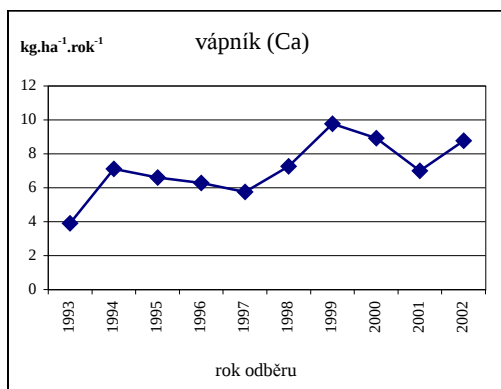
Příloha 46 (pokr.) Výsledky sledování atmosférické depozice - aritmetické průměry a mediány za období sledování 1993 - 2002 (pololetně sledované parametry)

parametr	rok	průměr	medián
mangan Mn (g.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	1993	243,36	129,61
	1994	188,06	134,24
	1995	197,25	147,44
	1996	187,68	137,11
	1997	113,48	89,35
	1998	114,85	90,13
	1999	99,29	90,89
	2000	112,44	102,62
	2001	98,78	87,11
	2002	128,69	97,93
olovo Pb (g.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	1993	63,92	44,86
	1994	43,84	38,31
	1995	42,04	34,43
	1996	41,98	34,02
	1997	30,79	26,02
	1998	23,94	18,18
	1999	24,84	21,17
	2000	22,95	20,88
	2001	41,62	19,03
	2002	46,73	18,69
kadmium Cd (g.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	1993	1,96	1,09
	1994	1,52	1,03
	1995	1,59	1,21
	1996	1,39	1,18
	1997	1,31	0,99
	1998	1,09	0,82
	1999	0,87	0,74
	2000	0,86	0,80
	2001	1,12	0,81
	2002	1,46	0,80
nikl Ni (g.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	1993	49,05	22,92
	1994	18,87	12,50
	1995	14,87	12,12
	1996	13,78	12,40
	1997	9,96	8,13
	1998	7,48	6,50
	1999	12,28	8,44
	2000	7,35	6,20
	2001	6,98	6,31
	2002	8,59	6,50
chrom Cr (g.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	1993	23,11	16,54
	1994	11,30	10,51
	1995	9,87	8,61
	1996	11,99	8,56
	1997	7,13	5,47
	1998	5,85	4,81
	1999	7,44	7,02
	2000	8,89	7,03
	2001	6,86	5,67
	2002	9,12	6,87

Příloha 46 (pokr.) Výsledky sledování atmosférické depozice - aritmetické průměry a mediány za období sledování 1993 - 2002 (pololetně sledované parametry)

parametr	rok	průměr	medián
kobalt Co (g.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	1993	-	-
	1994	-	-
	1995	4,22	3,43
	1996	-	-
	1997	2,05	1,93
	1998	1,99	1,96
	1999	1,83	1,62
	2000	2,09	1,88
	2001	1,60	1,50
	2002	2,19	1,84
arsen As (g.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	1993	-	-
	1994	-	-
	1995	92,82	9,72
	1996	8,82	7,47
	1997	6,39	5,25
	1998	5,16	4,18
	1999	1,98	1,84
	2000	4,20	3,52
	2001	3,54	3,05
	2002	5,34	3,58
vanad V (g.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	1993	-	-
	1994	-	-
	1995	110,27	12,33
	1996	13,49	10,67
	1997	8,68	8,01
	1998	7,69	7,09
	1999	7,86	6,98
	2000	7,95	7,40
	2001	6,98	5,94
	2002	4,58	2,88
berylíum Be (g.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	1993	-	-
	1994	-	-
	1995	0,27	0,22
	1996	0,22	0,16
	1997	0,19	0,15
	1998	0,21	0,18
	1999	0,29	0,27
	2000	0,31	0,27
	2001	0,34	0,28
	2002	0,29	0,20

Příloha 47 Depozice prvků v $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ za období sledování 1993 - 2002, zobrazeny jsou mediány výsledků ze souboru všech pozorovacích ploch



Příloha 47 (pok) Depozice prvků v $\text{g} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ za období sledování 1993 - 2002, zobrazeny jsou mediány výsledků ze souboru všech pozorovacích ploch

