

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně
Sekce zemědělských vstupů



**KONTROLA A MONITORING CIZORODÝCH LÁTEK
V POTRAVNÍCH ŘETĚZCÍCH**

Zpráva za rok 2015

- Zpracovali:** Mgr. Šárka Poláková, Ph.D.
Ing. Ladislav Kubík, Ph.D.
Ing. Lenka Prášková, Ph.D.
Ing. Jaroslav Houček
Mgr. Stanislav Malý, Ph.D.
Ing. Jiří Fiala, Ph.D.
Ing. Lenka Klašková
- Předkládá:** Ing. Miroslav Florián, Ph.D.
ředitel Sekce zemědělských vstupů
- Schválil:** Ing. Daniel Jurečka, ředitel ústavu

Brno, březen 2016



OBSAH

1. KONTROLA A MONITORING CIZORODÝCH LÁTEK V ZEMĚDĚLSKÉ PŮDĚ A VSTUPECH DO PŮDY	5
1.1 ÚVOD	5
1.2 CÍLE	7
1.3 METODIKA PRACÍ.....	9
1.4 VÝSLEDKY	10
1.4.1 Bazální monitoring půd.....	10
1.4.1.1 Obsahy PCB v půdě.....	10
1.4.1.2 Obsahy PAH v půdě	14
1.4.1.3 Obsahy persistentních chlorovaných pesticidů (OCP) v půdě.....	18
1.4.1.4 Obsahy polybromovaných difenyletherů (PBDE) v půdě	25
1.4.1.5 Obsahy účinných látek používaných v přípravcích na ochranu rostlin v půdě.....	26
1.4.1.6 Monitoring mikrobiálních parametrů půd ČR	33
1.4.1.7 Monitoring rostlinné produkce - obsahy rizikových prvků a látek v rostlinách	36
1.4.1.8 Stanovení aktivit ¹³⁷ Cs v půdách vybraných lokalit BMP (2014).....	37
1.4.1.9 Stanovení obsahu esterů kyseliny ftalové v půdách lokalit BMP v roce 2014	39
1.4.2 Kontrola hnojiv a pomocných látek	41
1.4.3 Monitoring kalů ČOV	43
1.4.3.1 Obsahy rizikových prvků	43
1.4.3.2 Obsahy PCB	46
1.4.3.3 Obsahy PAH.....	48
1.4.3.4 Obsahy AOX	51
1.4.3.5 Obsahy organochlorových pesticidů	53
1.4.3.6 Obsahy polybromovaných difenyletherů (PBDE).....	54
1.4.3.7 Obsah vybraných perfluoroalkylových sloučenin (PFAS) v kalech.....	57
1.4.3.8 Využití kalů	60
1.4.4 Hodnocení rybníčních sedimentů.....	61
2. SLEDOVÁNÍ ZAKÁZANÝCH A NEŽÁDOUCÍCH LÁTEK A PRODUKTŮ A ZNEČIŠŤUJÍCÍCH DOPLŇKOVÝCH LÁTEK V KRMNÝCH PRODUKTECH	68
2.1 Sledování zakázaných látek.....	68
2.1.1 Cílená kontrola přítomnosti zpracovaných živočišných bílkovin v krmivech	68
2.1.2 Cílená kontrola rybí moučky na přítomnost tkání suchozemských živočichů	69
2.2 Sledování nežádoucích látek.....	70
2.2.1 Monitoring vybraných perzistentních organických polutantů (POP).....	70
2.2.2 Cílená kontrola dioxinů, furanů a PCB dioxinového typu	71
2.2.3 Monitoring mykotoxinů	72
2.2.4 Cílená kontrola přítomnosti těžkých kovů v krmivech	73
2.2.5 Cílená kontrola přítomnosti dalších nežádoucích látek v krmivech.....	75
2.3 Sledování správného používání doplňkových látek	77
2.3.1 Cílená kontrola používání kokcidostatik.....	77
2.3.2 Cílená kontrola dodržování limitů doplňkových látek	80
2.3.3 Cílená kontrola kontaminace krmiv léčivy	93
2.3.4 Cílená kontrola parametrů glycerolu, používaného jako krmná surovina.....	95
2.4 Sledování dalších bezpečnostních ukazatelů.....	96



2.4.1	Cílená kontrola pesticidů	96
2.4.2	Cílená kontrola přítomnosti nepovolených genetických modifikací v krmivech a označování povolených GMO	97
2.4.3	Cílená kontrola přítomnosti doplňkových látek v krmivech	97
2.4.4	Cílená kontrola výskytu zakázaných stimulatorů nebo inhibitorů růstu	98
2.4.5	Cílená kontrola přítomnosti zpracovaných živočišných proteinů	98
2.5	Závěr	99

1. Kontrola a monitoring cizorodých látek v zemědělské půdě a vstupech do půdy

1.1 ÚVOD

Přehled prací prováděných Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským, Sekcí úřední kontroly (Oddělení půdy a lesnictví, Oddělení krmiv, Oddělení registrace hnojiv, Odbor zemědělské inspekce) ve spolupráci s Národní referenční laboratoří ÚKZÚZ, v roce 2015 v oblasti kontroly a monitoringu cizorodých látek v zemědělské půdě a vstupech do půdy:

1) Bazální monitoring zemědělských půd (BMP)

- odběry vzorků půd a vyhodnocení obsahů organických polutantů na vybraných pozorovacích ploch
- odběry a analýzy vzorků rostlin v subsystému kontaminovaných ploch a na referenčních plochách v základním subsystému
- odběry vzorků půd a vyhodnocení mikrobiologických parametrů na vybraných pozorovacích plochách
- výkop a popis pedologických sond na pozorovacích plochách BMP, včetně analýz vzorků půd z jednotlivých horizontů

2) Monitoring vstupů do půdy

- Monitoring kvality kalů a kvality půdy a rostlin po aplikaci kalů ČOV
 - odběry vzorků kalů s přednostním výběrem ČOV, jejichž kaly jsou využity v zemědělství
 - odběry a analýzy vzorků rostlin na pozemcích po aplikaci kalů, na nichž byly zjištěny nadlimitní obsahy rizikových prvků
- Monitoring rybníčních a říčních sedimentů
 - odběry vzorků sedimentů (sledování výživových charakteristik, obsahu rizikových prvků, organických polutantů)
- Aktivní biomonitoring
 - sledování imisní zátěže rizikovými prvky a PAH, prostřednictvím standardně předpěstovaných kultur jílku mnohokvětého a borovice černé
- Monitoring atmosférické depozice
 - od října 2005 je monitoring atmosférické depozice pozastaven a převeden na tzv. „přerušovaný“ cyklus sledování

3) Registr kontaminovaných ploch

- zahušťování odběrů na územích se zjištěnými nadlimitními obsahy sledovaných rizikových prvků

- zahušťování odběrů na územích s dosud neprovedenými analýzami (extrakce lučavkou královskou)
- odběry vzorků půd u ekologicky hospodařících zemědělců
- odběry vzorků půd na pozemcích s aplikací kalů
- spolupráce se zemědělskými podniky, obecními a krajskými úřady – doplňování databáze registru

4) Kontrola hnojiv

- kontrolní činnost vyplývající ze zákona č. 156/1998 Sb., ve znění pozdějších předpisů

5) Kontrola krmiv

- přítomnost zakázaných látek a produktů v krmivech
- kontrola výskytu nežádoucích látek a produktů v krmivech
- dodržování podmínek používání doplňkových látek v krmivech
- sledování dalších problematik týkajících se bezpečnosti krmiv

Zpráva hodnotí výsledky za rok 2015, navazuje na výsledky z minulých let a pokud je to možné, hodnotí též vývoj sledovaných parametrů.

1.2 CÍLE

Cíle kontroly a monitoringu rizikových prvků a rizikových 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 při přípravě návrhů a novely legislativních předpisů. Současně jsou výsledky všech oblastí sledování využívány jako zdroje dat pro vědeckovýzkumné projekty.

Bazální monitoring půd

- 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 AZZP.
- Na úrovni ÚKZÚZ, MZe a MŽP je systém monitoringu navázán na zahraniční systémy monitoringů, slouží k prezentaci výsledků na mezinárodní úrovni a spolupráci se zahraničními odborníky (vazba zejména na Německo, Slovensko, Švýcarsko, Rakousko, Maďarsko).
- Výsledky jsou vyhodnocovány za účelem hodnocení a validace analytických metod.
- Výsledky jsou vyhodnocovány za účelem poskytování materiálů pro ročenky a statistické přehledy.

Monitoring vstupů do půdy

a) Monitoring kvality kalů a kvality půdy a rostlin po aplikaci kalů ČOV

- V návaznosti na program monitoringu půd je prováděno bilancování látek a hodnocení vstupů rizikových látek do půdy i prostřednictvím aplikace kalů ČOV.
- V návaznosti na registr kontaminovaných ploch byla v roce 1997 zahájena postupná tvorba databáze pozemků s aplikací kalů ČOV. Tato databáze bude sloužit k hodnocení rizik na konkrétních pozemcích, kde byly kaly aplikovány.
- V roce 2003 byla zahájena postupná tvorba databáze rostlin pěstovaných na pozemcích s aplikací kalů. Také tato databáze bude sloužit k hodnocení rizik na konkrétních pozemcích, kde byly kaly aplikovány.
- Výsledky inventarizace jsou využívány pro přípravu legislativních předpisů.

b) Monitoring rybníčních a říčních sedimentů

- Ústav provádí testování sedimentů s ohledem na další způsoby nakládání s vytěženými sedimenty, především s ohledem na jejich použití v zemědělských ekosystémech.
- Databáze získaných analytických dat slouží jako zdroj informací pro orgány státní správy.
- Databáze analytických dat tvoří samostatnou vrstvu v LPIS a usnadňuje vyhodnocení vhodnosti aplikace sedimentů na zemědělskou půdu.
- Výsledky šetření byly použity při tvorbě legislativních opatření.

c) Aktivní biomonitoring

- Metoda slouží ke zjištění aktuální depoziční zátěže krajiny a především zemědělských plodin vybranými prvky a/nebo látkami.
- ÚKZÚZ zjišťuje prostřednictvím této metody na vybraných stanovištích pozad'ové hodnoty vybraných anorganických a organických polutantů.

d) Monitoring atmosférické depozice

- Výsledky poskytují informace pro bilancování látek v agroekosystémech: hodnocení imisí z hlediska vstupů rizikových prvků do půdy, vytvoření národní sítě a poskytování referenčních hodnot. V návaznosti na monitoring půd lze hodnotit vliv imisí na zemědělskou produkci. Funkční systém poskytuje podklady pro odvozování emisních limitů a kritických zátěží půd. Prvotní data byla poskytována k dalšímu využití Zemědělské vodohospodářské správě a Českému hydrometeorologickému ústavu.
- V současné době je tento program pozastaven.

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 s využitím aplikace do GIS.
- d) Databáze analytických výsledků tvoří samostatnou vrstvu v LPIS a usnadňuje např. vyhodnocení jiných šetření.

Kontrola hnojiv

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

Kontrola krmiv

Výsledky poskytují informace o plošné úrovni bezpečnosti vyrobených krmných produktů. Slouží jako podkladové materiály ÚKZÚZ pro systematické zaměření kontrol v následujícím období.

V rámci kontrolního systému ÚKZÚZ data umožňují detekovat závadné produkty na trhu a cíleně dohledávat a odstraňovat nedostatky při jejich výrobě nebo zpracování.

Výrobci krmných produktů zveřejněné informace využívají při modifikaci interních preventivních a kontrolních systémů řízení rizik.

Data monitoringu cizorodých látek jsou využívány pro stanovení nebo upřesnění doporučených směrných hodnot jejich obsahu v krmivech.

1.3 METODIKA PRACÍ

Terénní, analytické a vyhodnocovací práce byly prováděny v souladu s platnými metodikami vypracovanými pro jednotlivé úkoly a s požadavky MZe, Odboru bezpečnosti potravin (metodické postupy Sekce zemědělských vstupů; Zbíral, J. a kol., 2010 – 2011: Analýza půd I – III, jednotné pracovní postupy; Zbíral, J. a kol., 2014: Analýza rostlinného materiálu, jednotné pracovní postupy). Současně byly uplatněny národní nebo mezinárodní normy odběrů vzorků a analytických prací.

Terénní a vyhodnocovací práce byly zabezpečovány pracovníky Sekce úřední kontroly, analytické práce převážně Národní referenční laboratoří. Vlastní laboratorní analýzy byly prováděny v regionálních laboratořích v Plzni, Brně a Opavě, vybrané analýzy krmiv ve smluvních laboratořích. Všechny laboratoře jsou zapojeny do vnitřního systému řízení jakosti, organizovaného Národní referenční laboratoří a všechny jsou akreditovány ČIA. Laboratoře se pravidelně účastní mezilaboratorních porovnávacích zkoušek na národní i mezinárodní úrovni.

Z důvodu úspor jsou od roku 2012 prováděny odběry půdních vzorků na stanovení organických polutantů pouze z orničního horizontu. Dále byly vzhledem ke změnám ve využívání pozemků provedeny následující změny v souboru půd orných a TTP určených ke stanovení organických polutantů: od roku 2007 je plocha 8904KO evidována v souboru ploch TTP (změna kultury z orné půdy na TTP). V roce 2011 byla do souboru ploch TTP zařazena plocha 5905KO (změna kultury z orné půdy na TTP). V roce 2008 byl ukončen monitoring na ploše 4901KO (TTP) (výstavba rodinných domů), jako náhrada byla založena plocha 4904KO (TTP) – monitoring byl v plném rozsahu zahájen v roce 2009. V tomtéž roce byla plocha 4903KO převedena ze souboru ploch TTP do souboru ploch orných půd (rozorání travního porostu, zemědělská výroba). V roce 2013 došlo k přesunu monitorovací plochy 8026 (orná půda) přibližně o 500 m a to z důvodu výstavby rodinných domů. V témže roce byl na přesunutě ploše (8026BOP) zahájen monitoring v plném rozsahu (včetně vzorkování v základním odběrovém cyklu).

V roce 2012 byl zahájen screening obsahů vybraných kongenerů PBDE v zemědělských půdách a dalších environmentálních matricích (sedimentech, kalech ČOV), jako odezva na zařazení PBDE na seznam látek Stockholmské úmluvy a na návrh EFSA na monitoring těchto látek v potravinách. Jelikož v půdních vzorcích nebyly nalezeny obsahy PBDE nad mezí stanovitelnosti, nebudou již (od roku 2016) PBDE v půdních vzorcích stanovovány. Ve vzorcích sedimentů a kalů budou analýzy pokračovat.

Současně s PBDE byly na seznam Stockholmské úmluvy zařazeny i perfluorované látky (PFAS). Screening vybraných PFAS byl zahájen v roce 2013 analýzami odpadních kalů z ČOV.

Jako odezva na celospolečenskou diskusi týkající se reziduí pesticidů v potravinách, byly v roce 2014 zahájeny screeningová stanovení 53 účinných látek přípravků na ochranu rostlin v půdních vzorcích BMP. V roce 2015 byl seznam stanovovaných účinných látek rozšířen na celkem 68 sloučenin.

1.4 VÝSLEDKY

1.4.1 Bazální monitoring půd

1.4.1.1 Obsahy PCB v půdě

Polychlorované bifenyly (PCB) jsou skupinou organických sloučenin skládajících se z bifenyly ($C_{12}H_{10}$) a různého počtu připojených atomů chlóru. Důvodem pro jejich produkci byla mimořádná chemická stálost (nehořlavost) a výborné elektroizolační schopnosti. Spolu s jejich toxicitou představuje právě jejich chemická stálost zásadní problém, neboť jejich biodegradace probíhá v přírodě jen velmi pomalu a za specifických podmínek.

Půdní vzorky ke stanovení PCB byly v roce 2015 odebrány ze 40 stálých monitorovacích ploch Bazálního monitoringu půd (pouze z orníčních horizontů) a 5 lokalit v chráněných územích.

Výsledky stanovení PCB v roce 2015 uvádí příloha 1 a 2. V příloze 1 jsou ke každé pozorovací ploše uvedeny obsahy jednotlivých kongenerů PCB i celková suma 7 vybraných kongenerů. V příloze 2 jsou graficky znázorněny obsahy PCB na všech pozorovacích plochách.

Základní statistické charakteristiky souboru jsou uvedeny v tabulce 1, hodnoty jsou uváděny zvlášť pro ornou půdu, trvalé travní porosty (TTP) a chráněná území; souhrnná deskriptivní statistika souboru (2004 – 2015) je uvedena v příloze 23. Grafické vyjádření obsahů PCB (medián) v jednotlivých kulturách uvádí příloha 3.

Medián sumy 7 kongenerů v orných půdách se v období 2000 – 2015 pohybuje v rozmezí 1,75 – 6,40 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ (ppb) suš. (nejvyšší hodnoty bylo dosaženo v roce 2004). Medián z roku 2015 činí 2,10 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. Mediány obsahů sumy 7 kongenerů PCB v půdách TTP a CHÚ vykazují stejný rozsah jako orné půdy. Ve vzorcích půd z TTP lze pozorovat mírně vyšší hodnoty mediánů než v orných půdách, což je s největší pravděpodobností způsobeno menší hloubkou odběru vzorku.

Z přílohy 3 je patrný shodný průběh mediánů sumy PCB v letech 2000 – 2015 v orných půdách a chráněných územích (stagnace od roku 2007). V roce 2013 se medián orných půd mírně zvýšil - došlo k mírnému zvýšení stanovených obsahů PCB ve většině vzorků, v roce 2014 a 2015 byl zaznamenán pokles na původní hodnoty. Mediány obsahů PCB v půdách TTP v posledních pěti letech mírně kolísají. V roce 2015 byla naměřena druhá nejvyšší hodnota mediánu u TTP za dobu sledování 2000 – 2015 a to 4,08 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ (nejvyšší hodnota mediánu byla 6,50 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ v roce 2004). Tyto změny nejsou způsobeny sníženými, nebo popř. zvýšenými vstupy PCB do půd, ale změnou struktury souboru ploch TTP. V roce 2008 byl ukončen monitoring na ploše 4901 (TTP) z důvodu výstavby RD a o několik desítek metrů dál byla v rámci téhož katastru založena plocha nová – 4904KO (TTP). Obsahy PCB na této nové ploše jsou vyšší než na ploše původní (v roce 2012 bylo zaznamenáno překročení limitních 10 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.). Zároveň je rok 2008 posledním rokem, kdy se v souboru ploch TTP objevuje monitorovací plocha 4903KO (od roku 2009 je již vedena jako orná) a v roce 2009 je do souboru ploch TTP zahrnuta 8904KO, přičemž tato plocha vykazuje také mírně zvýšené obsahy PCB v půdě a řadí se k plochám s jednorázovým překročením limitní hodnoty. Od roku 2011 vypadla ze souboru ploch TTP také plocha 8026BO, která je od té doby vedena jako orná půda. Od roku 2013 není již mezi TTP ani plocha 8906KO (zařazena k orným půdám). Tyto změny kultury u některých ploch vyplývají z charakteru BMP - monitorovací plochy nejsou majetkem ústavu, ale soukromých subjektů, které na nich hospodaří běžným způsobem.

Vzhledem k tomu, že PCB náleží do skupiny polutantů charakteristických dálkovým transportem, je významnou lokalitou BMP Studniční hora (KRNAP), která se díky své nadmořské výšce významně podílí na vysokých hodnotách průměrů a mediánů pozorovacích ploch v chráněných územích (vyčesávací efekt). V roce 2013 byly vysoké obsahy PCB

nalezeny také v CHKO Orlické Hory (na Bukačce), kde však byl výsledek značně zkreslen neodborným odběrem vzorku.

Jako limitní hodnotu pro obsah PCB v půdě uvádí vyhláška č. 13/1994 Sb. $10 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. Tato vyhláška však již neuvádí, na jaké kongenery se limit vztahuje. Limitní hodnotu překročily (pro sumu 7 kongenerů) v roce 2015 tři vzorky orných půd (tabulka 2). Navrhovaná limitní hodnota $20 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. by byla v roce 2015 překročena na dvou monitorovacích plochách (orná půda).

Nejvyšších obsahů je dosahováno v případě orných půd na třech lokalitách – 7901KO, 7902KO a 7045BO. Všechny tyto lokality leží v těsné blízkosti průmyslových zón (Zlín, Brno, Staré Město - výroba barev od roku 1925). Lokality 7901KO a 7902KO jsou typické trvalými vysokými obsahy PCB v půdě a odlišným procentuálním zastoupením jednotlivých kongenerů v celkové sumě PCB.

Tab. 1 Mediány, aritmetické průměry a maxima obsahů sumy 7 kongenerů PCB v orničním horizontu (svrchní vrstvě) všech pozorovacích ploch BMP za období 2000 – 2015 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.)

Orná půda (ornice)																
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
medián	1,75	2,00	2,15	3,50	6,40	3,58	3,60	1,75	2,03	2,02	2,06	2,00	2,02	2,89	1,88	2,10
průměr	7,29	5,43	6,29	6,19	8,77	5,51	6,66	5,11	5,16	6,80	5,71	5,19	5,19	5,86	4,71	5,07
max.	84,3	42,1	62,9	47,3	48,9	44,7	62,8	55,7	59,2	98,9	44,6	58,5	51,7	47,8	40,1	35,4
Trvalé travní porosty (svrchní hor.)																
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
medián	1,75	2,85	2,65	3,50	6,50	3,60	3,53	2,04	2,11	3,70	2,63	2,34	3,09	3,58	2,57	4,08
průměr	2,27	3,11	2,95	4,32	6,29	4,29	6,76	3,60	4,79	3,57	3,98	3,34	4,91	4,60	2,56	4,22
max.	4,10	4,90	4,50	7,00	9,35	8,65	17,8	6,39	14,9	4,74	8,82	6,52	12,1	8,82	3,55	7,36
Chráněná území (svrchní hor.)																
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
medián	1,50	1,50	4,50	3,50	6,50	4,80	3,35	1,75	1,75	2,04	1,75	1,75	2,11	1,75	1,75	2,38
průměr	1,68	2,00	4,42	4,86	7,38	6,78	4,69	1,75	3,13	3,53	2,68	1,75	2,48	7,14	2,40	5,32
max.	2,07	2,90	7,7	10,3	11,0	16,6	10,1	1,75	8,64	9,02	6,00	1,75	3,61	22,3	4,74	14,4

Tab. 2 Počty vzorků překračujících stanovené limitní hodnoty (LH v $\mu\text{g.kg}^{-1}$) – orná půda, ornice

	LH	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
vyhl. č. 13/1994 Sb.	10	4	3	5	4	3	2	6	4	2	3	2	2	4	3	3	4	3	3
návrh vyhlášky	20	2	2	3	2	3	2	3	1	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2

Průběh obsahů PCB na plochách, na kterých došlo ve sledovaném období (1998 – 2014) k překročení platné limitní hodnoty, je graficky znázorněn v příloze 4 (suma 6 kongenerů pro léta 1998 a 1999, od roku 2000 suma 7 kongenerů). Podle grafů v příloze 4 je možné rozdělit pozorovací plochy do pěti skupin v závislosti na intenzitě kontaminace: a) plochy

s trvalým obsahem sumy PCB < 10 ppb, b) plochy chráněných území, c) plochy, na nichž došlo k jednorázovému překročení limitní hodnoty, d) plochy charakteristické trvalým, mírným překračováním limitní hodnoty a e) plochy charakteristické trvalým, vysokým překračováním limitní hodnoty. Procentuální zastoupení jednotlivých kongenerů PCB v těchto skupinách je uvedeno v příloze 5 a tabulce 3.

Tab. 3 *Procentuální zastoupení jednotlivých kongenerů v sumě PCB (ornice / svrchní horizont; 2004 – 2015)*

	Kongenery						
	28	52	101	118	138	153	180
podlimitní plochy	11,2	10,4	12,3	10,3	17,5	23,1	15,2
chráněná území	9,35	7,97	12,2	9,35	22,7	23,1	15,3
jednorázové překročení limitní hodnoty	7,15	5,72	8,75	5,74	22,1	28,4	22,1
trvalé, mírné překračování limitní hodnoty	2,05	1,79	8,68	2,36	24,4	34,0	26,8
trvalé, vysoké překračování limitní hodnoty	1,68	0,86	2,85	1,07	26,0	27,4	40,2

Největší podíl ze sumy 7 kongenerů PCB má (téměř) vždy kongener 153 (výjimkou jsou plochy s trvale vysokými obsahy PCB - 7901KO, 7902KO, na kterých má nejvyšší podíl kongener 180). Obsahy zbývajících kongenerů jsou u ploch s podlimitními obsahy a v CHÚ vyrovnané. U ploch s nadlimitními obsahy PCB se zvyšuje zastoupení kongenerů 138 a 180 a snižuje zastoupení zbývajících čtyř. V případě ploch trvale a vysoko překračujících limitní hodnotu se dále zvyšuje podíl kongeneru 180 na úkor kongeneru 153 a dále klesají podíly kongenerů 28, 52, 101 a 118. Kongenery 138, 153 a 180 náleží k tzv. výšechlorovaným kongenerům, které podléhají biodegradaci v půdě pomaleji než ostatní stanovované kongenery.

Závěry

- V roce 2015 byly PCB stanoveny na 34 plochách s ornou půdou, 5 plochách s TTP, na 1 chmelnici a v pěti vzorcích nenarušených půd CHÚ.
- Rozsah mediánů obsahů sumy 7 kongenerů PCB (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) v letech 2000 – 2015 se pohybuje v ornici orných půd mezi 1,75 – 6,4 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš., nejvyšší hodnota byla zjištěna v roce 2004. Poté došlo ke snížení mediánů a jejich stagnaci. Pro rok 2015 byl pro ornou půdu vypočten medián 2,10 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.
- Mediány obsahů 7 kongenerů PCB v půdách chráněných území vykazují stejný rozsah a velmi podobný průběh jako orné půdy.
- Mediány obsahů 7 kongenerů PCB v půdách TTP kolísají a jsou mírně vyšší než v orných půdách. Kolísání není způsobeno rozdílnými vstupy látek do půdy, ale změnou ve struktuře souboru ploch TTP.
- V roce 2015 byla naměřena druhá nejvyšší hodnota mediánu u TTP a to 4,08 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ (nejvyšší byla 6,50 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ v roce 2004)
- Limitní hodnota přípustného znečištění polychlorovanými bifenylly 10 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš., stanovená vyhláškou č. 13/1994 Sb., byla v roce 2015 překročena v ornici tří pozorovacích ploch orných půd (7045, 7901, 7902).
- Podle intenzity kontaminace je možné rozdělit pozorovací plochy na: a) plochy s trvalým obsahem sumy PCB < 10 $\mu\text{g.kg}^{-1}$, b) plochy chráněných území, c) plochy, na

nichž došlo k jednorázovému překročení limitní hodnoty, d) plochy charakteristické trvalým, mírným překračováním limitní hodnoty a e) plochy charakteristické trvalým, vysokým překračováním limitní hodnoty.

- Na plochách s nadlimitním obsahem PCB nelze očekávat výrazný pokles obsahů PCB z důvodu vysokého poměrného zastoupení výsechlorovaných (a tudíž odolnějších) PCB.

1.4.1.2 Obsahy PAH v půdě

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH), jsou chemické sloučeniny složené z uhlovodíkových cyklů (aromatických jader) bez heterogenních atomů nebo substituentů. Vyskytují se ve vyšší míře následkem lidské činnosti - především nedokonalého spalování uhlíkatých paliv. V závislosti na struktuře mají některé z nich karcinogenní účinky. Vázané na pevné částice se snadno pohybují vzduchem, v půdě jsou nejčastěji vázané na organickou hmotu. Nejdůležitějším procesem jejich odbourávání z půdního prostředí je biodegradace. V menší míře se uplatňuje vymývání do podzemních vod a odpar do půdního vzduchu.

Polycyklické aromatické uhlovodíky jsou ve vzorcích BMP stanovovány od roku 1997. Od roku 2006 je stanovováno všech 16 EPA PAH.

V roce 2015 byly obsahy 16 individuálních PAH stanoveny na 40 vybraných pozorovacích plochách BMP a 5 lokalitách v chráněných územích a to pouze v orničním (svrchním) horizontu (příloha 6). Součástí přílohy je také vypočtená suma všech stanovovaných PAH (suma 16 PAH), suma 7 PAH uvedených ve vyhlášce č. 13/1994 Sb. a suma 12 PAH podle návrhu vyhlášky. Graficky jsou obsahy sumy 16 PAH na všech plochách BMP i v CHÚ vyjádřeny v příloze 7.

Základní statistické charakteristiky jednotlivých PAH za dobu sledování 2006 – 2015 jsou uvedeny v příloze 8. Základní statistické charakteristiky sumy 16 PAH jsou uvedeny v tabulce 4 a souhrnná statistika souboru (2004 – 2014) je uvedena v příloze 23.

V souboru ploch s ornou půdou kolísaly hodnoty pro sumu 16 PAH v ornici v roce 2015 v rozmezí 131 – 2342 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. (tabulka 4). Rozsah mediánů (1997 – 2015) v ornici činí 501 – 967 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. V roce 2015 byla vypočtena hodnota mediánu 529 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. Patří k nejnižším hodnotám za celé období sledování (1997 – 2015). Základní statistické charakteristiky souboru do roku 2006 jsou uvedeny v příloze 9.

Ve svrchním horizontu TTP kolísají hodnoty mediánů v letech sledování 1997 – 2015 mezi 449 – 1302 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. (medián 2015: 449 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.). Plochy s TTP vykazují vyšší hodnoty a větší různorodost hodnot mediánů než plochy s ornou půdou a chráněná území (příloha 10). V posledních letech se mediány obsahů PAH ve svrchních horizontech orných půd a TTP vyrovnaly. Tento pokles obsahů PAH v půdách TTP není způsoben snížením obsahu PAH v těchto půdách, ale změnami samotného souboru ploch TTP. V roce 2008 byl ukončen monitoring na ploše 4901KO z důvodu výstavby RD a o několik desítek metrů dál byla v rámci téhož katastru založena plocha nová – 4904KO. Obsahy PAH na této ploše jsou mnohem nižší než na ploše původní. Zároveň je rok 2008 posledním rokem, kdy se v souboru ploch TTP objevuje monitorovací plocha 4903KO (od roku 2009 je již vedena jako orná) a v roce 2009 je do souboru ploch TTP zahrnuta 8904KO. Od roku 2011 vypadla ze souboru ploch TTP také plocha 8026BO, která je od té doby vedena jako orná půda. Od roku 2013 není již mezi TTP ani plocha 8906KO (zařazena k orným půdám).

Hodnotu přípustného znečištění 1,0 mg.kg^{-1} suš., stanovenou vyhláškou č. 13/1994 Sb. pro polycyklické aromatické uhlovodíky celkem (suma 7 PAH), překročily v roce 2015 jeden vzorek orné půdy. Limity pro jednotlivé uhlovodíky však byly překročeny vícekrát. Nejčastěji je dlouhodobě překračována hodnota přípustného znečištění pro chrysen, v roce 2015 byl limit překročen ve 33 půdních vzorcích orných půd. Zvýšený počet případů překročení limitních hodnot se dále vyskytl u fluoranthenu a anthracenu (18 a 12 vzorků orných půd). Počty vzorků překračující limitní hodnoty vyhlášky pro jednotlivé PAH klesají v souladu s poklesem celkových obsahů PAH. Tento pokles se odrazil také v hodnocení obsahů podle navrhovaných limitních hodnot.

Počty vzorků překračující limity stanovené vyhláškou č. 13/1994 Sb. a limity uvedené v návrhu vyhlášky, jak pro jednotlivé PAH, tak i pro jejich sumu jsou uvedeny v tabulkách 5 a 6. Obsah PAH na plochách, na kterých byla v průběhu celého monitoringu alespoň 1x překročena hodnota přípustného znečištění, je uveden v příloze 11.

Tab. 4 *Základní statistické charakteristiky sumy 16 PAH v ornici (svrchním horizontu) orných půd, TTP a CHÚ; srovnání let 2006 – 2015 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.)*

	Orná půda - ornice									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Arit. prům.	911	748	724	1049	961	1081	646	684	654	628
medián	675	547	501	737	652	692	533	530	530	529
minimum	69,2	117	77,1	188	117	131	91	83,3	93,2	131
maximum	2658	2189	3009	4005	6071	5478	1686	2158	2118	2342
počet	34	34	34	34	33	33	33	34	34	34
	TTP - svrchní horizont									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Arit. prům.	909	841	1101	699	952	566	747	530	541	690
medián	1175	847	1017	594	713	538	463	718	463	449
minimum	282	261	275	305	397	133	117	103	108	151
maximum	1311	1470	2524	1124	2015	1091	2479	802	1001	1458
počet	5	5	5	5	6	6	6	5	5	5
	CHÚ - svrchní horizont									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Arit. prům.	675	130	583	564	565	161	458	1137	231	591
medián	229	129	172	215	257	164	187	154	154	165
minimum	93,6	83,9	107	169	162	142	129	107	151	131
maximum	2168	180	2302	1851	1897	179	1044	3935	515	2004
počet	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5

Tab. 5 *Počty překročení limitních hodnot obsahů PAH v orných půdách (ornice) na pozorovacích plochách BMP dobu sledování (2006 – 2015) – porovnání s platnými limitními hodnotami vyhlášky č. 13/1994 Sb. (hodnoty přípustného znečištění v mg.kg^{-1} suš., ppm)*

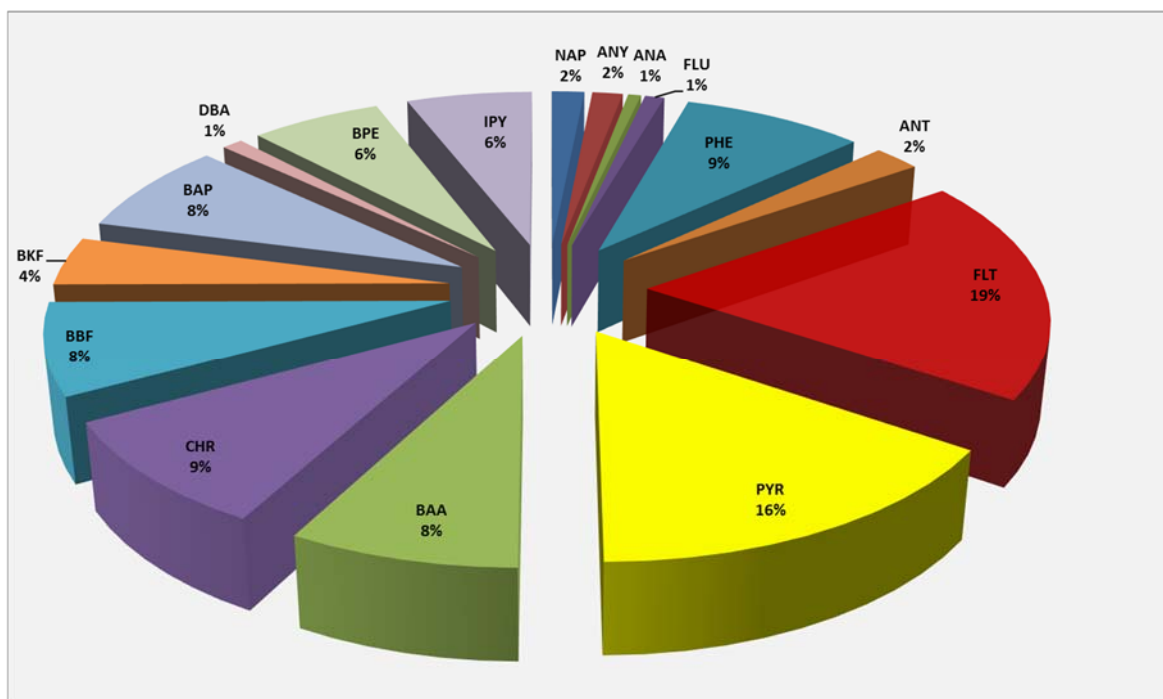
	Zkr. PAH	Limit	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Naphtalene	NAP	0,1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Fluoranthene	FLT	0,1	20	15	17	21	20	20	17	16	17	18
Benzo[a]anthracene	BaA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anthracene	ANT	0,01	17	13	13	29	25	16	13	19	7	12
Benzo[a]pyrene	BaP	0,1	8	5	4	8	4	6	6	5	4	3
Chrysene	CHR	0,01	33	33	32	32	32	31	32	32	33	33
Phenanthrene	PHE	0,1	6	6	5	10	6	7	4	5	4	2
SUMA 7 PAH		1	6	3	5	6	4	6	0	2	2	1

Tab. 6 *Počty překročení limitních hodnot obsahů PAH v orných půdách (ornice) na pozorovacích plochách BMP dobu sledování (2006 – 2015) – porovnání s navrhovanými limitními hodnotami (preventivní hodnoty v $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš., ppb)*

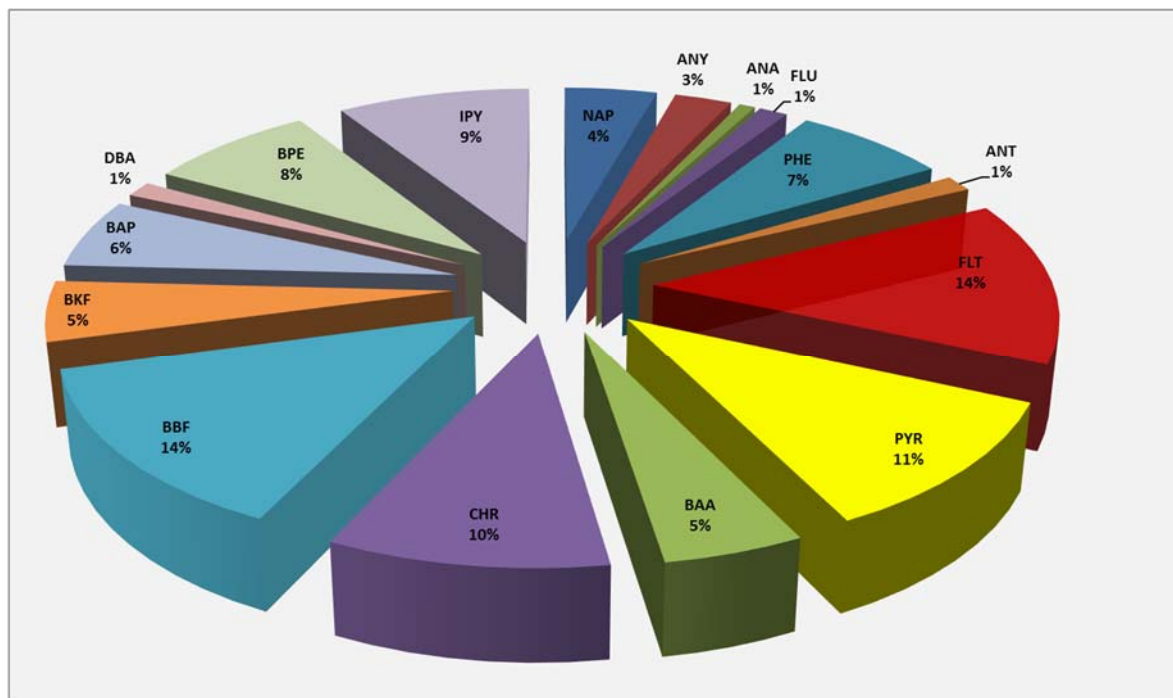
Seznam PAH se stanovenými limity dle návrhu vyhlášky	Zkr. PAH	Limit	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Naphtalene	NAP	50	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Fluoranthene	FLT	300	6	5	5	8	4	6	1	2	2	1
Pyrene	PYR	200	8	7	6	10	4	7	3	3	3	3
Benzo[b]fluoranthene	BbF	100	8	6	3	7	4	7	5	3	4	4
Benzo[a]anthracene	BaA	100	8	5	5	7	4	6	5	2	4	3
Anthracene	ANT	50	3	0	3	8	5	2	0	1	0	0
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	IPY	100	5	4	4	7	3	5	0	2	1	2
Benzo[a]pyrene	BaP	100	8	5	4	8	4	6	6	5	4	3
Benzo[k]fluoranthene	BkF	50	8	5	5	9	7	6	5	7	4	4
Benzo[g,h,i]perylene	BPE	50	15	13	9	15	14	12	10	13	10	7
Chrysene	CHR	100	8	8	8	12	6	8	7	6	4	4
Phenanthrene	PHE	150	4	1	4	7	3	6	1	1	1	1
suma 12 PAH		1000	11	9	8	11	7	8	8	9	4	4

V rámci sumy 16 PAH jsou ve sledovaných zemědělských půdách nejvíce zastoupeny fluoranthen (19 %) a pyren (16 %), podíl ostatních jednotlivých uhlovodíků je pod 10 % (graf 1). U půd chráněných území je zastoupení jednotlivých PAH lehce odlišné, více než deseti procenty se podílí stejně jako u zemědělských půd fluoranthen (14 %) a pyren (11 %), ale nad 10 % má také benzo(b)fluoranthen (14 %) a přesně 10 % chrysen. Podíl ostatních jednotlivých uhlovodíků je pod 10 % (graf 2).

Graf 1 *Poměrné zastoupení jednotlivých PAH na sumě 16 PAH v letech 2006 – 2015 na zemědělských půdách*



Graf 2 Poměrné zastoupení jednotlivých PAH na sumě 16 PAH v letech 2006 – 2015 na půdách chráněných území



Závěry

- V roce 2015 byly PAH stanoveny na 34 plochách s ornou půdou, 5 plochách s TTP, na 1 chmelnici a v 5 vzorcích nenarušených půd CHÚ.
- Rozsah mediánů v ornici (1997 – 2015) činí 501 – 967 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. (medián 2015: 529 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.). Ve svrchním horizontu TTP kolísají hodnoty mediánů mezi 449 – 1302 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. (medián 2015: 449 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.).
- Obsahy sumy PAH lze podle výše nálezů seřadit TTP > orná půda > CHÚ. (V průběhu posledních čtyř let se projevuje vyrovnání hodnot mediánů mezi ornou půdou a TTP způsobené změnou ve struktuře souboru ploch TTP.)
- Hodnotu přípustného znečištění 1,0 mg.kg^{-1} suš., stanovenou vyhláškou č. 13/1994 Sb. pro polycyklické aromatické uhlovodíky celkem (suma 7 PAH), překročil v roce 2015 jeden vzorek orné půdy; limity pro jednotlivé uhlovodíky však byly překročeny u více vzorků. Dlouhodobě je překračována hodnota pro chrysen, fluoranthen a anthracen – látky toxikologicky rizikové a potenciálně karcinogenní kromě anthracenu. Od roku 2014 se projevuje výrazné snižování počtu nadlimitních vzorků u anthracenu.
- V roce 2014 a 2015 došlo k poklesu počtu vzorků překračujících navrhovanou limitní hodnotu pro sumu 12 PAH.

1.4.1.3 Obsahy persistentních chlorovaných pesticidů (OCP) v půdě

Do skupiny organochlorových pesticidů patří HCH (hexachlorcyklohexan), HCB (hexachlorbenzen) a DDT (dichlor difenyl trichlorethan) a produkty jeho rozpadu – DDE a DDD. Masivní aplikace OCP v první polovině 20. století stála u úspěšného vymýcení chorob přenášených bodavým hmyzem (malárie, tyfus) v Evropě a Severní Americe. Jejich průkazná toxicita a vysoce pravděpodobná karcinogenita u člověka, jejich chemická odolnost a hromadění v tělech vyšších organismů stojících na vrcholu potravního řetězce vedly v druhé polovině 20. století k téměř celosvětovému zákazu jejich používání.

Po dobu čtyř let (1994 – 1997) byly obsahy organochlorových pesticidů na našem území sledovány na proměnlivém souboru pozorovacích ploch. V letech 1998 a 1999 nebyly tyto látky v půdě vůbec stanovovány. Od roku 2000 se provádí sledování na stálém souboru pozorovacích ploch (40 pozorovacích ploch na zemědělské půdě a 5 pozorovacích ploch v chráněných územích). Od roku 2012 jsou z úsporných důvodů odebrány pouze vzorky ornice.

Výsledky stanovení za rok 2015 jsou pro všechny pozorovací plochy uvedeny v příloze 12. Grafické znázornění obsahů jednotlivých pesticidů lze nalézt v přílohách 13 – 16, s výjimkou HCH, jehož hodnoty jsou ve většině případů nižší než mez stanovitelnosti ($0,5 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.). Popisnou statistiku výsledků za patnáct let sledování uvádí tabulky 7, 8 a 9; souhrnná deskriptivní statistika (2004 – 2014) je uvedena v příloze 23. Průběh mediánů v jednotlivých kulturách zobrazuje příloha 17.

Obsahy **HCH** na plochách Bazálního monitoringu půd jsou dlouhodobě zanedbatelné. Mez stanovitelnosti ($\text{LOQ} = 0,5 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.) byla v roce 2015 překročena pouze ve dvou vzorcích z chráněných území. V obou případech byl detekován β - izomer HCH. Střední hodnota (medián) sumy 4 izomerů HCH v orných půdách i TTP je $1,0 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. (orniční/svrchní horizont).

Od roku 2004, kdy byla metoda stanovení OCP a PCB akreditována (a zajištěna kompatibilita výsledků) kolísají mediány obsahů **HCB** v ornici orných půd v rozmezí $1,74 - 3,70 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. (nejvyšší hodnota je z roku 2004, nejnižší z roku 2015). Rozsah mediánů obsahů HCB ve vzorcích trvalých travních porostů činí $1,48 - 3,60 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. ve svrchním horizontu (nejvyšší hodnota z roku 2011, nejnižší z roku 2015). Od roku 2004, kdy byla zavedena a akreditována metoda stanovení OCP, jsou obsahy HCB na jednotlivých monitorovacích plochách vyrovnané. Mediány mají mírně klesající tendenci.

Tab. 7 *Základní statistické charakteristiky jednotlivých OCP v ornici a podorníci orných půd za období 2004 – 2015 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.)*

OCP	rok	orná půda								počet
		ornice				podorníčí				
		průměr	medián	min.	max.	průměr	medián	min.	max.	
HCB	2004	4,48	3,70	1,40	10,9	4,30	3,20	< 0,50	18,0	34
	2005	4,20	3,35	< 0,50	14,0	3,25	2,45	< 0,50	16,1	34
	2006	5,94	3,53	< 0,50	52,1	3,74	2,74	< 0,50	17,1	34
	2007	4,52	3,26	0,65	18,3	3,28	2,26	< 0,50	15,3	34
	2008	4,38	3,16	0,89	19,7	3,50	2,42	< 0,50	19,5	34
	2009	4,20	2,91	0,60	19,7	3,31	2,20	< 0,50	12,8	34
	2010	3,90	3,15	< 0,50	13,8	3,05	2,22	< 0,50	17,4	33
	2011	4,31	3,21	< 0,50	20,1	2,56	1,89	< 0,50	8,4	33
	2012	4,42	3,03	< 0,50	21,3					33
	2013	3,63	2,89	0,55	12,5					34
	2014	3,36	2,56	< 0,50	16,6					34
	2015	2,16	1,74	< 0,50	10,6					34
DDE	2004	23,2	9,45	1,25	205	18,9	7,15	0,50	159	34
	2005	30,5	8,60	2,35	267	21,6	4,80	0,50	167	34
	2006	28,0	9,51	1,56	280	25,6	7,95	0,50	278	34
	2007	23,4	8,54	1,42	194	15,0	4,22	0,50	86	34
	2008	25,3	7,65	1,92	229	15,9	4,35	0,87	115	34
	2009	25,3	11,3	1,07	240	17,5	5,52	0,50	157	34
	2010	26,5	10,3	1,28	295	14,4	3,64	0,50	137	33
	2011	32,2	5,80	0,50	296	24,0	3,09	0,50	205	33
	2012	23,6	6,57	1,45	285					33
	2013	26,9	13,3	1,77	278					34
	2014	19,0	5,88	1,10	296					34
	2015	21,8	6,96	0,50	339					34
DDD	2004	3,21	1,10	0,50	29,7	3,05	0,95	0,50	31,0	34
	2005	3,66	1,30	0,50	30,0	2,81	1,00	0,50	20,8	34
	2006	3,57	0,89	0,50	64,1	3,15	0,50	0,50	58,9	34
	2007	3,22	1,11	0,50	54,1	2,16	0,50	0,50	35,1	34
	2008	2,38	0,50	0,50	44,4	1,64	0,50	0,50	27,2	34
	2009	2,38	0,50	0,50	41,4	2,00	0,50	0,50	28,6	34
	2010	2,08	0,50	0,50	24,7	1,60	0,50	0,50	22,4	33
	2011	2,31	0,50	0,50	28,6	1,50	0,50	0,50	10,5	33
	2012	3,16	1,01	0,50	21,1					33
	2013	1,79	0,50	0,50	18,0					34
	2014	1,96	0,50	0,50	30,0					34
	2015	1,46	0,50	0,50	13,7					34
DDT	2004	25,7	11,9	0,50	201	20,8	9,05	0,50	148	34
	2005	34,3	12,9	1,25	326	25,2	6,40	0,50	142	34
	2006	34,7	12,8	0,97	367	31,8	8,32	0,50	423	34
	2007	27,8	13,6	0,88	255	19,1	4,91	0,50	126	34
	2008	67,7	9,90	1,39	230	18,2	8,44	0,50	142	34
	2009	27,2	12,4	1,06	287	21,5	7,18	0,50	208	34
	2010	33,4	12,2	1,22	413	19,4	5,18	0,50	150	33
	2011	28,2	9,83	0,50	243	25,8	5,12	0,50	345	33
	2012	23,3	7,61	1,36	193					33
	2013	28,6	16,5	0,88	265					34
	2014	19,5	9,37	0,50	195					34
	2015	24,9	11,5	0,50	285					34

U hodnot pod mezí stanovitelnosti ($\text{LOQ} = 0,5 \mu\text{g.kg}^{-1}$) je započítána polovina této hodnoty.

Tab. 8 *Základní statistické charakteristiky jednotlivých OCP ve svrchním a spodním horizontu trvalých travních porostů za období 2004 – 2015 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.)*

trvalý travní porost										
OCP	rok	svrchní vrstva				spodní vrstva				počet
		průměr	medián	min.	max.	průměr	medián	min.	max.	
HCB	2004	5,82	2,70	0,70	20,1	3,53	2,70	< 0,50	9,30	5
	2005	4,95	2,30	< 0,50	15,0	4,34	1,50	< 0,50	16,8	5
	2006	4,50	2,50	< 0,50	13,7	5,23	3,00	< 0,50	17,6	5
	2007	6,02	2,70	0,56	20,0	6,98	2,80	< 0,50	23,6	5
	2008	7,48	2,48	0,56	27,3	8,34	2,96	< 0,50	30,8	5
	2009	5,44	2,52	0,53	18,5	5,76	2,62	< 0,50	18,8	5
	2010	5,73	2,72	< 0,50	21,8	7,24	3,99	< 0,50	27,0	6
	2011	6,63	3,60	1,14	22,1	6,64	3,84	< 0,50	25,4	6
	2012	6,41	3,24	0,54	24,3					6
	2013	6,34	2,60	0,57	23,3					5
	2014	5,12	2,43	< 0,50	18,9					5
	2015	3,64	1,48	0,25	12,7					5
DDE	2004	31,6	7,05	1,25	137	17,9	2,85	1,05	75	5
	2005	34,6	5,85	1,75	151	31,8	2,05	0,95	148	5
	2006	30,5	7,24	2,32	128	33,9	6,00	1,77	152	5
	2007	29,4	5,72	2,79	124	32,1	7,07	3,13	137	5
	2008	40,1	6,31	2,46	180	43,4	6,86	1,83	195	5
	2009	6,66	4,09	2,13	16,3	6,08	3,70	1,65	14,1	5
	2010	5,30	4,87	0,88	11,4	5,60	4,79	0,50	11,9	6
	2011	12,0	8,17	2,32	35,6	11,1	6,17	1,71	39,7	6
	2012	11,7	6,41	1,04	41,8					6
	2013	15,2	15,2	1,03	32,2					5
	2014	11,0	4,75	0,93	34,7					5
	2015	9,85	5,03	2,23	29,0					5
DDD	2004	5,50	0,50	0,50	25,5	2,72	0,50	0,50	11,6	5
	2005	6,28	0,85	0,50	28,5	6,48	0,50	0,50	30,4	5
	2006	2,82	0,50	0,50	12,1	4,01	0,50	0,50	18,0	5
	2007	3,20	0,50	0,50	13,2	6,09	0,50	0,50	21,4	5
	2008	5,52	0,50	0,50	25,6	0,50	0,50	0,50	0,50	5
	2009	0,58	0,50	0,50	0,93	0,72	0,50	0,50	1,63	5
	2010	0,79	0,50	0,50	1,99	0,83	0,50	0,50	2,47	6
	2011	1,07	0,71	0,50	2,61	0,94	0,50	0,50	2,14	6
	2012	2,85	0,50	0,50	11,7					6
	2013	0,59	0,50	0,50	0,94					5
	2014	0,74	0,50	0,50	1,23					5
	2015	0,92	0,50	0,50	1,96					5
DDT	2004	37,2	4,15	1,05	170	25,1	4,90	0,95	109	5
	2005	46,0	7,90	2,45	202	44,1	2,15	1,35	210	5
	2006	50,4	8,31	3,86	222	103	6,84	2,76	494	5
	2007	47,8	6,04	4,52	213	58,9	7,87	2,98	257	5
	2008	55,3	6,46	3,44	256	59,6	5,39	2,77	275	5
	2009	12,2	4,76	3,32	39,4	11,6	5,83	2,64	35,8	5
	2010	7,61	5,20	1,56	22,6	8,32	5,39	1,10	24,9	6
	2011	18,6	13,9	3,56	53,5	17,1	5,53	3,65	61,0	6
	2012	22,8	7,32	1,38	95,9					6
	2013	15,5	13,0	1,07	33,3					5
	2014	17,1	4,23	1,32	56,0					5
	2015	14,2	7,70	1,93	44,9					5

U hodnot pod mezí stanovitelnosti ($\text{LOQ} = 0,5 \mu\text{g.kg}^{-1}$) je započítána polovina této hodnoty.

Tab. 9 *Základní statistické charakteristiky jednotlivých OCP ve svrchním a spodním horizontu půd v chráněných územích za období 2004 – 2015 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.)*

horizontální průměr v chráněných územích za období 2004 – 2016 (µg.kg ⁻¹ sus.)										
OCP	rok	chráněná území								počet
		svrchní vrstva				spodní vrstva				
		průměr	medián	min.	max.	průměr	medián	min.	max.	
HCB	2004	0,88	0,60	< 0,50	1,90	0,25	0,25	< 0,50	0,25	5
	2005	0,66	0,60	< 0,50	1,30	0,25	0,25	< 0,50	0,25	5
	2006	1,02	0,87	< 0,50	2,54	0,72	0,25	< 0,50	1,96	5
	2007	1,54	0,25	< 0,50	5,33	0,25	0,25	< 0,50	0,25	5
	2008	1,07	0,25	< 0,50	2,60	0,30	0,25	< 0,50	0,52	5
	2009	0,94	0,74	< 0,50	2,01	0,72	0,25	< 0,50	1,62	5
	2010	1,35	0,25	< 0,50	4,07	0,31	0,25	< 0,50	0,53	6
	2011	1,73	0,25	< 0,50	4,70	0,48	0,25	< 0,50	0,94	3
	2012	1,31	0,91	< 0,50	3,99					5
	2013	2,31	1,71	< 0,50	4,87					5
	2014	1,04	0,25	< 0,50	3,52					5
	2015	1,59	0,84	0,25	5,04					5
DDE	2004	2,31	1,55	0,95	5,95	1,11	0,85	0,50	2,56	5
	2005	6,52	1,45	0,50	21,0	1,23	1,05	0,50	2,75	5
	2006	7,09	5,60	1,62	18,0	2,42	1,21	0,50	8,37	5
	2007	5,65	1,90	0,50	22,9	1,08	1,20	0,50	1,98	5
	2008	6,14	1,49	0,50	25,35	1,23	0,83	0,50	2,82	5
	2009	4,12	1,98	0,86	12,4	1,22	1,27	0,50	2,11	5
	2010	4,98	2,55	0,79	16,9	1,13	0,50	0,50	3,18	6
	2011	1,87	1,34	1,10	3,16	1,02	1,10	0,80	1,16	3
	2012	5,16	3,53	0,86	10,5					5
	2013	14,95	2,73	0,50	47,3					5
	2014	3,32	1,36	1,24	9,36					5
	2015	5,83	3,68	0,50	17,05					5
DDD	2004	0,68	0,50	0,50	1,05	0,50	0,50	0,50	0,50	5
	2005	1,80	0,50	0,50	7,00	0,50	0,50	0,50	0,50	5
	2006	0,81	0,50	0,50	2,05	0,50	0,50	0,50	0,50	5
	2007	0,85	0,50	0,50	2,27	0,50	0,50	0,50	0,50	5
	2008	0,95	0,50	0,50	2,74	0,50	0,50	0,50	0,50	5
	2009	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	5
	2010	0,61	0,50	0,50	1,03	0,50	0,50	0,50	0,50	6
	2011	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	3
	2012	0,84	0,50	0,50	1,79					5
	2013	0,73	0,50	0,50	1,17					5
	2014	0,56	0,50	0,50	0,78					5
	2015	0,78	0,50	0,50	1,89					5
DDT	2004	5,38	1,15	0,50	13,2	1,45	0,50	0,50	3,45	5
	2005	17,7	1,75	0,50	82,5	1,40	0,50	0,50	4,25	5
	2006	10,2	2,96	1,46	41,5	3,53	0,76	0,50	14,8	5
	2007	10,1	1,13	0,50	47,0	0,98	0,50	0,50	2,30	5
	2008	13,9	1,37	0,77	64,9	1,24	0,86	0,50	3,44	5
	2009	14,0	1,22	0,97	64,3	1,55	0,84	0,50	4,12	5
	2010	11,8	1,55	0,87	48,3	2,08	0,50	0,50	7,96	6
	2011	3,24	1,51	0,88	7,32	1,15	0,87	0,50	2,09	3
	2012	9,27	6,67	1,38	28,0					5
	2013	24,2	17,6	0,50	60,8					5
	2014	5,05	1,01	0,50	17,7					5
	2015	11,3	5,72	0,50	42,5					5

U hodnot pod mezí stanovitelnosti ($\text{LOQ} = 0,5 \mu\text{g.kg}^{-1}$) je započítána polovina této hodnoty.

Mediány **sumy DDT** v orné půdě (suma o',p'- a p',p'- izomerů DDT) kolísají od roku 2004 v rozmezí 7,61 – 16,5 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. (2015: 11,5 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.). Po nárůstu obsahů v roce 2013 následoval pokles mediánu na hodnoty z předcházejících let. Mediány obsahů sumy DDT ve vzorcích půd z trvalých travních porostů kolísají ve svrchním horizontu v rozmezí 4,15 – 13,9 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. (2015: 7,70 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.). Výrazné zvýšení průměru (i mediánu) DDT v roce 2013 v CHÚ způsobily vysoké obsahy DDT ve vzorku z Bukačky (CHKO Orlické Hory), způsobené neodborným odběrem vzorku.

Mediány **sumy DDE** v orných půdách kolísají v letech 2004 – 2015: 5,8 – 13,3 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. (medián 2015: 6,96 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.) a v půdách s TTP v rozmezí 4,09 - 15,2 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. (2015: 5,03 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.).

Obsahy DDD na monitorovaných plochách (orná půda, TTP i chráněné území) jsou velmi nízké, většinou nižší než mez stanovitelnosti (LOQ = 0,5 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.), i když i zde jsou plochy s detekovanými obsahy DDD nad 10 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. (v roce 2015 pouze 7901KO).

V průměrných obsazích látek skupiny DDT došlo mezi lety 2008 a 2009 k prudkému poklesu hodnot. Tento pokles byl způsoben zrušením plochy 4901KO (z důvodu výstavby rodinných domů), kde suma látek skupiny DDT činila přibližně 400 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. a jejím nahrazením plochou novou - 4904KO, na které jsou obsahy látek skupiny DDT asi 10x nižší.

Počty vzorků, u nichž došlo k překročení hodnoty přípustného znečištění podle vyhlášky č. 13/1994 Sb. a podle návrhu nových preventivních hodnot, jsou uvedeny v tabulkách 10 a 11.

V roce 2015 byl překročen limit podle vyhlášky č. 13/1994 Sb. pro DDT (resp. DDE a DDD) v 18 (resp. 14 a 1) vzorcích ornice; 1 vzorek nevyhověl požadavkům na obsah HCB. Požadavkům vyhlášky č. 13/1994 Sb. na obsah organických chlorovaných pesticidů nevyhovělo celkem 18 ploch na orné půdě. V případě TTP v roce 2015, byly platné hodnoty přípustného znečištění překročeny na 2 pozorovacích plochách. (Obsah DDT ve vzorku ze Studniční Hory (KRNAP) dosáhl 42,5 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš., suma látek skupiny DDT pak 61,5 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.).

Navrhovanou preventivní hodnotu pro sumu látek DDT (0,075 mg.kg^{-1}) překročily v roce 2015 tři vzorky orné půdy a jeden vzorek TTP.

Tab. 10 *Počty vzorků překračujících limitní hodnotu (LH, $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.) pro obsah organochlorových pesticidů v půdě podle vyhlášky č. 13/1994 Sb. a návrhu vyhlášky – orná půda, ornice*

Vyhláška č. 13/1994 Sb.																	
	LH	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HCB	10	0	3	6	3	3	3	4	2	3	1	2	3	3	1	1	1
DDT	10	32	20	20	19	17	22	20	18	17	22	21	17	16	23	17	18
DDE	10	13	19	19	18	17	15	16	14	14	19	17	13	13	19	14	14
DDD	10	5	5	2	4	2	2	3	2	1	2	2	2	4	1	1	1
HCH	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
z celkového počtu		35	34	34	34	34	34	34	34	34	34	33	33	33	34	34	34
Návrh vyhlášky																	
	LH	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HCB	20	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
DDT	30	26	10	7	8	6	10	9	10	6	8	7	8	4	-	-	-
DDE	25	6	7	10	8	8	7	7	8	8	12	8	8	6	-	-	-
DDD	20	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-
Σ DDT	75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	4	3
HCH	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
z celkového počtu		35	34	34	34	34	34	34	34	34	34	33	33	33	34	34	34

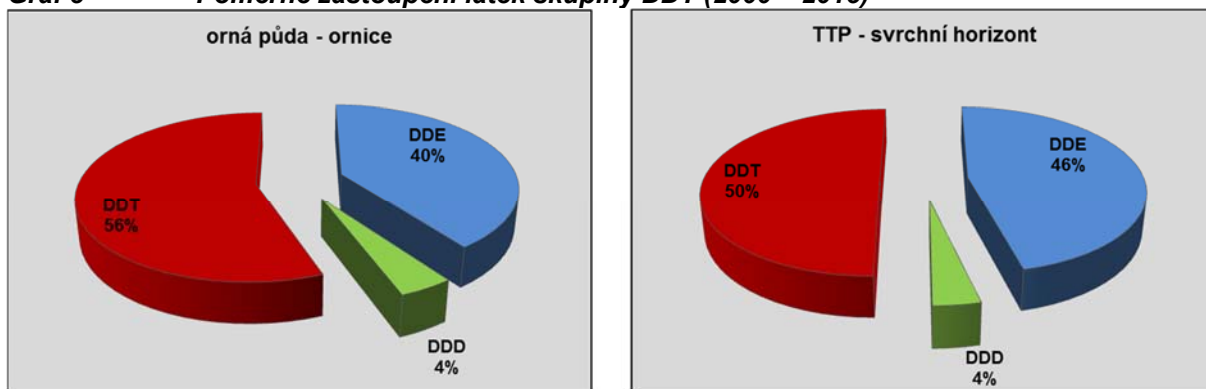
Tab. 11 Počty vzorků překračujících limitní hodnotu (LH, $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.) pro obsah organochlorových pesticidů v půdě podle vyhlášky č. 13/1994 Sb. a návrhu vyhlášky – trvalé travní porosty, svrchní horizont

Vyhláška č. 13/1994 Sb.																	
	LH	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HCB	10	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DDT	10	5	4	2	3	2	3	1	1	1	2	1	3	2	3	2	2
DDE	10	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	4	2	1
DDD	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
HCH	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
z celkového počtu		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	5	5	5
Návrh vyhlášky																	
	LH	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HCB	20	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0
DDT	30	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	0	1	1	-	-	-
DDE	25	1	2	2	2	2	2	1	1	1	0	0	1	1	-	-	-
DDD	20	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	-	-	-
S DDT	75														0	1	1
HCH	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
z celkového počtu		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	5	5	5

Průběh obsahů jednotlivých organochlorových pesticidů na plochách, na kterých došlo ve sledovaném období (1997 – 2015) k překročení platné limitní hodnoty, je graficky znázorněn v příloze 19 – 22.

Příloha 18 uvádí vzájemný poměr DDT a jeho metabolitů na pozorovacích plochách BMP a CHÚ v ornici (svrchní vrstvě) pro rok 2015. Zastoupení jednotlivých látek skupiny DDT na celkové sumě DDT je znázorněno v grafu 3. Poměr DDT a DDE je vyrovnaný s převahou DDT. Vzájemný poměr jednotlivých látek vzrůstá v pořadí $\text{DDD} < \text{DDE} < \text{DDT}$.

Graf 3 Poměrné zastoupení látek skupiny DDT (2000 – 2015)



Závěry

- V roce 2014 bylo sledování persistentních organochlorových pesticidů provedeno pouze v ornici (svrchní vrstvě) na stálém souboru 40 pozorovacích ploch na zemědělské půdě a 5 pozorovacích plochách v chráněných územích.
- Obsahy HCH se ve většině případů nachází pod limitem stanovitelnosti ($0,5 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.). Medián (pro všechny kultury) je $1,0 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.
- Medián obsahu HCB v ornici orných půd činil v roce 2015 $1,74 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. Medián obsahu HCB ve vzorcích z trvalých travních porostů dosáhl $1,48 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. Obsahy

HCB na monitorovacích plochách jsou vyrovnané; mediány mají mírně klesající tendenci.

- Látky skupiny DDT: mediány obsahů DDT a DDE vypočtené pro orniční horizont kolísají; po nárůstu obsahů v roce 2013 následoval pokles na hodnoty z předcházejících let. Obsahy DDD jsou z dlouhodobého hlediska vyrovnané.
- K překročení hodnot přípustného znečištění (vyhl. č. 13/1994 Sb.) docházelo v letech 2000 až 2015 nejvíce u obsahů DDT, následoval DDE. Požadavkům vyhlášky č. 13/1994 Sb. na obsah organických chlorovaných pesticidů nevyhovělo v roce 2015 celkem 18 ploch na orné půdě a 2 plochy TTP.
- Navrhované preventivní hodnoty pro HCB nepřekročil žádný vzorek orné půdy ani TTP, navrhovanou preventivní hodnotu pro sumu látek DDT ($0,075 \text{ mg.kg}^{-1} \text{ suš.}$) překročily v roce 2015 3 vzorky orné půdy a 1 vzorek TTP.
- Vzájemný poměr DDT a DDE je velmi vyrovnaný. Podíl DDT na celkové sumě látek skupiny DDT činí v orných půdách cca 56 % (na TTP cca 50 %) a podíl DDE cca 40 % (na TTP 46 %). Vzájemný poměr jednotlivých látek vzrůstá v pořadí DDD < DDE < DDT.

1.4.1.4 Obsahy polybromovaných difenyletherů (PBDE) v půdě

V roce 2010 byla v NRL Brno akreditována metoda stanovení několika kongenerů polybromovaných difenyletherů - PBDE (látek ze skupiny bromovaných zpomalovačů hoření – BFR – brominated flame retardants). Jedná se o látky, které jsou „nové“ z hlediska stanovení a zároveň jsou to současné kontaminanty. Tyto látky vykazují vlastnosti a environmentální chování POPs. Tzn., že jsou v prostředí perzistentní, odolné proti rozkladu, toxické pro živé organismy a schopné dálkového transportu. V roce 2009 byly PBDE mezi 9 látkami, které byly nově zařazeny do seznamu Stockholmské úmluvy o persistentních organických polutantech. Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) zpracoval návrh na sledování vybraných PBDE v rámci evropského monitorovacího programu pro potraviny a krmiva.

Vzhledem k tomu, že PBDE byly zařazeny do Stockholmské úmluvy (kterou ČR ratifikovala) a jejich monitoring navrhuje EFSA v krmivech, přistoupil ústav na screeningové stanovení obsahů vybraných kongenerů PBDE v půdních vzorcích BMP.

V roce 2015 bylo vybraných 9 kongenerů PBDE stanoveno v 10 půdních vzorcích z dalších monitorovacích ploch BMP. Obsahy všech stanovených kongenerů v těchto půdních vzorcích byly pod mezí stanovitelnosti ($< 0,1 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ suš.) (příloha 24).

Obsahy PBDE byly postupně stanoveny ve vzorcích ze všech 40 monitorovacích ploch, ze kterých se odebírají vzorky na stanovení organických polutantů. Obsahy všech stanovovaných kongenerů by vždy byly pod mezí stanovitelnosti. Z tohoto důvodu již PBDE nebudou v půdních vzorcích z Bazálního monitoringu půd stanovovány.

1.4.1.5 Obsahy účinných látek používaných v přípravcích na ochranu rostlin v půdě

Lenka Klašková, Šárka Poláková, ÚKZÚZ Brno

V rámci BMP jsou dlouhodobě a pravidelně sledovány obsahy vybraných obsoletních pesticidů v souboru 40 pozorovacích ploch BMP. Důvodem k tomuto monitoringu je jejich toxicita vůči necílovým organismům a perzistence v prostředí. V současné době se na ochranu rostlin používají přípravky na ochranu rostlin (POR), jejichž účinné látky musí splňovat několik požadavků, např. musí vykazovat vysoký rozdíl mezi toxicitou pro cílové a necílové organismy, dobrou biodegradabilitu a neovlivňovat endokrinní systém savců. Jejich obsahům ve vodách je věnována velká pozornost. O reálných obsazích těchto látek v zemědělských půdách zatím není dostatek informací.

Hlavním důvodem pro rozšíření parametrů stanovovaných v rámci BMP v půdních vzorcích bylo získání informací o reálných obsazích účinných látek POR v půdě. Tímto dojde k doplnění informací o aplikaci POR na monitorovacích plochách BMP získávaných přímo od zemědělců dotazníkovým způsobem.

Účinné látky POR byly stanoveny ve vzorcích ze souboru 40 pozorovacích ploch, ze kterých se odebírají vzorky pro stanovení organických polutantů. V roce 2014 byly půdní vzorky odebrány při nebo těsně po sklizni plodiny (květen - říjen), v roce 2015 došlo k úpravě metodiky a to především u termínu vzorkování. Půdní vzorky byly odebrány v průběhu března 2015 proto, aby se maximálně omezila pravděpodobnost aplikace POR před odběrem vzorku.

Ke stanovení byly vybrány látky nejčastěji aplikované na tyto plochy během posledních pěti let, a také látky nejčastěji aplikované v zemědělské praxi obecně. V roce 2014 bylo v každém vzorku stanoveno celkem 53 chemických sloučenin (účinných látek). V roce 2015 byl seznam stanovovaných látek rozšířen o dalších 15 sloučenin, zejména starších azolových herbicidů. Seznam všech sledovaných účinných látek a četnost nálezů v roce 2014 a 2015 je uveden v příloze 25. Největší část účinných látek z hlediska určení cílových organismů tvořily herbicidy, následovaly fungicidy, dále bylo sledováno 5 insekticidů a v roce 2015 přibýly i reziduální látky (tabulka 12). Základní popisná statistika obsahů stanovených účinných látek POR je uvedena v tabulce 13. V tabulce lze dále nalézt informaci o počtu ploch, na nichž byl překročen platný limit (hodnota přípustného znečištění) pro ukazatel znečištění zeminy „Pesticidy ostatní (jednotlivé)“ (0,01 mg.kg⁻¹) podle vyhlášky č. 13/1994 Sb.

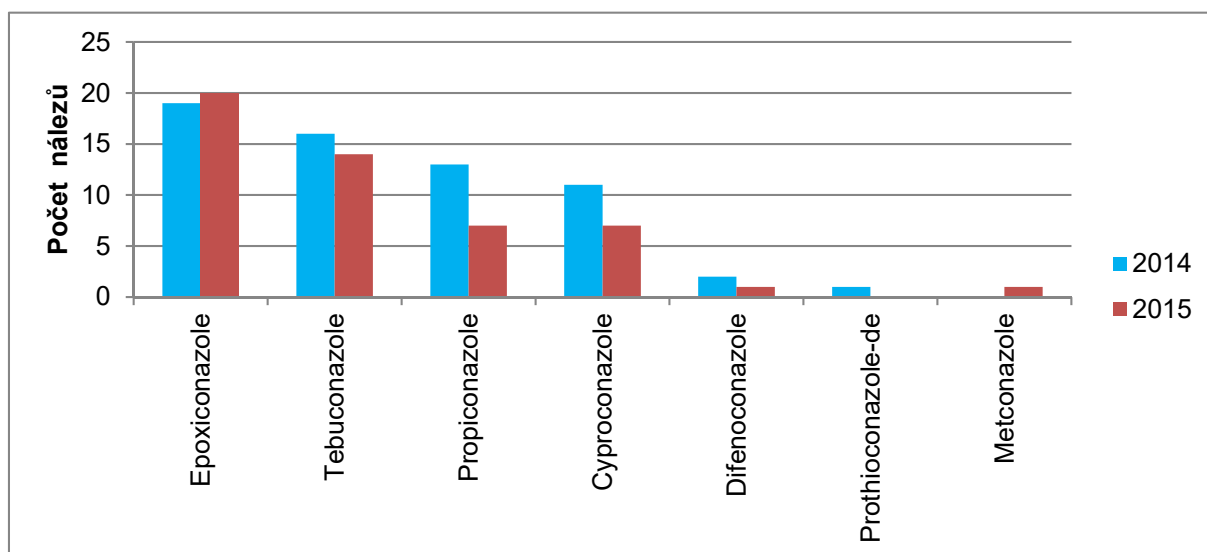
Tab. 12 Počet sledovaných účinných látek (rozdělení podle určení k hubení škůdců)

	2014	2015
Celkem	53	68
Herbicidy	31	39
Fungicidy	20	21
Insekticidy	2	5
Metabolity atrazinu	-	3
Detekováno alespoň v jednom vzorku	32	31

Tab. 13 Základní statistika obsahů detekovaných účinných látek POR

	2014					2015				
	Počet		mg.kg ⁻¹			Počet		mg.kg ⁻¹		
	Nálezů	Vzorků s nadlimitním obsahem úč.l.	Průměr	Medián	Maximum	Nálezů	Vzorků s nadlimitním obsahem úč.l.	Průměr	Medián	Maximum
Atrazine-2-hydroxy	-	-	-	-	-	19	7	0,014	0,010	0,041
Atrazine-desisopro	-	-	-	-	-	2	0	0,005	0,005	0,005
Azoxystrobin	8	4	0,019	0,010	0,079	4	2	0,024	0,015	0,059
Boscalid	1	1	0,014	0,014	0,014	2	2	0,022	0,022	0,032
Carbendazim	8	2	0,011	0,008	0,035	7	2	0,009	0,008	0,019
Chlorotoluron	9	1	0,011	0,005	0,052	6	5	0,029	0,019	0,088
Chlorpyrifos	2	2	0,013	0,013	0,013	2	2	0,029	0,029	0,045
Cyproconazole	11	4	0,008	0,007	0,018	7	2	0,008	0,007	0,015
Difenoconazole	2	0	0,005	0,005	0,006	1	0	0,008	0,008	0,008
Diflufenican	4	4	0,021	0,015	0,045	6	6	0,044	0,023	0,158
Dimethachlor	3	0	0,003	0,003	0,003	-	-	-	-	-
Epoxiconazole	19	8	0,012	0,009	0,032	20	8	0,011	0,008	0,027
Fenpropidin	11	5	0,009	0,006	0,020	6	4	0,019	0,013	0,056
Fenpropimorph	9	2	0,006	0,004	0,011	1	0	0,005	0,005	0,005
Flusilazole	10	1	0,011	0,007	0,028	10	4	0,010	0,008	0,023
Isoproturon	2	0	0,005	0,005	0,006	1	1	0,045	0,045	0,045
Metazachlor	3	0	0,004	0,004	0,004	4	0	0,006	0,006	0,007
Metconazole	6	2	0,017	0,005	0,042	1	0	0,007	0,007	0,007
Methoxyfenozide	-	-	-	-	-	2	1	0,011	0,011	0,017
Metolachlor	-	-	-	-	-	2	1	0,012	0,012	0,015
Pendimethalin	5	5	0,039	0,015	0,130	5	5	0,102	0,062	0,308
Prochloraz	12	3	0,009	0,009	0,026	11	3	0,009	0,006	0,027
Propiconazole	13	4	0,009	0,006	0,027	7	1	0,009	0,006	0,030
Quinoxifen	5	0	0,005	0,005	0,009	4	1	0,009	0,004	0,025
Spiroxamine	7	0	0,011	0,004	0,049	2	1	0,023	0,023	0,042
Tebuconazole	16	9	0,024	0,011	0,140	14	3	0,013	0,006	0,070
Terbutylazine	10	3	0,008	0,004	0,025	3	0	0,004	0,004	0,004

Ačkoli největší sledovanou skupinou látek jsou herbicidy, nejčastěji detekovanými účinnými látkami byly pesticidy ze skupiny triazolových fungicidů - epoxikonazol, tebuconazol, propikonazol a cyproconazol (graf 4, příloha 26). Azolové látky se používají proti houbovým chorobám v obilninách a řepce olejce (hlavní plodiny). Přípravky na bázi těchto účinných látek se aplikují jako postřik na jaře nebo se používají jako mořidlo.

Graf 4 Výskyt jednotlivých triazolových fungicidů v roce 2014 a 2015

Tyto látky (triazolové fungicidy) mají společný toxikologicky relevantní metabolit 1,2,4 – triazol. Metabolit má poločas rozpadu v půdě 60,5 dne (průměr, nejhorší případ 346,6 dnů za polních podmínek). Tento metabolit se vyplavuje i do podzemních vod, kdy vstup přes půdu je hlavním způsobem kontaminace podzemních vod. Na metabolit 1,2,4-triazol se vztahují stejná kritéria jako na účinné látky a vzhledem k nálezům azolových látek v půdě by bylo vhodné zahájit monitoring metabolitu 1,2,4-triazolu.

Epoxiconazol

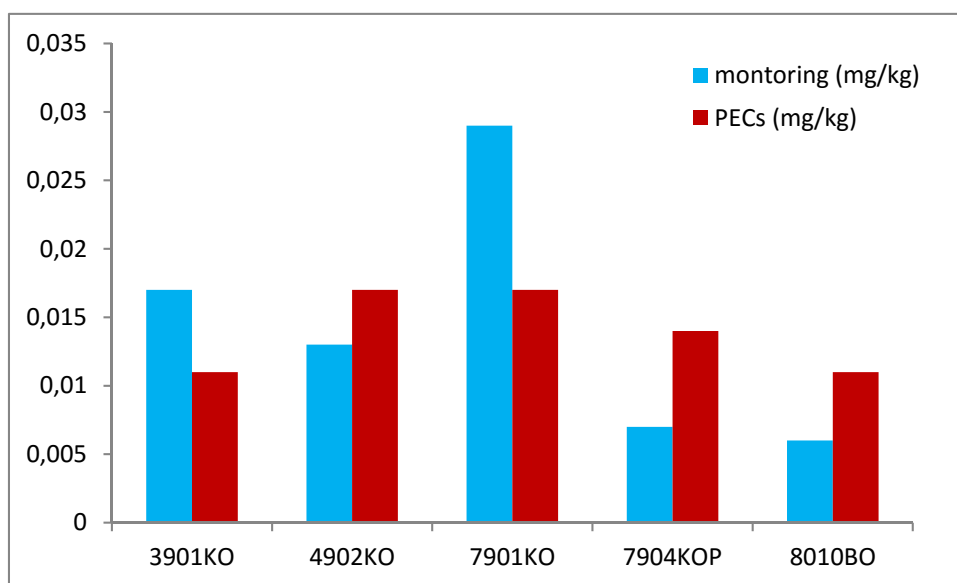
Největší počet nálezů byl zaznamenán u epoxiconazolu. Podle registrovaných přípravků se epoxiconazol používá do obilnin jako postřik proti houbovým chorobám s termínem aplikace na jaře. Epoxiconazol byl v roce 2014 nalezen na 19 lokalitách ze 40, v roce 2015 na 20 lokalitách. Ze záznamů z roku 2014 vyplývá, že aplikace epoxiconazolu byla provedena pouze na 5 lokalitách (příloha 27). (Informace o aplikaci POR v roce 2015 nejsou dosud k dispozici.)

Na těchto pěti lokalitách byla v roce 2014 zjištěná koncentrace v půdě v rozmezí 0,006 – 0,029 mg/kg. Maximální koncentrace 0,029 mg/kg byla naměřena na lokalitě, kde se podle záznamů aplikoval POR do pšenice ozimé v maximální dávce 125 g epoxiconazolu/ha v dubnu 2014. Nejnižší naměřená koncentrace 0,006 mg/kg byla detekována na lokalitě, kde bylo aplikováno 84 g úč.l./ha do pšenice ozimé v květnu 2014. U těchto pěti lokalit byl proveden výpočet předpokládané koncentrace v půdě (PECs) na základě znalostí o aplikované dávce, datu aplikace a pěstované plodině podle platné metodiky FOCUS (1997) Soil persistence models and EU Registration - The Final Report of the Soil Modelling Workgroup of FOCUS (Forum for the Co-ordination of Pesticide Fate Models and their Use) – 29 February 1997.

Tab. 14 *Porovnání výsledků monitoringu půd a výpočtu předpokládané koncentrace epoxiconazolu v půdě (PECs) v roce 2014*

lokalita	monitoring (mg/kg)	max. PECs (mg/kg)
3901KO	0,017	0,011
4902KO	0,013	0,017
7901KO	0,029	0,017
7904KOP	0,007	0,014
8010BO	0,006	0,011

Graf 5 *Porovnání naměřené koncentrace epoxiconazolu s vypočítanou koncentrací (2014)*



Výpočet PECs byl u uvedených pěti lokalit proveden pro nejhorší případ aplikace uvedený v Rozhodnutí o povolení přípravku na ochranu rostlin. Hodnoty PECs pro účinnou látku byly počítány pro růstovou fázi plodiny od BBCH 10. Odběry vzorků půdy byly provedeny zhruba dva měsíce po aplikaci POR. Vypočítaná koncentrace epoxiconazolu v půdě by tedy měla být vyšší, než naměřené hodnoty, protože již došlo k částečnému rozkladu účinné látky v půdě.

Epoxiconazol má poločas rozpadu v půdě 226 dnů (laboratorní data, geometrický průměr). Na lokalitách kde byl aplikován, je pravděpodobné, právě díky jeho dlouhému poločasu rozpadu v půdě, že i v době odběru (2 - 3 měsíce po aplikaci POR) se nacházelo určité množství této účinné látky v půdě.

Maximální koncentrace epoxiconazolu v roce 2014 činila 0,032 mg/kg a v roce 2015 0,027 mg/kg. V obou letech byl nejvyšší nález detekován na stejné lokalitě - 5005BO. O aplikaci POR na této lokalitě nemáme žádný záznam, víme pouze, že se tam v roce 2014 pěstovala pšenice ozimá.

Epoxiconazol našel i na lokalitách, kde podle záznamů nebyl v roce 2014 aplikován a tedy jeho detekce v půdě je pravděpodobně způsobená jeho dlouhým poločasem rozpadu. Případně nám zemědělec neposkytl úplné informace o použití POR.

Tebuconazol

Tebuconazol se používá jako postřik proti houbovým chorobám a také na moření osiva. Pěstitelé nejsou povinni poskytovat ÚKZÚZ informace o výsevu namořeného osiva, nicméně mořené osivo představuje významný zdroj tebuconalu a funguje jako další z typů vstupů účinné látky do koloběhu životního prostředí. Tebuconazol má poločas rozpadu v půdě 31 dnů (polní data, geometrický průměr).

Tebuconazol byl v roce 2014 nalezen na 16 lokalitách ze 40 lokalit. Ze záznamů z roku 2014 vyplývá, že aplikace POR s touto účinnou látkou byla provedena pouze na 7 lokalitách. Rozsah naměřených koncentrací v půdě na těchto sedmi lokalitách byla v rozmezí 0,005 – 0,140 mg/kg (příloha 28).

Maximální koncentrace byla zjištěna na lokalitě 5005BO s pšenicí ozimou (0,14 mg/kg); zároveň se jedná o vůbec nejvyšší naměřenou koncentraci tebuconazolu ve vzorcích BMP. První aplikace tebuconazolu na této ploše byla provedena v dubnu, následovala aplikace v květnu v maximální dávce 100 g úč.l./ha a třetí aplikace v červnu v maximální dávce 93,75 g úč.l./ha, vždy s odstupem přibližně 1 měsíc. Nejnížší naměřená koncentrace 0,005 mg/kg byla detekována na lokalitě, kde bylo v dubnu 2014 aplikováno 100 g úč.l./ha do ječmene.

Pro lokality s potvrzenou aplikací tebuconazolu byl proveden výpočet předpokládané koncentrace v půdě (tabulka 15) podle metodiky FOCUS (1997) Soil persistence models and EU Registration - The Final Report of the Soil Modelling Workgroup of FOCUS (Forum for the Co-ordination of Pesticide Fate Models and their Use) – 29 February 1997.

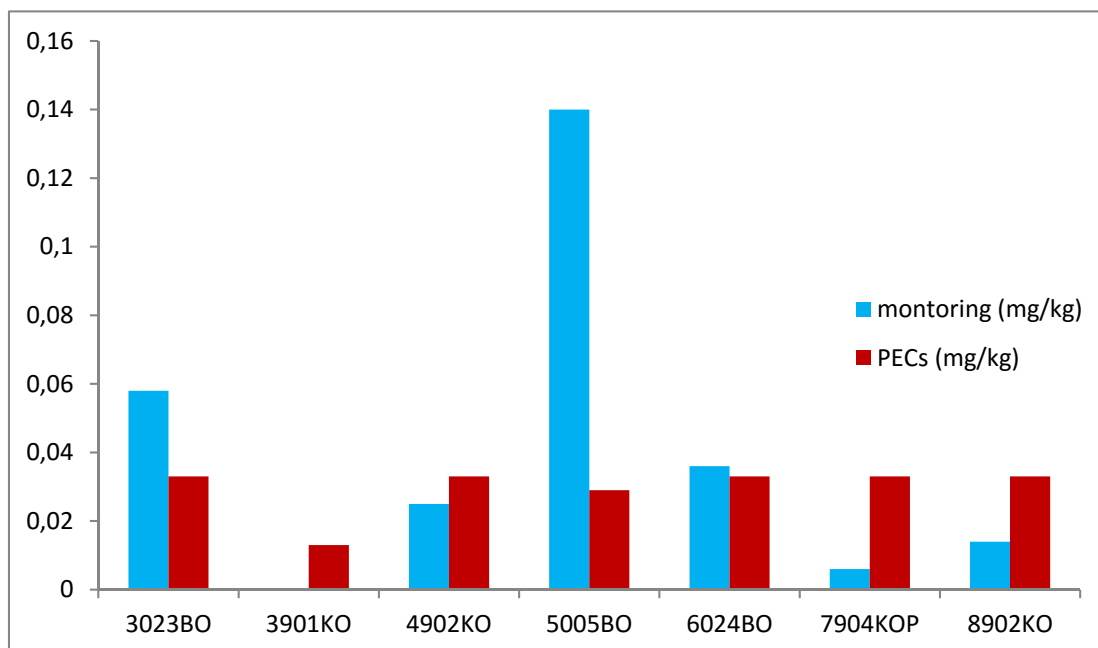
Tab. 15 *Porovnání výsledků monitoringu půd a výpočtu předpokládané koncentrace tebuconazolu v půdě (PECs) v roce 2014*

lokalita	monitoring (mg/kg)	PECs (mg/kg)
3023BO	0,058	0,033
3901KO	0,005	0,013
4902KO	0,025	0,033
5005BO	0,140	0,029
6024BO	0,036	0,033
7904KOP	0,006	0,033
8902KO	0,014	0,033

Z porovnání naměřené a vypočítané koncentrace tebuconazolu vyplývá, že na dvou lokalitách byly hodnoty PECs mnohonásobně nižší než naměřená koncentrace v půdě. Nárůst koncentrace je možný buď další aplikací POR s účinnou látkou tebuconazol nebo použitím namořeného osiva.

Kromě uvedených 7 lokalit, byl tebuconazol v roce 2014 detekován na dalších 9 lokalitách. Obsah tebuconazolu na těchto lokalitách se pohyboval v rozmezí 0,005 - 0,027 mg/kg. Toto množství může pocházet z použití namořeného osiva, což pěstitel nezaznamenává nebo z použití POR, o jehož aplikaci nemáme záznam.

Graf 6 *Porovnání naměřené koncentrace tebuconazolu s vypočítanou koncentrací (2014)*



V roce 2015 byl tebuconazol detekován na 14 lokalitách. (Záznamy o aplikaci POR v roce 2015 dosud nejsou k dispozici, proto výsledky z let 2014 a 2015 nemohly být porovnány.) Maximální koncentrace tebuconazolu v roce 2015 byla 0,0703 mg/kg, přičemž nález byl zaznamenán opět na lokalitě 5005BO.

Tebuconazol se našel i na lokalitách, na kterých byla pěstovaná plodina, do níž není povolen žádný přípravek na bázi tebuconazolu. Zatím nelze prokázat, zda se jedná o zatížení půdy z dřívějšího používání, nebo je detekce způsobena nelegálním použitím.

V hodnoceném souboru pozorovacích ploch je pět ploch, na nichž nebyla ani v jednom roce detekována ani jedna účinná látka. Jedná se o čtyři plochy TTP - trvalých travních porostů (4904KO, 5017BO, 8903KO a 8904KO) a jednu plochu s ornou půdou (5901KO). U travních porostů lze předpokládat, že žádná aplikace POR neproběhla. Mezi TTP však patří i plocha 5905KO, na které byl v roce 2014 detekován chlorotoluron těsně nad mezí stanovitelnosti. V roce 2015 se nález již neopakoval. Uvedená plocha s ornou půdou (5901KO) je obhospodařována běžným způsobem, včetně aplikace POR. V roce 2014 zde nebyl aplikován žádný přípravek na ochranu rostlin.

Závěry

- V letech 2014 a 2015 bylo ve vzorcích ze 40 monitorovacích ploch (34 ploch s ornou půdou, 5 ploch s TTP, 1 chmelnice) stanovováno celkem 68 účinných látek POR.
- Celkem bylo detekováno 37 účinných látek. Pouze na pěti monitorovacích plochách nebyla detekována žádná účinná látka.
- Nejčastěji detekovanými účinnými látkami byly pesticidy ze skupiny triazolových fungicidů (epoxikonazol, tebukonazol, propikonazol a cyproconazol).
- Triazolové fungicidy mají společný toxikologicky relevantní metabolit: 1,2,4 – triazol. Vzhledem k tomu, že na 1,2,4 – triazol se vztahují stejná kritéria jako na účinné látky a

vzhledem k nálezům azolových látek v půdě by bylo vhodné zahájit monitoring tohoto metabolitu v rámci BMP.

- V hloubce 25 cm byly detekovány i účinné látky, které se vyplavují do podzemních vod, a jsou tedy vyloučeny z ochranného pásma zdrojů podzemních vod (terbuthylazin, metolachlor, metabolity atrazinu a všechny azolové látky). Tyto látky by měly být dále sledovány s minimálním odběrem dvakrát za rok, aby se zjistilo jejich chování v půdě a následně tomu přizpůsobit i monitoring vod v těchto lokalitách. Na základě získaných výsledků by bylo možno omezit používání POR s ohledem na riziko znečištění zdrojů pitných vod.
- Výsledky monitoringu budou využívány i při povolovacím procesu POR i při kontrolách u zemědělských subjektů

Podrobnější hodnocení obsahů jednotlivých účinných látek POR v půdních vzorcích bude zpracováno formou samostatné zprávy.

1.4.1.6 Monitoring mikrobiálních parametrů půd ČR

Stanislav Malý, ÚKZÚZ Brno

Počátkem října bylo v rámci tříletého odběrového cyklu odebráno 35 vzorků orných půd a půd trvalých travních porostů z ploch bazálního půdního monitoringu ÚKZÚZ a pět půd TTP ze sítě pozorovacích ploch CHKO. Přehled laboratorních stanovení uvádí tabulka 16.

Tab. 16 *Přehled analýz provedených v rámci monitoringu mikrobiálních vlastností půd ČR v roce 2015 (OMB – Národní referenční laboratoř, Oddělení mikrobiologie a biochemie)*

metoda	počet vzorků	pracoviště ÚKZÚZ
oxidovatelný uhlík	40	OMB Brno
pH (KCl)	40	Odbor NRL Brno
zrnitostní rozbor	40	Odbor NRL Brno
kationtová výměnná kapacita	40	Odbor NRL Brno
uhlík mikrobiální biomasy	40	OMB Brno
dusík mikrobiální biomasy	40	OMB Brno
bazální respirace titračně	40	OMB Brno
bazální respirace systémem OxiTop	40	OMB Brno
substrátem indukovaná respirace systémem OxiTop	40	OMB Brno
růstové křivky: specifická růstová rychlost (μ)	40	OMB Brno
amonifikace	40	OMB Brno
nitrifikační aktivita	40	OMB Brno
aktivita ureázy	40	OMB Brno
restrikční analýza fragmentu genu amoA	25	OMB Brno
aktivita vybraných půdních enzymů (6)	40	OMB Brno

Během roku 2015 byla v laboratoři půdní mikrobiologie NRL-OMB zavedena metoda pro stanovení dvou labilních frakcí organické hmoty (SOM): vodou a horkou vodou extrahovatelného C. Pro tento účel byly použity vzorky odebrané v rámci mikrobiálního monitoringu v roce 2014 a uskladněné při $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (28 orných půd, 9 TTP, 7 se změnou obhospodařování). Organická hmota extrahovatelná vodou za laboratorních podmínek (WSC, water soluble C) obsahuje zejména nízkomolekulární látky s dobou obratu v řádech dnů, za horka ($80\text{ }^{\circ}\text{C}$) dochází k extrakci mikrobiální biomasy a některých polymerních látek. V případě WSC se uvádí vztah k mikrobiální aktivitě, HWSC (hot water soluble C) souvisí s agregátovou stabilitou, která závisí na obsahu mikrobiální biomasy. V obou případech se jedná o labilní frakce SOM, které jsou citlivější k agrotechnickým zásahům než je oxidovatelný uhlík a slouží jako časnější indikátor změn celkového obsahu organické hmoty.

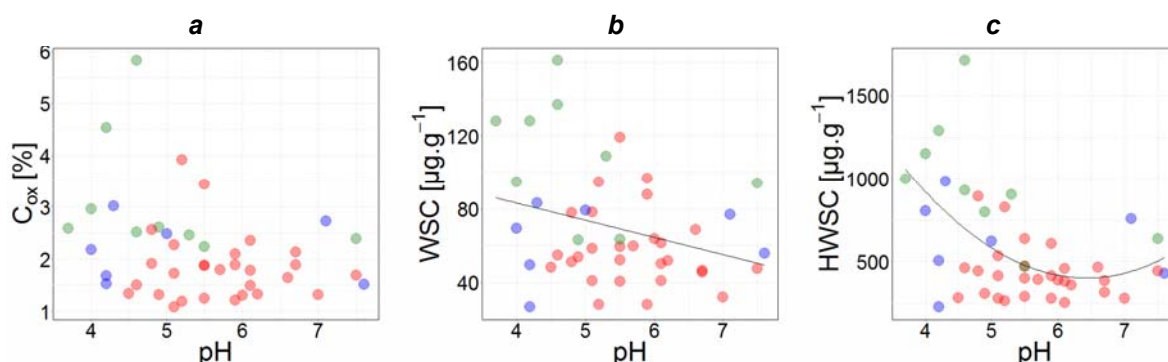
Výsledky ukázaly, že koncentrace WSC se pohybuje v řádu desetin procent, HWSC v jednotkách procent z C_{ox} . Zatímco v případě C_{ox} nebyl nalezen vztah s pH, hodnoty HWSC vykazovaly minimální hodnoty při pH okolo 6,5 (obrázek 1). To je pravděpodobně výsledkem maximální mikrobiální aktivity v neutrální oblasti, která vede k vyčerpání snadno dostupného organického substrátu. Těsný vztah mezi HWSC a maximální vodní kapacitou WHC (water holding capacity) potvrzuje předpoklad, že HWSC souvisí s tvorbou agregátů, jejichž přítomnost pozitivně ovlivňuje schopnost půdy zadržovat vodu (obrázek 2). Ačkoliv WHC představuje pomocný parametr stanovovaný pro účely půdní mikrobiologie a nikoliv

charakteristiku používanou půdními fyziky, z hlediska srovnávacího má potřebnou vypovídací hodnotu. Vztahy C_{ox} , WSC a HWSC s mikrobiální biomasou a celkovými aktivitami stanovenými jako bazální a substrátem indukovaná respirace byly vysoce signifikantní ve všech případech (r mezi 0,505 a 0,866). Přestože hodnoty r byly nejvyšší v případě HWSC, rozdíly od C_{ox} a WSC byly relativně malé.

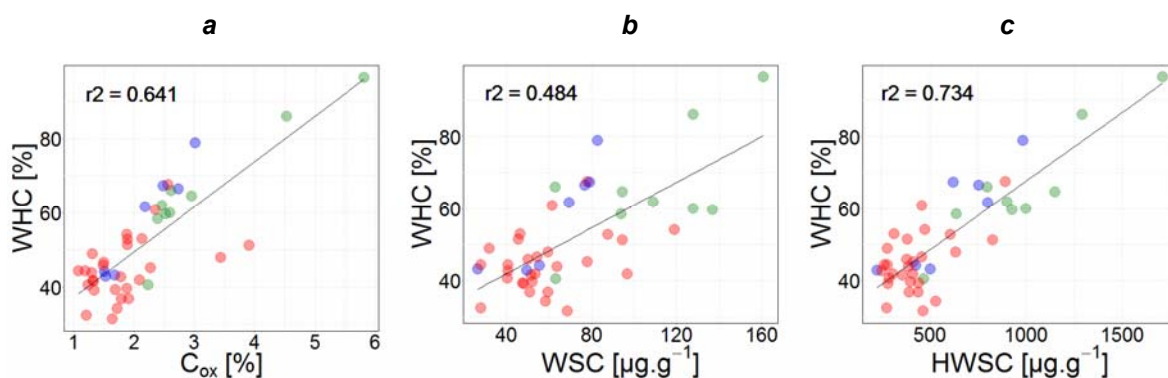
Určité omezení při analýze WSC a HWSC představuje požadavek provádět stanovení v čerstvých půdách. Porovnání hodnot v čerstvých vzorcích a půdách vysušených při laboratorní teplotě ukázalo zvýšení WSC přibližně o 85 %, přičemž rozdíly mezi oběma hodnotami byly variabilnější v půdách s vysokými obsahy. Sušení mělo naopak malý vliv na HWSC, v průměru došlo k nárůstu pouze o necelých 6 %. Navíc byl mezi oběma hodnotami nalezen velmi těsný vztah (obrázek 3), což dává možnost provádět tyto analýzy v suchých vzorcích.

Zavedené metody pro stanovení WSC a HWSC představují citlivý nástroj ke sledování změn v obsahu SOM a budou používány v rámci monitoringu půdních mikrobiálních vlastností.

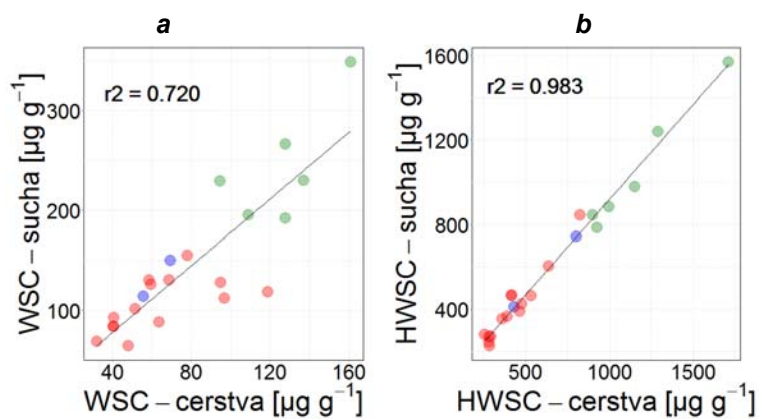
Obr. 1 Vztah mezi pH (1 M KCl) a C_{ox} (a), WSC (b) a HWSC (c). Proložení bodů provedeno pomocí lineární regrese, testována byla signifikantnost lineárního a kvadratického členu. Červená – orná půda, modrá – půdy se změnou obhospodařování, zelená – TTP



Obr. 2 Vztah mezi C_{ox} (a), WSC (b), HWSC (c) a maximální vodní kapacitou (WHC). Červená – orná půda, modrá – půdy se změnou obhospodařování, zelená – TTP



Obr. 3 *Vliv sušení na WSC (a) a HWSC (b). Červená – orná půda, modrá – půdy se změnou obhospodařování, zelená – TTP.*



1.4.1.7 Monitoring rostlinné produkce - obsahy rizikových prvků a látek v rostlinách

V roce 2015 bylo analyzováno 85 vzorků rostlin z 51 lokalit. V příloze 29 jsou uvedeny výsledky měření obsahů rizikových prvků v rostlinách z pozorovacích ploch Bazálního monitoringu půd. Pro celé období sledování (1997 - 2015) byly vypočítány průměrné obsahy rizikových prvků v rostlinách (příloha 30). Tyto hodnoty by měly být chápány jako orientační, protože u některých plodin se jedná o výsledek jedné nebo několika málo analýz a nebyly tak vyloučeny extrémní hodnoty z kontaminovaných ploch.

V roce 2015 byl celkem v 5 vzorcích zjištěn nadlimitní obsah rizikových prvků. Ve dvou vzorcích (zrno ovsa, semeno máku) byla překročena nejvyšší přípustná hodnota stanovená nařízením komise (ES) č. 1881/2006 (hodnocení z hlediska potravin). V případě ovsa to byl nadlimitní obsah kadmia ($0,14 \text{ mg.kg}^{-1}$) a v případě máku to byl nadlimitní obsah dvou prvků zároveň - arzenu a kadmia (arzén - $0,33 \text{ mg.kg}^{-1}$; kadmium - $0,95 \text{ mg.kg}^{-1}$). Ve třech vzorcích (dva vzorky kukuřice na siláž, jeden vzorek chrástu červené řepy) byly překročeny nejvyšší přípustné hodnoty z hlediska krmiv stanovené nařízením komise (EU) č. 574/2011 a nařízením komise (EU) č. 1275/2013. U obou vzorků kukuřice na siláž byl překročen limit pro kadmium ($1,86$ a $1,09 \text{ mg.kg}^{-1}$), u vzorku chrástu červené řepy byl také překročen limit pro kadmium ($1,33 \text{ mg.kg}^{-1}$).

Všechny vzorky, které byly shledány jako nadlimitní, byly odebrány z kontaminovaných ploch. Vzorky rostlin s překročenými limitními hodnotami u jednotlivých plodin uvádí příloha 31.

Závěry

- V roce 2015 byla provedena analýza 85 vzorků rostlin z 51 pozorovacích ploch BMP.
- V 5 případech došlo k překročení limitních hodnot rizikových prvků, z toho byly 2 vzorky hodnoceny jako rostlinné produkty k potravinářskému využití (kadmium – 2x, arzén – 1x) a 3 vzorky jako produkty pro výrobu krmiv (kadmium - 3x). Vzorek semene máku překročil limit u dvou prvků.
- K překročení limitních hodnot došlo ve všech případech ve vzorcích z kontaminovaného subsystému.

1.4.1.8 Stanovení aktivit ^{137}Cs v půdách vybraných lokalit BMP (2014)

prof. RNDr. Michael Pöschl, CSc.

(analýza provedena: Ústav molekulární biologie a radiobiologie, AF, Mendelova univerzita v Brně)

Stanovení aktivit ^{137}Cs bylo provedeno na gamaspektrometrické trase s detektorem HPGe ve vzorcích o objemu 500 ml, resp. hmotnostech 516 – 639 g (geometrie Marinelliho nádoba) a s dobou měření 10 až 20 hod. Bylo analyzováno 23 půd připravených ve standardní zrnitosti a 7 vzorků drnu z vybraných TTP a sadu. Výsledky analýzy vzorků standardní zrnitosti jsou uvedeny v připojené tabulce. U tří vzorků (lokalit) z roku 2014 byly zjištěny vyšší hmotnostní aktivity, u ostatních vzorků stejné (odchylky $\pm 5\%$) nebo nižší hodnoty hmotnostních aktivit (9 - 22 %) ve srovnání s rokem 2013 (pokles, nárůst či shoda jsou vyjádřeny symboly vedle tabulky). Pouze u vzorku 3027 (Přísečná) byla zjištěna výrazně nižší aktivita ve srovnání s rokem 2013 (hladina však byla srovnatelná s předchozími dvěma lety (2012 a 2011).

V průměru došlo meziročně k poklesu hmotnostních aktivit o $0,7 \text{ Bq.kg}^{-1}$ (tj. 2,5 %), což je v souladu se známými skutečnostmi (promíchávání půdy orbou, úbytek daný poločasem přeměny).

Variabilitu sledovaného ukazatele u meziročních výsledků lze u půd očekávat, jak již bylo dříve zmiňováno. V odběrových lokalitách mohou být i výrazné rozdíly (dané jak původním spadem, tak i druhotnou erozí půdy) v obsahu ^{137}Cs mezi konkrétními místy nedaleko od sebe vzdálenými, a to může i přes dodržení stanovené metodiky odběru způsobit námi pozorované meziroční kolísání, resp. stanovené aktivity.

Vzorky drnů analyzované u půd z TTP a sadu vykazaly ve většině případů vyšší měrné aktivity ^{137}Cs , pro sad pak výrazně vyšší, proti upraveným vzorkům. Potvrzuje to mj. i dříve prezentované závěry, že v případě obsahu rostlinných částí ve vzorku půdy může aktivitu v půdě i výrazně ovlivnit zachycený či akumulovaný radionuklid v rostlinách na dané lokalitě.

Výsledné hodnoty hmotnostních aktivit ^{137}Cs měřených vzorků půd z roku 2014 nepřekročily stanovené mezní hodnoty v orných půdách (100 Bq.kg^{-1}).

Tab. 17 *Hmotnostní aktivita (A) ^{137}Cs v půdních vzorcích BMP odebraných v roce 2014*

Číslo plochy	Lokalita	Kultura	Datum odběru	A (Bq.kg ⁻¹) ke dni odběru	
2008B	Zdislavice u Vlašimi	op	17. 4. 2014	19,2	-
2014B	Kutná hora	sad	9. 4. 2014	70,5	+
3003	Stachy	ttp	11. 6. 2014	40,1	+
3009	Písečné u Slavonic	op	7. 5. 2014	21,5	-
3014	Starý Pelhřimov	op	24. 6. 2014	21,7	-
3027	Přísečná	op	6. 5. 2014	9,8	---
4017	Lomnice u Sokolova	Ttp	1. 9. 2014	17,4	=
5002B	Dolní Chrástava	op	5. 8. 2014	8,6	=
5005B	Panenský Týnec	op	22. 7. 2014	5,6	=
6017	Jaroslav	op	12. 11. 2014	8,1	=
6022B	Křížlice	ttp	7. 10. 2014	26,3	=
7005	Jaroměřice nad Rokytnou	op	18. 3. 2014	27,2	=
7006	Bystřice nad Pernštejnem	op	7. 10. 2014	31,3	+
7026B	Třešť	op	9. 10. 2014	9,2	-
7024	Hrubčice	op	9. 10. 2014	10,0	=
6020	Rokytnice v Orlických horách	op	11. 9. 2014	64,5	=
8015B	Nové Sedlice	op	16. 10. 2014	58,5	=
8019B	Tomíkovice	op	17. 10. 2014	25,6	=
6010	Holetín	op	24. 7. 2014	22,9	=
4009B	Novosedly u Žlutic	ttp	1. 9. 2014	4,1	=
7042	Račín u Polničky	ttp	26. 8. 2014	68,3	-
5011B	Krásný Dvůr	op	9. 10. 2014	11,1	=
5010B	Rozstání pod Ještědem	ttp	4. 8. 2014	9,1	=

1.4.1.9 Stanovení obsahu esterů kyseliny ftalové v půdách lokalit BMP v roce 2014

Ing. Monika Siatková, prof. Ing. Alžběta Jarošová, Ph. D.

Vzorky půd ke stanovení obsahu ftalátů v půdách byly odebrány ze 40 lokalit BMP. Uvedené výsledky se týkají půd odebraných v roce 2014. Analýza vzorků půd probíhala na Ústavu technologie potravin AF Mendelovy univerzity v Brně.

Vzorky půd byly extrahovány směsí aceton:hexan (1:1) pomocí ultrazvuku. Následovalo přečištění koncentrovanou kyselinou sírovou (96%) a poté hydratovanou kyselinou sírovou (65%). Přečištěné vzorky byly dosušeny dusíkem do sucha a doplněny acetonitrilem se standardním přídatkem na objem 1 ml pro HPLC stanovení.

Analýza ftalátů byla provedena pomocí HPLC s UV detekcí při vlnové délce 224 nm. Všechny vzorky byly analyzovány duplicitně. Byla použita kolona Zorbax Eclipse C8. Výsledky byly vyhodnoceny pomocí kalibrační křivky za použití softwaru Agilent ChemStation for LC and LC/MS systems.

Hodnoty DBP se pohybovaly od 0,08 (vzorek 2904 Hlízov) do 1,78 mg.kg⁻¹ sušiny (vzorek 7902 Chrlice). Hodnoty DEHP se pohybovaly v rozmezí od 0,01 (vzorek 2904 Hlízov) do 2,32 (vzorek 7901 Malenovice u Zlína) mg.kg⁻¹ sušiny. Součet koncentrací DBP a DEHP se pohyboval v rozmezí od 0,09 (vzorek 2904 Hlízov) do 3,21 mg.kg⁻¹ sušiny (vzorek 7902 Chrlice).

Zjištěné hodnoty koncentrací ftalátů se pohybovaly v nízkých koncentracích ve všech krajích České republiky. Vyšší hodnoty byly naměřeny ve vzorcích půd odebraných v lokalitě Chrlice a Malenovice u Zlína. Zdrojem kontaminace půd ftaláty je pravděpodobně průmyslová činnost nedaleko monitorovacích ploch a současně i zemědělská činnost.

Ve Středočeském, Zlínském a Moravskoslezském kraji byly naměřeny v roce 2014 vyšší hodnoty koncentrace Σ DBP a DEHP (mg.kg⁻¹sušiny) oproti roku 2013. Ve zbývajících krajích naopak došlo v roce 2014 ke snížení koncentrace Σ DBP a DEHP (mg.kg⁻¹sušiny) oproti roku 2013.

Na základě uvedených výsledků lze konstatovat, že naměřené hodnoty v této studii nepřekročily limit, který je uveden v metodickém pokynu Ministerstva životního prostředí.

Tab. 18 Stanovené koncentrace DBP, DEHP a Σ DBP a DEHP (mg.kg⁻¹ suš.) na jednotlivých lokalitách BMP v roce 2014

Číslo plochy	Lokalita	DBP	DEHP	Σ DBP a DEHP	Kultura
		mg.kg ⁻¹ suš.			
2001	Sedlec u Líbeznic	0,67	0,55	1,22	orná půda
2002	Filipov u Čáslavi	0,75	0,18	0,93	orná půda
2901	Příbram	0,64	0,66	1,3	orná půda
2902	Lhota u Příbramě	0,19	0,04	0,23	orná půda
2903	Kutná Hora 1	0,84	0,15	0,99	orná půda
2904	Hlízov	0,08	0,01	0,09	orná půda
2905	Kutná Hora 2	0,34	0,39	0,73	orná půda
3017	Dražíc	0,15	0,27	0,42	orná půda
3023	Dolní Hořice	0,18	0,1	0,28	orná půda
3901	Žirovnice	0,34	0,02	0,36	orná půda
4023	Červený hrádek u Plzně	0,47	0,25	0,72	orná půda
4024	Zruč	0,36	0,21	0,57	orná půda
4902	Křimice	0,41	0,2	0,61	orná půda
4903	Sytno	0,18	0,04	0,22	orná půda
4904	Jenišov	0,28	0,61	0,89	trvalý travní porost
5005	Panenský Týnec	0,15	0,28	0,43	orná půda
5017	Rádlo	0,47	0,39	0,86	trvalý travní porost
5901	Louny	0,24	0,36	0,6	orná půda
5903	Žatec	0,27	0,59	0,86	chmelnice
5905	Lubenec	0,11	0,16	0,27	trvalý travní porost
6019	Újezd u Sezemic	0,18	0,19	0,37	orná půda
6024	Záhrad'	0,23	0,17	0,4	orná půda
6904	Utín	0,19	0,16	0,35	orná půda
7030	Nivnice	0,18	0,06	0,24	orná půda
7045	Boršice u Buchlovic	0,44	0,45	0,89	orná půda
7901	Malenovice u Zlína	0,83	2,32	3,15	orná půda
7902	Chrlice	1,78	1,43	3,21	orná půda
7903	Vysoké Studenice	0,33	0,33	0,66	orná půda
7904	Střížov u Třebíče	0,16	0,25	0,41	orná půda
8008	Stará Bělá	0,31	0,42	0,73	orná půda
8010	Šenov u Nového Jičína	0,21	0,35	0,56	orná půda
8019	Tomíkovice	0,32	0,39	0,71	orná půda
8021	Jarcová	0,56	0,62	1,18	orná půda
8026	Mosty u Českého Těšína	0,68	0,49	1,17	trvalý travní porost
8901	Bílá Voda u Javorníka	0,61	0,39	1	orná půda
8902	Město Albrechtice	0,69	0,44	1,13	orná půda
8903	Žilina u Nového Jičína 1	0,51	0,54	1,05	trvalý travní porost
8904	Žilina u Nového Jičína 2	0,49	0,37	0,86	trvalý travní porost
8905	Raškovice	0,63	0,4	1,03	orná půda
8906	Dolní Marklovice	0,5	0,43	0,93	orná půda

1.4.2 Kontrola hnojiv a pomocných látek

V roce 2015 pokračovala registrace hnojiv a pomocných látek podle zákona č. 156/1998 Sb., o hnojivech. Kromě registrace pracovníci Oddělení hnojiv (OdH) evidují hnojiva a pomocné látky uváděné do oběhu i dalšími 3 legálními způsoby, tzn. v režimu ohlášení (podle zákona č. 156/1998 Sb., o hnojivech), vzájemného uznávání (podle Nařízení EP a Rady (ES) č. 764/2008) a HNOJIV ES (podle Nařízení EP a Rady (ES) č. 2003/2003). HNOJIVA ES jsou však evidována a následně zveřejněna v Registru hnojiv pouze na základě žádosti výrobce resp. dodavatele, protože tato hnojiva ze své podstaty žádné evidenci ani povinnému hlášení nepodléhají.

V režimu registrace bylo vydáno celkem **418** rozhodnutí, z toho **126** rozhodnutí o registraci, **283** prodloužení platnosti registrace a v **50** případech bylo vydáno rozhodnutí o změně žádosti o registraci. Dále bylo ohlášeno **84** hnojiv, v režimu vzájemného uznávání bylo evidováno **28** výrobků a v režimu HNOJIV ES **114** hnojiv.

V rámci odborného dozoru bylo odebráno celkem **298** vzorků (**177** registrovaných hnojiv a pomocných látek, **37** ohlášených hnojiv, **83** HNOJIV ES a **1** vzájemně uznaný výrobek). Na základě výsledků analýz vzorků bylo zrušeno **21** rozhodnutí o registraci. Důvodem bylo kromě nevyhovujících jakostních ukazatelů také **7** případů překročení limitů rizikových prvků (tabulka 19). U HNOJIV ES bylo zahájeno **1** správní řízení (nevyhovující jakostní ukazatele).

Cílené kontroly (tabulka 20) zaměřené na průmyslové komposty, digestáty a statková hnojiva byly prováděny jednak u registrovaných a ohlášených výrobků (jako součást odborného dozoru), jednak jako kontrola výrobků určených pro vlastní potřebu. V rámci cílených kontrol bylo rovněž odebráno **12** tzv. sušených hnojů (**6** kravských, **5** koňských, **1** slepičí). Kromě standardních stanovení bylo metodou na detekci kyseliny močové ověřováno, zda kravské resp. koňské hnoje neobsahují větší podíl drůbežího hnoje než deklarovaných max. 15%. U **1** kravského hnoje bylo zjištěno, že se jedná o hnůj s převažujícím drůbežím podílem - bylo tedy rovněž zahájeno správní řízení.

Tab. 19 Hnojiva, u nichž byly v roce 2015 zjištěny nadlimitní obsahy rizikových prvků

Výrobek	Žadatel/výrobce	Překročení limitů rizik. prvků (v mg prvku/kg vysuř. vz.)
Superfosfát granulovaný 19 %	Rašelina a.s., Na Pískách 488, 39201 Soběslav	Cd (54,2/ 50)
Zahradní zemina	Jiří Kalenda, Čisovice 203, 252 04 Čisovice	As (34,4/ 20)
Průmyslový kompost, organické hnojivo	SETRA, spol. s r.o. kompostárna Vyskytná	Cu (235/ 150); Zn (671/ 600)
KOMPOST FARMÁŘ, organické hnojivo	Jiří Kalenda 25204 Čisovice, 203	As (21,8/ 20)
Zahradnický substrát	AGRO Jesenice u Prahy a.s. 25241 Hodkovice, Vestecská 2	Zn (399/ 300)
Ledek amonný 27 % N	HOKR, spol. s r.o.; Smilova 485, 530 02 Pardubice	Pb (19,6/ 10)
Rekultivační substrát	OTR Recycling s.r.o.; Kostelanská 2128, 686 03 Staré Město	Cu (207/ 100); Hg (1,52/ 1,0); Zn (1060/ 300)

červeně vyznačen limit TK

Tab. 20 Cílené kontroly v roce 2015 - průmyslové komposty, digestáty, statková hnojiva, sušené hnoje

	Počet odebraných vzorků (překroč. limitů rizik. prvků / nedodržení jakostních ukazatelů)	Překročení limitů rizik. prvků (v mg prvku/kg vysuř. vz.)
Průmyslové komposty	41 (2/7)	Cu (235/ 150); Zn (671/ 600); As (21,8/ 20)
Digestáty	25 (0/0)	
Statková hnojiva	25 (1/-)	Zn (1680/ 1200) Cu (255/ 250)
Sušené hnoje	12 (0/1)	

červeně vyznačen limit TK

1.4.3 Monitoring kalů ČOV

Na základě zákona č. 147/2002 Sb., o Ústředním kontrolním a zkušebním ústavu zemědělském, ve znění pozdějších předpisů, § 3, jsou kaly monitorovány jako jeden ze vstupů do půdy. V roce 2015 byl na vybraných ČOV většího významu odebrán v průběhu roku 1 vzorek kalu, celkem bylo odebráno **82 kalů z 82 ČOV**.

V laboratořích ÚKZÚZ byly vzorky analyzovány na rizikové prvky (RP) a ve vybraných vzorcích byly dále stanoveny organické polutanty. Z rizikových prvků (RP) je sledován obsah arsenu (As), kadmia (Cd), chrómu (Cr), rtuti (Hg), niklu (Ni), olova (Pb), mědi (Cu) a zinku (Zn), z organických polutantů jsou to polychlorované bifenyly (PCB - kongenery 28, 52, 101, 118, 138, 153 a 180), halogenované organické sloučeniny (AOX), polycyklické aromatické uhlovodíky (16 EPA PAH – NAP, ANY, ANA, FLU, PHE, ANT, FLT, PYR, BAA, CHR, BBF, BKF, BAP, DBA, BPE, IPY) a organochlorové pesticidy (hexachlorbenzen – HCB, hexachlorcyklohexan – HCH, látky skupiny DDT). Od roku 2012 je v deseti vzorcích kalů stanovováno 9 kongenerů PBDE. Od roku 2013 jsou ve vzorcích určených ke stanovení organických polutantů stanovovány také vybrané perfluorované sloučeniny - PFAS (PFDA - perfluorodekanová kyselina, PFHpA - perfluoroheptanová kyselina, PFHxA - perfluorohexanová kyselina, PFNA - perfluorononanová kyselina, PFOA - perfluorooktanová kyselina, PFOS - perfluorooktansulfonan). Obsahy jednotlivých prvků a organických polutantů jsou hodnoceny podle vyhlášky č. 382/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů (o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě) k zákonu č. 185/2001 Sb., o odpadech, ve znění pozdějších předpisů.

Monitoring je zaměřen především na ty ČOV, u nichž je předpoklad, že určitá část produkce kalů je směřována v konečné fázi na zemědělskou půdu a na velké, dlouhodobě monitorované ČOV.

Červeně jsou označeny ČOV, jejichž provozovatelé si nepřejí zveřejňování výsledků.

1.4.3.1 Obsahy rizikových prvků

Statistické vyhodnocení obsahů rizikových prvků v kalech ČOV za rok 2015 je uvedeno v příloze 32 pro ČR a v příloze 33 pro jednotlivé kraje. Nejvyšší mediány obsahů rizikových prvků byly v roce 2015 nalezeny ve vzorcích z Karlovarského a Libereckého kraje. Zatímco v Karlovarském kraji byly zjištěny nejvyšší mediány u arsenu (As), berylia (Be), kobaltu (Co), vanadu (V) a zinku (Zn), v Libereckém kraji to byly mediány kadmia (Cd), chromu (Cr), mědi (Cu), rtuti (Hg) a olova (Pb). V Ústeckém kraji byly zjištěny nejvyšší hodnoty mediánu pro molybden (Mo). Nejvyšší obsahy niklu (Ni) byly nalezeny ve vzorcích ze Zlínského kraje (příloha 34).

Přehled počtu vzorků kalů s nadlimitním obsahem rizikových prvků uvádí tabulka 21. Z této tabulky je patrné, že nejčastěji byl v roce 2015 překračován limit pro měď (Cu) (7,3 % případů překročení), následoval nikl (Ni) (4,9 % případů překročení) a dále arsen (As) a chrom (Cr) (3,6 % případů překročení). Grafické znázornění vývoje aritmetických průměrů a mediánů obsahů RP v kalech ČOV za období sledování 1994 až 2015 je uvedeno v příloze 36. Při porovnání obsahů na počátku sledování (polovina 90-tých let) a v současnosti lze říci, že došlo k výraznému snížení obsahů kadmia (Cd), rtuti (Hg), olova (Pb) a zinku (Zn). U většiny prvků bylo možné pozorovat pokles hodnot mediánů přibližně do roku 2010; poté se tento trend zastavil a projevuje se opět nárůst obsahů zejména u arsenu (As), mědi (Cu) a niklu (Ni), u olova (Pb) a zinku (Zn) je v posledních dvou letech opět patrný pokles hodnot mediánů. Střední hodnoty obsahů chromu (Cr) stagnují.

Tab. 21 Počty vzorků kalů překračující limitní hodnoty stanovené vyhláškou č. 382/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů a počty ČOV s nadlimitním obsahem alespoň jednoho rizikového prvku - rok 2015; jednotlivé kraje, ČR

												Počet ČOV		
Kraj		As	Cd	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Zn	Celkem	Z toho nadlimitní ČOV		
												počet	%	
Praha	počet vzorků	2									2	0	0	
	počet nadlimitů	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Jihočeský	počet vzorků	9									9	1	10	
	počet nadlimitů	0	0	0	0	0	0	1	0	0				
Jihomoravský	počet vzorků	8									8	1	13	
	počet nadlimitů	0	0	0	1	0	0	0	0	0				
Karlovarský	počet vzorků	3									3	2	67	
	počet nadlimitů	2	0	0	0	0	0	0	0	0				
Královéhradecký	počet vzorků	2									2	0	0	
	počet nadlimitů	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Liberecký	počet vzorků	3									3	3	100	
	počet nadlimitů	1	1	1	1	0	0	0	2	0				
Moravskoslezský	počet vzorků	4									4	0	0	
	počet nadlimitů	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Olomoucký	počet vzorků	6									6	0	0	
	počet nadlimitů	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Pardubický	počet vzorků	5									5	1	20	
	počet nadlimitů	0	0	0	1	0	0	0	0	0				
Plzeňský	počet vzorků	7									7	1	14	
	počet nadlimitů	0	0	1	1	0	0	1	0	0				
Středočeský	počet vzorků	9									9	0	0	
	počet nadlimitů	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Ústecký	počet vzorků	8									8	1	13	
	počet nadlimitů	0	1	0	1	0	0	0	0	0				
Vysočina	počet vzorků	12									12	2	17	
	počet nadlimitů	0	0	1	0	0	0	2	0	1				
Zlínský	počet vzorků	4									4	0	0	
	počet nadlimitů	0	0	0	1	0	0	0	0	0				
Počet analyzovaných vzorků v ČR (celkem)	počet vzorků celkem										82	12	15	
	počet nadlimitů celkem	3	2	3	6	0	0	4	2	1				

V rámci České republiky nevyhovělo v roce 2015 limitním hodnotám rizikových prvků stanoveným ve vyhlášce č. 382/2001 Sb. 12 vzorků kalů z 82 ČOV (14,6 %). Nejvyšší podíl ČOV produkujících kaly s nadlimitním obsahem alespoň jednoho rizikového prvku byl v roce 2015 zjištěn v Libereckém kraji (100 %), následovaly kraje Karlovarský (67 %) a Pardubický (33 %). Tyto kaly by tedy nebylo možné aplikovat na zemědělskou půdu. K limitním hodnotám pro rizikové prvky navíc přistupují další kritéria (obsah organických polutantů, mikrobiální

znečištění), takže lze očekávat, že pro přímé použití na zemědělskou půdu bude počet nevyhovujících vzorků kalů ještě vyšší.

V průběhu let dochází z pohledu překračování limitních obsahů rizikových prvků ke snižování počtu nevyhovujících vzorků kalů (tabulka 22). V posledních šesti letech jsou limitní obsahy překračovány u méně než 20 % vzorkovaných ČOV.

Tab. 22 Počet vzorků s nadlimitním obsahem alespoň jednoho rizikového prvku v kalech z ČOV v České republice za roky 2001 – 2015

Rok	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Celkem ČOV	195	199	96	101	100	101	107	106	102	103	90	88	78	78	82
Z toho nadlimitních	Počet	90	87	34	33	29	42	23	23	26	16	18	13	13	12
	%	46,2	43,7	35,4	32,7	29,0	41,6	21,5	21,7	25,5	15,3	20,0	14,8	16,7	14,6

Závěry

- V roce 2015 bylo na obsah rizikových prvků v rámci monitoringu kalů z ČOV odebráno a zanalyzováno 82 vzorků z 82 ČOV. Z tohoto souboru nevyhovělo vyhláše č. 382/2001 Sb. 12 vzorků z ČOV, tedy 14,6 %.
- Nejčastěji byla limitní hodnota překračována v případě mědi (Cu) (7,3 % případů překročení). Dalšími prvky nejčastěji se vyskytujícími v nadlimitních hodnotách byly nikl (Ni) (4,9 % případů překročení) a arsen (As) a chrom (Cr) (3,6 % případů překročení).
- Pokles hodnot mediánů bylo možné pozorovat téměř pro všechny prvky přibližně do roku 2010. Poté byl klesající trend zastaven a projevuje se opětový nárůst obsahů zejména u arzénu (As), mědi (Cu) a niklu (Ni), u olova (Pb) a zinku (Zn) je v posledních dvou letech opět patrný pokles hodnot mediánů.
- Při porovnání obsahů na počátku sledování (polovina 90-tých let) a v současnosti lze říci, že došlo k výraznému snížení obsahů kadmia (Cd), rtuti (Hg), olova (Pb) a zinku (Zn). Střední hodnoty obsahů chromu (Cr) se nemění.
- Největší podíl ČOV produkujících čistírenské kaly s nadlimitním obsahem alespoň jednoho rizikového prvku byl v roce 2015 zjištěn v Libereckém kraji.
- Počet čistíren odpadních vod, které produkují kaly s nevyhovujícími obsahy rizikových prvků a počet vzorků kalů s nadlimitním obsahem alespoň jednoho rizikového prvku za roky 2001 – 2015 v České republice má klesající tendenci.

1.4.3.2 Obsahy PCB

Polychlorované bifenylly (PCB) jsou v kalech ČOV stanovovány od roku 1998. Ke stávajícím šesti kongenerům (28, 52, 101, 138, 153, 180) přibyl v roce 2002 sedmý (118). Celkem bylo v roce 2015 analyzováno 21 vzorků kalů. Podrobnou tabulku obsahů jednotlivých kongenerů PCB i sumy 6 kongenerů uvádí příloha 36. Grafické znázornění obsahů sumy 6 kongenerů PCB ve vzorcích z jednotlivých ČOV je uvedeno v příloze 37. Základní statistické charakteristiky souboru jsou uvedeny v tabulce 23.

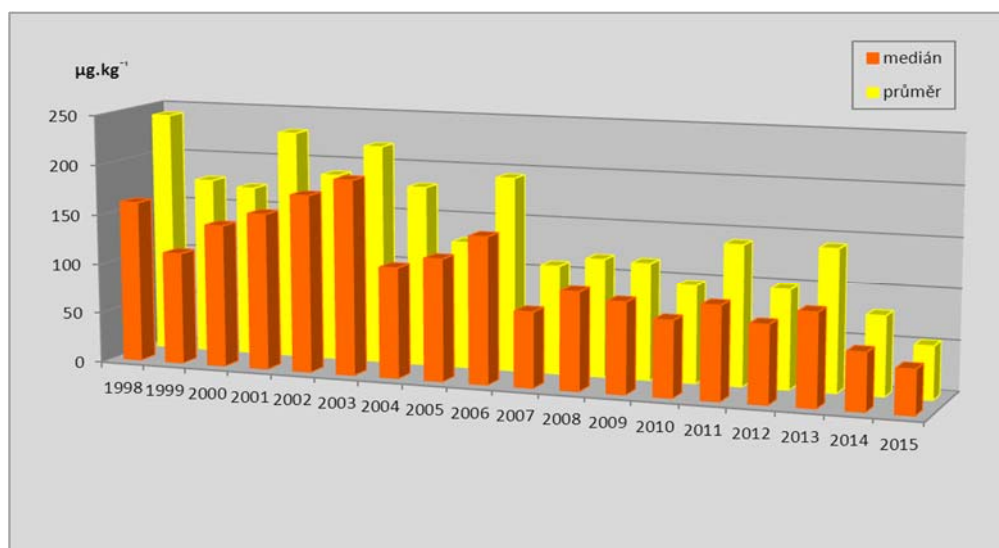
Tab. 23 *Základní statistické charakteristiky obsahu PCB v kalech ČOV – rok odběru 2015, 21 vzorků, $\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny*

	Kongenery PCB						Suma 6 kongenerů
	28	52	101	138	153	180	
Průměr	5,31	2,97	5,50	11,5	15,1	11,9	52,3
Medián	2,17	2,08	4,80	10,3	13,6	10,7	44,0
Minimum	0,83	0,72	1,24	1,00	1,46	0,87	6,12
Maximum	44,1	8,83	13,5	32,3	39,1	37,9	138
10.percentil	0,98	1,01	2,54	4,33	6,16	4,55	20,6
90.percentil	9,93	6,53	9,35	19,4	25,5	17,9	111
Limitní hodnota pro sumu 6 kongenerů PCB podle vyhlášky č. 382/2001 Sb.							600
Počet překročení limitu v roce 2015							0

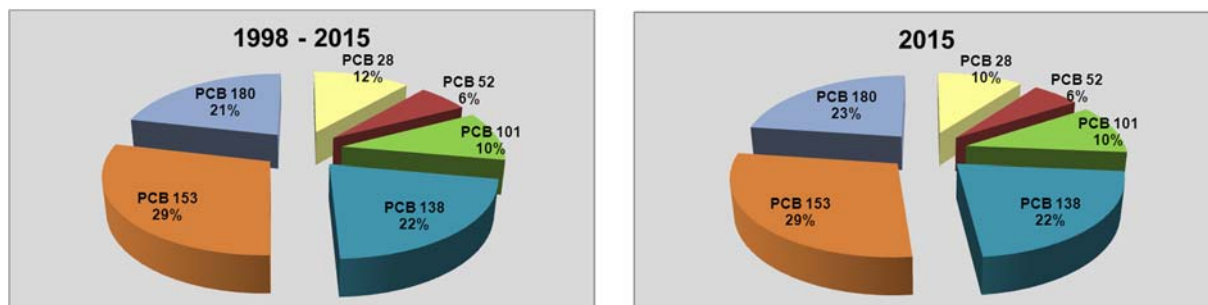
Sumy 6 kongenerů PCB v kalech kolísaly v roce 2015 v rozpětí od 6,12 do 138 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš., aritmetický průměr činil 52,3 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. a medián 44,0 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. Medián v roce 2015 byl nejnižší od počátku sledování v roce 1998. Vývoj středních hodnot obsahů sumy 6 kongenerů PCB v kalech ČOV je zobrazen v grafu 7, od roku 2007 jsou mediány relativně stabilní. Souhrnná statistika 631 vzorků kalů ČOV odebraných za období 1998 – 2015 je uvedena v příloze 38.

Z kongenerů se, za vyhodnocené období 1998 – 2015, na celkové sumě 6 kongenerů PCB nejvíce podílí kongener 153 (29 %), 138 a 180 (22 %, resp. 21 %) (graf 8). Zastoupení jednotlivých kongenerů v celkové sumě PCB se v dlouhodobém horizontu prakticky nemění. Ve vzorcích z roku 2015 má největší zastoupení kongener 153 (29 %) a 180 a 138 (23 %, resp. 22 %).

Graf 7 *Střední hodnoty obsahů sumy 6 kongenerů PCB v kalech ČOV, 1998 – 2015*



Graf 8 Procentuální zastoupení jednotlivých kongenerů PCB na celkové sumě 6 kongenerů v kalech ČOV, 1998 – 2015 a v roce 2015



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 ($0,6 \text{ mg.kg}^{-1} \text{ suš.}$). V roce 2015 nebyla tato mezní hodnota překročena v žádném vzorku. Na většině uvedených ČOV jsou obsahy sumy PCB nízké a ke zvýšení obsahů, popř. k překročení limitu došlo pouze jednorázově.

Závěry

- V roce 2015 byl obsah polychlorovaných bifenylnů stanoven v 21 vzorcích kalů.
- Sumy 6 kongenerů PCB v kalech kolísaly v roce 2015 v rozpětí hodnot od $6,12$ do $138 \text{ } \mu\text{g.kg}^{-1} \text{ suš.}$, aritmetický průměr činil $52,3 \text{ } \mu\text{g.kg}^{-1} \text{ suš.}$ a medián $44,0 \text{ } \mu\text{g.kg}^{-1} \text{ suš.}$
- V sumě 6 kongenerů PCB měly v období 1998 – 2015 největší zastoupení kongenery 153 (29 %), 138 a 180 (22 %, resp. 21 %).
- Střední hodnoty obsahů PCB od počátku sledování v roce 1998 klesly, od roku 2007 se udržují na relativně stálé hladině; v roce 2015 zjištěn nejnižší medián od roku 1998.
- Z odebraných vzorků kalů ČOV v roce 2015 nepřekročil žádný vzorek limitní hodnotu obsahu sumy 6 kongenerů PCB pro aplikaci kalů na zemědělskou půdu stanovenou ve vyhlášce č. 382/2001 Sb.

1.4.3.3 Obsahy PAH

V roce 2015 byly PAH stanoveny v 21 vzorcích kalů. Přehled obsahů individuálních PAH a jejich sumy jsou uvedeny v příloze 39, základní statistické charakteristiky v tabulce 24. Grafické znázornění sumy 10 PAH významných z hlediska určení limitní hodnoty (podle návrhu směrnice k využití odpadních kalů ČOV v zemědělství) je uvedeno v příloze 40.

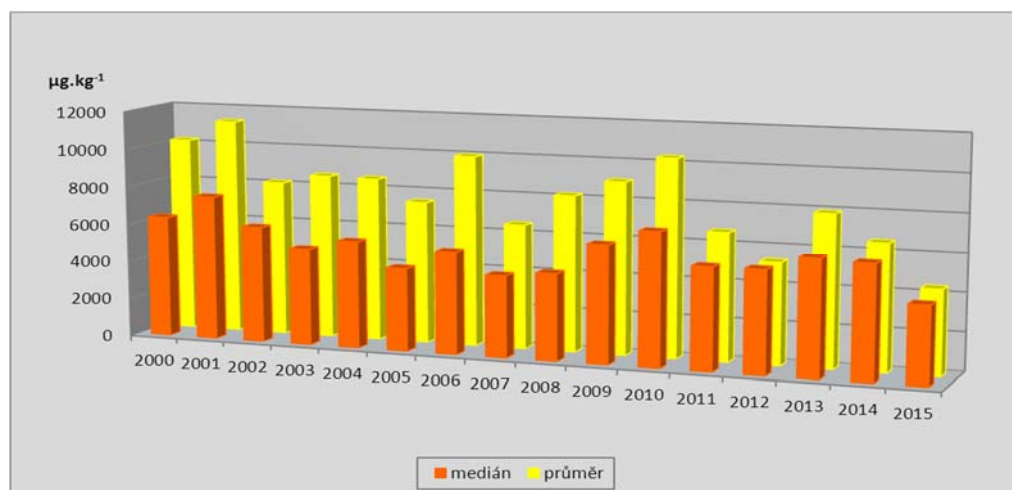
Tab. 24 *Základní statistické charakteristiky obsahů PAH v kalech – 2015 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.)*

	Průměr	Medián	Minimum	Maximum
NAP	300	231	45,4	921
ANY	44,0	41,9	10,0	130
ANA	73,0	32,0	2,5	887
FLU	507	524	37,2	1320
PHE	590	361	67,4	5170
ANT	162	89,6	19,2	1470
FLT	897	701	81,0	3250
PYR	730	687	43,2	2460
BAA	304	294	14,4	702
CHR	389	367	30,7	922
BBF	394	350	27,5	1010
BKF	185	161	11,2	472
BAP	359	385	21,2	898
DBA	46,0	40,6	4,47	132
BPE	357	399	30,7	867
IPY	284	231	14,9	792
SUMA10 PAH	4375	4037	343	15812
SUMA16 PAH	9694	8868	764	34365

Suma 16 EPA PAH se pohybuje v rozmezí 0,8 – 34,4 mg.kg^{-1} , medián souboru je 8,8 mg.kg^{-1} , průměrná hodnota 9,6 mg.kg^{-1} . Tabulka 25 a graf 9 uvádí průběh aritmetických průměrů a mediánů obsahů PAH od zahájení jejich sledování.

Střední hodnoty sumy 10 i 16 PAH mají v čase shodný průběh. Hodnoty mediánů vykazovaly od roku 2001 mírný pokles; tento trend byl však v posledních šesti letech zastaven.

Graf 9 *Střední hodnoty obsahů sumy 10 PAH v kalech ČOV (2000 – 2015, $\mu\text{g.kg}^{-1}$, ppb)*



Tab. 25 *Aritmetický průměr a medián obsahů PAH v kalech ČOV za období 2000 – 2015 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$)*

Rok	Σ 16 PAH		Σ 10 PAH	
	Průměr	Medián	Průměr	Medián
2000	12534	7794	10192	6367
2001	13975	9247	11286	7583
2002	10085	7504	8129	6097
2003	10086	6113	8603	5077
2004	10438	6865	8561	5618
2005	9042	5361	7453	4322
2006	12100	6942	9970	5355
2007	8017	5219	6524	4251
2008	9883	5511	8174	4510
2009	11338	7741	9010	6162
2010	12723	8514	10332	6976
2011	8391	6669	6681	5306
2012	6836	6791	5275	5321
2013	10024	10198	7910	6031
2014	8262	7384	6561	5928
2015	9694	8868	4375	4037
Celkový počet vzorků			521	
Počet nadlimitních vzorků (suma 10 PAH)			249	

Nejvyšší podíl z celkové sumy 16 PAH má fluoranthen (16,0 %) a pyren (13,0 %). S výjimkou roku 2008 (a v případě uhlovodíku acenaphtene z roku 2010) je procentuální zastoupení jednotlivých uhlovodíků v sumě 16 PAH stálé (příloha 44).

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, fluorene, phenanthrene, fluoranthene, pyrene,

benzo(b)fluoranthene, benzo(j)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene, benzo(a)pyrene, benzo(g,h,i)perylene a indeno(1,2,3-c,d)pyrene). V laboratořích ÚKZÚZ je z uvedených jedenácti uhlovodíků stanovováno deset (chybí benzo(j)fluoranthene). Suma vybraných 10 PAH, významných z hlediska určení limitní hodnoty, ve všech 21 analyzovaných vzorcích kalů je graficky zobrazena v příloze 40 s vyznačenou limitní hodnotou. Navrhovanou limitní hodnotu 6 mg.kg^{-1} překročilo v roce 2015 celkem 13 vzorků kalů.

Závěry

- V roce 2015 byl obsah polycyklických aromatických uhlovodíků stanoven v 21 vzorcích kalů.
- Suma 16 EPA PAH se pohybuje v rozmezí $0,8 - 34,4 \text{ mg.kg}^{-1}$, medián souboru je $8,8 \text{ mg.kg}^{-1}$, průměrná hodnota $9,6 \text{ mg.kg}^{-1}$.
- Uhlovodíky s nejvyššími nálezy v kalech v roce 2015 jsou fluoranthen (16,0 %) a pyren (13,0 %). Procentuální zastoupení jednotlivých uhlovodíků v sumě 16 EPA PAH je stále s výjimkou roku 2008 a 2010.
- Limitní hodnotu stanovenou z návrhu směrnice EU pro sumu 11 vybraných PAH překročilo z 21 analyzovaných vzorků 13.

1.4.3.4 Obsahy AOX

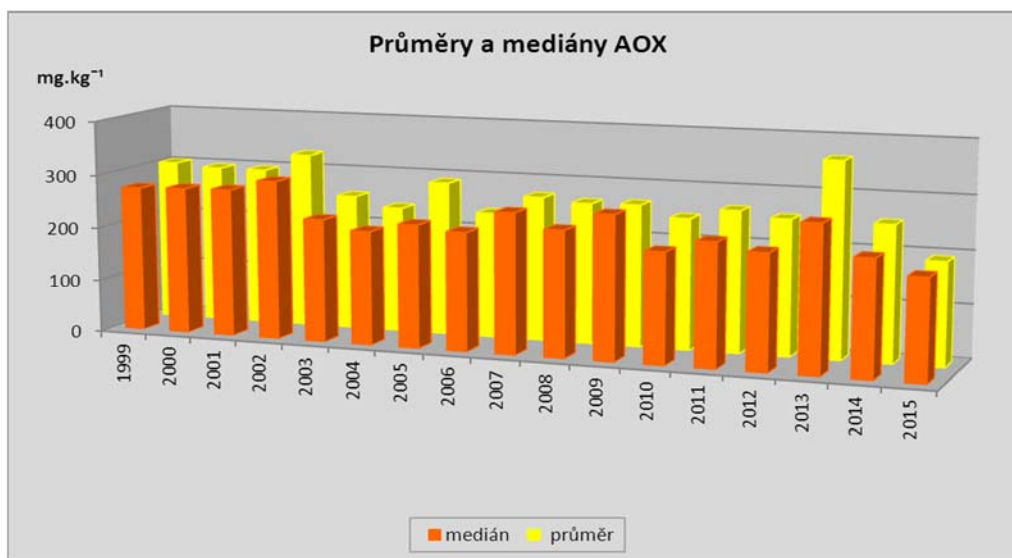
V roce 2015 bylo na obsah AOX (halogenové organické sloučeniny) analyzováno 21 vzorků kalů z ČOV. Přehled výsledků stanovení je uveden v příloze 42, grafické vyjádření v příloze 43. Základní statistické charakteristiky dlouhodobého sledování AOX (od roku 1999) uvádí tabulka 26.

Tab. 26 *Základní statistické charakteristiky obsahů AOX v kalech 1999 – 2015 (mg.kg⁻¹)*

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aritmetický průměr	303	297	297	329	255	237	289	236	271	264	266	246	265	254	364	254	193
Medián	273	276	278	298	231	214	231	222	263	236	269	207	230	216	273	217	189
Minimum	59	137	134	121	143	105	129	115	140	118	129	131	157	156	170	151	58,1
Maximum	839	598	681	985	467	434	1520	442	573	558	523	1010	565	460	2050	577	321
10% percentil	149	206	208	175	174	160	166	168	188	165	168	154	168	173	172	163	119
90% percentil	476	402	402	476	342	350	396	333	342	367	355	336	380	370	573	421	264
Celkový počet vzorků	26	52	37	41	35	35	36	35	38	36	38	38	21	21	21	21	21
Počet nadlimitních v.	3	1	1	4	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	3	1	0

Průběh středních hodnot obsahů AOX v kalech je graficky zobrazen v grafu 10. Medián souboru vzorků z roku 2015 je 189 mg.kg⁻¹ suš., průměr 193 mg.kg⁻¹ suš. Z hlediska dlouhodobého vývoje je možné pozorovat stagnaci hodnot jak průměru, tak i mediánu; výjimku tvoří rok 2013, který vykázal zatím nejvyšší hodnotu aritmetického průměru za celé sledované období. To bylo způsobeno dosud nejvyšším stanoveným obsahem AOX ve vzorku kalu - 2050 mg.kg⁻¹ suš.

Graf 10 *Střední hodnoty AOX v kalech ČOV (1999 – 2015, mg.kg⁻¹)*



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 v roce 2015 nepřekročil žádný vzorek.

Závěry

- V roce 2015 bylo provedeno stanovení AOX v 21 vzorcích kalů.
- Medián souboru vzorků z roku 2015 je 189 mg.kg⁻¹ suš., průměr 193 mg.kg⁻¹ suš..
- Limitní hodnotu 500 mg.kg⁻¹ suš. nepřekročil v roce 2015 žádný vzorek.

1.4.3.5 Obsahy organochlorových pesticidů

Obsahy organochlorových pesticidů (HCH, HCB, látky skupiny DDT) se ve vzorcích kalů stanovují od roku 2008. V roce 2015 bylo stanovení provedeno v 21 vzorcích. Přehled výsledků je uveden v příloze 44, grafické vyjádření v přílohách 45, 46 a 47. Základní statistika souboru je uvedena v tabulce 27.

Tab. 27 *Základní statistika obsahů HCH, HCB a látek skupiny DDT v kalech ČOV (2008 – 2014, $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.)*

OCP	rok	průměr	medián	min.	max.	počet vzorků
HCB	2008	19,7	19,1	5,71	67,7	36
	2009	11,1	9,81	1,23	47,1	38
	2010	13,1	11,4	< 0,50	57,4	38
	2011	7,42	5,62	1,02	20,5	21
	2012	13,9	8,04	3,92	108	21
	2013	12,0	5,87	< 0,50	120	21
	2014	7,80	6,20	1,18	21,8	21
	2015	3,97	3,15	0,82	20,4	21
HCH ($\alpha\beta\gamma\delta$)	2008	-	-	-	-	-
	2009	-	-	-	-	-
	2010	1,20	1,00	1,00	2,77	38
	2011	1,12	1,00	1,00	3,55	21
	2012	1,00	1,00	1,00	1,00	21
	2013	1,00	1,00	1,00	1,00	21
	2014	2,74	1,00	1,00	37,5	21
	2015	1,08	1,00	1,00	1,43	21
DDE	2008	32,4	31,0	11,6	62,4	36
	2009	31,3	31,4	6,87	69,7	38
	2010	26,1	24,2	2,61	86,9	38
	2011	26,1	25,2	17,5	35,5	21
	2012	24,6	23,3	16,4	40,1	21
	2013	15,9	15,5	2,14	27,7	21
	2014	24,9	20,9	7,74	116	21
	2015	13,6	11,9	2,50	26,6	21
DDD	2008	20,1	17,7	4,29	52,8	36
	2009	14,7	12,5	2,66	39,2	38
	2010	18,0	12,0	< 0,50	103	38
	2011	21,3	7,66	1,51	175	21
	2012	13,9	10,9	< 0,50	54,2	21
	2013	3,03	3,01	< 0,50	6,88	21
	2014	23,9	1,80	< 0,50	430	21
	2015	5,66	3,09	< 0,50	25,2	21
DDT	2008	3,96	2,93	0,77	13,6	36
	2009	3,58	2,06	< 0,50	13,9	38
	2010	4,50	1,60	< 0,50	27,4	38
	2011	3,72	2,39	< 0,50	21,8	21
	2012	1,47	< 0,50	< 0,50	6,18	21
	2013	1,03	< 0,50	< 0,50	6,36	21
	2014	12,9	< 0,50	< 0,50	234	21
	2015	2,02	< 0,50	< 0,50	19,9	21
suma DDE+DDD+DDT	2008	56,5	55,2	18,4	114	36
	2009	49,6	47,4	10,0	112	38
	2010	48,7	39,4	3,61	201	38
	2011	51,1	37,5	24,4	208	21
	2012	39,9	34,7	20,0	76,0	21
	2013	20,0	19,2	4,03	31,8	21
	2014	61,6	25,6	8,90	687	21
	2015	21,3	15,9	3,50	55,4	21

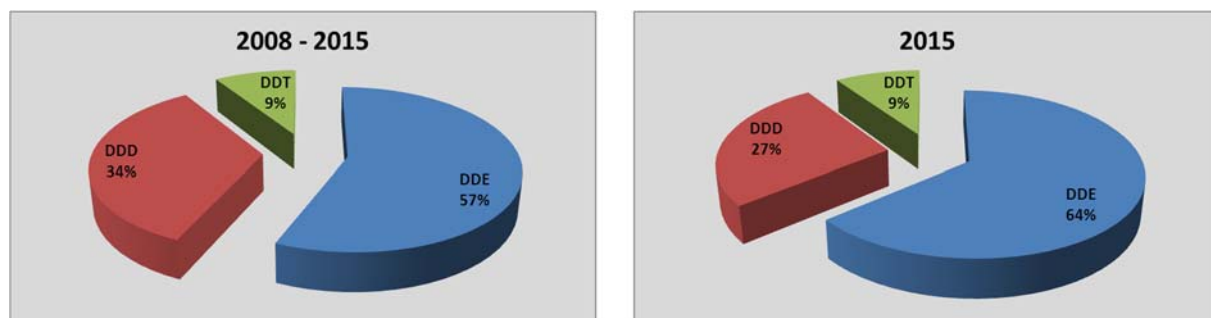
Obsahy všech izomerů HCH jsou u většiny analyzovaných vzorků pod mezí stanovitelnosti ($\text{LOQ} = 0,5 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.) s výjimkou pěti vzorků. Čtyři z těchto pěti vzorků mají vyšší obsahy β -izomeru HCH - přibližně do $0,60 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš., v pátém vzorku je v kalu vyšší obsah γ -izomeru HCH (izomeru s nejvýraznějšími insekticidními účinky), jehož obsah činí $0,68 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.; ostatní izomery jsou pod mezí stanovitelnosti.

Obsahy HCB v roce 2015 kolísají v rozsahu $0,82 - 20,4 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. Od začátku sledování došlo k poklesu hodnot mediánů, nelze však vysledovat žádný průkazný vývoj v tomto snížení.

Hodnoty látek skupiny DDT kolísají v rozmezí $3,5 - 55,4 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš., medián má hodnotu $15,9 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš., průměr činí $21,3 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. Vzájemný poměr jednotlivých látek skupiny DDT obecně vzrůstá v pořadí $\text{DDT} < \text{DDD} < \text{DDE}$ (graf 11), v jednom vzorku byl však obsah DDE stanoven nejnížší ($\text{DDE} < \text{DDT} < \text{DDD}$), přičemž DDE vzniká transformací DDT a DDD vzniká při výrobě DDT, nebo jako produkt mikrobiálního rozkladu DDT v půdě.

Limitní hodnoty pro obsah organochlorových pesticidů v kalech nejsou vyhláškou č. 382/2001 Sb. stanoveny.

Graf 11 Poměrné zastoupení jednotlivých látek skupiny DDT na celkové sumě DDT v kalech ČOV



Závěry

- V roce 2015 bylo provedeno stanovení OCP v 21 vzorcích kalů.
- Obsahy HCH jsou u většiny analyzovaných vzorků pod mezí stanovitelnosti ($\text{LOQ} = 0,5 \mu\text{g.kg}^{-1}$) s výjimkou pěti vzorků.
- Obsahy HCB kolísají v rozsahu $0,82 - 20,4 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš, medián $3,15 \mu\text{g.kg}^{-1}$.
- Suma látek skupiny DDT kolísá v rozmezí $3,5 - 55,4 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš., medián činí $15,9 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.
- Vzájemný poměr jednotlivých látek obecně vzrůstá v pořadí $\text{DDT} < \text{DDD} < \text{DDE}$.

1.4.3.6 Obsahy polybromovaných difenyletherů (PBDE)

PBDE jsou látky ze skupiny bromovaných zpomalovačů/retardátorů hoření (brominated flame retardants, BFR). Tyto látky jsou součástí široké škály textilií, plastů, stavebních materiálů, elektroniky. Jejich chemická struktura je podobná chemické struktuře PCB, DDT a PBB (polybromovaných bifenyly), a proto i jejich chemické a environmentální vlastnosti jsou podobné – jedná se o hydrofobní látky (vazba na tuky, bioakumulace), v prostředí perzistentní

(odolné proti chemické i biologické degradaci), toxické pro živé organismy a schopné dálkového transportu. Prokázané nálezy PBDE v lidské tukové tkáni, mateřském mléce a krvi, a vlastnosti shodné s vlastnostmi POPs vedly v roce 2009 k zařazení PBDE do seznamu látek uvedených ve Stockholmské úmluvě o perzistentních organických polutantech.

PBDE se velmi snadno sorbují na pevné částice (např. zeminu, sedimenty, prachové částice). Vdechování kontaminovaného prachu je společně s konzumací tučných ryb hlavním zdrojem PBDE pro lidský organismus. Jsou popisovány také případy transportu PBDE ze zeminy a čistírenských kalů do rostlin jako další možnost vstupu těchto látek do potravního řetězce.

V roce 2010 ÚKZÚZ poprvé přistoupil ke stanovení těchto látek v kalech metodou GC-MS/MS. V témže roce byla metoda akreditována. ÚKZÚZ provádí stanovení 9 kongenerů PBDE: 28, 47, 66, 85, 99, 100, 153, 154, 183.

Od roku 2010 byl obsah 9 kongenerů PBDE stanoven vždy v 10 až 11 vzorcích kalů; ČOV se neopakují. V roce 2015 byly PBDE stanoveny v 10 vzorcích kalů. V příloze 56 je mapka zobrazující obsahy PBDE z jednotlivých odebíraných ČOV v rámci ČR.

Obsahy jednotlivých kongenerů PBDE stanovených ve vzorcích kalů odebraných v roce 2015 jsou uvedeny v příloze 48, suma 9 stanovených kongenerů je graficky znázorněna v příloze 49. Základní statistiku obsahů sumy 9 kongenerů PBDE pro vzorky odebrané v roce 2015 a souhrnně, pro všech dosud analyzovaných 62 vzorků, shrnuje tabulka 28 a 29. Procentuální zastoupení jednotlivých kongenerů z celkové sumy PBDE je zobrazeno grafem 12.

Střední hodnota sumy 9 kongenerů PBDE ve vzorcích z roku 2015 činí $30,6 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš., medián $20,9 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. Mediány sumy 9 kongenerů byly během prvních čtyř let sledování vyrovnané, v roce 2014 a 2015 bylo zaznamenáno snížení hodnoty. Maximální hodnoty kolísají až dvojnásobně. Největší podíl na celkové sumě 9 kongenerů PBDE mají kongenery 99 a 47 (dohromady v roce 2015 71 %). Tyto kongenery se také nejvíce vyskytují v živých organismech. Limitní hodnota není vyhláškou č. 382/2001 Sb. stanovena.

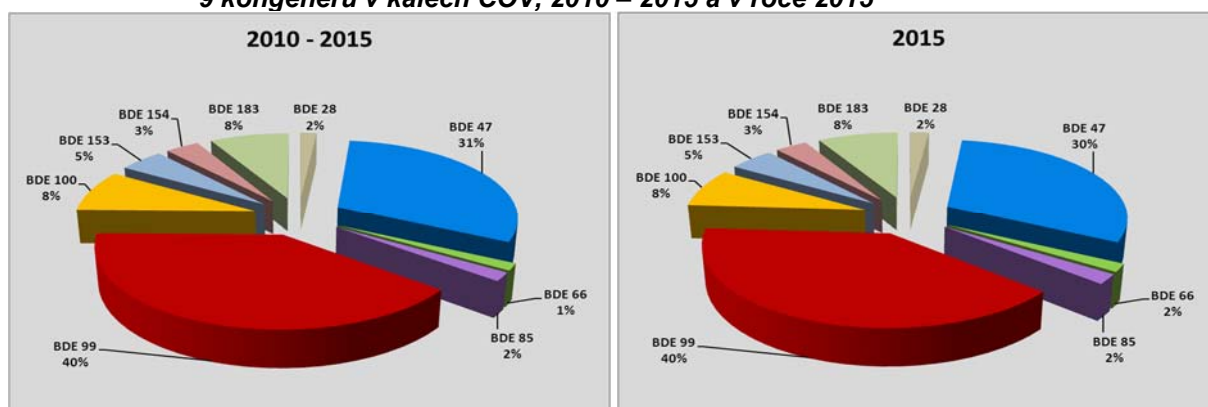
Tab. 28 **Základní statistika obsahů PBDE v kalech ČOV - 2015 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš., 12 vzorků)**

	BDE 28	BDE 47	BDE 66	BDE 85	BDE 99	BDE 100	BDE 153	BDE 154	BDE 183
Průměr	0,56	8,87	0,48	0,59	11,5	2,26	1,34	0,96	2,38
Medián	0,40	5,90	0,30	0,35	7,50	1,40	1,10	0,70	2,15
Minimum	0,20	2,30	0,10	0,10	2,70	0,50	0,40	0,30	0,70
Maximum	1,80	28,0	1,40	1,90	34,4	6,90	3,70	2,90	4,70
10. perc.	0,21	3,35	0,21	0,21	4,30	0,83	0,55	0,42	1,05
90. perc.	1,14	20,1	1,30	1,52	30,2	6,30	1,97	1,83	3,85

Tab. 29 *Základní statistika sumy 9 kongenerů PBDE v kalech ČOV (2010 – 2015, $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.)*

	Průměr	Medián	Minim.	Maxim.	Počet vz.
2010	38,2	30,7	1,70	93,7	10
2011	45,4	33,8	15,0	112	11
2012	44,8	32,2	17,0	99,7	10
2013	29,7	28,7	9,80	54,1	11
2014	28,3	21,4	4,10	90,1	10
2015	28,6	20,9	7,60	77,8	12
2010 - 2014	35,7	25,7	1,74	112	64

Graf 12 *Procentuální zastoupení jednotlivých kongenerů PBDE na celkové sumě 9 kongenerů v kalech ČOV, 2010 – 2015 a v roce 2015*



Závěry

- V roce 2015 bylo provedeno stanovení PBDE ve 12 vzorcích kalů.
- Průměrný obsah PBDE v kalech (2015) činí $28,6 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš., medián $20,9 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.
- Ve vzorcích z roku 2015 mají na sumě 9 kongenerů PBDE přibližně 2/3 podíl kongenery 99 (40 % z celkové sumy PBDE) a 47 (31 %). Tyto kongenery jsou dominantní také v celém souboru dosud analyzovaných vzorků.

1.4.3.7 Obsah vybraných perfluoroalkylových sloučenin (PFAS) v kalech

Perfluoroalkylové sloučeniny (PFAS) patří mezi perzistentní halogenované kontaminanty. Je to velká skupina synteticky vyráběných látek vyznačujících se různě dlouhým uhlíkatým řetězcem (lineárním nebo rozvětveným), v němž jsou všechny atomy vodíku (H), které jsou vázány přímo na uhlík (C), nahrazeny atomy fluoru (F). Na alkylový řetězec jsou napojeny různé koncové/funkční skupiny ($-\text{SO}_3^-$, $-\text{COO}^-$, $-\text{OPO}_3^{3-}$, $-\text{NH}_4^+$, $-\text{OH}$, $-\text{SO}_3\text{NH}_2$).

Tyto látky mají výjimečné fyzikální a chemické vlastnosti - jsou extrémně stabilní (nebyla prokázána žádná degradace hydrolýzou, fotolýzou nebo biodegradací, vyznačují se také tepelnou stabilitou). Jedná se o látky povrchově aktivní; ve své molekule obsahují jak hydrofilní (funkční skupinu), tak hydrofobní část (alkylový řetězec). Vykazují vysokou schopnost bioakumulace (ale na rozdíl od běžných perzistentních polutantů - POPs se neukládají v tukové tkáni, ale vážou se na proteinové složky tkání; ukládají se především v játrech). Mají potenciál k dálkovému transportu, jsou proto přítomny i v oblastech, kde nebyly nikdy vyráběny ani používány.

Pro uvedené vlastnosti jsou PFAS využívány při povrchové úpravě tkanin, koberců, obalových materiálů na potraviny, u ochranných nátěrů - PFAS snižují povrchové napětí a tím chrání povrchy před nečistotami - mastnotou, špínou, ale i před samotným smáčením vodou. Uplatňují se při výrobě polovodičů, jsou používány jako aditiva do hasicích pěn určených k hašení hořlavých tekutin. Dále jsou známé aplikace ve fotografickém průmyslu, lékařství, hornictví. Jsou součástí průmyslových a domácích čistících prostředků, nátěrových hmot, hydraulických kapalin pro letecký průmysl, pesticidů. Perfluorooctanová kyselina (PFOA) se také používá jako pomocné činidlo při výrobě polytetrafluorethylenu známého spíše pod názvy Teflon, Gore-Tex nebo Scotchgard.

I přes vysokou stabilitu perfluorovaných sloučenin dochází v životním prostředí k jejich (částečnému) rozkladu. PFAS s dlouhými řetězci, jak s lineárními, tak rozvětvenými podléhají degradaci na PFOA a perfluorooctansulfonát a jeho soli (PFOS), které se v současné době považují za výsledný produkt degradace PFAS, a které se již v životním prostředí dále nerozkládají.

Výskyt PFAS v prostředí je pouze z antropogenních zdrojů, jelikož se přirozeně v prostředí nevyskytují (většina organických sloučenin fluoru biogenního původu obsahuje pouze jeden atom fluoru na molekulu sloučeniny). Úniky PFAS do prostředí se vyskytují v průběhu celé jejich životnosti. Uvolňují se při vlastní produkci, kompletaci do komerčních produktů, v průběhu distribuce, industriálního i domácího užívání i po jejich užití ze skládek a čistíren odpadních vod. Nejvýznamnější zdrojem úniku je přímá výroba a následná kontaminace lokálního prostředí. Během tohoto procesu mohou být těkavější látky uvolněny do atmosféry. Významnou cestou je také únik z čistíren odpadních vod a skládek, kde byly pozorovány zvýšené koncentrace oproti pozadovým koncentracím.

Primární úložiště PFAS v prostředí jsou voda, sedimenty a půda. Šíření PFAS v životním prostředí probíhá především prouděním v povrchové vodě a s oceánskými proudy, transportem ve vzduchu (těkavé PFAS), adsorpcí na částice (ve vodě, sedimentech a ve vzduchu) a přes živé organismy.

Environmentální toxikologická data jsou známá především pro akvatické organismy jako ryby, bezobratlé, řasy a částečně také pro ptáky. Existuje dostatek informací o nebezpečnosti PFAS pro lidský organismus. PFOS jsou persistentní, bioakumulativní a toxické pro savce. Rychlost odstraňování z organismu je mezidruhově variabilní; poločas života 100 dní u krys, 200 dní u opic a roky u lidí. Toxické efekty jsou mezidruhově podobné. Opakovaná expozice způsobuje

hepatotoxicitu a smrt. PFOS a PFOA jsou distribuovány do krevního séra, ledvin a zejména jater a jsou nalézány v krvi běžné populace po celém světě.

Uvedené skutečnosti vedly v roce 2009 k zařazení PFOS na seznam zakázaných látek Stockholmské úmluvy o perzistentních organických polutantech. 17. března 2010 vydal Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) doporučení o monitorování přítomnosti PFAS v potravinách.

ÚKZÚZ přistoupil ke stanovení obsahů vybraných PFAS ve vzorcích odpadních kalů ČOV v roce 2013. Tyto látky se stanovují v 21 vzorcích.

Celkem bylo ve vzorcích detekováno 6 látek:

PFHxA	perfluorohexanová kyselina
PFHpA	perfluoroheptanová kyselina
PFOA	perfluorooktanová kyselina
PFNA	perfluorononanová kyselina
PFDA	perfluorodekanová kyselina
PFOS	perfluorooktansulfonan

Detekované obsahy PFAS v jednotlivých vzorcích kalů jsou uvedeny v příloze 50 (tabulka obsahů) a příloze 51 (graf). Průměrné hodnoty obsahů a rozsah stanovených hodnot uvádí tabulka 30.

Tab. 30 *Základní statistické charakteristiky vybraných perfluoroalkylových sloučenin v 21 vzorcích kalů ČOV odebraných v roce 2015 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.)*

	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFOS
Medián	0,30	< 0,1	0,98	0,40	2,30	6,80
Průměr	0,97	0,09	1,14	0,45	2,63	58,01
Minimum	< 0,1	< 0,1	0,43	< 0,1	0,13	0,29
Maximum	12,3	0,20	3,30	1,40	9,30	1090

Nad mezí stanovitelnosti byly detekovány všechny uvedené látky v 7 vzorcích. Nejméně jeden analyt pod mezí stanovitelnosti ($\text{LOQ} = 0,1 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.) byl zjištěn ve 14 vzorcích. Nejčastěji se jednalo o PFHpA. Naopak nejvyšších obsahů dosahoval PFOS, následovaly PFDA a PFOA. V 16 vzorcích byl PFOS vyšší než PFOA.

Nejvyšší obsahy PFAS byly zjištěny ve vzorku kalu z Libereckého kraje a to hlavně díky vysokému obsahu PFOS ($1090 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.).

Rozsah PFOS ve vzorcích kalů činil 0,29 - 1090 (!) $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. Rozsah obsahů PFDA činil 0,13 – 9,3 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš., přičemž nejvyšší hodnota pocházela ze vzorku z ČOV ve Středočeském kraji. Obsah PFOA ve vzorcích kalů kolísal v rozmezí 0,43 - 3,30 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš., s maximem z ČOV v Pardubickém kraji.

Nejvyšší obsahy PFAS byly zjištěny ve vzorcích z Libereckého a Pardubického kraje, zvýšené obsahy PFAS byly dále nalezeny v Plzeňském, Středočeském a Ústeckém kraji. Neobvyklá je dominance PFDA ve vzorku z Královéhradeckého kraje. Podobnou strukturu látek PFAS lze vidět ještě v dalších čtyřech vzorcích z ČOV ve Středočeském a Plzeňském kraji a v kraji Vysočina. V Jihočeském a Středočeském kraji se ve vzorcích také objevuje větší podíl PFHxA.

Limitní hodnoty pro obsah PFAS v kalech nejsou vyhláškou č. 382/2001 Sb. stanoveny.



Závěry

- V roce 2015 bylo provedeno stanovení PFAS v 21 vzorcích kalů.
- V analyzovaných vzorcích dominuje PFOS, následuje PFDA a PFOA.
- Maximální obsah PFAS byl v roce 2015 nalezen ve vzorku z ČOV Liberec, dále jsou nalézány zvýšené obsahy v Plzeňském, Středočeském a Ústeckém kraji.

1.4.3.8 Využití kalů

Způsob jakým je většinou nakládáno s kaly z monitorovaných ČOV shrnuje tabulka 31. U vybraných způsobů nakládání s kaly je v tabulce 32 uveden medián (střední hodnota) obsahů rizikových prvků.

Tab. 31 *Nakládání s kaly ČOV - 2015*

Způsob zpracování kalu	Následné využití kalu	Počet monitorovaných ČOV
Žádné	Přímá aplikace na ZPF	27
Kompostování	Aplikace na ZPF	23
	Rekultivace	15
	Skládka	2
	Úprava terénu	1
	Jiný způsob využití	1
	Neuvedeno	6
Jiný způsob úpravy	Skládkování	1
	Bioplynová stanice	1
	Neupřesněno	2
Neuvedeno		3

Tab. 32 *Střední hodnoty obsahů rizikových prvků ve čtyřech skupinách kalů ČOV rozdělených podle způsobu nakládání s kaly (2015)*

	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	V	Zn	Hg
Přímá aplikace	10,1	0,69	1,29	8,81	57,8	215	37,6	31,8	27,4	859	1,33
Kompostování + aplikace na ZP	6,26	0,44	1,25	7,08	43,2	226	31,6	53,8	22,2	925	1,53
Kompostování + rekultivace	12,6	1,10	2,34	8,57	210	330	52,1	73,5	30,7	1139	3,09
Kompostování (další využití neuvedeno)	8,63	0,42	1,22	7,42	45,1	174	46,0	26,8	19,7	701	0,88
Skládka	18,8	1,77	1,53	10,9	38,2	218	40,8	43,9	29,8	1063	3,05

Ve skupině 27 kalů určených k přímé aplikaci na ZPF se vyskytlo celkem 6 vzorků, ve kterých byly překročeny mezní hodnoty koncentrací prvků v kalech stanovené vyhláškou č. 382/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů, a to As (2 vzorky), Cr (1), Cu (1), Ni (2) a Zn (1). Kaly, které se kompostují, nemusí z hlediska obsahu rizikových prvků vyhovovat žádným legislativním limitům - v současné době jsou obsahy prvků v surovinách do kompostu upravovány pouze ČSN 46 5735 Průmyslové komposty, která není obecně závazná a má pouze doporučující charakter. Požadavkům uvedené normy na kvalitu suroviny (na obsah prvků v sušině) by z uvedených 48 vzorků kalů nevyhověly 2 vzorky (Cr, Hg).

1.4.4 Hodnocení rybníčních sedimentů

Sediment z vodního toku či vodní nádrže (rybníku) vzniká prostou sedimentací (usazováním) erodovaných pevných částic, které jsou přirozeně unášeny vodou. Při poklesu rychlosti proudění, a to jak rozšířením profilu, poklesem spádu toku nebo zvětšením hloubky vodoteče, dochází k přirozené sedimentaci unášených částic. Vzniklý materiál může mít povahu štěrkopísků a písků v proudných úsecích toků, nebo až jílovitohlinitých až jílovitých substrátů v rybnících. Jde o přirozený děj, který je urychlován antropogenními zásahy do krajiny. Surový sediment vykazuje značný podíl zvodnění až do 80 %, může obsahovat různé látky a cizorodé předměty v závislosti na struktuře zemědělské a průmyslové výroby v povodí.

Důvodem kumulace sedimentů a zanášení dna jsou nadále přetrvávající splachy zemědělské půdy z okolí rybníků, vodních děl a toků. Nevhodné hospodaření v povodí způsobuje nadměrnou erozi, pronikání a usazování rizikových prvků a látek v rybnících a tocích. V České republice vykazuje třetina rybníků nadměrné zatížení sedimenty. Sedimenty jsou ve velkých objemech do rybníků transportovány podle charakteru a stavu říční sítě a hospodářské činnosti v povodí a způsobují velmi rychlé zanášení méně proudných úseků povrchových vod.

Důsledkem ukládání sedimentů je postupné omezování až znemožňování vodohospodářských, biologických a ekologických funkcí vodních nádrží a toků. Celkové množství sedimentů je ve vodních nádržích ČR odhadováno na 197 mil. m³, v drobných vodních tocích a závlahových kanálech na 5 mil m³ a v odvodňovacích kanálech 0,8 mil m³. Tato množství značně zmenšují objem akumulace vody a snižují i míru ochrany krajiny proti povodním.

Po novele č. 223/2015 Sb. Zákona o odpadech č. 185/2001 jsou sedimenty opět odpadem. Přímé použití sedimentů na zemědělský půdní fond není zakázáno a řídí se zvláštními právními předpisy - zákonem č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, ve znění pozdějších předpisů, zákonem o hnojivech č. 156/1998 Sb. ve znění pozdějších předpisů a ustanoveními vyhlášky č. 257/2009 Sb., o používání sedimentů na zemědělské půdě.

Rozhodujícím ukazatelem pro možnost využití sedimentů je míra kontaminace rizikovými prvky a organickými polutanty ve vztahu k vyhlášce č. 257/2009 Sb. Pro využití sedimentů k aplikaci na zemědělskou půdu je důležitá i "hnojivá" hodnota sedimentů, tzn. zrnitostní složení, podíl organické hmoty, pH a obsah živin. Zrnitostní složení sedimentů může být značně rozdílné, což vyplývá ze zákonitostí sedimentačních procesů. S variabilitou zrnitostního složení sedimentů do značné míry koreluje i jejich chemické složení. Látky organické i anorganické povahy jsou poutány především na povrchu nejjemnějších půdních částic splavených z orniční vrstvy zemědělské půdy. Jako vhodný ukazatel pro hodnocení jejich přínosu k zúrodnění půd se jeví přístupný obsah živin, který je používán pro hodnocení úrodnosti v rámci Agrochemického zkoušení zemědělských půd, proto ve vzorcích byla zjišťována výměnná půdní reakce sedimentů (pH/CaCl₂) a obsah základních živin P, K, Ca a Mg podle Mehlicha III.

Tab. 33 Sedimenty – základní statistické parametry – zrnitost, obsahy živin a pH (1995 – 2014)

	zrnitost (% částic < 0,01 mm)	spalitel. látky (% sušiny)	pH/ CaCl ₂	přístupné živiny v mg.kg ⁻¹ (Mehlich III)			
				P	K	Mg	Ca
Průměr	30,44	8,64	5,90	39,6	215	338	3989
Medián	30,30	7,98	5,80	24,9	190	300	257
Min.	2,00	1,00	2,80	1,00	8,70	7,10	4,20
Max.	73,30	43,00	7,80	287	988	1640	28500
Poč. vz.	181	400	439	398	399	399	398

Tab. 34 Sedimenty – základní statistické parametry – obsahy rizikových prvků (1995 – 2014)

	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg*	Ni	Pb	V	Zn
	mg.kg ⁻¹ sušiny (extrakce lučavkou královskou)									
Průměr	12,4	13,5	12,7	53,5	28,6	0,13	34,9	51,9	50,0	151
Medián	7,97	0,43	12,4	47,0	24,5	0,10	31,7	27,1	47,6	113
Min.	0,95	0,05	1,03	1,75	2,20	0,005	1,15	2,50	4,00	8,15
Max.	274	1660	59	425	162	1,85	452	3350	163	1630
Poč. vz.	479	487	433	488	486	490	485	480	331	488
Limit	30	1	30	200	100	0,8	80	100	180	300

* obsah Hg je stanoven jako celkový obsah

Tab. 35 Sedimenty – základní statistické parametry – obsahy AOX, PCB (1995 – 2014), PAH, DDT, HCH, HCB (2009 – 2014) a PBDE (2011-2014)

	PCB*	PAH**	DDT***	AOX	HCH****	HCB	PBDE*****
	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	μg.kg ⁻¹	μg.kg ⁻¹	μg.kg ⁻¹
Průměr	0,0126	5,44	0,0394	29,4	1,0	1,50	0,49
Medián	0,0056	1,92	0,0156	25,1	1,0	0,70	0,45
Min.	0,0018	0,15	0,0015	0,50	1,0	0,25	0,45
Max.	0,1359	50,3	0,3525	123	1,3	8,28	0,90
Poč. vz.	78	41	46	118	39	46	31
Limit	0,2	6	0,1	-	-	-	-

*suma 7 kongenerů PCB (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)

**polycyklické aromatické uhlovodíky (suma 12 PAH)

*** suma DDT včetně metabolitů

**** suma 4 izomerů HCH (α + β + γ + δ)

***** suma 9 kongenerů PBDE (28, 47, 66, 58, 99, 100, 153, 154, 183)

Tab. 36 Sedimenty – průměrné hodnoty sledovaných parametrů (pH, živiny) – vodní tok, polní, návesní a lesní rybník (1995 – 2014)

	zrnitost (% částic < 0,01 mm)	spalitel. látky (% sušiny)	pH/ CaCl ₂	přístupné živiny v mg.kg ⁻¹ (Mehlich III)			
				P	K	Mg	Ca
Celkový průměr	30,4	8,64	5,90	39,6	215	338	3989
Vodní tok	21,3	7,39	6,17	52,2	190	305	3938
Polní rybník	31,3	8,11	5,92	38,1	197	345	3827
Návesní rybník	29,5	9,49	6,01	43,2	267	351	4832
Lesní rybník	37,9	9,67	5,23	29,5	180	272	2286

Tab. 37 Sedimenty – průměrné hodnoty sledovaných parametrů (rizikové prvky) – vodní tok, polní, návesní a lesní rybník (1995 – 2014)

	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg*	Ni	Pb	V	Zn
	mg.kg ⁻¹ suchého vzorku (extrakce lučavkou královskou)									
Celkový průměr	12,4	13,5	12,7	53,5	28,6	0,131	34,9	52,0	50,0	151
Vodní tok	11,4	0,63	11,1	52,9	33,3	0,154	31,3	44,6	44,9	157
Polní rybník	13,2	24,0	12,2	51,1	25,8	0,109	33,3	35,2	49,2	130
Návesní rybník	12,0	0,67	14,5	60,0	35,0	0,163	40,7	92,0	55,8	202
Lesní rybník	9,10	0,53	10,9	47,0	22,6	0,146	27,3	26,8	44,5	109

* obsah Hg je stanoven jako celkový obsah

Tab. 38 Sedimenty – průměrné hodnoty sledovaných parametrů - obsahy AOX, PCB (1995 – 2014), PAH, DDT, HCH, HCB (2009 – 2014) a PBDE (2011-2014) - vodní tok, polní, návesní a lesní rybník

	PCB*	PAH**	DDT***	AOX	HCH****	HCB	PBDE*****
	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	μg.kg ⁻¹	μg.kg ⁻¹	μg.kg ⁻¹
Celkový průměr	0,0126	5,44	0,0394	29,4	1,01	1,49	0,49
Vodní tok	0,0143	26,3	0,0335	43,4	1,00	3,13	-
Polní rybník	0,0150	1,97	0,0127	27,1	1,00	0,61	0,45
Návesní rybník	0,0106	7,57	0,0715	28,7	1,02	2,35	0,52
Lesní rybník	0,0028	1,57	0,0305	37,3	1,00	0,41	0,47

*suma 7 kongenerů PCB (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)

**polycyklické aromatické uhlovodíky (suma 12 PAH)

*** suma DDT včetně metabolitů

**** suma 4 izomerů HCH (α + β + γ + δ)

***** suma 9 kongenerů PBDE (28, 47, 66, 58, 99, 100, 153, 154, 183)

Tab. 39 Sedimenty – počty a procenta vzorků překračující limitní hodnoty – celkem, vodní tok, polní, návesní a lesní rybník (1995 – 2014) – vyhláška č. 257/2009 Sb.

		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	PCB*	PAH**	DDT***
Celkem	poč. vz.	479	487	433	488	486	490	485	480	331	488	78	33	38
	počet nadlim.	26	82	4	2	3	3	10	18	0	40	0	9	3
	% nadlim.	5,4	16,8	0,9	0,4	0,6	0,6	2,1	3,8	0	8,2	0	27	8
Vodní tok	poč. vz.	23	23	23	23	23	23	23	21	21	23	5	2	4
	počet nadlim.	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
	% nadlim.	0	17,4	0	0	0	0	0	0	0	4,4	0	50	0
Polní rybník	poč. vz.	265	269	239	272	270	271	269	269	187	272	39	16	17
	počet nadlim.	16	42	1	1	1	0	5	10	0	18	0	2	0
	% nadlim.	6,0	15,6	0,4	0,4	0,4	0	1,8	3,7	0	6,6	0	12,5	0
Návesní rybník	poč. vz.	139	150	128	147	147	150	147	145	83	147	30	12	13
	počet nadlim.	9	31	3	1	2	3	5	8	0	20	0	6	3
	% nadlim.	6,1	20,7	2,3	0,7	1,4	2,0	3,4	5,5	0	13,6	0	50	23,1
Lesní rybník	poč. vz.	45	45	43	46	46	46	46	45	40	46	4	3	4
	počet nadlim.	1	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	% nadlim.	2,2	11,1	0	0	0	0	0	0	0	2,2	0	0	0

*suma 7 kongenerů PCB (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)

**polycyklické aromatické uhlovodíky (suma 12 PAH)

*** suma DDT včetně metabolitů

Od roku 1995 do konce roku 2015 bylo odebráno a zanalyzováno celkem 493 vzorků sedimentů. Z uvedeného počtu je 274 rybníků „polních“ a 150 rybníků „návesních“ (toto dělení vyplynulo z postupného hodnocení výsledků, kdy návesní rybníky vykazovaly častěji vyšší hodnoty zjišťovaných živin a hlavně rizikových prvků a látek), dále je v souboru 46 rybníků lesních a 23 sedimentů z toků.

Protože převaha rozborů byla v minulosti prováděna na základě objednávek projektantů, nebo přímo vlastníků jednotlivých nádrží, byl rozsah stanovení převážně podřízován jejich požadavkům, takže často byly prováděny pouze rozborů na obsah rizikových prvků (zhruba v polovině případů nebyla zjišťována „hnojivá hodnota“ sedimentů). Přesný počet jednotlivých stanovení je vždy uveden ve statistickém zhodnocení každé sledované hodnoty (tabulky 33, 34, 35 a přílohy 52, 53).

Obsahy rizikových prvků a základní charakteristiky jednotlivých typů rybníků

Sedimenty **lesních rybníků** (tabulka 36, 37) jsou zrnitostně těžší, s velkým podílem jemných částic zejména organického původu, mají nejvyšší průměrné obsahy spalitelných látek (organické hmoty) a jejich pH patří k nejnižším stejně tak i obsahy přístupných živin (P, K, Mg, Ca). Z rizikových prvků v porovnání s celkovými průměry dominuje Hg, ostatní rizikové prvky vykazují nižší hodnoty vůči celkovým průměrům.

Polní a návesní rybníky jsou převážně střední zrnitosti, s pH v oblasti převážně kyselé a slabě kyselé, návesní rybníky mají obecně vyšší průměrné obsahy spalitelných látek (organické hmoty), obsahy u polních rybníků se pohybují kolem celkového průměru. Průměrné obsahy přístupných živin u obou kategorií rybníků dosahují vyšších hodnot, nejvyšších průměrných obsahů pak dosahují P a zejména Ca u návesních rybníků. Sedimenty návesních rybníků mají převážně vyšší průměrné obsahy všech rizikových prvků než ostatní kategorie rybníků, nejmarkantnější je to zejména u Pb a Zn, naopak obsahy Cd jsou hluboce pod celkovým průměrem. Sedimenty polních rybníků vykazují v průměru nejvyšší obsahy Cd a As. Obsahy ostatních prvků dosahují hodnot blízkých se celkovému průměru.

Sedimenty **vodních toků** jsou převážně hrubší zrnitosti s nízkým průměrným obsahem spalitelných látek (organické hmoty), a nižšími průměrnými obsahy přístupných živin kromě P, jehož hodnoty jsou nadprůměrné. Z rizikových prvků jsou významněji zastoupeny Cu, Hg a Zn.

Obsahy rizikových látek (PCB, PAH, DDT, AOX, HCH, HCB, PBDE)

V letech 2009 - 2015 byly ve 46 vzorcích sedimentů stanoveny obsahy organochlorových pesticidů (HCB, látek skupiny DDT) a ve 41 vzorcích sedimentů stanoveny obsahy 12 PAH. Konkrétní hodnoty a grafy jednotlivých parametrů jsou uvedeny v příloze 54 a 55.

Sedimenty **lesních rybníků** (tabulka 38) mají průměrné obsahy PCB, PAH, DDT a HCB v porovnání s celkovými průměry nižší, naopak průměrné obsahy AOX vykazují vyšší hodnoty.

Polní rybníky mají průměrné obsahy PCB vyšší v porovnání s celkovým průměrem, průměrné obsahy PAH a DDT však nedosahují ani hodnot celkových průměrů. Naopak u **návesních rybníků** jsou průměrné obsahy PAH a DDT vyšší, ale průměrné obsahy PCB nedosahují celkového průměru. Průměrné hodnoty AOX se u polních i návesních rybníků pohybují kolem celkového průměru. Průměrné hodnoty HCB jsou u polních rybníků nižší, než je celkový průměr, naopak u návesních jsou vyšší.

Sedimenty **vodních toků** mají průměrné obsahy PCB vyšší a obsahy PAH až výrazně vyšší, než je celkový průměr. Také průměrné hodnoty AOX a HCB jsou v porovnání s celkovým průměrem dvojnásobné. Průměrné obsahy DDT se pohybují kolem průměru. Tyto hodnoty je třeba brát s rezervou, neboť v databázi jsou pouze 2 vzorky z vodních toků, u kterých byly stanoveny organické polutanty.

Hodnoty HCH jsou vždy pod mezí stanovitelnosti pro všechny typy sledovaných sedimentů.

V letech 2011 - 2015 bylo 31 vzorků sedimentů testováno na PBDE (BDE 28, 47, 66, 85, 99, 100, 153, 154, 183). Průměrné obsahy PBDE jsou $0,48 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. a hodnota mediánu je $0,45 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. Jednotlivé obsahy se pohybovaly v rozmezí $0,45$ až $0,90 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.

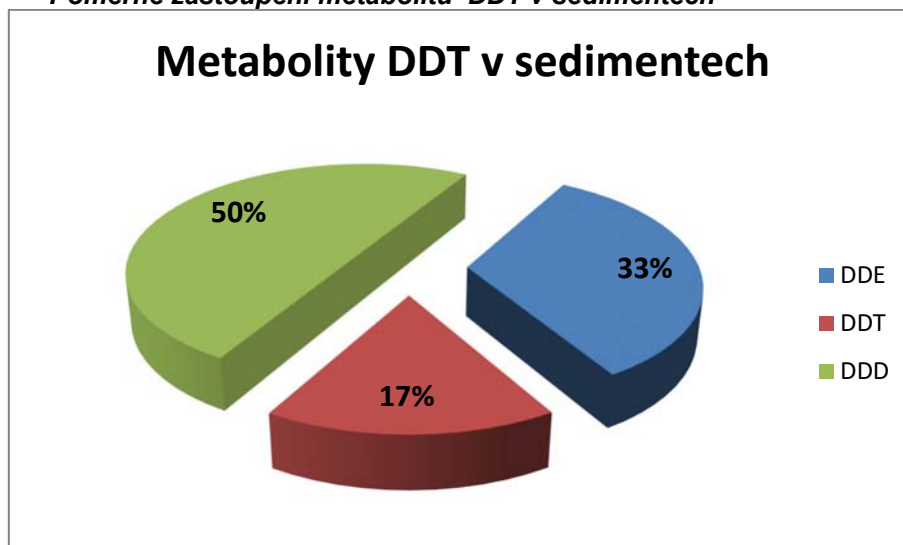
Vzájemný poměr metabolitů skupiny DDT, 12 sledovaných PAH a 9 PBDE v sedimentech ukazují grafy 13, 14 a 15. Z metabolitů DDT převažuje DDD (50,1 %), následuje DDE (33,1%) a poslední je DDT (16,7 %). U PAH je nejvíce ve vzorcích sedimentů zastoupen fluoranthén (FLT – 20 %), následuje pyren (PYR – 15 %) a chrysen (CHR – 10 %). Ze sledovaných PBDE je nejčastěji zastoupen BDE 99 – 15 %, zastoupení ostatních BDE se pohybuje v rozmezí 10 až 12 %.

Mediány sledovaných parametrů pro všechny kategorie sedimentů jsou graficky uvedeny v přílohách 60 - 62. V tabulce 39 jsou představeny počty a procenta vzorků překračující limitní hodnoty uvedené ve vyhlášce č. 257/2009 Sb. Nejčastěji překročovaným prvkem je Cd 16,8 % následuje Zn 8,2 % a As 5,4 %. Nejméně překročených limitů rizikových prvků mají vodní toky, kde jsou problematickými prvky Cd (17,4 %) a Zn (4,4 %). V počtu překročených limitních hodnot následují rybníky lesní, polní a návesní. Mezi dvěma posledními jmenovanými je však rozdíl v počtu překročených limitů velmi malý. U všech skupin rybníků, tak jako u toků, je ožehavým rizikovým prvkem Cd, po kterém následuje Zn. Obsahy PCB nepřekročil žádný vzorek, obsahy PAH překročilo celkem 9 vzorků, z toho nejvíce u návesních rybníků (6 vzorků); obsahy DDT překročily 3 vzorky, které jsou rovněž z kategorie návesní rybníků.

Odběry vzorků byly v roce 2015 prováděny pouze pracovníky ÚKZÚZ ze sedimentárních částí rybníků nebo ze složišť vytěžených sedimentů, jak rybníčních, tak i říčních. V minulých letech byly některé vzorky dodány přímo zákazníkem. V současné době jsou již vzorky odebírány podle metodického pokynu „Sledování rybníčních a říčních sedimentů“ v platném znění.

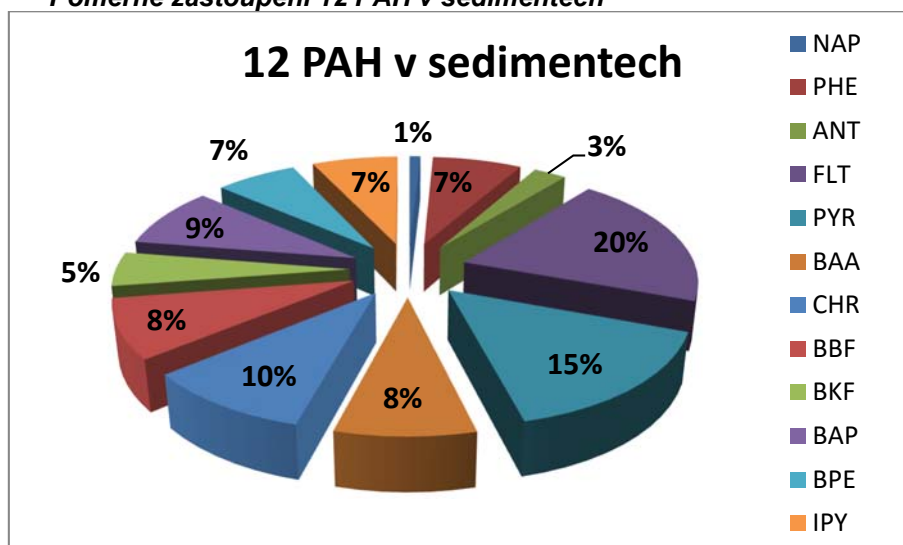
Graf 13

Poměrné zastoupení metabolitů DDT v sedimentech



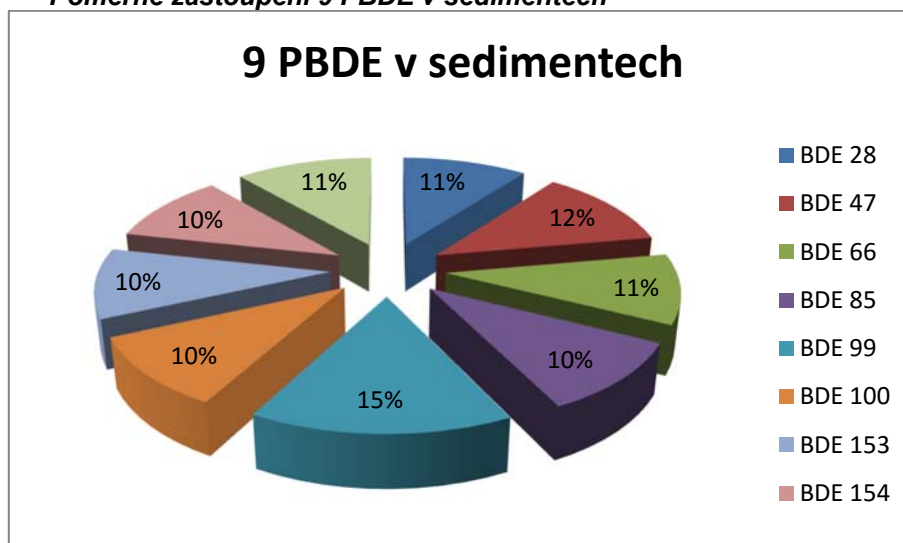
Graf 14

Poměrné zastoupení 12 PAH v sedimentech



Graf 15

Poměrné zastoupení 9 PBDE v sedimentech



Závěry

- Z uvedených výsledků vyplývá značná variabilita sedimentů ve všech zjišťovaných parametrech.
- Zrnitostně zkoušené sedimenty zahrnují prakticky všechny kategorie podle Novákovy klasifikační stupnice pro půdy, přičemž více jak polovinu tvoří sedimenty „středně těžké“; do určité míry je zrnitost odrazem charakteru půd v povodí jednotlivých rybníků.
- Pro zemědělskou půdu je významný obsah organické hmoty, která je základem pro tvorbu humusu. V sedimentech je obsah organické hmoty stanoven jako spalitelné látky. Jejich obsah ovšem rovněž silně kolísá v závislosti na druhu sedimentu, nejvyšších hodnot dosahují lesní rybníky, po nich následují návesní a polní rybníky a nejméně spalitelných látek je ve vodních tocích. Medián obsahu spalitelných látek se pohybuje kolem 8 % sušiny.
- Reakce sedimentů je u většiny vzorků v oblasti slabě kyselé a neutrální, kyselá reakce byla zjištěna u 63,1 % sedimentů, neutrální u 22,1 % a zásaditá u 14,8 %. Předpokládá se však, že po vytěžení a provzdušnění dojde k poklesu pH a následnému okyselení sedimentů.
- Obsah přístupných živin podle kritérií pro hodnocení orných půd se v procesu sedimentace mění oproti obsahům v půdách v povodí; prokazují se především nižší obsahy fosforu oproti obsahům zjišťovaným v průměru u orných půd, obsahy draslíku jsou podobné obsahům v půdách, naopak obsah hořčíku je téměř dvojnásobný.
- Obsah rizikových prvků hodnocených podle vyhlášky č. 257/2009 Sb. v letech 1995 - 2015 (extrakt lučavkou královskou) ukazuje na nejčastější kontaminaci kadmíem (Cd) - 82 vzorků (16,8 %), zinkem (Zn) - 40 vzorků (8,2 %) a arsenem - 26 vzorků (5,4 %). Počet vzorků s nadlimitními hodnotami je nejvyšší u „polních“ rybníků.
- Vzorky testované na PCB nepřekročily v žádném vzorku limitní hodnotu danou vyhláškou. Limitní hodnota pro obsah DDT v sedimentu byla překročena u 3 vzorků sedimentů z návesních rybníků. Limitní hodnota pro PAH byla překročena u 9 vzorků z toho jednou u toku, dvakrát u polního rybníku a šestkrát u návesního rybníku.
- Rozsah obsahů PBDE se pohybovaly v rozmezí 0,45 až 0,90 $\mu\text{g.kg}^{-1}\text{suš.}$ Limitní hodnota pro tuto látku není vyhláškou č. 257/2009 Sb. stanovena. Rozsah obsahů HCB kolísá v rozmezí 0,25 – 8,28 $\mu\text{g.kg}^{-1}\text{suš.}$ Limitní hodnota pro tuto látku není vyhláškou č. 257/2009 Sb. stanovena.

2. Sledování zakázaných a nežádoucích látek a produktů a znečišťujících doplňkových látek v krmných produktech

V roce 2015 prováděl Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský sledování cizorodých zakázaných a nežádoucích látek a produktů v krmivech na základě zjištění v předchozích letech, doporučení Komise k monitoringu a podle dalších právních předpisů. Vzorky odebírali pracovníci odboru zemědělské inspekce a analyzovány byly v akreditovaných laboratořích ústavu nebo smluvních laboratořích.

Sledování bylo rozděleno do čtyř hlavních částí:

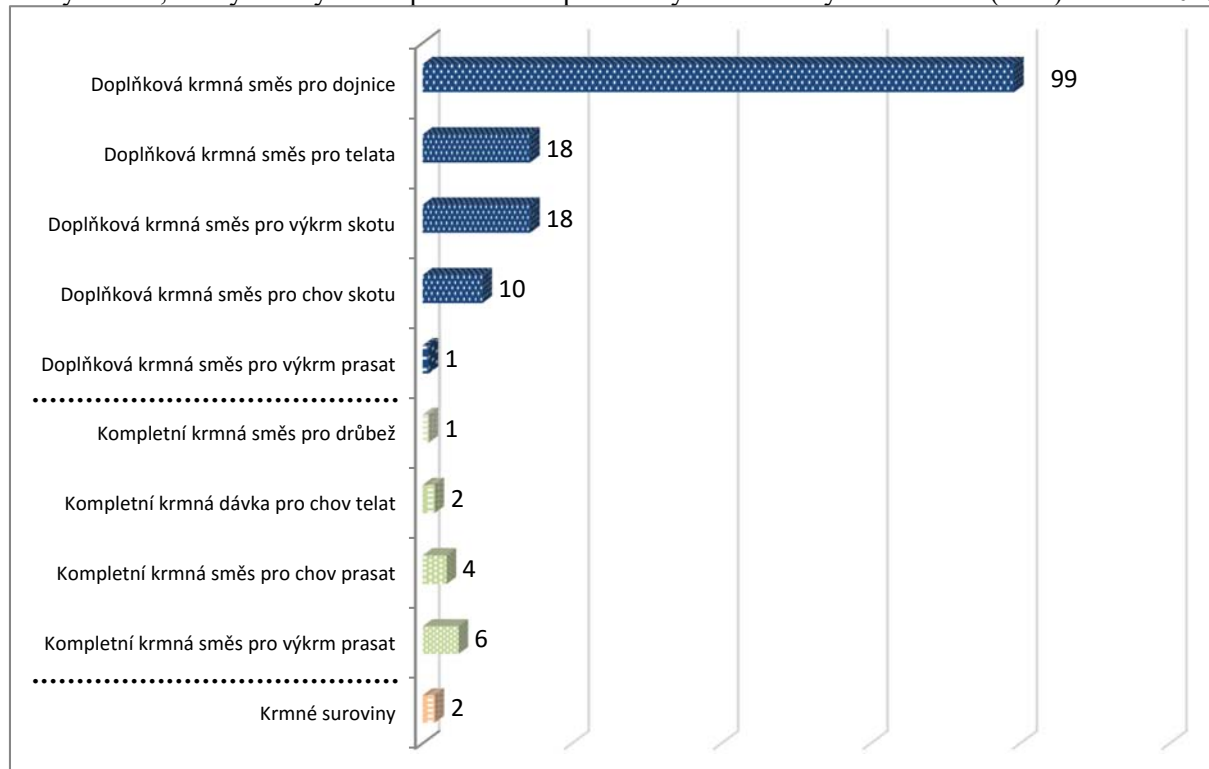
- Sledování výskytu zakázaných látek a produktů v krmivech
- Sledování výskytu nežádoucích látek a produktů v krmivech
- Sledování správného používání doplňkových látek v krmivech
- Sledování dalších problematik týkajících se bezpečnosti a kvality krmiv

2.1 Sledování zakázaných látek

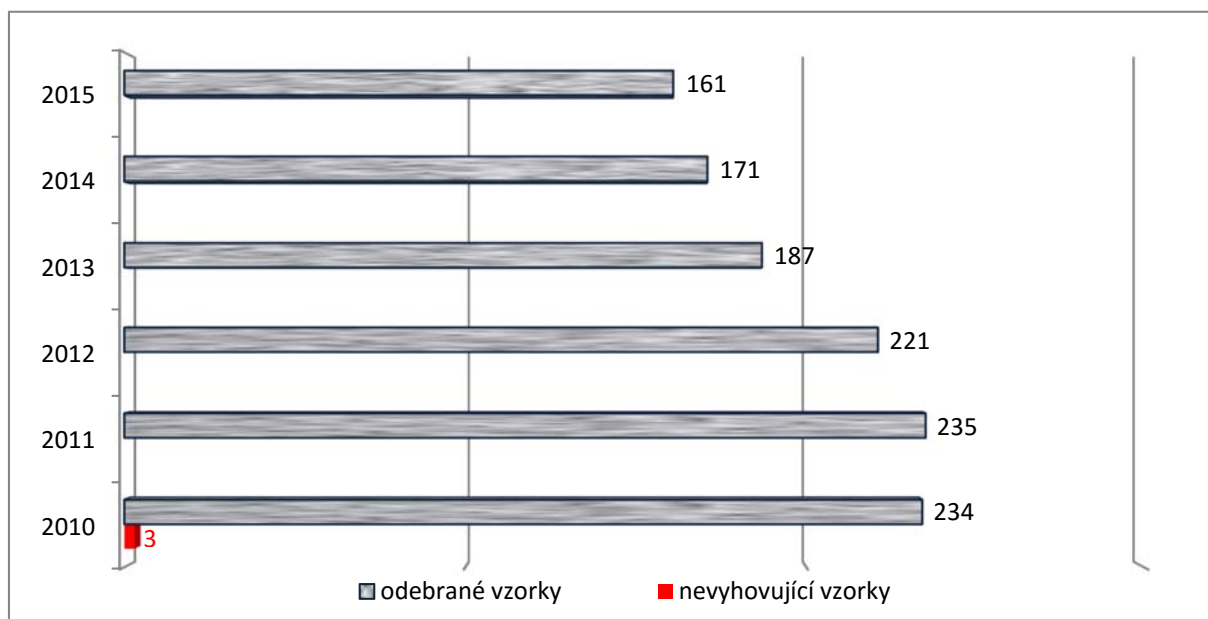
2.1.1 Cílená kontrola přítomnosti zpracovaných živočišných bílkovin v krmivech

Kontrola je zaměřená na možnou kontaminaci krmiv zpracovanými živočišnými bílkovinami (PAP). V roce 2015 bylo takto prověřeno 161 vzorků převážně doplňkových krmných směsí. Přítomnost nepovolených zpracovaných živočišných bílkovin nebyla v žádném vzorku zjištěna.

Počty krmiv, analyzovaných na přítomnost zpracovaných živočišných bílkovin (PAP) v roce 2015



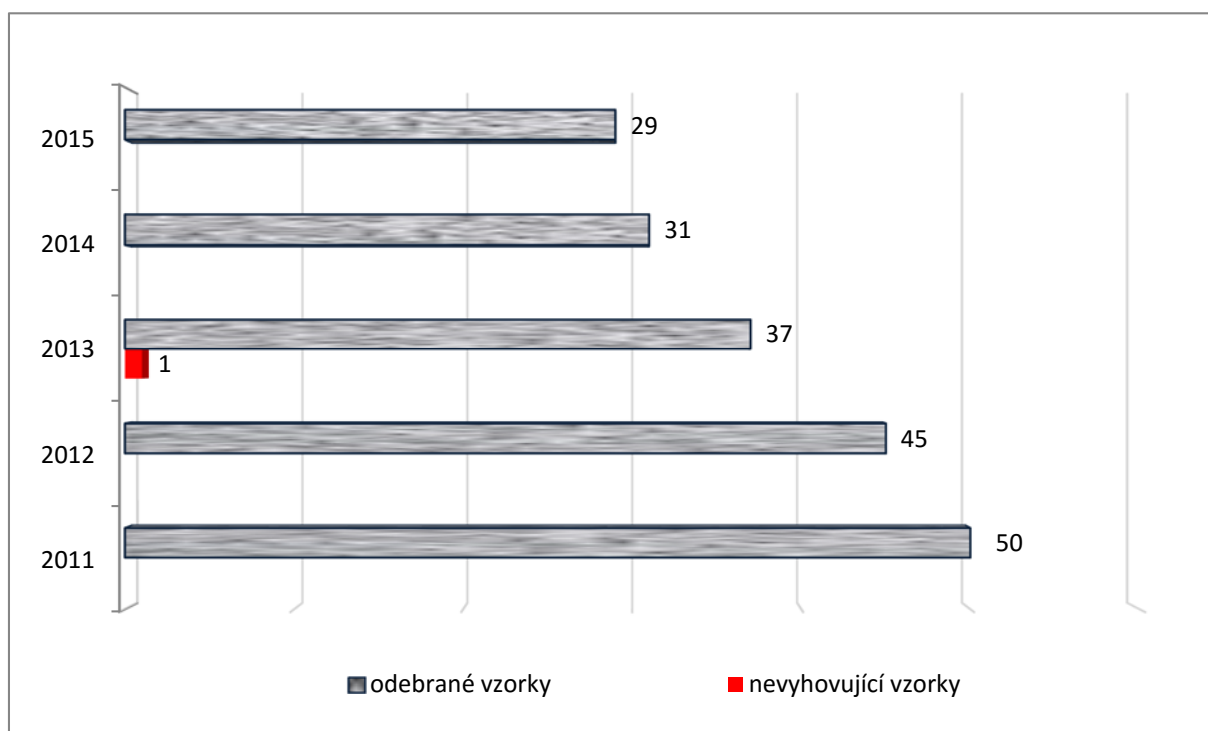
Počet odebraných a nevyhovujících vzorků v rámci cílené kontroly PAP v letech 2010-2015



2.1.2 Cílená kontrola rybí moučky na přítomnost tkání suchozemských živočichů

Cílem kontroly je zachytit přítomnost tkání suchozemských živočichů v rybí moučce, zvláště v souvislosti s povolením používat rybí moučku do mléčných krmných směsí pro přežvýkavce. Mikroskopicky a akreditovanou metodou RT – PCR bylo prověřeno 28 vzorků rybí moučky a 1 vzorek hydrolyzovaného rybího proteinu. V žádném analyzovaném vzorku nebyla zjištěna přítomnost tkání suchozemských živočichů.

Počet analyzovaných vzorků v rámci cílené kontroly tkání v rybí moučce v letech 2011-2015

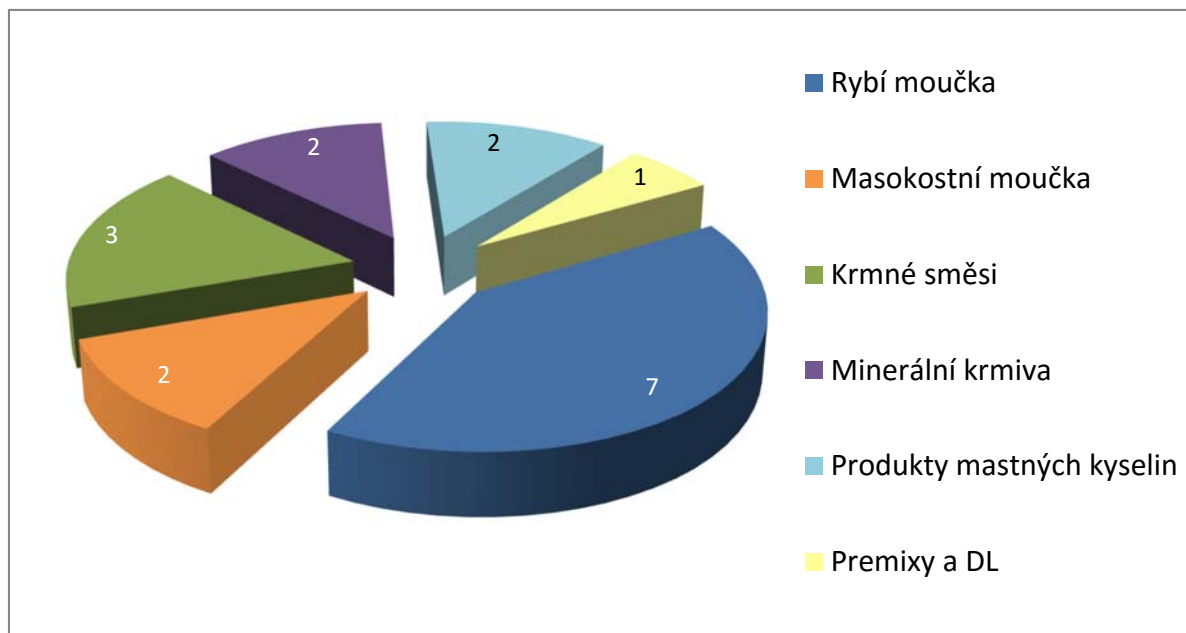


2.2 Sledování nežádoucích látek

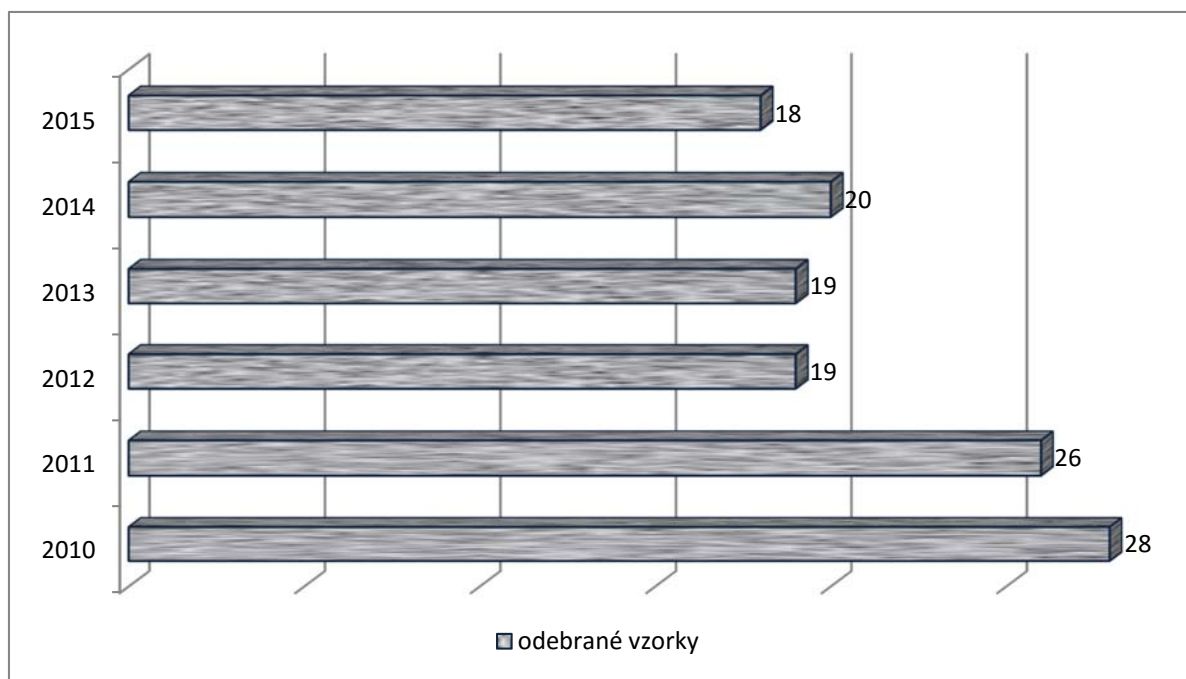
2.2.1 Monitoring vybraných perzistentních organických polutantů (POP)

V rámci kontroly bylo analyzováno 18 vzorků krmiv, krmných surovin a doplňkových látek. Žádný vzorek nebyl vyhodnocen jako nevyhovující. PCB byly sledovány zároveň s dioxiny, aby bylo možné posoudit expozici zvířete všem těmito toxinům. Naměřené hodnoty byly velmi nízké, obvykle pod mezí detekce 0,5 µg. Pro PCB dosud nebyly stanoveny prahové hodnoty.

Zastoupení vzorků v rámci cílené kontroly vybraných perzistentních org. polutantů (POP)



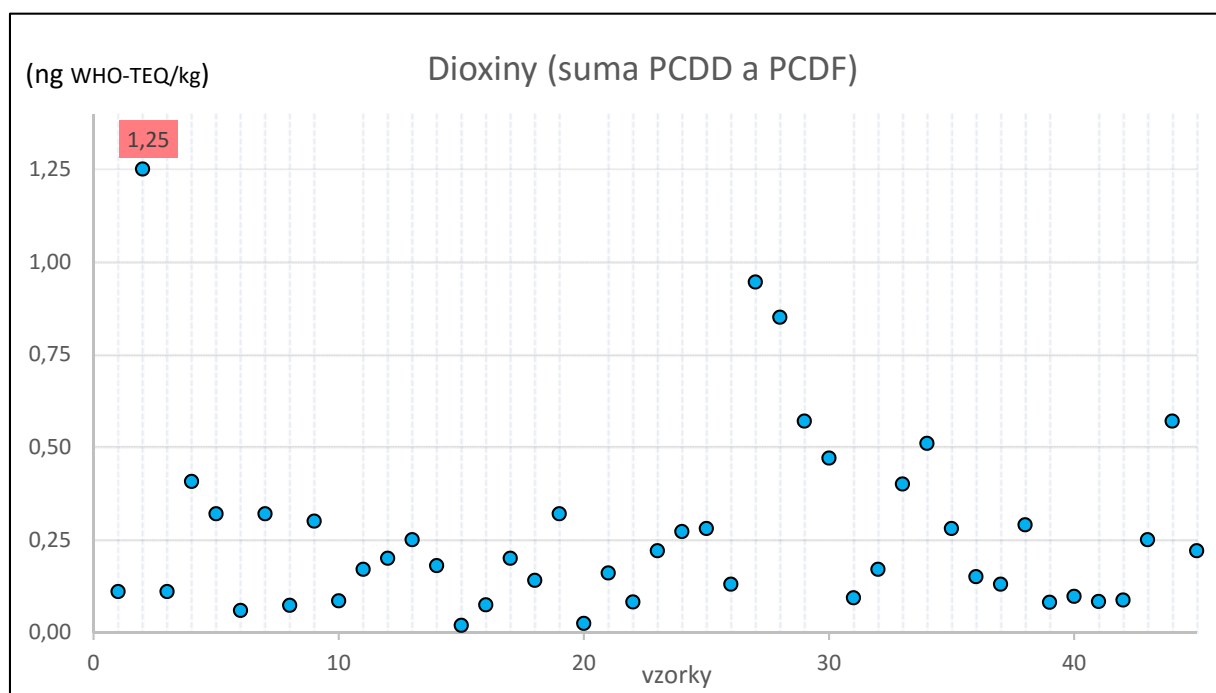
Počet odebraných a nevyhovujících vzorků v rámci cílené kontroly POP v letech 2010-2015



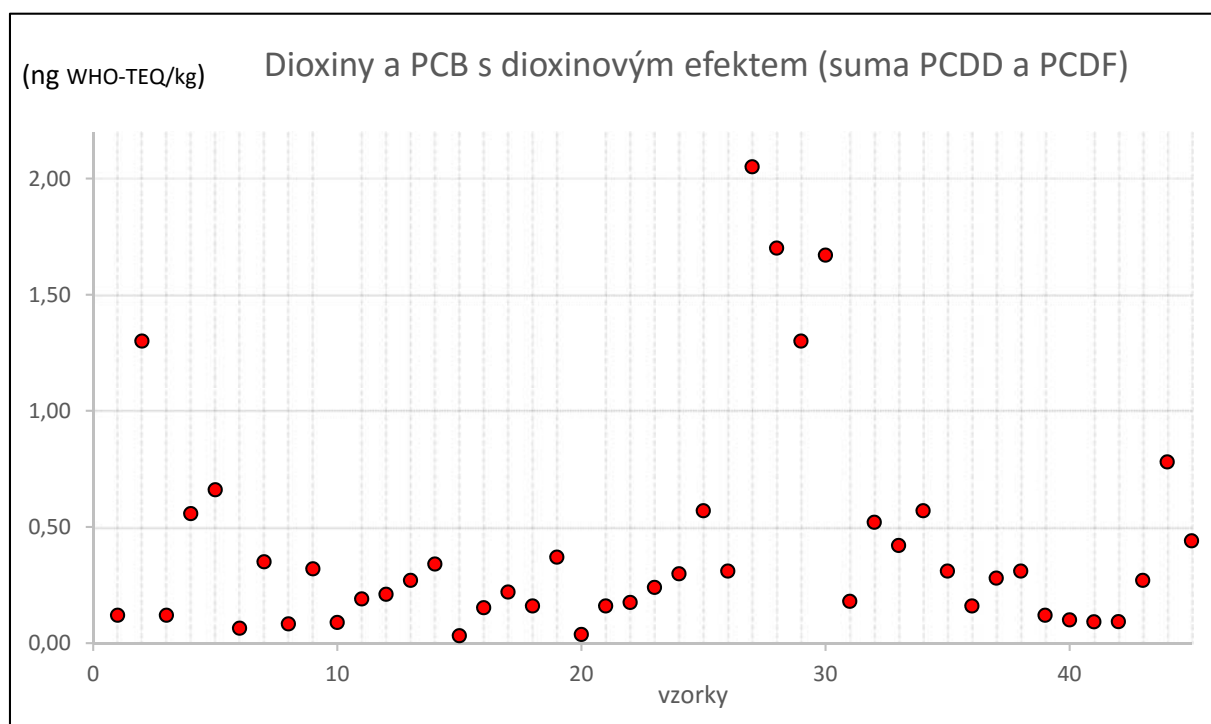
2.2.2 Cílená kontrola dioxinů, furanů a PCB dioxinového typu

V rámci cílené kontroly bylo analyzováno celkem 45 vzorků, zejména rybí moučka, mastné kyseliny, premixy a doplňkové látky. Stanovené limity se pohybují od 0,75 do 6 ng WHO-TEQ/kg podle druhu krmiva pro dioxiny a od 1,25 do 24 ng WHO-TEQ/kg podle druhu krmiva pro sumu dioxinů a PCB. Jeden vzorek krmné suroviny bentonit překročil stanovený limit sumy dioxinů 0,75 ng/kg, bylo zakázáno tuto surovinu použít ke krmným účelům.

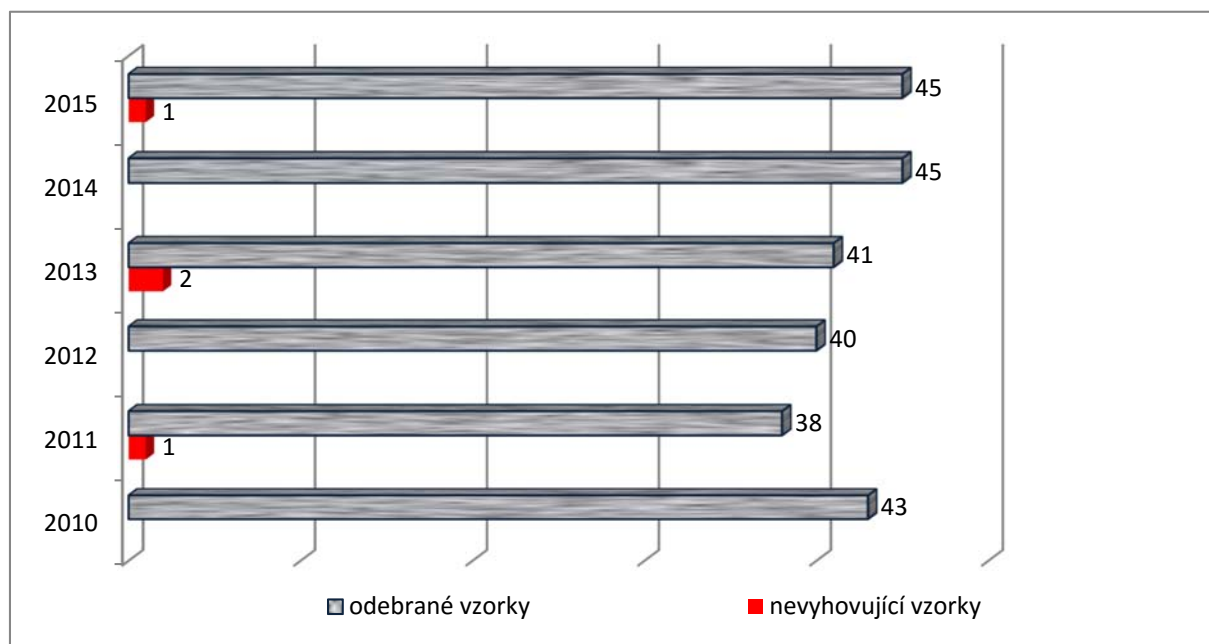
Suma PCDD a PCDF v krmivech (červeně hodnota nevyhovujícího vzorku)



Suma dioxinů a PCB s dioxinovým efektem v krmivech



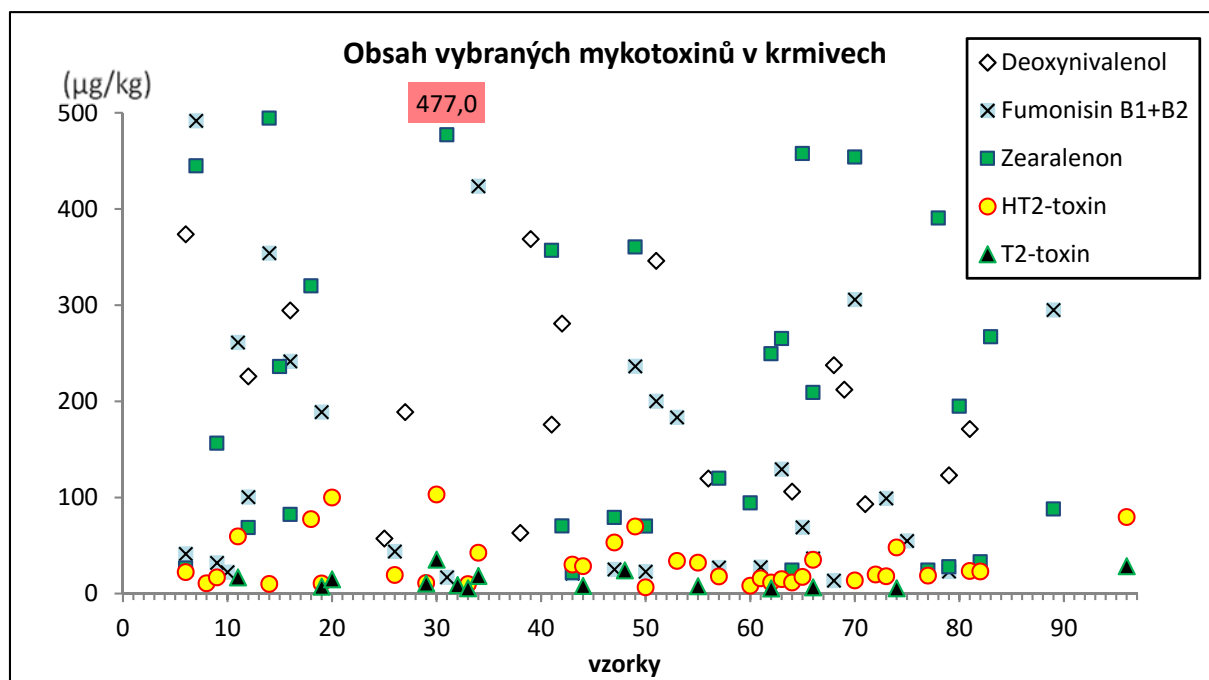
Počet odebraných a nevyhovujících vzorků v rámci cílené kontroly obsahu dioxinů 2010-2015



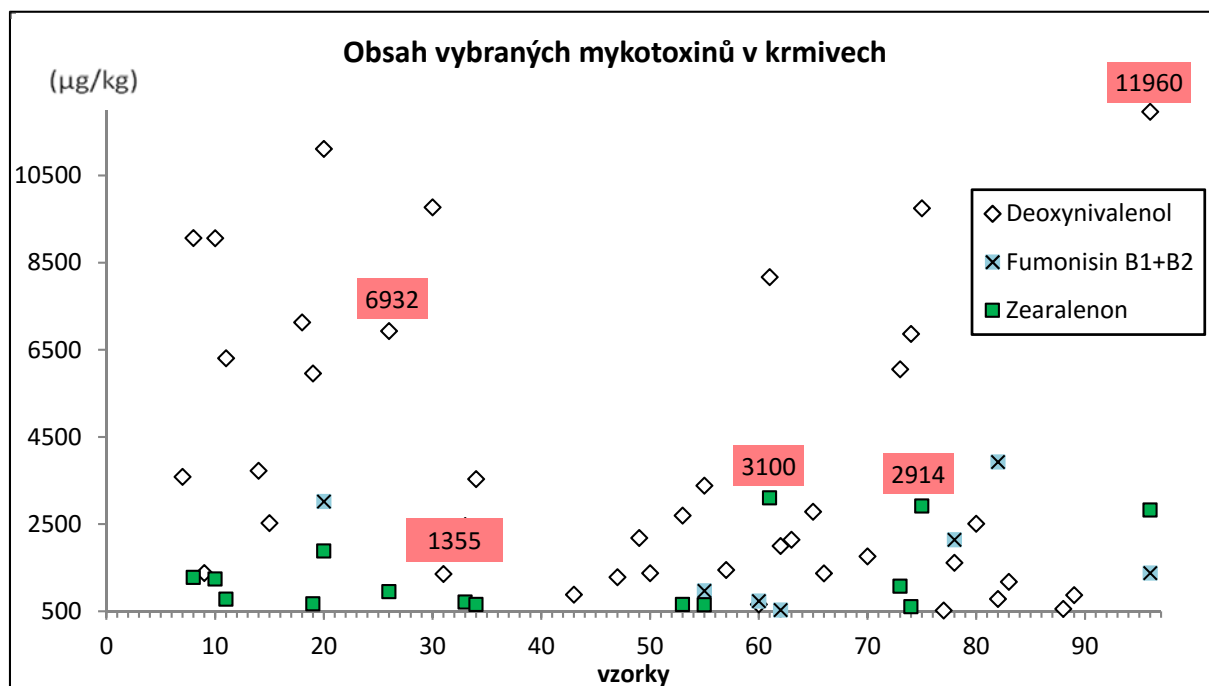
2.2.3 Monitoring mykotoxinů

V rámci této kontroly se zjišťuje přítomnost aflatoxinů B1, B2, G1 a G2, zearalenonu, ochratoxinu A, fumonisinů B1 a B2, deoxynivalenolu, T2 a HT2 toxinu, beauvericinu, enniatinů A, A1, B, B1 a nivalenolu. Bylo odebráno 97 vzorků krmiv a krmných surovin. Většina zjištěných hodnot, včetně všech provedených analýz aflatoxinů, beauvericinu, enniatiny a nivalenolu, byla na nejnižší úrovni detekce analytu. Celkem 5 vzorků překročilo směrné hodnoty obsahu zearalenonu nebo deoxynivalenolu (v grafech hodnoty vyznačeny červeně).

Zjištěné obsahy vybraných mykotoxinů nad mezí detekce do 500 µg/kg



Zjištěné obsahy vybraných mykotoxinů nad 500 µg/kg

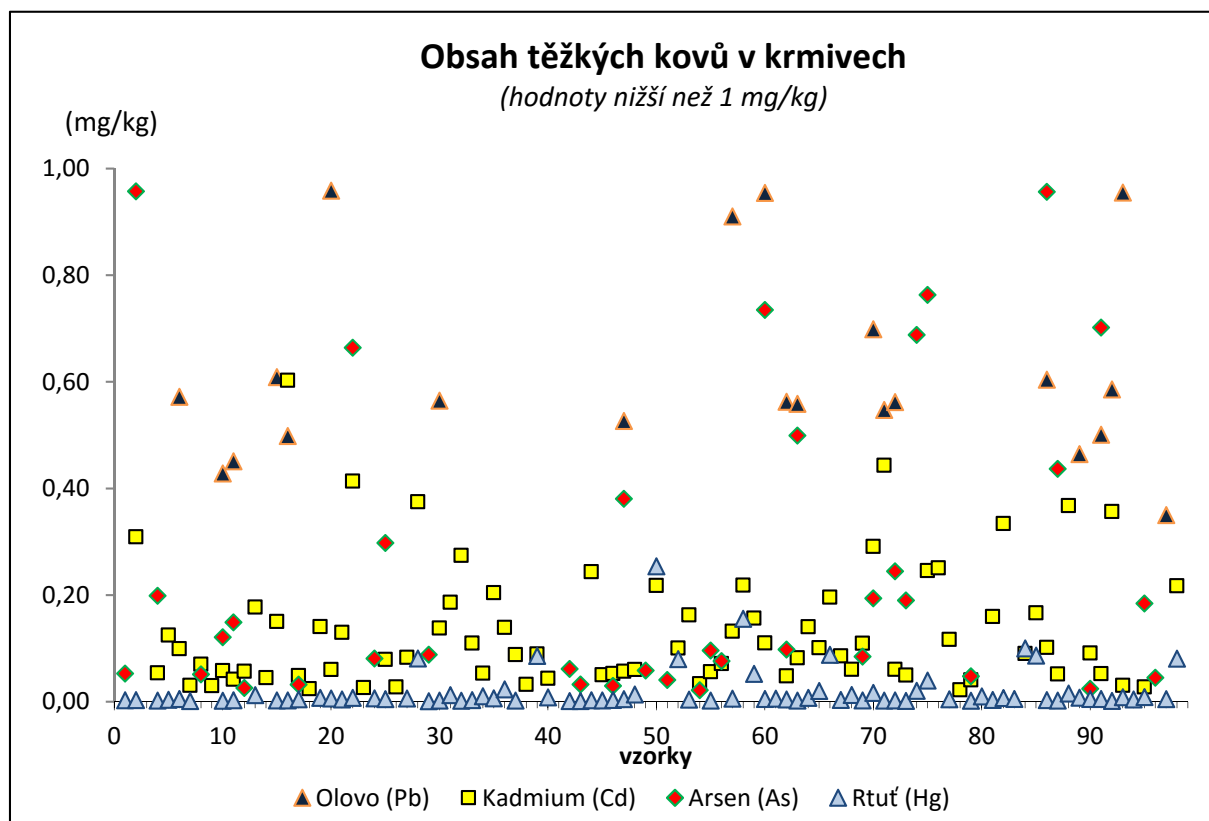


2.2.4 Cílená kontrola přítomnosti těžkých kovů v krmivech

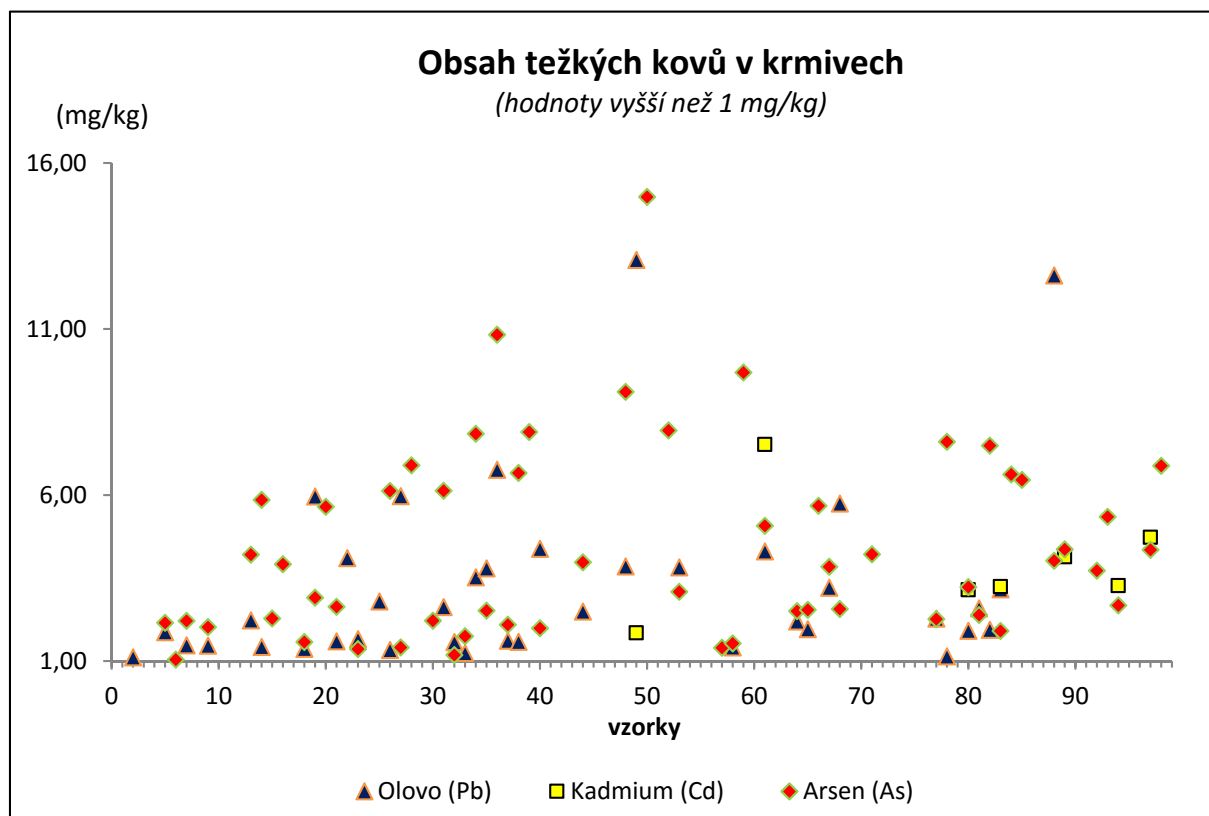
Inspektoři odebrali 98 vzorků krmných surovin pro zjištění nežádoucího obsahu těžkých kovů. Byl sledován obsah olova, kadmia, arsenu a rtuti. U žádného vzorku nebylo zjištěno překročení stanoveného limitu obsahu sledovaných těžkých kovů

Zastoupení odebraných krmiv v rámci cílené kontroly obsahu těžkých kovů

Obsah těžkých kovů v krmivech nad detekčním limitem (hodnoty nižší než 1 mg. kg⁻¹)



Obsah těžkých kovů v krmivech nad detekčním limitem (hodnoty vyšší než 1 mg. kg⁻¹)



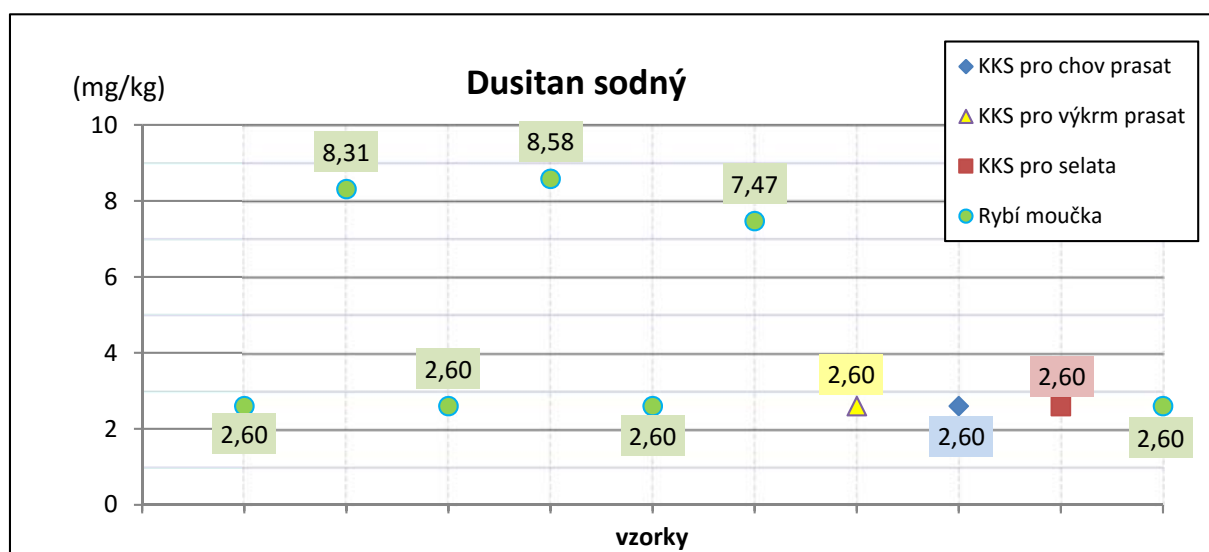
2.2.5 Cílená kontrola přítomnosti dalších nežádoucích látek v krmivech

Tato cílená kontrola zjišťuje obsah dusitanů, fluoridů, vinylthioxazolidonu, teobrominu a melaminu ve vybraných vzorcích krmiv.

Dusitany

V rámci cílené kontroly bylo odebráno 10 vzorků krmiv pro stanovení obsahu dusitanů. Sleduje se, zda nebylo použito konzervování krmiv dusitany. Všechny vzorky byly vyhodnoceny jako vyhovující. Limit pro dusitany je 15 mg.kg^{-1} u krmných směsí nebo 30 mg.kg^{-1} pro rybí moučku.

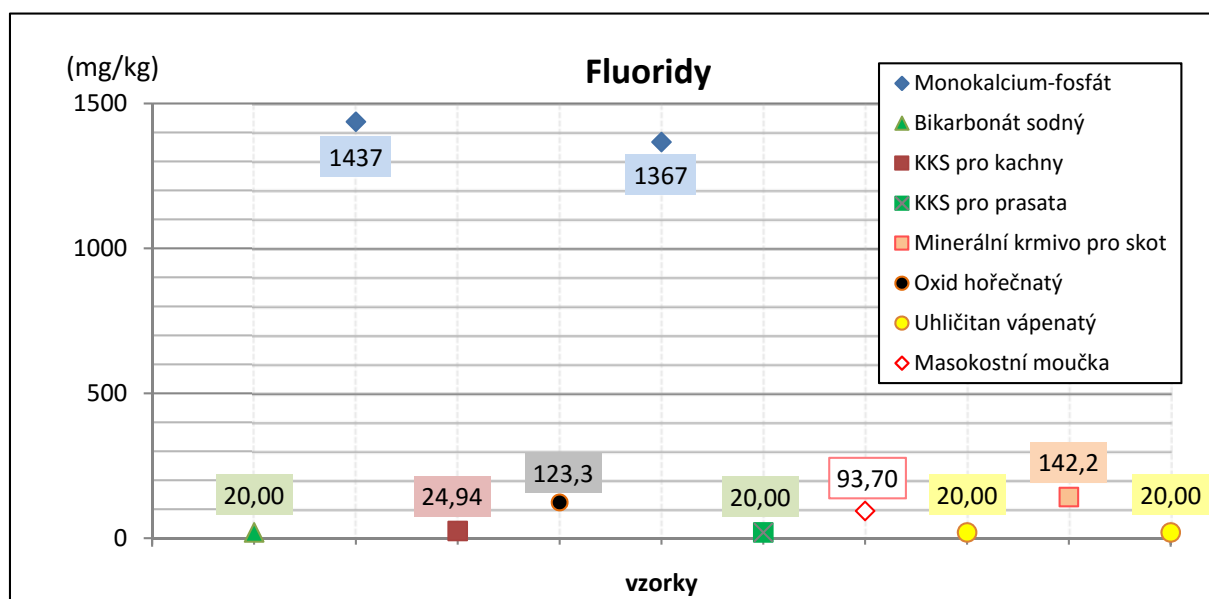
Obsah dusitanu sodného v odebraných vzorcích krmiv



Fluoridy

Bylo odebráno 10 vzorků krmných surovin nebo krmných směsí pro různé druhy hospodářských zvířat za účelem stanovení obsahu fluoridů. Všechny analyzované vzorky vyhověly maximálním povoleným limitům obsahu fluoridů.

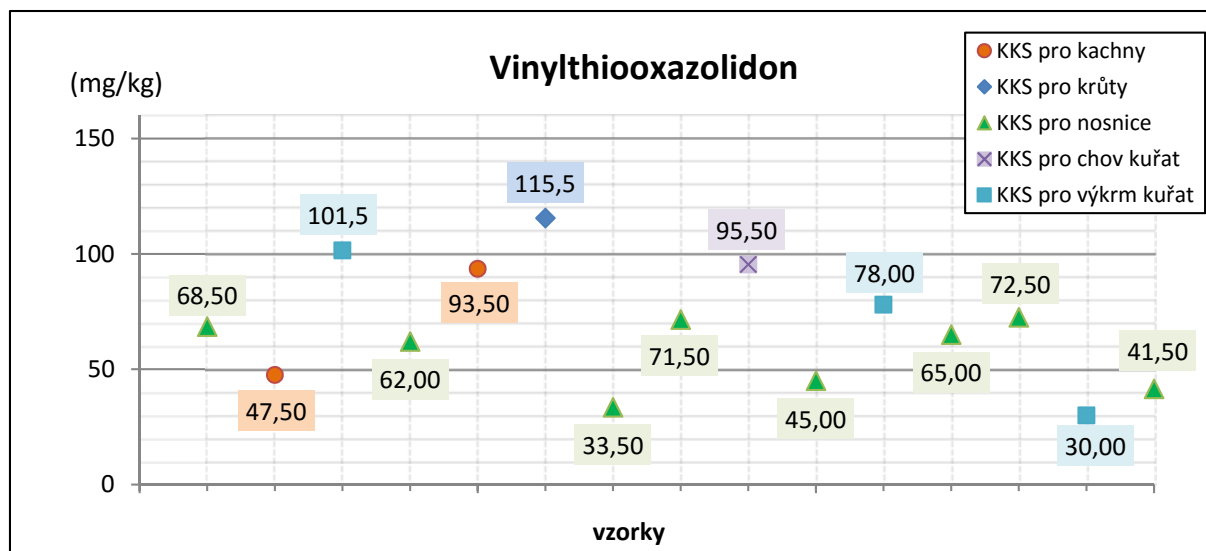
Obsah fluoridů v odebraných vzorcích krmiv



Vinylthiooxazolidon

Vinylthiooxazolidon se vyskytuje v krmivech s obsahem řepky. V 15 vzorcích kompletních směsí pro drůbež bylo zjištěno nejvyšší množství $115,5 \text{ mg.kg}^{-1}$, limit je 1000 mg.kg^{-1} , resp. 500 mg.kg^{-1} v krmivech pro nosnice.

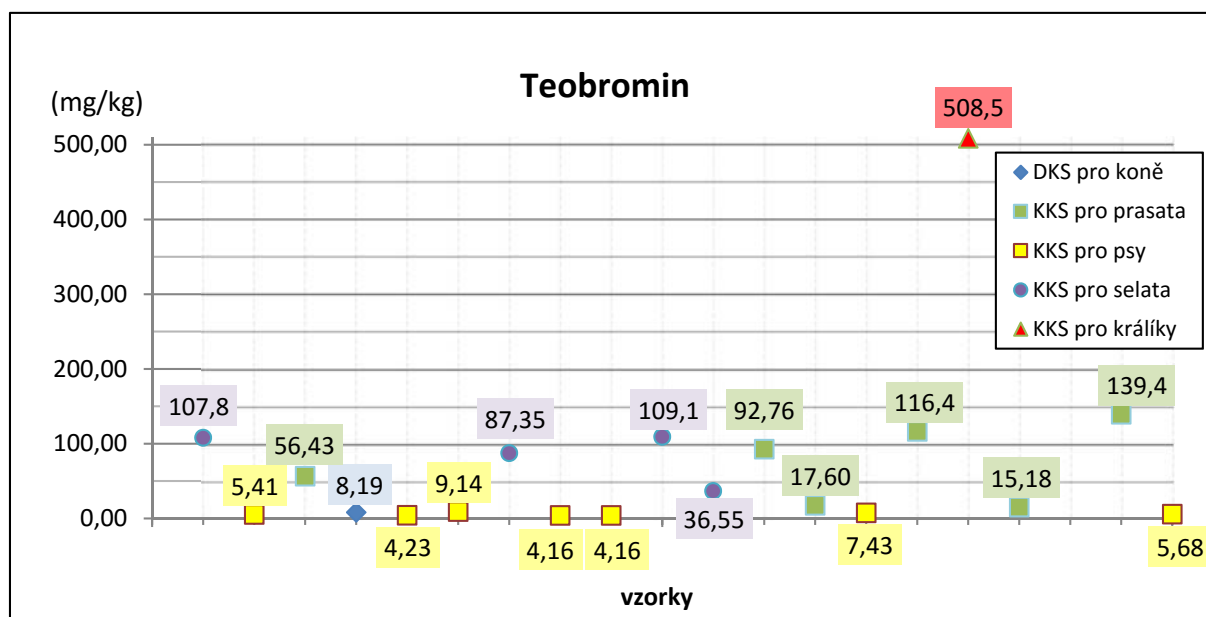
Obsah vinylthiooxazolidonu v odebraných vzorcích krmiv



Teobromin

Sleduje se v krmivech s obsahem kakaových slupek, kakaa, čokolády a dalších výrobků z cukrovinek. Bylo odebráno 20 vzorků kompletních a doplňkových krmných směsí. Jeden vzorek krmné směsi pro výkm králíků překročil maximální povolený limit teobrominu, bylo zakázáno jeho použití ke krmným účelům.

Obsah teobrominu v odebraných vzorcích krmných směsí



Melamin

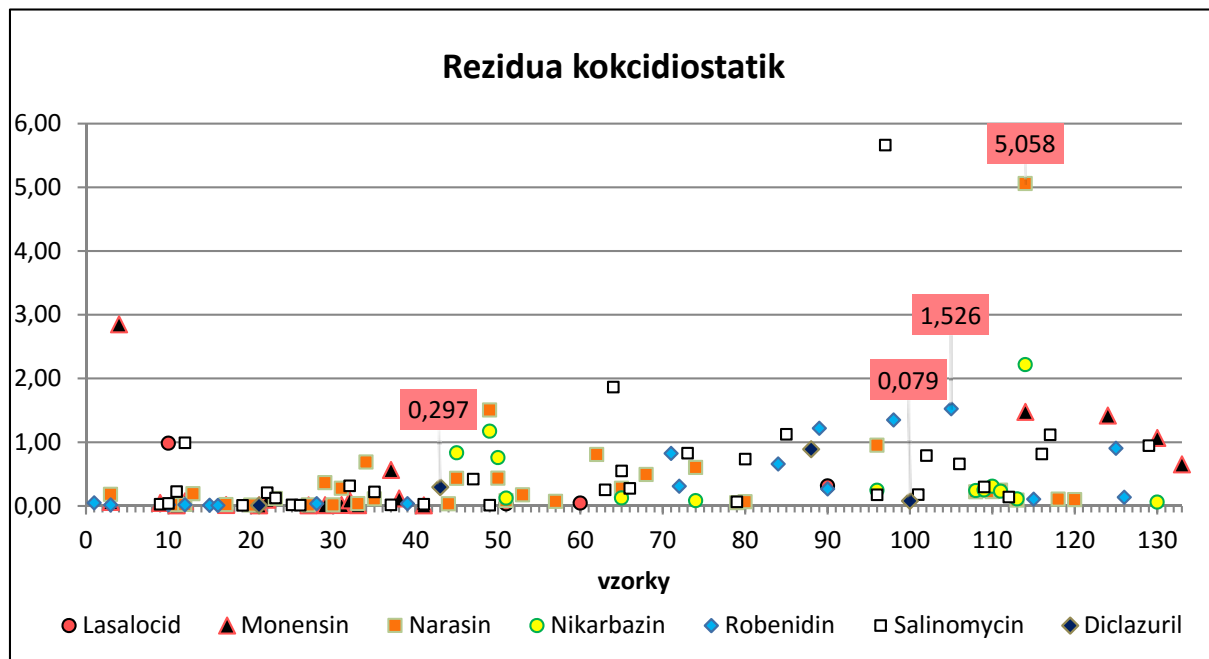
Bylo odebráno 10 vzorků převážně krmných směsí pro psy a kočky za účelem stanovení obsahu melaminu a kys. kyanurové. Výsledky všech analyzovaných vzorků se pohybovaly na nejnižší úrovni detekčního limitu analytických přístrojů.

2.3 Sledování správného používání doplňkových látek

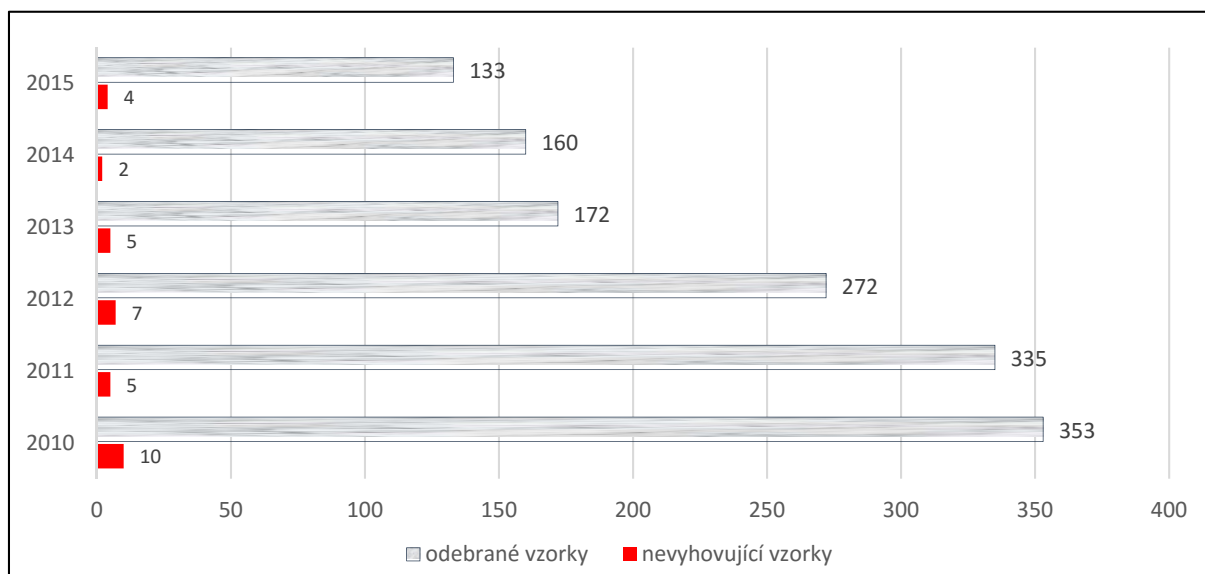
2.3.1 Cílená kontrola používání kokcidiosatik

Cílená kontrola ověřuje dodržování deklarovaného obsahu kokcidiosatik a dodržování maximálního povoleného limitu nevyhnutelné křížové kontaminace případně zda se doplňkové látky nevyskytují v krmivech pro druhy či kategorie zvířat, pro které nejsou povoleny. V rámci kontroly bylo odebráno celkem 133 vzorků kompletních, doplňkových a minerálních krmných směsí a premixů. Byly zjištěny 4 případy kontaminace krmiv kokcidiosatiky (2x diclazuril v kompletní směsi pro chov prasat resp. v minerálním krmivu pro skot, 1x narasin v minerálním krmivu pro prasata a 1x robenidin v kompletní směsi pro dokrm králíků), byl vydán zákaz jejich zkrmování. Kontrola dodržování deklarovaného obsahu kokcidiosatik vyhodnotila všechny analyzované vzorky jako vyhovující.

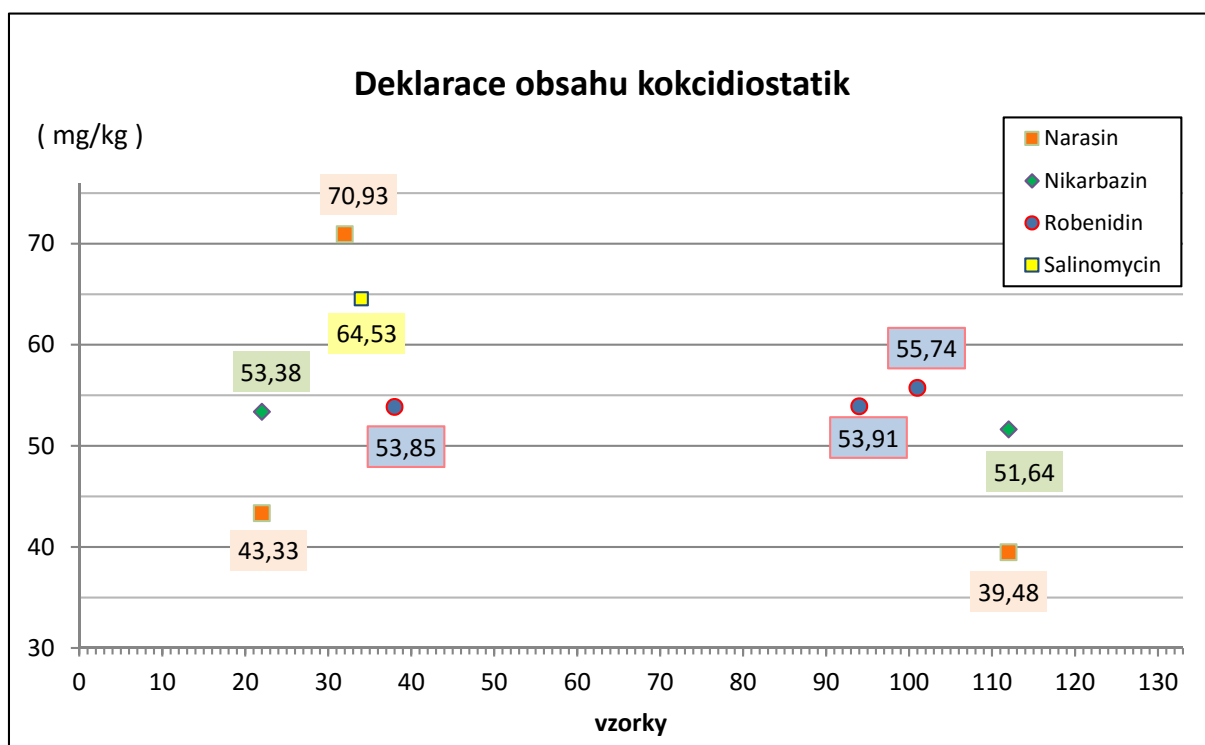
Křížová kontaminace krmiv kokcidiosatiky (červeně označeny nevyhovující vzorky)



Počty odebraných a nevyhovujících vzorků křížové kontaminace kokcidiosatik

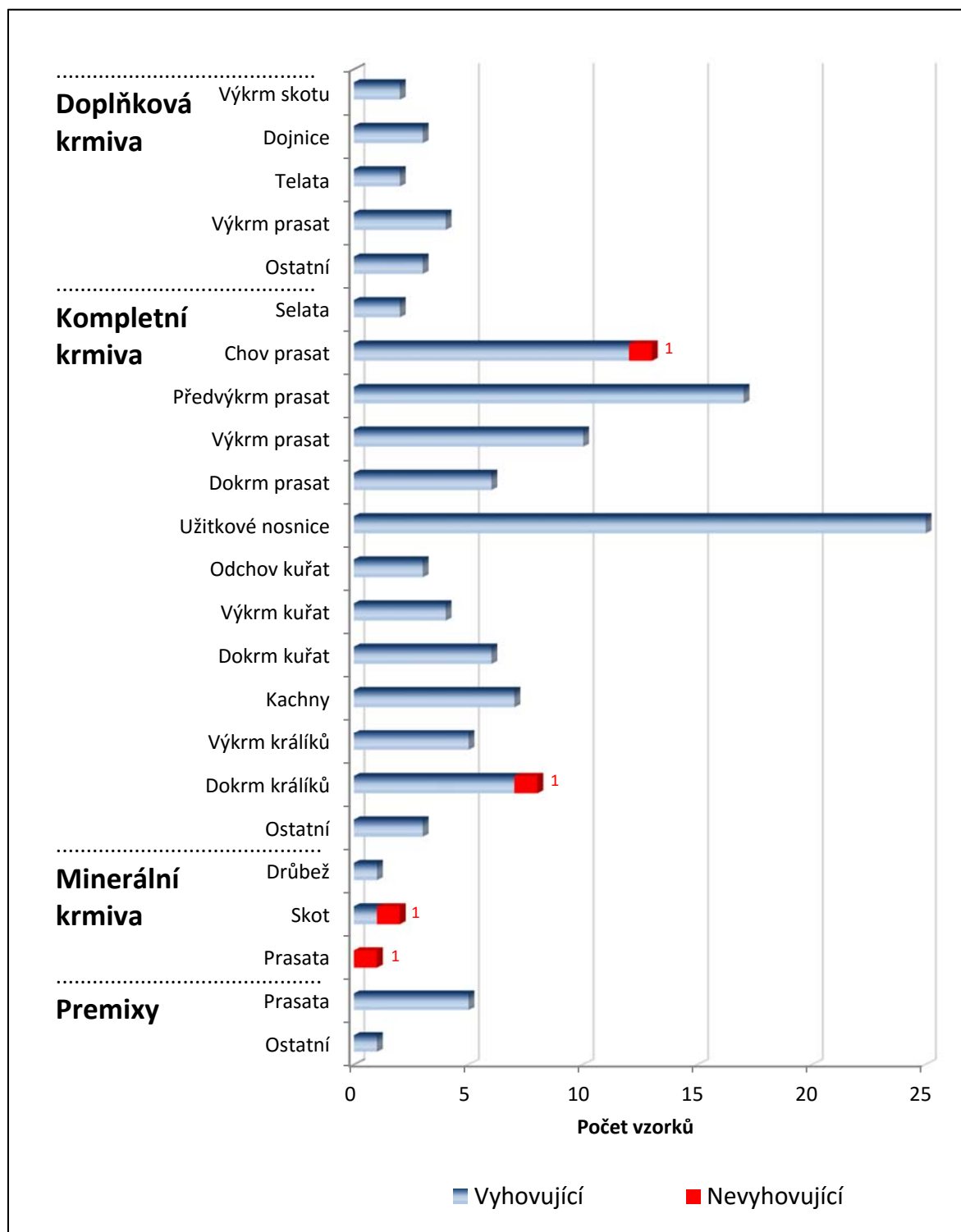


Výsledky kontroly dodržování deklarovaného obsahu kokcidiosatik



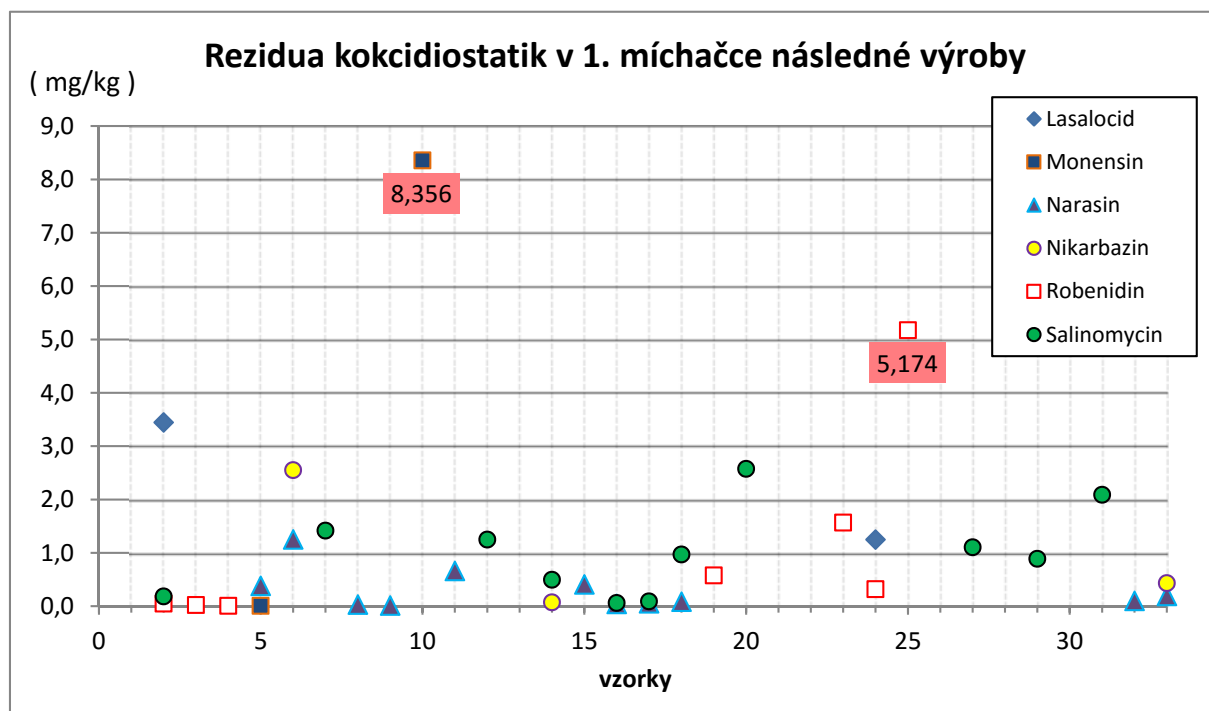
V rámci cílené kontroly byly rovněž sledovány reziduální stopy kokcidiosatik v krmivu, které bylo zpracováno míchacím zařízením výrobce bezprostředně po použití kokcidiosatik. Bylo prověřeno 33 vzorků z nejrizikovější první míchačky následně vyráběných krmiv. Ve 2 případech byl překročen stanovený limit, výrobci těchto krmiv následně zavedli účinnější postupy dekontaminace výrobní linky pro zabránění přenosu křížové kontaminace.

Odebrané vzorky v rámci cílené kontroly křížové kontaminace krmiv kokcidiostatiky



Nejčastěji byly odebírány kompletní krmné směsi (109 vzorků) s převahou krmiv pro prasata a pro drůbež. Nejvyšší četnost nevyhovujících vzorků byla v relativním měřítku zjištěna u minerálních krmiv (četnost závad 50 %). Žádné nedostatky nebyly zaznamenány u doplňkových krmných směsí.

Rezidua kokcidostatik v 1. míchačce následné výroby (červeně označeny nevyhovující vzorky)

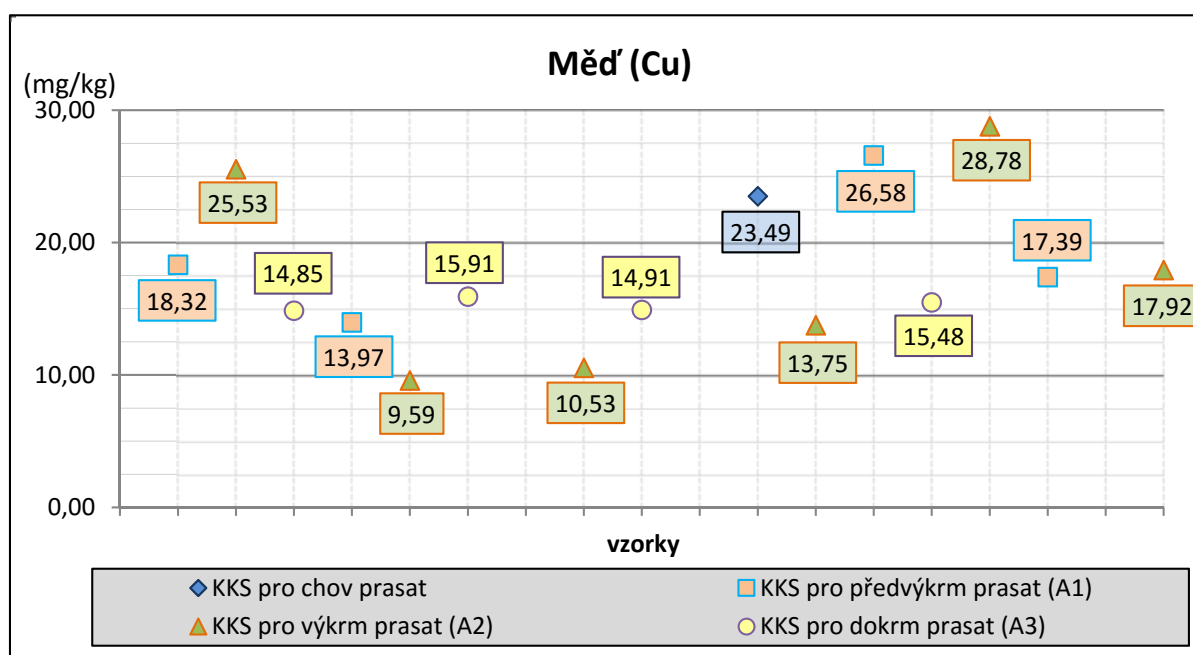


2.3.2 Cílená kontrola dodržování limitů doplňkových látek

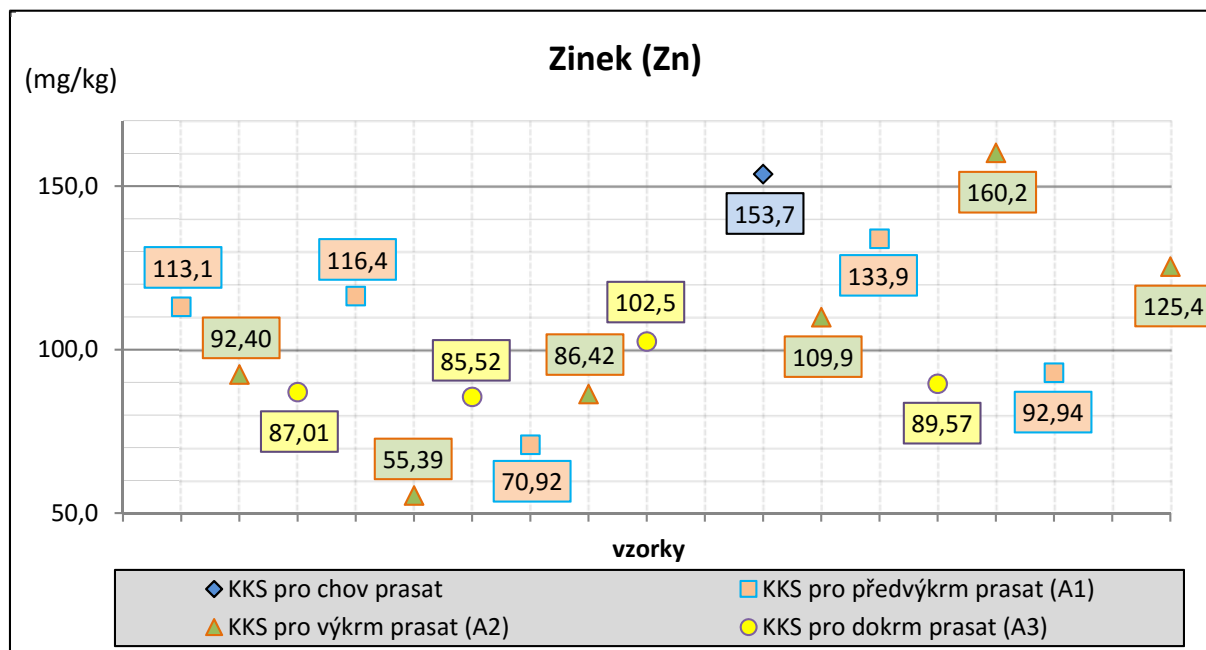
Při této kontrole se sledovalo dodržování maximálních limitů mědi, zinku, manganu, železa, selenu, jódu, vitaminu A a vitaminu D₃. Odebráno bylo 60 vzorků krmných směsí. Převažovaly kompletní krmiva pro výkrm prasat a drůbeže. Překročení limitů sledovaných DL bylo zjištěno u 3 vzorků krmiv. Nebyl dodržen limit obsahu vitaminu D v krmivu pro výkrm prasat, obsahu zinku v krmivu pro selata a obsahu mědi v krmivu pro hlodavce.

KRMIVA PRO PRASATA

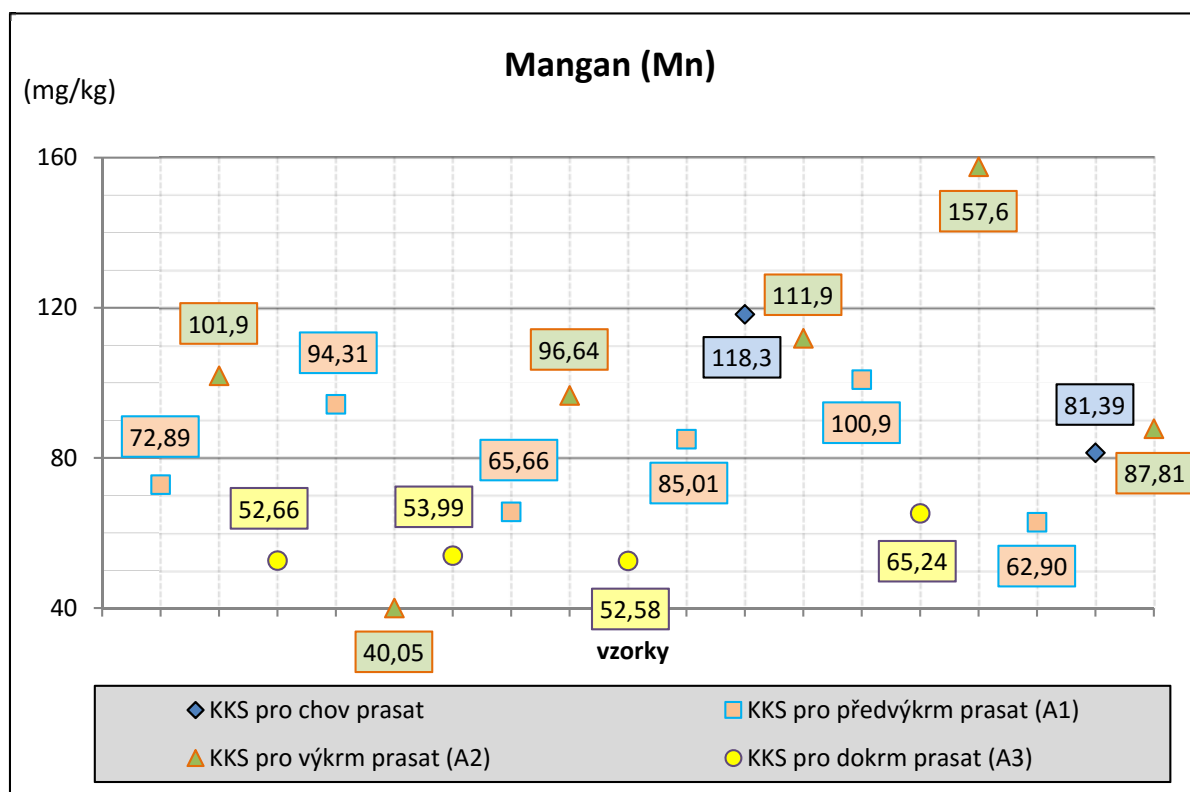
Obsah mědi v kompletních krmných směsích pro výkrm a chov prasat



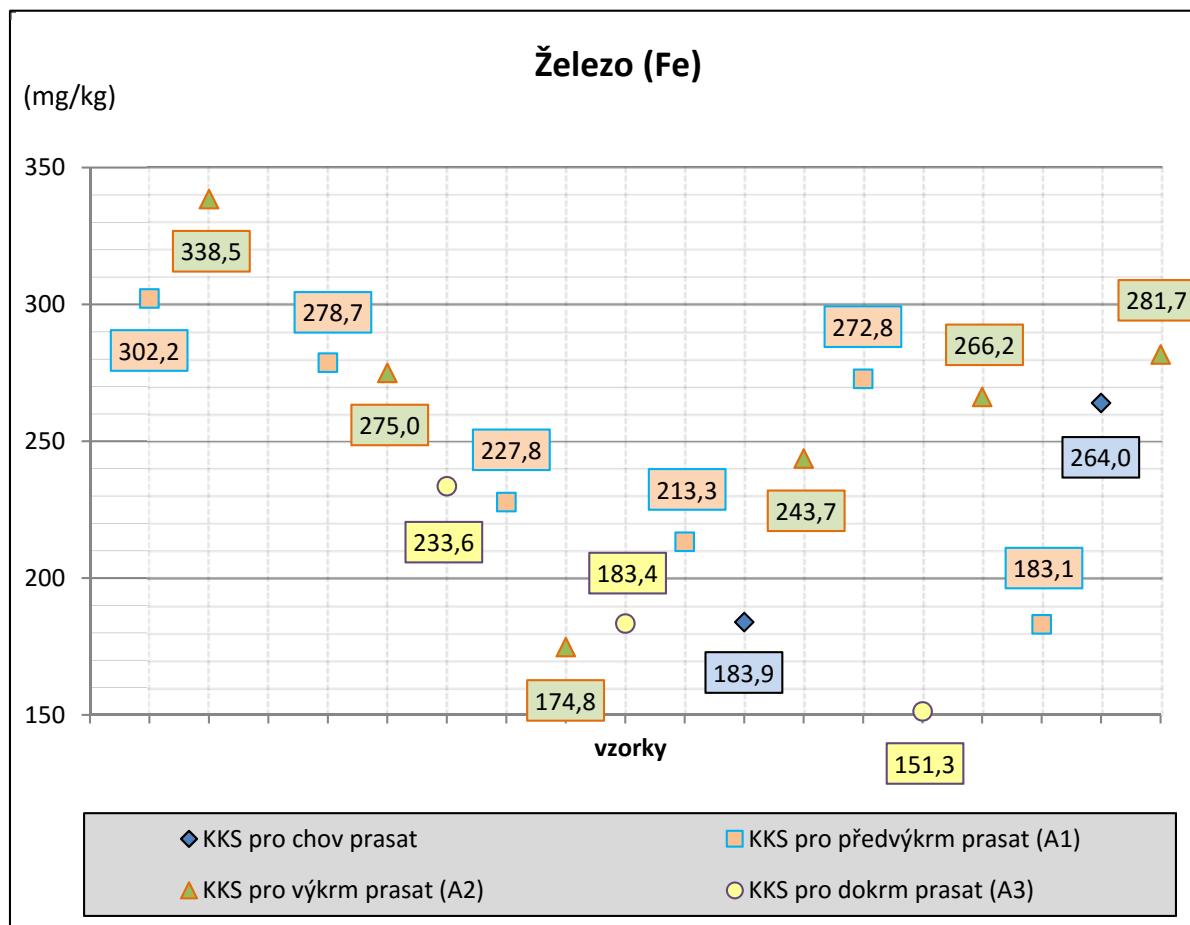
Obsah zinku v kompletních krmných směsích pro výkrm a chov prasat



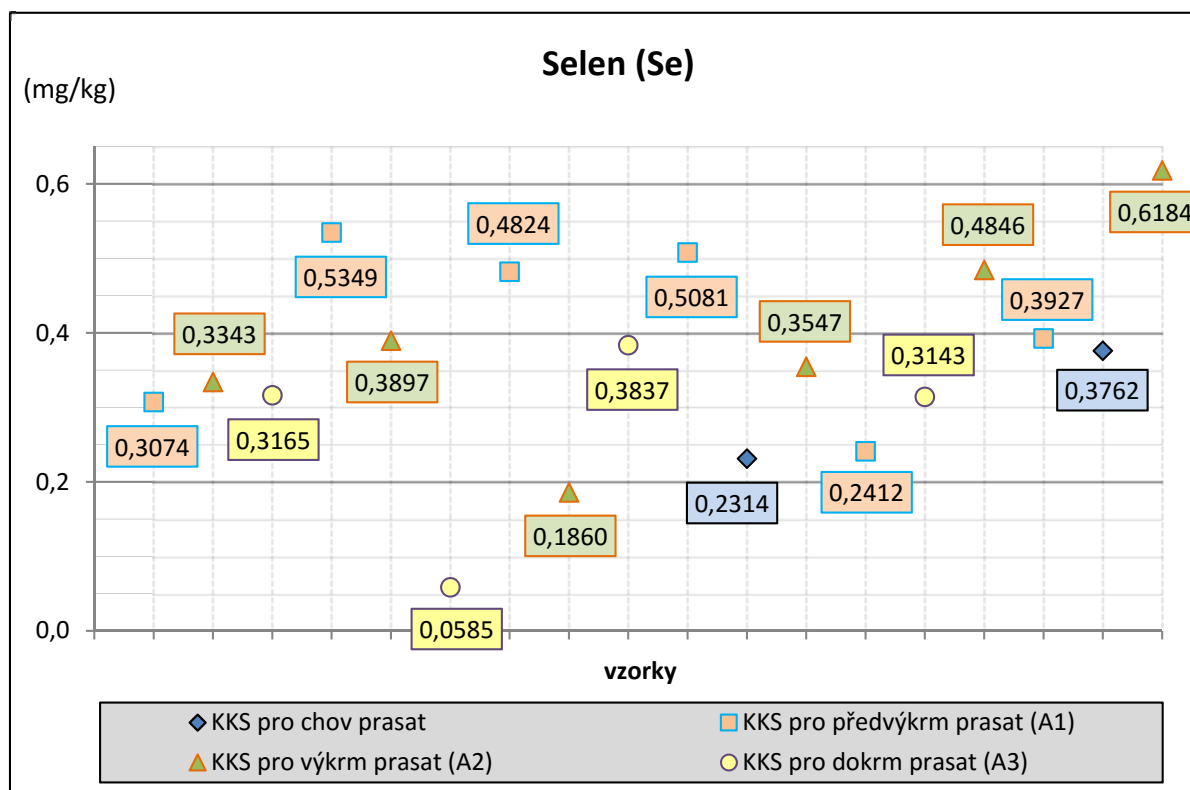
Obsah manganu v kompletních krmných směsích pro výkrm a chov prasat



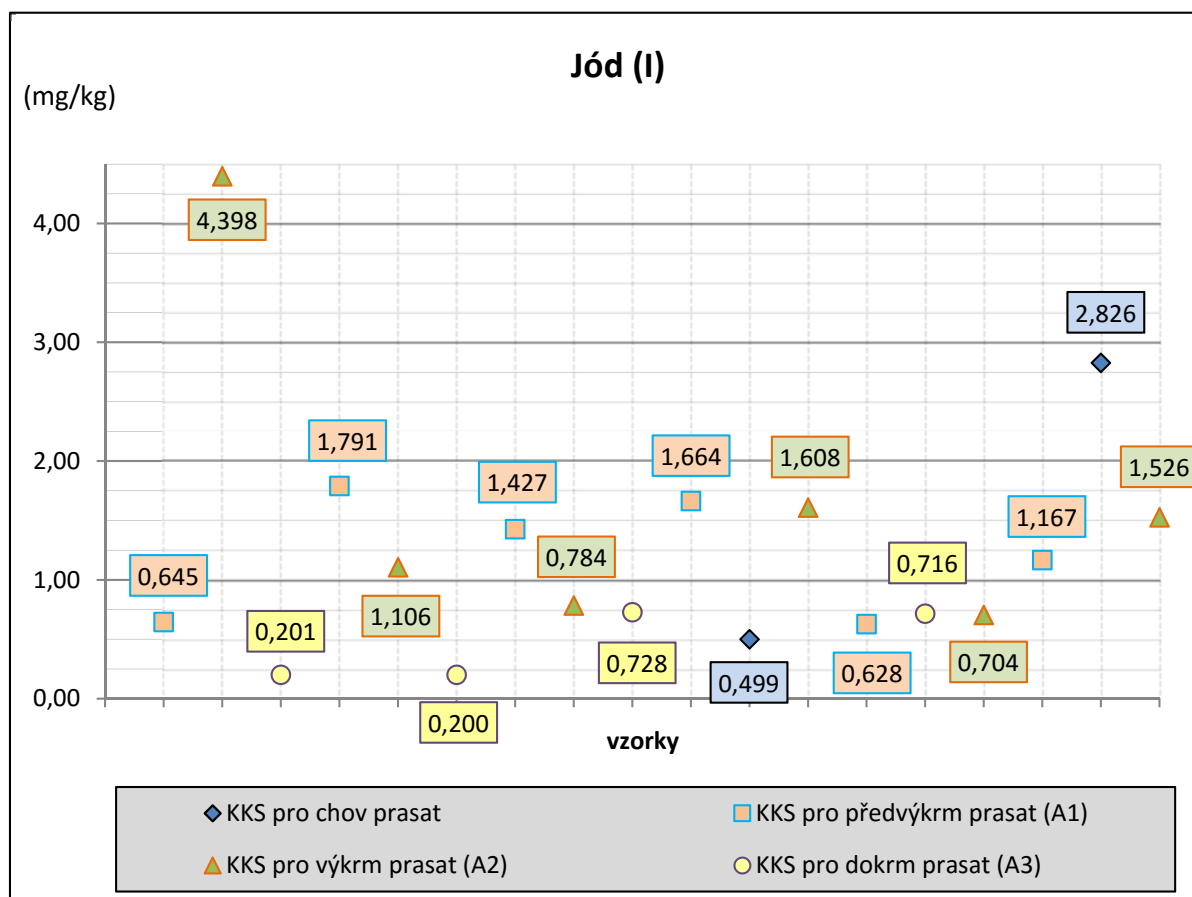
Obsah železa v kompletních krmných směsích pro výkrm a chov prasat



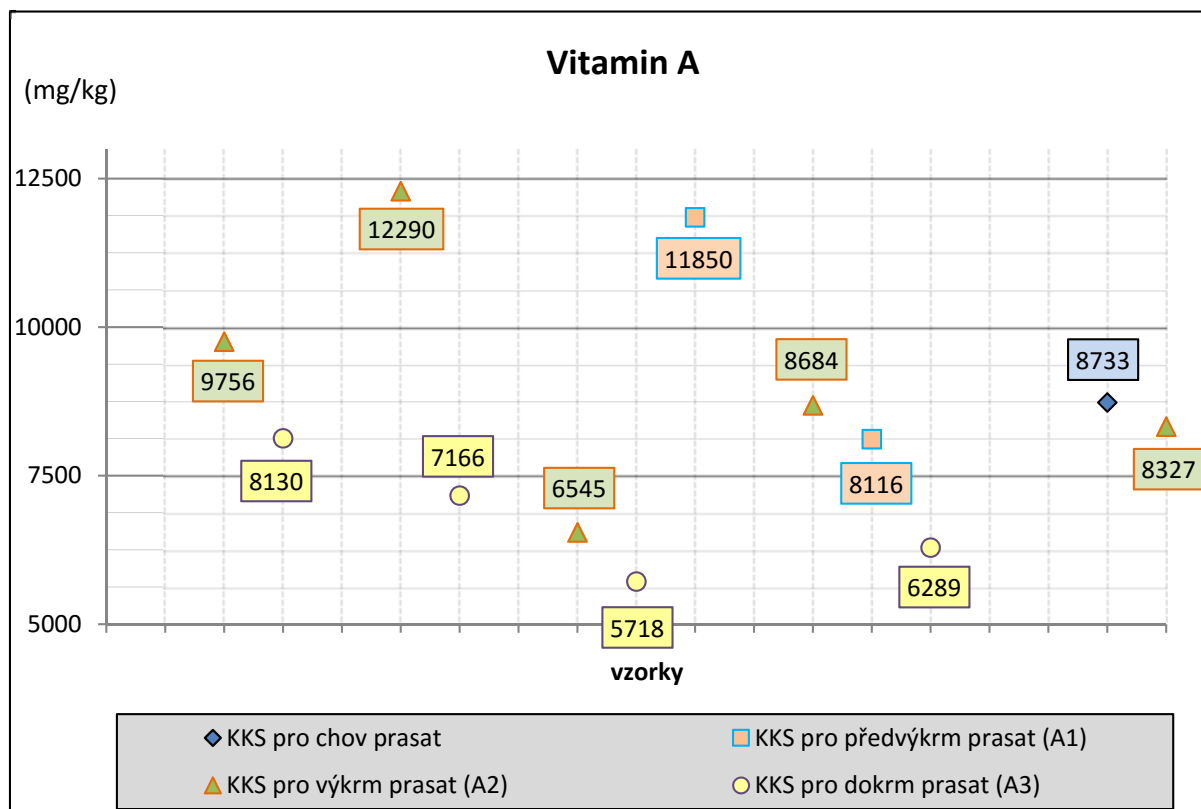
Obsah selenu v kompletních krmných směsích pro výkrm a chov prasat



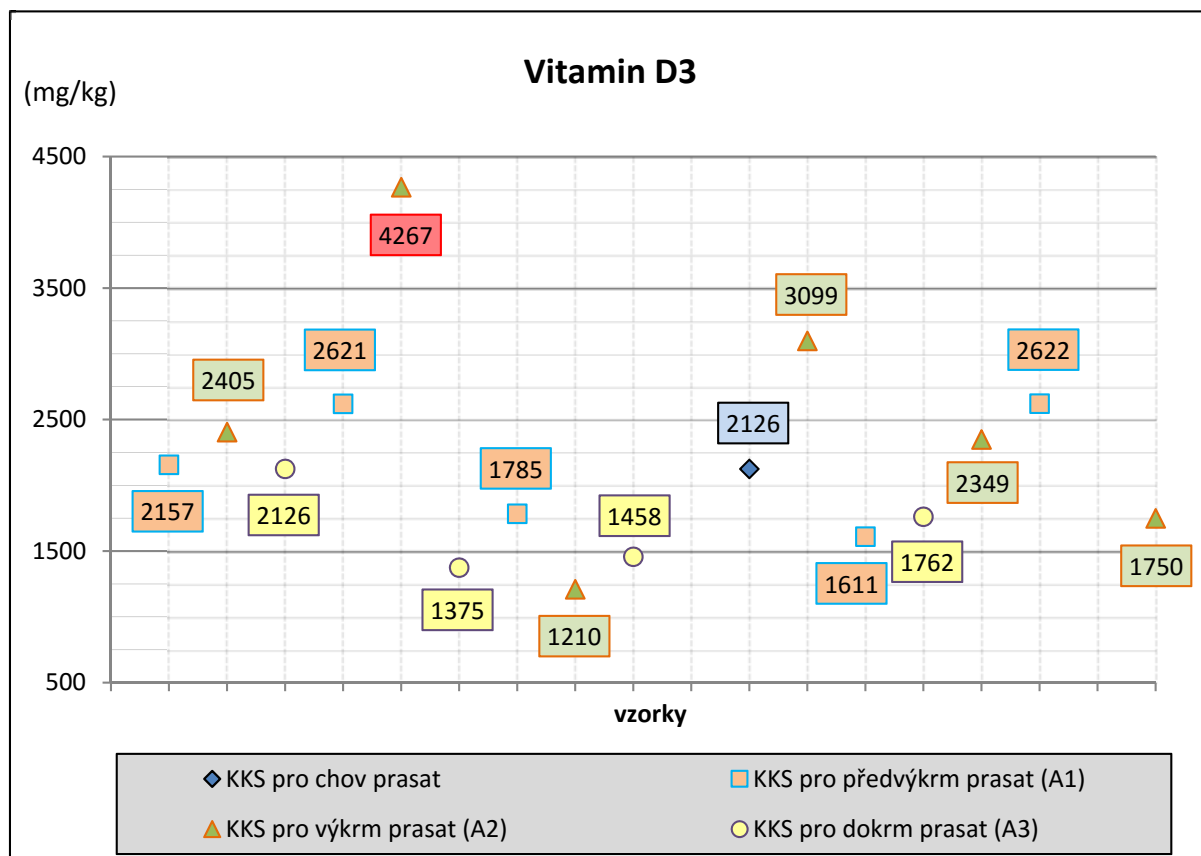
Obsah jódu v kompletních krmných směsích pro výkrm a chov prasat



Obsah vitamínu A v kompletních krmných směsích pro výkrm a chov prasat

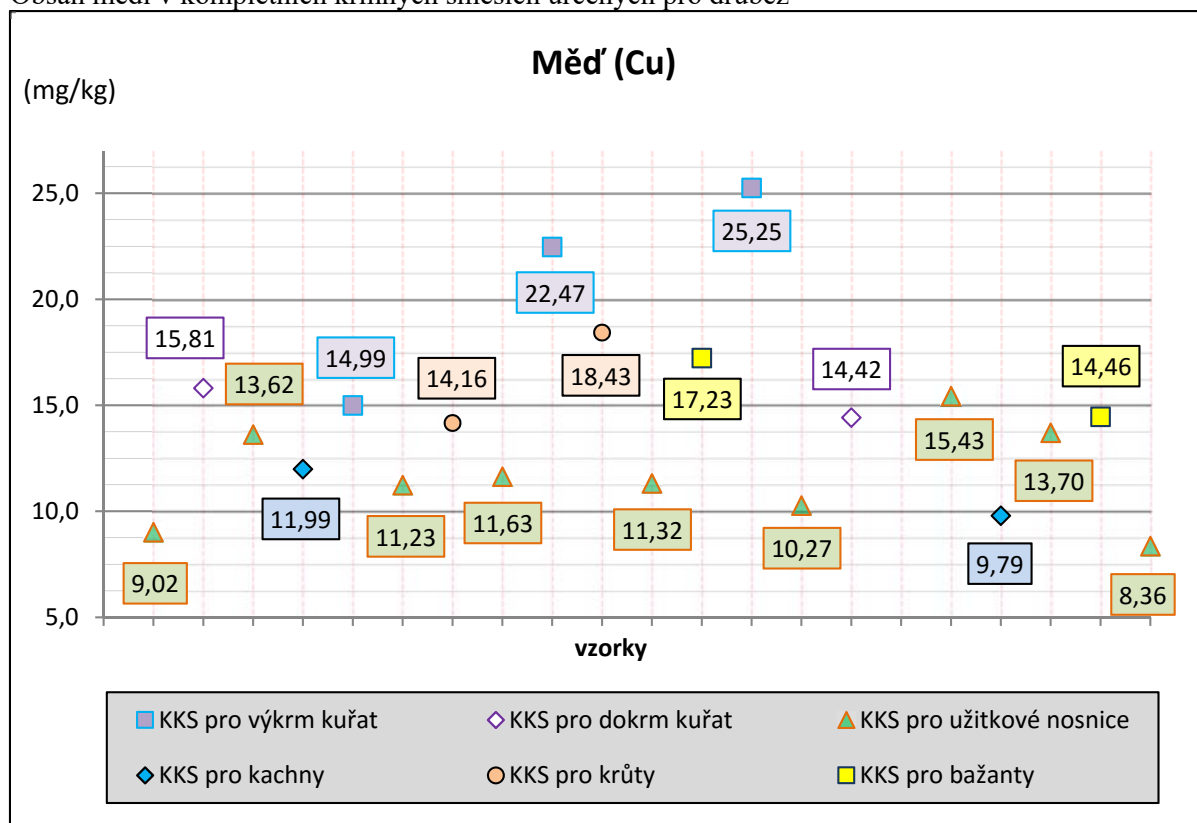


Obsah vitamínu D v kompletních krmných směsích pro výkrm a chov prasat (hodnota nevyhovujícího vzorku v červeném poli)

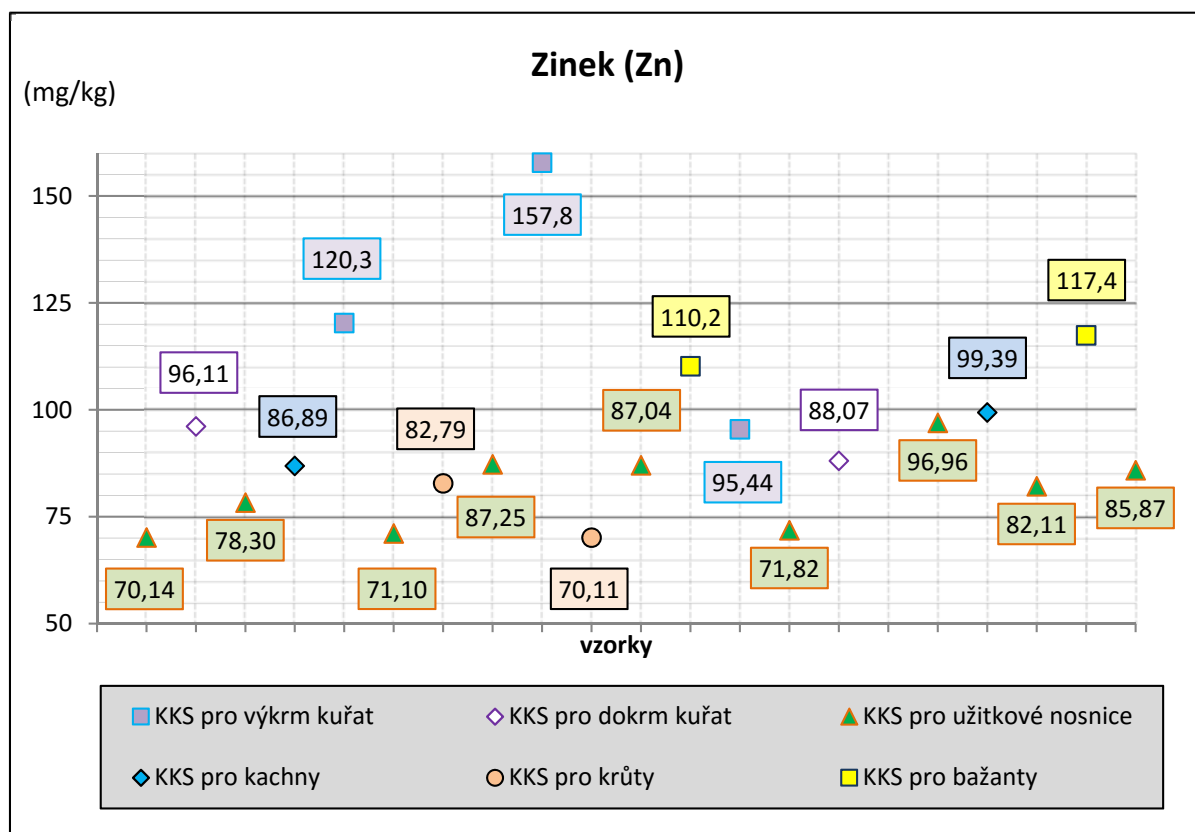


KRMIVA PRO DRŮBEŽ

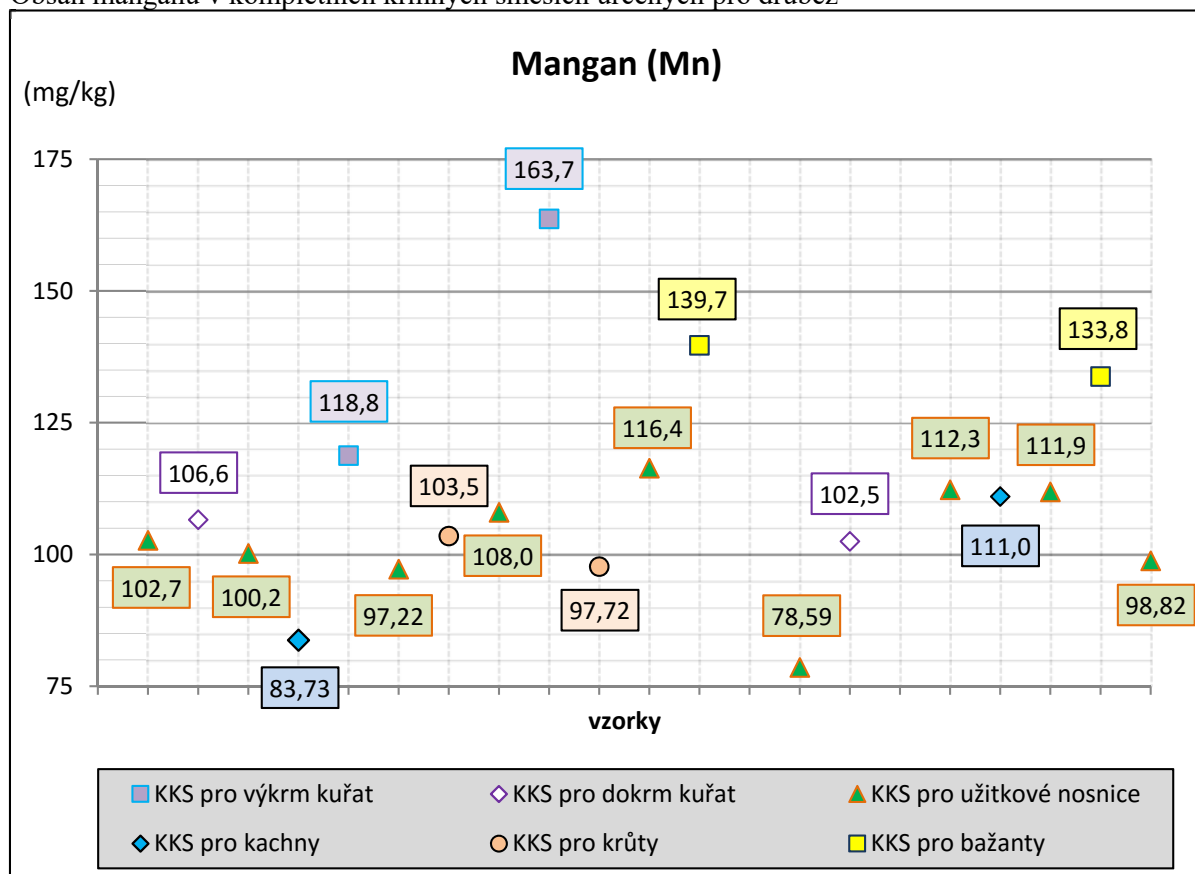
Obsah mědi v kompletních krmných směsích určených pro drůbež



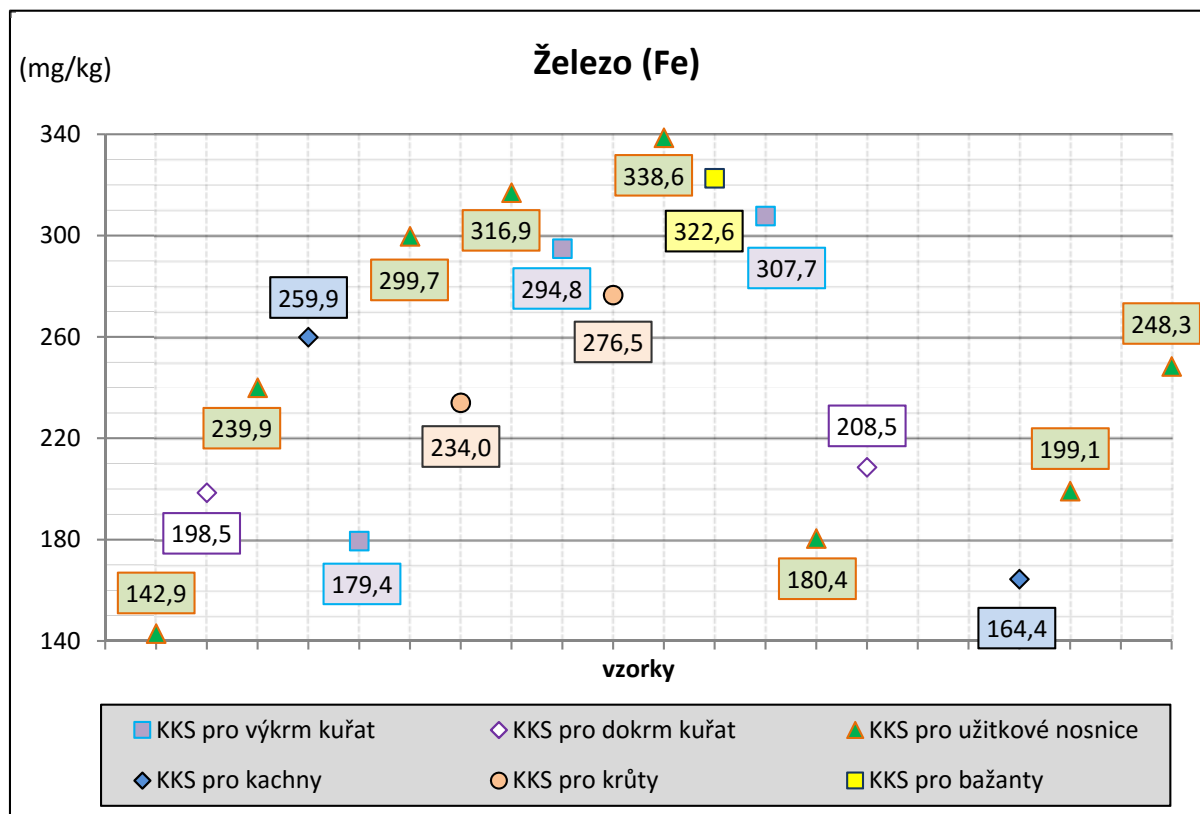
Obsah zinku v kompletních krmných směsích určených pro drůbež



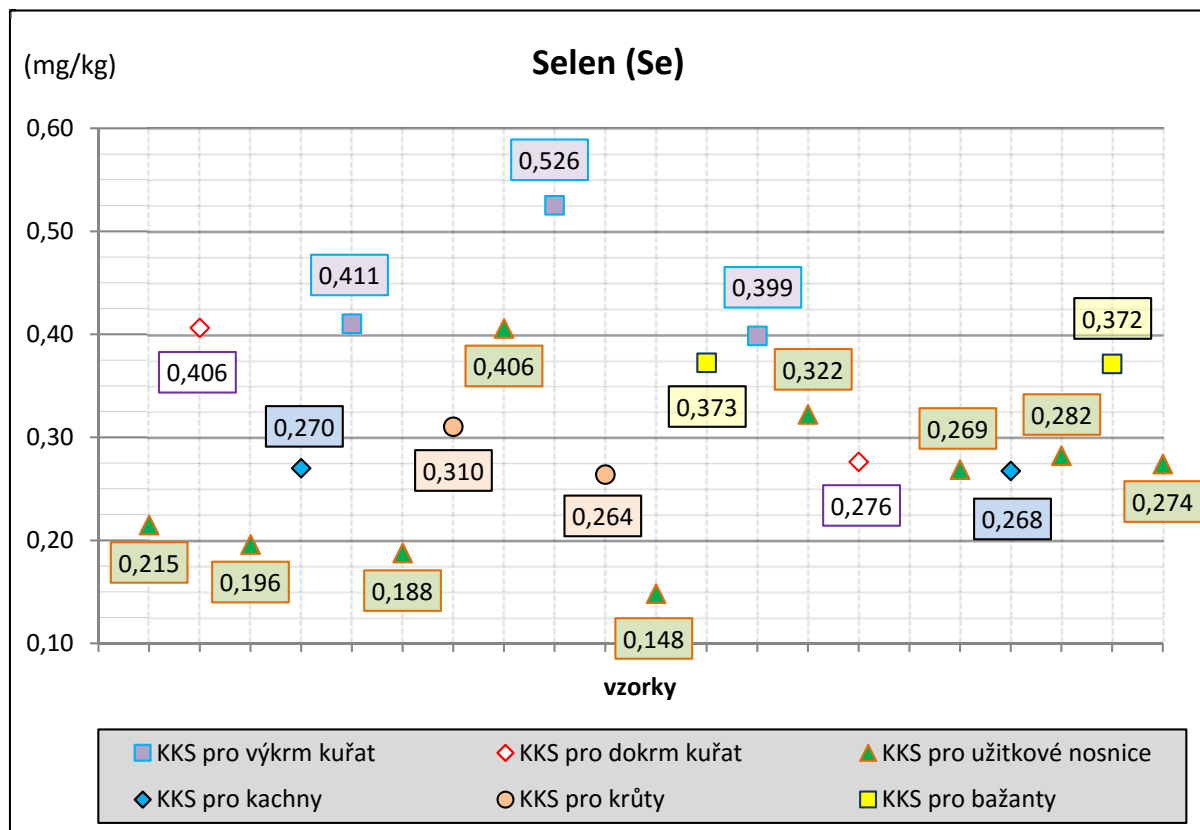
Obsah manganu v kompletních krmných směsích určených pro drůbež



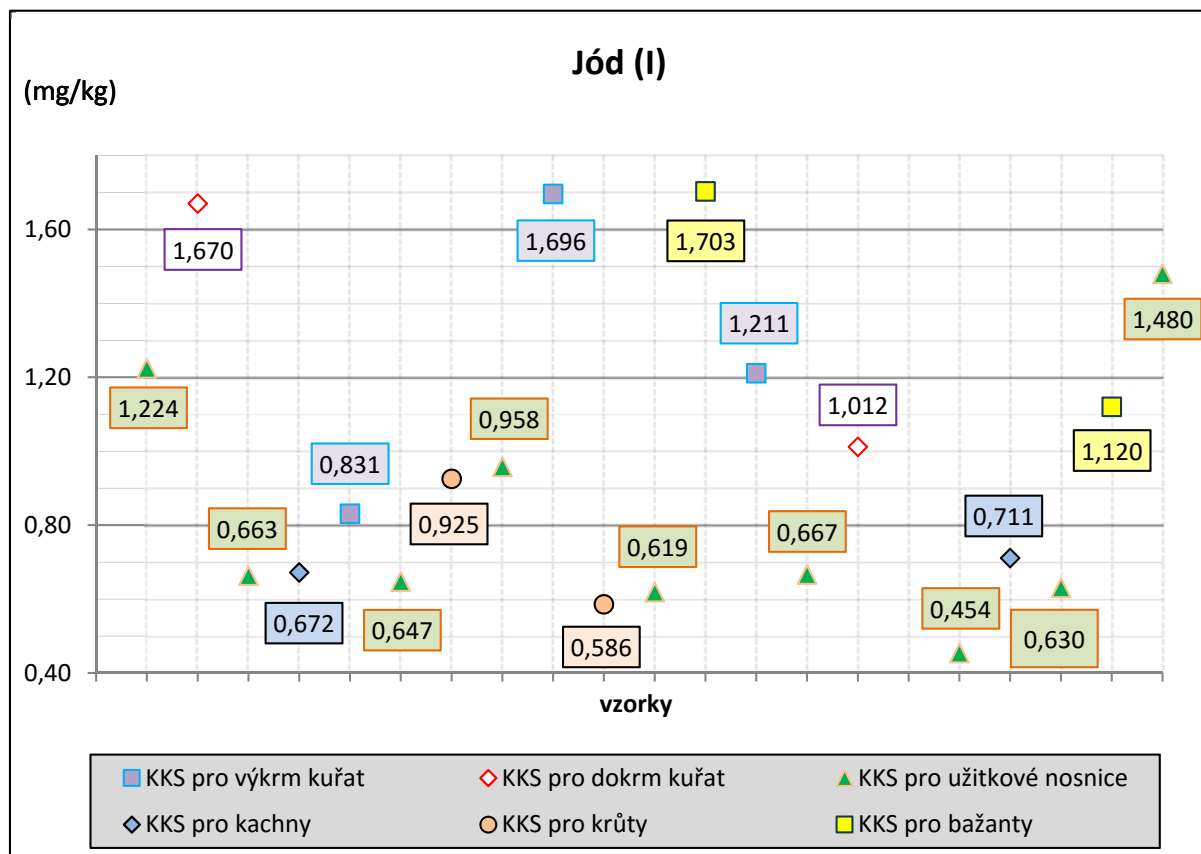
Obsah železa v kompletních krmných směsích určených pro drůbež



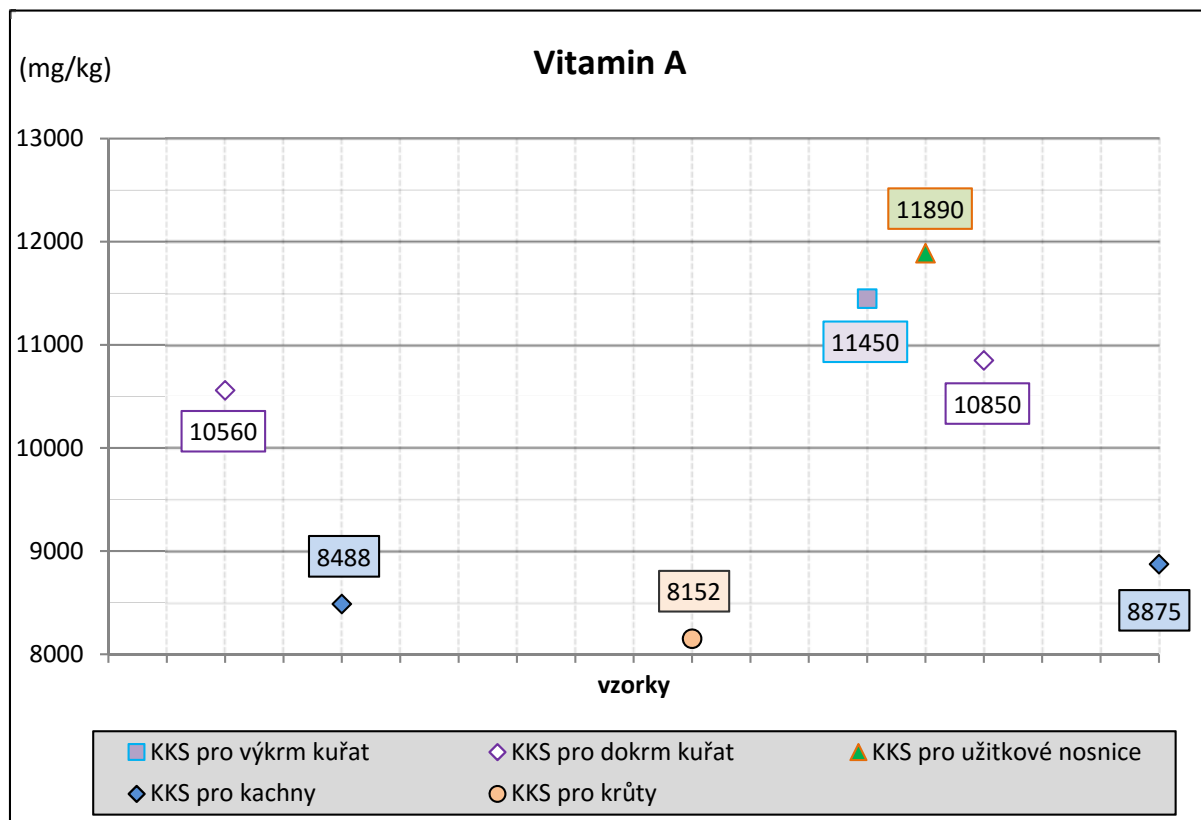
Obsah selenu v kompletních krmných směsích určených pro drůbež



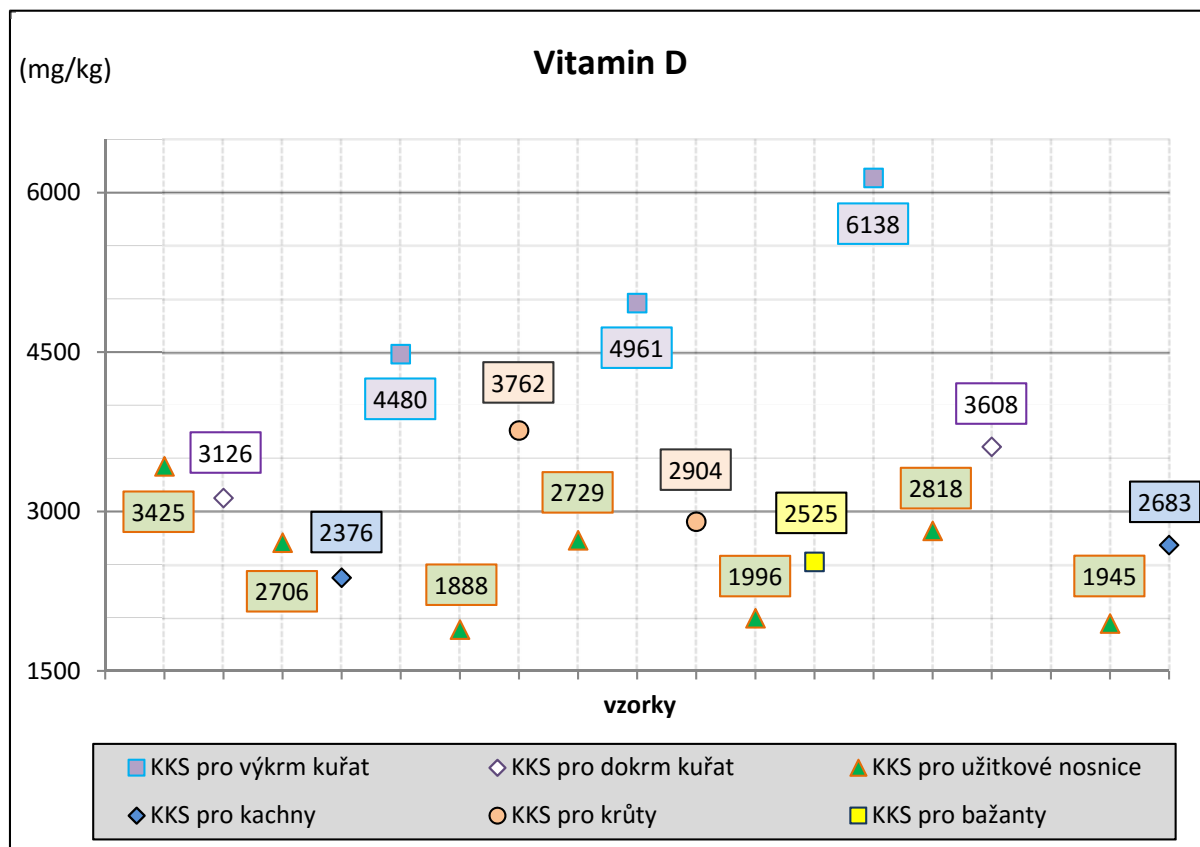
Obsah jódu v kompletních krmných směsích určených pro drůbež



Obsah vitaminu A v kompletních krmných směsích určených pro drůbež

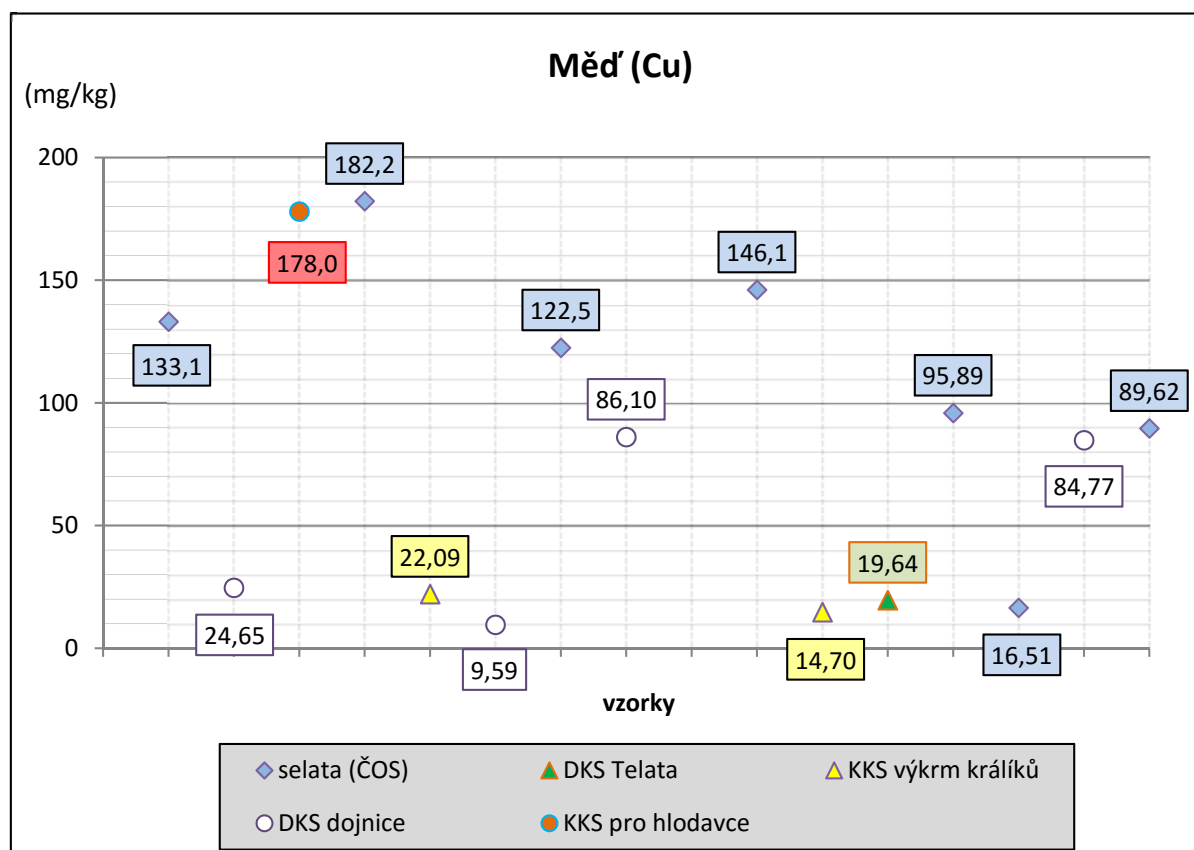


Obsah vitamínu D v kompletních krmných směsích určených pro drůbež

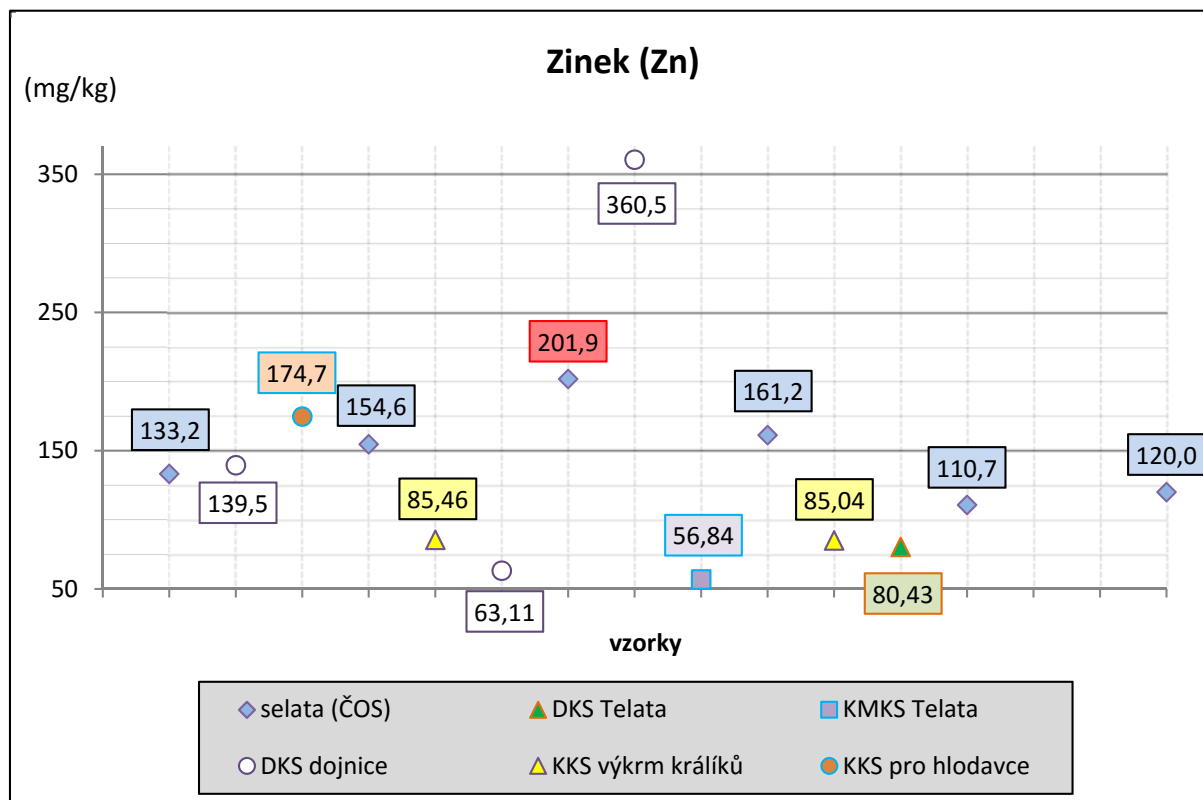


OSTATNÍ KRMNÉ SMĚSI

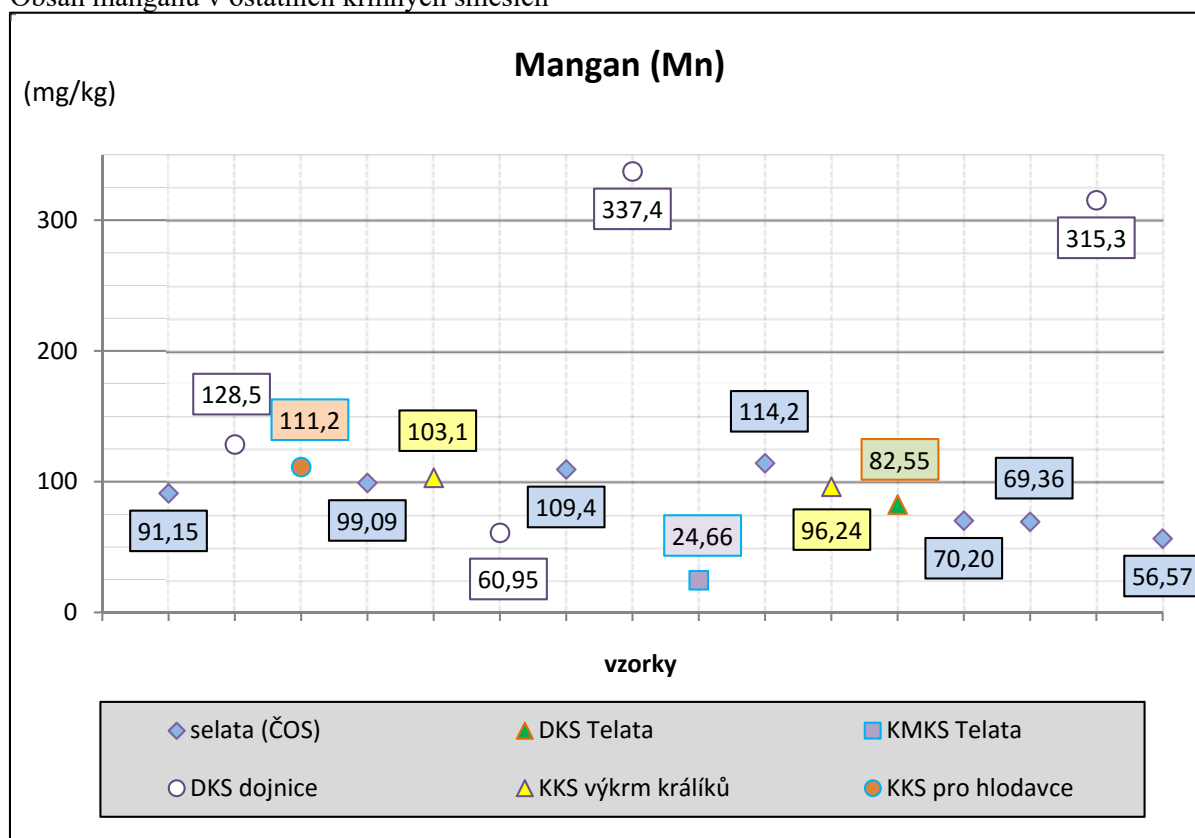
Obsah mědi v ostatních krmných směsích (hodnota nevyhovujícího vzorku v červeném poli)



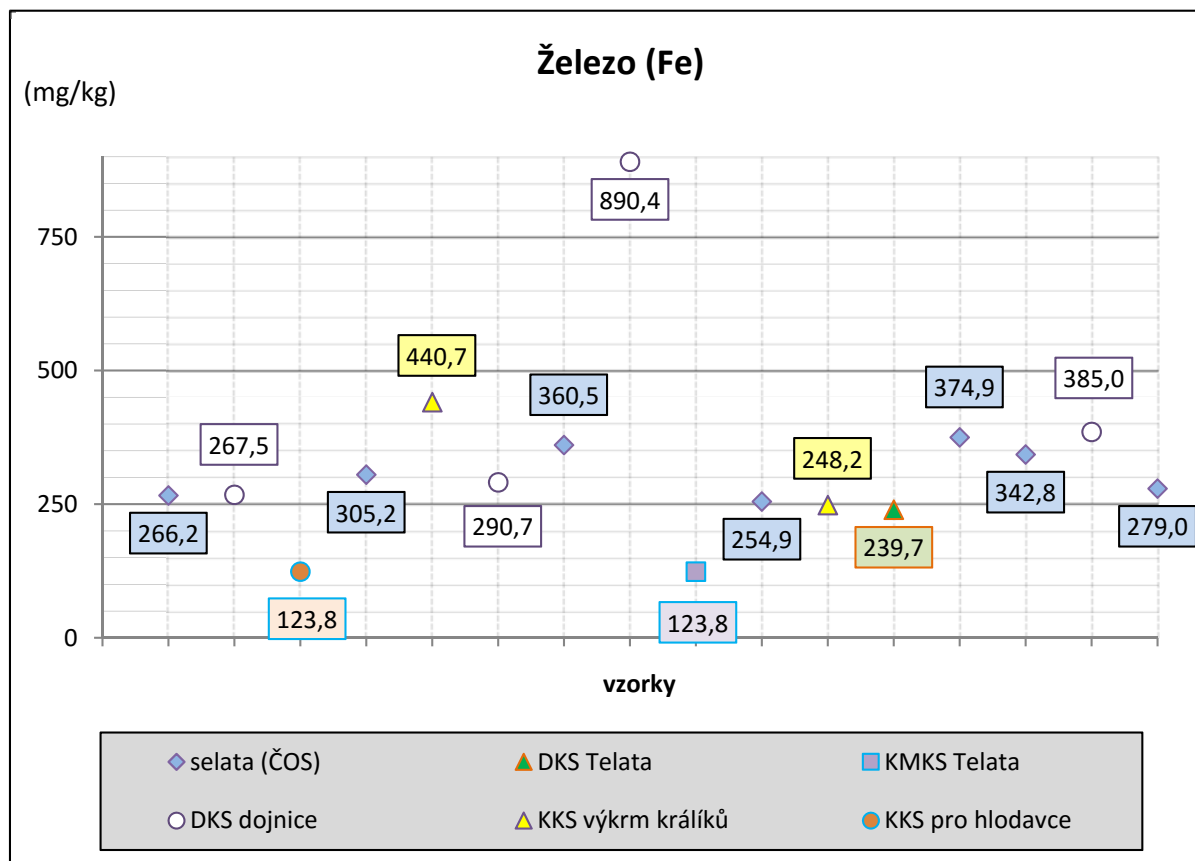
Obsah zinku v ostatních krmných směsích (hodnota nevyhovujícího vzorku v červeném poli)



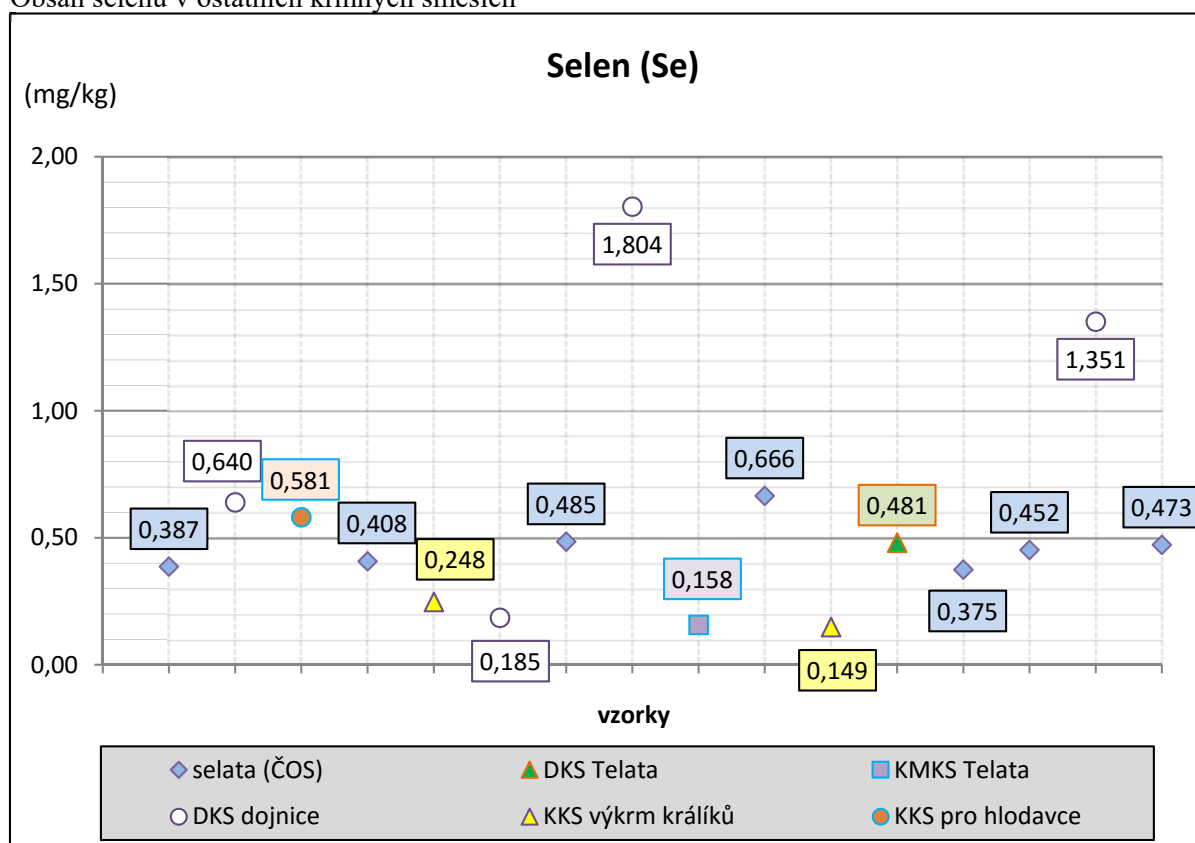
Obsah manganu v ostatních krmných směsích



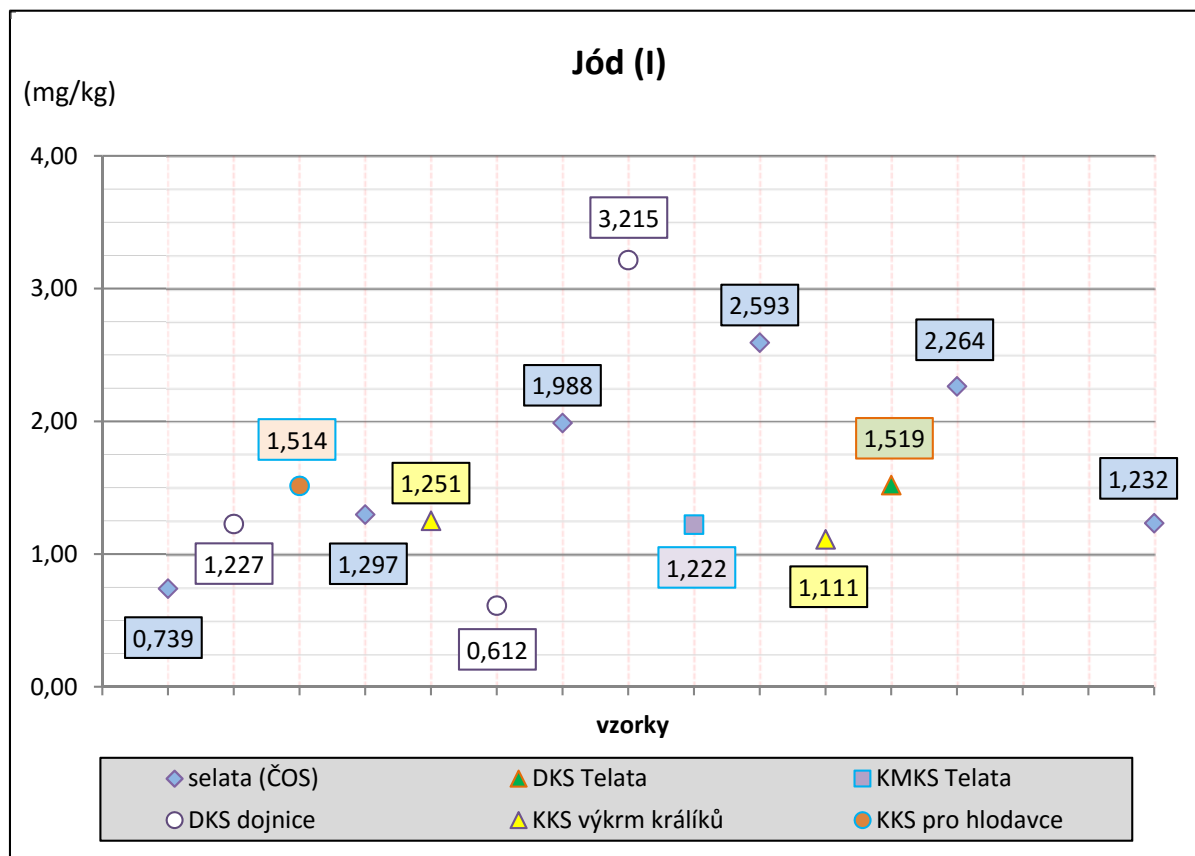
Obsah železa v ostatních krmných směsích



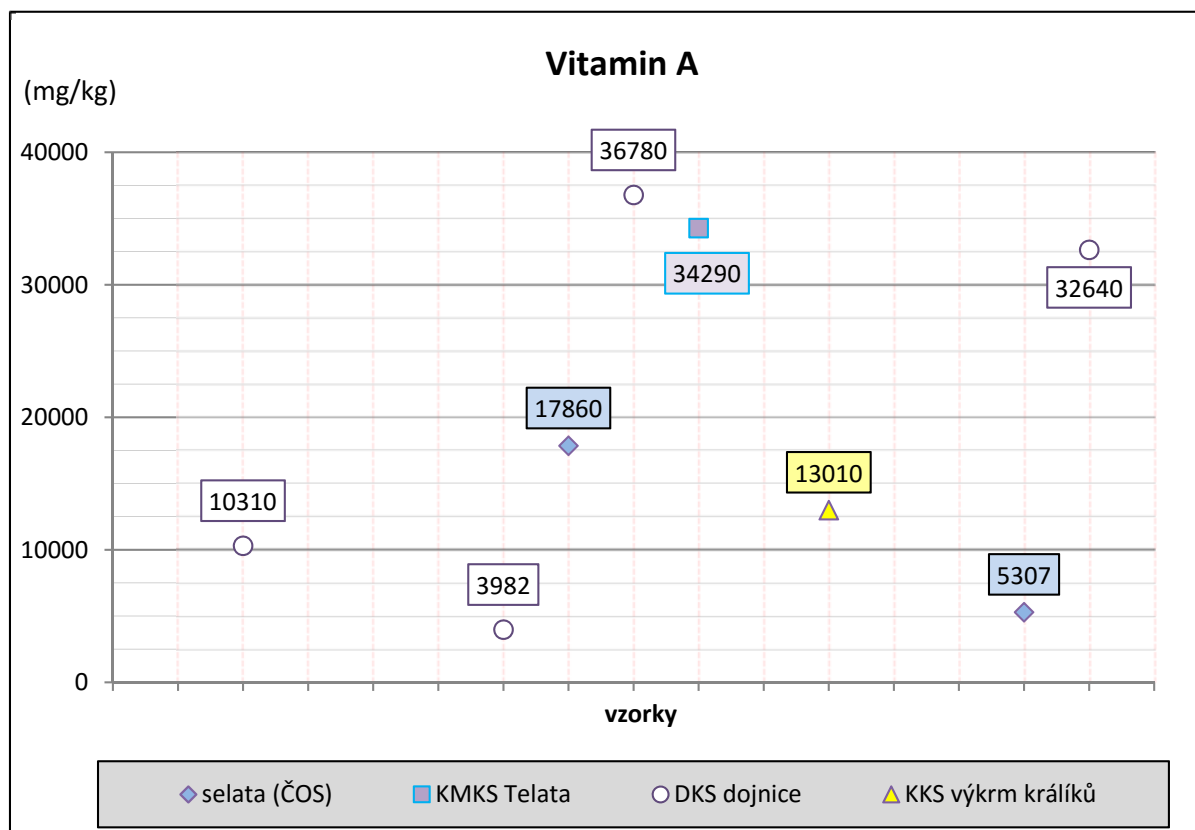
Obsah selenu v ostatních krmných směsích



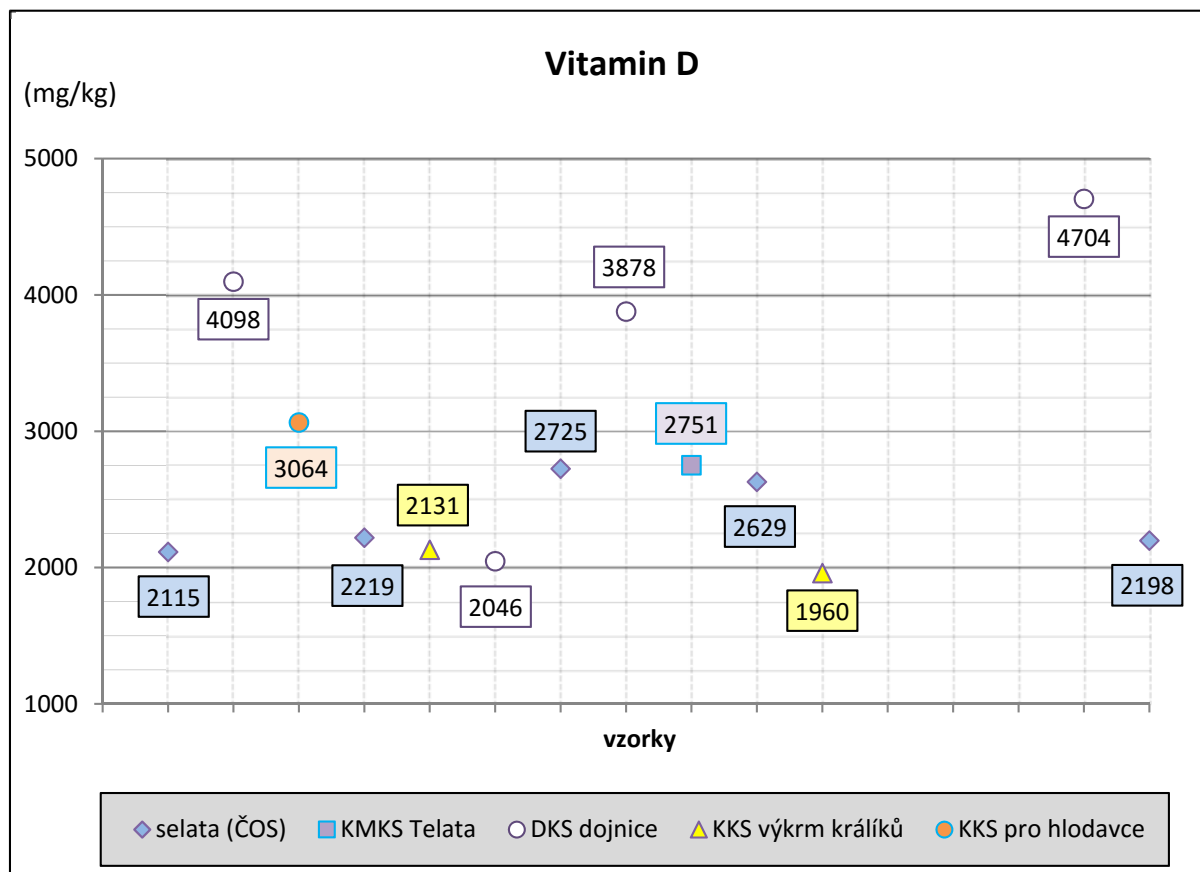
Obsah jódu v ostatních krmných směsích



Obsah vitamínu A v ostatních krmných směsích



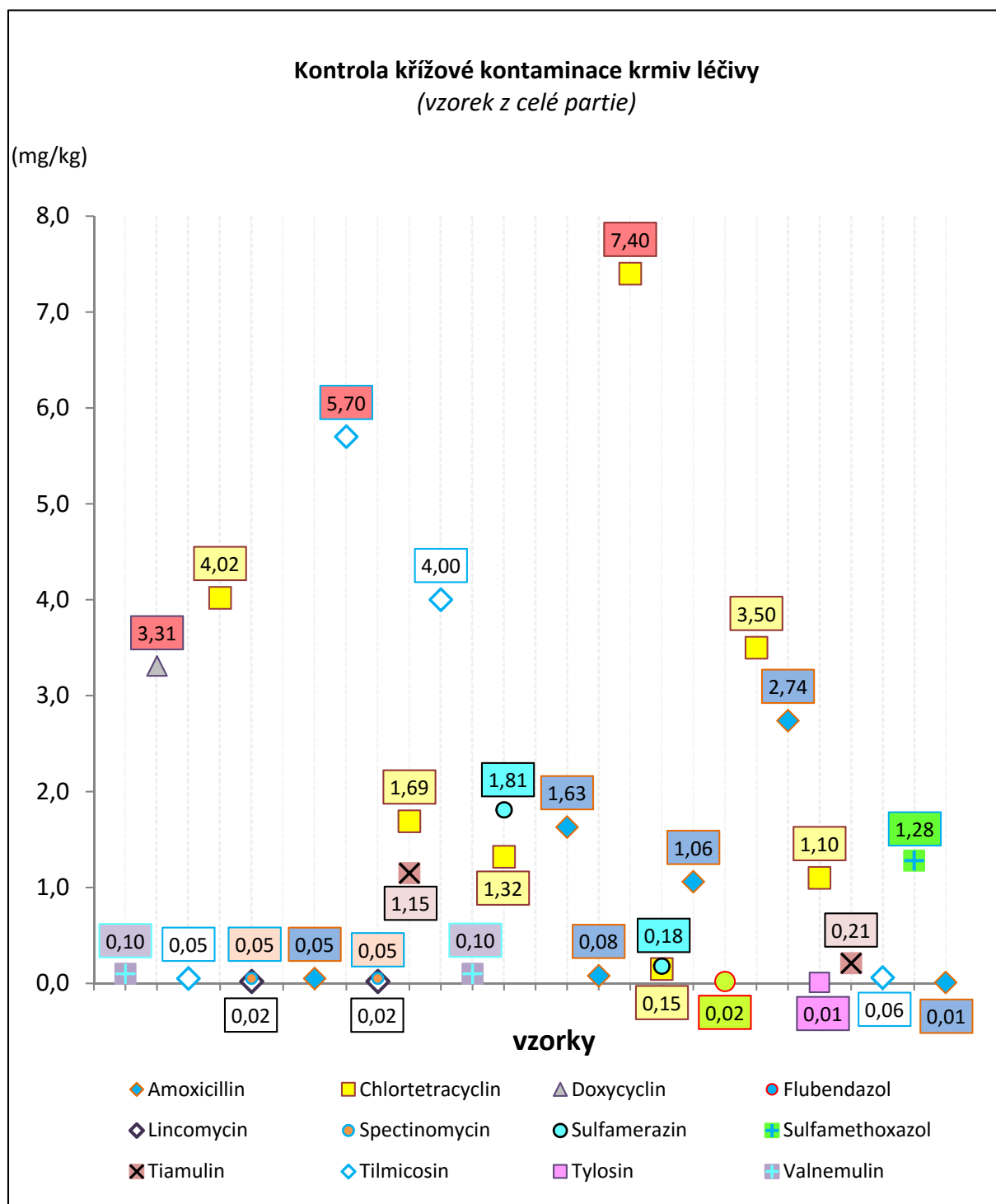
Obsah vitamínu D₃ v ostatních krmných směsích



2.3.3 Cílená kontrola kontaminace krmiv léčiv

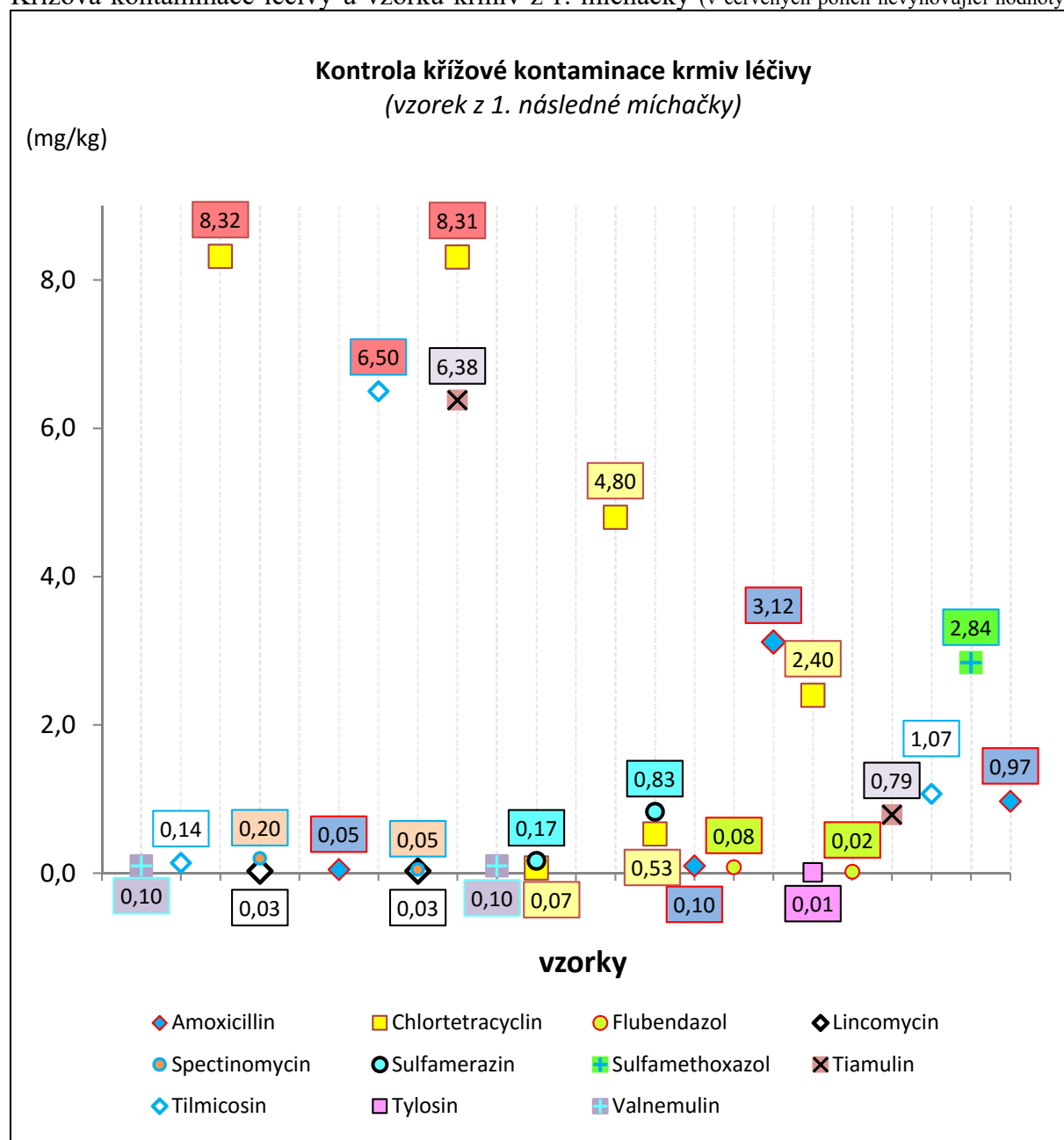
V rámci kontroly bylo odebráno 27 vzorků z celých partií krmných směsí, vyrobených ihned po medikovaných krmivech. Celkem 3 vzorky (všechno kompletní krmné směsi pro předvýkrm prasat A1) překročily úroveň 1 % rezidua účinné medikační látky, kterou ÚKZÚZ po dohodě s ÚSKVBL toleruje jako maximální povolený limit nevyhnutelné křížové kontaminace léčiv. Tato nevyhovující krmiva bylo zakázáno zkrmovat.

Křížová kontaminace léčiv u vzorků krmiv z celé partie (v červených polích nevyhovující hodnoty)



Dále byl u vybraných směsí sledován obsah účinné látky léčiva v první míchačce krmiva, vyráběného ihned po medikované krmné směsi. Kontrola byla zaměřena na účinnost dekontaminačního programu provozovatele. Jako maximální vyhovující hladina byla po dohodě s ÚSKVBL stanovena rovněž přítomnost 1 % obsahu medikační látky, aplikované v předchozí výrobě. Bylo analyzováno 23 vzorků krmiv. Celkem 3 vzorky byly nevyhovující, z toho 1 vzorek nevyhověl obsahem dvou účinných látek současně. Výrobci nevyhovujících vzorků krmiv bylo uloženo a následně ověřeno zvýšení účinnosti jejich dekontaminačních programů pro zabránění křížové kontaminace krmiv.

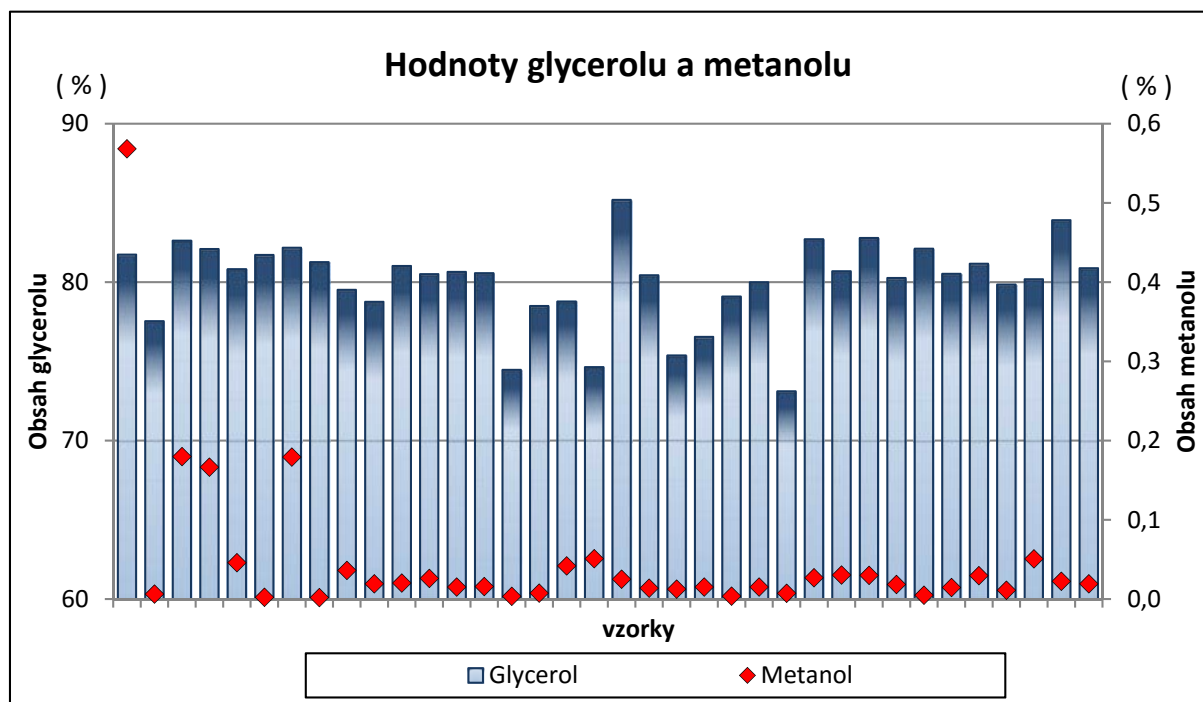
Křížová kontaminace léčivy u vzorků krmiv z 1. míchačky (v červených polích nevyhovující hodnoty)



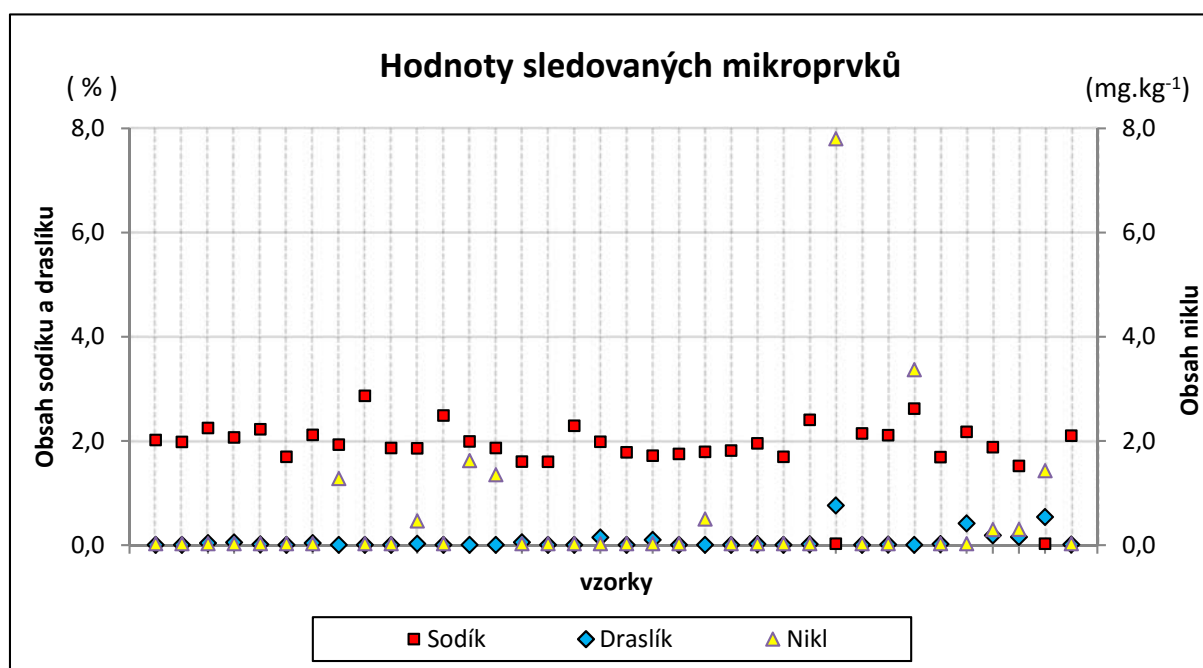
2.3.4 Cílená kontrola parametrů glycerolu, používaného jako krmná surovina

Bylo odebráno 36 vzorků surového glycerínu, u kterých byl stanoven obsah glycerolu, metanolu, sodíku, draslíku a niklu. Žádný z analyzovaných vzorků po zohlednění nejistoty stanovení nepřekročil maximální povolený obsah metanolu 0,5 %. Celkem 6 vzorků nevyhovělo deklarovanému obsahu glycerolu nebo minerálních prvků.

Zjištěný podíl glycerolu a metanolu v krmné surovině glycerínu



Zjištěný podíl metanolu v krmné surovině glycerínu

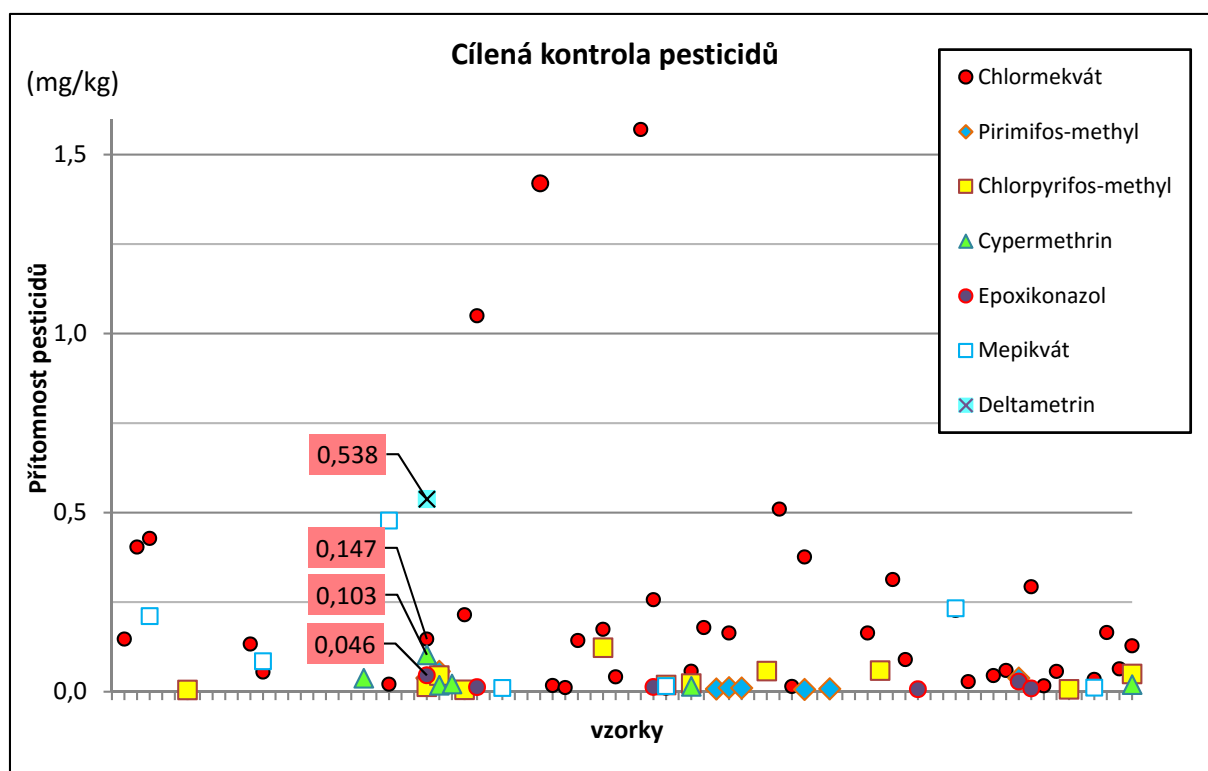


2.4 Sledování dalších bezpečnostních ukazatelů

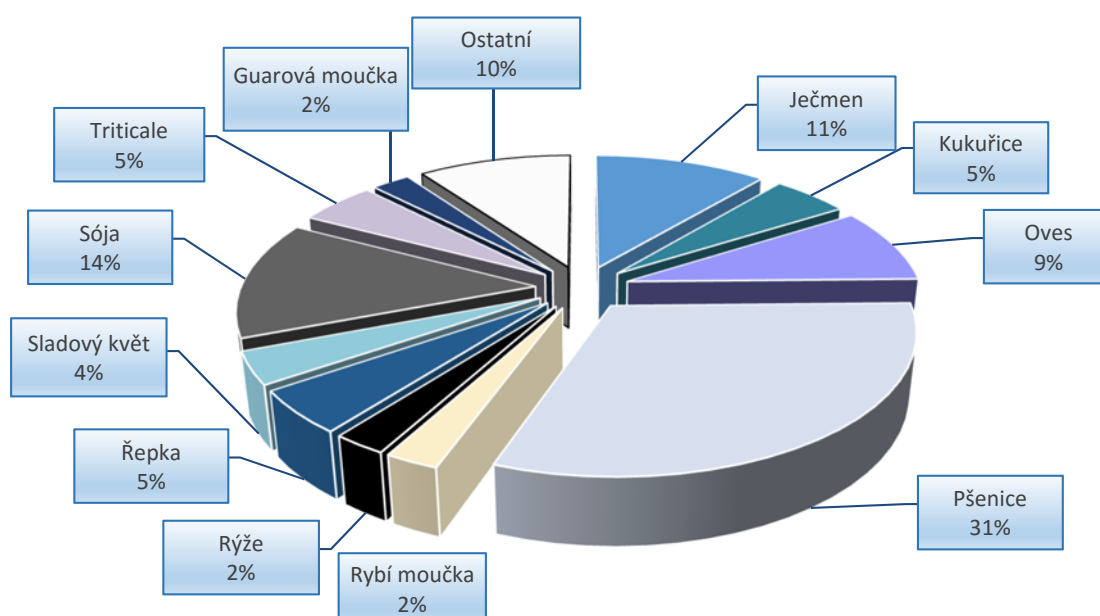
2.4.1 Cílená kontrola pesticidů

Přítomnost pesticidů byla zjišťována u 81 vzorků, převážně obilovin. Zjištěné hodnoty účinných látek se obvykle pohybovaly na hranici detekce přístrojů. Jako nevyhovující byl vyhodnocen 1 vzorek sladového květu s překročeným limitem obsahu chlormekvátu, cypermethrinu, deltametrinu a epoxikonazolu. Bylo zakázáno tento produkt použít ke krmení.

Zjištěný obsah pesticidů v krmivech nad hranicí detekce přístrojů



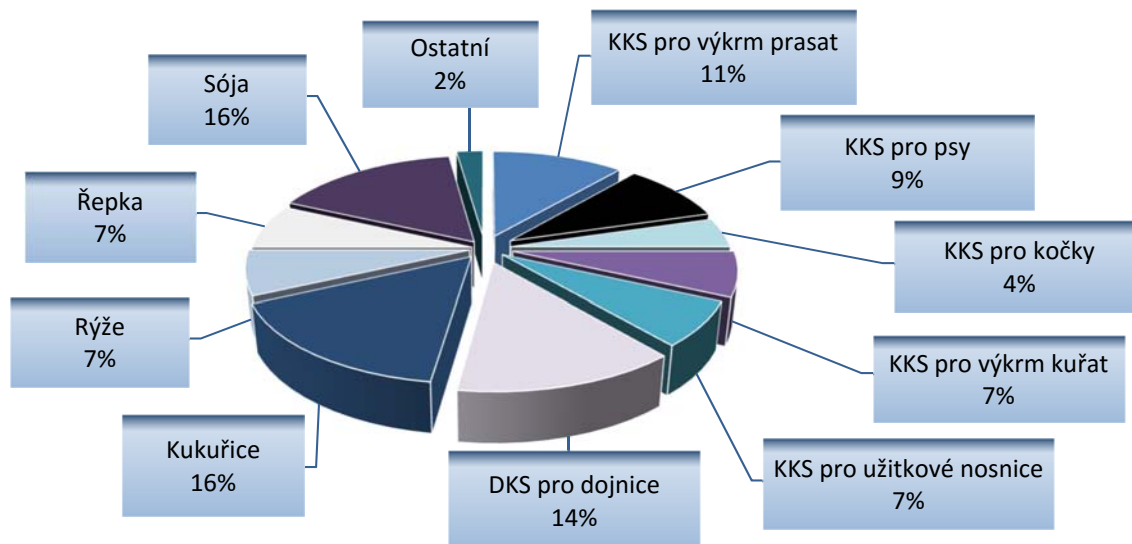
Složení krmiv odebraných v rámci cílené kontroly obsahu pesticidů



2.4.2 Cílená kontrola přítomnosti nepovolených genetických modifikací v krmivech a označování povolených GMO

V rámci této kontroly jsou sledovány genetické modifikace v krmných surovinách a krmivech. Jedná se zejména o kukuřici, rýži, sóju, řepku a kompletní i doplňkové krmné směsi. Část vzorků byla analyzována v laboratoři VÚRV Ruzyně. Bylo prověřeno 44 vzorků krmiv. Vzorek kompletního krmiva pro psy s nedeklarovaným obsahem sóji MON 89788 byl vyhodnocen jako nevyhovující, falšované krmivo.

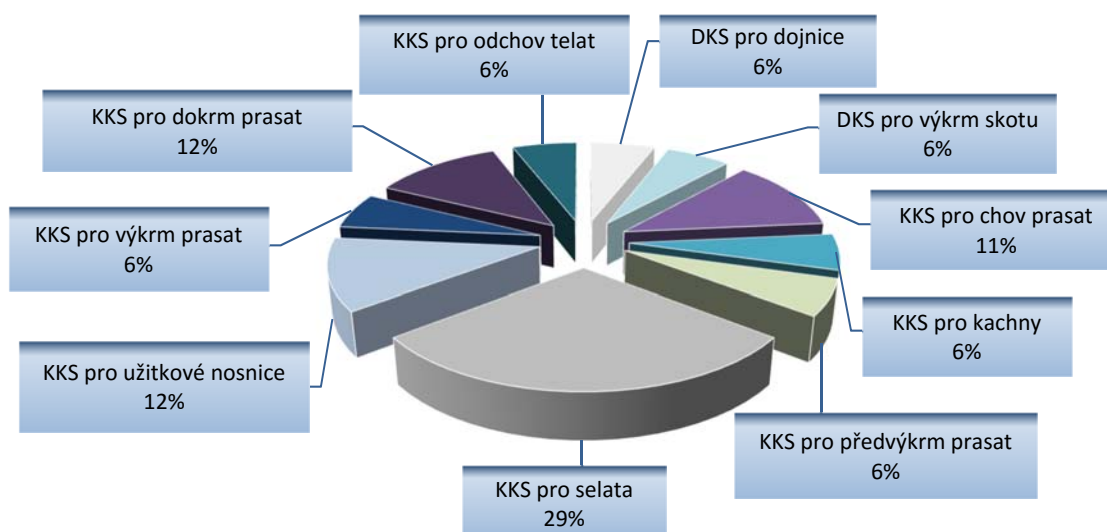
Zastoupení krmiv odebraných v rámci cílené kontroly přítomnosti nepovolených GMO



2.4.3 Cílená kontrola přítomnosti doplňkových látek v krmivech

Kontrola ověřuje přítomnost deklarovaného obsahu vybraných doplňkových látek v krmivech (*saccharomyces cerevisiae*, *enterococcus faecium*). U odebraných vzorků se také ověřují ostatní deklarované jakostní znaky. Bylo odebráno 17 vzorků krmných směsí, všechny byly posouzeny jako vyhovující.

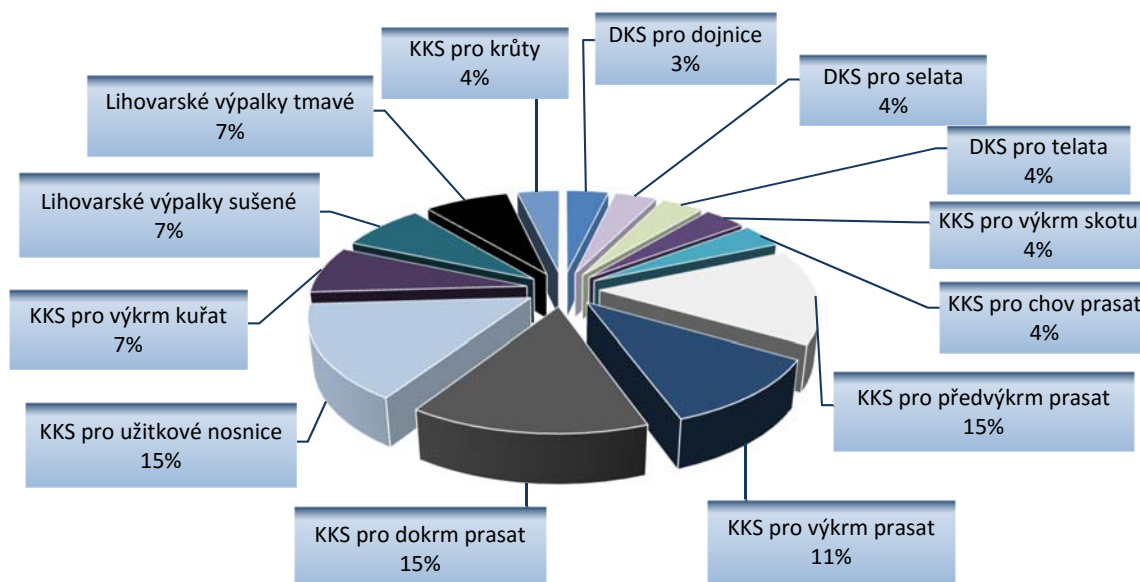
Odebraná krmiva pro ověření přítomnosti doplňkových látek



2.4.4 Cílená kontrola výskytu zakázaných stimulatorů nebo inhibitorů růstu

Bylo prověřeno 27 vzorků převážně krmných směsí pro prasata a skot, zda neobsahují nepovolené antibiotické stimulatory. Rovněž se kontrolují vedlejší výrobky procesů kvašení, zdali neobsahují antimikrobiální látky, které se používají při zpracování k regulaci kvasných procesů. Všechny vzorky byly vyhovující a analyty se pohybovaly pod hranicí detekce.

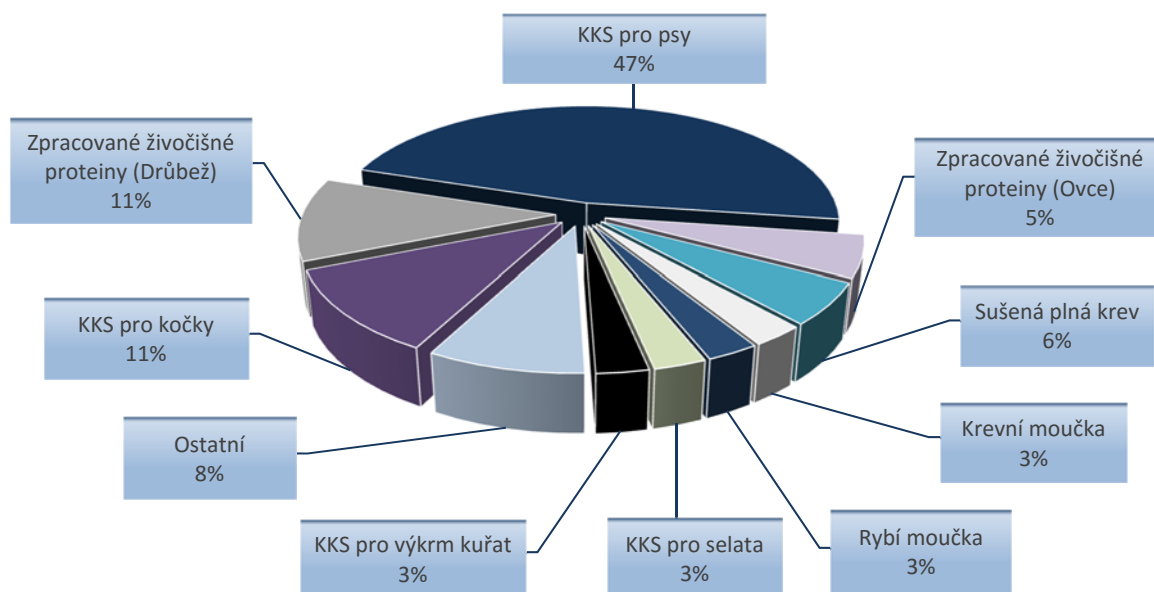
Odebraná krmiva pro ověření nepřítomnosti zakázaných stimulatorů růstu



2.4.5 Cílená kontrola přítomnosti zpracovaných živočišných proteinů

Metodou PCR-RT bylo analyzováno 19 vzorků krmiv pro ověření dodržení deklarovaného složení zpracovaných živočišných proteinů. Převážnou většinu odebraných krmiv tvořily kompletní krmiva pro psy a kočky. Všechny vzorky byly posouzeny jako vyhovující.

Krmiva analyzovaná na přítomnost živočišných proteinů



2.5 Závěr

V roce 2015 v rámci provádění cílených kontrol a monitoringu bezpečnosti a kvality krmiv ÚKZÚZ úředně odebral a vyhodnotil 1078 vzorků krmiv. Jako nevyhovující bylo posouzeno 30 vzorků krmiv (2,8 % hodnocených). Z tohoto počtu bylo 11 krmiv nejakostnějších, 1 krmivo falšované, 13 vzorků krmiv s ohroženou bezpečností (3 podmíněně použitelná krmiva pro jiné druhy nebo kategorie zvířat a 10 znehodnocených krmiv) a 5 vzorků překročilo směrné hodnoty obsahu mykotoxinů.

V rámci analytických činností bylo provedeno celkem 18 215 stanovení sledovaných parametrů, z toho nevyhovujících bylo 59 výsledků stanovení analytů. Nejčastěji nevyhověl obsah draslíku (4 vzorky) a sodíku (3) deklaraci krmného glycerínu, bylo zjištěno překročení doporučených směrných hodnot zearalenonu (3) nebo deoxynivalenolu (3) a rovněž 3 případy křížové kontaminace krmiv chlortetracyklinem.

V příštích letech bude ÚKZÚZ v kontrole výskytu zakázaných a nežádoucích látek v krmivech pokračovat. S ohledem na zjištěné výsledky v letošním roce bude zvýšená pozornost i nadále zaměřena na eliminaci rizika křížové kontaminace krmiv vyrobených po použití kokcidostatik nebo léčiv a kontrolu výskytu mykotoxinů v krmivech.

Souhrnný přehled výsledků vybraných cílených kontrol

Sledování výskytu zakázaných a nežádoucích látek a produktů v krmivech	Zpracované živočišné	POP	Dioxiny Furany	Mykotoxiny	Pesticidy	GMO	Kokcidostatika
Odebrané vzorky 2010	234	26	43	110	40	86	353
Nevyhovujících vzorky 2010	3 (1,3%)	0	0	0	1 (2,5%)	0	10
Odebrané vzorky 2011	235	26	38	100	61	59	335
Nevyhovujících vzorky 2011	0	0	1	1	1	1	5 (1,5%)
Odebrané vzorky 2012	221	19	40	70	81	52	272
Nevyhovujících vzorky 2012	0	0	0	0	1	0	7 (2,6%)
Odebrané vzorky 2013	187	19	41	54	81	53	172
Nevyhovujících vzorky 2013	0	0	2 (4,9%)	0	0	0	5 (2,9%)
Odebrané vzorky 2014	171	20	45	70	63	52	160
Nevyhovujících vzorky 2014	0	0	0	0	0	0	2 (1,3%)
Odebrané vzorky 2015	161	18	45	97	81	44	133
Nevyhovujících vzorky 2015	0	0	1	5 (5,2%)	1	1	4 (3,0%)