

**Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně**  
**Sekce zemědělských vstupů**



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

**Zpráva za rok 2017**

**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. Radka Daňková, Ph.D.

**Předkládá:** Ing. Miroslav Florián, Ph.D.  
ředitel Sekce zemědělských vstupů

**Schválil:** Ing. Daniel Jurečka, ředitel ústavu

Brno, březen 2018



## OBSAH

<b>1. KONTROLA A MONITORING CIZORODÝCH LÁTEK V ZEMĚDĚLSKÉ PŮDĚ A VSTUPECH DO PŮDY .....</b>	<b>5</b>
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 .....	13
1.4.1.3 Obsahy persistentních chlorovaných pesticidů (OCP) v půdě .....	16
1.4.1.4 Obsahy účinných látek používaných v přípravcích na ochranu rostlin v půdě .....	21
1.4.1.5 Obsahy uhlovodíků C10-C40 v půdě .....	23
1.4.1.6 Stanovení obsahu esterů kyseliny ftalové v půdách lokalit BMP v roce 2017 .....	24
1.4.1.7 Monitoring mikrobiálních parametrů půd ČR .....	26
1.4.1.8 Monitoring rostlinné produkce - obsahy rizikových prvků v rostlinách .....	28
1.4.2 Kontrola hnojiv a pomocných látek .....	29
1.4.3 Monitoring kalů ČOV .....	30
1.4.3.1 Obsahy rizikových prvků v kalech .....	30
1.4.3.2 Obsahy PCB v kalech .....	33
1.4.3.3 Obsahy PAH .....	35
1.4.3.4 Obsahy AOX .....	38
1.4.3.5 Obsahy organochlorových pesticidů .....	40
1.4.3.6 Obsahy polybromovaných difenyletherů (PBDE) .....	43
1.4.3.7 Obsah vybraných perfluoroalkylových sloučenin (PFAS) v kalech .....	45
1.4.3.8 Mikrobiologická stanovení v kalech .....	47
1.4.3.9 Využití kalů .....	51
1.4.4 Hodnocení rybníčních sedimentů .....	52
<b>2. VÝSLEDKY ANALÝZY KRMIV ODEBRANÝCH V RÁMCI CÍLENÉ KONTROLY A MONITORINGU .....</b>	<b>59</b>
2.1 Sledování zakázaných látek .....	60
2.1.1 Cílená kontrola přítomnosti zpracovaných živočišných bílkovin v krmivech .....	60
2.1.2 Cílená kontrola rybí moučky na přítomnost tkání suchozemských živočichů .....	61
2.2 Sledování nežádoucích látek .....	62
2.2.1 Monitoring vybraných perzistentních organických polutantů (POP) .....	62
2.2.2 Cílená kontrola dioxinů, furanů a PCB dioxinového typu .....	63
2.2.3 Monitoring mykotoxinů .....	64
2.2.4 Cílená kontrola přítomnosti těžkých kovů v krmivech .....	66
2.2.5 Cílená kontrola přítomnosti dalších nežádoucích látek v krmivech .....	67
2.3 Sledování správného používání doplňkových látek .....	70
2.3.1 Cílená kontrola používání kokcidostatik .....	70
2.3.2 Cílená kontrola dodržování limitů doplňkových látek .....	73
2.3.3 Cílená kontrola kontaminace krmiv léčivy .....	86
2.4 Sledování dalších bezpečnostních a jakostních ukazatelů .....	88
2.4.1 Cílená kontrola parametrů glycerolu, používaného jako krmná surovina .....	88

2.4.2	Cílená kontrola pesticidů .....	89
2.4.3	Cílená kontrola přítomnosti a označování genetických modifikací v krmivech .....	90
2.4.4	Cílená kontrola výskytu zakázaných stimulatorů nebo inhibitorů růstu .....	90
2.4.5	Cílená kontrola přítomnosti zpracovaných živočišných proteinů .....	91
<b>2.5</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>92</b>

# 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 zemědělských vstupů (Oddělení půdy a lesnictví, Oddělení krmiv, Oddělení registrace hnojiv, Odbor zemědělské inspekce) ve spolupráci s Národní referenční laboratoří ÚKZÚZ, v roce 2017 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 plochách
- 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 půd a 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

#### **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 2017, 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 také pro hodnocení a validace analytických metod.
- Poskytuje materiály 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 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 požadové 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. Odběry těchto půdních vzorků jsou od roku 2015 prováděny na jaře (v březnu), před započítáním agrochemických operací. V roce 2017 byly poprvé odebrány půdní vzorky z vybraných 10 monitorovacích ploch také na podzim, z důvodu sledování změn obsahů reziduí přípravků na ochranu rostlin v půdě, které monitorujeme od roku 2014.

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 ve využívání pozemku 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 ze souboru ploch TTP převedena plocha 4903KO 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, od roku 2016 již nejsou PBDE v půdních vzorcích stanovovány. Ve vzorcích kalů analýzy pokračují.

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.

## 1.4 VÝSLEDKY

### 1.4.1 Bazální monitoring půd

#### 1.4.1.1 Obsahy PCB v půdě

*Šárka Poláková, ÚKZÚZ Brno*

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 2017 odebrány ze 40 stálých monitorovacích ploch Bazálního monitoringu půd (pouze z orníčních horizontů) a 5 lokalit v chráněných územích.

Výsledky stanovení PCB v roce 2017 uvádí příloha 1 a 2. V příloze 1 jsou ke každé pozorovací ploše uvedeny obsahy jednotlivých kongenerů PCB i celková suma 7 stanovovaných 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 (2004–2016) je uvedena v příloze 21. Grafické vyjádření obsahů PCB (medián) v jednotlivých kulturách uvádí příloha 4.

Medián sumy 7 kongenerů PCB v orných půdách se v období 2004–2017 pohybuje v rozmezí 1,75 až 6,40  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  suš. (nejvyšší hodnoty bylo dosaženo v roce 2004). Medián z roku 2017 činí 1,75  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  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 vyšší hodnoty mediánů než v orných půdách, což je s největší pravděpodobností způsobeno menší hloubkou odběru vzorku.

Z přílohy 4 je patrný shodný průběh mediánů sumy PCB v letech 2004–2017 v orných půdách a chráněných územích (stagnace od roku 2007). Mediány obsahů PCB v půdách TTP kolísají. V roce 2015 byla naměřena druhá nejvyšší hodnota mediánu u TTP od roku 2004 a to 4,08  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  (nejvyšší hodnota mediánu byla 6,50  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  v roce 2004), v roce 2017 činil medián 2,52  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

Vzhledem k tomu, že PCB náleží do skupiny polutantů charakteristických dálkovým transportem, je významnou monitorovací lokalitou Studniční hora v Krkonošském národním parku (9002), která se díky své nadmořské výšce významně podílí na vysokých hodnotách průměrů a mediánů pozorovacích ploch v chráněných územích (vyčesávací efekt).

V půdních vzorcích BMP je stanovováno 7 kongenerů PCB (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180). Nálezy jednotlivých kongenerů jsou ve většině případů nižší než mez stanovitelnosti ( $\text{LOQ} = 0,5 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ). Ve sledovaném souboru ploch/vzorků lze seřadit kongenery podle počtu jejich nálezů (v roce 2017) následovně: 153 > 138 = 180 > 101 > 118 = 28 > 52. Nejvyšší průměrný obsah byl detekován u kongenerů 153 a 180, nejvyšší maximální hodnota byla dosažena u kongeneru 180.

Nejvyšší obsahy PCB jsou pravidelně zjišťovány na plochách 7902KO, 7901KO, 7045BO a 9002 Studniční hora. Struktura zastoupení sledovaných kongenerů na těchto plochách je jiná, než na ostatních plochách. Podíl výše chlorovaných kongenerů (138, 153 a 180) vzrůstá až na 90 % z celé sumy PCB (příloha 3).

**Tab. 1** *Mediány, aritmetické průměry a maxima obsahů sumy 7 kongenerů PCB v orničním horizontu (svrchní vrstvě) všech pozorovacích ploch BMP za období 2004–2017 ( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  suš.)*

Orná půda (ornice)														
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>medián</b>	6,40	3,58	3,60	1,75	2,03	2,02	2,06	2,00	2,02	2,89	1,88	2,10	2,62	1,75
<b>průměr</b>	8,77	5,51	6,66	5,11	5,16	6,80	5,71	5,19	5,19	5,86	4,71	5,07	4,45	3,76
<b>max.</b>	48,9	44,7	62,8	55,7	59,2	98,9	44,6	58,5	51,7	47,8	40,1	35,4	31,3	29,6
Trvalé travní porosty (svrchní hor.)														
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>medián</b>	6,50	3,60	3,53	2,04	2,11	3,70	2,63	2,34	3,09	3,58	2,57	4,08	3,79	2,52
<b>průměr</b>	6,29	4,29	6,76	3,60	4,79	3,57	3,98	3,34	4,91	4,60	2,56	4,22	3,51	2,71
<b>max.</b>	9,35	8,65	17,8	6,39	14,9	4,74	8,82	6,52	12,1	8,82	3,55	7,36	5,17	4,91
Chráněná území (svrchní hor.)														
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>medián</b>	6,50	4,80	3,35	1,75	1,75	2,04	1,75	1,75	2,11	1,75	1,75	2,38	2,49	1,75
<b>průměr</b>	7,38	6,78	4,69	1,75	3,13	3,53	2,68	1,75	2,48	7,14	2,40	5,32	5,72	3,16
<b>max.</b>	11,0	16,6	10,1	1,75	8,64	9,02	6,00	1,75	3,61	22,3	4,74	14,4	12,2	8,81

Obsahy rizikových prvků a látek v půdě se hodnotí na základě vyhlášky č. 153/2016 Sb., o stanovení podrobností ochrany kvality zemědělské půdy a o změně vyhlášky č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu. Vyhláška definuje preventivní a indikační hodnoty. Preventivní hodnoty představují horní mez geogenního a antropogenního pozadí obsahů látek v půdě a jejich překročení může vést k ohrožení funkcí půdy. Při překročení indikačních hodnot může vzniknout riziko ohrožení zdraví lidí, zvířat i ohrožení kvality pěstovaných plodin.

Vyhláška č. 153/2016 Sb. uvádí pro obsah PCB v půdě preventivní hodnotu  $20 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  suš. a to pro sumu 7 kongenerů (25, 52, 101, 118, 138, 153 a 180). Preventivní hodnota pro obsah PCB v půdě byla v roce 2016 překročena na dvou monitorovacích plochách – 7901KO (k.ú. Tečovice, okr. Zlín) a 7902KO (k.ú. Chrlice, okr. Brno-město) obě na orné půdě; vzhledem k nejistotě stanovení by však obsah PCB z plochy 7901KO požadavku vyhlášky vyhověl. Indikační hodnota nebyla překročena.

Počty vzorků překračující limit stanovený vyhláškou č. 153/2016 Sb. jsou uvedeny v tabulce 2. Průběh obsahů PCB na plochách, na kterých došlo ve sledovaném období (1998–2017) k překročení nyní platné preventivní hodnoty, je graficky znázorněn v příloze 5 (suma 6 kongenerů pro léta 1998 a 1999, od roku 2000 suma 7 kongenerů).

**Tab. 2 Počty vzorků překračujících stanovenou preventivní hodnotu – orná půda, chmelnice (ornice)**

Rok	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Počet vzorků	3	1	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2

### Závěry

- V roce 2017 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 2004–2017 se pohybuje v ornici orných půd mezi 1,75–6,40  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš., nejvyšší hodnota byla zjištěna v roce 2004. Poté došlo ke snížení mediánů a jejich stagnaci. Pro rok 2017 byl pro ornou půdu vypočten medián 1,75  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  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.
- Preventivní hodnota obsahu PCB v zemědělských půdách, 20  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš., stanovená vyhláškou č. 153/2016 Sb., byla v roce 2017 překročena v ornici 2 pozorovacích ploch orných půd. Při započítání nejistoty stanovení by jeden ze vzorků vyhověl požadavkům vyhlášky.
- Na plochách se zvýšeným obsahem PCB nelze očekávat výrazný pokles obsahů PCB z důvodu vysokého poměrného zastoupení výše chlorovaných (a tudíž odolnějších) PCB.

### 1.4.1.2 Obsahy PAH v půdě

Šárka Poláková, UKZÚZ Brno

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH), jsou chemické sloučeniny složené z uhlovodíkových cyklů (aromatických jader) bez heterogenních atomů nebo substituentů. V životním prostředí se vyskytují především v důsledku lidské činnosti – zejména 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 2017 byly obsahy 16 individuálních PAH stanoveny ve vzorcích ze 40 vybraných pozorovacích ploch BMP a 5 lokalit v chráněných územích a to pouze v orničním (svrchním) horizontu (příloha 6). Součástí přílohy je také vypočtená suma všech stanovovaných PAH (suma 16 PAH) a suma 12 PAH uvedených ve vyhlášce č. 153/2016 Sb. Graficky jsou obsahy sumy 12 PAH na všech plochách BMP i v CHÚ vyjádřeny v příloze 7.

Základní statistické charakteristiky individuálních uhlovodíků na plochách s ornou půdou za dobu sledování 2006–2017 jsou uvedeny v příloze 8. Základní statistické charakteristiky sumy 12 PAH jsou uvedeny v tabulce 3 (statistická charakteristika sumy 16 EPA PAH) a souhrnná statistika souboru (2004–2017) je uvedena v příloze 21.

V souboru ploch s ornou půdou kolísaly hodnoty pro sumu 12 PAH v ornici v roce 2017 v rozmezí 92–2880  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. Rozsah mediánů (2004–2017) činí 473–777  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. Graficky jsou hodnoty mediánů zobrazeny v příloze 9. V roce 2017 byla vypočtena hodnota mediánu 582  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. Ve svrchním horizontu TTP kolísají hodnoty mediánů v letech sledování 2004–2017 mezi 433 a 1174  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. (medián 2017: 561  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.). 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 struktury souboru ploch TTP. Monitorovací plochy nejsou majetkem ústavu, ale soukromých subjektů, které na nich hospodaří běžným způsobem a tedy může na nich docházet ke změně způsobu hospodaření, což vede k „přesunu“ ploch v rámci sledovaných kultur. Nicméně od roku 2013 je soubor ploch TTP stálý a obsahy PAH zůstávají na přibližně stejné hladině.

Změna termínu odběru vzorků neovlivnila hodnoty obsahů PAH v půdních vzorcích BMP.

Obsahy PAH v půdě se hodnotí podle vyhlášky č. 153/2016 Sb. Preventivní hodnota pro sumu PAH činí 1,0  $\text{mg.kg}^{-1}$  suš., přičemž do sumy PAH se započítává 12 individuálních uhlovodíků (antracen ANT, benzo(a)antracen BAA, benzo(b)fluoranten BBF, benzo(k)fluoranten BKF, benzo(a)pyren BAP, benzo(ghi)perylen BPE, fenantren PHE, fluoranten FLT, chrysen CHR, indeno(123-cd)pyren IPY, naftalen NAP, pyren PYR). Preventivní hodnotu překročilo v roce 2017 osm vzorků orné půdy (tabulka 4). Jedná se o plochy, u nichž lze překročení limitu očekávat, s výjimkou lokality 2905KO (okres Kutná Hora), na které byl zjištěn obsah PAH přibližně 3x vyšší než v předchozích pěti letech. Hodnota 1,0  $\text{mg.kg}^{-1}$  suš. byla překročena také v jednom vzorku z chráněných území. Jednalo se o vzorek ze Studniční hory (9002) v Krkonošském národním parku. Obsahy PAH na plochách, na kterých byla v průběhu celého monitoringu alespoň 1x překročena preventivní hodnota, jsou zobrazeny v příloze 10.

**Tab. 3 Základní statistické charakteristiky sumy 12 PAH v ornici (svrchním horizontu) orných půd, TTP a CHÚ; 2004–2017 ( $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.)**

	Orná půda - ornice													
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
arit. prům.	939	784	874	706	696	1005	957	1018	620	657	630	604	762	775
medián	777	595	649	521	473	710	656	632	515	510	509	500	595	582
minimum	126	86	50,7	101	53,9	167	101	115	75,0	67,3	77,2	115	100	92,2
maximum	5001	3234	2591	2136	2931	3848	5868	5359	1639	2109	2068	2293	3912	2880
počet	34	34	34	35	34	34	34	34	33	34	34	34	34	34

	TTP - svrchní horizont													
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
arit. prům.	1139	755	1029	953	1068	669	714	628	723	509	521	668	757	464
medián	986	890	1174	834	985	569	656	531	442	691	444	433	576	561
minimum	159	127	500	724	255	283	377	286	101	86,9	92,0	135	145	130
maximum	2343	1146	1268	1421	2465	1086	1345	1058	2435	777	972	1425	1791	808
počet	5	5	4	4	5	5	5	5	6	5	5	5	5	5

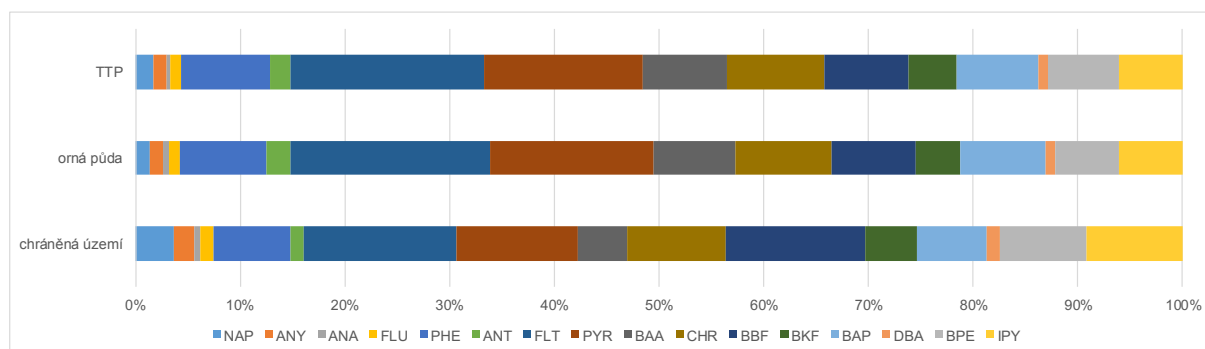
	CHÚ - svrchní horizont													
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
arit. prům.	404	410	644	113	548	541	538	480	436	415	211	566	677	553
medián	125	122	204	112	152	199	238	155	171	119	136	149	181	133
minimum	71,6	82,4	66,4	65,4	85,9	153	146	126	113	91,0	135	115	103	95,4
maximum	1558	1426	2108	164	2205	1808	1838	1482	1009	1331	486	1950	2337	2119
počet	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5

**Tab. 4 Počty vzorků překračujících stanovenou preventivní hodnotu pro obsah PAH v půdě – orná půda a chmelnice (ornice)**

Rok	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Počet vzorků	9	6	12	9	8	11	7	8	8	9	4	4	7	8

V rámci sumy 16 PAH jsou ve sledovaných zemědělských půdách (orná půda, chmelnice, TTP) nejvíce zastoupeny fluoranten (cca 19 %) a pyren (cca 15 %), podíl zbývajících jednotlivých uhlovodíků je pod 10 % (graf 1). U půd chráněných území je zastoupení jednotlivých PAH mírně odlišné, více než deseti procenty se podílí stejně jako u zemědělských půd fluoranten (14,5 %) a pyren (11,6 %), ale nad 10 % má také benzo(b)fluoranten (13,3 %). Podíl ostatních jednotlivých uhlovodíků je pod 10 %.

**Graf 1** Poměrné zastoupení jednotlivých PAH na sumě 16 PAH v letech 2004–2017 na zemědělských půdách a v chráněných územích



### Závěry

- V roce 2017 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 sumy 12 PAH v ornici (2004–2017) činí 473–777  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. (medián 2017: 582  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.). Ve svrchním horizontu TTP kolísají hodnoty mediánů mezi 433–1174  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. (medián 2017: 561  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.).
- Preventivní hodnotu stanovenou vyhláškou č. 153/2016 Sb. (1,0  $\text{mg.kg}^{-1}$  suš.) pro polycyklické aromatické uhlovodíky celkem (suma 12 PAH), překročilo v roce 2017 osm vzorků orné půdy a hodnota 1,0  $\text{mg.kg}^{-1}$  suš. byla překročena také ve vzorku ze Studniční hory (KRNAP).

### 1.4.1.3 Obsahy persistentních chlorovaných pesticidů (OCP) v půdě

Šárka Poláková, ÚKZÚZ Brno

Do skupiny organochlorových pesticidů patří HCH (hexachlorcyklohexan), HCB (hexachlorbenzen) a DDT (dichlor difenyl trichloretan) 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 odebírány pouze vzorky ornice.

Výsledky stanovení za rok 2017 jsou pro všechny pozorovací plochy uvedeny v příloze 11. Grafické znázornění obsahů jednotlivých pesticidů lze nalézt v přílohách 12–16, s výjimkou HCH, jehož hodnoty jsou ve většině případů nižší než mez stanovitelnosti ( $0,5 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  suš.). Popisnou statistiku výsledků uvádí tabulky 5, 6 a 7 (u hodnot pod mezí stanovitelnosti je započítána polovina této hodnoty.); souhrnná deskriptivní statistika (2004–2017) je uvedena v příloze 21. Průběh mediánů v jednotlivých kulturách zobrazuje příloha 17.

**Tab. 5** Základní statistické charakteristiky jednotlivých OCP v ornici orných půd za období 2004–2017 ( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  suš.)

		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
HCB	průměr	4,48	4,20	5,94	4,52	4,38	4,20	3,90	4,31	4,42	3,63	3,36	2,16	5,29	2,88
	medián	3,70	3,35	3,53	3,26	3,16	2,91	3,15	3,21	3,03	2,89	2,56	1,74	3,93	2,05
	min.	1,40	< 0,50	< 0,50	0,65	0,89	0,60	< 0,50	< 0,50	< 0,50	0,55	< 0,50	< 0,50	1,08	< 0,50
	max.	10,9	14,0	52,1	18,3	19,7	19,7	13,8	20,1	21,3	12,5	16,6	10,6	17,2	8,90
DDE	průměr	23,2	30,5	28,0	23,4	25,3	25,3	26,5	32,2	23,6	26,9	19,0	21,8	14,1	20,0
	medián	9,45	8,60	9,51	8,54	7,65	11,3	10,3	5,80	6,57	13,3	5,88	6,96	6,49	7,47
	min.	1,25	2,35	1,56	1,42	1,92	1,07	1,28	0,50	1,45	1,77	1,10	0,50	0,91	1,08
	max.	205	267	280	194	229	240	295	296	285	278	296	339	134	222
DDD	průměr	3,21	3,66	3,57	3,22	2,38	2,38	2,08	2,31	3,16	1,79	1,96	1,46	2,15	1,79
	medián	1,10	1,30	0,89	1,11	0,50	0,50	0,50	0,50	1,01	0,50	0,50	0,50	0,50	0,65
	min.	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
	max.	29,7	30,0	64,1	54,1	44,4	41,4	24,7	28,6	21,1	18,0	30,0	13,7	20,2	12,5
DDT	průměr	25,7	34,3	34,7	27,8	67,7	27,2	33,4	28,2	23,3	28,6	19,5	24,9	20,5	18,9
	medián	11,9	12,9	12,8	13,6	9,90	12,4	12,2	9,83	7,61	16,5	9,37	11,5	9,72	6,27
	min.	0,50	1,25	0,97	0,88	1,39	1,06	1,22	0,50	1,36	0,88	0,50	0,50	0,92	0,87
	max.	201	326	367	255	230	287	413	243	193	265	195	285	167	192



**Tab. 6 Základní statistické charakteristiky jednotlivých OCP ve svrchním horizontu trvalých travních porostů za období 2004–2017 ( $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.)**

		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
HCB	průměr	5,82	4,95	4,50	6,02	7,48	5,44	5,73	6,63	6,41	6,34	5,12	3,64	9,59	5,45
	medián	2,70	2,30	2,50	2,70	2,48	2,52	2,72	3,60	3,24	2,60	2,43	1,48	5,28	2,52
	min.	0,70	< 0,50	< 0,50	0,56	0,56	0,53	< 0,50	1,14	0,54	0,57	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
	max.	20,1	15,0	13,7	20,0	27,3	18,5	21,8	22,1	24,3	23,3	18,9	12,7	31,2	20,5
DDE	průměr	31,6	34,6	30,5	29,4	40,1	6,66	5,30	12,0	11,7	15,2	11,0	9,85	9,32	10,8
	medián	7,05	5,85	7,24	5,72	6,31	4,09	4,87	8,17	6,41	15,2	4,75	5,03	3,46	4,60
	min.	1,25	1,75	2,32	2,79	2,46	2,13	0,88	2,32	1,04	1,03	0,93	2,23	3,14	0,50
	max.	137	151	128	124	180	16,3	11,4	35,6	41,8	32,2	34,7	29,0	29,4	33,8
DDD	průměr	5,50	6,28	2,82	3,20	5,52	0,58	0,79	1,07	2,85	0,59	0,74	0,92	0,77	1,14
	medián	0,50	0,85	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,71	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
	min.	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
	max.	25,5	28,5	12,1	13,2	25,6	0,93	1,99	2,61	11,7	0,94	1,23	1,96	1,38	2,64
DDT	průměr	37,2	46,0	50,4	47,8	55,3	12,2	7,61	18,6	22,8	15,5	17,1	14,2	14,4	16,0
	medián	4,15	7,90	8,31	6,04	6,46	4,76	5,20	13,9	7,32	13,0	4,23	7,70	4,36	4,71
	min.	1,05	2,45	3,86	4,52	3,44	3,32	1,56	3,56	1,38	1,07	1,32	1,93	2,15	1,12
	max.	170	202	222	213	256	39,4	22,6	53,5	95,9	33,3	56,0	44,9	44,2	51,9

**Tab. 7 Základní statistické charakteristiky jednotlivých OCP ve svrchním horizontu půd v chráněných územích za období 2004–2017 ( $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.)**

		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
HCB	průměr	0,88	0,66	1,02	1,54	1,07	0,94	1,35	1,73	1,31	1,80	1,04	1,59	1,74	1,67
	medián	0,60	0,60	0,87	0,25	0,25	0,74	0,25	0,25	0,91	1,11	0,25	0,84	1,46	0,77
	min.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
	max.	1,90	1,30	2,54	5,33	2,60	2,01	4,07	4,70	3,99	4,47	3,52	5,04	4,24	4,58
DDE	průměr	2,31	6,52	7,09	5,65	6,14	4,12	4,98	1,87	5,16	6,88	3,32	5,83	5,68	5,82
	medián	1,55	1,45	5,60	1,90	1,49	1,98	2,55	1,34	3,53	1,93	1,36	3,68	2,80	2,95
	min.	0,95	0,50	1,62	0,50	0,50	0,86	0,79	1,10	0,86	0,50	1,24	0,50	0,50	0,50
	max.	5,95	21,0	18,0	22,9	25,35	12,4	16,9	3,16	10,5	23,2	9,36	17,05	19,9	21,4
DDD	průměr	0,68	1,80	0,81	0,85	0,95	0,50	0,61	0,50	0,84	0,67	0,56	0,78	0,86	1,00
	medián	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
	min.	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
	max.	1,05	7,00	2,05	2,27	2,74	0,50	1,03	0,50	1,79	1,17	0,78	1,89	2,31	3,02
DDT	průměr	5,38	17,7	10,2	10,1	13,9	14,0	11,8	3,24	9,27	15,1	5,05	11,3	8,33	8,88
	medián	1,15	1,75	2,96	1,13	1,37	1,22	1,55	1,51	6,67	9,29	1,01	5,72	4,84	1,55
	min.	0,50	0,50	1,46	0,50	0,77	0,97	0,87	0,88	1,38	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
	max.	13,2	82,5	41,5	47,0	64,9	64,3	48,3	7,32	28,0	41,1	17,7	42,5	29,6	37,7

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 2017 překročena jen ve čtyřech vzorcích zemědělské půdy a dvou vzorcích z chráněných území. Ve vzorcích byly detekovány izomery  $\alpha$ -,  $\beta$ - a  $\gamma$ -. 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 1,74–3,93  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. (nejvyšší hodnota je z roku 2016, nejnižší z roku 2015; medián pro rok 2017 je 2,05  $\mu\text{g.kg}^{-1}$ ). Rozsah mediánů obsahů HCB ve vzorcích trvalých travních porostů činí 1,48–5,28  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. ve svrchním horizontu (nejvyšší hodnota z roku 2016, nejnižší z roku 2015; medián 2017: 2,52  $\mu\text{g.kg}^{-1}$ ). Průběh i rozsah hodnot mediánů HCB na orné půdě a TTP je srovnatelný. Obsahy HCB v půdách CHÚ jsou nižší.

Mediány **sumy DDT** v orné půdě (suma o,p'- a p,p'- izomerů DDT) kolísají od roku 2004 v rozmezí 6,27–16,5  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. (nejnižší hodnota z roku 2017). Mediány obsahů sumy DDT ve vzorcích půd z trvalých travních porostů kolísají ve svrchním horizontu v rozmezí 4,15 až 13,9  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. (2017: 4,71  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.). Mediány DDT z chráněných území mají stejný průběh jako je tomu u TTP a orných půd, ale hodnoty jsou nižší.

Mediány **sumy DDE** v orných půdách kolísají v letech 2004–2017 mezi 5,80 a 13,3  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. (medián 2017: 7,47  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.) a v půdách s TTP v rozmezí 3,46–15,2  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. (2017: 4,60  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.).

Obsahy **DDD** na monitorovaných plochách (orná půda, TTP i chráněné území) jsou velmi nízké. Nad mezí stanovitelnosti (LOQ = 0,5  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.) bylo detekováno DDD na 20 pozorovacích plochách a to jak na orné půdě, tak na dvou TTP a ve vzorku ze Studniční hory (9002, KRNAP). Obsahy nad 10  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. byly v roce 2017 zjištěny na dvou plochách – 7902KO a 4902KO (obě cca 12  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.).

Průběh obsahů jednotlivých organochlorových pesticidů na plochách, na kterých došlo ve sledovaném období (2000–2017) k překročení preventivní hodnoty, je graficky znázorněn v přílohách 18 a 19.

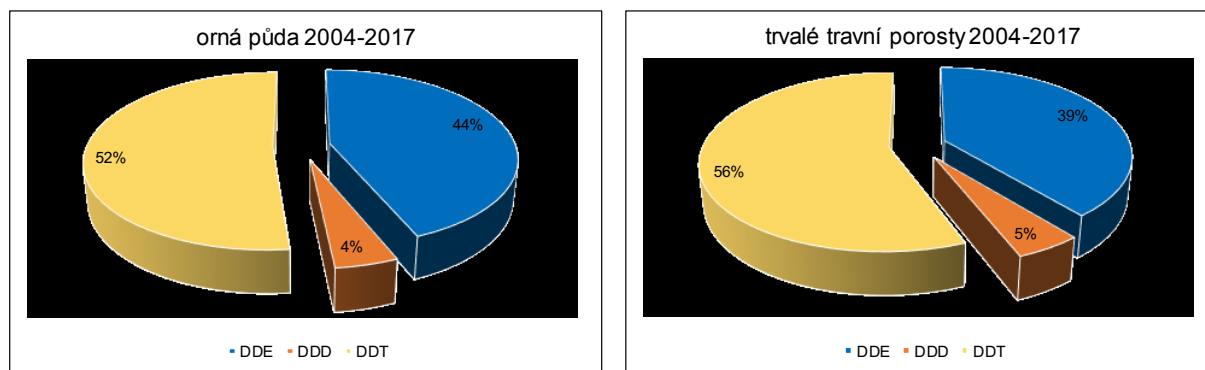
Počty vzorků, u nichž došlo k překročení preventivní hodnoty podle vyhlášky č. 153/2016 Sb. jsou uvedeny v tabulce 8. V roce 2017 byla v pěti vzorcích ornice překročena preventivní hodnota podle vyhlášky č. 153/2016 Sb. pro DDT; v jednom vzorku TTP došlo k překročení preventivní hodnoty pro HCB. Po přihlédnutí k nejistotám měření by požadavkům vyhlášky vyhověly vzorky z pozorovacích ploch 3017BOP (DDT) a 4904KO (HCB). Indikační hodnota překročena nebyla.

**Tab. 8** Počty vzorků překračujících preventivní hodnotu (prev.h.,  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.) pro obsah organochlorových pesticidů v půdě podle vyhlášky č. 153/2016 Sb. – orná půda, chmelnice a TTP (ornice, svrchní horizont)

		Orná půda														
	prev.h	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
HCB	20	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	
S DDT	75	6	7	7	8	6	6	8	7	5	8	4	3	5	5	
HCH	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
z celkového počtu		35	35	35	35	35	35	34	34	34	35	35	35	35	35	
		Trvalé travní porosty														
	prev.h	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
HCB	20	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	
S DDT	75	2	1	0	2	1	3	1	1	1	0	0	1	0	0	
HCH	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
z celkového počtu		5	5	5	5	5	5	6	6	6	5	5	5	5	5	

Příloha 20 uvádí vzájemný poměr DDT a jeho metabolitů na pozorovacích plochách BMP a CHÚ v ornici (svrchní vrstvě) pro rok 2017. Zastoupení jednotlivých látek skupiny DDT na celkové sumě DDT u trvalých travních porostů a orné půdy je znázorněno v grafu 2. Poměr DDT a DDE se v čase výrazně nemění. Vzájemný poměr jednotlivých látek vzrůstá v pořadí  $\text{DDD} < \text{DDE} < \text{DDT}$ .

**Graf 2** Poměrné zastoupení látek skupiny DDT (2004–2017)



### Závěry

- V roce 2017 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 jednotlivých izomerů 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 2017  $2,05 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. Medián obsahu HCB ve vzorcích z trvalých travních porostů dosáhl  $2,52 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. Průběh i rozsah hodnot mediánů HCB na orné půdě a TTP je srovnatelný. Obsahy HCB v půdách CHÚ jsou nižší.

- Látky skupiny DDT: mediány obsahů DDT a DDE vypočtené pro orniční (a svrchní) horizonty kolísají. Obsahy DDD jsou z dlouhodobého hlediska vyrovnané. Nejnížší obsahy těchto látek se nacházejí v půdách chráněných území, následují travní porosty a nejvyšší obsahy nacházíme v orných půdách.
- K překročení preventivních hodnot podle vyhlášky č. 153/2016 Sb. došlo v roce 2017 u parametru DDT v pěti vzorcích zemědělských půd pro DDT a v jednom vzorku TTP pro HCB. Po přihlédnutí k nejistotám měření by požadavkům vyhlášky vyhověly vzorky z pozorovacích ploch 3017BOP (DDT) a 4904KO (HCB).
- Vzájemný poměr DDT a DDE je velmi vyrovnaný, zejména u orných půd. Podíl DDT na celkové sumě látek skupiny DDT činí v orných půdách cca 52 % a podíl DDE cca 44 %. V trvalých travních porostech je dosud vyšší podíl DDT (cca 56 %), DDE zaujímá přibližně 39 %. Vzájemný poměr jednotlivých látek vzrůstá v pořadí DDD < DDE < DDT.

#### 1.4.1.4 Obsahy účinných látek používaných v přípravcích na ochranu rostlin v půdě

Ladislav Kubík, ÚKZÚZ Brno

V rámci BMP jsou dlouhodobě a pravidelně sledovány obsahy vybraných obsoletních pesticidů (HCH, HCB, DDT) 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 takové 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. Obsahům těchto účinných látek ve vodách je věnována velká pozornost. Nyní chceme rozšířit naše poznání ohledně reálných obsahů těchto látek v zemědělských půdách.

Proto jsme od roku 2014 přistoupili k rozšíření škály parametrů stanovovaných v půdních vzorcích BMP o účinné látky POR. Získáváme tak informaci o reálných obsazích těchto sloučenin a tím dojde k doplnění informací o aplikaci POR na monitorovacích plochách BMP získávaných přímo od zemědělců dotazníkovým způsobem.

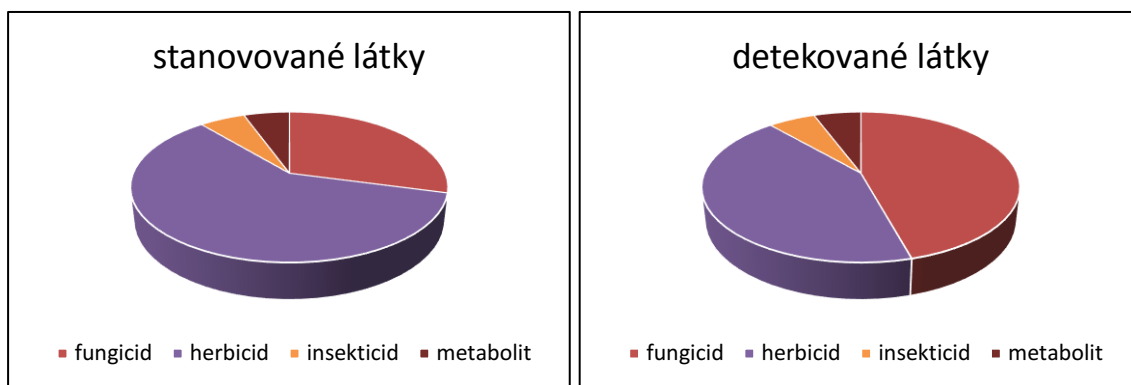
Účinné látky POR byly stanoveny ve vzorcích ze souboru 40 pozorovacích ploch, ze kterých se odebírají vzorky pro stanovení organických polutantů. V roce 2014 byly půdní vzorky odebrány při nebo těsně po sklizni plodiny (květen–říjen), v roce 2015 došlo k úpravě metodiky a to především u termínu vzorkování.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

Ke stanovení byly vybrány látky nejčastěji aplikované na tyto plochy v období pěti let před začátkem samotného monitoringu (1998–2012), a také látky nejčastěji aplikované v zemědělské praxi obecně. V roce 2014 bylo v každém vzorku stanoveno celkem 53 chemických sloučenin (účinných látek). V následujících letech byl seznam stanovovaných látek rozšířen o dalších 17 sloučenin, zejména starších azolových herbicidů. Seznam všech sledovaných účinných látek, četnost nálezů v jednotlivých letech a základní statistické parametry jsou uvedeny v příloze 22. Největší část účinných látek z hlediska určení cílových organismů tvořily herbicidy, následovaly fungicidy, dále bylo sledováno 3–5 insekticidů, v roce 2015 přibýly metabolity atrazinu, v roce 2016 metabolit terbuthylazinu (tabulka 9).

**Tab. 9 Počet sledovaných účinných látek (rozdělení podle určení k hubení škůdců)**

	2014	2015	2016	2017
<b>Celkem</b>	<b>53</b>	<b>68</b>	<b>70</b>	<b>70</b>
Herbicidy	30	39	42	43
Fungicidy	20	21	21	21
Insekticidy	3	5	3	4
Metabolity	-	3	4	2

Z hlediska nálezů však převažovaly látky fungicidní povahy (graf 3, příloha 23).

**Graf 3 Podíl stanovovaných a skutečně detekovaných účinných látek POR v roce 2017**

Nejvyšší počet nálezů v loňském roce byl zaznamenán u látky terbuthylazine-2-h (metabolit terbuthylazinu). Mateřská sloučenina, terbuthylazin, byla v roce 2017 detekována v pěti vzorcích a je v četnosti nálezů na pomyslném 14. místě (příloha 24). Druhou nejčastěji detekovanou látkou byl metabolit atrazinu – atrazine-2-hydroxy, který je stanovován od roku 2015. Mateřská sloučenina, atrazin, však nebyla nalezena ani v jednom vzorku. Třetí nejčastěji detekovanou látkou je epoxiconazole, který společně s dalšími látkami ze skupiny triazolových fungicidů (tebuconazole, propiconazole, cyproconazole a flusilazole) patří k nejčastěji detekovaným účinným látkám. 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

V roce 2017 byly účinné látky POR stanoveny také ve vzorcích z chráněných území. Žádná ze sledovaných látek v nich nebyla nalezena.

### Závěry

- V roce 2017 byly účinné látky POR stanovovány v půdních vzorcích ze 40 monitorovacích ploch (34 ploch s ornou půdou, 5 ploch s TTP, 1 chmelnice) a také z 5 ploch v chráněných územích. Stanovováno bylo celkem 70 účinných látek POR
- Celkem se detekovalo 33 účinných látek a 2 metabolity.
- Nejčastěji byl v roce 2017 detekován terbuthylazine-2-h (metabolit), následovaný dalším metabolitem – atrazine-2-hydroxy a epoxiconazolem (fungicid).
- Skupina triazolových fungicidů (epoxiconazole, tebuconazole, propiconazole, cyproconazole a flusilazole) patří k nejčastěji detekovaným účinným látkám.

#### **1.4.1.5 Obsahy uhlovodíků C10-C40 v půdě**

*Ladislav Kubík, ÚKZÚZ Brno*

Obsahům uhlovodíků C10–C40 ve vodách je věnována velká pozornost, o reálných obsazích v půdě je však pouze omezené množství informací. Proto se přistoupilo k postupnému screeningu tohoto parametru na 40 plochách BMP v rámci sledování organických polutantů. Uhlovodíky C10–C40 jsou látky omezeně rozpustné ve vodě, jedná se především o tuky, oleje a ropné produkty. Za znečištěním půdy těmito látkami stojí úniky benzínu, nafty nebo maziv. Pro C10–C40 existuje ve vyhlášce 153/2016 Sb. preventivní hodnota  $100 \text{ mg.kg}^{-1}$ .

Od roku 2016 probíhá sledování obsahu uhlovodíků C10–C40 na deseti každoročně nově vybraných plochách Bazálního monitoringu. Celkem bylo odebráno 20 vzorků půd a zatím pouze u jednoho z nich byl v roce 2016 změřen obsah parametru C10–C40 nad mezi stanovitelnosti, která činí  $20 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Zjištěná hodnota byla  $31,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ .

#### 1.4.1.6 Stanovení obsahu esterů kyseliny ftalové v půdách lokalit BMP v roce 2017

*Ing. Radka Daňková, Ph.D, prof. Ing. Alžběta Jarošová, Ph. D.*

Vzorky půd ke stanovení obsahu ftalátů v půdách byly odebrány ze 40 lokalit BMP. 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 acetonitrem 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.

Vzorky půd byly získány ze svrchního horizontu půdy.

Hodnoty koncentrace dibutyl ftalátu (DBP) se pohybovaly v rozmezí od 0,01 mg.kg<sup>-1</sup> suš. (vz. č. 5005) do 0,53 mg.kg<sup>-1</sup> suš. (vz. č. 6024).

Hodnoty koncentrace di-2-ethylhexyl ftalátu (DEHP) se pohybovaly v rozmezí koncentrací od 0,00 mg.kg<sup>-1</sup> suš., tzn. nedetekováno (vz. č. 8008, 8901) do 0,65 mg.kg<sup>-1</sup> suš. (vz. č. 4903, 7902).

Celkové hodnoty koncentrace di-2-ethylhexyl ftalátu a dibutyl ftalátu se potom pohybovaly v rozmezí koncentrací od 0,03 mg.kg<sup>-1</sup> suš. (vz. č. 8903, 8904) do 0,90 mg.kg<sup>-1</sup> suš. (vz. č. 7904).

Koncentrace obou ftalátů v jednotlivých krajích jsou poměrně na stále stabilní úrovni, i když vzorky odebrané na jaře 2017 vykazují nižší koncentrace DBP a DEHP oproti dřívějším měřením. Bylo zjištěno trvale nejvyšší zatížení ftaláty u lokalit s průmyslovou činností.

Pokud bychom srovnali zjištěné hodnoty s hodnotami uvedenými v Metodickém pokynu MŽP vycházející ze screeningových hodnot RSL (Regional Screening Levels) vydaných Americkou agenturou pro ochranu životního prostředí USEPA (United States Environmental Protection Agency), pak žádná z těchto hodnot nebyla v této studii překročena (DEHP: pro průmyslově využívaná území 160 mg.kg<sup>-1</sup> suš., ostatní plochy mg.kg<sup>-1</sup> suš., DBP: 82000 mg.kg<sup>-1</sup> suš. pro průmyslově využívané plochy a 6300 mg.kg<sup>-1</sup> suš. pro ostatní plochy).



**Tab. 10 Stanovené koncentrace DBP, DEHP a  $\Sigma$  DBP a DEHP (mg.kg<sup>-1</sup> suš.) na jednotlivých lokalitách BMP v roce 2017**

Ozn. vz.	K. ú.	DBP	DEHP	$\Sigma$ DBP a DEHP	Kultura
		mg.kg <sup>-1</sup>			
2001	Sedlec u Líbeznic	0,17	0,33	0,50	orná půda
2002	Filipov u Čáslavi	0,14	0,08	0,22	orná půda
2901	Příbram	0,06	0,44	0,50	orná půda
2902	Lhota u Příbramě	0,13	0,55	0,68	orná půda
2903	Kutná Hora 1	0,09	0,43	0,52	orná půda
2904	Hlízov	0,03	0,54	0,58	orná půda
2905	Kutná Hora 2	0,10	0,23	0,33	orná půda
3017	Dražič	0,04	0,07	0,10	orná půda
3023	Dolní Hořice	0,12	0,57	0,69	orná půda
3901	Žirovnice	0,08	0,22	0,30	orná půda
4023	Červený Hrádek u Plzně	0,08	0,13	0,20	orná půda
4024	Zruč	0,02	0,14	0,16	orná půda
4902	Křimice	0,23	0,24	0,47	orná půda
4903	Sytno	0,09	0,65	0,74	orná půda
4904	Jenišov	0,16	0,51	0,67	TTP
5005	Panenský Týnec	0,01	0,07	0,08	orná půda
5017	Rádlo	0,18	0,01	0,19	TTP
5901	Louny	0,07	0,37	0,43	orná půda
5903	Žatec	0,24	0,22	0,46	chmelnice
5905	Lubenec	0,09	0,17	0,26	TTP
6019	Újezd u Sezemic	0,27	0,04	0,31	orná půda
6024	Záhrad'	0,53	0,01	0,54	orná půda
6904	Utín	0,04	0,01	0,05	orná půda
7030	Nivnice	0,03	0,07	0,10	orná půda
7045	Boršice u Buchlovic	0,06	0,23	0,29	orná půda
7901	Malenovice u Zlína	0,11	0,19	0,29	orná půda
7902	Chrlice	0,16	0,65	0,81	orná půda
7903	Vysoké Studenice	0,03	0,18	0,21	orná půda
7904	Střížov u Třebíče	0,28	0,62	0,90	orná půda
8008	Stará Bělá	0,20	0,00	0,20	orná půda
8010	Šenov u Nového Jičína	0,16	0,16	0,32	orná půda
8019	Tomíkovice	0,10	0,01	0,11	orná půda
8021	Jarcová	0,32	0,17	0,49	orná půda
8026	Mosty u Českého Těšína	0,19	0,07	0,26	orná půda
8901	Bílá Voda u Javorníka	0,06	0,00	0,06	orná půda
8902	Město Albrechtice	0,17	0,03	0,19	orná půda
8903	Žilina u Nového Jičína 1	0,02	0,01	0,03	TTP
8904	Žilina u Nového Jičína 2	0,02	0,01	0,03	TTP
8905	Raškovice	0,22	0,01	0,23	orná půda
8906	Dolní Marklovice	0,15	0,07	0,22	orná půda

### 1.4.1.7 Monitoring mikrobiálních parametrů půd ČR

*Stanislav Malý, ÚKZÚZ Brno*

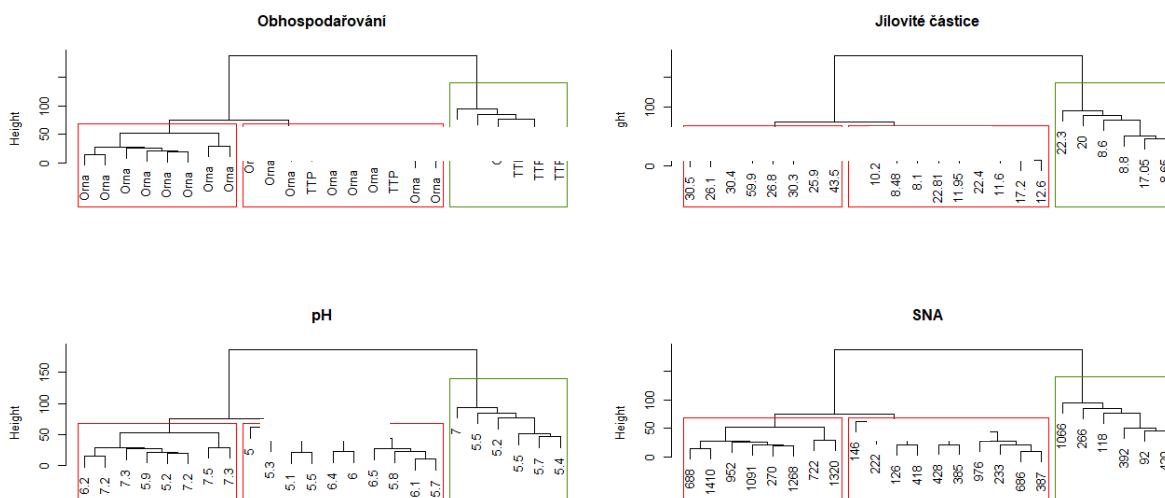
Pro účely monitoringu mikrobiálních parametrů bylo během prvního týdne měsíce října vzorkováno 45 lokalit, z nichž pět se pět nacházelo na území CHKO. Půda byla odebírána z vrstvy 0-15 cm. Vzorky byly bezprostředně pro doručení do laboratoře prosety (2 mm) a uskladněny při -20 °C. Před analýzou byly rozmražovány týden v ledničce a před vlastním měřením preinkubovány a to v závislosti na dané metodě. Výjimkou bylo stanovení enzymatických aktivit pomocí fluorogenních substrátů a analýza DNA, které byly zahájeny ihned po rozmražení. Přehled laboratorních stanovení uvádí tabulka 11.

Analýza dat byla zaměřena na to, které fyzikálně-chemické půdní vlastnosti určují strukturu společenstev amoniak-oxidujících archaeí (AOA) a bakterií (AOB) a jakým způsobem tato struktura souvisí s aktivitou uvedených mikroorganismů. Analýza dat t-RFLP (terminal restriction fragment length polymorphism) byla provedena pomocí shlukové analýzy. Výsledky jsou uvedeny v grafu 4 a 5. V případě AOA došlo k oddělení půd TTP a půd orných, které se dále dělily na dvě skupiny (graf 4). Obě zmiňované skupiny orných půd se významně lišily zejména v obsahu jílovitých částic ( $p=0,0011$ ), dále v CEC ( $p=0,009$ ), pH ( $p=0,0073$ ) a související SNA ( $p=0,0020$ ). Pravděpodobný vliv hnojení na strukturu společenstev AOA může souviset s nalezeným vztahem mezi strukturou společenstev AOA a obsahem jílovitých částic a CEC (graf 4). Amonné ionty se váží na kladně nabitých povrchů půdních částic, kde může docházet k lokálně zvýšené koncentraci amonných iontů vedoucí k vytvoření příhodných podmínek pro amoniak-oxidující mikroorganismy. Vztah mezi AOB a uvedenými parametry byl odlišný (graf 5). Hlavním parametrem, který ovlivňoval strukturu těchto společenstev bylo pH. Analýza oddělila dvě skupiny, jednu s vyššími hodnotami pH okolo 7,2 a druhou s mediánovou hodnotou pH 5,5 ( $p<10^{-5}$ ). V první skupině byly nalezeny vyšší hodnoty SNA (medián 976  $\text{ngNO}_2\text{-N.g}^{-1}\text{.h}^{-1}$ ) než ve skupině druhé (medián 328  $\text{ngNO}_2\text{-N.g}^{-1}\text{.h}^{-1}$ ) ( $p=0,0001$ ). Vliv obsahu jílovitých částic v tomto případě nebyl prokázán ( $p=0,0925$ ). Teprve na nižší úrovni, v rámci skupiny s nižším pH, došlo rozdělení půd orných a TTP (graf 5).

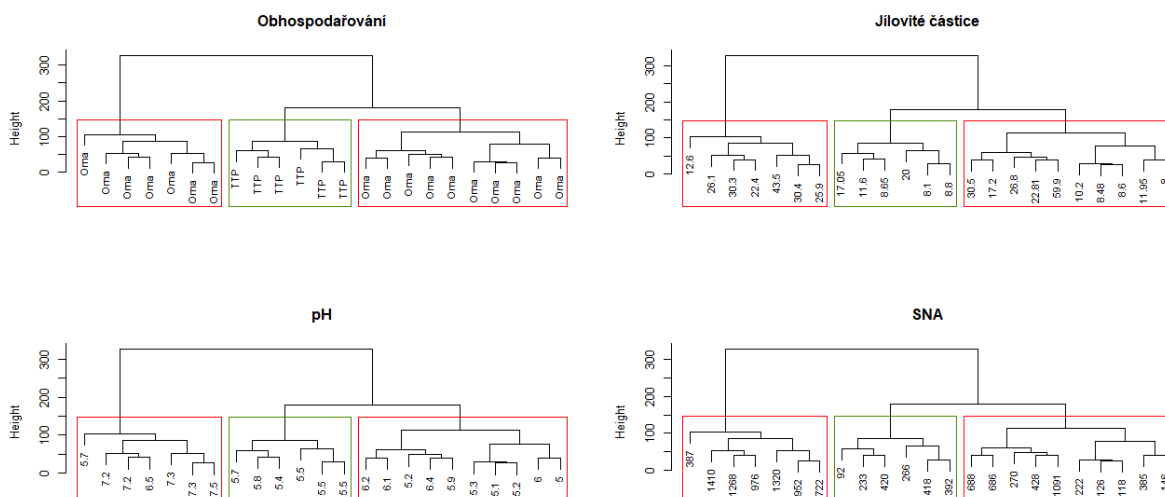
**Tab. 11** *Přehled analýz provedený v rámci monitoringu mikrobiálních vlastností půd ČR v roce 2017 (OMB – Národní referenční laboratoř, oddělení mikrobiologie a biochemie)*

metoda	počet vzorků	pracoviště ÚKZÚZ
oxidovatelný uhlík	45	OMB Brno
pH (KCl)	45	Odbor NRL Brno
zrnitostní rozbor	45	Odbor NRL Brno
kationtová výměnná kapacita	45	Odbor NRL Brno
uhlík mikrobiální biomasy	45	OMB Brno
dusík mikrobiální biomasy	45	OMB Brno
bazální respirace titračně	45	OMB Brno
bazální respirace systémem OxiTop	45	OMB Brno
substrátem indukovaná respirace systémem OxiTop	45	OMB Brno
růstové křivky: specifická růstová rychlost ( $\mu$ )	45	OMB Brno
amonifikace	45	OMB Brno
nitriфикаční aktivita	45	OMB Brno
aktivita ureázy	45	OMB Brno
restrikční analýza fragmentu genu amoA	28	OMB Brno
aktivita vybraných půdních enzymů (6)	45	OMB Brno

**Graf 4** Dendrogramy zobrazující vztahy společenstev amoniak-oxidujících archaeí s uvedením způsobu obhospodařování, obsahu jílovitých částic (<0,002 mm) a krátkodobé nitrifikační aktivity SNA (ng NO<sub>2</sub><sup>-</sup> · N.g<sup>-1</sup> · h<sup>-1</sup>). Boxy označené červeně obsahují převážně orné půdy, zelené půdy TTP.



**Graf 5** Dendrogramy zobrazující vztahy společenstev amoniak-oxidujících bakterií s uvedením způsobu obhospodařování, obsahu jílovitých částic (<0,002 mm) a krátkodobé nitrifikační aktivity SNA (ng NO<sub>2</sub><sup>-</sup> · N.g<sup>-1</sup> · h<sup>-1</sup>). Boxy označené červeně obsahují orné půdy, zelené půdy TTP.



## Závěry

- Analýza prokázala vztah struktury společenstev AOA a AOB s půdními abiotickými parametry a způsobem obhospodařování, odpověď obou skupin na tyto faktory byla ale odlišná. Rovněž byl nalezen vztah mezi strukturou a aktivitou amoniak-oxidujících mikroorganismů. Znalost těchto vztahů umožní lépe charakterizovat vliv agrotechnických zásahů na nitrifikaci.

#### **1.4.1.8 Monitoring rostlinné produkce - obsahy rizikových prvků v rostlinách**

*Lenka Prášková, ÚKZÚZ Brno*

V roce 2017 bylo analyzováno 84 vzorků rostlin z 51 lokalit. V příloze 25 jsou uvedeny výsledky měření obsahů rizikových prvků v rostlinách z pozorovacích ploch Bazálního monitoringu půd. Pro celé období sledování (1997–2017) byly vypočítány průměrné obsahy rizikových prvků v rostlinách (příloha 26). 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.

V roce 2017 byl celkem v 6 vzorcích zjištěn nadlimitní obsah prvku.

Ve čtyřech vzorcích (1x zrno pšenice ozimé a 1x zrno žita, 1x zrno ječmene ozimého a 1x zrno ovsa) byla překročena nejvyšší přípustná hodnota stanovená Nařízením Komise (ES) č. 1881/2006 (hodnocení z hlediska potravin). Ve třech případech se jednalo o překročení limitní hodnoty u olova a v jednom případě u kadmia.

Ve dvou vzorcích (1x sláma pšenice ozimé, 1x sláma žita) byly překročeny nejvyšší přípustné hodnoty z hlediska krmiv stanovené Směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2002/32/ES ve znění Nařízení Komise (EU) 2017/2229. U vzorků slámy pšenice a žita byl překročen limit pro olovo a u vzorku pšenice byl také překročen limit pro kadmium.

Všechny vzorky (kromě zrna ječmene ozimého), které byly shledány jako nadlimitní, byly odebrány ze subsystému kontaminovaných ploch. Vzorky rostlin s překročenými limitními hodnotami u jednotlivých plodin uvádí příloha 27.

#### **Závěry**

- V roce 2017 byla provedena analýza 84 vzorků rostlin z 51 pozorovacích ploch BMP.
- V 6 případech došlo k překročení limitních hodnot, z toho byly 4 vzorky rostlinného produktu k potravinářskému využití (3x olovo a 1x kadmium) a 2 produkty pro výrobu krmiv (2x olovo, 1x kadmium).
- K překročení limitních hodnot došlo v pěti případech ve vzorcích z kontaminovaného subsystému.

## 1.4.2 Kontrola hnojiv a pomocných látek

*Jaroslav Houček, ÚKZÚZ Brno*

V roce 2017 pokračovala registrace hnojiv a pomocných látek podle zákona č. 156/1998 Sb., o hnojivech. Kromě registrace pracovníci 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 **524** rozhodnutí, z toho **194** rozhodnutí o registraci, **212** prodloužení platnosti registrace a v **118** případech bylo vydáno rozhodnutí o změně žádosti o registraci. Dále bylo ohlášeno **57** hnojiv, v režimu vzájemného uznávání bylo evidováno **50** výrobků a v režimu hnojiv ES **66** hnojiv.

V rámci odborného dozoru bylo odebráno celkem **417** vzorků, z toho **215** registrovaných hnojiv (R) a pomocných látek, **58** ohlášených hnojiv (O), **139** HNOJIV ES (ES) a **5** vzájemně uznaných výrobků (VU). Na základě nevyhovujících výsledků analýz vzorků bylo zrušeno **15** rozhodnutí o registraci, **2** ohlášená hnojiva a **1** vzájemně uznaný výrobek. Důvodem bylo kromě nevyhovujících jakostních ukazatelů také **6** případů překročení limitů rizikových prvků. Dále bylo u hnojiv ES zahájeno **8** správních řízení (nevyhovující jakostní ukazatele),

Cílené kontroly 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 **11** tzv. sušených hnojů (4 kravských, 3 drůbeží, 1 ovčí, 1 koňský a 2 směsné). Kromě standardních stanovení bylo metodou na detekci kyseliny močové ověřováno, zda kravské, ovčí a koňské hnoje neobsahují větší podíl drůbežího hnoje než deklarovaných max. 15%. Všechny vzorky sušených hnojů byly vyhovující.

### 1.4.3 Monitoring kalů ČOV

*Lenka Prášková, Ladislav Kubík, ÚKZÚZ Brno*

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 2017 byl na vybraných ČOV odebrán v jarním období vzorek kalu. Celkem bylo odebráno 82 kalů. 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.

V laboratořích ÚKZÚZ byly vzorky analyzovány na rizikové prvky (RP) a ve vybraných vzorcích byly dále stanoveny organické polutanty. Z rizikových prvků je sledován obsah arsenu (As), kadmia (Cd), chromu (Cr), rtuti (Hg), niklu (Ni), olova (Pb), mědi (Cu) a zinku (Zn), z organických polutantů jsou to polychlorované bifenyly (PCB), halogenované organické sloučeniny (AOX), polycyklické aromatické uhlovodíky (16 EPA PAH) a organochlorové pesticidy (HCB, HCH a 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. V roce 2017 byly v externí laboratoři Labtech s.r.o. v Brně stanoveny ve čtyřech vybraných vzorcích mikrobiologické parametry.

Obsahy jednotlivých prvků a organických polutantů jsou od roku 2016 hodnoceny podle vyhlášky č. 437/2016 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě. Do roku 2016 bylo hodnocení prováděno podle vyhlášky č. 382/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů k zákonu č. 185/2001 Sb., o odpadech, ve znění pozdějších předpisů.

Jednotlivé ČOV jsou uváděny pod interními kódy.

#### 1.4.3.1 Obsahy rizikových prvků v kalech

Statistické vyhodnocení obsahů rizikových prvků v kalech ČOV za rok 2017 je uvedeno v příloze 28 pro ČR a v příloze 29 pro jednotlivé kraje (byly odebrány vzorky ze 13 krajů). Nejvyšší mediány obsahů rizikových prvků byly v roce 2017 nalezeny ve vzorcích z Karlovarského a z Libereckého kraje. V těchto krajích bylo u 10 z 12 sledovaných rizikových prvků dosaženo nejvyšších hodnot mediánů (arzen, berylium, měď, vanad a zinek – Karlovarský kraj; kadmium, chrom, rtuť, nikl a olovo – Liberecký kraj). V Ústeckém kraji byla zjištěna nejvyšší hodnota mediánu pro molybden a v kraji Vysočina pro kobalt (příloha 30). Příloha 31 uvádí výčet všech ČOV, na kterých byl v roce 2017 zjištěn nadlimitní výskyt sledovaných RP.

Přehled počtu vzorků kalů s nadlimitním obsahem rizikových prvků uvádí tabulka 12. Z této tabulky je patrné, že z celkových odebraných 82 vzorků kalů (z 82 ČOV) bylo 13 vzorků (z 13 ČOV) nadlimitních a u těchto vzorků bylo zjištěno 20 překročení limitních obsahů rizikových prvků. Stejně jako v roce 2016 byly nejčastěji překročeny limity pro měď (5 překročení, což odpovídá 6,1 % vzorků), následoval nikl společně s kadmiiem (oba prvky dosáhly 3 překročení, což odpovídá 3,7 % a 3,7 % vzorků).

**Tab. 12 Počty vzorků kalů překračující limitní hodnoty stanovené vyhláškou č. 437/2016 Sb., ve znění pozdějších předpisů a počty ČOV s nadlimitním obsahem alespoň jednoho rizikového prvku - rok 2017; jednotlivé kraje, ČR**

Kraj		As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Počet ČOV		
										Celkem	Z toho nadlimitní ČOV	
											počet	%
Praha	počet vzorků	0								0	0	0
	počet nadlimitů	0	0	0	0	0	0	0	0			
Jihočeský	počet vzorků	10								10	1	9
	počet nadlimitů	0	0	0	0	0	0	0	0			
Jihomoravský	počet vzorků	8								8	1	13
	počet nadlimitů	0	0	0	1	0	0	0	0			
Karlovarský	počet vzorků	2								2	2	100
	počet nadlimitů	2	0	0	0	0	0	0	0			
Královéhradecký	počet vzorků	2								2	0	0
	počet nadlimitů	0	0	0	0	0	0	0	0			
Liberecký	počet vzorků	4								4	3	75
	počet nadlimitů	0	0	1	1	1	0	1	0			
Moravskoslezský	počet vzorků	4								4	1	25
	počet nadlimitů	0	0	0	1	0	0	0	0			
Olomoucký	počet vzorků	6								6	0	0
	počet nadlimitů	0	0	0	0	0	0	0	0			
Pardubický	počet vzorků	6								6	0	0
	počet nadlimitů	0	0	0	0	0	0	0	0			
Plzeňský	počet vzorků	8								8	0	0
	počet nadlimitů	0	0	0	0	0	0	0	0			
Středočeský	počet vzorků	10								10	1	10
	počet nadlimitů	0	1	0	0	0	0	0	0			
Ústecký	počet vzorků	7								7	1	14
	počet nadlimitů	0	0	0	1	1	1	0	1			
Vysočina	počet vzorků	12								12	3	25
	počet nadlimitů	0	2	1	0	0	1	1	0			
Zlínský	počet vzorků	3								3	1	33
	počet nadlimitů	0	0	0	1	0	1	0	0			
Počet analyzovaných vzorků v ČR (celkem)	počet vzorků	82								82	13	16
	počet nadlimitů	2	3	2	5	2	3	2	1			
	počet nadlimitů celkem	20										

Grafické znázornění vývoje aritmetických průměrů a mediánů obsahů RP v kalech ČOV za období sledování 2001 až 2017 je uvedeno v příloze 32. Při porovnání obsahů na počátku sledování (polovina 90. let) a v současnosti lze říci, že došlo k výraznému snížení obsahů kadmia, rtuti, olova a zinku. U těchto prvků se v polovině 90. let pohybovaly průměrné obsahy na úrovni 4,5 mg.kg<sup>-1</sup> u rtuti, 5 mg.kg<sup>-1</sup> u kadmia, 120 mg.kg<sup>-1</sup> u olova a 1600 mg.kg<sup>-1</sup> u zinku. 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 mědi a niklu. U arzenu se hodnoty mediánu udržují víceméně na stejné úrovni, na kterou poklesly, hodnoty olova pokračují v dalším snižování a hodnoty zinku kolísají, zatímco střední hodnoty obsahů chromu stagnují.

V rámci České republiky nevyhovělo v roce 2017 limitním hodnotám rizikových prvků stanoveným ve vyhlášce č. 437/2016 Sb. 13 vzorků kalů z 82 ČOV (15,9 %). 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. Nejvyšší podíl ČOV produkujících kaly s nadlimitním obsahem alespoň jednoho rizikového prvku byl v roce 2017 zjištěn v Karlovarském kraji (100 % vzorků z odebraných bylo nadlimitních). Následovaly kraje Liberecký (75 %) a Zlínský (33 %) (tabulka 12).

V průběhu let dochází z pohledu překračování limitních obsahů rizikových prvků ke snižování počtu nevyhovujících vzorků kalů (tabulka 13). V posledních letech jsou limitní obsahy překračovány u cca 20 % vzorkovaných ČOV.

**Tab. 13 Počet vzorků s nadlimitním obsahem alespoň jednoho rizikového prvku v kalech z ČOV v České republice za roky 2001 – 2017**

Rok	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>Celkem ČOV</b>	195	199	96	101	100	101	107	106	102	103
<b>Z toho nadlimitních</b>	<b>Počet</b>	90	87	34	33	29	42	23	23	26
	<b>%</b>	46,2	43,7	35,4	32,7	29,0	41,6	21,5	21,7	25,5

Rok	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Celkem ČOV</b>	90	88	78	78	82	80	82
<b>Z toho nadlimitních</b>	<b>Počet</b>	18	13	13	15	14	13
	<b>%</b>	20,0	14,8	16,7	19,2	17,1	22,5

## Závěry

- V roce 2017 bylo na obsah rizikových prvků v rámci monitoringu kalů z ČOV odebráno a zanalyzováno 82 vzorků z 82 ČOV. Z tohoto souboru nevyhověly vyhlášce č. 437/2016 Sb. vzorků z 13 ČOV, tedy 15,9 %.
- Nejčastěji byla limitní hodnota překračována v případě mědi, niklu a kadmia.
- Při porovnání obsahů na počátku sledování (polovina 90-tých let) a v současnosti došlo k výraznému snížení obsahů kadmia, rtuti, olova a zinku. Přibližně do roku 2010 byl patrný klesající trend, který se poté zastavil a projevuje se opět nárůst obsahů u mědi a niklu; u olova pokračuje další snižování hodnot mediánů. Střední hodnoty obsahů chromu se nemění.
- Největší podíl ČOV produkujících čistírenské kaly s nadlimitním obsahem alespoň jednoho rizikového prvku byl zjištěn v Karlovarském kraji.
- Počet čistíren odpadních vod, které produkují kaly s nevyhovujícími obsahy rizikových prvků s nadlimitním obsahem alespoň jednoho rizikového prvku se v České republice za posledních 10 let ustálil na hodnotě okolo 20 %.



### 1.4.3.2 Obsahy PCB v kalech

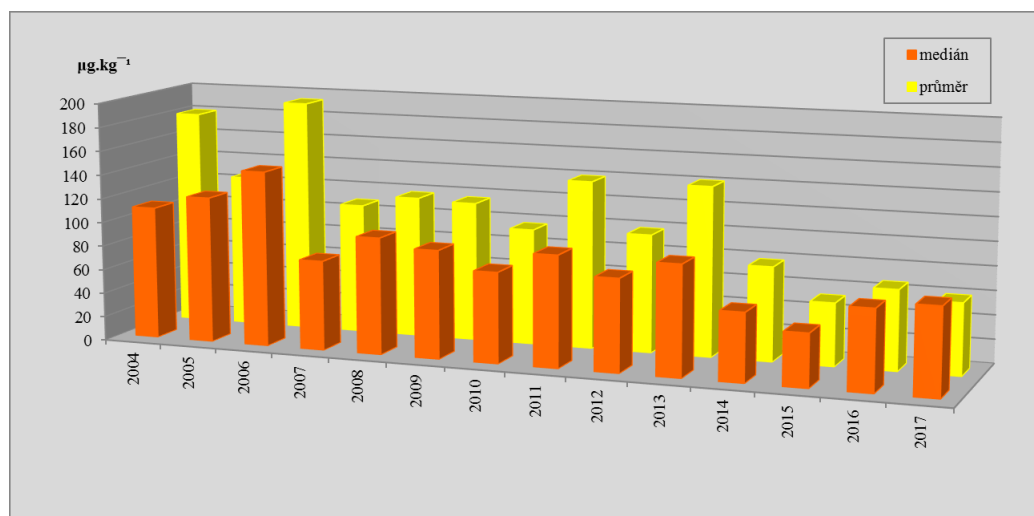
Polychlorované bifenylly (PCB) jsou v kalech ČOV stanovovány od roku 1998. K původně stanovovaným šesti kongenerům (28, 52, 101, 138, 153, 180) přibyl v roce 2002 sedmý (118). Celkem byly obsahy PCB v roce 2017 stanoveny v 21 vzorcích kalů. Podrobnou tabulku obsahů jednotlivých kongenerů PCB i sumy 7 kongenerů uvádí příloha 33. Grafické znázornění obsahů sumy 7 kongenerů PCB ve vzorcích z jednotlivých ČOV je uvedeno v příloze 34. Základní statistické charakteristiky souboru jsou uvedeny v tabulce 14. Od roku 2016 jsou kaly hodnoceny podle nové vyhlášky č. 437/2016 Sb., která udává limitní hodnotu pro sumu 7 kongenerů PCB (do roku 2016 platila vyhláška č. 382/2001 Sb., která udávala limitní hodnotu pro sumu 6 kongenerů).

**Tab. 14** Základní statistické charakteristiky obsahu PCB v kalech ČOV – rok odběru 2017, 21 vzorků,  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  sušiny

	Kongenery PCB							Suma 7 kongenerů
	28	52	101	118	138	153	180	
<b>Průměr</b>	4,74	3,70	6,63	3,06	14,2	21,2	18,8	72,3
<b>Medián</b>	2,78	2,43	5,56	2,48	11,1	18,1	13,4	59,4
<b>Minimum</b>	0,51	0,25	0,67	0,25	1,15	1,89	0,98	5,70
<b>Maximum</b>	21,5	20,1	17,1	8,02	39,0	60,8	69,9	233
<b>10.percentil</b>	1,50	1,45	2,59	1,26	5,62	8,43	7,04	27,0
<b>90.percentil</b>	7,55	4,38	14,0	5,41	27,2	37,8	27,9	119
<b>Limitní hodnota pro sumu 7 kongenerů PCB podle vyhlášky č. 437/2016 Sb.</b>								600
<b>Počet překročení limitu v roce 2017</b>								0

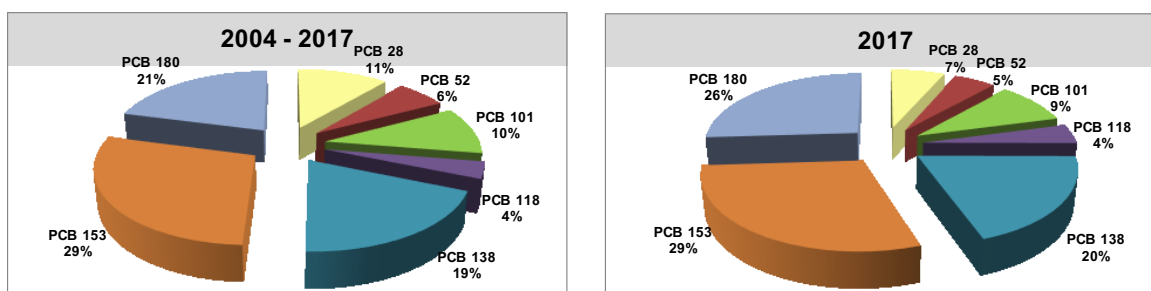
V roce 2017 byly střední hodnoty u kongeneru 52 cca 4x vyšší než v roce 2015 (2,97  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.); roce 2017 byla hodnota 3,70  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. Sumy 7 kongenerů PCB v kalech kolísaly v roce 2017 v rozpětí od 5,70 do 233  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš., aritmetický průměr činil 72,3  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. a medián 59,4  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.

**Graf 6** Střední hodnoty obsahů sumy 7 kongenerů PCB v kalech ČOV (2004–2017,  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.)



Vývoj středních hodnot obsahů sumy 7 kongenerů PCB (28, 52, 101, 118, 138, 153 a 180) v kalech ČOV je zobrazen v grafu 6, od roku 2007 došlo k jejich snížení a relativní stabilitě mediánů. Souhrnná statistika 673 vzorků kalů ČOV odebraných za období 1998–2017 je uvedena v příloze 35.

**Graf 7** Procentuální zastoupení jednotlivých kongenerů PCB na celkové sumě 7 kongenerů v kalech ČOV, 2004–2017 a v roce 2017



Z kongenerů se, za vyhodnocené období 2004–2017, na celkové sumě 7 kongenerů PCB nejvíce podílí kongener 153 (29 %) a 180 (21 %) (graf 7). Zastoupení jednotlivých kongenerů v celkové sumě PCB se v dlouhodobém horizontu prakticky nemění. Ve vzorcích z roku 2017 má největší zastoupení kongener 153 (29 %) a 180 (26 %).

V nové vyhlášce č. 437/2016 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě je stanovena mezní hodnota koncentrace sumy 7 kongenerů PCB v kalech omezující jejich použití v zemědělství ( $0,6 \text{ mg.kg}^{-1} \text{ suš.}$ ). V roce 2017 nebyla tato mezní hodnota překročena v žádném vzorku. V příloze 36 jsou uvedeny vzorky ČOV, u nichž došlo k překročení limitní hodnoty v období 1998–2017 (pro období 1998–2015 platila vyhláška č. 382/2001 Sb., která hodnotila sumu 6 kongenerů a pro období od 2016 platí vyhláška č. 437/2016 Sb., která hodnotí sumu 7 kongenerů PCB). Výsledky rozborů vzorků z ČOV, na nichž proběhly odběry alespoň pětkrát v období 2004–2017 jsou zobrazeny v příloze 37. Na většině uvedených ČOV jsou obsahy sumy PCB nízké a ke zvýšení obsahů, popř. k překročení limitu došlo pouze jednorázově.

### Závěry

- V roce 2017 byl obsah polychlorovaných bifenylnů stanoven v 21 vzorcích kalů.
- Sumy 7 kongenerů PCB v kalech kolísaly v roce 2017 v rozpětí hodnot od  $5,70$  do  $233 \text{ } \mu\text{g.kg}^{-1} \text{ suš.}$ , aritmetický průměr činil  $72,3 \text{ } \mu\text{g.kg}^{-1} \text{ suš.}$  a medián  $54,9 \text{ } \mu\text{g.kg}^{-1} \text{ suš.}$
- V sumě 7 kongenerů PCB měly v období 2004–2017 největší zastoupení kongenery 153 (29 %) a 180 (21 %).
- Střední hodnoty obsahů PCB v kalech (vybraných ČOV) od roku 2004 klesají.
- Z odebraných vzorků kalů ČOV v roce 2017 nepřekročil žádný vzorek limitní hodnotu obsahu sumy 7 kongenerů PCB pro aplikaci kalů na zemědělskou půdu stanovenou ve vyhlášce č. 437/2016 Sb.

### 1.4.3.3 Obsahy PAH

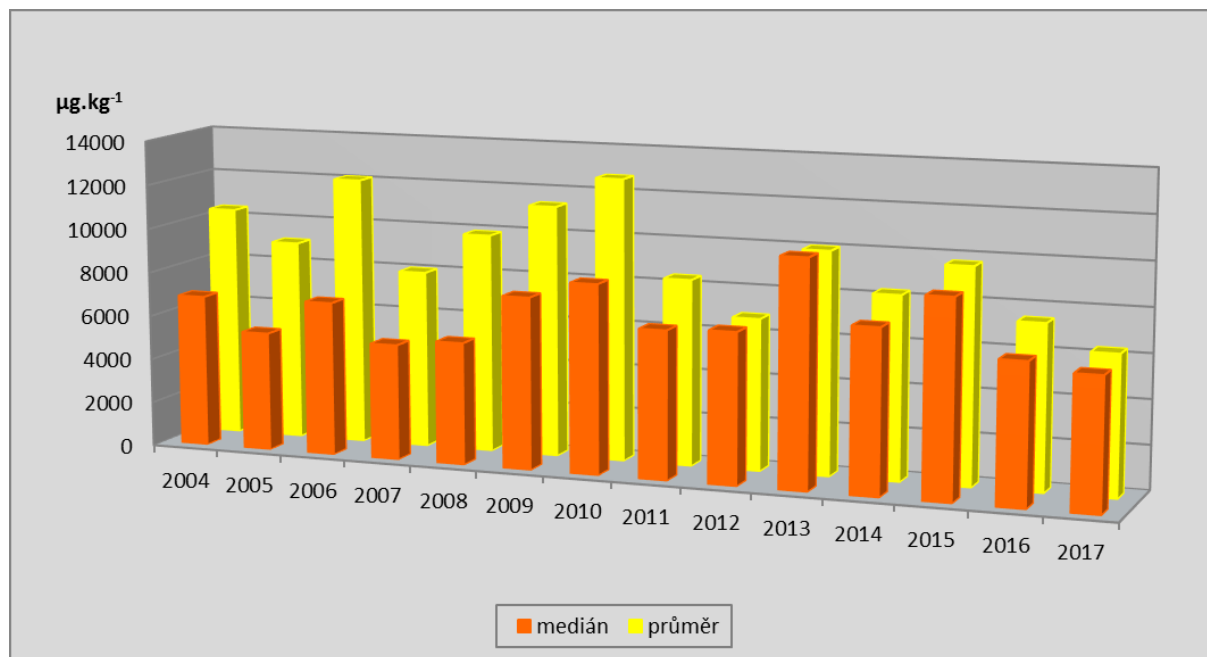
V roce 2017 byly PAH stanoveny v 21 vzorcích kalů. Přehled obsahů všech 16 individuálních PAH a jejich sumy jsou uvedeny v příloze 38, základní statistické charakteristiky v tabulce 15. Grafické znázornění sumy 12 PAH významných z hlediska určení limitní hodnoty (podle nové vyhlášky č. 437/2016 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě) je uvedeno v příloze 39. Do této doby bylo hodnocení prováděno podle návrhu směrnice EU k využití odpadních kalů ČOV v zemědělství, která udávala limitní hodnotu pro sumu 10 PAH ( $6 \text{ mg.kg}^{-1}$ ).

**Tab. 15** Základní statistické charakteristiky obsahů PAH v kalech – 2017 ( $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.)

Individuální PAH	Průměr	Medián	Minimum	Maximum
NAP	360	270	55,3	1310
ANY	95,0	50,6	10,0	598
ANA	26,6	11,0	2,50	126
FLU	98,4	57,2	16,9	443
PHE	527	292	63,4	2240
ANT	208	159	21,6	621
FLT	1055	886	104	3290
PYR	1027	884	73,3	3500
BAA	316	293	30,3	685
CHR	489	424	41,5	1080
BBF	492	423	24,3	1080
BKF	221	168	21,4	495
BAP	420	312	40,7	1160
DBA	45,1	31,9	5,99	102
BPE	522	405	24,8	1610
IPY	398	302	33,3	1070
SUMA12 PAH	6299	5952	590	19121
SUMA16 PAH	6034	5777	534	18117

Suma 16 EPA PAH se pohybuje v rozmezí  $0,59\text{--}19,1 \text{ mg.kg}^{-1}$ , medián souboru je  $5,9 \text{ mg.kg}^{-1}$ , průměrná hodnota  $6,3 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Tabulka 16 a graf 8 uvádí průběh aritmetických průměrů a mediánů obsahů PAH od roku 2004. Hodnoty mediánů vykazují od roku 2009 mírný nárůst.

Nejvyšší podíl z celkové sumy 16 PAH má fluoranthen (16,8 %) a pyren (16,3 %). S výjimkou roku 2008 (a v případě uhlovodíku acenaphtene z roku 2010) je procentuální zastoupení jednotlivých uhlovodíků v sumě 16 PAH stále (příloha 40).

**Graf 8** Střední hodnoty obsahů sumy 16 PAH v kalech ČOV (2004–2017,  $\mu\text{g.kg}^{-1}$ )**Tab. 16** Aritmetický průměr a medián obsahů PAH v kalech ČOV za období 2004–2017 ( $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.)

Rok	$\Sigma$ 16 PAH		$\Sigma$ 12 PAH	
	Průměr	Medián	Průměr	Medián
2004	10438	6865	9480	6898
2005	9042	5361	7201	4862
2006	12100	6942	10556	6794
2007	8017	5219	7767	5348
2008	9883	5511	8307	5191
2009	11338	7741	10422	7349
2010	12723	8514	10662	7841
2011	8391	6669	7688	6375
2012	6836	6791	6520	6537
2013	10024	10198	9674	9667
2014	8262	7384	7796	7115
2015	9694	8868	4950	4500
2016	7423	6341	7138	5723
2017	6299	5952	6034	5777
<b>Celkový počet vzorků</b>			<b>403</b>	
<b>Počet nadlimitních vzorků (suma 12 PAH)</b>			<b>99</b>	

Hodnocení obsahů PAH v kalech z hlediska jejich využití v zemědělství v současné době umožňuje vyhláška č. 437/2016 Sb., která stanovuje mezní (maximální) hodnotu koncentrace PAH v kalech  $10 \text{ mg.kg}^{-1}$  suš. pro sumu 12 individuálních PAH (antracene, chrysene, phenanthrene, fluoranthene, pyrene, benzo(b)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene,

benzo(a)antracene, benzo(a)pyrene, benzo(g,h,i)perylene, indeno(1,2,3-c,d)pyrene a naphthalene). Limitní hodnotu  $10 \text{ mg.kg}^{-1}$  překročily v roce 2017 celkem 3 vzorky kalů (příloha 41).

Výsledky rozborů vzorků z ČOV, na nichž proběhly odběry alespoň pětkrát v období 2004 až 2017 jsou zobrazeny v příloze 42.

### **Závěry**

- V roce 2017 byl obsah polycyklických aromatických uhlovodíků stanoven v 21 vzorcích kalů.
- Suma 16 EPA PAH se pohybuje v rozmezí  $0,59\text{--}19,1 \text{ mg.kg}^{-1}$ , medián souboru je  $5,9 \text{ mg.kg}^{-1}$ , průměrná hodnota  $6,3 \text{ mg.kg}^{-1}$ .
- Uhlovodíky s nejvyššími nálezy v kalech v roce 2017 jsou fluoranthen (16,8 %) a pyren (16,3 %). Procentuální zastoupení jednotlivých uhlovodíků v sumě 16 EPA PAH je stále s výjimkou roku 2008 a 2010.
- Podle nové vyhlášky č. 437/2016 Sb. o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě je limitní hodnota stanovena na  $10 \text{ mg.kg}^{-1}$  pro sumu 12 PAH. Tuto hodnotu překročily v roce 2017 tři vzorky z 21 analyzovaných.

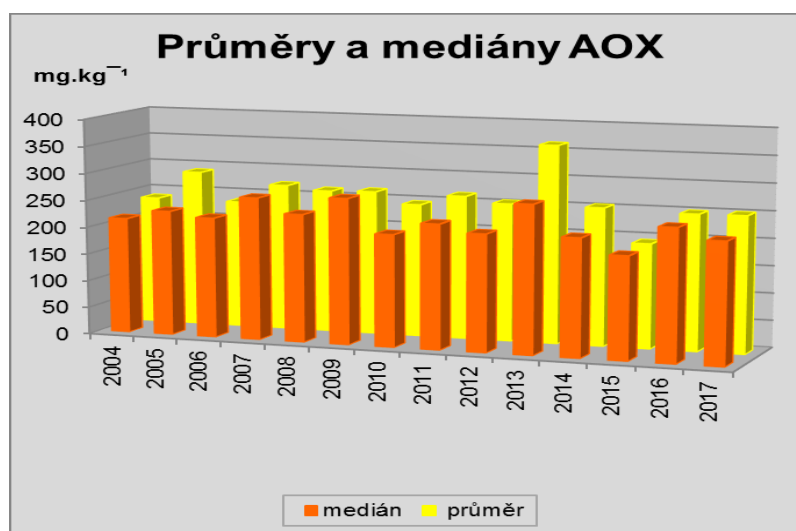
#### 1.4.3.4 Obsahy AOX

V roce 2017 bylo na obsah AOX (halogenové organické sloučeniny) analyzováno 21 vzorků kalů z ČOV. Přehled výsledků stanovení je uveden v příloze 43, grafické vyjádření v příloze 44. Základní statistické charakteristiky sledování AOX (od roku 2004) uvádí tabulka 17.

**Tab. 17** Základní statistické charakteristiky obsahů AOX v kalech 2004–2017 ( $\text{mg.kg}^{-1}$  suš.)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Arit. průměr</b>	237	289	236	271	264	266	246	265	254	364	254	193	250	251
<b>Medián</b>	214	231	222	263	236	269	207	230	216	273	217	189	243	223
<b>Minimum</b>	105	129	115	140	118	129	131	157	156	170	151	58,1	129	113
<b>Maximum</b>	434	1520	442	573	558	523	1010	565	460	2050	577	321	430	565
<b>10% percentil</b>	160	166	168	188	165	168	154	168	173	172	163	119	158	177
<b>90% percentil</b>	350	396	333	342	367	355	336	380	370	573	421	264	369	339
<b>Celk. počet vz.</b>	35	36	35	38	36	38	38	21	21	21	21	21	21	21
<b>Počet nadlimit. vz.</b>	0	1	0	1	1	1	1	1	0	3	1	0	0	1

**Graf 9** Střední hodnoty AOX v kalech ČOV (2004–2017,  $\text{mg.kg}^{-1}$  suš.)



Průběh středních hodnot obsahů AOX v kalech je zobrazen v grafu 9. Medián souboru vzorků z roku 2017 je  $223 \text{ mg.kg}^{-1}$  suš., průměr  $251 \text{ mg.kg}^{-1}$  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 v kalu ( $2050 \text{ mg.kg}^{-1}$  suš.) z ČOV s identifikačním kódem 5203A z Královéhradeckého kraje.

V průběhu let 2004–2017 byly ve 22 ČOV minimálně pětkrát stanoveny obsahy AOX. Výsledky z těchto ČOV jsou zobrazeny v příloze 45.

V nové vyhlášce č. 437/2016 Sb. je maximální hodnota koncentrace obsahu těchto látek v kalech  $500 \text{ mg.kg}^{-1}$  suš. Stejná hodnota platila i ve vyhlášce předchozí (vyhláška č. 382/2001 Sb.) Tuto hodnotu v roce 2017 překročil jeden vzorek.

### ***Závěry***

- V roce 2017 bylo provedeno stanovení AOX v 21 vzorcích kalů.
- Medián souboru vzorků z roku 2017 je 223 mg.kg<sup>-1</sup> suš., průměr 251 mg.kg<sup>-1</sup> suš..
- Limitní hodnotu 500 mg.kg<sup>-1</sup> suš. podle vyhlášky č. 437/2016 Sb. překročil v roce 2017 jeden 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 2017 bylo stanovení provedeno v 21 vzorcích. Přehled výsledků je uveden v příloze 46, grafické vyjádření v přílohách 47, 48 a 49. Základní statistika souboru je uvedena v tabulce 18.

Obsahy všech izomerů HCH jsou u většiny analyzovaných vzorků pod mezí stanovitelnosti (LOQ = 0,5  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.).

Obsahy HCB v roce 2017 kolísají v rozsahu 0,92–753  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. (tabulka 20). Hodnota 753  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. byla zjištěna v kalu s identifikačním kódem 4214A a takto vysoká hodnota se objevila za celé sledované období (2008–2017) letos poprvé (označena žlutě). Kal 4214A byl odebrán v roce 2017 podruhé; poprvé v roce 2013 a jeho hodnota HCB v tomto roce byla rovněž vysoká (120  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.). Průměrné obsahy HCB se v kalech většinou pohybují v množstvích okolo 10  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. Tento vysoký obsah ovlivnil v roce 2017 průměrnou hodnotu, která byla 39,9  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. (označena žlutě) a neměl vliv na hodnotu mediánů, které od roku 2011 vykazují pokles.

Tab. 18 **Základní statistika obsahů HCH a HCB v kalech ČOV (2008–2017,  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  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
	2016	8,59	7,99	1,59	30,6	21
2017	39,9	3,66	0,92	753	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
	2016	1,13	1,00	1,00	3,44	21
2017	1,24	1,00	1,00	2,62	21	

Hodnoty látek skupiny DDT kolísají v roce 2017 v rozmezí 4,26–67,5  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš., medián má hodnotu 30,6  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš., průměr činí 31,4  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. Vzájemný poměr jednotlivých látek skupiny DDT obecně vzrůstá v pořadí DDT < DDD < DDE (graf 10). DDE vzniká transformací DDT a DDD vzniká při výrobě DDT, nebo jako produkt mikrobiálního rozkladu DDT v půdě.

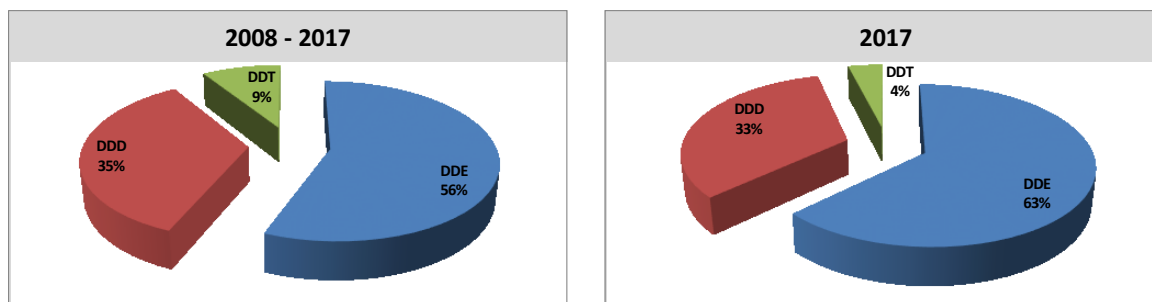
**Limitní hodnoty pro obsah organochlorových pesticidů v kalech nejsou novou vyhláškou č. 437/2016 Sb. stanoveny.**



**Tab. 18 pokrač. Základní statistika obsahů látek skupiny DDT v kalech ČOV (2008–2017,  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  suš.)**

OCP	rok	průměr	medián	min.	max.	počet vzorků
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
	2016	16,1	16,6	4,02	25,5	21
2017	19,7	21,0	3,26	4,72	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
	2016	14,9	13,2	2,29	59,3	21
2017	10,4	9,52	< 0,50	25,9	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
	2016	4,37	1,76	< 0,50	25,9	21
2017	1,23	< 0,50	< 0,50	6,49	21	
DDT <sub>total</sub>	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
	2016	35,3	32,7	7,93	77,5	21
2017	31,4	30,6	4,26	67,5	21	

**Graf 10** Poměrné zastoupení jednotlivých látek skupiny DDT na celkové sumě DDT v kalech ČOV



### Závěry

- V roce 2017 bylo provedeno stanovení OCP v 21 vzorcích kalů.
- Obsahy HCH jsou u většiny analyzovaných vzorků pod mezí stanovitelnosti ( $LOQ = 0,5 \mu\text{g.kg}^{-1}$ ) s výjimkou dvou vzorků.
- Obsahy HCB kolísají v rozsahu  $0,92\text{--}753 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš., medián  $3,66 \mu\text{g.kg}^{-1}$ .
- Suma látek skupiny DDT kolísá v rozmezí  $4,26\text{--}67,5 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš., medián činí  $30,6 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.
- Vzájemný poměr jednotlivých látek obecně vzrůstá v pořadí  $DDT < DDD < DDE$

### 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 12 vzorcích kalů; ČOV se neopakují. V roce 2017 byly PBDE stanoveny ve 12 vzorcích kalů.

**Tab. 19 Základní statistika obsahů PBDE v kalech ČOV - 2017 ( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  suš., 12 vzorků)**

	BDE 28	BDE 47	BDE 66	BDE 85	BDE 99	BDE 100	BDE 153	BDE 154	BDE 183
<b>Průměr</b>	0,51	8,60	0,38	0,54	12,69	2,63	1,75	1,23	2,45
<b>Medián</b>	0,50	7,80	0,35	0,55	11,9	2,35	1,60	1,05	1,80
<b>Minimum</b>	< 0,10	0,8	< 0,10	< 0,10	1,10	0,20	0,20	0,10	0,50
<b>Maximum</b>	1,00	20,1	0,90	1,20	29,1	5,80	4,70	2,70	6,10
<b>10. perc.</b>	0,20	2,43	< 0,10	0,10	3,43	0,61	0,52	0,31	0,55
<b>90. perc.</b>	0,90	17,4	0,70	1,09	25,48	5,05	2,59	2,19	5,83

**Tab. 20 Základní statistika sumy 9 kongenerů PBDE v kalech ČOV (2010–2017,  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  suš.)**

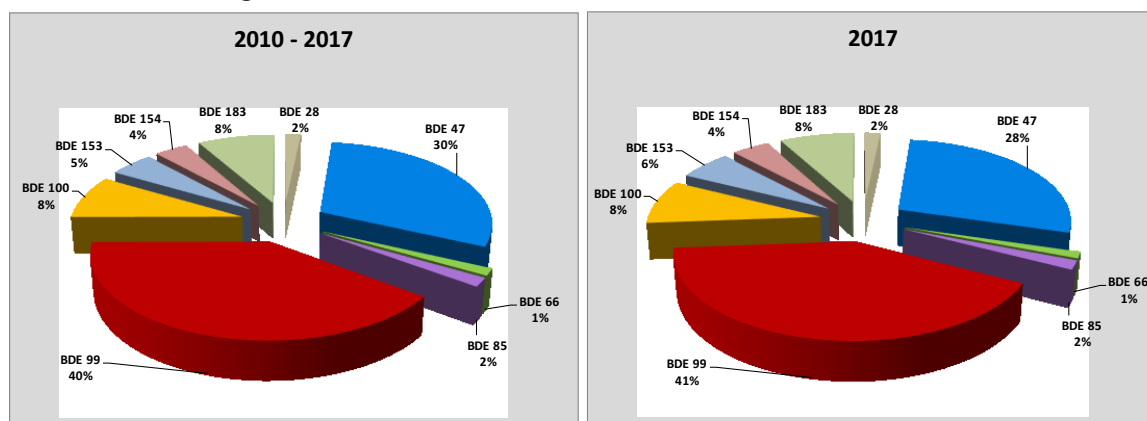
	Průměr	Medián	Minim.	Maxim.	Počet vz.
<b>2010</b>	38,2	30,7	1,70	93,7	10
<b>2011</b>	45,4	33,8	15,0	112	11
<b>2012</b>	44,8	32,2	17,0	99,7	10
<b>2013</b>	29,7	28,7	9,80	54,1	11
<b>2014</b>	28,3	21,4	4,10	90,1	10
<b>2015</b>	28,6	20,9	7,60	77,8	12
<b>2016</b>	23,2	20,0	10,9	46,3	10
<b>2017</b>	30,8	28,3	3,05	68,4	12
<b>2010–2017</b>	33,6	25,2	1,74	112	86

Obsahy jednotlivých kongenerů PBDE stanovených ve vzorcích kalů odebraných v roce 2017 jsou uvedeny v příloze 50, suma 9 stanovených kongenerů je graficky znázorněna v příloze 51. Základní statistiku obsahů sumy 9 kongenerů PBDE pro vzorky odebrané v roce 2017 a souhrnně, pro všech dosud analyzovaných 74 vzorků, shrnuje tabulka 19 a 20. Procentuální zastoupení jednotlivých kongenerů z celkové sumy PBDE je zobrazeno grafem 11.

Střední hodnota sumy 9 kongenerů PBDE ve vzorcích z roku 2017 činí 30,8  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš., medián 28,3  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. Nejvyšší obsah byl zjištěn ve vzorku z ČOV s identifikačním číslem 5101A z Libereckého kraje (68,4  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.), nejnižší ve vzorku z ČOV 6113J z kraje Vysočina (3,05  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.). Maximální hodnoty kolísají až dvojnásobně.

Největší podíl na celkové sumě 9 kongenerů PBDE mají kongenery 99 a 47 (dohromady v roce 2017 69 %). Tyto kongenery se také nejvíce vyskytují v živých organismech. Limitní hodnota není novou vyhláškou č. 437/2016 Sb. stanovena.

**Graf 11** Procentuální zastoupení jednotlivých kongenerů PBDE na celkové sumě 9 kongenerů v kalech ČOV, 2010–2017 a v roce 2017



## Závěry

- V roce 2017 bylo provedeno stanovení PBDE ve 12 vzorcích kalů.
- Průměrný obsah PBDE v kalech (2017) činí 30,8  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš., medián 28,3  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.
- Ve vzorcích z roku 2017 mají na sumě 9 kongenerů PBDE přibližně 2/3 podíl kongenery 99 (41 % z celkové sumy PBDE) a 47 (28 %). 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 ( $-\text{SO}_3^-$ ,  $-\text{COO}^-$ ,  $-\text{OPO}_3^-$ ,  $-\text{NH}_4^+$ ,  $-\text{OH}$ ,  $-\text{SO}_3\text{NH}_2$ ).

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, koberec, 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. Perfluorooktanová 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 perfluorooktansulfonát 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. Nejvýznamnějším 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 pozadřovým 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 je 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 52 (tabulka obsahů) a příloze 53 (graf). Průměrné hodnoty obsahů a rozsah stanovených hodnot uvádí tabulka 21.

**Tab. 21** *Základní statistické charakteristiky vybraných perfluoroalkylových sloučenin v 21 vzorcích kalů ČOV odebraných v roce 2017 ( $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.)*

	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFOS
<b>Průměr</b>	0,18	0,09	0,82	0,26	2,22	49,6
<b>Medián</b>	< 0,10	< 0,10	0,57	0,21	1,40	3,00
<b>Minimum</b>	< 0,10	< 0,10	0,15	< 0,10	< 0,10	< 0,10
<b>Maximum</b>	0,85	0,66	4,20	1,20	16,3	947

Nad mezí stanovitelnosti byly detekovány všechny uvedené látky ve 2 vzorcích. Nejméně jeden analyt pod mezí stanovitelnosti ( $\text{LOQ} = 0,1 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.) byl zjištěn v 19 vzorcích. Nejčastěji se jednalo o PFHpA. Nejvyšších obsahů dosahoval PFOS, následovaly PFDA a PFOA. Ve 20 vzorcích byl PFOS vyšší než PFOA, výjimkou byl vzorek z ČOV 6102E z kraje Vysočina.

Nejvyšší obsahy PFAS byly v roce 2017 zjištěny v ČOV 3106C z Jihočeského kraje a to hlavně díky vysokému obsahu PFOS ( $947 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.). Nejnižší hodnotu PFOS v roce 2017 vykázal vzorek 6102E z kraje Vysočina ( $< 0,10 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.).

Rozsah obsahů PFDA činil ( $< 0,10$ – $16,3 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.). Obsah PFOA ve vzorcích kalů kolísal v rozmezí  $0,15$ – $4,20 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.

Limitní hodnoty pro obsah PFAS v kalech nejsou vyhláškou č. 437/2016 Sb. stanoveny.

### Závěry

- V roce 2017 bylo provedeno stanovení PFAS v 21 vzorcích kalů.
- V analyzovaných vzorcích dominuje PFOS, následuje PFDA a PFOA.
- Maximální obsah PFAS byl nalezen ve vzorku z ČOV 3106C.

### 1.4.3.8 Mikrobiologická stanovení v kalech

Kaly z ČOV, které vyhoví svým obsahem limitům vybraných rizikových látek a prvků musí také splnit limity mikrobiologických kritérií, aby mohly být aplikovány na zemědělskou půdu. Mikrobiologická kritéria jsou měřítkem účinnosti procesu hygienizace kalu.

Účinnost hygienizace se hodnotí především podle počtu termotolerantních koliformních bakterií, enterokoků a bakterií rodu *Salmonella* obsažených v kalu.

Obecně lze k hygienizaci kalů použít všech metod, při kterých dochází k likvidaci mikroorganismů. Základní hygienizační metody je možno rozdělit do několika skupin:

- Chemické metody – zahrnují reakci s chemickými činidly (vápno, minerální kyseliny).
- Fyzikální metody – zahrnují působení teploty, radiace, ultrazvuk apod. (v technické praxi se uplatňují termické metody hygienizace kalů (Termická předúprava tekutého kalu, Pasterizace kalu)
- Biotechnologické metody – jedná se o metody stabilizace kalu s určitým hygienizačním účinkem. Dosažený stupeň hygienizace kalu přitom závisí na podmínkách stabilizace kalů. (Dlouhodobé skladování kalu v tekutém stavu, Aerobní stabilizace kalu, Termofilní aerobní stabilizace kalu, Mezofilní anaerobní stabilizace, Termofilní anaerobní proces)
- Kombinace metod zpracování kalů a metod zaručujících dodatečný hygienizační účinek (Duální systém, Tepelné fázování, Termická předúprava, Anaerobní mezofilní stabilizace kalu, Anaerobní mezofilní stabilizace kalu s následnou úpravou kalu vápnem).

V nové vyhlášce č 437/2016 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě, jsou upravena mikrobiologická kritéria pro použití upravených kalů na zemědělskou půdu. Od 1. ledna 2020 bude možné aplikovat na zemědělské půdy pouze kal vyhovující mikrobiologickým kritériím uvedeným v příloze č. 4 této vyhlášky.

Vyhláška rovněž stanovuje požadavky pro provozovatele zařízení na úpravu kalů tak, aby bylo prokazatelné, že technologie úpravy je schopna účinně kaly hygienizovat na požadované snížení počtu patogenních mikroorganismů. Provozovatel bude povinen ověřovat technologii na úpravu kalů, a to na základě odebrání vzorků na vstupu do technologie a na výstupu z technologie a následného porovnání kontaminace, která nesmí překročit stanovený počet kolonií tvořících jednotku (KTJ).

**Tab. 22 Mikrobiologická kritéria pro upravený kal pro aplikaci na zemědělské půdě (příloha č. 4 k vyhlášce č. 437/2016 Sb.)**

Indikátorový mikroorganismus	Jednotky	Počet zkoušených vzorků při každé kontrole výstupu		Limitní hodnota (nález / KTJ)
<i>Salmonella</i> spp.	Nález v 50 g	5		negativní
<i>Escherichia coli</i> nebo enterokoky	KTJ* v 1 gramu	5	4	< 10 <sup>3</sup>
			1	< 5.10 <sup>3</sup>

\* KTJ – kolonie tvořící jednotku

**Tab. 23 Mikrobiologická kritéria pro upravený kal pro aplikaci na zemědělské půdě v přechodném období (příloha č. 7 k vyhlášce č. 437/2016 Sb.)**

Kal kategorie I.

Indikátorový mikroorganismus	Jednotky	Počet zkoušených vzorků při každé kontrole výstupu	Limitní hodnota (nález / KTJ*)
Salmonella spp.	nález v 1 g sušiny	5	negativní
Termotolerantní koliformní bakterie	KTJ* v 1 gramu sušiny	5	$< 10^3$
Enterokoky	KTJ* v 1 gramu sušiny	5	$< 10^3$

\* KTJ – kolonie tvořící jednotku

Kal kategorie II.

Indikátorový mikroorganismus	Jednotky	Počet zkoušených vzorků při každé kontrole výstupu	Limitní hodnota (nález / KTJ*)
Termotolerantní koliformní bakterie	KTJ* v 1 gramu sušiny	5	$10^3-10^6$
Enterokoky	KTJ* v 1 gramu sušiny	5	$10^3-10^6$

\* KTJ – kolonie tvořící jednotku

V roce 2017 byly screeningově stanoveny mikrobiologické parametry u 4 vzorků kalů z ČOV. A to u kalů z Jihomoravského kraje s identifikačním číslem 6203A a 6217A a u kalů s identifikačním číslem 7107A z Olomouckého kraje a 8117A z Moravsko-slezského kraje. Z každé ČOV bylo odebráno 5 individuálních vzorků, každý o hmotnosti minimálně 100 g. Vzorky byly dopraveny do laboratoře do 24 hodin od odběru. Analýzy prováděla externí laboratoř Labtech s.r.o v Brně.

Vyhodnocení výsledků analýz bylo provedeno podle přílohy č. 7 k vyhlášce č. 437/2016 Sb. (viz. tabulka 23)

Podle zjištěných výsledků analýz lze konstatovat, že ani jeden ze 4 analyzovaných vzorků kalů nevyhověl kritériím pro kal kategorie I z hlediska mikrobiologických parametrů. Vzorky vyhověly z hlediska požadavku na negativní nález Salmonella spp., ale nevyhověly limitním hodnotám termotolerantních koliformních bakterií a enterokoků. Vzorky přesáhly o jeden až tři řády (čtyři řády! u kalu č. 7107A) limitní hodnotu pro termotolerantní koliformní bakterie. Rozsah zjištěných hodnot se pohyboval v rozpětí  $9,2 \times 10^4 - > 3 \times 10^7$  KTJ na 1 gram sušiny (limit je  $< 10^3$ ). Limitní hodnota pro enterokoky byla překročena o jeden až dva řády. Zjištěné hodnoty byly v rozmezí  $5,5 \times 10^3 - 3,8 \times 10^5$  KTJ na 1 gram sušiny (limit je  $< 10^3$ ).

Vzorky kalu č. 6203A a 6217A po započítání 40 % nejistoty měření vyhověly parametrům pro kal kategorie II, který má mírnější kritéria a lze jej aplikovat na zemědělské půdy určené k pěstování technických plodin nebo v podzimním období na půdy určené k pěstování běžných plodin. Vzorky kalu č. 7107A a 8117A nevyhověly ani v případě započítání nejistoty měření. Tyto dva kaly nevyhověly limitu pro termotolerantní bakterie a vyhověly limitu pro enterokoky.



**Tab. 24** *Hodnocení mikrobiologických parametrů u kalů odebraných v roce 2017 (6203A, 6217A, 7107A, 8117A) podle přílohy č. 7 k vyhlášce č. 437/2016 Sb. Nadlimitní hodnoty jsou označeny červeně*

### Kal kategorie I.

Indikátorový mikroorganismus	Počet zkoušených vzorků	Limitní hodnota (nález/KTJ*)	Číslo vzorku	ČOV 6203A	ČOV 6217A	ČOV 7107A	ČOV 8117A
Salmonella spp.	5	negativní	1	negat.	negat.	negat.	negat.
			2	negat.	negat.	negat.	negat.
			3	negat.	negat.	negat.	negat.
			4	negat.	negat.	negat.	negat.
			5	negat.	negat.	negat.	negat.
Termotolerantní koliformní bakterie	5	$< 10^3$	1	1,06x10 <sup>6</sup>	4,3x10 <sup>5</sup>	3,4x10 <sup>6</sup>	5,4x10 <sup>6</sup>
			2	8,3x10 <sup>5</sup>	4,9x10 <sup>5</sup>	7,3x10 <sup>6</sup>	7,3x10 <sup>6</sup>
			3	8,6x10 <sup>5</sup>	3,6x10 <sup>5</sup>	1,05x10 <sup>7</sup>	5,9x10 <sup>6</sup>
			4	5,4x10 <sup>5</sup>	1,08x10 <sup>6</sup>	>3x10 <sup>7</sup>	6,3x10 <sup>6</sup>
			5	2,8x10 <sup>5</sup>	9,2x10 <sup>4</sup>	8,4x10 <sup>6</sup>	4,8x10 <sup>6</sup>
Enterokoky	5	$< 10^3$	1	7,5x10 <sup>4</sup>	6,1x10 <sup>4</sup>	6,2x10 <sup>3</sup>	3,25x10 <sup>5</sup>
			2	1,96x10 <sup>5</sup>	6,3x10 <sup>4</sup>	6,4x10 <sup>3</sup>	2,54x10 <sup>5</sup>
			3	3,8x10 <sup>5</sup>	5,8x10 <sup>4</sup>	5,5x10 <sup>3</sup>	1,7x10 <sup>5</sup>
			4	8,1x10 <sup>4</sup>	6,5x10 <sup>4</sup>	1,79x10 <sup>4</sup>	2,54x10 <sup>5</sup>
			5	8,2x10 <sup>4</sup>	1,6x10 <sup>4</sup>	5,9x10 <sup>3</sup>	2,5x10 <sup>5</sup>

### Kal kategorie II.

Indikátorový mikroorganismus	Počet zkoušených vzorků	Limitní hodnota (nález/KTJ*)	Číslo vzorku	ČOV 6203A	ČOV 6217A	ČOV 7107A	ČOV 8117A
Termotolerantní koliformní bakterie	5	$10^3 - 10^6$	1	*1,06x10 <sup>6</sup>	4,3x10 <sup>5</sup>	3,4x10 <sup>6</sup>	5,4x10 <sup>6</sup>
			2	8,3x10 <sup>5</sup>	4,9x10 <sup>5</sup>	7,3x10 <sup>6</sup>	7,3x10 <sup>6</sup>
			3	8,6x10 <sup>5</sup>	3,6x10 <sup>5</sup>	1,05x10 <sup>7</sup>	5,9x10 <sup>6</sup>
			4	5,4x10 <sup>5</sup>	*1,08x10 <sup>6</sup>	>3x10 <sup>7</sup>	6,3x10 <sup>6</sup>
			5	2,8x10 <sup>5</sup>	9,2x10 <sup>4</sup>	8,4x10 <sup>6</sup>	4,8x10 <sup>6</sup>
Enterokoky	5	$10^3 - 10^6$	1	7,5x10 <sup>4</sup>	6,1x10 <sup>4</sup>	6,2x10 <sup>3</sup>	3,25x10 <sup>5</sup>
			2	1,96x10 <sup>5</sup>	6,3x10 <sup>4</sup>	6,4x10 <sup>3</sup>	2,54x10 <sup>5</sup>
			3	3,8x10 <sup>5</sup>	5,8x10 <sup>4</sup>	5,5x10 <sup>3</sup>	1,7x10 <sup>5</sup>
			4	8,1x10 <sup>4</sup>	6,5x10 <sup>4</sup>	1,79x10 <sup>4</sup>	2,54x10 <sup>5</sup>
			5	8,2x10 <sup>4</sup>	1,6x10 <sup>4</sup>	5,9x10 <sup>3</sup>	2,5x10 <sup>5</sup>

\*...po započítání nejistoty měření, která byla v roce 2017 40 %, je hodnota podlimitní

### ***Závěry***

- V roce 2017 bylo provedeno screeningové stanovení mikrobiologických parametrů ve 4 vzorcích kalů z ČOV.
- Všechny analyzované vzorky byly nadlimitní v případě kritérií pro kal kategorie I i kal kategorie II. V případě kategorie kalu II vzorky nevyhověly limitu pro termotolerantní koliformní bakterie a vyhověly limitu pro enterokoky.
- Rozsah zjištěných hodnot pro termotolerantní bakterie se pohyboval v rozmezí  $9,2 \times 10^4$  –  $3 \times 10^7$  KTJ na 1 gram sušiny a pro enterokoky  $5,5 \times 10^3$  –  $3,8 \times 10^5$  KTJ na 1 gram sušiny.

### 1.4.3.9 Využití kalů

Způsob jakým je většinou nakládáno s kaly z monitorovaných ČOV shrnuje tabulka 25. U vybraných způsobů nakládání s kaly je v tabulce 26 uveden medián (střední hodnota) obsahů rizikových prvků.

**Tab. 25** *Nakládání s kaly ČOV - 2017*

Způsob zpracování kalu	Následné využití kalu	Počet monitorovaných ČOV
Žádné	Přímá aplikace na ZPF	25
Kompostování	Aplikace na ZPF	6
	Rekultivace	7
	Rekultivace skládky	5
	Rekultivace výsypek	4
	Rekultivace pískovny	2
	Jiný způsob využití	2
	Jiný způsob využití – bioplynová stanice	1
	Jiný způsob využití - skládka	1
	Neuvedeno	4
Jiný způsob úpravy	Aplikace na ZPF	3
	Skládkování	2
	Rekultivace	1
	Neupřesněno	7
Neuvedeno		12

**Tab. 26** *Střední hodnoty obsahů rizikových prvků v pěti skupinách kalů ČOV rozdělených podle způsobu nakládání s kaly (2017)*

	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	V	Zn	Hg
Přímá aplikace	5,44	0,34	0,85	6,02	35,4	176	28,0	25,5	22,1	783	1,05
Kompostování + aplikace na ZP	6,28	0,36	1,22	7,53	44,9	211	33,7	39,3	23,7	1037	1,25
Kompostování + rekultivace	8,53	0,49	1,25	7,14	46,1	207	33,6	34,3	26,6	1055	1,25
Kompostování (další využití neuvedeno)	5,30	0,49	1,11	5,19	40,2	192	26,6	27,5	22,4	845	1,14
Skládka	4,65	0,39	2,72	6,52	33,1	200	23,5	26,1	20,9	769	0,95

Ve skupině 25 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. 437/2016 Sb., ve znění pozdějších předpisů, a to As (2 vzorky), Cd (2), Cr (1), Cu (1) a Ni (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 32 vzorků kalů nevyhověl 1 vzorek na obsah kadmia a olova, 1 vzorek na obsah mědi, 1 vzorek na obsah rtuti a 1 vzorek na obsah chromu.

#### 1.4.4 Hodnocení rybničních sedimentů

*Ladislav Kubík, ÚKZÚZ Brno*

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 šterkopísků 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. m<sup>3</sup>, v drobných vodních tocích a závlahových kanálech na 5 mil m<sup>3</sup> a v odvodňovacích kanálech 0,8 mil m<sup>3</sup>. 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/CaCl<sub>2</sub>) a obsah základních živin P, K, Ca a Mg podle Mehlicha III.

**Tab. 27 Sedimenty – základní statistické parametry – zrnitost, spalitelné látky, pH a obsahy živin (1995 – 2017)**

	zrnitost (% částic < 0,01 mm)	spalitel. látky (% sušiny)	pH/ CaCl <sub>2</sub>	přístupné živiny v mg.kg <sup>-1</sup> (Mehlich III)			
				P	K	Mg	Ca
<b>Průměr</b>	30,9	8,64	5,88	39,6	215	342	4016
<b>Medián</b>	31,0	8,00	5,70	24,5	192	307	2540
<b>Min.</b>	2,00	1,00	2,80	1,00	8,70	7,10	4,20
<b>Max.</b>	73,3	43,0	7,80	287	988	1640	30102
<b>Poč. vz.</b>	202	441	480	439	440	440	439

**Tab. 28 Sedimenty – základní statistické parametry – obsahy rizikových prvků (1995 – 2017)**

	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg*	Ni	Pb	V	Zn
	mg.kg <sup>-1</sup> sušiny (extrakce lučavkou královskou)										
<b>Průměr</b>	12,1	1,24	12,5	12,7	53,8	30,7	0,13	34,7	49,8	49,8	148,7
<b>Medián</b>	7,90	1,14	0,44	12,5	47,0	24,3	0,10	31,9	26,3	47,6	112
<b>Min.</b>	0,75	0,15	0,05	1,03	1,75	2,20	0,01	1,15	2,50	4,00	8,15
<b>Max.</b>	274	7,16	1660	59,0	425	1250	1,85	452	3350	163	1630
<b>Poč. vz.</b>	520	377	528	474	529	527	531	526	521	372	529
<b>Limit</b>	30	5	1	30	200	100	0,8	80	100	180	300

\* obsah Hg je stanoven jako celkový obsah

**Tab. 29 Sedimenty – základní statistické parametry – obsahy PCB, AOX (1995–2017), PAH, DDT, HCH, HCB (2009–2017) a C10-C40 (2016–2017)**

	PCB*	AOX	PAH**	DDT***	HCH****	HCB	C10-C40
	mg.kg <sup>-1</sup>	mg.kg <sup>-1</sup>	mg.kg <sup>-1</sup>	mg.kg <sup>-1</sup>	μg.kg <sup>-1</sup>	μg.kg <sup>-1</sup>	mg.kg <sup>-1</sup>
<b>Průměr</b>	0,012	28,6	5,53	0,036	1,01	1,45	106
<b>Medián</b>	0,004	23,9	1,96	0,016	1,00	0,81	68,3
<b>Min.</b>	0,001	0,50	0,15	0,002	1,00	0,25	10,0
<b>Max.</b>	0,136	123	50,3	0,353	1,29	8,28	944
<b>Poč. vz.</b>	87	127	52	57	50,0	57,0	34,0
<b>Limit</b>	0,2	-	6	0,1	-	-	300

\*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)

**Tab. 30 Sedimenty – průměrné hodnoty sledovaných parametrů (zrnitost, spalitelné látky, pH a obsahy živin) – vodní tok, polní, návesní a lesní rybník (1995–2017)**

	zrnitost (% částic < 0,01 mm)	spalitel. látky (% sušiny)	pH/ CaCl <sub>2</sub>	přístupné živiny v mg.kg <sup>-1</sup> (Mehlich III)			
				P	K	Mg	Ca
<b>Celkový průměr</b>	30,9	8,64	5,88	39,6	215	342	4016
<b>Vodní tok</b>	22,4	7,58	6,20	57,2	197	318	4067
<b>Polní rybník</b>	31,9	8,14	5,88	38,0	198	349	3831
<b>Návesní rybník</b>	29,2	9,41	5,99	43,2	265	352	4888
<b>Lesní rybník</b>	39,0	9,87	5,27	28,1	181	280	2450

**Tab. 31 Sedimenty – průměrné hodnoty sledovaných parametrů (rizikové prvky) – vodní tok, polní, návesní a lesní rybník (1995–2017)**

	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg*	Ni	Pb	V	Zn
mg.kg <sup>-1</sup> suchého vzorku (extrakce lučavkou královskou)											
<b>Celkový průměr</b>	12,1	1,24	12,5	12,7	53,8	30,66	0,13	34,7	49,8	49,8	149
<b>Vodní tok</b>	11,3	1,09	0,63	11,1	52,3	81,47	0,16	31,4	43,1	43,6	175
<b>Polní rybník</b>	12,7	1,22	21,8	12,4	51,9	25,36	0,11	33,2	34,2	49,4	127
<b>Návesní rybník</b>	11,9	1,17	0,65	14,4	60,1	34,77	0,16	40,3	88,8	54,7	200
<b>Lesní rybník</b>	9,12	1,55	0,57	10,9	46,8	23,08	0,14	27,7	26,9	45,1	109

\* obsah Hg je stanoven jako celkový obsah

**Tab. 32 Sedimenty – průměrné hodnoty sledovaných parametrů - obsahy PCB, AOX (1995–2017), PAH, DDT, HCH, HCB (2009 – 2017) a C10-C40 (2016–2017) – vodní tok, polní, návesní a lesní rybník**

	PCB*	AOX	PAH**	DDT***	HCH****	HCB	C10-C40
	mg.kg <sup>-1</sup>	mg.kg <sup>-1</sup>	mg.kg <sup>-1</sup>	mg.kg <sup>-1</sup>	µg.kg <sup>-1</sup>	µg.kg <sup>-1</sup>	mg.kg <sup>-1</sup>
<b>Celkový průměr</b>	0,012	28,6	5,53	0,036	1,01	1,45	109
<b>Vodní tok</b>	0,012	41,0	26,5	0,029	1,00	3,33	429
<b>Polní rybník</b>	0,014	26,3	2,00	0,014	1,00	0,67	65,8
<b>Návesní rybník</b>	0,010	28,1	7,87	0,066	1,02	2,30	160
<b>Lesní rybník</b>	0,003	34,8	1,65	0,033	1,00	0,50	52,7

\*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)

**Tab. 33 Sedimenty – počty a procenta vzorků překračující limitní hodnoty – celkem, vodní tok, polní, návesní a lesní rybník (1995–2017) – vyhláška č. 257/2009 Sb.**

	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	PCB*	PAH**	DDT***	C10-C40	
<b>Celkem</b>	poč. vz.	520	377	528	474	529	527	531	526	521	372	529	87	52	57	34
	počet nadlim.	27	2	86	4	3	4	3	10	19	0	42	0	12	4	1
	% nadlim.	5,2	0,5	16,3	0,8	0,6	0,8	0,6	1,9	3,6	0,0	7,9	0,0	23,1	7,0	2,9
<b>Vodní tok</b>	poč. vz.	26	24	26	26	26	26	26	26	24	24	26	6	3	5	3
	počet nadlim.	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	2	0	2	0	1
	% nadlim.	0,0	0,0	15,4	0,0	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7	0	66,7	0	33,3
<b>Polní rybník</b>	poč. vz.	292	214	296	266	299	297	298	296	296	214	299	44	25	26	22
	počet nadlim.	17	1	44	1	1	1	0	5	11	0	18	0	2	0	0
	% nadlim.	5,8	0,5	14,9	0,4	0,3	0,3	0,0	1,7	3,7	0,0	6,0	0	8,0	0	0
<b>Návesní rybník</b>	poč. vz.	153	95	157	135	154	154	157	154	152	90	154	32	19	20	5
	počet nadlim.	9	0	31	3	2	2	3	5	8	0	21	0	8	4	0
	% nadlim.	5,9	0,0	19,7	2,2	1,3	1,3	1,9	3,2	5,3	0,0	13,6	0	42,1	20,0	0
<b>Lesní rybník</b>	poč. vz.	49	44	49	47	50	50	50	50	49	44	50	5	5	6	4
	počet nadlim.	1	1	7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	% nadlim.	2,0	2,3	14,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0	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 2017 bylo odebráno a zanalyzováno celkem 534 vzorků sedimentů. Z uvedeného počtu je 301 rybníků „polních“ a 157 rybníků „návesních“ (tato klasifikace vyplynula z postupného hodnocení výsledků, kdy návesní rybníky vykazovaly častěji vyšší hodnoty zjišťovaných živin a hlavně rizikových prvků a látek), dále je v souboru 50 rybníků lesních a 26 sedimentů z toků.

Protože převaha rozborů byla v minulosti prováděna na základě objednávek projektantů, nebo přímo vlastníků jednotlivých nádrží, byl rozsah stanovení převážně podřizován 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 27, 28, 29 a přílohy 54, 55).

### **Základní charakteristiky jednotlivých typů rybníků a obsahy rizikových prvků**

Sedimenty **lesních rybníků** (tabulka 30) jsou zrnitostně těžší, s nejvyšším podílem jemných částic zejména organického původu, dosahují také nejvyšších průměrných obsahů spalitelných látek (organické hmoty), avšak jejich výměnné pH patří k nejnižším stejně tak i obsahy přístupných živin (P, K, Mg, Ca) stanovených v Mehlichu III. Z rizikových prvků (tabulka 31) v porovnání s celkovými průměry dominuje v obsazích Be a Hg, ostatní rizikové prvky vykazují nižší hodnoty vůči celkovým průměrům.

**Polní a návesní rybníky** (tabulka 30) jsou hlavně střední zrnitosti, s pH v oblasti většinou kyselé a slabě kyselé, návesní rybníky mají obecně vyšší průměrné obsahy spalitelných látek (organické hmoty), obsahy spalitelných látek u polních rybníků se pohybují kolem celkového průměru. Obsahy přístupných živin u polních rybníků vykazují průměrné až nižší hodnoty, zatímco obsahy živin u návesních rybníků jsou průměrné a nadprůměrné (P, Ca). Sedimenty návesních rybníků mají zpravidla vyšší průměrné obsahy všech rizikových prvků než ostatní kategorie rybníků (tabulka 31), nejmarkantnější je to zejména u Pb a Zn, naopak obsahy Cd jsou hluboce pod celkovým průměrem. Sedimenty polních rybníků mají v průměru nejvyšší obsahy Cd a As. Obsahy ostatních prvků v polních rybnících se shodují s celkovými průměry.

Sedimenty **vodních toků** (tabulka 30) jsou hlavně hrubší zrnitosti s nejnižším průměrným obsahem spalitelných látek (organické hmoty), a nízkými průměrnými obsahy přístupných živin kromě P, jehož hodnoty jsou nadprůměrné. Z rizikových prvků (tabulka 31) mají dlouhodobě nadprůměrné obsahy Cu, Hg a Zn.

### **Obsahy rizikových látek (PCB, PAH, DDT, AOX, HCH, HCB, uhlovodíky C10-C40)**

V letech 2009-2017 byly v 54 vzorcích sedimentů stanoveny obsahy organochlorových pesticidů (HCB, látky skupiny DDT) a v 52 vzorcích sedimentů stanoveny obsahy 12 PAH. Konkrétní hodnoty a grafy jednotlivých parametrů jsou uvedeny v příloze 57.

Sedimenty **lesních rybníků** (tabulka 32) mají průměrné obsahy PCB, PAH, DDT, HCH a HCB v porovnání s celkovými průměry nižší nebo srovnatelné, naopak průměrné obsahy AOX vykazují vyšší hodnoty.

**Polní rybníky** (tabulka 32) mají průměrné obsahy PCB vyšší v porovnání s celkovým průměrem a celkově i nejvyšší ze všech kategorií sedimentů, naproti tomu průměrné obsahy PAH, DDT, HCH a HCB nedosahují hodnot celkových průměrů. U **návesních rybníků** je tomu naopak, průměrné obsahy PAH, DDT, HCH a HCB jsou vyšší než celkový průměr, a průměrné

obsahy PCB celkového průměru nedosahují. Hodnoty AOX se u polních i návesních rybníků pohybují kolem celkového průměru.

Sedimenty **vodních toků** mají průměrné obsahy PCB vyšší a průměrné 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 lehce pod celkovým průměrem a hodnoty HCH jsou pod mezí stanovitelnosti. Hodnoty PAH je třeba brát s rezervou, neboť v databázi jsou pouze 3 vzorky z vodních toků, z toho dva vzorky s vysokými obsahy PAH (Pustějovský potok, potok u Pustějova) jsou odebrány z jednoho místa v časovém rozestupu 6 let (příloha 57).

V letech 2016–2017 byly ve 39 vzorcích stanoveny uhlovodíky C10-C40 celkové průměrné obsahy jsou  $106 \text{ mg.kg}^{-1}$ , hodnota mediánu je  $68,3 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Rozpětí hodnot je od 10,0 do  $944 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Pro tuto látku je ve vyhlášce 257/2009 stanovena limitní hodnota a to  $300 \text{ mg.kg}^{-1}$ .

Sedimenty lesních rybníků mají nejnižší průměrné obsahy uhlovodíků C10-C40, následují rybníky polní, u těchto dvou skupin zatím žádný vzorek nepřekročil limitní hodnotu, dále pak v průměrných obsazích pokračují rybníky návesní a vodní toky, obě kategorie mají po jednom překročeném vzorku, přičemž vzorek z vodního toku překročil limitní hodnotu více než trojnásobně ( $944 \text{ mg.kg}^{-1}$ ).

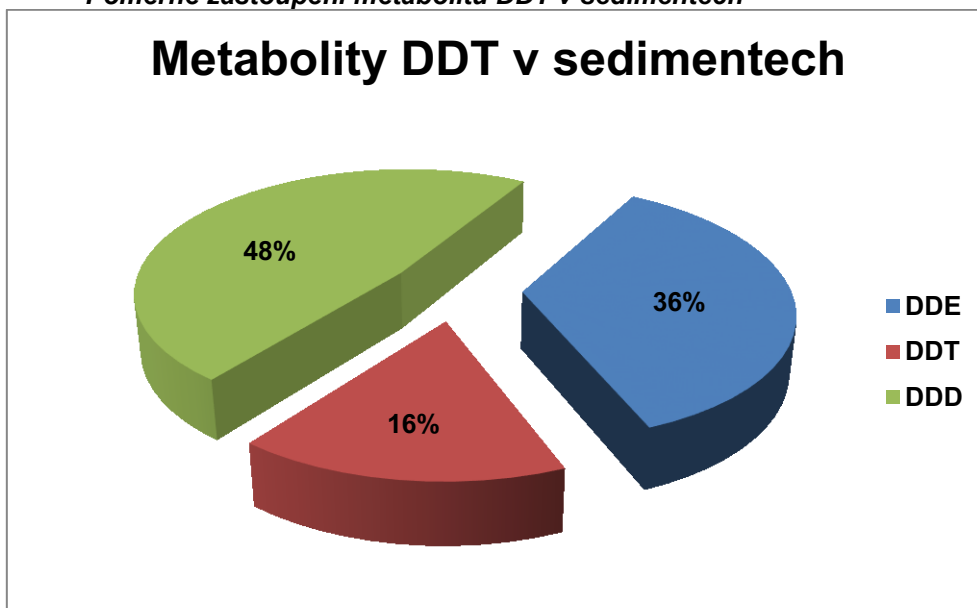
Vzájemný poměr metabolitů skupiny DDT, 12 sledovaných PAH v sedimentech ukazují grafy 12 a 13. Z metabolitů DDT převládá DDD (47,9 %), následuje DDE (35,7%) a poslední je DDT (16,5 %). U PAH je ve vzorcích sedimentů nejvíce zastoupen fluoranthen (FLT – 20 %), následuje pyren (PYR – 16 %), dále pak shodně chrysen, benzo(b)fluoranthen a benzo(a)pyren (CHR, BBF, BAP – 9 %).

Mediány sledovaných parametrů pro všechny kategorie sedimentů jsou graficky uvedeny v přílohách 54-56. V tabulce 33 jsou prezentovány počty a procenta vzorků překračující limitní hodnoty uvedené ve vyhlášce č. 257/2009 Sb. Nejčastěji překračovaným prvkem je Cd 16,3 % následuje Zn 7,9 % a As 5,2 %. Nejméně vzorků překračujících limitní hodnoty rizikových prvků mají vodní toky, kde jsou problematickými prvky Cd (15,4 %) a Zn (7,9 %). V počtu překročených limitních hodnot pro rizikové prvky následují rybníky lesní, polní a návesní. Mezi dvěma posledně jmenovanými kategoriemi je však rozdíl v počtu překročených limitů minimální. U všech skupin rybníků, tak jako u toků, je diskutabilním rizikovým prvkem Cd, po kterém následuje Zn. Limitní hodnoty pro PCB dosud nepřekročil žádný vzorek, obsahy PAH již překročilo celkem 12 vzorků, z toho nejvíce u návesních rybníků (8 vzorků); obsahy DDT překročily 4 vzorky všechny z kategorie návesních rybníků.

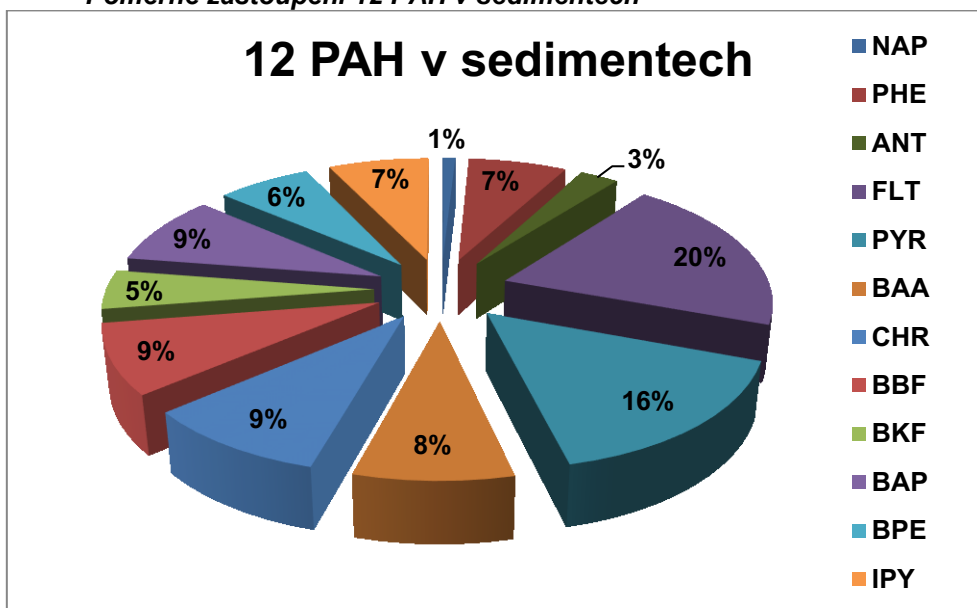
V roce 2017 byly odběry vzorků prováděny pouze pracovníky ÚKZÚZ ze sedimentárních částí rybníků nebo ze složišť vytěžených sedimentů, jak rybníčních, tak i říčních. V minulých letech byly některé vzorky dodány přímo zákazníkem. V současné době jsou již vzorky odebrány podle metodického pokynu „Sledování rybníčních a říčních sedimentů“ v platném znění.



**Graf 12** Poměrné zastoupení metabolitů DDT v sedimentech



**Graf 13** Poměrné zastoupení 12 PAH 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 kategorii sedimentu, nejvyšších hodnot dosahují lesní rybníky, po nich následují návesní a polní rybníky a nejméně spalitelných látek se nachází ve vodních tocích. Medián obsahu spalitelných látek se dlouhodobě pohybuje kolem 8 % sušiny.
- pH sedimentů se nachází u většiny vzorků v oblasti kyselé až slabě kyselé, kyselá reakce byla zjištěna u 63,9 % sedimentů, neutrální u 21,7 % a zásaditá u 14,4 %. Předpokládá se, že po vytěžení a provzdušnění sedimentu může dojít k poklesu pH a k jeho následnému okyselení.
- 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 dvojnásobné.
- Obsah rizikových prvků hodnocených podle vyhlášky č. 257/2009 Sb. v letech 1995-2017 (extrakt lučavkou královskou) ukazuje na nejčastější kontaminaci kadmíem (Cd) - 86 vzorků (16,3 %), zinkem (Zn) - 42 vzorků (7,9 %) a arsenem - 27 vzorků (5,2 %). Počet vzorků s nadlimitními hodnotami je nejvyšší u polních rybníků, které jsou nejpočetnější kategorií v databázi.
- Vzorky testované na PCB nepřekročily limitní hodnotu danou vyhláškou. Limitní hodnota pro obsah DDT v sedimentu byla překročena u 4 vzorků a to pouze u sedimentů z návesních rybníků. Limitní hodnota pro PAH byla překročena u 12 vzorků z toho dvakrát u toku, dvakrát u polního rybníku a osmkrát u návesního rybníku.
- Od roku 2016 se sleduje parametr uhlovodíky C10-C40. Rozsah obsahů sledovaného látky se pohybuje v rozmezí od 10,0 do 944 mg.kg<sup>-1</sup>. Pro tuto látku je ve vyhlášce 257/2009 stanovena limitní hodnota 300 mg.kg<sup>-1</sup>. Tuto hodnotu překročily dva vzorky, jeden z návesního rybníku a jeden z vodního toku, který ji překročil až trojnásobně (944 mg.kg<sup>-1</sup>).



## **2. Výsledky analýzy krmiv odebraných v rámci cílené kontroly a monitoringu**

V roce 2017 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. Vzorke odebírali pracovníci odboru zemědělské inspekce a analyzovány byly v akreditovaných laboratořích ústavu nebo smluvních laboratořích.

Sledování bylo rozděleno do čtyř hlavních částí:

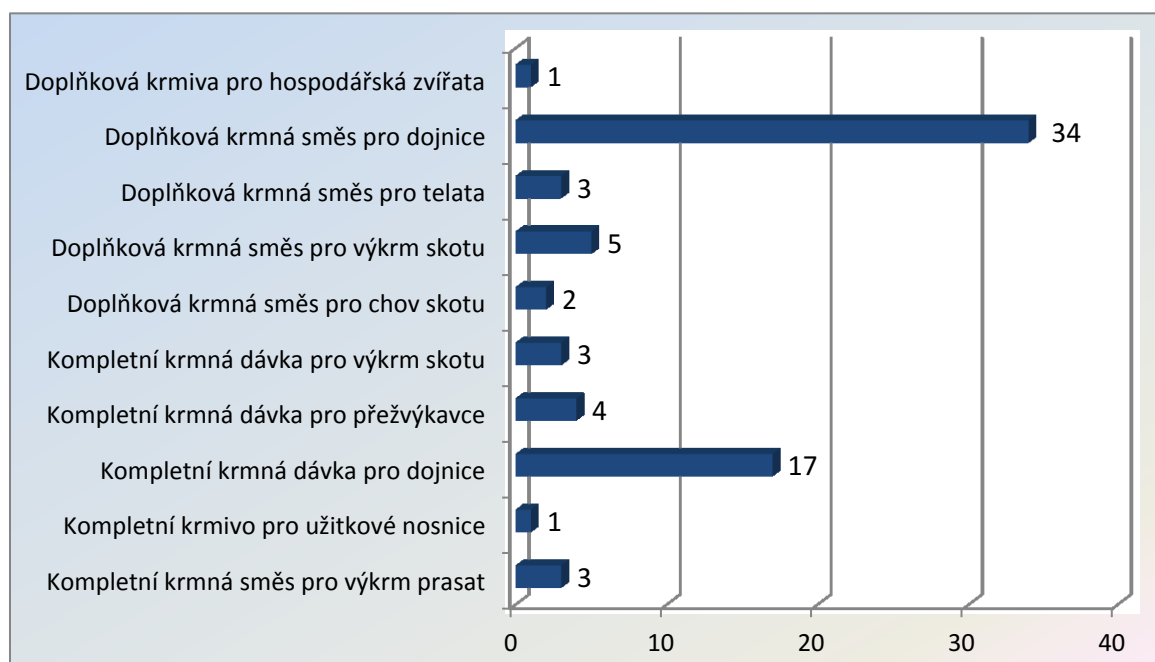
- Sledování výskytu zakázaných látek a produktů v krmivech
- Sledování výskytu nežádoucích látek a produktů v krmivech
- Sledování správného používání doplňkových látek v krmivech
- Sledování dalších problematik, týkajících se bezpečnosti a kvality krmiv

## 2.1 Sledování zakázaných látek

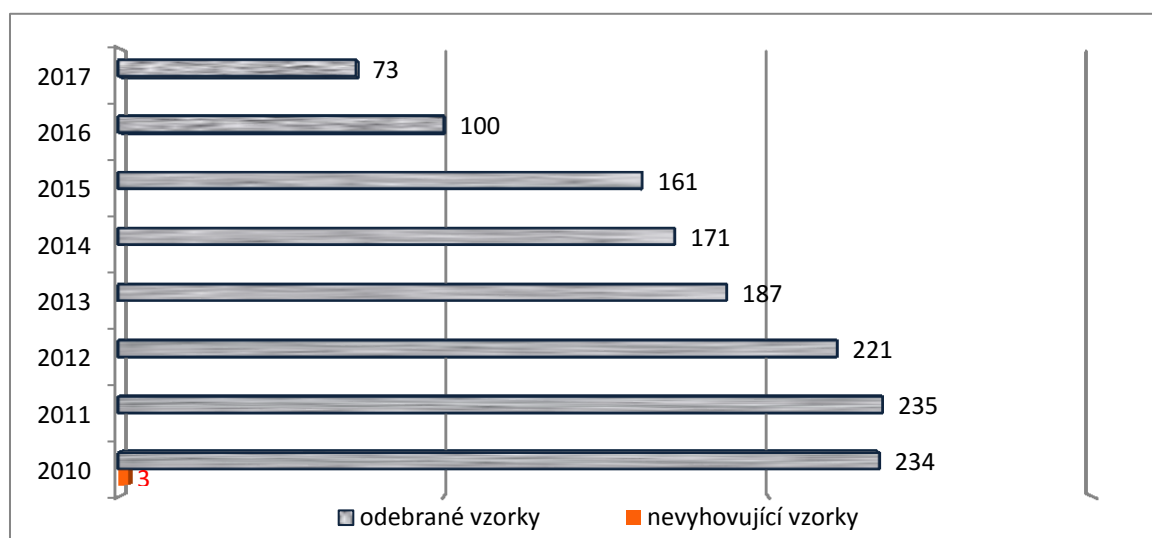
### 2.1.1 Cílená kontrola přítomnosti zpracovaných živočišných bílkovin v krmivech

Kontrola je zaměřená na možnou kontaminaci krmiv zpracovanými živočišnými bílkovinami (PAP). V roce 2017 bylo takto prověřeno 73 vzorků převážně krmných směsí pro přežvýkavce. Přítomnost nepovolených zpracovaných živočišných bílkovin nebyla v žádném vzorku zjištěna.

**Graf 14** Počty krmiv analyzovaných na přítomnost zpracovaných živočišných bílkovin (PAP) v roce 2017



**Graf 15** Počet odebraných a nevyhovujících vzorků v rámci cílené kontroly PAP v letech 2010–2017

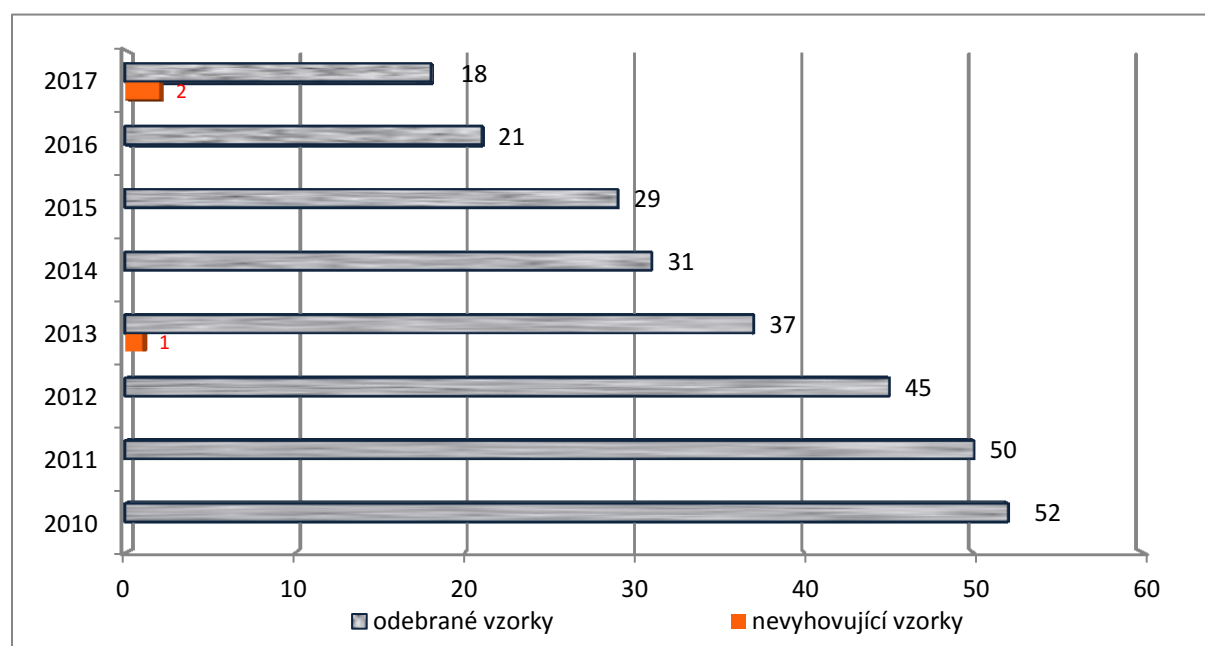


## 2.1.2 Cílená kontrola rybí moučky na přítomnost tkání suchozemských živočichů

Cílem kontroly je zachytit přítomnost cizích příměsí nebo tkání suchozemských živočichů v rybí moučce, také v souvislosti s povolením používat rybí moučku do mléčných krmných směsí pro přežvýkavce. Mikroskopicky bylo prověřeno 18 vzorků krmiv.

POZN.: Dva falšované vzorky rybí moučky původem z Lotyšska vyhověly z hlediska přítomnosti tkání suchozemských živočichů, ale nevyhověly z důvodu vysokého podílu nedeklarovaných rostlinných materiálů (kukuřice resp. řepky).

**Graf 16** Počet analyzovaných vzorků v rámci cílené kontroly tkání v rybí moučce v letech 2010-2017



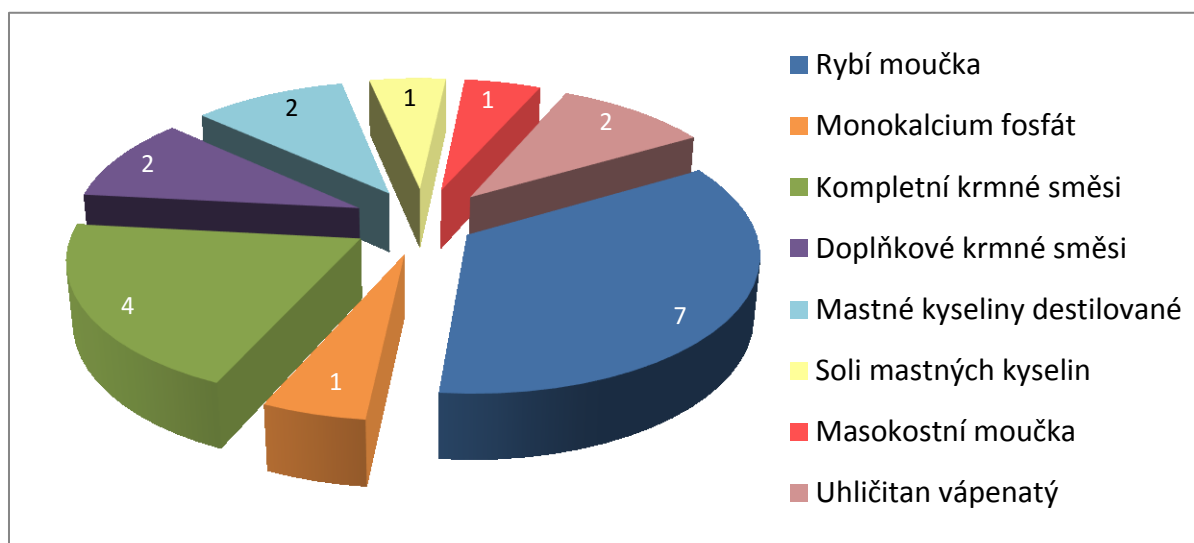
## 2.2 Sledování nežádoucích látek

### 2.2.1 Monitoring vybraných perzistentních organických polutantů (POP)

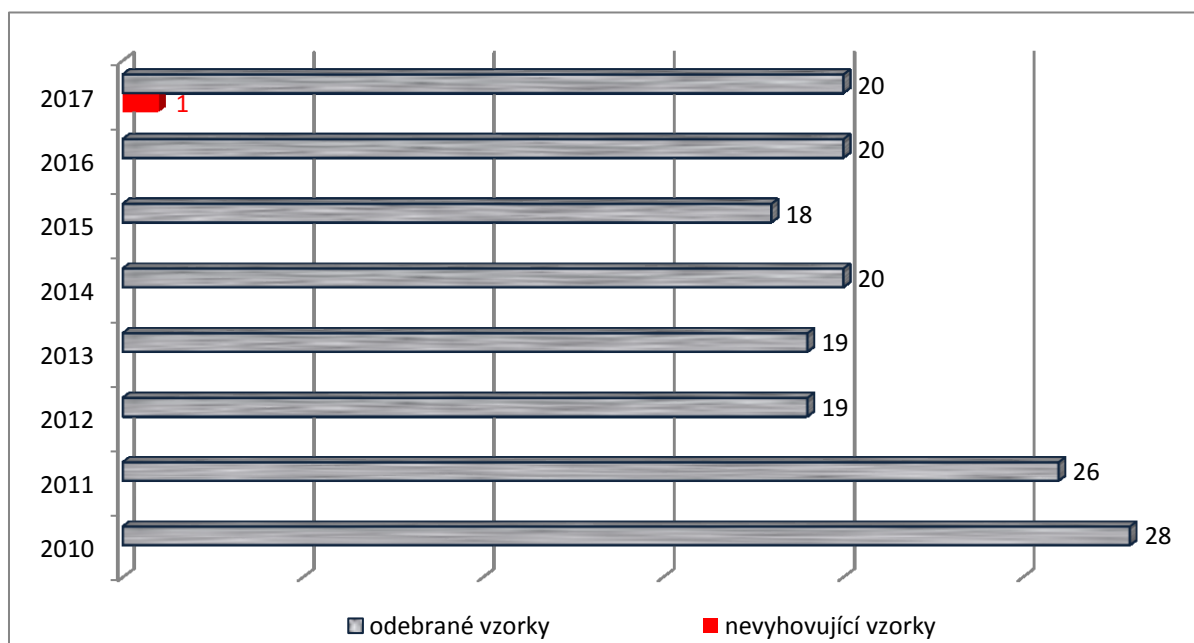
V rámci kontroly bylo analyzováno 20 vzorků krmiv, krmných surovin a doplňkových látek. PCB byly sledovány zároveň s dioxiny, aby bylo možné posoudit expozici zvířete všem těmto toxinům. Naměřené hodnoty byly velmi nízké, obvykle pod mezí detekce  $0,5 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Pro PCB dosud nebyly stanoveny prahové hodnoty.

POZN.: V jednom vzorku rybí moučky původem z Lotyšska byl zjištěn nestandardní obsah vlákniny, mikroskopicky byl prokázán vysoký podíl řepky.

**Graf 17** Zastoupení vzorků v rámci cílené kontroly vybraných perzistentních organických polutantů (POP)



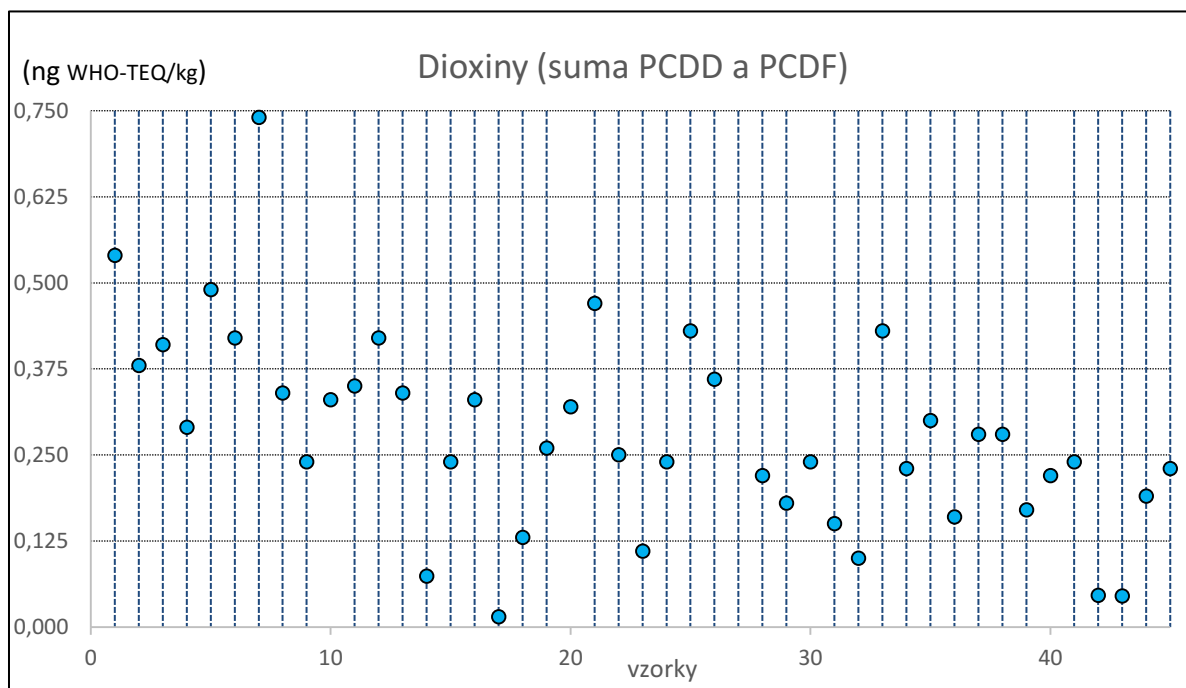
**Graf 18** Počet odebraných vzorků krmiv v rámci cílené kontroly POP ve 2010–2017



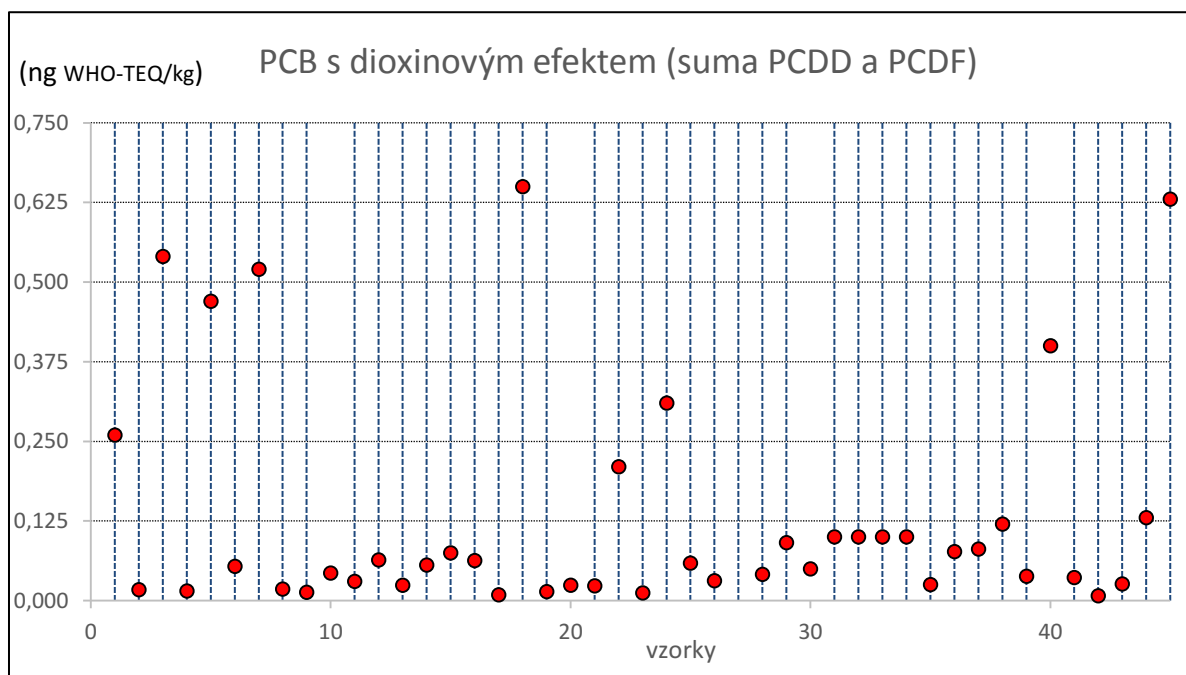
## 2.2.2 Cílená kontrola dioxinů, furanů a PCB dioxinového typu

V rámci cílené kontroly bylo analyzováno celkem 45 vzorků, zejména rybí moučka, kompletní krmné směsi, minerální krmiva a zpracované živočišné proteiny (PAP). Stanovené limity se pohybují od 0,75 do 6 ng WHO-TEQ.kg<sup>-1</sup> podle druhu krmiva pro dioxiny a od 1,25 do 24 ng WHO-TEQ.kg<sup>-1</sup> podle druhu krmiva pro sumu dioxinů a PCB. Všechny vzorky vyhověly platným limitům sledovaných látek.

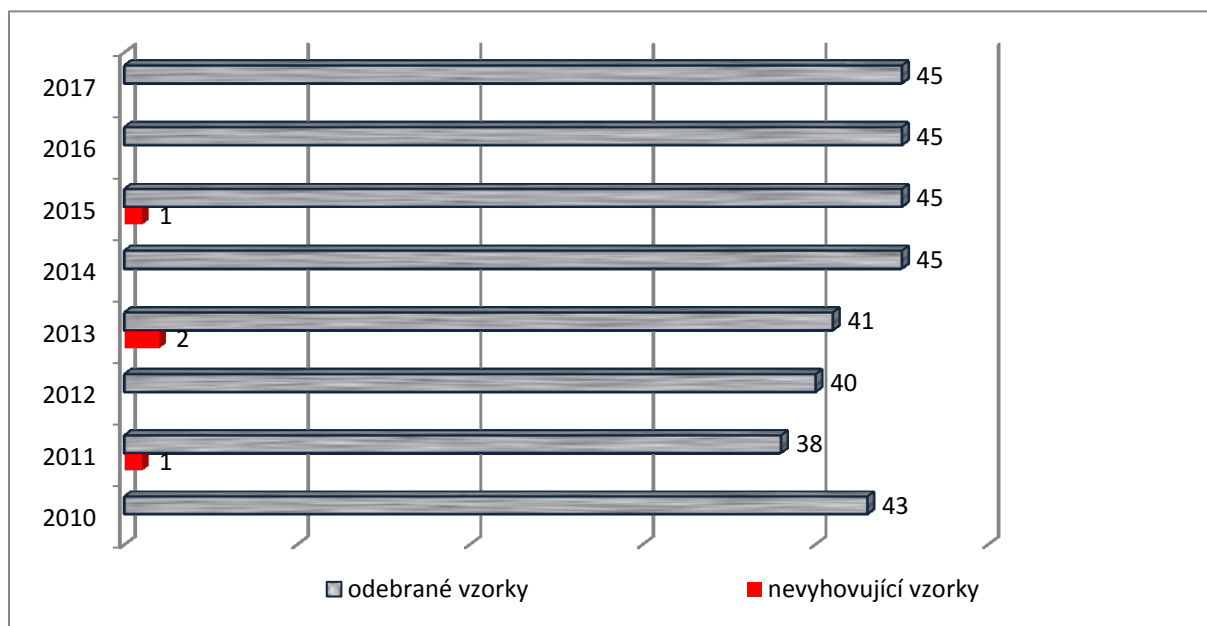
**Graf 19** Suma PCDD a PCDF v krmivech



**Graf 20** Suma dioxinů a PCB s dioxinovým efektem v krmivech



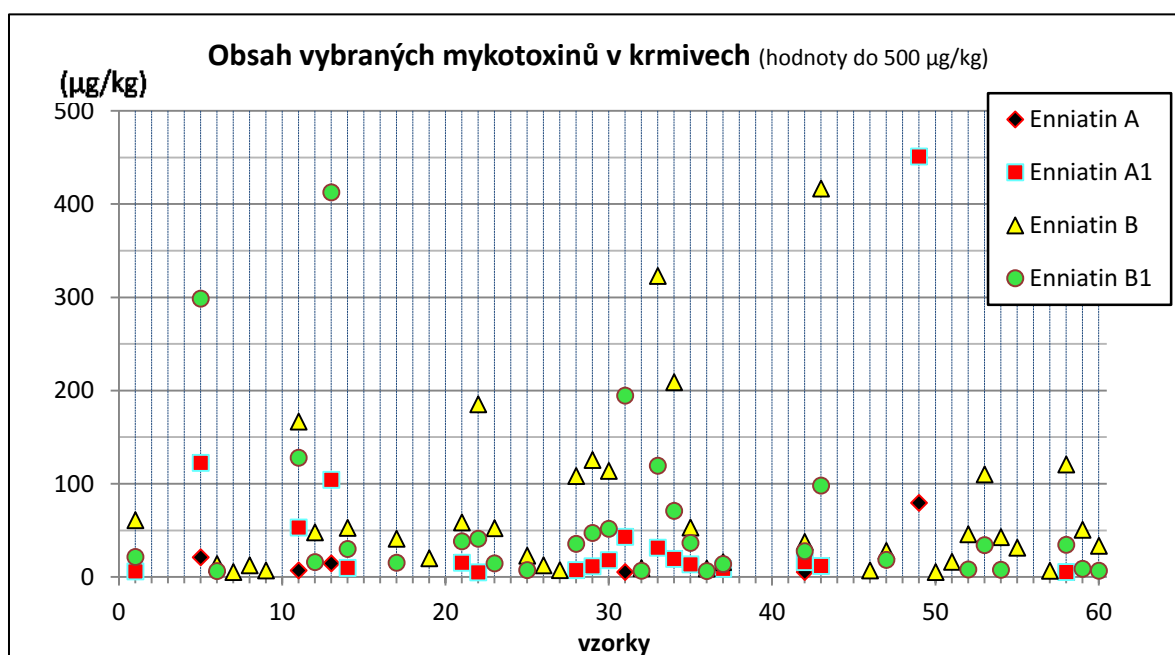
**Graf 21** Počet odebraných a nevyhovujících vzorků v rámci cílené kontroly obsahu dioxinů 2010–2017



### 2.2.3 Monitoring mykotoxinů

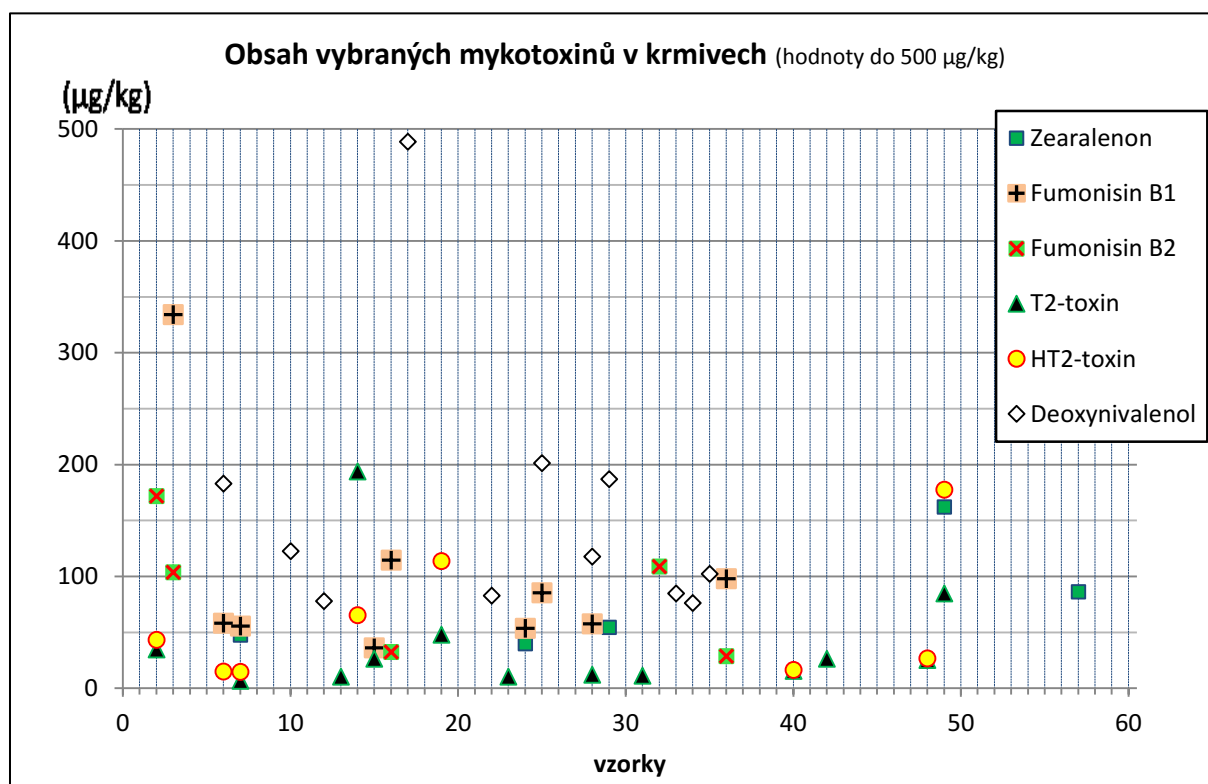
V rámci této kontroly se zjišťuje přítomnost aflatoxinů B1, B2, G1 a G2, zearalenonu, ochratoxinu A, fumonisinů B1 a B2, deoxynivalenolu, T2 a HT2 toxinu, beauvericinu, enniatinů A, A1, B, B1 a nivalenolu. S ohledem na klimaticky příznivý podzim 2016 bylo v roce 2017 odebráno 60 vzorků převážně krmných surovin. Většina zjištěných hodnot se pohybovala na nejnižší úrovni detekce analytu. Překročení maximálního limitu ani doporučených směrných hodnot nebylo zjištěno u žádného vzorku.

**Graf 22** Zjištěné obsahy vybraných mykotoxinů (hodnoty nad mezí detekce) do 500 µg/kg

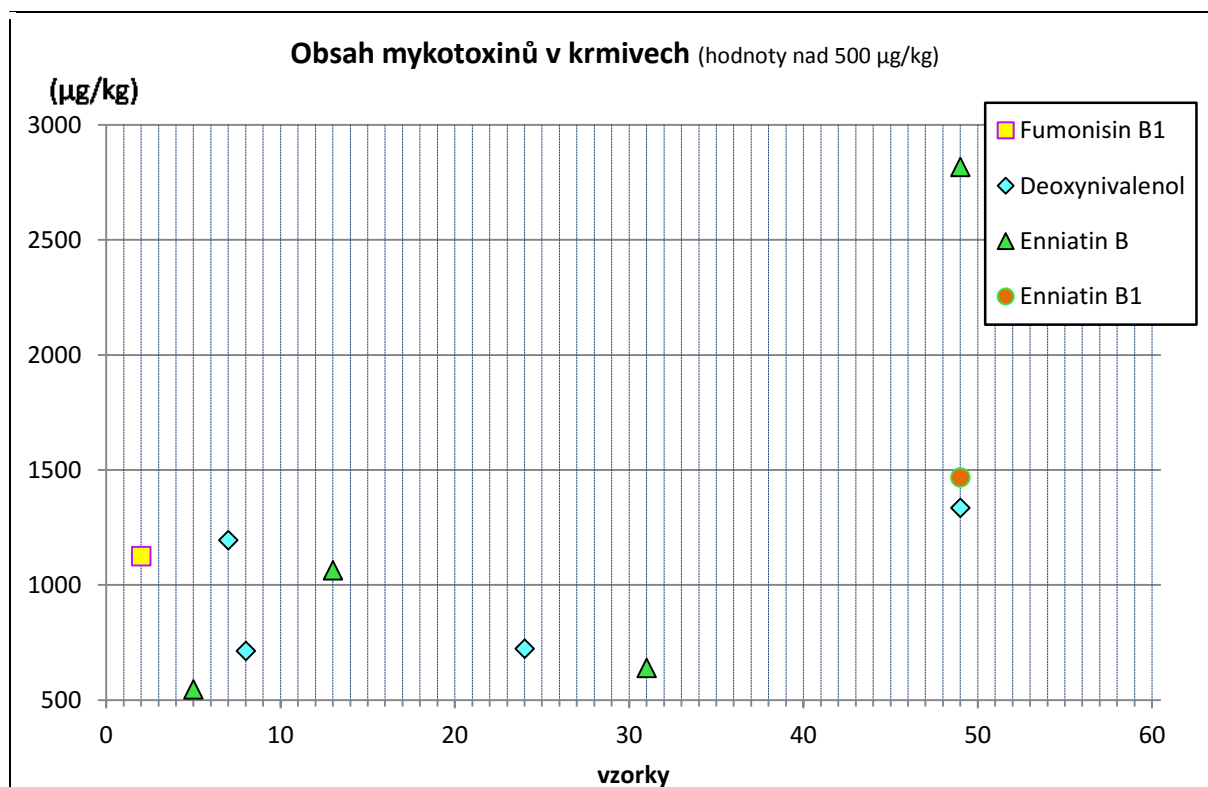




**Graf 23** Zjištěné obsahy vybraných mykotoxinů (hodnoty nad mezí detekce) do 500 µg/kg



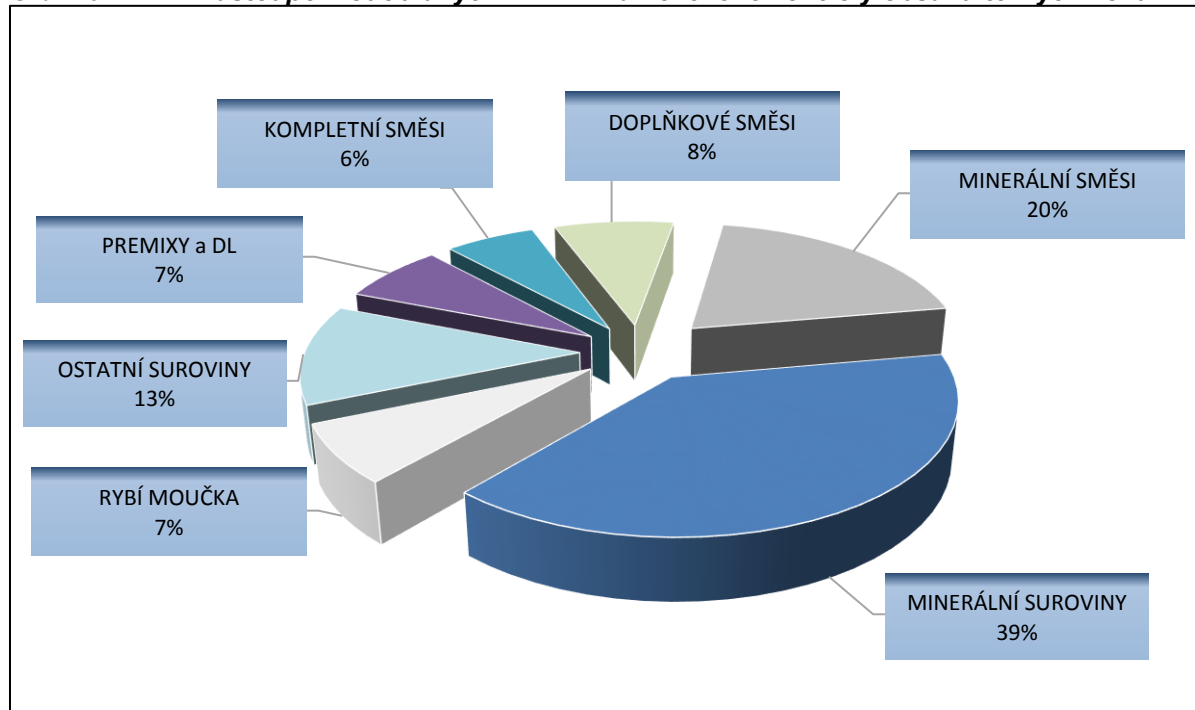
**Graf 24** Zjištěné obsahy vybraných mykotoxinů nad 500 µg/kg



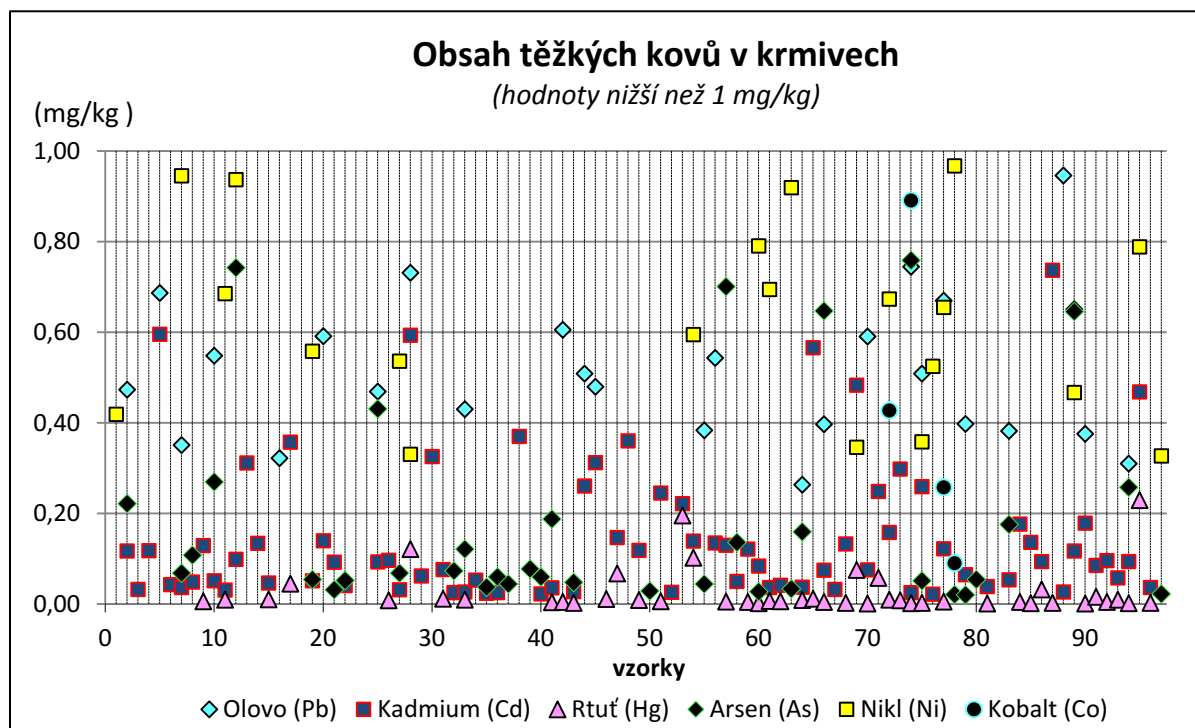
## 2.2.4 Cílená kontrola přítomnosti těžkých kovů v krmivech

Inspektoři odebrali 97 vzorků krmiv pro zjištění nežádoucího obsahu těžkých kovů. Byl sledován obsah olova, kadmia, arsenu, rtuť, niklu a kobaltu. U jednoho vzorku oxidu hořečnatého bylo zjištěno překročení stanoveného limitu obsahu arsenu a olova.

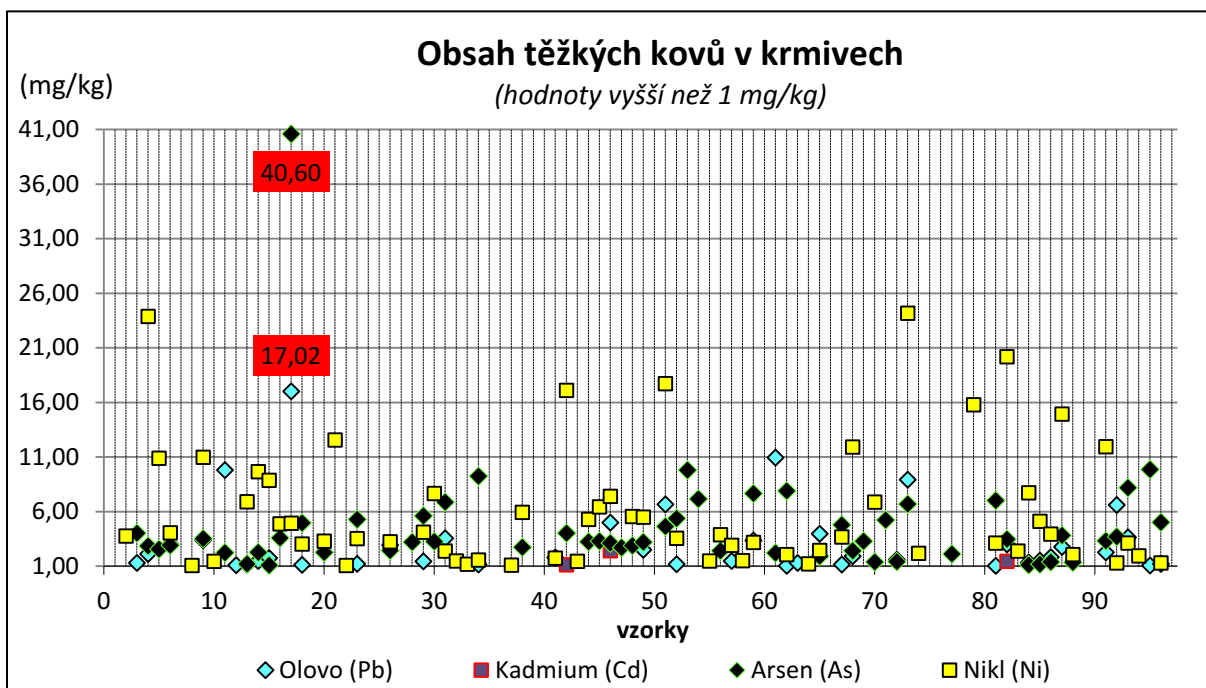
**Graf 25** Zastoupení odebraných krmiv v rámci cílené kontroly obsahu těžkých kovů



**Graf 26** Obsah těžkých kovů v krmivech nad detekčním limitem (hodnoty nižší než 1 mg/kg)



**Graf 27** Obsah těžkých kovů v krmivech nad detekčním limitem (hodnoty vyšší než 1 mg/kg)



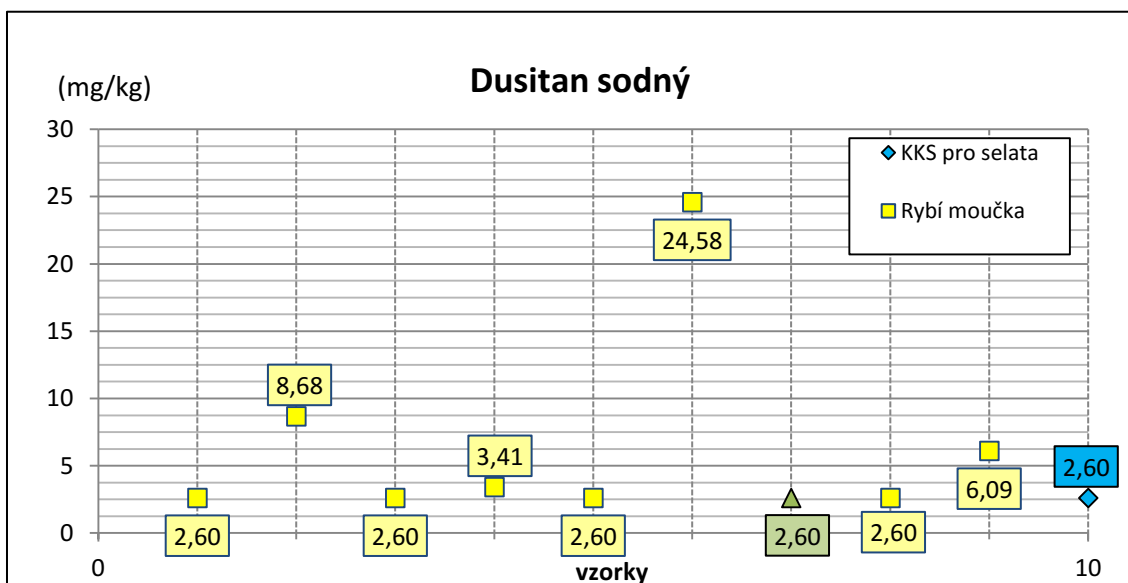
### 2.2.5 Cílená kontrola přítomnosti dalších nežádoucích látek v krmivech

Tato cílená kontrola zjišťuje obsah dusitanů, fluoridů, vinylthiooxazolidonu, 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<sup>-1</sup> u krmných směsí nebo 30 mg.kg<sup>-1</sup> pro rybí moučku.

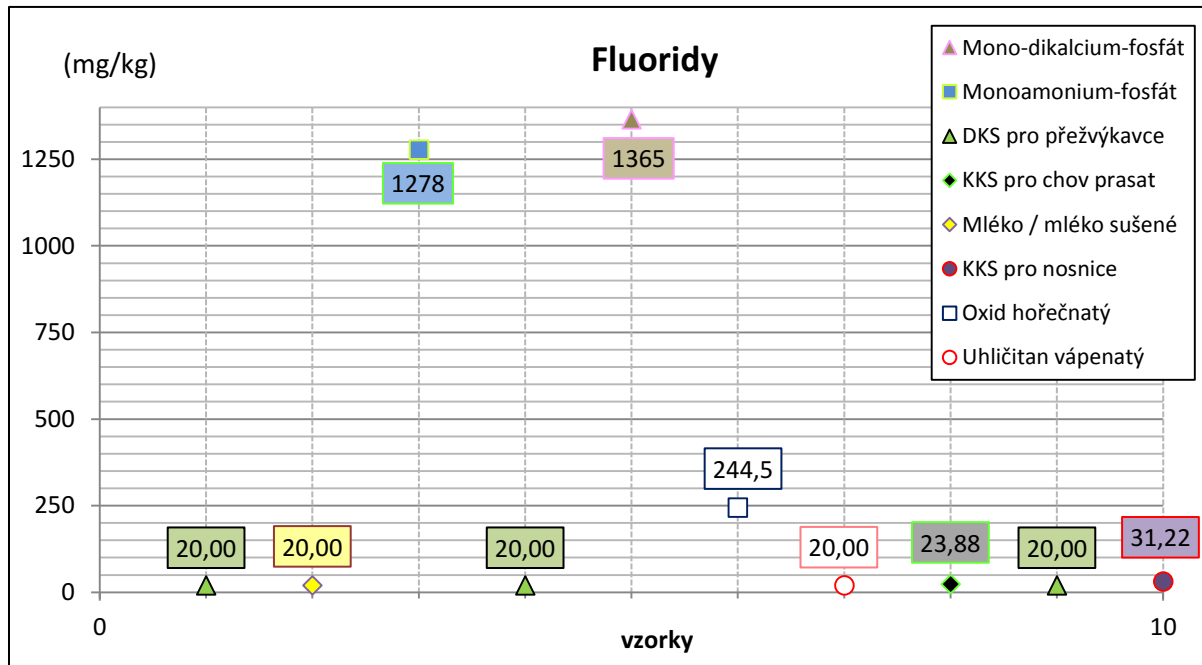
**Graf 28** Obsah dusitanu sodného v odebraných vzorcích krmiv



### Fluoridy

Bylo odebráno 10 vzorků krmných surovin nebo krmných směsí pro různé druhy hospodářských zvířat za účelem stanovení obsahu fluoridů. Polovina vzorků nepřekročila detekční mez analýzy, žádný vzorek neporušil maximální povolený limit obsahu fluoridů.

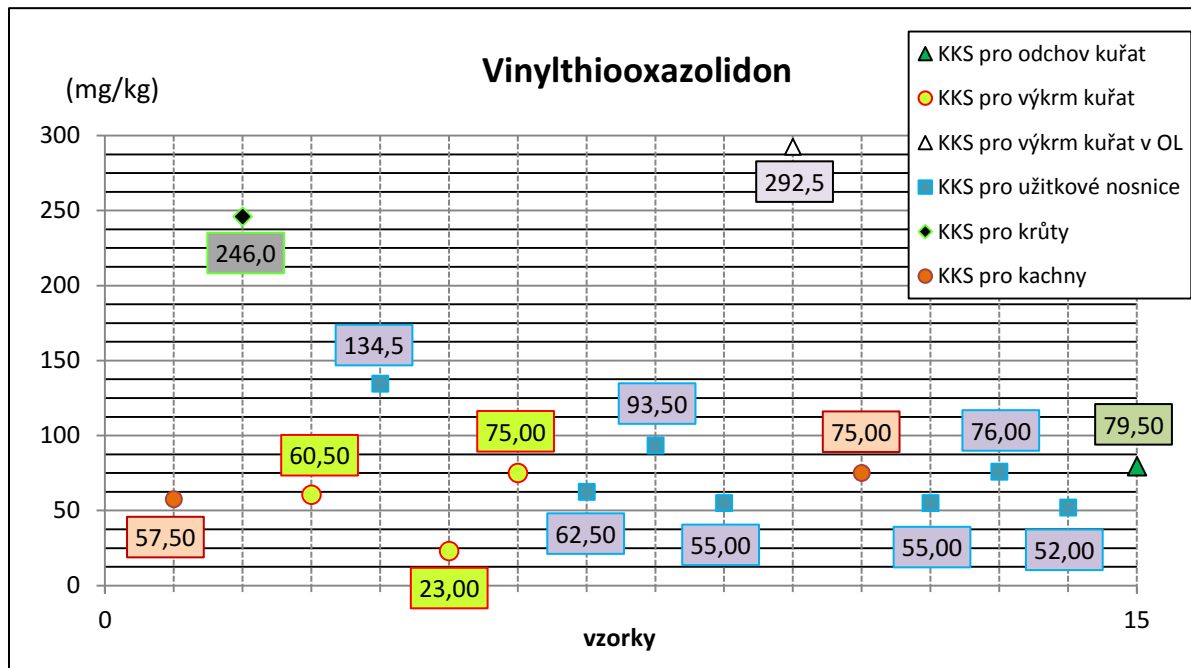
**Graf 29** Obsah fluoridů v odebraných vzorcích krmiv



### Vinylthiooxazolidon

Vinylthiooxazolidon se vyskytuje v krmivech s obsahem řepky. V 15 vzorcích kompletních směsí pro drůbež nebylo zjištěno překročení maximálního povoleného limitu nežádoucí látky.

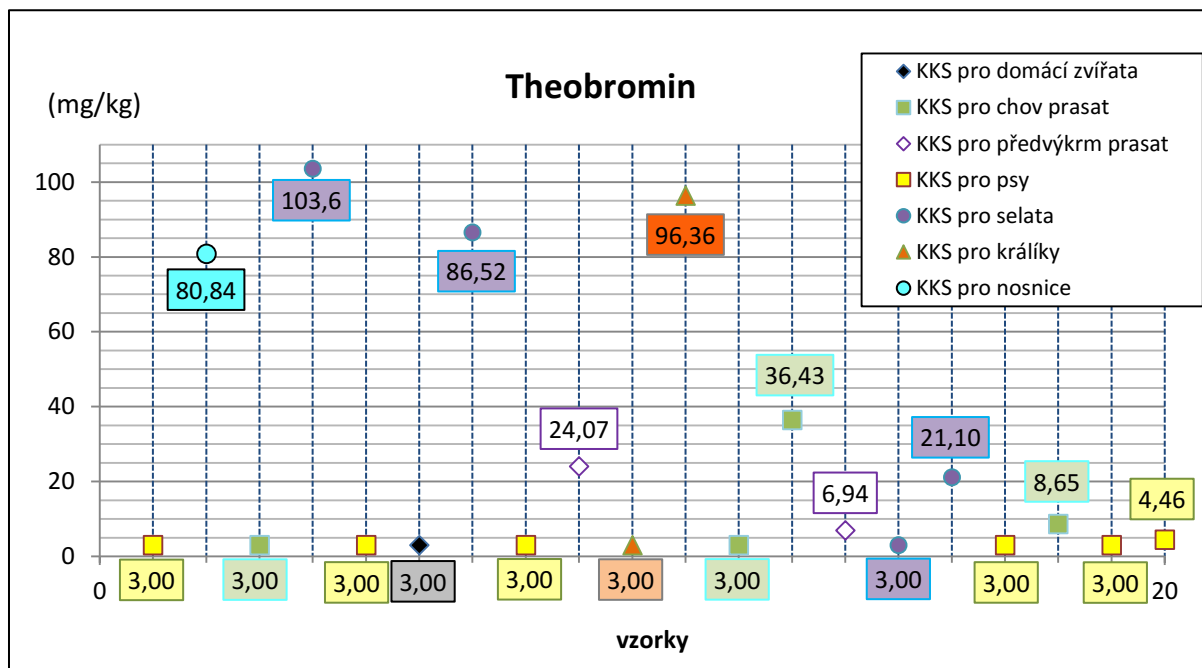
**Graf 30** Obsah vinylthiooxazolidonu v odebraných vzorcích krmiv



### Teobromin

Sleduje se v krmivech s obsahem kakaových slupek, kakaa, čokolády a dalších výrobků z cukrovinek. Bylo odebráno 20 vzorků kompletních krmných směsí. Hodnoty poloviny vzorků nedosáhly detekční mez stanovení, avšak jeden vzorek krmiva pro králíky překročil maximální povolený limit teobrominu 50 mg.kg<sup>-1</sup>.

**Graf 31**      **Obsah teobrominu v odebraných krmivech (v červeném poli hodnota nevyhovujícího vzorku)**



### Melamin

Bylo odebráno 10 vzorků kompletních krmných směsí pro psy, kočky nebo L-lysinu monohydrochloridu za účelem stanovení obsahu melaminu a kyseliny kyanurové. Výsledky všech analyzovaných vzorků se pohybovaly pod mezí detekce analytických přístrojů.

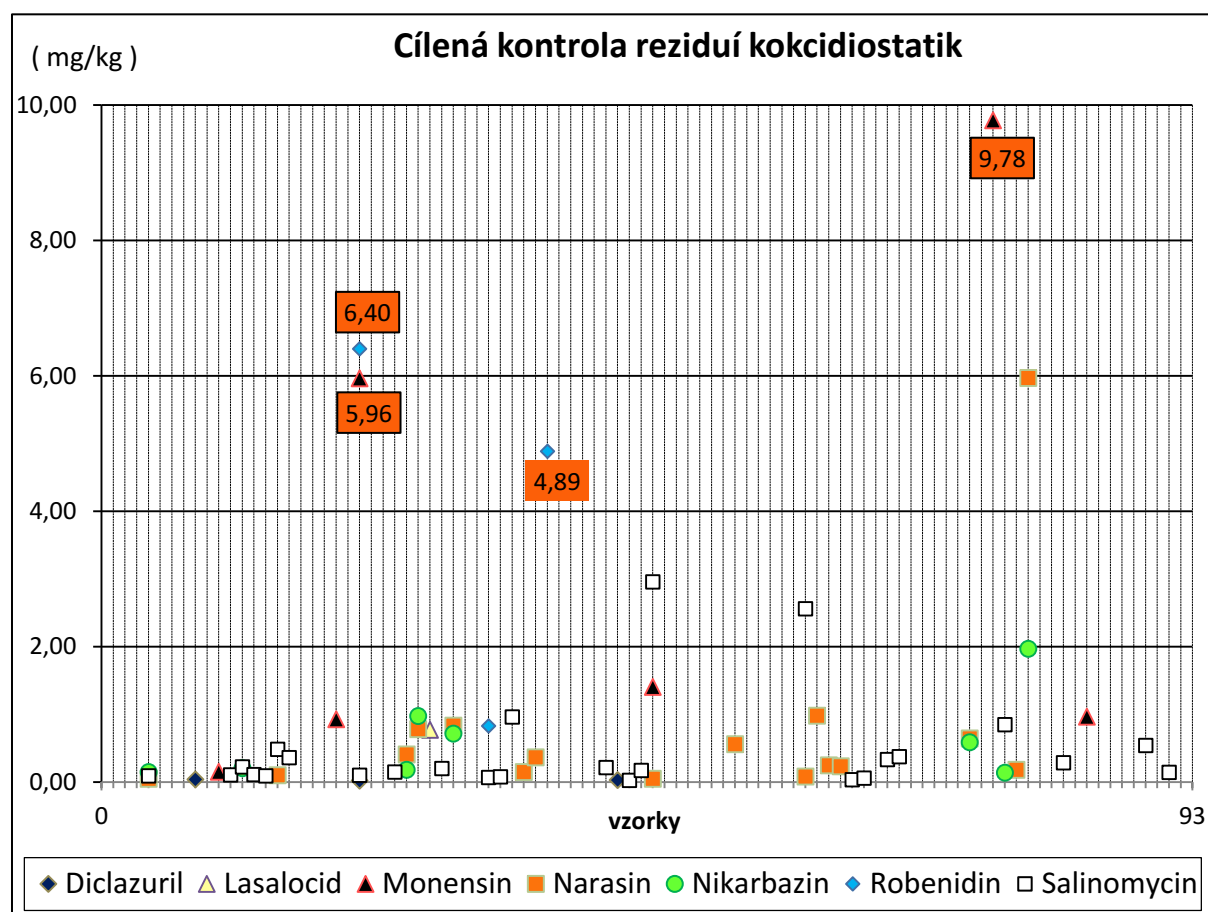
## 2.3 Sledování správného používání doplňkových látek

### 2.3.1 Cílená kontrola používání kokcidiostatik

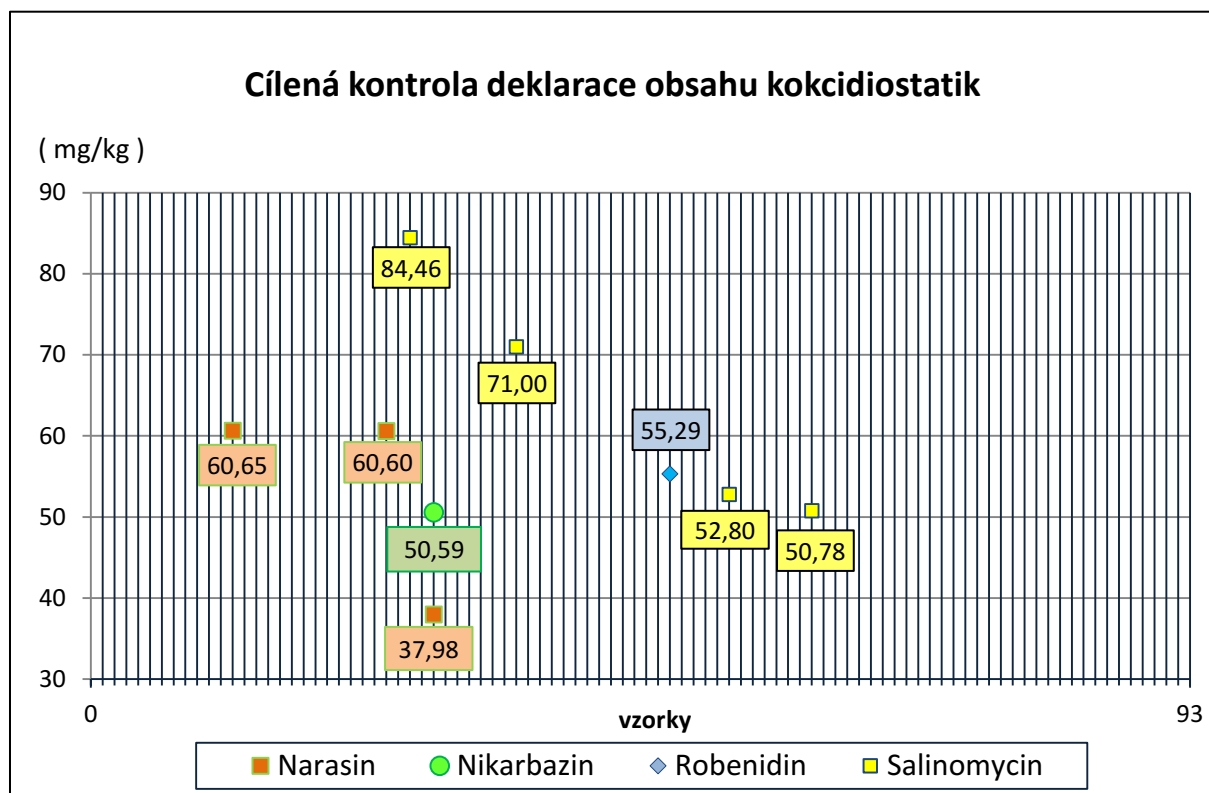
Cílená kontrola ověřuje dodržování deklarovaného obsahu kokcidiostatika a dodržování maximálního povoleného limitu nevyhnutelné křížové kontaminace, případně zda se doplňkové látky nevyskytují v krmivech pro druhy či kategorie zvířat, pro které nejsou povoleny. V rámci kontroly bylo odebráno celkem 93 vzorků kompletních, doplňkových a minerálních krmných směsí a premixů.

Byly zjištěny 3 případy porušení limitu pro nevyhnutelnou křížovou kontaminaci kokcidiostatiky u krmných směsí pro kuřata nebo skot, 1 ze závadných vzorků nevyhověl současně obsahem rezidua robenidinu i monensinu. Kontrola dodržování deklarovaného obsahu kokcidiostatik vyhodnotila všech 8 analyzovaných vzorků jako vyhovující.

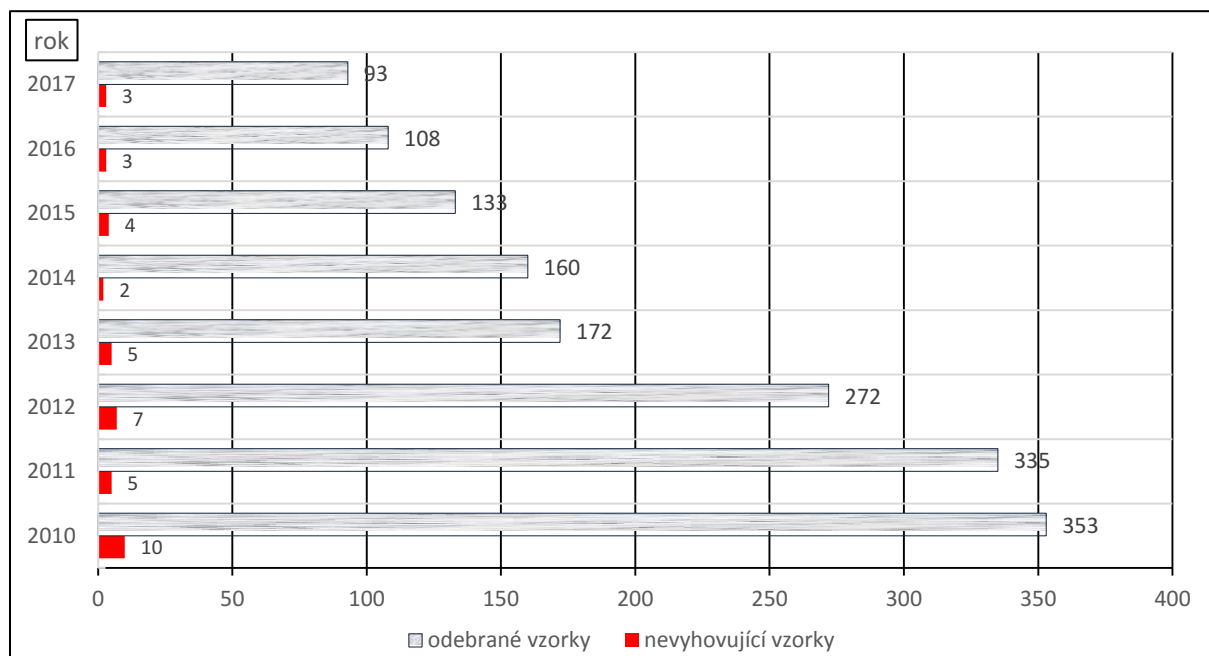
**Graf 32** *Křížová kontaminace krmiv kokcidiostatiky nad mezí detekce analýzy*  
(v červených polích hodnoty nevyhovujících vzorků)



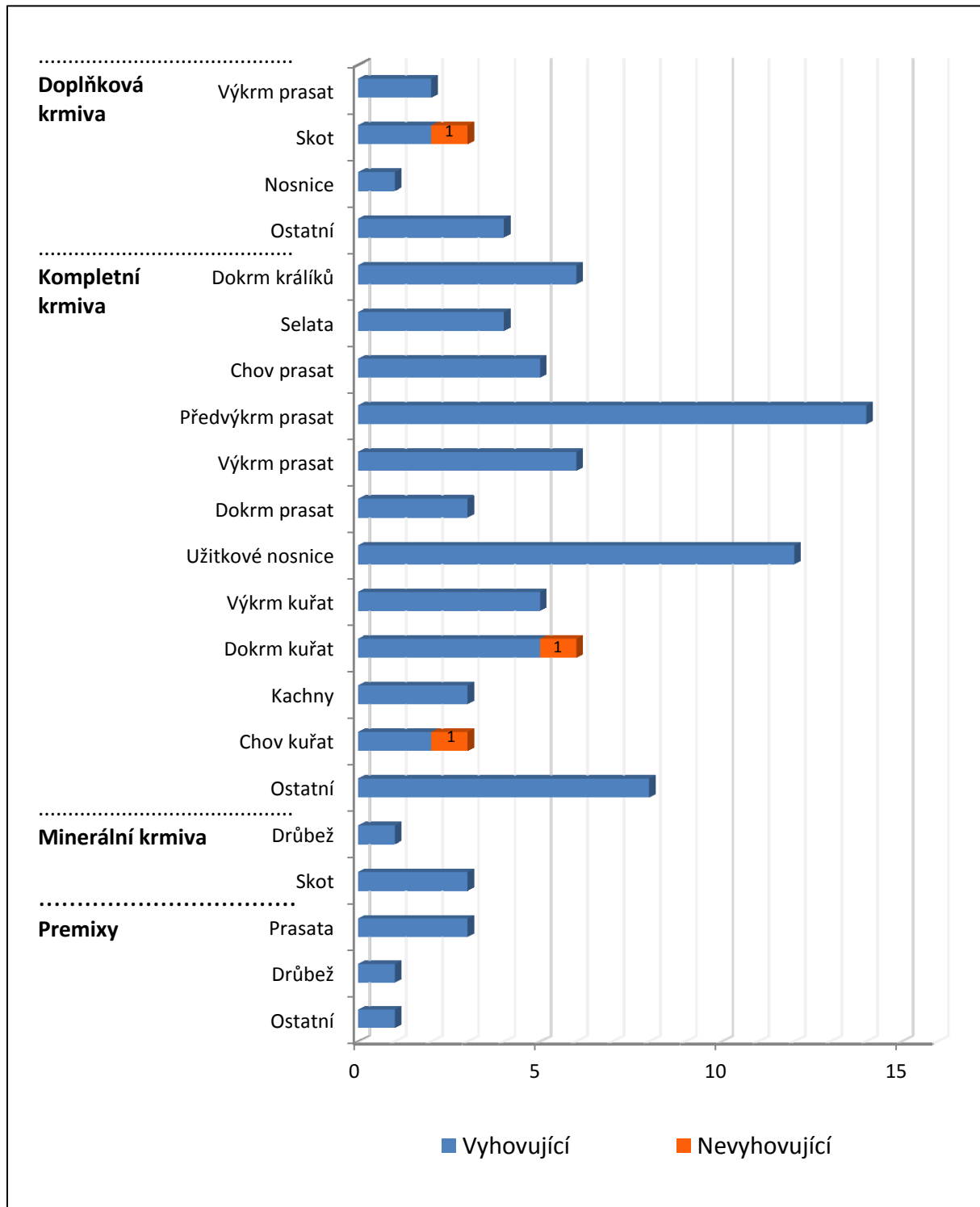
**Graf 33** Výsledky kontroly dodržování deklarovaného obsahu kokcidostatik



**Graf 34** Počty odebraných a nevyhovujících vzorků křížové kontaminace kokcidostatik 2010–2017



**Graf 35** Odebrané vzorky v rámci cílené kontroly křížové kontaminace krmiv kokcidiostatiky

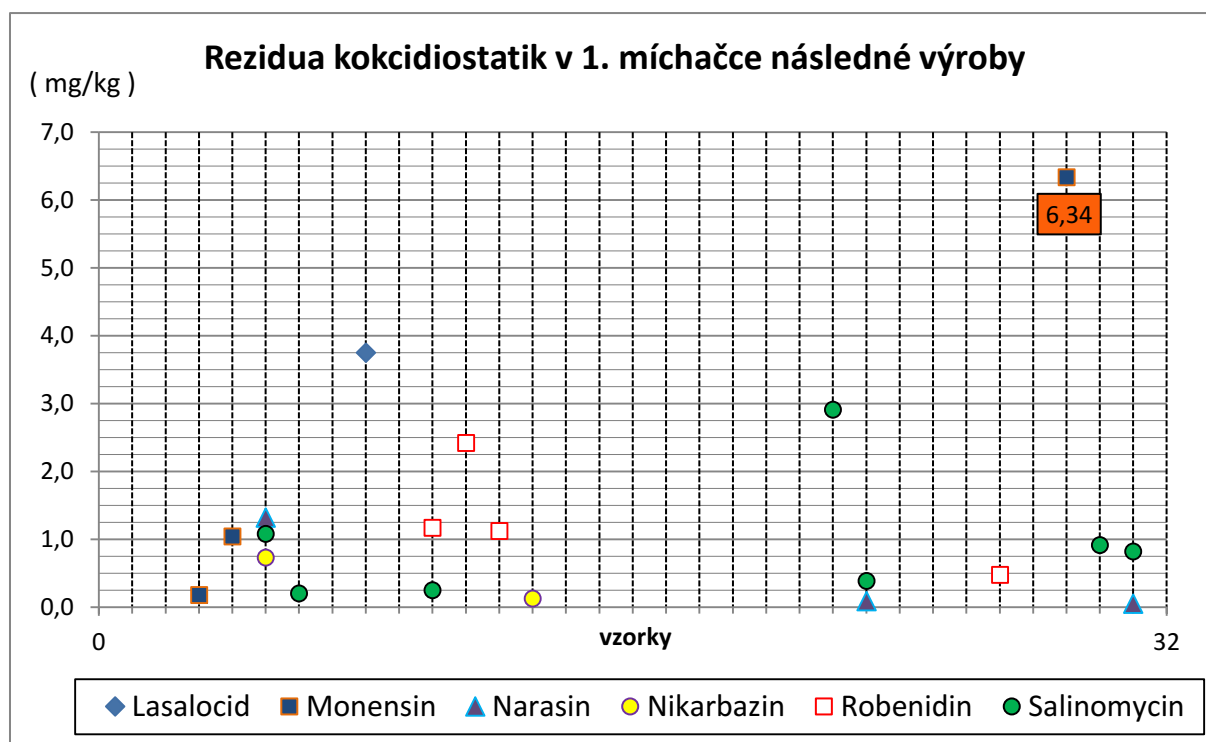


Nejčastěji byly odebírány kompletní krmné směsi (75 vzorků) s převahou krmiv pro prasata nebo pro užitkové nosnice. Žádné nedostatky nebyly zaznamenány u minerálních krmných směsí a premixů doplňkových látek.



V rámci cílené kontroly byly rovněž sledovány reziduální stopy kokcidiostatik v krmivu, které bylo zpracováno míchacím zařízením výrobce bezprostředně po použití kokcidiostatik. Bylo prověřeno 32 vzorků z nejrizikovější první míchačky následně vyráběných krmiv. Stanovený limit byl překročen pouze u 1 vzorku krmiva pro dokrm kuřat obsahem rezidua monensinu. Výrobce krmiva neprodleně zavedl účinnější postupy dekontaminace výrobní linky pro zabránění přenosu křížové kontaminace.

**Graf 36** *Rezidua kokcidiostatik v 1. míchačce následné výroby, hodnoty nad mezí detekce stanovení (v červeném poli označena hodnota nevyhovujícího vzorku)*

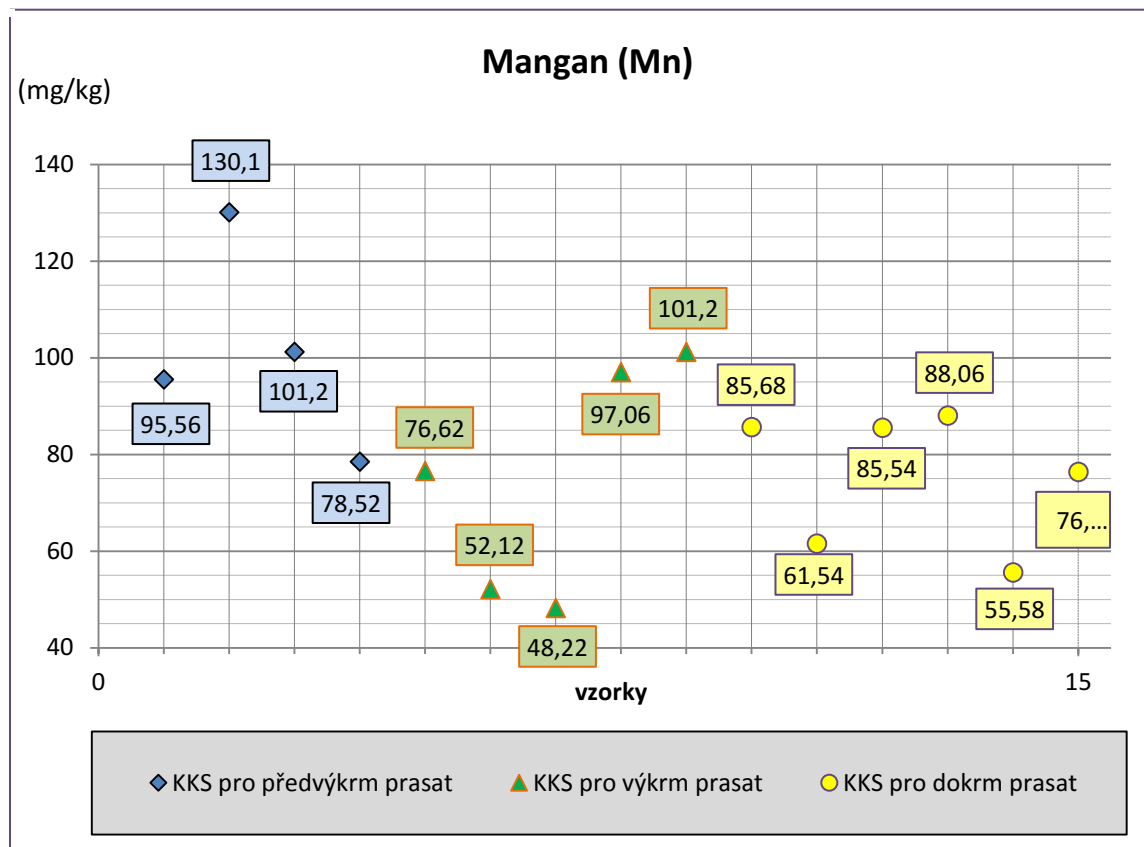


### 2.3.2 Cílená kontrola dodržování limitů doplňkových látek

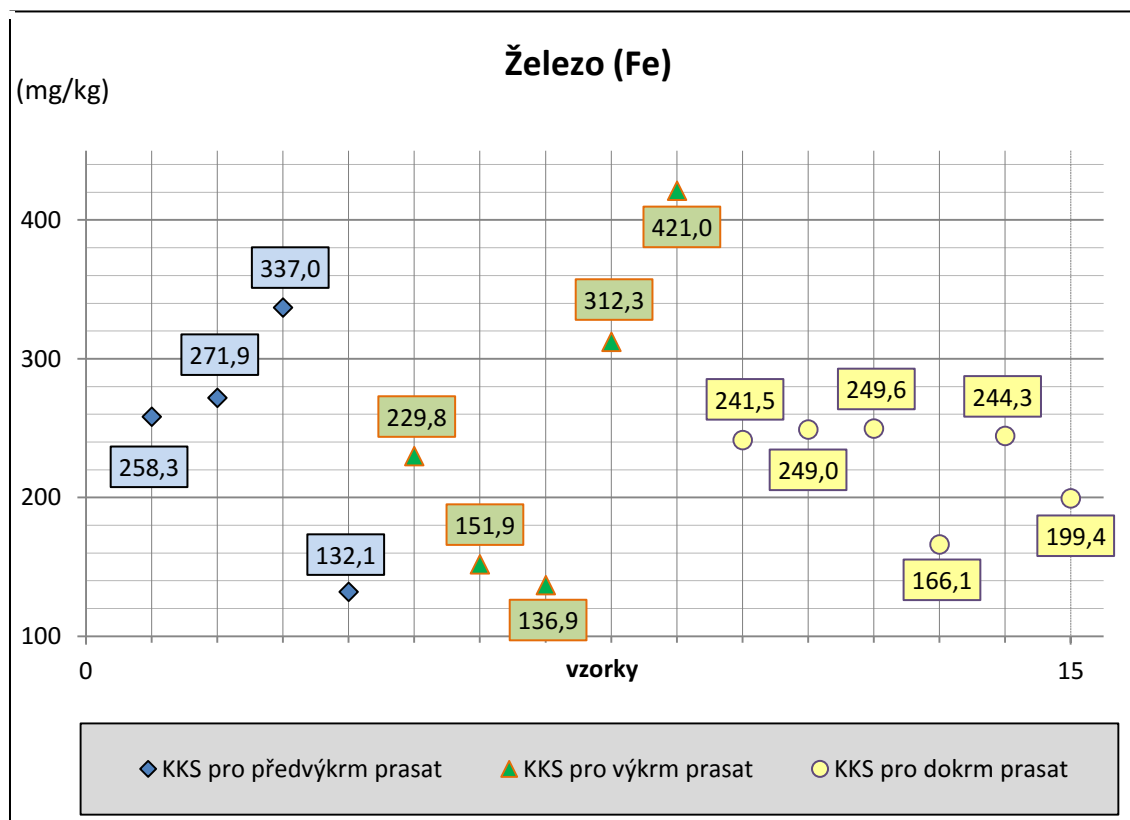
Při této kontrole se sledovalo dodržování maximálních limitů mědi, zinku, manganu, železa, selenu, jódu, vitamínu A a vitamínu D<sub>3</sub>. Odebráno bylo 40 vzorků krmných směsí. Převažovaly kompletní krmiva pro výkrm prasat a drůbeže. Překročení limitu sledovaných DL bylo zjištěno u 5 vzorků kompletních krmných směsí (KKS pro chov prasat – nevyhovující obsah Mn a Se; dokrm prasat (A3) – Se; selata (ČOS) – Zn; výkrm kuřat – vit. A; výkrm králíků – Cu).



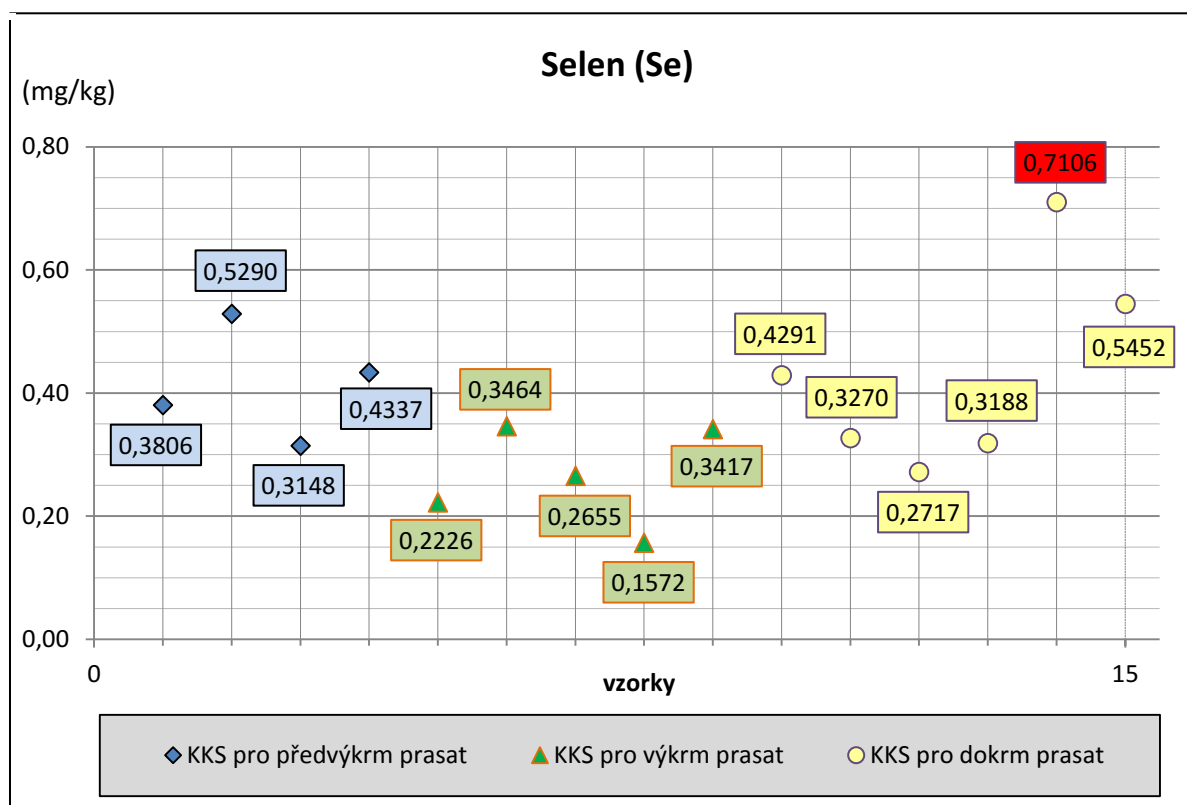
**Graf 39**      **Obsah manganu v kompletních krmných směsích pro výkrm prasat**



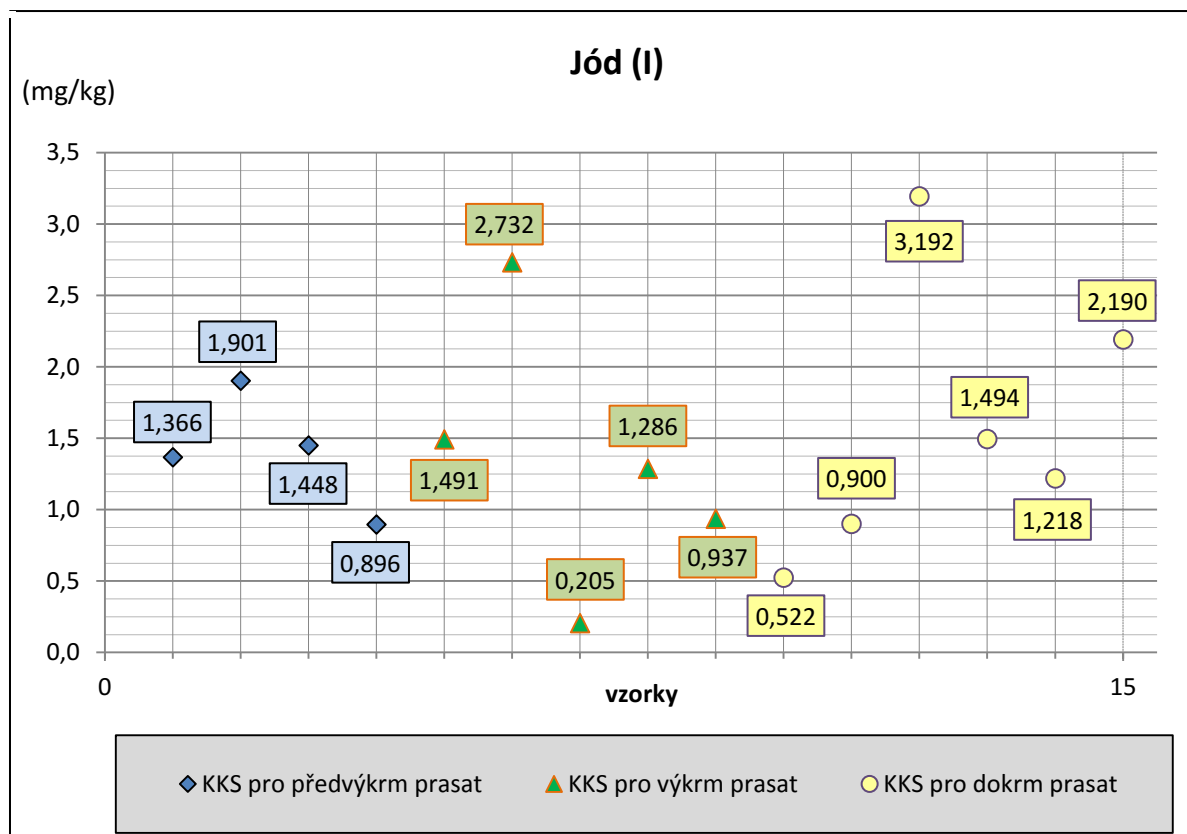
**Graf 40**      **Obsah železa v kompletních krmných směsích pro výkrm prasat**



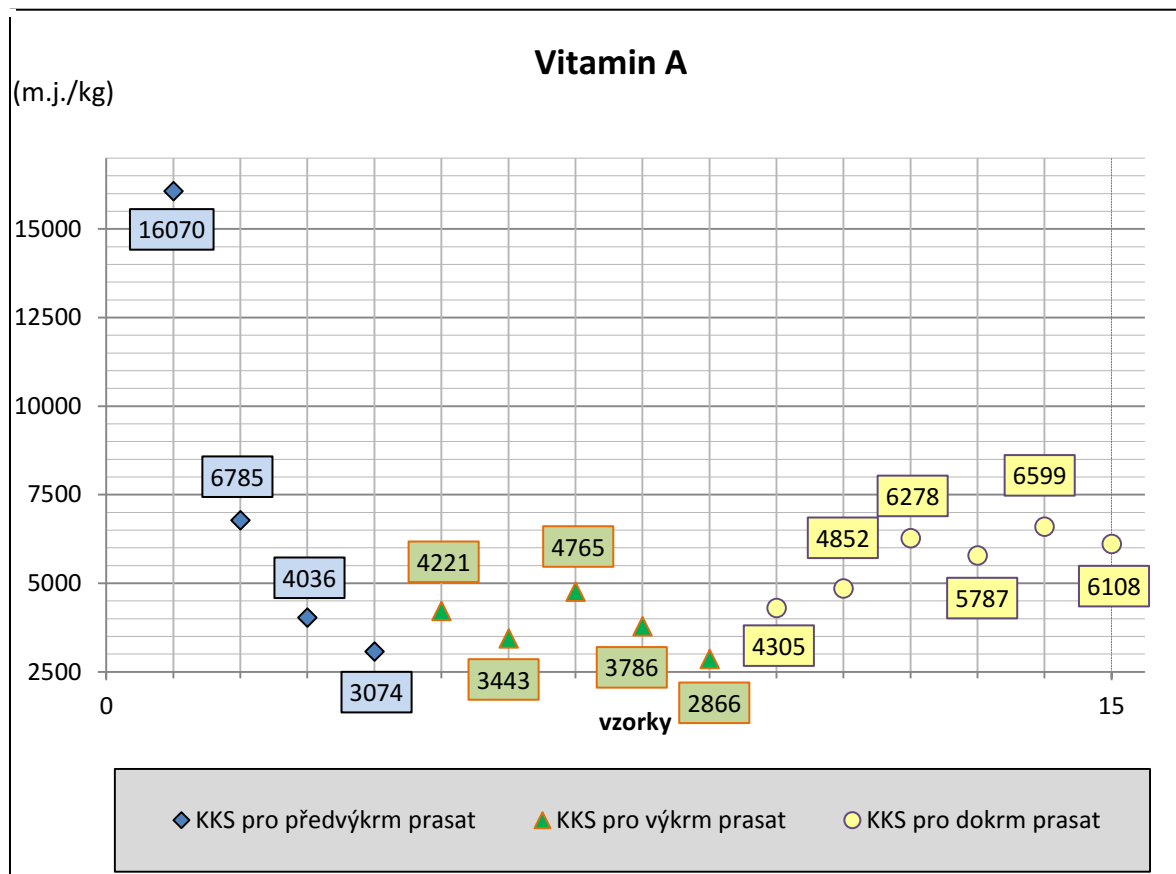
**Graf 41** *Obsah selenu v kompletních krmných směsích pro výkrm prasat* (červeně označen nevyhovující vzorek)



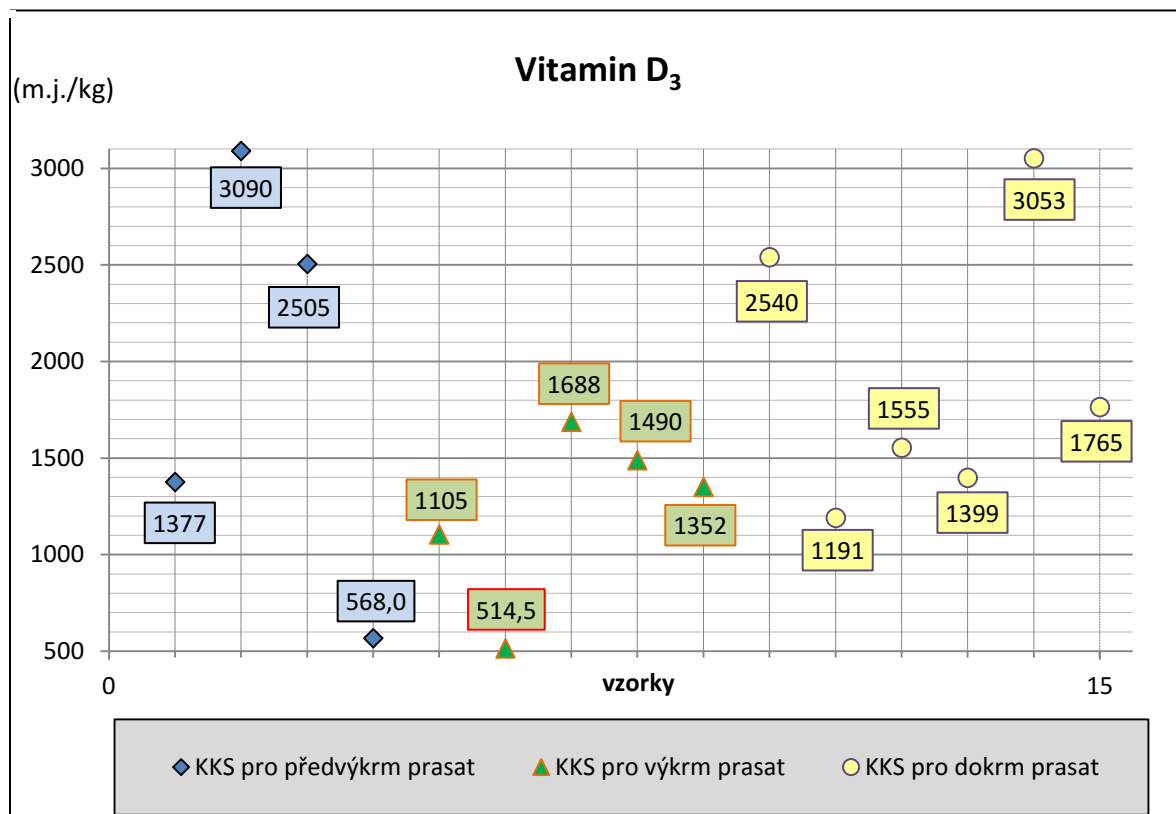
**Graf 42** *Obsah jódu v kompletních krmných směsích pro výkrm prasat*



**Graf 42** Obsah vitamínu A v kompletních krmných směsích pro výkrm prasat

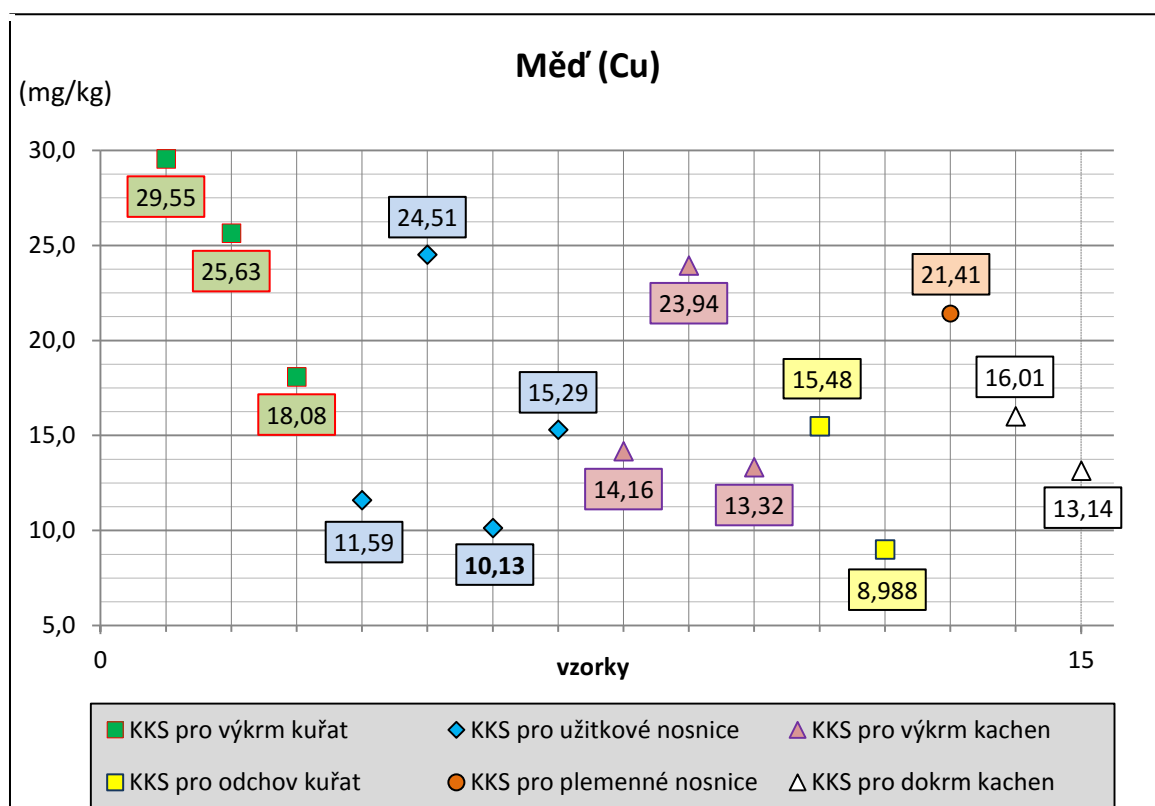


**Graf 43** Obsah vitamínu D v kompletních krmných směsích pro výkrm prasat

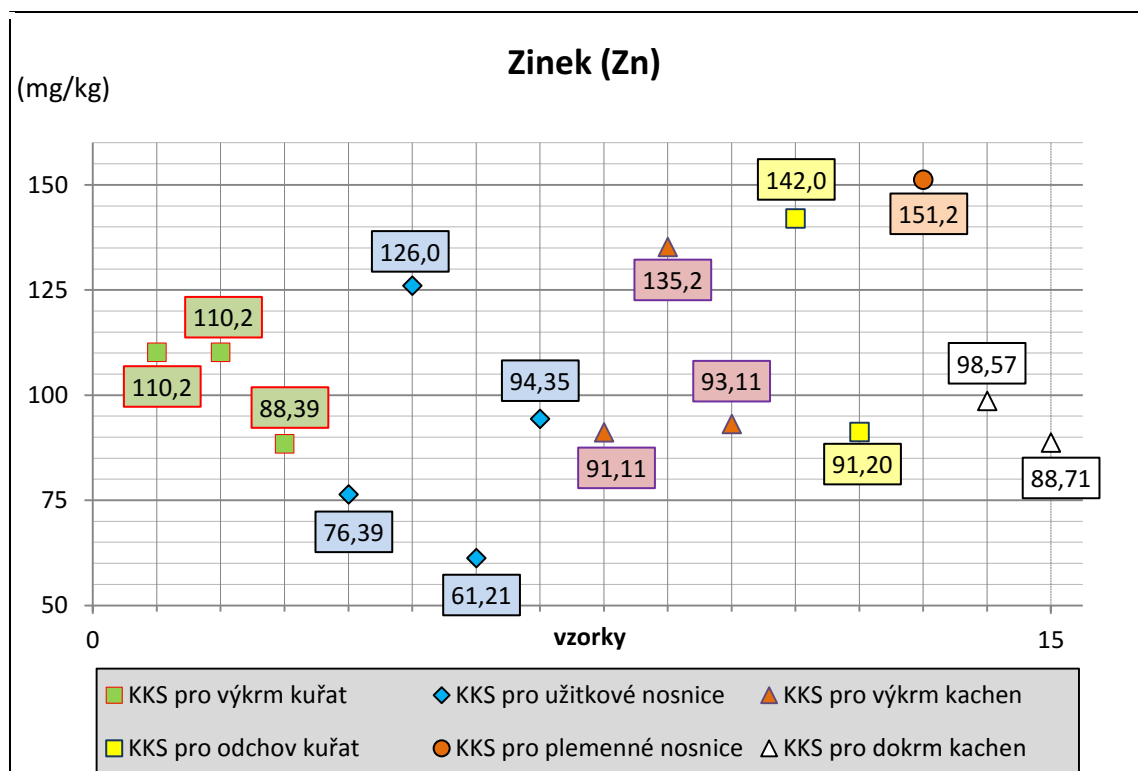


## KRMIVA PRO DRŮBEŽ

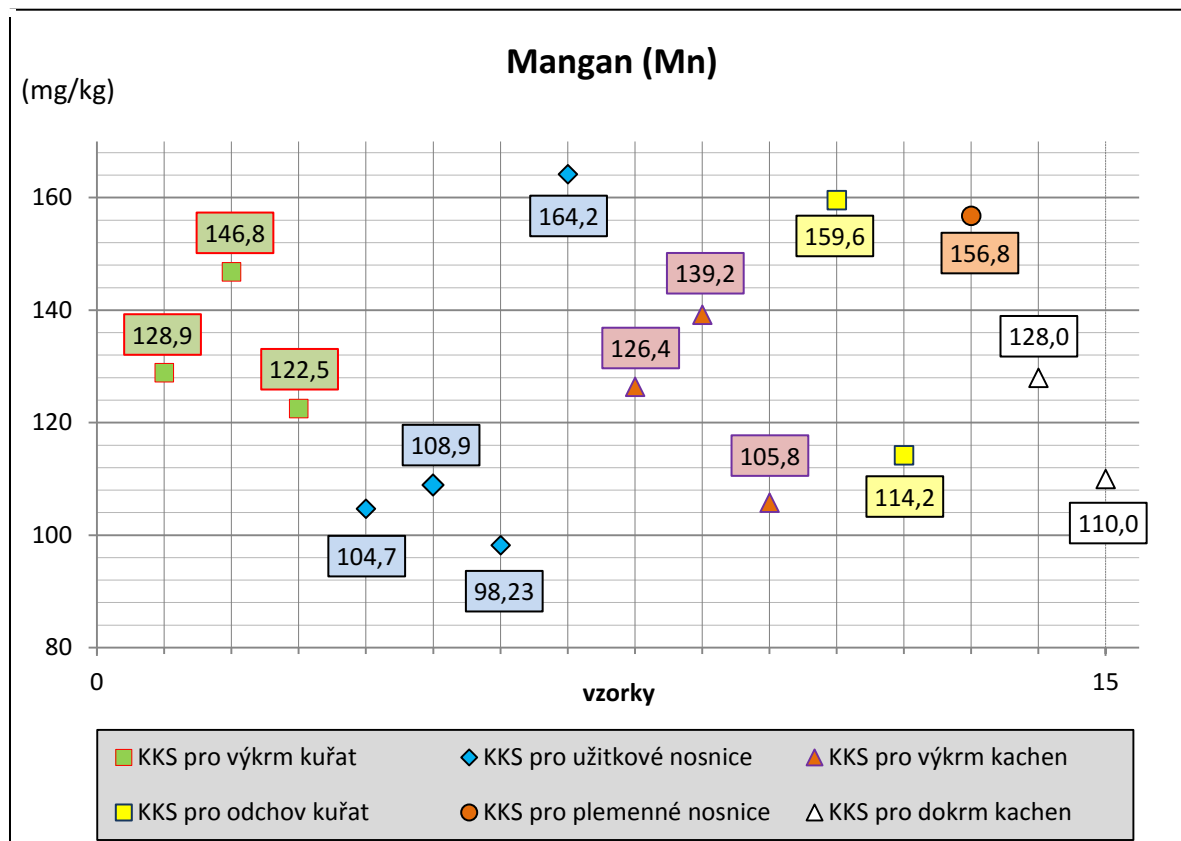
**Graf 44** Obsah mědi v kompletních krmných směsích určených pro drůbež



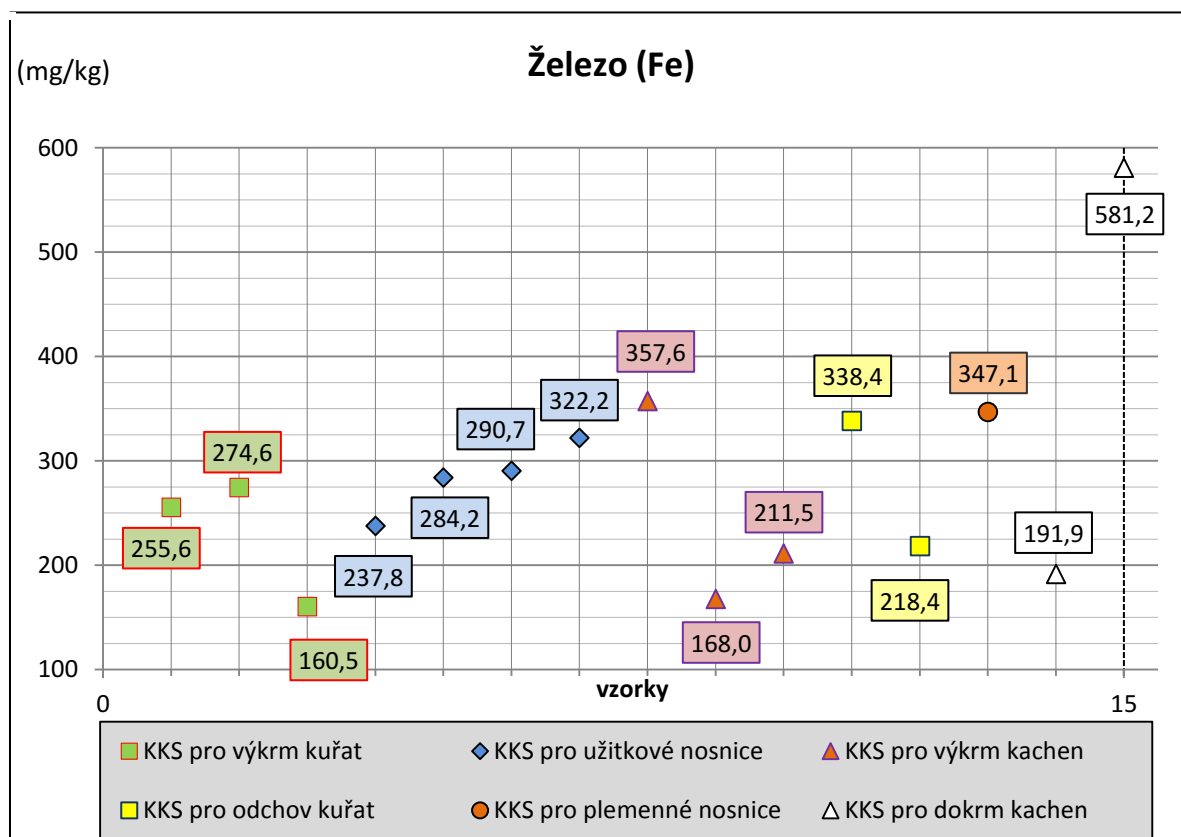
**Graf 45** Obsah zinku v kompletních krmných směsích určených pro drůbež



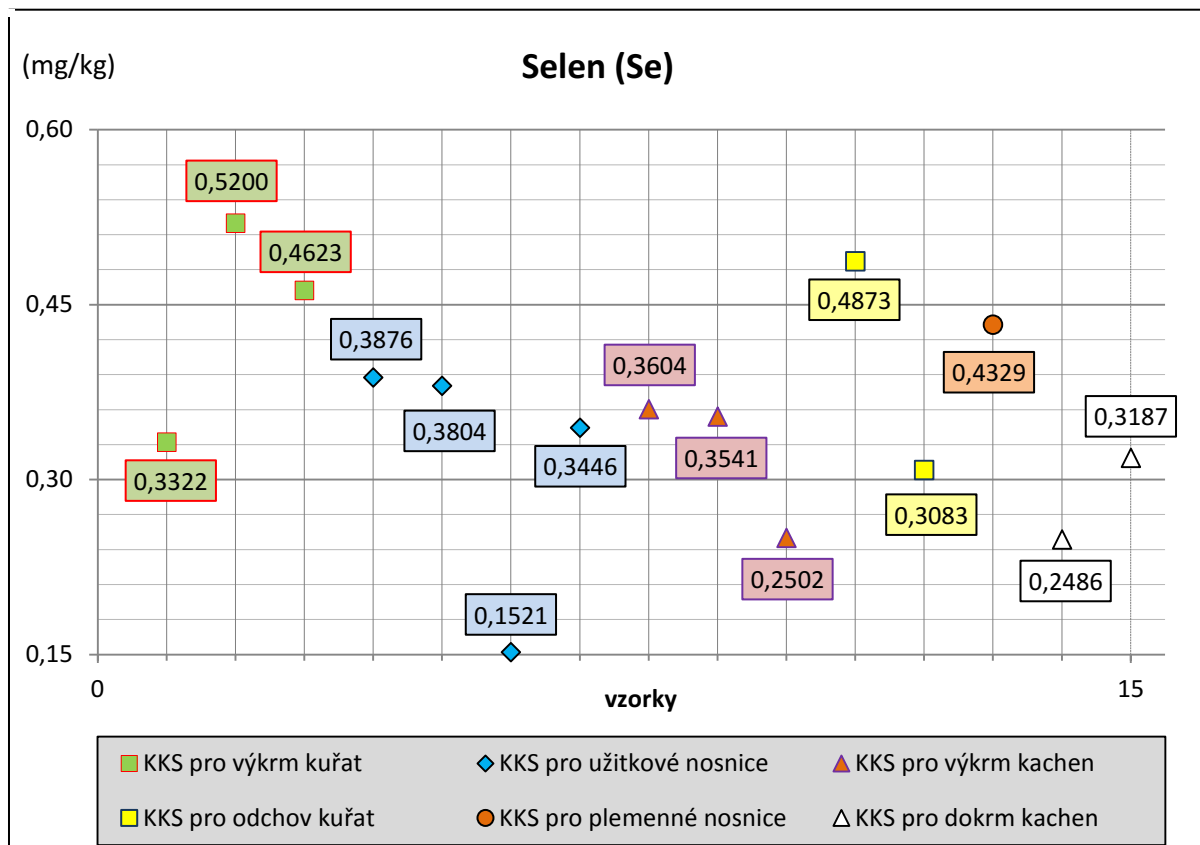
**Graf 46**      **Obsah manganu v kompletních krmných směsích určených pro drůbež**



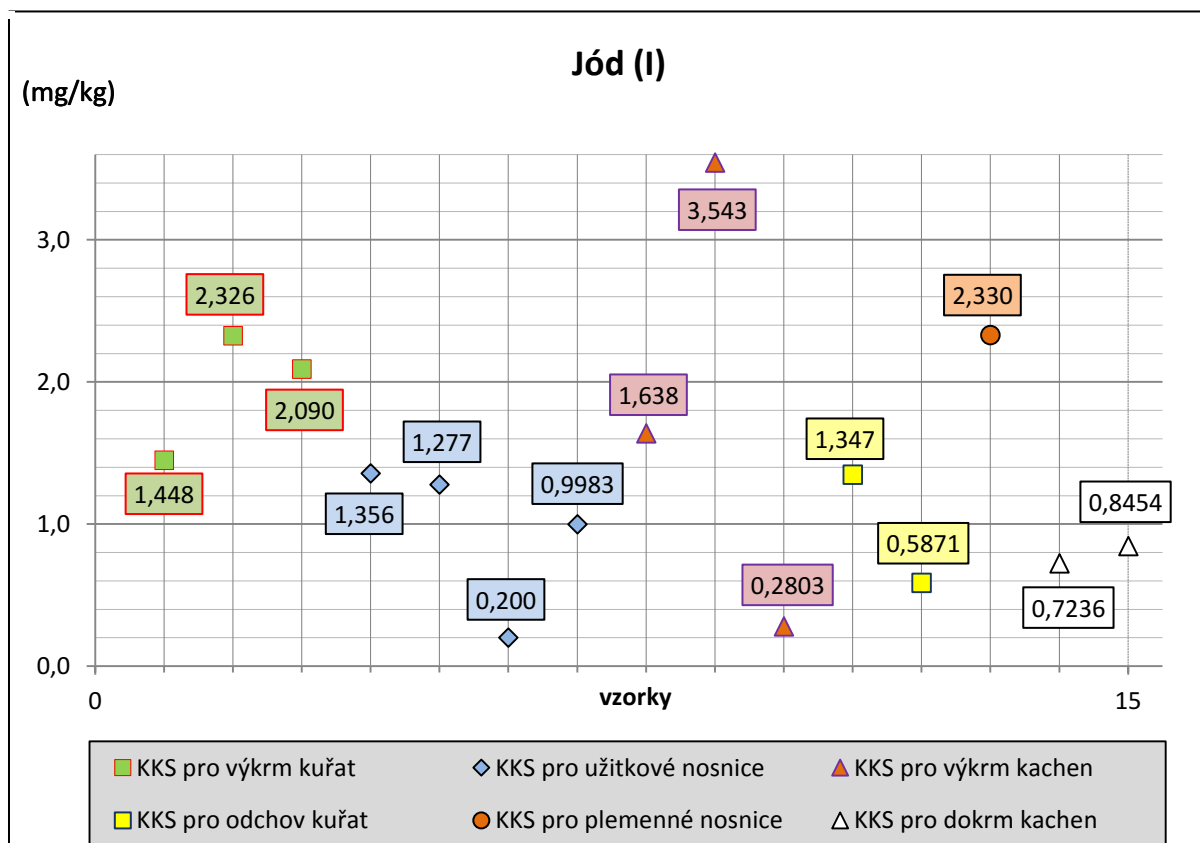
**Graf 47**      **Obsah železa v kompletních krmných směsích určených pro drůbež**



**Graf 48** *Obsah selenu v kompletních krmných směsích určených pro drůbež*

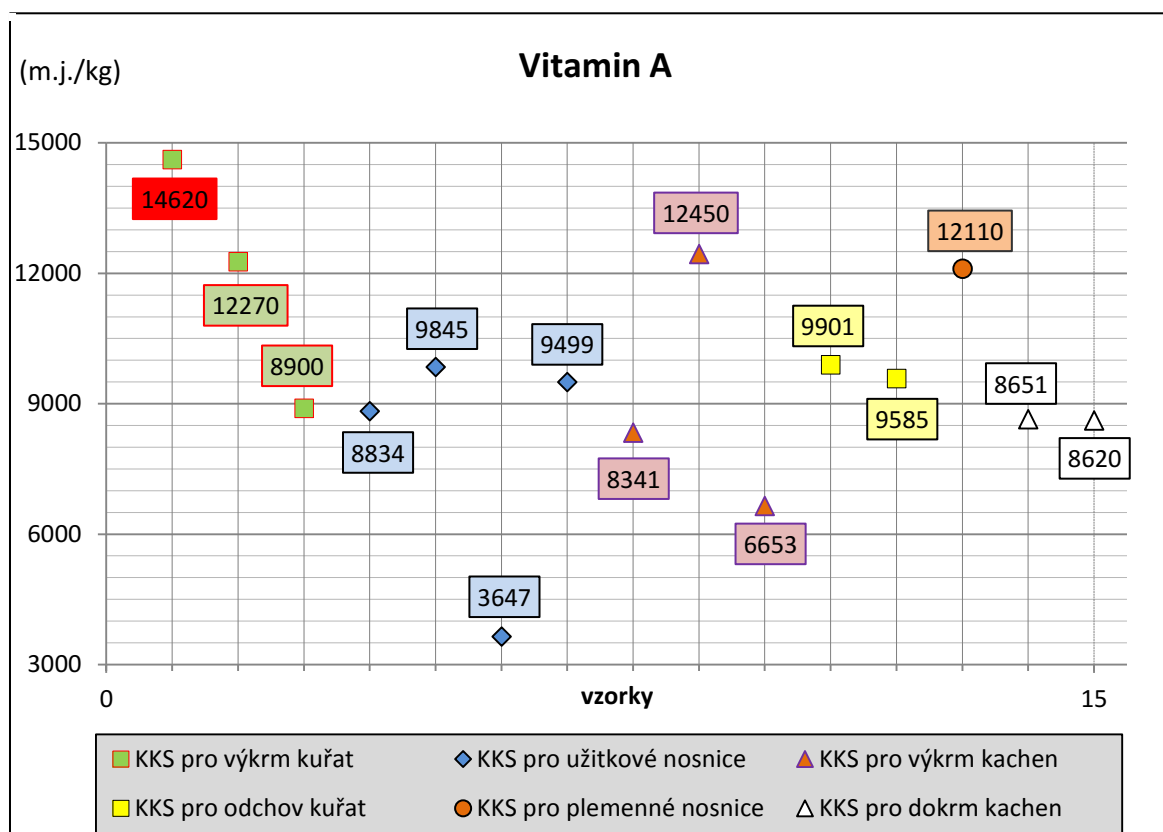


**Graf 49** *Obsah jódu v kompletních krmných směsích určených pro drůbež*

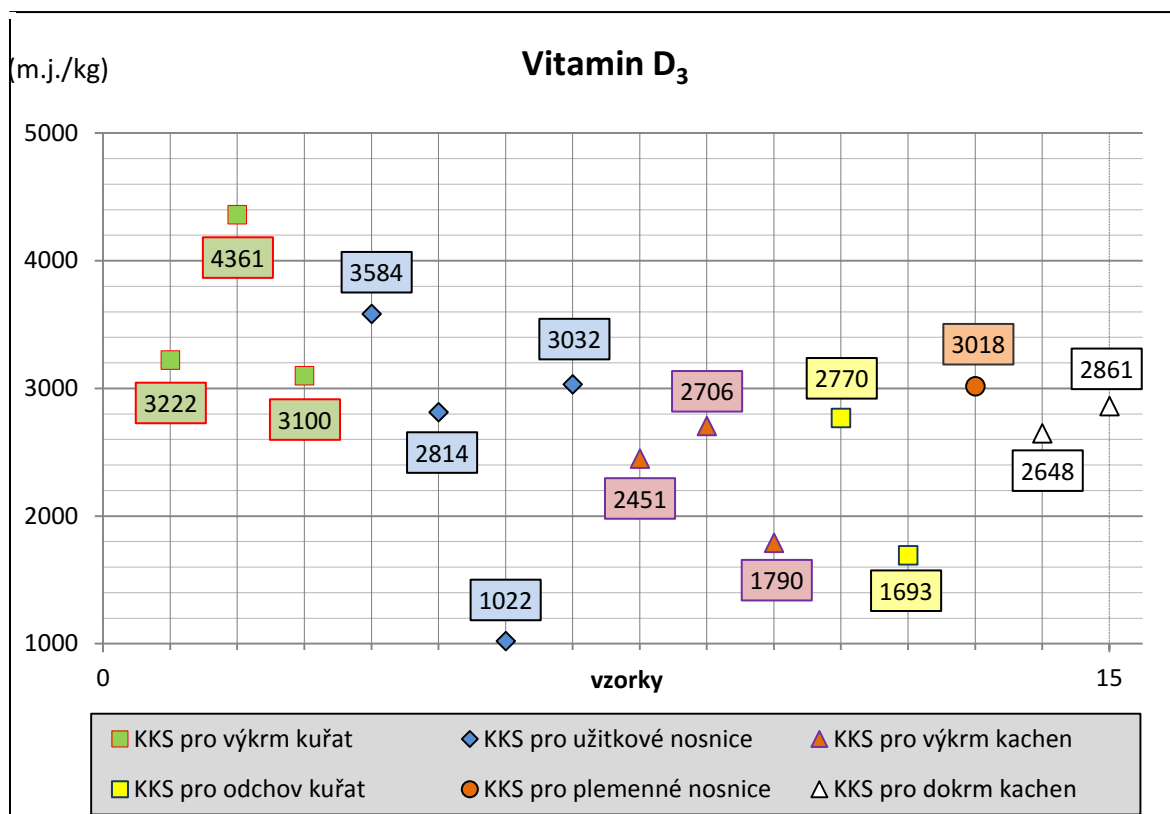




**Graf 50**      **Obsah vitamínu A v kompletních krmných směsích určených pro drůbež** (červeně nevyhovující vzorek)

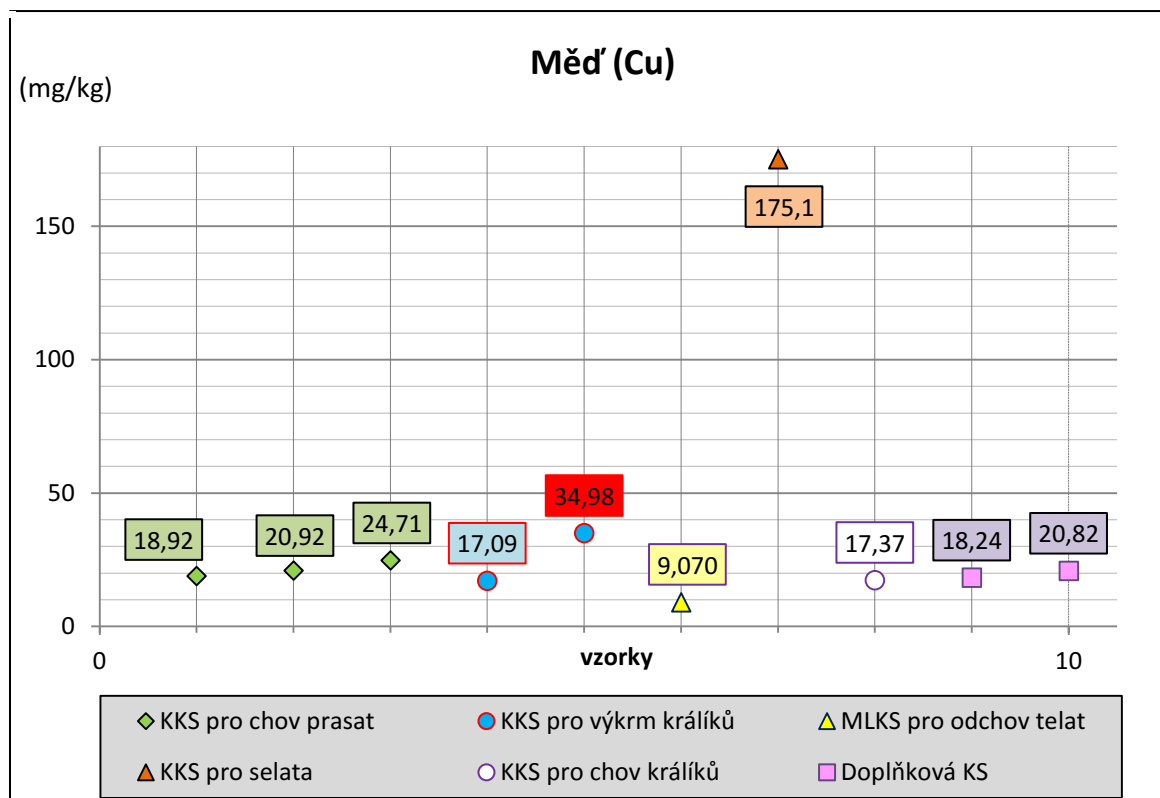


**Graf 51**      **Obsah vitamínu D v kompletních krmných směsích určených pro drůbež**

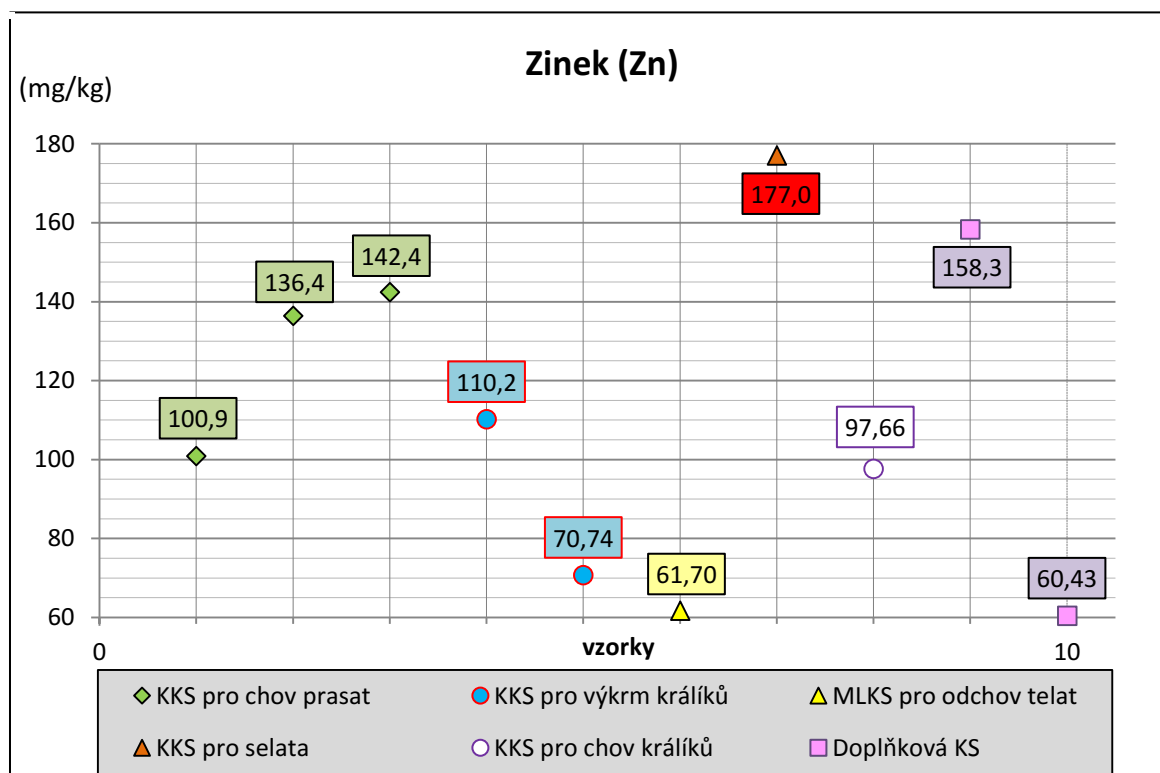


### OSTATNÍ KRMNÉ SMĚSI

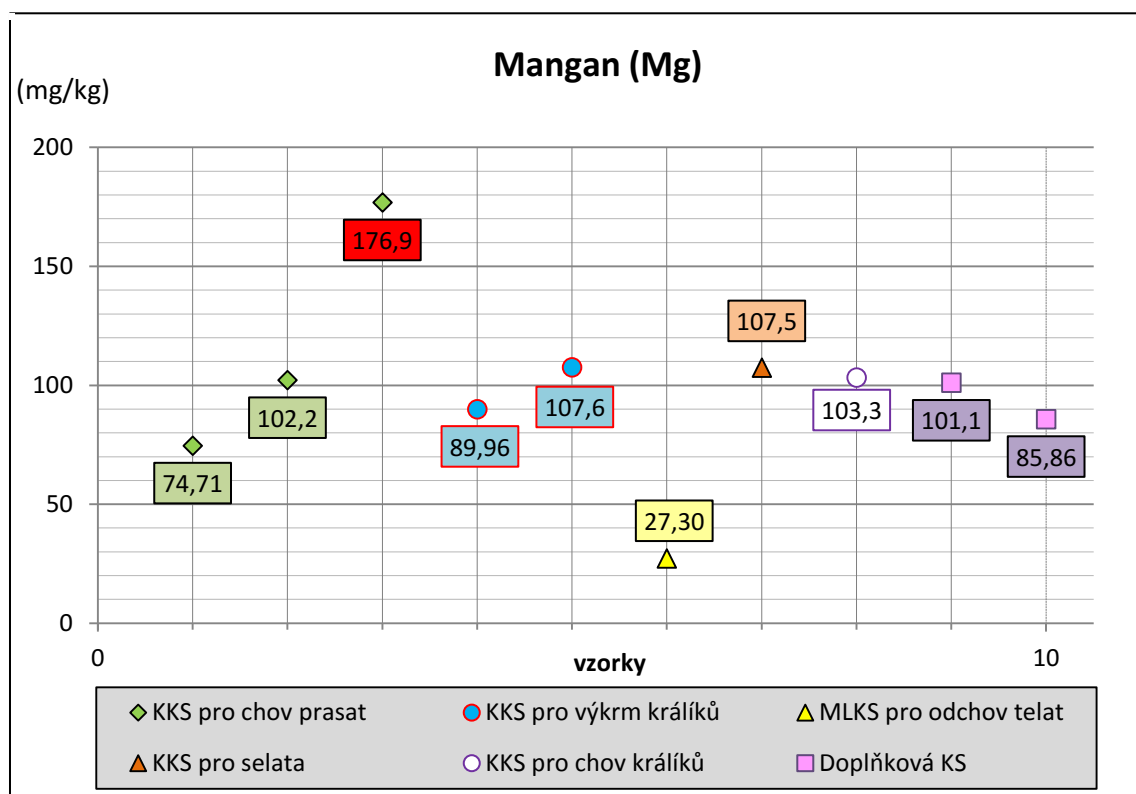
**Graf 52** *Obsah mědi v ostatních krmných směsích* (hodnota nevyhovujícího vzorku v červeném poli)



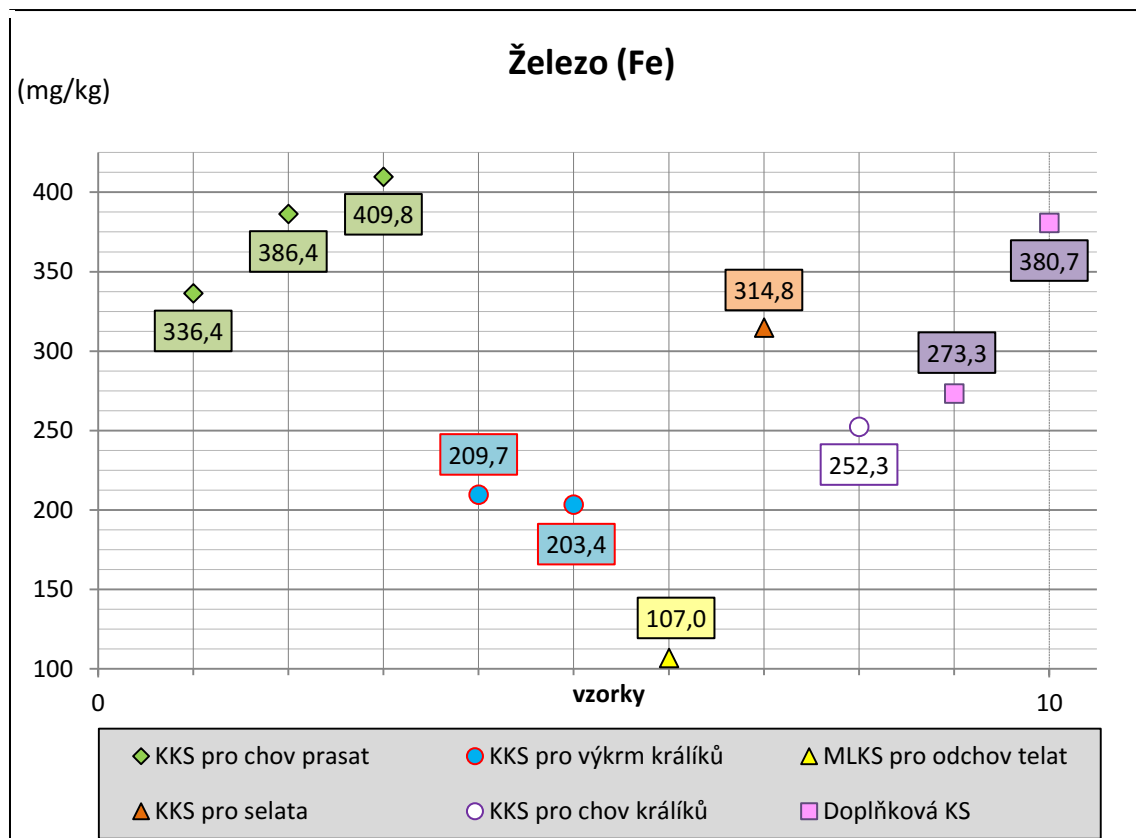
**Graf 53** *Obsah zinku v ostatních krmných směsích* (v červeném poli hodnota nevyhovujícího vzorku)



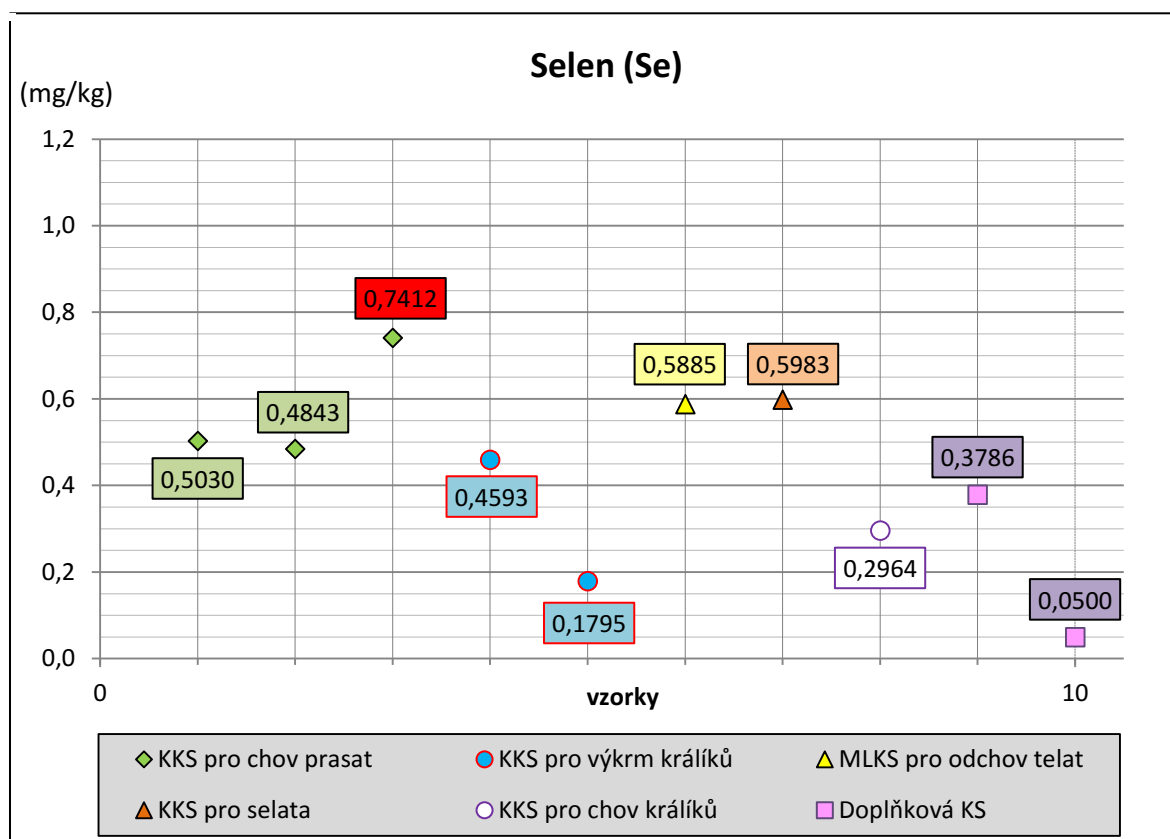
**Graf 54** *Obsah manganu v ostatních krmných směsích* (v červeném poli hodnota nevyhovujícího vzorku)



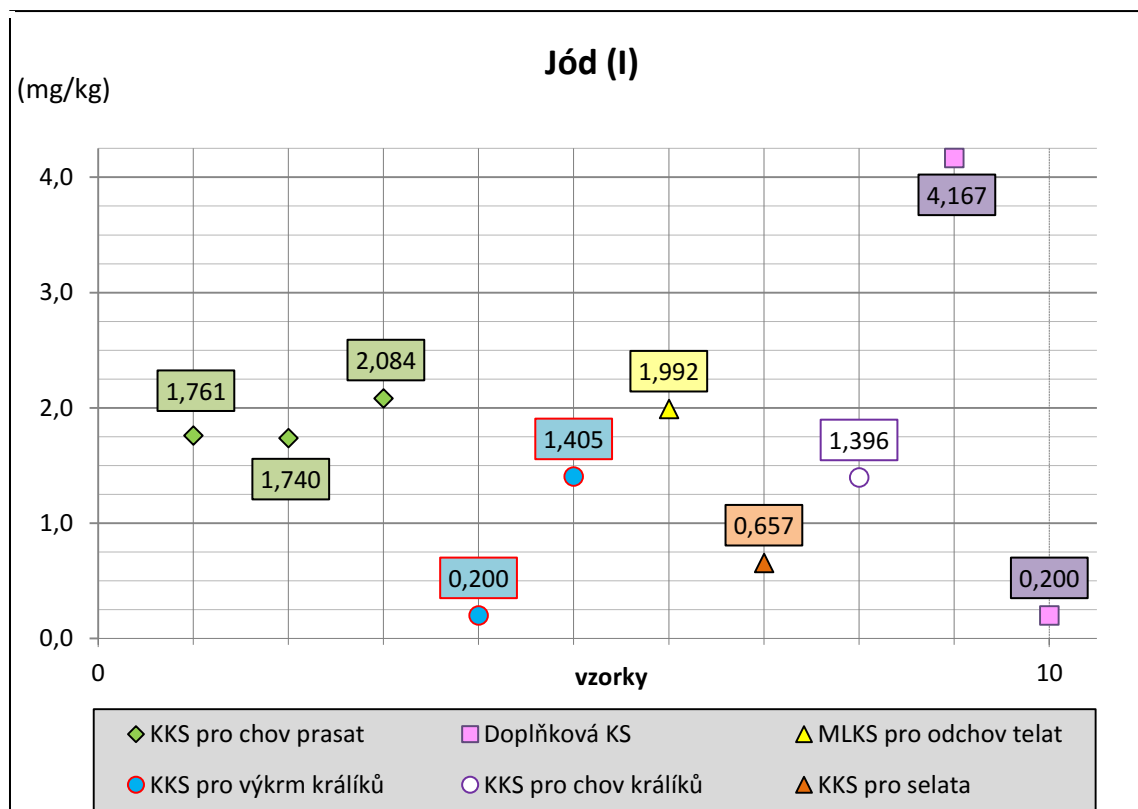
**Graf 55** *Obsah železa v ostatních krmných směsích*



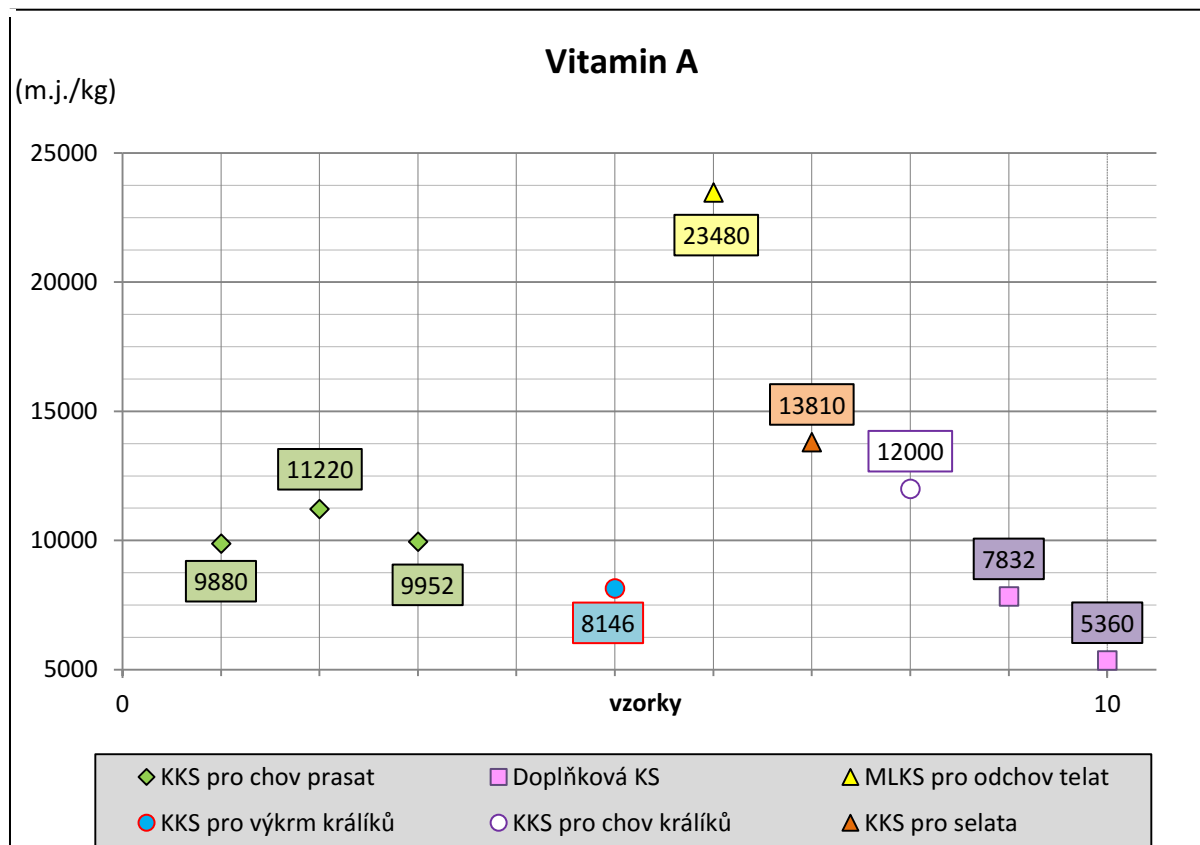
**Graf 56** *Obsah selenu v ostatních krmných směsích* (v červeném poli hodnota nevyhovujícího vzorku)



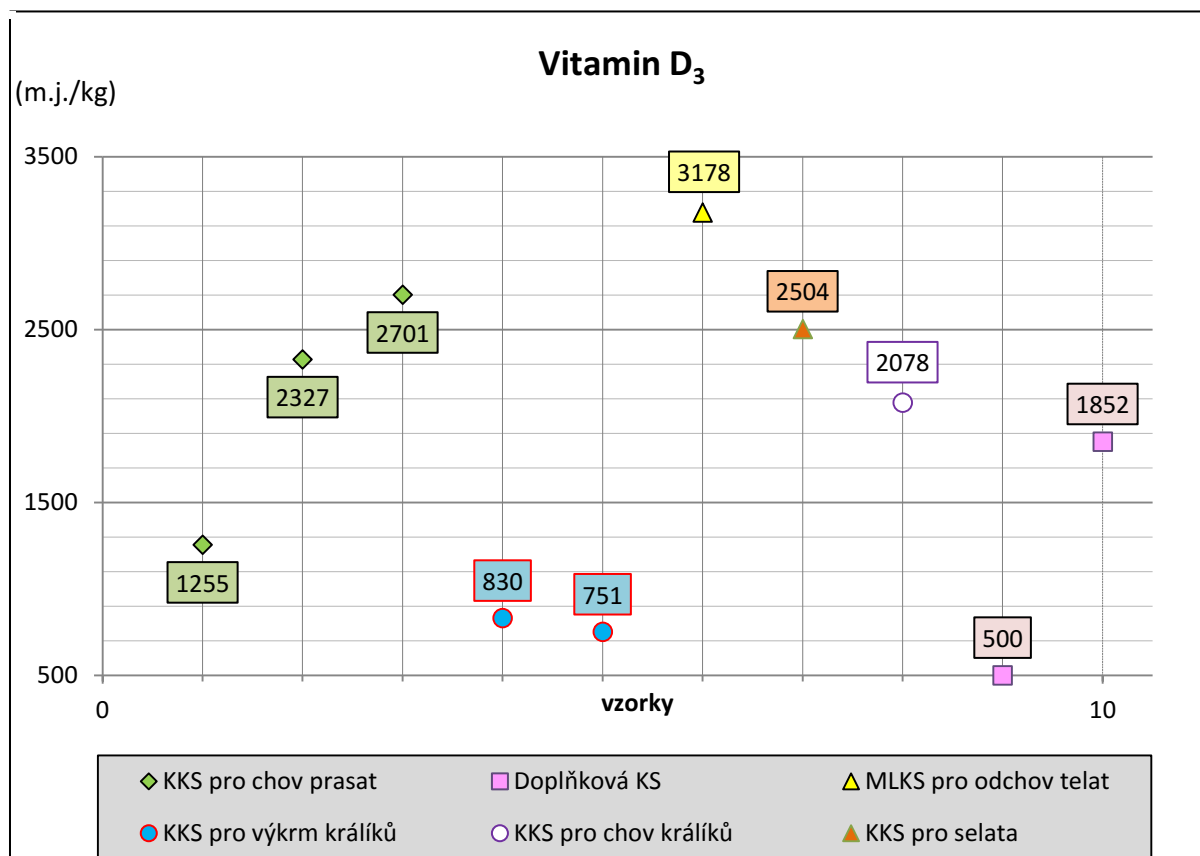
**Graf 57** *Obsah jódu v ostatních krmných směsích*



**Graf 58** Obsah vitamínu A v ostatních krmných směsích



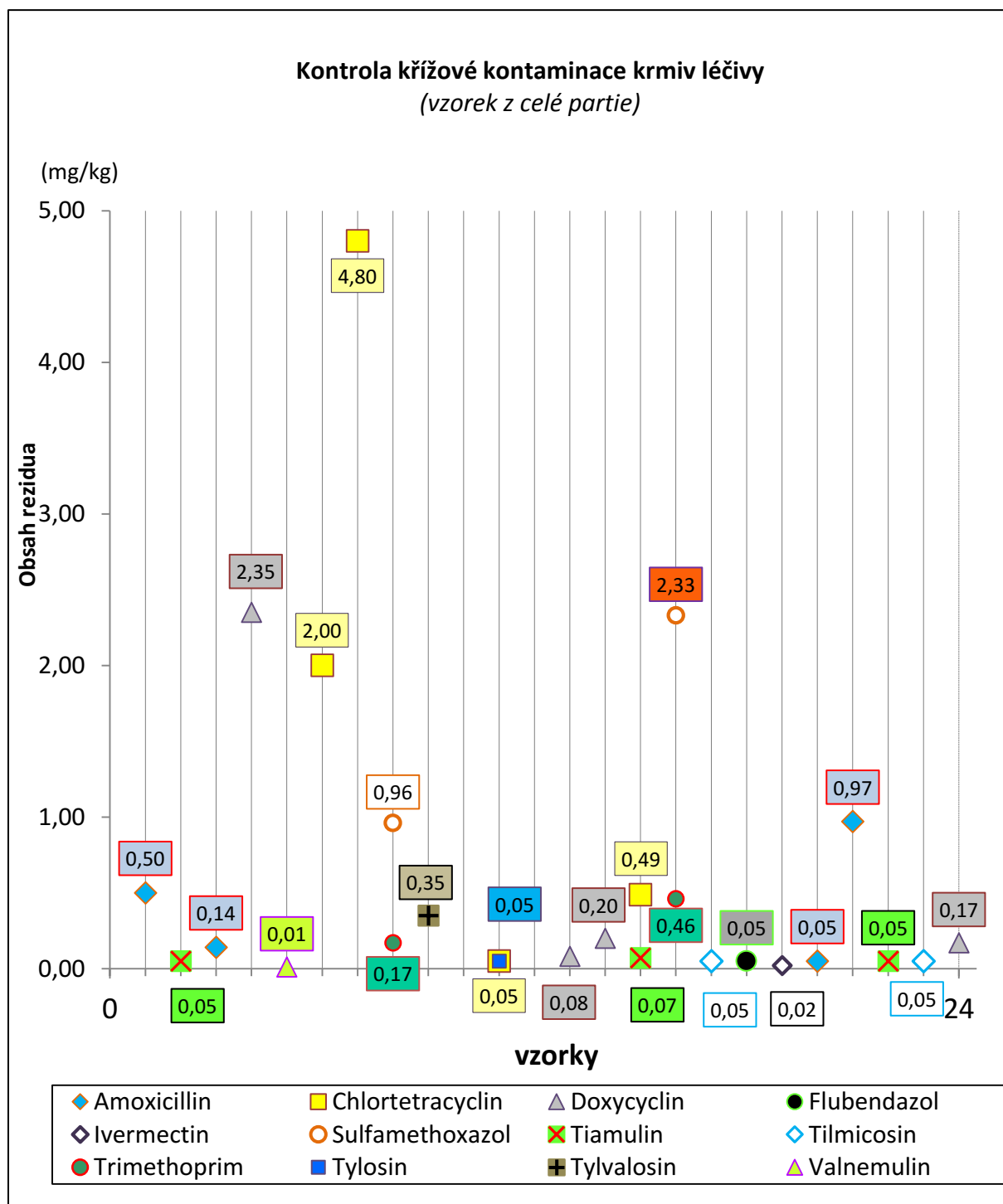
**Graf 59** Obsah vitamínu D<sub>3</sub> v ostatních krmných směsích



### 2.3.3 Cílená kontrola kontaminace krmiv léčivy

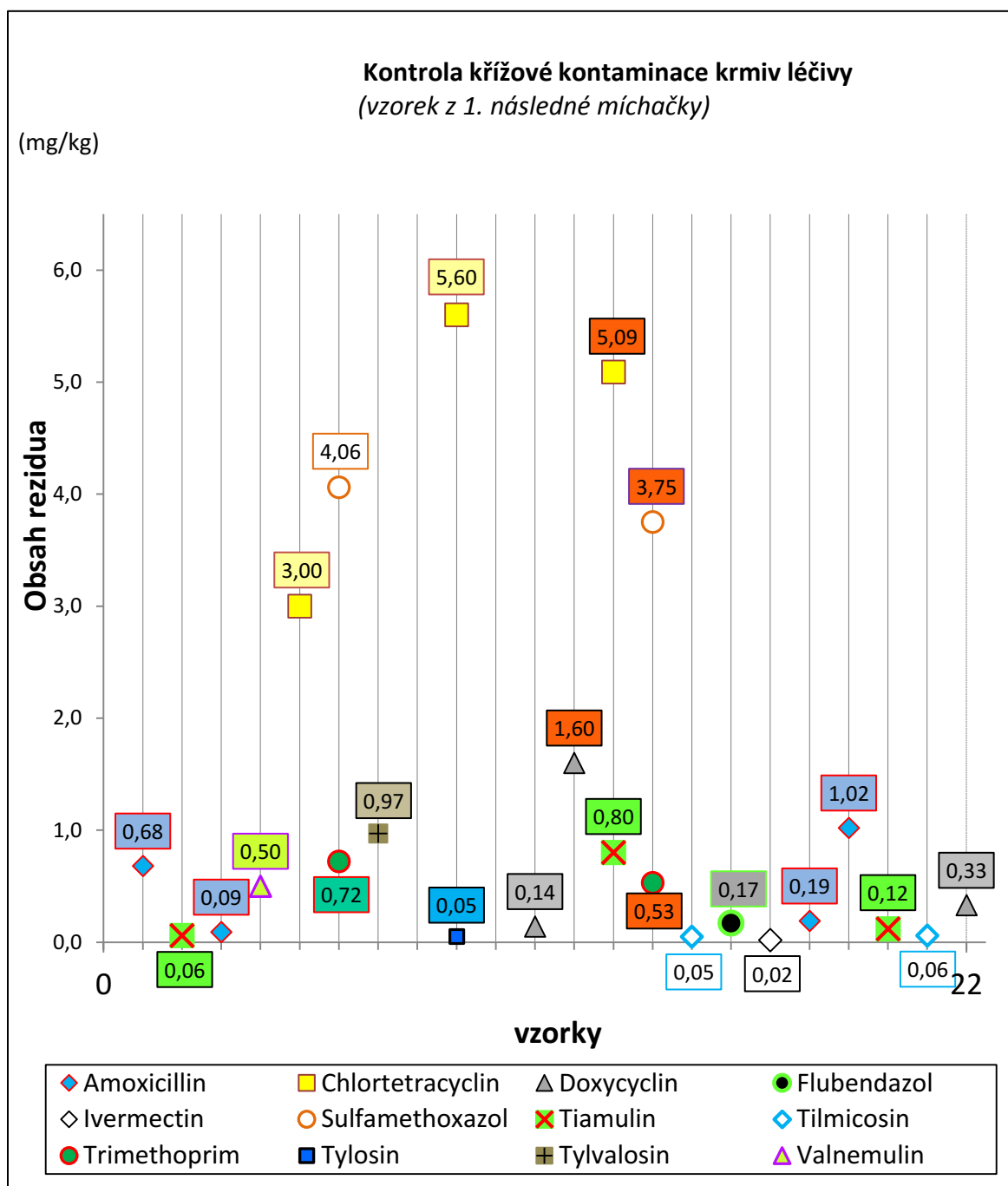
V rámci kontroly bylo odebráno 24 vzorků z celých partií krmných směsí, vyrobených ihned po medikovaných krmivech. Jedno krmivo (kompletní směs pro předvýkrm prasat A1) překročilo úroveň obsahu 1 % rezidua sulfamethoxazolu, kterou ÚKZÚZ ve spolupráci s ÚSKVBL toleruje jako maximální povolený limit nevyhnutelné křížové kontaminace léčiv. Toto nevyhovující krmivo bylo zakázáno zkrmovat.

**Graf 60** Křížová kontaminace léčivy u vzorků krmiv z celé partie (v červeném poli nevyhovující hodnota)



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 hladina nevyhnutelné křížové kontaminace je po dohodě s ÚSKVBL považována přítomnost 1 % obsahu rezidua medikační látky, aplikované v předchozí výrobě. Bylo analyzováno 22 vzorků krmiv. Tři vzorky byly nevyhovující, z toho 1 vzorek nevyhověl obsahem dvou účinných látek současně. Výrobci nevyhovujících vzorků krmiv bylo uloženo a následně ověřeno požadavek zvýšení účinnosti jejich dekontaminačních programů pro zabránění křížové kontaminace krmiv.

**Graf 61** Křížová kontaminace léčivy u vzorků krmiv z 1. míchačky (v červených polích nevyhovující hodnoty)

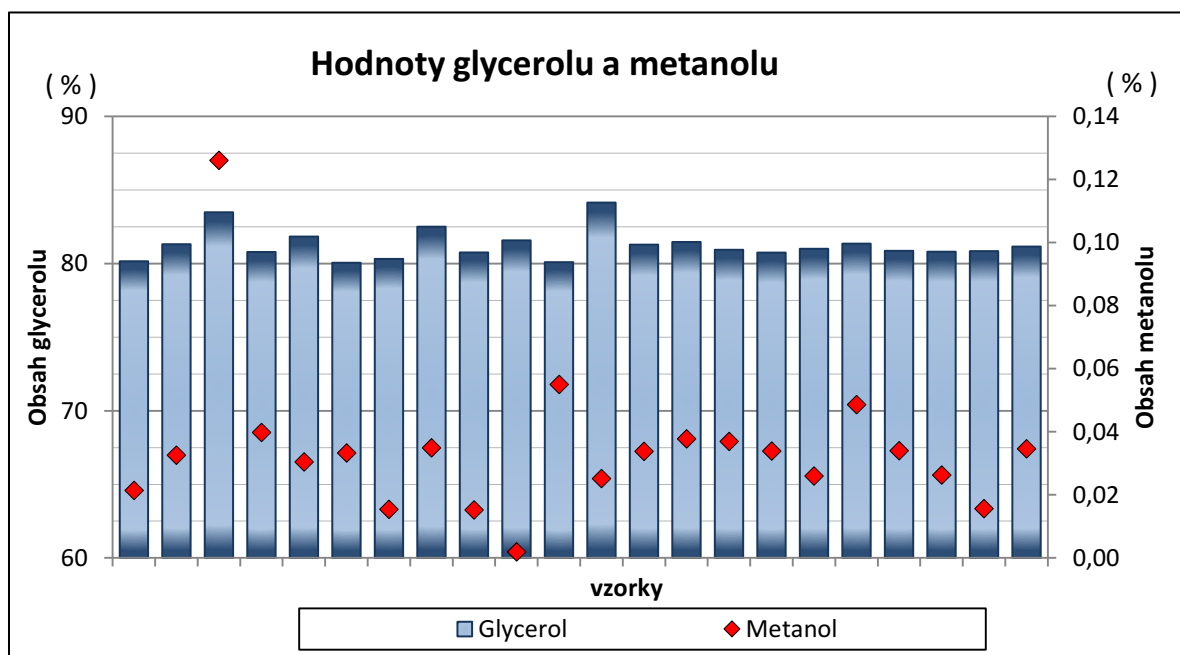


## 2.4 Sledování dalších bezpečnostních a jakostních ukazatelů

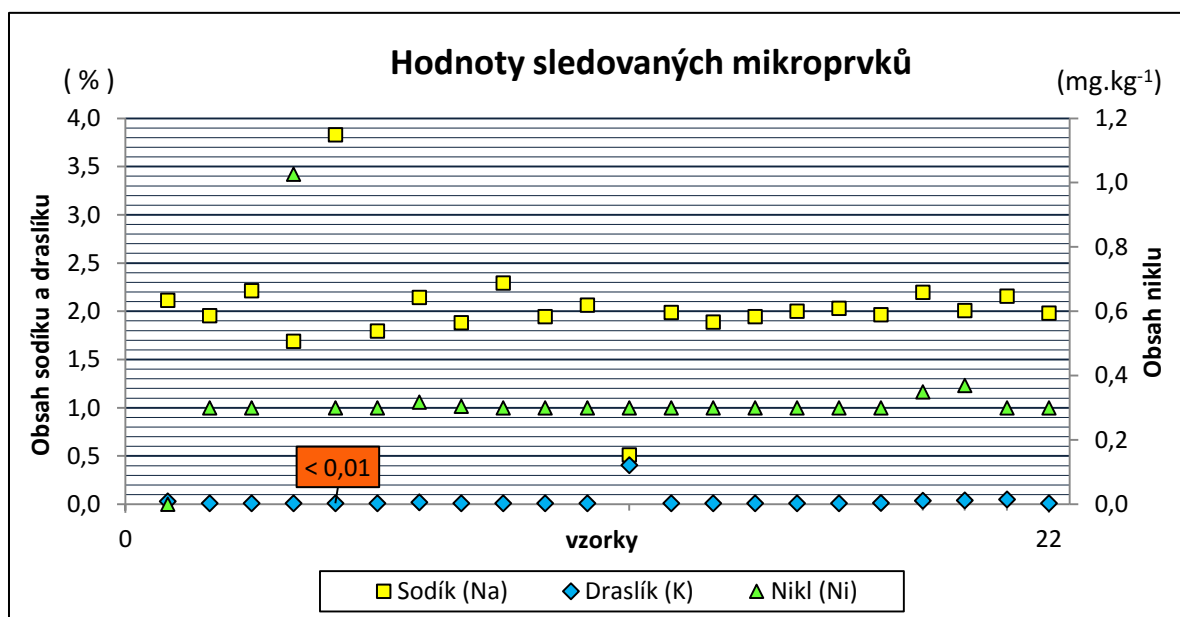
### 2.4.1 Cílená kontrola parametrů glycerolu, používaného jako krmná surovina

Bylo odebráno 22 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 %. Jeden vzorek nevyhověl deklarovanému obsahu draslíku.

**Graf 62** Zjištěný podíl glycerolu a metanolu v krmné surovině glycerínu



**Graf 63** Zjištěné hodnoty sledovaných prvků v krmné surovině glycerínu (v červeném poli nevyhovující deklarace)



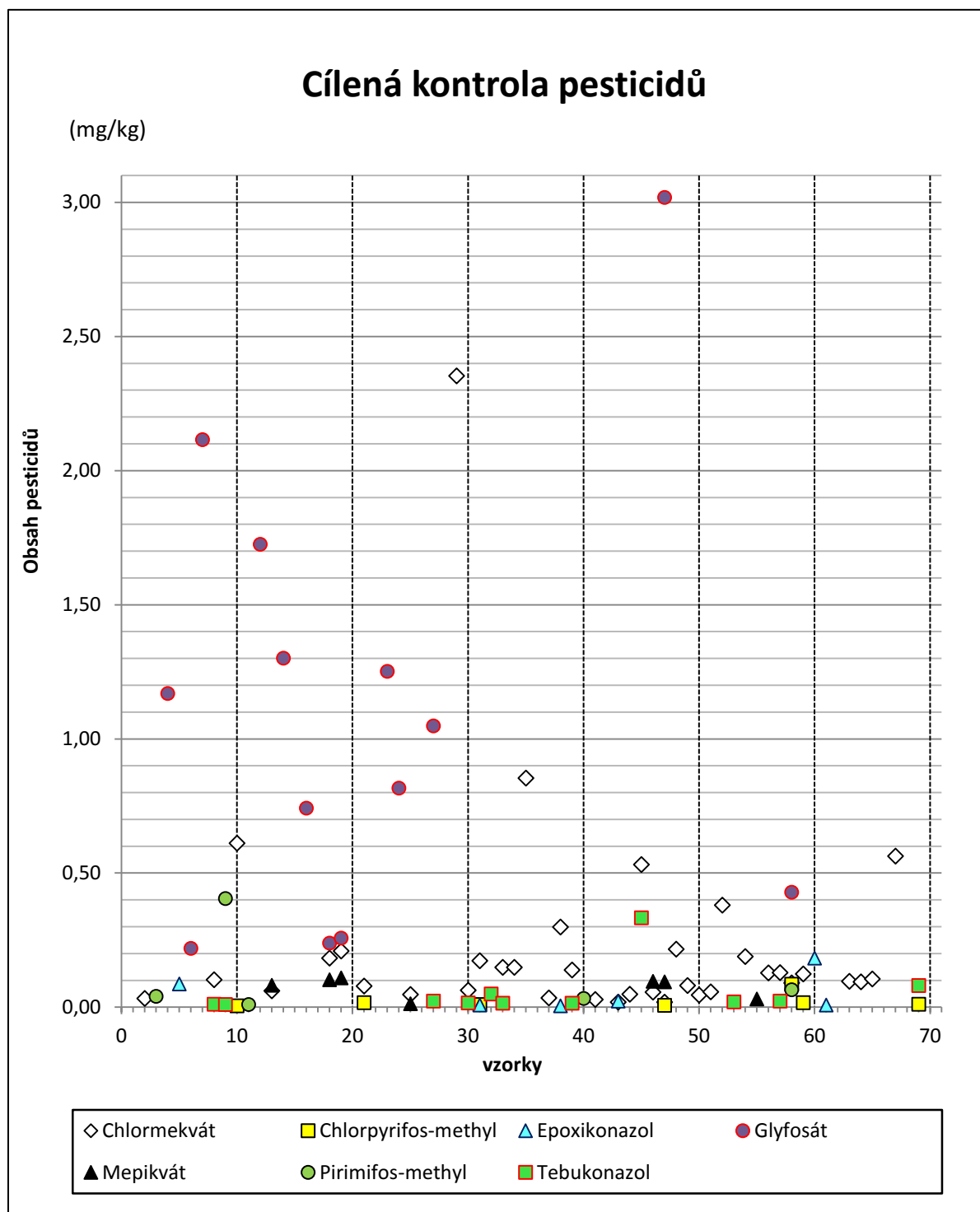


## 2.4.2 Cílená kontrola pesticidů

Přítomnost pesticidů byla zjišťována u 69 vzorků, převážně obilovin. Zjištěné hodnoty účinných látek se obvykle pohybovaly pod mezí detekce přístrojů.

POZN.: Jako nevyhovující byl vyhodnocen 1 falšovaný vzorek rybí moučky původem z Lotyšska, který neobsahoval nadlimitní množství reziduí pesticidů, ale navazující analýzy prokázaly přítomnost amonného dusíku a podíl nedeklarované řepky.

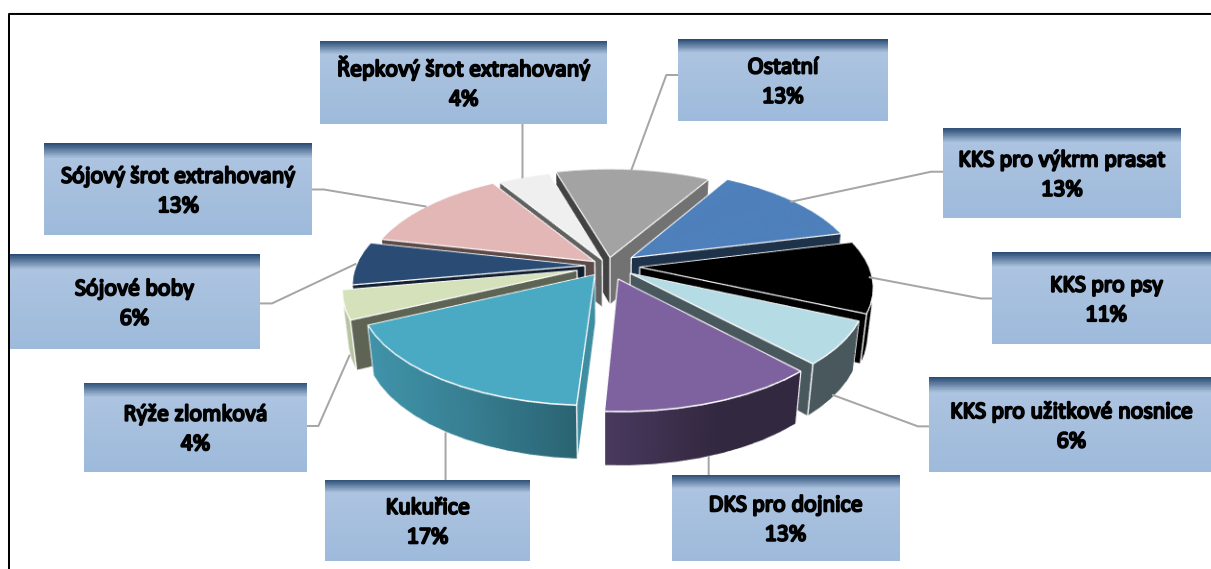
**Graf 64** Zjištěný obsah pesticidů v krmivech nad hranicí detekce přístrojů, do úrovně 1 mg/kg



### 2.4.3 Cílená kontrola přítomnosti a označování genetických modifikací v krmivech

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. Ve vzorcích se sleduje přítomnost povolených modifikací a náležité označení krmiv, obsahujících GM složky, a také přítomnost modifikací nepovolených. Bylo prověřeno 47 vzorků krmiv. Tři vzorky (2x kompletní krmivo pro psy a doplňková směs pro dojnice) s nedeklarovaným obsahem geneticky modifikované řepky, sóji nebo kukuřice byly vyhodnoceny jako nevyhovující, falšované krmivo.

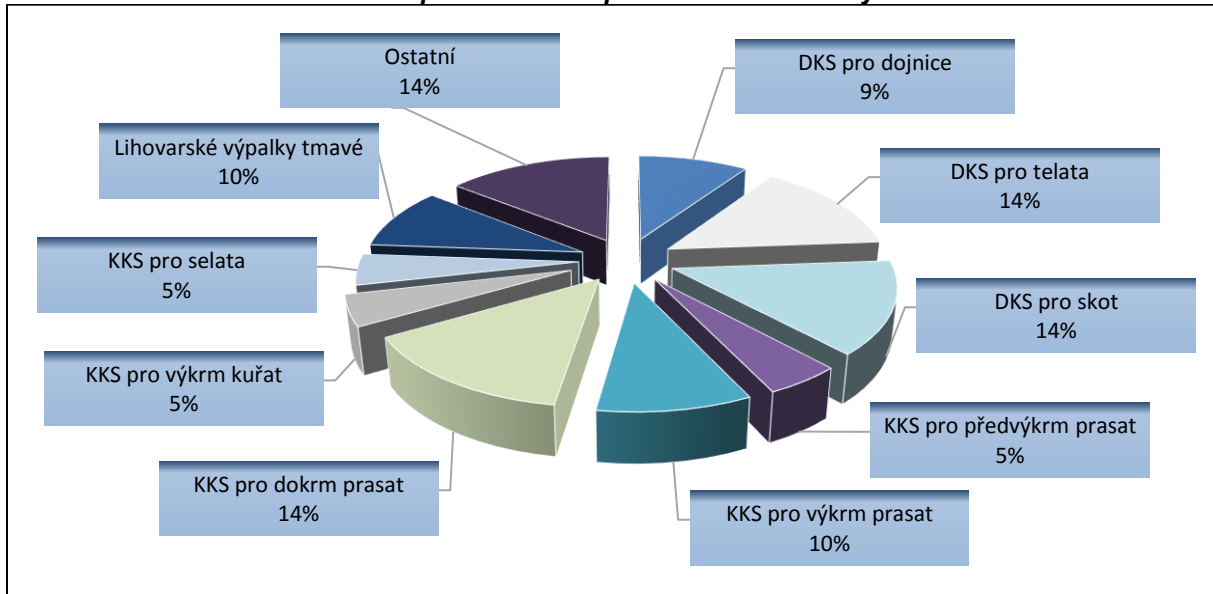
**Graf 65** Zastoupení krmiv odebraných v rámci cílené kontroly přítomnosti GMO



### 2.4.4 Cílená kontrola výskytu zakázaných stimulantů nebo inhibitorů růstu

Bylo prověřeno 27 vzorků převážně krmných směsí pro prasata a skot, zda neobsahují nepovolené antibiotické stimulanty. 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.

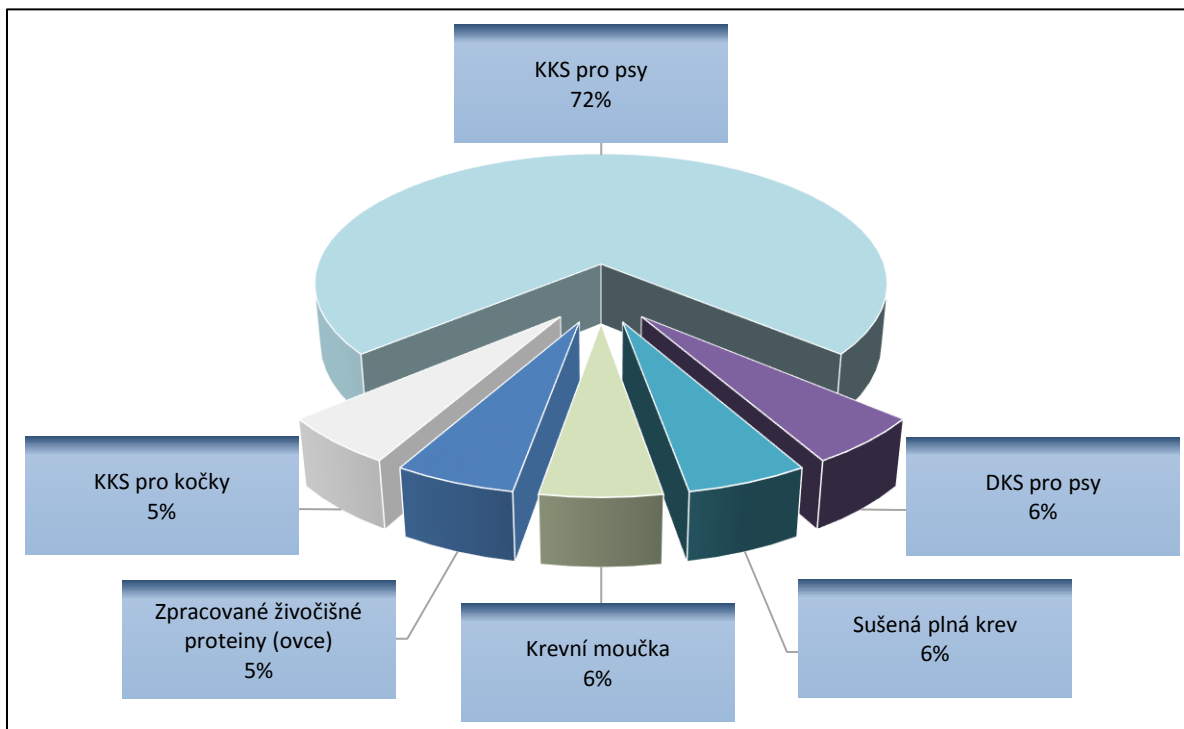
**Graf 66 Odebraná krmiva pro ověření nepřítomnosti zakázaných stimulatorů růstu**



### 2.4.5 Cílená kontrola přítomnosti zpracovaných živočišných proteinů

Kontrola metodou PCR-RT ověřuje, zda druhy a podíly obsažených surovin živočišného původu odpovídají informacím uvedeným v označení krmiva a nedochází k jejich falšování. Bylo odebráno 18 vzorků krmiv s dominantním zastoupením kompletních směsí pro psy. Všechny vzorky byly posouzeny jako vyhovující.

**Graf 67 Krmiva analyzovaná na přítomnost živočišných proteinů**



## 2.5 Závěr

- V roce 2017 ÚKZÚZ v rámci cílené kontroly a monitoringu krmiv odebral a vyhodnotil celkem 814 vzorků krmiv. Jako nevyhovující bylo vyhodnoceno 25 vzorků (3,1 %). Z tohoto počtu byly 3 krmiva nejakostní u jednoho deklarovaného parametru, 4 krmiva s nejakostí více deklarovaných parametrů, 7 krmiv falšovaných a rovněž bylo zjištěno 11 případů vzorků krmiv s ohroženou bezpečností. V předcházejícím roce 2016 cílené kontrole a monitoringu nevyhovělo 2,2 % vzorků krmiv. Lze konstatovat, že v uplynulém roce 2017 byl zaznamenán trend mírného zvýšení výskytu nevyhovujících vzorků a současně i zvýšení závažnosti zjištěných závad úředně analyzovaných krmiv.
- V rámci analytických činností bylo provedeno celkem 18 038 stanovení sledovaných parametrů, z toho nevyhovujících bylo 61 výsledků stanovení analytů. Nejčastěji nevyhovující závadou bylo zjištění nadlimitního obsahu rezidua monensinu (3 vzorky), robenidinu (2), nebo přítomnost nedeklarované GMO kukuřice v krmivu (2). Rovněž bylo prokázáno několik případů uvedení na trh falšované rybí moučky s podílem nedeklarovaných jiných surovin.
- V příštích letech bude ÚKZÚZ v kontrole výskytu zakázaných a nežádoucích látek u krmiv pokračovat. S ohledem na zjištěné výsledky v letošním roce bude zvýšená pozornost stále zaměřena na eliminaci rizika křížové kontaminace krmiv vyrobených po použití kokcidostatik nebo léčiv, zjišťování případů záměrného falšování krmiv a výskytu GMO krmiv.