

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



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

**Zpráva za rok 2016**

- 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 2017



## 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 Monitoring mikrobiálních parametrů půd ČR .....                                        | 23        |
| 1.4.1.6 Monitoring rostlinné produkce - obsahy rizikových prvků v rostlinách .....             | 25        |
| 1.4.1.7 Stanovení obsahu esterů kyseliny ftalové v půdách lokalit BMP v roce 2015 a 2016 ..... | 26        |
| 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 .....                                               | 48        |
| 1.4.3.9 Využití kalů .....                                                                     | 52        |
| 1.4.4 Hodnocení rybničních sedimentů .....                                                     | 53        |
| <b>2. VÝSLEDKY ANALÝZY KRMIV ODEBRANÝCH V RÁMCI CÍLENÉ KONTROLY A MONITORINGU .....</b>        | <b>61</b> |
| 2.1 Sledování zakázaných látek .....                                                           | 62        |
| 2.1.1 Cílená kontrola přítomnosti zpracovaných živočišných bílkovin v krmivech .....           | 62        |
| 2.1.2 Cílená kontrola rybí moučky na přítomnost tkání suchozemských živočichů .....            | 63        |
| 2.2 Sledování nežádoucích látek .....                                                          | 64        |
| 2.2.1 Monitoring vybraných perzistentních organických polutantů (POP) .....                    | 64        |
| 2.2.2 Cílená kontrola dioxinů, furanů a PCB dioxinového typu .....                             | 65        |
| 2.2.3 Monitoring mykotoxinů .....                                                              | 66        |
| 2.2.4 Cílená kontrola přítomnosti těžkých kovů v krmivech .....                                | 68        |
| 2.2.5 Cílená kontrola přítomnosti dalších nežádoucích látek v krmivech .....                   | 69        |
| 2.3 Sledování správného používání doplňkových látek .....                                      | 72        |
| 2.3.1 Cílená kontrola používání kokcidostatik .....                                            | 72        |
| 2.3.2 Cílená kontrola dodržování limitů doplňkových látek .....                                | 76        |
| 2.3.3 Cílená kontrola kontaminace krmiv léčivy .....                                           | 88        |
| 2.4 Sledování dalších bezpečnostních a jakostních ukazatelů .....                              | 90        |
| 2.4.1 Cílená kontrola parametrů glycerolu, používaného jako krmná surovina .....               | 90        |
| 2.4.2 Cílená kontrola pesticidů .....                                                          | 91        |



|            |                                                                                  |           |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.4.3      | Cílená kontrola přítomnosti a označování genetických modifikací v krmivech ..... | 92        |
| 2.4.4      | Cílená kontrola přítomnosti doplňkových látek v krmivech .....                   | 92        |
| 2.4.5      | Cílená kontrola výskytu zakázaných stimulatorů nebo inhibitorů růstu .....       | 93        |
| 2.4.6      | Cílená kontrola přítomnosti zpracovaných živočišných proteinů .....              | 93        |
| <b>2.5</b> | <b>Závěr .....</b>                                                               | <b>94</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 úřední kontroly (Oddělení půdy a lesnictví, Oddělení krmiv, Oddělení registrace hnojiv, Odbor zemědělské inspekce) ve spolupráci s Národní referenční laboratoří ÚKZÚZ, v roce 2016 v oblasti kontroly a monitoringu cizorodých látek v zemědělské půdě a vstupech do půdy:

### 1) Bazální monitoring zemědělských půd (BMP)

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

### 2) Monitoring vstupů do půdy

- Monitoring kvality kalů a kvality půdy a rostlin po aplikaci kalů ČOV
  - odběry vzorků kalů s přednostním výběrem ČOV, jejichž kaly jsou využity v zemědělství
  - odběry a analýzy vzorků 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
- spolupráce se zemědělskými podniky, obecními a krajskými úřady – doplňování databáze registru

#### **4) Kontrola hnojiv**

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

#### **5) Kontrola krmiv**

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

Zpráva hodnotí výsledky za rok 2016, navazuje na výsledky z minulých let a pokud je to možné, hodnotí též vývoj sledovaných parametrů.

## 1.2 CÍLE

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

### Bazální monitoring půd

- Pro orgány státní správy poskytuje informace o stavu a vývoji vlastností půd. Tyto informace slouží především jako soubor referenčních hodnot pro posuzování výsledků dalších šetření. Data jsou porovnávána s výsledky programu AZZP.
- Na úrovni ÚKZÚZ, MZe a MŽP je systém monitoringu navázán na zahraniční systémy monitoringů, slouží k prezentaci výsledků na mezinárodní úrovni a spolupráci se zahraničními odborníky (vazba zejména na Německo, Slovensko, Švýcarsko, Rakousko, Maďarsko).
- Výsledky jsou vyhodnocovány za účelem hodnocení a validace analytických metod.
- Výsledky jsou vyhodnocovány za účelem poskytování materiálů pro ročenky a statistické přehledy.

### Monitoring vstupů do půdy

- a) Monitoring kvality kalů a kvality půdy a rostlin po aplikaci kalů ČOV
  - V návaznosti na 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). Současné byly uplatněny národní nebo mezinárodní normy odběrů vzorků a analytických prací.

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

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

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

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

## 1.4 VÝSLEDKY

### 1.4.1 Bazální monitoring půd

#### 1.4.1.1 Obsahy PCB v půdě

*Šárka Poláková, ÚKZÚZ Brno*

Polychlorované bifenylly (PCB) jsou skupinou organických sloučenin skládajících se z bifenylu ( $C_{12}H_{10}$ ) 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 2016 odebrány ze 40 stálých monitorovacích ploch Bazálního monitoringu půd (pouze z orních horizontů) a 5 lokalit v chráněných územích.

Výsledky stanovení PCB v roce 2016 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 v orných půdách se v období 2004–2016 pohybuje v rozmezí 1,75 až 6,40  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. (nejvyšší hodnoty bylo dosaženo v roce 2004). Medián z roku 2016 činí 2,62  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. Mediány obsahů sumy 7 kongenerů PCB v půdách TTP a CHÚ vykazují stejný rozsah jako orné půdy. Ve vzorcích půd z TTP lze pozorovat mírně vyšší hodnoty mediánů než v orných půdách, což je s největší pravděpodobností způsobeno menší hloubkou odběru vzorku.

Z přílohy 4 je patrný shodný průběh mediánů sumy PCB v letech 2004–2016 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  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  (nejvyšší hodnota mediánu byla 6,50  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  v roce 2004), v roce 2016 činil medián 3,79  $\mu\text{g.kg}^{-1}$ . Lze pozorovat mírné zvyšování hodnot mediánů od roku 2009.

Růst obsahů od roku 2009 je způsoben částečně změnami ve struktuře souboru ploch TTP (plochy nejsou majetkem ústavu, ale soukromých subjektů, které na nich hospodaří běžným způsobem a tedy na nich může docházet ke změně způsobu hospodaření), nicméně velmi mírný růst lze pozorovat i u ploch, které jsou od roku 2009 stálou součástí souboru TTP.

Vzhledem k tomu, že PCB náleží do skupiny polutantů charakteristických dálkovým transportem, je významnou lokalitou BMP Studniční hora - 9002 (KRNAP), 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 a 180). Nálezy jednotlivých kongenerů jsou ve většině případů nižší než mez stanovitelnosti ( $\text{LOQ} = 0,5 \mu\text{g.kg}^{-1}$ ). Ve sledovaném souboru ploch/vzorků lze seřadit kongenery podle počtu jejich nálezů (v roce 2016) následovně: 52 > 153 > 101 > 138 > 180 > 28 = 118. Nejvyšší

průměrný obsah byl detekován u kongenerů 153 a 52, nejvyšších maximálních hodnot bylo dosaženo u kongenerů 138, 153 a 180.

Největší podíl ze sumy 7 kongenerů PCB zaujímá v roce 2016 kongener 52 (cca 27 %), následovaný kongenerem 153 (cca 22 %), ostatní kongenery mají přibližně stejně podíl kolem 10 %.

Nejvyšší obsahy PCB jsou pravidelně zjišťovány na plochách 7902KO, 7901KO, 7045BO a 9002 Studniční hora. Struktura zastoupení sledovaných kongenerů na těchto plochách je jiná – podíl výše chlorovaných kongenerů (138, 153 a 180) činí přibližně 70 % z celé sumy PCB (příloha 3).

Obsahy rizikových prvků a látek v půdě se nyní hodnotí podle dvoustupňového systému – podle preventivních a indikačních hodnot. 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. Preventivní a indikační hodnoty jsou definovány ve vyhlášce 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 č. 153/2016 Sb. uvádí pro obsah PCB v půdě preventivní hodnotu  $20 \mu\text{g.kg}^{-1}$  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 vyhověl požadavku vyhlášky. Indikační hodnota nebyla překročena.

**Tab. 1** Mediány, aritmetické průměry a maxima obsahů sumy 7 kongenerů PCB v orničním horizontu (svrchní vrstvě) všech pozorovacích ploch BMP za období 2004–2016 ( $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.)

| Orná půda (ornice)                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                      | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| medián                               | 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 |
| průměr                               | 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 |
| max.                                 | 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 |
| Trvalé travní porosty (svrchní hor.) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                                      | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| medián                               | 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 |
| průměr                               | 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 |
| max.                                 | 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 |
| Chráněná území (svrchní hor.)        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                                      | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| medián                               | 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 |
| průměr                               | 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 |
| max.                                 | 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 |

**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 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Počet vzorků | 3    | 1    | 2    | 2    | 2    | 2    | 3    | 2    | 3    | 2    | 2    | 2    | 2    |

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 (1998–2016) 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).

### ***Závěry***

- V roce 2016 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 2004–2016 se pohybuje v ornici orných půd mezi 1,75–6,4  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš., nejvyšší hodnota byla zjištěna v roce 2004. Poté došlo ke snížení mediánů a jejich stagnaci. Pro rok 2016 byl pro ornou půdu vypočten medián 2,62  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  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 2016 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. Vyskytují se ve vyšší míře následkem lidské činnosti - především nedokonalého spalování uhlíkatých paliv. V závislosti na struktuře mají některé z nich karcinogenní účinky. Vázané na pevné částice se snadno pohybují vzduchem, v půdě jsou nejčastěji vázané na organickou hmotu. Nejdůležitějším procesem jejich odbourávání z půdního prostředí je biodegradace. V menší míře se uplatňuje vymývání do podzemních vod a odpar do půdního vzduchu.

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

V roce 2016 byly obsahy 16 individuálních PAH stanoveny na 40 vybraných pozorovacích plochách BMP a 5 lokalitách v chráněných územích a to pouze v orničním (svrchním) horizontu (příloha 6). Součástí přílohy je také vypočtená suma všech stanovovaných PAH (suma 16 PAH) 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 PAH na plochách s ornou půdou za dobu sledování 2006–2016 jsou uvedeny v příloze 8. Základní statistické charakteristiky sumy 16 PAH jsou uvedeny v tabulce 3 a souhrnná statistika souboru (2004–2016) je uvedena v příloze 21.

V souboru ploch s ornou půdou kolísaly hodnoty pro sumu 16 PAH v ornici v roce 2016 v rozmezí 144–3993  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. (tabulka 3). Rozsah mediánů (2004–2016) činí 501–778  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. V roce 2016 byla vypočtena hodnota mediánu 617  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.

Ve svrchním horizontu TTP kolísají hodnoty mediánů v letech sledování 2004–2016 mezi 449 a 1175  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. (medián 2016: 600  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.). Plochy s TTP vykazují vyšší hodnoty a větší různorodost hodnot mediánů než plochy s ornou půdou (příloha 9). 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 hospodáří běžným způsobem a tedy může na nich docházet ke změně způsobu hospodaření, což vede k „přesunu“ ploch v rámci sledovaných kultur. Nicméně od roku 2009 je soubor ploch TTP stálý a obsahy PAH zůstávají na přibližně stejné hladině.

Obsahy PAH v půdě se nyní, stejně jako PCB a další látky, 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)perylene BPE, fenantren PHE, fluoranten FLT, chrysen CHR, indeno(123-cd)pyren IPY, naftalen NAP, pyren PYR). Preventivní hodnotu, překročilo v roce 2016 sedm vzorků orné půdy a jeden vzorek TTP. 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.

Počty vzorků překračující limit stanovený vyhláškou č. 153/2016 Sb. jsou uvedeny v tabulce 4. 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 16 PAH v ornici (svrchním horizontu) orných půd, TTP a CHÚ; 2004–2016 ( $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.)***

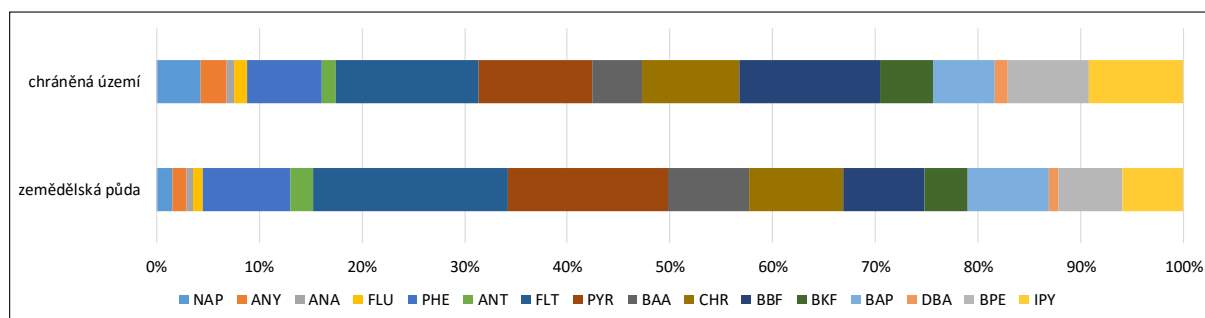
|                    | Orná půda             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                    | 2004                  | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| <b>Arit. prům.</b> | 944                   | 804  | 911  | 748  | 724  | 1049 | 961  | 1081 | 646  | 684  | 654  | 628  | 801  |
| <b>medián</b>      | 778                   | 603  | 675  | 547  | 501  | 737  | 652  | 692  | 533  | 530  | 530  | 529  | 617  |
| <b>minimum</b>     | 135                   | 113  | 69,2 | 117  | 77,1 | 188  | 117  | 131  | 91   | 83,3 | 93,2 | 131  | 144  |
| <b>maximum</b>     | 5167                  | 3419 | 2658 | 2189 | 3009 | 4005 | 6071 | 5478 | 1686 | 2158 | 2118 | 2342 | 3993 |
| <b>počet</b>       | 35                    | 35   | 34   | 34   | 34   | 34   | 33   | 33   | 33   | 34   | 34   | 34   | 34   |
|                    | Trvalé travní porosty |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                    | 2004                  | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| <b>Arit. prům.</b> | 1408                  | 961  | 909  | 841  | 1101 | 699  | 952  | 566  | 747  | 530  | 541  | 690  | 783  |
| <b>medián</b>      | 1302                  | 1013 | 1175 | 847  | 1017 | 594  | 713  | 538  | 463  | 718  | 463  | 449  | 600  |
| <b>minimum</b>     | 648                   | 531  | 282  | 261  | 275  | 305  | 397  | 133  | 117  | 103  | 108  | 151  | 161  |
| <b>maximum</b>     | 2378                  | 1289 | 1311 | 1470 | 2524 | 1124 | 2015 | 1091 | 2479 | 802  | 1001 | 1458 | 1830 |
| <b>počet</b>       | 4                     | 4    | 5    | 5    | 5    | 5    | 6    | 6    | 6    | 5    | 5    | 5    | 5    |
|                    | Chráněná území        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                    | 2004                  | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| <b>Arit. prům.</b> | 420                   | 439  | 675  | 130  | 583  | 564  | 565  | 161  | 458  | 1137 | 231  | 591  | 703  |
| <b>medián</b>      | 134                   | 150  | 229  | 129  | 172  | 215  | 257  | 164  | 187  | 154  | 154  | 165  | 197  |
| <b>minimum</b>     | 84,1                  | 101  | 93,6 | 83,9 | 107  | 169  | 162  | 142  | 129  | 107  | 151  | 131  | 119  |
| <b>maximum</b>     | 1597                  | 1483 | 2168 | 180  | 2302 | 1851 | 1897 | 179  | 1044 | 3935 | 515  | 2004 | 2389 |
| <b>počet</b>       | 5                     | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 3    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    |

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

| Rok                 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Počet vzorků</b> | 9    | 6    | 12   | 9    | 8    | 11   | 7    | 8    | 8    | 9    | 4    | 4    | 7    |

V rámci sumy 16 PAH jsou ve sledovaných zemědělských půdách nejvíce zastoupeny fluoranten (19 %) a pyren (16 %), 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 %) a pyren (11 %), ale nad 10 % má také benzo(b)fluoranten (14 %). Podíl ostatních jednotlivých uhlovodíků je pod 10 %.

**Graf 1** *Poměrné zastoupení jednotlivých PAH na sumě 16 PAH v letech 2006–2016 na zemědělských půdách a v chráněných územích*



## Závěry

- V roce 2016 byly PAH stanoveny na 34 plochách s ornou půdou, 5 plochách s TTP, na 1 chmelnici a v 5 vzorcích nenarušených půd CHÚ.
- Rozsah mediánů v ornici (2004–2019) činí 501–778  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. (medián 2016: 617  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.). Ve svrchním horizontu TTP kolísají hodnoty mediánů mezi 449–1175  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. (medián 2016: 600  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.).
- Limitní hodnotu stanovenou vyhláškou č. 153/2016 Sb., tzv. preventivní hodnotu (1,0  $\text{mg.kg}^{-1}$  suš.) pro polycyklické aromatické uhlovodíky celkem (suma 12 PAH), překročilo v roce 2016 sedm vzorků orné půdy, dále jeden vzorek TTP 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 trichlorethan) a produkty jeho rozpadu – DDE a DDD. Masivní aplikace OCP v první polovině 20. století stála u úspěšného vymýcení chorob přenášených bodavým hmyzem (malárie, tyfus) v Evropě a Severní Americe. Jejich průkazná toxicita a vysoce pravděpodobná karcinogenita u člověka, jejich chemická odolnost a hromadění v tělech vyšších organismů stojících na vrcholu potravního řetězce vedly v druhé polovině 20. století k téměř celosvětovému zákazu jejich používání.

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

Výsledky stanovení za rok 2016 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 (2004–2014) je uvedena v příloze 21. Průběh mediánů v jednotlivých kulturách zobrazuje příloha 17.

**Tab. 5** Základní statistické charakteristiky jednotlivých OCP v ornici a podorničí orných půd za období 2004–2016 ( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  suš.)

|     |        | 2004 | 2005   | 2006   | 2007 | 2008 | 2009 | 2010   | 2011   | 2012   | 2013 | 2014   | 2015   | 2016 |
|-----|--------|------|--------|--------|------|------|------|--------|--------|--------|------|--------|--------|------|
| 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 |
|     | 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 |
|     | 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 |
|     | 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 |
| 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 |
|     | 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 |
|     | 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 |
|     | max.   | 205  | 267    | 280    | 194  | 229  | 240  | 295    | 296    | 285    | 278  | 296    | 339    | 134  |
| 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 |
|     | 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 |
|     | 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 |
|     | 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 |
| 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 |
|     | 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 |
|     | 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 |
|     | max.   | 201  | 326    | 367    | 255  | 230  | 287  | 413    | 243    | 193    | 265  | 195    | 285    | 167  |

**Tab. 6 Základní statistické charakteristiky jednotlivých OCP ve svrchním a spodním horizontu trvalých travních porostů za období 2004–2016 ( $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.)**

|     |        | 2004 | 2005   | 2006   | 2007 | 2008 | 2009 | 2010   | 2011 | 2012 | 2013 | 2014   | 2015   | 2016   |
|-----|--------|------|--------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|--------|--------|--------|
| 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   |
|     | 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   |
|     | 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 |
|     | 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   |
| 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   |
|     | 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   |
|     | 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   |
|     | max.   | 137  | 151    | 128    | 124  | 180  | 16,3 | 11,4   | 35,6 | 41,8 | 32,2 | 34,7   | 29,0   | 29,4   |
| 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   |
|     | 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   |
|     | 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   |
|     | 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   |
| 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   |
|     | 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   |
|     | 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   |
|     | max.   | 170  | 202    | 222    | 213  | 256  | 39,4 | 22,6   | 53,5 | 95,9 | 33,3 | 56,0   | 44,9   | 44,2   |

**Tab. 7 Základní statistické charakteristiky jednotlivých OCP ve svrchním a spodním horizontu půd v chráněných územích za období 2004–2016 ( $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.)**

|     |        | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 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   |
|     | 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   |
|     | 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 |
|     | 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   |
| 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   |
|     | 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   |
|     | 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   |
|     | 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   |
| 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   |
|     | 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   |
|     | 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   |
|     | 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   |
| 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   |
|     | 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   |
|     | 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   |
|     | 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   |

Obsahy **HCH** na plochách Bazálního monitoringu půd jsou dlouhodobě zanedbatelné. Mez stanovitelnosti ( $LOQ = 0,5 \mu\text{g.kg}^{-1} \text{ suš.}$ ) byla v roce 2016 překročena jen ve čtyřech vzorcích zemědělské půdy a jednom vzorku z chráněného území. V každém vzorku byl detekován pouze jeden izomer nad mezí stanovitelnosti; přičemž nalezen byl  $\alpha$ -,  $\beta$ - a  $\gamma$ - izomer. Střední hodnota (medián) sumy 4 izomerů HCH v orných půdách i TTP je  $1,0 \mu\text{g.kg}^{-1} \text{ suš.}$  (orňiční/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  $1,74\text{--}3,93 \mu\text{g.kg}^{-1} \text{ suš.}$  (nejvyšší hodnota je z roku 2016, nejnižší z roku 2015). Rozsah mediánů obsahů HCB ve vzorcích trvalých travních porostů činí  $1,48\text{--}5,28 \mu\text{g.kg}^{-1} \text{ suš.}$  ve svrchním horizontu (nejvyšší hodnota z roku 2016, nejnižší z roku 2015). Střední hodnoty obsahů HCB v půdách jsou nejvyšší od roku 2004.

Mediány **sumy DDT** v orné půdě (suma o,p'- a p,p'- izomerů DDT) kolísají od roku 2004 v rozmezí  $7,61\text{--}16,5 \mu\text{g.kg}^{-1} \text{ suš.}$  (2016:  $9,72 \mu\text{g.kg}^{-1} \text{ suš.}$ ). Po nárůstu obsahů v roce 2013 následoval pokles mediánu na hodnoty z předcházejících let. Mediány obsahů sumy DDT ve vzorcích půd z trvalých travních porostů kolísají ve svrchním horizontu v rozmezí  $4,15\text{--}13,9 \mu\text{g.kg}^{-1} \text{ suš.}$  (2016:  $4,36 \mu\text{g.kg}^{-1} \text{ suš.}$ ).

Mediány **sumy DDE** v orných půdách kolísají v letech 2004–2016 mezi  $5,8$  a  $13,3 \mu\text{g.kg}^{-1} \text{ suš.}$  (medián 2016:  $6,49 \mu\text{g.kg}^{-1} \text{ suš.}$ ) a v půdách s TTP v rozmezí  $3,46\text{--}15,2 \mu\text{g.kg}^{-1} \text{ suš.}$  (2016:  $3,46 \mu\text{g.kg}^{-1} \text{ suš.}$ ).

Obsahy **DDD** na monitorovaných plochách (orná půda, TTP i chráněné území) jsou velmi nízké, většinou nižší než mez stanovitelnosti ( $LOQ = 0,5 \mu\text{g.kg}^{-1} \text{ suš.}$ ). Nejvyšší obsah ( $20,2 \mu\text{g.kg}^{-1} \text{ suš.}$ ) byl naměřen na ploše 7901KO, přičemž obsah  $DDT_{\text{total}}$  na této ploše činí  $43,8 \mu\text{g.kg}^{-1} \text{ suš.}$

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

Průběh obsahů jednotlivých organochlorových pesticidů na plochách, na kterých došlo ve sledovaném období (2000–2016) k překročení preventivní hodnoty, je graficky znázorněn v příloze 18–19.

Počty vzorků, u nichž došlo k překročení preventivní hodnoty podle vyhlášky č. 153/2016 Sb. jsou uvedeny v tabulce 8. Indikační hodnota překročena nebyla.

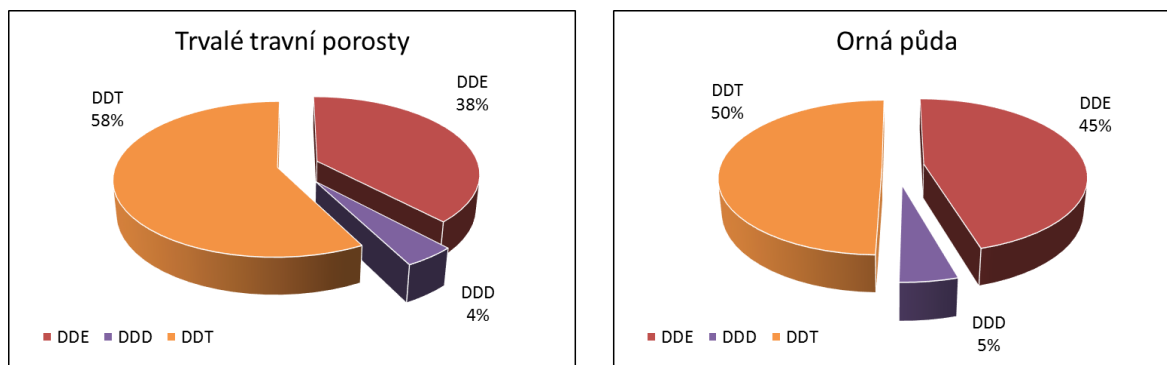
V roce 2016 byla v pěti vzorcích ornice překročena preventivní hodnota podle vyhlášky č. 153/2016 Sb. pro DDT; jeden vzorek TTP nevyhověl požadavkům na obsah HCB.

**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 a chmelnice |         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                       | prev.h. | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| HCB                   | 20      | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| DDT                   | 75      | 6    | 7    | 7    | 8    | 6    | 6    | 8    | 7    | 5    | 8    | 4    | 3    | 5    |
| HCH                   | 10      | 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   |
| Trvalé travní porosty |         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                       | prev.h. | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| HCB                   | 20      | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    |
| DDT                   | 75      | 2    | 1    | 0    | 2    | 1    | 3    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 0    |
| HCH                   | 10      | 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    |

Příloha 20 uvádí vzájemný poměr DDT a jeho metabolitů na pozorovacích plochách BMP a CHÚ v ornici (svrchní vrstvě) pro rok 2016. 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 je vyrovnaný s převahou DDT. Vzájemný poměr jednotlivých látek vzrůstá v pořadí DDD < DDE < DDT.

**Graf 2** Poměrné zastoupení látek skupiny DDT (2004–2015)



### Závěry

- V roce 2016 bylo sledování persistentních organochlorových pesticidů provedeno pouze v ornici (svrchní vrstvě) na stálém souboru 40 pozorovacích ploch na zemědělské půdě a 5 pozorovacích plochách v chráněných územích.
- Obsahy HCH se ve většině případů nachází pod limitem stanovitelnosti ( $0,5 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.). Medián (pro všechny kultury) je  $1,0 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.
- Medián obsahu HCB v ornici orných půd činil v roce 2016  $3,93 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. Medián obsahu HCB ve vzorcích z trvalých travních porostů dosáhl  $5,28 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. Uvedené hodnoty jsou nejvyšší od roku 2004.

- Látky skupiny DDT: mediány obsahů DDT a DDE vypočtené pro orniční horizont kolísají; po nárůstu obsahů v roce 2013 následoval pokles na hodnoty z předcházejících let. Obsahy DDD jsou z dlouhodobého hlediska vyrovnané.
- K překročení preventivních hodnot podle vyhlášky č. 153/2016 Sb. došlo v roce 2016 v pěti vzorcích zemědělských půd pro DDT a v jednom vzorku TTP pro 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 50 % a podíl DDE cca 45 %. V trvalých travních porostech je dosud vyšší podíl DDT (cca 58 %), DDE zaujímá přibližně 38 %. 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

Šárka Poláková, 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.

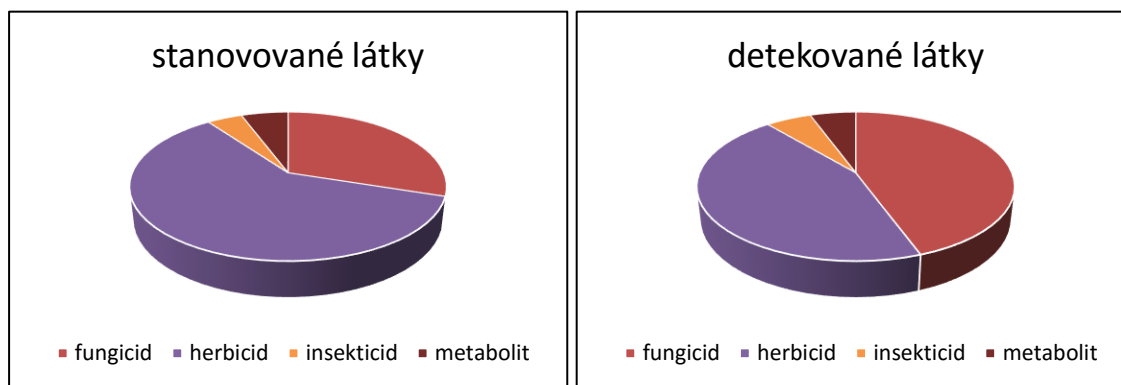
Účinné látky POR byly stanoveny ve vzorcích ze souboru 40 pozorovacích ploch, ze kterých se odebírají vzorky pro stanovení organických polutantů. V roce 2014 byly půdní vzorky odebrány při nebo těsně po sklizni plodiny (květen–říjen), v roce 2015 došlo k úpravě metodiky a to především u termínu vzorkování. Půdní vzorky jsou nyní odebírány 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 a v roce 2016 metabolit terbuthylazinu (tabulka 9).

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

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

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

**Graf 3 Podíl stanovovaných a skutečně detekovaných účinných látek POR v roce 2016**

Nejvyšší počet nálezů v loňském roce byl zaznamenán u látky terbuthylazine-2-h (metabolit terbuthylazinu). Mateřská sloučenina, terbuthylazin, byla v roce 2016 detekována v osmi vzorcích a je v četnosti nálezů na pomyslném 9. místě (příloha 24). Druhou nejčastěji detekovanou látkou byl 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. Třetí nejčastěji detekovanou látkou je metabolit atrazinu – atrazine-2-hydroxy, který je stanovován od roku 2015. Mateřská sloučenina, atrazin, nebyla nalezena ani v jednom vzorku.

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

V roce 2016 byly účinné látky POR stanoveny také ve vzorcích z chráněných území. Žádná ze sledovaných látek v nich nebyla nalezena.

### Závěry

- V roce 2016 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 34 účinných látek a 2 metabolity.
- Nejčastěji byl v roce 2016 detekován terbuthylazine-2-h (metabolit), následovaný epoxiconazolem (fungicid) a dalším metabolitem – atrazine-2-hydroxy.
- Skupina triazolových fungicidů (epoxiconazole, tebuconazole, propiconazole, cyproconazole a flusilazole) patří k nejčastěji detekovaným účinným látkám.
- Triazolové fungicidy mají společný toxikologicky relevantní metabolit: 1,2,4 – triazol. Vzhledem k tomu, že na 1,2,4 – triazol se vztahují stejná kritéria jako na účinné látky bude zahájen monitoring tohoto metabolitu v rámci BMP.

### 1.4.1.5 Monitoring mikrobiálních parametrů půd ČR

Stanislav Malý, ÚKZÚZ Brno

Během prvního týdne měsíce října bylo odebráno 39 vzorků orných půd a půd trvalých travních porostů (TTP) z ploch bazálního monitoringu ÚKZÚZ a pět půd z trvalých travních porostů nacházejících se na území CHKO. Přehled laboratorních stanovení uvádí tabulka 10.

Od roku 2009 jsou v odebraných vzorcích prováděny analýzy enzymatických aktivit pomocí fluorogenních substrátů (tabulka 11). Z dat naměřených v průběhu sledování byly vypočteny mediány a provedeno hodnocení, jakým způsobem enzymatické aktivity odrážejí způsob obhospodařování. Graf analýzy hlavních komponent ukázal vyšší hodnoty všech enzymů v půdách TTP (graf 4). Výsledky explorativní analýzy potvrdil neparametrický t-test ( $p < 0,001$  pro všechny enzymy). Uvedená skutečnost pravděpodobně souvisí s vyšším obsahem organické hmoty v půdách TTP ( $p < 0,001$ ) a následně vyššími hodnotami C mikrobiální biomasy (MBC) ( $p < 0,001$ ) a bazální respirace ( $p < 0,001$ ).

Otázkou proto je, jakou novou informaci stanovení hodnot enzymatických aktivit přináší. Za tímto účelem byl pro každý enzym vypočten poměr mezi jeho aktivitou a hodnotou MBC v dané půdě a výsledná data byla analyzována pomocí PCA. Ordinační diagram ukazuje rozdělení půd orných a trvalých travních porostů podle druhé osy (graf 5). Nalezené rozdíly jsou v první řadě výsledkem výrazně vyšší relativní aktivity arylsulfatasy v půdách TTP ( $p < 0,001$ ). Naopak hodnoty  $\beta$ -glukosidasy vztažené na mikrobiální biomasu vykazovaly vyšší hodnoty v půdách orných ( $p < 0,001$ ), ačkoliv tento rozdíl byl méně zřetelný. Orné půdy, které byly v průběhu sledování zatravněny, se nacházejí v ordinačním diagramu jak mezi půdami ornými, tak TTP (graf 5). Negativní hodnota neparametrického korelačního koeficientu mezi skóre ploch na PC2 a rokem zatravnění ( $r = 0,63$ ;  $p < 0,05$ ) ukazuje, že enzymatické aktivity odrážejí dobu, po kterou je původně orná půda obhospodařována jako travní porost.

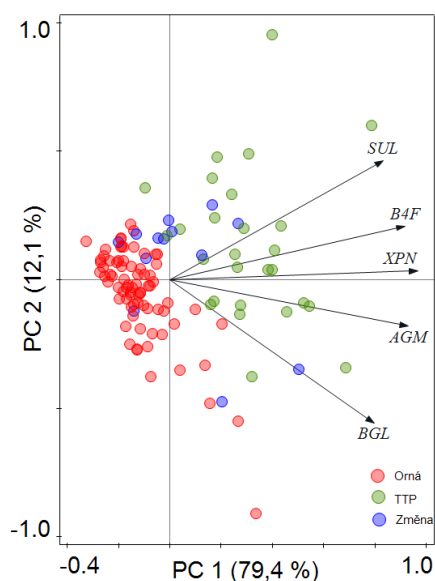
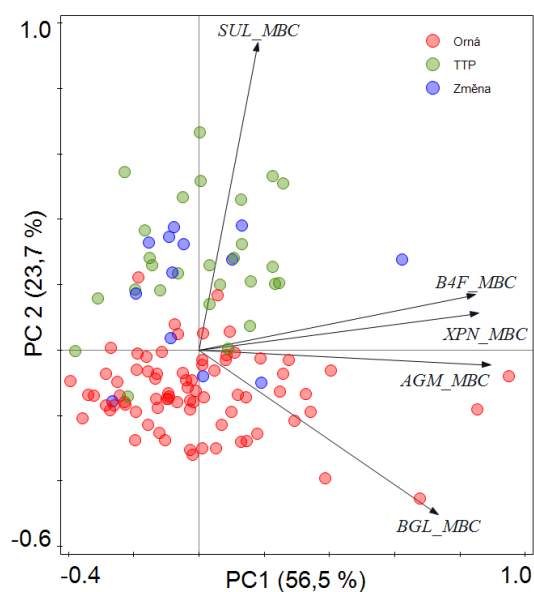
Prezentované výsledky ukazují, že enzymatické aktivity odrážejí funkční změny mikrobiálních společenstev v důsledku změn obhospodařování.

**Tab. 10** *Přehled analýz provedených v rámci monitoringu mikrobiálních vlastností půd ČR v roce 2016 (OMB – Národní referenční laboratoř, Oddělení mikrobiologie a biochemie)*

| metoda                                                | počet vzorků | pracoviště ÚKZÚZ |
|-------------------------------------------------------|--------------|------------------|
| oxidovatelný uhlík                                    | 44           | OMB Brno         |
| pH (KCl)                                              | 44           | Odbor NRL Brno   |
| zrnitostní rozbor                                     | 44           | Odbor NRL Brno   |
| kationtová výměnná kapacita                           | 44           | Odbor NRL Brno   |
| uhlík mikrobiální biomasy                             | 44           | OMB Brno         |
| dusík mikrobiální biomasy                             | 44           | OMB Brno         |
| bazální respirace titračně                            | 44           | OMB Brno         |
| bazální respirace systémem OxiTop                     | 44           | OMB Brno         |
| substrátem indukovaná respirace systémem OxiTop       | 44           | OMB Brno         |
| růstové křivky: specifická růstová rychlost ( $\mu$ ) | 44           | OMB Brno         |
| amonifikace                                           | 44           | OMB Brno         |
| nitrifikační aktivita                                 | 44           | OMB Brno         |
| aktivita ureázy                                       | 44           | OMB Brno         |
| restrikční analýza fragmentu genu amoA                | 24           | OMB Brno         |
| aktivita vybraných půdních enzymů (6)                 | 44           | OMB Brno         |

**Tab. 11** *Přehled enzymatických aktivit*

| Enzym (zkratka)             | Přirozený substrát                                               | Prvek |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------|-------|
| Chitináza (AGM)             | Štěpení $\beta$ -1-4-glykosidických vazeb v chitinu a chitobióze | C     |
| Fosfodiesteráza (B4F)       | Hydrolyza fosfátových diesterů                                   | P     |
| $\beta$ - Glukosidáza (BGL) | Celulóza                                                         | C     |
| Arylsulfatáza (SUL)         | Mineralizace organické síry                                      | S     |
| $\beta$ - Xylosidáza (XPN)  | Xylan, xylobióza                                                 | C     |

**Graf 4** *Ordinační diagram zobrazující vliv způsobu obhospodařování na enzymatické aktivity. Označení jednotlivých enzymů uvádí tabulka 11. Změna = orné půdy, které byly v průběhu sledování zatravněny.***Graf 5** *Ordinační diagram zobrazující vliv způsobu obhospodařování na enzymatické aktivity vztažené na obsah C mikrobiální biomasy. Označení jednotlivých enzymů uvádí tabulka 11. Změna = orné půdy, které byly v průběhu sledování zatravněny.*

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

*Lenka Prášková, ÚKZÚZ Brno*

V roce 2016 bylo analyzováno 86 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 (1997–2016) 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 2016 byl celkem v 9 vzorcích zjištěn nadlimitní obsah prvku. V pěti vzorcích (4x zrno pšenice ozimé a 1x zrno ovsa) byla překročena nejvyšší přípustná hodnota stanovená nařízením komise (ES) č. 1881/2006 (hodnocení z hlediska potravin). Ve všech pěti případech se jednalo o překročení limitní hodnoty u kadmia. Ve čtyřech vzorcích (tři vzorky slámy pšenice ozimé a jeden vzorek chrástu cukrové řepy) byly překročeny nejvyšší přípustné hodnoty z hlediska krmiv stanovené nařízením komise (EU) č. 574/2011 a nařízením komise (EU) č. 1275/2013. U všech vzorků slámy pšenice byl překročen limit pro kadmium a jednou limit pro olovo a u vzorku chrástu cukrové řepy byl také překročen limit pro kadmium a navíc limit pro arzén.

Všechny vzorky, 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 2016 byla provedena analýza 86 vzorků rostlin z 51 pozorovacích ploch BMP.
- V 9 případech došlo k překročení limitních hodnot, z toho bylo 5 vzorků rostlinného produktu k potravinářskému využití (5x kadmium) a 4 produkty pro výrobu krmiv (4x kadmium, 1x olovo, 1x arzén).
- K překročení limitních hodnot došlo ve všech případech ve vzorcích z kontaminovaného subsystému.

#### 1.4.1.7 Stanovení obsahu esterů kyseliny ftalové v půdách lokalit BMP v roce 2015 a 2016

*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 acetonitrilem se standardním přídatkem na objem 1 ml pro HPLC stanovení.

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

Vzorky půd byly získány ze svrchního horizontu půdy.

V roce 2015 se hodnoty koncentrace dibutyl ftalátu (DBP) pohybovaly v rozmezí od 0,08 mg.kg<sup>-1</sup> suš. (vz. č. 3901) do 0,75 mg.kg<sup>-1</sup> suš. (vz. č. 5017). Hodnoty koncentrace di-2-ethylhexyl ftalátu (DEHP) se pohybovaly v rozmezí koncentrací od 0,10 mg.kg<sup>-1</sup> suš. (vz. č. 8904 a 8010) do 1,94 mg.kg<sup>-1</sup> suš. (vz. č. 7901). Celkové hodnoty koncentrace di-2-ethylhexyl ftalátu a dibutyl ftalátu se potom pohybovaly v rozmezí koncentrací od 0,27 mg.kg<sup>-1</sup> suš. (vz. č. 6904) do 2,66 mg.kg<sup>-1</sup> suš. (vz. č. 7901) (tabulka 12).

V roce 2016 se hodnoty koncentrace dibutyl ftalátu (DBP) pohybovaly v rozmezí od 0,02 mg.kg<sup>-1</sup> suš. (vz. č. 7030) do 0,35 mg.kg<sup>-1</sup> suš. (vz. č. 8905). Hodnoty koncentrace di-2-ethylhexyl ftalátu (DEHP) se pohybovaly v rozmezí koncentrací od 0,05 mg.kg<sup>-1</sup> suš. (vz. č. 3901) do 1,25 mg.kg<sup>-1</sup> suš. (vz. č. 7901). Celkové hodnoty koncentrace di-2-ethylhexyl ftalátu a dibutyl ftalátu se potom pohybovaly v rozmezí koncentrací od 0,08 mg.kg<sup>-1</sup> suš. (vz. č. 7030) do 1,53 mg.kg<sup>-1</sup> suš. (vz. č. 7901) (tabulka 13).

Koncentrace obou ftalátů v jednotlivých krajích jsou stále na stabilní úrovni. Bylo zjištěno trvale nejvyšší zatížení ftaláty u lokality 7901 ze Zlínského kraje (k. ú. Malenovice u Zlína). Zdrojem kontaminace půd ftaláty je pravděpodobně průmyslová činnost nedaleko monitorovací plochy a současně i blízkost tamní čistírny odpadních vod.

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 39 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. 12 Stanovené koncentrace DBP, DEHP a  $\Sigma$  DBP a DEHP (mg.kg<sup>-1</sup> suš.) na jednotlivých lokalitách BMP v roce 2015**

| Ozn. vz. | K. ú.                    | DBP                 | DEHP | ΣDBP a DEHP | Kultura   |
|----------|--------------------------|---------------------|------|-------------|-----------|
|          |                          | mg.kg <sup>-1</sup> |      |             |           |
| 2001     | Sedlec u Líbeznic        | 0,46                | 0,89 | 1,35        | orná půda |
| 2002     | Filipov u Čáslavi        | 0,25                | 0,71 | 0,96        | orná půda |
| 2901     | Příbram                  | 0,27                | 1,45 | 1,72        | orná půda |
| 2902     | Lhota u Příbramě         | 0,22                | 0,68 | 0,90        | orná půda |
| 2903     | Kutná Hora 1             | 0,34                | 0,85 | 1,19        | orná půda |
| 2904     | Hlízov                   | 0,24                | 0,65 | 0,89        | orná půda |
| 2905     | Kutná Hora 2             | 0,37                | 0,32 | 0,69        | orná půda |
| 3017     | Dražič                   | 0,22                | 0,14 | 0,36        | orná půda |
| 3023     | Dolní Hořice             | 0,11                | 0,19 | 0,30        | orná půda |
| 3901     | Žirovnice                | 0,08                | 0,29 | 0,37        | orná půda |
| 4023     | Červený Hrádek u Plzně   | 0,23                | 0,51 | 0,74        | orná půda |
| 4024     | Zruč                     | 0,42                | 0,30 | 0,72        | orná půda |
| 4902     | Křimice                  | 0,52                | 0,40 | 0,92        | orná půda |
| 4903     | Sytno                    | 0,21                | 0,21 | 0,42        | orná půda |
| 4904     | Jenišov                  | 0,45                | 0,40 | 0,85        | TTP       |
| 5005     | Panenský Týnec           | 0,35                | 0,57 | 0,92        | orná půda |
| 5017     | Rádlo                    | 0,75                | 0,40 | 1,15        | TTP       |
| 5901     | Louny                    | 0,27                | 0,36 | 0,63        | orná půda |
| 5903     | Žatec                    | 0,54                | 0,62 | 1,16        | chmelnice |
| 5905     | Lubenec                  | 0,34                | 0,40 | 0,74        | TTP       |
| 6019     | Újezd u Sezemic          | 0,32                | 0,43 | 0,75        | orná půda |
| 6024     | Záhrad'                  | 0,30                | 0,23 | 0,53        | orná půda |
| 6904     | Utín                     | 0,13                | 0,14 | 0,27        | orná půda |
| 7030     | Nivnice                  | 0,25                | 0,31 | 0,56        | orná půda |
| 7045     | Boršice u Buchlovic      | 0,12                | 0,25 | 0,37        | orná půda |
| 7901     | Malenovice u Zlína       | 0,72                | 1,94 | 2,66        | orná půda |
| 7902     | Chrlice                  | 0,61                | 1,17 | 1,78        | orná půda |
| 7903     | Vysoké Studenice         | 0,25                | 0,13 | 0,38        | orná půda |
| 7904     | Střížov u Třebíče        | 0,35                | 1,22 | 1,57        | orná půda |
| 8008     | Stará Bělá               | 0,45                | 0,25 | 0,70        | orná půda |
| 8010     | Šenov u Nového Jičína    | 0,20                | 0,10 | 0,30        | orná půda |
| 8019     | Tomíkovice               | 0,34                | 0,11 | 0,45        | orná půda |
| 8021     | Jarcová                  | 0,48                | 0,28 | 0,76        | orná půda |
| 8026     | Mosty u Českého Těšína   | 0,55                | 0,13 | 0,68        | TTP       |
| 8901     | Bílá Voda u Javorníka    | 0,52                | 0,63 | 1,15        | orná půda |
| 8902     | Město Albrechtice        | 0,33                | 0,14 | 0,47        | orná půda |
| 8903     | Žilina u Nového Jičína 1 | 0,58                | 0,25 | 0,83        | TTP       |
| 8904     | Žilina u Nového Jičína 2 | 0,22                | 0,10 | 0,32        | TTP       |
| 8905     | Raškovice                | 0,56                | 0,45 | 1,01        | orná půda |
| 8906     | Dolní Marklovice         | 0,74                | 0,20 | 0,94        | orná půda |

**Tab. 13 Stanovené koncentrace DBP, DEHP a  $\Sigma$  DBP a DEHP ( $\text{mg.kg}^{-1}$  suš.) na jednotlivých lokalitách BMP v roce 2016**

| Ozn. vz. | K. ú.                  | DBP                 | DEHP | ΣDBP a DEHP | Kultura   |
|----------|------------------------|---------------------|------|-------------|-----------|
|          |                        | mg.kg <sup>-1</sup> |      |             |           |
| 2001     | Sedlec u Líbeznic      | 0,11                | 0,19 | 0,30        | orná půda |
| 2002     | Filipov u Čáslavi      | 0,11                | 0,46 | 0,57        | orná půda |
| 2901     | Příbram                | 0,27                | 0,67 | 0,94        | orná půda |
| 2902     | Lhota u Příbramě       | 0,04                | 0,15 | 0,19        | orná půda |
| 2903     | Kutná Hora 1           | 0,11                | 1,03 | 1,14        | orná půda |
| 2904     | Hlízov                 | 0,04                | 0,44 | 0,48        | orná půda |
| 2905     | Kutná Hora 2           | 0,02                | 0,29 | 0,31        | orná půda |
| 3017     | Dražič                 | 0,04                | 0,51 | 0,55        | orná půda |
| 3023     | Dolní Hořice           | 0,09                | 0,19 | 0,28        | orná půda |
| 3901     | Žirovnice              | 0,11                | 0,05 | 0,15        | orná půda |
| 4023     | Červený Hrádek u Plzně | 0,11                | 0,31 | 0,42        | orná půda |
| 4024     | Zruč                   | 0,02                | 0,34 | 0,36        | orná půda |
| 4902     | Křimice                | 0,11                | 0,34 | 0,45        | orná půda |
| 4903     | Sytno                  | 0,04                | 0,19 | 0,23        | orná půda |
| 4904     | Jenišov                | 0,08                | 0,45 | 0,53        | TTP       |
| 5005     | Panenský Týnec         | 0,08                | 0,32 | 0,40        | orná půda |
| 5017     | Rádlo                  | 0,17                | 0,32 | 0,49        | TTP       |
| 5901     | Louny                  | 0,09                | 0,43 | 0,52        | orná půda |
| 5903     | Žatec                  | 0,16                | 0,65 | 0,81        | chmelnice |
| 5905     | Lubenec                | 0,03                | 0,17 | 0,20        | TTP       |
| 6019     | Újezd u Sezemic        | 0,17                | 0,06 | 0,23        | orná půda |
| 6024     | Záhrad'                | 0,06                | 0,32 | 0,38        | orná půda |
| 6904     | Utín                   | 0,18                | 0,16 | 0,34        | orná půda |
| 7030     | Nivnice                | 0,02                | 0,06 | 0,08        | orná půda |
| 7045     | Boršice u Buchlovic    | 0,14                | 0,41 | 0,54        | orná půda |
| 7901     | Malenovice u Zlína     | 0,28                | 1,25 | 1,53        | orná půda |
| 7902     | Chrlice                | 0,18                | 1,08 | 1,26        | orná půda |
| 7903     | Vysoké Studenice       | 0,08                | 0,77 | 0,84        | orná půda |
| 7904     | Střížov u Třebíče      | 0,07                | 0,71 | 0,78        | orná půda |
| 8008     | Stará Bělá             | 0,08                | 0,50 | 0,58        | orná půda |
| 8010     | Šenov u Nového Jičína  | 0,13                | 0,11 | 0,24        | orná půda |
| 8019     | Tomíkovice             | 0,22                | 0,17 | 0,38        | orná půda |

### 1.4.2 Kontrola hnojiv a pomocných látek

*Jaroslav Houček, ÚKZÚZ Brno*

V roce 2016 pokračovala registrace hnojiv a pomocných látek (dále jen PL) podle zákona č. 156/1998 Sb., o hnojivech. Kromě registrace pracovníci Oddělení hnojiv 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.

Celkem bylo v loňském roce vydáno 226 rozhodnutí o registraci hnojiv a PL, ohlášeno bylo 143 hnojiv, v režimu vzájemného uznávání bylo evidováno 72 výrobků a konečně v režimu HNOJIV ES 84 hnojiv.

K 1. 1. 2017 bylo v Registru hnojiv evidováno celkem 1702 hnojiv a PL v režimu registrace, 485 hnojiv v režimu ohlášení, 327 hnojiv a PL v režimu vzájemného uznávání a 371 hnojiv v režimu HNOJIV ES. Poměr tuzemských/zahraničních hnojiv a PL je cca 45%/55%. Podíl HNOJIV ES na celkovém objemu obchodovaných hnojiv v ČR se odhaduje na cca 30 až 35 %.

V rámci odborného dozoru bylo odebráno celkem 438 vzorků – 209 registrovaných hnojiv a PL, 43 ohlášených hnojiv, 141 HNOJIV ES, 2 vzájemně uznané výrobky, dále 43 dalších hnojiv (digestáty, statková hnojiva), která nebyla uvedena do oběhu, nýbrž aplikována na vlastní pozemky (v tomto případě se ověřuje pouze obsah rizikových prvků). Na základě výsledků analýz vzorků bylo zrušeno 15 rozhodnutí o registraci, byla zahájena 4 správní řízení u hnojiv ES a 4 správní řízení u statkových hnojiv.

### 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 2016 byl na vybraných ČOV odebrán v průběhu roku jeden vzorek kalu a dále byly přímo z pole odebrány dva vzorky kalu určené k přímé aplikaci na zemědělskou půdu. 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), chrómu (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 2016 byly v externí laboratoři Labtech s.r.o. v Brně stanoveny ve vybraných čtyřech 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 2016 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 2016 nalezeny ve vzorcích z Libereckého kraje<sup>1</sup>. V tomto kraji bylo u 7 z 12 sledovaných rizikových prvků dosaženo nejvyšších hodnot mediánů; a to u arsenu, beryllia, kadmia, chromu, rtuti, olova a zinku. V Královéhradeckém kraji byla zjištěna nejvyšší hodnota mediánu pro měď, v Ústeckém kraji pro molybden a v kraji Vysočina pro kobalt, nikl a vanad (příloha 30). Příloha 31 uvádí výčet všech ČOV, na kterých byl v roce 2016 zjištěn nadlimitní výskyt sledovaných RP.

Přehled počtu vzorků kalů s nadlimitním obsahem rizikových prvků uvádí tabulka 14. Z této tabulky je patrné, že z celkových odebraných 82 vzorků kalů (z 80 ČOV) bylo 18 vzorků (z 18 ČOV) nadlimitních a u těchto vzorků bylo zjištěno 25 překročení limitních obsahů rizikových prvků. Stejně jako v roce 2015 byly nejčastěji překročeny limity pro měď (6 překročení, což odpovídá 7,3 % vzorků), následoval nikl (5 překročení, 6,1 %) a dále chrom (4 překročení, 4,9 %).

<sup>1</sup> V Karlovarském kraji bylo dosaženo vyšších hodnot, nicméně byl odebrán pouze jeden vzorek kalu.

**Tab. 14 Počty vzorků kalů překračující limitní hodnoty stanovené vyhláškou č. 382/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů a počty ČOV s nadlimitním obsahem alespoň jednoho rizikového prvku - rok 2016; jednotlivé kraje, ČR**

| Kraj                                     |                        | As | Cd | Cr | Cu | Hg | Mo | 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  | 0  |           |                       |     |
| Jihočeský                                | počet vzorků           | 11 |    |    |    |    |    |    |    |    | 11        | 1                     | 9   |
|                                          | počet nadlimitů        | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  |           |                       |     |
| Jihomoravský                             | počet vzorků           | 7  |    |    |    |    |    |    |    |    | 6         | 0                     | 0   |
|                                          | počet nadlimitů        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |           |                       |     |
| Karlovarský                              | počet vzorků           | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    | 1         | 0                     | 0   |
|                                          | počet nadlimitů        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |           |                       |     |
| Královéhradecký                          | počet vzorků           | 2  |    |    |    |    |    |    |    |    | 2         | 1                     | 50  |
|                                          | počet nadlimitů        | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |           |                       |     |
| Liberecký                                | počet vzorků           | 3  |    |    |    |    |    |    |    |    | 3         | 3                     | 100 |
|                                          | počet nadlimitů        | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  |           |                       |     |
| Moravskoslezský                          | počet vzorků           | 3  |    |    |    |    |    |    |    |    | 3         | 0                     | 0   |
|                                          | počet nadlimitů        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |           |                       |     |
| Olomoucký                                | počet vzorků           | 10 |    |    |    |    |    |    |    |    | 10        | 1                     | 10  |
|                                          | počet nadlimitů        | 0  | 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  | 0  |           |                       |     |
| Plzeňský                                 | počet vzorků           | 9  |    |    |    |    |    |    |    |    | 9         | 1                     | 11  |
|                                          | počet nadlimitů        | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  |           |                       |     |
| Středočeský                              | počet vzorků           | 5  |    |    |    |    |    |    |    |    | 5         | 3                     | 60  |
|                                          | počet nadlimitů        | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  |           |                       |     |
| Ústecký                                  | počet vzorků           | 7  |    |    |    |    |    |    |    |    | 7         | 1                     | 14  |
|                                          | počet nadlimitů        | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  |           |                       |     |
| Vysočina                                 | počet vzorků           | 9  |    |    |    |    |    |    |    |    | 9         | 4                     | 44  |
|                                          | počet nadlimitů        | 0  | 2  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 2  | 0  |           |                       |     |
| Zlínský                                  | počet vzorků           | 9  |    |    |    |    |    |    |    |    | 8         | 3                     | 38  |
|                                          | počet nadlimitů        | 0  | 0  | 0  | 2  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  |           |                       |     |
| Počet analyzovaných vzorků v ČR (celkem) | počet vzorků           | 82 |    |    |    |    |    |    |    |    | 80        | 18                    | 23  |
|                                          | počet nadlimitů        | 1  | 3  | 4  | 6  | 2  | 0  | 5  | 3  | 1  |           |                       |     |
|                                          | počet nadlimitů celkem | 25 |    |    |    |    |    |    |    |    |           |                       |     |

Grafické znázornění vývoje aritmetických průměrů a mediánů obsahů RP v kalech ČOV za období sledování 1994 až 2016 je uvedeno v příloze 32. Při porovnání obsahů na počátku sledování (polovina 90-tých let) a v současnosti lze říci, že došlo k výraznému snížení obsahů kadmia, rtuti, olova a 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 arzénu se hodnoty mediánu udržují víceméně na stejné úrovni, na

kterou poklesly, hodnoty olova pokračují v dalším snižování a hodnoty zinku kolísají, zatímco střední hodnoty obsahu chromu stagnují.

V rámci České republiky nevyhovělo v roce 2016 limitním hodnotám rizikových prvků stanoveným ve vyhlášce č. 437/2016 Sb. 18 vzorků kalů z 80 ČOV (22,5 %). 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 2016 zjištěn v Libereckém kraji (100 %), který je pravidelně na čelním místě. Následovaly kraje Středočeský (60 %) a Královéhradecký (50 %) (tabulka 14).

V průběhu let dochází z pohledu překračování limitních obsahů rizikových prvků ke snižování počtu nevyhovujících vzorků kalů (tabulka 15). V posledních letech jsou limitní obsahy překračovány u cca 20 % vzorkovaných ČOV.

**Tab. 15 Počet vzorků s nadlimitním obsahem alespoň jednoho rizikového prvku v kalech z ČOV v České republice za roky 2001 – 2016**

| Rok                 |       | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Celkem ČOV          |       | 195  | 199  | 96   | 101  | 100  | 101  | 107  | 106  | 102  | 103  |
| Z toho nadlimitních | Počet | 90   | 87   | 34   | 33   | 29   | 42   | 23   | 23   | 26   | 16   |
|                     | %     | 46,2 | 43,7 | 35,4 | 32,7 | 29,0 | 41,6 | 21,5 | 21,7 | 25,5 | 15,3 |

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

## Závěry

- V roce 2016 bylo na obsah rizikových prvků v rámci monitoringu kalů z ČOV odebráno a zanalyzováno 82 vzorků z 80 ČOV. Z tohoto souboru nevyhověly vyhlášce č. 437/2016 Sb. vzorků z 18 ČOV, tedy 22,5 %.
- Nejčastěji byla limitní hodnota překračována v případě mědi, niklu a chromu.
- Při porovnání obsahů na počátku sledování (polovina 90-tých let) a v současnosti lze říci, že 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 obsahu chromu se nemění.
- Největší podíl ČOV produkujících čistírenské kaly s nadlimitním obsahem alespoň jednoho rizikového prvku je pravidelně zjišťován v Libereckém 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

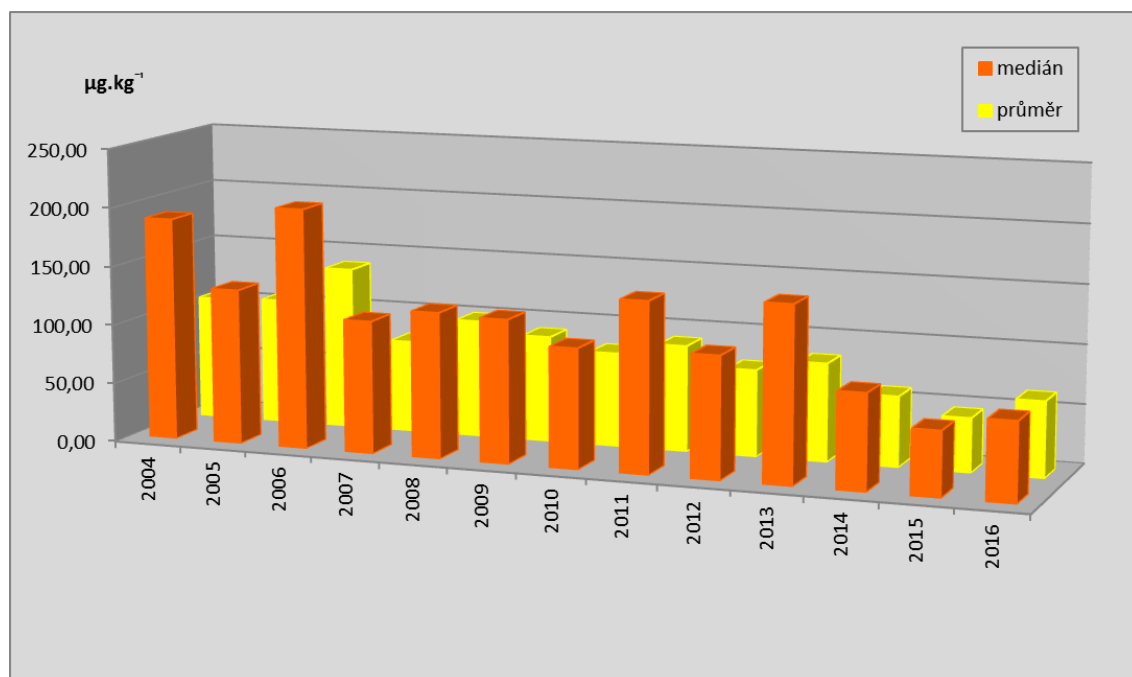
Polychlorované bifenylly (PCB) jsou v kalech ČOV stanovovány od roku 1998. K původně stanovovaným šesti kongenerům (28, 52, 101, 138, 153, 180) přibyl v roce 2002 sedmý (118). Celkem byly obsahy PCB v roce 2016 stanoveny v 21 vzorcích kalů. Podrobnou tabulku obsahů jednotlivých kongenerů PCB i sumy 7 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 16. 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. 16** *Základní statistické charakteristiky obsahu PCB v kalech ČOV – rok odběru 2016, 21 vzorků,  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  sušiny*

|                                                                                | Kongenery PCB |      |      |      |      |      |      | Suma 7 kongenerů |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------|------|------|------|------|------|------|------------------|
|                                                                                | 28            | 52   | 101  | 118  | 138  | 153  | 180  |                  |
| <b>Průměr</b>                                                                  | 5,09          | 14,4 | 9,56 | 4,29 | 9,01 | 16,0 | 8,20 | 66,6             |
| <b>Medián</b>                                                                  | 4,35          | 13,9 | 8,69 | 4,43 | 8,61 | 15,5 | 8,41 | 67,0             |
| <b>Minimum</b>                                                                 | 1,87          | 6,50 | 3,41 | 0,89 | 1,34 | 2,74 | 1,28 | 19,9             |
| <b>Maximum</b>                                                                 | 13,5          | 24,4 | 17,8 | 6,65 | 16,0 | 30,1 | 20,1 | 115              |
| <b>10.percentil</b>                                                            | 2,54          | 8,24 | 6,70 | 2,44 | 3,53 | 7,12 | 2,98 | 38,9             |
| <b>90.percentil</b>                                                            | 8,15          | 19,8 | 14,2 | 5,80 | 14,6 | 25,4 | 12,4 | 91,6             |
| <b>Limitní hodnota pro sumu 7 kongenerů PCB podle vyhlášky č. 437/2016 Sb.</b> |               |      |      |      |      |      |      | 600              |
| <b>Počet překročení limitu v roce 2016</b>                                     |               |      |      |      |      |      |      | 0                |

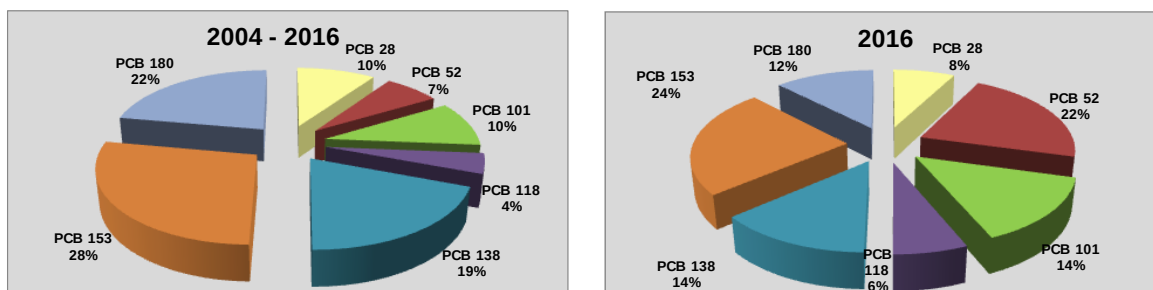
V roce 2016 byly střední hodnoty u kongeneru 52 cca 4x vyšší než v předchozím roce. Sumy 7 kongenerů PCB v kalech kolísaly v roce 2016 v rozpětí od 19,9 do 115  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš., aritmetický průměr činil 66,6  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. a medián 67,0  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.

**Graf 6** *Střední hodnoty obsahů sumy 7 kongenerů PCB v kalech ČOV, 2004–2016*



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 652 vzorků kalů ČOV odebraných za období 1998–2016 je uvedena v příloze 35.

**Graf 7** Procentuální zastoupení jednotlivých kongenerů PCB na celkové sumě 7 kongenerů v kalech ČOV, 2004–2016 a v roce 2016



Z kongenerů se, za vyhodnocené období 2004–2016, na celkové sumě 7 kongenerů PCB nejvíce podílí kongener 153 (28 %) a 180 (22 %) (graf 7). Zastoupení jednotlivých kongenerů v celkové sumě PCB se v dlouhodobém horizontu prakticky nemění. Ve vzorcích z roku 2016 má největší zastoupení kongener 153 (24 %) a 52 (22 %).

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 2016 nebyla tato mezní hodnota překročena v žádném vzorku. V příloze 36 jsou uvedeny vzorky ČOV u nichž došlo k překročení limitní hodnoty v období 1998–2016. Výsledky rozborů vzorků z ČOV, na nichž proběhly odběry alespoň pětkrát v období 1998–2016 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 2016 byl obsah polychlorovaných bifenylů stanoven v 21 vzorcích kalů.
- Sumy 7 kongenerů PCB v kalech kolísaly v roce 2016 v rozpětí hodnot od  $19,9$  do  $115 \text{ } \mu\text{g.kg}^{-1} \text{ suš.}$ , aritmetický průměr činil  $66,6 \text{ } \mu\text{g.kg}^{-1} \text{ suš.}$  a medián  $67,0 \text{ } \mu\text{g.kg}^{-1} \text{ suš.}$
- V sumě 7 kongenerů PCB měly v období 2004–2016 největší zastoupení kongenery 153 (28 %) a 180 (22 %).
- Střední hodnoty obsahů PCB v kalech (vybraných ČOV) od roku 2004 klesají.
- Z odebraných vzorků kalů ČOV v roce 2016 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

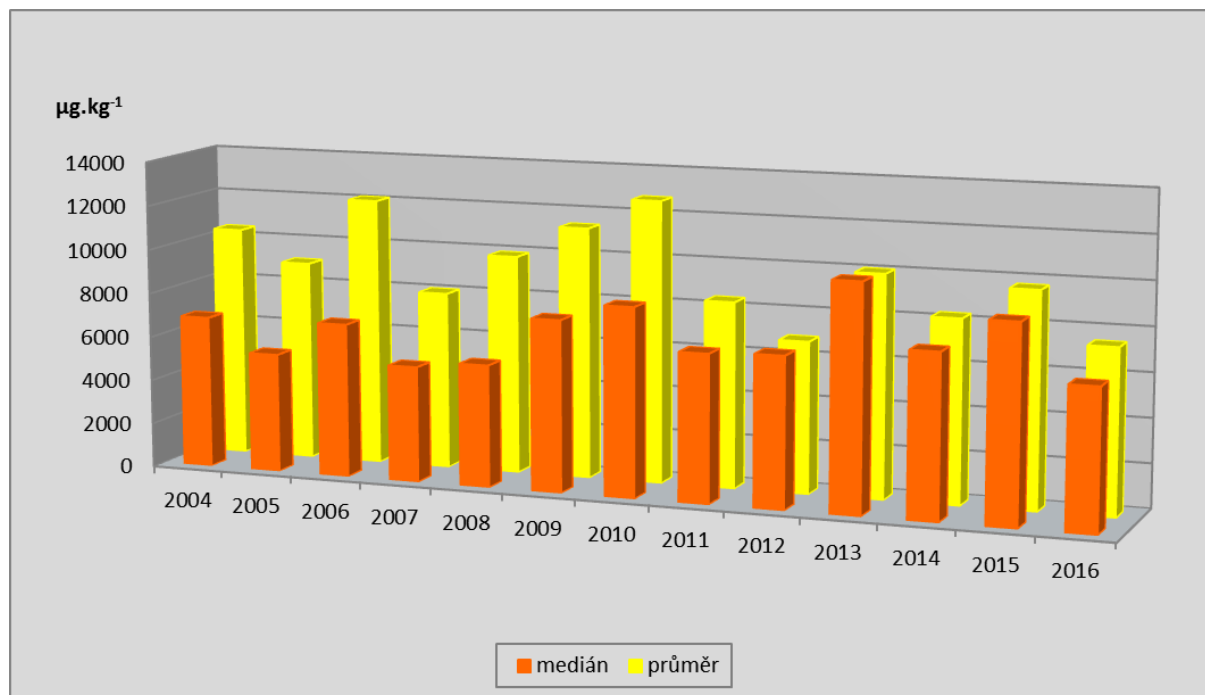
V roce 2016 byly PAH stanoveny v 21 vzorcích kalů. Přehled obsahů všech 16 individuálních PAH a jejich sumy jsou uvedeny v příloze 38, základní statistické charakteristiky v tabulce 17. Grafické znázornění sumy 12 PAH významných z hlediska určení limitní hodnoty (podle nové vyhlášky č. 437/2016 Sb., 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. 17**      **Základní statistické charakteristiky obsahů PAH v kalech – 2016 ( $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.)**

|                   | <b>Průměr</b> | <b>Medián</b> | <b>Minimum</b> | <b>Maximum</b> |
|-------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| <b>NAP</b>        | 190           | 195           | 58,5           | 334            |
| <b>ANY</b>        | 50,0          | 51,2          | 10,0           | 90,5           |
| <b>ANA</b>        | 60,6          | 43,6          | 2,50           | 242            |
| <b>FLU</b>        | 99,0          | 77,1          | 6,10           | 283            |
| <b>PHE</b>        | 621           | 461           | 80,2           | 1700           |
| <b>ANT</b>        | 217           | 185           | 21,1           | 676            |
| <b>FLT</b>        | 1320          | 1070          | 194            | 4120           |
| <b>PYR</b>        | 1216          | 988           | 141            | 3720           |
| <b>BAA</b>        | 538           | 461           | 78,4           | 1550           |
| <b>CHR</b>        | 571           | 430           | 94,1           | 1570           |
| <b>BBF</b>        | 582           | 407           | 91,5           | 1420           |
| <b>BKF</b>        | 303           | 221           | 68,1           | 726            |
| <b>BAP</b>        | 549           | 397           | 78,1           | 1370           |
| <b>DBA</b>        | 75,0          | 58,3          | 19,2           | 173            |
| <b>BPE</b>        | 543           | 435           | 80,0           | 1220           |
| <b>IPY</b>        | 490           | 349           | 74,5           | 1220           |
| <b>SUMA12 PAH</b> | 7138          | 5723          | 1060           | 19007          |
| <b>SUMA16 PAH</b> | 7423          | 6341          | 1097           | 19715          |

Suma 16 EPA PAH se pohybuje v rozmezí  $1,1 - 19,7 \text{ mg.kg}^{-1}$ , medián souboru je  $6,3 \text{ mg.kg}^{-1}$ , průměrná hodnota  $7,4 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Tabulka 18 a graf 8 uvádí průběh aritmetických průměrů a mediánů obsahů PAH od zahájení jejich sledování. Hodnoty mediánů vykazují od roku 2009 mírný nárůst.

Nejvyšší podíl z celkové sumy 16 PAH má fluoranthen (17,8 %) a pyren (16,4 %). 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 (2004–2016,  $\mu\text{g.kg}^{-1}$ , ppb)**Tab. 18** Aritmetický průměr a medián obsahů PAH v kalech ČOV za období 2004–2016 ( $\mu\text{g.kg}^{-1}$ )

| Rok                                     | Σ 16 PAH |        | Σ 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   |
| Celkový počet vzorků                    |          |        | 382      |        |
| Počet nadlimitních vzorků (suma 12 PAH) |          |        | 96       |        |

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 2016 celkem 4 vzorky kalů (příloha 41).

Výsledky rozborů vzorků z ČOV, na nichž proběhly odběry alespoň pětkrát v období 2004 až 2016 jsou zobrazeny v příloze 42.

### ***Závěry***

- V roce 2016 byl obsah polycyklických aromatických uhlovodíků stanoven v 21 vzorcích kalů.
- Suma 16 EPA PAH se pohybuje v rozmezí  $1,1\text{--}19,7 \text{ mg.kg}^{-1}$ , medián souboru je  $6,3 \text{ mg.kg}^{-1}$ , průměrná hodnota  $7,4 \text{ mg.kg}^{-1}$ .
- Uhlovodíky s nejvyššími nálezy v kalech v roce 2016 jsou fluoranthen (17,8 %) a pyren (16,4 %). 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  $10 \text{ mg.kg}^{-1}$  pro sumu 12 PAH. Tuto hodnotu překročily v roce 2016 čtyři vzorky z 21 analyzovaných.

#### 1.4.3.4 Obsahy AOX

V roce 2016 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 1999) uvádí tabulka 19.

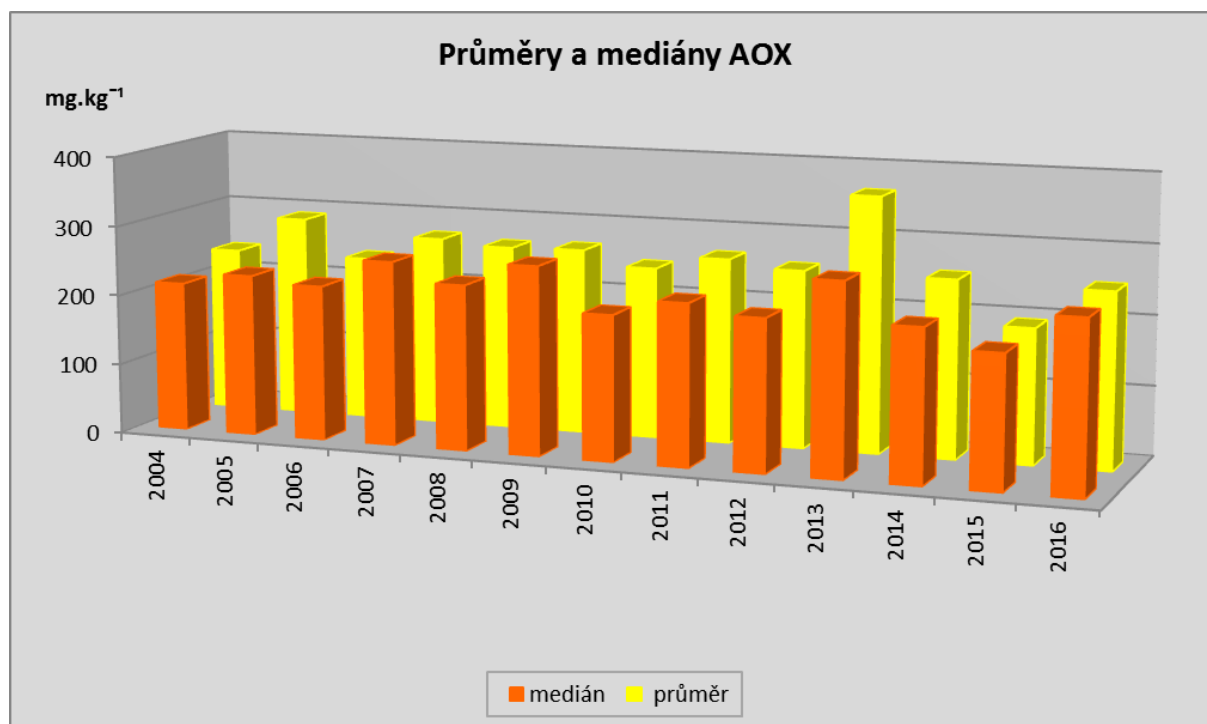
**Tab. 19** *Základní statistické charakteristiky obsahů AOX v kalech 2004–2016 (mg.kg<sup>-1</sup>)*

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

Průběh středních hodnot obsahů AOX v kalech je graficky zobrazen v grafu 8. Medián souboru vzorků z roku 2016 je 243 mg.kg<sup>-1</sup> suš., průměr 250 mg.kg<sup>-1</sup> 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 mg.kg<sup>-1</sup> suš.) z ČOV s identifikačním kódem 5203A z regionu ÚKZÚZ Havlíčkův Brod.

V průběhu let 1999–2016 byly v 45 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 mg.kg<sup>-1</sup> suš. Tato hodnota platila i ve vyhlášce předchozí (vyhláška č. 382/2001 Sb.) Tuto hodnotu v roce 2016 nepřekročil žádný vzorek.

**Graf 8**      ***Střední hodnoty AOX v kalech ČOV (2004–2015, mg.kg<sup>-1</sup>)***

### ***Závěry***

- V roce 2016 bylo provedeno stanovení AOX v 21 vzorcích kalů.
- Medián souboru vzorků z roku 2016 je 243 mg.kg<sup>-1</sup> suš., průměr 250 mg.kg<sup>-1</sup> suš..
- Limitní hodnotu 500 mg.kg<sup>-1</sup> suš. podle nové vyhlášky č. 437/2016 Sb. nepřekročil v roce 2016 žádný vzorek.

### 1.4.3.5 Obsahy organochlorových pesticidů

Obsahy organochlorových pesticidů (HCH, HCB, látky skupiny DDT) se ve vzorcích kalů stanovují od roku 2008. V roce 2016 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 20.

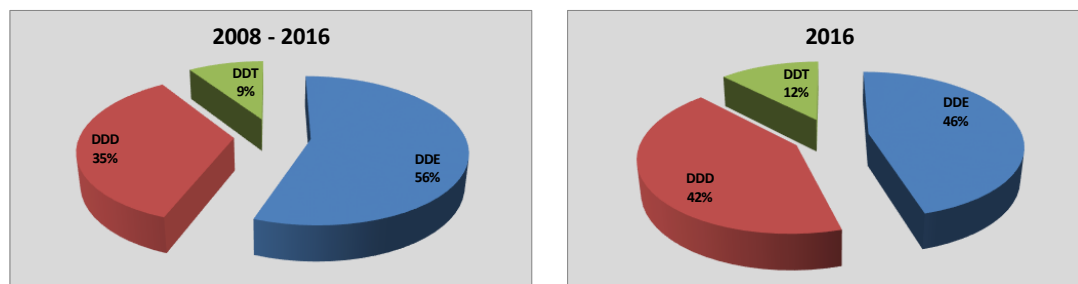
Obsahy všech izomerů HCH jsou u většiny analyzovaných vzorků pod mezí stanovitelnosti ( $LOQ = 0,5 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.) s výjimkou dvou vzorků (3105D – region ÚKZÚZ Planá nad Lužnicí a 6111B – z regionu ÚKZÚZ Havlíčkův Brod. Přičemž je v obou kalech vyšší obsah  $\gamma$ -izomeru HCH (izomeru s nejvýraznějšími insekticidními účinky); jeho obsah činí  $0,69 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. a  $2,00 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.; ostatní izomery jsou pod mezí stanovitelnosti.

Obsahy HCB v roce 2016 kolísají v rozsahu  $1,59\text{--}30,6 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. Od roku 2011 došlo k poklesu hodnot mediánů, nelze však vysledovat žádný průkazný vývoj.

Hodnoty látek skupiny DDT kolísají v rozmezí  $7,93\text{--}77,5 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš., medián má hodnotu  $32,7 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš., průměr činí  $35,3 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. V roce 2015 a 2016 u kalu s identifikačním kódem 3214A z regionu ÚKZÚZ Plzeň hodnoty sumy DDT proti roku 2014 poklesly a nyní jsou jednotlivé složky DDT v tomto kalu v neobvyklém poměru. Jestliže vzájemný poměr jednotlivých látek skupiny DDT obecně vzrůstá v pořadí  $DDT < DDD < DDE$  (graf 9), pak ve vzorku 3214A bylo v roce 2015 pořadí:  $DDE < DDT < DDD$  a v roce 2016 pořadí:  $DDT < DDE < DDD$ . 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.

**Graf 9** *Poměrné zastoupení jednotlivých látek skupiny DDT na celkové sumě DDT v kalech ČOV*



Tab. 20

**Základní statistika obsahů HCH, HCB a látek skupiny DDT v kalech ČOV  
(2008–2016,  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  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           |
| 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           |
| 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           |
| 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           |
| 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           |
| 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           |

### ***Závěry***

- V roce 2016 bylo provedeno stanovení OCP v 21 vzorcích kalů.
- Obsahy HCH jsou u většiny analyzovaných vzorků pod mezí stanovitelnosti ( $\text{LOQ} = 0,5 \mu\text{g.kg}^{-1}$ ) s výjimkou dvou vzorků.
- Obsahy HCB kolísají v rozsahu  $1,59\text{--}30,6 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš, medián  $7,99 \mu\text{g.kg}^{-1}$ .
- Suma látek skupiny DDT kolísá v rozmezí  $7,93\text{--}77,5 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš., medián činí  $32,7 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.
- Vzájemný poměr jednotlivých látek obecně vzrůstá v pořadí  $\text{DDT} < \text{DDD} < \text{DDE}$ .

### 1.4.3.6 Obsahy polybromovaných difenyletherů (PBDE)

PBDE jsou látky ze skupiny bromovaných zpomalovačů/retardátorů hoření (brominated flame retardants, BFR). Tyto látky jsou součástí široké škály textilií, plastů, stavebních materiálů, elektroniky. Jejich chemická struktura je podobná chemické struktuře PCB, DDT a PBB (polybromovaných bifenyly), a proto i jejich chemické a environmentální vlastnosti jsou podobné – jedná se o hydrofobní látky (vazba na tuky, bioakumulace), v prostředí perzistentní (odolné proti chemické i biologické degradaci), toxické pro živé organismy a schopné dálkového transportu. Prokázané nálezy PBDE v lidské tukové tkáni, mateřském mléce a krvi, a vlastnosti shodné s vlastnostmi POPs vedly v roce 2009 k zařazení PBDE do seznamu látek uvedených ve Stockholmské úmluvě o perzistentních organických polutantech.

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

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

Od roku 2010 byl obsah 9 kongenerů PBDE stanoven vždy v 10 až 11 vzorcích kalů; ČOV se neopakuje. V roce 2016 byly PBDE stanoveny v 10 vzorcích kalů.

Obsahy jednotlivých kongenerů PBDE stanovených ve vzorcích kalů odebraných v roce 2016 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 2016 a souhrnně, pro všech dosud analyzovaných 74 vzorků, shrnuje tabulka 21 a 22. Procentuální zastoupení jednotlivých kongenerů z celkové sumy PBDE je zobrazeno grafem 10.

**Tab. 21 Základní statistika obsahů PBDE v kalech ČOV - 2016 ( $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš., 10 vzorků)**

|                  | BDE 28 | BDE 47 | BDE 66 | BDE 85 | BDE 99 | BDE 100 | BDE 153 | BDE 154 | BDE 183 |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| <b>Průměr</b>    | 0,38   | 6,89   | 0,29   | 0,37   | 9,11   | 1,94    | 1,13    | 0,84    | 2,25    |
| <b>Medián</b>    | 0,30   | 5,40   | 0,30   | 0,40   | 9,00   | 1,75    | 1,00    | 0,80    | 2,45    |
| <b>Minimum</b>   | 0,20   | 3,20   | 0,05   | 0,10   | 3,40   | 0,60    | 0,60    | 0,30    | 0,60    |
| <b>Maximum</b>   | 0,90   | 15,0   | 0,50   | 0,70   | 16,7   | 3,90    | 2,30    | 1,80    | 4,50    |
| <b>10. perc.</b> | 0,20   | 3,29   | 0,19   | 0,10   | 4,30   | 0,78    | 0,69    | 0,39    | 0,60    |
| <b>90. perc.</b> | 0,63   | 12,3   | 0,50   | 0,61   | 15,1   | 3,54    | 1,76    | 1,44    | 3,24    |

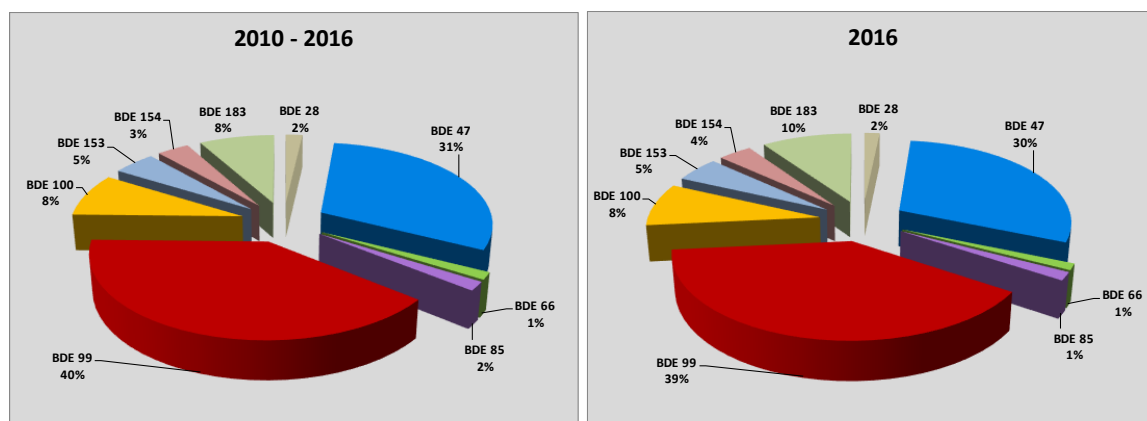
**Tab. 22 Základní statistika sumy 9 kongenerů PBDE v kalech ČOV (2010–2016,  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.)**

|                  | 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>2010–2016</b> | 34,0   | 24,9   | 1,74   | 112    | 74        |

Střední hodnota sumy 9 kongenerů PBDE ve vzorcích z roku 2016 činí  $23,2 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš., medián  $20,0 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. Nejvyšší obsah byl zjištěn ve vzorku z ČOV s identifikačním číslem 4105A z regionu ÚKZÚZ Plzeň ( $46,3 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.), nejnižší ve vzorku z ČOV 6111B z regionu ÚKZÚZ Havlíčkův Brod ( $10,9 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.). Mediány sumy 9 kongenerů byly během prvních čtyř let sledování vyrovnané, od roku 2014 bylo zaznamenáno snížení hodnot. Maximální hodnoty kolísají až dvojnásobně.

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

**Graf 10** Procentuální zastoupení jednotlivých kongenerů PBDE na celkové sumě 9 kongenerů v kalech ČOV, 2010–2016 a v roce 2016



### Závěry

- V roce 2016 bylo provedeno stanovení PBDE v 10 vzorcích kalů.
- Průměrný obsah PBDE v kalech (2016) činí  $23,2 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš., medián  $20,0 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.
- Ve vzorcích z roku 2016 mají na sumě 9 kongenerů PBDE přibližně 2/3 podíl kongenery 99 (39 % z celkové sumy PBDE) a 47 (30 %). 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, koberců, obalových materiálů na potraviny, u ochranných nátěrů - PFAS snižují povrchové napětí a tím chrání povrchy před nečistotami - mastnotou, špinou, 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 známy aplikace ve fotografickém průmyslu, lékařství, hornictví. Jsou součástí průmyslových a domácích čistících prostředků, nátěrových hmot, hydraulických kapalin pro letecký průmysl, pesticidů. Perfluorooctanová kyselina (PFOA) se také používá jako pomocné činidlo při výrobě polytetrafluorethylenu známého spíše pod názvy Teflon, Gore-Tex nebo Scotchgard.

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

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

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

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

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

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

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

Celkem 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 23.

**Tab. 23** *Základní statistické charakteristiky vybraných perfluoroalkylových sloučenin v 21 vzorcích kalů ČOV odebraných v roce 2016 ( $\mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.)*

|                | PFHxA | PFHpA | PFOA | PFNA  | PFDA | PFOS |
|----------------|-------|-------|------|-------|------|------|
| <b>Průměr</b>  | 1,46  | 0,19  | 2,07 | 0,70  | 3,68 | 31,8 |
| <b>Medián</b>  | 0,23  | < 0,1 | 1,10 | 0,50  | 2,60 | 7,50 |
| <b>Minimum</b> | < 0,1 | < 0,1 | 0,43 | < 0,1 | 0,83 | 1,40 |
| <b>Maximum</b> | 16,0  | 0,73  | 11,3 | 4,20  | 24,5 | 188  |

Nad mezí stanovitelnosti byly detekovány všechny uvedené látky v 10 vzorcích. Nejméně jeden analyt pod mezí stanovitelnosti ( $\text{LOQ} = 0,1 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.) byl zjištěn v 11 vzorcích. Nejčastěji se jednalo o PFHpA. Nejvyšších obsahů dosahoval PFOS, následovaly PFDA a PFOA. V 19 vzorcích byl PFOS vyšší než PFOA, výjimkou byl vzorek z ČOV 3105D z regionu ÚKZÚZ Planá nad Lužnicí a z ČOV 3202A z regionu ÚKZÚZ Plzeň. Vzorek 3105D měl zároveň nejvyšší hodnotu PFDA ze všech odebíraných vzorků ( $24,5 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.) a vzorek 3202A měl nejvyšší hodnotu PFOA ze všech odebíraných vzorků ( $11,3 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.).

Nejvyšší obsahy PFAS byly v roce 2015 zjištěny v ČOV 5105A a to hlavně díky vysokému obsahu PFOS ( $1090 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.). V roce 2016 byl odběr z této ČOV zopakován a opět zde byly nalezeny nejvyšší hodnoty PFOS ( $188 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.) ze všech odebíraných vzorků, nikoli však tak vysoké, jako v roce 2015. Nejnižší hodnotu PFOS v roce 2016 vykázal vzorek 8117H z regionu ÚKZÚZ Opava ( $1,40 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.).

Rozsah obsahů PFDA činil  $0,83\text{--}24,5 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš. Obsah PFOA ve vzorcích kalů kolísal v rozmezí  $0,43\text{--}11,3 \mu\text{g.kg}^{-1}$  suš.

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

### ***Závěry***

- V roce 2016 bylo provedeno stanovení PFAS v 21 vzorcích kalů.
- V analyzovaných vzorcích dominuje PFOS, následuje PFDA a PFOA.
- Maximální obsah PFAS byl opakovaně nalezen ve vzorku z ČOV 5105A.

### 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 usmrcování 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, kdy 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. 24** *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 50g    | 5                                                  |   | negativní                     |
| <i>Escherichia coli</i> nebo enterokoky | KTJ* v 1 gramu | 5                                                  | 4 | $< 10^3$                      |
|                                         |                |                                                    | 1 | $< 5 \cdot 10^3$              |

\* KTJ - kolonie tvořící jednotku

**Tab. 25** *Mikrobiologická kritéria pro upravený kal pro aplikaci na zemědělské půdě v přechodném období (příloha č. 7 k vyhlášce č. 437/2016 Sb.)*

**Tabulka č. 1**

**Kal kategorie I.**

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

\* KTJ - kolonie tvořící jednotku

**Tabulka č. 2**

**Kal kategorie II**

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

\* KTJ - kolonie tvořící jednotku

V roce 2016 byly screeningově stanoveny mikrobiologické parametry u 4 vzorků kalů z ČOV. A to u kalů s identifikačním číslem 6204A a 7207A z regionu Brno a u kalů s identifikačním číslem 6102A a 6111B z regionu Havlíčkův Brod. 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.

**Tab. 26** *Hodnocení mikrobiologických parametrů u kalů odebraných v roce 2016 (6204A, 7207A, 6102A, 6111B) podle přílohy č. 7 k vyhlášce č. 437/2016 Sb. Nadlimitní hodnoty jsou označeny červeně*

### Kal kategorie I.

| Indikátorový mikroorganismus        | Počet zkoušených vzorků | Limit. hodnota (nález/KTJ) | Číslo vzorku | ČOV 6204A             | ČOV 7207A            | ČOV 6102A             | ČOV 6111B            |
|-------------------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| 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 <sup>3</sup>          | 1            | 2,7x10 <sup>4</sup>   | 1,39x10 <sup>6</sup> | 1,54x10 <sup>6</sup>  | 6,56x10 <sup>5</sup> |
|                                     |                         |                            | 2            | 1,69x10 <sup>5</sup>  | 1,12x10 <sup>6</sup> | 1,18x10 <sup>5</sup>  | 9,43x10 <sup>5</sup> |
|                                     |                         |                            | 3            | 1,15x10 <sup>5</sup>  | 8,95x10 <sup>5</sup> | 5,21x10 <sup>6</sup>  | 1,29x10 <sup>6</sup> |
|                                     |                         |                            | 4            | >1,31x10 <sup>7</sup> | 1,01x10 <sup>6</sup> | >1,64x10 <sup>7</sup> | 1,19x10 <sup>6</sup> |
|                                     |                         |                            | 5            | >1,75x10 <sup>7</sup> | 1,1x10 <sup>6</sup>  | >1,64x10 <sup>7</sup> | 2,89x10 <sup>6</sup> |
| Enterokoky                          | 5                       | < 10 <sup>3</sup>          | 1            | 1,57x10 <sup>6</sup>  | 1,77x10 <sup>6</sup> | 9,56x10 <sup>3</sup>  | 3,93x10 <sup>5</sup> |
|                                     |                         |                            | 2            | 2,19x10 <sup>5</sup>  | 1,58x10 <sup>6</sup> | 1,23x10 <sup>3</sup>  | 8,25x10 <sup>5</sup> |
|                                     |                         |                            | 3            | 4,57x10 <sup>5</sup>  | 2,08x10 <sup>6</sup> | 2,28x10 <sup>4</sup>  | 4,74x10 <sup>5</sup> |
|                                     |                         |                            | 4            | 1,7x10 <sup>5</sup>   | 2,6x10 <sup>6</sup>  | 2,45x10 <sup>4</sup>  | 6,18x10 <sup>5</sup> |
|                                     |                         |                            | 5            | 9,92x10 <sup>3</sup>  | 7,53x10 <sup>5</sup> | 1,8x10 <sup>5</sup>   | 2,44x10 <sup>6</sup> |

### Kal kategorie II.

| Indikátorový mikroorganismus        | Počet zkoušených vzorků | Limit. hodnota (nález/KTJ)        | Číslo vzorku | ČOV 6204A             | ČOV 7207A            | ČOV 6102A             | ČOV 6111B            |
|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| Termotolerantní koliformní bakterie | 5                       | 10 <sup>3</sup> - 10 <sup>6</sup> | 1            | 2,7x10 <sup>4</sup>   | 1,39x10 <sup>6</sup> | 1,54x10 <sup>6</sup>  | 6,56x10 <sup>5</sup> |
|                                     |                         |                                   | 2            | 1,69x10 <sup>5</sup>  | 1,12x10 <sup>6</sup> | 1,18x10 <sup>5</sup>  | 9,43x10 <sup>5</sup> |
|                                     |                         |                                   | 3            | 1,15x10 <sup>5</sup>  | 8,95x10 <sup>5</sup> | 5,21x10 <sup>6</sup>  | 1,29x10 <sup>6</sup> |
|                                     |                         |                                   | 4            | >1,31x10 <sup>7</sup> | 1,01x10 <sup>6</sup> | >1,64x10 <sup>7</sup> | 1,19x10 <sup>6</sup> |
|                                     |                         |                                   | 5            | >1,75x10 <sup>7</sup> | 1,1x10 <sup>6</sup>  | >1,64x10 <sup>7</sup> | 2,89x10 <sup>6</sup> |
| Enterokoky                          | 5                       | 10 <sup>3</sup> - 10 <sup>6</sup> | 1            | 1,57x10 <sup>6</sup>  | 1,77x10 <sup>6</sup> | 9,56x10 <sup>3</sup>  | 3,93x10 <sup>5</sup> |
|                                     |                         |                                   | 2            | 2,19x10 <sup>5</sup>  | 1,58x10 <sup>6</sup> | 1,23x10 <sup>3</sup>  | 8,25x10 <sup>5</sup> |
|                                     |                         |                                   | 3            | 4,57x10 <sup>5</sup>  | 2,08x10 <sup>6</sup> | 2,28x10 <sup>4</sup>  | 4,74x10 <sup>5</sup> |
|                                     |                         |                                   | 4            | 1,7x10 <sup>5</sup>   | 2,6x10 <sup>6</sup>  | 2,45x10 <sup>4</sup>  | 6,18x10 <sup>5</sup> |
|                                     |                         |                                   | 5            | 9,92x10 <sup>3</sup>  | 7,53x10 <sup>5</sup> | 1,8x10 <sup>5</sup>   | 2,44x10 <sup>6</sup> |

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 přesáhly o jeden až čtyři řády limitní hodnotu pro termotolerantní koliformní bakterie. Rozsah zjištěných hodnot se pohyboval v rozpětí 2,7x10<sup>4</sup> – >1,75x10<sup>7</sup> KTJ na 1 gram sušiny (limit je < 10<sup>3</sup>). Limitní hodnota pro enterokoky byla rovněž překročena ve všech případech a to o

jeden až tři řády. Zjištěné hodnoty byly v rozmezí  $1,23 \times 10^3$  –  $2,6 \times 10^6$  KTJ na 1 gram sušiny (limit je  $< 10^3$ ).

Vzorky rovněž nevyhověly 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. Kaly z větší části nevyhověly limitu pro termotolerantní bakterie. Kal s identifikačním číslem 6102A nevyhověl limitu pro termotolerantní bakterie, ale vyhověl všemi dílčími vzorky limitu pro enterokoky.

### ***Závěry***

- V roce 2016 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 II. V případě kategorie kalu II vzorky většinou nevyhověly limitu pro termotolerantní koliformní bakterie.
- Rozsah zjištěných hodnot pro termotolerantní bakterie se pohyboval v rozmezí  $2,7 \times 10^4$  -  $> 1,75 \times 10^7$  KTJ na 1 gram sušiny a pro enterokoky  $1,23 \times 10^3$  –  $2,6 \times 10^6$  KTJ na 1 gram sušiny.

### 1.4.3.9 Využití kalů

Způsob jakým je většinou nakládáno s kaly z monitorovaných ČOV shrnuje tabulka 27. U vybraných způsobů nakládání s kaly je v tabulce 28 uveden medián (střední hodnota) obsahů rizikových prvků.

**Tab. 27 Nakládání s kaly ČOV - 2016**

| Způsob zpracování kalu | Následné využití kalu | Počet monitorovaných ČOV |
|------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Žádné                  | Přímá aplikace na ZPF | 36                       |
| Kompostování           | Aplikace na ZPF       | 17                       |
|                        | Rekultivace           | 4                        |
|                        | Rekultivace skládky   | 7                        |
|                        | Rekultivace výsypek   | 2                        |
|                        | Rekultivace pískovny  | 1                        |
|                        | Jiný způsob využití   | 2                        |
|                        | Neuvedeno             | 3                        |
| Jiný způsob úpravy     | Skládkování           | 3                        |
|                        | Bioplynová stanice    | 2                        |
|                        | Neupřesněno           | 3                        |
| Neuvedeno              |                       | 2                        |

**Tab. 28 Střední hodnoty obsahů rizikových prvků v pěti skupinách kalů ČOV rozdělených podle způsobu nakládání s kaly (2016)**

|                                        | As   | Be   | Cd   | Co   | Cr   | Cu  | Ni   | Pb   | V    | Zn   | Hg   |
|----------------------------------------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|
| Přímá aplikace                         | 6,19 | 0,49 | 1,15 | 6,63 | 36,3 | 193 | 27,0 | 30,9 | 19,8 | 889  | 1,13 |
| Kompostování + aplikace na ZP          | 6,06 | 0,39 | 1,55 | 8,33 | 45,9 | 218 | 32,6 | 31,7 | 19,1 | 1080 | 1,55 |
| Kompostování + rekultivace             | 10,0 | 0,71 | 1,68 | 8,48 | 49,2 | 253 | 36,6 | 44,0 | 24,6 | 1065 | 1,60 |
| Kompostování (další využití neuvedeno) | 5,13 | 0,34 | 0,86 | 5,96 | 29,3 | 104 | 18,6 | 16,8 | 14,1 | 656  | 0,90 |
| Skládka                                | 6,31 | 0,35 | 2,02 | 10,6 | 51,3 | 211 | 52,0 | 71,5 | 20,2 | 870  | 1,45 |

Ve skupině 36 kalů určených k přímé aplikaci na ZPF se vyskytlo celkem 5 vzorků, ve kterých byly překročeny mezní hodnoty koncentrací prvků v kalech stanovené vyhláškou č. 437/2016 Sb., ve znění pozdějších předpisů, a to Cd (2 vzorky), Cr (1), Cu (2), Ni (2) a Pb (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 36 vzorků kalů nevyhověl 1 vzorek (Zn).

## 1.4.4 Hodnocení rybníčních 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. 29 Sedimenty – základní statistické parametry – zrnitost, obsahy živin a pH (1995–2016)**

|                 | zrnitost<br>(% částic < 0,01 mm) | spalitel. látky<br>(% sušiny) | pH/ CaCl <sub>2</sub> | přístupné živiny v mg.kg <sup>-1</sup> (Mehlich III) |      |      |       |
|-----------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------|------|------|-------|
|                 |                                  |                               |                       | P                                                    | K    | Mg   | Ca    |
| <b>Průměr</b>   | 30,38                            | 8,65                          | 5,89                  | 40,0                                                 | 216  | 341  | 3991  |
| <b>Medián</b>   | 30,30                            | 8,00                          | 5,80                  | 25,0                                                 | 191  | 305  | 2565  |
| <b>Min.</b>     | 2,00                             | 1,00                          | 2,80                  | 1,00                                                 | 8,70 | 7,10 | 4,20  |
| <b>Max.</b>     | 73,30                            | 43,00                         | 7,80                  | 287                                                  | 988  | 1640 | 28500 |
| <b>Poč. vz.</b> | 191                              | 420                           | 459                   | 419                                                  | 419  | 419  | 418   |

**Tab. 30 Sedimenty – základní statistické parametry – obsahy rizikových prvků (1995–2016)**

|                 | As                                                        | Be   | Cd   | Co   | Cr   | Cu   | Hg*  | Ni   | Pb   | V    | Zn   |
|-----------------|-----------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                 | mg.kg <sup>-1</sup> sušiny (extrakce lučavkou královskou) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>Průměr</b>   | 12,3                                                      | 1,24 | 13,0 | 12,7 | 53,6 | 28,6 | 0,13 | 34,8 | 51,0 | 49,8 | 150  |
| <b>Medián</b>   | 8,01                                                      | 1,15 | 0,44 | 12,5 | 46,9 | 24,5 | 0,10 | 32,0 | 26,8 | 47,6 | 113  |
| <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  | 162  | 1,85 | 452  | 3350 | 163  | 1630 |
| <b>Poč. vz.</b> | 499                                                       | 356  | 507  | 453  | 508  | 506  | 510  | 505  | 500  | 351  | 508  |
| <b>Limit</b>    | 30                                                        | 5    | 1    | 30   | 200  | 100  | 0,8  | 80   | 100  | 180  | 300  |

\* obsah Hg je stanoven jako celkový obsah

**Tab. 31 Sedimenty – základní statistické parametry – obsahy AOX, PCB (1995–2016), PAH, DDT, HCH, HCB (2009–2016), PBDE (2011–2016) a C10-C40 (2016)**

|                 | PCB*                | PAH**               | DDT***              | AOX                 | HCH****             | HCB                 | PBDE*****           | 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> | μg.kg <sup>-1</sup> | mg.kg <sup>-1</sup> |
| <b>Průměr</b>   | 0,0122              | 5,79                | 0,0375              | 28,9                | 1,01                | 1,54                | 0,53                | 156                 |
| <b>Medián</b>   | 0,0046              | 1,92                | 0,0146              | 24,3                | 1,00                | 0,79                | 0,45                | 94,5                |
| <b>Min.</b>     | 0,0012              | 0,15                | 0,0015              | 0,50                | 1,00                | 0,25                | 0,45                | 10,0                |
| <b>Max.</b>     | 0,1359              | 50,26               | 0,3525              | 123                 | 1,29                | 8,28                | 1,90                | 944                 |
| <b>Poč. vz.</b> | 82                  | 47                  | 50                  | 122                 | 43                  | 50                  | 35                  | 15                  |
| <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)

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

**Tab. 32** *Sedimenty – průměrné hodnoty sledovaných parametrů (pH, živiny)  
– vodní tok, polní, návesní a lesní rybník (1995–2016)*

|                       | zrnitost<br>(% částic < 0,01 mm) | spalitel. látky (% sušiny) | pH/<br>CaCl <sub>2</sub> | přístupné živiny v mg.kg <sup>-1</sup> (Mehlich III) |     |     |      |
|-----------------------|----------------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------|-----|-----|------|
|                       |                                  |                            |                          | P                                                    | K   | Mg  | Ca   |
| <b>Celkový průměr</b> | 30,4                             | 8,65                       | 5,89                     | 40,0                                                 | 216 | 341 | 3991 |
| <b>Vodní tok</b>      | 22,4                             | 7,70                       | 6,17                     | 55,5                                                 | 201 | 323 | 4046 |
| <b>Polní rybník</b>   | 31,1                             | 8,14                       | 5,90                     | 38,5                                                 | 197 | 346 | 3761 |
| <b>Návesní rybník</b> | 29,6                             | 9,43                       | 6,00                     | 43,3                                                 | 267 | 352 | 4949 |
| <b>Lesní rybník</b>   | 37,9                             | 9,75                       | 5,25                     | 29,0                                                 | 181 | 277 | 2315 |

**Tab. 33** *Sedimenty – průměrné hodnoty sledovaných parametrů (rizikové prvky)  
– vodní tok, polní, návesní a lesní rybník (1995 – 2016)*

|                       | 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> | 12,2                                                              | 1,24 | 13,0 | 12,7 | 53,6 | 28,6 | 0,129 | 34,8 | 51,0 | 49,9 | 150 |
| <b>Vodní tok</b>      | 11,4                                                              | 1,10 | 0,62 | 11,2 | 52,9 | 34,7 | 0,154 | 31,7 | 43,8 | 44,7 | 169 |
| <b>Polní rybník</b>   | 13,0                                                              | 1,21 | 22,9 | 12,2 | 51,2 | 25,6 | 0,108 | 33,1 | 34,9 | 49,2 | 128 |
| <b>Návesní rybník</b> | 12,0                                                              | 1,18 | 0,66 | 14,5 | 60,5 | 35,0 | 0,160 | 40,6 | 92,2 | 55,1 | 200 |
| <b>Lesní rybník</b>   | 9,18                                                              | 1,59 | 0,55 | 11,0 | 46,9 | 22,8 | 0,145 | 27,7 | 26,9 | 44,7 | 108 |

\* obsah Hg je stanoven jako celkový obsah

**Tab. 34** *Sedimenty – průměrné hodnoty sledovaných parametrů - obsahy AOX, PCB (1995–2016), PAH, DDT, HCH, HCB (2009–2016), PBDE (2011–2016) a C10-C40 (2016) – vodní tok, polní, návesní a lesní rybník*

|                       | PCB*                | PAH**               | DDT***              | AOX                 | HCH****             | HCB                 | PBDE*****           | 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> | μg.kg <sup>-1</sup> | mg.kg <sup>-1</sup> |
| <b>Celkový průměr</b> | 0,0122              | 5,79                | 0,0375              | 28,9                | 1,01                | 1,49                | 0,53                | 156                 |
| <b>Vodní tok</b>      | 0,0124              | 26,5                | 0,0293              | 40,9                | 1,00                | 3,13                | 1,90                | 569                 |
| <b>Polní rybník</b>   | 0,0146              | 1,76                | 0,0125              | 26,9                | 1,00                | 0,61                | 0,45                | 94,2                |
| <b>Návesní rybník</b> | 0,0102              | 7,87                | 0,0664              | 28,1                | 1,02                | 2,35                | 0,53                | 107                 |
| <b>Lesní rybník</b>   | 0,0028              | 1,57                | 0,0305              | 37,3                | 1,00                | 0,41                | 0,47                | 45,5                |

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

\*\*polycyklické aromatické uhlovodíky (suma 12 PAH)

\*\*\* suma DDT včetně metabolitů

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

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

**Tab. 35 Sedimenty – počty a procenta vzorků překračující limitní hodnoty – celkem, vodní tok, polní, návesní a lesní rybník (1995–2016) – vyhláška č. 257/2009 Sb.**

|                |               | As  | Be  | Cd   | Co  | Cr  | Cu  | Hg  | Ni  | Pb  | V   | Zn   | PCB* | PAH** | DDT*** | C10-C40 |
|----------------|---------------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-------|--------|---------|
| Celkem         | poč. vz.      | 499 | 356 | 507  | 453 | 508 | 506 | 510 | 505 | 500 | 351 | 508  | 82   | 47    | 50     | 15      |
|                | počet nadlim. | 27  | 2   | 85   | 4   | 3   | 3   | 3   | 10  | 19  | 0   | 42   | 0    | 12    | 4      | 1       |
|                | % nadlim.     | 5,4 | 0,6 | 16,8 | 0,9 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 2,0 | 3,8 | 0   | 8,3  | 0    | 25,5  | 8      | 6,7     |
| Vodní tok      | poč. vz.      | 25  | 23  | 25   | 25  | 25  | 25  | 25  | 25  | 23  | 23  | 25   | 6    | 3     | 5      | 2       |
|                | počet nadlim. | 0   | 0   | 4    | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 2    | 0    | 2     | 0      | 1       |
|                | % nadlim.     | 0   | 0   | 16,0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 8,0  | 0    | 66,7  | 0      | 50,0    |
| Polní rybník   | poč. vz.      | 278 | 200 | 282  | 252 | 285 | 283 | 284 | 282 | 282 | 200 | 285  | 40   | 21    | 20     | 10      |
|                | počet nadlim. | 17  | 1   | 44   | 1   | 1   | 1   | 0   | 5   | 11  | 0   | 18   | 0    | 2     | 0      | 0       |
|                | % nadlim.     | 6,1 | 0,5 | 15,6 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0   | 1,8 | 3,9 | 0   | 6,3  | 0    | 9,5   | 0      | 0       |
| Návesní rybník | poč. vz.      | 150 | 92  | 154  | 132 | 151 | 151 | 154 | 151 | 149 | 87  | 151  | 32   | 19    | 20     | 2       |
|                | počet nadlim. | 9   | 0   | 31   | 3   | 2   | 2   | 3   | 5   | 8   | 0   | 21   | 0    | 8     | 4      | 0       |
|                | % nadlim.     | 6,0 | 0   | 20,1 | 2,3 | 1,3 | 1,3 | 2,0 | 3,3 | 5,4 | 0   | 13,9 | 0    | 42,1  | 20,0   | 0       |
| Lesní rybník   | poč. vz.      | 46  | 41  | 46   | 44  | 47  | 46  | 47  | 47  | 46  | 41  | 47   | 4    | 4     | 5      | 1       |
|                | počet nadlim. | 1   | 1   | 6    | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1    | 0    | 0     | 0      | 0       |
|                | % nadlim.     | 2,2 | 2,4 | 13,0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 2,1  | 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 2016 bylo odebráno a zanalyzováno celkem 513 vzorků sedimentů. Z uvedeného počtu je 287 rybníků „polních“ a 154 rybníků „návesních“ (toto dělení vyplynulo z postupného hodnocení výsledků, kdy návesní rybníky vykazovaly častěji vyšší hodnoty zjišťovaných živin a hlavně rizikových prvků a látek), dále je v souboru 47 rybníků lesních a 25 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 29, 30, 31 a přílohy 54, 55).

### Obsahy rizikových prvků a základní charakteristiky jednotlivých typů rybníků

Sedimenty **lesních rybníků** (tabulka 32, 33) jsou zrnitostně těžší, s velkým podílem jemných částic zejména organického původu, mají nejvyšší průměrné obsahy spalitelných látek (organické hmoty) a jejich pH patří k nejnižším stejně tak i obsahy přístupných živin (P, K, Mg, Ca). Z rizikových prvků v porovnání s celkovými průměry dominuje Be a Hg, ostatní rizikové prvky vykazují nižší hodnoty vůči celkovým průměrům.

**Polní a návesní rybníky** jsou převážně střední zrnitosti, s pH v oblasti převážně kyselé a slabě kyselé, návesní rybníky mají obecně vyšší průměrné obsahy spalitelných látek (organické hmoty), obsahy u polních rybníků se pohybují kolem celkového průměru. Průměrné obsahy přístupných živin u obou kategorií rybníků dosahují průměrných až vyšších hodnot. Nejvyšších průměrných obsahů pak dosahují především P a Ca u návesních rybníků.

Sedimenty návesních rybníků mají většinou vyšší průměrné obsahy všech rizikových prvků než ostatní kategorie rybníků, nejmarkantnější je to zejména u Pb a Zn, naopak obsahy Cd jsou hluboce pod celkovým průměrem. Sedimenty polních rybníků pak vykazují v průměru nejvyšší obsahy Cd a As. Obsahy ostatních prvků v polních rybnících jsou blízké celkovým průměrům.

Sedimenty **vodních toků** jsou převážně 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 mají nadprůměrné obsahy Cu, Hg a Zn.

### **Obsahy rizikových látek (PCB, 16 EPAPAH, DDT, AOX, HCH, HCB, PBDE, uhlovodíky C10-C40)**

V letech 2009–2016 byly v 50 vzorcích sedimentů stanoveny obsahy organochlorových pesticidů (HCB, látky skupiny DDT) a ve 47 vzorcích sedimentů stanoveny obsahy 12 PAH. Konkrétní hodnoty a grafy jednotlivých parametrů jsou uvedeny v příloze 57.

Sedimenty **lesních rybníků** (tabulka 34) mají průměrné obsahy PCB, PAH, DDT a HCB v porovnání s celkovými průměry nižší, naopak průměrné obsahy AOX vykazují vyšší hodnoty.

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

Sedimenty **vodních toků** mají vyšší průměrné obsahy PCB a obsahy PAH až výrazně vyšší, než je celkový průměr. Také průměrné hodnoty AOX a HCB jsou v porovnání s celkovým průměrem dvojnásobné. Průměrné obsahy DDT se pohybují kolem průměru. Hodnoty PAH je třeba brát s rezervou, neboť v databázi jsou pouze 3 vzorky z vodních toků, u kterých byly stanoveny organické polutanty.

Hodnoty HCH jsou u všech typů sledovaných sedimentů vždy pod mezí stanovitelnosti.

V letech 2011–2016 bylo 35 vzorků sedimentů testováno na PBDE (BDE 28, 47, 66, 85, 99, 100, 153, 154, 183). Celkové průměrné obsahy PBDE jsou  $0,53 \mu\text{g.kg}^{-1}$  a hodnota mediánu je  $0,45 \mu\text{g.kg}^{-1}$ . Jednotlivé obsahy se pohybovaly v rozmezí 0,45 až  $1,90 \mu\text{g.kg}^{-1}$ .

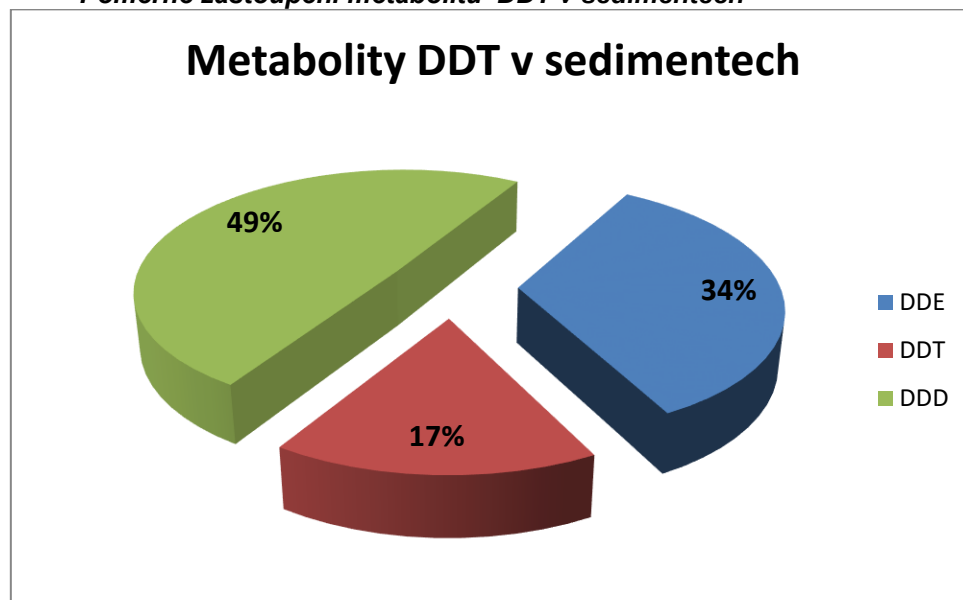
V roce 2016 se začaly stanovovat také uhlovodíky C10-C40, prozatím v 15 vzorcích jsou celkové průměrné obsahy rovny  $156,11 \text{ mg.kg}^{-1}$ , hodnota mediánu je  $94,50 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Rozpětí hodnot je od 10,00 do  $944,00 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Pro tuto látku je ve vyhlášce 257/2009 stanovena limitní hodnota a to  $300 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Hned v prvopočátku sledování jeden vzorek sedimentu z vodního toku tuto hodnotu překročil a to až dvojnásobně ( $944 \text{ mg.kg}^{-1}$ ).

Vzájemný poměr metabolitů skupiny DDT, 12 sledovaných PAH a 9 PBDE v sedimentech ukazují grafy 11, 12 a 13. Z metabolitů DDT převažuje DDD (49,4 %), následuje DDE (34,1%) a poslední je DDT (16,5 %). U PAH je nejvíce ve vzorcích sedimentů zastoupen fluoranthen (FLT – 20 %), následuje pyren (PYR – 16 %) a chrysen (CHR – 10 %). Ze sledovaných PBDE je nejčastěji zastoupen BDE 99 – 17 % a BDE 47 – 14%, zastoupení ostatních BDE se pohybuje v rozmezí 9 až 12 %.

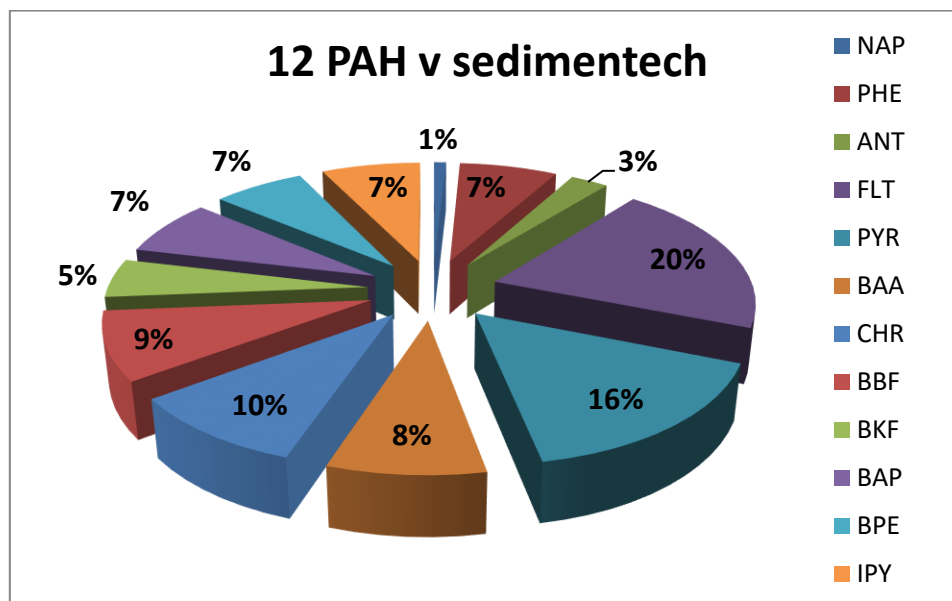
Mediány sledovaných parametrů pro všechny kategorie sedimentů jsou graficky uvedeny v přílohách 54–56. V tabulce 35 jsou představeny počty a procenta vzorků překračující limitní hodnoty uvedené ve vyhlášce č. 257/2009 Sb. Nejčastěji překračovaným prvkem je Cd 16,8 % následuje Zn 8,3 % a As 5,4 %. Nejméně překračují limitní hodnoty pro rizikové prvky sedimenty vodních toků, u kterých jsou problematickými prvky Cd (16,0 %) a Zn (8,0 %). V počtu překročených limitních hodnot následují rybníky lesní, polní a návesní. Mezi dvěma posledními jmenovanými je však rozdíl v počtu překročených limitních hodnot velmi malý. U všech skupin rybníků, tak jako u toků, je ožehavým rizikovým prvkem Cd, po kterém následuje Zn. Obsahy PCB nepřekročil žádný vzorek, obsahy PAH překročilo celkem 12 vzorků, z toho nejvíce u návesních rybníků (8 vzorků); obsahy DDT překročily 4 vzorky, které jsou rovněž z kategorie návesní rybníků.

V roce 2016 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 odebírány podle metodického pokynu „Sledování rybníčních a říčních sedimentů“ v platném znění.

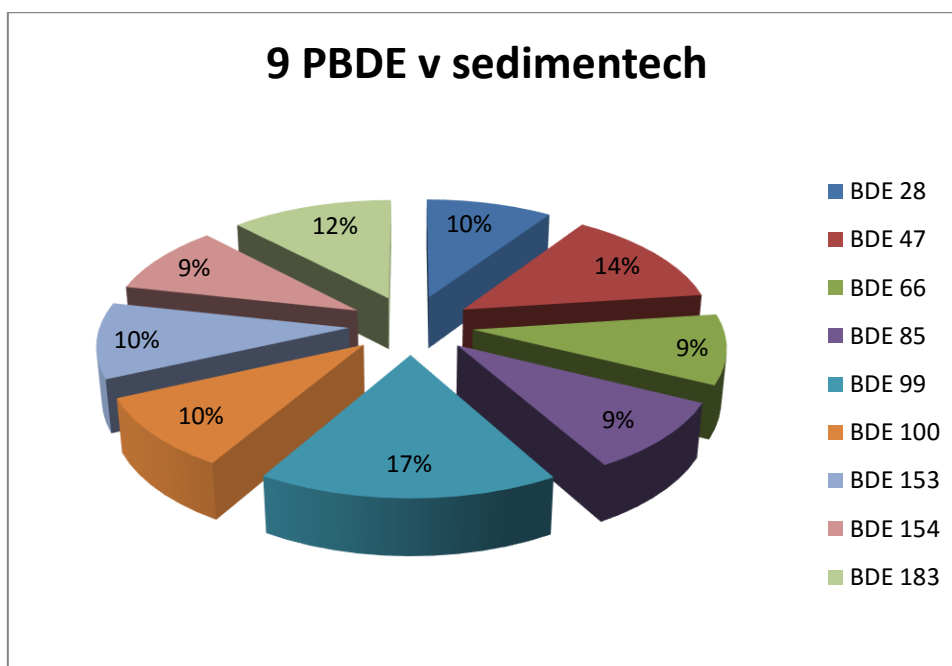
**Graf 11** *Poměrné zastoupení metabolitů DDT v sedimentech*



**Graf 12** Poměrné zastoupení 12 PAH v sedimentech



**Graf 13** Poměrné zastoupení 9 PBDE v sedimentech



### Závěry

- Z uvedených výsledků vyplývá značná variabilita sedimentů ve všech zjišťovaných parametrech.
- Zrnitostně zkoušené sedimenty zahrnují prakticky všechny kategorie podle Novákovy klasifikační stupnice pro půdy, přičemž více jak polovinu tvoří sedimenty „středně

těžké“; do určité míry je zrnitost odrazem charakteru půd v povodí jednotlivých rybníků.

- Pro zemědělskou půdu je významný obsah organické hmoty, která je základem pro tvorbu humusu. V sedimentech je obsah organické hmoty stanoven jako spalitelné látky. Jejich obsah ovšem rovněž silně kolísá v závislosti na druhu sedimentu, nejvyšších hodnot dosahují lesní rybníky, po nich následují návesní a polní rybníky a nejméně spalitelných látek se nachází ve vodních tocích. Medián obsahu spalitelných látek se pohybuje kolem 8 % sušiny.
- Reakce sedimentů je u většiny vzorků v oblasti kyselé a slabě kyselé, kyselá reakce byla zjištěna u 63,2 % sedimentů, neutrální u 22,2 % a zásaditá u 14,6 %. Předpokládá se, že po vytěžení a provzdušnění sedimentu může dojít k poklesu pH a 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 dvojnásobný.
- Obsah rizikových prvků hodnocených podle vyhlášky č. 257/2009 Sb. v letech 1995 - 2016 (extrakt lučavkou královskou) ukazuje na nejčastější kontaminaci kadmíem (Cd) - 85 vzorků (16,8 %), zinkem (Zn) - 42 vzorků (8,3 %) a arsenem - 27 vzorků (5,4 %). Počet vzorků s nadlimitními hodnotami je nejvyšší u „polních“ rybníků.
- Vzorky testované na PCB nepřekročily v žádném vzorku limitní hodnotu danou vyhláškou. Limitní hodnota pro obsah DDT v sedimentu byla překročena u 4 vzorků 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.
- Rozsah obsahů PBDE se pohybovaly v rozmezí 0,45 až 1,90  $\mu\text{g.kg}^{-1}\text{suš.}$  Limitní hodnota pro tuto látku není vyhláškou č. 257/2009 Sb. stanovena. Rozsah obsahů HCB kolísá v rozmezí 0,25–8,28  $\mu\text{g.kg}^{-1}\text{suš.}$  Limitní hodnota pro tuto látku není vyhláškou č. 257/2009 Sb. stanovena.
- Rozsah obsahů nově sledovaných uhlovodíků C10-C40 se pohyboval v rozmezí od 10,00 do 944,00  $\text{mg.kg}^{-1}$ . Pro tuto látku je ve vyhlášce 257/2009 stanovena limitní hodnota a to 300  $\text{mg.kg}^{-1}$ . Hned v prvopočátku sledování jeden vzorek sedimentu z vodního toku tuto hodnotu překročil a to až dvojnásobně (944  $\text{mg.kg}^{-1}$ ).

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

V roce 2016 prováděl Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský sledování cizorodých zakázaných a nežádoucích látek a produktů v krmivech na základě zjištění v předchozích letech, doporučení Komise k monitoringu a podle dalších právních předpisů. Vzorky odebírali pracovníci odboru zemědělské inspekce a analyzovány byly v akreditovaných laboratořích ústavu nebo smluvních laboratořích.

Sledování bylo rozděleno do čtyř hlavních částí:

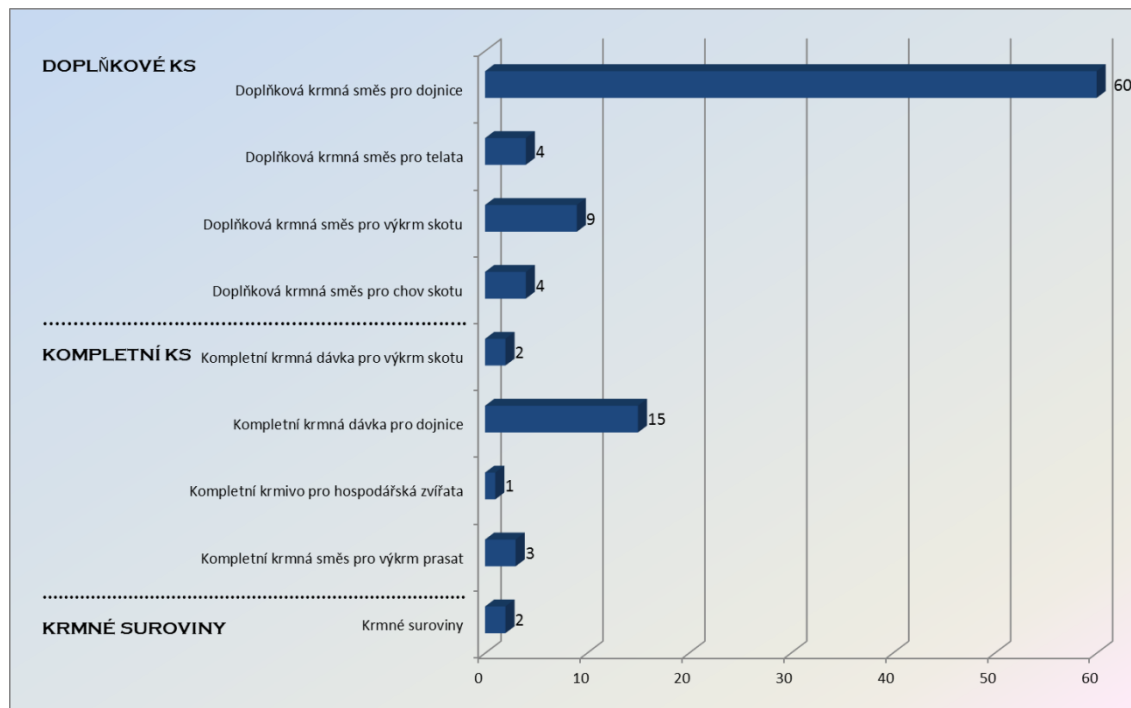
- Sledování výskytu zakázaných látek a produktů v krmivech
- Sledování výskytu nežádoucích látek a produktů v krmivech
- Sledování správného používání doplňkových látek v krmivech
- Sledování dalších problematik, týkajících se bezpečnosti a kvality krmiv

## 2.1 Sledování zakázaných látek

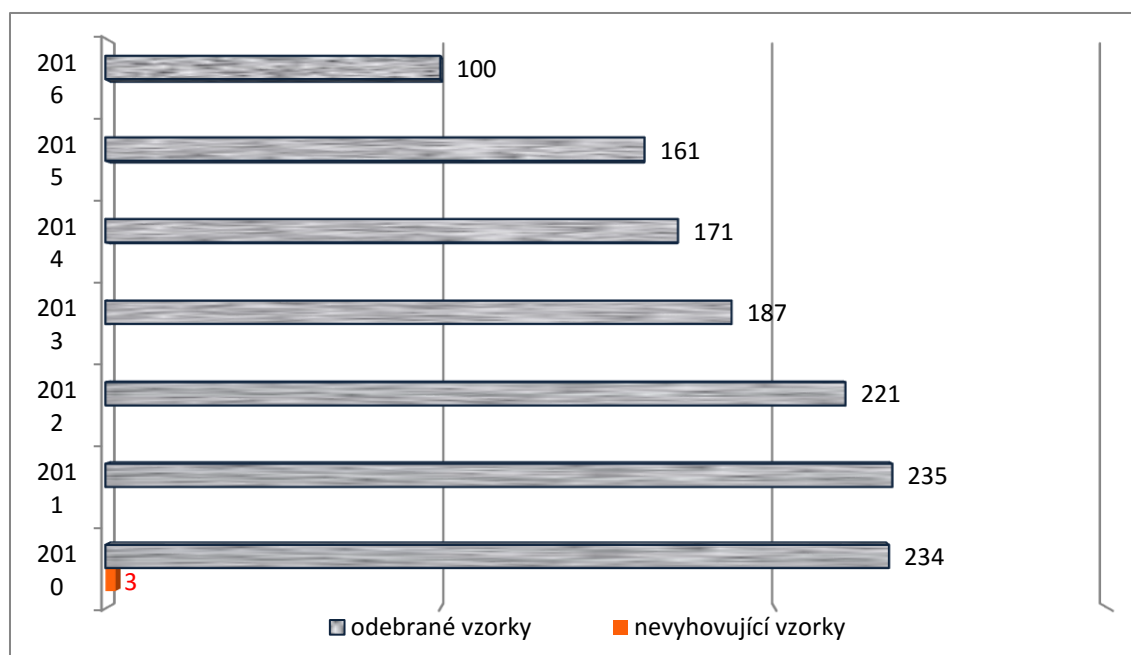
### 2.1.1 Cílená kontrola přítomnosti zpracovaných živočišných bílkovin v krmivech

Kontrola je zaměřená na možnou kontaminaci krmiv zpracovanými živočišnými bílkovinami (PAP). V roce 2016 bylo takto prověřeno 100 vzorků převážně doplňkových krmných směsí. Přítomnost nepovolených zpracovaných živočišných bílkovin nebyla v žádném vzorku zjištěna.

**Graf 14** Počty krmiv, analyzovaných na přítomnost zpracovaných živočišných bílkovin (PAP) v roce 2016



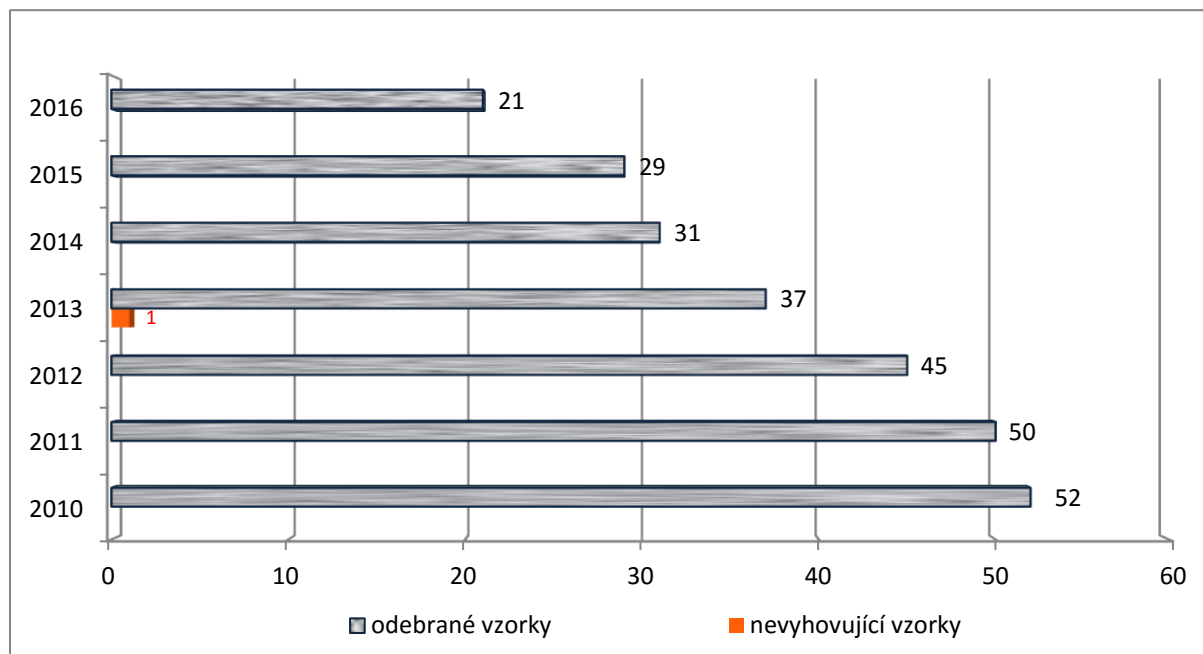
**Graf 15** Počet odebraných a nevyhovujících vzorků v rámci cílené kontroly PAP v letech 2010–2016



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

Cílem kontroly je zachytit přítomnost tkání suchozemských živočichů v rybí moučce, také v souvislosti s povolením používat rybí moučku do mléčných krmných směsí pro přežvýkavce. Mikroskopicky a akreditovanou metodou RT – PCR bylo prověřeno 21 vzorků krmiv. V žádném analyzovaném vzorku nebyla zjištěna přítomnost tkání suchozemských živočichů.

**Graf 16** Počet analyzovaných vzorků v rámci cílené kontroly tkání v rybí moučce v letech 2010–2016

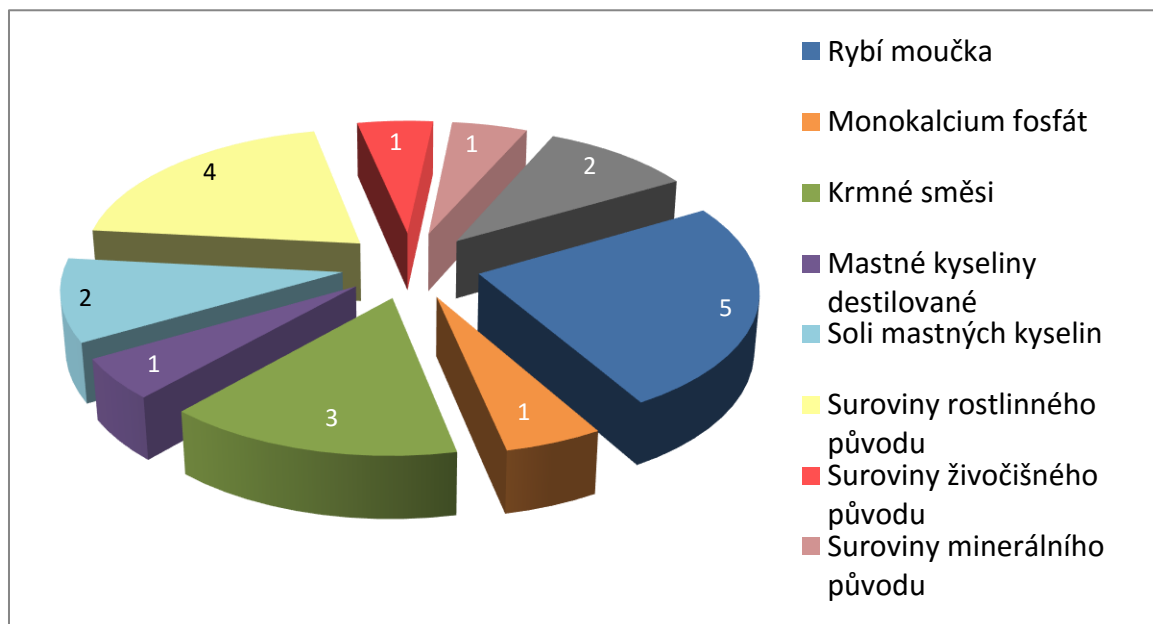


## 2.2 Sledování nežádoucích látek

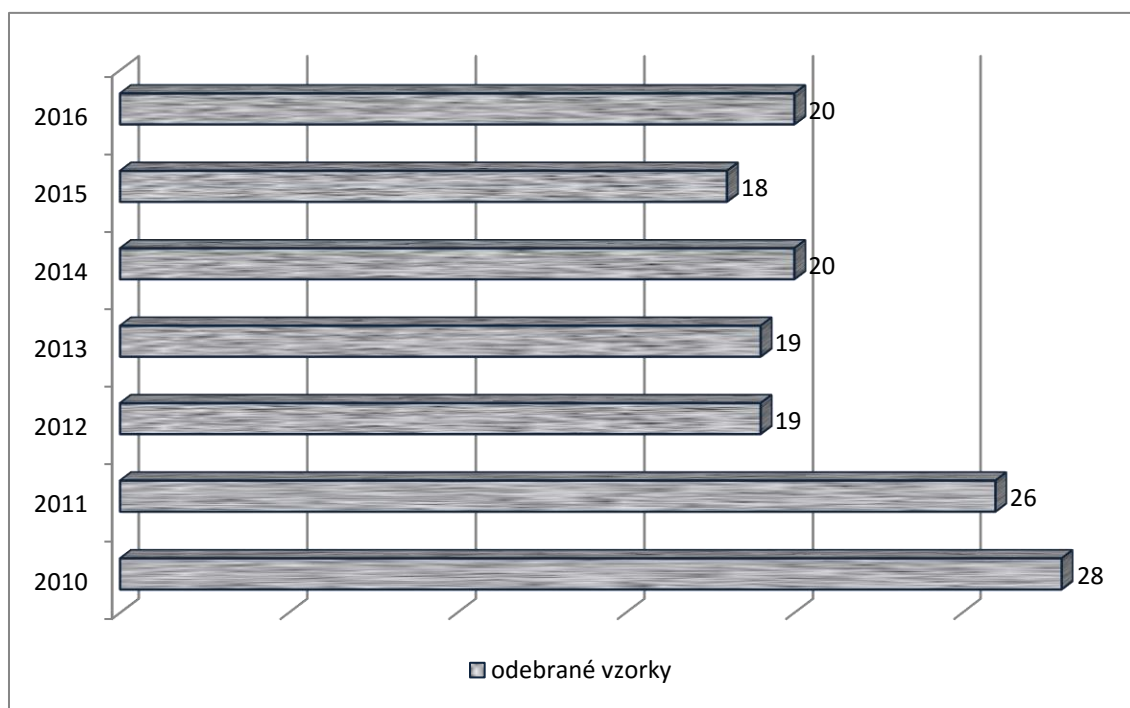
### 2.2.1 Monitoring vybraných perzistentních organických polutantů (POP)

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

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



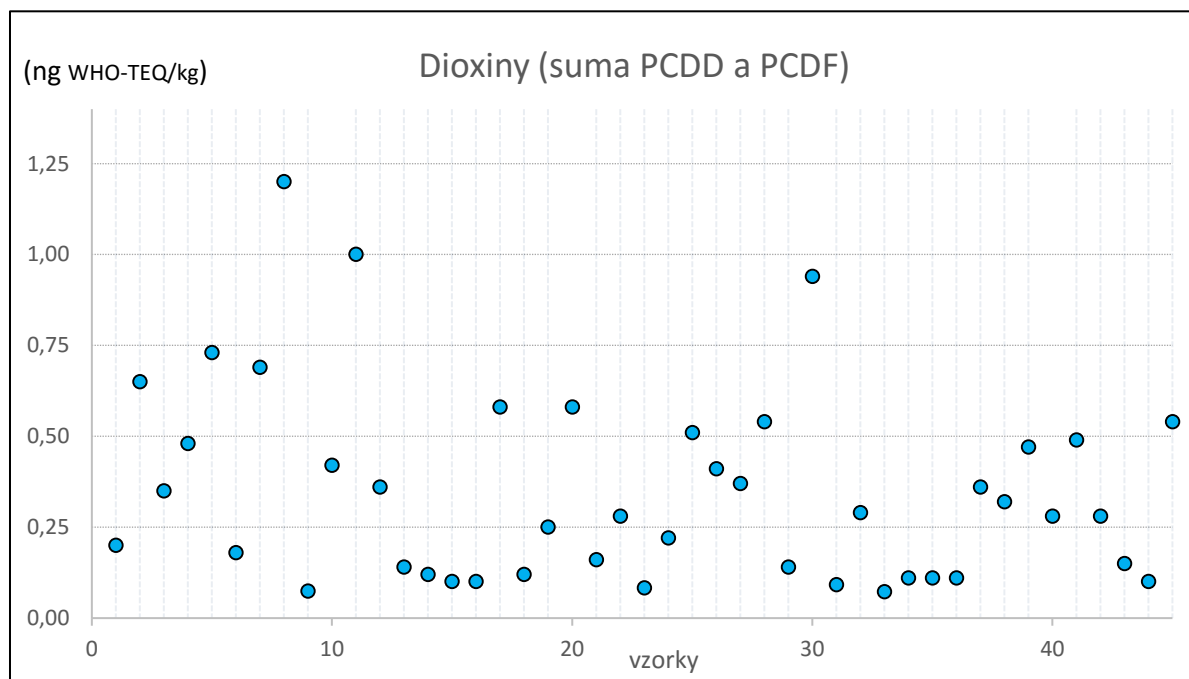
**Graf 18** Počet odebraných a nevyhovujících vzorků v rámci cílené kontroly POP v letech 2010–2016



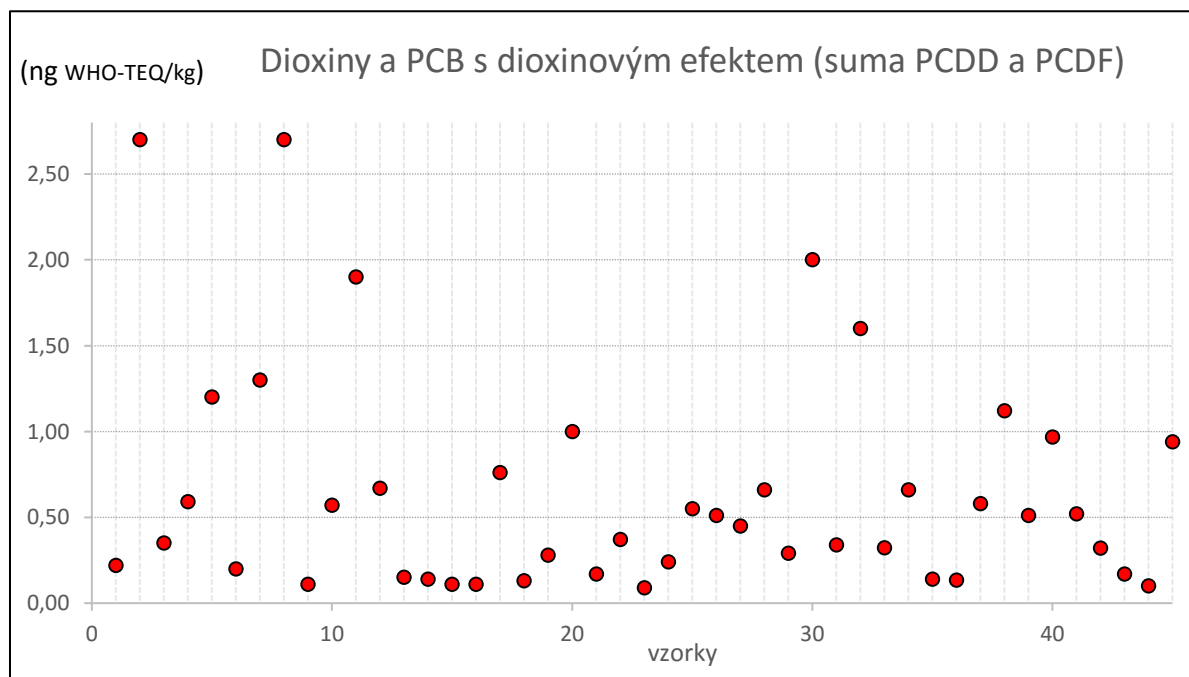
## 2.2.2 Cílená kontrola dioxinů, furanů a PCB dioxinového typu

V rámci cílené kontroly bylo analyzováno celkem 45 vzorků, zejména rybí moučka, masné kyseliny, premixy a doplňkové látky. 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. Jeden vzorek krmné suroviny bentonit překročil stanovený limit sumy dioxinů 0,75 ng.kg<sup>-1</sup>, bylo zakázáno tuto surovinu použít ke krmným účelům.

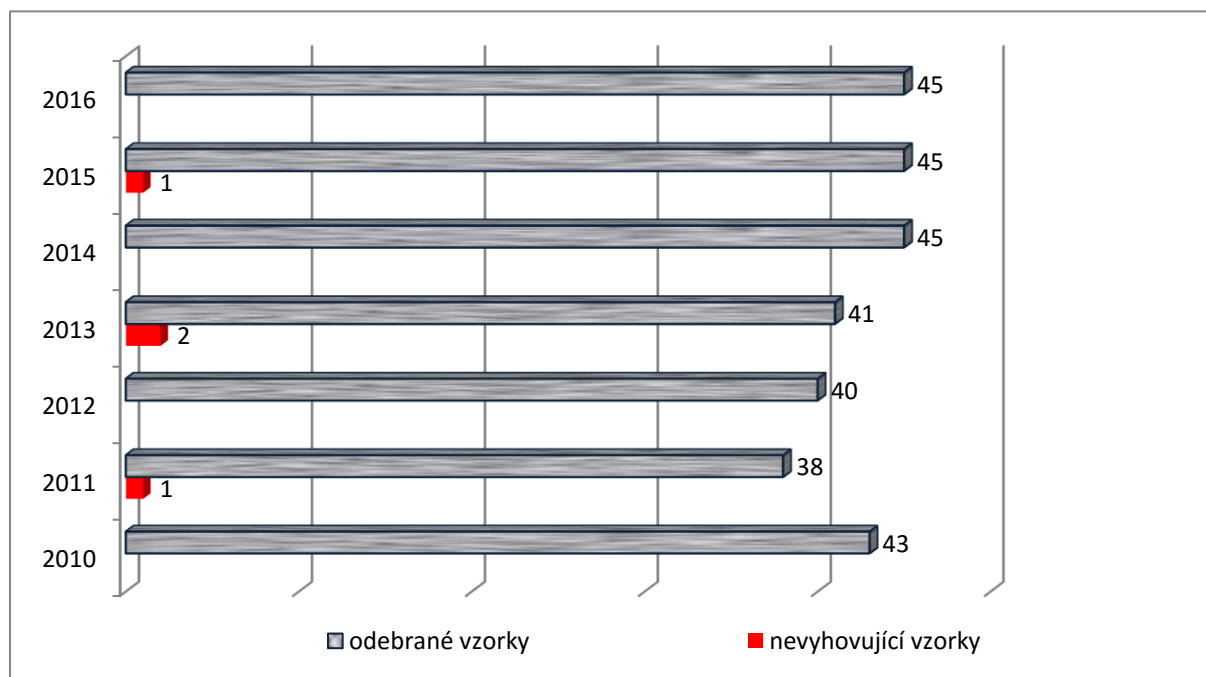
**Graf 19** Suma PCDD a PCDF v krmivech



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



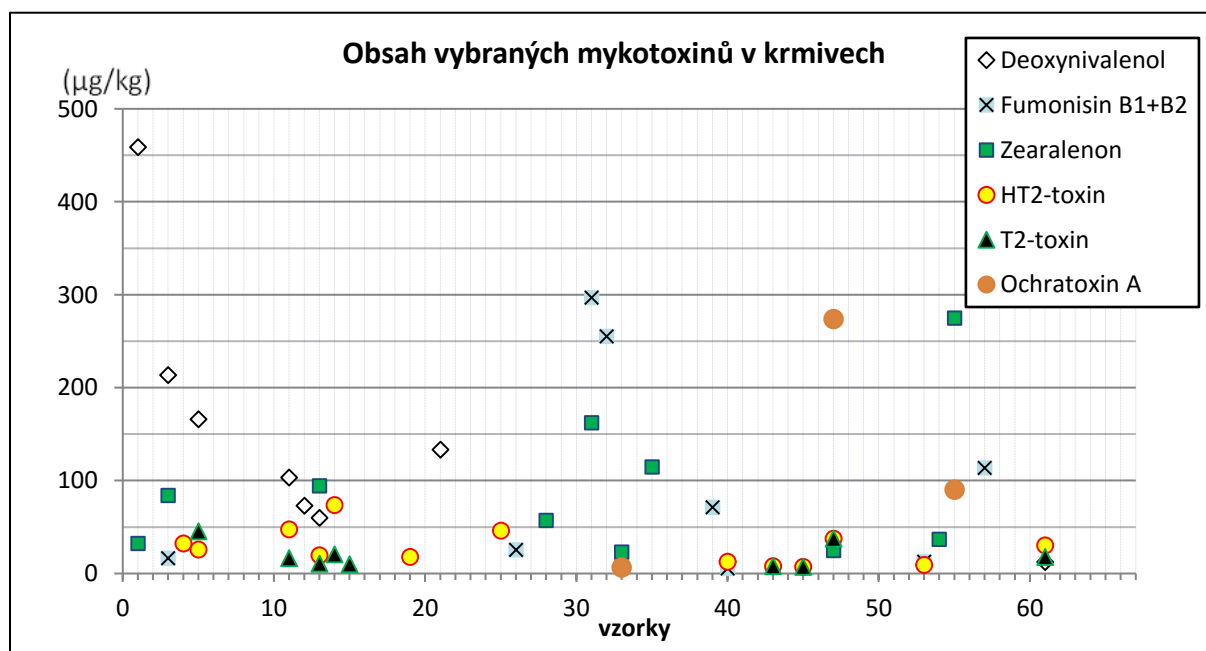
**Graf 21** Počet odebraných a nevyhovujících vzorků v rámci cílené kontroly obsahu dioxinů 2010–2016



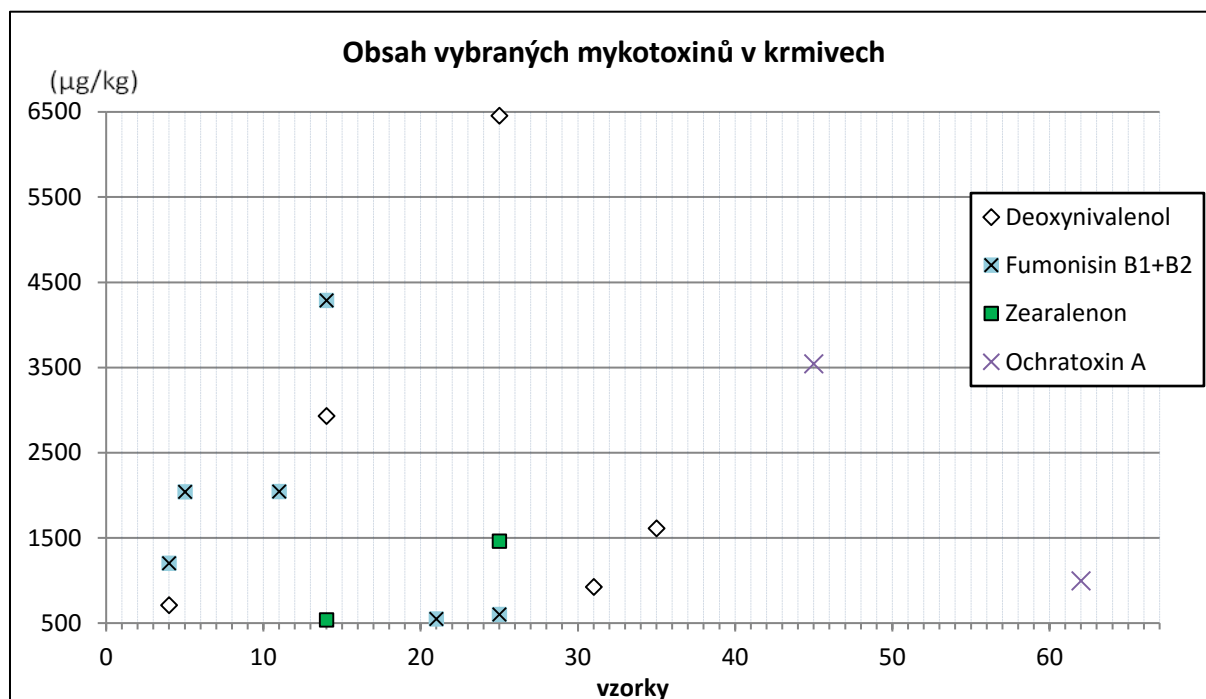
### 2.2.3 Monitoring mykotoxinů

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 2015 bylo odebráno 66 vzorků krmiv a krmných surovin. Většina zjištěných hodnot, včetně všech provedených analýz aflatoxinů, beauvericinu, enniatiny a nivalenolu, byla na nejnižší úrovni detekce analytu. Celkem 5 vzorků překročilo směrné hodnoty obsahu zearalenonu nebo deoxynivalenolu (v grafech hodnoty vyznačeny červeně).

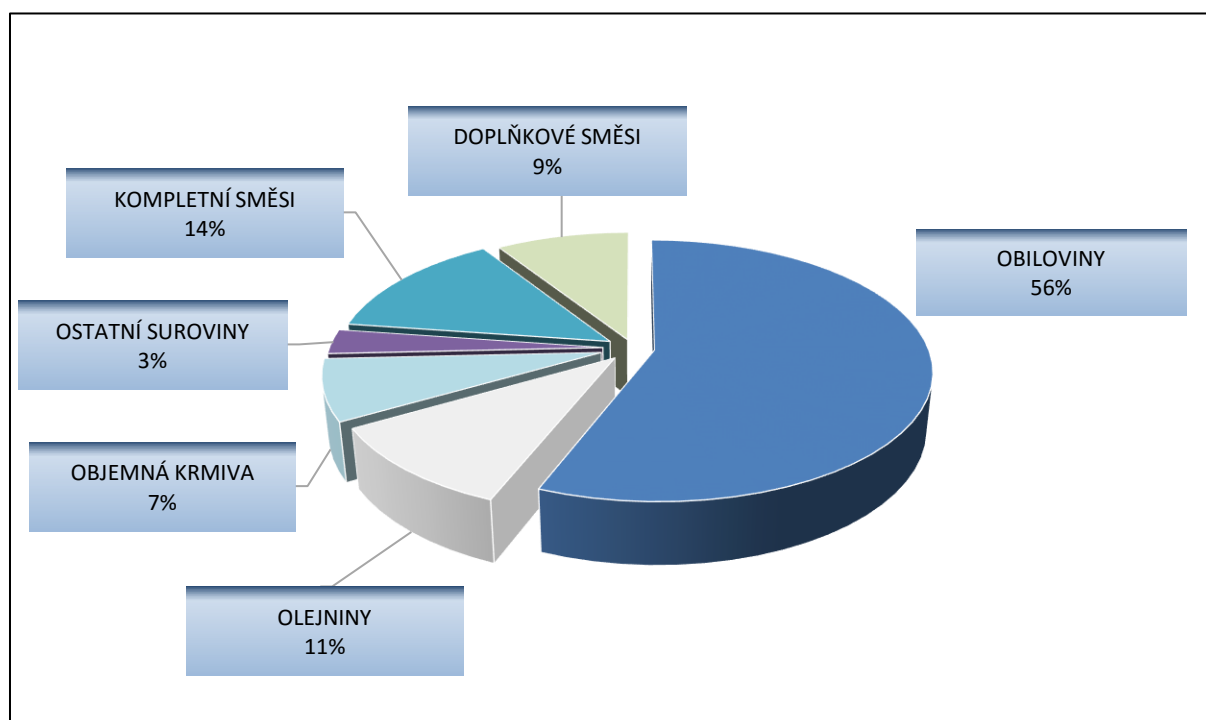
**Graf 22** Zjištěné obsahy vybraných mykotoxinů nad mezí detekce do 500 µg/kg



**Graf 23** Zjištěné obsahy vybraných mykotoxinů nad 500 µg/kg



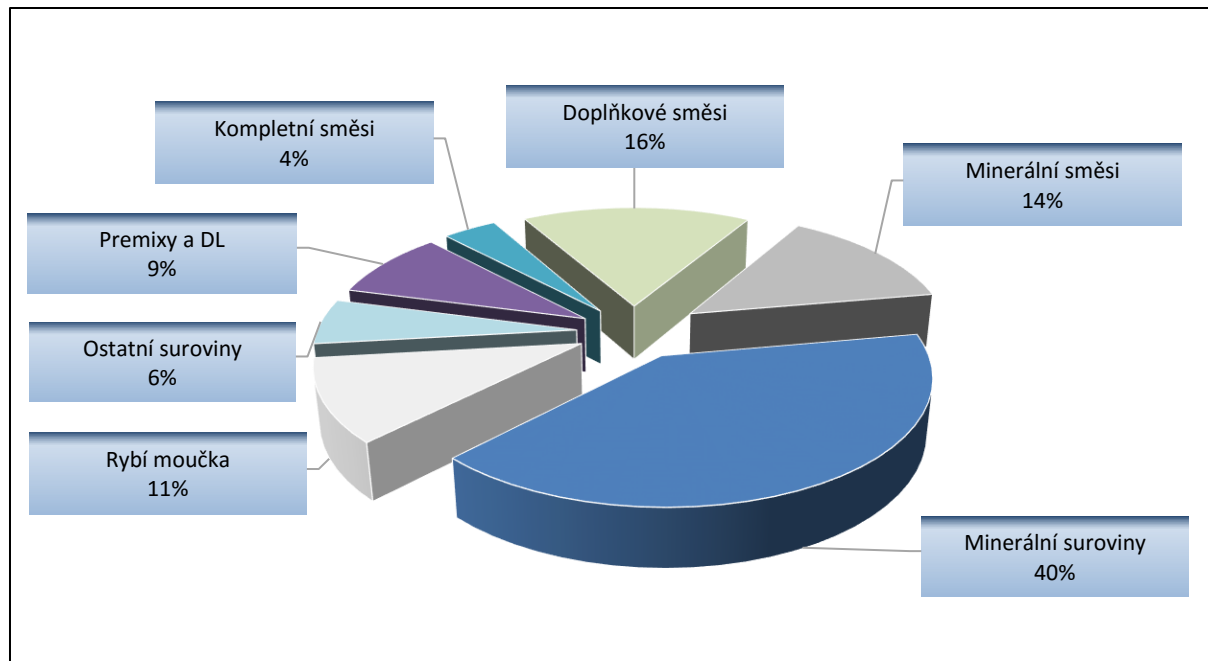
**Graf 24** Zastoupení odebraných krmiv v rámci cílené kontroly obsahu mykotoxinů



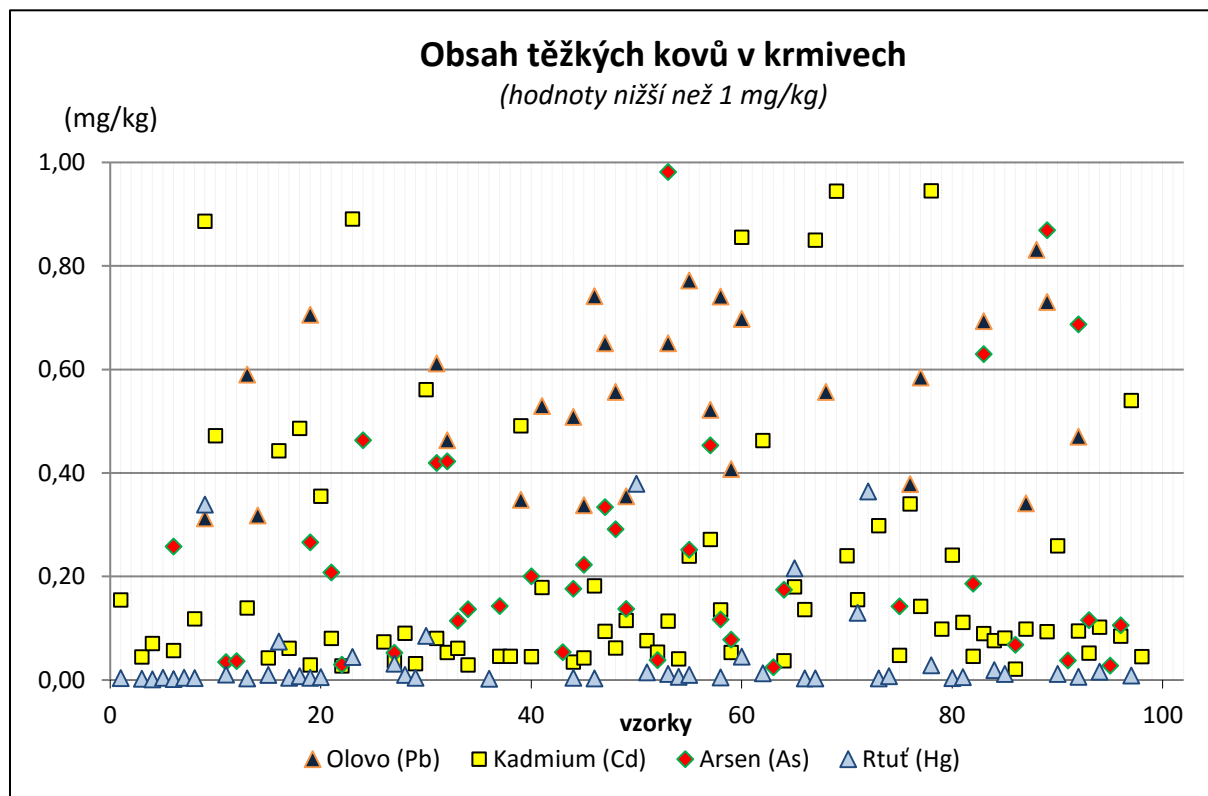
## 2.2.4 Cílená kontrola přítomnosti těžkých kovů v krmivech

Inspektoři odebrali 102 vzorků krmných surovin pro zjištění nežádoucího obsahu těžkých kovů. Byl sledován obsah olova, kadmia, arsenu a rtuť. U jednoho vzorku krmného vápence bylo zjištěno překročení stanoveného limitu obsahu arsenu.

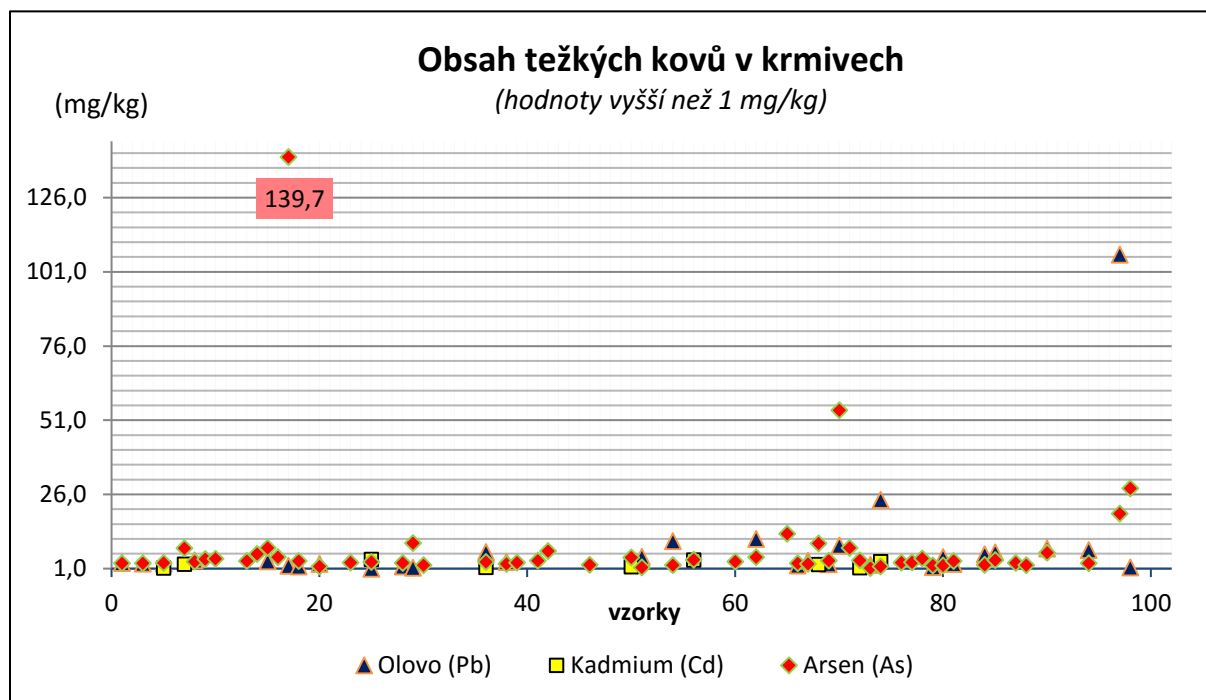
**Graf 25** Zastoupení odebraných krmiv v rámci cílené kontroly obsahu těžkých kovů



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



**Graf 27**      **Obsah těžkých kovů v krmivech nad detekčním limitem (hodnoty vyšší než 1 mg.kg<sup>-1</sup>) V červeném poli hodnota nevyhovujícího vzorku**



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

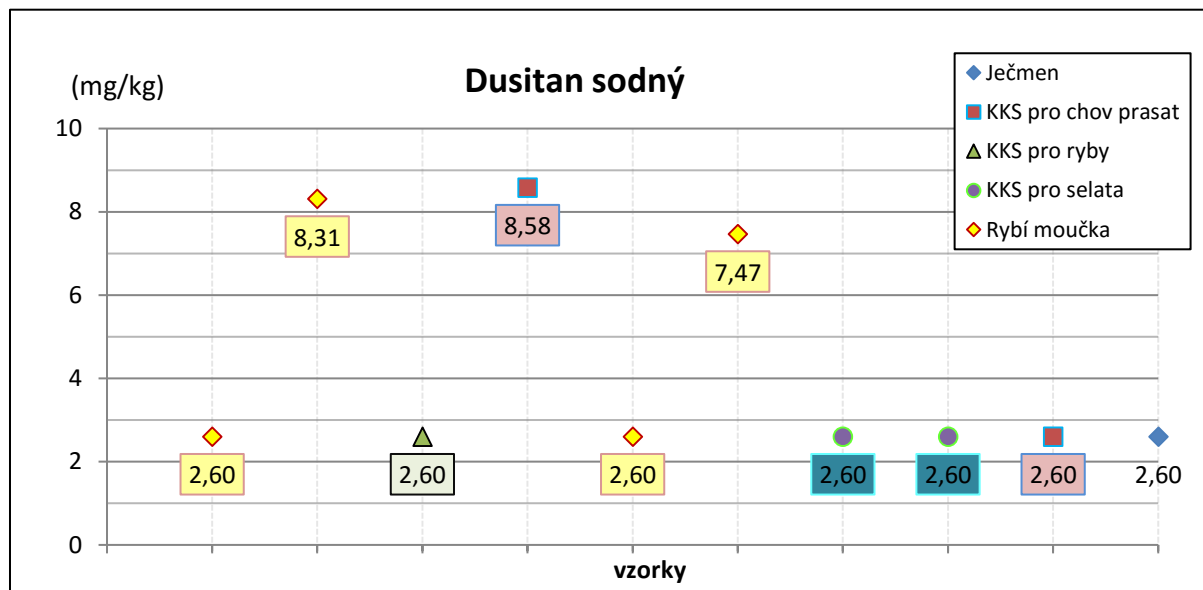
Tato cílená kontrola zjišťuje obsah dusitanů, fluoridů, vinylthiooxazolidonu, teobrominu a melaminu ve vybraných vzorcích krmiv.

#### Melamin

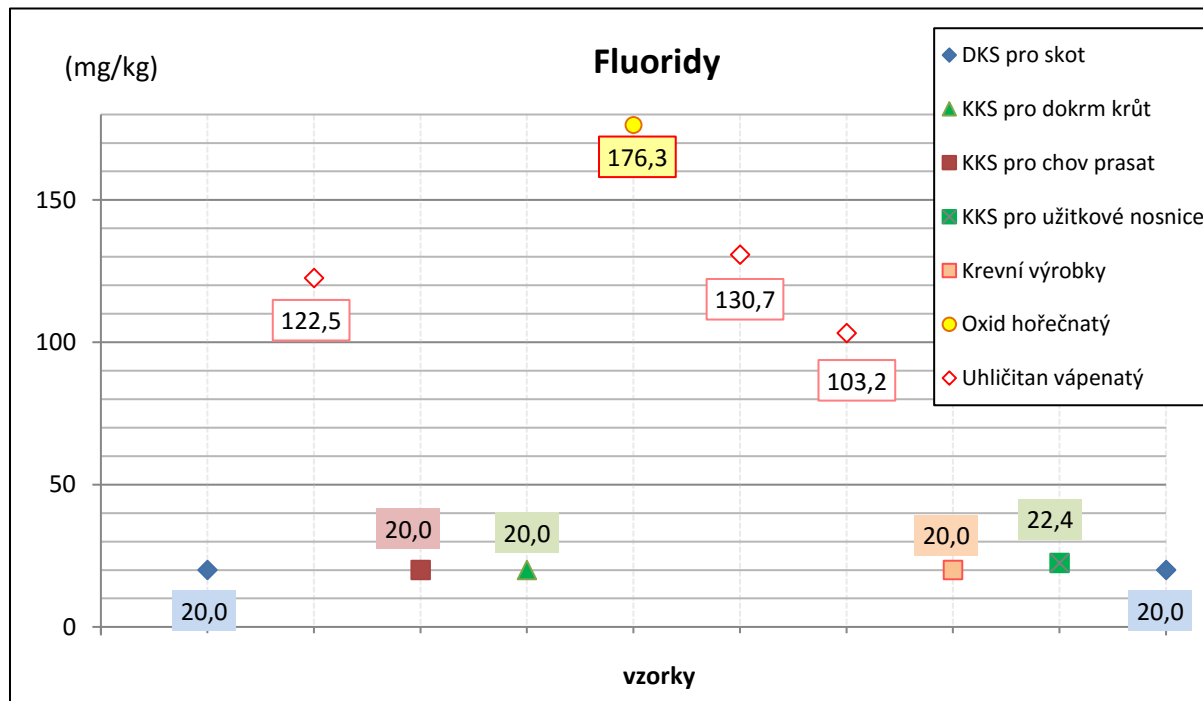
Bylo odebráno 10 vzorků převážně krmných směsí pro psy a kočky za účelem stanovení obsahu melaminu a kys. kyanurové. Výsledky všech analyzovaných vzorků se pohybovaly na nejnižší úrovni detekčního limitu analytických přístrojů.

#### 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**

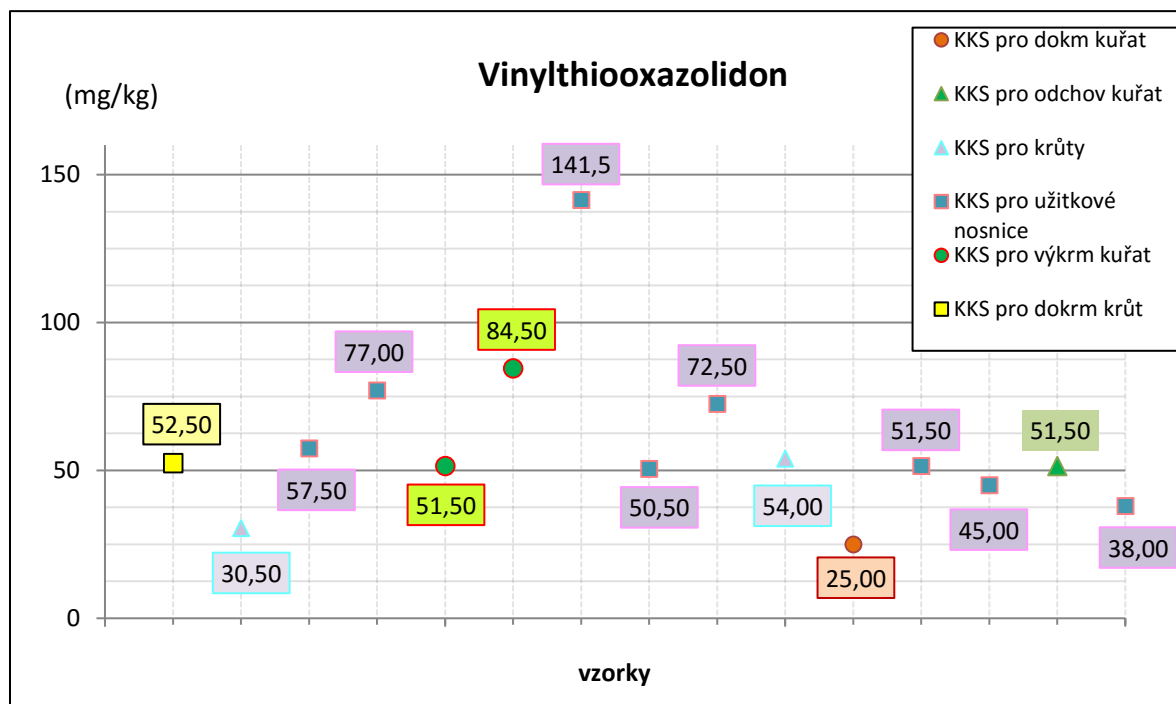
Bylo odebráno 10 vzorků krmných surovin nebo krmných směsí pro různé druhy hospodářských zvířat za účelem stanovení obsahu fluoridů. Všechny analyzované vzorky vyhověly maximálním povoleným limitům obsahu fluoridů.

**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.

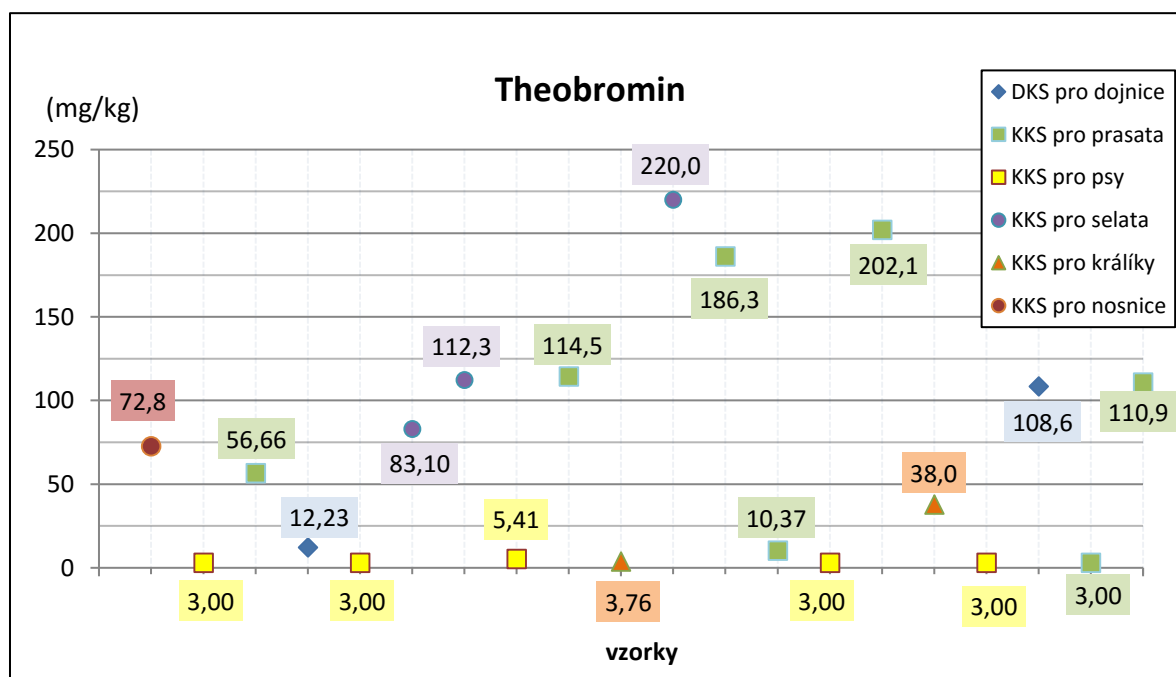
**Graf 30**      *Obsah vinylthiooxazolidonu v odebraných vzorcích krmiv*



## Teobromin

Sleduje se v krmivech s obsahem kakaových slupek, kakaa, čokolády a dalších výrobků z cukrovinek. Bylo odebráno 20 vzorků kompletních a doplňkových krmných směsí, žádný vzorek nepřekročil maximální povolený limit teobrominu.

**Graf 31**      *Obsah theobrominu v odebraných vzorcích krmných směsí*



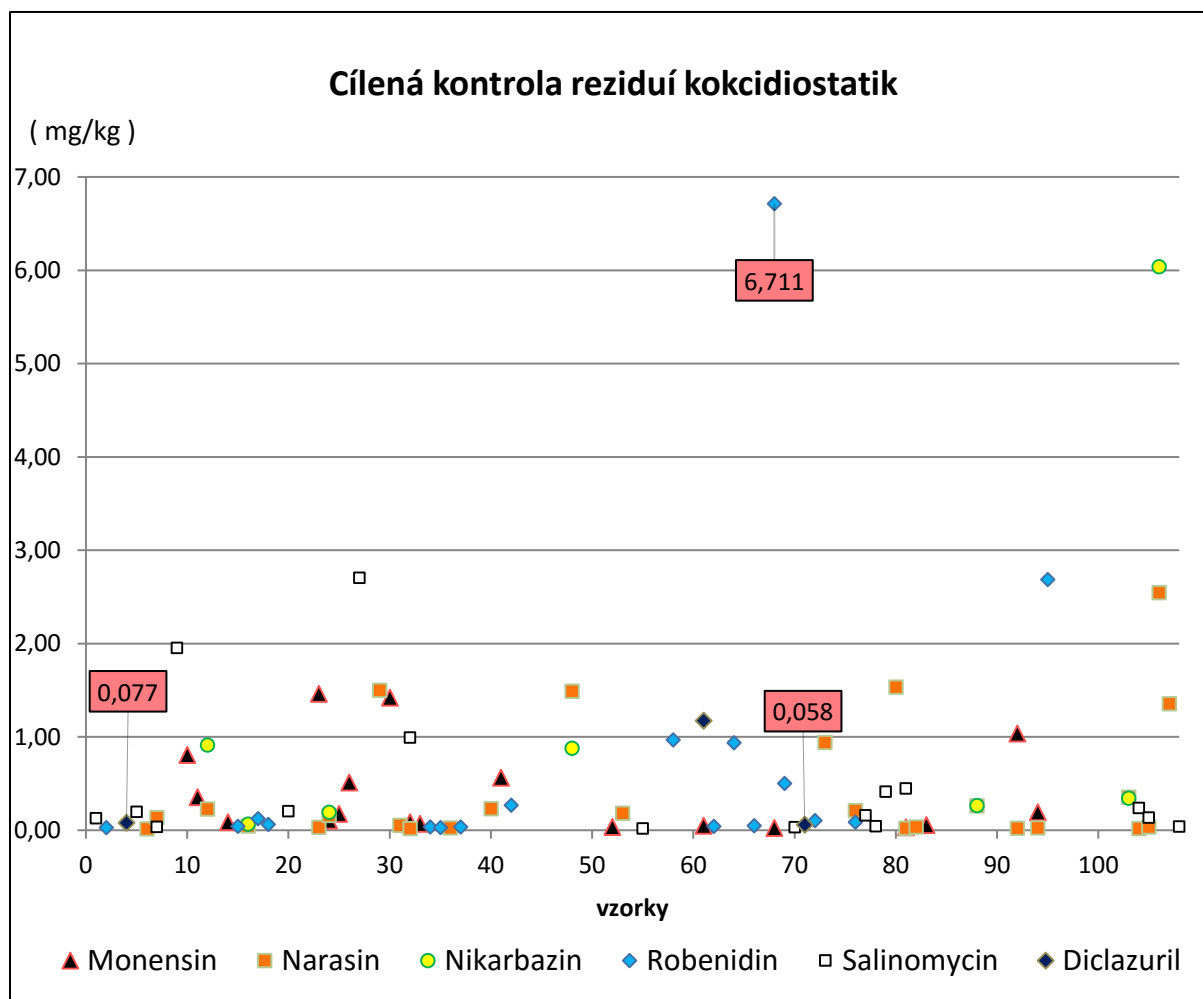
## 2.3 Sledování správného používání doplňkových látek

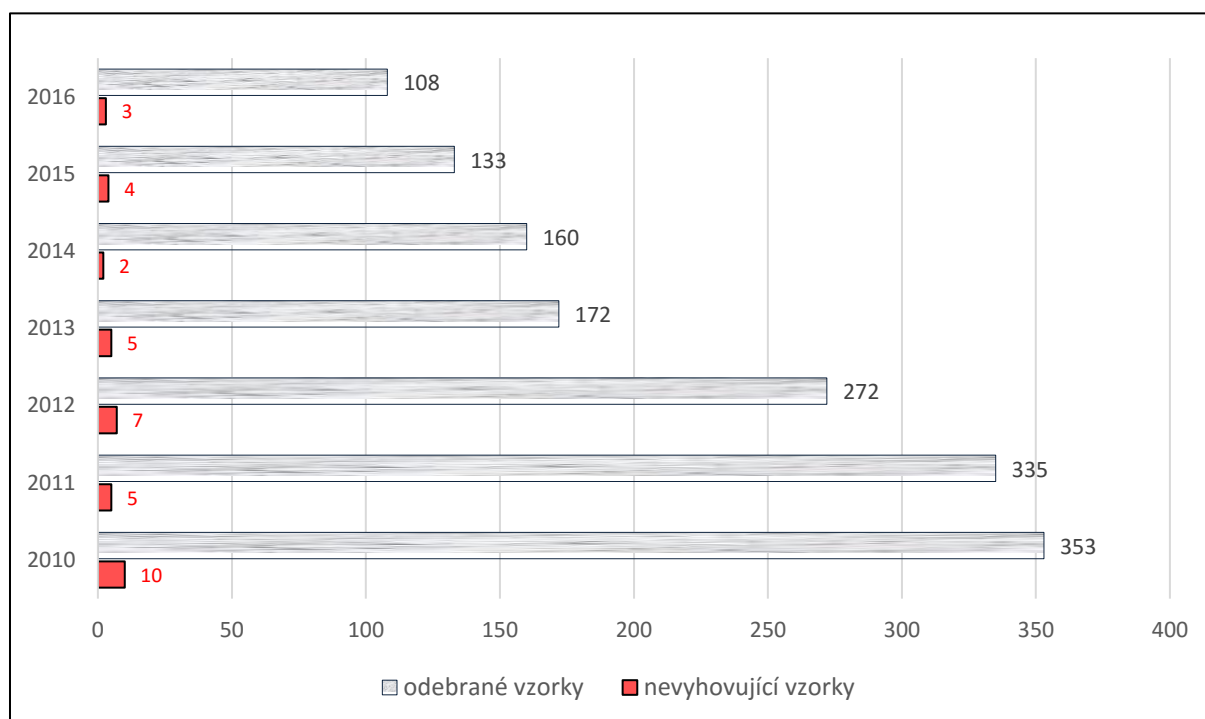
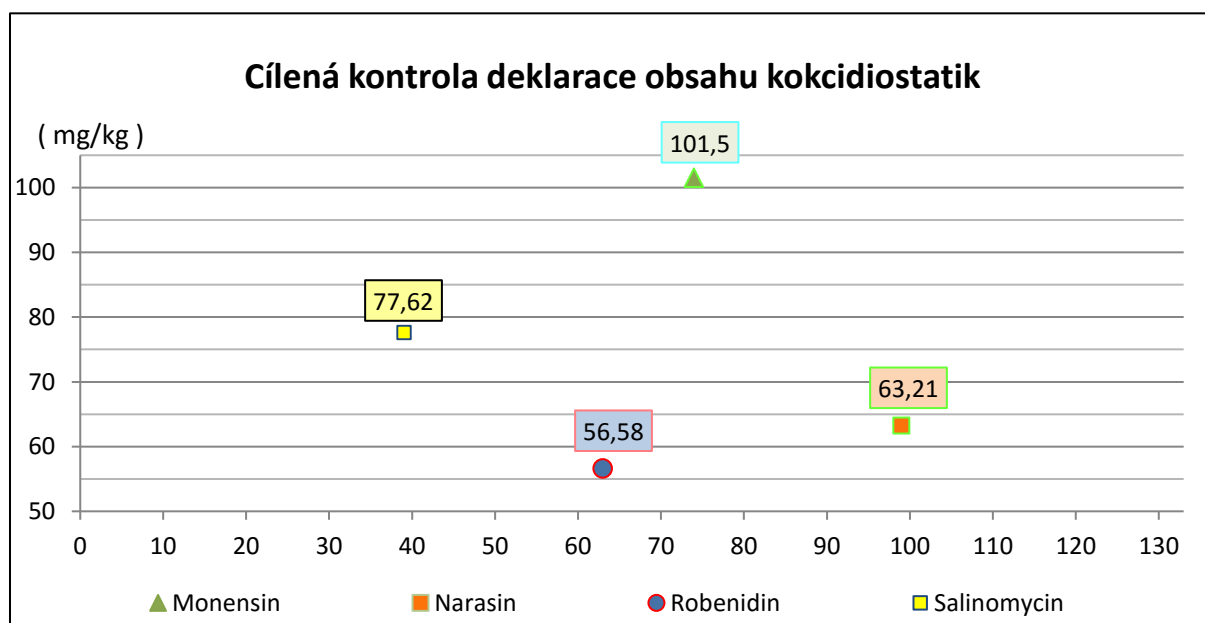
### 2.3.1 Cílená kontrola používání kokcidistatik

Cílená kontrola ověřuje dodržování deklarovaného obsahu kokcidistatika 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 108 vzorků kompletních, doplňkových a minerálních krmných směsí a premixů.

Byly zjištěny 3 případy kontaminace krmiv kokcidistatiky (2 vzorky kompletních krmných směsí pro výkrm králíků v období ochranné lhůty před porážkou s překročením maximálních povolených limitů rezidua diclazurilu resp. robenidinu a 1 vzorek doplňkové krmné směsi pro odchov kuřat s nepovoleným obsahem rezidua diclazurilu), byl vydán zákaz jejich zkrmování. Kontrola dodržování deklarovaného obsahu kokcidistatik vyhodnotila všechny analyzované vzorky jako vyhovující.

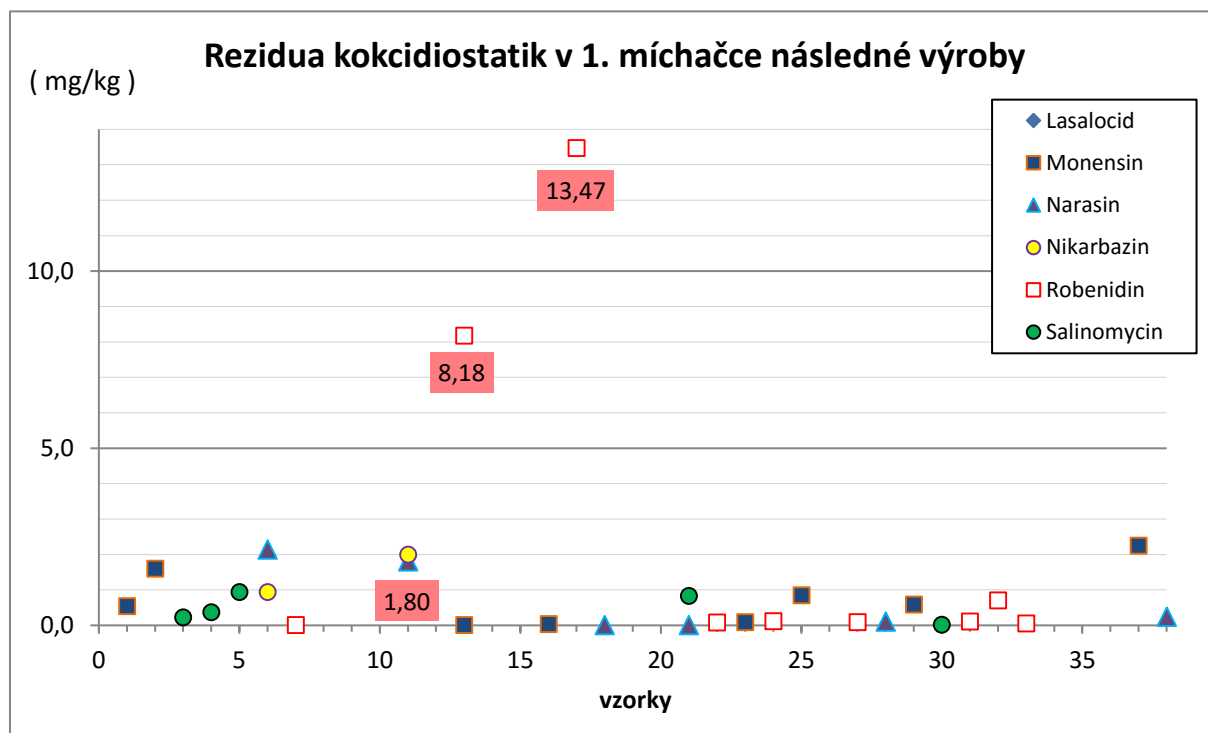
**Graf 32** Křížová kontaminace krmiv kokcidistatiky nad detekčním limitem analýzy (červeně označeny nevyhovující vzorky)



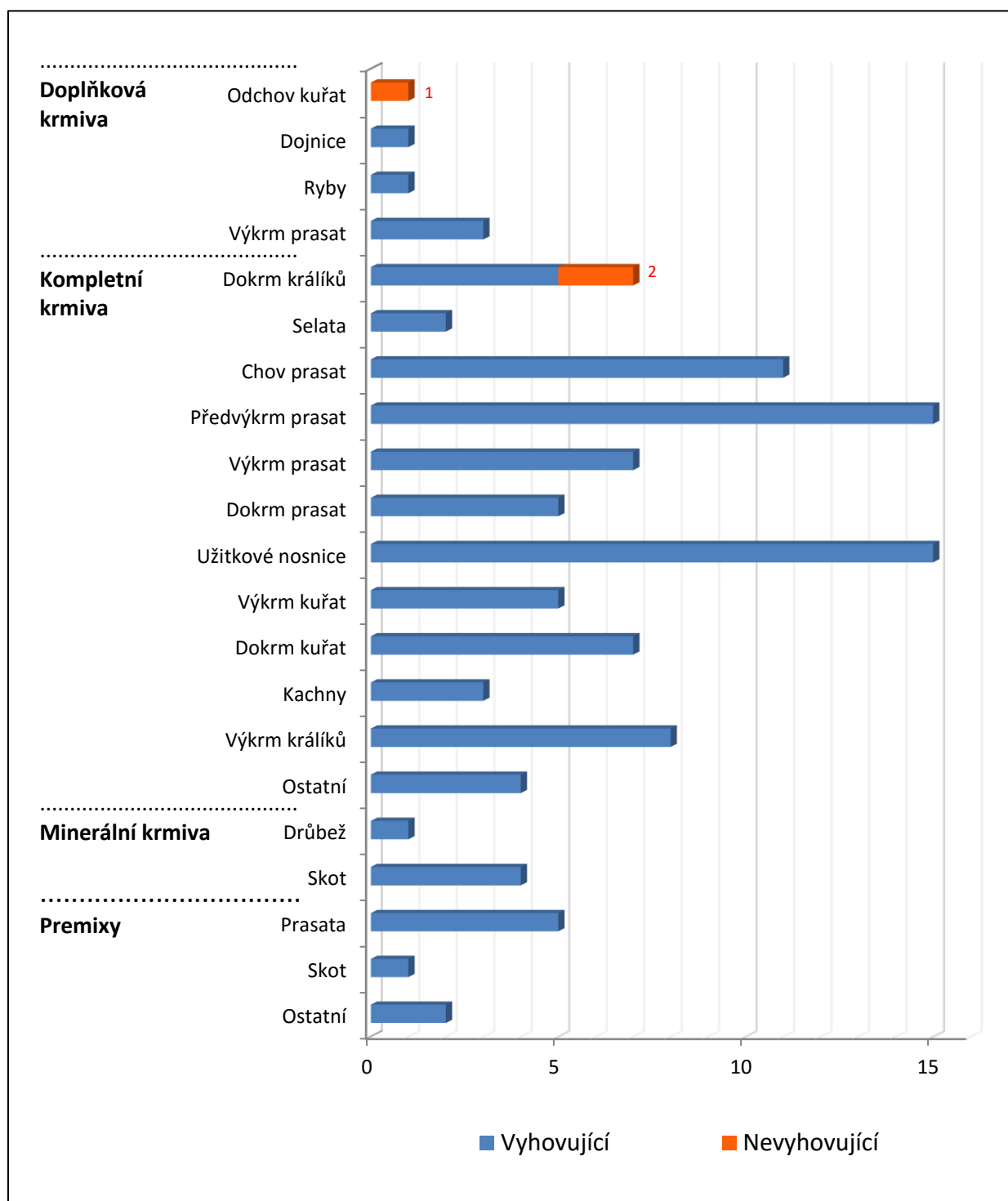
**Graf 33 Počty odebraných a nevyhovujících vzorků křížové kontaminace kokcidiostatik 2010–2016**

**Graf 34 Výsledky kontroly dodržování deklarovaného obsahu kokcidiostatik**


V rámci cílené kontroly byly rovněž sledovány reziduální stopy kokcidiostatik v krmivu, které bylo zpracováno míchacím zařízením výrobce bezprostředně po použití kokcidiostatik. Bylo prověřeno 38 vzorků z nejrizikovější první míchačky následně vyráběných krmiv. Stanovený limit byl překročen u 3 vzorků (kompletní krmivo pro užitkové nosnice – narasin, kompletní krmivo pro dokrm králíků – robenidin, kompletní krmivo pro výkrm prasat – robenidin), výrobci těchto krmiv následně zavedli účinnější postupy dekontaminace výrobní linky pro zabránění přenosu křížové kontaminace.

**Graf 35**      **Rezidua kokcidiostatik v 1. míchačce následné výroby (červeně označeny nevyhovující vzorky)**



**Graf 36** Odebrané vzorky v rámci cílené kontroly křížové kontaminace krmiv kokcidiostatiky



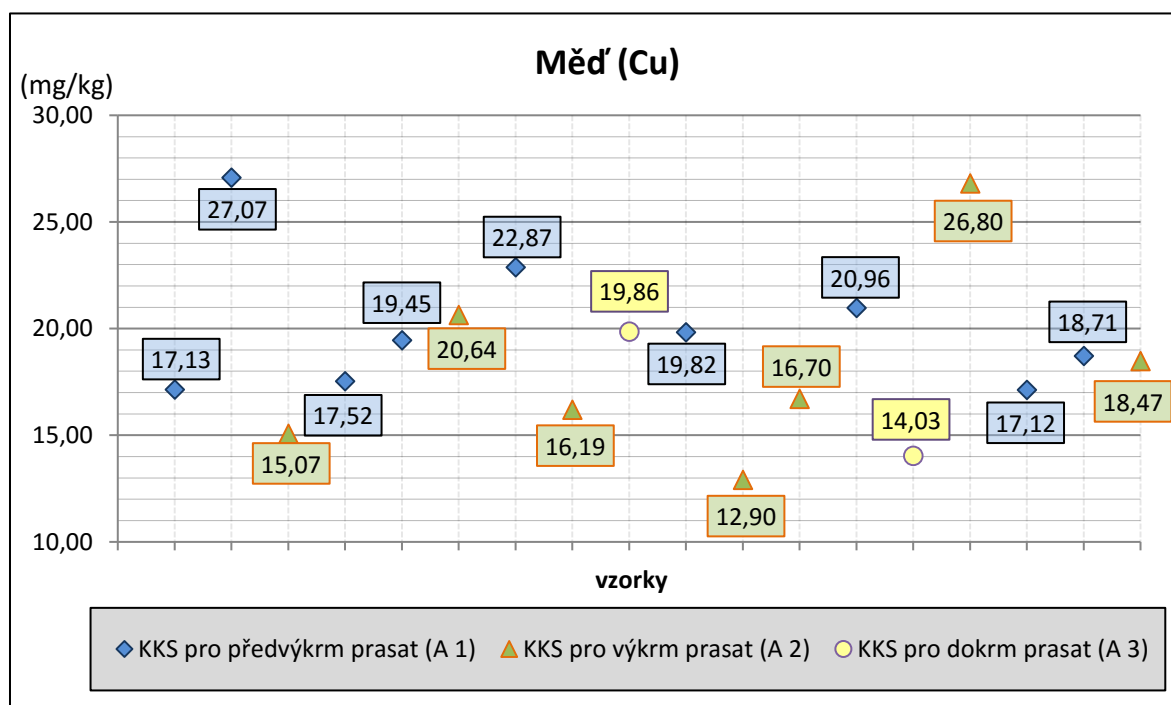
Nejčastěji byly odebírány kompletní krmné směsi (88 vzorků) s převahou krmiv pro prasata, pro drůbež a pro králíky. Nejvyšší četnost nevyhovujících vzorků (téměř 30 %) byla zjištěna u kompletních směsí pro výkrm králíků v období ochranné lhůty před porážkou. Žádné nedostatky nebyly zaznamenány u minerálních krmných směsí a premixů doplňkových látek.

### 2.3.2 Cílená kontrola dodržování limitů doplňkových látek

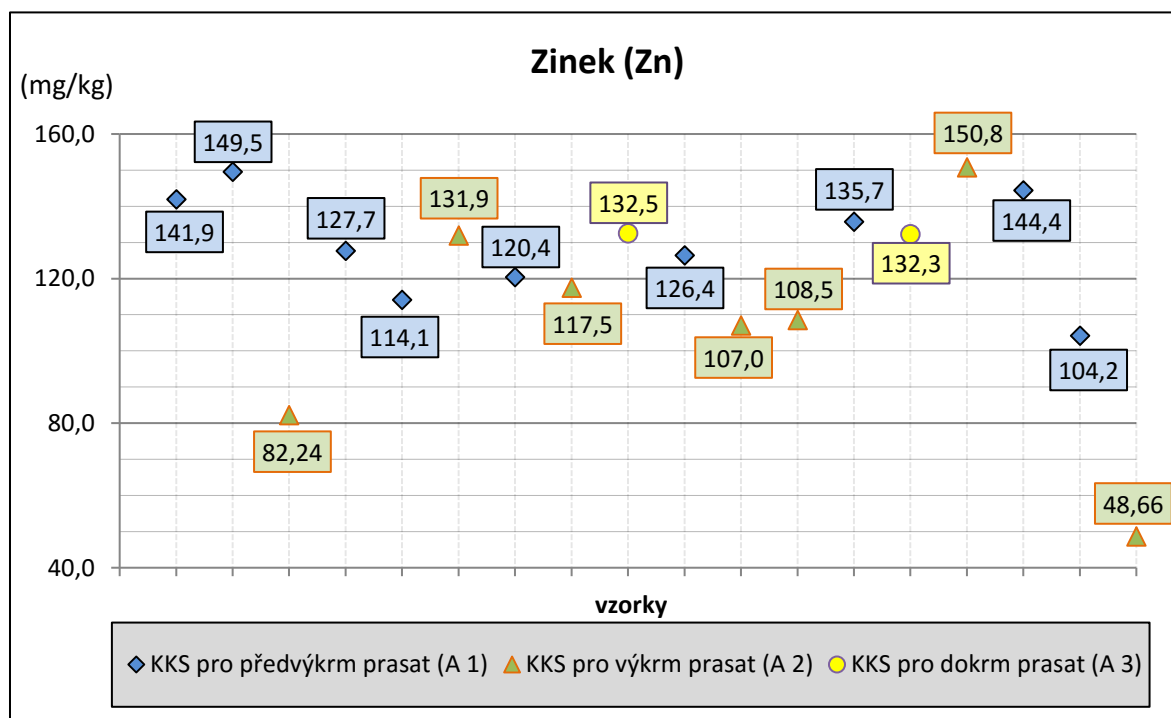
Při této kontrole se sledovalo dodržování maximálních limitů mědi, zinku, manganu, železa, selenu, jódu, vitaminu A a vitaminu D3. Odebráno bylo 50 vzorků krmných směsí. Převažovaly kompletní krmiva pro výkrm prasat a drůbeže. Překročení limitu sledovaných DL bylo zjištěno u 1 vzorku krmiva. Nebyl dodržen limit obsahu mědi v kompletním krmivu pro výkrm králíků.

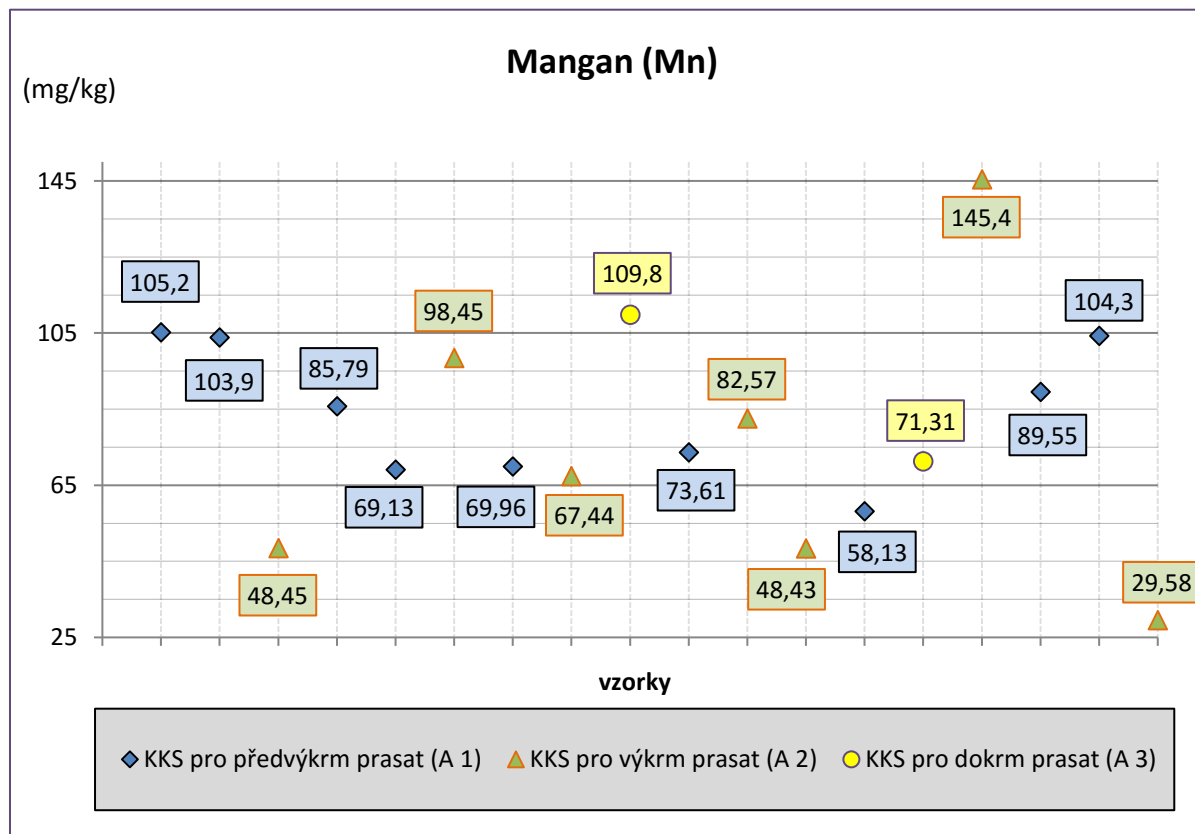
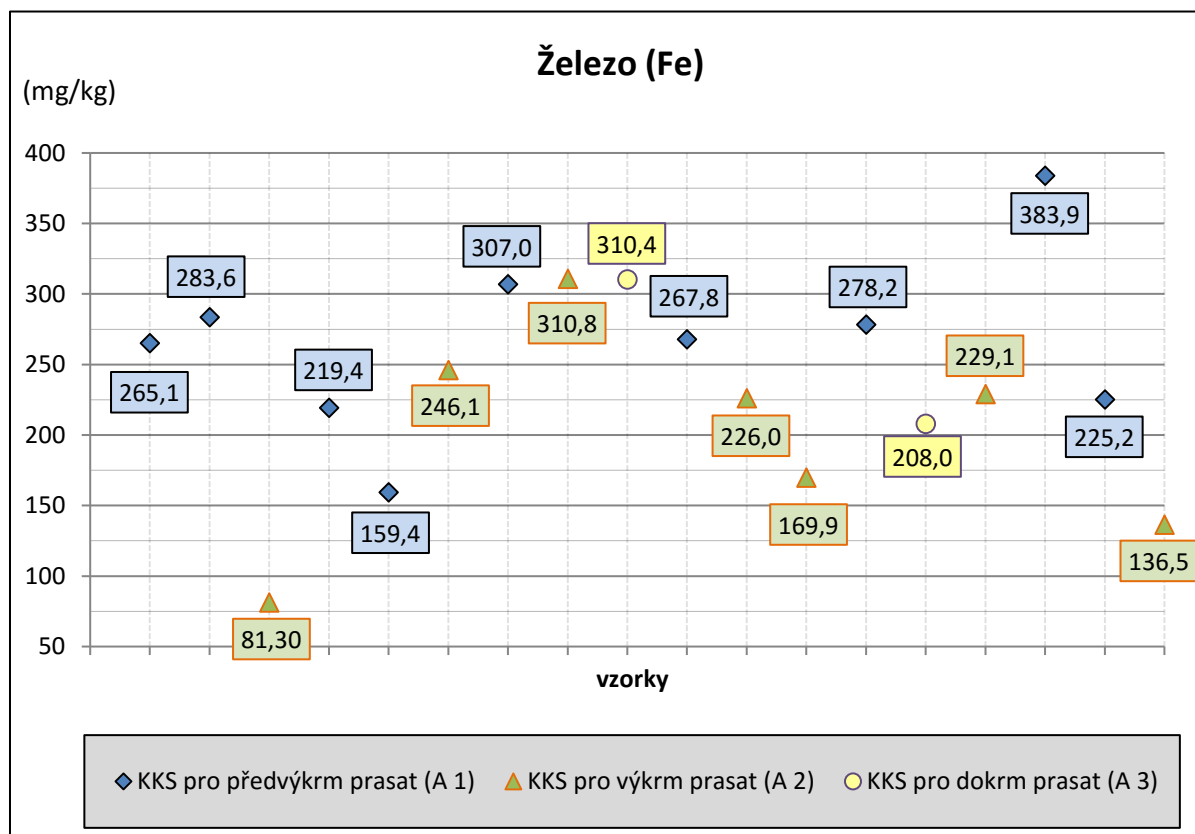
#### KRMIVA PRO PRASATA

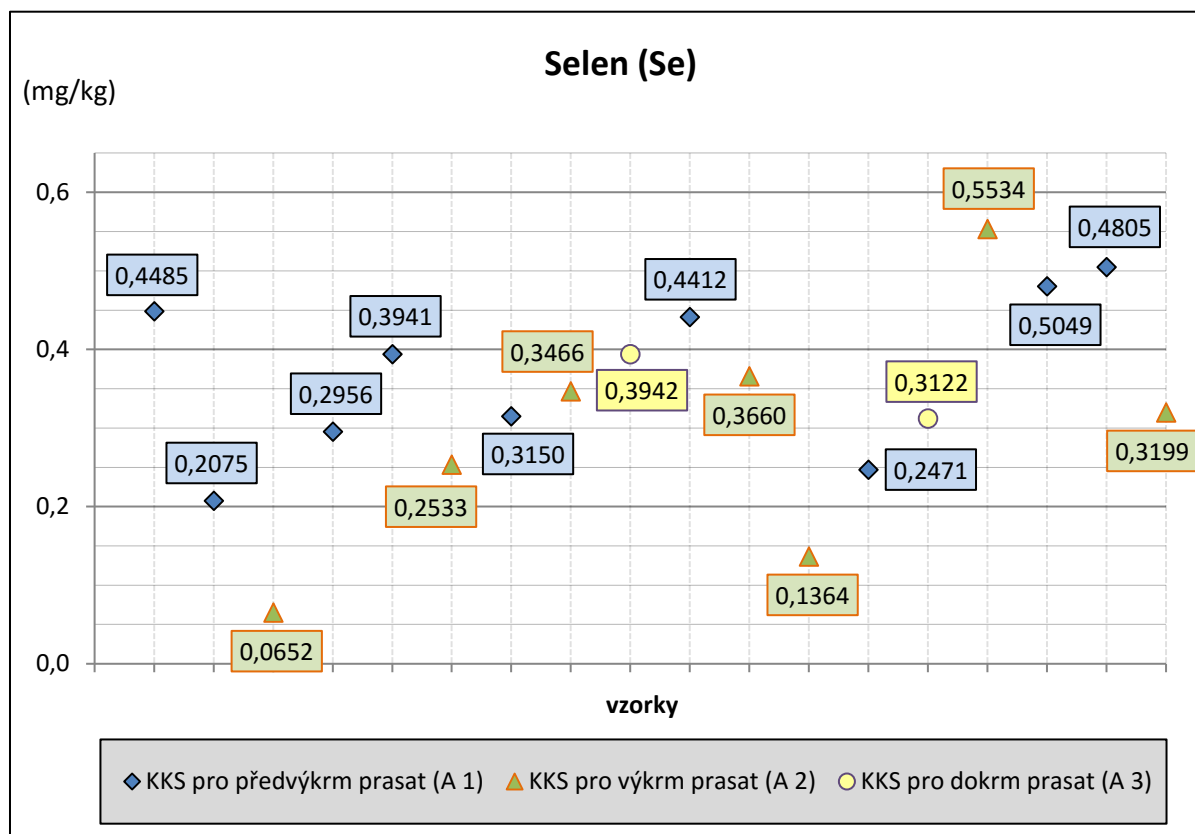
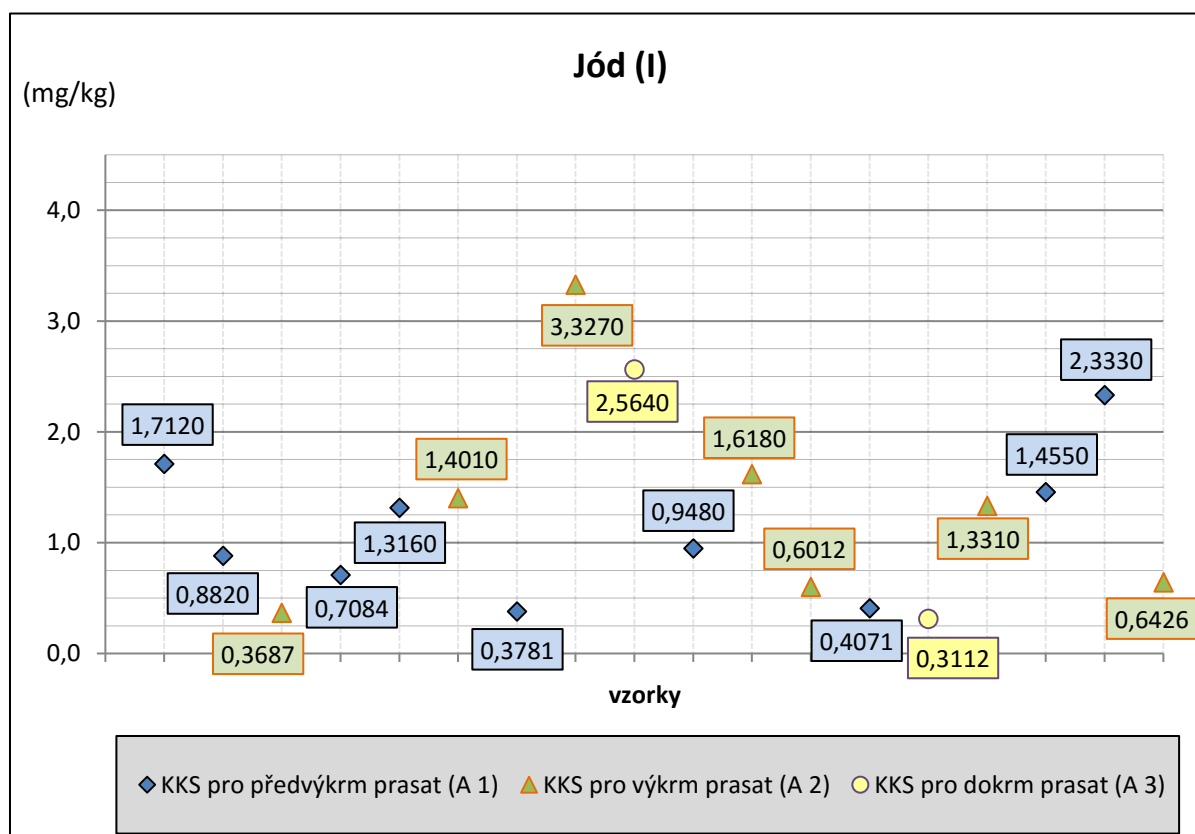
**Graf 37** Obsah mědi v kompletních krmných směsích pro výkrm prasat

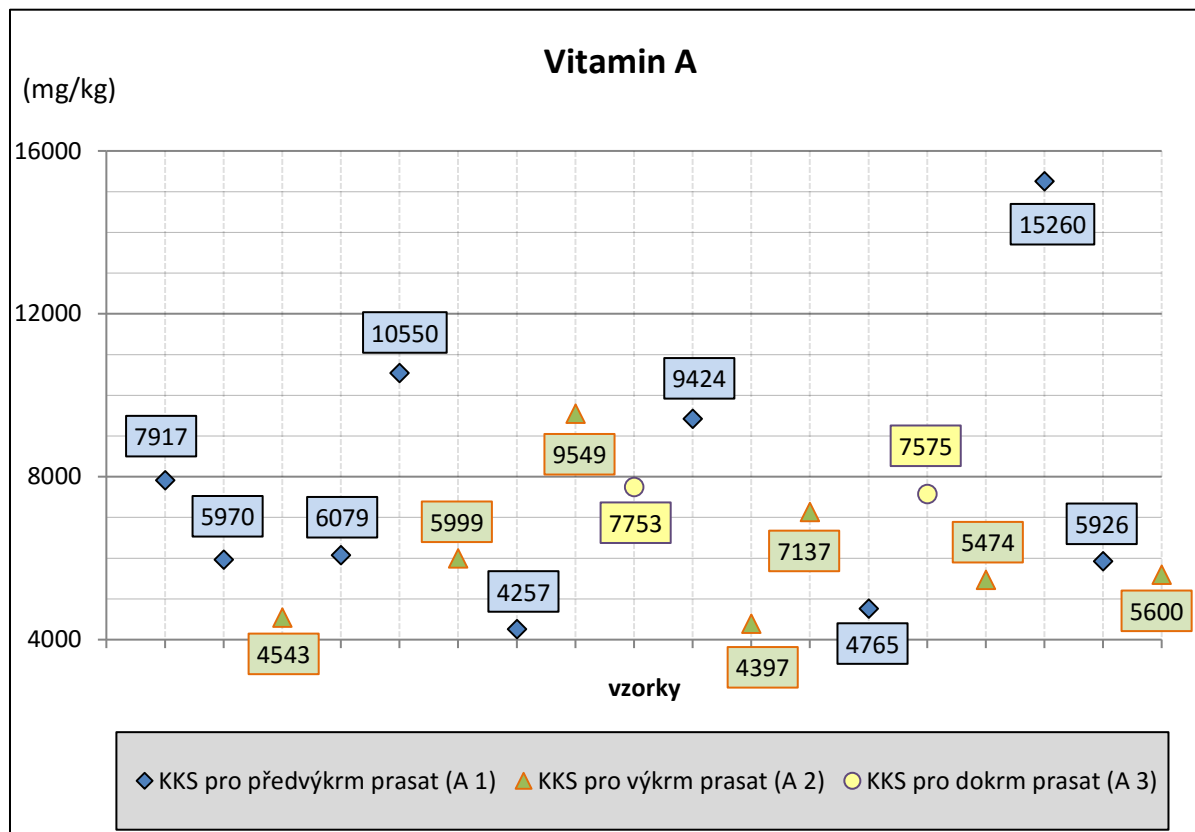
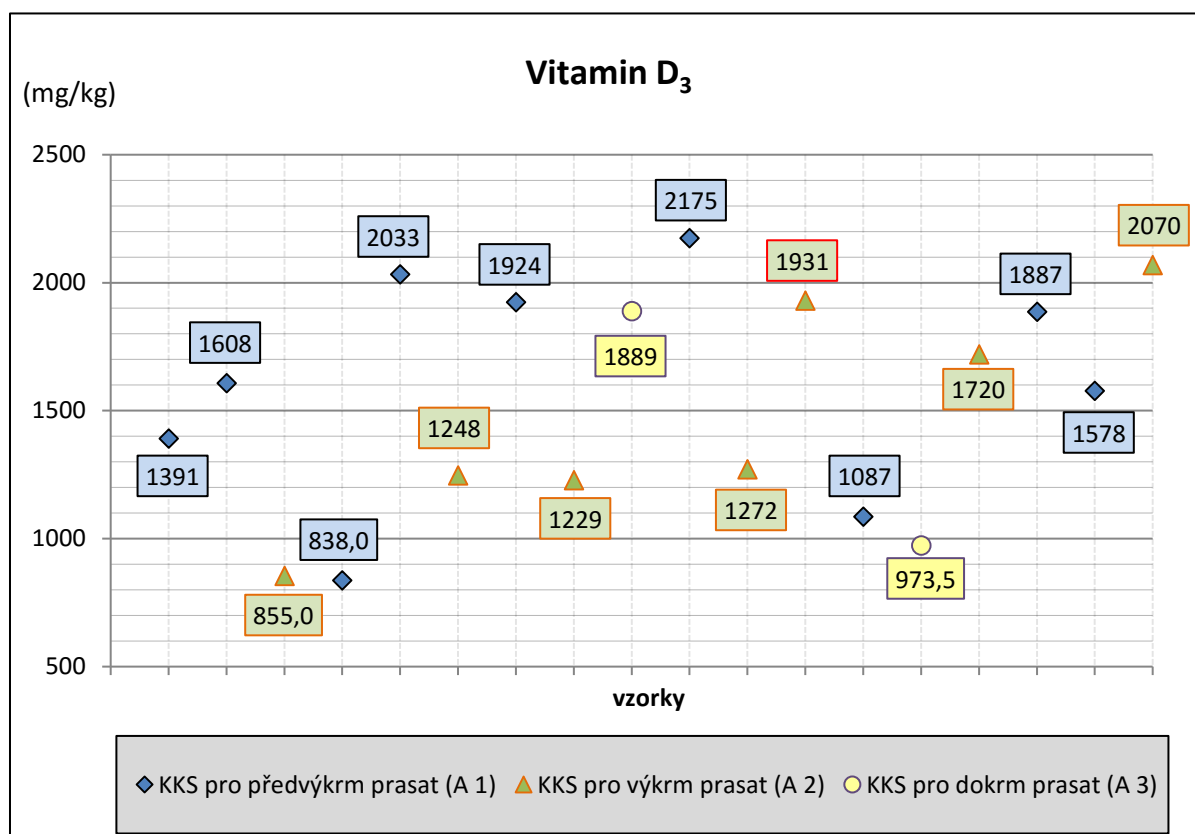


**Graf 38** Obsah zinku v kompletních krmných směsích pro výkrm prasat

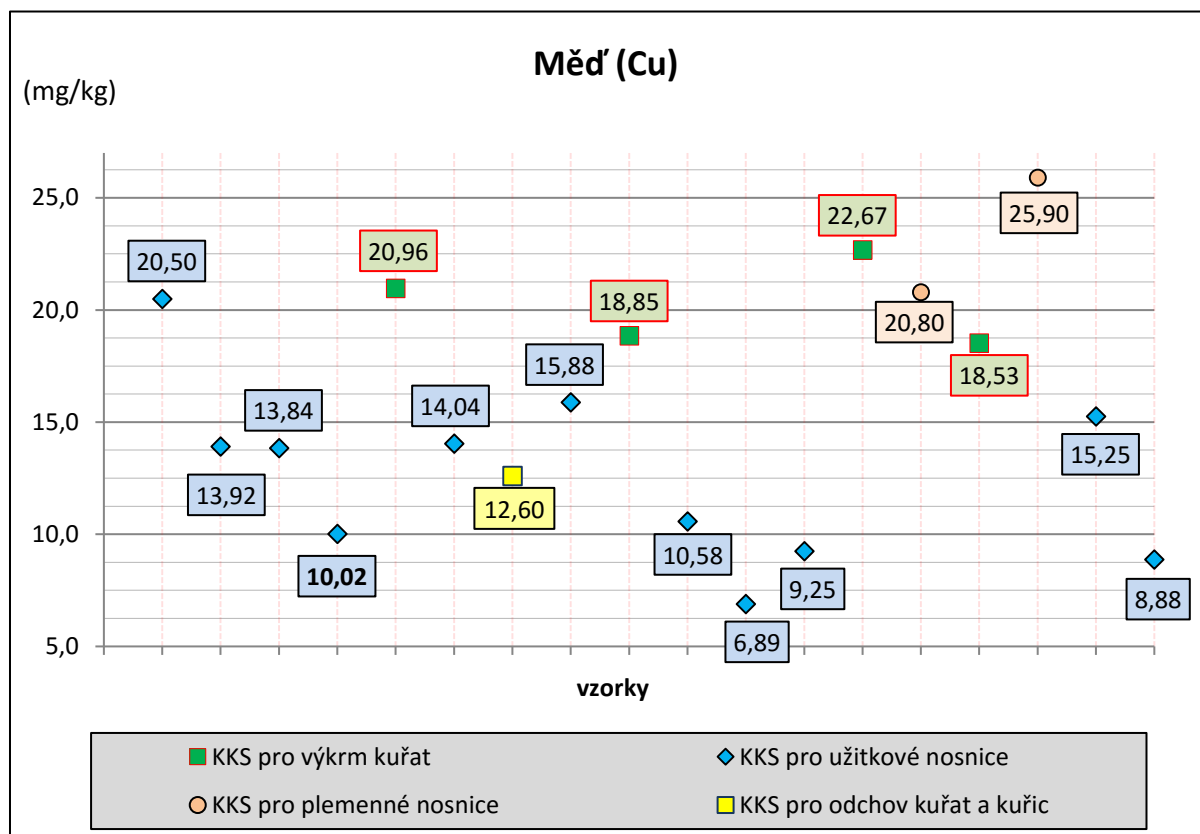
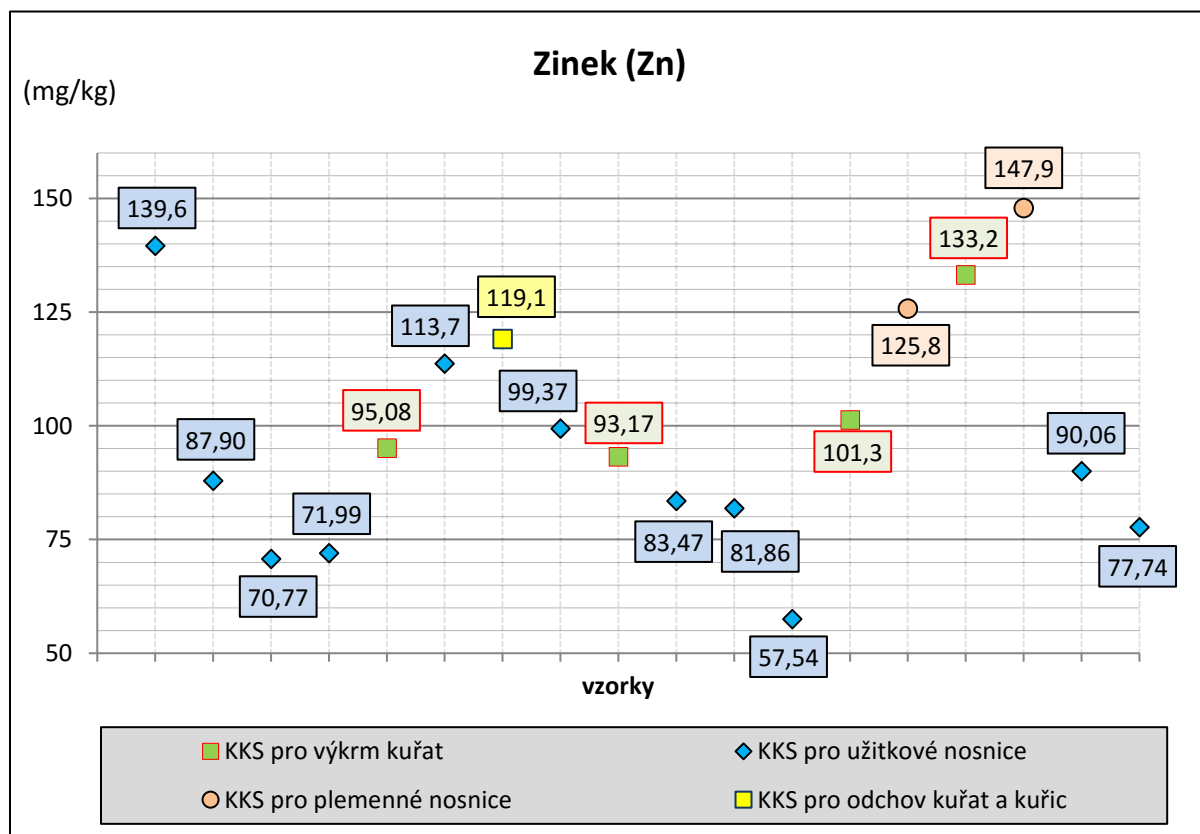


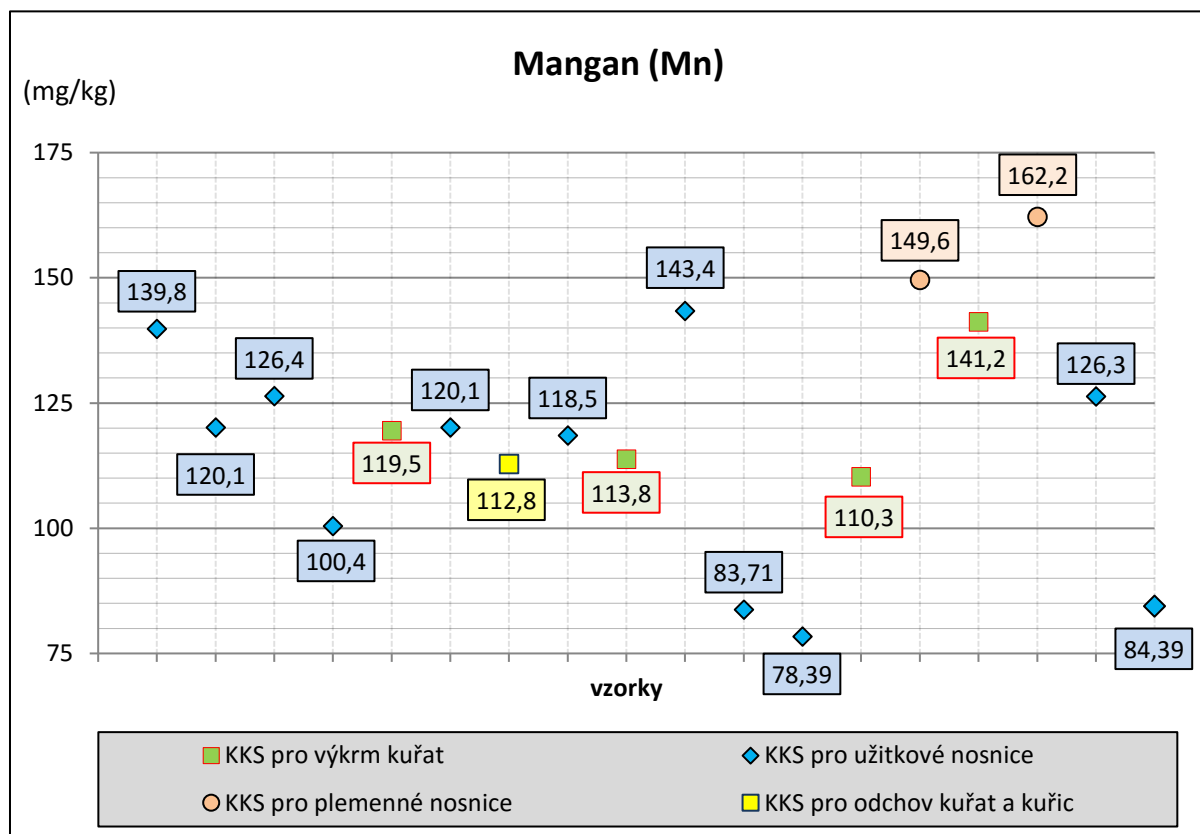
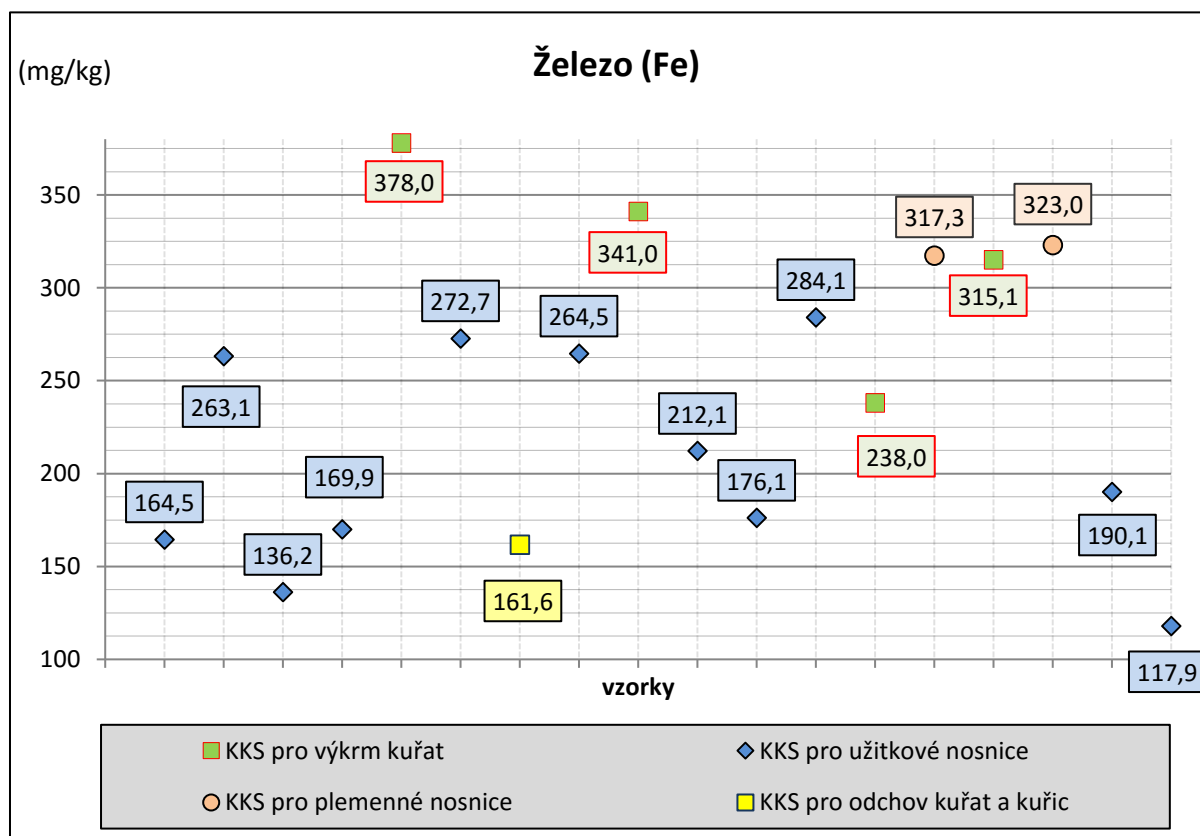
**Graf 39**      *Obsah manganu v kompletních krmných směsích pro výkrm prasat***Graf 39**      *Obsah železa v kompletních krmných směsích pro výkrm prasat*

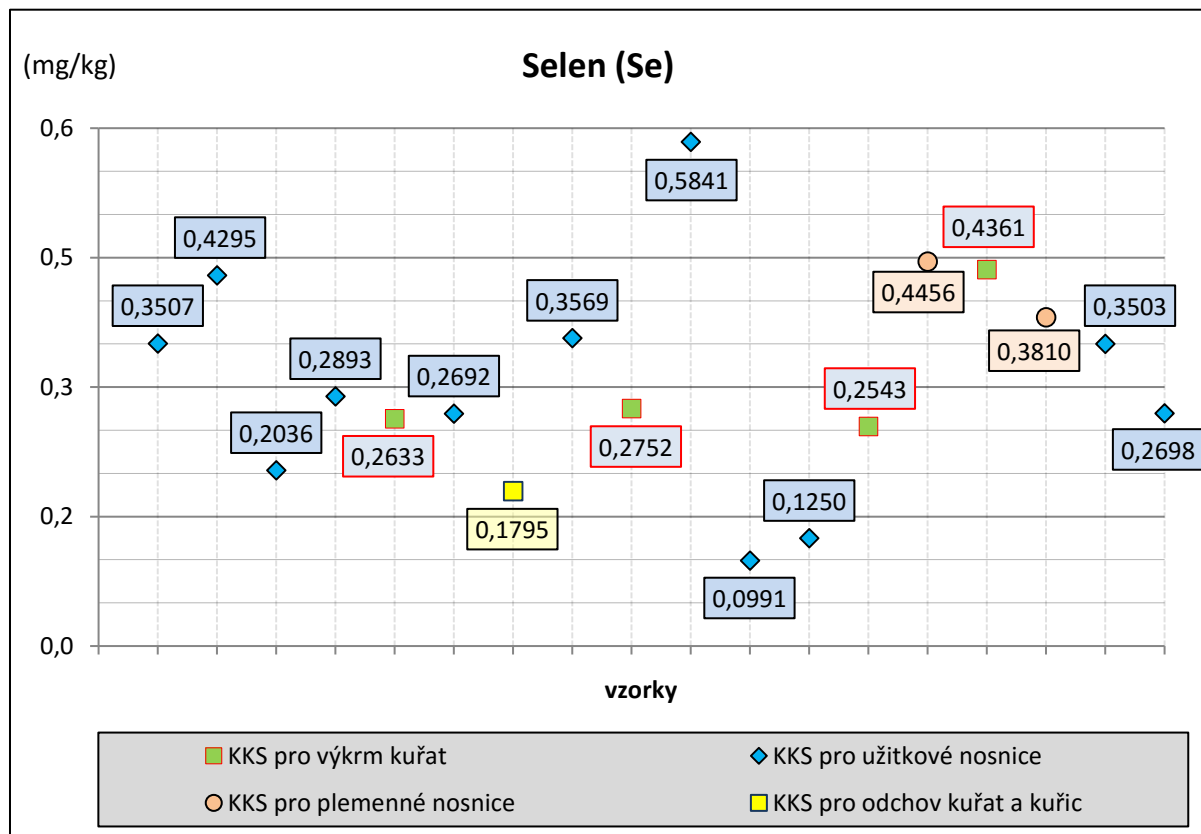
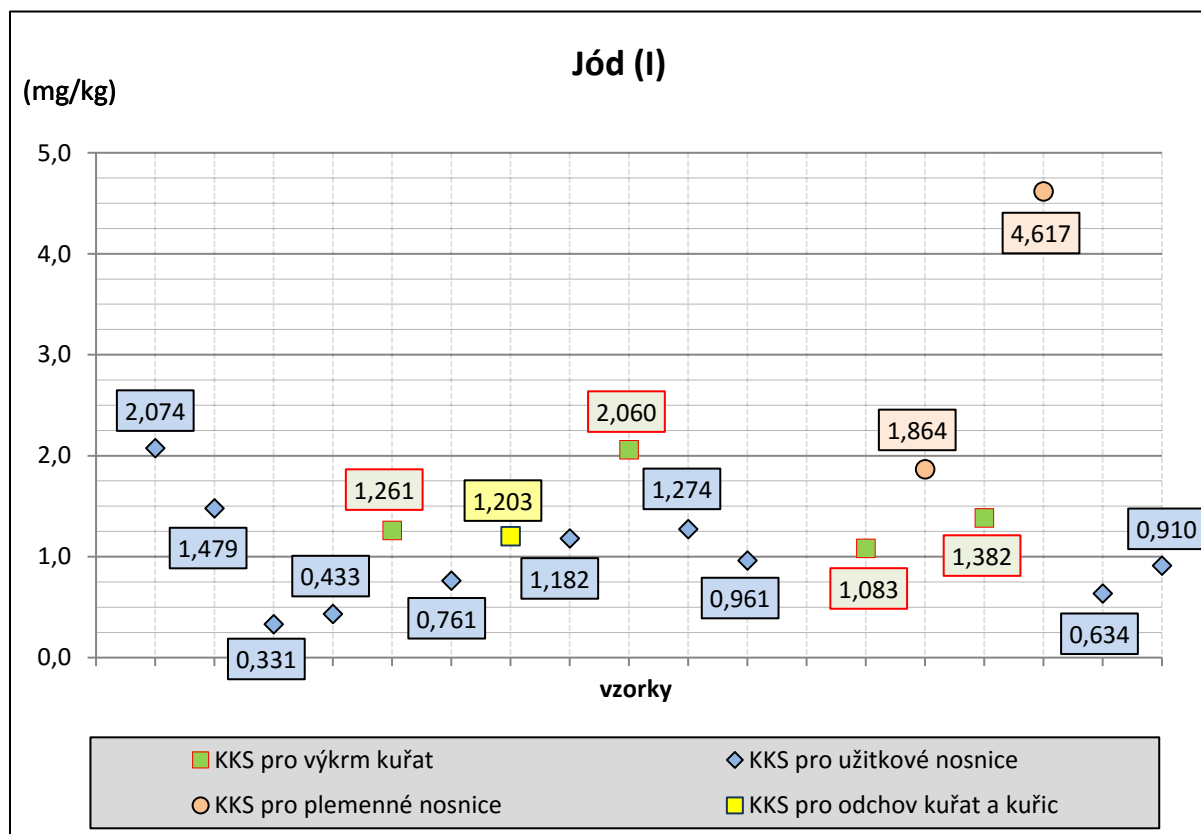
**Graf 40**      *Obsah selenu v kompletních krmných směsích pro výkrm prasat***Graf 41**      *Obsah jódu v kompletních krmných směsích pro výkrm prasat*

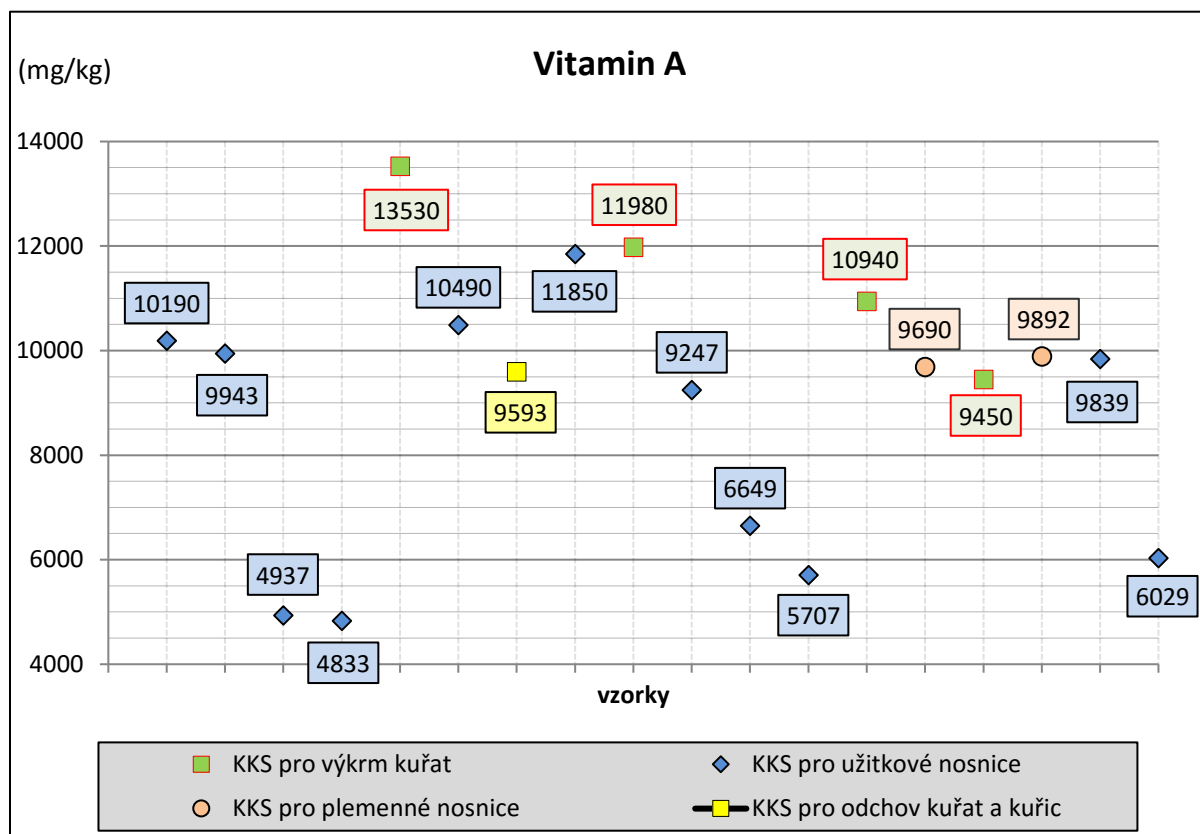
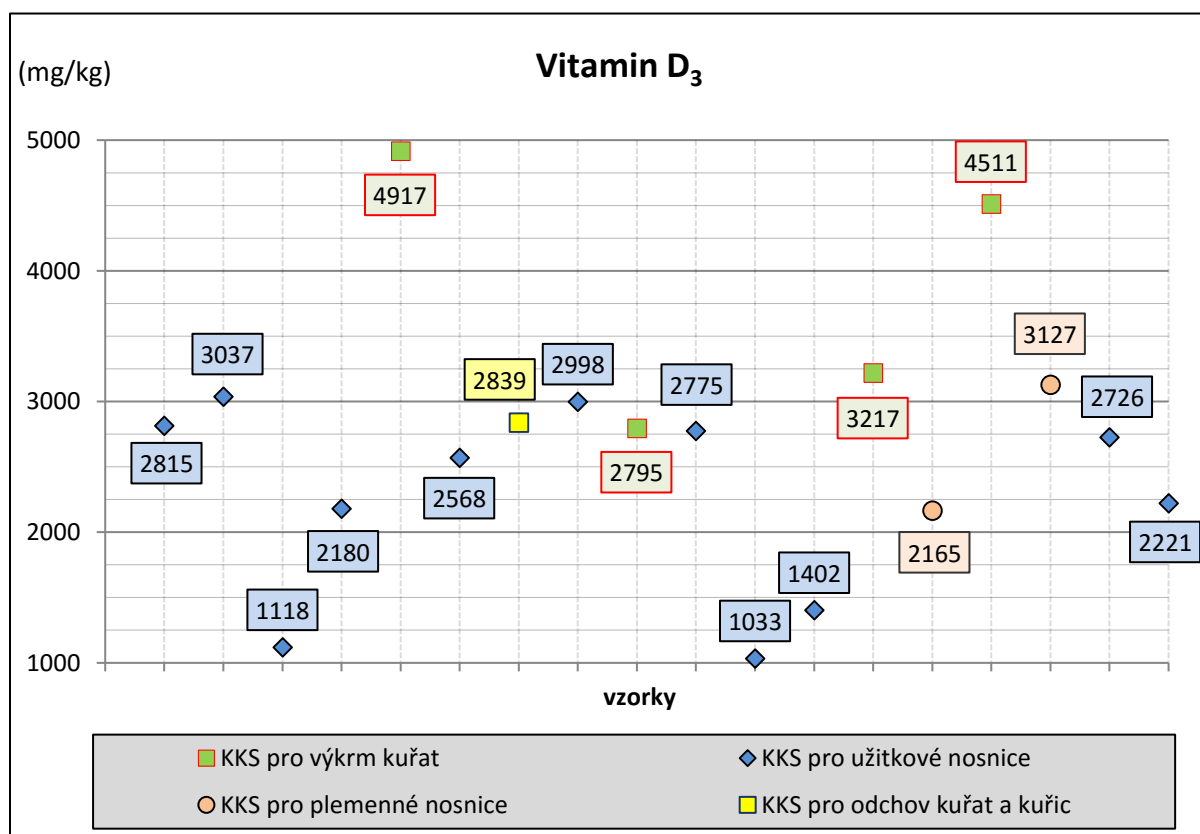
**Graf 42**      *Obsah vitamínu A v kompletních krmných směsích pro výkrm prasat***Graf 43**      *Obsah vitamínu D v kompletních krmných směsích pro výkrm prasat*

## 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*

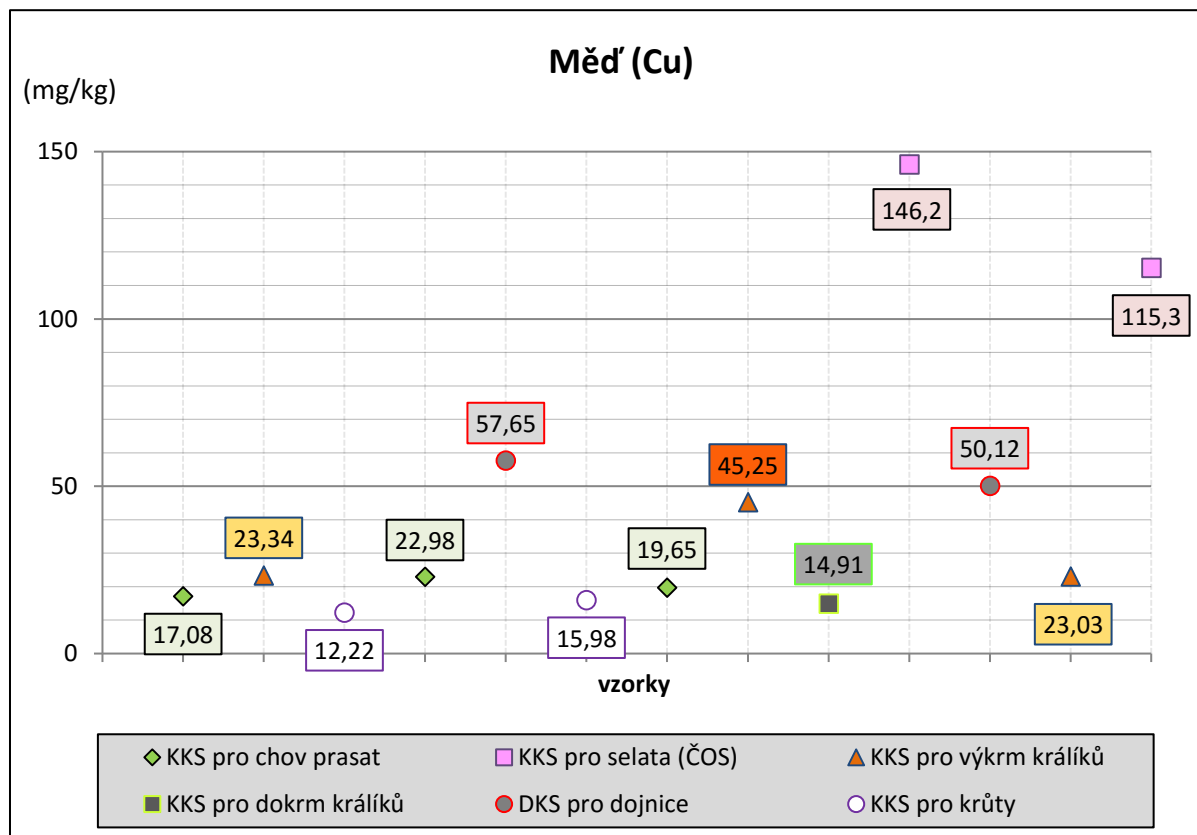
**Graf 46**      *Obsah manganu v kompletních krmných směsích určených pro drůbež***Graf 47**      *Obsah železa v kompletních krmných směsích určených pro drůbež*

**Graf 48**      *Obsah selenu v kompletních krmných směsích určených pro drůbež***Graf 49**      *Obsah jódu v kompletních krmných směsích určených pro drůbež*

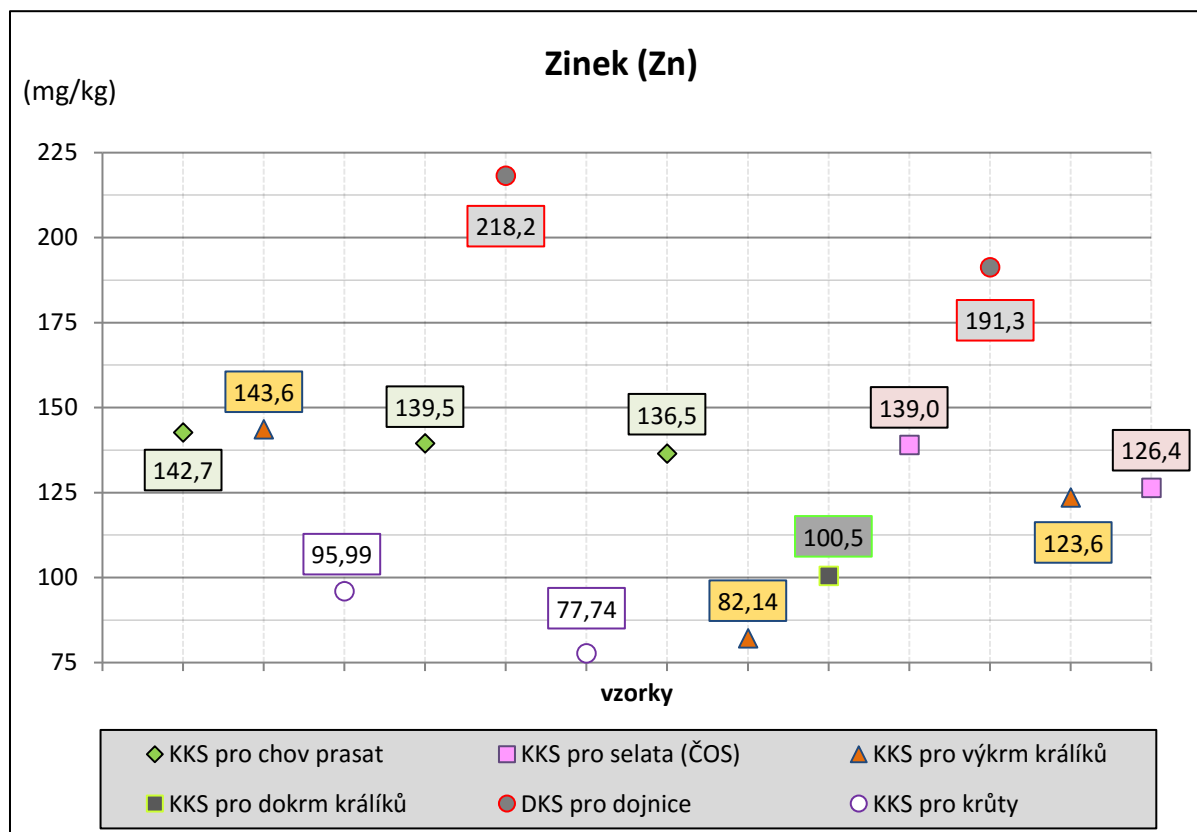
**Graf 50**      **Obsah vitamínu A v kompletních krmných směsích určených pro drůbež****Graf 51**      **Obsah vitamínu D v kompletních krmných směsích určených pro drůbež**

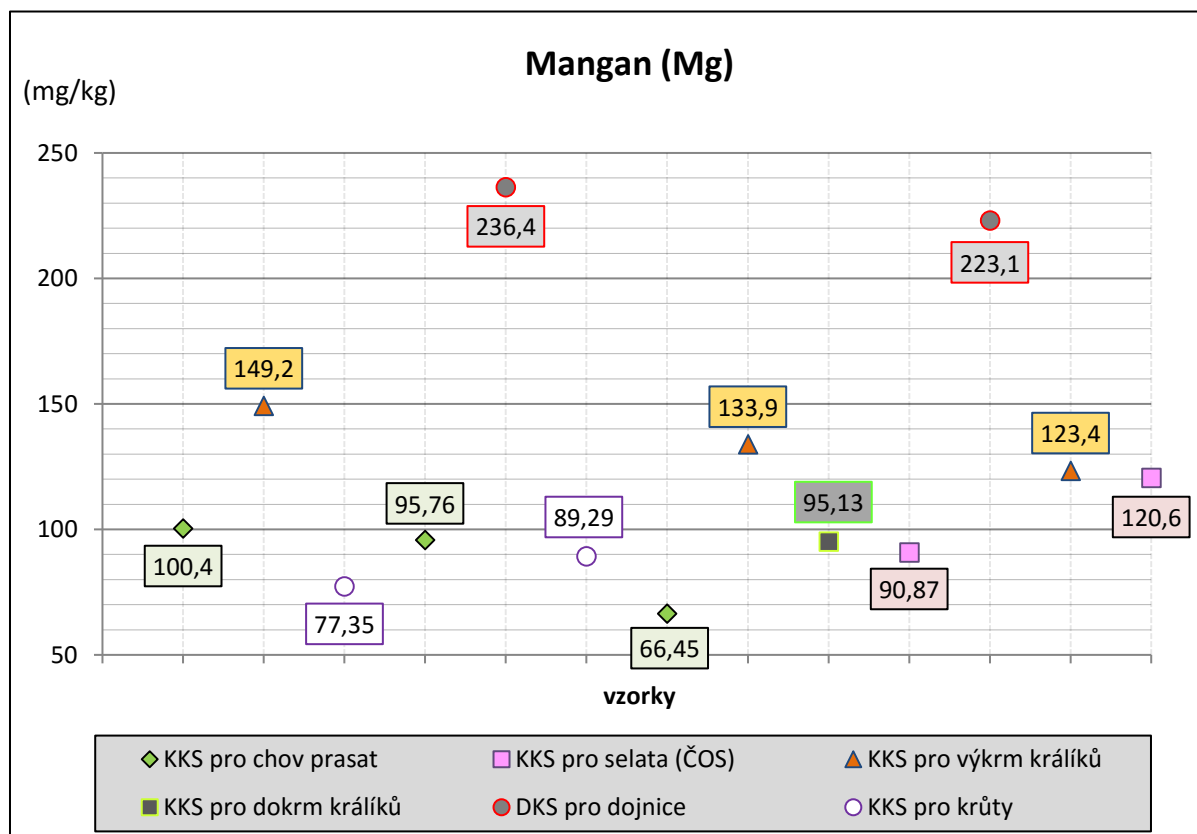
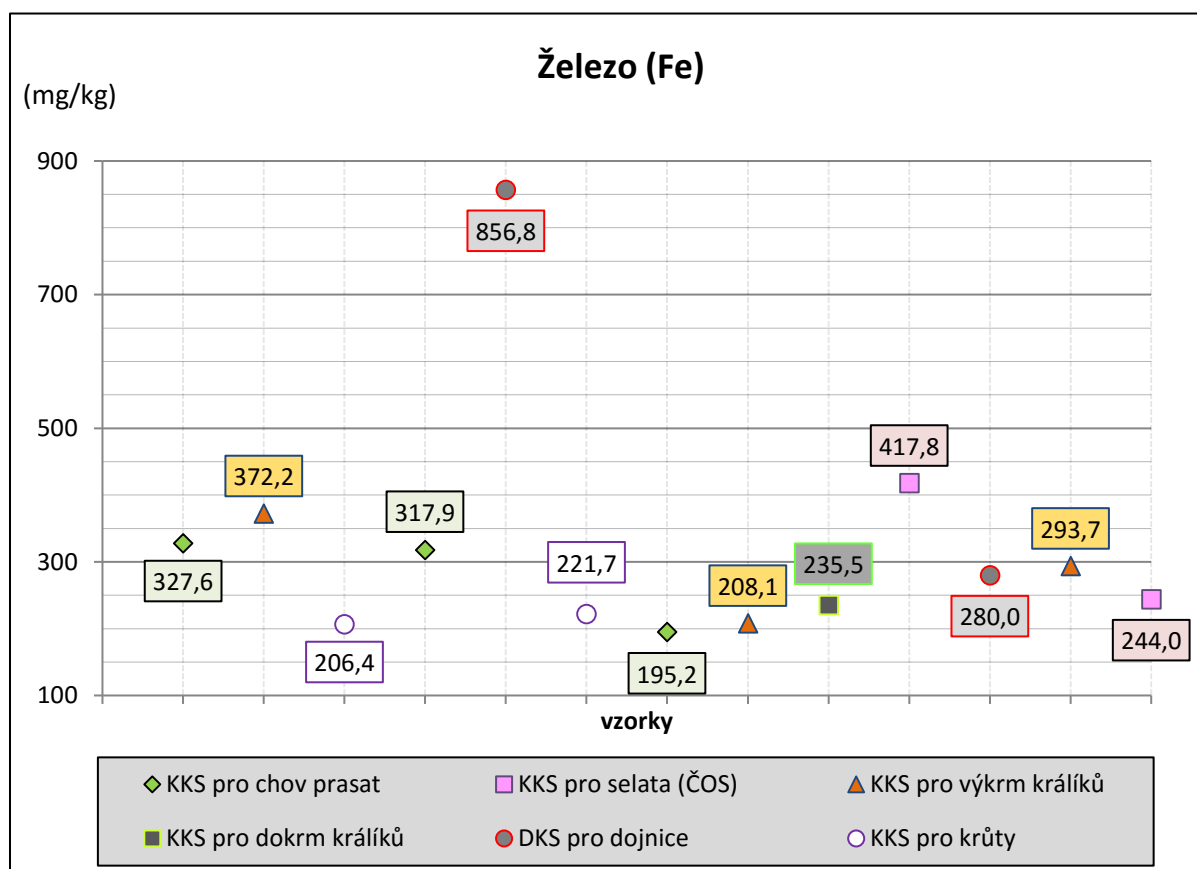
## OSTATNÍ KRMNÉ SMĚSI

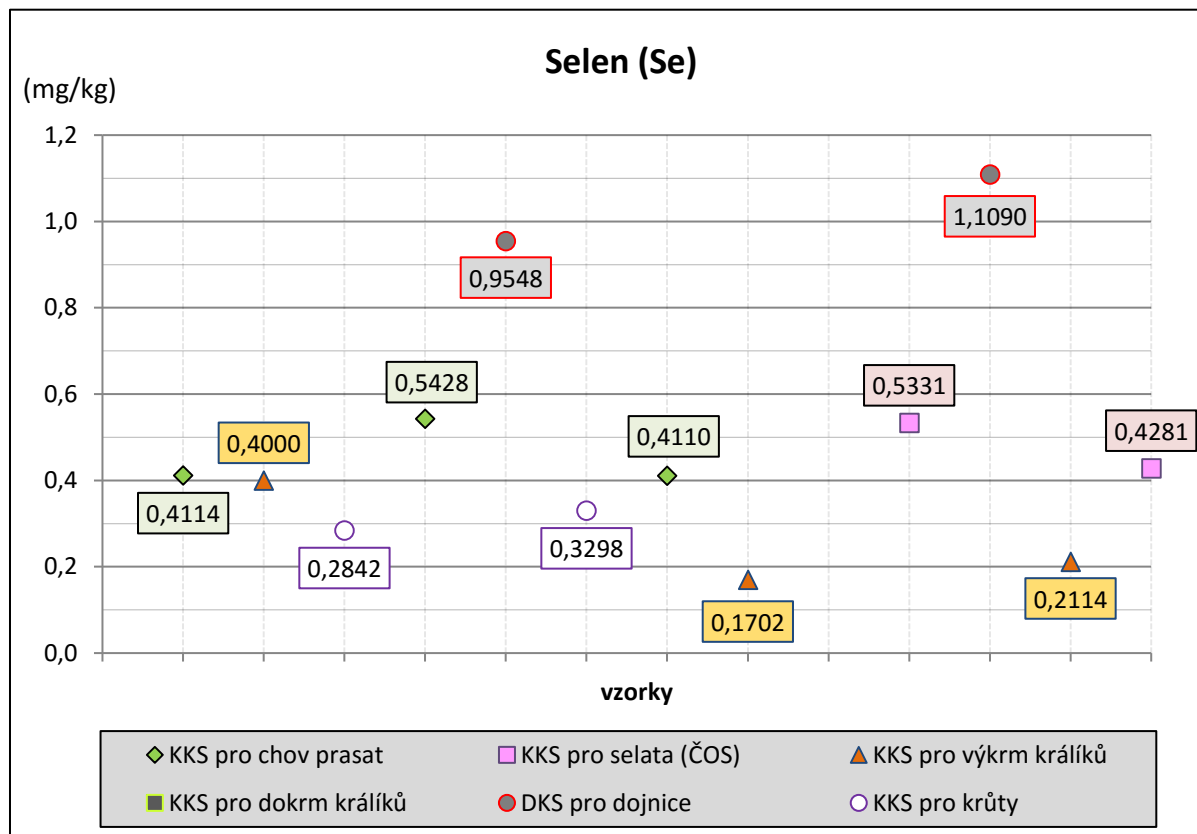
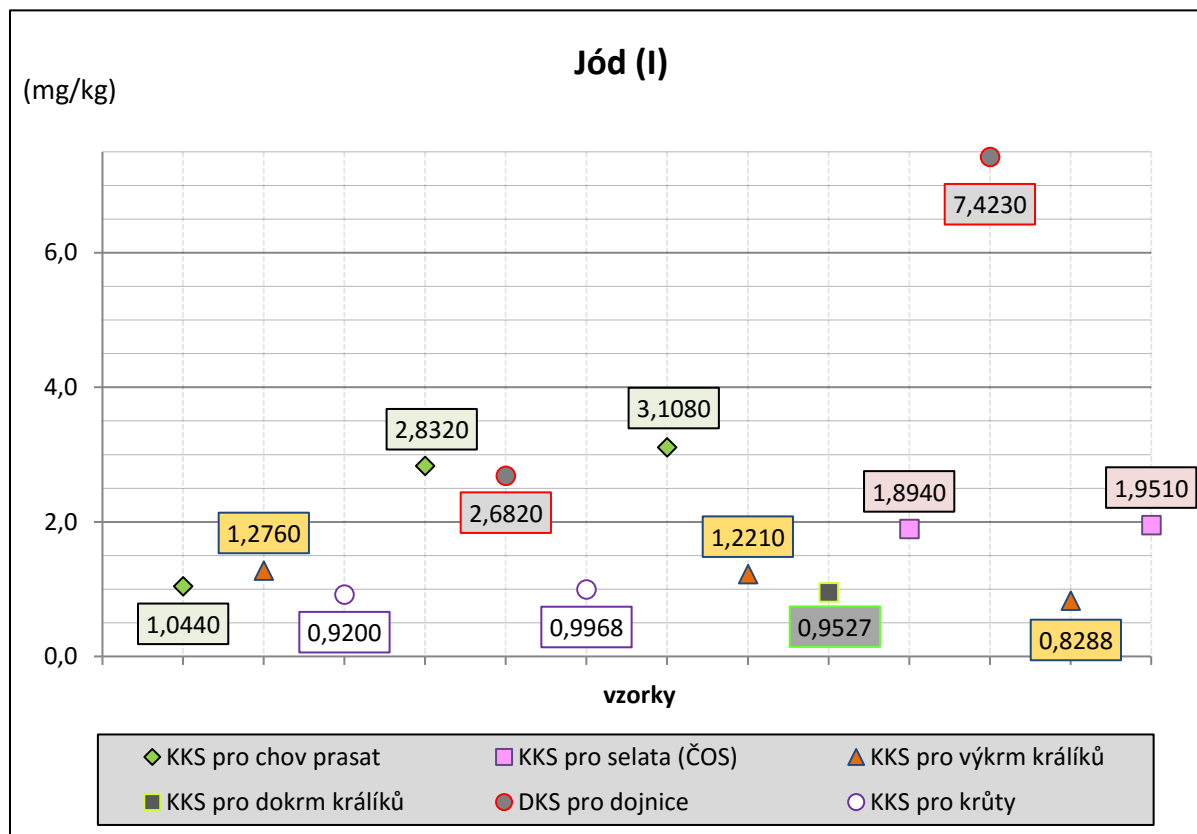
**Graf 52**      *Obsah mědi v ostatních krmných směsích (hodnota nevyhovujícího vzorku v červeném poli)*

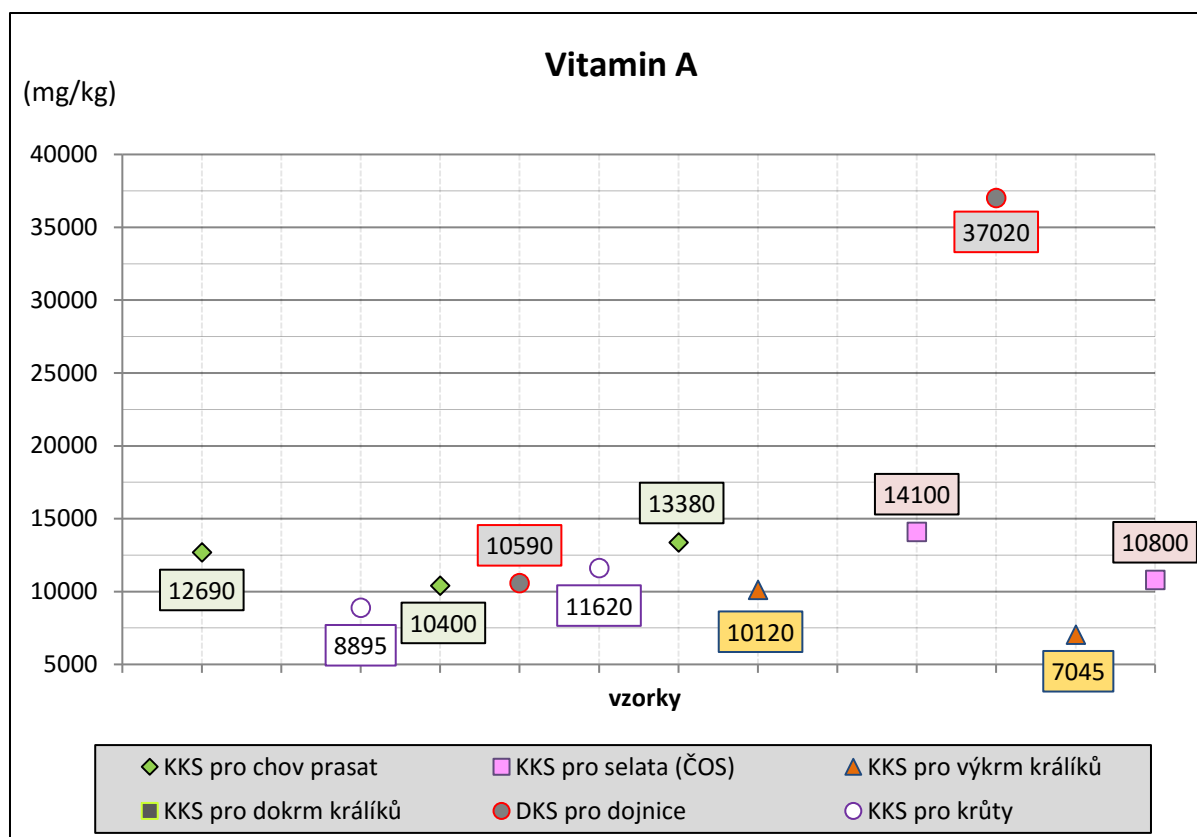


**Graf 53**      *Obsah zinku v ostatních krmných směsích*

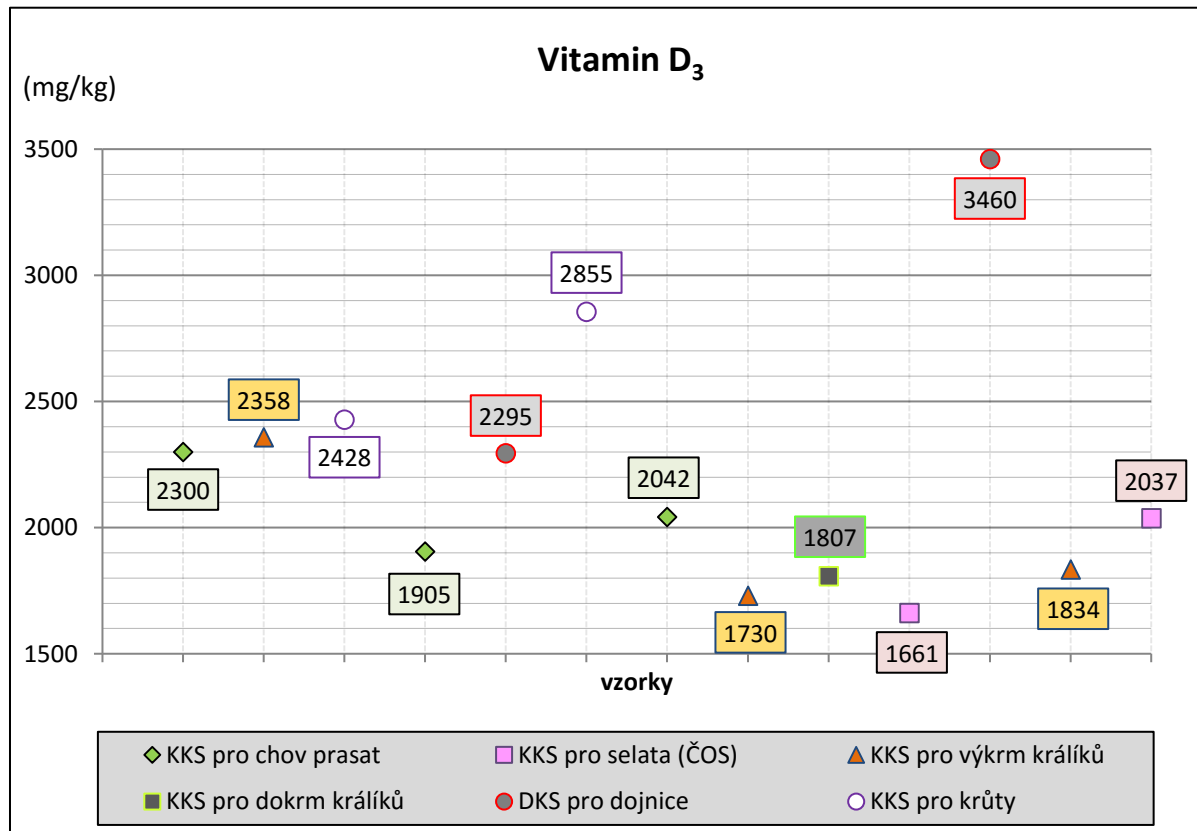


**Graf 54**      *Obsah manganu v ostatních krmných směsích***Graf 55**      *Obsah železa v ostatních krmných směsích*

**Graf 56**      *Obsah selenu v ostatních krmných směsích***Graf 57**      *Obsah jódu v ostatních krmných směsích***Graf 58**      *Obsah vitaminu A v ostatních krmných směsích*



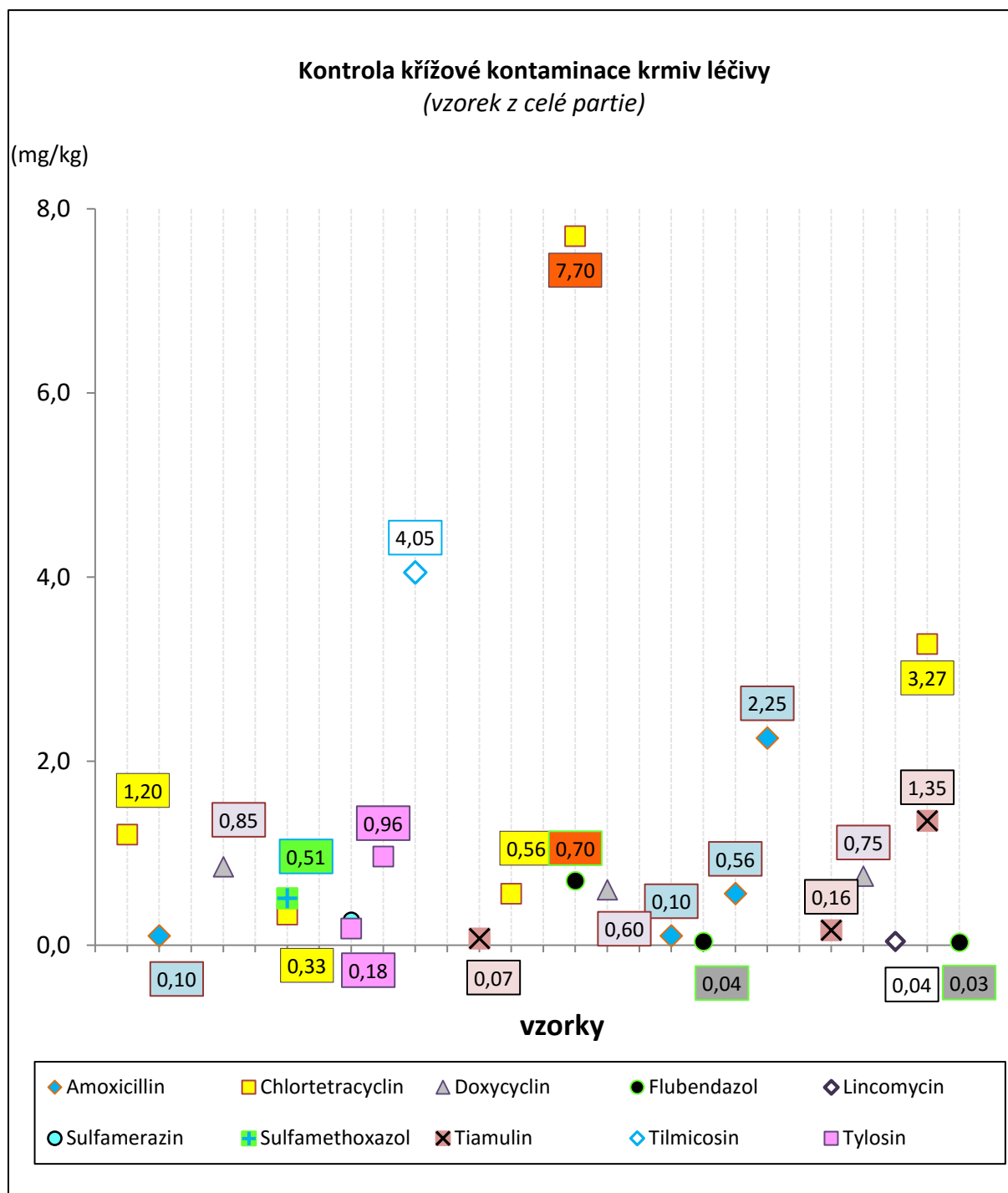
**Graf 59**      *Obsah vitamínu D<sub>3</sub> v ostatních krmných směsích*



### 2.3.3 Cílená kontrola kontaminace krmiv léčiv

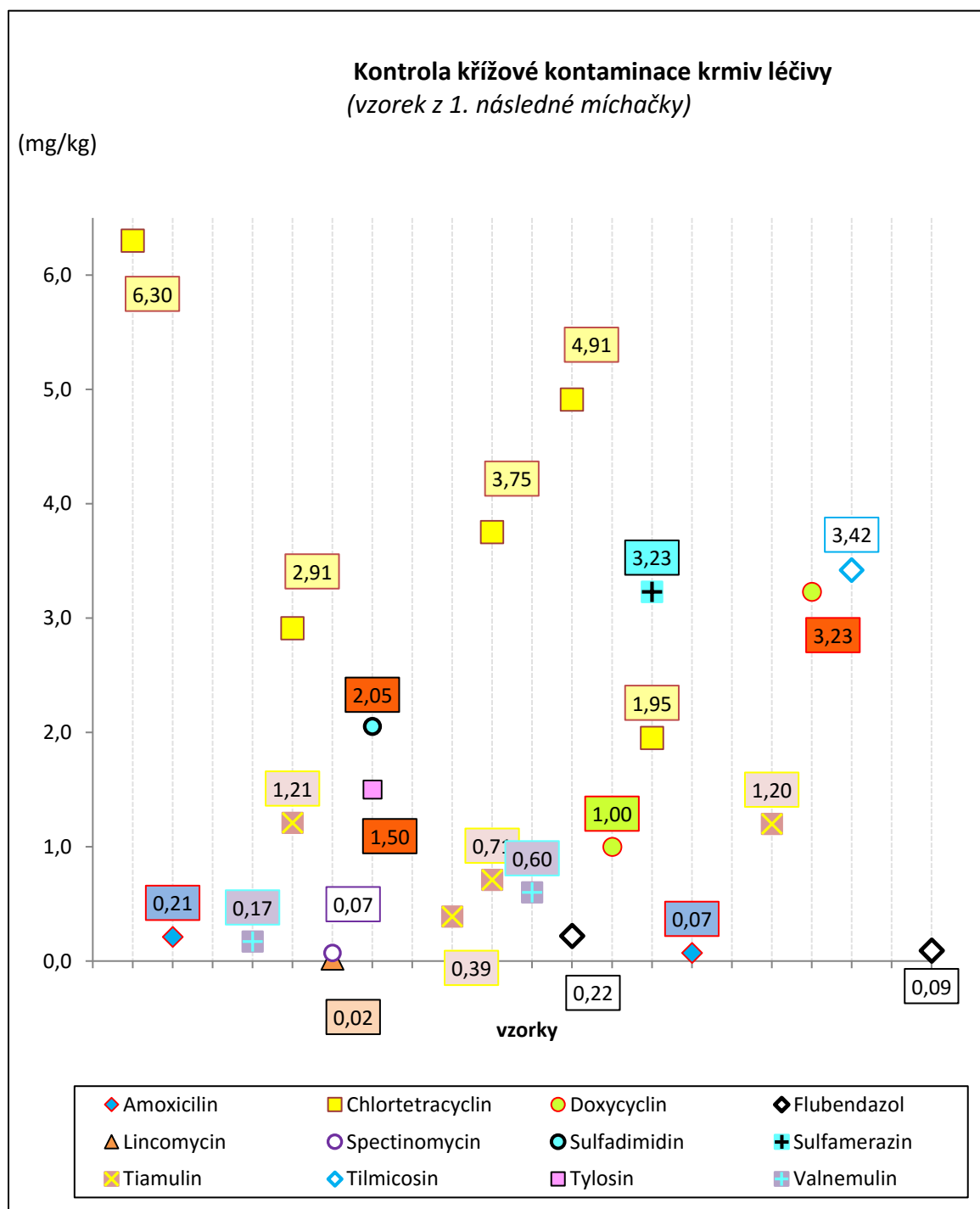
V rámci kontroly bylo odebráno 27 vzorků z celých partií krmných směsí, vyrobených ihned po medikovaných krmivech. Jedno krmivo (kompletní směs pro výkrm prasat A2) překročilo úroveň obsahu 1 % rezidua dvou účinných medikačních látek (CTC a flubendazol), kterou ÚKZÚZ ve spolupráci s ÚSKVBL toleruje jako maximální povolený limit nevyhnutelné křížové kontaminace léčiv. Toto nevyhovující krmivo bylo zakázáno zkrmovat.

**Graf 60** Křížová kontaminace léčiv u vzorků krmiv z celé partie (v červených polích nevyhovující hodnoty)



Dále byl u vybraných směsí sledován obsah účinné látky léčiva v první míchačce krmiva, vyráběného ihned po medikované krmné směsi. Kontrola byla zaměřena na účinnost dekontaminačního programu provozovatele. Jako maximální vyhovující hladina byla po dohodě s ÚSKVBL stanovena přítomnost 1 % obsahu rezidua medikační látky, aplikované v předchozí výrobě. Bylo analyzováno 21 vzorků krmiv. Dva vzorky byly nevyhovující, z toho 1 vzorek nevyhověl obsahem dvou účinných látek současně. Výrobci nevyhovujících vzorků krmiv bylo uloženo a následně ověřeno zvýšení účinnosti jejich dekontaminačních programů pro zabránění křížové kontaminace krmiv.

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

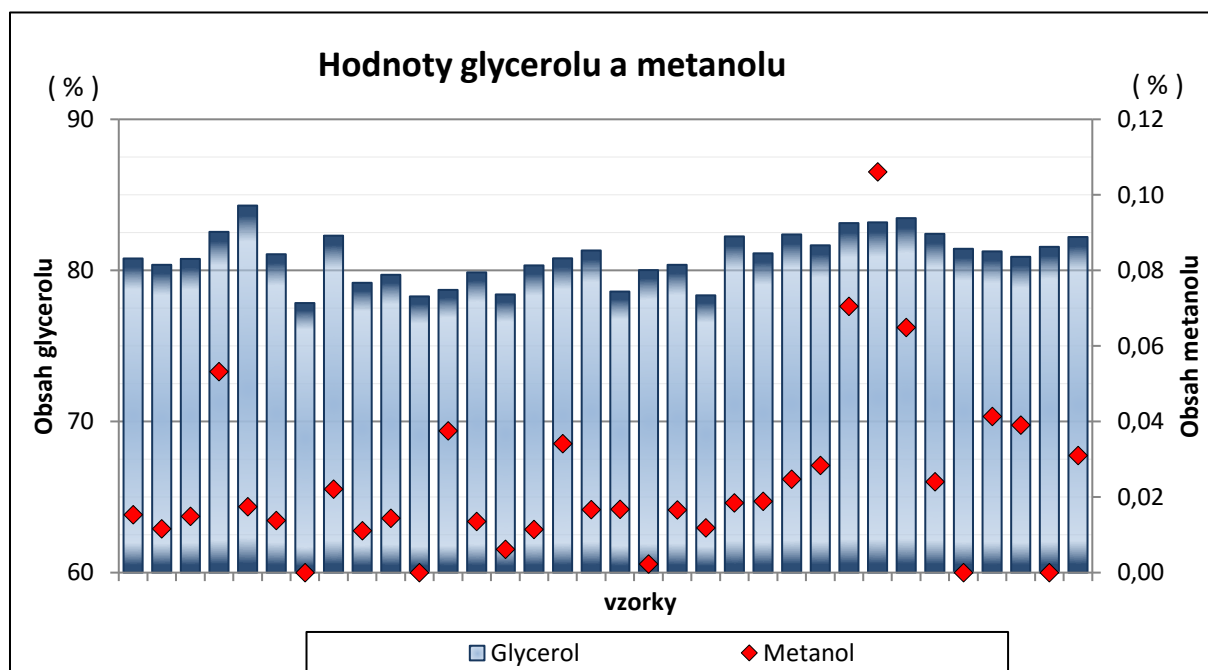


## 2.4 Sledování dalších bezpečnostních a jakostních ukazatelů

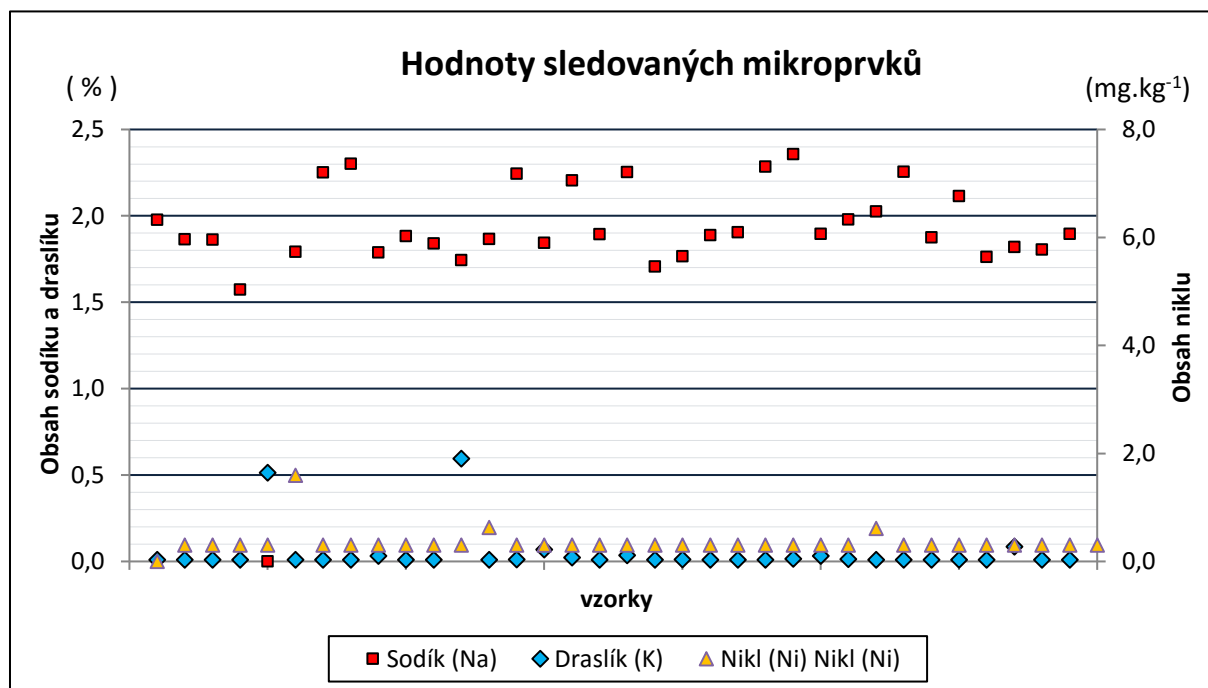
### 2.4.1 Cílená kontrola parametrů glycerolu, používaného jako krmná surovina

Bylo odebráno 34 vzorků surového glycerínu, u kterých byl stanoven obsah glycerolu, metanolu, sodíku, draslíku a niklu. Žádný z analyzovaných vzorků po zohlednění nejistoty stanovení nepřekročil maximální povolený obsah metanolu 0,5 %. Celkem 5 vzorků nevyhovělo deklarovanému obsahu glycerolu, sodíku, draslíku nebo vody.

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



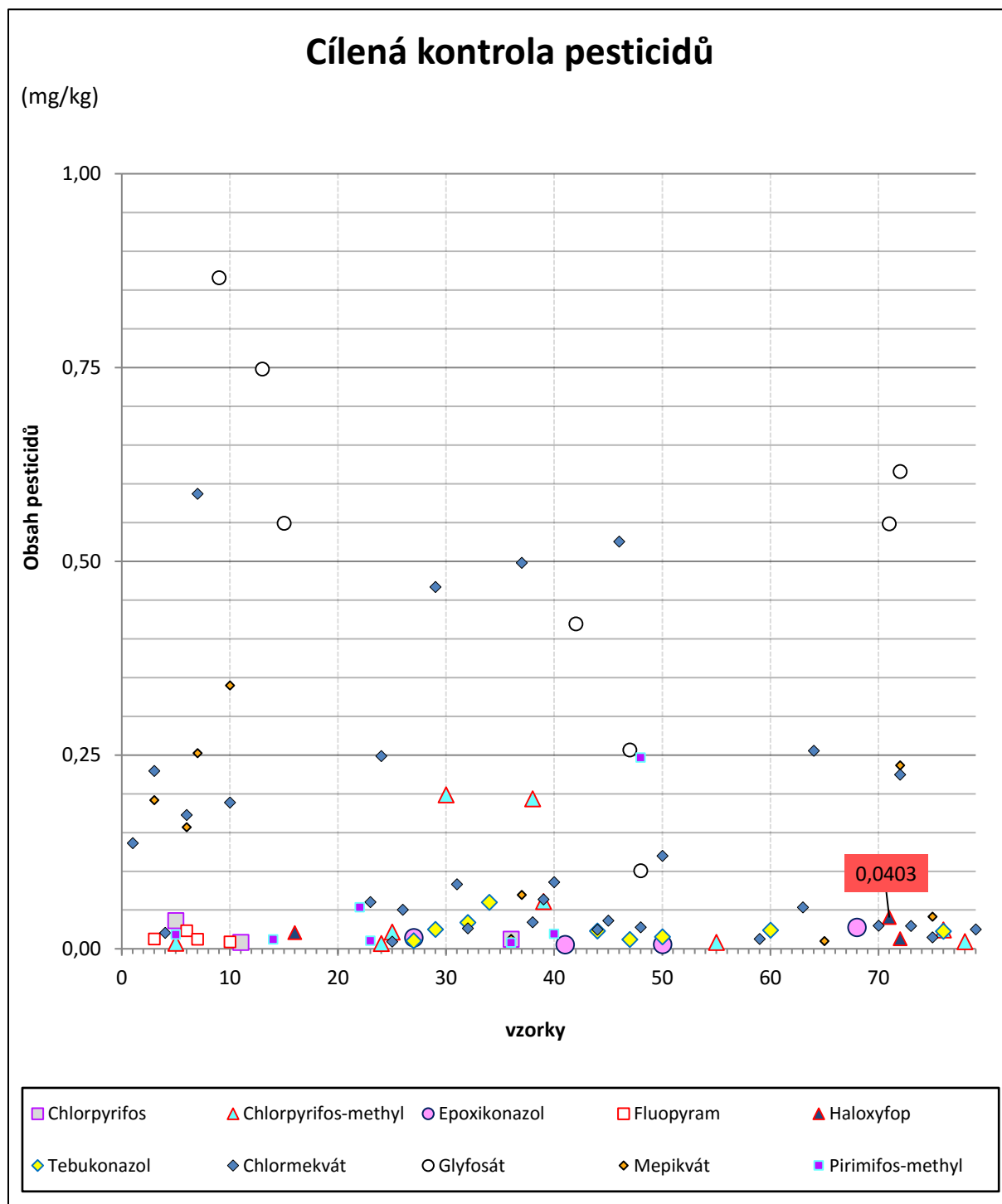
**Graf 63** Zjištěné hodnoty mikroprvků v krmné surovině glycerínu



## 2.4.2 Cílená kontrola pesticidů

Přítomnost pesticidů byla zjišťována u 79 vzorků, převážně obilovin. Zjištěné hodnoty účinných látek se obvykle pohybovaly na hranici detekce přístrojů. Jako nevyhovující byl vyhodnocen 1 vzorek sójového extrahovaného šrotu s překročeným limitem obsahu haloxyfopu. Bylo zakázáno tento produkt použít ke krmení.

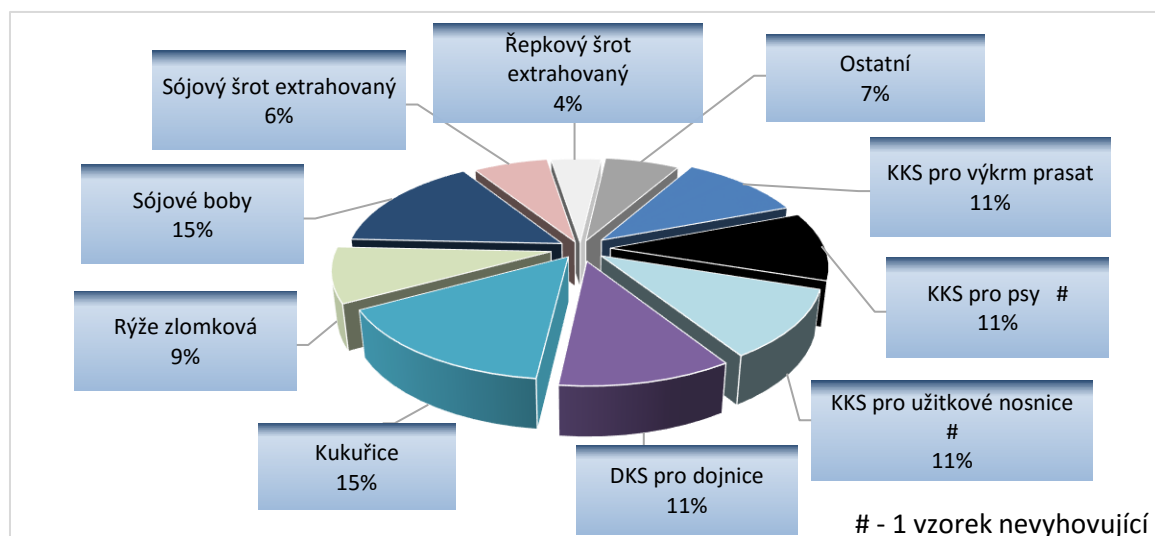
**Graf 64** Zjištěný obsah pesticidů v krmivech nad hranicí detekce přístrojů, do úrovně  $1 \text{ mg.kg}^{-1}$  (v červeném poli nevyhovující hodnota)



### 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 46 vzorků krmiv. Dva vzorky (kompletní krmivo pro psy a kompletní směs pro užitkové nosnice) s nedeklarovaným obsahem geneticky modifikované sóji MON 40-3-2 byly vyhodnoceny jako nevyhovující, falšované krmivo.

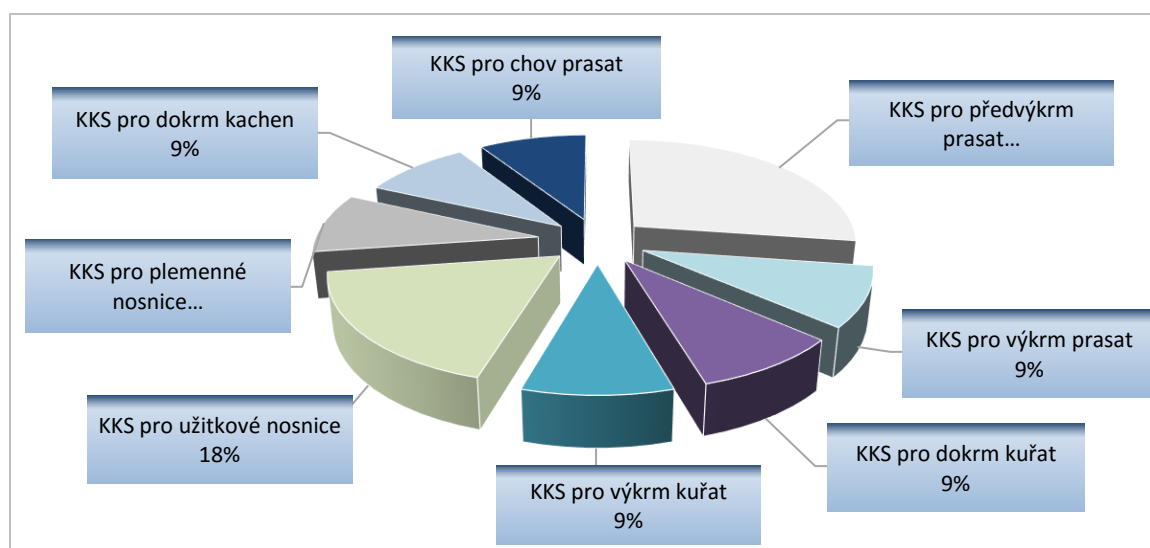
**Graf 65** Zastoupení krmiv odebraných v rámci cílené kontroly přítomnosti GMO



### 2.4.4 Cílená kontrola přítomnosti doplňkových látek v krmivech

Kontrola ověřuje přítomnost deklarovaného obsahu fytázy v krmných směsích pro prasata a pro drůbež. Ověřuje se rovněž přítomnost povinných informací v návodu použití krmiv. Prověřeno bylo 11 vzorků krmných směsí, všechny byly posouzeny jako vyhovující.

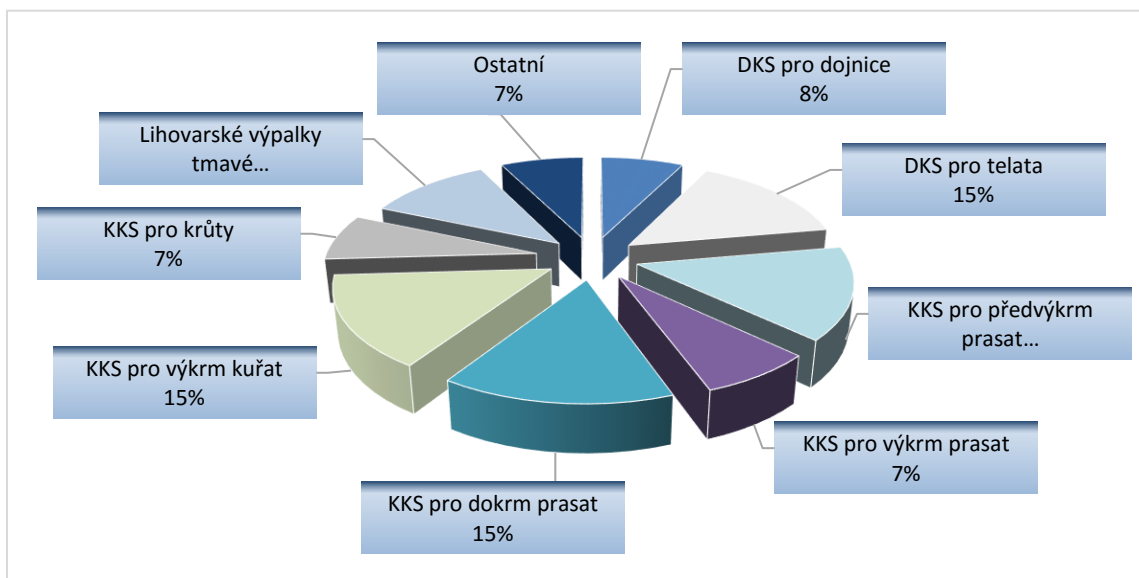
**Graf 66** Zastoupení krmiv odebraných v rámci cílené kontroly



## 2.4.5 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.

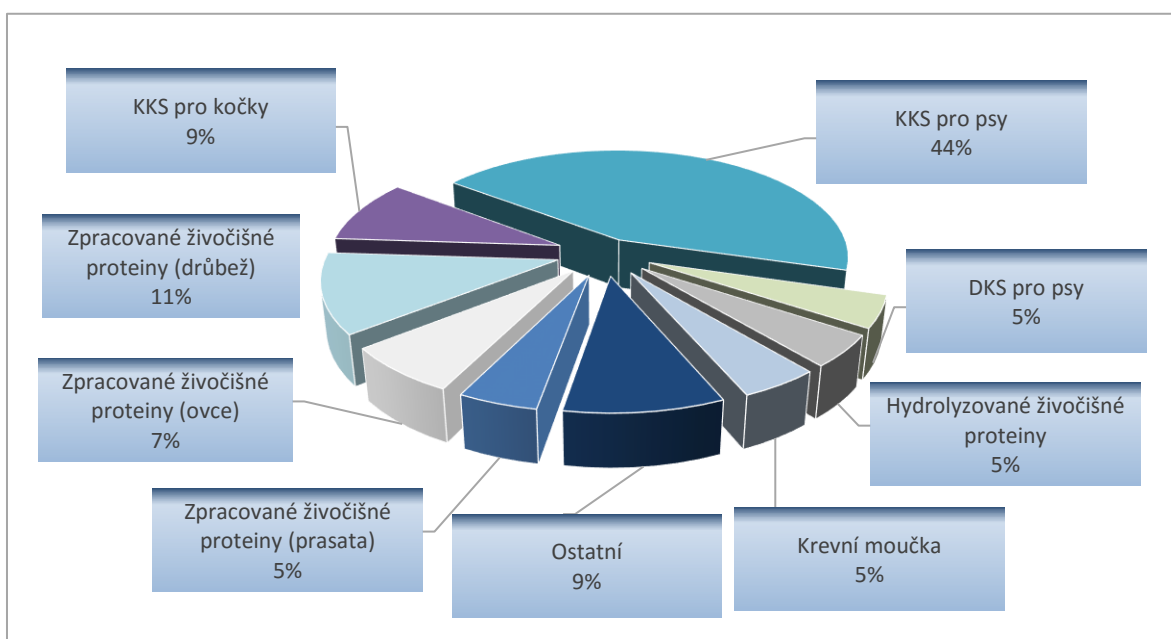
**Graf 67** Odebraná krmiva pro ověření nepřítomnosti zakázaných stimulantů růstu



## 2.4.6 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. Bylo odebráno 43 vzorků krmných směsí, všechny byly posouzeny jako vyhovující.

**Graf 68** Krmiva analyzovaná na přítomnost živočišných proteinů



## 2.5 Závěr

V roce 2016 ÚKZÚZ v rámci cílené kontroly a monitoringu krmiv odebral a vyhodnotil celkem 953 vzorků krmiv. Jako nevyhovující bylo vyhodnoceno 21 vzorků (2,2 %). Z tohoto počtu bylo 7 krmiv nejakostních, 1 krmivo s nejakostí více deklarovaných parametrů, 2 krmiva falšovaná a rovněž bylo zjištěno 11 případů vzorků krmiv s ohroženou bezpečností. V předcházejícím roce 2015 cílené kontrole a monitoringu nevyhovělo 2,8 % vzorků krmiv.

V rámci analytických činností bylo provedeno celkem 20 044 stanovení sledovaných parametrů, z toho nevyhovujících bylo 48 výsledků stanovení analytů. Nejčastěji nevyhovující byly zjištěné obsahy sodíku (3 vzorky), robenidinu (3), draslíku (2), diclazurilu (2) a arzenu (2).

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 i nadále zaměřena na eliminaci rizika křížové kontaminace krmiv vyrobených po použití kokcidostatik nebo léčiv.

**Tab. 36**      **Souhrnný přehled výsledků vybraných cílených kontrol**

| Sledování výskytu zakázaných a nežádoucích látek a produktů v krmivech | Zpracované živočišné krmivo | POP | Dioxiny<br>Furany | Mykotoxiny | Pesticidy | GMO       | Kokcidostatika |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----|-------------------|------------|-----------|-----------|----------------|
| <b>Odebrané vzorky 2010</b>                                            | 234                         | 26  | 43                | 110        | 40        | 86        | 353            |
| <b>Nevyhovujících vzorky 2010</b>                                      | 3 (1,3%)                    | 0   | 0                 | 0          | 1 (2,5%)  | 0         | 10             |
| <b>Odebrané vzorky 2011</b>                                            | 235                         | 26  | 38                | 100        | 61        | 59        | 335            |
| <b>Nevyhovující vzorky 2011</b>                                        | 0                           | 0   | 1                 | 1          | 1         | 1         | 5 (1,5%)       |
| <b>Odebrané vzorky 2012</b>                                            | 221                         | 19  | 40                | 70         | 81        | 52        | 272            |
| <b>Nevyhovující vzorky 2012</b>                                        | 0                           | 0   | 0                 | 0          | 1         | 0         | 7 (2,6%)       |
| <b>Odebrané vzorky 2013</b>                                            | 187                         | 19  | 41                | 54         | 81        | 53        | 172            |
| <b>Nevyhovující vzorky 2013</b>                                        | 0                           | 0   | 2 (4,9%)          | 0          | 0         | 0         | 5 (2,9%)       |
| <b>Odebrané vzorky 2014</b>                                            | 171                         | 20  | 45                | 70         | 63        | 52        | 160            |
| <b>Nevyhovující vzorky 2014</b>                                        | 0                           | 0   | 0                 | 0          | 0         | 0         | 2 (1,3%)       |
| <b>Odebrané vzorky 2015</b>                                            | 161                         | 18  | 45                | 97         | 81        | 44        | 133            |
| <b>Nevyhovující vzorky 2015</b>                                        | 0                           | 0   | 1                 | 5 (5,2%)   | 1         | 1         | 4 (3,0%)       |
| <b>Odebrané vzorky 2016</b>                                            | 100                         | 20  | 45                | 66         | 79        | 46        | 108            |
| <b>Nevyhovující vzorky 2016</b>                                        | 0                           | 0   | 0                 | 0          | 1         | 2 (4,3 %) | 3 (2,8 %)      |