

VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ V PRAZE

Ústav analýzy potravin a výživy

Technická 5, 166 28 Praha 6

tel.: +420 220443057; e-mail: jana.hajslova@vscht.cz; vladimir.kocourek@vscht.cz



Monitoring ovoce a plodin v okolí Letiště Václava Havla Praha

Souhrnná technická zpráva 2016

Smlouva č.: ev. č. 436 99 065 z 1. 9. 2005 a dodatek č. 1 z června 2008
a dodatek č. 2 z 30. března 2015 (ev. č. VŠCHT 323 61 3039)

Zahájení projektu: 15. 07. 2005

Zpráva za období: **01. 06. 2016 - 31. 10. 2016**

Vydána dne: 12. 11. 2016

Zadavatel: **Letiště Praha, a. s.**

Pracoviště: **Vysoká škola chemicko-technologická v Praze
Ústav analýzy potravin a výživy
Metrologická a zkušební laboratoř**

Odpovědný řešitel: prof. Ing. Jana HAJŠLOVÁ, CSc., vedoucí Ústavu
Zpracovali: prof. Ing. Vladimír Kocourek, CSc. a Ing. Lucie Drábová, Ph.D.

OBSAH

I. Cíl monitoringu	3
II. Podmínky monitoringu	3
1. Realizační pracoviště	3
2. Vzorkovací plán: rozsah sledování škodlivin, výběr typu vzorků a lokalit.....	3
III. Výsledky monitoringu.....	8
1. Hladiny polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU).....	8
2. Koncentrace toxických (těžkých) kovů	15
3. Těkavé aromatické uhlovodíky (BTEX)	25
IV. Závěry studie 2016 v kontextu výsledků 2005-2015	29
V. Některé použité literární zdroje	30
VII. Přílohy.....	32

Seznam příloh:

Příloha 1: Osvědčení o akreditaci laboratoře

Příloha 2: Monitoring ovoce a zemědělských plodin v okolí letiště Václava Havla – rozsah a postupy

Příloha 3: Meteorologické podmínky v období vzorkování 2005 – 2016 (ČHMÚ-OLM) - *elektronicky*

Příloha 4: Přehled nálezů sledovaných PAU a stopových prvků v trvalém travním porostu, jablkách, pšenici a listech jahodníku (tabulky a statistiky)

Příloha 5: Databáze výsledků monitoringu 2005 - 2016 (*elektronicky v Excelovém formátu*)

Příloha 6: Fotodokumentace odběrových lokalit (*elektronicky v komprimovaném formátu jpg*)

Tato zpráva 2016 doplňuje Souhrnnou zprávu za 2005-2015 z listopadu 2015.

I. Cíl monitoringu

Cílem monitoringu je zhodnocení potenciálního vlivu mezinárodního letiště Václava Havla Praha (dále jen Letiště) na znečištění ovoce, plodin a krmiv pěstovaných na území okolních obcí v souvislosti s jeho provozem.

Od roku 2005 je pro tento účel prováděno systematické a dlouhodobé sledování kontaminace vybraných (bioindikátorových) plodin a krmiv v bezprostředním okolí Letiště.

II. Podmínky monitoringu

1. Realizační pracoviště

Studie je realizována Ústavem analýzy potravin a výživy (vedoucí Prof. Ing. Jana Hajšlová, CSc.). Tato laboratoř má jako **Metrologická a zkušební laboratoř VŠCHT Praha** od roku 1999 zaveden funkční systém managementu jakosti podle mezinárodní normy ČSN EN ISO/IEC 17025 a je akreditována jako **akreditovaná zkušební laboratoř č. 1316.2**, a pravidelně auditována Českým institutem pro akreditaci. Poslední pravidelné dozorové audity laboratoře proběhly v červnu 2015 a říjnu 2016. V současné době platné akreditační osvědčení (kopie) je v [Příloze 1](#).

Ústav analýzy potravin a výživy VŠCHT Praha má dlouholeté zkušenosti v oblasti analytické chemie biologických materiálů, včetně potravin rostlinného i živočišného původu, plodin, krmiv a složek životního prostředí. Laboratoř řeší mimo jiné řadu národních a evropských projektů týkajících se rozvoje analytické kontroly přírodních toxinů, pesticidů a organických polutantů. Ústav spolupracuje s vědeckými institucemi v Evropě a USA, s referenčními laboratořemi EU a laboratořemi provádějícími úřední kontrolu potravin a krmiv, např. Státní zemědělská a potravinářská inspekce a Státní veterinární ústav v Praze aj.

2. Vzorkovací plán: rozsah sledování škodlivin, výběr typu vzorků a lokalit

Plán vzorkování a rozsah sledování cílových kontaminujících látek (vybraných škodlivin) je popsán v [Příloze 2](#), která byla zpracována před zahájením terénních prací.

Pro odběry vzorků jsou zpracovány standardizované pracovní postupy, včetně požadavků na záznamy a pozorování a podmínek pro přepravu a uchovávání vzorků. Jednotlivé typy vzorků jsou označovány třímístnými kódy, jejichž přehled je uveden v [seznamu zkratk](#).

Plán vzorkování a odběrové postupy odsouhlasené zadavatelem pro rok 2016 byly dodrženy a nebyly zaznamenány žádné významnější odchylky. Byly odebrány prakticky všechny plánované vzorky v počtu stanoveném pro jednotlivé lokality. Dodatečně byly odebrány ještě kontrolní vzorky pylu a medu (2). Kontrolní lokality byly vybrány v oblastech, kde je přímý vliv letecké dopravy velmi omezený.

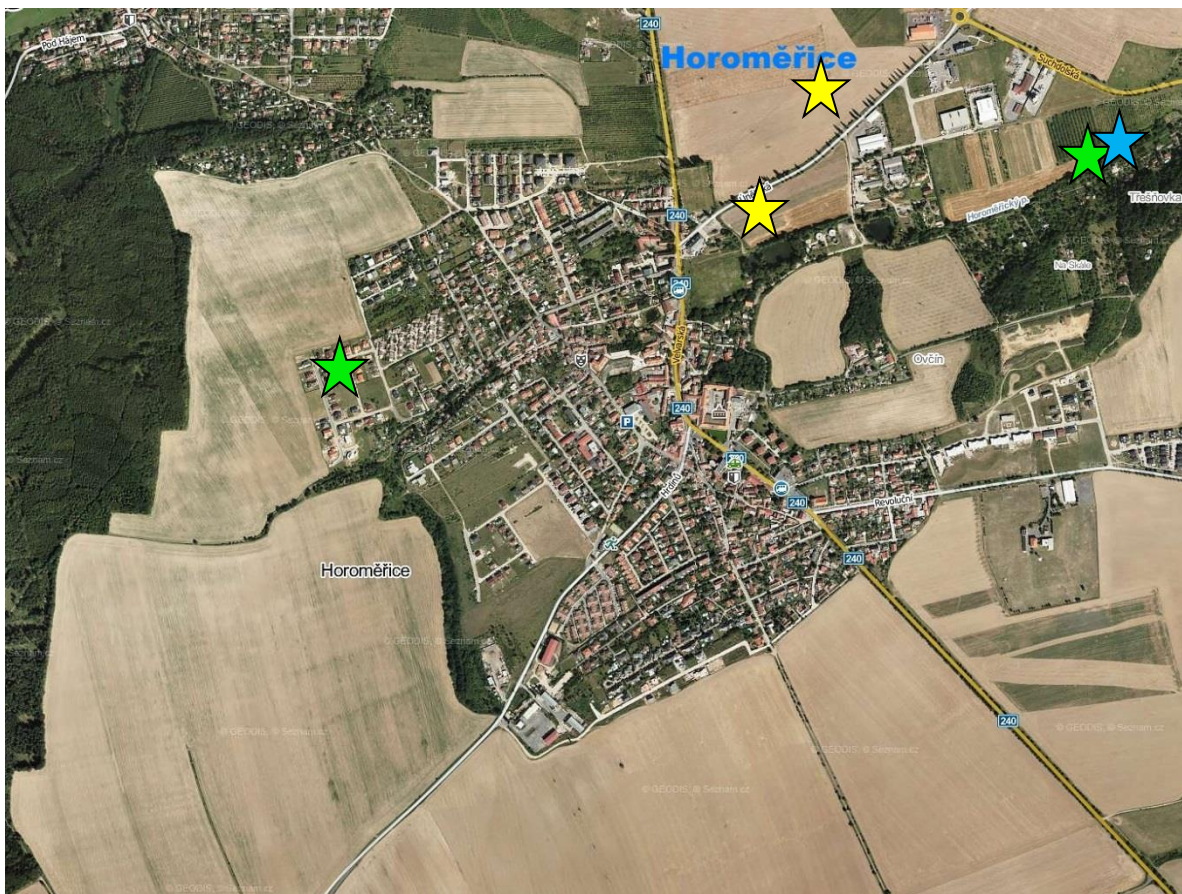
V [Příloze 3a a 3b](#) je přehled meteorologických údajů ve vzorkovacích sezonách 2005 až 2016 s vyznačením dní odběru. Kromě přehledu teplot, slunečního svitu a srážek jsou k dispozici také údaje o frekvenci směru a rychlosti větru. Tyto údaje předal zadavatel monitoringu a byly naměřeny v prostoru Letiště (přesná lokalizace uvedena).

Průměrné teploty v červenci 2016 byly v oblasti Letiště VH nižší asi o 1,5 °C než v červenci 2015 a v konkrétních dnech odběru vzorků byly rozdíly ještě větší. Letošní červenec byl z dlouhodobého pohledu poměrně suchý a v srpnu byly dokonce zaznamenány nejnižší úhrny srážek od srpna 2009. Letošní srpen 2016 byl přitom ale výrazně chladnější nežli v předchozím roce (asi o 4 °C jak v denních průměrech, tak i minimech a maximech). Převažující směr větru byl v červenci a srpnu 2016 spíše jihozápadní až západní (200-280) a většinou s rychlostí do 5 m/s.

Rozmístění vzorkovaných lokalit je zřejmé z **Obrázků 1a až 1f**. U jednotlivých odběrných bodů jsou pro orientaci barevně vyznačeny vzorkované plodiny. Vzájemné vzdálenosti v rámci katastrálního území jedné obce jsou (vzhledem k předpokládanému rozptylu škodlivin) relativně malé. Používané kódy lokalit sestávají ze zkratky obce a pořadového čísla odběrného bodu – viz [Seznam zkratk](#). V posledních letech se lokalizace odběrových míst na většině lokalit významněji neměnila, drobné změny byly odůvodněny změnou stanoviště konkrétních plodin. Vzdálenosti mezi původním a novým bodem byly vždy řádově ve stovkách metrů, což je z hlediska interpretace výsledků ve vztahu k atmosférickému znečištění nevýznamné.

Přesná lokalizace jednotlivých míst odběru vzorků je provedena pomocí zeměpisných souřadnic v systému WGS 84 – viz [Příloha 5](#).

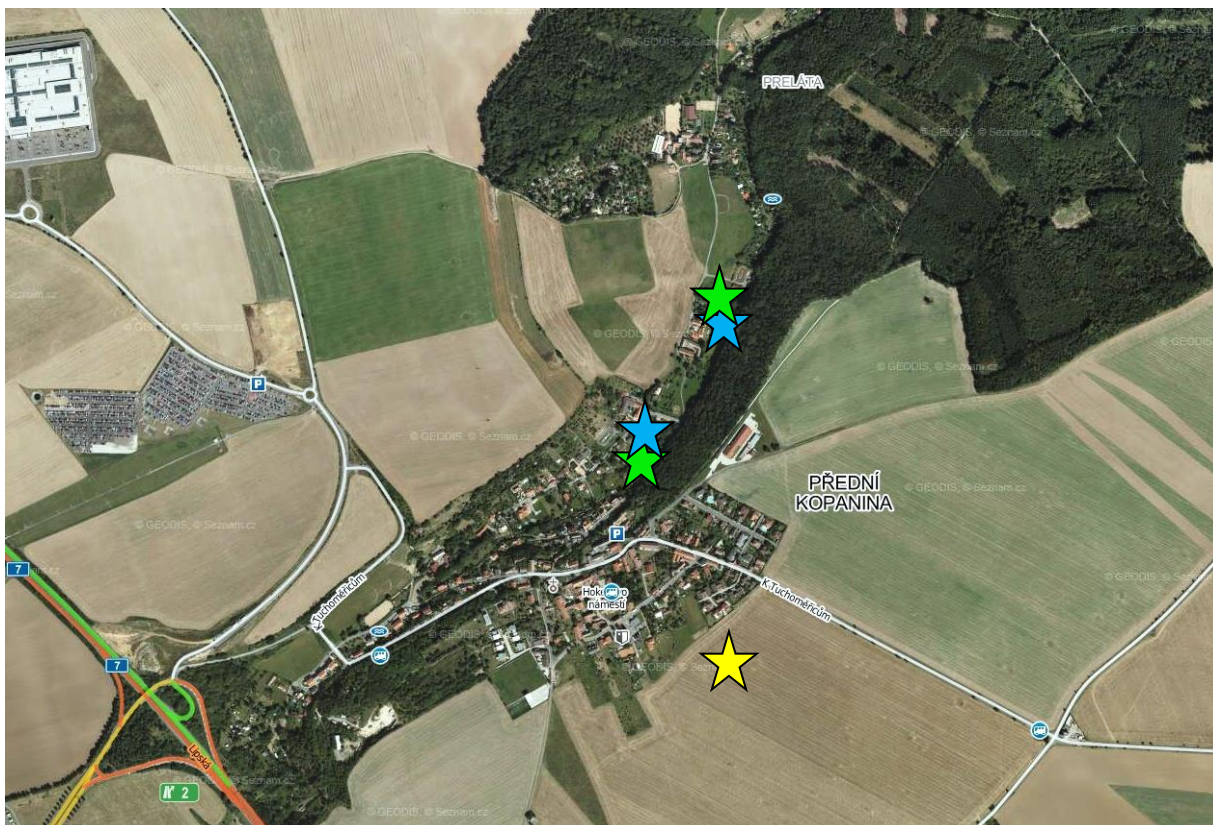
V místech odběru vzorků byla rovněž pořizována fotodokumentace, která je uložena v komprimovaném formátu JPEG - viz [Příloha 5 a 6](#). V názvu příslušného souboru s digitální fotografií je vždy pořadové číslo lokality, kód obce nebo letiště a kód plodiny.



Obrázek 1a: Místa vzorkování v **Horoměřicích, 2016**; přesná lokalizace viz [Příloha 5](#)).
Vysvětlivky: žlutá- pšenice; modrá- jablka; zelená – travní porost.



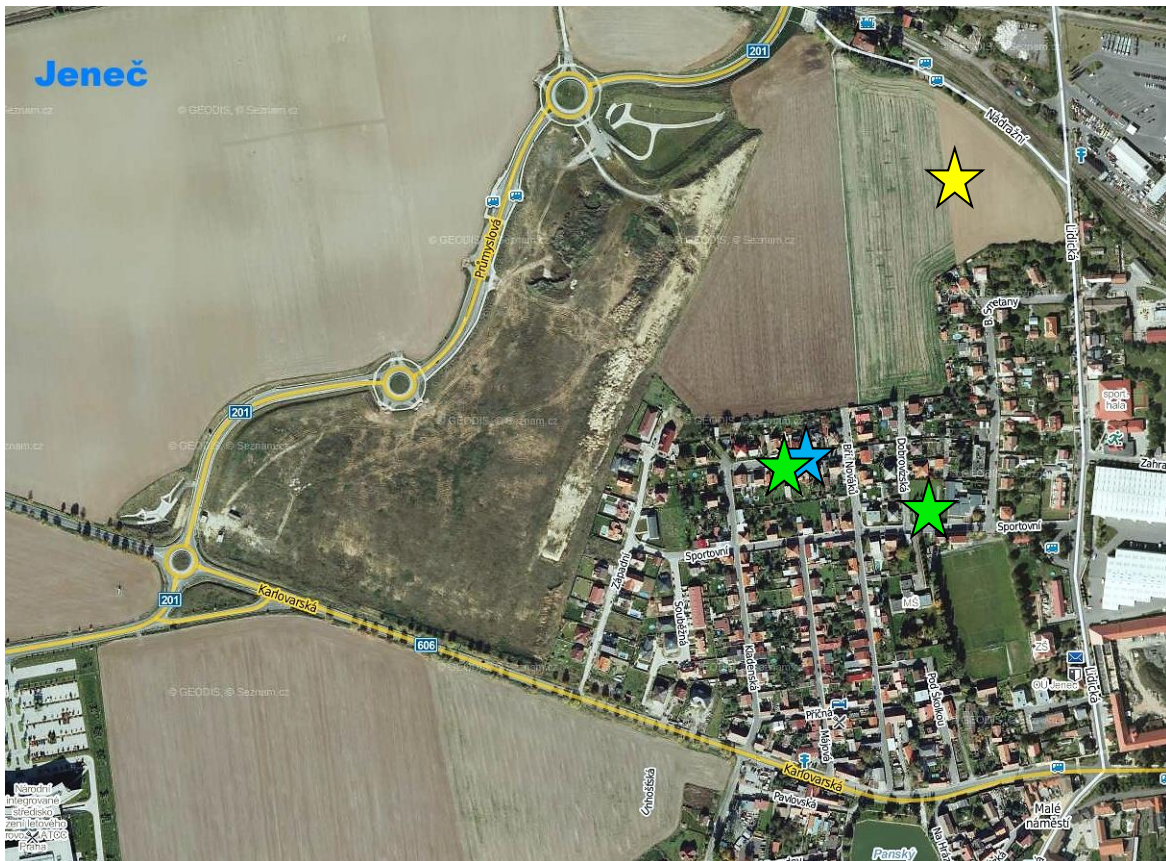
Obrázek 1b: Místa vzorkování v **Nebušicích, 2016**; přesná lokalizace viz [Příloha 5](#)).
Vysvětlivky: žlutá- pšenice; modrá- jablka; zelená – travní porost.



Obrázek 1c: Místa vzorkování v **Přední Kopanině, 2016**; přesná lokalizace viz [Příloha 5](#)).
Vysvětlivky: žlutá- pšenice; modrá- jablka; zelená – travní porost.



Obrázek 1d: Místa vzorkování v **Kněžvesi, 2016**; přesná lokalizace viz [Příloha 5](#)).
Vysvětlivky: žlutá- pšenice; modrá- jablka; zelená – travní porost.



Obrázek 1e: Místa vzorkování v Jenči, 2016; přesná lokalizace viz [Příloha 5](#).
Vysvětlivky: žlutá-pšenice; modrá- jablka; zelená – travní porost.



Obrázek 1f: Místa vzorkování v areálu Letiště Praha, 2016; přesná lokalizace viz [Příloha 5](#).
Vysvětlivky: žlutá-pšenice; modrá- jablka; zelená – travní porost

III. Výsledky monitoringu

Podrobný přehled charakteristických vlastností sledovaných polutantů, možných emisních zdrojů, toxicity, pohybu v životním prostředí a koncentracích nalézáných na vegetaci byl zpracován v úvodní zprávě z r. 2005 a relevantní údaje byly průběžně aktualizovány.

1. Hladiny polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU)

Vyšetření vzorků jablek, travního porostu a pšenice na obsah PAU probíhalo v souladu s metodou akreditovanou Českým institutem pro akreditaci (ČIA) - zkušební laboratoř č. 1316.2, s osvědčením o akreditaci č. 599/2015 - jako zkušební metoda KM 08: Polycyklické aromatické uhlovodíky. Tato metoda je akreditována pro 12 PAU z dosud prioritně sledovaných v životním prostředí (tzv. US EPA list).

Principem metody je extrakce PAU z vhodně upravených matric do organického rozpouštědla. Separace PAU od případných koextraktů se v extraktech izolovaných z rostlinných matric a půdy provádí pomocí extrakce na tuhou fázi (SPE) na kolonce silikagelu. PAU se stanoví pomocí reverzní vysokoúčinné kapalinové chromatografie s fluorescenční detekcí (HPLC/FLD). Jednotlivé analyty jsou identifikovány a kvantifikovány na základě srovnání s příslušnými standardy, pomocí metody vnějšího standardu.

Vzhledem k doporučení vědeckého výboru Evropského úřadu pro bezpečnost potravin (červen 2008) jsou výsledky stanovení jednotlivých PAU přepočteny na sumu 8 PAU, která v evropských databázích reprezentuje toxickou zátěž potravin a plodin a indikuje tak expozici těmto kancerogenům. Pro sumu těchto **PAU-8** (zde i v Příloze 5 označených červeně) jsou k dispozici nejen údaje o úrovni kontaminace potravin ale i o celkové expozici člověka PAU. Jedná se o následující látky:

Benzo[a]anthracen, Chrysen, Benzo[b]fluoranthen, Benzo[k]fluoranthen, Benzo[a]pyren, Benzo[g,h,i]perylene, Dibenzo[a,h]anthracen a Indeno[1,2,3-cd]pyren

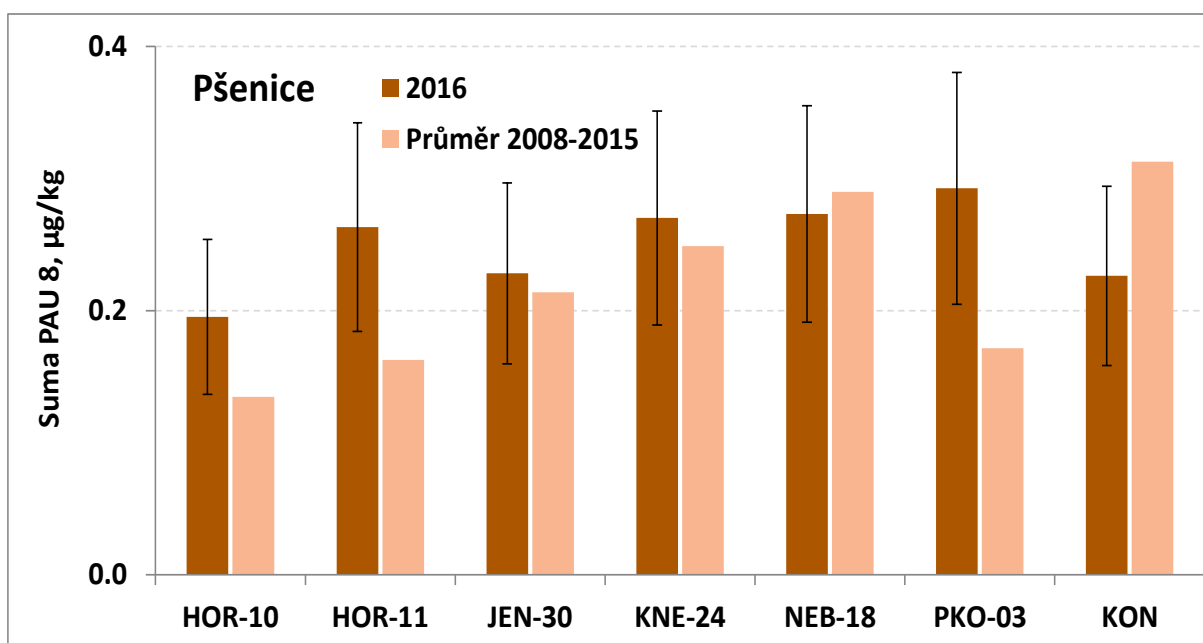
Podtržené sloučeniny se počítají do tzv. **sumy PAU-4**, která je v některých potravinách od roku 2012 limitována nařízením 1881/2006/ES. Pokud je nález některé z látek započítávaných do sumy PAU-4 pod mezí stanovitelnosti, do sumy se pro účely porovnání s maximálním limitem hodnota nezapočítává (nulový příspěvek). Pro statistické zpracování a interpretaci souborů primárních dat je často vhodné použít algoritmus odlišný.

Nejpřísnější je limit pro výživu určenou pro kojence a malé děti: 1 µg/kg sumy PAU-4. V roce 2016 tento limit nepřekročil žádný ze sledovaných vzorků pšenice a jablek. Pro travní porost by bylo možno odkázat na limit pro sušené byliny, koření nebo doplňky stravy (maximální limit 50 µg/kg sumy PAU-4 a 10 µg/kg samotného benzo[a]pyrenu).

1.1 Výsledky a diskuse nálezů PAU

Pšenice

Jak je patrné z **Obrázku 2**, nálezy PAU zjištěné v roce 2016 byly ve většině sledovaných lokalit srovnatelné, případně vyšší než v předchozích letech (2008 – 2015). To mohlo být značně podpořeno poměrně suchým a teplým počasím před datem odběru vzorků pšenice (viz **Obrázek 2 a Příloha 3 „meteo“**). Nejvýraznější zvýšení kontaminace pšenice PAU v porovnání s dlouhodobými průměry bylo pozorováno v lokalitách Přední Kopanina a Horoměřice, ve kterých byla v minulém roce zátěž oproti průměru naopak snižena. Celkově ve sledovaných lokalitách hladiny PAU odpovídají hodnotám zjištěným jinými publikovanými studii [2, 3] pro jiné oblasti ČR s víceméně průměrnou zátěží PAU. Důvody zvýšené zátěže pšenice v lokalitě NEB v letech 2008 a 2013 nejsou přesně známy, pravděpodobně šlo o stavební činnost v obci. Poněkud vyšší byly v letech 2008 – 2013 i nálezy v kontrolní lokalitě neovlivněné provozem letiště. V roce 2015 došlo v kontrolní lokalitě k výraznému snížení zátěže PAU, což bylo potvrzeno i odběrem v roce 2016 kdy je hodnota kontaminace této lokality opět nižší. Kontaminace této lokality byla snížena zřejmě v důsledku přemístění příslušného odběrního bodu na plochu lokálně méně kontaminovanou těmito látkami. Dlouhodobé výsledky potvrzují, že obsahy PAU v pšenici z monitorovaných lokalit nejsou samotným leteckým provozem ovlivněny.

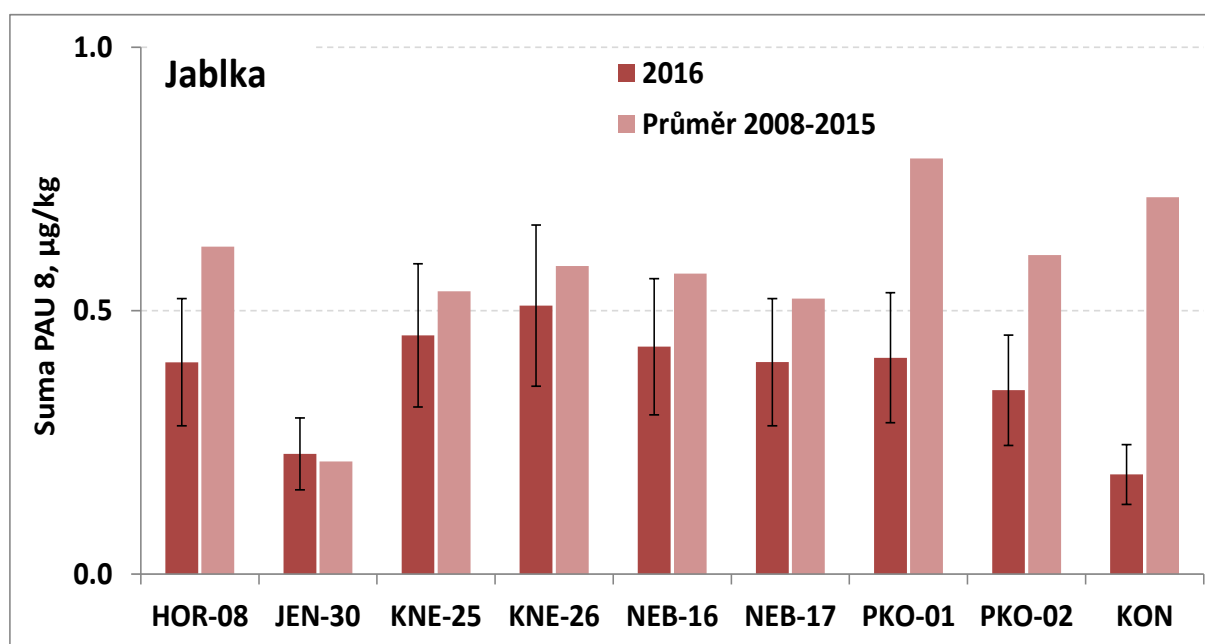


Obrázek 2: Celkový obsah PAU (suma PAU-8) v pšenici v období 2008 až 2016

Jablka

V případě jablek je z meziročního porovnání hladin PAU v této komoditě na **Obrázku 3** patrné, že ve většině sledovaných lokalit (s výjimkou lokality Jeneč) došlo v roce 2016 ke snížení hladiny PAU. Výrazně nižší sumy PAU-8 (pod osmiletým průměrem) byly zaznamenány zejména v lokalitách Přední Kopanina, Horoměřice a také v kontrolní lokalitě. Nutno říci, že v těchto lokalitách (PKO, HOR a KON) byla v minulých letech zaznamenána kontaminace PAU oproti průměru zvýšená. Snížení hladiny PAU v letech 2015 a 2016 může být způsobeno počasím s velmi dlouhou průměrnou dobou slunečního svitu. Mírně zvýšená kontaminace oproti průměru byla naopak zaznamenána v Jenci, což by mohlo být přičteno vlivu lokálního

zdroje v konkrétním bodě odběru (zahrádka rodinného domu). Dostupnost porovnatelných zdravých jablek se od roku 2005 podstatně zhoršila a odběrné body musely být posunovány, případně musí být využita i jablka nezralá, deformovaná a různé velikosti. Zvětšující se rozdíly v morfologii a složení povrchů znesnadňuje interpretaci pozorovaných změn a rozdílů v koncentraci PAU. Přes velké rozdíly mezi jednotlivými vzorky, žádný ze sledovaných vzorků nepřesahuje úroveň nejpřísnějšího limitu 1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sumy PAU-4, který stanovuje nařízení 1881/2006/ES (konsolidované znění) pro dětskou a kojeneckou výživu. Celkově ve sledovaných lokalitách hladiny PAU odpovídají hodnotám zjištěným jinými publikovanými studii [2, 3] pro jiné oblasti ČR s víceméně průměrnou zátěží PAU.



Obrázek 3: Celkový obsah PAU (suma PAU-8) v jablkách – 2008 až 2016.

Trvalý travní porost

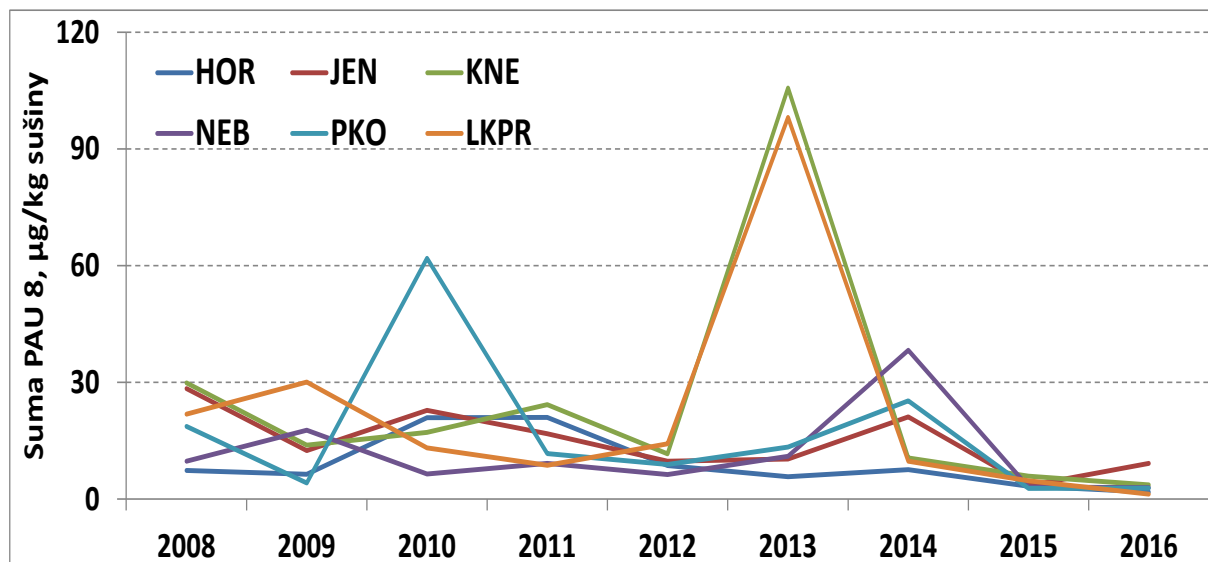
Hodnoty nálezů PAU zjištěné v roce 2016 jsou stejně jako v roce 2015 ve všech lokalitách výrazně nižší nežli průměr z předchozích let. To je zřejmé z **Tabulky I** a **Obrázku 4**, na kterém je ilustrováno porovnání celkového množství PAU nalezených ve vzorcích trvalého travního porostu v roce 2016 a průměrných hodnot naměřených ve sledovaných obcích v letech 2008 – 2015. Podobně je tomu u vzorků odebraných v areálu Letiště (viz **Obrázek 5**).

Jak je patrné z **Obrázku 6** relativně nejvyšší hodnota sumy PAU-8 byla z celého souboru vzorků v letošním roce zaznamenána v lokalitě Jeneč (JEN 632) a Kněžves (KNE 629). Nepatrně zvýšenou úroveň jeví i některé lokality v Nebušicích, velmi nízké obsahy byly naopak letos naměřeny v bodech LKPR.

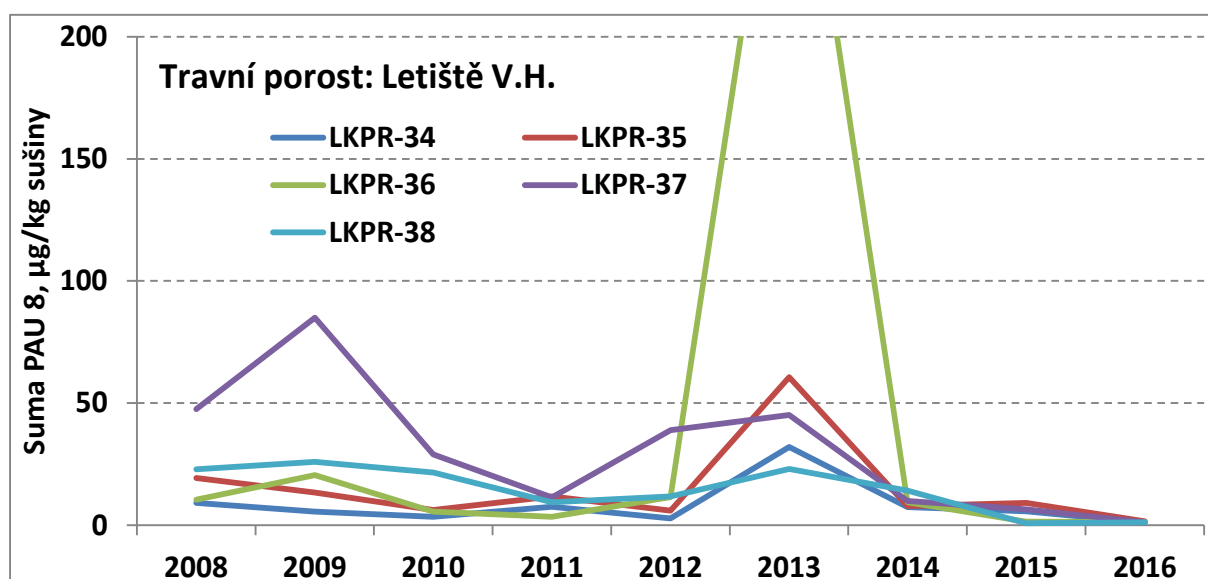
Celkový velmi výrazný pokles koncentrací PAU v letech 2015 a 2016 nelze vysvětlit úměrně velkému snížení zátěže prostředí imisemi. Zásadní byl zřejmě vliv velmi teplého července a srpna s téměř maximálně dlouhým slunečním svitem a tropickými nočními teplotami, kdy:

- vlivem UV složky slunečního záření dochází k fotodegradaci PAU a za vyšších teplot i volatilizaci jejich depozitů z povrchu vegetace,
- trvalý travní porost byl na většině lokalit silně poškozen suchem a teplem do té míry, že některé části nejen byly přeschlé ale především bylo pozměněno druhové složení TTP, kdy velký hmotnostní podíl tvořily stonky plevelů.

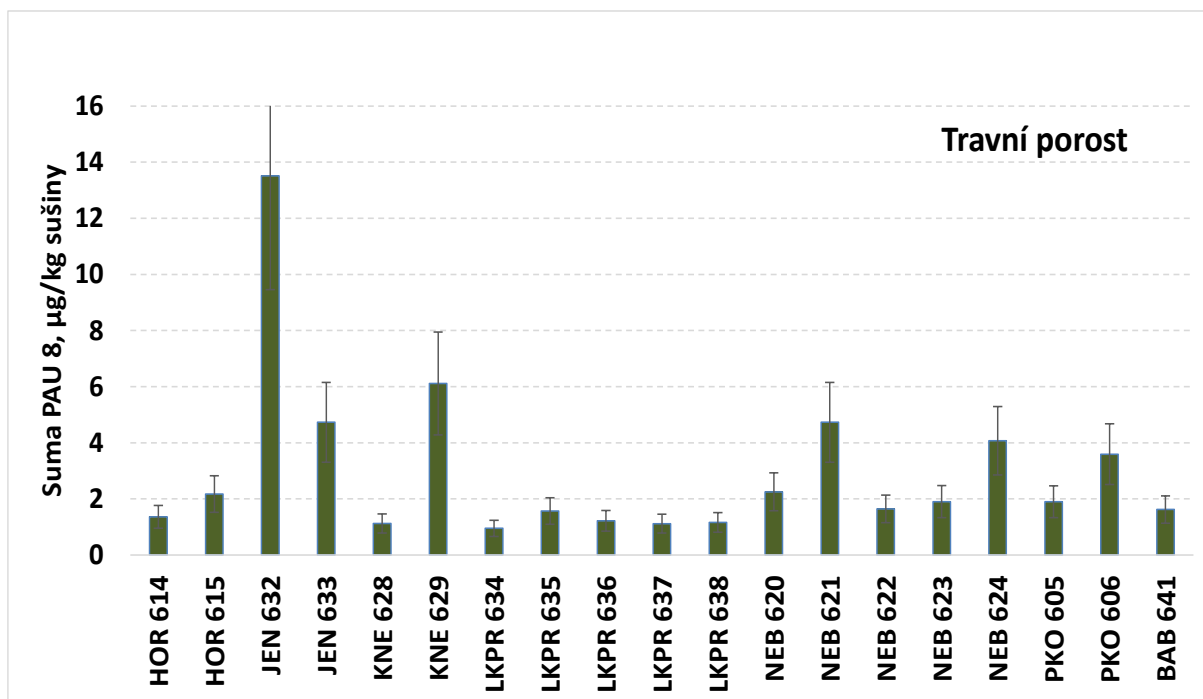
Za letošních extrémních podmínek TTP jako indikátor zátěže vegetace PAU neposkytuje data plně srovnatelná s jinými sezonami. Fakt, že pro pšenici ani jablka nebyly tak výrazně nižší hladiny PAU v roce 2016 oproti průměrům z let 2008 – 2015 naměřeny dokazuje, že se nejedná o nějakou systematickou chybu výsledků analýz. Zrno pšenice je dobře chráněno před klimatickými vlivy a jablka mají relativně malý voskový povrch (s velkou afinitou k PAU), který není zdaleka tolik vystaven slunečnímu světlu jako TTP.



Obrázek 4: Obsah PAU (suma PAU-8) v TTP, průměry obcí – vývoj 2005 až 2016

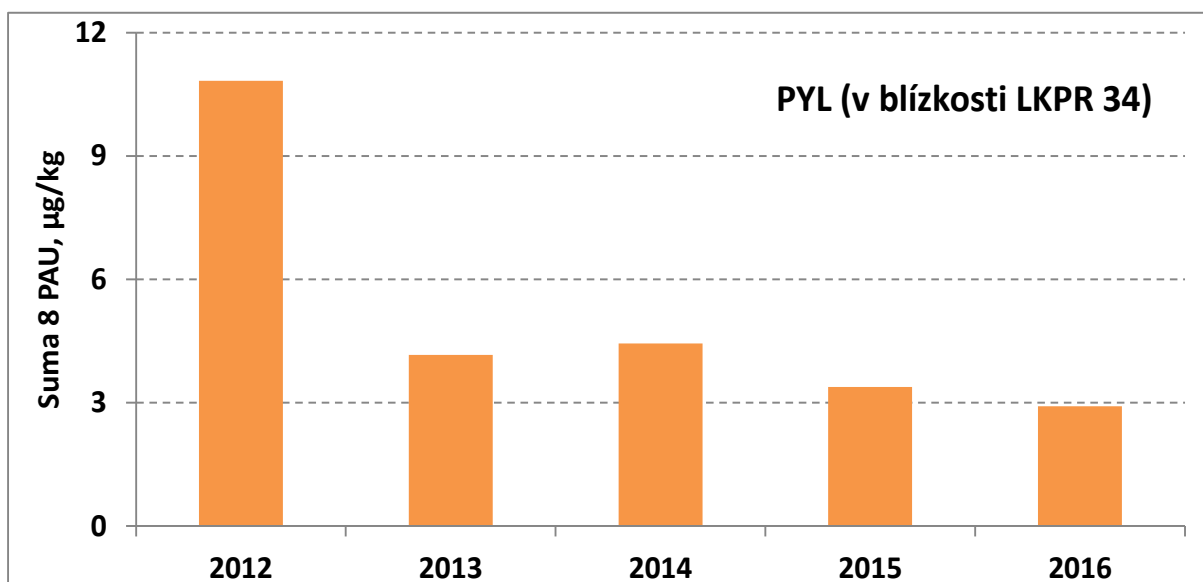


Obrázek 5: Obsah PAU (suma PAU-8) v TTP, areál Letiště V.H.- vývoj 2005 až 2016



Obrázek 6: Obsahy PAU (suma PAU-8) v trvalém travním porostu v roce 2016

V sezonách 2012 – 2016 byl také odebírán pyl a med z úlů umístěných na jižním okraji letiště, v blízkosti bodu **LKPR 34**. Porovnání hladin PAU-8 v pylu je uvedeno v **Obrázku 7**. Jak je patrné, hladiny PAU-8 v pylu jsou na relativně nízké úrovni, která řádově odpovídá koncentracím PAU v sušině travního porostu. Stejný sestupný trend lze pozorovat i pro sumu PAU-4 a zejména pro benzo(a)pyren – **Obrázek 8**.

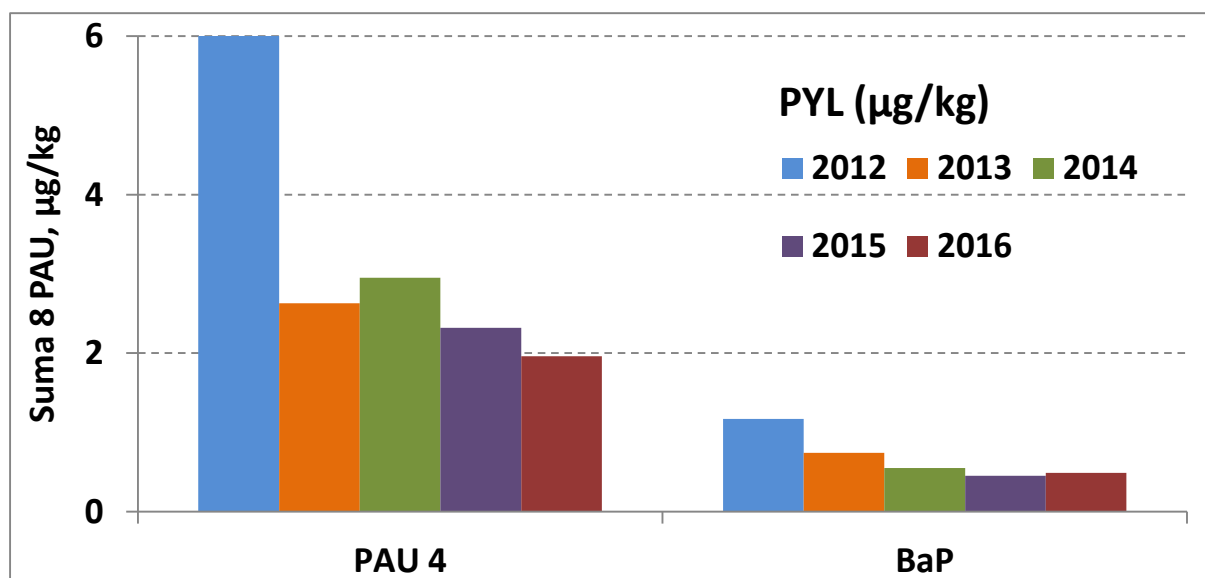


Obrázek 7: Celkový obsah PAU jako suma PAU-8 v pylu odebraném z úlů umístěných v areálu Letiště Václava Havla Praha

Pyl odebraný ze srovnávací oblasti na Vysočině vykazoval pro sumu PAU-8 stejnou hodnotu (2,94 µg/kg) jako u vzorku odebraného z včelína Letiště VH.

Ve vzorku medu jsou hladiny PAU poněkud vyšší než v předchozím roce: 1,26 $\mu\text{g}/\text{kg}$ vyjádřeno jako suma PAU-8.

Hodnota sumy PAU-4 ve výši 1,23 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sice číselně mírně přesahuje úroveň nejpřísnějšího limitu 1 $\mu\text{g}/\text{kg}$, který pro tento parametr uvádí nařízení 1881/2006/ES pro výživu malých dětí a kojenců, nicméně při započtení rozšířené nejistoty stanovení by i tento med nejpřísnějším možným legislativním požadavkům vyhověl. Pro srovnání, med odebraný ze srovnávací („čisté“) oblasti na Vysočině vykazoval pro parametr PAU-4 hodnotu 1,45 $\mu\text{g}/\text{kg}$, tedy vyšší.



Obrázek 8: Celkový obsah PAU jako **suma PAU-8** v pylu odebraném z úlů umístěných v areálu Letiště Václava Havla Praha

Celkový přehled výsledků

Celkový přehled výsledků, vyjádřených jako suma 8 sledovaných PAU za období 2005 - 2016 je uveden v **Tabulce I**. Podrobnější údaje o nálezech PAU v roce 2016 jsou uvedeny v **Tabulkách II - IV** v **Příloze č. 4 Zprávy**. Jak ze souhrnné **Tabulky I** vyplývá, mezi nejvíce zatížené rostlinné matrice patří podle očekávání trvalý travní porost. U něj byl zjištěn i nejvyšší rozptyl mezi nálezy z jednotlivých lokalit, což potvrzuje náš předpoklad, že je velmi dobrým bioindikátorem zátěže.

Tabulka I: Přehled výsledků - suma 8 sledovaných PAU (PAU-8) v letech 2005 až **2016**

Plodina	Rok	Medián*	10% kvantil*	90% kvantil*
Pšenice	2005	0,19	0,11	0,37
	2006	0,18	0,13	0,31
	2007	0,32	0,24	0,54
	2008	0,21	0,18	0,74
	2009	0,12	0,09	0,16
	2010	0,13	0,10	0,28
	2011	0,14	0,11	0,16
	2012	0,05	0,03	0,42
	2013	0,27	0,17	0,76
	2014	0,08	0,04	0,22
	2015	0,16	0,14	0,22
	2016	0,26	0,20	0,29
	Jablka	2005	0,44	0,26
2006		0,44	0,36	0,56
2007		0,11	0,06	0,40
2008		0,38	0,25	0,53
2009		0,20	0,13	0,38
2010		0,94	0,71	1,49
2011		0,27	0,21	0,61
2012		0,28	0,25	0,41
2013		0,22	0,09	1,28
2014		0,49	0,28	0,83
2015		0,58	0,48	0,69
2016		0,41	0,19	0,51
Trvalý travní porost		2005	24	12
	2006	21	7	49
	2007	19	5	45
	2008	20	6	58
	2009	13	4	43
	2010	20	4	30
	2011	11	4	29
	2012	10	3	26
	2013	16	6	95
	2014	9,9	7	36
	2015	1,7	0,9	8,6
	2016	1,9	1	14

* hodnoty pro pšenici a jablka v µg/kg, pro trvalý travní porost v µg/kg přepočtených na sušinu

2. Koncentrace toxických (těžkých) kovů

2.1 Analýza vzorků na obsah toxických kovů

Obsah kovů ve sledovaných plodinách byl v roce 2016 stanoven podle interních zkušebních postupů (SOP) technikami atomové absorpční spektrometrie (AAS) nebo optické emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-OES). Analyzované vzorky byly před vlastním měřením rozloženy pomocí kyseliny dusičné v mikrovlnném rozkladném zařízení. Obsah rtuti byl stanoven pomocí jednoúčelového analyzátoru AMA 254. Přesné identifikace zkušebních postupů jsou následující:

zinek - SOP 70.2 (AAS-plamen)
měď - SOP 70.72 (GF-AAS)
chrom - SOP 70.72 (GF-AAS)
kadmium - SOP 70.72 (GF-AAS)
nikl - SOP 70.72 (GF-AAS)
olovo - SOP 70.72 (GF-AAS)
rtuť - SOP 70.4 (AAS-AMA)
vanad - SOP 70.74 (ICP-OES)
zinek - SOP 70.74 (ICP-OES)
molybden - SOP 70.74 (ICP-OES)

2.2 Výsledky a diskuse nálezů toxických kovů

Koncentrační hladiny sledovaných mikroelementů (kadmia, olova, rtuti, chromu, niklu, molybdenu, vanadu, mědi, a zinku) velmi dobře odrážejí celkovou úroveň znečištění životního prostředí i plodin, kterou lze v tak silně urbanizované krajině přičíst především antropogenním zdrojům. Jejich aktuální koncentrace naměřené ve vegetaci odrážejí ve velké míře atmosférickou depozici (tedy imisní situaci). Hodnoty tzv. „pozadí“, které mohou porovnávání údajů z různých míst značně komplikovat, jsou pak silně závislé na geologických a půdních podmínkách.

Toxické stopové prvky, jako je olovo, kadmium a rtuť, se v pšenici vyskytují dlouhodobě na průměrných koncentračních hladinách, které odpovídají koncentracím nejnověji publikovaným ve zprávě ministerstva zemědělství ČR o výsledcích sledování cizorodých látek v potravních řetězcích [8], podrobněji pak ve studii Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (ÚKZÚZ), která je ovšem zaměřena na přímý vztah mezi kontaminací půdy a plodin [9]. Jsou uvedeny mediánové hodnoty pro pšenici a pro TTP jednak pro plodiny pěstované v nekontaminovaném prostředí a jednak v kontaminovaných půdách. Průměrné výsledky (mediánové hodnoty) námi získané monitoringem pšenice z okolí Letiště VH odpovídají mediánům ÚKZÚZ spíše z nekontaminovaného prostředí, přičemž pro část prvků (včetně vanadu) jsou hodnoty dokonce nižší. Zcela srovnatelné s údaji ÚKZÚZ jsou rovněž hodnoty naměřené v TTP s tím, že jejich časové i prostorové kolísání je poměrně značné.

Výsledky pro jednotlivé toxické prvky a plodiny / bioindikátory jsou přehledně dokumentovány na **Obrázcích 9 až 21**, které ilustrují stav a vývoj za období 2005 – 2016, kompletní výsledky včetně základních statistik lze nalézt v tabulkách a souhrnných statistických grafech v **Příloze č. 4**. Ve většině lokalit jsou obsahy kadmia, olova a rtuti v letošním roce na obdobné úrovni jako v předchozích letech, v případě chromu, niklu a molybdenu a částečně i vanadu pak nižší oproti průměru z předchozích let. Pro většinu prvků nelze dlouhodobě pozorovat statisticky významné časové trendy a kolísání reflektuje spíše lokální a sezonní vlivy dané incidentními meteorologickými podmínkami a orografickými či geologickými faktory.

Rozdíly mezi jednotlivými lokalitami jsou v dlouhodobé perspektivě poměrně dobře patrné z následujících Obrázků a dále z tabulek a grafů **v příloze č. 4 Zprávy**. Nejvyšší průměrnou zátěž travního porostu (TTP) těžkými kovy lze dlouhodobě pozorovat u vzorků odebíraných v Jenči a Kněževsi.

Trvalý travní porost (TTP) tvořil v roce 2016 opět nejrozsáhlejší soubor vzorků, které bylo možno odebrat prakticky ve všech sledovaných lokalitách. TTP pak slouží jako universální bioindikátor zátěže pro všechny srovnávací účely. Druhou nejčetnější matricí byla jablka, která však nejsou na atmosférické znečištění stopovými prvky zdaleka tak citlivá, vzhledem ke svému relativně malému poměru povrchu ke hmotnosti.

V dlouhodobém průměru jsou koncentrace kadmia v TTP odebraném přímo v areálu letiště **LKPR** poněkud vyšší, nežli ve všech ostatních lokalitách, snad s výjimkou Kněževsi, která k areálu letiště těsně přiléhá. Pro žádný jiný prvek se takovéto trendy neprojeví a lze se proto domnívat, že provoz letiště může být významným zdrojem kontaminace prostředí kadmíem. Je třeba však zdůraznit, že je hodnocen trend, tedy změny koncentrací projevující se v dlouhodobém období. Navíc, v posledních dvou letech hladiny kadmia ve vzorcích TTP odebraného z areálu letiště poklesly. Všechny naměřené hodnoty se přitom nijak výrazně neliší od hodnot charakterizující urbanizovanou krajinu.

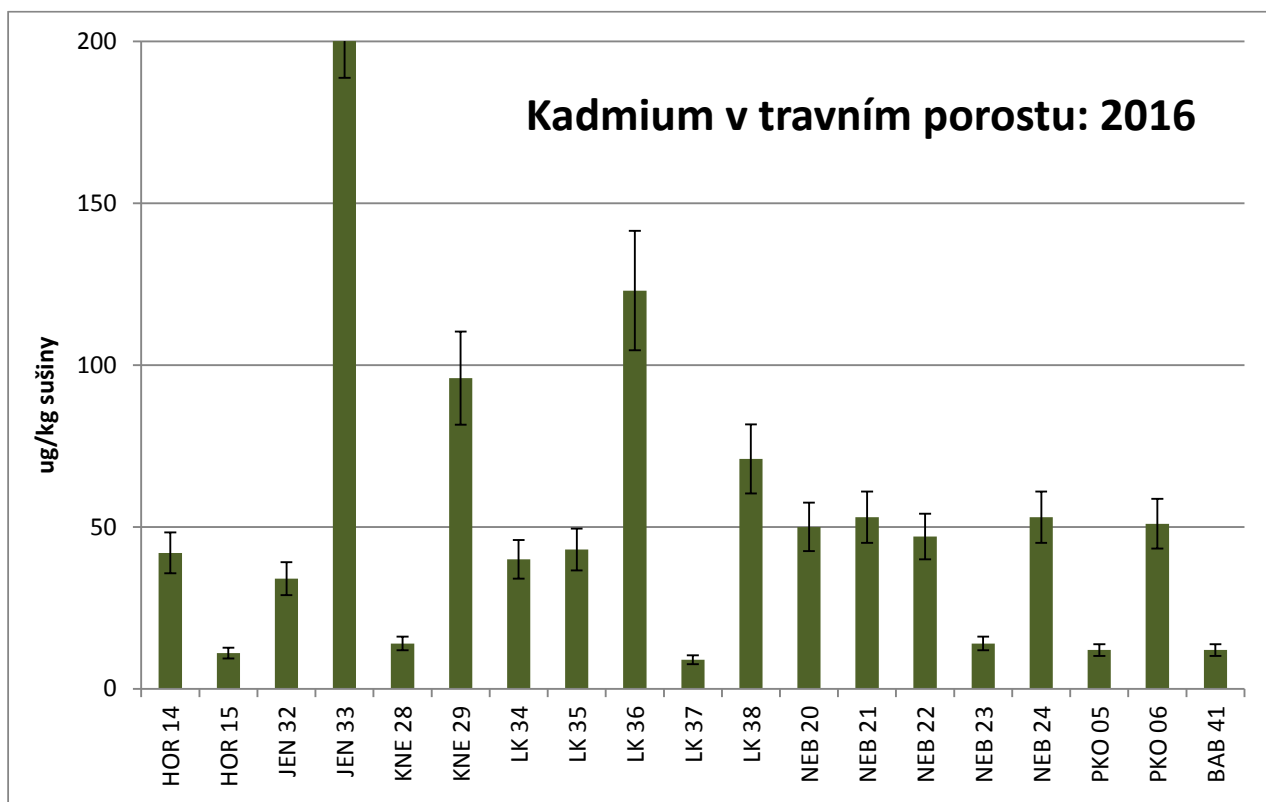
Vyšetření pylu odebíraného z úlů umístěných v areálu letiště poskytlo rovněž užitečné výsledky – viz **Obrázky 20 a 21**. V roce 2016 obsahoval pyl z areálu letiště oproti kontrolnímu vzorku pylu z čisté oblasti Vysočiny poněkud vyšší koncentrace vanadu, chromu, molybdenu a do jisté míry i olova. Naměřená koncentrace kadmia byla poněkud vyšší u pylu z Vysočiny, rozdíl však není v rámci nejistoty vzorkování a analýzy statisticky významný. Obsahy toxických prvků kolísají celkově na velmi nízké úrovni, avšak minimálně nyní stanovované mikroelementy bude vhodné dále sledovat a vyhodnocovat. V medu byly koncentrace toxických těžkých kovů již pod mezí stanovitelnosti použitých analytických metod (a toxikologicky nevýznamné). *Pro rok 2017 je plánováno snížení mezí stanovitelnosti některých prvků tak, aby bylo možno monitorovat i ultrastopové koncentrace.*

Pro vzorky pšenice jsou všechny hodnoty pro kadmium, olovo a rtuť hluboko pod hodnotami nejvyššího přípustného množství povoleného pro potravinářskou či krmnou pšenici [4] a kolísání mezi sezonami i mezi lokalitami nebyly prokázány.

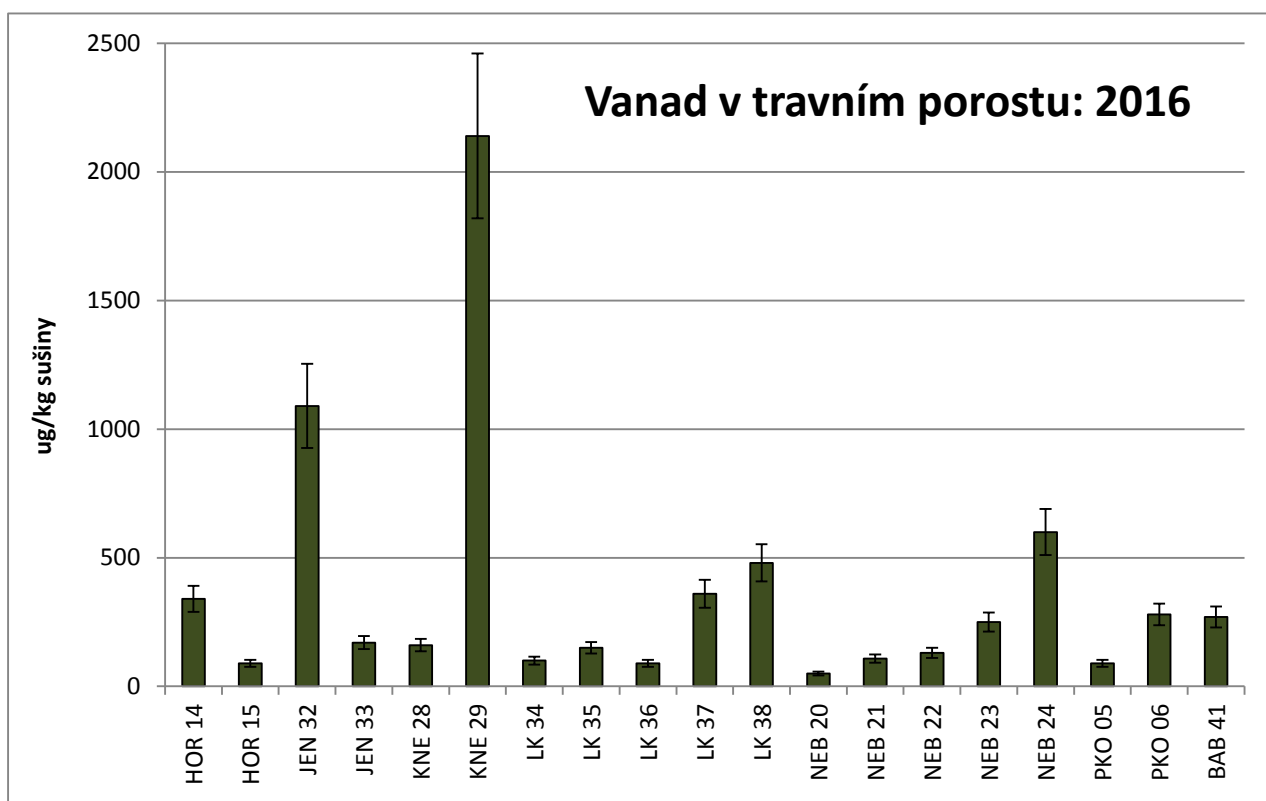
Olovo a kadmium v pšenici pro lidskou spotřebu jsou limitovány hodnotou stanovenou Nařízením č.1881/2006/ES [4] na úrovni 200 µg/kg. Ani v tomto roce nepřesáhla žádná hodnota pro olovo v pšenici 50 µg/kg, pro kadmium byla maximální hodnota 29 µg/kg (Přední Kopanina), medián 17 µg/kg. Nejvyšší hodnota 87 µg/kg Cd byla naměřena u kontrolního vzorku pšenice z oblasti Rakovnicka (do statistického zpracování nebyl tento vzorek zahrnut).

Nařízení č.1881/2006/ES také uvádí maximální koncentrace olova v ovoci 100 µg/kg a kadmia 50 µg/kg. Nálezy olova v jablkách však ani v tomto roce nepřekročily 50 µg/kg a koncentrace kadmia byly rovněž vždy pod mezí stanovitelnosti (< 1 µg/kg).

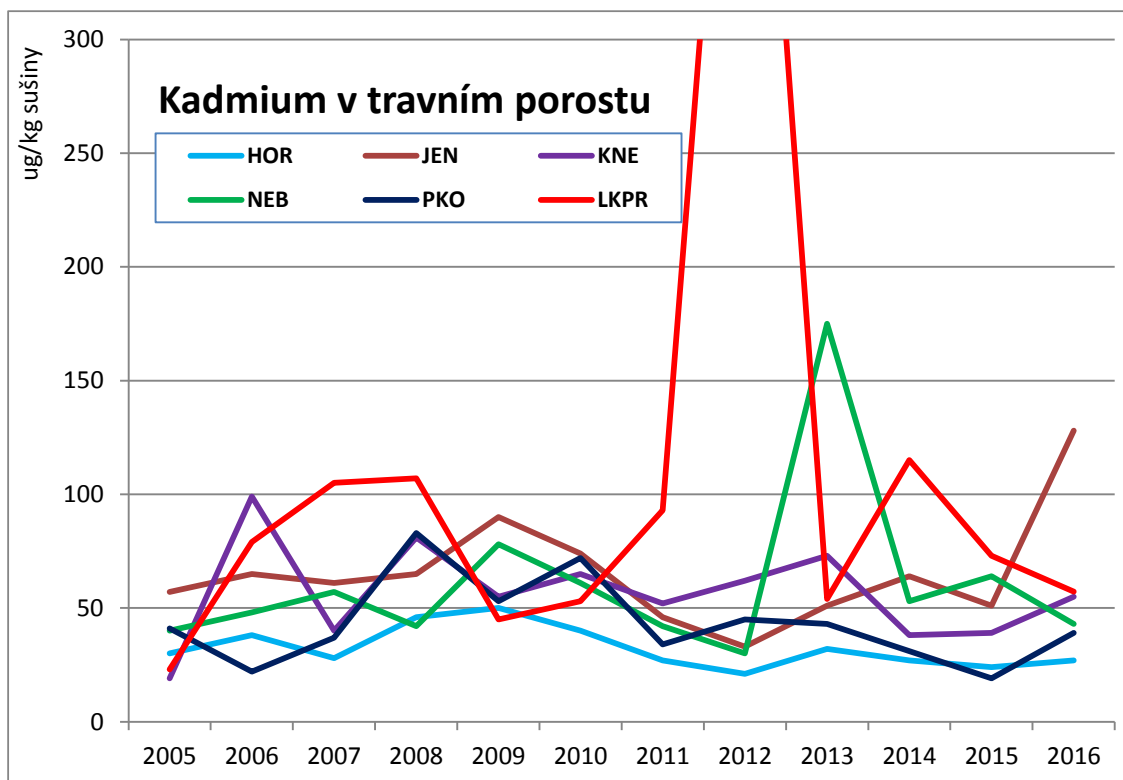
Pro rostliny jako bioindikátory nejsou stanoveny limity, nicméně pro orientační hodnocení lze využít limitní hodnoty z Přílohy I směrnice 2002/32/ES o nežádoucích látkách v krmivech. Pokud vezmeme ty nejpřísnější hodnoty pro TTP jako kompletní krmivo, pak maximální limity kadmia (500 µg/kg), olovo (5000 µg/kg), a rtuť (100 µg/kg) žádný ze vzorků nepřekročil.



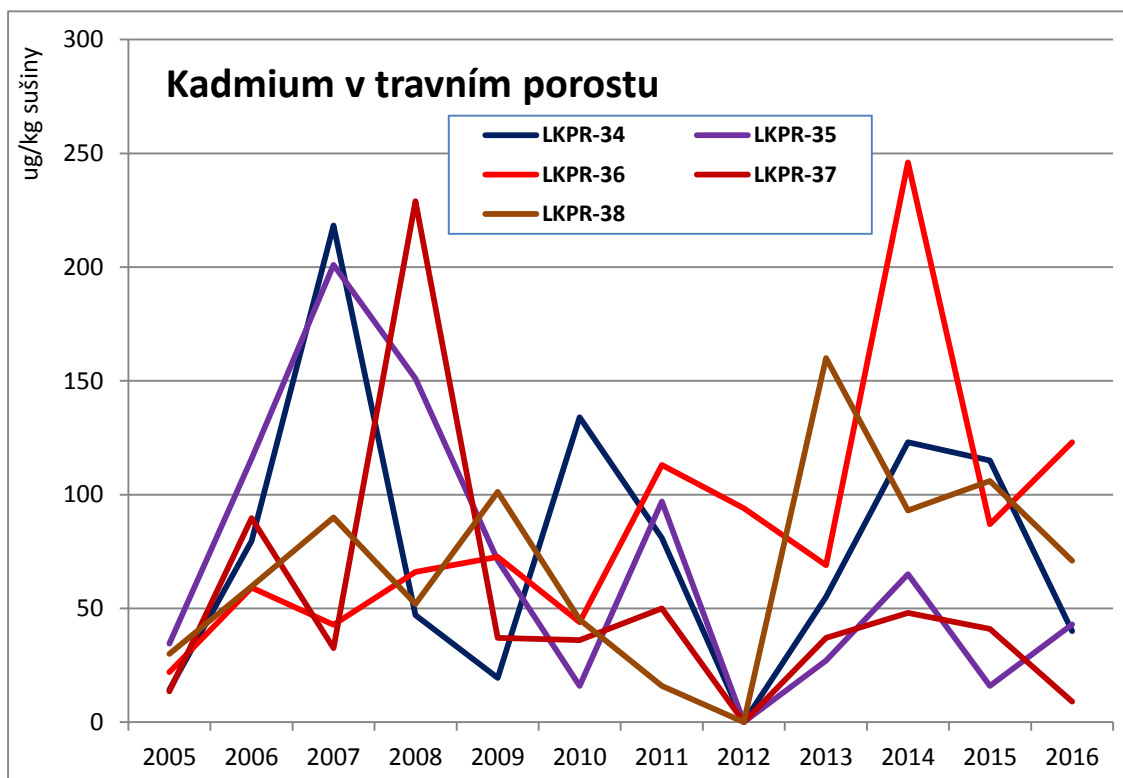
Obrázek 9: obsahy kadmia v TTP z jednotlivých lokalit (obcí a letišť) v roce 2016



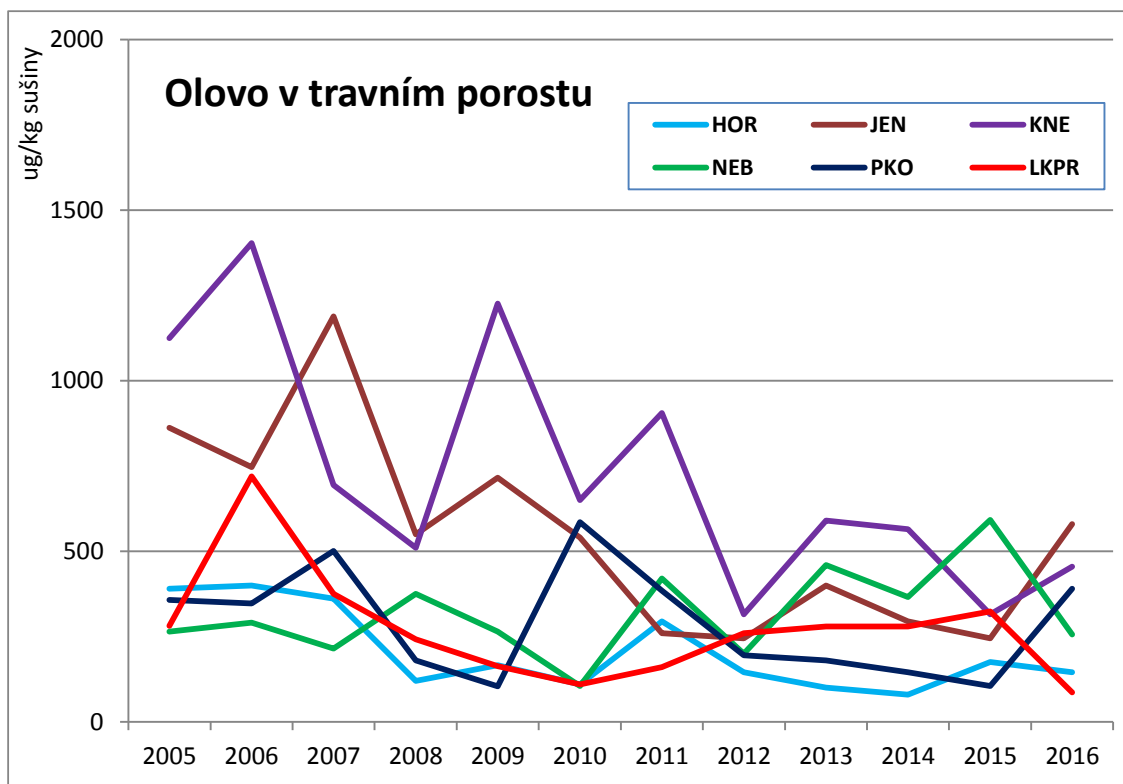
Obrázek 10: obsahy vanadu v TTP z jednotlivých lokalit (obcí a letišť) v roce 2016



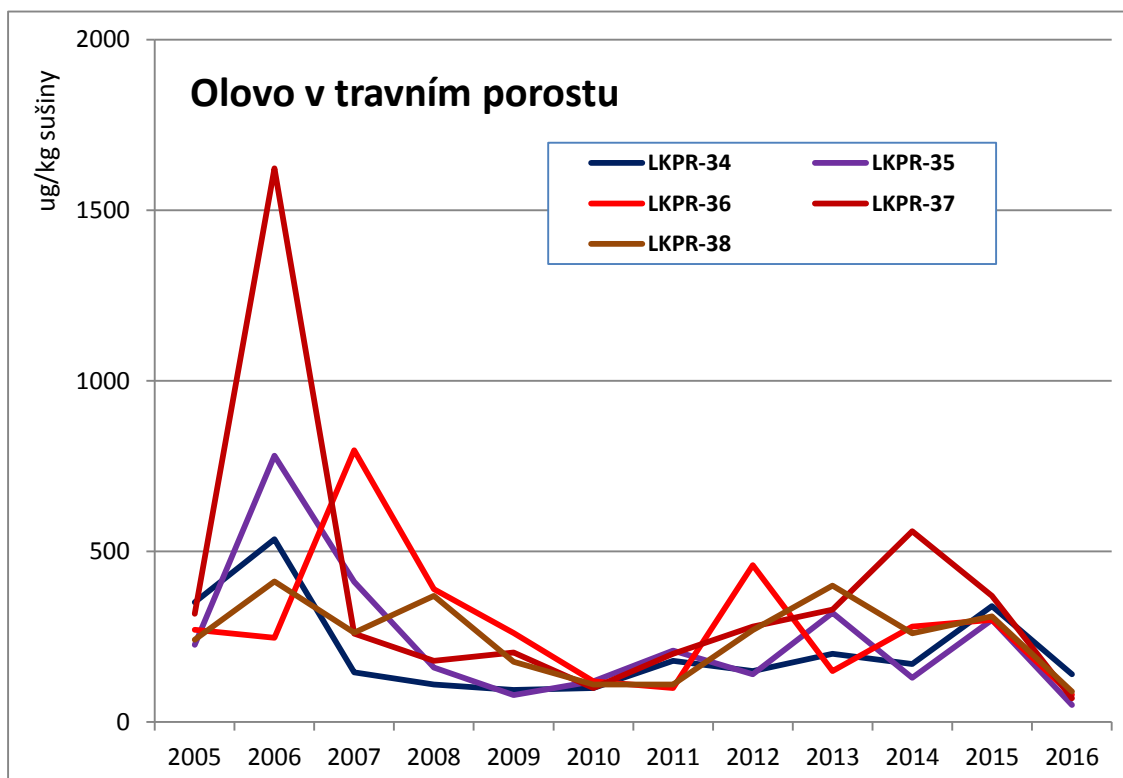
Obrázek 11a: obsahy kadmia v TTP, průměry obcí a LKPR – vývoj 2005 až 2016



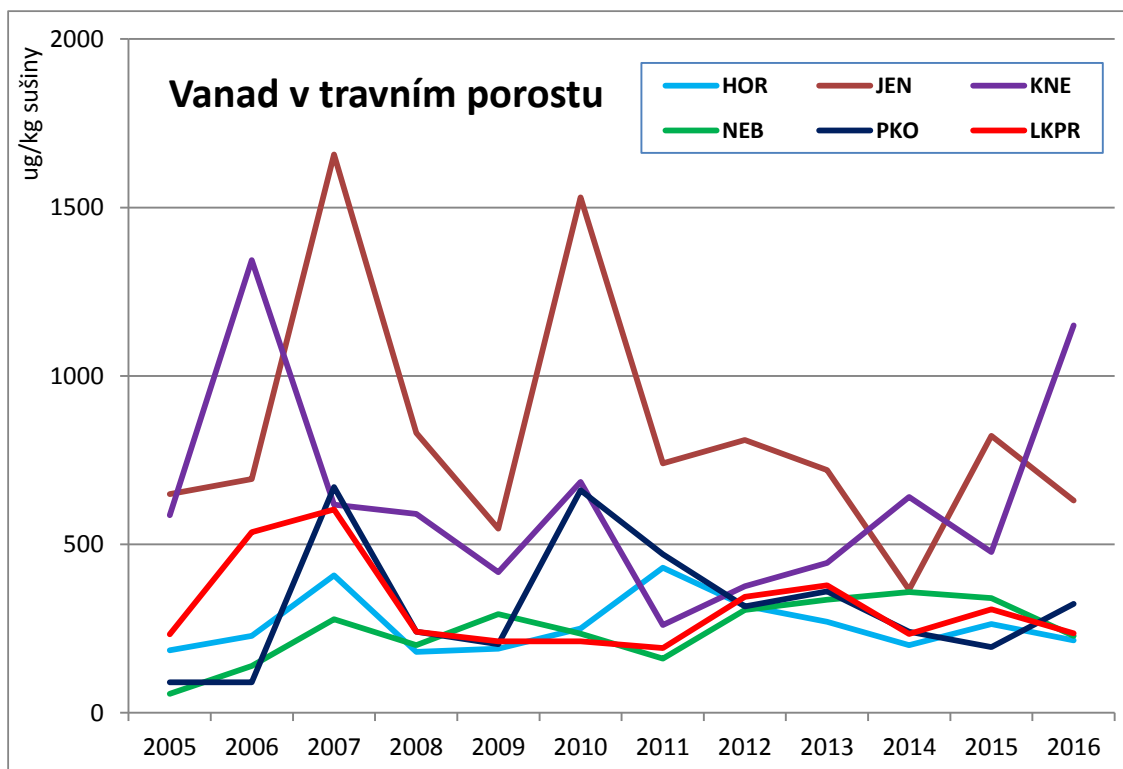
Obrázek 11b: obsahy kadmia v TTP, odběrné body LKPR – vývoj 2005 až 2016



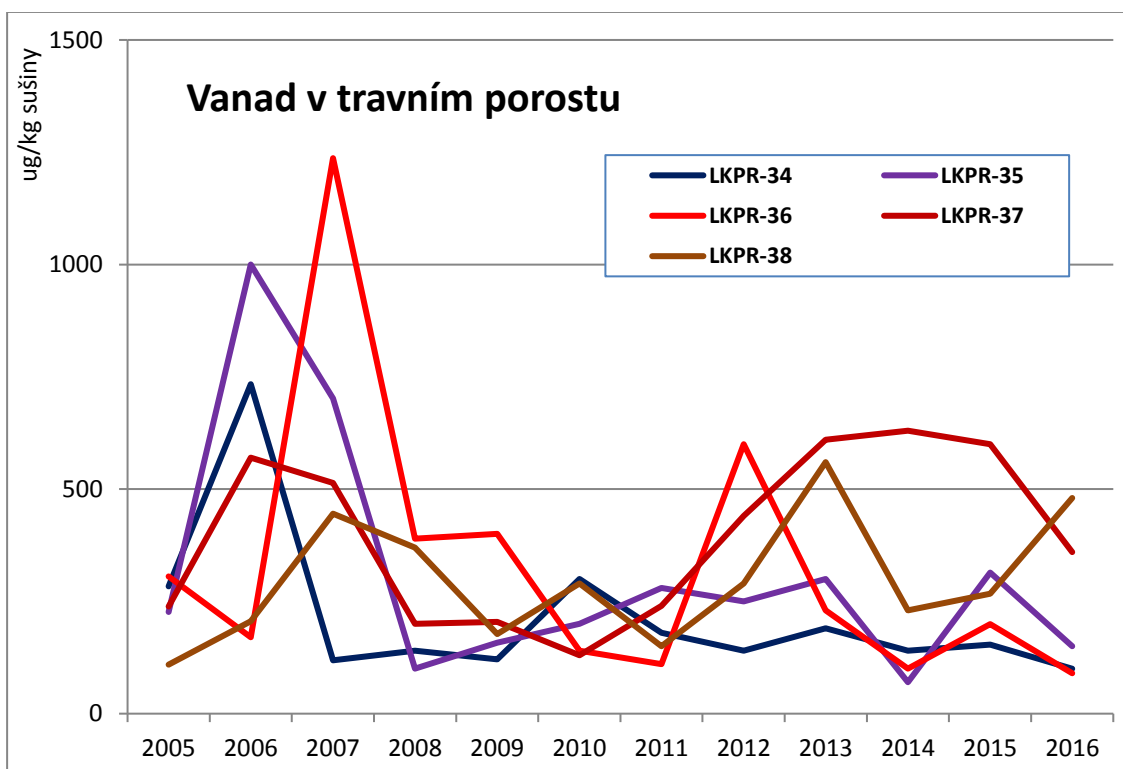
Obrázek 12a: obsahy olova v TTP, průměry obcí a LKPR – vývoj 2005 až 2016



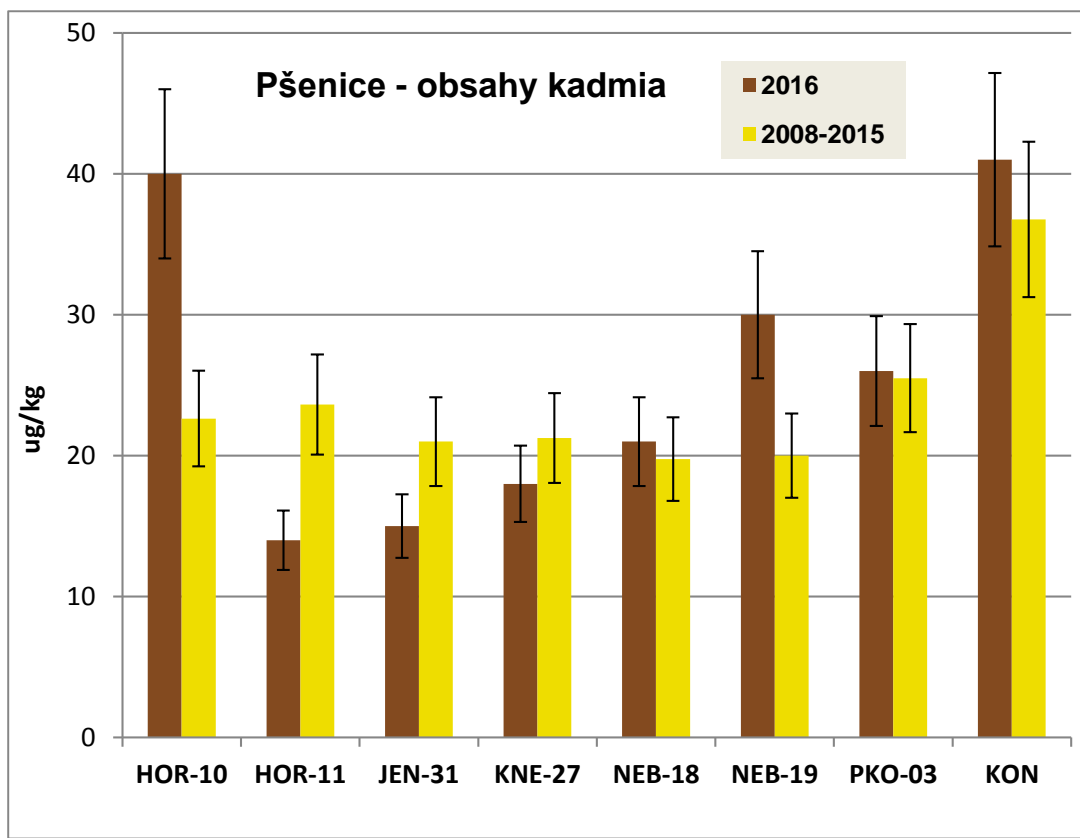
Obrázek 12b: obsahy olova v TTP, odběrné body LKPR – vývoj 2005 až 2016



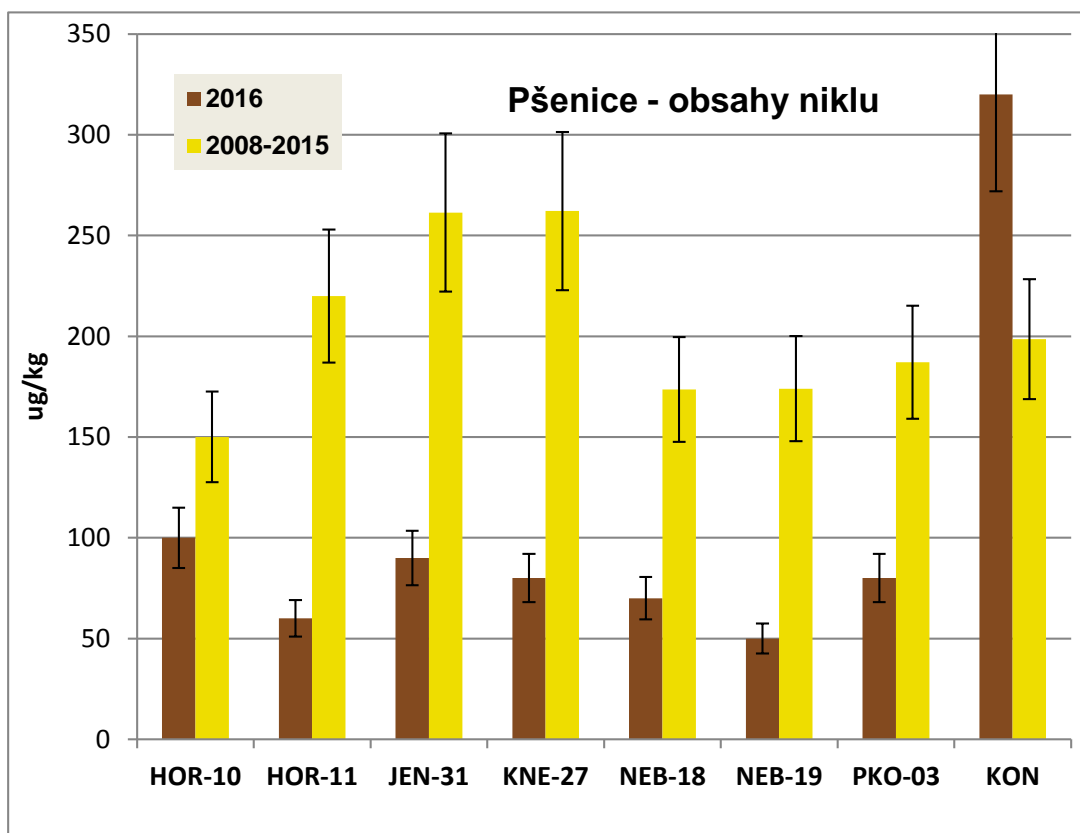
Obrázek 13a: obsahy vanadu v TTP, průměry obcí a LKPR – vývoj 2005 až 2016



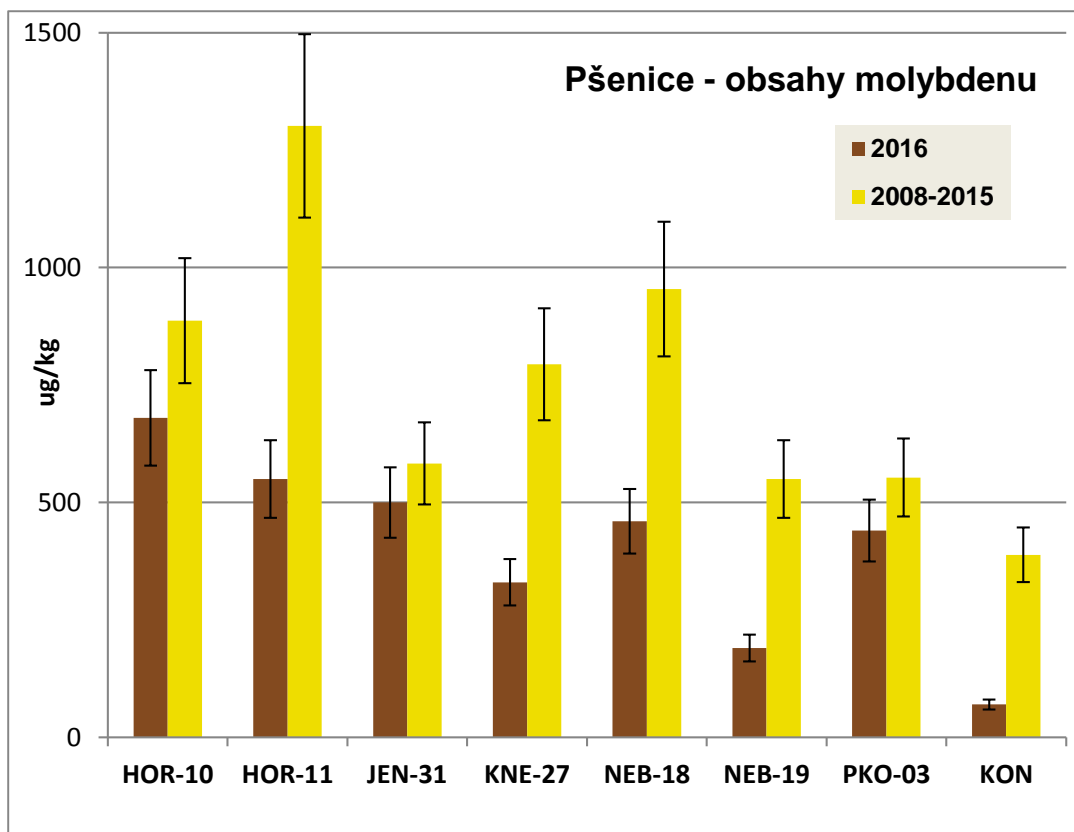
Obrázek 13b: obsahy vanadu v TTP, odběrné body LKPR – vývoj 2005 až 2016



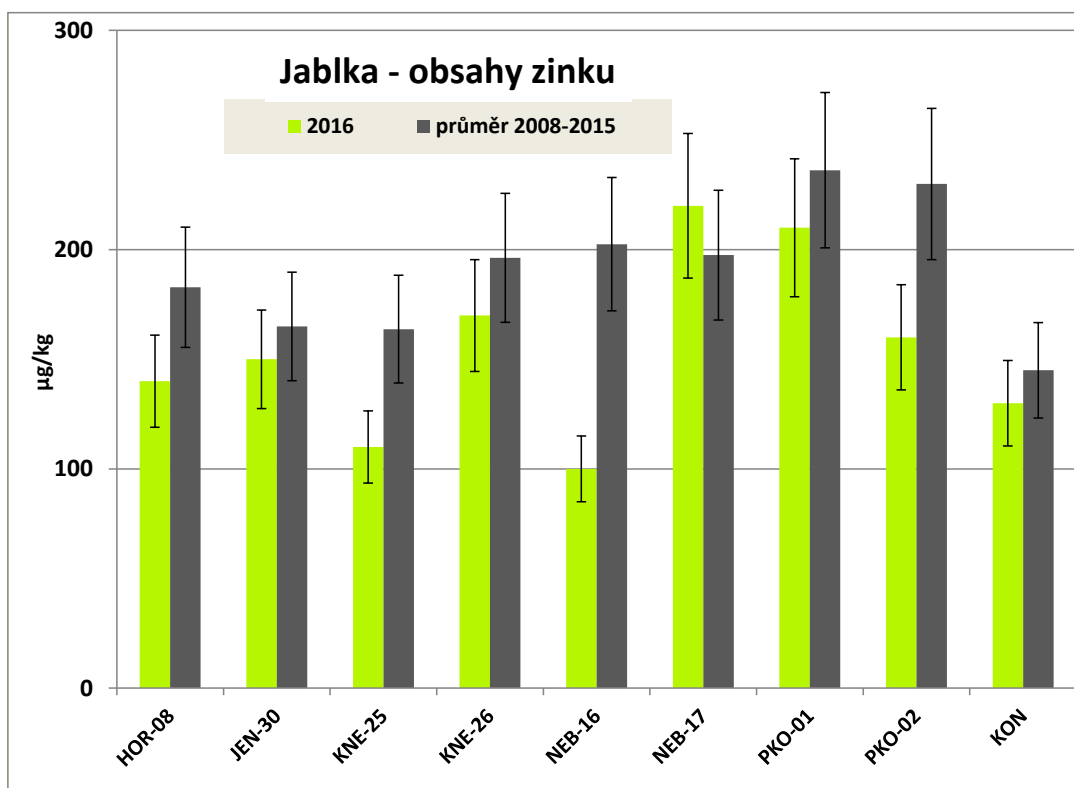
Obrázek 14: Obsahy kadmia v pšenici – 2008 až 2016



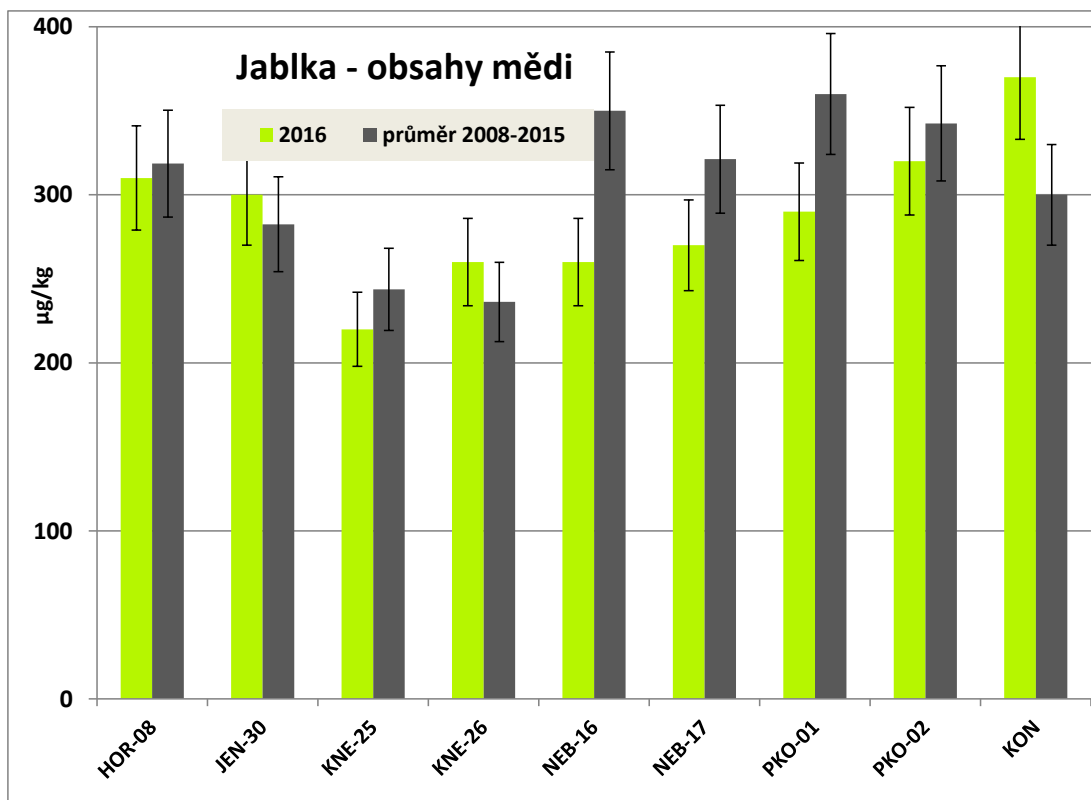
Obrázek 15: Obsahy niklu v pšenici – 2008 až 2016



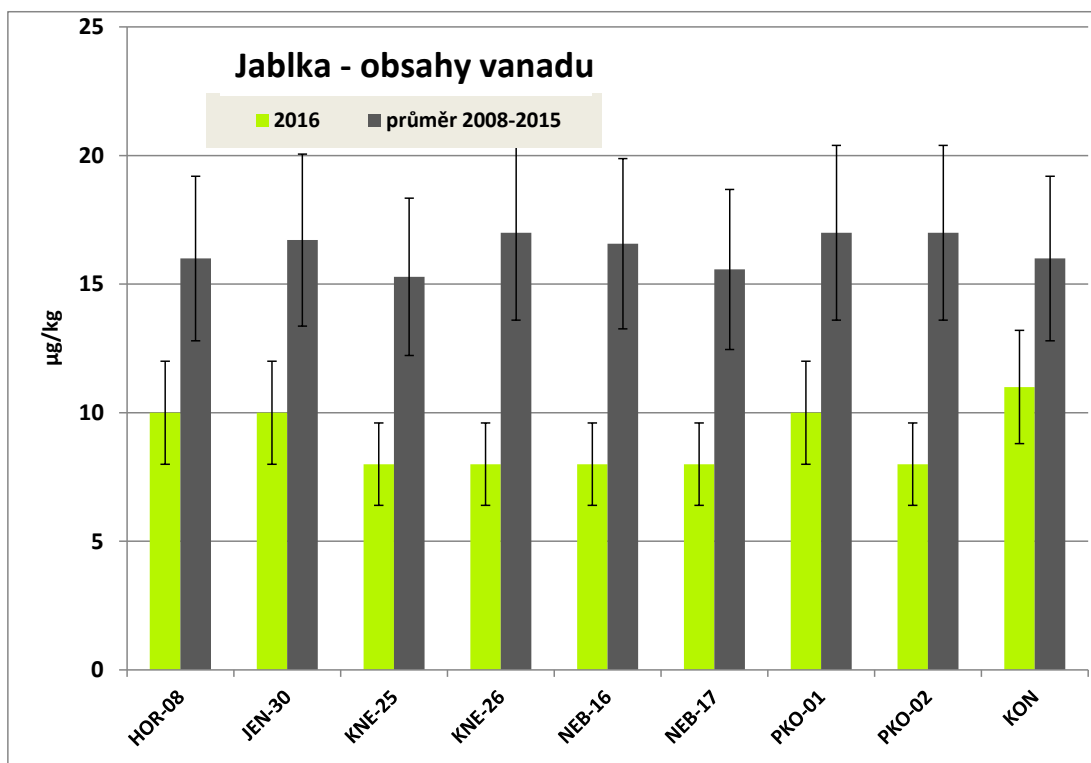
Obrázek 16: Obsahy molybdenu v pšenici – 2008 až 2016



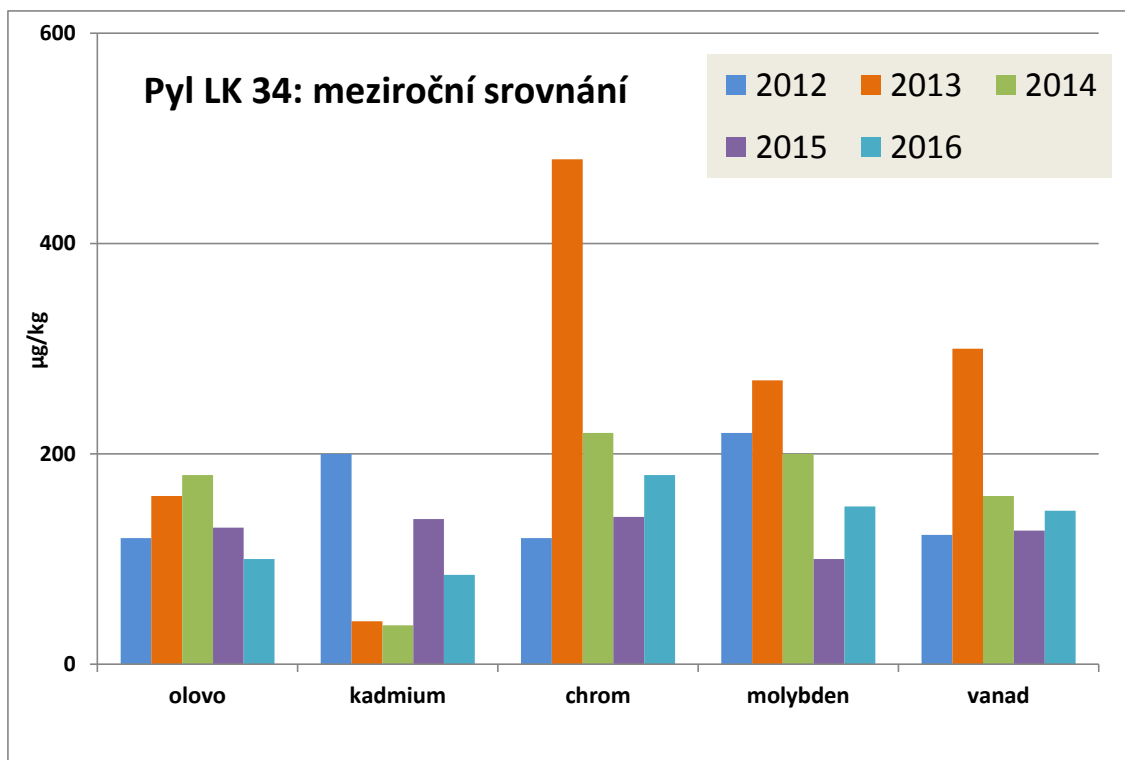
Obrázek 17: Obsahy zinku v jablkách – 2008 až 2016



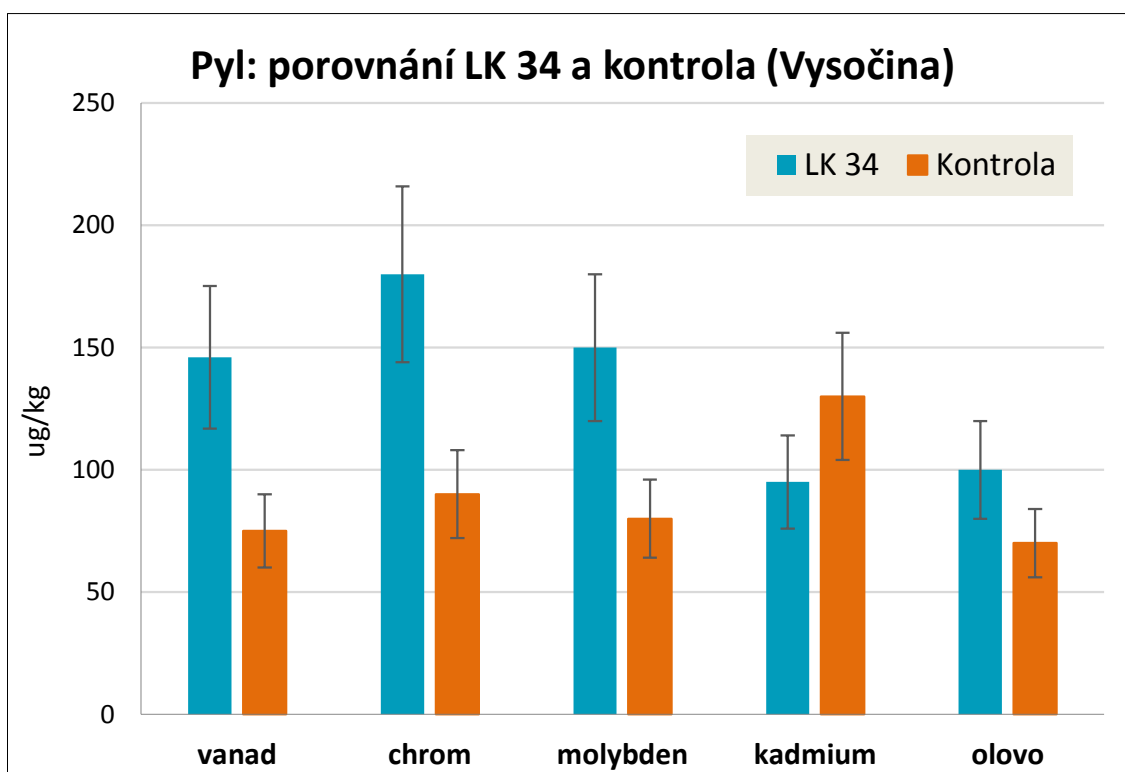
Obrázek 18: Obsahy mědi v jablkách – 2008 až 2016



Obrázek 19: Obsahy vanadu v jablkách – 2008 až 2016



Obrázek 20: Obsahy vybraných stopových prvků v pylu LKPR 34 - 2012 až 2016



Obrázek 21: Obsahy vybraných stopových prvků v pylu 2016: LK 34 a Vysočina

3. Těkavé aromatické uhlovodíky (BTEX)

3.1 Metodika vyšetření

Tato část monitoringu se zabývá vyšetřením všech monitorovaných rostlinných materiálů z hlediska kontaminace těkavými organickými (aromatickými) látkami, jejichž výskyt v ekosystému může mít souvislost mimo jiné s provozem letiště.

K tomuto účelu byla použita metoda mikroextrakce na tuhou fázi (SPME, Solid-phase Microextraction) ve spojení s plynovou chromatografií s hmotnostně spektrometrickou detekcí (GC/TOF-MS). Vyšetření vzorků bylo zaměřeno na sledování těkavých aromatických uhlovodíků (BTEX).

S ohledem na environmentální a toxikologické aspekty se převážně monitorují zejména těkavé aromatické uhlovodíky, konkrétně skupina látek značených BTEX, benzen, toluen, ethylbenzen a isomery xylenu (p-, m- a o-). Rozhodujícím zdrojem atmosférických emisí aromatických uhlovodíků – zejména benzenu a jeho derivátů jsou především emise z motorových vozidel a ropných paliv (výpary). Emise z mobilních zdrojů představují přibližně 85 % celkových emisí těkavých aromatických uhlovodíků.

Sledované analyty (BTEX) byly izolovány metodou mikroextrakce na tuhou fázi (SPME) z plynné fáze nad vzorkem (head-space) za podmínek optimalizovaných pro tento účel již v roce 2009. Pro kvantifikaci je používána plynová chromatografie (GC) s hmotnostně spektrometrickou detekcí s analyzátozem doby letu (time-of-flight, TOF-MS).

- ◆ Plynový chromatograf Agilent 7890A s elektronickou kontrolou tlaku (EPC) a split/splitless injektorem, Agilent Technologies (USA), kapilární křemenná kolona pro plynovou chromatografii Innowax 30 m × 0,25 mm × 0,25 μm; J&W (USA)
- ◆ hmotnostní detektor TruTOF™ HT TOFMS, LECO Corp., (USA)
- ◆ multifunkční automatický dávkovač vzorků CombiPal, CTC Analytics (USA)
- ◆ SPME vlákno s fází PDMS/CX/DVB, Supelco (USA)

Příprava vzorku spočívá v navázení materiálu do 10 ml SPME-vialky, do které se ještě před uzavřením vzduchotěsným magnetickým víčkem přidají 4 ml vody. Extrakce analytů probíhá na stacionární fázi vlákna umístěného do HS prostoru vialky. Desorpce se poté provede teplem po zavedení vlákna do vyhřátého nástřikového prostoru plynového chromatografu.

Identifikace cílových látek je prováděna jednak porovnáním retenčních časů analytů v roztoku standardů s retenčními časy analytů ve vzorku a jednak porovnáním spekter změřených a spekter obsažených v knihovně spekter NIST MS Search. Zpracování chromatografických dat bylo realizováno pomocí software ChromaTOF (LECO Corp., USA).

Obsahy analytů se kvantifikují metodou standardního přídávku (po odečtení slepého pokusu). Pro vyhodnocení se měří dvakrát vzorek bez přídávku standardů a dvakrát vzorek obohacený na dvě hladiny. Odezva obohaceného vzorku by měla být taková, aby bylo zaručeno, že se přídavek analytů projevil a současně relativně podobná odezvě nativního vzorku. Výsledky se vyjadřují v μg/kg (ng/g), pokud je obsah nižší než mez stanovitelnosti metody, výsledek se udává jako <LOQ.

3.2 Výsledky analýz

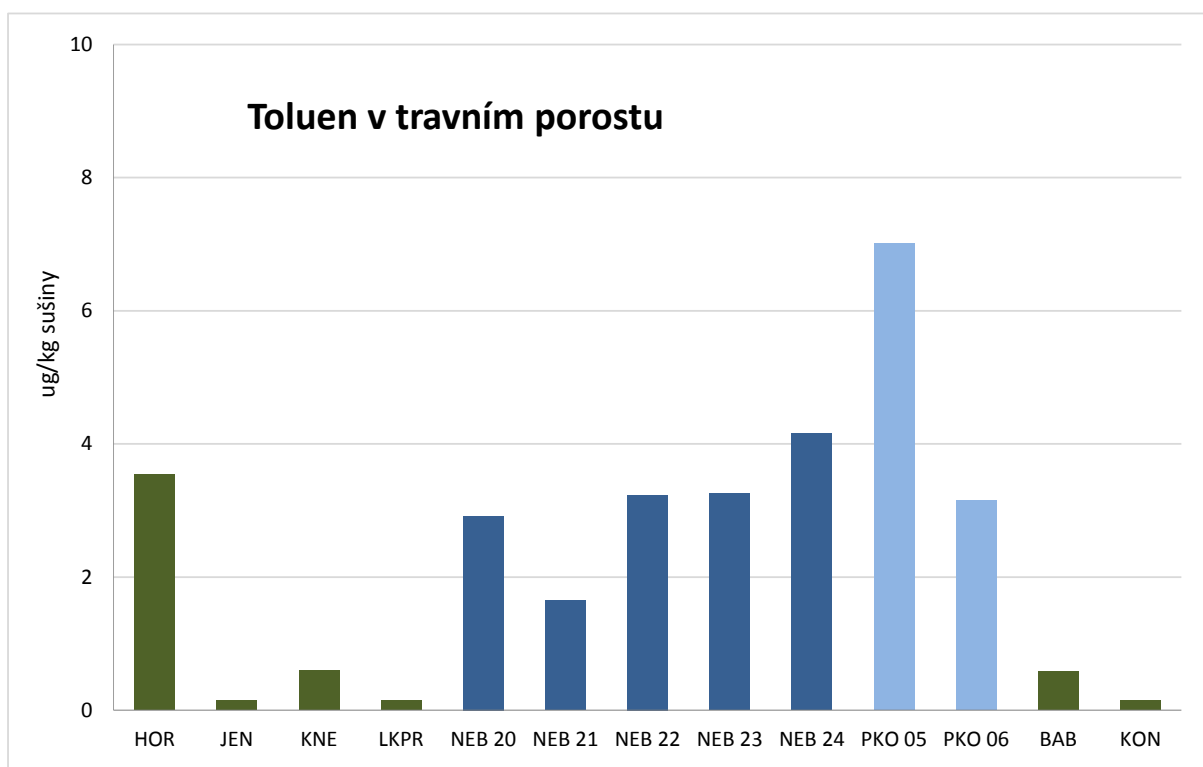
A. Výsledky stanovení skupiny látek BTEX.

Obsahy BTEX v monitorovaných materiálech za sezonu 2016 jsou dokumentovány v **Tabulce VIII přílohy č. 4 Zprávy**. Letošní nálezy toluenu v hlavním bioindikátoru – trvalém travním porostu pak přehledně ukazuje **Obrázek 22**, kde zelené sloupce představují průměrné hodnoty za každou obec a modré ilustrují variabilitu nálezů mezi různými odběrnými body nacházejícími se v téže obci. Daleko méně zajímavé byly letos (prakticky zanedbatelné) nálezy BTEX u jablek a pšenice.

Při hodnocení rozdílů a trendů v nálezech těžkých sloučenin sledovaných v rámci tohoto projektu je nutno uvažovat velkou nejistotu vzorkování a výsledků stanovení. Tento fakt je dán extrémně vysokou těžkostí sloučenin ze skupiny BTEX, přičemž aktuální koncentrace jsou zásadně ovlivněny okamžitými podmínkami při odběru vzorků a jsou velmi závislé na meteorologických podmínkách a incidentních zdrojích v době vzorkování. Vypovídací hodnota BTEX je tedy oproti předchozím sledovaným parametrům nižší.

Zátěž plodin látkami BTEX reflektuje okamžitou expozici vegetace znečištěnému ovzduší, kumulativní vlastnosti u těchto látek nelze předpokládat. Jejich vysoká těžkost umožňuje snadný atmosférický přenos na větší vzdálenosti od emisních zdrojů, což interpretaci nízkých nálezů značně ztěžuje.

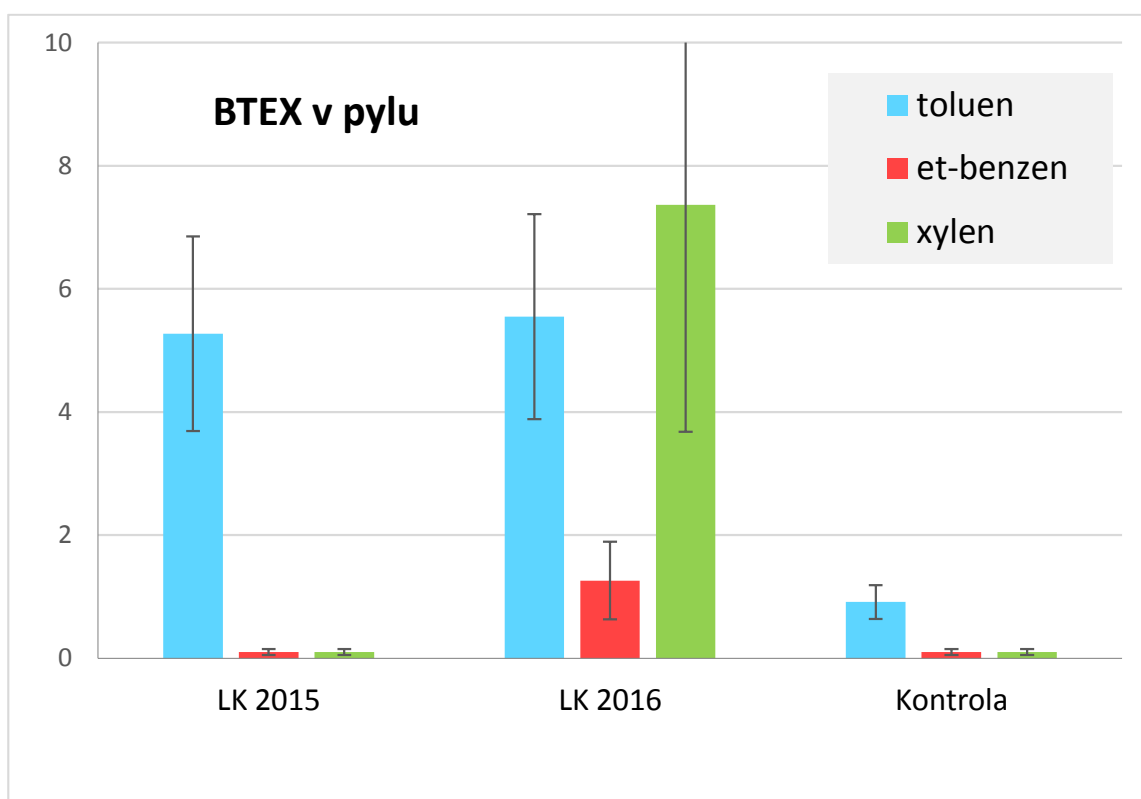
Nejvyšší průměrné nálezy toluenu v trvalém travním porostu byly zaznamenány v oblasti **Nebušic, Horoměřic a Přední Kopaniny**. Pro vzorky travního prostoru z prostoru LKPR byly typické nálezy ethylbenzenu a xylynu. Tyto látky sice nebyly v žádné jiné lokalitě v roce 2016 detekovány, případně jejich nálezy v travním porostu z areálu Letiště byly velmi blízko mezi stanovitelnosti.



Obrázek 22: Obsahy toluenu v travním porostu – 2016

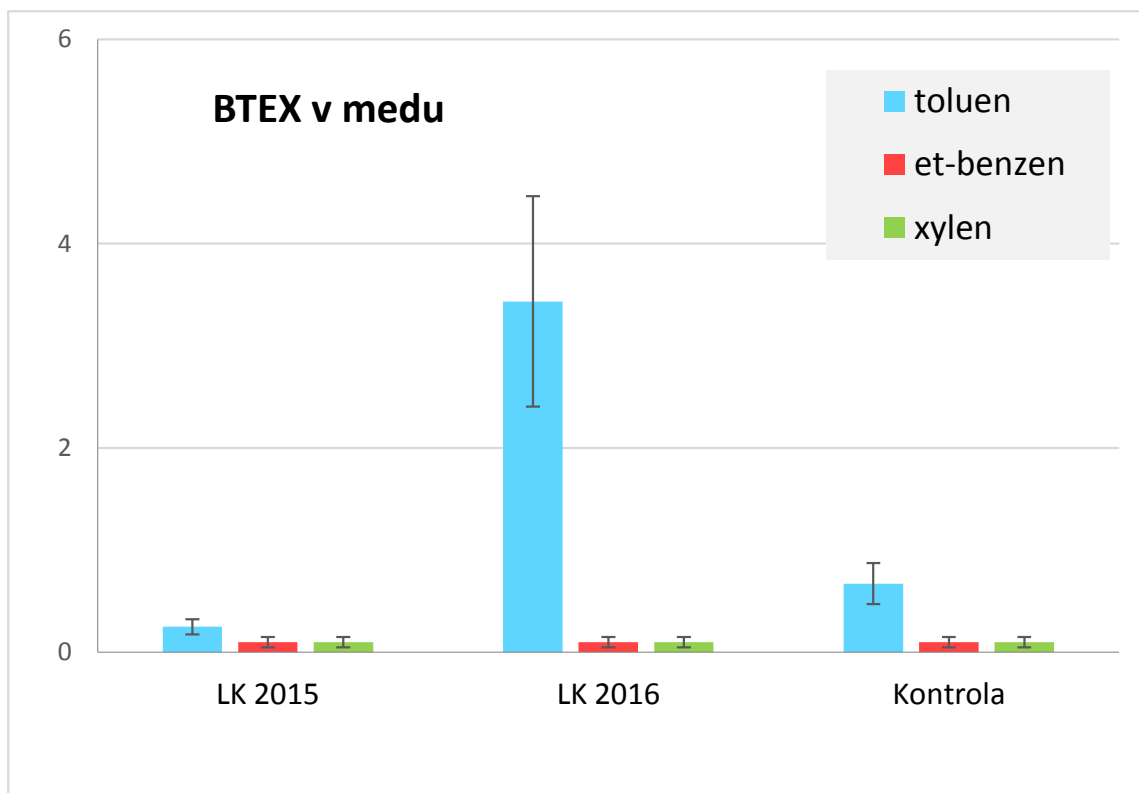
Protože u pšenice se analyzují pouze vyloupaná zrna (pluchy se odstraní), je obecně nejméně kontaminovanou plodinou ze všech sledovaných matric. Nálezy benzenu, etylbenzenu a xylenů v pšenici jsou proto běžně pod limitem kvantifikace a nebyly tedy pro interpretace dále použity.

Z hlediska obsahu BTEX je zajímavý pyl odebraný ze včelína v blízkosti bodu **LKPR 34**. Zvýšenou zátěž tohoto pylu toluenem (2015 i 2016) a ethylbenzenem (2016) - v porovnání s **kontrolním** pylem odebraným na Vysočině v sezoně 2016 - ilustruje **Obrázek 23**.



Obrázek 23: Obsahy BTEX v pylu z Letiště (LKPR 34) a z Vysočiny.

Nálezy těchto látek v medech z „letištní“ a kontrolní lokality jsou však zcela srovnatelné, snad jen výjimkou toluenu, který je dominantní v „letištním“ medu ze sezony 2016 – viz **Obrázek 24**. Z hlediska bezpečnosti medu pro lidskou výživu i pro zdraví včel je ovšem i tento nález naprosto bezvýznamný.



Obrázek 24: Obsahy BTEX v medu z Letiště (LKPR 34) a z Vysočiny

IV. Závěry studie 2016 v kontextu výsledků 2005-2016

Monitoring indikátorových plodin a krmiv (pšenice, jablka, med, travní porost) v roce 2016 navázal na předchozí desetileté období, databáze výsledků byla dále rozšířena a interpretace upřesněna. Potvrzují se výsledky a trendy získané v minulých letech a k žádným negativním změnám dlouhodobě nedochází.

Ve vzorcích pšenice, jablek, medu, pylu a trvalého travního porostu, odebraných v blízkosti mezinárodního letiště Václava Havla Praha (LKPR) byly sledovány a vyhodnocovány obsahy chemických kontaminantů vybraných jako indikátory zátěže plodin a krmiv. Jednalo se o polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU), těkavé aromatické uhlovodíky (BTEX) a toxické stopové prvky (těžké kovy). Body odběru vzorků byly vybrány s ohledem na hlavní trasy leteckého provozu a travní porost a včelí produkty byly odebírány rovněž v blízkosti vzletových a pojezdových drah.

1. V monitorované oblasti jsou na plodinách (jablka, pšenice, travní porost) nalézány obsahy PAU prakticky stejné nebo mírně přesahující průměrné hodnoty zjišťované v minulosti či v jiných studiích na území ČR. Ve vzorcích plodin nedošlo během let 2005-2016 k překročení hladin PAU, které jsou obvyklé v městské oblasti zatížené dopravou, případně dalšími lokálními emisními zdroji.
2. V roce 2016 byly koncentrační hladiny PAU v rámci běžné variability většinou srovnatelné s předchozím obdobím. V letech 2015 a 2016 byl zaznamenán značný pokles koncentrace PAU v trvalém travním porostu, který byl částečně poškozen v důsledku velmi suchého počasí. Variabilita aktuálních koncentrací reflektuje meteorologické podmínky a intenzitu provozu mobilních zdrojů. V žádném ze vzorků pšenice, jablek či medu nebyly překročeny maximální hladiny PAU stanovené nařízením č.1881/2006/ES v konsolidovaném znění.
3. Zátěž plodin sledovanými prvky - kadmíem, olovem, rtutí, niklem, vanadem apod. - v blízkosti letiště značně kolísá – mezi lokalitami i sezonami. Koncentrace těžkých kovů ve všech vzorcích odebraných během celé studie odpovídaly legislativním požadavkům na potraviny a krmiva. Průměrná zátěž plodin a krmiv těžkými kovy nevykazuje žádné významné časové trendy.
4. Trvale zvýšená zátěž těžkými kovy je dlouhodobě v Kněževsi a Jenči (kadmium, olovo, nikl, vanad). V travním porostu odebraném v areálu letiště jsou časté zvýšené nálezy kadmia a dlouhodobé průměry koncentrací kadmia jsou nejvyšší ze všech lokalit pro 4 z 5 odběrných bodů v areálu Letiště. Z toho lze vyvodit, že prostor Letiště je zdrojem kontaminace kadmíem, pro ostatní těžké kovy to ale neplatí. Příčinná souvislost mezi zvýšenými hladinami kadmia v okolních obcích (KNE, JEN) ale není průkazná, neboť v těchto obcích – na rozdíl od bodů LKPR - jsou vyšší hladiny kadmia doprovázeny i vyššími koncentracemi některých ostatních těžkých kovů a zdroje znečištění plodin v obcích se tedy liší, případně překrývají. Celkové výsledky ukazují, že LKPR mezi významnější zdroje ostatních těžkých kovů nepatří. Také zátěž jeho travního porostu kadmíem v letech 2015 a 2016 mírně klesla.
5. Vyšetření plodin na obsah těkavých uhlovodíků BTEX (benzen, toluen, ethylbenzen a xyleny) umožňuje porovnat zatížení odběrných bodů intenzivní dopravou v době vzorkování. Ve všech odebraných vzorcích byla incidentně nalézána stopová množství toluenu a xylenu.

6. Data získaná v období let 2005 až 2016 vypovídají o průměrné úrovni a kolísání kontaminace ovoce, plodin a objemných krmiv v monitorované oblasti v období 12 letních sezon. Výsledky jsou vázány na stejná období odběru a reflektují aktuální meteorologické podmínky, orografii, režim provozu letiště ale i zdroje znečištění v jednotlivých obcích. Po celé období monitoringu se vnější faktory meziročně výrazně měnily a v rámci variability výsledků lze nyní dokumentovat dlouhodobý stav a případné trendy v kontaminaci.

V. Některé použité literární zdroje

- [1] Nisbet I.C.T., LaGoy P.K.: Toxic equivalency factors (TEFs) for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAUs). Regul.Toxicol.Pharmacol.16 (1992) 290-300.
- [2] Volka K.: Hodnocení stavu životního prostředí – monitoring cizorodých látek potravních řetězců v letech 1995 – 2000, VŠCHT Praha, ISBN 80-7080-506-4, (2002).
- [3] Jánská M., Hajšlová J., Tomaniová M., Kocourek V., Vavrová M.: Polycyclic aromatic hydrocarbons in fruits and vegetables grown in the Czech republic. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 77(4), 492–499 (2006).
- [4] NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 1881/2006 z 19. prosince 2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách (konsolidované znění - 21/10/2016).
- [5] Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food. The EFSA Journal 724 (2008) 1-114 http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_1211902034842.htm
- [6] Jurdáková, H.; Kubinec, R.; Jurčištinová, M.; et al: Gas chromatography analysis of benzene, toluene, ethylbenzene and xylenes using newly designed needle trap device in aqueous samples. Journal of Chromatography A, 1194(2008) 161-164.
- [7] St-Amand A.D., Mayer P.M., Blais J.M. Modeling PAH uptake by vegetation from air using field measurement. Atmospheric Environment, 43 (2009) 4283-4288
- [8] [Zpráva o výsledcích sledování a vyhodnocování cizorodých látek v potravních řetězcích](#). Ministerstvo zemědělství, odbor bezpečnosti potravin (ISBN 978-80-7434-317-9), Praha 2016.
- [9] Sledování kvality zemědělských plodin pěstovaných na pozorovacích plochách bazálního monitoringu půd (1997 - 2013). Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně, Sekce zemědělských vstupů, Brno, leden 2015.
- [10] SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2002/32/ES o nežádoucích látkách v krmivech (konsolidované znění k 27/10/2016).

VI. Seznam zkratek

Ace	acenaphthen
Acy	acenaphthylen
Ant	anthracen
B[a]A	benz[a]anthracen
B[a]P	benzo[a]pyren
B[b]F	benzo[b]fluoranthen
B[ghi]P	benzo[ghi]perylen
B[k]F	benzo[k]fluoranthen
BTEX	benzen, toluen, ethylbenzen, xylene
DB[ah]A	dibenz[a,h]anthracen
Flt	fluoranthen
Flu	fluoren
Chr	chrysen
I[1,2,3-cd]P	indeno[1,2,3-cd]pyren
Naph	naphthalen
Phe	phenanthren
Pyr	pyren
BCF	bioconcentration factor; biokoncentrační faktor
ČIA	Český institut pro akreditaci
FLD	fluorescence/fluorimetric detector; fluorescenční/fluorimetrický detektor
HS (Head-space)	separační analytická technika, kdy se analyty uvolněné ze vzorku do parní fáze nad ním vhodným způsobem izolují pro další analýzu
HPLC	high performance liquid chromatography; vysokoúčinná kapalinová chromatografie
RSD (%)	relativní směrodatná odchylka charakterizující rozptyl (chybu) výsledků
RWY	vzletová a přistávací dráha
SPME	extrakce na tuhé vlákno
TWY	pojezdová dráha
US EPA	United States Environmental Protection Agency - Agentura pro ochranu životního prostředí, USA)

Kódy lokalit / obcí:

BAB	Baba (Praha 6)
HOR	Horoměřice
JEN	Jeneč
KON (JIP)	Kontrolní lokalita: v r. 2015, 2016
KNE	Kněževes
LKPR (v grafech též LK)	vnitřní travnatý prostor Letiště - mezinárodní kód
NEB	Nebušice
PKO	Přední Kopanina

V jednotlivých lokalitách je vzorkování prováděno ve více bodech označených číselným kódem, kde první číslovka označuje rok odběru a další dvě místa jsou vyhrazena pro stálé pořadové číslo. V grafech a tabulkách se zpravidla kód roku vynechává. *Např. stejný bod HOR 10 měl v roce 2013 označení HOR 310, v roce 2016 pak HOR 610.*

Kódy vzorkovaných a analyzovaných materiálů:

JAB	Jablka
PSE	Pšenice
TTP	Trvalý travní porost
PYL	Pyl
MED	Med

VII. Přílohy

Příloha 1: Osvědčení o akreditaci laboratoře (platné na další období)

Příloha 2: Monitoring ovoce a zemědělských plodin v okolí Letiště Václava Havla Praha – rozsah a postupy

Příloha 3: Meteorologické podmínky v monitorovaném období (ČHMÚ-OLM)

Příloha 4: Přehled nálezů sledovaných PAU a stopových prvků v trvalém travním porostu, jablkách, pšenici a listech jahodníku (doplněno o BTEX v travním porostu)

Příloha 5: Databáze odběrů a výsledků monitoringu (elektronicky v Excelovém formátu)

Zprávu zpracovali: prof. Ing. Vladimír Kocourek, CSc.
Ing. Lucie Drábová, Ph.D.

Schválila:
prof. Ing. Jana Hajšlová, CSc.,
vedoucí Ústavu analýzy potravin a výživy

Datum vydání: 15.11.2016



NÁRODNÍ AKREDITAČNÍ ORGÁN

Signatář EA MLA
Český institut pro akreditaci, o.p.s.
Olšanská 54/3, 130 00 Praha 3

vydává

v souladu s § 16 zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky, ve znění pozdějších předpisů

OSVĚDČENÍ O AKREDITACI

č. 599 / 2015

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze
se sídlem Technická 5, 166 28 Praha 6, IČ 60461373

pro zkušební laboratoř č. 1316.2
Metrologická a zkušební laboratoř

Rozsah udělené akreditace:

Chemická analýza potravin včetně nápojů a doplňků stravy, potravinářských a farmaceutických surovin a produktů, krmiv, chemických přípravků, biologických materiálů humánních, rostlinných i živočišných, složek životního prostředí a forenzních vzorků včetně návykových látek vymezené přílohou tohoto osvědčení.

Toto osvědčení je dokladem o udělení akreditace na základě posouzení splnění akreditačních požadavků podle

ČSN EN ISO/IEC 17025:2005

Subjekt posuzování shody je při své činnosti oprávněn odkazovat se na toto osvědčení v rozsahu udělené akreditace po dobu její platnosti, pokud nebude akreditace pozastavena, a je povinen plnit stanovené akreditační požadavky v souladu s příslušnými předpisy vztahujícími se k činnosti akreditovaného subjektu posuzování shody.

Toto osvědčení o akreditaci nahrazuje v plném rozsahu osvědčení č.: 272/2014 ze dne 29.04.2014, popřípadě správní akty na ně navazující.

Udělení akreditace je platné do **29.04.2019**

V Praze dne 19.08.2015



Ing. Jiří Růžička, MBA
ředitel
Českého institutu pro akreditaci, o.p.s.



Osvědčení o akreditaci Metrologické a zkušební laboratoře provádějící zkoušky

Tabulka II: Obsah sledovaných PAU v pšenici (µg/kg) – porovnání 2016 a trendy

	HOR 610	HOR 611	JEN 631	KNE 627	NEB 618	NEB 619	PKO 603	KON	min.	max.	medián 2016
BaA	0,05	0,05	0,05	0,05	0,08	0,04	0,06	0,05	0,04	0,08	0,05
Chr	0,04	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,04	0,07	0,07
BbF	0,05	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06	0,05	0,07	0,06
BkF	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01	0,03	0,02
BaP	0,02	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,02	0,05	0,04
DBahA	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	0,01	0,01	0,01
BghiP	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< LOQ	< LOQ	< LOQ
lcdP	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< LOQ	0,01	< LOQ
PAU-8	0,20	0,26	0,23	0,27	0,27	0,22	0,29	0,23	0,20	0,29	0,26

	medián 2015	medián 2014	medián 2013	medián 2012	medián 2011	medián 2010	medián 2009	medián 2008	medián 2007	medián 2006	medián 2005
BaA	0,03	0,03	0,34	0,06	0,02	0,01	0,01	0,04	0,03	0,05	0,02
Chr	0,05	0,01	0,17	0,03	0,01	0,04	0,03	0,07	0,06	0,03	0,03
BbF	0,03	0,02	0,03	0,06	0,02	0,02	0,02	0,04	0,05	0,02	0,03
BkF	0,02	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02
BaP	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02
DBahA	0,01	< LOQ	0,01	< 0,01	< 0,01	0,00	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01
BghiP	< 0,01	0,01	0,03	< 0,01	0,03	0,03	0,02	0,02	0,05	0,04	0,04
lcdP	< 0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	0,01	0,05
PAU-8	0,16	0,08	0,27	0,05	0,14	0,13	0,12	0,24	0,30	0,19	0,19

Tabulka III: Obsah sledovaných PAU v jablkách (µg/kg) – porovnání 2016

	HOR 608	JEN 630	KNE 625	KNE 626	NEB 616	NEB 617	PKO 601	PKO 602	KON	<i>min.</i>	<i>max.</i>	medián 2016
BaA	0,08	0,10	0,12	0,10	0,10	0,09	0,10	0,08	0,03	0,03	0,12	0,10
Chr	0,08	0,11	0,10	0,11	0,12	0,10	0,07	0,05	0,04	0,04	0,12	0,10
BbF	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05
BkF	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,05	0,04	0,03	0,03	0,05	0,04
BaP	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,05	0,04
DBahA	0,02	0,04	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,01	0,01	0,04	0,03
BghiP	0,04	0,03	0,04	0,06	0,04	0,03	0,04	0,04	< 0,01	0,03	0,06	0,04
lcdP	0,05	0,05	0,06	0,08	0,03	0,05	0,04	0,02	< 0,01	0,02	0,08	0,05
PAU-8	0,40	0,45	0,45	0,51	0,43	0,40	0,41	0,35	0,19	0,19	0,51	0,41

	medián 2015	medián 2014	medián 2013	medián 2012	medián 2011	medián 2010	medián 2009	medián 2008
BaA	0,12	0,10	0,05	0,06	0,04	0,12	0,04	0,08
Chr	0,06	0,05	0,06	0,09	0,07	0,22	0,10	0,17
BbF	0,09	0,06	0,03	0,04	0,03	0,09	0,03	0,03
BkF	0,06	0,09	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01
BaP	0,09	0,12	0,04	0,03	0,04	0,21	0,02	0,02
DBahA	0,02	<0,01	0,01	0,01	<0,01	0,01	0,02	<0,01
BghiP	0,08	0,07	0,04	0,03	0,06	0,19	0,03	0,03
lcdP	0,08	0,07	0,03	0,03	0,02	0,10	0,02	0,03
PAU-8	0,58	0,49	0,22	0,28	0,27	0,94	0,28	0,36

Tabulka IV: Obsah sledovaných PAU v trvalém travním porostu (µg/kg sušiny) – porovnání 2015

	HOR 614	HOR 615	JEN 632	JEN 633	KNE 628	KNE 629	LK 634	LK 635	LK 636	LK 637	LK 638	NEB 620	NEB 621
BaA	0,14	0,23	1,86	0,58	0,10	0,75	0,09	0,13	0,12	0,12	0,11	0,25	0,52
Chr	0,26	0,45	2,32	0,78	0,13	0,86	0,13	0,22	0,18	0,14	0,16	0,38	0,82
BbF	0,22	0,33	2,11	0,76	0,18	0,98	0,15	0,27	0,19	0,19	0,20	0,37	0,76
BkF	0,07	0,12	1,17	0,27	0,02	0,32	0,03	0,08	0,03	0,03	0,04	0,10	0,35
BaP	0,18	0,28	2,21	0,69	0,15	0,94	0,13	0,21	0,16	0,16	0,16	0,31	0,75
DBahA	0,10	0,13	0,40	0,32	0,12	0,45	0,09	0,12	0,13	0,12	0,12	0,18	0,22
BghiP	0,21	0,29	1,76	0,67	0,18	0,87	0,14	0,26	0,18	0,17	0,16	0,32	0,66
lcdP	0,21	0,34	1,68	0,67	0,23	0,95	0,19	0,27	0,23	0,20	0,21	0,35	0,65
PAU-8	1,36	2,18	13,51	4,73	1,13	6,11	0,95	1,57	1,22	1,12	1,16	2,25	4,73

	NEB 622	NEB 623	NEB 624	PKO 605	PKO 606	BAB 641	min.	max.	medián 2016	medián 2015	medián 2014	medián 2013	medián 2012
BaA	0,19	0,18	0,47	0,19	0,37	0,16	0,09	1,86	0,19	0,21	0,85	3,00	0,74
Chr	0,21	0,35	0,83	0,34	0,54	0,23	0,13	2,32	0,34	0,29	1,52	4,12	1,85
BbF	0,27	0,31	0,65	0,29	0,57	0,26	0,15	2,11	0,29	0,33	1,30	5,80	1,75
BkF	0,05	0,10	0,29	0,08	0,10	0,04	0,02	1,17	0,08	0,11	0,55	1,32	0,80
BaP	0,24	0,26	0,58	0,25	0,51	0,22	0,13	2,21	0,25	0,18	2,17	2,83	1,31
DBahA	0,17	0,14	0,19	0,15	0,36	0,17	0,09	0,45	0,15	0,04	0,18	0,34	0,18
BghiP	0,23	0,25	0,51	0,26	0,49	0,25	0,14	1,76	0,26	0,29	2,24	4,16	1,37
lcdP	0,28	0,31	0,55	0,35	0,66	0,30	0,19	1,68	0,31	0,24	1,45	1,48	1,43
PAU-8	1,64	1,90	4,07	1,90	3,60	1,62	0,95	13,51	1,90	1,67	9,90	16,5	9,50

pokračování tabulky IV:

	medián 2011	medián 2010	medián 2009	medián 2008
BaA	1,35	1,13	0,83	1,70
Chr	2,36	1,84	2,45	3,61
BbF	1,64	2,00	2,62	3,38
BkF	0,93	0,90	1,16	1,65
BaP	1,39	1,86	1,66	2,54
DBahA	0,15	0,19	0,22	0,28
BghiP	1,96	2,13	2,30	2,89
lcdP	1,14	1,79	2,05	2,97
PAU-8	11,2	11,4	13,3	19,2

Tabulka V: Obsah sledovaných stopových prvků v trvalém travním porostu (µg/kg sušiny) – porovnání 2016 a trendy

	HOR 614	HOR 615	JEN 632	JEN 633	KNE 628	KNE 629	LK 634	LK 635	LK 636	LK 637	LK 638	NEB 620	NEB 621	NEB 622	NEB 623	NEB 624
V	340	90	1 090	170	160	2 140	100	150	90	360	480	50	108	130	250	600
Cr	420	380	1 590	280	300	1 550	500	120	130	170	240	450	220	220	410	870
Ni	1 850	320	1 850	1 190	430	3 150	1 000	1 000	1 530	560	780	520	550	1 770	680	2 230
Cu	12 400	3 290	11 400	5 560	4 350	21 200	4 550	4 240	4 560	6 060	4 670	5 740	8 020	8 690	6 520	9 750
Zn	59 000	15 400	137 300	47 100	18 000	86 500	25 900	22 100	28 600	21 500	17 000	35 800	32 500	34 300	18 500	44 000
Mo	5 086	4 244	2 236	405	2 845	3 097	1 840	1 350	1 140	5 520	1 150	19 560	1 526	2 580	1 284	952
Cd	42	11	34	222	14	96	40	43	123	9	71	50	53	47	14	53
Pb	230	60	940	220	160	750	140	50	80	70	90	110	120	180	150	720
Hg	44	22	44	67	25	66	17	11	17	16	14	24	26	29	32	58

pokr.	PKO 605	PKO 606	BAB 641	min.	max.	medián 2016	medián 2015	medián 2014	medián 2013	medián 2012	medián 2011	medián 2010	medián 2009	medián 2008
V	90	280	270	50	2 140	170	267	230	310	290	200	230	204	230
Cr	90	590	440	90	1 590	380	770	860	1 380	1 060	880	870	771	620
Ni	970	1 790	1 030	320	3 150	1 000	1 140	1 380	1 430	1 110	1 320	1 290	1 225	1 120
Cu	6 600	17 800	6 160	3 290	21 200	6 160	5 550	8 110	7 870	5 120	5 960	7 730	6 498	6 910
Zn	23 000	59 900	38 700	15 400	137 300	32 500	21 650	29 200	37 600	24 000	24 700	22 500	24 889	27 900
Mo	820	2 070	7 290	405	19 560	2 070	2 016	3 010	4 210	2 220	2 420	4 310	4 360	2 750
Cd	12	51	12	9	222	43	41	48	43	42	62	54	54	53
Pb	100	350	150	50	940	150	300	210	200	250	180	120	180	220
Hg	40	81	18	11	81	26	17	18	17	78	17	17	11	18

červeně jsou vyznačeny hodnoty, které překračují medián 2016 o nejméně čtyřnásobek.

Tabulka VI: Obsah stopových prvků v jablkách (µg/kg) – porovnání 2016 a trendy

	HOR 608	JEN 630	KNE 625	KNE 626	NEB 616	NEB 617	PKO 601	PKO 602	KON	min.	max.	medián 2016	medián 2015
V	10	10	8	8	8	8	10	8	11	8	80	8	12
Cr	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
Ni	< 50	< 51	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
Cu	310	300	220	260	260	270	290	320	370	220	370	270	330
Zn	190	170	160	180	130	210	160	120	210	120	210	160	175
Mo	< 50	< 50	< 50	< 51	< 50	< 51	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
Cd	< 1	< 1	1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Pb	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 50	< 50	< 50	< 10
Hg	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

pokrač.	medián 2014	medián 2013	medián 2012	medián 2011	medián 2010	medián 2009	medián 2008
V	12	20	16	21	15	17,5	7
Cr	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Ni	<50	<50	<50	<50	55	<50	60
Cu	330	310	340	260	380	300	290
Zn	175	180	150	150	200	190	180
Mo	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Cd	<1	<1	<1	<1	<1	10	<1
Pb	<10	<10	<10	<10	<10	20	<10
Hg	<1	<1	<1	<1	<1	<5	<1

Tabulka VII: Obsah stopových prvků v pšenici (µg/kg) – porovnání 2015 a trendy

	HOR 610	HOR 611	JEN 631	KNE 627	NEB 618	NEB 619	PKO 603	KON	min.	max.	medián 2016
V	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
Cr	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
Ni	100	60	90	80	70	< 50	80	320	60	320	80
Cu	2 480	2 420	2 610	3 120	3 670	3 430	3 480	3 270	2 420	3 670	3 195
Zn	19 900	17 900	18 600	21 800	28 300	25 000	20 600	27 600	17 900	28 300	21 200
Mo	680	550	500	330	460	190	440	70	70	680	450
Cd	40	14	15	18	21	30	26	41	14	41	24
Pb	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
Hg	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

<i>pokrač.</i>	medián 2015	medián 2014	medián 2013	medián 2012	medián 2011	medián 2010	medián 2009	medián 2008
V	29	55	49	64	80	60	80	3
Cr	145	85	290	310	370	310	205	325
Ni	140	140	160	240	130	240	280	255
Cu	2 990	2 655	2 210	3 500	3 530	3 850	2 860	4 415
Zn	16 350	15 250	15 600	19 800	22 500	20 100	17 700	16 300
Mo	589	440	670	580	620	1 360	670	920
Cd	17	22	13	19	26	27	26	25
Pb	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	8
Hg	1	< 1	< 1	1	< 1	< 1	1	1

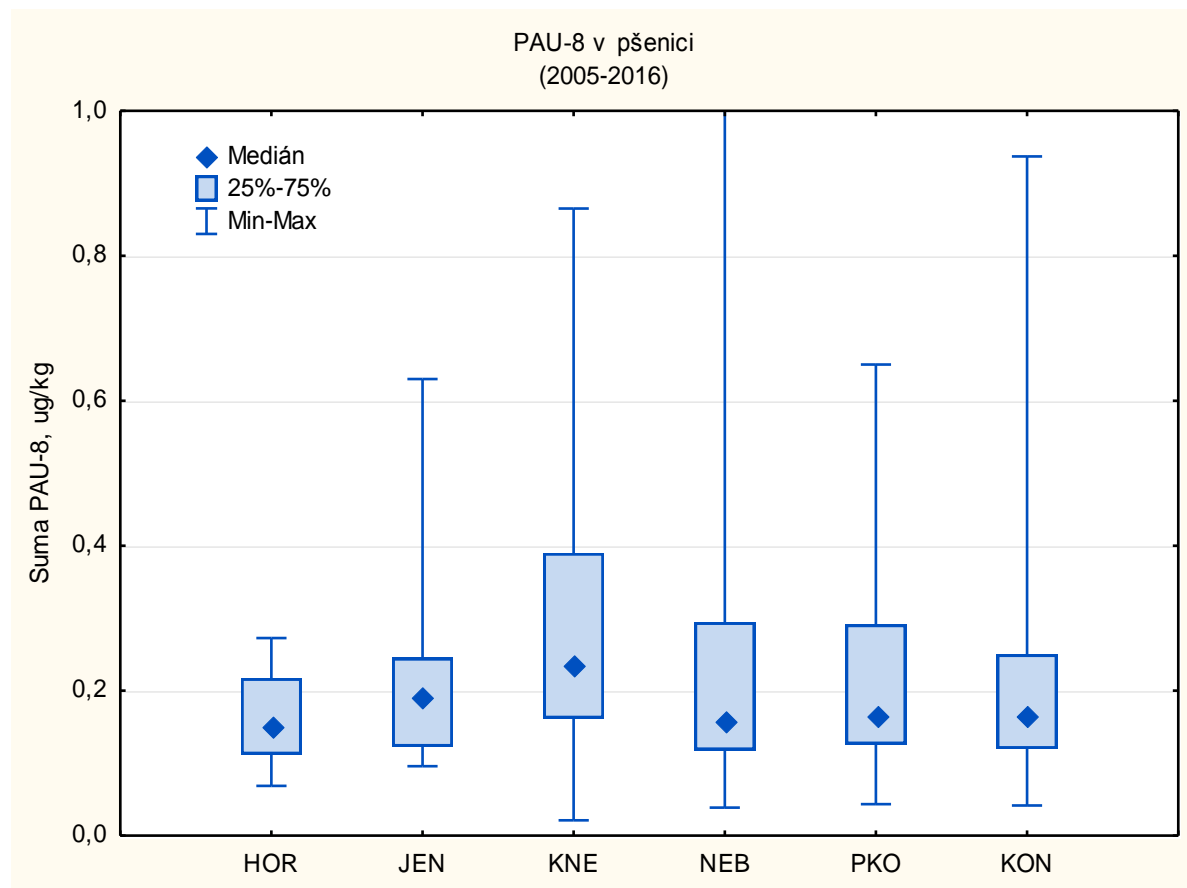
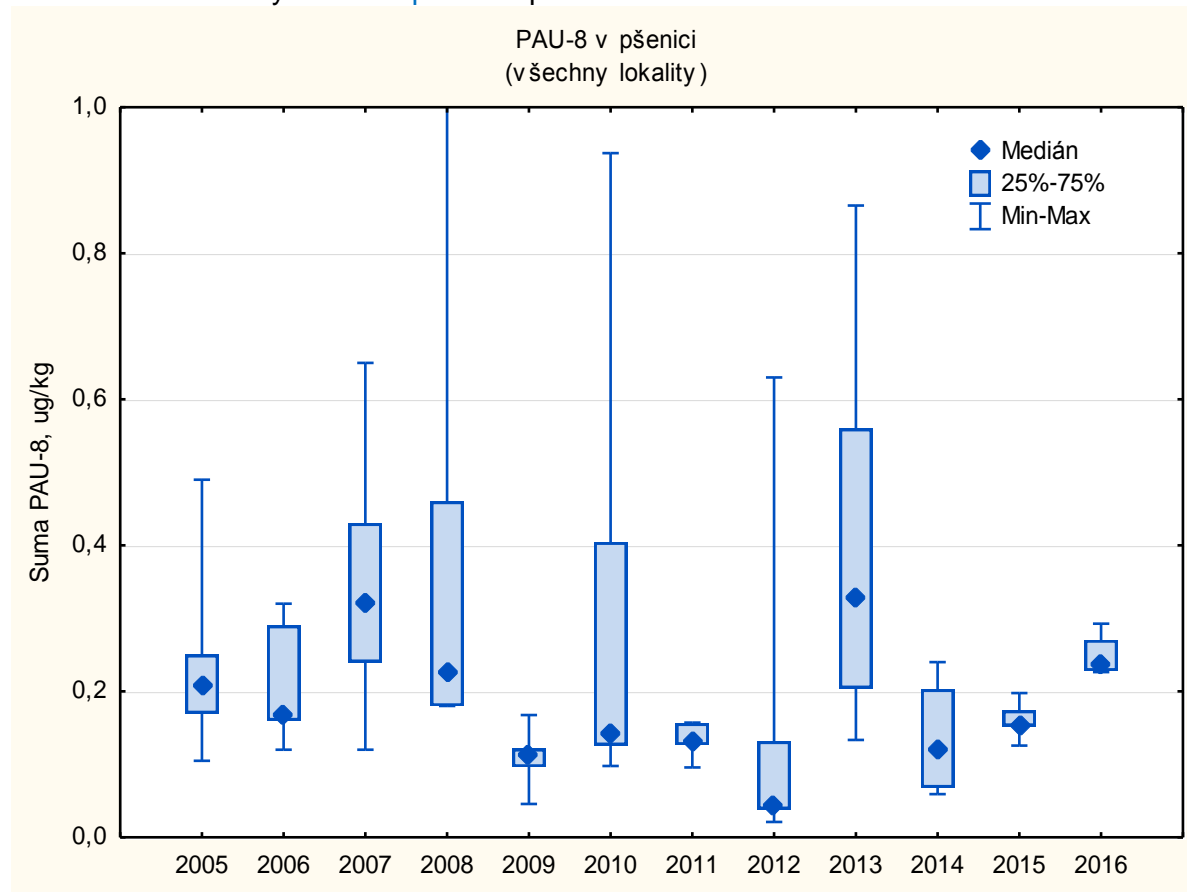
Tabulka VIII: Obsah BTEX v trvalém travním porostu (µg/kg sušiny) – porovnání 2016

	HOR 614	HOR 615	JEN 632	JEN 633	KNE 629	LK 634	LKR 635	LK 636	LK 637	LK 638	NEB 620	HOR 614
benzen	< 0,6	< 0,6	< 0,3	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
toluen	< 0,3	3,54	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	2,9	< 0,3
ethyl-benzen	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	0,26	< 0,15	0,30	0,24	< 0,15	< 0,15	< 0,15
xylen	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,30	< 0,2	0,34	< 0,2	0,36	0,44	< 0,2	< 0,2	< 0,2

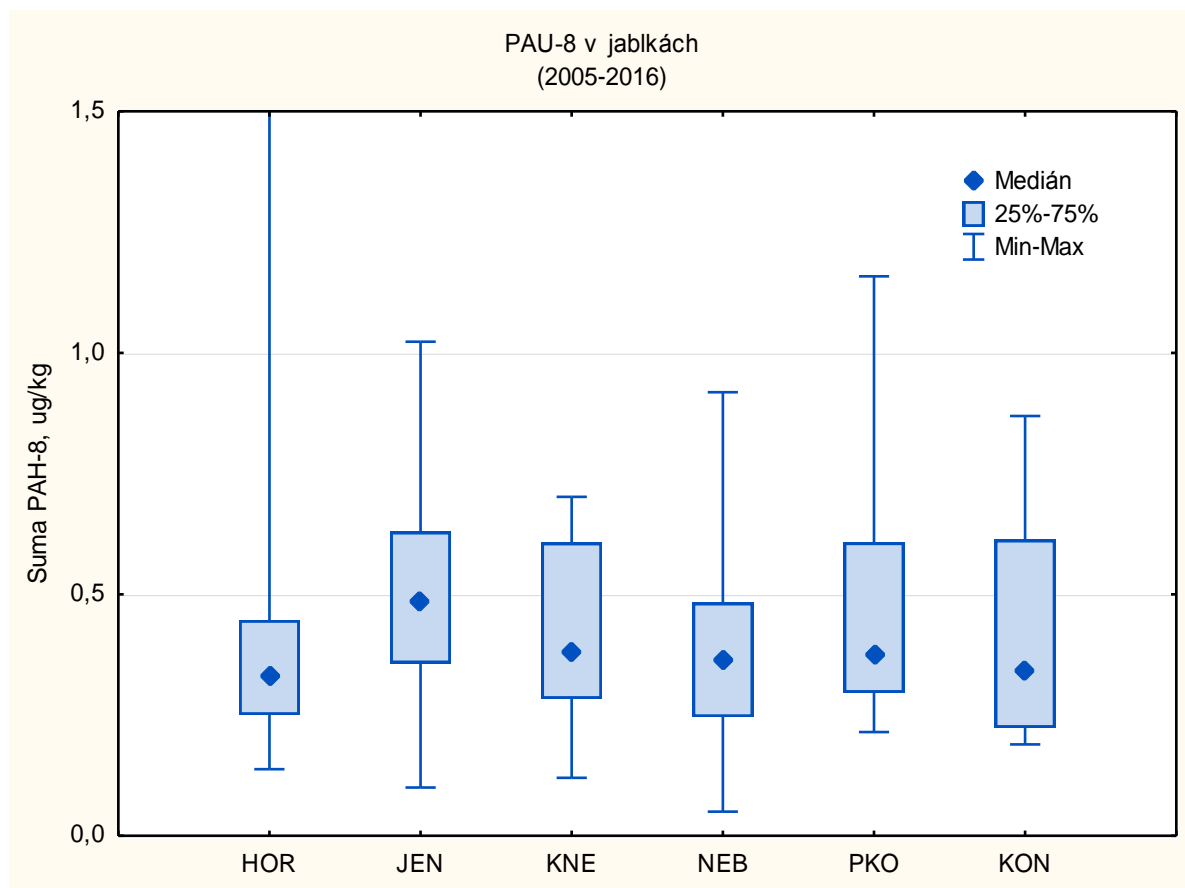
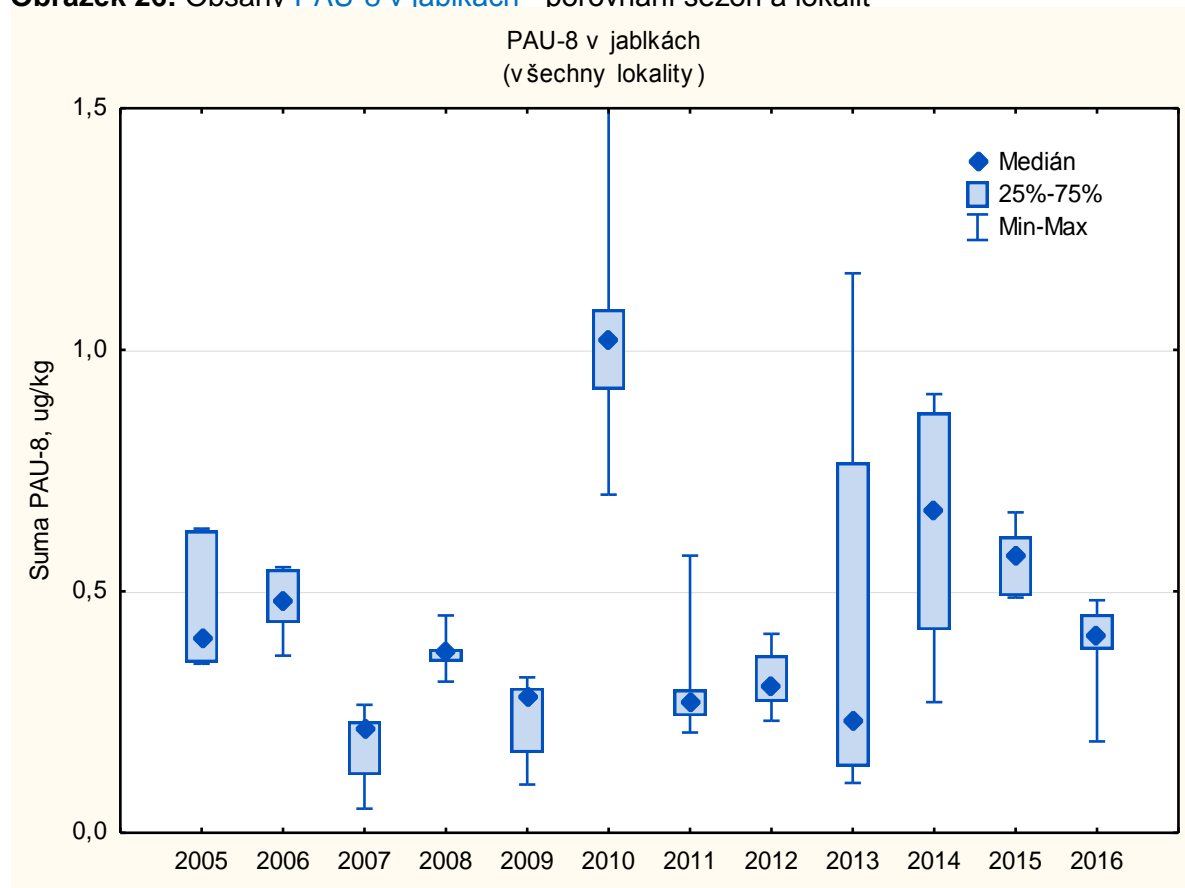
<i>pokrač.</i>	NEB 621	NEB 622	NEB 623	NEB 624	KNE 628	PKO 605	PKO 606	BAB 641	min.	max.	medián 2016	medián 2015
benzen	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
toluen	1,64	3,2	3,25	4,15	0,6	7,01	3,15	0,58	< 0,3	7,0	0,6	58,1
ethyl-benzen	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	0,30	< 0,15	1,41
xylen	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,37	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,40	< 0,2	7,84

<i>pokrač.</i>	medián 2014	medián 2013	medián 2012	medián 2011	medián2 010	medián 2009	medián 2008	medián 2007
benzen	< 0,6	1,15	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	9,2
toluen	72,4	28,9	24,2	134	65,4	47,1	37,4	24,0
ethyl-benzen	10,1	5,91	0,55	4,3	8,4	1,5	2,0	4,7
xylen	57,3	26,2	2,22	20,7	12,6	2,4	14,0	12,6

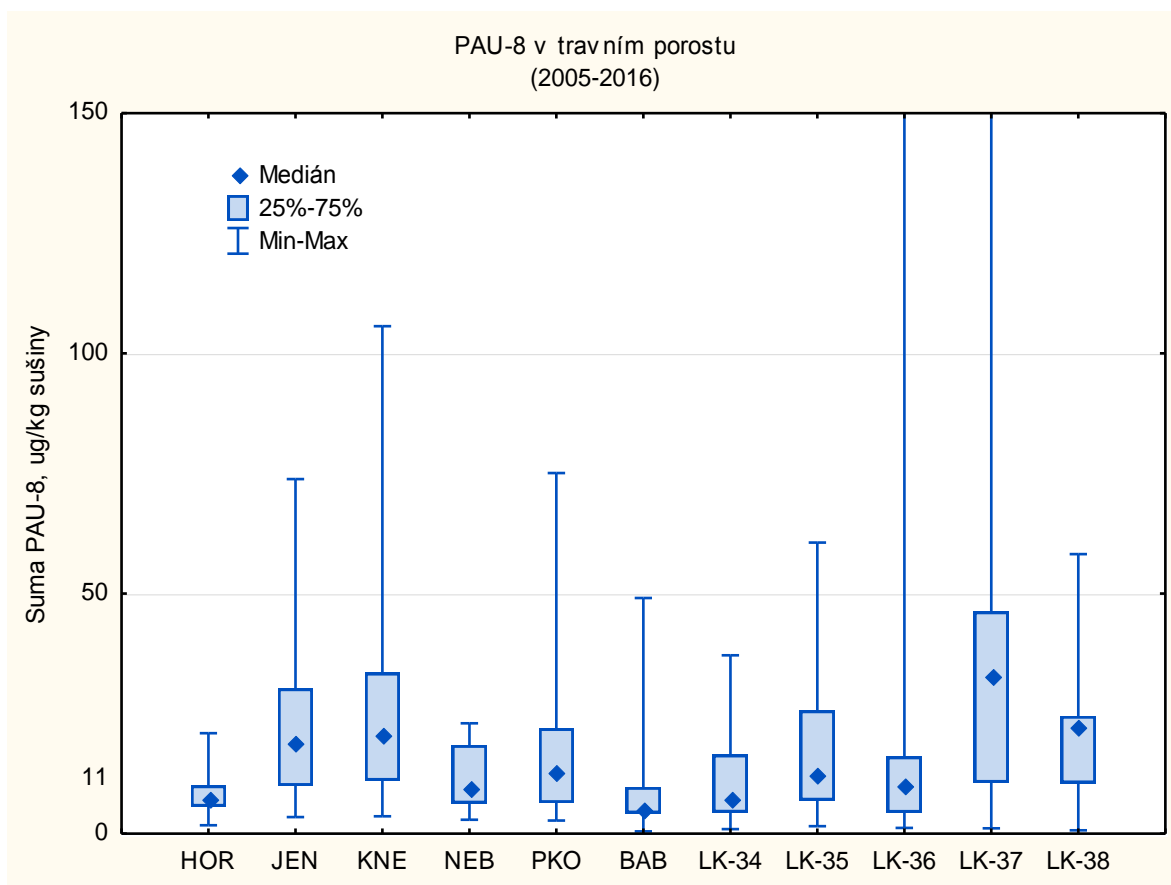
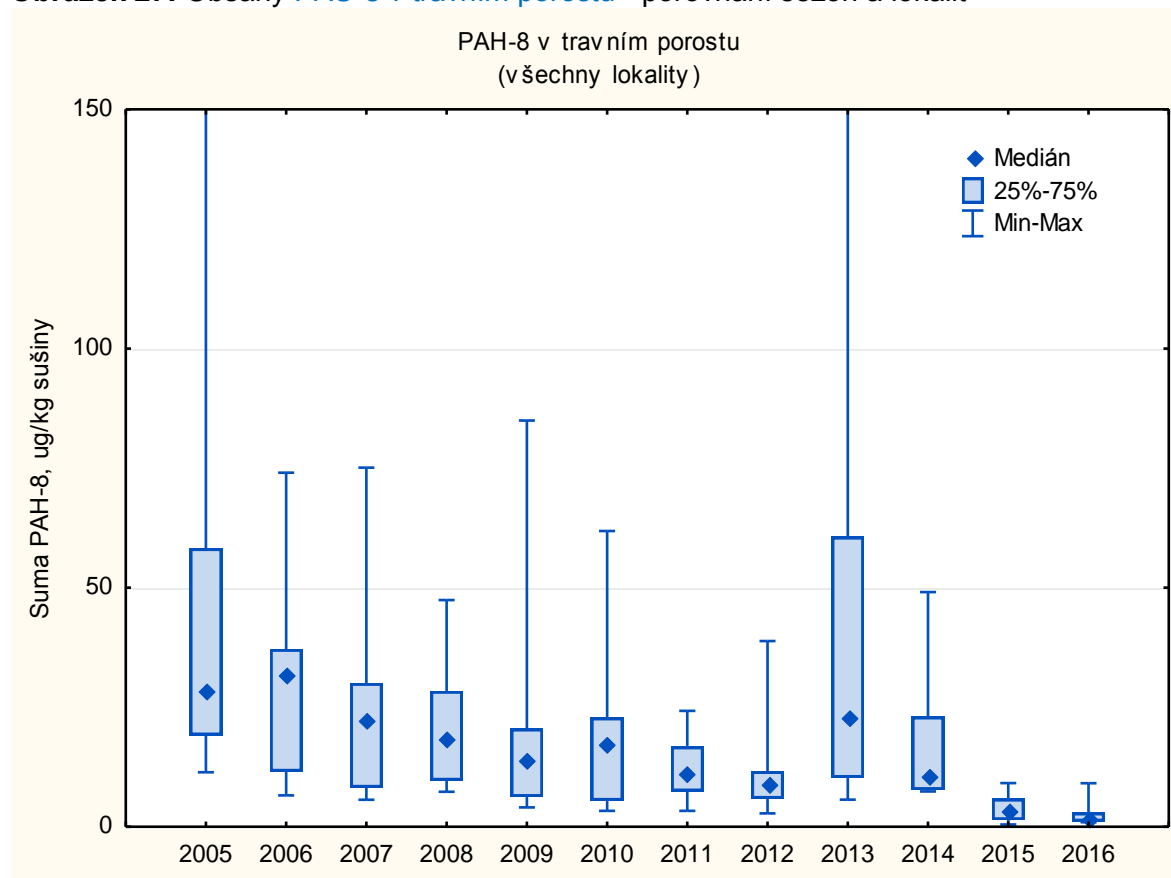
Obrázek 25: Obsahy PAU-8 v pšenici - porovnání sezon a lokalit



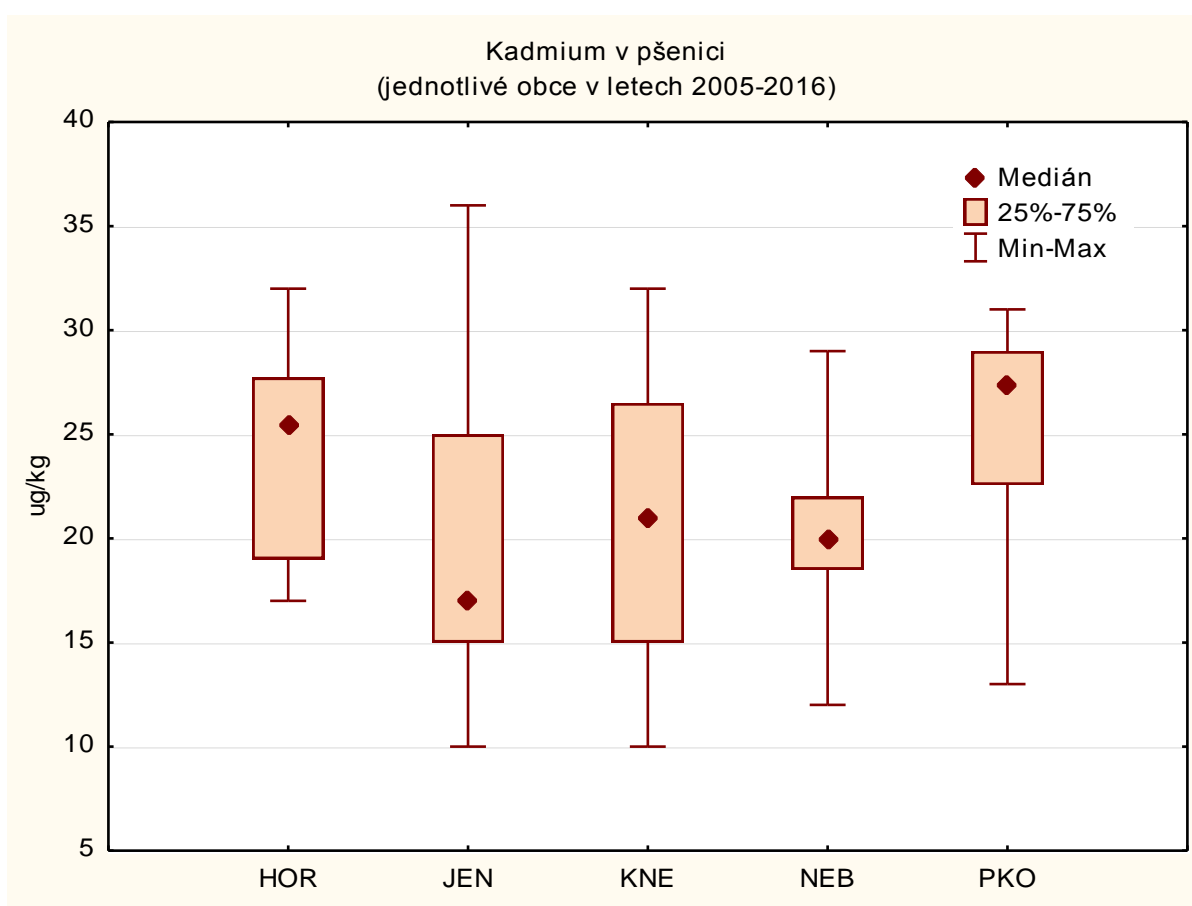
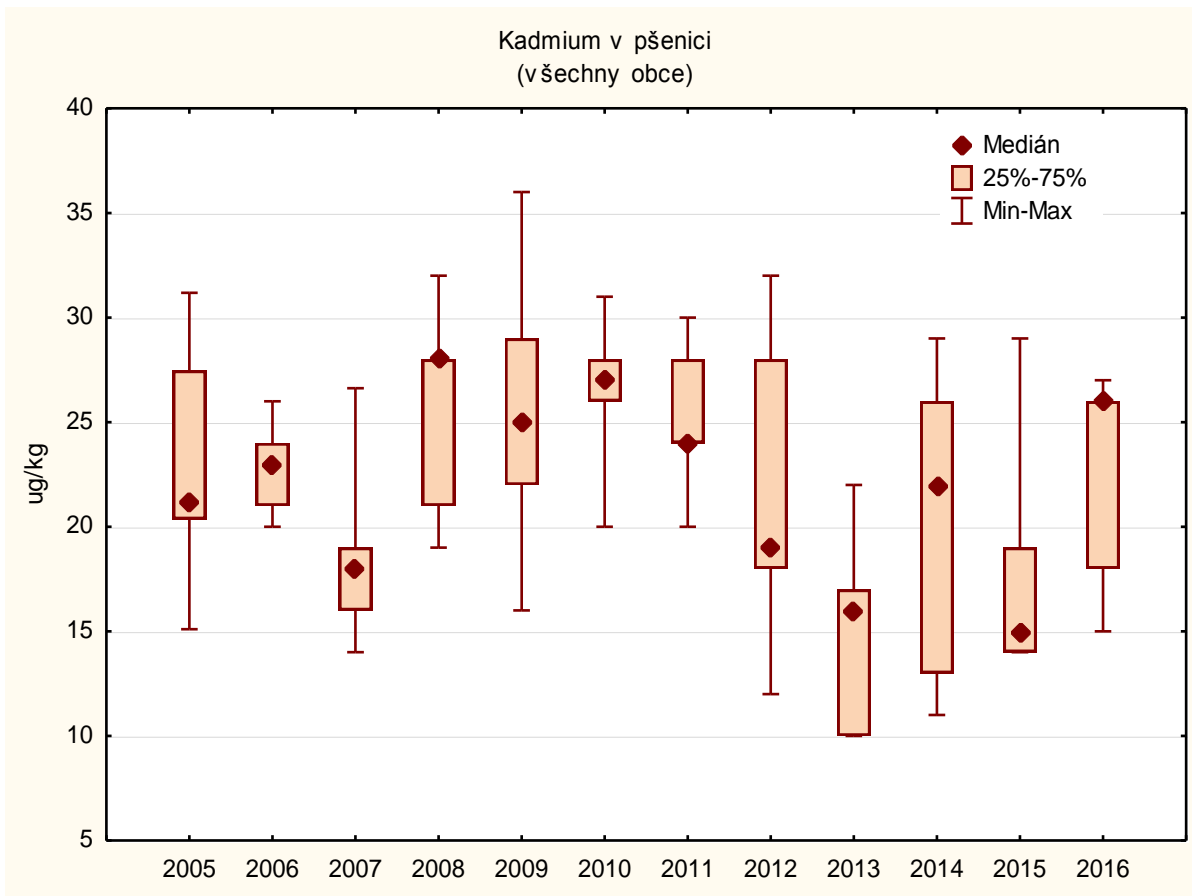
Obrázek 26: Obsahv PAU-8 v jablkách - porovnání sezon a lokalit



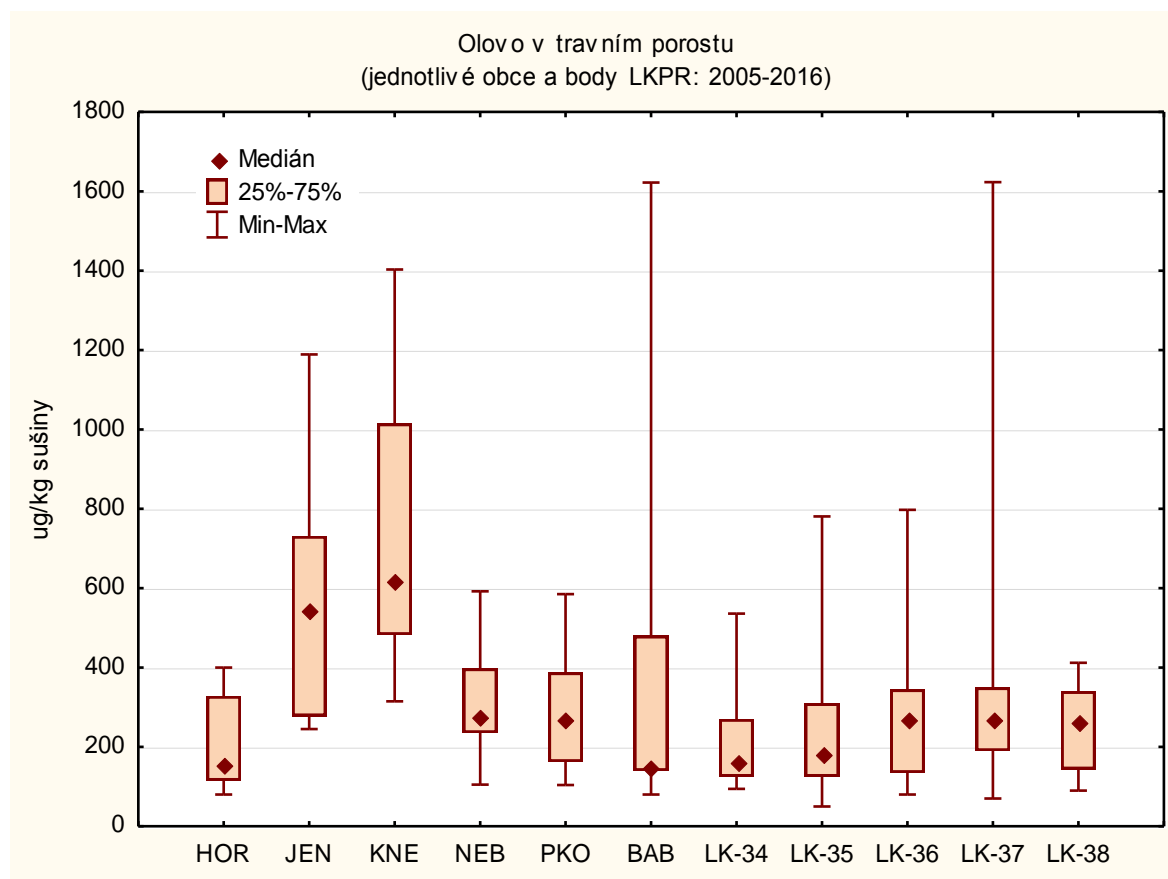
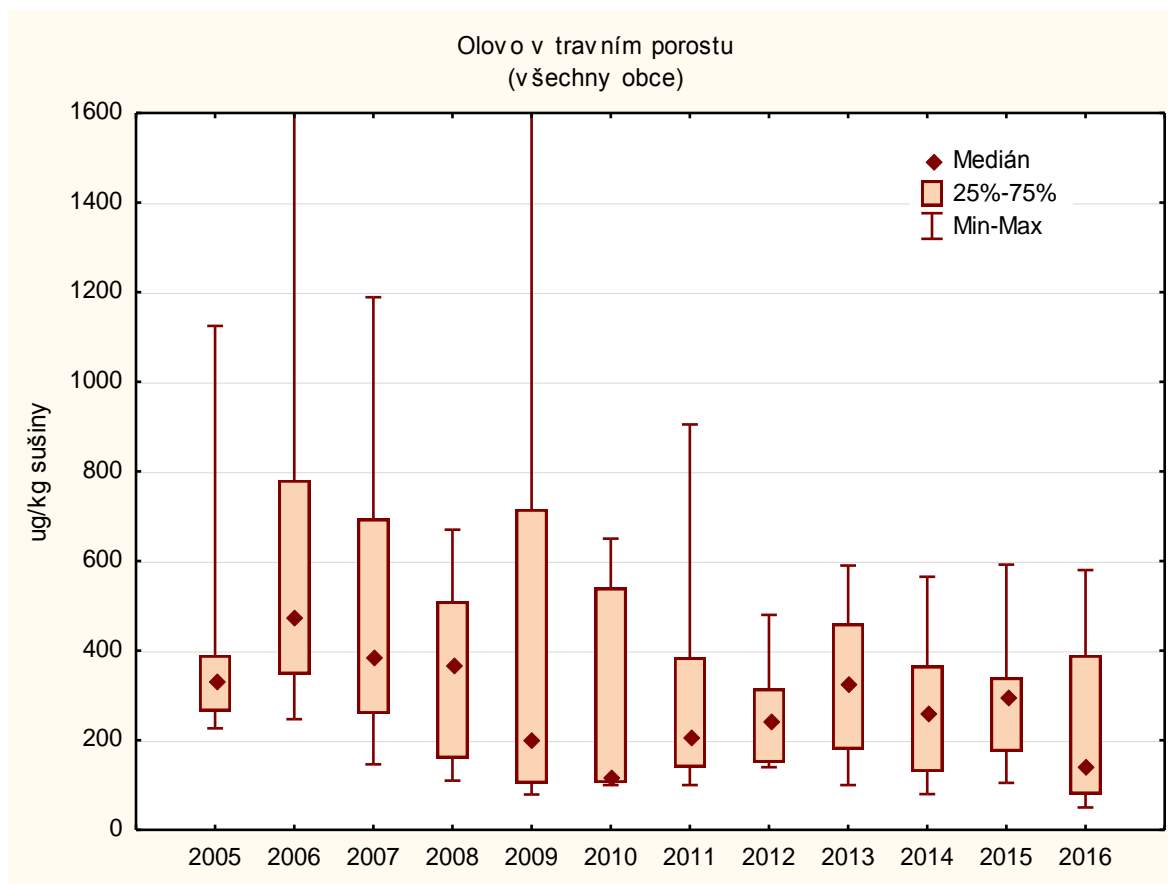
Obrázek 27: Obsahy PAU-8 v travním porostu - porovnání sezon a lokalit



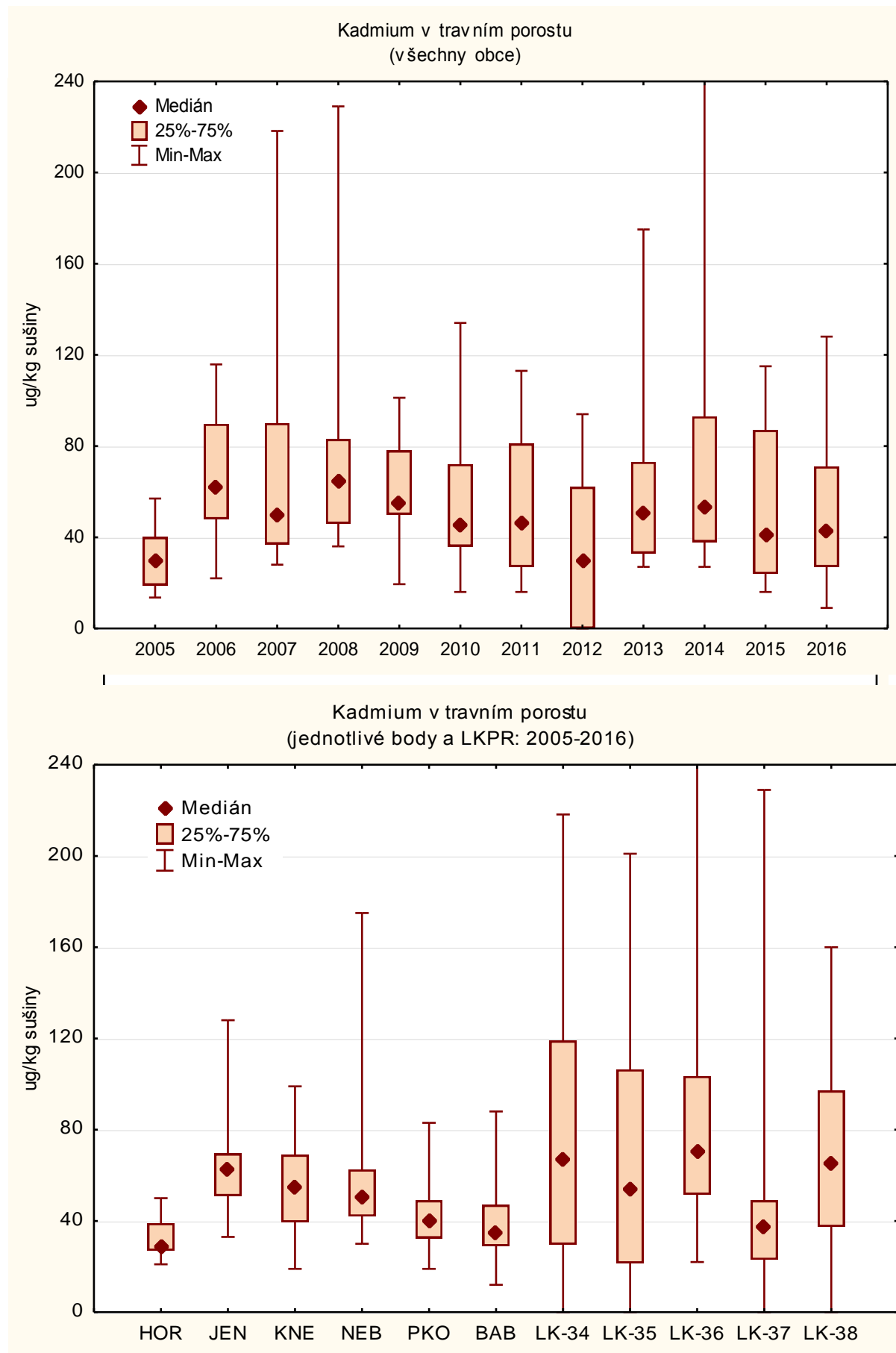
Obrázek 28: Obsahy **kadmia v pšenici** (zrno ve sklizňové zralosti) - porovnání sezon a lokalit



Obrázek 29: Obsahy olova v travním porostu - porovnání sezon a lokalit



Obrázek 30: Obsahy **kadmia v travním porostu** - porovnání sezon a lokalit



Obrázek 31: Obsahy vanadu v travním porostu - porovnání sezon a lokalit

