

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 mezinárodního  
Letiště Václava Havla Praha**

**Souhrnná technická zpráva  
2015**

<i>Smlouva č.:</i>	ev. č. 436 99 065 z 1. 9. 2005 a dodatek č. 1 z června 2008 a č. 2 z 30. března 2015 (ev. č. VŠCHT 323 61 3039)
<i>Zahájení projektu:</i>	15. 07. 2005
<i>Zpráva za období:</i>	<b>01. 06. 2015 - 31. 10. 2015</b>
<i>Vydána dne:</i>	12. 11. 2014
<i>Zadavatel:</i>	<b>Letiště Praha, a. s.</b>
<i>Pracoviště:</i>	<b>Vysoká škola chemicko-technologická v Praze Ústav analýzy potravin a výživy</b> (Metrologická a zkušební laboratoř)
<i>Odpovědný řešitel:</i>	<b>Prof. Ing. Jana HAJŠLOVÁ, CSc., vedoucí Ústavu</b>
<i>Spoluřešitelé:</i>	Prof. Ing. Vladimír Kocourek, CSc., Ing. Lucie Drábová, Ph.D., Ing. Jaromír Hradecký, Ing. Eliška Kludská

---

## 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 .....	14
3. Těkávé aromatické uhlovodíky (BTEX) .....	24
IV. Závěry studie 2015 v kontextu výsledků 2005-2014.....	27
V. Některé použité literární zdroje .....	28
VII. Přílohy.....	30

### 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 – 2015 (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 - 2015 (*elektronicky v Excelovém formátu*)
- Příloha 6: Fotodokumentace odběrových lokalit (*elektronicky v komprimovaném formátu jpg*)

***Tato zpráva doplňuje Souhrnnou zprávu za období 2005-2014 z listopadu 2014***

## 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.**

Proto je od roku 2005 prováděno systematické zjišťování kontaminace vybraných (bioindikátorových) plodin a krmiv v bezprostředním okolí Letiště.

## II. Podmínky monitoringu

### 1. Realizační pracoviště

Studie byla realizována laboratoří Ústavu 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 pravidelně akreditována Českým institutem pro akreditaci jako **akreditovaná zkušební laboratoř č. 1316.2**. Opakovaná akreditace laboratoře proběhla v červnu 2015. 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 ještě před zahájením monitoringu a odsouhlasena zadavatelem.

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

Plán vzorkování a odběrové postupy odsouhlasené zadavatelem pro rok 2015 byly dodrženy a nebyly zaznamenány žádné významnější odchylky. Byly odebrány prakticky všechny plánované vzorky v počtu stanoveném pro jednotlivé lokality. 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 2015 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).

Teplotní poměry v době odběru vzorků byly jak v červenci tak i srpnu 2013 a 2014 podobné. Nicméně červenec 2015 byl v průměru velmi suchý a extrémně teplý a velice se podobal červenci 2013 (naproti tomu v červenci 2014 byl celý týden před zahájením odběrů deštivý a chladný). Zcela extrémními teplotami a minimem srážek se vyznačoval celý srpen 2015. Převažující směr větru byl v červenci 2015 a v srpnu spíše jihozápadní až severozápadní (200-290), v srpnu ale výjimkou nebyl ani mírný jihovýchodní až východní směr větru.

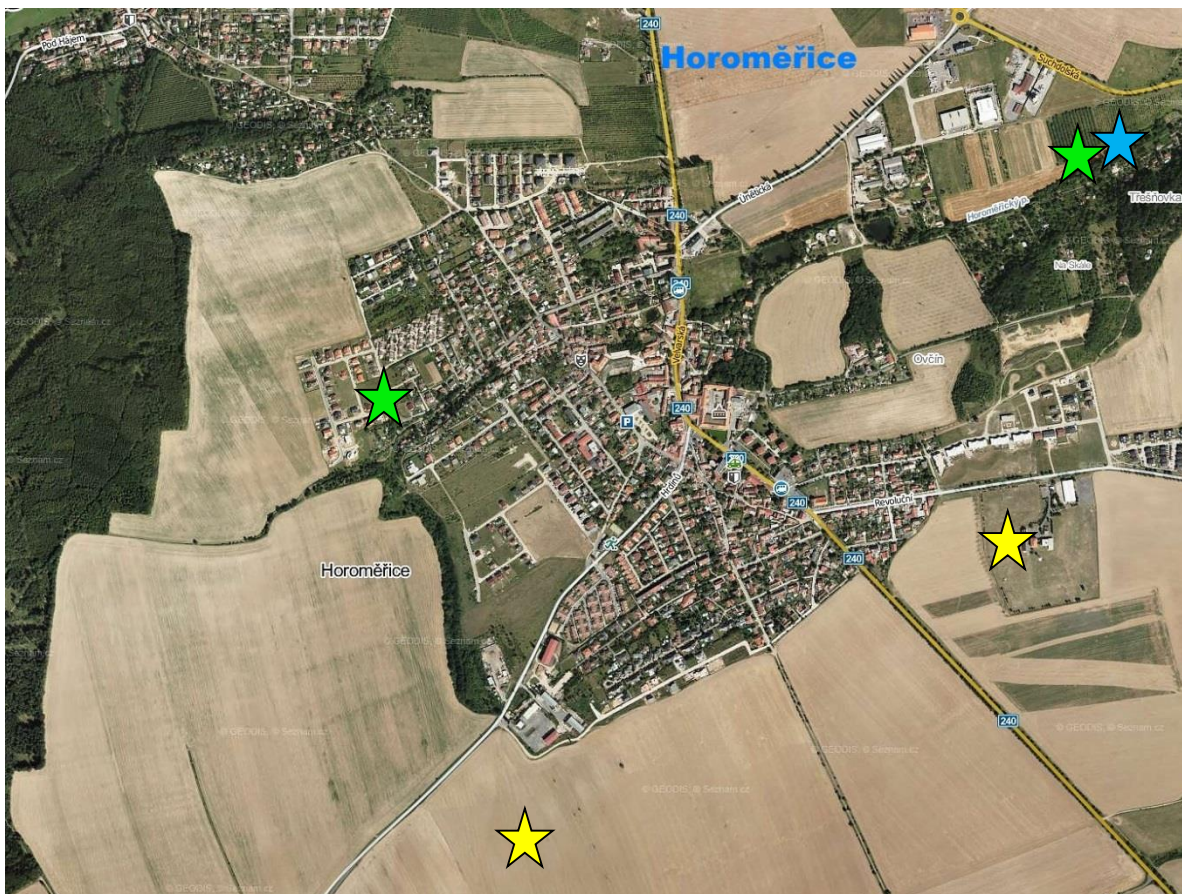
Rozmístění vzorkovaných lokalit je zřejmé z **Obrázků 1a až 1f**. U jednotlivých odběrných bodů jsou pro orientaci barevně vyznačeny vzorkované plodiny. Vzájemné vzdálenosti v rámci katastrálního území jedné obce jsou (vzhledem k předpokládanému rozptylu škodlivin) relativně malé. Používané kódy lokalit sestávají ze zkratky obce a pořadového čísla odběrného bodu – viz [Seznam zkratk](#). V posledních asi 6 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.

K zásadnějším změnám došlo nejprve v lokalitě Horoměřice, kde byly zrušeny a zcela vykáceny původní sady s jablky a v roce 2013 byly zcela zrušeny též do té doby systematicky monitorované pozemky s jahodami (už v roce 2012 neudržované). Pro rok 2014 byl proto plán vzorkování v dohodě se zadavatelem poněkud upraven. Na rok 2015 byl vzorkovací plán zcela přepracován.

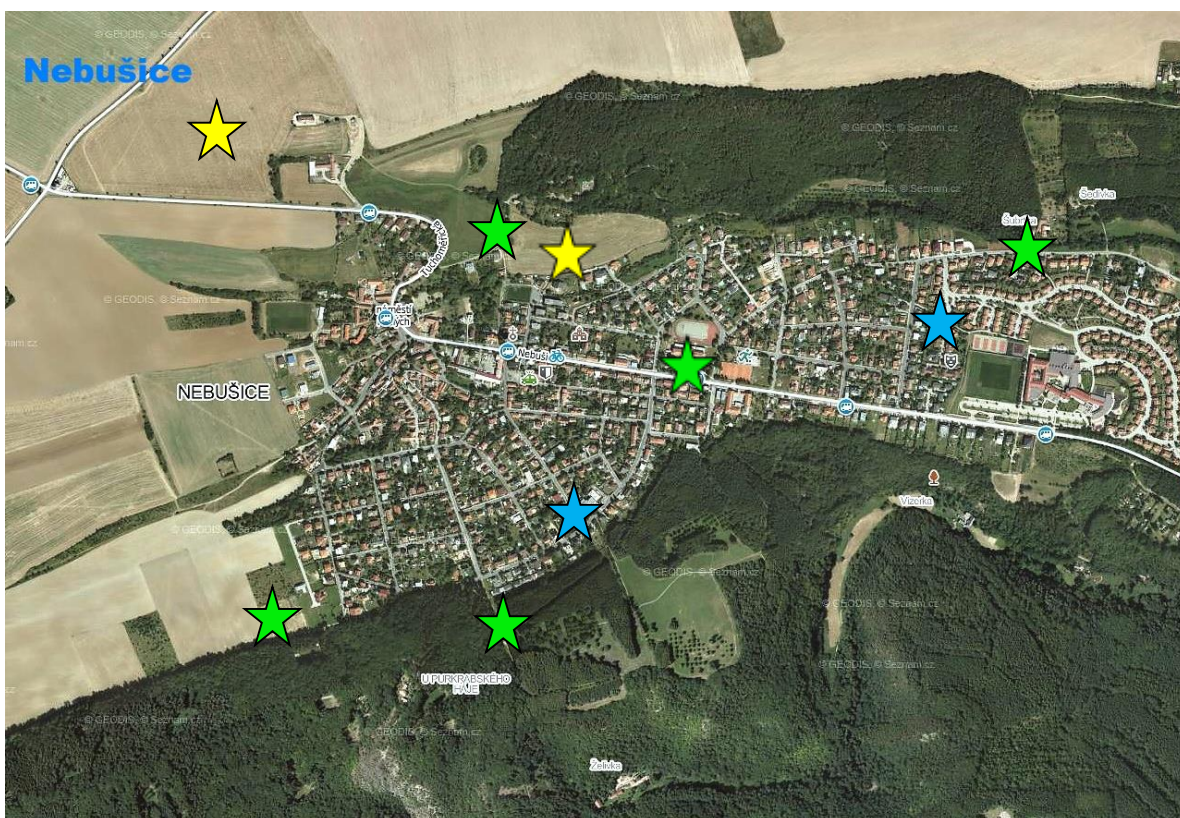
*Dosavadní monitoring listů jahodníku v některých soukromých zahrádkách prokázal, že výsledky byly pravděpodobně silně ovlivněny faktory, které nemají žádný vztah k provozu letiště. Listy jahodníku mají z hlediska poměru povrch/hmotnost podobné charakteristiky jako TTP. Byly tedy z dalšího sledování vypuštěny a částečně nahrazeny travním porostem. Některé odběrné body tak mohly být přeneseny do lokalit, které jsou aktuálně středem zájmu a byly zde v předchozích letech zjištěny zajímavé trendy (Nebušice).*

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

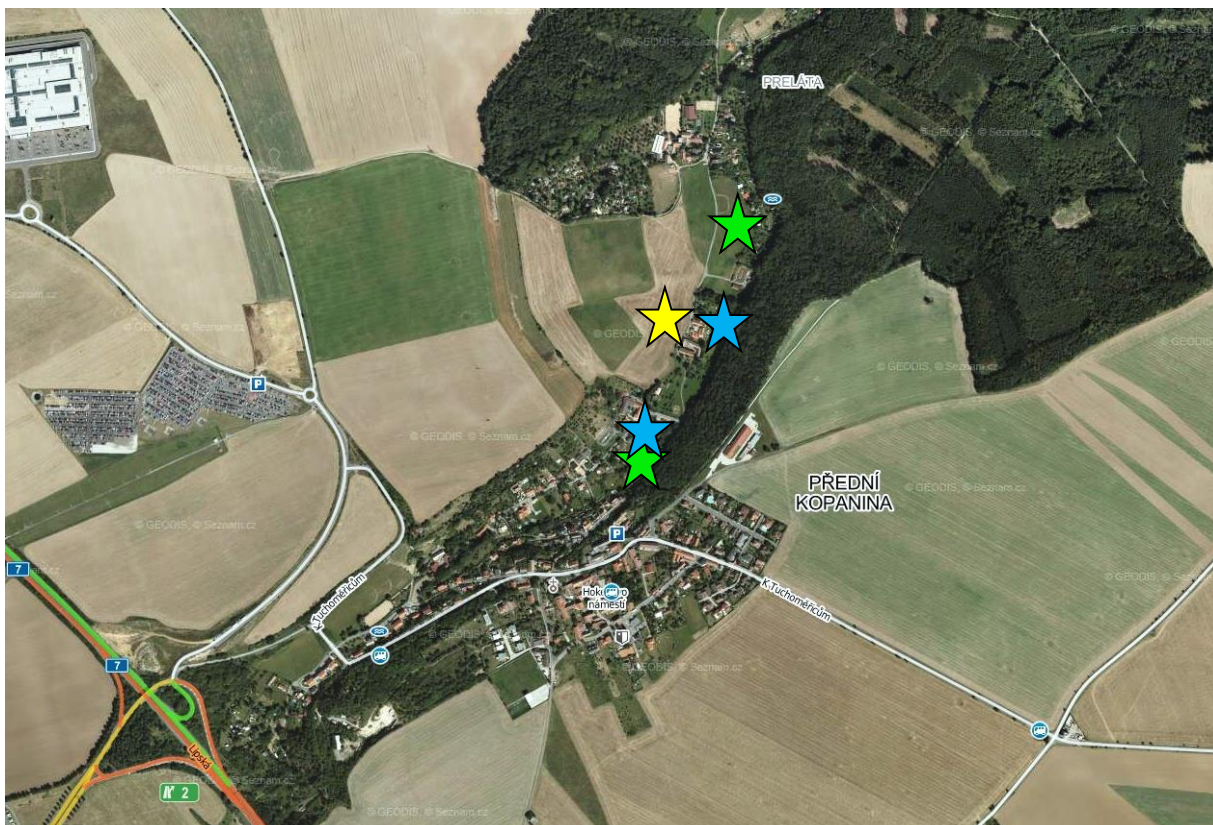
V místech odběru vzorků byla rovněž pořizována fotodokumentace, která je uložena v komprimovaném formátu JPEG - viz [Příloha 5 a 6](#). V názvu příslušného souboru s digitální fotografií je vždy pořadové číslo lokality, kód obce nebo letiště a kód plodiny.



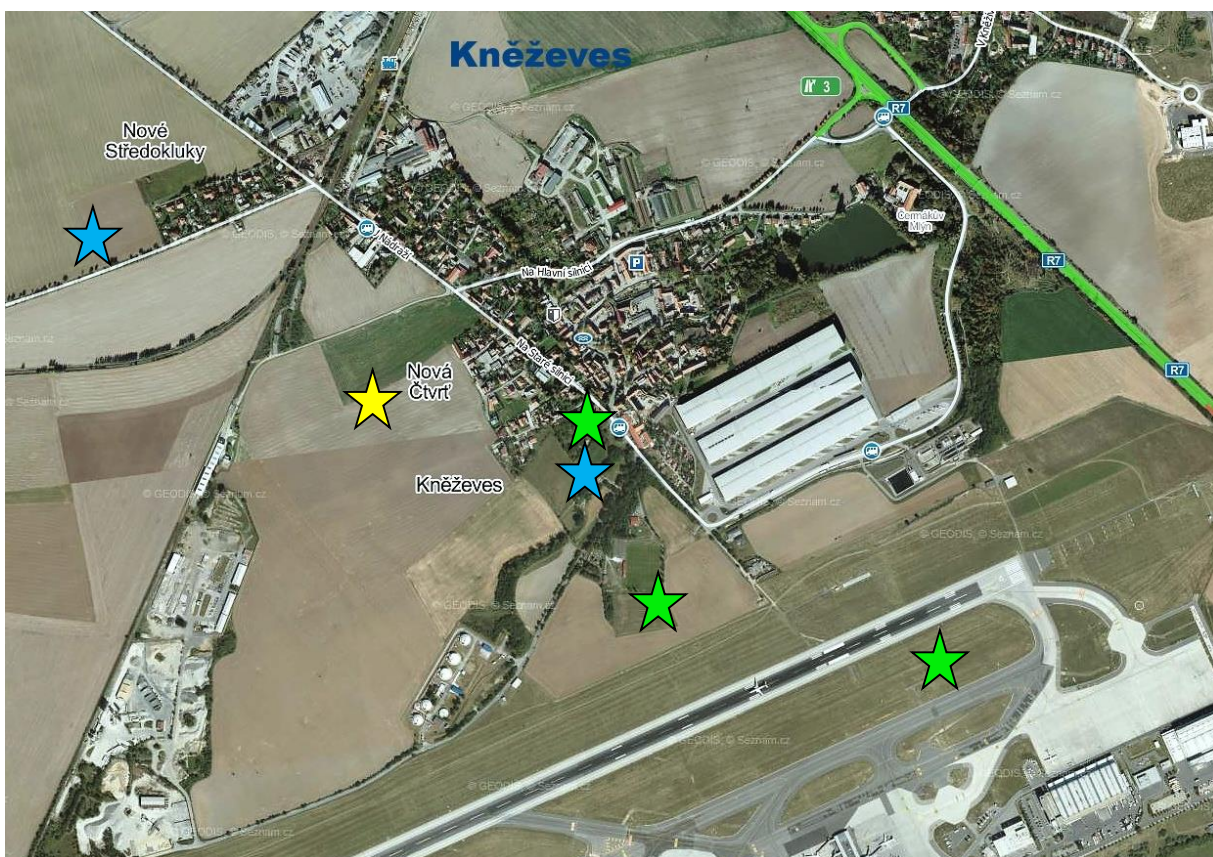
**Obrázek 1a:** Místa vzorkování v **Horoměřicích, 2015**; přesná lokalizace viz [Příloha 5](#)).  
Vysvětlivky: žlutá- pšenice; modrá- jablka; zelená – travní porost.



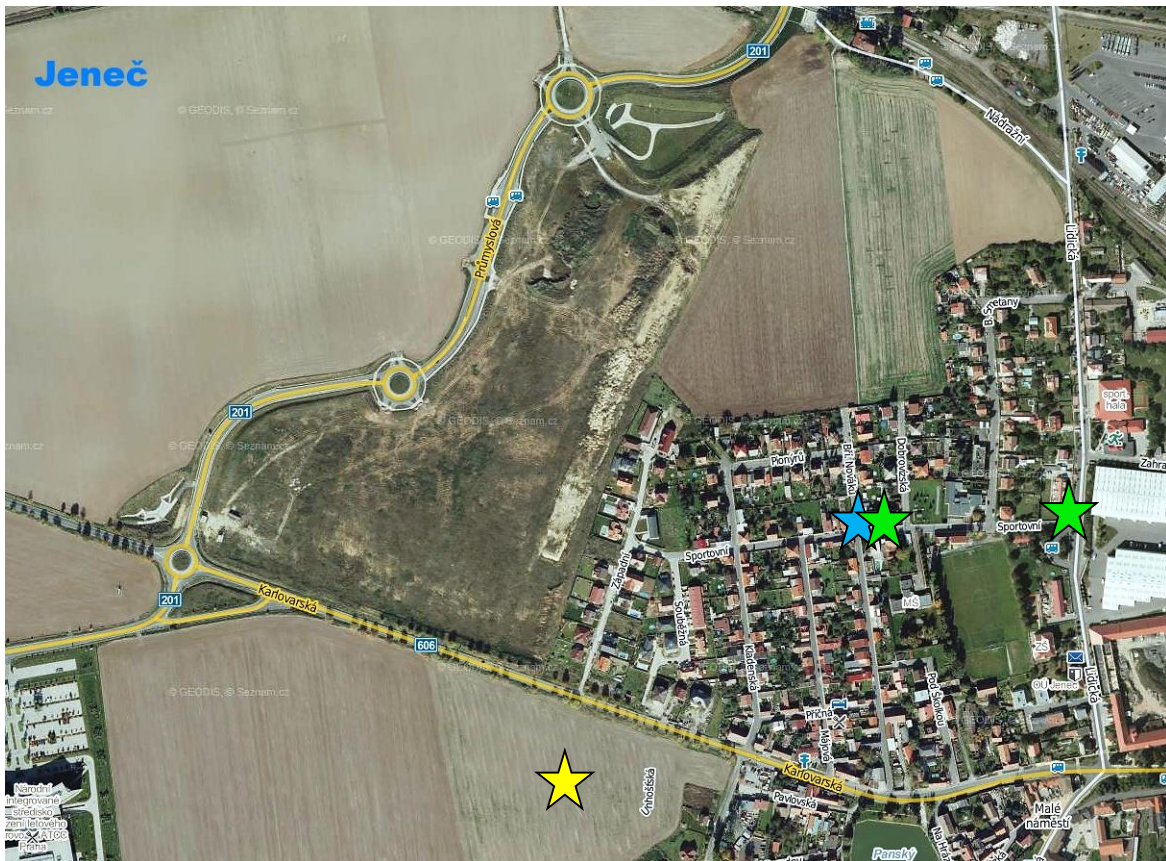
**Obrázek 1b:** Místa vzorkování v **Nebušicích, 2015**; přesná lokalizace viz [Příloha 5](#)).  
Vysvětlivky: žlutá- pšenice; modrá- jablka; zelená – travní porost.



**Obrázek 1c:** Místa vzorkování v **Přední Kopanině, 2015**; přesná lokalizace viz [Příloha 5](#)).  
Vysvětlivky: žlutá- pšenice; modrá- jablka; zelená – travní porost.



**Obrázek 1d:** Místa vzorkování v **Kněžvesi, 2015**; přesná lokalizace viz [Příloha 5](#)).  
Vysvětlivky: žlutá- pšenice; modrá- jablka; zelená – travní porost.



**Obrázek 1e:** Místa vzorkování v Jenčiči, 2015; přesná lokalizace viz [Příloha 5](#)).  
Vysvětlivky: žlutá- pšenice; modrá- jablka; zelená – travní porost.



**Obrázek 1f:** Místa vzorkování v areálu Letiště Praha, 2015; 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 jsou 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 vysokoučinné 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 těmito 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]fluoranten, Benzo[k]fluoranthen, Benzo[a]pyren, Benzo[g,h,i]perylen, Dibenzo[a,h]anthracen a Indeno[1,2,3-cd]pyren

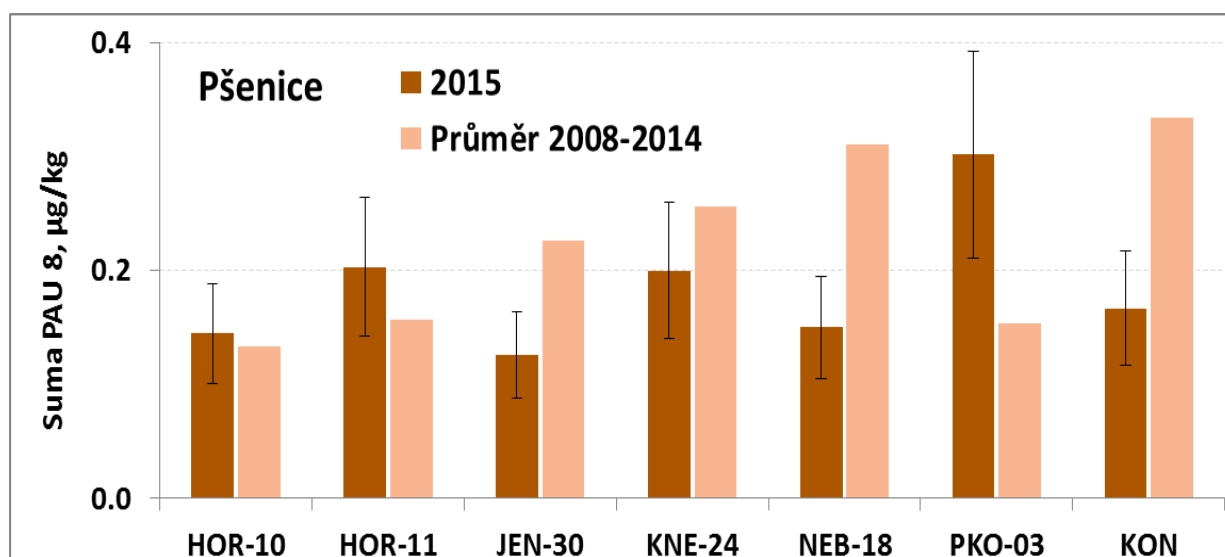
Podtržené sloučeniny se počítají do tzv. sumy **PAU-4**, která je v některých potravinách od roku 2012 dokonce limitována nařízením 1881/2006/ES. Nejpráhnější je limit pro cereální a mléčnou výživu určenou pro kojeneckou a dětskou výživu: 1 µg/kg sumy PAU-4. V roce 2015 tento limit nepřekročil žádný ze sledovaných vzorků pšenice a jablek. Pro travní porost žádné takové porovnání neexistuje.

#### 1.1 Výsledky a diskuse nálezů PAU

##### Pšenice

Nálezy PAU zjištěné v roce 2015 byly ve většině lokalit srovnatelné případně nižší ve srovnání s předchozími roky (2005-2014), což mohlo být značně podpořeno poměrně suchým dlouho trvajícím počasím před datem odběru vzorků pšenice (viz **Obrázek 2 a Příloha 3 „meteo“**). Nejvýraznější snížení kontaminace pšenice PAU v porovnání s dlouhodobými průměry bylo pozorováno v lokalitách Nebušice a Jeneč, ve kterých byla v minulém roce zátěž oproti průměru zvýšená. 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 posledních letech i nálezy v kontrolní lokalitě neovlivněné provozem letiště. V letošním roce došlo v kontrolní

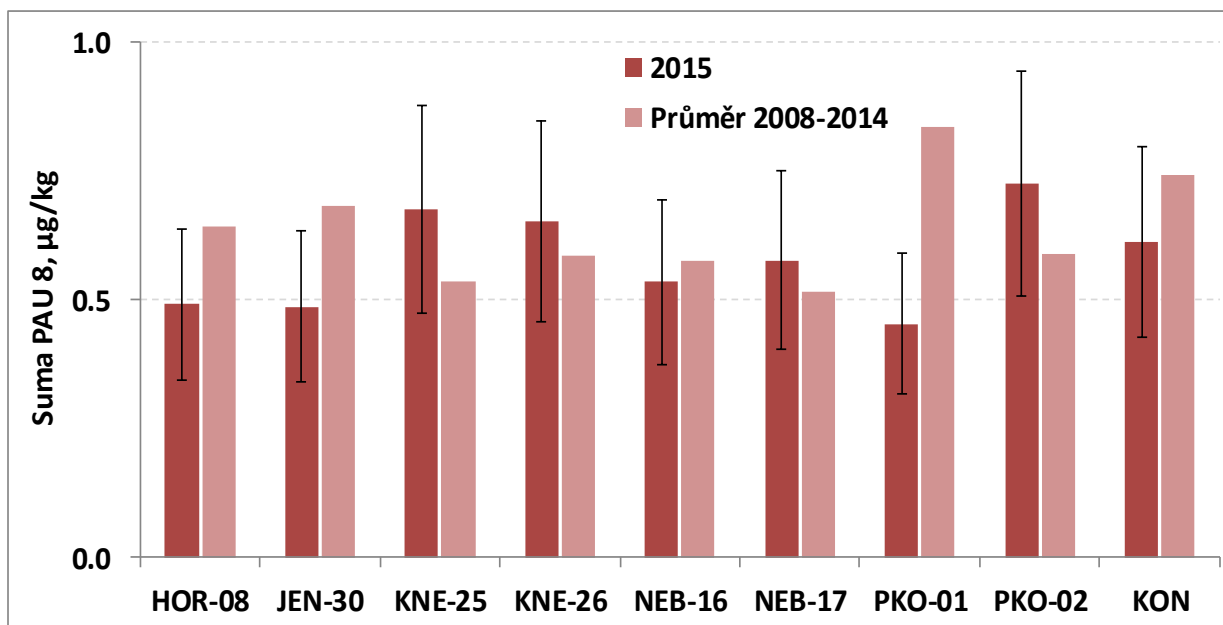
lokality k výraznému snížení zátěže PAU, což bylo zřejmě v důsledku přemístění příslušného odběrního bodu na plochu méně kontaminovanou těmito látkami. Dlouhodobé výsledky potvrzují, že obsahy PAU v pšenici z monitorovaných lokalit nejsou samotným leteckým provozem ovlivněny.



**Obrázek 2:** Celkový obsah PAU (suma PAU-8) v pšenici v období 2008 až 2015

## Jablka

Jak je patrné z **Obrázku 3**, nedošlo v roce 2015 k výrazným změnám v hladinách PAU ve většině sledovaných lokalit oproti průměru z předchozích let. Nižší sumy PAU-8 (pod desetiletým průměrem) byly zaznamenány zejména v Nebušicích, Jenči a částečně i Kněževsi. To může být ovlivněno velmi teplým počasím s mimořádně dlouho průměrnou dobou slunečního svitu. Zvýšená kontaminace oproti sezoně 2014 byla naopak zaznamenána v Horoměřicích a Přední Kopanině, což by mohlo být přičteno vlivu zjevně intenzivnější automobilové dopravy v konkrétních bodech odběru. 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 µg/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 2015.

### Trvalý travní porost

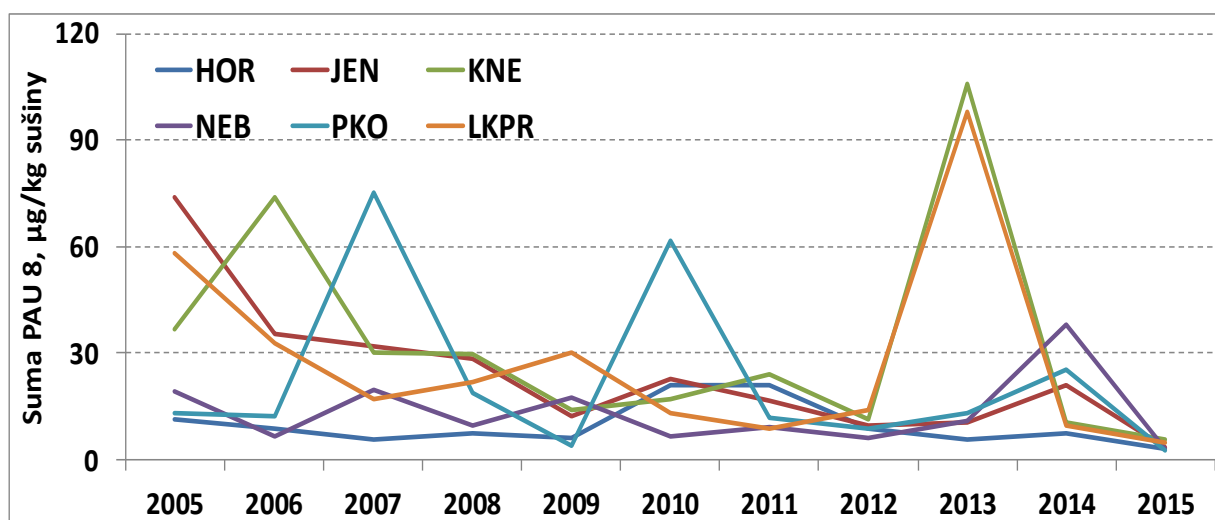
Hodnoty nálezů PAU zjištěné v roce 2015 jsou ve všech lokalitách výrazně nižší nežli průměr z předchozích let. To je zřejmé z **Tabulky 1** a **Obrázku 4**, na kterém je ilustrováno porovnání celkového množství PAU nalezených ve vzorcích trvalého travního porostu v roce 2015 a průměrných hodnot naměřených ve sledovaných obcích v letech 2005 – 2014. 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 Nebušice (**NEB 521**) a dále **LKPR 535** a **KNE 529**. Přesto jsou i tyto hodnoty značně nižší než v předchozích letech. V roce 2014 byly například v Nebušicích na některých bodech zaznamenány zvýšené nálezy PAU-8 které mohly být způsobeny lokálními zdroji PAU. V letošním roce byl pokles koncentračních hladin PAU v této obci nejvýraznější (viz **Obrázek 4**).

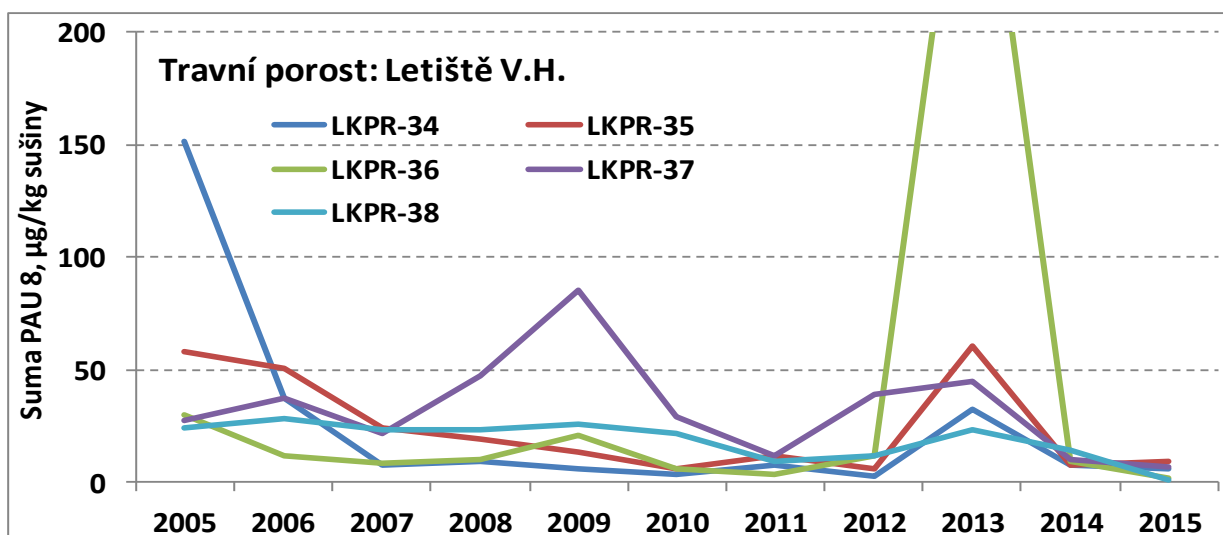
Celkový velmi výrazný pokles koncentrací PAU nelze vysvětlit úměrně velkému snížení zátěže prostředí imisemi. Zásadní byl zřejmě vliv velmi teplého července a srpna s téměř maximálně dlouhým slunečním svitem a tropickými nočními teplotami, kdy:

- 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.

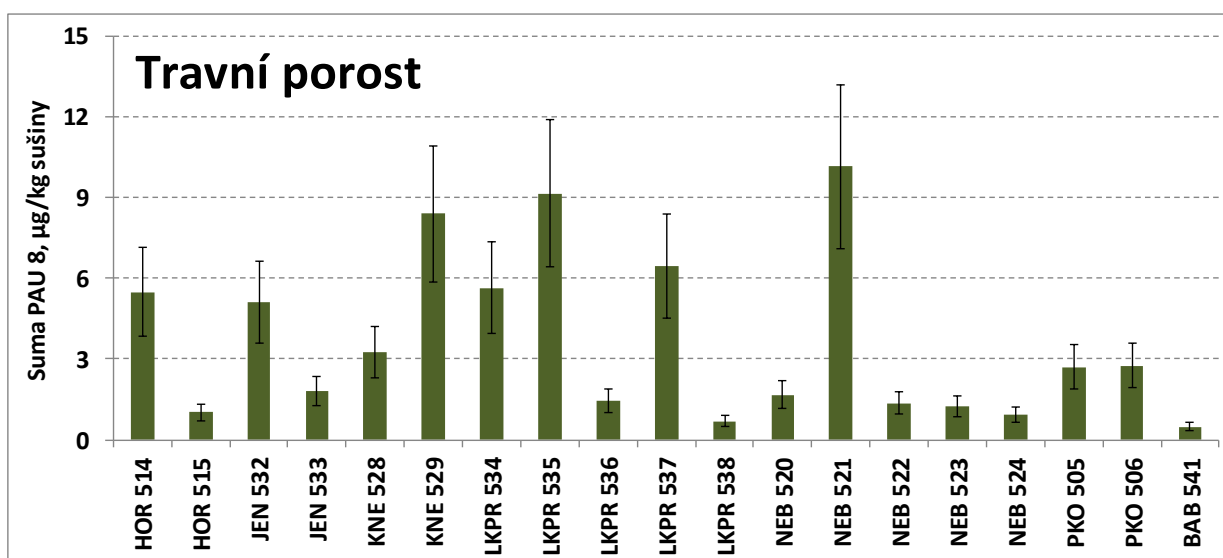
Za letošních extrémních podmínek TTP jako indikátor zátěže vegetace PAU neposkytuje data plně srovnatelná s jinými sezonami. Fakt, že pro pšenici ani jablka nebyly tak výrazně nižší hladiny PAU v roce 2015 oproti 2014 naměřeny dokazuje, že se nejedná o nějakou systematickou chybu výsledků analýz. Zrno 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 2015



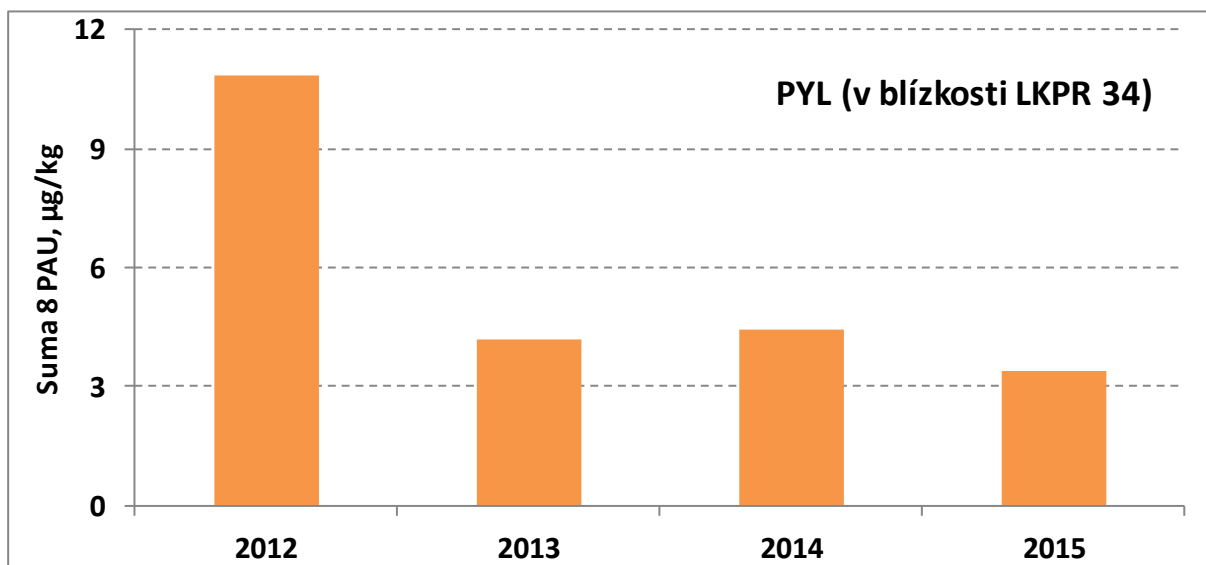
Obrázek 5: Obsah PAU (suma PAU-8) v TTP, areál Letiště V.H.- vývoj 2005 až 2015



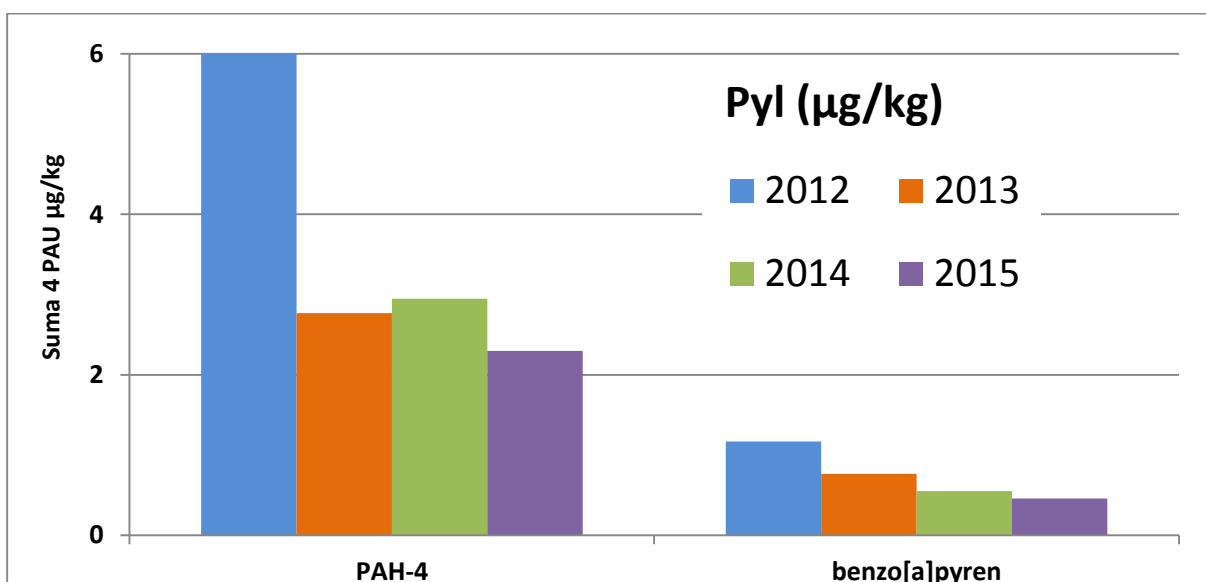
Obrázek 6: Obsahy PAU (suma PAU-8) v trvalém travním porostu v roce 2015

V sezonách 2012 – 2015 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 sušíně travního porostu. Stejný sestupný trend lze pozorovat i pro sumu PAU-4 a zejména pro benzo(a)pyren – **Obrázek 8**.

Ve vzorku medu jsou hladiny PAU rovněž nízké: 0,83  $\mu\text{g}/\text{kg}$  vyjádřeno jako suma PAU-8. To je prakticky na hranici měřitelnosti a hodnota sumy PAU-4 (0,72  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) nepřesahuje ani úroveň nejpřísnějšího limitu 1  $\mu\text{g}/\text{kg}$  sumy PAU-4, který stanovuje nařízení 1881/2006/ES pro výživu malých dětí a kojenců.



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



**Obrázek 8:** Celkový obsah PAU jako **suma PAU-4** 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 - 2015 je uveden v **Tabulce I**. Podrobnější údaje o nálezech PAU v roce 2015 jsou uvedeny v **Tabulkách IV - VII** v **Příloze 4**. 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 2015

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	
	<b>2015</b>	<b>0,16</b>	<b>0,14</b>	<b>0,22</b>	
	Jablka	2005	0,44	0,26	0,75
		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	
<b>2015</b>		<b>0,58</b>	<b>0,48</b>	<b>0,69</b>	
Trvalý travní porost		2005	24	12	126
		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	
<b>2015</b>	<b>1,7</b>	<b>0,9</b>	<b>8,6</b>		

\* hodnoty pro pšenici a jablka v µg/kg, pro trvalý travní porost v µg/kg přepočtených na 12 % sušiny

## 2. Koncentrace toxických (těžkých) kovů

### 2.1 Analýza vzorků na obsah toxických kovů

Obsah kovů (kromě rtuti) ve sledovaných plodinách je stanovován podle interních zkušebních postupů (SOP) technikou hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP/MS). Analyzované vzorky byly před vlastním měřením rozloženy pomocí kyseliny dusičné v mikrovlnném rozkladném zařízení. Obsah rtuti byl stanoven pomocí jednoúčelového analyzátoru AMA 254.

### 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 silně urbanizované krajině přičíst především antropogenním zdrojům. Jejich aktuální koncentrace naměřené ve vegetaci odrážejí ve velké míře atmosférickou depozici (tedy imisní situaci). Tzv. pozadové hodnoty, 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 z nekontaminovaného prostředí, přičemž pro většinu 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 jsou přehledně dokumentovány na **Obrázcích 9 až 21**, které ilustrují stav a vývoj za období 2005 – 2015, kompletní výsledky včetně základních statistik lze nalézt v tabulkách a souhrnných statistických grafech v **Příloze č. 4**. Ve většině lokalit jsou obsahy kadmia, olova, rtuti, chromu, niklu a molybdenu v letošním roce na stejné úrovni jako v roce 2014, resp. mírně nižší oproti průměru z předchozích deseti let. Extrémně teplé a suché léto 2015 se tedy významnějším způsobem na kontaminaci plodin neprojevovalo. 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. Zásadní vliv má vždy případná krátkodobá stavební činnost spojená s provozem těžké dopravní a stavební techniky.

Rozdíly mezi jednotlivými lokalitami jsou v dlouhodobé perspektivě poměrně dobře patrné z **Obrázků 11-13** a z tabulek a grafů v **příloze 4**. Nejvyšší průměrnou zátěž travního porostu (TTP) těžkými kovy lze pozorovat u vzorků odebíraných v Jenči a Kněževsi.

Nejrozsáhlejší soubor vzorků tvoří trvalý travní porost (TTP), který bylo možno odebrat prakticky ve všech sledovaných lokalitách. TTP pak může sloužit jako universální bioindikátor zátěže pro 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.

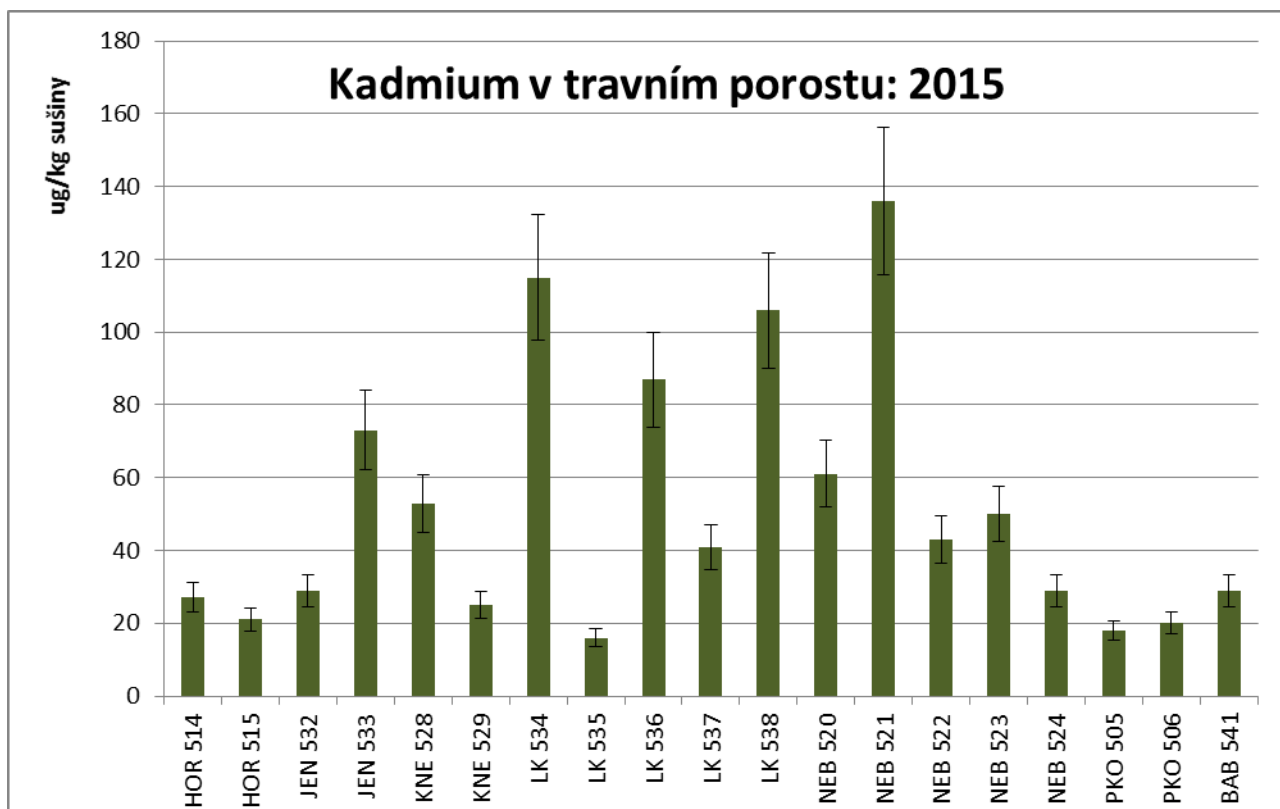
Nejvýznamnějším zjištěním je, že v desetiletém průměru jsou koncentrace kadmia v TTP odebraném přímo v areálu letiště **LKPR** poněkud vyšší, nežli ve všech ostatních lokalitách, snad s výjimkou Kněževsi, která k areálu letiště těsně přiléhá. Pro žádný jiný prvek se takovéto trendy neprojevily a lze se proto domnívat, že letecký pozemní provoz může být významným zdrojem kontaminace prostředí kadmii. Je třeba však zdůraznit, že je hodnocen trend, tedy změny koncentrací projevující se v dlouhodobém období. Stále platí, že naměřené hodnoty se výrazně neliší od hodnot charakterizující urbanizovanou krajinu

Vyšetření pylu odebíraného z úlů umístěných v areálu letiště poskytlo rovněž zajímavé výsledky – viz **obrázek 21**. Obsahy toxických prvků kolísají na poměrně nízké úrovni. Nicméně minimálně uvedených 6 mikroelementů bude vhodné dále sledovat a vyhodnocovat (zejména hladiny kadmia). V medu jsou koncentrace všech toxických těžkých kovů již pod mezí stanovitelnosti použitých analytických metod (a tedy toxikologicky nevýznamné). Koncentrace mědi se zvýšila jen nepatrně, výraznější zvýšení bylo letos naměřeno pro zinek.

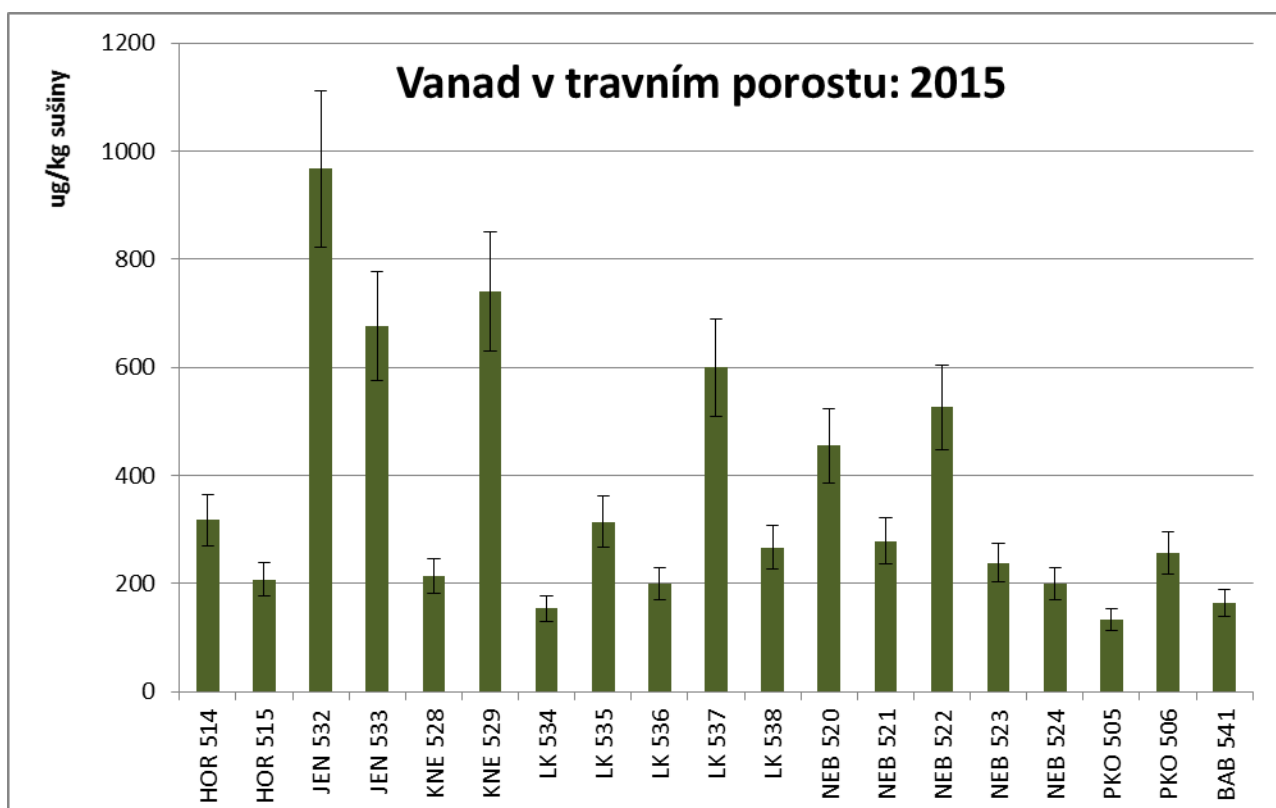
Pro vzorky pšenice jsou všechny hodnoty pro kadmium, olovo a rtuť hluboko pod hodnotami nejvyššího přípustného množství povoleného pro potravinářskou či krmnou pšenici [4] a kolísání mezi sezonami i mezi lokalitami nebyly prokázány.

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).

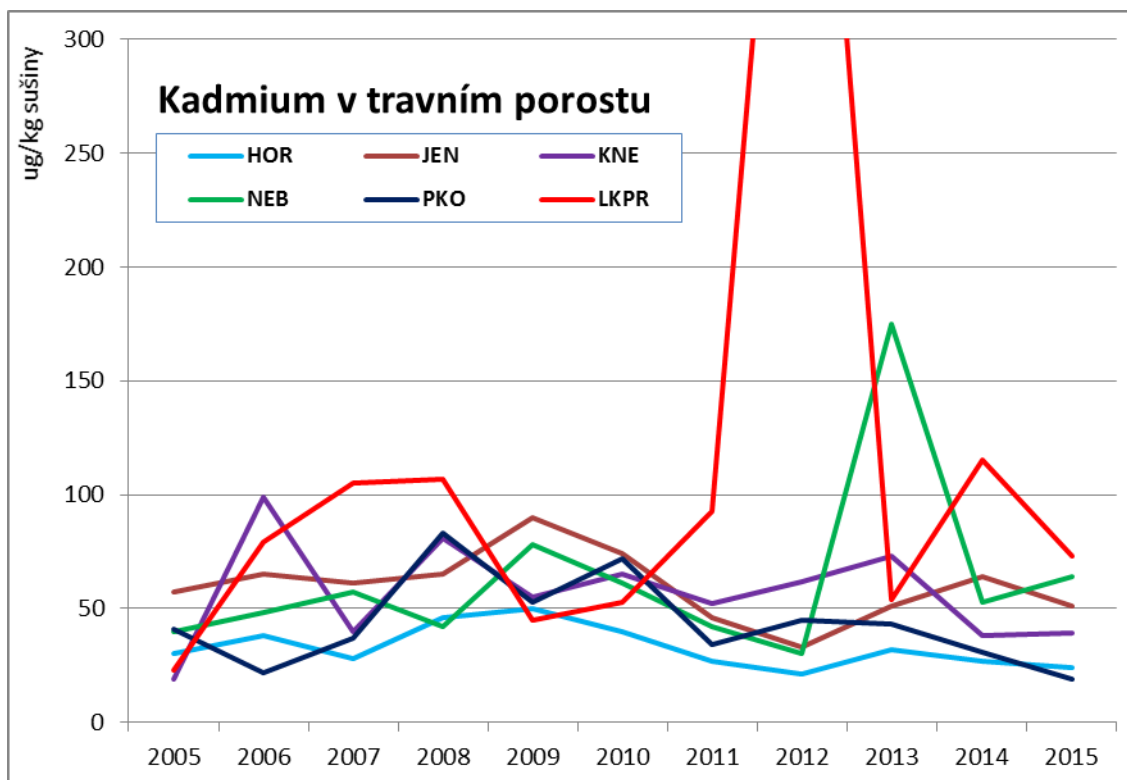
Nařízení č.1881/2006/ES také uvádí maximální koncentrace olova v ovoci 100 µg/kg a kadmia 50 µg/kg. Nálezy olova v jablkách však ani v tomto roce nepřekročily 50 µg/kg a koncentrace kadmia byly rovněž vždy pod mezí stanovitelnosti (< 1 µg/kg).



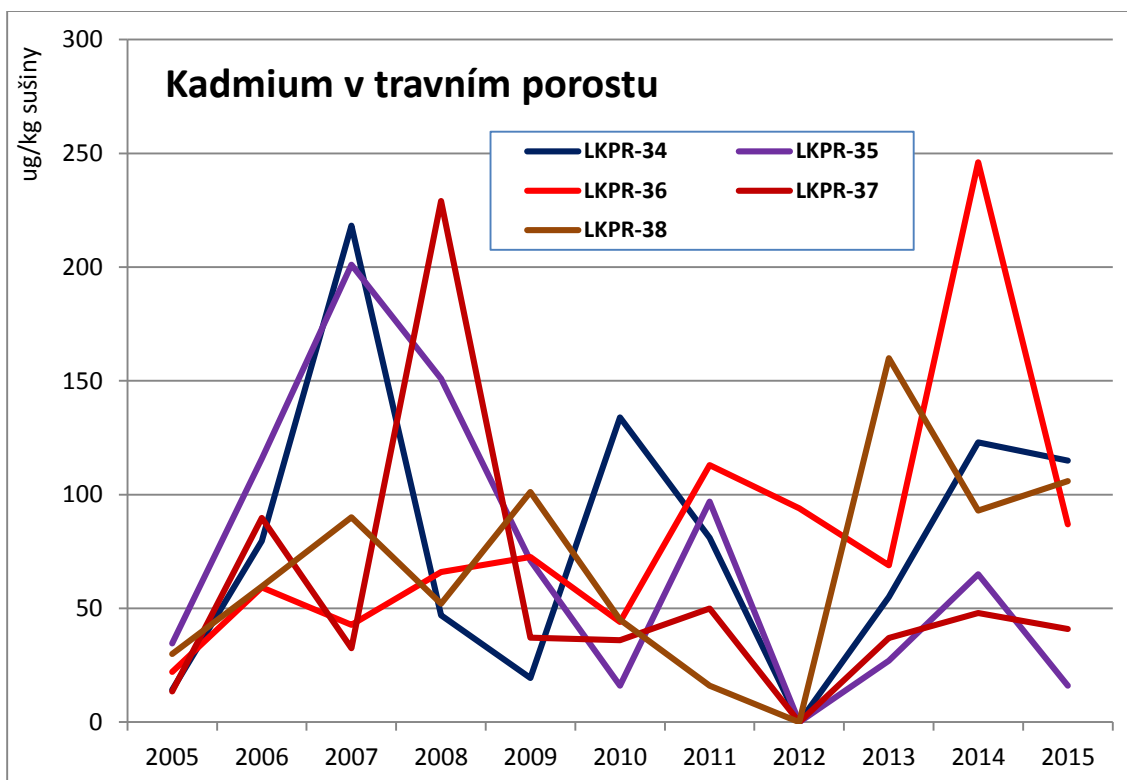
Obrázek 9: obsahy kadmia v TTP z jednotlivých lokalit (obcí a letišť) v roce 2015



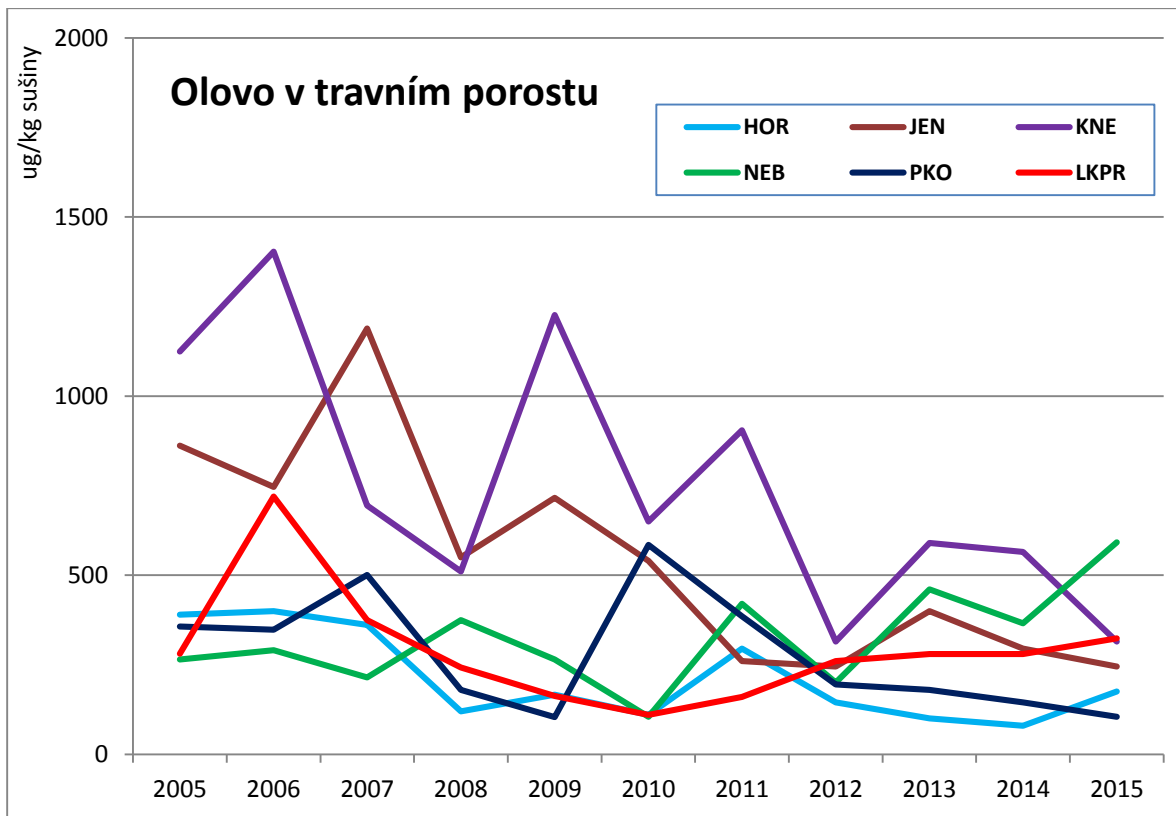
Obrázek 10: obsahy vanadu v TTP z jednotlivých lokalit (obcí a letišť) v roce 2015



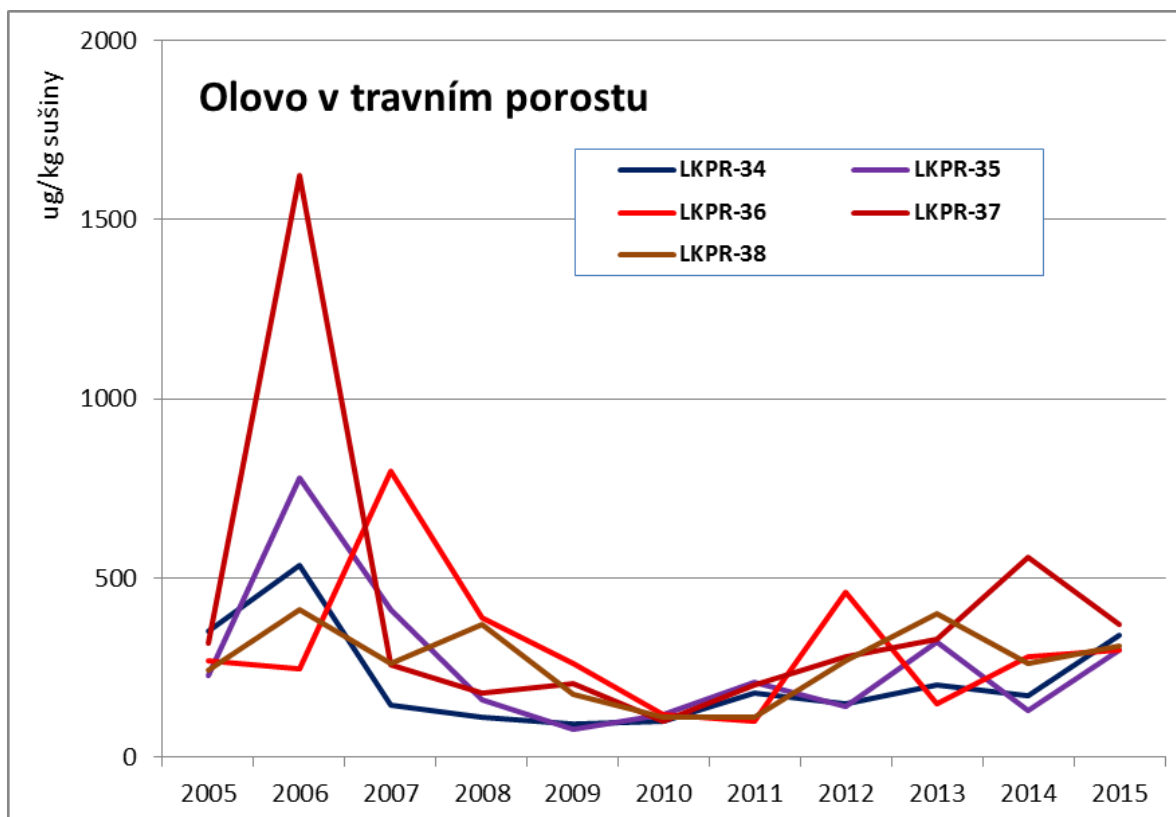
**Obrázek 11a:** obsahy kadmia v TTP, průměry obcí a LKPR – vývoj 2005 až 2015



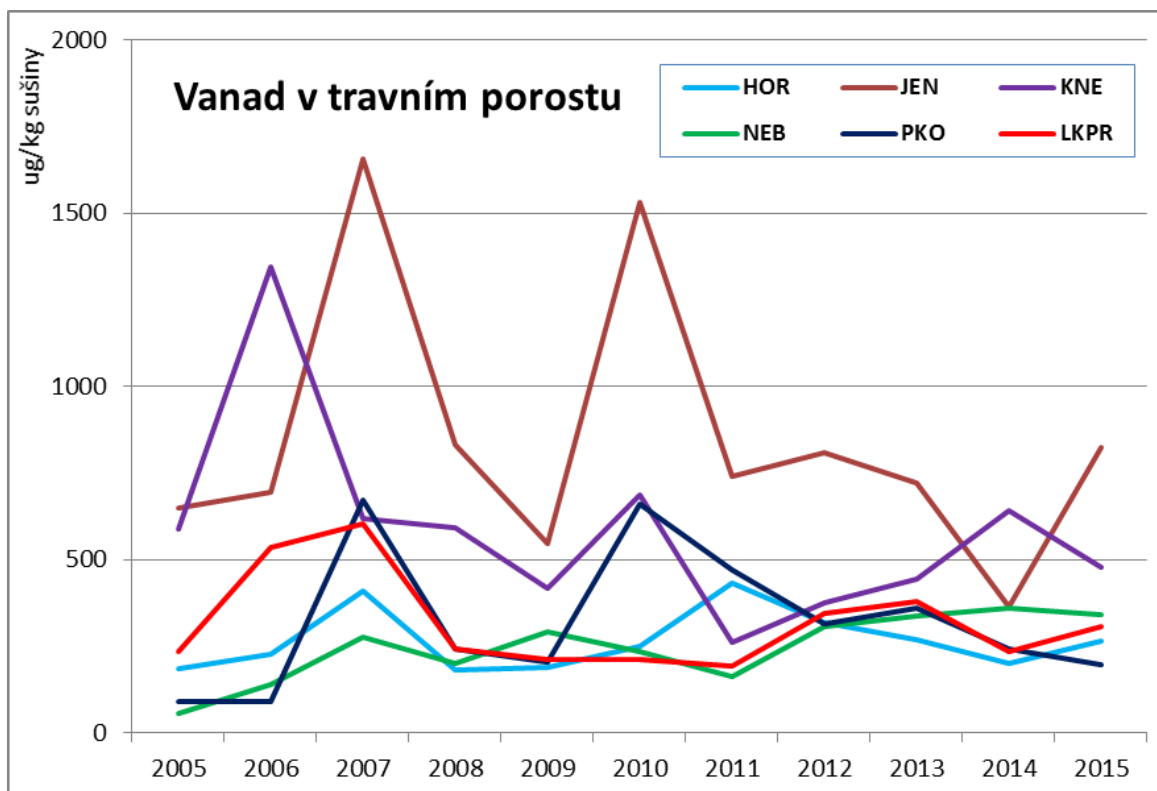
**Obrázek 11b:** obsahy kadmia v TTP, odběrné body LKPR – vývoj 2005 až 2015



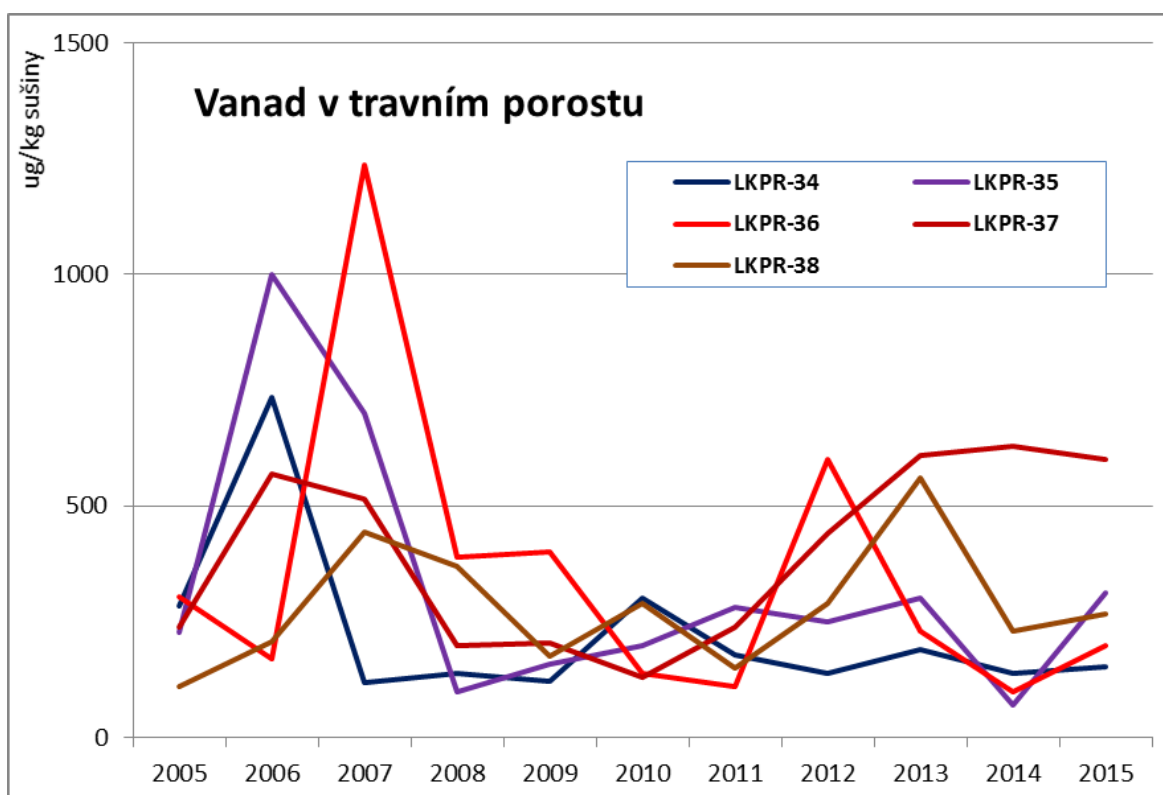
**Obrázek 12a:** obsahy olova v TTP, průměry obcí a LKPR – vývoj 2005 až 2015



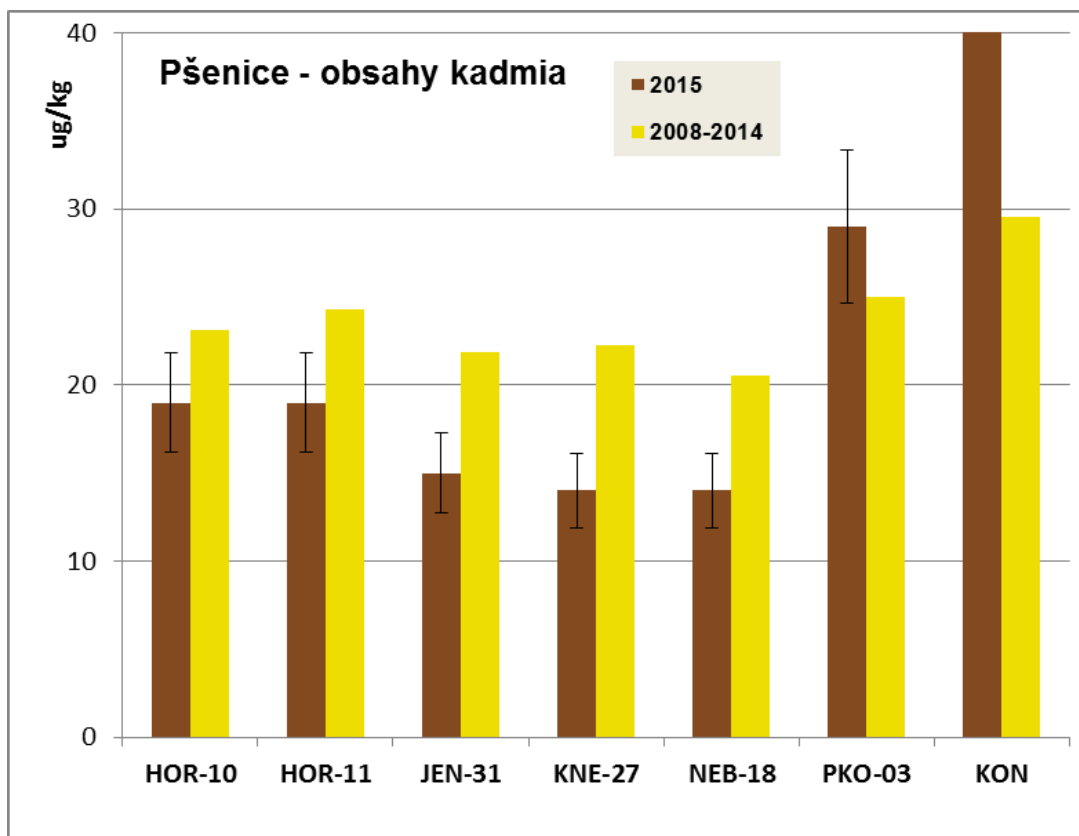
**Obrázek 12b:** obsahy olova v TTP, odběrné body LKPR – vývoj 2005 až 2015



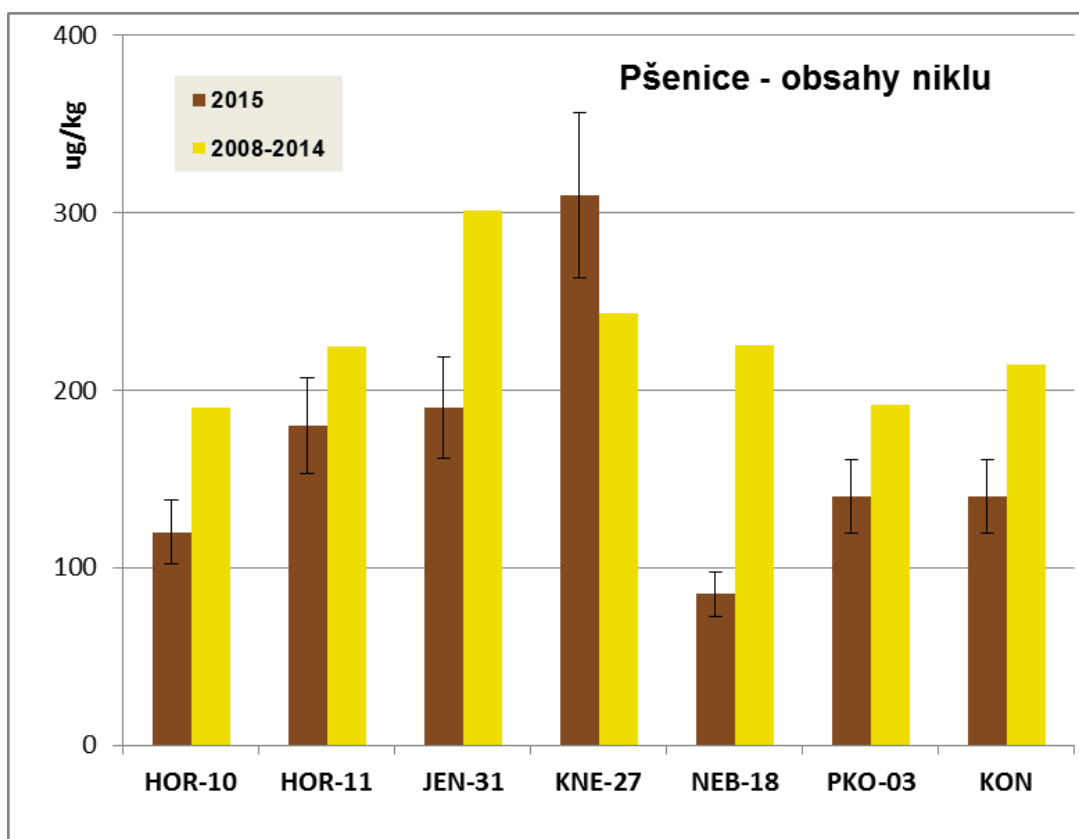
**Obrázek 13a:** obsahy olova v TTP, průměry obcí a LKPR – vývoj 2005 až 2015



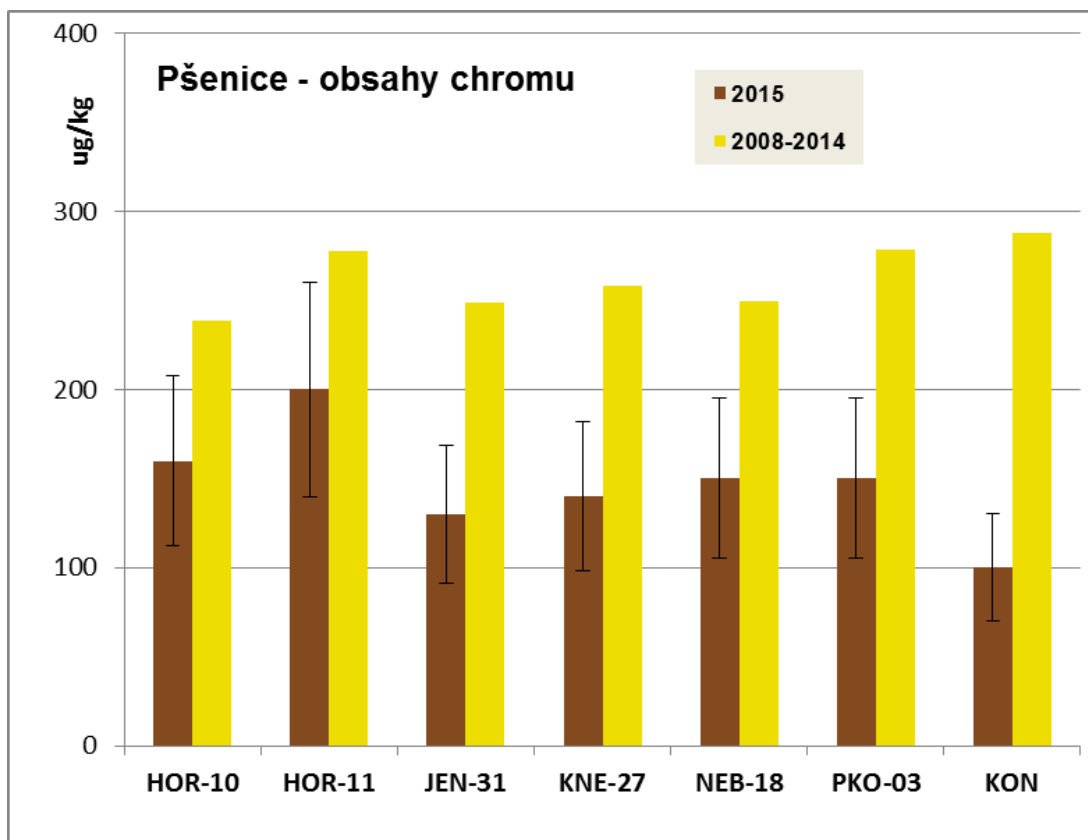
**Obrázek 13b:** obsahy vanadu v TTP, odběrné body LKPR – vývoj 2005 až 2015



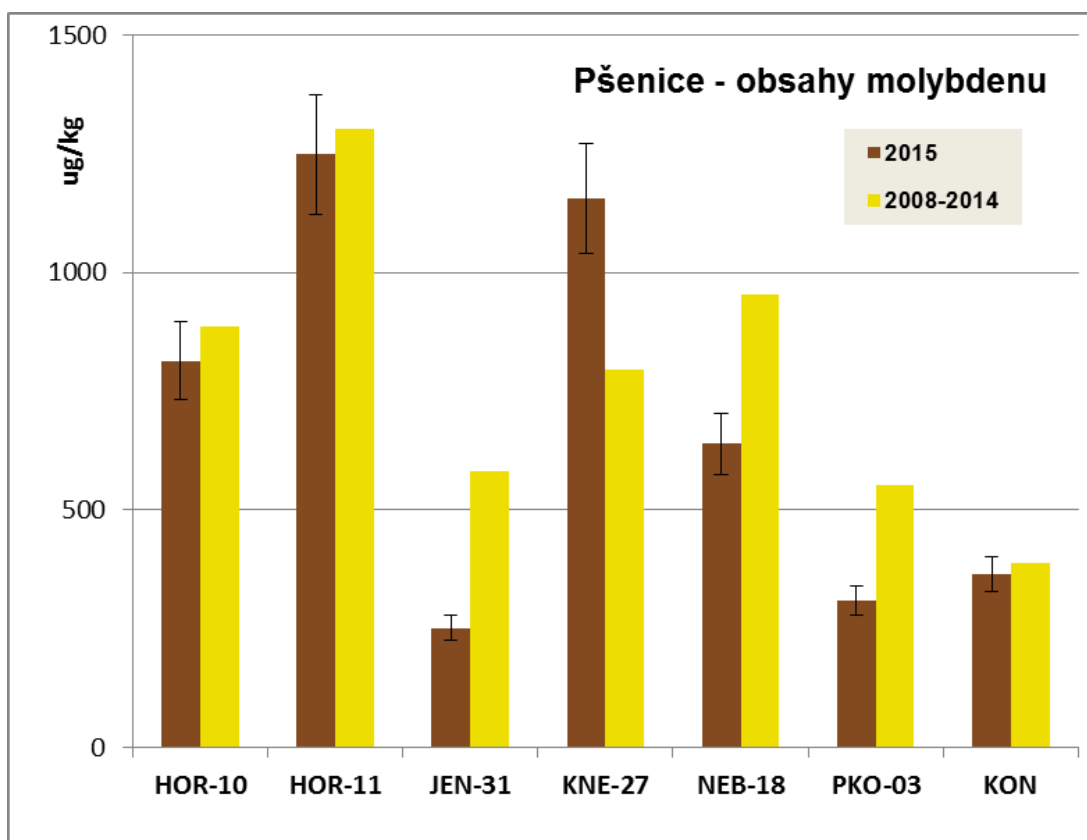
Obrázek 14: Obsahy kadmia v pšenici – 2008 až 2015



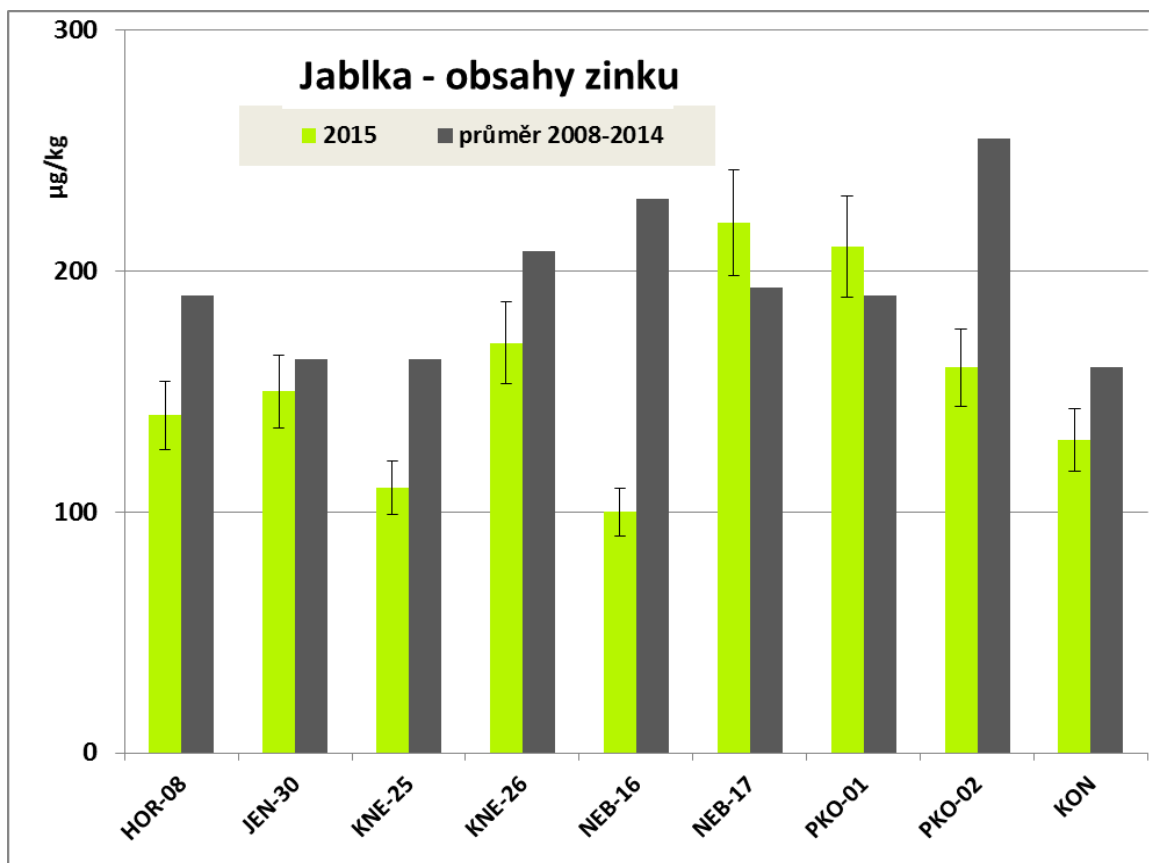
Obrázek 15: Obsahy niklu v pšenici – 2008 až 2015



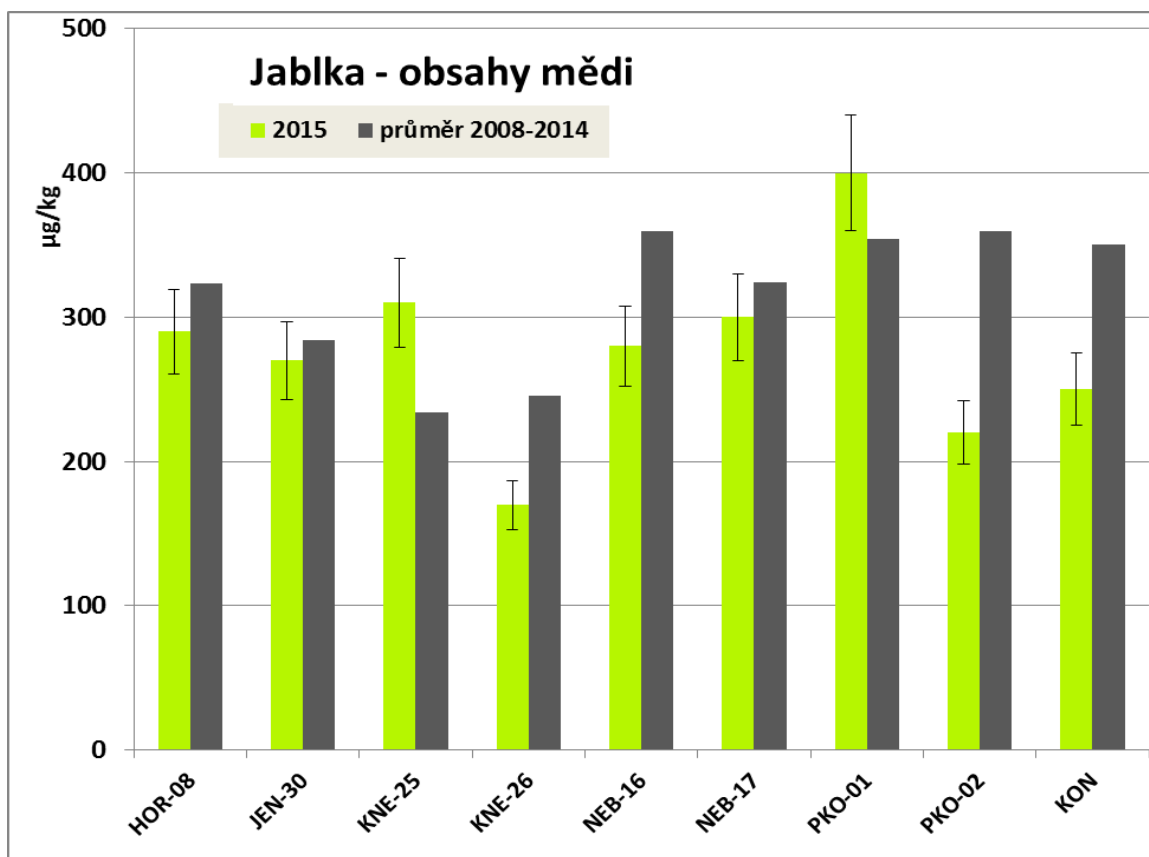
Obrázek 16: Obsahy chromu v pšenici – 2008 až 2015



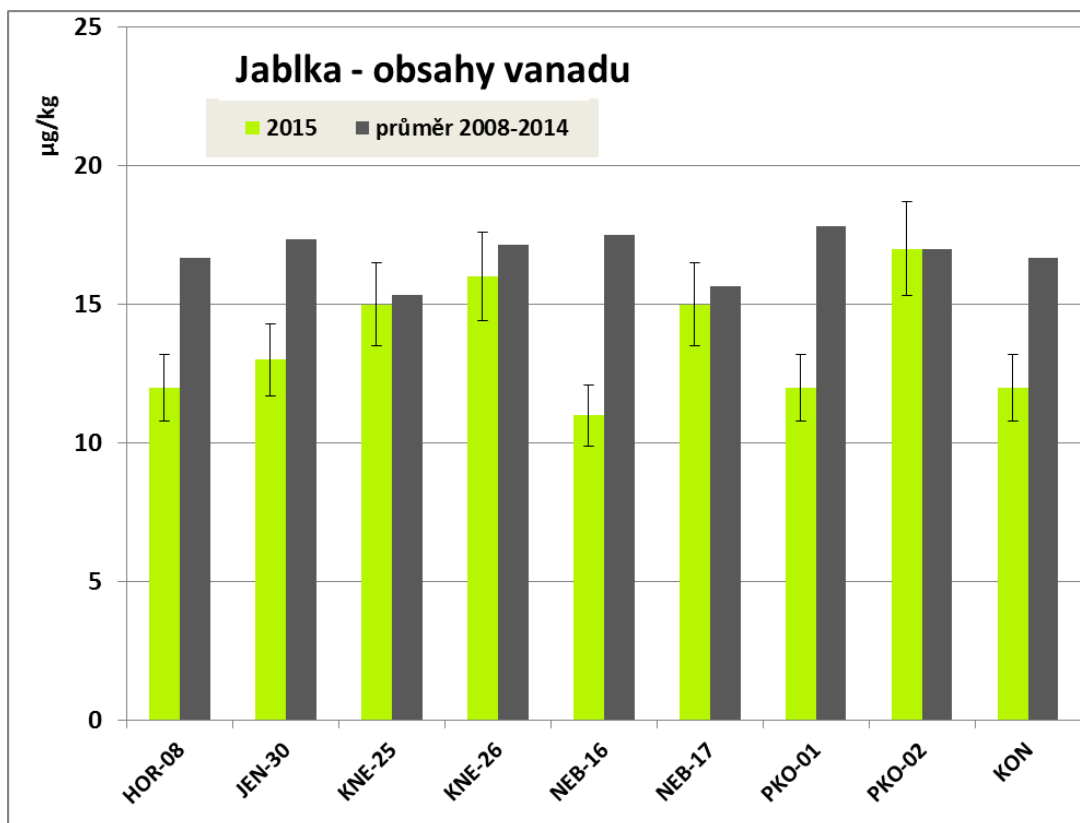
Obrázek 17: Obsahy molybdenu v pšenici – 2008 až 2015



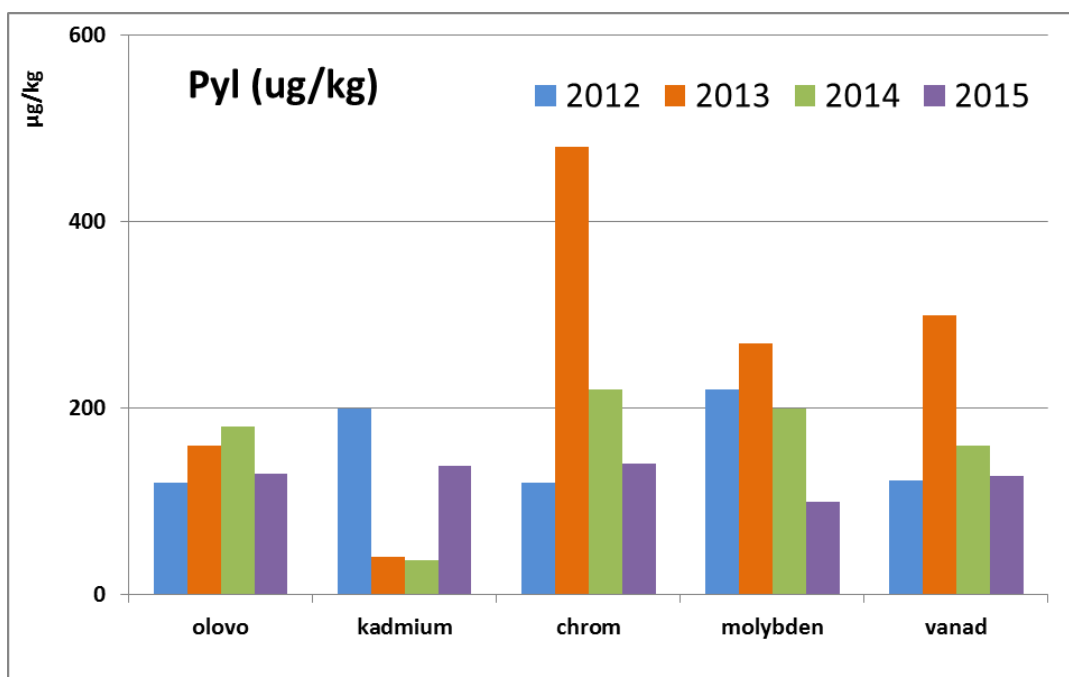
Obrázek 18: Obsahy zinku v jablkách – 2008 až 2015



Obrázek 19: Obsahy mědi v jablkách – 2008 až 2015



Obrázek 20: Obsahy vanadu v jablkách – 2008 až 2015



Obrázek 21: Obsahy vybraných stopových prvků v pylu (LKPR 34) - 2012 až 2015

### 3. Těkavé aromatické uhlovodíky (BTEX)

#### 3.1 Metodika vyšetření

Tato část monitoringu se zabývá vyšetřením všech monitorovaných rostlinných materiálů z hlediska kontaminace těkavými organickými 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 výfukové plyny motorových vozidel. 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 v roce 2009. Pro kvantifikaci byla použita 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 navážení 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 po zavedení vlákna do nástříkového 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 2.0. Zpracování chromatografických dat bylo realizováno pomocí software ChromaTOF (LECO Corp., USA), verze 4.24.

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

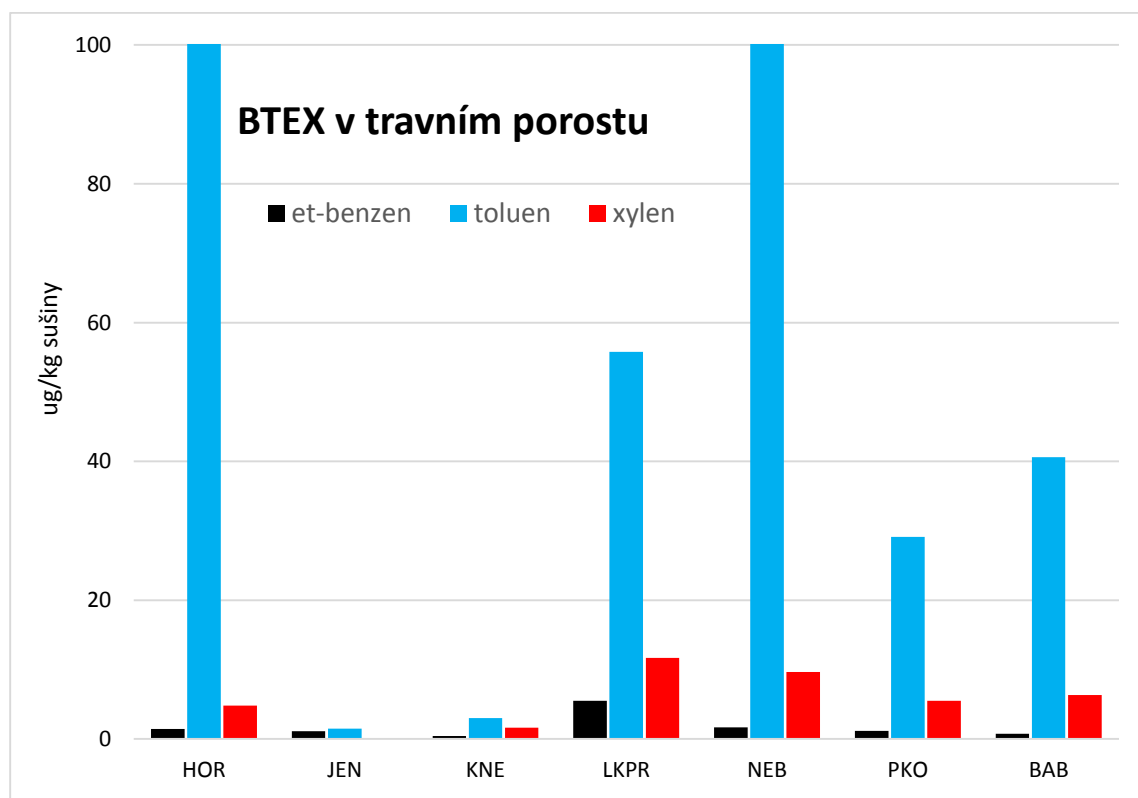
#### A. Výsledky stanovení skupiny látek BTEX.

Obsahy toluenu a xylynu v monitorovaných materiálech za sezonu 2015 jsou dokumentovány **Obrázky 22-24** a v **Tabulce VIII přílohy č. 4. Obrázek 22** pak přehledně ukazuje letošní nálezy BTEX v hlavním bioindikátoru - travním porostu. Zajímavé jsou také nálezy u jablek, kde jsou BTEX z ovzduší zachytávány a sorbovány v povrchové vrstvě vosku.

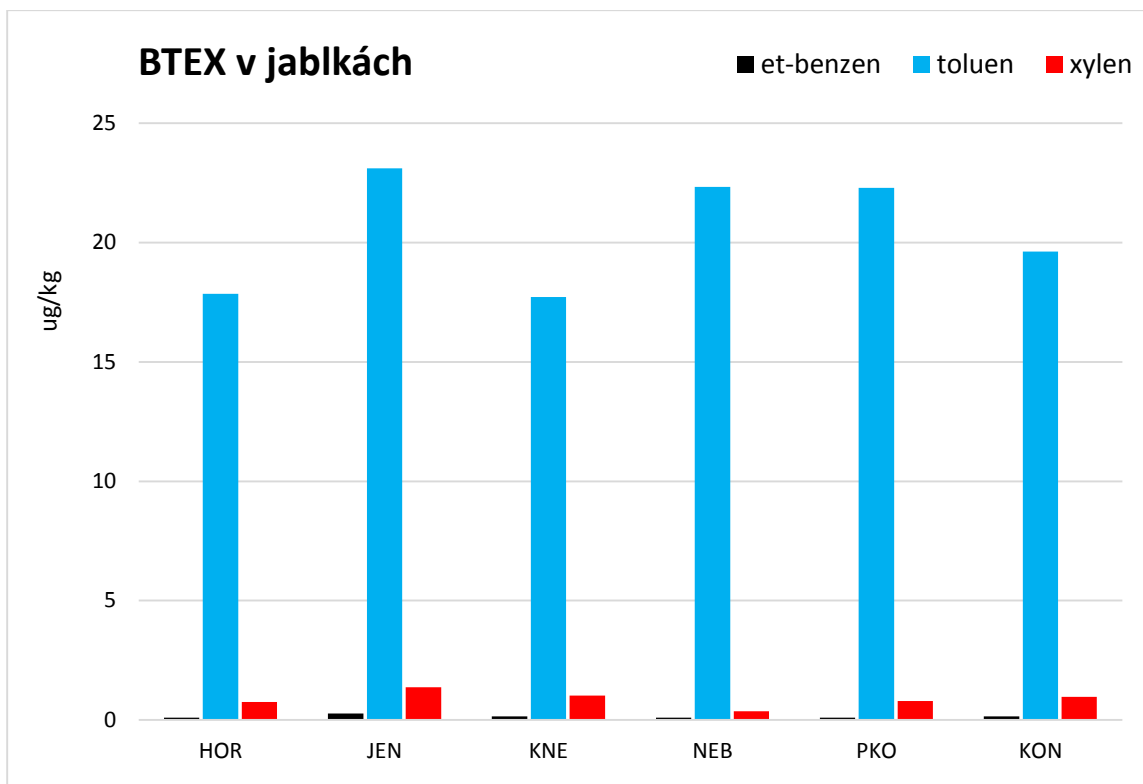
Při hodnocení rozdílů a trendů v nálezech těkavých sloučenin sledovaných v rámci tohoto projektu je nutno uvažovat velkou nejistotu vzorkování a výsledků stanovení. Tento fakt je dán právě vysokou těkavostí sloučenin ze skupiny BTEX. Aktuální koncentrace jsou zásadně ovlivněny okamžitými podmínkami při odběru vzorků a jsou velmi závislé na meteorologických podmínkách a incidentních zdrojích v době vzorkování.

Zátěž plodin látkami BTEX vypovídá tedy jen o krátkodobé (okamžité) expozici vegetace znečištěnému ovzduší, kumulativní vlastnosti u těchto látek nelze předpokládat. Jejich vysoká těkavost nicméně umožňuje snadný atmosférický přenos na větší vzdálenosti od emisních zdrojů, což interpretaci nízkých nálezů poněkud ztěžuje. Srovnání hladin BTEX ve stejných vzorcích z různých lokalit je sice možné ale, pokud byly odebrány v různé době, nemusí být případné závěry validní. Vypovídací hodnota BTEX je tedy oproti předchozím sledovaným parametrům nižší.

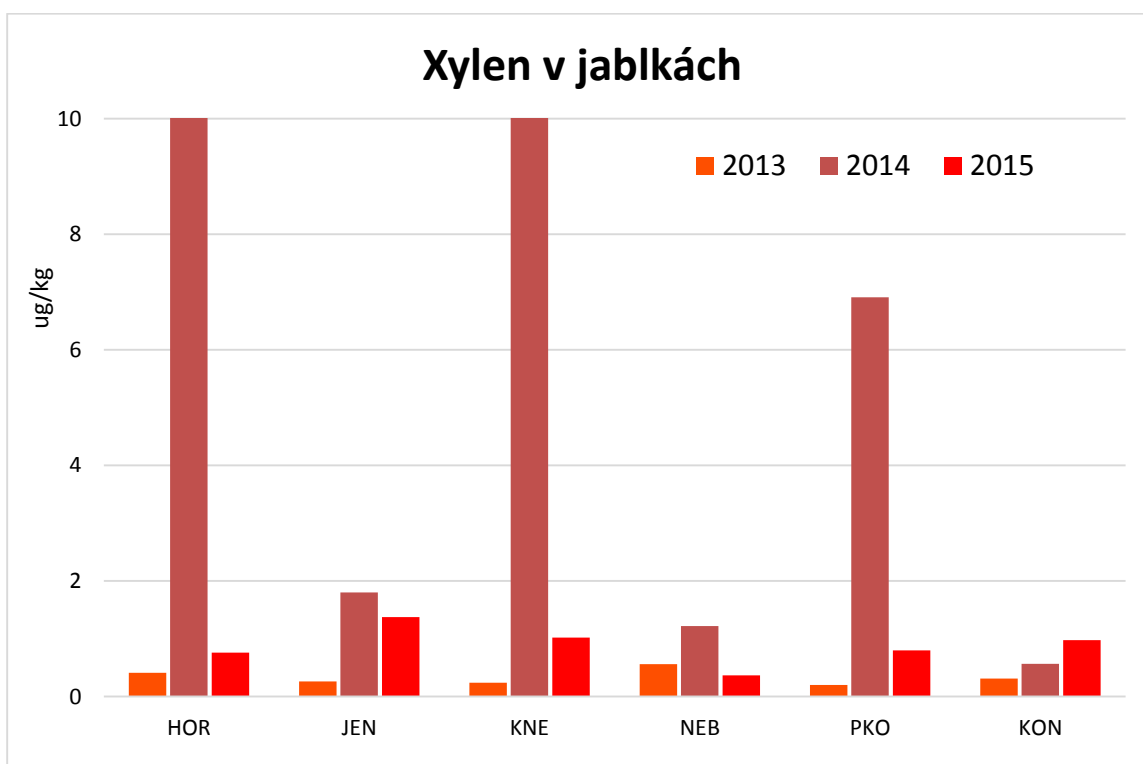
Nejvyšší průměrné nálezy toluenu v trvalém travním porostu byly zaznamenány v oblasti **Nebušic, Horoměřic a LKPR**. Pro vzorky travního prostoru z prostoru LKPR byly typické relativně vyšší nálezy ethylbenzenu a xylynu. Nejvyšší koncentrace xylynu a ethylbenzenu obsahovala tráva podél RWY 06/24, zejména **LKPR 538**.



**Obrázek 22:** Obsahy a zastoupení BTEX v travním porostu – 2015



**Obrázek 23:** Obsahy a zastoupení BTEX v jablkách – 2015



**Obrázek 24:** Obsahy xyleny v jablkách – porovnání 2013 - 2015

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

Ačkoli poměr povrchu k hmotnosti je poměrně malý i u jablek, výsledky jsou zde poněkud zajímavější – viz **Obrázek 23 a 24**. V každém případě je zřejmé, že poměry koncentrací BTEX v jednotlivých lokalitách se od travního porostu liší.

#### IV. Závěry studie 2015 v kontextu výsledků 2005-2014

Monitoring indikátorových plodin a krmiv (pšenice, jablka, travní porost,) v roce 2015 navázal na předchozí desetileté období, databáze výsledků byla dále rozšířena a interpretace rozšířena.

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 odebírán rovněž v blízkosti vzletových a pojezdových drah.

1. V monitorované oblasti jsou na plodinách (jablka, pšenice, travní porost) v posledních deseti letech nalézány obsahy PAU prakticky stejné nebo mírně přesahující průměrné hodnoty zjišťované v minulosti či v jiných studiích jako víceméně „běžné“ na území ČR. Ve vzorcích plodin nedošlo během let 2005-2015 k překročení hladin PAU, které jsou obvyklé v městské oblasti zatížené dopravou, případně dalšími lokálními emisními zdroji.
2. V roce 2015 byly koncentrační hladiny PAU v rámci běžné variability většinou srovnatelné s předchozím obdobím, celkově v této sezoně hladiny PAU na většině sledovaných lokalit jevíly pokles. Určitou anomálii představoval letos trvalý travní porost, kde k nápadně výraznému poklesu koncentrace PAU přispělo i jeho poškození v důsledku počasí. Variabilita aktuálních koncentrací zřejmě reflektuje meteorologické podmínky a intenzitu provozu mobilních zdrojů. V žádném ze vzorků pšenice nebo jablek nebyly překročeny maximální hladiny PAU stanovené nařízením č.1881/2006/ES.
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 za posledních 10 let 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). V travním porostu odebraném v areálu letiště jsou časté zvýšené nálezy kadmia a desetileté průměry koncentrací kadmia jsou nejvyšší ze všech lokalit pro 4 z 5 odběrných bodů v areálu Letiště. Lze se tedy domnívat, že prostor Letiště je zdrojem kontaminace kadmíem, pro ostatní těžké kovy to ale nebylo prokázáno. 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. Výsledky ukazují, že LKPR mezi významnější zdroje ostatních těžkých kovů nepatří.

5. Vyšetření plodin na obsah těkavých uhlovodíků BTEX (benzen, toluen, ethylbenzen a xyleny) umožňuje porovnat zatížení odběrných bodů intenzivní dopravou v době vzorkování. V pšenici jsou obsahy BTEX trvale zanedbatelné a bude proto z dalšího sledování těchto sloučenin vpuštěna. V ostatních vzorcích dominoval toluen a xylen. Nebyla prokázána přímá souvislost mezi obsahy BTEX v odebraných vzorcích a leteckým provozem, výskyt BTEX se jeví jako incidentní.
6. Data získaná v období let 2005 až 2015 vypovídají o průměrné úrovni a kolísání kontaminace ovoce, plodin a objemných krmiv v monitorované oblasti v období 11 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 posoudit 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 - 21/05/2015).
- [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](http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_1211902034842.htm)
- [6] Jurdáková, H.; Kubinec, R.; Jurčišínová, 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] Sledování a vyhodnocování cizorodých látek v potravních řetězcích v rezortu zemědělství 2014. Ministerstvo zemědělství, odbor bezpečnosti potravin (č.j.33544/2015-MZE-18111), Praha, leden 2015.
- [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.

## 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, Hanspaulka, Červený vrch
HOR	Horoměřice
JEN	Jeneč
KON	Kontrolní lokalita: v r. 2015
KNE	Kněževes
LKPR (v grafech 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 HOR10 měl v roce 2013 označení HOR310, v roce 2012 pak HOR210, v roce 2009 HOR910.*

### **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 vypracovali: Prof. Ing. Jana Hajšlová, CSc.....  
Prof. Ing. Vladimír Kocourek, CSc.  
Ing. Lucie Drábová, Ph.D.  
Ing. Jaromír Hradecký  
Ing. Eliška Kludská

Datum schválení: 15.11.2015



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.



© 01/15, spol. s r.o.

Osvědčení o akreditaci Metrologické a zkušební laboratoře provádějící zkoušky

**Tabulka II:** Obsah sledovaných PAU v pšenici (µg/kg) – porovnání 2015 a trendy

	HOR 510	HOR 511	JEN 531	KNE 527	NEB 518	NEB 519	PKO 503	KON	min.	max.	medián 2015
<b>BaA</b>	0,03	0,04	0,03	0,08	0,03	0,03	0,06	0,05	0,03	0,08	0,03
<b>Chr</b>	0,04	0,05	0,02	0,05	0,04	0,05	0,08	0,03	0,02	0,08	0,05
<b>BbF</b>	0,03	0,04	0,03	0,00	0,03	0,03	0,05	0,03	0,00	0,05	0,03
<b>BkF</b>	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02	0,03	0,02	0,01	0,03	0,02
<b>BaP</b>	0,03	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,05	0,03	0,01	0,05	0,03
<b>DBahA</b>	< 0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	< 0,01	0,02	< 0,01	< 0,01	0,02	0,01
<b>BghiP</b>	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
<b>lcdP</b>	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01
<b>PAU-8</b>	0,14	0,20	0,13	0,20	0,15	0,16	0,30	0,17	0,13	0,30	0,16

	medián 2014	medián 2013	medián 2012	medián 2011	medián 2010	medián 2009	medián 2008	medián 2007	medián 2006	medián 2005
<b>BaA</b>	0,03	0,34	0,06	0,02	0,01	0,01	0,04	0,03	0,05	0,02
<b>Chr</b>	0,01	0,17	0,03	0,01	0,04	0,03	0,07	0,06	0,03	0,03
<b>BbF</b>	0,02	0,03	0,06	0,02	0,02	0,02	0,04	0,05	0,02	0,03
<b>BkF</b>	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02
<b>BaP</b>	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02
<b>DBahA</b>	< LOQ	0,01	< 0,01	< 0,01	0,00	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01
<b>BghiP</b>	0,01	0,03	< 0,01	0,03	0,03	0,02	0,02	0,05	0,04	0,04
<b>lcdP</b>	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	0,01	0,05
<b>PAU-8</b>	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 2015

	HOR 508	JEN 530	KNE 525	KNE 526	NEB 516	NEB 517	PKO 501	PKO 502	KON	<i>min.</i>	<i>max.</i>	medián 2015
BaA	0,15	0,15	0,13	0,12	0,03	0,08	0,14	0,09	0,04	0,03	0,15	0,12
Chr	0,10	0,11	0,03	0,03	0,03	0,06	0,08	0,06	0,11	0,03	0,11	0,06
BbF	0,09	0,10	0,06	0,13	0,05	0,06	0,09	0,05	0,10	0,05	0,13	0,09
BkF	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,05	0,08	0,06	0,05	0,08	0,06
BaP	0,07	0,05	0,09	0,09	0,13	0,14	0,06	0,17	0,15	0,05	0,17	0,09
DBahA	0,03	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,04	0,02
BghiP	< 0,01	< 0,01	0,11	0,08	0,09	0,08	< 0,01	0,11	0,05	0,00	0,11	0,08
lcdP	< 0,01	< 0,01	0,16	0,12	0,13	0,08	< 0,01	0,13	0,06	0,00	0,16	0,08
<b>PAU-8</b>	0,49	0,49	0,68	0,65	0,53	0,58	0,45	0,73	0,61	0,45	0,73	0,58

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

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

	HOR 514	HOR 515	JEN 532	JEN 533	KNE 528	KNE 529	LK 534	LK 535	LK 536	LK 537	LK 538	NEB 520	NEB 521
BaA	0,54	0,13	0,82	0,25	0,28	0,81	0,40	0,80	0,10	0,49	0,05	0,19	1,52
Chr	0,93	0,22	0,99	0,30	0,60	1,41	1,05	1,35	0,25	0,88	0,10	0,29	2,03
BbF	1,25	0,18	0,99	0,35	0,72	1,84	1,30	2,31	0,31	1,30	0,16	0,33	1,67
BkF	0,41	0,07	0,35	0,13	0,24	0,65	0,42	0,64	0,08	0,46	0,04	0,11	0,71
BaP	0,74	0,09	0,71	0,19	0,36	1,29	0,81	1,45	0,16	0,80	0,04	0,18	1,54
DBahA	0,11	0,03	0,08	0,05	0,07	0,16	0,10	0,15	0,03	0,15	0,02	0,04	0,21
BghiP	0,84	0,15	0,63	0,29	0,55	1,26	0,86	1,34	0,29	1,18	0,16	0,29	1,31
IcdP	0,66	0,15	0,54	0,25	0,44	0,98	0,71	1,11	0,21	1,18	0,13	0,24	1,17
PAU-8	5,48	1,03	5,11	1,80	3,25	8,39	5,65	9,15	1,44	6,45	0,70	1,67	10,16

	NEB 522	NEB 523	NEB 524	PKO 505	PKO 506	BAB 541	min,	max,	medián 2015	medián 2014	medián 2013	medián 2012	medián 2011
BaA	0,21	0,20	0,15	0,71	0,25	0,09	0,13	1,52	0,21	0,85	3,00	0,74	1,35
Chr	0,23	0,23	0,17	0,41	0,50	0,10	0,17	2,03	0,29	1,52	4,12	1,85	2,36
BbF	0,24	0,22	0,15	0,44	0,59	0,10	0,15	1,84	0,33	1,30	5,80	1,75	1,64
BkF	0,08	0,08	0,06	0,15	0,20	0,02	0,06	0,71	0,11	0,55	1,32	0,80	0,93
BaP	0,14	0,11	0,06	0,26	0,38	0,10	0,06	1,54	0,18	2,17	2,83	1,31	1,39
DBahA	0,04	0,04	0,02	0,05	0,06	0,02	0,02	0,21	0,04	0,18	0,34	0,18	0,15
BghiP	0,24	0,19	0,16	0,35	0,39	0,04	0,15	1,31	0,29	2,24	4,16	1,37	1,96
IcdP	0,20	0,18	0,16	0,31	0,39	0,01	0,15	1,17	0,24	1,45	1,48	1,43	1,14
PAU-8	1,37	1,25	0,92	2,70	2,76	0,48	0,92	10,16	1,67	9,90	16,5	9,50	11,2

***pokračování tabulky IV:***

	medián 2010	medián 2009	medián 2008
<b>BaA</b>	1,13	0,83	1,70
<b>Chr</b>	1,84	2,45	3,61
<b>BbF</b>	2,00	2,62	3,38
<b>BkF</b>	0,90	1,16	1,65
<b>BaP</b>	1,86	1,66	2,54
<b>DBahA</b>	0,19	0,22	0,28
<b>BghiP</b>	2,13	2,30	2,89
<b>lcdP</b>	1,79	2,05	2,97
<b>PAU-8</b>	<b>11,4</b>	<b>13,3</b>	<b>19,2</b>

**Tabulka V:** Obsah sledovaných stopových prvků v trvalém travním porostu (µg/kg sušiny) – porovnání 2015 a trendy

	HOR 514	HOR 515	JEN 532	JEN 533	KNE 528	KNE 529	LK 534	LK 535	LK 536	LK 537	LK 538	NEB 520	NEB 521	NEB 522	NEB 523	NEB 524
V	318	208	967	676	213	740	154	314	199	600	267	455	279	526	238	200
Cr	640	390	1 880	1 350	600	1 340	750	990	790	1 600	1 160	950	540	870	450	370
Ni	660	1 250	2 370	764	1 100	1 780	1 140	730	910	1 040	910	1 500	2 260	1 800	1 540	1 140
Cu	4 830	5 550	8 260	1 240	4 070	7 200	4 000	4 130	4 280	5 300	5 780	9 140	11 600	9 520	10 100	7 180
Zn	21 100	18 500	68 300	66 600	24 200	40 500	20 000	13 900	18 700	17 600	21 650	42 900	72 900	45 500	29 400	27 700
Mo	3 760	5 990	7 130	4 340	1 300	950	631	1 114	1 361	6 380	814	7 320	3 980	4 560	1 760	1 790
Cd	27	21	29	73	53	25	115	16	87	41	106	61	136	43	50	29
Pb	260	90	780	404	260	650	340	300	300	370	310	380	150	300	80	80
Hg	20	19	18	30	21	29	17	13	15	17	24	18	14	14	13	19

pokr.	PKO 505	PKO 506	BAB 541	min.	max.	medián 2015	medián 2014	medián 2013	medián 2012	medián 2011	medián 2010	medián 2009	medián 2008
V	133	257	164	133	967	267	230	310	290	200	230	204	230
Cr	280	450	770	280	1 880	770	860	1 380	1 060	880	870	771	620
Ni	1 410	990	670	660	2 370	1 140	1 380	1 430	1 110	1 320	1 290	1 225	1 120
Cu	4 900	4 640	3 810	3 810	12 400	5 550	8 110	7 870	5 120	5 960	7 730	6 498	6 910
Zn	20 200	19 100	15 100	13 900	72 900	21 650	29 200	37 600	24 000	24 700	22 500	24 889	27 900
Mo	1 010	2 550	2 016	631	7 320	2 016	3 010	4 210	2 220	2 420	4 310	4 360	2 750
Cd	18	20	29	16	136	41	48	43	42	62	54	54	53
Pb	80	130	150	80	780	300	210	200	250	180	120	180	220
Hg	14	16	17	13	30	17	18	17	78	17	17	11	18

červeně jsou vyznačeny hodnoty, které překračují medián 2015 o nejméně trojnásobek.

**Tabulka VI:** Obsah stopových prvků v jablkách (µg/kg) – porovnání 2015 a trendy

	HOR 508	JEN 530	KNE 525	KNE 526	NEB 516	NEB 517	PKO 501	PKO 502	KON	min.	max.	medián 2015	medián 2014
V	12	13	15	16	11	15	12	17	12	11	17	13	12
Cr	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	<50
Ni	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	<50
Cu	290	270	310	170	280	300	400	220	250	170	400	280	330
Zn	140	150	110	170	100	220	210	160	130	100	220	150	175
Mo	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	<50
Cd	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<1
Pb	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	<10
Hg	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<1

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

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

	HOR 510	HOR 511	JEN 531	KNE 527	NEB 518	NEB 519	PKO 503	KON	min.	max.	medián 2015
V	29	38	21	31	28	39	26	18	18	39	29
Cr	160	200	130	140	130	170	150	100	100	200	145
Ni	120	180	190	310	50	120	140	140	50	310	140
Cu	2 780	4 390	3 050	3 080	2 680	3 280	2 880	2 930	2 680	4 390	2 990
Zn	15 500	24 700	12 800	17 200	10 100	17 800	14 300	28 600	10 100	28 600	16 350
Mo	814	1 248	252	1 157	281	998	309	364	252	1 248	589
Cd	19	19	15	14	13	15	29	87	13	87	17
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 2014	medián 2013	medián 2012	medián 2011	medián 2010	medián 2009	medián 2008
V	55	49	64	80	60	80	3
Cr	85	290	310	370	310	205	325
Ni	140	160	240	130	240	280	255
Cu	2 655	2 210	3 500	3 530	3 850	2 860	4 415
Zn	15 250	15 600	19 800	22 500	20 100	17 700	16 300
Mo	440	670	580	620	1 360	670	920
Cd	22	13	19	26	27	26	25
Pb	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	8
Hg	< 1	< 1	1	< 1	< 1	1	1

Tabulka VIII: Obsah BTEX v trvalém travním porostu ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  sušiny) – porovnání 2015

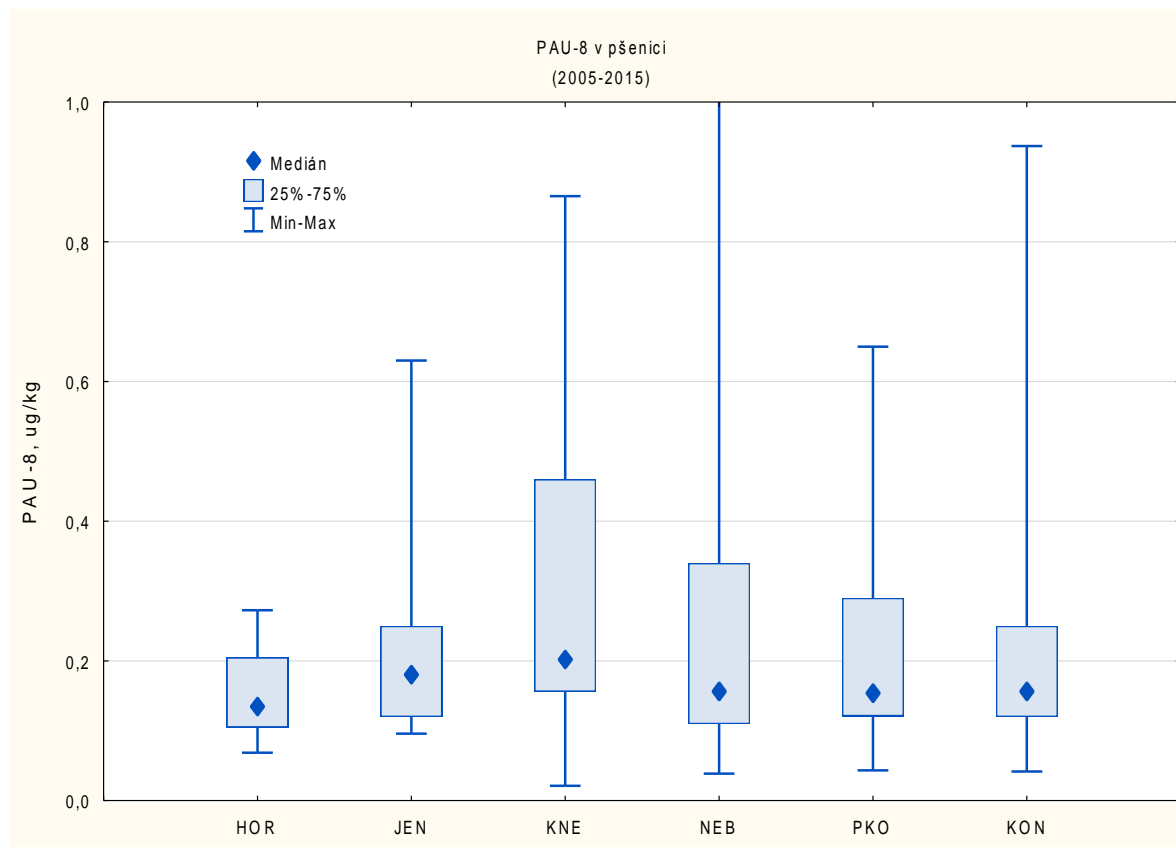
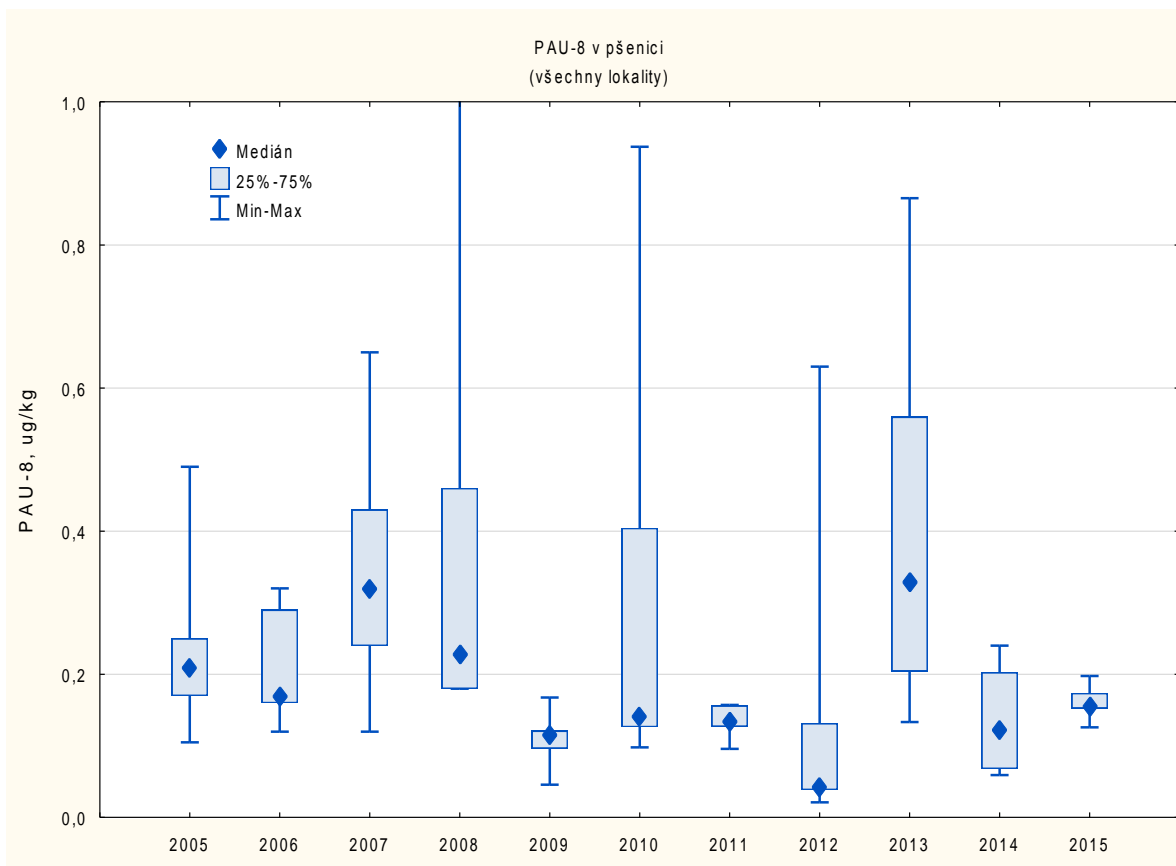
	HOR 514	HOR 515	JEN 532	JEN 533	KNE 528	KNE 529	LK 534	LK 535	LK 536	LK 537	LK 538	NEB 520
benzen	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	0,77
toluen	3,04	228	< 0,3	< 0,3	0,70	< 0,3	67,8	63,3	67,8	35,8	44,3	193
ethyl-benzen	1,07	1,79	0,84	1,41	0,10	0,79	4,02	2,89	4,02	6,61	9,97	1,07
xylen	< 0,2	9,56	< 0,2	< 0,2	3,14	< 0,2	11,1	7,75	11,1	13,2	15,2	8,42

<i>pokrač.</i>	NEB 521	NEB 522	NEB 523	NEB 524	PKO 505	PKO 506	PKO 06	BAB 541	min.	max.	medián 2015	medián 2014
benzen	0,94	0,89	2,44	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	0,94	< 0,6	2,44	< 0,6	< 0,6
toluen	94,3	170	174	166	< 0,3	58,0	40,6	94,3	< 0,3	228	58,1	72,4
ethyl-benzen	1,55	1,93	2,54	1,28	1,02	1,32	0,76	1,55	0,10	9,97	1,41	10,1
xylen	7,84	11,2	13,0	7,84	< 0,2	10,9	6,32	7,84	< 0,2	15,2	7,84	57,3

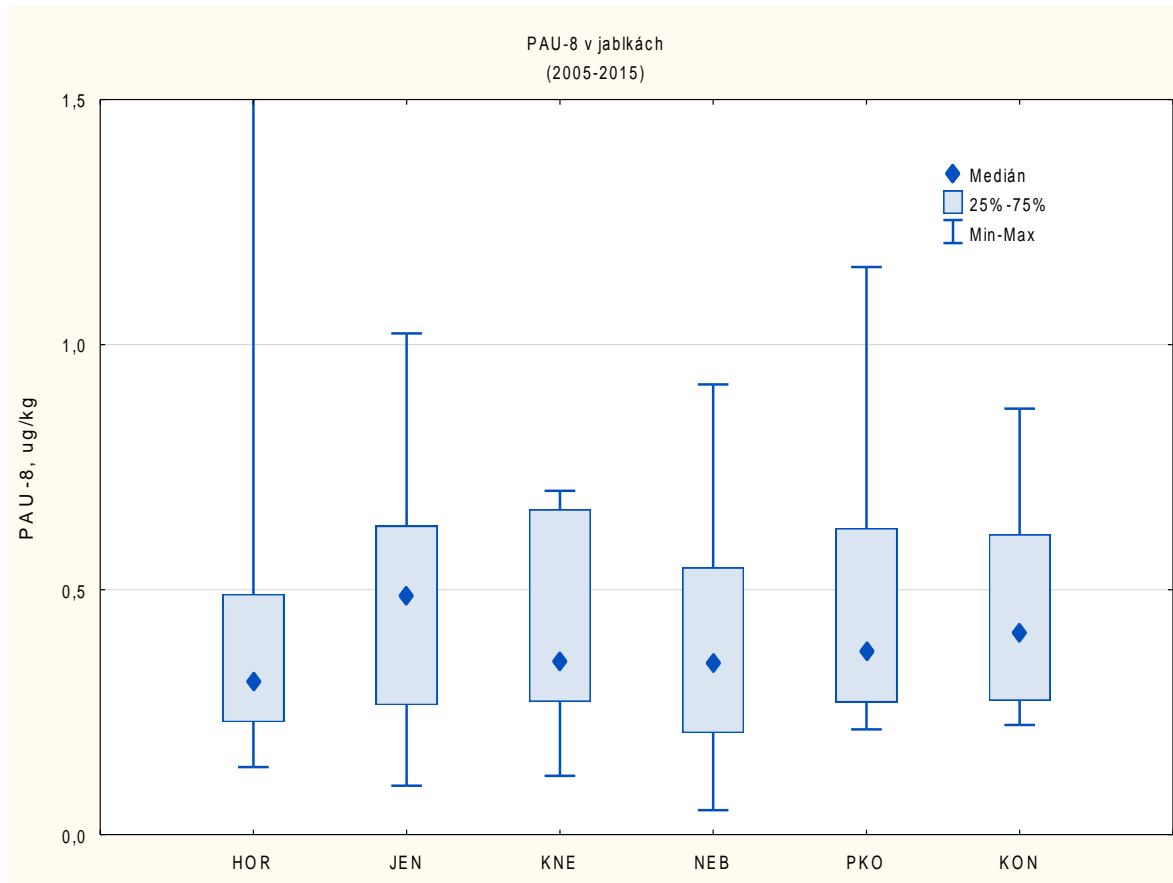
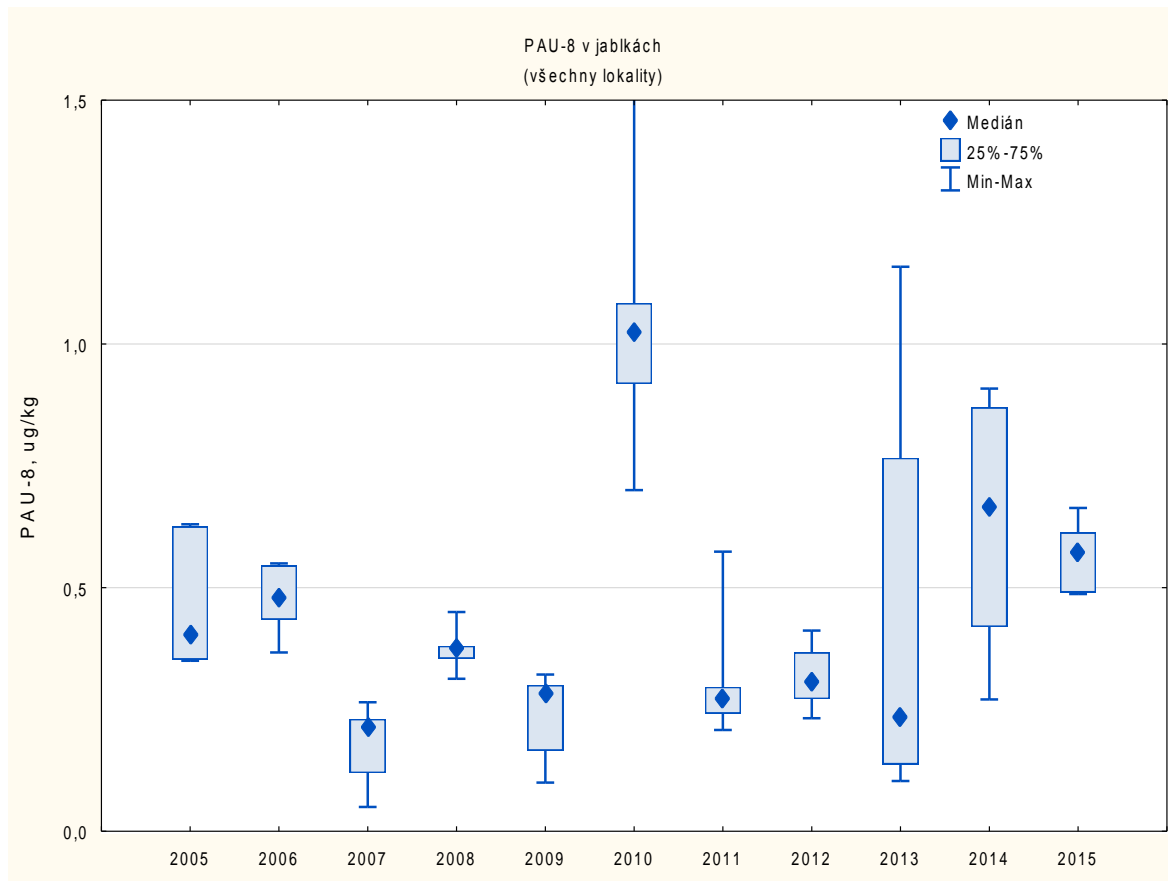
<i>pokrač.</i>	medián 2013	medián 2012	medián 2011	medián2 010	medián 2009	medián 2008	medián 2007
benzen	1,15	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	9,2
toluen	28,9	24,2	134	65,4	47,1	37,4	24,0
ethyl-benzen	5,91	0,55	4,3	8,4	1,5	2,0	4,7
xylen	26,2	2,22	20,7	12,6	2,4	14,0	12,6

červeně jsou vyznačeny hodnoty, které překračují medián 2015 o nejméně trojnásobek.

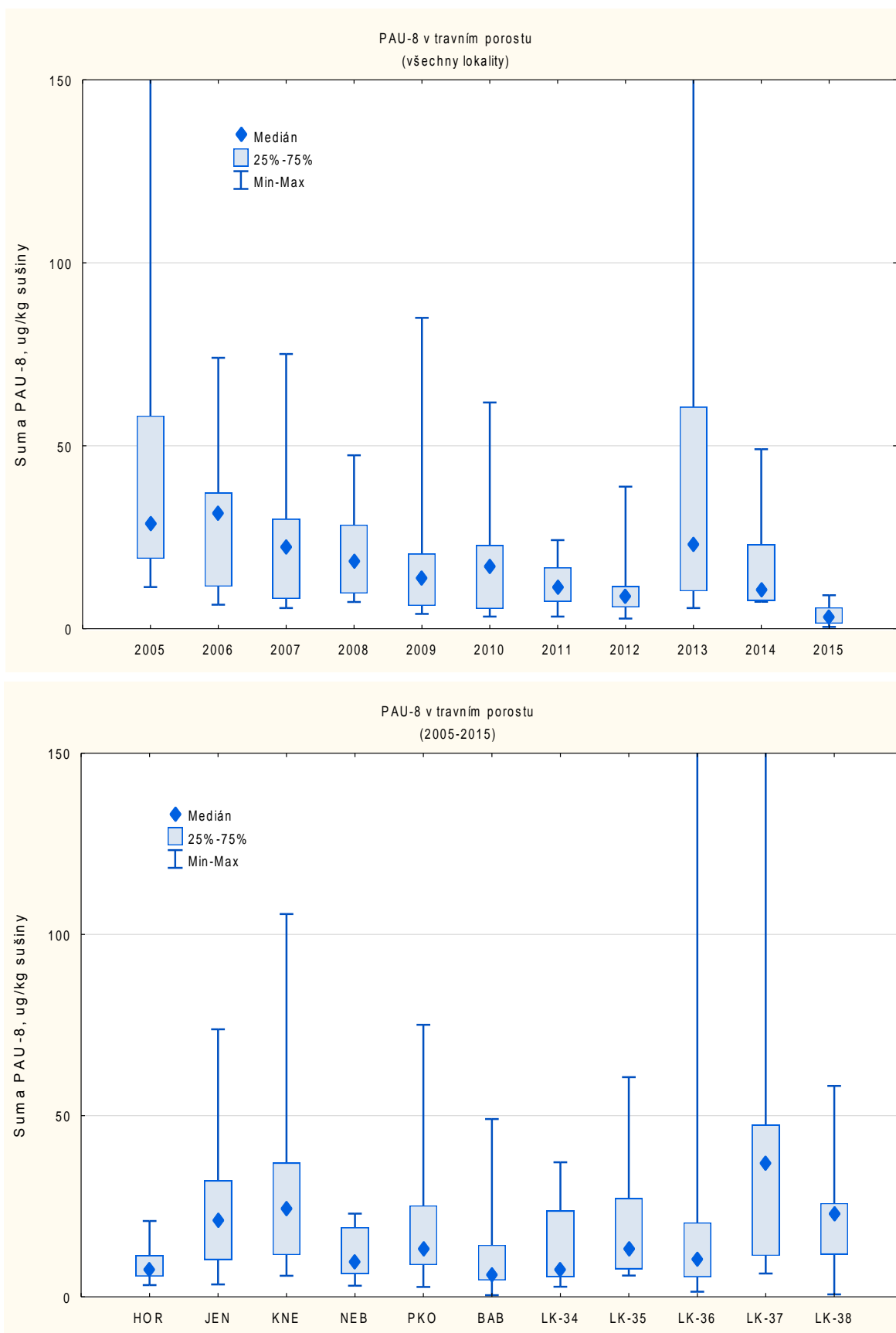
**Obrázek 25:** Obsahy PAU-8 v pšenici - porovnání sezon a lokalit



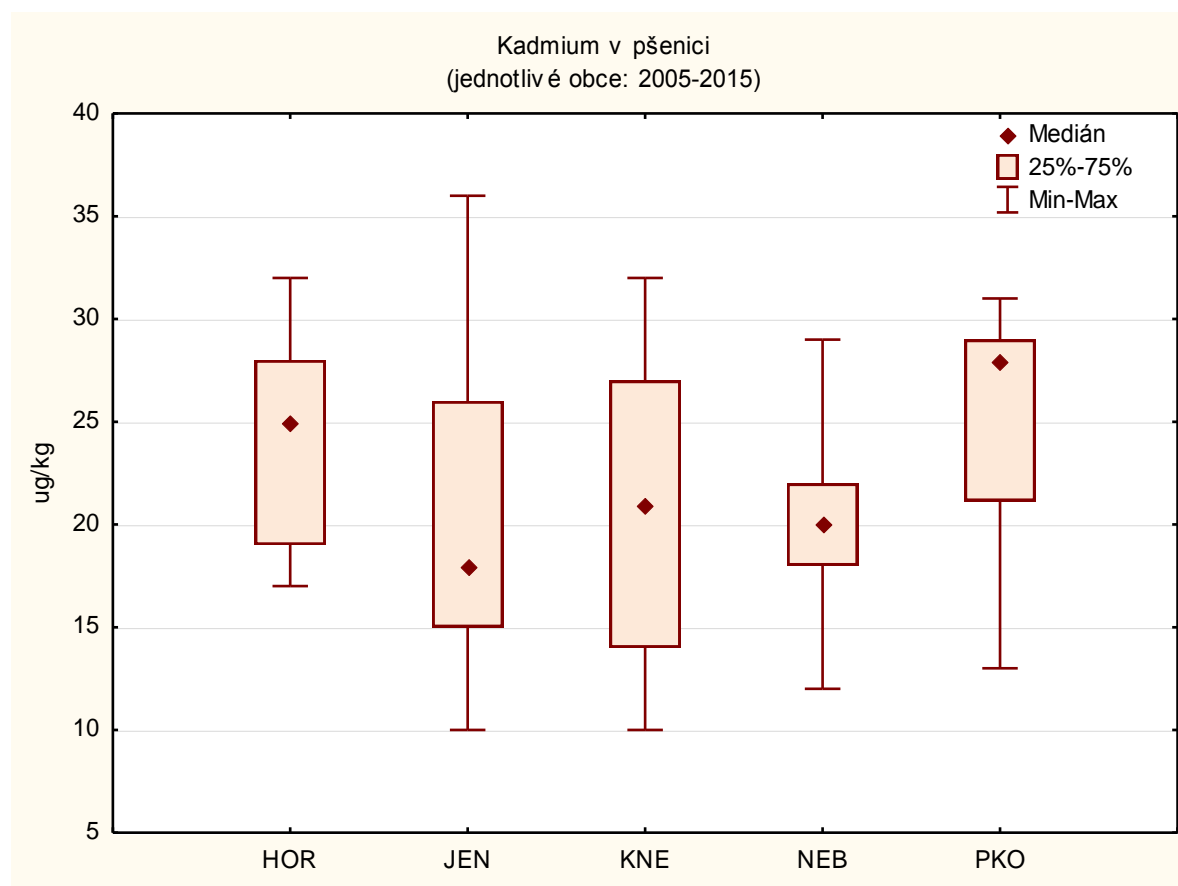
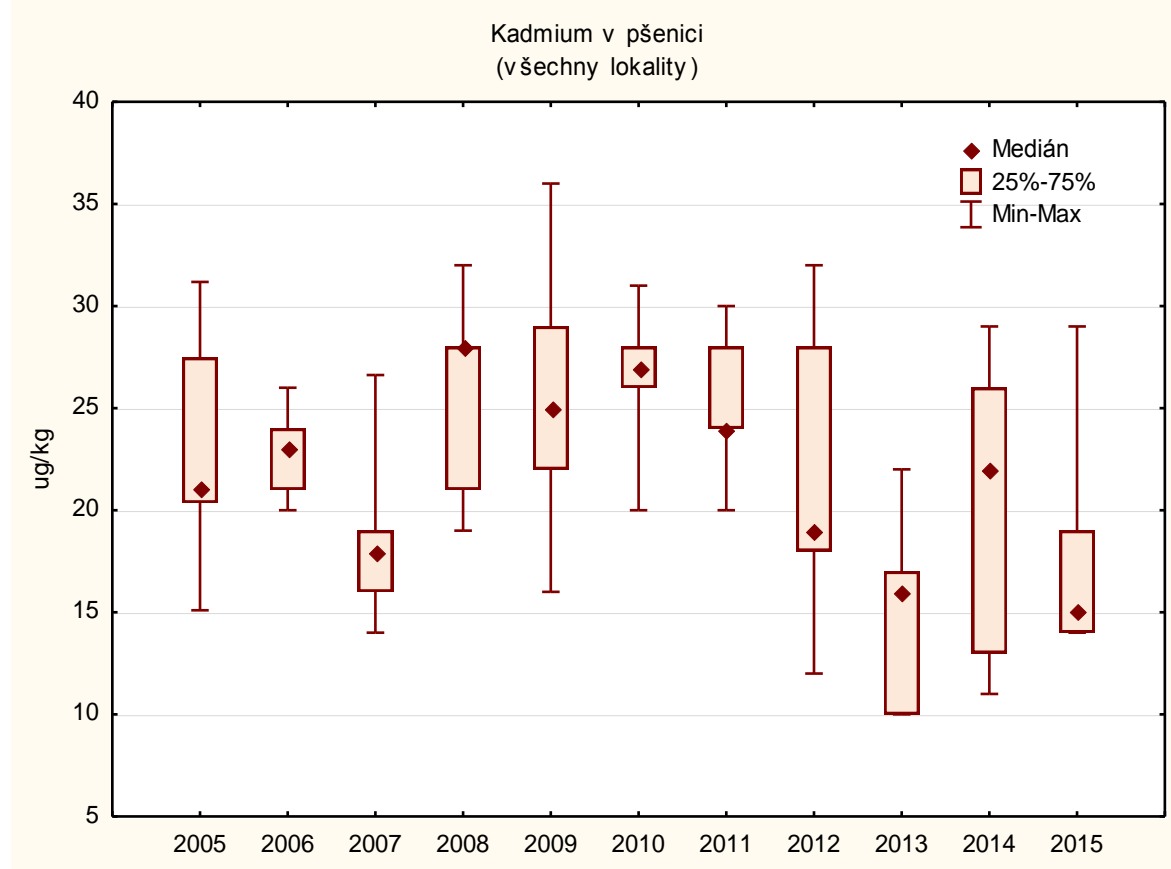
**Obrázek 26:** Obsahy PAU-8 v jablkách - porovnání sezon a lokalit



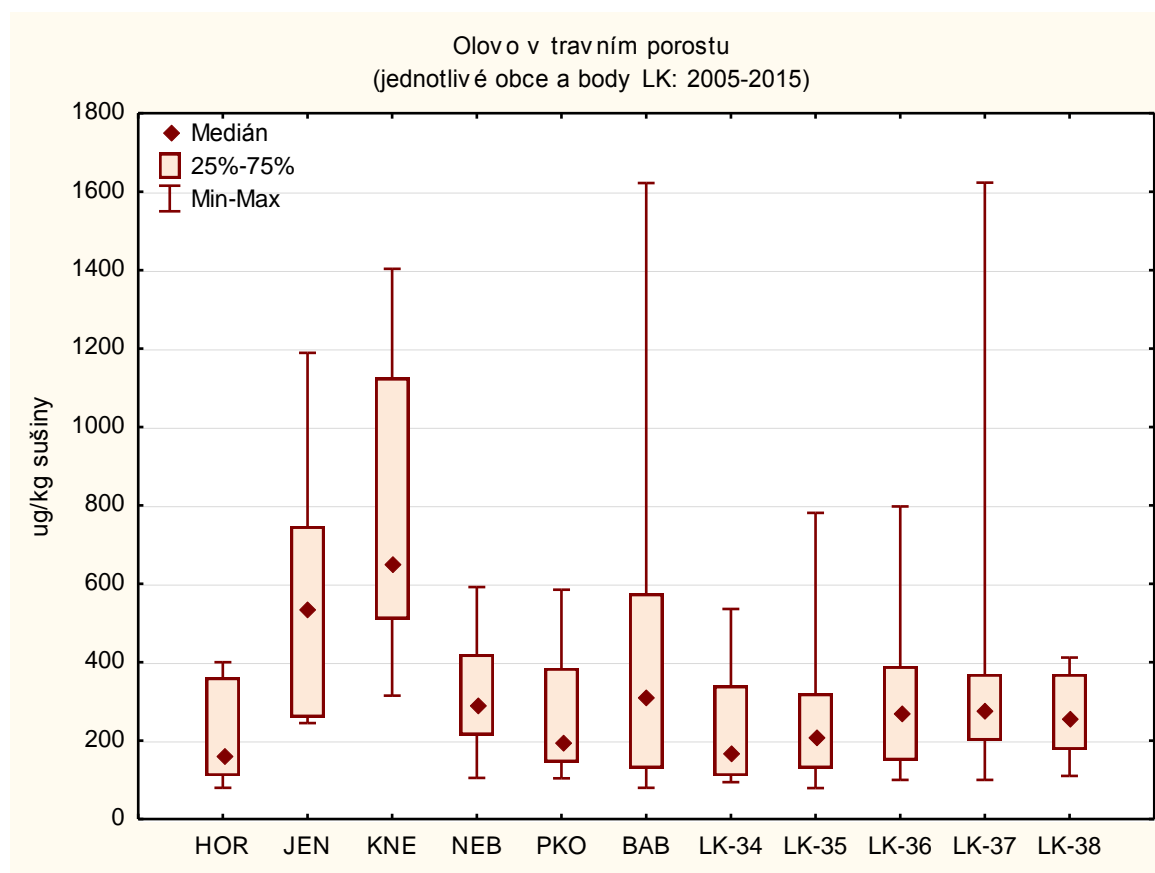
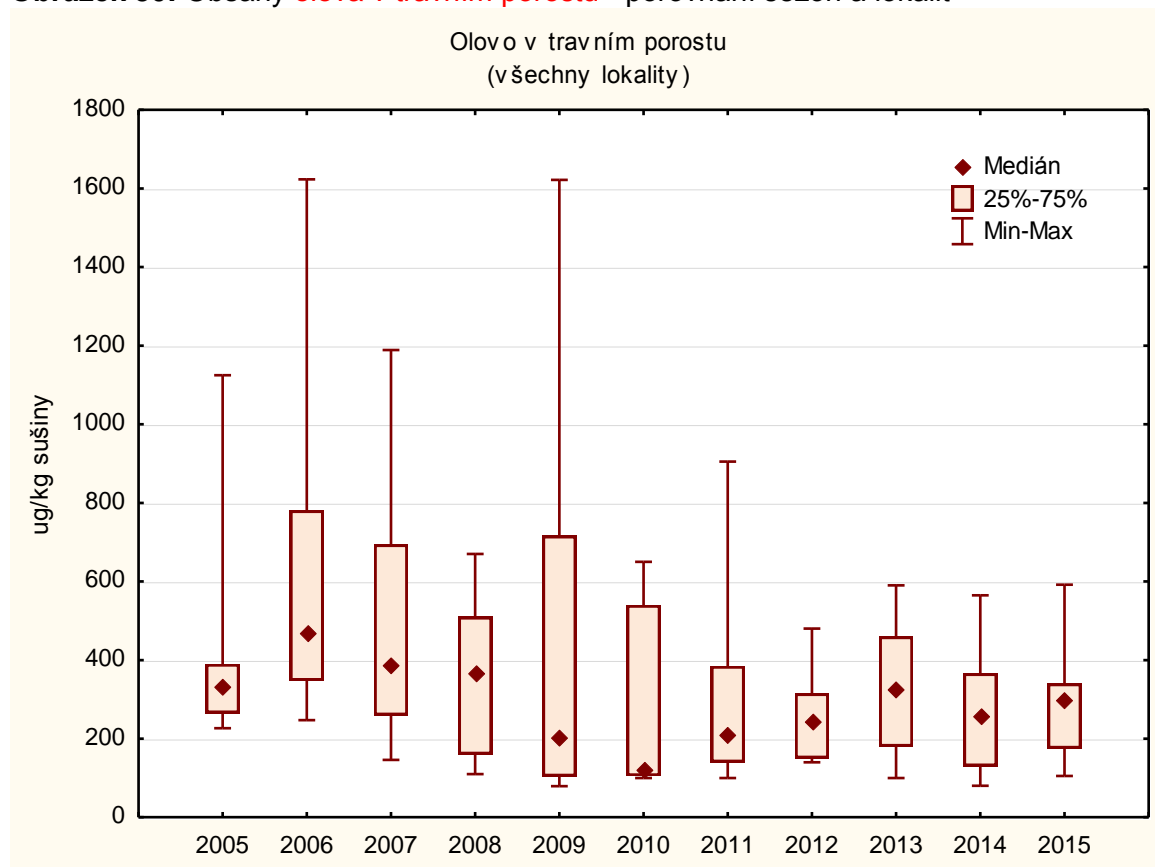
**Obrázek 28:** Obsahy PAU-8 v travním porostu - porovnání sezon a lokalit



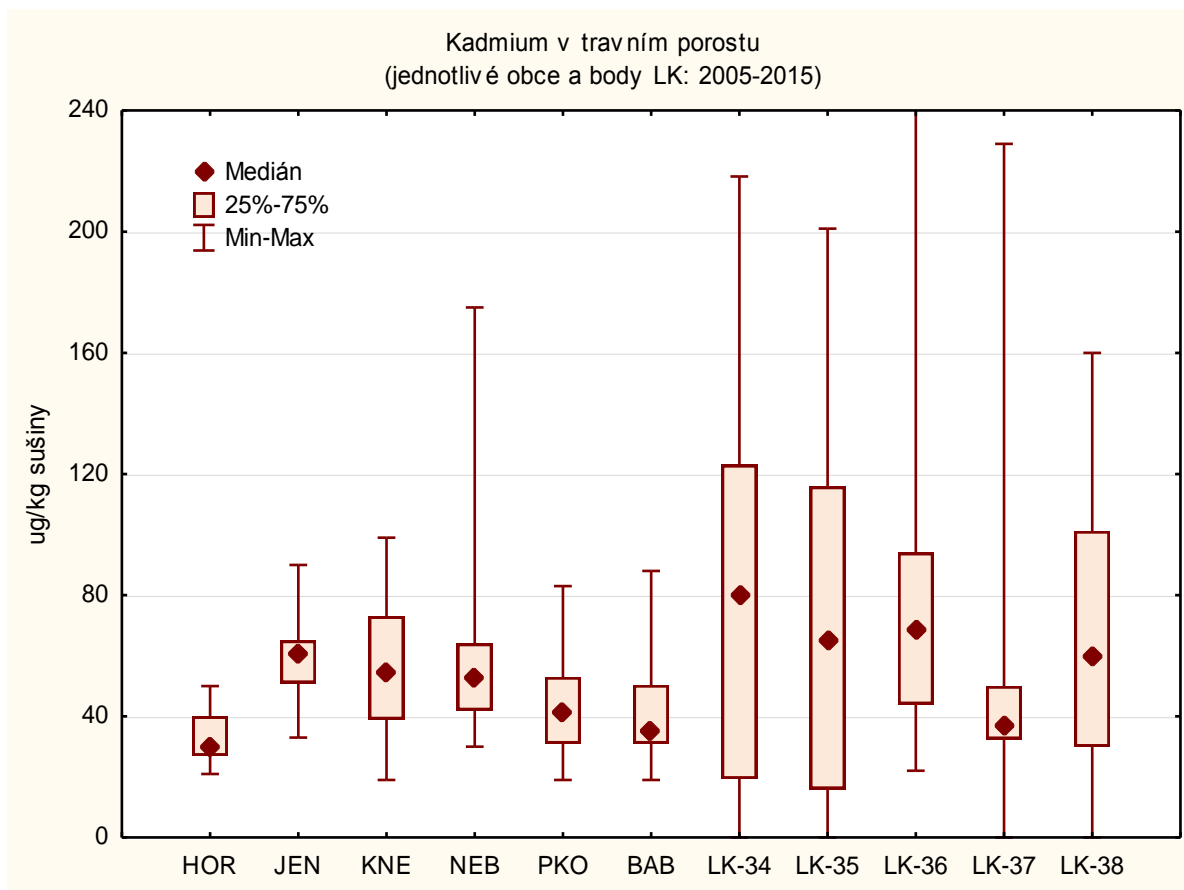
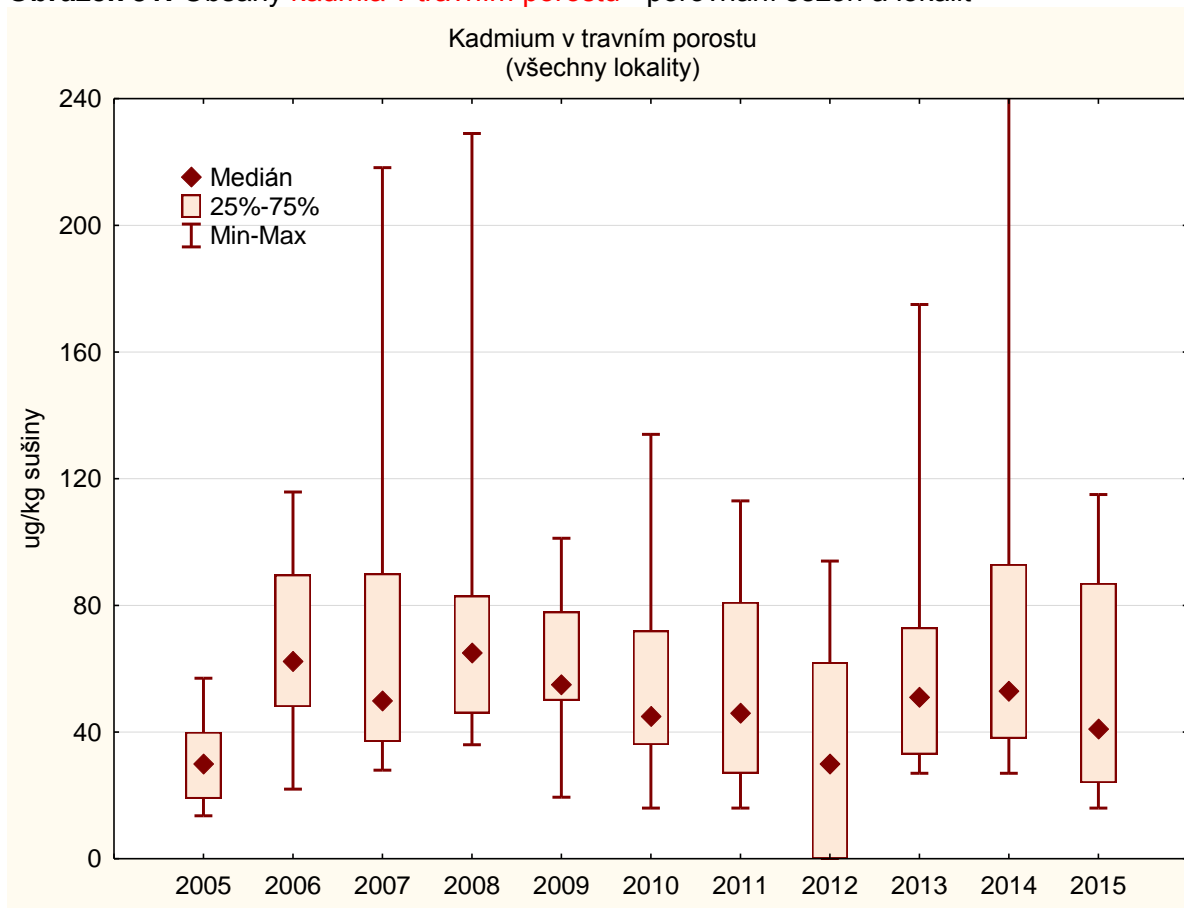
**Obrázek 29:** Obsahy **kadmia v pšenici** (zrno ve sklizňové zralosti) - porovnání sezon a lokalit



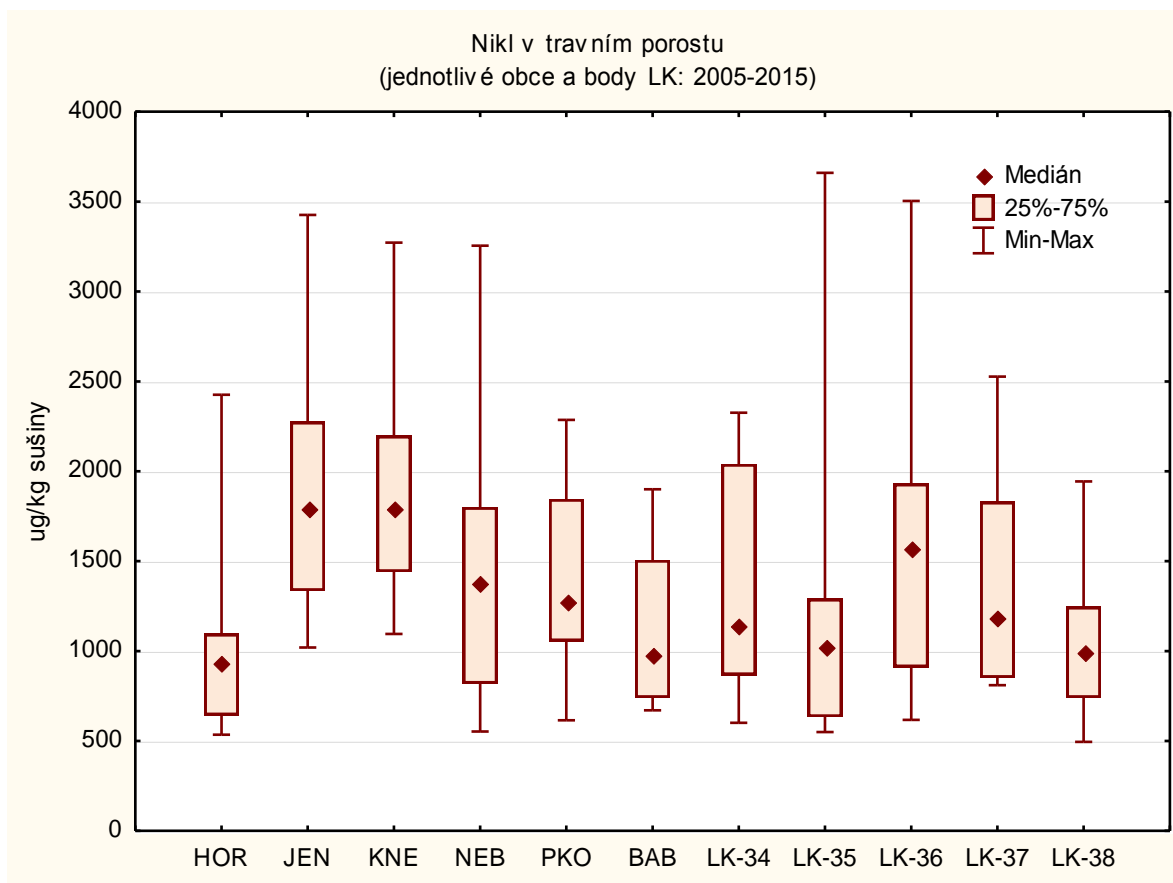
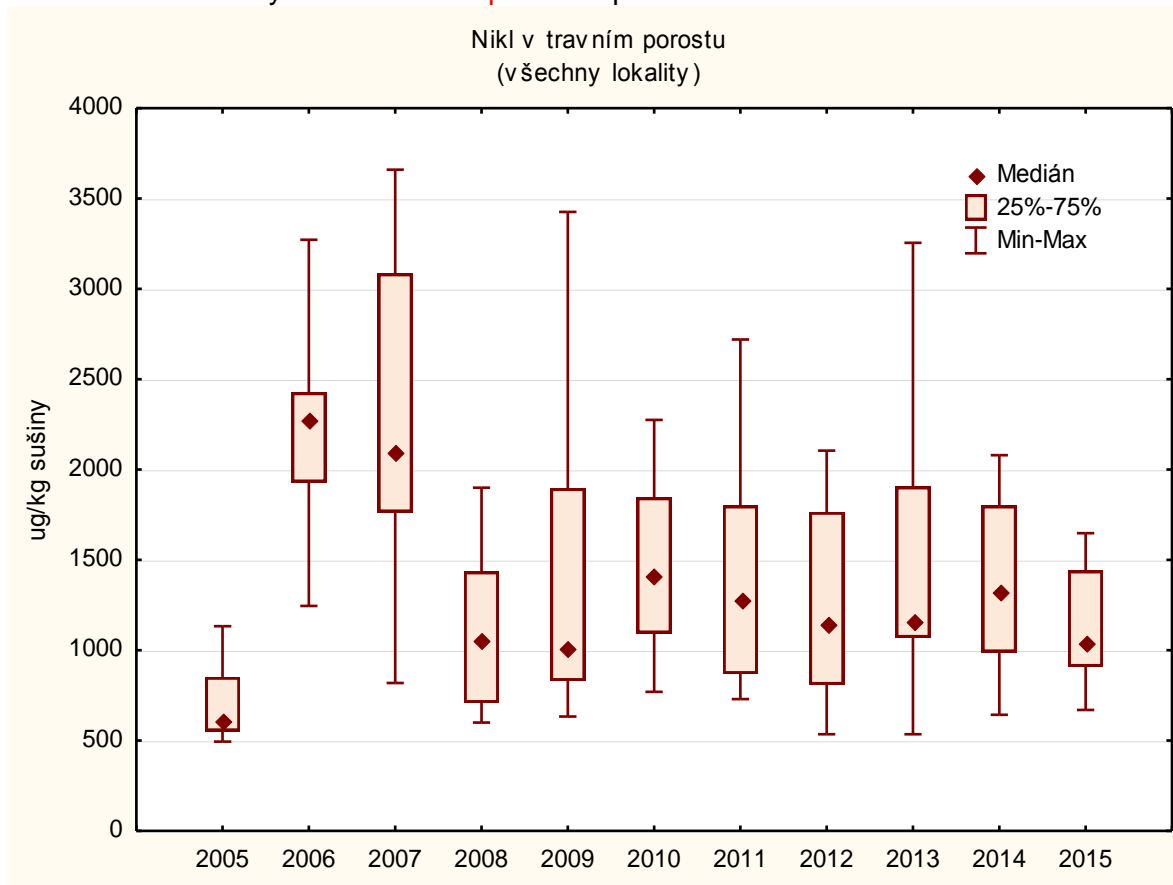
**Obrázek 30:** Obsahy olova v travním porostu - porovnání sezon a lokalit



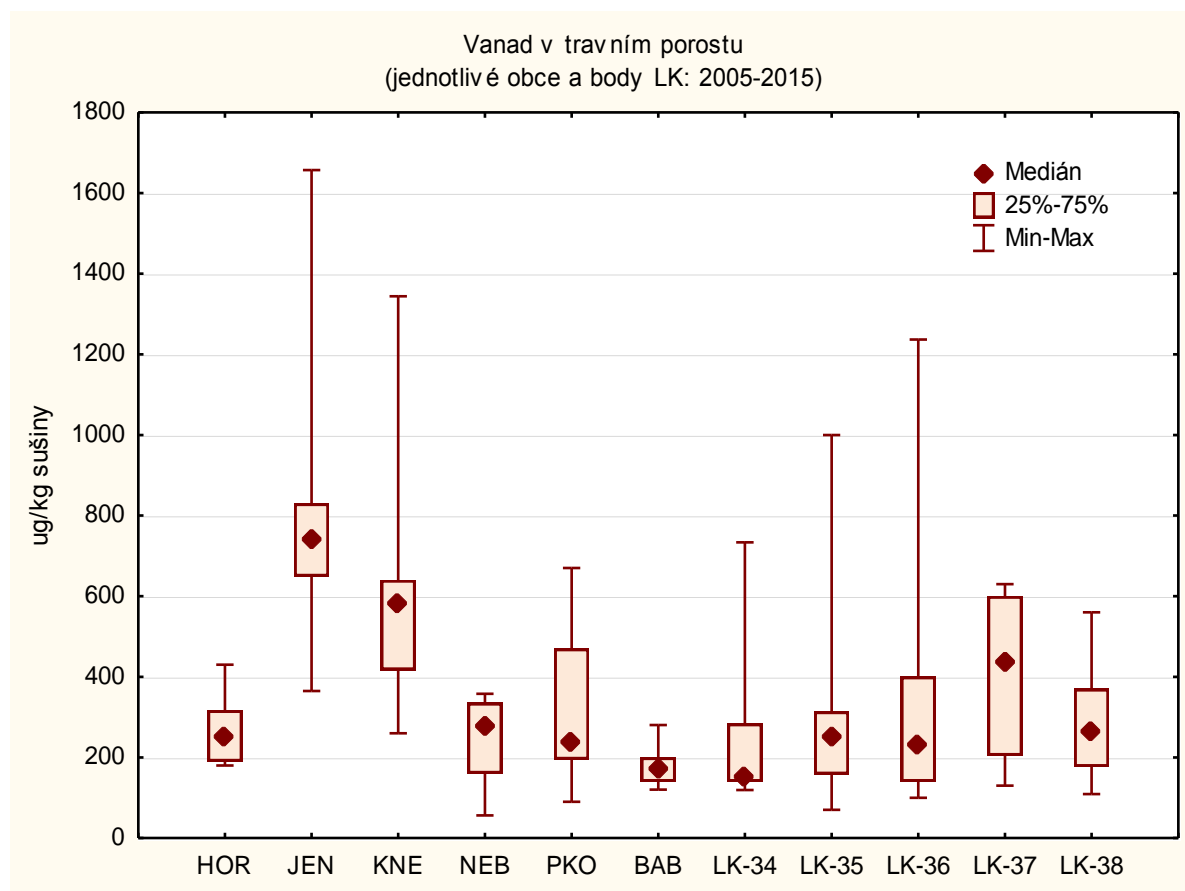
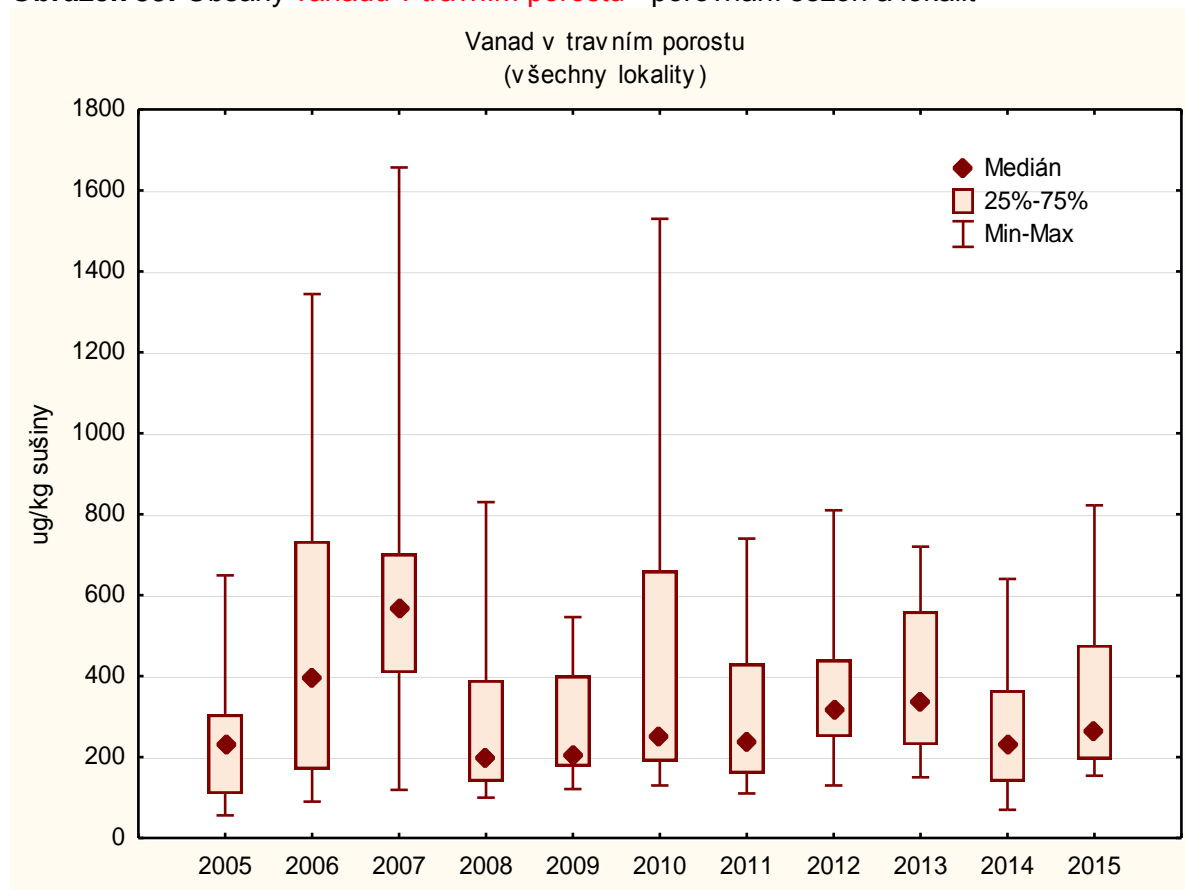
**Obrázek 31:** Obsahy **kadmia v travním porostu** - porovnání sezon a lokalit



**Obrázek 32:** Obsahy niklu v travním porostu - porovnání sezon a lokalit



**Obrázek 33:** Obsahy vanadu v travním porostu - porovnání sezon a lokalit



**Obrázek 34:** Obsahy stopových prvků v travním porostu 2015 – Analýza hlavních komponent (PCA –principal component analysis): největší podobnost se vzorky odebranými z letištní plochy jeví vzorky z Kněževsi a Jenče, nejvíce se odlišují vzorky z Nebušic a Horoměřic.

