

**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**  
**(2005-2013)**

<i>Smlouva č.:</i>	ev. č. 436 99 065 z 1.9. 2005 a dodatek č. 1 z června 2008 (č. VŠCHT 323 61 3039)
<i>Zahájení projektu:</i>	15.07. 2005
<i>Zpráva za období:</i>	<b>01.01. 2012 - 31.10. 2013</b>
<i>Vydána dne:</i>	20.11. 2013
<i>Zadavatel:</i>	<b>Letiště Praha, a. s.</b>
<i>Pracoviště:</i>	<b>Vysoká škola chemicko-technologická v Praze</b> <b>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. Michala Slováková, Ing. Jaromír Hradecký

---

## 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.....	9
1.	Hladiny polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU).....	9
2.	Koncentrace toxických (těžkých) kovů.....	17
3.	Těkavé aromatické uhlovodíky (BTEX) a markery zbytků leteckého paliva.....	30
IV.	Závěry studie 2005 – 2013.....	44
V.	Použité literární zdroje.....	45
VI.	Seznam zkratk.....	46
VII.	Přílohy.....	48

### 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 – 2013 (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 - 2013 (*elektronicky v Excelovém formátu*)

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

## I. Cíl monitoringu

**Cílem monitoringu je zhodnocení potenciálního vlivu mezinárodního letiště Václava Havla Praha - Ruzyně (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** (viz <http://www.vscht.cz/homepage/zamery/akl>). Poslední akreditační dozor proběhl v květnu 2013. 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. Pracovníci Ústavu řeší mimo jiné řadu národních a evropských projektů týkajících se rozvoje analytické kontroly přírodních toxinů, pesticidů a organických polutantů. Ústav spolupracuje s řadou vědeckých institucí v Evropě a USA ale i s referenčními laboratořemi EU a laboratořemi pověřenými úředními kontrolami potravin a krmiv, např. Státní zemědělské a potravinářské inspekce a Státního veterinárního ústavu v Praze.*

### 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. Od roku 2008 byl plán vzorkování na žádost zadavatele rozšířen o další lokalitu (BAB), která zahrnuje úzký pás od zříceniny na Babě přes Hanspaulku až k severnímu okraji Červeného vrchu (bývalá Aritma Vokovice).

Pro samotné odběry vzorků jsou k dispozici podrobné standardizované postupy vzorkování jednotlivých materiálů, včetně meteorologických podmínek a podmínek pro přepravu a uchování vzorků. Jednotlivé typy vzorků jsou pro přehlednost označovány třímístnými kódy, jejichž přehled je uveden v [seznamu zkratk](#).

Stanovený plán vzorkování a odběrové postupy byly v praxi dodrženy a nebyly zaznamenány žádné významnější odchylky. Byly odebrány prakticky všechny plánované vzorky v počtu stanoveném pro jednotlivé lokality.

Výběr druhu vzorků, lokalit a cílových látek (škodlivin) byl předmětem vstupní dokumentace v [Příloze 2](#). Analýzy těkavých látek byly na základě aktuálních výsledků od roku 2007 doplněny o kvantitativní stanovení skupiny látek označovaných jako BTEX (benzen, toluen, ethylbenzen, xylen). Navíc byl též proveden necílový screening obdobných těkavých látek, které by potenciálně mohly indikovat stopy leteckého paliva pronikajícího do ekosystému.

Jako tzv. kontrolní lokalita byla v roce 2013 (stejně jako v letech 2011 a 2012) zvolena oblast Ondřejova, kde je přímý vliv letecké dopravy jen velmi omezený.

V **Příloze 3a a 3b** je přehled meteorologických údajů ve vzorkovacích sezonách 2005 až 2013 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).

Červenec 2013 byl v průměru suchý - srážkový úhrn 50 mm - oproti předchozím letům 2010 až 2012, kdy úhrny byly 2-3 x vyšší. Průměrné teploty do doby odběru vzorků byly v posledních 4 letech víceméně srovnatelné, celková doba slunečního svitu byla nadprůměrná (307 hodin). Směr větru byl v červenci 2013 spíše severní, převážně 320-040, zpravidla do 5 m/s.

Srpen 2013 se vyznačoval mírně nadprůměrným množstvím srážek (srpnový úhrn letos činil 142 mm). V prostoru LKPR byl v srpnu 2013 zaznamenán vítr většinou do 5 m/s, převážně od západu nebo východu, jižní nebo severní směr větru byl málo častý.

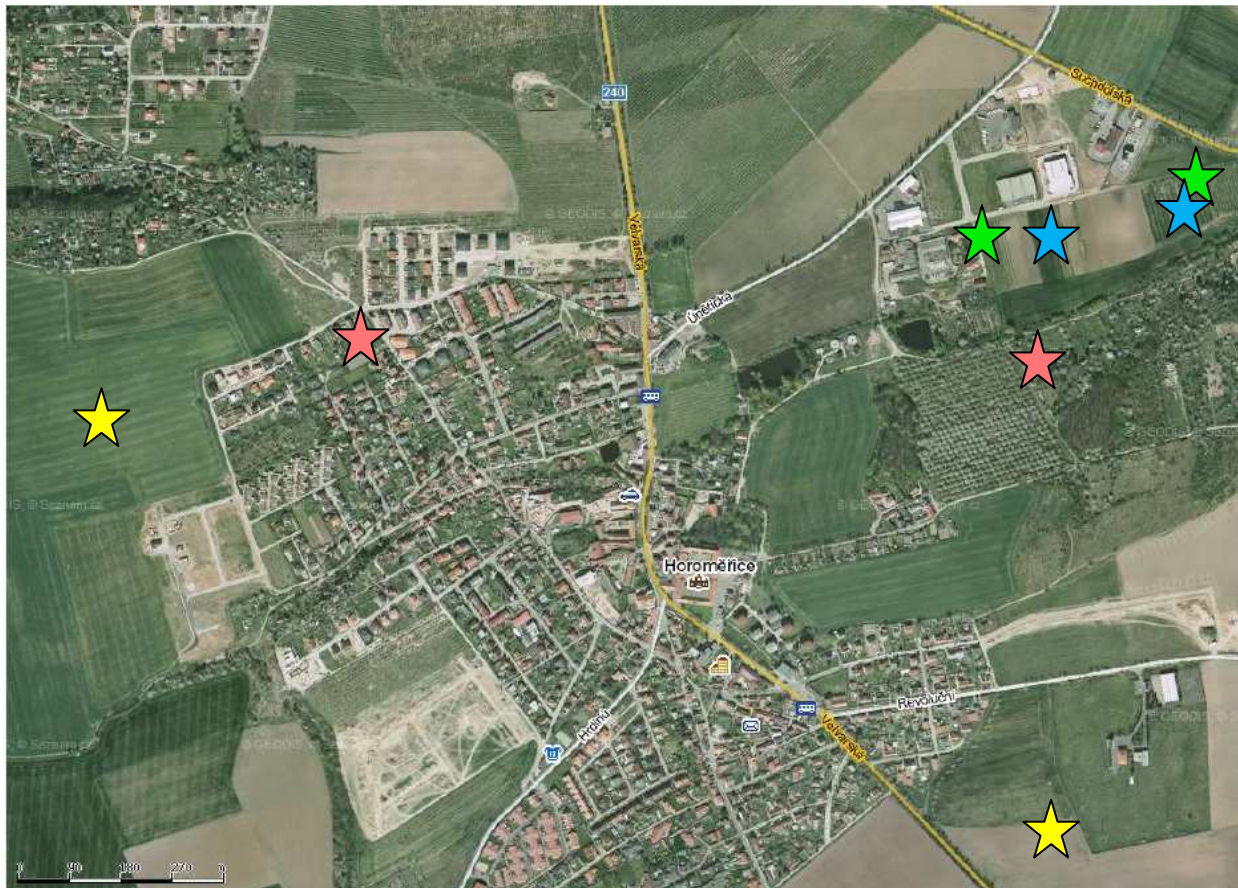
Jako nejpodstatnější změna se letos jeví dlouhodobá intenzivní stavební činnost na RWY 06/24 a s tím též spojený intenzivní provoz na RWY 30.

Rozmístění vzorkovaných lokalit je zřejmé z **Obrázků 1a až 1g**. U jednotlivých odběrních 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 plné kódy lokalit sestávají z pořadového čísla odběrního bodu a zkratky obce – viz [Seznam zkratek](#). V jednotlivých letech se lokalizace odběrových míst 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.

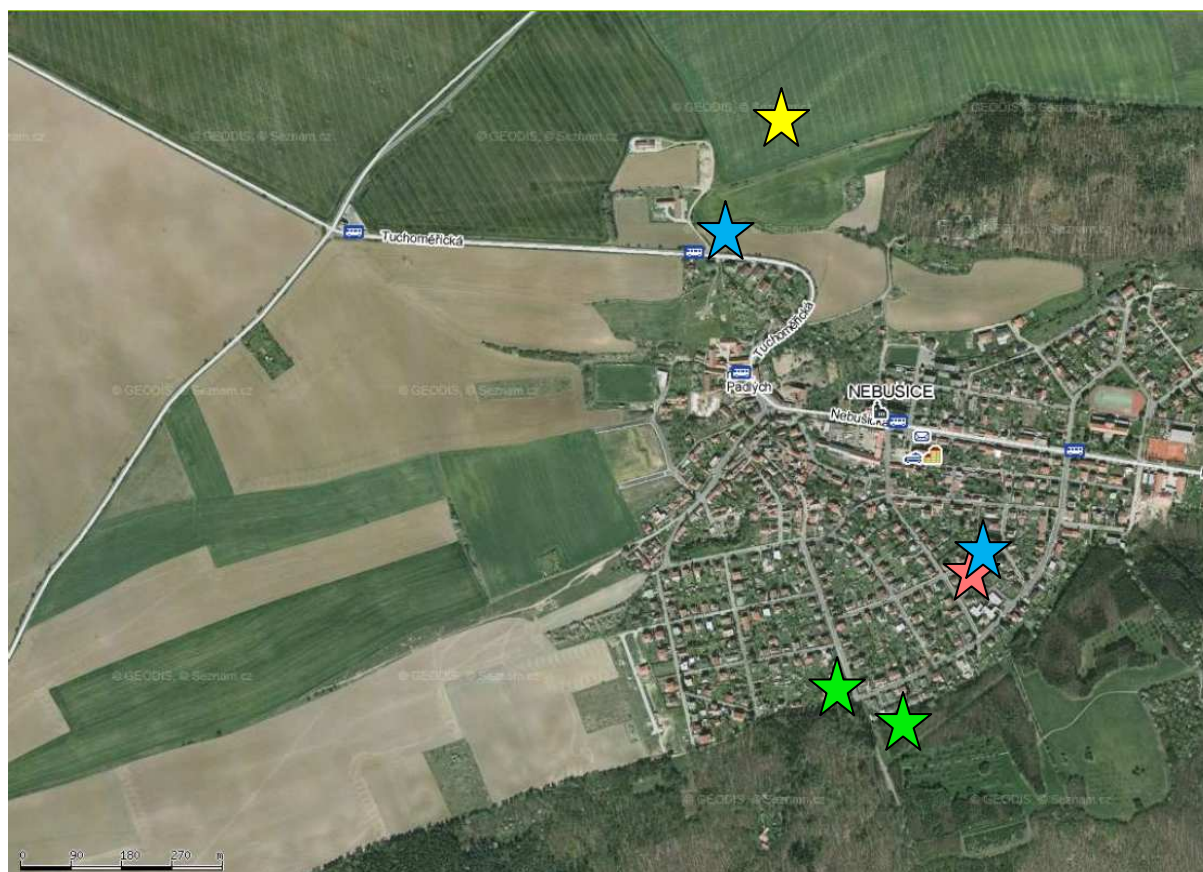
K největším změnám došlo v lokalitě Horoměřice, kde byly zrušeny a postupně vykáceny původní sady s jablky (2012 - 2013) a v roce 2013 byly zcela zrušeny též do té doby systematicky monitorované pozemky s jahodami. Byly proto odebrány náhradní vzorky v jiných bodech.

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.



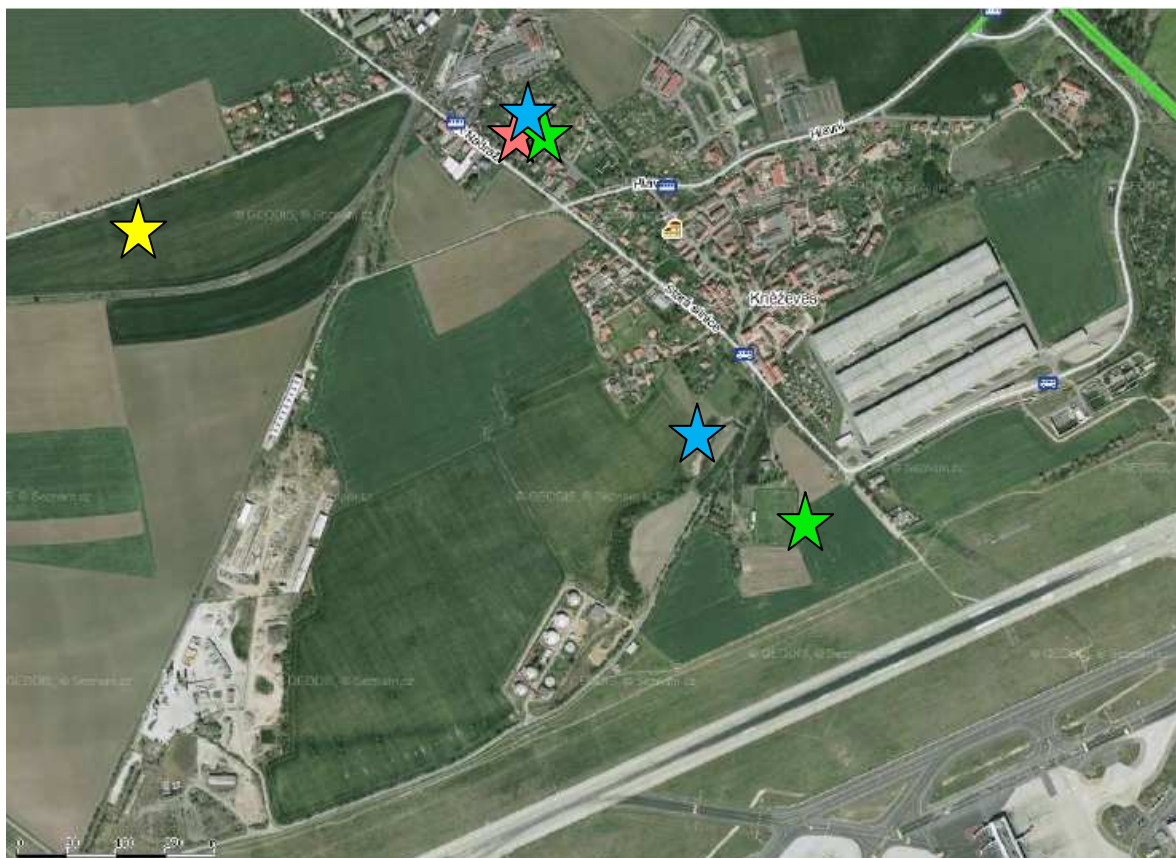
**Obrázek 1a:** Orientační mapa odběru vzorků v **Horoměřicích**; přesná lokalizace viz [Příloha 5](#)).  
Vysvětlivky: žlutá- pšenice; modrá- jablka; zelená – travní porost; červená – listy jahodníku.



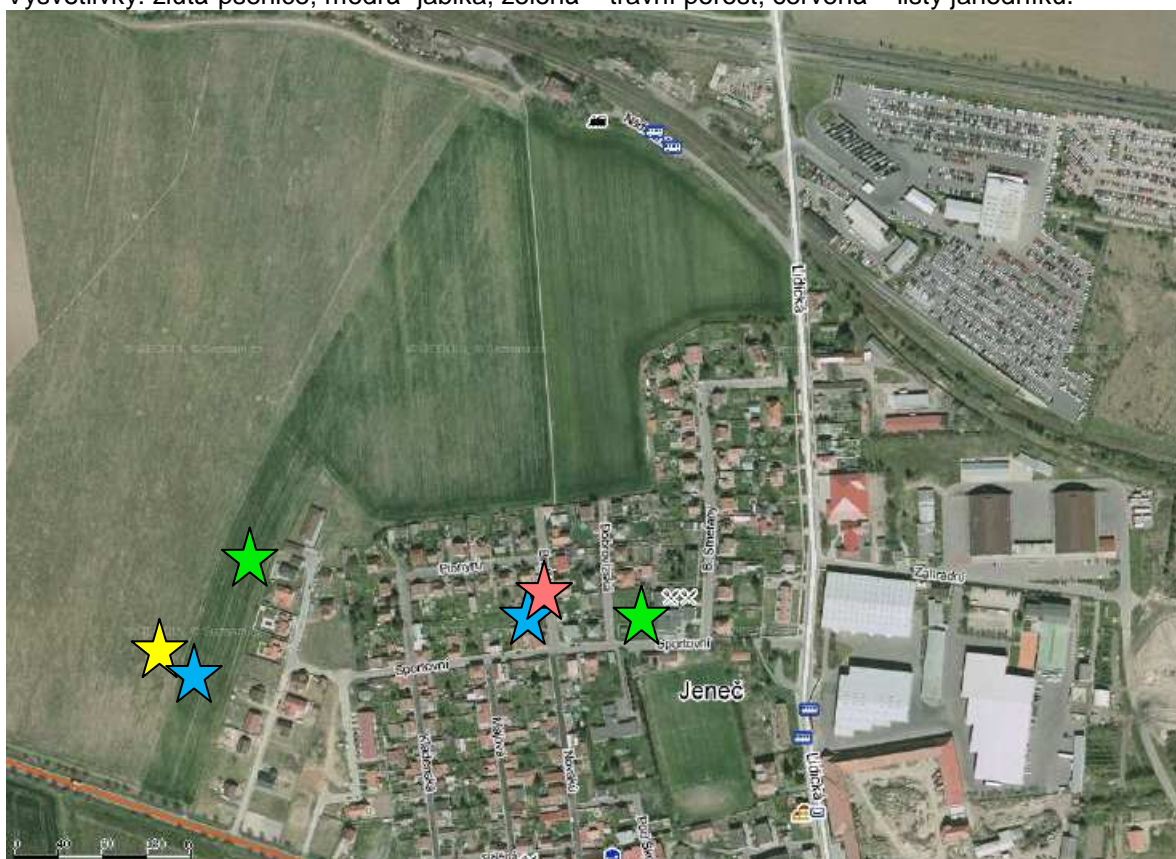
**Obrázek 1b:** Orientační mapa odběru vzorků v **Nebušicích**; přesná lokalizace viz [Příloha 5](#).  
Vysvětlivky: žlutá- pšenice; modrá- jablka; zelená – travní porost; červená – listy jahodníku.



**Obrázek 1c:** Orientační mapa odběru - **Přední Kopanina**; přesná lokalizace viz [Příloha 5](#).  
Vysvětlivky: žlutá- pšenice; modrá- jablka; zelená – travní porost; červená – listy jahodníku.

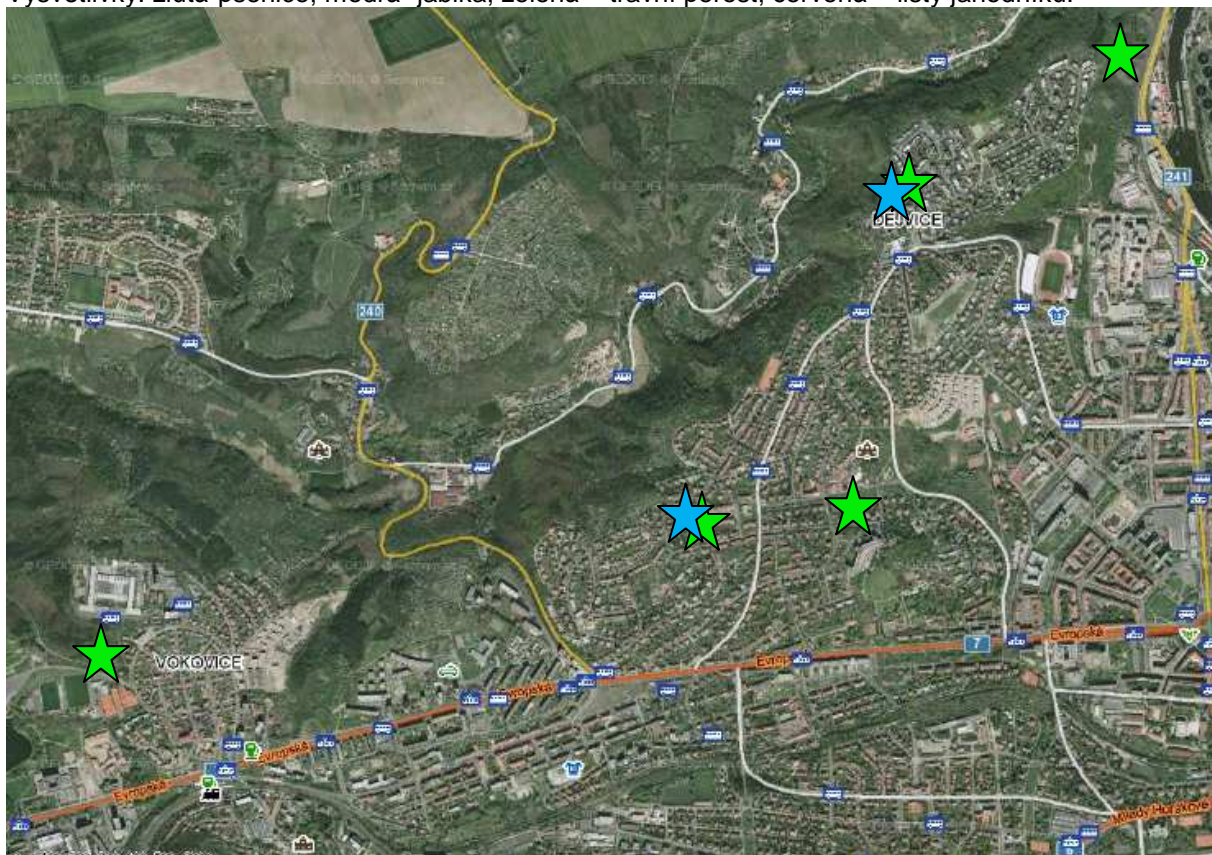


**Obrázek 1d:** Orientační mapa odběru - Kněžves; přesná lokalizace viz [Příloha 5](#).  
Vysvětlivky: žlutá- pšenice; modrá- jablka; zelená – travní porost; červená – listy jahodníku.



**Obrázek 1e:** Orientační mapa odběru - Jeneč; přesná lokalizace viz [Příloha 5](#).

Vysvětlivky: žlutá- pšenice; modrá- jablka; zelená – travní porost; červená – listy jahodníku.



**Obrázek 1f:** Orientační mapa odběru – Baba-Hanspaulka-Č.vrch; přesná lokalizace viz [Příloha 5](#).  
Vysvětlivky: modrá- jablka; zelená – travní porost



**Obrázek 1g:** Orientační mapa odběru – areál Letiště Praha; 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.**

#### 1. Hladiny polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU)

Vyšetření vzorků jablek, listů jahodníku, 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. 389/2012) jako zkušební metoda KM 08: Polycyklické aromatické uhlovodíky. Tato metoda je akreditována pro 12 PAU z dosud prioritně sledovaných v životním prostředí (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 gelové permeační chromatografie (GPC). 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 ke 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]fluranten, Benzo[k]fluranthen, Benzo[a]pyren, Benzo[g,h,i]perylene, Dibenzo[a,h]anthracen a Indeno[1,2,3-cd]pyren

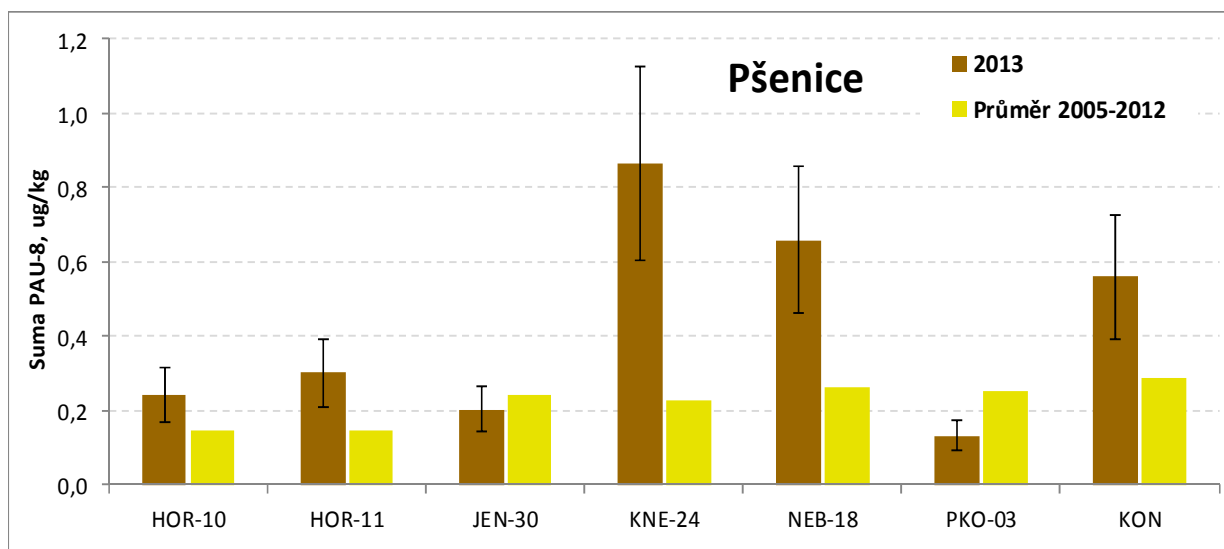
Podtržené sloučeniny se počítají do tzv. sumy **PAU-4**, která je v některých potravinách od roku 2012 dokonce limitována nařízením 1881/2006/ES. Nejpřísnější je limit pro cereální a mléčnou výživu určenou pro kojeneckou a dětskou výživu: 1 µg/kg PAU-4. Tento limit nepřekročil žádný ze vzorků pšenice, u jablek přesáhl tuto hodnotu v roce 2013 vzorek jablek **PKO-301** (1,27 µg/kg PAU-4). Pro travní porost nebo listy jahodníku žádné takové porovnání neexistuje.

#### 1.1 Výsledky a diskuse nálezů PAU

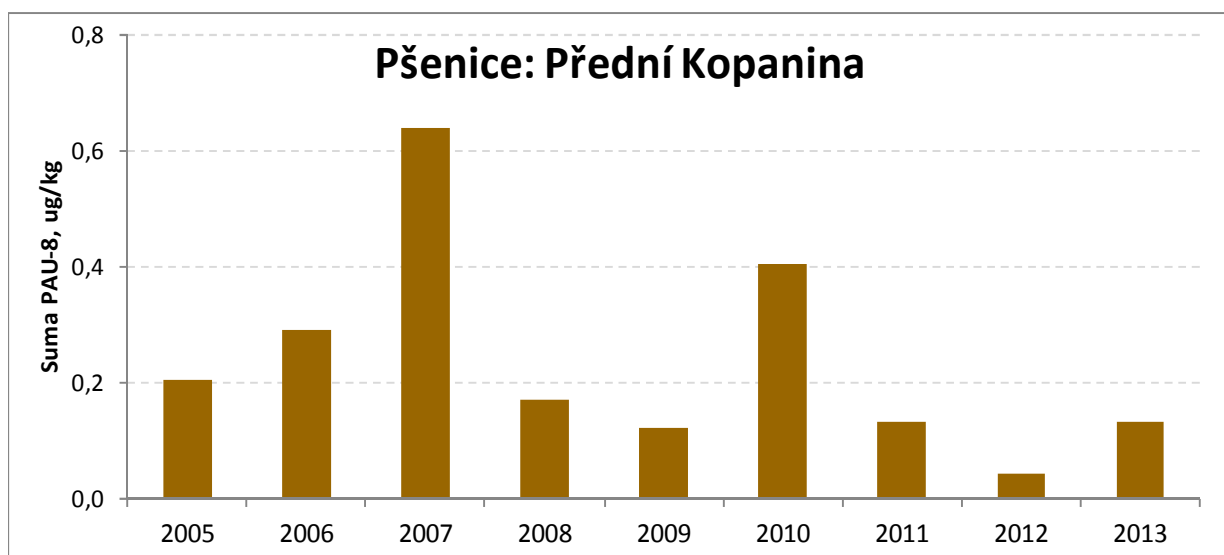
##### Pšenice

Nálezy PAU zjištěné v roce 2013 byly ve většině lokalit poněkud vyšší ve srovnání s předchozími roky (2005-2012) což mohlo být značně podpořeno poměrně suchým počasím trvajícím tři červencové dny 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 Kněžves a Nebušice, zátěž Přední Kopaniny a Jenče PAU byla v tomto ohledu letos oproti průměrům snížena.

Na **Obrázku 3** je dokumentována meziroční variabilita hladin PAU v pšenici v lokalitě Přední Kopanina. Jak je z tohoto obrázku patrné dochází meziročně k výrazné variabilitě hladin PAU v závislosti na okamžitých meteorologických podmínkách ale též při zohlednění skutečnosti, že odběrní body pro pšenici se každoročně mění (rotace plodin). V posledních třech letech se hladiny PAU v pšenici z Přední Kopaniny jeví jako ustálené na nízké úrovni. Celkově ve sledovaných lokalitách hladiny PAU odpovídají hodnotám zjištěným jinými publikovanými studii [2, 3] pro jiné oblasti ČR s víceméně průměrnou zátěží PAU. Důvod pro zvýšenou zátěž pšenice v lokalitě Nebušic nejsou známy, zatímco v Kněževsi jde nepochybně o vliv intenzivní nákladní automobilové dopravy a stavebních strojů, kde byla při odběrech zaznamenána také extrémní prašnost. Poněkud vyšší jsou ale i nálezy v kontrolní lokalitě neovlivněné provozem letiště.



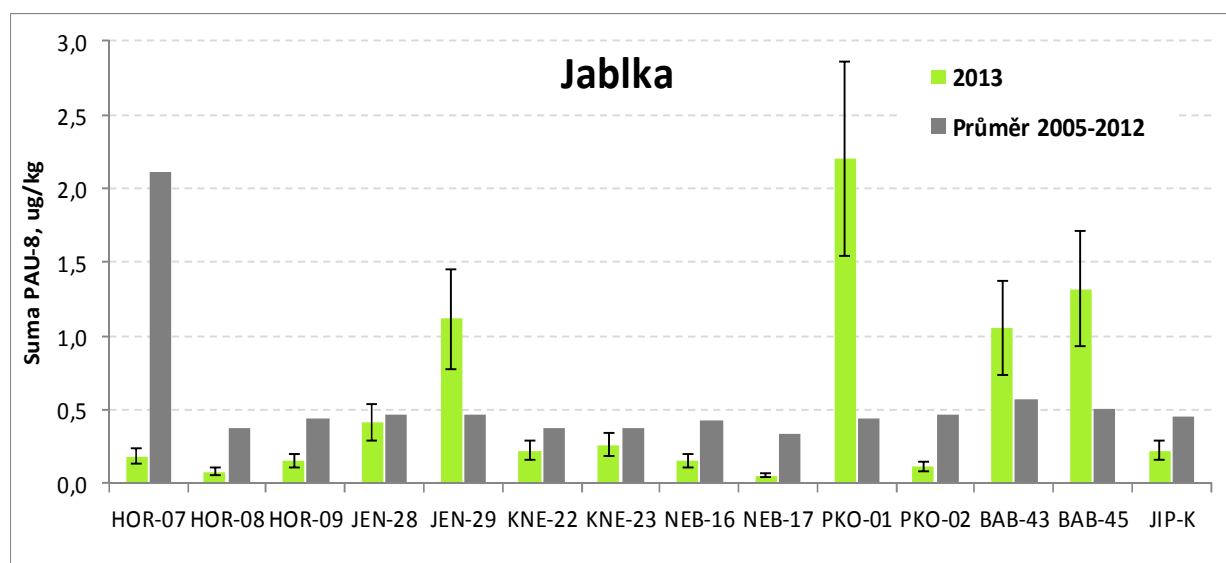
**Obrázek 2** Celkový obsah PAU (suma PAU-8) v pšenici



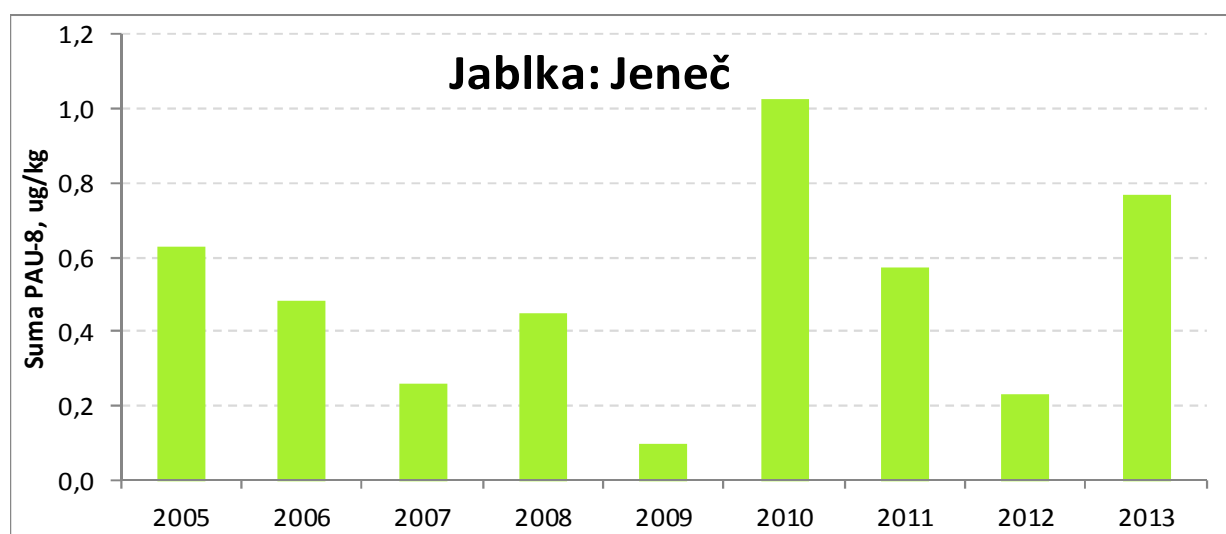
**Obrázek 3** Celkový obsah PAU (suma PAU-8) v pšenici v lokalitě Přední Kopanina

## Jablka

Hodnoty nálezů PAU zjištěné v roce 2013 jsou v řadě lokalit opět nižší nežli průměr z předchozích let (viz **Obrázek 4**). Významné zvýšení sumy PAU-8 bylo zaznamenáno pouze v Přední Kopanině a v Jenči. V obou případech to může být ovlivněno skutečností, že jeden z bodů lokality musel být z důvodu dostupnosti posunut do místa, kde jsou pravděpodobně podstatně horší rozptylové podmínky a větší vliv automobilové dopravy. *Tak např. v Přední Kopanině byly vzorky letos odebrány z jabloně v údolí Kopaninského potoka, nikoli z místa ležícího nad údolím na volném prostranství jako obvykle.* Dostupnost porovnatelných zdravých jablek se od roku 2005 podstatně zhoršila a odběrní body musí být posunovány, případně jsou využita jablka nezralá, deformovaná a různé velikosti. Zvětšující se rozdíly v morfologii a složení povrchů velmi znesnadňuje interpretaci pozorovaných změn a rozdílů v koncentraci PAU. Přes velké rozdíly mezi jednotlivými vzorky, pouze vzorek zmíněných jablek PKO-301 mírně přesahuje úroveň nejpřísnějšího limitu 1 µg/kg sumy PAU-4, který stanovuje nařízení 1881/2006/ES pro dětskou a kojeneckou výživu. *Po omytí jablek by pravděpodobně vyhověl i tento vzorek.*



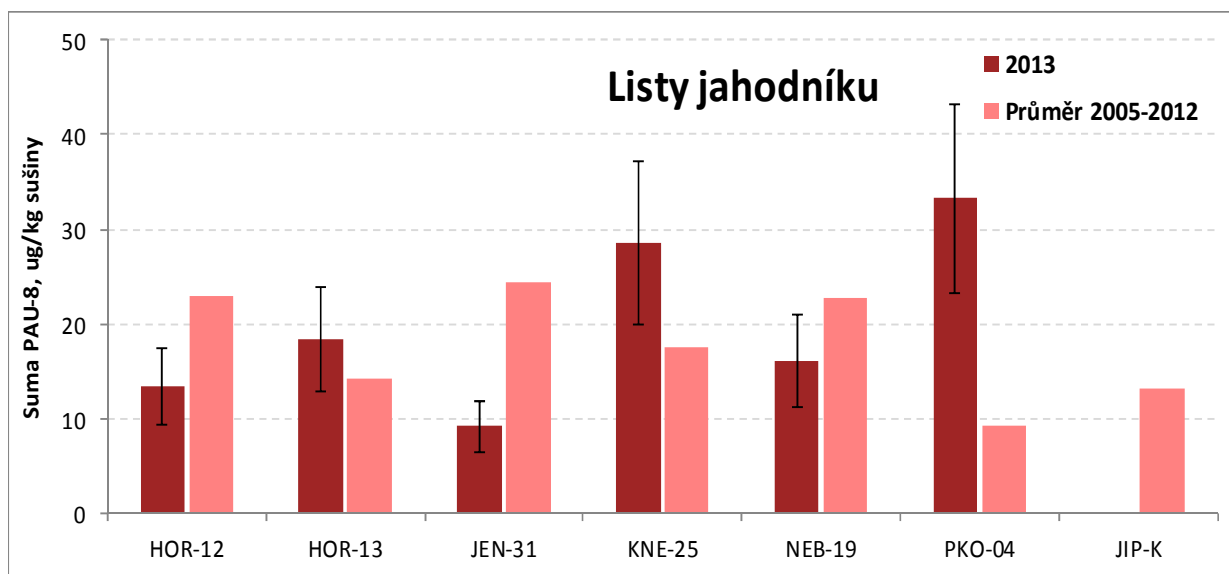
Obrázek 4 Celkový obsah PAU (suma PAU-8) v jablkách.



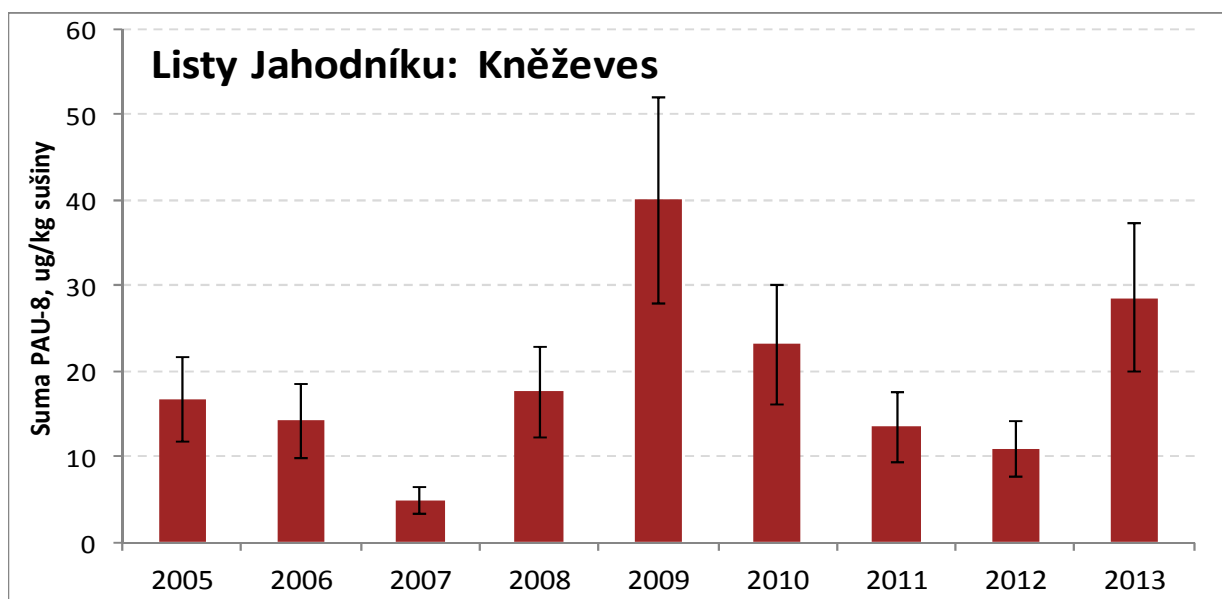
Obrázek 5 Celkový obsah PAU (suma PAU-8) v jablkách v lokalitě Jeneč (průměry)

## Listy jahodníku

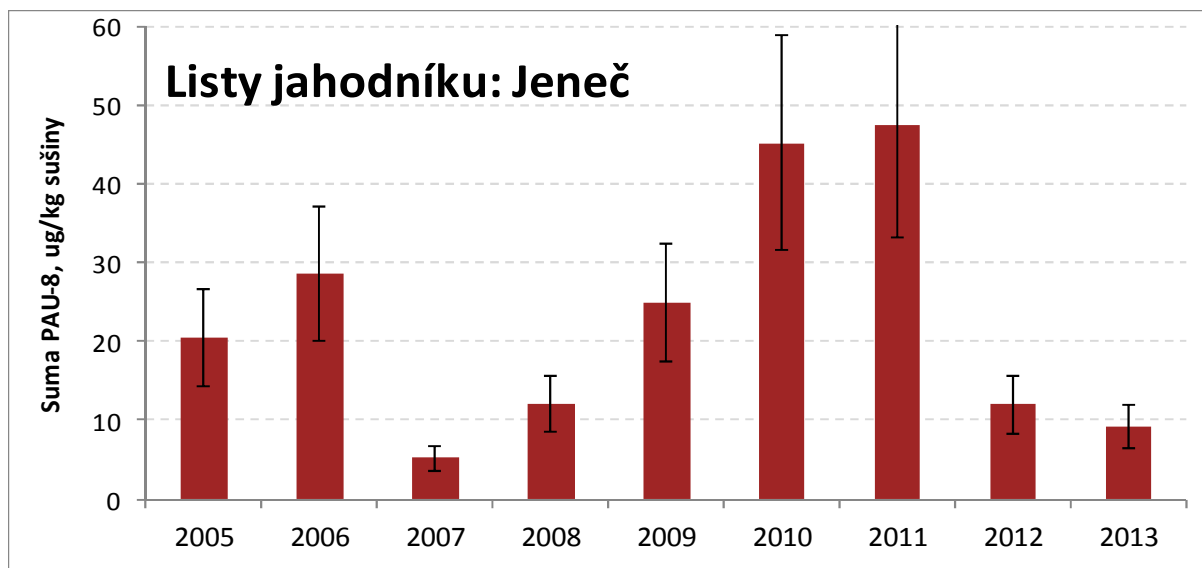
Jak je patrné z **Obrázku 6**, na kterém je zobrazeno porovnání celkového množství PAU nalezených ve vzorcích listu jahodníku v roce 2013 a průměrných hodnot v letech 2005 – 2012, v Kněževesi a Přední Kopanině bylo zjištěno zvýšení hladin PAU-8 oproti předchozím rokům. V případě Kněževesi jsou důvody stejné, jako v případě vyšších nálezů u pšenice (extrémní prašnost a těžká stavební a dopravní technika). Toto je vidět i na **Obrázku 7**, který ukazuje hodnoty nálezů PAU v listech jahodníku v jednotlivých letech pro lokalitu Kněževes. Obrázek 12 pak dokumentuje opačný trend v jinak zatížené lokalitě Jeneč, kde listy jahodníku v roce 2013 byly PAU méně kontaminované (viz **Obrázek 8**). Největší změnou je v Jenči absence leteckého provozu v souvislosti s rekonstrukcí RWY 06/24. Zajímavé ale je, že v Přední Kopanině byla naopak zátěž jahodníku značně vyšší. To může souviset s orografií (údolí potoka) a vlivem intenzivní stavební činnosti na RWY 24 v době vzorkování.



**Obrázek 6** Celkový obsah PAU (suma PAU-8) v listech jahodníku



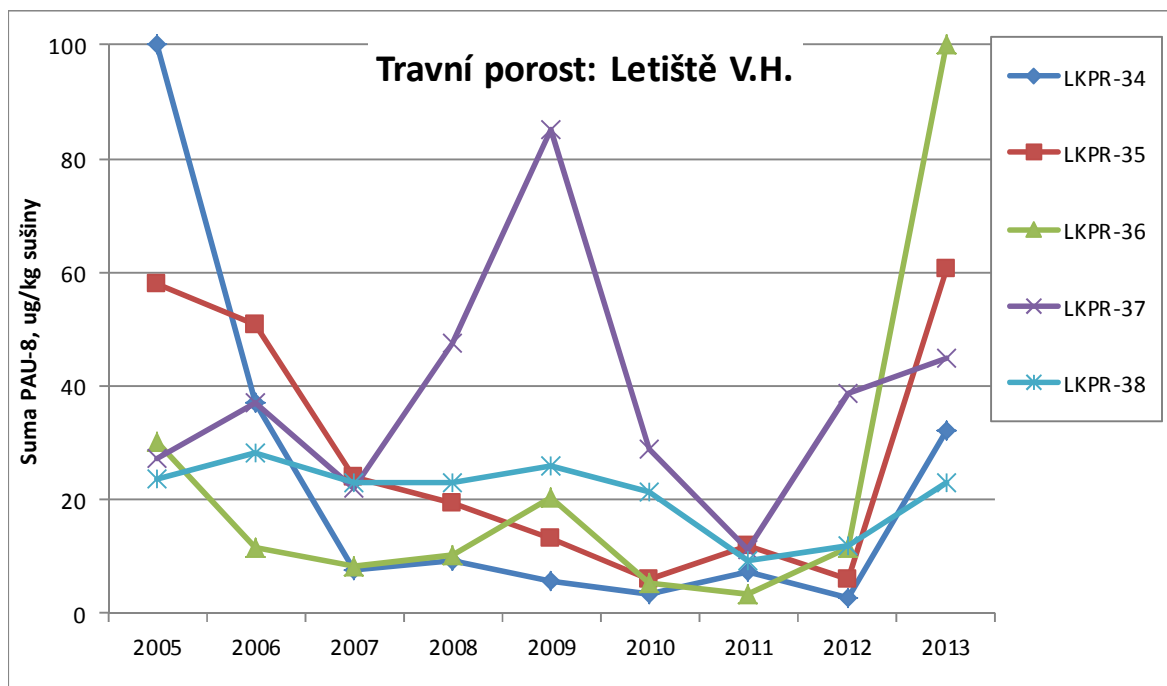
**Obrázek 7** Celkový obsah PAU (suma PAU-8) v listech jahodníku v lokalitě Kněževes (průměry)



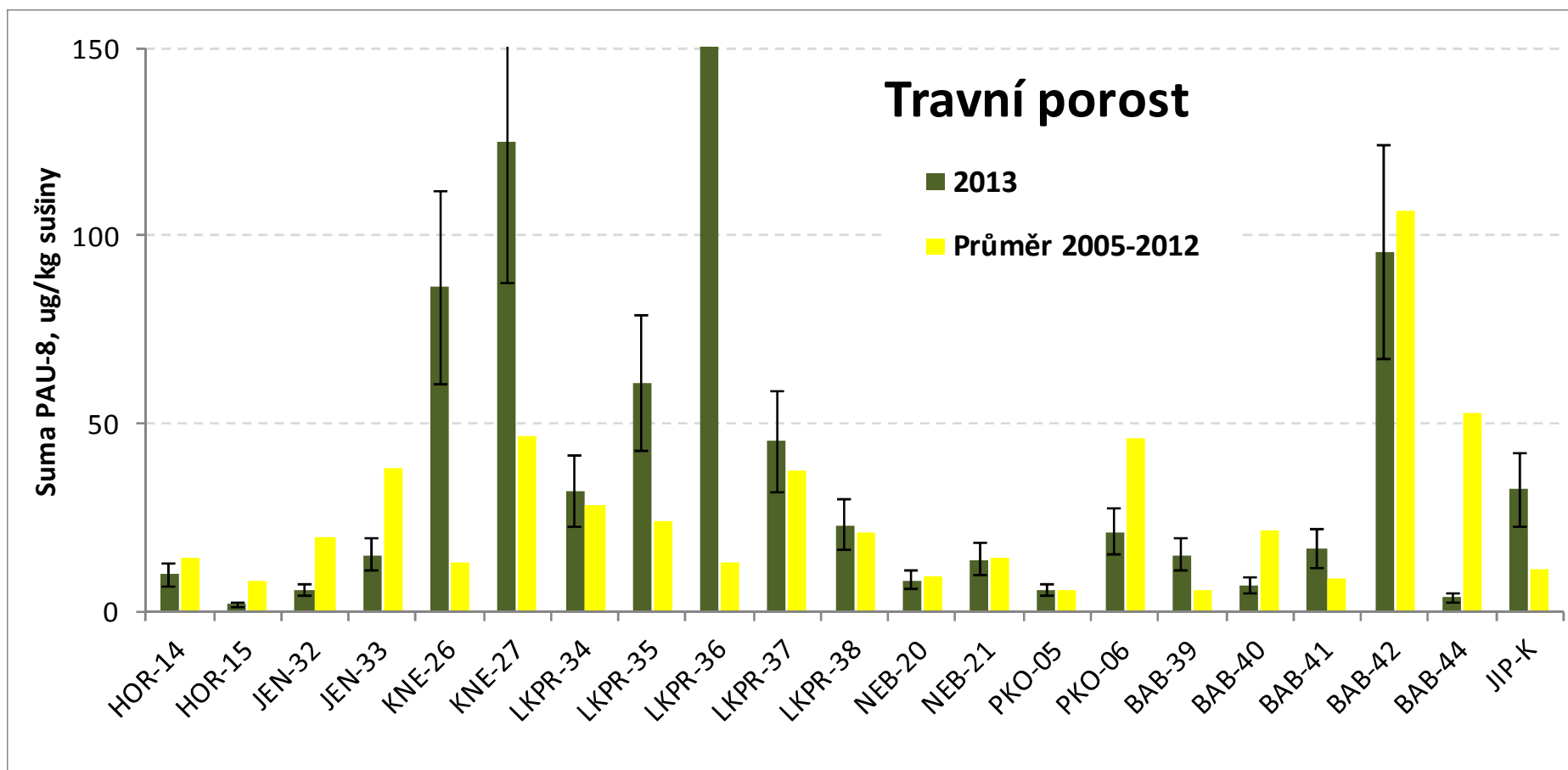
Obrázek 8 Celkový obsah PAU (suma PAU-8) v listech jahodníku v lokalitě Jeneč (průměry)

### Trvalý travní porost

Z porovnání celkového množství PAU nalezeného v trvalém travním porostu v jednotlivých letech (Obrázek 10) vyplývá, že nálezy v roce 2013 jsou oproti dlouhodobým průměrům výrazně zvýšené v lokalitách **Kněžves** a bodech **LKPR-36** a **LKPR-35**. Z Obrázku 9 je ale dobře vidět, že určité zvýšení hladin PAU-8 se týká všech odběrních bodů uvnitř areálu letiště. Extrémní nález PAU-8 v bodě **LKPR-36** by mohl být způsoben bodovým znečištěním trávy např. úkapem technické kapaliny z některého ze stavebních strojů, které se v této rekonstruované části v době vzorkování pohybovaly apod. Není pravděpodobné, že by tato hodnota pro **LKPR-36** reprezentovala průměrnou zátěž celé vzorkované plochy. Nicméně rok 2013 je rokem, kdy průměrná zátěž travního porostu v bodech **LKPR-34** až **LKPR-38** byla vyšší nebo srovnatelná s těmi nejkontaminovanějšími lokalitami z okolních obcí.

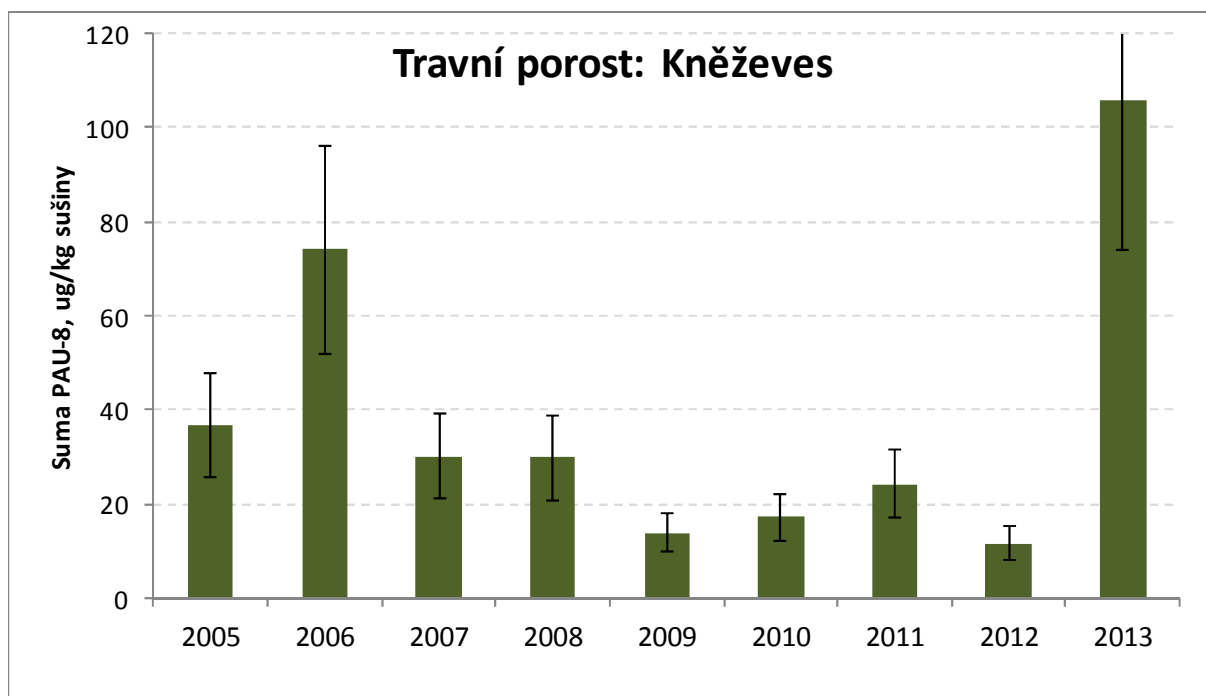


Obrázek 9 Vývoj obsahů PAU (suma PAU-8) v travním porostu v areálu Letiště V.H.

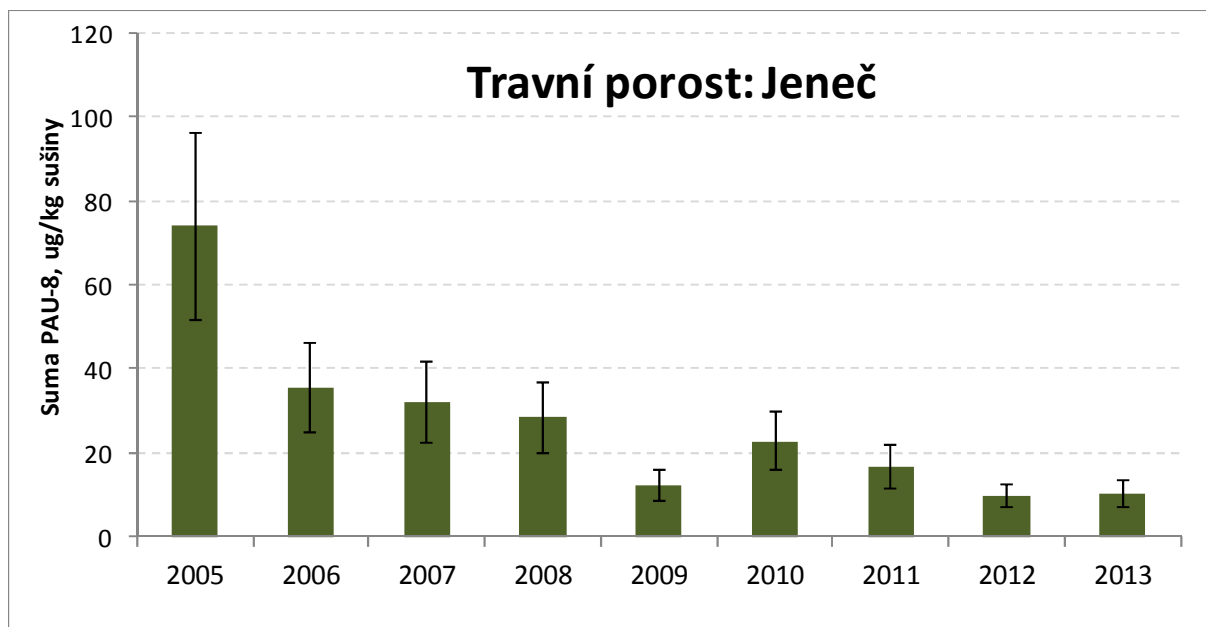


**Obrázek 10** Celkový obsah PAU (suma PAU-8) v trvalém travním porostu

Zcela rozdílný vývoj zátěže travního porostu PAU-8 dokumentují následující **Obrázky 11 a 12**. Zatímco v Jenči se průměrná úroveň kontaminace postupně snížila a drží se na dost nízkých hodnotách, v Kněževsi se příznivý trend v roce 2013 zcela obrátil a kontaminace je zde jasně nejvyšší od začátku sledování v roce 2005. Příčiny byly již popsány.



**Obrázek 11** Celkový obsah PAU (suma PAU-8) v travním porostu v Kněževsi (průměry)



**Obrázek 12** Celkový obsah PAU (suma PAU-8) v travním porostu v Jenči (průměry)

## Celkový přehled výsledků

Celkový přehled výsledků, vyjádřených jako suma 8 sledovaných PAU za období 2005 - 2013 je uveden v **Tabulce I**. Podrobnější údaje o nálezech PAU v roce 2013 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 a listy jahodníku – viz diskuse schopností členitého povrchu zachytávat polutanty. V případě těchto plodin byl zjištěn i nejvyšší rozptyl mezi nálezy z jednotlivých lokalit.

**Tabulka I:** Přehled výsledků - suma 8 sledovaných PAU (PAU-8) v letech 2005 až 2013

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
	<b>2013</b>	<b>0,27</b>	<b>0,17</b>	<b>0,76</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
	<b>2013</b>	<b>0,22</b>	<b>0,09</b>	<b>1,28</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
	<b>2013</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>95</b>
Listy jahodníku	2005	19	13	23
	2006	20	8	44
	2007	19	11	55
	2008	15	12	21
	2009	14	6	32
	2010	18	8	42
	2011	23	7	54
	2012	11	6	16
	<b>2013</b>	<b>17</b>	<b>11</b>	<b>31</b>

\* hodnoty pro pšenici a jablka v µg/kg, pro trvalý travní porost a listy jahodníku v µg/kg sušiny



## 2. Koncentrace toxických (těžkých) kovů

### 2.1 Analýza vzorků na obsah toxických kovů

Obsah kovů (kromě rtuti) ve sledovaných plodinách byl stanoven 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 analyzátoru AMA 254.

### 2.2 Výsledky a diskuse nálezů toxických kovů

Obsahy běžně sledovaných těžkých kovů, jako je olovo, kadmium, měď, zinek a rtuť v jablkách a pšenici (viz [Příloha 5](#)) kolísají v rozmezích typických pro posledních asi 5 let. Rozdíly mezi jednotlivými lokalitami jsou sice po devíti letech sledování již víceméně zřejmé, pro většinu prvků nelze ale pozorovat žádné jednoznačné časové trendy a již minule byla vyslovena hypotéza, že se jedná spíše o lokální vlivy dané incidentními meteorologickými podmínkami a orografickými či geologickými vlivy. Samozřejmě, zásadní vliv v určité sezoně má rozsáhlá stavební činnost spojená s provozem těžké dopravní a stavební techniky a někdy dokonce betonárek či překladišť zeminy a šterku.

Výsledky pro jednotlivé toxické prvky a matrice jsou přehledně dokumentovány na **Obrázcích 13 až 29**, které ilustrují stav a trendy za období 2005 – 2013, kompletní výsledky včetně základních statistik lze nalézt v tabulkách a souhrnných statistických grafech v **Příloze č. 4**. Chybové úsečky v grafech představují tzv. rozšířenou nejistotu analytické metody, nejistota vzorkování není zahrnuta.

Nejrozsáhlejší soubor vzorků tvoří trvalý travní porost (TTP), který bylo možno odebrat prakticky ve všech sledovaných lokalitách. TTP pak může sloužit jako univerzální bioindikátor zátěže pro srovnávací účely. Druhou nejčetnější maticí jsou jablka, která však nejsou na atmosférické znečištění stopovými prvky zdaleka tak citlivá, vzhledem ke svému relativně malému poměru povrchu ke hmotnosti.

Uvažujeme-li monitorovanou oblast jako celek, pak v roce 2013 mediánové hodnoty obsahu stopových prvků v trvalém travním porostu patří k nejvyšším v porovnání s daty za předchozích asi 5 let. Výjimkou je kadmium, jehož koncentrace jeví dlouhodobý pokles a střední hodnota za rok 2013 je ovlivněna spíše extrémními nálezy v obou vzorcích z Nebušic.

Z lokalit přímo na území Prahy 6 byly v předchozích letech nalézány zvýšené obsahy některých těžkých kovů u vzorku travního porostu **BAB-42** a **BAB-44**. Poněkud zvýšené hladiny byly zaznamenány také v roce 2013 u travního porostu jak v bodě **BAB-42** tak i **BAB-44**, kde se jinak v loňském roce kontaminace travního porostu přechodně snížila. Jde o místní znečištění, jehož zdroj (působící v obou lokalitách trvale) zůstává neznámý a s provozem letiště nemůže nijak souviset. Oba odběrní body leží v zahradách rodinných domů a je zajímavé, že žádné vzorky travního porostu z oblasti nedaleké veřejné zeleně zvýšené koncentrace těžkých kovů nevykazují (**BAB-39** až **BAB-41**), spíše naopak.

Zvýšené obsahy těžkých kovů oproti průměrným hodnotám ze všech ostatních vzorků v roce 2013 obsahuje stále travní porost z lokalit **KNE-27** a **JEN-33**. Zvýšené nálezy týkají v obou lokalitách vanadu a olova, v **KNE-27** navíc i kadmia. Tyto lokality jednoznačně vykazují relativně zvýšenou zátěž travního porostu také v dlouhodobém průměru 2005-2013.

Mimořádně vysoké hodnoty kadmia však byly letos zaznamenány v travním porostu odebraném v oblasti Nebušic v bodech **NEB-20** a **NEB-21**. Mírně zvýšené zde byly také hladiny olova a zinku, u ostatních prvků jsou hladiny již víceméně obvyklé. Vysoké nálezy kadmia zřejmě nemohou souviset s provozem letiště, neboť v této sezoně zde žádný veden nebyl. Oba odběrní body byly v letošním roce velmi blízko u sebe a ze zkušeností je známo, že incidentní vysoký nález některého kontaminantu bývá na malém území někdy zjištěn aniž by se později opakoval anebo bylo pro něj nalezeno jednoznačné vysvětlení. V tomto případě zdroj znečištění znám není, v minulosti Nebušice nepatřily k výrazněji kontaminovaným. Vzhledem k tomu, že ve vzorcích z Nebušic se pohybovaly i koncentrace olova, zinku a mědi nad mediánovými hodnotami, lze usoudit, že se nejedná o výhradní zdroj kadmia ale o komplexnější znečištění. Proto byl v listopadu 2013 proveden další odběr vzorků pro stanovení těžkých kovů, a to jak v současném odběrním bodě, tak i na dvou odlehlých bodech na západním a severozápadním okraji obce. Výsledky budou známy až po vydání této zprávy a budou vzaty do úvahy při sestavování plánu prací na rok 2014. *Obecně se kadmium do ovzduší dostává mimo jiné v důsledku spalování uhlí a odpadů a je zde asociováno s prachovými částicemi, které se pak ukládají na rostlinách s velkým povrchem. Vyšší obsahy kadmia mohou obsahovat i některá hnojiva a tuhé odpady, což může být zdrojem znečištění půdy.*

Z **obrázku 13** je zřejmé, že relativně vysoké koncentrace kadmia v travním porostu z Nebušic jsou na stejné úrovni, jako u travního porostu z bodu **BAB-42**, kde je to však záležitostí dlouhodobou.

Travní porost v lokalitách Jenče nejevil žádný pokles kontaminace těžkými kovy, přestože letecký provoz RWY 06/24 byl na značnou část sezony zcela zastaven. Znečištění chromem, vanadem, olovem a kadmiem zde dokonce jevílo vzestup.

Koncentrace některých těžkých kovů v travním porostu uvnitř areálu letiště Praha se celkově výrazně nezměnily. V roce 2013 se však oproti předchozímu nepatrně zvýšily koncentrace kadmia, olova a chromu v odběrních bodech **LKPR-34** a **LKPR-35** (viz **Příloha č. 4**), zatímco v bodech LKPR-37 a LKPR-38 obsahy kadmia spíše klesly ale stoupl chrom, nikl a vanad. První dva body jsou umístěny u v té době provozované RWY12/30, další dva leží podél opravované RWY 06/24. Největší pokles kontaminace stopovými prvky byl zaznamenán v bodě LKPR-36, který leží na prahu RWY06, kde neprobíhal ani letecký ani stavební provoz. Průměrné koncentrace toxických prvků nalézáných v travním porostu z areálu letiště jsou sice meziročně proměnlivé, jsou však zcela porovnatelné s ostatními lokalitami v okolí (viz **Obr. 13 až 29**). Náznaky časových trendů pro odběrní body ležící v areálu letiště nebylo možno pro velkou meziroční variabilitu statisticky prokázat.

Zátěž jahod je zde posuzována na základě listů jahodníku, neboť jsou exponovány delší dobu než plody a mají velký povrch na jednotku hmotnosti. Porovnání mediánových hodnot doplněných v roce 2013 pro jednotlivé plodiny naznačuje nepatrný pokles celkových hladin olova, kadmia a vanadu v listech jahodníku, což ale není zcela v souladu s nálezy v travním porostu, kde koncentrace olova a kadmia se v průběhu posledních asi 6 let významně neměnily (obsah vanadu v trávě dokonce spíše stoupl).

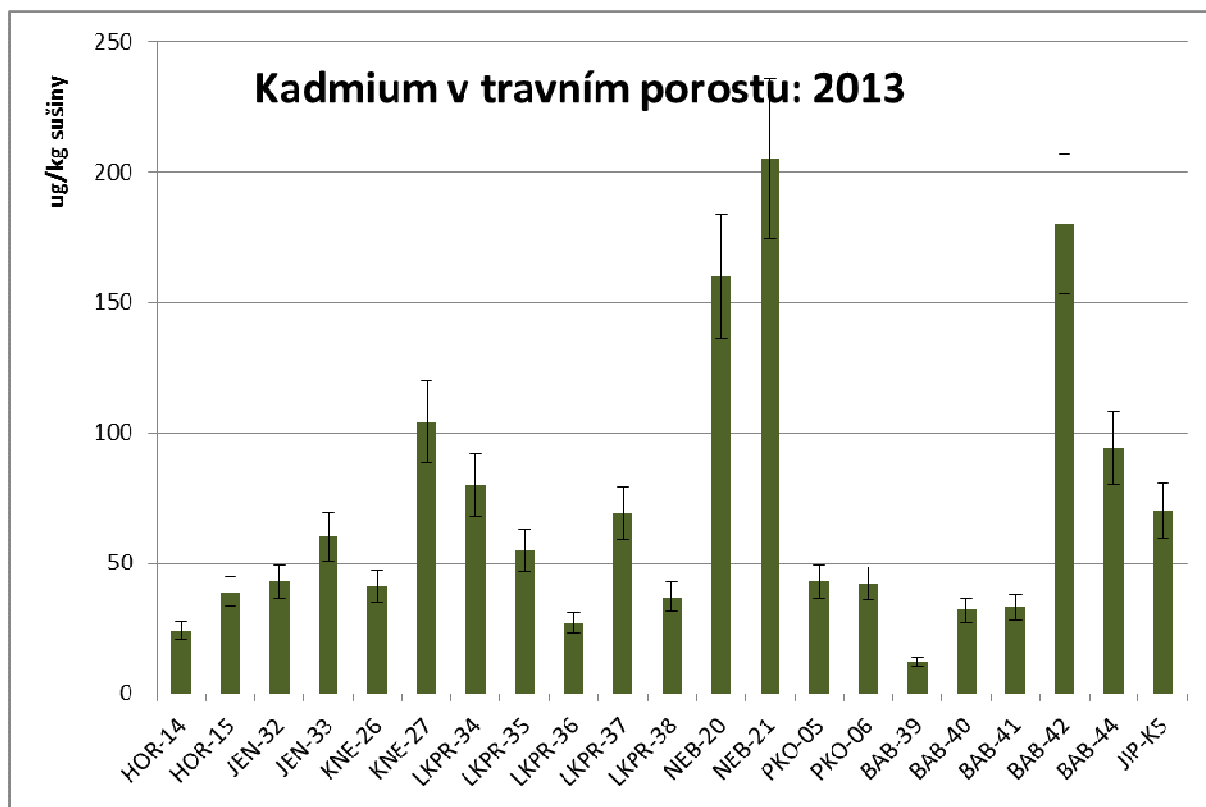
Vyšetření pšenice a jablek na obsahy stopových prvků nepřineslo v roce 2013 žádné mimořádné poznatky a výsledky víceméně odpovídají předchozím sezonám. Oproti travnímu porostu, kde byly zjištěny lokality s trvale významně vyšším zatížením, rozdíly mezi lokalitami pro pšenici i jahodník nejsou celkově nijak významné (při zohlednění meziroční variability).

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.

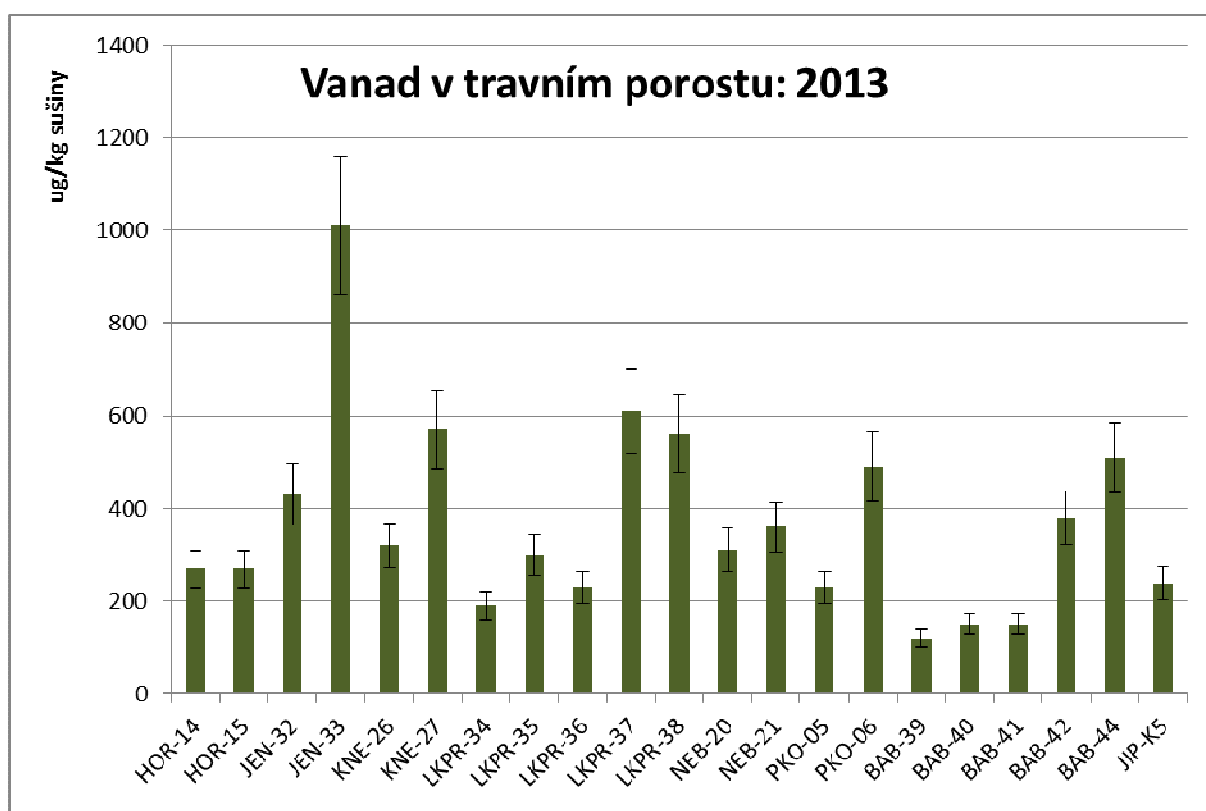
Olovo v obilovinách je limitováno hodnotou stanovenou Nařízením č.1881/2006/ES [4] na úrovni 200 µg/kg, a pro kadmium 100 µg/kg. Ani v tomto roce nepřesáhla žádná hodnota pro olovo 50 µg/kg, pro kadmium byla maximální hodnota 22 µg/kg (Nebošice), medián 13 µg/kg.

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 10 µg/kg a koncentrace kadmia byly vždy pod mezí stanovitelnosti (< 1 µg/kg).

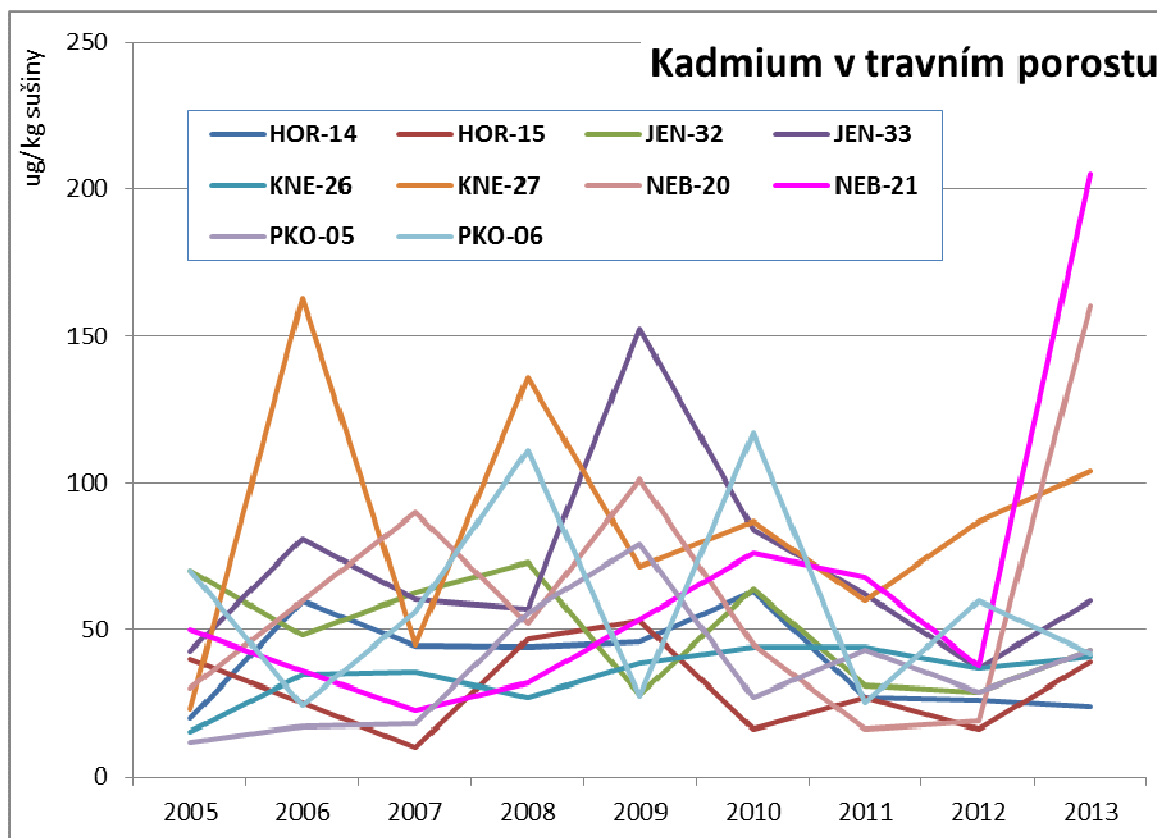
Statistiky dat 2005-2013 ukazují dlouhodobě nejvyšší zátěž travního porostu niklem, vanadem, olovem, kadmium a rtuť zejména v odběrních bodech **KNE-27 a JEN-33**. Rovněž zvýšená úroveň kontaminace **BAB-42 a BAB-44** s provozem letiště evidentně nijak nesouvisí. Lokality v Kněževsi odrážejí intenzivní stavební i dopravní činnost - betonárka, těžká technika, další silniční a železniční doprava - a s tím související vysokou prašnost. Naproti tomu v bodě **JEN-33 a JEN-31** (tráva a jahodník: stejná zahrada) není zdroj zvýšené kontaminace zjevný. Protože příslušná RWY 06/24 byla v této sezoně zcela mimo provoz, s leteckou dopravou to zřejmě příliš nesouvisí.



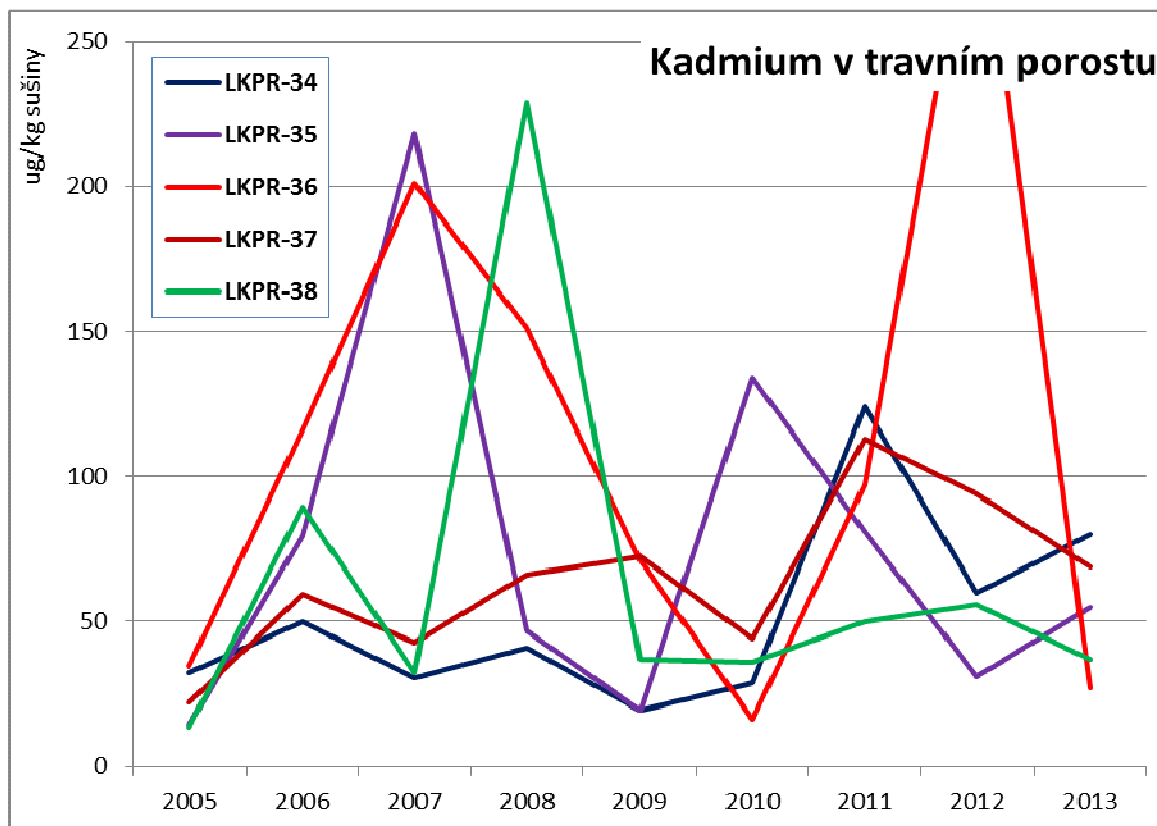
**Obrázek 13:** obsahy kadmia v TTP z jednotlivých lokalit (obcí a letišť) v roce 2013



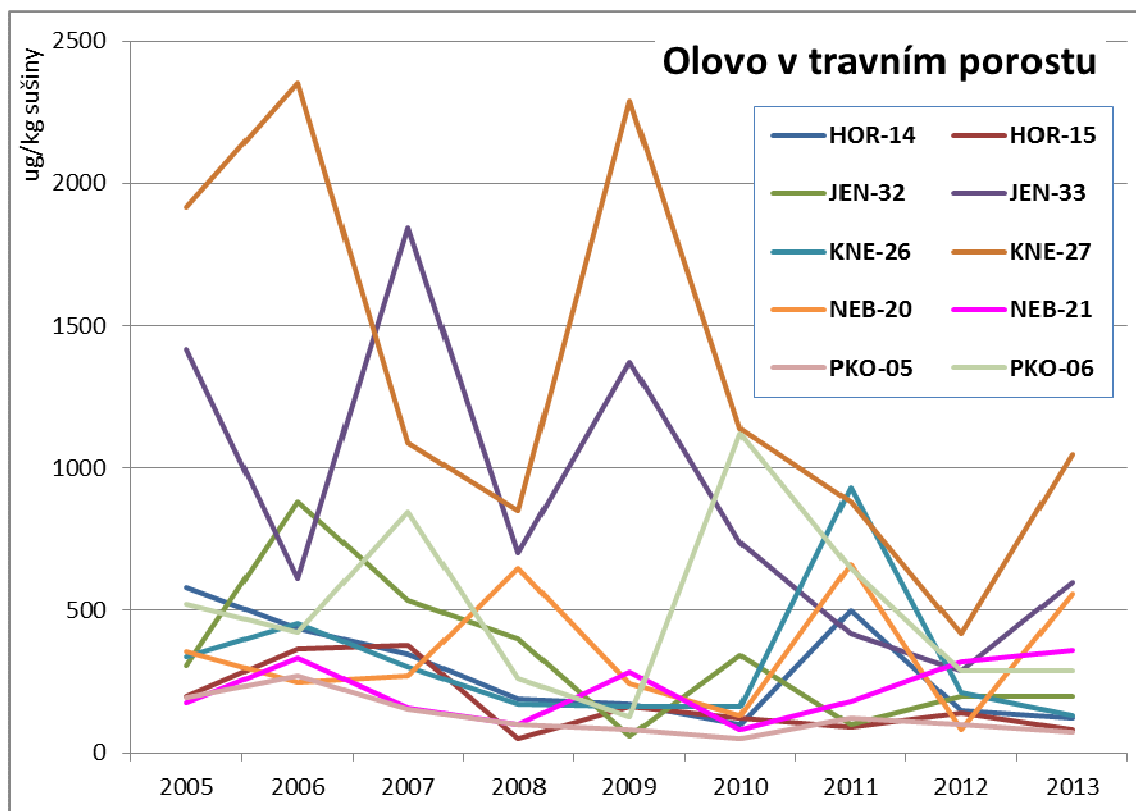
**Obrázek 14:** obsahy vanadu v TTP z jednotlivých lokalit (obcí a letišť) v roce 2013



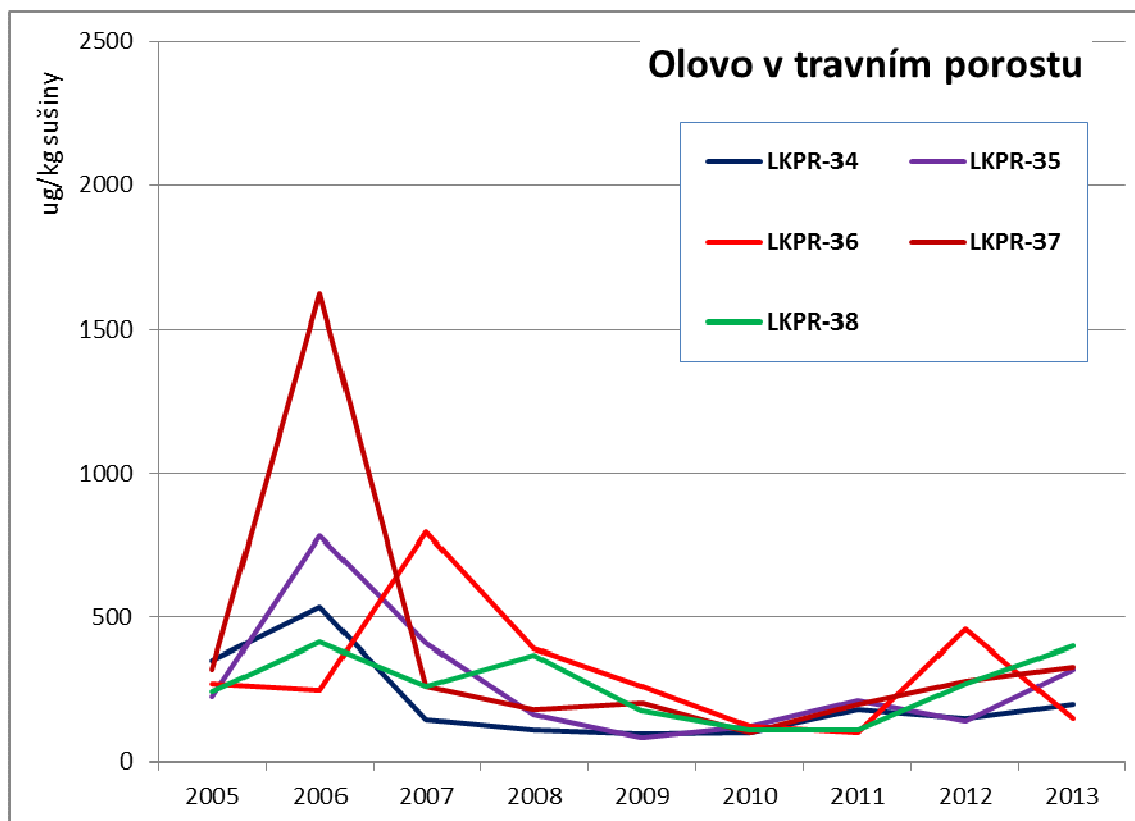
**Obrázek 15a:** obsahy kadmia v TTP z jednotlivých obcí – vývoj 2005 až 2013



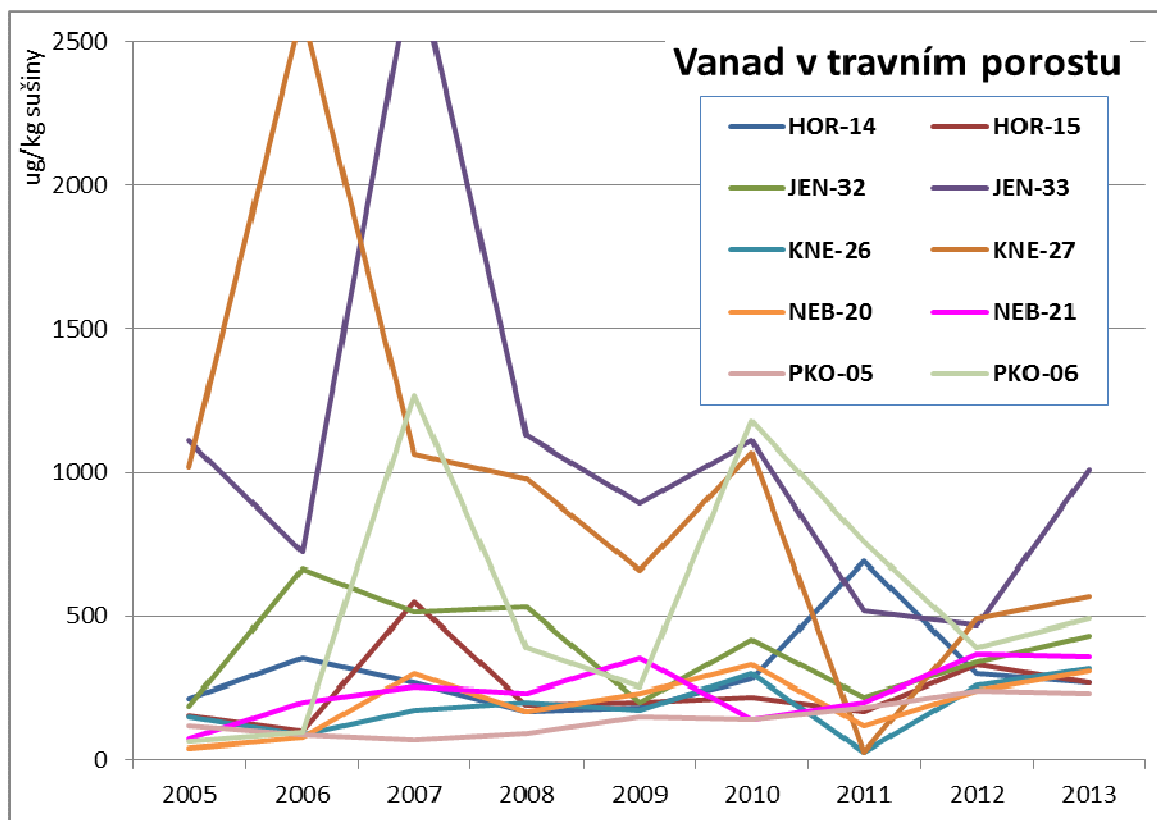
**Obrázek 15b:** obsahy kadmia v TTP z areálu letiště – vývoj 2005 až 2013



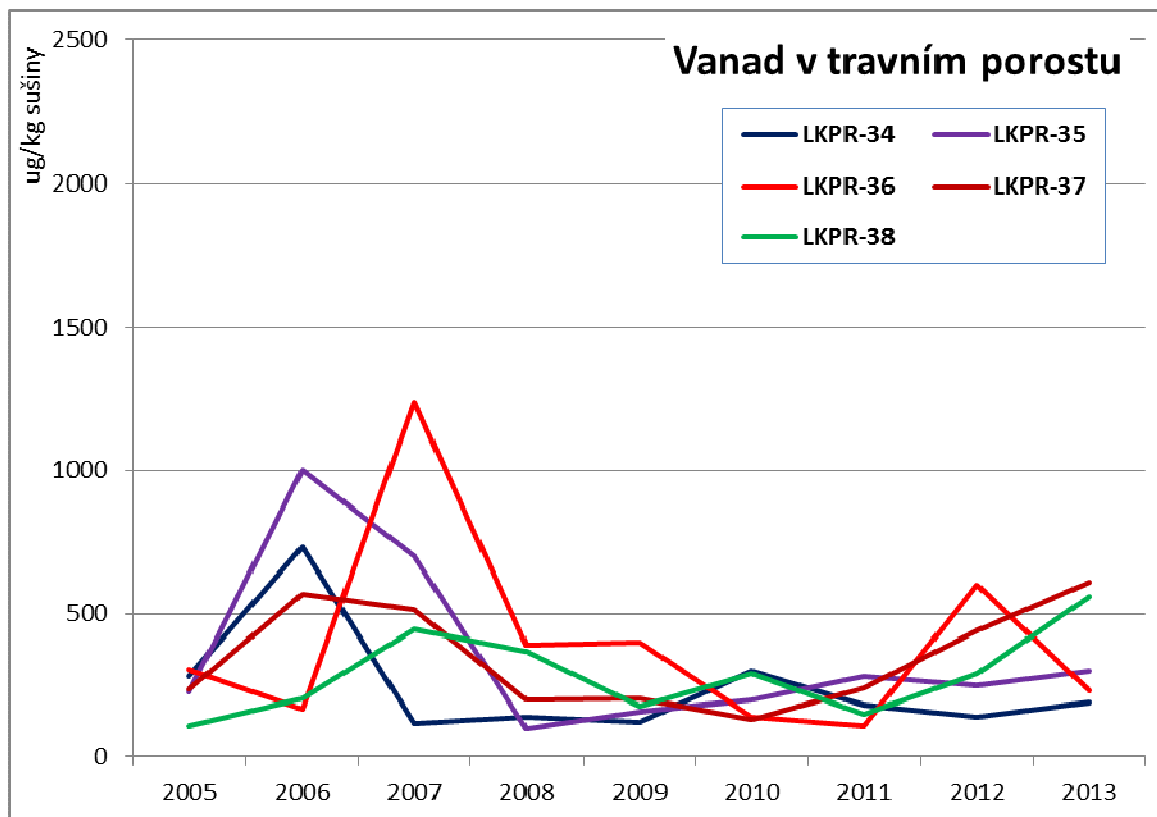
Obrázek 16a: obsahy olova v TTP z jednotlivých obcí – vývoj 2005 až 2013



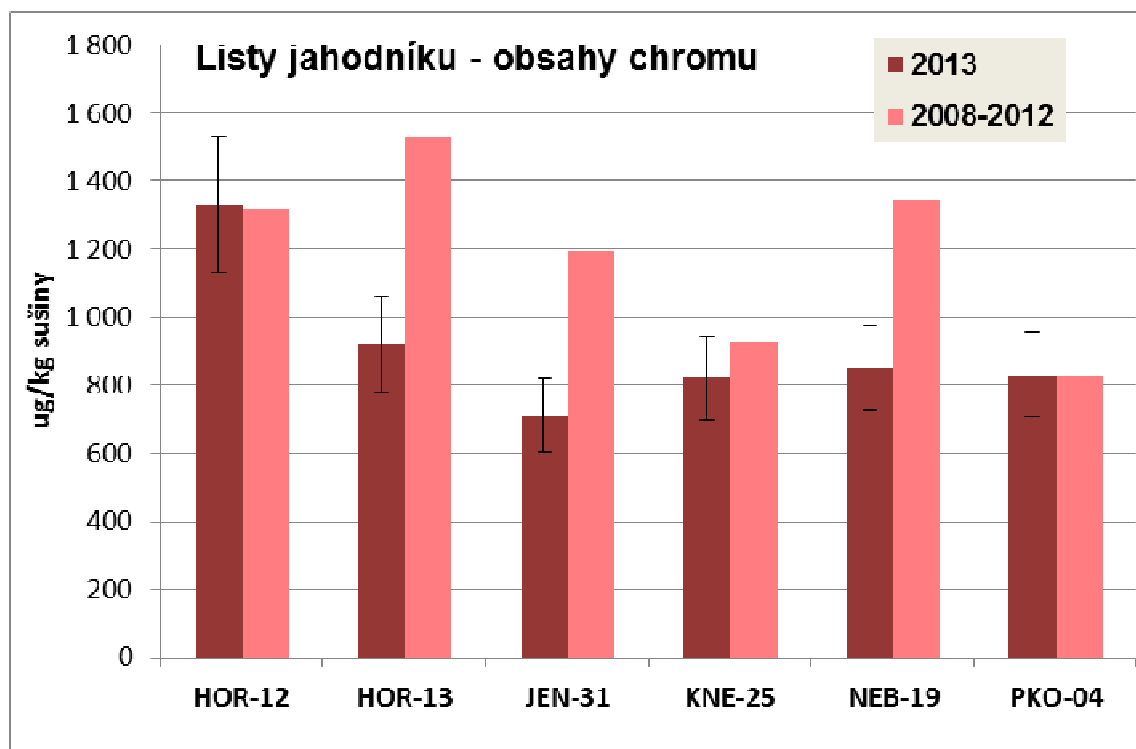
Obrázek 16b: obsahy olova v TTP z areálu letiště – vývoj 2005 až 2013



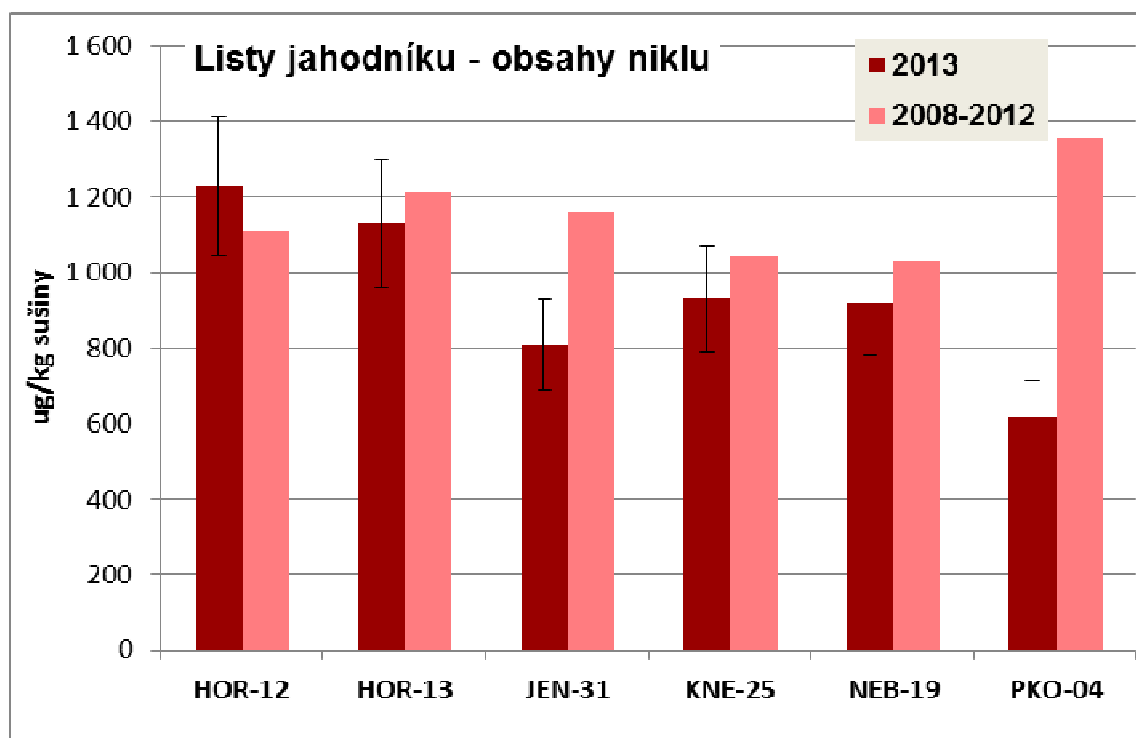
Obrázek 17a: obsahy vanadu v TTP z jednotlivých obcí – vývoj 2005 až 2013



Obrázek 17b: obsahy vanadu v TTP z areálu letiště – vývoj 2005 až 2013

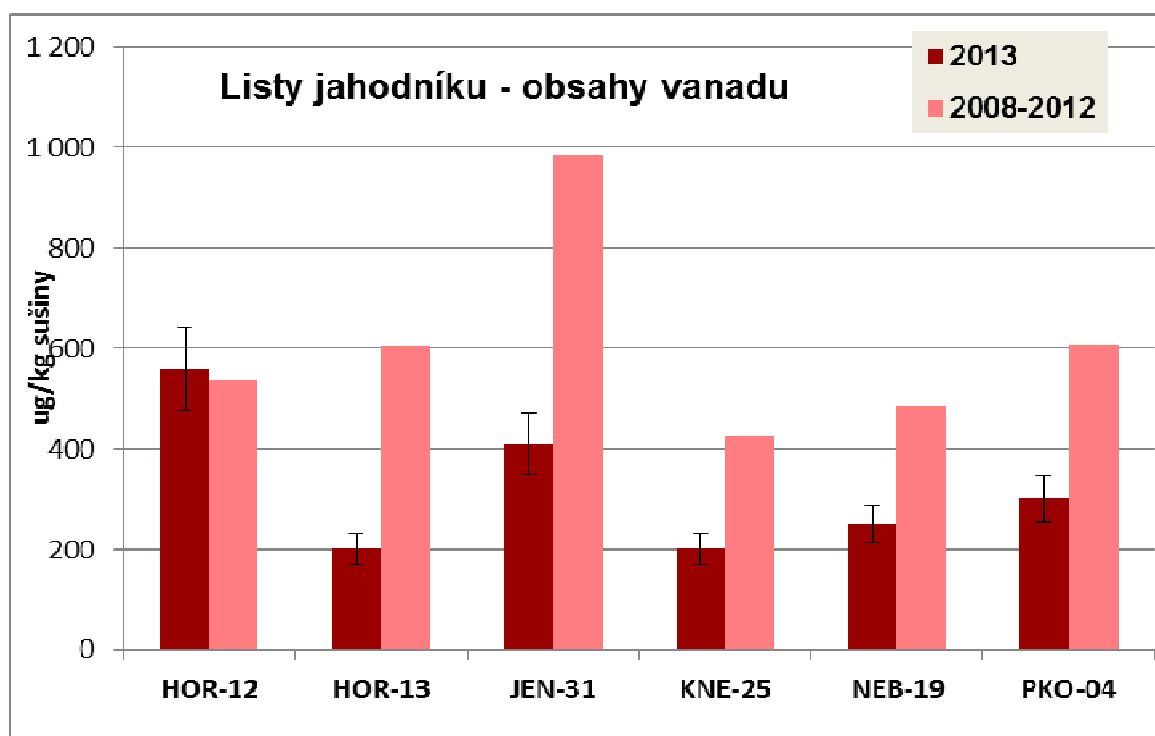


Obrázek 18 Obsahy chromu v listech jahodníku – 2008 až 2013

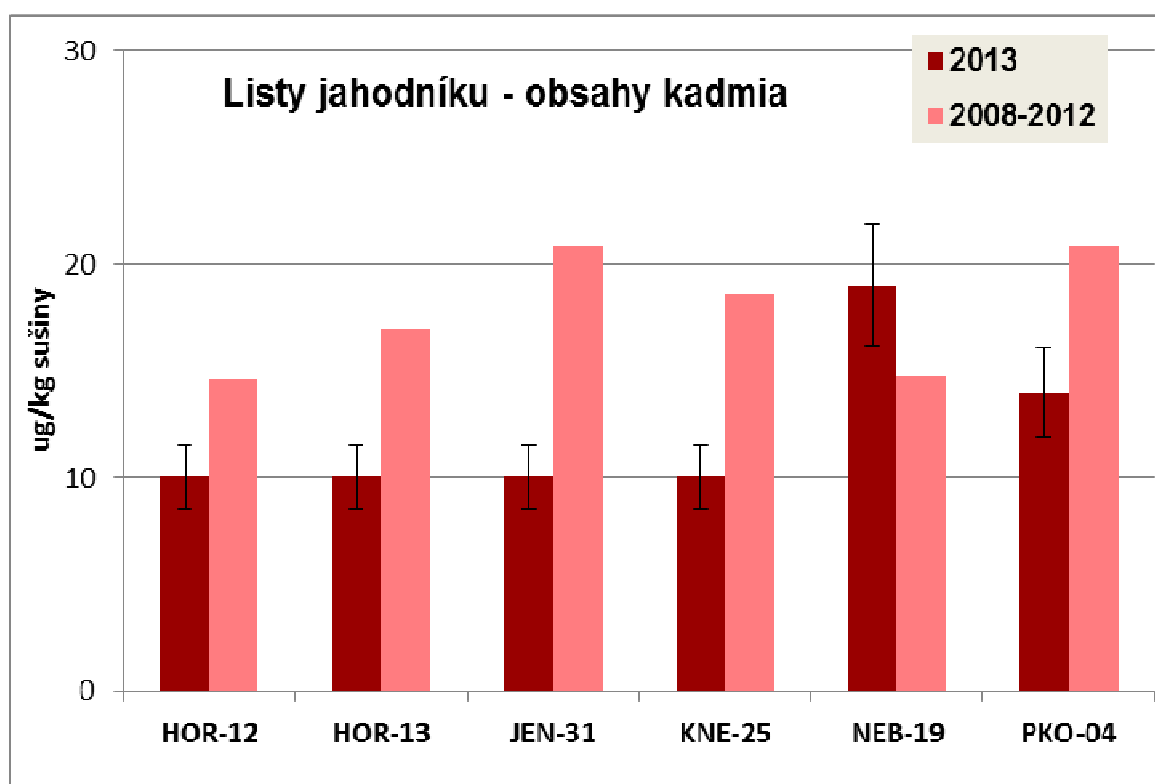


Obrázek 19: Obsahy niklu v v listech jahodníku – 2008 až 2013

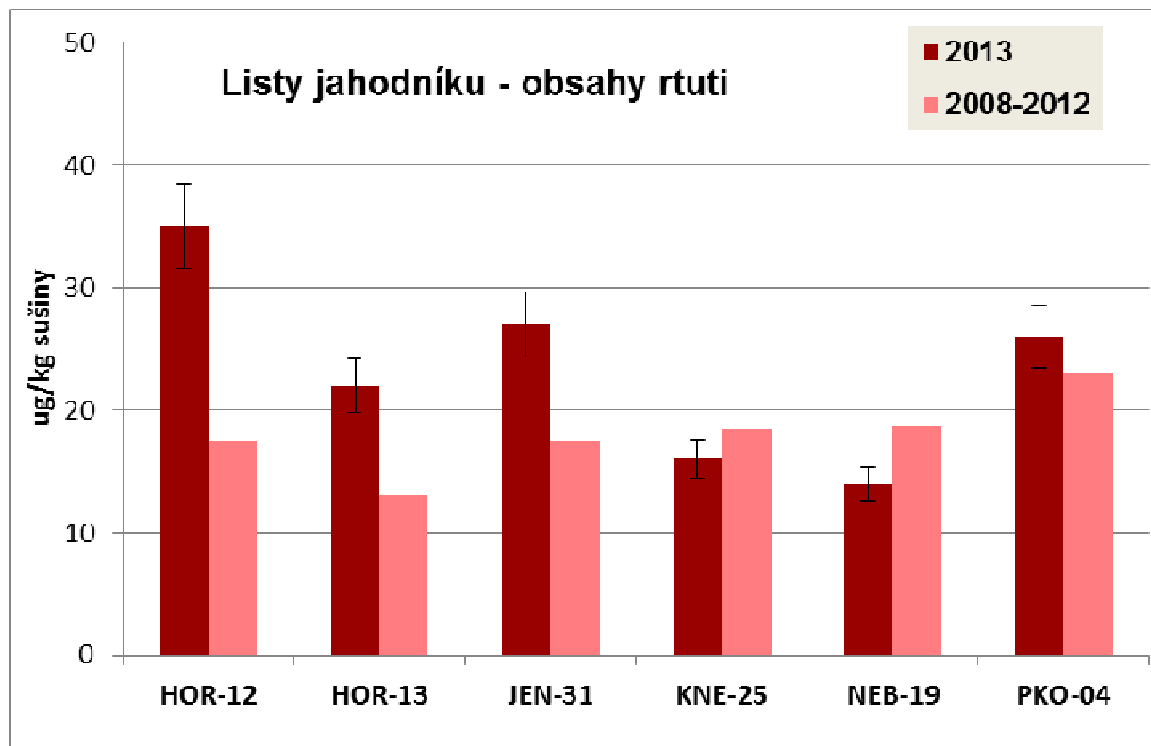




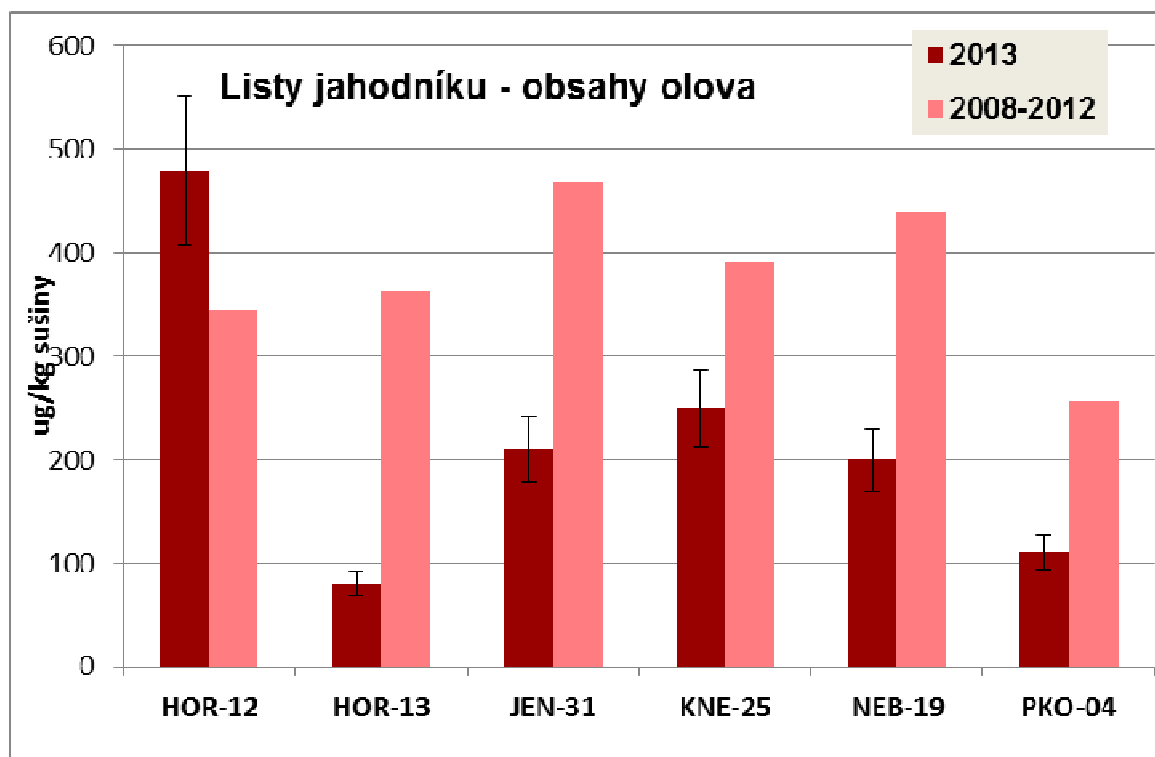
Obrázek 20: Obsahy vanadu v listech jahodníku – 2008 až 2013



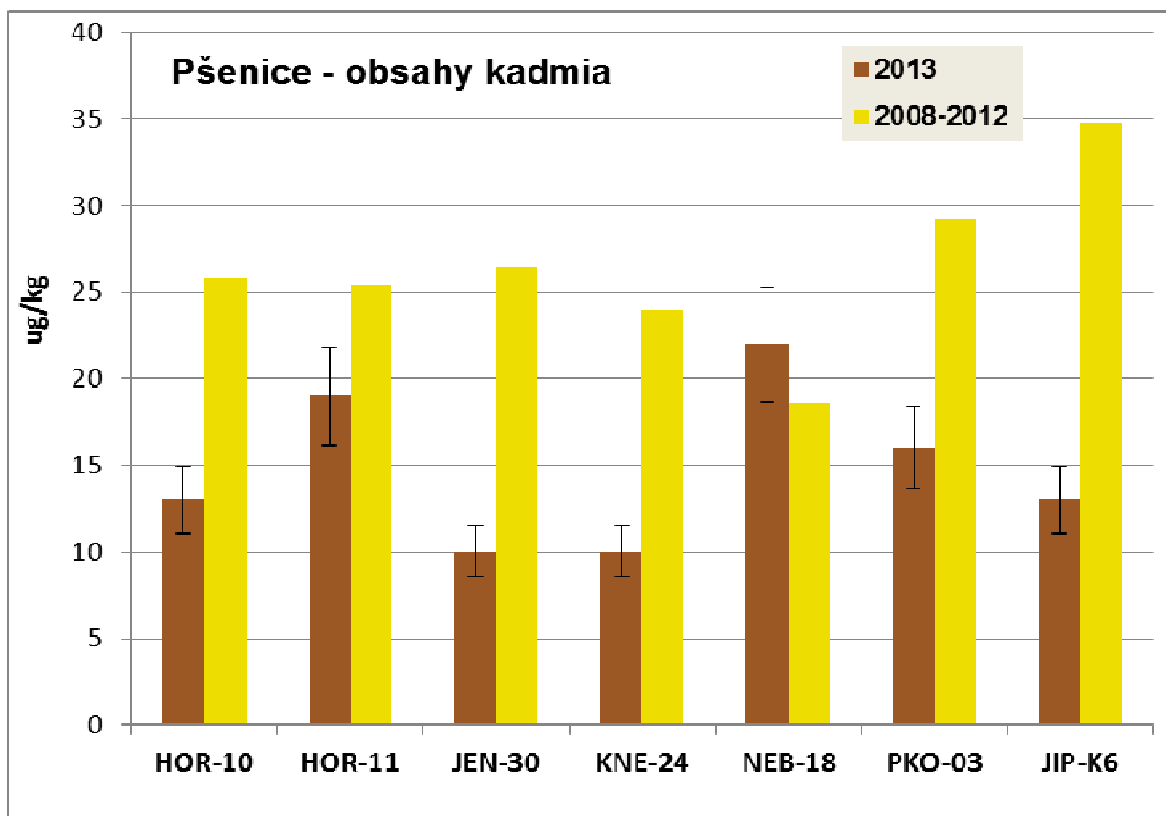
Obrázek 21: Obsahy kadmia v listech jahodníku v období 2008 – 2013



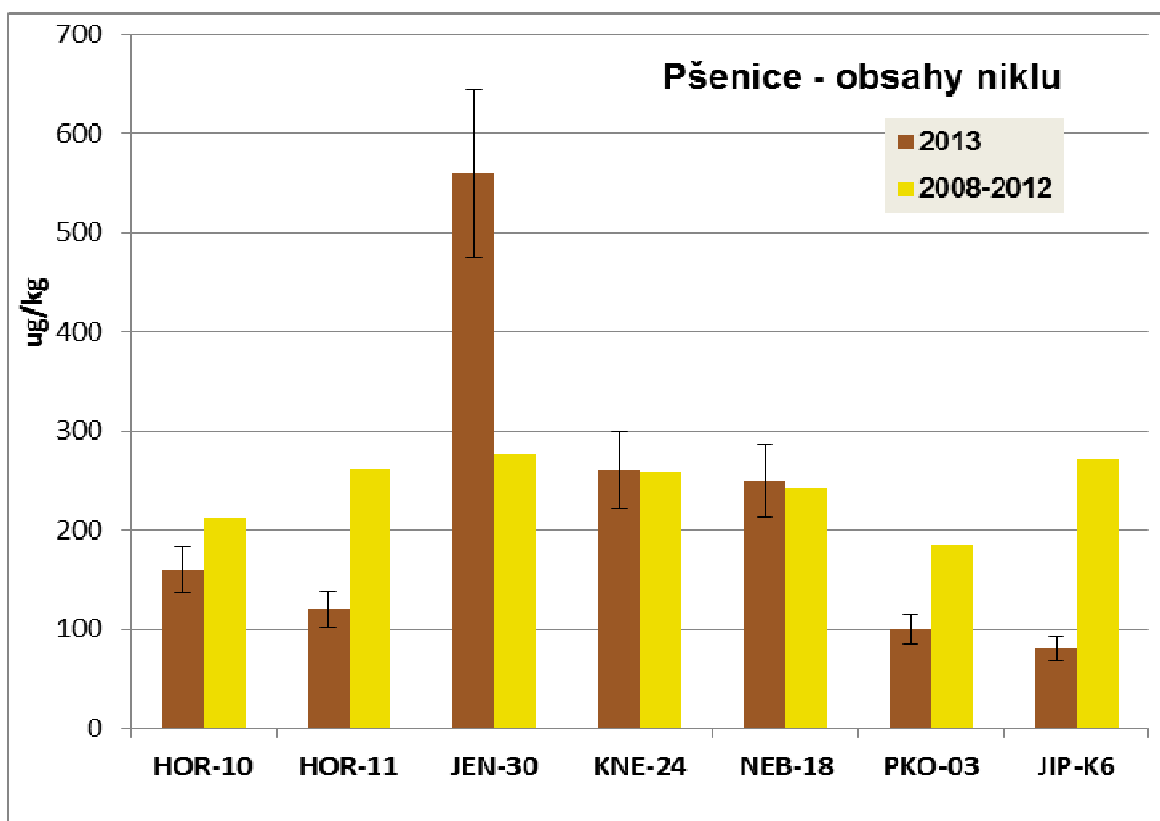
Obrázek 22: Obsahy rtuti v listech jahodníku v období 2008 – 2013



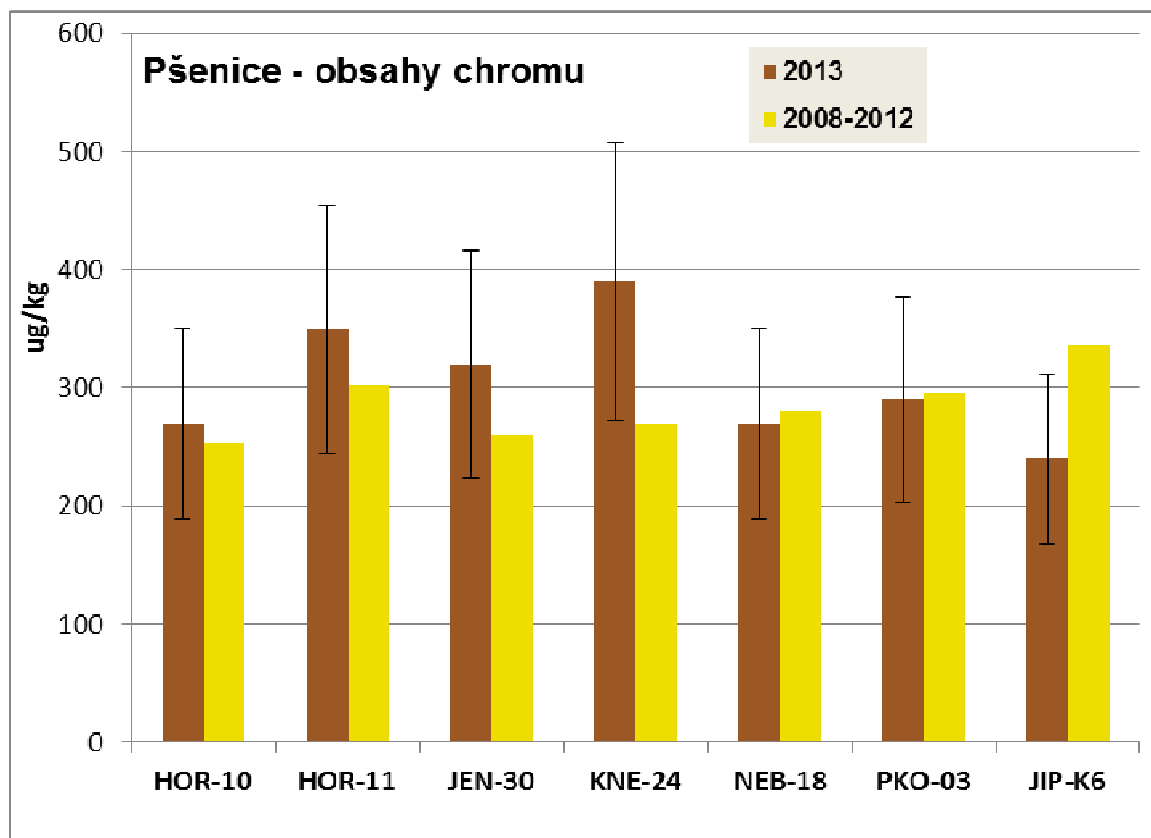
Obrázek 23: Obsahy olova v listech jahodníku v období 2008 – 2013



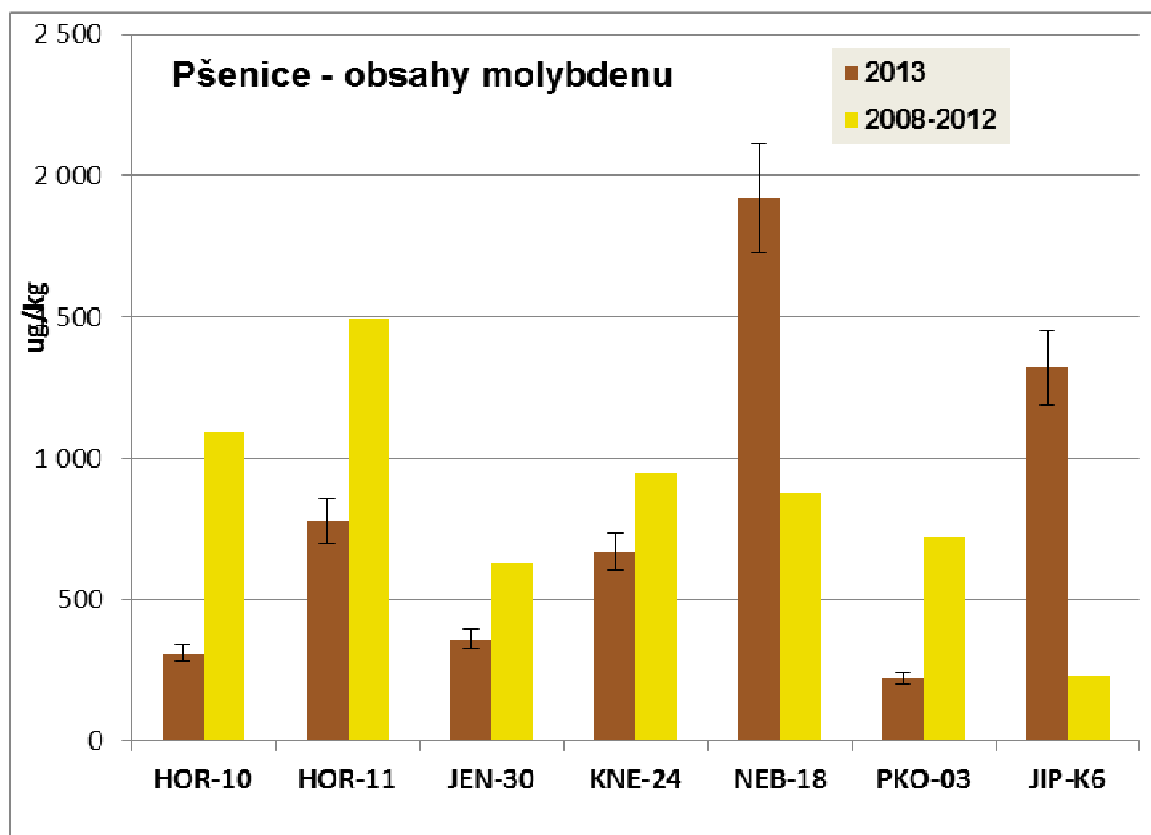
Obrázek 24: Obsahy kadmia v pšenici – 2005 až 2013



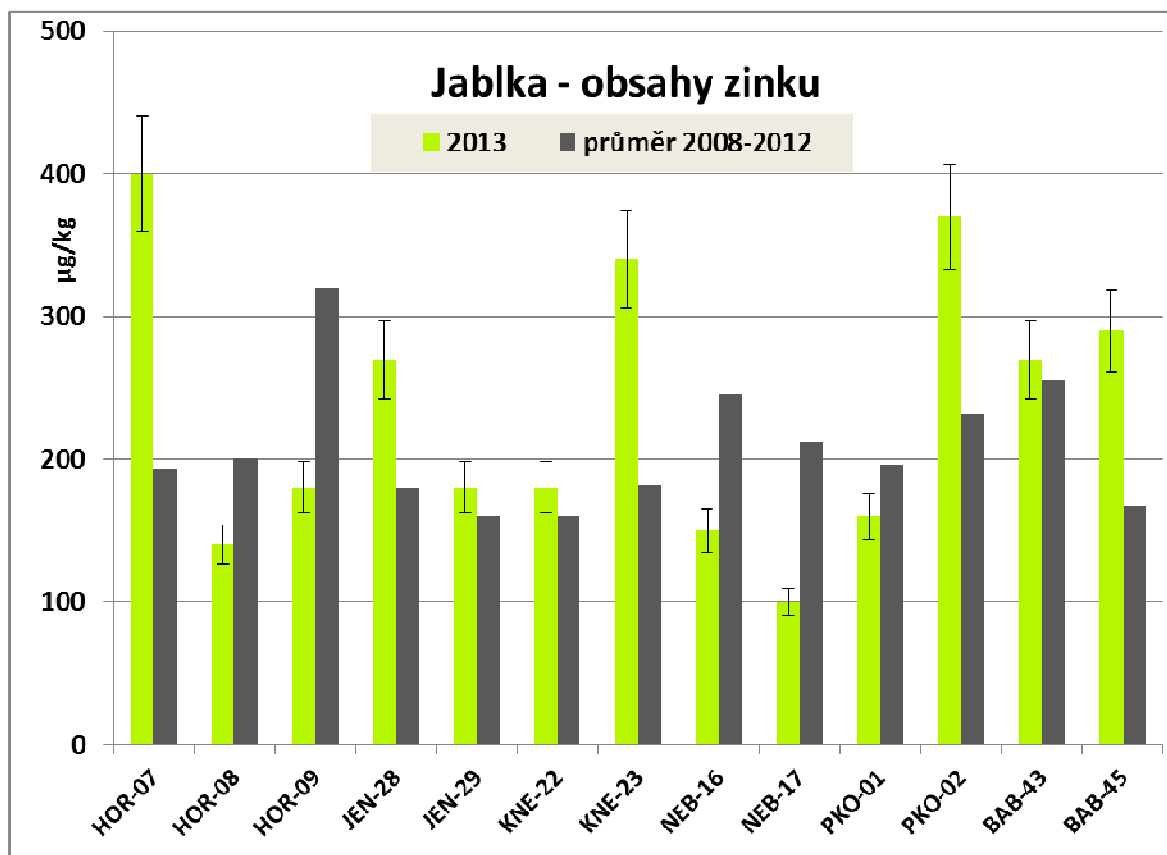
Obrázek 25: Obsahy niklu v pšenici – 2005 až 2013



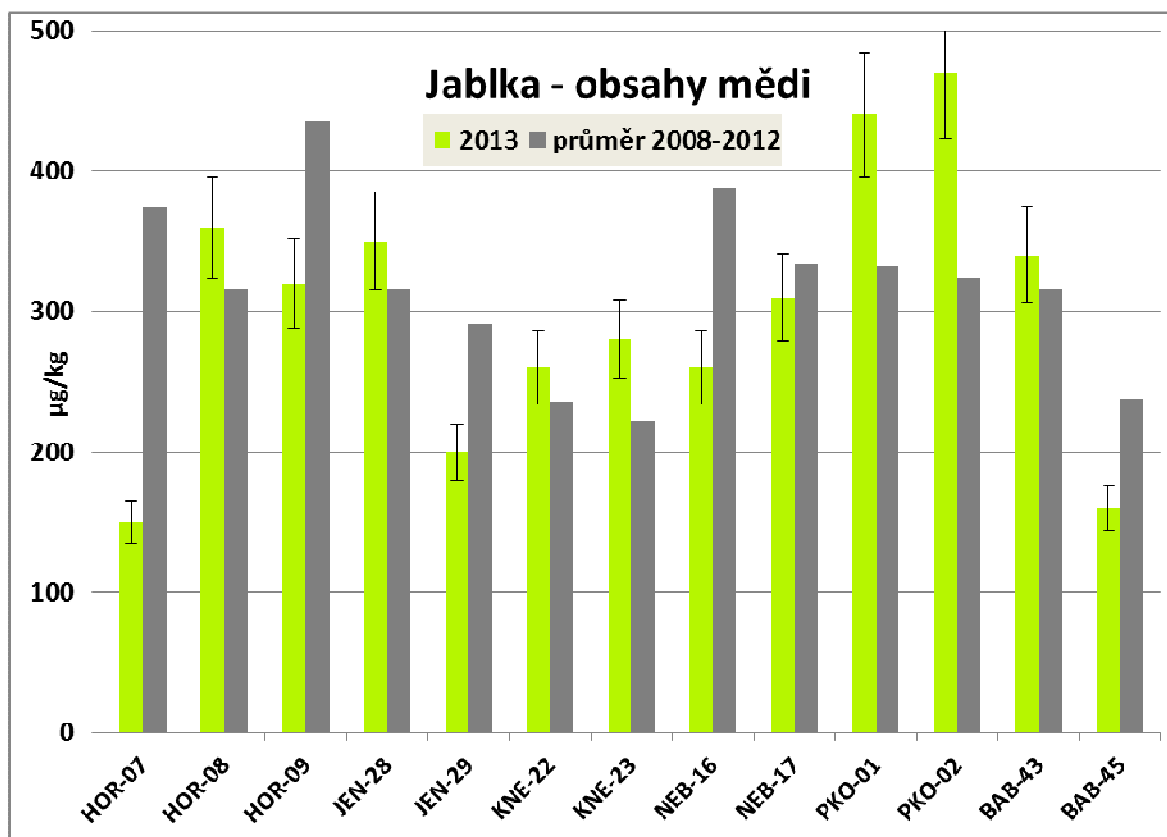
Obrázek 26: Obsahy chromu v pšenici – 2008 až 2013



Obrázek 27: Obsahy molybdenu v pšenici – 2005 až 2013



Obrázek 28: Obsahy zinku v jablkách – 2008 až 2013



Obrázek 29: Obsahy mědi v jablkách – 2008 až 2013

### 3. Těkavé aromatické uhlovodíky (BTEX) a markery zbytků leteckého paliva

#### 3.1 Přehled problematiky

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) a případných zbytků nespáleného paliva používaném pro tryskové motory (Jet A).

#### Charakteristika cílových analytů:

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.

Letecké palivo (kerosen) patří mezi ropné produkty, které se získávají rafinací surové ropy. Tyto produkty obsahují celou řadu látek, mnohé z nich jsou toxické, například těkavé aromatické uhlovodíky (benzen a alkylované benzeny) a polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU). Letecké palivo patří mezi střední frakci, kterou tvoří především směs C9 -C15 uhlovodíků. Nejobávanější benzen patří mezi látky karcinogenní pro živočichy. Dlouhodobá expozice benzenu má negativní vliv na krevtvorbu, jelikož může vést ke snížení počtu červených krvinek vedoucí až k anémii či leukemii.

#### Použitá technika stanovení:

Jelikož matrice monitorované v rámci tohoto projektu a zároveň letecké palivo – možný zdroj kontaminace – představují komplexní systémy, byly při výběru analytické metody pro stanovení těkavých látek brány v potaz následující požadavky:

- aplikovatelnost na různé druhy matric (vzduch, voda, půda, tráva, plodiny..)
- jednoduchost přípravy vzorku k analýze z důvodu možných ztrát těkavých analytů

SPME technika je řešením, nabízejícím rychlý, citlivý a snadno automatizovatelný přístup, což zjednodušuje analýzy těkavých a méně těkavých, polárních i nepolárních látek v různých typech matric. Minimalizuje se manipulace se vzorkem a eliminuje používání organických rozpouštědel a je možné dosáhnout nízkých detekčních limitů, řádově desetin  $\mu\text{g}/\text{kg}$ .

Podstatou SPME techniky je sorpce těkavých látek na křemenné vlákno potažené vhodnou stacionární fází. Při extrakci analytů je toto vlákno umístěno nad vzorek (head-space SPME) nebo vnořeno přímo do vzorku (přímá SPME).

V této práci použita konkrétní metoda je založena na ustanovení rovnováhy mezi množstvím analytu ve vzorku, na vláknech a v head-space prostoru nad vzorkem. Po ukončení sorpce je vlákno zavedeno do vyhřívaného injektoru plynového chromatografu, kde jsou analyty tepelně desorbovány a vneseny na kolonu.

Srovnávací analýzy vycházejí ze skutečnosti, že každý rostlinný vzorek uvolňuje charakteristické spektrum přirozených těkavých složek (sekundárních metabolitů). Při vyšetření látek emitovaných vzorkem do HS chromatografický profil charakteristický pro analyzovaný druh vzorku (tj. soubor signálů-píků o různých retenčních časech a intenzitách). Každý vzorek můžeme tak charakterizovat jeho vlastním (přirozeným) profilem. Při vyšetření vzorků zmíněnou metodou se pak kontaminace vzorků jinými látkami projeví změnou profilu oproti „referenčnímu“, nekontaminovanému vzorku.

### 3.2 Provedení analýz

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). Instrumentace je propojena s autosamplerem umožňujícím zpracování vzorků bez přítomnosti obsluhy a zaručujícím velmi dobrou opakovatelnost výsledků.

- ◆ Plynový chromatograf Agilent 7890A s elektronickou kontrolou tlaku (EPC) a split/splitless injektorem, Agilent Technologies (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)
- ◆ kapilární křemenná kolona pro plynovou chromatografii Innowax 30 m × 0,25 mm × 0,25 μm; J&W (USA)

Příprava vzorku spočívá v navážení 0,5 g (tráva, jahodové listí a pšenice) nebo 1 g (jablka) analyzovaného 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 realizuje po zavedení vlákna do 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 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.

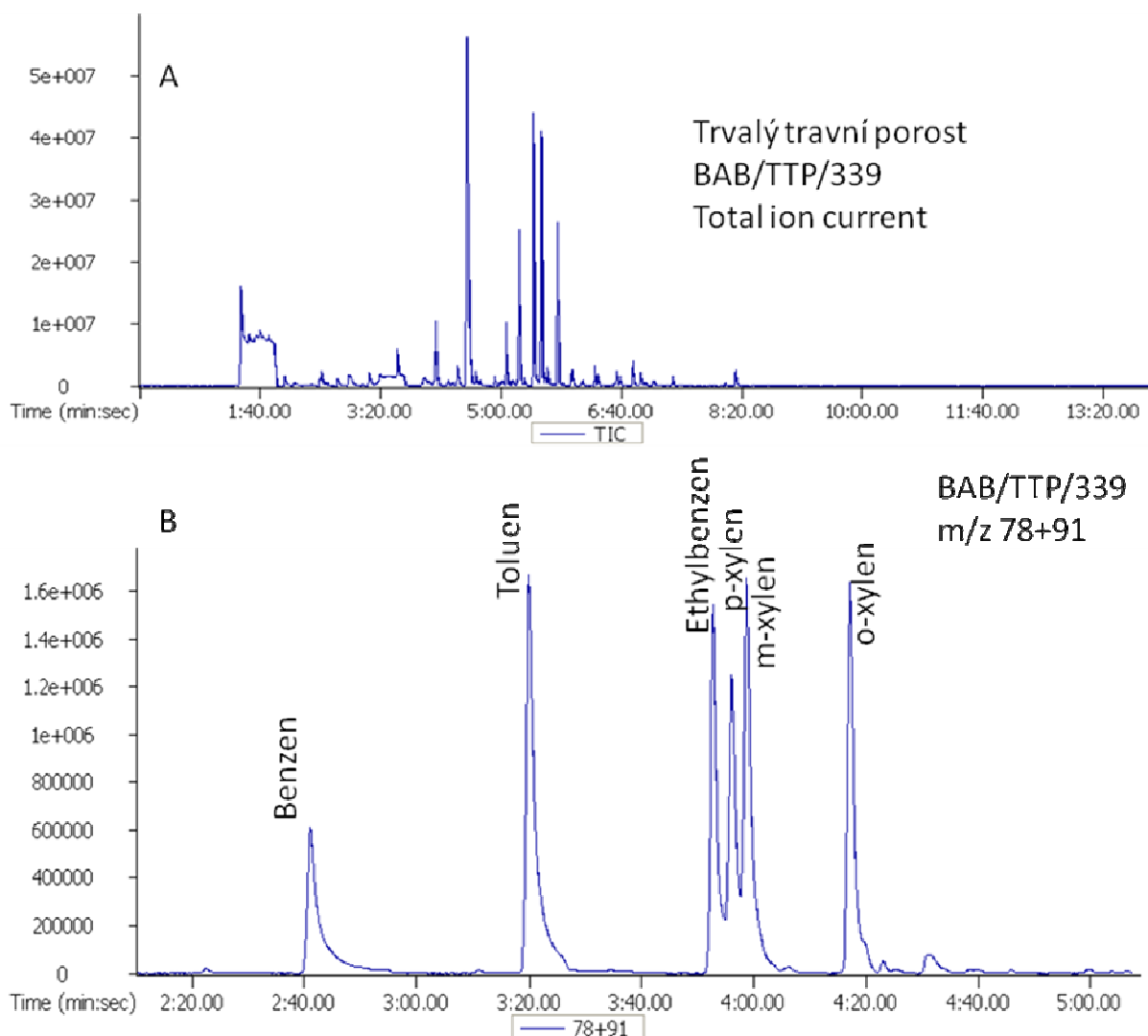
Screening markerů paliva využívá naprosto stejnou instrumentaci (GC/TOFMS). Principem tohoto stanovení je zjišťování přítomnosti dříve vybraných analytů, bez jejich kvantifikace. Na základě přítomnosti některých z markerů lze usuzovat, zda lze či nelze vyloučit kontakt analyzovaného materiálu s ropnými palivy.

S využitím výše popsané instrumentace byly analyzovány všechny odebrané vzorky na případný obsah reziduí leteckého paliva a dále na obsah směsi těkavých aromatických uhlovodíků souhrnně nazývaných BTEX. Každý vzorek byl analyzován čtyřikrát.

### 3.3 Výsledky analýz

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

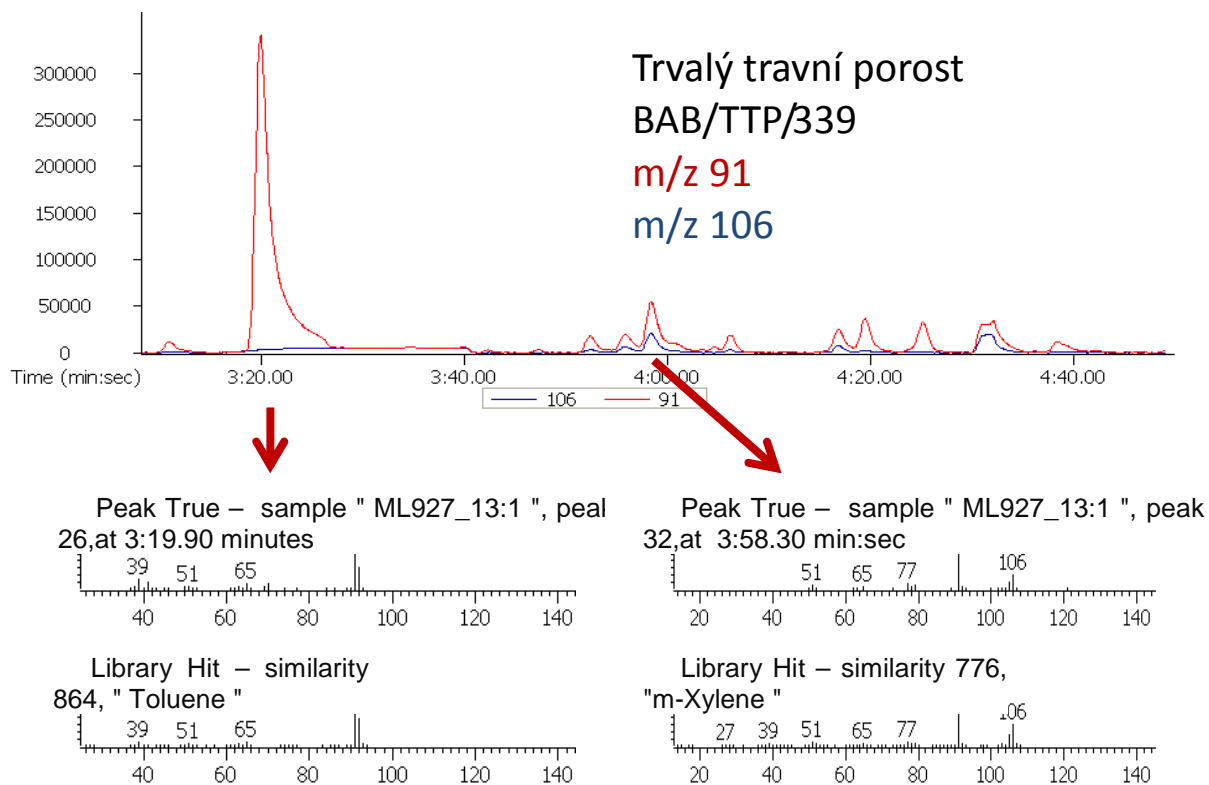
Typický příklad chromatografického výstupu z analýzy látek BTEX metodou SPME GC/TOF-MS je na **Obrázku 30**. Pro ilustraci potenciálu použité techniky je na tomto obrázku použit reálný vzorek trvalého travního porostu BAB/TTP/339, obohacený přídatkem standardu, obsahujícího sledované analyty BTEX. Výsledky obsahu BTEX ve všech odebraných vzorcích plodin a travního porostu jsou uvedeny v databázové **Příloze 5**.



**Obrázek 30:** Záznam SPME–GC/TOFMS analýzy BAB/TTP/339 s přídatkem látek BTEX (50 µg/kg). (A) Celkový profil těkavých látek vzorku (TIC), (B) Identifikace jednotlivých analytů (extrahovány ionty 78 a 91).

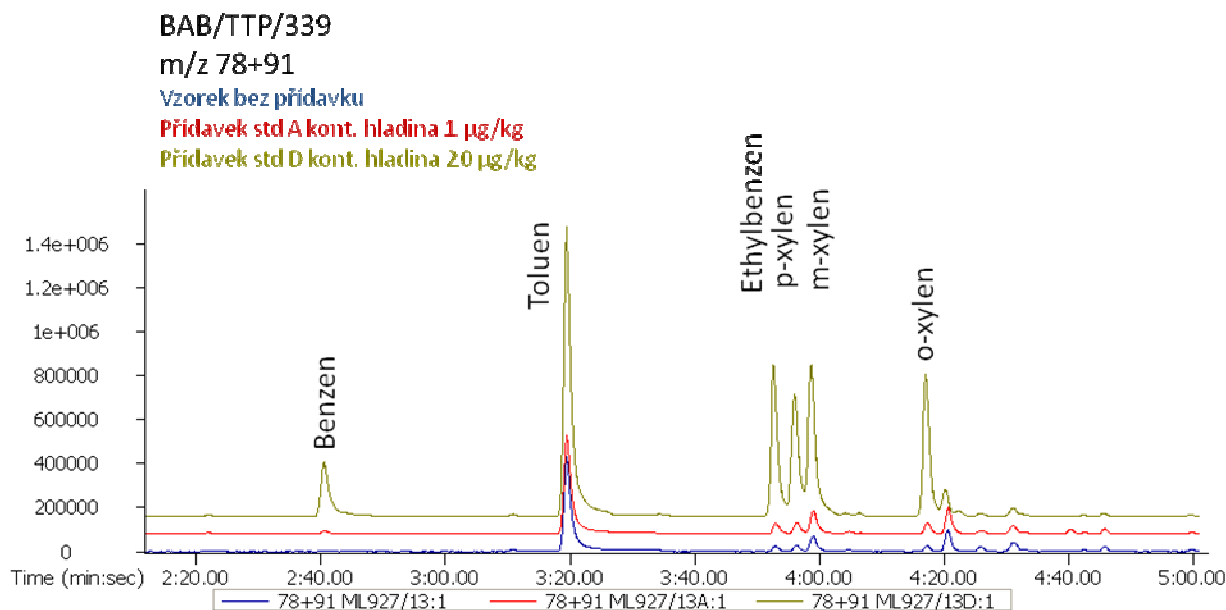


Identifikace jednotlivých látek BTEX přítomných ve vzorku trvalého travního porostu byla provedena porovnáním spekter naměřených se spektry z knihovny spekter NIST MS Search, verze 2.0 (viz. **Obrázek 31**). Konfirmace identity byla provedena srovnáním retenčních časů analytů získaných měřením vzorku a vzorku obohaceného roztokem standardu.



**Obrázek 31:** Záznam SPME–GC/TOFMS analýzy vzorku BAB/TTP/339. Zobrazen průběh iontu 91 (oranžová linka) a 106 (zelená linka). Ukázka identifikace toluenu a m-xylenu porovnáním hmotnostních spekter.

Citlivost použité metody dokumentuje **Obrázek 32**, kde je srovnáván „přirozený“ nálezy látek BTEX ve vzorcích trvalého travního porostu a stejného vzorku cíleně kontaminovaného známým množstvím standardu na hladiny (na hladiny 1 a 20  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ).



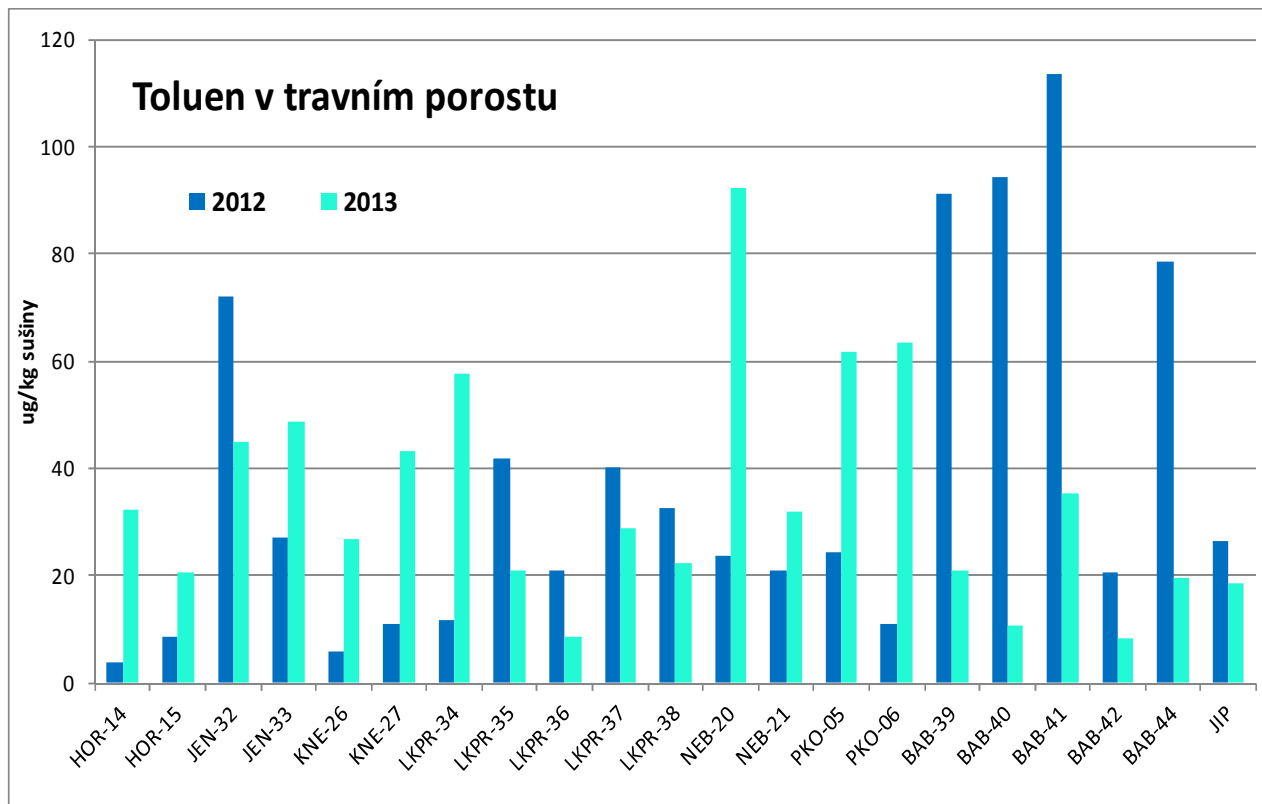
**Obrázek 32:** Srovnání obsahu cílových analytů v matrici (oranžová linka) a matrici s přidavkem standardu BTEX (zelená linka přidavek na hladině 1  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , modrá linka přidavek na hladině 50  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ).

Toluen a xylen byly v roce 2013 opět majoritními zástupci BTEX v monitorovaných materiálech, jak to dokumentují **Obrázky 33-37**. **Obrázek 33** pak ukazuje také zajímavé porovnání letošních nálezů toluenu v hlavním bioindikátoru - travním porostu - s nálezů v předchozím roce.

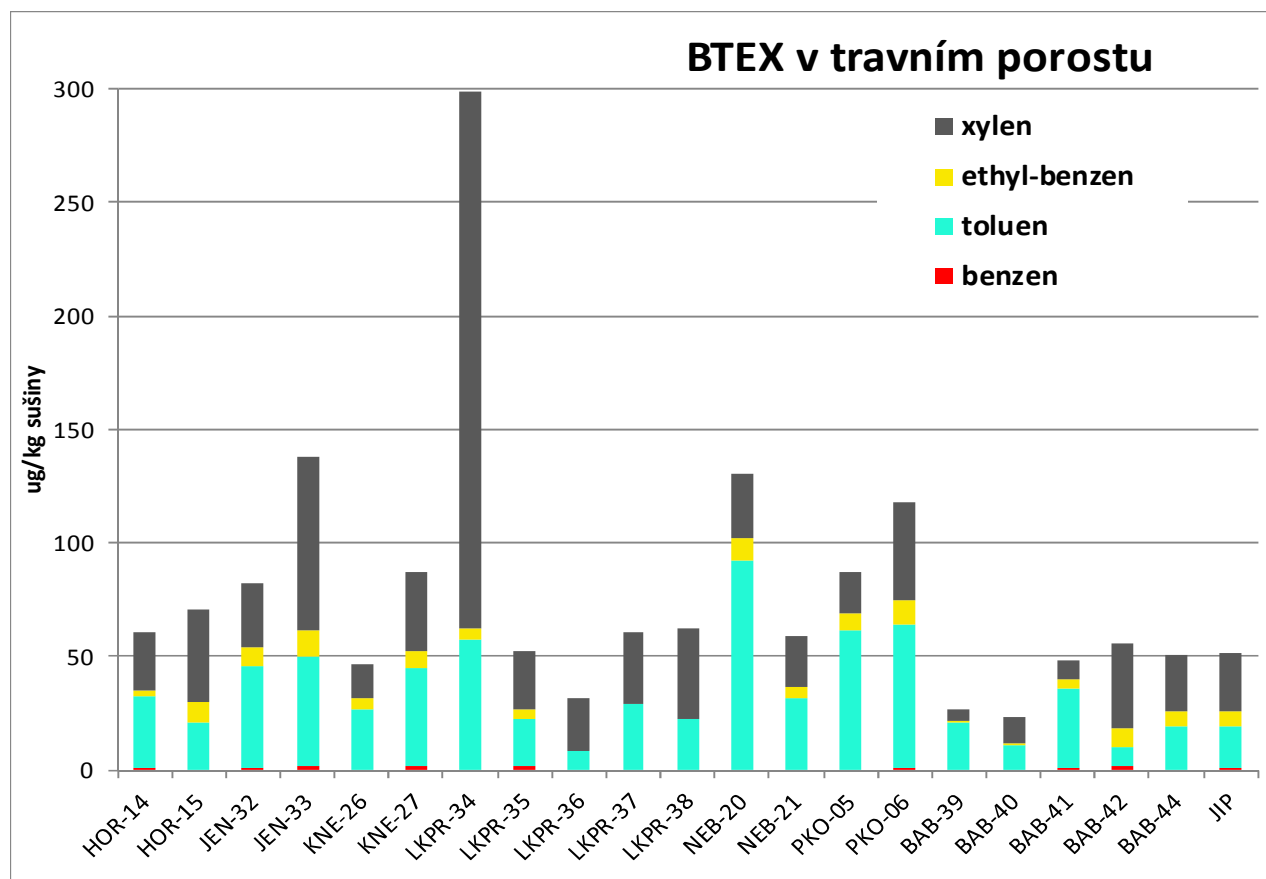
Při hodnocení rozdílů a trendů v nálezů těkavých sloučenin sledovaných v rámci tohoto projektu je potřeba uvažovat mnohem větší nejistotu vzorkování a výsledků stanovení než u dalších analytů. Tento fakt je dán právě těkavostí těchto analytů – aktuální nálezy je více než u jiných analytů ovlivněn okamžitými podmínkami při odběru, transportu i pre-analytickém zpracování vzorků.

Obsahy těchto látek jsou zcela závislé na meteorologických podmínkách a incidentních zdrojích v době vzorkování. Zátěž plodin látkami BTEX vypovídá tedy jen o krátkodobé (okamžité) expozici vegetace imisím, žádné kumulativní vlastnosti u těchto látek nelze předpokládat. Jejich vysoká těkavost také umožňuje velmi snadný atmosférický přenos na větší vzdálenosti od emisních zdrojů, což rovněž interpretaci nízkých nálezů 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.

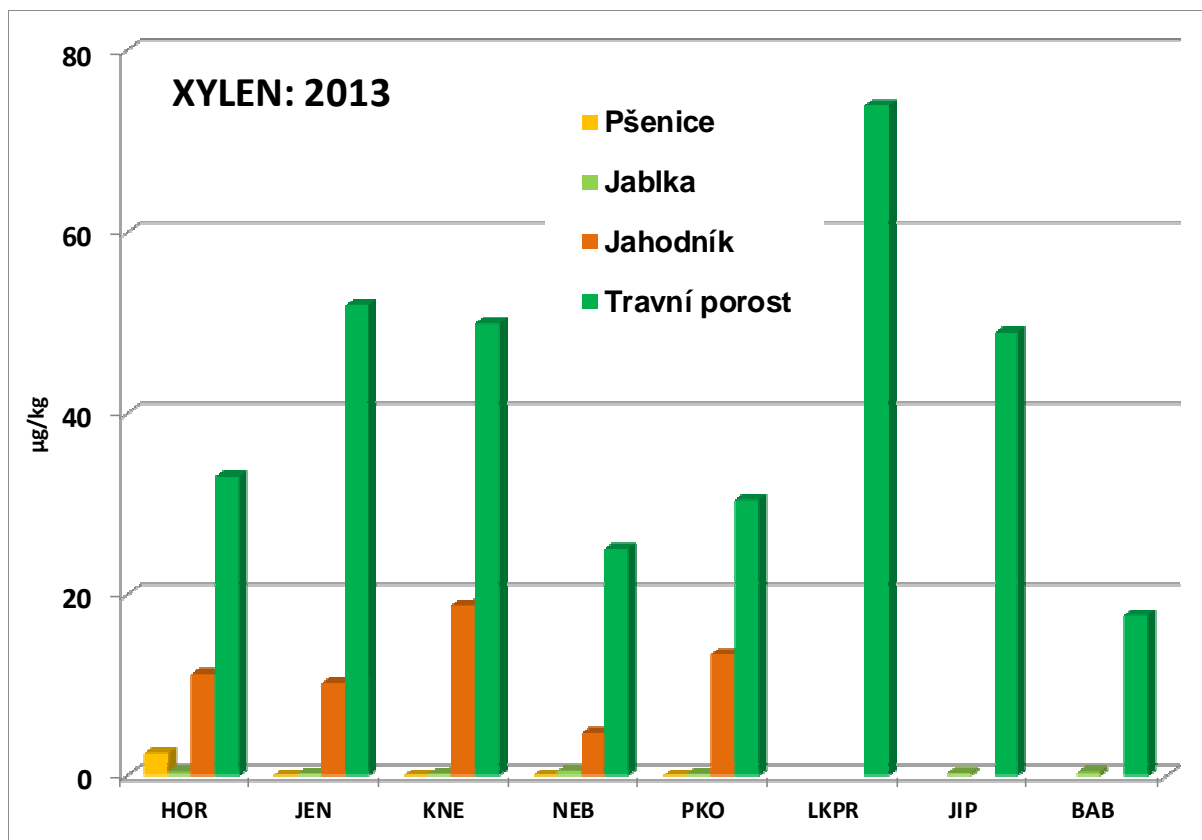
Nejvyšší nálezů toluenu v trvalém travním porostu byly zaznamenány v oblasti **Přední Kopaniny, Nebušic a Jenče**. Z prostoru LKPR byly zvýšené nálezů toluenu ve vzorcích z **LKPR-34**, tj. v levém pásu od RWY 30, což při větru 33001KT indikuje zdroj poměrně dobře. Tento vzorek také obsahoval jednoznačně nejvyšší koncentrace xylenů ze všech vzorků travních porostů. Vzorky z Horoměřic a Baby/Prahy 6, jevíly letos jen nízkou zátěž BTEX.



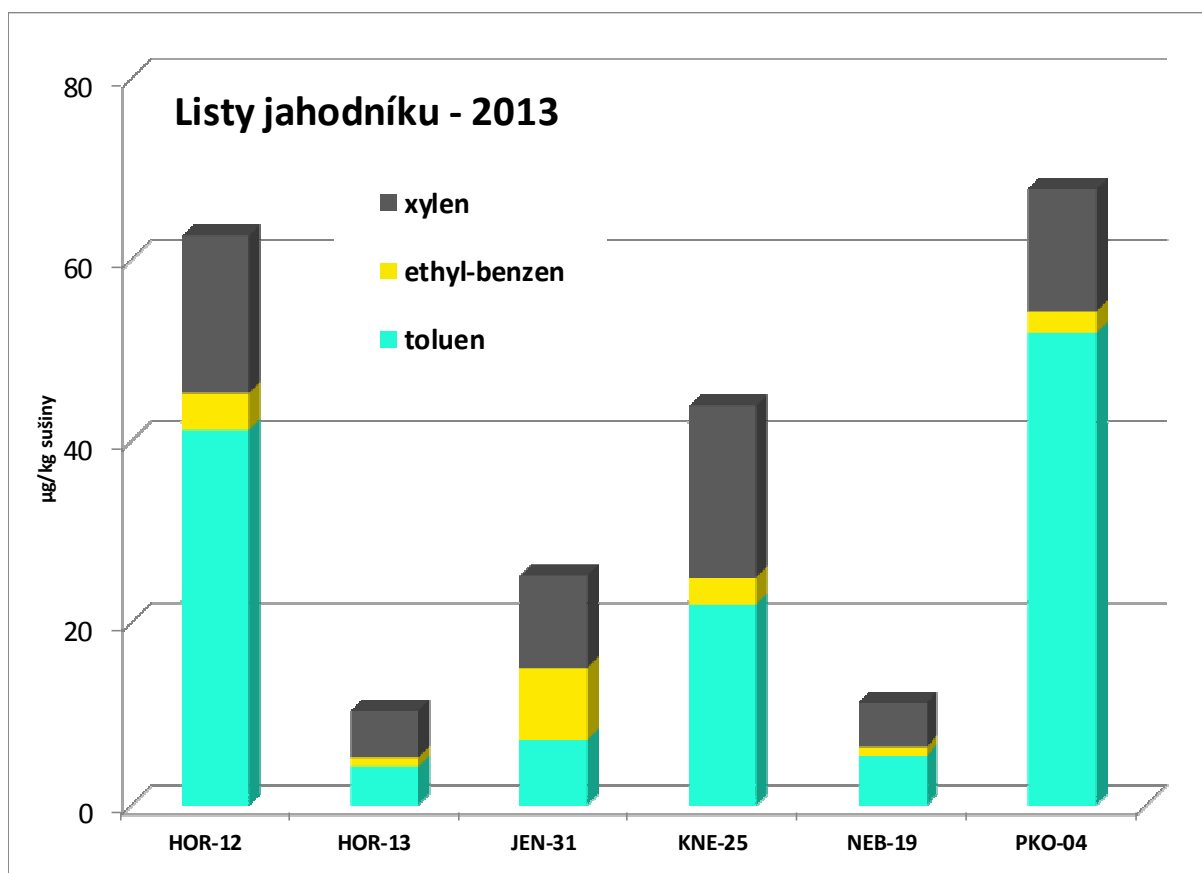
**Obrázek 33:** Obsahy toluenu v TTP – porovnání let 2012 a 2013



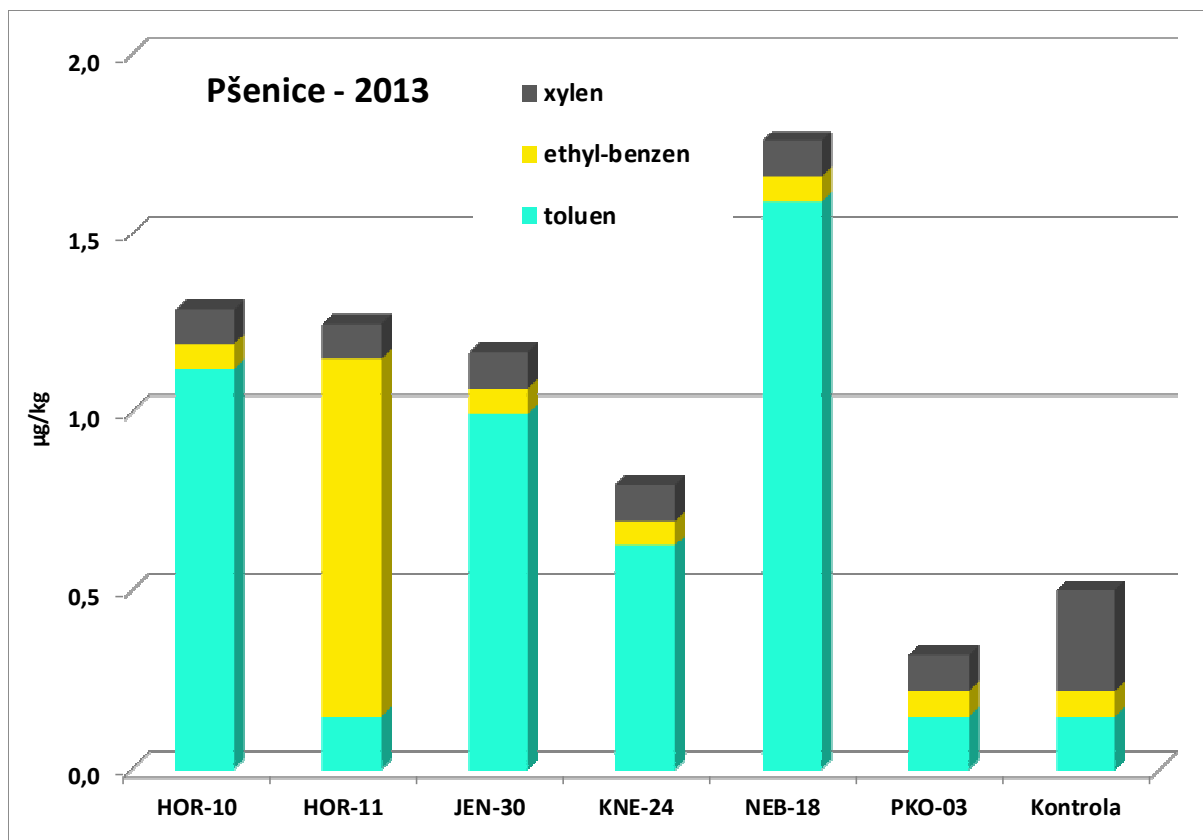
**Obrázek 34:** Obsahy a zastoupení BTEX v travním porostu – 2013



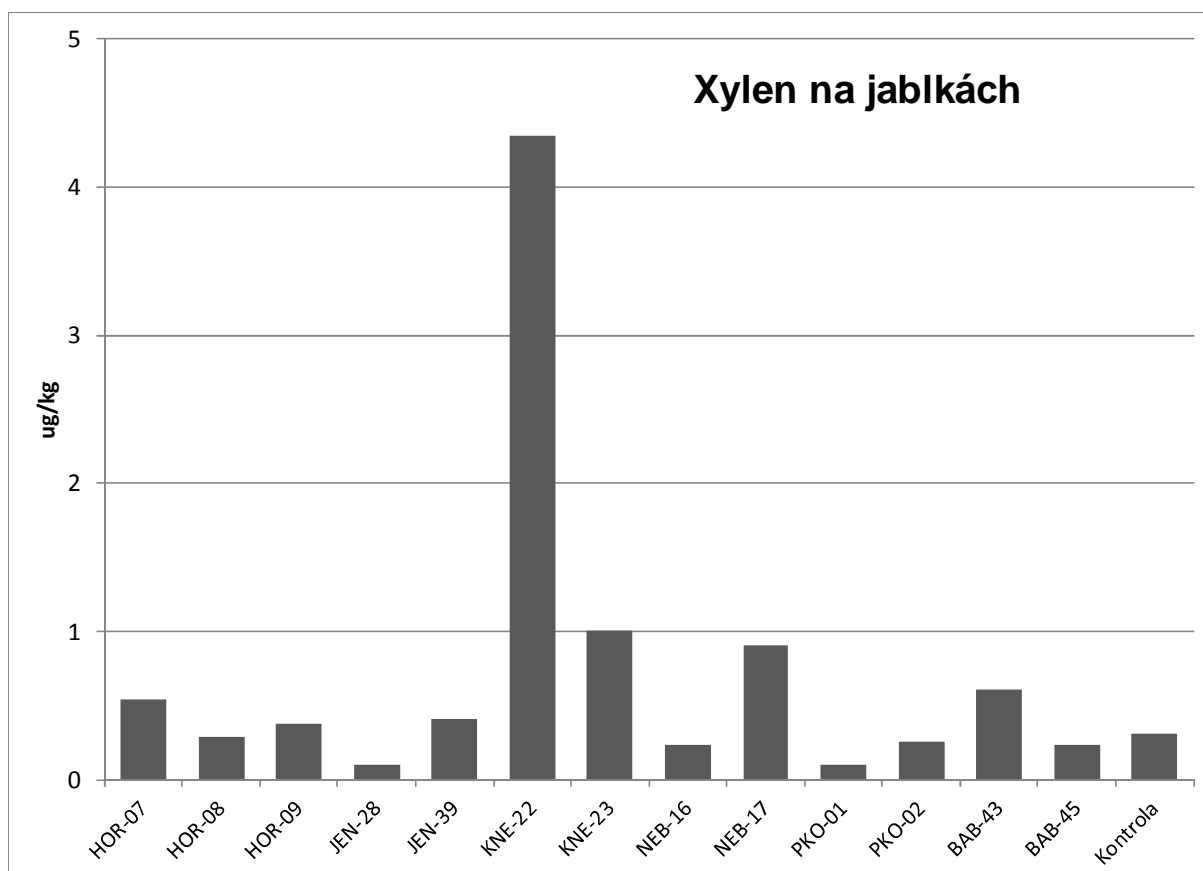
**Obrázek 35:** Obsahy xylenu 2013: porovnání plodin - průměrné hodnoty za obec či LKPR (pšenice a jablka v mikrogramech na kg čerstvé hmotnosti, ostatní na sušinu)



**Obrázek 36:** Obsahy a zastoupení BTEX v listech jahodníku - 2013



Obrázek 37: Obsahy a zastoupení BTEX v pšenici - 2013



Obrázek 38: Obsahy xyleny v jablkách - 2013

**Obrázek 36** prezentuje kontaminaci listů jahodníku v různých lokalitách. S malou výjimkou **JEN-31**, všechny tyto vzorky obsahují především toluen a xylen, ethylbenzen. Je zřejmé, nálezy BTEX v jahodníku nelze zcela porovnávat s nálezy v travním porostu ze stejných obcí. Kromě rozdílů morfologických zde hlavní roli hraje zcela jiná doba odběru trávy a jahodníku a někde i jejich odlišná lokalizace.

Protože u pšenice se analyzují pouze vylopaná zrna (pluchy se odstraní), je obecně nejméně kontaminovanou plodinou ze všech sledovaných matric. Nálezy benzenu, etylbenzenu a xyleny v pšenici byly proto (s výjimkou HOR-11 a Kontroly) pod limitem kvantifikace (viz **Obrázek 37**). V případě nálezu pod mezí stanovitelnosti je vložena hodnota poloviny této meze a na obrázku je pak tato hodnota vizualizována stejně velkými sloupci.

Ačkoli poměr povrchu k hmotnosti je poměrně malý i u jablek, výsledky jsou zde poněkud zajímavější – viz **Obrázek 38**. Především se zde potvrzuje zvýšená zátěž Kněževsi xylenem, což je zřejmě jak důsledek již zmíněné vysoké stavební a dopravní aktivity, významnější příspěvek leteckého provozu na RWY 30/12 a APRON je pravděpodobný.

## B. Výsledky detekce stop leteckého paliva na plodinách na základě porovnání chromatografických profilů.

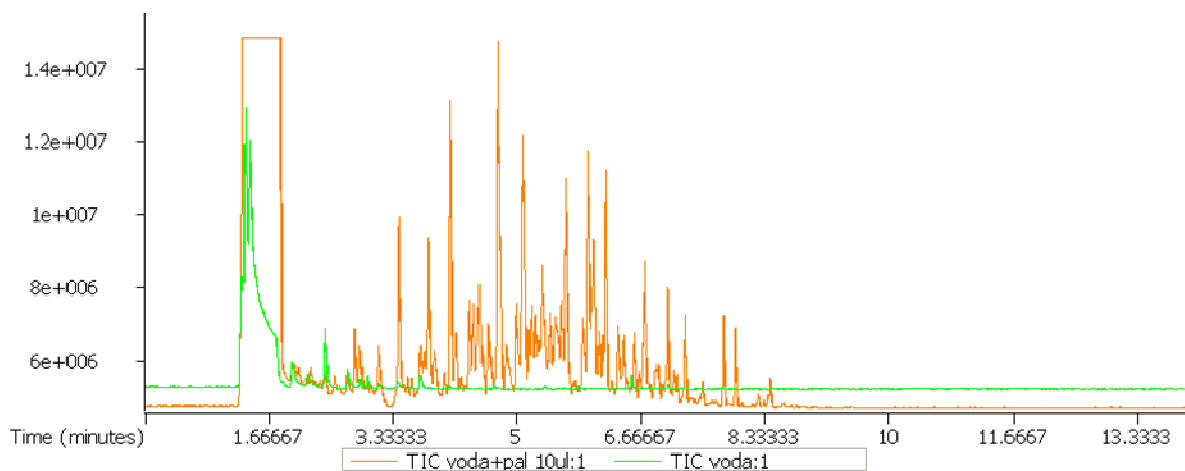
Všechny vzorky byly analyzovány dvakrát a každý vzorek byl pak porovnán se vzorkem, do něhož bylo přidáno přesné množství paliva Jet A (spike). Takto uměle kontaminované vzorky simulují situaci, kdy dojde ke znečištění plodiny leteckým palivem.

Při vyhledávání sloučenin, které by mohly sloužit jako potenciální markery znečištění vzorků leteckým palivem bylo postupováno s přihlédnutím k následujícím kritériím:

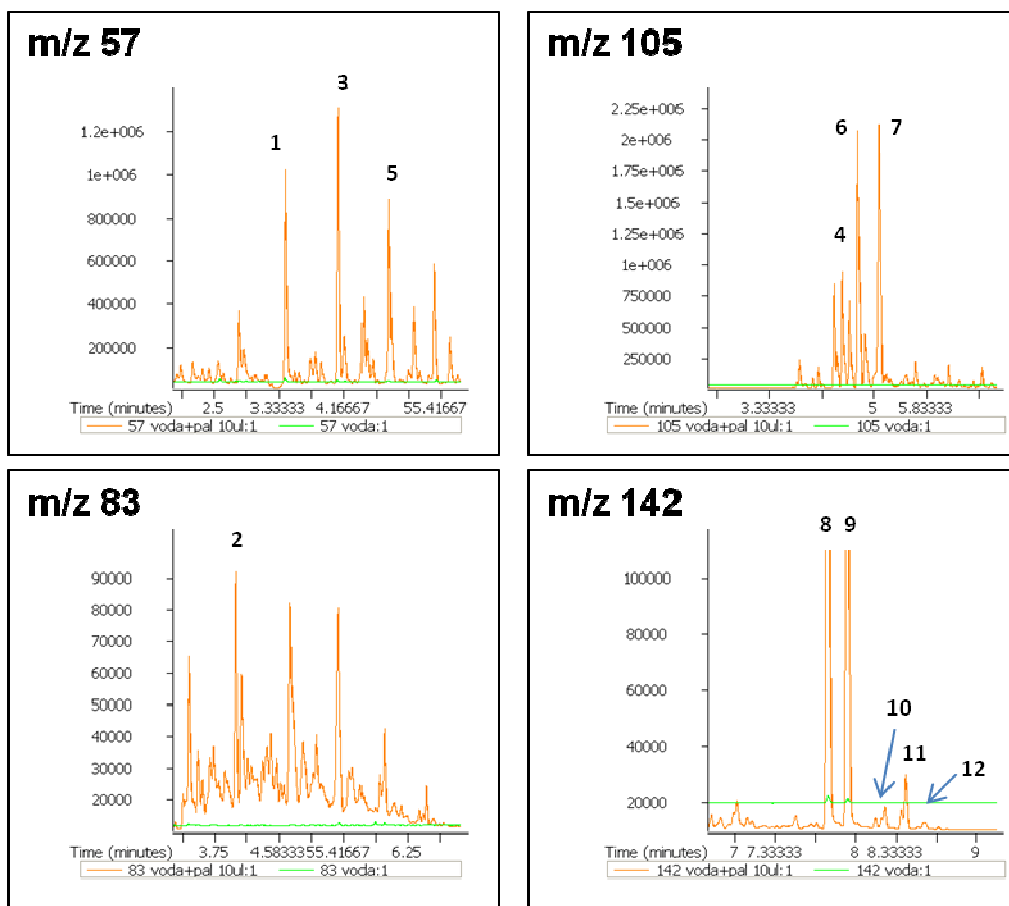
- (i) Případný marker byl identifikován metodou založenou na SPME ve více odebraných vzorcích alespoň dvou typů matrice,
- (ii) Současně byl takový potenciální marker identifikován i v kontrolním vzorku destilované vody, do které bylo přidáno palivo Jet A (cca 2,9 mg/l).
- (iii) Současně nebyl tento marker identifikován ve slepém vzorku vody bez přídavku paliva.

Typický příklad porovnání chromatografických záznamů získaných metodou SPME GC/TOFMS analýzy kontrolního vzorku destilované vody a vzorku destilované vody s přídavkem paliva (2,9 mg/l) je na **Obrázku 39** (záznam TIC, Total Ion Current) a **45** (záznam iontů o m/z 57, 83, 105 a 142).

Látky identifikované jako potenciální markery paliva uvádí **Tabulka II**.



**Obrázek 39:** Srovnání chromatogramů SPME–GC/TOFMS analýzy (TIC = Total Ion Current) kontrolního vzorku destilované vody (zelená linka) a vzorku destilované vody s přídavkem paliva Jet A (2,9 mg/l - oranžová linka).



**Obrázek 40:** Srovnání chromatogramů SPME–GC/TOFMS analýzy (záznam iontů o m/z 57, 83, 105 a 142) kontrolního vzorku destilované vody (zelená linka) a vzorku destilované vody s přidavkem paliva Jet A (2,9 mg/l - oranžová linka). Číslicí jsou označeny vytipované markery paliva – návrh identifikace viz tabulka II.



**Tabulka II:** Identifikované potenciální markery paliva.

Číslo markeru	RT/min	Identifikace (dle knihovny spekter NIST)
1	3,41	undekan
2	4,01	1-methylethylcyklohexan
3	4,10	dodekan
4	4,49	1,2,3-trimethylbenzen
5	4,74	tridekan
6	4,74	1,2,4-trimethylbenzen
7	5,09	1-ethyl-4-methylbenzen
8	7,77	1(2*)methylnaftalen
9	7,93	1 (2*)methylnaftalen
10	8,25	1,5(2,6)(2,7)dimethylnaftalen
11	8,41	1,5(2,6)(2,7)dimethylnaftalen
12	8,58	1,5(2,6)(2,7)dimethylnaftalen

1-methylnaftalen a 2-methylnaftalen nejsou rozlišeny, ačkoli dochází k jejich rozdělení

Markery byly vybrány také s ohledem na zastoupení ve směsi leteckého paliva a minimální pravděpodobnost jejich přirozeného výskytu v nekontaminovaných rostlinných materiálech. Markery č. 6-12 jsou alkylbenzeny a alkylnaftaleny typické právě pro naftu a letecké palivo. Kvalitativní nálezy příslušných markerů ve všech vzorcích uvádí **Tabulka III**.

Podobně jako v minulých letech byly vzorky s nálezem 1- a 2-methylnaftalenu (marker 8 a 9) označovány jako vzorky, kde „nelze vyloučit vliv leteckého paliva“. V databázi výsledků jsou vzorky s nálezem obou těchto markerů označeny jako suspektní (S).

Stejně jako v roce 2012 se i v roce 2013 v pšenici a jablcích methylnaftaleny (markery 8 a 9) vůbec nevyskytovaly. Jejich nejvyšší incidence byla v trvalém travním porostu z lokalit **LKPR** a **Baba**. V bodech **LKPR-37** a **LKPR-38** bylo detekováno celkem 7 markerů, nálezy alespoň některého z methylnaftalenů byly obligatorní též v listech jahodníku. Dimethyl-naftaleny (markery 10-12) nebyly detekovány v žádném ze vzorků. *Nutno ale podotknout, že ve stopových koncentracích nelze na vzorcích rostlinného materiálu spolehlivě odlišit Jet A od motorové nafty.*

Tabulka III: Výskyt potenciálních markerů paliva (náález označen symbolem „X“)

matrice	kód lokality	číslo markeru	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		číslo vzorku												
pšenice zrno	KON/PSE/300	ML 936/13	X	X	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-
	PKO/PSE/303	ML 930/13	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
	HOR/PSE/310	ML 931/13	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
	HOR/PSE/311	ML 926/13	X	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-
	NEB/PSE/318	ML 932/13	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	KNE/PSE/324	ML 933/13	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
	JEN/PSE/330	ML 934/13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
trvalý travní porost	PKO/TTP/305	ML 1256/13	X	X	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-
	PKO/TTP/306	ML 1257/13	X	-	X	-	X	-	X	-	-	-	-	-
	HOR/TTP/314	ML 1258/13	X	-	X	X	X	-	X	-	-	-	-	-
	HOR/TTP/315	ML 1259/13	X	X	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-
	NEB/TTP/320	ML 1260/13	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
	NEB/TTP/321	ML 1358/13	-	-	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-
	KNE/TTP/326	ML 1262/13	X	-	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-
	KNE/TTP/327	ML 1261/13	X	-	X	-	X	-	X	-	-	-	-	-
	JEN/TTP/332	ML 1279/13	X	-	X	-	X	X	X	X	-	-	-	-
	JEN/TTP/333	ML 1280/13	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-
	LKPR/TTP/334	ML 1372/13	-	-	X	-	-	X	X	X	X	-	-	-
	LKPR/TTP/335	ML 1373/13	-	-	X	-	X	X	X	X	X	-	-	-
	LKPR/TTP/336	ML 1374/13	-	X	-	-	-	X	X	-	X	-	-	-
	LKPR/TTP/337	ML 1375/13	-	X	X	-	X	X	X	X	X	-	-	-
	LKPR/TTP/338	ML 1376/13	-	X	X	X	-	X	X	X	X	-	-	-
	BAB/TTP/339	ML 927/13	-	-	X	-	X	-	-	X	X	-	-	-
	BAB/TTP/340	ML 928/13	-	-	-	-	X	-	-	X	X	-	-	-
	BAB/TTP/341	ML 929/13	-	-	X	-	X	-	-	X	X	-	-	-
BAB/TTP/342	ML 1281/13	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	
BAB/TTP/344	ML 1282/13	-	X	X	-	X	X	X	-	-	-	-	-	
JIP/TTP/3K5	ML 1283/13	-	-	X	-	X	X	X	-	-	-	-	-	
listy jahodníku	PKO/LJA/304	ML 920/13	X	-	X	-	X	-	X	X	X	-	-	-
	HOR/LJA/312	ML 921/13	X	-	-	-	X	X	-	X	X	-	-	-
	HOR/LJA/313	ML 922/13	-	X	X	-	X	X	-	-	X	-	-	-
	NEB/LJA/319	ML 923/13	-	-	-	-	X	X	X	X	X	-	-	-
	KNE/LJA/325	ML 924/13	-	-	X	-	X	X	X	X	X	-	-	-
	JEN/LJA/331	ML 925/13	-	-	X	-	X	-	X	X	X	-	-	-

## pokračování tabulky

matrice	kód lokality	číslo markeru	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		číslo vzorku												
Jablka	PKO/JAB/301	ML 1248/13	X	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-
	PKO/JAB/302	ML 1249/13	X	-	X	-	X	X	X	-	-	-	-	-
	HOR/JAB/307	ML 1250/13	-	-	X	-	X	X	X	-	-	-	-	-
	HOR/JAB/308	ML 1251/13	X	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-
	HOR/JAB/309	ML 1357/13	X	-	X	-	X	X	X	-	-	-	-	-
	NEB/JAB/316	ML 1252/13	X	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-
	NEB/JAB/317	ML 1253/13	X	-	X	-	X	X	X	-	-	-	-	-
	KNE/JAB/322	ML 1254/13	X	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-
	KNE/JAB/323	ML 1255/13	X	-	X	-	X	X	X	-	-	-	-	-
	JEN/JAB/328	ML 1274/13	X	X	X	-	X	X	X	-	-	-	-	-
	JEN/JAB/329	ML 1275/13	X	-	X	-	X	X	X	-	-	-	-	-
	BAB/JAB/343	ML 1276/13	X	-	X	-	X	X	X	-	-	-	-	-
	BAB/JAB/345	ML 1277/13	X	-	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-
	JIP/JAB/3K4	ML 1278/13	-	-	X	-	X	X	X	-	-	-	-	-

Při posuzování přítomnosti vybraných markerů ve vzorcích plodin a travního porostu je nutno vzít do úvahy následující skutečnosti:

1. Ačkoli bylo při určení markerů použito letecké palivo Jet A, stejné sloučeniny jsou obsaženy také v motorové naftě a obdobných ropných produktech, případně mohou pocházet i z mnoha jiných zdrojů.
2. Některé tyto markery mohou být detekovány také ve vzorcích trávy a plodin odebraných mimo oblast Prahy, tedy v lokalitách s malou silniční dopravou a bez významnějšího vlivu letecké dopravy (může jít o tzv. dálkový transport ovzduším).
3. Získané údaje jsou kvalitativní a nevypovídají o poměrném zastoupení jednotlivých látek.

## IV. Závěry studie 2005 – 2013

Monitoring indikátorových plodin a krmiv (pšenice, jablka, travní porost, listy jahodníku) pokračoval v roce 2013 za popsaných meteorologických podmínek. Databáze výsledků byla rozšířena a závěry z předchozích let byly experimentálně potvrzeny.

Ve vzorcích pšenice, jablek, listů jahodníku a trvalého travního porostu, odebraných v pěti obcích v blízkosti mezinárodního letiště Václava Havla Praha (LKPR), byly sledovány chemické kontaminanty vybrané jako indikátory zátěže ovoce, plodin a krmiv provozem letiště. Jednalo se o polycyklické aromatické uhlovodíky - PAU, dále o těkavé aromatickými uhlovodíky (BTEX), stopy po leteckém palivu a dále o devět toxických stopových prvků (těžkých kovů). Body odběru vzorků v obcích byly vybrány s ohledem na nejpoužívanější trasy leteckého provozu a travní porost byl odebírán rovněž v blízkosti vzletových a pojezdových drah v areálu letiště LKPR. Od roku 2008 bylo sledování rozšířeno na prostor od Baby přes Hanspaulku až k Červenému vrchu.

1. V monitorované oblasti jsou na plodinách (jablka, pšenice) trvale nalézány obsahy PAU prakticky stejné nebo mírně přesahující průměrné hodnoty zjišťované v minulosti jako víceméně „běžné“ na území ČR. Ve vzorcích plodin nedošlo během let 2005-2013 k významnějšímu či dlouhodobému překročení hladin PAU, které jsou obvyklé v městské oblasti zatížené dopravou, případně dalšími lokálními emisními zdroji. V roce 2013 byly koncentrační hladiny PAU v rámci běžné variability celkově srovnatelné s předchozím obdobím. Přesto v roce 2013 hladiny PAU v některých lokalitách jeví vzestup a vzorek travního porostu s vysokým nálezem PAU byl letos odebrán v bodě LKPR-36. Značná variabilita aktuálních koncentrací zřejmě reflektuje momentální meteorologické podmínky a okamžitý provoz. V žádném ze vzorků pšenice nebo jablek nebyly překročeny maximální hladiny PAU stanovené od září 2012 nařízením č.1881/2006/ES pro dětskou výživu.
2. Na základě naměřených dat nelze jednoznačně identifikovat konkrétní zdroj znečištění. V dané oblasti dochází k překryvu různých emisních zdrojů. V roce 2013 se znečištění PAU projevilo především podél rekonstruované RWY 06/24, zejména v blízkosti Kněževsi. Přímo v Kněževsi byla zaznamenána při odběrech vzorků v červenci a srpnu extrémní prašnost a velmi intenzivní stavební a dopravní činnost související s letištní rekonstrukcí. Zvýšená zátěž PAU se projevila také v údolí Kopaninského potoka v Přední Kopanině.
3. Zátěž plodin sledovanými prvky - kadmíem, olovem, rtutí, niklem, vanadem apod. - v blízkosti letiště značně kolísá – mezi lokalitami i meziročně. Konkrétní zdroje znečištění nelze určit ale vlastní provoz samotných letadel se na něm pravděpodobně podílí jen minimálně, zatímco ostatní provoz (na letišti i okolí) a údržba jsou zřejmě dominantní. Hladiny těžkých kovů odpovídají legislativním požadavkům na potraviny a krmiva. Průměrná zátěž plodin a krmiv těžkými kovy nevykazuje žádné významné časové trendy. Zátěž jablek, pšenice a jahodníkového listů byla prakticky stejná, jako v minulých letech. V případě travního porostu se koncentrace těžkých kovů v roce 2013 zvýšila především v bodech LKPR-37 a 38, kde probíhala rekonstrukce RWY06/24 a mírně snížila v bodech podél RWY12/30. Trvale zvýšená zátěž těžkými kovy je pak dlouhodobě v Kněževsi a Jenči (kadmium, olovo, nikl).
4. Vyšetření v roce 2013 neprokázala na vzorkovaných plodinách přítomnost zbytků paliva používaného výhradně pro tryskové motory (Jet A). Přítomnost indikátorových sloučenin má zřejmě původ i v motorové naftě. Suspektní lokality byly na základě screeningu v roce 2013 indikovány pro možné další sledování.

5. Vyšetření plodin na obsah těkavých uhlovodíků BTEX (benzen, toluen, ethylbenzen a xyleny) umožňuje porovnat zatížení odběrních bodů intenzivní dopravou v době vzorkování. V pšenici jsou obsahy BTEX zanedbatelné (na mezi stanovitelnosti či pod ní). V ostatních vzorcích dominoval toluen a xylen. Nebyla prokázána přímá souvislost mezi obsahy BTEX a leteckým provozem.
6. Data získaná v sezonách 2005 až 2013 vypovídají o průměrné úrovni a kolísání kontaminace ovoce, plodin a objemných krmiv v monitorované oblasti v období 9 letních sezon. Výsledky reflektují spíše středně- a krátkodobé vlivy panující v období odběru, které jsou dané například aktuálními meteorologickými podmínkami, orografií, režimem provozu letiště ale i zdroji znečištění v jednotlivých obcích (provoz nákladní dopravy, stavebních strojů, betonárek, skladišť a rovněž zvýšená prašnost).

## V. 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] Jánková 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 ze dne 19. prosince 2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách (konsolidované znění-říjen 2013).
- [5] Emission Inventory Guidebook (1999): <http://reports.eea.europa.eu/EMEP/INAI/5/en/BPAH.pdf>
- [6] 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)
- [7] Composition of Foods Raw, Processed, Prepared. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 19. U.S. Department of Agriculture, ARS, Beltsville, Aug. 2006.
- [8] Jurdáková, H.; Kubinec, R.; Jurčišinová, 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.
- [9] Kim, K.; Shon, Z.; Kim, M.; et al: Major aromatic VOC in the ambient air in the proximity of an urban landfill facility. Journal of Hazardous Materials, 150 (2008) 754-764.
- [10] Lehndorff E., Schwark L.: Biomonitoring of air quality in the Cologne Conurbation using pine needles as a passive sampler – Part II: polycyclic aromatic hydrocarbons. Atmospheric Environment, 38 (2004) 3793-3808
- [11] 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

## 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]fluoranthren
B[ghi]P	benzo[ghi]perylen
B[k]F	benzo[k]fluoranthren
BTEX	benzen, toluen, ethylbenzen, xylen
DB[ah]A	dibenz[a,h]anthracen
Flt	fluoranthren
Flu	fluoren
Chr	chrysen
I[1,2,3-cd]P	indeno[1,2,3-cd]pyren
Naph	naphthalen
Phe	phenanthren
Pyr	pyren
$\phi$	obsah organického materiálu v částicích
$\rho$	hustota pevné fáze
BCF	bioconcentration factor; biokoncentrační faktor
ČIA	Český institut pro akreditaci
ČR	Česká republika
FLD	fluorescence/fluorimetric detector; fluorescenční/fluorimetrický detektor
GPC	gel permeation chromatography; gelová permeační chromatografie
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
$K_{AW}$	rozdělovací koeficient vzduch/voda
$K_{OA}$	rozdělovací koeficient <i>n</i> -oktanol/vzduch
$K_{OC}$	rozdělovací koeficient organický podíl/voda
$K_{OW}$	rozdělovací koeficient <i>n</i> -oktanol/voda
$K_{SA}$	rozdělovací koeficient půda/vzduch
$K_{SW}$	rozdělovací koeficient sediment/voda a půda/voda
L	podíl lipidické frakce na povrchu listů
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)
$W_{org}$	obsah PAU v biotě
$W_x$	obsah PAU v okolním prostředí

**Kódy lokalit / obcí:**

BAB	Baba, Hanspaulka, Červený vrch
HOR	Horoměřice
JEN	Jeneč
JIP	Kontrolní lokalita: v r. 2013 Lány
KNE	Kněževes
LKPR (příp. PRG)	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
LJA	Listy jahodníku
PSE	Pšenice
TTP	Trvalý travní porost

## VII. Přílohy

Příloha 1: Osvědčení o akreditaci laboratoře

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. Michala Slováková  
Ing. Jaromír Hradecký

Datum schválení: 15.11.2013





Český institut pro akreditaci,  
obecně prospěšná společnost  
130 00 Praha 3, Olšanská 54/3  
vydává

## OSVĚDČENÍ O AKREDITACI

č. 389 / 2012  
pro  
zkušební laboratoř č. 1316.2  
**Vysoká škola chemicko-technologická v Praze**  
**(IČ 60461373)**  
**Metrologická a zkušební laboratoř**  
**Technická 5, 166 28 Praha 6**

Předmět akreditace:  
Chemická analýza potravin, nápojů, potravinářských a farmaceutických surovin, krmiv, chemických přípravků, biologických materiálů (rostlinných a živočišných tkání) a složek životního prostředí v rozsahu uvedeném v příloze tohoto osvědčení.

Toto osvědčení o akreditaci vydal Český institut pro akreditaci, o.p.s. na základě posouzení splnění akreditačních kritérií podle  
ČSN EN ISO/IEC 17025:2005  
a po zjištění, že zkušební laboratoř je odborně způsobilá objektivně a nezávisle vykonávat činnosti uvedené v rozsahu předmětu akreditace.

Adresát tohoto osvědčení je oprávněn používat při své činnosti v rozsahu tohoto osvědčení a po dobu jeho platnosti vedle svého názvu označení „akreditovaná zkušební laboratoř č. 1316.2“, pokud dodržuje veškeré příslušné předpisy vztahující se k činnosti akreditované zkušební laboratoře, včetně předpisů vydaných Českým institutem pro akreditaci, o.p.s.

Prokáže-li se, že adresát tohoto osvědčení neplní akreditační kritéria rozhodná pro jeho vydání a závazky podmiňující akreditaci, může Český institut pro akreditaci, o.p.s. účinnost tohoto osvědčení pozastavit nebo osvědčení o akreditaci zrušit nebo změnit.

Toto osvědčení platí do: **30.04.2014**  
a v plném rozsahu nahrazuje osvědčení o akreditaci vydané ČIA č. 319/2009 ze dne 29.05.2009

V Praze dne: 25.06.2012



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

Poučení:  
Proti tomuto osvědčení, pokud jde o rozsah předmětu akreditace, má adresát možnost podat písemné námítky do 10 dnů od jeho převzetí. Námítky nemají odkladný účinek.

© ČPTIS, spol. s r.o.

Kopie Osvědčení o akreditaci Metrologické a zkušební laboratoře provádějící zkoušky

**Příloha 4****Tabulka IV:** Obsah sledovaných PAU v pšenici (µg/kg) – porovnání 2013

	HOR 310	HOR 311	JEN 330	KNE 324	NEB 318	PKO 303	<i>min.</i>	<i>max.</i>	<b>medián 2013</b>	medián 2012	medián 2011	medián 2010	medián 2009	medián 2008	medián 2007	medián 2006	medián 2005
<i>Phe</i>	1,26	1,28	2,04	0,97	2,38	0,65	0,65	2,38	1,27	0,97	0,72	0,79	0,94	0,83	1,53	0,77	0,72
<i>Ant</i>	0,08	0,06	0,10	0,03	0,08	0,01	0,01	0,10	0,07	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,06	0,02	0,03
<i>Flt</i>	0,03	0,11	0,20	0,18	0,48	<LOQ	<LOQ	0,48	0,18	0,06	0,11	0,18	0,12	0,17	0,29	0,12	0,15
<i>Pyr</i>	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,06	<LOQ	<LOQ	0,06	0,06	0,02	0,06	0,08	0,07	0,15	0,29	0,16	0,14
<b>BaA</b>	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,34	<LOQ	<LOQ	0,34	<b>0,34</b>	0,06	0,02	0,01	0,01	0,04	0,03	0,05	0,02
<b>Chr</b>	0,20	0,17	0,06	0,46	<LOQ	0,03	<LOQ	0,46	<b>0,17</b>	0,03	0,01	0,04	0,03	0,07	0,06	0,03	0,03
<b>BbF</b>	0,01	0,03	0,04	0,09	0,09	0,02	0,01	0,09	<b>0,03</b>	0,06	0,02	0,02	0,02	0,04	0,05	0,02	0,03
<b>BkF</b>	0,02	0,04	0,04	0,03	0,10	0,03	0,02	0,10	<b>0,04</b>	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	0,03	0,03	0,01	0,01	0,03	<b>0,02</b>	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02
<b>DBahA</b>	<LOQ	0,01	<LOQ	0,01	0,01	<LOQ	<LOQ	0,01	<b>0,01</b>	< 0,01	<0,01	0,00	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01
<b>BghiP</b>	0,02	0,03	0,03	0,25	0,07	0,02	0,02	0,25	<b>0,03</b>	< 0,01	0,03	0,03	0,02	0,02	0,05	0,04	0,04
<b>IcdP</b>	<LOQ	<LOQ	0,01	<LOQ	0,02	0,01	<LOQ	0,02	<b>0,01</b>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	0,01	0,05
<b>PAU-8</b>	<b>0,24</b>	<b>0,30</b>	<b>0,20</b>	<b>0,87</b>	<b>0,66</b>	<b>0,13</b>	<b>0,13</b>	<b>0,87</b>	<b>0,27</b>	<b>0,05</b>	<b>0,14</b>	<b>0,13</b>	<b>0,12</b>	<b>0,24</b>	<b>0,30</b>	<b>0,19</b>	<b>0,19</b>

Tabulka V: Obsah sledovaných PAU v jablkách (µg/kg) – porovnání 2013

	HOR 308	HOR 309	JEN 328	JEN 329	KNE 322	KNE 323	NEB 316	NEB 317	PKO 301	PKO 302	BAB 343	BAB 345	JIP 3K4
<i>Phe</i>	0,84	0,91	2,29	1,55	0,59	0,33	1,03	1,07	1,36	1,29	2,01	2,06	0,69
<i>Ant</i>	0,01	0,01	0,07	0,05	0,02	<LOQ	0,02	0,01	0,06	0,03	0,06	0,05	0,02
<i>Flt</i>	0,24	0,28	0,58	0,64	0,28	0,18	0,19	0,25	0,79	0,35	0,70	0,82	0,32
<i>Pyr</i>	0,10	0,05	0,27	0,70	0,15	0,18	0,08	0,07	1,04	0,14	0,65	0,72	0,13
<b>BaA</b>	<LOQ	0,02	0,14	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,03	0,04	0,17	0,05	0,14	<LOQ	0,08
<b>Chr</b>	0,03	0,05	0,14	0,19	0,06	0,09	0,05	0,02	0,28	0,03	0,14	0,29	0,07
<b>BbF</b>	0,02	0,02	0,04	0,11	0,03	0,03	0,02	<LOQ	0,22	0,01	0,10	0,17	0,02
<b>BkF</b>	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	<LOQ	0,07	<LOQ	0,03	0,06	0,01
<b>BaP</b>	<LOQ	0,01	0,03	0,32	0,05	0,05	0,02	<LOQ	0,60	0,01	0,25	0,30	0,03
<b>DBahA</b>	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,01	<LOQ	0,01	0,01	<LOQ
<b>BghiP</b>	0,01	0,02	0,03	0,31	0,04	0,05	0,01	<LOQ	0,54	0,01	0,27	0,31	0,02
<b>IcdP</b>	0,01	0,02	0,02	0,15	0,03	0,03	0,01	<LOQ	0,32	0,01	0,12	0,18	<LOQ
<b>PAU-8</b>	<b>0,08</b>	<b>0,15</b>	<b>0,42</b>	<b>1,11</b>	<b>0,22</b>	<b>0,26</b>	<b>0,15</b>	<b>0,05</b>	<b>2,20</b>	<b>0,11</b>	<b>1,06</b>	<b>1,32</b>	<b>0,22</b>

	<i>min.</i>	<i>max.</i>	medián 2013	medián 2012	medián 2011	medián 2010	medián 2009	medián 2008	medián 2007	medián 2006	medián 2005
<i>Phe</i>	0,33	2,29	1,09	3,62	2,08	4,17	1,33	2,83	1,06	2,64	5,53
<i>Ant</i>	0,01	0,07	0,02	0,06	0,09	0,12	0,05	0,11	0,07	0,10	0,16
<i>Flt</i>	0,18	0,82	0,30	0,55	0,49	0,98	0,64	0,64	0,27	0,77	0,86
<i>Pyr</i>	0,05	1,04	0,14	0,35	0,18	0,80	1,23	0,39	0,10	0,44	0,51
<b>BaA</b>	<LOQ	0,17	0,05	0,06	0,04	0,12	0,04	0,08	0,02	0,04	0,04
<b>Chr</b>	0,02	0,29	0,06	0,09	0,07	0,22	0,10	0,17	0,02	0,09	0,13
<b>BbF</b>	<LOQ	0,22	0,03	0,04	0,03	0,09	0,03	0,03	0,02	0,05	0,04
<b>BkF</b>	<LOQ	0,07	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
<b>BaP</b>	<LOQ	0,60	0,04	0,03	0,04	0,21	0,02	0,02	0,02	0,09	0,02
<b>DBahA</b>	<LOQ	0,01	0,01	0,01	<0,01	0,01	0,02	<0,01	0,01	<0,01	<0,01
<b>BghiP</b>	<LOQ	0,54	0,04	0,03	0,06	0,19	0,03	0,03	0,02	0,10	0,03
<b>IcdP</b>	<LOQ	0,32	0,03	0,03	0,02	0,10	0,02	0,03	0,02	0,07	0,04
<b>PAU-8</b>	<b>0,05</b>	<b>2,20</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>	<b>0,10</b>	<b>0,45</b>	<b>0,44</b>

Tabulka VI: Obsah sledovaných PAU v listech jahodníku ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  sušiny) – porovnání 2013

	HOR 312	HOR 313	JEN 331	KNE 325	NEB 319	PKO 304	<i>min.</i>	<i>max.</i>	medián 2013	medián 2012	medián 2011	medián 2010	medián 2009	medián 2008	medián 2007
<i>Phe</i>	29,5	14,4	15,7	48,6	34,1	18,3	14,38	48,60	23,87	11,16	17,1	17,0	14,0	34,0	50,2
<i>Ant</i>	1,42	0,87	0,80	3,33	1,20	1,15	0,80	3,33	1,18	0,51	0,76	0,76	0,69	0,73	1,88
<i>Flt</i>	13,5	6,79	8,44	32,2	12,8	8,77	6,79	32,22	10,78	8,51	11,8	13,0	10,4	10,7	26,0
<i>Pyr</i>	4,86	5,34	2,94	13,7	5,87	5,79	2,94	13,68	5,57	3,50	7,93	5,76	6,54	6,55	14,9
<b>BaA</b>	1,43	1,40	0,99	3,24	1,89	2,68	0,99	3,24	1,66	1,41	3,42	1,44	1,57	1,82	4,28
<b>Chr</b>	3,28	2,42	2,28	5,64	3,35	3,19	2,28	5,64	3,24	2,77	5,12	3,11	3,33	3,83	5,48
<b>BbF</b>	1,67	2,42	1,14	3,78	2,04	3,09	1,14	3,78	2,23	1,80	3,12	2,02	2,20	2,10	4,76
<b>BkF</b>	2,16	2,64	1,39	5,02	2,53	2,26	1,39	5,02	2,39	0,91	1,87	1,01	1,14	1,04	2,47
<b>BaP</b>	2,05	3,94	1,44	4,82	3,02	3,31	1,44	4,82	3,17	1,35	3,33	1,90	1,74	1,56	3,71
<b>DBahA</b>	0,14	0,26	0,09	0,42	0,19	1,28	0,09	1,28	0,23	0,18	0,30	0,18	0,18	0,18	0,51
<b>BghiP</b>	1,26	2,80	0,87	3,00	1,57	7,32	0,87	7,32	2,18	1,09	3,44	1,94	1,87	1,18	3,76
<b>lcdP</b>	1,41	2,55	0,97	2,67	1,53	10,2	0,97	10,17	2,04	1,29	2,14	2,07	1,77	1,63	4,44
<b>PAU-8</b>	<b>13,4</b>	<b>18,4</b>	<b>9,17</b>	<b>28,6</b>	<b>16,1</b>	<b>33,3</b>	<b>9,17</b>	<b>33,3</b>	<b>17,3</b>	<b>11,4</b>	<b>36,9</b>	<b>13,6</b>	<b>13,8</b>	<b>13,0</b>	<b>29,4</b>

	medián 2006	medián 2005
<i>Phe</i>	32,0	24,6
<i>Ant</i>	0,83	1,09
<i>Flt</i>	15,3	14,8
<i>Pyr</i>	9,8	7,26
<b>BaA</b>	1,70	2,85
<b>Chr</b>	3,31	4,10
<b>BbF</b>	2,31	2,78
<b>BkF</b>	1,16	1,55
<b>BaP</b>	1,70	2,35
<b>DBahA</b>	0,18	0,25
<b>BghiP</b>	1,93	2,43
<b>lcdP</b>	1,91	2,71
<b>PAU-8</b>	<b>12,7</b>	<b>7,67</b>

Tabulka VII: Obsah sledovaných PAU v trvalém travním porostu (µg/kg sušiny) – porovnání 2013

	HOR 314	HOR 315	JEN 332	JEN 333	KNE 226	KNE 327	LKPR 334	LKPR 335	LKPR 336	LKPR 337	LKPR 338
<i>Phe</i>	11,4	10,6	13,2	13,1	10,3	4,98	28,2	29,5	13,4	17,5	18,4
<i>Ant</i>	0,32	0,37	0,68	0,75	0,29	<LOQ	0,84	0,65	0,31	0,93	0,55
<i>Flt</i>	5,91	3,84	11,8	10,5	4,24	4,31	21,1	32,8	6,74	15,9	10,1
<i>Pyr</i>	2,54	0,76	1,62	4,55	21,6	36,2	10,8	15,4	84,6	9,68	9,02
<b>BaA</b>	0,26	<LOQ	<LOQ	0,54	20,1	31,6	0,36	2,87	78,2	<LOQ	3,12
<b>Chr</b>	2,04	0,59	1,84	3,39	8,73	13,1	7,27	11,6	32,0	5,11	4,70
<b>BbF</b>	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	34,2	53,8	<LOQ	5,44	134	<LOQ	4,06
<b>BkF</b>	1,24	0,14	0,53	1,54	1,40	1,51	3,67	6,13	6,04	3,24	1,05
<b>BaP</b>	2,83	0,56	2,07	4,11	3,31	1,00	7,92	12,1	6,02	9,24	2,95
<b>DBahA</b>	0,08	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1,70	1,91	<LOQ	1,45	6,84	3,80	0,08
<b>BghiP</b>	1,50	0,04	<LOQ	2,47	15,7	21,8	7,06	9,42	63,7	18,7	4,79
<b>IcdP</b>	1,65	0,43	1,15	2,93	1,02	0,25	5,75	11,6	2,52	4,96	2,20
<b>PAU-8</b>	<b>9,60</b>	<b>1,76</b>	<b>5,59</b>	<b>15,0</b>	<b>86,2</b>	<b>125</b>	<b>32,02</b>	<b>60,6</b>	<b>329</b>	<b>45,1</b>	<b>22,9</b>

	NEB 320	NEB 321	PKO 305	PKO 306	BAB 339	BAB 340	BAB 341	BAB 342	BAB 344	JIP 3K5
<i>Phe</i>	22,2	<LOQ	10,5	15,1	21,2	3,89	29,5	19,7	10,0	12,3
<i>Ant</i>	0,39	<LOQ	0,33	0,46	1,27	0,21	1,66	1,46	<LOQ	0,63
<i>Flt</i>	19,0	0,13	4,79	7,30	10,1	3,10	14,8	37,6	6,94	7,76
<i>Pyr</i>	3,87	3,52	2,99	7,64	7,35	1,83	8,56	28,9	<LOQ	11,1
<b>BaA</b>	<LOQ	3,48	1,20	4,93	1,32	0,90	0,71	12,2	<LOQ	8,38
<b>Chr</b>	5,00	1,45	1,25	3,18	2,52	1,05	3,55	18,2	<LOQ	5,18
<b>BbF</b>	<LOQ	6,15	1,52	7,19	1,82	0,89	2,04	<LOQ	<LOQ	8,74
<b>BkF</b>	0,95	0,37	0,22	0,42	2,04	1,16	2,13	8,67	<LOQ	0,43
<b>BaP</b>	1,16	0,29	0,37	1,08	3,28	1,29	3,51	23,6	2,19	1,85
<b>DBahA</b>	<LOQ	0,28	0,06	0,34	0,16	0,09	0,17	0,84	<LOQ	0,53
<b>BghiP</b>	<LOQ	1,69	0,74	3,54	2,10	0,77	2,51	16,4	<LOQ	6,32
<b>IcdP</b>	1,12	<LOQ	0,22	0,39	1,73	0,81	1,91	15,5	1,30	0,79
<b>PAU-8</b>	<b>8,24</b>	<b>13,7</b>	<b>5,59</b>	<b>21,1</b>	<b>15,0</b>	<b>6,96</b>	<b>16,5</b>	<b>95,5</b>	<b>3,50</b>	<b>32,2</b>

## pokračování tabulky VII:

	<i>min.</i>	<i>max.</i>	<b>medián 2013</b>	medián 2012	medián 2011	medián 2010	medián 2009	medián 2008	medián 2007	medián 2006	medián 2005
<i>Phe</i>	<LOQ	29,5	13,3	9,10	13,6	11,3	9,10	26,6	25,8	14,9	22,3
<i>Ant</i>	<LOQ	1,66	0,59	0,27	0,32	0,30	0,19	0,90	0,54	0,57	0,87
<i>Flt</i>	0,13	37,6	7,76	6,45	6,62	6,27	5,10	12,1	14,8	10,0	13,3
<i>Pyr</i>	<LOQ	84,6	8,10	3,15	5,29	3,96	2,96	6,58	7,61	6,36	6,88
<b>BaA</b>	<LOQ	78,2	<b>3,00</b>	0,74	1,35	1,13	0,83	1,70	1,79	1,46	2,12
<b>Chr</b>	<LOQ	32,0	<b>4,12</b>	1,85	2,36	1,84	2,45	3,61	3,90	3,45	4,11
<b>BbF</b>	<LOQ	134	<b>5,80</b>	1,75	1,64	2,00	2,62	3,38	3,94	2,99	4,43
<b>BkF</b>	<LOQ	8,67	<b>1,32</b>	0,80	0,93	0,90	1,16	1,65	1,85	1,57	2,11
<b>BaP</b>	0,29	23,6	<b>2,83</b>	1,31	1,39	1,86	1,66	2,54	2,46	2,22	3,01
<b>DBahA</b>	<LOQ	6,84	<b>0,34</b>	0,18	0,15	0,19	0,22	0,28	0,33	0,25	0,34
<b>BghiP</b>	<LOQ	63,8	<b>4,16</b>	1,37	1,96	2,13	2,30	2,89	2,06	2,37	3,21
<b>IcdP</b>	<LOQ	15,5	<b>1,48</b>	1,43	1,14	1,79	2,05	2,97	2,60	2,65	3,58
<b>PAU-8</b>	<b>1,76</b>	<b>329</b>	<b>16,5</b>	<b>9,50</b>	<b>11,2</b>	<b>11,4</b>	<b>13,3</b>	<b>19,2</b>	<b>19,1</b>	<b>16,8</b>	<b>8,38</b>

Tabulka VIII: Obsah sledovaných stopových prvků v trvalém travním porostu (µg/kg sušiny) – porovnání 2013

	HOR 314	HOR 315	JEN 332	JEN 333	KNE 326	KNE 327	LKPR 334	LKPR 335	LKPR 336	LKPR 337	LKPR 338	NEB 320	NEB 321	PKO 305	PKO 306	BAB 339
V	270	270	430	1 010	320	570	190	300	230	610	560	310	360	230	490	120
Cr	1 020	1 380	1 700	2 360	1 470	1 990	880	1 140	1 070	2 280	2 130	1 400	1 410	1 130	1 410	720
Ni	540	1 340	1 850	3 190	1 430	2 900	1 320	1 090	790	1 670	1 160	4 700	1 810	1 460	2 350	440
Cu	7 660	7 280	10 500	11 100	7 730	16 200	7 310	8 070	5 410	6 580	6 930	12 380	10 900	9 210	11 500	4 930
Zn	47 100	35 500	64 200	68 400	26 600	63 800	20 700	24 000	20 200	22 900	21 500	76 200	80 200	37 600	40 400	18 700
Mo	2 920	7 020	5 820	11 700	6 320	2 980	640	3 930	1 760	8 010	5 020	1 820	1 870	7 240	2 960	2 990
Cd	24	39	43	60	41	104	80	55	27	69	37	160	205	43	42	12
Pb	120	80	200	600	130	1 050	200	320	150	330	400	560	360	70	290	50
Hg	21	24	26	17	16	13	17	15	20	14	20	21	19	12	15	10

pokr.	BAB 340	BAB 341	BAB 342	BAB 344	JIP 3K5	min.	max.	Medián 2013	Medián 2012	medián 2011	medián 2010	medián 2009	medián 2008	medián 2007	medián 2006	medián 2005
V	150	150	380	510	240	120	1 010	310	290	200	230	204	230	513	246	392
Cr	970	1 060	1 210	1 460	990	720	2 360	1 380	1 060	880	870	771	620	1 220	726	717
Ni	1 040	1 080	2 220	2 160	1 120	440	4 700	1 430	1 110	1 320	1 290	1 225	1 120	2 010	2 255	1 783
Cu	5 520	6 330	7 870	12 600	8 250	4 930	16 200	7 870	5 120	5 960	7 730	6 498	6 910	8 114	10 023	8 182
Zn	23 700	20 800	83 000	51 100	38 000	18 700	83 000	37 600	24 000	24 700	22 500	24 889	27 900	43 614	56 714	34 733
Mo	4 210	2 730	4 300	6 000	7 250	640	11 700	4 210	2 220	2 420	4 310	4 360	2 750	3 955	3 361	2 335
Cd	32	33	180	94	70	12	205	43	42	62	54	54	53	44	55	37
Pb	180	80	520	570	190	50	1 050	200	250	180	120	180	220	345	431	573
Hg	16	12	19	18	18	10	26	17	78	17	17	11	18	19	109	33

červeně jsou vyznačeny hodnoty, které překračují medián 2012 o více než trojnásobek.

Tabulka IX: Obsah stopových prvků v jablkách (µg/kg) – porovnání 2013

	HOR 308	HOR 309	JEN 328	JEN 329	KNE 322	KNE 323	NEB 316	NEB 317	PKO 301	PKO 302	BAB 343	BAB 345	JIP-K7
V	23	24	20	18	20	24	24	23	33	27	17	14	14
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	150	360	320	350	200	260	280	260	310	440	470	340	160
Zn	400	140	180	270	180	180	340	150	100	160	370	270	290
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	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Hg	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

<i>pokrač</i>	<i>min.</i>	<i>max.</i>	<b>Medián 2013</b>	medián 2012	medián 2011	medián 2010	medián 2009	medián 2008	medián 2007	medián 2006	medián 2005
V	14	33	<b>20</b>	16	21	15	17,5	7	1	1	2
Cr	<50	0	<b>0</b>	0	0	<50	<50	<50	14	7	9
Ni	<50	0	<b>0</b>	0	0	55	<50	60	10	17	46
Cu	150	470	<b>310</b>	340	260	380	300	290	301	436	355
Zn	100	370	<b>180</b>	150	150	200	190	180	394	965	265
Mo	<50	<50	<b>&lt;50</b>	<50	<50	<50	<50	<50	19	17	9
Cd	<1	<1	<b>&lt;1</b>	<1	<1	<1	10	<1	<1	<1	<1
Pb	<10	<10	<b>&lt;10</b>	<10	<10	<10	20	<10	1	2	2
Hg	<1	<1	<b>&lt;1</b>	<1	<1	<1	<5	<1	<1	1	1



Tabulka X: Obsah stopových prvků v pšenici (µg/kg) – porovnání 2013

PSE	HOR 210	HOR 211	JEN 230	KNE 224	NEB 218	PKO 203	JIP 2K6	min.	max.	Medián 2013
V	49	65	59	39	49	54	45	39	65	49
Cr	270	350	320	390	270	290	240	240	390	290
Ni	160	120	560	260	250	100	80	80	560	160
Cu	2 890	2 240	2 710	1 910	1 900	2 160	2 210	1 900	2 890	2 210
Zn	17 600	14 200	15 600	15 700	15 700	14 000	13 700	13 700	17 600	15 600
Mo	310	780	360	670	1 920	220	1 320	220	1 920	670
Cd	13	19	10	10	22	16	13	10	22	13
Pb	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
Hg	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	0	0	< 1

pokrač.	medián 2012	medián 2011	medián 2010	medián 2009	medián 2008	medián 2007	medián 2006	medián 2005
V	64	80	60	80	3	3	2	6
Cr	310	370	310	205	325	65	47	62
Ni	240	130	240	280	255	252	109	109
Cu	3 500	3 530	3 850	2 860	4 415	3 155	3 515	3 230
Zn	19 800	22 500	20 100	17 700	16 300	19 600	29 000	25 850
Mo	580	620	1 360	670	920	792	982	855
Cd	19	26	27	26	25	17	23	24
Pb	< 50	< 50	< 50	< 50	8	8	7	9
Hg	1	< 1	< 1	1	1	2	3	3

Tabulka XI: Obsah stopových prvků v listí jahodníku ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  sušiny) – porovnání 2013

LJA	HOR 312	HOR 313	JEN 231	KNE 325	NEB 319	PKO 304	<i>min.</i>	<i>max.</i>	Medián 2013
V	560	200	410	200	250	300	200	560	275
Cr	1 330	920	710	820	850	830	710	1 330	840
Ni	1 230	1 130	810	930	920	620	620	1 230	925
Cu	4 720	3 870	3 400	4 120	4 160	2 960	2 960	4 720	3 995
Zn	13 900	11 500	15 400	13 900	19 500	13 850	11 500	19 500	13 900
Mo	760	650	1 100	410	2 310	500	410	2 310	705
Cd	10	10	10	10	19	14	10	19	10
Pb	480	80	210	250	200	110	80	480	205
Hg	35	22	27	16	14	26	14	35	24

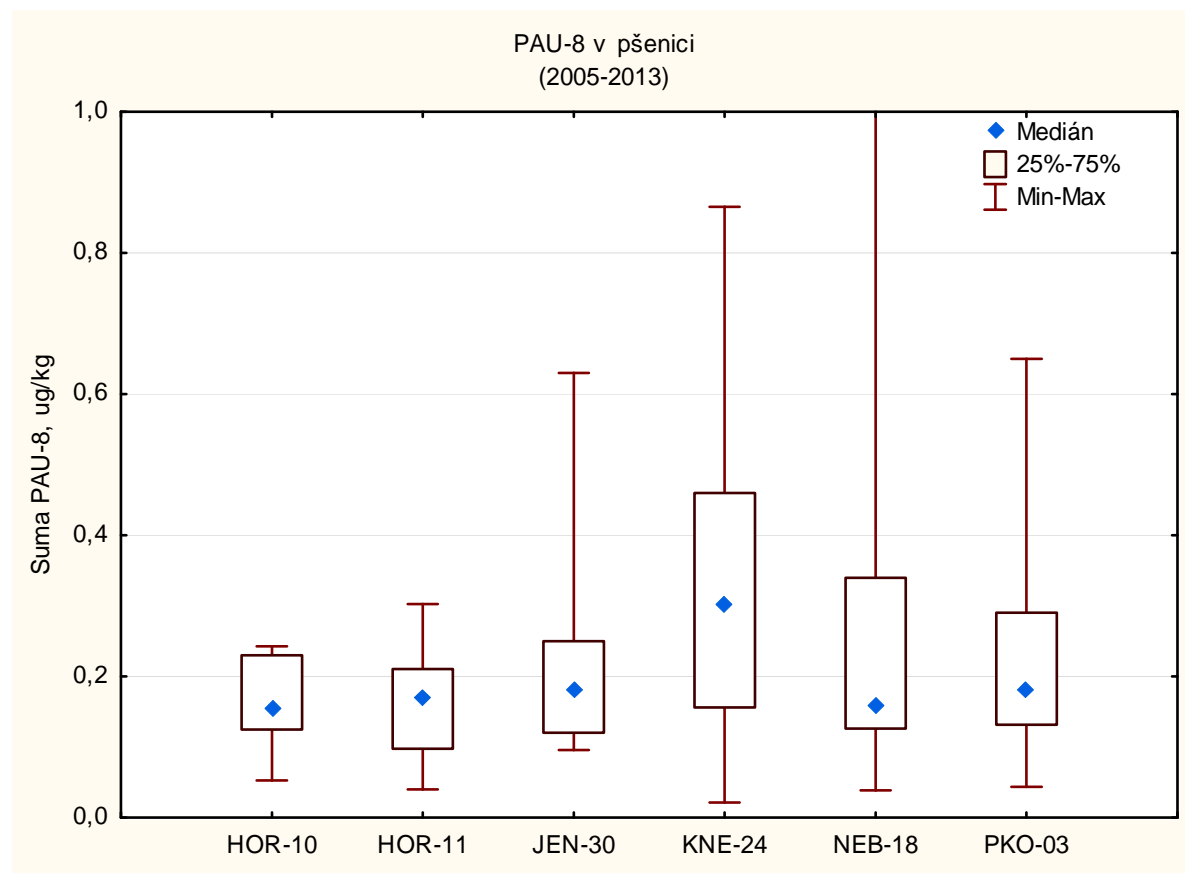
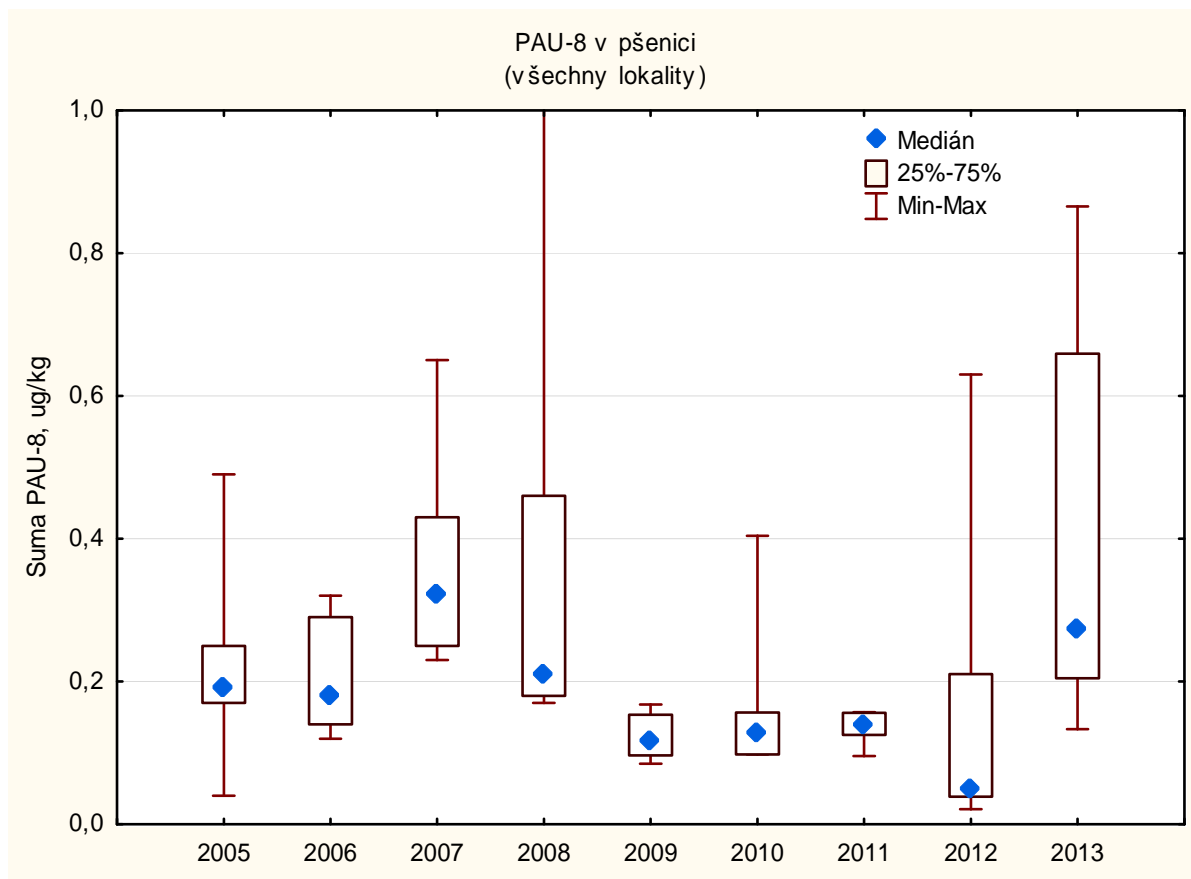
<i>pokrač.</i>	medián 2012	medián 2011	medián 2010	medián 2009	medián 2008	medián 2007	medián 2006	medián 2005
V	450	625	490	595	710	1 486	758	446
Cr	1 025	1 255	1 120	1 105	990	1 302	633	678
Ni	975	1 225	800	1 552	860	1 316	1 142	1 142
Cu	4 755	3 820	3 920	5 444	3 585	4 106	3 971	4 222
Zn	18 400	15 400	14 700	18 045	13 500	27 041	28 000	14 751
Mo	760	660	960	2 046	935	551	880	1 232
Cd	13	13	14	23	17	20	17	26
Pb	270	515	290	342	455	951	651	689
Hg	26	17	13	16	19	17	86	33

Tabulka XII: Obsah BTEX v trvalém travním porostu ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  sušiny) – porovnání 2013

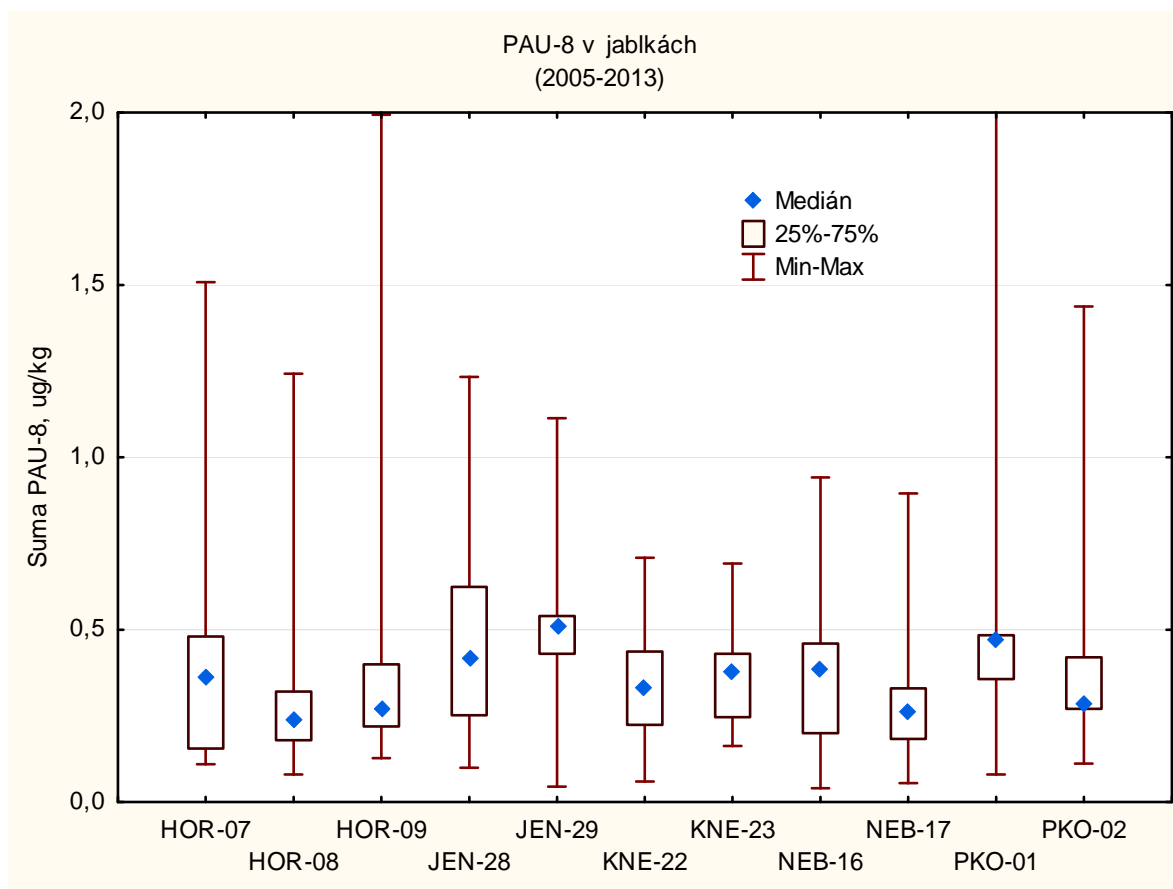
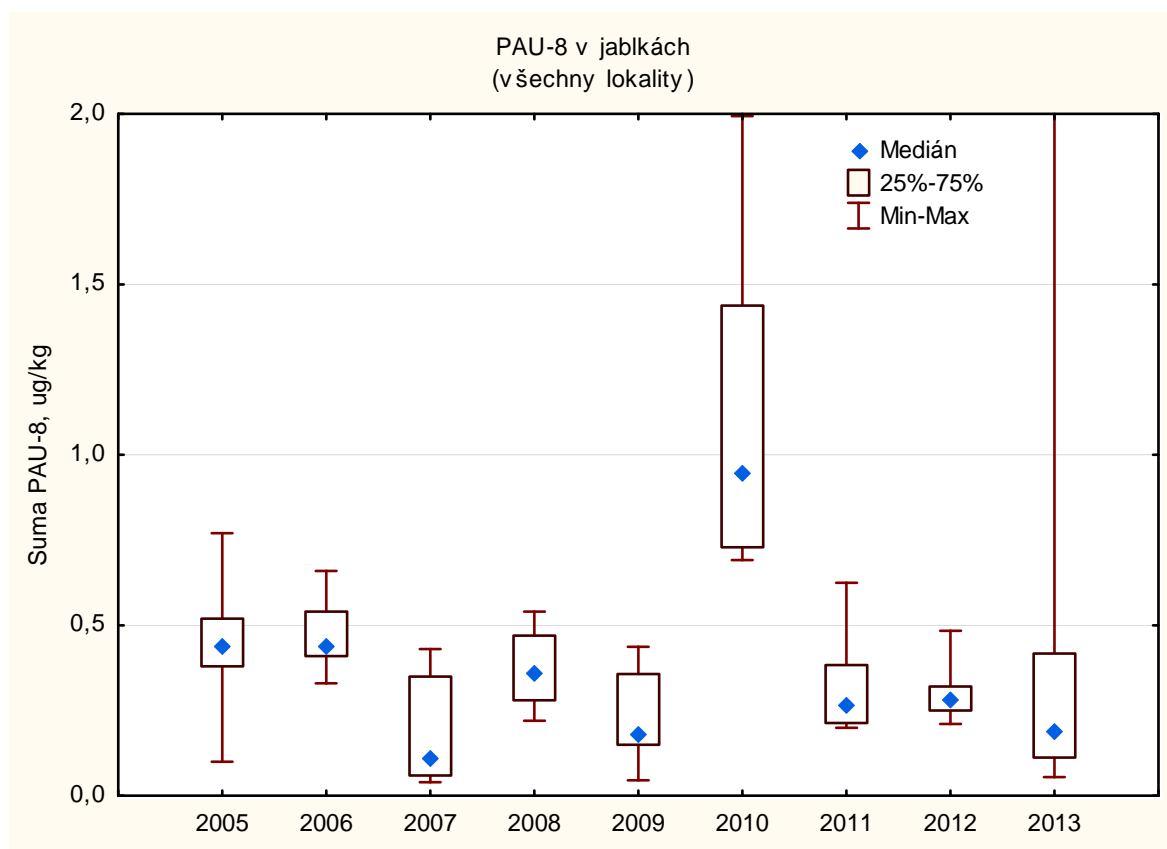
	HOR 314	HOR 315	JEN 332	JEN 333	KNE 326	KNE 327	LKPR 334	LKPR 335	LKPR 336	LKPR 337	LKPR 338	NEB 320	NEB 321	PKO 305	PKO 306
benzen	0,62	< 0,6	1,15	1,71	< 0,6	1,90	< 0,6	1,36	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	0,64
toluen	32,1	20,7	44,8	48,6	26,7	43,1	57,5	20,9	8,45	28,9	22,2	92,4	32,0	61,8	63,4
ethyl-benzen	1,85	9,31	8,49	10,9	4,81	7,25	5,02	4,39	< 0,15	< 0,15	< 0,15	9,67	4,83	6,9	10,5
xylen	26,2	40,8	28,0	76,7	14,9	34,8	237	25,7	23,6	32,1	40,1	28,7	21,9	18,4	43,5
<b>SUMA</b>	<b>60,8</b>	<b>70,9</b>	<b>82,4</b>	<b>138</b>	<b>46,4</b>	<b>87,0</b>	<b>299</b>	<b>52,3</b>	<b>32,0</b>	<b>61,0</b>	<b>62,2</b>	<b>131</b>	<b>58,7</b>	<b>87,0</b>	<b>118</b>

<i>pokrač.</i>	BAB 339	BAB 340	BAB 341	BAB 342	BAB 344	JIP 3K5	<i>min.</i>	<i>max.</i>	Medián 2013	medián 2012	medián 2011	medián 2010	medián 2009	medián 2008	medián 2007
benzen	< 0,6	< 0,6	0,79	1,77	< 0,6	1,00	< 0,6	1,90	1,15	0,30	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	9,2
toluen	21,1	10,5	35,3	8,13	19,6	18,5	8,13	92,4	28,9	24,2	134	65,4	47,1	37,4	24,0
ethyl-benzen	0,47	1,39	3,60	8,29	5,87	5,95	< 0,15	10,9	5,91	0,55	4,3	8,4	1,5	2,0	4,7
xylen	5,30	11,7	8,96	37,2	25,7	25,8	5,30	237	26,2	2,22	20,7	12,6	2,4	14,0	12,6
<b>SUMA</b>	<b>26,9</b>	<b>23,7</b>	<b>48,6</b>	<b>55,4</b>	<b>51,1</b>	<b>51,2</b>	<b>23,66</b>	<b>299</b>	<b>60,8</b>	<b>31,0</b>	<b>153,7</b>	<b>84,5</b>	<b>47,1</b>	<b>47,5</b>	<b>59,6</b>

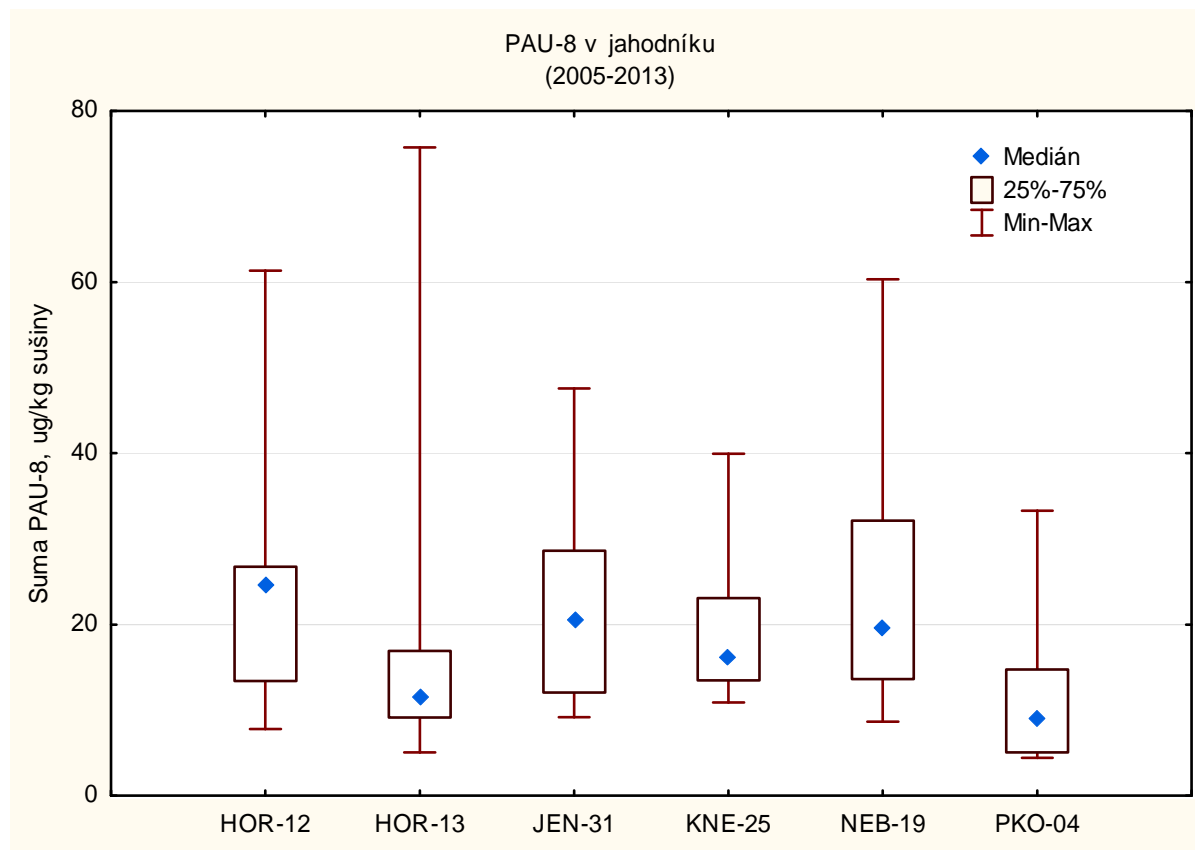
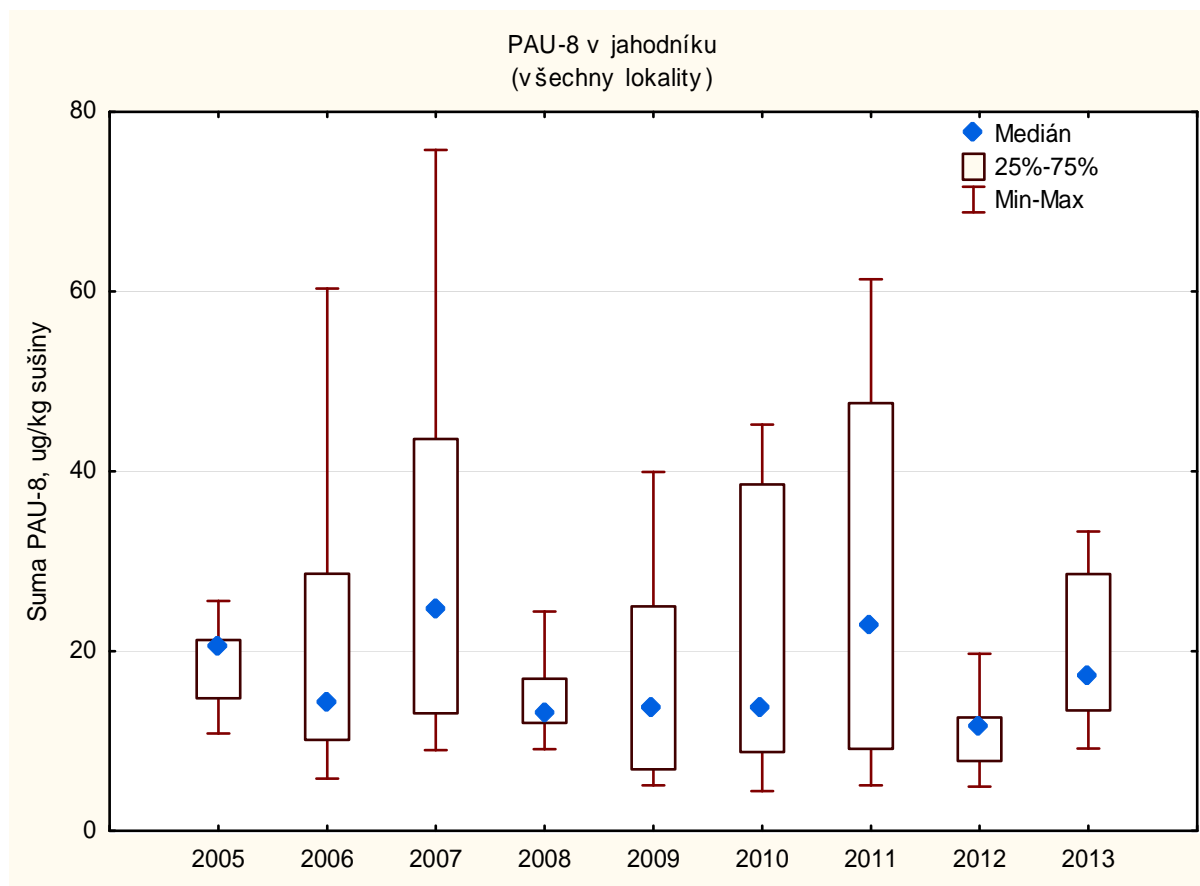
**Obrázek 41:** Obsahy PAU-8 v pšenici - porovnání sezon a lokalit



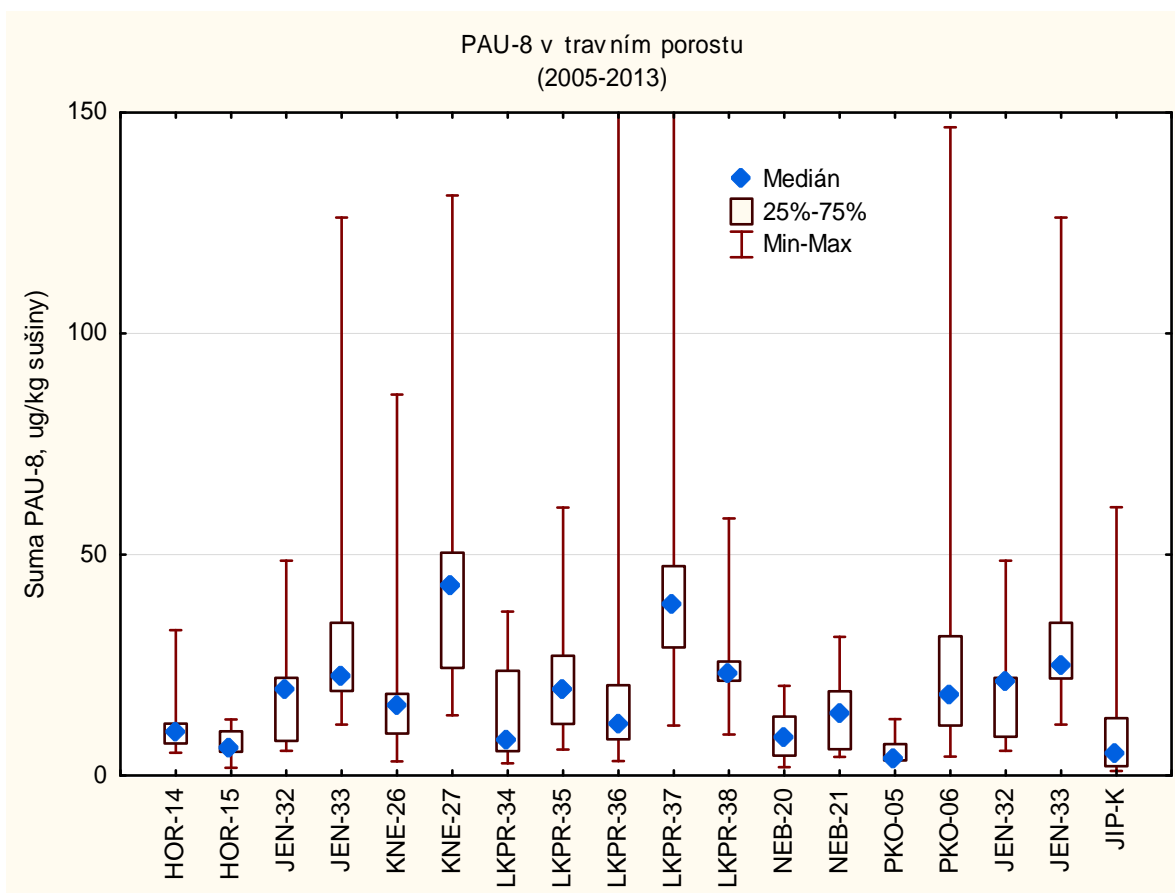
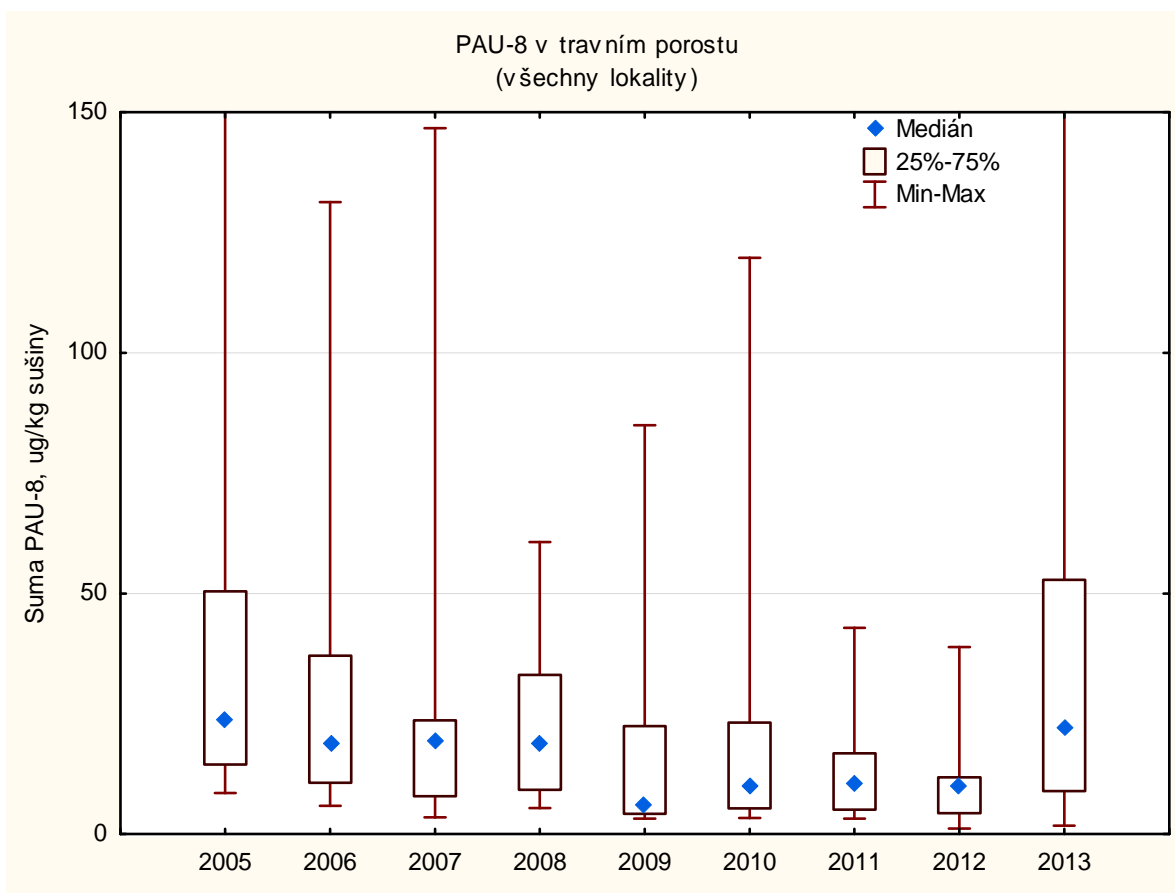
**Obrázek 42:** Obsahy PAU-8 v jablkách - porovnání sezon a lokalit



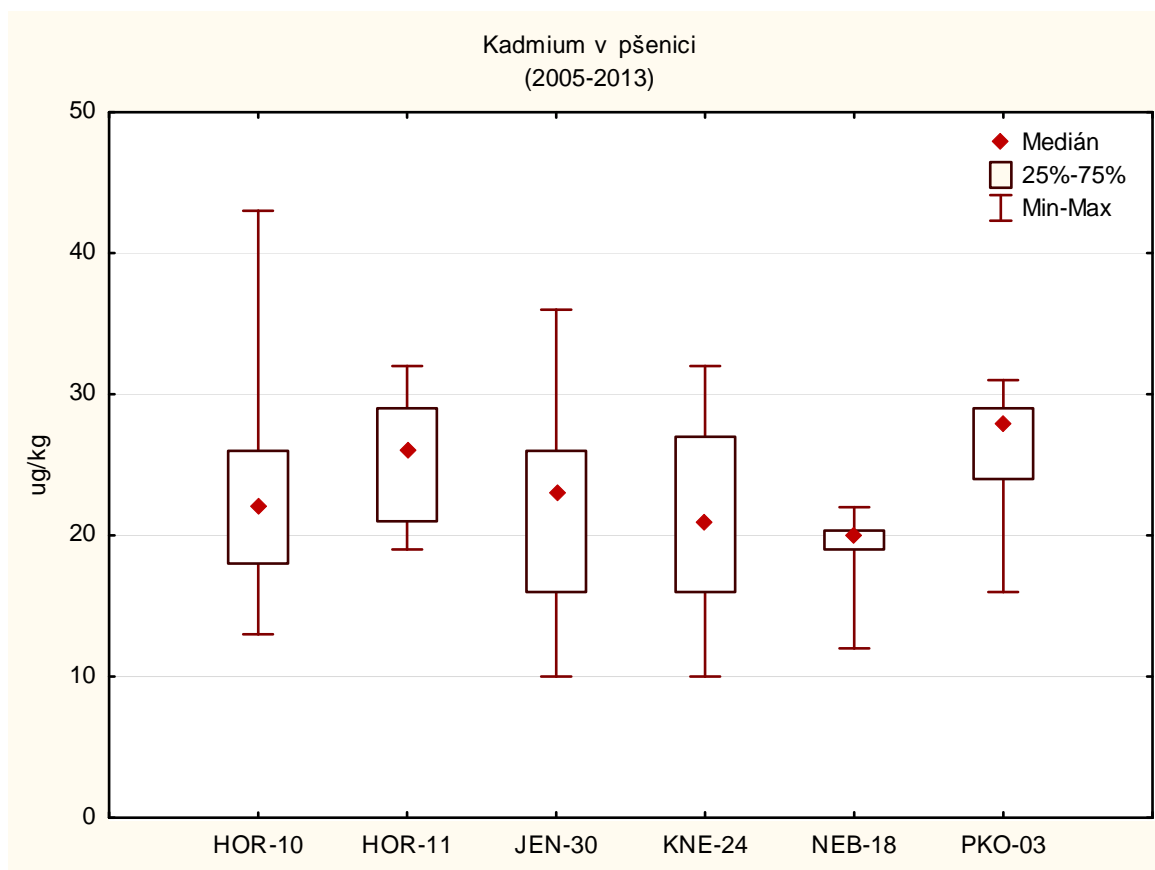
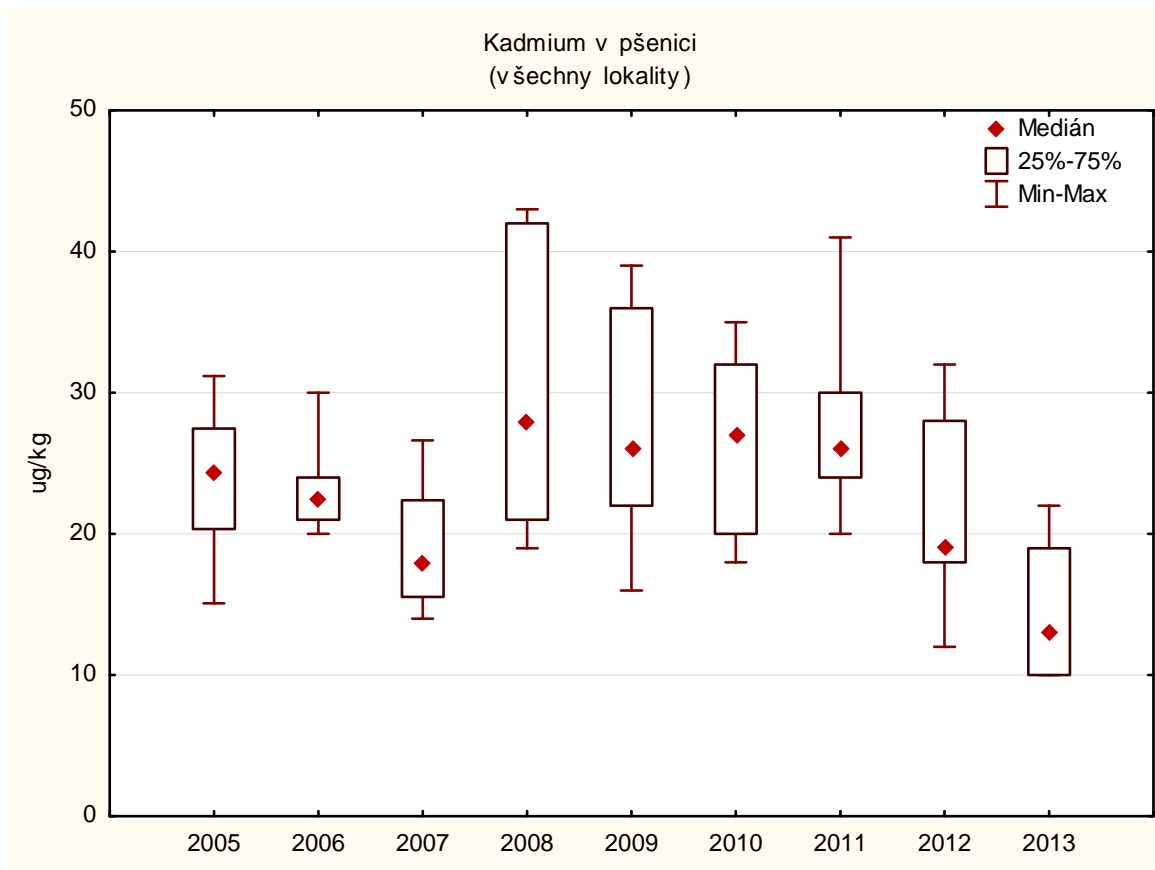
**Obrázek 43:** Obsahy PAU-8 v listech jahodníku - porovnání sezon a lokalit



**Obrázek 44:** Obsahy PAU-8 v travním porostu - porovnání sezon a lokalit

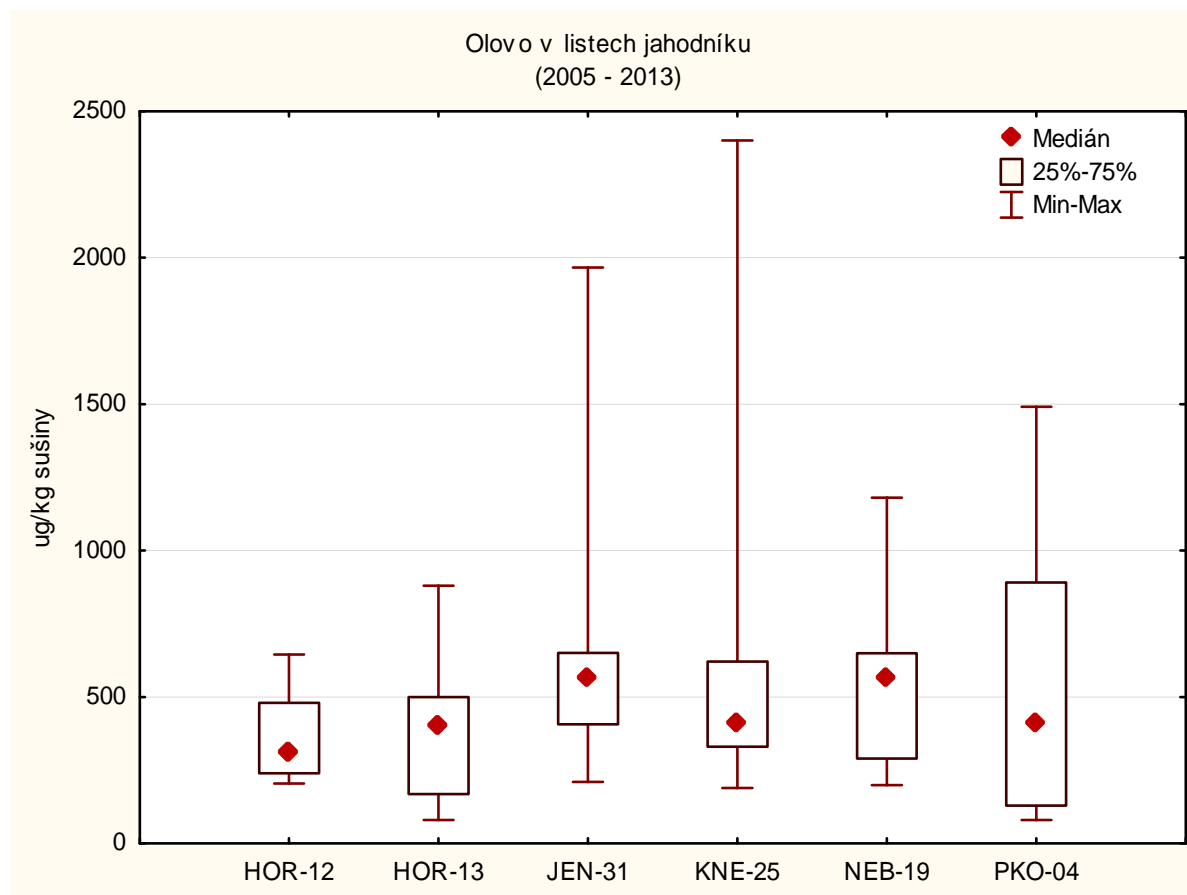
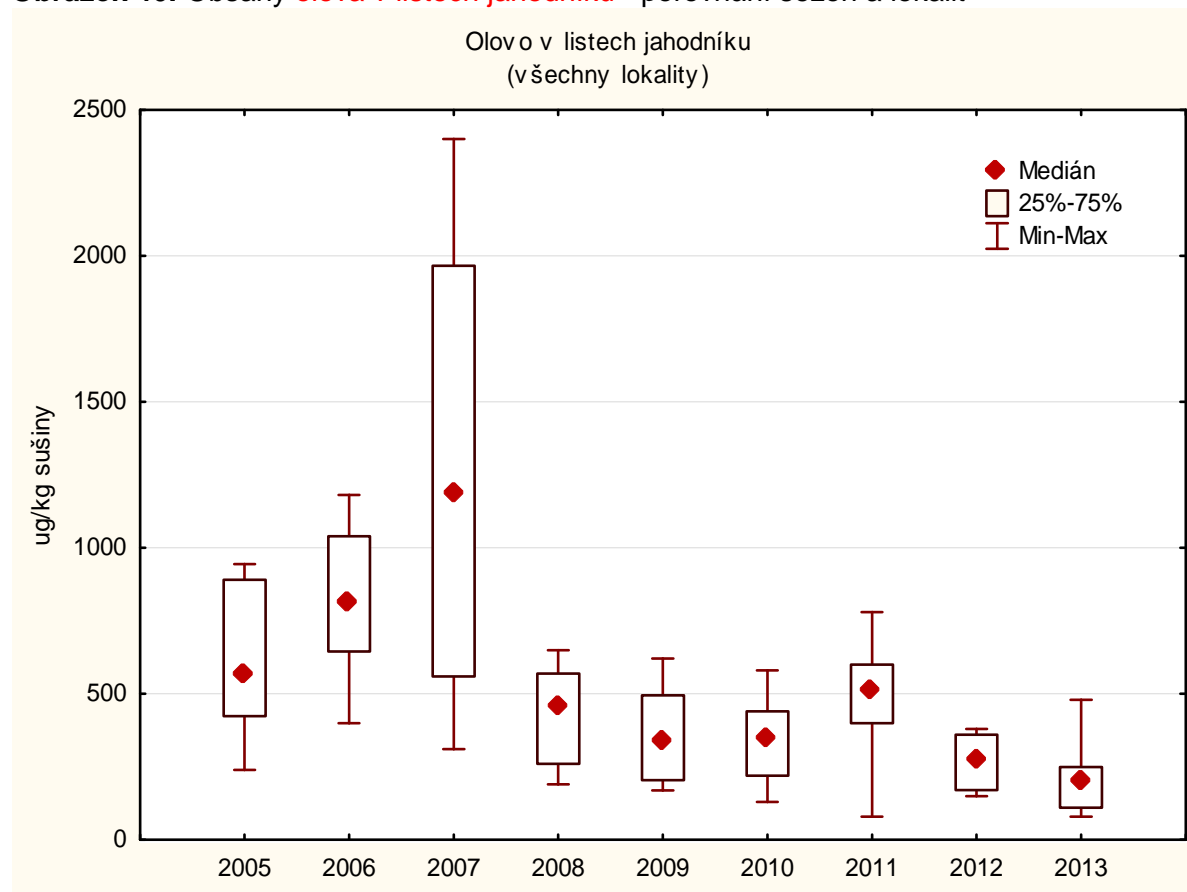


**Obrázek 45:** Obsahy **kadmia v pšenici** (zrno ve sklizňové zralosti) - porovnání sezon a lokalit

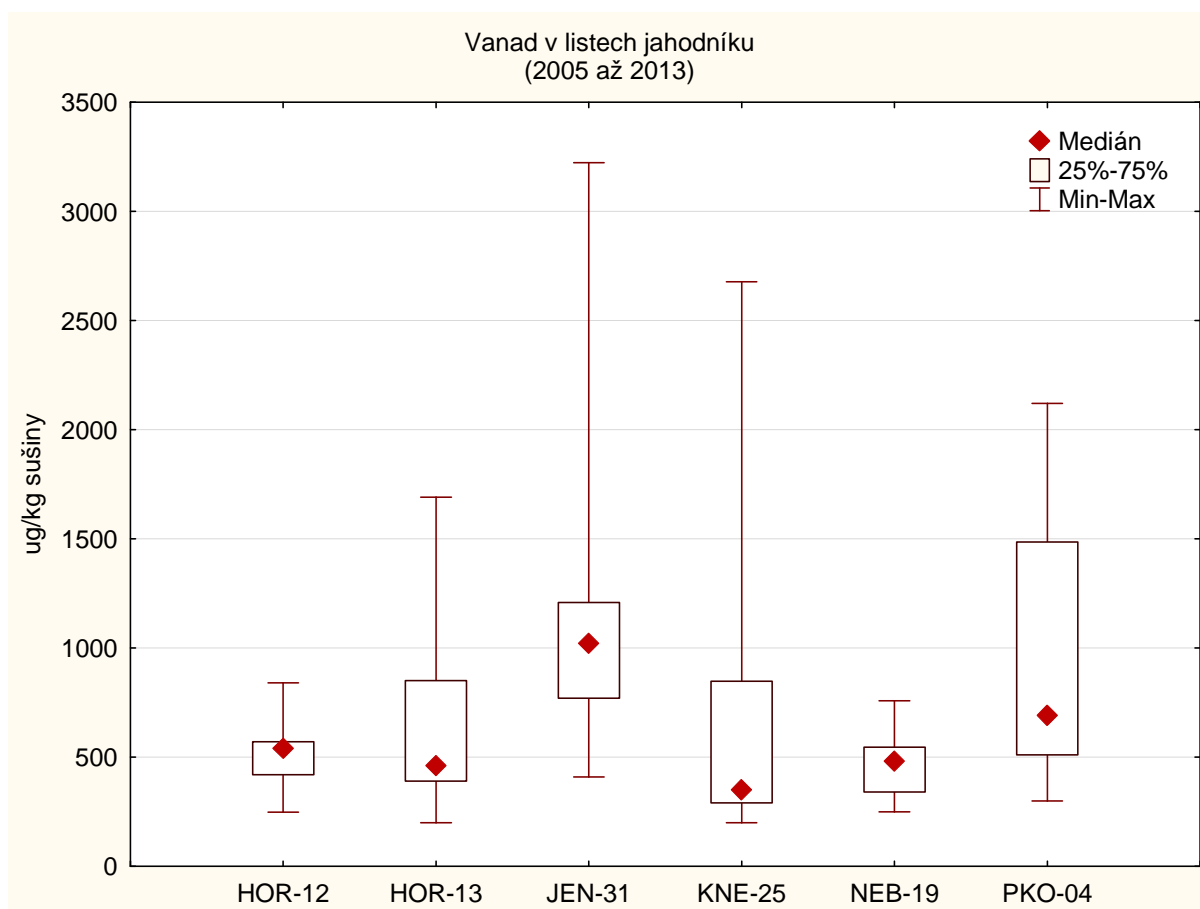
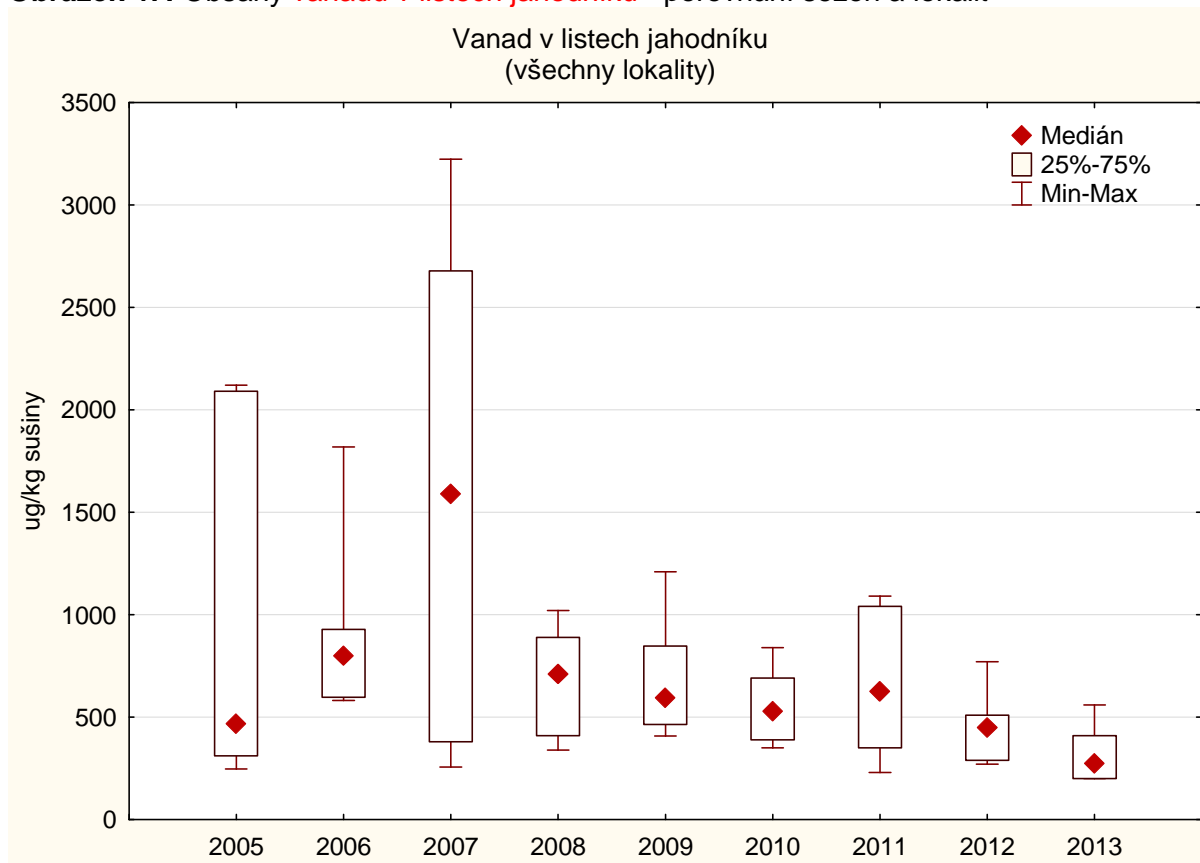




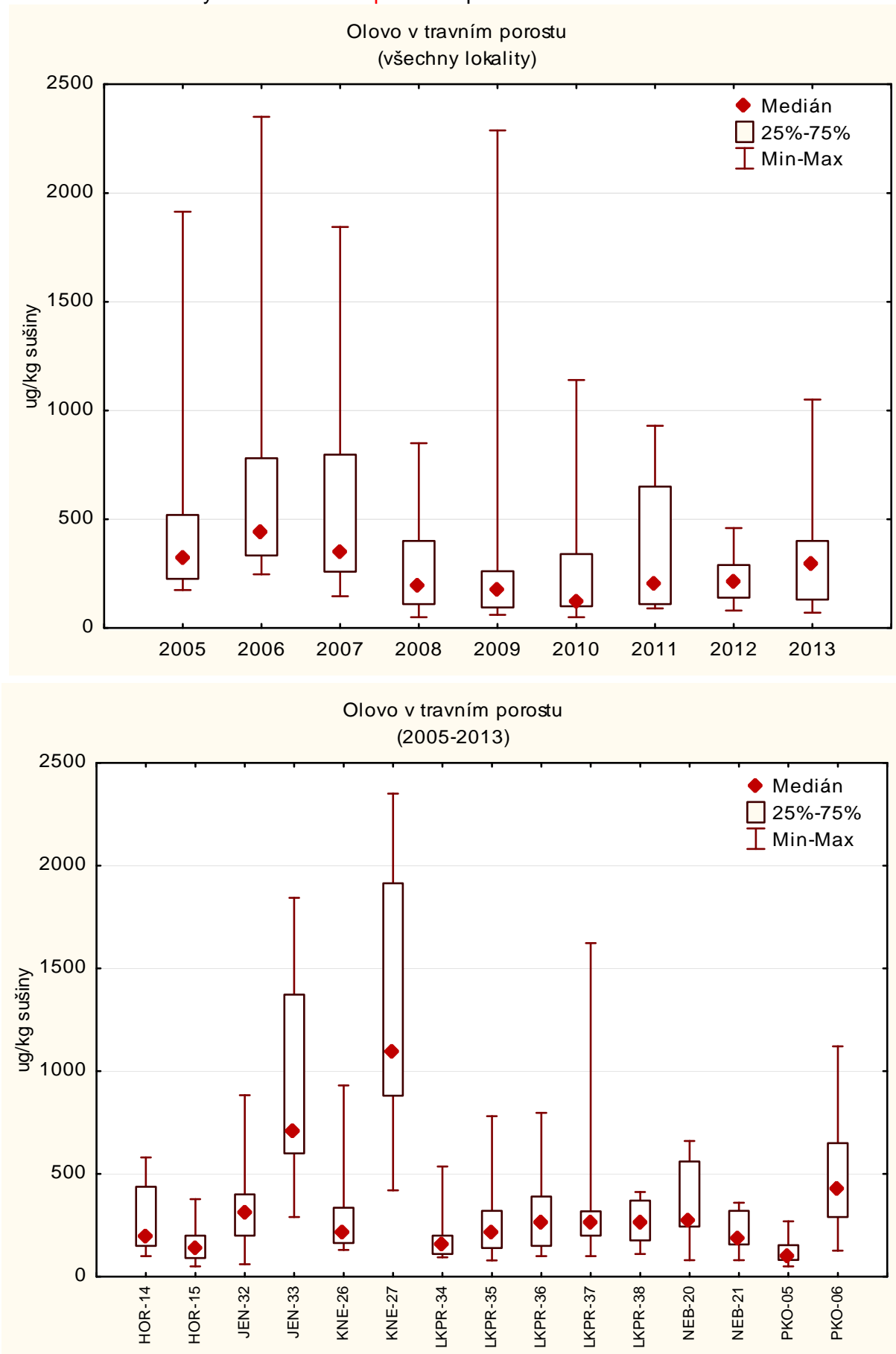
**Obrázek 46:** Obsahy olova v listech jahodníku - porovnání sezon a lokalit



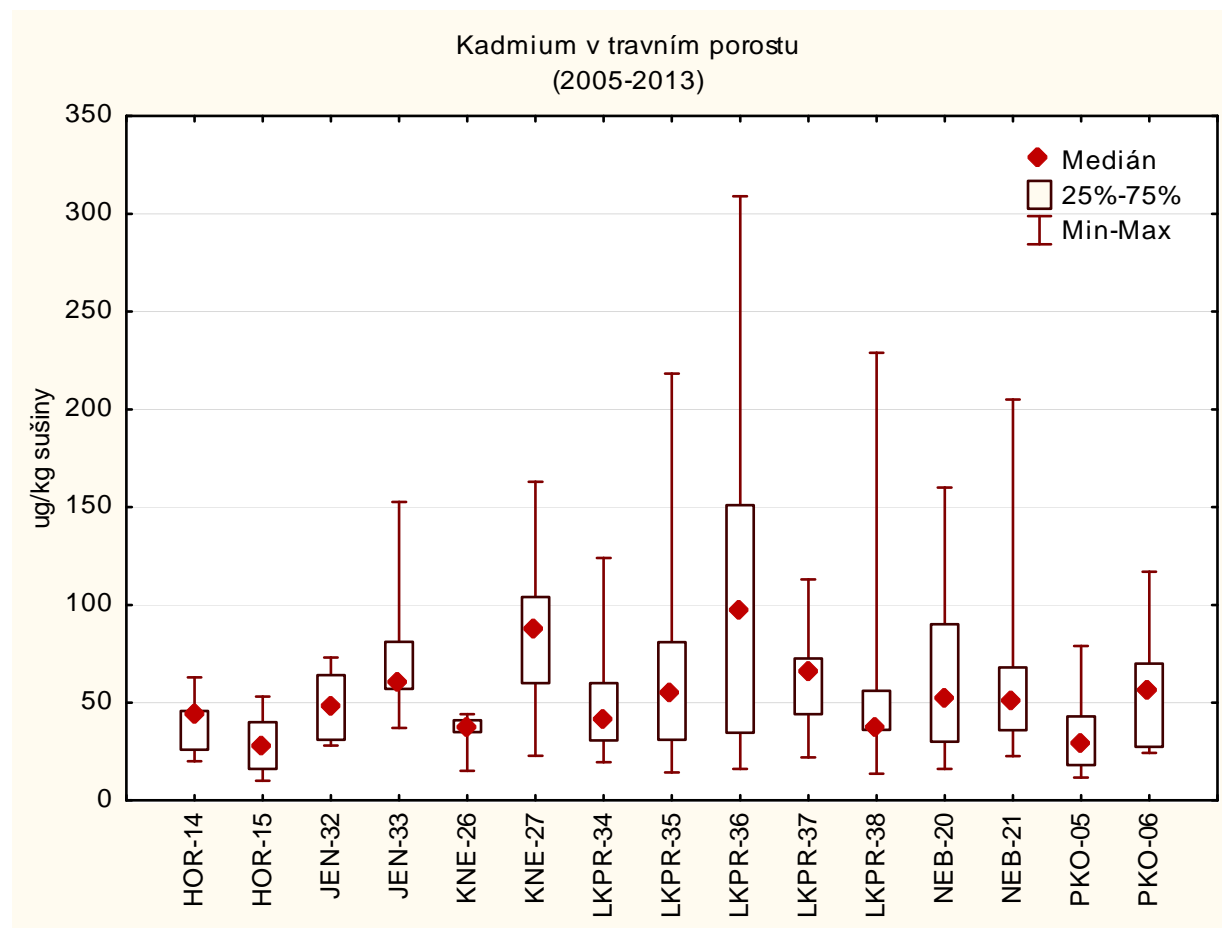
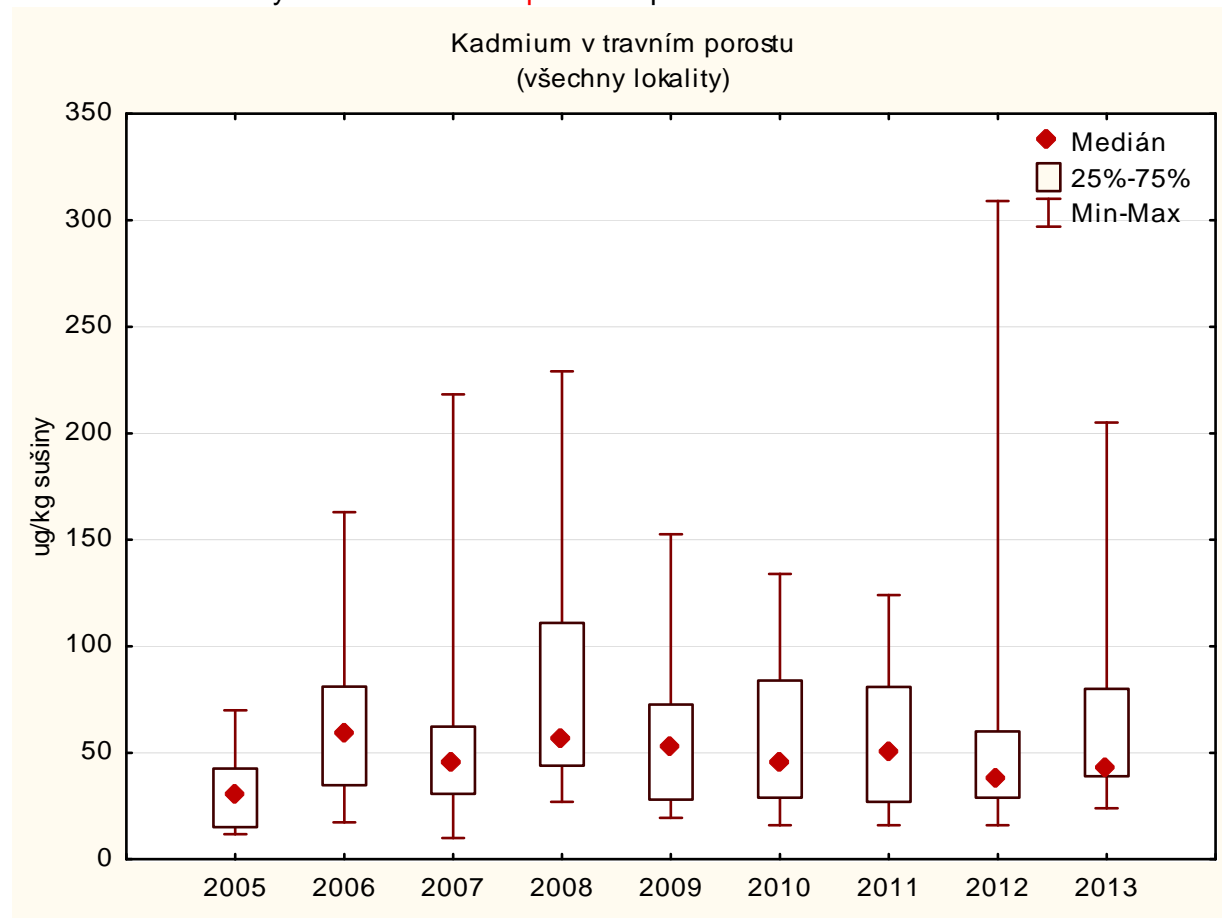
**Obrázek 47:** Obsahy vanadu v listech jahodníku - porovnání sezon a lokalit



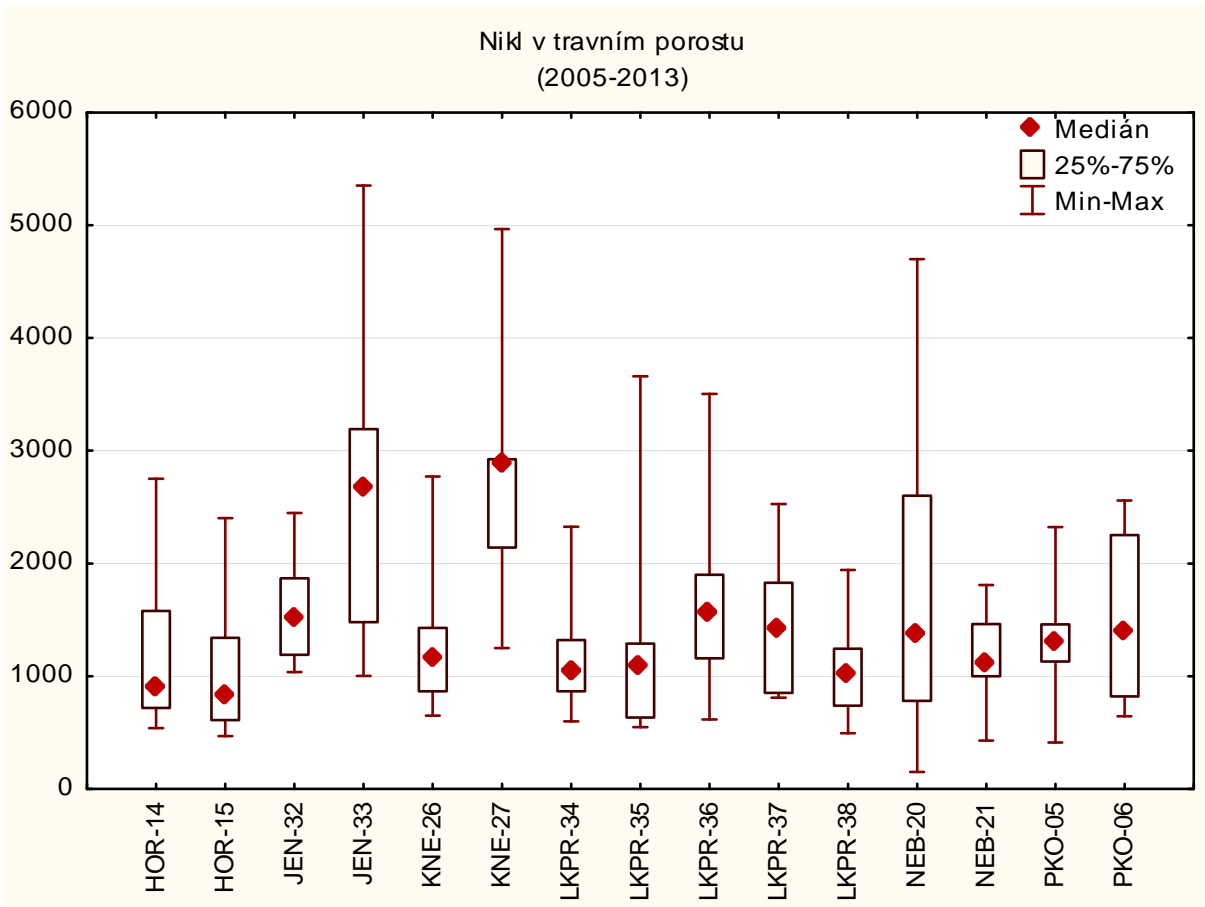
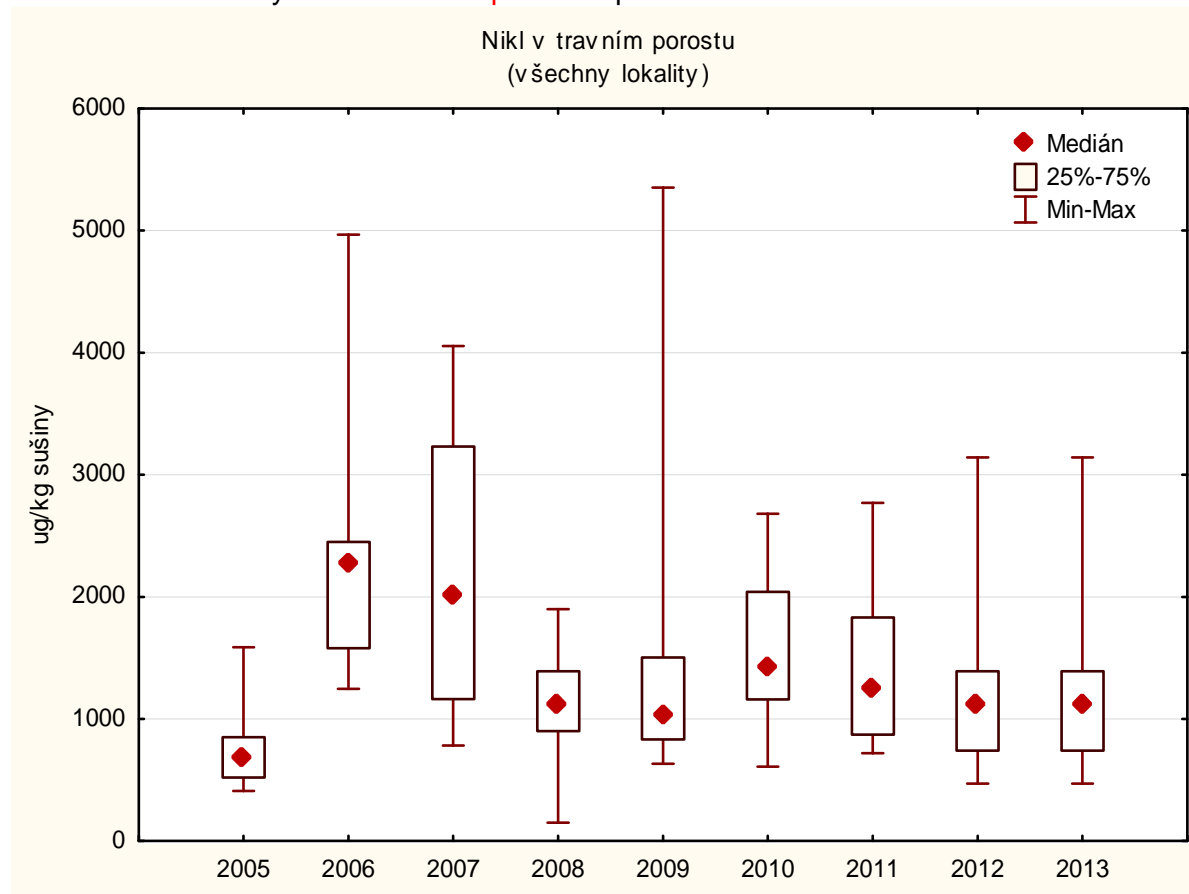
**Obrázek 48:** Obsahy olova v travním porostu - porovnání sezon a lokalit



**Obrázek 49:** Obsahy **kadmia v travním porostu** - porovnání sezon a lokalit



**Obrázek 50:** Obsahy niklu v travním porostu - porovnání sezon a lokalit



**Obrázek 51:** Obsahy vanadu v travním porostu - porovnání sezon a lokalit

