

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně
Sekce zemědělských vstupů
Odbor kontroly zemědělských vstupů



VÝSLEDKY AKTIVNÍHO BIOMONITORINGU

Zpráva za rok 2014

Zpracovala: Ing. Lenka Klementová

Schválila: Mgr. Šárka Poláková, Ph.D.
vedoucí Oddělení půdy a lesnictví

1. Úvod

Aktivní biomonitoring je jednou z možných metod vedoucích ke zjištění aktuálních atmosférických depozičních zátěží krajiny a především zemědělské produkce vybranými prvky. Spočívá v cíleném vystavení vybraných rostlin vlivům těchto prvků v zájmovém území a sledování jejich reakce. Ověřování metody aktivního biomonitoringu v podmínkách naší republiky bylo ukončeno v roce 1999 (PAVLÍČEK et al., 2000). Na základě výsledků tohoto ověřování byla vypracována metodika aktivního biomonitoringu, která je od roku 2000 používána na vybraných stanovištích ÚKZÚZ ke zjišťování pozadřových hodnot anorganických a organických polutantů. Jako bioindikátory byly zvoleny jílek mnohokvětý a borovice černá. Výsledky biomonitoringu je možné použít jako referenční hodnoty při hodnocení atmosférické depozice na dalších lokalitách.

Tato zpráva obsahuje výsledky získané v roce 2014.

2. Charakteristika stanovišť

ÚKZÚZ zajišťuje provoz čtyř stanovišť v Čechách, na Moravě a Slezsku (Lípa, Přerov nad Labem, Opava a Jaroměřice nad Rokytnou), která jsou pokládána za relativně čistá a imisně nezatížená, a proto výsledky z těchto stanovišť mohou být považovány za pozadřové hodnoty. Na těchto stanovištích probíhá sledování standardizovaných kultur jílku mnohokvětého. Stanoviště Jaroměřice nad Rokytnou bylo založeno jako náhrada za stanoviště v Třešti v roce 2009. Stanoviště Lípa bylo založeno v roce 2010 jako náhrada za stanoviště v Závěšíně.

Dále se pomocí borovice černé porovnává úroveň znečištění ovzduší na dvou čistých (Závěšín a Opava) a dvou zatížených stanovištích (Plzeň a Vratimov).

2.1. Charakteristika čistých stanovišť

4025B (045) - Závěšín	Karlovarský kraj, Chráněná krajinná oblast Slavkovský les
nadmořská výška	750 m n.m.
klimatický region	mírně chladný, vlhký
	průměrná roční teplota 6,4 °C
	průměrný roční úhrn srážek 702 mm
umístění stanoviště	na zahrádce rodinného domku v malé osadě, 3 km severně od Mariánských Lázní
možné zdroje kontaminace	- lokální topeniště osady - 3 km jižně město Mariánské Lázně - 25 km severně průmyslová oblast Sokolovsko

2003 BO (017) - Přerov nad Labem	Středočeský kraj
nadmořská výška	182 m n.m.
klimatický region	teplý, mírně suchý
	průměrná roční teplota 8,5 °C
	průměrný roční úhrn srážek 550 mm
umístění stanoviště	areál odrůdové zkušebny na jihovýchodním okraji malé obce
možné zdroje kontaminace	- hospodářský dvůr - traktory, auta - lokální topeniště - 20 km západně pražské průmyslové čtvrti

7005 B (121) – Jaroměřice nad Rokytnou	Kraj Vysočina, jihovýchodní část Českomoravské vrchoviny
nadmořská výška	425 m n.m.
klimatický region	mírně teplý, mírně vlhký
	průměrná roční teplota 8° C
	průměrný roční úhrn srážek 480 mm
umístění stanoviště	v areálu zkušební stanice na západním okraji obce
možné zdroje kontaminace	- lokální topeniště obce (obec je plynofikována) - hospodářský dvůr - traktory, auta - 10 km jihozápadně město Moravské Budějovice

8002 B (145) - Opava	odrůdová zkušebna Pusté Jakartice, Moravskoslezský kraj
nadmořská výška	293 m n.m.
klimatický region	mírně teplý, mírně vlhký
	průměrná roční teplota 7-8 °C
	průměrný roční úhrn srážek 550 - 700 mm
umístění stanoviště	na okraji malé osady asi 6 km od severovýchodního okraje města Opavy
možné zdroje kontaminace	- lokální topeniště osady - hospodářský dvůr - 6 km jihozápadně město Opava

6002 B - Lípa	Kraj Vysočina, Českomoravská vrchovina
nadmořská výška	505 m n.m.
klimatický region	mírně chladný, vlhký
	průměrná roční teplota 7,5 °C
	průměrný roční úhrn srážek 594 mm
umístění stanoviště	vedle zkušební stanice Lípa v oploceném areálu studní na pitnou vodu na zatravněném pozemku
možné zdroje kontaminace	- lokální topeniště obce Lípa - 6,5 km severovýchodně město Havlíčkův Brod

2.2. Charakteristika zatížených stanovišť

9100 (901) - Plzeň	Plzeňský kraj
nadmořská výška	302 m n.m.
klimatický region	mírně teplý, suchý
	průměrná roční teplota 7-8 °C
	průměrný roční úhrn srážek 500 mm
umístění stanoviště	2,5 km východně na travnaté ploše ČOV Plzeň
možné zdroje kontaminace	- 500 m severozápadně seřadovací nádraží ČD - 1 km jižně výtopna městské části Doubravka - 1 km severozápadně výtopna města Plzně - 5 km severozápadně provozy podniku Škoda

9300 (903) - Vratimov	Moravskoslezský kraj
nadmořská výška	244 m n.m.
klimatický region	mírně teplý, vlhký
	průměrná roční teplota 8 °C
	průměrný roční úhrn srážek 800 mm
umístění stanoviště	obec na jihovýchodním předměstí Ostravy, v objektu zemědělského provozu firmy Lyčka
možné zdroje kontaminace	- lokální topeniště obce - 1 km severně zpracování strusky z okolních hald - 3 km severně ISPAT Nová Huť a návazně průmyslová aglomerace Ostravska

3. Metodika

Jako testovací rostliny slouží:

- **jílek mnohokvětý** (odrůda Fabio) – schválené osivo jílku mnohokvětého
- **borovice černá**

Dřeviny byly na stanovišti v Závěšíně, Plzni, Opavě a Vratimově vysázeny do velkoobjemových dřevěných kontejnerů a jednotného substrátu v roce 1997.

V roce 2008 uhynuly v letním období borovice na stanovišti ve Vratimově, byly nahrazeny novými dřevinami. V roce 2009 uhynuly obě borovice na stanovišti v Plzni, rovněž v letním období. Ušchlé rostliny byly nahrazeny novými.

3.1. JÍLEK

3.1.1. Příprava květináčů

Jílek byl vyset do plastových květináčů o průměru 20 cm, jejichž dnem byly protaženy dostatečně dlouhé nasávací knoty ze sklolaminátové textilie o šířce 3 cm. Po protažení knotů otvory ve dně byly květináče naplněny substrátem tak, aby knoty zasahovaly min. do 2/3 objemu substrátu a substrát dosahoval 4 cm pod okraj květináče. Takto připravené květináče byly osety 4 g jílku mnohokvětého. Osivo bylo rovnoměrně rozděleno po celé ploše květináče, zasypano 5 mm vrstvou substrátu a stlačeno pomocí šablony. Oseté květináče byly zality deionizovanou vodou a umístěny do plastových zásobníků s deionizovanou vodou tak, aby knoty mohly substrát udržovat neustále vlhký.

3.1.2. Údržba porostu

Dva týdny po zasetí se vzešlý jílek sestříhal nůžkami k okraji květináče. Po týdnu (tj. 3 týdny po zasetí) se porost sestříhal znovu. Po dalším týdnu (tj. 4 týdny po zasetí) se uskutečnil další sestřih a k jílku se aplikovalo 50 ml hnojivého roztoku. Hnojivý roztok sestával z 5,8 g kyselého fosforečnanu draselného (KH_2PO_4), 8,5 g dusičnanu draselného (KNO_3) a 5,3 g dusičnanu amonného (NH_4NO_3), rozpuštěných v litru deionizované vody. Po 5 týdnech od zasetí byly květináče umístěny na určené stanoviště, kde se porost naposledy sestříhal a aplikovalo se k němu dalších 100 ml hnojivého roztoku.

3.1.3. Expozice

Na každé expoziční stanoviště bylo umístěno šest květináčů s předpěstovanou kulturou jílku mnohokvětého. Květináče byly zasazeny do plastových zásobníků s deionizovanou vodou, do které byly nasávací knoty trvale ponořeny. Květináče se zásobníky vody byly umístěny do kovových stojanů tak, aby horní okraj květináčů byl ve výši 150 cm. Jílek byl exponován vždy po dobu jednoho měsíce.

3.1.4. Odběr vzorků

Na konci expoziční doby se jílek sestříhal k úrovni okraje květináče. Travní hmota se sklízela v rukavicích, aby odebíraný vzorek nepřišel do styku s pokožkou. Sestříhaný porost ze všech květináčů se smíchal do jednoho směsného vzorku. Ke stanovení organických polutantů bylo naváženo 3 x 10 g travní hmoty. Tyto navážky byly v Petriho miskách zamrazeny a poté lyofilizovány. Zbytek vzorku se nechal při pokojové teplotě vysušit ke stanovení anorganických polutantů. V roce 2014 proběhlo celkem šest měsíčních cyklů (květen až říjen)

3.2. BOROVICE

Jehlice borovice černé (pouze jednoleté bez bazálních částí) se odebíraly k analýzám dvakrát ročně, a to na jaře (k 1. 4.) a na podzim (k 1. 10.). Odběr se prováděl do PE sáčků. Minimální hmotnost čerstvého vzorku byla 60 g. Pro stanovení organických polutantů byl odvážen čerstvý vzorek 4 x 10 g a vložen do Petriho misek, zamražen a rovněž lyofilizován. Zbylý vzorek – pro stanovení anorganických polutantů – byl vysušen volně na vzduchu.

3.3. STANOVOVANÉ PRVKY A SLOUČENINY

Odebrané vzorky asimilačních orgánů analyticky zpracovala Národní referenční laboratoř (dále jen NRL), regionální oddělení Opava podle metodických postupů - Analýza rostlinného materiálu - Jednotné pracovní postupy (Zbírál J. a kol., 2005). Ve vzorcích se stanovovaly anorganické polutanty (Hg, Zn, Pb, Cd, Ni, Cr, V, Cu, Mn, As, Mo, Fe, Al a S) a 16 polycyklických aromatických uhlovodíků (16 EPA PAU):

acenaphtene	ANA	dibenzo[a,h]anthracene	DBA
anthracene	ANT	fluoranthene	FLT
acenaphtylene	ANY	fluorene	FLU
benzo[a]anthracene	BaA	chrysene	CHR
benzo[a]pyrene	BaP	indeno[1,2,3-c,d]pyrene	IPY
benzo[b]fluoranthene	BbF	naphtalene	NAP
benzo[k]fluoranthene	BkF	phenanthrene	PHE
benzo[g,h,i]perylene	BPE	pyrene	PYR

Obsahy anorganických polutantů jsou vyjádřeny v mg.kg^{-1} sušiny, obsahy aromatických uhlovodíků v $\mu\text{g.kg}^{-1}$ čerstvé biomasy. V případech, kdy se obsah zjišťovaného polutantu nachází pod hranicí meze stanovitelnosti, je pro výpočet průměru použita poloviční hodnota meze stanovitelnosti.

V počátečních letech sledování nebyl v NRL stanovován acenaphtylene (ANY). Vzhledem k tomu, že se ve vzorcích vyskytuje jen v zanedbatelném množství, výsledky uváděné v předcházejících zprávách do roku 2008 (suma 15 PAU) se považovaly za srovnatelné s literárními údaji pro všech 16 EPA PAU. Od roku 2008 je stanovováno ve vzorcích jílku a jehličí všech 16 EPA PAU a výsledky byly uváděny pro sumu 16 PAU. V této zprávě za rok 2014 jsou výsledky uváděny pro sumu 15 PAU, z důvodu srovnání zjištěných obsahů s požadovými hodnotami uváděnými AGES (2009). Do sumy PAU nebyl zahrnut acenaphtylene (ANY).

Získaná biomasa byla přednostně používána ke stanovení obsahu organických polutantů.

3.4. SUBSTRÁT

Pro všechna stanoviště je každý rok pro výsev jílku zajišťován jednotný rašelinový substrát, jehož vzorek je analyzován v NRL. Výsledky rozboru vzorku substrátu dodaného v roce 2014 jsou uvedeny v příloze tabulka č. 17

4. Výsledky a diskuse

4.1. JÍLEK VE VEGETAČNÍM OBDOBÍ 2014

V roce 2014 se podařilo na všech stanovištích sklídit dostatečné množství hmoty jílku k rozborům jak na organické, tak na anorganické polutanty, s výjimkou stanoviště Opava, kde v říjnu nenarostl dostatek hmoty jílku a nebylo možné ve vzorku stanovit síru.

4.1.1. Anorganické polutanty v jílku

Průměrné, maximální a minimální obsahy anorganických polutantů zjištěné v jílku ze všech sledovaných stanovišť jsou uvedeny v tabulce 1 a jsou zde porovnány s požadovými hodnotami z Rakouska (AGES, 2009).

Tabulka 1: Obsahy anorganických polutantů v jílku (aritmetický průměr za vegetační období 2014)

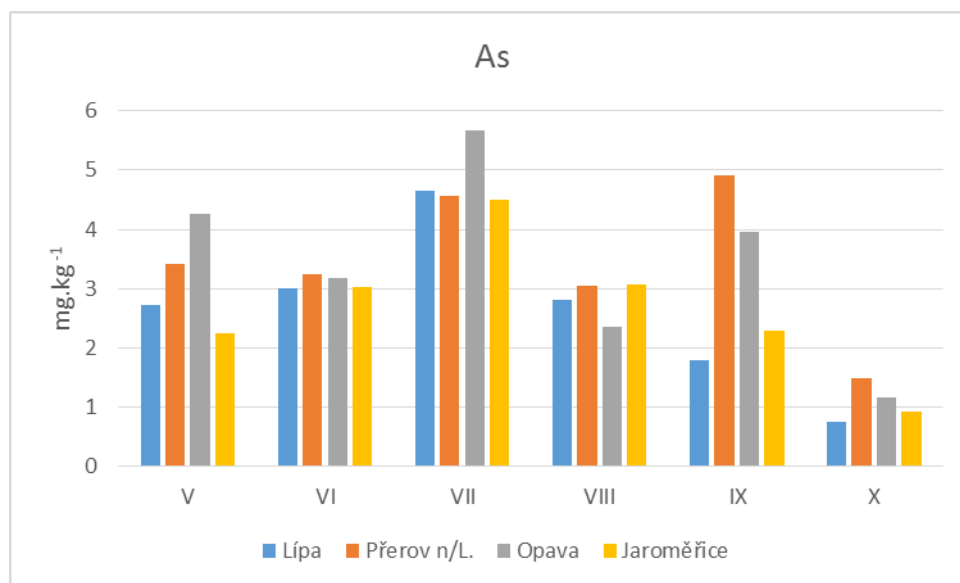
	2014			požadová hodnota ¹⁾
	průměr	maximum	minimum	
	mg.kg ⁻¹ sušiny			
Al	66,5	111	35,2	x
As	3,04	5,68	0,74	0,25
Cd	0,03	0,07	< 0,05	0,2
Cr	0,17	0,33	< 0,30	0,5
Cu	3,75	5,93	2,49	15
Fe	84,1	144	54,2	x
Hg	0,010	0,023	0,007	0,025
Mn	135	198	94,6	x
Mo	0,39	1,10	< 0,60	4,0
Ni	0,70	1,52	0,33	3,5
Pb	0,32	0,77	< 0,50	2,6
S	3184	5154	1224	5000
V	< 0,50	< 0,50	< 0,50	0,25
Zn	27,0	42,5	14,4	90

x - údaj chybí

¹⁾ AGES (2009)

Pozn: pro výpočet průměru byla použita polovina hodnoty meze stanovitelnosti

Průměrné obsahy sledovaných anorganických polutantů byly za vegetační období 2014 s výjimkou arzenu nižší než požadové hodnoty z Rakouska (AGES, 2009). Všechny hodnoty arzenu zjištěné v hmotě jílku během vegetačního období byly nad uváděnou požadovou hodnotou (příloha tab. 13). K překročení této hodnoty pro arsen došlo na všech stanovištích ve všech vzorcích, i minimální hodnota arzenu zjištěná v říjnu v jílku ze stanoviště Lípa (0,74 mg.kg⁻¹) je trojnásobně vyšší než uváděná požadová hodnota (graf 1).

Graf 1: Změny obsahu arzenu v jílku na jednotlivých stanovištích v průběhu vegetačního období 2014 (mg.kg⁻¹ sušiny)

Jednotlivé obsahy anorganických polutantů v jílku na stanovištích nepřekročily uváděné požadové hodnoty (AGES, 2009) s výjimkou síry na stanovišti Lípa (příloha tab. 13), kde došlo v posledním měsíci sledování k překročení požadové hodnoty (5154 mg.kg⁻¹).

Z porovnání průměrných obsahů anorganických polutantů na jednotlivých stanovištích je zřejmé, že mezi stanovišti jsou u některých anorganických polutantů významnější rozdíly (tab. 2). Výrazně vyšší průměrné obsahy hliníku a manganu byly zjištěny ve hmotě jílku ze stanoviště Přerov n/L. Vyšší průměrné obsahy železa a zinku vykazoval jílek ze stanoviště Opava a Přerov n/L.

Tabulka 2: Obsah anorganických polutantů v jílku na jednotlivých stanovištích (aritmetický průměr za vegetační období 2014)

	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice
	mg.kg ⁻¹ sušiny			
Al	58,6	84,2	55,5	67,7
As	2,62	3,45	3,43	2,67
Cd	< 0,05	0,05	0,03	< 0,05
Cr	< 0,30	< 0,30	0,18	0,21
Cu	3,80	3,60	4,36	3,23
Fe	75,1	92,0	94,9	74,4
Hg	0,009	0,009	0,013	0,008
Mn	116	174	132	119
Mo	0,50	0,36	<0,60	0,42
Ni	0,71	0,70	0,77	0,62
Pb	< 0,50	0,40	0,37	< 0,50
S	3566	2998	3715	2457
V	<0,50	< 0,50	<0,50	<0,50
Zn	25,1	31,9	29,4	21,4

Průměrný obsah síry za sledované období byl vyšší na stanovišti Lípa a Opava. Na stanovišti Opava je rovněž vyšší průměrný obsah rtuti, na čemž se podílí vyšší hodnoty zjištěné v hmotě jílků v letních měsících (příloha tab. 13).

Podle zjištěných průměrných obsahů anorganických polutantů se jeví jako relativně čistší stanoviště Lípa a Jaroměřice. Na těchto stanovištích jsou průměrné obsahy nižší u většiny anorganických polutantů. Na stanovišti Lípa je nejvyšší průměrný obsah molybdenu, na stanovišti Jaroměřice chromu. Většina zjištěných hodnot molybdenu a chromu na všech stanovištích byla pod hranicí meze stanovitelnosti. Hodnoty vanadu nepřekročily hranici meze stanovitelnosti na žádném stanovišti v průběhu celého sledování (příloha tab. 13).

Při porovnání průměrných obsahů anorganických polutantů v jílků v závislosti na vegetačním období v roce 2014 lze konstatovat, že u většiny anorganických polutantů jsou nejnižší hodnoty zjištěny na počátku vegetačního období (tab. 3). Výjimkou je již zmiňovaný arzén s nejnižším průměrným obsahem v posledním měsíci sledování a nejvyšším v červenci. Nejnižší jednotlivé hodnoty arzénu na všech stanovištích byly v posledním měsíci sledování, nejvyšší v červenci s výjimkou stanoviště Přerov n/L., kde byla nejvyšší hodnota arzénu zjištěna v září (graf 1, příloha tab. 13).

Obsahy kadmia, olova, molybdenu a chromu v jílků byly v průběhu sledování nízké a jen v některých měsících byla překročena mez stanovitelnosti. Průměrný obsah manganu v jílků je nejvyšší v červenci, nejnižší v květnu. U některých anorganických polutantů byly zjištěny nejvyšší hodnoty na konci vegetačního období v říjnu. Tato tendence je výrazná především u průměrných obsahů hliníku, mědi, železa, niklu a zinku. V ostatních měsících jsou však na jednotlivých stanovištích jejich průměrné obsahy různé.

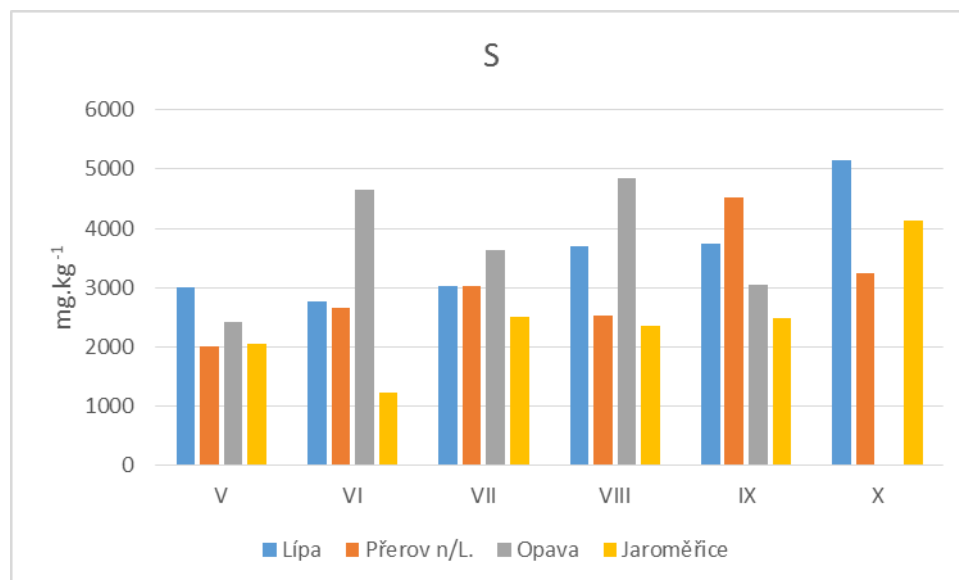
Tabulka 3: Změny obsahu anorganických polutantů v jílků v průběhu vegetačního období (aritmetický průměr stanovišť v měsících 2014)

	V	VI	VII	VIII	IX	X
	mg.kg ⁻¹ sušiny					
Al	66,9	60,6	63,0	61,2	66,2	81,5
As	3,16	3,11	4,85	2,82	3,24	1,08
Cd	< 0,05	0,03	0,04	< 0,05	0,04	0,04
Cr	< 0,30	0,19	0,20	< 0,30	< 0,30	0,20
Cu	3,03	4,05	3,80	3,77	3,30	4,54
Fe	70,9	87,1	80,8	80,4	81,4	104
Hg	0,008	0,009	0,010	0,012	0,009	0,010
Mn	122	139	151	128	130	140
Mo	0,39	< 0,60	0,39	0,38	0,59	< 0,60
Ni	0,55	0,67	0,67	0,74	0,70	0,88
Pb	< 0,50	< 0,50	0,47	0,34	< 0,50	0,34
S	2367	2825	3051	3360	3441	4173
V	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Zn	18,0	27,5	29,0	28,4	27,4	31,4

Průměrný obsah síry má během vegetačního období stoupající tendenci s nejvyšší hodnotou v říjnu (4173 mg.kg⁻¹). Na jednotlivých stanovištích jsou hodnoty síry nižší v prvních měsících a vyšší v posledních měsících sledování, což se dává do souvislosti se začátkem topné sezóny. Na stanovišti Opava však byly zjištěny vysoké hodnoty síry v letních měsících červnu

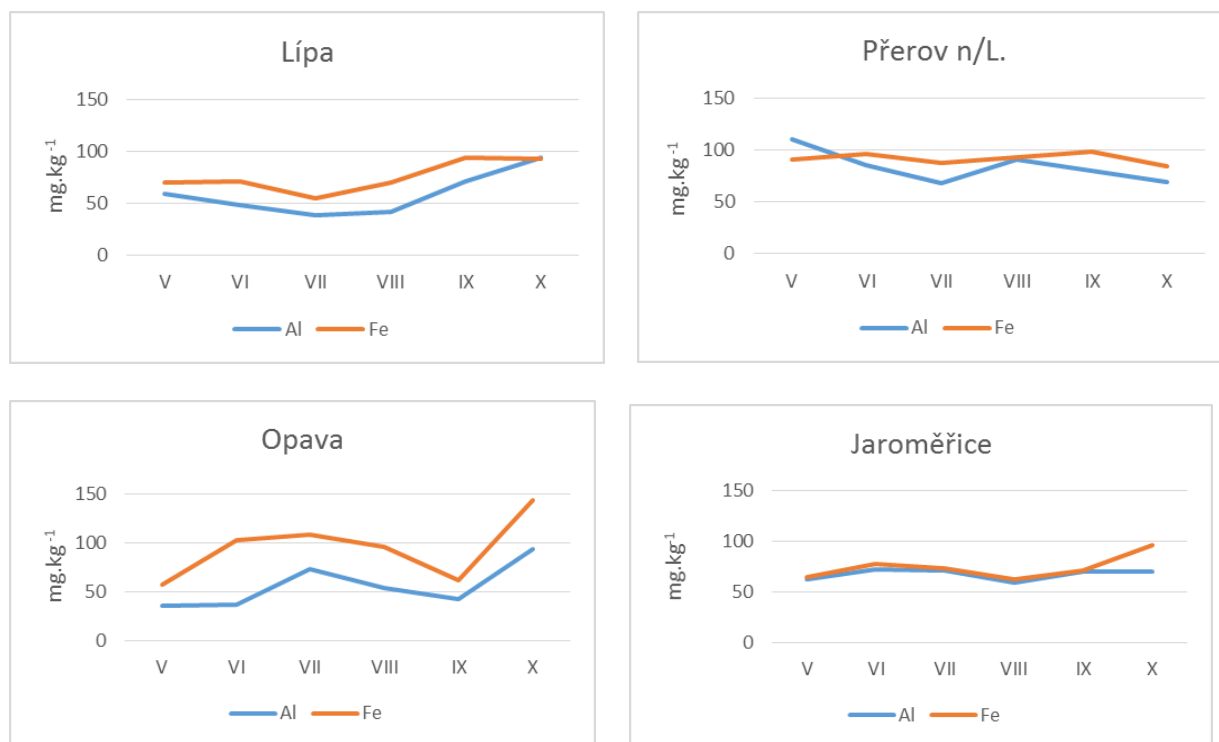
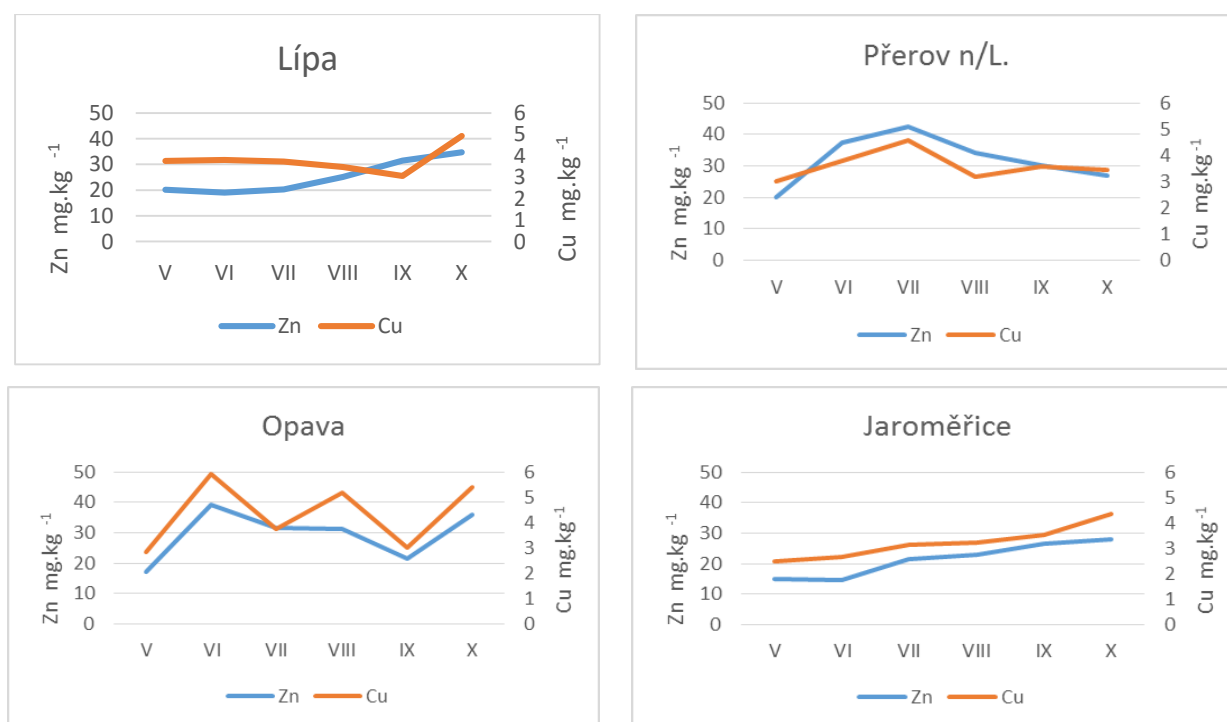
až srpnu (graf 2). Pro stanoviště Opava chybí údaj za poslední měsíc sledování, kdy narostlo málo hmoty jílku pro všechna stanovení.

Graf 2: Změny obsahů síry v jílku na jednotlivých stanovištích v průběhu vegetačního období 2014 (mg.kg^{-1} sušiny)



Při porovnání nejvyšších a nejnižších obsahů anorganických polutantů na jednotlivých stanovištích je zřejmé, že nebývají vždy ve stejném období. Hodnoty hliníku a železa jsou při porovnání stanovišť rozdílné, nejvyšších a nejnižších hodnot nedosahují ve stejných měsících sledování. Nejvyšší hodnoty hliníku byly zjištěny na stanovišti Lípa a Opava v říjnu, na stanovišti Jaroměřice v červnu a v Přerov n/L. v květnu. V tomto měsíci byla na stanovišti Opava zjištěna naopak nejnižší hodnota hliníku. Hodnoty železa byly nejvyšší v září na stanovištích Lípa a Přerov n/L. a v říjnu v Opavě a Jaroměřicích, nejnižší zjištěné hodnoty byly na stanovištích v různém období (příloha tab. 13). Pokud porovnáme jejich průběh na jednotlivých stanovištích, mají hodnoty těchto anorganických polutantů značně podobný průběh (graf 3).

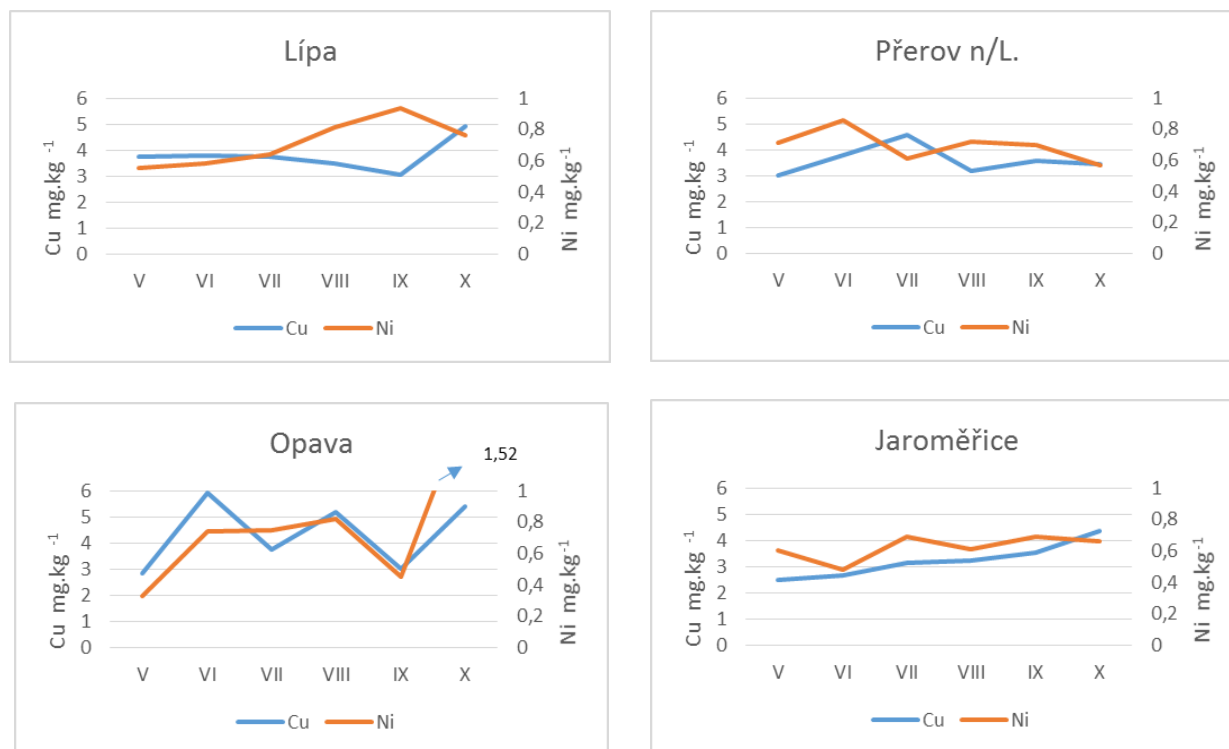
U mědi a zinku byly na stanovišti Přerov n/L., Opava a Jaroměřice zjištěny nejnižší hodnoty na počátku sledování, nejvyšší hodnoty těchto sledovaných prvků byly v různých měsících, ale pro oba prvky ve stejném období. Na stanovišti Lípa bylo zjištěné maximum u zinku a niklu rovněž shodně v měsíci říjnu, minimum u zinku bylo zjištěno v červnu, u mědi v září. Naměřené hodnoty těchto prvků jsou v jednotlivých měsících mezi stanovišti rozdílné. Průběh jejich změn ve sledovaném období na stanovišti Přerov n/L., Opava a Jaroměřice je značně shodný (graf 4).

Graf 3: Změny obsahů železa a hliníku v jílku na jednotlivých stanovištích v průběhu vegetačního období 2014 (mg.kg^{-1} sušiny)**Graf 4: Změny obsahů zinku a mědi v jílku na jednotlivých stanovištích v průběhu vegetačního období 2014 (mg.kg^{-1} sušiny)**

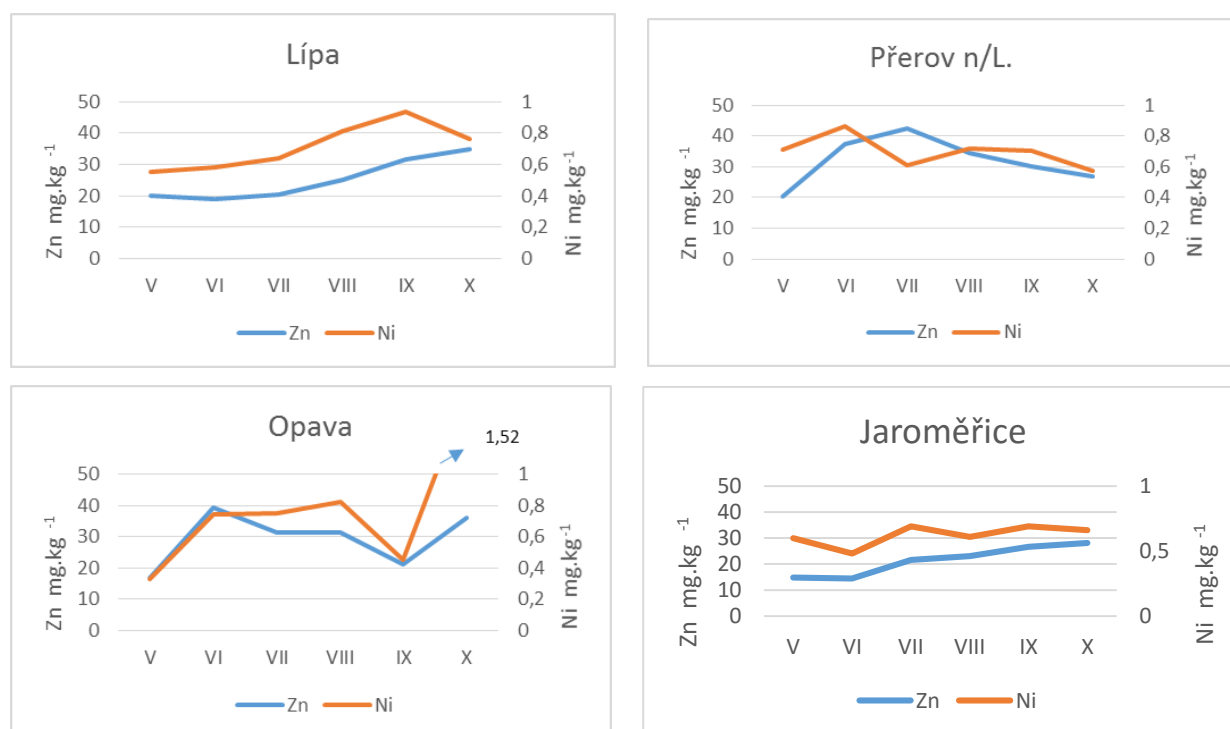
Rovněž obsahy niklu v jílku měly na jednotlivých stanovištích různý průběh. Na stanovišti Lípa a Opava byly nejnižší hodnoty zjištěny v květnu, v Jaroměřicích v červnu, ale v Přerov n/L. v říjnu. Nejvyšší hodnoty niklu byly v různých měsících sledování.

Pokud porovnáme změny hodnot niklu, mědi a zinku na jednotlivých stanovištích v průběhu vegetačního období, velice obdobné jsou tyto změny na stanovišti Opava a Jaroměřice (graf 5 a 6). Na stanovišti Lípa byl obdobný průběh hodnoty niklu a mědi jen v první půlce sledovaného období (graf 6).

Graf 5: Změny obsahů mědi a niklu v jílku na jednotlivých stanovištích v průběhu vegetačního období 2014 (mg.kg^{-1} sušiny)



Graf 6: Změny obsahů zinku a niklu v jílku na jednotlivých stanovištích v průběhu vegetačního období 2014 (mg.kg^{-1} sušiny)



Podrobně jsou obsahy anorganických polutantů v jílku rozvedeny podle stanovišť a měsíců v příloze tab. 13.

4.1.2. Organické polutanty v jílku

Průměrný obsah polycyklických aromatických uhlovodíků za celé vegetační období v hmotě jílku mnohokvětého ze sledovaných stanovišť uvádí tabulka 4. V porovnání s rakouskou požadovou hodnotou (AGES 2009) je více než dvojnásobně vyšší. Zjištěné celkové obsahy sumy polycyklických aromatických uhlovodíků v čerstvé biomase jílku jsou na všech stanovištích vyšší než požadová hodnota AGES (2009). I nejnižší zjištěný obsah polycyklických aromatických uhlovodíků $37,1 \mu\text{g.kg}^{-1}$ čerstvé biomasy ze září na stanovišti Přerov n/L. je 1,5 násobně vyšší oproti této požadové hodnotě (tab. 6). Maximální hodnota sumy PAU ($102 \mu\text{g.kg}^{-1}$ čerstvé biomasy) zjištěná v hmotě jílku na stanovišti Jaroměřice v posledním měsíci sledování je více než čtyřnásobně vyšší než uváděná hodnota podle AGES (2009).

Tabulka 4: Obsahy polycyklických aromatických uhlovodíků v jílku (aritmetický průměr za vegetační období 2014)

Σ PAU (15)	2014			požadová hodnota ¹⁾
	průměr	maximum	minimum	
	μg.kg ⁻¹ čerstvé biomasy			
	50,3	102	37,1	23,0

¹⁾ AGES, 2009

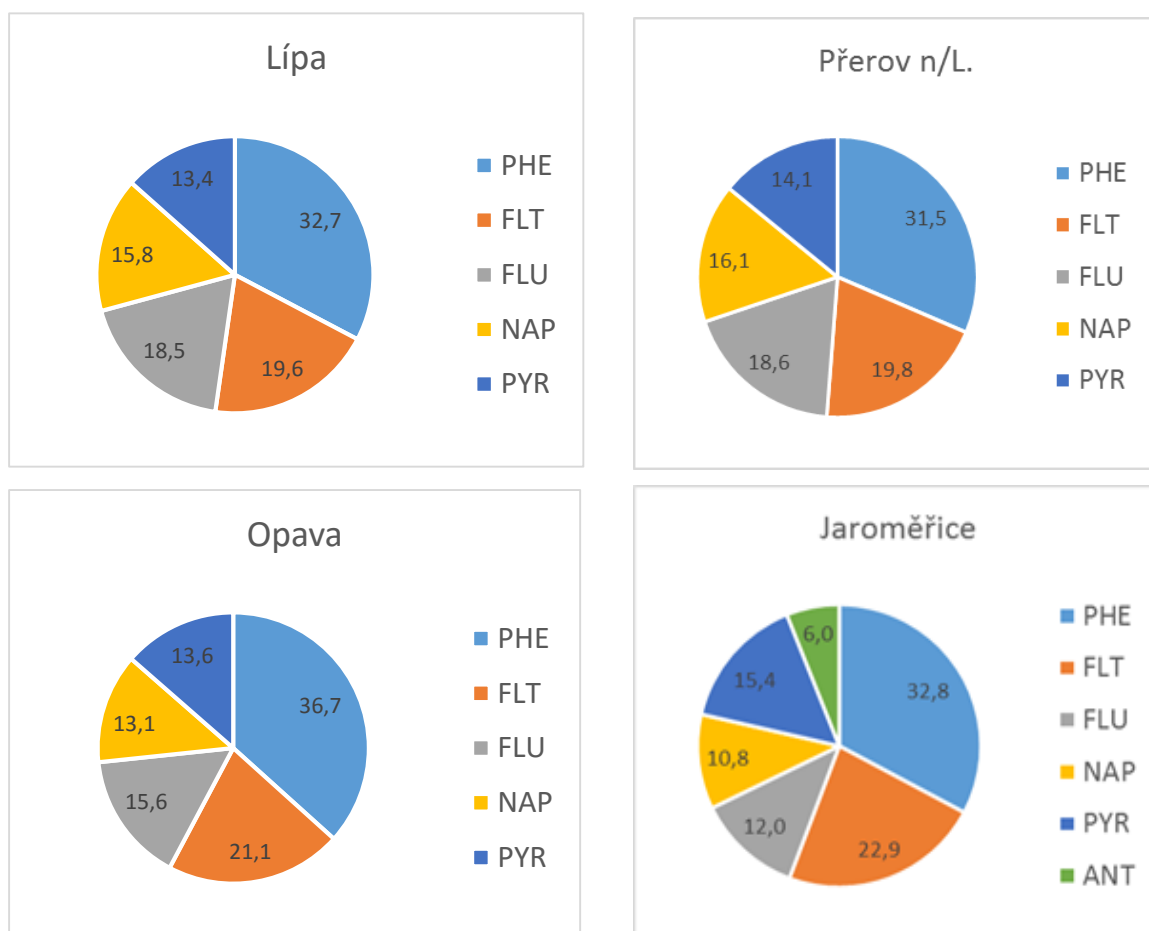
Tabulka 5: Obsah organických polutantů v jílku na jednotlivých stanovištích (průměr za vegetační období 2014)

	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice
	$\mu\text{g.kg}^{-1}$ čerstvé biomasy			
ANA	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00
ANT	< 2,00	< 2,00	< 2,00	1,20
ANY	< 20,0	< 20,0	< 20,0	< 20,0
BAA	< 4,00	< 4,00	< 4,00	< 4,00
BAP	< 3,00	< 3,00	< 3,00	< 3,00
BBF	< 3,00	< 3,00	< 3,00	< 3,00
BKF	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00
BPE	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00
DBA	< 3,00	< 3,00	< 3,00	< 3,00
FLT	5,23	4,89	6,67	8,40
FLU	4,96	4,60	4,77	4,61
CHR	< 4,00	< 4,00	< 4,00	< 4,00
IPY	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
NAP	4,22	3,97	4,02	3,97
PHE	8,75	7,78	11,3	12,0
PYR	3,59	3,49	4,16	5,63
Σ PAU (15)	47,3	45,2	51,4	57,1

Celkový obsah sumy 15 EPA PAU na sledovaných stanovištích v porovnání s výše uvedenou pozadovou hodnotou z Rakouska je velmi vysoký. Přitom ani na jednom stanovišti za sledované období nebyla ve vzorcích jílku překročena mez stanovitelnosti u desíti sledovaných PAU. Jedná se o acenaphtene (ANA), acenaphtylene (ANY), benzo[a]anthracene (BAA), benzo[a]pyrene (BAP), benzo[b]fluoranthene (BBF), benzo[k]fluoranthene (BKF), n.L.[g,h,i]perylene (BPE), dibenzo[a,h]anthracene (DBA), chrysene (CHR) a indeno[1,2,3-c,d]pyrene (IPY) (tab. 5). Hodnoty anthracene (ANT) byly v hmotě jílků nízké, nad mezí stanovitelnosti byly zjištěny pouze na stanovišti Jaroměřice a to v posledním měsíci sledování. Naopak pod hranicí meze stanovitelnosti jen v některých měsících byly hodnoty fluorene (FLU) a naphtalene (NAP). Jen jednou byla pod hranicí meze stanovitelnosti hodnota pyrene (PYR) na stanovišti Přerov n/L., a to v červnu. Hodnoty phenanthrene (PHE) a fluoranthene (FLT) byly nad hranicí meze stanovitelnosti v průběhu celého sledování. Zjištěné hodnoty těchto polycyklických aromatických uhlovodíků byly vyšší především na stanovišti Opava a Jaroměřice (příloha tab. 14).

Phenanthrene (PHE), fluoranthene (FLT), fluorene (FLU), naphtalene (NAP) a pyrene (PYR) představovaly na všech stanovištích největší podíl na celkové sumě 15 sledovaných PAU (graf 7).

Graf 7: Průměrné zjištěné obsahy organických polutantů v jílku na jednotlivých stanovištích v průběhu vegetačního období 2014 (% ze Σ hodnot PAU nad hranicí meze stanovitelnosti)



V průběhu vegetačního období docházelo ke změnám v obsahu polycyklických aromatických uhlovodíků v hmotě jílků. Zjištěné celkové sumy hodnot polycyklických

aromatických uhlovodíků na jednotlivých stanovištích ve sledovaných měsících uvádí tabulka 6.

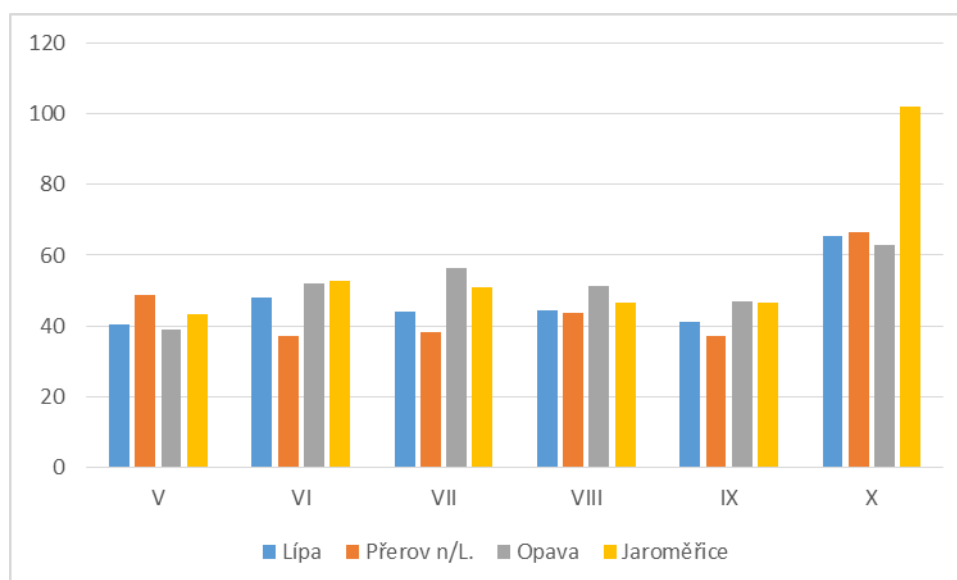
Tabulka 6: Změny obsahu sumy 15 PAU v jílku v průběhu vegetačního období 2014 (aritmetický průměr stanovišť)

Σ PAU (15)	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice
	μg.kg ⁻¹ čerstvé biomasy			
V	40,3	48,7	38,9	43,3
VI	47,9	37,2	51,9	52,9
VII	44,1	38,3	56,2	50,8
VIII	44,5	43,5	51,3	46,5
IX	41,3	37,1	46,9	46,7
X	65,4	66,6	63,0	102
	47,3	45,2	51,4	57,1

V roce 2014 byly nejvyšší hodnoty záchytu zjištěny na všech stanovištích v posledním měsíci sledování. Nejvyšší zjištěný celkový obsah polycyklických aromatických uhlovodíků byl na stanovišti Jaroměřice - 102 μg.kg⁻¹ čerstvé biomasy. Nejnížší hodnoty na stanovištích byly v prvním měsíci sledování, na stanovišti Přerov n/L. v červnu a září (tabulka 6).

Změny záchytu organických polutantů v průběhu vegetačního období ukazuje graf 8.

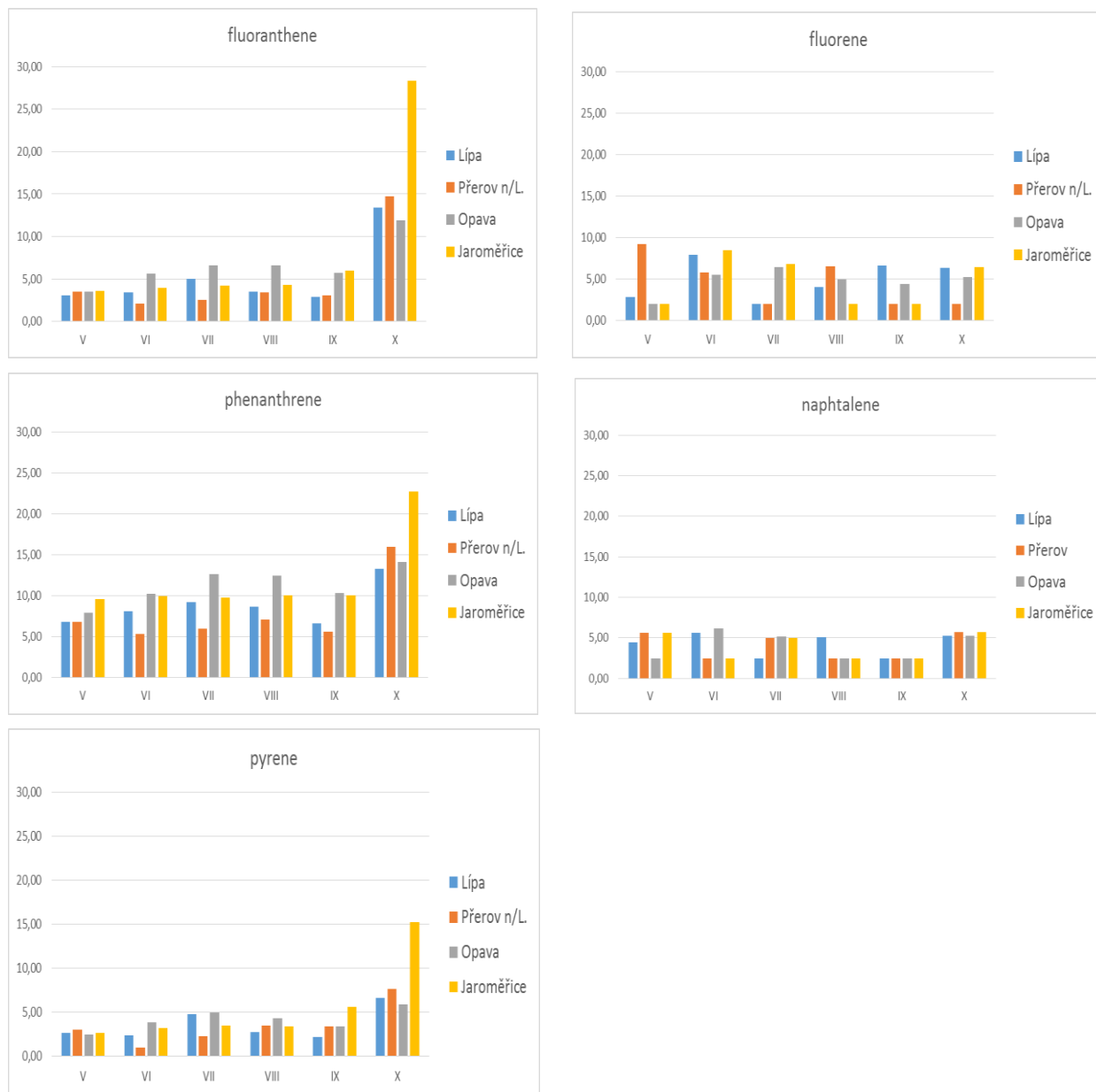
Graf 8: Změny obsahu organických polutantů v jílku v průběhu vegetačního období 2014 (Σ 15 PAU; μg.kg⁻¹ čerstvé biomasy)



V průběhu vegetačního období tvořil největší podíl na celkové sumě polyaromatických uhlovodíků phenathrene (PHE), nejvyšší hodnoty byly zjištěny v posledním měsíci sledování. Hodnoty fluoranthene (FLT) a pyrene (PYR) měly na jednotlivých stanovištích obdobný průběh, výrazný byl nárůst hodnot v posledním měsíci sledování na všech stanovištích, především na stanici Jaroměřice. Hodnoty naphtalene (NAP) byly v průběhu vegetačního období

nad hranicí meze stanovitelnosti na všech stanovištích v říjnu, v září byly naopak všechny jeho hodnoty pod hranicí meze stanovitelnosti. Rovněž hodnoty fluorene byly na stanovištích v některých měsících pod mezí stanovitelnosti, nejvyšší zjištěné hodnoty byly na stanovišti Přerov n/L. v květnu, na stanovišti Lípa a Jaroměřice v červnu a v Opavě v červenci (graf 9).

Graf 9: Zjištěné obsahy vybraných organických polutantů v jílku na jednotlivých stanovištích v průběhu období 2014 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ čerstvé biomasy)



Podrobně jsou obsahy polycyklických aromatických uhlovodíků v jílku rozvedeny podle stanovišť a měsíců v příloze tab. 14.

4.2. BOROVICE VE VEGETAČNÍM OBDOBÍ 2014

Borovice černá je druhým bioindikátorem, který je umístěn na dvou imisně nezatížených stanovištích (Závišín, Opava) a na dvou stanovištích relativně imisně zatížených (Plzeň, Vratimov). Se získáváním biomasy nejsou problémy.

4.2.1. Anorganické polutanty v jehličí

Průměrné obsahy anorganických polutantů v jednoletém jehličí borovice černé za rok 2014 jsou uvedeny v tabulce 7.

Tabulka 7: Obsahy anorganických polutantů v jehličí borovice (aritmetický průměr nezatížených a zatížených stanovišť v roce 2014)

	nezatížená stanoviště			zatížená stanoviště		
	průměr	maximum	minimum	průměr	maximum	minimum
	mg.kg ⁻¹ sušiny					
Al	61,6	111	26,3	96,3	127	61,3
As	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Cd	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,07	0,10	< 0,05
Cr	0,23	0,46	< 0,30	0,55	0,96	< 0,30
Cu	3,20	3,40	3,06	2,52	3,05	1,93
Fe	46,3	77,2	28,9	131	257	46,1
Hg	0,013	0,016	0,011	0,016	0,024	0,011
Mn	106	143	91,3	140	158	125
Mo	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60
Ni	1,17	2,44	0,51	0,91	1,50	0,43
Pb	0,38	0,78	< 0,50	0,62	1,73	< 0,50
S	1124	1285	1070	1212	1399	1080
V	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Zn	38,4	41,3	35,4	37,8	43,4	29,2

Průměrné obsahy anorganických polutantů na imisně zatížených stanovištích byly vyšší než na stanovištích imisně nezatížených u většiny anorganických polutantů. Především výrazně vyšší průměrné hodnoty byly zjištěny u hliníku, chromu, manganu, železa a olova. Průměrný obsah niklu, mědi a zinku byl vyšší na nezatížených stanovištích v porovnání se zatíženými. Hodnoty kadmia byly pod hranicí meze stanovitelnosti na všech stanovištích s výjimkou stanoviště Plzeň. Hodnoty olova nad mezí stanovitelnosti byly zjištěny jen v zimní periodě na stanovištích Opava a Vratimov. Hodnoty arzenu, molybdenu a vanadu byly pod hranicí meze stanovitelnosti na všech stanovištích. Podrobněji jsou obsahy anorganických polutantů rozvedeny v příloze tabulka 15.

Průměrné obsahy jednotlivých anorganických polutantů na nezatížených a zatížených stanovištích jsou různé při porovnávání zimní (jarní odběr jehličí) a letní (podzimní odběr jehličí) periody, jak ukazují hodnoty v tabulce 8.

Tabulka 8: Obsahy anorganických polutantů v jehličí borovice v letní a zimní periodě (aritmetický průměr za periodu v roce 2014)

	nezatížená stanoviště		zatížená stanoviště	
	zimní perioda	letní perioda	zimní perioda	letní perioda
	mg.kg ⁻¹ sušiny			
Al	68,7	54,7	98,8	94,2
As	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Cd	< 0,05	< 0,05	0,05	0,06
Cr	0,31	< 0,30	0,56	0,54
Cu	3,10	3,31	2,49	2,54
Fe	54,9	37,6	152	110
Hg	0,013	0,014	0,013	0,019
Mn	115	96,7	130	150
Mo	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60
Ni	1,52	0,82	0,97	0,84
Pb	0,52	< 0,50	0,99	< 0,50
S	1194	1053	1108	1314
V	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Zn	40,8	36,1	36,3	39,3

Průměrné obsahy anorganických polutantů při porovnání zimní periody na zatížených a nezatížených stanovištích byly vyšší v zimní periodě na zatížených stanovištích s výjimkou mědi, niklu, zinku a síry. Při porovnání průměrných obsahů anorganických polutantů v letní periodě mezi nezatíženými a zatíženými stanovišti je zřetelné, že na zatížených stanovištích jsou vyšší obsahy téměř u všech anorganických polutantů s výjimkou mědi (tabulka 8).

Na zatížených stanovištích byl zjištěn za zimní periodu vyšší průměrný obsah železa a nižší průměrný obsah rtuti, manganu a překvapivě i síry v porovnání s letní periodou. Na nezatížených stanovištích byly v zimním období výrazně vyšší průměrné obsahy hliníku, železa, manganu a niklu v porovnání s letní periodou, rovněž průměrný obsah síry byl vyšší v zimním období (tabulka 8, příloha tab. 15).

Průměrné obsahy anorganických polutantů naměřené v jehličí na jednotlivých nezatížených a zatížených stanovištích jsou uvedeny v tabulce 9.

Pokud porovnáme průměrné obsahy anorganických polutantů v jehličí na jednotlivých stanovištích, lze konstatovat, že jako „nejčistší“ stanoviště vychází Závišín, kde byly zjištěny u šesti sledovaných anorganických polutantů (arzen, kadmium, chrom, molybden, olovo a vanad) hodnoty pod hranicí meze stanovitelnosti. Výrazně nižší jsou na tomto stanovišti obsahy hliníku, železa a manganu v porovnání s ostatními stanovišti (graf 10). Naměřeny jsou zde vyšší hodnoty niklu než na ostatních stanovištích. Na stanovišti Vratimov byly naměřeny v zimní periodě výrazně vyšší hodnoty chromu, železa a olova v porovnání s ostatními stanovišti (tab. 9, graf 10, příloha tab. 15). Je zajímavé porovnání zatížených stanovišť mezi sebou, na stanovišti Plzeň jsou hodnoty anorganických polutantů s výjimkou niklu vyšší v letní periodě, na stanovišti Vratimov jsou vyšší v zimní periodě s výjimkou manganu a síry.

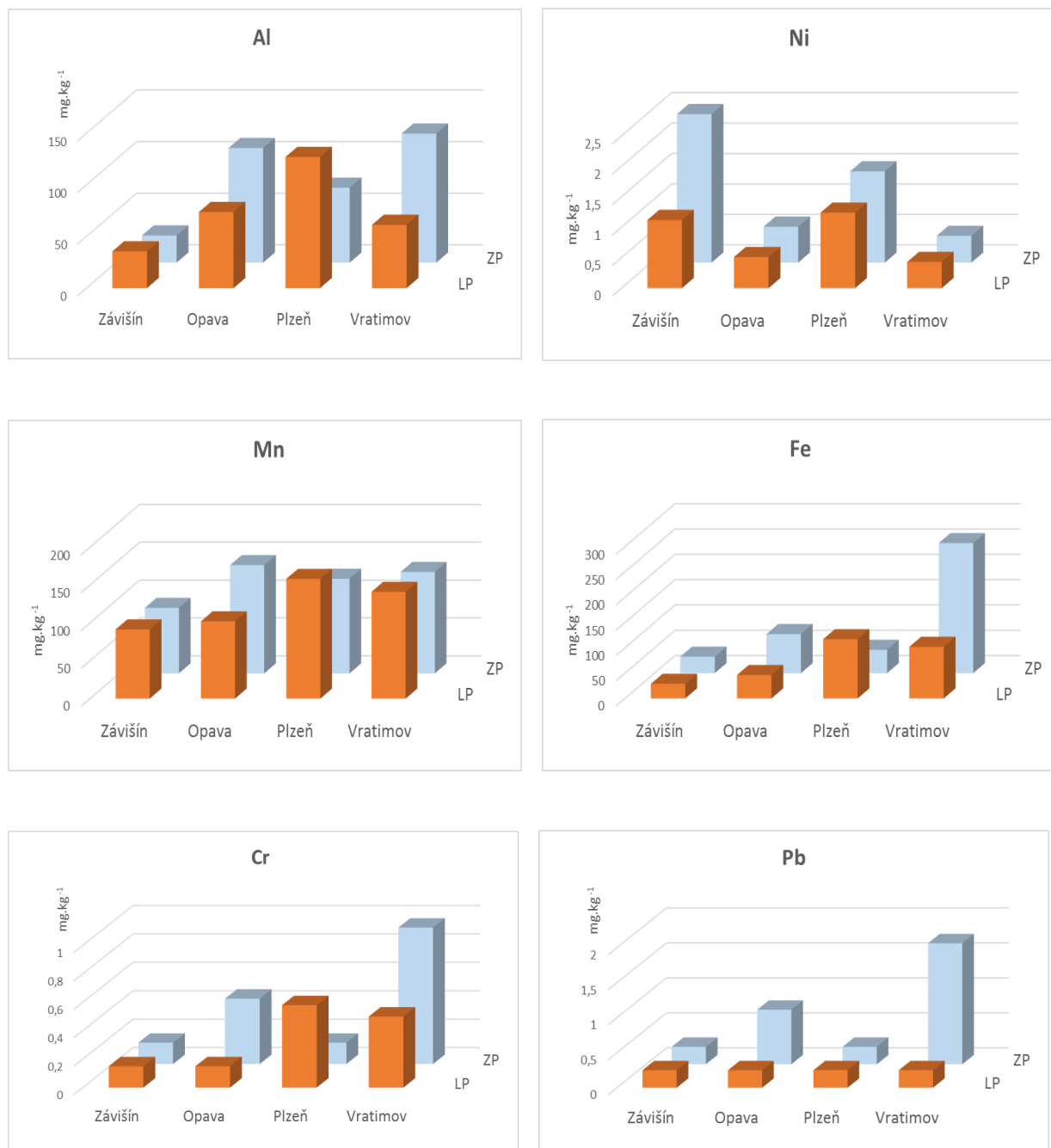
Tabulka 9: Obsahy anorganických polutantů v jehličí borovice (aritmetický průměr nezatížených a zatížených stanovišť za obě periody v roce 2014)

	nezatížená stanoviště		zatížená stanoviště	
	Závišín	Opava	Plzeň	Vratimov
	mg.kg ⁻¹ sušiny			
Al	31,0	92,2	99,7	92,9
As	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Cd	< 0,05	< 0,05	0,09	< 0,05
Cr	< 0,30	0,30	0,36	0,73
Cu	3,14	3,26	2,30	2,73
Fe	30,8	61,8	81,4	180
Hg	0,014	0,011	0,018	0,014
Mn	88,9	123	141	138
Mo	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60
Ni	1,78	0,55	1,37	0,44
Pb	< 0,50	0,51	< 0,50	0,99
S	1069	1178	1268	1155
V	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Zn	37,8	39,0	34,2	41,4

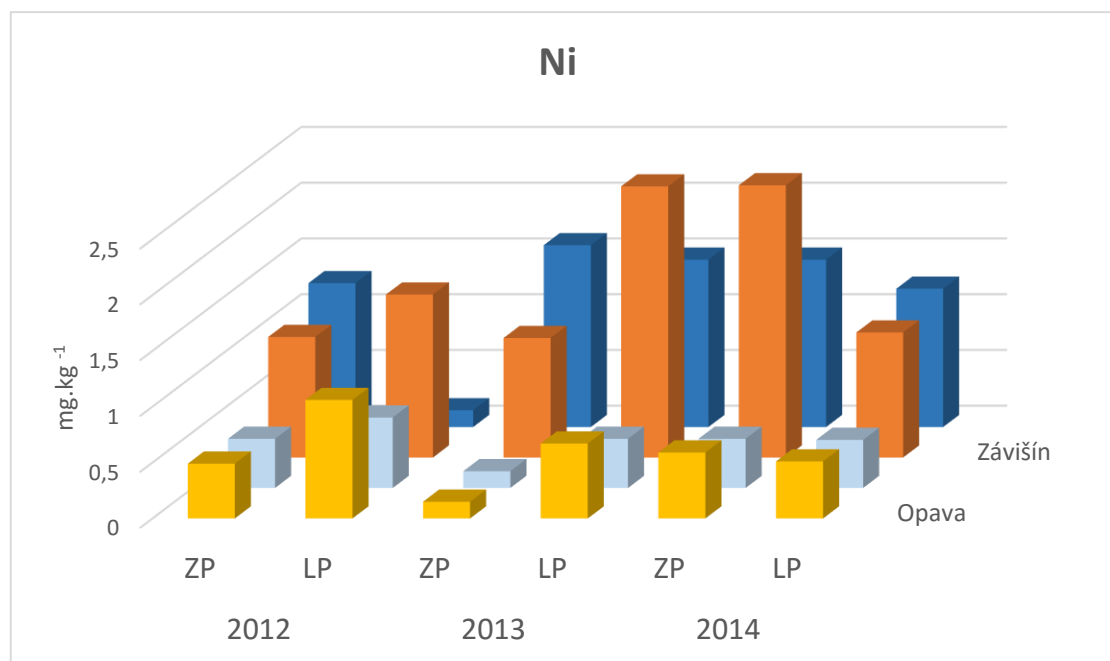
Podrobně jsou obsahy anorganických polutantů v jehličí uvedeny v příloze tab. 15.

Dlouhodobé rozdíly v obsahu niklu, které byly pozorovány při porovnání stanovišť ze západních Čech (Závišín a Plzeň) a severní Moravy (Opava a Vratimov), se projeví i v roce 2014 (Klementová 2012, 2013). Obsahy niklu za rok 2014 na jednotlivých stanovištích jsou v západních Čechách více než trojnásobně vyšší než na stanovištích ze severní Moravy. Porovnání změn v letech 2012 - 2014 ukazuje graf 11.

Graf 10: Změny obsahů hliníku, niklu, železa, manganu, chromu a olova v jehličí borovice černé na jednotlivých stanovištích v letní (LP) a zimní periodě (ZP) 2014 (mg.kg^{-1} sušiny)



Graf 11: Změny obsahů niklu v jehličí borovice černé na jednotlivých stanovištích v letní (LP) a zimní periodě (ZP) v průběhu let 2012- 2014 (mg.kg^{-1} sušiny)



4.2.2. Organické polutanty v jehličí

Sledování organických polutantů v jehličí borovice černé v roce 2014 ukázalo na rozdíly mezi jednotlivými stanovišti a rovněž na rozdíly mezi zimní a letní periodou.

Průměrné obsahy polycyklických aromatických uhlovodíků naměřené v jehličí borovice černé na sledovaných stanovištích jsou uvedeny v tabulce 10.

Tabulka 10: Obsahy organických polutantů v jehličí borovice (aritmetický průměr nezatížených a zatížených stanovišť v roce 2014)

Σ PAU (15)	nezatížená stanoviště			zatížená stanoviště		
	průměr	maximum	minimum	průměr	maximum	minimum
	$\mu\text{g.kg}^{-1}$ čerstvé biomasy					
	79,5	109	44,5	98,8	124	59,2

Průměrné hodnoty organických polutantů naměřené v jehličí na jednotlivých stanovištích uvádí tabulka 11.

Tabulka 11: Obsahy jednotlivých organických polutantů v jehličí borovice (aritmetický průměr jednotlivých stanovišť v roce 2014)

PAU	nezatížená stanoviště		zatížená stanoviště	
	Závišín	Opava	Plzeň	Vratimov
	$\mu\text{g.kg}^{-1}$ čerstvé biomasy			
ANA	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
ANT	2,70	<2,00	<2,00	<2,00
ANY	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0
BAA	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00
BAP	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
BBF	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
BKF	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
BPE	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
DBA	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
FLT	7,85	10,0	9,13	15,6
FLU	5,98	8,08	7,26	9,56
CHR	<4,00	3,67	<4,00	4,65
IPY	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
NAP	15,1	15,8	31,2	16,9
PHE	20,0	19,4	16,2	31,5
PYR	5,57	6,99	6,64	10,4
Σ PAU (16)	76,7	82,5	91	107

V roce 2014 nebyla ani na jednom ze stanovišť překročena mez stanovitelnosti v obou odběrových periodách u acenaphtene (ANA), acenaphtylene (ANY), benzo[a]anthracene (BAA), benzo[a]pyrene (BAP), benzo[b]fluoranthene (BBF), benzo[k]fluoranthene (BKF), benzo[g,h,i]perylene (BPE), dibenzo[a,h]anthracene (DBA) a indeno[1,2,3-c,d]pyrene (IPY). U anthracene (ANT) byla překročena mez stanovitelnosti jen jednou na stanovišti Závišín a u chrysene (CHR) na stanovišti Opava a Vratimov v zimní periodě.

Na celkovém obsahu polycyklických aromatických uhlovodíků se na všech stanovištích podílel phenanthrene (PHE), fluoranthene (FLT), naphtalene (NAP), pyrene (PYR) a fluorene (FLU) (tabulka 11).

Nejvyšší průměrný celkový obsah (Σ 15 PAU) byl zjištěn na stanovišti Vratimov, nejnižší průměrný celkový obsah byl na stanovišti Závišín. Obsahy polycyklických aromatických uhlovodíků v zimní periodě jsou většinou na stanovištích vyšší v porovnání s letní periodou. Výjimku tvoří zjištěné vyšší hodnoty fluorene (FLU) v letní periodě na stanovištích Opava, Plzeň a Vratimov v roce 2014. Největší rozdíly v obsahu polycyklických aromatických uhlovodíků mezi zimní a letní periodou byly zjištěny na stanovišti Závišín, nejmenší na stanovišti Vratimov (příloha tab. 16).

Rozdíly mezi průměrnými obsahy jednotlivých organických polutantů v zimní a letní periodě na nezatížených a zatížených stanovištích jsou zřetelné z tabulky 12. Na všech

stanovištích byly sumy 15 polycyklických aromatických uhlovodíků v zimní periodě vyšší v porovnání s letní periodou.

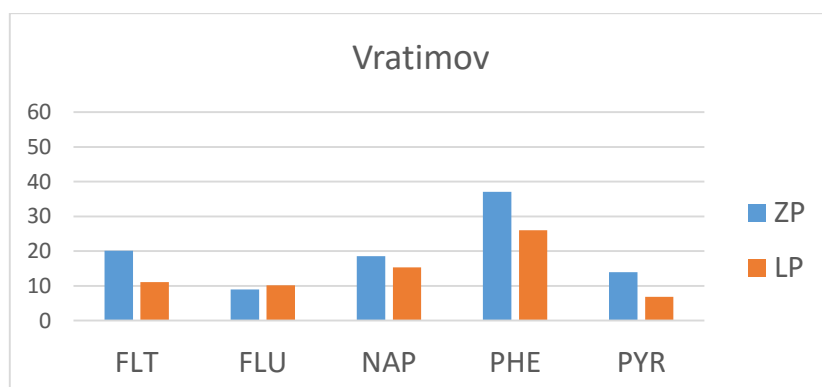
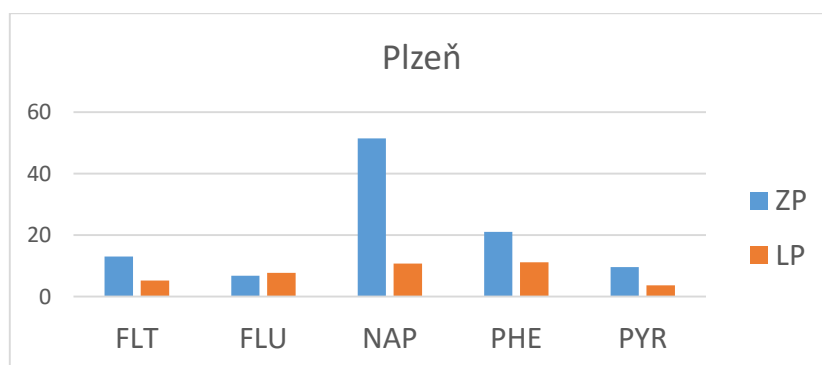
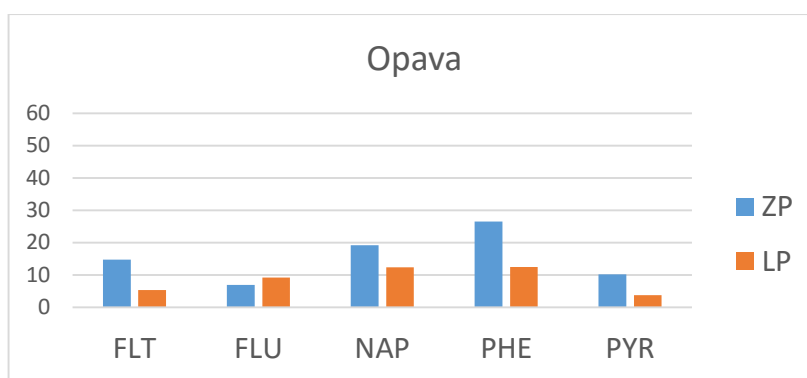
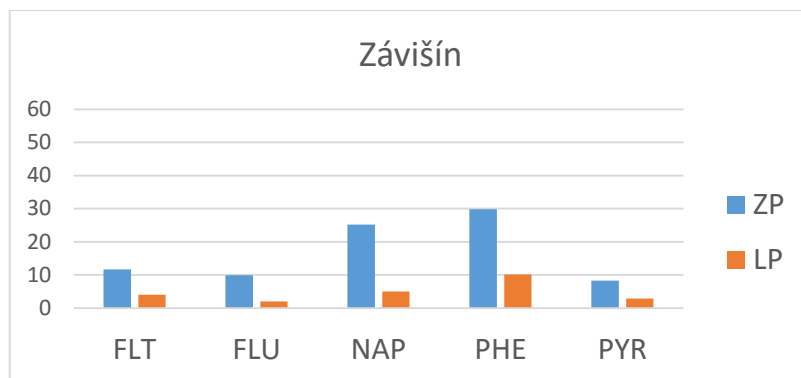
Tabulka 12: Obsahy jednotlivých organických polutantů v jehličí borovice v letní a zimní periodě (aritmetický průměr nezatížených a zatížených stanovišť v roce 2014)

PAU	nezatížená stanoviště		zatížená stanoviště	
	zimní perioda	letní perioda	zimní perioda	letní perioda
	$\mu\text{g.kg}^{-1}$ čerstvé biomasy			
ANA	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
ANT	2,70	<2,00	<2,00	<2,00
ANY	<20,0	<20,0	<20,00	<20,0
BAA	<4,00	< 4,00	<4,00	< 4,00
BAP	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
BBF	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
BKF	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
BPE	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
DBA	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
FLT	13,2	4,70	16,6	8,15
FLU	8,46	5,61	7,86	8,96
CHR	3,67	< 4,00	4,66	<4,00
IPY	<10,0	<10,0	<10,00	<10,00
NAP	22,2	8,67	35,0	13,1
PHE	28,2	11,2	29,1	18,6
PYR	9,25	3,32	11,7	5,28
Σ PAU (16)	105	54,0	123	74,5

Nejvyšší obsah a tedy i nejvyšší podíl na celkové sumě mají v zimní periodě phenanthrene (PHE), fluoranthene (FLT) a naphtalene (NAP), v letní periodě phenanthrene (PHE) a naphtalene (NAP) (graf 12).

Obsahy všech polycyklických aromatických uhlovodíků v jehličí borovice černé na jednotlivých stanovištích jsou podrobně uvedeny v příloze tab. 16.

Graf 12: Zjištěné obsahy individuálních PAU (nad hranicí meze stanovitelnosti) v jehličí borovice na jednotlivých stanovištích v letní a zimní periodě 2014 (PAU v $\mu\text{g.kg}^{-1}$ čerstvé biomasy)



5. Závěry

Jílek

- V roce 2014 byly sledovány obsahy vybraných anorganických prvků (14) a organických polutantů (16 EPA PAU) v travní hmotě jílku (stanoviště Lípa, Přerov n/L., Jaroměřice, Opava) a v jehličí borovice černé (stanoviště Závěšín, Opava, Plzeň, Vratimov).
- Pozadřové hodnoty obsahů prvků zpracované v AGES (2009) byly překročeny u arzenu ve všech vzorcích jílku na všech stanovištích a u síry na stanovišti Lípa v říjnu.
- Arzen měl téměř shodný průběh zjištěných hodnot na všech stanovištích s maximem v letních měsících a s nízkými hodnotami na konci vegetačního období.
- Vyšší průměrné obsahy zinku a železa byly zjištěny na stanovištích Přerov n/L. a Opava, na stanovišti Přerov n/L. také hliníku a manganu v porovnání s ostatními stanovišti.
- Průměrný obsah síry měl stoupající tendenci ke konci vegetačního období, což nejspíš ovlivnila začínající topná sezóna. Na stanovišti Opava byly vyšší hodnoty v porovnání s ostatními stanovišti v letních měsících.
- Hodnoty rtuti nevykazovaly v průběhu vegetačního období na stanovištích výrazné rozdíly s výjimkou stanoviště Opava, kde byly v měsíci červenci a září zjištěny až dvojnásobné hodnoty v porovnání s ostatními stanovišti.
- Vanad byl v jílku na všech stanovištích pod hranicí meze stanovitelnosti.
- Hodnoty kadmia a olova nad hranicí meze stanovitelnosti byly jen v některých měsících sledování na stanovištích Přerov n/L. a Opava a hodnoty chromu na stanovištích Jaroměřice a Opava. Hodnoty molybdenu byly na stanovišti Opava pod hranicí meze stanovitelnosti, na ostatních stanovištích byly hodnoty nad hranicí meze stanovitelnosti zjištěny v jednom nebo dvou měsících během vegetačního období.
- Změny obsahu železa a hliníku se liší mezi stanovišti, na stanovištích Lípa, Opava a Jaroměřice však měly změny obsahů shodný průběh.
- Průběh změn zinku a mědi byl během sledovaného vegetačního období na stanovišti Opava, Přerov n/L. a Jaroměřice obdobný, mezi stanovišti byly rozdíly.
- Ve všech vzorcích jílku byla překročena pozadřová hodnota obsahu sumy 15 PAU převzatá z literatury.
- Průměrný obsah polycyklických aromatických uhlovodíků v jílku byl nejvyšší na stanovišti Jaroměřice, nejnižší hodnoty celkové sumy PAU byly zaznamenány na stanovišti Lípa.
- Nejvyšší hodnoty záchytu polycyklických aromatických uhlovodíků byly na všech stanovištích v posledním měsíci sledování říjnu. Nejnižší hodnoty záchytu byly v květnu, na stanovišti Přerov n/L. v červnu a září.
- Na všech stanovištích tvořil v hmotě jílku nejvyšší podíl z celkové sumy PAU phenanthrene (PHE), fluoranthene (FLT), fluorene (FLU), naphtalene (NAP) a pyrene (PYR).

Borovice

- Průměrné obsahy anorganických polutantů v jehličí borovice černé imisně zatížených stanovišť byly vyšší než průměrné obsahy stanovišť imisně nezatížených téměř u všech anorganických polutantů s výjimkou mědi, niklu a zinku.
- V zimní periodě byly průměrné obsahy anorganických polutantů v jehličí borovice černé na zatížených stanovištích vyšší s výjimkou mědi, niklu, zinku a síry, v letní periodě s výjimkou mědi.

- Hodnoty hliníku, železa a manganu zjištěné v jehličí borovice černé byly výrazně nižší na stanovišti Závišín v zimní periodě i letní periodě v porovnání s ostatními stanovišti.
- Zjištěné hodnoty mědi byly vyšší na nezatížených stanovištích v letní i zimní periodě.
- Obsah síry v jednotlivých vzorcích jehličí byl vyšší v zimní periodě na nezatížených stanovištích, v letní periodě na zatížených stanovištích.
- Hodnoty arzenu, molybdenu a vanadu, byly pod hranicí meze stanovitelnosti ve všech vzorcích jehličí. Hodnoty kadmia byly pod hranicí meze stanovitelnosti na všech stanovištích s výjimkou vzorků ze stanoviště Plzeň. Hodnoty olova nad mezí stanovitelnosti byly zjištěny v jehličí v zimní periodě na stanovišti Vratimov a Opava.
- Hodnoty niklu v jehličí byly na stanovištích vyšší v zimní periodě, v obou periodách byly hodnoty výrazně vyšší na stanovištích Závišín a Plzeň oproti stanovištím Opava a Vratimov.
- Vyšší hodnoty sumy polycyklických aromatických uhlovodíků v jehličí borovice černé byly zjištěny v zimní periodě na všech stanovištích.
- Na stanovištích Opava a Vratimov byly v letní periodě zjištěny vyšší sumy polycyklických aromatických uhlovodíků v porovnání se stanovišti Závišín a Plzeň. V zimní periodě byly sumy polycyklických aromatických uhlovodíků vyšší na zatížených stanovištích.
- Nejvyšší hodnota záchytu polycyklických aromatických uhlovodíků v jehličí byla zjištěna na stanovišti Vratimov v zimní periodě, nejnižší hodnota na stanovišti Závišín v letní periodě.
- Nejvyšší podíl z celkové sumy polycyklických aromatických uhlovodíků v jehličí tvořil phenanthrene (PHE), fluoranthene (FLT), fluorene (FLU), naphtalene (NAP) a pyrene (PYR) v obou periodách. Jejich hodnoty se na stanovištích vždy pohybovaly nad hranicí meze stanovitelnosti s výjimkou hodnoty fluorene (FLU) na stanovišti Závišín v letní periodě.
- Výsledky slouží pro vymezení pozadových hodnot sledovaných polutantů a pro monitoring vývoje obsahů jednotlivých polutantů v závislosti na stanovišti a průběhu vegetačního období roku.

6. Literatura

- AGES (2009): Aktives und passives Biomonitoring [online] [cit. 28. 4. 2014]
<http://www.ages.at/kompetenzzentren/ernaehrungssicherheit/rueckstaende-kontaminanten/biomonitoring/>
- Pavlíček, V., Ust'ak, S., Chváta, V., Královec, J., Klementová, L., Hauptman, I., Honzík, R., 2000: Ověření metody aktivního biomonitoringu. Závěrečná zpráva vývojového úkolu (1997 – 1999). ÚKZÚZ Brno, VÚRV Praha – Ruzyně
- Klementová, L., 2014: Výsledky aktivního biomonitoringu. Zpráva za rok 2013, ÚKZÚZ Brno
- Klementová, L., 2013: Výsledky aktivního biomonitoringu. Zpráva za rok 2012, ÚKZÚZ Brno

Tabulková příloha

- Tabulka 13: Obsahy anorganických polutantů v sušině jílku - 2014
- Tabulka 14: Obsahy polycyklických aromatických uhlovodíků v čerstvé hmotě jílku - 2014
- Tabulka 15: Obsahy anorganických polutantů v jehličí borovice černé - 2014
- Tabulka 16: Obsahy polycyklických aromatických uhlovodíků v jehličí borovice černé - 2014
- Tabulka 17: Výsledky rozboru substrátu použitého v roce 2014

Tabulka 13: Obsahy anorganických polutantů v sušině jílku - 2014

Al	mg.kg ⁻¹	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice	průměr
	V	59,0	111	35,2	62,2	66,9
	VI	48,0	85,7	36,0	72,7	60,6
	VII	38,8	68,7	73,0	71,5	63,0
	VIII	41,2	91,4	53,2	59,1	61,2
	IX	71,3	80,3	42,6	70,6	66,2
	X	93,6	68,9	93,3	70,2	81,5
	průměr	58,6	84,2	55,5	67,7	66,5

As	mg.kg ⁻¹	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice	průměr
	V	2,73	3,41	4,25	2,24	3,16
	VI	3,01	3,24	3,18	3,02	3,11
	VII	4,66	4,56	5,68	4,49	4,85
	VIII	2,80	3,05	2,35	3,07	2,82
	IX	1,78	4,92	3,95	2,29	3,24
	X	0,74	1,49	1,15	0,93	1,08
	průměr	2,62	3,45	3,43	2,67	3,04

Cd	mg.kg ⁻¹	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice	průměr
	V	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	VI	<0,05	0,06	<0,05	<0,05	0,03
	VII	<0,05	0,07	<0,05	<0,05	0,04
	VIII	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	IX	<0,05	0,07	<0,05	<0,05	0,04
	X	<0,05	<0,05	0,072	<0,05	0,04
	průměr	<0,05	0,05	0,03	<0,05	0,03

Cr	mg.kg ⁻¹	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice	průměr
	V	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
	VI	<0,30	<0,30	<0,30	0,32	0,19
	VII	<0,30	<0,30	0,33	<0,30	0,20
	VIII	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
	IX	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
	X	<0,30	<0,30	<0,30	0,33	0,20
	průměr	<0,30	<0,30	0,18	0,21	0,17

Cu	mg.kg ⁻¹	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice	průměr
	V	3,76	3,01	2,85	2,49	3,03
	VI	3,81	3,79	5,93	2,67	4,05
	VII	3,74	4,58	3,74	3,14	3,80
	VIII	3,48	3,18	5,19	3,22	3,77
	IX	3,06	3,59	3,02	3,52	3,30
	X	4,93	3,45	5,42	4,36	4,54
	průměr	3,80	3,60	4,36	3,23	3,75

Tabulka 13 pokračování: Obsahy anorganických polutantů v sušině jílku - 2014

Fe	mg.kg ⁻¹	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice	průměr
	V	70,2	91,3	57,4	64,5	70,9
	VI	70,6	96,7	103	78,2	87,1
	VII	54,2	87,3	108	73,5	80,8
	VIII	69,4	93,6	96,1	62,5	80,4
	IX	93,4	98,9	61,6	71,6	81,4
	X	93,0	84,0	144	96,2	104
	průměr	75,1	92,0	94,9	74,4	84,1

Hg	mg.kg ⁻¹	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice	průměr
	V	0,008	0,009	0,009	0,007	0,008
	VI	0,010	0,008	0,009	0,007	0,009
	VII	0,009	0,010	0,014	0,008	0,010
	VIII	0,007	0,009	0,023	0,008	0,012
	IX	0,008	0,011	0,009	0,008	0,009
	X	0,010	0,009	0,012	0,008	0,010
	průměr	0,009	0,009	0,013	0,008	0,010

Mn	mg.kg ⁻¹	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice	průměr
	V	130	157	94,6	108	122
	VI	114	184	151	108	139
	VII	105	169	193	137	151
	VIII	108	166	127	112	128
	IX	103	198	115	104	130
	X	134	169	112	146	140
	průměr	116	174	132	119	135

Mo	mg.kg ⁻¹	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice	průměr
	V	0,68	<0,60	<0,60	<0,60	0,39
	VI	<0,60	<0,60	<0,60	<0,60	<0,60
	VII	<0,60	<0,60	<0,60	0,67	0,39
	VIII	<0,60	<0,60	<0,60	0,63	0,38
	IX	1,10	0,65	<0,60	<0,60	0,59
	X	<0,60	<0,60	<0,60	<0,60	<0,60
	průměr	0,50	0,36	<0,60	0,42	0,39

Ni	mg.kg ⁻¹	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice	průměr
	V	0,55	0,71	0,33	0,60	0,55
	VI	0,58	0,86	0,74	0,48	0,67
	VII	0,64	0,61	0,75	0,69	0,67
	VIII	0,81	0,72	0,82	0,61	0,74
	IX	0,94	0,70	0,45	0,69	0,70
	X	0,76	0,57	1,52	0,66	0,88
	průměr	0,71	0,70	0,77	0,62	0,70

Tabulka 13 pokračování: Obsahy anorganických polutantů v sušině jílku - 2014**Pb**

mg.kg ⁻¹	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice	průměr
V	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
VI	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
VII	<0,5	0,77	0,62	<0,5	0,47
VIII	<0,5	0,60	<0,5	<0,5	0,34
IX	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
X	<0,5	<0,5	0,63	<0,5	0,34
průměr	<0,5	0,40	0,37	<0,5	0,32

S

mg.kg ⁻¹	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice	průměr
V	2995	2016	2411	2045	2367
VI	2766	2659	4652	1224	2825
VII	3029	3029	3631	2514	3051
VIII	3707	2532	4844	2357	3360
IX	3742	4512	3038	2473	3441
X	5154	3239	-	4127	4173
průměr	3566	2998	3715	2457	3184

V

mg.kg ⁻¹	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice	průměr
V	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
VI	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
VII	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
VIII	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
IX	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
X	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
průměr	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50

Zn

mg.kg ⁻¹	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice	průměr
V	20,1	20,2	17,0	14,8	18,0
VI	19,0	37,4	39,3	14,4	27,5
VII	20,3	42,5	31,5	21,6	29,0
VIII	25,2	34,3	31,2	23,0	28,4
IX	31,5	30,2	21,3	26,7	27,4
X	34,7	26,9	36,0	28,1	31,4
průměr	25,1	31,9	29,4	21,4	27,0

Tabulka 14: Obsahy polycyklických aromatických uhlovodíků v čerstvé hmotě jílku (16 EPA PAU) - 2014

ANA	$\mu\text{g.kg}^{-1}$	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice	průměr
	V	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
	VI	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
	VII	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
	VIII	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
	IX	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
	X	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
	průměr	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00

ANT	$\mu\text{g.kg}^{-1}$	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice	průměr
	V	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
	VI	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
	VII	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
	VIII	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
	IX	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
	X	<2,00	<2,00	<2,00	2,21	1,30
	průměr	<2,00	<2,00	<2,00	1,20	1,05

ANY	$\mu\text{g.kg}^{-1}$	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice	průměr
	V	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0
	VI	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0
	VII	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0
	VIII	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0
	IX	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0
	X	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0
	průměr	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0

BAA	$\mu\text{g.kg}^{-1}$	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice	průměr
	V	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00
	VI	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00
	VII	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00
	VIII	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00
	IX	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00
	X	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00
	průměr	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00

BAP	$\mu\text{g.kg}^{-1}$	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice	průměr
	V	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
	VI	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
	VII	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
	VIII	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
	IX	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
	X	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
	průměr	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00

Tabulka 14 pokračování: Obsahy polycyklických aromatických uhlovodíků v čerstvé hmotě jílku (16 EPA PAU) - 2014**BBF**

$\mu\text{g.kg}^{-1}$	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice	průměr
V	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
VI	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
VII	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
VIII	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
IX	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
X	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
průměr	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00

BKF

$\mu\text{g.kg}^{-1}$	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice	průměr
V	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
VI	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
VII	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
VIII	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
IX	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
X	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
průměr	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00

BPE

$\mu\text{g.kg}^{-1}$	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice	průměr
V	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
VI	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
VII	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
VIII	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
IX	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
X	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
průměr	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00

DBA

$\mu\text{g.kg}^{-1}$	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice	průměr
V	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
VI	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
VII	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
VIII	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
IX	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
X	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
průměr	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00

FLT

$\mu\text{g.kg}^{-1}$	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice	průměr
V	3,10	3,49	3,55	3,59	3,43
VI	3,43	2,08	5,65	3,99	3,79
VII	5,04	2,50	6,60	4,17	4,58
VIII	3,52	3,43	6,60	4,27	4,45
IX	2,90	3,06	5,69	6,01	4,41
X	13,4	14,8	11,9	28,4	17,1
průměr	5,23	4,89	6,67	8,40	6,30

Tabulka 14 pokračování: Obsahy polycyklických aromatických uhlovodíků v čerstvé hmotě jílku (16 EPA PAU) - 2014**FLU**

$\mu\text{g.kg}^{-1}$	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice	průměr
V	2,87	9,24	<4,00	<4,00	4,03
VI	7,94	5,83	5,48	8,43	6,92
VII	<4,00	<4,00	6,46	6,84	4,32
VIII	4,01	6,50	4,96	<4,00	4,37
IX	6,62	<4,00	4,45	<4,00	3,77
X	6,31	<4,00	5,27	6,40	5,00
průměr	4,96	4,60	4,77	4,61	4,73

CHR

$\mu\text{g.kg}^{-1}$	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice	průměr
V	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00
VI	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00
VII	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00
VIII	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00
IX	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00
X	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00
průměr	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00

IPY

$\mu\text{g.kg}^{-1}$	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice	průměr
V	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
VI	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
VII	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
VIII	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
IX	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
X	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
průměr	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0

NAP

$\mu\text{g.kg}^{-1}$	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice	průměr
V	4,44	5,61	<5,00	5,61	4,54
VI	5,59	<5,00	6,20	<5,00	4,20
VII	<5,00	5,01	5,15	5,01	4,42
VIII	5,04	<5,00	<5,00	<5,00	3,14
IX	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	2,50
X	5,26	5,71	5,26	5,71	5,49
průměr	4,22	3,97	4,02	3,97	4,05

PHE

$\mu\text{g.kg}^{-1}$	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice	průměr
V	6,81	6,76	7,87	9,59	7,76
VI	8,04	5,31	10,2	9,98	8,38
VII	9,22	5,99	12,6	9,78	9,39
VIII	8,62	7,04	12,4	10,0	9,53
IX	6,57	5,60	10,3	10,1	8,14
X	13,3	16,0	14,1	22,7	16,5
průměr	8,75	7,78	11,25	12,02	9,95

Tabulka 14 pokračování: Obsahy polycyklických aromatických uhlovodíků v čerstvé hmotě jílku (16 EPA PAU) – 2014**PYR**

$\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$	Lípa	Přerov n/L.	Opava	Jaroměřice	průměr
V	2,64	3,05	2,51	2,64	2,71
VI	2,41	<2,00	3,84	3,25	2,62
VII	4,83	2,28	4,95	3,55	3,90
VIII	2,80	3,52	4,35	3,40	3,52
IX	2,25	3,45	3,40	5,67	3,69
X	6,65	7,65	5,94	15,25	8,87
průměr	3,59	3,49	4,16	5,63	4,22

Tabulka 15: Obsahy anorganických polutantů v jehličí borovice 2014 (ZP – zimní perioda, LP – letní perioda)

	mg.kg ⁻¹	nezatížená stanoviště			zatížená stanoviště		
		Závišín	Opava	průměr	Plzeň	Vratimov	průměr
Al	ZP	26,3	111	68,7	72,5	125	98,8
	LP	35,6	73,7	54,7	127	61,3	94,2
	průměr	31,0	92,2	61,6	99,7	92,9	96,3
As	ZP	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
	LP	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
	průměr	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Cd	ZP	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,07	< 0,05	0,05
	LP	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,10	< 0,05	0,06
	průměr	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,09	< 0,05	0,06
Cr	ZP	< 0,30	0,46	0,31	< 0,30	0,96	0,56
	LP	< 0,30	< 0,30	< 0,30	0,58	0,50	0,54
	průměr	< 0,30	0,30	0,23	0,36	0,73	0,55
Cu	ZP	3,06	3,13	3,10	1,93	3,05	2,49
	LP	3,22	3,40	3,31	2,67	2,41	2,54
	průměr	3,14	3,26	3,20	2,30	2,73	2,52
Fe	ZP	32,6	77,2	54,9	46,1	257	152
	LP	28,9	46,2	37,6	114	102	110
	průměr	30,8	61,8	46,3	81,4	180	131
Hg	ZP	0,013	0,012	0,013	0,011	0,014	0,013
	LP	0,016	0,011	0,014	0,024	0,013	0,019
	průměr	0,014	0,012	0,013	0,018	0,014	0,016
Mn	ZP	86,5	143	115	125	134	130
	LP	91,3	102	96,7	158	141	150
	průměr	88,9	123	106	141	138	140
Mo	ZP	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60
	LP	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60
	průměr	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60
Ni	ZP	2,44	0,59	1,52	1,50	0,44	0,97
	LP	1,12	0,51	0,82	1,24	0,43	0,84
	průměr	1,78	0,55	1,17	1,37	0,44	0,91
Pb	ZP	< 0,50	0,78	0,52	< 0,50	1,73	0,99
	LP	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
	průměr	< 0,50	0,51	0,38	< 0,50	0,99	0,62
S	ZP	1103	1285	1194	1136	1080	1108
	LP	1035	1070	1053	1399	1229	1314
	průměr	1069	1178	1124	1268	1155	1212
V	ZP	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
	LP	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
	průměr	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Zn	ZP	40,3	41,3	40,8	29,2	43,4	36,3
	LP	35,4	36,7	36,7	39,1	39,5	39,3
	průměr	37,8	39,0	39,0	34,2	41,4	37,8

Tabulka 16: Obsahy polycyklických aromatických uhlovodíků v jehličí borovice černé v roce 2014 (16 EPA PAU, ZP – zimní perioda, LP – letní perioda)

	$\mu\text{g.kg}^{-1}$	nezatížená stanoviště			zatížená stanoviště		
		Závišín	Opava	průměr	Plzeň	Vratimov	průměr
ANA	ZP	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
	LP	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
	průměr	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
ANT	ZP	4,40	<2,00	2,70	<2,00	<2,00	<2,00
	LP	<2	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
	průměr	2,70	<2,00	1,85	<2,00	<2,00	<2,00
ANY	ZP	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0
	LP	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0
	průměr	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0
BAA	ZP	< 4,00	< 4,00	<4,00	< 4,00	<4,00	< 4,00
	LP	<4,00	< 4,00	< 4,00	< 4,00	< 4,00	< 4,00
	průměr	<4,00	< 4,00	< 4,00	< 4,00	< 4,00	< 4,00
BAP	ZP	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
	LP	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
	průměr	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
BBF	ZP	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
	LP	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
	průměr	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
BKF	ZP	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
	LP	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
	průměr	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
BPE	ZP	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
	LP	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
	průměr	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
DBA	ZP	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
	LP	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
	průměr	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00
FLT	ZP	11,7	14,7	13,2	13,0	20,1	16,6
	LP	4,06	5,35	4,71	5,24	11,1	8,17
	průměr	7,85	10,0	8,93	9,13	15,6	12,4
FLU	ZP	9,97	6,95	8,46	6,75	8,96	7,86
	LP	<4,00	9,22	5,61	7,78	10,2	8,99
	průměr	5,98	8,08	7,03	7,26	9,56	8,41
CHR	ZP	<4,00	5,33	3,67	<4,00	7,29	4,65
	LP	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00	<4,00
	průměr	<4,00	3,67	2,84	<4,00	4,65	3,33
IPY	ZP	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
	LP	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
	průměr	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0

Tabulka 16: pokračování

	$\mu\text{g.kg}^{-1}$	nezatížená stanoviště			zatížená stanoviště		
		Závišín	Opava	průměr	Plzeň	Vratimov	průměr
NAP	ZP	25,2	19,2	22,2	51,5	18,5	35,0
	LP	5,04	12,3	8,67	10,8	15,3	13,1
	průměr	15,1	15,8	15,5	31,2	16,9	24,1
PHE	ZP	29,8	26,5	28,2	21,1	37,1	29,1
	LP	10,1	12,4	11,3	11,2	26,0	18,6
	průměr	20,0	19,4	19,7	16,2	31,5	23,9
PYR	ZP	8,29	10,2	9,25	9,56	13,9	11,7
	LP	2,85	3,78	3,32	3,72	6,83	5,28
	průměr	5,57	6,99	6,28	6,64	10,37	8,51
	Σ PAU ZP	109	101	105	122	124	123
	Σ PAU LP	44,5	63,6	54,1	59,2	89,8	74,5

Tabulka č. 17: Výsledky rozboru použitého substrátu – rok 2014

Al mg.kg ⁻¹ v sušině	As mg.kg ⁻¹ v sušině	Be mg.kg ⁻¹ v sušině	Cd mg.kg ⁻¹ v sušině	Co mg.kg ⁻¹ v sušině	Cr mg.kg ⁻¹ v sušině
15300	18,9	5,24	1,12	3,25	20,4

Cu mg.kg ⁻¹ v sušině	Fe mg.kg ⁻¹ v sušině	Hg mg.kg ⁻¹ v sušině	Mn mg.kg ⁻¹ v sušině	Mo mg.kg ⁻¹ v sušině	Ni mg.kg ⁻¹ v sušině
35,4	6180	0,129	87,9	1,45	18,4

Pb mg.kg ⁻¹ v sušině	V mg.kg ⁻¹ v sušině	Zn mg.kg ⁻¹ v sušině
10,3	27,4	46,5

P celk. v suš. mg.kg ⁻¹	K celk. v suš. mg.l ⁻¹	Mg celk. v suš. mg.l ⁻¹	N (t) v sušině %
921	548	838	1,6

C:N	pH/H ₂ O	vodivost mS.cm ⁻¹	suš./pv %	org./s %	vlhkost v %
23,0	4,3	0,13	43,4	73,0	56,6

suš./sv %	ANA μg.kg ⁻¹ v sušině	ANT μg.kg ⁻¹ v sušině	ANY μg.kg ⁻¹ v sušině	BaA μg.kg ⁻¹ v sušině	BaP μg.kg ⁻¹ v sušině
90,5	5,94	33,8	< 20,0	14,1	9,18

BbF μg.kg ⁻¹ v sušině	BkF μg.kg ⁻¹ v sušině	BPE μg.kg ⁻¹ v sušině	DBA μg.kg ⁻¹ v sušině	FLT μg.kg ⁻¹ v sušině	FLU μg.kg ⁻¹ v sušině
8,18	9,25	39,1	28,5	28,1	16,6

CHR μg.kg ⁻¹ v sušině	IPY μg.kg ⁻¹ v sušině	NAP μg.kg ⁻¹ v sušině	PHE μg.kg ⁻¹ v sušině	PYR μg.kg ⁻¹ v sušině	Σ PAU (16)
32,5	35,1	114	60,9	15,7	461