

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně
Odbor agrochemie, půdy a výživy rostlin



VÝSLEDKY AKTIVNÍHO BIOMONITORINGU

Zpráva za rok 2004

Zpracovala: Ing. Lenka Klementová
Ing. Vladislav Chvátal

Schválil: Ing. Karel Provazník
vedoucí oddělení agroekologie

Opava

duben 2005

1. Úvod

Aktivní biomonitoring představuje cílené vystavení vybraných rostlin vlivům v zájmovém území a sledování jejich reakce. Ověřování metody aktivního biomonitoringu v podmínkách naší republiky bylo ukončeno v roce 1999 (PAVLÍČEK et al., 2000) a na základě těchto zkušeností a výsledků ÚKZÚZ zjišťuje od roku 2000 na svých stanovištích pozadňové hodnoty vybraných anorganických a organických polutantů. Jako bioindikátory byly zvoleny rostliny jílku mnohokvětého a borovice černé. Vzhledem ke kontinuitě sledování je zajištěno každoroční upřesňování referenčních hodnot. Výsledky je možné použít pro případné posouzení poměrů na ohrožených lokalitách.

Tato zpráva obsahuje výsledky získané v roce 2004 a pro srovnání údaje z předcházejících let sledování.

2. Charakteristika stanovišť

ÚKZÚZ zajišťuje čtyři vybraná stanoviště v Čechách, na Moravě a ve Slezsku (Závišín, Přerov n/L, Opava a Třešť), která lze podle dosavadních výsledků považovat za relativně čistá i imisně nezatížená stanoviště, a proto mohou sloužit jako pozadňová. Na těchto stanovištích probíhá sledování standardizovaných kultur jílku mnohokvětého.

Kromě toho se za použití rostlin borovice černé porovnává úroveň znečištění ovzduší na dvou čistých (Závišín a Opava) a dvou zatížených stanovištích (Plzeň a Vratimov).

2.1. Charakteristika čistých stanovišť

045 (4025B) - Závišín	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

017 (2003 BO) - 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

145 (8002 B) - 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 - 6 km jihozápadně město Opava

120 (7020 B) – Třešť	Kraj Vysočina, jihovýchodní část Českomoravské vrchoviny
nadmořská výška	552 m n.m.
klimatický region	mírně teplý, vlhký
	průměrná roční teplota 6-7° C
	průměrný roční úhrn srážek 650 – 750 mm
umístění stanoviště	na severním okraji města Třešť v zatravněném areálu Rybářství Telč, podnik Třešť
možné zdroje kontaminace	- lokální topeniště obce (obec je plynofikována) - 15 km severovýchodně město Jihlava - 8 km silně frekventovaná silnice Jihlava – Znojmo

2.2. Charakteristika zatížených stanovišť

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

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 sloužily:

jílek mnohokvětý (odrůda ROMUL) - osivo jílků mnohokvětých pro všechna stanoviště pochází ze Šlechtitelské stanice TAGRO v Červeném Dvoře u Tábora.

borovice černá - dřeviny byly na stanoviště v Závěšíně, v Plzni, v Opavě a ve Vratimově vysázeny do velkoobjemových dřevěných kontejnerů a jednotného substrátu v roce 1997.

3.1. JÍLEK

3.1.1. Příprava květináčů

Jílek se vyséval do květináčů z plastu o průměru 20 cm, jejichž dnem byly protaženy dostatečně dlouhé samozavlažovací 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 ve skleníku nad nádobou 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 tato operace zopakovala 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. Konečně 5 týdnů po zasetí byly květináče umístěny na určené stanoviště, kde se porost naposledy sestříhal a aplikovalo se k němu dalších 100 ml hnojivého roztoku. Tato poslední operace probíhala až na stanovišti při vlastní expozici.

3.1.3. Expozice

Na každém expozičním stanovišti bylo umístěno šest květináčů se zapěstovanou 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 v kovových stojanech 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 vzorku. Ke stanovení organických polutantů se navažovalo 2x po 10 g travní hmoty: tyto navážky se v alobalu uložily do chladu, případně byly zamrazeny. Celý zbytek vzorku se nechal při pokojové teplotě vysušit ke stanovení anorganických polutantů. V roce 2004 proběhlo od května do října celkem šest (měsíčních) cyklů. V měsíci říjnu byly problémy s dostatečným množstvím hmoty jílku ke stanovení anorganických polutantů na stanovišti Závišín a Pusté Jakartice, kdy ve sklizené hmotě jílku za říjen z těchto stanovišť byly stanoveny jen PAU.

3.2. BOROVICE

Jehlice borovice černé (pouze jednoleté bez bazálních částí) se odebíraly k analýzám dvakrát ročně, a to na jaře (v dubnu) a na podzim (v říjnu).

3.3 . ZJIŠŤOVANÉ PRVKY A SLOUČENINY

Odebrané vzorky asimilačních orgánů analyticky zpracovala Národní referenční laboratoř, regionální oddělení Opava podle metodických postupů - Analýza rostlinného materiálu - Jednotné pracovní postupy (Zbírál J. a kol., 1994). Ve vzorcích se stanovovaly anorganické polutanty (Hg, Zn, Pb, Cd, Ni, Cr, V, Cu, Mn, As, Mo, Fe, Al a S) a těchto 15 polyaromatických uhlovodíků (PAU 15):

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

V literatuře uváděný acetnaphtylene (ACL) jako další sledovaný polyaromatický uhlovodík se v naší laboratoři nestanovuje. Vzhledem k tomu, že se ve vzorcích vyskytuje jen v zanedbatelném množství, je v zásadě možné považovat ve zprávě uvedené výsledky za srovnatelné s literárními údaji pro všech 16 PAU.

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

Získaná biomasa se přednostně používala ke stanovení obsahu organických polutantů.

4. Výsledky a diskuse

4.1. Jílek ve vegetačním období 2004

Vzhledem ke klimatickým podmínkám v posledním říjnovém cyklu byl nedostatek hmoty jílků k rozborům ze stanovišť Závišín a Opava. Přednostně se připravovaly navážky pro stanovení PAU, ke stanovení všech sledovaných anorganických prvků nebylo dostatek hmoty. Na stanovišti v Přerově n/L byl problém s malým množstvím hmoty jílků pouze v srpnu, kdy chybí stanovení síry.

4.1.1. Anorganických polutantů v jílků

Průměrné obsahy anorganických polutantů naměřené v roce 2004, jsou uvedeny v tabulce 1 a porovnány s navrhovanými požadovými hodnotami z Rakouska (ÖHLINGER, 2002). V síti UKZÚZ byly - s výjimkou arzenu - průměrné obsahy všech sledovaných prvků za vegetační období 2004 nižší. K překročení těchto požadových hodnot v některém ze sledovaných měsíců došlo výjimečně, a to u chromu a síry byla požadová hodnota překročena 1x na stanovišti v Třešti. Chybějící údaje o obsahu síry z říjnového cyklu ze stanovišť Závišín a Opava mohou také značně zkreslit uváděný průměrný obsah tohoto polutantu vzhledem k vyšším zjišťovaným hodnotám v podzimních měsících. U vanadu je obsah v hmotě jílků pod hranicí meze stanovitelnosti s výjimkou dvou hodnot na stanovištích

Závišín a Opava. Hodnoty arzenu, jak již bylo výše uvedeno, jsou vysoce nad požadovou hodnotou z Rakouska a to velmi výrazně, i minimální hodnota arzenu v jílku ze stanoviště Závišín tuto požadovou hodnotu převyšuje trojnásobně. Průměrná hodnota arzenu $5,46 \text{ mg.kg}^{-1}$ v sušině jílku v roce 2004 je sice nižší než v minulých letech sledování ($8,24 \text{ mg.kg}^{-1}$ v roce 2002, $8,85 \text{ mg.kg}^{-1}$ v roce 2003), stále je však vysoká i v porovnání s počátečními roky sledování ($1,23 \text{ mg.kg}^{-1}$ v roce 2000, $2,91 \text{ mg.kg}^{-1}$ v roce 2001). Takové zvyšování průměrných hodnot v průběhu pětiletého sledování nebylo u jiných anorganických polutantů zaznamenáno (CHVÁTAL,V., KLEMENTOVÁ,L., 2004).

Tabulka 1: OBSAHY ANORGANICKÝCH POLUTANTŮ V JÍLKU
aritmetický průměr za vegetační období 2004

	2004			požad'ová hodnota ¹⁾
	průměr	maximum	minimum	
	mg.kg ⁻¹ sušiny			
Hg	0,017	0,025	0,011	0,030
Zn	28,8	49,9	18,9	110,0
Pb	0,81	1,25	<0,50	4,00
Cd	0,04	0,08	<0,05	0,20
Ni	0,54	1,17	<0,30	5,00
Cr	0,33	0,55	<0,30	0,50
V	0,28	0,67	<0,50	0,30
Cu	2,25	3,17	1,48	20,00
Mn	155,0	195,0	115,0	x
As	5,46	15,77	1,57	0,30
Mo	0,34	0,98	<0,20	1,80
Fe	140,3	212,7	93,5	x
Al	110,1	228,5	50,1	x
S	2810	6160	1520	5000
x - údaj chybí				
1) ÖHLINGER,2002				

Podrobně jsou obsahy anorganických polutantů rozvedeny v tabulce 22 v příloze.

Po porovnání průměrných měsíčních obsahů anorganických polutantů na jednotlivých stanovištích je možné konstatovat, že relativně nejčistší je stanoviště Závišín, kde pouze průměrná hodnota síry je výrazně vyšší a to i přes chybějící údaj z říjnového cyklu. Na ostatních sledovaných stanovištích jsou hodnoty jednotlivých polutantů porovnatelné, s výjimkou vyšších hodnot Ni, Al a Fe a nižší hodnoty S na stanovišti v Opavě.

Tabulka 2: OBSAH ANORGANICKÝCH POLUTANTŮ V JÍLKU NA JEDNOTLIVÝCH STANOVIŠTÍCH
aritmetický průměr za vegetační období 2004

	Závišín	Přerov n/L	Opava	Třešť
	mg.kg ⁻¹ sušiny			
Hg	0,016	0,018	0,020	0,014
Zn	33,5	30,6	22,1	28,8
Pb	0,79	0,88	0,84	0,71
Cd	0,03	0,04	0,06	0,04
Ni	0,46	0,47	0,81	0,40
Cr	0,30	0,32	0,30	0,39
V	0,33	0,25	0,25	0,29
Cu	2,07	2,46	1,89	2,56
Mn	135	158	163	163
As	3,28	6,53	6,45	5,56
Mo	0,24	0,33	0,29	0,48
Fe	107,5	142,6	169,8	140,8
Al	77,4	114,4	139,9	108,8
S	3562	2647	2066	2966

Kolísání obsahů jednotlivých anorganických polutantů v jílku v průběhu vegetačního období 2004 bylo rozdílné (tabulka 3). U některých anorganických polutantů byly nejvyšší obsahy naměřeny v posledním říjnovém cyklu (Zn, Cd, Cu, Mo, S) nebo aspoň v druhé polovině sledovaného období (Pb, Cr). Na počátku vegetačního období vesměs převládaly obsahy nižší (s výjimkou Fe). Nárůst hodnot S od nejnižších v počátku sledování po nejvyšší v podzimním období zřetelně ukazuje na vliv nástupu topné sezóny. Výjimku opět tvoří arzén, jehož hodnoty v průběhu vegetačního období byly nejvyšší v měsících červen, červenec, srpen, výrazně nejnižší byla zjištěna v posledním sledovaném měsíci.

Změny obsahu anorganických polutantů v jílku na jednotlivých stanovištích jsou uvedeny v tabulce 22 v příloze.

Tabulka 3: ZMĚNY OBSAHU ANORGANICKÝCH POLUTANTŮ V JÍLKU
V PRŮBĚHU VEGETAČNÍHO OBDOBÍ
aritmetický průměr stanovišť v měsících 2004

	V	VI	VII	VIII	IX	X
	mg.kg ⁻¹ sušiny					
Hg	0,014	0,017	0,019	0,016	0,018	0,019
Zn	25,1	31,0	24,5	31,6	29,5	34,2
Pb	0,54	0,77	1,00	0,88	0,83	0,85
Cd	0,04	0,03	0,04	0,05	0,05	0,08
Ni	0,47	0,68	0,55	0,50	0,44	0,57
Cr	0,25	0,28	0,30	0,44	0,36	0,40
V	0,25	0,32	0,25	0,36	0,25	0,25
Cu	2,07	2,31	2,23	2,09	2,36	2,88
Mn	135	160	182	142	151	166
As	3,78	8,87	7,47	5,74	3,52	1,87
Mo	0,28	0,42	0,38	0,24	0,35	0,44
Fe	146,8	143,5	128,3	141,4	139,0	145,3
Al	108,0	128,3	105,1	103,6	109,3	104,2
S	2000	2008	2273	3000	3513	5340

4.1.2. Organické polutanty v jílku

Průměrný obsah polyaromatických uhlovodíků v hmotě jílku mnohokvětého v roce 2004 je uveden v tabulce 4. V porovnání s rakouskou požadovnou hodnotou je velmi vysoký, i minimální naměřené hodnoty jsou téměř trojnásobně vyšší.

Tabulka 4: OBSAHY POLYAROMATICKÝCH UHLOVODÍKŮ V JÍLKU
aritmetický průměr za vegetační období 2004

Σ PAU (15)	2004			požadová hodnota ¹⁾
	průměr	maximum	minimum	
	μg.kg ⁻¹ čerstvé biomasy			
	104,8	197,7	68,6	23,0
1) ÖHLINGER,2002				

Průměrný obsah organických polutantů v jílku na jednotlivých stanovištích není výrazně rozdílný. Nejnižší hodnoty zachytu celkové sumy polyaromatických uhlovodíků byly zaznamenány na stanovišti v Opavě (tabulka 5). Na všech stanovištích tvořil z celkového množství polyaromatických uhlovodíků nejvyšší podíl phenanthrene (PHE) a fluoranthene

(FLU) s výrazným nárůstem v posledních měsících. Na jednotlivých stanovištích nebyla mez stanovitelnosti překročena v žádném měsíci za sledované období u NAP, ACE, BaA, DBA, INP. Chrysen byl zjištěn na všech stanovištích pouze v posledním měsíci sledování. U řady jiných polyaromatických uhlovodíků byla mez stanovitelnosti překročena jen v jednom měsíci za sledované období na jednom stanovišti (ANT, BpF, BkF). Na stanovišti v Závišíně nebyl dokonce zjištěn obsah nad mez stanovitelnosti v žádném měsíčním vzorku celkem u deseti uhlovodíků, a to u NAP, ACE, FLR, ANT, BaA, BbF, BkF, DBA, BPE a INP. Přesto se celkový záchyt sumy polyaromatických uhlovodíků v porovnání s výše uvedenou požadovou hodnotou z Rakouska jeví jako vysoký. I v případě, že bychom do celkové sumy polyaromatických uhlovodíků započítali pouze naměřené hodnoty a u polyaromatických uhlovodíků pod mezí stanovitelnosti předpokládali nulové hodnoty, výsledná suma by rakouskou požadovou hodnotu převyšovala téměř trojnásobně.

Tabulka 5: OBSAH ORGANICKÝCH POLUTANTŮ V JÍLKU NA JEDNOTLIVÝCH STANOVIŠTÍCH
průměr za vegetační období 2004

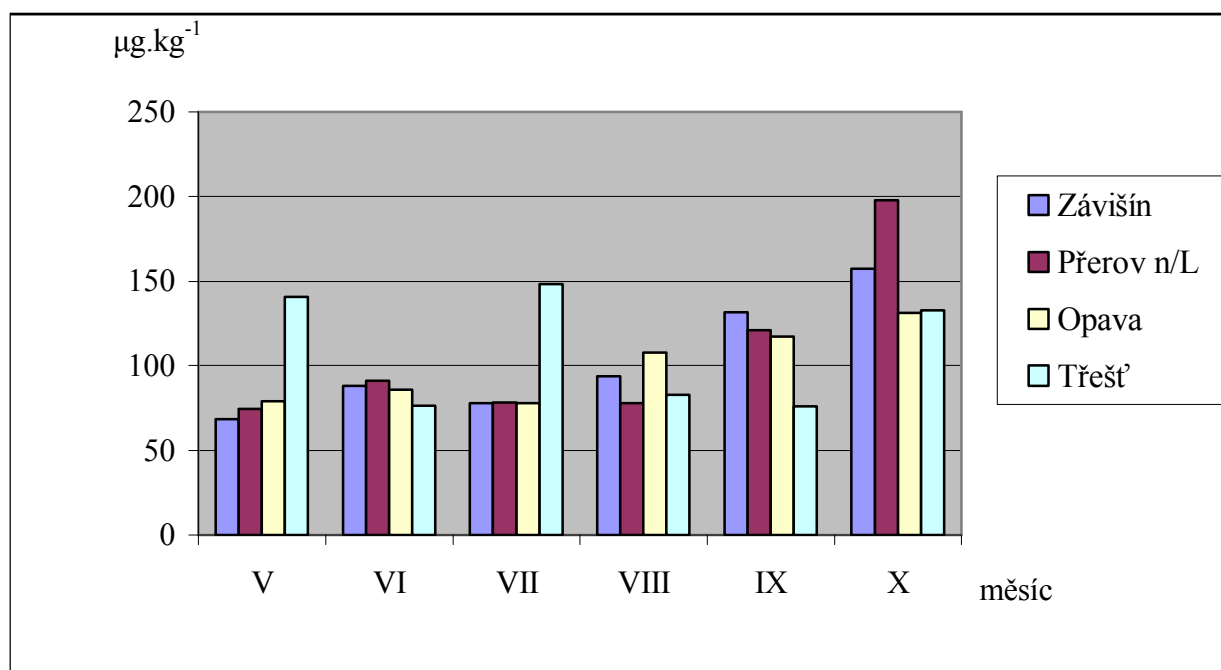
Σ PAU (15)	Závišín	Přerov n/L	Opava	Třešť
	μg.kg ⁻¹ čerstvé biomasy			
NAP	< 15	< 15	< 15	< 15
ACE	< 7	< 7	< 7	< 7
FLR	< 5	3,7	3,8	2,9
PHE	22,1	22,4	19,0	19,5
ANT	< 5	3,6	< 5	< 5
FLU	15,1	13,9	9,8	9,0
PYR	8,0	8,6	7,3	8,6
BaA	< 7	< 7	< 7	< 7
CHR	3,2	3,7	2,9	3,0
BbF	< 7	< 7	< 7	4,6
BkF	< 3	< 3	< 3	1,9
BaP	5,2	7,4	9,9	9,9
DBA	< 5	< 5	< 5	< 5
BPE	< 10	< 10	< 10	8,0
INP	< 35	< 35	< 35	< 35
Σ PAU (15)	103,0	106,7	99,8	109,5

V průběhu vegetačního období měl záchyt organických polutantů shodný průběh na stanovištích Závišín, Přerov nad Labem a Opava – s mírným nárůstem v červnu a výrazným nárůstem záchytu v posledních měsících sledování, což lze dát do přímé souvislosti s nástupem topné sezóny (tabulka 6). Na stanovišti Třešť byly hodnoty záchytu v průběhu sledovaného období rozkolísané (graf 1).

Tabulka 6: ZMĚNY OBSAHU ORGANICKÝCH POLUTANTŮ V JÍLKU
V PRŮBĚHU VEGETAČNÍHO OBDOBÍ 2004
aritmetický průměr stanovišť

Σ PAU (15)	Závišín	Přerov n/L	Opava	Třešť
	μg.kg ⁻¹ čerstvé biomasy			
V	68,6	74,4	79,3	140,9
VI	88,1	90,9	85,9	76,3
VII	78,1	78,5	77,9	148,5
VIII	93,9	77,9	107,4	82,8
IX	131,7	121,0	117,2	75,8
X	157,4	197,7	131,2	132,9

Graf 1: ZMĚNY OBSAHU ORGANICKÝCH POLUTANTŮ V JÍLKU
V PRŮBĚHU VEGETAČNÍHO OBDOBÍ 2004 (Σ PAU 15)
aritmetický průměr stanovišť



Podrobně jsou obsahy polyaromatických uhlovodíků v jílku rozvedeny podle stanovišť a měsíců v tabulce 23 v příloze.

4.2. Jílek – zhodnocení let 2000-2004

Průměrný obsah jednotlivých anorganických polutantů za sledované období 2000-2004 nepřekročil s výjimkou arzenu požadované hodnoty udávané Öhlingerem, 2002. Vývoj změn v průměrných obsazích jednotlivých prvků v jílku během pětiletého sledování je rozdílný. V podstatě bez výrazných změn zůstává průměrný obsah zinku a rtuti. Průměrný obsah niklu se snižuje. U řady prvků nelze nalézt žádnou jednoznačnou tendenci, kolísání jejich průměrných obsahů v jednotlivých letech je různé (Al, Cu, Fe, V, Cr, Cd, Pb). U manganu a molybdenu byly nejvyšší průměrné obsahy zaznamenány v prvním roce sledování, v roce 2001 došlo k výraznému poklesu, po kterém následoval v dalších letech opět nárůst. U manganu je tento vývoj zcela shodný pro všechna sledovaná stanoviště (graf č. 2). U síry je kolísání průměrného obsahu v jednotlivých letech možné vysvětlit nižším počtem stanovení, kdy hlavně v podzimních měsících pro nedostatek hmoty jílku nebyla ve všech vzorcích síra stanovena. Arzen je jediný sledovaný prvek, u kterého dochází k výraznému nárůstu hodnot od počátku sledování. V roce 2003 je průměrný obsah As v jílku téměř sedminásobně vyšší ve srovnání s rokem 2000. V roce 2004 se sice jeho průměrný obsah snížil, přesto průměrné naměřené hodnoty za vegetační období na jednotlivých stanovištích jsou troj – až pětinašobně vyšší než v počátcích sledování (graf č. 3).

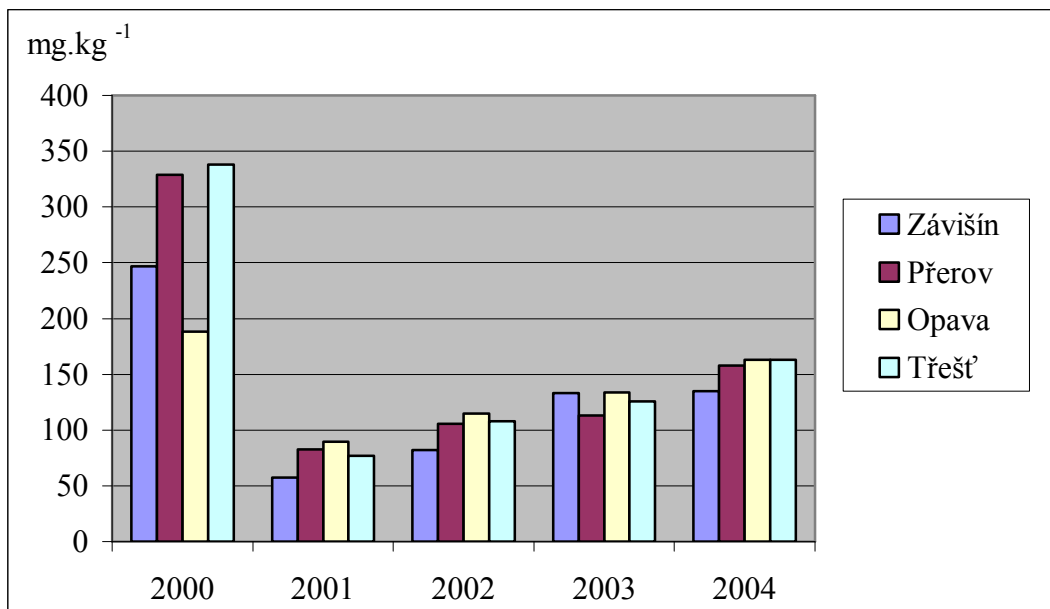
Změny v průměrném obsahu sledovaných anorganických polutantů od roku 2000 uvádí tabulka 7.

Tabulka 7 : OBSAHY ANORGANICKÝCH POLUTANTŮ V JÍLKU

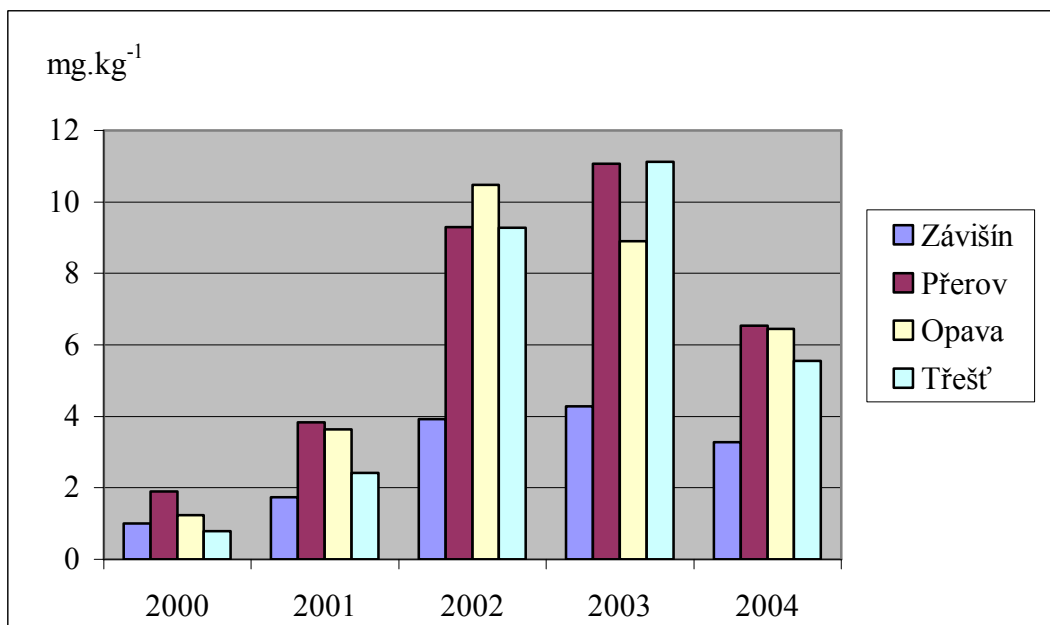
aritmetický průměr za vegetační období v jednotlivých letech 2000-2004

	2000	2001	2002	2003	2004	průměr
	mg.kg ⁻¹ sušiny					
Hg	0,016	0,016	0,015	0,019	0,017	0,017
Zn	31,4	31,7	31,6	31,0	28,8	30,7
Pb	1,34	1,07	1,07	1,09	0,81	1,10
Cd	0,08	0,08	0,04	0,07	0,04	0,06
Ni	1,71	1,11	0,98	1,01	0,54	1,03
Cr	0,61	0,39	0,48	0,48	0,33	0,45
V	0,38	0,25	0,24	0,32	0,28	0,32
Cu	3,56	2,75	3,50	2,13	2,25	2,99
Mn	272,0	78,8	101,8	126,4	155,0	147,0
As	1,29	3,16	8,09	8,85	5,46	5,33
Mo	1,28	0,19	0,25	0,37	0,34	0,48
Fe	194,0	141,0	169,4	179,0	140,3	159,0
Al	150,0	123,0	135,7	126,0	110,1	128,0
S	1303	3662	2030	2569	2810	2559

Graf 2: ZMĚNY OBSAHU MANGANU V JÍLKU
NA JEDNOTLIVÝCH STANOVIŠTÍCH V LETECH 2000-2004
aritmetický průměr stanovišť



Graf 3: ZMĚNY OBSAHU ARZÉNU V JÍLKU
NA JEDNOTLIVÝCH STANOVIŠTÍCH V LETECH 2000-2004
aritmetický průměr stanovišť

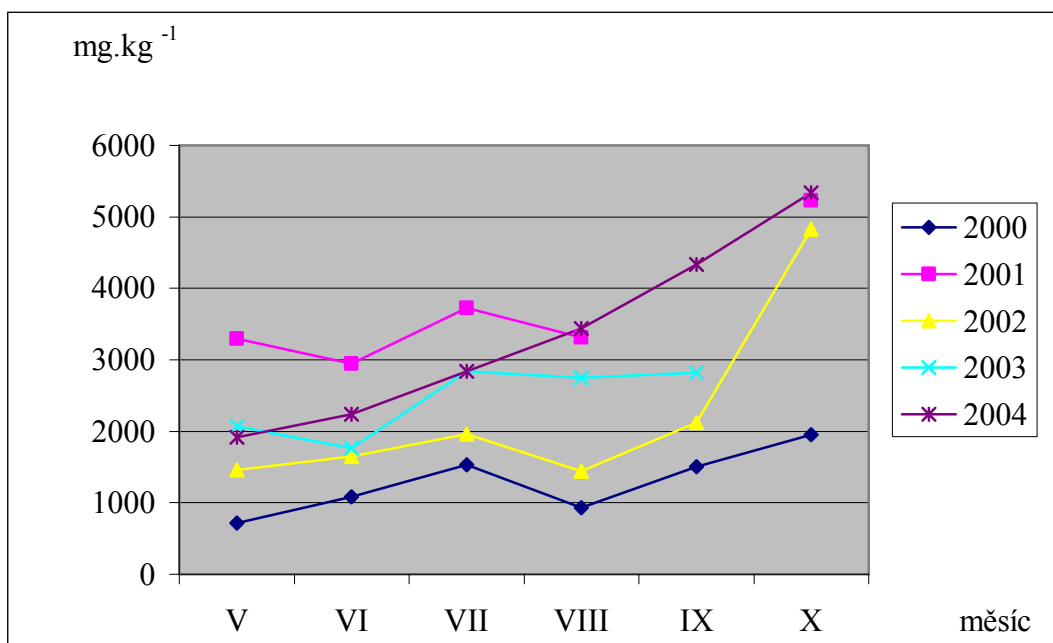


Tabulka 8 ukazuje změny průměrných obsahů anorganických polutantů v průběhu vegetačního období za roky 2000-2004. Průměrný obsah většiny anorganických polutantů za roky 2000-2004 v průběhu vegetačního období je vyšší ke konci vegetačního období a nižší v letních měsících. Výjimku tvoří arzén s nárůstem hodnot v letním období sledování a nejnižší hodnotou na konci vegetačního období. Průběh změn během vegetačního období je u ostatních prvků rozdílný. U niklu, chromu a kadmia po vyšších hodnotách na počátku vegetačního období následuje pokles a vzestup na konci vegetačního období. Poměrně vyrovnané jsou hodnoty u rtuti, vzestupnou tendenci vykazuje měď. Nevyrovnané hodnoty s maximem v posledním měsíci měření jsou u olova, manganu, molybdenu, železa a hliníku. Kolísání je nerovnoměrné jak v jednotlivých letech, tak na jednotlivých stanovištích. Výsledky v jednotlivých měsících na jednotlivých stanovištích jsou daleko více ovlivněny místními podmínkami a možnou náhodnou kontaminací. Pokud porovnáme změny obsahů anorganických polutantů v jílku během vegetačního období v jednotlivých letech, průběh změn není stejný. Pouze u síry je průběh změn v průběhu vegetačního období téměř shodný na všech stanovištích i v jednotlivých letech – vyšší hodnoty ke konci vegetačního období (s již zmiňovaným nástupem topné sezóny) – viz graf 4.

Tabulka 8: ZMĚNY PRŮMĚRNÝCH OBSAHŮ ANORGANICKÝCH POLUTANTŮ V JÍLKU V PRŮBĚHU VEGETAČNÍHO OBDOBÍ 2000-2004
aritmetický průměr stanovišť

	V	VI	VII	VIII	IX	X
	mg.kg ⁻¹ sušiny					
Hg	0,015	0,017	0,017	0,018	0,016	0,018
Zn	25,7	29,6	28,4	34,9	33,2	35,8
Pb	0,97	0,97	1,10	1,09	1,03	1,37
Cd	0,07	0,06	0,05	0,06	0,08	0,10
Ni	1,29	1,14	0,84	0,92	0,95	1,39
Cr	0,41	0,38	0,35	0,46	0,49	0,65
V	0,30	0,29	0,27	0,34	0,29	0,34
Cu	2,14	2,72	2,8	3,3	3,11	3,36
Mn	146	157	142	133	156	159
As	5,06	8,08	5,94	6,49	3,2	2,09
Mo	0,44	0,57	0,47	0,48	0,46	0,59
Fe	179	143	138	170	165	206
Al	129	123	103	142	133	152
S	1893	1936	2579	2375	2697	4339

Graf 4: ZMĚNY OBSAHU SÍRY V JÍLKU
V PRŮBĚHU VEGETAČNÍHO OBDOBÍ 2000-2004
aritmetický průměr stanovišť



* v roce 2003 nebyla síra stanovena v X. měsíci pro nedostatek hmoty jílku

Průměrný obsah polyaromatických uhlovodíků v pletivech jílku mnohokvětého byl v roce 2004 nižší než v dvou předcházejících letech. Relativní nárůst průměrných obsahů polyaromatických uhlovodíků po roce 2001 je způsoben změnou mezi stanovitelnosti u polyaromatických uhlovodíků v opavské laboratoři (především u INP z < 5 µg na < 35 µg).

Tabulka 9: OBSAHY POLYAROMATICKÝCH UHLOVODÍKŮ V JÍLKU
aritmetický průměr stanovišť

	2000	2001	2002	2003	2004	průměr
Σ PAU (15)	µg.kg ⁻¹ čerstvé biomasy					
	94,9	86,8	113,2	114,5	104,8	102,8

Průměrné hodnoty záchytu sumy polyaromatických uhlovodíků za období 2000-2004 na jednotlivých stanovištích nejsou výrazně rozdílné, nejnižší průměrná hodnota za sledované období je na stanovišti Třešť.

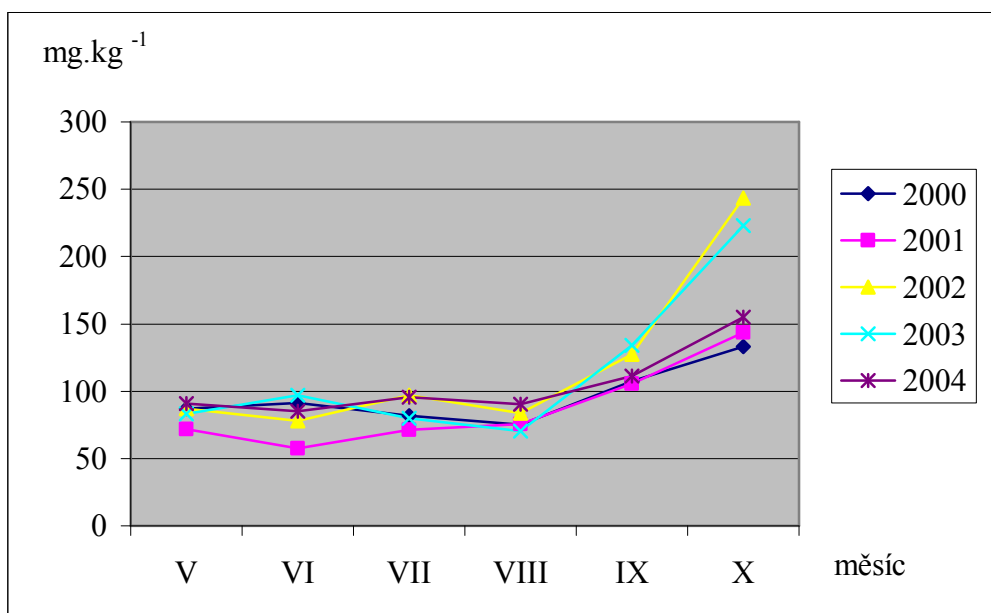
Tabulka 10: OBSAHY POLYAROMATICKÝCH UHLOVODÍKŮ V JÍLKU
NA NEZATÍŽENÝCH STANOVIŠTÍCH

aritmetický průměr v letech 2000-2004

Σ PAU (15)	Závišín	Přerov n/L	Opava	Třešť
	μg.kg ⁻¹ čerstvé biomasy			
2000	99,2	98,5	95,9	87,6
2001	85,2	91,8	85,3	85,0
2002	93,7	118,4	133,1	107,8
2003	127,5	127,1	119,7	83,8
2004	103,0	106,7	99,8	109,5
průměr	101,7	108,5	106,8	94,7

Průběh změn v sumě polyaromatických uhlovodíků během vegetačního období je v jednotlivých letech téměř shodný (tabulka 11). Po mírném kolísání v jarních a letních měsících dochází k výraznému zvýšení ke konci vegetačního období (graf 5).

Graf 5: ZMĚNY OBSAHU ORGANICKÝCH POLUTANTŮ V JÍLKU V
PRŮBĚHU VEGETAČNÍHO OBDOBÍ (Σ PAU 15)
aritmetický průměr stanovišť



Tabulka 11: OBSAHY POLYAROMATICKÝCH UHLOVODÍKŮ V JÍLKU
V PRŮBĚHU VEGETAČNÍHO OBDOBÍ
aritmetický průměr stanovišť v letech 2000-2004

Σ PAU (15)	2000	2001	2002	2003	2004	průměr
	μg.kg ⁻¹ čerstvé biomasy					
V	87,1	71,9	87,2	83,0	90,8	84,0
VI	91,4	57,6	78,2	96,9	85,3	81,9
VII	81,8	71,4	96,8	80,0	95,8	85,2
VIII	75,2	75,8	83,7	70,6	90,5	79,2
IX	107,5	105,5	127,6	133,9	111,4	117,2
X	133,0	143,8	243,3	223,2	154,8	179,6

4.3. Borovice

Borovice černá je druhým bioindikátorem, který je umístěn na dvou imisně nezatížených stanovištích společně s jíllem (Závišín, Opava) a na dvou stanovištích relativně imisně zatížených (Plzeň, Vratimov). Hodnoty naměřené na těchto imisně odlišně zatížených stanovištích jsou vzájemně porovnávány. Průměrné obsahy anorganických polutantů v jednom letém jehličí borovice černé za rok 2004 jsou uvedeny v tabulce 12.

Tabulka 12: OBSAHY ANORGANICKÝCH POLUTANTŮ V JEHLIČÍ BOROVICE
aritmetický průměr nezatížených a zatížených stanovišť v roce 2004

	nezatížená stanoviště			zatížená stanoviště		
	průměr	maximum	minimum	průměr	maximum	minimum
	mg.kg ⁻¹ sušiny					
Hg	0,014	0,016	0,012	0,027	0,040	0,013
Zn	39,9	41,8	38,3	41,6	49,0	34,4
Pb	0,68	1,18	<0,50	2,49	5,14	0,76
Cd	0,05	0,08	<0,05	0,12	0,15	0,07
Ni	0,40	0,52	0,31	1,36	2,64	0,47
Cr	0,50	1,07	<0,30	1,20	1,56	0,71
V	0,71	1,24	<0,50	1,10	1,79	<0,50
Cu	2,70	3,06	2,46	3,52	3,89	2,41
Mn	140	214	86	199	274	100
As	0,25	0,33	0,22	0,60	0,97	0,22
Mo	0,42	0,98	<0,20	0,23	0,37	<0,20
Fe	68,4	91,4	46,4	255,1	382,0	74,4
Al	68,3	81,2	64,7	169,6	215,0	97,0
S	1005	1190	735	1335	1670	708

Jak je zřejmé z tabulky 12, na imisně zatížených stanovištích byly zjištěny vyšší hodnoty než na stanovištích imisně nezatížených s výjimkou molybdenu.

Tyto rozdíly hodnot mezi imisně nezatíženými a zatíženými stanovišti jsou zřetelné i při porovnávání zimní (jarní odběr jehličí) a letní (podzimní odběr jehličí) periody, jak ukazují hodnoty v tabulce 13. U některých polutantů (rtuť, kadmium, měď, arzén) je kolísání obsahu během period minimální, obsahy jsou však rozdílné na zatížených a nezatížených stanovištích. Výrazné je snížení obsahu olova, chrómu, manganu, železa a hliníku v letní periodě na stanovištích zatížených, na stanovištích nezatížených železa a manganu. Překvapující je vyšší obsah síry v letní periodě na všech stanovištích. Mohl se zde projevit silnější provoz automobilů v letním období nebo vzhledem k odběru vzorků jehlic na konci měsíce října je možné, že se zde již jedná o začátek topné sezóny.

Tabulka 13: OBSAHY ANORGANICKÝCH POLUTANTŮ V JEHLIČÍ BOROVICE V LETNÍ A ZIMNÍ PERIODĚ

aritmetický průměr za periodu v roce 2004

	nezatížená stanoviště		zatížená stanoviště	
	zimní perioda	letní perioda	zimní perioda	letní perioda
	mg.kg ⁻¹ sušiny			
Hg	0,014	0,014	0,028	0,027
Zn	41,0	38,8	45,6	37,6
Pb	0,64	0,72	3,41	1,57
Cd	0,05	0,04	0,10	0,14
Ni	0,38	0,43	1,56	1,16
Cr	0,23	0,77	1,41	0,99
V	<0,50	1,17	0,49	1,63
Cu	2,88	2,52	3,89	3,15
Mn	167	113	210	187
As	0,23	0,27	0,60	0,60
Mo	0,54	0,31	0,23	0,23
Fe	83,0	53,7	358,0	152,2
Al	75,8	72,9	187,8	151,5
S	928	1083	1094	1575

Pokud porovnáme průměrné obsahy anorganických polutantů v jehličí na jednotlivých stanovištích, vychází jako nejčistší stanoviště Závišín, výjimkou je molybden, který zde má nejvyšší hodnoty. Vratimov je nejvíce zatíženým stanovištěm, kde především hodnoty olova, chrómu, železa, arzénu a manganu výrazně převyšují hodnoty z ostatních stanovišť. Průměrné obsahy anorganických polutantů naměřené v jehličí na jednotlivých stanovištích jsou uvedeny v tabulce 14.

Tabulka 14: OBSAHY ANORGANICKÝCH POLUTANTŮ V JEHLIČÍ BOROVICE
aritmetický průměr nezatížených a zatížených stanovišť v roce 2004

	nezatížená stanoviště		zatížená stanoviště	
	Závišín	Opava	Plzeň	Vratimov
	mg.kg ⁻¹ sušiny			
Hg	0,013	0,015	0,018	0,037
Zn	39,7	40,1	41,5	41,7
Pb	<0,50	1,10	1,22	3,76
Cd	<0,05	0,07	0,12	0,13
Ni	0,40	0,41	2,09	0,63
Cr	0,31	0,69	0,98	1,42
V	0,75	0,67	0,86	1,26
Cu	2,82	2,58	3,15	3,89
Mn	102	178	125	272
As	0,28	0,22	0,37	0,83
Mo	0,65	0,20	0,30	0,17
Fe	61,0	76,0	204,0	306,0
Al	81,0	67,7	156,0	183,3
S	855	1155	1094	1575

Podrobně jsou obsahy anorganických polutantů v jehličí uvedeny v tabulce 24 v příloze.

Rovněž obsahy polyaromatických uhlovodíků naměřené v jehličí borovice černé jsou vyšší na stanovištích imisně zatížených, viz tabulka 15.

Tabulka 15: OBSAHY ORGANICKÝCH POLUTANTŮ V JEHLIČÍ BOROVICE
aritmetický průměr nezatížených a zatížených stanovišť v roce 2004

Σ PAU (15)	nezatížená stanoviště			zatížená stanoviště		
	průměr	maximum	minimum	průměr	maximum	minimum
	μg.kg ⁻¹ čerstvé biomasy					
	124,1	158,7	106,0	195,2	302,5	124,0

Nejnižší hodnota záchytu byla zjištěna v jehličí borovice černé na stanovišti v Pustých Jakarticích, kde byly hodnoty vyšší než mez stanovitelnosti naměřeny u šesti kongenerů. U pěti uhlovodíků nebyla jejich mez stanovitelnosti překročena na žádném stanovišti (ACE, BaA, BkF, DBA, INP). Nejvyšší podíl z celkového množství polyaromatických uhlovodíků tvořil phenanthrene (PHE), fluoranthene (FLU), pyrene (PYR) na všech stanovištích. Na stanovištích imisně zatížených byl vyšší podíl i fluorene (FLR) a benzo[a]pyrene (BaP). Na stanovišti Závišín byl také vyšší podíl naftalene (NAP) a benzo[a]pyrene (BaP).

Průměrné hodnoty organických polutantů naměřené v jehličí na jednotlivých stanovištích uvádí tabulka 15.

Tabulka 15: OBSAHY JEDNOTLIVÝCH ORGANICKÝCH POLUTANTŮ V JEHLIČÍ BOROVICE
aritmetický průměr jednotlivých stanovišť v roce 2004

PAU	nezatížená stanoviště		zatížená stanoviště	
	Závišín	Opava	Plzeň	Vratimov
	$\mu\text{g.kg}^{-1}$ čerstvé biomasy			
NAP	17,9	<15	14,8	<15
ACE	<7	<7	<7	<7
FLR	6,0	3,8	11,9	14,4
PHE	34,1	23,0	48,5	63,2
ANT	4,9	<5	3,8	4,6
FLU	14,8	13,7	21,5	36,8
PYR	10,4	10,0	14,2	24,2
BaA	<7	<7	<7	<7
CHR	4,8	7,5	7,9	14,7
BbF	<7	<7	<7	10,0
BkF	<3	<3	<3	3,0
BaP	7,7	5,8	5,3	12,9
DBA	<5	<5	<5	<5
BPE	<10	<10	<10	9,1
INP	<35	<35	<35	<35
Σ PAU (15)	137,6	110,7	164,8	225,7

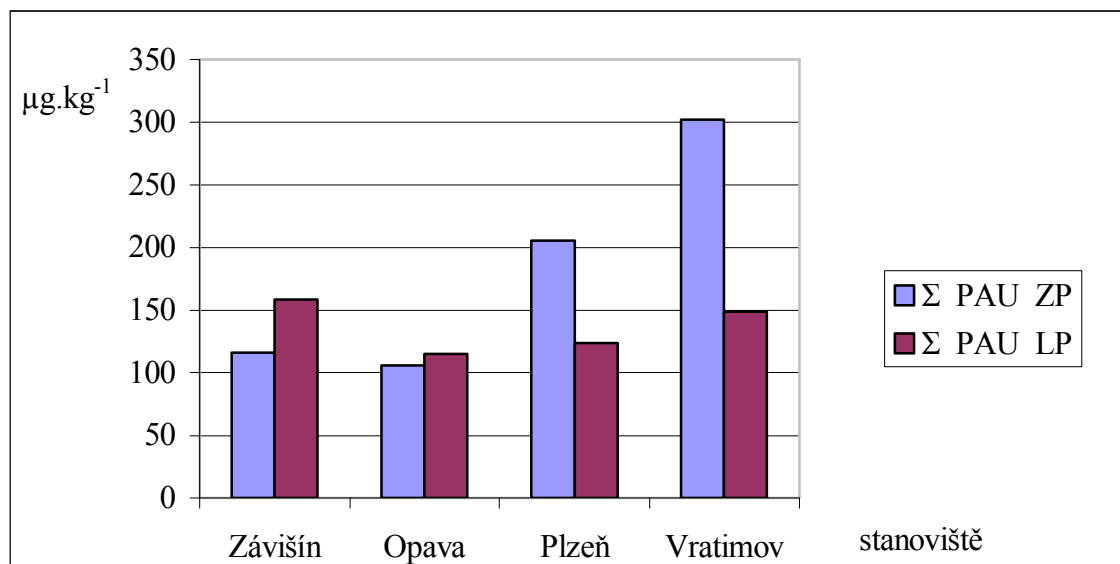
V předcházejících letech se vždy při porovnání zimní a letní periody projeví zřetelné rozdíly v hodnotách jednotlivých kongenerů i v celkové sumě polyaromatických uhlovodíků na zatížených i nezatížených stanovištích. Jak je možné vyčíst z tabulky 16, výrazný nárůst hodnot v zimní periodě byl tentokrát zaznamenán pouze na zatížených stanovištích a to především u phenanthrene (PHE), fluoranthene (FLU), pyrene (PYR) a benzo[a]pyrene (BaP), kdy je nárůst dvoj- až trojnásobný ve srovnání s hodnotami naměřenými v letní periodě. Zde je zřejmá souvislost s topnou sezónou, kdy především vyšší podíly PHE, FLU a PYR v celkové sumě PAU ukazují jako zdroj kontaminace spalování. Na nezatížených stanovištích je celková suma tentokrát vyšší v letní periodě (graf 6), především na stanovišti Závišín byly naměřeny hodnoty některých polyaromatických uhlovodíků vyšší než v předcházejících letech (NAP, PHE).

Obsahy polyaromatických uhlovodíků jsou podrobně uvedeny v tabulce 25 v příloze.

Tabulka 16: OBSAHY JEDNOTLIVÝCH ORGANICKÝCH POLUTANTŮ V JEHLIČÍ BOROVICE V LETNÍ A ZIMNÍ PERIODĚ
aritmetický průměr nezatížených a zatížených stanovišť v roce 2004

PAU	nezatížená stanoviště		zatížená stanoviště	
	zimní perioda	letní perioda	zimní perioda	letní perioda
	$\mu\text{g.kg}^{-1}$ čerstvé biomasy			
NAP	<15	17,9	14,8	<15
ACE	<7	<7	<7	<7
FLR	5,1	4,7	16,2	10,1
PHE	27,4	29,7	79,1	32,5
ANT	<5	4,9	5,9	<5
FLU	12,2	16,3	41,2	17,1
PYR	7,7	12,7	25,8	12,7
BaA	<7	<7	<7	<7
CHR	<5	10,8	11,4	11,2
BbF	<7	<7	8,3	5,3
BkF	<3	<3	<3	<3
BaP	9,5	4,0	14,0	4,2
DBA	<5	<5	<5	<5
BPE	<10	<10	9,1	<10
INP	<35	<35	<35	<35
Σ PAU (15)	111,4	138,0	254,3	136,6

Graf 6: OBSAH ORGANICKÝCH POLUTANTŮ V JEHLIČÍ BOROVICE V LETNÍ A ZIMNÍ PERIODĚ
aritmetický průměr stanovišť v roce 2004



4.4. Borovice černá – porovnání let 2000-2004

Průměrné obsahy anorganických polutantů v jehličí borovice černé jsou zřetelně vyšší na zatížených stanovištích bez ohledu na zimní nebo letní periodu ve všech letech sledování. Jedinou výjimkou je molybden, který má vyšší hodnoty na stanovištích nezatížených. Nejvýraznější rozdíly mezi nezatíženými a zatíženými stanovišti bez ohledu na periodu jsou u olova, železa, kadmia, arzenu a hliníku.

Tabulka 17: OBSAHY ANORGANICKÝCH POLUTANTŮ V JEHLIČÍ BOROVICE
aritmetický průměr nezatížených a zatížených stanovišť let 2000-2004

	nezatížená stanoviště			zatížená stanoviště		
	průměr	zimní perioda	letní perioda	průměr	zimní perioda	letní perioda
	mg.kg ⁻¹ sušiny					
Hg	0,014	0,013	0,013	0,023	0,024	0,022
Zn	37,9	38,3	37,6	43,0	45,6	40,3
Pb	0,67	0,77	0,57	2,21	3,03	1,41
Cd	0,06	0,06	0,05	0,11	0,11	0,12
Ni	0,45	0,41	0,47	1,14	1,37	0,90
Cr	0,39	0,25	0,53	0,99	1,17	0,80
V	0,48	0,25	0,71	0,71	0,43	0,94
Cu	2,64	2,63	2,65	3,41	3,53	3,28
Mn	121,3	131,0	112,0	182,3	182,8	181,3
As	0,22	0,22	0,20	0,45	0,47	0,42
Mo	0,39	0,43	0,36	0,24	0,28	0,21
Fe	65,9	76,6	55,4	219,3	286,8	151,6
Al	63,3	70,2	62,5	142,8	155,1	130,8
S	927	891	964	1246	1091	1401

Obsahy anorganických polutantů na zatížených a nezatížených stanovištích v zimní a letní periodě v jednotlivých letech uvádí tabulky 18 a 19. U železa, rtuti, olova a arzenu došlo k nárůstu hodnot na zatížených stanovištích v zimní periodě, v letní periodě tento nárůst výrazný není s výjimkou arzenu, jehož obsahy se zvyšují v letní periodě na zatížených i nezatížených stanovištích. Rovněž na zatížených stanovištích v letní periodě od roku 2001 stoupají hodnoty síry. U ostatních prvků nelze hovořit o jednoznačných tendencích nárůstu nebo poklesu, hodnoty jsou v jednotlivých letech rozdílné, jak už bylo uvedeno, s výjimkou molybdenu jsou vždy vyšší na stanovištích zatížených.

Tabulka 18: OBSAHY ANORGANICKÝCH POLUTANTŮ V JEHLIČÍ BOROVICE ZA ZIMNÍ PERIODU

aritmetický průměr nezatížených a zatížených stanovišť v letech 2000-2004

mg.kg ⁻¹ sušiny	2000	2001	2002	2003	2004	2000	2001	2002	2003	2004
	nezatížená stanoviště					zatížená stanoviště				
Hg	0,011	0,010	0,012	0,016	0,014	0,016	0,017	0,020	0,022	0,028
Zn	39,4	31,6	38,5	32,7	41,0	37,2	48,8	56,2	39,6	45,6
Pb	1,13	0,60	0,72	1,15	0,64	1,70	1,42	4,01	3,41	3,41
Cd	0,08	0,10	0,05	0,05	0,05	0,08	0,23	0,08	0,07	0,10
Ni	0,30	0,62	0,36	0,43	0,38	0,34	2,93	0,76	0,70	1,56
Cr	0,26	0,15	0,27	0,36	0,23	0,38	0,38	1,71	1,23	1,41
V	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,48	0,51	0,49
Cu	2,24	2,26	2,48	2,48	2,88	2,47	2,65	4,01	3,50	3,89
Mn	107,0	81,0	100,0	91,0	167	92,0	84,0	270,0	176,	210
As	0,02	0,10	0,31	0,39	0,23	0,20	0,24	0,44	0,46	0,60
Mo	0,10	0,24	0,38	0,53	0,54	0,54	0,31	0,10	0,34	0,23
Fe	76,0	54,0	72,0	78,5	83,0	140,0	134,0	294,0	293,8	358,0
Al	80,0	46,0	68,0	64,0	75,8	72,0	90,0	196,0	131,3	187,8
S	855	766	892	899	928	889	1002	1270	1185	1094

Tabulka 19: OBSAHY ANORGANICKÝCH POLUTANTŮ V JEHLIČÍ BOROVICE ZA LETNÍ PERIODU

aritmetický průměr nezatížených a zatížených stanovišť v letech 2000-2004

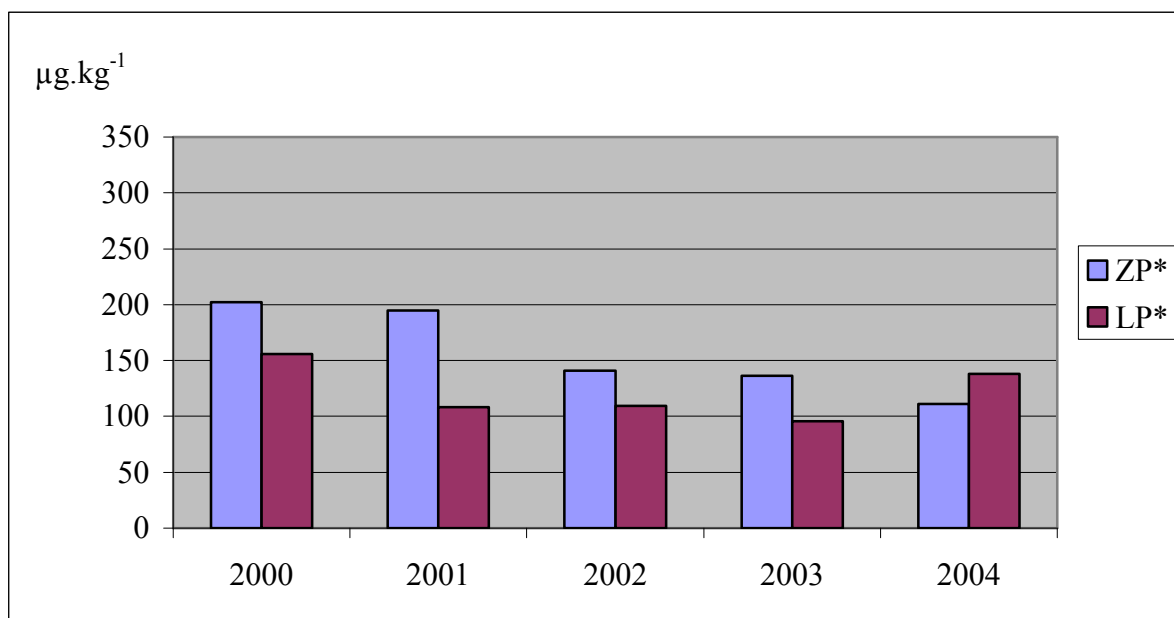
mg.kg ⁻¹ sušiny	2000	2001	2002	2003	2004	2000	2001	2002	2003	2004
	nezatížená stanoviště					zatížená stanoviště				
Hg	0,008	0,020	0,010	0,011	0,014	0,018	0,018	0,015	0,015	0,027
Zn	31,6	38,2	42,2	33,7	38,8	46,4	37,9	48,1	39,6	37,6
Pb	0,38	0,46	0,60	0,25	0,72	1,58	1,11	1,19	1,07	1,57
Cd	0,09	0,06	0,05	0,045	0,04	0,12	0,09	0,05	0,09	0,14
Ni	0,32	0,92	0,24	0,51	0,43	0,38	0,70	0,58	0,89	1,16
Cr	0,15	0,72	0,15	0,15	0,77	0,51	0,70	0,57	0,64	0,99
V	0,25	0,25	0,25	0,25	1,17	0,25	0,25	0,25	0,25	1,63
Cu	2,59	2,92	2,68	2,89	2,52	3,42	3,56	3,58	3,09	3,15
Mn	92,0	124,0	113,0	114,0	113	140,0	214,0	202,0	146,0	187,0
As	0,10	0,10	0,10	0,22	0,27	0,19	0,10	0,10	0,57	0,60
Mo	0,34	0,46	0,34	0,50	0,31	0,10	0,20	0,10	0,32	0,23
Fe	66,0	62,0	50,0	48,0	53,7	163,0	141,0	156,0	144,1	152,2
Al	56,0	54,0	50,0	48,1	72,9	94,0	149,0	102,0	93,5	151,5
S	866	832	850	832	1083	1450	1060	1162	1230	1575

Obsah organických polutantů na nezatížených stanovištích v jehličí borovice černé je s výjimkou roku 2004 vždy vyšší v zimní periodě (tab. 20, graf 7). V průběhu sledovaných let došlo k poklesu sumy organických polutantů v jehličí borovice v zimní periodě, v letním období jsou hodnoty v jednotlivých letech rozdílné a o poklesu se nedá jednoznačně hovořit.

Tabulka 20: OBSAHY ORGANICKÝCH POLUTANTŮ V JEHLIČÍ BOROVICE - NEZATÍŽENÁ STANOVIŠTĚ
aritmetický průměr period

	2000	2001	2002	2003	2004	průměr
Σ PAU (15)	$\mu\text{g.kg}^{-1}$ čerstvé biomasy					
ZP*	202,4	194,8	140,8	136,2	111,4	157,1
LP*	155,6	108,0	109,6	95,7	138,0	121,4
průměr	179,0	151,4	125,2	116,0	124,7	139,3
ZP* - zimní perioda, LP* - letní perioda						

Graf 7: OBSAHY ORGANICKÝCH POLUTANTŮ V JEHLIČÍ BOROVICE - NEZATÍŽENÁ STANOVIŠTĚ
aritmetický průměr period z nezatížených stanovišť



ZP* - zimní perioda, LP* - letní perioda

Rovněž na zatížených stanovištích jsou vyšší hodnoty organických uhlovodíků v jehličí borovice černé v zimní periodě, zde s výjimkou roku 2001. Rozdíly mezi letní a zimní periodou jsou zde však daleko výraznější (tab. 21, graf 8).

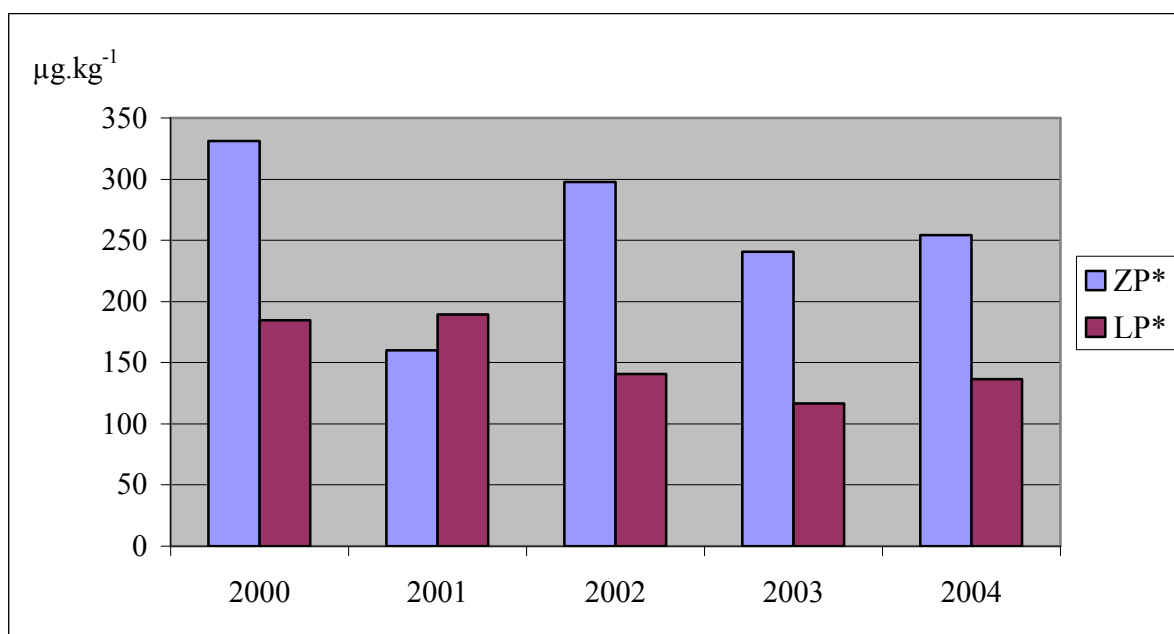
Tabulka 21: OBSAHY ORGANICKÝCH POLUTANTŮ V JEHLIČÍ BOROVICE
ZATÍŽENÁ STANOVIŠTĚ

aritmetický průměr period

	2000	2001	2002	2003	2004	průměr
Σ PAU (15)	μg.kg⁻¹ čerstvé biomasy					
ZP*	331,2	160,3	297,6	240,7	254,3	256,8
LP*	184,6	189,3	140,5	116,7	136,6	153,5
průměr	257,9	174,8	219,0	178,7	195,5	205,2
ZP* - zimní perioda, LP* - letní perioda						

Graf 8: OBSAHY ORGANICKÝCH POLUTANTŮ V JEHLIČÍ BOROVICE
ZATÍŽENÁ STANOVIŠTĚ

aritmetický průměr period ze zatížených stanovišť



ZP* - zimní perioda, LP* - letní perioda

5. Závěr

Výsledky získané ze sledování v roce 2004 slouží pro stanovení a upřesnění požadovaných hodnot. Toto sledování probíhá na síti stanovišť ÚKZÚZ od roku 2000. V travní hmotě jílku a v jehličí borovice černé jsou zjišťovány obsahy vybraných anorganických polutantů a polyaromatických uhlovodíků (PAU 15). Sledování těchto standardizovaných kultur bude probíhat i v roce 2005.

6. Literatura

- CHVÁTAL, V., KLEMENTOVÁ, L., 2004: Výsledky aktivního biomonitoringu. Zpráva za rok 2003. ÚKZÚZ Opava, Plzeň
- ÖHLINGER, R., 2002: Aktives und passives Biomonitoring: Richtwertevorschläge. Bundesamt für Agrarbiologie Linz
- PAVLÍČEK, V. et al., 2000: Ověření metody aktivního biomonitoringu. Závěrečná zpráva vývojového úkolu. ÚKZÚZ Brno, VÚRV Praha – Ruzyně

Tabulková příloha

Tabulka 22: Obsahy anorganických polutantů v sušině jílku - 2004

Tabulka 23: Obsahy polyaromatických uhlovodíků v čerstvé hmotě jílku - 2004

Tabulka 24: Obsahy anorganických polutantů v jehličí borovice černé -2004

Tabulka 25: Obsahy polyaromatických uhlovodíků v jehličí borovice černé – 2004