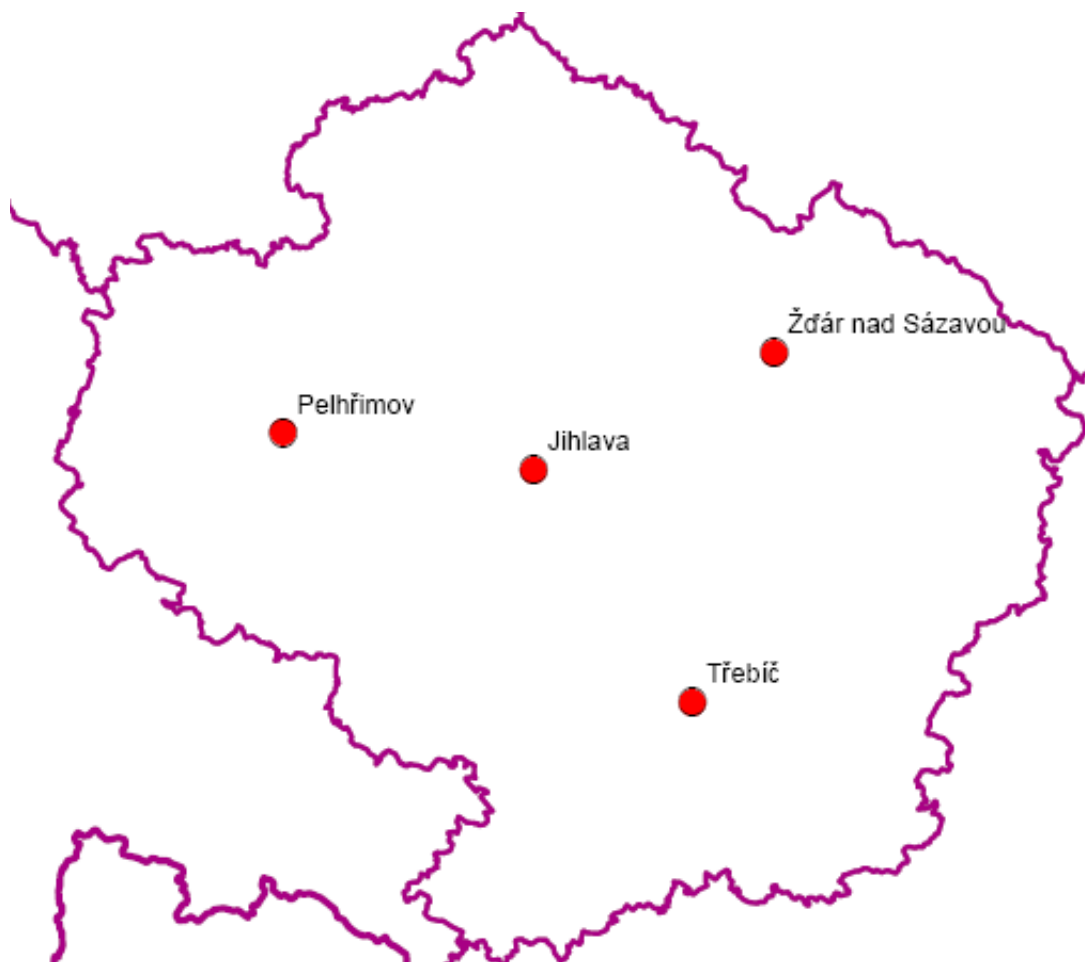




Centrum pro výzkum
toxických látek
v prostředí


Kraj Vysočina

Stanovení obsahu vybraných persistentních organických polutantů (POPs) v ovzduší na území kraje Vysočina květen 2010

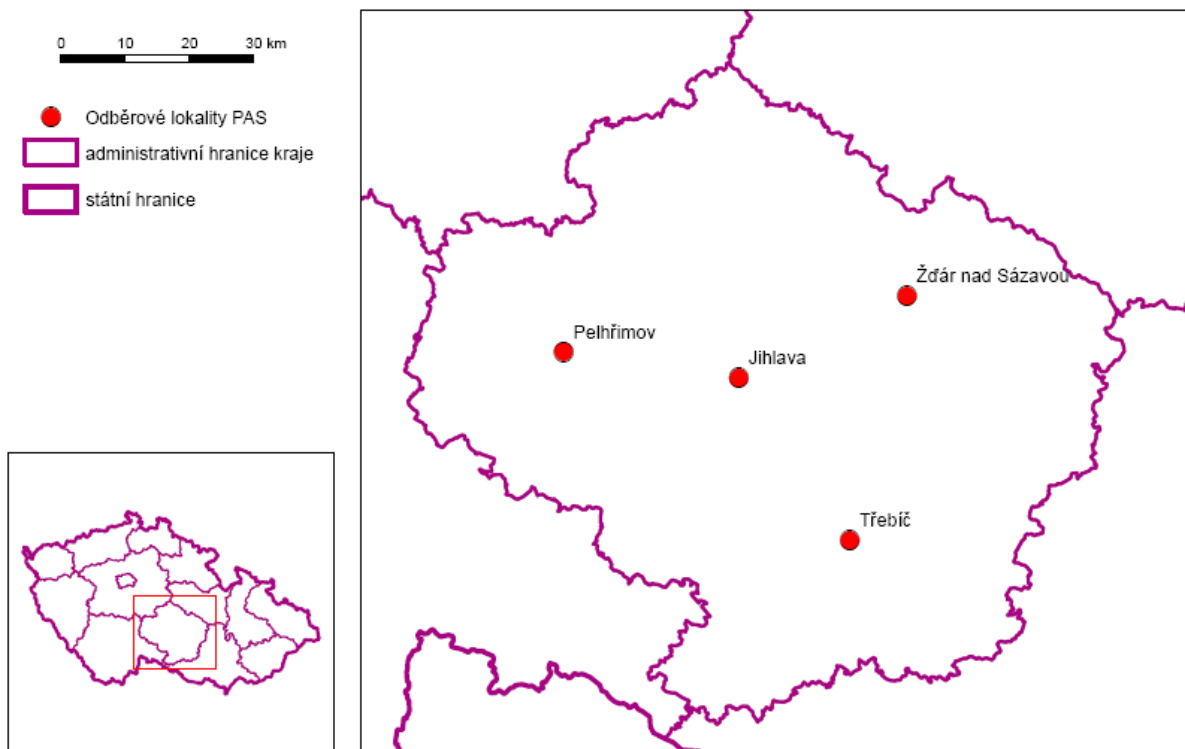


Autorský tým:

Prof. RNDr. Ivan Holoubek, CSc.
Doc. RNDr. Jana Klánová, Ph.D.
RNDr. Pavel Čupr, Ph.D.
Mgr. Ing. Jiří Kohoutek
RNDr. Roman Prokeš
RNDr. Jana Borůvková, Ph.D.

Stanovení obsahu vybraných persistentních organických polutantů (POPs) v ovzduší na území kraje Vysočina v roce 2009

LOKALIZACE ODBĚROVÝCH LOKALIT - KRAJ VYSOČINA



Holoubek, I., Klánová, J., Čupr, P., Kohoutek, J., Prokeš, R., Borůvková, J.: Stanovení obsahu vybraných persistentních organických polutantů (POPs) v ovzduší na území kraje Vysočina v roce 2009. Masarykova univerzita, RECETOX. REPORT No. 380. Brno, srpen 2010.

1. OBSAH

1.	OBSAH	2
2.	ÚVOD	3
2.1	SLEDOVANÉ ŠKODLIVINY.....	3
2.1.1	<i>Perzistentní organické polutanty (POPs).....</i>	<i>3</i>
2.1.2	<i>Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAHs).....</i>	<i>5</i>
2.1.3	<i>Polychlorované bifenyly (PCBs).....</i>	<i>6</i>
2.1.4	<i>Organochlorové pesticidy (OCPs)</i>	<i>7</i>
2.1.5	<i>Hexachlorbenzen (HCB).....</i>	<i>8</i>
2.1.6	<i>Pentachlorbenzen (PeCB).....</i>	<i>8</i>
3.	METODA PASIVNÍHO VZORKOVÁNÍ OVZDUŠÍ	11
3.1	VZORKOVAČ S POLYURETANOVOU PĚNOU JAKO ODBĚROVÝM MÉDIEM (PUF)	12
4.	MATERIÁLY A METODY.....	14
4.1	ODBĚRY VZORKŮ	14
4.1.1	<i>Třebíč (VYS – TR).....</i>	<i>16</i>
4.1.2	<i>Jihlava – průmyslová zóna (VYS – JP).....</i>	<i>17</i>
4.1.3	<i>Jihlava – sídliště (VYS – JI).....</i>	<i>18</i>
4.1.4	<i>Pelhřimov – nemocnice (VYS – PE)</i>	<i>19</i>
4.1.5	<i>Žďár nad Sázavou (VYS – ZS).....</i>	<i>20</i>
4.2	CHEMICKÁ ANALÝZA.....	21
5.	VÝSLEDKY	22
5.1	VÝSLEDKY CHEMICKÝCH ANALÝZ ZE 5 LOKALIT V KRAJI VYSOČINA V ROCE 2009..	22
6.	ZÁVĚRY	45
7.	DOPORUČENÍ	47
8.	LITERATURA	48

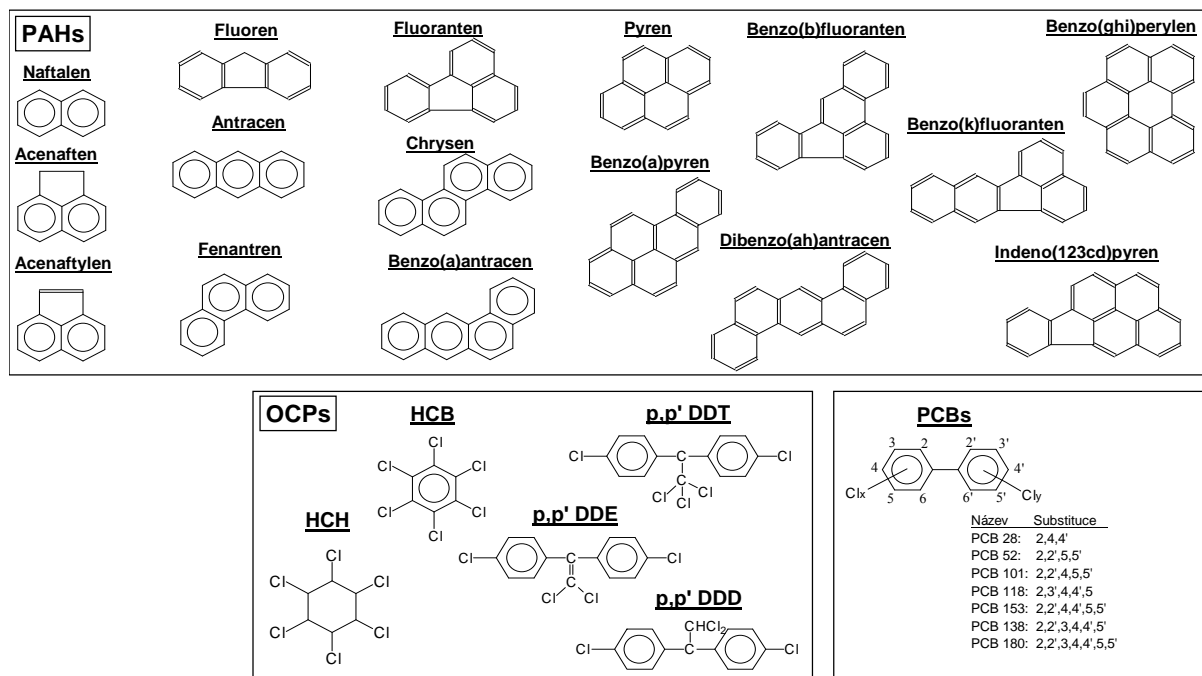
2. ÚVOD

Hlavním cílem této studie bylo celoroční sledování hladin persistentních organických polutantů - polycyklických aromatických uhlovodíků (PAHs), organochlorových pesticidů (OCPs) a jejich degradačních produktů a polychlorovaných bifenyly (PCBs) ve volném ovzduší na vybraných lokalitách kraje Vysočina s využitím pasivních vzorkovačů.

2.1 SLEDOVANÉ ŠKODLIVINY

Tato studie byla zaměřena na stanovení koncentrací vybraných environmentálních polutantů v ovzduší pomocí pasivních vzorkovačů:

- polycyklických aromatických uhlovodíků (PAHs), organochlorových pesticidů (OCPs), polychlorovaných bifenyly (PCBs).



Sledované látky byly vybrány s ohledem na platnou legislativu, mezinárodní konvence (UN/ECE CLRTAP Protokol o persistentních organických polutantech – POPs a zadání zadavatele. Z polycyklických aromatických uhlovodíků (PAHs) bylo sledováno 16 sloučenin dle seznamu prioritních polutantů US EPA. Z polychlorovaných bifenyly byly stanovovány indikátorové kongenery PCB 28, 52, 101, 118, 153, 138 a 180 (dle seznamu prioritních polutantů US EPA). Dále byly stanovovány organochlorované pesticidy jako DDT a jeho metabolity (DDE, DDD), HCHs (α , β , γ , δ), HCB a PeCB.

2.1.1 Perzistentní organické polutanty (POPs)

Do skupiny POPs zařazujeme, polychlorované bifenyly (PCBs), organochlorové pesticidy (OCPs) a polychlorované dibenzo-p-dioxiny a dibenzofurany (PCDDs/Fs). Tyto látky jsou široce

rozšířeny v prostředí, byly detekovány ve všech jeho složkách a patří mezi nejstabilnější organické polutanty v terestrickém prostředí. K nim jsou často přiřazovány polycyklické aromatické uhlovodíky (PAHs). Hlavním důvodem jejich sledování je prokázané široké spektrum toxických a genotoxických účinků těchto látek. Některé z nich jako například PAHs či PCDDs/Fs jsou v určitém malém množství přirozenou součástí prostředí. Koncentrace POPs začaly růst od průmyslové revoluce, především díky zvyšujícímu se využívání spalovacích a termických průmyslových procesů využívajících fosilních paliv a zvýšenému užívání pesticidů v celé škále odvětví. Jejich koncentrace závisí na blízkosti bodových zdrojů, ale vyskytují se i v odlehlých oblastech, kam se dostávají dálkovým transportem. Obecně jsou POPs v životním prostředí nebezpečné proto, že jsou silně rezistentní proti degradacím (chemickým i biologickým) a mají nepolární molekuly kumulující se v tukových tkáních a tím pádem dochází k silnému bioobohacování v trofických sítích.

Chování POPs v prostředí a tím i jejich nebezpečnost lze charakterizovat zejména pěti environmentálně-chemickými parametry.

- 1) Rozpustnost ve vodě WS (mg.l^{-1}). Čím je její hodnota nižší, tím je látka hydrofobnější a lipofilnější, tím má větší tendenci kumulovat se v půdním prostředí a v živých organismech.
- 2) Těkání vyjádřené hodnotou Henryho konstanty (H v $\text{Pa.m}^3.\text{mol}^{-1}$). Čím je hodnota H vyšší, tím je látka těkavější, má vyšší tendenci přejít z půdního prostředí do atmosféry.
- 3) Rozdělovací koeficient n -oktanol-voda K_{ow} představující míru tendence látky kumulovat se v živých organismech. Hodnota $\log K_{ow}$ v rozmezí 3-6 představuje látky s vysokou tendencí k bioakumulaci.
- 4) Sorpce na organický uhlík (půdní organickou hmotu) vyjádřená pomocí rozdělovacího koeficientu organický uhlík (v tuhé fázi) – voda K_{oc} . Hodnoty $\log K_{oc}$ vyšší než 3 charakterizují látky silně se sorbující v půdním prostředí, dlouhodobě v něm přítomné, ovšem také méně biodostupné.
- 5) Environmentální persistence vyjádřená pomocí poločasu života ($t_{1/2}$). V případě půdního prostředí se používá například označení $t_{1/2}(S)$ (poločas života polutantu v půdním prostředí).

Obecně lze klasifikovat afinitu persistentních organických polutantů v závislosti na základních environmentálně-chemických parametrech následujícím způsobem:

Afinita	Rozpustnost ve vodě WS (mg.l^{-1})	Ovzduší H ($\text{Pa.m}^3.\text{mol}^{-1}$)	Bioakumulace $\log K_{ow}$	Sorpce v půdě $\log K_{oc}$
Nízká	< 0,001	< 0,001	< 1	< 1
Střední	0,001 – 1	0,001 – 1	3 – 5	1 – 3
Vysoká	> 1	> 1	> 5	> 3

Následující kapitoly stručně charakterizují sledované látky a jejich charakter v životním prostředí. Zdrojem údajů byly zejména EXTTOXNET (Extension Toxicology Network), RTECS (Registry of Toxic Effects of Chemical Substances), materiály US EPA (americká agentura pro životní prostředí) a práce Holoubek et al. (2000a,b,c) a Marhold (1986).

2.1.2 Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAHs)

Jsou to perzistentní organické polutanty s širokým rozsahem rozpustnosti ve vodě, volatility a tendence ke kumulaci v abiotických složkách prostředí (sorpci na částice půd a sedimentů) a v živých organismech (bioakumulace). Zájem o jejich výskyt v prostředí je podmíněn tím, že řada z nich má toxické, mutagenní či karcinogenní vlastnosti. Jsou to ubikvitární polutanty a jejich environmentální osud je závislý na mnoha faktorech, jako sorpci, rozpustnosti, těkání, atmosférické fotodegradaci, chemické oxidaci a mikrobiální degradaci.

Původ PAHs je především ze spalování fosilních paliv. Typicky se tyto látky uvolňují při nedokonalém spalovacím procesu. Do prostředí se tedy dostávají zejména při výrobě energie, spalování odpadů, ze silniční dopravy, při krakování ropy, při výrobě hliníku, z metalurgických procesů, při výrobě koksu, asfaltu, při výrobě cementu, z rafinerií, krematorií, z požárů a v neposlední řadě při kouření.

Molekuly PAHs jsou tvořeny dvěma nebo více kondenzovanými benzenovými jádry. V prostředí se vyskytuje také množství jejich derivátů, nejčastěji halogen-, sulfo-, amino-, a nitro- deriváty. Obecně jsou PAHs nerozpustné ve vodě, což znamená, že jsou vázány na částice minerálních či organických materiálů v půdě. Při normálních teplotách jsou v pevném skupenství, zejména PAHs se třemi a více benzenovými jádry. V přítomnosti slunečního záření dochází u PAHs k fotooxidaci, která je ovšem pomalejší u sorbovaných PAHs. Díky dobré rozpustnosti v tucích mají silnou tendenci k bioakumulaci, ale nedochází k jejich bioobohacování, neboť jsou poměrně rychle metabolizovány.

Osud PAHs v prostředí je ovlivněn jejich fyzikálně-chemickými vlastnostmi, které jsou obecně podmíněny molekulovou hmotností. S rostoucí molekulovou hmotností roste bod tání, bod varu, lipofilita, klesá rozpustnost ve vodě a tenze par (Holoubek, 1996). PAHs s nižší molekulovou hmotností jsou pohyblivé v prostředí, zatímco PAHs s vyšší molekulovou hmotností jsou relativně nepohyblivé vzhledem k vyšším molekulovým objemům a extrémně nízké těkavosti a rozpustnosti. Doba setrvání PAHs v různých částech prostředí je různá v závislosti na vlastnostech dané sloučeniny a na vlastnostech prostředí.

Hladiny v městské atmosféře jsou proměnlivé v závislosti na jejich vlastnostech, přítomnosti lokálních zdrojů, teplotě, meteorologické situaci a dalších faktorech. Koncentrace jsou většinou vyšší v zimních měsících, což je odrazem zvýšeného spalování fosilních paliv. PAHs v plynné fázi začínají od teploty cca 150 °C kondenzovat na prachové částice a proto je vysoké procento vzdušných PAHs vázáno na prachové částice.

Tyto sloučeniny se vyznačují značnou variabilitou i v toxikologických vlastnostech. Nesubstituované PAHs s nižší molekulovou hmotností obsahující 2 až 3 kruhy, jako jsou naftalen, fluoren, antracen a fenantren, se vyznačují významnou akutní toxicitou pro některé organismy, zatímco sloučeniny s vyšší molekulovou hmotností a se 4 až 7 kruhy takovéto vlastnosti nevykazují. Pokud jde o nekarcinogenní účinky PAHs - u pokusných zvířat byly popsány nepříznivé hematologické a dermální účinky, ale u člověka pozorovány nebyly. U některých vyšších PAHs, které jsou podezřelé z karcinogenity, je popisován tlumivý účinek na imunitu. Přes širokou distribuci v těle pokusných zvířat se ukazuje, že PAHs působí především na určité cílové orgány, především na lymfatický systém a orgány krvevotvorby. Např. při požití naftalenu může dojít k hemolýze a nekróze jater. Často je také popisována teratogenita a embryotoxicita.

Nejzávažnějším toxikologickým aspektem PAHs je indukce nádorových onemocnění. Karcinogenita PAHs stoupá se vzrůstajícím počtem jader, až dosáhne maxima pro uhlovodíky s

pěti kondenzovanými benzenovými jádry, pak opět klesá. Všechny známé karcinogeny ze skupiny PAHs však patří mezi ty s vyšší molekulovou hmotností. U naftalenu nebyla karcinogenita prokázána, acenaften a acenaftylen působí maximálně jako slabý karcinogen. Anracen, fenantren ani fluoren nejsou pokládány za karcinogeny. Ostatní PAHs, zejména ty, jejichž uspořádání vytváří tzv. "bay region" jsou pokládány za karcinogeny, zejména pak sedm dle US EPA: benz(a)antracen, benzo(a)pyren, benzo(k)fluoranten, benzo(b)fluoranten, chrysen, dibenz(ah)antracen a indeno(123cd)pyren.

2.1.3 Polychlorované bifenyly (PCBs)

WS (mg.l⁻¹) = 0,000761 - 5,50; H (Pa.m³.mol⁻¹) = 5,4 - 8,18; log K_{ow} = PCB28: 5,71; PCB52: 5,79; PCB101: 6,2; PCB153: 6,80; log K_{oc} = PCB28: 4,62; PCB52: 4,73; PCB101: 4,63; PCB153: 5,65
 t_{1/2}(S) = modelový odhad: 17 000 - 55 000 hod. (2 - 6 roků)

PCBs je skupina chemických sloučenin zahrnujících celkem 209 kongenerů a v prostředí mající výhradně antropogenní původ. Jejich výroba a použití se odvíjí od jejich vlastností - inertní, lipofilní, jedovaté. Používány byly zejména v průmyslu (transformátorové, teplosměnné, hydraulické, dielektrické kapaliny, aditiva do plastů, inkoustů, barev, lepidel, vosků, cementu, sádky apod.). V dnešní době se již PCBs v ČR nevyrábí (od roku 1984) a mohou být užívány jen v uzavřených systémech. Na rozdíl od chlorovaných pesticidů tedy nikdy nebyly do prostředí uvolňovány úmyslně. Hlavním zdrojem před rokem 1984 byly otevřené systémy, po roce 1984 úniky z uzavřených systémů (81% veškerých PCBs v prostředí). Zdroje však mohou být i jiné, např. spalovny odpadu. Významným zdrojem (cca 15%) je uvolňování z materiálů, které kontaminaci PCBs obsahují např. půda, sedimenty. Navíc již vyrobené množství je stále v použití a případná likvidace také představuje vážný problém.

V prostředí se vypařují velmi pomalu a jsou poměrně nerozpustné ve vodě. Jsou velmi stabilní, což bylo vítáno v jejich průmyslovém využití, ale v životním prostředí je staví tato vlastnost mezi polutanty nejodolnější vůči degradaci a silně se v prostředí akumulují. Jsou rozšířeny všude v prostředí - v půdě, povrchových vodách, vzduchu i sedimentech. V životním prostředí dochází k jejich frakcionaci na základě struktury molekuly. PCBs s jedním chlorem jsou schopné dálkového transportu, naopak ty, které mají 8-9 chlórů, zůstávají deponovány blíže u zdroje.

U vysoce perzistentních látek jako jsou PCBs může navíc docházet k opětovnému uvolňování z půdy i z povrchové vody. V půdě setrvávají velmi dlouho po ukončení jejich užívání a ve srovnání se sedimenty a vodami jich půda obsahuje daleko větší množství. Půda je také v současnosti nejvýraznějším zdrojem PCBs (90%) do atmosféry díky zpětné recirkulaci. Jsou rozpustné v tucích a v potravních sítích se dostávají až ke člověku a cestou dochází k výraznému bioobohacování.

Obecně jsou účinky PCBs na organismus zejména hepatotoxické, imunotoxické, teratogenní a mají toxický efekt na reprodukivitu. Toxicita značně závisí na stupni chlorace. Akutní jedovatost není velká, je několikrát menší než při požití HCH či DDT. Závažnější jsou následky subakutních až chronických expozic (nemoc Yusho v roce 1986 v Japonsku). Prokázána je zejména embryotoxicita, hepatotoxicita. Např. PCB153 je dle RTECS podezřelý tumorigen. Dle IARC i dle US EPA jsou PCBs pravděpodobně kancerogenní pro člověka (IARC, 1987; US DHHS, 1994).

2.1.4 Organochlorové pesticidy (OCPs)

Organochlorované pesticidy jsou extrémně perzistentní a byly dříve velmi široce užívány. Obvykle sem jsou zahrnovány HCHs, DDT a jeho metabolity (DDD, DDE) a HCB.

Dichloriddifenyltrichlorethan (-dichloretylen) (DDTs)

WS (mg.l⁻¹) = DDT: 0,0055; DDE: 0,04; DDD: 0,05; H (Pa.m³.mol⁻¹) = DDT: 2,36; DDE: 7,95; DDD: 0,640; log K_{ow} = DDT: 6,9; DDE: 7; DDD: 6,2; log K_{oc} = DDT: 5,31; DDE: 4,82; DDD: 5,23
 t_{1/2}(S) = modelový odhad: 17 000 - 55 000 hod. (2 - 6 roků)

Insekticidní účinnost DDT byla objevena již v minulém století. Patří ke klasickým velmi perzistentním pesticidům. Zejména v 50. a 60. letech 20. století byl nejmasověji užívaným insekticidem. Po zjištění jeho ekotoxických účinků se rozpoutala vlna toxikologických, zdravotnických, ekologických, ale i hospodářských a politických diskusí. Následovalo omezení až zastavení výroby a používání DDT v řadě zemí. V ČR se DDT nevyrábí od roku 1974.

Výrazná množství DDT byla aplikována přímo do půdy a část DDT v půdách pochází ze skládek. Do vod a sedimentů se DDT dostalo přímo z pesticidních postřiků či sekundárně při splachu z půdy. DDT a jeho deriváty jsou velmi stabilní v prostředí a v půdě jsou rezistentní i vůči mikrobiální degradaci., jsou velmi rozpustné v tucích a prakticky nerozpustné ve vodě, mají silnou tendenci adsorbovat na povrchích částic. Velká část DDT, které se dostává do vody z půdy je tedy vázána na částice a dochází tedy k depozici do sedimentů. Ve vzduchu je v současnosti nižší koncentrace DDT, díky jeho dlouhodobému nepoužívání, přesto ovšem může být ve vzduchu přítomno díky zpětnému uvolňování z půdy a povrchových vod. DDT je velmi stabilní a perzistentní, pouze část v půdě je degradována mikroorganismy. DDE je hlavní degradační produkt z DDT. V půdě se velmi silně adsorbuje na povrchích částic.

DDT prokazatelně působí na ústřední nervstvo a je hepatotoxický. Účinky na kůži či smyslové orgány nejsou příliš silné. DDT je z hlediska karcinogenity ve skupině 2B (nedostatečné důkazy pro člověka i zvířata) (IARC, 1987). Naopak mutagenita je prokázána (Marhold, 1986).

Hexachlorcyklohexan (HCH)

vysoce těkavý a nerozpustný (kromě lindanu), vysoká tendence k sorpci a bioakumulaci
 WS (mg.l⁻¹) = α: 1; γ: 7,3; H (Pa.m³.mol⁻¹) = α: 0,872; γ: 0,149; log K_{ow} = α: 3,8; γ: 3,7; log K_{oc} = α: 3,25; γ: 3
 t_{1/2}(S) = modelový odhad: 17 000 hod. (2 roky)

Hexachlorcyklohexan se vyskytuje v pěti stereoizomerech. Technické HCH je směsí těchto isomerů. Lindan je komerční název přípravku obsahujícího 99% γ-HCH. Nejprve technické HCH, později lindan byly široce užívaným insekticidem. V půdě je velmi rezistentní jak vůči chemické, tak biologické degradaci a zůstává desítky let. Jeho sledování zejména v půdách je tedy stále aktuální.

Lindan má status středně toxické látky - EPA toxická třída II, ze všech izomerů HCH je nejtoxičtější. Obecně je popisována zejména neurotoxická při akutní inhalaci. Chronická expozice ústí v poškození jater, urogenitálního ústrojí a snižování imunity. V USA je výroba již zakázána a EPA zakazuje používání v zemědělství, neboť je podezřelý z karcinogenity. Dle RTECS označován přímo jako karcinogenní. V půdě je lindan značně perzistentní, váže se na půdní částice s vysokou afinitou. V půdách s nízkým obsahem C_{org} však může při průplachu vodou být i značně mobilní a představovat tak nebezpečí kontaminace podzemních vod. V roce 1974 bylo v ČR zakázáno užívání technického HCH a v roce 1995 i užívání lindanu.

2.1.5 Hexachlorbenzen (HCB)

středně těkavý a nerozpustný, vysoká tendence k sorpci a bioakumulaci, vysoce perzistentní látka, středně až pevně vázané do půdy, nízká mobilita v půdě
WS (mg.l^{-1}) = 0,005; H ($\text{Pa.m}^3.\text{mol}^{-1}$) = 131; $\log K_{ow}$ = 5,5; $\log K_{oc}$ = 3,99
 $t_{1/2}(S)$ = reálná měření: 2,7 - 7,5 roků

HCB byl užíván zejména jako pesticid, zejména k ošetření zrn, či úrody proti plísním. V průmyslu se HCB využívalo ve spojitosti s výrobou výbušnin, pneumatik, hliníku, ochranných látek, barviv a PVC. Vzniká jako vedlejší produkt při výrobě chlorovaných rozpouštědel, některých pesticidů, PVC apod. Důležitým zdrojem HCB jsou vysokoteplotní procesy, jako spalování komunálního odpadu, plastů, PCBs, metalurgické procesy, požáry.

HCB je distribuován ve všech složkách prostředí, protože je silně mobilní a resistantní vůči degradaci. Z vody či půdy se může vypařovat do vzduchu a díky částicím dostávat do sedimentu. Tam může být "uvězněn" díky převrstvení dalšími vrstvami. HCB je v půdě částečně vázán sorpcí a částečně mobilní. Je velmi resistantní k degradaci a silně adsorbuje, hlavní cestou úbytku z půdy je volatilizace z horních horizontů, nikoli vyplavování. V hlubších horizontech probíhá pomalá aerobní a anaerobní biodegradace.

Dle EXTOXNET je HCB prakticky netoxická látka v EPA toxické třídě IV. Přesto byl např. v USA zakázán. Používán je zejména jako fungicid, zejména k ošetření zrn. HCB je akutně prakticky netoxické při orálním požití, i když je popisována i dráždivost na kůži. Při inhalaci však byly pozorovány toxické účinky (neurotoxická). Při chronické expozici způsobuje porfyrii (syndrom zejména kožní spojený s osteoporózou). Při vyšších chronických expozicích může fungovat jako karcinogen. IARC a US EPA jej charakterizovaly jako možný karcinogen (IARC, 1987; US DHHS, 1994).

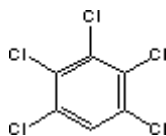
2.1.6 Pentachlorbenzen (PeCB)

Základní charakteristika

Pentachlorbenzen představuje jednu z látek nově zařazených na seznam polutantů Stockholmské úmluvy i sledovaných v rámci POPs Protokolu Úmluvy o dálkovém přeshraničním transportu látek znečišťujících ovzduší.

Pentachlorbenzen je bílá nebo bezbarvá krystalická látka s teplotou tání 86°C a varu 277°C . Rozpustnost ve vodě je minimální a činí $0,83 \text{ mg.l}^{-1}$. Je rozpustný v organických rozpouštědlech (například ether, benzen, chloroform, sirouhlík).

Molekula pentachlorbenzenu



WS (mg.l⁻¹) = 0,56 mg.l⁻¹ při 20 °C; H (Pa.m³.mol⁻¹) = 2,2 Pa při 25 °C log K_{ow} = 4,8 – 5,18; log K_{oc} = 3,16 - 5,45; t_{1/2}(S) = modelový odhad: 17 000 - 55 000 hod. (2 - 6 roků)

Použití

V současné době se v zemích Evropské Unie pentachlorbenzen nevyrábí. V minulosti se používal jako fungicid nebo jako látka zpomalující hoření. Sloužil také jako výchozí surovina pro výrobu pesticidu pentachlornitrobenzen (Quintozene). Z tohoto důvodu se v tomto pesticidu vyskytoval jako znečišťující příměs. Dnes se pentachlornitrobenzen vyrábí jinou metodou bez použití pentachlorbenzenu. Použití pentachlornitrobenzenu bylo navíc v některých zemích zakázáno (např. v Německu, Polsku, Estonsku a Finsku). V některých zemích (hlavně v Kanadě) se pentachlorbenzen přidával k polychlorovaným bifenylům (PCB) a směs sloužila jako elektricky nevodivá kapalina. Po zákazu PCB se spotřeba pro tyto účely významně snížila.

Zdroje emisí

Přírodní zdroj emisí pentachlorbenzenu neexistuje. Všechny emise do prostředí jsou tedy antropogenní. Pentachlorbenzen se může vyskytovat v odpadních vodách z papíren, celulózek, železáren, oceláren, ropných rafinérií, chemických továren, skládek odpadů a čistíren odpadních vod. Do prostředí se může také dostávat při používání látek, které obsahují pentachlorbenzen jako příměs, např. insekticid pentachlornitrobenzen, hexachlorbenzen nebo některá chlorovaná rozpouštědla. Vzniká jako produkt přirozené degradace hexachlorbenzenu a lindanu. Může vznikat při výrobě tri- a tetrachlorethylenu. Zdrojem emisí mohou být také dielektrické kapaliny s obsahem pentachlorbenzenu. Může se uvolňovat při spalování komunálního odpadu (pokud jsou přítomny organochlorové látky nebo současně uhlovodíkové polymery a chlor). V současné době je množství pentachlorbenzenu emitovaného do prostředí minimální. V prostředí však setrvává kontaminace vzniklá v minulosti, podezřelé mohou být areály bývalých skladů agrochemikálií a podobné objekty.

Hlavní antropogenní zdroje emisí pentachlorbenzenu můžeme shrnout následovně:

- odpadní vody z papíren, celulózek, železáren, oceláren, rafinérií ropy, chemických provozů a skládek odpadů;
- výroba chlorovaných alifatických uhlovodíků (zejména trichlor- a perchlorethylenu);
- spalování odpadů (pokud je přítomen chlor);
- používání přípravků obsahujících pentachlorbenzen jako příměs (insekticid pentachlornitrobenzen neboli Quintozene, chlorovaná rozpouštědla);
- redistribuce ze starých ekologických zátěží (například sklady agrochemikálií apod.).

Dopady na životní prostředí

Za aerobních podmínek (vzduch, povrchová voda) se může pentachlorbenzen rozkládat, v anaerobním prostředí je však poměrně perzistentní. Může se proto kumulovat v hlouběji uložených sedimentech a půdách. Ve vodách dochází k biodegradaci, ve svrchních vrstvách vody se rozkládá fotodegradací. V atmosféře se pentachlorbenzen rozkládá reakcí s hydroxylovým radikálem. Poločas rozpadu v atmosféře jsou desítky až stovky dní, tato doba umožňuje transport na dlouhé vzdálenosti. Pomocí mokré atmosférické depozice může přecházet z atmosféry do vody nebo půdy.

Pentachlorbenzen se může ukládat v tukových tkáních a hromadit v potravních řetězcích. Pentachlorbenzen je toxický pro organismy. Pro vodní organismy se předpokládá vysoká toxicita. V současné době však nejsou dostatečné údaje o jeho možném vlivu na ekosystémy. Nejnižší LC_{50} (koncentrace, při které uhynie 50% exponovaných organismů) pro sladkovodní organismy (ryby) je rovna $250 \mu\text{g.l}^{-1}$. U suchozemských ekosystémů se předpokládá, že pentachlorbenzen významný nepříznivý vliv nemá.

Dopady na zdraví člověka, rizika

Pentachlorbenzen může vstupovat do těla inhalačně nebo orálně (kontaminovanou potravou nebo pitnou vodou). Krátkodobá expozice ovlivňuje centrální nervovou soustavu. Při chronické expozici dochází k poškození jater a ledvin a může docházet i k poškození dalších tkání. Z výsledků testů toxicity u zvířat je možné předpokládat reprodukční toxicitu pentachlorbenzenu u lidí.

Při hoření mohou vznikat dráždivé nebo toxické plyny.

Celkové zhodnocení nebezpečnosti z hlediska životního prostředí

Nebezpečnost pentachlorbenzenu spočívá hlavně v jeho **schopnosti bioakumulace**. Předpokládá se zejména **reprodukční toxicita**. Toxický je zejména pro vodní organismy.

3. METODA PASIVNÍHO VZORKOVÁNÍ OVZDUŠÍ

Klíčová důležitost pravidelných měření koncentrací polutantů ve vzduchu na různých lokalitách a monitorovacích studií na různých úrovních od bezprostředního okolí lokálních bodových zdrojů až po kontinentální měřítko inspirovala vývoj nových metod pro monitorování kvality ovzduší (Tremolada et al., 1996; Shahir et al., 1999; Holoubek et al., 2000; Peters et al., 2000; Wennrich et al., 2002; Harner et al., 2003). K nim patří zejména různé varianty pasivních vzorkovačů (Bartkow et al., 2004a) jako zařízení, která mohou být použita na celé řadě lokalit současně, což nabízí nové možnosti při přípravě rozsáhlejších monitorovacích kampaní. Poskytují informaci o dlouhodobé kontaminaci vybraného místa a mohou být použita jako screeningová metoda pro semikvantitativní srovnání různých lokalit s výhodou malé citlivosti ke krátkodobým náhodným změnám koncentrace polutantů. Vzhledem k tomu, že vzorkovací rychlost a vztah mezi množstvím látky zachyceným na filtru a její koncentrací ve vzduchu nebyl zatím plně matematicky popsán, interpretace výsledků je složitější a je obvykle založena na terénních měřeních (Peters et al., 2000; Bartkow et al., 2004b). Stanovení koncentrace ve vzduchu je pak odvozeno z kalibrace založené na paralelním aktivním a pasivním vzorkování nebo na použití referenčních látek (Ockenden et al., 2001; Soderstrom and Bergqvist, 2004).

Většina pasivních odběrů vzduchu byla provedena na zařízeních na bázi semipermeabilních membrán (SPMDs) (Petty et al., 1993; Ockenden et al., 1998a; Meijer et al., 2003; Bartkow et al., 2004a; Jaward et al., 2004c), filtrů z polyuretanové pěny (PUFs) (Wilford et al., 2004) a na bázi XAD pryskyřice (Wania et al., 2003) které jsou exponovány několik týdnů až měsíců. Všechny vzorkují širokou škálu POPs podobnou rychlostí několik m^3 za den. Byly však vyvinuty také krátkodobé vzorkovače, v nichž dochází k rychlému ustanovení rovnováhy (Harner et al., 2003) a provedeno několik pokusů o interkalibraci všech uvedených zařízení (Peters et al., 2000; Shoeib and Harner, 2002) tak, aby bylo možné porovnat získaná data. Bylo ověřeno, že těmito metodami je možné získat data jak na lokální (Lohmann et al., 2001) tak kontinentální úrovni (Jaward et al., 2004b; Jaward et al., 2004a), od gradientů mezi průmyslovou a venkovskou oblastí (Harner et al., 2004) až po kontinentální transekty (Ockenden et al., 1998b; Meijer et al., 2003; Jaward et al., 2004c). Značnou výhodou je možnost využití těchto vzorkovačů i ve vzdálených a nepřístupných oblastech. Nabízí se jejich využití v dlouhodobých monitorovacích programech, kde mohou posloužit jak k identifikaci a charakterizaci bodových zdrojů, tak k lepšímu porozumění vlivu jednotlivých primárních a sekundárních zdrojů a transportu kontaminantů v jednotlivých regionech a mezi nimi.

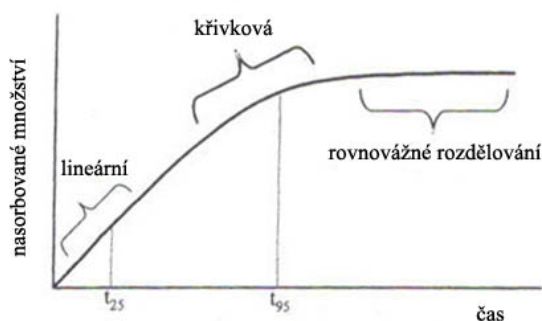
Pasivní zařízení jsou ve své funkci velice jednoduchá. K odběru vzorku dochází prostřednictvím samovolné difúze stanovované látky do sběrného média. K tomuto procesu dochází v důsledku existence rozdílných chemických potenciálů mezi dvěma médii. Při vzorkování vzduch samovolně proudí kolem pasivně vystaveného filtru, membrány či jiného média, do něhož se sledovaný polutant zachycuje. Po skončení odběru se toto médium analyzuje a přepočtem se zjistí koncentrace škodliviny v ovzduší. K výhodám pasivního vzorkování patří zejména nízká cena zařízení a nízké provozní náklady (není nutná přítomnost obsluhy a zdroje elektrické energie), nehlučnost, a malé nároky na instalaci a technickou údržbu. Přitom poskytují informace o dlouhodobé průměrné úrovni kontaminace a nejsou vhodné pro sledování rychlých změn znečištění ovzduší. K jejich nevýhodám patří zejména nemožnost exaktního stanovení prošlého objemu a značné ovlivnění průběhu vzorkování environmentálními podmínkami. Mezi hlavní faktory ovlivňující sorpční kinetiku pasivních vzorkovačů patří zejména teplota, rychlost větru a délka expozice.

Teplota je při pasivním vzorkování důležitým parametrem, neboť se s teplotou zvyšují molekulární difúzní koeficienty a proto lze s jejím nárůstem očekávat zvyšování vzorkovacích rychlostí. Pasivní vzorkování POPs komplikuje také tím, že ovlivňuje rozdělování těchto látek

mezi plynnou a pevnou fází a množství a charakter částic v atmosféře. Je proto důležité vědět, zda daný vzorkovač vzorkuje pouze látky v plynné fázi, látky asociované s atmosférickými částicemi, anebo oboje.

To, do jaké míry bude příjem analytu vzorkovačem ovlivněn rychlostí větru závisí na jeho typu a konstrukci. Při jednoduchém uspořádání pasivního vzorkovače je rychlost transportu analytu z okolního vzduchu silně závislá na rychlosti větru. Vlivy rozdílných rychlostí větru mezi jednotlivými vzorkovacími místy lze minimalizovat pomocí ochranných krytů, do kterých se vloží vzorkovací média.

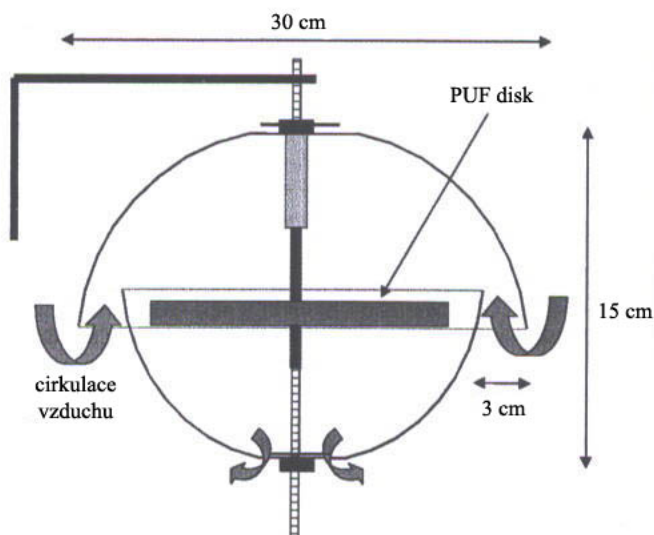
Příjem chemických látek při pasivním vzorkování je z počátku lineární v čase, poté nabude křivkového charakteru a nakonec může dojít k nastolení rovnováhy mezi atmosférickou plynnou fází a vzorkovacím médiem (obrázek 1). Stanovení atmosférických koncentrací z dat získaných pasivním vzorkováním je tedy obvykle založeno na lineárním kinetickém modelu nebo na rovnovážném modelu.



Obrázek 1: Křivka znázorňující tři fáze sorpce při pasivním vzorkování. t_{25} a t_{95} jsou časy potřebné k nastolení 25% a 95% rovnovážné koncentrace.

3.1 Vzorkovač s polyuretanovou pěnou jako odběrovým médiem (PUF)

Pasivní vzorkovač pro vzorkování ve vnějším prostředí se skládá ze dvou nerezových nádob miskovitého tvaru umístěných naproti sobě na společné ose, která slouží i k upevnění PUF filtru. Vnější průměr větší mísy je 30 cm, menší mísky 24 cm. Mezi nimi je mezera o velikosti 3 cm, která umožňuje průchod vzduchu k vzorkovacímu povrchu. Všechny části vzorkovače jsou vyrobeny z nerezové oceli (Kohoutek, 2005). PUF disk je umístěn uprostřed mezi miskami (obrázek 2). Tento design umožňuje tlumit vlivy rychlosti větru na sorpci a chrání vzorkovací médium proti atmosférickým srážkám, usazování hrubých částic a ultrafialovému záření, které by mohlo rozkládat sledované sloučeniny (Wilford et al., 2004).



Obrázek 2: Schéma pasivního vzorkovače na bázi polyuretanové pěny pro vzorkování volného ovzduší

Pro pasivní vzorkování POPs se jako sorpční médium používají filtry z bílé, nebarvené polyuretanové pěny (PUF). Polyuretanová pěna je vzorkovací médium běžně používané v tradičních vysokoobjemových vzorkovacích zařízeních a velmi dobře popsané. Filtry jsou kruhového tvaru, tloušťky 15 mm a průměru 150 mm, před umístěním do vzorkovače jsou čištěny extrakcí 8 hodin v acetonu a 8 hodin v dichlormethanu. Po extrakci jsou filtry vysušeny a do jejich středu je umístěna vyčištěná nerezová trubička délky 1,5 cm sloužící k upevnění filtru na osu vzorkovače.

Pasivní vzorkovače se zavěšují vždy do svislé polohy větší miskou vzhůru. Pokud se nejedná o speciální vzorkování (např. sledování výškového profilu škodlivin) nebo o požadavek zadavatele měření, zavěšují se pasivní vzorkovače v dýchací zóně člověka, tedy ve výšce 1,5 – 2,0 m nad terénem (na kovové konstrukce, dolní větve vzrostlých stromů apod.). Optimální je otevřený terén bez významnějších překážek bránících volnému proudění vzduchu kolem vzorkovače.

Kromě speciálních měření je délka vzorkování pomocí pasivních vzorkovačů čtyři až šest týdnů. Empirickými měřeními byla stanovena přibližná rychlost sorpce $3,5 \text{ m}^3/\text{den}$, což odpovídá zhruba 100 m^3 při 28-denním vzorkovacím cyklu. Při vhodných instrumentálních detekčních limitech a nízkých hodnotách blanků je za těchto podmínek možná detekce mnoha skupin POPs (Jaward et al., 2004).

4. MATERIÁLY A METODY

4.1 Odběry vzorků

Odběrová kampaň začala 5.1. 2009 na předem vybraných lokalitách kraje Vysočina. (Mapa 1). Byl realizován dlouhodobý odběr pasivními vzorkovači ovzduší na bázi polyuretanového filtru (PUF) pro stanovení dlouhodobého zatížení POPs škodlivinami. Pro posouzení sezónních vlivů bylo provedeno celkem třináct 28-denních expozičních kampaní v roce 2009.

Odběrové kampaně byly realizovány v termínech od 5. 1. 2009 až do 4. 1. 2010. V současné době probíhají další navazující odběry. Tato zpráva hodnotí výsledky za rok 2009.

Vzorkování bylo prováděno v roce 2009 na území vybraných čtyř měst, a to: Třebíč, Jihlava, Pelhřimov a Žďár nad Sázavou. Oproti roku 2008 byl vypuštěn Humpolec. V Jihlavě byly v prvních dvou měsících 2 odběrové lokality. Pro referenční srovnání byly do studie zařazeny i výsledky paralelních odběrů na pozadřových stanicích Českého hydrometeorologického ústavu Svatých a Košetice (venkovské pozadí) a Praha – Libuš (městské pozadí).

Na uvedených lokalitách byly v odebraných vzorcích zjišťovány následující škodliviny:

- polychlorované bifenyly (indikátorová řada PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153 a PCB 180),
- organochlorované pesticidy – DDTs (DDT, DDE, DDD), hexachlorcyklohexany (HCHs), hexachlorbenzen a pentachlorbenzen,
- polycyklické aromatické uhlovodíky PAHs (základní EPA 16 od naftalenu po benzo(ghi)-perylen a navíc bylo těchto 16 hlavních uhlovodíků doplněno nadstandardně o dalších 12. Celkem bylo měřeno 28 PAHs).

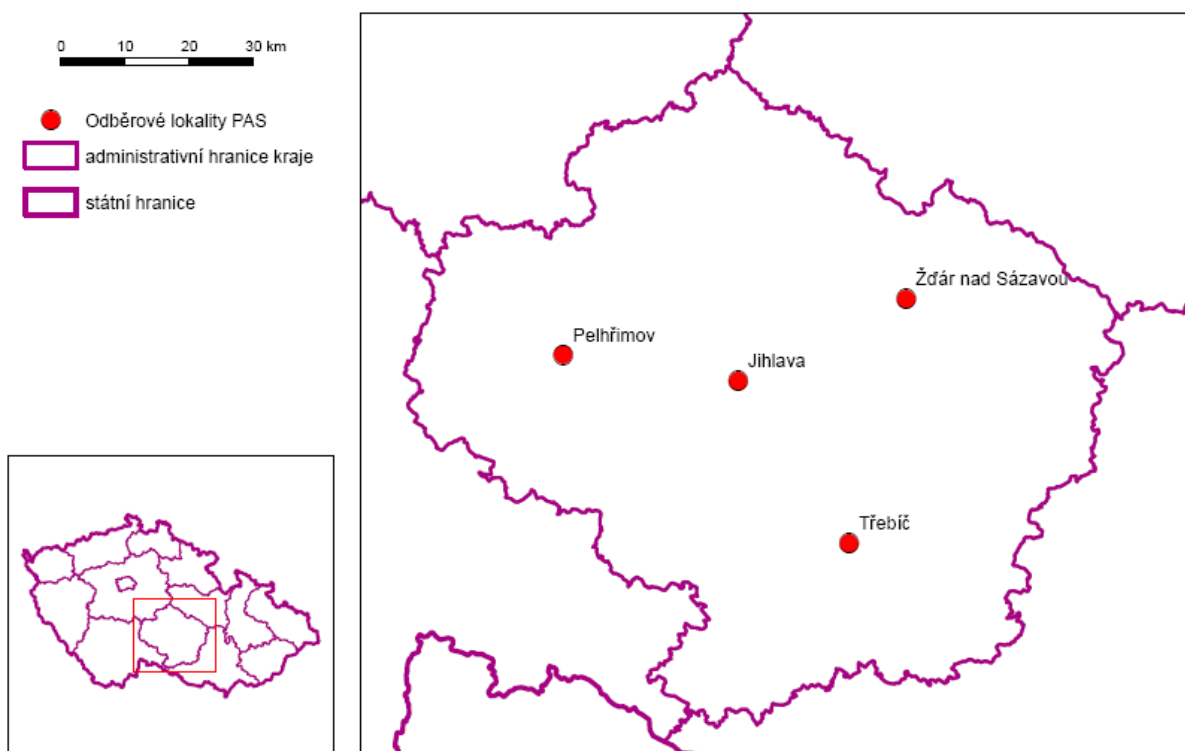
Následuje přehled všech odběrových míst, jejich souřadnic a nadmořské výšky v systému WGS84.

Souřadnice odběrových lokalit (WGS84)

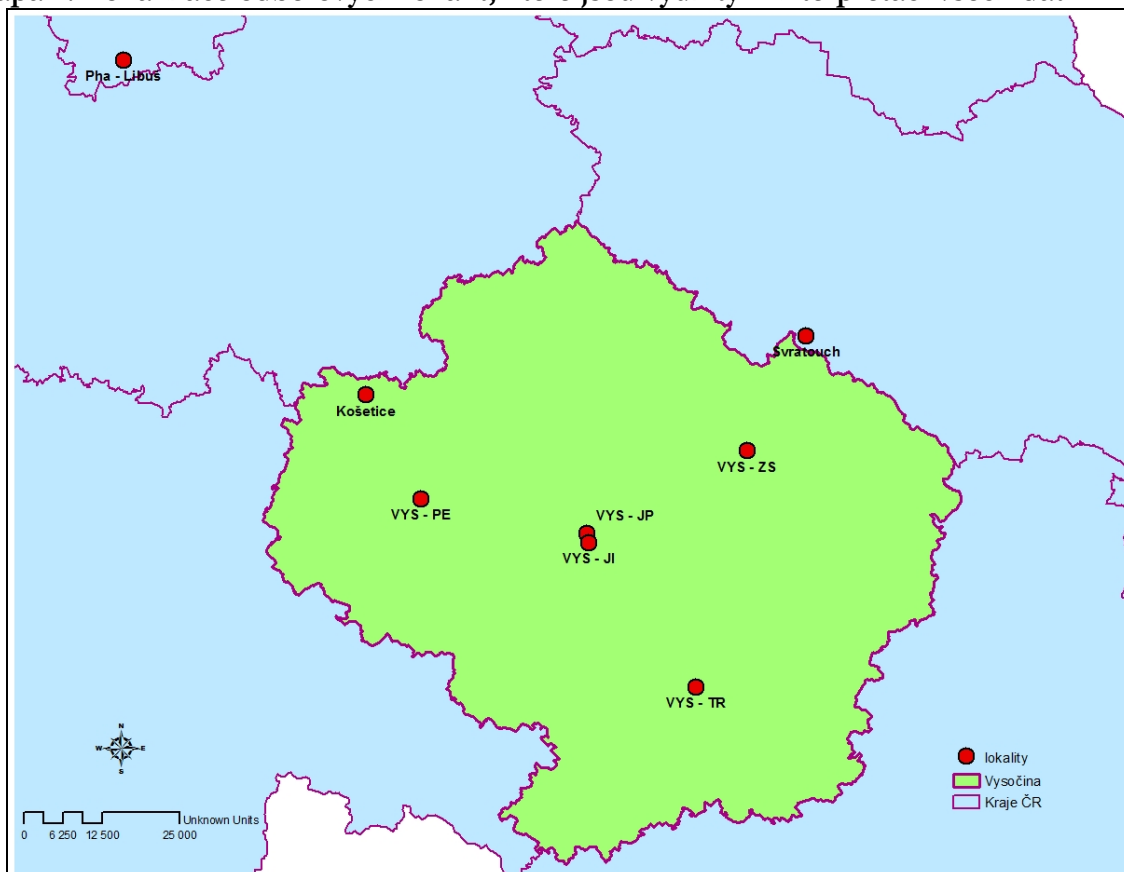
Lokalita	Index	souřadnice		
Třebíč	VYS - TR	N 94°12'46,8"	E 15°53'02,6"	411 m
Jihlava - průmyslová zóna	VYS - JP	N 94°24'55,8"	E 15°36'15,9"	509 m
Jihlava - sídliště	VYS - JI	N 94°24'05,9"	E 15°36'36,0"	512 m
Pelhřimov - nemocnice	VYS - PE	N 94°26'05,8"	E 15°13'49,7"	527 m
Žďár nad Sázavou	VYS - ZS	N 94°33'37,6"	E 15°56'04,6"	568 m

Mapa 1: Lokalizace základních odběrových lokalit v roce 2009

LOKALIZACE ODBĚROVÝCH LOKALIT - KRAJ VYSOČINA



Mapa 2: Lokalizace odběrových lokalit, které jsou využity k interpretaci všech dat



Poznámka: Lokalita Praha Libuš je uvedena ve zprávě jako příklad městského pozadí.

4.1.1 Třebíč (VYS – TR)

Poloha lokality určená pomocí GPS:

severní šířka N 49°12'46,8"

východní délka E 15°53'02,6"

nadmořská výška 411 m

Odběrová lokalita se nachází v blízkosti centra, v areálu KHS, Bráfova 456/31, Třebíč. Vzorkovač byl umístěn v zahradě za budovou KHS asi 2 m nad terémem.

Lokalita se nachází ve starší zástavbě v centru města. Na imisní koncentrace sledovaných škodlivin zřejmě mají převažující vliv emise z domácích topenišť na tuhá paliva.



4.1.2 Jihlava – průmyslová zóna (VYS – JP)

Poloha lokality určená pomocí GPS:

severní šířka N 49°24'55,8"

východní délka E 15°36'15,9"

nadmořská výška 509 m

Odběrová lokalita se nachází v areálu FY SWOTES s.r.o., Hruškové Dvory 60, Jihlava. Vzorkovač byl umístěn v pločeném areálu FY asi 2 m nad trávníkem.

Lokalita se nachází v průmyslové zóně na okraji města. Možné ovlivnění pochází z dopravy a průmyslové činnosti v zóně okolo Kronospanu.



4.1.3 Jihlava – sídliště (VYS – JI)

Poloha lokality určená pomocí GPS:

severní šířka N 49°24'05,9"

východní délka E 15°36'36,0"

nadmořská výška 512 m

Odběrová lokalita se nachází v areálu ZŠ Otokara Březiny, Demlova 4765/34, Jihlava. Vzorkovač byl umístěn v zahradě ZŠ, na střeše kontejneru ČHMÚ, asi 3 m nad trávníkem

Lokalitu lze považovat za městské pozadí na okraji panelového sídliště ve východní části města.



4.1.4 Pelhřimov – nemocnice (VYS – PE)

Poloha lokality určená pomocí GPS:

severní šířka N 49°26'05,8"

východní délka E 15°13'49,7"

nadmořská výška 527 m

Odběrová lokalita se nachází v areálu Nemocnice Pelhřimov, Slovanského bratrství 710, Pelhřimov. Vzorkovač byl umístěn na konstrukci vedení tlakového dusíku asi 2 m nad trávníkem.

Lokalitu lze považovat za městské pozadí. Na imisní koncentrace sledovaných škodlivin zřejmě mají převažující vliv domácí topeniště a okolní doprava.



4.1.5 Žďár nad Sázavou (VYS – ZS)

Poloha lokality určená pomocí GPS:

severní šířka N 49°33'37,6"

východní délka E 15°56'04,6"

nadmořská výška 568 m

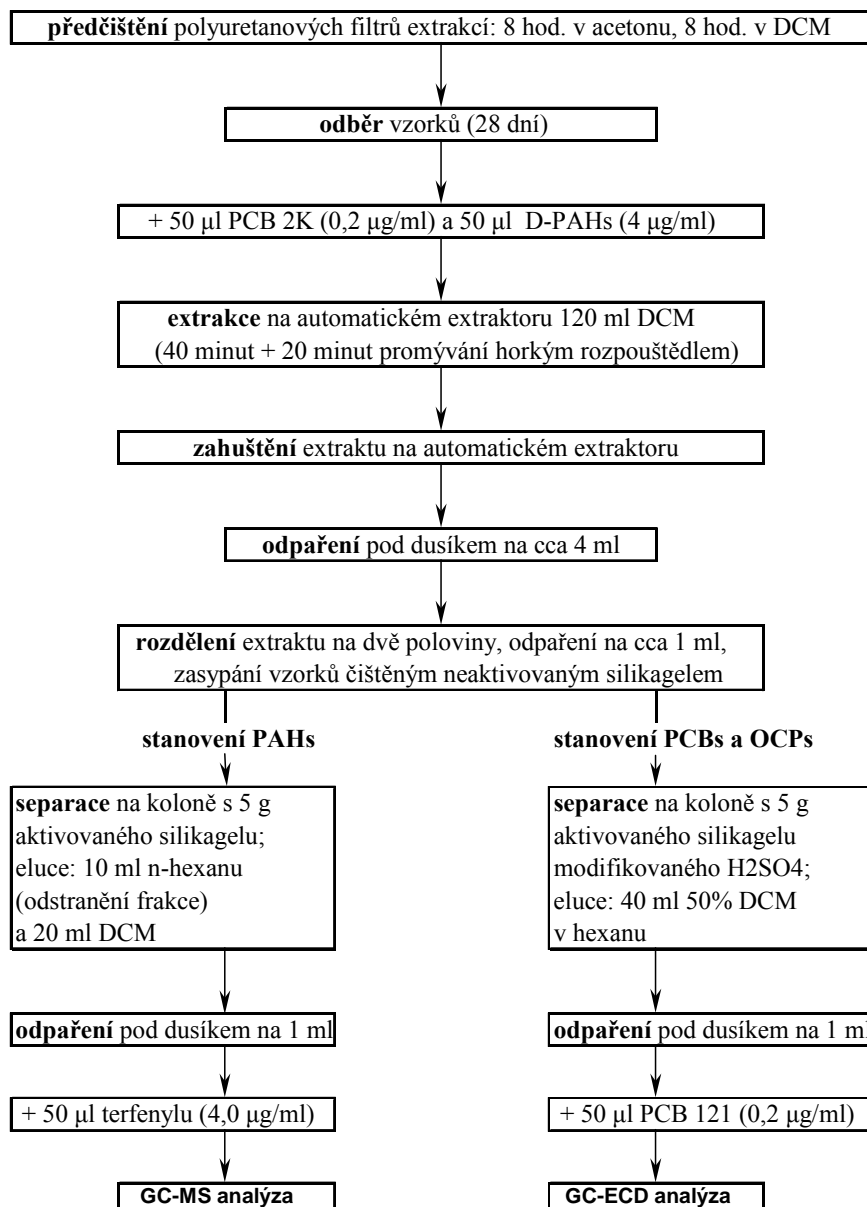
Odběrová lokalita se nachází v areálu MŠ Sluníčko, Veselská 26/39, Žďár n. Sázavou. Vzorkovač byl umístěn na vlajkovém stožáru asi 2 m nad terénem.

Lokalita se nachází na zatravněném areálu mezi centrem města a průmyslovou zónou. Na imisní koncentrace sledovaných škodlivin zřejmě mají převažující vliv doprava, domácí topeniště a okolní průmyslová zóna průmysl.



4.2 Chemická analýza

Analýzy vzorků ovzduší na obsahy vybraných látek dle US EPA byly provedeny v laboratořích RECETOX podle platných standardních operačních postupů metodou plynové chromatografie s hmotnostně-spektrometrickou detekcí (GC-MS). Analytický postup je shrnut na schématu.



Exponované filtry (PUF) byly analyzovány za účelem identifikace a kvantitativního stanovení sedmi PCBs: PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 153, PCB 138 a PCB 180; čtyř HCHs: *alfa*-HCH, *beta*-HCH, *gamma*-HCH a *delta*-HCH; *p,p'*-DDT, *p,p'*-DDE, *p,p'*-DDD; HCB, PeCB a šestnácti PAHs dle seznamu prioritních polutantů US EPA: naftalenu, acenaftyleny, acenaftenu, fluorenu, fenanthreny, anthracenu, fluoranthenu, pyrenu, benz[*a*]anthracenu, chrysenu, benzo[*b*]fluoranthenu, benzo[*k*]fluoranthenu, benzo[*a*]pyrenu, indenol[1,2,3-*c*,*d*]pyrenu, dibenz[*a,h*]anthracenu a benzo[*g,h,i*]perylenu. V každé sérii byly zpracovány odběrové a laboratorní blanky. Stejným způsobem byl analyzován i referenční materiál. Výtěžnost metody byla sledována pomocí standardního přídatku PCB 30 a PCB 185 pro stanovení PCBs a OCPs, a izotopicky značených derivátů naftalen D8, fenantren D10 a perylen D12 pro stanovení PAHs. PCB 121 a terfenyl sloužily jako vnitřní standardy.

5. VÝSLEDKY

Výsledky jsou uvedeny v následujících tabulkách a adekvátních grafech. Grafy jsou umístěny přímo do mapového podkladu, kde je vyznačena poloha dané odběrové lokality tak, aby byla možná přímá prostorová interpretace výsledků.

5.1 Výsledky chemických analýz ze 5 lokalit v kraji Vysočina v roce 2009

Koncentrace POPs naměřené pasivními vzorkovači na 5 lokalitách v kraji Vysočina shrnují Tabulky 1–16. Pro přehlednost jsou naměřené hodnoty rovněž formou sloupcových grafů vyneseny do mapy kraje (mapa 3–8).

Následuje přehled všech mapových a tabulkových výstupů:

Mapa 3: Koncentrace sumy 28 PAHs (ng/filtr; 13 28-denních odběrových kampaní 2009)

Mapa 4: Koncentrace sumy PCBs (ng/filtr; 13 28-denních odběrových kampaní 2009)

Mapa 5: Koncentrace sumy HCHs (ng/filtr; 13 28-denních odběrových kampaní 2009)

Mapa 6: Koncentrace sumy DDTs (DDD+DDE+DDT ng/filtr; 13 28-denních odběrových kampaní 2009)

Mapa 7: Koncentrace HCB (ng/filtr; 13 28-denních odběrových kampaní 2009)

Mapa 8: Koncentrace PeCB (ng/filtr; 13 28-denních odběrových kampaní 2009)

Tabulka 1: Koncentrace PAHs – Třebíč (VYS – TR) (ng/filtr; 13 28-denních kampaní v roce 2009)

Tabulka 2: Koncentrace PAHs – Jihlava – průmyslová zóna (VYS – JP) (ng/filtr; 13 28-denních kampaní v roce 2009)

Tabulka 3: Koncentrace PAHs – Jihlava – sídliště (VYS – JI) (ng/filtr; 2 28-denní kampaně v roce 2009)

Tabulka 4: Koncentrace PAHs – Pelhřimov – nemocnice (VYS – PE) (ng/filtr; 13 28-denních kampaní v roce 2009)

Tabulka 5: Koncentrace PAHs – Žďár nad Sázavou (VYS – ZS) (ng/filtr; 11 28-denních kampaní v roce 2009)

Tabulka 6: Koncentrace PAHs – Košetice (ng/filtr; 13 28-denních kampaní v roce 2009)

Tabulka 7: Koncentrace PAHs – Svatouch (ng/filtr; 13 28-denních kampaní v roce 2009)

Tabulka 8: Koncentrace PAHs – Praha Libuš (ng/filtr; 13 28-denních kampaní v roce 2009)

Tabulka 9: Koncentrace OCPs a PCBs – Třebíč (VYS – TR) (ng/filtr; 13 28-denních kampaní v roce 2009)

Tabulka 10: Koncentrace OCPs a PCBs – Jihlava – průmyslová zóna (VYS – JP) (ng/filtr; 13 28-denních kampaní v roce 2009)

Tabulka 11: Koncentrace OCPs a PCBs – Jihlava – sídliště (VYS – JI) (ng/filtr; 2 28-denní kampaně v roce 2009)

Tabulka 12: Koncentrace OCPs a PCBs – Pelhřimov – nemocnice (VYS – PE) (ng/filtr; 13 28-denních kampaní v roce 2009)

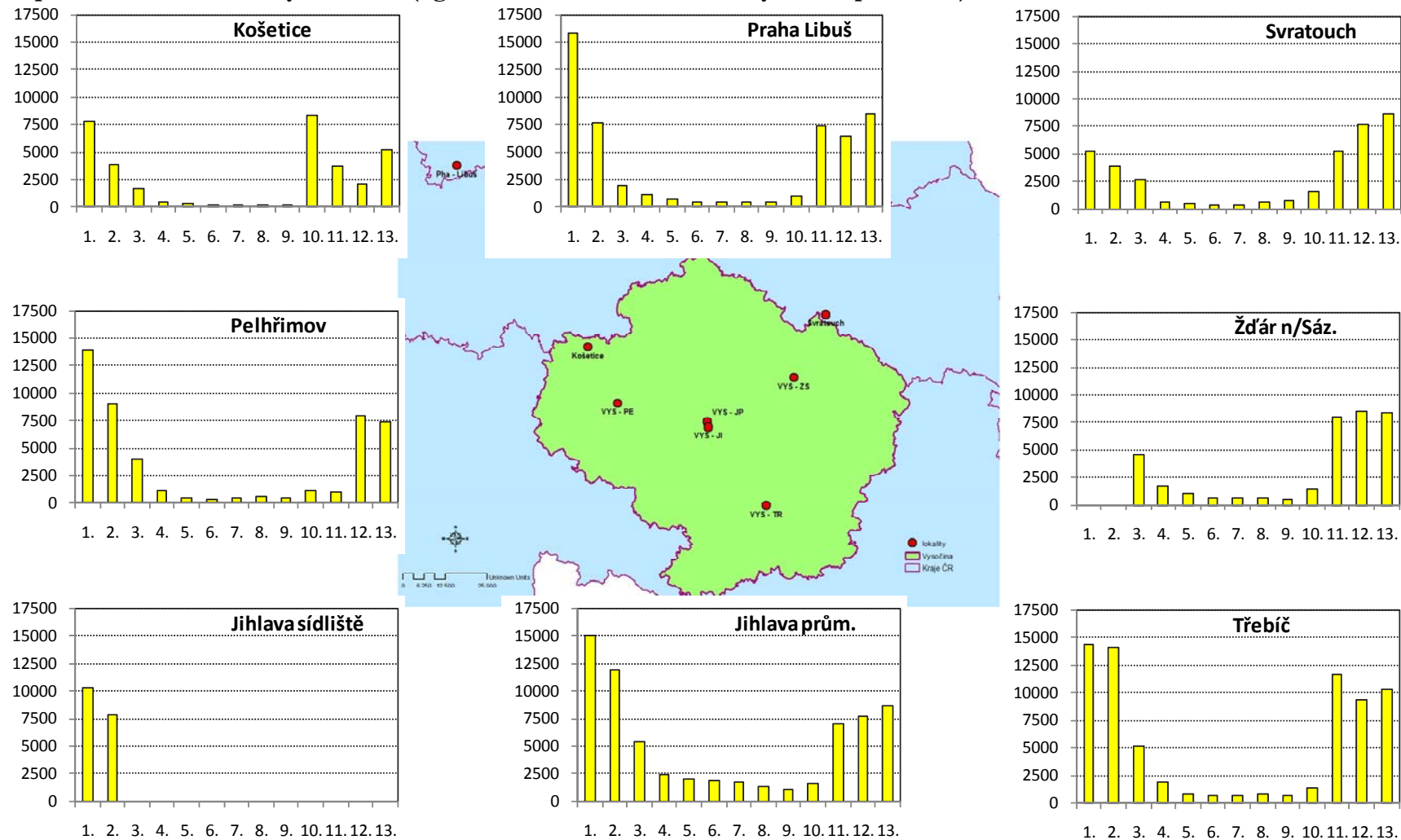
Tabulka 13: Koncentrace OCPs a PCBs – Žďár nad Sázavou (VYS – ZS) (ng/filtr; 11 28-denních kampaní v roce 2009)

Tabulka 14: Koncentrace OCPs a PCBs – Košetice (ng/filtr; 13 28-denních kampaní v roce 2009)

Tabulka 15: Koncentrace OCPs a PCBs – Svatouch (ng/filtr; 13 28-denních kampaní v roce 2009)

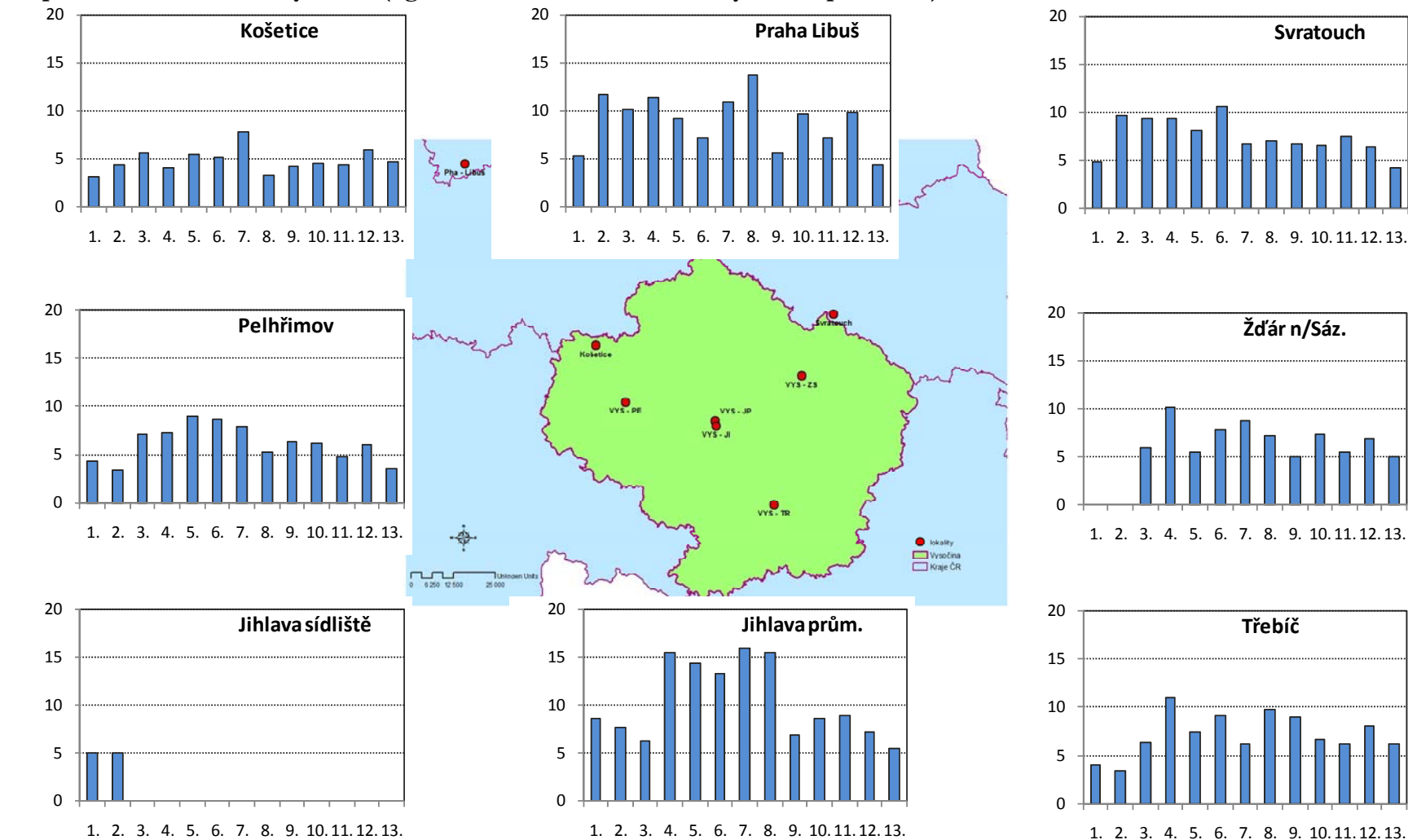
Tabulka 16: Koncentrace OCPs a PCBs – Praha Libuš (ng/filtr; 13 28-denních kampaní v roce 2009)

Mapa 3: Koncentrace sumy 28 PAHs (ng/filtr; 13 28-denních odběrových kampaní 2009)



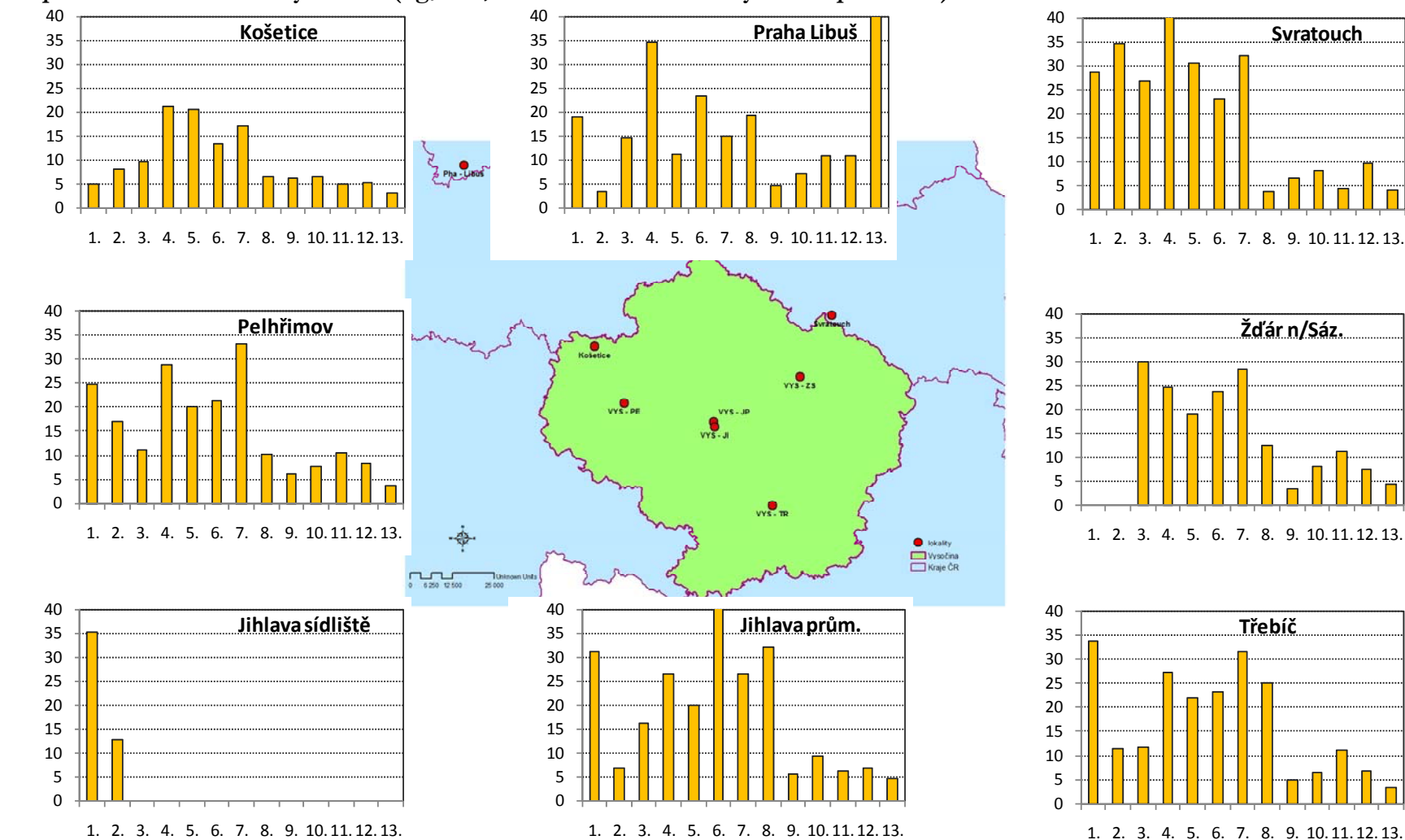
kampaň	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
datum odběru	5.1.-2.2.09	2.2.-2.3.09	2.-30.3.09	30.3.-27.4.09	27.4.-25.5.09	25.5.-22.6.2009	22.6.-20.7.09	20.7.-17.8.09	17.8.-14.9.09	14.9.-12.10.09	12.10.-9.11.09	9.11.-7.12.09	7.12.09-4.1.10

Mapa 4: Koncentrace sumy PCBs (ng/filtr; 13 28-denních odběrových kampaní 2009)



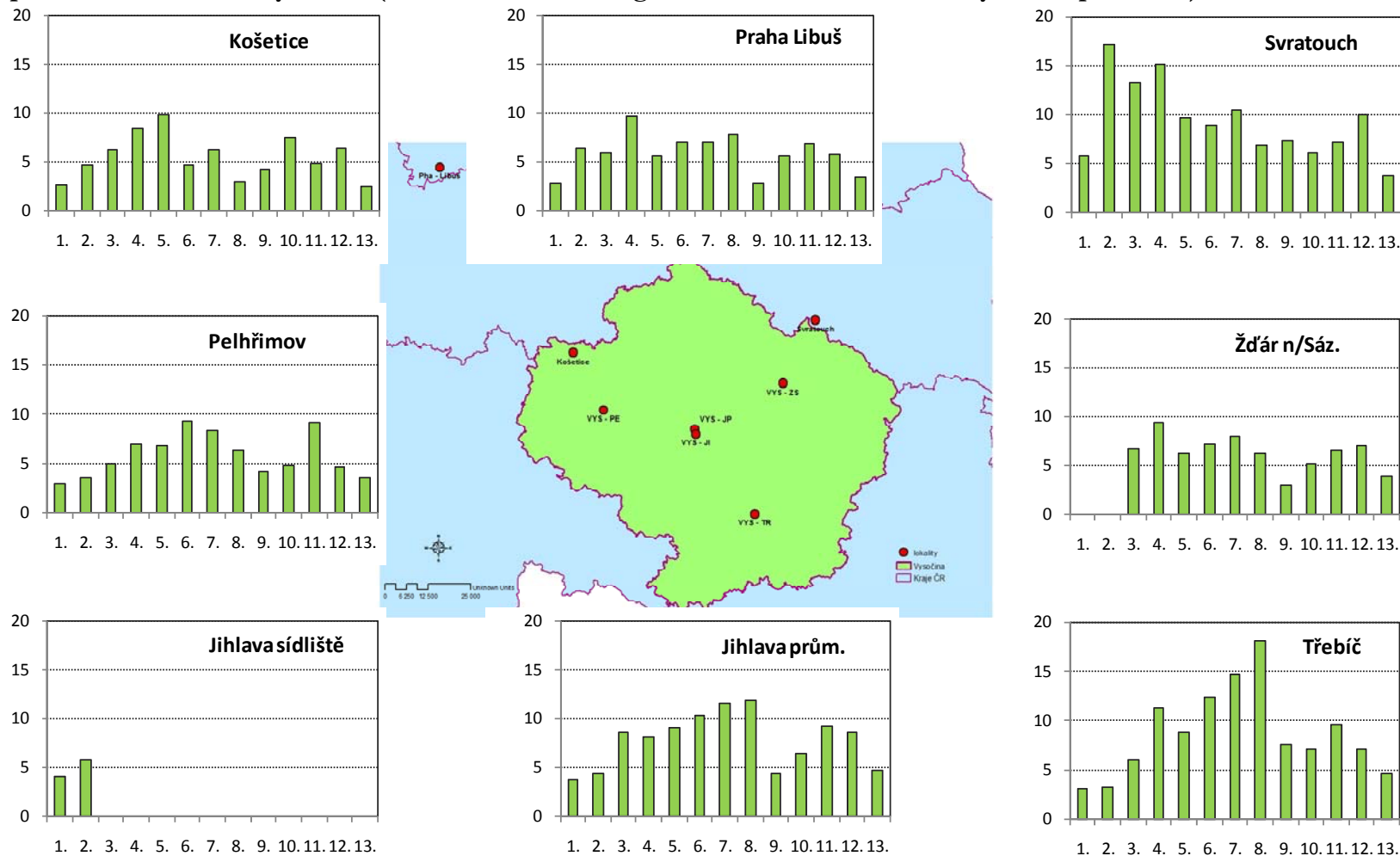
kampaň	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
datum odběru	5.1.-2.2.09	2.2.-2.3.09	2.-30.3.09	30.3.-27.4.09	27.4.-25.5.09	25.5.-22.6.2009	22.6.-20.7.09	20.7.-17.8.09	17.8.-14.9.09	14.9.-12.10.09	12.10.-9.11.09	9.11.-7.12.09	7.12.09-4.1.10

Mapa 5: Koncentrace sumy HCHs (ng/filtr; 13 28-denních odběrových kampaní 2009)



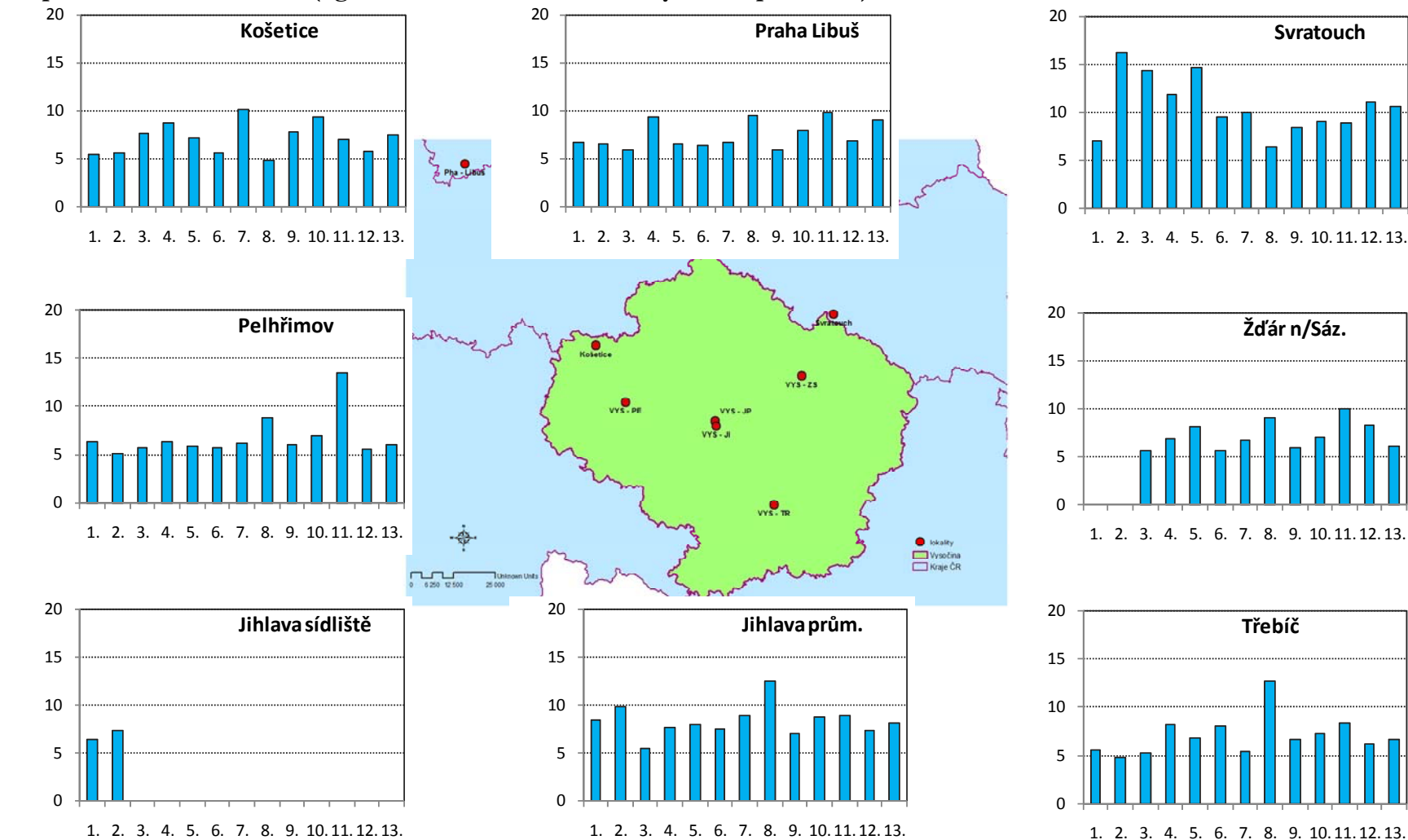
kampaň	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
datum odběru	5.1.-2.2.09	2.2.-2.3.09	2.-30.3.09	30.3.-27.4.09	27.4.-25.5.09	25.5.-22.6.2009	22.6.-20.7.09	20.7.-17.8.09	17.8.-14.9.09	14.9.-12.10.09	12.10.-9.11.09	9.11.-7.12.09	7.12.09-4.1.10

Mapa 6: Koncentrace sumy DDTs (DDD+DDE+DDT ng/filtr; 13 28-denních odběrových kampaní 2009)



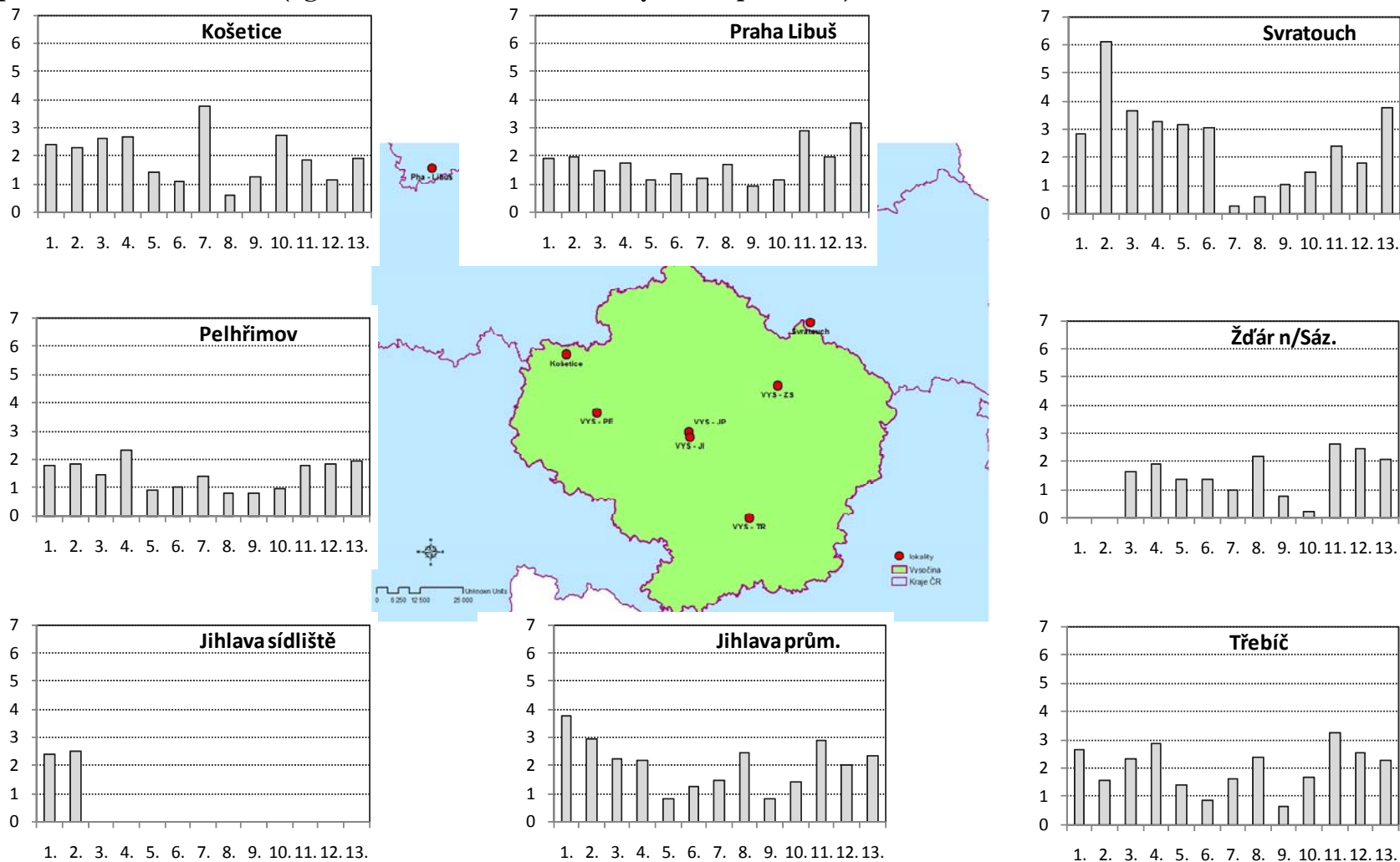
kampaň	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
datum odběru	5.1.-2.2.09	2.2.-2.3.09	2.-30.3.09	30.3.-27.4.09	27.4.-25.5.09	25.5.-22.6.2009	22.6.-20.7.09	20.7.-17.8.09	17.8.-14.9.09	14.9.-12.10.09	12.10.-9.11.09	9.11.-7.12.09	7.12.09-4.1.10

Mapa 7: Koncentrace HCB (ng/filtr; 13 28-denních odběrových kampaní 2009)



kampaň	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
datum odběru	5.1.-2.2.09	2.2.-2.3.09	2.-30.3.09	30.3.-27.4.09	27.4.-25.5.09	25.5.-22.6.2009	22.6.-20.7.09	20.7.-17.8.09	17.8.-14.9.09	14.9.-12.10.09	12.10.-9.11.09	9.11.-7.12.09	7.12.09-4.1.10

Mapa 8: Koncentrace PeCB (ng/filtr; 13 28-denních odběrových kampaní 2009)



kampaň	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
datum odběru	5.1.-2.2.09	2.2.-2.3.09	2.-30.3.09	30.3.-27.4.09	27.4.-25.5.09	25.5.-22.6.2009	22.6.-20.7.09	20.7.-17.8.09	17.8.-14.9.09	14.9.-12.10.09	12.10.-9.11.09	9.11.-7.12.09	7.12.09-4.1.10

Tabulka 1: Koncentrace PAHs – Třebíč (VYS – TR) (ng/filtr; 13 28-denních kampaní v roce 2009)

Collection date	5.1.-2.2.09	2.2.-2.3.09	2.-30.3.09	30.3.-27.4.09	27.4.-25.5.09	25.5.-22.6.2009	22.6.-20.7.09	20.7.-17.8.09	17.8.-14.9.09	14.9.-12.10.09	12.10.-9.11.09	9.11.-7.12.09	7.12.09-4.1.10
Naphthalene	3758	2882	730	223	6	101	54	85	90	191	1817	2213	2567
Acenaphthylene	<LOQ	139	25	6	1	3	2	4	5	22	162	348	122
Acenaphthene	301	292	85	57	23	23	24	34	26	39	230	188	198
Fluorene	1887	1512	433	167	81	64	66	83	69	124	1002	785	1041
Phenanthrene	4736	5458	2035	676	381	269	305	295	258	489	4078	2862	3414
Anthracene	254	375	99	18	9	11	9	9	11	37	424	297	276
Fluoranthene	1145	1250	653	254	158	104	147	126	96	180	1590	947	920
Pyrene	613	741	423	149	87	60	80	65	58	121	1066	675	578
Benz(a)anthracene	17	19	16	8	5	3	2	2	2	7	29	26	20
Chrysene	34	35	26	18	8	5	4	4	3	9	54	38	30
Benzo(b)fluoranthene	29	28	17	12	5	3	2	3	2	4	12	14	16
Benzo(k)fluoranthene	10	9	6	5	2	1	<LOQ	1	1	3	8	8	7
Benzo(a)pyrene	12	11	6	7	2	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2	10	10	7
Indeno(123cd)pyrene	19	16	10	11	2	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	6	7	7
Dibenz(ah)anthracene	<LOQ	1	1	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Benzo(ghi)perylene	21	17	12	13	2	2	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	8	6	7
Total 16 PAHs	12836	12785	4576	1624	773	650	694	711	622	1229	10495	8424	9208
Biphenyl	1293	1089	294	97	11	14	10	17	11	28	648	553	751
Retene	169	183	170	49	31	12	10	9	10	36	364	308	191
Benzo(b)fluorene	34	33	24	8	4	3	3	2	2	5	58	43	30
Benzo-Naphtho-Thiophene	2	2	1	2	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	4	2	1
Benzo(ghi)fluoranthene	27	28	23	8	4	4	2	3	3	7	46	39	31
Cyclopenta(cd)pyrene	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Triphenylene	10	9	7	6	3	2	1	2	2	3	14	9	7
Benzo(j)fluoranthene	17	15	8	9	3	2	1	2	1	3	14	10	8
Benzo(e)pyrene	15	12	9	12	3	2	2	2	2	4	10	10	9
Perylene	2	2	2	2	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2	2	1
Dibenz(ac)anthracene	2	1	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Athanthrene	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Coronene	11	9	6	9	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2	2
Total 28 PAHs	14418	14169	5121	1824	834	689	724	748	653	1315	11655	9401	10242

Tabulka 2: Koncentrace PAHs – Jihlava – průmyslová zóna (VYS – JP) (ng/filtr; 13 28-denních kampaní v roce 2009)

Collection date	5.1.-2.2.09	2.2.-2.3.09	2.-30.3.09	30.3.-27.4.09	27.4.-25.5.09	25.5.-22.6.2009	22.6.-20.7.09	20.7.-17.8.09	17.8.-14.9.09	14.9.-12.10.09	12.10.-9.11.09	9.11.-7.12.09	7.12.09-4.1.10
Naphthalene	2317	1363	803	144	64	79	32	52	62	96	1175	1604	1604
Acenaphthylene	56	78	29	6	4	16	2	3	6	10	56	200	55
Acenaphthene	356	398	91	289	261	199	138	122	77	95	170	186	166
Fluorene	2097	1649	488	351	378	339	292	224	167	190	793	728	1120
Phenanthrene	5847	4587	2048	768	712	681	684	527	420	556	2436	2467	3162
Anthracene	140	102	107	10	12	12	15	15	14	25	128	151	105
Fluoranthene	1681	1594	714	314	316	322	325	269	188	262	869	918	965
Pyrene	781	785	464	159	146	129	132	106	90	151	526	606	488
Benz(a)anthracene	23	21	19	7	6	2	2	2	3	17	15	25	18
Chrysene	58	51	31	17	11	6	5	5	6	19	39	44	39
Benzo(b)fluoranthene	29	32	19	11	5	1	3	2	4	14	9	15	21
Benzo(k)fluoranthene	16	11	7	7	2	1	1	1	2	10	7	7	8
Benzo(a)pyrene	15	9	9	6	2	1	<LOQ	<LOQ	2	13	6	6	6
Indeno(123cd)pyrene	27	16	11	10	2	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	9	5	6	6
Dibenz(ah)anthracene	<LOQ	2	1	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Benzo(ghi)perylene	30	17	13	14	3	2	<LOQ	<LOQ	<LOQ	12	<LOQ	6	7
Total 16 PAHs	13474	10714	4853	2115	1923	1791	1631	1328	1039	1480	6234	6970	7772
Biphenyl	1236	930	308	160	53	52	24	28	19	28	490	422	633
Retene	176	193	169	45	35	22	37	17	25	37	151	199	135
Benzo(b)fluorene	50	44	29	9	5	4	3	3	3	9	33	43	33
Benzo-Naphtho-Thiophene	4	4	2	2	2	1	1	1	1	3	3	3	2
Benzo(ghi)fluoranthene	39	40	29	9	5	3	4	2	4	9	33	40	33
Cyclopenta(cd)pyrene	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Triphenylene	15	14	9	8	4	2	2	2	2	6	9	11	10
Benzo(j)fluoranthene	28	16	11	11	3	2	1	1	2	10	12	9	13
Benzo(e)pyrene	23	14	11	12	3	3	2	2	3	17	8	10	11
Perylene	3	2	2	2	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	4	2	1	2
Dibenz(ac)anthracene	<LOQ	1	2	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Athanthrene	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Coronene	16	9	6	9	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1	1
Total 28 PAHs	15063	11981	5427	2382	2033	1881	1706	1384	1098	1601	6975	7708	8644

Tabulka 3: Koncentrace PAHs – Jihlava – sídliště (VYS – JI) (ng/filtr; 2 28-denní kampaně v roce 2009)

Collection date	5.1.-2.2.09	2.2.-2.3.09
Naphthalene	2049	1264
Acenaphthylene	43	45
Acenaphthene	172	159
Fluorene	1431	971
Phenanthrene	3834	2973
Anthracene	81	50
Fluoranthene	971	1005
Pyrene	444	475
Benz(a)anthracene	13	11
Chrysene	32	31
Benzo(b)fluoranthene	16	20
Benzo(k)fluoranthene	9	7
Benzo(a)pyrene	9	5
Indeno(123cd)pyrene	16	9
Dibenz(ah)anthracene	<LOQ	<LOQ
Benzo(ghi)perylene	18	11
Total 16 PAHs	9137	7036
Biphenyl	919	611
Retene	94	108
Benzo(b)fluorene	25	24
Benzo-Naphtho-Thiophene	2	2
Benzo(ghi)fluoranthene	25	24
Cyclopenta(cd)pyrene	<LOQ	<LOQ
Triphenylene	9	11
Benzo(j)fluoranthene	18	13
Benzo(e)pyrene	14	9
Perylene	2	1
Dibenz(ac)anthracene	<LOQ	<LOQ
Athanthrene	<LOQ	<LOQ
Coronene	10	6
Total 28 PAHs	10254	7845

Tabulka 4: Koncentrace PAHs – Pelhřimov – nemocnice (VYS – PE) (ng/filtr; 13 28-denních kampaní v roce 2009)

Naphthalene	2931	1694	552	139	4	7	41	48	59	120	219	1558	1741
Acenaphthylene	56	77	15	3	<LOQ	<LOQ	2	2	3	11	7	78	67
Acenaphthene	237	150	79	28	5	<LOQ	18	23	16	23	22	130	138
Fluorene	1885	1062	440	119	36	42	50	52	47	102	129	717	843
Phenanthrene	5113	3421	1635	404	249	188	233	234	191	423	326	2730	2502
Anthracene	175	120	50	7	7	5	7	8	7	28	6	225	147
Fluoranthene	1258	970	506	164	103	73	82	104	76	175	93	995	734
Pyrene	656	537	285	94	57	39	43	51	44	111	50	694	422
Benz(a)anthracene	15	13	12	5	3	2	1	3	2	7	2	26	14
Chrysene	34	27	22	11	6	3	3	7	4	10	6	41	24
Benzo(b)fluoranthene	21	11	14	7	3	2	1	5	3	3	3	12	12
Benzo(k)fluoranthene	11	6	5	4	1	1	<LOQ	3	1	3	2	7	4
Benzo(a)pyrene	10	5	5	3	1	<LOQ	<LOQ	2	<LOQ	2	1	7	4
Indeno(123cd)pyrene	18	8	9	6	1	<LOQ	<LOQ	2	<LOQ	<LOQ	<LOQ	6	4
Dibenz(ah)anthracene	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Benzo(ghi)perylene	19	10	9	8	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	6	4
Total 16 PAHs	12440	8112	3638	1001	477	362	482	544	453	1019	866	7230	6659
Biphenyl	1162	644	231	69	4	6	10	11	9	23	81	416	514
Retene	138	129	71	25	16	7	8	7	5	22	19	207	118
Benzo(b)fluorene	33	27	19	6	3	2	2	2	2	5	4	47	27
Benzo-Naphtho-Thiophene	2	2	1	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2	1
Benzo(ghi)fluoranthene	29	25	17	7	4	2	2	2	3	7	4	43	26
Cyclopenta(cd)pyrene	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Triphenylene	9	7	6	4	3	1	1	3	1	3	2	10	6
Benzo(j)fluoranthene	20	10	7	6	2	3	1	4	2	3	4	7	6
Benzo(e)pyrene	14	8	8	7	2	2	2	4	2	4	2	9	6
Perylene	2	1	1	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2	<LOQ
Dibenz(ac)anthracene	2	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Athanthrene	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Coronene	12	5	5	5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2	<LOQ
Total 28 PAHs	13863	8969	4004	1133	510	384	507	578	477	1087	982	7974	7363

Tabulka 5: Koncentrace PAHs – Žďár nad Sázavou (VYS – ZS) (ng/filtr; 11 28-denních kampaní v roce 2009)

Collection date	2.-30.3.09	30.3.-27.4.09	27.4.-25.5.09	25.5.-22.6.2009	22.6.-20.7.09	20.7.-17.8.09	17.8.-14.9.09	14.9.-12.10.09	12.10.-9.11.09	9.11.-7.12.09	7.12.09-4.1.10
Naphthalene	572	143	84	53	38	65	77	183	1406	2011	2220
Acenaphthylene	14	4	2	2	1	2	5	28	56	224	77
Acenaphthene	84	95	58	25	25	28	23	40	133	178	152
Fluorene	502	214	150	67	67	68	60	139	828	826	971
Phenanthrene	1826	640	496	267	285	258	214	544	2846	2671	2762
Anthracene	61	13	9	7	6	5	8	40	247	236	174
Fluoranthene	611	241	135	85	97	92	74	191	937	831	744
Pyrene	353	126	70	40	44	38	35	120	618	551	427
Benz(a)anthracene	13	10	5	3	2	1	2	6	19	22	17
Chrysene	26	20	8	4	4	3	3	8	39	36	27
Benzo(b)fluoranthene	14	21	5	3	3	2	2	4	10	13	15
Benzo(k)fluoranthene	6	10	3	2	1	<LOQ	1	2	6	6	7
Benzo(a)pyrene	4	12	3	1	<LOQ	<LOQ	1	<LOQ	5	7	7
Indeno(123cd)pyrene	9	17	2	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	4	6	6
Dibenz(ah)anthracene	<LOQ	3	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Benzo(ghi)perylene	10	21	3	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	6	5
Total 16 PAHs	4102	1589	1032	562	574	562	506	1307	7152	7623	7612
Biphenyl	285	80	21	11	9	11	10	28	528	501	587
Retene	112	41	15	8	7	5	5	31	184	215	126
Benzo(b)fluorene	24	8	4	2	2	1	2	6	41	38	29
Benzo-Naphtho-Thiophene	2	3	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2	2	2
Benzo(ghi)fluoranthene	21	9	4	2	2	1	2	7	37	34	26
Cyclopenta(cd)pyrene	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Triphenylene	8	7	3	2	1	1	1	3	9	9	7
Benzo(j)fluoranthene	8	9	3	3	2	1	2	2	10	9	9
Benzo(e)pyrene	8	17	4	3	2	2	2	3	7	9	9
Perylene	1	3	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1	1	1
Dibenz(ac)anthracene	<LOQ	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Athanthrene	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Coronene	6	10	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2	1
Total 28 PAHs	4577	1776	1086	592	599	585	530	1387	7971	8441	8408

Tabulka 6: Koncentrace PAHs – Košetice (ng/filtr; 13 28-denních kampaní v roce 2009)

Collection date	7.1.-4.2.2009	4.2.-4.3.09	4.3.-1.4.09	1.-29.4.09	29.4.-27.5.09	27.5.-24.6.09	24.6.-22.7.09	22.7.-19.8.09	19.8.-16.9.09	16.9.-14.10.09	14.10.-11.11.09	11.11.-9.12.09	9.12.09-6.1.10
Naphthalene	1232	592	284	82	51	37	16	15	40	1545	940	282	1332
Acenaphthylene	31	12	4	2	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	129	48	7	18
Acenaphthene	124	55	26	6	6	5	3	3	5	161	64	34	81
Fluorene	1295	535	209	55	34	22	18	14	33	892	461	234	702
Phenanthrene	3066	1620	673	174	114	67	61	39	74	2981	1177	813	1847
Anthracene	36	14	4	2	1	<LOQ	<LOQ	1	2	240	25	19	35
Fluoranthene	707	443	203	60	39	18	18	12	23	942	323	251	446
Pyrene	283	174	87	26	18	9	9	6	12	572	167	138	189
Benz(a)anthracene	7	5	2	3	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2	17	6	5	6
Chrysene	23	15	9	4	3	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1	37	15	13	15
Benzo(b)fluoranthene	24	15	7	3	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	13	8	4	8
Benzo(k)fluoranthene	7	<LOQ	3	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	7	2	2	3
Benzo(a)pyrene	6	3	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	7	2	1	2
Indeno(123cd)pyrene	13	6	3	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	5	2	2	2
Dibenz(ah)anthracene	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Benzo(ghi)perylene	14	6	4	2	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	7	2	1	2
Total 16 PAHs	6871	3495	1518	421	267	158	126	90	192	7554	3241	1805	4687
Biphenyl	790	323	130	41	22	16	4	3	13	538	320	120	432
Retene	75	51	35	15	7	4	4	3	4	184	73	93	60
Benzo(b)fluorene	19	11	6	2	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	37	11	11	11
Benzo-Naphtho-Thiophene	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Benzo(ghi)fluoranthene	16	11	6	2	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	34	11	11	12
Cyclopenta(cd)pyrene	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Triphenylene	7	4	2	2	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	9	5	3	5
Benzo(j)fluoranthene	11	4	3	3	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	13	4	2	4
Benzo(e)pyrene	10	5	3	2	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	9	4	2	5
Perylene	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Dibenz(ac)anthracene	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Athanthrene	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Coronene	8	3	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Total 28 PAHs	7811	3908	1703	488	302	178	134	96	209	8382	3668	2047	5217

Tabulka 7: Koncentrace PAHs – Svratouch (ng/filtr; 13 28-denních kampaní v roce 2009)

Collection date	7.1.-4.2.09	4.2.-4.3.09	4.3.-1.4.09	1.4.-29.4.09	29.4.-27.5.09	27.5.-24.6.09	24.6.-22.7.09	22.7.-19.8.09	19.8.-16.9.09	16.9.-14.10.09	14.10.-11.11.09	11.11.-9.12.09	9.12.09-6.1.10
Naphthalene	997	322	236	128	91	127	88	224	245	318	793	489	1838
Acenaphthylene	13	12	3	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1	1	11	49	97	29
Acenaphthene	87	38	28	7	7	8	6	10	11	24	64	71	112
Fluorene	657	428	298	64	46	29	34	51	72	141	547	689	993
Phenanthrene	1756	1694	1207	206	204	108	147	168	215	522	1840	3001	3123
Anthracene	27	31	17	3	4	2	2	2	5	20	71	151	105
Fluoranthene	578	645	439	112	98	39	56	74	99	206	762	1401	1008
Pyrene	253	283	201	47	39	18	22	34	48	119	412	848	466
Benz(a)anthracene	23	9	5	4	2	1	1	2	3	6	18	32	16
Chrysene	51	23	18	9	6	2	3	5	7	13	39	65	37
Benzo(b)fluoranthene	49	15	9	9	3	2	2	5	6	7	24	24	24
Benzo(k)fluoranthene	26	6	3	4	1	<LOQ	1	3	4	3	9	11	11
Benzo(a)pyrene	28	3	1	4	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2	2	2	7	9	7
Indeno(123cd)pyrene	49	6	4	3	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1	<LOQ	2	8	8	7
Dibenz(ah)anthracene	4	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Benzo(ghi)perylene	47	6	4	4	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	7	7	7
Total 16 PAHs	4645	3520	2472	604	503	335	363	582	719	1394	4651	6902	7784
Biphenyl	369	188	114	32	18	15	13	28	39	89	332	228	596
Retene	52	62	63	10	15	6	8	11	13	38	142	372	123
Benzo(b)fluorene	19	18	13	3	3	1	1	2	3	8	29	67	29
Benzo-Naphtho-Thiophene	3	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1	2	3	2
Benzo(ghi)fluoranthene	26	18	12	3	3	1	1	3	4	8	29	52	26
Cyclopenta(cd)pyrene	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Triphenylene	15	7	6	4	2	<LOQ	1	3	3	4	11	14	12
Benzo(j)fluoranthene	47	9	5	7	2	<LOQ	1	3	3	3	12	14	13
Benzo(e)pyrene	38	7	5	8	3	1	2	5	7	5	13	13	14
Perylene	5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1	1	1
Dibenz(ac)anthracene	3	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Athanthrene	3	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Coronene	26	2	1	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2	2	2
Total 28 PAHs	5251	3832	2690	671	548	359	390	635	791	1550	5223	7667	8601

Tabulka 8: Koncentrace PAHs – Praha Libuš (ng/filtr; 13 28-denních kampaní v roce 2009)

Collection date	8.1.-5.2.09	5.2.-5.3.09	5.3.-2.4.09	2.-30.4.09	30.4.-28.5.09	28.5.-25.6.09	25.6.-23.7.09	23.7.-20.8.09	20.8.-17.9.09	17.9.-15.10.09	15.10.-12.11.09	12.11.-10.12.09	10.12.09-7.1.10
Naphthalene	3114	1044	288	143	75	2	41	51	69	108	1303	996	2321
Acenaphthylene	83	30	6	5	2	<LOQ	1	<LOQ	2	5	179	71	73
Acenaphthene	305	128	33	28	29	5	20	19	23	28	157	129	150
Fluorene	2165	876	183	125	93	40	65	59	65	111	845	699	999
Phenanthrene	5725	3094	716	404	300	237	235	198	207	410	2629	2354	2780
Anthracene	181	59	8	2	3	4	4	3	4	11	135	106	100
Fluoranthene	1518	971	289	153	109	106	97	78	81	165	820	804	765
Pyrene	777	508	152	74	48	49	39	30	38	88	499	503	397
Benz(a)anthracene	25	15	6	3	1	1	<LOQ	<LOQ	1	3	16	23	14
Chrysene	55	42	20	9	4	4	2	2	3	8	40	46	28
Benzo(b)fluoranthene	54	19	15	5	3	2	1	<LOQ	2	4	7	15	14
Benzo(k)fluoranthene	17	9	6	3	1	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2	6	8	6
Benzo(a)pyrene	16	8	5	2	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1	5	7	5
Indeno(123cd)pyrene	28	14	9	5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	3	7	5
Dibenz(ah)anthracene	2	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Benzo(ghi)perylene	30	15	11	8	<LOQ	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	6	6	4
Total 16 PAHs	14096	6834	1748	968	667	453	505	440	492	946	6650	5774	7662
Biphenyl	1307	511	113	69	18	3	9	8	12	21	492	361	622
Retene	215	165	56	22	19	11	7	5	8	22	167	210	130
Benzo(b)fluorene	51	38	13	4	2	2	1	1	2	5	36	39	28
Benzo-Naphtho-Thiophene	4	3	2	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	3	2	1
Benzo(ghi)fluoranthene	40	32	12	5	2	3	2	1	2	6	32	32	21
Cyclopenta(cd)pyrene	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1	<LOQ	<LOQ
Triphenylene	13	10	6	3	2	2	1	1	1	3	8	11	6
Benzo(j)fluoranthene	24	15	10	6	1	2	<LOQ	<LOQ	1	2	9	8	8
Benzo(e)pyrene	22	12	9	7	1	2	<LOQ	2	1	3	7	10	7
Perylene	3	2	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2	1	1
Dibenz(ac)anthracene	2	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Athanthrene	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Coronene	17	9	6	6	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1	2	1
Total 28 PAHs	15794	7632	1976	1090	713	478	526	458	521	1007	7407	6450	8488

Tabulka 9: Koncentrace OCPs a PCBs – Třebíč (VYS – TR) (ng/filtr; 13 28-denních kampaní v roce 2009)

Collection date	5.1.-2.2.09	2.2.-2.3.09	2.-30.3.09	30.3.-27.4.09	27.4.-25.5.09	25.5.-22.6.2009	22.6.-20.7.09	20.7.-17.8.09	17.8.-14.9.09	14.9.-12.10.09	12.10.-9.11.09	9.11.-7.12.09	7.12.09-4.1.10
PCB 28	1,2	1,5	1,4	5,1	1,6	2,5	1,9	3,5	2,4	1,3	1,6	2,5	2,0
PCB 52	1,3	0,8	1,6	2,1	1,6	3,1	2,2	2,5	2,4	2,6	1,3	1,9	1,6
PCB 101	0,7	0,3	1,2	0,7	2,0	0,8	0,5	1,8	2,0	0,6	0,5	1,8	1,2
PCB 118	<LOQ	<LOQ	0,5	0,3	0,4	0,7	<LOQ	<LOQ	0,8	0,3	0,6	0,4	0,3
PCB 153	0,3	0,3	0,8	1,8	0,7	1,2	0,7	1,2	0,8	1,0	1,1	0,8	0,6
PCB 138	0,3	<LOQ	0,4	0,6	0,6	0,4	0,6	0,6	0,5	0,4	0,8	0,5	0,3
PCB 180	<LOQ	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,2	<LOQ	<LOQ	0,5	0,3	<LOQ	<LOQ
Total PCB	3,8	3,1	6,3	10,9	7,3	9,1	6,1	9,5	8,9	6,7	6,1	8,0	6,1
alpha-HCH	22,7	4,6	5,0	8,8	5,9	3,8	10,0	5,7	1,9	1,4	0,9	1,0	<LOQ
beta-HCH	5,6	1,0	3,7	8,0	4,2	6,9	11,1	11,6	0,8	1,6	3,3	2,3	1,2
gamma-HCH	5,4	5,8	2,9	10,3	11,7	12,4	10,2	7,7	2,1	3,5	6,9	3,4	1,8
delta-HCH	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Total HCH	33,8	11,5	11,6	27,1	21,8	23,2	31,4	25,0	4,9	6,4	11,0	6,7	3,0
o.p'-DDE	0,2	<LOQ	0,2	0,5	0,2	0,3	0,4	0,6	0,3	0,4	0,5	0,3	0,3
p.p'-DDE	1,6	1,9	3,5	5,3	5,6	5,0	6,8	8,2	4,4	4,3	5,7	4,1	2,4
o.p'-DDD	0,2	<LOQ	0,8	0,7	0,2	0,3	0,7	0,8	<LOQ	0,3	0,3	<LOQ	0,2
p.p'-DDD	<LOQ	<LOQ	0,3	0,6	0,2	1,2	0,6	2,9	<LOQ	0,4	0,2	0,4	0,4
o.p'-DDT	0,3	0,3	0,7	1,4	0,9	2,1	0,4	1,1	0,8	0,6	1,6	1,4	0,7
p.p'-DDT	0,6	0,8	0,5	2,7	1,8	3,5	5,9	4,4	1,9	1,1	1,3	0,7	0,8
Total DDT	3,0	3,0	6,1	11,2	8,9	12,4	14,7	18,0	7,4	7,1	9,6	6,9	4,7
PeCB	2,7	1,5	2,3	2,8	1,4	0,9	1,6	2,4	0,7	1,7	3,3	2,5	2,3
HCb	5,6	4,7	5,3	8,2	6,8	8,0	5,4	12,8	6,6	7,2	8,3	6,2	6,6

Tabulka 10: Koncentrace OCPs a PCBs – Jihlava – průmyslová zóna (VYS – JP) (ng/filtr; 13 28-denních kampaní v roce 2009)

Collection date	5.1.-2.2.09	2.2.-2.3.09	2.-30.3.09	30.3.-27.4.09	27.4.-25.5.09	25.5.-22.6.2009	22.6.-20.7.09	20.7.-17.8.09	17.8.-14.9.09	14.9.-12.10.09	12.10.-9.11.09	9.11.-7.12.09	7.12.09-4.1.10
PCB 28	3,5	2,8	2,6	7,0	6,3	4,0	7,5	4,8	2,7	3,1	3,9	1,8	2,4
PCB 52	2,4	1,9	1,5	2,6	2,2	2,9	3,1	4,9	1,9	2,1	2,3	3,2	2,2
PCB 101	1,5	1,3	1,1	1,7	2,3	1,7	2,1	2,8	1,2	0,9	0,6	0,7	<LOQ
PCB 118	<LOQ	<LOQ	0,5	0,5	0,5	1,0	0,7	0,7	0,2	0,5	0,3	0,2	0,2
PCB 153	0,8	0,9	0,2	1,7	1,8	2,1	1,3	1,5	0,6	0,9	1,0	0,6	0,3
PCB 138	0,4	0,3	0,3	1,2	0,8	1,1	0,9	0,6	0,2	0,4	0,4	0,3	<LOQ
PCB 180	<LOQ	0,4	0,2	0,6	0,6	0,4	0,2	<LOQ	<LOQ	0,7	0,5	0,3	<LOQ
Total PCB	8,4	7,5	6,3	15,4	14,4	13,2	15,9	15,3	6,8	8,6	8,8	7,1	5,2
alpha-HCH	9,2	5,5	0,9	11,8	2,4	12,8	2,9	6,0	1,8	2,6	0,8	0,3	0,4
beta-HCH	12,0	<LOQ	4,6	4,8	8,3	7,8	13,2	8,5	0,9	3,0	2,2	2,7	2,1
gamma-HCH	9,8	1,2	10,8	9,6	9,2	21,5	10,2	17,6	2,8	3,5	3,2	3,8	2,1
delta-HCH	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	7,5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Total HCH	31,0	6,7	16,3	26,3	19,8	49,7	26,3	32,1	5,4	9,2	6,2	6,8	4,6
o.p'-DDE	<LOQ	<LOQ	0,3	<LOQ	0,4	0,7	0,4	<LOQ	<LOQ	0,2	0,3	0,3	0,3
p.p'-DDE	2,4	3,2	4,4	4,4	5,4	5,9	6,9	7,5	3,4	4,3	4,9	4,0	2,3
o.p'-DDD	0,2	<LOQ	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	<LOQ	<LOQ	0,4	0,3	<LOQ	0,3
p.p'-DDD	<LOQ	<LOQ	0,6	0,3	0,5	0,4	0,4	<LOQ	0,3	0,4	0,2	0,5	0,4
o.p'-DDT	0,5	0,3	1,2	1,1	0,9	0,9	0,4	1,4	0,2	0,5	1,9	1,8	0,5
p.p'-DDT	0,5	0,6	1,7	1,9	1,6	2,1	2,9	2,6	0,3	0,6	1,7	2,0	0,8
Total DDT	3,6	4,1	8,5	8,0	9,1	10,4	11,5	11,5	4,2	6,3	9,2	8,5	4,7
PeCB	3,8	3,0	2,2	2,2	0,8	1,3	1,5	2,5	0,8	1,4	2,9	2,0	2,4
HCb	8,4	9,9	5,4	7,7	8,0	7,5	9,0	12,5	7,0	8,7	8,8	7,3	8,1

Tabulka 11: Koncentrace OCPs a PCBs – Jihlava – sídliště (VYS – JI) (ng/filtr; 2 28-denní kampaně v roce 2009)

Collection date	5.1.-2.2.09	2.2.-2.3.09
PCB 28	1,5	2,1
PCB 52	1,9	1,3
PCB 101	0,6	0,6
PCB 118	<LOQ	<LOQ
PCB 153	0,4	0,5
PCB 138	0,4	0,3
PCB 180	<LOQ	<LOQ
Total PCB	4,8	4,8
alpha-HCH	17,4	2,0
beta-HCH	10,9	4,4
gamma-HCH	6,9	6,4
delta-HCH	<LOQ	<LOQ
Total HCH	35,3	12,8
o,p'-DDE	<LOQ	0,3
p,p'-DDE	2,2	3,4
o,p'-DDD	<LOQ	<LOQ
p,p'-DDD	0,2	0,3
o,p'-DDT	0,4	0,7
p,p'-DDT	1,0	1,0
Total DDT	3,8	5,6
PeCB	2,4	2,5
HCB	6,4	7,3

Tabulka 12: Koncentrace OCPs a PCBs – Pelhřimov – nemocnice (VYS – PE) (ng/filtr; 13 28-denních kampaní v roce 2009)

Collection date	5.1.-2.2.09	2.2.-2.3.09	2.-30.3.09	30.3.-27.4.09	27.4.-25.5.09	25.5.-22.6.2009	22.6.-20.7.09	20.7.-17.8.09	17.8.-14.9.09	14.9.-12.10.09	12.10.-9.11.09	9.11.-7.12.09	7.12.09-4.1.10
PCB 28	1,0	1,8	1,2	1,8	5,6	4,1	3,1	3,1	1,5	1,7	1,5	2,6	1,0
PCB 52	1,8	0,5	1,7	1,9	1,8	1,3	1,9	1,2	2,1	2,2	1,1	2,0	1,2
PCB 101	0,5	0,2	2,1	1,5	0,5	1,2	0,7	<LOQ	1,5	0,8	0,4	<LOQ	0,2
PCB 118	<LOQ	<LOQ	0,5	0,4	0,4	0,7	0,8	<LOQ	0,2	<LOQ	<LOQ	0,2	0,3
PCB 153	0,5	0,5	0,6	0,7	0,2	0,7	0,7	0,3	0,6	0,8	1,0	0,5	0,6
PCB 138	0,3	0,2	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,2	0,3	0,4	0,5	0,3
PCB 180	<LOQ	<LOQ	0,5	0,6	<LOQ	0,3	0,3	<LOQ	<LOQ	0,3	0,3	0,2	<LOQ
Total PCB	4,1	3,3	7,0	7,3	8,9	8,7	7,8	4,9	6,2	6,1	4,6	6,0	3,5
alpha-HCH	8,0	2,3	6,5	5,6	7,2	4,6	10,2	2,1	2,0	2,2	3,5	4,1	0,4
beta-HCH	6,8	3,6	1,9	8,3	4,0	4,3	9,7	2,8	1,2	2,4	2,3	1,3	1,5
gamma-HCH	9,9	10,9	2,5	14,8	8,7	12,3	13,1	5,2	3,0	3,1	4,5	2,7	1,7
delta-HCH	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Total HCH	24,7	16,8	10,9	28,7	19,9	21,1	33,0	10,1	6,2	7,7	10,2	8,1	3,6
o.p'-DDE	<LOQ	<LOQ	0,2	0,2	<LOQ	0,4	0,5	<LOQ	<LOQ	0,5	0,4	0,3	<LOQ
p.p'-DDE	1,5	2,3	3,1	3,3	4,3	5,0	3,9	2,8	2,3	3,2	6,5	2,9	1,6
o.p'-DDD	<LOQ	<LOQ	0,2	0,3	<LOQ	0,5	0,4	<LOQ	<LOQ	0,2	<LOQ	0,5	0,3
p.p'-DDD	0,2	0,4	0,4	0,3	<LOQ	0,6	0,5	0,6	0,2	0,2	<LOQ	0,2	0,3
o.p'-DDT	0,2	0,3	0,5	0,6	0,6	0,5	0,8	0,8	0,7	0,2	0,9	0,3	0,5
p.p'-DDT	0,8	0,4	0,5	2,3	1,6	2,2	2,3	1,9	0,8	0,5	1,1	0,4	0,8
Total DDT	2,7	3,3	4,9	7,0	6,5	9,3	8,4	6,1	4,0	4,8	9,0	4,6	3,5
PeCB	1,8	1,9	1,5	2,3	0,9	1,0	1,4	0,8	0,8	1,0	1,8	1,9	2,0
HCb	6,3	5,0	5,7	6,4	5,9	5,6	6,1	8,8	6,0	6,9	13,4	5,6	6,0

Tabulka 13: Koncentrace OCPs a PCBs – Žďár nad Sázavou (VYS – ZS) (ng/filtr; 11 28-denních kampaní v roce 2009)

Collection date	2.-30.3.09	30.3.-27.4.09	27.4.-25.5.09	25.5.-22.6.2009	22.6.-20.7.09	20.7.-17.8.09	17.8.-14.9.09	14.9.-12.10.09	12.10.-9.11.09	9.11.-7.12.09	7.12.09-4.1.10
PCB 28	2,2	2,1	1,9	1,4	1,7	2,6	1,0	1,5	2,3	1,9	1,0
PCB 52	1,8	1,9	1,4	2,0	2,2	1,2	1,6	1,7	0,8	1,6	1,5
PCB 101	0,6	2,1	0,6	2,1	2,4	0,6	0,9	1,4	0,8	1,5	0,9
PCB 118	0,5	0,4	<LOQ	0,5	0,6	0,5	<LOQ	0,3	<LOQ	0,3	0,3
PCB 153	0,4	2,0	0,8	0,7	0,8	0,7	0,9	1,3	0,8	1,0	0,7
PCB 138	0,2	1,0	0,6	0,4	0,6	0,5	0,3	0,6	0,4	0,2	0,3
PCB 180	0,2	0,6	<LOQ	0,7	0,3	1,0	0,3	0,4	<LOQ	0,3	0,3
Total PCB	6,0	10,1	5,3	7,7	8,7	7,1	5,0	7,3	5,2	6,8	5,0
alpha-HCH	15,5	10,6	5,4	9,4	3,6	2,4	1,1	2,9	1,7	0,4	0,5
beta-HCH	6,8	6,6	4,4	6,5	9,7	4,8	0,6	2,0	0,9	1,4	1,1
gamma-HCH	7,7	7,4	9,2	7,8	14,9	5,4	1,7	3,3	8,7	5,5	2,8
delta-HCH	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Total HCH	30,0	24,5	19,0	23,7	28,2	12,5	3,5	8,1	11,3	7,3	4,4
o.p'-DDE	0,4	0,4	0,3	0,2	0,3	<LOQ	<LOQ	0,4	<LOQ	0,3	0,2
p.p'-DDE	3,3	3,2	3,5	3,5	3,8	2,6	2,0	3,1	4,6	3,0	2,4
o.p'-DDD	0,3	0,4	0,2	0,3	<LOQ	<LOQ	0,3	0,3	<LOQ	<LOQ	0,2
p.p'-DDD	0,5	0,5	0,2	0,4	0,4	0,4	<LOQ	0,3	0,4	1,1	0,3
o.p'-DDT	0,5	1,5	0,6	1,0	0,7	1,1	0,2	0,3	<LOQ	1,8	0,2
p.p'-DDT	1,6	3,4	1,3	1,8	2,5	2,0	0,4	0,7	1,3	0,7	0,7
Total DDT	6,7	9,4	6,2	7,2	7,8	6,1	2,8	5,1	6,2	6,9	4,0
PeCB	1,6	1,9	1,4	1,4	1,0	2,2	0,7	0,2	2,6	2,4	2,1
HCb	5,7	6,9	8,1	5,6	6,7	9,0	5,9	7,1	9,9	8,2	6,0

Tabulka 14: Koncentrace OCPs a PCBs – Košetice (ng/filtr; 13 28-denních kampaní v roce 2009)

Collection date	7.1.-4.2.2009	4.2.-4.3.09	4.3.-1.4.09	1.-29.4.09	29.4.-27.5.09	27.5.-24.6.09	24.6.-22.7.09	22.7.-19.8.09	19.8.-16.9.09	16.9.-14.10.09	14.10.-11.11.09	11.11.-9.12.09	9.12.09-6.1.10
PCB 28	1,1	1,0	1,4	1,4	1,2	1,3	2,0	0,8	0,9	1,8	2,1	1,9	1,4
PCB 52	1,1	0,8	1,6	0,7	1,2	0,9	2,2	1,0	1,2	0,9	<LOQ	1,9	1,7
PCB 101	0,3	<LOQ	1,0	0,3	0,9	0,9	0,8	0,3	0,5	0,3	0,8	0,4	0,5
PCB 118	<LOQ	0,7	0,6	0,3	0,6	0,6	0,8	0,2	0,2	<LOQ	0,2	0,4	0,5
PCB 153	0,3	1,0	0,2	0,8	0,6	0,6	0,3	0,5	0,5	0,7	0,6	0,6	0,3
PCB 138	<LOQ	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7	0,5	0,3	0,5	0,4	0,4	0,4	<LOQ
PCB 180	<LOQ	0,4	0,4	<LOQ	0,3	0,3	1,1	<LOQ	0,3	0,3	<LOQ	0,2	<LOQ
Total PCB	2,8	4,3	5,6	3,9	5,5	5,2	7,8	3,1	4,2	4,4	4,1	5,9	4,5
alpha-HCH	0,7	0,9	1,6	6,4	5,0	3,6	7,8	3,4	1,4	1,4	0,4	1,3	1,3
beta-HCH	3,1	2,2	3,1	4,1	5,0	3,1	1,1	0,8	1,9	3,1	1,0	1,0	0,7
gamma-HCH	1,1	5,0	4,9	10,5	10,4	6,7	8,3	2,2	2,8	1,8	3,5	2,8	0,9
delta-HCH	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Total HCH	4,9	8,1	9,6	21,1	20,4	13,3	17,2	6,4	6,1	6,4	4,9	5,1	2,9
o.p'-DDE	<LOQ	0,4	<LOQ	<LOQ	0,5	0,2	0,5	<LOQ	0,2	0,3	<LOQ	0,4	<LOQ
p.p'-DDE	1,5	2,1	4,3	4,8	4,7	3,0	3,6	1,9	3,1	4,2	2,9	3,9	1,6
o.p'-DDD	<LOQ	0,4	0,5	0,3	0,4	<LOQ	0,3	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,2	0,7	<LOQ
p.p'-DDD	<LOQ	0,2	0,4	0,4	0,7	0,2	0,8	<LOQ	<LOQ	0,5	0,2	<LOQ	<LOQ
o.p'-DDT	<LOQ	<LOQ	0,4	1,3	0,7	0,7	0,3	0,3	0,2	1,1	0,5	0,6	<LOQ
p.p'-DDT	0,7	1,5	0,5	1,5	2,8	0,5	0,7	0,5	0,4	1,2	0,8	0,8	0,5
Total DDT	2,3	4,6	6,1	8,4	9,8	4,6	6,2	2,6	4,0	7,3	4,7	6,3	2,1
PeCB	2,4	2,3	2,6	2,7	1,4	1,1	3,8	0,6	1,3	2,7	1,9	1,1	1,9
HCB	5,4	5,6	7,6	8,7	7,2	5,7	10,2	4,8	7,7	9,4	7,0	5,7	7,4

Tabulka 15: Koncentrace OCPs a PCBs – Svratouch (ng/filtr; 13 28-denních kampaní v roce 2009)

Collection date	7.1.-4.2.09	4.2.-4.3.09	4.3.-1.4.09	1.4.-29.4.09	29.4.-27.5.09	27.5.-24.6.09	24.6.-22.7.09	22.7.-19.8.09	19.8.-16.9.09	16.9.-14.10.09	14.10.-11.11.09	11.11.-9.12.09	9.12.09-6.1.10
PCB 28	1,1	2,2	2,0	3,4	1,6	2,3	1,4	2,0	1,4	1,9	3,0	1,7	1,5
PCB 52	1,0	2,8	2,1	1,9	2,2	2,9	1,7	2,1	2,1	1,5	1,9	2,0	0,8
PCB 101	1,3	1,4	0,8	0,4	0,9	1,7	0,9	1,2	1,4	1,3	0,7	0,7	0,9
PCB 118	0,5	1,3	2,1	1,1	1,3	1,2	0,8	0,3	0,4	<LOQ	<LOQ	0,4	0,3
PCB 153	0,3	0,8	0,8	0,7	1,1	0,7	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,4
PCB 138	<LOQ	0,3	0,7	1,3	0,5	0,8	0,6	0,4	0,5	0,4	0,6	0,4	0,2
PCB 180	0,4	0,9	0,8	0,7	0,6	1,0	0,5	<LOQ	<LOQ	0,4	<LOQ	0,3	<LOQ
Total PCB	4,7	9,7	9,4	9,4	8,1	10,7	6,8	7,0	6,7	6,4	7,3	6,3	4,2
alpha-HCH	10,1	6,6	8,8	11,5	6,5	8,8	8,2	1,0	1,8	1,2	<LOQ	0,2	0,5
beta-HCH	5,6	8,0	5,2	5,1	5,2	9,7	8,3	0,7	0,9	2,5	2,2	4,1	2,6
gamma-HCH	12,8	19,9	12,6	23,3	18,8	4,4	15,7	2,0	3,9	4,3	2,0	5,2	0,9
delta-HCH	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Total HCH	28,5	34,5	26,7	40,0	30,5	22,9	32,1	3,7	6,6	8,0	4,2	9,5	4,0
o.p'-DDE	0,6	0,9	0,4	0,4	0,5	0,8	0,4	0,2	0,4	0,2	0,2	0,8	<LOQ
p.p'-DDE	3,1	6,5	7,6	7,1	5,0	3,8	5,1	4,2	5,7	4,3	5,0	8,3	2,8
o.p'-DDD	0,4	1,3	<LOQ	0,2	0,6	0,6	0,9	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
p.p'-DDD	0,4	1,7	0,6	0,8	0,5	0,7	0,5	0,3	0,4	0,4	0,8	0,4	<LOQ
o.p'-DDT	0,8	2,6	0,7	1,3	1,4	1,0	0,8	1,0	0,5	0,4	0,2	<LOQ	<LOQ
p.p'-DDT	0,5	4,2	3,8	5,4	1,6	2,1	2,6	1,1	0,4	0,6	0,8	0,5	0,5
Total DDT	5,7	17,2	13,2	15,2	9,7	8,9	10,4	6,8	7,3	6,0	7,1	9,8	3,3
PeCB	2,8	6,1	3,6	3,3	3,2	3,1	0,3	0,6	1,0	1,5	2,4	1,8	3,7
HCb	7,0	16,2	14,3	11,9	14,7	9,5	10,0	6,3	8,4	9,1	8,8	11,1	10,6

Tabulka 16: Koncentrace OCPs a PCBs – Praha Libuš (ng/filtr; 13 28-denních kampaní v roce 2009)

Collection date	8.1.-5.2.09	5.2.-5.3.09	5.3.-2.4.09	2.-30.4.09	30.4.-28.5.09	28.5.-25.6.09	25.6.-23.7.09	23.7.-20.8.09	20.8.-17.9.09	17.9.-15.10.09	15.10.-12.11.09	12.11.-10.12.09	10.12.09-7.1.10
PCB 28	1,5	4,1	2,8	5,0	2,9	2,0	3,5	3,8	1,5	2,1	2,4	2,7	1,0
PCB 52	2,3	1,4	2,5	1,3	1,7	1,6	2,1	3,6	1,7	2,1	1,9	2,7	1,4
PCB 101	0,2	0,8	1,5	1,6	2,2	1,3	1,3	2,3	1,2	1,7	0,3	1,8	0,9
PCB 118	<LOQ	1,2	0,5	0,4	0,4	0,5	1,1	0,9	<LOQ	0,6	0,4	0,7	0,3
PCB 153	0,7	1,7	1,4	1,5	1,1	0,6	1,6	1,5	0,7	1,2	1,3	0,8	0,6
PCB 138	0,4	1,3	0,7	0,8	0,6	0,8	0,9	0,8	0,3	0,8	0,5	0,6	<LOQ
PCB 180	<LOQ	1,1	0,6	0,7	0,3	0,5	0,4	0,9	<LOQ	0,9	0,3	0,5	<LOQ
Total PCB	5,1	11,7	10,1	11,3	9,1	7,2	10,9	13,7	5,4	9,6	7,2	9,8	4,2
alpha-HCH	10,0	2,1	1,6	4,5	5,3	3,4	5,5	8,7	1,2	2,3	1,8	1,6	0,2
beta-HCH	4,1	0,5	3,5	19,0	1,9	7,7	2,5	5,0	0,5	1,3	3,4	5,4	56,8
gamma-HCH	4,7	0,9	9,5	11,1	4,1	12,3	7,0	5,6	2,8	3,3	5,5	3,8	0,2
delta-HCH	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Total HCH	18,8	3,5	14,6	34,6	11,3	23,4	15,0	19,2	4,6	7,0	10,7	10,8	57,2
o,p'-DDE	0,3	0,3	0,2	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	<LOQ	0,3	<LOQ	0,4	<LOQ
p,p'-DDE	1,8	2,1	3,1	5,0	3,4	3,9	4,2	4,5	2,1	3,9	4,0	3,3	1,8
o,p'-DDD	0,2	<LOQ	0,4	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,3	<LOQ
p,p'-DDD	<LOQ	0,7	0,4	0,6	0,3	0,4	0,3	0,4	<LOQ	0,2	0,4	0,3	0,5
o,p'-DDT	<LOQ	1,0	0,9	1,3	0,4	0,3	0,6	0,8	<LOQ	0,5	1,1	0,5	<LOQ
p,p'-DDT	0,4	2,3	1,0	1,5	0,7	1,6	1,1	1,3	0,3	0,6	1,1	0,9	0,7
Total DDT	2,6	6,3	6,0	9,6	5,5	7,0	7,1	7,8	2,4	5,5	6,6	5,7	3,1
PeCB	1,9	2,0	1,5	1,7	1,1	1,4	1,2	1,7	0,9	1,1	2,9	2,0	3,2
HCB	6,7	6,6	6,0	9,3	6,6	6,4	6,8	9,5	5,9	8,0	9,8	6,9	9,0

6. ZÁVĚRY

V rámci tohoto projektu byly provedeny celoroční odběry volného ovzduší na pěti lokalitách kraje Vysočina (2009). Pro referenční srovnání byly k výsledkům monitoringu zařazeny 3 lokality Košetice, Svratouch a Praha - Libuš.

Koncentrace polycyklických aromatických uhlovodíků vykazují na všech lokalitách typický sezónní průběh se zimními hodnotami vyššími oproti letním. Koncentrace na sledovaných sedmi lokalitách jsou díky průmyslovým zdrojům v letním období několikanásobně vyšší než na referenčních pozadových stanicích (nejvyšší hladina byla naměřena v průmyslové zóně Jihlava), v zimním období se však koncentrace PAHs na obou typech stanic vyrovnávají, zřejmě zejména vlivem lokálních domácích topenišť. Nejvyšší naměřené hladiny se v zimním období pohybovaly kolem $15 \mu\text{g PUF}^{-1}$, což je asi 150 ng m^{-3} . Nejvyšších koncentrací dosahoval fenantren, fluoranten, fluoren a pyren.

Oproti tomu koncentrace PCBs mají opačnou sezónní variabilitu. Vzhledem k tomu, že hlavním zdrojem jejich atmosférických hladin je vypařování z primárních i sekundárních zdrojů (kontaminovaných půd či omítek), jejich koncentrace stoupají s rostoucí teplotou. Tento trend je výraznější na městských lokalitách v blízkosti zdrojů (průmyslová zóna Jihlava, Pelhřimov) než na lokalitách pozadových (Košetice, Svratouch). Nejvyšší hladina PCBs (15 ng PUF^{-1} , to je asi 150 pg m^{-3}) byla naměřena v průmyslové zóně Jihlava. Těkávé kongenery, zejména PCB 28, PCB 52, případně PCB 101, byly naměřeny v nejvyšších koncentracích.

Nejvyšší hladiny hexachloryklohexanu byly naměřeny ze stejných důvodů také v letním období, v tomto případě však byly sezónní trendy nejvýraznější na lokalitách venkovských, zejména na pozadové stanici Košetice. To zřejmě souvisí s přítomností kontaminovaných zemědělských půd, které jsou hlavním zdrojem atmosférických koncentrací HCHs. Na všech lokalitách v kraji Vysočina bylo – narozdíl od referenčních lokalit Košetice a Praha–Libuš – pozorováno zvýšení koncentrací HCHs v první polovině roku. To zcela smazalo sezónní trend a způsobilo, že koncentrace ve druhé polovině roku jsou odlišné od koncentrací v první polovině, a to několikanásobně nižší. Nasvědčuje to tomu, že v první polovině roku mohl působit v kraji nějaký lokální, časově omezený, zdroj HCHs (rekultivace skládky, likvidace staré zátěže?). Tento koncentrační průběh nebyl v roce 2008 pozorován. Nejvyšší koncentrace HCHs dosahovaly $35\text{--}40 \text{ ng PUF}^{-1}$ ($350\text{--}400 \text{ pg m}^{-3}$).

Podobná situace se opakuje pro DDT a jeho metabolity, letní maxima jsou nevýraznější v Košeticích, Pelhřimově, Jihlavě a Třebíči. Nejvyšší letní hodnoty ($15\text{--}20 \text{ ng PUF}^{-1}$, tj. $150\text{--}200 \text{ pg m}^{-3}$) byly naměřeny opět v Třebíči, přičemž v nejvyšších koncentracích bylo vždy detekováno *p,p*-DDE.

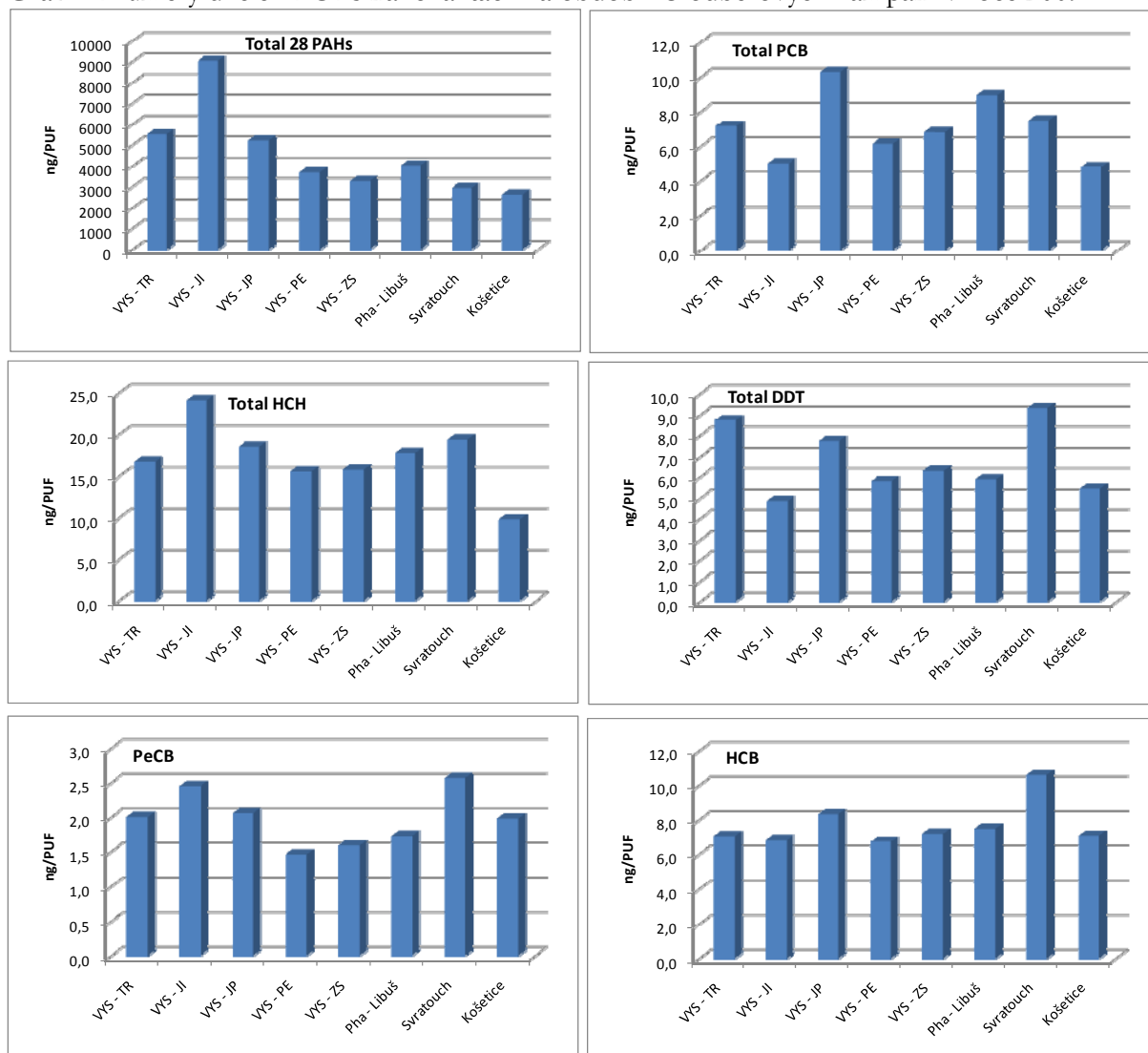
U hexachlorbenzenu se projevuje jeho velká volatilita a tím i mobilita v prostředí. Dalším efektem působícím na jeho hladiny v prostředí je diverzita jeho zdrojů (těkání z půd, průmysl, spalování). Nevýrazná maxima pozorovatelná v podzimním období pravděpodobně souvisí se zemědělskými pracemi a s tím souvisejícím těkáním z kontaminovaných půd. Poměrně uniformní jsou i hladiny pentachlorbenzenu jako degradačního produktu HCB, v tomto případě lze na některých lokalitách pozorovat mírné letní snížení hodnot.

Tabulka 17: Souhrnné průměry pro jednotlivé POPs za celé období monitoringu 2009 (ng/PUF)

	VYS - TR	VYS - JI	VYS - JP	VYS - PE	VYS - ZS	Pha - Libuš	Svratouch	Košetice
Total 16 PAHs	4972	8087	4718	3331	2967	3635	2653	2342
Total 28 PAHs	5525	9052	5225	3683	3272	4045	2943	2632
Total PCB	7,2	5,0	10,3	6,1	6,8	8,9	7,5	4,8
Total HCH	16,8	24,2	18,6	15,6	15,8	17,8	19,4	9,8
Total DDT	8,7	4,9	7,8	5,8	6,3	5,9	9,4	5,5
PeCB	2,0	2,5	2,1	1,5	1,6	1,7	2,6	2,0
HCB	7,1	6,9	8,3	6,8	7,2	7,5	10,6	7,1

Tyto průměrné hodnoty jsou pak znázorněny v grafech:

Graf 1: Průměry dílčích POPs na lokalitách za období 13 odběrových kampaní v roce 2009



Z grafů je zřejmé, že zatímco nejvyšší průměrné roční koncentrace polyaromatických uhlovodíků, polychlorovaných bifenylů a kongenerů hexachlorcyklohexanu byly naměřeny v Jihlavě, nejvyšší průměrné roční koncentrace DDT a jeho metabolitů, hexa- a pentachlorbenzenu byly detekovány ve Svratouchu.

7. DOPORUČENÍ

Ve studii zatížení volného ovzduší kraje Vysočina perzistentními organickými látkami byl v roce 2009 ve srovnání s předchozím rokem snížen počet lokalit ze sedmi na čtyři. Bylo vypuštěno město Humpolec, a dále pak průmyslová zóna v Pelhřimově a lokalita Jihlava – sídliště. Na zbylých lokalitách lze konstatovat, že studie neprokázala zásadní problémy. Pro většinu sledovaných látek byly nejvyšší koncentrace detekovány v průmyslových zónách a nejnižší na pozadových lokalitách, nicméně mezi hladinami atmosférických persistentních organických polutantů naměřenými na 4 zatížených a 3 referenčních lokalitách není extrémní rozdíl.

V dalším období doporučujeme udržet v dlouhodobém horizontu monitoring volného ovzduší na zbylých čtyřech lokalitách, které reprezentativně pokrývají území kraje Vysočina (Jihlava, Pelhřimov, Třebíč, Žďár) a spolu se dvěma referenčními pozadovými lokalitami v sousedních regionech dávají dobrou informaci o prostorové i časové variabilitě kontaminace ovzduší organickými polutanty. Tyto lokality je možné zařadit je to celostátní monitorovací síť MONET, což umožní porovnání regionálních výsledků v celostátním, ale také celoevropském měřítku a zároveň sledování dlouhodobých trendů v kontaminaci ovzduší persistentními organickými polutanty. Z hlediska dlouhodobého rozvoje kraje doporučujeme dlouhodobě sledovat některou z rozvíjejících se průmyslových zón oproti rezidenčním oblastem a pozadovým lokalitám.

V roce 2010 běží monitoring kraje Vysočina v nezměněné podobě, pro rok 2011 doporučujeme zařadit vybrané lokality v kraji do evropského projektu MONAIRNET zaměřeného na porovnání kontaminace ovzduší perzistentními organickými látkami v příhraničních oblastech České republiky a Rakouska. To umožní další úroveň hodnocení informací o kvalitě životního prostředí v kraji Vysočina.

8. LITERATURA

- BREIVIK, K, ALCOCK, R, LI, YF, BAILEY, RE, FIEDLER, H, and PACYNA, JM 2004: Primary sources of selected POPs: regional and global scale emission inventories. *Environ. Pollut.* 128: 3-16.
- BUEHLER, SS, BASU, I, and HITES, RA 2001: A comparison of PAH, PCB, and pesticide concentrations in air at two rural sites on Lake Superior. *Environ. Sci. Technol.* 35: 2417-2422.
- CIGANEK, M, RASZYK, J, KOHOUTEK, J, ANSORGOVA, A, SALAVA, J, and PALAC, J 2000: Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs, nitro-PAHs, oxy-PAHs), polychlorinated biphenyls (PCBs) and organic chlorinated pesticides (OCPs) in the indoor and outdoor air of pig and cattle houses. *Vet. Med.* 45: 217-226.
- ELJARRAT, E, and BARCELO, D 2003: Priority lists for persistent organic pollutants and emerging contaminants based on their relative toxic potency in environmental samples. *Trac-Trends Anal. Chem.* 22: 655-665.
- Čupr, P., Škarek, M., Bartoš, T., Cigánek, M., and Holoubek, I.: Health risk assessment case study: Workplace air in cattle and pig farms in the Czech Republic. *ACTA Vet. Brno* 2005, 74.
- EPA 1989: Assessment Guidance for Superfund, Volume I, Human Health Evaluation Manual, (Part A). Office of Emergency and Remedial Response, US Environmental Protection Agency. Washington, DC EPA/540/1-89/002.
- EPA 1991a: Risk Assessment Guidance for Superfund, vol. I, Human Health Evaluation Manual. Part B. Development of Risk-based Preliminary Remediation Goals (Interim). Office of Emergency and Remedial Response, US Environmental Protection Agency. Washington, DC 9285.7-01B.
- EPA 1991b: Role of the Baseline Risk Assessment in Superfund Remedy Selection Decisions. Office of Solid Waste and Emergency Response, US Environmental Protection Agency. Washington, DC OSWER Directive 9355.0-30.
- EPA 1996a: Soil Screening Guidance: Technical Background Document (TBD). Office of Emergency and Remedial Response, US Environmental Protection Agency. Washington, DC EPA/540/R-95/128.
- EPA 1996b: Soil Screening Guidance: User's Guide. Office of Emergency and Remedial Response, US Environmental Protection Agency. Washington, DC EPA/540/R- 96/018, 2nd ed.
- HALSALL, CJ, LEE, RGM, COLEMAN, PJ, BURNETT, V, HARDINGJONES, P, and JONES, KC 1995: Pcb's in Uk Urban Air. *Environ. Sci. Technol.* 29: 2368-2376.
- HOLOUBEK, I, ADAMEC, V, BARTOS, M, CERNA, M, CUPR, P, BLAHA, K, DEMNEROVA, K, DRAPAL, J, HAJŠLOVÁ, J, HOLOUBKOVÁ, I, JECH, L, KLANOVA, J, KOHOUTEK, J, KUZILEK, V, MACHALEK, P, MATEJU, V, MATOUSEK, J, MATOUSEK, M, MEJSTRIK, V, NOVAK, J, OCELKA, T, PEKAREK, V, PETIRA, K, PROVAZNIK, O, PUNCOCHAR, M, RIEDER, M, RUPRICH, J, SANKA, M, TOMANIOVA, M, VACHA, R, VOLKA, K, and ZBIRAL, J 2003: Enabling Activity to Facilitate Early Action on the Implementation on Persistent Organic Pollutants (POPs) in the Czech Republic. RECETOX - TOCOEN & Associates. Brno TOCOEN REPORT No. 249.
- HOLOUBEK, I, KOCAN, A, HOLOUBKOVA, I, KOHOUTEK, J, and FALANDYSZ, J 1999: Persistent, bioaccumulative and toxic chemicals in central and eastern European countries - State-of-the-art report. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 6: 183-183.
- ISO 11348 (1998): Water quality -- Determination of the inhibitory effect of water samples on the light emission of *Vibrio fischeri* (Luminescent bacteria test).
- JONES, AP 1999: Indoor air quality and health. *Atmos. Environ.* 33: 4535-4564.
- KIM, MK, KIM, SY, YUN, SJ, LEE, MH, CHO, BH, PARK, JM, SON, SW, and KIM, OK 2004: Comparison of seven indicator PCBs and three coplanar PCBs in beef, pork, and chicken fat. *Chemosphere* 54: 1533-1538.
- PALUS, J, RYDZYNSKI, K, DZIUBALTOWSKA, E, WYSZYNSKA, K, NATARAJAN, AT, and NILSSON, R 2003: Genotoxic effects of occupational exposure to lead and cadmium. *Mutat. Res. Genet. Toxicol. Environ. Mutagen.* 540: 19-28.
- SWEENEY, LM, SHEETS, BA, TOMLJANOVIC, C, and GROSECLOSE, RD 2000: Industrial health risk assessment for routine workers in a military paint shop. *Hum. Ecol. Risk Assess.* 6: 643-670.
- TUCEK, M, KRYSL, S, MAXA, K, MOHYLUK, I, SEBEROVA, E, SINGH, R, TENGLEROVA, J, TOPOLCAN, O, and WEYAND, E 1998: Some aspects of health risk assessment of manufactured gas plant. *Toxicology Letters* 95: 91.
- TURCI, R, SOTTANI, C, SPAGNOLI, G, and MINOIA, C 2003: Biological and environmental monitoring of hospital personnel exposed to antineoplastic agents: a review of analytical methods. *J. Chromatogr. B* 789: 169-209.
- WCISLO, E, IOVEN, D, KUCHARSKI, R, and SZDZUJ, J 2002: Human health risk assessment case study: an abandoned metal smelter site in Poland. *Chemosphere* 47: 507-515.