



Centrum pro výzkum
toxických látek
v prostředí



Národní centrum
pro perzistentní
organické polutanty

Environmentální polutanty v ovzduší města Napajedel, srpen 2014 - říjen 2015

Environmental Pollutants in Ambient Air of Napajedla City, August 2014 - October 2015

Anotace: Zpráva shrnuje výsledky ročního monitoringu ovzduší prováděného pomocí pasivních vzorkovačů na dvou místech na území města Napajedel. Byly sledovány koncentrace PAU, PCB a OCP v průmyslové zóně Slavia a na pozadové lokalitě poblíž centra města.

Anotation: Report summarizes results of year-long ambient air monitoring in Napajedla city. Passive air samplers were deployed. Concentrations of PAHs, PCBs and OCPs were observed on industrial area Slavia and on background locality near the city center.

Klíčová slova: venkovní ovzduší, pasivní vzorkování, Napajedla, PAU, PCB

Key words: ambient air, passive sampling, Napajedla, PAHs, PCBs

AUTORSKÝ TÝM:

Mgr. Ing. Jiří Kohoutek
RNDr. Petra Přibylová, Ph.D.
Mgr. Ondřej Audy
Mgr. Zdenka Bednářová
RNDr. Pavel Čupr, Ph.D.
Prof. RNDr. Jana Klánová, Ph.D.



Brno
prosinec 2015
RECETOX report No. 561

Citation: Kohoutek, J., Přibylová, P., Audy, O., Bednářová, Z., Čupr, P., Klánová, J.: Environmental Pollutants in Ambient Air of Napajedla City, August 2014 - October 2015, Research Centre for Toxic Compounds in the Environment (RECETOX), Masaryk University, Brno, December 2015, 30 pages, RECETOX report No. 561.

1. OBSAH

1.	OBSAH.....	1
2.	ÚVOD.....	2
2.1	SLEDOVANÉ ŠKODLIVINY	2
2.1.1	<i>Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU).....</i>	2
2.1.2	<i>Polychlorované bifenyly (PCB).....</i>	3
2.1.3	<i>Organochlorové pesticidy (OCP).....</i>	3
2.1.4	<i>Hexachlorbenzen (HCB).....</i>	4
2.1.5	<i>Pentachlorbenzen (PeCB).....</i>	4
3.	MATERIÁL A METODY.....	6
3.1	ODBĚRY VZORKŮ.....	6
3.1.1	<i>Výběr odběrových lokalit.....</i>	6
3.1.2	<i>Napajedla - MŠ Komenského (ZL-N).....</i>	7
3.1.3	<i>Napajedla - průmyslová zóna Slavia (ZL-NS).....</i>	8
3.2	METODA PASIVNÍHO VZORKOVÁNÍ OVZDUŠÍ.....	9
3.2.1	<i>Vzorkovač s polyuretanovou pěnou (PUF) jako odběrovým médiem.....</i>	10
3.3	CHEMICKÁ ANALÝZA.....	11
4.	VÝSLEDKY.....	12
4.1	POLYCYKLICKÉ AROMATICKÉ UHLOVODÍKY (PAU)	12
4.2	POLYCHLOROVANÉ BIFENYLY (PCB).....	17
4.3	ORGANOCHLOROVÉ PESTICIDY (OCP)	21
4.4	HEXACHLORBENZEN (HCB)	24
4.5	PENTACHLORBENZEN (PeCB)	24
5.	ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ	25
PŘÍLOHA 1: TABULKY NAMĚŘENÝCH HODNOT		27

2. ÚVOD

Cílem této studie realizované od srpna 2014 do října 2015 bylo stanovení obsahu vybraných environmentálních polutantů - polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU), polychlorovaných bifenylů (PCB), organochlorových pesticidů (OCP), pentachlorbenzenu (PeCB) a hexachlorbenzenu (HCB) na dvou lokalitách na území města Napajedel. Jedná se o pokračování obdobné studie realizované od srpna 2013 do září 2014, které by mělo potvrdit a případně i zpřesnit výsledky zjištěné v předchozím období. Odběry pasivními vzorkovači opět probíhaly kontinuálně, takže postihly jak letní sezónu s minimálním množstvím emisí ze spalovacích zdrojů, tak i období nejhorších rozptylových podmínek s potenciálně nejvyšším výskytom atmosférických polutantů souvisejících se zimní topnou sezónou.

2.1 SLEDOVANÉ ŠKODLIVINY

Sledované látky byly vybrány s ohledem na platnou legislativu a mezinárodní konvence (UN/ECE CLRTAP Protokol o persistentních organických polutantech - POPs a UNEP/IFCS POPs Protokol). Z polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU) bylo sledováno 16 sloučenin dle seznamu prioritních polutantů US EPA a dalších vybraných 13 sloučenin z této skupiny látek. Z polychlorovaných bifenylů byly stanovovány indikátorové kongenery PCB 28, 52, 101, 118, 153, 138 a 180 (dle seznamu prioritních polutantů US EPA). Dále byly stanovovány organické chlorované pesticidy jako DDT a jeho metabolity (DDE, DDD), HCHs (α , β , γ , δ), HCB a PeCB.

2.1.1 Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)

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

Molekuly PAU 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 PAU nerozpustné ve vodě, což znamená, že jsou vázány na částice minerálních či organických materiálů v půdě. Při normálních teplotách jsou v pevném skupenství, zejména PAU se třemi a více benzenovými jádry. V přítomnosti slunečního záření dochází u PAU k fotooxidaci, která je ovšem pomalejší u sorbovaných PAU. Díky dobré rozpustnosti v tucích mají silnou tendenci k bioakumulaci, ale nedochází k jejich bioobohacování, neboť jsou poměrně rychle metabolizovány.

Osud PAU v prostředí je ovlivněn jejich fyzikálně-chemickými vlastnostmi, které jsou obecně podmíněny molekulovou hmotností. PAU s nižší molekulovou hmotností jsou pohyblivé v prostředí, zatímco PAU s molekulovou hmotností vyšší jsou relativně nepohyblivé vzhledem k vyšším molekulovým objemům a extrémně nízké těkavosti a rozpustnosti. Doba setrvání PAU v různých částech prostředí je různá v závislosti na vlastnostech dané sloučeniny a na vlastnostech prostředí.

PAU jsou řazeny mezi perzistentní organické polutanty s širokým rozsahem rozpustnosti ve vodě, volatility a tendence ke kumulaci v abiotických složkách prostředí (sorpce 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.

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. PAU v plynné fázi začínají od teploty cca 150 °C kondenzovat na prachové částice a proto je vysoké procento vzdušných PAU vázáno na prachové částice.

2.1.2 Polychlorované bifenyl (PCB)

PCB je skupina chemických sloučenin zahrnující celkem 209 kongenerů. V životním prostředí má 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, sádry apod.). V dnešní době se již PCB 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 PCB v prostředí). Zdroje však mohou být i jiné, např. spalovny odpadu. Významným zdrojem (cca 15%) je uvolňování z materiálů, které jsou PCB kontaminovány, např. půda či sedimenty. Navíc část již vyrobeného 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 tato vlastnost řadí mezi polutanty nejodolnější vůči degradaci a silně se v prostředí akumulují. Jsou rozšířeny ve všech složkách prostředí - v půdě, povrchových vodách, vzduchu i sedimentech. V životním prostředí dochází k jejich frakcionaci na základě struktury molekuly. PCB s jedním chlorem jsou schopné dálkového transportu, naopak ty, které mají 8-9 chlorů, zůstávají deponovány blíže u zdroje.

U vysoce perzistentních látek jako jsou PCB 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 PCB (90%) do atmosféry díky zpětné recirkulaci. Jsou rozpustné v tucích a potravním řetězcem se dostávají až ke člověku, přičemž cestou dochází k výraznému bioobhacování.

2.1.3 Organochlorové pesticidy (OCP)

Organochlorované pesticidy jsou extrémně perzistentní a byly dříve velmi široce užívány. Obvykle jsou mezi ně zahrnovány izomery hexachlorcyklohexanu (HCH), DDT a jeho metabolity (DDD, DDE) a HCB.

Dichloriddifenyltrichloretan (-dichloretylen) (DDT)

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 ekotoxicických 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, část DDT v půdách pochází také ze skládek. Do vod a sedimentů se DDT dostalo přímo z pesticidních postříků 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 povrchu částic. Velká část DDT, které se dostává do vody z půdy je tedy vázána na částice a dochází k jeho depozici do sedimentů. Ve vzduchu je v současnosti nižší koncentrace DDT díky jeho dlouhodobému nepoužívání, přesto může být ve vzduchu přítomno díky zpětnému uvolňování z půdy a povrchových vod. DDE je hlavní degradační produkt DDT. I on se v půdě adsorbuje na povrchu částic.

Hexachlorcyklohexan (HCH)

Hexachlorcyklohexan se vyskytuje v pěti stereoisomerech. 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.

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 organického uhlíku 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.

2.1.4 Hexachlorbenzen (HCB)

HCB byl v minulosti využíván 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 také jako vedlejší produkt při výrobě chlorovaných rozpouštědel, některých pesticidů, PVC apod. Důležitým zdrojem HCB jsou vysokoteplotní procesy, jako spalování komunálního odpadu, plastů, PCB, metalurgické procesy, požáry.

HCB je distribuován ve všech složkách prostředí, protože je silně mobilní a rezistentní vůči degradaci. Z vody či půdy se může vypařovat do vzduchu a díky čisticím dostávat do sedimentu. Tam může být "uvězněn" díky převrstvení dalšími vrstvami. HCB je v půdě částečně vázán sorpcí a částečně mobilní. Je velmi rezistentní 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.

2.1.5 Pentachlorbenzen (PeCB)

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 (Quintozone), v němž se vyskytoval jako znečišťující příměs. Dnes se pentachlornitrobenzen vyrábí jinou metodou bez použití pentachlorbenzenu. 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.

Přírodní zdroj emisí pentachlorbenzenu neexistuje. Všechny emise do prostředí jsou tedy antropogenní. Pentachlorbenzen se může vyskytovat v odpadních vodách z papíren, celulózky, železáren, oceláren, ropných rafinerií, chemických továren, skládeku 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. Dále se může uvolňovat při spalování komunálního odpadu (pokud jsou přítomny organochlorové látky nebo současně uhlvodíkové 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 agrochemikalií a podobné objekty.

Za aerobních podmínek (vzduch, povrchová voda) se může pentachlorbenzen rozkládat, v anaerobním prostředí je však poměrně perzistentní. Může se proto kumulovat v hloubce uložených sedimentech a půdách. Ve vodách dochází k jeho biodegradaci, ve vrchních vrstvách vody se rozkládá i fotodegradaci. 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.

3. MATERIÁL A METODY

3.1 Odběry vzorků

3.1.1 Výběr odběrových lokalit

V období srpen 2014 až říjen 2015 bylo realizováno patnáct 28-denních pasivních odběrů volného ovzduší na dvou lokalitách na území města Napajedel, stejných jako v předchozím roce:

Napajedla - MŠ Komenského,
Napajedla - průmyslová zóna Slavia.

Pro porovnání byly do této zprávy, obdobně jako v roce 2014, zahrnutý i výsledky pasivního vyzorkování ovzduší na pozadových lokalitách Košetice (stanice ČHMÚ) a Praha - Libuš (areál ČHMÚ) za stejné sledované období.

V případě Košetic se jedná o lokalitu umístěnou v prostoru měřiště na pozemku meteorologické stanice ČHMÚ Košetice, která je zařazena do sítě EMEP. Stanice se nalézá na návrší cca 1 km východně od nejbližší obce. Automobilová doprava v nejbližším okolí je minimální. Možnými zdroji znečištění jsou antropogenní vlivy (lokální toopeniště v okolních obcích) a prašnost z okolních zemědělských pozemků. Lokalita je hodnocena jako pozadová a reprezentuje zemědělskou venkovskou oblast.

Lokalita se nachází v areálu ČHMÚ Praha - Libuš, Generála Šišky 942, Praha 4. Vzorkovač umístěn ve výšce 1,5 m nad zatravněnou plochou měřiště. Možnými zdroji znečištění jsou především antropogenní vlivy (spalovací procesy, doprava). Lokalita je hodnocena jako městská pozadová stanice.

3.1.2 Napajedla - MŠ Komenského (ZL-N)

Poloha lokality určená pomocí GPS:	severní šířka	N 49,17056
	východní délka	E 17,51632
	nadmořská výška	216 m

Lokalita se nachází v areálu zahrady MŠ Napajedla, Komenského 1159. Vzorkovač byl umístěn na konstrukci oplocení jižně před budovou školky cca 2 m nad travnatým povrchem (viz foto). Jedná se o městskou pozadovou lokalitu. Na imisní koncentrace sledovaných škodlivin mohou mít vliv především lokální spalovací zdroje (domácí topeníště v okolní zástavbě, případně volné pálení větví a dalšího spalitelného materiálu v okolních zahradách).



3.1.3 Napajedla - průmyslová zóna Slavia (ZL-NS)

Poloha lokality určená pomocí GPS:

severní šířka	N 49,16275
východní délka	E 17,50981
nadmorská výška	182 m

Lokalita se nachází na jihozápadním okraji města Napajedla, na území průmyslové zóny Slávia, pod ulicí 2. května. Vzorkovač byl umístěn na zatravněném náspu cca 3 m nad terénem v areálu firmy FeMarket, která se zabývá především sběrem a sekundární tavnou hliníku (viz foto). Jedná se o městskou průmyslovou lokalitu. Kromě průmyslové činnosti mohou mít na imisní koncentrace škodlivin vliv místní doprava a především domácí topeníště.



3.2 Metoda pasivního vzorkování ovzduší

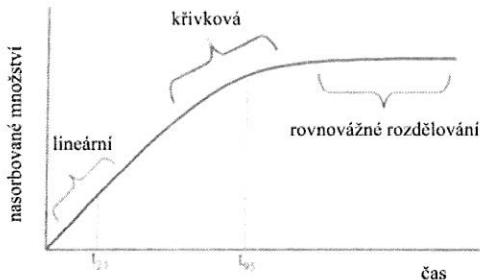
Potřeba pravidelných měření koncentrací polutantů v ovzduší na různých lokalitách a monitorovacích studiích na různých úrovních od bezprostředního okolí lokálních bodových zdrojů až po kontinentální měřítko inspirovala vývoj nových metod pro monitorování kvality ovzduší. K nim patří zejména různé varianty pasivních vzorkovačů. Jde o zařízení, která mohou být použita na celé řadě lokalit současně, což nabízí nové možnosti při přípravě rozsáhlých 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 rychlosť 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. Stanovení koncentrace ve vzduchu je pak odvozeno z kalibrace založené na paralelním aktivním a pasivním vzorkování nebo na použití referenčních látek.

Pasivní zařízení jsou ve své funkci velice jednoduchá. K odběru vzorku dochází prostřednictvím samovolné difuze 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. Nejsou tedy vhodné pro sledování rychlých změn znečištění ovzduší. K jejich hlavním 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, rychlosť 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 je komplikováno také tím, že je 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 rychlosťí větru závisí na jeho typu a konstrukci. Při jednoduchém uspořádání pasivního vzorkovače je rychlosť 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.

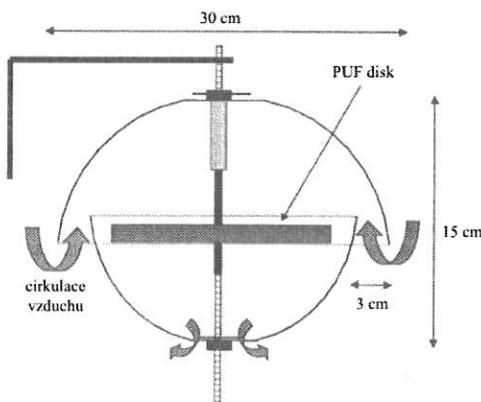
Příjem chemických látek při pasivním vzorkování je z počátku lineární v čase, poté nabude křívkového charakteru a nakonec může dojít k nastolení rovnováhy mezi atmosférickou plynnou fází a vzorkovacím médiem (obrázek 1). Stanovení atmosférických koncentrací z dat získaných pasivním vzorkováním je tedy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

3.2.1 Vzorkovač s polyuretanovou pěnou (PUF) jako odběrovým médiem

Pasivní vzorkovač ovzduší 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 disku. Vnější průměr větší misky je 30 cm, menší misky 24 cm. Mezera mezi nimi o velikosti cca 3 cm umožňuje průchod vzduchu k povrchu vzorkovacího média - polyuretanové pěny. Všechny části vzorkovače jsou vyrobeny z nerezové oceli. PUF disk je umístěn uprostřed mezi miskami (obrázek 2). Tento design umožňuje tlumit vlivy rychlosti větru na sorpci škodlivin a chrání vzorkovací médium proti atmosférickým srážkám, usazování hrubých částic a ultrafialovému záření, které by mohlo rozkládat sledované sloučeniny.



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

Pro pasivní vzorkování persistentních organických polutantů (POPs) se jako sorpční médium používají disky z bílé, nebarvené polyuretanové pěny (PUF disk). Polyuretanová pěna je vzorkovací médium běžně používané v tradičních aktivních vzorkovacích zařízeních a její chování je velmi dobře popsáno. I pro delší expoziční časy vzorkování na PUF disky probíhá v lineární části sorpční křivky. Používané PUF disky jsou kruhového tvaru, tloušťky 15 mm a průměru 150 mm, před umístěním do vzorkovače jsou čistěny extrakcí 8 hodin v acetonu a 8 hodin v dichlormetanu příp. jiných organických rozpouštědlech (toluen, metanol) v závislosti na typu analýzy a zejména na druhu a typu měřených látek. Po extrakci jsou disky vysušeny a do jejich středu je umístěna vycíštěná nerezová trubička délky 1,5 cm sloužící k jejich upevnění 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 týdny (28 dnů). Empirickými měřeními byla stanovena přibližná rychlosť sorpce škodlivin přítomných v plynné fázi na $7 \text{ m}^3/\text{den}$, což odpovídá zhruba 200 m^3 při 28-denním vzorkovacím cyklu. Při vhodných instrumentálních detekčních limitech a nízkých hodnotách slepých vzorků (tzv. blanků) je za těchto podmínek možná detekce mnoha skupin POPs.

3.3 Chemická analýza

Analýzy vzorků ovzduší na obsahy vybraných látek dle US EPA byly provedeny v akreditovaných laboratořích Centra pro výzkum toxicitých látek v prostředí (RECETOX) podle platných standardních operačních postupů metodou plynové chromatografie s hmotnostně-spektrometrickou detekcí (GC-MS).

Exponované filtry z pasivních vzorkovačů (PUF) byly analyzovány za účelem identifikace a kvantitativního stanovení několika skupin POPs látek:

- šestnáct základních PAU dle seznamu prioritních polutantů US EPA (naftalen, acenaftylen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, pyren, benzo[*a*]antracen, chrysen, benzo[*b*]fluoranten, benzo[*k*]fluoranten, benzo[*a*]pyren, indeno[1,2,3-*c,d*]pyren, dibenz[*a,b*]antracen a benzo[*g,h,i*]perylen). Tato základní sada byla dále rozšířena o dalších 13 sloučenin typu PAU (bifenyl, reten, benzo[*b*]fluoren, benzo-nafto-thiofen, benzo[*g,h,i*]fluoranten, cyklopenta[*od*]pyren, triofenylen, benzo[*j*]fluoranten, benzo[*e*]pyren, perylen, dibenz[*a,c*]antracen, antantren a koronen).
- sedm indikátorových PCB: PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 153, PCB 138 a PCB 180.
- pesticidní látky na bázi HCH (*alfa*-HCH, *beta*-HCH, *gamma*-HCH (známý pod komerčním názvem lindan) a *delta*-HCH) a DDT (*p,p'*DDT, *p,p'*DDE, *p,p'*DDD, *o,p'*DDT, *o,p'*DDE, *o,p'*DDD).
- HCB a PeCB.

V každé sérii analýz byly zpracovány také odběrové a laboratorní blanky. Stejným způsobem byl analyzován i referenční materiál. Výtežnost metody byla sledována pomocí standardního přídavku PCB 30 a PCB 185 pro stanovení PCB a OCP, a značených derivátů naftalen D8, fenantren D10 a perylen D12 pro stanovení PAU. PCB 121 a terfenyl sloužily jako vnitřní standardy.

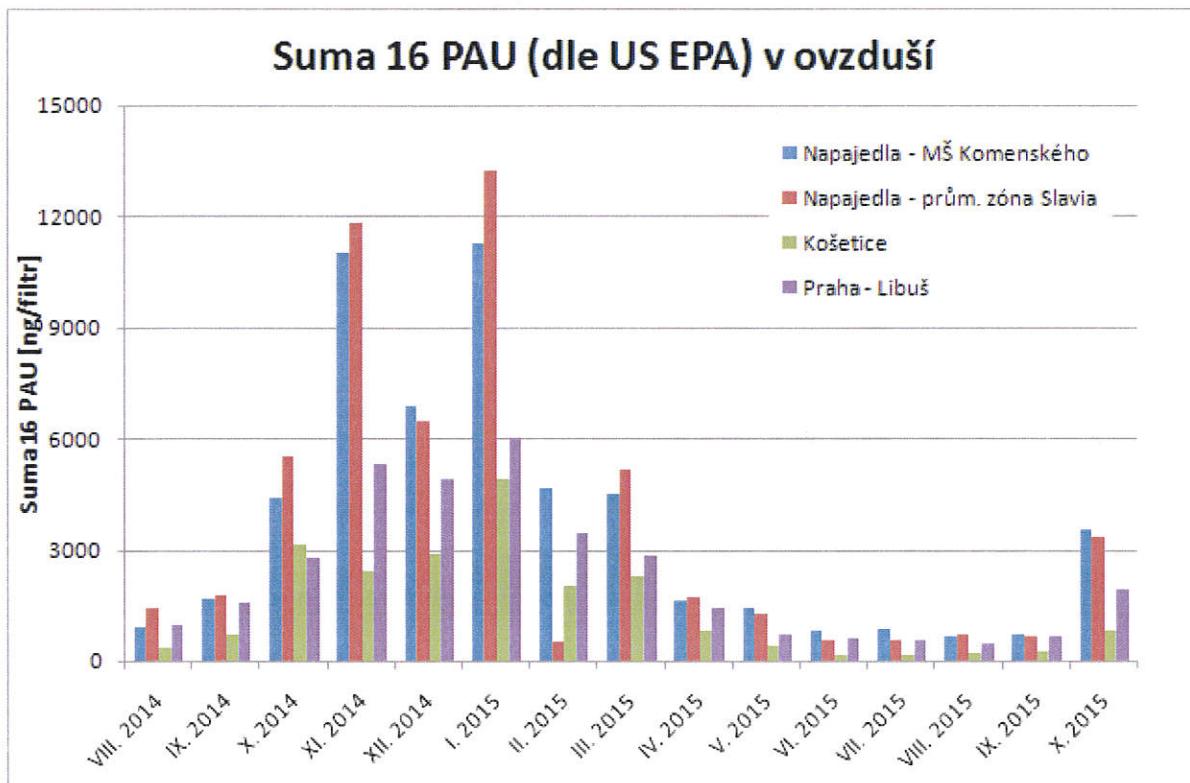
4. VÝSLEDKY

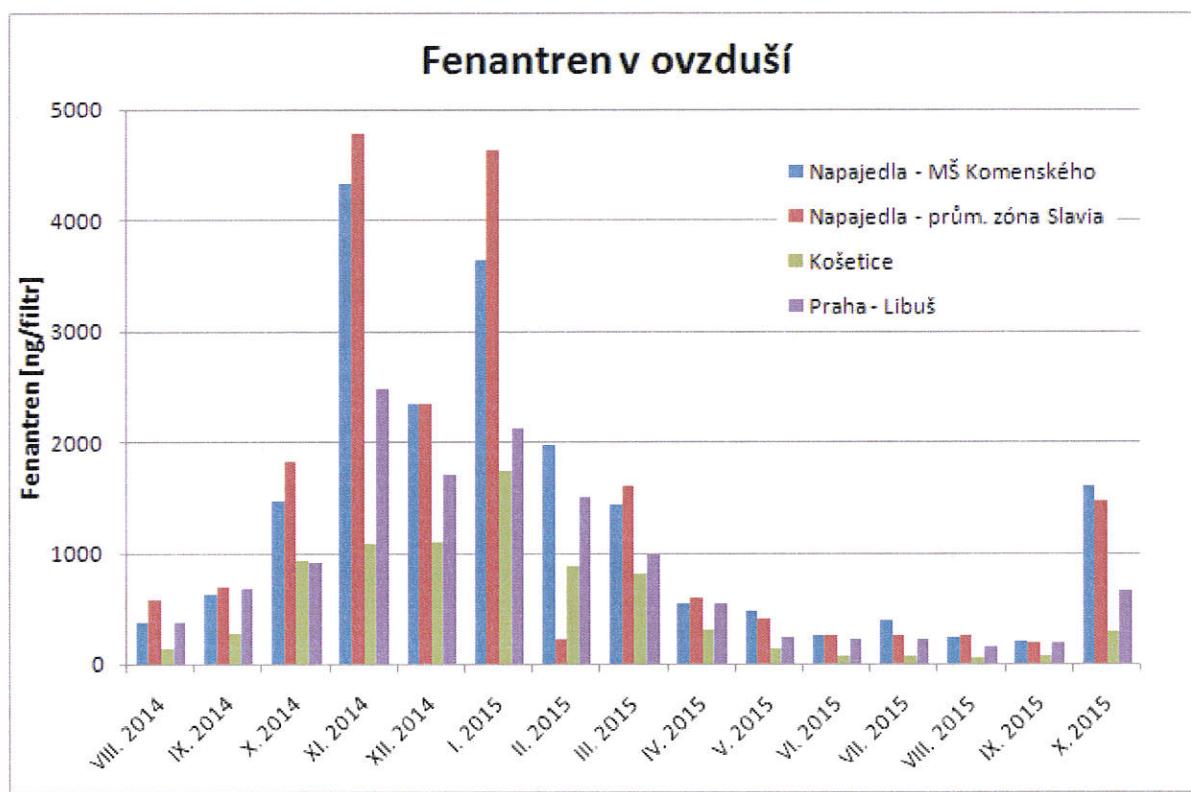
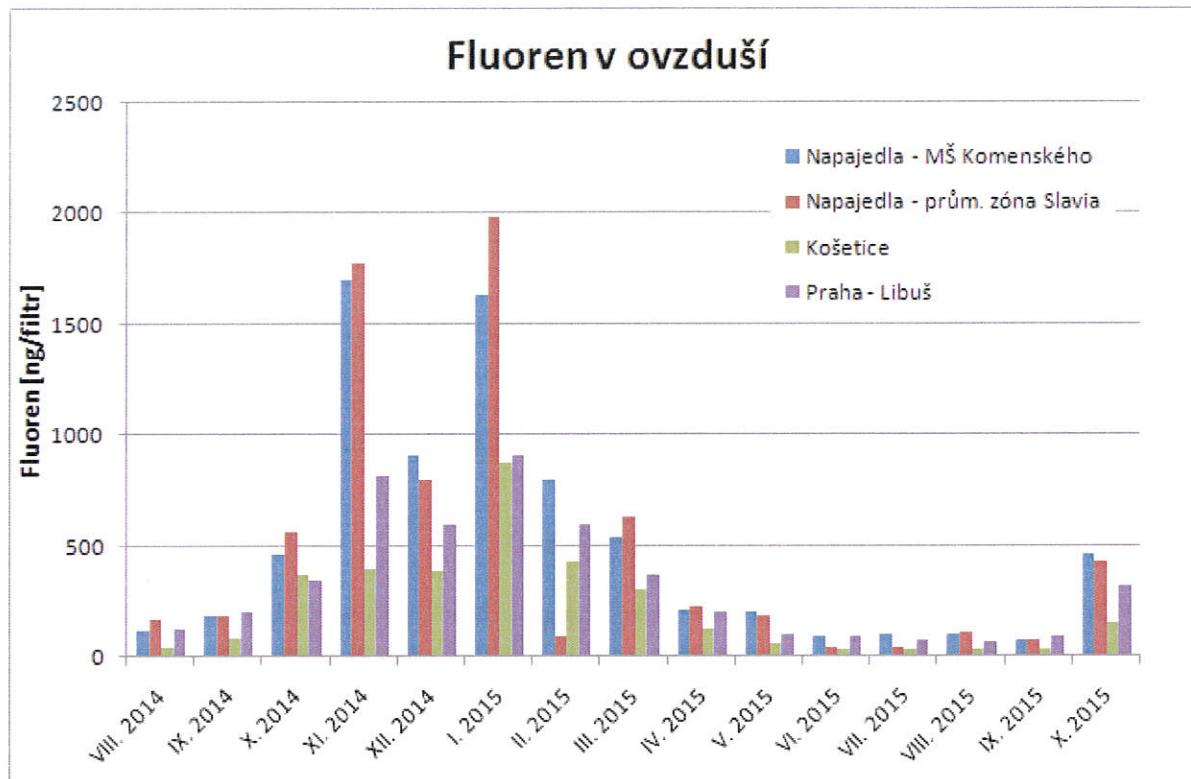
Výsledky druhé etapy dlouhodobého sledování obsahu vybraných environmentálních polutantů pasivními vzorkovači na dvou lokalitách na území města Napajedel jsou přehledně shrnutы grafickou formou do celkem 25 grafů. Ty obsahují také data získaná na srovnávacích pozadových lokalitách v rámci ČR - Košetice (venkovská pozadová stanice nacházející se v areálu observatoře ČHMÚ) a Praha - Libuš (městská pozadová stanice nacházející se rovněž v areálu ČHMÚ), jejichž podrobnější charakteristika je uvedena v kapitole 3.1.1.

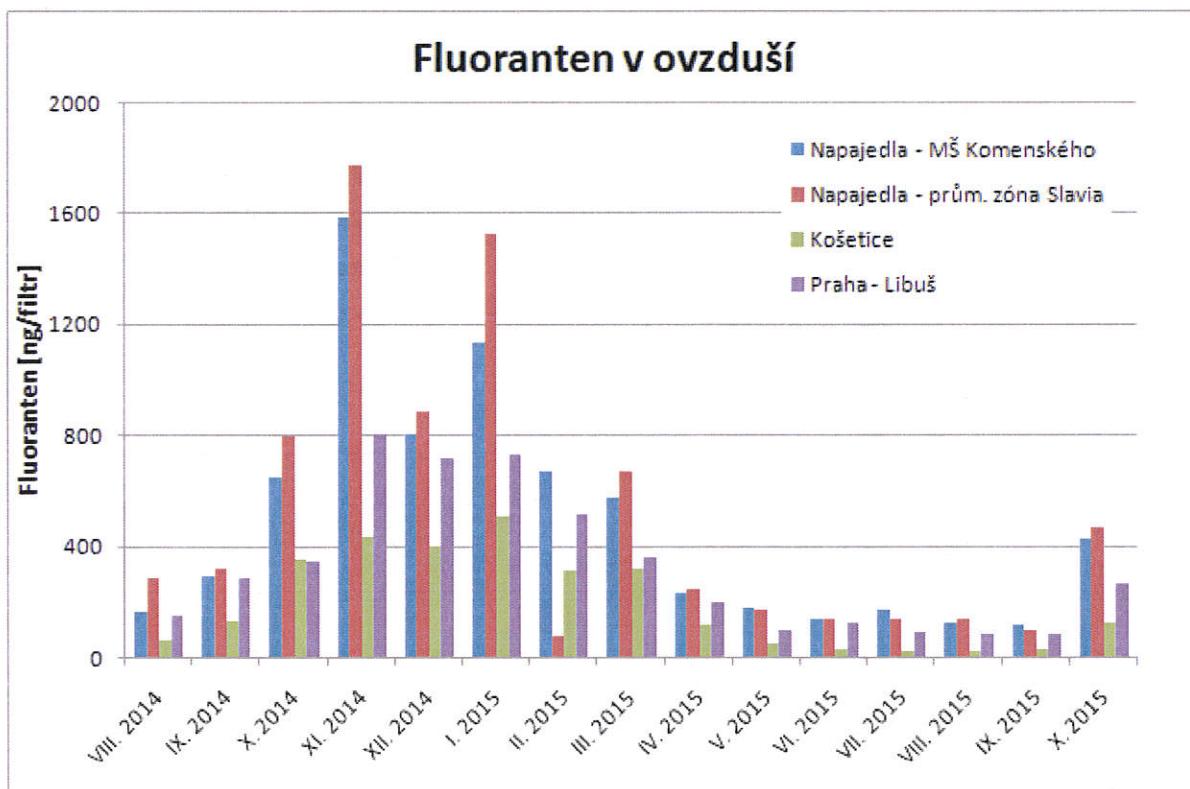
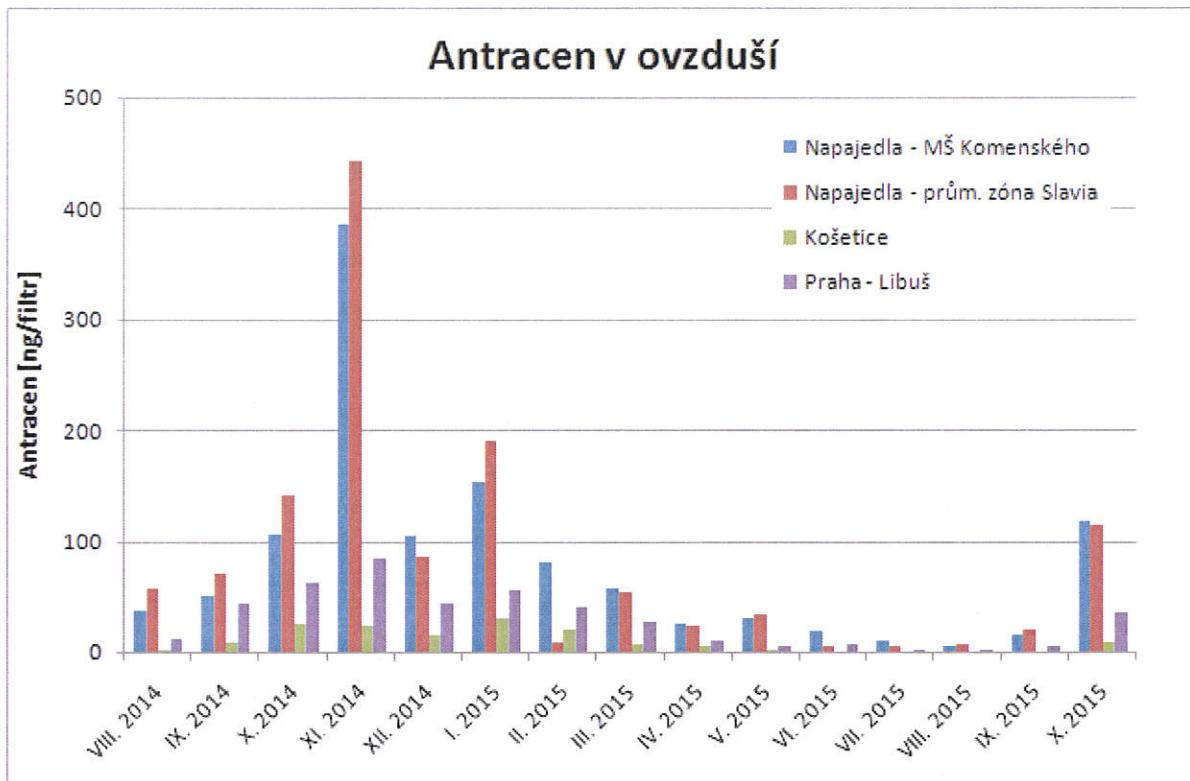
Grafy obsahují data získaná za 15 vzorkovacích kampaní od srpna 2014 do října 2015. Při posuzování těchto grafů je třeba mít na paměti, že se jedná o screeningovou metodu vhodnou především pro semikvantitativní srovnání různých lokalit s výhodou malé citlivosti ke krátkodobým náhodným změnám koncentrace polutantů. Všechny koncentrace jsou proto uváděny v **ng/filtr**.

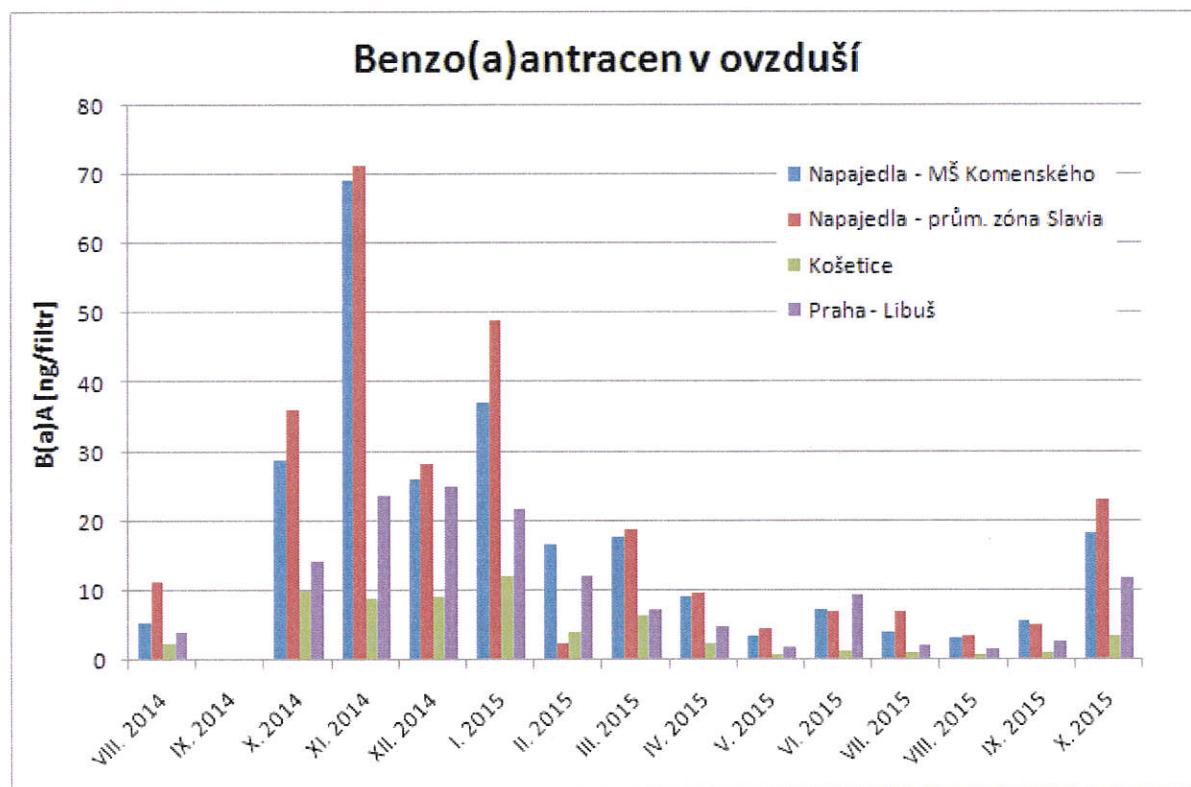
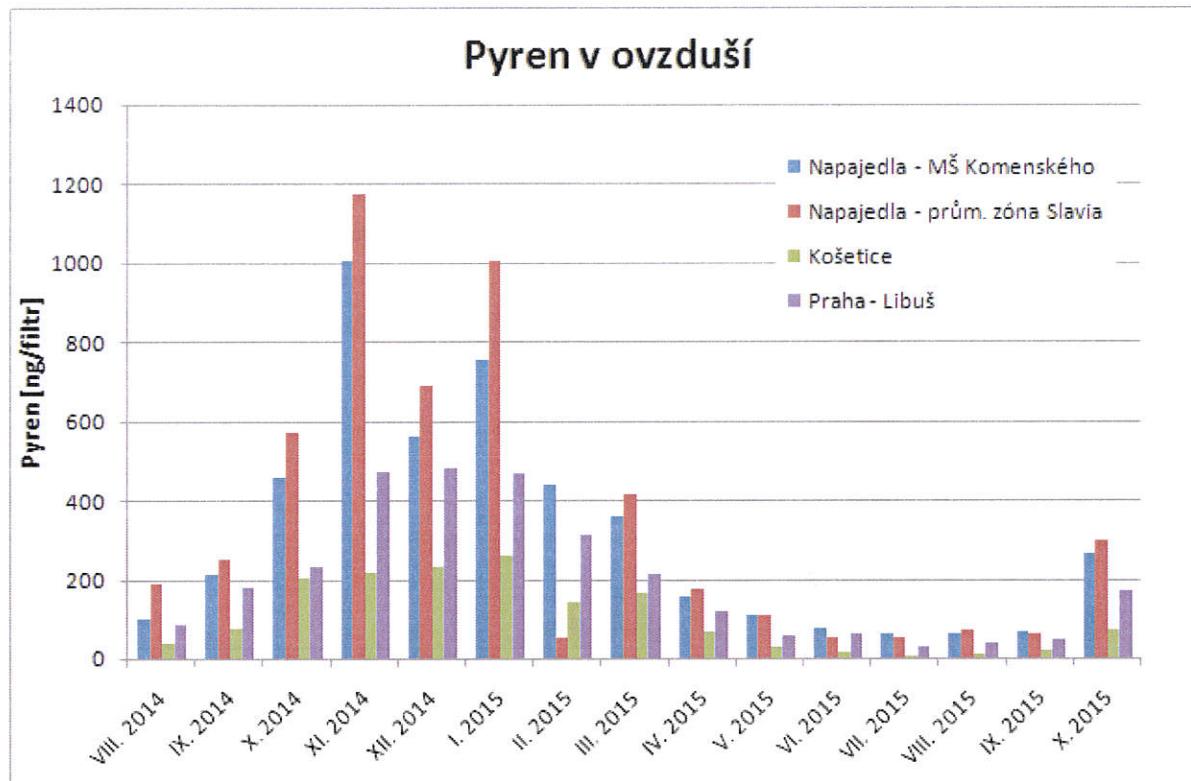
4.1 Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)

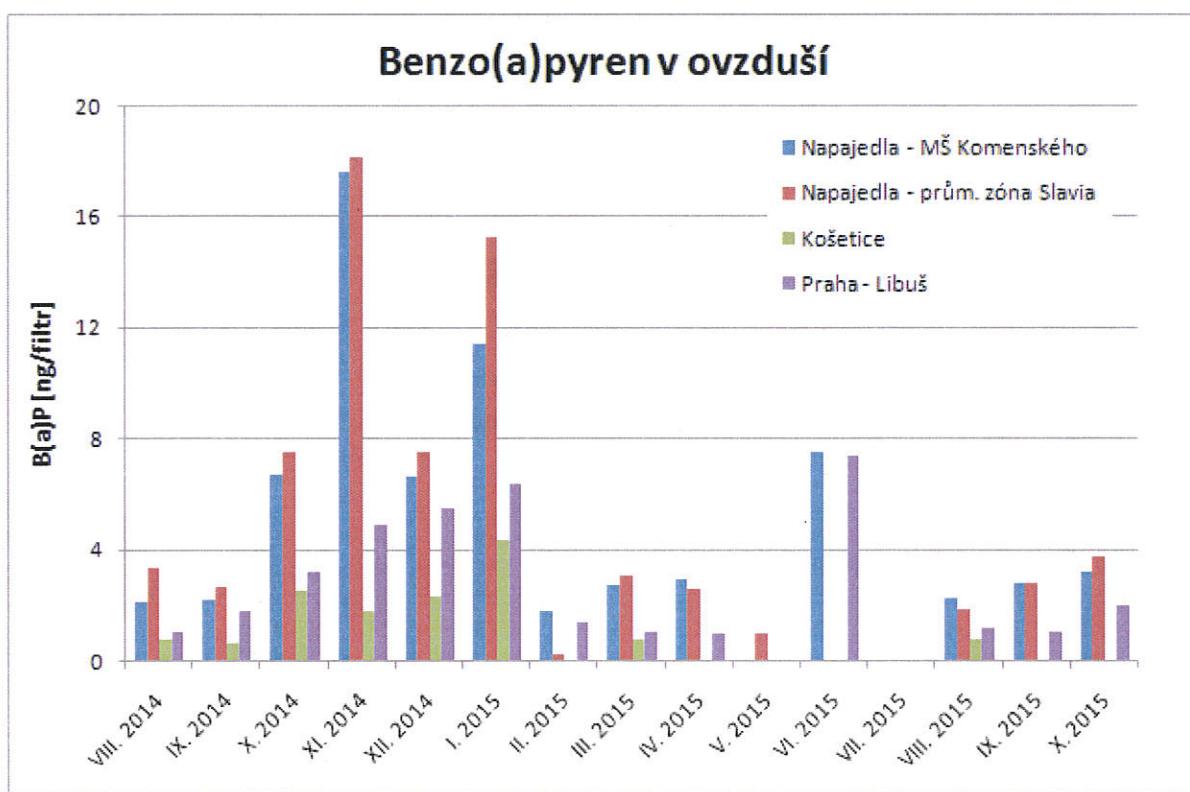
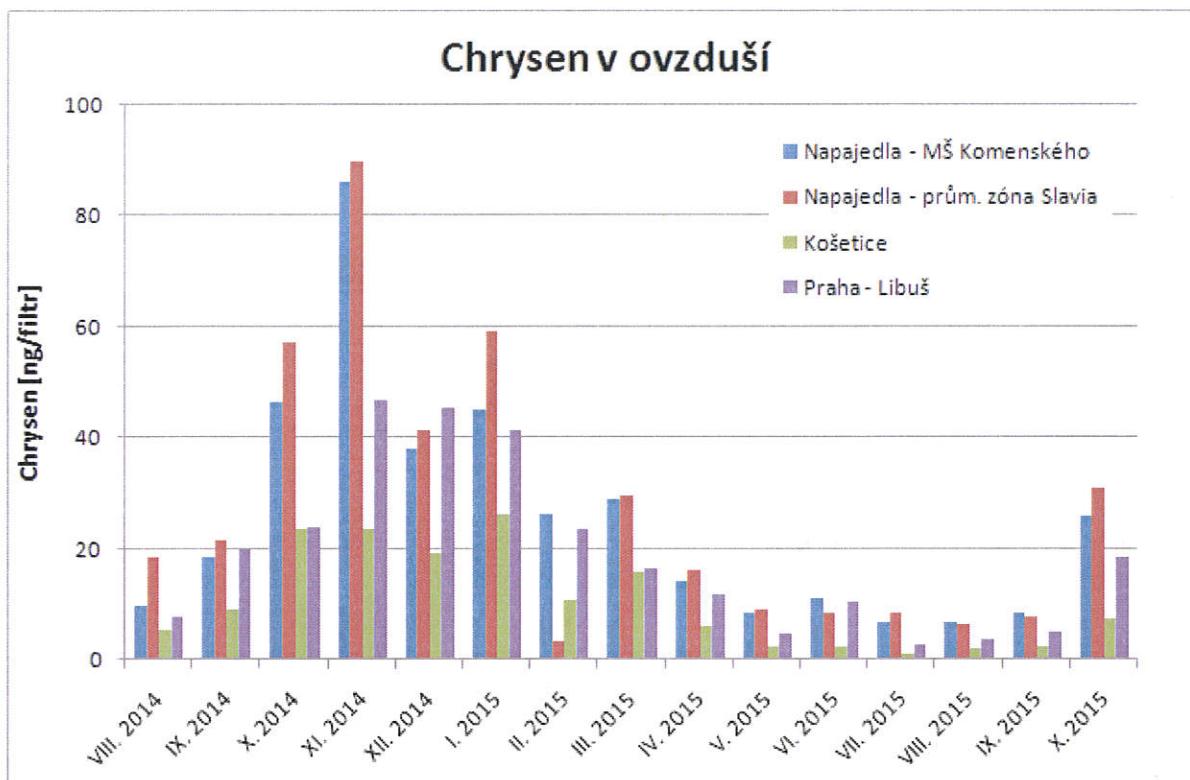
Graficky byla zpracována suma 16 PAU dle seznamu prioritních polutantů US EPA a dále osm vybraných zástupců skupiny PAU samostatně. Z nich prvních pět se v ovzduší vyskytuje především v plynné fázi (fluoren, fenantron, antracen, fluoranten a pyren), další dva jsou zástupci skupiny vyskytující se již z větší části vázané na prachové částice (benzo(a)antracen a chrysen), poslední z nich (benzo(a)pyren) se v ovzduší nalézá téměř výhradně ve formě sorbované na prachových částicích.





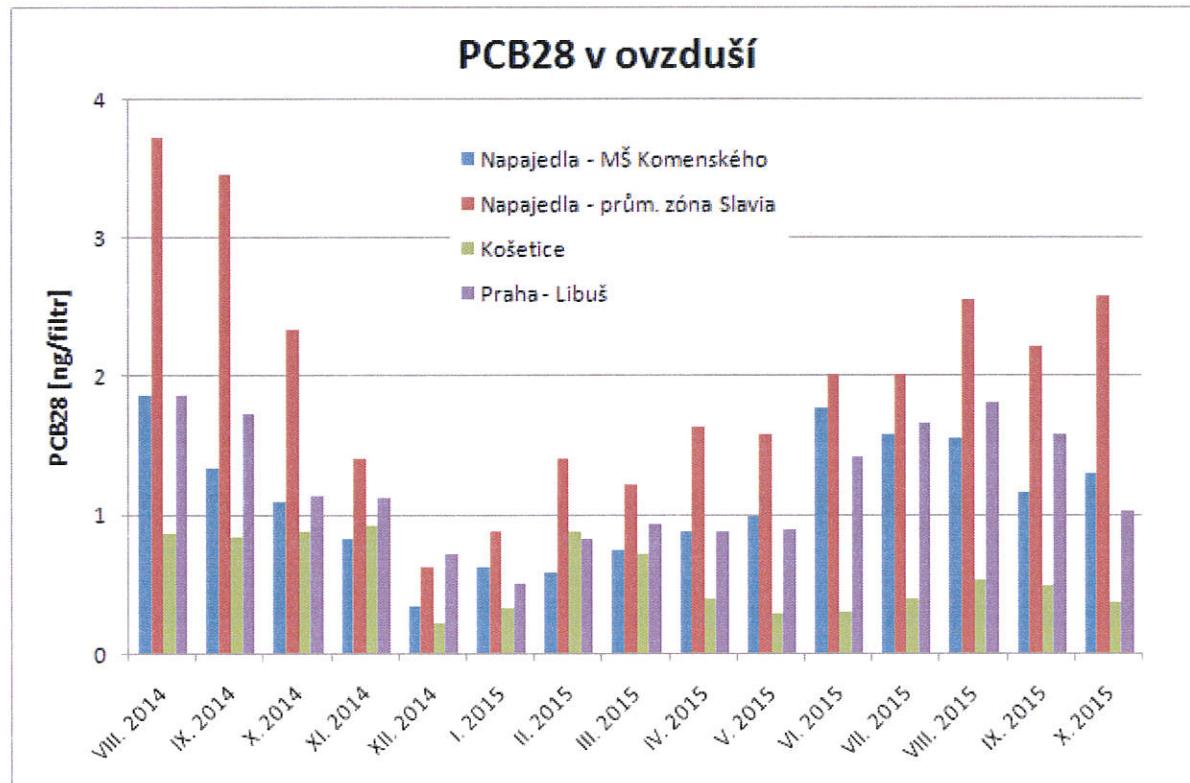
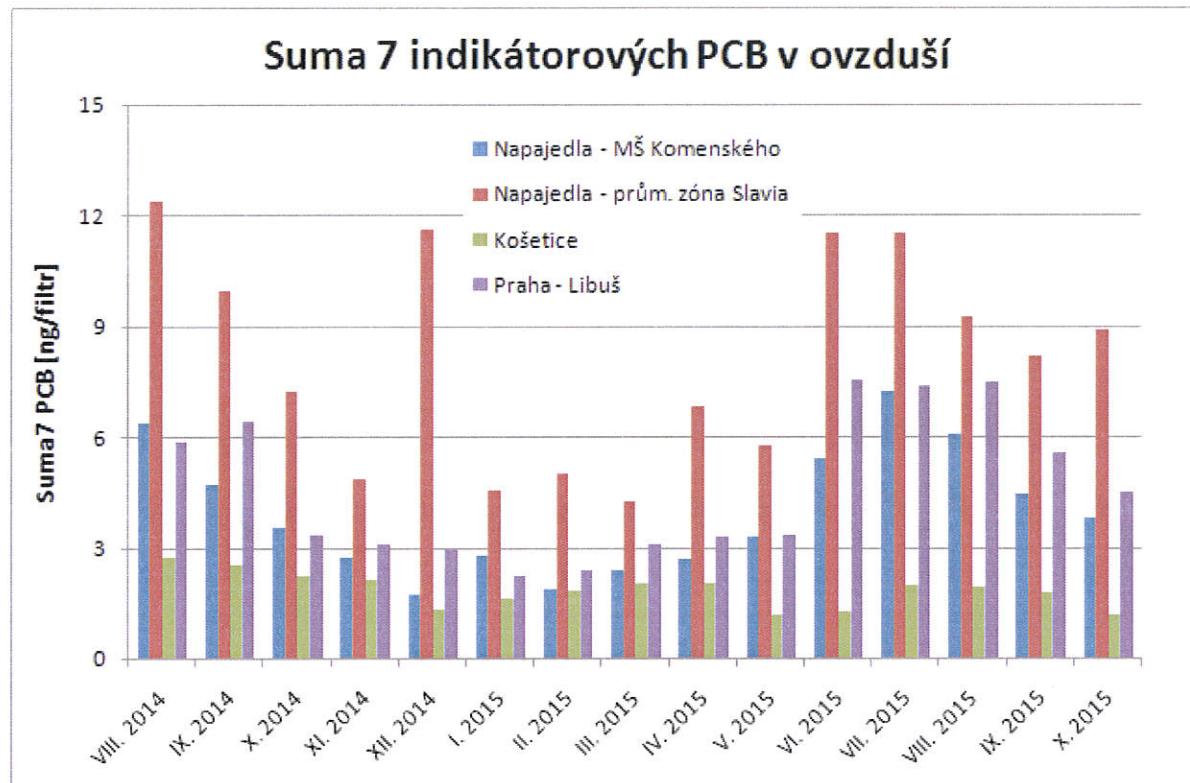


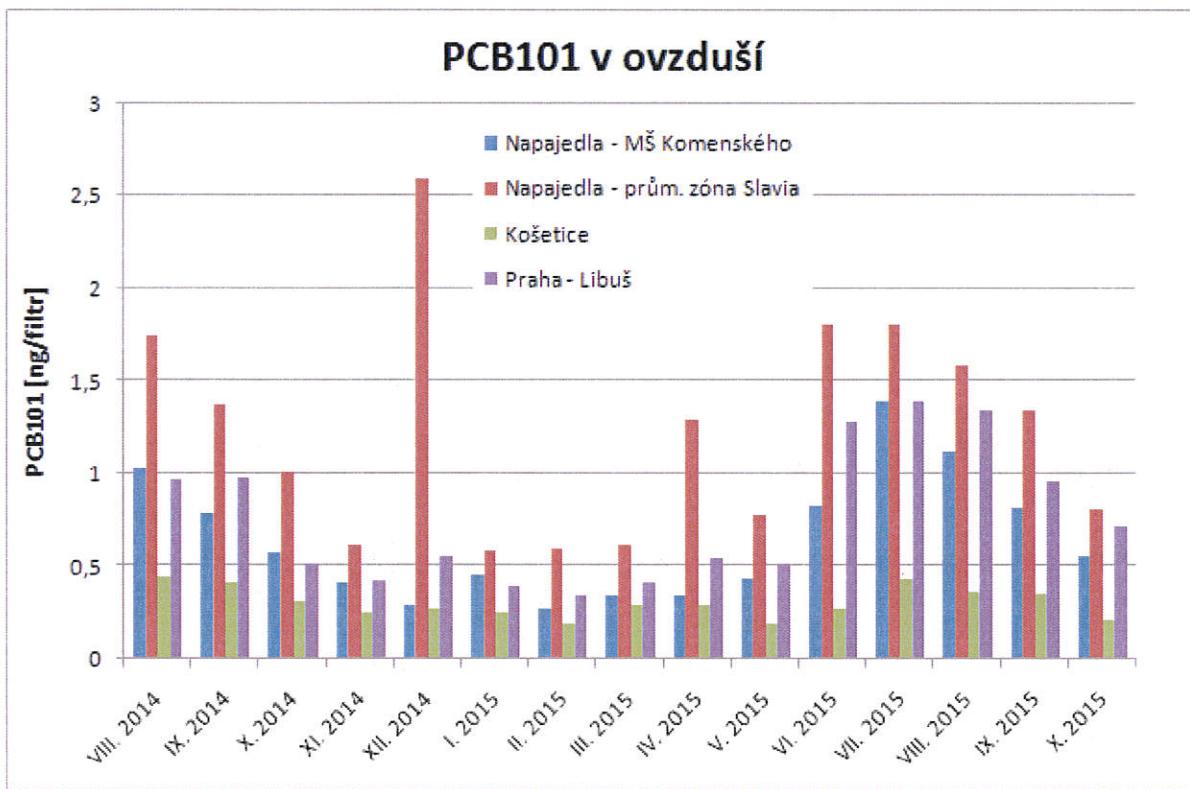
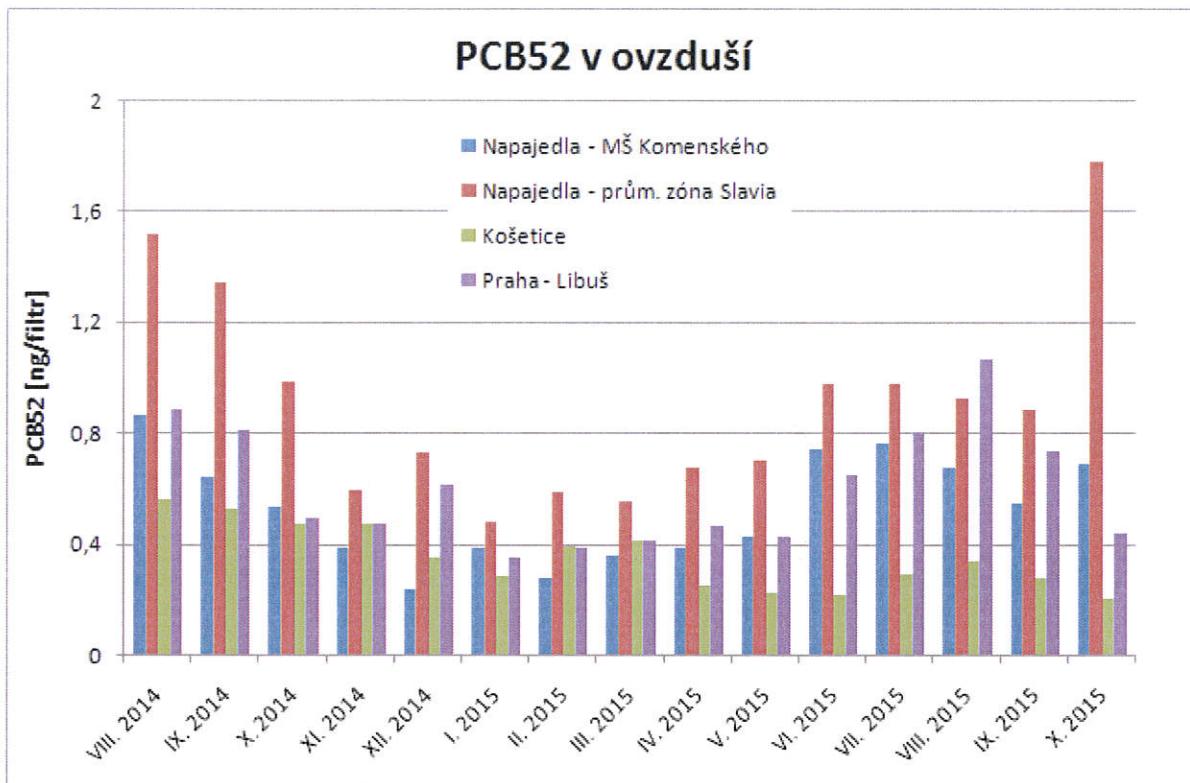


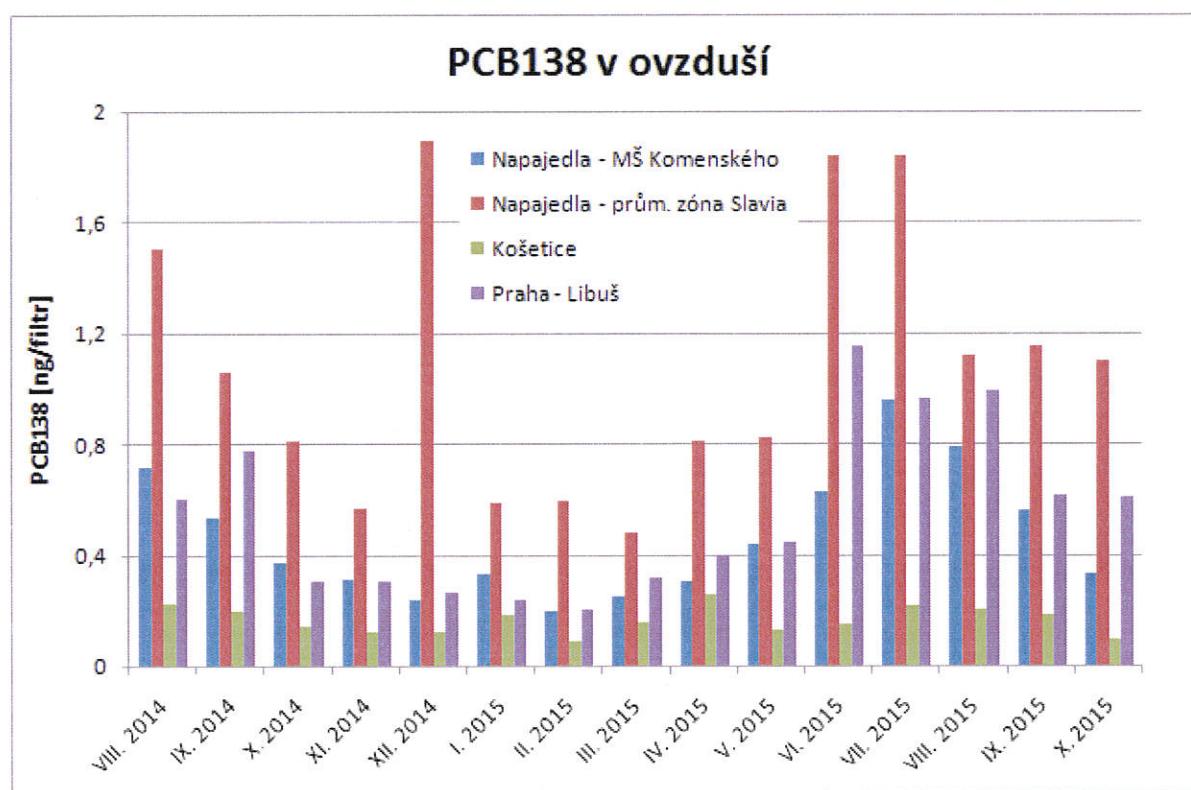
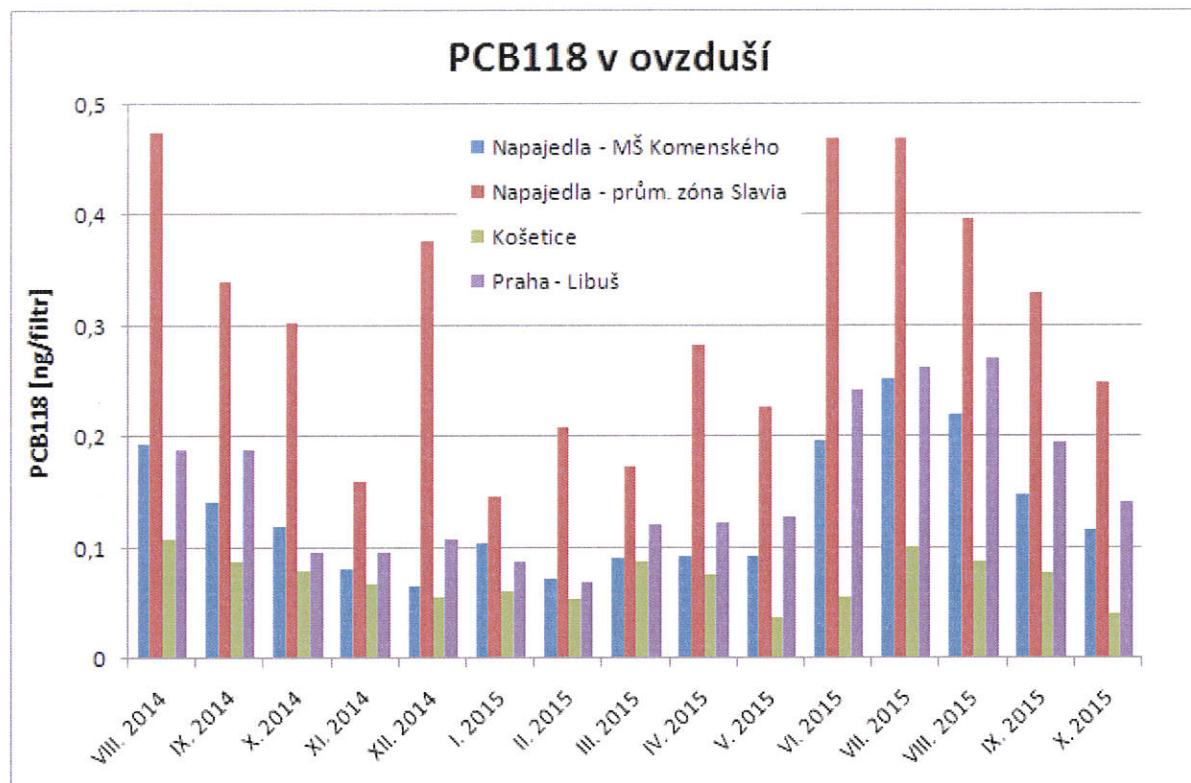


4.2 Polychlorované bifenyl (PCB)

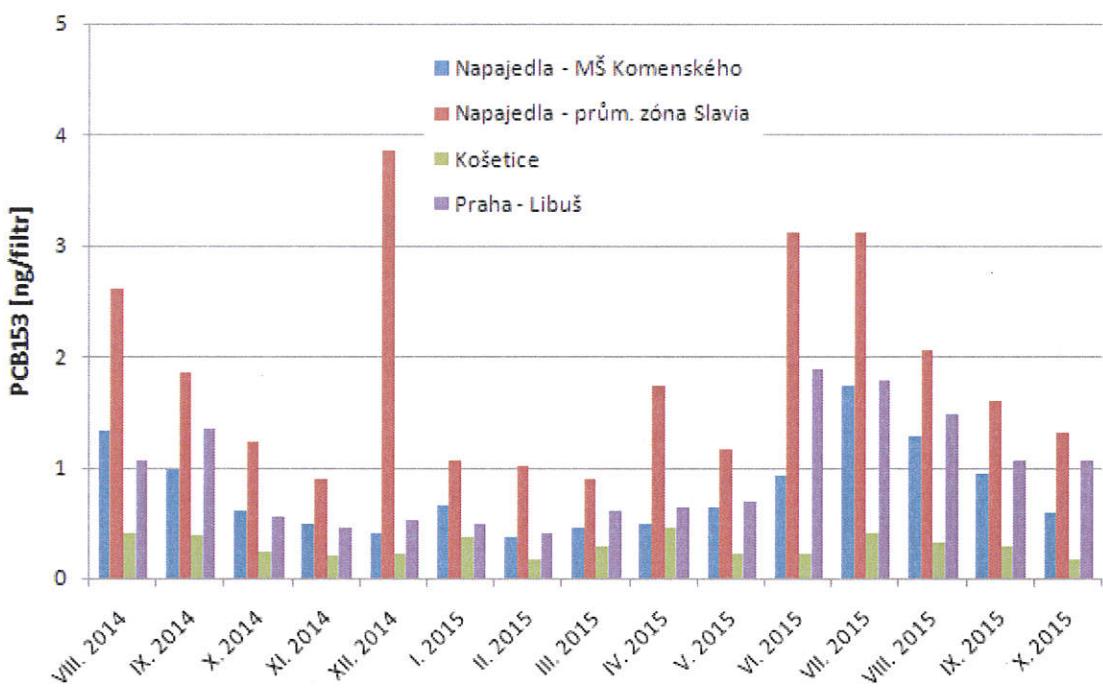
Graficky byla zpracována suma všech sedmi vybraných indikátorových kongenerů PCB a dále jednotlivé indikátorové kongenery samostatně.



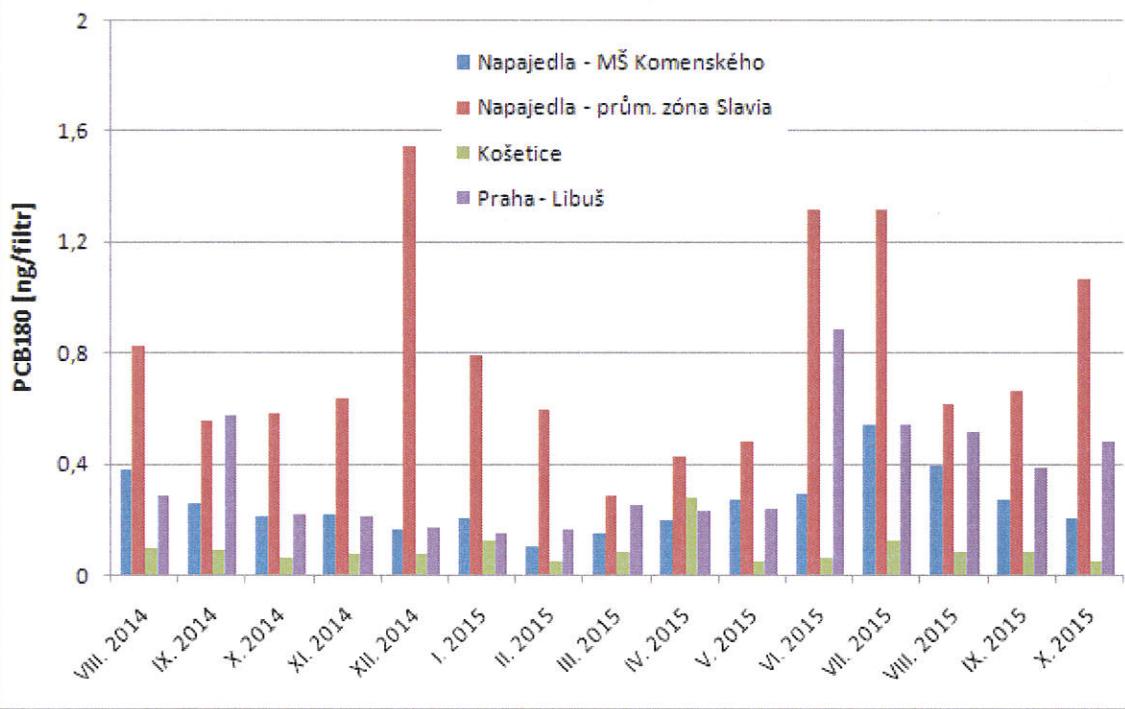




PCB153 v ovzduší

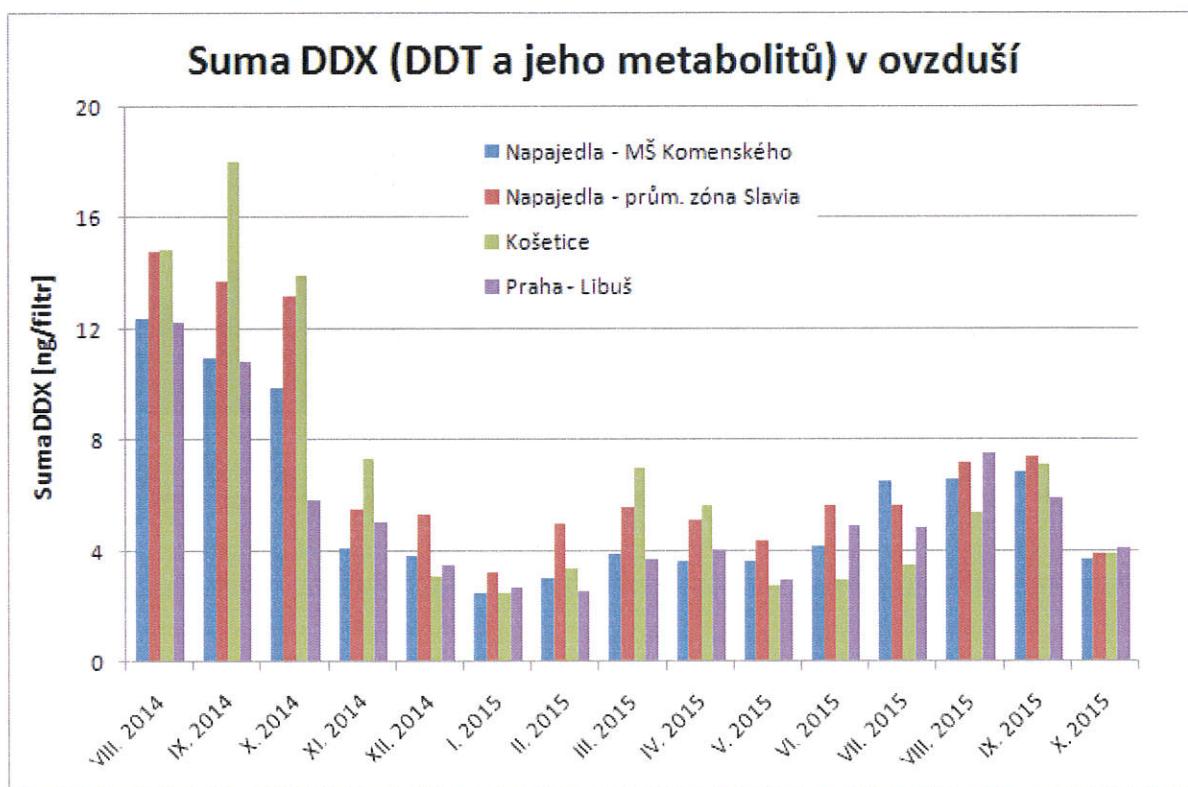
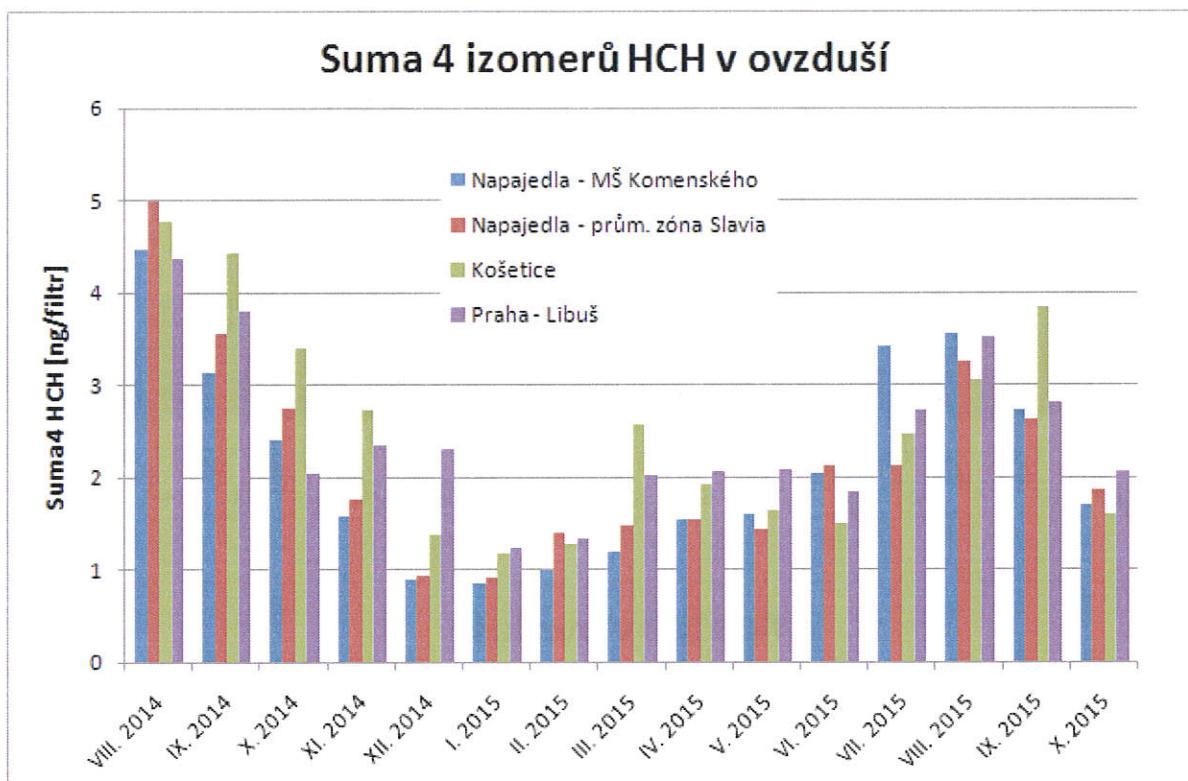


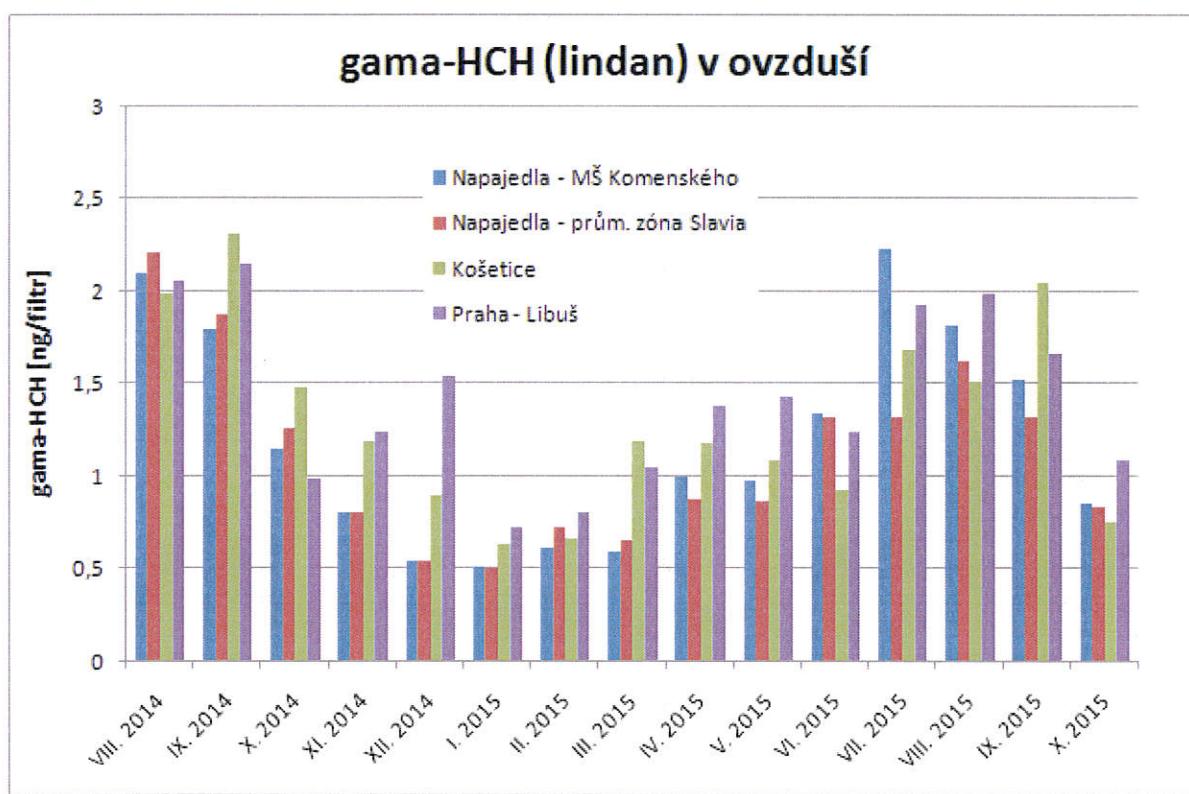
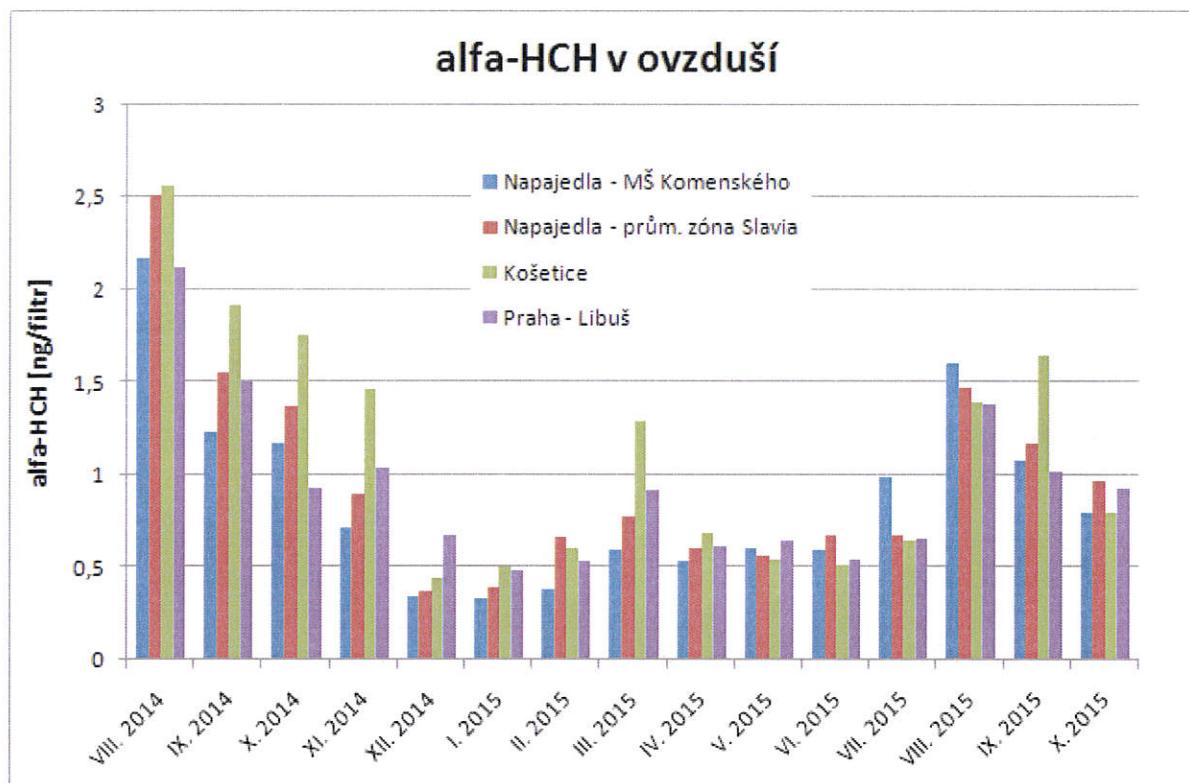
PCB180 v ovzduší

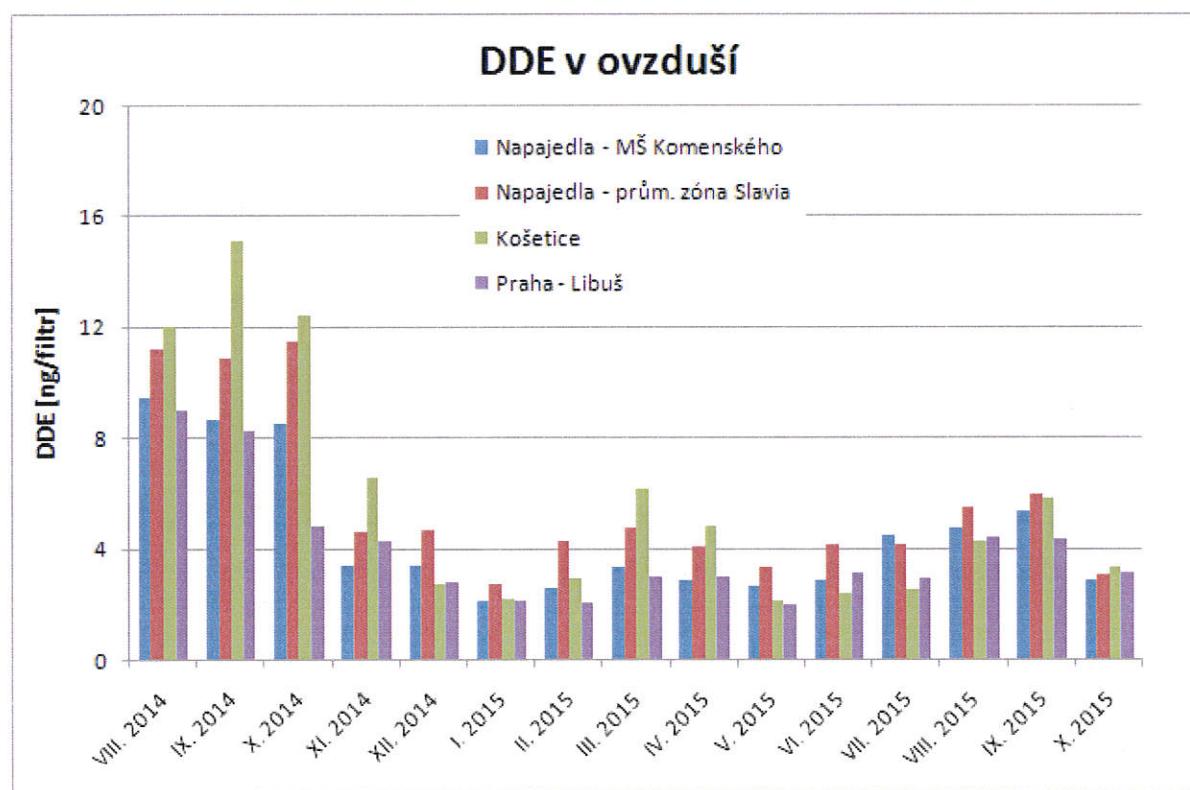
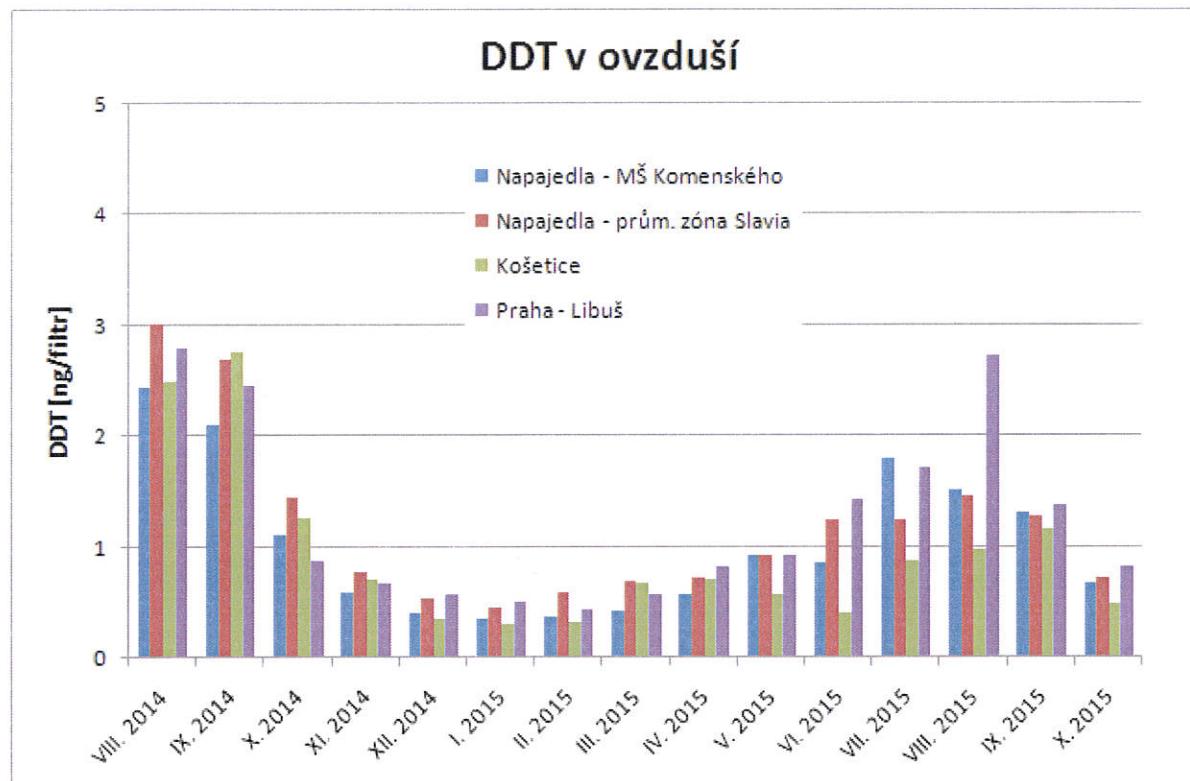


4.3 Organochlorové pesticidy (OCP)

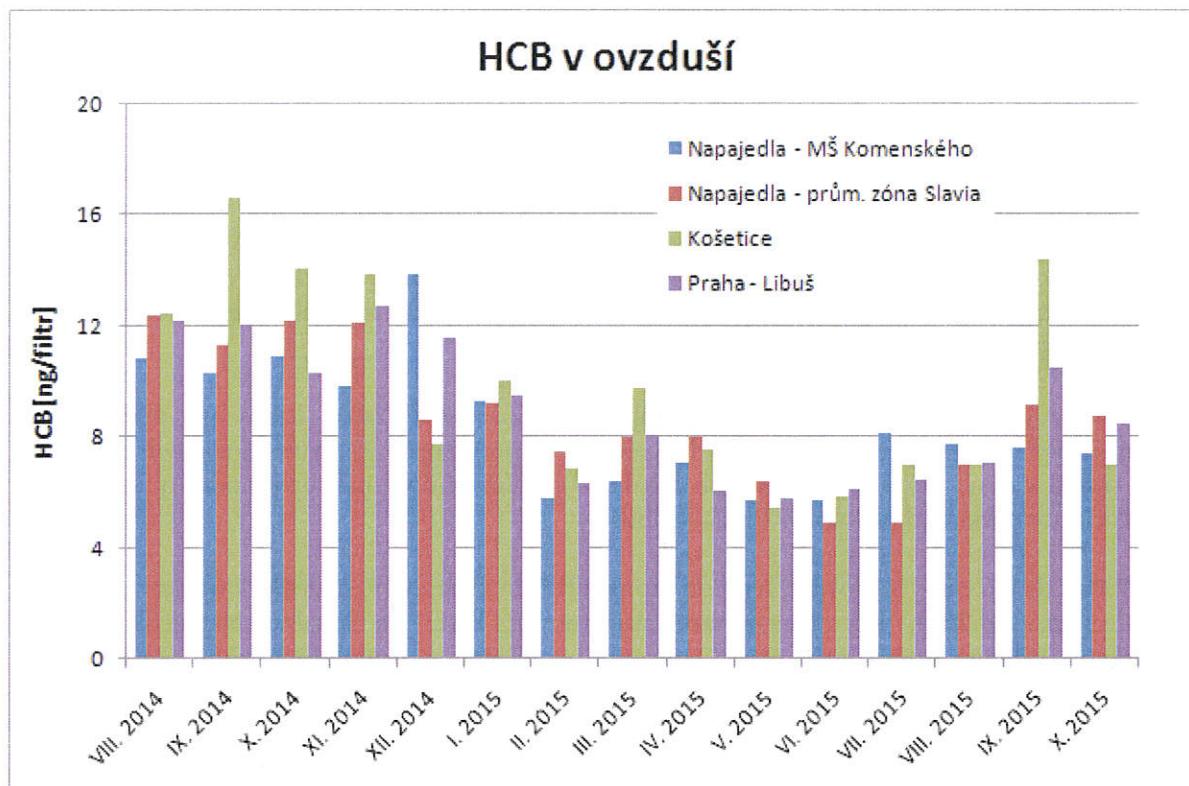
Graficky byly zpracovány suma všech sledovaných izomerů HCH, suma DDX (DDT a jeho degradační produkty) a dále nejvýznamnější látky z této skupiny, alfa a gama izomery HCH, DDT a jeho hlavní degradační produkt DDE.



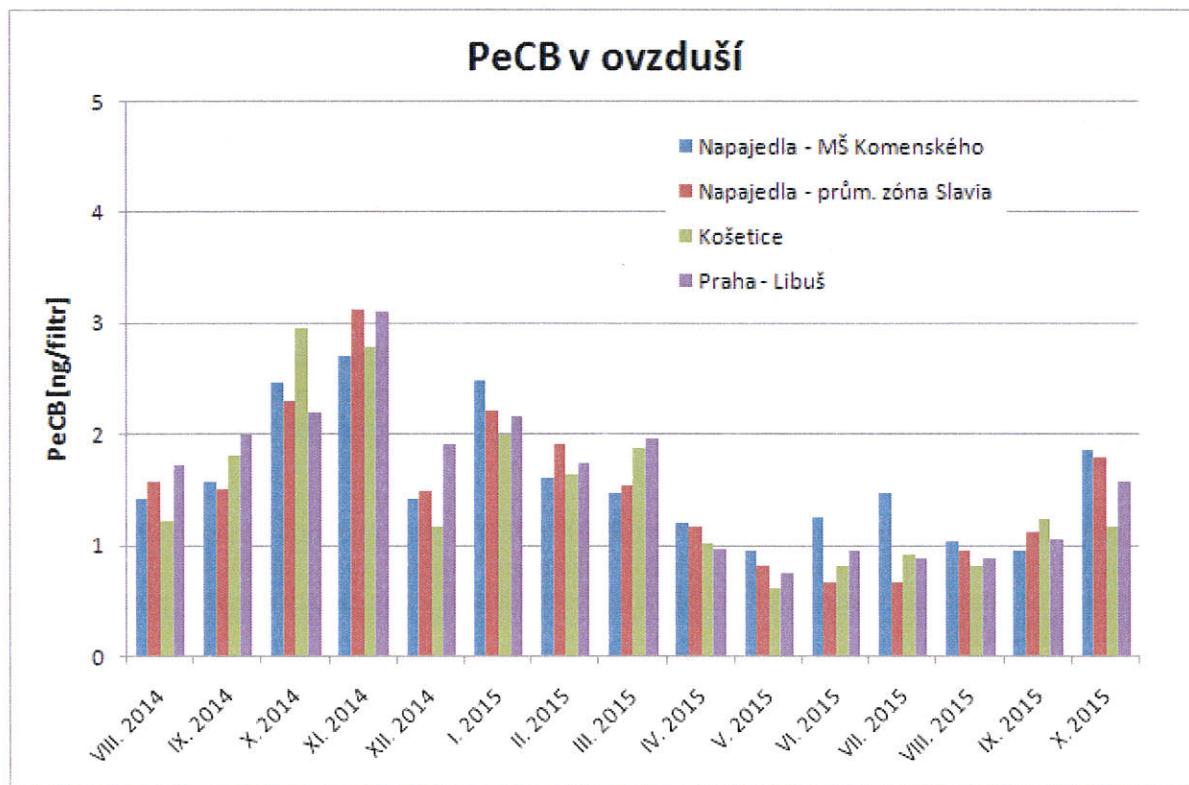




4.4 Hexachlorbenzen (HCB)



4.5 Pentachlorbenzen (PeCB)



5. ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ

Z výše uvedených grafů lze vyvodit následující závěry, které ve své většině potvrzují zjištění prezentovaná v závěrečné zprávě za rok 2014:

- 1) Koncentrace všech sledovaných PAU vykazují, stejně jako v předchozím roce, výrazný sezónní chod s maximy během zimní topné sezóny. Jak pro sumu 16 prioritních PAU dle US EPA, tak i pro jednotlivé PAU byly zjištěné koncentrace od srpna 2014 do října 2015 ve své většině nepatrně (zhruba o 10 - 20 %) vyšší na lokalitě Napajedla - průmyslová zóna Slavia než v MŠ Komenského. Dobrá shoda chodu měřených koncentrací na těchto dvou lokalitách zároveň ukazuje na jejich obdobné ovlivnění meteorologickými a především rozptylovými podmínkami, které se s ohledem na malou geografickou vzdálenost mezi nimi liší jen minimálně.
- 2) Koncentrace PAU zjištěné na pozadových lokalitách Košetice a Praha - Libuš byly opět ve své většině nižší než ty, měřené na území města Napajedel. To potvrzuje vyšší využití lokálních toopenišť na tuhá paliva v okolí obou napajedelských lokalit. V letním období pak byly hodnoty měřené v Napajedlích podobné jako na lokalitě Praha - Libuš.
- 3) V průběhu druhé etapy sledování, tedy od srpna 2014 do října 2015, nedošlo k opakování stavu z období 12.3. - 9.4.2014, kdy koncentrace sledovaných PAU na lokalitě Napajedla - MŠ Komenského výrazně převyšovaly nejen koncentrace zjištěné v průmyslové zóně Slavia, ale i koncentrace zjištěné za celé zimní období. To potvrzuje výjimečnost uvedené situace i její možnou příčinu, tedy spalovací procesy v nejbližším okolí odběrové lokality. Šlo zřejmě buď o nedokonalé spalování v lokálních toopeništích v přechodném období na konci zimy, nebo, ještě pravděpodobněji, o jednorázové spalování větví a dalšího spalitelného materiálu v některé z okolních zahrad za takové povětrnostní situace, která způsobila přímý průchod spalin kolem PUF disku a tedy ovlivnění celého čtyřdenního odběru.
- 4) Koncentrace všech sledovaných PCB vykazují sezónní chod s maximy během letního resp. teplého podzimního období roku 2015, kdy vyšší teploty podporovaly jejich těkání z půd a dalších kontaminovaných povrchů.
- 5) Stejně jako v předchozím období byla u všech sledovaných PCB nejčistší lokalita Košetice následovaná městskými pozadovými lokalitami Praha - Libuš a Napajedla - MŠ Komenského. Koncentrace měřené v průmyslové zóně Slavia byly přibližně dvoj- až trojnásobné proti lokalitě Napajedla - MŠ Komenského, a to jak pro sumu všech sedmi indikátorových PCB, tak i pro jednotlivé z nich. Toto zvýšení lze s vysokou pravděpodobností připsat těkání z kontaminovaných půd či průmyslovým procesům probíhajícím v blízkém okolí.
- 6) Koncentrace chlorovaných pesticidů (OCP) vykazují sezónní chod s maximy na konci letního období, kdy vyšší teploty a především zvýšená intenzita zemědělských prací (podmítka a orba) podporují jejich sekundární emise těkáním z v minulosti kontaminovaných zemědělsky obhospodařovaných půd.
- 7) Jak v případě jednotlivých izomerů HCH tak i DDX (DDT a jeho metabolitů) jsou rozdíly mezi všemi čtyřmi porovnávanými lokalitami málo významné. Mírně vyšší hodnoty byly častěji zaznamenány na stanicích umístěných v blízkosti zemědělsky obhospodařovaných ploch, tedy především v Košeticích.
- 8) V případě HCB a PeCB je situace obdobná. Rozdíly mezi všemi čtyřmi porovnávanými lokalitami jsou relativně malé. Patrný je sezónní chod s maximy spíše v chladnější části roku, což odkazuje ke spalovacím procesům, jako k možnému zdroji těchto škodlivin.

Provedené sledování environmentálních polutantů v ovzduší města Napajedel potvrdilo výhody pasivních odběrů vzorků volného ovzduší, které poskytují průměrnou dlouhodobou informaci o úrovni kontaminace volného ovzduší. Při déletrvajícím monitoringu jsou pak tyto informace plně využitelné pro identifikaci případných trendů ve vývoji znečištění a rovněž pro případné vyhodnocení efektivnosti přijatých opatření ke snižování emisí znečišťujících látek.

Z hlediska doposud získaných informací se jeví jako účelné věnovat problematice znečištění ovzduší na území města Napajedel i nadále zvýšenou pozornost. Kromě případného pokračování dlouhodobého monitoringu lze uvažovat i o krátkodobých studiích zaměřených na zjištění možných zdrojů problematických skupin látek. Lze předpokládat, že se touto formou nepřímé kontroly podaří docílit jak zlepšeného chování potenciálních znečišťovatelů ovzduší, tak i postupného zlepšení jejich vztahů s obyvateli žijícími v blízkém okolí průmyslových zón.

PŘÍLOHA 1: TABULKY NAMĚŘENÝCH HODNOT

Tabulka 1: Naměřené koncentrace 16 PAU dle seznamu prioritních polutantů US EPA [ng/filtr]

site name	sampling start	sampling end	NAP	ACY	ACE	FLU	PHE	ANT	FLA	PYR	BAA	CHRy	BBFLA	BKFLA	BAP	IP	DBAHA	BGP	suma 16 PAU
Napajedla - M5 Komenského	26.8.2014	23.9.2014	49,6	3,4	32,6	118,2	375,6	37,7	169,2	98,6	5,4	9,8	5,7	2,0	2,2	1,9 <LOQ	2,3	914,2	
Napajedla - M5 Komenského	23.9.2014	21.10.2014	158,4	43,9	58,6	183,5	630,2	50,8	239,0	212,0 <LOQ	18,5	6,0	2,7	2,2 <LOQ	<LOQ	0,6	1650,6		
Napajedla - M5 Komenského	21.10.2014	18.11.2014	946,8	91,9	104,7	464,1	1474,5	106,0	653,8	459,1	28,9	46,6	12,5	6,2	6,7	12,3	0,2	7,6	4421,9
Napajedla - M5 Komenského	18.11.2014	16.12.2014	1037,0	447,0	281,1	1899,3	4213,1	384,8	1506,9	1005,7	69,1	86,1	29,5	15,3	17,6	18,9	0,3	11,8	11011,8
Napajedla - M5 Komenského	16.12.2014	13.1.2015	1743,3	74,2	237,9	906,1	2347,3	103,7	803,8	558,9	26,0	38,1	16,3	6,4	6,7	8,1	0,5	7,8	6885,2
Napajedla - M5 Komenského	13.1.2015	10.2.2015	3239,5	112,4	451,3	1636,6	3641,0	153,8	1137,4	752,5	37,2	45,2	25,5	8,1	11,4	13,5	1,1	12,8	11273,5
Napajedla - M5 Komenského	10.2.2015	10.3.2015	333,2	102,4	221,5	797,7	1969,2	80,0	672,1	439,4	16,8	26,4	6,4	2,6	1,8 <LOQ	<LOQ	<LOQ	4669,4	
Napajedla - M5 Komenského	10.3.2015	7.4.2015	1310,0	36,2	136,0	541,0	1440,0	57,2	574,0	358,0	17,8	28,9	10,8	3,7	2,8	1,4 <LOQ	1,5	4519,2	
Napajedla - M5 Komenského	7.4.2015	5.5.2015	286,0	18,0	86,1	209,0	549,0	24,8	237,0	157,0	9,1	14,3	6,7	3,1	2,9	1,6 <LOQ	1,6	1605,2	
Napajedla - M5 Komenského	5.5.2015	2.6.2015	297,0	13,3	92,5	206,5	481,0	30,3	183,0	109,0	3,6	8,6	2,4	1,1 <LOQ	<LOQ	<LOQ	1427,9		
Napajedla - M5 Komenského	2.6.2015	30.6.2015	96,5	15,0	31,0	93,8	252,0	18,2	143,0	75,2	7,2	11,2	23,6	8,8	7,5	9,5 <LOQ	13,7	806,2	
Napajedla - M5 Komenského	30.6.2015	28.7.2015	72,3	2,5	29,9	99,9	392,0	9,4	176,0	62,9	4,1	6,7 <LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	855,6	
Napajedla - M5 Komenského	28.7.2015	25.8.2015	64,6	2,9	27,9	102,0	245,0	5,3	129,0	62,9	3,3	6,8	5,3	2,2	2,3	4,0 <LOQ	<LOQ	659,5	
Napajedla - M5 Komenského	25.8.2015	22.9.2015	158,0	11,7	25,8	74,6	206,0	14,6	120,0	68,2	5,5	8,5	5,1	2,5	2,8 <LOQ	<LOQ	<LOQ	703,4	
Napajedla - M5 Komenského	22.9.2015	20.10.2015	367,0	115,0	103,0	460,0	161,0	118,0	431,0	264,0	18,2	25,8	5,9	3,1	3,2	1,7 <LOQ	1,1	3330,0	
Napajedla - průmyslová zóna Slaví	26.8.2014	23.9.2014	55,8	6,4	50,2	166,6	575,7	56,5	290,5	189,8	11,3	18,5	9,7	3,4	2,9 <LOQ	3,3	1444,0		
Napajedla - průmyslová zóna Slaví	23.9.2014	21.10.2014	141,0	40,7	63,3	187,0	654,0	71,1	320,3	248,5 <LOQ	21,7	5,1	3,3	2,7	1,1 <LOQ	1,5	1801,2		
Napajedla - průmyslová zóna Slaví	21.10.2014	18.11.2014	1142,7	203,0	113,5	567,9	1827,8	142,2	801,1	569,5	36,1	57,2	14,6	7,2	7,5	14,4	0,4	9,0	5131,9
Napajedla - průmyslová zóna Slaví	18.11.2014	16.12.2014	941,8	413,4	262,2	1773,3	4784,3	442,3	1772,7	1175,7	71,3	90,0	29,9	16,5	18,1	19,6	0,3	12,7	11823,5
Napajedla - průmyslová zóna Slaví	16.12.2014	13.1.2015	1276,2	67,0	187,4	795,8	2351,2	86,5	885,8	686,9	28,2	41,4	17,0	7,3	7,5	9,7	0,6	10,4	6456,4
Napajedla - průmyslová zóna Slaví	13.1.2015	10.2.2015	3029,8	122,0	536,4	1990,1	4623,7	190,0	1521,4	1003,4	49,1	59,4	32,4	11,1	15,2	17,5	1,4	16,6	13219,6
Napajedla - průmyslová zóna Slaví	10.2.2015	10.3.2015	38,7	12,6	25,6	88,7	223,2	7,8	81,8	53,8	2,3	3,4	0,9	0,4	0,3 <LOQ	<LOQ	<LOQ	539,5	
Napajedla - průmyslová zóna Slaví	10.3.2015	7.4.2015	1490,0	45,5	206,0	633,0	1610,0	54,4	673,0	416,0	18,9	29,5	9,7	3,9	3,1	1,6 <LOQ	1,5	5166,1	
Napajedla - průmyslová zóna Slaví	7.4.2015	5.5.2015	286,0	19,1	109,0	228,0	559,5	24,2	250,0	173,0	9,6	16,2	7,6	3,1	2,6	1,4 <LOQ	1,3	1726,2	
Napajedla - průmyslová zóna Slaví	5.5.2015	2.6.2015	202,0	12,4	96,6	187,0	416,0	34,2	177,0	108,0	4,5	9,0	2,8	1,3	1,0 <LOQ	<LOQ	<LOQ	1251,7	
Napajedla - průmyslová zóna Slaví	2.6.2015	30.6.2015	21,9	0,9	11,1	42,8	254,0	4,4	142,0	49,9	7,1	8,3 <LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	545,1	
Napajedla - průmyslová zóna Slaví	30.6.2015	28.7.2015	21,9	0,9	11,1	42,8	254,0	4,4	142,0	49,9	7,1	8,3 <LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	545,1	
Napajedla - průmyslová zóna Slaví	28.7.2015	25.8.2015	64,1	3,8	32,3	106,0	261,0	7,4	138,0	71,1	3,4	6,2	4,4	1,8	1,9 <LOQ	<LOQ	<LOQ	701,4	
Napajedla - průmyslová zóna Slaví	25.8.2015	22.9.2015	155,0	9,6	27,7	74,3	196,0	20,1	104,0	60,4	5,1	7,7	5,0	2,8	2,8 <LOQ	<LOQ	<LOQ	673,3	
Napajedla - průmyslová zóna Slaví	22.9.2015	20.10.2015	296,0	126,0	103,0	429,0	1450,0	114,0	469,0	295,0	23,1	31,0	12,2	3,7	3,8	1,6 <LOQ	1,1	3369,4	
Košetice	27.8.2014	24.9.2014	51,1	6,9	5,9	43,6	139,3	2,2	68,0	37,3	2,4	5,3	3,5	1,1	0,8	1,0 <LOQ	<LOQ	368,5	
Košetice	24.9.2014	22.10.2014	90,3	4,4	13,3	85,7	279,0	8,5	133,0	76,6 <LOQ	9,2	2,7	1,2	0,7 <LOQ	<LOQ	<LOQ	704,6		
Košetice	22.10.2014	19.11.2014	1014,4	135,2	55,1	375,4	929,2	25,9	357,3	204,8	9,9	23,4	6,2	3,0	2,5	5,1 <LOQ	8,2	3148,7	
Košetice	19.11.2014	17.12.2014	165,7	11,2	42,2	397,5	1097,4	24,2	437,9	218,7	8,6	23,6	5,2	3,4	1,8	2,6 <LOQ	1,5	2481,7	
Košetice	17.12.2014	14.1.2015	327,5	20,5	79,7	389,7	1093,5	15,3	400,6	232,5	9,1	19,2	8,7	3,4	2,4	3,5	0,4	3,2	2909,4
Košetice	14.1.2015	11.2.2015	1205,7	39,9	170,0	872,6	1736,6	30,5	512,6	260,8	12,0	26,2	12,6	4,8	4,3	8,5	0,5	7,2	4904,8
Košetice	11.2.2015	11.3.2015	117,6	28,0	74,1	432,4	883,3	20,8	313,5	142,6	4,1	10,7	2,0	1,0 <LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2029,9	
Košetice	11.3.2015	8.4.2015	542,0	23,5	58,0	307,0	820,0	7,2	325,0	165,0	6,4	15,7	3,6	1,5	0,8 <LOQ	<LOQ	<LOQ	2273,7	
Košetice	8.4.2015	6.5.2015	140,0	6,3	30,0	124,0	307,0	6,4	124,0	67,3	2,4	6,2	1,3	0,7 <LOQ	<LOQ	<LOQ	815,6		
Košetice	6.5.2015	3.6.2015	111,0	4,3	14,9	61,9	131,0	2,4	52,6	27,5	0,7	2,5	0,4 <LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	409,2	
Košetice	3.6.2015	1.7.2015	23,5	1,1	5,0	31,9	64,1	1,1	31,2	14,7	1,3	2,3 <LOQ	0,6 <LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	176,8	
Košetice	1.7.2015	29.7.2015	44,0	1,4	4,3	29,9	64,7	0,5	24,5	6,5	1,2	1,0	7,9 <LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	185,9	
Košetice	29.7.2015	26.8.2015	54,6	2,4	5,6	31,1	55,9	0,7	28,3	11,1	0,8	1,9	1,3	0,5	0,8 <LOQ	<LOQ	<LOQ	194,8	
Košetice	26.8.2015	23.9.2015	64,8	1,3	7,0	36,9	71,0	0,9	35,5	17,5	1,0	2,4	1,4	0,6 <LOQ	<LOQ	<LOQ	240,4		
Košetice	23.9.2015	21.10.2015	129,0	18,9	22,5	155,0	295,0	8,8	130,0	71,7	3,5	6,5	7,3	1,5	0,6 <LOQ	<LOQ	<LOQ	434,9	
Praha - Libuš	28.8.2014	25.9.2014	139,0	15,9	38,1	130,4	376,9	12,2	156,7	83,8	4,1	7,7	3,6	1,3	1,1	1,2 <LOQ	1,3	973,2	
Praha - Libuš	25.9.2014	28.10.2014	101,8	14,8	49,5	203,8	684,2	48,4	286,5	180,4 <LOQ	19,8	4,6	2,6	1,8	0,7 <LOQ	0,6	1594,0		
Praha - Libuš	28.10.2014	20.11.2014	573,3	171,6	77,6	341,0	918,7	61,8	348,2	232,9	14,3	24,0	5,3	2,8	3,2	5,3 <LOQ	3,1	2783,0	
Praha - Libuš	20.11.2014	18.12.2014	374,3	47,7	118,7	814,2	2472,7	84,0	806,0	470,6	23,6	46,7	11,5	6,4	4,9	5,5 <LOQ	2,8	5289,5	
Praha - Libuš	18.12.2014	15.1.2015	912,4	50,7	299,6	594,5	1707,4	43,6	719,7	481,7	25,0	45,6	17,7	6,8	5,5	8,2	0,7	7,3	4926,3
Praha - Libuš	15.1.2015	12.2.2015	1325,0	69,0	259,4	909,8	2119,0	55,2	731,1	466,2	21,8	41,4	13,9	5,1	6,3	7,2	0,5	6,7	6037,5
Praha - Libuš	12.2.2015	12.3.2015	232,3	53,4	168,4	595,9	1494,2	41,1	514,1	309,2	12,1	29,7	4,7	2,7	1,4 <LOQ	<LOQ	<LOQ	3447,7	
Praha - Libuš	12.3.2015	9.4.2015	723,0	27,7	119,0	369,0	986,0	26,9											

Tabulka 2: Naměřené koncentrace sedmi indikátorových kongenerů PCB a jejich sumy [ng/filtr]

site name	sampling start	sampling end	PCB28	PCB52	PCB101	PCB118	PCB138	PCB153	PCB180	suma 7 PCB
Napajedla - MŠ Komenského	26.8.2014	23.9.2014	1,87	0,87	1,04	0,19	0,72	1,34	0,38	6,39
Napajedla - MŠ Komenského	23.9.2014	21.10.2014	1,34	0,65	0,79	0,14	0,53	0,98	0,26	4,69
Napajedla - MŠ Komenského	21.10.2014	18.11.2014	1,10	0,54	0,57	0,12	0,37	0,61	0,21	3,53
Napajedla - MŠ Komenského	18.11.2014	16.12.2014	0,84	0,39	0,42	0,08	0,31	0,49	0,22	2,75
Napajedla - MŠ Komenského	16.12.2014	13.1.2015	0,35	0,24	0,29	0,07	0,24	0,40	0,16	1,75
Napajedla - MŠ Komenského	13.1.2015	10.2.2015	0,63	0,39	0,46	0,11	0,33	0,66	0,20	2,77
Napajedla - MŠ Komenského	10.2.2015	10.3.2015	0,59	0,28	0,27	0,07	0,19	0,38	0,11	1,89
Napajedla - MŠ Komenského	10.3.2015	7.4.2015	0,75	0,36	0,34	0,09	0,25	0,46	0,15	2,40
Napajedla - MŠ Komenského	7.4.2015	5.5.2015	0,89	0,39	0,34	0,09	0,30	0,50	0,20	2,71
Napajedla - MŠ Komenského	5.5.2015	2.6.2015	1,00	0,43	0,43	0,09	0,44	0,65	0,27	3,31
Napajedla - MŠ Komenského	2.6.2015	30.6.2015	1,77	0,74	0,83	0,20	0,62	0,93	0,30	5,39
Napajedla - MŠ Komenského	30.6.2015	28.7.2015	1,59	0,76	1,39	0,25	0,95	1,73	0,54	7,22
Napajedla - MŠ Komenského	28.7.2015	25.8.2015	1,56	0,68	1,12	0,22	0,79	1,29	0,39	6,05
Napajedla - MŠ Komenského	25.8.2015	22.9.2015	1,17	0,55	0,82	0,15	0,56	0,94	0,27	4,46
Napajedla - MŠ Komenského	22.9.2015	20.10.2015	1,30	0,69	0,56	0,12	0,33	0,60	0,20	3,80
Napajedla - průmyslová zóna Slavia	26.8.2014	23.9.2014	3,72	1,52	1,74	0,47	1,50	2,62	0,82	12,40
Napajedla - průmyslová zóna Slavia	23.9.2014	21.10.2014	3,45	1,34	1,37	0,34	1,05	1,86	0,55	9,97
Napajedla - průmyslová zóna Slavia	21.10.2014	18.11.2014	2,34	0,99	1,01	0,30	0,81	1,23	0,58	7,25
Napajedla - průmyslová zóna Slavia	18.11.2014	16.12.2014	1,41	0,60	0,61	0,16	0,57	0,90	0,64	4,88
Napajedla - průmyslová zóna Slavia	16.12.2014	13.1.2015	0,63	0,73	2,60	0,38	1,90	3,85	1,55	11,63
Napajedla - průmyslová zóna Slavia	13.1.2015	10.2.2015	0,89	0,49	0,59	0,15	0,58	1,07	0,79	4,55
Napajedla - průmyslová zóna Slavia	10.2.2015	10.3.2015	1,41	0,59	0,59	0,21	0,59	1,02	0,59	5,00
Napajedla - průmyslová zóna Slavia	10.3.2015	7.4.2015	1,22	0,56	0,62	0,17	0,48	0,90	0,29	4,23
Napajedla - průmyslová zóna Slavia	7.4.2015	5.5.2015	1,64	0,68	1,29	0,28	0,81	1,73	0,43	6,85
Napajedla - průmyslová zóna Slavia	5.5.2015	2.6.2015	1,59	0,71	0,77	0,23	0,82	1,16	0,48	5,76
Napajedla - průmyslová zóna Slavia	2.6.2015	30.6.2015	2,02	0,98	1,81	0,47	1,84	3,12	1,32	11,54
Napajedla - průmyslová zóna Slavia	30.6.2015	28.7.2015	2,02	0,98	1,81	0,47	1,84	3,12	1,32	11,54
Napajedla - průmyslová zóna Slavia	28.7.2015	25.8.2015	2,55	0,92	1,59	0,40	1,12	2,06	0,52	9,26
Napajedla - průmyslová zóna Slavia	25.8.2015	22.9.2015	2,22	0,89	1,34	0,33	1,15	1,61	0,67	8,20
Napajedla - průmyslová zóna Slavia	22.9.2015	20.10.2015	2,58	1,78	0,81	0,25	1,10	1,32	1,07	8,91
Košetice	27.8.2014	24.9.2014	0,87	0,57	0,44	0,11	0,23	0,40	0,10	2,71
Košetice	24.9.2014	22.10.2014	0,84	0,53	0,41	0,09	0,19	0,38	0,09	2,54
Košetice	22.10.2014	19.11.2014	0,89	0,48	0,32	0,08	0,14	0,24	0,07	2,21
Košetice	19.11.2014	17.12.2014	0,93	0,48	0,25	0,07	0,12	0,21	0,08	2,13
Košetice	17.12.2014	14.1.2015	0,23	0,35	0,27	0,06	0,12	0,22	0,08	1,32
Košetice	14.1.2015	11.2.2015	0,33	0,29	0,25	0,06	0,18	0,37	0,12	1,61
Košetice	11.2.2015	11.3.2015	0,89	0,40	0,20	0,05	0,09	0,17	0,05	1,85
Košetice	11.3.2015	8.4.2015	0,72	0,42	0,30	0,09	0,16	0,28	0,09	2,05
Košetice	8.4.2015	6.5.2015	0,40	0,26	0,29	0,08	0,26	0,46	0,28	2,02
Košetice	6.5.2015	3.6.2015	0,29	0,23	0,19	0,04	0,13	0,23	0,05	1,16
Košetice	3.6.2015	1.7.2015	0,31	0,22	0,27	0,05	0,15	0,22	0,07	1,29
Košetice	1.7.2015	29.7.2015	0,40	0,29	0,43	0,10	0,22	0,40	0,13	1,97
Košetice	29.7.2015	26.8.2015	0,54	0,34	0,37	0,09	0,20	0,33	0,09	1,95
Košetice	26.8.2015	23.9.2015	0,49	0,28	0,36	0,08	0,19	0,30	0,09	1,78
Košetice	23.9.2015	21.10.2015	0,38	0,21	0,22	0,04	0,10	0,18	0,05	1,17
Praha - Libuš	28.8.2014	25.9.2014	1,86	0,88	0,97	0,19	0,60	1,07	0,29	5,85
Praha - Libuš	25.9.2014	23.10.2014	1,73	0,82	0,98	0,19	0,78	1,34	0,58	6,41
Praha - Libuš	23.10.2014	20.11.2014	1,14	0,50	0,52	0,10	0,30	0,56	0,22	3,32
Praha - Libuš	20.11.2014	18.12.2014	1,12	0,48	0,42	0,10	0,30	0,47	0,21	3,10
Praha - Libuš	18.12.2014	15.1.2015	0,72	0,62	0,55	0,11	0,26	0,52	0,17	2,95
Praha - Libuš	15.1.2015	12.2.2015	0,51	0,35	0,39	0,09	0,23	0,50	0,15	2,22
Praha - Libuš	12.2.2015	12.3.2015	0,83	0,39	0,34	0,07	0,21	0,40	0,16	2,40
Praha - Libuš	12.3.2015	9.4.2015	0,95	0,41	0,42	0,12	0,32	0,61	0,25	3,08
Praha - Libuš	9.4.2015	7.5.2015	0,89	0,47	0,55	0,12	0,40	0,64	0,23	3,30
Praha - Libuš	7.5.2015	4.6.2015	0,90	0,43	0,52	0,13	0,45	0,69	0,24	3,35
Praha - Libuš	4.6.2015	2.7.2015	1,42	0,65	1,28	0,24	1,15	1,89	0,89	7,52
Praha - Libuš	2.7.2015	30.7.2015	1,66	0,80	1,39	0,26	0,96	1,78	0,54	7,40
Praha - Libuš	30.7.2015	27.8.2015	1,81	1,07	1,34	0,27	0,99	1,48	0,51	7,48
Praha - Libuš	27.8.2015	24.9.2015	1,59	0,74	0,96	0,20	0,62	1,07	0,39	5,55
Praha - Libuš	24.9.2015	22.10.2015	1,03	0,44	0,72	0,14	0,61	1,07	0,48	4,49

Tabulka 3: Naměřené koncentrace PeCB, HCB, HCH, DDX [ng/filtr]

site name	sampling start	sampling end	PeCB	HCB	A	HCH B	HCH G	HCH D	suma HCH	OP_DDE	PP_DDE	OP_DDD	PP_DDD	OP_DDT	PP_DDT	suma DDX
Napajedla - MŠ Komenského	26.8.2014	23.9.2014	1,43	10,85	2,17	0,13	2,10	0,06	4,46	0,25	9,18	0,18	0,37	1,09	1,35	12,42
Napajedla - MŠ Komenského	23.9.2014	21.10.2014	1,57	10,32	1,24	0,10	1,79 <LOQ		3,13	0,24	8,45	0,07	0,10	0,90	1,20	10,95
Napajedla - MŠ Komenského	21.10.2014	18.11.2014	2,47	10,90	1,17	0,09	1,15 <LOQ		2,41	0,23	8,30	0,10	0,14	0,55	0,55	9,87
Napajedla - MŠ Komenského	18.11.2014	16.12.2014	2,70	9,83	0,72	0,04	0,81 <LOQ		1,57	0,14	3,27	0,03	0,05	0,28	0,31	4,08
Napajedla - MŠ Komenského	16.12.2014	13.1.2015	1,43	13,83	0,35 <LOQ		0,55 <LOQ		0,89	0,08	3,30	0,03	0,04	0,21	0,19	3,86
Napajedla - MŠ Komenského	13.1.2015	10.2.2015	2,48	9,28	0,34 <LOQ		0,51 <LOQ		0,85	0,08	2,01	0,02	0,04	0,19	0,17	2,51
Napajedla - MŠ Komenského	10.2.2015	10.3.2015	1,60	5,77	0,38 <LOQ		0,61 <LOQ		0,99	0,09	2,49	0,03	0,06	0,19	0,18	3,04
Napajedla - MŠ Komenského	10.3.2015	7.4.2015	1,48	6,40	0,60 <LOQ		0,59 <LOQ		1,19	0,11	3,24	0,04	0,09	0,21	0,21	3,90
Napajedla - MŠ Komenského	7.4.2015	5.5.2015	1,21	7,04	0,53 <LOQ		1,00 <LOQ		1,53	0,08	2,79	0,06	0,12	0,26	0,31	3,61
Napajedla - MŠ Komenského	5.5.2015	2.6.2015	0,95	5,74	0,61 <LOQ		0,98 <LOQ		1,59	0,08	2,56	0,04	0,06	0,35	0,58	3,67
Napajedla - MŠ Komenského	2.6.2015	30.6.2015	1,26	5,73	0,60	0,06	1,34	0,05	2,05	0,10	2,77	0,15	0,26	0,44	0,42	4,14
Napajedla - MŠ Komenského	30.6.2015	28.7.2015	1,48	8,14	0,99	0,11	2,23	0,09	3,41	0,16	4,31	0,10	0,17	0,82	0,98	6,55
Napajedla - MŠ Komenského	28.7.2015	25.8.2015	1,03	7,75	1,61	0,09	1,81	0,05	3,56	0,18	4,59	0,10	0,18	0,64	0,88	6,57
Napajedla - MŠ Komenského	25.8.2015	22.9.2015	0,95	7,59	1,08	0,09	1,52	0,05	2,73	0,15	5,21	0,07	0,14	0,57	0,75	6,88
Napajedla - MŠ Komenského	22.9.2015	20.10.2015	1,86	7,42	0,79	0,05	0,86 <LOQ		1,70	0,11	2,77	0,04	0,10	0,31	0,37	3,70
Napajedla - průmyslová zóna Slavia	26.8.2014	23.9.2014	1,58	12,38	2,52	0,16	2,21	0,11	5,00	0,32	10,90	0,19	0,41	1,26	1,74	14,83
Napajedla - průmyslová zóna Slavia	23.9.2014	21.10.2014	1,51	11,31	1,55	0,13	1,87 <LOQ		3,56	0,29	10,61	0,08	0,09	1,17	1,53	13,77
Napajedla - průmyslová zóna Slavia	21.10.2014	18.11.2014	2,30	12,21	1,38	0,12	1,26 <LOQ		2,76	0,30	11,21	0,11	0,16	0,72	0,73	13,23
Napajedla - průmyslová zóna Slavia	18.11.2014	16.12.2014	3,12	12,12	0,90	0,05	0,80 <LOQ		1,76	0,16	4,48	0,03	0,07	0,38	0,40	5,52
Napajedla - průmyslová zóna Slavia	16.12.2014	13.1.2015	1,48	8,59	0,37 <LOQ	0,54	0,03		0,93	0,11	4,58	0,03	0,05	0,27	0,26	5,31
Napajedla - průmyslová zóna Slavia	13.1.2015	10.2.2015	2,22	9,25	0,40 <LOQ		0,51 <LOQ		0,90	0,10	2,60	0,03	0,04	0,23	0,23	3,22
Napajedla - průmyslová zóna Slavia	10.2.2015	10.3.2015	1,91	7,46	0,66 <LOQ		0,73 <LOQ		1,39	0,14	4,13	0,05	0,09	0,29	0,30	4,99
Napajedla - průmyslová zóna Slavia	10.3.2015	7.4.2015	1,54	8,02	0,77	0,05	0,65 <LOQ		1,48	0,15	4,62	0,05	0,11	0,32	0,36	5,61
Napajedla - průmyslová zóna Slavia	7.4.2015	5.5.2015	1,17	8,03	0,60	0,05	0,88 <LOQ		1,53	0,13	3,98	0,07	0,20	0,32	0,40	5,10
Napajedla - průmyslová zóna Slavia	5.5.2015	2.6.2015	0,82	6,39	0,57 <LOQ		0,86 <LOQ		1,43	0,11	3,23	0,04	0,08	0,38	0,54	4,37
Napajedla - průmyslová zóna Slavia	2.6.2015	30.6.2015	0,67	4,92	0,68	0,07	1,32	0,06	2,12	0,15	4,03	0,07	0,13	0,63	0,63	5,63
Napajedla - průmyslová zóna Slavia	30.6.2015	28.7.2015	0,67	4,92	0,68	0,07	1,32	0,06	2,12	0,15	4,03	0,07	0,13	0,63	0,63	5,63
Napajedla - průmyslová zóna Slavia	28.7.2015	25.8.2015	0,95	6,99	1,47	0,11	1,62	0,04	3,24	0,18	5,28	0,09	0,20	0,63	0,83	7,21
Napajedla - průmyslová zóna Slavia	25.8.2015	22.9.2015	1,12	9,13	1,17	0,09	1,32	0,05	2,64	0,18	5,76	0,06	0,13	0,54	0,75	7,41
Napajedla - průmyslová zóna Slavia	22.9.2015	20.10.2015	1,79	8,73	0,97	0,06	0,84 <LOQ		1,86	0,11	2,95	0,04	0,09	0,31	0,42	3,92
Košetice	27.8.2014	24.9.2014	1,22	12,41	2,56	0,16	1,98	0,07	4,78	0,22	11,77	0,16	0,24	1,25	1,24	14,88
Košetice	24.9.2014	22.10.2014	1,81	16,59	1,92	0,13	2,30	0,08	4,43	0,27	14,88	0,08	0,09	1,32	1,44	18,06
Košetice	22.10.2014	19.11.2014	2,95	14,05	1,76	0,10	1,48	0,05	3,39	0,25	12,20	0,10	0,11	0,70	0,56	13,91
Košetice	19.11.2014	17.12.2014	2,79	13,89	1,47	0,07	1,19 <LOQ		2,73	0,17	6,39	0,04	0,05	0,39	0,31	7,35
Košetice	17.12.2014	14.1.2015	1,18	7,75	0,45 <LOQ		0,90	0,03	1,38	0,07	2,64	0,02	0,03	0,18	0,18	3,12
Košetice	14.1.2015	11.2.2015	2,00	10,00	0,50 <LOQ		0,63	0,03	1,16 <LOQ		2,16	0,02	0,02	0,18	0,13	2,50
Košetice	11.2.2015	11.3.2015	1,64	6,87	0,61 <LOQ		0,67 <LOQ		1,27	0,08	2,88	0,03	0,04	0,18	0,14	3,34
Košetice	11.3.2015	8.4.2015	1,87	9,73	1,29	0,09	1,18 <LOQ		2,57	0,17	6,01	0,06	0,09	0,39	0,29	7,01
Košetice	8.4.2015	6.5.2015	1,02	7,53	0,69	0,05	1,18 <LOQ		1,92	0,09	4,71	0,08	0,12	0,34	0,36	5,69
Košetice	6.5.2015	3.6.2015	0,62	5,48	0,55 <LOQ		1,08 <LOQ		1,63 <LOQ		2,10	0,02	0,03	0,25	0,33	2,73
Košetice	3.6.2015	1.7.2015	0,81	5,87	0,51	0,05	0,93 <LOQ		1,49	0,05	2,36	0,05	0,10	0,23	0,18	2,96
Košetice	1.7.2015	29.7.2015	0,91	7,02	0,64	0,08	1,68	0,07	2,47	0,06	2,50	0,04	0,05	0,46	0,42	3,53
Košetice	29.7.2015	26.8.2015	0,82	7,01	1,39	0,09	1,51	0,06	3,05	0,10	4,15	0,05	0,09	0,46	0,52	5,37
Košetice	26.8.2015	23.9.2015	1,23	14,40	1,65	0,09	2,05	0,06	3,85	0,12	5,70	0,06	0,10	0,59	0,57	7,12
Košetice	23.9.2015	21.10.2015	1,17	6,97	0,80	0,04	0,75 <LOQ		1,59	0,08	3,28	0,03	0,04	0,24	0,24	3,91
Praha - Libuš	28.8.2014	25.9.2014	1,78	12,19	2,13	0,12	2,05	0,06	4,36	0,25	8,74	0,18	0,31	1,29	1,50	12,26
Praha - Libuš	25.9.2014	23.10.2014	1,99	12,05	1,51	0,08	2,15	0,07	3,80	0,21	8,05	0,07	0,10	1,07	1,39	10,87
Praha - Libuš	23.10.2014	20.11.2014	2,19	10,26	0,93	0,05	0,99	0,06	2,03	0,14	4,67	0,06	0,10	0,42	0,45	5,84
Praha - Libuš	20.11.2014	18.12.2014	3,11	12,70	1,04	0,06	1,24 <LOQ		2,34	0,12	4,13	0,04	0,05	0,34	0,34	5,02
Praha - Libuš	18.12.2014	15.1.2015	1,90	11,60	0,68	0,05	1,54	0,05	2,31	0,09	2,71	0,04	0,07	0,28	0,29	3,48
Praha - Libuš	15.1.2015	12.2.2015	2,16	9,46	0,48	0,03	0,72 <LOQ		1,23	0,08	2,02	0,03	0,04	0,24	0,26	2,67
Praha - Libuš	12.2.2015	12.3.2015	1,74	6,32	0,53 <LOQ		0,81 <LOQ		1,34	0,09	1,97	0,03	0,07	0,21	0,23	2,58
Praha - Libuš	12.3.2015	9.4.2015	1,96	8,08	0,92	0,07	1,04 <LOQ		2,03	0,11	2,91	0,04	0,09	0,29	0,29	3,72
Praha - Libuš	9.4.2015	7.5.2015	0,96	6,07	0,62	0,06	1,38 <LOQ		2,05	0,11	2,91	0,07	0,13	0,38	0,44	4,03
Praha - Libuš	7.5.2015	4.6.2015	0,76	5,80	0,65 <LOQ		1,43 <LOQ		2,08	0,07	1,90	0,04	0,06	0,36	0,56	2,98
Praha - Libuš	4.6.2015	2.7.2015	0,96	6,10	0,55	0,05	1,24 <LOQ		1,84	0,13	2,99	0,12	0,26	0,63	0,81	4,94
Praha - Libuš	2.7.2015	30.7.2015	0,89	6,45	0,66	0,09	1,92	0,06	2,72	0,10	2,82	0,08	0,16	0,75	0,97	4,87
Praha - Libuš	30.7.2015	27.8.2015	0,88	7,04	1,38	0,10	1,98	0,05	3,51	0,16	4,26	0,11	0,26	0,98	1,75	7,52
Praha - Libuš	27.8.2015	24.9.2015	1,05	10,50	1,02	0,07	1,66	0,05	2,81	0,12	4,23	0,06	0,14	0,59	0,79	5,93
Praha - Libuš	24.9.2015	22.10.2015	1,57	8,50	0,93	0,05	1,09 <LOQ		2,07	0,11	3,03	0,04	0,08	0,37	0,45	4,08

Tabulka 4: Zkratky jednotlivých škodlivin použité v tabulkách

id parameter	name parameter
NAP	naftalen
ACY	acenaftylen
ACE	acenaften
FLU	fluoren
PHE	fenantren
ANT	antracen
FLA	fluoranten
PYR	pyren
BAA	benzo(a)antracen
CHRY	chrysen
BBFLA	benzo(b)fluoranten
BKFLA	benzo(k)fluoranten
BAP	benzo(a)pyren
IP	indeno(123cd)pyren
DBAHA	dibenzo(ah)antracen
BGP	benzo(ghi)perylen
PCB28	PCB 28
PCB52	PCB 52
PCB101	PCB 101
PCB118	PCB 118
PCB138	PCB 138
PCB153	PCB 153
PCB180	PCB 180
PECB	PeCB
HCB	HCB
A_HCH	alfa-HCH
B_HCH	beta-HCH
G_HCH	gama-HCH
D_HCH	delta-HCH
OP_DDE	o,p'-DDE
PP_DDE	p,p'-DDE
OP_DDD	o,p'-DDD
PP_DDD	p,p'-DDD
OP_DDT	o,p'-DDT
PP_DDT	p,p'-DDT

