

**Analýza stanovení obsahu vybraných persistentních organických polutantů**  
**(POP)**  
**v ovzduší na území Karlovarského kraje**  
**(RECETOX)**

**Sledované látky**

Sledované látky byly vybrány s ohledem na platnou legislativu, mezinárodní konvence (UN/ECE - CLRTAP = United Nations Economic Commission for Europe - Convention on Long-range Transboundary Air Pollution) a zadání zadavatele. Jde o následující persistentní organické polutanty (POP).

**POP** (persistentní organické polutanty) které jsou děleny na:

**PAH** (polycyklické aromatické uhlovodíky) – Mají široký rozsah rozpustnosti ve vodě, tendence ke kumulaci v abiotických složkách prostředí i v živých organismech. Řada z nich má toxické, mutagenní či karcinogenní vlastnosti. Vznikají především při nedokonalém spalování fosilních paliv. Sledováno bylo 16 sloučenin základní škály a dalších 13 sloučenin rozšířené škály, tedy celkem 29 sloučenin.

**PCB** (polychlorované bifenyly) – Jsou poměrně nerozpustné ve vodě. Jsou stabilní a odolné vůči degradaci. Mají tendenci k bioakumulaci. Vůči organismu jsou hepatotoxické, imunotoxické, teratogenní a mají toxický efekt na reprodukivitu. Poločas rozpadu se odhaduje na 2-6 let. Mají výhradně antropogenní původ. Byly využity v olejích, nebo jako aditiva do plastů, inkoustů, barev a jiných výrobků. Z 209 kogenerů bylo sledováno 7 indikátorových sloučenin.

**OCP** (organochlorové pesticidy) – Především jde o izomery DDT a HCH. Jsou poměrně nerozpustné ve vodě. Jsou stabilní a odolné vůči degradaci. Mají tendenci k bioakumulaci. Vůči organismu je DDT hepatotoxický a působí na ústřední nervstvo, HCH je neurotoxický, imunotoxický a poškozuje urogenitální ústrojí a játra. Poločas rozpadu se odhaduje u DDT na 2-6 let a u HCH na 2 roky. Mají výhradně antropogenní původ. Byly používány jako insekticidy. Bylo sledováno 7 izomerů DDT a 4 izomery HCH.

**HCB** (hexachlorbenzen) - Je poměrně nerozpustný ve vodě. Je stabilní a odolný vůči degradaci. Má tendenci k bioakumulaci. Jde o prakticky netoxickou látku (v USA je ale zakázán). Při inhalaci byla pozorována neurotoxicita, chronicky může způsobovat porfyrii a při vyšších chronických expozicích může mít účinky karcinogenu (možný karcinogen). Poločas rozpadu je 2,7-7,5 roku. Má výhradně antropogenní původ. Byl používán jako pesticid a při výrobě pneumatik, hliníku, barviv a jiných výrobků. Vzniká jako vedlejší produkt při výrobě chlorovaných rozpouštědel, při spalování odpadů, plastů, ale i při požárech

**PeCB** (pentachlorbenzen) – Nově zařazen do seznamu CLRTAP. Je málo rozpustný ve vodě. V anaerobním prostředí je stabilní a odolný vůči degradaci. Na vzduchu se rozkládá s poločasem rozpadu v řádu desítek až stovek dní. Ve vodě biodegradace. Má tendenci k bioakumulaci. Nejsou dostatečné údaje o vlivu na ekosystémy. Toxický pro vodní organismy. U člověka může ovlivnit centrální nervovou soustavu. Chronicky může poškodit játra, ledviny a další tkáně. Je možno předpokládat reprodukční toxicitu. Poločas rozpadu je 2-6 let. Má výhradně antropogenní původ. Sloužil jako surovina pro výrobu pesticidu pentachlornitrobenzen. Byl přidáván k PCB a používal se jako fungicid, nebo jako látka zpomalující hoření.

## **Monitoring**

Byla použita metoda pasivního vzorkování. Během měření probíhá samovolná difuze do sběrného média, kterým je filtr z polyuretanové pěny (PUF). Metoda není popsána matematickou formulí, ale je finančně nenáročná. Empiricky byla stanovena rychlost sorpce 3,5 m<sup>3</sup>/den, což odpovídá 100 m<sup>3</sup> za vzorkovací období (28 dnů). Metoda udává poměrně přesné výsledky při dlouhodobém pozorování.

### **Monitoring byl prováděn v pěti měřicích cyklech:**

22.8.2008 – 19.9.2008	<b>1</b>
17.9.2008 -15.10.2008	<b>2</b>
15.10.2008 – 12.11.2008	<b>3</b>
12.11.2008 – 10.12.2008	<b>4</b>
10.12.2008 – 7.1.2009	<b>5</b>

### **Odběrná místa byla vybrána následující**

**KV** (Karlovy Vary – Dolní nádraží) – městská dopravní stanice

**VI** (Vintířov – věž hasičské zbrojnice) – domácí topeniště a velké průmyslové podniky

**SO** (Sokolov – sídliště Švabinského ul.) – předměstská pozad'ová stanice v obytné zóně

**CH** (Cheb – ul. Mírová) – předměstská pozad'ová stanice v obytné zóně

**PB** (Přebuz) – venkovská pozad'ová stanice

Jako referenční lokality byl zahrnuta odběrná místa:

**KO** (Košetice – ČHMÚ) - venkovská pozad'ová stanice

**LI** (Praha Libuš) – běžné městské pozadí

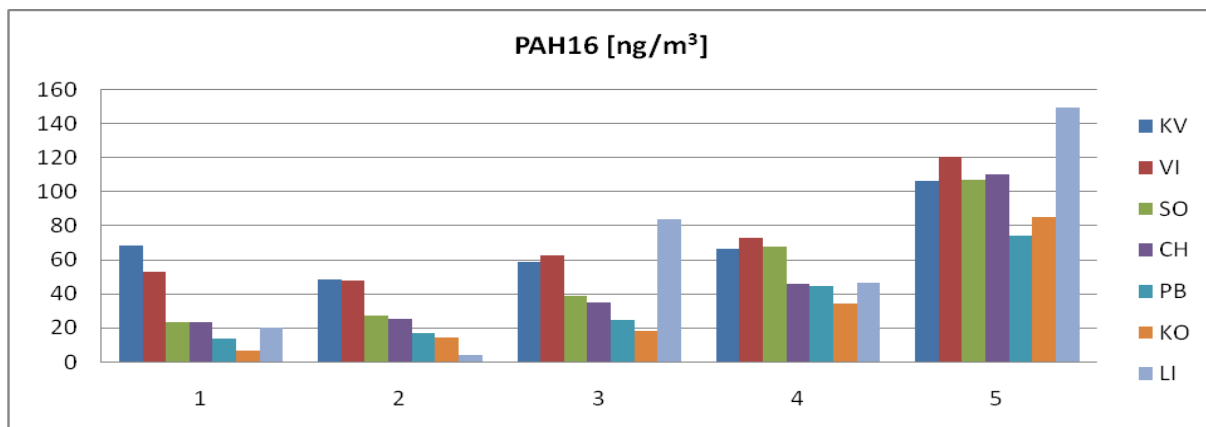
Kritériem pro výběr byla blízkost stanovišť AIM buněk. Dalším kritériem byla návaznost na ostatní kraje a tedy jakási přímka při hlavní komunikaci R6, na které jsou položeny i další velké sídlištní útvary. Předpokládal se vliv dopravy (KV- městská, SO- R6, CH- železniční) dále se předpokládal vliv průmyslu, velkých spalovacích zdrojů a lokálních topenišť (VI). Měření na Přebuzi bylo uvažováno jako referenční pozad'ové. Pro srovnání jsou uvedena i jiná referenční měření (KO, LI)

## **Diskuze výsledků**

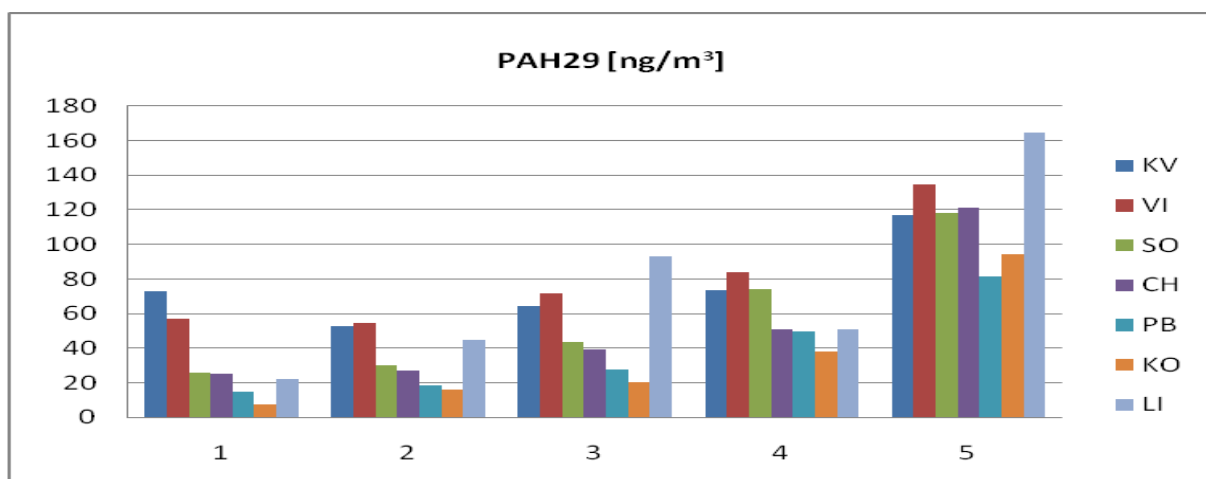
V rámci tohoto projektu byly provedeny pětíměsíční odběry volného ovzduší na pěti lokalitách Karlovarského kraje. Pro referenční srovnání byly k výsledkům monitoringu zařazeny 2 pozad'ové lokality, a to stanice ČHMÚ Košetice jako venkovské pozadí a Praha - Libuš jako pozadí městské. Hodnoty jsou přepočtené na jednotky odpovídající ng/m<sup>3</sup>.

### **PAH**

<b>PAH16 [ng/m<sup>3</sup>]</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
KV	68,29	48,74	58,76	66,43	106,04
VI	53,09	47,82	62,36	72,79	120,28
SO	23,68	27,20	39,08	67,59	107,23
CH	23,12	25,03	35,26	45,68	110,29
PB	13,58	16,82	24,72	44,59	73,97
KO	6,81	14,55	18,12	34,09	84,99
LI	20,39	4,34	83,58	46,22	149,07



PAH29 [ng/m <sup>3</sup> ]	1	2	3	4	5
KV	72,60	52,90	64,56	73,25	116,90
VI	57,22	54,64	71,59	84,02	134,42
SO	25,81	30,02	43,85	74,25	118,29
CH	25,25	27,21	39,11	50,70	120,87
PB	15,05	18,36	27,48	49,49	81,70
KO	7,72	16,28	20,16	37,95	94,42
LI	22,18	44,91	93,20	50,73	164,38

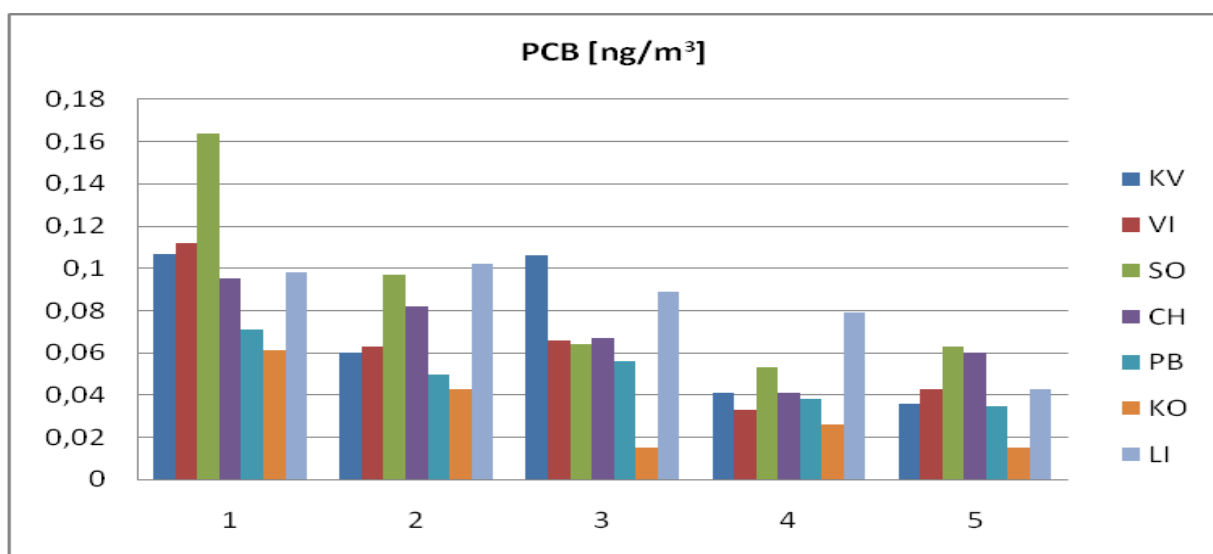


Koncentrace polycyklických aromatických uhlovodíků vykazují na všech lokalitách typický sezónní průběh se zimními hodnotami řádově vyššími oproti letním. Největší sezónní rozdíly jsou patrné na pozad'ových lokalitách. Na lokalitě Karlovy Vary je rozdíl mezi letními a zimními hodnotami nejmenší proto, že hlavním zdrojem PAH zde nejsou lokální topeniště, ale doprava. Podobná situace je také ve Vintířově, kde je však vysoká hladina PAH v letním období pravděpodobně způsobena doly a průmyslovými podniky v okolí. Městská pozadí jsou v Karlovarském kraji na podobných hladinách, jako bylo naměřeno v Praze-Libuši, zatímco venkovská lokalita Přebuz je podobná venkovskému pozadí v Košetcích, avšak s vyššími hladinami PAH v letním období.

Nejvyšší naměřené hodnoty vykazoval fenantren, následoval naftalen, fluoren a fluoranten. Nejvyšší naměřená hodnota benzo(a)pyrenu v Karlovarském kraji byla ve Vintířově v 5. měřícím cyklu a měla hodnotu 0,0814 [ng/m<sup>3</sup>]. Imisní limit pro dlouhodobé imisní cíle pro rok 2012 je stanoven pro benzo(a)pyren ve výši 1[ng/m<sup>3</sup>]. Výsledky pro měření základních 16 látek a rozšířené škály 29 látek spolu vzájemně korespondují.

## PCB

PCB [ng/m <sup>3</sup> ]	1	2	3	4	5
KV	0,107	0,060	0,106	0,041	0,036
VI	0,112	0,063	0,066	0,033	0,043
SO	0,164	0,097	0,064	0,053	0,063
CH	0,095	0,082	0,067	0,041	0,060
PB	0,071	0,050	0,056	0,038	0,035
KO	0,061	0,043	0,015	0,026	0,015
LI	0,098	0,102	0,089	0,079	0,043



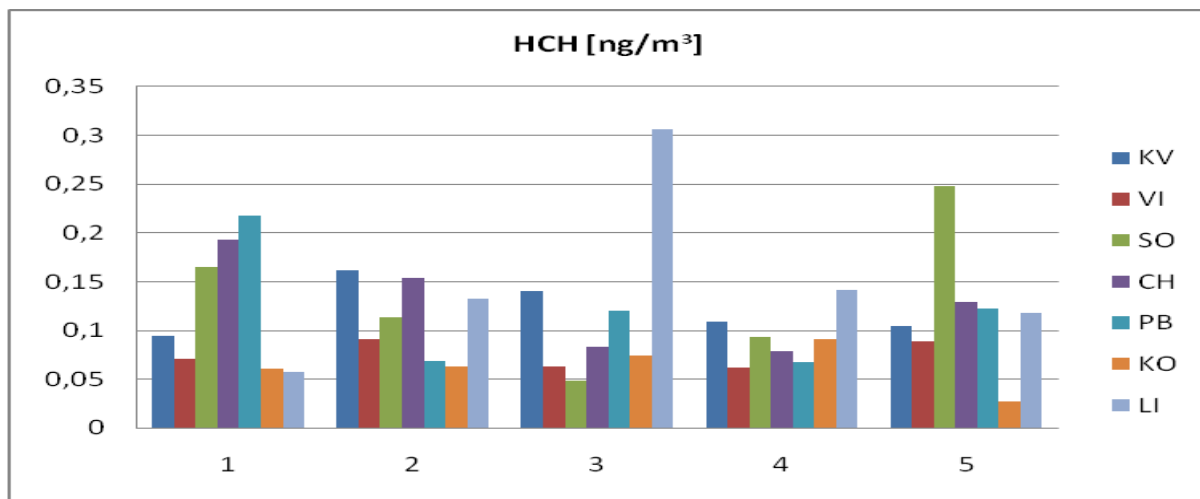
Oproti PAH mají koncentrace PCB opačnou sezónní variabilitu. Vzhledem k tomu, že hlavním zdrojem jejich atmosférických hladin je vypařování z primárních i sekundárních zdrojů (kontaminovaných půd či omítek), jejich koncentrace stoupají s rostoucí teplotou. Nejvyšší hladiny byly naměřeny v Sokolově, Vintířově a Karlových Varech, na ostatních lokalitách byly koncentrace podobné městskému pozadí v Libuši a - zejména v zimním období - výrazně vyšší než venkovské pozadí v Košeticích.

## OCP

Bylo provedeno samostatné vyhodnocení měření izotopů **HCH** a izotopů **DDT**.

## HCH

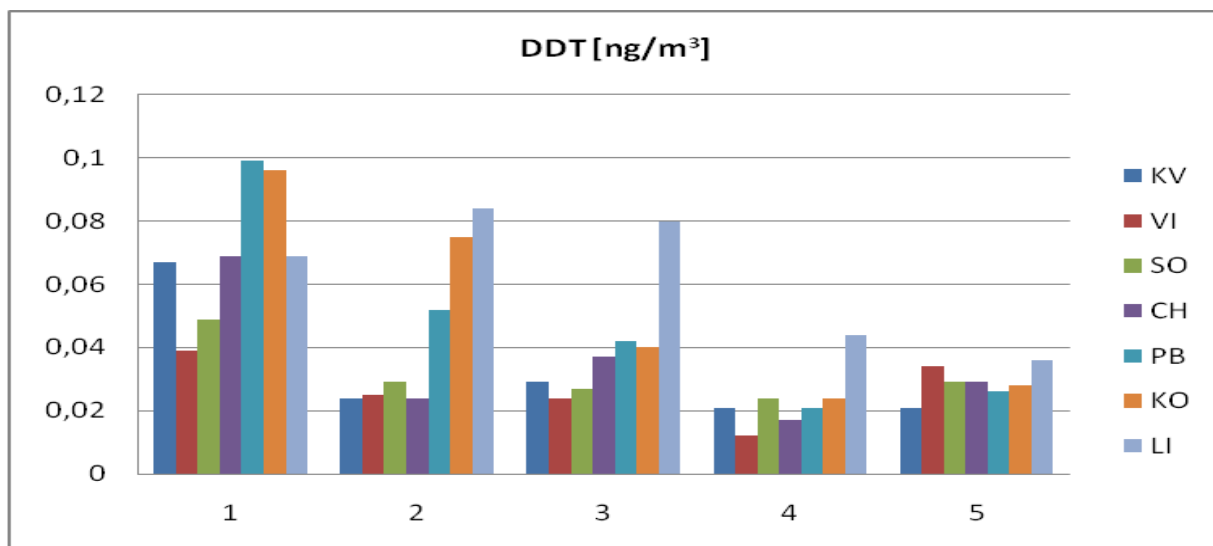
HCH [ng/m <sup>3</sup> ]	1	2	3	4	5
KV	0,095	0,162	0,140	0,109	0,104
VI	0,071	0,091	0,063	0,062	0,089
SO	0,165	0,113	0,049	0,093	0,248
CH	0,193	0,154	0,083	0,079	0,129
PB	0,218	0,069	0,120	0,068	0,123
KO	0,061	0,063	0,074	0,091	0,027
LI	0,057	0,132	0,306	0,141	0,118



U hexachlorcyklohexanu naměřené hodnoty kolísaly nezávisle na venkovní teplotě, vyšší letní teploty byly detekovány pouze v Přebuzi a Chebu. Nejnížší koncentrace - srovnatelné s venkovským pozadím v Košetících - byly naměřeny ve Vintřově, ostatní hladiny byly výrazně vyšší.

### DDT

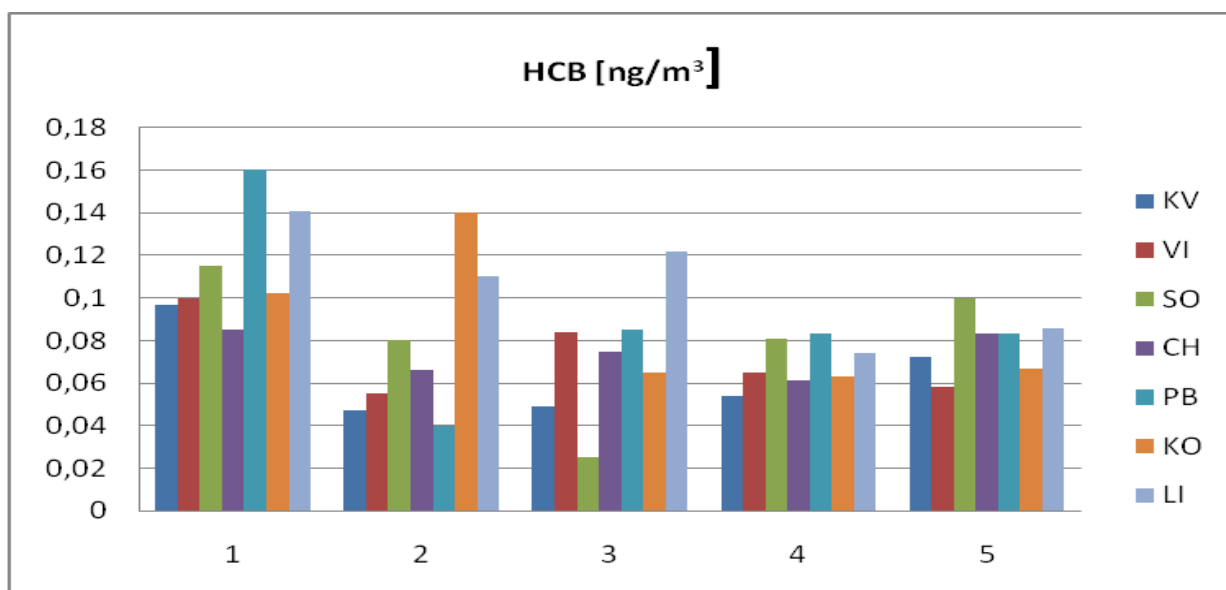
DDT [ng/m <sup>3</sup> ]	1	2	3	4	5
KV	0,067	0,024	0,029	0,021	0,021
VI	0,039	0,025	0,024	0,012	0,034
SO	0,049	0,029	0,027	0,024	0,029
CH	0,069	0,024	0,037	0,017	0,029
PB	0,099	0,052	0,042	0,021	0,026
KO	0,096	0,075	0,040	0,024	0,028
LI	0,069	0,084	0,080	0,044	0,036



Nejvýraznější sezónní trendy s letními maximy, ale také nejvyšší hladiny DDT byly pozorovány na venkovských lokalitách, a to jak v Karlovarském kraji (Přebuz), tak na Košetickém pozadí. To souvisí s historickou aplikací DDT v zemědělství a dlouhodobě kontaminovanými půdami. Hladiny na městských lokalitách byly nižší, zejména v letním období.

## HCB

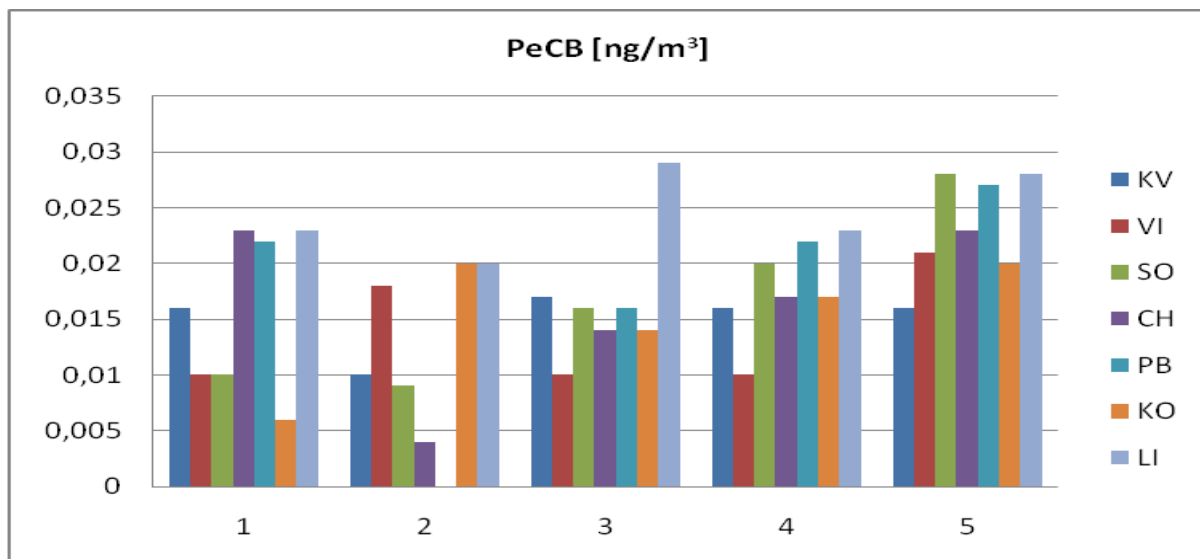
HCB [ng/m <sup>3</sup> ]	1	2	3	4	5
KV	0,097	0,047	0,049	0,054	0,072
VI	0,100	0,055	0,084	0,065	0,058
SO	0,115	0,080	0,025	0,081	0,100
CH	0,085	0,066	0,075	0,061	0,083
PB	0,160	0,040	0,085	0,083	0,083
KO	0,102	0,140	0,065	0,063	0,067
LI	0,141	0,110	0,122	0,074	0,086



U hexachlorbenzenu se projevuje jeho velká těkavost a tím i mobilita v prostředí. Hladiny HCB jsou tedy velmi podobné na městských i venkovských lokalitách. Dalším efektem působícím na hladiny HCB v prostředí je diverzita jeho zdrojů (těkání z půd, průmysl, spalování), proto jsou nevýrazná maxima pozorována v nejrůznějších ročních obdobích (obvykle vyšší letní teploty souvisejí s těkáním z kontaminovaných ploch).

## PeCB

PeCB [ng/m <sup>3</sup> ]	1	2	3	4	5
KV	0,016	0,010	0,017	0,016	0,016
VI	0,010	0,018	0,010	0,010	0,021
SO	0,010	0,009	0,016	0,020	0,028
CH	0,023	0,004	0,014	0,017	0,023
PB	0,022	0,000	0,016	0,022	0,027
KO	0,006	0,020	0,014	0,017	0,020
LI	0,023	0,020	0,029	0,023	0,028



Podobně rozkolísané jako u HCB jsou i hladiny PeCB jako degradačního produktu HCB. Vyšší zimní hladiny v zimním období souvisí v tomto případě zřejmě se spalováním.

## DOPORUČENÍ

Pětiměsíční studie zatížení ovzduší Karlovarského kraje persistentními organickými polutanty neprokázala zásadní problémy na žádné ze sledovaných lokalit. Obecně lze konstatovat, že 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 5 sledovaných a 2 referenčních lokalitách není extrémní rozdíl.

V dalším období zpracovatel doporučuje vybrat ze sledovaného souboru lokalit ty, které by měly být měřeny dlouhodobě a zařadit je to celostátní monitorovací síť MONET. To umožní porovnání regionálních výsledků v celostátním, ale také celoevropském měřítku. Z hlediska dlouhodobého rozvoje kraje doporučujeme pokračovat v započatém měření, aby bylo možné sledovat regionální dlouhodobé trendy v kontaminaci ovzduší persistentními organickými polutanty.