

# SMĚSNÁ KONTAMINACE PLOCHY BÝVALÉ SPALOVNY V HRADCI KRÁLOVÉ

## Mixed soil contamination of former incinerator area in Hradec Králové

Lada KACÁLKOVÁ<sup>1</sup>, Pavel TLUSTOŠ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Katedra biologie, Pedagogická fakulta, Univerzita Hradec Králové, Rokitanského 62, 500 03 Hradec Králové, tel. +420 49333 1185, e-mail: lada.kacalkova@uhk.cz

<sup>2</sup> Katedra agrochemie a výživy rostlin, Fakulta agrobiologie, přírodních a potravinových zdrojů, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýčká ul. 129, 165 21 Praha 6 – Suchbátka, tel. +420 224 382 733, e-mail: tlustos@af.czu.cz

Na ploše bývalé spalovny nebezpečných odpadů v Hradci Králové byla zjišťována míra zatížení organickými a anorganickými polutanty. Výsledkem bylo zjištění obsahu některých rizikových prvků, PCB a polyaromatických uhlovodíků na 11 vybraných stanovištích.

### Úvod

Za kontaminaci je považován stav, kdy se v zemině, povrchové a podzemní vodě nebo v jiné složce životního prostředí vyskytují chemické látky pro dané prostředí cizorodé svojí podstatou, koncentrací nebo množstvím. Nejčastěji dochází ke kontaminaci v důsledku lidské činnosti.

Možné cizorodé látky v prostředí můžeme rozdělit na:

**Anorganické** – rizikové prvky (nejčastěji Cu, Zn, Cd, Hg, Pb, Cr, As), radionuklidy, ostatní anorganické složky (asbest, kyanidy, fluoridy)

#### **Organické**

1. těkavé organické látky (VOC)
2. aromatické a polyaromatické uhlovodíky PAU (antracen, benzpyren, toluen, benzen)
3. halogenované uhlovodíky (např. dioxiny) a polychlorované bifenylly (PCB)
4. další organické látky, např. pesticidy či herbicidy, ropné látky, výbušniny, rozpouštědla (MACKOVÁ a MACEK, 2005).

K znečištění půdy rizikovými prvky dochází jednak geogenními procesy (zvětrávání matečných hornin, které tyto prvky obsahují), mnohem častěji však antropogenně (činností člověka). Hlavními zdroji tohoto znečištění v půdě jsou atmosférický spad, odpady (čistírenské kaly a sedimenty), aplikace minerálních, organických hnojiv a pesticidů, odpadní a závlahové vody, které zpravidla vedou k trvalé plošné kontaminaci (LOMBI et al., 2001). Mezi nejdůležitější zdroje kontaminace půdy olovem patří úpravny rud, akumulátory, pigmenty do barev, chemický průmysl, spalování fosilních paliv, zemědělství (hnojiva, insekticidy). Arsen se do půd může dostávat při zpracování rud, zemědělstvím (hnojiva, insekticidy), kouřením, ochrannými prostředky na dřevo. Zinek může vstupovat do půd pigmenty do barev, komunálním odpadem, kouřením, slitinami (mosaz, bronz) a opět zemědělstvím. Kadmium obsahují fosfátová hnojiva, zinkové a olovené rudy, pigmenty pro barvy a plasty, baterie a dále může vznikat a kontaminovat půdy následkem spalování fosilních

paliv a kouření. Kontaminace půdy rtuťí je možná opět při zpracování rud, z baterií, herbicidů a fungicidů, teploměru a spalováním fosilních paliv (KAFFKA a PUNČOCHÁŘOVÁ, 2002). Na rozdíl od organických polutantů nejsou těžké kovy biodegradovatelné a v prostředí i organismech se kumulují. Největším problémem rizikových prvků tedy zůstává, jakým způsobem je možno redukovat jejich obsahy v půdách a omezit transfer do rostlin (NOVÁK a kol., 1998). Vyhláškou MŽP č. 13/1994 Sb. jsou stanoveny limitní hodnoty těchto prvků v půdách. Limitní hodnota *zinku* pro lehké půdy je 130 mg/kg a pro ostatní půdy 200 mg/kg, pro *kadmium* v lehkých půdách byla stanovena mezní koncentrace 0,4 mg/kg a v ostatních půdách 1,0 mg/kg. Dalším rizikovým prvkem je *rtuť*, jejíž obsah v lehkých půdách by neměl přesahovat množství 0,6 mg/kg a v ostatních půdách 0,8 mg/kg. Nejvyšší možná koncentrace olova v lehkých půdách pak činí 100 mg/kg a v ostatních půdách 140 mg/kg. Pro *arsen* je stanovena nejvyšší možná koncentrace ve všech půdách 30 mg/kg.

Mezi nejvýznamnější polutanty v souvislosti se zátěží půd rizikovými látkami organického původu patří tzv. *polychlorované bifenyly* (PCB), které patří do skupiny perzistentních organických polutantů (POP). PCB jsou nehořlavé olejovité kapaliny s vynikajícími technickými vlastnostmi, jako je chemická a fyzikální stabilita i za vysokých teplot, nemísitelnost s vodou a vysoký elektrický odpor. Tyto vlastnosti učinily z PCB vhodný materiál pro mnoho technických oborů (HOLOUBEK et al., 2003). Do složek životního prostředí se dostávaly tyto látky prostřednictvím emisí z jejich výroby nebo při haváriích zařízení, kde byly tyto látky využívány (MACEK et al., 2002). Teprve po desetiletích jejich užívání bylo zjištěno, že PCB se v přírodě nerozkládají, koncentrují se v tělech živočichů, šíří se potravním řetězcem a mají i ve stopových množstvích nepříznivé účinky na živé organismy. V průběhu 80. let byla jejich výroba zastavena a jejich užívání časem i zakázáno, nicméně stále představují zátěž pro životní prostředí (HOLOUBEK et al., 2003). V České republice je pro zemědělský půdní fond stanovena vyhláškou MŽP č.13/1994 Sb. limitní hodnota obsahu PCB 0,01 mg/kg. Tato vyhláška však nestanovila limity pro jednotlivé kongenery (7 kongenerů – 28, 52, 101, 118, 138, 153, 153 a 180), ale hovoří pouze o jejich směsi.

*Polycyklické aromatické uhlovodíky* (PAU) představují skupinu perzistentních organických látek přítomných ve všech složkách a oblastech životního prostředí (TOMANIOVÁ et al., 1997).

PAU emitované do atmosféry se deponují na rostliny a půdu a postupně přecházejí i do vodních ekosystémů. K závažné kontaminaci půdy a vody dochází obvykle prostřednictvím odpadů. 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 koku, asfaltu, cementu, z rafinerií, krematorií, z požárů a v neposlední řadě při kouření (HAVEL, 2005). Orientační limity pro obsah sumy všech PAU pro zeminu stanovuje věstník MŽP 3/1996, limitní hodnota činí 1,0 mg /kg sušiny. Limit pro PAU platí pro sumu fenantrenu, fluorantenu, pyrenu, benz(a)antracenu, chrysenu, benzo(k)fluorantenu, benzo(a)pyrenu, indeno(123cd)pyrenu a benzo(ghi)perylenu.

### **Metodika výzkumu**

Cílem našeho sledování (monitoringu) bylo zjistit zatížení organickými a anorganickými polutanty na pozemku bývalé spalovny nebezpečných odpadů, která se nachází v Hradci Králové v části Pražské Předměstí. Tato spalovna byla v provozu v letech 1993 až 2002. Byly zde spalovány např. nebezpečné odpady s obsahem ropných látek, agrochemický odpad, konzervační činidla, odpady z chemických procesů, odpad z louhování a z odchlupování, odpad z odmašťování obsahující rozpouštědla, odpady s obsahem kovů, halogenovaný odpad, barviva, kyselý dehet, odpad s obsahem síry, odpad z výroby průmyslových hnojiv, anorganické pesticidy a mnoho dalších. Po dobu provozu spalovny byl

na uvedeném pozemku skladován nebezpečný odpad bez zabezpečení vstupu cizorodých látek do půdy. Na pozemku, který byl podroben analýze se nacházely chemikálie jako diphenylmethandiisocyanát, dichlormethan, butadien, polybutadienediol, 2-methyl,4-chlorfenylocotvá kyselina z organických látek a dithiouhličitan sodný, kyselina dusičná a sírová, hydroxid sodný z anorganických látek a další neidentifikované chemikálie ve velkých množstvích.

Na pozemku o celkové ploše 337 m<sup>2</sup> (včetně budov) bylo vybráno celkem 11 odběrných míst, vzdálených od sebe tak, aby poskytly informace o zatížení půdy na celém pozemku (zejména podél chodníku, kde byly skladovány sudy s chemikáliemi). Odběrná místa byla lokalizována pomocí GPS (Global Position System). Na každém odběrném místě bylo sondovací tyčí odebráno minimálně 8 vpichů do hloubky 20 cm na ploše o průměru 3 m kolem zaměřeného bodu. Smísením půdního materiálu dílčích odběrů vznikly reprezentativní vzorky míst, které byly následně analyzovány. Vzorky byly po ukončení odběru uloženy na vhodné místo k proschnutí při laboratorní teplotě. Pouze část vzorku o hmotnosti asi 20 g byla ihned po odběru uložena do chladicího zařízení (tento vzorek posloužil k organickým analýzám). Řádně na vzduchu vysušená zemina byla homogenizována pomocí síta o průměru ok 2 mm. Před proséváním bylo nutné odstranit rostlinné zbytky. U takto upraveného vzorku byly následně prováděny anorganické analýzy (stanovení rizikových prvků).

U vzorku umístěného v mrazičím zařízení byla v akreditovaných laboratořích Aquatest a.s. (sídlo v Praze) provedena analýza organických polutantů. U vzorků byla stanovena koncentrace polyaromatických uhlovodíků (dle MŽP) metodou ČSN 75 7554 A mod. a koncentrace polychlorovaných bifenyly metodou DIN 38414-20.

Druhá část vzorku (proschlá a homogenizovaná) byla podrobena anorganické analýze v laboratořích katedry agrochemie a výživy rostlin České zemědělské univerzity v Praze. Analýzami byla zjištěna hodnota koncentrace u těchto prvků: As, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, V a Zn. Celkové obsahy sledovaných prvků byly stanoveny po dvoustupňovém rozkladu použitím APIONu a mokrého rozkladu ve směsi HF + HNO<sub>3</sub>.

Dále byla u všech vzorků stanovena hodnota výměnného pH ve výluhu 0,01 M CaCl<sub>2</sub> a také hodnota aktivního pH ve vodném výluhu.

### Výsledky a diskuse

Koncentrace organických polutantů na jednotlivých stanovištích je zaznamenána v tab. 1. Nadlimitní množství *fluoranthenu* bylo zjištěno téměř na všech vybraných stanovištích a naměřená koncentrace převyšovala více než 10krát předepsanou normu. Vysoký obsah *antracenu* byl zjištěn na stanovištích 1, 8, 9, 10 a 11. Nadlimitní koncentrace tohoto polutantu se na těchto stanovištích pohybuje v rozmezí 0,111 mg/kg až po hodnotu 1,3 mg/kg, a to je 130krát více než je povolená mez. Hodnota udávající množství *benzo/a/antracenu* byla velmi nadlimitní pouze na stanovišti č.8 (482 mg/kg), toto množství převyšuje danou mez 482krát. Na dalších dvou stanovištích převyšovaly koncentrace tohoto organického polutantu mezní hranici pouze lehce, na stanovišti č. 9 byla naměřena hodnota 4,31 mg/kg a na stanovišti č. 11 4,98 mg/kg. K nejnebezpečnějším PAU je řazen *benzo/a/pyren* a tento polutant se vyskytoval v lehce zvýšeném množství téměř na všech stanovištích (pouze na stanovišti č.5 byl obsah v mezích normy). Ovšem na stanovištích č. 9, 10 a 11 převýšil limitní hodnotu více než 10krát a dosáhl nejvyšší koncentrace 9,04 mg/kg na stanovišti č. 11. Velmi vysoká koncentrace *fenantrenu* byla naměřena na stanovištích č. 1, 8 a 11 (až 5,55 mg/kg). Na dalších 5 stanovištích byl ovšem také překročen limit tohoto polutantu, i když ne v tak velké míře. *Naftalen* nepřekročil limitní koncentraci na žádném z vybraných stanovišť tohoto pozemku. Naopak obsah *chrysenu* vysoce převýšil

svou limitní koncentraci na všech stanovištích kromě č. 5 a pohyboval se v rozmezí hodnot 0,17 mg/kg až 5,46 mg/kg (stanoviště č. 11). Vyhláškou je také stanovena hodnota, která udává nejvyšší možnou koncentraci všech *polyaromatických uhlovodíků*. Tato hodnota byla nadlimitní u všech stanovišť mimo stanoviště č. 5.

Dále bylo analýzou zjištěno jednotlivé množství 6 kongenerů polychlorovaných bifenylů a jejich celková suma. Vyhláška však uvádí mezní hodnotu pouze pro sumu všech těchto kongenerů. Nadlimitní koncentrace *sumy PCB* byla zjištěna pouze na dvou stanovištích, a to na stanovišti č. 5 a 11 (viz. tab. 2)

Naměřená množství rizikových prvků jsou uvedena v tabulce 3.

U *arsenu* byla nadlimitní koncentrace naměřena pouze na stanovišti č. 5 (převýšena o 3,5 mg/kg). Koncentrace *kadmia* byla zvýšená u všech vzorků kromě vzorku ze stanoviště č. 1. U vzorků ze stanoviště č. 2, 5 a 11 je koncentrace převýšena 17krát než povoluje stanovená mez. Nadměrný obsah chrómu byl zjištěn pouze na stanovišti č. 5, kde převýšil svou maximální přípustnou koncentraci o 41 mg/kg. *Měď* ve zvýšeném množství byla naměřena u vzorků ze stanovišť č. 5, 9 a 11. Nejvyšší zjištěná koncentrace překročila mezní hodnotu 3,5krát, a to opět na stanovišti č. 5. Vyšší obsah *rtuti* než stanovuje vyhláška byl zaznamenán na čtyřech stanovištích (č. 1, 5, 8 a 11) a povolenou maximální koncentraci převýšil až 20krát a dosáhl hodnoty 11,9 mg/kg na stanovišti č. 5. Zvýšené množství *molybdenu* a *niklu* bylo zaznamenáno opět na stanovišti č. 5. Obsah niklu byl 2krát vyšší než povoluje vyhláška a u molybdenu byla koncentrace převýšena 3,5krát. Na ostatních odběrných stanovištích byla naměřená koncentrace těchto prvků v normě. Další rizikový prvek – *olovo* bylo zaznamenáno ve zvýšené koncentraci na stanovištích č. 4, 5, 9, a 11. Nejvyšší koncentrace olova byla zjištěna na stanovišti č. 9 a přesahovala danou mez 2krát. Nadlimitní množství *vanadu* bylo zjištěno opět na stanovišti č. 5. *Zinek* byl zaznamenán v nadlimitních koncentracích téměř na všech odběrných stanovištích, pouze na stanovišti č. 1 byl jeho obsah v rámci normy. Nejvyšší koncentrace zinku byla zjištěna na stanovišti č. 5, kde přesáhla povolenou koncentraci 9krát.

Hodnoty uvádějící aktivní a výměnné pH vzorků půdy z jednotlivých stanovišť jsou uvedeny v tabulce 4. Hodnoty pH (CaCl<sub>2</sub>) – výměnná půdní reakce – se pohybují v rozmezí 6,09 až 7,82. Také byly naměřeny hodnoty pH (H<sub>2</sub>O) – aktivní půdní reakce, které jsou v rozmezí 6,66 až 8,59. Všechna odběrná stanoviště tedy mají pH půdy velmi blízké neutrálnímu pH.

## Souhrn

Na pozemku bývalé spalovny nebezpečných odpadů v Králověhradeckém kraji byl v květnu 2006 proveden monitoring, který měl za cíl zjistit stav zatížení organickými a anorganickými polutanty. Na pozemku bylo vybráno 11 odběrných míst rovnoměrně rozšířených po celé využívané ploše. U vzorků z těchto stanovišť byla provedena analýza, jejichž výsledkem bylo zjištění koncentrace organických polutantů (6 kongenerů PCB a PAU podle MŽP) a rizikových prvků (As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, V, Zn).

Souhrnně lze konstatovat, že tento pozemek je zatížen směsnou (heterogenní) kontaminací, jelikož zde byly zjištěny nadlimitní koncentrace PCB, PAU a také některých rizikových prvků. Na téměř všech stanovištích byl zjištěn nadlimitní obsah těchto rizikových prvků: kadmium, rtuť, olovo a zinek. Jedno stanoviště, nacházející se podél budovy spalovny vykazovalo velmi vysoké koncentrace všech rizikových prvků (stanoviště č. 5). Na tomto stanovišti a na stanovišti č. 11 (vjezd do areálu) také byla zjištěna vysoká koncentrace polychlorovaných bifenylů, která na ostatních místech tohoto pozemku nepřevyšovala svou povolenou mez.

Naopak toto stanoviště vykazovalo nejnižší míru koncentrace polyaromatických uhlovodíků. Celkem na 4 stanovištích (č. 1, 8, 9 a 11) však hodnota těchto polutantů značně převyšovala předepsanou mez, a to hlavně u těchto: fluoranthen, benzo/a/pyren, chrysen, antracen a fenantren.

Nejvíce kontaminovaná stanoviště se nacházejí vždy na místech, kde byly uloženy sudy s chemikáliemi a skladovány nebezpečné odpady (tzn. podél chodníku před budovou spalovny a u brány podél vchodu – stanoviště 5 a 11). Naopak odběrná místa vykazující nejmenší míru zatížení kontaminanty jsou lokalizována dále od budovy spalovny na ploše hustě pokryté vegetací.

### Summary

The range and sort of soil contamination were found out at former incenerator of hazardous waste in Hradec Králové area. There were analyzed 11 mean samples of soil from this area and found amount of PCB, polyaromatic hydrocarbons, lead, cadmium, arsenic, mercury, zinc, nickel and chromium. The result showed contamination of several sampling sites mainly by PCB, cadmium, mercury, lead and zinc.

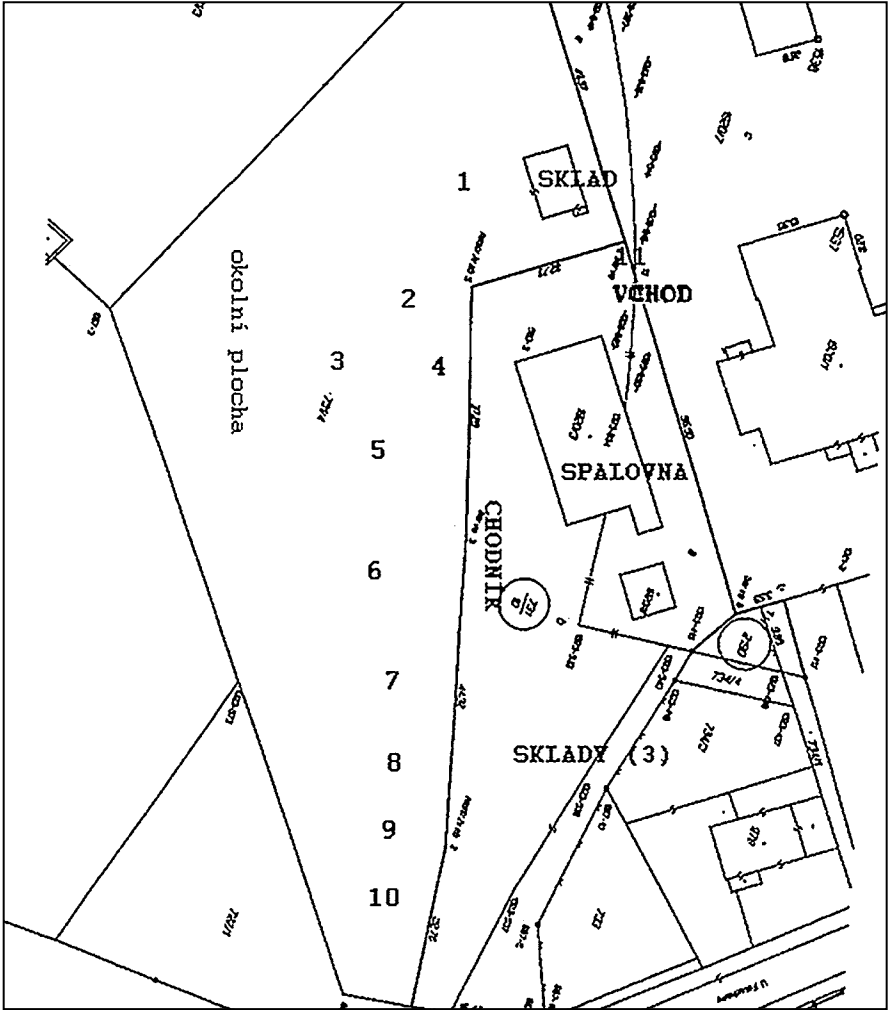
### Poděkování

Výzkum byl podpořen specifickým výzkumem č. 2104/2006 Univerzity Hradec Králové a grantem NAZV QF č. 4063 řešeným katedrou agrochemie a výživy rostlin ČZU v Praze. Dále chceme poděkovat pracovníkům laboratoří na katedře agrochemie a výživy rostlin ČZU v Praze za provedené analýzy rizikových prvků a pracovníkům laboratoří Aquatest se sídlem v Praze za provedení organických analýz.

### Literatura

- HAVEL M.: Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAHs) [online]. Dostupné z: <http://bezjedu.arnika.org/chemicka-latka.shtml?x=610570>.
- HOLOUBEK I., ČUPR P., 2003: POPs limity pro biotické a biotické složky prostředí. Národní inventura persistentních organických polutantů v České republice. *TOCOEN REPORT No. 249*.
- KAFKA Z., PUNČOCHÁŘOVÁ J., 2002: Těžké kovy v přírodě a jejich toxicita. *Chemické listy, vol. 96: 611-617*.
- LOMBI E., WENZEL W. W., GOBRAN G. R., ADRIANO D. C., 2001: Dependency of Phytoavailability of Metals on Indigenous and Induced Rhizosphere Processes: A Review. In: GOBRAN G., WENZEL W. W., LOMBI E.: *Trace Elements in the Rhizosphere. CRC Press LLC: 3-24*.
- MACEK T., MACKOVÁ M., KUČEROVÁ P., CHROMÁ L., BURKHARD J., DEMNEROVÁ K., 2002: Phytoremediation. *Biotechnology for the Environment: Soil Remediation: 115-137*.
- MACKOVÁ M., MACEK T., 2005: Využití rostlin k eliminaci xenobiotik z životního prostředí. *Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha*.
- NOVÁK P. a kol., 1998: Závěrečná zpráva projektu PPŽP 620/7/97 „Zpracování a vyhodnocení celkového stavu narušení a trendů degradace půd ČR“. *Praha*.
- TOMANIOVÁ M., KOCOUREK V., HAJŠLOVÁ J., 1997: Polycyklické aromatické uhlovodíky v potravinách. *Chemické listy, vol. 91: 357-366*.
- Vyhláška ministerstva životního prostředí č. 13/1994 Sb.
- Vyhláška ministerstva životního prostředí č. 3/1996 Sb.

Došlo: 10.1.2007



Obr. 1: Mapa pozemku spalovny.

Fig. 1: Plot of incinerator map.

**Tab. 1:** Průměrná koncentrace polyaromatických látek na stanovištích č. 1–11 v mg/kg suš.**Tab. 1:** Mean concentration of polyaromatic hydrocarbons at particular standpoints 1–11 in mg/kg dry matter.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>fluoranthen</b>	<b>2,65</b>	<b>0,724</b>	<b>1,57</b>	<b>0,81</b>	<b>0,043</b>	<b>0,47</b>	<b>1</b>	<b>1,14</b>	<b>13,6</b>	<b>2,27</b>	<b>15,2</b>
benzo/b/fluoranthen	0,78	0,356	0,86	0,44	0,001	0,24	0,5	0,55	5,53	1,28	7,86
benzo/k/fluoranthen	0,39	0,171	0,39	0,2	0,002	0,12	0,23	0,25	2,55	0,56	3,69
<b>benzo/a/pyren</b>	<b>0,73</b>	<b>0,277</b>	<b>0,64</b>	<b>0,35</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>0,2</b>	<b>0,39</b>	<b>0,45</b>	<b>5,27</b>	<b>1,17</b>	<b>9,04</b>
benzo/ghi/perylene	0,59	0,285	0,68	0,35	<0,001	0,37	0,42	0,56	5,26	1,52	8,98
indeno/c,d/pyren	0,34	0,141	0,39	0,19	<0,001	0,12	0,16	0,25	3,04	0,73	5,77
<b>fenantren</b>	<b>1,96</b>	<b>0,22</b>	<b>0,43</b>	<b>0,26</b>	<b>0,048</b>	<b>0,16</b>	<b>0,44</b>	<b>0,56</b>	<b>6,63</b>	<b>0,71</b>	<b>5,55</b>
antracen	<b>0,42</b>	<b>0,033</b>	<b>0,06</b>	<b>0,04</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>0,02</b>	<b>0,07</b>	<b>0,11</b>	<b>0,78</b>	<b>0,11</b>	<b>1,3</b>
pyren	1,92	0,64	1,2	0,66	0,036	0,34	0,76	0,97	10,4	1,53	10,5
benzo/a/antracen	0,91	0,297	0,74	0,33	<0,001	0,18	0,35	482	4,31	0,84	4,98
<b>chrysen</b>	<b>0,81</b>	<b>0,318</b>	<b>0,76</b>	<b>0,28</b>	<b>0,008</b>	<b>0,17</b>	<b>0,4</b>	<b>0,55</b>	<b>5,13</b>	<b>0,77</b>	<b>5,46</b>
naftalen	<0,1	<0,01	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,1	<0,1	<0,1
<b>PAU celkové</b>	<b>10,3</b>	<b>3,07</b>	<b>6,8</b>	<b>3,42</b>	<b>0,138</b>	<b>2,11</b>	<b>4,16</b>	<b>5,28</b>	<b>56,2</b>	<b>10,1</b>	<b>69,1</b>

Pozn.: Tučně zvýrazněné hodnoty uvádějí nadlimitní koncentraci polutantu (dle vyhlášky MŽP č. 13/1994 Sb.).

**Tab. 2:** Průměrná koncentrace PCB na stanovištích č. 1–11 v µg/kg suš.**Tab. 2:** Mean concentration of PCB at particular standpoints 1–11 in µg/kg dry matter.

	PCB kong.28	PCB kong.52	PCB kong.101	PCB kong.118	PCB kong.138	PCB kong.153	PCB kong.180	PCB-suma
<b>1</b>	<15	<20	<20	<20	<15	<15	<15	46,4
<b>2</b>	<15	<20	<20	<20	<15	<15	<15	23,9
<b>3</b>	<15	<20	<20	<20	<15	<15	<15	27,9
<b>4</b>	<15	<20	<20	<20	21,8	22,3	21,5	76,4
<b>5</b>	16,3	<20	127	22,8	401	424	563	<b>1530</b>
<b>6</b>	<15	<20	<20	<20	18,8	19,2	29,8	103
<b>7</b>	<15	<20	<20	<20	18,1	18,1	16,3	63,2
<b>8</b>	<15	<20	<20	<20	<15	<15	<15	43,9
<b>9</b>	<15	<20	<20	<20	41	39,8	34	144
<b>10</b>	<15	<20	37,9	<20	121	116	106	396
<b>11</b>	<15	<20	87,8	27,5	221	222	208	<b>793</b>

Pozn.: Tučně zvýrazněné hodnoty uvádějí nadlimitní koncentraci polutantu (dle vyhlášky MŽP č. 13/1994 Sb.).

**Tab. 3:** Průměrná koncentrace rizikových prvků na stanovištích č. 1–11 v mg/kg suš.

**Tab. 3:** Mean concentration of risk elements at particular standpoints 1–11 in mg/kg dry matter.

	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	Mo
1	17,6	0,361	36,6	12,1	2,57	26,6	26,5	37,3	102	1,91
2	14,8	<b>5,85</b>	37,7	51,6	0,153	26,5	34,1	40	223	3,87
3	27,8	<b>2</b>	40,2	24,7	0,149	30,7	44,2	54	164	3,15
4	14,9	<b>1,55</b>	38,6	18,3	0,522	23,3	193	38,9	289	1,54
5	<b>33,5</b>	<b>6,8</b>	<b>141</b>	<b>212</b>	<b>11,9</b>	<b>122</b>	<b>167</b>	<b>269</b>	<b>1160</b>	<b>21</b>
6	13,8	<b>0,713</b>	38,6	34,4	0,698	32,5	40,3	34,3	188	3,41
7	23,5	<b>1,25</b>	47,4	26,1	0,197	41	48,5	66,6	225	4,28
8	15,6	<b>1,42</b>	30,4	18,1	1,52	24,1	45,7	38,6	181	3,38
9	20,3	<b>2,99</b>	40	<b>93,4</b>	<b>0,689</b>	<b>27,3</b>	<b>208</b>	<b>36,6</b>	<b>2766</b>	<b>2,84</b>
10	19,9	<b>1,15</b>	46,6	14,8	0,664	32,9	57,5	74,8	461	2,53
11	27,2	<b>5,19</b>	79,8	<b>65</b>	<b>1,73</b>	<b>39,2</b>	<b>105</b>	<b>58,3</b>	<b>2067</b>	<b>2,88</b>

Pozn.: Hodnoty zvýrazněné tučně označují nadlimitní koncentraci uvedeného rizikového prvku (dle vyhlášky MŽP č. 13/1994 Sb.)

**Tab. 4:** Hodnoty pH půdy na vybraných stanovištích.

**Tab. 4:** Value of soil pH at particular standpoints.

	pH (CaCl <sub>2</sub> )	pH (H <sub>2</sub> O)
1	6,85	7,67
2	7,08	7,98
3	7,41	8,23
4	7,45	8,21
5	6,09	6,66
6	7,53	8,39
7	7,12	7,88
8	7,72	8,12
9	7,44	8,12
10	7,82	8,59
11	6,94	7,48