

# Leština – doškolovací kurz Vzorkování železničního svršku

## II



Petr Kohout, Zdeněk Veverka,  
Pavel Bernáth

23. červen 2010

# Leština – doškolovací seminář

## Vzorkování železničního svršku II

### *Cíl doškolovacího semináře*

Doškolovací seminář (trénink) byl zaměřen na vzorkování železničního svršku zejména v návaznosti na požadavky metodického návodu k nakládání se stavebními odpady.

Cílem semináře bylo zvýšení kvalifikace účastníků v problematice vzorkování železničního svršku a získání informací pro návrh doporučení ke sjednocení postupů vzorkování této matrice.

Seminář se konal dne 23. 6. 2010 a navazoval na výsledky I. Doškolovacího semináře Vzorkování železničního svršku z dubna 2009. Úvodní část semináře, tvořená přednáškami shrnujícími změny legislativních předpisů v odpadovém hospodářství a informující posluchače o výsledcích předcházejících doškolovacích seminářů, se uskutečnila v restauraci Zelený strom v Leštině. Praktická část tréninku proběhla na železniční trati Zubrnice – Malé Březno, která je provozována Zubrnickou museální železnicí o.s., s jejímž laskavým svolením bylo možné trénink uskutečnit.

V průběhu praktické části byly ověřovány vybrané postupy odběru vzorků železničního svršku.

Odebrané vzorky byly následně podrobeny laboratorním zkouškám.

Organizátory semináře byly společnosti Forsapi s.r.o. a Univerza-SoP, s.r.o., za odborné pomoci pracovníků společnosti SŽDC s.r.o., zejména RNDr. Františka Žižky CSc., a Státního fondu životního prostředí ČR – Ing. Pavla Bernátha. Laboratorní analýzy odebraných vzorků byly financovány z výnosu semináře a za přispění společností Forsapi s.r.o. a Univerza-SoP, s.r.o.

### *Popis vzorkovacích postupů*

Při posuzování kvality železničního svršku je nezbytné vycházet z předpokládaného způsobu dalšího nakládání s tímto materiálem. Z výsledků a diskuzí z I. Doškolovacího semináře vyplynulo, že mezi nejčastěji využívané postupy dalšího nakládání se železničním svrškem při rekonstrukcích tratí patří opětovné využití frakce 32-63 mm, popř. frakce 20-63 mm. Frakce 0-10 mm, resp. frakce 0-20 mm, jsou po odtěžení železničního svršku odděleny a obvykle jsou jako odpad odstraňovány.

Výsledky zmiňovaného semináře přinesly přesvědčivé důkazy, že koncentrace testovaných organických látek (uhlovodíky  $C_{10} - C_{40}$ , polycyklické aromatické uhlovodíky) dosahují řádově vyšší koncentrace pro frakci 0-10 mm než ve frakcích nad 20 mm (uhlovodíky  $C_{10} - C_{40}$ ), v případě polycyklických aromatických uhlovodíků to byly až o dva řády vyšší koncentrace.

Protože analýzy frakce 10-20 mm byly při I. Doškolovacím semináři testovány omezeně (pouze 1 vzorek), byla v rámci II. Doškolovacího semináře pozornost věnována srovnání koncentrací ve frakcích 0-10 mm a 10-20 mm.

Cílem zkoušek bylo ověření distribuce škodlivin mezi těmito zrnitostními frakcemi.

Při testování postupu vzorkování železničního svršku byly stejně jako při I. Doškolovacím semináři ověřovány 3 postupy odběru vzorků z hlediska umístění míst (bodů) odběru a hmotnosti odebraného vzorku.

#### Postup 1:

- A) Odtěžení materiálu železničního svršku v prostoru mezi pražci do úrovně železničního spodku (konstrukční vrstvu) – v celé délce pražců.
- B) Oddělení frakce 0 – 10 mm z odtěženého materiálu dle bodu A) (frakce analyticky zkoušena u vzorků DP-1A, DP-1B).
- C) Oddělení frakce 10-20 mm (frakce analyticky zkoušena u vzorku DP-1A, DP-1B).
- D) Nadsítné 20-63 mm (frakce nebyla analyticky zkoušena).

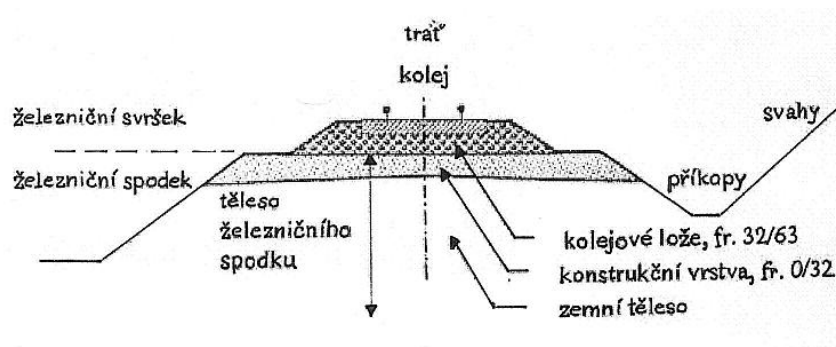
#### Postup 2:

- A) Místo odběru – vnější část kolejiště - odtěžení materiálu železničního svršku v prostoru vně koleje mezi pražci do úrovně železničního spodku (na konstrukční vrstvu).
- B) Oddělení frakce 0 – 10 mm z odtěženého materiálu dle bodu A) (frakce analyticky zkoušena u vzorků DP-2A, DP-2B).
- C) Oddělení frakce 10-20 mm z nadsítného získaného postupem dle bodu B) (frakce analyticky zkoušena u vzorku DP-2A, DP-2B).
- D) Nadsítné 20-63 mm (frakce nebyla analyticky zkoušena).

#### Postup 3:

- A) Místo odběru – vnitřní prostor mezi kolejemi, odtěžení železničního svršku z výkopu do úrovně železničního spodku (na konstrukční vrstvu) – materiál byl odtěžen z prostoru mezi pražci mezi kolejemi.
- B) Oddělení frakce 0 – 10 mm z odtěženého materiálu dle bodu A) (frakce analyticky zkoušena u vzorků DP-3A, DP-3B).
- C) Oddělení frakce 10-20 mm z nadsítného získaného postupem dle bodu B) (frakce analyticky zkoušena u vzorku DP-3A, DP-3B).
- D) Nadsítné 20-63 mm (frakce nebyla analyticky zkoušena).

Na obrázku je znázorněn řez technickými vrstvami kolejiště. Předmětem testování postupů odběru vzorků a zkoušení byla vrstva železničního svršku pro účely dalšího nakládání s materiálem.



Obrázek 1

## Lokalita

Práce v terénu se uskutečnily dne 23.6.2010 na železniční trati 1890 Zubrnice – Malé Březno (nad obcí Leština).

Úsek trati zvolený k testování postupů odběru vzorků byl vymezen délkou cca 15 m.

Všechny postupy odběru vzorku byly ověřeny opakovaným odběrem na 2 stanovištích (vzorky označené DP-1A a DP-1B – postup 1, vzorky DP-2A a DP-2B – postup 2, vzorky DP-3A a DP-3B – postup 3).

Práce v terénu probíhaly v čase 13.00 hod. až 15.00 hod.

Přehled odebraných vzorků

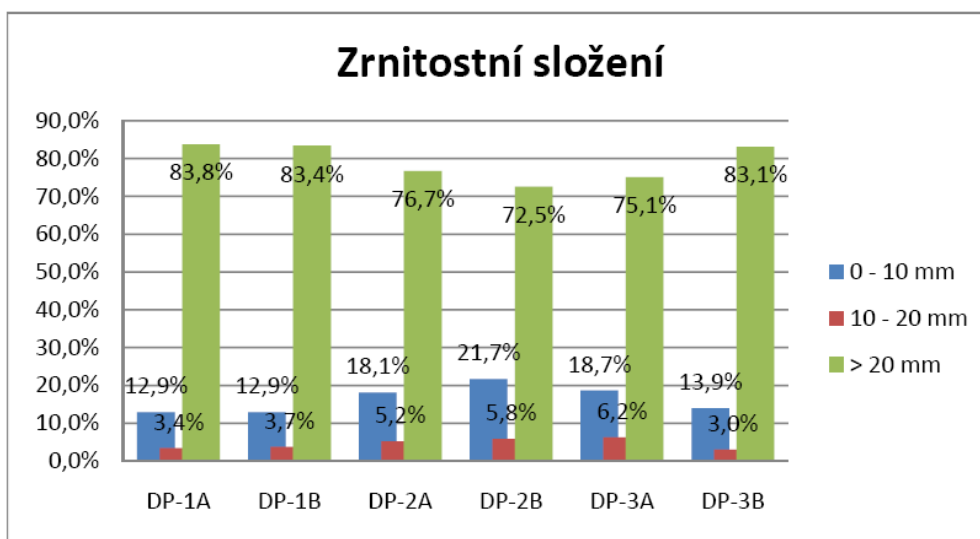
Název vzorku	velikost částic				vzorkaři
	0 - 10 mm	10 - 20 mm	> 20 mm	celkem	
	kg	kg	kg	kg	
DP-1A	33,27	8,72	216,51	258,5	Dušek, Sottner, Veverka
DP-1B	20,9	6,03	135,36	162,29	Karnecká, Kolářová, Křížová, Němec, Žižka
DP-2A	23,75	6,8	100,65	131,2	Hruška, Pour, Prosický
DP-2B	37,63	10,1	125,87	173,6	Plevač, Lantora, Tylová
DP-3A	10	3,32	40,18	53,5	Konečná, Konečná, Hlávka
DP-3B	12,18	2,58	72,64	87,4	Bervic, Málek

## Vyhodnocení

### 1. Zrnitostní složení vzorků odebraných odlišnými postupy

Testovacím parametrem bylo ověření, zda zrnitostní složení vzorků odebraných jednotlivými postupy je obdobné. Výsledky síťové analýzy jsou uvedeny v následující tabulce.

Název vzorku	velikost částic			
	0 - 10 mm	10 - 20 mm	> 20 mm	celkem
	%	%	%	%
DP-1A	12,9%	3,4%	83,8%	100,0%
DP-1B	12,9%	3,7%	83,4%	100,0%
DP-2A	18,1%	5,2%	76,7%	100,0%
DP-2B	21,7%	5,8%	72,5%	100,0%
DP-3A	18,7%	6,2%	75,1%	100,0%
DP-3B	13,9%	3,0%	83,1%	100,0%



### 1.1 Závěr:

Rozdíly v zrnitostním složení vzorků ve frakcích 0-10 mm, 10-20 mm a 20-63 mm jsou poměrně malé a pohybují se v jednotkách procent. Nelze vyloučit, že důvodem vzniklých rozdílů je reálné složení materiálu v místech odběru, protože testovaná trať (Zubrnice – Malé Březno) reprezentuje lokální trať, na níž nelze vyloučit heterogenní stavbu železničního svršku. **Proto je potřeba níže uvedený závěr dále ověřit na tratích s vyšší frekvencí provozu, kde je stavba železničního svršku standardní.**

Pokud by platila hypotéza homogenního složení železničního svršku, nejmenší rozdíly v zrnitostním složení při opakovaném odběru (0,0% u frakce 0-10 mm, 0,3% ve frakci 10-20 mm, 0,4% ve frakci 20-63 mm) byly dosaženy u postupu 1, tj. vytěžení celého lože železničního svršku mezi dvěma pražci. Naopak největší rozdíly (3,8% u frakce 0-10 mm, 3,2% ve frakci 10-20 mm, 8% ve frakci 20-63 mm) se vyskytovaly u postupu 3, tj. odběr vzorku z jednoho bodu v prostoru mezi dvěma pražci.

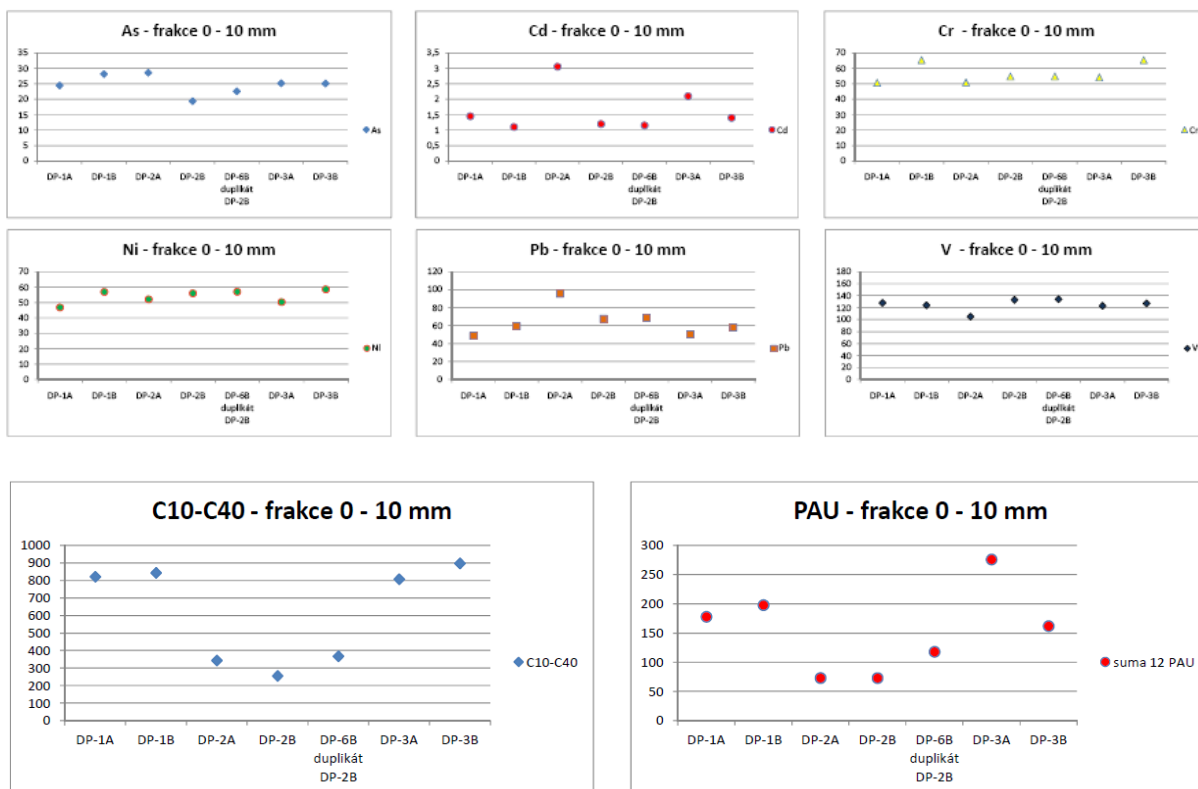
## 2. Koncentrace sledovaných škodlivin ve frakci 0-10 mm

Vzorky byly analyzovány v laboratoři ALS Czech Republic s.r.o.. Výsledky stanovení jsou uvedeny v tabulce.

Koncentrace škodlivin v sušině ve vzorcích frakce 0 - 10 mm

Ukazatel	jednotka	vzorek		relativní chyba postupu 1	vzorek		relativní chyba postupu 2	vzorek		relativní chyba postupu 3
		DP-1A	DP-1B		DP-2A	DP-2B		DP-3A	DP-3B	
velikost částic		0 - 10 mm	0 - 10 mm		0 - 10 mm	0 - 10 mm		0 - 10 mm	0 - 10 mm	
sušina	%	84,3	81,3	3,2%	84,4	81,3	3,3%	83,8	82,2	1,7%
As	mg/kg suš.	24,5	28,2	12,4%	28,6	19,4	34,0%	25,2	25,1	0,4%
Cd	mg/kg suš.	1,45	1,1	24,3%	3,06	1,2	77,4%	2,1	1,4	35,4%
Cr	mg/kg suš.	50,7	65,4	22,4%	50,9	54,8	6,5%	54,2	65,4	16,6%
Hg	mg/kg suš.	<0,20	<0,20	nestanoveno	0,25	<0,20	nestanoveno	<0,20	<0,20	nestanoveno
Ni	mg/kg suš.	46,8	56,9	17,3%	52,1	55,9	6,2%	50,3	58,6	13,5%
Pb	mg/kg suš.	48,4	59,2	17,8%	95,4	67,5	30,4%	50,5	57,7	11,8%
V	mg/kg suš.	128	124	2,8%	105	133	20,9%	123	127	2,8%
anthracen	mg/kg suš.	2,38	3,13	24,1%	0,709	1,01	31,0%	3,5	2,07	45,5%
benzo(a)anthracen	mg/kg suš.	19,3	14,5	25,2%	6,25	6,9	8,8%	14,9	11,4	23,6%
benzo(a)pyren	mg/kg suš.	8,64	9,05	4,1%	5,02	3,38	34,6%	9,9	8,4	14,5%
benzo(b)fluoranthen	mg/kg suš.	15,8	15,2	3,4%	14,6	5,8	76,5%	30,8	11	84,0%
benzo(g,h,i)perylene	mg/kg suš.	5,5	3,33	43,6%	1,64	3,11	54,9%	5,26	3,43	37,3%
benzo(k)fluoranthen	mg/kg suš.	15,9	10,9	33,1%	3,7	8,32	68,1%	18,5	11,5	41,4%
chrysen	mg/kg suš.	31,2	19,9	39,2%	7,48	12,6	45,2%	33,7	21	41,2%
fenanthren	mg/kg suš.	4,31	7,37	46,4%	1,76	1,99	10,9%	9,07	9,72	6,1%
fluoranthen	mg/kg suš.	37,8	61,2	41,9%	16,7	14,9	10,1%	82,8	46	50,6%
indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg suš.	5,36	4,09	23,8%	1,95	3,38	47,6%	5,42	3,37	41,3%
naftalen	mg/kg suš.	0,209	0,24	12,2%	0,045	0,103	69,5%	0,261	0,221	14,7%
pyren	mg/kg suš.	31,3	49,3	39,6%	13,4	11,7	12,0%	62,1	34	51,8%
suma 12 PAU	mg/kg suš.	178	198	9,4%	73,2	73,1	0,1%	276	162	46,1%
C10-C40	mg/kg suš.	822	844	2,3%	344	256	26,0%	808	898	9,4%

\*) relativní chyba je stanovena poměrem směrodatné odchylky stanovené z rozpětí a průměrné koncentrace obou stanovení



## 2.1 Závěr

**Rozdíly** v koncentracích sledovaných škodlivin ve frakci 0-10 mm pravděpodobně nejvíce **souvisejí s velkou heterogenitou** stavby železničního svršku (lokální trať Zubrnice – Malé Březno neodpovídá standardním tratím).

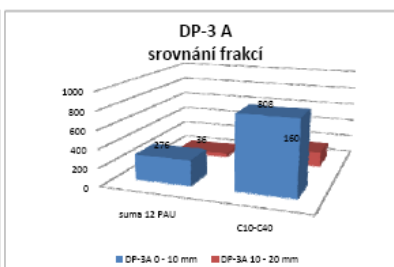
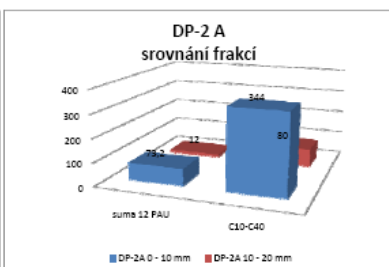
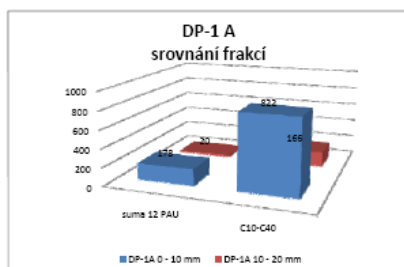
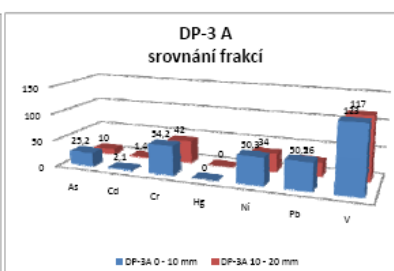
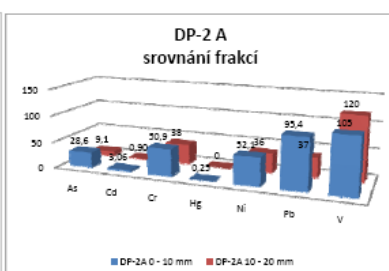
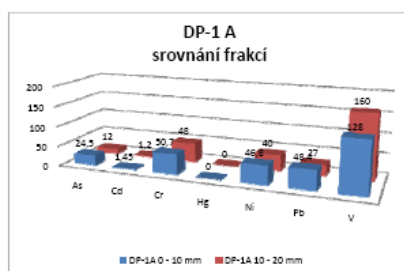
Rozdíly ve výsledcích mohou signalizovat **sekundární znečištění železničního svršku** - největší změny v koncentracích byly pozorovány u **polycyklických aromatických uhlovodíků a ropných uhlovodíků (frakce C10-C40)**.

### 3. Změny obsahu škodlivin v zrnitostních frakcích vzorku

Vzorky byly analyzovány v laboratoři ALS Czech Republic s.r.o..

Ve vybraných vzorcích byly provedeny analýzy v sušině v různých frakcích vzorků a ty byly následně porovnány. Výsledky analýz a srovnání jsou uvedeny v následující tabulce a v grafech.

Ukazatel	jednotka	vzorek									Limity	
		DP-1A	DP-1B	DP-2A	DP-2B	DP-6B duplikát DP-2B	DP-3A	DP-3B	DP-1A	DP-2A		DP-3A
velikost částic		0 - 10 mm	0 - 10 mm	0 - 10 mm	0 - 10 mm	0 - 10 mm	0 - 10 mm	0 - 10 mm	10 - 20 mm	10 - 20 mm	10 - 20 mm	
sušina	%	84,3	81,3	84,4	81,3	82,5	83,8	82,2	94,5	95,1	94,6	
As	mg/kg suš.	24,5	28,2	28,6	19,4	22,6	25,2	25,1	12	9,1	10	10
Cd	mg/kg suš.	1,45	1,1	3,06	1,2	1,15	2,1	1,4	1,2	0,90	1,4	1
Cr	mg/kg suš.	50,7	65,4	50,9	54,8	54,8	54,2	65,4	48	38	42	200
Hg	mg/kg suš.	<0,20	<0,20	0,25	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,8
Ni	mg/kg suš.	46,8	56,9	52,1	55,9	57	50,3	58,6	40	36	34	80
Pb	mg/kg suš.	48,4	59,2	95,4	67,5	68,8	50,5	57,7	27	37	26	100
V	mg/kg suš.	128	124	105	133	134	123	127	160	120	117	180
anthracen	mg/kg suš.	2,38	3,13	0,709	1,01	1,7	3,5	2,07	0,32	0,18	0,28	
benzo(a)anthracen	mg/kg suš.	19,3	14,5	6,25	6,9	9,38	14,9	11,4	1,6	1,2	1,9	
benzo(a)pyren	mg/kg suš.	8,64	9,05	5,02	3,38	5,2	9,9	8,4	1,0	0,52	0,68	
benzo(b)fluoranthen	mg/kg suš.	15,8	15,2	14,6	5,8	16,2	30,8	11	1,5	2,1	6,6	
benzo(g,h,i)perylene	mg/kg suš.	5,5	3,33	1,64	3,11	3,03	5,26	3,43	0,68	0,31	0,78	
benzo(k)fluoranthen	mg/kg suš.	15,9	10,9	3,7	8,32	9,43	18,5	11,5	1,5	0,74	1,8	
chrysen	mg/kg suš.	31,2	19,9	7,48	12,6	15,8	33,7	21	2,7	1,1	4,9	
fenanthren	mg/kg suš.	4,31	7,37	1,76	1,99	5,15	9,07	9,72	0,57	0,25	1,2	
fluoranthen	mg/kg suš.	37,8	61,2	16,7	14,9	28,8	82,8	46	5,0	3,0	9,6	
indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg suš.	5,36	4,09	1,95	3,38	2,55	5,42	3,37	0,55	0,43	0,88	
naftalen	mg/kg suš.	0,209	0,24	0,045	0,103	0,111	0,261	0,221	0,027	0,021	0,025	
pyren	mg/kg suš.	31,3	49,3	13,4	11,7	21,1	62,1	34	4,0	2,5	7,2	
suma 12 PAU	mg/kg suš.	178	198	73,2	73,1	118	276	162	20	12	36	6
C10-C40	mg/kg suš.	822	844	344	256	368	808	898	166	80	160	300



Koncentrace frakce 0-10 mm a frakce 10-20 mm pro jednotlivé postupy a poměr mezi nimi

Ukazatel	jednotka	DP-1A	DP-2A	DP-3A	DP-1A	DP-2A	DP-3A	DP-1A	DP-2A	DP-3A
	velikost částic	0 - 10 mm	0 - 10 mm	0 - 10 mm	10 - 20 mm	10 - 20 mm	10 - 20 mm	poměr mezi frakcemi 10-20/0-10mm	poměr mezi frakcemi 10-20/0-10mm	poměr mezi frakcemi 10-20/0-10mm
sušina	%	84,3	84,4	83,8	94,5	95,1	94,6	1,12	1,13	1,13
As	mg/kg suš.	25	29	25	12	9,1	10	0,48	0,32	0,41
Cd	mg/kg suš.	1,5	3,1	2,1	1,2	0,90	1,4	0,79	0,29	0,67
Cr	mg/kg suš.	51	51	54	48	38	42	0,95	0,75	0,77
Hg	mg/kg suš.	<0,20	0,25	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	1,00	1,00	1,00
Ni	mg/kg suš.	47	52	50	40	36	34	0,85	0,70	0,67
Pb	mg/kg suš.	48	95	51	27	37	26	0,56	0,39	0,52
V	mg/kg suš.	128	105	123	160	120	117	1,25	1,14	0,95
anthracen	mg/kg suš.	2,4	0,7	3,5	0,32	0,18	0,28	0,14	0,26	0,08
benzo(a)anthracen	mg/kg suš.	19	6,3	15	1,6	1,2	1,9	0,08	0,18	0,13
benzo(a)pyren	mg/kg suš.	8,6	5,0	9,9	1,0	0,52	0,68	0,12	0,10	0,07
benzo(b)fluoranthren	mg/kg suš.	16	15	31	1,5	2,1	6,6	0,10	0,15	0,22
benzo(g,h,i)perylene	mg/kg suš.	5,5	1,6	5,3	0,68	0,31	0,78	0,12	0,19	0,15
benzo(k)fluoranthren	mg/kg suš.	16	3,7	18,5	1,5	0,74	1,8	0,10	0,20	0,10
chrysen	mg/kg suš.	31	7	34	2,7	1,1	4,9	0,09	0,15	0,15
fenanthren	mg/kg suš.	4,3	1,8	9,1	0,57	0,25	1,2	0,13	0,14	0,13
fluoranthren	mg/kg suš.	38	17	83	5,0	3,0	9,6	0,13	0,18	0,12
indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg suš.	5,4	2,0	5,4	0,55	0,43	0,88	0,10	0,22	0,16
naftalen	mg/kg suš.	0,21	0,045	0,26	0,027	0,021	0,025	0,13	0,47	0,10
pyren	mg/kg suš.	31	13	62	4,0	2,5	7,2	0,13	0,19	0,12
suma 12 PAU	mg/kg suš.	178	73	276	20	12	36	0,11	0,17	0,13
C10-C40	mg/kg suš.	822	344	808	166	80	160	0,20	0,23	0,20

	poměr koncentrací 0,75 - 1,25
	poměr koncentrací 0,25 - 0,75
	poměr koncentrací 0,25 - 0

### 3.1 Závěr

Kovy: Změny v obsazích kovů v závislosti na testovaných frakcích nejsou jednoznačné.

Obdobně jako bylo pozorováno při I. doškolovacím semináři, **obsah kovů** stanovených v sušině **souvisí** pravděpodobně s **vlastnostmi horniny** použité do železničního svršku, nikoliv pouze se sekundárním znečištěním železničního svršku. Nejvíce je patrná shoda u obsahů Cr, Hg, Ni a V, které se pohybují zhruba na obdobné koncentrační úrovni ve všech vzorcích. Koncentrace As, Pb jsou ve frakci 10-20 mm na poloviční hodnotě oproti frakci 0-10 mm. Vztah u obsahu Cd není v testovaných vzorcích jednoznačný.

U **organických ukazatelů** je **pokles** obsahu C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub> a PAU v **závislosti na změně granulometrie** vzorku **jednoznačný**. Koncentrace C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub> a PAU ve frakci 10-20 mm jsou nejvýše na 25% úrovni koncentrací frakce 0-10 mm.

### 4. Kontrola jakosti – dělený vzorek – frakce 0 – 10 mm

Vzorek DP-2B (frakce 0-10 mm) byl v terénu rozdělen a byl připraven dělený vzorek DP-6B (frakce 0-10 mm). Oba vzorky byly analyzovány v ALS CR.

Výsledky analýz jsou uvedeny v tabulce.



## Koncentrace duplicitních vzorků frakce 0 – 10 mm

Ukazatel	jednotka	vzorek		kontrola kvality	
		DP-2B	DP-6B duplikát DP-2B	relativní chyba*)	nejistota laboratorní metody
velikost částic		0 - 10 mm	0 - 10 mm		
sušina	%	81,3	82,5	1,3%	10,0%
As	mg/kg suš.	19,4	22,6	13,5%	20,0%
Cd	mg/kg suš.	1,2	1,15	3,8%	20,0%
Cr	mg/kg suš.	54,8	54,8	0,0%	20,0%
Hg	mg/kg suš.	<0,20	<0,20	N	20,0%
Ni	mg/kg suš.	55,9	57	1,7%	20,0%
Pb	mg/kg suš.	67,5	68,8	1,7%	20,0%
V	mg/kg suš.	133	134	0,7%	20,0%
anthracen	mg/kg suš.	1,01	1,7	45,1%	30,0%
benzo(a)anthracen	mg/kg suš.	6,9	9,38	27,0%	30,0%
benzo(a)pyren	mg/kg suš.	3,38	5,2	37,6%	30,0%
benzo(b)fluoranthren	mg/kg suš.	5,8	16,2	83,8%	30,0%
benzo(g,h,i)perylene	mg/kg suš.	3,11	3,03	2,3%	30,0%
benzo(k)fluoranthren	mg/kg suš.	8,32	9,43	11,1%	30,0%
chrysen	mg/kg suš.	12,6	15,8	20,0%	30,0%
fenanthren	mg/kg suš.	1,99	5,15	78,4%	30,0%
fluoranthren	mg/kg suš.	14,9	28,8	56,4%	30,0%
indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg suš.	3,38	2,55	24,8%	30,0%
naftalen	mg/kg suš.	0,103	0,111	6,6%	30,0%
pyren	mg/kg suš.	11,7	21,1	50,8%	30,0%
suma 12 PAU	mg/kg suš.	73,1	118	41,6%	30,0%
C10-C40	mg/kg suš.	256	368	31,8%	30,0%

\*) relativní chyba je stanovena poměrem směrodatné odchylky stanovené z rozpětí a průměrné koncentrace obou stanovení

### 4.1 Závěr

**Kovy:** Odchyly stanovení kovů v děleném vzorku připraveném v terénu pro frakci 0-10 mm jsou velmi nízké a **relativní chyba dosahuje pro většinu stanovení jednotky procent** (pouze pro stanovení arzenu byla relativní odchylka 13,5%). Vzhledem k nejistotě měření deklarované laboratoří ( $\pm 20\%$ ) pohybují se naměřené výsledky hluboko pod hodnotami nejistoty měření laboratoře.

**Organické ukazatele:** Relativní chyba ve stanovení organických ukazatelů se pohybuje na vyšší úrovni než u stanovení kovů, většinou mezi 20 až 50%. Ve vztahu k hodnotě nejistoty analytické metody **můžeme shodu analýz** u dělených vzorků ve frakci 0-10 mm **považovat za velmi dobrou**. Pouze u stanovení benzo(b)fluoranthenu a fenanthrenu překročila relativní chyba dvojnásobek nejistoty měření, ve **všech ostatních stanovení se relativní chyba pohybovala na úrovni nejistoty měření**.

## Závěr

2. doškolovací seminář zaměřený na přípravu doporučení pro vzorkování železničního svršku se uskutečnil dne 23.6.2010. Při praktickém testování byly ověřovány tři postupy odběru vzorků, které byly porovnány na základě analytických zkoušek vybraných škodlivin (vybraných kovů a obsahu uhlovodíků C10-C40 a polycyklických aromatických uhlovodíků) v sušině.

Ze získaných výsledků byly vyvozeny následující závěry, jejichž platnost se vztahuje na daná místa odběru:

- Rozdíly v zrnitostním složení vzorků odebraných jednotlivými testovanými postupy ve frakcích 0-10 mm, 10-20 mm a 20-63 mm jsou poměrně **malé** a pohybují se v jednotkách procent. Nejmenší rozdíly v zrnitostním složení při opakovaném odběru byly dosaženy u postupu 1 (vytěžení celého lože železničního svršku mezi dvěma pražci). Naopak největší rozdíly u postupu 3 (odběr vzorku z jednoho bodu v prostoru mezi dvěma pražci). *(Poznámka: Nelze vyloučit, že důvodem vzniklých rozdílů je reálné složení materiálu v místech odběru, protože testovaná trať reprezentuje lokální trať, na níž nelze vyloučit heterogenní stavbu železničního svršku.)*
- Rozdíly v koncentracích sledovaných škodlivin ve frakci 0-10 mm pravděpodobně nejvíce **souvisejí s velikou heterogenitou stavby železničního svršku** (lokální trať Zubrnice – Malé Březno neodpovídá standardním tratím). Největší změny v koncentracích byly pozorovány u **polycyklických aromatických uhlovodíků a ropných uhlovodíků** (frakce C10-C40). Tyto látky lze považovat za **sekundární znečištění** železničního svršku na rozdíl od přirozeného obsahu škodlivin v horninách železničního svršku.
- Změny v obsazích škodlivin mezi testovanými frakcemi nejsou jednoznačné.
  - Obsah kovů stanovených v sušině souvisí pravděpodobně s vlastnostmi horniny použité do železničního svršku, nikoliv pouze se sekundárním znečištěním železničního svršku. Nejvíce je patrná shoda u obsahů Cr, Hg, Ni a V, které se pohybují zhruba na obdobné koncentrační úrovni ve všech vzorcích. Koncentrace As, Pb jsou ve frakci 10-20 mm na poloviční hodnotě oproti frakci 0-10 mm. Vztah u obsahu Cd není v testovaných vzorcích jednoznačný.
  - U organických ukazatelů je pokles obsahu C10-C40 a PAU v závislosti na změně granulometrie vzorku jednoznačný. Koncentrace C10-C40 a PAU ve frakci 10-20 mm jsou nejvýše na 25% úrovni koncentrací frakce 0-10 mm. S nárůstem velikosti částic vzorku významně klesá koncentrace těchto parametrů. Zrnitostní frakce 0-10 mm dosahovala ve všech analyzovaných vzorcích nejvyšší koncentrace.
- Odchytky stanovení škodlivin v děleném vzorku připraveném v terénu pro frakci 0-10 mm dosahovaly pro stanovení **kovů velmi nízké hodnoty** a relativní chyba dosahuje pro většinu stanovení jednotky procent. Relativní chyba ve stanovení organických ukazatelů děleného vzorku se pohybuje na vyšší úrovni (většinou mezi 20 až 50%). Ve vztahu k nejistotám testovaných analytických metod považujeme shodu analýz u dělených vzorků ve frakci 0-10

mm za velmi dobrou a provádění stanovení škodlivin v sušině ve frakci 0 – 10 mm při hodnocení železničních svršků hodnotíme jako **robustní metodu**.

Provedené experimenty 1. a 2. fáze testování obsahu škodlivin v železničních svršcích přinesly řadu vysoce užitečných informací a umožnily porozumět zdrojům některých neshod mezi výsledky nezávislého testování jednotlivými subjekty, které zkoušení železničních svršků provádějí.

Jedná zejména o následující zdroje:

- **Prostorová heterogenita lože železničního svršku** – zejména u tratí lokálního významu byly pozorovány významné změny koncentrací škodlivin v sušině na krátkých vzdálenostech (v řádu metrů). Základním předpokladem spolehlivého hodnocení železničních svršků je určení dostatečného počtu dílčích vzorků tvořících směsný vzorek reprezentující průměrnou kvalitu testovaného materiálu na definovaný úsek posuzované trati, resp. stanovení dostatečného počtu prostých vzorků na definovaný úsek trati.
- **Obsah toxických kovů v sušině** úzce souvisí s obsahem kovů v matečné hornině a nemusí být projevem sekundární kontaminace železničních svršků. Při hodnocení původu toxických kovů v železničních svršcích je proto nezbytné hodnotit obsah toxických kovů rovněž v surovině a odlišit přirozený obsah v hornině od znečištění.
- **Koncentrace organických látek** jsou vázané na nejmenší zrnitostní frakce testovaných materiálů. Spolehlivé stanovení zrnitostního složení železničního svršku představuje proto základní podmínku pravdivého hodnocení znečištění železničních svršků. Domníváme se, že provádění analýz jednotlivých frakcí a dopočet výsledné koncentrace váženým průměrem je vhodnější pro hodnocení obsahu škodlivin v sušině, než je provedení stanovení ve vzorku obsahujícím údajně reprezentativní zastoupení všech zrnitostních frakcí.

Dosud nevyřešeným problémem v hodnocení železničních svršků je stanovení vhodného počtu prostých vzorků tvořících směsný vzorek pro posuzování materiálu pro daný úsek trati. Tento úkol bude předmětem dalších experimentů. Záměrem je pokračování ve hledání optimálního postupu vzorkování a rozsahu zkoušek při dalších doškolovacích seminářích.