

# Aplikace metodiky stanovení inhalační expozice asfaltovým parám

Autor: Jiří Huzlík, CDV, WP5

*Příspěvek byl zpracován za podpory programu Centra kompetence  
Technologické agentury České republiky (TAČR) v rámci projektu  
Centrum pro efektivní a udržitelnou dopravní infrastrukturu (CESTI),  
číslo projektu TE01020168*

# OBSAH PREZENTACE



- Postup analýzy
- Přístrojová technika
- Vlastnosti vybraných látek používaných při pokládce
- Měření při pokládce živičných povrchů
- Vyjadřování a hodnocení výsledků měření



# Shrnutí postupu analýzy



- Složení asfaltových emisí
  - částice
  - páry
- Vzorkovací trať
  - filtr
  - sorbent
  - čerpadlo
  - Analytická koncovka
  - Gravimetrie (cyklohexan-THC)
  - GC/MS (DCM-VF)



- Vzorkovač
  - IOM – SKC (PUF, GFF)
- Čerpadlo
  - Aircheck2000 – SKC ( $2 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ )
  - Analytické váhy
  - Mikrováhy MX5/A – Mettler-Toledo
  - Extrakční zařízení
    - fexIKA Vario control – Neotec (fluidized bed extraction)
    - TurboVap II – Zymark (odfoukání dusíkem)
  - Plynová chromatografie s hmotnostní detekcí (GC/MS)
  - SHIMADZU QP2010 (EI, SCAN)



# Použité přístroje



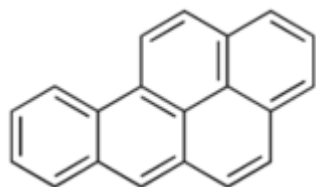
# Karcinogenita látek

Č.	Popis skupiny	Činnost, expoziční látka
1	Humánní karcinogeny s dostatečně prokázaným účinkem	benzo[a]pyren
2A	Pravděpodobné lidské karcinogeny	cyklopenta[cd]pyren, dibenz[a,h]anthracen, dibenzo[a,l]pyren
2B	Možné lidské karcinogeny	Asfalty - profesionální expozice tvrdým asfaltům a jejich emisím při aplikaci litého asfaltu, dále primárním asfaltům a jejich emisím při pokládce živičných povrchů; benz[j]aceanthrylen, benzo[b]fluoranthren, benzo[j]fluoranthren, benzo[k]fluoranthren, benz[a]anthracen, benzo[c]fenanthren, dibenzo[a,h]pyren, dibenzo[a,i]pyren, chrysen, indeno[1,2,3-cd]pyren, 5-methylchrysen, naftalen

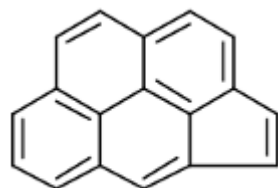
# Ekvivalenty toxicity (TEF) PAHs

PAH - IARC skupina	Krewski et al. (1989)	Nisbet, LaGoy (1992)	Malcolm, Dobson (1994)	Kalberlah et al. (1995)	US EPA (1993)	McClure, Schoeny (1995)	Muller et al. (1995a, 1995b, 1996)
<b>BaP - 1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
CcdP – 2A	0,023	0,1				0,1	
DBahA – 2A	1,11	5	1	1	1	1	0,89
DBaIP – 2A						100	100
BaA – 2B	0,145	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,014
BbF – 2B	0,141	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,11
BjF – 2B				0,1		0,1	0,045
BkF – 2B	0,061	0,1	0,1	0,1	0,01	0,1	0,037
Chr – 2B	0,0044	0,01	0,01	0,01	0,001	0,1	0,026
DBahP – 2B						1	1,2
DBaIP – 2B						0,1	
IPy – 2B	0,232	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,067
Nap – 2B		0,001	0,001				

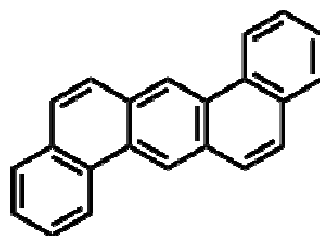
# PAHs zařazené do skupin 1, 2A a 2B dle IARC (2013)



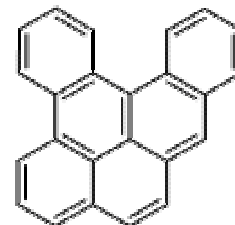
BaP



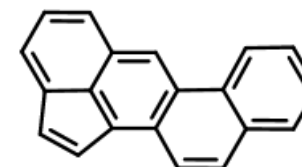
CcdP



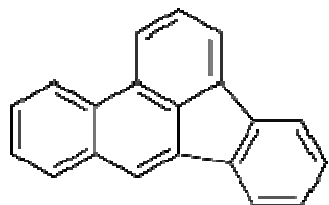
DBahA



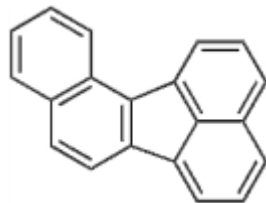
DBaIP



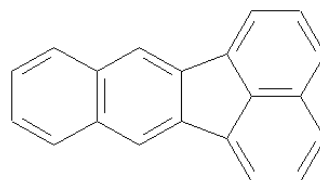
BjAA



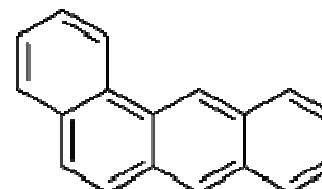
BbF



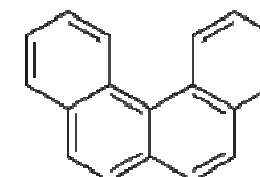
BjF



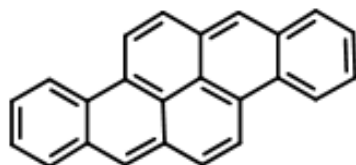
BkF



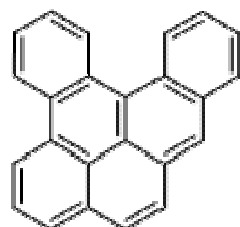
BaA



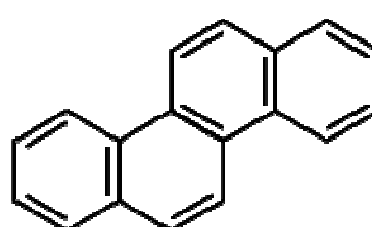
BcPhe



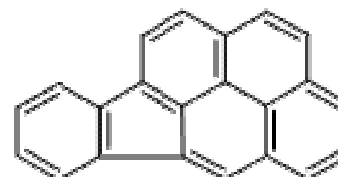
DBahP



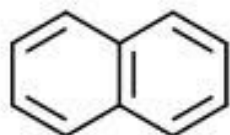
DBaIP



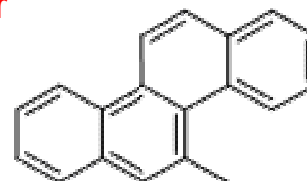
Chr



Ipy



Nap



5-MeChr





# Základní vlastnosti PAHs

PAH	Zkratka	Sumární vzorec	MW [g.mol <sup>-1</sup> ]	Počet kruhů	Bod varu [°C]	Bod tání [°C]	Tenze par 25°C [Pa]
Fluoranthén	Fla	C <sub>16</sub> H <sub>10</sub>	202,26	4	375	109	1,2 · 10 <sup>-3</sup>
Pyren	Py	C <sub>16</sub> H <sub>10</sub>	202,26	4	393	150	6,0 · 10 <sup>-4</sup>
Benzo[a]anthracén	BaA	C <sub>18</sub> H <sub>12</sub>	228,30	4	400	161	2,8 · 10 <sup>-5</sup>
Chrysen	Chr	C <sub>18</sub> H <sub>12</sub>	228,30	4	448	254	5,7 · 10 <sup>-7</sup>
Benzo[b]fluoranthén	BbF	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	252,32	5	481	168	6,7 · 10 <sup>-5</sup>
Benzo[j]fluoranthén	BjF	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	252,32	5	480	165	2,0 · 10 <sup>-6</sup>
Benzo[k]fluoranthén	BkF	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	252,32	5	480	216	5,2 · 10 <sup>-8</sup>
Benzo[a]pyren	BaP	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	252,32	5	496	178	7,0 · 10 <sup>-7</sup>
Dibenz[a,h]anthracén	DBahA	C <sub>22</sub> H <sub>14</sub>	278,35	5	524	267	3,7 · 10 <sup>-8</sup>
Dibenz[a,c]anthracén	DBacA	C <sub>22</sub> H <sub>14</sub>	278,35	5	518	206	1,3 · 10 <sup>-9</sup>
Indeno[123-cd]pyren	IPy	C <sub>22</sub> H <sub>12</sub>	276,34	6	536	164	1,3 · 10 <sup>-8</sup>
Benzo[ghi]perylen	BghiPe	C <sub>22</sub> H <sub>12</sub>	276,34	6	550	277	
Dibenzo[a,e]pyren	DBaeP	C <sub>24</sub> H <sub>14</sub>	300,54	6	592	244	
Dibenzo[a,h]pyren	DBahP	C <sub>24</sub> H <sub>14</sub>	300,54	6	596	317	
Dibenzo[a,i]pyren	DBaiP	C <sub>24</sub> H <sub>14</sub>	300,54	6	594	282	3,2 · 10 <sup>-10</sup>
Dibenzo[a,l]pyren	DBalP	C <sub>24</sub> H <sub>14</sub>	300,54	6	595	162	



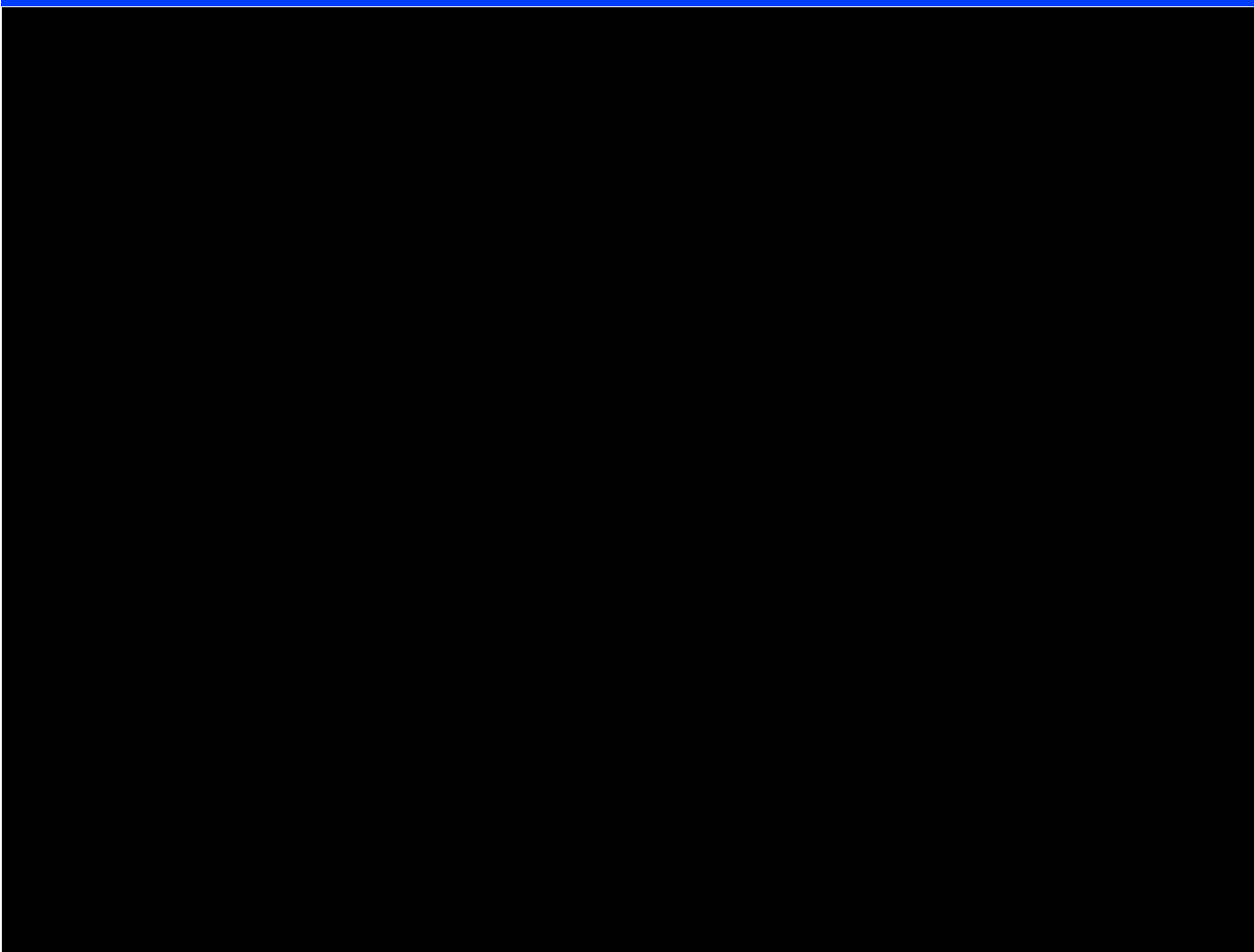
# Pracoviště při pokládce živičného povrchu v tunelu Blanka



Identifikovány  
dvě pracovní  
pozice s  
potenciálně  
odlišnou  
expozicí

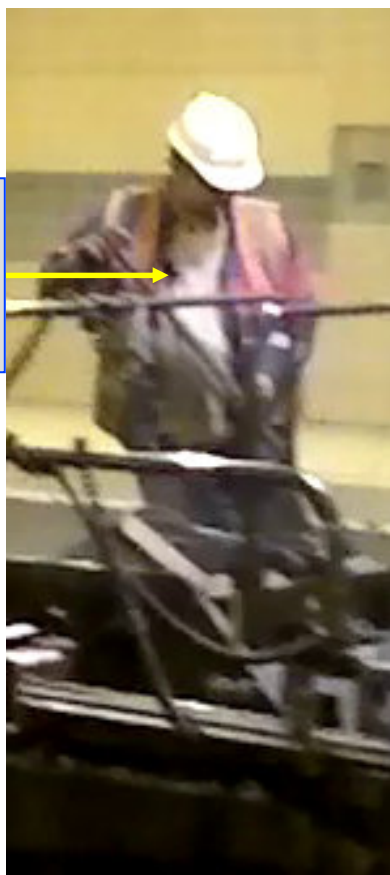


# Pracovní prostředí v tunelu Blanka



# Sledované pracovní profese

Vstup do  
vzorkovacího  
zařízení



# Hodnocení výsledků

Assessment of Personal Inhalation Exposure to Bitumen Fume. Guidance for an Inhalation Exposure Metric and Monitoring Strateg. (Monitoring Method). Eurobitume 2011



- TPF – difference vážení filtru
- gravimetrie (organická + anorganická hmota)
- BSF – cyklohexanový extrakt filtru
- gravimetrie
- GC/MS
- FTIR – C-H stretch vibrace při 2800-3000  $\text{cm}^{-1}$
- VF – CDM extrakt PUF (C5 – C14)
- GC/MS (kalibrace C9/C10)
- THC
- součet VF a BSF
- Minerální částice
- rozdíl TPF-BSF



# Metrologie

Assessment of Personal Inhalation Exposure to Bitumen Fume. Guidance for an Inhalation Exposure Metric and Monitoring Strateg. (Monitoring Method). Eurobitume 2011



- Střední hodnota výsledku
  - Aritmetický průměr (počet měření  $<6$ )
  - Geometrický průměr (počet měření  $>20$ )
- Statistické testy shod výsledků
  - t-testy (střední hodnoty)
  - F-testy (rozptyly)
  - konfidenční intervaly pro výsledky



**Děkuji za pozornost**