

# Podíl dopravy na zdravotním stavu obyvatel v městě Brně

Publikováno: 14. 3. 2007

## Úvod

Problematika dopravy ve vztahu ke zdraví člověka a životnímu prostředí nabývá v posledních letech na aktuálnosti a to i přes skutečnost, že s sebou nese řadu pozitivních vlivů na rozvoj lidské společnosti. Nejzávažnějším problémem dopravy je kontaminace ovzduší emisemi, především vzhledem k jejich významnému vlivu na lidské zdraví, zejména ve velkých městech s vysokou hustotou automobilové dopravy. Složení a velikost emisí závisí především na dopravní intenzitě, množství a složení pohonných hmot, typu a funkčním stavu motoru a režimu jízdy. Příčinou emisí škodlivin z motorů vozidel do volného ovzduší jsou výfukové plyny, které vznikají při spalování pohonných hmot. Jsou to komplexní směsi obsahující stovky chemických látek v různých koncentracích, často s toxickými, mutagenními a karcinogenními vlastnostmi. Podle nejnovějších průzkumů zemřelo v celé EU v roce 2000 na nemoci související se znečištěním ovzduší, na kterém se výrazně podílí i doprava, 348 000 lidí [1]. Znečištění má na svědomí přibližně 7krát více životů než dopravní nehody na evropských silnicích a jemný prach v průměru snižuje délku života každého Evropana o devět měsíců. V současné době se však ve spojitosti s dopravou a zdravím člověka hovoří převážně o dopravních nehodách. Zatím co u dopravních nehod je poranění nebo úmrtí jasným a zřetelným jevem, negativní vlivy znečištění ovzduší, až na výjimky, jsou jevem pozvolným, velmi často s nevratným poškozením organismů.

## Materiál a metody

Jako vstupní data byla využita reálná měření probíhající v roce 2005 až 2006 (v intencích NV 350/2002) na vybraných lokalitách města Brna, s různou dopravní zátěží a charakterem okolí (lokalita 1 – ul. Kotlářská, vysoká intenzita provozu, kaňon; lokalita 2 – Arboretum MZLU, nižší zatížení dopravou než lokalita 1, otevřený prostor). Sledovány byly – celkový obsah pevných částic (TSP) a jejich frakce ( $PM_{2,5}$ ,  $PM_{10}$ ), polyaromatické uhlovodíky (PAH) sorbované na  $PM_{2,5}$ .

Hodnocení rizika karcinogeneze inhalací sledovaných škodlivin bylo prováděno s využitím přepočtu pomocí faktorů ekvivalentní toxicity (TEF) publikovaných v roce 1992 ve studii autorů Nisbet a LaGoy [2] pro výpočet celkového rizika směsi PAH vypočtených jako ekvivalentní koncentrace benzo(a)pyrenu. Odhad zdravotního rizika karcinogeneze byl proveden podle Metodického pokynu MŽP publikovaného ve Věstníku MŽP ČR č. 9, 2005 [3] na základě expozičního scénáře pro průměrnou populaci, počítající s průměrnou hodnotou tří hodin expozice venkovním ovzduším. Při výpočtu populačního karcinogenního rizika bylo vycházeno z údajů o počtu obyvatel poskytnutých Českým statistickým úřadem. K vyhodnocení celoživotního denního příjmu (expozice) uvažované škodliviny bylo využito následujícího vztahu

$$LADD = \frac{CA \times IR \times ET \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

Vzorec pro výpočet průměrného denního příjmu škodlivin inhalacemi.

kde:

- LADD je průměrný denní příjem škodliviny inhalací ( $\text{mg/kg}_{\text{těl.hm.}}/\text{den}$ )
- CA koncentrace sledované škodliviny v ovzduší ( $\text{mg.m}^{-3}$ )
- IR objem vzduchu vdechnutého za den ( $\text{m}^3.\text{hod}^{-1}$ )
- ET doba expozice ( $\text{hod.den}^{-1}$ )
- EF frekvence expozice ( $\text{den.rok}^{-1}$ )
- ED trvání expozice (rok)
- BW tělesná hmotnost jedince (kg)
- AT doba, na kterou je expozice průměrována (den)

Hodnocení rizik standardních škodlivin vychází z postupu publikovaného K. Aunanovou v roce 1995 [4].

## Pevné částice (PM)

Nejvyšší koncentrace částic byly určeny na přelomu listopadu a prosince, nejnižší na přelomu června a července (viz. tab. 1).

|     | Kampaň             |                  | Lokalita 1        |                  | Lokalita 2        |                    | Kampaň            |                  | Lokalita 1        |                  | Lokalita 2         |                  |       |       |
|-----|--------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|--------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|--------------------|------------------|-------|-------|
|     | PM <sub>2.5</sub>  | PM <sub>10</sub> | PM <sub>2.5</sub> | PM <sub>10</sub> | PM <sub>2.5</sub> | PM <sub>10</sub>   | PM <sub>2.5</sub> | PM <sub>10</sub> | PM <sub>2.5</sub> | PM <sub>10</sub> | PM <sub>2.5</sub>  | PM <sub>10</sub> |       |       |
|     | µg.m <sup>-3</sup> |                  |                   |                  |                   | µg.m <sup>-3</sup> |                   |                  |                   |                  | µg.m <sup>-3</sup> |                  |       |       |
| I   | 39,95              | 92,22            | 35,78             | 43,62            |                   | 39,95              | 63,29             | 35,42            | 34,74             |                  | 39,95              | 63,29            | 35,42 | 34,74 |
|     | 44,00              | 74,96            | 41,14             | 42,28            |                   | 46,09              | 67,29             | 41,15            | 36,17             |                  | 46,09              | 67,29            | 41,15 | 36,17 |
|     | 29,58              | 63,20            | 37,26             | 40,30            |                   | 52,69              | 69,13             | 49,06            | 41,24             |                  | 52,69              | 69,13            | 49,06 | 41,24 |
|     | 36,36              | 70,00            | 37,99             | 48,79            | V                 | 55,86              | 73,58             | 51,15            | 44,89             |                  | 55,86              | 73,58            | 51,15 | 44,89 |
|     | 26,54              | 42,39            | 27,90             | 35,21            |                   | 49,27              | 58,38             | 42,78            | 39,46             |                  | 49,27              | 58,38            | 42,78 | 39,46 |
|     | 9,94               | 15,43            | 8,86              | 17,68            |                   | 47,90              | 54,88             | 48,51            | 38,80             |                  | 47,90              | 54,88            | 48,51 | 38,80 |
|     | 15,60              | 41,54            | 13,90             | 27,16            |                   | 18,97              | 19,25             | 12,44            | 22,54             |                  | 18,97              | 19,25            | 12,44 | 22,54 |
|     | 22,74              | 30,79            | 18,16             | 27,19            |                   | 54,49              | 58,92             | 49,50            | 38,53             |                  | 54,49              | 58,92            | 49,50 | 38,53 |
|     | 20,74              | 34,42            | 16,22             | 30,94            |                   | 44,25              | 46,29             | 34,54            | 33,99             |                  | 44,25              | 46,29            | 34,54 | 33,99 |
|     | 25,34              | 34,79            | 20,63             | 29,86            |                   | 56,21              | 54,54             | 41,31            | 30,98             |                  | 56,21              | 54,54            | 41,31 | 30,98 |
| II  | 25,93              | 41,58            | 20,62             | 33,73            | VI                | 98,58              | 115,08            | 85,97            | 70,54             |                  | 98,58              | 115,08           | 85,97 | 70,54 |
|     | 33,75              | 47,79            | 26,22             | 44,51            |                   | 68,80              | 82,21             | 58,76            | 51,94             |                  | 68,80              | 82,21            | 58,76 | 51,94 |
|     | 28,62              | 46,54            | 20,56             | -                |                   | 36,30              | 42,46             | 33,44            | 34,74             |                  | 36,30              | 42,46            | 33,44 | 34,74 |
|     | 25,79              | 43,67            | 22,79             | 27,23            |                   | 43,26              | 49,42             | 39,53            | 34,02             |                  | 43,26              | 49,42            | 39,53 | 34,02 |
|     | 23,79              | 33,00            | 19,14             | 25,82            |                   | 53,65              | 66,75             | 43,16            | 43,21             |                  | 53,65              | 66,75            | 43,16 | 43,21 |
|     | 15,71              | 32,13            | 13,44             | 23,24            |                   | 61,72              | 80,08             | 55,07            | 48,69             |                  | 61,72              | 80,08            | 55,07 | 48,69 |
|     | 25,03              | 41,75            | 17,86             | 26,68            |                   | 66,46              | 73,75             | 58,11            | 49,44             |                  | 66,46              | 73,75            | 58,11 | 49,44 |
| III | 30,64              | 42,38            | 25,77             | 35,57            | VII               | 43,24              | 53,96             | 33,59            | -                 |                  | 43,24              | 53,96            | 33,59 | -     |
|     | 22,77              | 17,29            | 18,18             | 20,91            |                   | 66,29              | 80,25             | 59,50            | 58,11             |                  | 66,29              | 80,25            | 59,50 | 58,11 |
|     | 26,54              | 37,88            | 22,22             | 30,46            |                   | 26,32              | 25,42             | 22,24            | 31,52             |                  | 26,32              | 25,42            | 22,24 | 31,52 |
|     | 27,48              | 37,04            | 29,60             | 28,44            |                   | 46,06              | 79,33             | 33,03            | 43,94             |                  | 46,06              | 79,33            | 33,03 | 43,94 |

| Kampan' | Lokalita 1  | Lokalita 2  | Kampan' | Lokalita 1  | Lokalita 2  |
|---------|-------------|-------------|---------|-------------|-------------|
|         | 29,45 35,67 | 25,74 27,25 |         | 41,85 67,75 | 30,43 50,51 |
|         | 30,06 38,38 | 20,03 28,62 |         | 57,32 69,54 | 47,10 41,79 |
|         | 32,17 38,00 | 27,04 37,42 |         | 44,25 56,88 | 31,01 39,53 |
| IV      | 34,37 37,46 | 30,38 27,86 | VIII    | 43,86 59,92 | 32,72 27,08 |
|         | 17,86 23,46 | 12,57 21,93 |         | 48,19 47,83 | 34,02 33,21 |
|         | 22,96 26,13 | 23,92 17,99 |         | 28,15 29,29 | 22,11 32,58 |
|         | 26,67 35,42 | 22,84 24,36 |         | 41,52 40,42 | 37,23 42,85 |

Legenda: - porucha měřicího zařízení

Kampan':

I 04. - 11. 04. 2005

II 23. - 30. 05. 2005

III 27. 06. - 04. 07. 2005

IV 22. - 29. 08. 2005

V 10. - 17. 10. 2005

VI 28. 11. - 05. 12. 2005

VII 16. - 23. 01. 2006

VIII 27. 02. - 06. 03. 2006

K výpočtu rizik škodlivin PM, byly zvoleny diagnózy, jež lze považovat za indikátory znečištěného ovzduší vztahující se k příslušné škodlivině. Parametry použité k výpočtu relativních rizik RR, respektive OR jsou převzaty, z důvodu nedostatku českých údajů, z evropských epidemiologických studií, což může lehce zkreslit výsledky kvantifikace rizika. Proto by se mělo na celkový počet zasažených osob pohlížet jako na přibližný odhad a ne jako na absolutní číslo.

| Frakce            | Diagnóza            | C koncentrace<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | RR OR                                                                                    | n celková<br>prevalence<br>(%) | $\Delta$ počet<br>případů<br>způsobený<br>jen vlivem<br>noxy (%) | Celkový počet<br>zasažených<br>osob z dané<br>populace<br>způsobený<br>vlivem noxy:<br>(Celkem - 1412<br>osob, dospělí -<br>941, děti - 471) |
|-------------------|---------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PM <sub>2.5</sub> | Astma<br>dospělých  | Max. denní<br>105,79                          | Uvádí se absolutní hodnota denní<br>incidence $I = \beta \times \ln C$<br>záchvatů denně |                                |                                                                  | 0,0026 osoby pro<br>daný den                                                                                                                 |
| PM <sub>10</sub>  | Celková<br>úmrtnost | Max.denní<br>114,42                           | Akutní<br>1,1472                                                                         | 28,8 x 10 <sup>-6</sup>        | 3,7 x 10 <sup>-6</sup> , tj<br>3,7 z milionu<br>denně            | 0,0052 osoby<br>z celkové<br>populace pro<br>daný den                                                                                        |

| Frakce | Diagnóza                                          | C koncentrace<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | RR OR            | $\pi$ celková<br>prevalence<br>(%)                          | $\Delta$ počet<br>případů<br>způsobený<br>jen vlivem<br>noxy (%) | Celkový počet<br>zasažených<br>osob z dané<br>populace<br>způsobený<br>vlivem noxy:<br>(Celkem - 1412<br>osob, dospělí -<br>941, děti - 471) |
|--------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TSP    | Bronchitida<br>u dětí                             | Průměrná roční<br>50,24                       | 3,7483           | 0,104, tj. 10,4%<br>z celkového<br>počtu dětské<br>populace | 7,4 %<br>z celkového<br>počtu dětí                               | Necelých 35<br>případů (přesněji<br>34,8)                                                                                                    |
|        | Akutní zánět<br>horních cest<br>dýchacích dětí    | Max.denní<br>143,03                           | Akutní<br>1,9033 | 0,115 tj. 11,5 %<br>z celkového<br>počtu dětské<br>populace | 5,1 %<br>z celkového<br>počtu dětí                               | 24 případů pro<br>daný den                                                                                                                   |
|        | Chronický<br>zánět cest<br>dýchacích.<br>dětí     | Průměrná roční<br>62,80                       | 2,4858           | 0,071 tj. 7,1%<br>z celkového<br>počtu dětské<br>populace   | 4,1 %<br>z celkového<br>počtu dětí                               | Přibližně 19<br>případů (přesněji<br>19,3)                                                                                                   |
|        | Chronický<br>zánět cest<br>dýchacích<br>dospělých | Průměrná roční<br>62,80                       | 6,1793           | 0,075 tj. 7,5%<br>z celkové<br>populace<br>dospělých        | 6,2 %<br>z celkového<br>počtu<br>dospělých                       | Přibližně 58<br>případů (přesněji<br>58,3)                                                                                                   |

\*Pro výpočet koncentrací TSP byl použit přepočet koncentrace  $\text{PM}_{10}$  daný vztahem:  $C_{\text{PM}_{10}} = 0,8 \times C_{\text{TSP}}$

| Frakce            | Diagnóza                                       | C koncentrace<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | RR OR                                                                                                       | $\Delta\pi$ celková<br>prevalence<br>(%)                    | $\Delta\pi$ počet<br>případů<br>způsobený<br>jen vlivem<br>noxy (%) | Celkový počet<br>zasažených<br>osob z dané<br>populace<br>způsobený<br>vlivem noxy:<br>(Celkem -1091<br>osob, dospělí - 727,<br>dětí - 364) |
|-------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\text{PM}_{2,5}$ | Astma<br>dospělých                             | Max. denní<br>92,27                           | Uvádí se absolutní hodnota denní<br>incidence $I = \beta \times \ln C$ Incidence $I=0,27$<br>záchvatů denně |                                                             |                                                                     | 0,0025 osoby pro<br>daný den                                                                                                                |
| $\text{PM}_{10}$  | Celková<br>úmrtnost                            | Max.denní<br>70,54                            | Akutní<br>1,0883                                                                                            | 27,3 x 10-6                                                 | 2,2 x 10-6, tj.<br>2,2 z milionu<br>denně                           | 0,0024 osoby<br>z celkové<br>populace pro<br>daný den                                                                                       |
| TSP               | Bronchitida<br>u dětí                          | Průměrná roční<br>35,56                       | 2,5477                                                                                                      | 0,073, tj. 7,3 %<br>z celkového<br>počtu dětské<br>populace | 4,3 %<br>z celkového<br>počtu dětí                                  | Necelé 2 případy<br>(přesněji 1,6)<br>z dětské<br>populace                                                                                  |
|                   | Akutní zánět<br>horních cest<br>dýchacích dětí | Max.denní<br>88,18                            | Akutní<br>1,4871                                                                                            | 0,092 9,2 tj. %<br>z celkového<br>počtu dětské<br>populace  | 2,8 %<br>z celkového<br>počtu dětí                                  | Přibližně 10<br>případů pro daný<br>den (přesněji<br>10,2)                                                                                  |

| Frakce | Diagnóza                                          | C koncentrace<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | RR OR  | $\Delta\pi$ celková<br>prevalence<br>(%)                   | $\Delta\pi$ počet<br>případů<br>způsobený<br>jen vlivem<br>noxy (%) | Celkový počet<br>zasažených<br>osob z dané<br>populace<br>způsobený<br>vlivem noxy:<br>(Celkem -1091<br>osob, dospělí - 727,<br>děti - 364) |
|--------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | Chronický<br>zánět cest<br>dýchacích dětí         | Průměrná roční<br>44,45                       | 1,9050 | 0,056 tj. 5,6 %<br>z celkového<br>počtu dětské<br>populace | 2,6 %<br>z celkového<br>počtu dětí                                  | Přibližně 9<br>případů (přesněji<br>9,5)                                                                                                    |
|        | Chronický<br>zánět cest<br>dýchacích<br>dospělých | Průměrná roční<br>44,45                       | 3,6295 | 0,046 tj. 4,6 %<br>z celkové<br>populace<br>dospělých      | 3,3 %<br>z celkového<br>počtu<br>dospělých                          | 24 případů                                                                                                                                  |

\*Pro výpočet koncentrací TSP byl použit přepočtení koncentrace  $\text{PM}_{10}$  daný vztahem:  $C_{\text{PM}_{10}} = 0,8 \times C_{\text{TSP}}$

Z údajů týdenních monitorovacích kampaní proběhlých v průběhu roku 2005 - 2006 na lokalitě 1 bylo zjištěno, že nejvyšší denní 24hodinová koncentrace  $\text{PM}_{10}$  činila  $114,4 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$  a vypočtená průměrná roční hodnota této škodliviny je  $50,2 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ , na lokalitě 2 pak činila  $70,5$  až  $35,6 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ . Zatím co u lokality 1 lze na základě získaných hodnot oprávněně předpokládat, že četnost překročení imisního limitu pro  $\text{PM}_{10}$  bude častější než dovoluje NV 350/2002 Sb., u lokality 2 lze předpokládat, že četnost překročení imisního limitu pro  $\text{PM}_{10}$  bude splňovat požadavky již citovaného NV.

Koncentrace PAH v ovzduší modelových lokalit (tab. 4) odpovídají hodnotám, které bývají stanovovány v prostředí se střední intenzitou dopravy nebo průmyslu. Například v městském ovzduší v Birminghamu se průměrné koncentrace 16 PAH pohybovaly v rozmezí  $28,7 - 62,9 \text{ ng} \cdot \text{m}^{-3}$  [5]. Nejvyšší koncentrace byly zjištěny pro fenanthren, fluoranthen a pyren. V Chicagu byly celkové průměrné koncentrace PAH  $113 \pm 15,5 \text{ ng} \cdot \text{m}^{-3}$ , DDT  $0,082 \pm 0,01 \text{ ng} \cdot \text{m}^{-3}$ , HCH  $0,13 \pm 0,01 \text{ ng} \cdot \text{m}^{-3}$  a PCB  $1,81 \pm 0,17 \text{ ng} \cdot \text{m}^{-3}$  [6] a v Londýně a Manchesteru byly v městském ovzduší v letech 1991 - 1998 zjištěny celkové průměrné koncentrace 12 PAH 32,5 až 61,5 resp. 35,7 až  $107,9 \text{ ng} \cdot \text{m}^{-3}$  [7]. Z uvedených hodnot je patrná dobrá shoda s výsledky analýz ovzduší na sledovaných lokalitách města Brna, kde na lokalitě 1 a 2 byly naměřeny hodnoty celkových koncentrací 10 netěkavých PAH (fluoranthen, pyren, benz[a]anthracen, chrysen, benzo[b]fluoranthen, benzo[k]fluoranthen, benzo[a]pyren, indeno[1, 2, 3-cd]pyren, benzo[ghi]perylene, koronen) v rozmezí  $1,3 - 177 \text{ ng} \cdot \text{m}^{-3}$ . Na lokalitě 1 byly průměrné roční hodnoty  $20,7 \text{ ng} \cdot \text{m}^{-3}$  a na druhé lokalitě  $19,2 \text{ ng} \cdot \text{m}^{-3}$ .

| Kampaně          | I    |      | II   |      | III  |       | IV   |       | V     |       | VI   |      | VII  |      | VIII |       |
|------------------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|
| Lokalita         | 1    | 2    | 1    | 2    | 1    | 2     | 1    | 2     | 1     | 2     | 1    | 2    | 1    | 2    | 1    | 2     |
| Naftalen         | 3,83 | 4,01 | 2,01 | 2,09 | 2,17 | 1,01  | 3,58 | 2,90  | 0,58  | 0,55  | 0,87 | 0,86 | 2,13 | 2,05 | 1,60 | 1,30  |
| Acenaftýlen      | 0,22 | 0,18 | 0,07 | 0,03 | 0,03 | <0,03 | 0,06 | <0,03 | 0,04  | 0,03  | 0,25 | 0,14 | 0,65 | 0,34 | 0,25 | 0,28  |
| Acenaften        | 0,17 | 0,17 | 0,11 | 0,10 | 0,04 | 0,05  | 0,10 | 0,05  | <0,03 | <0,03 | 0,13 | 0,10 | 0,07 | 0,04 | 0,04 | <0,03 |
| Fluoren          | 0,43 | 0,41 | 0,44 | 0,27 | 0,33 | 0,20  | 0,48 | 0,47  | 0,06  | 0,06  | 0,32 | 0,30 | 0,99 | 0,73 | 0,50 | 0,51  |
| Fenanthren       | 8,11 | 8,35 | 6,80 | 4,28 | 5,06 | 3,03  | 6,92 | 6,29  | 0,90  | 0,65  | 3,63 | 3,44 | 5,28 | 5,17 | 4,42 | 4,70  |
| Anthracen        | 0,41 | 0,33 | 0,36 | 0,27 | 0,32 | <0,03 | 0,44 | 0,32  | 0,10  | 0,05  | 0,40 | 0,24 | 0,69 | 0,56 | 0,54 | 0,69  |
| Fluoranthen      | 3,08 | 2,86 | 1,09 | 0,68 | 0,93 | 0,52  | 1,37 | 0,84  | 2,04  | 1,48  | 8,43 | 7,75 | 7,20 | 6,42 | 5,66 | 7,21  |
| Pyren            | 4,84 | 4,60 | 1,41 | 1,04 | 1,14 | 0,90  | 2,67 | 1,88  | 3,64  | 2,71  | 9,35 | 7,74 | 6,76 | 5,66 | 6,76 | 8,34  |
| Benz[a]anthracen | 0,61 | 0,51 | 0,37 | 0,20 | 0,08 | <0,03 | 0,16 | 0,10  | 0,90  | 0,63  | 4,90 | 3,98 | 2,55 | 2,35 | 2,24 | 2,95  |

| Kampaň               | I    |      | II   |      | III   |       | IV    |       | V    |      | VI   |      | VII  |      | VIII |      |
|----------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Chrysen              | 1,14 | 1,08 | 0,60 | 0,35 | 0,18  | <0,03 | 0,18  | 0,05  | 1,38 | 1,00 | 6,52 | 6,02 | 4,24 | 3,89 | 3,71 | 4,07 |
| Benzo[b]fluoranthen  | 0,47 | 0,50 | 0,50 | 0,34 | 0,07  | <0,03 | 0,07  | 0,05  | 0,39 | 0,32 | 3,85 | 4,26 | 3,09 | 2,92 | 2,77 | 3,21 |
| Benzo[k]fluoranthen  | 0,47 | 0,89 | 0,42 | 0,24 | 0,04  | <0,03 | 0,08  | 0,04  | 0,45 | 0,33 | 6,75 | 5,39 | 2,13 | 1,65 | 1,84 | 2,88 |
| Benzo[a]pyren        | 0,78 | 0,92 | 0,58 | 0,52 | 0,09  | 0,07  | 0,18  | 0,12  | 0,38 | 0,18 | 7,75 | 5,25 | 1,90 | 1,18 | 2,61 | 3,03 |
| Indeno[1,2,3cd]pyren | 0,80 | 1,14 | 0,35 | 0,41 | 0,52  | <0,03 | 0,17  | 0,19  | 0,49 | 0,21 | 3,61 | 3,58 | 2,87 | 1,56 | 2,21 | 3,37 |
| Dibenz[a,h]anthracen | 0,63 | 0,61 | 0,25 | 0,30 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | 0,06 | 0,03 | 0,16 | 0,22 | 0,09 | 0,07 | 0,04 | 0,16 |
| Benzo[ghi]perylene   | 1,30 | 1,19 | 0,84 | 0,65 | 0,18  | <0,03 | 0,20  | 0,03  | 0,31 | 0,14 | 2,36 | 3,23 | 3,37 | 1,83 | 2,53 | 4,00 |
| Koronen              | 1,54 | 2,46 | 1,17 | 0,63 | 0,29  | 0,17  | 0,49  | 0,12  | 0,38 | 0,26 | 2,10 | 2,65 | 1,60 | 0,96 | 1,71 | 2,47 |
| Σ PAH dle EPA        | 27,3 | 27,8 | 16,2 | 11,8 | 11,2  | 5,8   | 16,7  | 13,3  | 11,7 | 8,4  | 59,3 | 52,5 | 44,0 | 36,4 | 37,7 | 46,7 |

Kampaň:

I 04. - 11. 04. 2005

II 23. - 30. 05. 2005

III 27. 06. - 04. 07. 2005

IV 22. - 29. 08. 2005

V 10. - 17. 10. 2005

VI 28. 11. - 05. 12. 2005

VII 16. - 23. 01. 2006

VIII 27. 02. - 06. 03. 2006

Z hodnocení zdravotních rizik vyplývá, že pravděpodobnost výskytu nádorového onemocnění v důsledku expozice PAH je akceptovatelná v případě individuálního celoživotního rizika (ILCR) a to na obou lokalitách pro dospělou osobu i děti, kdy nedošlo k překročení „zdravotně bezpečné“ hodnoty ( $1 \cdot 10^{-6}$ ).

Při posuzování populačního rizika (APCR) je patrné výrazné překročení limitní hodnoty zejména u dětské populace a proto lze hovořit o významném riziku výskytu nádorových onemocnění jak u dospělé populace, tak u dětské.

| Lokalita | ILCR     |          | APCR     |          |
|----------|----------|----------|----------|----------|
|          | Dospělí  | Děti     | Dospělí  | Děti     |
| 1        | 1,38E-07 | 5,78E-06 | 1,30E-04 | 2,72E-03 |
| 2        | 1,24E-07 | 5,21E-06 | 9,02E-05 | 1,90E-03 |

## Závěr

K hodnocení zdravotních rizik bylo použito dvou postupů. Je to jednak vyhodnocení nárůstu definovaných diagnóz vlivem krátkodobé nebo chronické expozice standardními škodlivinami typu poléťavého prachu TSP,  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$ . Výsledky vyhodnocení zdravotních rizik standardních imisních škodlivin nasvědčují, že již dnešní zátěž obyvatel v okolí obou monitorovaných míst je významná a na zdraví obyvatel zde žijících se podílí. Hodnoty pravděpodobnosti akutního úmrtí na inhalaci prachu  $PM_{10}$  (0,0052 resp. 0,0024 osoby z exponované populace), je sice hodnota zdánlivě nízká, ale její riziko je prakticky srovnatelné s rizikem karcinogenním (počet celkových úmrtí touto jednodenní

expozicí maximální koncentrací  $PM_{10}$  je 2,2 resp.  $3,7 \cdot 10^{-6}$  pro monitorované lokality) Hodnoty počtu příčinně identifikovaných diagnóz chronických zánětů horních a dolních dýchacích cest, tedy respiračních chorob jsou potom již zcela varující. 27 obyvatel lokality 1, resp. 14 obyvatel lokality 2 trpí chronickým zánětem horních cest dýchacích v důsledku celoroční expozice oxidem dusičitým a to bez ohledu na fakt, že jeho okamžité i průměrné koncentrace vyhovují legislativním limitům. Ještě výmluvnějším je odhad počtu nových případů astma u dětí vlivem expozice touto škodlivinou (11 resp. 6 dětí na těchto lokalitách).

Výsledky uvedené v tabulce 5 jednoznačně prokazují, že již tato omezená sestava karcinogenů je potenciálně riziková pro exponované obyvatele blízkého okolí obou lokalit. Pravděpodobnost výskytu nádorového onemocnění u dětí díky expozici PAH překračuje tolerovatelnou hodnotu  $1 \cdot 10^{-6}$  na obou lokalitách. Pravděpodobnost výskytu nádorového onemocnění v důsledku celoživotní expozice vybranými PAH je pro dospělou populaci akceptovatelné na lokalitě 2, na lokalitě 1 je vypočtená hodnota nepatrně vyšší než „zdravotně bezpečná“ tolerovatelná hodnota.

### Použitá literatura:

- [1] WATKISS, P., PYE, S., HOLLAND, M.: CAFE CBA: Baseline analysis 2000 to 2020, CAFE Programme, 2005.
- [2] NISBET, K., LAGOY, J.: Toxic equivalency factors (TEFs) polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), Reg. Toxicol. Pharmacol., 16, 1992, p. 290 - 300.
- [3] Metodický pokyn Ministerstva životního prostředí pro hodnocení rizika. Věstník MŽP ČR č. 9, 2005
- [4] AUNAN, K.: Exposure-Response functions for health effects of air pollutants based on epidemiological findings, 1995, University of Oslo.
- [5] DUAN F. K., HE K. B., MA Y. L., YANG F. M., YU X. C., CADLE S. H., CHAN T., MULAWA P. A.: Concentration and chemical characteristics of  $PM_{2.5}$  in Beijing, China: 2001 - 2002, Science of Total Environment, 355, 2006, p. 264 - 267.
- [6] HARRISON, R.M., SMITH, D.J.T., LUHANA L.: Source Apportionment of Atmospheric Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Collected from an Urban Location in Birmingham, U.K. Environ. Sci. Technol., 30, 1996, 825-832.
- [7] HARRISON, R.M., TILLING R., CALLÉN ROMERO, M.C., HARRAD, S., JARVIS K.: A Study of Trace Metals and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Roadside Environment. Atmos. Environ., 37, 2003, 2391-2402.