

# 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 ( $\text{mg}/\text{kg}_{\text{těl.hm.}}/\text{den}$ )
- CA koncentrace sledované škodliviny v ovzduší ( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ )
- IR objem vzduchu vdechnutého za den ( $\text{m}^3\cdot\text{hod}^{-1}$ )
- ET doba expozice ( $\text{hod}\cdot\text{den}^{-1}$ )

- EF frekvence expozice (den.rok<sup>-1</sup>)
- 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).

| Kampan | Lokalita 1         |                  | Lokalita 2        |                  | Kampan | 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> |
|        | μg.m <sup>-3</sup> |                  |                   |                  |        | μg.m <sup>-3</sup> |                  |                   |                  |
| I      | 39,95              | 92,22            | 35,78             | 43,62            | V      | 39,95              | 63,29            | 35,42             | 34,74            |
|        | 44,00              | 74,96            | 41,14             | 42,28            |        | 46,09              | 67,29            | 41,15             | 36,17            |
|        | 29,58              | 63,20            | 37,26             | 40,30            |        | 52,69              | 69,13            | 49,06             | 41,24            |
|        | 36,36              | 70,00            | 37,99             | 48,79            |        | 55,86              | 73,58            | 51,15             | 44,89            |
|        | 26,54              | 42,39            | 27,90             | 35,21            |        | 49,27              | 58,38            | 42,78             | 39,46            |
|        | 9,94               | 15,43            | 8,86              | 17,68            |        | 47,90              | 54,88            | 48,51             | 38,80            |
|        | 15,60              | 41,54            | 13,90             | 27,16            |        | 18,97              | 19,25            | 12,44             | 22,54            |
|        | 22,74              | 30,79            | 18,16             | 27,19            |        | 54,49              | 58,92            | 49,50             | 38,53            |
|        | 20,74              | 34,42            | 16,22             | 30,94            |        | 44,25              | 46,29            | 34,54             | 33,99            |
|        | 25,34              | 34,79            | 20,63             | 29,86            |        | 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            |
|        | 33,75              | 47,79            | 26,22             | 44,51            |        | 68,80              | 82,21            | 58,76             | 51,94            |
|        | 28,62              | 46,54            | 20,56             | -                |        | 36,30              | 42,46            | 33,44             | 34,74            |
|        | 25,79              | 43,67            | 22,79             | 27,23            |        | 43,26              | 49,42            | 39,53             | 34,02            |
|        | 23,79              | 33,00            | 19,14             | 25,82            |        | 53,65              | 66,75            | 43,16             | 43,21            |
|        | 15,71              | 32,13            | 13,44             | 23,24            |        | 61,72              | 80,08            | 55,07             | 48,69            |
|        | 25,03              | 41,75            | 17,86             | 26,68            |        | 66,46              | 73,75            | 58,11             | 49,44            |
| III    | 30,64              | 42,38            | 25,77             | 35,57            | VII    | 43,24              | 53,96            | 33,59             | -                |
|        | 22,77              | 17,29            | 18,18             | 20,91            |        | 66,29              | 80,25            | 59,50             | 58,11            |
|        | 26,54              | 37,88            | 22,22             | 30,46            |        | 26,32              | 25,42            | 22,24             | 31,52            |
|        | 27,48              | 37,04            | 29,60             | 28,44            |        | 46,06              | 79,33            | 33,03             | 43,94            |
|        | 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 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | RR OR         | $\pi$ celková prevalence (%)                       | $\Delta$ počet případů způsobený jen vlivem noxy (%)  | Celkový počet zasažených osob z dané populace způsobený vlivem noxy: (Celkem - 1412 osob, dospělí - 941, děti - 471) |
|-------------------|--|--|---------------|--|---|--|
| PM <sub>2,5</sub> | Astma dospělých                          | Max. denní 105,79                          |               |  | Uvádí se absolutní hodnota denní incidence $I = \beta \times \ln C$ Incidence $I=0,28$ záchvatů denně | 0,0026 osoby pro daný den  |
| PM <sub>10</sub>  | Celková úmrtnost                         | Max.denní 114,42                           | Akutní 1,1472 | 28,8 x 10 <sup>-6</sup>                            | 3,7 x 10 <sup>-6</sup> , tj 3,7 z milionu denně   | 0,0052 osoby z celkové populace pro daný den   |
|                   | Bronchitida u dětí                       | Průměrná roční 50,24                       | 3,7483        | 0,104, tj.10,4% z celkového počtu dětské populace  | 7,4 % z celkového počtu dětí  | Necelých 35 případů (přesněji 34,8)  |
| TSP               | Akutní zánět horních cest dýchacích dětí | Max.denní 143.03                           | Akutní 1,9033 | 0,115 tj. 11,5 % z celkového počtu dětské populace | 5,1 % z celkového počtu dětí  | 24 případů pro daný den  |
|                   | Chronický zánět cest dýchacích dětí      | Průměrná roční 62,80                       | 2,4858        | 0,071 tj.7,1% z celkového počtu dětské populace    | 4,1 % z celkového počtu dětí  | Přibližně 19 případů (přesněji 19,3)   |
|                   | Chronický zánět cest dýchacích dospělých | Průměrná roční 62,80                       | 6,1793        | 0,075 tj. 7,5% z celkové populace dospělých        | 6,2 % z celkového počtu dospělých   | Přibližně 58 případů (přesněji 58,3)   |

\*Pro výpočet koncentrací TSP byl použit přepočtená koncentrace PM<sub>10</sub> daný vztahem:  $C_{PM10} = 0,8 \times C_{TSP}$

| Frakce            | Diagnóza                                 | C koncentrace (µg/m <sup>3</sup> ) | RR OR         | Δπ celková prevalence (%)                               | Δπ počet případů způsobený jen vlivem noxy (%)   | Celkový počet zasažených osob z dané populace způsobený vlivem noxy: (Celkem -1091 osob, dospělí - 727, děti - 364) |
|-------------------|--|------------------------------------|---------------|---|--|---|
| PM <sub>2.5</sub> | Astma dospělých                          | Max. denní 92,27                   |               | Uvádí se absolutní hodnota denní incidence I = β x ln C | Incidence I=0,27                                 | 0,0025 osoby pro daný den   |
| PM <sub>10</sub>  | Celková úmrtnost                         | Max.denní 70,54                    | Akutní 1,0883 | 27,3 x 10 <sup>-6</sup>                                 | 2,2 x 10 <sup>-6</sup> , tj. 2,2 z milionu denně | 0,0024 osoby z celkové populace pro daný den  |
|                   | Bronchitida u dětí                       | Průměrná roční 35,56               | 2,5477        | 0,073, tj.7,3 % z celkového počtu dětské populace       | 4,3 % z celkového počtu dětí                     | Necelé 2 případy (přesněji 1,6) z dětské populace   |
| TSP               | Akutní zánět horních cest dýchacích dětí | Max.denní 88,18                    | Akutní 1,4871 | 0,092 9,2 tj. % z celkového počtu dětské populace       | 2,8 % z celkového počtu dětí                     | Přibližně 10 případů pro daný den (přesněji 10,2)   |
|                   | Chronický zánět cest dýchacích dětí      | Průměrná roční 44,45               | 1,9050        | 0,056 tj. 5,6 % z celkového počtu dětské populace       | 2,6 % z celkového počtu dětí                     | Přibližně 9 případů (přesněji 9,5)  |
|                   | Chronický zánět cest dýchacích dospělých | Průměrná roční 44,45               | 3,6295        | 0,046 tj. 4,6 % z celkové populace dospělých            | 3,3 % z celkového počtu dospělých                | 24 případů  |

\*Pro výpočet koncentrací TSP byl použit přepočtení koncentrace PM<sub>10</sub> daný vztahem: C<sub>PM10</sub> = 0,8 x C<sub>TSP</sub>

Z údajů týdenních monitorovacích kampaní proběhlých v průběhu roku 2005 - 2006 na lokalitě 1 bylo zjištěno, že nejvyšší denní 24hodinová koncentrace PM10 činila 114,4 µg.m<sup>-3</sup> a vypočtená průměrná roční hodnota této škodliviny je 50,2 µg.m<sup>-3</sup>, na lokalitě 2 pak činila 70,5 35,6 µg.m<sup>-3</sup>. Zatím co u lokality 1 lze na základě získaných hodnot oprávněně předpokládat, že četnost překročení imisního limitu pro PM10 bude častější než dovoluje NV 350/2002 Sb., u lokality 2 lze předpokládat, že četnost překročení imisního limitu pro PM10 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 ng.m<sup>-3</sup> [5]. Nejvyšší koncentrace byly zjištěny pro fenanthren, fluoranthen a pyren. V Chicagu byly celkové průměrné koncentrace PAH 113 ± 15,5 ng.m<sup>-3</sup>, DDT 0,082 ± 0,01 ng.m<sup>-3</sup>, HCH 0,13 ± 0,01 ng.m<sup>-3</sup> a PCB 1,81 ± 0,17 ng.m<sup>-3</sup> [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 ng.m<sup>-3</sup> [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]perylen, koronen) v rozmezí 1,3 - 177 ng.m<sup>-3</sup>. Na lokalitě 1 byly průměrné roční hodnoty 20,7 ng.m<sup>-3</sup> a na druhé lokalitě 19,2 ng.m<sup>-3</sup>.

| 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 |

| Kampaň               | I    | II   | III  | IV   | V     | VI    | VII   | VIII  |       |       |      |      |      |      |      |       |
|----------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|
| 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  |
| Acenaftylen          | 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  |
| Fluoranthren         | 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  |
| 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]fluoranthren | 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]fluoranthren | 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]perylen    | 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 polévatého prachu TSP, PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>. Výsledky vyhodnocení zdravotních rizik standardních imisních

šodlivin 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.