# 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 (mg/kg $_{\text{těl.hm.}}$/den)
- CA koncentrace sledované škodliviny v ovzduší (mg.m$^{-3}$)
- IR objem vzduchu vdechnutého za den (m3.hod$^{-1}$)
- ET doba expozice (hod.den$^{-1}$)

CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU © Observatoř bezpečnosti silničního provozu, www.czrso.cz

- EF frekvence expozice (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 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $PM_{2.5}$ | $PM_{10}$ | $PM_{2.5}$ | $PM_{10}$ | | $PM_{2.5}$ | $PM_{10}$ | $PM_{2.5}$ | $PM_{10}$ |
| | $\mu g.m^{-3}$ | | | | | $\mu g.m^{-3}$ | | | |
| | 39,95 | 92,22 | 35,78 | 43,62 | | 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 |
| I | 36,36 | 70,00 | 37,99 | 48,79 | V | 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 měřícího zařízení

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

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 (µg/m$^3$)** | **RR OR** | **π celková prevalence (%)** | **Δπpočet případů způsobený jen vlivem noxy (%)** | **Celkový počet zasažených osob z dané populace způsobený vlivem noxy: (Celkem - 1412 osob, dospělí - 941, děti - 471)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $PM_{2.5}$ | Astma dospělých | Max. denní 105,79 | Uvádí se absolutní hodnota denní incidence I = β x ln C Incidence I=0,28 záchvatů denně | | | 0,0026 osoby pro daný den |
| $PM_{10}$ | Celková úmrtnost | Max.denní 114,42 | Akutní 1,1472 | 28,8 x 10-6 | 3,7 x 10-6, 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 přepočet koncentrace $PM_{10}$ daný vztahem: $C_{PM10} = 0,8 \times C_{TSP}$

| Frakce | Diagnóza | C koncentrace (µg/m$^3$) | 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) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $PM_{2.5}$ | Astma dospělých | Max. denní 92,27 | Uvádí se absolutní hodnota denní incidence I = β x ln C Incidence I=0,27 záchvatů denně | | | 0,0025 osoby pro daný den |
| $PM_{10}$ | Celková úmrtnost | Max.denní 70,54 | Akutní 1,0883 | 27,3 x 10-6 | 2,2 x 10-6, 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 přepočet koncentrace $PM_{10}$ daný vztahem: $C_{PM10} = 0,8 \times C_{TSP}$

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$^{-3}$ a vypočtená průměrná roční hodnota této škodliviny je 50,2 µg.m$^{-3}$, na lokalitě 2 pak činila 70,5  35,6 µg.m$^{-3}$. 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$^{-3}$ [5]. Nejvyšší koncentrace byly zjištěny pro fenanthren, fluoranthen a pyren. V Chicagu byly celkové průměrné koncentrace PAH 113 ± 15,5 ng.m$^{-3}$, DDT 0,082 ± 0,01 ng.m$^{-3}$, HCH 0,13 ± 0,01 ng.m$^{-3}$ a PCB 1,81 ± 0,17 ng.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 ng.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]perylen, koronen) v rozmezí 1,3 – 177 ng.m$^{-3}$. Na lokalitě 1 byly průměrné roční hodnoty 20,7 ng.m$^{-3}$ a na druhé lokalitě 19,2 ng.m$^{-3}$.

| Kampaň | 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 |
| 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 |
| 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]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 ($1.10^{-6}$).

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 polétavého 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. $3{,}7.10^{-6}$ 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 $1.10^{-6}$ 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 Programe, 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 PM2.5 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.