

Kvalita ovzdušia v okolí cestných komunikácií

Daša Kovalová¹, Daniela Ďurčanská², Dušan Jandačka²

¹Žilinská univerzita v Žiline, Výskumné centrum

²Žilinská univerzita v Žiline, Stavebná fakulta, Katedra cestného staviteľstva

dasa.kovalova@rc.uniza.sk

Súhrn

Cestná doprava je jedným z hlavných zdrojov tuhých znečisťujúcich látok. Predkladaný príspevok prezentuje výsledky monitorovania kvality ovzdušia pozdĺž cestných komunikácií v meste Žilina. Merania boli vykonávané za účelom zistenia hmotnostných koncentrácií tuhých častíc dvoch frakcií PM₁₀ a PM_{2,5}. Cieľom meraní bolo určiť vplyv protihlukovej steny na rozptyl znečistenia ovzdušia z cestnej dopravy a rozptyl znečisťujúcich látok v uličnom kaňone. Príspevok tiež analyzuje možnosť rozptylu tuhých častíc do okolitého prostredia.

Kľúčové slová: cestná doprava, tuhé znečisťujúce látky, uličný kaňon, protihluková stena

Summary

Road traffic is one of the main sources of particulate matter. The contribution presents result of the air quality monitoring in the vicinity of roads in Žilina. The measurements were performed to determine the mass concentrations of particulate matter of two fractions of PM₁₀ and PM_{2.5}. The aim of the measurements was to determine the impact of the noise barrier on the dispersion of air pollution from road traffic and the dispersion of pollutants in the street canyon. The contribution also analyses the possibility of particulate matter dispersion to the surrounding environment.

Keywords: road traffic, particulate matter, street canyon, noise barrier

Úvod

Prašnosť v okolí cestných komunikácií predstavuje veľký problém v oblasti znečistenia ovzdušia. Je to problém hlavne v mestách s hustou sieťou mestských komunikácií a veľkou intenzitou dopravy. Tuhé častice PM patria v súčasnej dobe podľa posledných zistení medzi najzávažnejšie polutanty v Európe spolu s prízemným ozónom O₃ a oxidom dusičitým NO₂ [6], [3], [5]. Práve cestná automobilová doprava sa v posledných rokoch najväčšou mierou podieľala na tvorbe tuhých znečisťujúcich látok spomedzi všetkých druhov dopravy, pričom zvýšená pozornosť by sa mala klásť na ťažké nákladné vozidlá. Cestná doprava produkuje približne 30 – 35 % NO_x, 20 – 25 % SO_x, 25 – 30 % CO, 15 % prchavých organických zlúčenín, 15 – 20 % PM_{2,5-10} a 15 % PM₁₀ [2]. Tuhé častice sa vyznačujú svojimi špecifickými fyzikálnymi a chemickými vlastnosťami, ktoré závisia na ich zdroji, mechanizme vzniku a ďalších podmienkach (vzdialenosť od zdroja, meteorologické podmienky).

Poznatky o horizontálnom a vertikálnom chovaní častíc sú veľmi významné pri hodnotení expozície populácie, ktorá žije v blízkosti tak významného zdroja častíc, akým je doprava. Pre zmeny v koncentráciách vzhľadom k vertikálnej polohe je charakteristický pokles koncentrácie častíc. Vo výške cca 80 m nad vozovkou boli zistené koncentrácie PM₁₀, PM_{2,5} a PM₁ na úrovni 60 %, 62 % a 80 % maximálnych koncentrácií nameraných vo výške 2 m. V prípade horizontálnej distribúcie bol vo vzdialenosti cca 230 m od vozovky zistený pokles pre častice PM₁₀, PM_{2,5} a PM₁ len o 7 %, 9 % a 10 % v porovnaní s maximom vo vzdialenosti 2 m od vozovky. Denné a sezónne zmeny koncentrácií jemných častíc sú predpokladané od zmeny v intenzite dopravy [1]. Vo všeobecnosti platí, čím je väčšia vzdialenosť od cestnej komunikácie, tým sú zaznamenané nižšie koncentrácie znečisťujúcich látok [4].

Cieľom tohto článku bolo priblížiť správanie sa tuhých častíc vyprodukovaných cestnou dopravou v okolí cestnej komunikácie. Boli vykonané merania na dvoch rôznych monitorovacích stanovištiach. Prvým meracím stanovišťom je priestor okolo cestnej komunikácie, ktorý predstavuje mestský kaňon so zárubnými múrmi po oboch stranách. Druhým meracím stanovišťom je priestor okolo cestnej komunikácie so súbežnou protihlukovou stenou. Článok zároveň rozoberá možnosť šírenia tuhých častíc nameraných na vybraných meracích stanovištiach do okolitého prostredia.

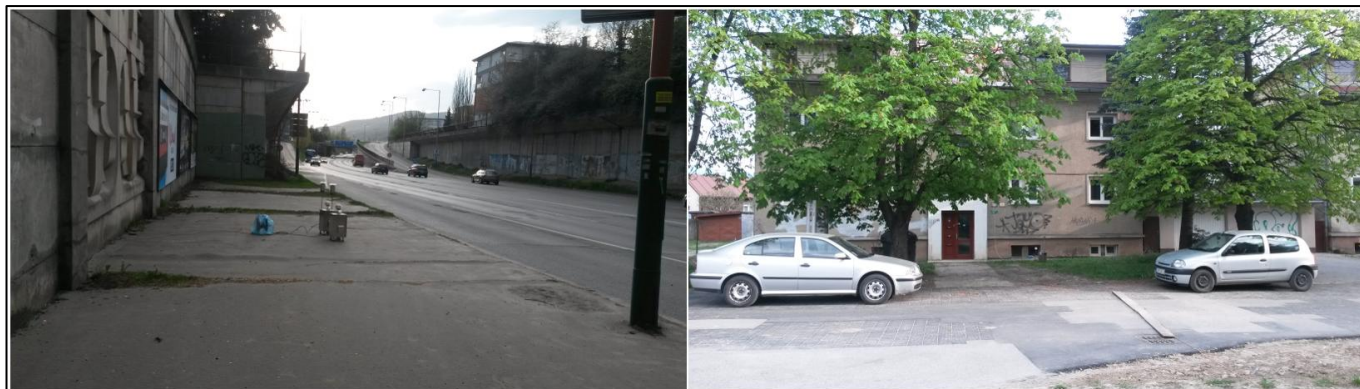
Monitorovanie tuhých častíc

Predkladaný príspevok prezentuje výsledky monitorovania kvality ovzdušia pozdĺž cestných komunikácií v meste Žilina. Prvé monitorovacie stanovište bolo v uličnom kaňone na ulici Mostná v meste Žilina, merania prebiehali v období 27.04. – 06.05. 2015. Druhé monitorovacie stanovište bolo umiestnené v blízkosti cestnej komunikácie Rajecká cesta v Žiline so súbežnou protihlukovou stenou, merania prebiehali v období 28.04. – 15.05. 2017. Počas meraní boli stanovené koncentrácie dvoch frakcií tuhých častíc $PM_{2,5}$ a PM_{10} .

Cestná komunikácia v uličnom kaňone – meracie stanovište 1

Priestor okolo cestnej komunikácie predstavuje mestský kaňon so zárubnými múrmi po oboch stranách. Uličný kaňon je vytvorený pozdĺž štvorpruhovej cestnej komunikácie, ktorá je vedená v záreze hlbokom cca 6 metrov a je ohraničená po obidvoch stranách betónovými zárubnými múrmi. Zámerom meraní bolo zistiť šírenie tuhých častíc mimo uličného kaňonu a možné ovplyvnenie znečisťujúcimi látkami okolitej bytovej zástavby nad uličným kaňonom (obr. 1).

Tuhé častice boli vzorkované v 10-hodinových intervaloch od 8:00 do 18:00 a boli merané pomocou 2 zariadení Leckel LVS3 (gravimetrická – referenčná metóda) a pomocou zariadenia APM2 (optická metóda). Pri gravimetrickej metóde boli častice vzorkované na nitrocelulóзовé filtre. Zariadenie APM2 bolo validované podľa prístroja Leckel LVS3 podľa postupu na určenie referenčnej rovnocennosti nereferenčných zariadení pre frakcie $PM_{2,5}$ a PM_{10} . Prístroje Leckel LVS3 boli umiestnené na úrovni cestnej komunikácie pri zárubnom múre a prístroj APM2 bol umiestnený v blízkosti bytovej zástavby nad uličným kaňonom.



Obr.1 Meracie stanovište 1: Mostná ulica, Žilina

Cestná komunikácia s protihlukovou stenou – meracie stanovište 2

Stanovište bolo umiestnené v blízkosti cestnej komunikácie so súbežnou protihlukovou stenou. Za protihlukovou stenou sa nachádza areál základnej a materskej školy a bytová zástavba, ktoré môžu byť exponované znečisťujúcimi látkami od dopravy. Výška protihlukovej steny je cca 6 metrov (obr. 2).

Znečisťujúce látky boli sledované mobilnou monitorovacou stanicou kvality ovzdušia (MMSKO), ktorá bola umiestnená za protihlukovou stenou pri budove základnej školy. Pomocou prístroja APM2, ktorý bol

situovaný pred protihlukovou stenou pri cestnej komunikácii, boli zaznamenávané tuhé častice PM_{2,5} a PM₁₀.



Obr.2 Meracie stanovište 2: Rajecká cesta, Žilina

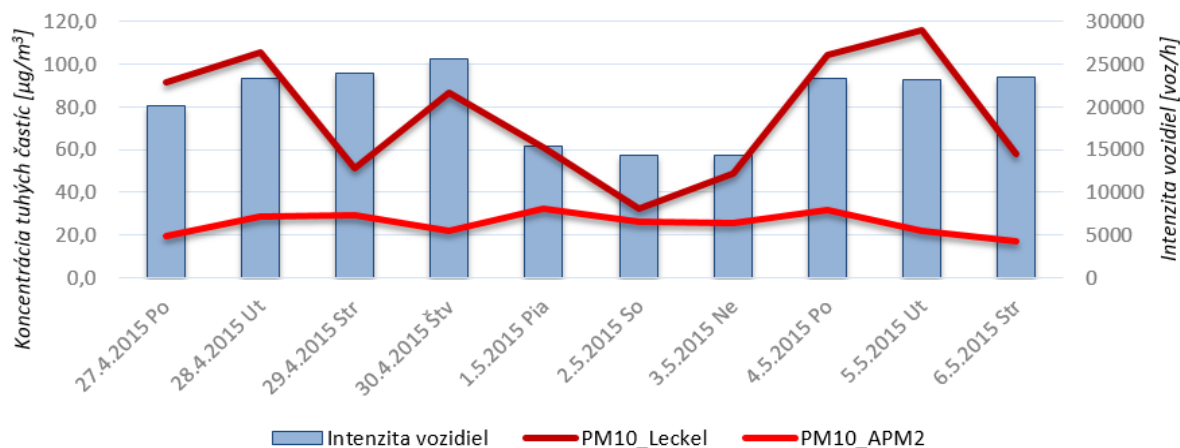
Počas obidvoch meraní bola v danom období sledovaná aj intenzita dopravy pomocou radarového sčítacieho zariadenia Sierzega SR4.

Výsledky monitorovania tuhých častíc

Zisťované boli koncentrácie tuhých častíc dvoch frakcií PM_{2,5} a PM₁₀ rôznymi meracími zariadeniami na dvoch meracích stanovištiach. Počas meraní tuhých častíc bola zaznamenávaná aj intenzita dopravy.

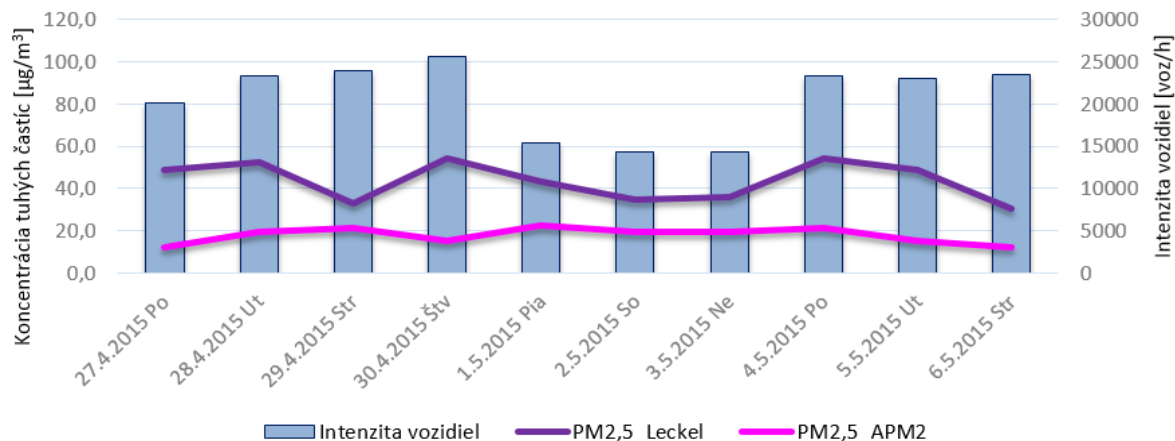
Cestná komunikácia v uličnom kaňone – meracie stanovište 1

Priemerná zistená koncentrácia tuhých častíc PM₁₀ v kaňone (75,42 µg/m³) bola 3-násobne vyššia ako hodnota zistená nad uličným kaňonom (25,42 µg/m³). Priemerná zistená koncentrácia tuhých častíc PM_{2,5} v kaňone (43,48 µg/m³) bola 2,5-násobne vyššia ako hodnota zistená nad uličným kaňonom (17,82 µg/m³). Najväčšie rozdiely medzi koncentraciami tuhých častíc PM₁₀ a PM_{2,5} v kaňone a nad ním boli zaznamenané v pracovných dňoch. Výrazný pokles koncentrácií tuhých častíc môžeme pozorovať počas víkendových dní predovšetkým priamo v kaňone.



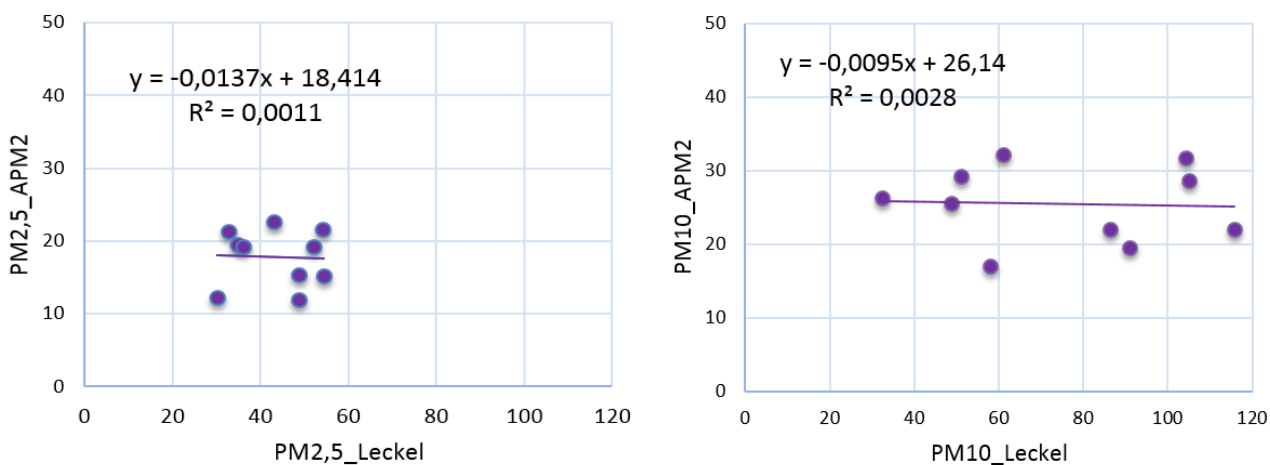
Obr.3 Priebeh koncentrácií tuhých častíc PM₁₀ v kaňone a nad kaňonom a intenzity dopravy

Za príčinu poklesu koncentrácií tuhých častíc cez víkend považujeme práve pokles intenzity dopravy na cestnej komunikácii. Koncentrácie tuhých častíc PM₁₀ a PM_{2,5} nad kaňonom boli stabilnejšie počas všetkých dní a tak výrazne, ako v kaňone, sa nemenili. Zistené hodnoty naznačujú nie veľkú previazanosť tuhých častíc vyskytujúcich sa nad kaňonom s tuhými časticami nachádzajúcimi sa v kaňone a zároveň s cestnou dopravou na danej komunikácii.



Obr.4 Priebeh koncentrácií tuhých častíc PM_{2,5} v kaňone a nad kaňonom a intenzity dopravy

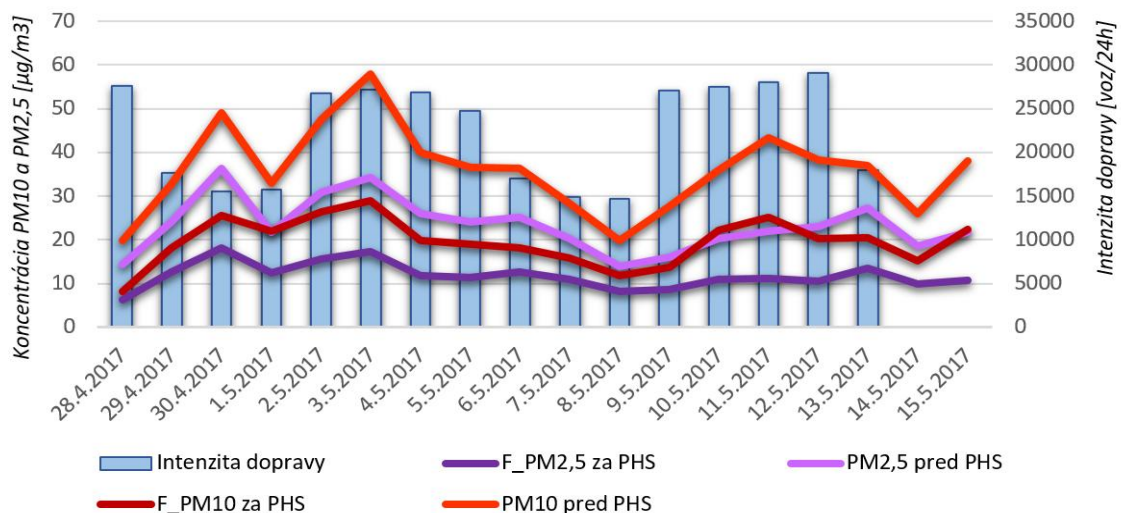
V rámci skúmania závislosti tuhých častíc bola uskutočnená aj regresná a korelačná analýza nameraných koncentrácií. Z výsledkov vyplýva, že tuhé častice obidvoch frakcií spolu nekorelujú. Môžeme konštatovať, že šírenie tuhých častíc vyprodukovaných cestnou dopravou v kaňone smerom ku bytovej zástavbe nad kaňonom sa v tomto prípade nepreukázalo.



Obr.5 Regresná a korelačná analýza koncentrácií PM₁₀ v kaňone a nad kaňonom

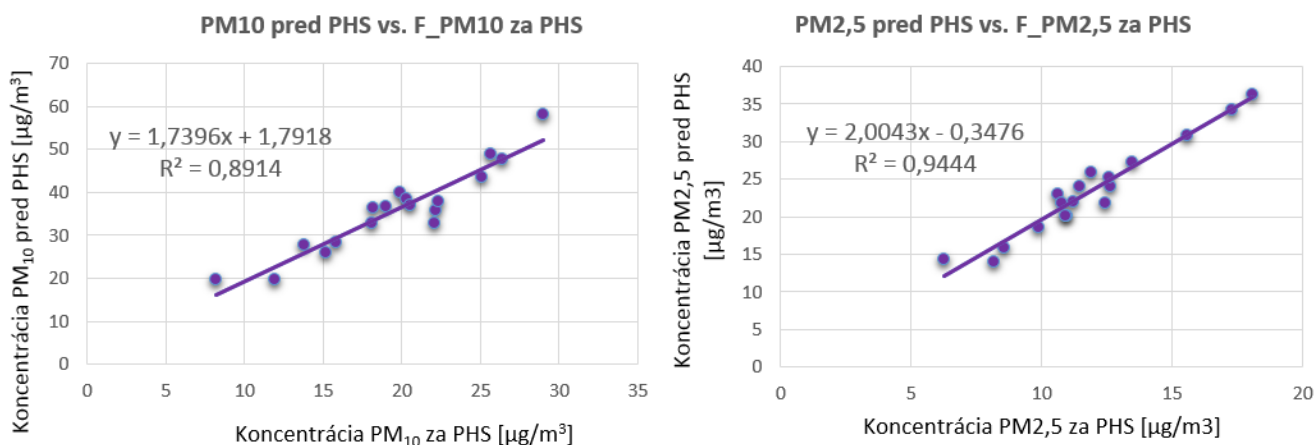
Cestná komunikácia s protihlukovou stenou – meracie stanovište 2

Pri meraných znečisťujúcich látkach boli zaznamenané nižšie koncentrácie za protihlukovou stenou PHS ako pred ňou. Priemerná koncentrácia tuhých častíc za meracie obdobie pred PHS bola 36,0 µg/m³ PM₁₀ a 23,3 µg/m³ PM_{2,5}. Priemerná koncentrácia tuhých častíc za meracie obdobie za PHS bola 19,6 µg/m³ PM₁₀ a 11,8 µg/m³ PM_{2,5}. Priemerné zníženie koncentrácie PM₁₀ za PHS predstavuje 16,4 µg/m³ (45 %) a koncentrácie PM_{2,5} za PHS predstavuje 11,5 µg/m³ (49 %). Priemerné zastúpenie tuhých častíc PM_{2,5} v PM₁₀ pred PHS bolo 60 % a za PHS bolo 60 %.



Obr.6 Priebeh priemerných denných koncentrácií PM_{10} , $PM_{2,5}$ a intenzity dopravy na meracom stanovišti Rajecká cesta

V grafe možno pozorovať vplyv cestnej dopravy na koncentrácie tuhých častíc. V prípade niektorých dní je nižšia intenzita dopravy a tiež nižšie koncentrácie tuhých častíc.



Obr.7 Regresná a korelačná analýza koncentrácií PM_{10} a $PM_{2,5}$ stanovených pred a za protihlukovou stenou

V rámci skúmania závislosti tuhých častíc nameraných pred a za protihlukovou stenou bola vyhodnotená aj regresná a korelačná analýza nameraných koncentrácií. Z výsledkov vyplýva, že tuhé častice obidvoch frakcií spolu výrazne korelujú. Koncentrácie tuhých častíc pred a za protihlukovou stenou vykazujú podobný trend, avšak koncentrácie častíc za protihlukovou stenou sú nižšie.

Záver

Zámerom meraní v uličnom kaňone na Mostnej ulici bolo zistiť, či znečistenie tuhými časticami v okolí bytovej výstavby je ovplyvnené vyprodukovaným znečistením tuhými časticami v kaňone. Z výsledkov vyplynulo, že vyprodukované tuhé častice PM_{10} a $PM_{2,5}$ od cestnej dopravy v kaňone zostávajú a nešíria sa z týchto častí do priestoru nad kaňon k bytovej výstavbe. Naznačujú to výsledky korelačných a

regresných analýz, z ktorých nevyplývala žiadna vzájomná previazanosť (korelácia) medzi tuhými časticami nameranými v kaňone a nad kaňonom.

Merania znečistenia ovzdušia na Rajeckej ceste v Žiline boli realizované za účelom stanovenia koncentrácií znečisťujúcich látok PM₁₀ a PM_{2,5} pred protihlukovou stenou pri cestnej komunikácii a za ňou v areáli základnej školy. Z výsledkov meraní vyplynulo, že koncentrácie znečisťujúcich látok za PHS vykazujú evidentný pokles. Účelom PHS je predovšetkým chrániť obyvateľov pred nadmerným hlukom od rôznych zdrojov, v tomto prípade od cestnej dopravy. Avšak jej pozitívnym efektom môže byť aj do určitej miery eliminovanie šírenia znečisťujúcich látok do okolitého prostredia.

Literatúra

- [1] Ďurčanská, D. 2009. *Hodnotenie znečisťovania ovzdušia v meste tuhými časticami*. In: Medzinárodný seminár „NOVÉ TRENDY V TECHNIKE OCHRANY OVZDUŠIA 2009“, 16. jún 2009. Zvolen. ISBN 978-80-228-2003-5.
- [2] EEA Report 2012. Dostupné na internete: <<http://www.eea.europa.eu/>>
- [3] Fenger, J., Hertel, O., Palmgren, F. 1998. *Urban air pollution – European aspects*. Kluwer academic publishers, 482 s., ISBN 0-7923-5502-4.
- [4] Jandačka, D., Ďurčanská, D., Kovalová, D. 2016. *Rozptyl tuhých častíc od cestnej komunikácie v uličnom kaňone do okolitého prostredia*. In: Fyzikálne faktory prostredia, s. 21-26. ISSN 1338-3922.
- [5] Sillanpää, M., Hillamo, R., Saarikoski, S., Frey, A., Pennanen, A., Makkonen, U., Salonen, R. O. 2006. *Chemical composition and mass closure of particulate matter at six urban sites in Europe*. Atmospheric Environment, 212-223. doi:10.1016/j.atmosenv.2006.01.063
- [6] Znečistené ovzdušie naďalej ohrozuje Európu. Dostupné na internete: <<http://www.eea.europa.eu/sk/pressroom/newsreleases/znečistene-ovzdušie-naďalej-ohrozuje-europu>>

PodĎakovanie



Autori príspevku ďakujú za podporu projektu AIR TRITIA CE1101 Jednotný prístup k systému riadenia ochrany znečistenia ovzdušia pre funkčné mestské oblasti v regióne TRITIA. Projekt je financovaný programom Interreg CENTRAL EUROPE.