



## DLOUHODOBÁ MĚŘENÍ KONCENTRACÍ ŠKODLIVIN V OVZDUŠÍ A EMISÍ VOZIDEL V REÁLNÉM PROVOZU

Zpracovali: Mgr. Roman Lišbinský, Mgr. Jitka Hegrová Ph.D., RNDr. Jiří Huzlík, Ph.D., Ing. et Ing. Libor Špička, Ing. Ondřej Červinka (Centrum Dopravního výzkumu, v.v.i.)

### Souhrn

Technický list sumarizuje poznatky získané při monitoringu kvality ovzduší v rezidenčních oblastech. V roce 2017 pokračovala měření koncentrací a složení (nano) částic na lokalitě silně zatížené dopravou. Výsledky získané v rámci řešení této aktivity byly použity ke zpracování metodiky pro měření kvality ovzduší v místech s vysokou dopravní zátěží. Součástí byla realizována měření emisí vozidel za reálného provozu za účelem zpevnění emisních faktorů nutných pro výpočet emisí v R.

### Oblast použití

Na základě dosavadních výsledků řešení této aktivity byla zpracována metodika pro měření kvality ovzduší v místech s vysokou dopravní zátěží, jejímž cílem je jasně definovat postupy měření kvality ovzduší v místech silně zatížených dopravou za účelem poskytování objektivních informací o skutečném stavu a vývoji kvality ovzduší. Měření emisí vozidel za reálného provozu sloužilo jako základ pro vytvoření databáze emisních faktorů.

### Metodika a postup řešení

#### Měření koncentrací (nano) částic

Měření kvality ovzduší za účelem detailní charakterizace (nano) částic pocházejících z dopravy pokračovala na lokalitě silně zatížené dopravou v centru města Brna, konkrétně v těsné blízkosti křižovatky ulic Kotlářská a Kounicova, kde projede přibližně 36 tis. vozidel za den. Měření charakteristik (nano) částic v reálném vzorku bylo realizováno elektrickým nízkotlakým impaktorem (Electrical Low Pressure Impactor ELPI+™, Dekati Ltd. Finland) velikostně selektujícím částice v rozsahu 6-10,000 nm do 15 velikostních frakcí. Měření bylo provedeno v reálném provozu, koncentrace (nano) částic v jednotlivých velikostních frakcích a současně probíhal odběr vzorků velikostně selektovaných (nano) částic. (Nano) částice byly zachytávány na speciální

polykarbonátové membrány Whatman® pro následnou chemickou analýzu. Za účelem stanovení obsahu prvků byly (nano) částice zachycené na filtrech rozloženy v uzavřených k emenných nádobách s použitím mikrovlnného rozkladného zařízení ultraClaveIII® (EMLS GmbH, Leutkirch, Germany) v laboratořích Karl-Franzens Universität v Grazu ve směsi ultra silných kyselin (HCl a HNO<sub>3</sub>) za vysokých teplot a tlaků. Rozložené vzorky byly analyzovány přístrojem na principu indukčně vázaného plazmatu s hmotnostním detektorem, konkrétně 8800 ICP-MS Triple Quad (Agilent Technologies, Japan).

#### Měření emisí

K měření emisí za reálného provozu byla vybrána vozidla spadající do obchodních tříd s nejvyšším tržním podílem – SUV, nižší střední třída (segment C), malé vozidlo (segment B), střední třída (segment D) a MPV. Výběr vozidel byl prováděn na trase v Brně a jeho nejbližším okolí, která svými parametry přibližně splňuje požadavky RDE cyklu. Měření emisí bylo prováděno s využitím mobilního měřicího zařízení (viz obr. 1) vlastního vývoje, užitný vzor CZ21385 U1.



Obr. 1 Mobilní měřicí zařízení

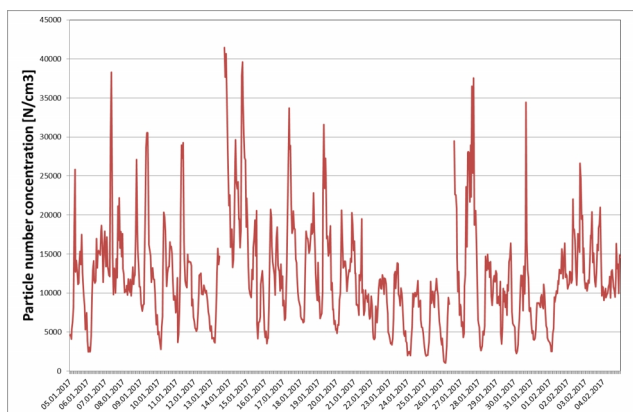
Mobilní zařízení je mimo jiné osazeno analyzátozem výfukových plynů AVL Digas 1000 měřícím koncentrace kyslíku (O<sub>2</sub>), oxidu uhelnatého (CO), oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>), oxidu dusnatého (NO) a nespálených uhlovodíků (HC), dále měřicími ústednami Omega Engineering OM-DAQ-USB-2401, termickým proudem rem Hoentzsch TA Di

16 GE, tlakovými idly Cressto, termo lánky K, GPS jednotkou, vyh ívanými hadicemi, elektrocentrálami a lednicí na vzorek plyn . Mobilní za ízení se p ípojuje za automobil pomocí b žného tažného za ízení.

## Výsledky

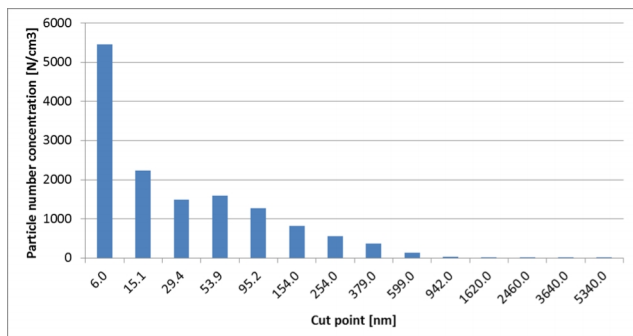
### M ení koncentrací (nano) ástic

M ení byla realizována v období od 14. 11. 2016 do 22. 2. 2017 a poté v období od 4. 5. do 9. 6. 2017. M ení po etních koncentrací ástic v ovzduší ve 14 velikostních frakcích od 6 nm do 10 µm probíhalo kontinuáln vždy pouze s p erušením na vým nu filtr . Celkem bylo odebráno 13 sad vzork ástic.



Obr. 2 Pr b h koncentrací ultrajemných ástic

Pr b h koncentrací ástic s rozm ry pod 100 nm je znázorn no na grafu na obr. 1. Z grafu je dob e patrné st ídání minimálních a maximálních hodnot, které odpovídají ranní a odpolední dopravní špi ce a prokazuje se tak dominantní zdroj takto velkých ástic, kterým je na této lokalit doprava.



Obr. 3 Pr m rná velikostní distribuce ástic.

Stejný p vod ástic je nazna en také na grafu na obr. 3, kdy nejvyšších po etních koncentrací dosahují ástice nejmenších rozm r cca. 6 nm tzv. nuklea ního módu, které vznikají nukleací škodlivin primárn emitovaných do ovzduší v plynné form . Naopak hrubá frakce ástic nad 2,5 µm je z hlediska po etních koncentrací zanedbatelná.

### M ení emisí

U všech testovaných vozidel se zážehovými motory byla nam ena nejvyšší produkce CO<sub>2</sub> v m stském provozu a nejnižší v mimom stském provozu. Charakteristickým rysem vozidel se zážehovým motorem je vysoká produkce CO v dální ním provozu, která mnohonásobn p ekra uje hodnoty ostatních režim jízdy. Emisní faktory NO<sub>x</sub> vykazují nejvýrazn jší rozdíly mezi jednotlivými vozidly. U v tšiny vozidel se vzn tovými motory byla nejvyšší produkce CO<sub>2</sub> v dální ním provozu a nejnižší v mimom stském provozu. Rovn ž byl prokázán vliv technického stavu vozidel na emisní charakteristiky, kdy po odstran ní závady došlo v n kterých p ípadech k velmi významnému snížení produkce emisí.

Nov nam ená data resp. stanovené emisní faktory byly dopln ny do rozsáhlé databáze emisních faktor vytvo ené a dopl ované daty z výzkumných projekt ešených v Centru dopravního výzkumu v.v.i.. V rámci ešení díl í aktivity byla databáze dopln na o sadu emisních faktor osobních a užitkových vozidel (emisní kategorie Euro 2 – Euro 6), odpovídajících m stskému, mimom stskému a dální nímu režimu, získaných p í m ení v reálném provozu. Dále byla databáze dopln na o sadu emisních faktor autobus r zných provedení a délkových kategorií (Euro VI), získaných p í m ení na uzav ené dráze s využitím šesti jízdních cykl blízkých reálnému provozu (jízdní cykly vygenerované na základ m ení jízdních parametr ve skute ném provozu). Databáze je využívána p edevším pro pot eby stanovení emisních faktor silni ních motorových vozidel pot ebných pro emisní bilance na regionální a národní úrovni.

### Záv r

Pilotní studie prokázala vhodnost použití tohoto typu kaskádového impaktoru s ohledem na studium fyzikálních i chemických charakteristik (nano) ástic zejména za ú elem identifikace jejich zdroj . Velmi výhodné je zejména spojení koncentrací ástic a chemického složení. Další m ení jsou koncipována jako dlouhodobá a byla zahájena v listopadu 2017 a budou pokračovat i v roce 2018.