

# Měření nanočástic ve venkovním ovzduší mobilním klasifikátorem

Michal Vojtíšek<sup>1,2</sup>, Luboš Dittrich<sup>2</sup>, Martin Mazač<sup>2</sup>, Martin Pechout<sup>2</sup>, Jitka Štolcpartová<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centrum vozidel udržitelné mobility, Fakulta strojní ČVUT v Praze  
Technická 4, 166 07 Praha 6, michal.vojtisek@fs.cvut.cz, tel. 774 262 854

<sup>2</sup> Katedra vozidel a motorů, Fakulta strojní, Technická univerzita v Liberci,  
Studentská 2, 461 17 Liberec

<sup>3</sup> Ústav experimentální medicíny Akademie věd ČR, Vídeňská 1083, 142 20 Praha 4 – Krč



Měření proběhla za přispění evropského finančního nástroje LIFE+, projekt LIFE10 ENV/CZ/651 – MEDETOX, Inovativní metody monitorování toxicity výfukových plynů naftových motorů v podmínkách městského provozu, Ministerstva životního prostředí ČR a městské části Praha 4

## Úvod

Spalovací motory pohánějící silniční motorová vozidla emitují částice o velikosti převážně jednotek až desítek nanometrů (nanočástice), které jsou zvláště rizikové tím, že jsou emitovány v bezprostřední blízkosti lidí, s vysokou pravděpodobností se zachycují v plicích a pronikají do krevního oběhu, a obsahují rizikové látky. Dlouhodobý pobyt blízko frekventovaných silnic je spojován s vyšším rizikem astmatu, infarktu myokardu, a dalších onemocnění. Částice mají v ČR na svědomí 7-8 tisíc předčasných úmrtí ročně, tj. řádově více, než dopravní nehody.

Oblast Spořilova je charakteristická velmi vysokou intenzitou automobilové osobní a nákladní dopravy (statisíce vozidel denně), a to zejména v trojúhelníku Spořilovská – Jižní spojka – 5. května, jehož části sloužily, s různými obměnami, a nadále slouží, jako jedna z hlavních tras tranzitní nákladní i osobní dopravy. Cílem práce bylo provést, na základě žádosti místních obyvatel, orientační měření koncentrací nanočástic v oblasti.

## Měření

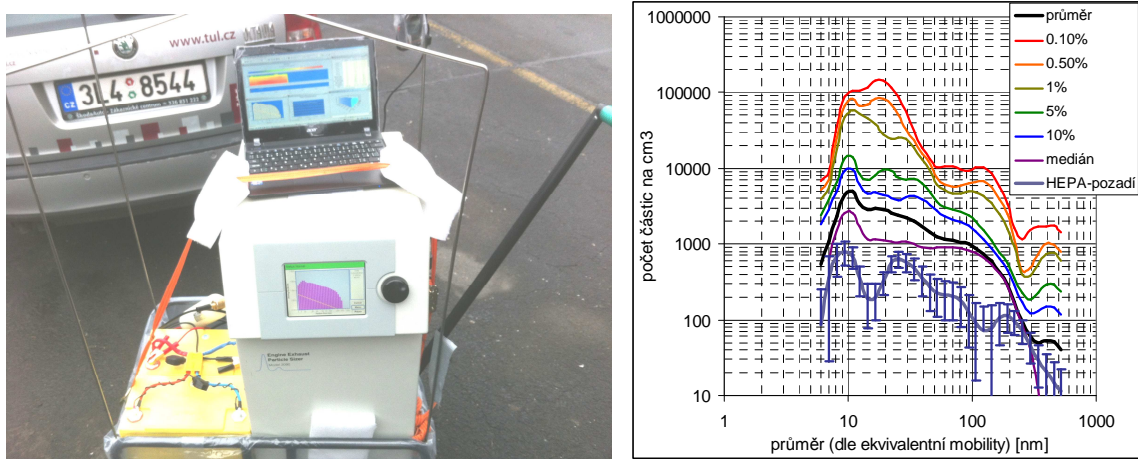
Pro měření byla v rámci evropského projektu MEDETOX (LIFE10 ENV/CZ/651, Inovativní metody monitorování toxicity výfukových plynů naftových motorů v podmínkách reálného městského provozu, [www.medetox.cz](http://www.medetox.cz)) připravena mobilní měřicí aparatura. Koncentrace částic v 32 velikostních kategoriích v rozmezí ekvivalentního průměru dle mobility v elektrickém poli od 5 do 560 nm byly měřeny klasifikátorem a spektrometrem částic (Engine Exhaust Particle Sizer<sup>TM</sup>, Model 3090, TSI). Aktuální poloha přístroje byla zaznamenávána polohovacím zařízením GPS. Naměřená data byla ukládána do přenosného počítače. Zařízení bylo napájeno akumulátory na bázi lithium-železo-ytrium-fosfátu, spřaženými s měničem. Popsaná aparatura byla umístěna na rozložitelném ručním vozíku, který byl, pro přivezení na místo a sestavení, tlačěn 1-2 osobami.



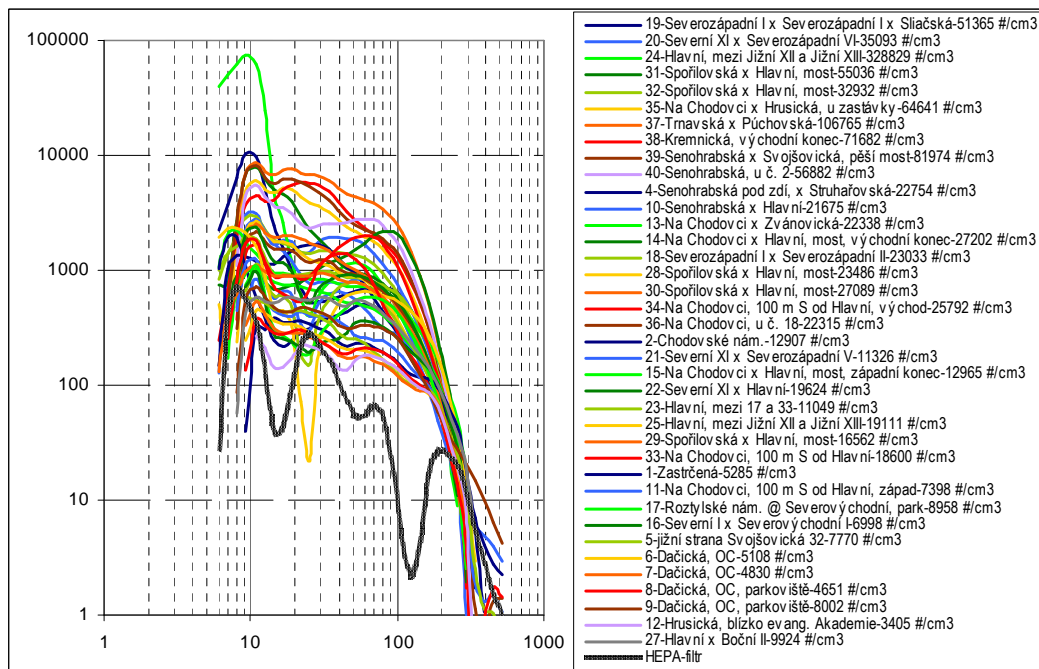
Přístroj byl převážen podél tras identifikovaných společně autory studie a zástupci místních občanů. Data byla zaznamenávána po jedné sekundě. Z důvodu šumu zvýšeného přístroje vlivem vibrací během transportu byla aktuální data během transportu monitorována pro výskyt lokálních maxim koncentrací (tzv. hot-spotů), pro následné vyhodnocení vša byla uvažena pouze data během jednotlivých zastávek delších než 30 sekund. Typická délka zastávky byla jedna minuta, zastávky byly prodlouženy v případě nestabilních výsledků či předpokládané anomálie.

## Výsledky

Z velikostních spekter naměřených v oblasti ulic Svojšovická – Spořilovská - Hlavní (obr. 1) je zřejmé, že rozložení je nerovnoměrné, nejvyšší hodnoty jsou řádovým násobkem průměrných.



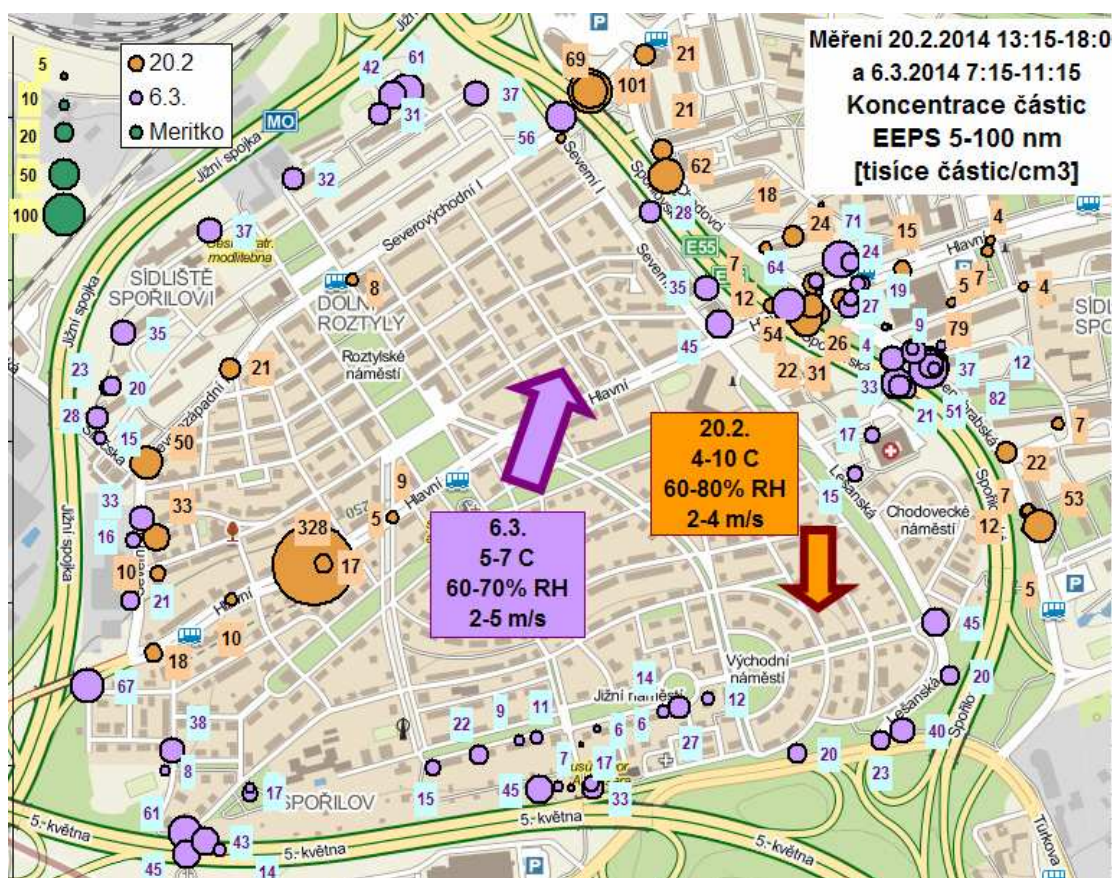
Obr. 1: Fotografie přístroje (vlevo) a velikostní spektra (vpravo) z okolí ul. Svojšovická.



Obr. 2: Velikostní spektra částic pro lokality měřené 20.2.

Průměrné koncentrace v každé zastávce v tisíci částicích na  $\text{cm}^3$  jsou vyneseny pro měření 20.2. i 6.3. na obr. 3. Každý bod znázorňuje jednu zastávku, jejíž poloha je vynesena v zeměpisných souřadnicích. Velikost bodu je úměrná naměřeným koncentracím. Měřítka je uvedené v levém horním rohu grafu, a tam, kde to místo dovoluje, byly v blízkosti zastávek i průměrné koncentrace částic v rozmezí 5-100 nm. Venkovní teplota, vlhkost, a směr a rychlost větru jsou vyneseny v grafu.

Při měření dne 6.3. hodnota 45 tisíc  $\#/\text{cm}^3$  v jižní části ul. Lešanská, hodnota 71 tisíc  $\#/\text{cm}^3$  na ul. Hlavní severovýchodně od křižení s ul. Spořilovská a některé další hodnoty, vždy zaznamenané na zastávce MHD na úrovni zadní části autobusu, zahrnují vliv rozjezdu autobusů městské hromadné dopravy.



Obr. 3: Průměrné koncentrace nanočástic (5-100 nm) na různých místech Spořilova

Během dřívější studie Ústavu chemických procesů AV ČR byla v rezidenční čtvrti na Suchdole, kde je vliv lokálních topenišť, průměrná koncentrace za dva roky měření kolem 7 tisíc částic na  $\text{cm}^3$ , v bezprostřední blízkosti křižovatky byla průměrná koncentrace 14 tisíc částic na  $\text{cm}^3$ , a vedle Jižní spojky několik desítek tisíc částic na  $\text{cm}^3$  (Římnáčová a kol., 2011, Atmospheric Research, 101, 539-552).

Během této studie byly naměřené koncentrace částic 5-100 nm v řádu tisíců až stovek tisíc částic na  $\text{cm}^3$ , přičemž špičkové koncentrace dosahovaly milionu částic na  $\text{cm}^3$ . Naměřené koncentrace lze tak považovat za relativně velmi vysoké.

## Závěry

Velmi vysoké koncentrace nanočástic byly zjištěny měřením mobilním klasifikátorem částic na Spořilově v několika různých dnech. Nanočástice byly obecně koncentrovány podél hlavních tahů tranzitní dopravy (5. května, Jižní spojka, Spořilovská) a výrazně se projevíly do řádově sta metrů v případech, kdy bylo bezvětří nebo dané místo bylo v té době po větru od jedné ze jmenovaných komunikací.

Absence větších částic a relativní absence vyšších koncentrací všech částic (oproti lokalitám v blízkosti 5. května a JS) prakticky ve všech bodech vnitřní oblasti Starého Spořilova naznačují, že vysoké koncentrace nelze přičítat lokálnímu spalování biomasy (které produkuje větší částice a není koncentrováno pouze na blízkost dálnice), naopak, vysoké koncentrace byly naměřeny tam, kde jejich výskyt lze očekávat, tj. v blízkosti hlavních tahů dopravy a zejména jejich křížení.

## Implikace

Bez ohledu na značné nejistoty měření a absenci vyčerpávajícího vysvětlení a konečných závěrů je zřejmé, že emise částic z motorových vozidel v oblasti Spořilova, a to jak sídliště a lokality v oblasti Spořilovská, tak, a zejména, v oblasti obytné zástavby Starého Spořilova přilehlé k Jižní spojce a 5. května, jsou relativně velmi vysoké, a lze předpokládat, že k jejich snížení bude třeba simultánní nasazení vícero dostupných prostředků.

Lze předpokládat, že velká část celkových emisí pochází z relativně malého počtu vozidel v nevyhovujícím technickém stavu. K významnému snížení emisí proto může přispět systematické provádění technických kontrol vybraných nákladních vozidel směřujících k ulici Spořilovská, tj. na D1 směr Praha, případně též na pražském okruhu, za účelem nedovolení vjezdu do Prahy vozidlům s nadměrnými emisemi (snížení výfukových emisí), přetíženým vozidlům (omezení nadměrných emisí z obložení brzd), a vozidlům se závadami brzdového systému (snížení emisí z brzd, snížení rizika vzniku kongesce vyvolané přímo či nepřímo špatnou funkcí brzd). Lze předpokládat, že ke snížení emisí přispěje zvýšení účinnosti pravidelných technických kontrol vozidel registrovaných v ČR, za účelem snížení počtu vozidel s nadměrnými emisemi, která projdou technickou kontrolou.

Lze předpokládat, že snížení počtu vozidel a tím vyvolané snížení pravděpodobnosti výskytu a snížení intenzity kongesce a tím způsobené snížení emisí (přímo z důvodu menšího počtu vozidel, nepřímo z důvodu vyšších emisí při kongesci oproti plynulé jízdě) lze realizovat a) navýšením mýtného alespoň při průjezdu Prahou, a to alespoň v dopravních špičkách, o tzv. ekologickou složku, a b) důsledným uplatňováním zásad udržitelného územního rozvoje při povolování realizace záměrů, které by měly za následek zvýšení intenzity osobní a/nebo nákladní silniční dopravy v oblasti Spořilova, včetně skladištních oblastí v přilehlých lokalitách obsluhovaných vozidly projíždějícími přes Spořilov, a včetně nových rezidenčních "satelitních" oblastí v okrajových oblastech a okolí Prahy, které by byly obsluhované automobilovou dopravou.

Lze předpokládat, že ke snížení intenzity tranzitní kamionové dopravy a tím ke snížení emisí může přispět systematické řešení silniční nákladní dopravy v ČR. Zda a kudy vést tranzitní kamionovou dopravu přes území Prahy a okolí je otázka, jejíž řešení vyžaduje posouzení dopadu případných alternativních řešení, a je nad rámec této studie.