

Ultrajemné částice ze spalovacích motorů (nejen automobilů)





Doc. Michal Vojtíšek, M.S., Ph.D.
 Centrum vozidel udržitelné mobility
 Fakulta strojní, ČVUT v Praze
 EU LIFE+ projekt MEDETOX,
 Technická univerzita v Liberci
 michal.vojtisek@fs.cvut.cz
 tel. (+420) 774 262 854



Spalovací motory produkují velmi malé a zdraví nebezpečné částice, a to v těsné blízkosti lidí.

Technická řešení dostupná jsou, ale nevyužíváme je v dostatečné míře, a samotná nestačí.

Má-li být zlepšení ovzduší dosaženo, rozhodování musí být kvalifikované a podložené fakty.



Vojtíšek: Ultrajemné částice ze spalovacích motorů (nejen automobilů). Komise pro životní prostředí Akademie věd ČR, 19.11.2014.

Částice a ozon v přízemních vrstvách atmosféry jsou příčinou cca 406 tisíc předčasných úmrtí v EU ročně (dopravní nehody „jen“ 39 tisíc)



Rozjezd kamionu na 90 km/h: 0,5 až 1 litr nafty
Volnoběh osobního automobilu: 0,5 až 1 litr paliva za hodinu
Dříve než motory zavrhnete, zkuste spálit stejné množství uhlí či biomasy uprostřed ulice.

Vojtíšek: Ultrajemné částice ze spalovacích motorů (nejen automobilů). Komise pro životní prostředí Akademie věd ČR, 19.11.2014.

Problém emisí ze spalovacích motorů

Emise ze spalovacích motorů jsou z hlediska zdravotního rizika jedním z největších zdrojů znečištění ovzduší v městských aglomeracích. Většina našich odhadů celkových emisí je založena převážně na měření relativně malého počtu relativně nových motorů za ideálních podmínek v laboratoři, a na měření imisí.

Emise z daného vozidla v daném okamžiku jsou velmi různé – závisí na technologii motoru, technickém stavu, atmosférických a provozních podmínkách, způsobu jízdy, ... na to se často zapomíná!

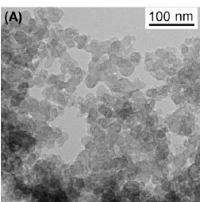
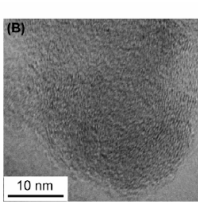
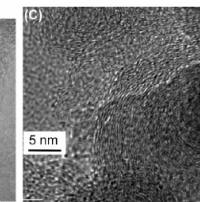
Splňuje-li nějaký motor nové emisní normy (Euro 3,4,5,...) při homologačních zkouškách za ideálních podmínek, neznamená to nutně že má odpovídající nízké emise i po celou dobu reálného provozu.

Pouze sledováním emisí (regulovaných i neregulovaných) během reálného provozu a po celou dobu životnosti vozového parku můžeme získat podklady pro uvážená rozhodnutí o vhodných opatřeních pro snížení emisí.

Vojtíšek: Ultrajemné částice ze spalovacích motorů (nejen automobilů). Komise pro životní prostředí Akademie věd ČR, 19.11.2014.

Částice ve výfukových plynech naftového motoru

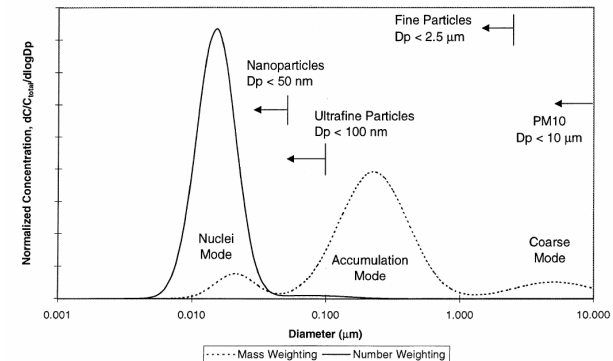
Zvětšíme-li tyto částice na velikost zrnka máku, částice o průměru 10 mikrometrů (součást PM10) bude velká jako meloun.

Liati A., Dimopoulos P.E., Combustion and Flame 157 (2010) 1658–1670.

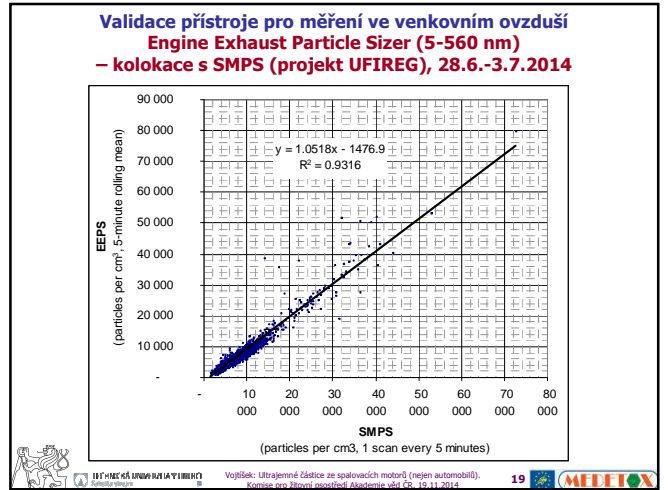
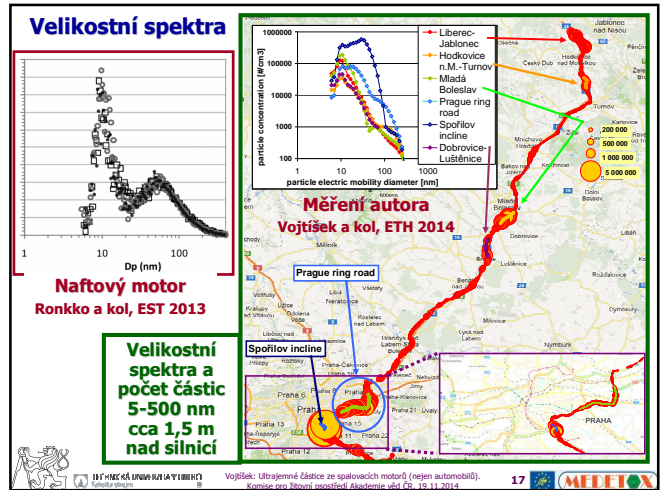
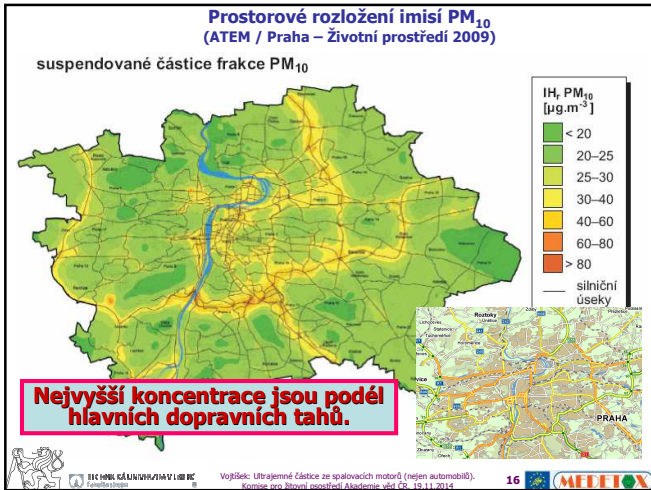
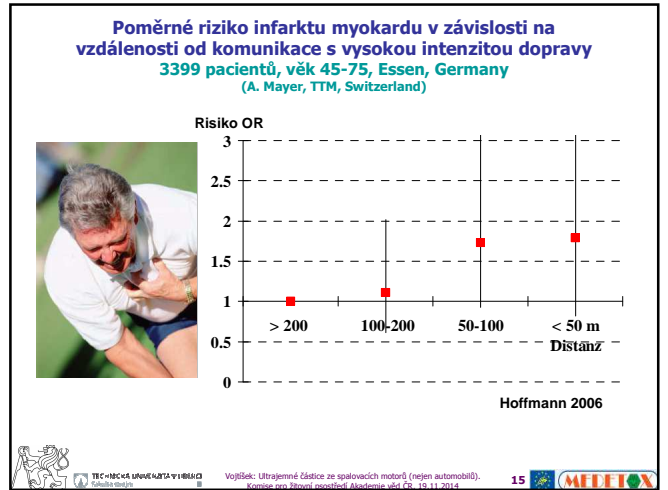
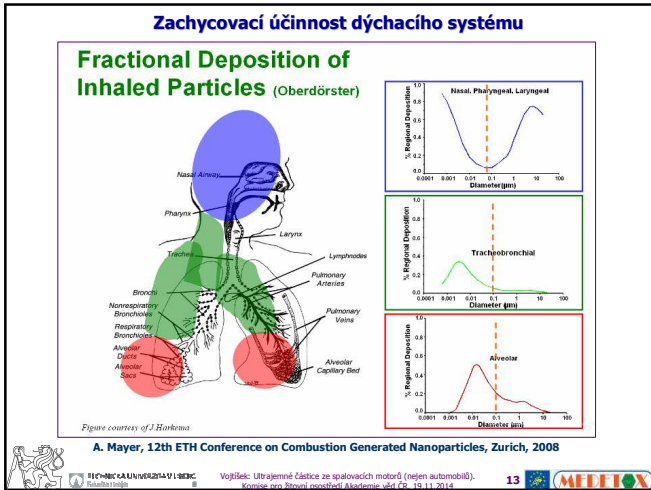
Vojtíšek: Ultrajemné částice ze spalovacích motorů (nejen automobilů). Komise pro životní prostředí Akademie věd ČR, 19.11.2014.

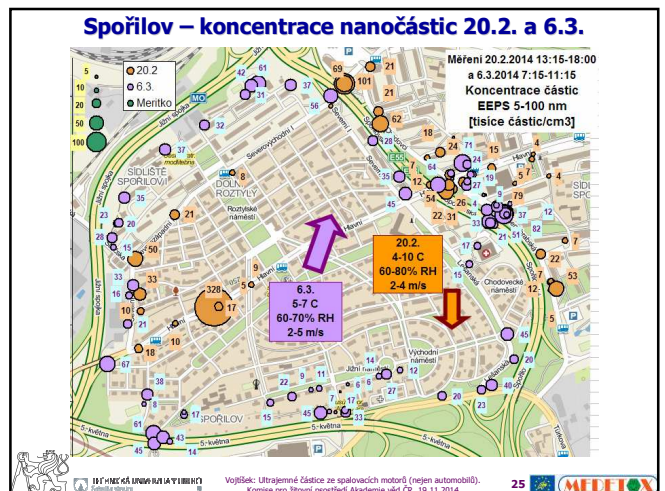
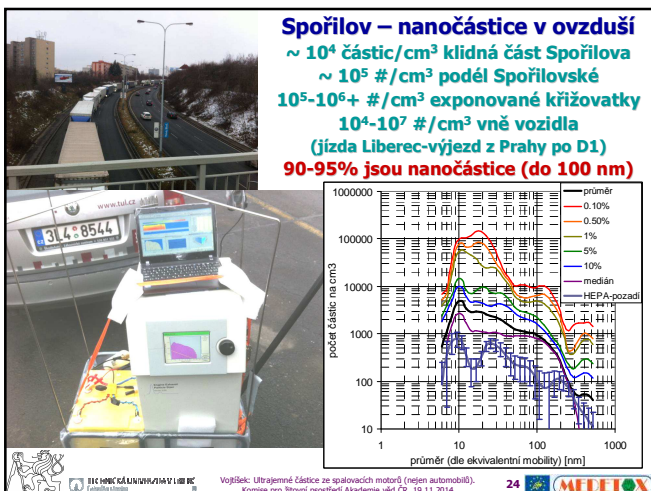
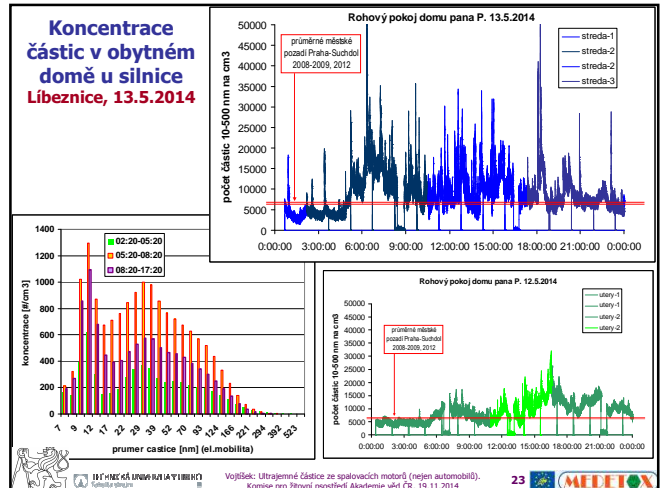
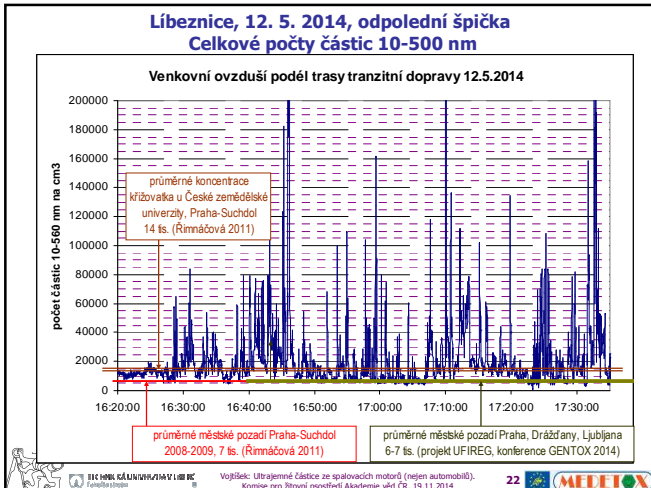
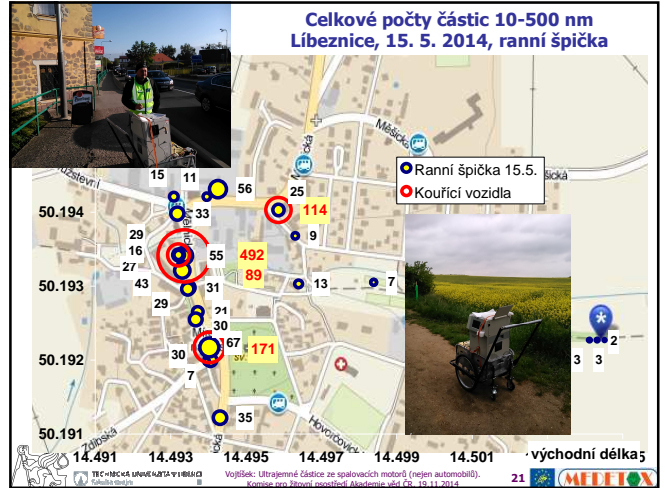
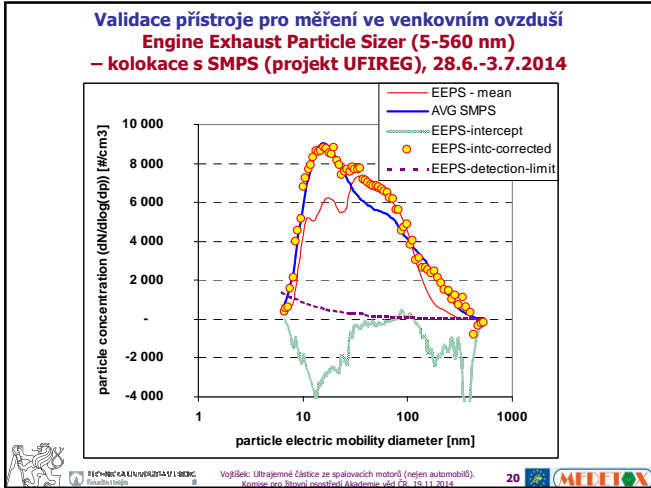
Typické velikostní spektrum částic - vznětové motory

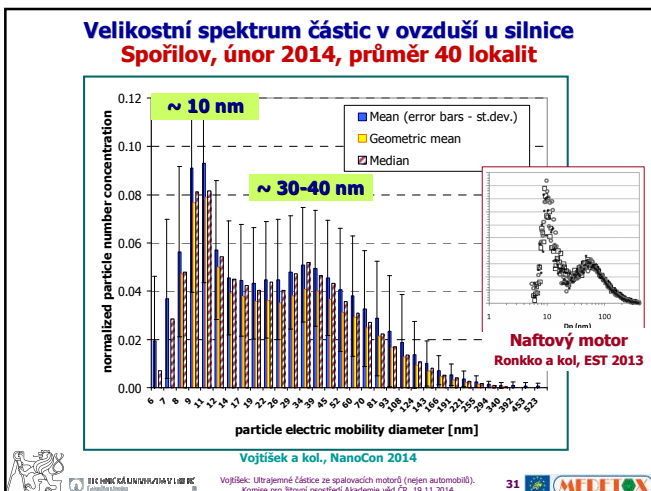
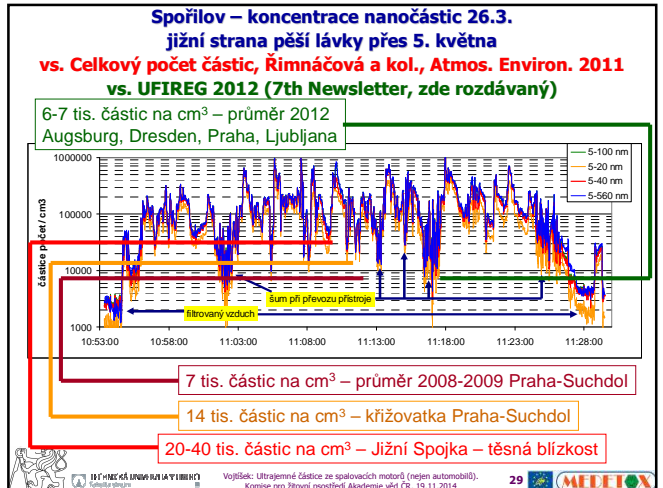
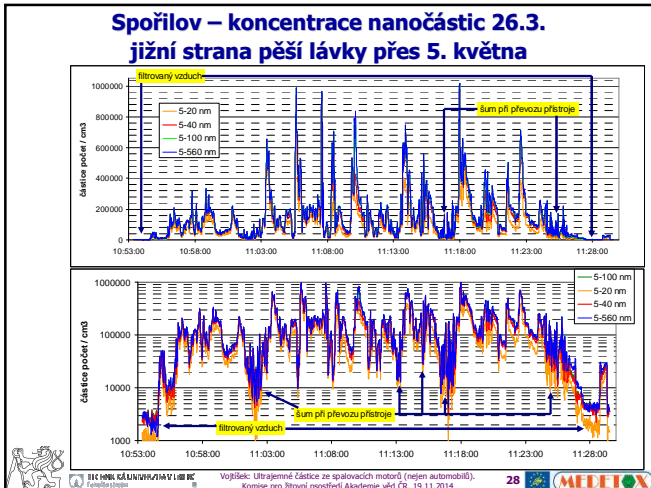
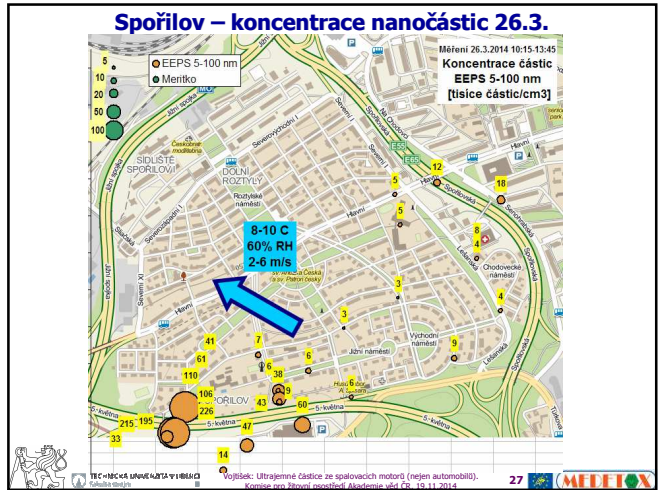
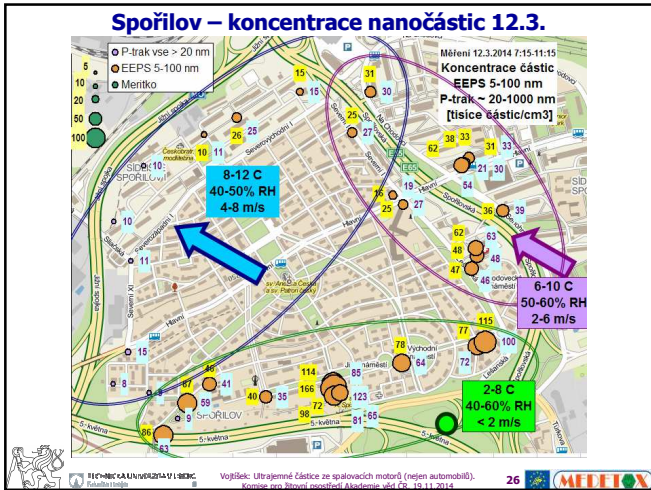


Kittelson, J. *Aerosol Sci.* Vol. 29, No. 5/6, pp. 575-588, 1998

Vojtíšek: Ultrajemné částice ze spalovacích motorů (nejen automobilů). Komise pro životní prostředí Akademie věd ČR, 19.11.2014.







Moderní vůz s filtrem částic (DPF) – ideální stav: Nízké emise částic

Dnešní možnosti technologie: (a stav např. autobusy v New Yorku)
 Méně částic na m³ ve výfuku než v ostravském vzduchu v zimě

EURO 5 – DOC, DPF (particle filter), no SCR
 2012 Iveco Daily, 3.0-liter Iveco engine

Emissions of particulate matter very low even during 1-hour idle and generally well below 1 mg/m³

Vojtěšek: Ultrajemné částice ze spalovacích motorů (nejen automobilů).
 Komise pro životní prostředí Akademie věd ČR, 19.11.2014

Dnešní technologie umožňuje velmi nízké emise částic. V ČR je využívána minimálně.

Euro 5, kdesi v Praze (bez DPF)



Motor s DPF Nidau, Švýcarsko

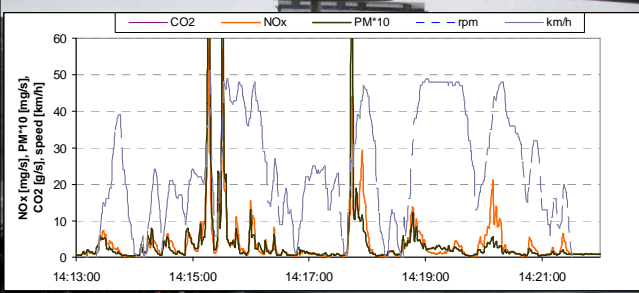
Vojtěšek: Ultrajemné částice ze spalovacích motorů (nejen automobilů). Komise pro životní prostředí Akademie věd ČR, 19.11.2014. 34

Filtry částic (DPF) fungují, ale ... jsou v EU normu, nebo jsou privilegium bohatších a pokrokovějších zemí a regionů? Český inzerát na odstranění DPF z dovezených vozidel



Vojtěšek: Ultrajemné částice ze spalovacích motorů (nejen automobilů). Komise pro životní prostředí Akademie věd ČR, 19.11.2014. 35

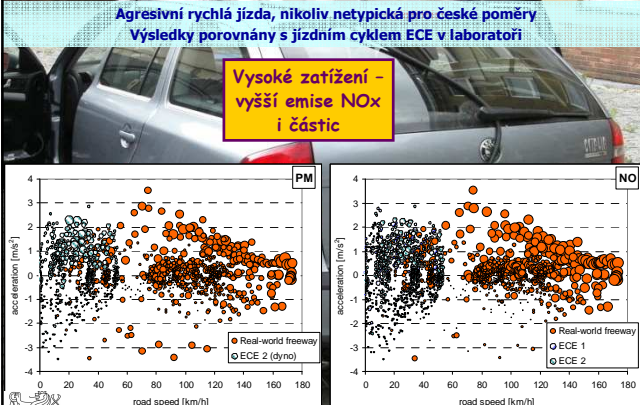
Jízda po městě
Osobní automobil Škoda Octavia, naftový motor, 103 kW



Velká část celkových emisí - krátké epizody s vysokými emisemi

Vojtěšek: Ultrajemné částice ze spalovacích motorů (nejen automobilů). Komise pro životní prostředí Akademie věd ČR, 19.11.2014. 37

Euro 4 Škoda Octavia – dálnice, vysoká rychlost
Agresivní rychlá jízda, nikoliv netypická pro české poměry
Výsledky porovnány s jízdním cyklem ECE v laboratoři



Vysoké zatížení - vyšší emise NOx i částic

Vojtěšek: Ultrajemné částice ze spalovacích motorů (nejen automobilů). Komise pro životní prostředí Akademie věd ČR, 19.11.2014. 37

Měření emisí částic malých motorů

Benzinové motory také produkují částice
Malé motory – levné, jednoduché technologie
- těsná blízkost operátora
- neexistující emisní limity pro částice



Spálením 1 litru benzínu v malém motoru vznikne stejně částic jako spálením stovek až tisíců litrů nafty v Euro 6 autobusu.

Vojtěšek: Ultrajemné částice ze spalovacích motorů (nejen automobilů). Komise pro životní prostředí Akademie věd ČR, 19.11.2014. 39

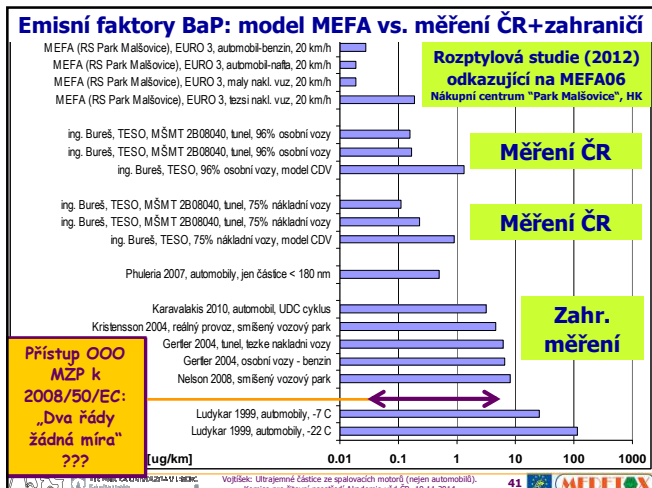
Doprava a BaP: realita v městských aglomeracích

BaP řádově vyšší při
Studeném startu (Karavalakis 2010)
Reálném provozu (Kristensson 2004)
Pomalém pojezdu (Shah 2005)
Nízkých teplotách (Ludykar 1999)
Absenci katalyzátoru (Ravindra 2007)
„předávkování“ motoru palivem (EC 2001)

Koncentrace BaP v budkách pro výběrčí mýtného na dálnici: 105–121 ng/m3
327-482 osobních automobilů
61-111 nákladních automobilů / hodina / jízdní pruh (Tsai 2004)

Literatura viz. souhrnná práce o dopadu parkovišť na BaP, Vojtíšek, Ochrana ovzduší 3/2013

Vojtěšek: Ultrajemné částice ze spalovacích motorů (nejen automobilů). Komise pro životní prostředí Akademie věd ČR, 19.11.2014. 40



Výfukové emise částic nadměrně zvyšují:

- vytloukání a demontáž filtrů částic (DPF) (demontáž samotná nelegální výslovně není, ale provoz takového vozidla již je)
- vyřazování z provozu a demontáž redukčních katalyzátorů (SCR) (demontáž samotná nelegální výslovně není, ale provoz takového vozidla již je)
- přecipování motorů vozidel na vyšší výkon (přecipování samotné nelegální výslovně není, ale provoz takového vozidla je)
- nevhodná, nedostatečná či žádná údržba motoru
- podvádění na emisních měřeních STK (jejichž cílem je nalézt vozidla s nadměrnými emisemi a tyto opravit)
- ladění motorů na homologační cykly, ne na reálný provoz (předmětem nové EU legislativy pro měření za provozu)
- velmi vysoká rychlost jízdy
- nadměrný výskyt kongesce (přetížené a proto částečné či zcela nefunkční části dopravní sítě)
- přílišná intenzita (zvláště zbytečné) silniční dopravy (přetížené a proto částečné či zcela nefunkční části dopravní sítě)

Vojtěšek: Ultrajemné částice ze spalovacích motorů (nejen automobilů).
 Komise pro životní prostředí Akademie věd ČR, 19.11.2014. 42

Návrh národních legislativních opatření

- vytloukání a demontáž filtrů částic (DPF) (demontáž samotná nelegální výslovně není, ale provoz takového vozidla již je)
- vyřazování z provozu a demontáž redukčních katalyzátorů (SCR) (demontáž samotná nelegální výslovně není, ale provoz takového vozidla již je)

Kontroly technického stavu nákladních a osobních vozidel přímo na silnici

na vyšší výkon

Postihování úprav vedoucích k technické nezpůsobilosti k provozu (přetížené a proto částečné či zcela nefunkční části dopravní sítě)

Objektivní a realistické hodnocení dopadu staveb na dopravu-emise-ovzduší

Spolupráce mezi ministerstvy/institucemi

Jednotný přístup

Kompetentní odborníci udržující znalosti v oboru

provoz (předmětem nové EU legislativy)

- velmi vysoká rychlost jízdy
- nadměrný výskyt kongesce (přetížené a proto částečné či zcela nefunkční části dopravní sítě)
- přílišná intenzita (zvláště zbytečné) silniční dopravy (přetížené a proto částečné či zcela nefunkční části dopravní sítě)

Vojtěšek: Ultrajemné částice ze spalovacích motorů (nejen automobilů).
 Komise pro životní prostředí Akademie věd ČR, 19.11.2014. 44

Problémová souhra faktorů v hustě obydlených místech s vysokou hustotou provozu

- Vysoká koncentrace vozidel -> vysoký příspěvek vozidel k imisím
- Vysoká hustota obyvatel -> vysoký počet osob exponovaných
- Vysoká frekvence problematických provozních režimů
 - protáhlý provoz na volnoběh, poježdění malou rychlostí
 - vysoké dynamické změny
 - akcelerace na plný výkon
- > vyšší a/nebo více nebezpečné emise

Částice obsažené ve výfukových plynech spalovacích (nejen naftových) motorů způsobují rakovinu

Doporučení:

Pro hodnocení toxicity výfukových plynů u nových technologií a nových paliv hodnotit použít realistické městské provozní podmínky.

Brát v úvahu současný stav poznání a pečlivě přistupovat k hodnocení dopadu záměrů na ovzduší a zdraví.

Nepřetěžovat dopravní síť – zachovat plynulý provoz

Vojtěšek: Ultrajemné částice ze spalovacích motorů (nejen automobilů).
 Komise pro životní prostředí Akademie věd ČR, 19.11.2014. 45

Spoilov (a další...) – návrh opatření pro politiky

- 1. Zamezit přístup vozidlům s velmi vysokými emisemi**
 - Důsledné technické kontroly na silnicích, včetně vozidel registrovaných v zahraničí
- 2. Omezit výskyt kongesce**
 - Snížení počtu vozidel tak, aby nebyla překročena kapacita komunikace
 - Zvýšení mytného o ekologickou složku
 - Další opatření ke snížení intenzity dopravy
- 3. Omezit intenzitu dopravy**
 - Usilovat o kvalitní pracovní místa s vysokou přidanou hodnotou, nikoliv skladiště, překladiště a montovny
 - Podpora místní ekonomiky
 - Omezení rozlézání měst do satelitů (urban sprawl)
 - Podpora alternativních způsobů dopravy (železnice, MHD, ...)

Vojtěšek: Ultrajemné částice ze spalovacích motorů (nejen automobilů).
 Komise pro životní prostředí Akademie věd ČR, 19.11.2014. 46

Poděkování:

EU LIFE+ program, projekt LIFE10 ENV/CZ/651 MEDETOX, "Inovační metody monitorování toxicity výfukových plynů v podmínkách reálného městského provozu"

Grantová agentura ČR, projekt 13-01438S BIOTOX, "Mechanismy toxicity pevných částic z biopaliv"

Evropský sociální fond, projekt CZ.1.07/2.3.00/30.0034, "Podpora zkválitní týmu výzkumu a vývoje a rozvoj intersektorální mobility na ČVUT v Praze, MŠMT Národní program udržitelnosti - NPU I (LO), projekt # LO1311 „Rozvoj Centra vozidel udržitelné mobility“

Foto pro zamýšlení: Útlum automobilové dopravy a podpora pěší a cyklistické dopravy, Manhattan, New York

Poděkování - doktorandi:
 Mgr. Jitka Štolcpartová, PfF UK
 ing. Vít Beránek, FS ČVUT
 ing. Luboš Dittrich, FS TU v Liberci
 ing. Martin Pechout, FS TU v Liberci

Vojtěšek: Ultrajemné částice ze spalovacích motorů (nejen automobilů).
 Komise pro životní prostředí Akademie věd ČR, 19.11.2014. 47