

Kamiony ve městech: Zakázat, nebo rozumně využívat?



Doc. Michal Vojtíšek, M.S., Ph.D., řidič sk. C,D,CE,DE
Centrum vozidel udržitelné mobility, Fakulta strojní, ČVUT v Praze
michal.vojtisek@fs.cvut.cz - tel. (+420) 774 262 854 - www.medetox.cz

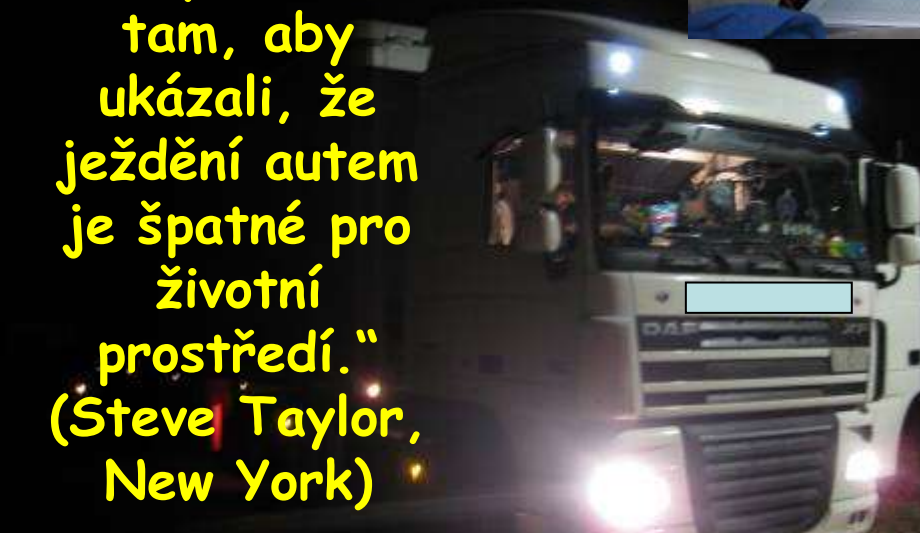
**Benzinové a naftové automobily a motory,
klasická a alternativní paliva,
klasické i neregulované emise,
měření & vysokoobjemové vzorkování**



Měření emisí za reálného provozu Hodnocení dopadů nových paliv a technologií na emise/ovzduší/prostředí/zdraví



„Celý den jezdí
auty sem a
tam, aby
ukázali, že
ježdění autem
je špatné pro
životní
prostředí.“
(Steve Taylor,
New York)



(A taky traktorem, kamionem, lokomotivou, bagrem, autobusem, sekačkou,
nakladačem, malým letadlem, na motorce, trajektem, ...)



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

**Spalovací motory patří mezi nejčistší spalovací zařízení.
Nemají však komín, ani nejsou daleko za městem.
Jsou všude mezi námi uprostřed ulic.**



Emisní limity v širší perspektivě

Částice se měří dle celkové hmotnosti,
 nově též (Euro 5b, Euro 6) dle počtu,
 tj. „na váhu“ a „na kus“, jako se prodává ovoce.

**Euro 6 autobus 1 km jízdy
 ~ 1 mg částic ~ 1 cigareta**



Výfuk
 lokomotivy
 na zemní
 plyn (CNG)

**Euro 6 HDV limit:
 5 mg/kWh ~ 0,6 mg/m³**

Spalování odpadků ~ 500 mg/m³

Christian et al., Atmos. Chem. Phys., 10, 565–584, 2010



Komín
 lokálního
 topeniště

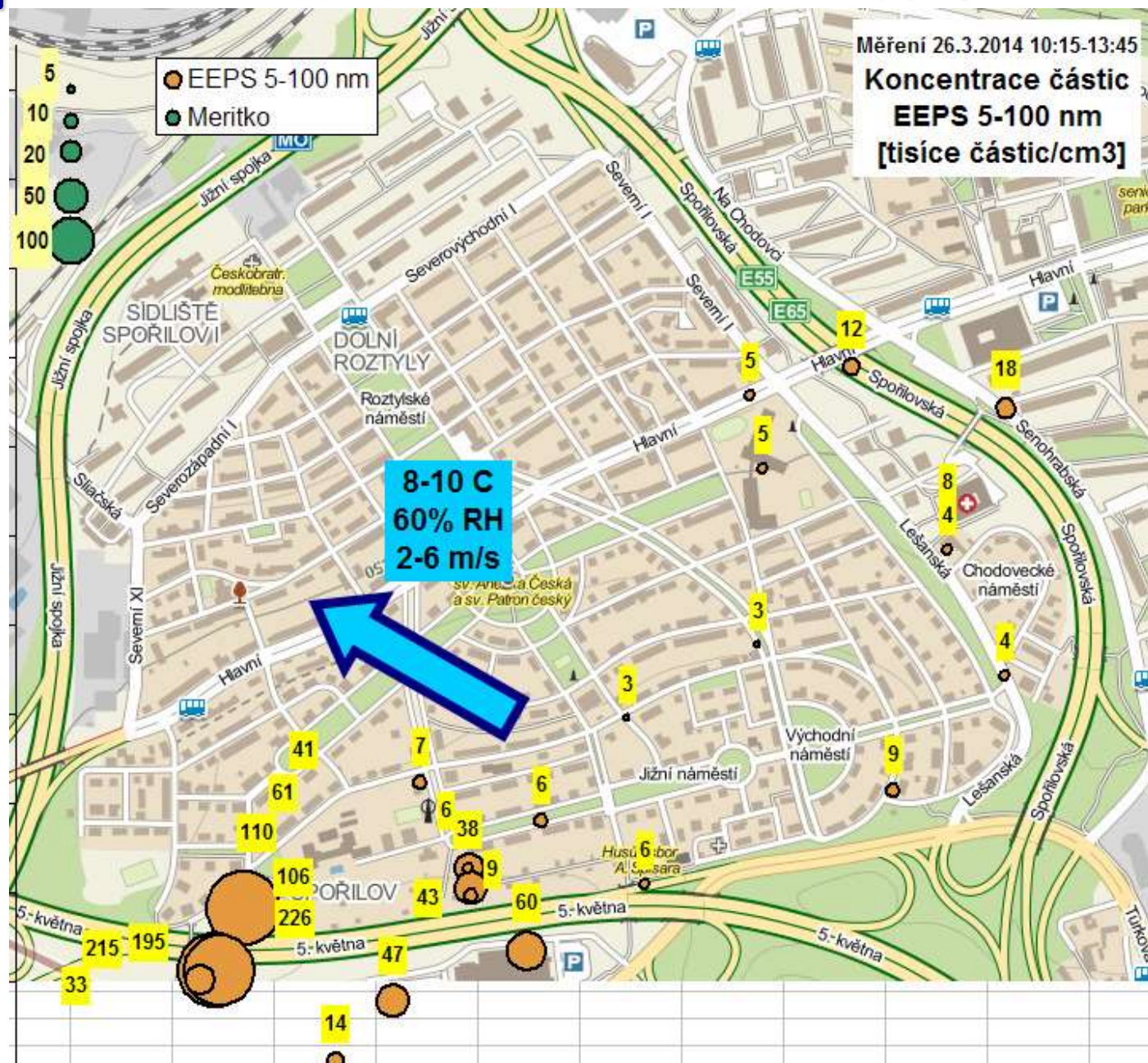
**Limit pro lokální topeniště do
 300 kW**

(201/2012 Sb., příloha 10)

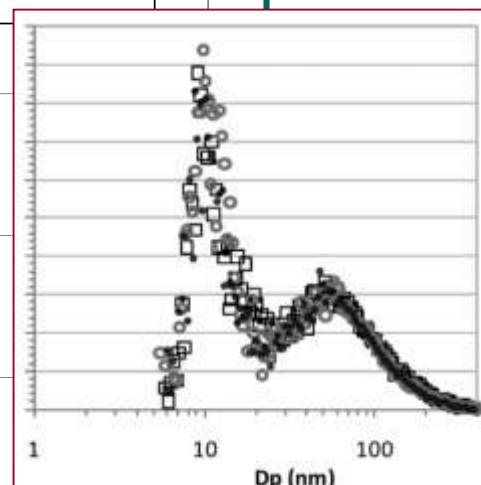
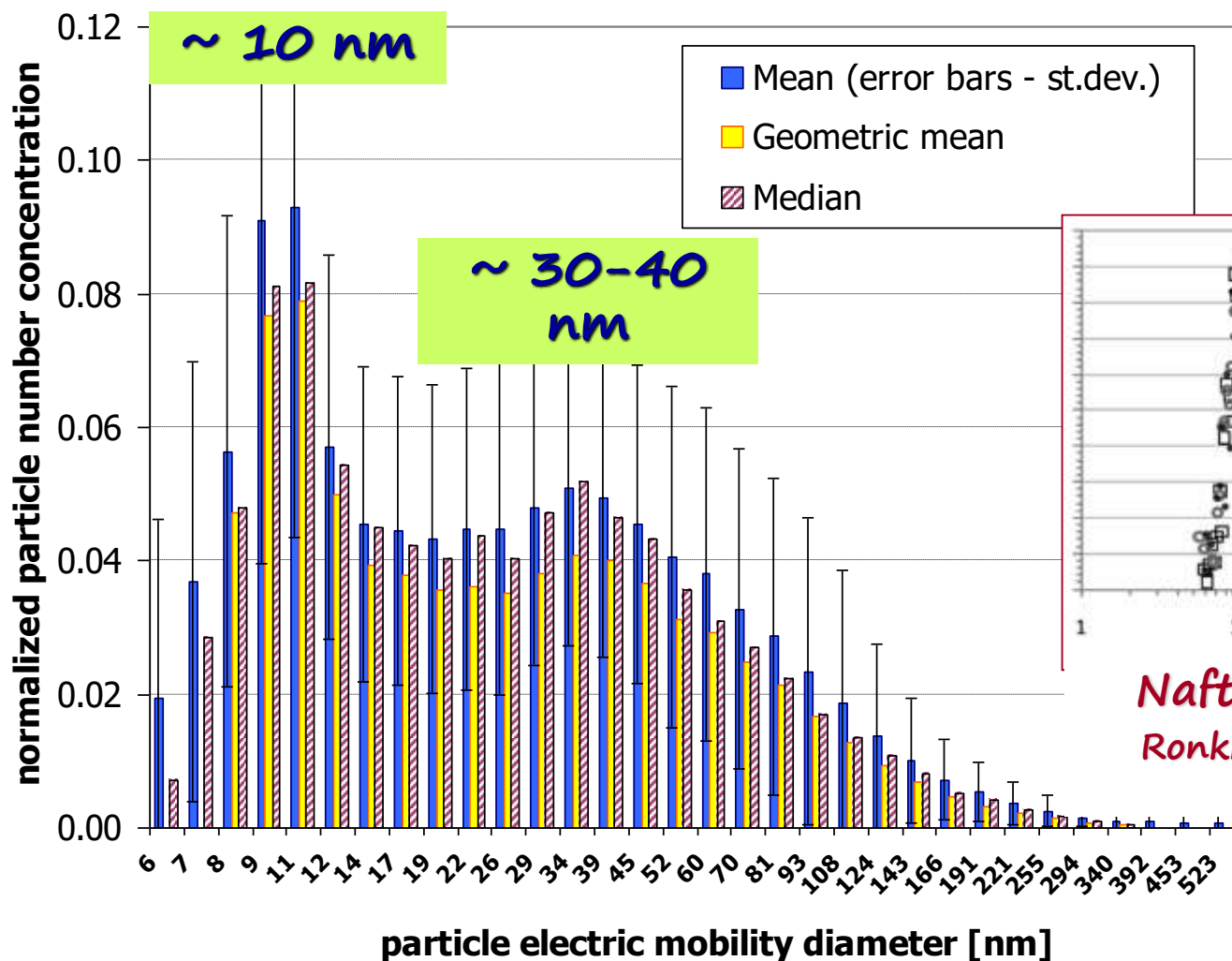
125-150 mg/m³ od 1.1.2014

60-75 mg/m³ od 1.1.2018

Spořilov - koncentrace nanočástic 26.3.



Velikostní spektrum částic v ovzduší u silnice Spořilov, únor 2014, průměr 40 lokalit



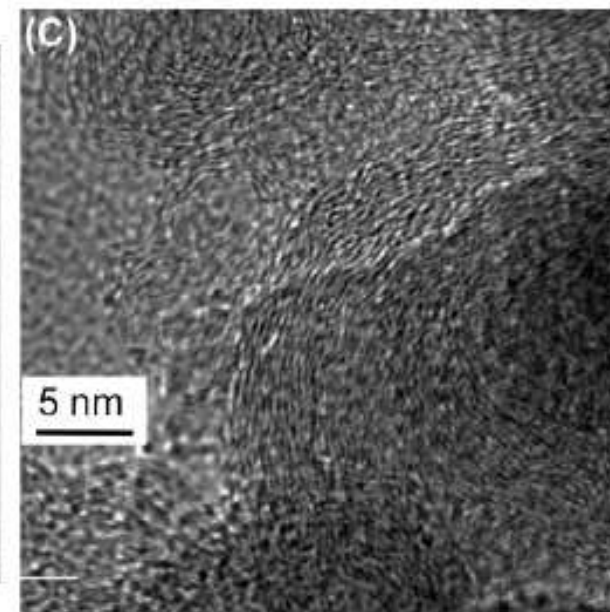
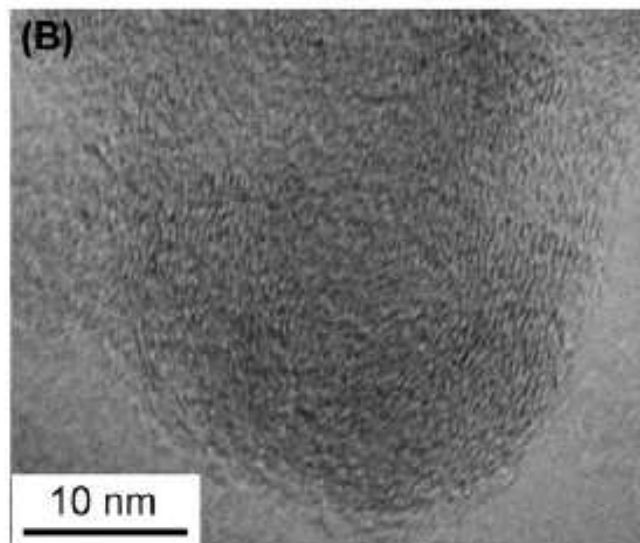
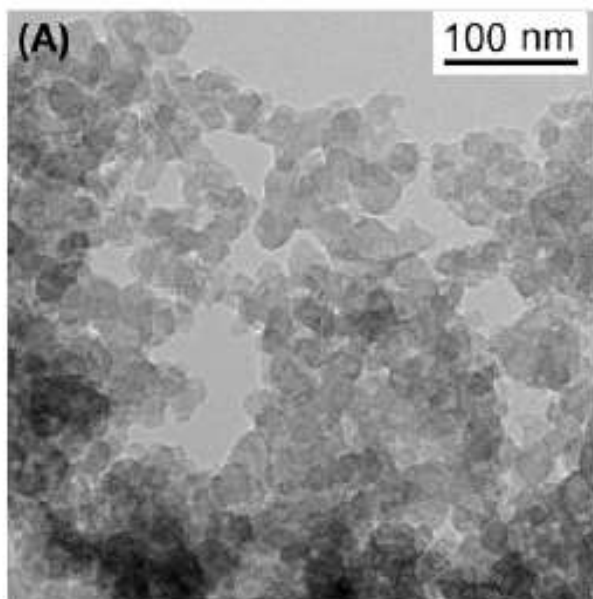
*Naftový motor
Ronkko a kol, EST
2013*

Vojtíšek a kol., NanoCon 2014

Výfukové emise ze spalovacích motorů. Konference Ekologie 2018, Praha, 28.4.2017
Michal Vojtíšek, FS ČVUT - michal.vojtisek@fs.cvut.cz, www.medetox.cz



Částice ve výfukových plynech naftového motoru



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

Fractional Deposition of Inhaled Particles (Oberdörster)

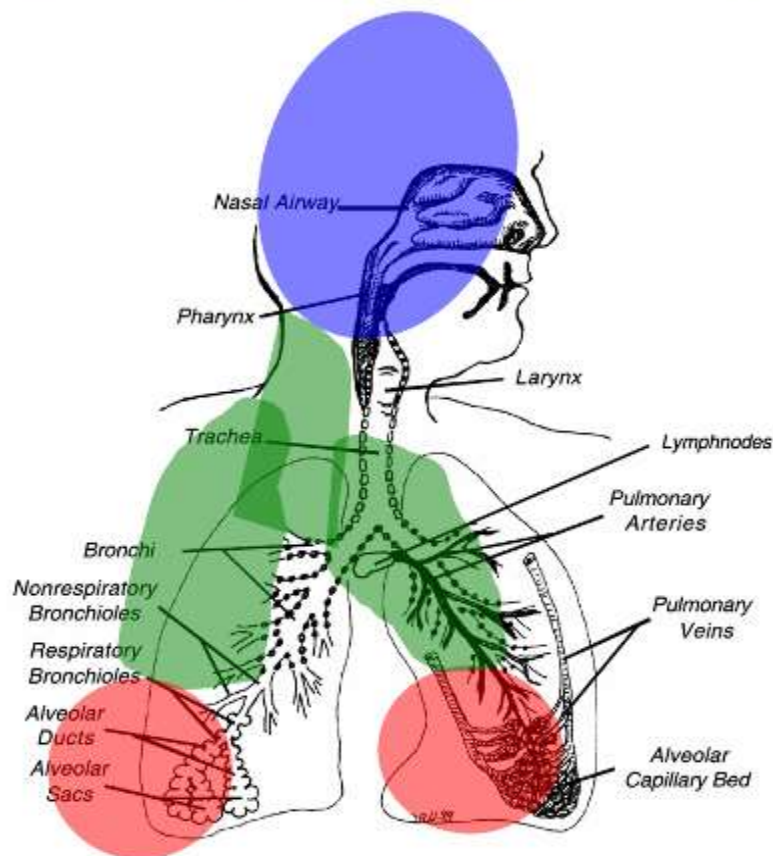
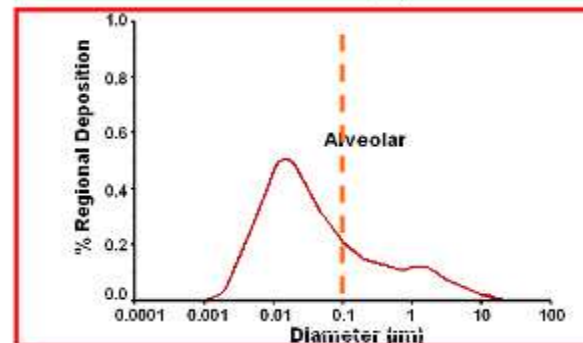
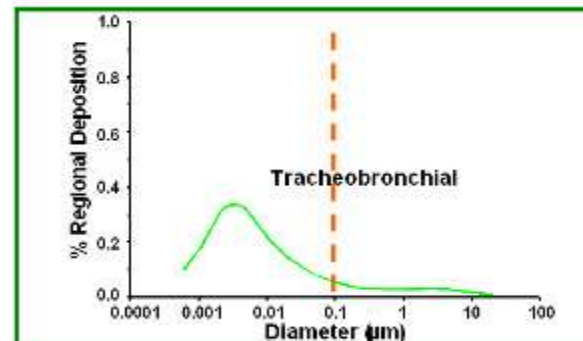
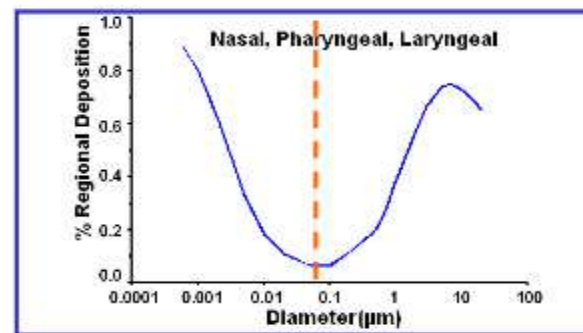


Figure courtesy of J.Harkema



A. Mayer, 12th ETH Conference on Combustion Generated Nanoparticles, Zurich, 2008



Přehled problematických látek

- Částice + sekundární aerosol
- NO_x + tvorba troposférického ozonu
- Organické látky (HC)
- CO, benzen, olovo - přestávají být problém

Nové problémy:

- NO_2 - tvorba v oxidačních katalyzátorech
- NH_3 - tvorba v redukčních a třícestných kat.
- Aldehydy - kyslíkatá paliva (etanol)

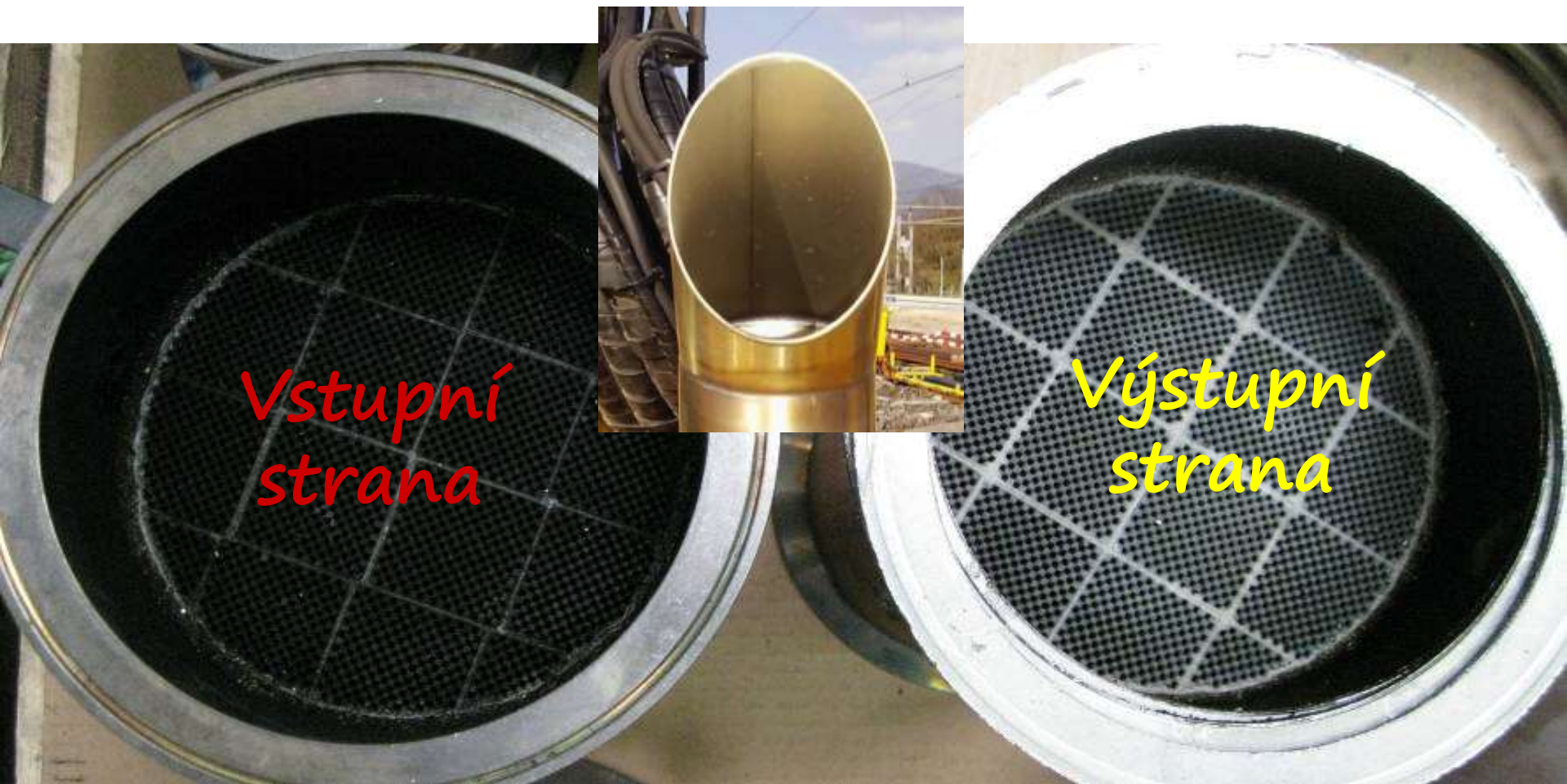
Skleníkové plyny

- N_2O - redukční katalyzátory (LNT, SCR)
- CH_4 - motory na zemní plyn a bioplyn, LNT

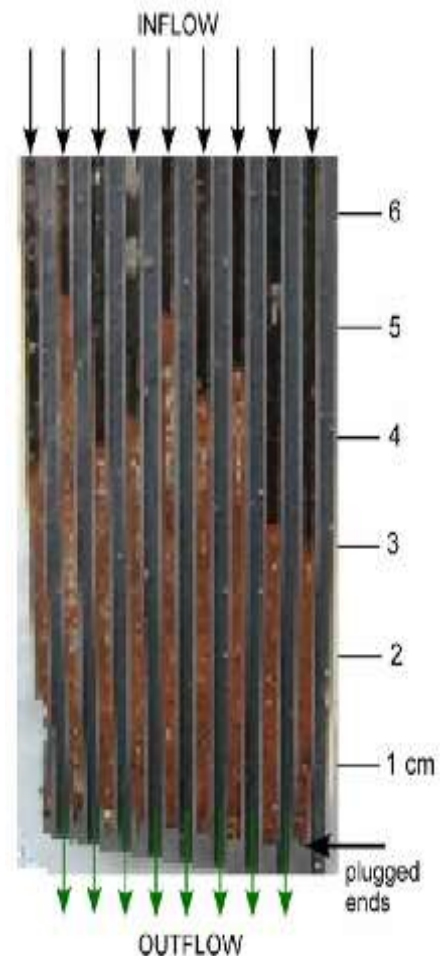
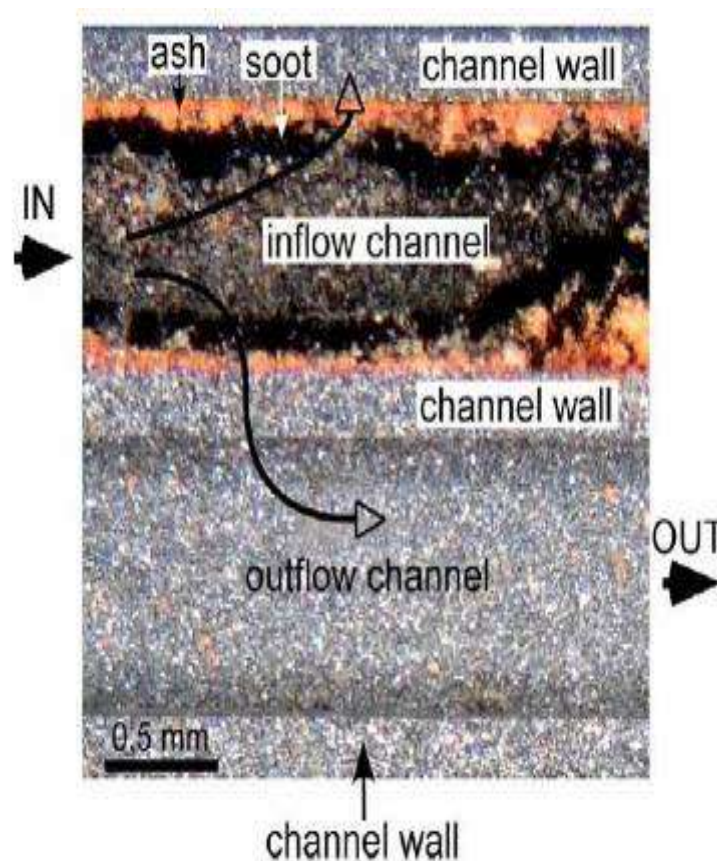
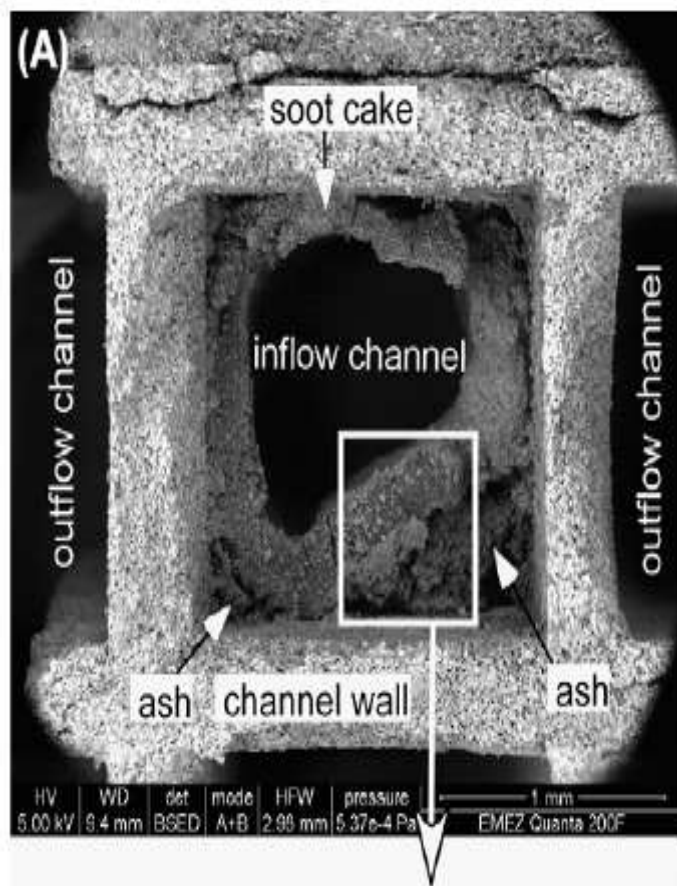
Filtry částic - účinnost 90 až 99,99%



Potenciál technologie filtru částic: $< 10^{11}$ částic / kWh
Při 5-10 m³/kWh to odpovídá < 10 -20 tisíc částic na cm³.
To je méně než podél silnic v ovzduší.



Filtr částic



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

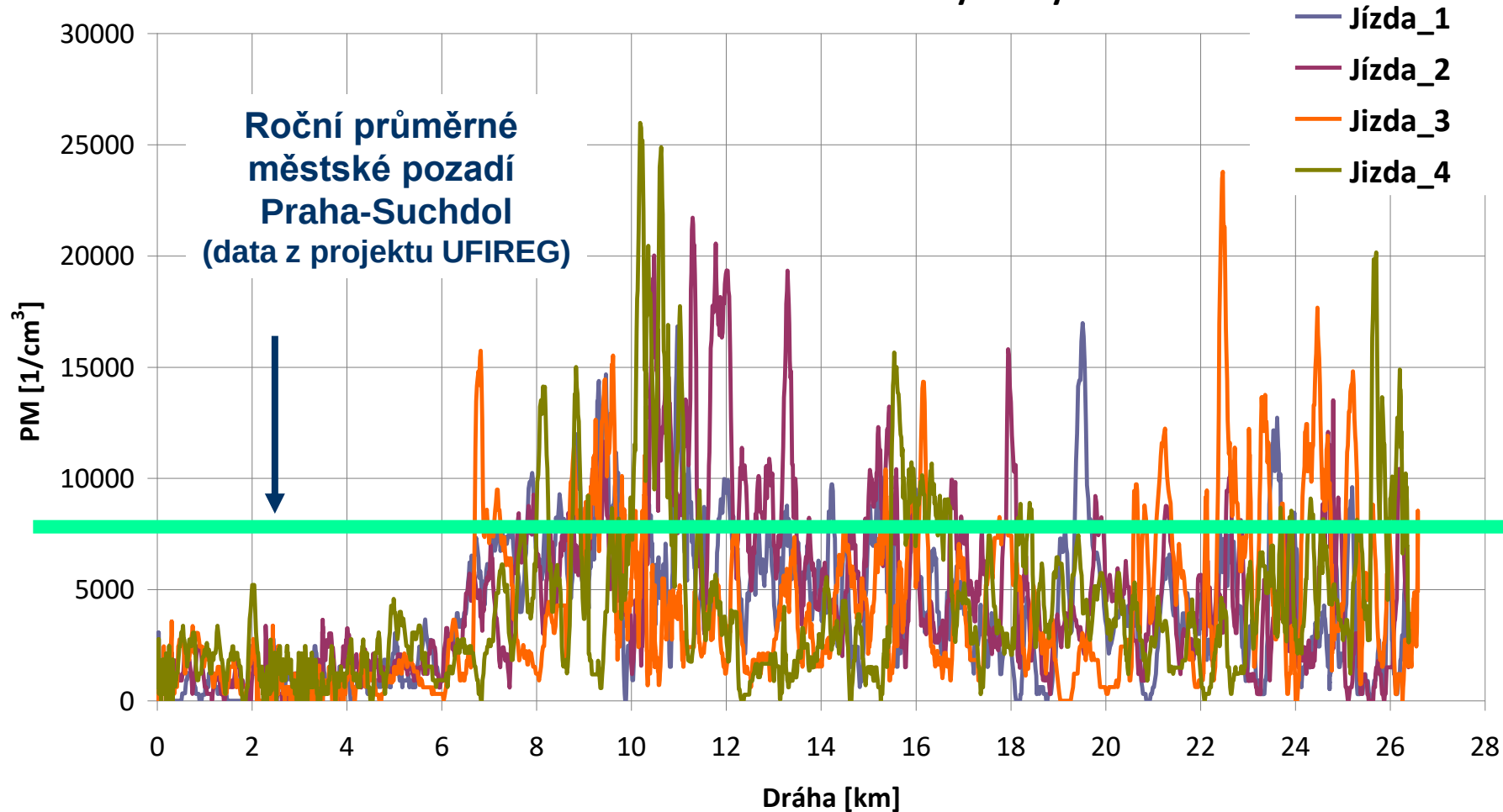


Koncentrace částic ve výfukovém potrubí

Nákladní vůz, dieselový motor Euro 6

Říčany - Kostelec nad Černými Lesy, listopad 2015

Koncentrace částic na centimetr krychlový



Dnešní technologie umožňuje
velmi nízké emise částic.
Jak je využívána v ČR?

Euro 5, kdesi v Praze
(bez DPF)



Motor s DPF
Nidau, Švýcarsko

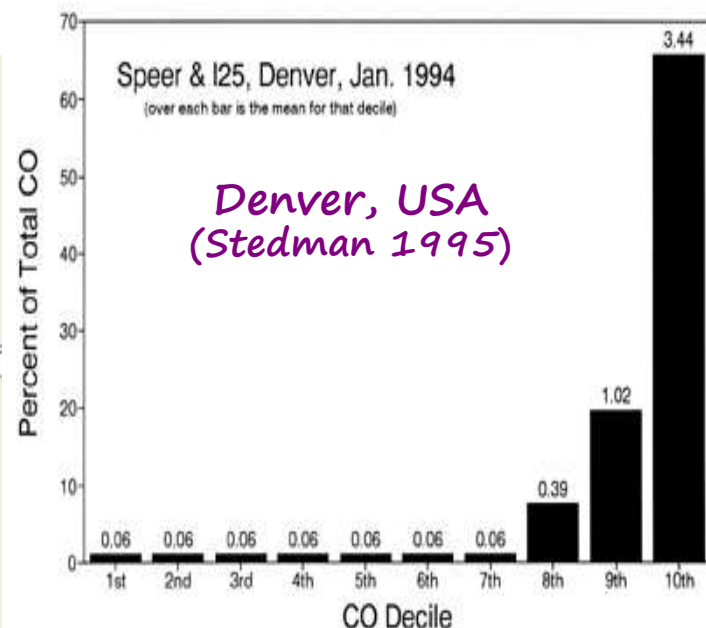
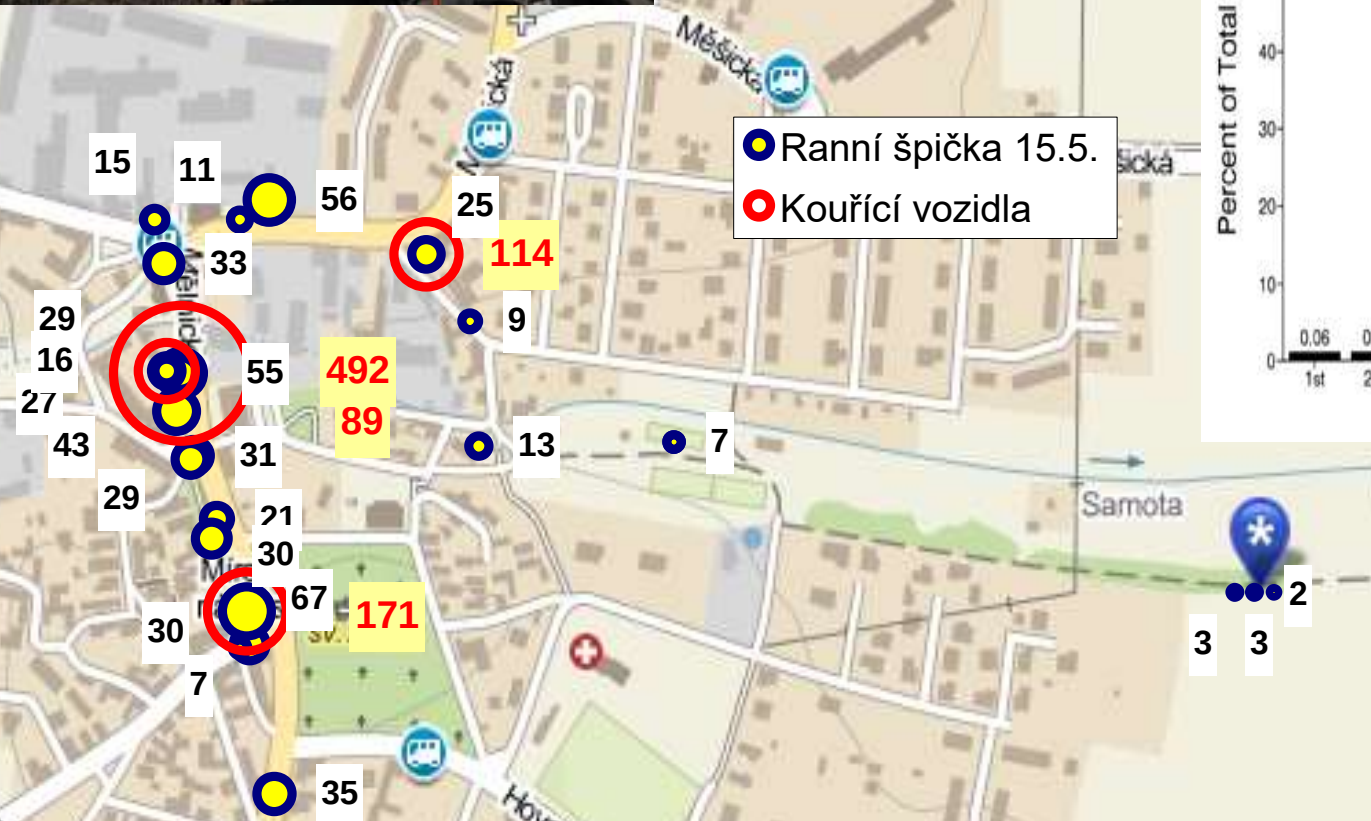


Český inzerát na odstranění DPF z dovezených vozidel

Výfukové emise ze spalovacích motorů. Konference Ekologie 2018, Praha, 28.4.2017
Michal Vojtíšek, FS ČVUT - michal.vojtisek@fs.cvut.cz, www.medetox.cz



Celkové počty částic tisíce částic na cm³, 10-500 nm Líbeznice, 15. 5. 2014, ranní špička





Přístroje:

Klasifikátor částic, třídí částice podle velikosti, od 5 do 560 nanometrů, a v každé velikostní skupině je počítá. (EEPS model 3090, TSI, St. Paul, MN, USA)



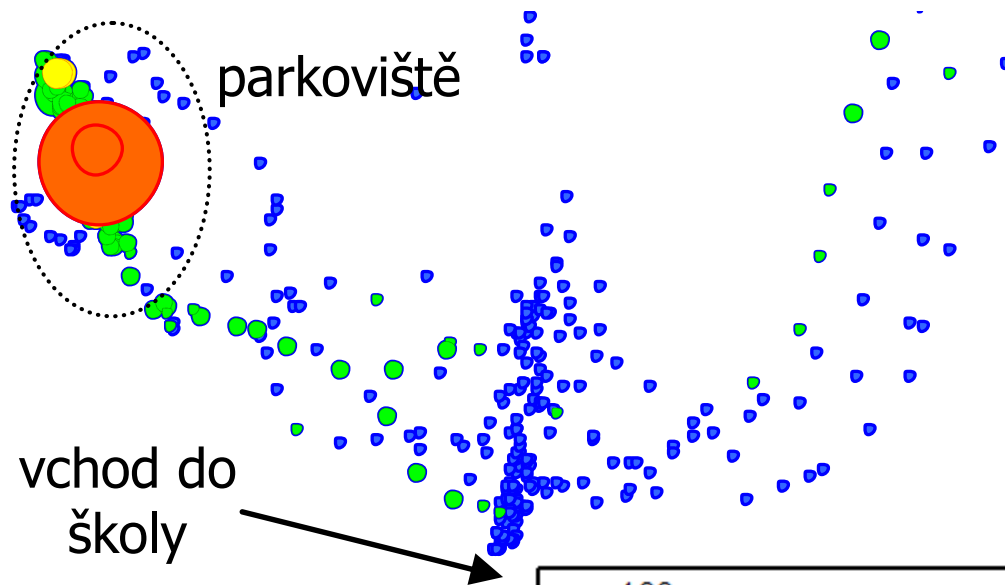
Kondenzační čítač,

Počítá částice větší než 5 nm. Sráží páry butanolu kolem částic, ty se zvětšují, až jsou tak velké, že je lze přístrojem „vidět“, a počítá je. (UF-CPC model 200, Palas, SRN)

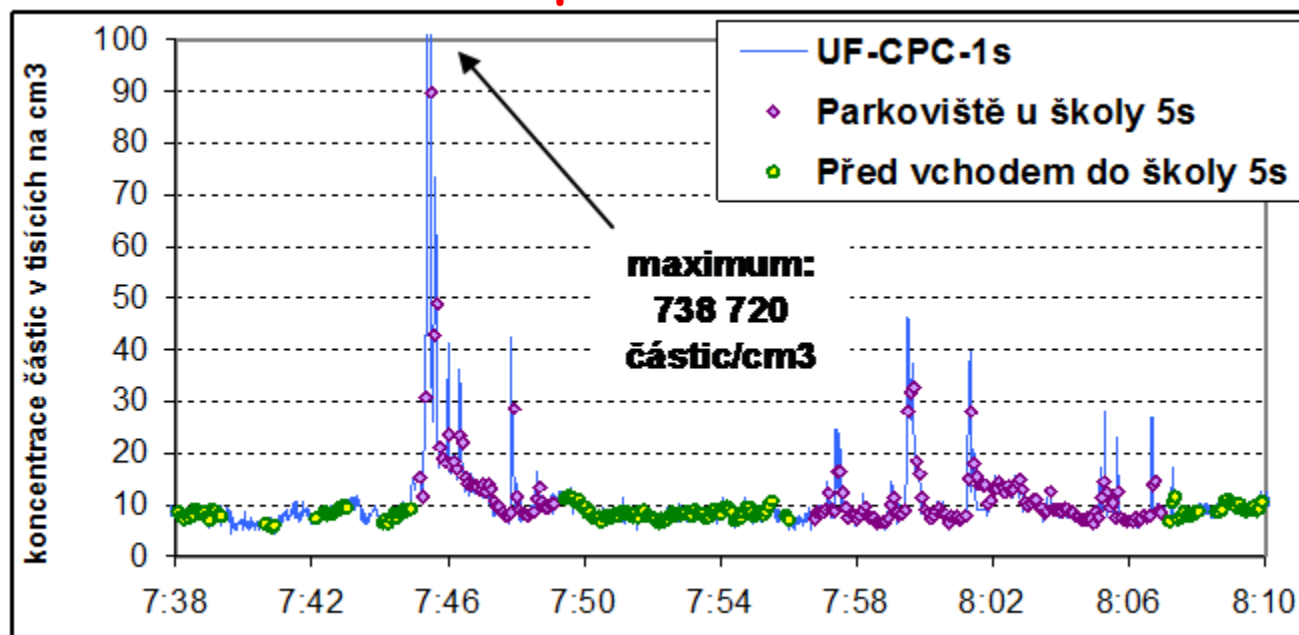
GPS
(eTrex 20,
Garmin)

LiFeYPo
Akumulátory,
Měniče,
Notebook

Nejhorší je parkoviště u školy!!!



Nejhorší je parkoviště...
Ne všechna auta přispívají
stejně, zdaleka nejvíc
produkují vozidla špatně
navržená či seřízená nebo ve
špatném technickém stavu!!!





Oxidy dusíku (NO_x)

- Vznikají při vysokých teplotách z dusíku ve vzduchu
- Benzinové motory: redukce v třícestném katalyzátoru
 - přebytek vzduchu: vyšší emise NO_x
 - přebytek paliva: vyšší emise částic
- Naftové motory:
 - V motoru vzniká NO , NO_2 se „vyrábí“ v oxidačním katalyzátoru pro spalování částic (sazí), červenohnědý plyn leptající sliznice
 - Snížení o desítky % recirkulací (EGR) (vyšší emise částic)
 - Snížení o desítky % zpožděním vstřiku paliva (vyšší spotřeba a částice)
 - Zásobníkový katalyzátor (záchyt + pravidelná redukce při provozu bez přebytku vzduchu) (vyšší spotřeba paliva)
 - Selektivní redukční katalyzátor (SCR): do výfuku dávkován roztok močoviny, ta se rozkládá na amoniak (NH_3), NH_3 reaguje s NO a NO_2 , vzniká dusík, účinnost až 99%, nutné přesné řízení!!!

Nízké emise oxidů dusíku (NO_x) jsou reálně dosažitelné

Naftový autobus SOR CN12 Euro 6 – letiště Hradčany

Měření ČVUT&TUL při testech Centra dopravního výzkumu a TUV SUD



Průměrné hodnoty Braunschweig cycle: 195 mg/km NO_x .

Při 37 litrů na 100 km, 220 g/kWh: 162 mg/kWh (Euro 6: 460 mg/kWh)

Limit pro automobily (nafta): 180 mg/km Euro 5, 80 mg/km Euro 6

Průměrné reálné emise automobilu (nafta), Euro 3-5: 1000 mg/km



**Jedno Euro 5 naftové auto = 1000 mg/km = pět nových autobusů
Ale pět autobusů uveze stovky cestujících !!!**

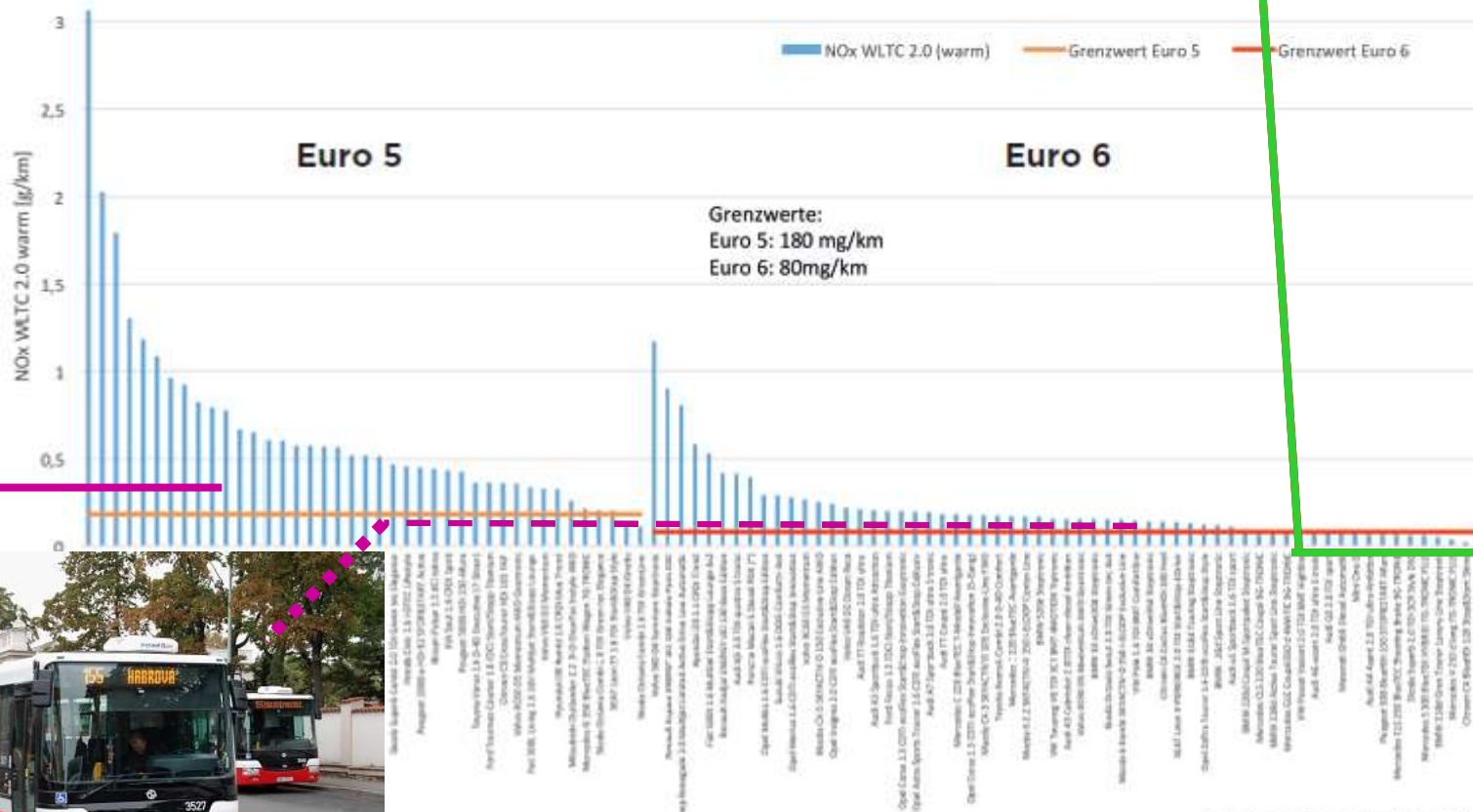
Skutečné emise evropských automobilů s naftovým motorem

Legislativa USA pro těžká vozidla:
Současný limit (US EPA 2010):
0.2 g-bhp/h ~ 300 mg/km NO_x

Navrhovaný limit:
0.02 g-bhp/h
~ 30 mg/km NO_x



ADAC EcoTest: Stickoxide im WLTC 2.0 (warm) Euro 5 und Euro 6 Diesel Pkw - getestet ab 2014



[*] ab Euro 6 Erprobungsleistung angegeben, ab Euro 6 Technik
[**] ab Euro 6 Erprobungsleistung angegeben

© 10.2015 ADAC e.V.

CENTRUM VOZIDEL
UDRŽITELNÉ
MOBILITY

Navrhovaný limit:
0.02 g-bhp/h
~ 30 mg/km NOx



NOx WLTC 2.0 warm [g/km]

Euro 5 **Euro 6**

Grenzwerte:
Euro 5: 180 mg/km
Euro 6: 80mg/km

Legend: NOx WLTC 2.0 (warm), Grenzwert Euro 5, Grenzwert Euro 6



**Nepatří do měst těžká vozidla
nebo spíše osobní automobily?
Sebe odvezu na kole, tramvají,
vlakem, ale co zásobování?**



„Horor tranzitní kamionové dopravy“: Problém těžkých vozidel: Euro 3-5 splněno bez filtru (DPF)

Spalování se zhoršuje a účinnost katalyzátorů klesá při delším nízkém zatížení

- Iveco Eurocargo, 7 t, r.v. 2006, 87 tis. km
- Motor Iveco Tector, Euro 4
- Jízda Liberec - Ústí - Teplice - Říčany u Prahy (rozvoz vysokoobjemových vzorkovačů)

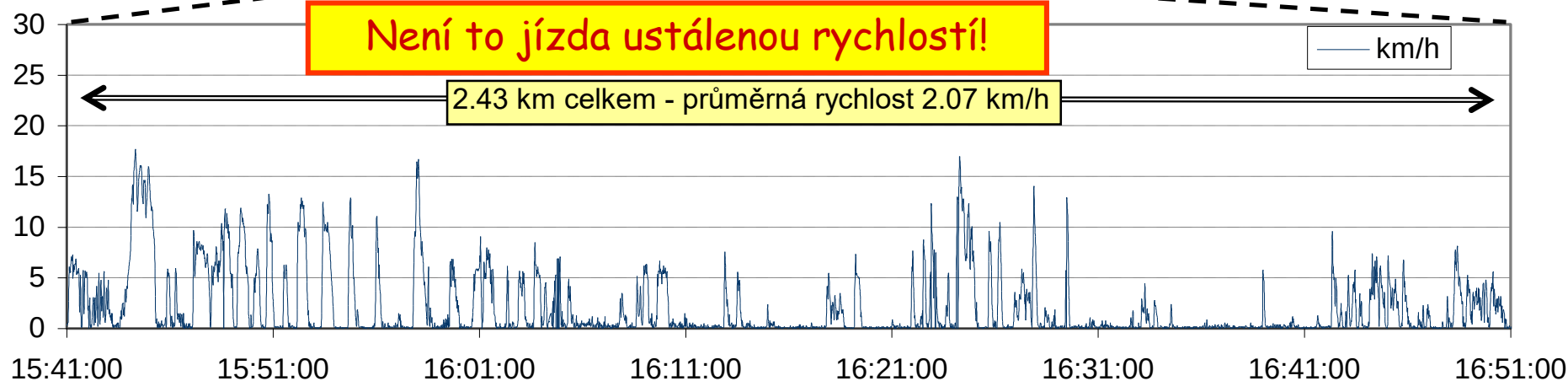
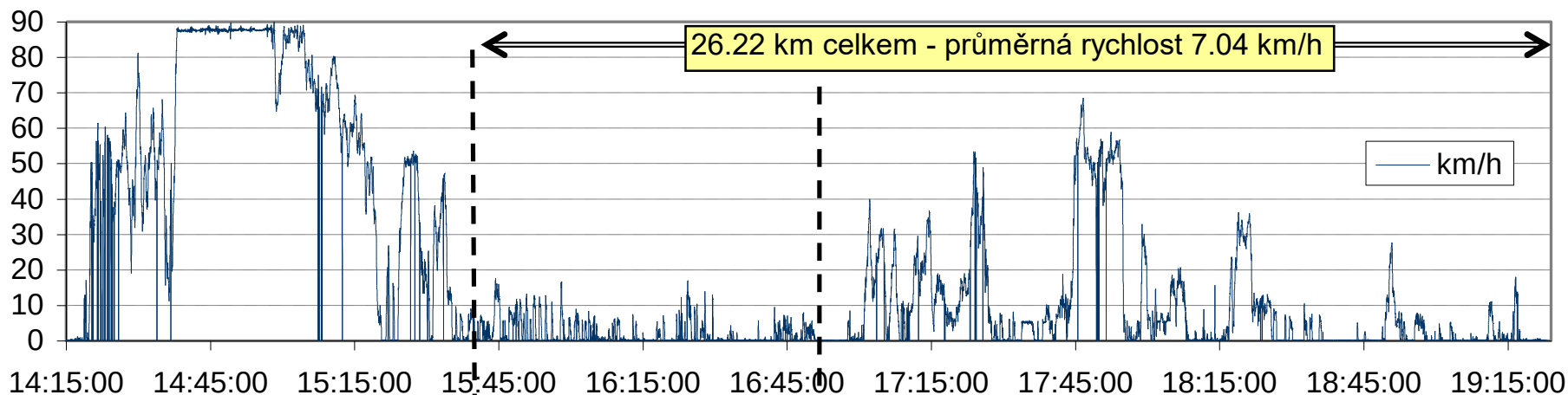


Nákladní automobil Iveco Eurocargo (7 t) (Liberec - Ústí n.L. -) Teplice - Říčany



Dálnice

Průjezd Prahou (Ďáblice - Vysočany - Jižní spojka - Spořilov - D1 - Říčany)



Kongesce a pomalá jízda: Ochlazování katalyzátorů



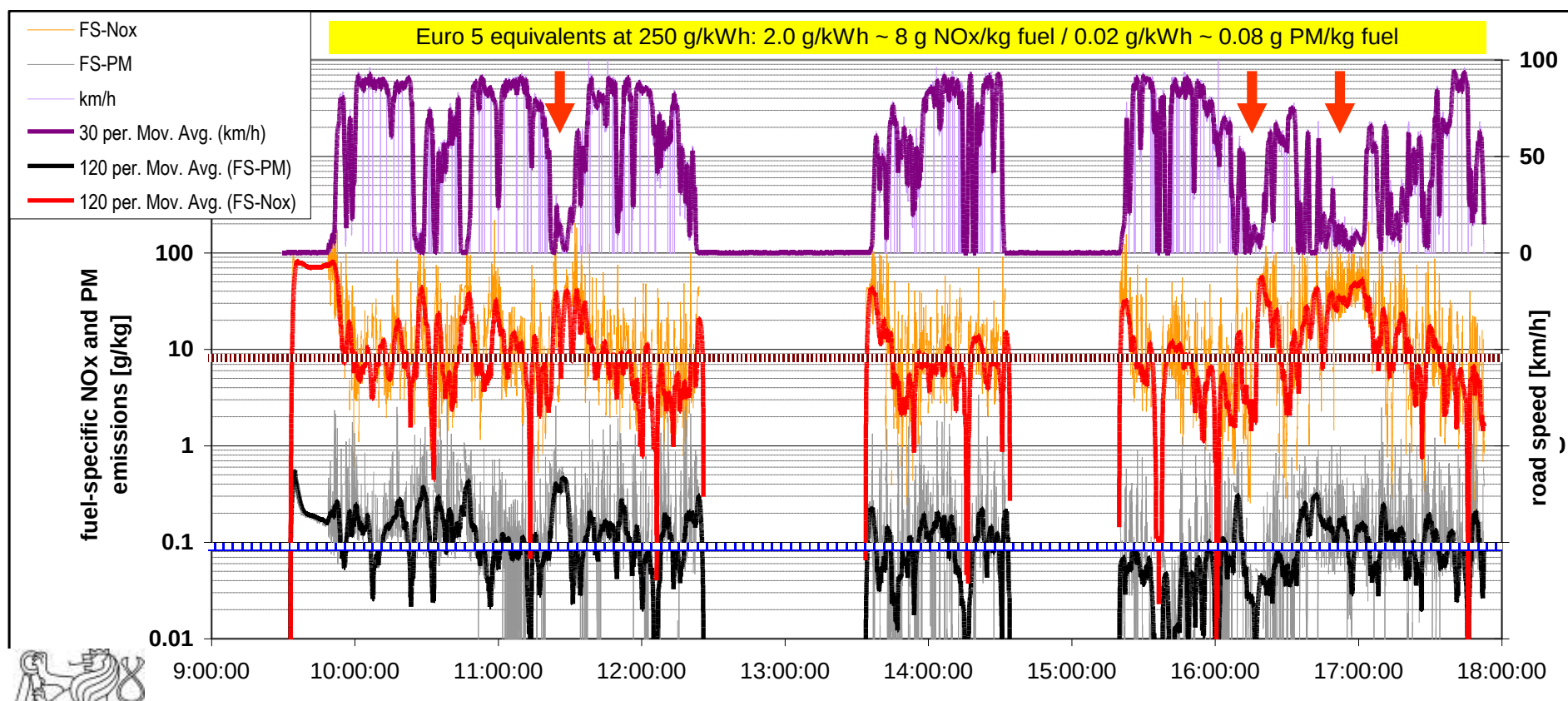
- 2006 DAF, 540 tis. km, s návěsem, 24 t náklad, celkem 40 tun
- Motor Paccar, přeplňovaný šestiválec, zdvihový objem 12,9 litru, výkon 410 k, emisní norma Euro 5, se selektivní redukcí NOx („Ad-blue“)
- Jízda Mělník – Rudná s několikerým průjezdem po Jižní spojce (Běchovice – Spořilov)
- Velmi klidný, rozvážný řidič (prémie za ušetřené palivo – motivace k „eko-jízdě“!)



Kongesce a pomalá jízda: Ochlazování katalyzátorů

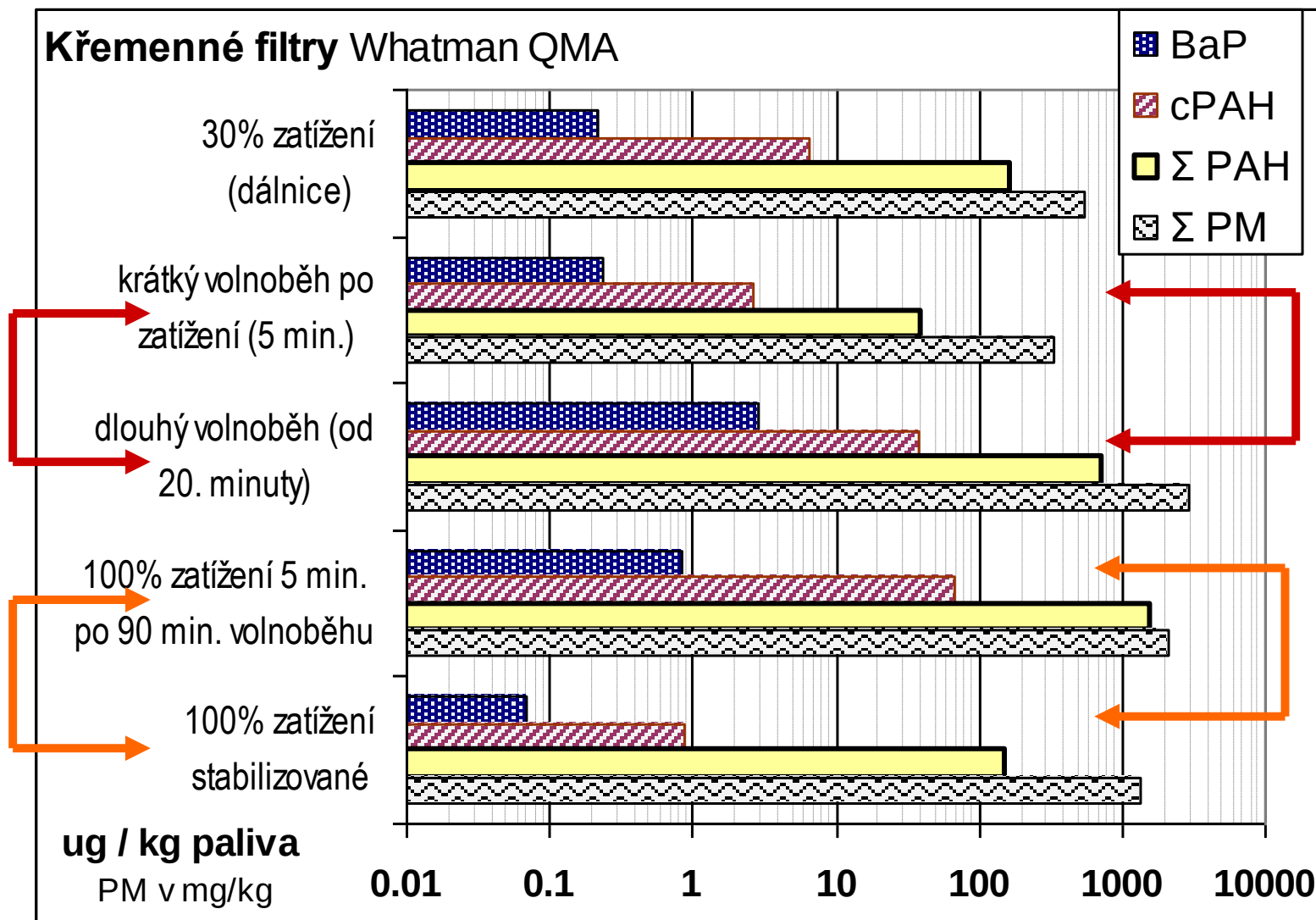


- Průměrná rychlost (30 s průměr) a emise NO_x a PM na kg paliva (120 s průměr)
- 0.08 g PM/kg paliva odpovídá při 40 t a 32 kg/100 km: 0.025 g PM/km, 0.0006 g PM/t-km
- Při jízdě „cestovní rychlostí“ se emise výrazně neliší od limitů Euro 5 i při stáří motoru 109% deklarované minimální životnosti (500 000 km).
- Při snížení průměrné rychlosti NO_x i PM na kg paliva i spotřeba paliva výrazně narůstají!
(např. při 0.2 g PM/kg paliva, 50 kg/100 km: 0.1 g PM/km, 0.0025 g PM/t-km)



Kongesce a pomalá jízda: Zhoršení spalování

Simulace v laboratoři na motoru bez filtru částic



Případová studie:

Park Malšovice, Hradec Králové

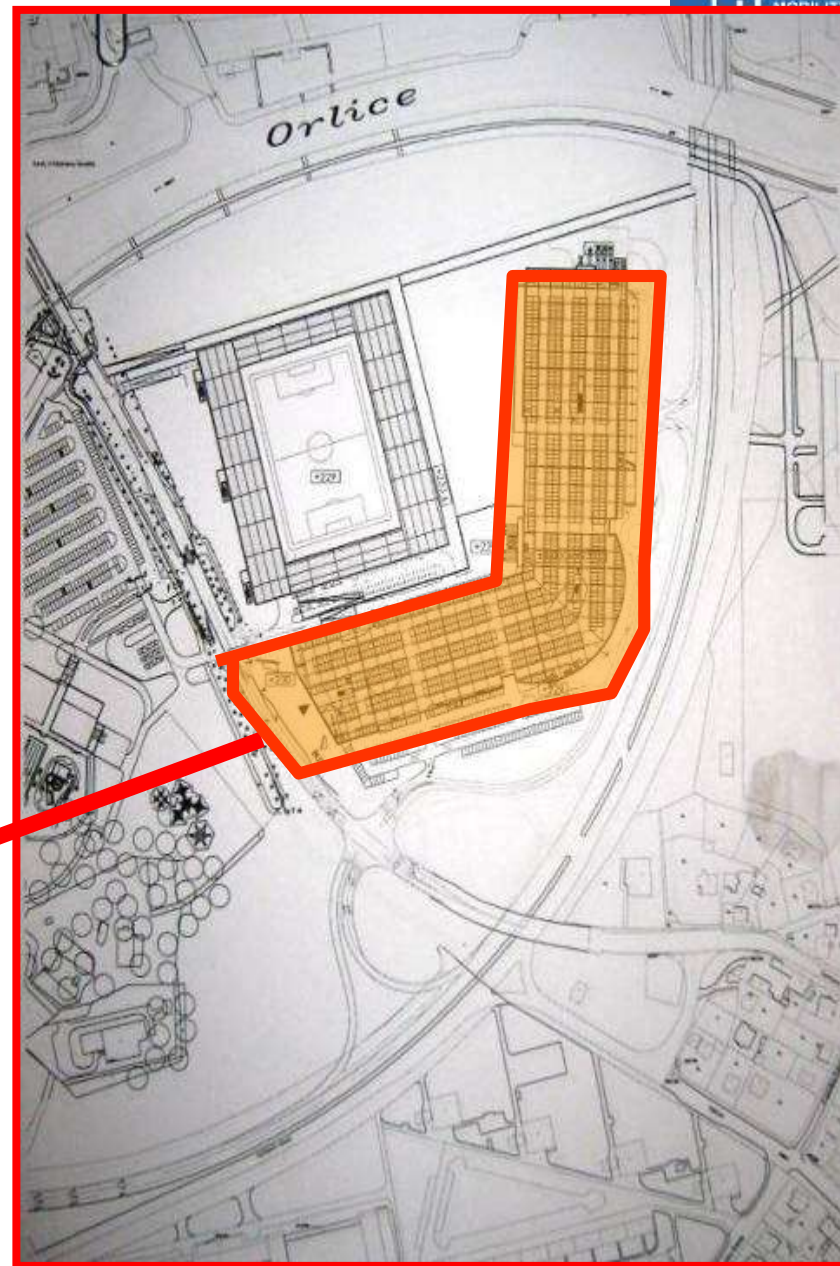
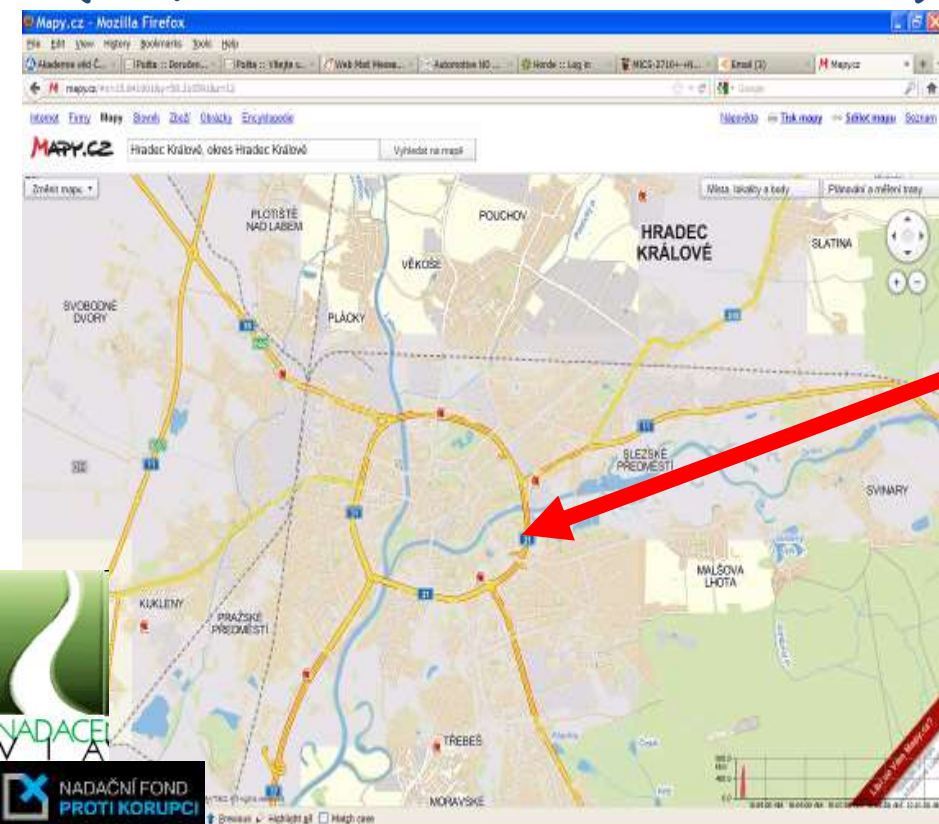
(„Areál volnočasových aktivit“)

Nákupní („obchodně společenské“)
centrum,

30 tis. návštěvníků denně

Deklarovaných 6,5 tis automobilů

($\times 1,5 \text{ os/vůz} = 10 \text{ tis. Návštěvníků}$)



30 tis. návštěvníků denně... Co říká rozptylová studie?

Hodnocené látky a aspekty: PM₁₀, NO_x, benzen

Uvažované počty vozidel: 7061 denně

Emisní faktory: 0,5-0,8 mg/km/automobil



Vlivy na ovzduší a klima

Plošným zdrojem emisí při výstavbě záměru bude provoz stavebních mechanismů na staveništi. Liniovým zdrojem emisí bude obslužná nákladní automobilová doprava na příjezdových komunikacích.

Hodnocení vlivů na ovzduší pro etapu provozu záměru bylo provedeno pro nejvyšší nebo průměrné roční imisní koncentrace NO₂, PM₁₀ a benzen – pro 3 dopravní varianty a pro 2 varianty vytápění (zemním plynem nebo CZT) a pro kumulaci s provozem sousedního letního koupaliště.

V důsledku realizace výstavby areálu a jeho uvedení do provozu nebude docházet k překračování imisních limitů posuzovaných znečišťujících látek s výjimkou 24-hodinového imisního limitu pro PM₁₀, který bude stejně jako v současné době za nepříznivých povětrnostních podmínek překračován. 24-hodinový imisní limit byl v roce 2008 překročen 22x, imisní limit připouští překročení hodnoty 50 µg/m³ 35x za rok. Příspěvek posuzovaného záměru bude však minimální.

Z výsledků rozptylové studie vyplývá, že z hlediska ochrany ovzduší jsou všechny tři dopravní varianty srovnatelné.





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)

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

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)

Emisní faktory BaP: model MEFA vs. měření ČR+zahraničí

MEFA (RS Park Malšovice), EURO 3, automobil-benzin, 20 km/h
 MEFA (RS Park Malšovice), EURO 3, automobil-nafta, 20 km/h
 MEFA (RS Park Malšovice), EURO 3, malý nakl. vůz, 20 km/h
 MEFA (RS Park Malšovice), EURO 3, těžší nakl. vůz, 20 km/h

Rozptylová studie (2012)
 odkazující na MEFA06
 Nákupní centrum "Park Malšovice", HK

ing. Bureš, TESO, MŠMT 2B08040, tunel, 96% osobní vozy
 ing. Bureš, TESO, MŠMT 2B08040, tunel, 96% osobní vozy
 ing. Bureš, TESO, 96% osobní vozy, model CDV

Měření ČR

ing. Bureš, TESO, MŠMT 2B08040, tunel, 75% nákladní vozy
 ing. Bureš, TESO, MŠMT 2B08040, tunel, 75% nákladní vozy
 ing. Bureš, TESO, 75% nákladní vozy, model CDV

Měření ČR

Phulera 2007, automobily, jen částice < 180 nm

Karavalakis 2010, automobil, UDC cyklus

Kristensson 2004, reálný provoz, smíšený vozový park

Gertler 2004, tunel, těžké nákladní vozy

Gertler 2004, osobní vozy - benzin

Nelson 2008, smíšený vozový park

**Zahr.
měření**

Ludykar 1999, automobily, -7 C

Ludykar 1999, automobily, -22 C

**Přístup MŽP k
 2008/50/EC:
 „Dva řády žádná
 míra“ ???**

BaP [$\mu\text{g}/\text{km}$]

0.01 0.1 1 10 100 1000

Stanovisko státní správy k rozptylové studii: Bez připomínek

Alternativní pohled:

Nehodnoceny: $PM_{2,5}$, PAU,
nanočástice, WHO cíle

Emisní faktory podhodnoceny

Chybné stanovení pozadí (NO_2)

Podhodnocený počet vozidel

Nehodnocena „kvalita“ částic viz.
stanovisko IARC, WHO cíle,
stav poznání o motorových
emisích...

Česká pošta
HRADEC KRÁLOVÉ
MAGISTRÁT MĚSTA HRADCE KRÁLOVÉ, ČESKOSLOVENSKÉ ARMÁDY 408, 502 03 HRADEC KRÁLOVÉ
ODBOR ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

VÁŠ DOPIS ZN.:
ZE DNE: 8.2.2011
NAŠE ZN.: SZ MMHK/024650/2011/ŽP/Čer
MMHK/040166/2011
VYŘIZUJE: Ivana Černá
TEL.: 495 707 658
FAX: 495 707 642
E-MAIL: Ivana.Cerna@mmhk.cz
DATUM: 3.3.2011

STANOVISKO

Magistrát města Hradec Králové, zastoupený odborem životního prostředí, obdržel žádost o souhrnné stanovisko odboru životního prostředí ze dne 8.2.2011 od žadatele, kterým je:

Tschechien 9 Immobiliengesellschaft s.r.o., IČ 27141811, Na příkopě 1346/15, 110 00 Praha 1,
Tschechien 8 Immobilienkommanditgesellschaft k.s., IČ 28414331, Na příkopě 583/15, 110 00 Praha 1,
Statutární město Hradec Králové, IČ 00268810, Československé armády 408/51,
které zastupuje
M-PRO REAL s.r.o., IČ 25951602, Piletická 50, 500 03 Hradec Králové 3,

ve věci:
Malšovice u Hradce Králové, Hradec Králové - Park Malšovice - Areál aktivit volného času Hradec Králové, multifunkční aréna a obchodně společenské centrum včetně infrastruktury
- vyjádření pro územní řízení

Ochrana ovzduší
Z hlediska ochrany ovzduší dle zákona č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší, nemáme
připomínek.

Nízkoemisní technologie máme.

Moderní, kompetentně zkonstruované, pečlivě udržované, rozumně provozované motory mají či mohou mít nízké emise na řadu paliv.



**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**



Návrhy opatření na razantní a rychlé snížení emisí oxidů dusíku a částic z motorových vozidel



A) Zlepšení technického stavu vozidel

1. Dodržování legislativy výrobcem

Vyšetření „DieselGate“, vynucení nápravy či kompenzačních opatření (snížení NO_x z jiných zdrojů)

2. Dodržování legislativy provozovatelem

Zákaz nezákonných úprav – vytloukání filtrů, demontáž katalyzátorů, zásahy do řídicí jednotky

3. Fungující systém technické kontroly

Účinné pravidelné a namátkové kontroly za účelem nalezení vozidel s vysokými emisemi a jejich následné opravy nebo vyřazení z provozu

Návrhy opatření na razantní a rychlé snížení emisí oxidů dusíku a částic z motorových vozidel



B) Snížení přetížení dopravní sítě a

Kongesce vede k prudkému zvýšení emisí rizikových látek i skleníkových plynů a doby jízdy, a jejím vznikem klesne skutečný počet vozidel, která sítí projedou.

Kritické hodnocení jakýchkoli záměrů vedoucích ke zvýšení intenzivy silniční dopravy

- Průmysl s vysokou přidanou hodnotou místo překladišť
- Rozvoj ve vnitřním prostoru měst, ne na zelené louce

Dodržování cílů již vytyčených v Národní dopravní politice a dalších strategických dokumentech.

- Podpora nemotorové a hromadné dopravy
- Podpora železniční a vodní nákladní dopravy

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



Warning: This engine may produce nanoparticles that are harmful when inhaled.



Varování: Spalovací motory produkují neviditelné velmi jemné částice, které, jsou-li vdechnuty, mohou způsobit rakovinná onemocnění a zvyšují pravděpodobnost výskytu astmatu, infarktu myokardu, Alzheimerovy choroby, a dalších nemocí.



**Michal Vojtíšek – www.medetox.cz
Centrum vozidel udržitelné mobility FS ČVUT
michal.vojtisek@fs.cvut.cz, tel. 774 262 854**

Emise: otázka KVALITY konstrukce, výroby, seřízení, údržby, obsluhy, využití