

Vznětové motory: Emise nás budou zabíjet do té míry, do jaké jim to sami dovolíme



Doc. Michal Vojtíšek, M.S., Ph.D.

Centrum vozidel udržitelné mobility

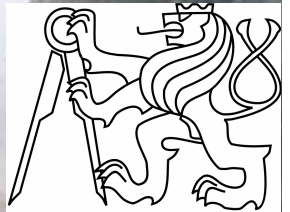
Fakulta strojní, ČVUT v Praze

EU LIFE+ projekt MEDETOX,

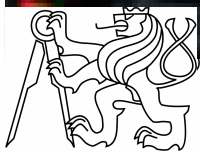
Technická univerzita v Liberci

michal.vojtisek@fs.cvut.cz

tel. (+420) 774 262 854



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



Přehled problematických látek

- Částice + sekundární aerosol
- NO_x + tvorba troposférického ozonu
- 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 v určitých režimech
- CH_4 – motory na zemní plyn a bioplyn, LNT kat.



Potenciál technologie filtru částic: 10^{11} částic / kWh
odpovídá (5–10 m³/kWh) 10–20 tisíc částic na cm³.

To je méně než podél silnic v ovzduší.



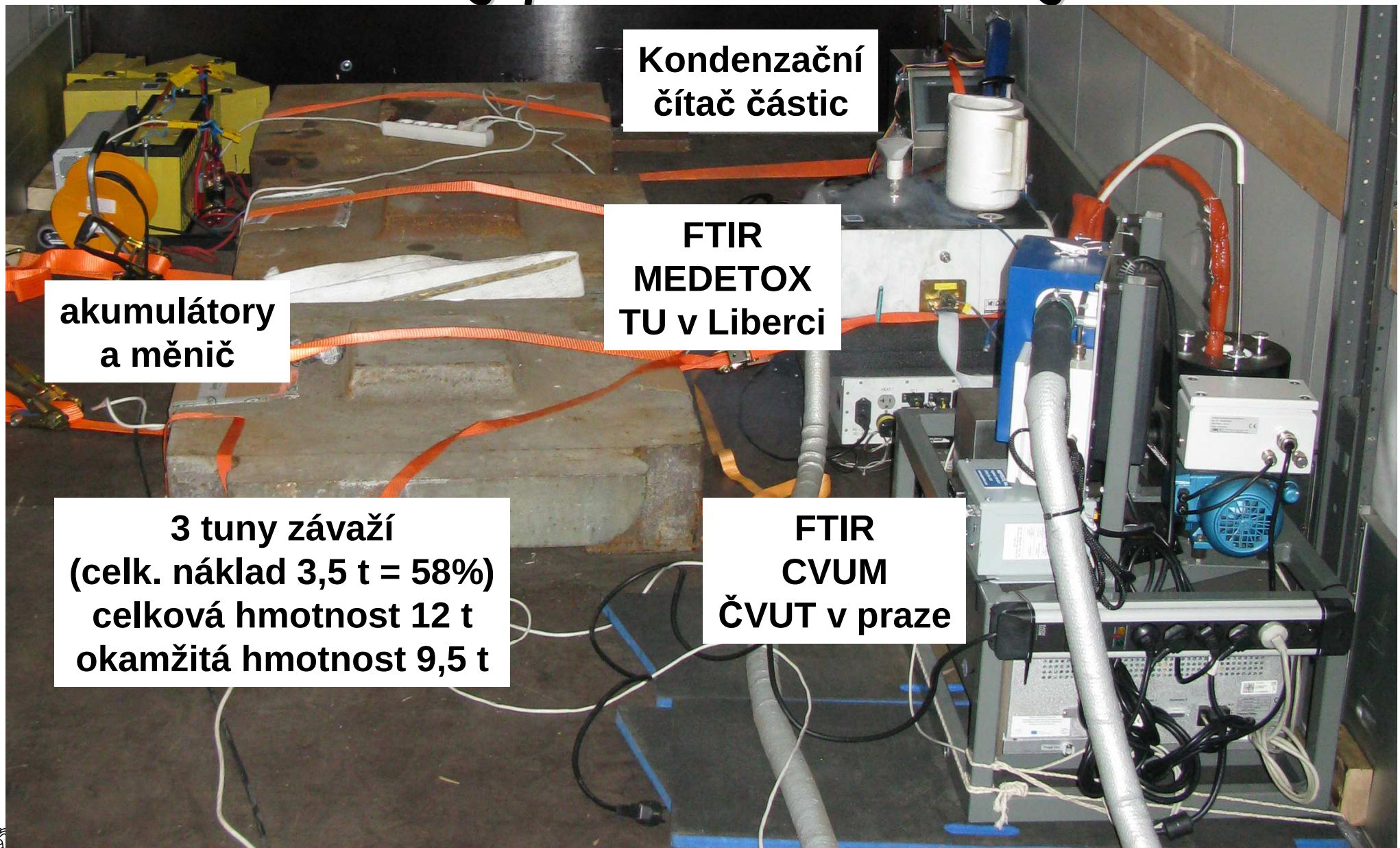
EURO 5 – DOC, DPF (particle filter), no SCR
2012 Iveco Daily, 3.0-liter Iveco engine

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



Měření emisí nákladního vozu Euro 6

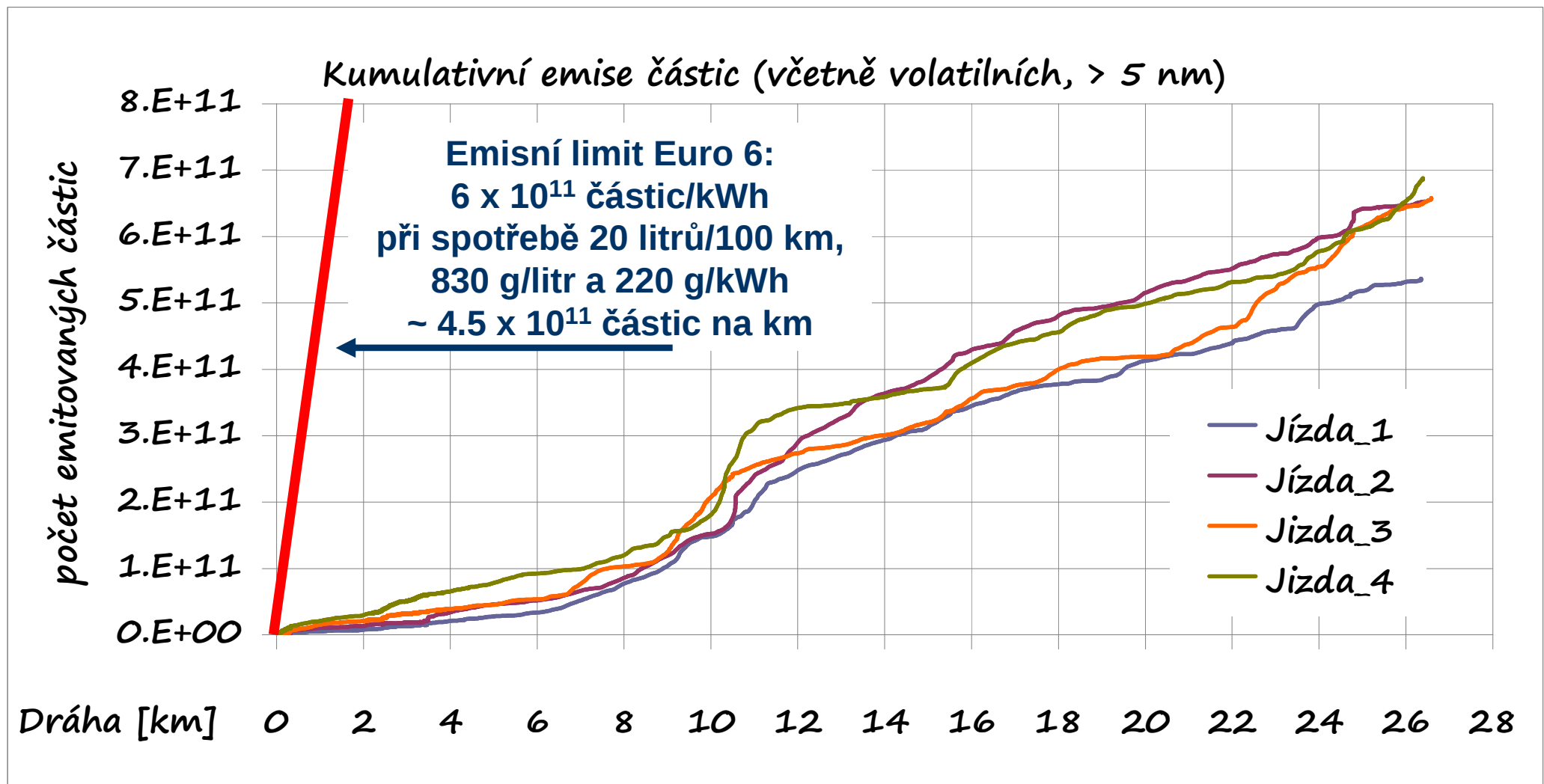
Reálný provoz okolo Prahy



Emise částic (včetně < 23 nm a volatilních)

Nákladní vůz, dieselový motor Euro 6

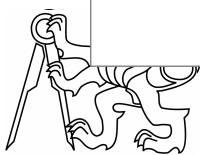
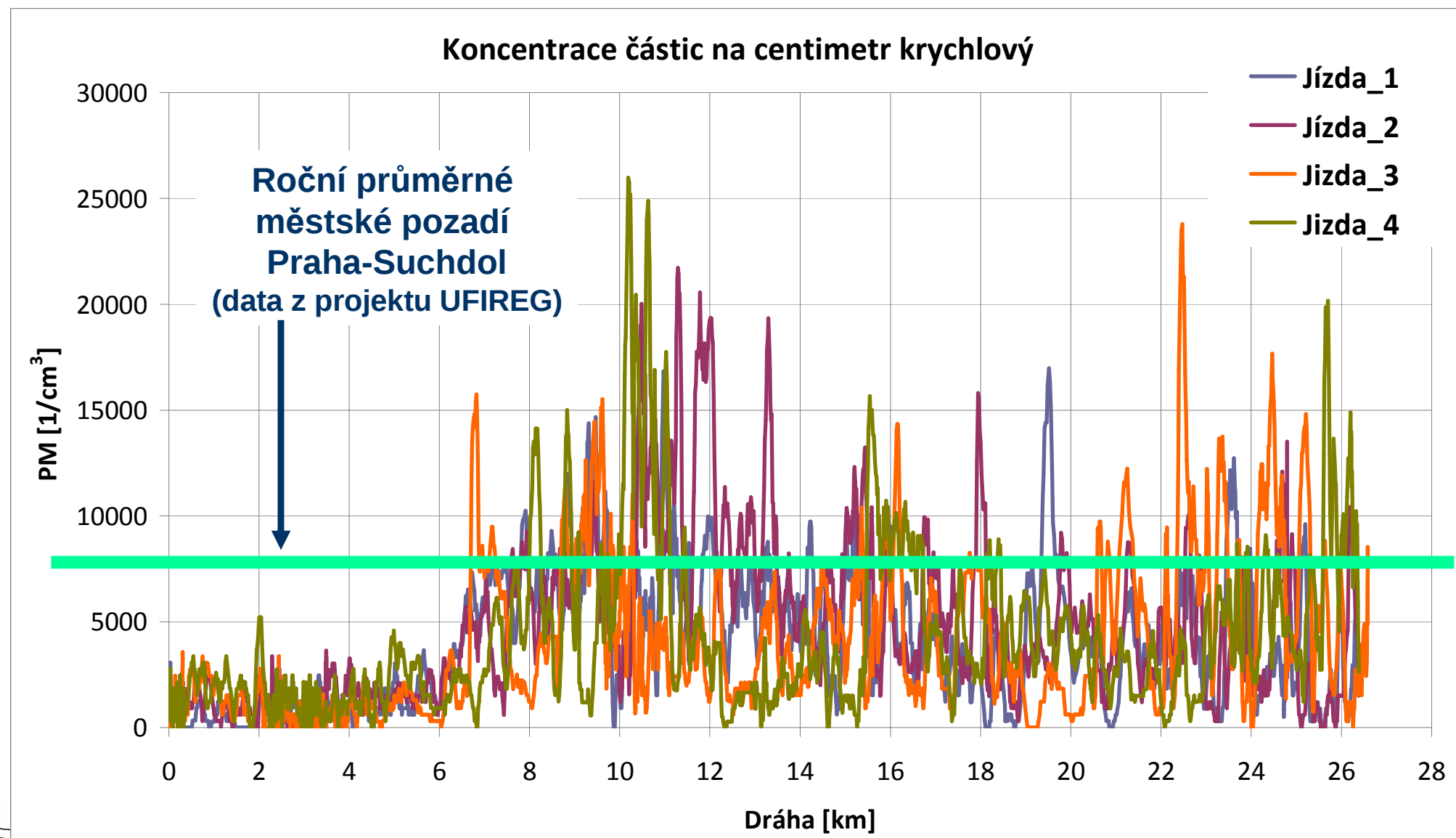
Říčany – Kostelec nad Černými Lesy, listopad 2015



Koncentrace částic ve výfukovém potrubí

Nákladní vůz, dieselový motor Euro 6

Říčany – Kostelec nad Černými Lesy, listopad 2015



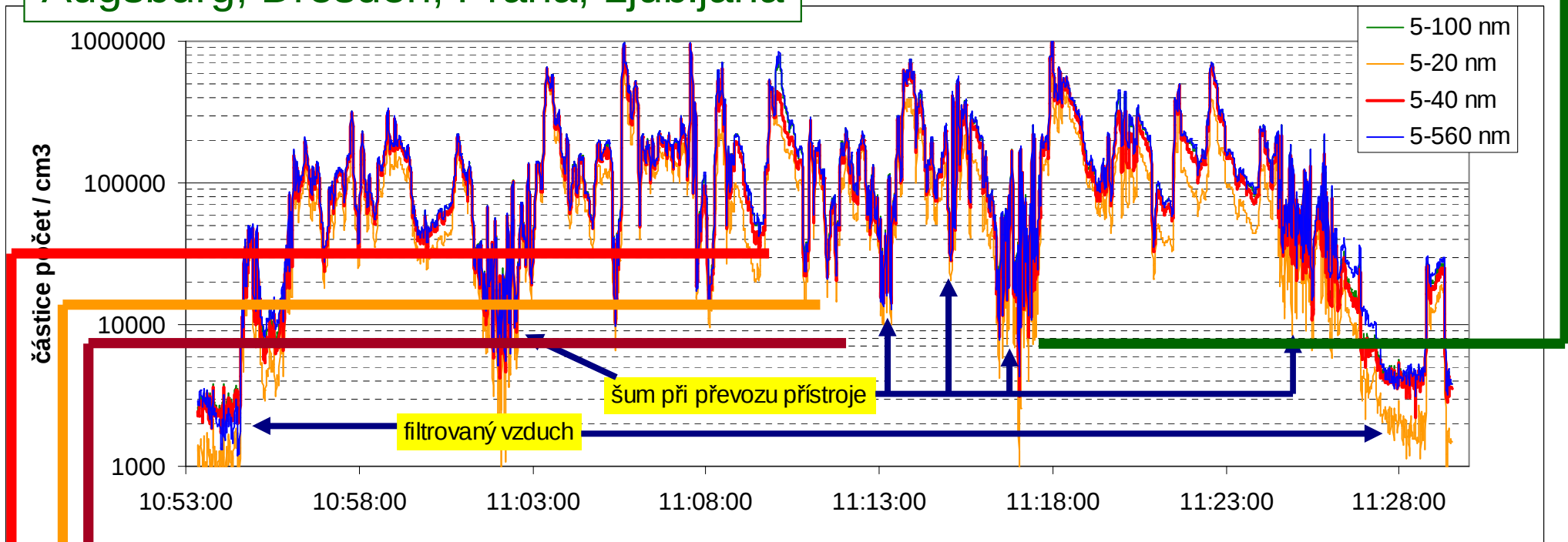
Spořilov – koncentrace nanočástic 26.3.

jižní strana pěší lávky přes 5. května

vs. Celkový počet částic, Římnáčová a kol., Atmos. Environ. 2011

vs. UFIREG 2012 (7th Newsletter, zde rozdáváný)

6-7 tis. částic na cm^3 – průměr 2012
Augsburg, Dresden, Praha, Ljubljana



7 tis. částic na cm^3 – průměr 2008-2009 Praha-Suchdol

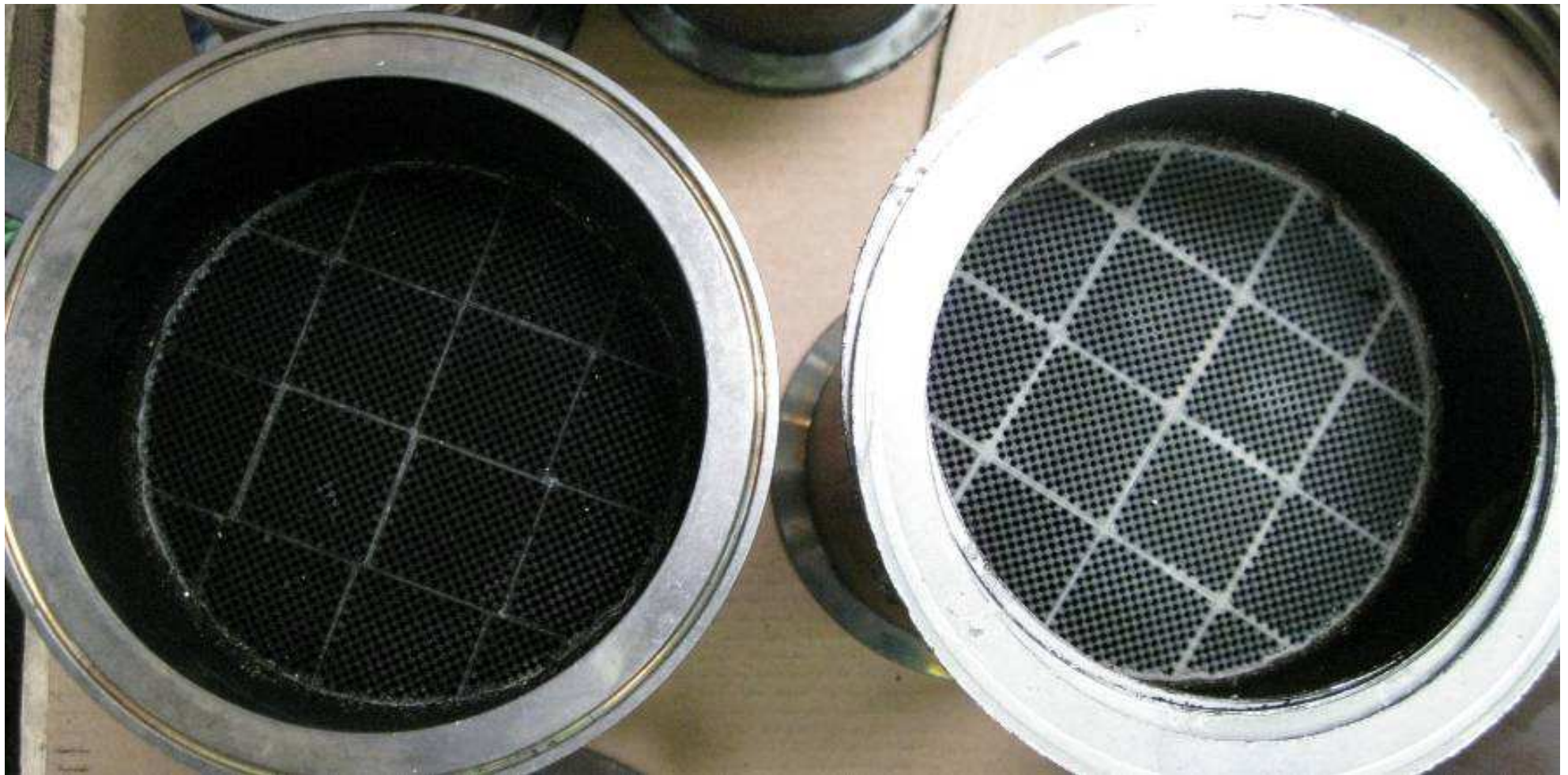
14 tis. částic na cm^3 – křižovatka Praha-Suchdol

20-40 tis. částic na cm^3 – Jižní Spojka – těsná blízkost



Filtry částic

(účinnost 90 až 99,99%)

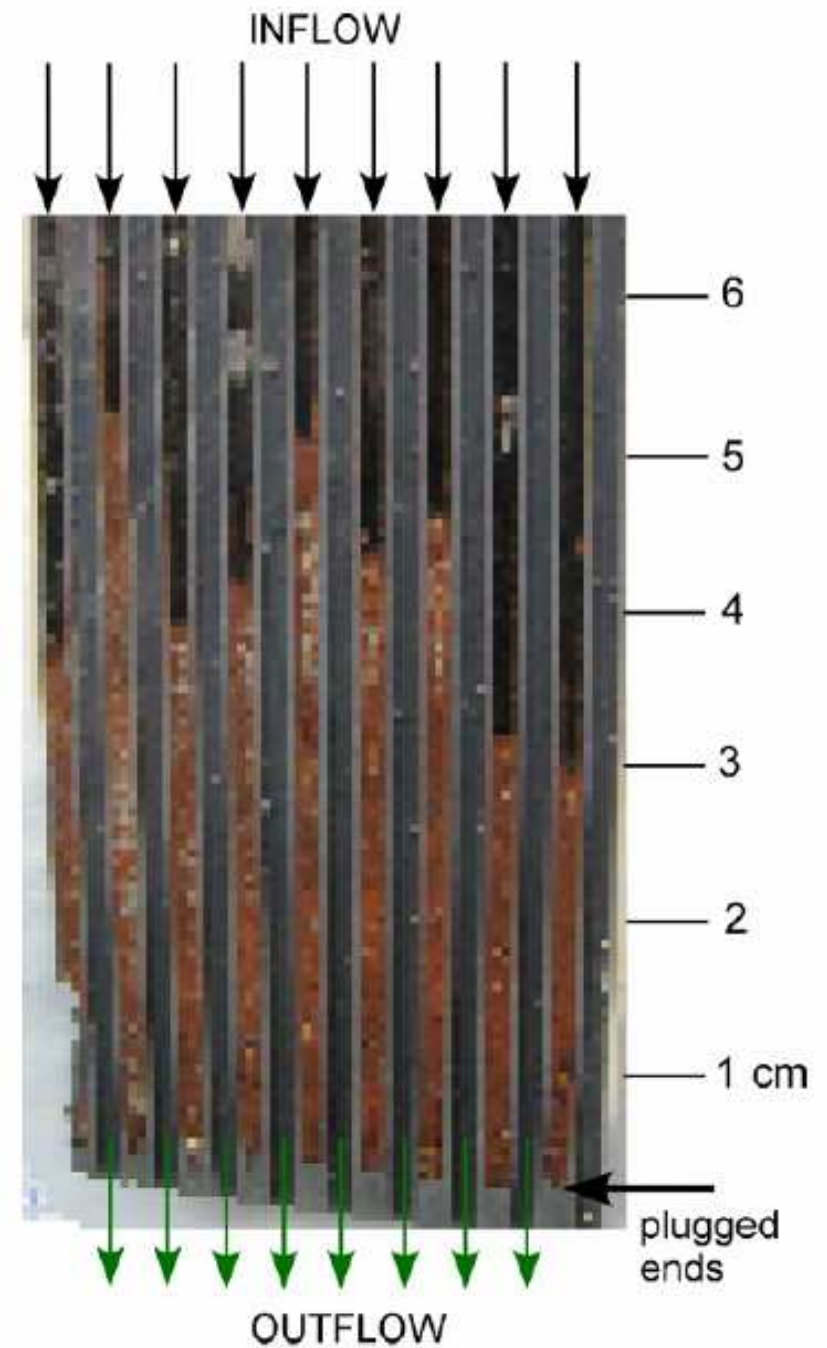
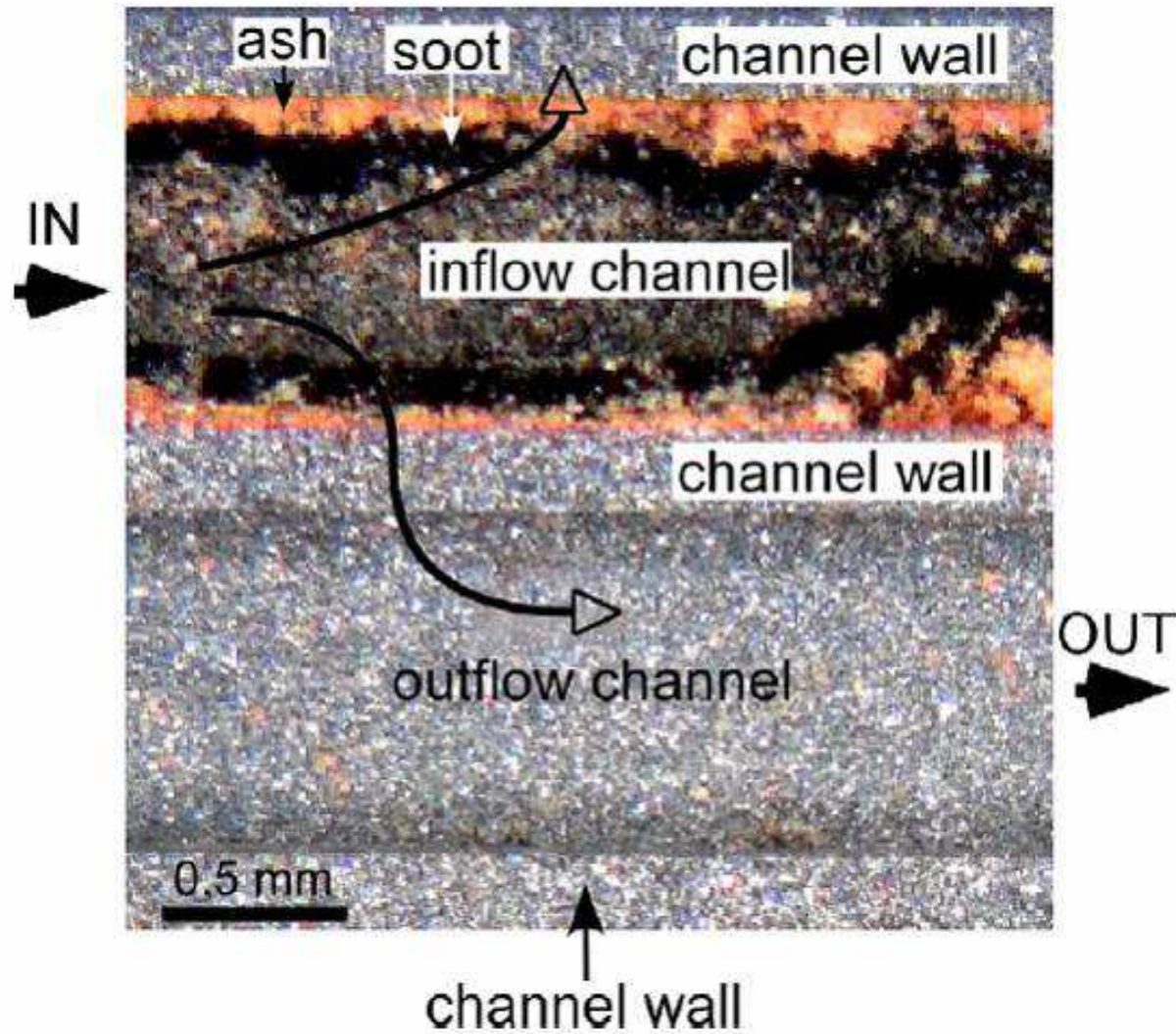


Vstupní strana

Výstupní strana



Filtr částic

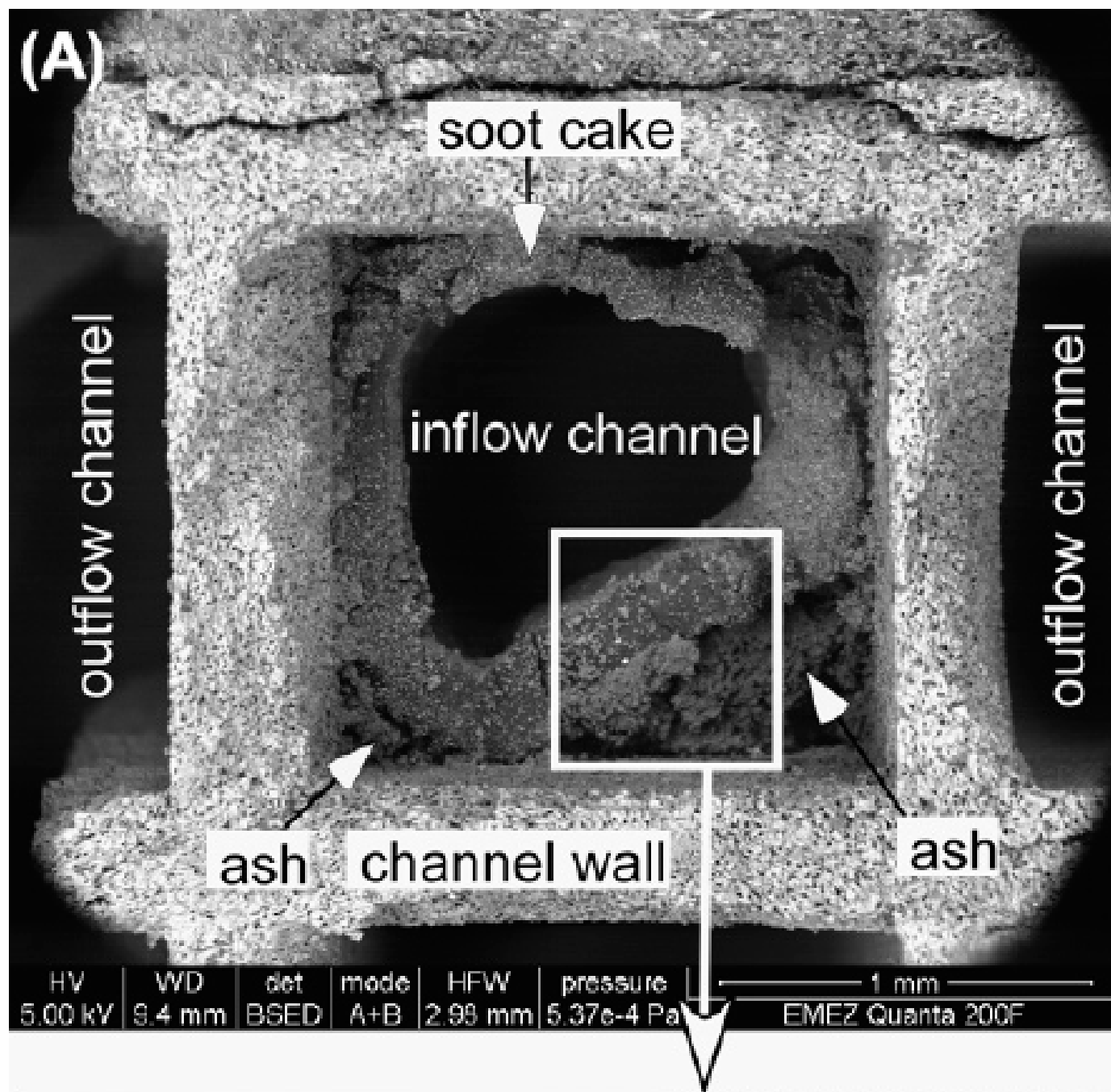


A. Liati, P. Dimopoulos Eggenschwiler / Combustion and Flame 157 (2010) 1658–1670



Filtr částic

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



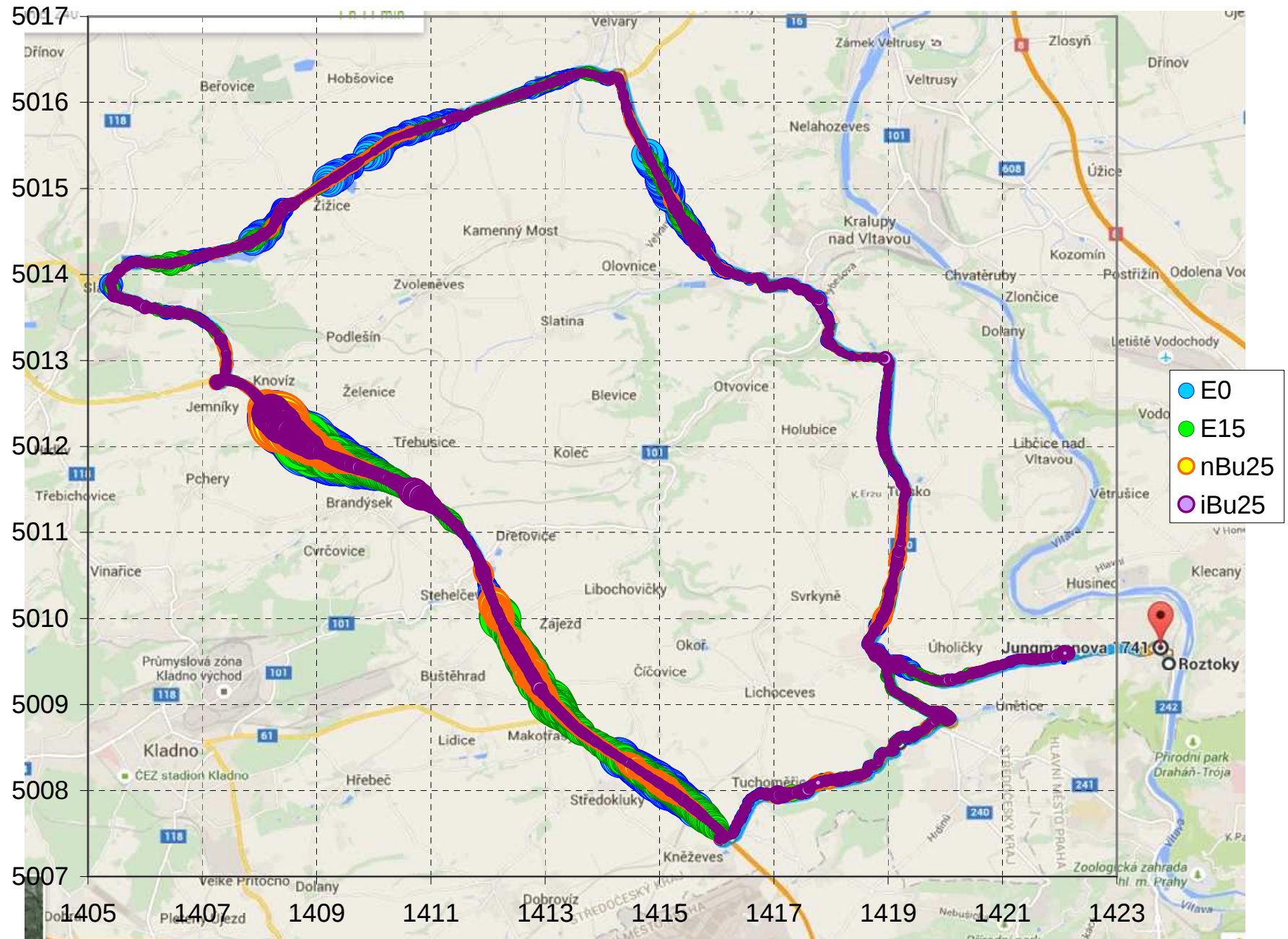
Real driving emissions tests

Instrumentation:
particle
classifier (EEPS),
mini-PEMS,
batteries

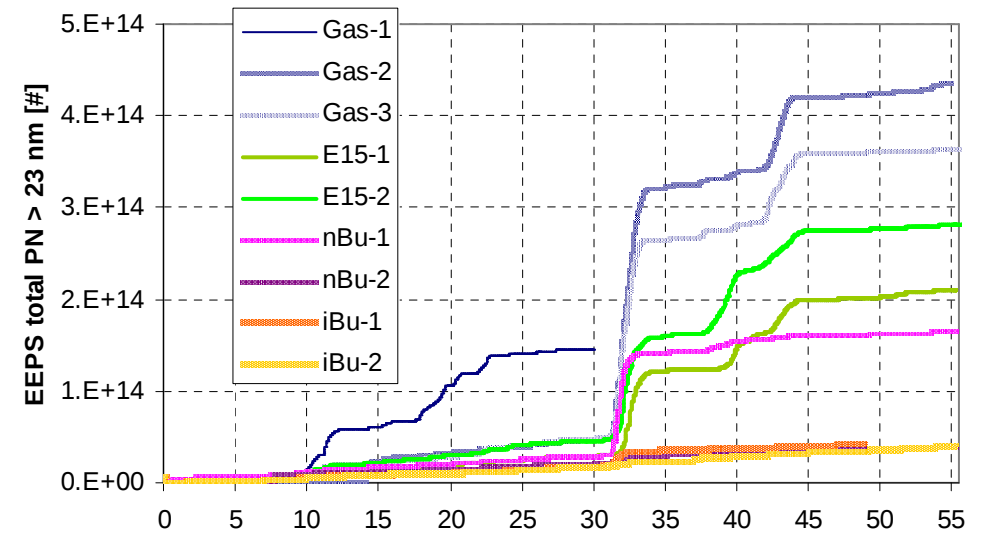
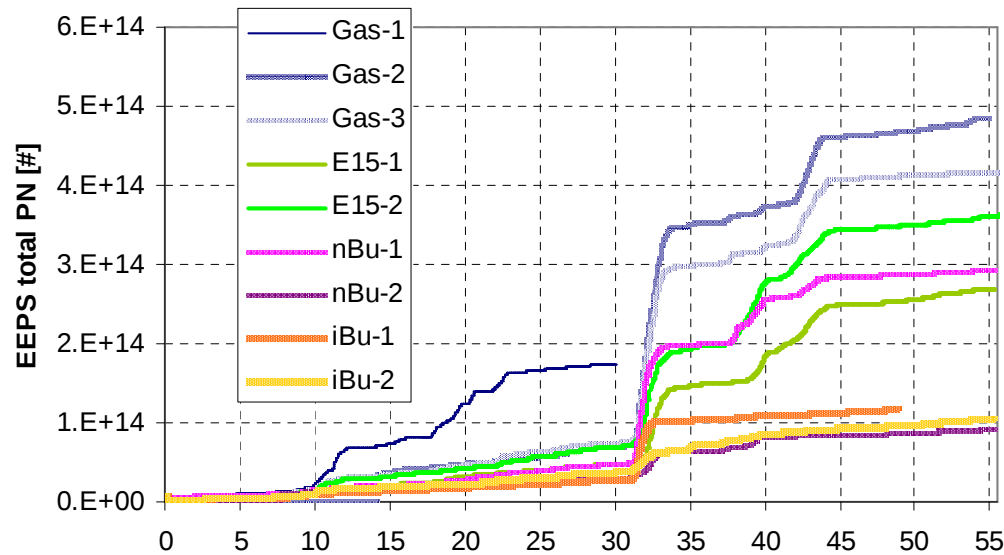
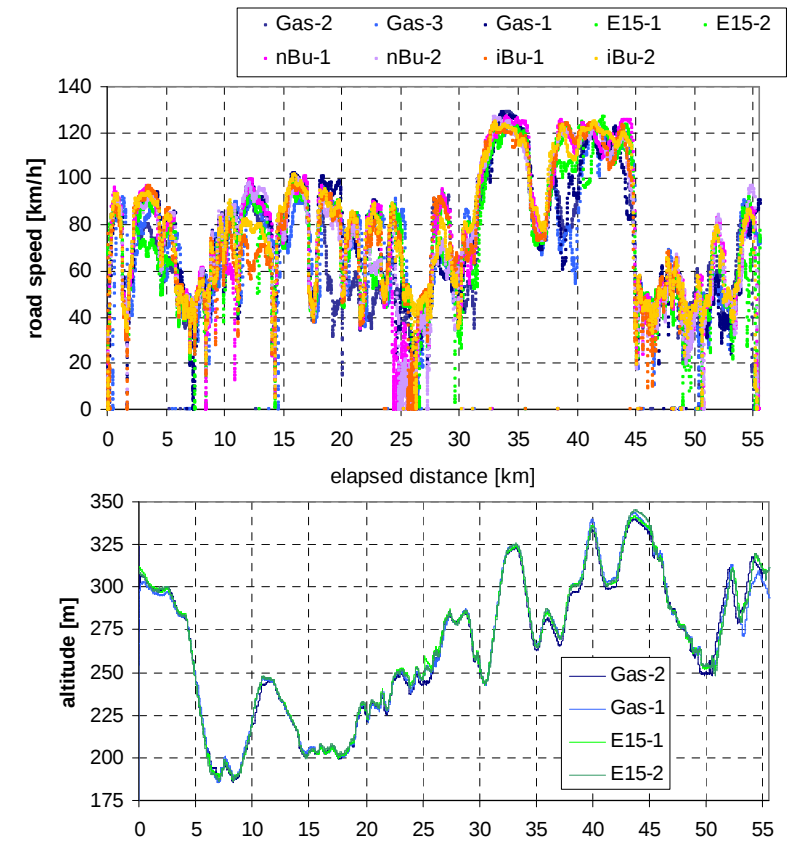
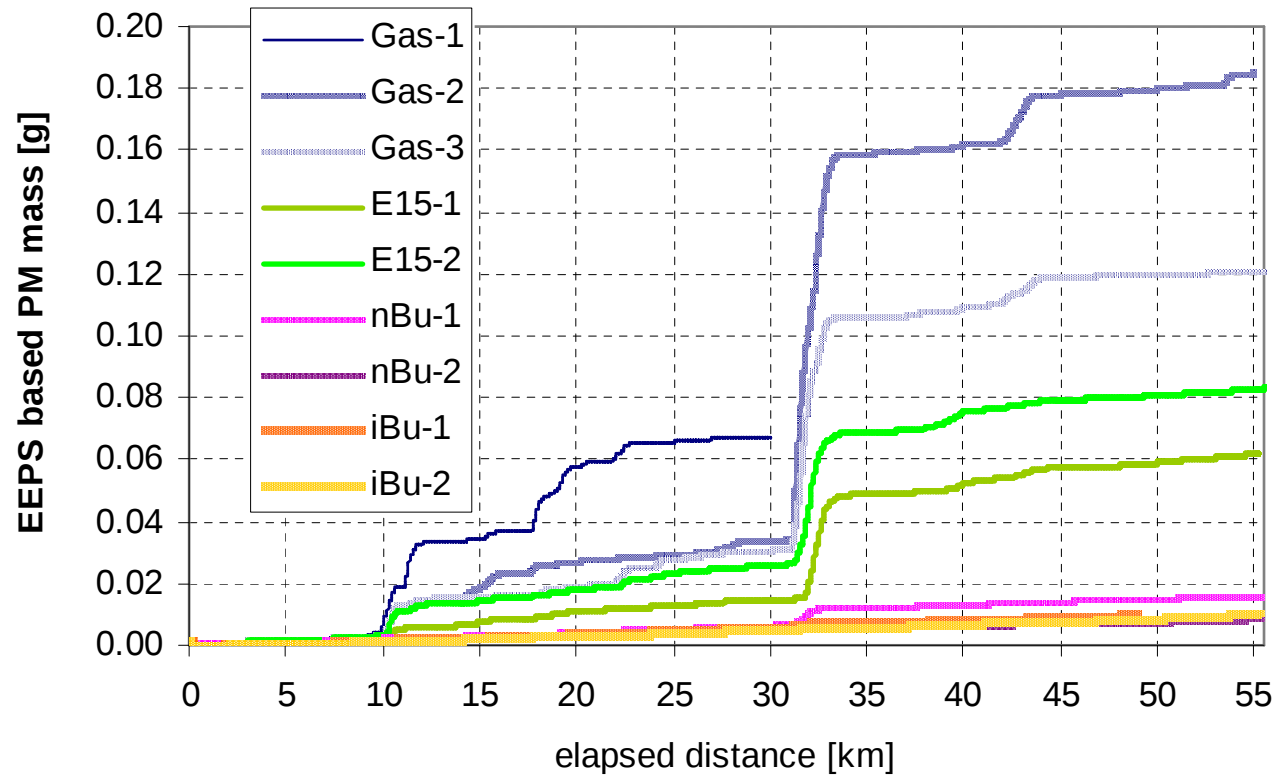


Rotating disc microdiluter,
(150 C, DR 300:1) sampling
from the tailpipe ->
-> EEPS (5-560 nm, 1 Hz)

Instantaneous PN emissions along the test route



Cumulative emissions



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

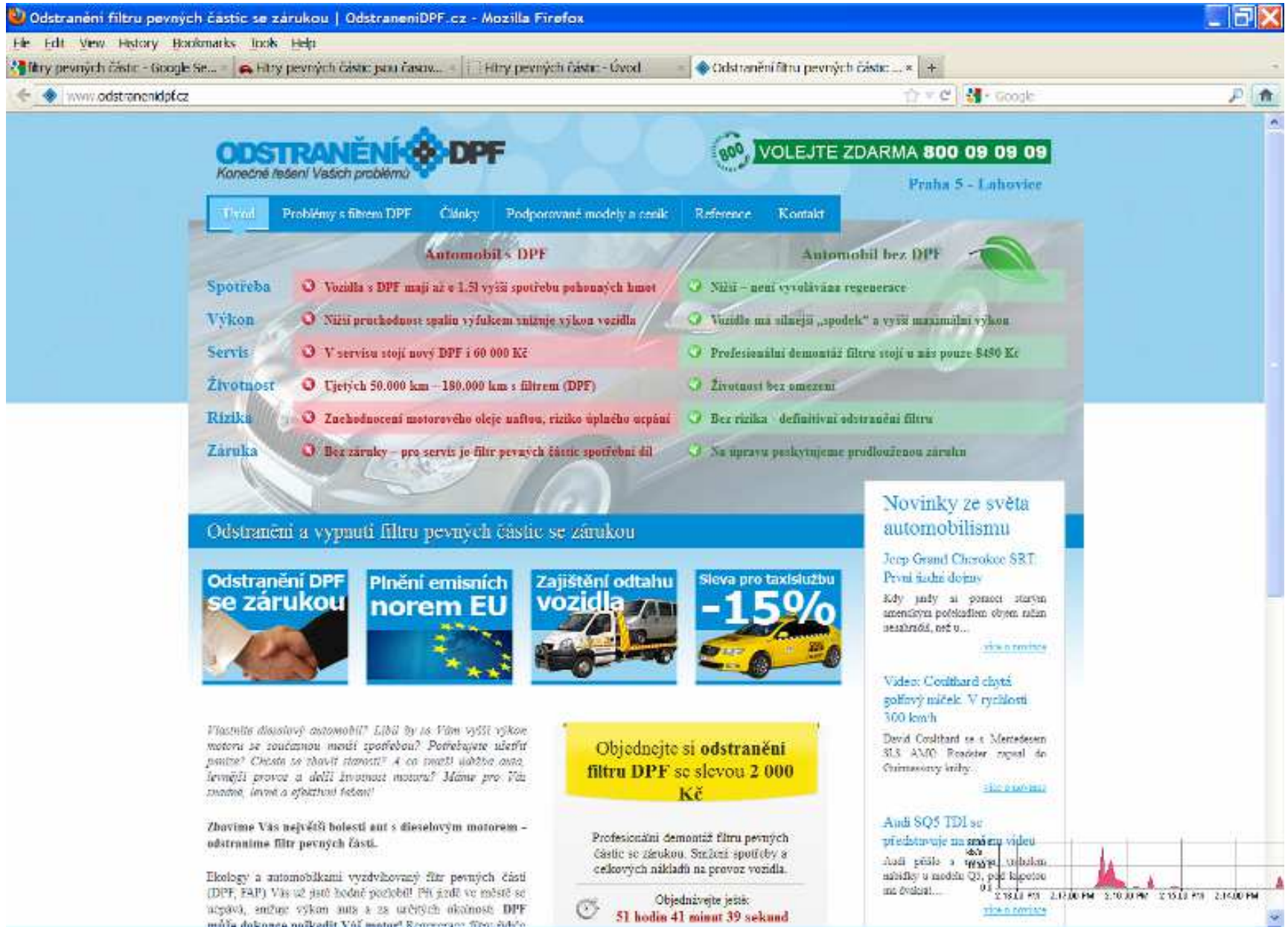
Euro 5, kdesi v Praze
(bez DPF)



Motor s DPF
Nidau, Švýcarsko



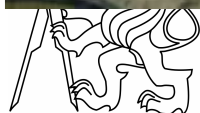
Český inzerát na odstranění DPF z dovezených vozidel



Měření emisí autobusů Euro 6 – letiště Hradčany

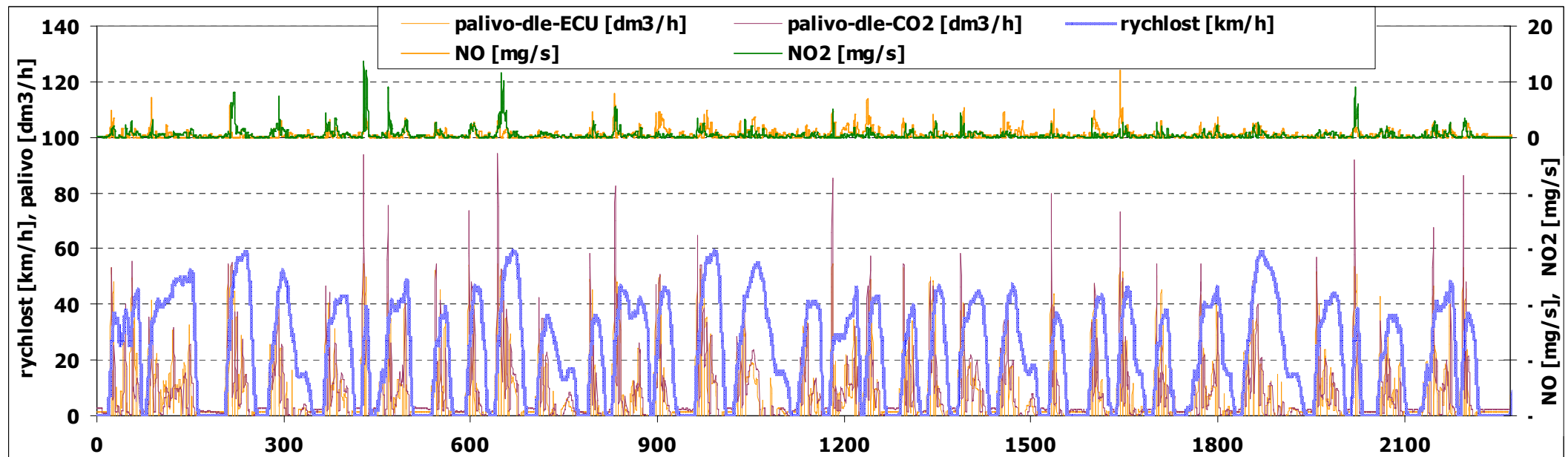
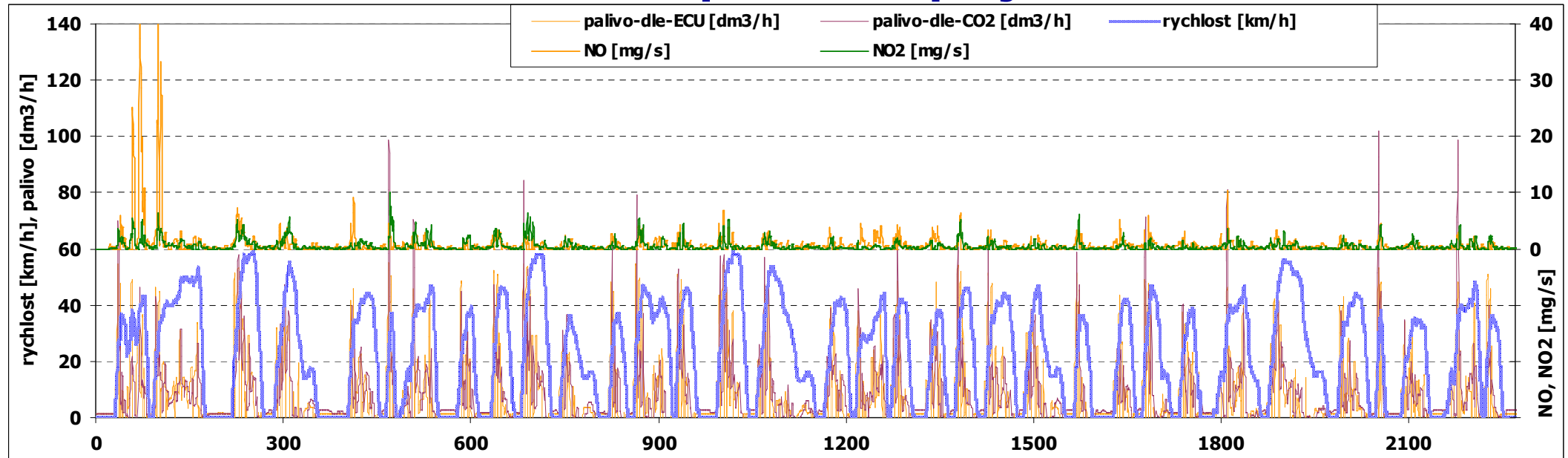
Měření autobusu za provozu – projekt MEDETOX

Přenosný FTIR analyzátor – online měření mnoha plynných látek



Měření emisí autobusů Euro 6 – letiště Hradčany

Měření autobusu za provozu – projekt MEDETOX



Měření emisí autobusů Euro 6 – letiště Hradčany

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)



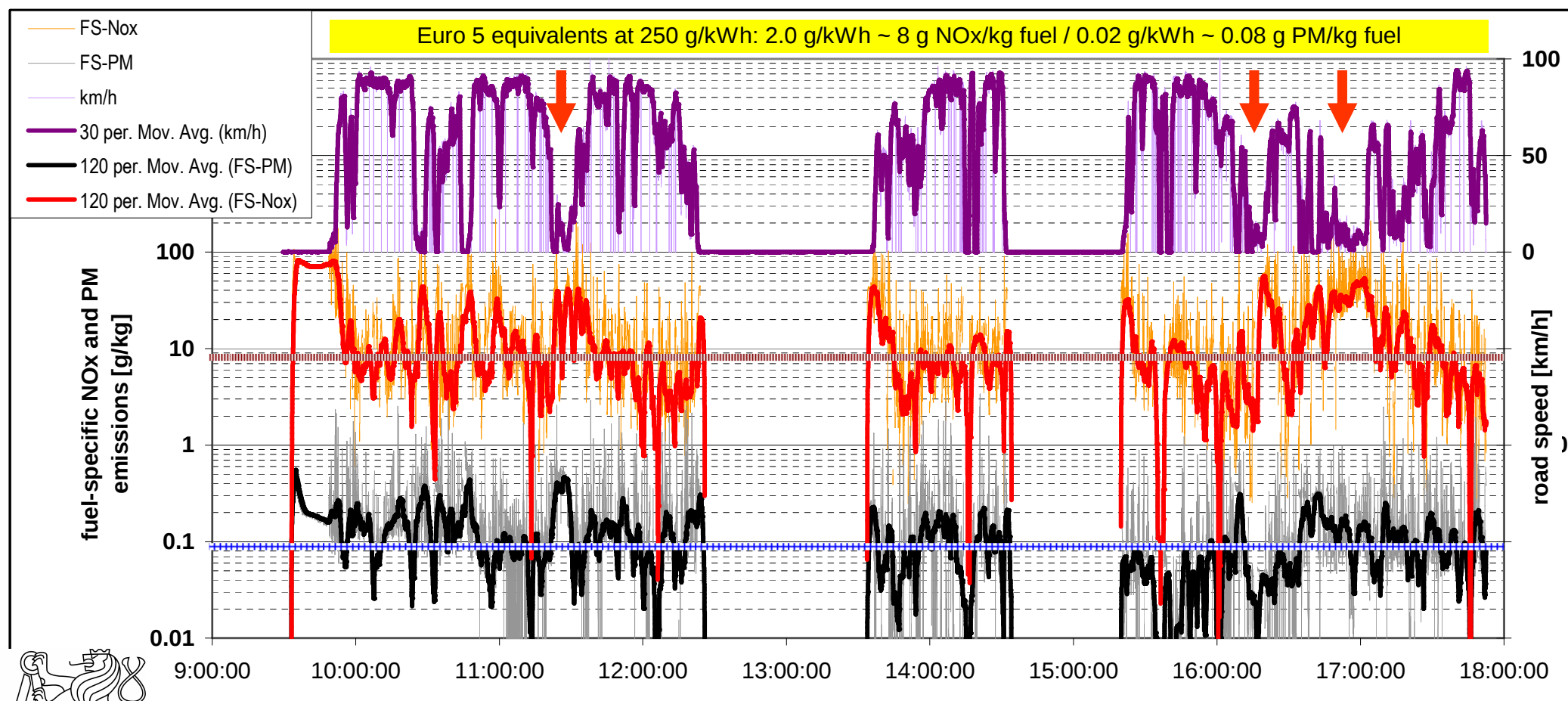
Limit pro automobily (nafta): 180 mg/km Euro 5, 80 mg/km Euro 6

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

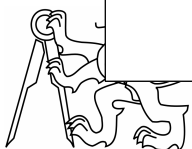
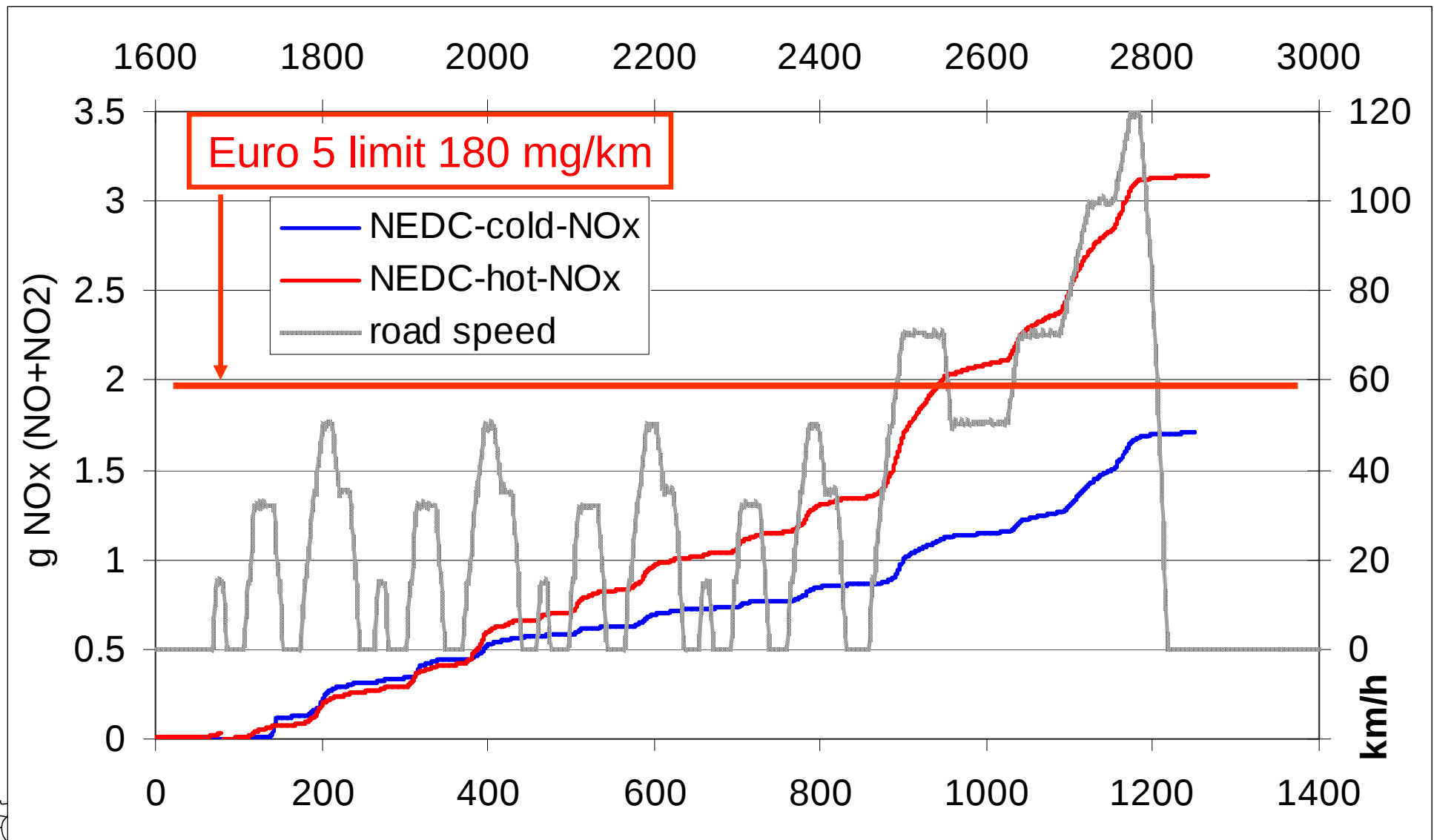


Kongesce a pomalá jízda: Ochlazování katalyzátorů

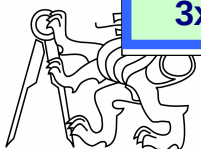
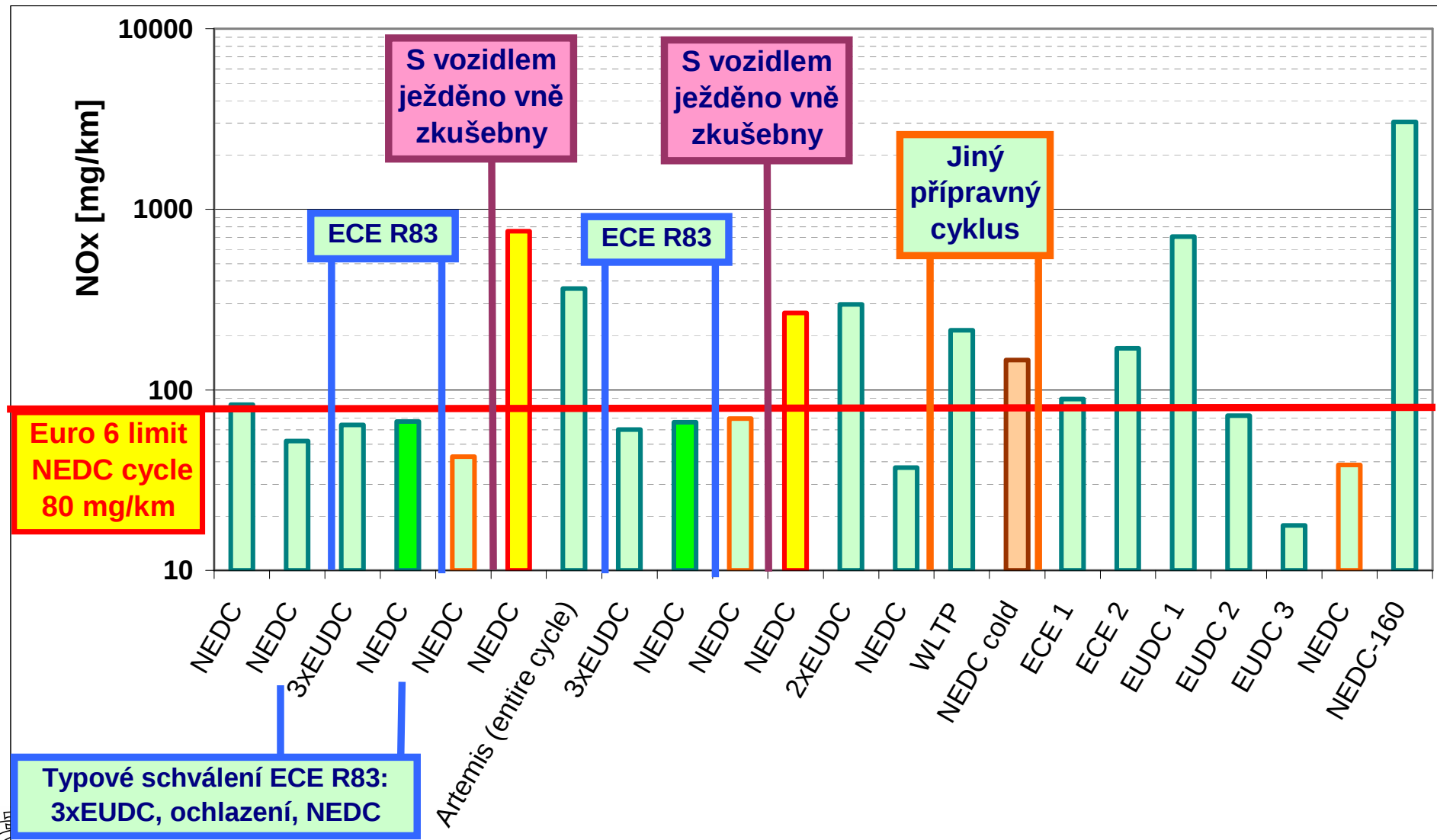
- Průměrná rychlost (30 s průměr) a emise NOx a PM na kg paliva (120 s průměr)
- 0.08 g PM/kg paliva odpovídá při 40 t a 32 kg/100 km: 0.025 g PM/km, 0.0006 g PM/t-km
- Při jízdě „cestovní rychlost“ se emise výrazně neliší od limitů Euro 5 i při stáří motoru 109% deklarované minimální životnosti (500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



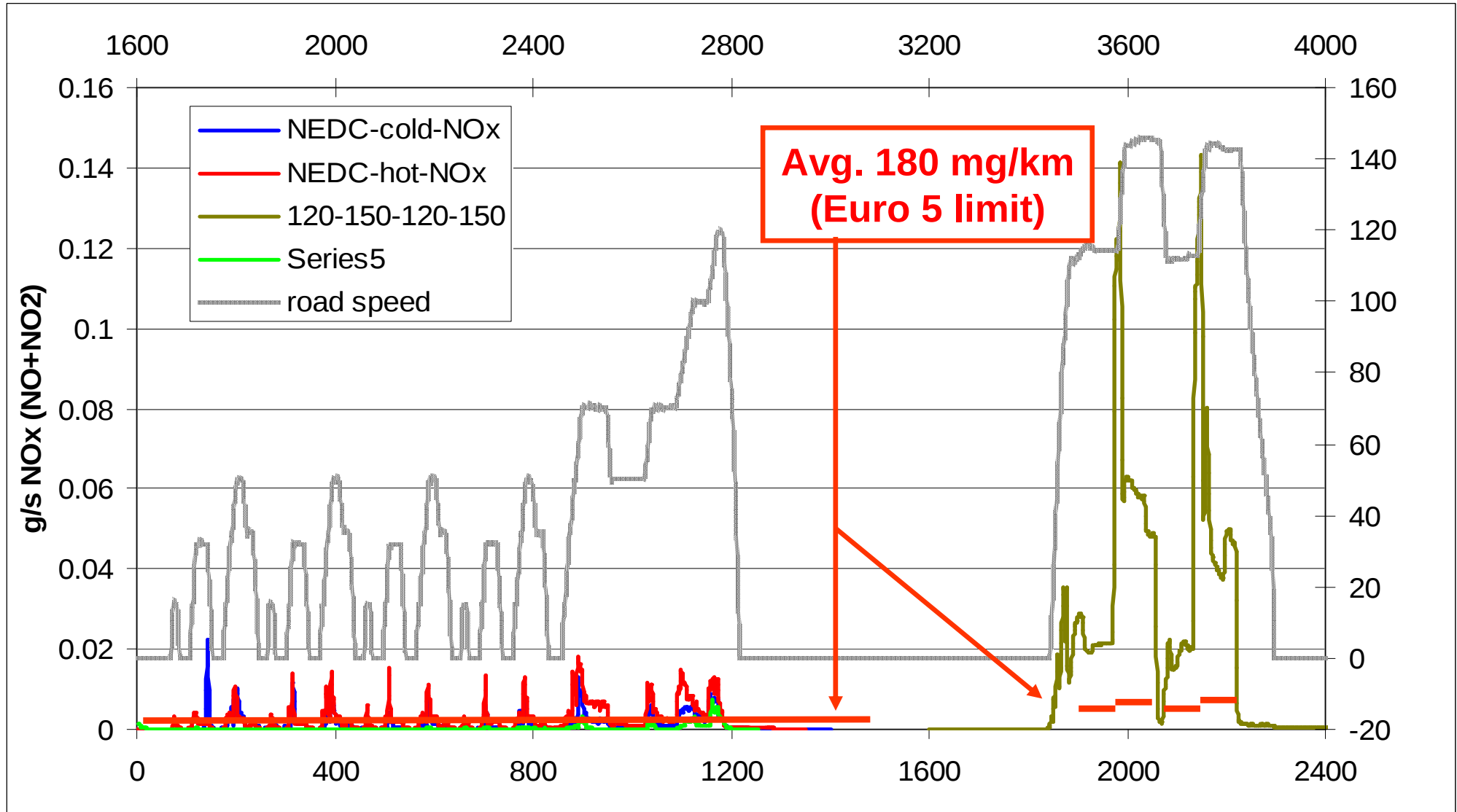
„DieselGate“: Detekuje-li motor, že je testován dle požadavků na typové schválení, plní limity pro NO_x, zatímco za jiných podmínek – ale ve stejných provozních režimech – jsou emise NO_x vyšší (? – malá úspora paliva či pořizovací ceny)



„DieselGate“: Detekuje-li motor, že je testován dle požadavků na typové schválení, plní limity pro NO_x, zatímco za jiných podmínek – ale ve stejných provozních režimech – jsou emise NO_x vyšší (? – malá úspora paliva či pořizovací ceny)



Širší disparita v NOx emisích: NOx jsou vyšší v jiných provozních režimech než v režimech schvalovacího cyklu



Emisní problémy automobilových vznětových motorů v EU

Euro 4 Skoda Fabia - vozidlová zkušebna

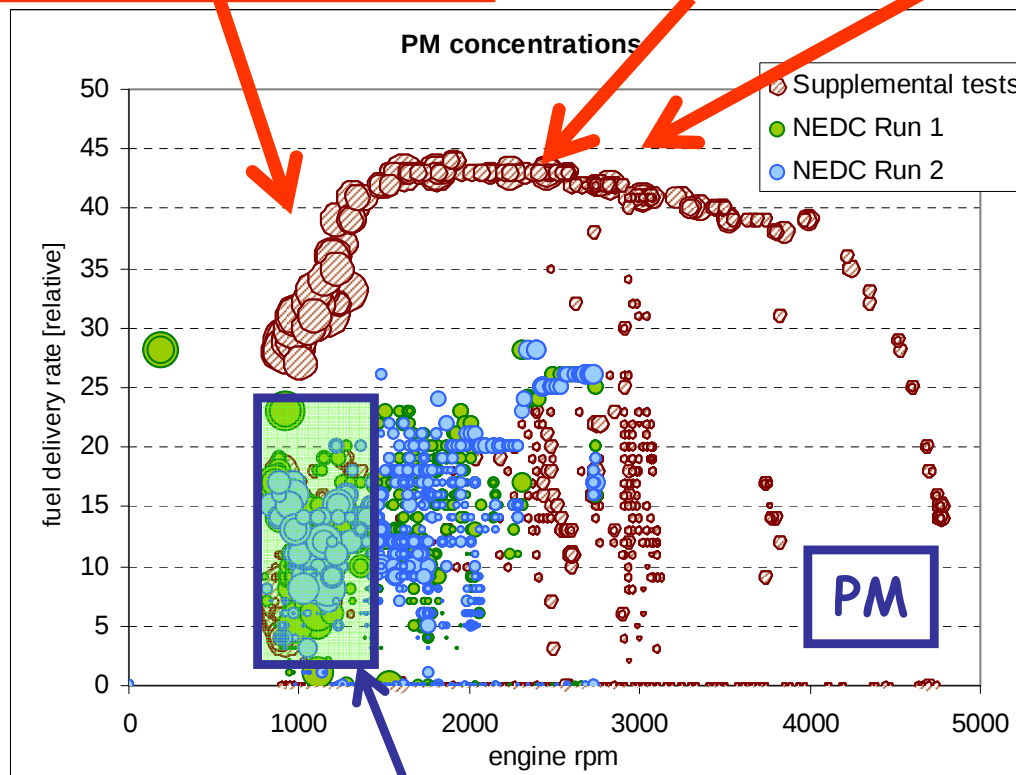
NEDC vs. vyšší výkonové hladiny

Nižší zdvihové objemy a turbo: výkon v malých otáčkách zajišťován předávkováním palivem

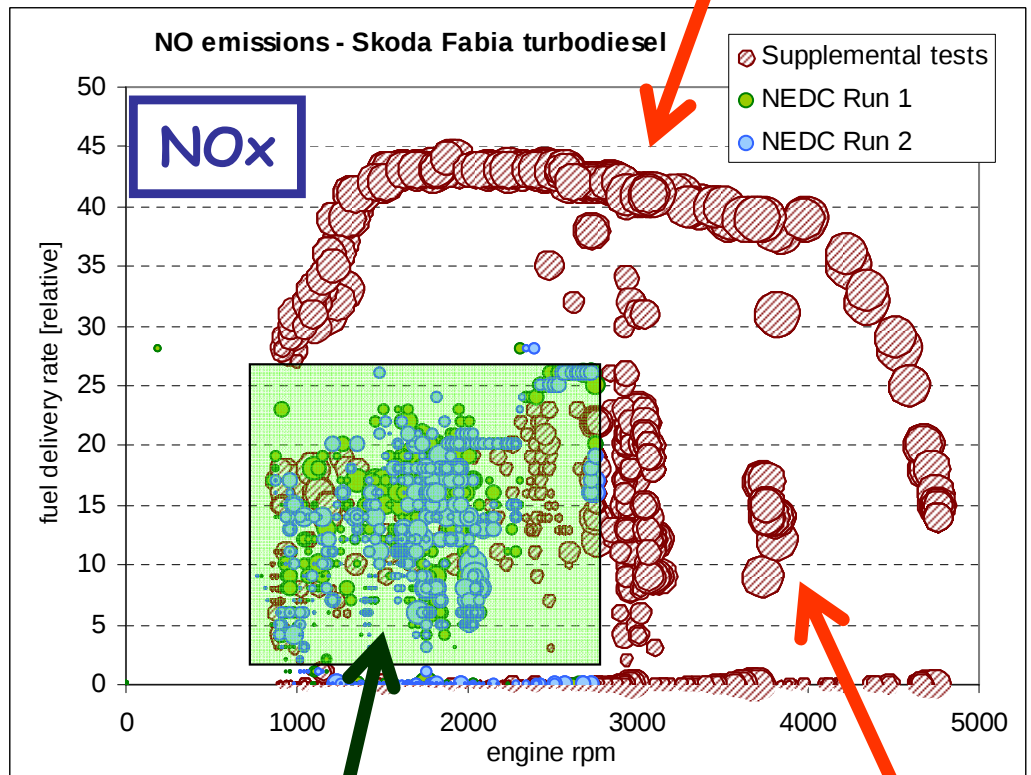
Emise zhoršeny nízkou účinností oxidačního katalyzátoru po delším volnoběhu

Požadavek potřebného přebytku vzduchu je protichůdný požadavku na vysoký výkon

NOx: Použití EGR je protichůdné požadavku vyššího výkonu

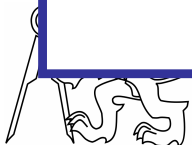


Dlouhý provoz v nízkém zatížení:
Zhoršení spalování, vyšší podíl OC v PM,
snížení účinnosti katalyzátorů



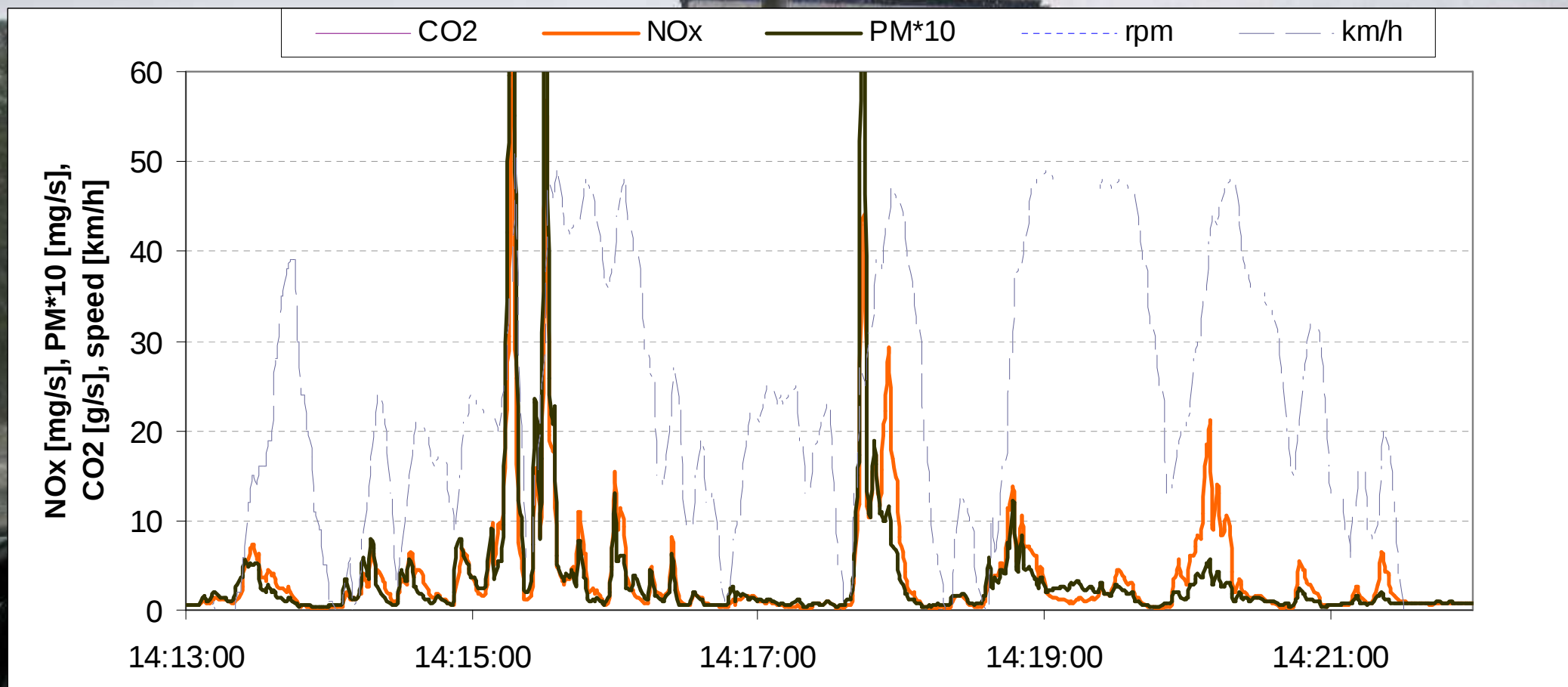
NOx sníženy EGR
(recirkulace výfukových plynů)

?



Jízda po městě

Osobní automobil Škoda Octavia, naftový motor, 103 kW

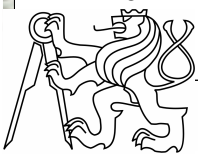
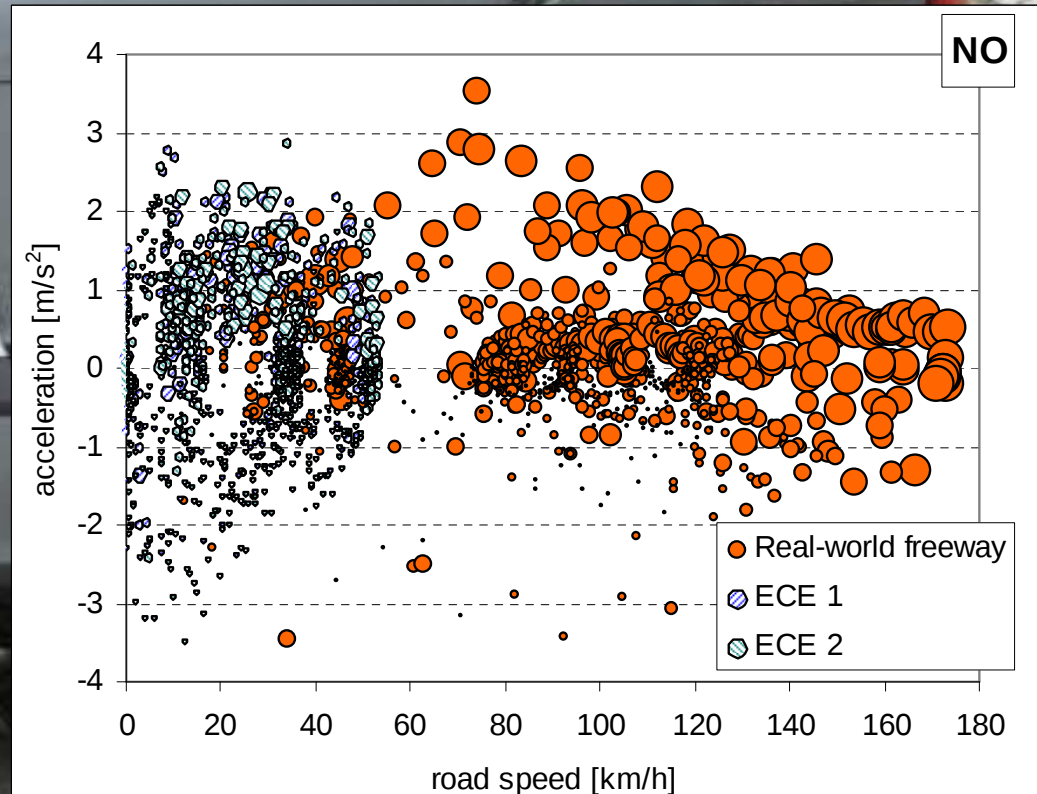
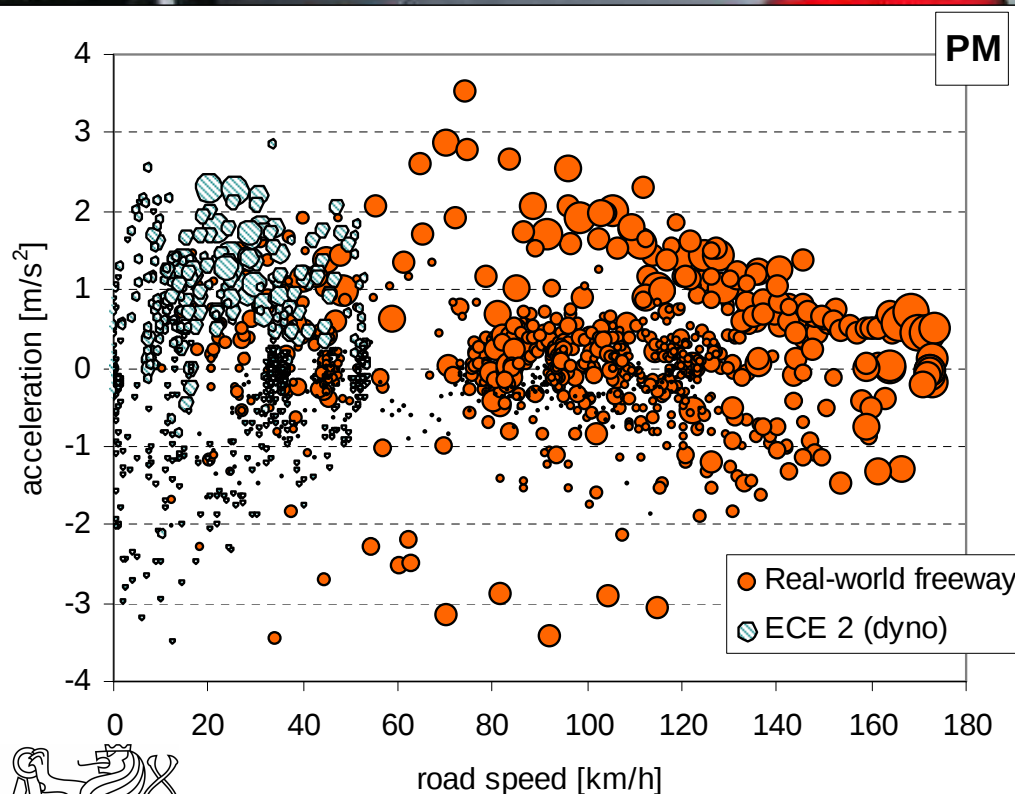


Velká část
celkových emisí
– krátké
epizody s
vysokými

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



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 NOx 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

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



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

Opatření která nemusejí mít žádaný přínos

Ekologická daň

pokud stará vozidla jsou nahrazována novějšími, které však mají v reálném provozu vyšší emise

Nízkoemisí zóny

pokud vinětu či výjimku dostanou vozidla, která v reálném provozu mají vysoké emise

Výstavba obchvatů a dálnic

pokud tyto povedou k navýšení intenzity dopravy do té míry, že celkové emise se zvýší, a nikoliv sníží

pokud podél těchto bude vznikat nízkohustotní zástavba

Zemní plyn a další „čistá“ paliva

pokud tyto budou mít v reálu vyšší emise než klasika



Poděkování:

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

Grantová agentura ČR, projekt 13-O1438S BIOTOX,
"Mechanismy toxicity pevných částic z biopaliv"

MŠMT Národní program udržitelnosti – NPU I (LO), projekt #
LO1311 „Rozvoj Centra vozidel udržitelné mobility“

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



Poděkování – doktorandi:

Mgr. Jitka Štolcpartová, PŘF UK

ing. Vít Beránek, FS ČVUT

ing. Luboš Dittrich, FS TU v Liberci

ing. Martin Pechout, FS TU v Liberci

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

