

Neohlídáme-li si emise z motorů sami, budou motory z měst vykázány???



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





Proč je nutná pečlivá údržba a emisní kontroly

- Cílem emisní legislativy EU je především chránit lidské (tj. naše) zdraví.
- Velká část celkových emisí pochází z malé části vozidel.
- Cíl technických kontrol: tyto nalézt a opravit.
- Je to mnohem levnější než další zpřísnování emisních limitů.
- Logika některých (spíše ne technicky orientovaných) voličů a politiků:
 Vzduch stále špatný? Ještě více zpřísnit emisní limity.
 Nelze již zpřísnit? Tak (naftové?) motory zakažte!
- „Udržitelná mez“ emisí: Pro částice není „bezpečná“ hodnota.
 Doporučení zdravotníků a limity US EPA poloviční oproti limitům EU.
 Je mnohem nižší, než současné hodnoty. Můžeme začít tím, že budeme pečlivě udržovat motory, jezdit rozumně, a nepřetěžovat dopravní síť.



Proč je nutná pečlivá údržba a emisní kontroly

- Nízkoemisní technologie je složitá, pokud vše nepracuje správně, emise mohou být vysoké !!!
- Problémem nejsou ani tak staré motory, jako motory ve špatném stavu.
- Automobil - s filtrem: ~ 0.001 g/km i méně částic
 - bez filtru, seřazený: $\sim 0.02-0.1$ g/km částic
- Automobil kouřící, ve špatném stavu, neseřazený, neodborně přečipovaný:
„Hulí jako lokomotiva“
 $\sim 0.5-5$ a více g/km **více než**
- Stará dieselová lokomotiva: $0.4-1.1$ g/km částic
 - ČKD 749 107-9, r.v. 1968, 163 litrů objem





Odstranění DPF: Krátkozraké řešení

Problém s DPF je zpravidla
důsledkem jiných problémů s
motorem

???

ODSTRANĚNÍ DPF
Konečné řešení Vašich problémů

Odstranění DPF
se zárukou

Plnění emisních
norem EU

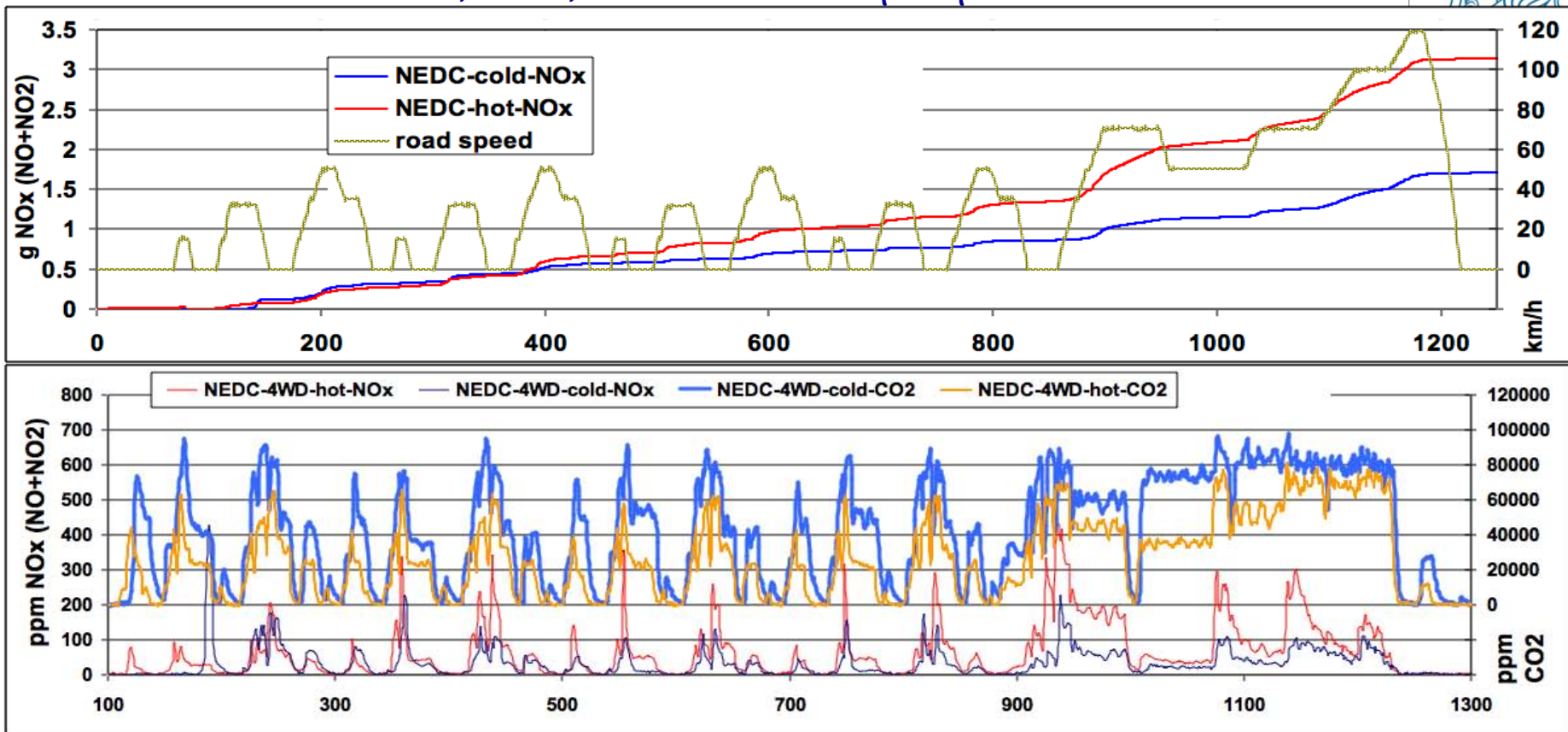
Vozidlo neplní EU legislativu (jiné než
schválené provedení)

česká
„realita“?

Dodatečná montáž DPF

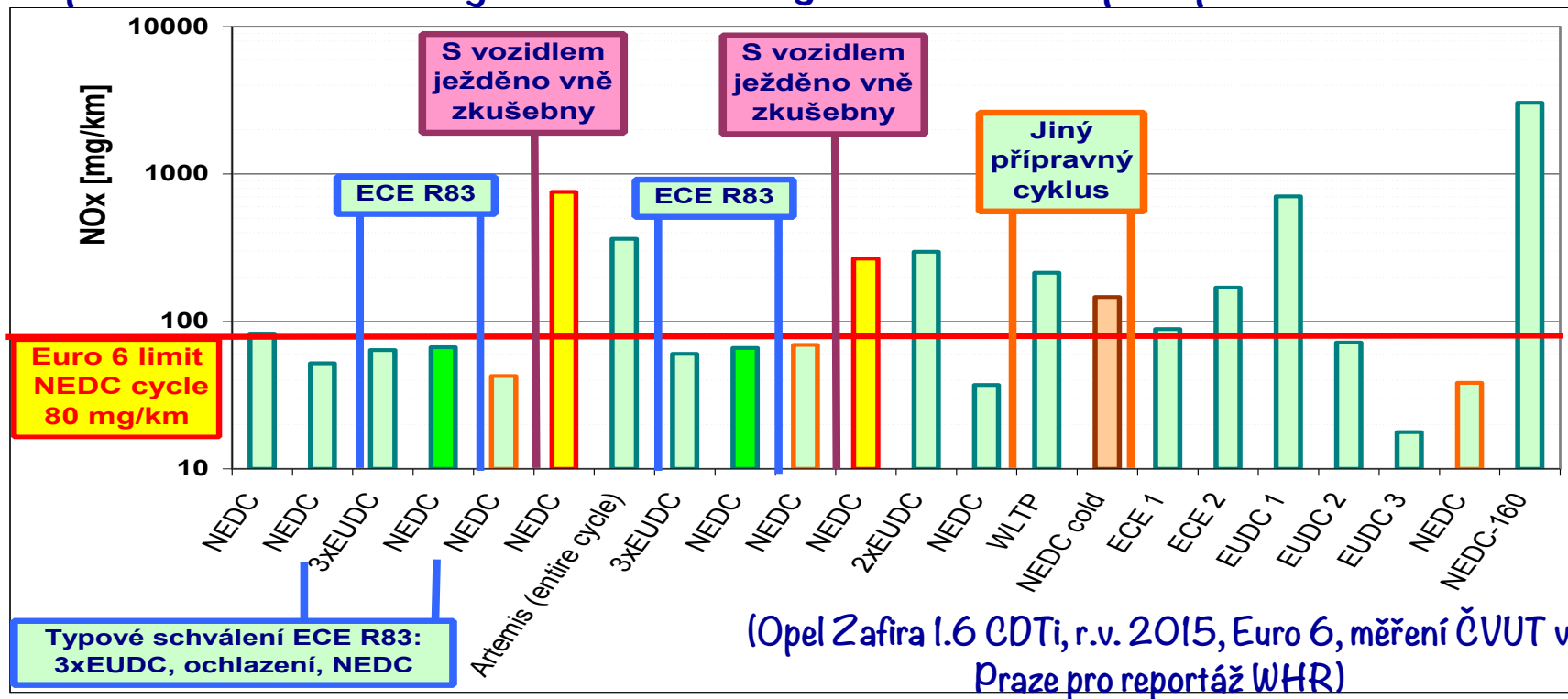
Typický
stavební
stroj,
Švýcarsko

„DieselGate“: NEDC s nízkými NO_x a s EGR, a opačně (VW Passat, Euro 5, měření ČVUT v Praze pro reportáž BBC)





„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

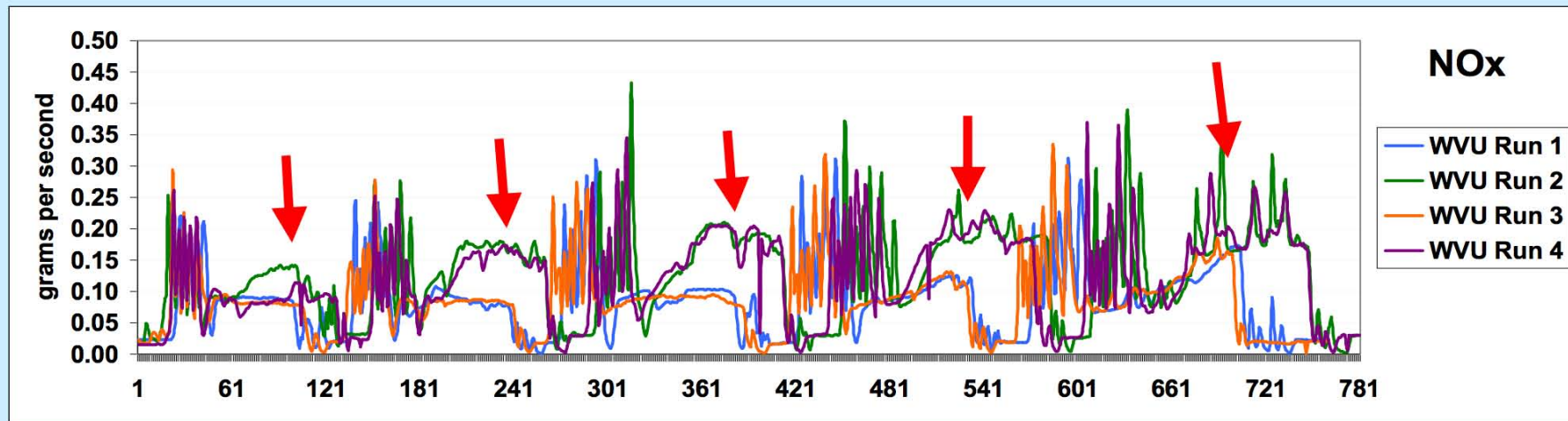




„DieselGate“: Detekuje-li motor, že není testován dle požadavků na typové schválení, upraví se řízení motoru (spalování a/nebo úprava výfukových plynů), s vedlejším důsledkem zvýšení NO_x

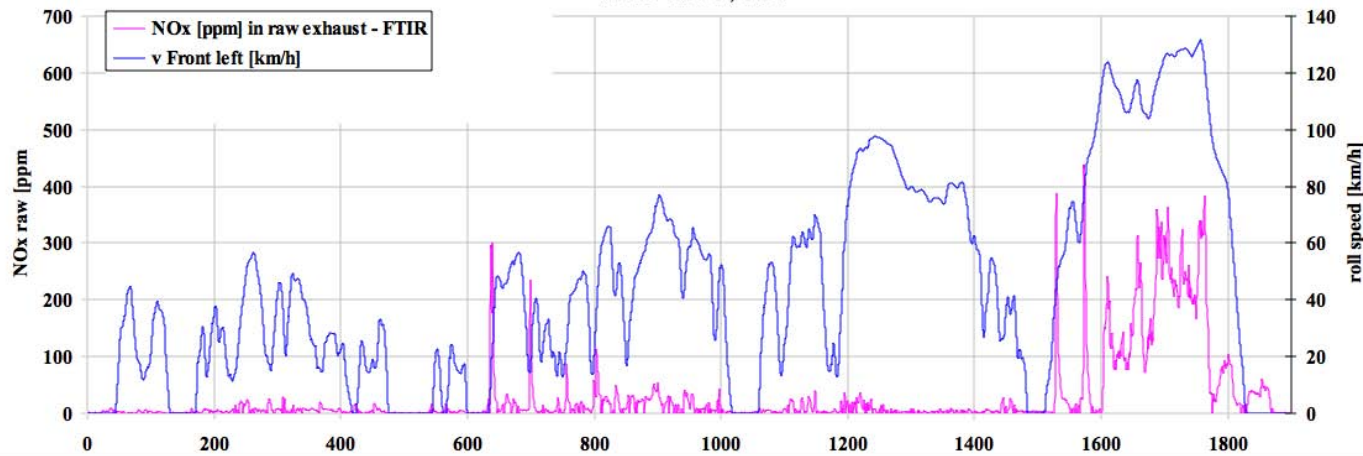
Run	Grams per cycle				
	NOx	HC	CO	CO2 [kg]	PM
1	65.31	94.30	11.32	5.92	0.256
2	100.05	92.49	11.84	6.44	0.305
3	65.29	91.88	18.52	6.15	0.296
4	95.31	93.74	16.50	6.35	0.314

(Nákladní vozidlo, měřeno autorem
v USA před více než 10 lety)



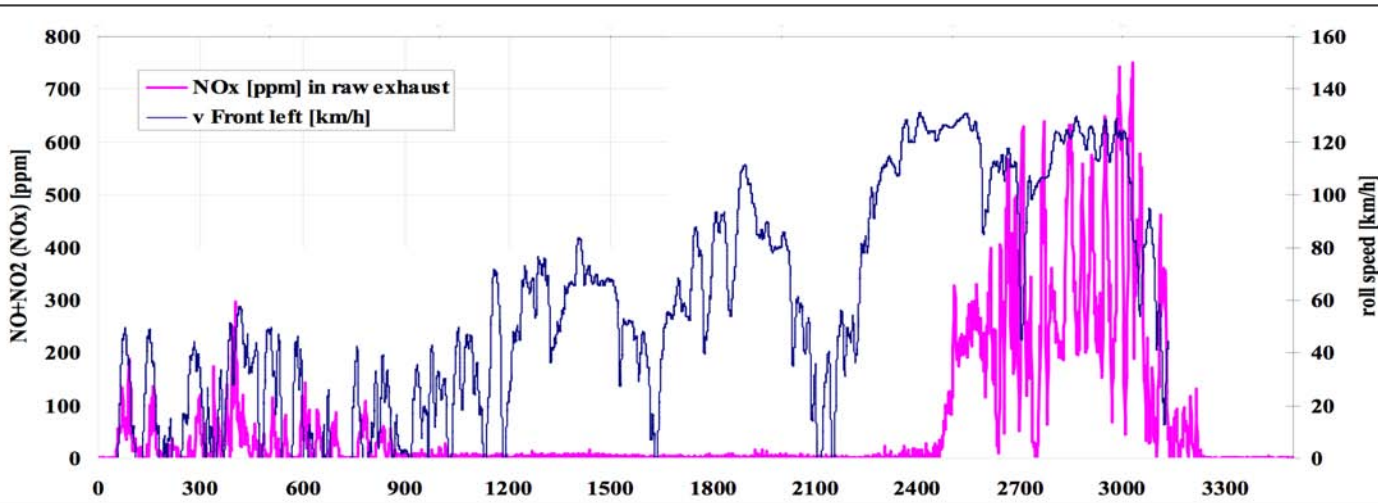


WLTP - Nov 12, 12:58



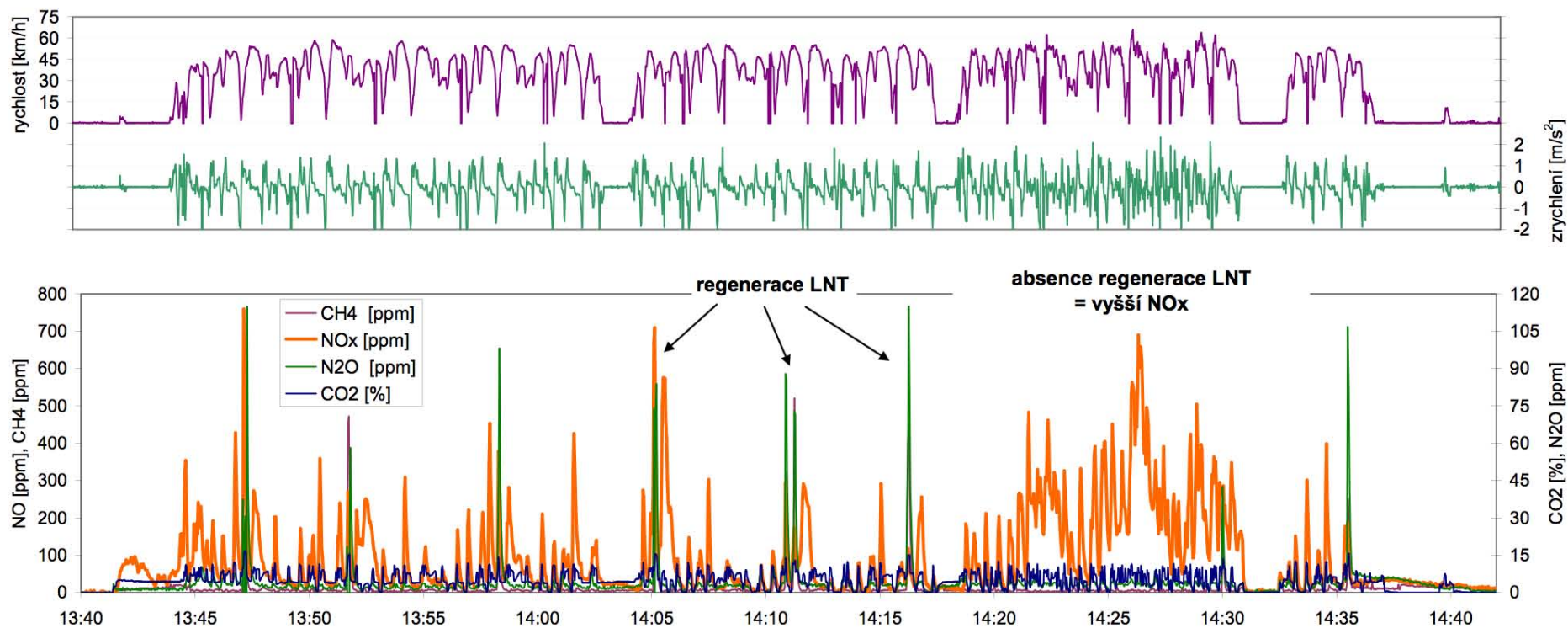
<- WLTP cyklus

Koncentrace NOx ve
výfukových plynech
Euro 6 automobil r.v.
2015 (nafta)



<- CADC cyklus

Automobil, r.v. 2015, Euro 5, naftový motor s LNT



Při dynamičtější jízdě nedocházelo k regeneraci zásobníkového katalyzátoru („úspora paliva“?) a emise NO_x byly výrazně vyšší.

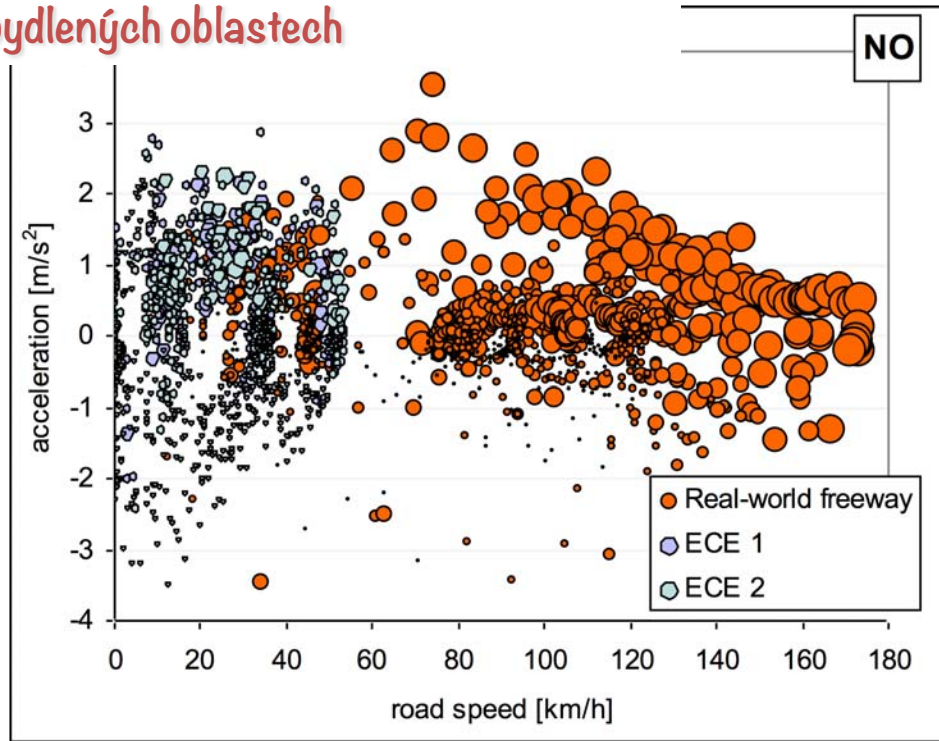
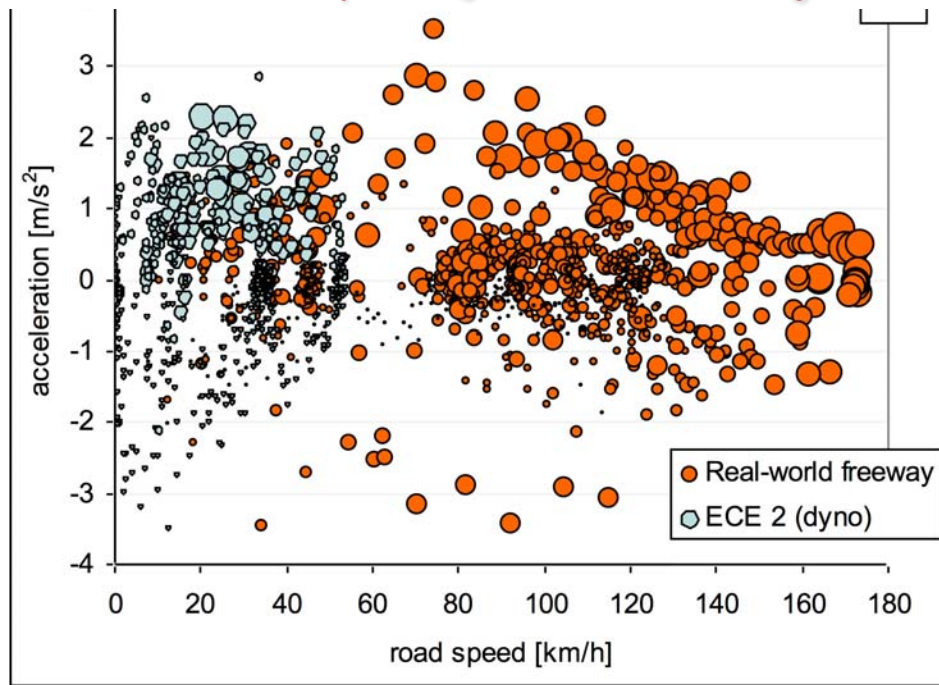


Jízda po dálnici

Osobní automobil Škoda Octavia, naftový motor Euro 4, 103 kW

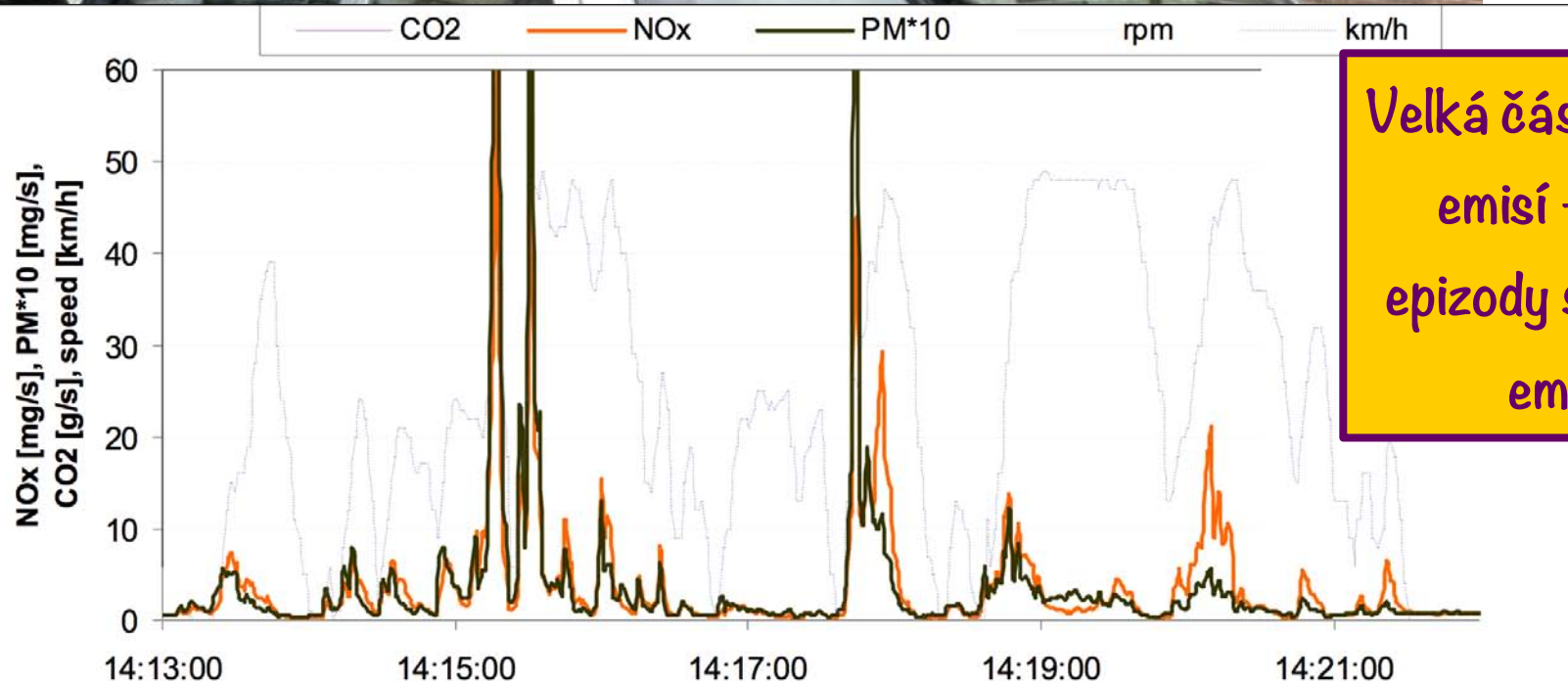
Nad 120 km/h se emise částic a NO_x prudce zvyšují...

protiargument: takto se nejezdí v obydlených oblastech



Jízda po městě

Osobní automobil Škoda Octavia, naftový motor, 103 kW



Velká část celkových
emisí – krátké
epizody s vysokými
emisemi

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

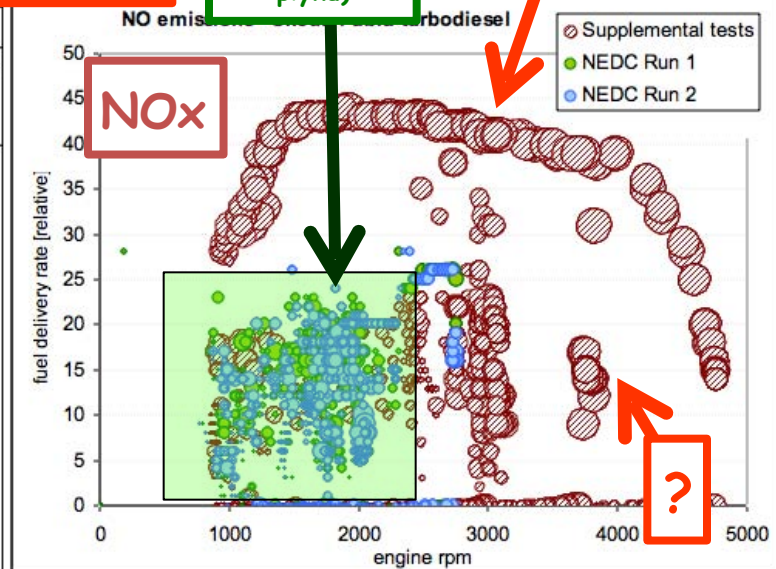
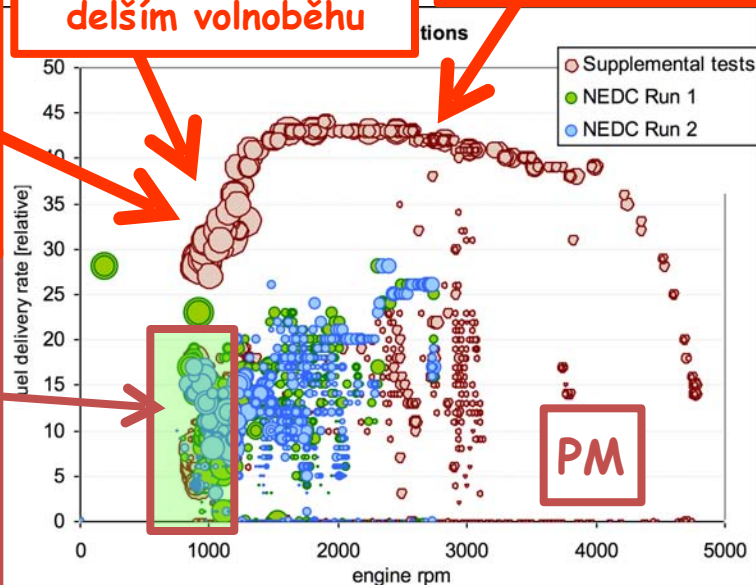
Dlouhý provoz v
nízkém zatížení:
Zhoršení
spalování, vyšší
podíl OC v PM,
snížení účinnosti
katalyzátorů

Emise zhoršeny
nízkou účinností
oxidačního
katalyzátoru po
delším volnoběhu

Požadavek potřebného
přebytku vzduchu je
protichůdný požadavku na
vysoký výkon

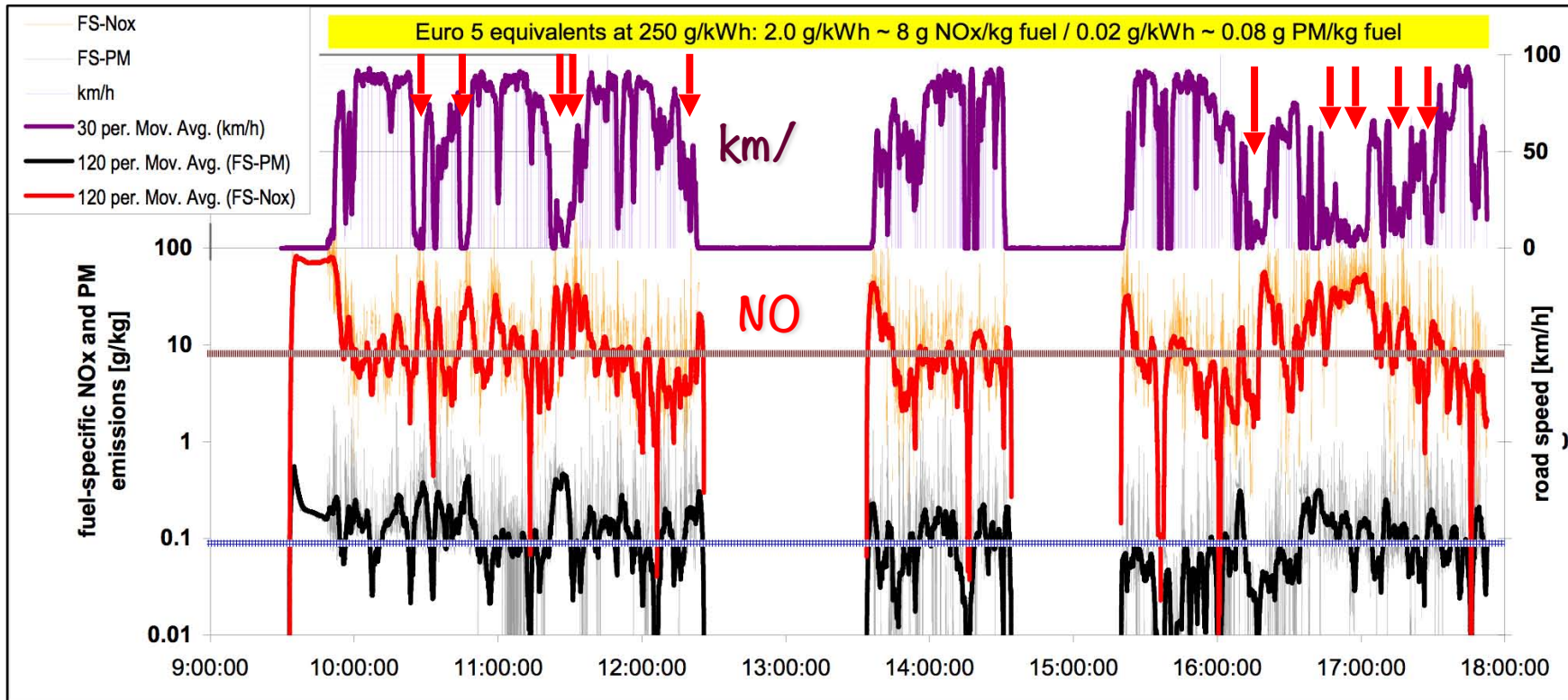
NO_x
sníženy
EGR
(recirkulace
výfukových
plynů)

NO_x: Použití
EGR je
protichůdné
požadavku
vyššího výkonu



Kongesce a pomalá jízda: Ochlazování SCR katalyzátorů

DAF XF1105, Euro 5, 540 tis. km, 39 tun, Pražský okruh





Proč jsou emise v reálném provozu vyšší oproti homologačním testům (typové schválení)

- Technická omezení – teplota katalyzátoru, teplota, průtok, složení výfukových plynů
- Nežádoucí dopady paliv a technologií
- „Neoptimální“ seřízení výrobcem
 - Level I: Víceemise v režimech nepokrytých cyklem
 - Level II: Víceemise i v režimech cyklu („DieselGate“)
- „Neoptimální“ seřízení a úpravy uživatelem
 - palivo navíc zpravidla zvýší výkon i když se úplně nespálí
- Stárnutí a poruchy
 - Nemusí být pozorovatelné – proto pravidelné technické kontroly



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 !!!**



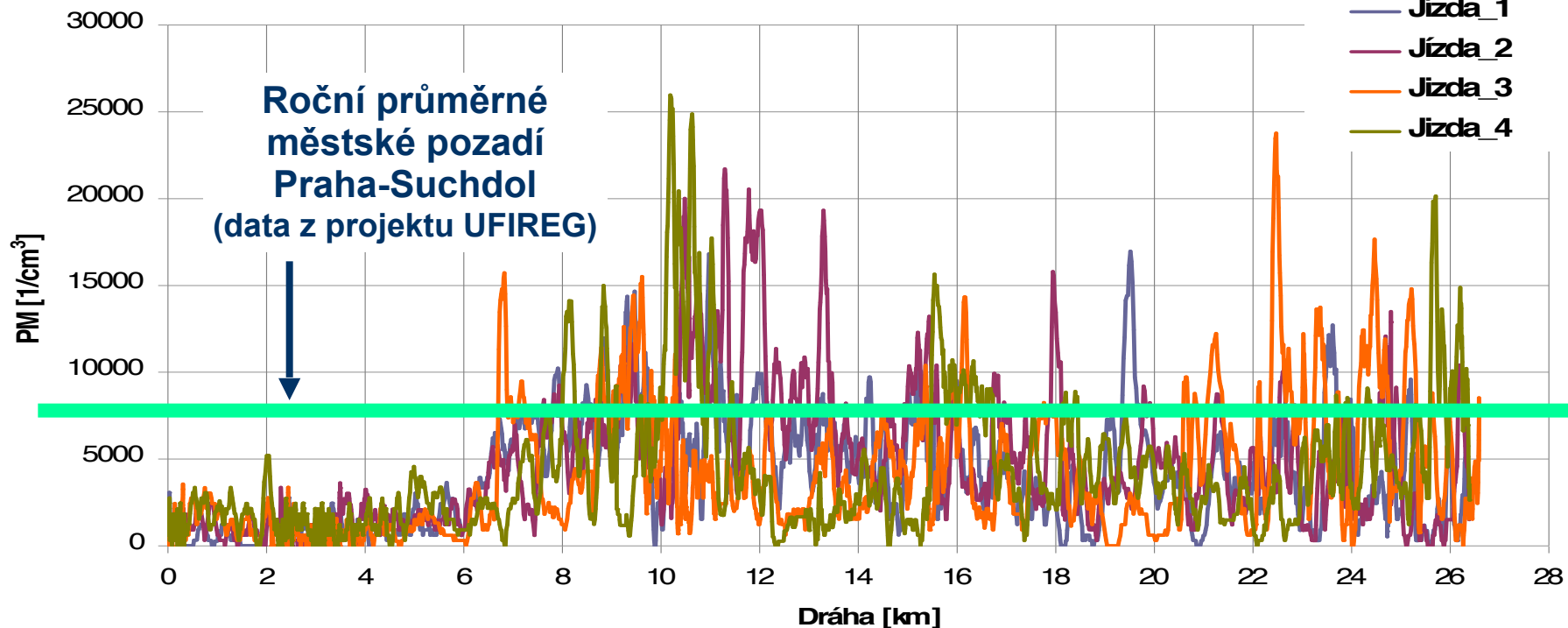
- Vznikají při vysokých teplotách z dusíku ve vzduchu
- Benzinové motory: redukce v třícestném katalyzátoru
 - přebytek vzduchu: vyšší emise NO_x
 - přebytek paliva: vyšší emise částic
- Naftové motory:
 - V motoru vzniká NO , NO_2 se „vyrábí“ v oxidačním katalyzátoru pro spalování částic (sazí), červenohnědý 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!!!



Koncentrace částic ve výfukovém potrubí

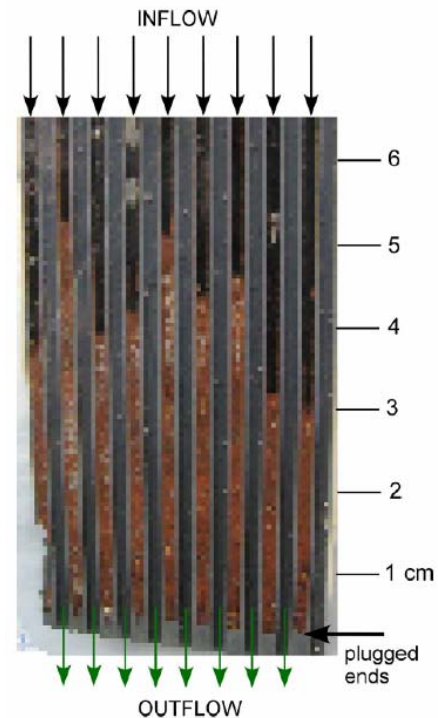
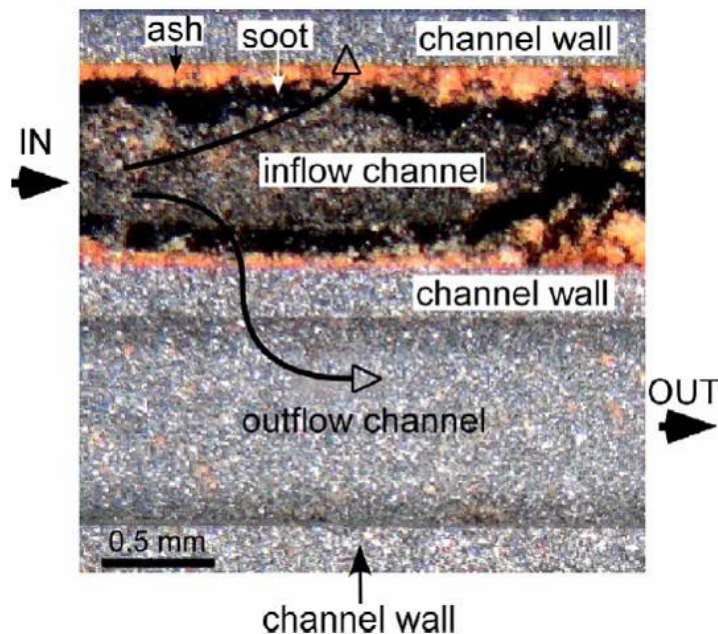
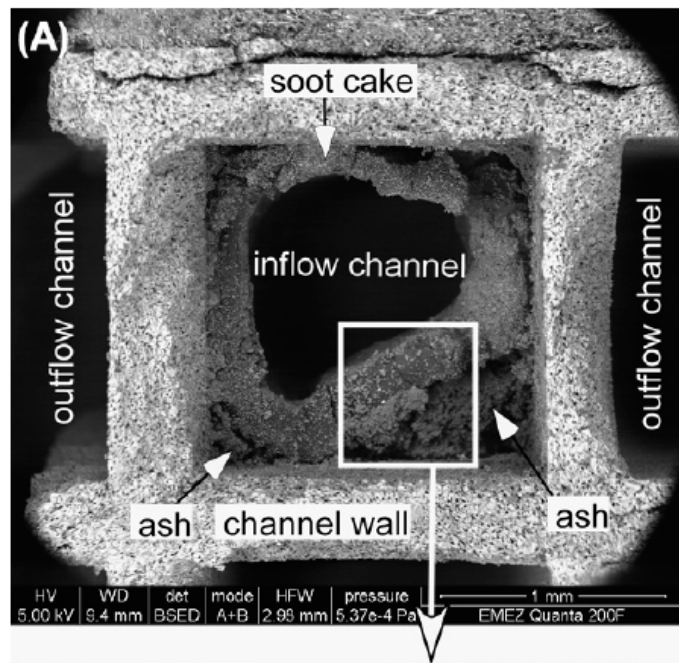
Nákladní vůz, dieslový motor Euro 6

Koncentrace částic na centimetr krychlový





Filtr částic



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

Filtry částic - účinnost 90 až 99,99%





Potenciál technologie filtru částic: $< 10^{11}$ částic / kWh

Při $5-10 \text{ m}^3/\text{kWh}$ to odpovídá $< 10-20$ tisíc částic na cm^3 .

To je méně než podél silnic v ovzduší.

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

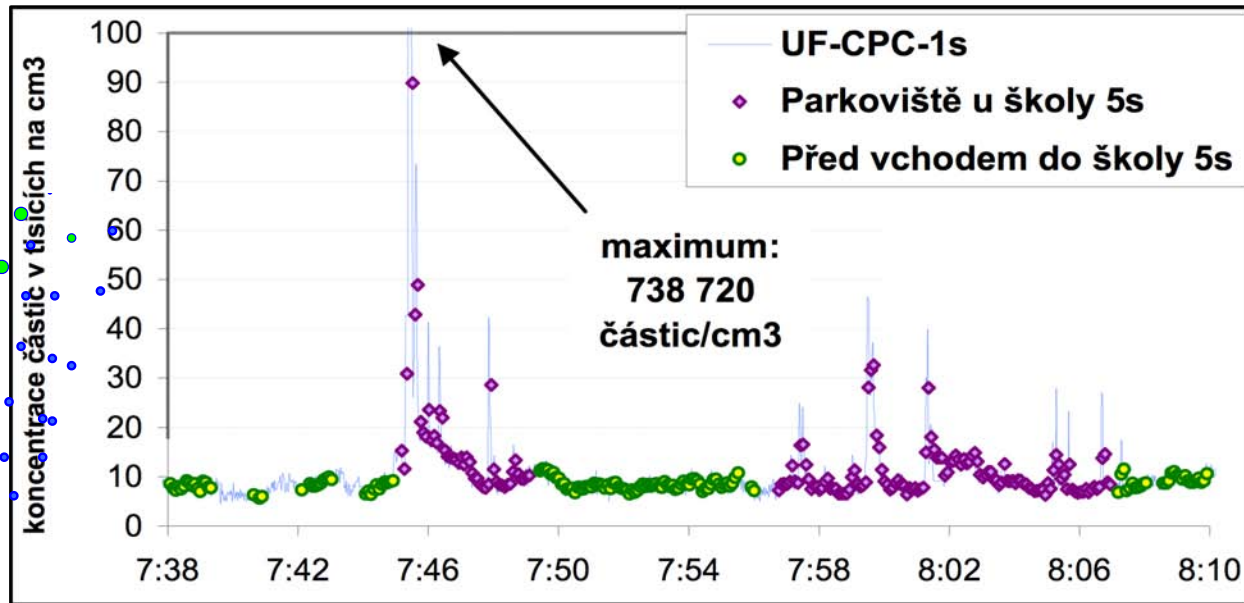
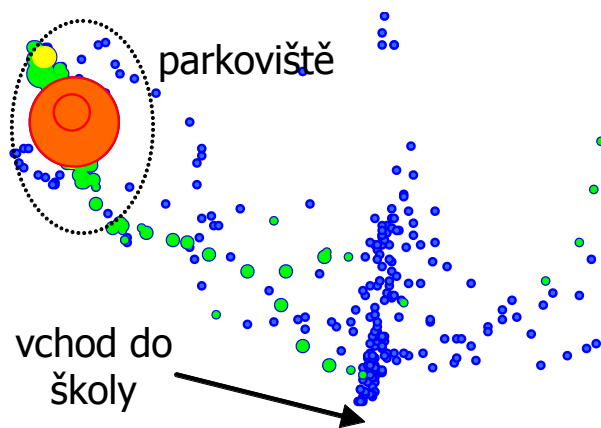
Emissions of particulate matter very low even during
1-hour idle and generally well below $1 \text{ mg}/\text{m}^3$





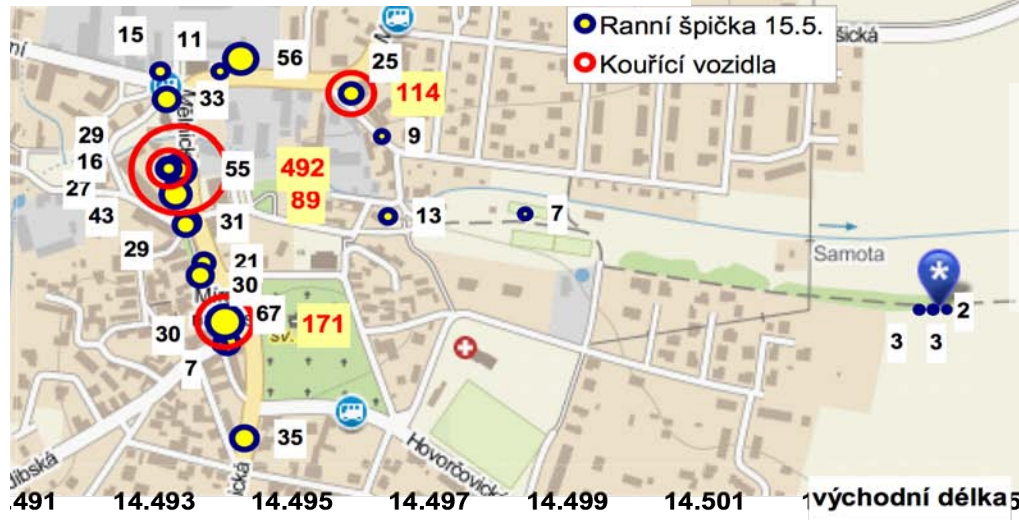
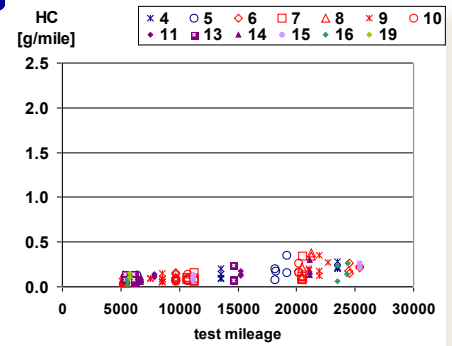
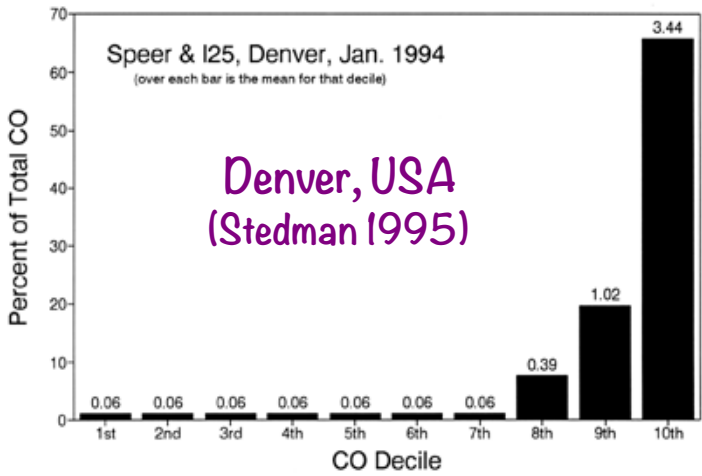
Měření u ZŠ Sion, Hr. Králové

Nejvyšší koncentrace částic na parkovišti u školy, většina částic z malé části automobilů

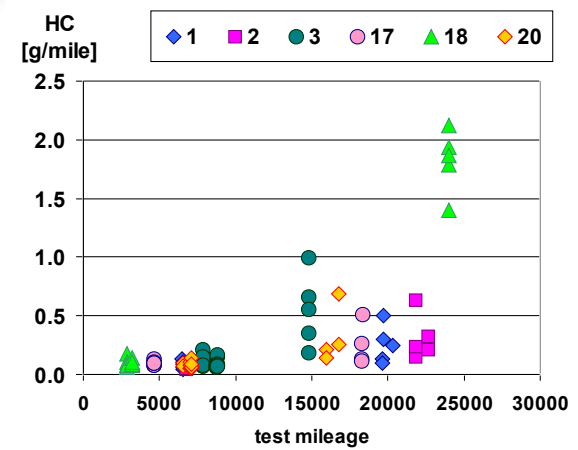




Velký podíl na znečištění má malá část vozů s vysokými emisemi



CNG autobusy
(měření autora,
Pittsburgh, USA,
1996-99)





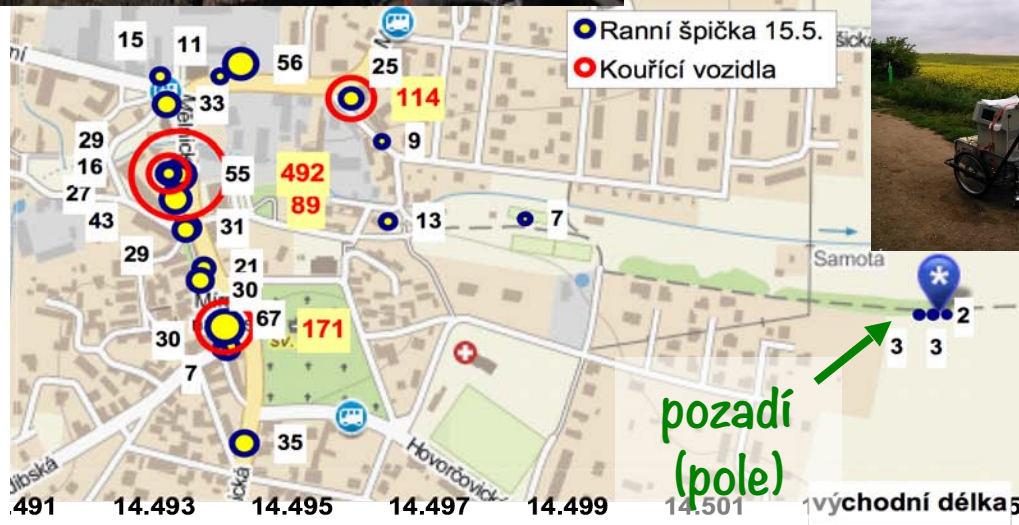
Koncentrace částic 10-500 nm ve venkovním ovzduší

Spořilov

26.3.2014

Libeznice

15.5.2014





Motory produkují velmi malé částice, ty se bohužel
s vysokou účinností zachycují v plicích a pronikají
do krevního oběhu...

Zachycovací účinnost dýchacího

systému
(Oberdoerster)

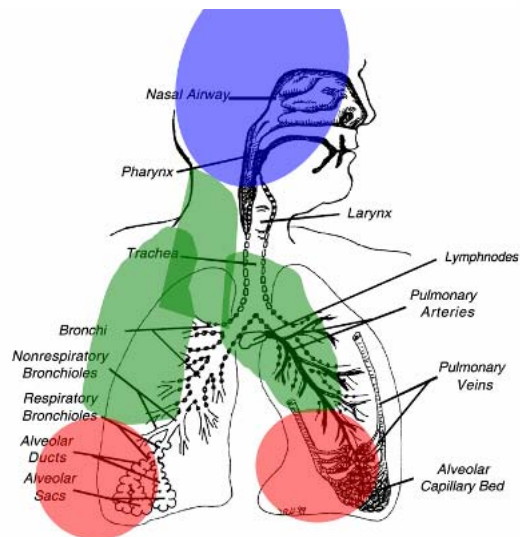
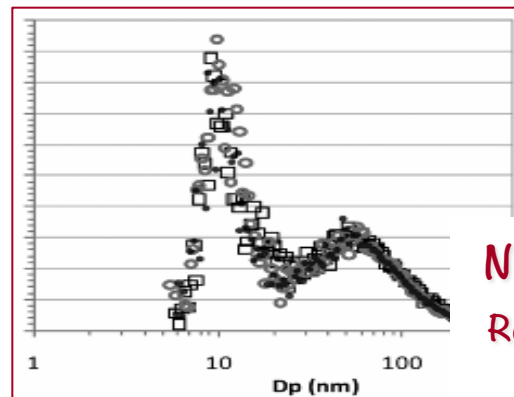
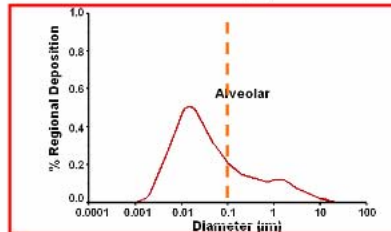
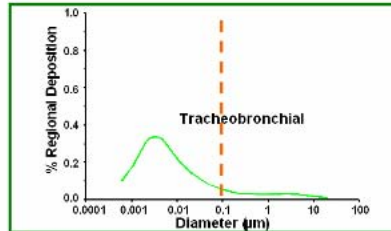
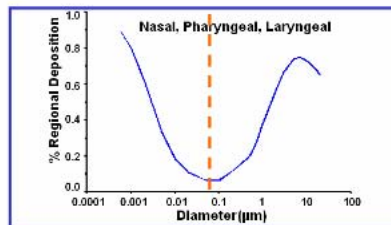
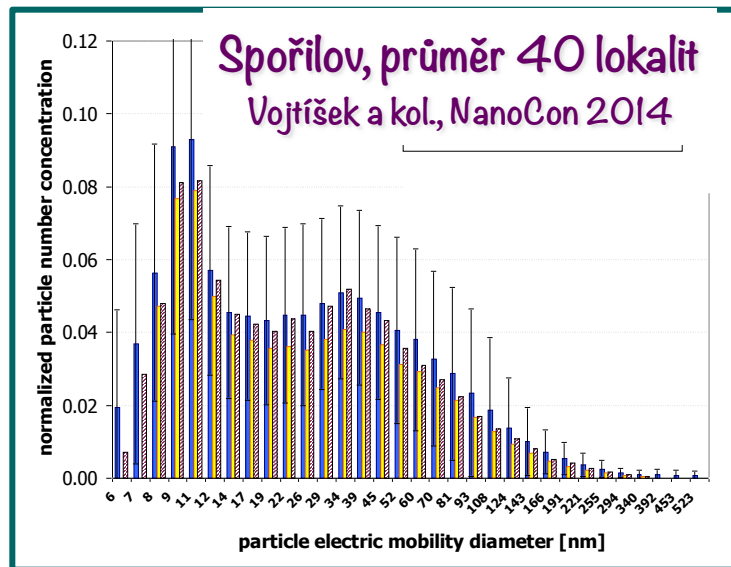


Figure courtesy of J.Harkema



Naftový motor
Ronkko a kol, EST
2013





Částice se měří dle celkové hmotnosti, nově též dle počtu, tj. „na váhu“ a „na kus“.
(Není ideální, ale zatím nic jiného není.)

– zkuste takto prodávat autodíly, 1 nárazník váží jako několik ECU, 1 žárovka jako 1 motor –

Emisní limity v širší perspektivě

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



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) v určitých režimech
- CH_4 - motory na zemní plyn a bioplyn, LNT

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

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

Neohlídáme-li si emise z motorů sami, budou motory z měst vykázány???



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

