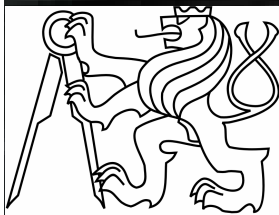


# Spalovacími motory jako hlavní zdroj nanočástic v městském ovzduší: Identifikace problémů a návrh řešení



**Doc. Michal Vojtíšek, M.S., Ph.D.**

**Centrum vozidel udržitelné mobility**

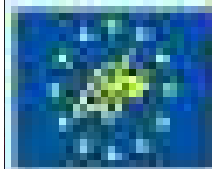
**Fakulta strojní, ČVUT v Praze**

**EU LIFE+ projekt MEDETOX,**

**Technická univerzita v Liberci**

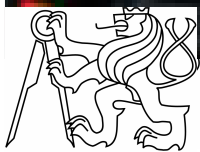
**[michal.vojtisek@fs.cvut.cz](mailto:michal.vojtisek@fs.cvut.cz)**

**tel. (+420) 774 262 854**



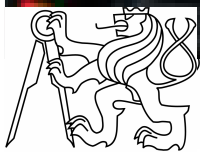
# Proč nás zajímají částice?

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



**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  
  
Zkuste spálit stejné množství  
uhlí či biomasy uprostřed ulice.**

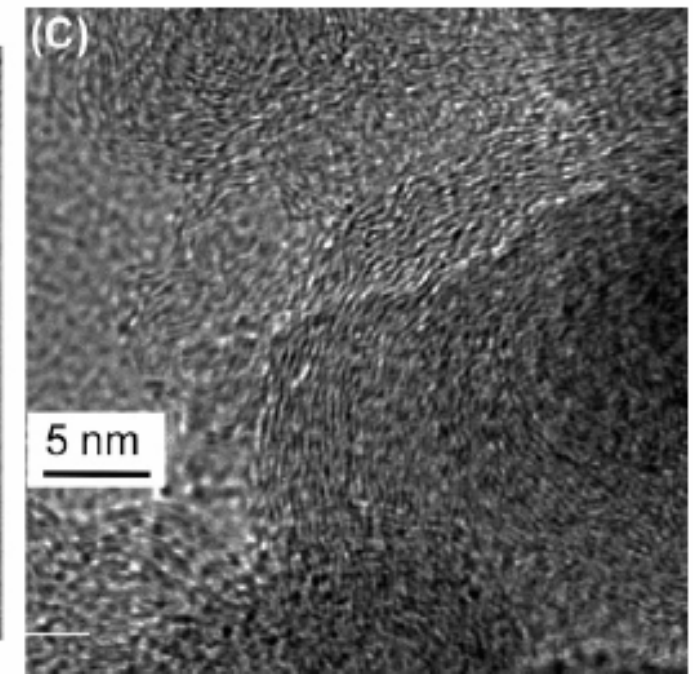
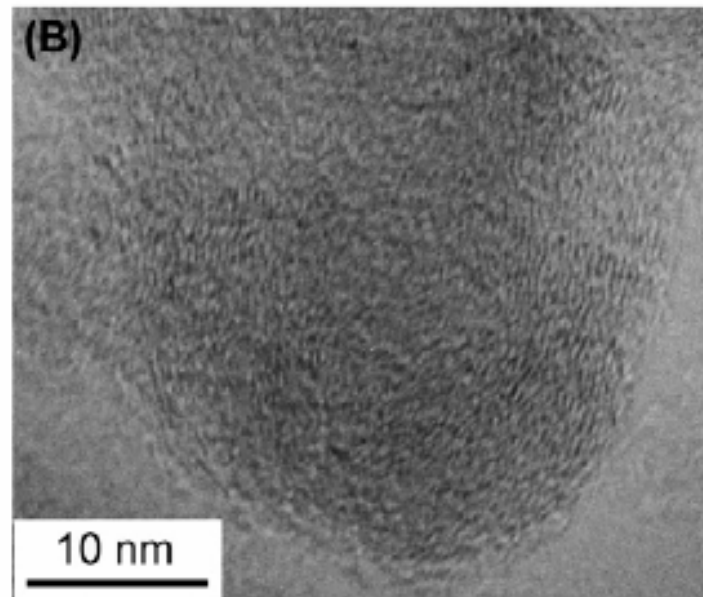
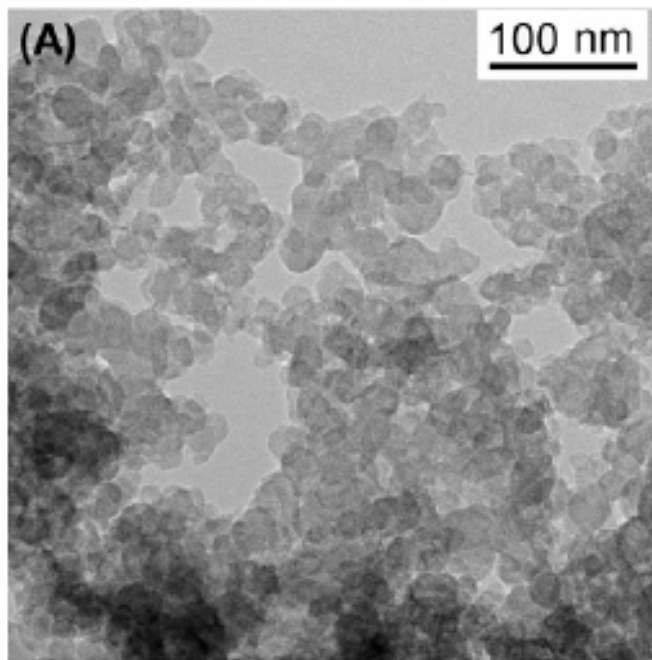




# Spalovací motory – hlavní zdroj nanočástic

## 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.**



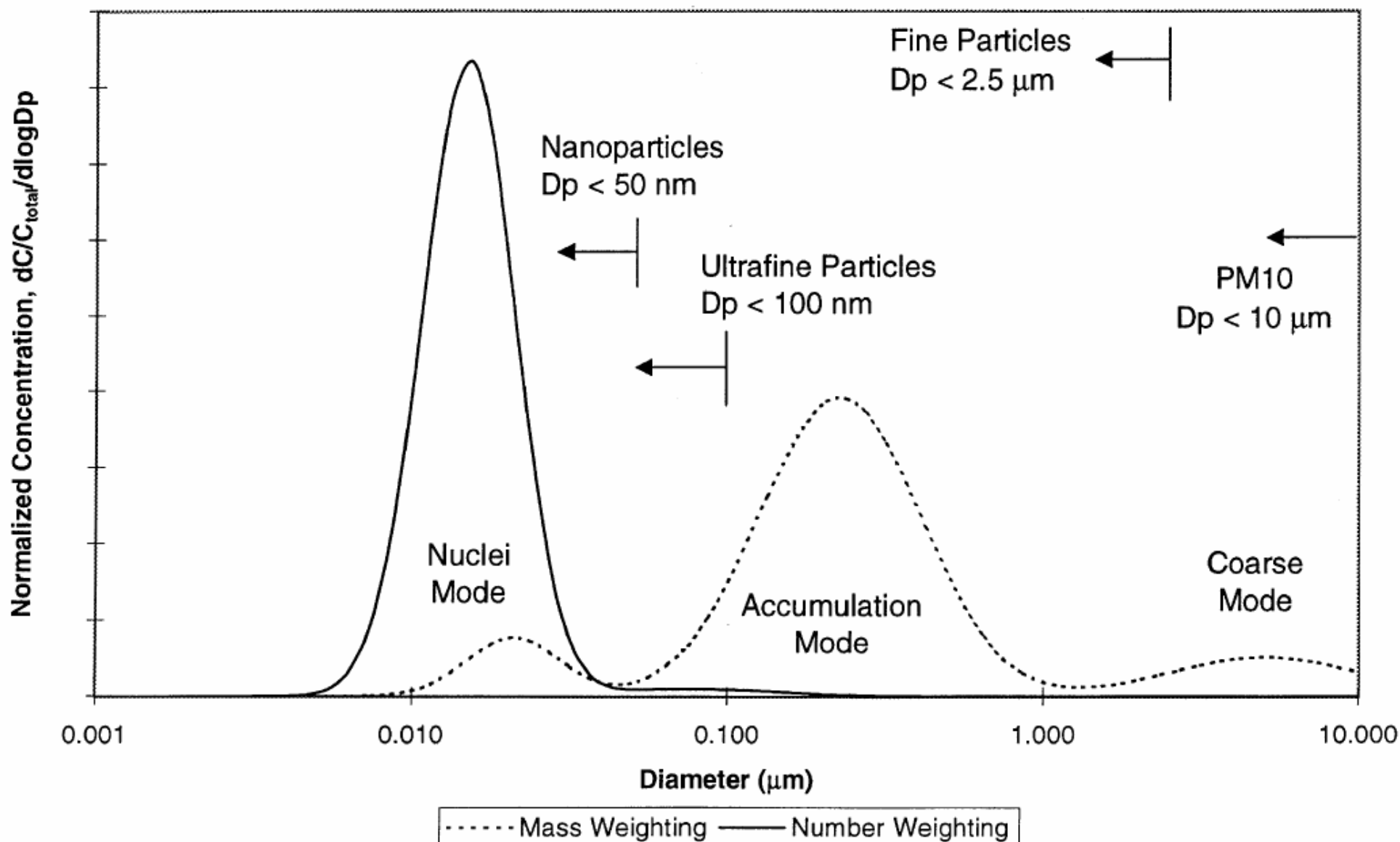
**Liati A., Dimopoulos P.E., Combustion and Flame 157 (2010) 1658–1670.**





# Spalovací motory – hlavní zdroj nanočástic

## Typické velikostní spektrum částic - vznětové motory



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



# Spalovací motory – hlavní zdroj nanočástic

## Fractional Deposition of Inhaled Particles (Oberdörster)

Zachycovací účinnost dýchacího systému

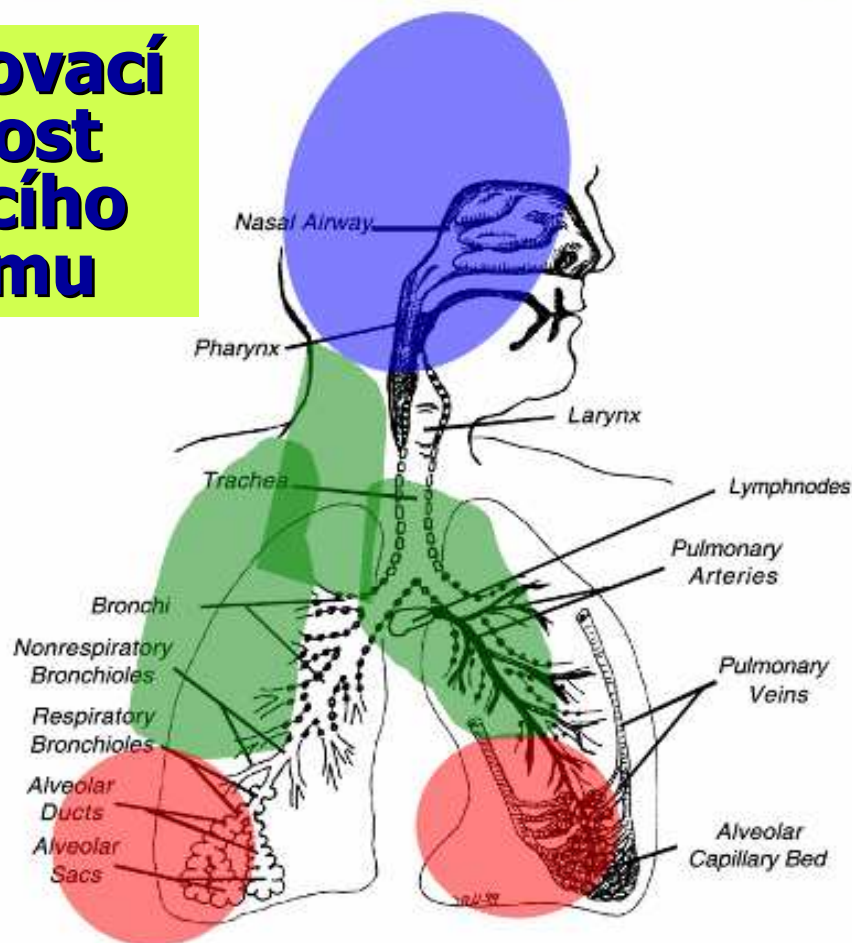
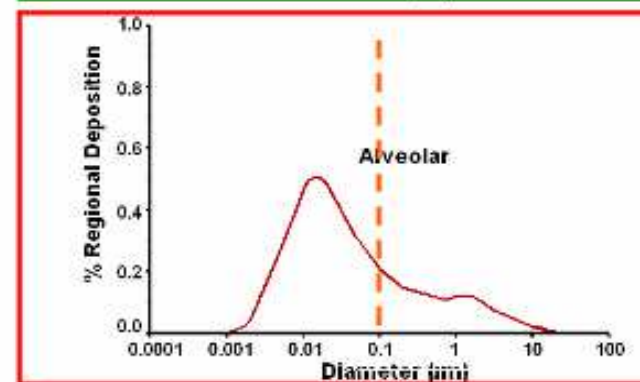
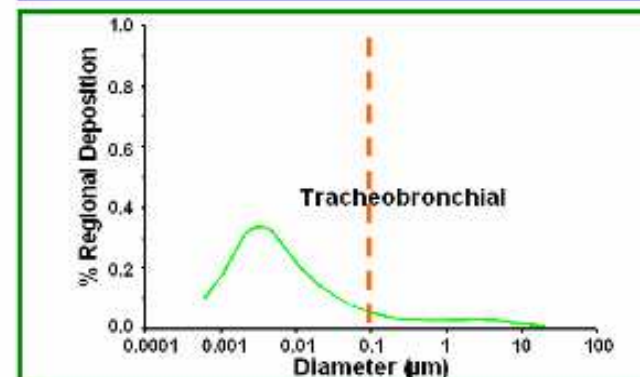
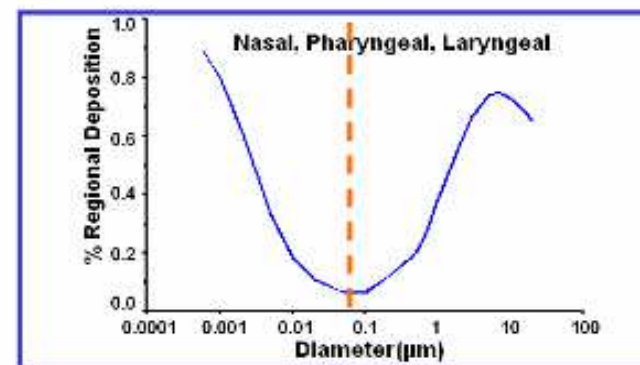


Figure courtesy of J.Harkema



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

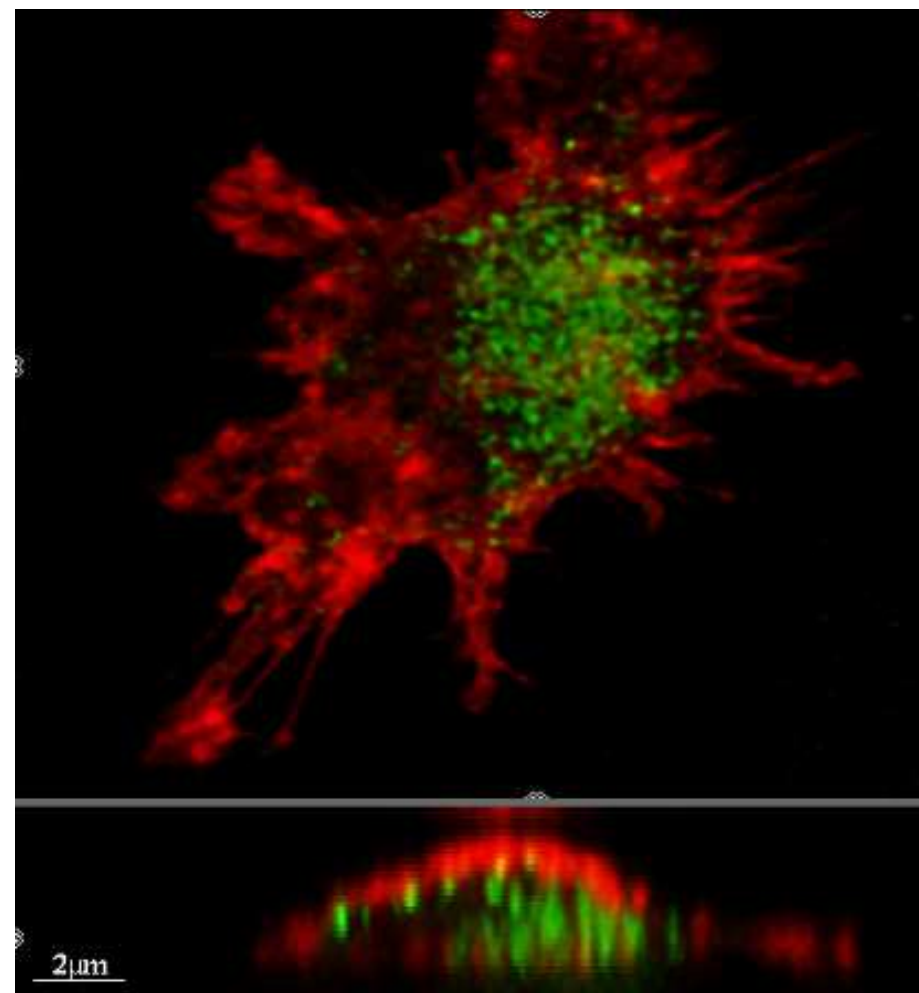
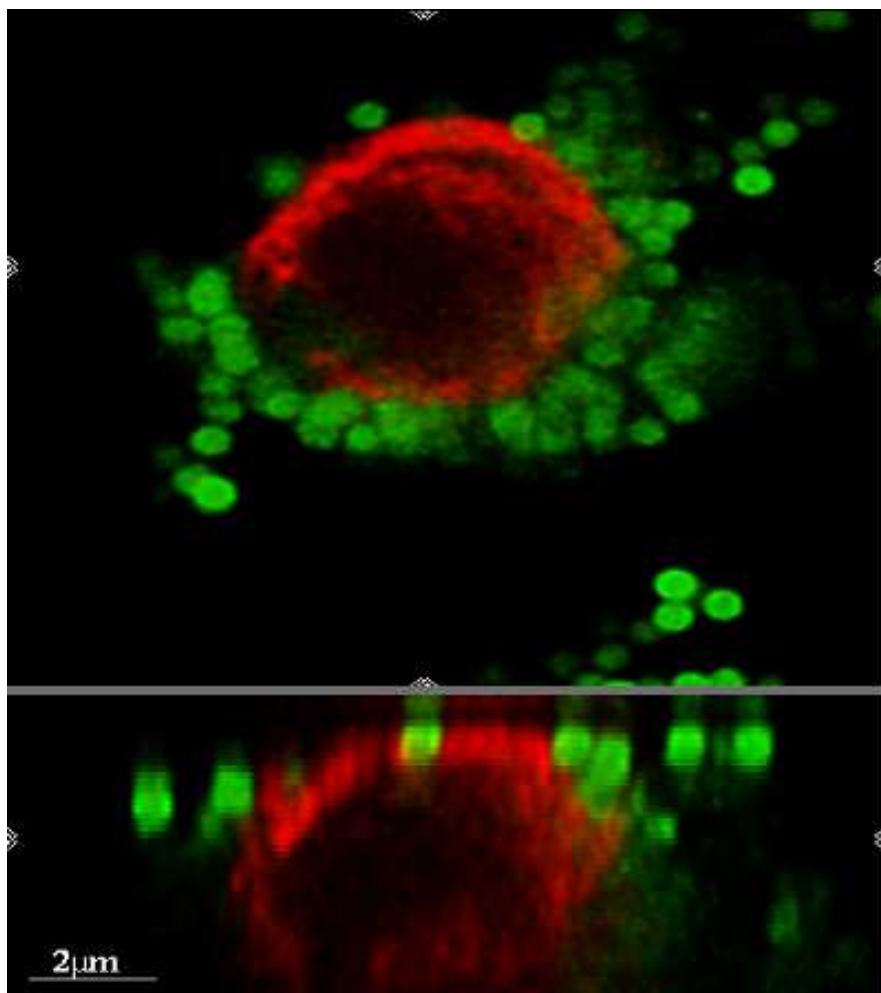


# Spalovací motory – hlavní zdroj nanočástic

## Pronikání velmi jemných částic (desítky nm) buněčnou membránou

■ 1000 nm  
Polystyrene Particles

■ 78 nm  
Polystyrene Particles

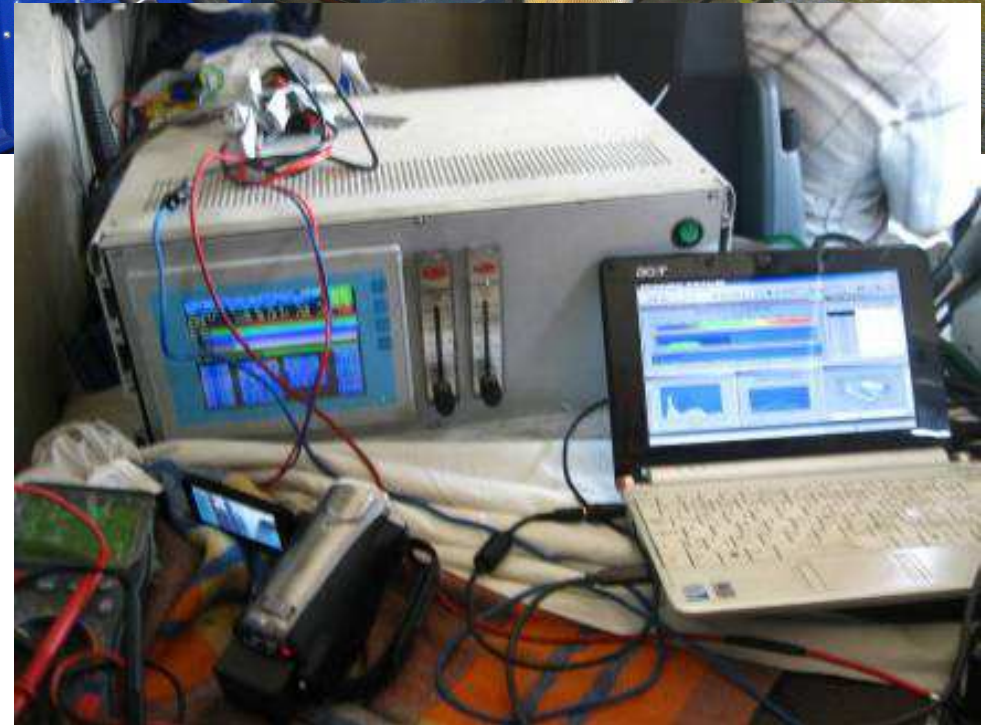
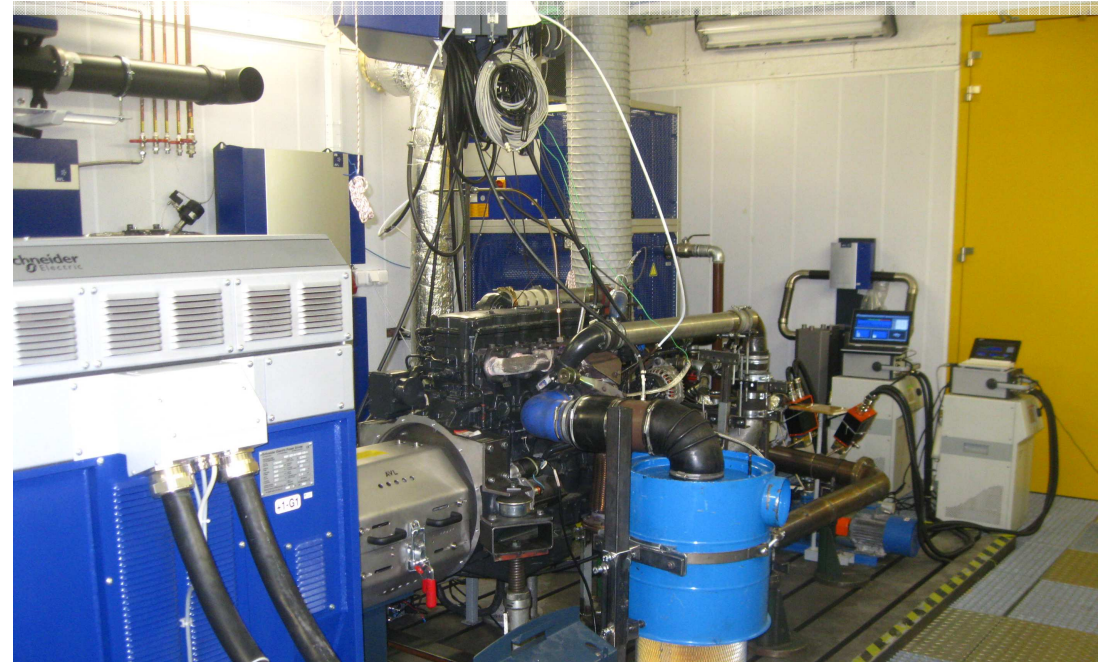


Barbara Rothen-Rutishauer, as quoted by A. Mayer, 12th ETH Conference on Combustion Generated Nanoparticles



# S čím si hrajeme v naší laboratoři

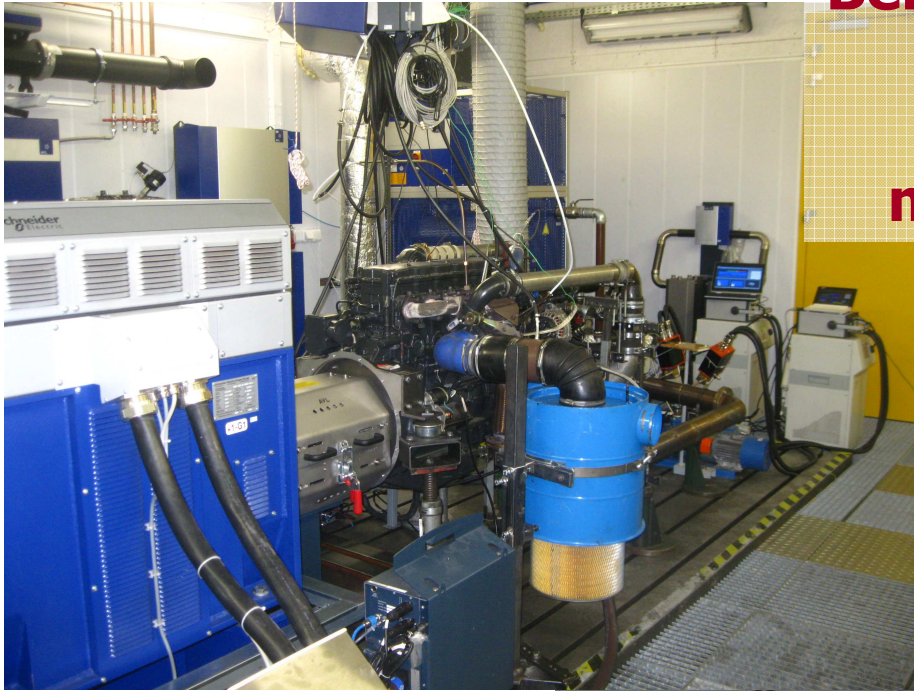
Online měření částic  
VTP Roztoky (ČVUT v Praze)





# Vzorkování částic ve VTP Roztoky (nové laboratoře ČVUT v Praze)

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





# S čím si hrajeme v naší laboratoři

**Představení... Co děláme... Měření emisí za reálného provozu**  
... měření nanočástic ve výfukových plynech a jejich vzorkování pro toxikologické analýzy

„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, ... )**





# S čím si hrajeme v naší laboratoři

## Měření emisí za reálného provozu – projekt MEDETOX

... měření nanočástic ve výfukových plynech a jejich vzorkování pro toxikologické analýzy



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



# S čím si hrajeme v naší laboratoři

**Měření autobusu za provozu  
(s tímto přívěsem měří Centrum dopravního výzkumu)**





# S čím si hrajeme v naší laboratoři

**Měření autobusu za provozu – projekt MEDETOX**  
**Přenosný FTIR analyzátor – online měření mnoha plynných látek**





# Škola hrou: Studentský projekt TU v Liberci n-butanol a isobutanol jako alternativní paliva

Sériově vyráběný benzinový motor provozovaný na E85, butanol, isobutanol, ...



Dopady nových paliv na emise, ovzduší, zdraví:  
FTIR měří formaldehyd, acetaldehyd, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>...





# Škola hrou: „Vysmažený“ fritovací olej jako palivo



Měření emisí -  
San Diego,  
Kalifornie - VW  
Jetta - použitý  
fritovací olej





# Možnosti současné technologie naftových motorů: Ve výfuku méně / stejně částic než ve vzduchu

**Euro 5 limit: 5 mg/kWh  $\sim$  1 mg/m<sup>3</sup>**

**Euro 6 limit: 6x10<sup>11</sup> částic/kWh  $\sim$  10<sup>5</sup> částic/cm<sup>3</sup>**



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

**Tento vůz a např. autobusy v New Yorku:  
Méně částic na m<sup>3</sup> ve výfuku než v  
ostravském vzduchu v zimě**





# Kolik nanočástic vdechujeme ve škole a kolem ní?



Michal Vojtíšek\*, Erik Zoubek, Eliška Hrnčiariková, Lukáš Kuneš, Jakub Sýkora,  
Adam Černík, Šimon Peterka, Michal Vojtíšek, Eliška Víravová

Základní škola Sion J. A. Komenského v Hradci Králové, Na Kotli 1201, 500 09 Hradec Králové

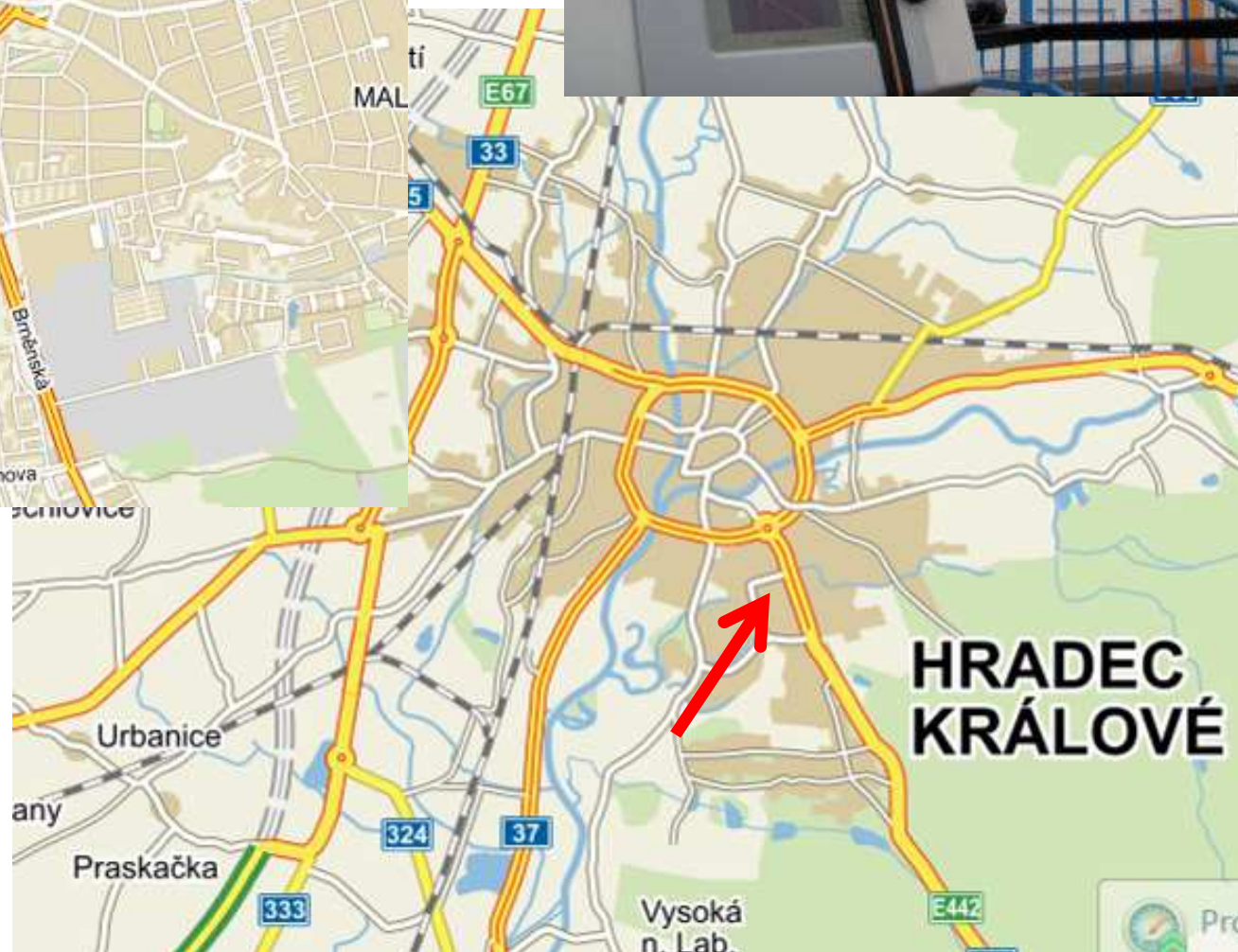
\* Centrum vozidel udržitelné mobility, Fakulta strojní ČVUT v Praze, michal.vojtisek@fs.cvut.cz, tel. (+420) 774 262 854

Den vědeckých pokusů na ZŠ SION J.A.Komenského, Hradec Králové, 23. ledna 2015

Prezentace výsledků – Ovzduší 2015, Brno, 20.-22.4.2015



# Lokalita ZŠ Sion





# Naše měření, ZŠ Sion, 23.1.2015





# Naše měření - přístroje

## 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)

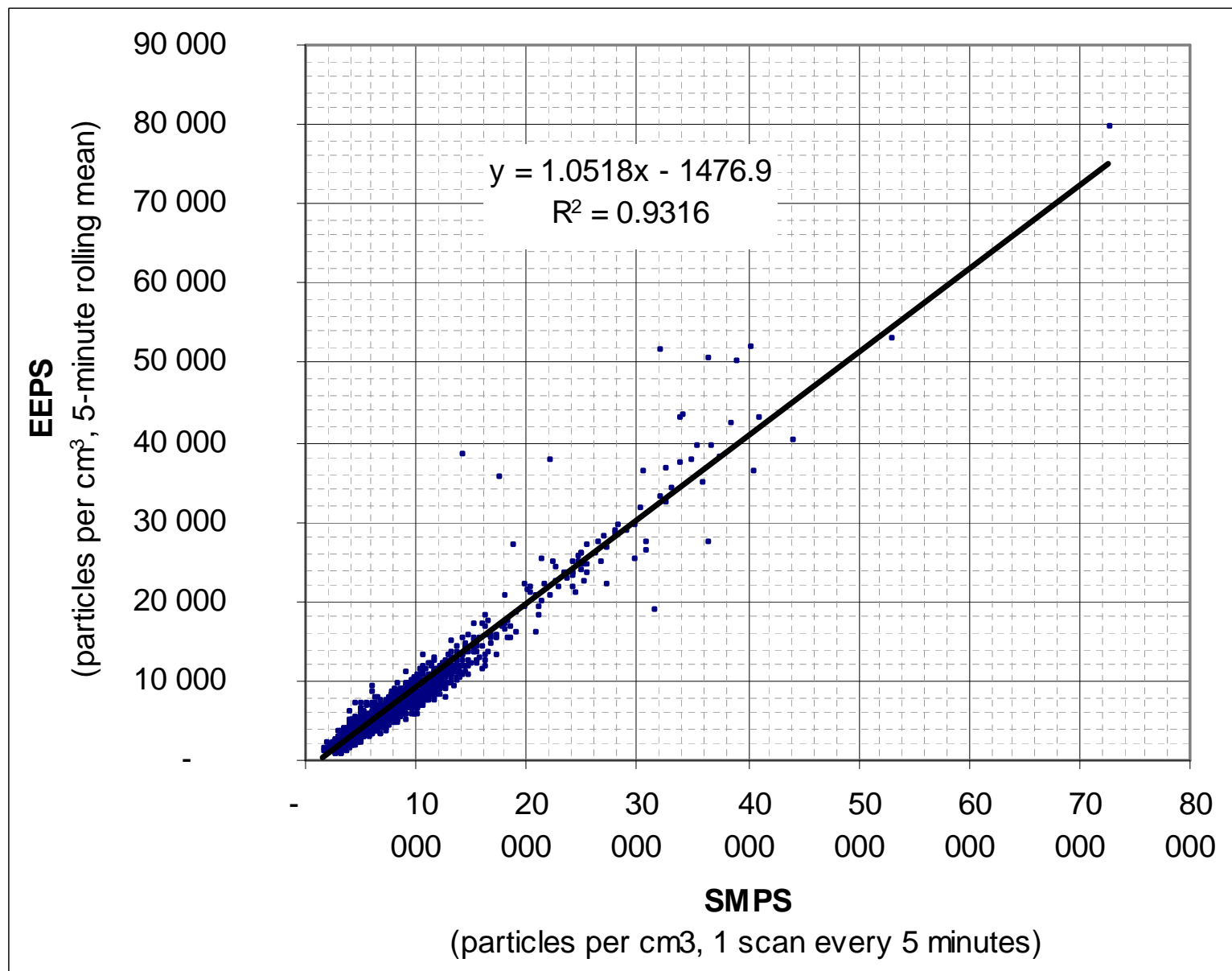
LiFeYPo  
Akumulátory,  
Měniče,  
Notebook





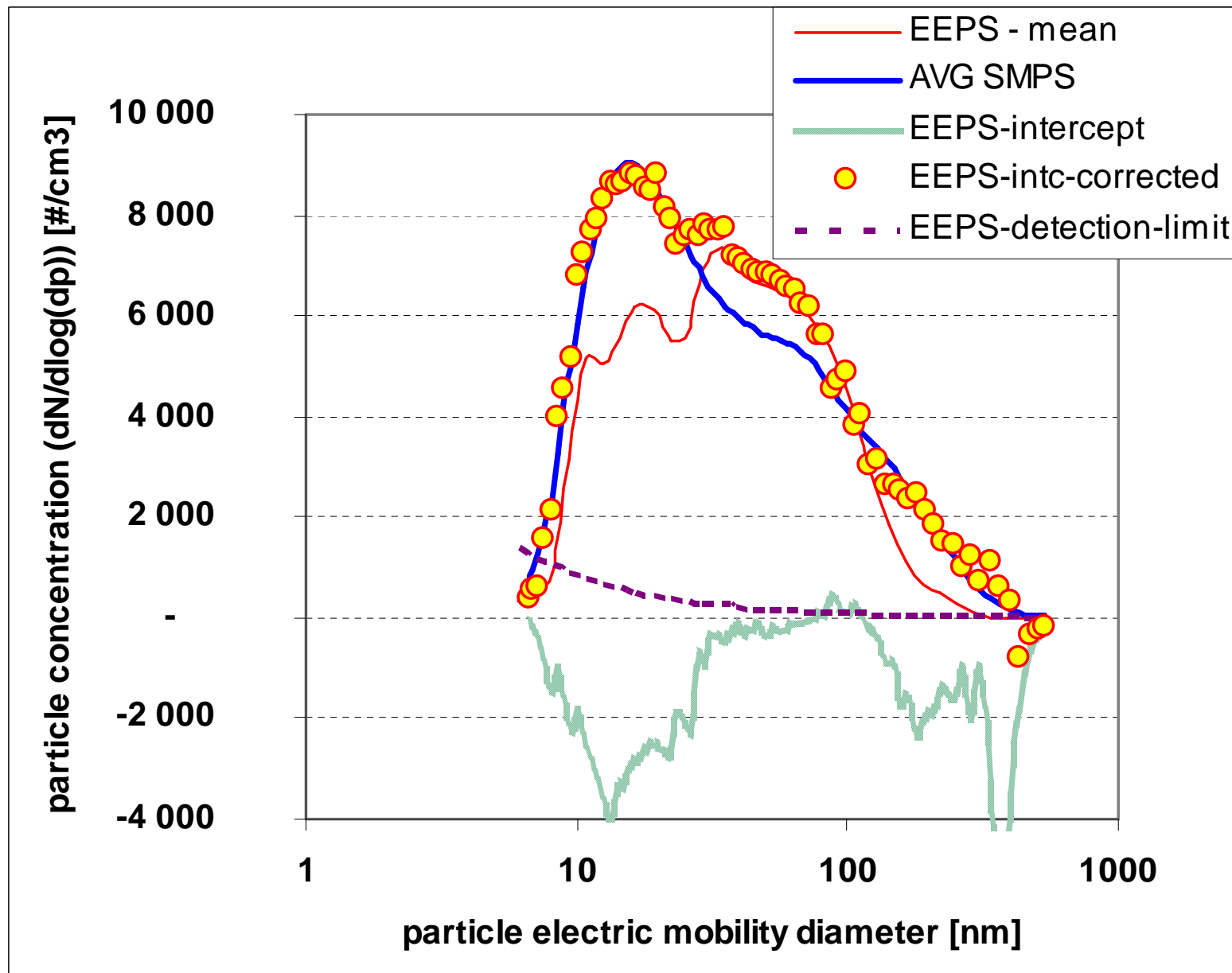
# Validace přístroje pro venkovní ovzduší

Kolokace EEPS s SMPS (projekt UFIREG), 28.6.-3.7.2014

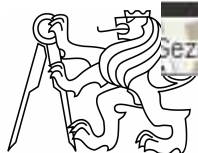
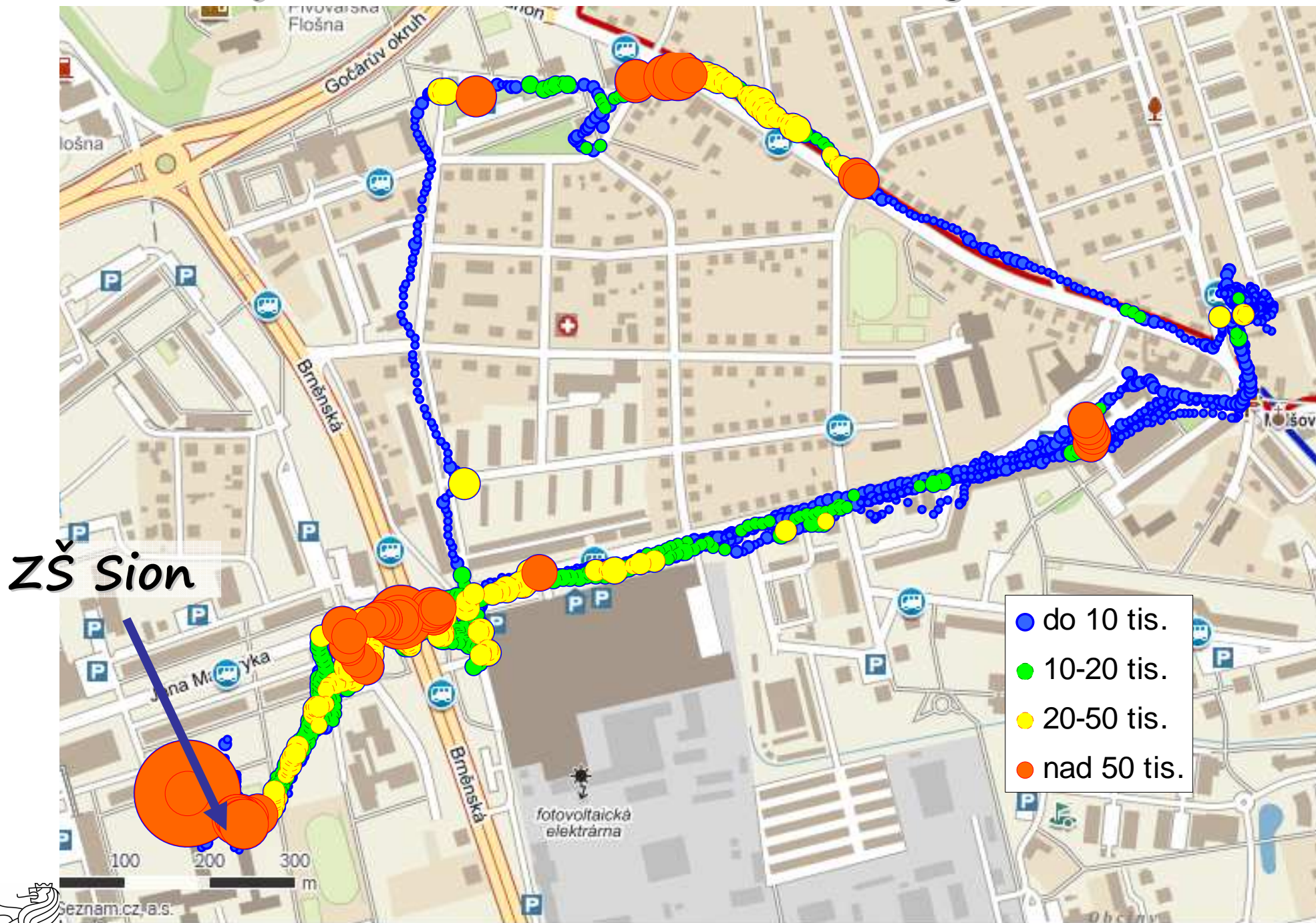


# Validace přístroje pro venkovní ovzduší

Kolokace EEPS s SMPS (projekt UFIREG), 28.6.-3.7.2014

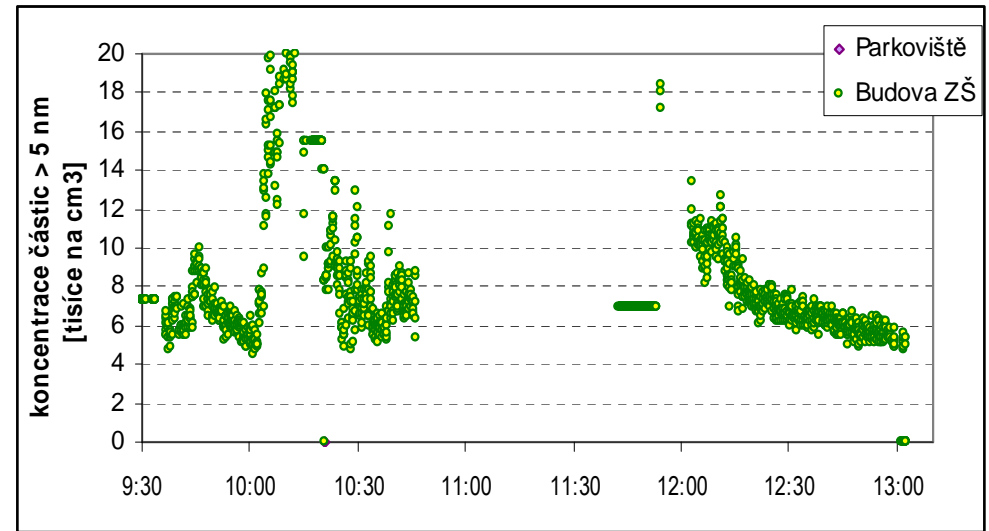
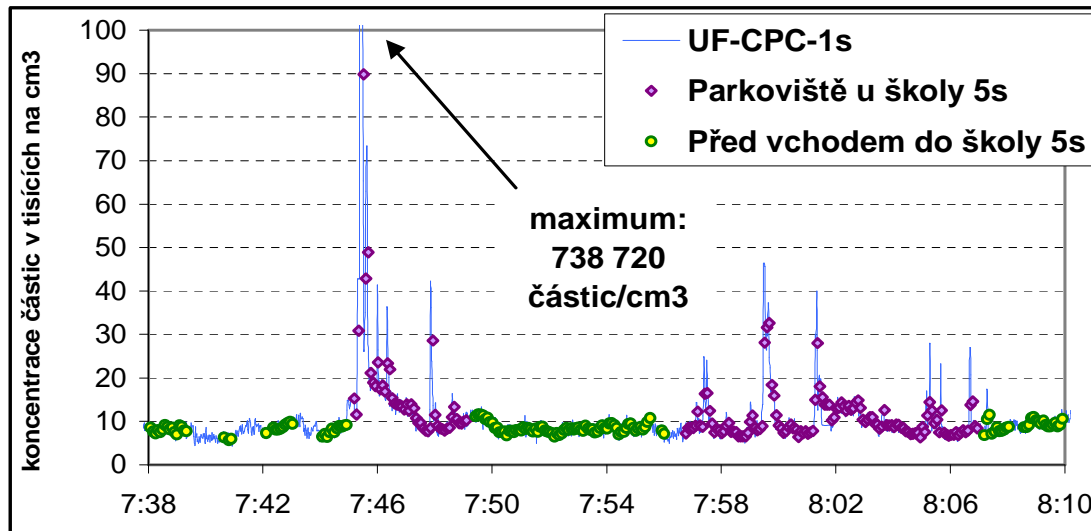
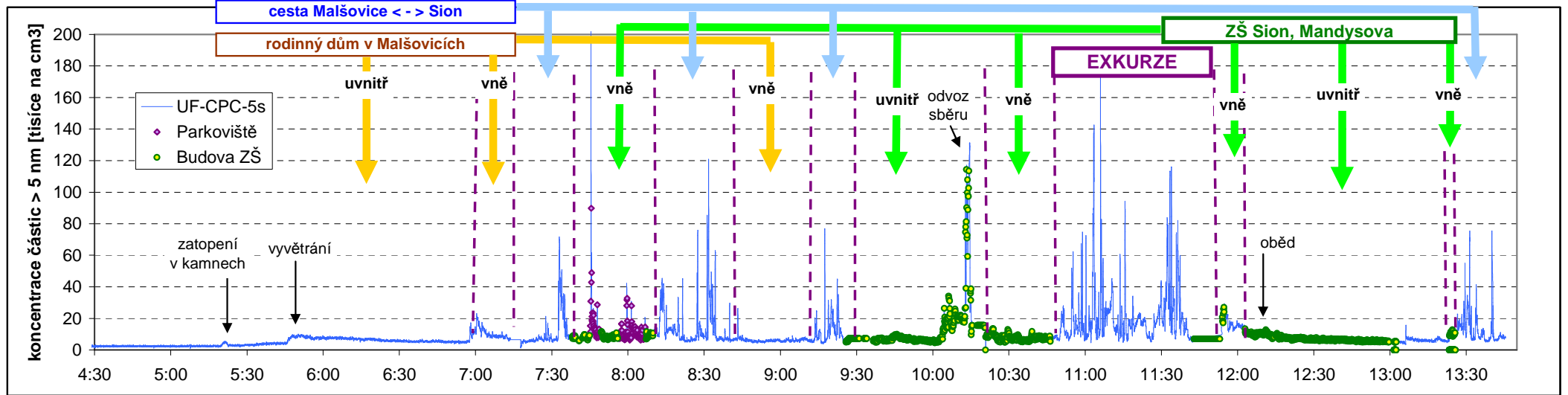


# Kde jsme měřili a kolik kde bylo částic

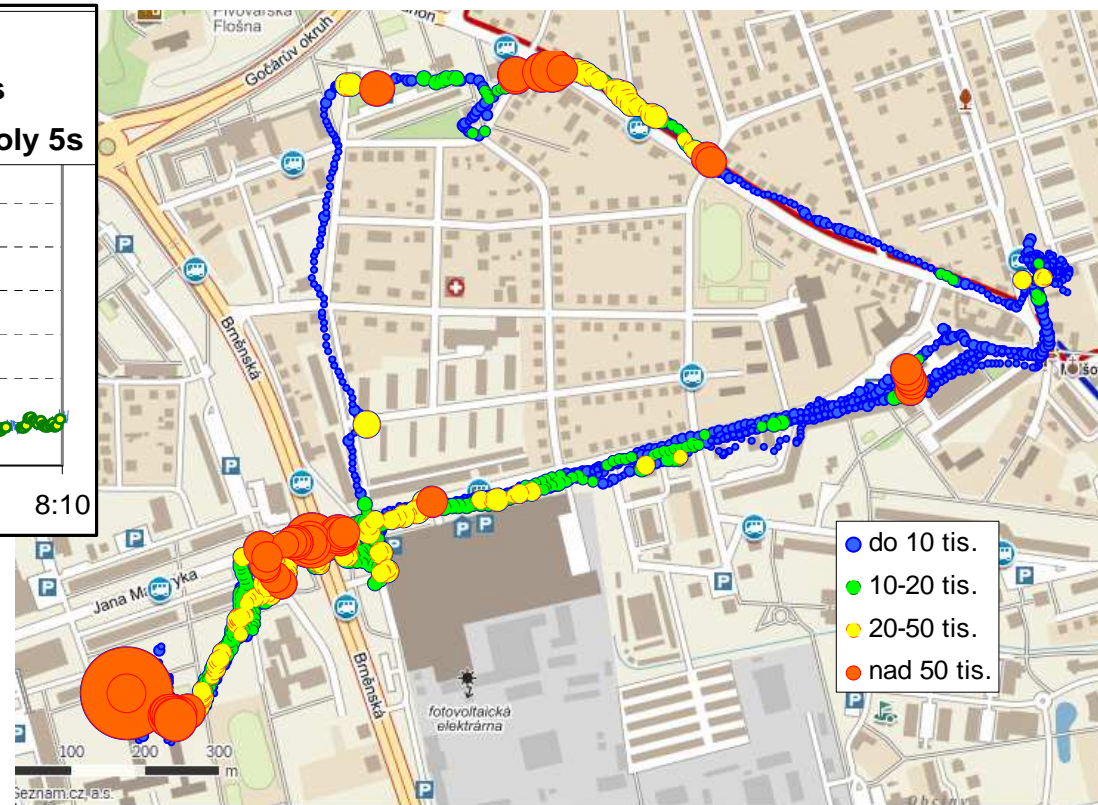
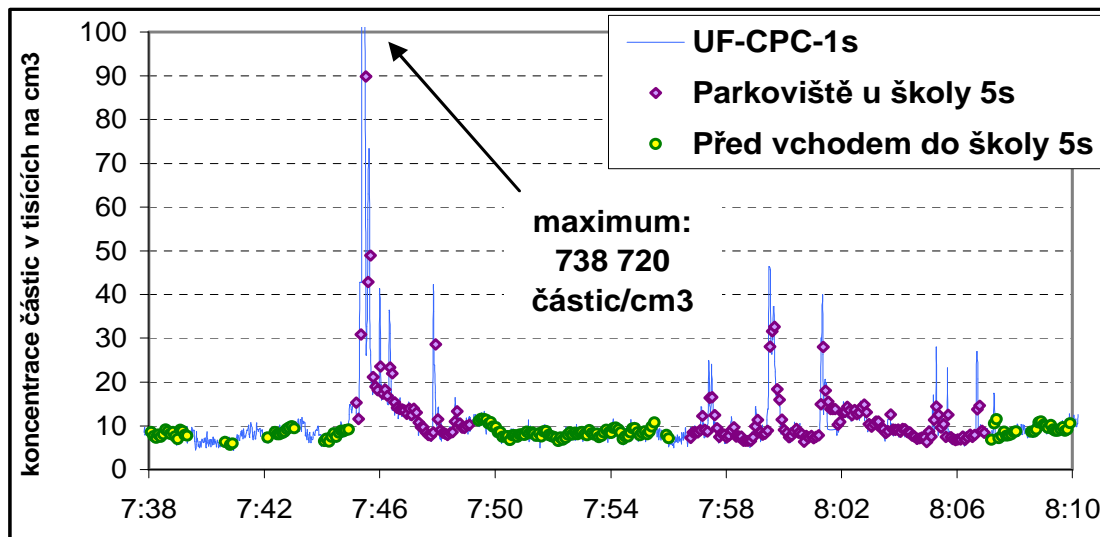
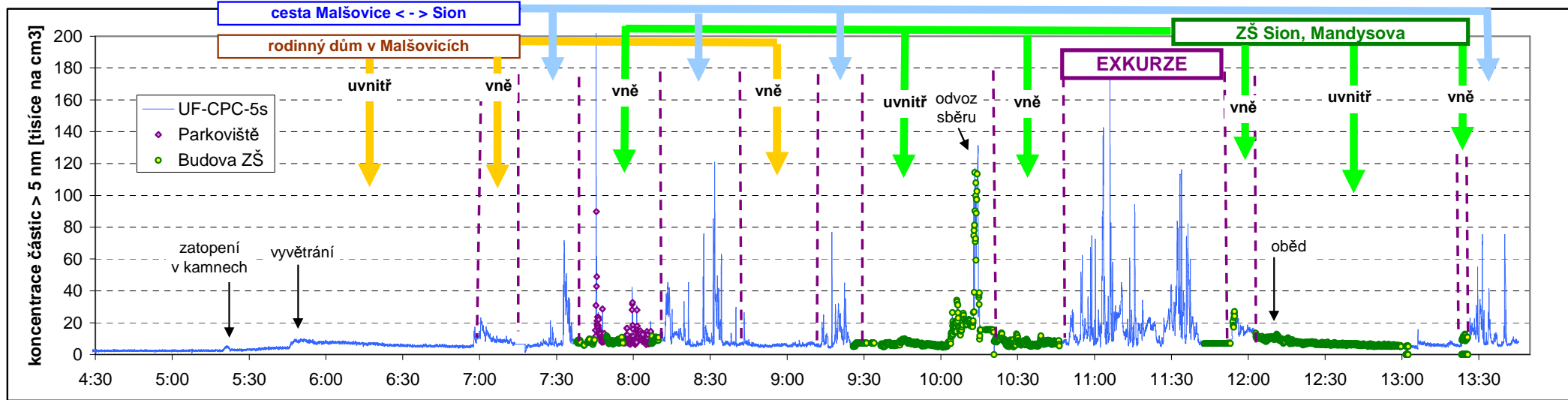




# Kde jsme měřili a kolik kde bylo částic

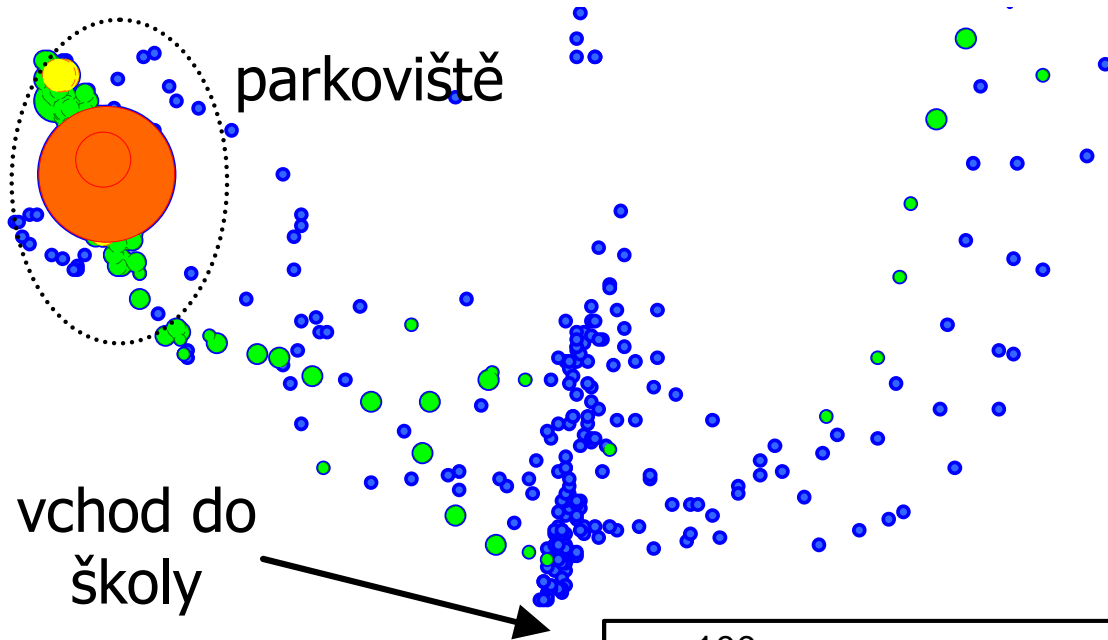


# Kde jsme měřili a kolik kde bylo částic

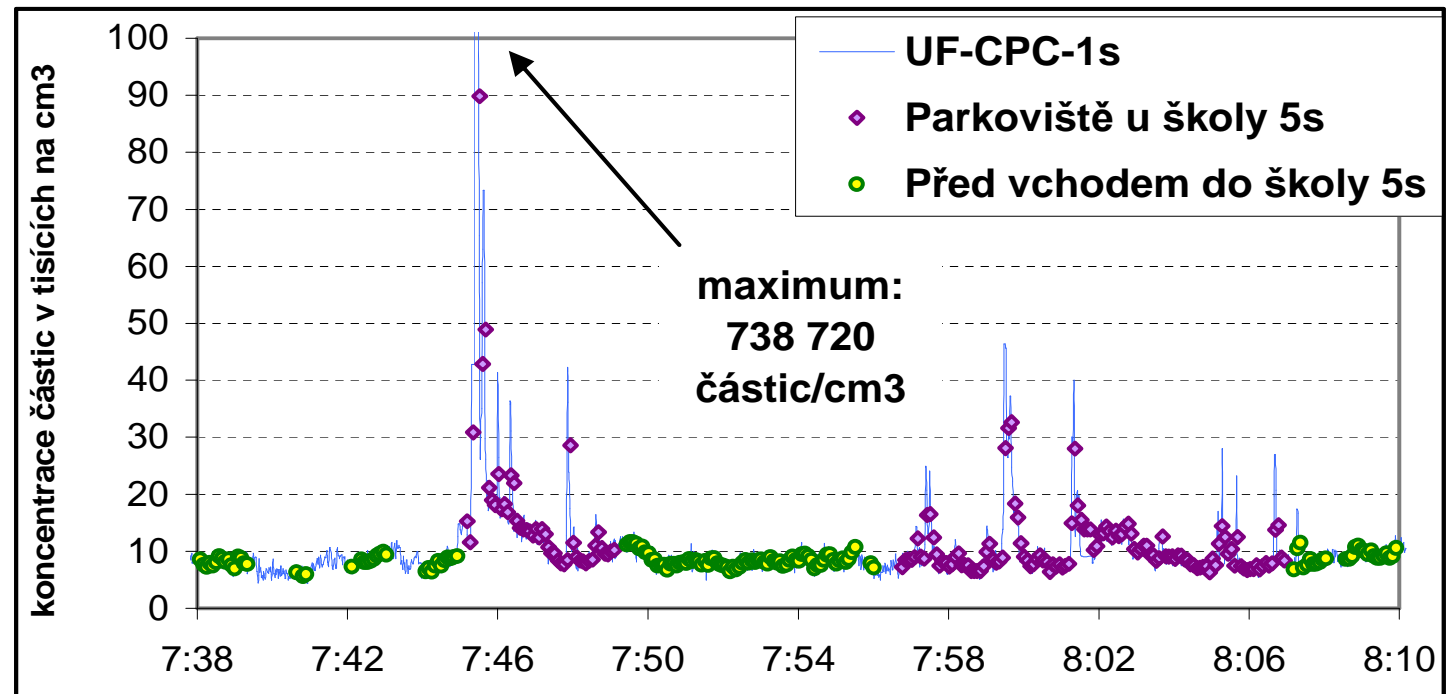




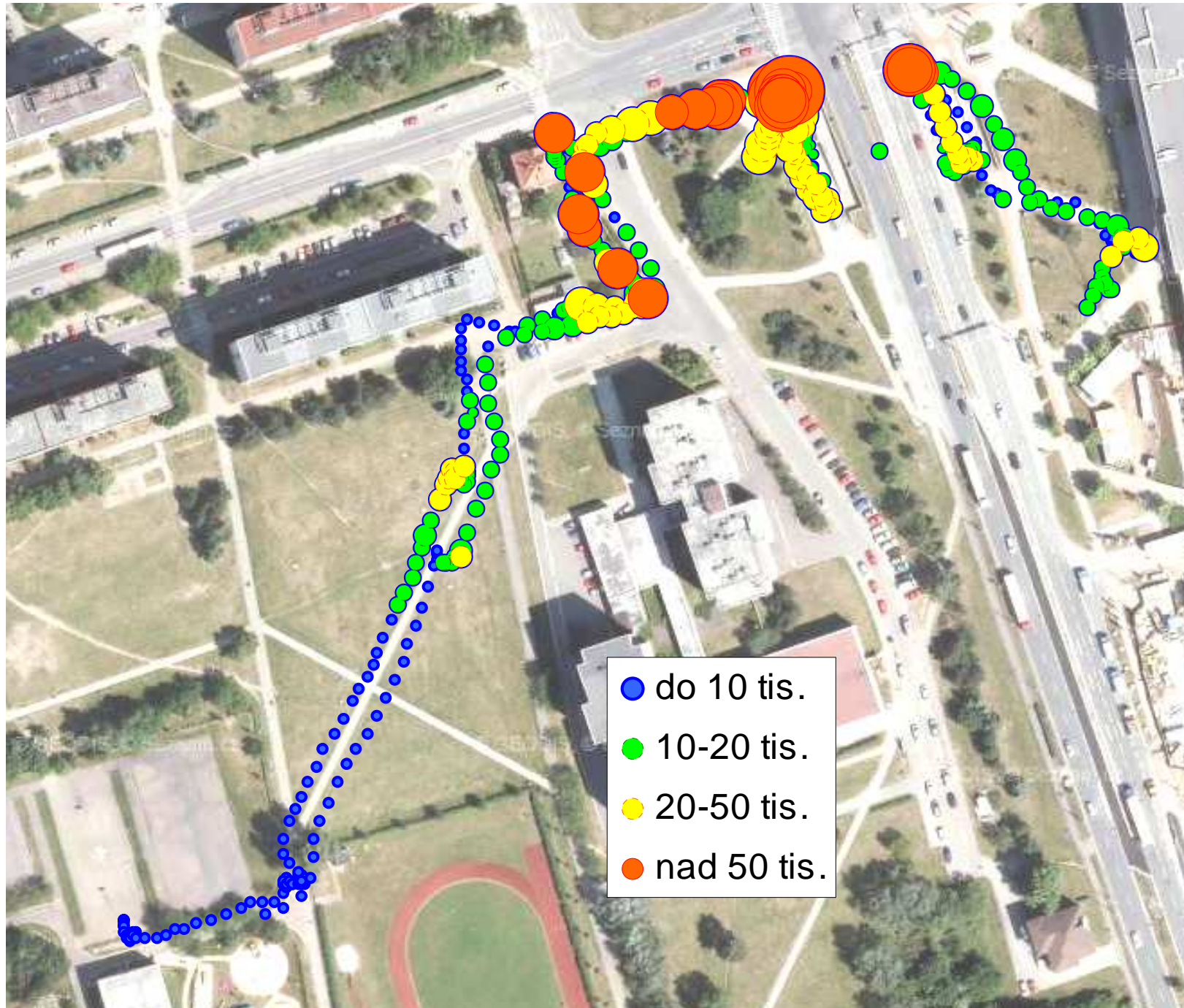
# Nejhorší je parkoviště u školy!!!



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

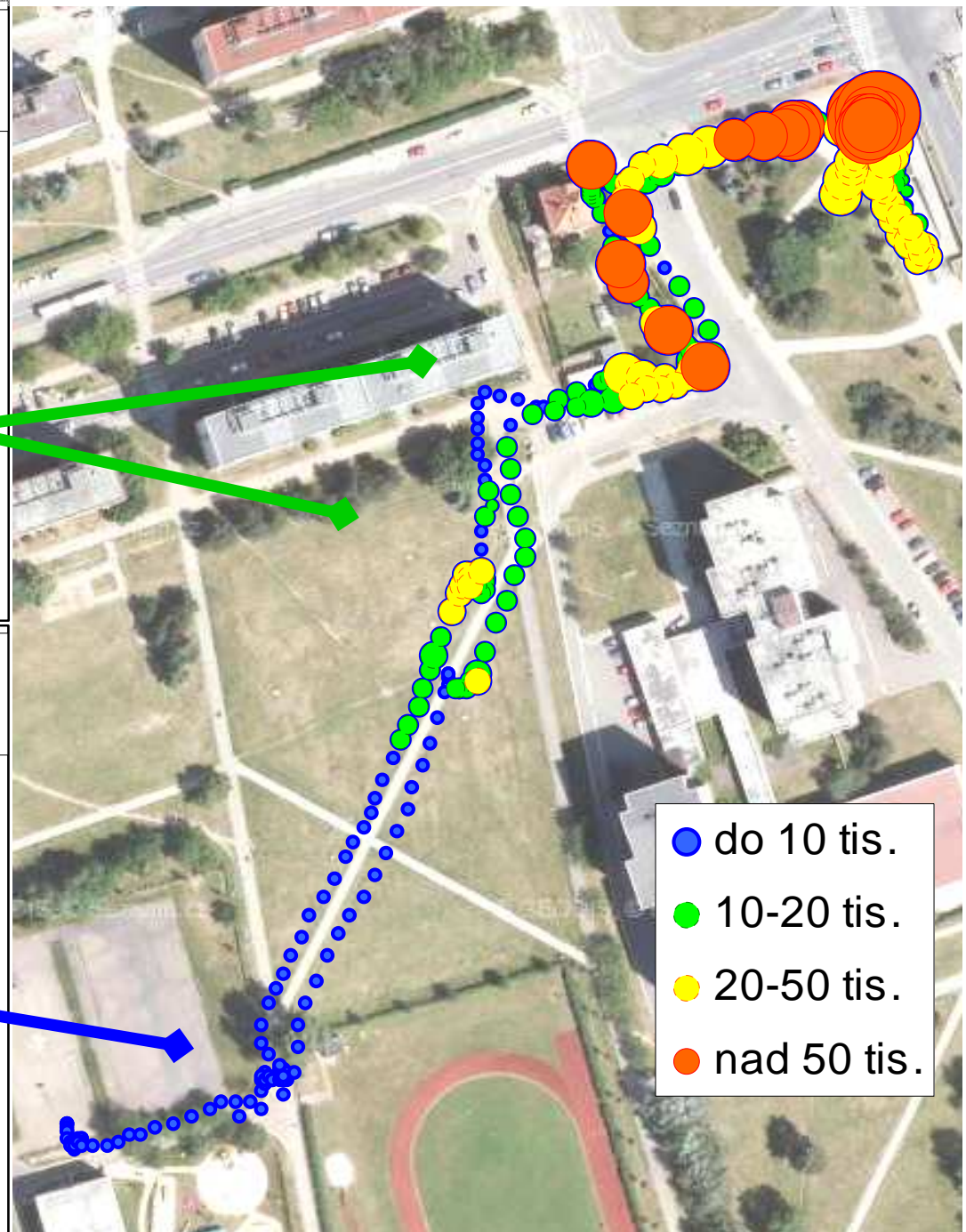
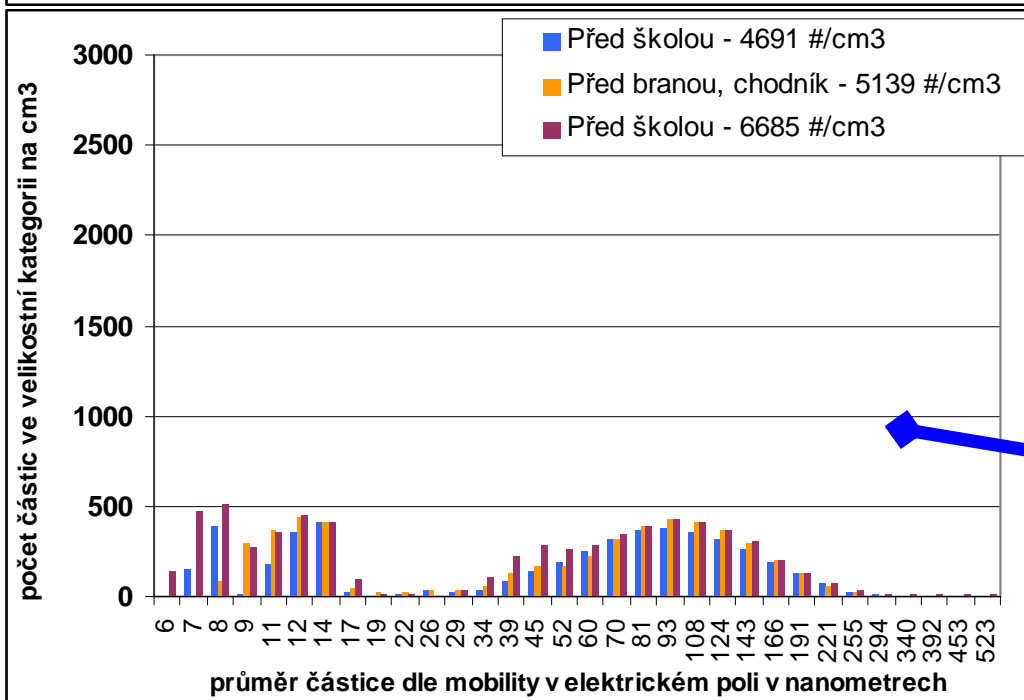
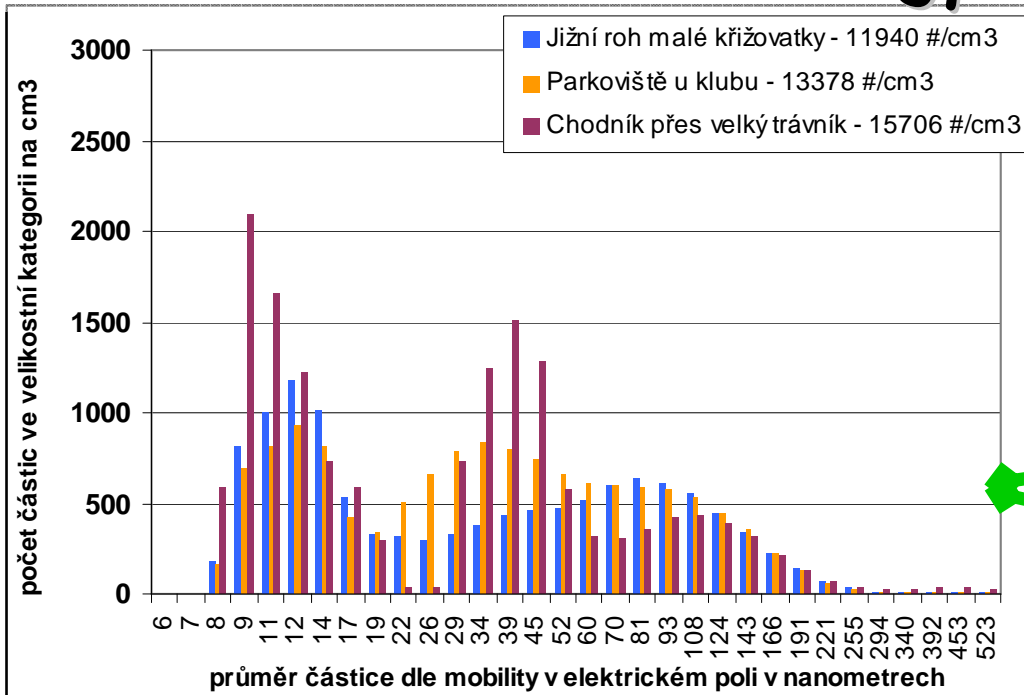


# Exkurze k výpadovce Brněnská

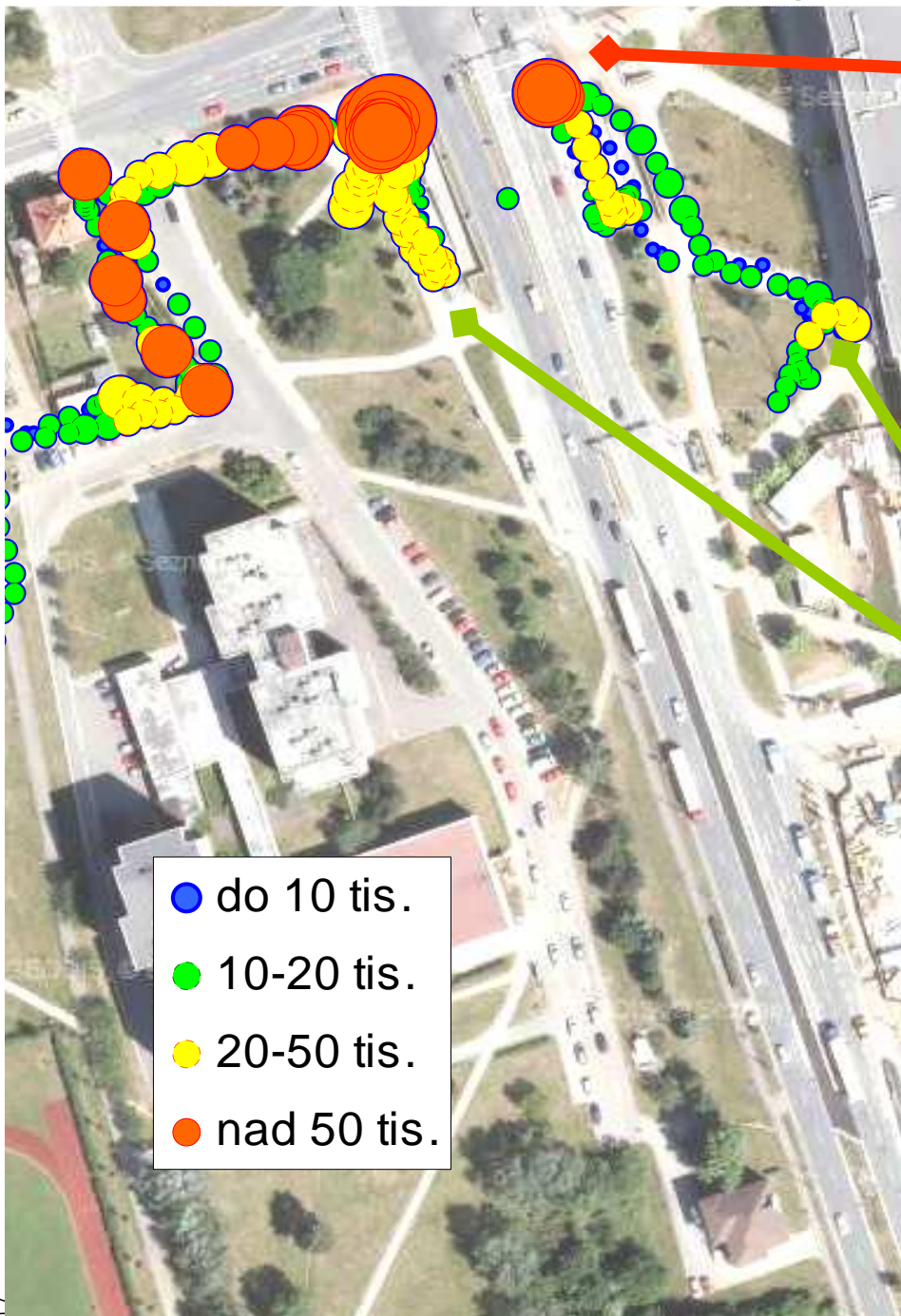




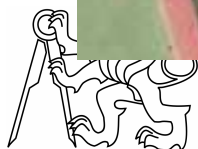
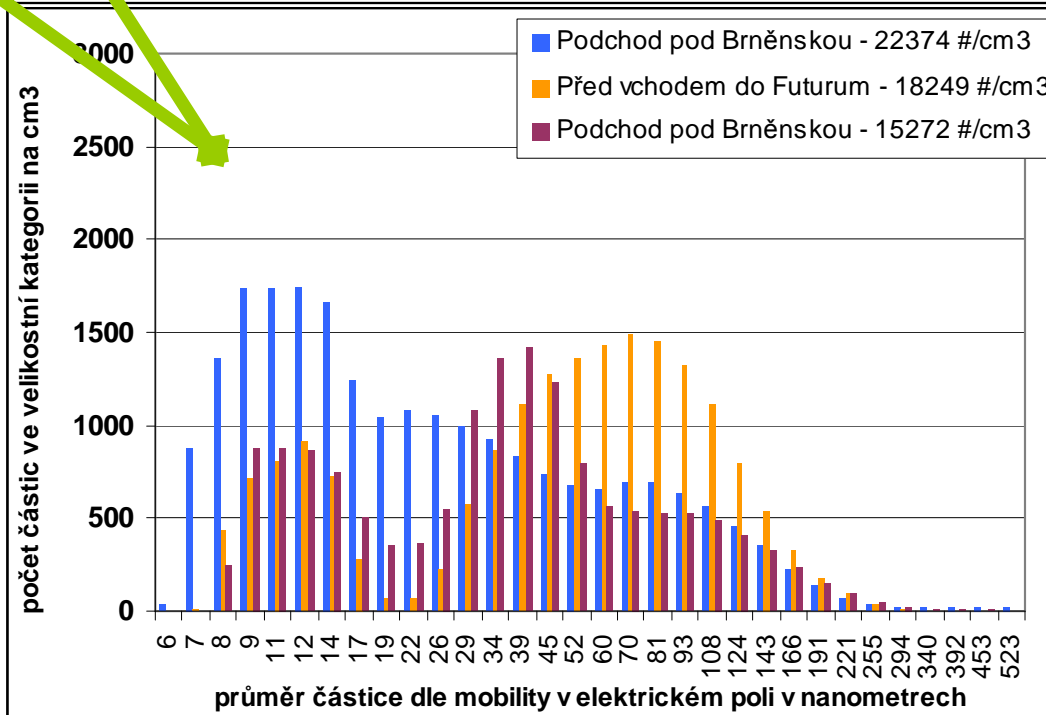
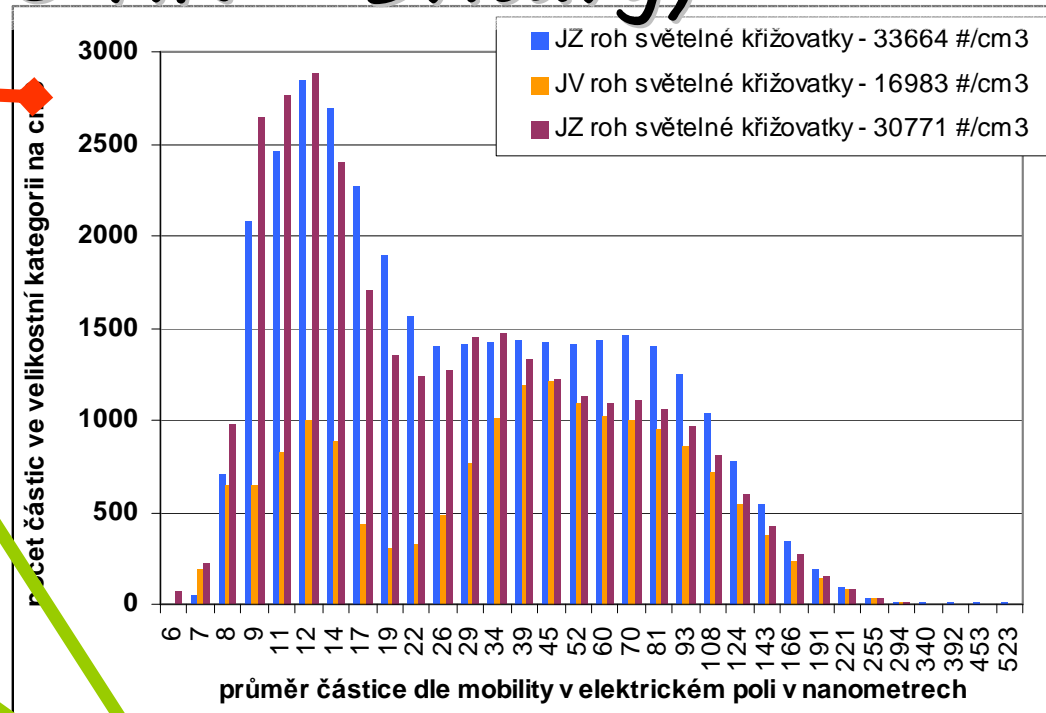
# Exkurze k výpadovce Brněnská



# U Brněnské (1-35 HK - Svitavy)



- do 10 tis.
- 10-20 tis.
- 20-50 tis.
- nad 50 tis.

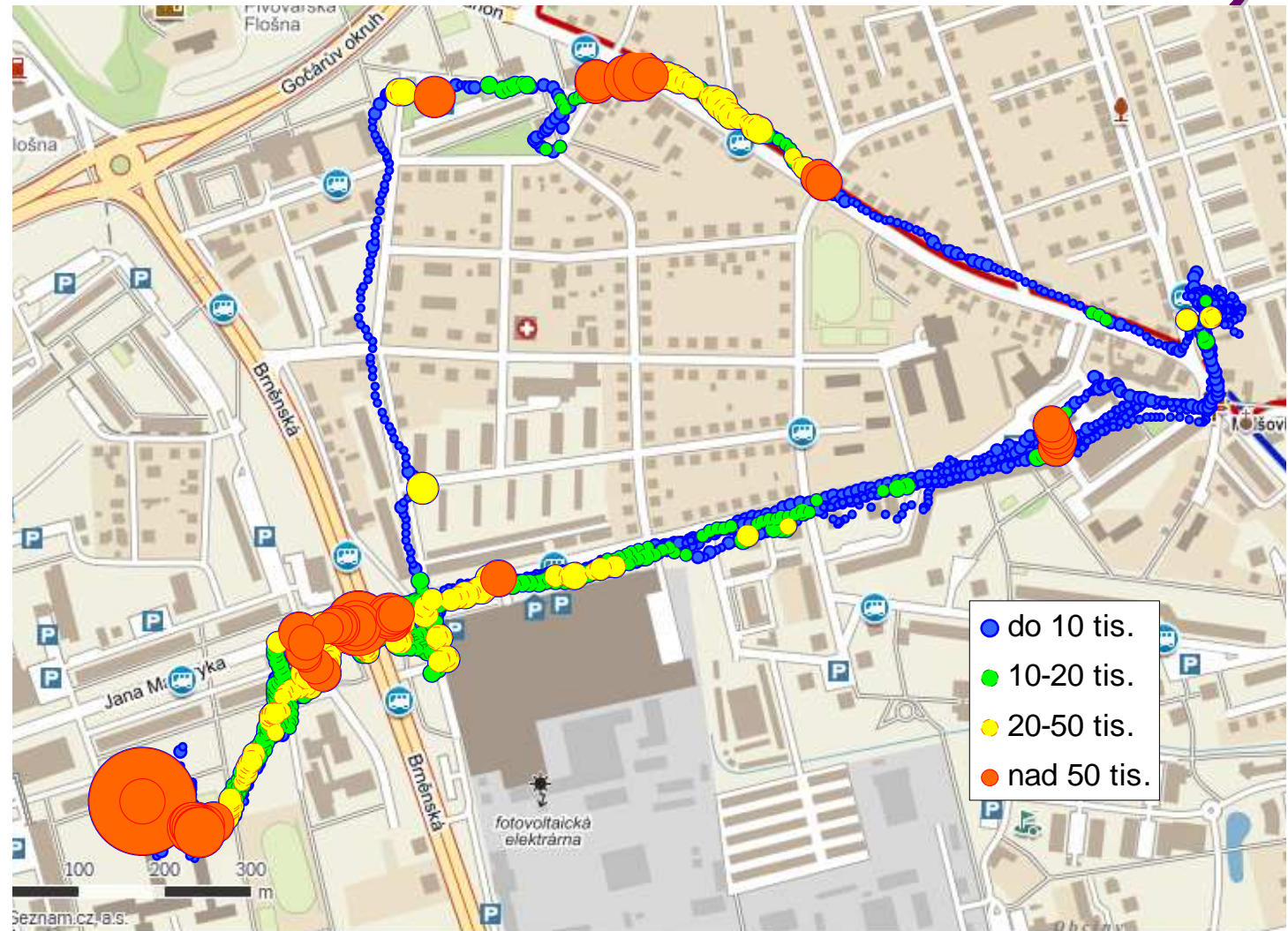




# Co to pro nás znamená? Co máme dělat?

**Praktická doporučení pro cestu pěšky či na kole**

**Vyhňte se frekventovaným silnicím a křižovatkám.  
(Pokud tak již neděláte z důvodů snížení rizika úrazu.)**



# Jak můžeme přispět k tomu, abychom dýchali méně nanočástic?

**Musíte-li cestovat autem (Ize též pěšky, na kole, vlakem):**

**Praktická doporučení pro cestu autem**

**Nejprve naložte děti a zavřete dveře.**

**Teprve poté nastartujte motor.**

**Jakmile motor běží, vyjed'te.**

**Jed'te umírněně do zahřátí motoru  
(pokud k němu vůbec při Vaší cestě dojde).**

**Jezděte s láskou, ohleduplně, bezpečně.**

**Udržujte vozidlo v dobrém technickém stavu.**

**Neodmontovávejte katalyzátory a filtry částic.**

**Dbejte na dodržení základních požadavků na palivo.**





# Chtějte zlepšení od politiků – pracují pro vás

**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.**



*Naftové motory  
USA a Švýcarsko  
Proč ne my?*



# Co máme chtít po našich zastupitelích?

## Návrhy opatření pro politiky

### 1. 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, ...)**

### 2. Omezit výskyt kongesce

**Snížení počtu vozidel tak, aby nebyla překročena kapacita komunikace**

**Zvýšení mýtného o ekologickou složku**

**Další opatření ke snížení intenzity dopravy**

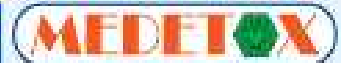
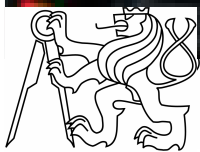
### 3. Zamezit přístup vozidlům s velmi vysokými emisemi

**Důsledné technické kontroly na silnicích, včetně vozidel registrovaných v zahraničí**



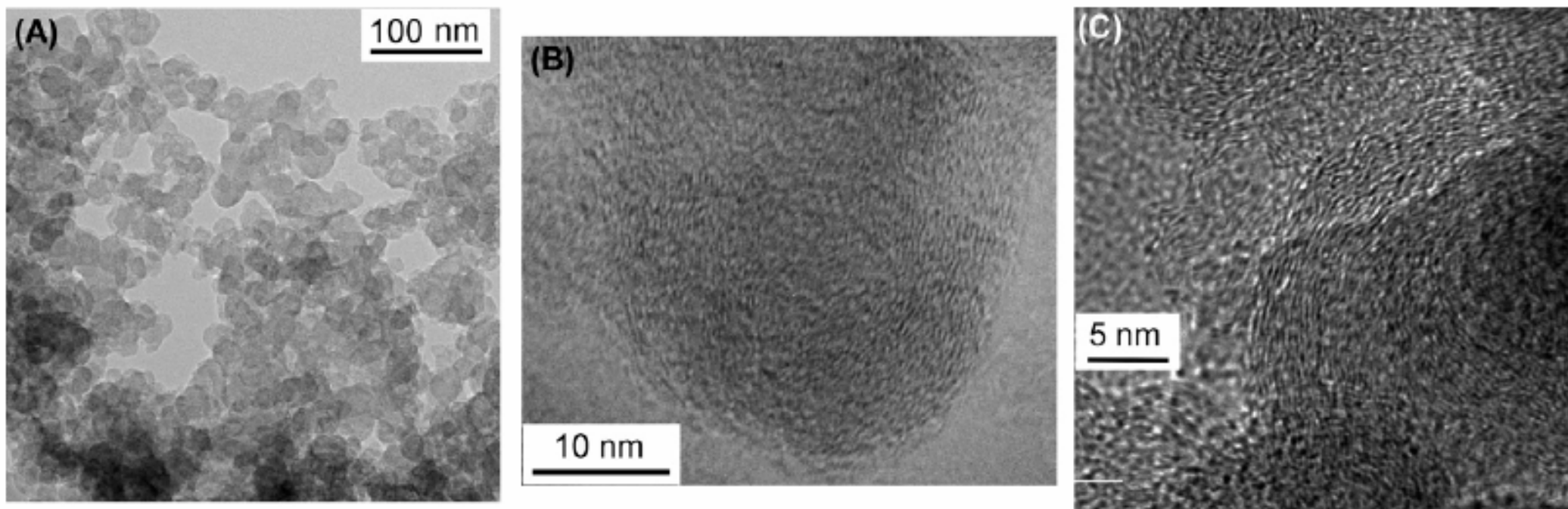


**Částice a ozon v přízemních  
vrstvách atmosféry jsou příčinou  
cca 406 tisíc předčasných úmrtí  
v EU ročně  
(dopravní nehody „jen“ 39 tisíc)**



# 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.**

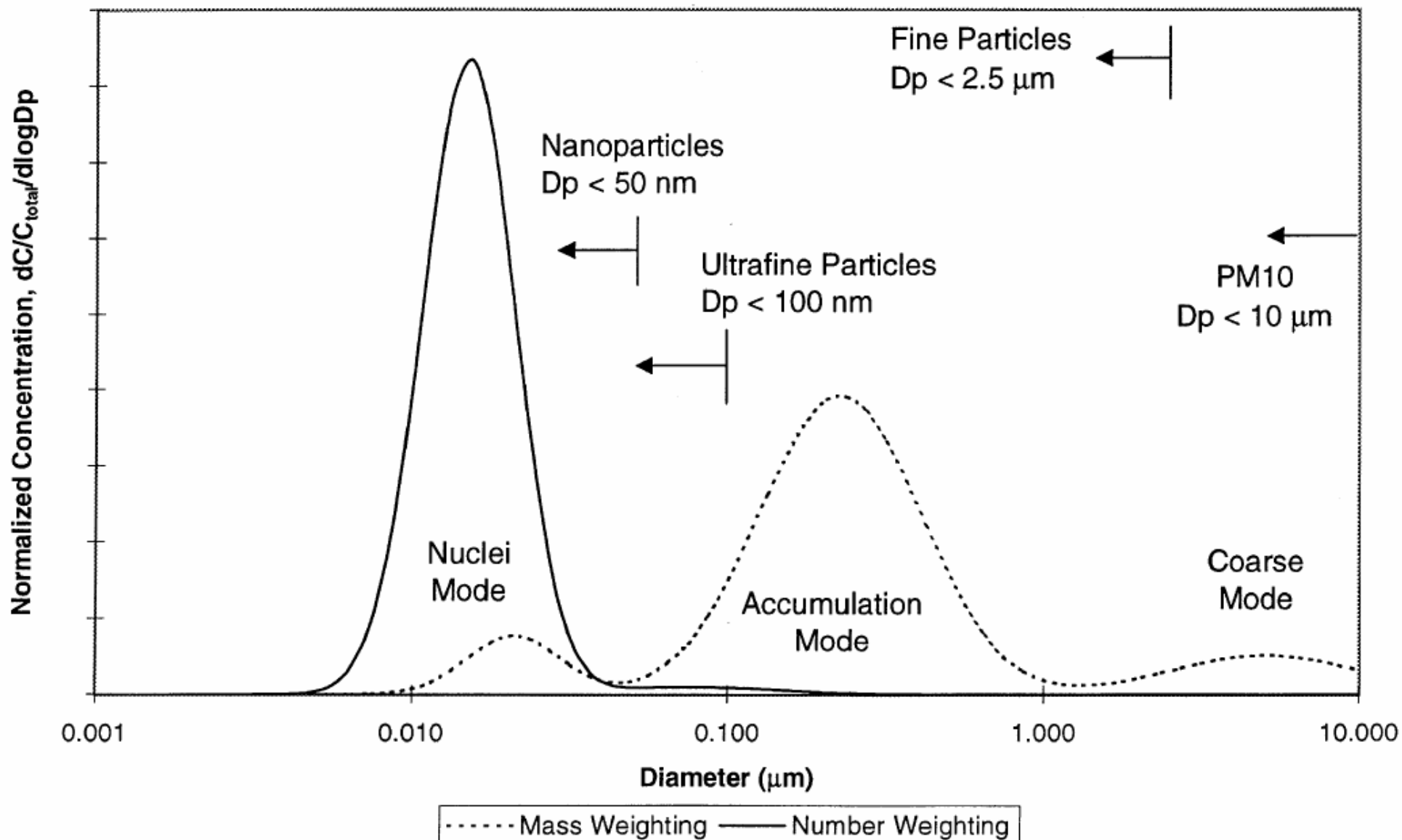


**Liati A., Dimopoulos P.E., Combustion and Flame 157 (2010) 1658–1670.**





# Typické velikostní spektrum částic - vznětové motory



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



# Zachycovací účinnost dýchacího systému

## Fractional Deposition of Inhaled Particles (Oberdörster)

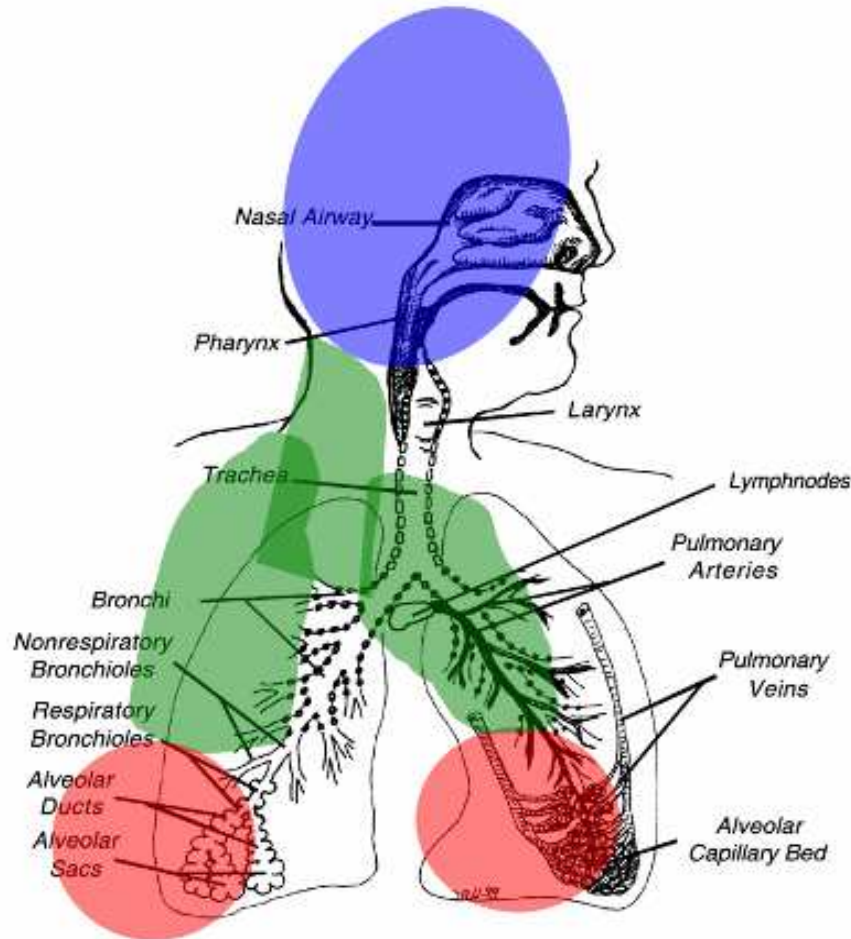
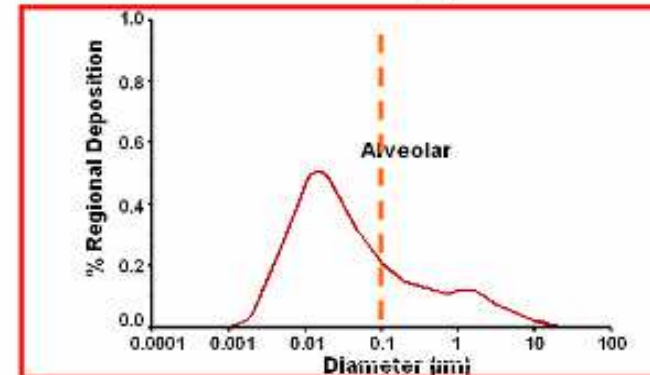
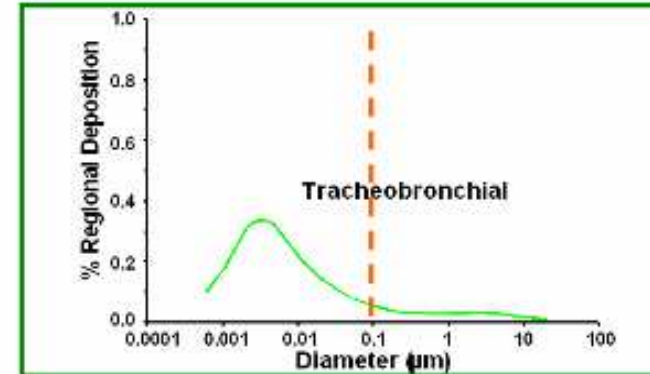
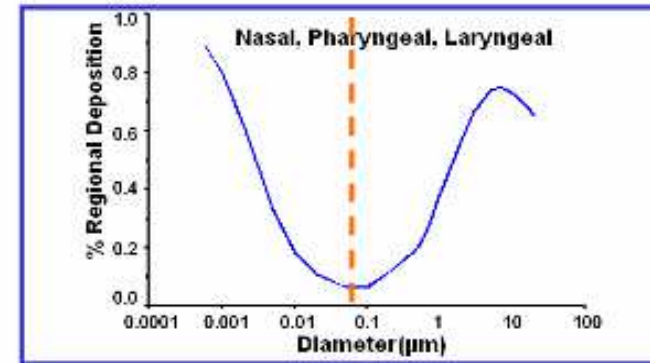


Figure courtesy of J.Harkema



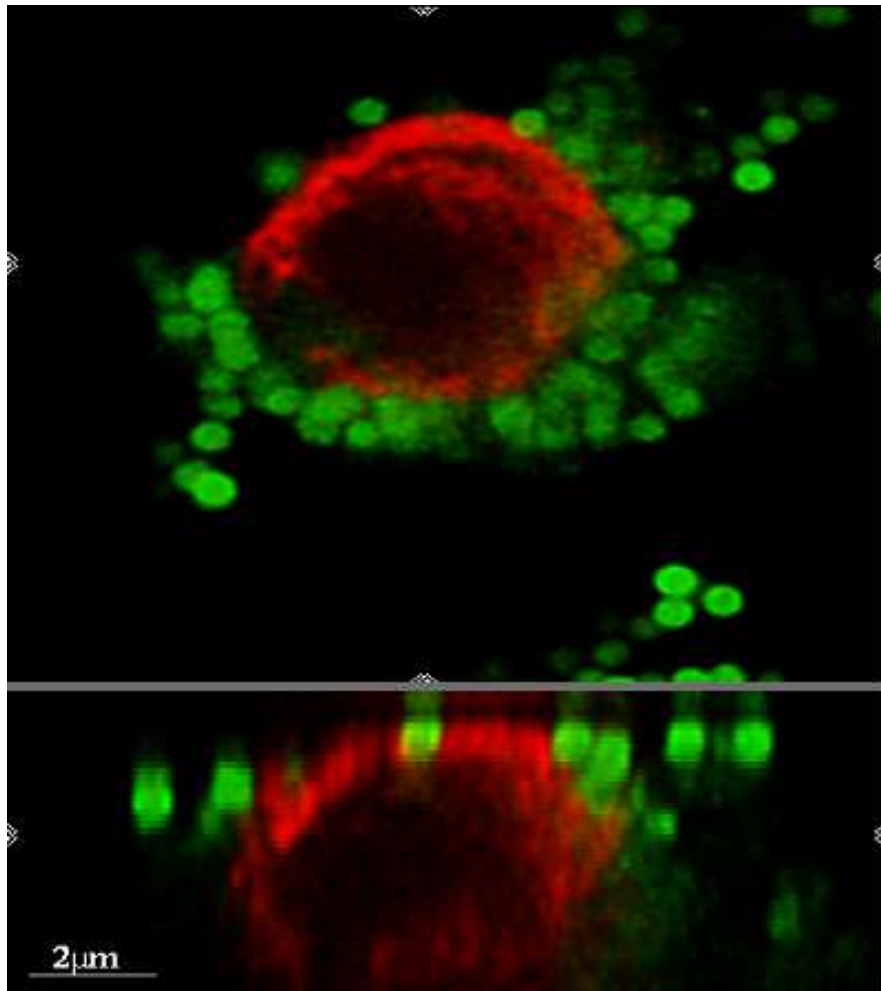
A. Mayer, 12th ETH Conference on Combustion Generated Nanoparticles, Zurich, 2008



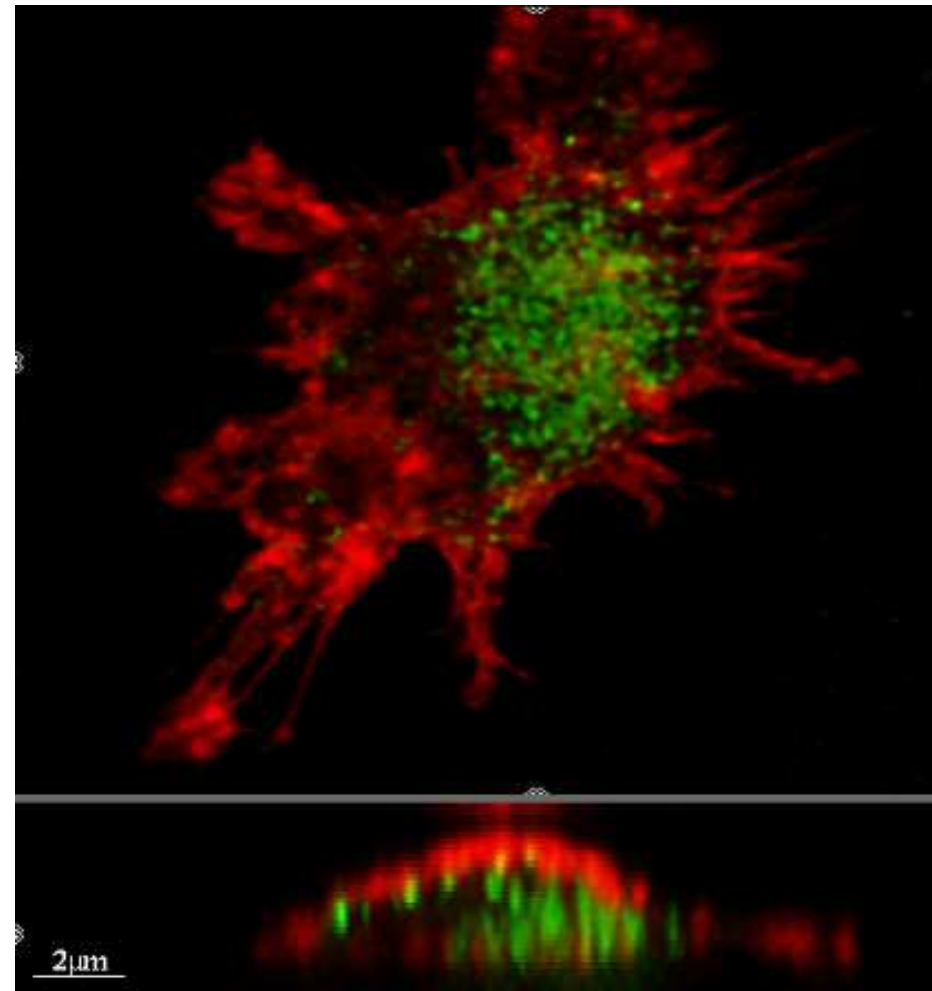


# Pronikání velmi jemných částic (desítky nm) buněčnou membránou

■ 1000 nm  
Polystyrene Particles



■ 78 nm  
Polystyrene Particles



Barbara Rothen-Rutishauer, as quoted by A. Mayer, 12th ETH Conference on Combustion Generated Nanoparticles

# Emise ze spalovacích motorů - plyny

- Oxid uhelnatý (CO) – jedovatý plyn
- Směs uhlovodíků (vyjma metanu) (NMHC)
- Oxidy dusíku (NO<sub>x</sub>) – NO, NO<sub>2</sub>
  - látky podílející se na tvorbě přízemního ozonu a smogu
- Těkavé organické sloučeniny (VOC) odpařené z paliva
- Toxické látky, zejména formaldehyd, acetaldehyd, benzen, acrolein, 1,3-butadien, a směs plynných, kapalných a pevných organických látek vznikajících spalováním nafty ve vznětových motorech
- Metan (CH<sub>4</sub>)
- Oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>)
  - Skleníkové plyny





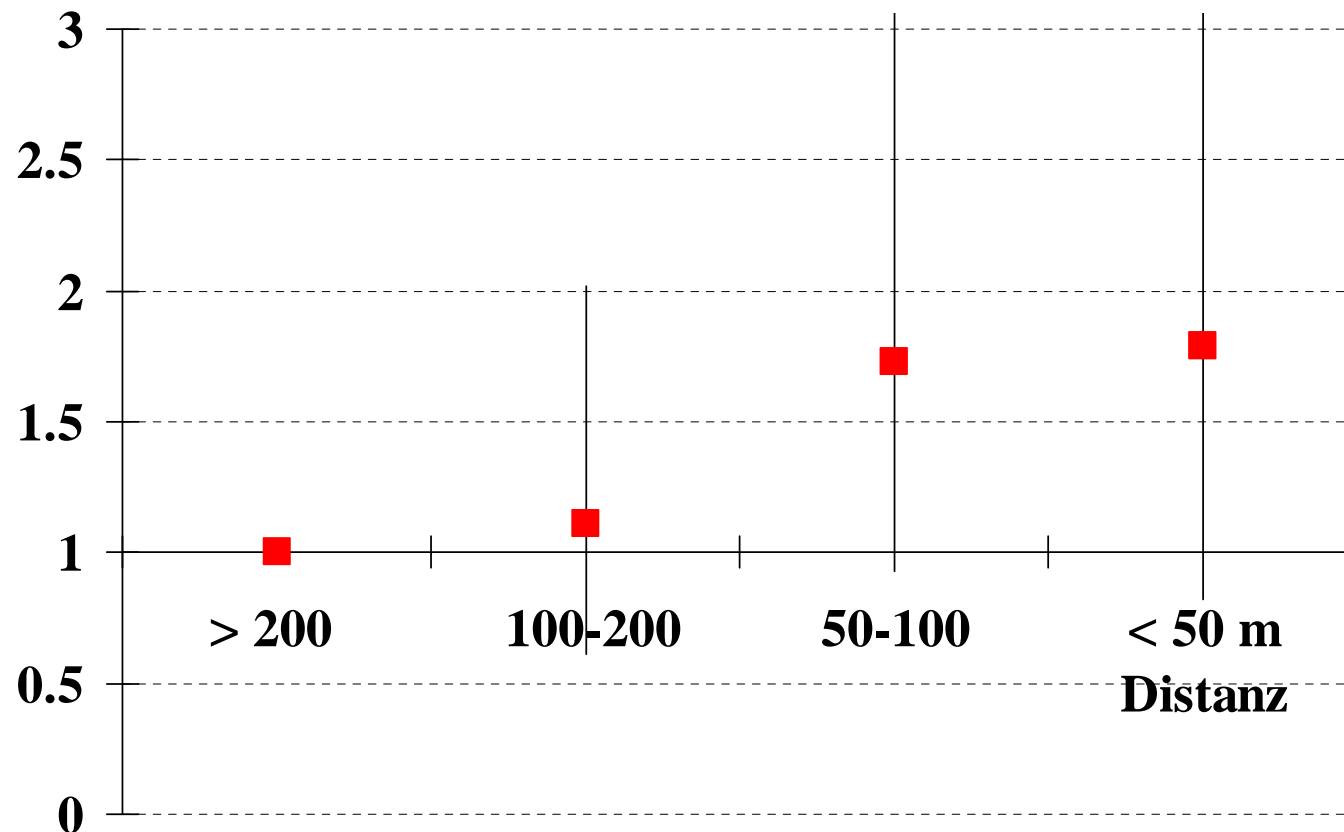
# Poměrné riziko infarktu myokardu v závislosti na vzdálenosti od komunikace s vysokou intenzitou dopravy

## 3399 pacientů, věk 45-75, Essen, Germany

(A. Mayer, TTM, Switzerland)



Risiko OR

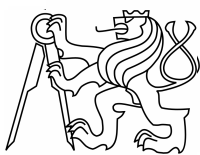


Hoffmann 2006



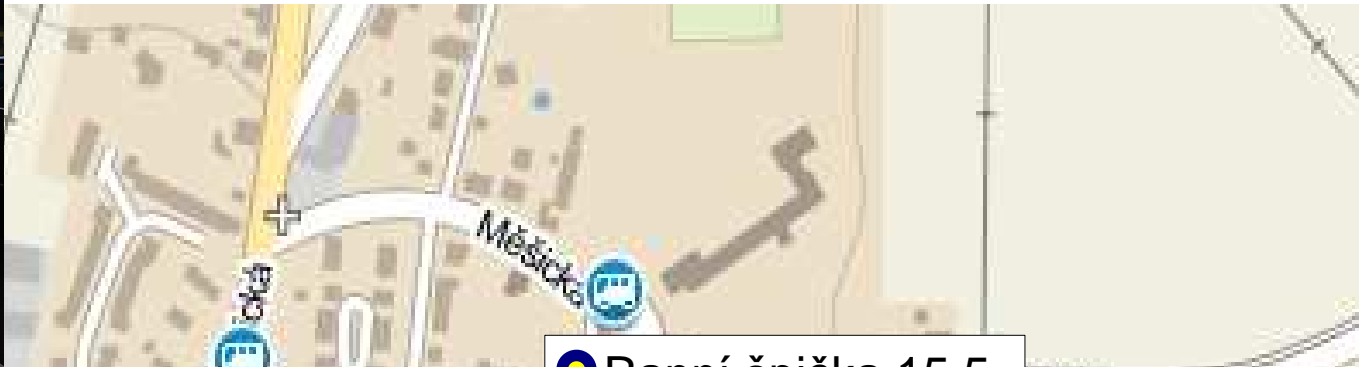
# Prostorové rozložení imisí PM<sub>10</sub> (ATEM / Praha – Životní prostředí 2009)

suspendované částice frakce PM<sub>10</sub>

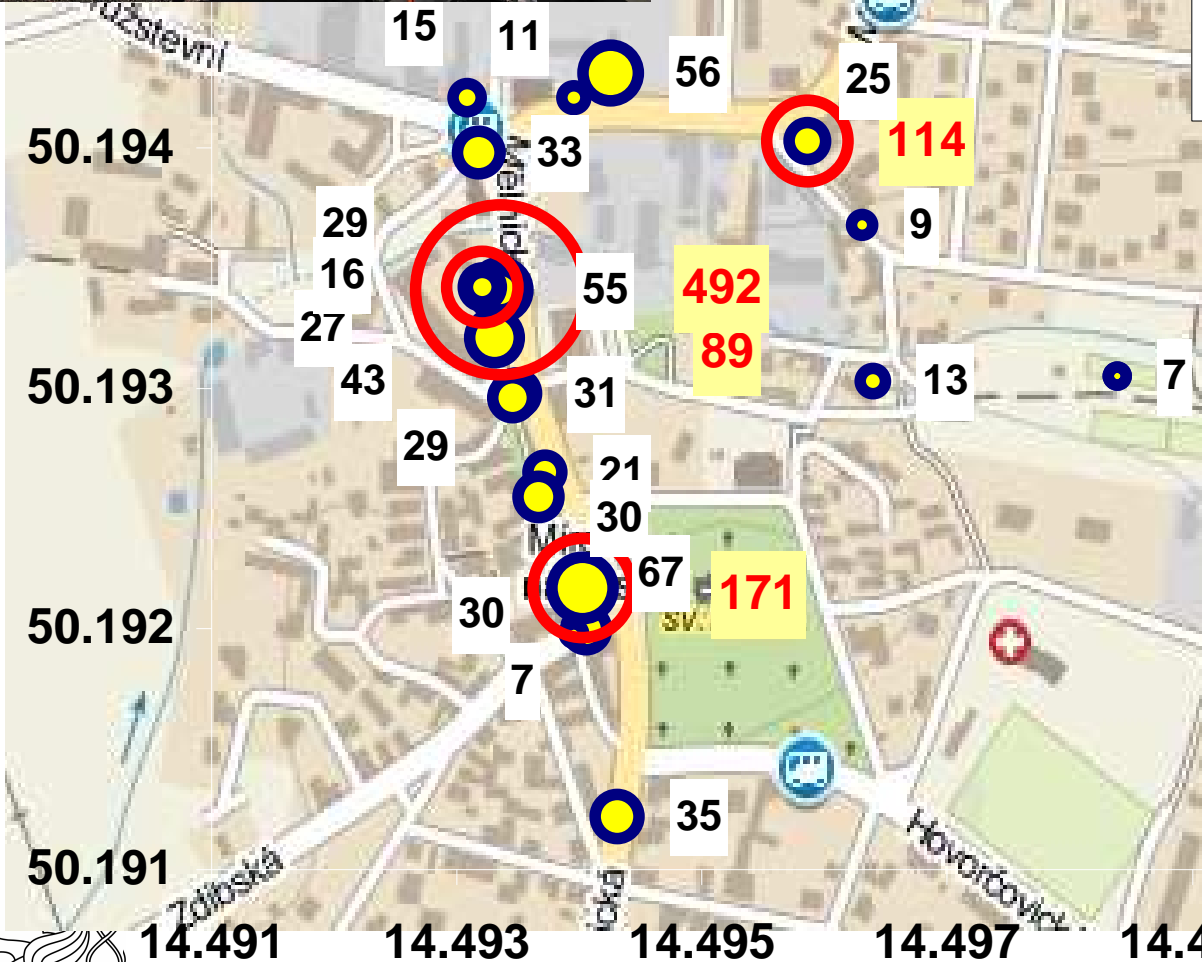




# Celkové počty částic 10-500 nm Líbeznice, 15. 5. 2014, ranní špička



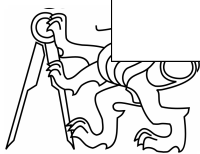
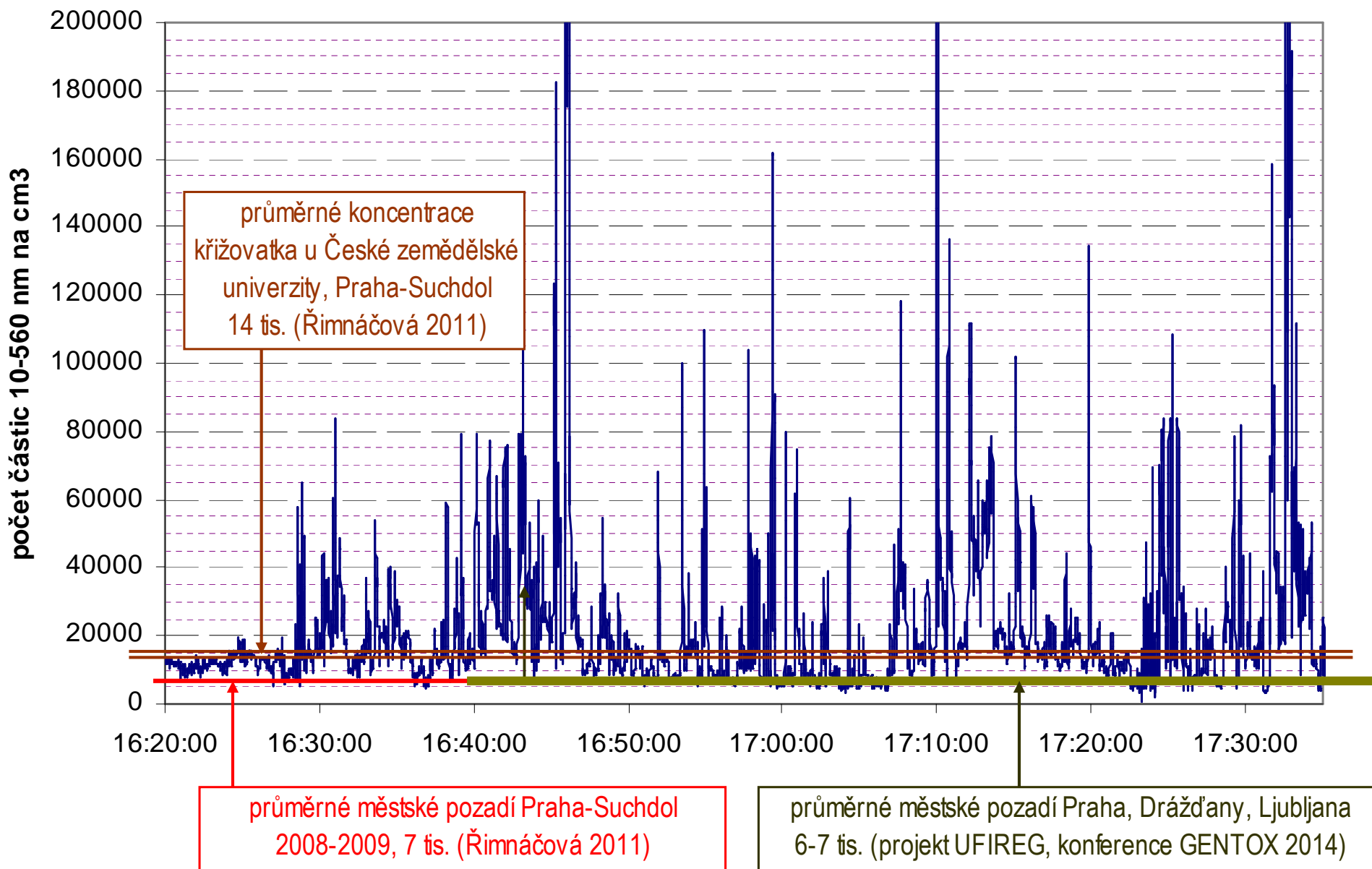
- Ranní špička 15.5.
- Kouřící vozidla



# Líbeznice, 12. 5. 2014, odpolední špička

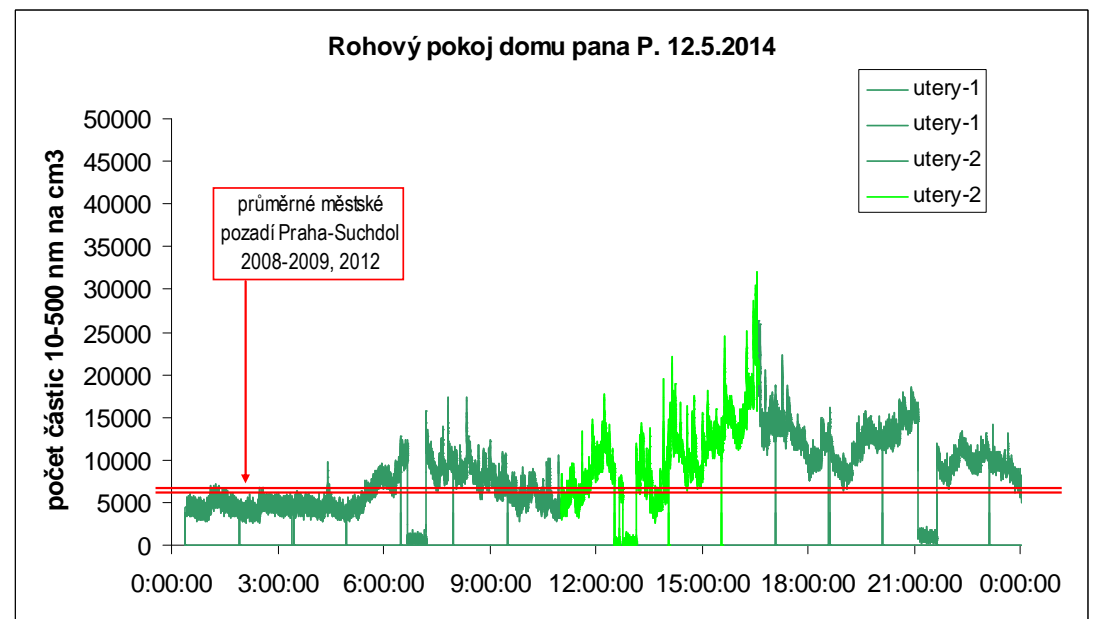
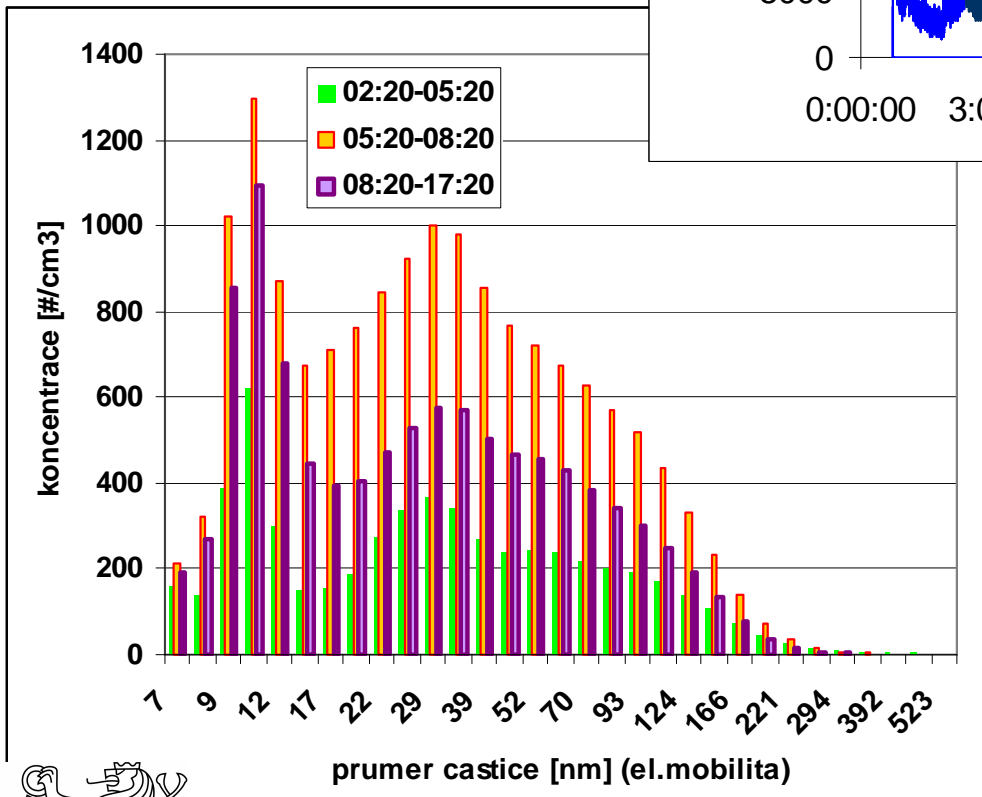
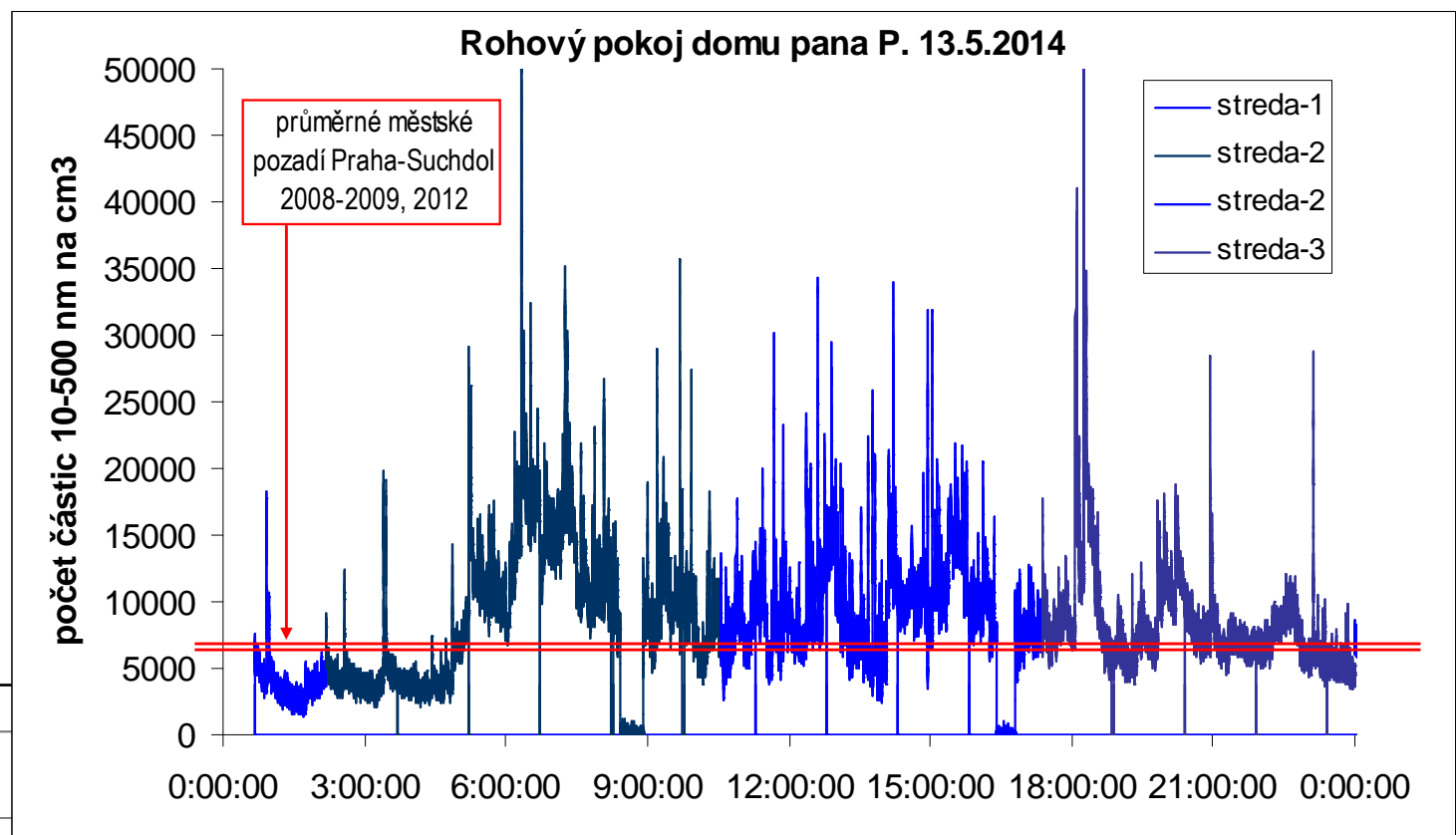
## Celkové počty částic 10-500 nm

### Venkovní ovzduší podél trasy tranzitní dopravy 12.5.2014

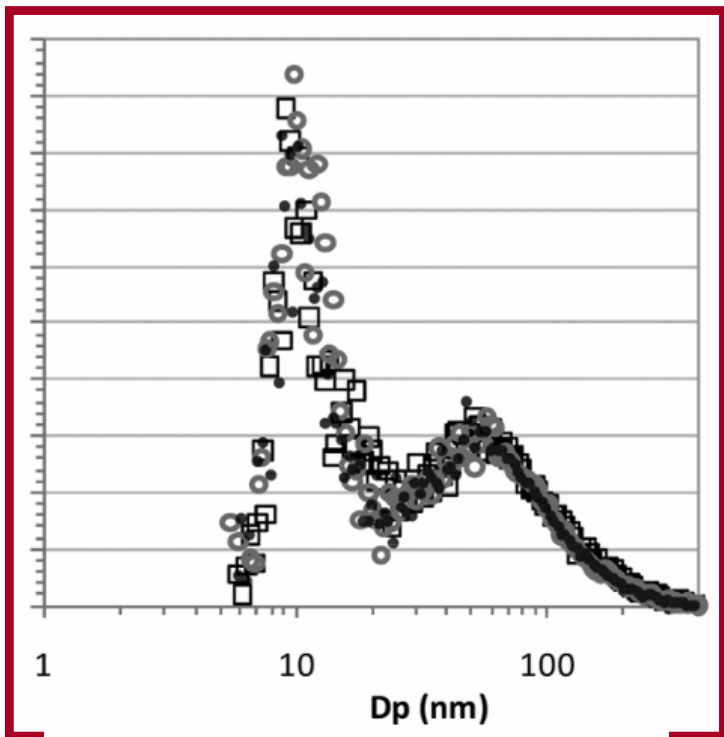




# Koncentrace částic v obytném domě u silnice Líbeznice, 13.5.2014

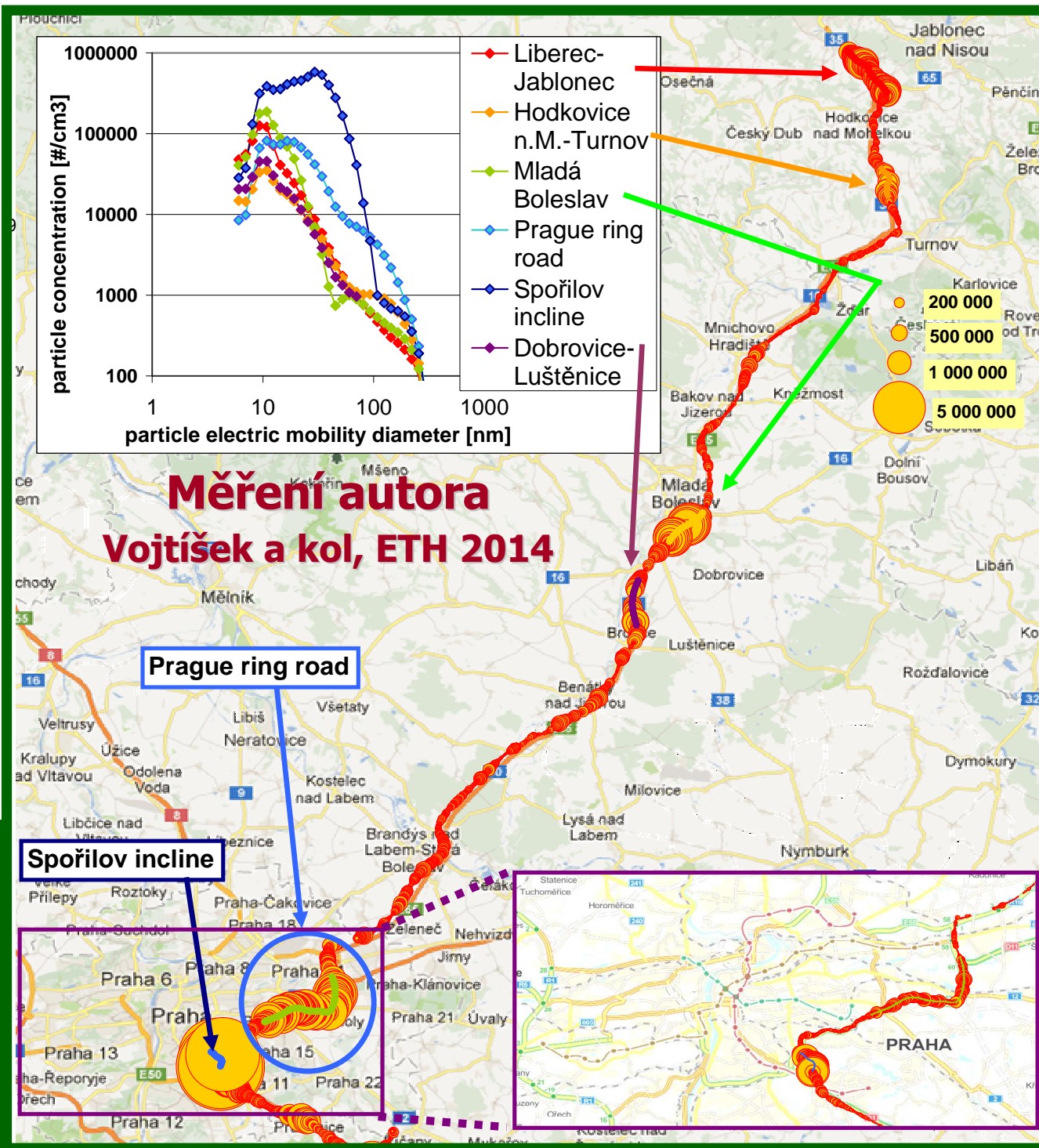


# Velikostní spektra



**Naftový motor**  
Ronkko a kol, EST 2013

**Velikostní spektra a počet částic 5-500 nm cca 1,5 m nad silnicí**







# Spořilov – nanočástice v ovzduší

~  $10^4$  částic/cm<sup>3</sup> klidná část Spořilova

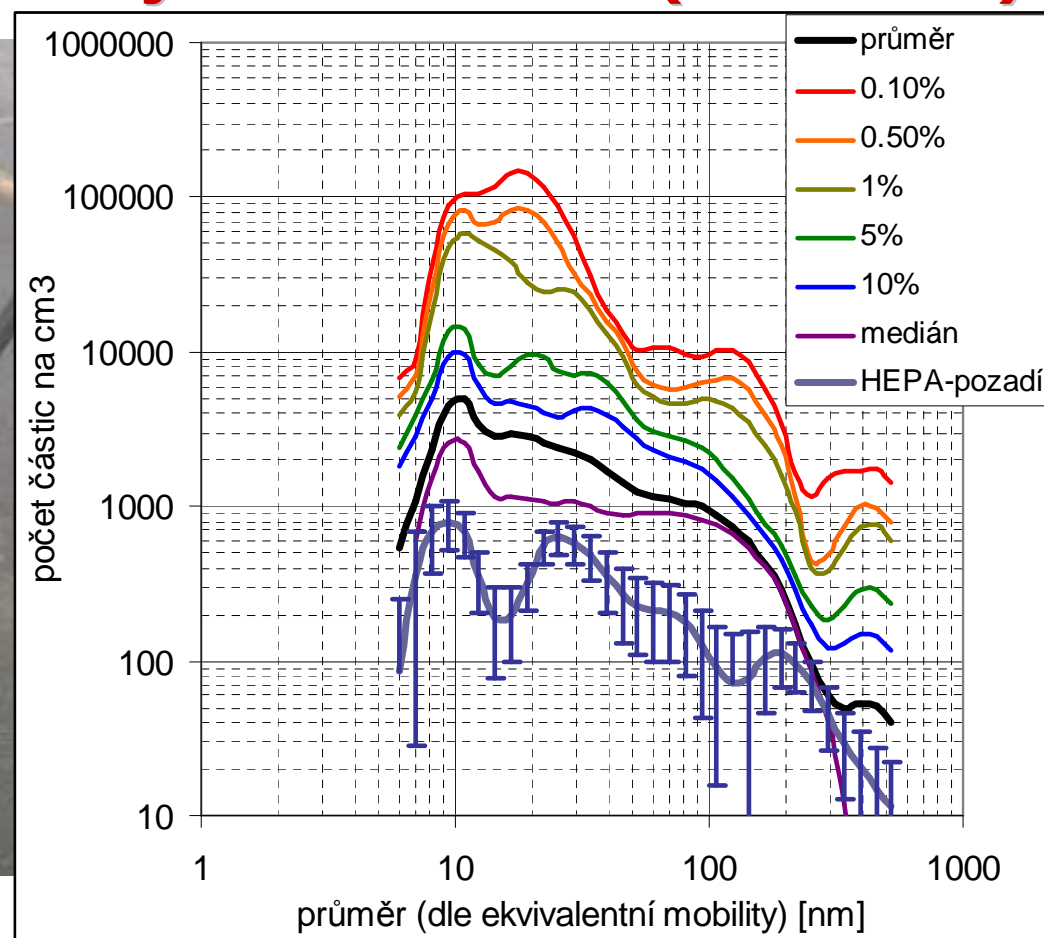
~  $10^5$  #/cm<sup>3</sup> podél Spořilovské

$10^5$ - $10^6$ + #/cm<sup>3</sup> exponované křižovatky

$10^4$ - $10^7$  #/cm<sup>3</sup> vně vozidla

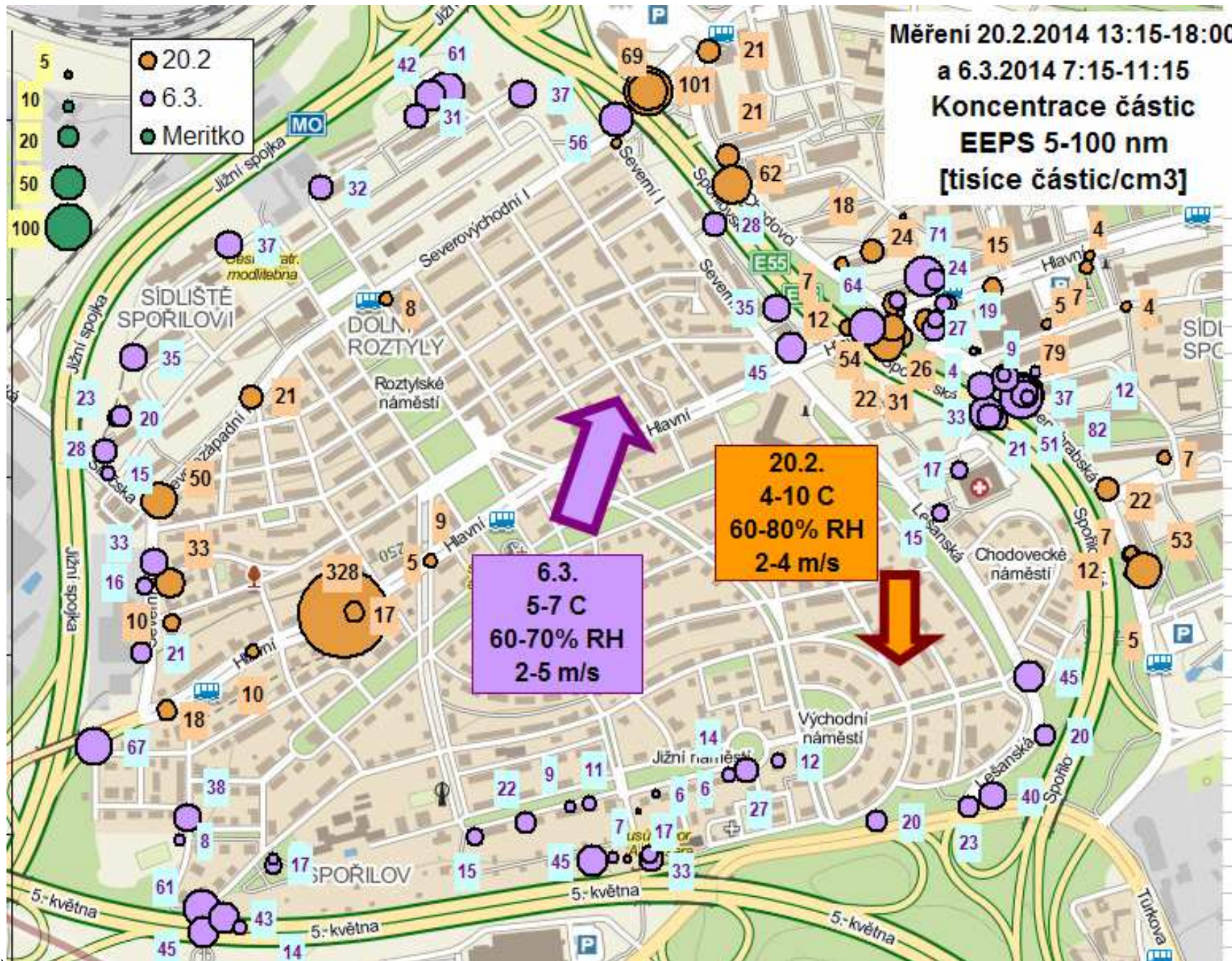
(jízda Liberec-výjezd z Prahy po D1)

**90-95% jsou nanočástice (do 100 nm)**



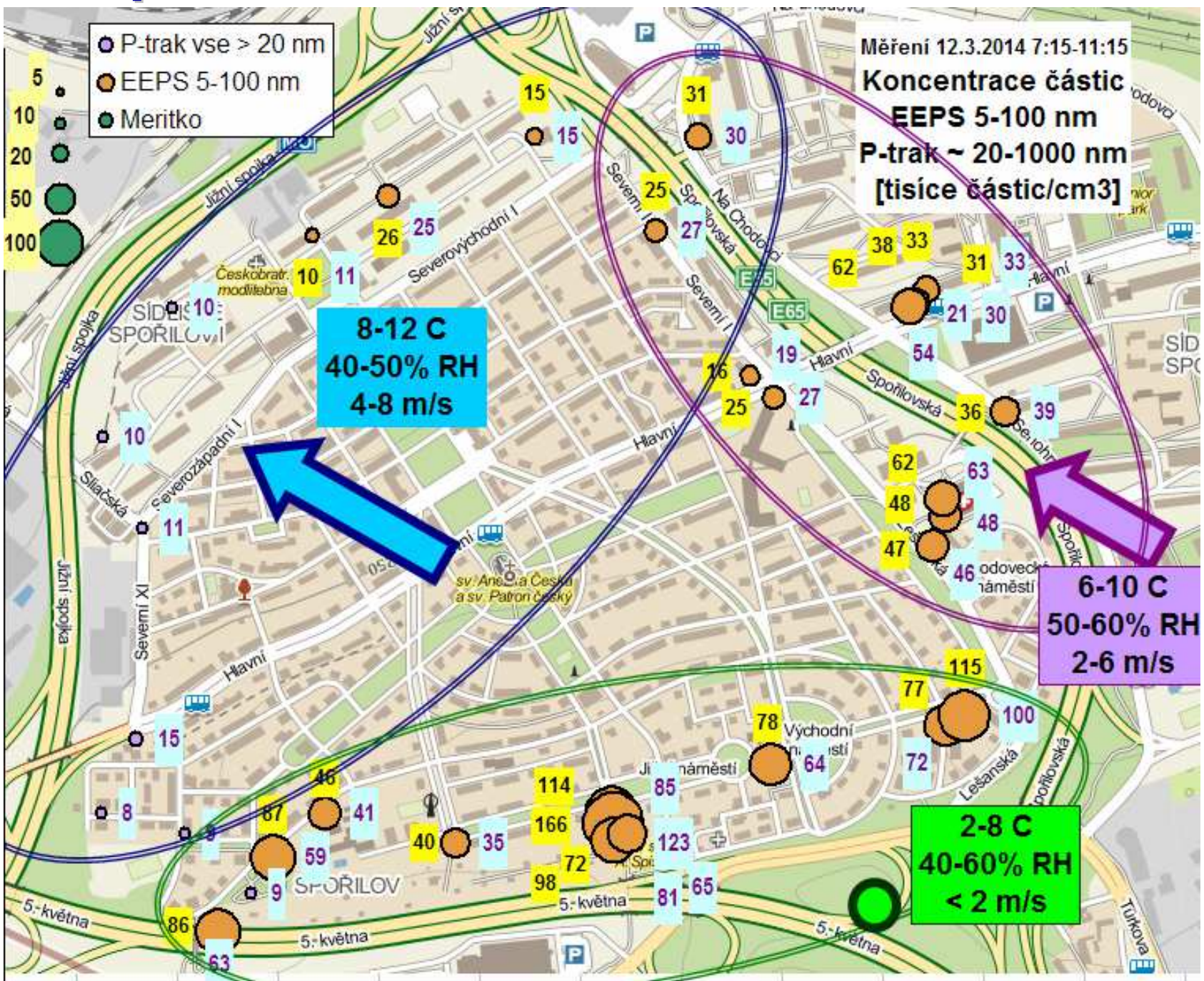


# Spořilov – koncentrace nanočástic 20.2. a 6.3.



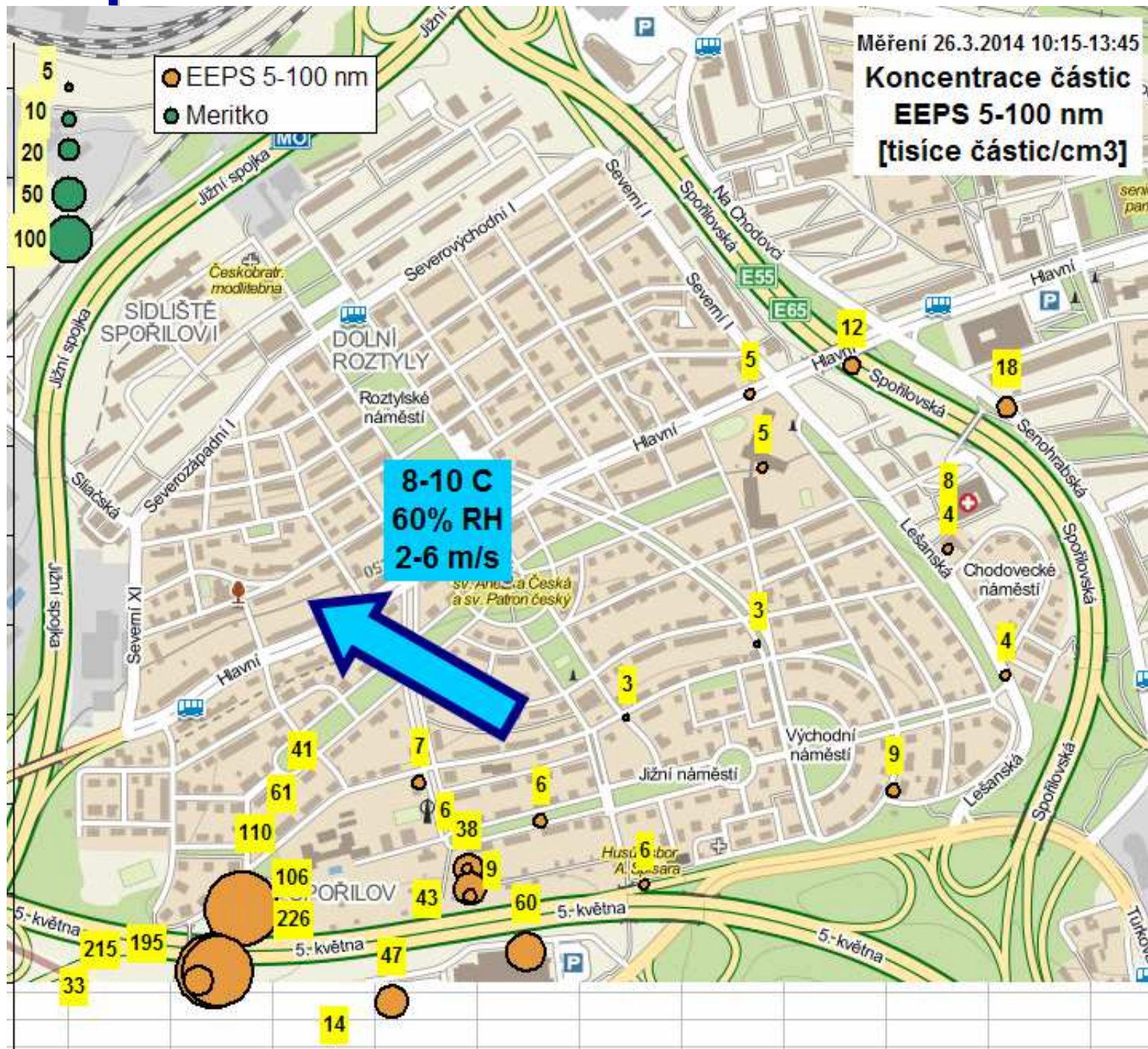


# Spořilov – koncentrace nanočástic 12.3.



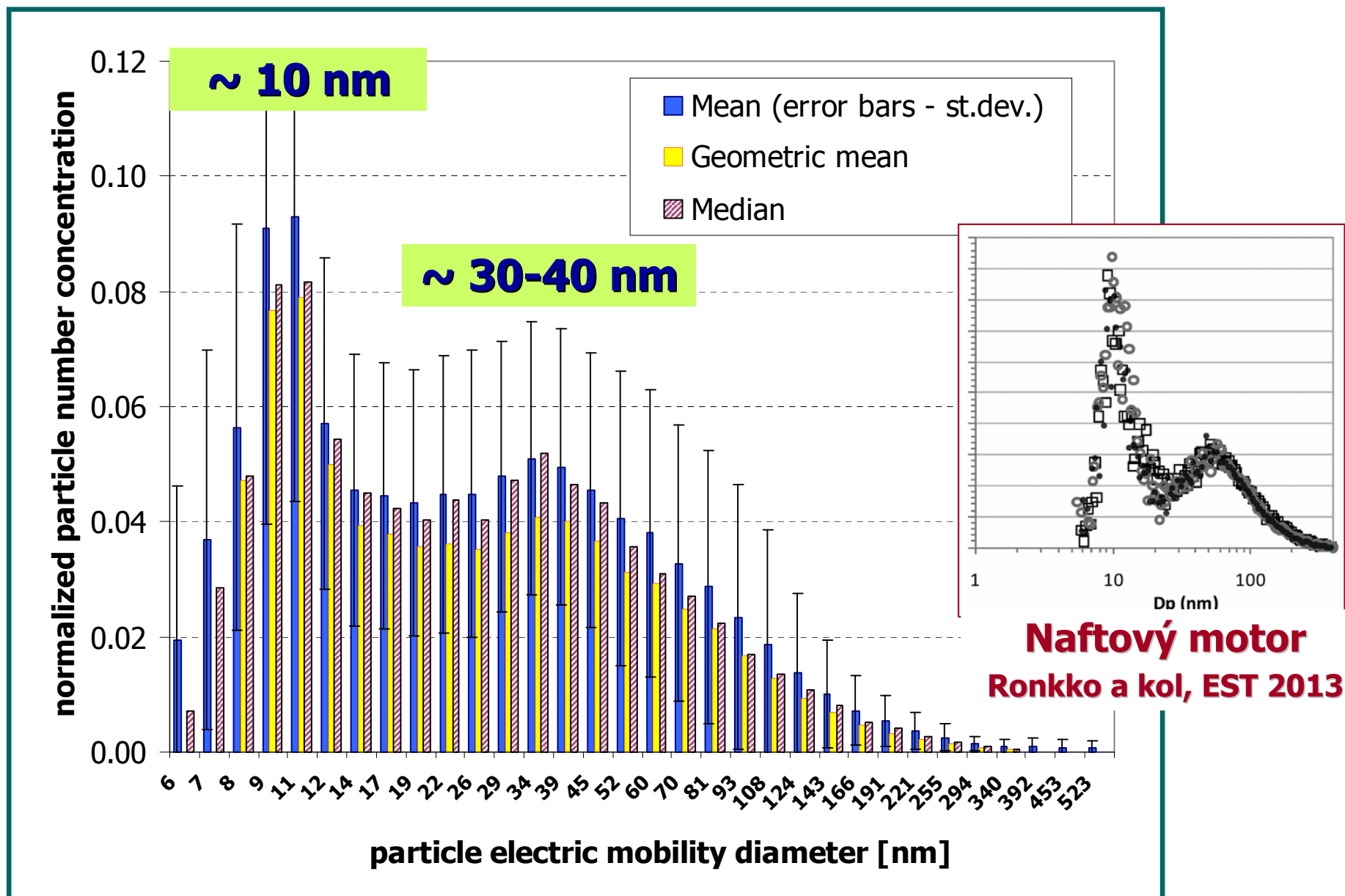


# Spořilov – koncentrace nanočástic 26.3.





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



Vojtíšek a kol., NanoCon 2014



## **Nanočástice v městském ovzduší:**

- nejvíce částic ve výfukových plynech je v kategorii „nano“ (< 100 nm), nejčastěji nízké desítky nanometrů
- tyto emitovány spalovacími motory uprostřed ulic, ne z komínů
- tyto také podél frekventovaných ulic nalezeny
- tyto se usazují v plicích, pronikají do krve
  
- není zřejmé, že významný podíl mají stacionární zdroje (větší částice, komíny)





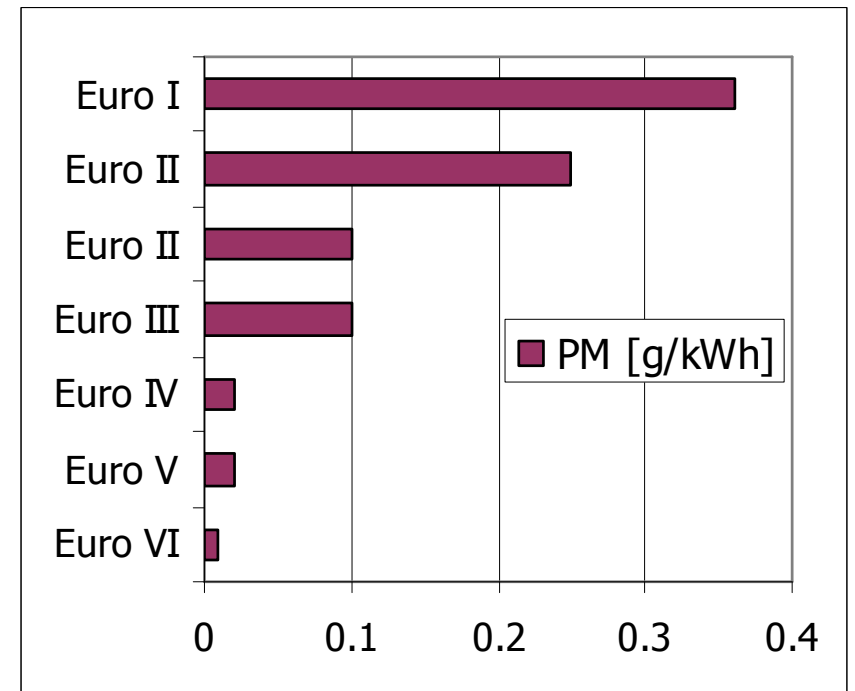
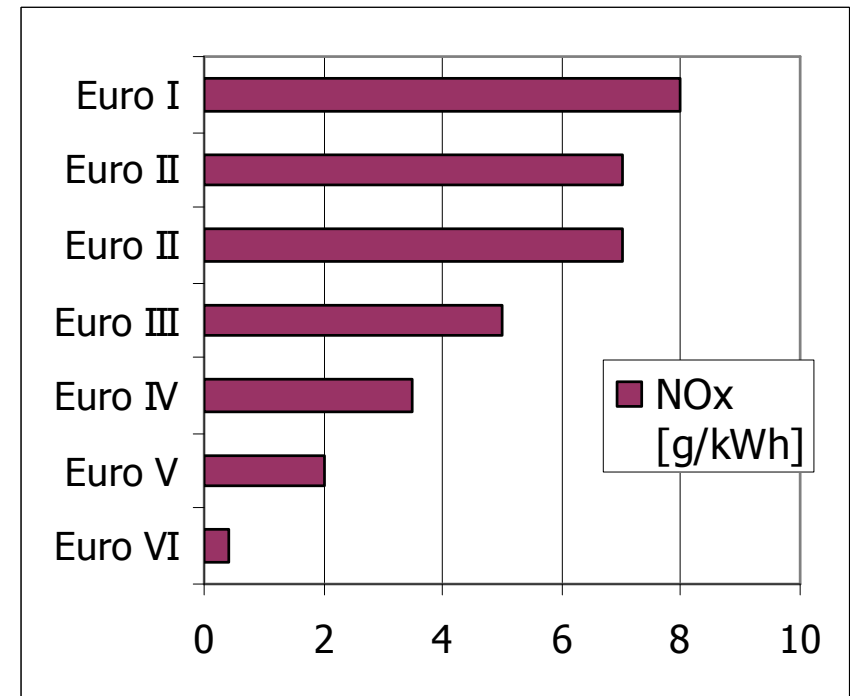
# Emisní limity vs. reálné emise

Máme přísnější EURO limity, ale kvalita ovzduší se nezlepšuje.

Reálný provoz - emise vyšší než při homologačních testech.

Malý počet vozidel - velký podíl na celkových emisích.

Zvyšující se intenzita dopravy.



# Možnosti současné technologie naftových motorů: Ve výfuku méně / stejně částic než ve vzduchu

**Euro 5 limit: 5 mg/kWh ~ 1 mg/m<sup>3</sup>**

**Euro 6 limit: 6x10<sup>11</sup> částic/kWh ~ 10<sup>5</sup> částic/cm<sup>3</sup>**



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

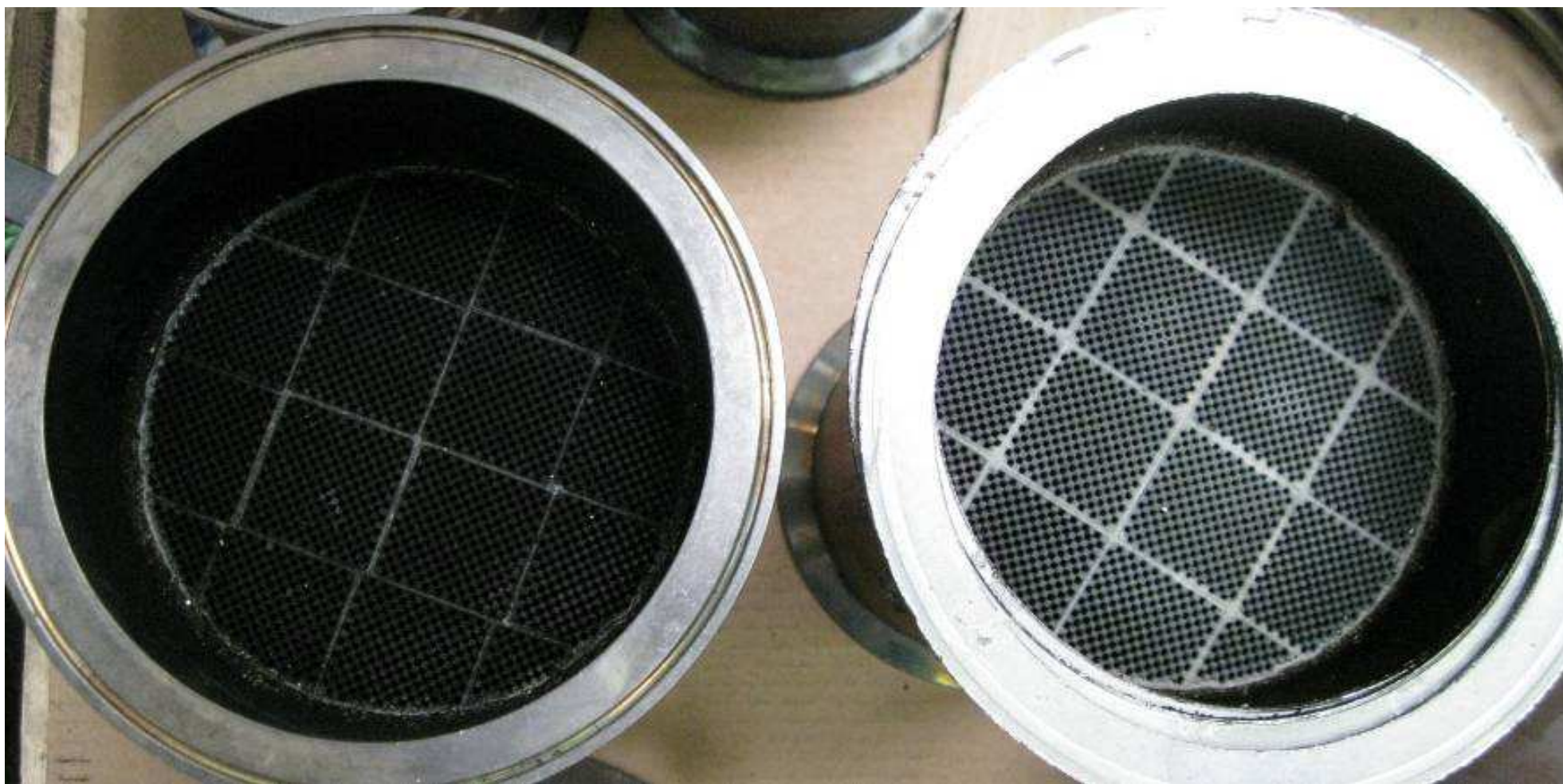
**Tento vůz a např. autobusy v New Yorku:  
Méně částic na m<sup>3</sup> ve výfuku než v  
ostravském vzduchu v zimě**





# Filtry částic

(účinnost 90 až 99,99%)

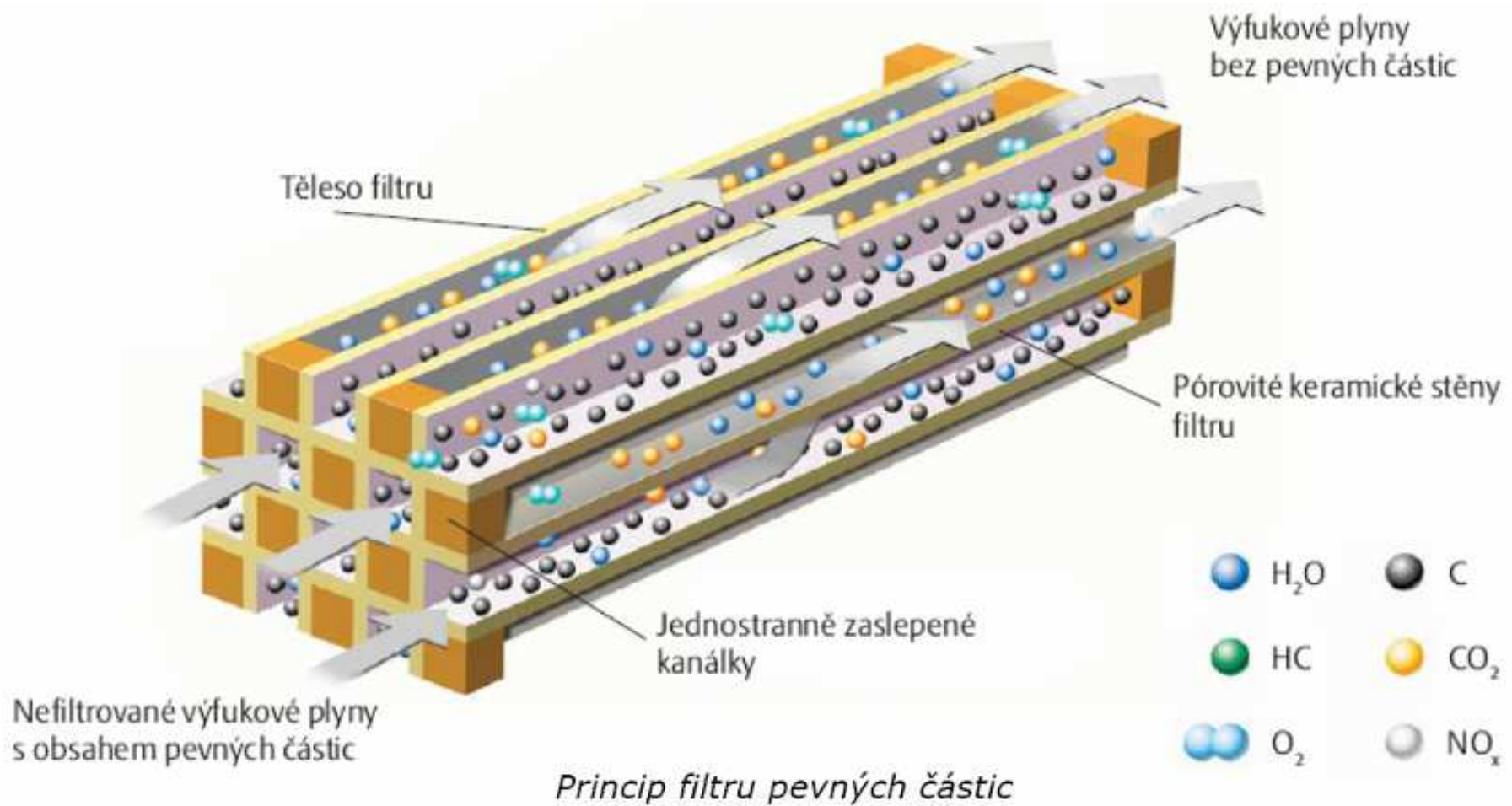


**Vstupní strana**

**Výstupní strana**

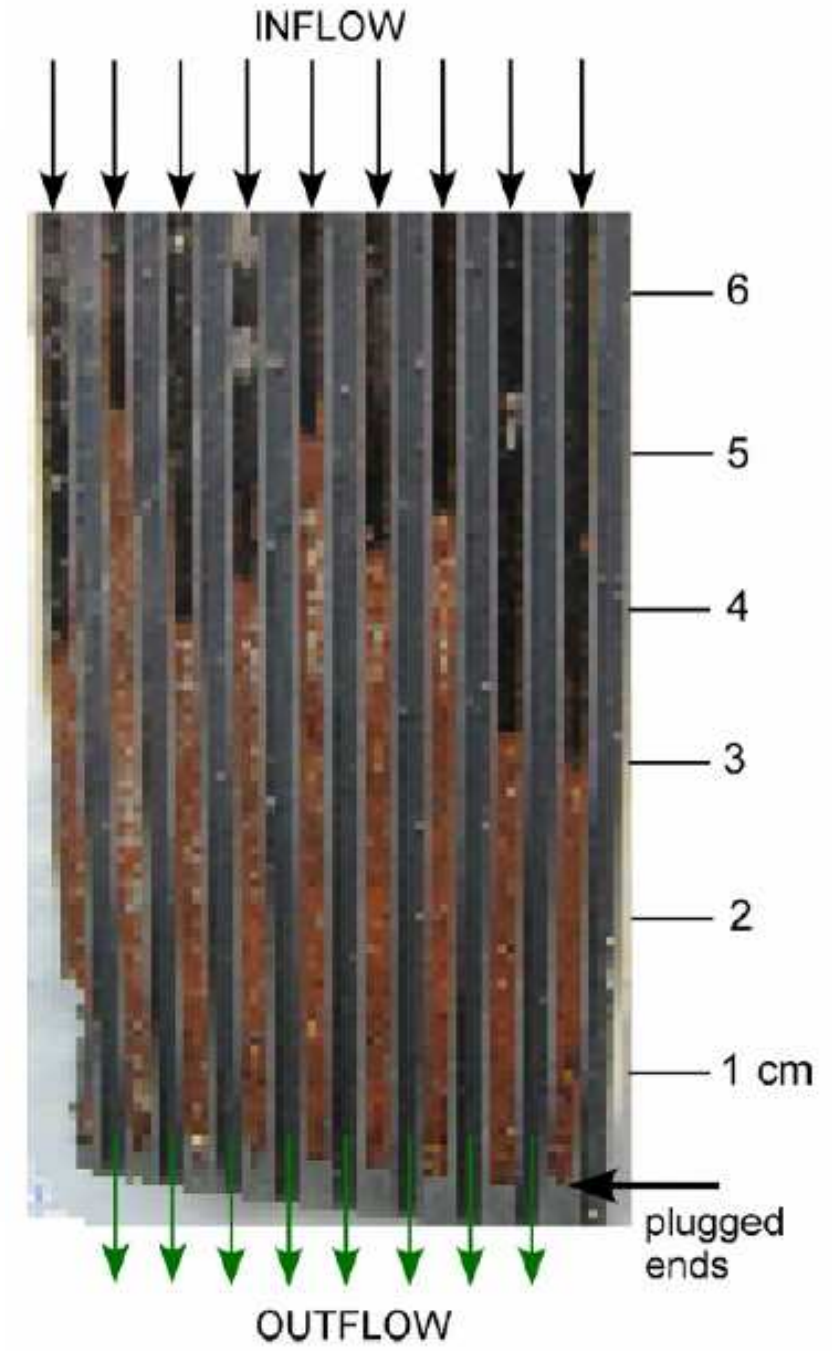
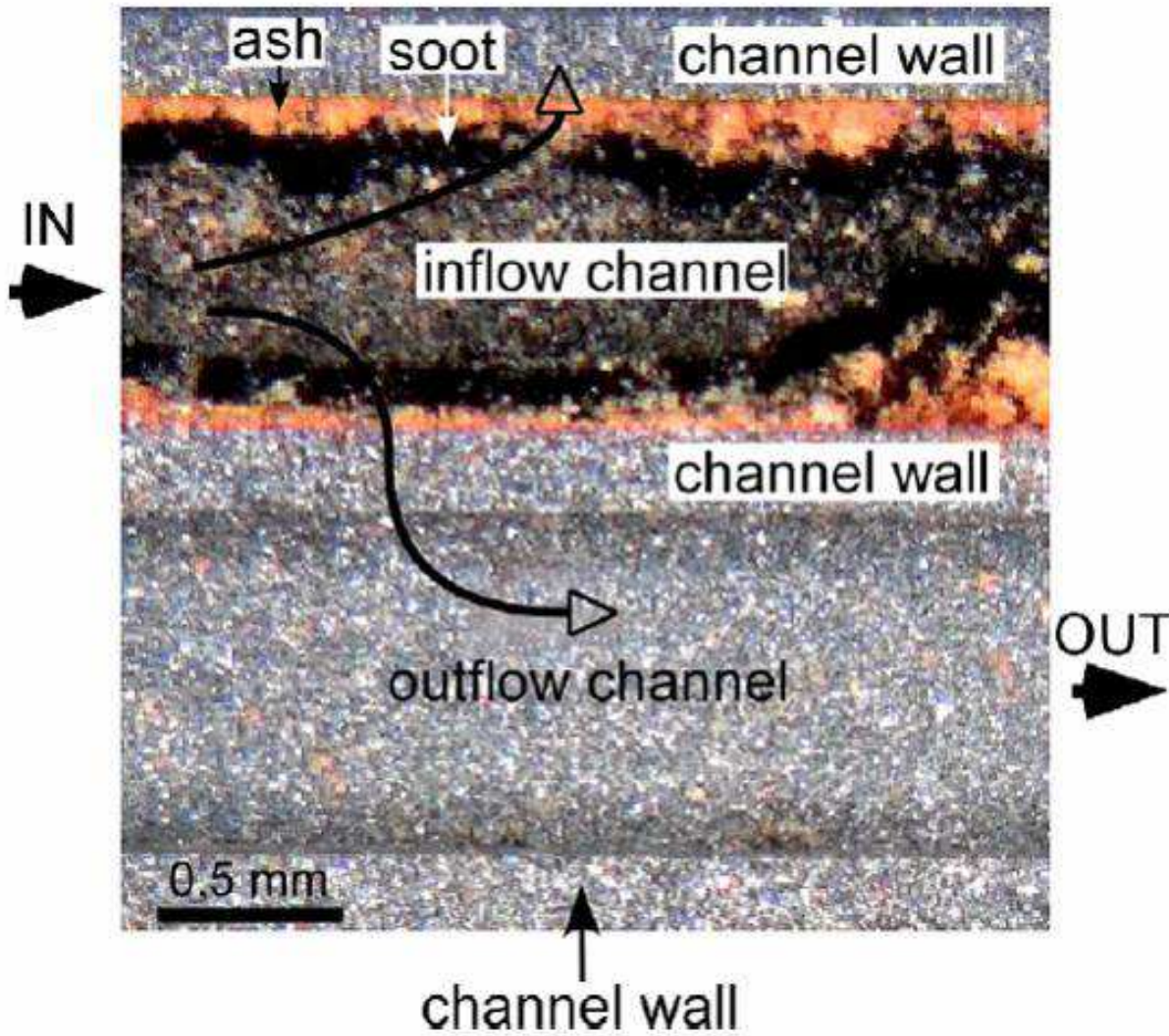


# Filtr částic





# Filtr částic

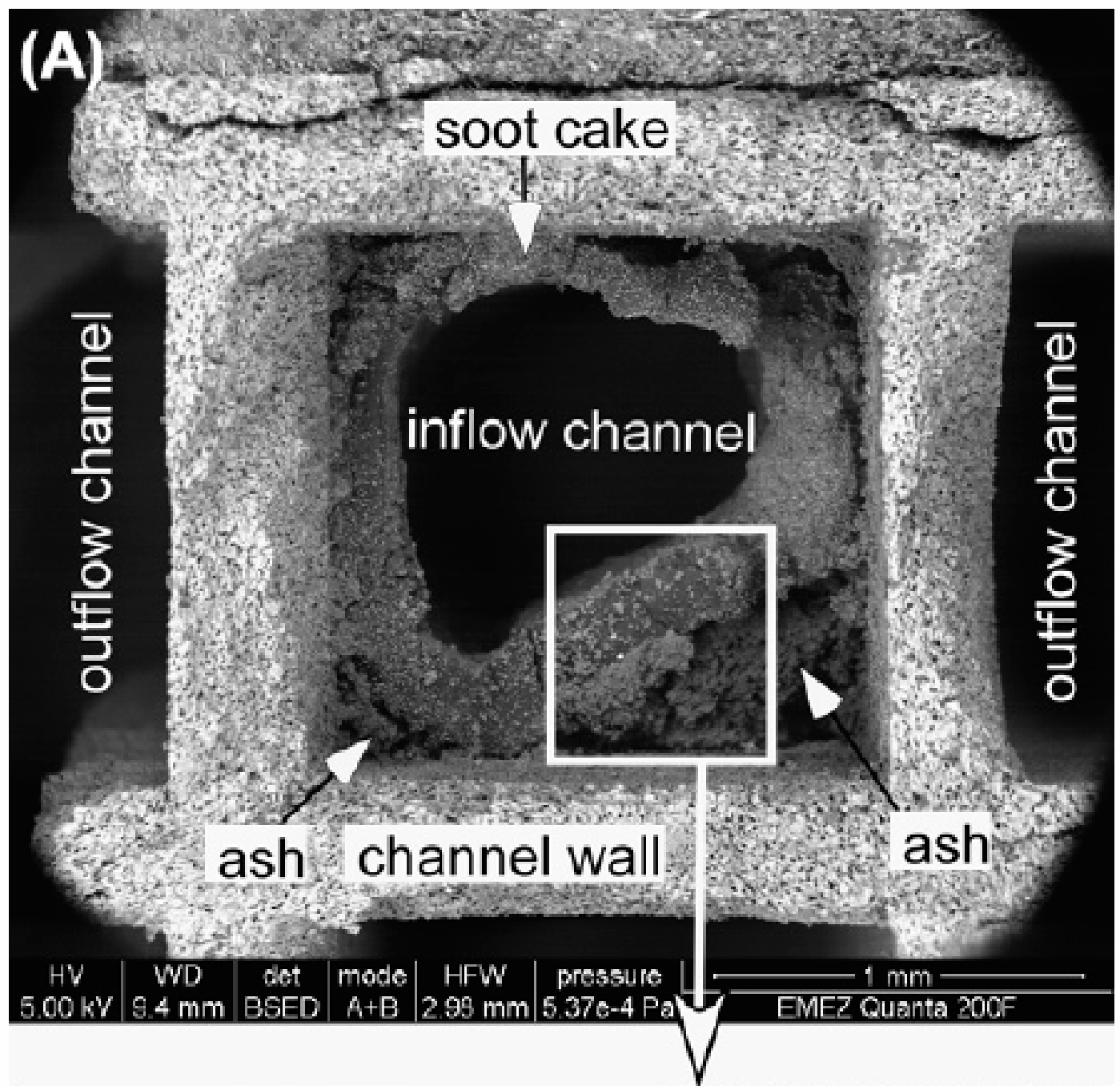


A. Liati, P. Dimopoulos Eggenschwiler / Combustion and Flame 157 (2010) 1658–1670



# Filtr částic

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





# Filtry částic lze instalovat dodatečně – „retrofit“ (Pilotní projekt, World trade center, New York, 2003)





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

**Euro 5, kdesi v Praze  
(bez DPF)**



**Motor s DPF  
Nidau, Švýcarsko**





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

Filtr částic má nulovou účinnost, je-li odmontovaný nebo zničený.

Je nesmyslné požadovat filtry na nových vozidlech, a zároveň povolovat jejich následnou demontáž/ničení.

**Odstranění filtru pevných částic se zárukou** | OdstraneniDPF.cz - Mozilla Firefox

800 VOLEJTE ZDARMA 800 09 09 09

Praha 5 - Láhovice

	Automobil s DPF	Automobil bez DPF
<b>Spotřeba</b>	Vozidla s DPF mají až o 1.5l vyšší spotřebu pohonných hmot	Nišší - není vyvolávána regenerace
<b>Výkon</b>	Nišší průtokovost spaliny vyfukem snižuje výkon vozidla	Vozidlo má silnější „spodek“ a vyšší maximální výkon
<b>Servis</b>	V servisu stojí nový DPF i 60 000 Kč	Profesionální demontáž filtru stojí u nás pouze 5480 Kč
<b>Životnost</b>	Ctých 50.000 km – 180.000 km s filtrem (DPF)	Životnost bez omezení
<b>Rizika</b>	Zachycení motorového oleje naftou, riziko úplného ucpaní	Bez rizika - definitivní odstranění filtru
<b>Záruka</b>	Bez záruky - pro servis je filtr pevných částic spotřební díl	Na úpravu poskytujeme prodlouženou záruku

**Odstranění a vypnutí filtru pevných částic se zárukou**

- Odstranění DPF se zárukou
- Plnění emisních norem EU
- Zajištění odtahu vozidla
- Sleva pro taxislužbu -15%

**Objednejte si odstranění filtru DPF se slevou 2 000 Kč**

Profesionální demontáž filtru pevných částic se zárukou. Snižuje spotřebu a celkových nákladů na provoz vozidla.

Objednejte je: **51 hodin 41 minut 39 sekund**

**Novinky ze světa automobilismu**

- Jeep Grand Cherokee SRT První třetí dojezd
- Video: Cadillac čistý golfový míček. V rychlosti 100 km/h
- David Coulthard se s Mercedesem SLS AMG Roadster vypravil do Grimsbyho ledy.
- Audi SQ5 TDI se představuje na stránce videa



# Malé procento motorů ve špatném stavu = velký podíl na celkových emisích





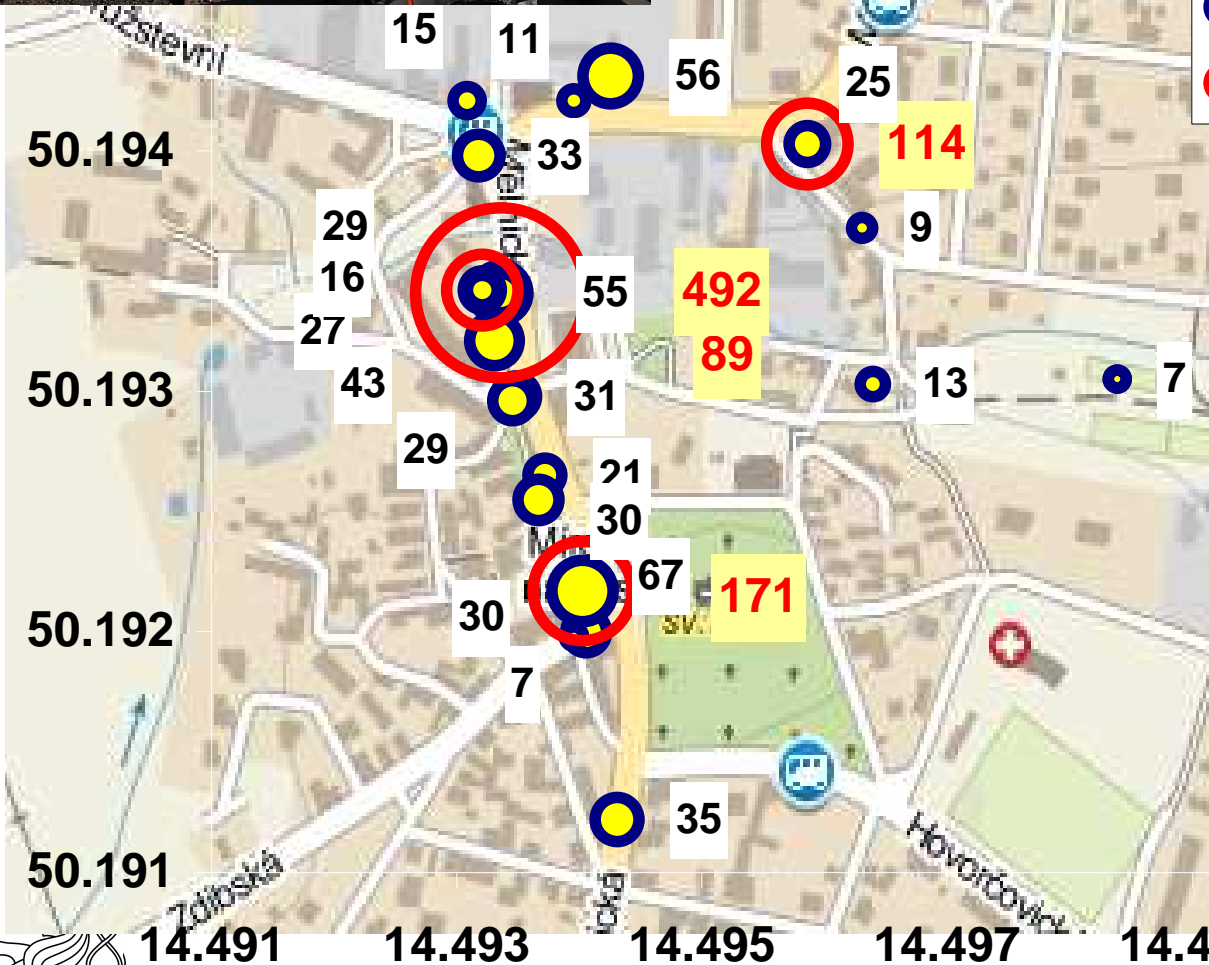
# Malé procento motorů ve špatném stavu = velký podíl na celkových emisích



# Celkové počty částic 10-500 nm Líbeznice, 15. 5. 2014, ranní špička

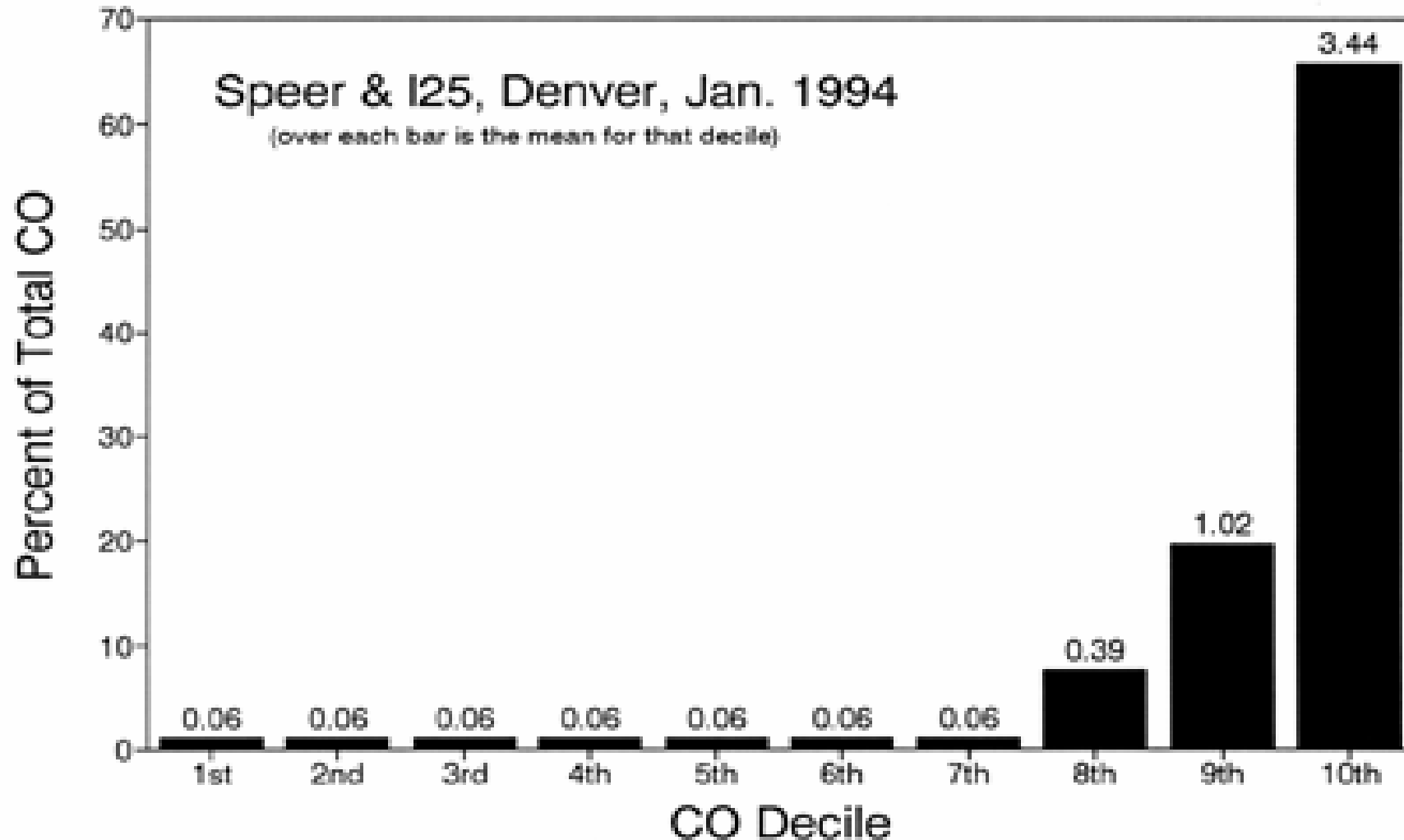


- Ranní špička 15.5.
- Kouřící vozidla





# Malé procento motorů ve špatném stavu = velký podíl na celkových emisích



*Graph: Prof. Donald Stedman, University of Denver,  
University lecture on vehicle emissions, 1995*







# Měření emisí plyných látek a částic za reálného provozu

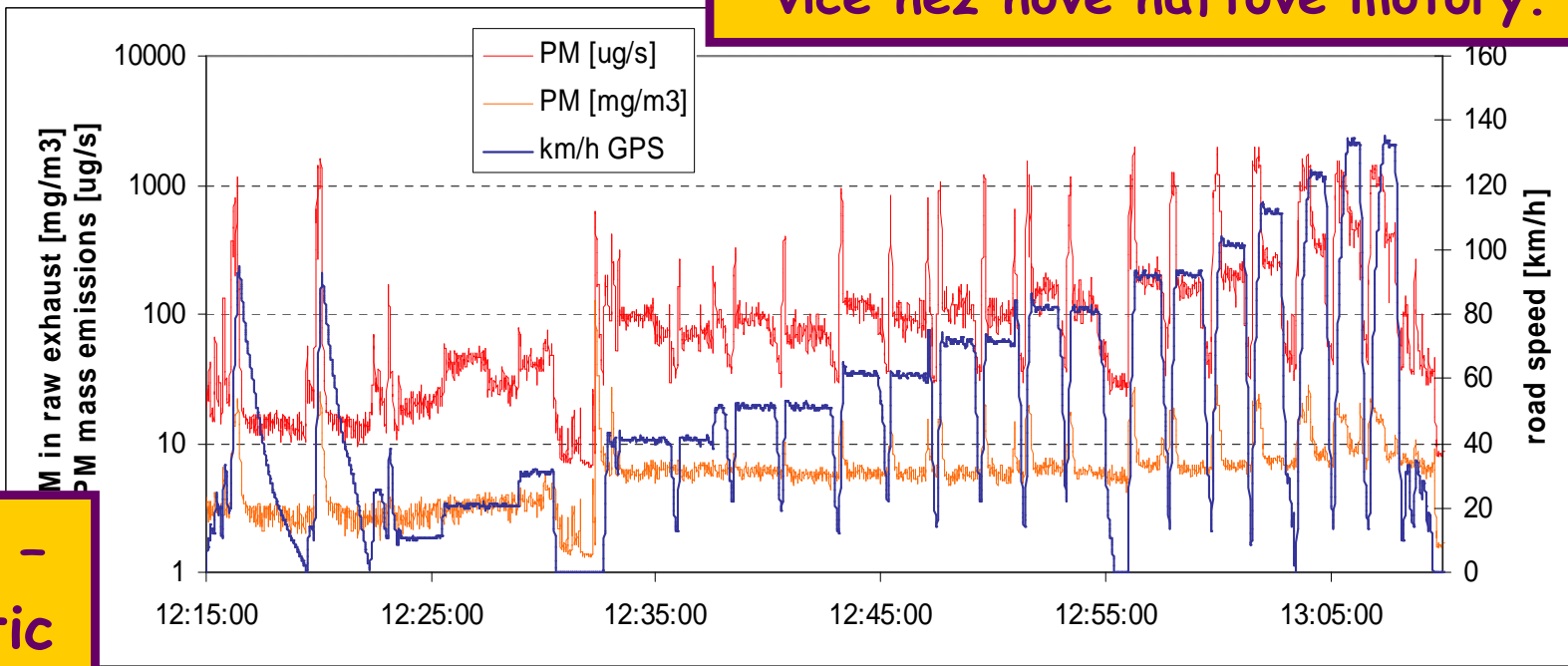
## Škoda Fabia, zážehový motor 1,4 MPI



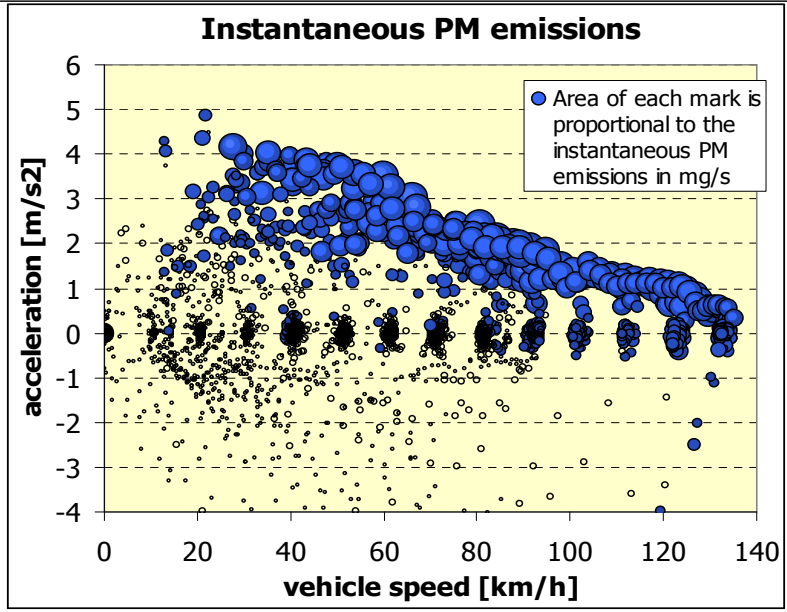
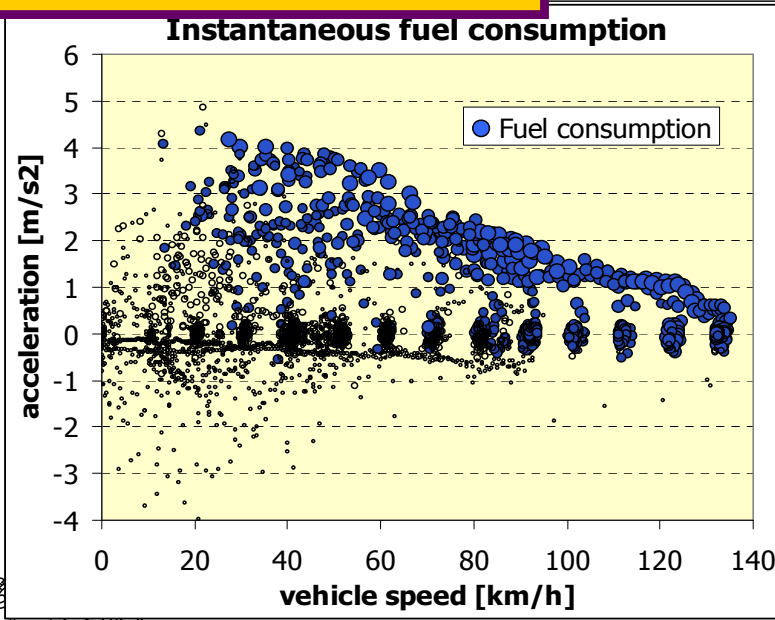
# Škoda Fabia, zážehový motor 1,4 MPI

**Benzinové motory produkují částice také - v poslední době více než nové naftové motory.**

Jízda po letišti -  
ustálené rychlosti a akcelerace (pokusná měření)



**Vysoké zatížení - vyšší emise částic**



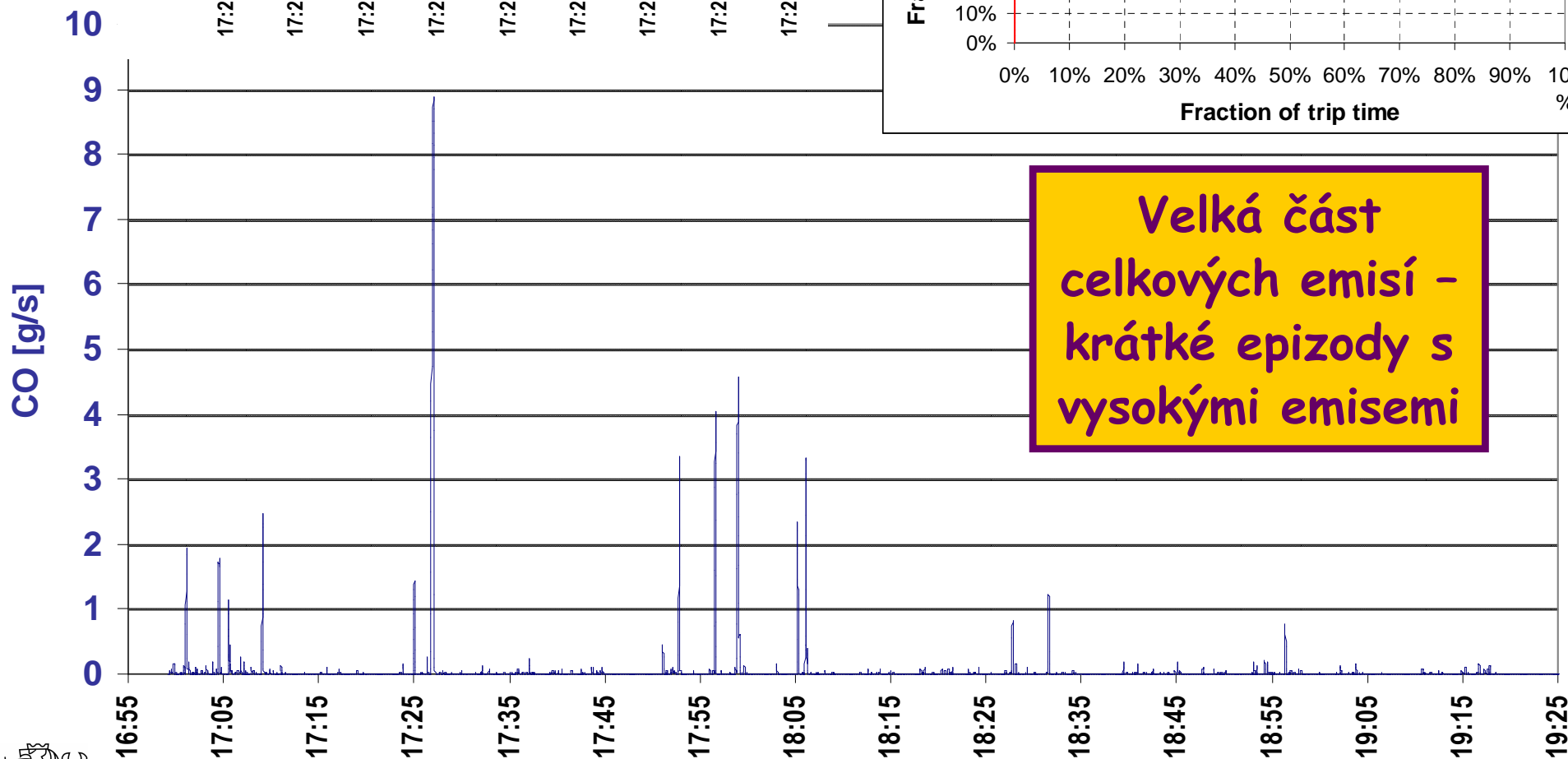
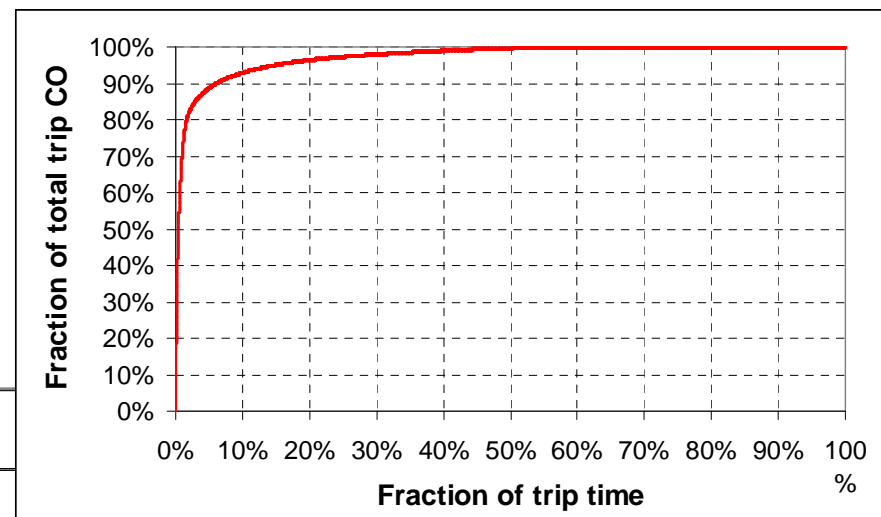
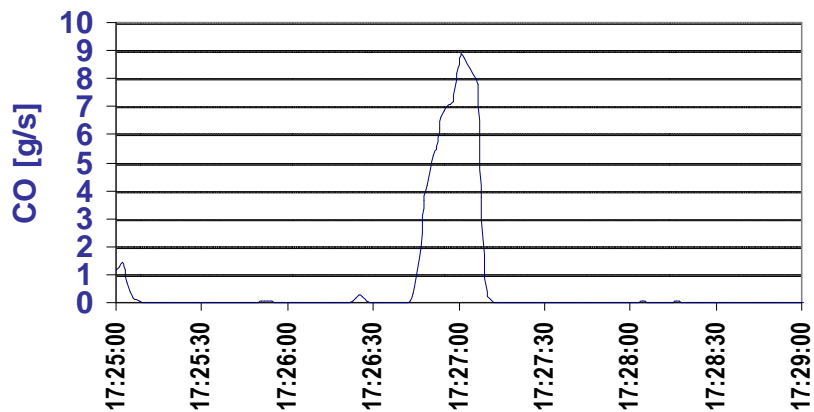
Okamžitá spotřeba paliva a emise v závislosti na okamžité rychlosti a zrychlení - při vysokých zrychleních jsou emise částic neúměrně vyšší než spotřeba paliva





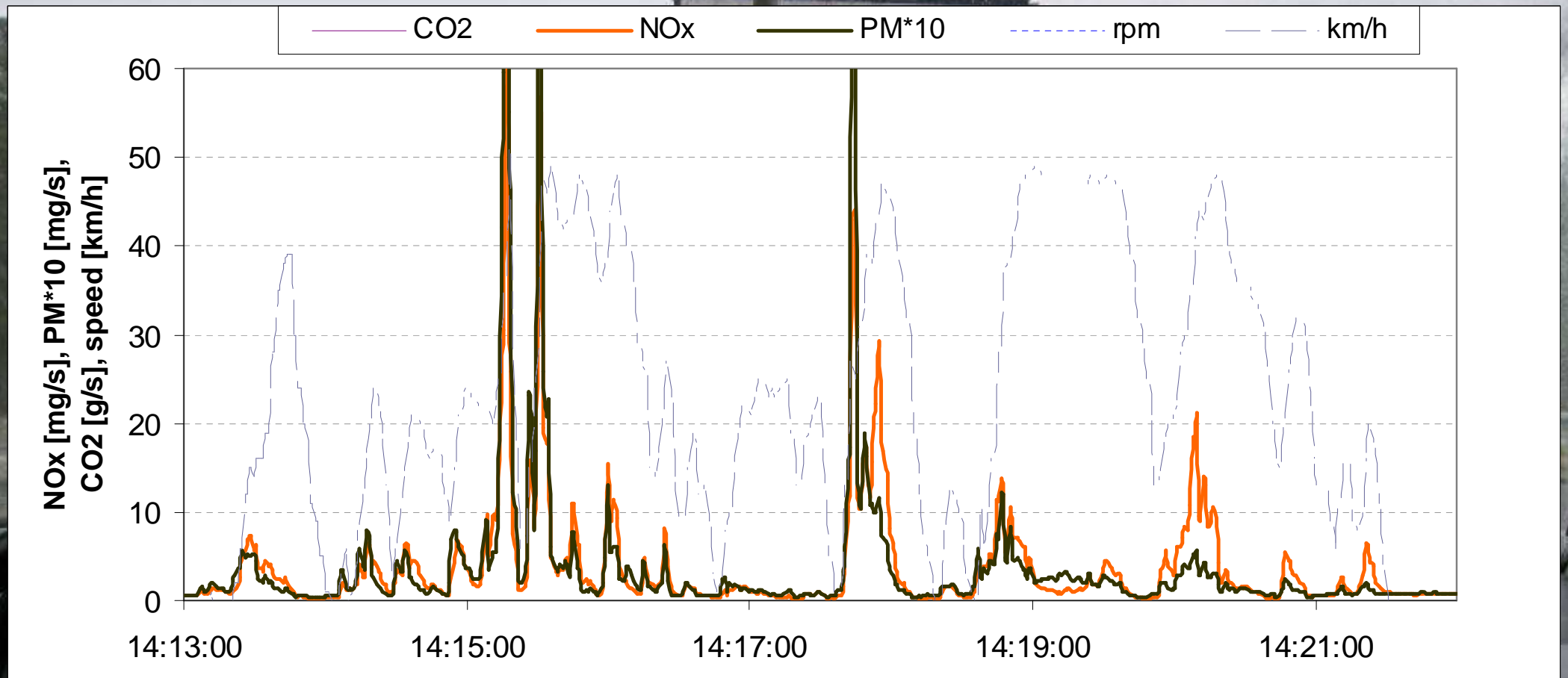
# Jízda po dálnici

Osobní automobil, benzinový motor, 138 kW



# Jízda po městě

Osobní automobil Škoda Octavia, naftový motor, 103 kW



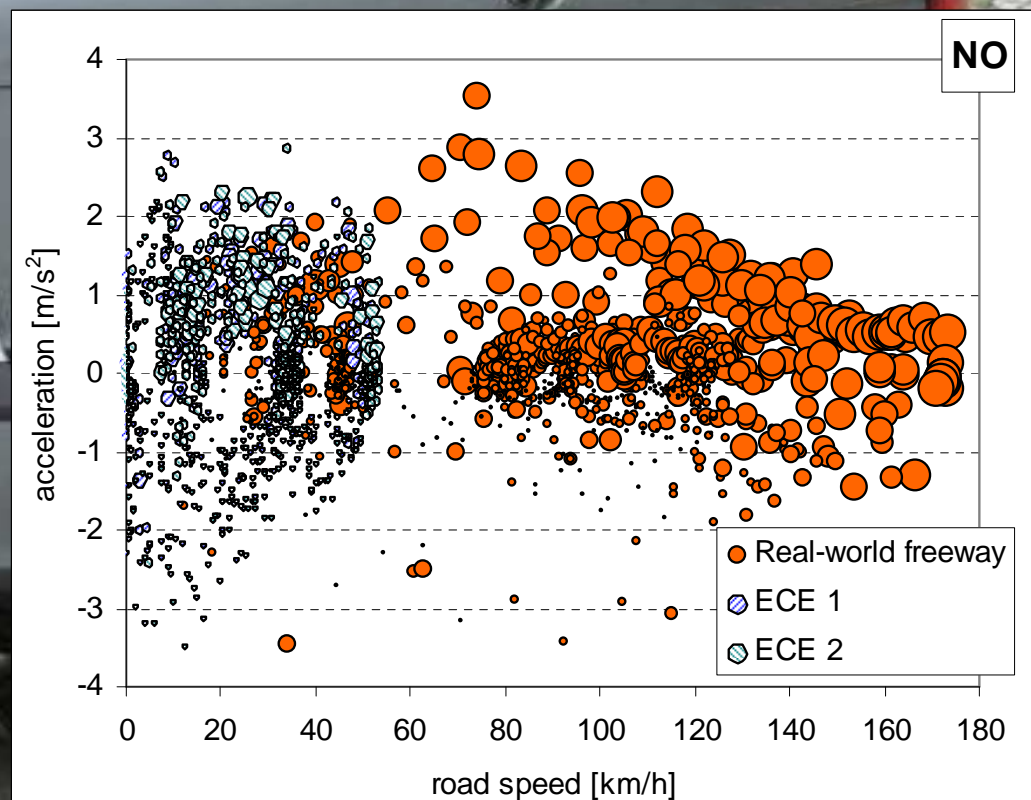
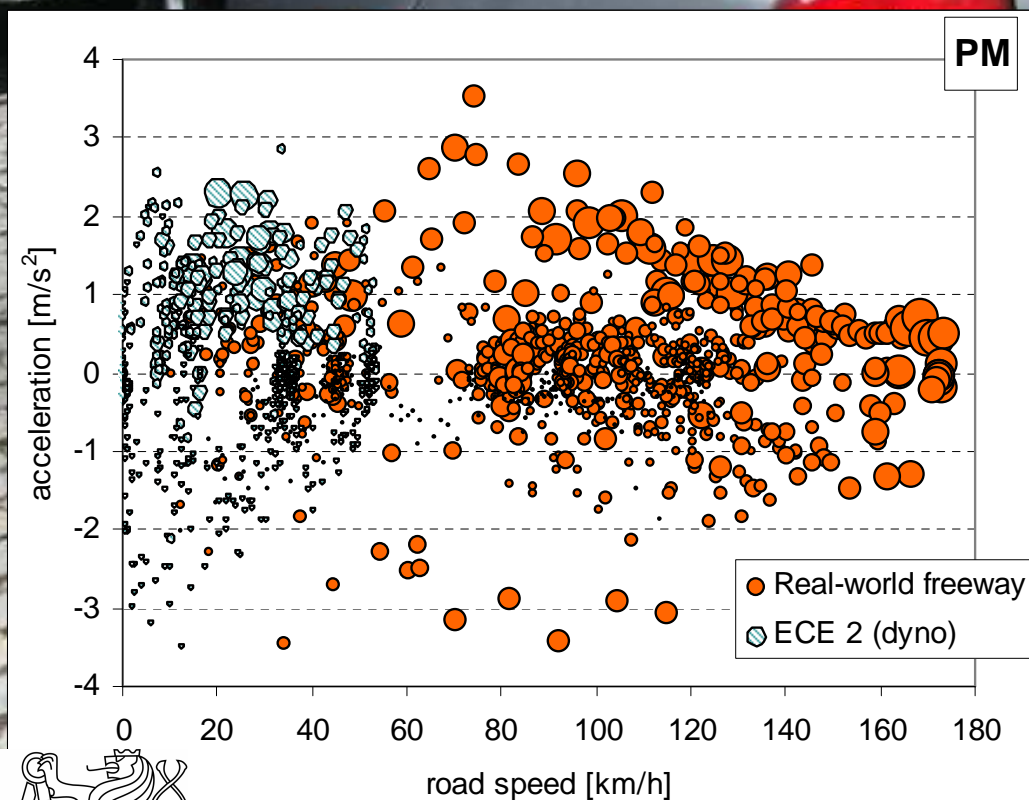
Velká část celkových emisí - krátké epizody s vysokými emisemi  
mnohdy nepokryté testy & modely



# 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



# Emisní problémy automobilových vznětových motorů v EU

## Euro 4 Skoda Fabia - vozidlová zkušebna

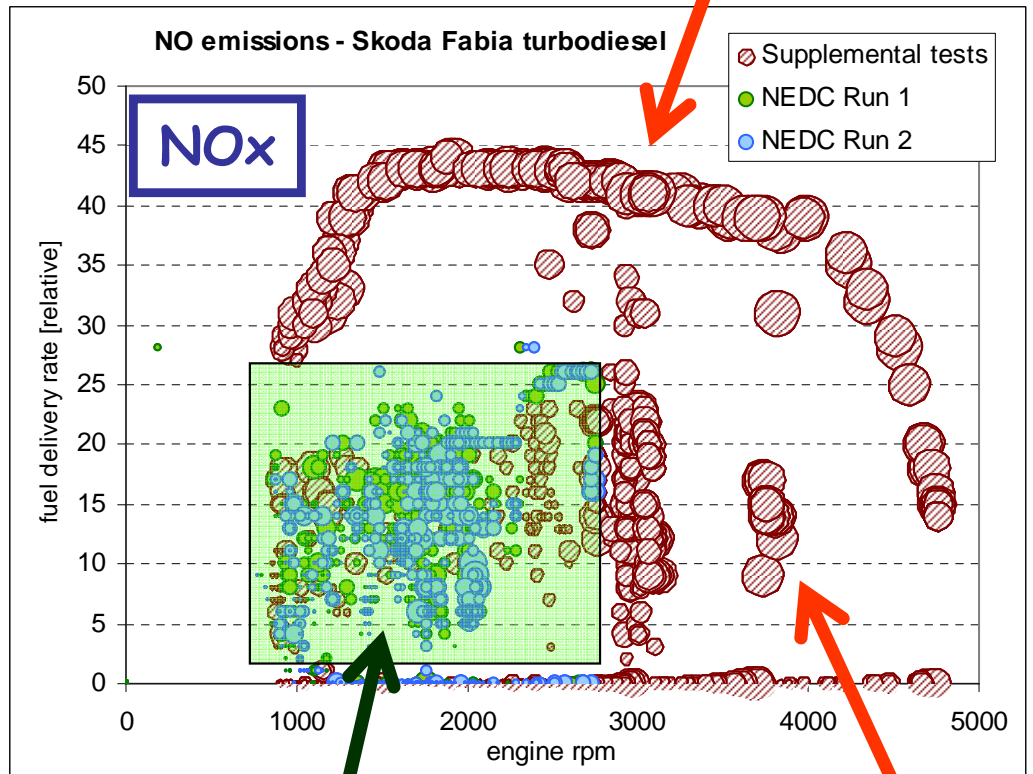
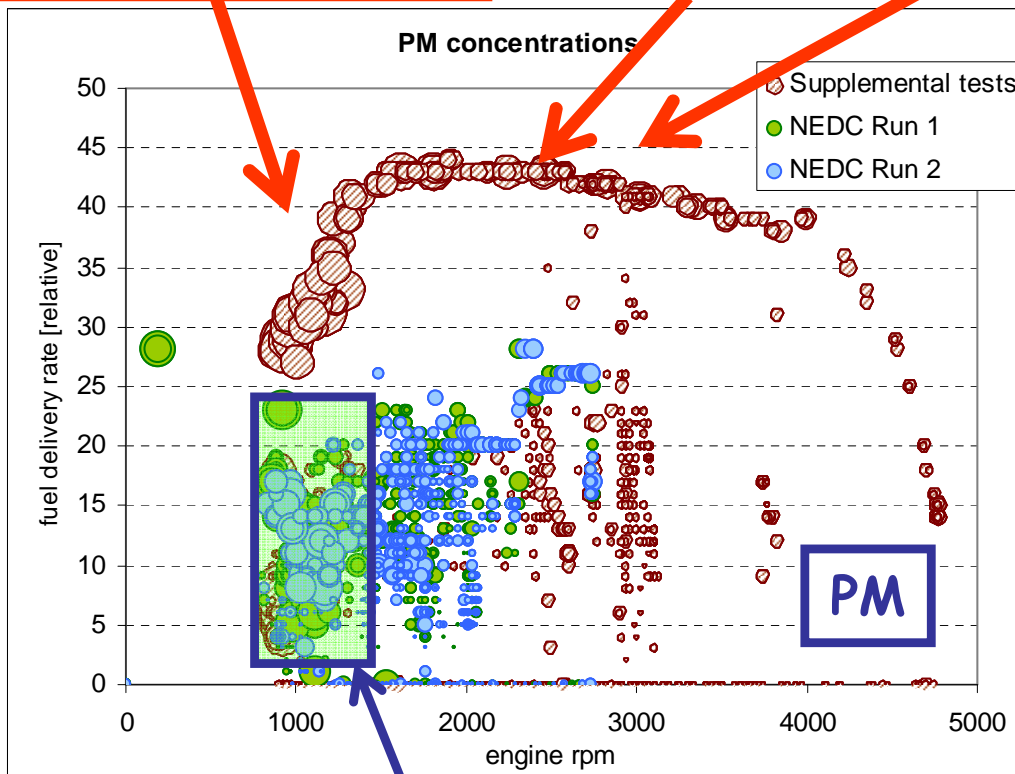
### NEDC vs. vyšší výkonové hladiny

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)

?



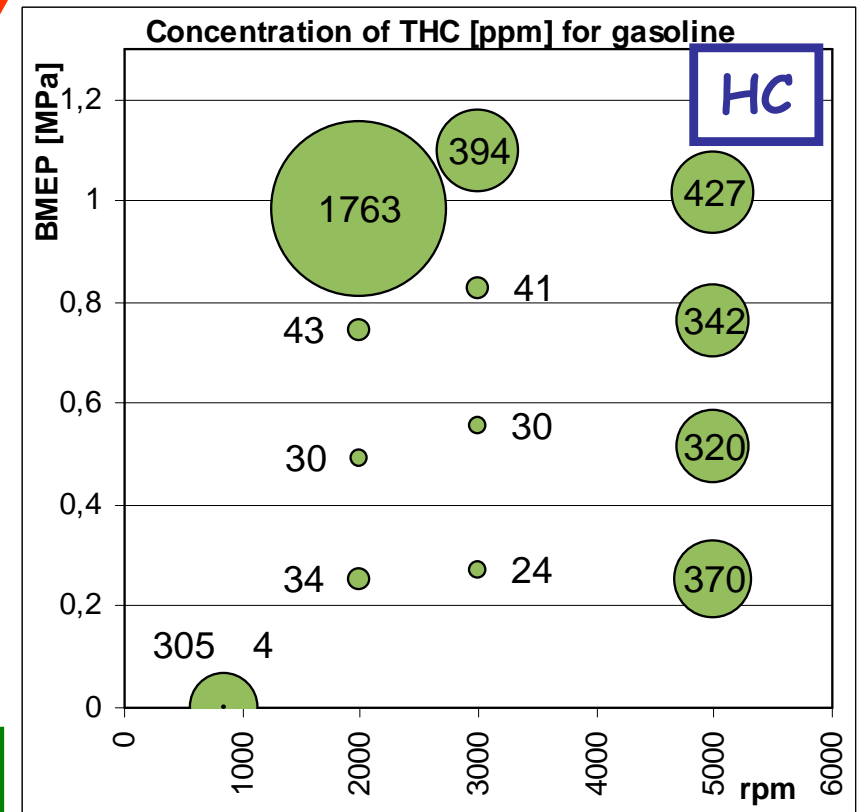
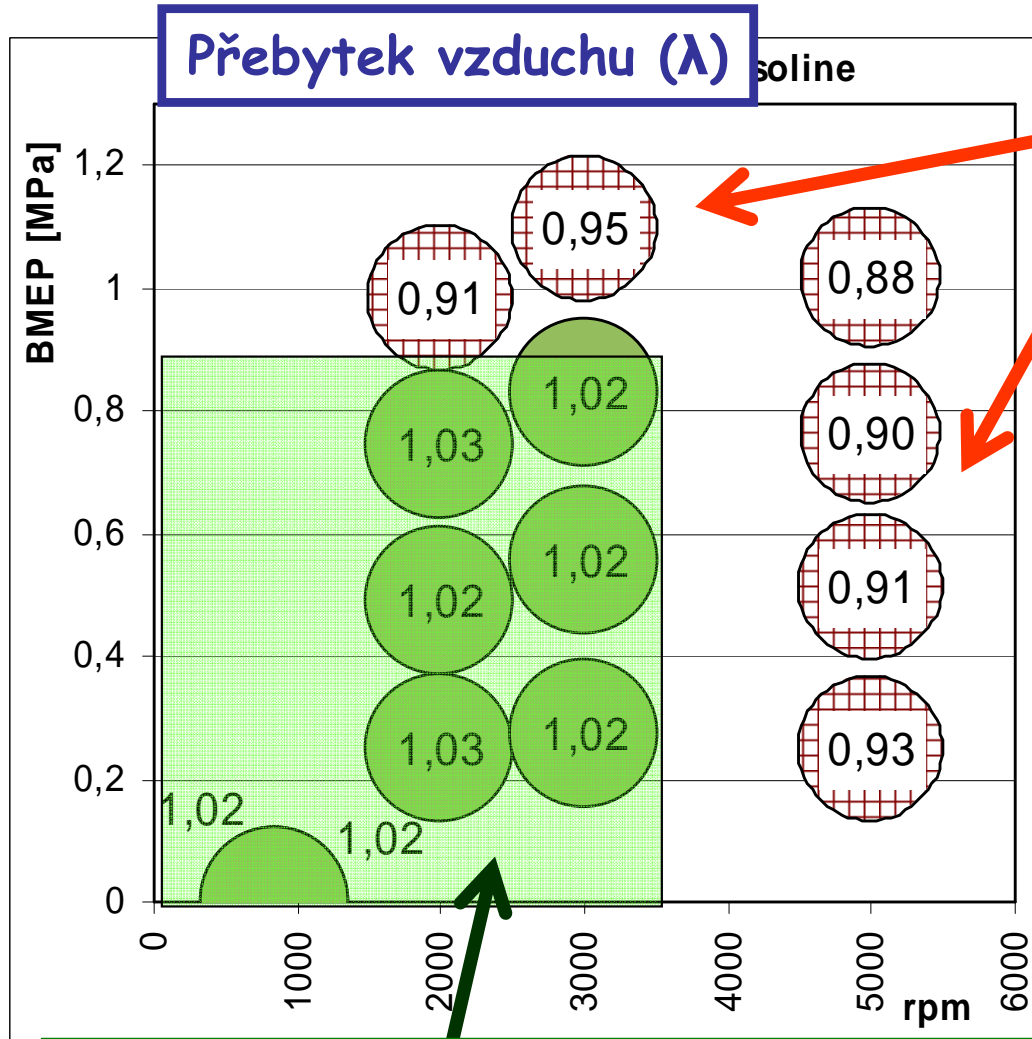
# Emisní problémy automobilových zážehových motorů v EU

Euro 5 Škoda 1,2 HTP - motorová zkušebna

NEDC vs. vyšší výkonové hladiny

Vysoké zatížení -  
vyšší emise částic

Snížení teploty výfukových  
plynů (ochrana katalyzátoru)  
přechodem na bohatou směs  
při vysokých zatíženích



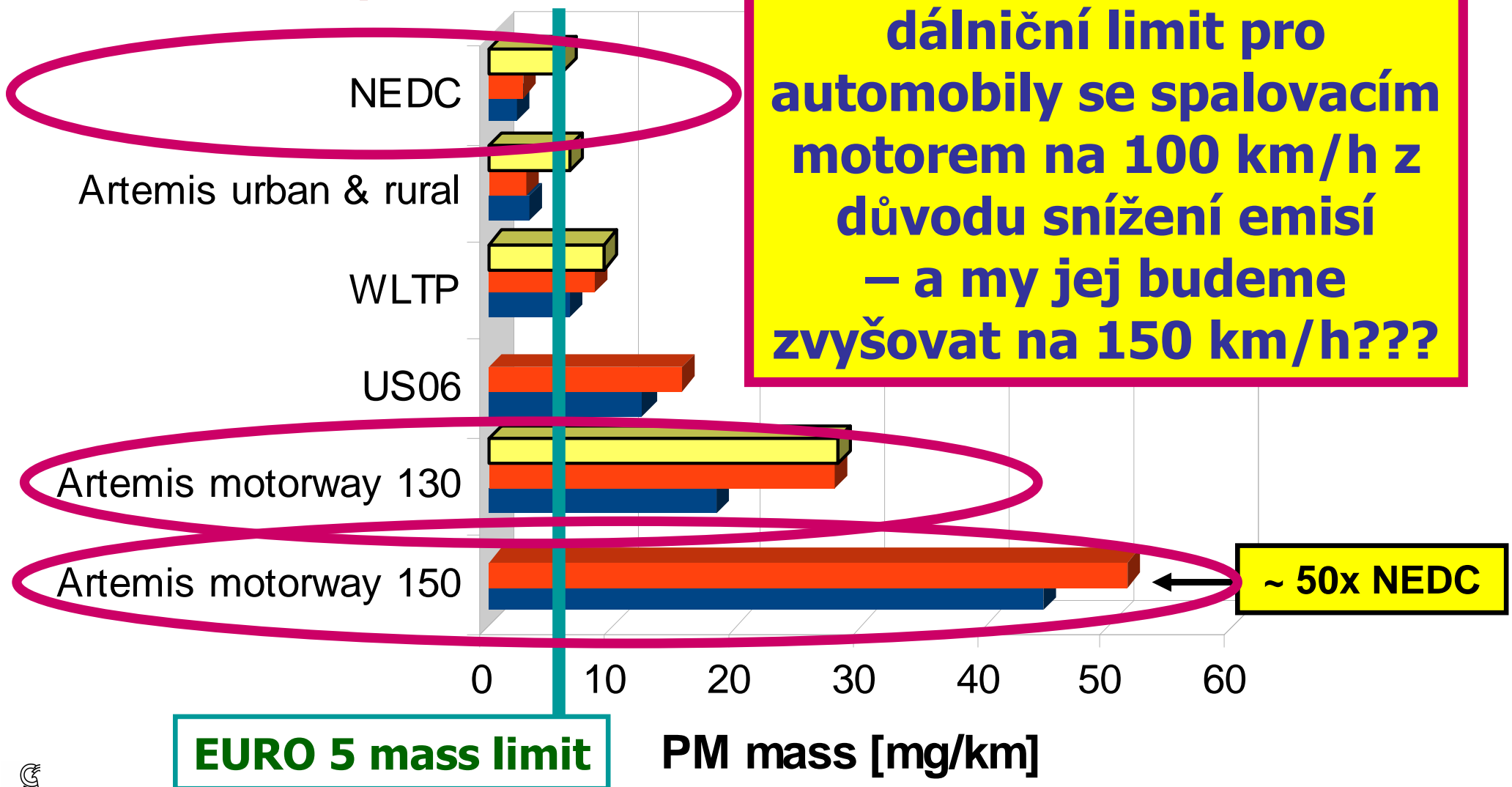
**Stechiometrický poměr palivo-vzduch**



# Částice z benzínových motorů: Obohacení směsi může mít vyšší vliv než stárnutí vozidla

Cykly na válcové zkušební postavení  
přímý vstřik: Škoda Octavia 1.8 TSI  
vícebodový vstřik do sání: 2.0 TDI

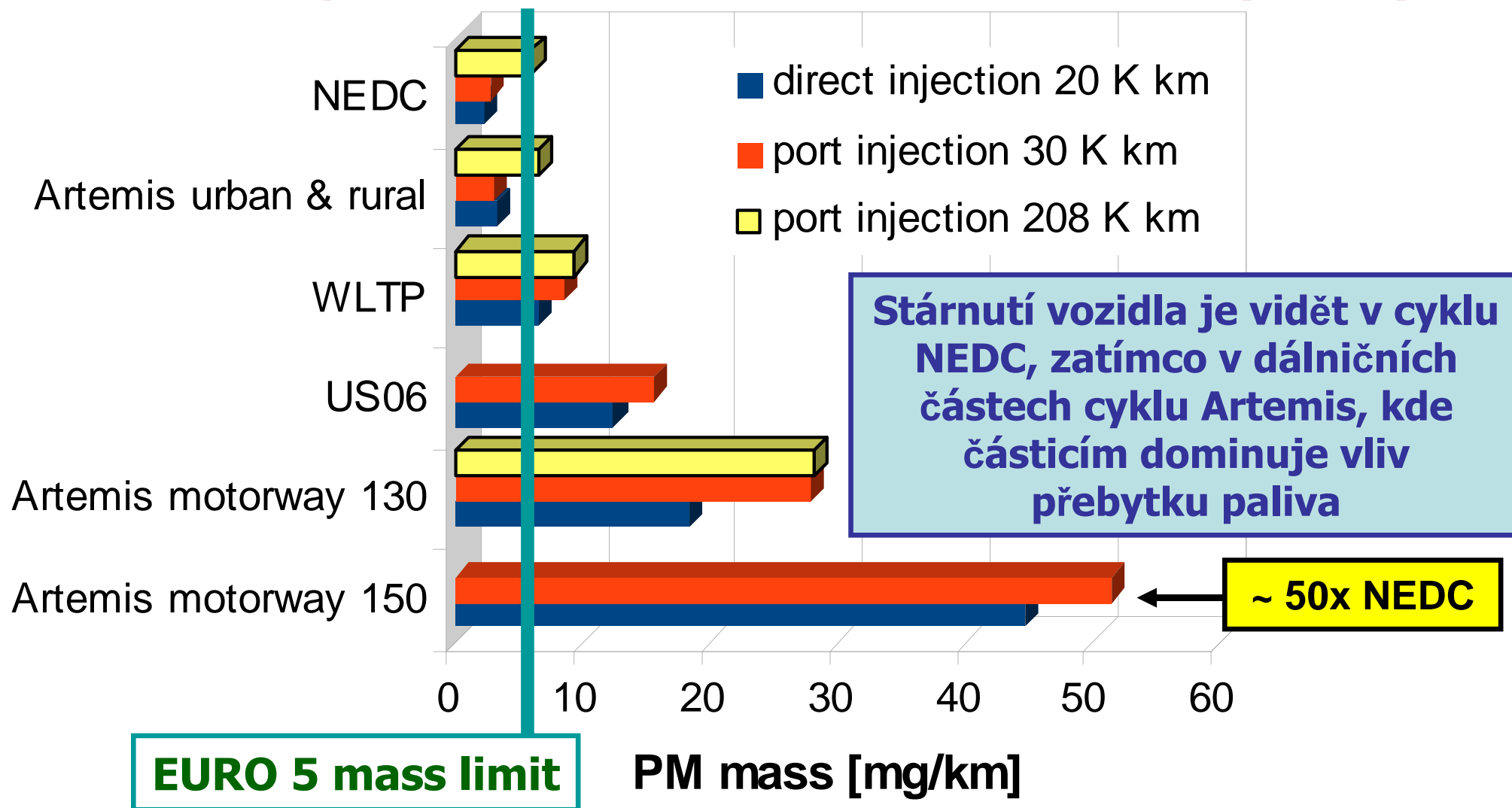
Rakousko snížilo  
na některých úsecích  
dálniční limit pro  
automobily se spalovacím  
motorem na 100 km/h z  
důvodu snížení emisí  
– a my jej budeme  
zvyšovat na 150 km/h???





# Částice z benzinových motorů: Obohacení směsi může mít vyšší vliv než stárnutí vozidla

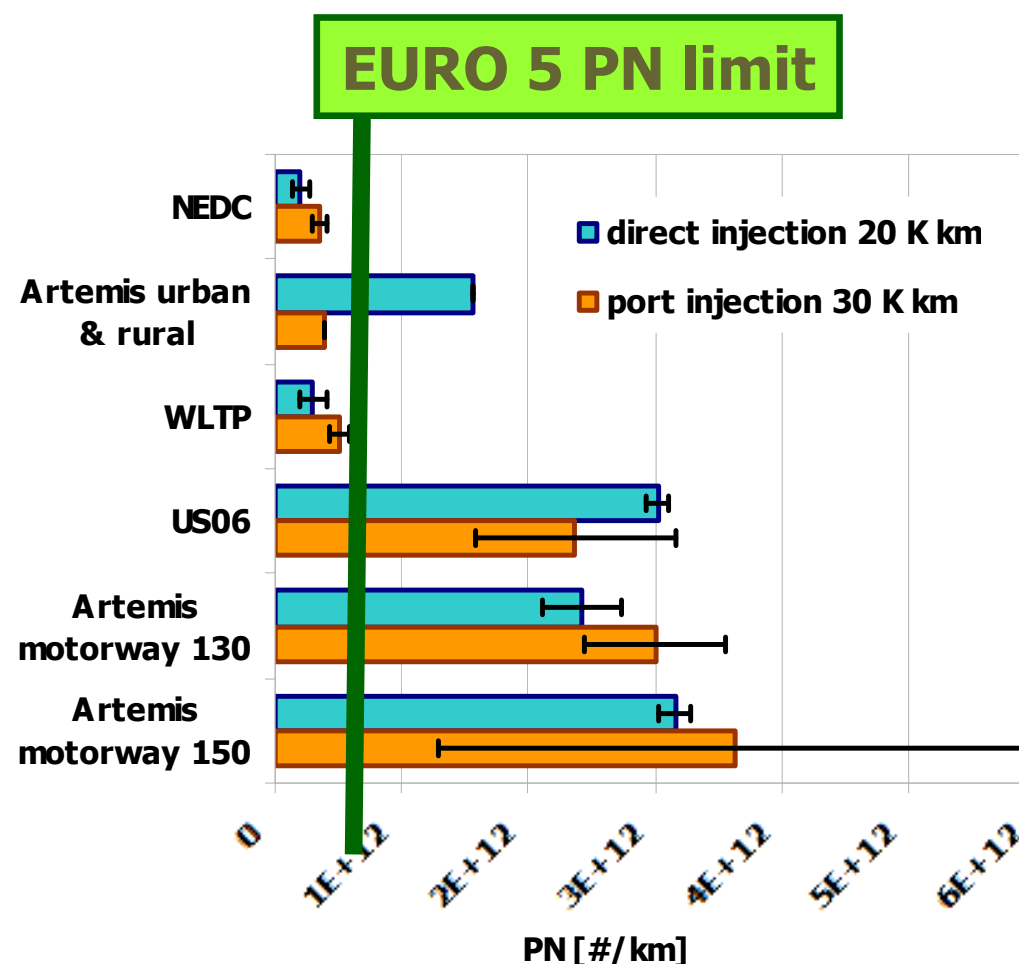
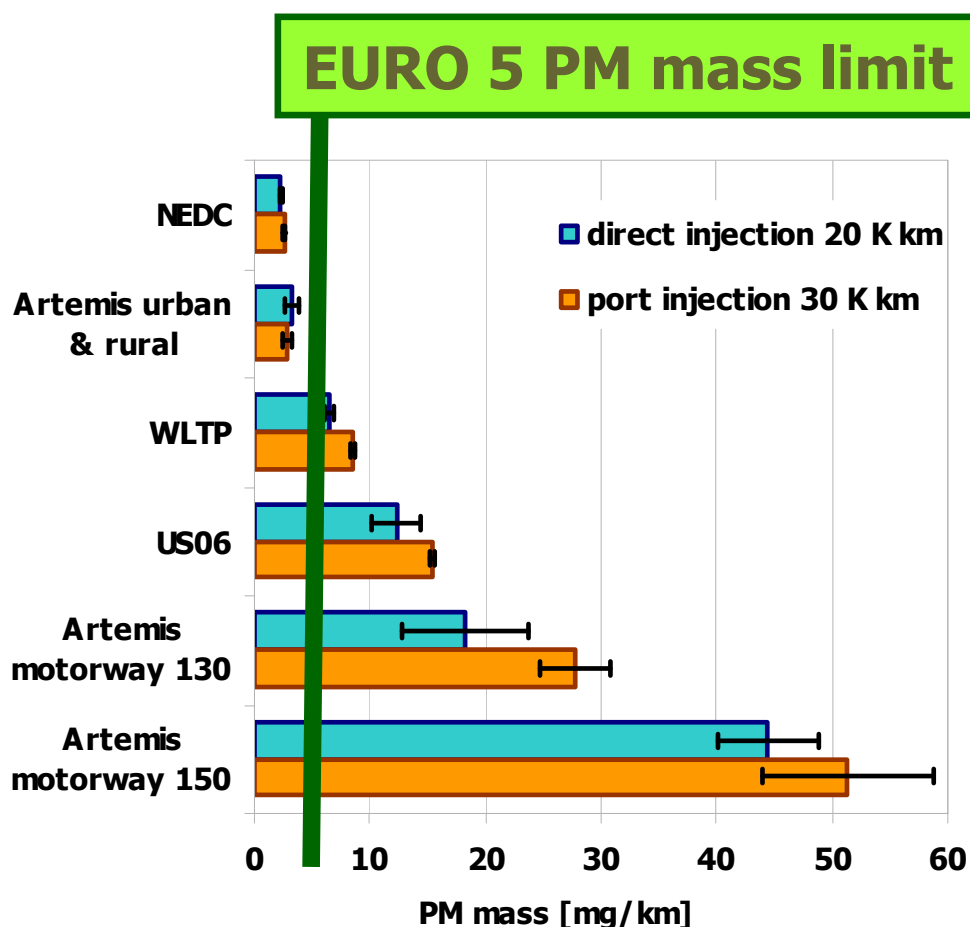
**Cykly na válcové zkušebně, s teplým startem**  
**přímý vstřik: Škoda Octavia 1.4 TSI (Euro 5)**  
**vícebodový vstřik do sání: 2 x Škoda Fabia 1.4 MPI (Euro 4)**



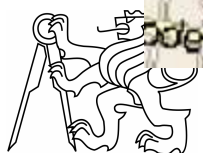
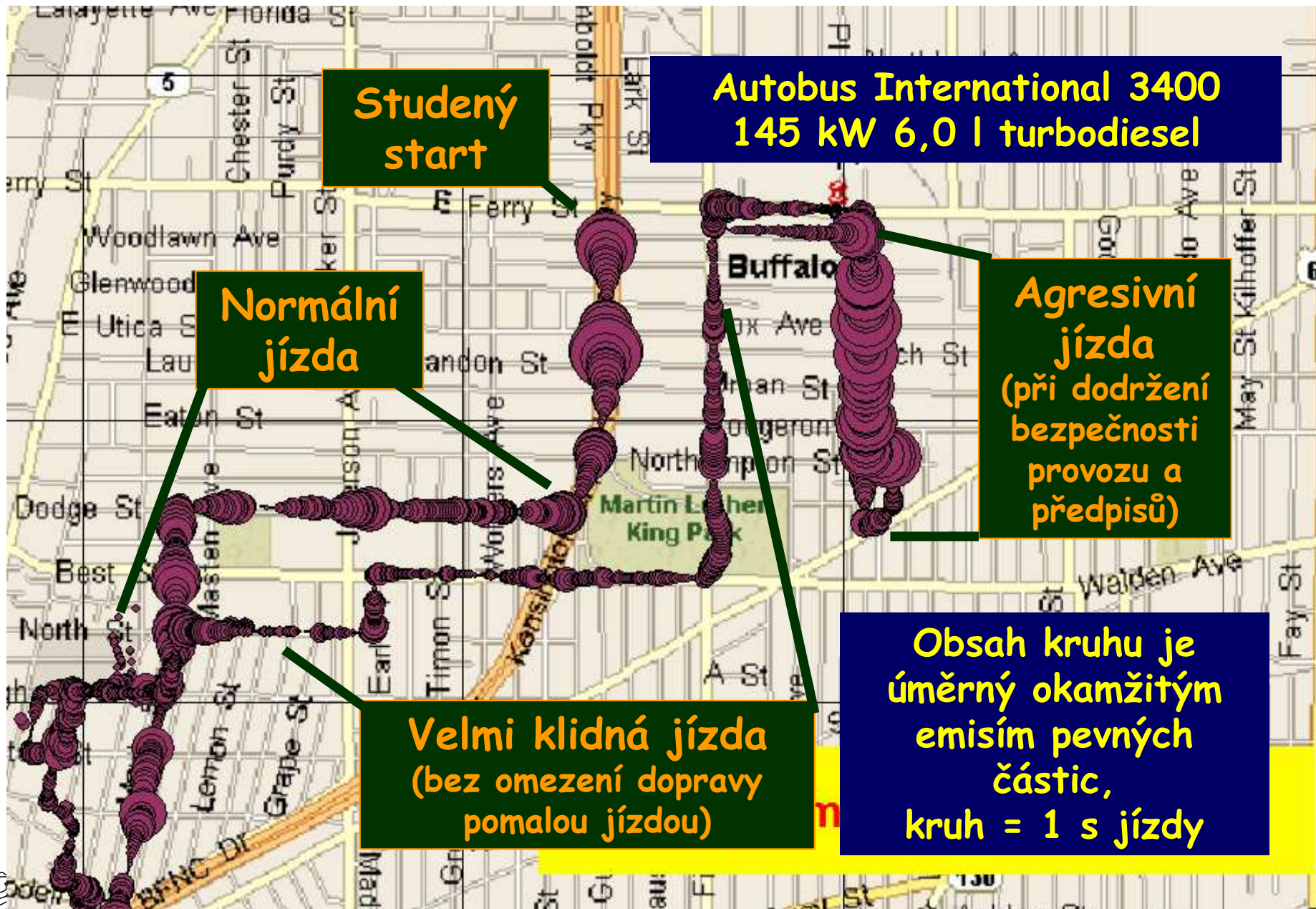
# Emise částic z benzinových motorů: Vliv jízdního cyklu

**WLTP není tak "měkké" jako NEDC, ale nepokrývá obohacení palivem při vysokých zatíženích (praktika výslovně zakázaná US EPA)**

**Jsou US06 cyklus a dálniční část cyklu Artemis lepšími kandidáty na homologační cyklus?**







# Počet automobilů (osobních i nákladních) na našich silnicích neustále roste



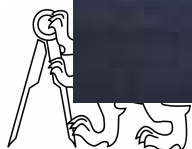


# Automobilismus





# Automobilismus





In the Czech Republic, in the period from 1990 to 2004, energy consumed by transport rose by almost 100%, increasing by 6.7 percent from 2003 to 2004.

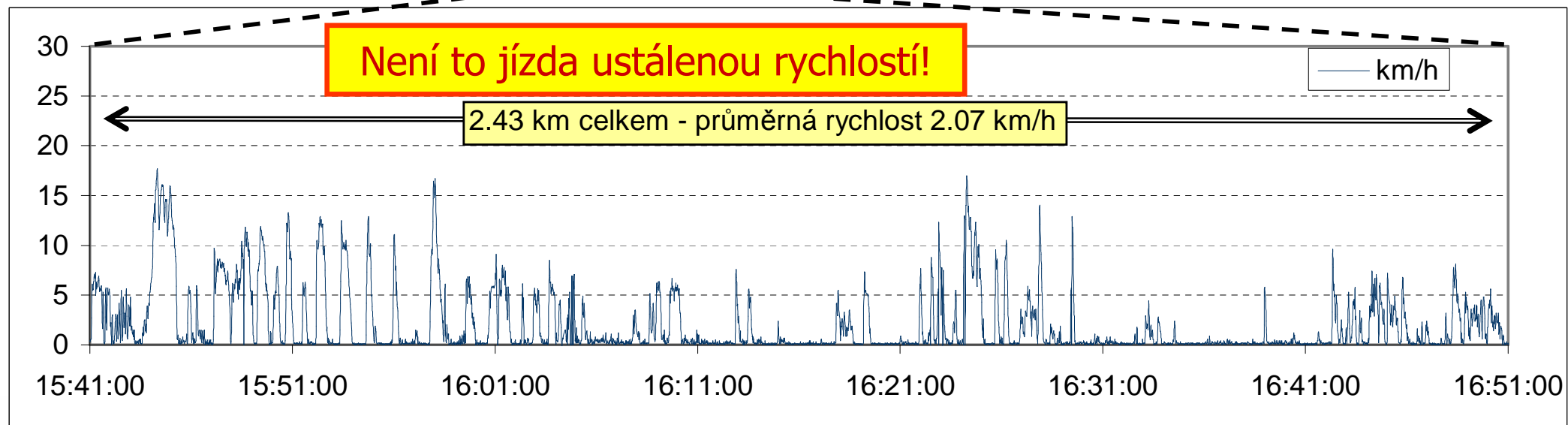
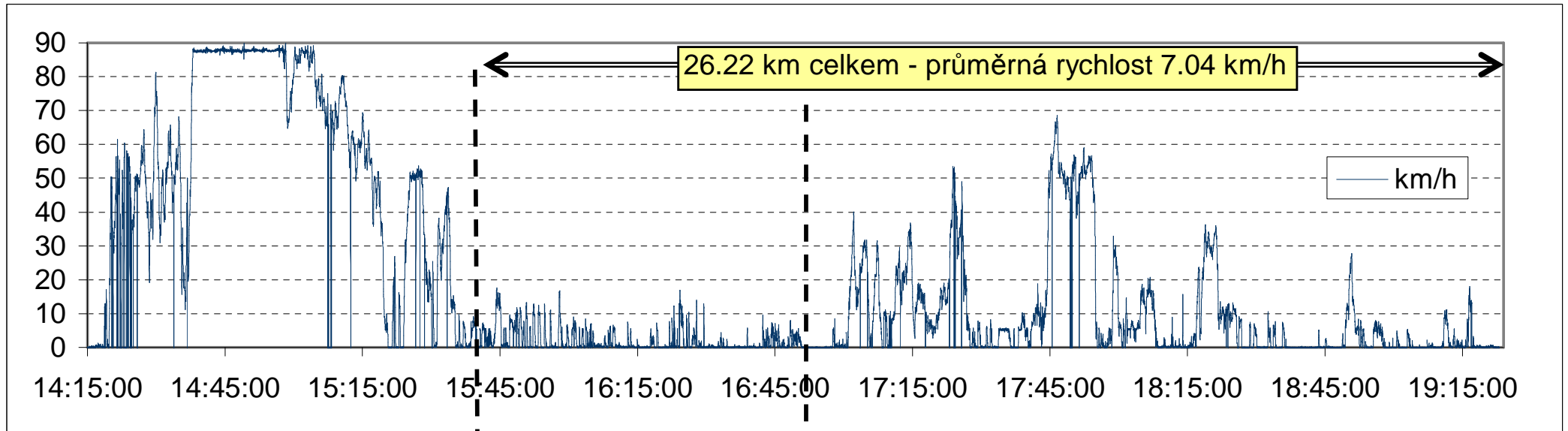
Ministry of the Environment

*(Report on The Environment in the Czech Republic In 2004 - December 2005)*



Dálnice

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



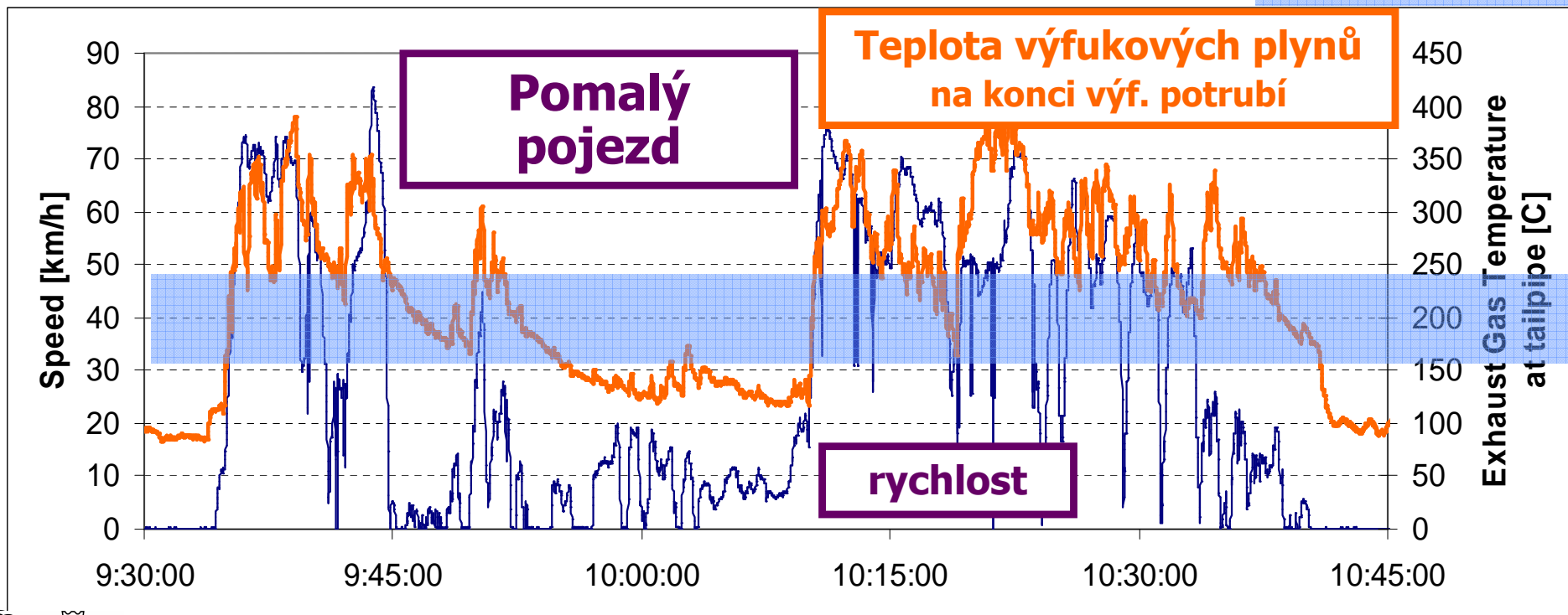


# Problém delšího nízkého zatížení motorů těžkých vozidel

- \* Zhoršující se kvalita spalování
- \* Nízké teploty výfukových plynů -> snižující se účinnost oxidačních a redukčních katalyzátorů
- \* Tvorba úsad ve výfukovém potrubí – ty se uvolní později

„Skákání“ – při rozjezdu kabina se tahače naklápí do strany vlivem reakční síly

Praktický limit katalyzátorů:  
150-250 °C

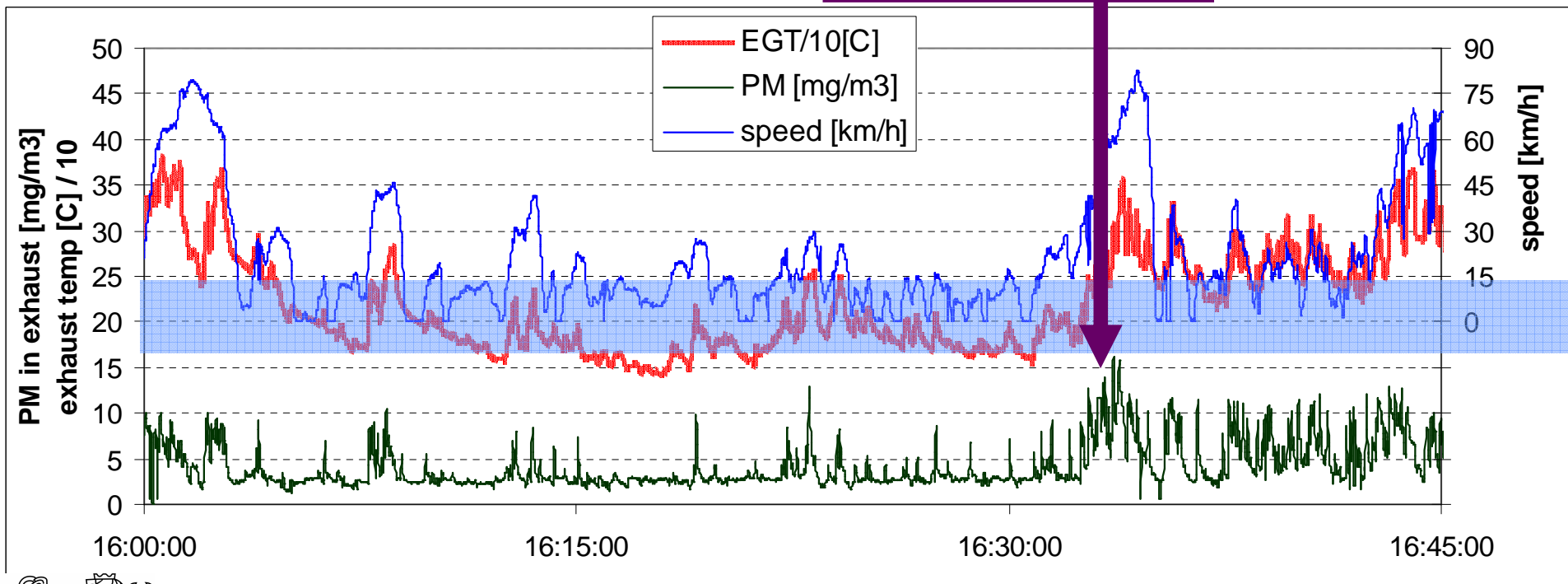


# Problém delšího nízkého zatížení motorů těžkých vozidel

- \* Zhoršující se kvalita spalování
- \* Nízké teploty výfukových plynů -> snižující se účinnost oxidačních a redukčních katalyzátorů
- \* Tvorba úsad ve výfukovém potrubí – ty se uvolní později

Vyšší emise  
částic po  
následném  
rozjezdu

Praktický limit  
katalyzátorů:  
150-250 °C

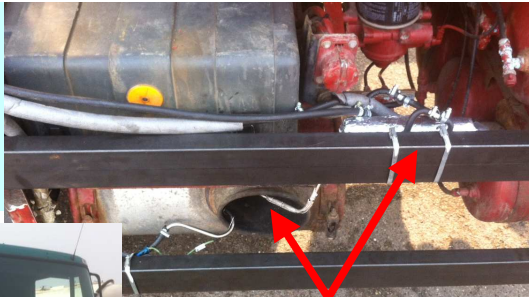




# Týden v dopravní zácpě na pražském okruhu

EURO 3 – no aftertreatment  
2003 Iveco Trakker

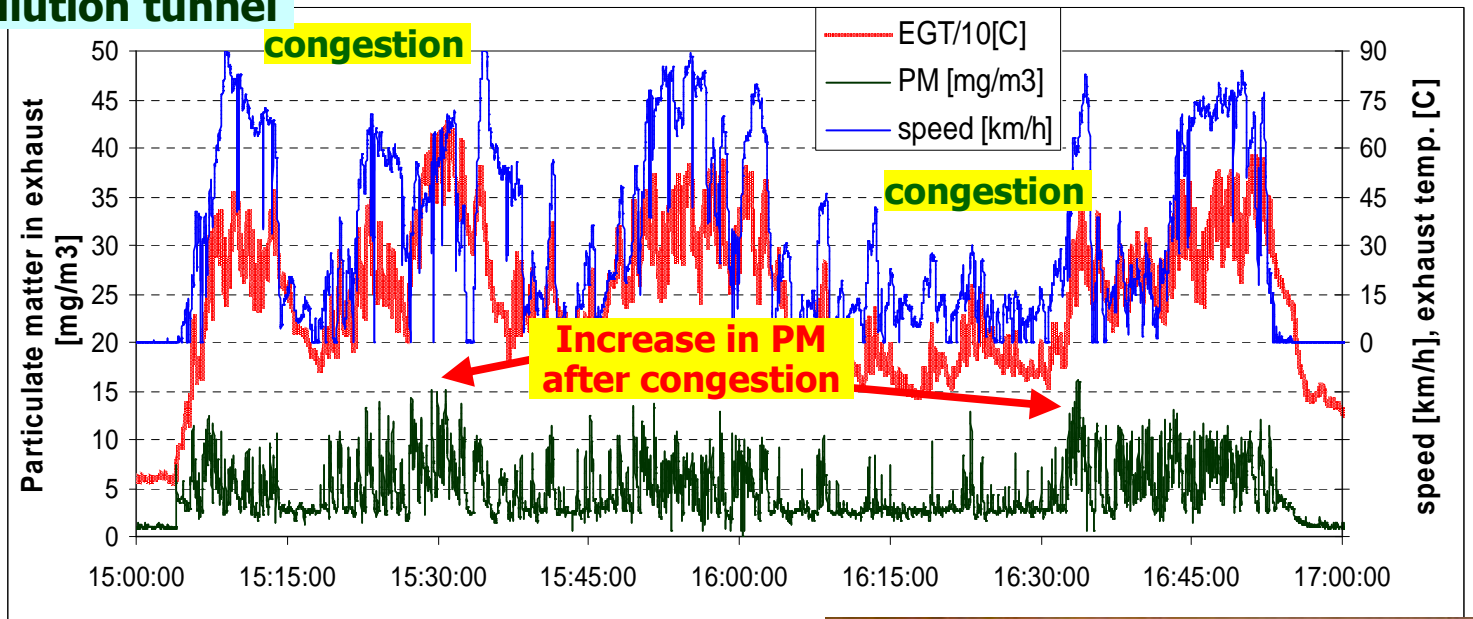
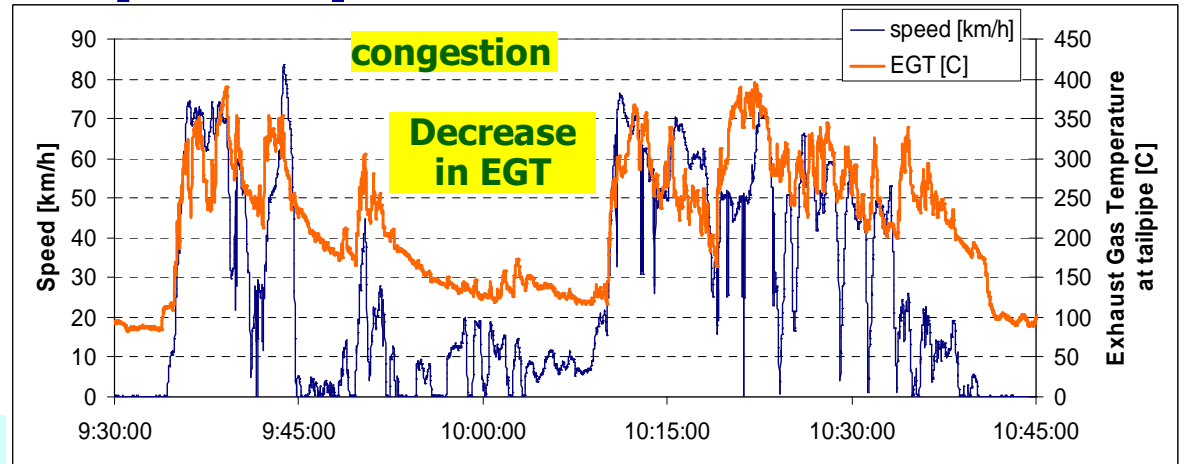
Proportional exhaust particle sampling



Miniature partial-flow dilution tunnel



On-board measurement & sampling system



**17 mg of PM collected on ~110 filters during a week of field measurement not sufficient for toxicology**



# Těžký nákladní automobil: Kongesce -> horší spalování & ochlazení katalyzátorů -> vyšší emise

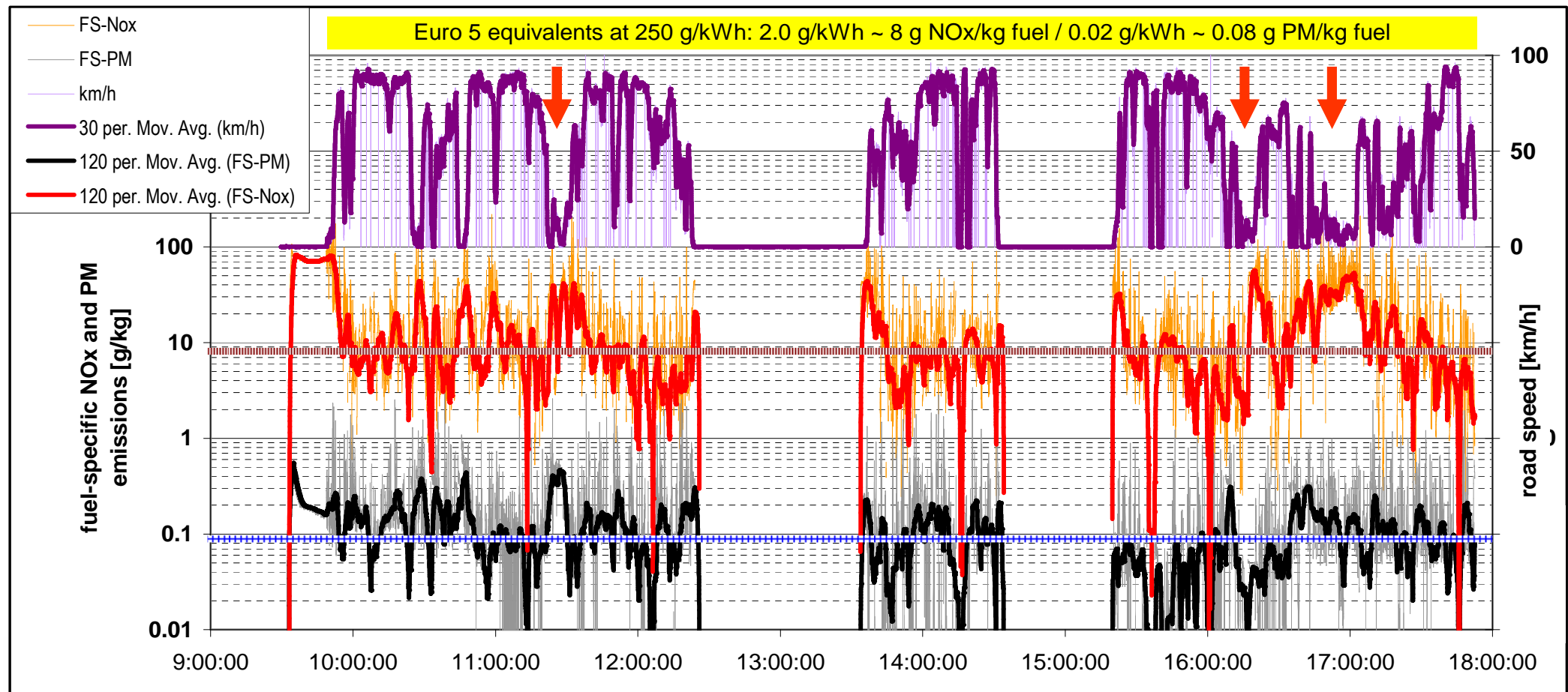
- 2006 DAF, 540 tis. km, s návěsem, 24 t náklad, celkem 40 tun
- Motor Paccar, přeplňovaný šestiválec, zdvihový objem 12,9 litru, výkon 410 k, emisní norma Euro 5, se selektivní redukcí NOx („Ad-blue“)
- Jízda Mělník – Rudná s několikerým průjezdem po Jižní spojce (Běchovice – Spořilov)
- **Velmi klidný,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





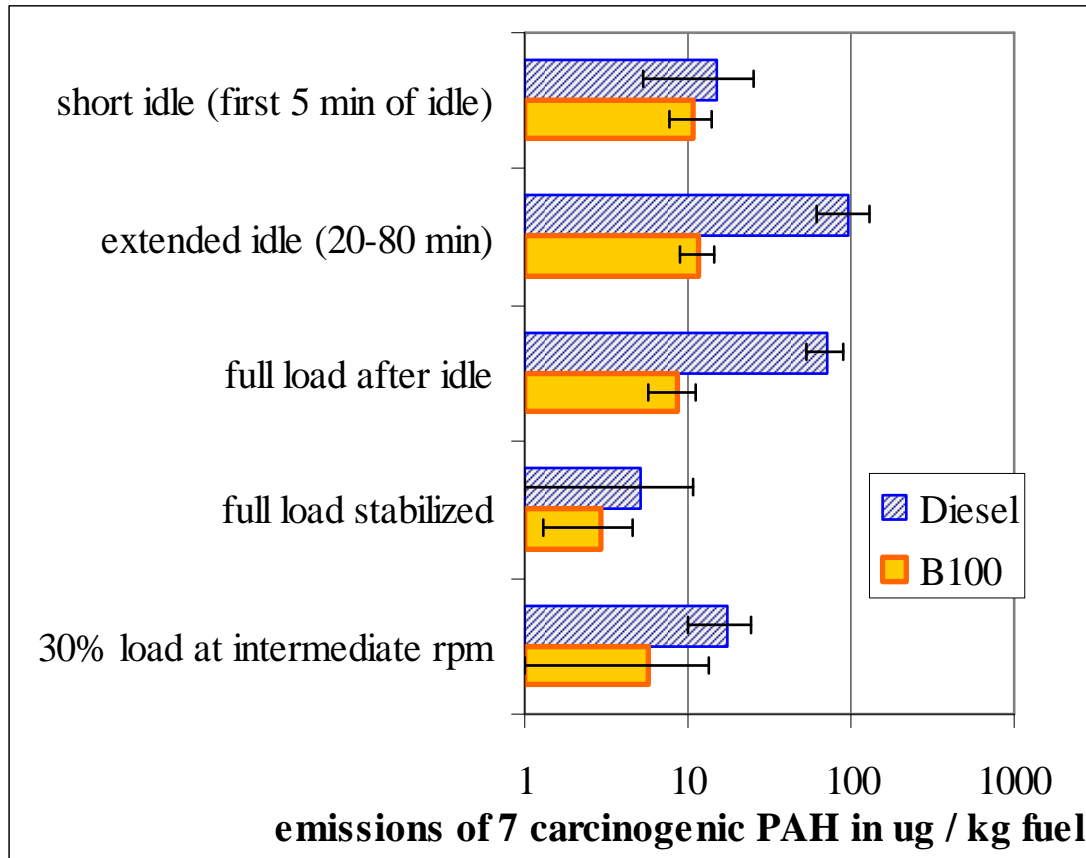
# Těžký nákladní automobil: Kongesce -> horší spalování & ochlazení katalyzátorů -> vyšší emise

- 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 rychlostí“ 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)

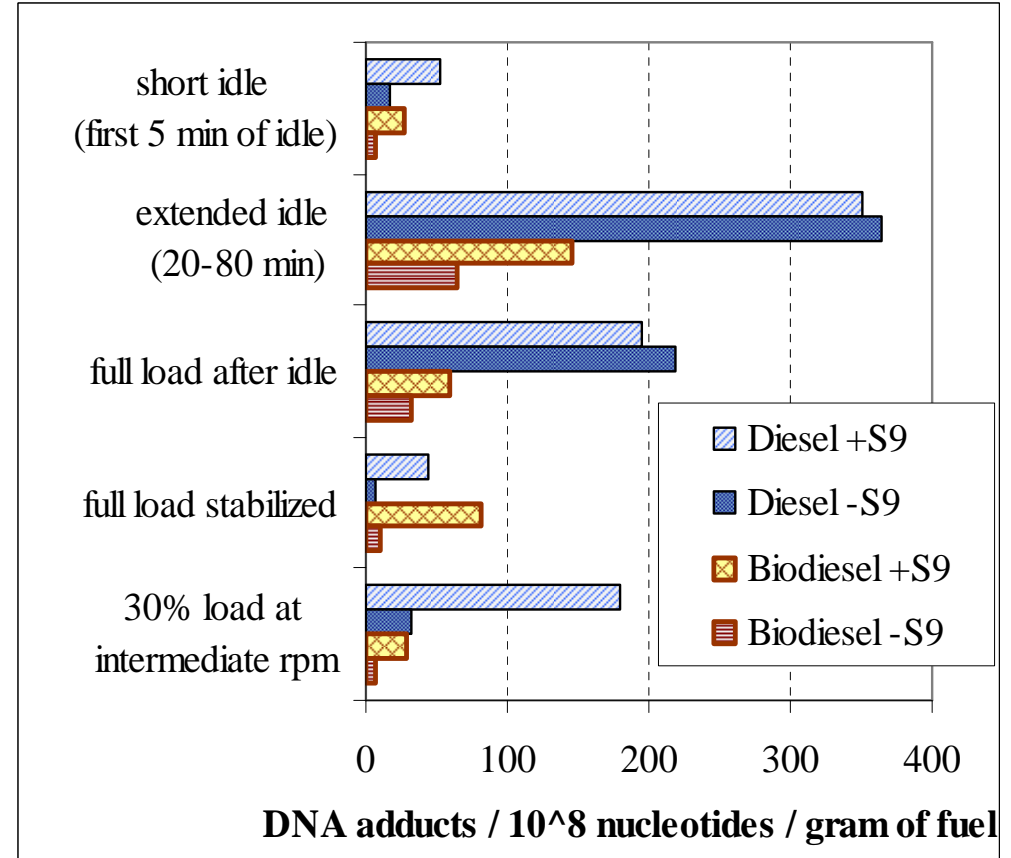


# Vliv dlouhého volnoběhu naftového motoru na emise částic, cPAH, a genotoxicitu (DNA adukty)

Vojtíšek a kol., Atmospheric Environment 2015



cPAH

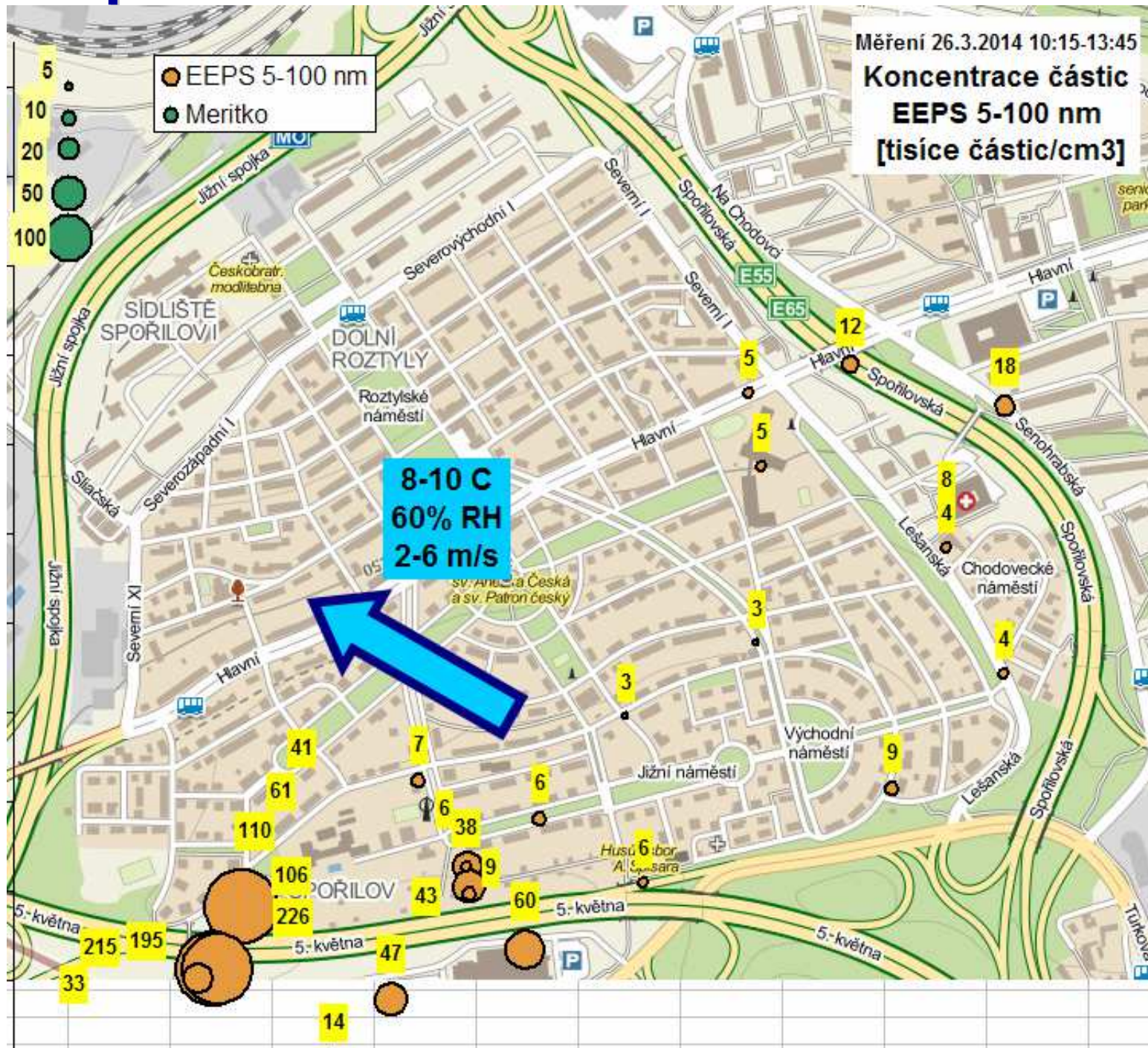


Genotoxicity





# Spořilov – koncentrace nanočástic 26.3.



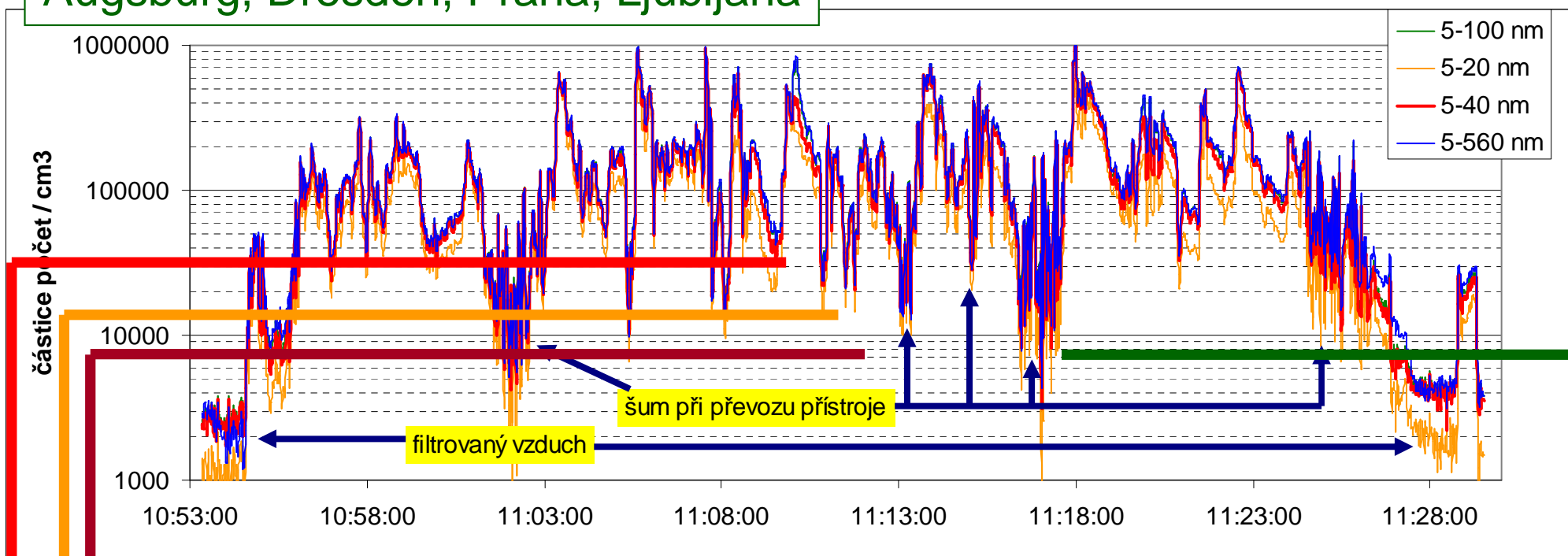
# Spořilov – koncentrace nanočástic 26.3.

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  $\text{cm}^3$  – průměr 2012  
Augsburg, Dresden, Praha, Ljubljana



7 tis. částic na  $\text{cm}^3$  – průměr 2008-2009 Praha-Suchdol

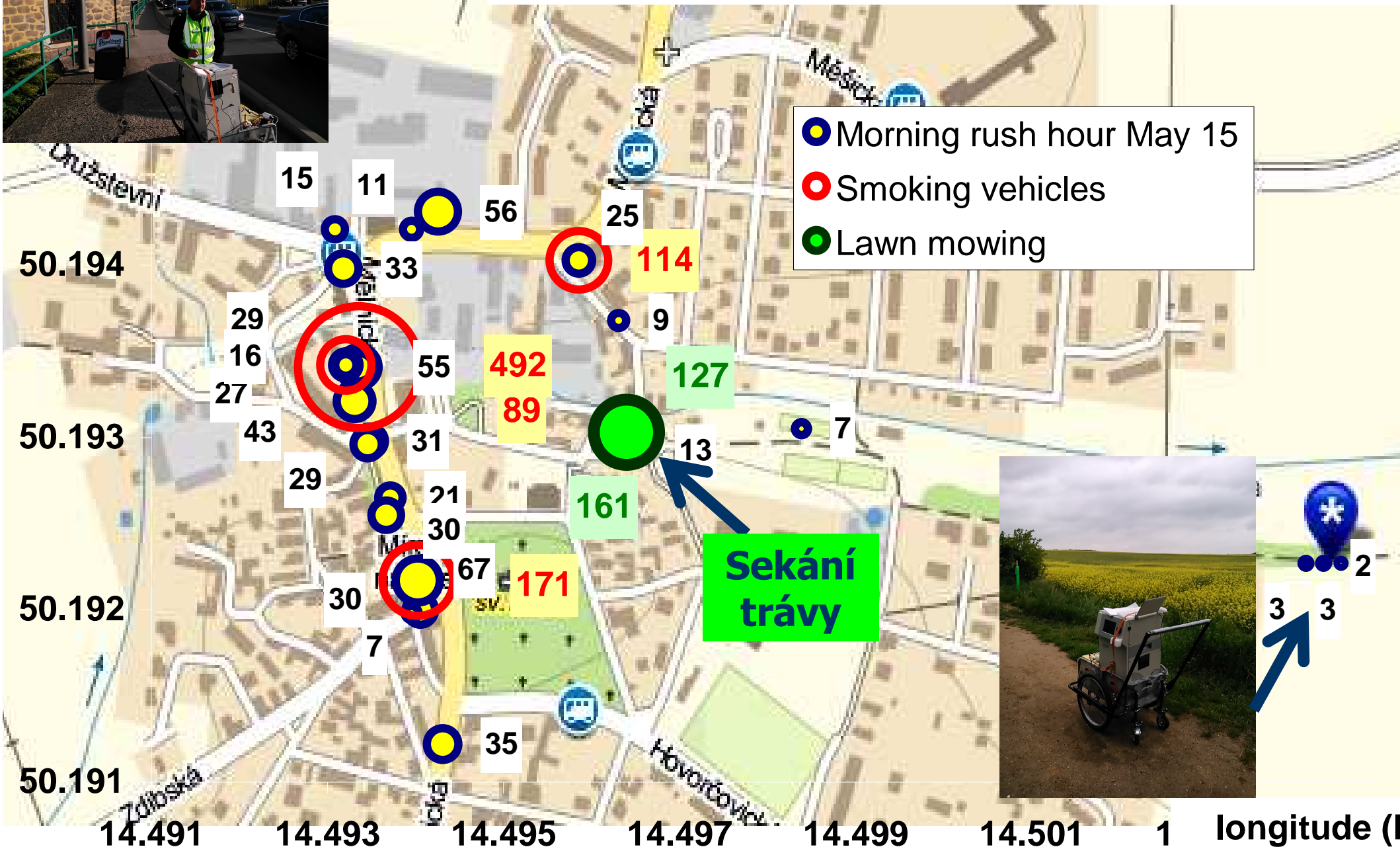
14 tis. částic na  $\text{cm}^3$  – křižovatka Praha-Suchdol

20-40 tis. částic na  $\text{cm}^3$  – Jižní Spojka – těsná blízkost





# Celkové počty částic 10-500 nm Líbeznice, 15. 5. 2014, ranní špička



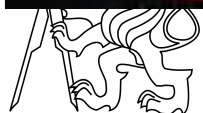


# Emise částic z malých (nesilničných) motorů

**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.**



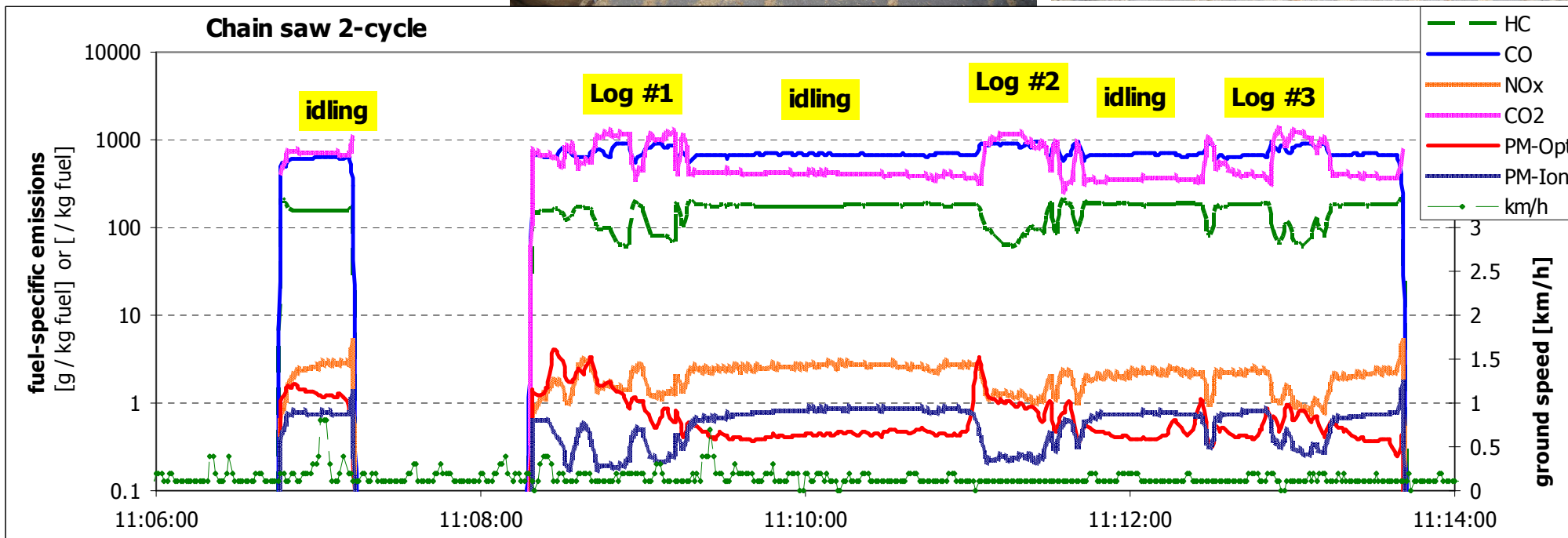


# Měření emisí z malých motorů

**Žádné katalyzátory,  
elektronické řízení...**

**Chainsaws  
Stihl 029 (top)  
Stihl MS361 (bottom)  
2-cycle gasoline**

**Cutting firewood (logs)  
On-board system mounted  
on accompanying tractor**



# Biopaliva v ČR

Jednotky % etanolu v benzínu

Jednotky % FAME v naftě

E85 (70-85% etanol)

B100 (čistá bionafta)

B30 (směsná nafta)

„Pokoutné“ spalování rostlinných olejů různých kvalit

Výzkumné a demonstrační účely

Bioplyn (metan)

Dimethyléter

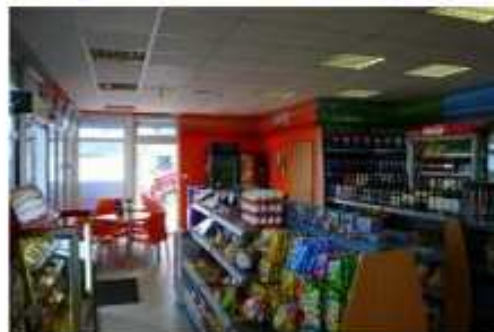
n-butanol, iso-butanol

...

Historické využití:  
Parní stroj (dřevo)  
Dřevoplyn



Čerpací stanice - Býšť



Provozní doba:

NON-STOP, 22 - 5 tankautomat

Pohonné hmoty:



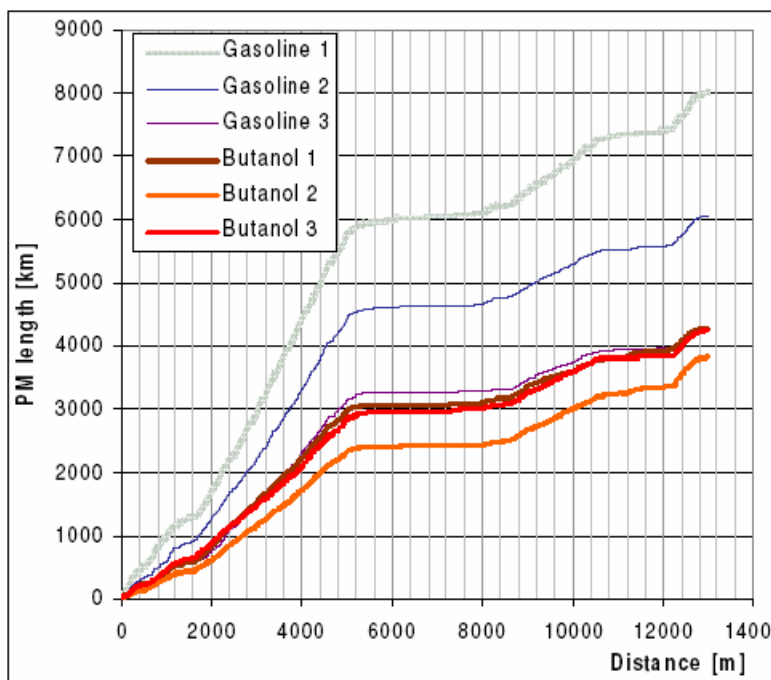
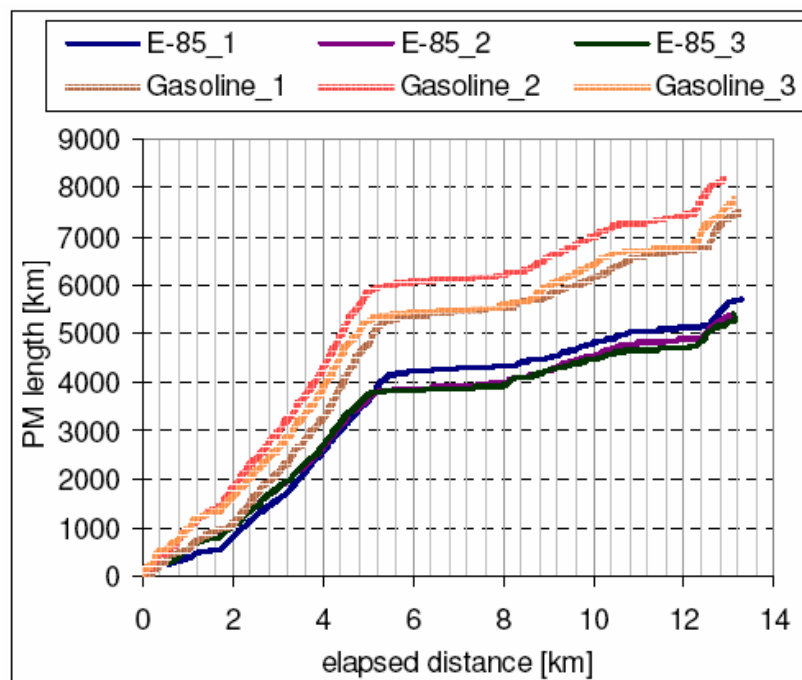
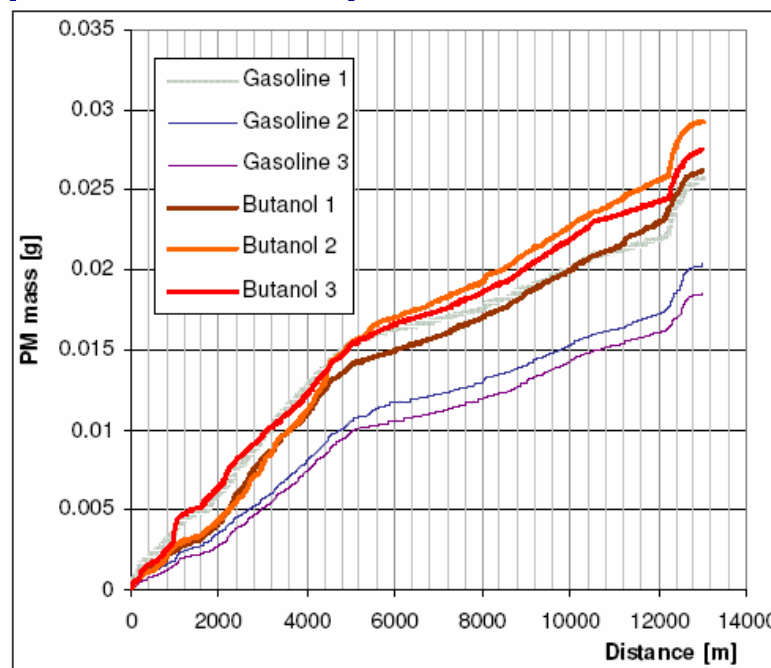
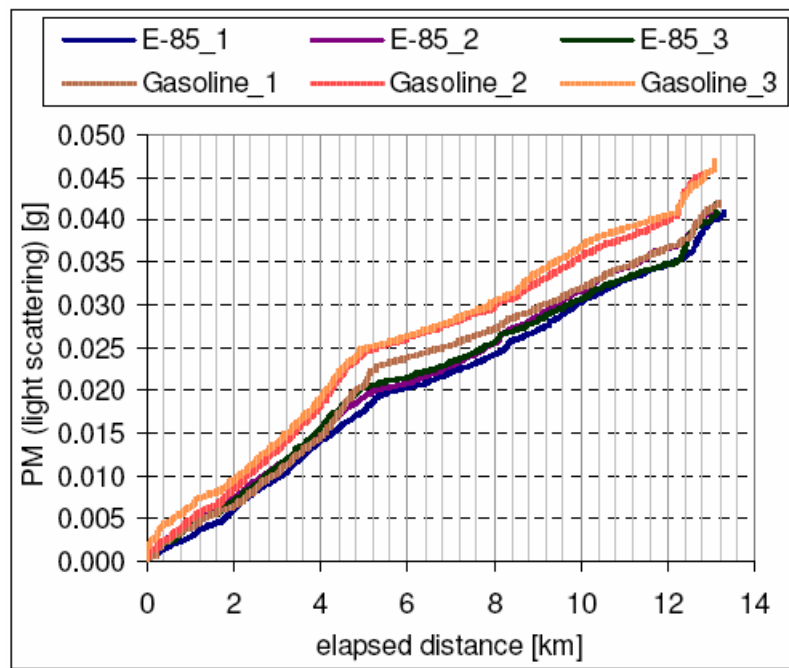
[http://www.km-prona.cz/Seznam\\_cerpacich\\_stanic.htm?stanice=Cerpaci\\_stanice\\_-\\_Byst#seznam](http://www.km-prona.cz/Seznam_cerpacich_stanic.htm?stanice=Cerpaci_stanice_-_Byst#seznam)





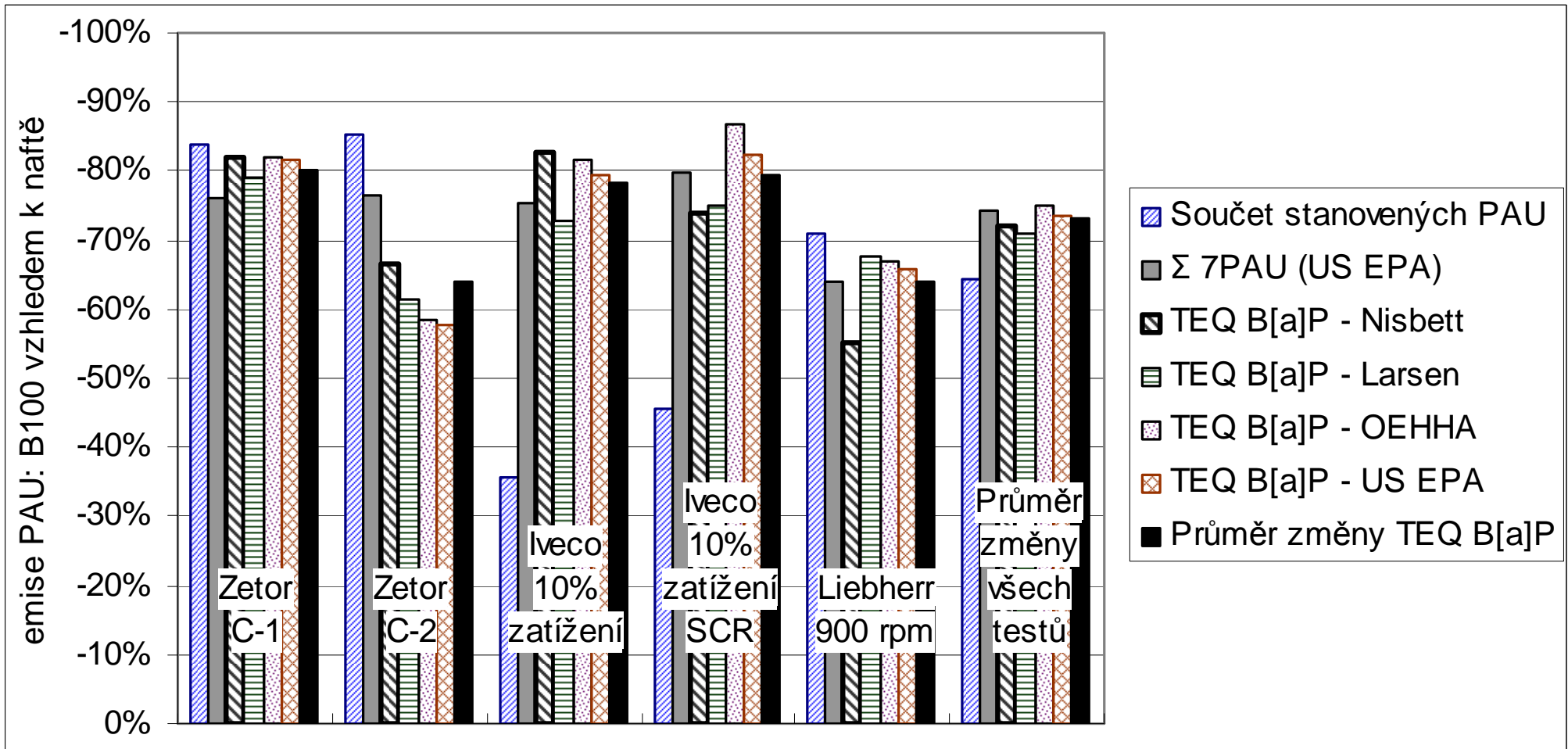
# Emise částic z benzínového motoru – alternativní paliva – 14 km okruh – Škoda Felicia 1,3 MPI – E85, n-butanol

Biopaliva  
spíše  
snižují  
emise  
částic.



# Emise PAU při provozu na B-100 vzhledem k motorové naftě

4 motory (2 i s DPF), 2 laboratoře motorů, 3 analytické laboratoře  
Vojtíšek, Czerwinski, Leníček, Sekyra, Schwarz, Topinka, Atmospheric Environment, 2012

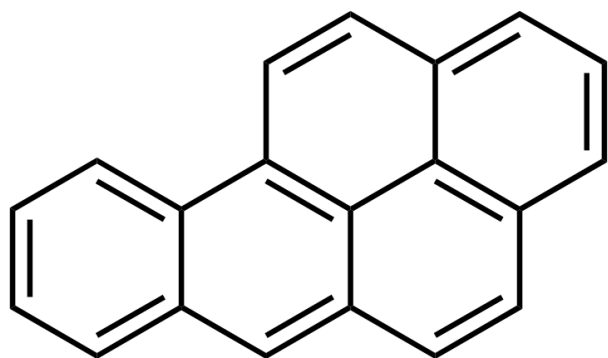




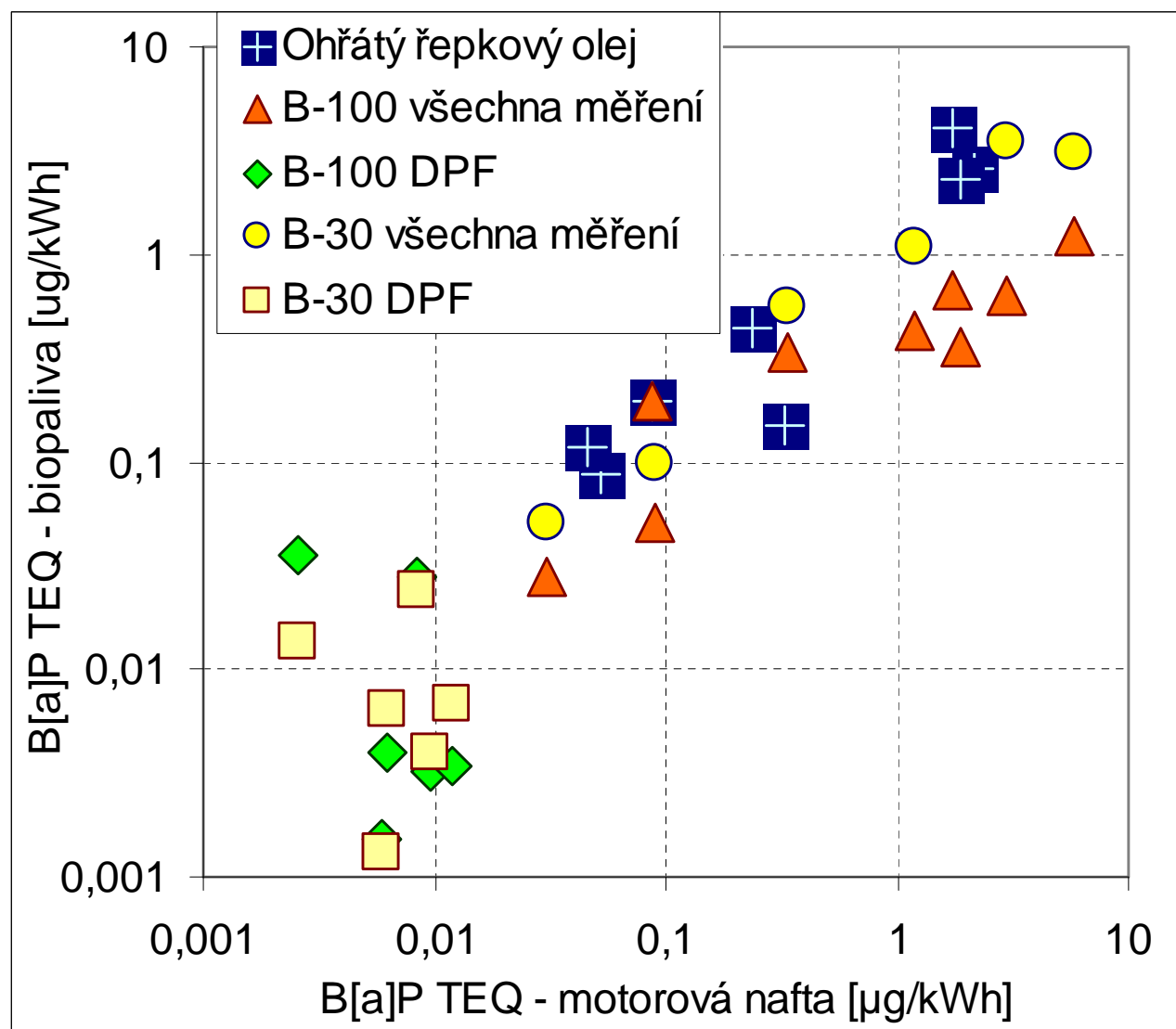
# Emise PAU při provozu na biopaliva vzhledem k motorové naftě

B-30 (směsná nafta), B-100 (bionafta), řepkový olej  
4 motory, 2 laboratoře motorů, 3 analytické laboratoře  
Vojtíšek a kol., Atmospheric Environment, 2012

Střední hodnoty  
toxického ekvivalentu  
(TEQ) benzo(a)pyrenu  
(BaP).



benzo(a)pyren (BaP).



# **Metropolitan Transportation Authority (MTA) New York, USA – hybridní autobusy**

**Extrémní podmínky hustého městského provozu**

**Průměrná rychlost cca 10 km/h**

**Průměrná spotřeba paliva (klasický bus) cca 1 litr na 1 km**

**Dynamická jízda s prudkými akceleracemi**

**New York Transit, Long Island Transit,**

**Dlouhodobý záměr snižování emisí**

**1171 hybridních elektrických autobusů Orion**

**hybridní systém Lockheed Martin / BAE systems**

**sériový hybrid, „load following mode“**

**1112 autobusů s pohonem na CNG**

**cca 4500 klasických autobusů, všechny s filtry částic (CRT)**

**cca 3200 autobusů vybaveno filtry dodatečně**



# Metropolitan Transportation Authority (MTA) New York, USA – hybridní autobusy

Laboratorní zkoušky –

Hybridní vs. klasický autobus:

Cyklus	částice	spotřeba paliva
CBD	-50%	-19%
New York Bus	-77%	-33%
Manhattan Bus	-99%	-40%

Skutečná spotřeba paliva:

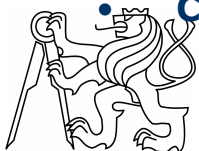
Studie 2002: 2000-2001: o 8-18% nižší vs. klasická nafta (rozdíl: typ autobusu)

Studie 2006: 2004-2005: o 26-29% nižší vs. Nafta

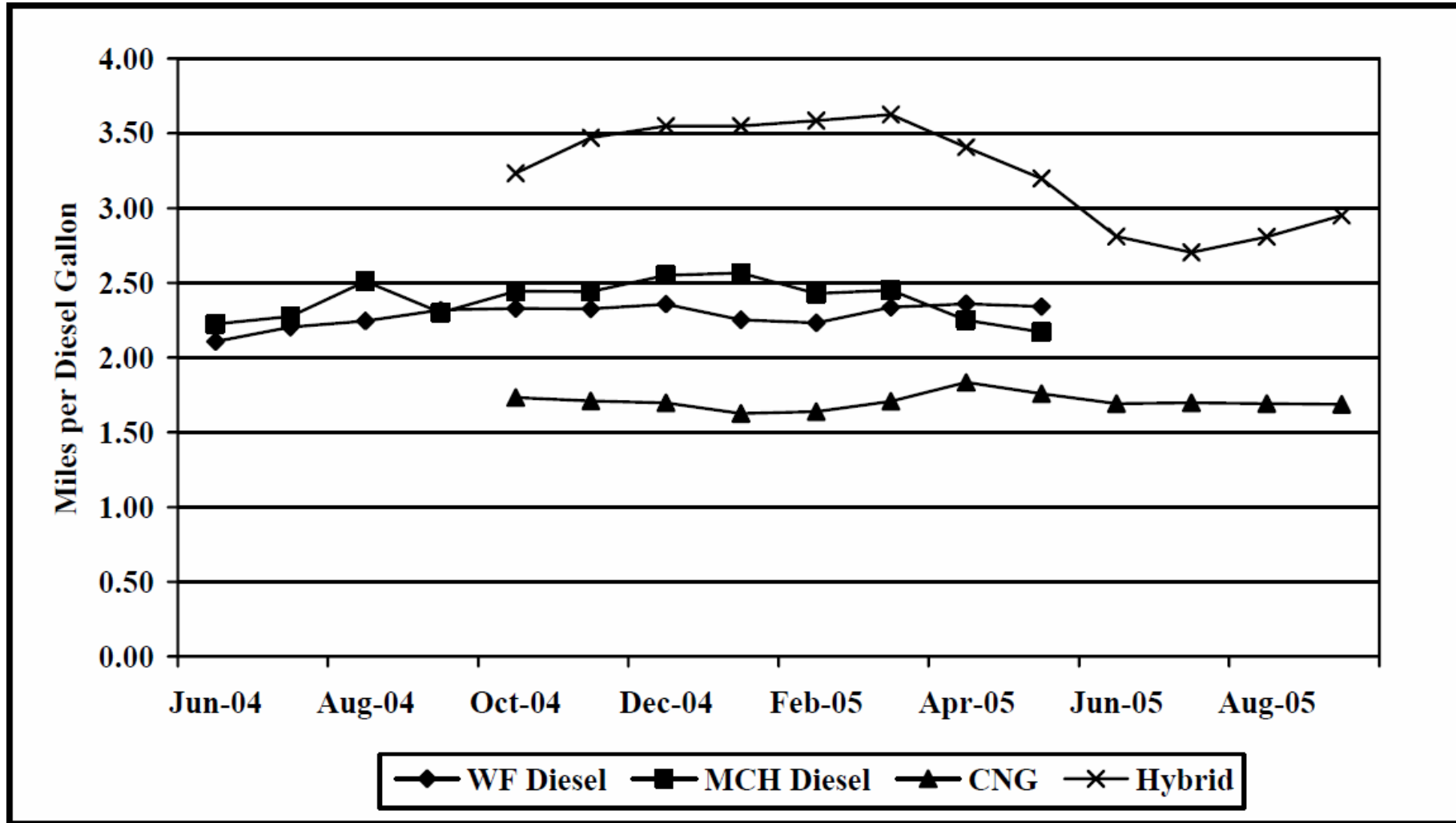
Studie 2008: o 18% nižší vs. Nafta, o 30% nižší vs. CNG

Laboratorní zkoušky:

- Clark, Wenwei, Gautam: SAE Tech. Paper 2000-01-2955, 2000.
- Environment Canada, Ottawa, Kanada, report no. ERMD 01-12, 2001.
- Chandler, Walkowicy, Eudy: National Renewable Energy Laboratory report no. NREL/BR-540-32427, 2002



# Metropolitan Transportation Authority (MTA) New York, USA – hybridní autobusy



Skutečná spotřeba paliva – CNG – depo West Farms (Bronx), hybrid -  
depo Mother Clara Hale (Manhattan)

National Renewable Energy Laboratory report no. NREL/TP-540-40125, 2006





# Vliv elektromobility

(Vojtíšek, IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine, 2013)

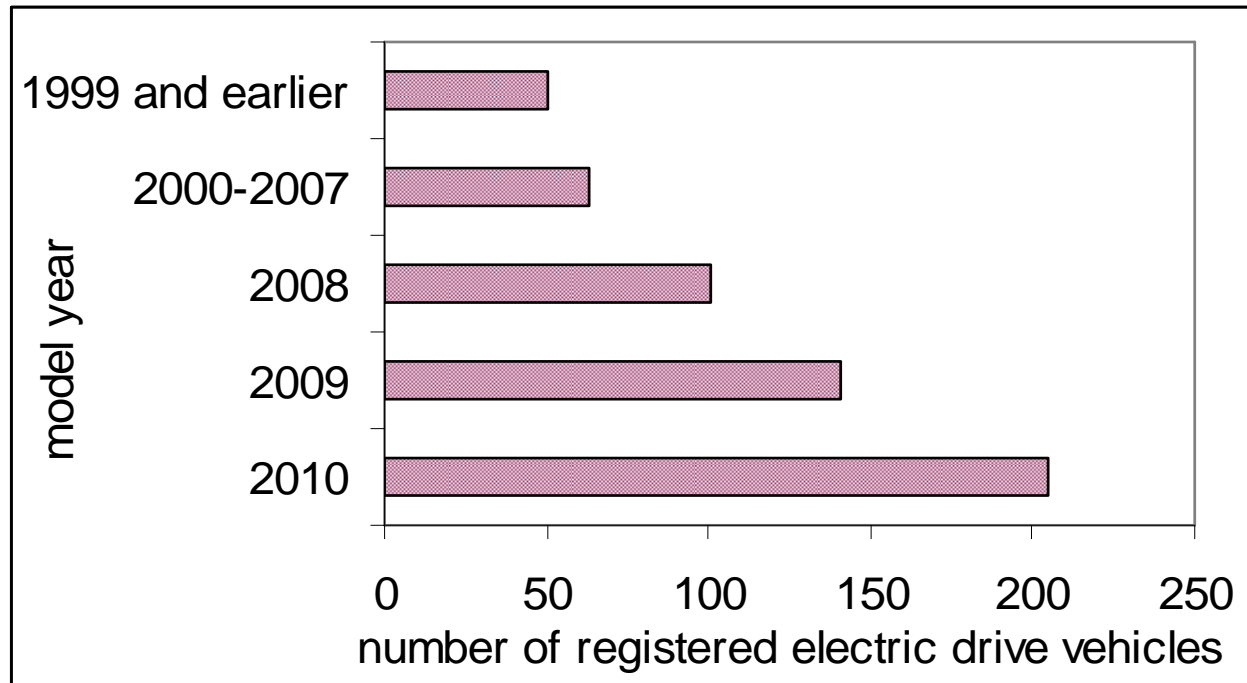


Fig. 3: Electric drive vehicles registered in the Czech Republic as of 1.1.2011 by model year [RV]

Z 560 registrovaných elektromobilů k 1.1.2011:

**439 (78%) motocykly** (z celkem 920 tisíc motorcyklů)

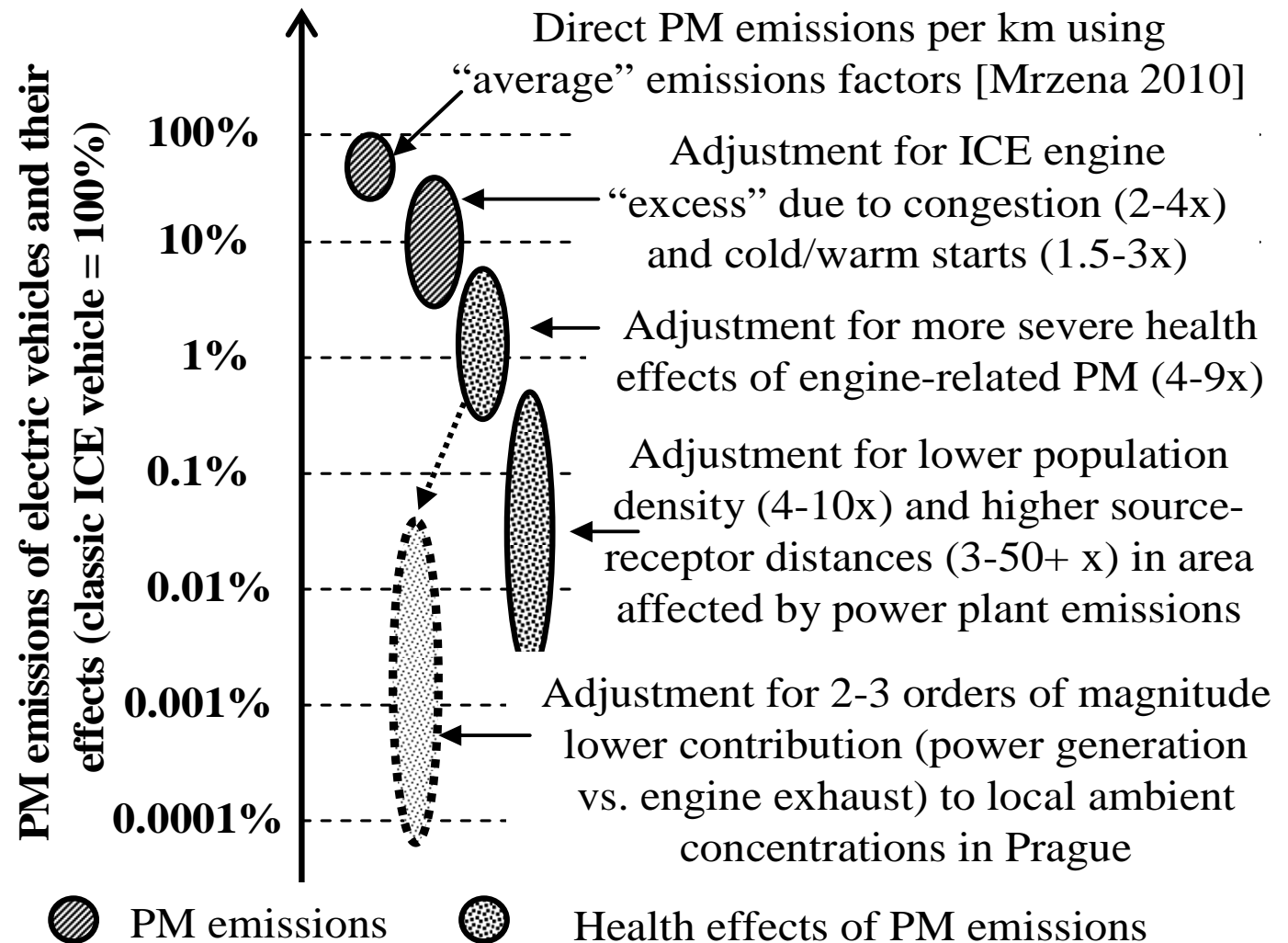
**32 (6%) speciální vozidla** (z celkem 32 tisíc spec. vozidel)

***Na elektrická kola se nevztahuje registrace.***



# Vliv elektromobility na ovzduší v Praze

(Vojtíšek, IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine, 2013)



**Fig. 4: Electric vehicle PM emissions and their health effects, relative to classic internal combustion engine powered vehicles.**





# Výfuk lokomotivy, Kalifornie

(tento motor je poháněn zemním plynem, výfukové potrubí motoru na naftu s filtrem částic vypadá velice podobně)

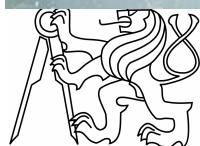




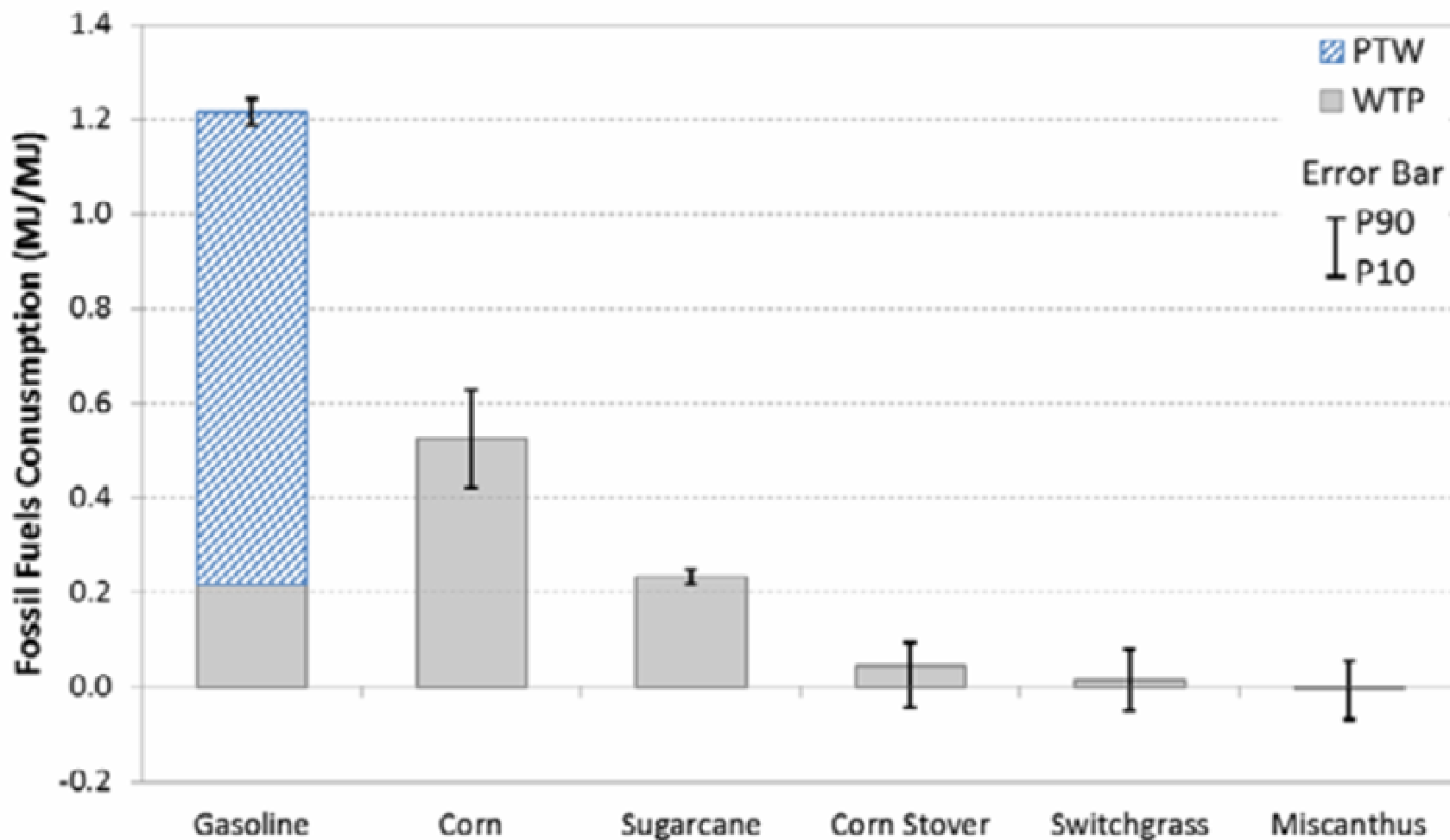
**Moderní, kompetentně zkonstruované, pečlivě udržované, rozumně provozované motory mají či mohou mít nízké emise na řadu paliv.**

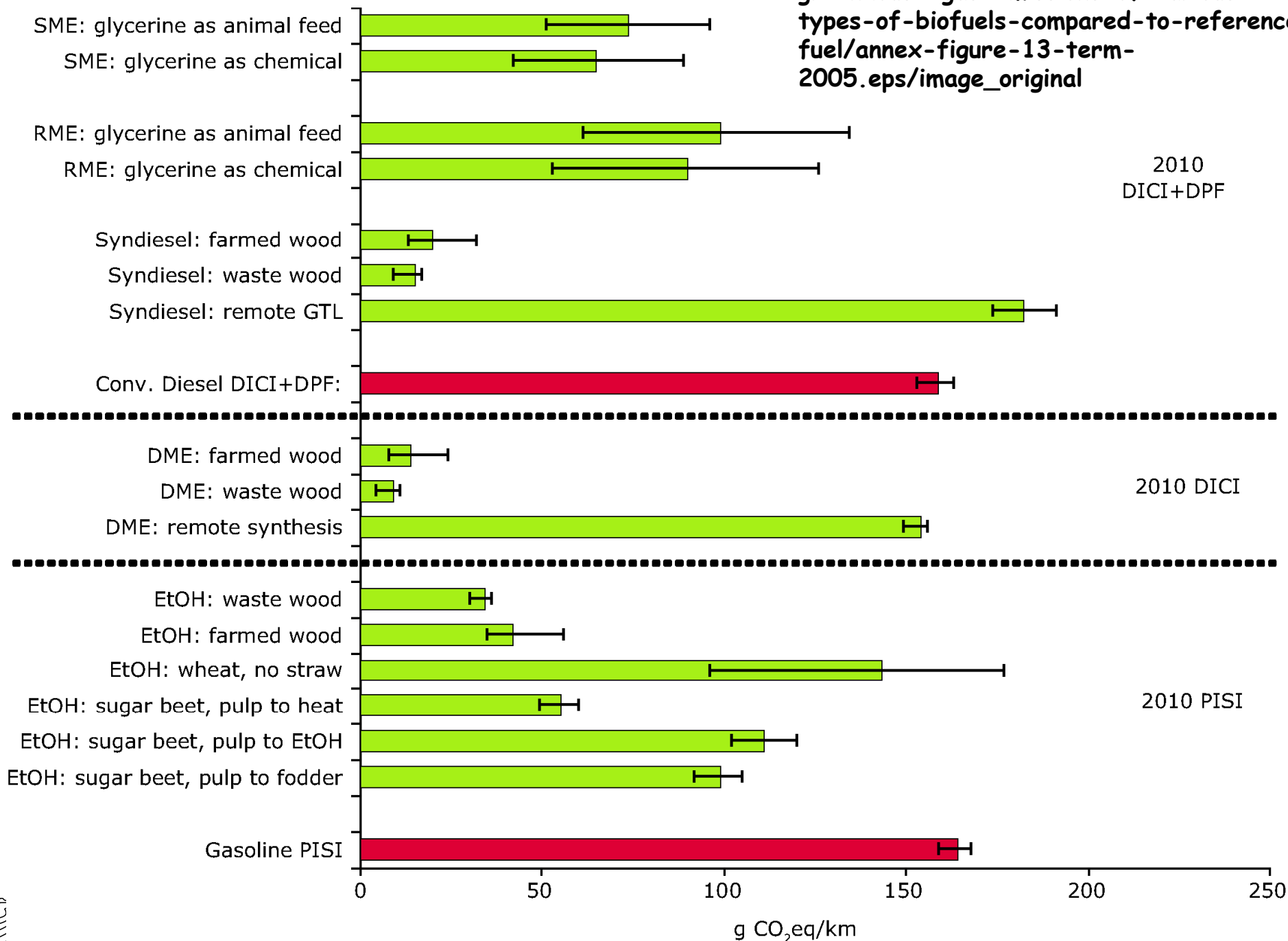


**Otázka paliva je otázkou emisí skleníkových plynů, energetické soběstačnosti a bezpečnosti, udržitelného zemědělství, ekonomiky a politiky.**

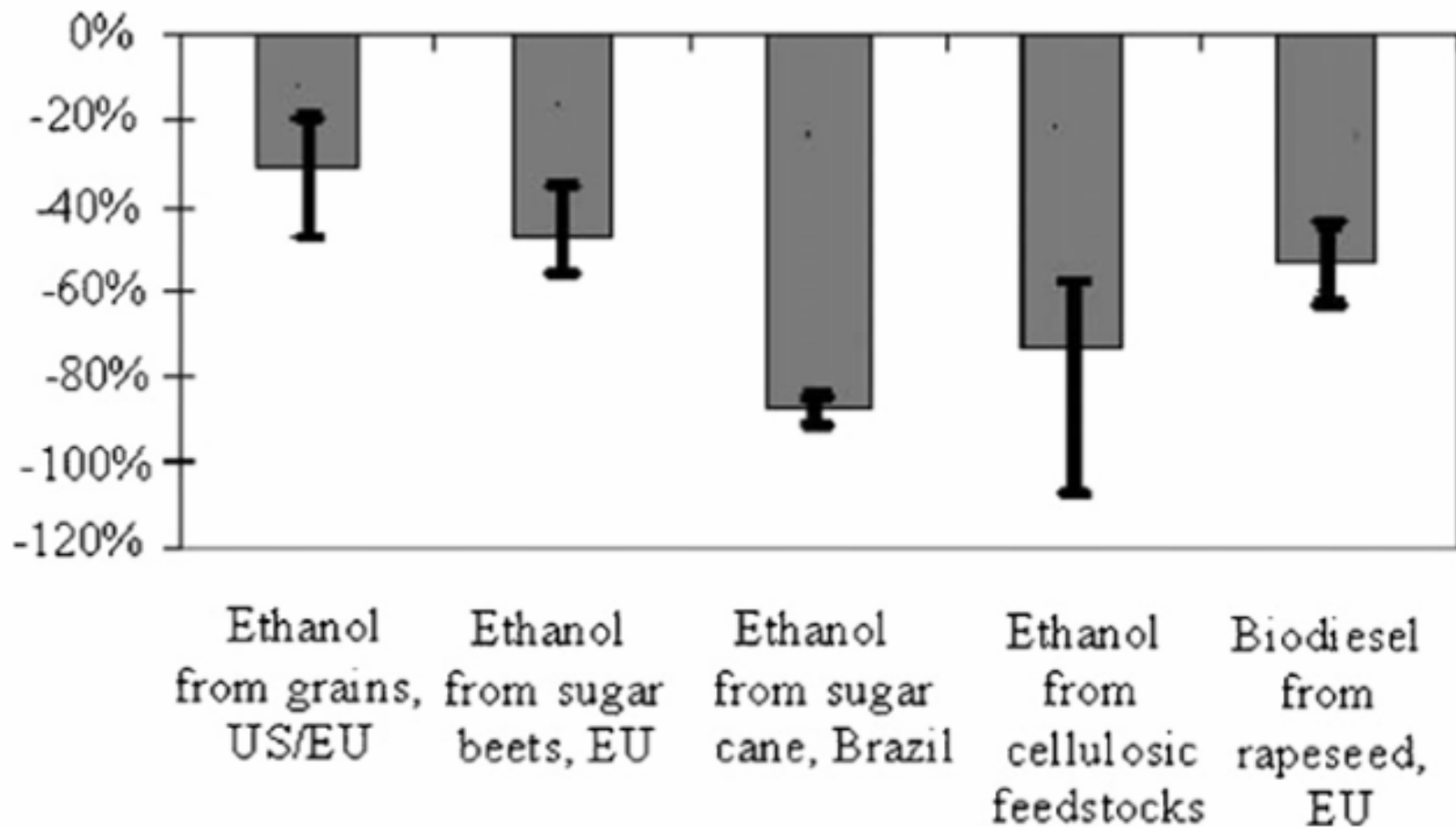






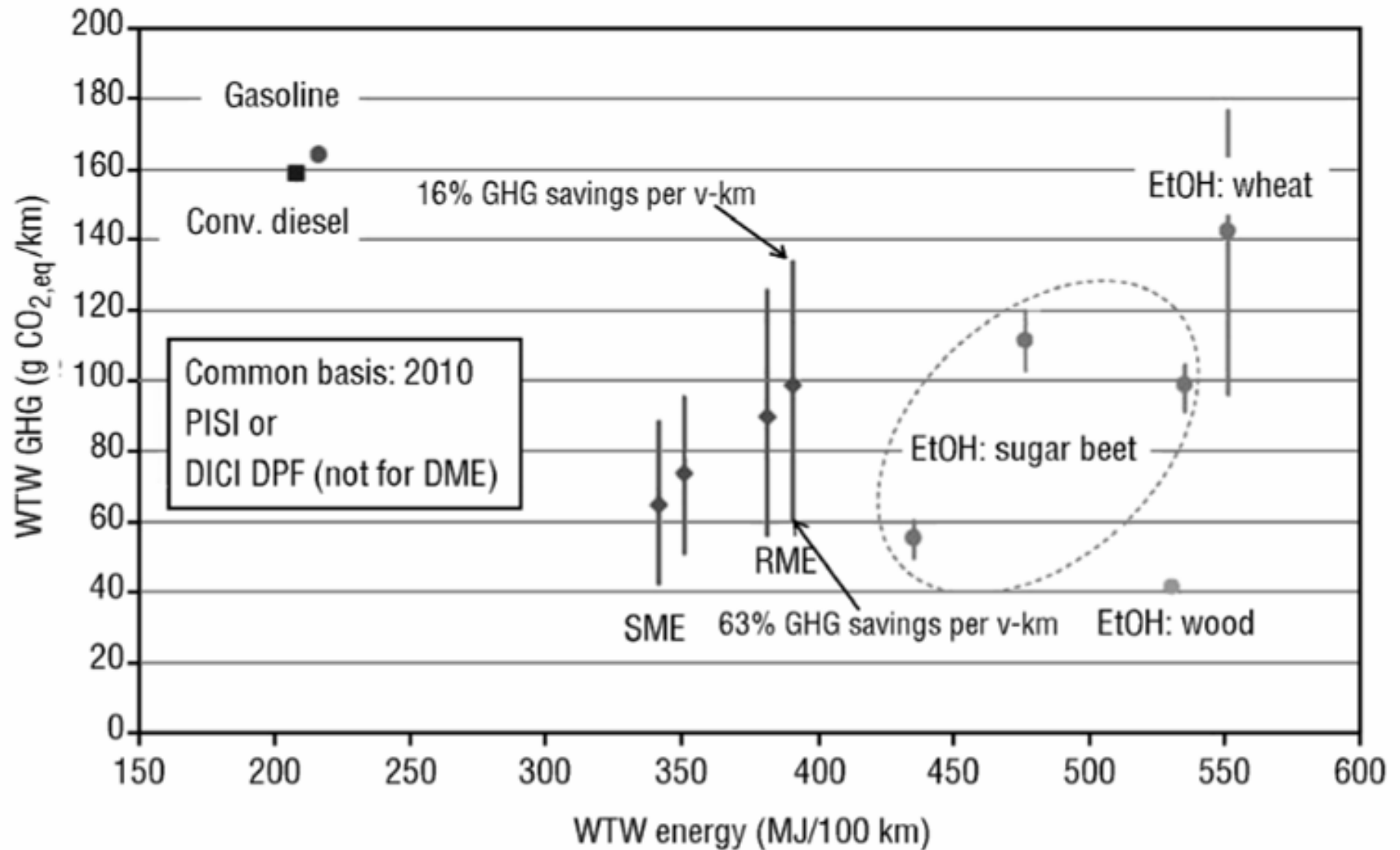






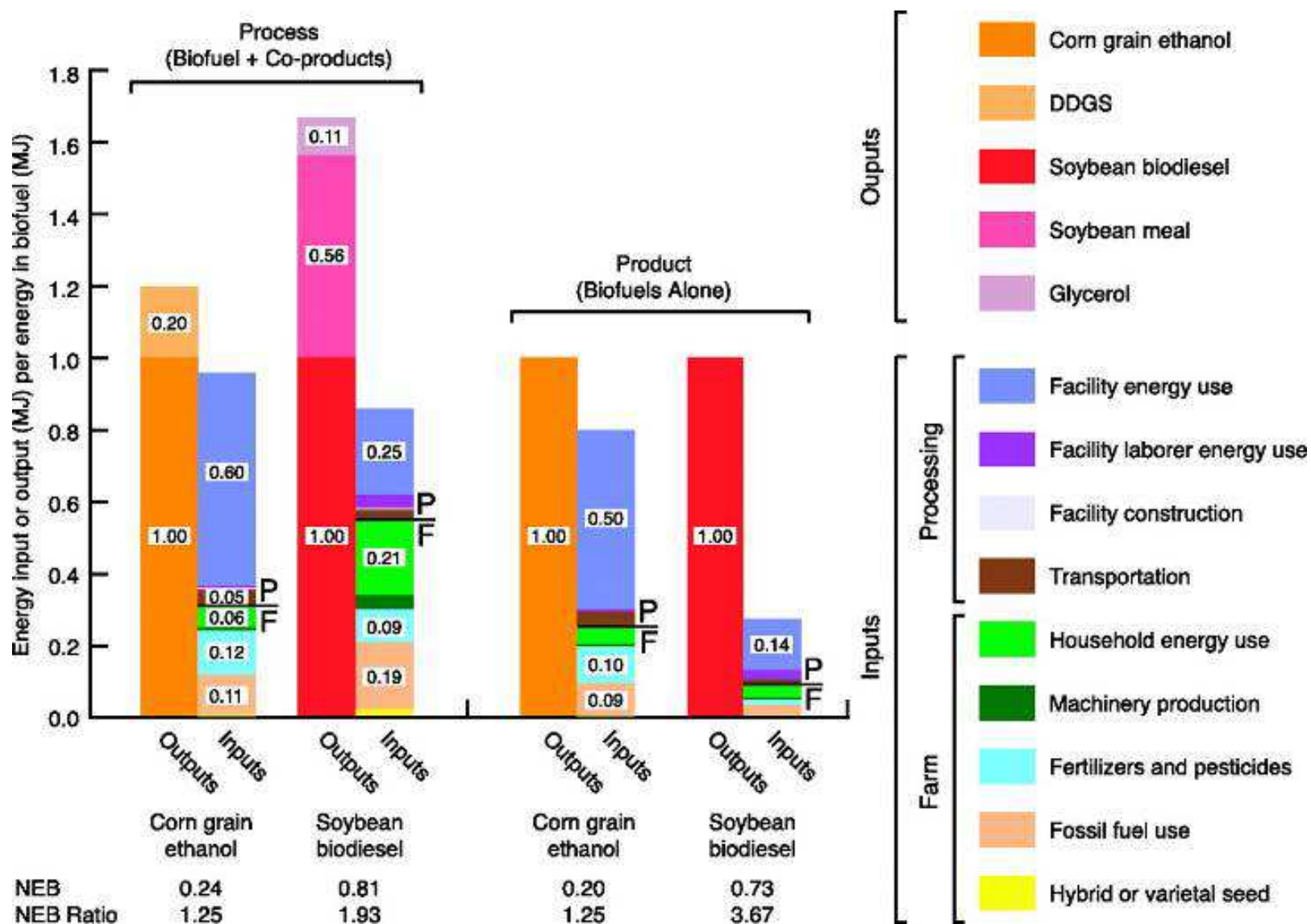
# Larson, Energy for Sustainable Development, 10, 2, 2006, 109-126.

<http://francois.catroux.free.fr/CNAM/ENF208-Energie%20et%20developpement%20durable/2008/sdarticle4.pdf>



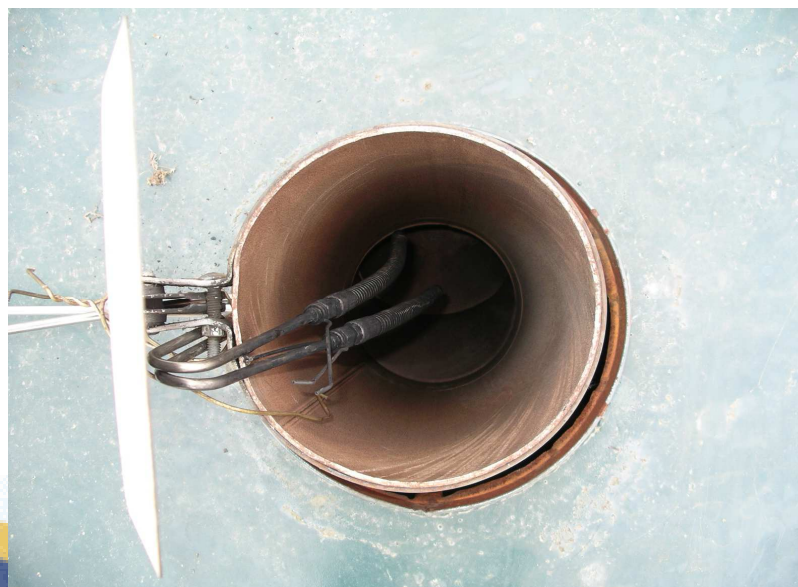


## NEB of corn grain ethanol and soybean biodiesel production.



Hill J et al. PNAS 2006;103:11206-11210

# Spasí nás CNG?





# Spasí nás CNG?

## Výhody:

“Čisté” palivo, lze produkovat z obnovitelných zdrojů (biometan)

Diverzifikace paliva  
Čisté plnění paliva

## Nevýhody:

Sporný přínos oproti naftě + DPF (nanočástice kovů)

Sporný přínos z hlediska klimatu (emise metanu, nižší účinnost při malých zatíženích)

Těž fosilní & dovážený

Cena kopíruje cenu ropy

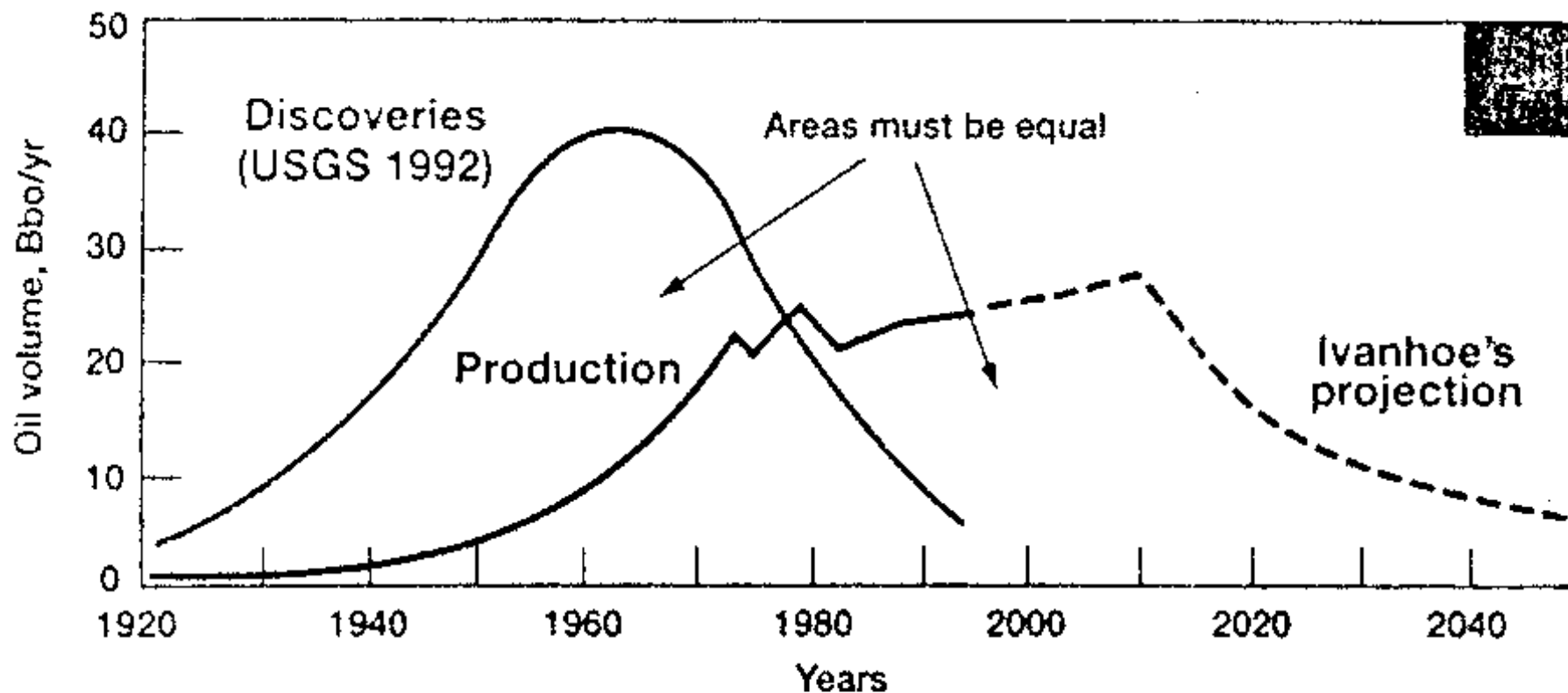
Infrastruktura plnicích stanic

**CNG nesnižuje:  
hluk, kongesci, stres,  
emise z otěrů brzd a  
pneumatik**



# “Ropný zlom”:

**Světová těžba je blízko svého maxima a bude klesat, poptávka vzrůstá, vzrůstat budou i ceny.**



World oil supply, showing global oil peak at about 2010 with steady decline thereafter.

**Graf: Objevy nových nalezišť ropy (levá křivka) klesají.  
A lze vytěžit jen to co bylo objeveno.**

**Ivanhoe, L.F.: World Oil, October 1995, p. 77-87**

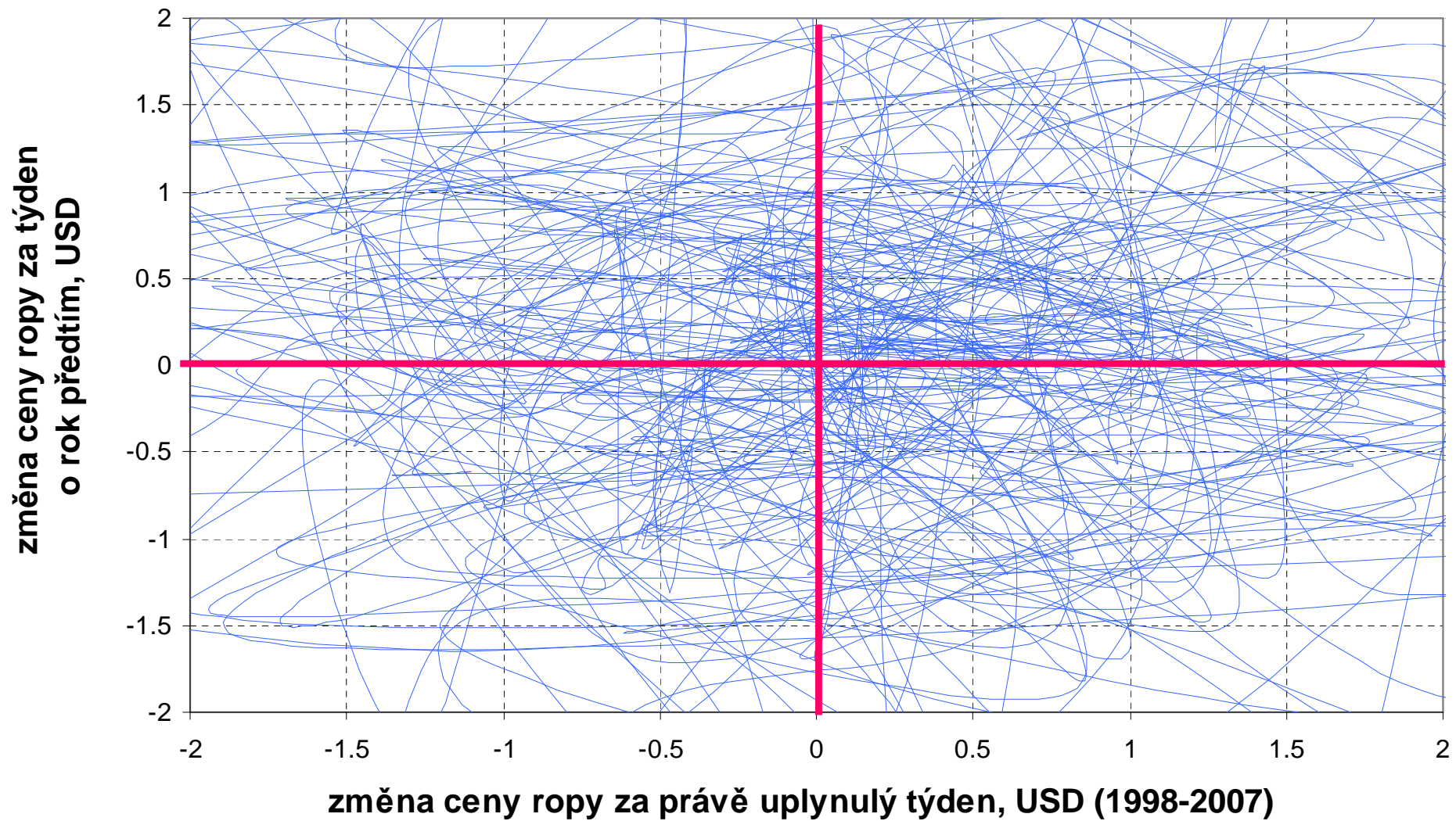




# Stabilita vývoje světových cen ropy

## Pohyby ve světových cenách ropy: Aktuální vs. před rokem

(Data: Energy Information Administration, 1997-2007, USA, [www.eia.gov](http://www.eia.gov))



## Výfukové emise částic nadměrně zvyšují:

- **ladění motorů na homologační cykly, ne na reálný provoz** (předmětem nové EU legislativy pro měření za provozu)
- **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)
- **přečipování motorů vozidel na vyšší výkon**  
(přečipování 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)
- **velmi vysoká rychlost jízdy**
- **nadměrný výskyt kongesce**  
(přetížené a proto částečně či zcela nefunkční části dopravní sítě)
- **přílišná intenzita (zvláště zbytné) silniční dopravy**  
(přetížené a proto částečně či zcela nefunkční části dopravní sítě)





# Výhled opatření na evropské úrovni

- emise během reálného provozu
  - měly by být sledovány
  - měly by se přibližovat homologačním limitům
    - při reálné jízdě
    - po celou dobu životnosti vozidla
- filtry částic u těžkých naftových motorů fungují
  - nyní na řadě
    - benzinové motory
    - malé motory
    - nesilniční motory
- evropská politika čisté mobility ve městech
- snižování energetické náročnosti & CO<sub>2</sub>



# Výhled opatření na národní úrovni

- vytloukání a demontáž

(demontáž samotná nelegální výslovně není, ale provoz takového vozidla již je)

- vyřazování z provozu a demontáž redukcčních katalyzátorů (SCR)

(demontáž samotná nelegální výslovně není, ale provoz takového vozidla již je)

- přečipování motorů vozidel

(přečipování samotné nelegální výslovně není, ale provoz takového vozidla je)

- nevhodná, nedostatečná či žádná údržba motorů

- podvádění na emisních měřeních SIK

(jejichž cílem je nalézt vozidla s nadměrnými emisemi a tyto opravit)

- velmi vysoká rychlost jízdy

- nadměrný výskyt kongesce

(přetížené a proto částečně či zcela nefunkční části dopravní sítě)

- přílišná intenzita (zvláště zbytné) silniční dopravy

(přetížené a proto

**Nová metodika pro měření částic při technické kontrole**

**Kontroly technického stavu nákladních a osobních vozidel přímo na silnici**

**Postihování úprav vedoucích k technické nezpůsobilosti k provozu**

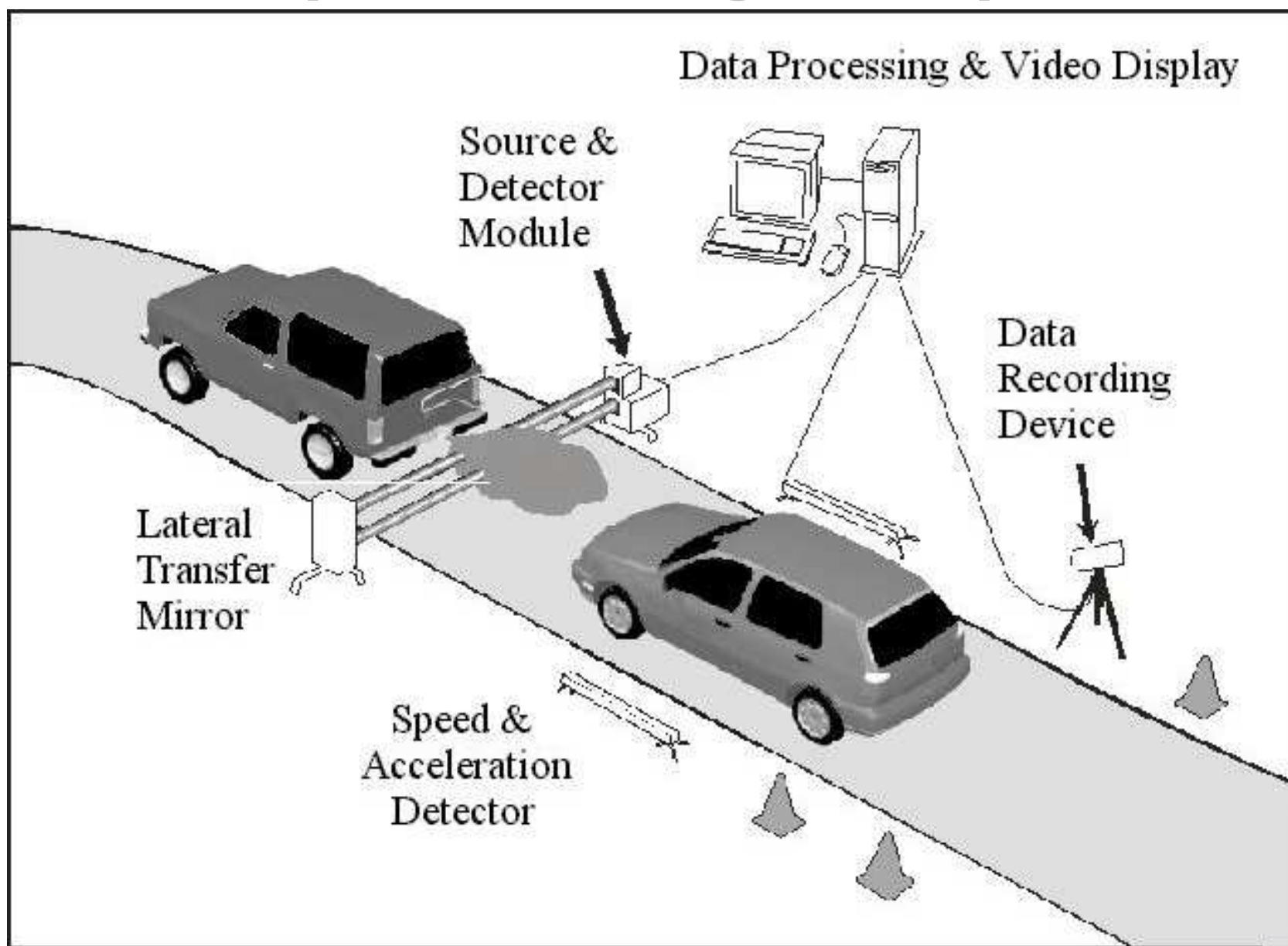
**Dopravní politika – snižování intenzity silniční dopravy & kongesce**

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





# Vzdálené měření emisí (Remote sensing devices)



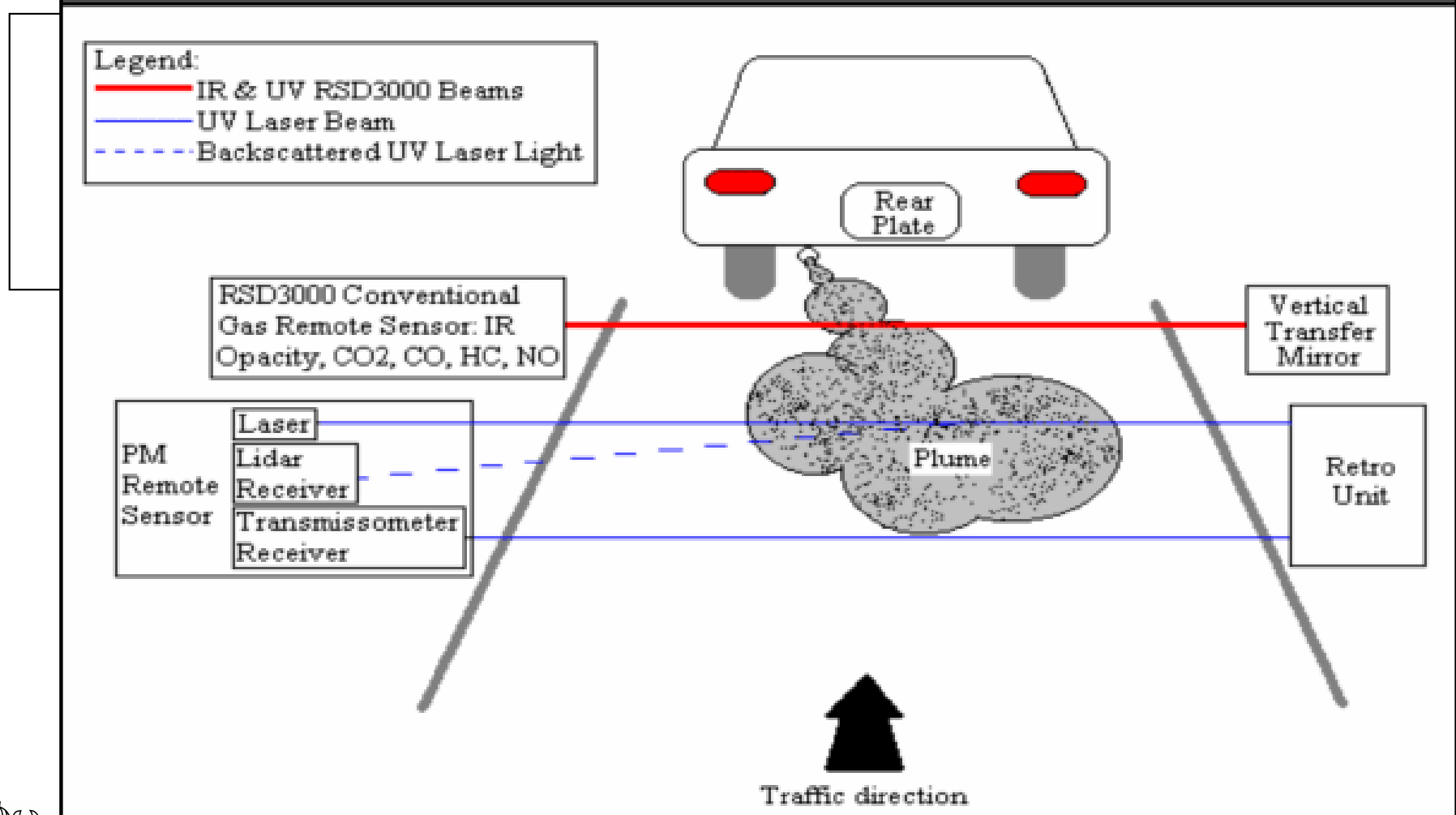
Ministerstvo životního prostředí (Virginia Department of Environmental Quality), USA

<http://www.deq.state.va.us/regulations/pdf/2007.on.road.emissions.testing.program.status.report.pdf>



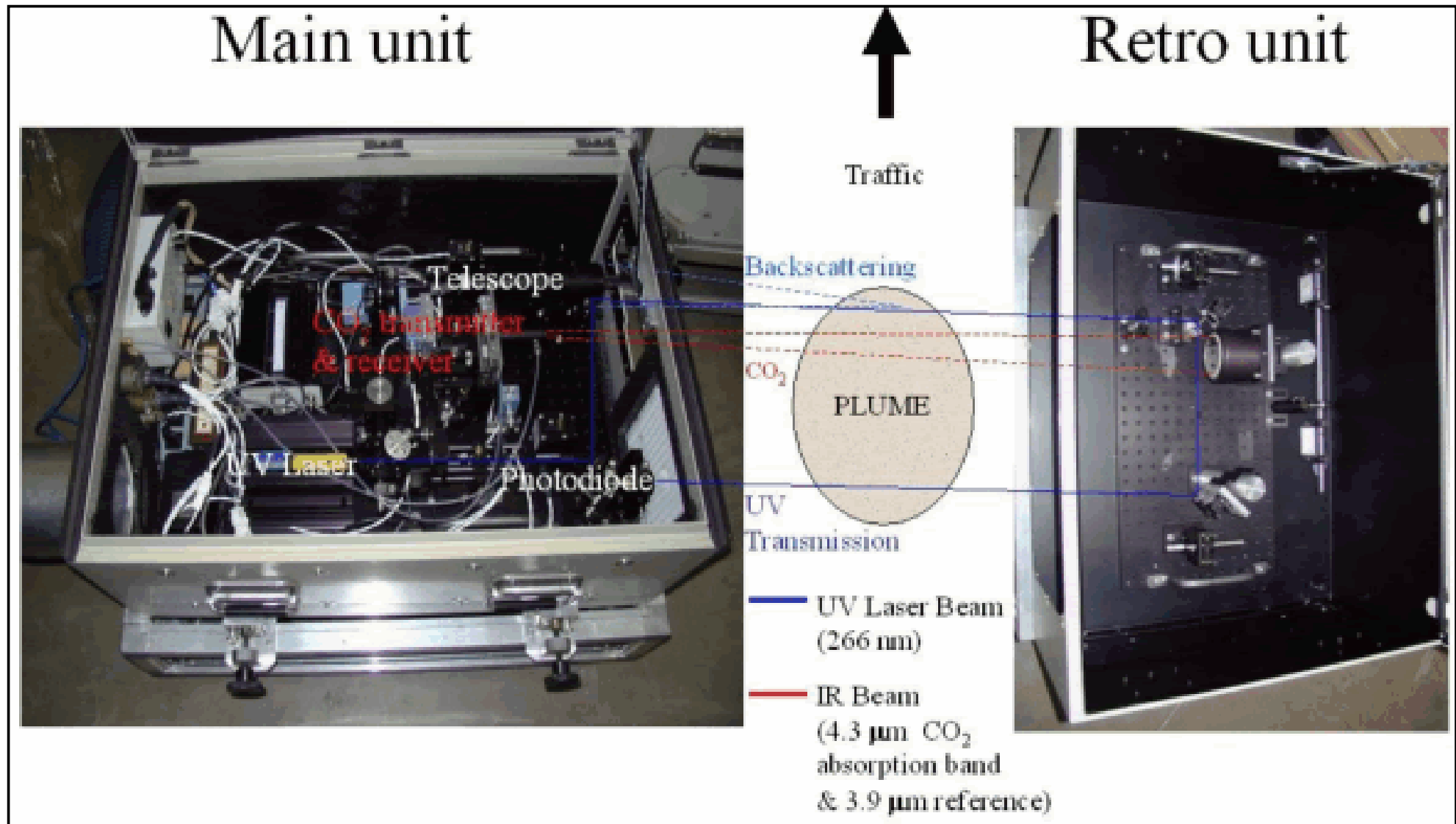
# Vzdálené měření emisí (Remote sensing devices)

## On-Road Setup of the Ultraviolet Lidar and Transmissometer





# Vzdálené měření emisí (Remote sensing devices)



Desert Research Institute, [http://www.dri.edu/Home/Features/text/1003\\_VehicleEmissions.htm](http://www.dri.edu/Home/Features/text/1003_VehicleEmissions.htm)



# Vzdálené měření emisí (Remote sensing devices)

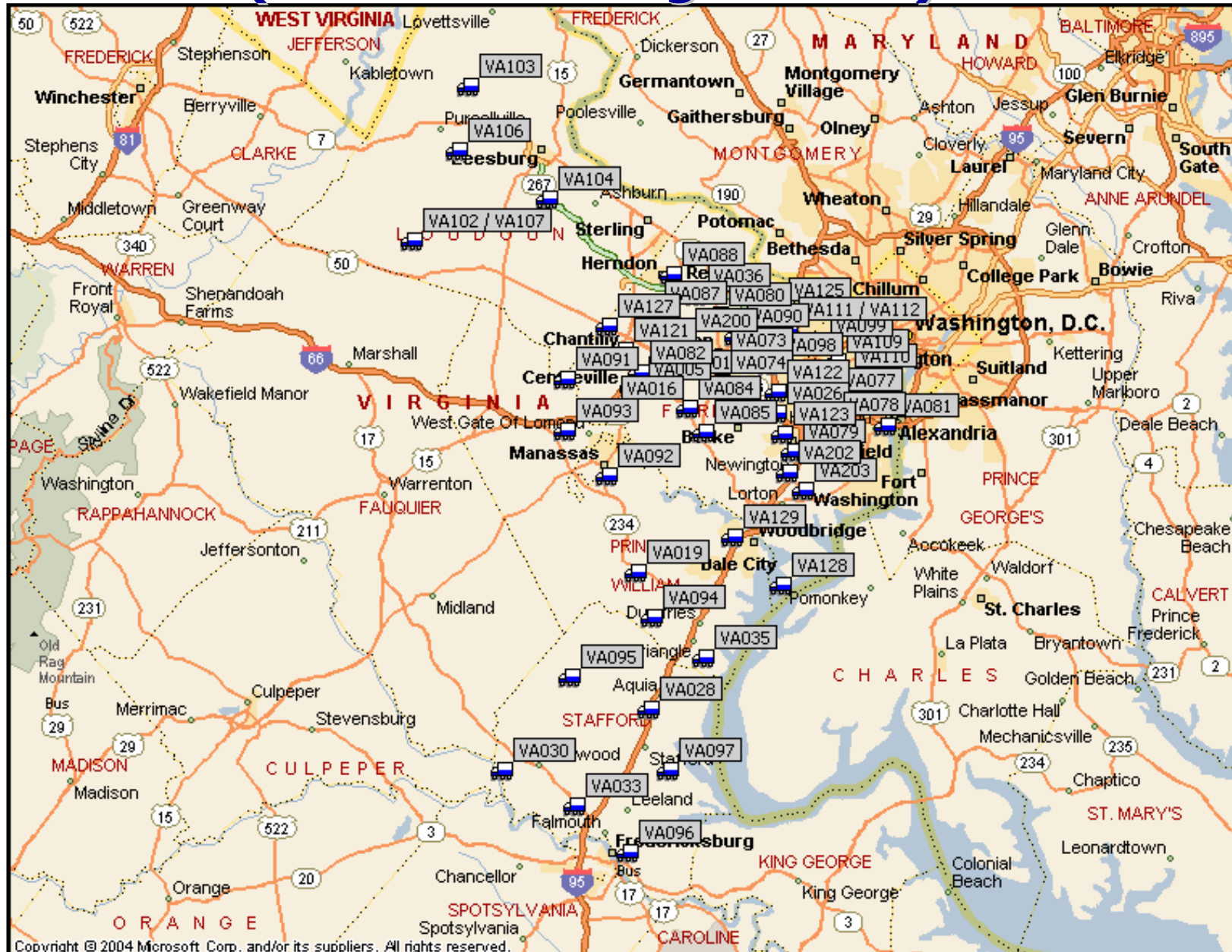


M.J.Bradley & Associates, Manchester, NH, USA  
Massachusetts Bay Transportation Authority, Boston, MA, USA  
<http://www.mjbradley.com/APTAPaperRSDFINAL5-2-05.pdf>

Vojtíšek: Návrhy legislativních opatření – emise ze spalovacích motorů  
Ovzduší 2015, Brno, 20.-22.4.2015

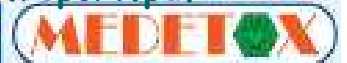


# Vzdálené měření emise (Remote sensing devices)



Ministerstvo životního prostředí (Virginia Department of Environmental Quality), USA

<http://www.deq.state.va.us/regulations/pdf/2007.on.road.emissions.testing.program.status.report.pdf>





# Důkaz matematickou indukcí o neomezené kapacitě silniční komunikace dle současné praxe: (Aneb stokrát nic umožnilo neplodného samce tura domácího):

1. Na silnici se vejde jedno vozidlo. (Budiž.)
2. Vejde-li se na silnici  $n$  vozidel, vejde se tam i  $n+1$  vozidel. (Záměry staveb s malým zvýšením dopravy povolovány bez zkoumání kumulativního vlivu na dopravní síť.)

Z toho teoreticky plyne: Kapacita silniční sítě je neomezená.  
**Ale ona není!!! Přetížení -> kongesce -> emise**

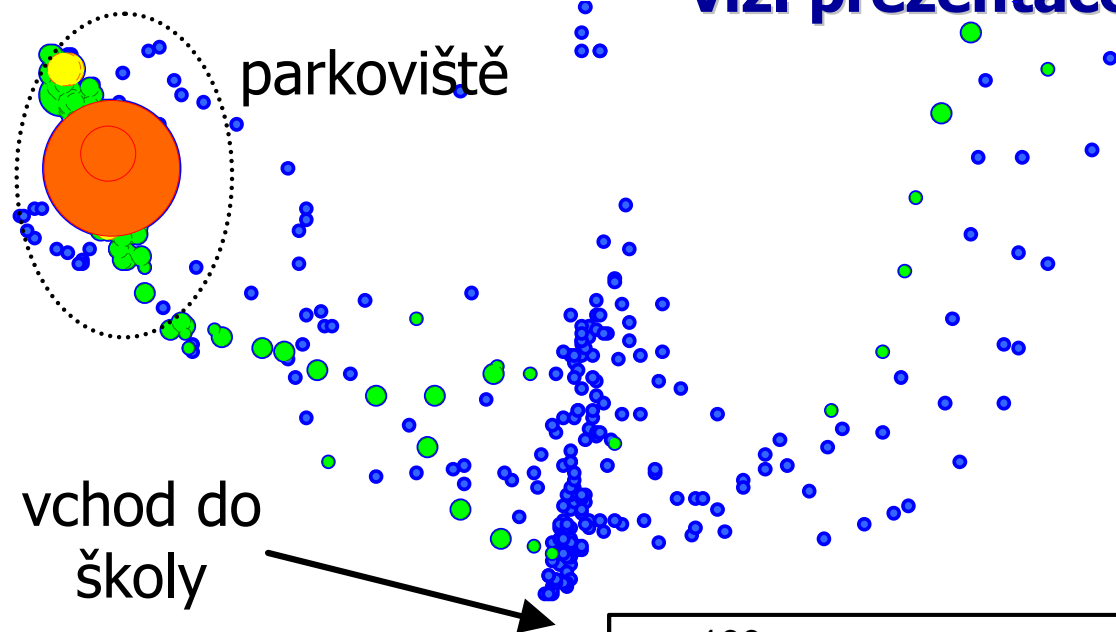
**Dopravní politika – snižování intenzity silniční dopravy a kongesce**

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

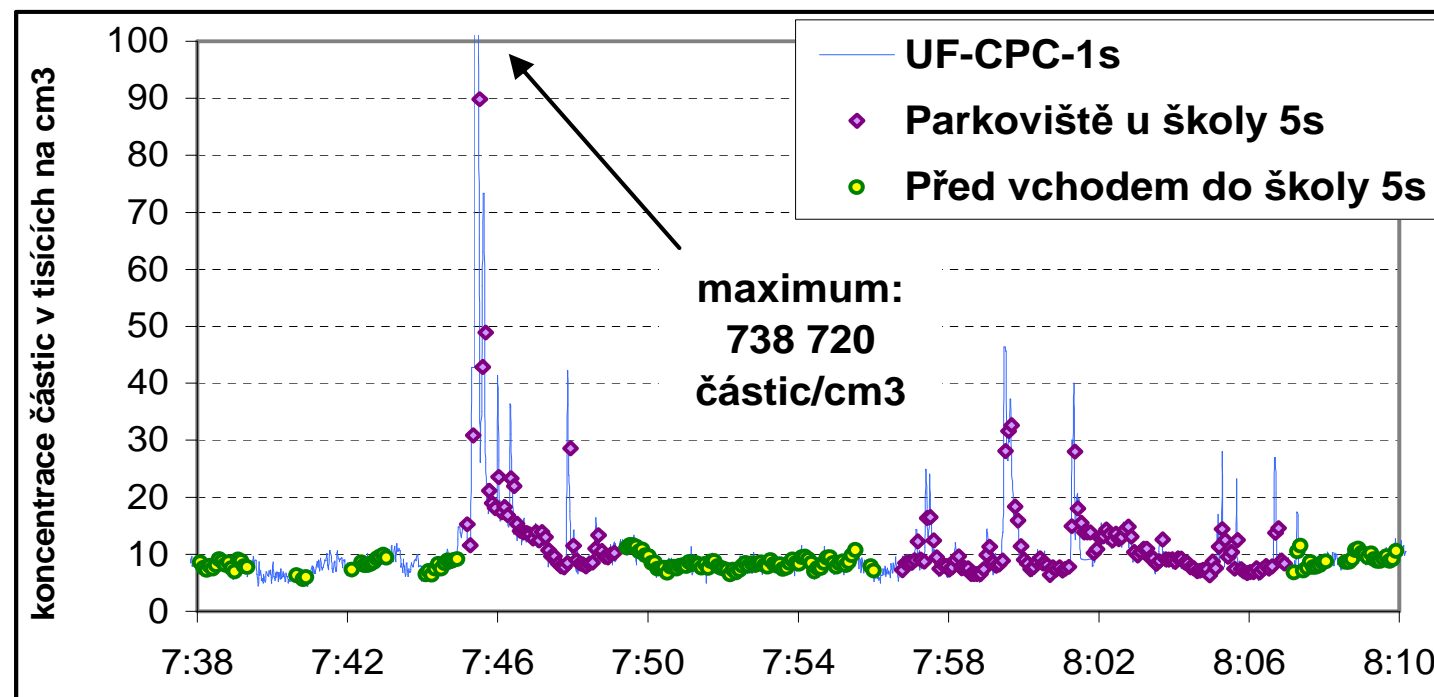


# I malá parkoviště mohou být problém

- viz. prezentace v úterý

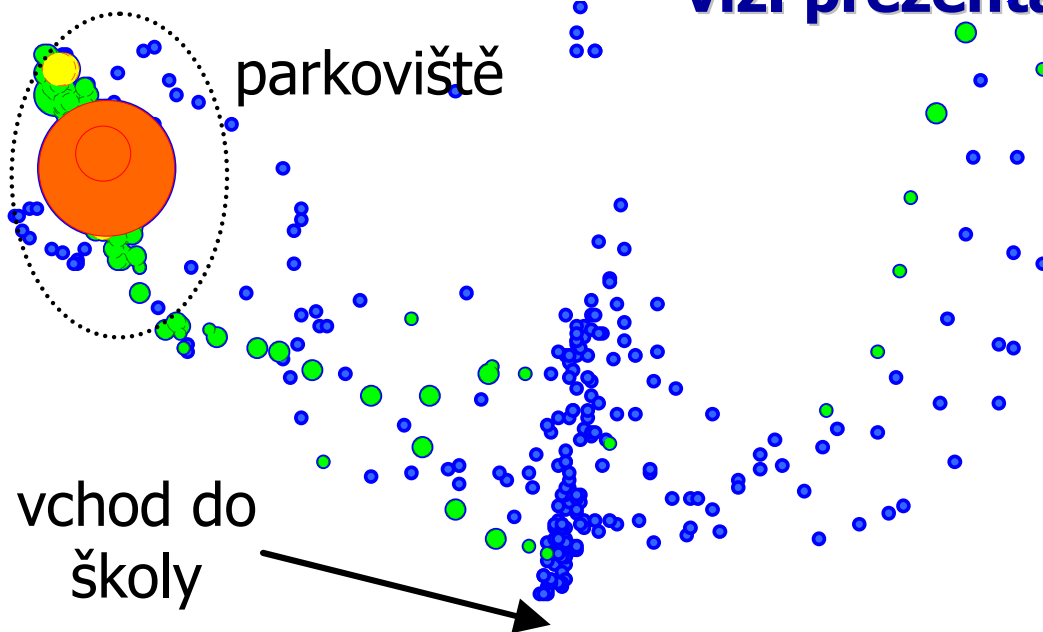


**Nejhorší je parkoviště...  
Ne všechna auta přispívají  
stejně, zdaleka nejvíc  
produkuje vozidla špatně  
navržená či seřízená nebo ve  
špatném technickém stavu!!!**



# I malá parkoviště mohou být velký problém

- viz. prezentace v úterý



**Zákon o ochraně ovzduší ukládá hodnocení dopadu velkých parkovišť – jsou emisní faktory reálné, vede metodika k rozumným výsledkům?**

**Měla by se hodnotit i menší parkoviště v těsné blízkosti obytné zástavby? (Kauza pan Zahradník, Pardubice)**

**Studené a „polostudené“ starty a pomalé poježdění – řádově vyšší emise BaP**

**Zima: řádově vyšší BaP oproti 20-25 C  
(kdy měřeny emisní faktory)**





# 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)

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

**Koncentrace BaP v budkách pro  
výběrčí mytného na dálnici:**

**105-121 ng/m<sup>3</sup>**

327-482 osobních automobilů  
61-111 nákladních automobilů  
/ hodina / jízdní pruh (Tsai 2004)



# Emisní faktory BaP: model MEFA vs. měření ČR+zahraníčí

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

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

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

Phuleria 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

Ludykar 1999, automobily, -7 C  
 Ludykar 1999, automobily, -22 C

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

**Měření ČR**

**Měření ČR**

**Zahr.  
 měření**

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

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

0.01    0.1    1    10    100    1000



# Soumrak automobilismu







# Soumrak automobilismu





# Soumrak automobilismu

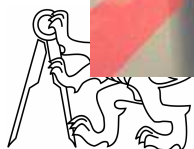


# Méně energeticky náročná doprava





# Méně energeticky náročná doprava





# Změny v územním plánování





# Města pro pěší a ekologická doprava





# 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 exponován**

Vysoká frekvence problematických provozních režimů

- protáhlý provoz na volnoběh, pojezdění malou rychlostí
- vysoce dynamické změny
- akcelerace na plný výkon

-> **vyšší a/nebo více nebezpečné emise**



## 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**



NADAČNÍ FOND  
PROTI KORUPCI



# Výhled opatření na národní úrovni

**Smysluplná podpora demontáž pokročilých paliv**

- vyřazování z provozu a demontáž redukcčních katalyzátorů (SCR)

(demontáž samotná nelegální výslovně není, ale provoz takového vozidla již je)

- přečipování motorů vozidel

(přečipování samotné nelegální výslovně není, ale provoz takového vozidla je)

- nevhodná, nedostatečná či žádná údržba motorů

- podvádění na emisních měřeních SIK

(jejichž cílem je nalézt vozidla s nadměrnými emisemi a tyto opravit)

- velmi vysoká rychlost jízdy

- nadměrný výskyt kongesce

(přetížené a proto částečně či zcela nefunkční části dopravní sítě)

- přílišná intenzita (zvláště zbytné) silniční dopravy

(přetížené a proto

**Nová metodika pro měření částic při technické kontrole**

**demontáž redukcčních kontrolů technického stavu nákladních a osobních vozidel přímo na silnici**

**Postihování úprav vedoucích k technické nezpůsobilosti k provozu**

**Dopravní politika – snižování intenzity silniční dopravy & kongesce**

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



# Výhled opatření na národní úrovni

**Smysluplná podpora  
pokročilých paliv**

- vyřazování z provozu a demontáž redukčních

**Spolupráce mezi  
ministerstvy/institucemi**

**Jednotný přístup**

**Kompetentní odborníci  
udržující znalosti v oboru**

**Nová metodika pro měření  
částic při technické kontrole**

**Kontroly technického stavu  
nákladních a osobních  
vozidel přímo na silnici**

**Postihování úprav  
vedoucích k technické  
nezpůsobilosti k provozu**

**Pozor na  
nechtěné  
vedlejší efekty  
(vyhánění čerta  
d'áblem)**

**Dopravní politika – snižování  
intenzity silniční dopravy & kongesce**

- intenzita (zvláště zbytné) silniční dopravy

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





## 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 13-01438S BIOTOX,

"Mechanismy toxicity pevných částic z biopaliv"

Evropský sociální fond, projekt CZ.1.07/2.3.00/30.0034,

"Podpora zkvalitnění týmů 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 zamyšlení: Útlum automobilové  
dopravy a podpora pěší a cyklistické  
dopravy, Manhattan, New York**



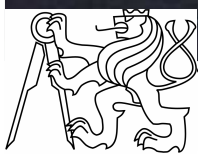
## Poděkování - doktorandi:

Mgr. Jitka Štolcpartová, PŘF UK

ing. Vít Beránek, FS ČVUT

ing. Luboš Dittrich, FS TU v Liberci

ing. Martin Pechout, FS TU v Liberci





# Návrhy opatření – smysluplné a odpovědné využívání motorů

## 1 Snížit intenzitu silniční dopravy

Vrátit města pěším, vrátit život do center měst  
Navrhovat a plánovat pro lidi, ne pro automobily  
Nerozšiřovat města, nepodporovat překladiště

Podporovat kompaktní zástavbu

Podporovat podnikání s vysokou přidanou hodnotou  
a s malou zátěží infrastruktury a životního prostředí

Funkční alternativy – skutečně integrovaná doprava včetně návaznosti spojení,  
funkční, navazující, smysluplný, použitelný systém cyklostezek

## 2. Využití technologie nízkoemisních motorů

Ošetřit udržení homologačních limitů v reálném provozu (předmětem legislativy EU)

Ošetřit kvalitní údržbu

– funkční systém emisních kontrol pro vozidla provozovaná ve městech

Zamezit nežádoucím úpravám motorů a vozidel

Nezvyšovat, ale spíše snižovat rychlost jízdy na dálnicích

(Vysoká rychlost patří na železnici)

## 3. Přejít na dlouhodobě udržitelné zdroje energie

– biopaliva, elektrické pohony, ...

