



Snižování emisí z dopravy péčí o vozidlo a rozumným stylem a rychlostí jízdy (= netechnickými opatřeními)

prof. **Michal Vojtíšek**

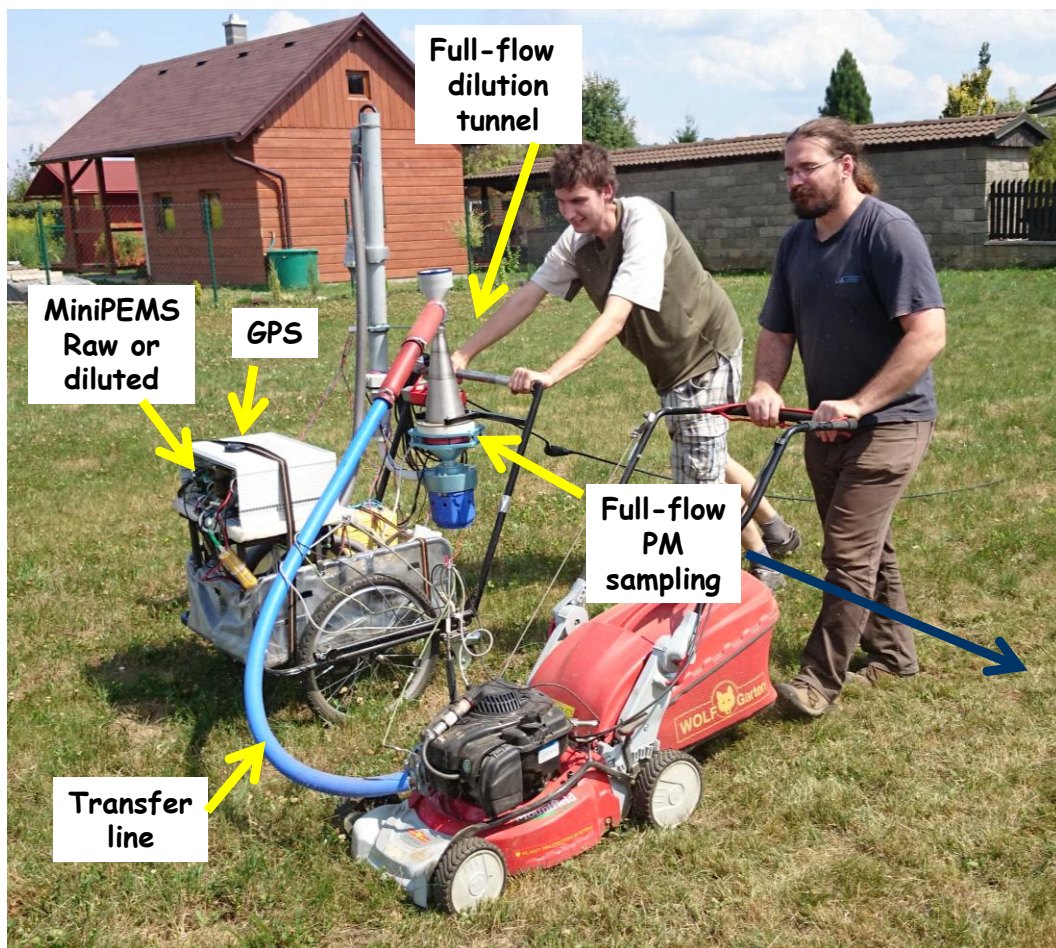
Centrum vozidel udržitelné mobility, ČVUT v Praze

Ústav mechatroniky a technické informatiky, Technická univerzita v Liberci

Katedra vozidel a pozemní dopravy, Česká zemědělská univerzita

michal.vojtisek@fs.cvut.cz, michal.vojtisek@tul.cz, michal.vojtisek@mensa.cz, +420 774 262 854

Přenosný systém s plnoprůtočným
ředicím tunelem a vysokobjemovým
vzorkováním částic pro malé motory



Miniaturní a nízkonákladová
přenosná zařízení pro
měření emisí za provozu
Mini-PEMS & Poor man's PEMS

NO, NO₂
CO, CO₂
orientační PM
orientační PN
orientační HC
výpočet toku
výfuk. plynů
9 kg
3 hr výdrž



Představení skupiny: Měření emisí za provozu TU v Liberci & ČVUT & Česká zemědělská univerzita & ÚEM AV ČR

Mobilní FTIR analyzátory

Pro měření emisí za provozu

Skleníkové plyny CO_2 , CH_4 , N_2O

Reaktivní sloučeniny dusíku NO , NO_2 , NH_3 , ...

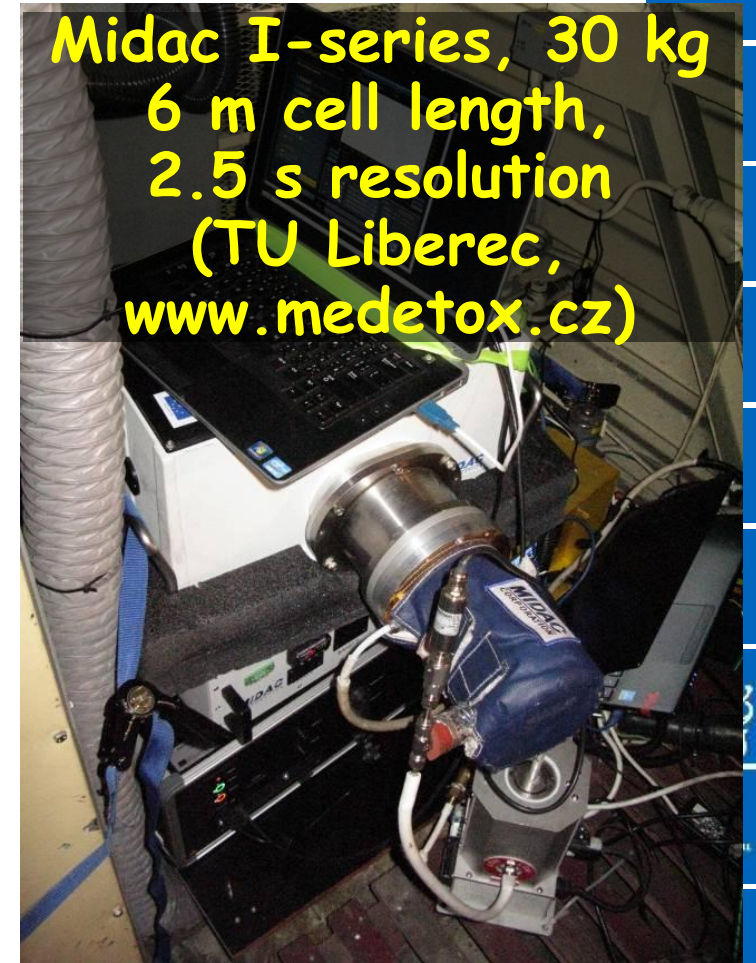
... a další látky absorbující ve střední oblasti
infračerveného spektra

Nicolet Antaris IGS

5 m optická dráha

$0.5 \text{ cm}^{-1} / 1 \text{ Hz}$

Midac I-series, 30 kg
6 m cell length,
2.5 s resolution
(TU Liberec,
www.medetox.cz)



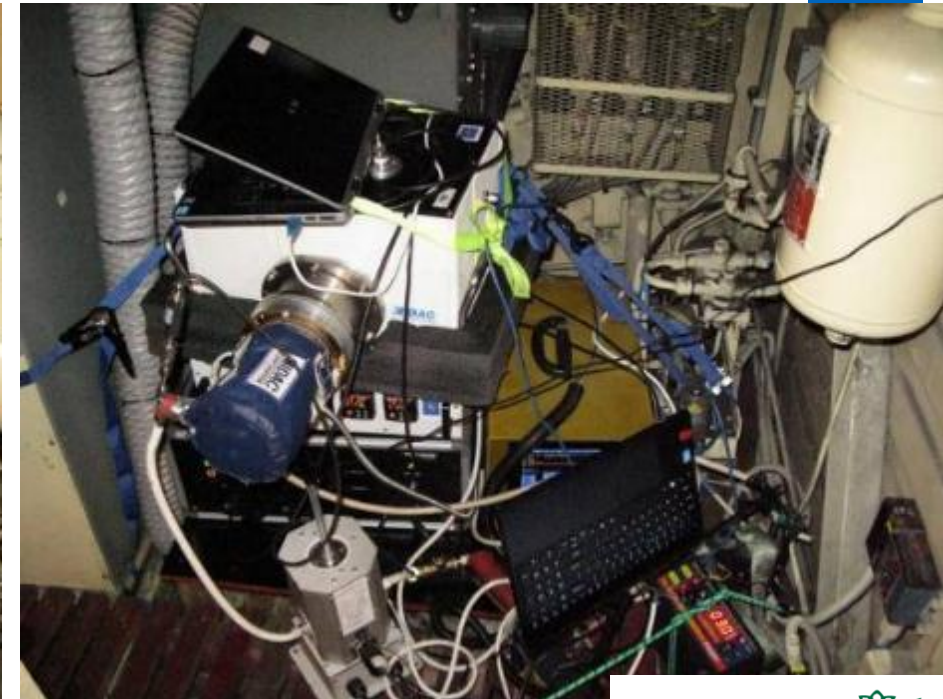
Suarez-Bertoa, R., et al. (2017). *Atmospheric Environment*, 166, 488-497.
Pechout, M., et al. (2019). *Science of the Total Environment*, 696, 133748.
Suarez-Bertoa, R., et al. (2020). *Atmosphere*, 11, 204.

Vojtíšek-Lom, et al. (2018), *Science of the Total Environment* 616 774-784

Představení skupiny: Měření emisí za provozu TU v Liberci & ČVUT & Česká zemědělská univerzita & ÚEM AV ČR

Mobilní FTIR analyzátory pro měření emisí za provozu
Skleníkové plyny CO_2 , CH_4 , N_2O , reaktivní sloučeniny dusíku NO , NO_2 , NH_3 ,
... a další látky absorbující ve střední oblasti infračerveného spektra

Měření emisí drážních vozidel za provozu



Vojtíšek-Lom, et al. (2020), *Atmosphere*, 11, 582.



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta mechatroniky, informatiky
a mezioborových studií



CTU
CZECH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE



Ústav
experimentální
medicíny AV ČR, v.v.i.
EU Centre of Excellence



Představení skupiny: Měření emisí za provozu Dálkové měření emisí vozidel (a dalších zdrojů)



Představení skupiny: Měření emisí za provozu

Měření částic z otěrů třecích brzd – laboratoř VŠB TU Ostrava



Vojtíšek-Lom, et al. (2021), *Science of the Total Environment*, 788, 147779.



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta mechatroniky, informatiky
a mezioborových studií



CTU
CZECH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE

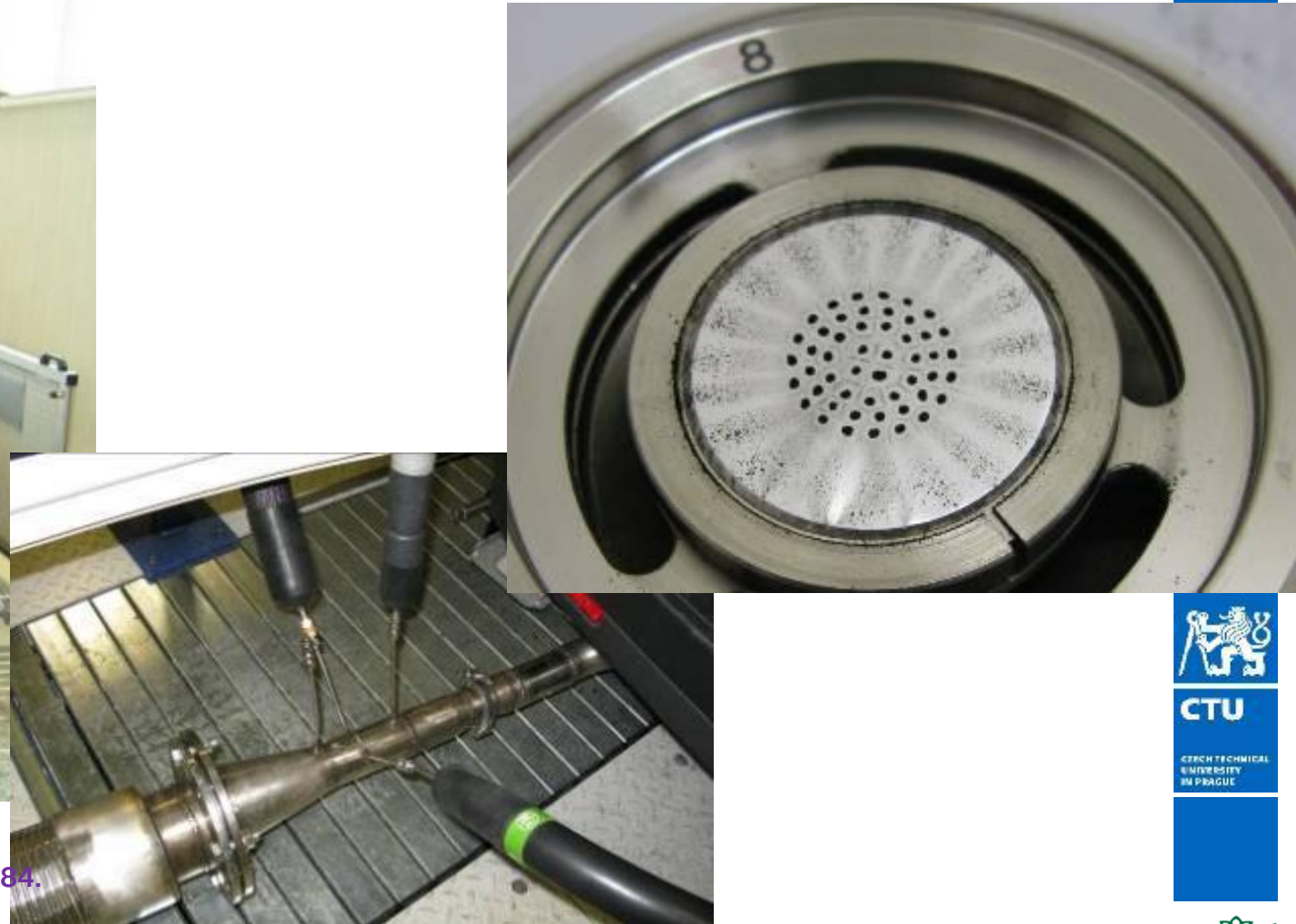


Ústav
experimentální
medicíny AV ČR, v.v.i.
EU Centre of Excellence



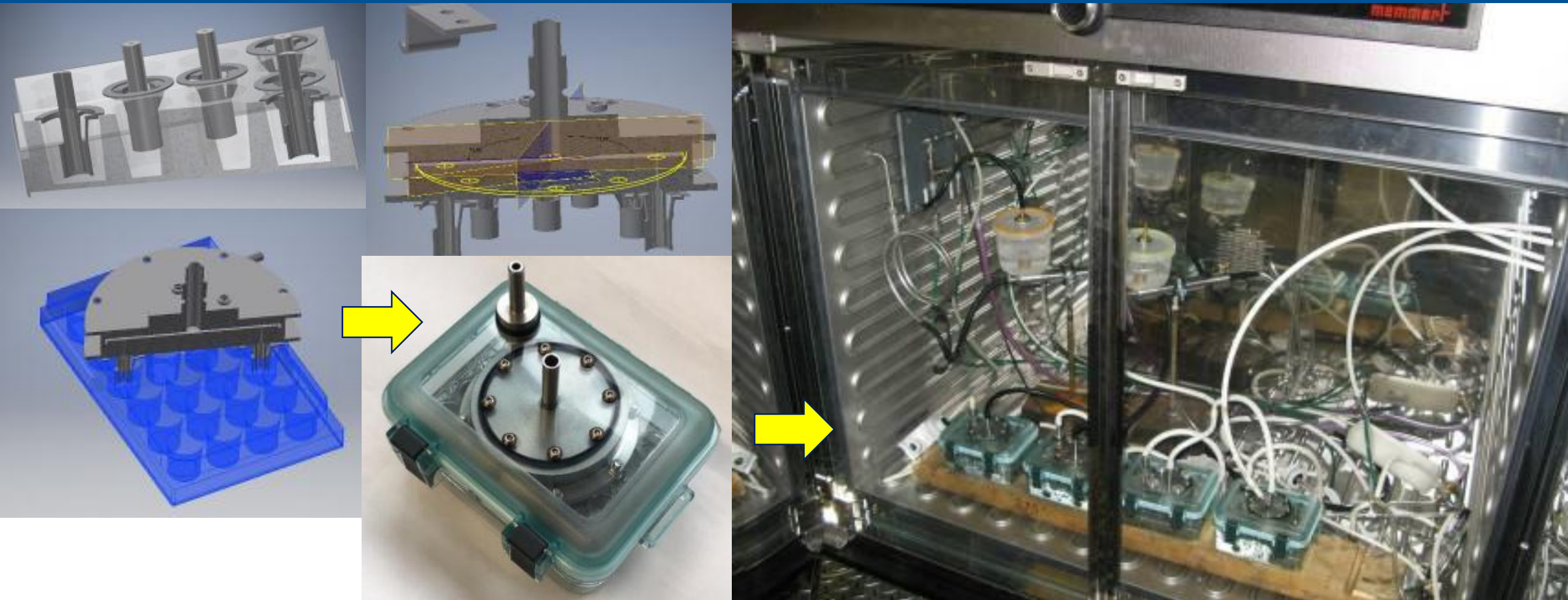
Představení skupiny: Měření emisí za provozu

Charakterizace emisí ze spalování alternativních paliv v laboratoři a za provozu



Vojtisek-Lom, et al. (2015). *SAE Intl. Journal of Engines*, 8(5), 2338-2350.
Vojtíšek-Lom, et al. (2018), *Science of the Total Environment*, 616, 774-784.

Expozice buněčných kultur výfukovým plynům (air-liquid interface)



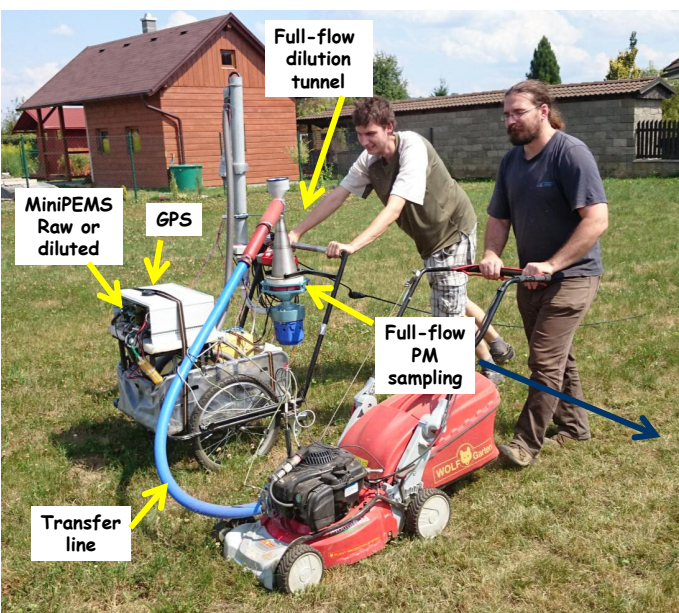
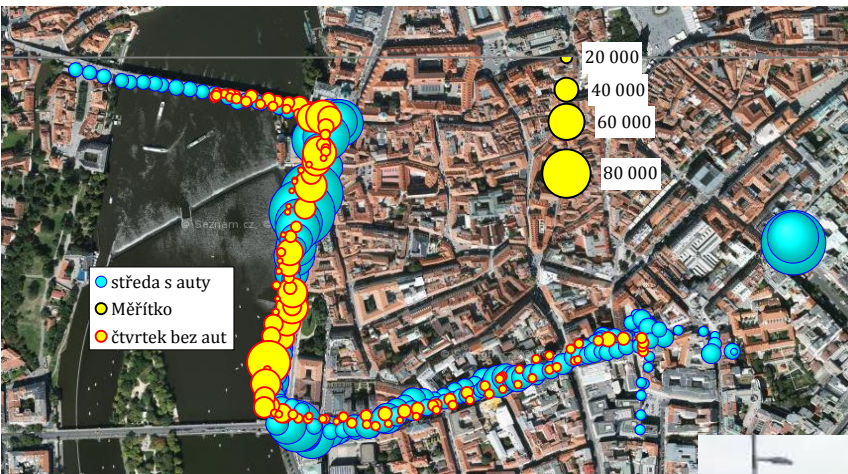
Vojtisek-Lom, M., et al. (2019). *SAE International Journal of Advances and Current Practices in Mobility*, 2(2019-24-0050), 520-534.

Rossner, P., et al. (2019). *International journal of molecular sciences*, 20(22), 5710.

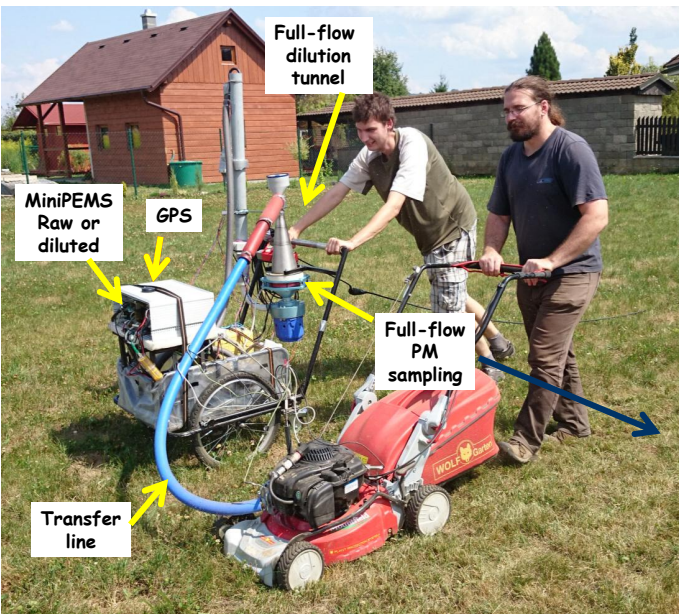
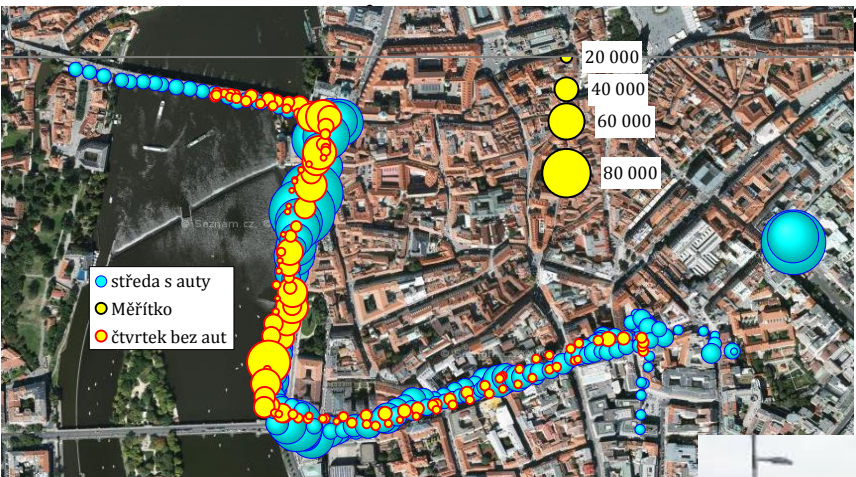
Rossner, P., et al. (2021). *Chemosphere*, 281, 130833.



Outreach & citizen science: Nanoparticles in the air & small engine emissions



Měření koncentrací nanočástic v městských ulicích a u škol



**Stolcpartova, J., et al. (2015).
Atmosphere, 6(11), 1714-1735.**



Dlouhodobá expozice částicím (PM_{2.5}), oxidům dusíku (NO_x) a přízemnímu ozonu ve venkovním ovzduší je příčinou předčasného úmrtí řádově jednoho promile populace ročně

(Evropa/EU: PM2.5 - 463/412 tis., NO_x – 166/136 tis., O₃ – 124/107 tis.; EEA Air Quality Report 2022)

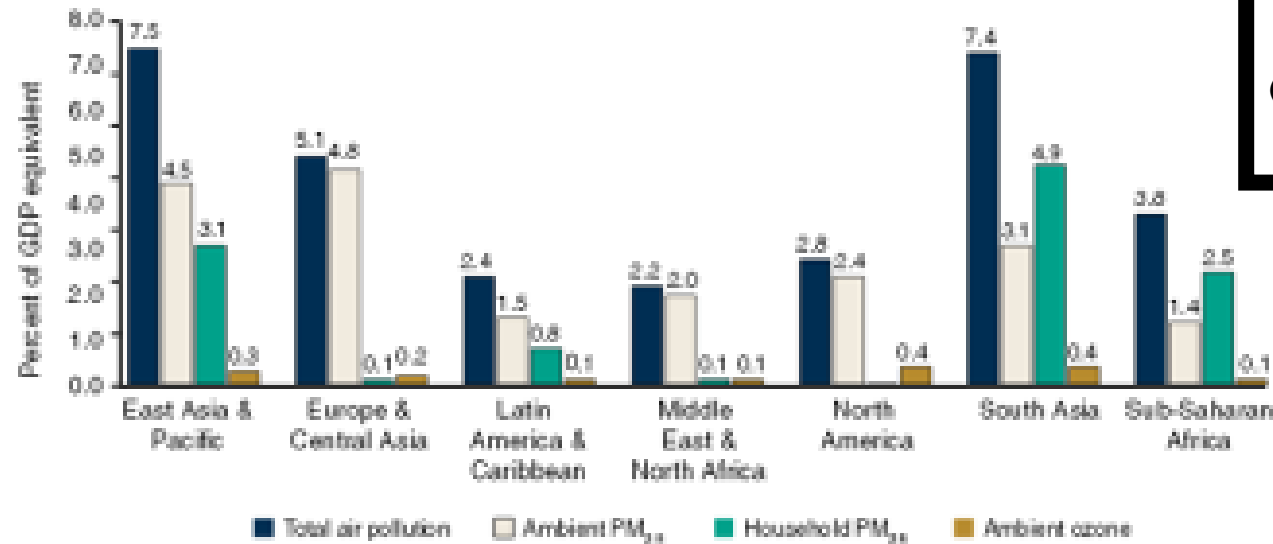
<https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2022/health-impacts-of-air-pollution>

dopravní nehody v EU v roce 2020 „jen“ 18 tisíc (EU Annual Accident Report)



Motivace: Proč měříme a snižujeme emise

FIGURE ES.1 Welfare Losses Due to Air Pollution by Region, 2013



Sources: World Bank and IHME.

Note: Total air pollution damages include ambient PM_{2.5}, household PM_{2.5}, and ozone. GDP = gross domestic product.

xii

The Cost of Air Pollution: Strengthening the Economic Case for Action

Dlouhodobá expozice částicím (PM_{2.5}), oxidům dusíku a přízemnímu ozonu ve venkovním ovzduší byla příčinou cca 518 tisíc předčasných úmrtí v Evropě v roce 2020

(Evropa/EU: PM_{2.5} - 463/412 tis., NO_x - 166/136 tis., O₃ - 124/107 tis.; EEA Air Quality Report 2022)
<https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2022/health-impacts-of-air-pollution>

dopravní nehody v EU v roce 2020 „jen“ 18 tisíc (EU Annual Accident Report)



Světová banka odhaduje ekonomické škody v EU způsobené znečištěním venkovního ovzduší na 5 % HDP.



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta mechatroniky, informatiky
a meziporobových studií



CTU
CZECH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE



Ústav
experimentální
medicíny AV ČR, v.v.i.
EU Centre of Excellence



Přehled rizikových látek ve výfukových plynech

- Částice – primární (emitované) a sekundární (vytvořené v atmosféře)
- NO_x - oxidy dusíku NO a NO_2 , klíčové pro tvorbu přízemního ozonu
- Emise CO a sloučenin síry a olova byly významně sníženy zlepšením kvality paliva a technologií

Nové problematické a legislativou dosud neošetřené látky:

Zdravotně rizikové:

- Škodlivost částic – velikost, tvar, složení, biodostupnost, toxicita
- NO_2 - tvorba v oxidačních katalyzátorech
- NH_3 - tvorba v redukčních katalyzátorech NO_x (LNT, SCR)
- - tvorba v třícestných katalyzátorech při nedostatku kyslíku
- Aldehydy - kyslíkatá paliva (např. etanol, bionafta)

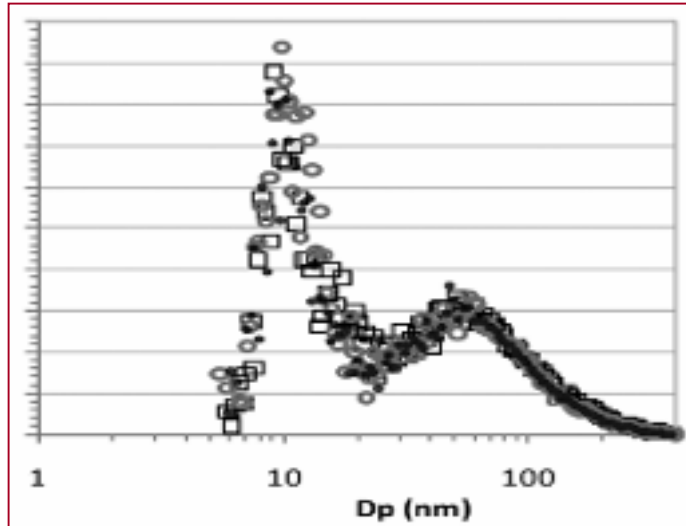
Skleníkové plyny:

- N_2O - tvorba v katalyzátorech pro redukci NO_x (SCR, LNT)
- CH_4 - motory poháněné metanem (CNG, bioplyn), regenerace LNT a DPF

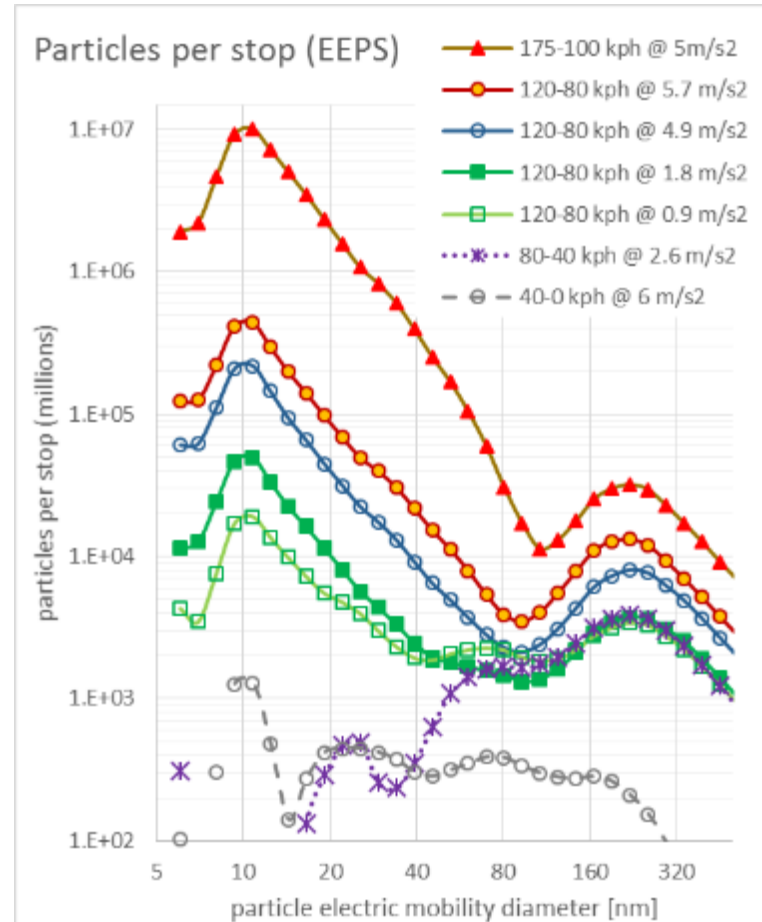


Nanočástice z vysokoteplotních procesů:

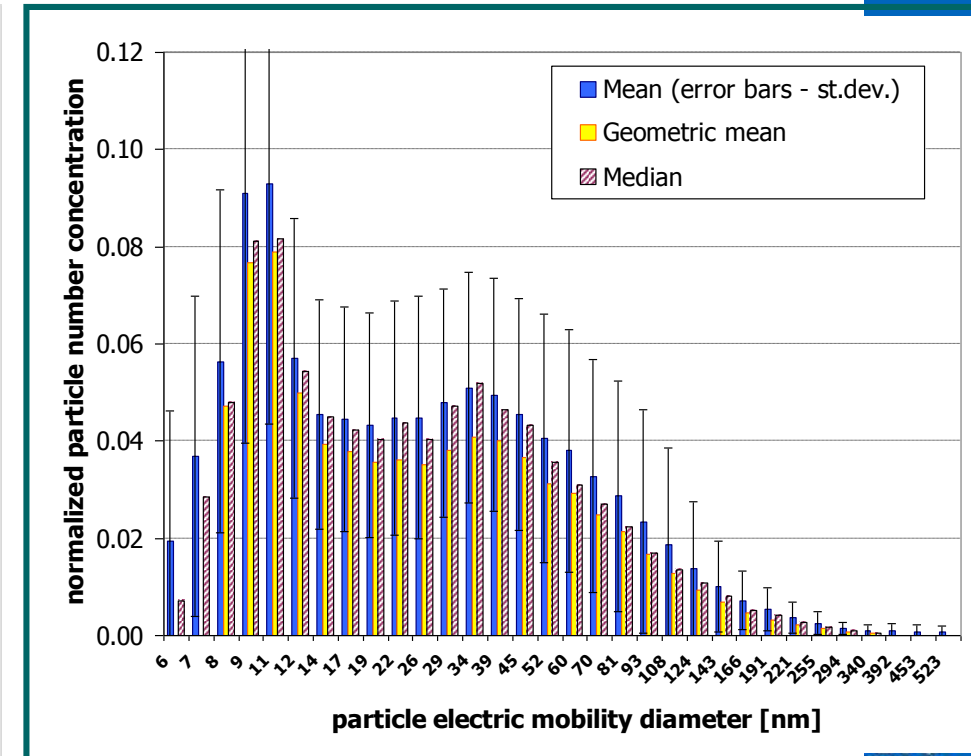
Velké zastoupení částic o průměru řádově 10 nm – u zdroje i v ovzduší



Naftový motor
Ronkko a kol, EST 2013



Otěry z běžných automobilových brzd
Vojtíšek a kol., STOTEN 2021



Spořilov, průměr 40 lokalit
Vojtíšek a kol., NanoCon 2014

Nanočástice z vysokoteplotních procesů:

Velké zastoupení částic o průměru řádově 10 nm – u zdroje i v ovzduší

Nejvyšší účinnost zachytu v alveolární oblasti (plicní slípky) je při cca 10-20 nm
Částice menší než několik desítek nm mohou pronikat do krevního oběhu
a také podél čichového nervu do mozku.

Fractional Deposition of Inhaled Particles (Oberdörster)

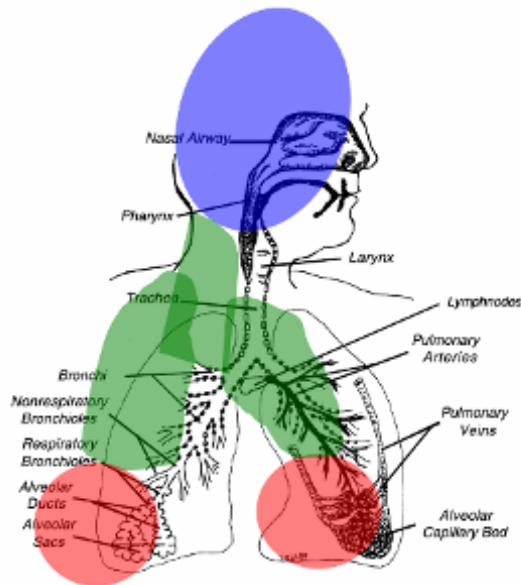
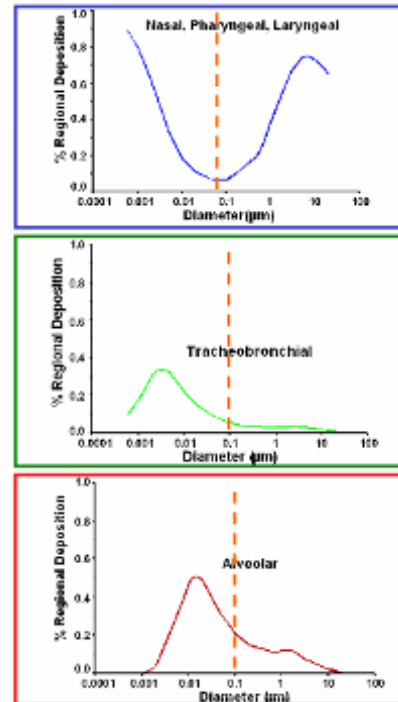
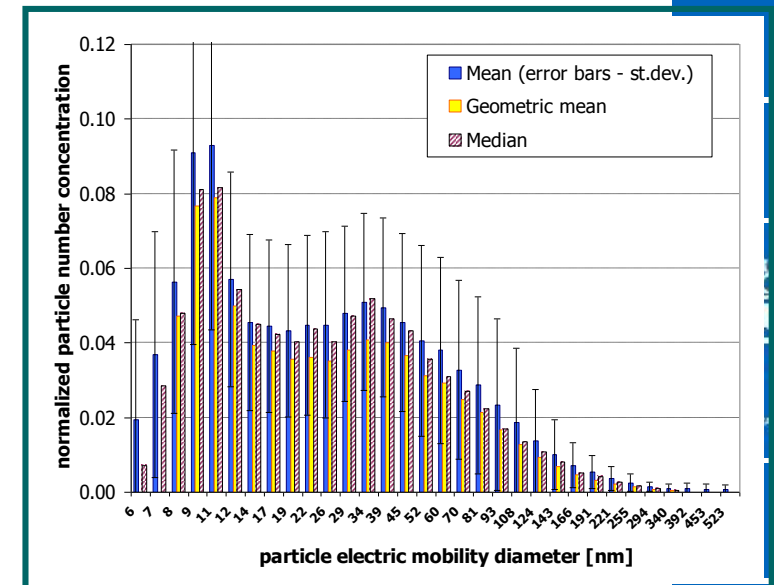


Figure courtesy of J. Hartema



Spořilov, průměr 40 lokalit Vojtíšek a kol., NanoCon 2014



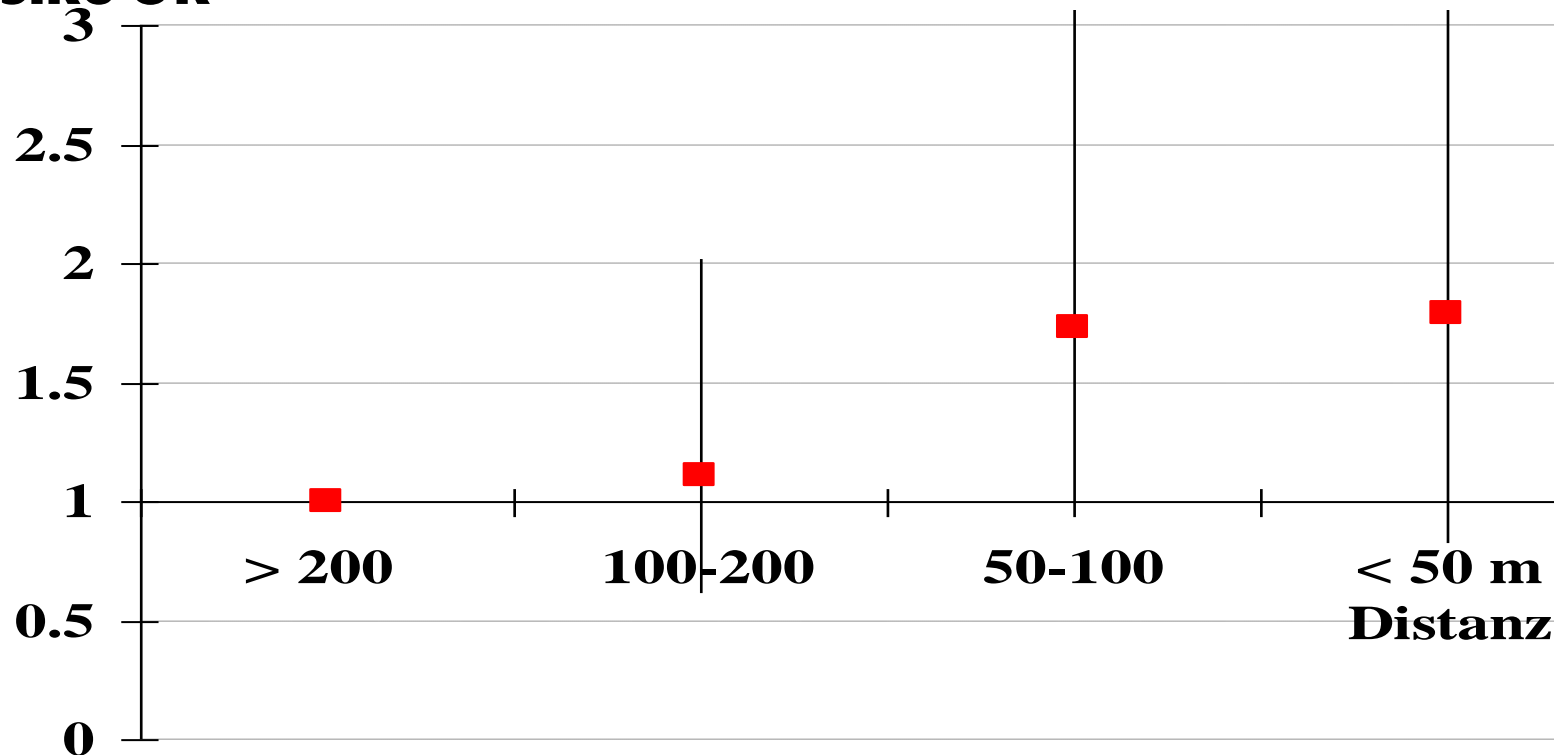
Dlouhodobý pobyt v blízkosti*) frekventovaných*) komunikací je spojován s vyššími riziky různých onemocnění

*) většinou < 100 metrů, > 10 000 automobilů denně

Příklad zde: Poměrné riziko infarktu myokardu v závislosti na vzdálenosti od komunikace s vysokou intenzitou dopravy - 3399 pacientů, věk 45-75, Essen, Německo
(A. Mayer, TTM, Switzerland)

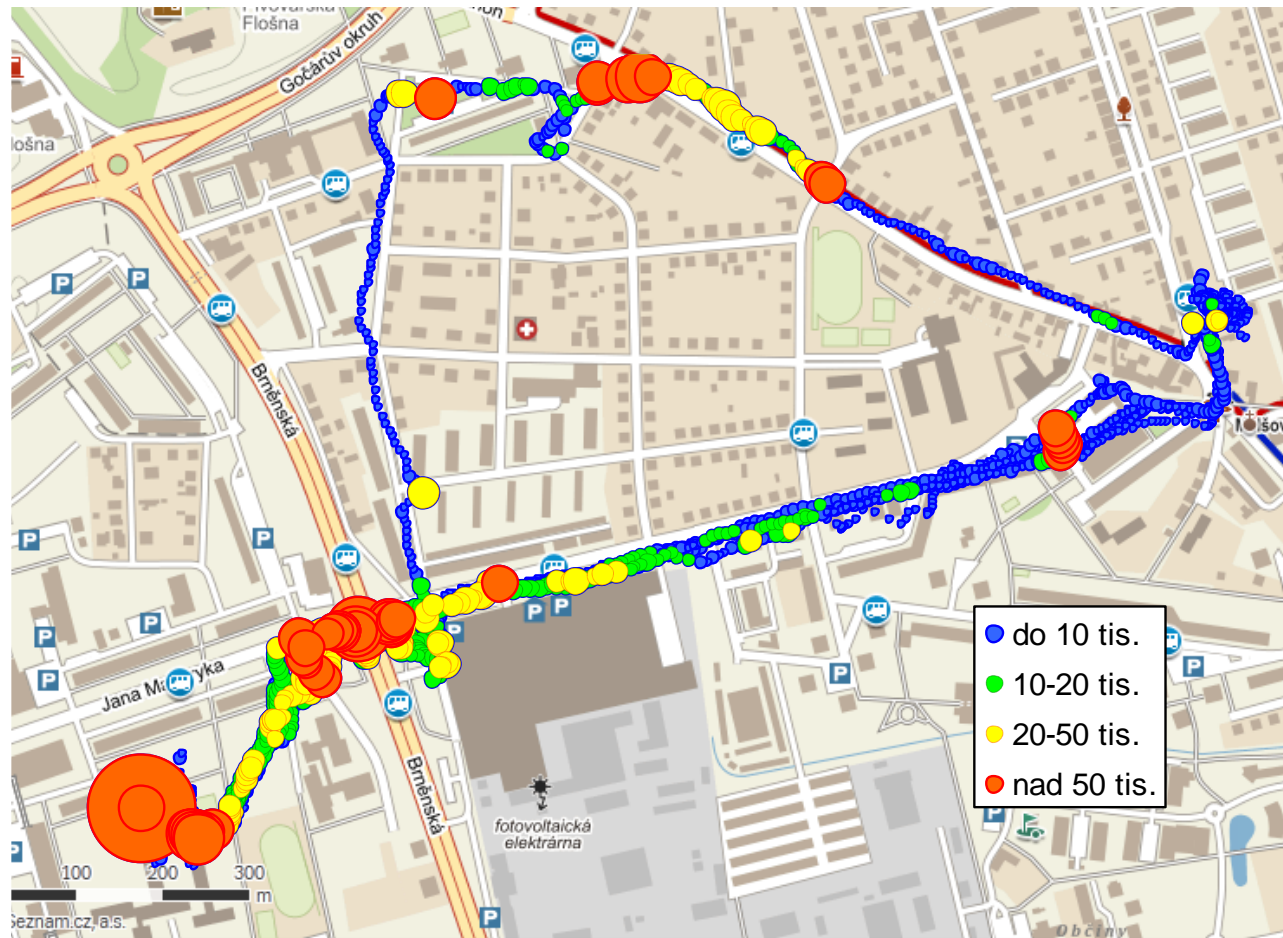


Risiko OR



Nejvyšší koncentrace rizikových látek jsou nejbližší zdrojům emisí

Mobilní zdroje, svařování, průmyslové provozy ... nemají vysoké komíny



Technologické možnosti snižování emisí

PM > 90 %, PN > 99 %, NOx > 90-99 %, CO > 99 %

Benzínové motory

Přesné řízení poměru palivo-vzduch

Třícestný katalyzátor

GPF – filtr částic pro benzínové motory

Naftové motory

Přesné řízení časování vstřiku a dávky paliva

Oxidační katalyzátor

DPF – filtr částic pro naftové motory

SCR – selektivní katalytická redukce

AOC – oxidační katalyzátor zbytkového amoniaku



CTU

CZECH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE

Technologické možnosti snižování emisí

PM > 90 %, PN > 99 %



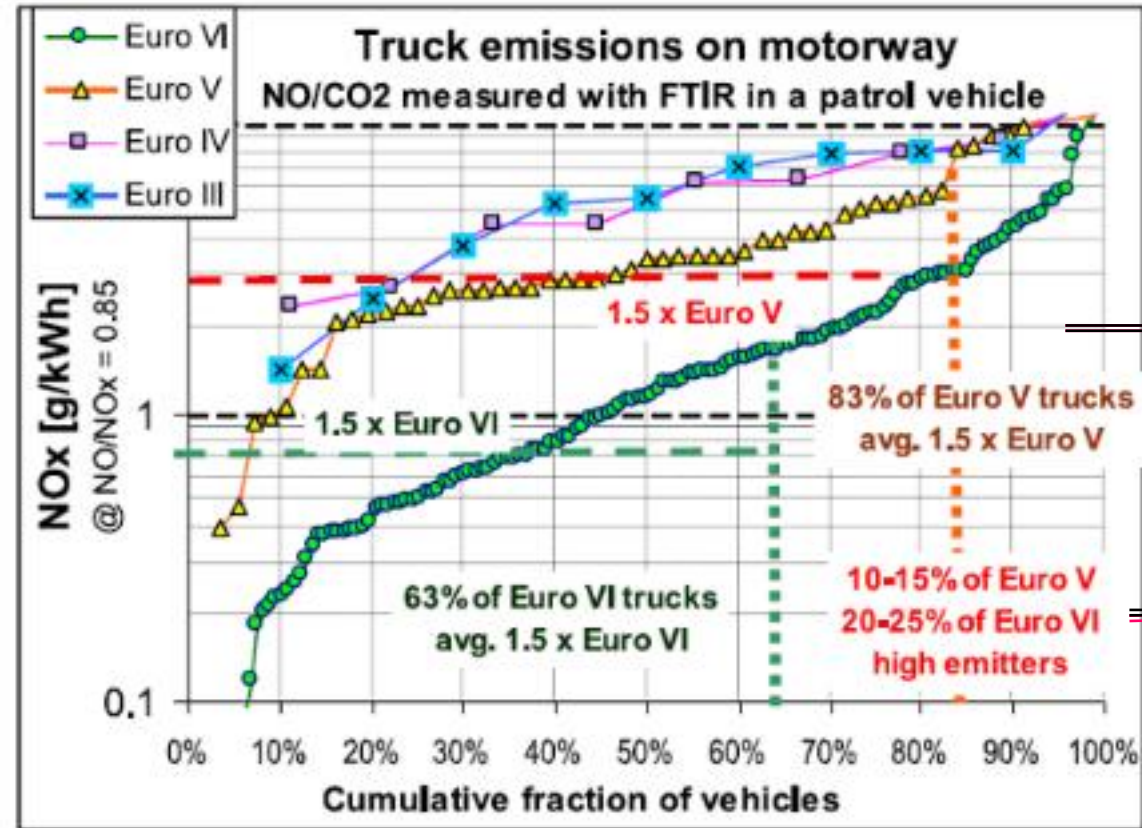
CTU

CZECH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE

Dálkové měření emisí NO_x u kamionů: SCR funguje!!!

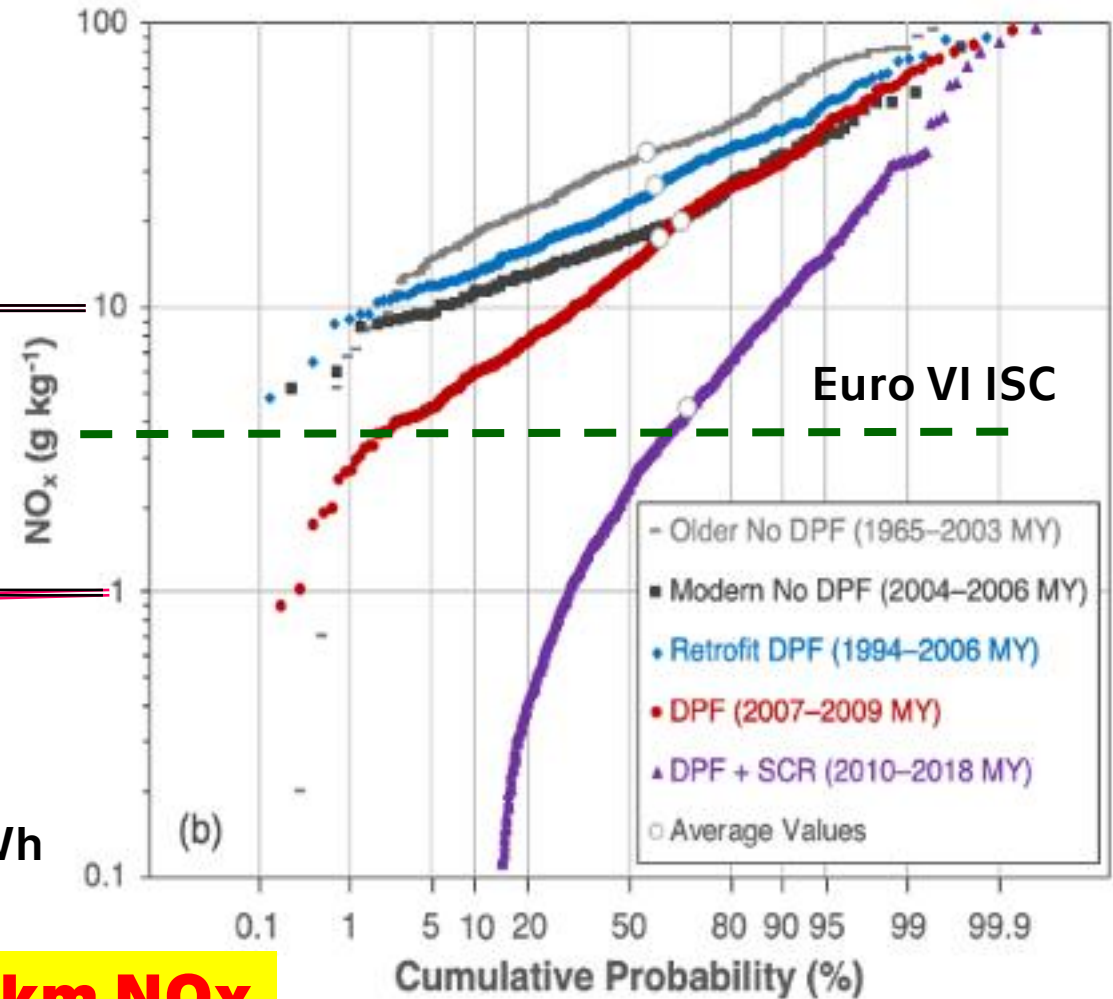
D1, CZ, Euro 6 r.v. 2013+
>40 % kamionů <1 g/km NO_x
Vojtíšek a kol., Sci Tot Env 738 (2020) 139753

Kalifornie, USA, r.v. 2010+
>50 % kamionů <1 g/km NO_x
Preble a kol., CARB Contract No. 12-315, 2019



1 g/kg ~ 0.2 g/kWh

@ 200 g/kWh, 24 liters/100 km: 1 g/kWh = 1 g/km



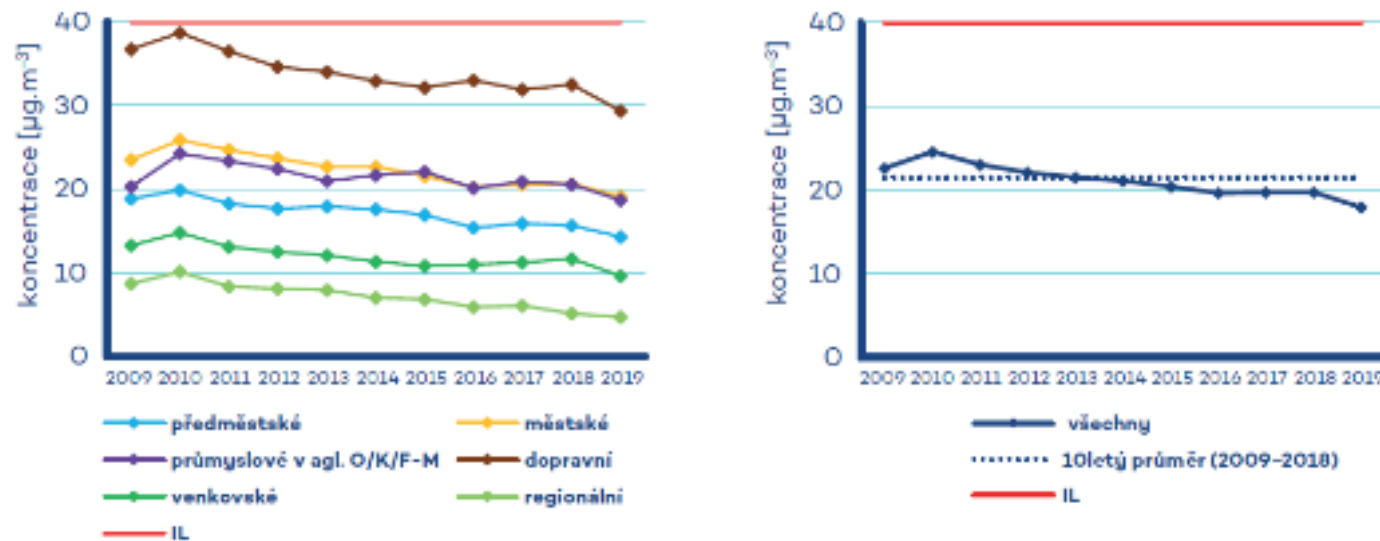
CTU

CERCH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE

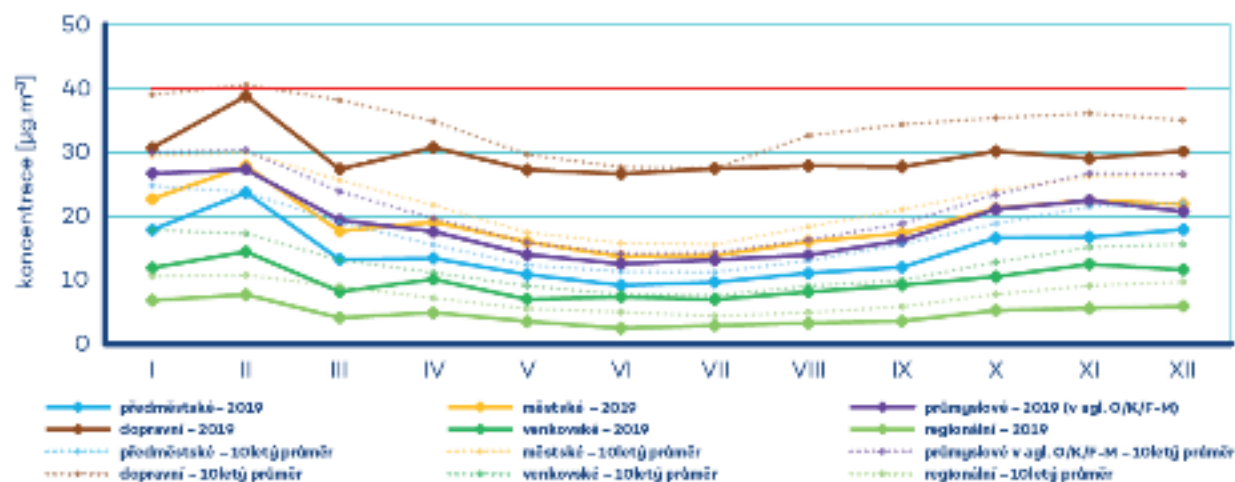
Euro 3-5 naftový automobil: téměř 1 g/km NO_x

Trendy v koncentracích NO₂ v ČR vs. EU/EHK Emisní limity pro NO_x

Zdroj: Znečištění ovzduší v ČR, 2019, ČHMÚ



Obr. IV.3.7 Vývoj ročních charakteristik NO₂ na jednotlivých typech stanic v České republice, 2009–2019



Obr. IV.3.4 Roční ohod průměrných měsíčních koncentrací NO₂ (průměry pro daný typ stanice), 2019

Těžká vozidla:

Euro VI, 2013: 0.46 g/kWh vs.
Euro III, 2000: 5 g/kWh

Automobily:

Euro 6, 2014: 60-80 mg/km
Euro 2, 1996: 150-500 mg/km



Obr. IV.3.5 Pole roční průměrné koncentrace NO₂, 2019



CTU

CZECH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE

Technologické možnosti snižování emisí

PM > 90 %, PN > 99 %, NO_x > 90-99 %, CO > 99 %

- **To je to jediné, co nám dosud zlepšilo ovzduší**
- **Dále snižovat lze (Euro 7+), ale je to účelné?**

Není nyní čas na netechnická opatření?

Přestat podvádět na homologacích (Dieselgate)

Udržovat vozidla v řádném stavu

Přestat podvádět na stanicích měření emisí

Jezdit slušně, klidně, předvídavě

Zamyslet se nad tím, čím jezdíme

Nepřetěžovat silniční síť (dopravní, územní plánování)

Zamyslet se nad tím, zda opravdu potřebujeme jet



CTU

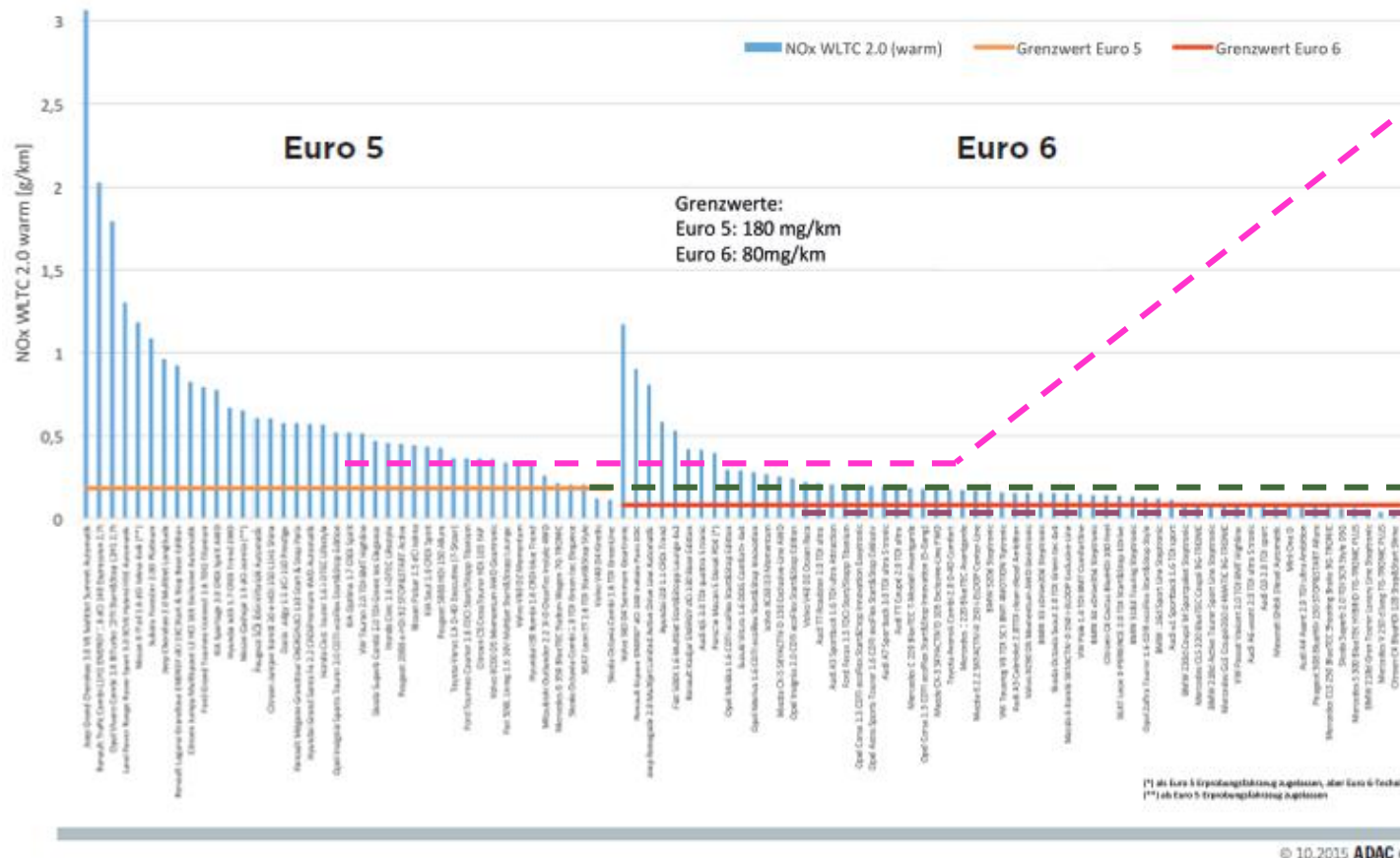
CZECH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE

Problem of NO₂ and other reactive nitrogen species

Old diesels emitted most NO_x as NO, with new catalysts, share of NO₂ increased from several percent to tens of percent.

European diesel cars emit more NO₂ than is the limit for NO_x, and more NO_x per km driven than (2010+) U.S. trucks and buses

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




US EPA 2010 limit for heavy vehicle engines:
0.2 g-bhp/h ~ 300 mg/km NO_x



Proposed U.S. limit:
0.02 g-bhp/h
~ 30 mg/km NO_x

„Víceemise“ NO_x celosvětově způsobí 38 tis. předčasných úmrtí ročně

Künzli ETH Nanoparticles 2017 / Anenberg et al., Nature 2017

Rigorous measures of control and sanctions needed Swiss TPH 

Nature 2017

Impacts and mitigation of excess diesel-related NO_x emissions in 11 major vehicle markets

Susan C. Anenberg^{1*}, Joshua Miller^{2*}, Ray Minjares², Li Du², Daven K. Henze³, Forrest Lacey^{3†}, Christopher S. Malley⁴, Lisa Emberson⁴, Vicente Franco^{2†}, Zbigniew Klimont⁵ & Chris Heyes⁵

Global consequences of VW (et al) Directors' decision to manipulate software:

~38'000 premature death /yr globally caused by the excess NO₂ (via the NO_x driven formation of PM and O₃)

http://www.nanoparticles.ch/archive/2017_Kuenzli_PR.pdf



CTU

CZECH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE

Velká podíl na emisích má malá část vozidel - ani ne ta stará, ale ta ve špatném stavu !



CTU

CZECH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE



Kontrola funkce SCR těžkých vozidel na D1

Michal Vojtíšek^{1,2}, Petr Jindra³, David Macoun³, Alden Fred Arul Raj²

1 Katedra vozidel a motorů, TU v Liberci

2 Centrum vozidel udržitelné mobility, Fakulta strojní ČVUT v Praze

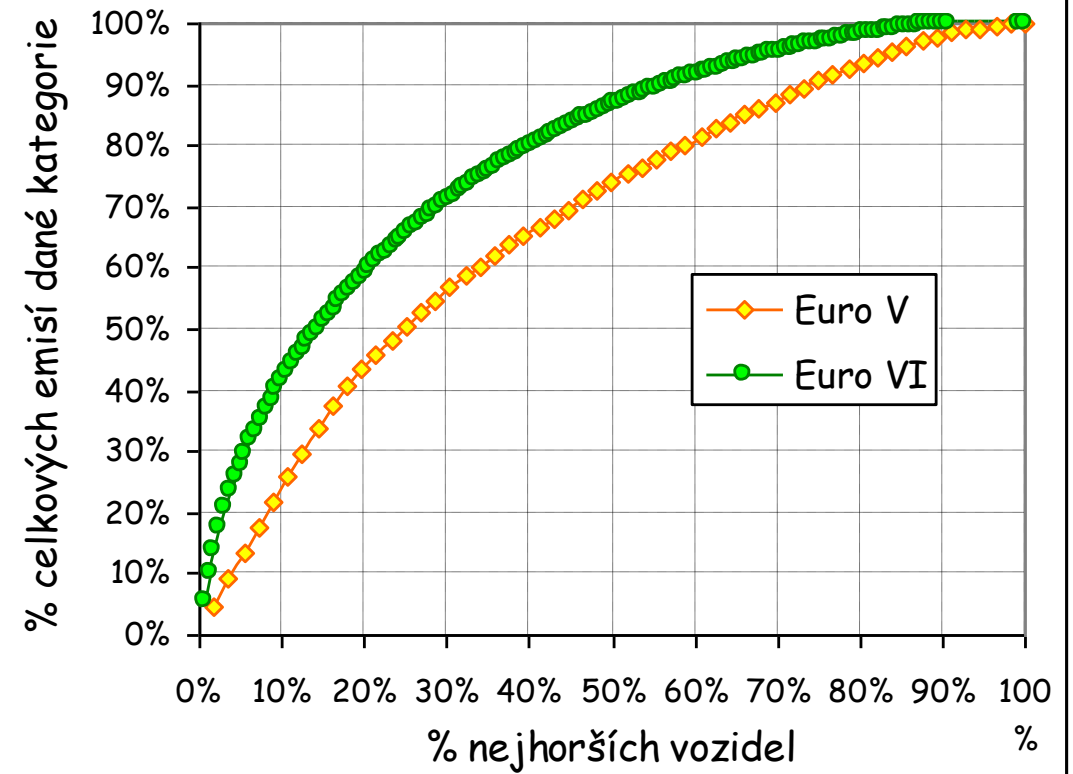
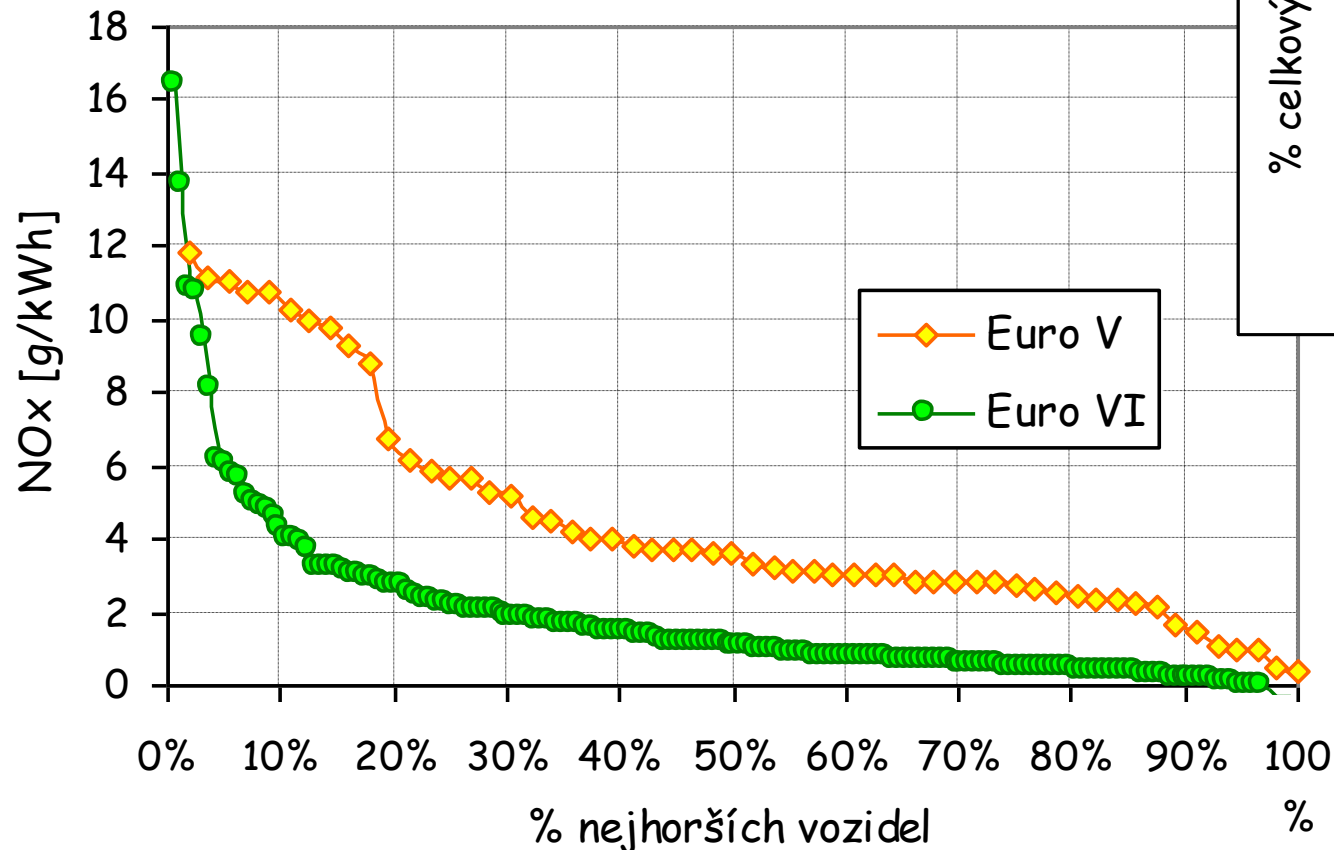
3 Katedra vozidel pozemní dopravy, Technická fakulta, ČZU v Praze



CTU

Dálkové měření NO_x na D1 rozložení emisí u kamionů

Vojtíšek a kol., Sci Tot Env 738 (2020) 139753



**Rozložení emisí
podobné
Lorenzově křivce
rozložení
bohatství**

Lorenz, M. O. "Methods of measuring the concentration of wealth". Publications of the American Statistical Association, Vol. 9, No. 70. 9 (70): 209–219, (1905).

Pilotní studie MŽP, MD, ČVUT, ČZU, Trutnov 2018

**Krok 1: Předvýběr
cca 5% projíždějících
vozidel na základě
měření u silnice**



**Krok 2: Pre-test
cca čtvrtminutový
test během kontroly
dokladů Policií ČR -
CO, CO₂, NO, PN**

Ze zastavených vozidel:

Cca polovina vozidel odeslána na SME.

**Cca třetina vozidel: Vysoké emise
nepostihnutelné legislativou.**

**Cca šestina vozidel: emise odpovídají
parametrům vozidla**

50% částic ~ 5-10% vozidel

**Krok 3: Měření opacity (SAE J1667)
obdobně jako na SME**

**Krok 4: Měření na SME
(75% vozidel neprošlo)**

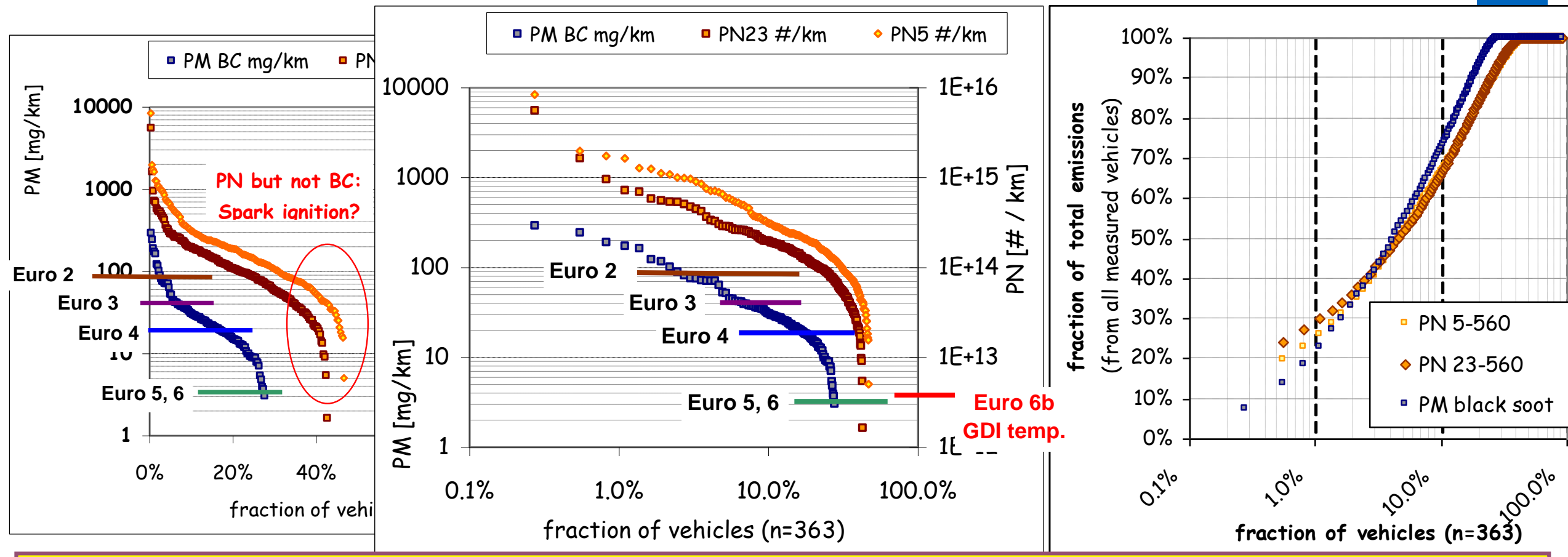


Dálkové měření, Trutnov, 28.5.2018

~ 3 h, ~ 700 vozidel, u ~ 360 platné CO_2 , u ~ 150 detekované částice

1% vozidel ~ 20-30% částic (saze i počet)

10% vozidel ~ 65-75% částic (saze i počet)



28 worst emitters were stopped and inspected by police (Skácel et al., ETH NPC 2018)

Otázka správné funkce DPF je otázkou technologické kázně

Problém s DPF je zpravidla důsledkem jiných problémů s motorem



Typický
stavební
stroj,
Švýcarsko

ODSTRANĚNÍ DPF
Konečné řešení Vašich problémů

Odstranění DPF se zárukou

Plnění emisních norem EU

Vozidlo neplní EU legislativu
(jiné než schválené provedení)

Dodatečná montáž DPF

???



česká
„realita“?

Dálkové měření emisí NO_x u kamionů

EU projekt CARES, září 2022, D1

Policie ČR přivádí kamion, u kterého byly měřicím vozem zjištěny vysoké emise NO_x, ke kontrole ...



Dálkové měření emisí NO_x u kamionů

EU projekt CARES, září 2022, D1

Policie ČR přivádí kamion, u kterého byly měřicím vozem zjištěny vysoké emise NO_x, ke kontrole ...



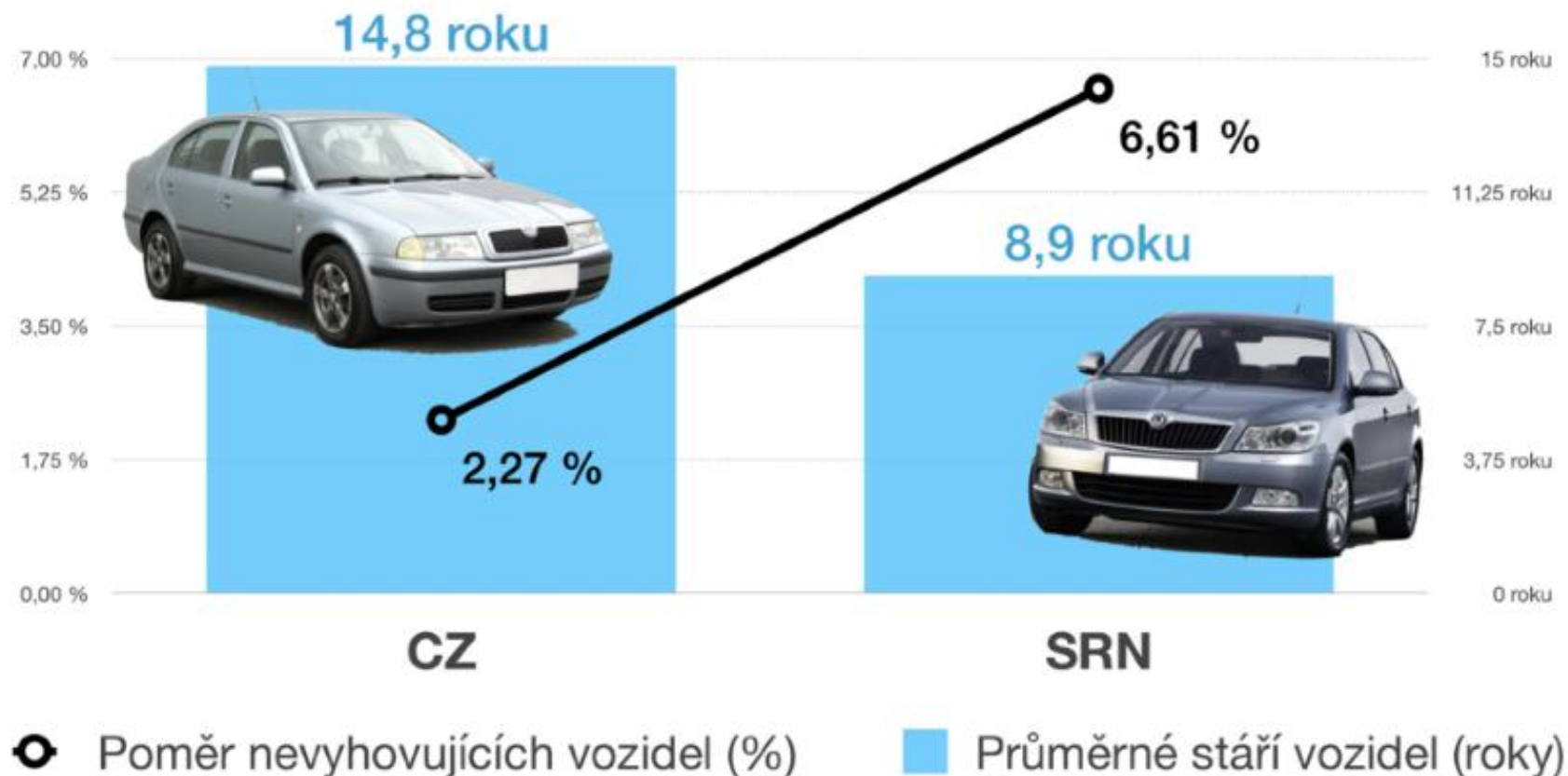
**... a protokolárně odebírá
z vozidla SCR emulátor**



CTU

CZECH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE

Pravidelná měření emisí, která mají odhalit vozidla s nadměrnými emisemi, „zdaleka nedosahují svého technického potenciálu“



Statistika z Informačního systému technických prohlídek pro měření emisí za rok 2018

Asociace emisních techniků a opravářů

http://www.asem.cz/uploads/3/9/3/1/39314181/pr%CC%8Ci%CC%81loha_3_-_statistika_istp_sme.pdf

Pravidelná měření emisí, která mají odhalit vozidla s nadměrnými emisemi, „zdaleka nedosahují svého technického potenciálu“

Statistika nejprůchodnějších emisních stanic a okres ve kterém jsou umístěny		Počet kontrolovaných vozidel			Procento nevyhovujících vozidel (%)
		Vyhovělo (ks)	Nevyhovělo (ks)	Průměrné stáří vozidel (roku)	
1	Mladá Boleslav	5628	3	14,3	0,05 %
2	Praha	10418	15	11,7	0,14 %
3	Praha	5786	9	14,1	0,16 %
4	Karlovy Vary	11281	24	12,2	0,21 %
5	Praha	8711	21	11,3	0,24 %
6	Praha	11610	29	12,0	0,25 %
7	Kladno	8681	25	12,7	0,29 %
8	Benešov	7578	23	14,2	0,30 %
9	Pardubice	5990	20	15,5	0,33 %
10	Ústí nad Orlicí	5409	21	13,9	0,39 %

Statistika z Informačního systému technických prohlídek pro měření emisí za rok 2018

Asociace emisních techniků a opravářů

http://www.asem.cz/uploads/3/9/3/1/39314181/pr%CC%8Ci%CC%81loha_3_-_statistika_istp_sme.pdf



CTU

CZECH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE

Vliv rychlosti jízdy


Odpor vzduchu roste cca s druhou mocninou rychlosti

**130 km/h vs. 100 km/h:
+ 69 % odpor vzduchu
téměř o polovinu vyšší spotřeba paliva**

**160 km/h vs. 100 km/h:
+ 156 % odpor vzduchu
téměř dvojnásobná spotřeba paliva**

Při vysokých rychlostech obohacování směsi u malých zážehových motorů (snížení teploty výfukových plynů), u lehkých vozidel „nestíhají“ katalyzátory, nad 130 km/h neplatí žádné emisní limity (ani za provozu – RDE)



FRECCIAROSSA 9566 Roma Termini → Torino P.nuova del. 9m
train speed  **300** Km/h
Lat.: 45.232 Lon.: 7.948
Compass: null Alt.: 210



300 km/h mimo město



9800 kW



6400 kW

REGGIO EMILIA AV	MILANO ROGOREDO	MILP.GARIBALDI
09:42	10:22	10:42

Dálkové vlaky
~ 0,03 kWh/km/sedadlo
< 1 litr nafty / 100 km / sedadlo

ZAVŘÍT DETAIL CESTY ✕

5C 515 Pendolino

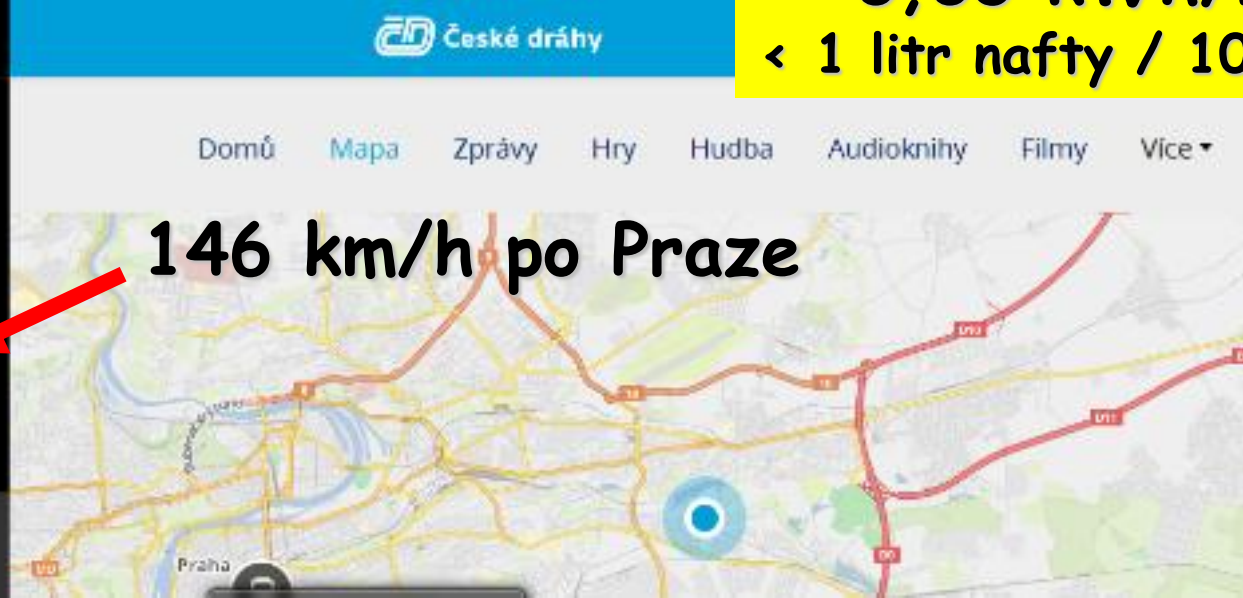
Z: Františkovy Lázně DO: Bohumín

DALŠÍ ZASTÁVKA: Pardubice hl.n.

PŘÍJEZD ZA	PŘÍJEZD V	RYCHLOST
44 min	18:29 hod:min	146 km/h

Stanice Zajímavosti

Františkovy Lázně 14:35



146 km/h po Praze

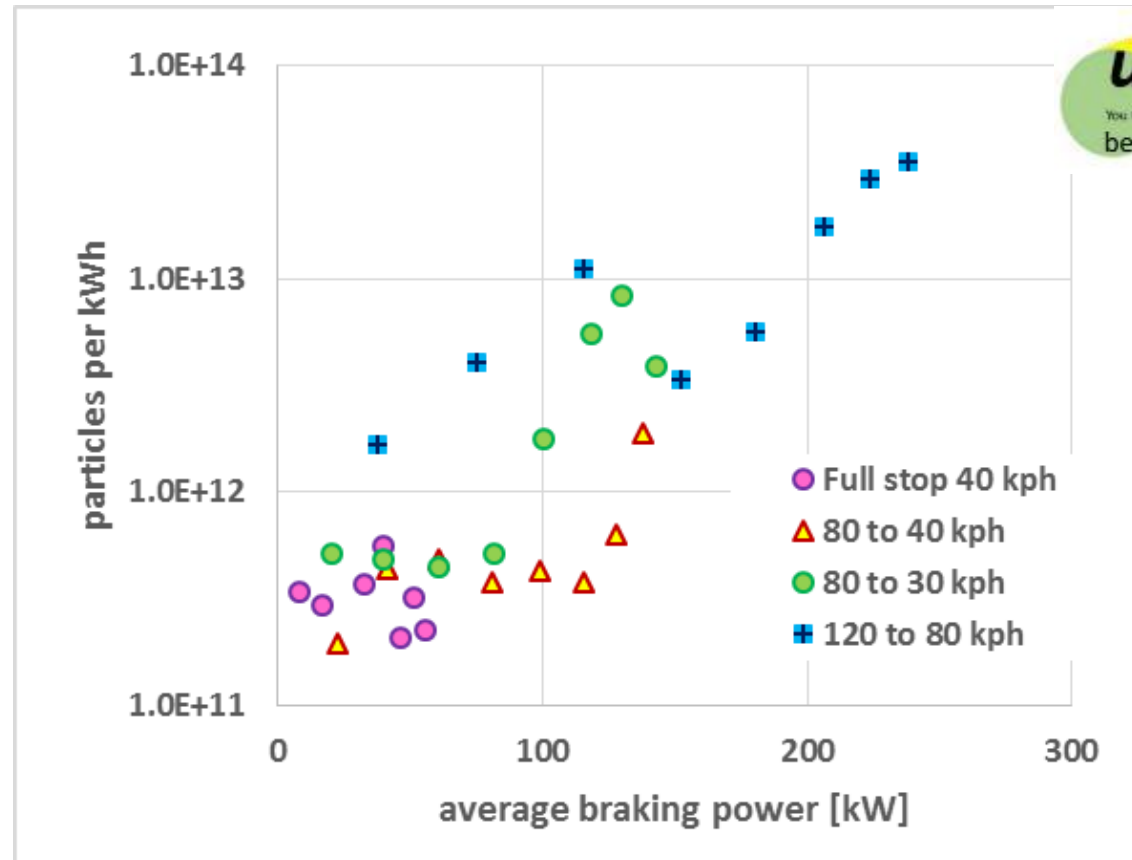
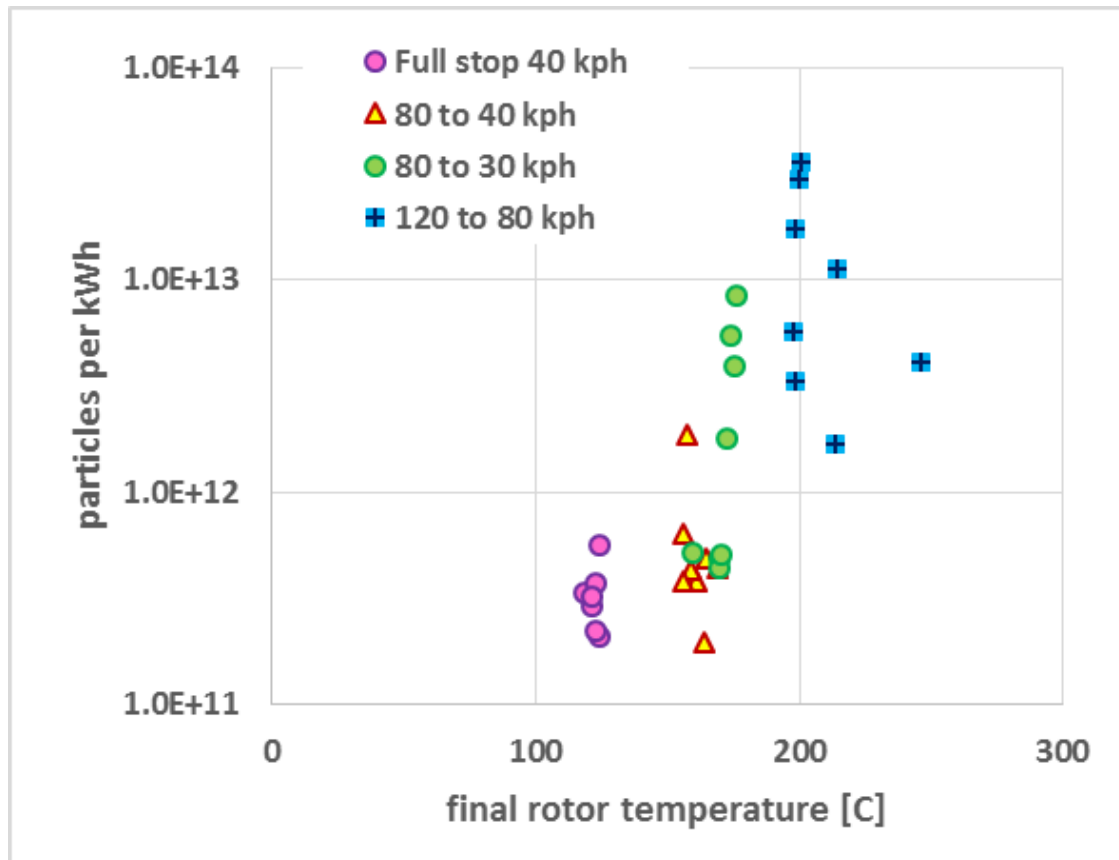


3920 kW

Rádi rychlé a silné stroje?
Jsou to kolejová vozidla na elektrický pohon

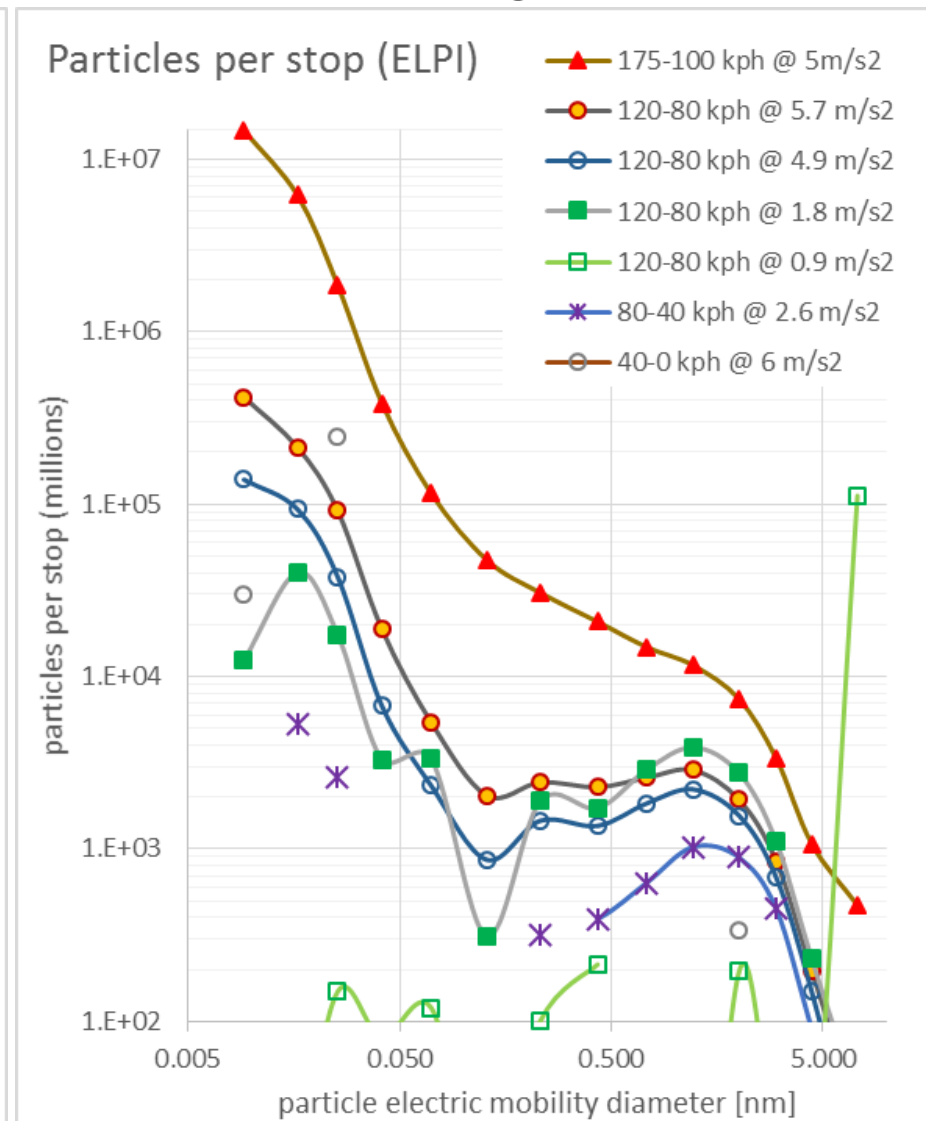
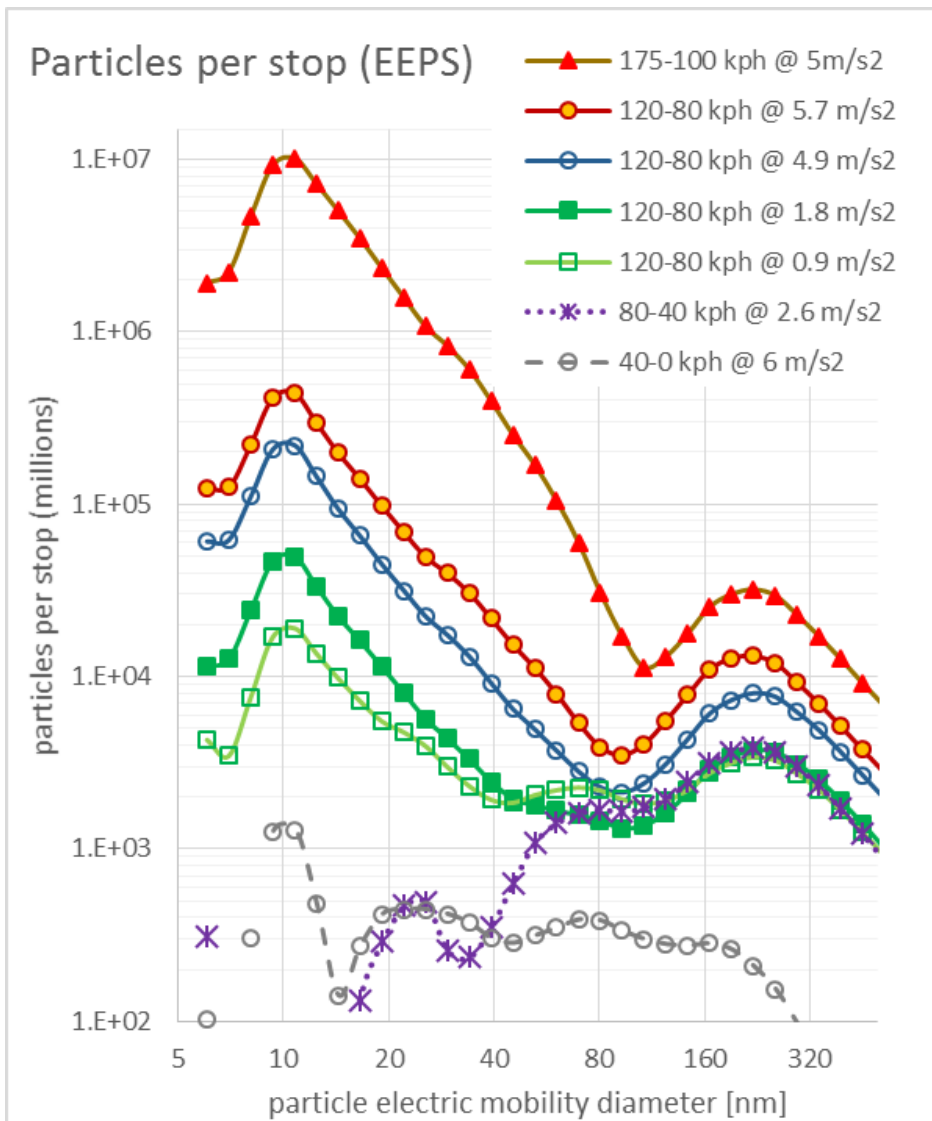
Vliv počáteční rychlosti a intenzity brždění na emise nanočástic z automobilových třecích brzd

- Original („OEM“) pads and rotor, typical mid-size passenger car
- 1840 kg test weight, 35% braking power on left front wheel
- Data normalized to kWh dissipated (energy dissipated proportional to the square of speed)



CTU
CERCH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE

Vliv počáteční rychlosti a intenzity brždění na emise nanočástic z automobilových třecích brzd



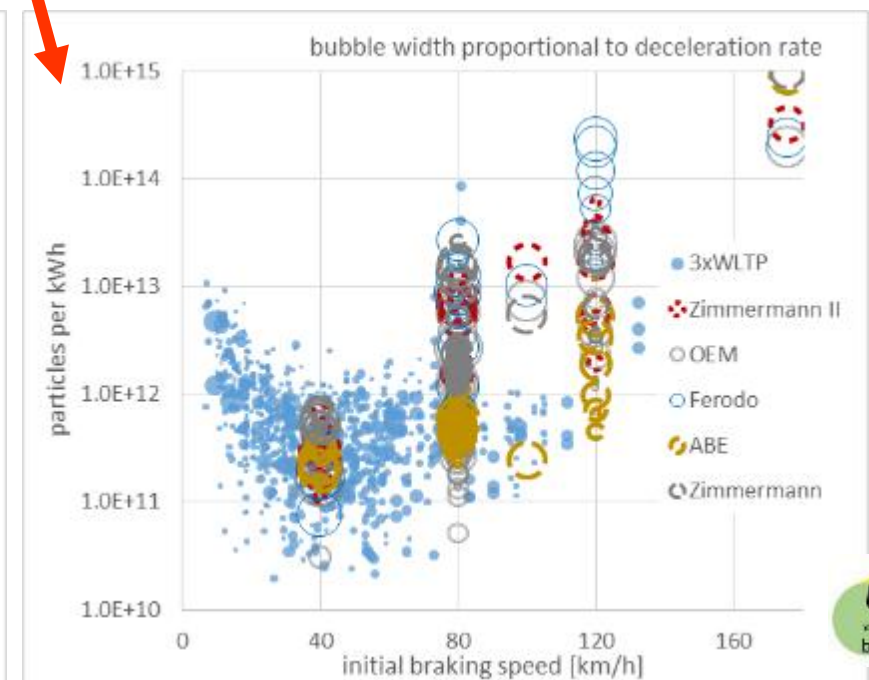
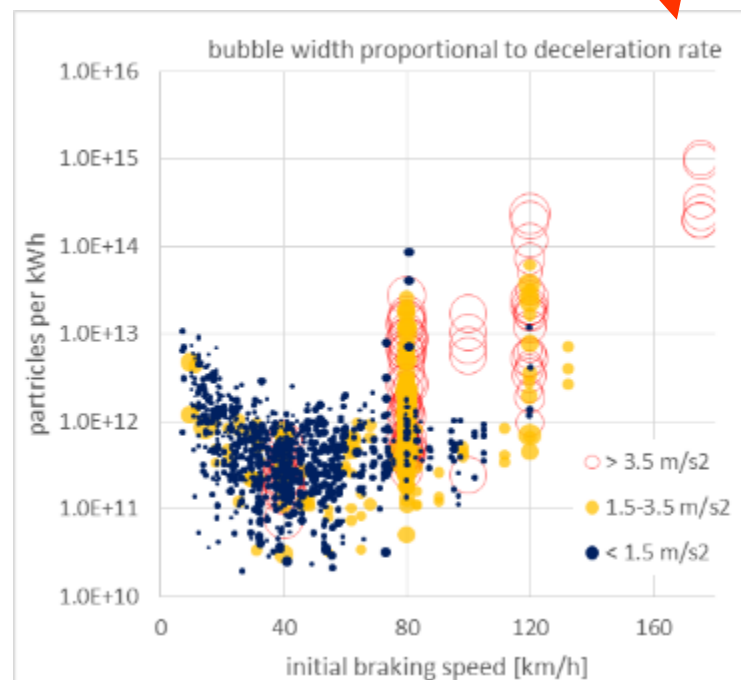
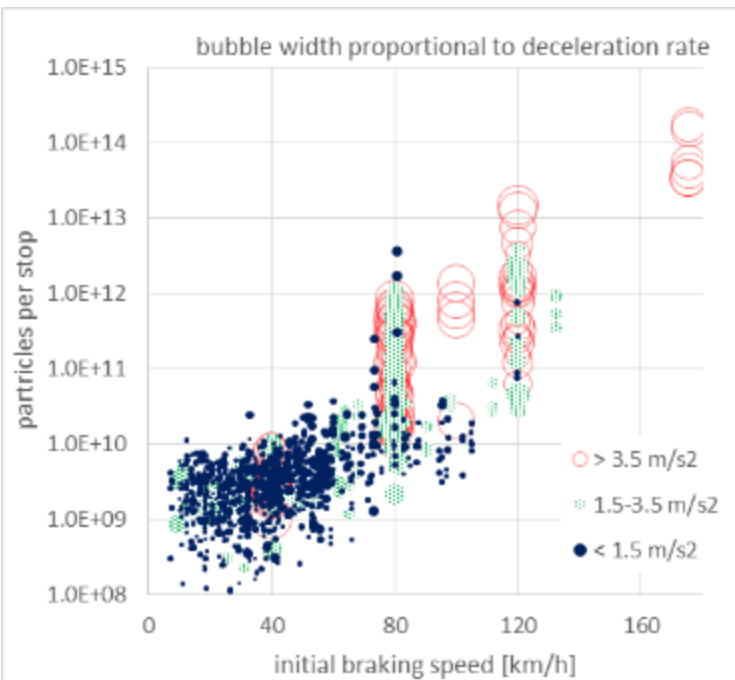
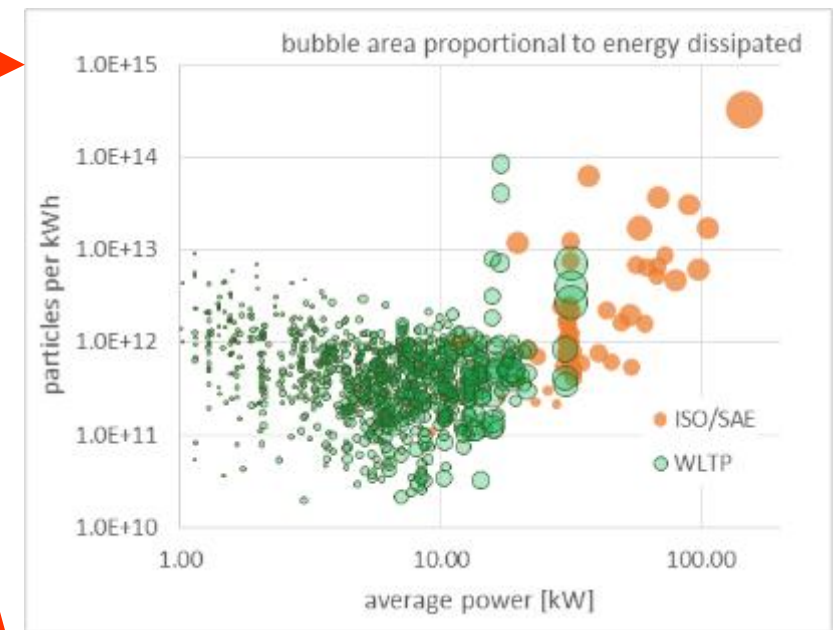
CTU
CERCH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE

"Off-cycle" emissions

Differences among makes/models

Effect of operating conditions

Units: particles/stop ->
particles/kWh dissipated
particles/km

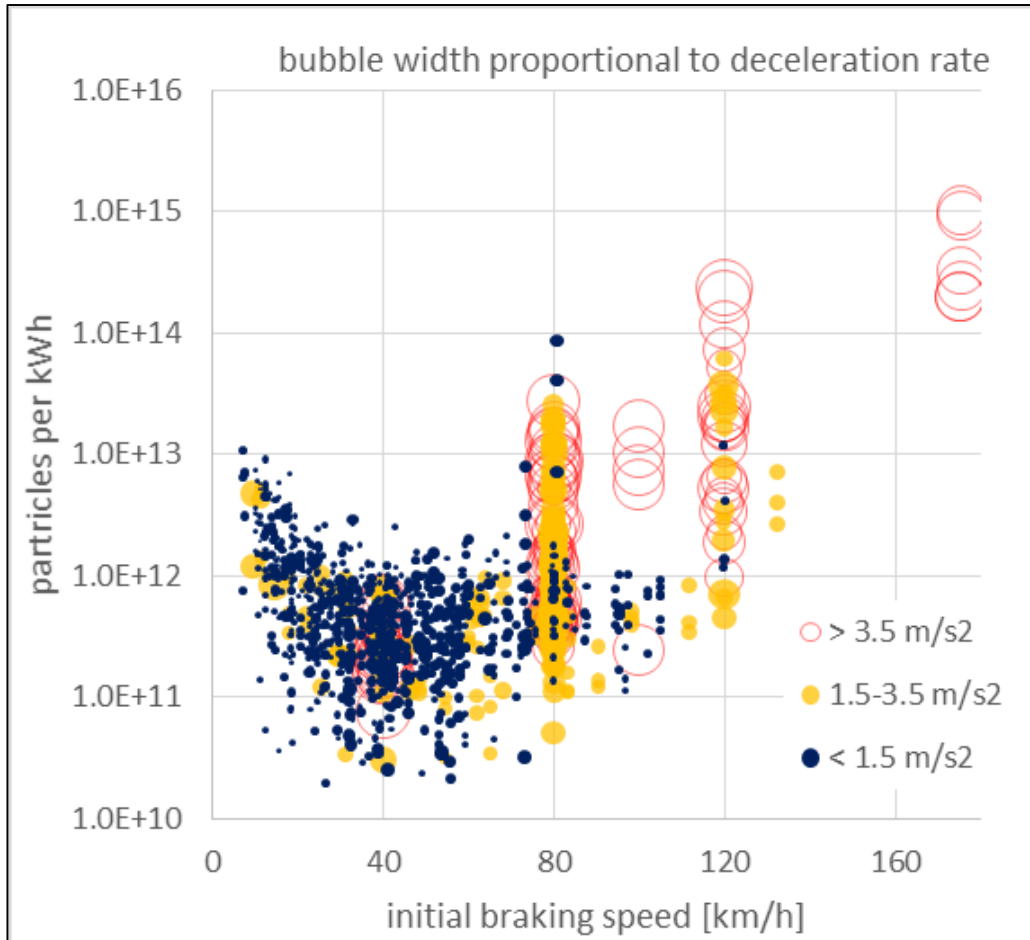


CTU
CERCH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE

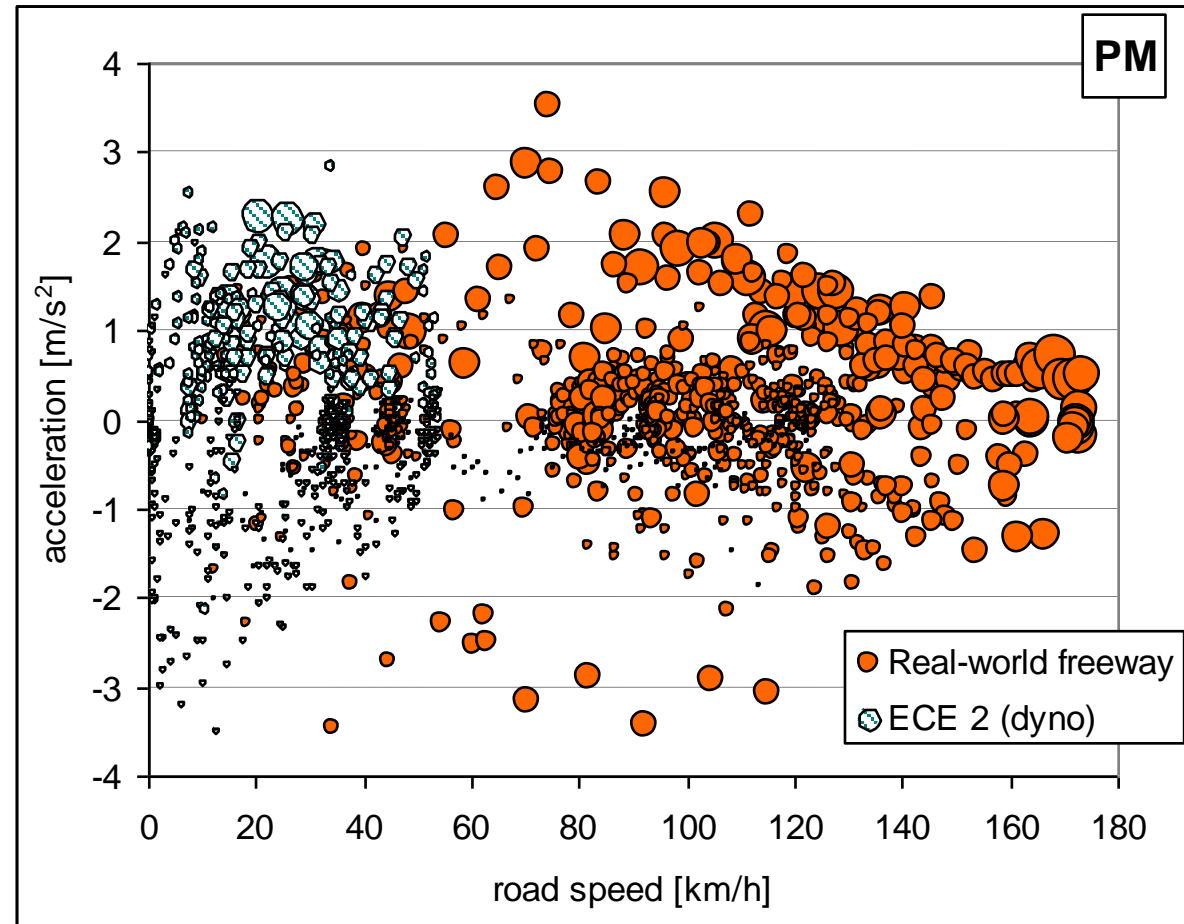


High-speed, high-power driving -> high emissions

- Hard decelerations (left) and accelerations (right) lead to high emissions of exhaust (non-DPF diesel) and brake particles
- Additional reason to consider a speed limit (or enforcement of an existing one)
 - **Is high speed travel on autobahn in Germany, de-facto, a constitutional right?**



Vojtisek-Lom et al., Sci. of the Total Env. 788 (2021) 147779



Vojtisek-Lom et al., SAE technical paper 2009-24-0148



CTU
CERCH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE

uCARE
You Can Always Reduce Emissions
because you care

High excess emissions due to “extremes”

- **Disproportionate distribution of emissions (both exhaust and brake wear):**
- **Small part of operating time \sim large part of total emissions**
- **Small fraction of vehicles \sim large part of fleet emissions**
- **Similar to distribution of income/wealth (Lorenz curve, Gini coefficient)**

Lorenz curve: Atkinson, A.B. "On the Measurement of Inequality". Journal of Economic Theory., Vol. 2, 1970.



<https://www.carthrottle.com/post/when-your-brakes-glow-red-youre-driving-a-ferrari-599xx-evo-right/>



Czech Univ of Life Sciences high emitter detection experiment
(this car driven daily, tested as-recruited, without modifications)



CTU

CZECH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE

uCARE

You Can Always Reduce Emissions
because you care

- # Are extreme events
- infrequent but heavily contributing to the total emissions – outliers to be excluded or important part of the emissions inventory to be investigated, included, quantified and targeted???



<https://www.carthrottle.com/post/when-your-brakes-glow-red-youre-driving-a-ferrari-599xx-evo-right/>



Czech Univ of Life Sciences high emitter detection experiment (this car driven daily, tested as-recruited, without modifications)



CTU

CZECH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE

uCARE

You Can Always Reduce Emissions
because you care

Vliv stylu jízdy na spotřebu paliva: „Ekojízda“

Předvídavá, klidná jízda

(„nevylít si kávu“, transcendentální meditace – tady a teď)

Méně extrémní dynamiky (spojené s vysokými emisemi)

Méně / nižší intenzita brždění a akcelerací

Respektování parametrů vozidla (řazení rychlostí apod.)

Neznamená jízda pomalá, ospalá, v transu !!!

Nižší spotřeba až o 20 %

Převážně nižší emise částic a NO_x, dopady závisí na vozidlu

Nižší riziko krizové situace a dopravní nehody

Vyšší pohodlí cestujících

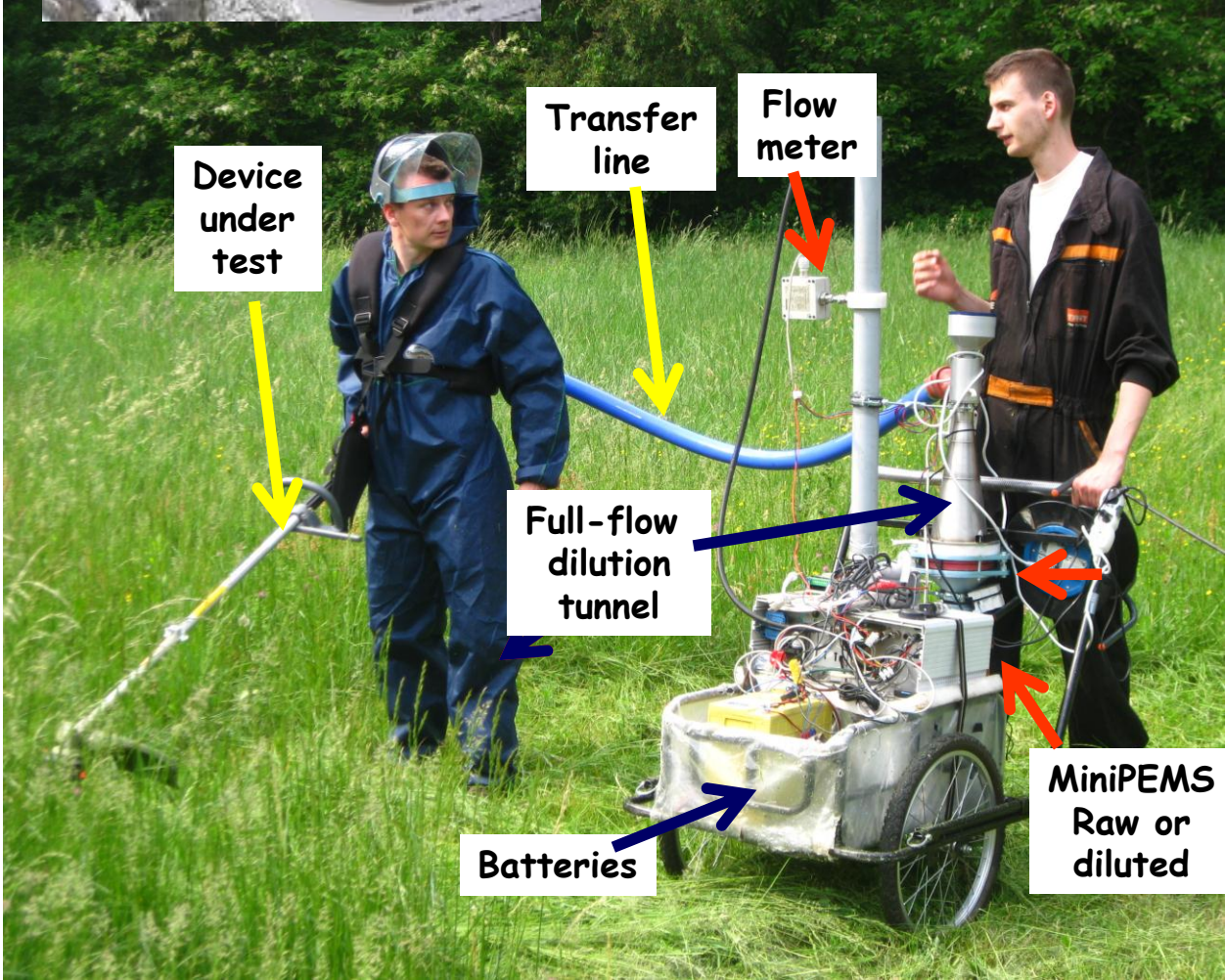
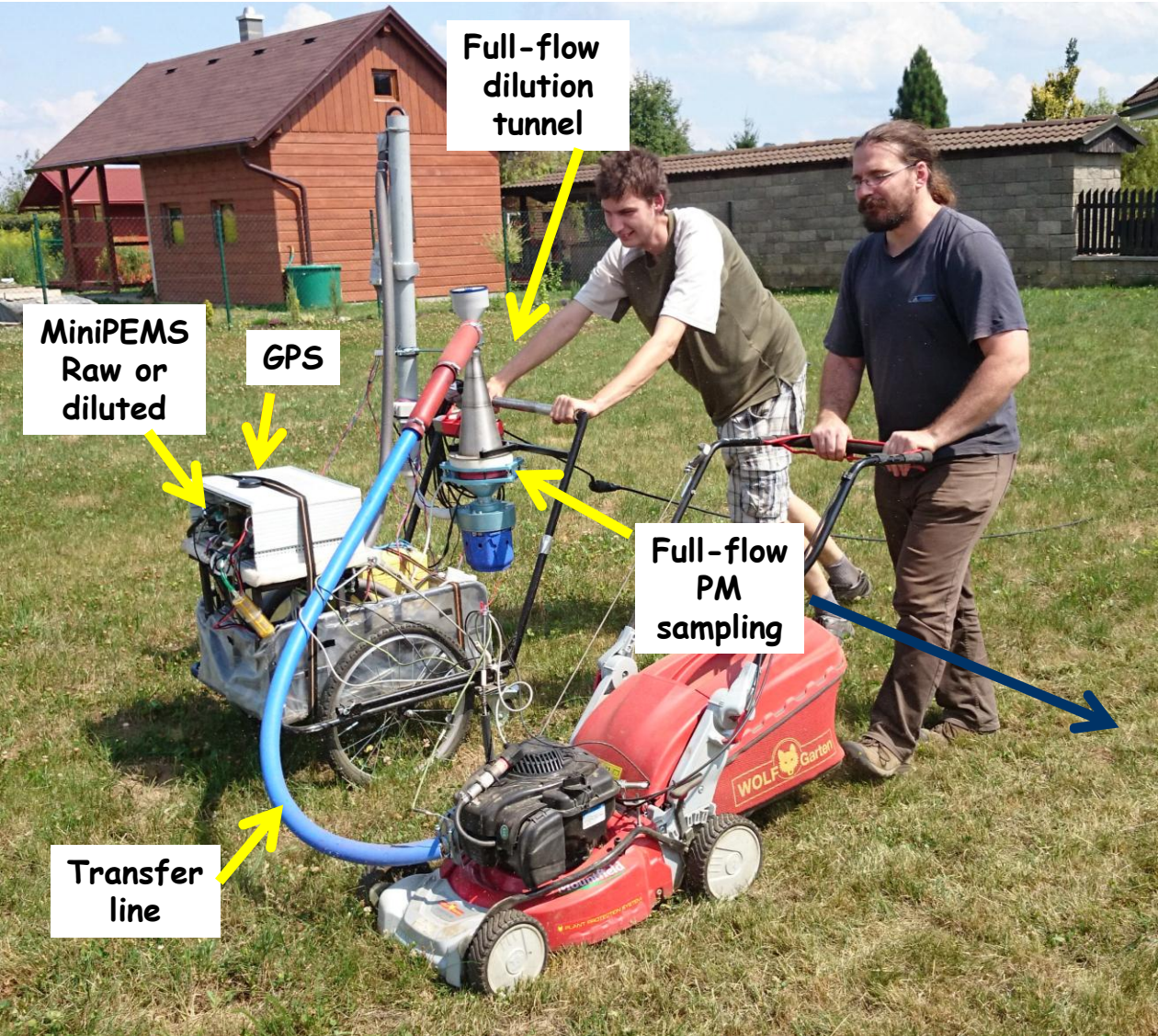
(0-100 km/h za 2 sekundy = jogurt, co dítě drželo, na zadním skle)



CTU

CZECH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE

Measurement and sampling of emissions from small engines



Naftové motory jsme osadili filtry částic, ale máme před sebou ještě dlouhou cestu:

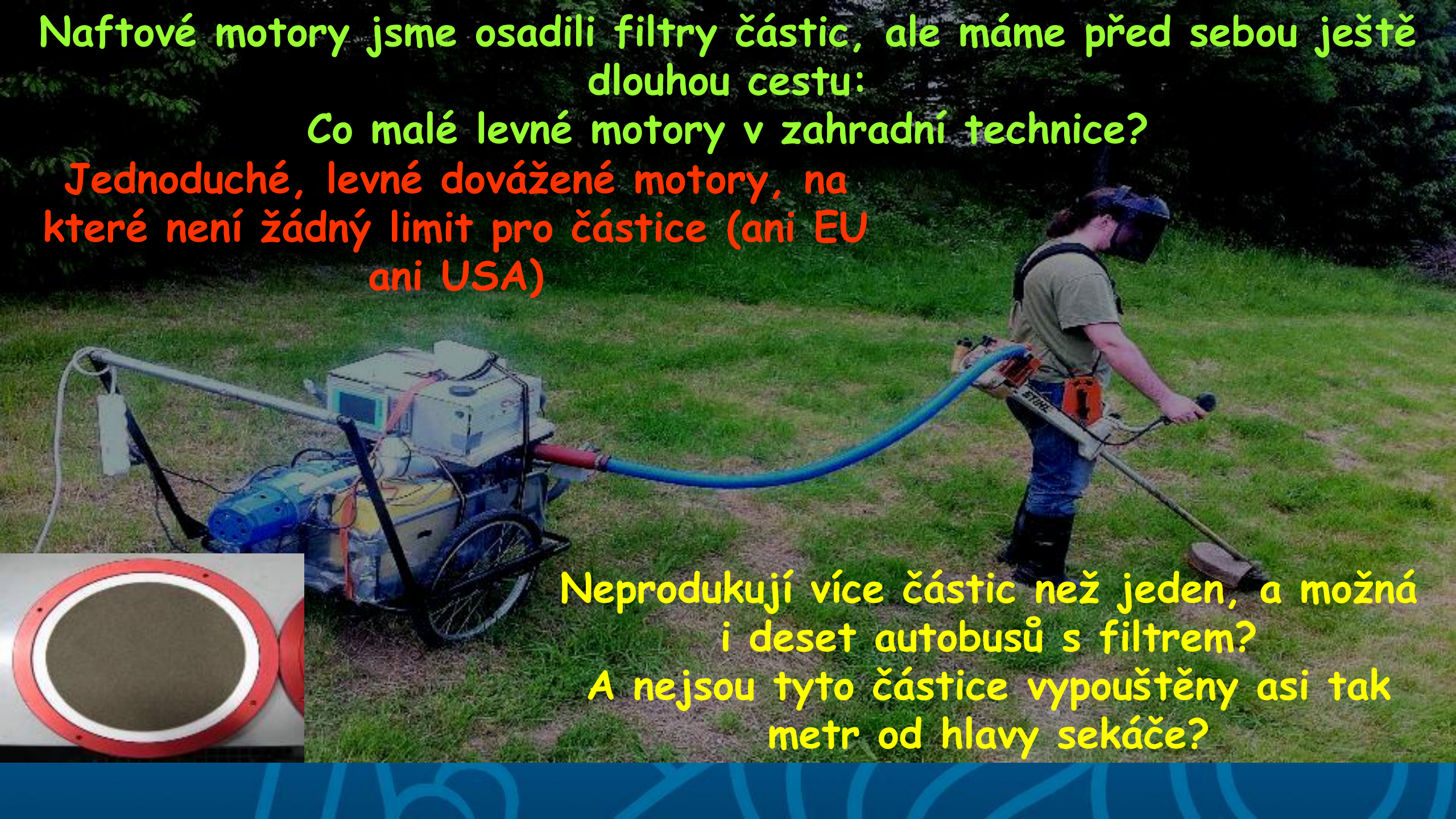
Co malé levné motory v zahradní technice?

Jednoduché, levné dovážené motory, na které není žádný limit pro částice (ani EU ani USA)



Neprodukuje více částic než jeden, a možná i deset autobusů s filtrem?

A nejsou tyto částice vypouštěny asi tak metr od hlavy sekáče?



Vliv volby dopravního prostředku

Praha: automobilová doprava

- **hlavní zdroj znečištění ovzduší**
- **ale jen 29 % cest**
(42 % veřejnou dopravu, 26 % pěšky – TSK 2019)



CTU

CZECH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE

Vliv volby dopravního prostředku

Praha: Legerova ulice – „nahore“

- **3 jízdní pruhy**
- **„hotspot“ znečištění ovzduší**
- **83 tisíc automobilů denně**
- **Průměr 1,3 osoby/automobil**
- **cca 107 tisíc osob denně (2018)**

Praha: Legerova ulice – pod zemí

- **téměř bezemisní metro**
- **elektrický pohon**
- **292 tisíc osob denně (2008)**



CTU

CZECH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE

Vliv volby dopravního prostředku

Praha: Legerova ulice – „nahore“

- **3 jízdní pruhy**
- **„hotspot“ znečištění ovzduší**
- **83 tisíc automobilů denně**
- **Průměr 1,3 osoby/automobil**
- **cca 107 tisíc osob denně (2018)**

Praha: Legerova ulice – pod zemí

- **téměř bezemisní metro**
- **elektrický pohon**
- **292 tisíc osob denně (2008)**



CTU

CZECH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE

Technologické možnosti snižování emisí

PM > 90 %, PN > 99 %, NO_x > 90-99 %, CO > 99 %

- **To je to jediné, co nám dosud zlepšilo ovzduší**
- **Dále snižovat lze (Euro 7+), ale je to účelné?**

Není nyní čas na netechnická opatření?

Přestat podvádět na homologacích (Dieselgate)

Udržovat vozidla v řádném stavu

Přestat podvádět na stanicích měření emisí

Jezdit slušně, klidně, předvídavě

Zamyslet se nad tím, čím jezdíme

Nepřetěžovat silniční síť (dopravní, územní plánování)

Zamyslet se nad tím, zda opravdu potřebujeme jet



CTU
CZECH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE



CTU

CZECH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE