

KVM Katedra vozidel a motorů
 Fakulta strojí
 Technická univerzita v Liberci

Nanočástice emitované spalovacími motory a jejich rizika
Michal Vojtíšek, M.Sc., Ph.D.
 Výzkumné centrum spalovacích motorů a automobilů Josefa Božka
 Fakulta Strojní, Technická univerzita v Liberci / Fakulta Strojní, ČVUT v Praze
 michal.vojtisek(at)tul.cz, michal.vojtisek(at)fs.cvut.cz, tel. (+420) 774 262 854

KVM Katedra vozidel a motorů
 Fakulta strojí
 Technická univerzita v Liberci

Nárůst intenzity dopravy způsobuje, že téměř polovina emisí pevných částic pochází z mobilních zdrojů
v Praze doprava vyprodukuje 10,8 Gg (mil. tun) částic ročně
– to je 14-15x více 0,7-0,8 Gg/rok ze stacionárních zdrojů
 (dle Praha – Životní prostředí 2009)

Legend:
 - silniční nákladní doprava, desítky milionů tunokilometrů (blue line with squares)
 - prodej motorové naty, miliony tun (purple line with circles)
 - registrované automobily, miliony (green line with triangles)
 - registrované nákladní vozy, statisíce (orange line with diamonds)
 - podíl dopravy na celkových emisích PM10, desítky procent (red line with circles)

Zdroj data v grafu: Ročenka životního prostředí, MŽP ČR, 2007; Centrální registr motorových vozidel; Ministerstvo dopravy

KVM Katedra vozidel a motorů
 Fakulta strojí
 Technická univerzita v Liberci

Typické velikostní spektrum částic - vznětové motory

Normalized Concentration, $dCC_{50}/dlogDp$
 Diameter (μm)
 Fine Particles $Dp < 2.5 \mu m$
 Nanoparticles $Dp < 50 nm$
 Ultrafine Particles $Dp < 100 nm$
 PM10 $Dp < 10 \mu m$
 Nuclei Mode
 Accumulation Mode
 Coarse Mode
 - - - - - Mass Weighting
 ——— Number Weighting
 Kittelson, *J. Aerosol Sci.* Vol. 29, No. 5/6, pp. 575-588, 1998

KVM Katedra vozidel a motorů
 Fakulta strojí
 Technická univerzita v Liberci

Zachycovací účinnost dýchacího systému

Fractional Deposition of Inhaled Particles (Oberdörster)

Regional Deposition Efficiency vs. Particle Diameter (μm)
 - Nasal, Pharyngeal, Laryngeal
 - Tracheobronchial
 - Alveolar
 Figure courtesy of J. Hinkens
 A. Mayer, 12th ETH Conference on Combustion Generated Nanoparticles, Zurich, 2008

KVM Katedra vozidel a motorů
 Fakulta strojí
 Technická univerzita v Liberci

Pronikání velmi jemných částic (desítky nm) buněčnou membránou

■ 1000 nm Polystyrene Particles
 ■ 78 nm Polystyrene Particles

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

KVM Katedra vozidel a motorů
 Fakulta strojí
 Technická univerzita v Liberci

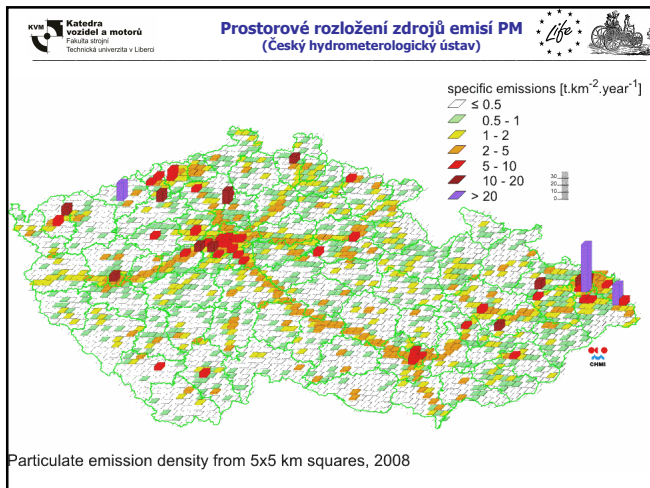
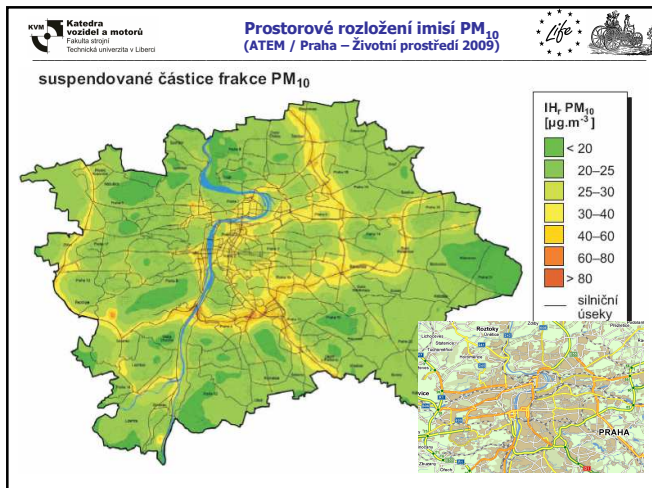
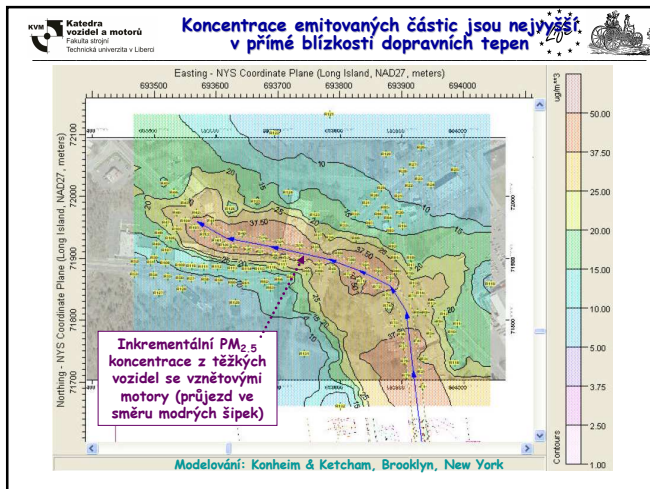
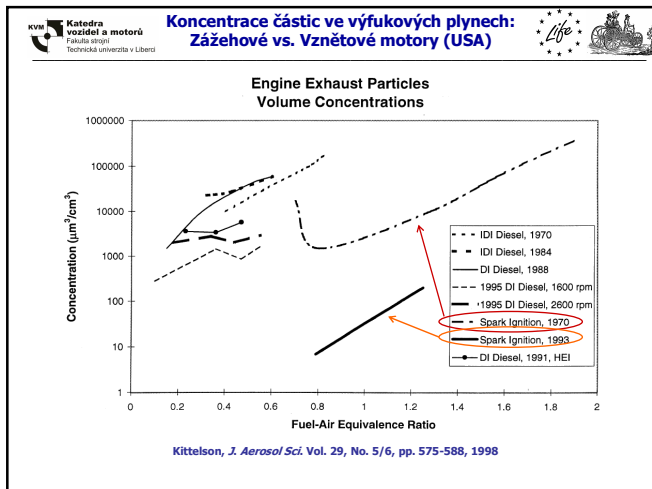
Typické velikostní spektrum částic Zážehové vs. Vznětové motory (USA)

Engine Exhaust Particles Diameter of Average Volume

Diameter, D_{av} (μm)
 Fuel-Air Equivalence Ratio
 - DI Diesel, 1988
 - DI Diesel, 1984
 - 1995 DI Diesel, 1600 rpm
 - Spark Ignition, 1993
 - 1995 DI Diesel, 2600 rpm
 - DI Diesel, 1991, HEI

$$D_{av} = \left(\frac{6}{\pi N V} \right)^{1/3}$$

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



Katedra vozidel a motorů
Fakulta strojní
Technická univerzita v Liberci

California Environmental Protection Agency
AIR RESOURCES BOARD

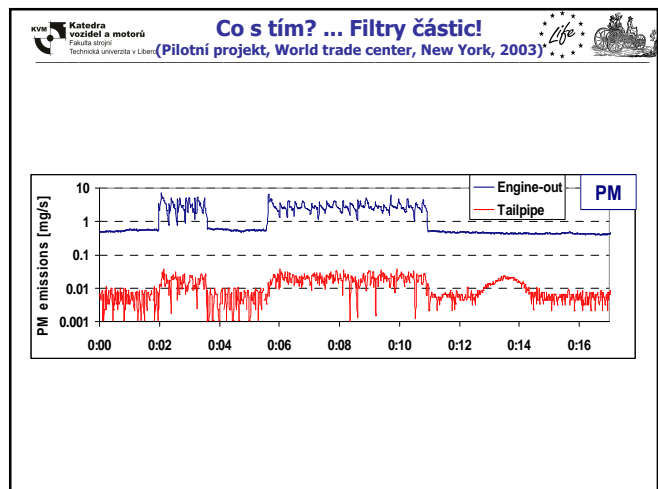
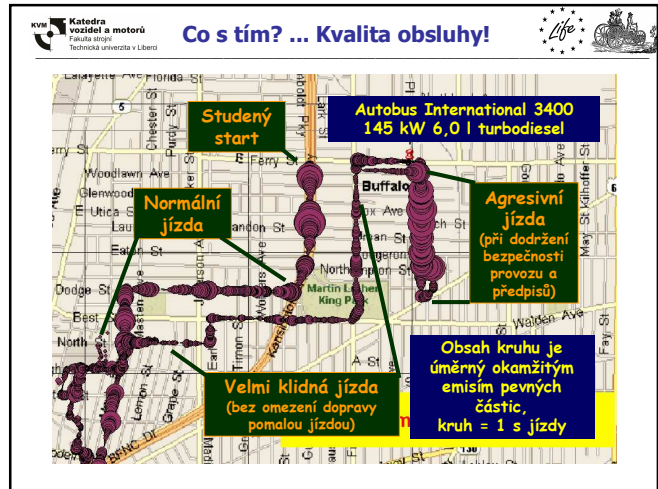
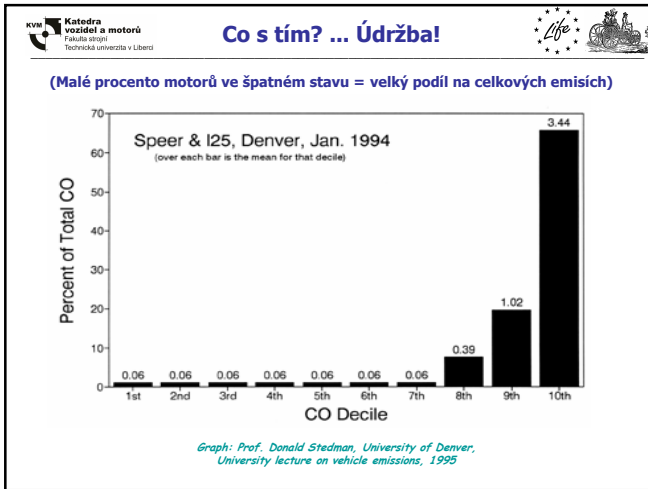
AMERICAN LUNG ASSOCIATION
of California

Recent Research Findings:
Health Effects of Particulate Matter and Ozone Air Pollution, January 2004

Air Pollution Causes Premature Death
Attaining the California PM standards would annually prevent about 6,500 premature deaths, or 3% of all deaths. These premature deaths shorten lives by an average of 14 years. This is roughly equivalent to the same number of deaths (4,200 - 7,400) linked to second-hand smoke in the year 2000. In comparison, motor vehicle crashes caused 3,200 deaths and homicides were responsible for 2,000 deaths (CARB 2002a, and CDHS 2000).

Mikroskopické pevné částice vznikající spalováním jsou jedna z nejčastějších příčin předčasného úmrtí. V Kalifornii zabíjejí více lidí, než dopravní nehody, a přibližně stejně jako druhotný cigaretový kouř.





KVM **Katedra vozidel a motorů**
 Fakulta strojí
 Technická univerzita v Liberci

Co s tím? ... Filtry částic!
 (Běžná stavba, Biel, Švýcarsko, 2011)

KVM **Katedra vozidel a motorů**
 Fakulta strojí
 Technická univerzita v Liberci

Co s tím? ... Měřit a limitovat emise tak, aby to odpovídalo zdravotnímu riziku

Ekvivalentní z hlediska „PM2,5“ - ale ekvivalentní zdravotní riziko?

According to the current particulate matter measurement standards (total mass), the following three are equivalent:

<p>Jedna anorganická částice o průměru 2000 nm (2 um)</p>	<p>Tisíc částic sazí (element. uhlík) nanočástic o průměru 200 nm ve výfuk. plynech</p> <p>x 1,000</p>	<p>Milion organických nanočástic o průměru 20 nm</p> <p>x 1,000,000</p>
---	---	--

KVM **Katedra vozidel a motorů**
 Fakulta strojí
 Technická univerzita v Liberci

Co s tím? ... Emisní limity které skutečně sníží emise!

Motor tohoto vozu byl homologován podle normy Euro 5.

Pohled do výfukového potrubí tomu neodpovídá.
 (Kdesi v ČR. Foto: autor.)

KVM **Katedra vozidel a motorů**
 Fakulta strojí
 Technická univerzita v Liberci

Projekt MEDETOX:
 EU LIFE+ program, projekt LIFE10 ENV/CZ/651

Ústav experimentální medicíny AV ČR, Technická univerzita v Liberci,
 Ministerstvo životního prostředí ČR

Inovativní metody pro sledování toxicity výfukových emisí ze spalovacích motorů v podmínkách městského provozu

Městský provoz:
 -- nejvíce technicky náročný z hlediska emisí
 -- nejvyšší míra expozice (blzkost, počet lidí)

KVM **Katedra vozidel a motorů**
 Fakulta strojí
 Technická univerzita v Liberci

Představení... Co děláme... Měření emisí za reálného provozu

„Celý den jezdí auty sem a tam, aby ukázal, 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, ...)

Poděkování

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

Príspevek byl vytvořen částečně v rámci projektu LIFE10 ENV/CZ/651: MEDETOX ("Innovative Methods of Monitoring of Diesel Engine Exhaust Toxicity in Real Urban Traffic"), financovaného Evropskou komisí v programu LIFE+ a Ministerstvem životního prostředí České Republiky, a částečně z osobní iniciativy a příspěvků autorů.