

Znečištění ovzduší a zdraví – (nejen) lokální topeniště

Ostrava, 3. března 2018

MUDr. Miroslav Šuta

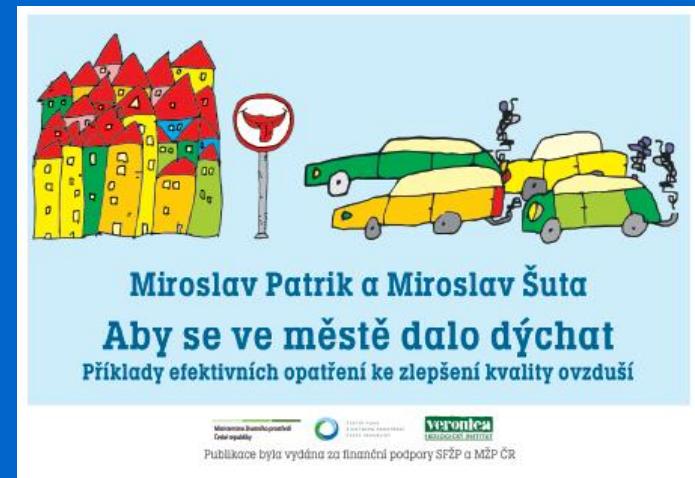
odborný konzultант
v oblasti ekologických a zdravotních rizik

Centrum pro životní prostředí a zdraví

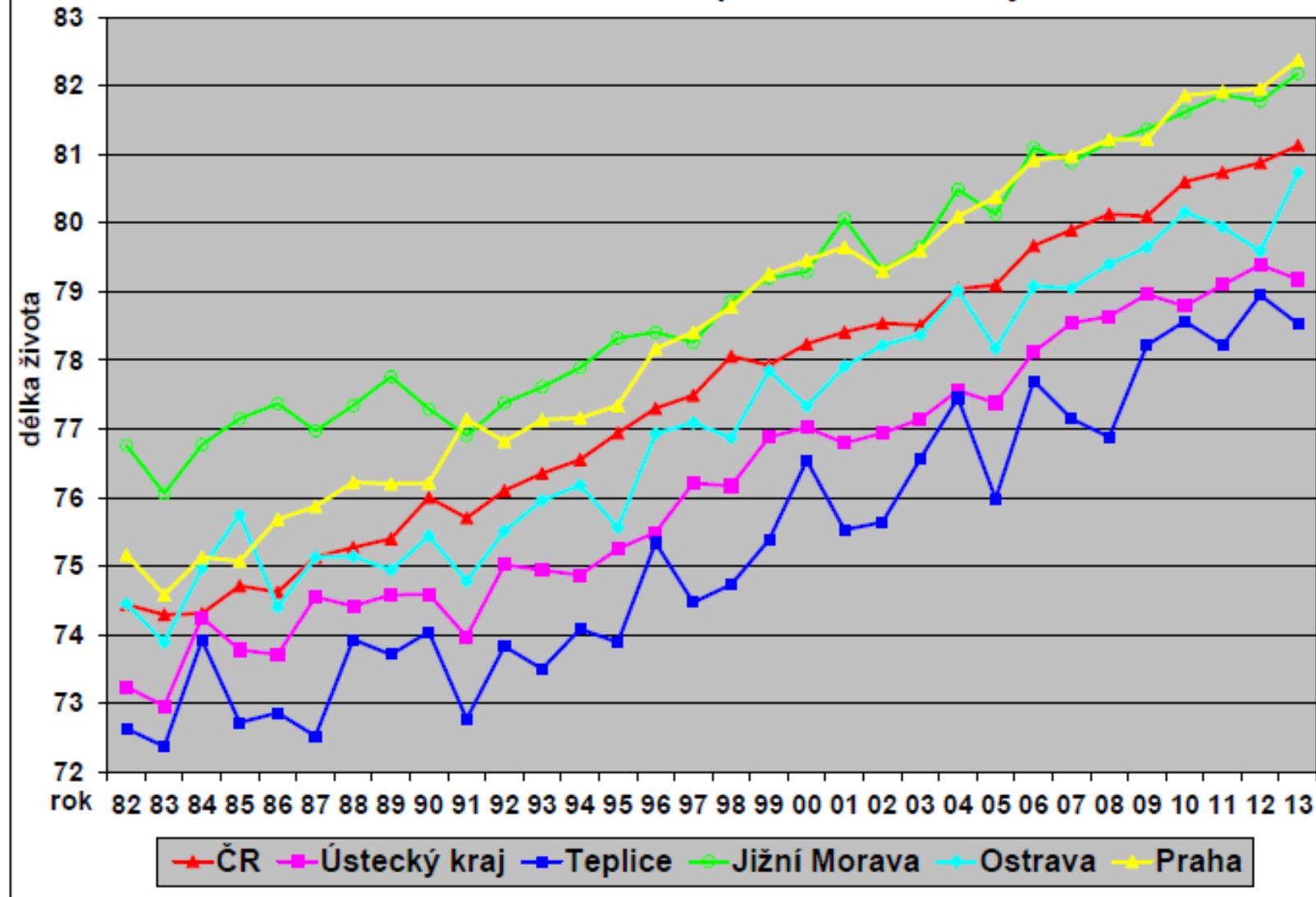


Znečištění ovzduší (kontext)

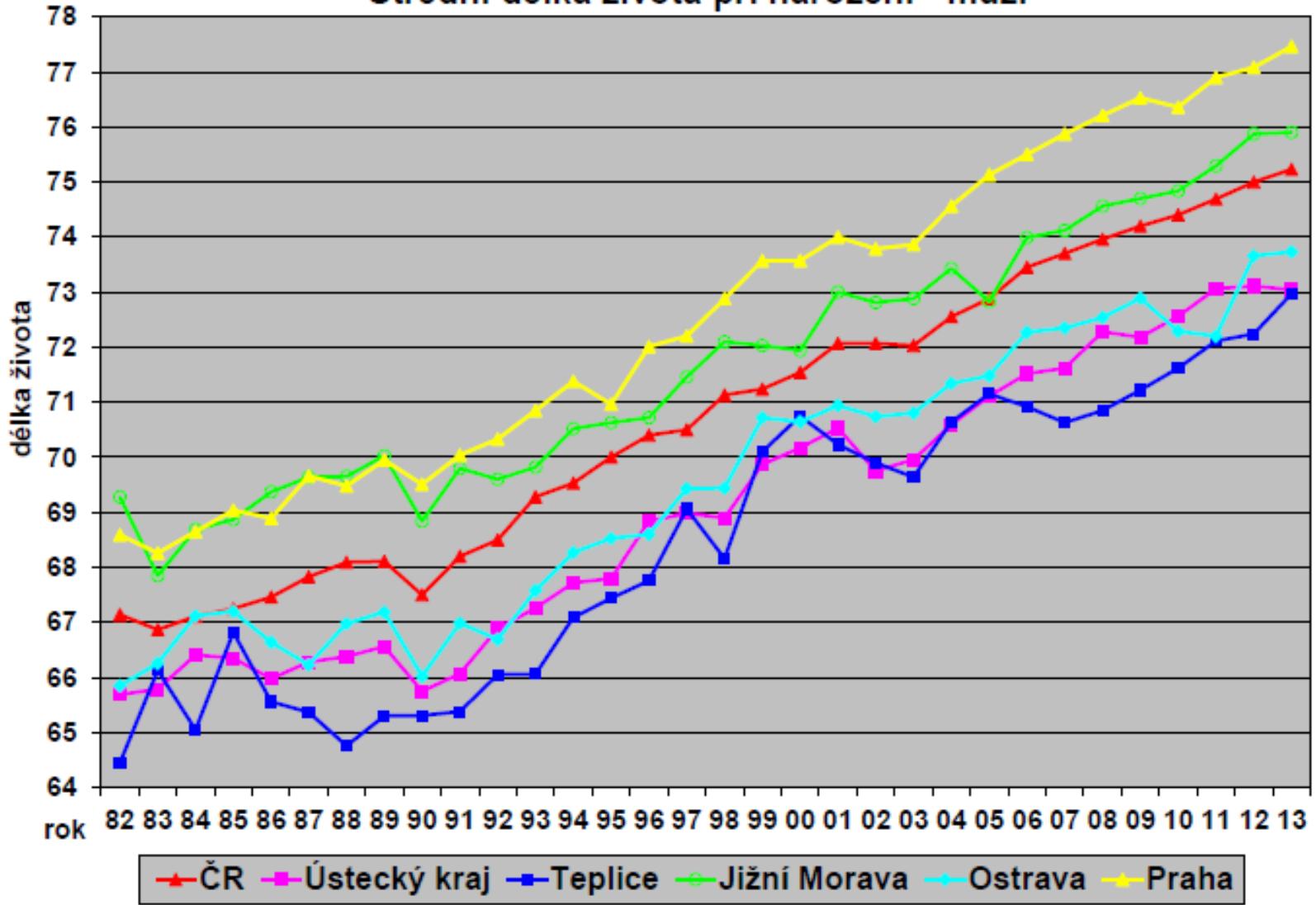
- **Evropa: asi 400 tisíc předčasných úmrtí ročně**
- zkracuje život v průměru o 8,6 měsíce
- **Česko: zkracuje život o více než 10 měsíců**
- **cca 6 až 11 tisíc předčasných úmrtí ročně**
- **cca 2 tisíc hospitalizací**



Střední délka života při narození - ženy

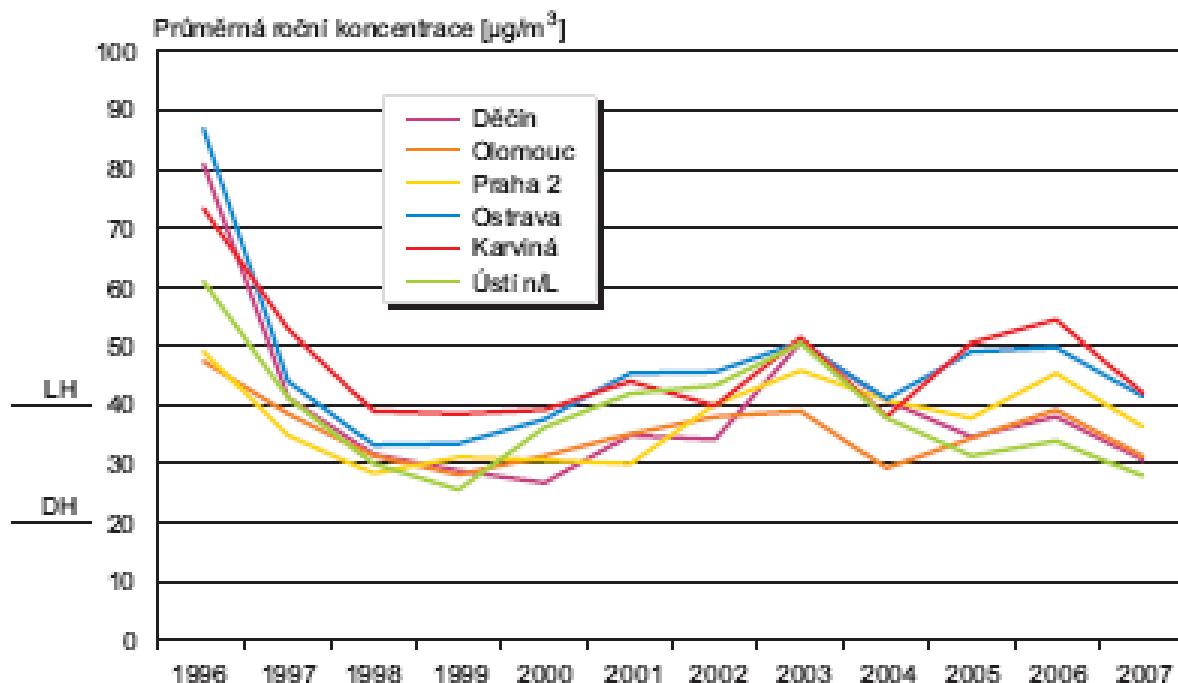


Střední délka života při narození - muži



Monitoring - časová řada

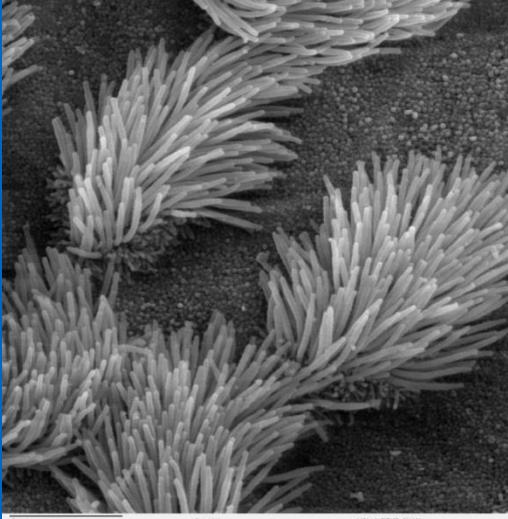
Obr. 4.2b Vývoj znečištění ovzduší suspendovanými částicemi frakce PM₁₀ v nejvíce zatížených městech, 1996–2007



Pozn.: LH – limitní hodnota pro průměrnou roční koncentraci

DH – Nejvyšší hodnota průměrné roční koncentrace doporučená Světovou zdravotnickou organizací (WHO)

Praha zastoupena jednou částí



Znečištějící látky

- **prachové částice (PM_{10} , $PM_{2,5}$, $PM_{1,0}$, $PM_{0,1}$)**
- **polyaromatické uhlovodíky PAU)**
- **oxidy dusíku (NO_x)**
- **ozón (O_3) a další fotochemické oxidanty**
- **oxid siřičitý (SO_2)**
- **kovy**

•
•
•

Prachové částice

- **zdroje**: spalovací procesy (energetika, **lokální toopeniště**, spalování odpadů, **doprava** - dieselové motory), cementárny, **metalurgie**
- **účinky**: závisí na velikosti a složení částic (**těžké kovy**, **aromatické uhlovodíky** atd.)
- **primární + sekundární** (NO_x , SO_2)
- v interiéru - závisí na hladině v zevním ovzduší + na vnitřních zdrojích (cigarety, kamna atd.)



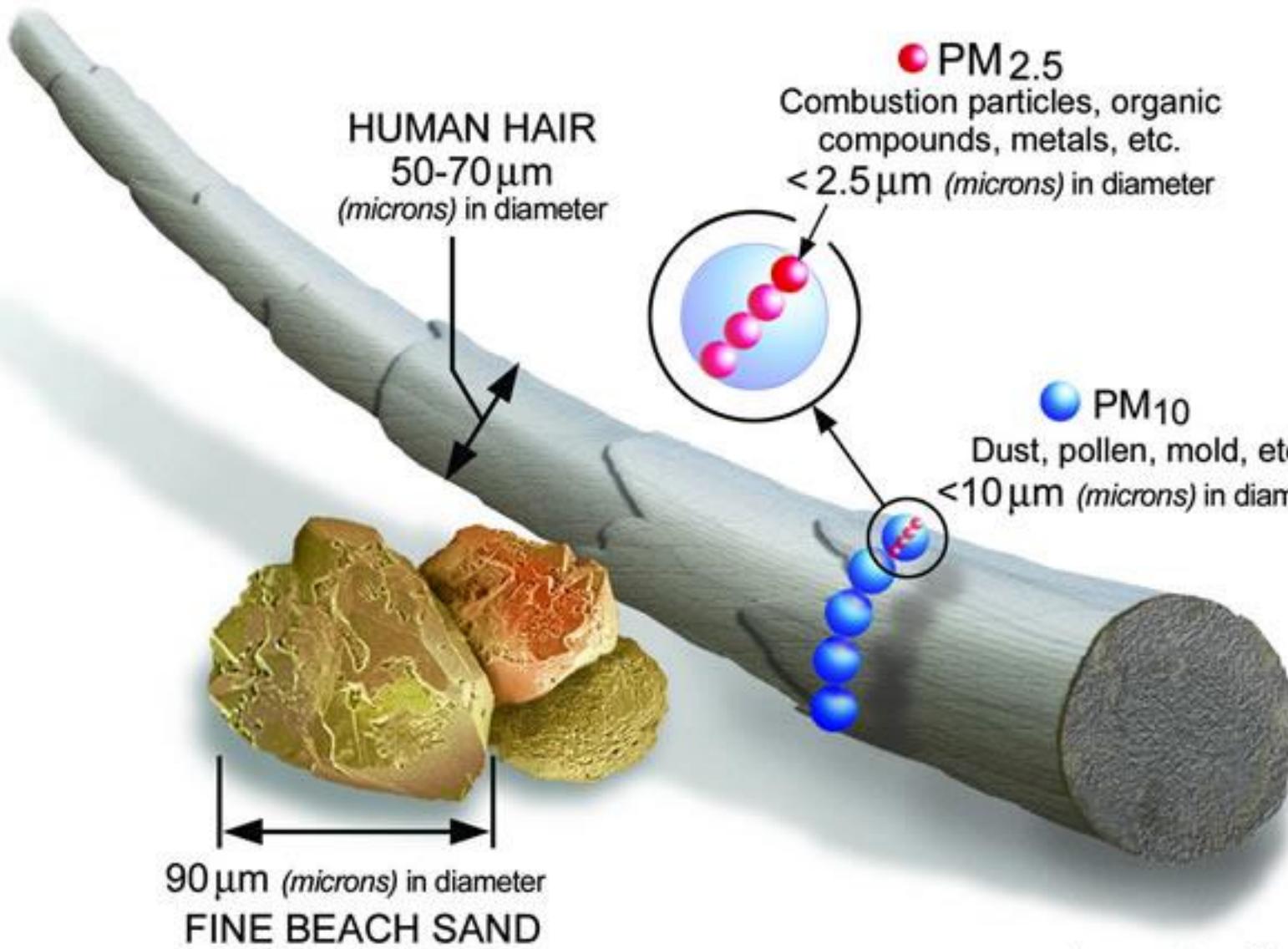
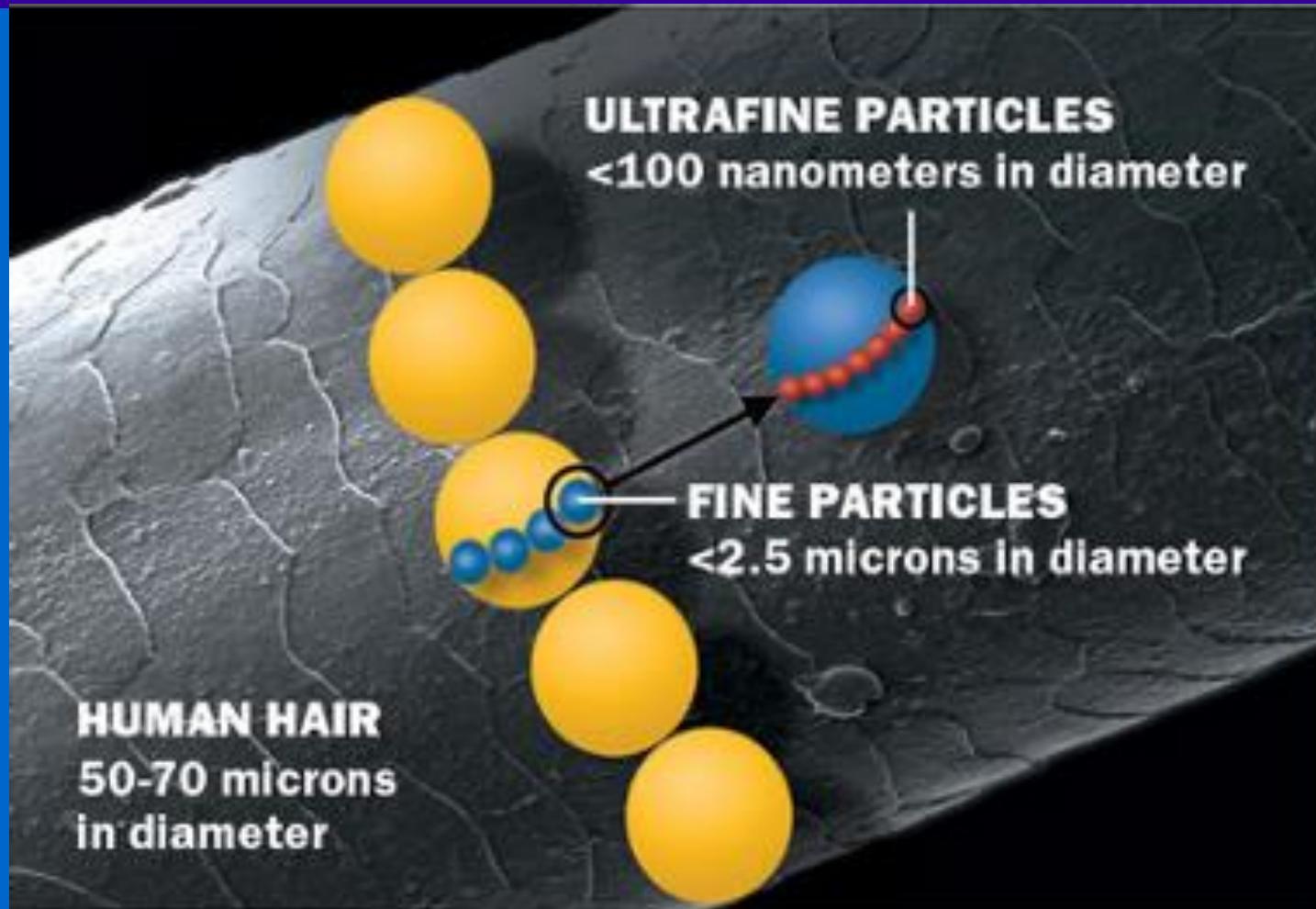
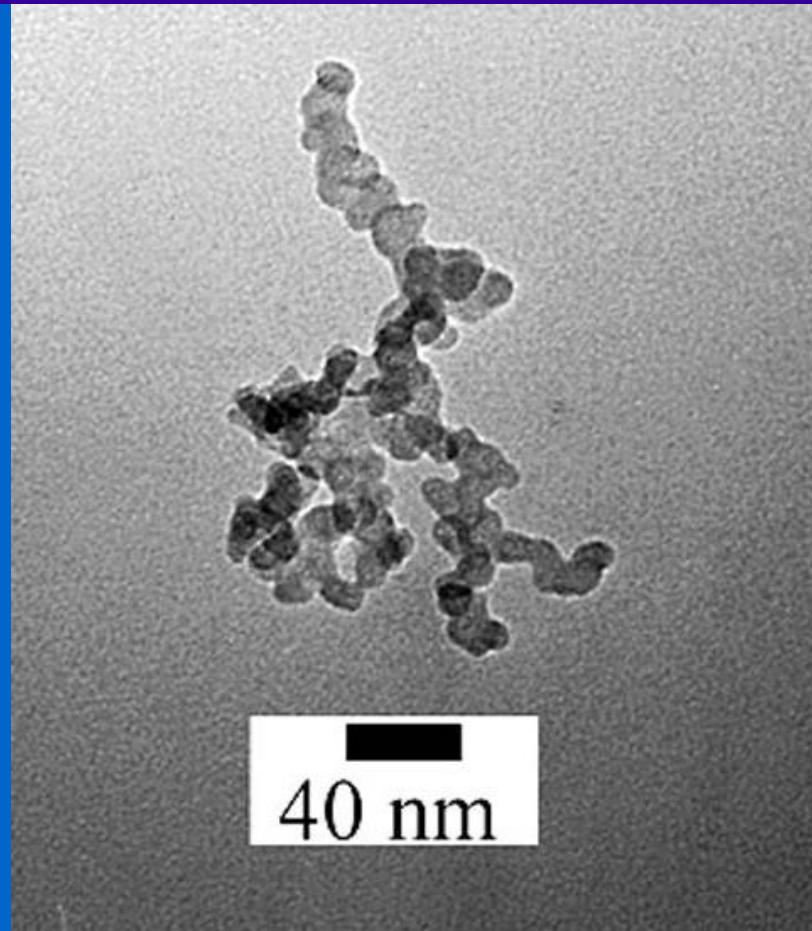


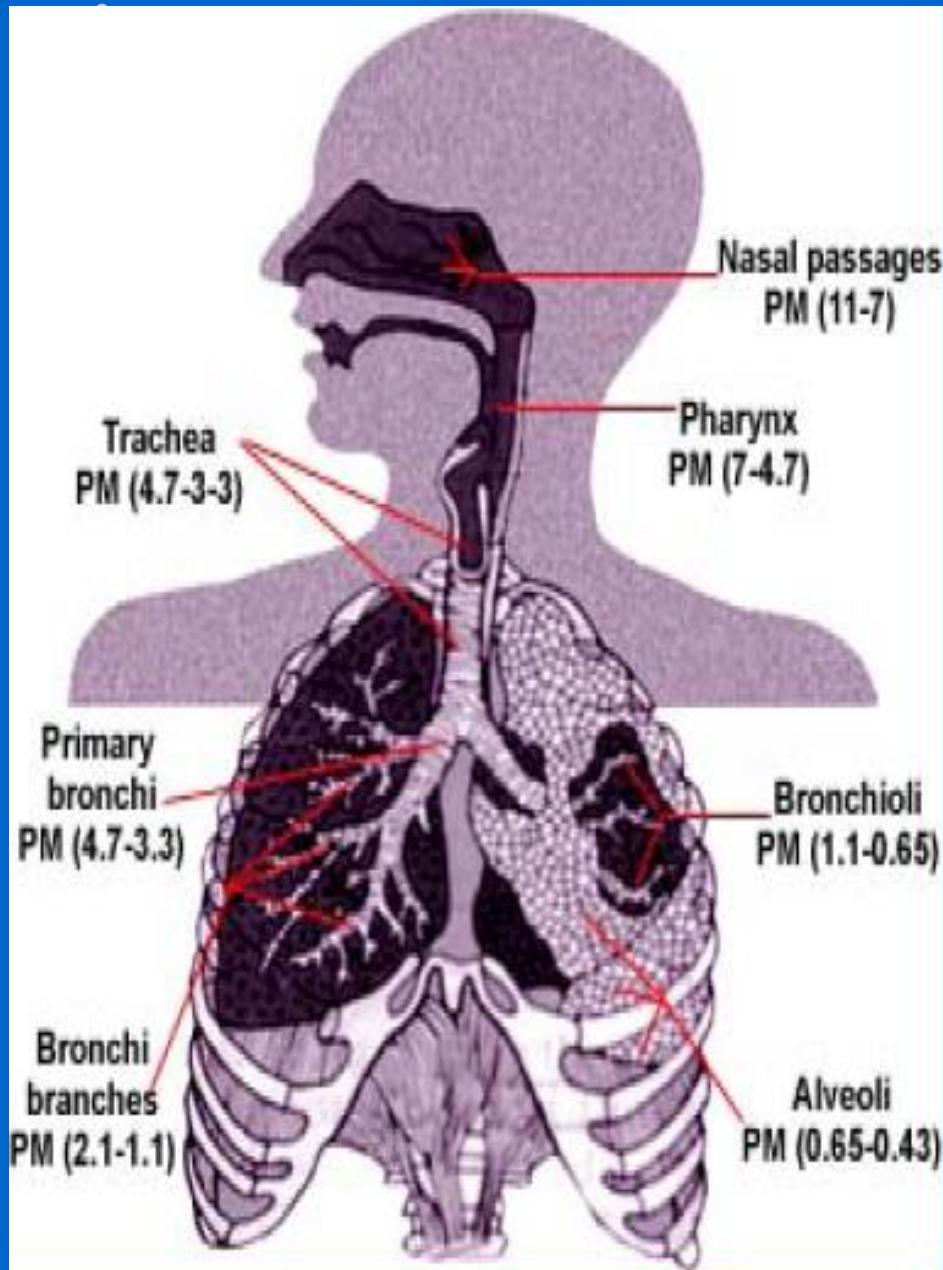
Image courtesy of the U.S. EPA

O jak malém prachu mluvíme?



Dieselové prachové částice





MUDr. Miroslav Šuta

Centrum pro životní prostředí a zdraví



-
-
-

Particles may enter the nose and travel through the olfactory bulb into the brain, directly seeding plaques and causing other problems.

Olfactory bulb

Pollutants

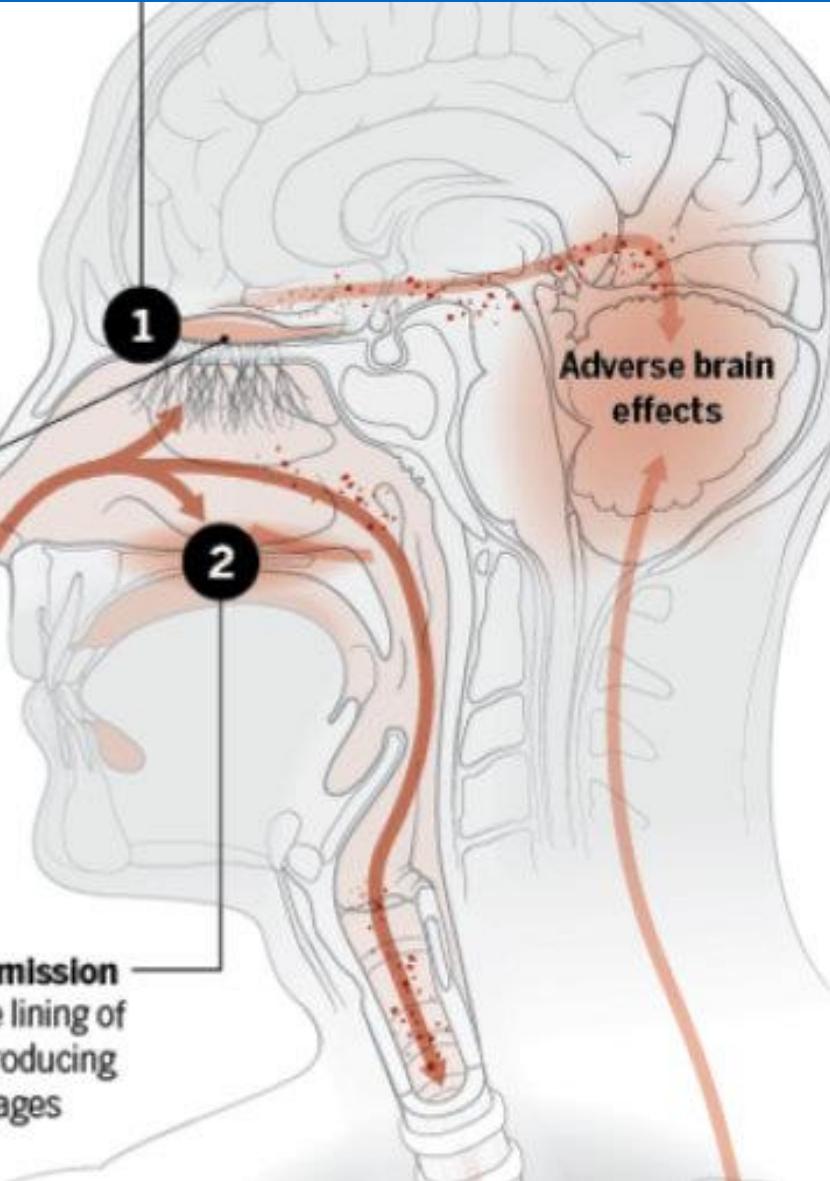
1

Adverse brain effects

2

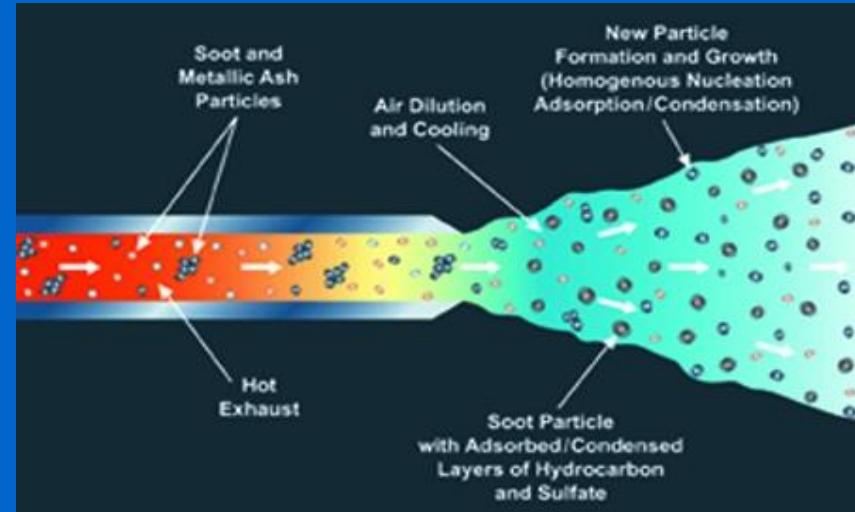
Nasal epithelial transmission

Particles may affect the lining of the nasal epithelium, producing inflammation that damages the brain.



Black Carbon

- světlo absorbující uhlíkaté částice, nedokonalé spalování fosilních paliv i biomasy
- v atmosféře cca 10 dnů, velikosti pod 1 μm , součástí měřených (PM_{10} a $\text{PM}_{2,5}$)
- zdroje v Evropě: **diesely, lokální toopeniště, koksovny**
- negativní zdravotní dopady:
 - **astma**
 - **srdeční infarkty**
 - **hospitalizace**
 - **předčasná úmrtí**



Zdravotní účinky prachu I

Účinky **krátkodobého** vystavení prachu:

- zvýšení počtu zánětlivých onemocnění plic
- nepříznivé účinky na kardiovaskulární (srdečně-cévní) systém
- zvýšení spotřeby léčiv a počtu hospitalizací
- zvýšení úmrtnosti

Zdravotní účinky prachu II

Účinky **dlouhodobého** vystavení prachu:

- snížení plicních funkcí u dětí i dospělých
- růst onemocnění dolních cest dýchacích
- zvýšení počtu chronických obstrukčních nemocí plic
- snížení předpokládané délky dožití
(v důsledku úmrtnosti na srdečně-cévní a plicní onemocnění)

Doporučené hodnoty WHO

Zvýšení průměrné roční koncentrace $PM_{2,5}$ o **$10\mu\text{g}/\text{m}^3$** zvyšuje dle WHO:

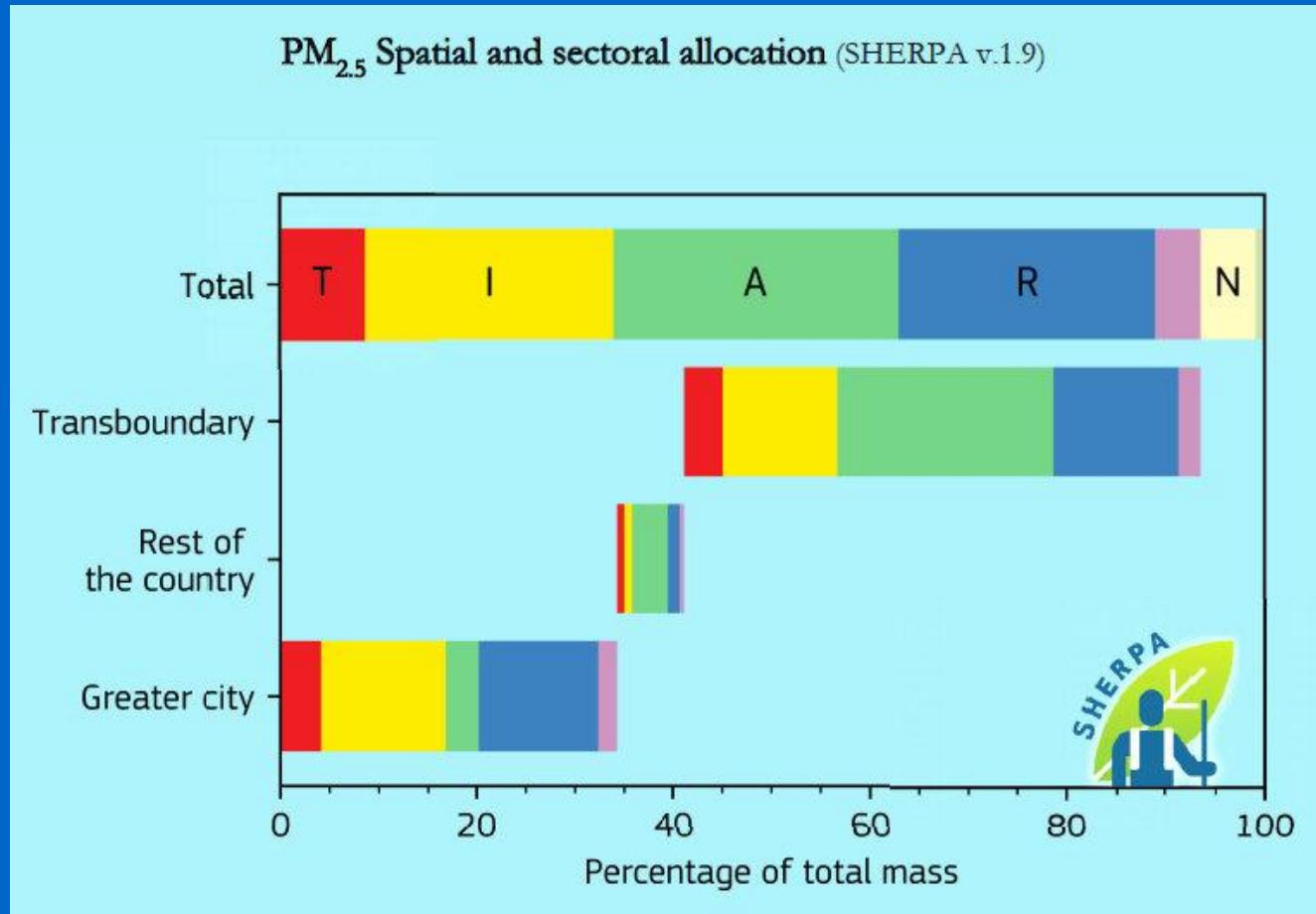
- celkovou **úmrtnost populace o 6 % (2-11 %)**
- **úmrtnost na kardiovaskulární onemocnění o 12 %**

WHO Air Quality guideline (AQG) - cílové hodnoty

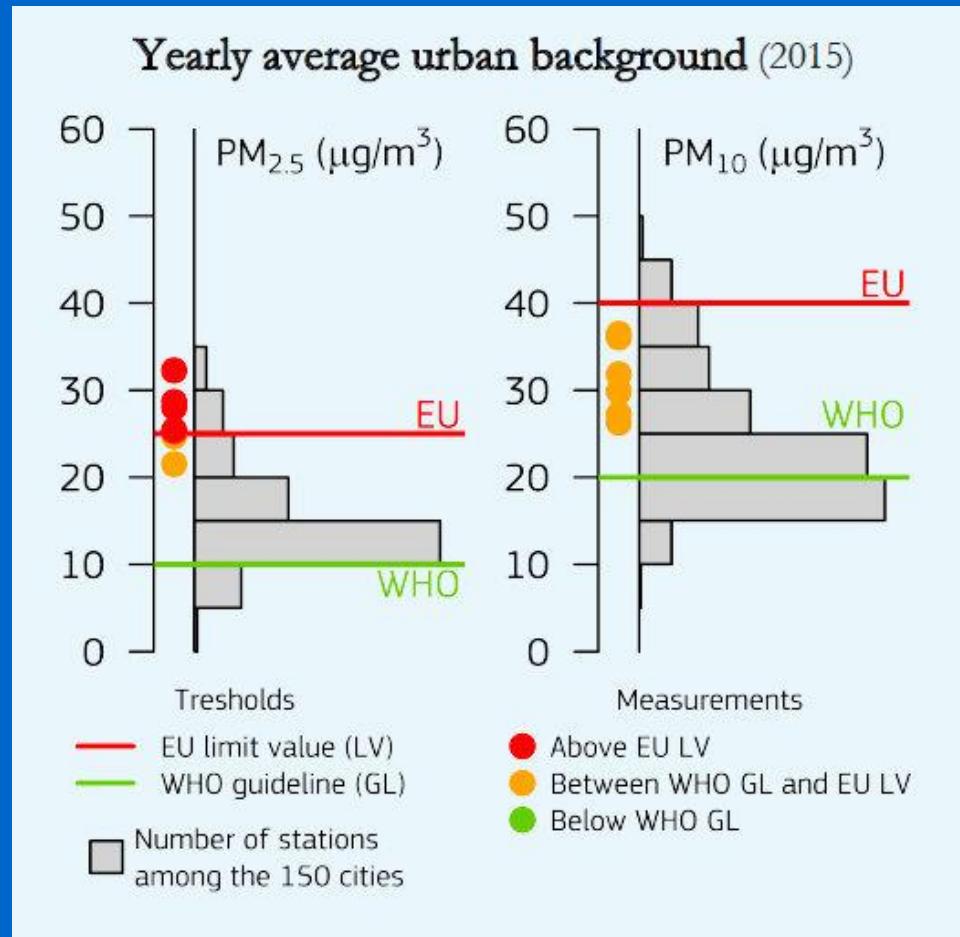
- **$PM_{10} 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$**
- **$PM_{2,5} 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$**

= nejnižší roční koncentrace, která (s více než 95% spolehlivostí) zvyšuje celkovou kardiopulmonální a plicní nádorová úmrtnost (Poppe et al., 2002)

Jemný prach v Ostravě



Jemný prach v Ostravě



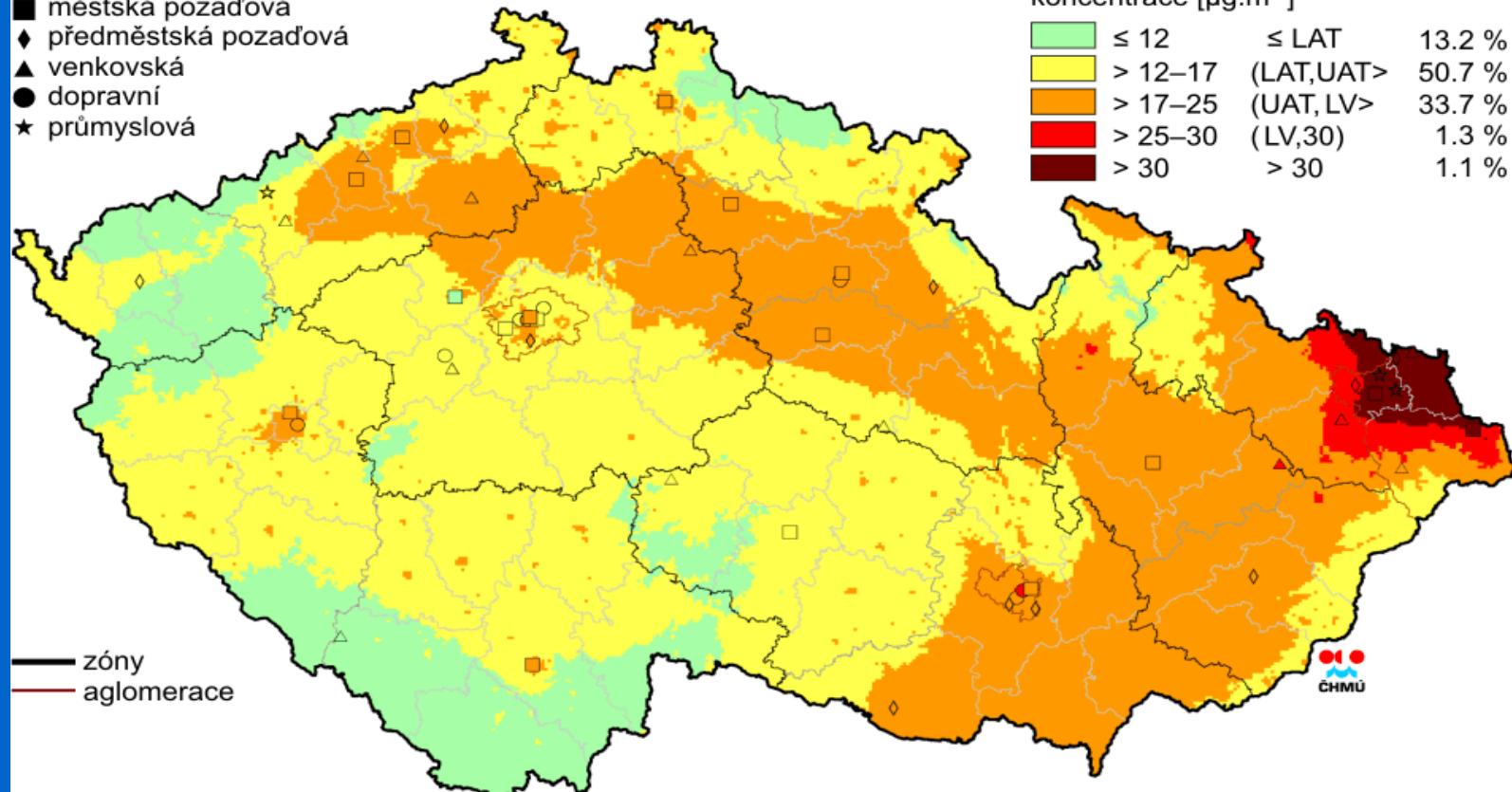
Jemný prach v ČR

Klasifikace stanic

- městská pozadová
- ◆ předměstská pozadová
- ▲ venkovská
- dopravní
- ★ průmyslová

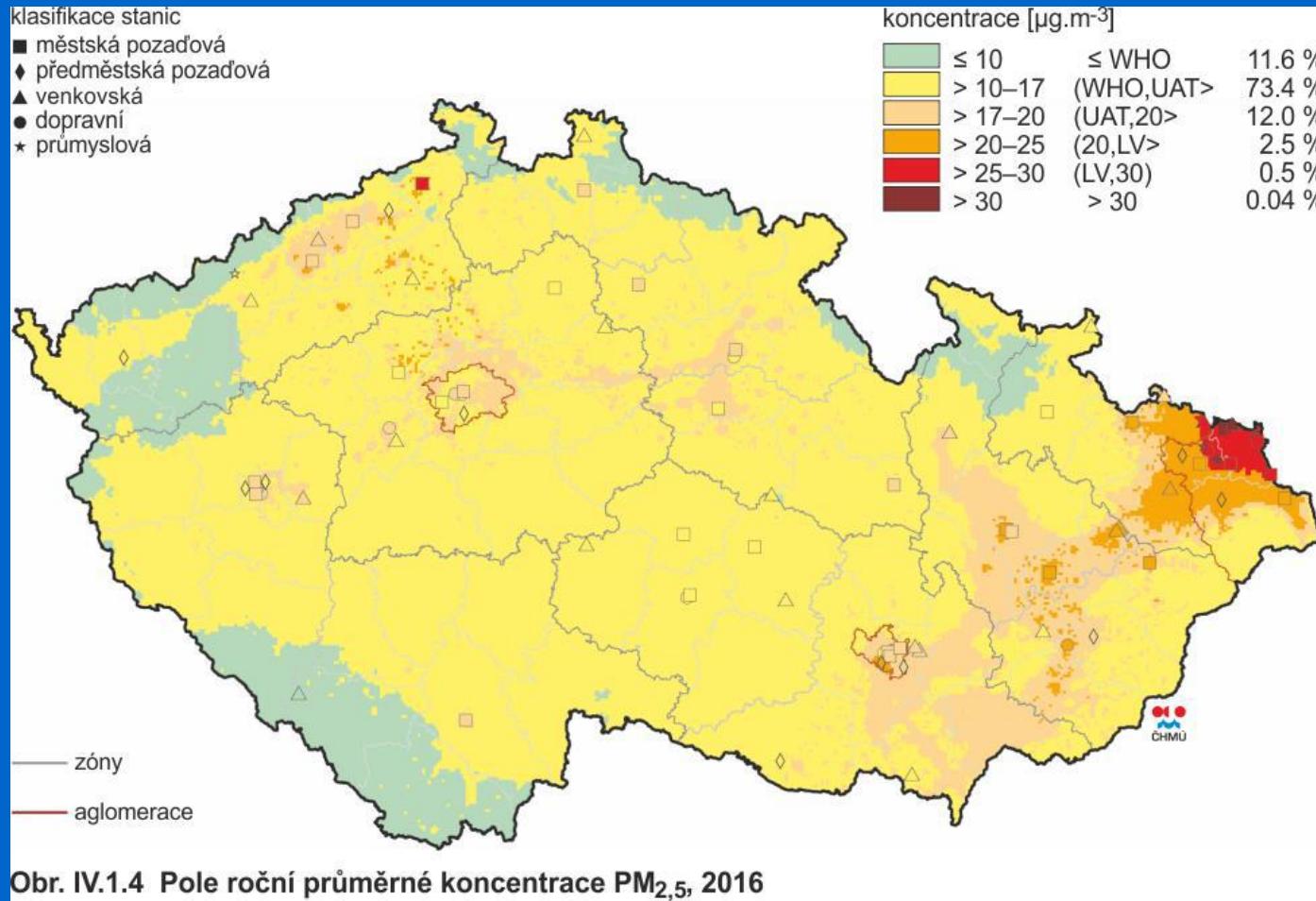
Koncentrace [$\mu\text{g.m}^{-3}$]

≤ 12	$\leq \text{LAT}$	13.2 %
$> 12-17$	$(\text{LAT}, \text{UAT}) >$	50.7 %
$> 17-25$	$(\text{UAT}, \text{LV}) >$	33.7 %
$> 25-30$	$(\text{LV}, 30)$	1.3 %
> 30	> 30	1.1 %

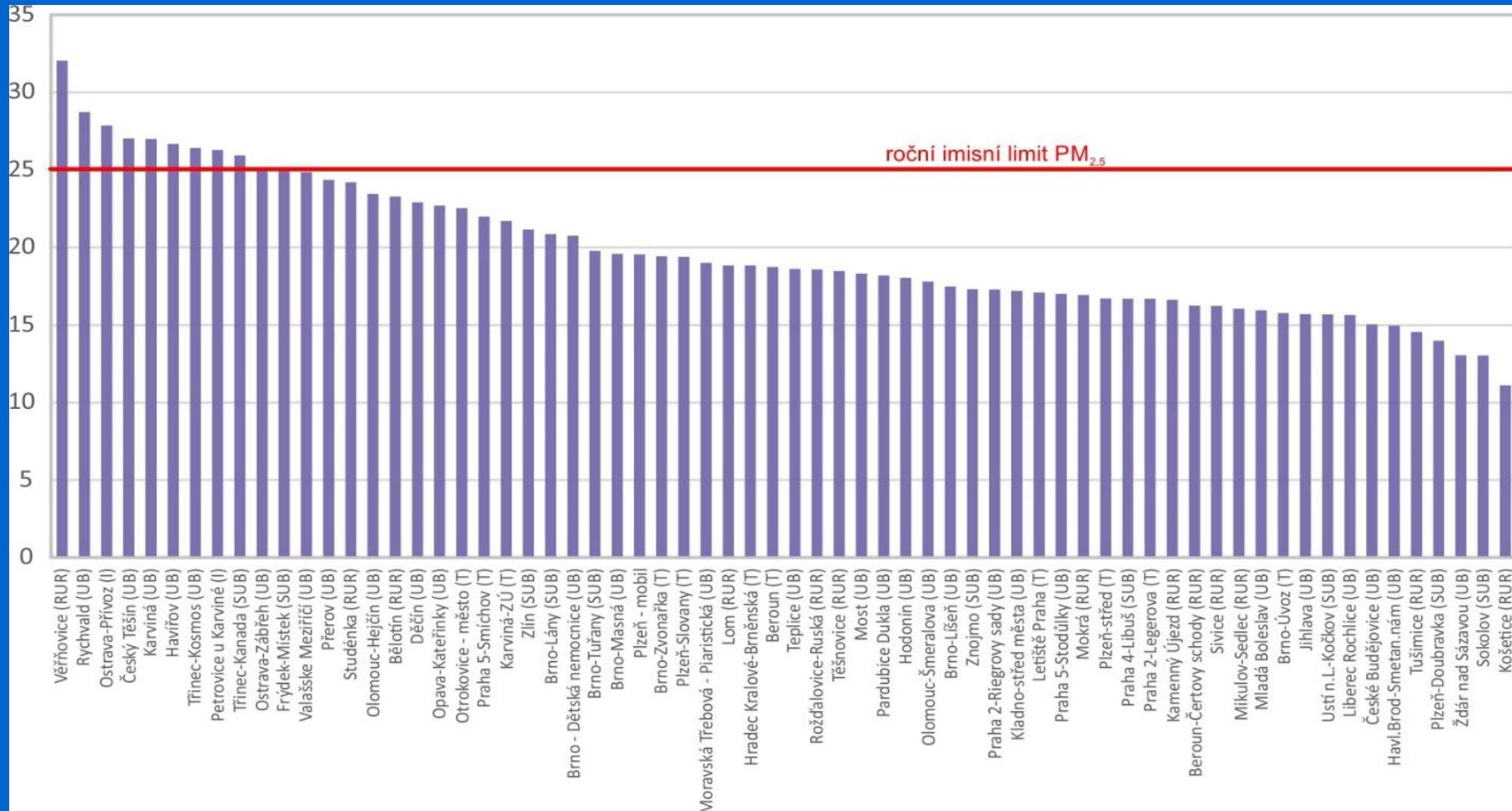


Obr. II.4.2.14 Pole roční průměrné koncentrace $\text{PM}_{2.5}$ v roce 2012

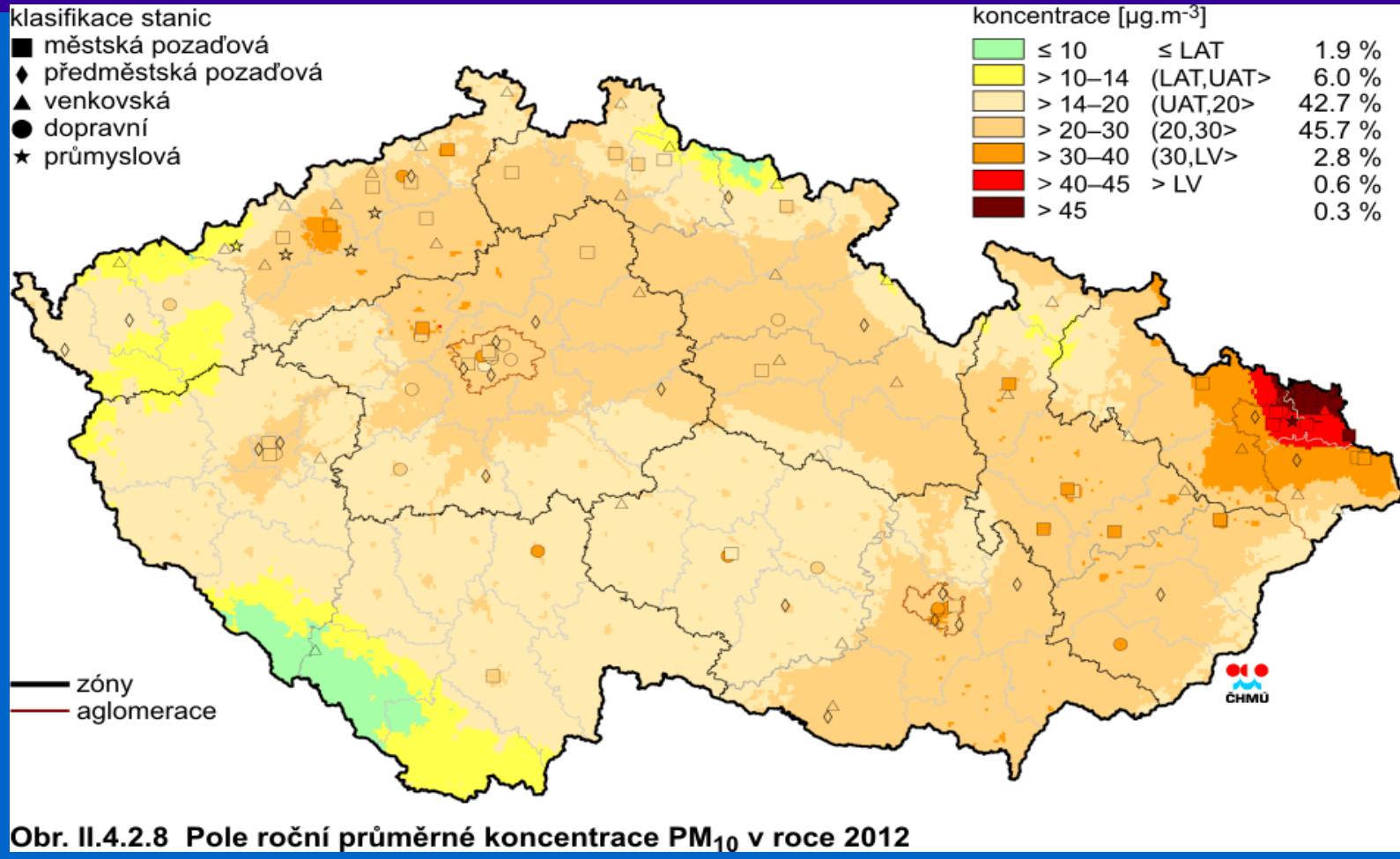
Jemný prach v ČR



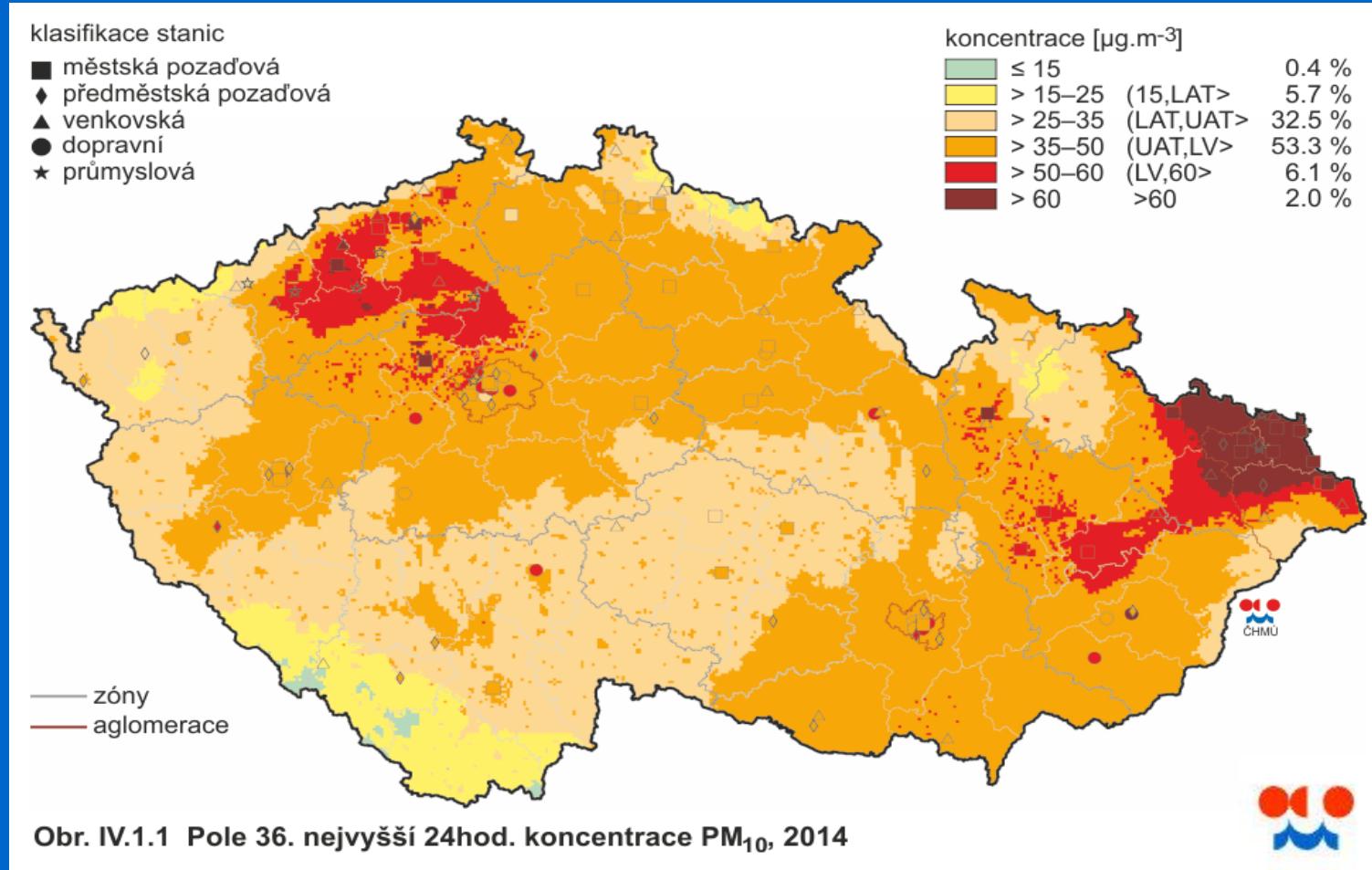
Jemný prach v ČR (2017)



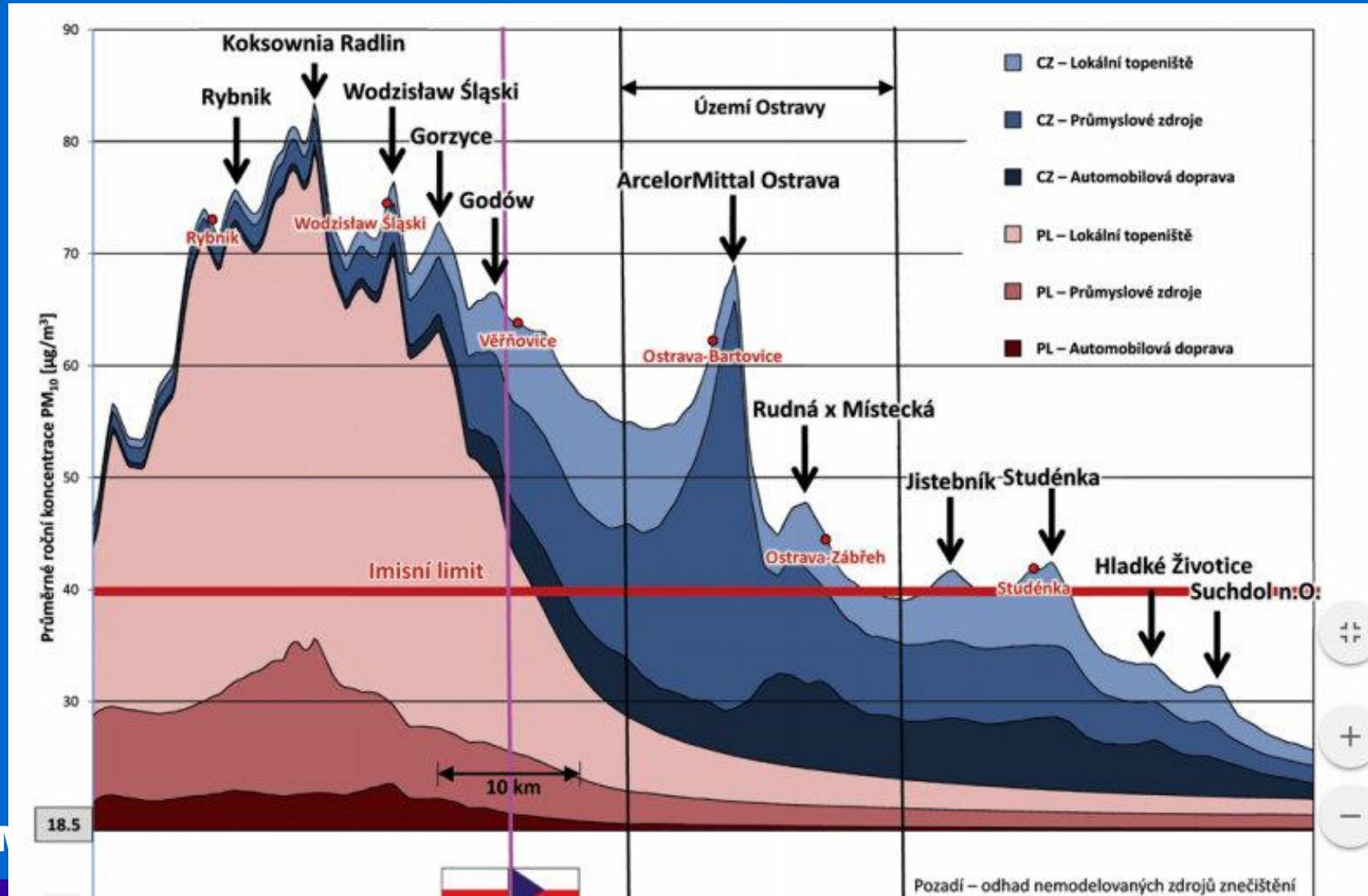
Znečištění PM₁₀ v Česku



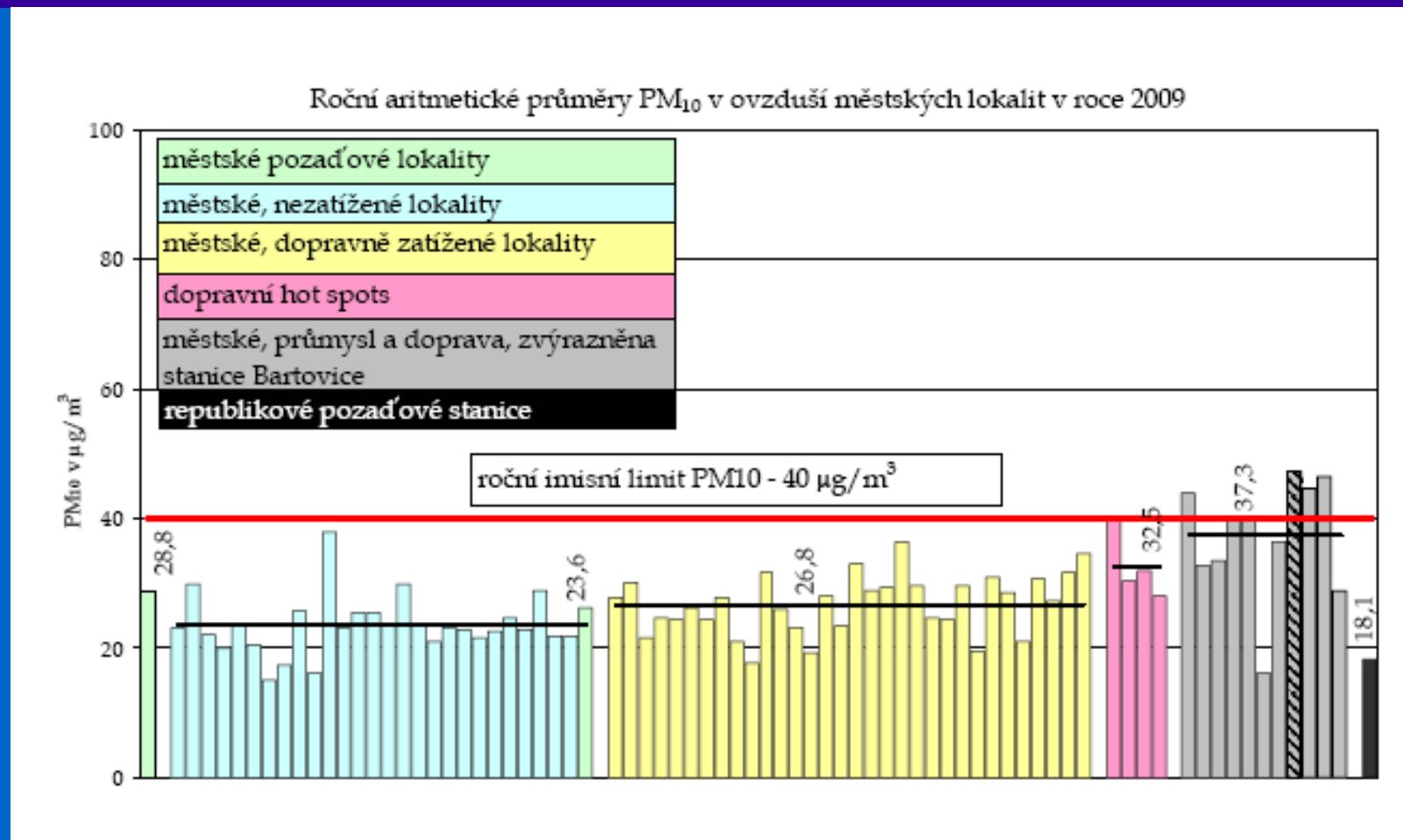
Znečištění PM₁₀ v Česku



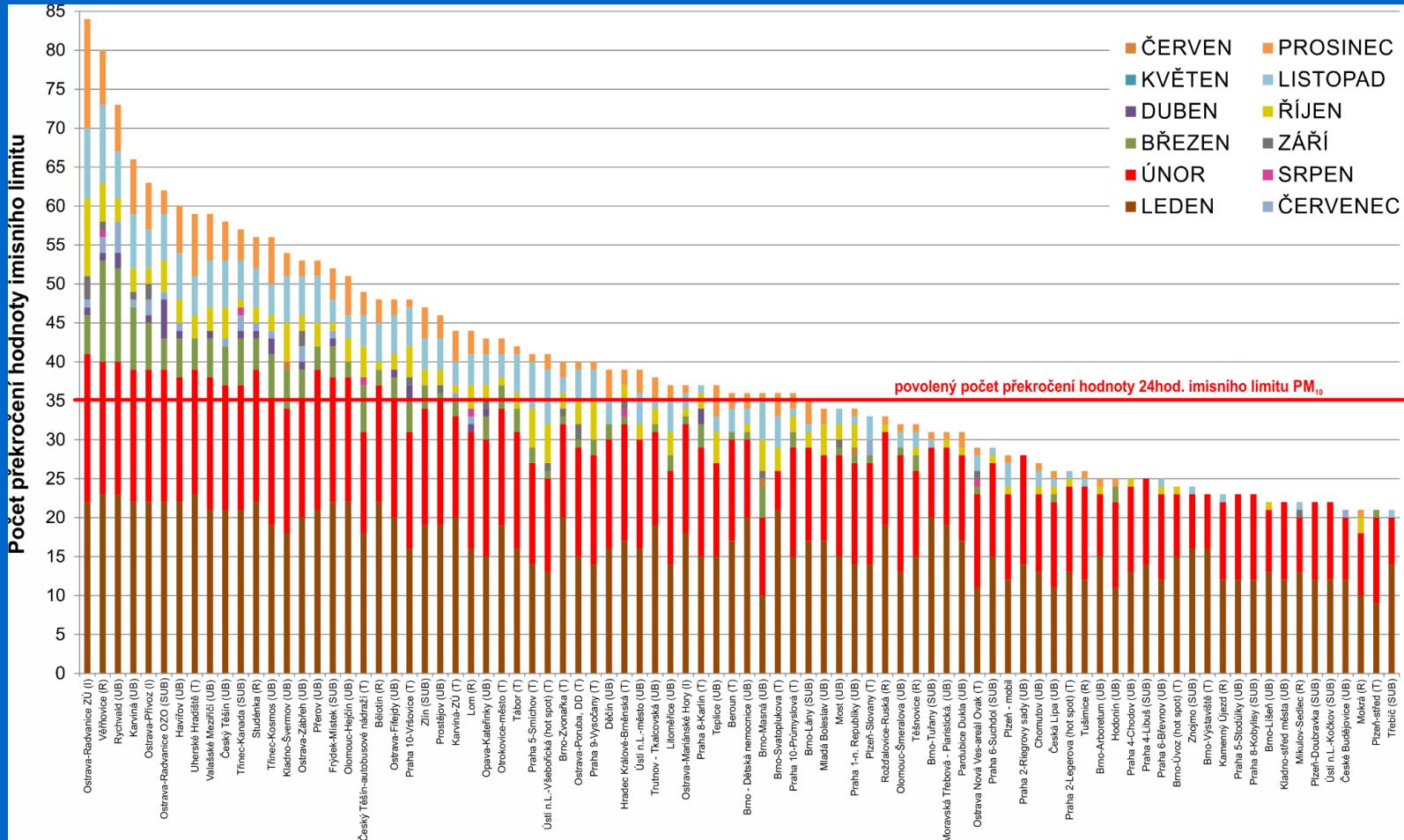
Znečištění PM₁₀ Ostrava



Monitoring dle typů stanic



Znečištění PM₁₀ v Česku (2017)



MUDr. Miroslav Šuta

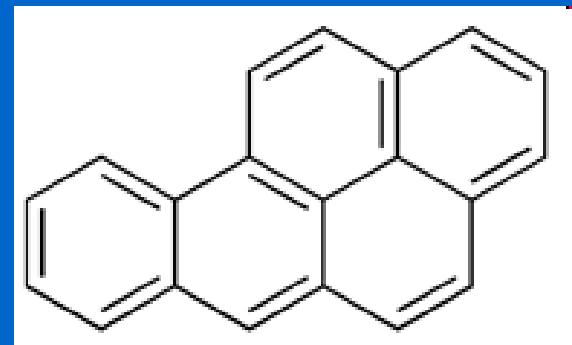
Centrum pro životní prostředí a zdraví

Polyaromatické uhlovodíky (PAU)

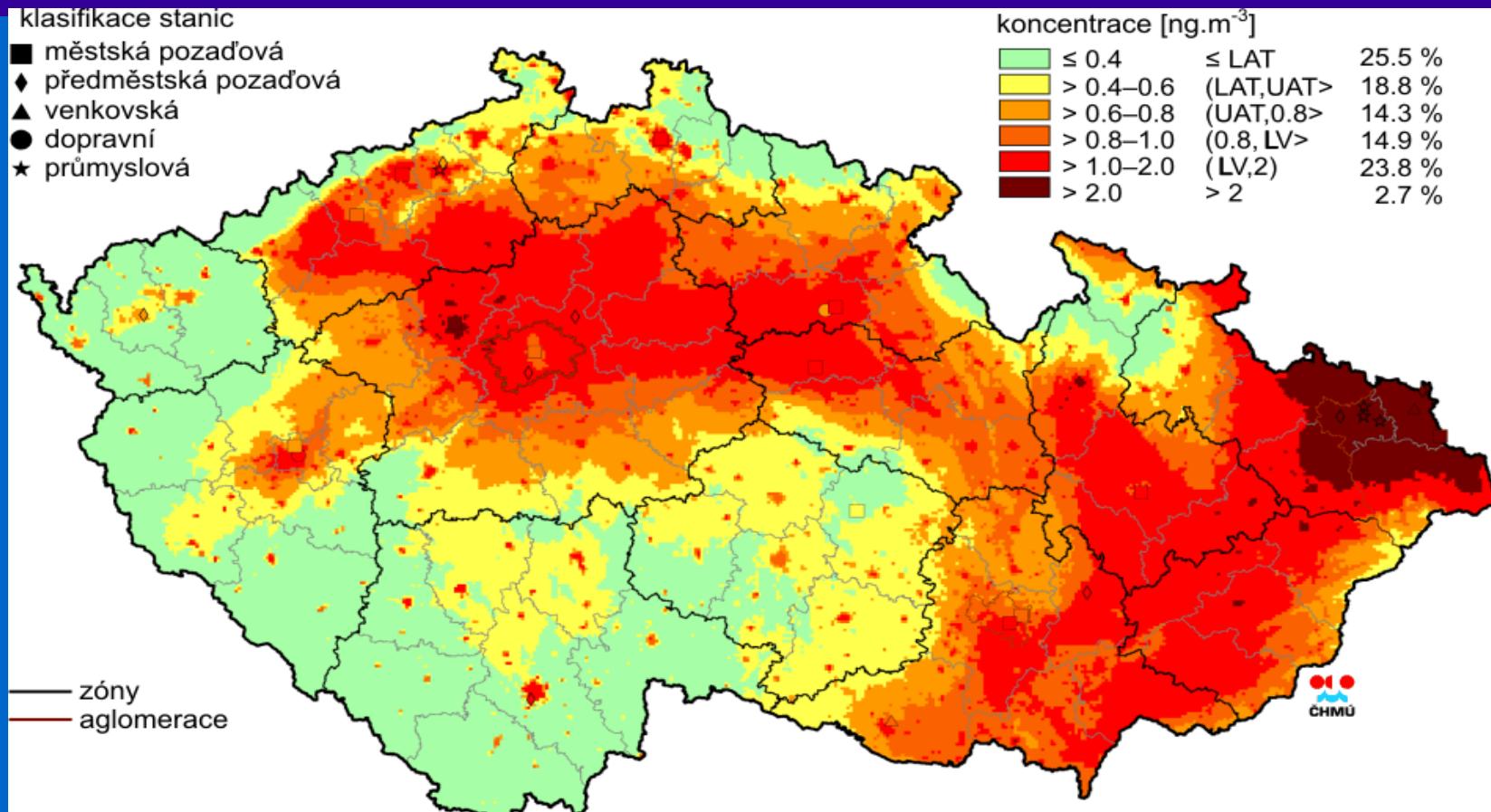
- zdroje: spalovací procesy (**energetika**, doprava, **lokální toopeniště**), **metalurgie**, chem. průmysl
- vlastnosti: rozsáhlá škála látek, mnohé jsou **karcinogeny**, **mutageny**, **endokrinní disruptory**
- po biotransformaci elektrofilní metabolismy – **vazba na DNA**
- nejlépe prozkoumán **benzo-a-pyren** – prokázaný lidský karcinogen (skupina 1)

Polyaromatické uhlovodíky v ČR

- v roce 2012 v Česku překročen imisní limit pro benzo(a)pyren 1ng/m³ na 20 z 29 stanic
- nejvýznamněji v Ostravě-Radvanicích (10,9 ng/m³) a v Karviné (5,0 ng/m³)
- 2016: 31 z 44 stanic (Ostrava-Radvanice 9,0 ng/m³ Mariánské hory 1,9 ng/m³)
- přijatelná hodnota zdravotního rizika 0,12 ng/m³

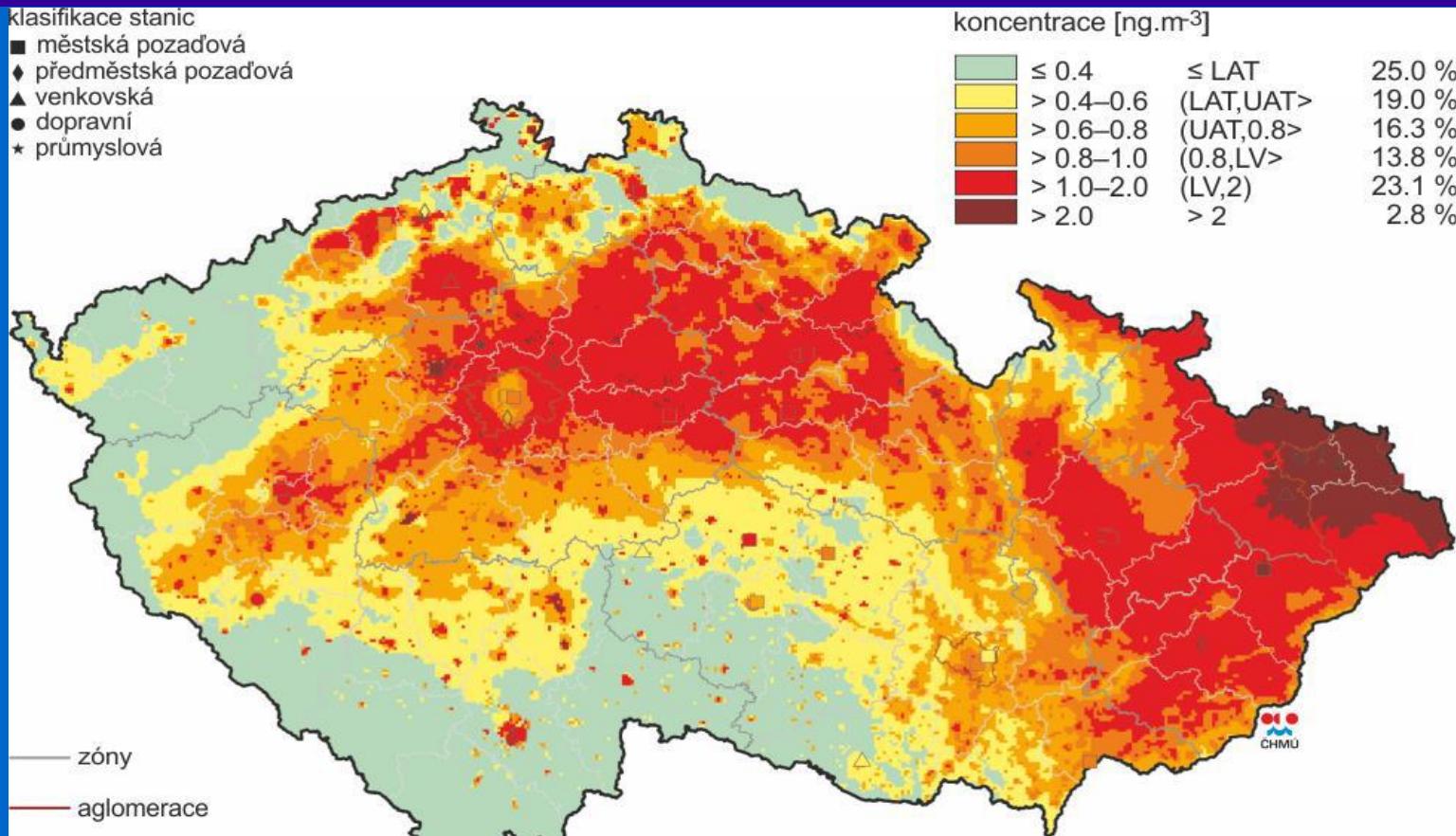


Polyaromatické uhlovodíky v ČR



Obr. II.4.2.42 Pole roční průměrné koncentrace benzo(a)pyrenu v ovzduší v roce 2012

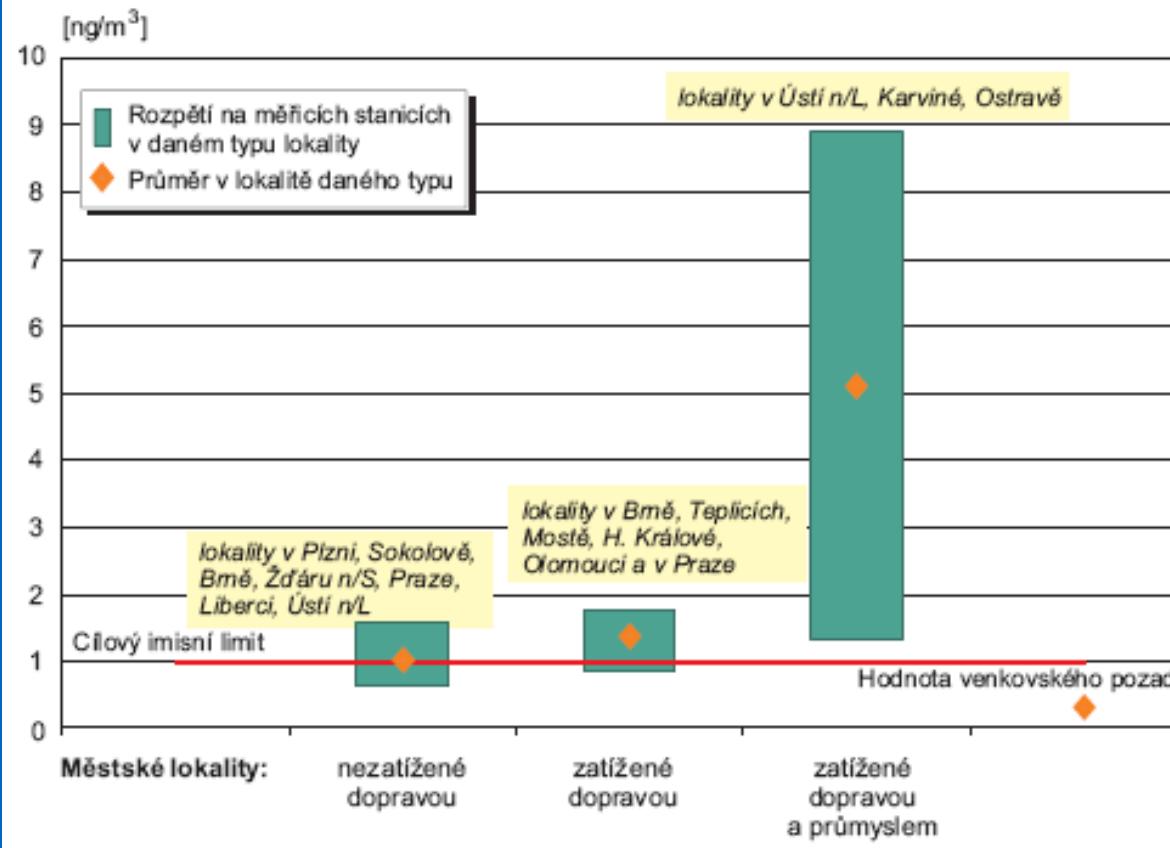
Polyaromatické uhlovodíky v ČR



Obr. IV.2.1 Pole roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu, 2016

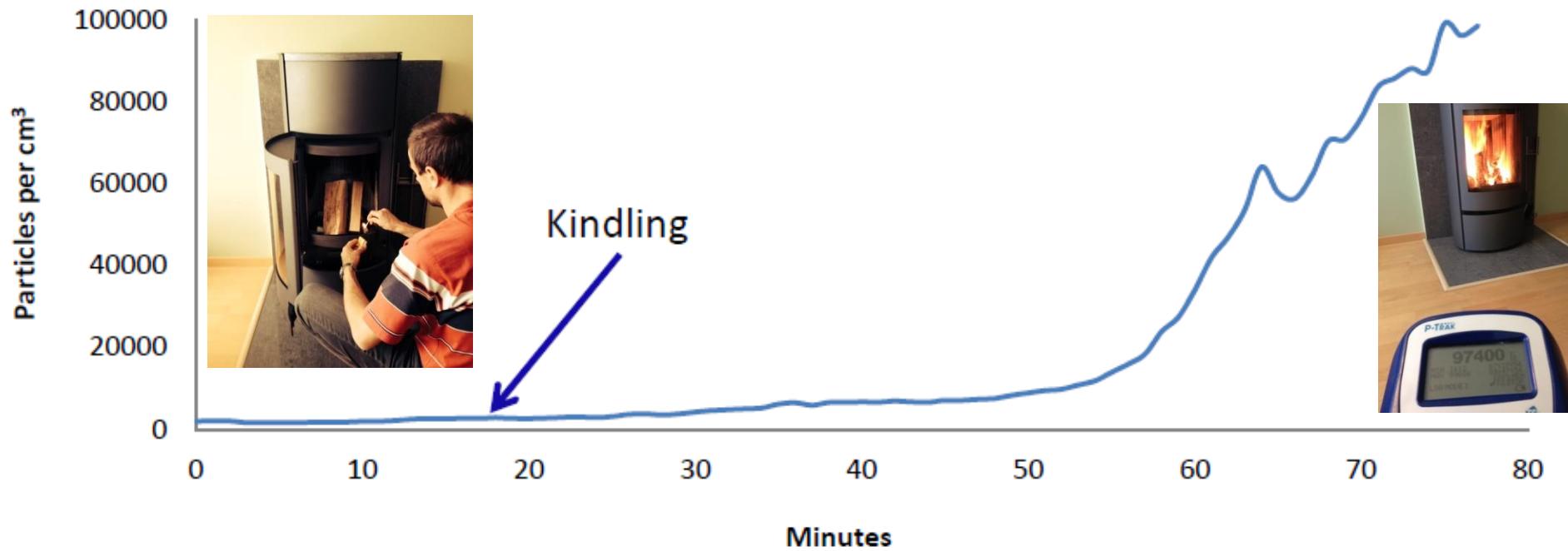
Polyaromatické uhlovodíky

Obr. 4.6c Průměrné roční koncentrace benzo[a]pyrenu podle typu městských lokalit, 2007



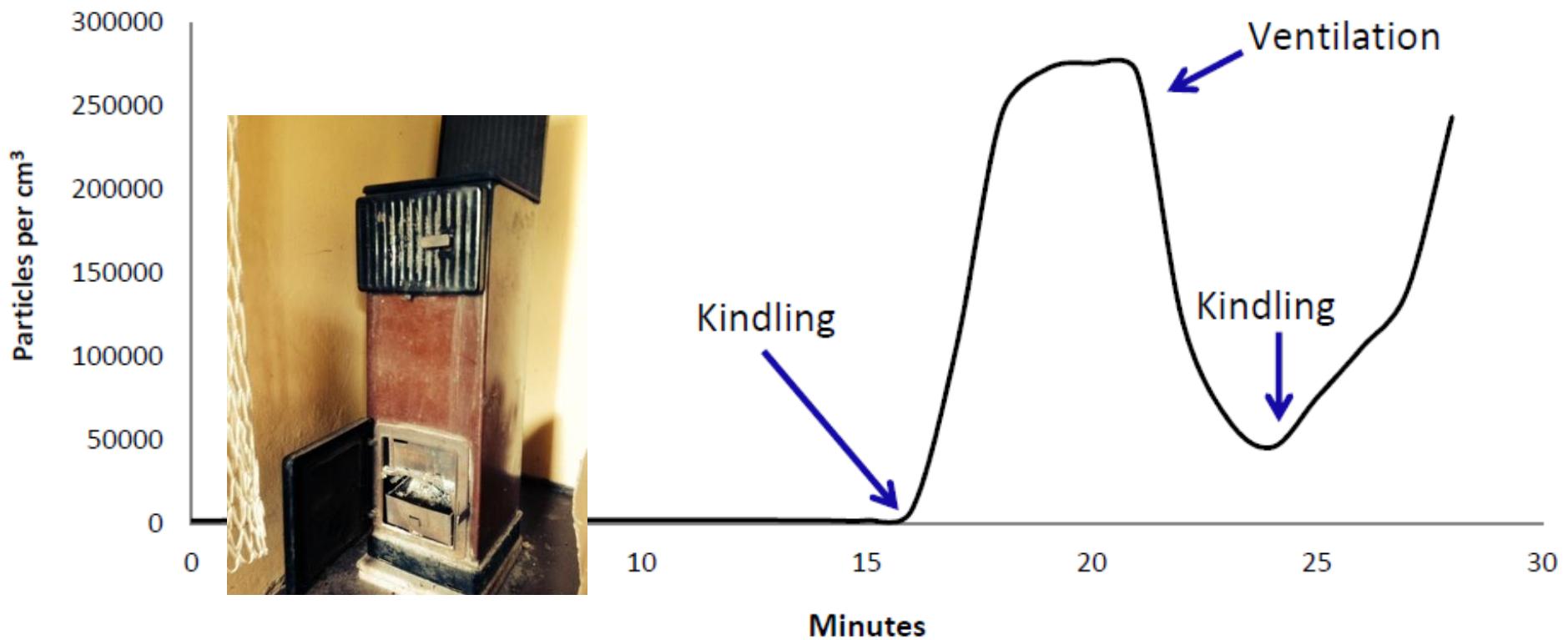
Měření indoor - Tatry

Inside hotel room: Wood burning in new stove

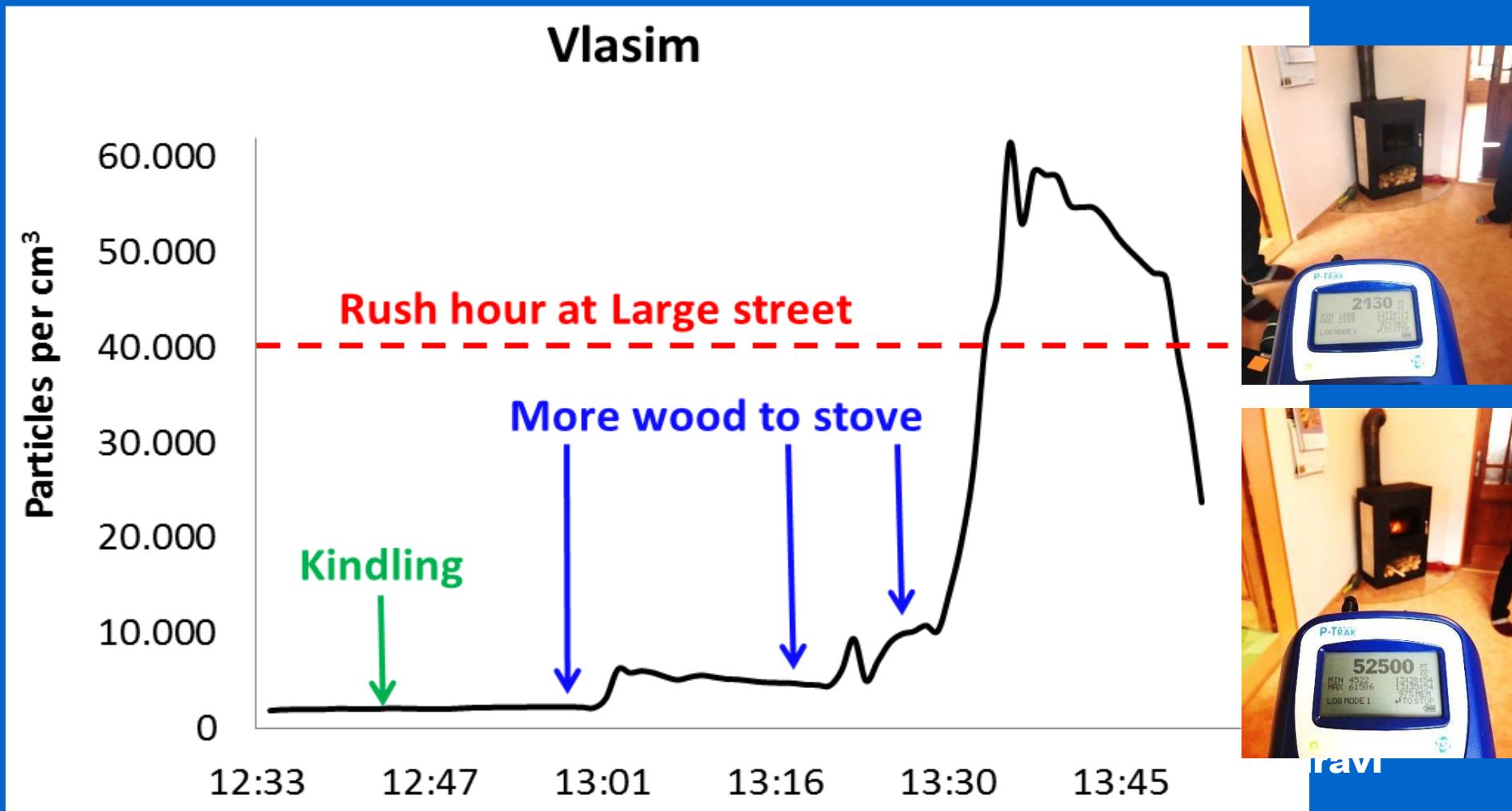


Měření indoor - Bratislava

Inside garden house: Wood burning in old stove

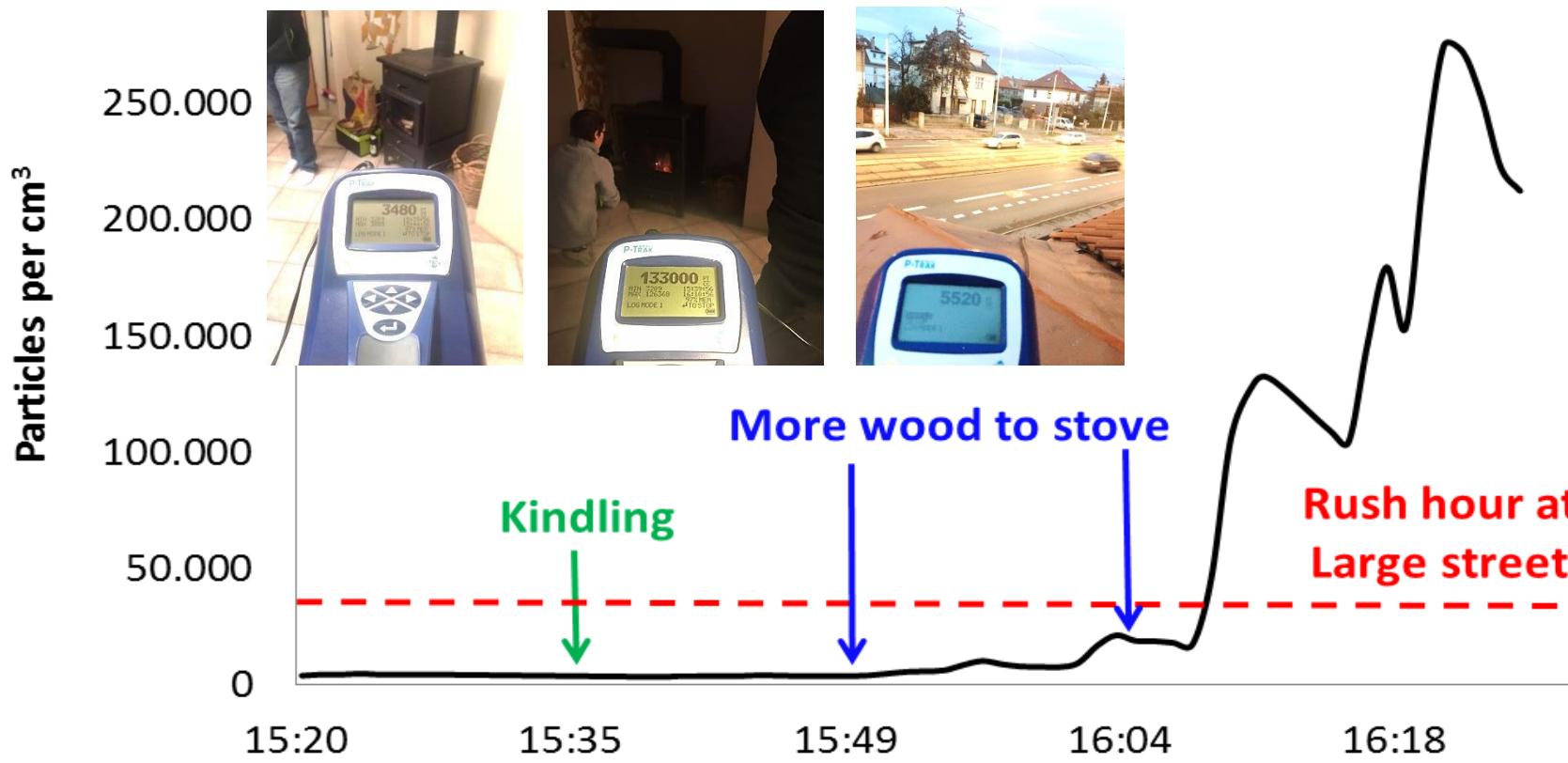


Měření indoor - Vlašim



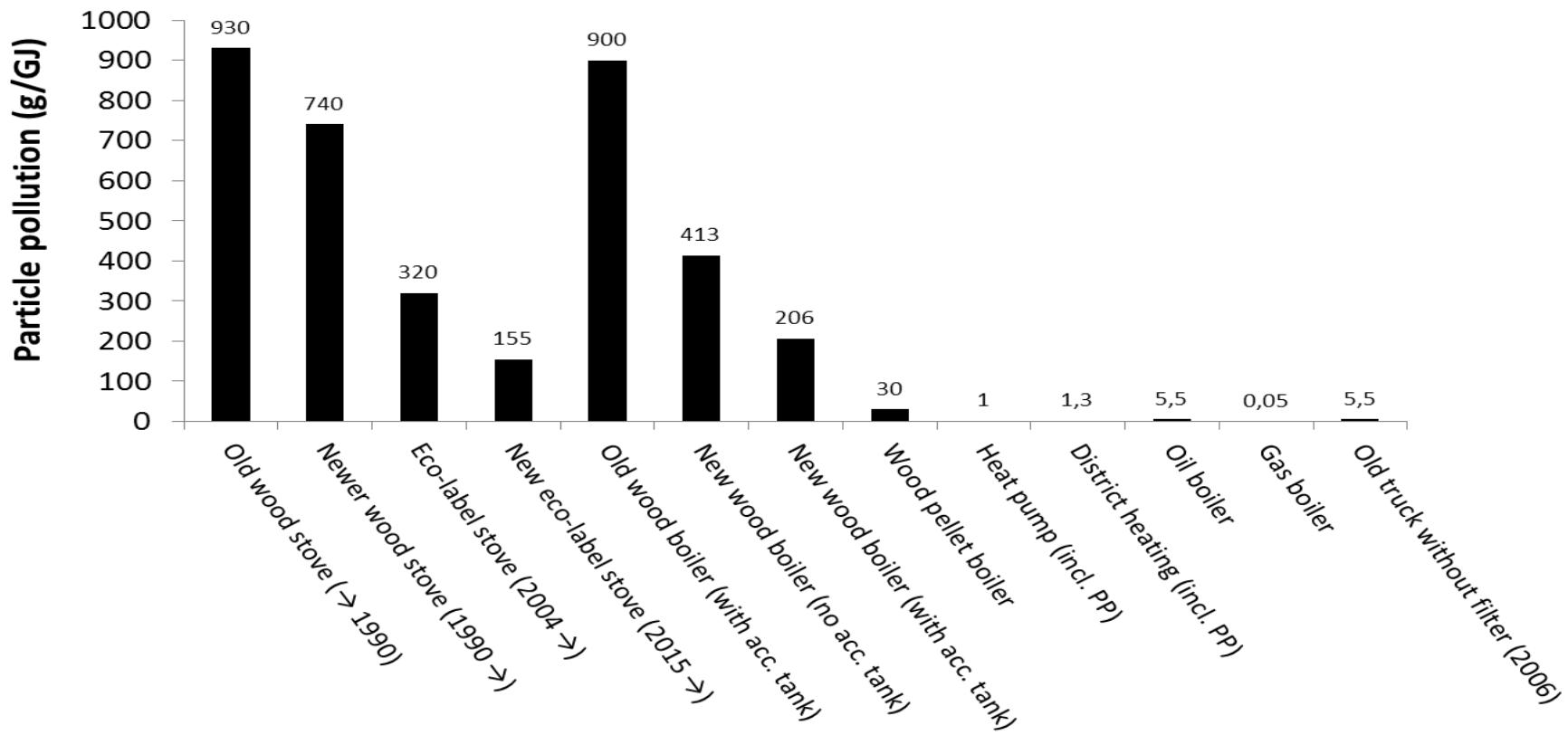
Měření indoor - Praha

Prague. Bila hora



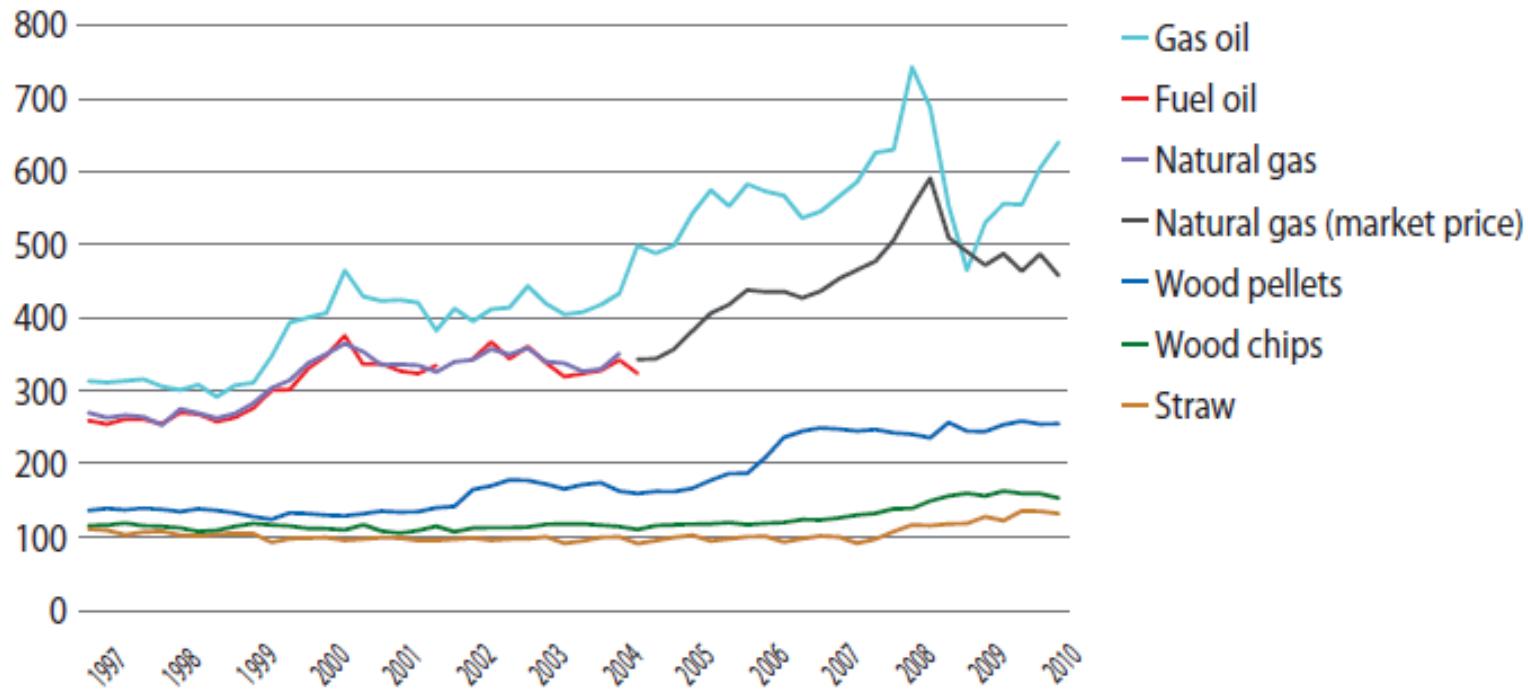
Dánsko

Fine particle emission (PM_{2.5})



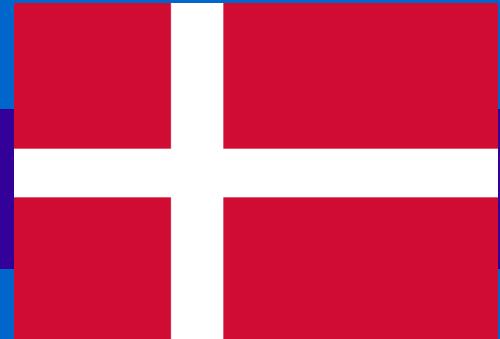
Dánsko

Fuel prices in DKK/MWh



•
•
•

Dánsko



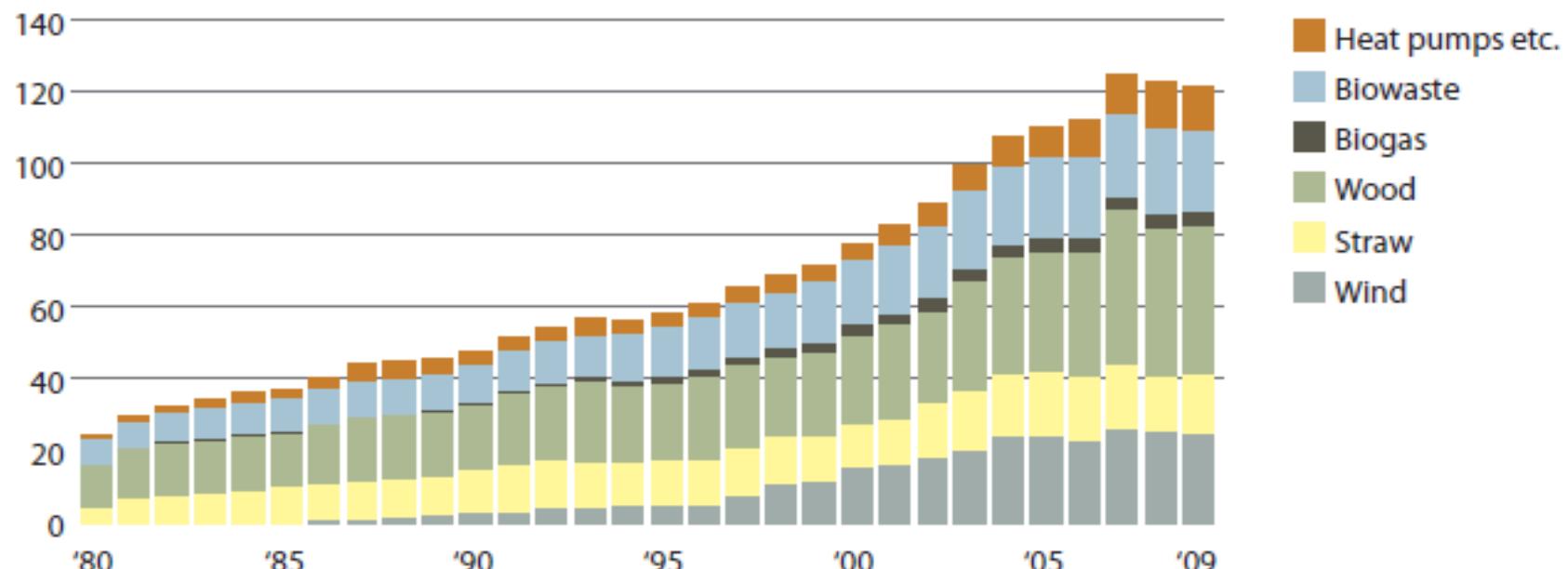
Kogenerace a biomasa

- místní systémy spalující slámu (1-10 MW)
cca 22% produkce - Thorsager

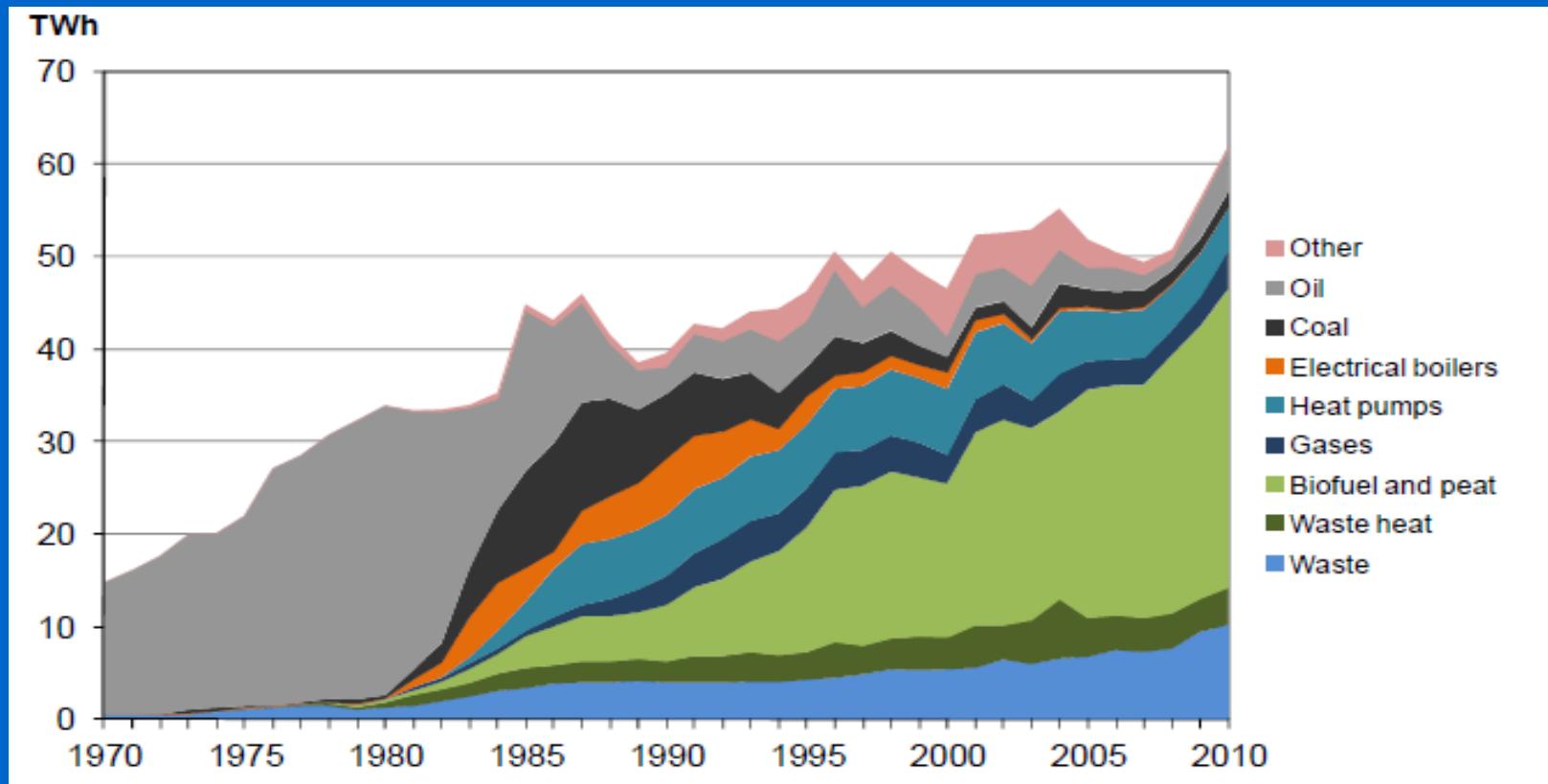


Dánsko

Production of renewable energy in PJ



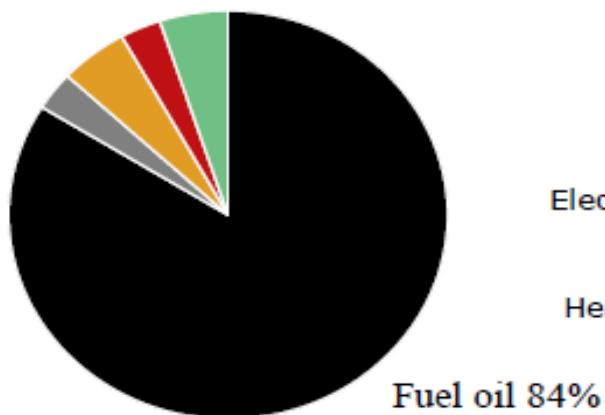
Švédsko



Švédsko

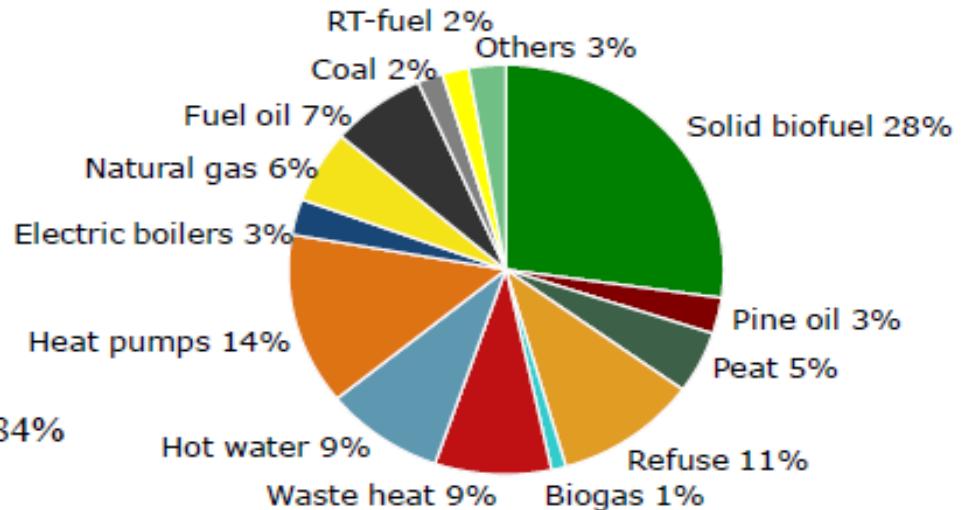


Fuel Mix 1981



Total production 27 TWh

Fuel Mix 2001



Total production ca 46,5 TWh

•
•
•

Německo

Kogenerace a biomasa

Lehnte (obecní bioplynová stanice)



•
•
•

Rakousko

Soběstačné obce

Kötschach-Mauthen



•
•
•

Nizozemsko



Polderwijk

(bioplyn pro lokální vytápění)



•
•
•

Děkuji Vám za pozornost!

MUDr. Miroslav Šuta

odborný konzultant pro ekologická
a zdravotní rizika

e-mail: [miroslav.suta \(zavináč\) centrum.cz](mailto:miroslav.suta@centrum.cz)

Resuspenze - zkušenosti I

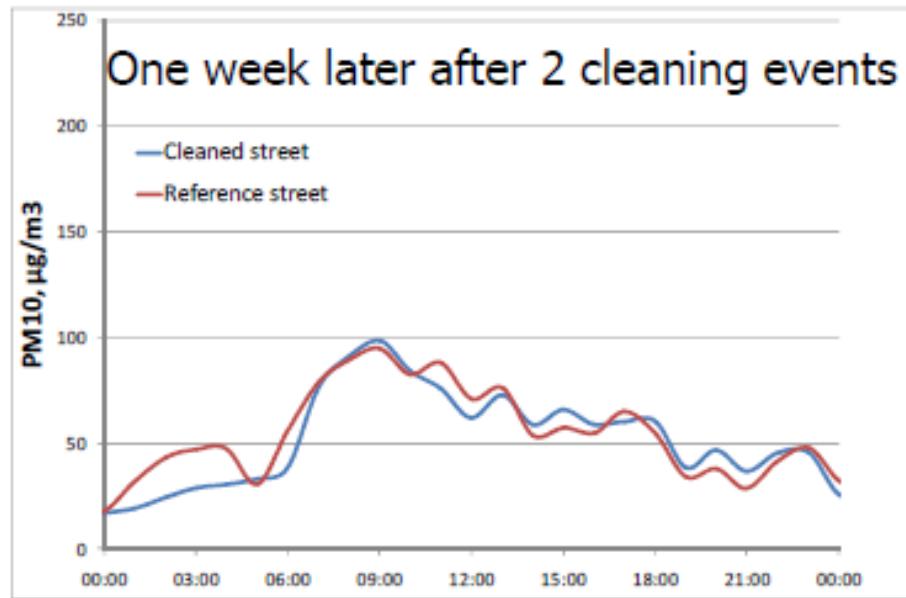
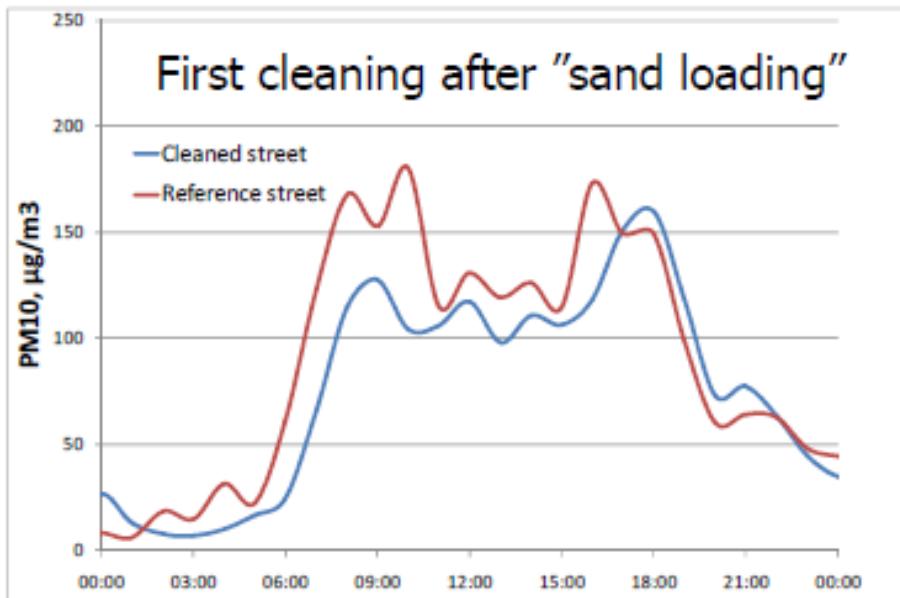
- **Norsko** – opakované zametání tunelu – žádné zlepšení PM_{10} ani $PM_{2,5}$
- - čištění tlakovou vodou – žádný měřitelný dopad na PM_{10} ani $PM_{2,5}$ (Aldrin et al., 2008)
- **Berlín** – zima 2006/07, od pondělí do čtvrtka zametače s prachovými filtry na všechny ulice – žádné snížení v suchých dnech (Düring et al., 2007)

Resuspenze -zkušenosti II

- **Stuttgart** – zametače s filtry – žádné měřitelné snížení (Baumbach et al. 2007)
- **Stockholm** – dokonce zvýšení PM10 v důsledku zametání (krátkodobé, neovlivnilo denní průměry), kombinace suchého a mokrého zametání / vakuové čističe (Norman and Johansson, 2006)
- **Berlín** – kropení 2x během pracovních dní a v sobotu – žádný měřitelný vliv na PM10 (Düring et al., 2004).

Resuspenze – zkušenosti III

- **Taiwan** – vakuové zametače s filtry a kropením – měřitelné snížení až 30% TSM, jen v místě, jen 3 až 4 hodiny (Chang et al., 2005)
- **Barcelona** – vakuové zametače + ruční čištění vodou, 8 nocí za měsíc, následující den pokles PM_{10} v průměru o $8,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ale cca $3,7 - 4,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dáno meteopodmínkami (Amato et al. 2009)
- **Madrid** – po nočním mokrému čištění pokles ranních hodnot PM_{10} o $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, žádná změna pro $PM_{2,5}$

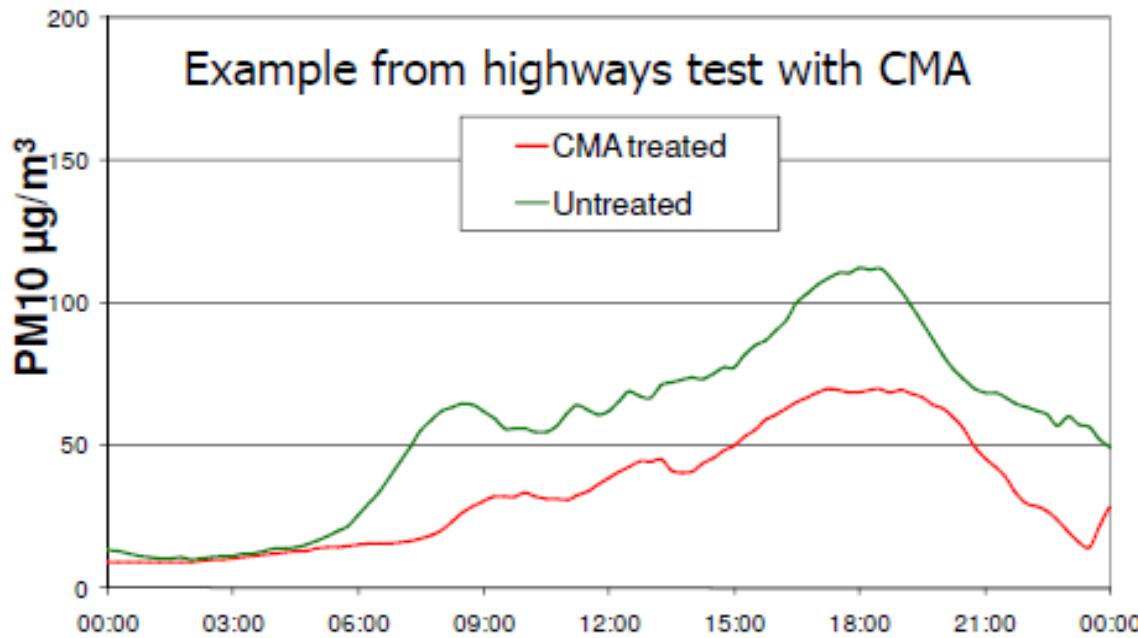


- Extreme case
- 15-20 % reduction in PM10 levels (24 h mean)
- 30-40 % reduction for the first hours

- No reduction in 24 h mean
- Maybe a small reduction the first hours

Stockholm - dálnice

Dustbinding



- Reduced PM10-concentrations during 24 h with ~35 % along a highway
- Reduced PM10-concentrations during 24 hours with 5-20 % in the city
- Reduction in PM10 during a few hours up to 40-70 %
- Not enough to reach the Limit values in the City
- Causes friction loss
- Expensive

•
•
•

REVIHAAP



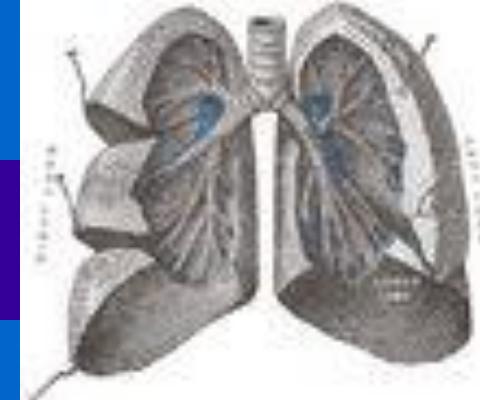
Review of evidence on health aspects of air pollution - první výsledky z 31. ledna 2013

- revize ročního limitu pro PM_{2,5}
- krátkodobý limit pro PM_{2,5}
- měřit specifické složky, včetně **Black Carbon**
- měřit **počet částic**
- revize hodnot pro oxidy dusíku

MUDr. Miroslav Šuta

Centrum pro životní prostředí a zdraví

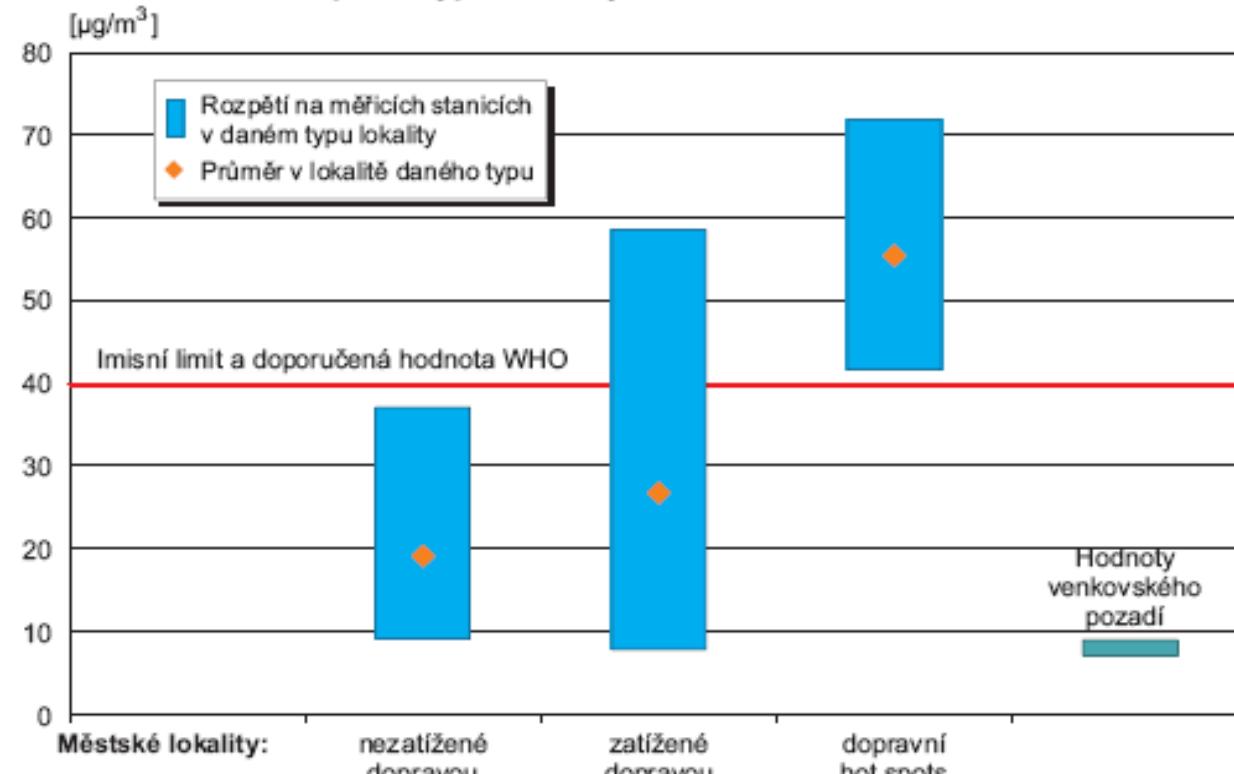
Oxidy dusíku (NO_x)



- ze spalovacích procesů (reakce kyslíku a dusíku)
- **zánětlivé reakce** ve sliznicích dýchacích cest (záněty průdušek)
- snížení počtu některých bílých krvinek (T - lymfocytů) a následné **narušení imunity**
- vnímavější skupiny - astmatici, bronchitici – více ohroženy
- vedou ke vzniku **sekundárních prach. částic**

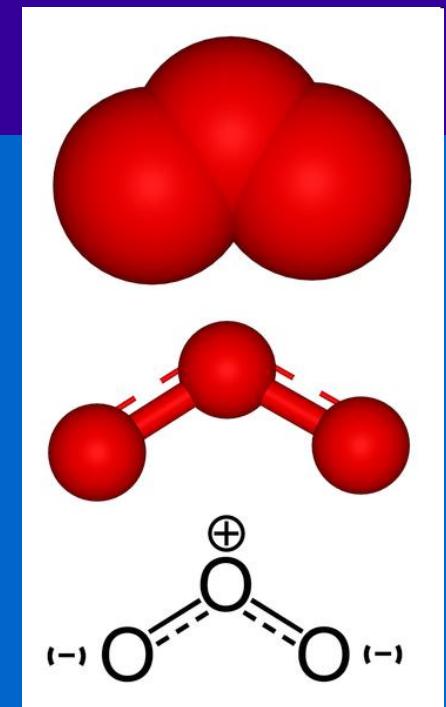
Oxidy dusíku II

Obr. 4.4b Průměrné roční koncentrace oxidu dusičitého (NO_2) podle typu městských lokalit, 2007



Ozón (O_3)

- druhotné znečištění (komplex fotochemických reakcí)
- snížení průměrné kapacity plic
- dráždění očí, nosu a krku
- kašel, bolesti na hrudi
- zvýšení produkce hlenu
- únava, malátnost, nevolnost
- buněčné a strukturální změny vedoucí k narušení samočisticí schopnosti plic



Zpoplatnění vjezdu (mýtné)

Singapur (1975)



- původně se na vjezd do centra vydávaly speciální licence k omezení kongescí
- dnes platba elektronicky dle aktuálního počtu vozidel v zóně
- od 2001 i snížení nehodovosti, emisí, hluku
- systém kvót pro nákup automobilů

Zpoplatnění vjezdu II

Londýn (únor 2003)

- placení několika způsoby
- výjimky např. taxislužba, policie, záchranka, MHD, invalidé, auta na alternativní paliva aj.
- kamery rozeznávající SPZ
- 2010 - plocha zóny cca 2x větší



•
•
•

Zpoplatnění vjezdu III



Londýn (výsledky)

- počet vozokilometrů v zóně -30 %
- počet vjíždějících vozů do zóny -30 %
- zvýšení počtu cyklistů v zóně o 20 %
- zkrácení cestovní doby v zóně o 14 %
- snížení emisí PM a NOx v zóně o 12 %
- snížení emisí CO₂ v zóně o 19 %

•
•
•

Zpoplatnění vjezdu IV



Stockholm

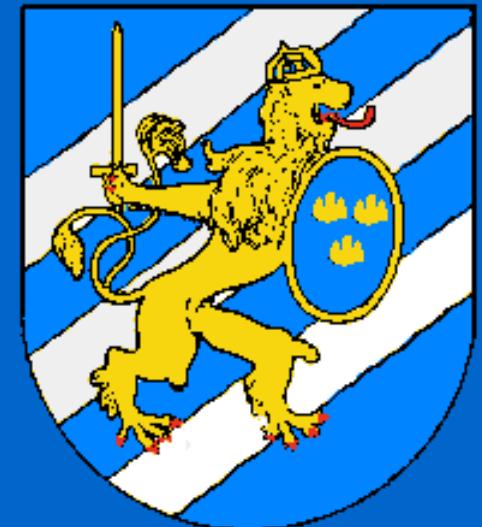
- zkušební období: leden/červenec 2006 (6.30-18.30 hod.)
- jednorázový poplatek podle denní doby
- na dodržování dohlíží kamery, vysoké pokuty
- snížení dopravy v zóně o 20-25 %
- zkrácení cestovní doby v zóně o 30 %
- snížení emisí PM v zóně o 12-13 %
- snížení emisí NO_x v zóně o 8-9 %

Nízkoemisní zóny



Göteborg (1996)

- systém je jednoduchý a levně kontrolovatelný
- snížení koncentrací PM o 40%
- podpora veřejnosti
- plánuje se rozšíření



•
•
•

Švédsko



Stockholm (1996)

- snížení emisí NOx o 10 - 20 %
- snížení emisí PM o 40 - 50 %
- snížení emisí těkavých organických látok o 16 - 21 %
- kombinace s mýtným systémem
- diskutuje se rozšíření





Švédsko



Helsingborg, Lund, Malmö, Mölndal

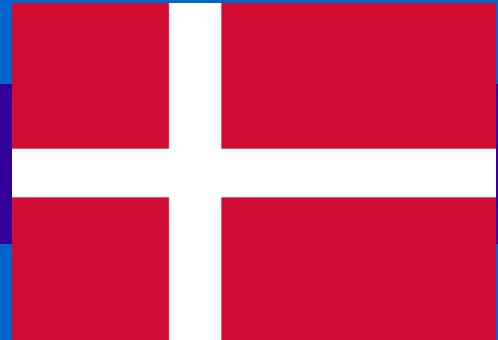
6 let od data 1. registrace

Euro 2 a 3 8 let od 1. registrace

- **Euro 2 do 2009 (pokud 1. registrace 2001)**
- **Euro 3 do 2014 (pokud 1. registrace 2006)**
- **Euro 4 do 2016**
- **Euro 5 do 2020**



Dánsko



Kodaň/Frederiksberg, Aalborg, Odense, Århus

- nákladní vozidla + autobusy > 3,5 t
- od 1. 7. 2010 EURO 4 a vyšší, starší s filtrem
- **Benefity (ročně):** -150 úmrtí, -150 hospitalizací pro respirační/oběhové choroby, -750 případů bronchitidy, -8 tisíc případů astmatu, -90.000 dní pracovní neschopnosti

MUDr. Miroslav Šuta

Centrum pro životní prostředí a zdraví

Nizozemsko



- **první vlna 2007/8 + druhá 2010/11**

Utrecht, Eindhoven, Tilburg, Delft, Leiden, Breda, Rotterdam, Maastricht, Den Haag, Amsterdam, Rijswijk, 's-Hertogenbosch ...

- **do 1. 7. 2013**

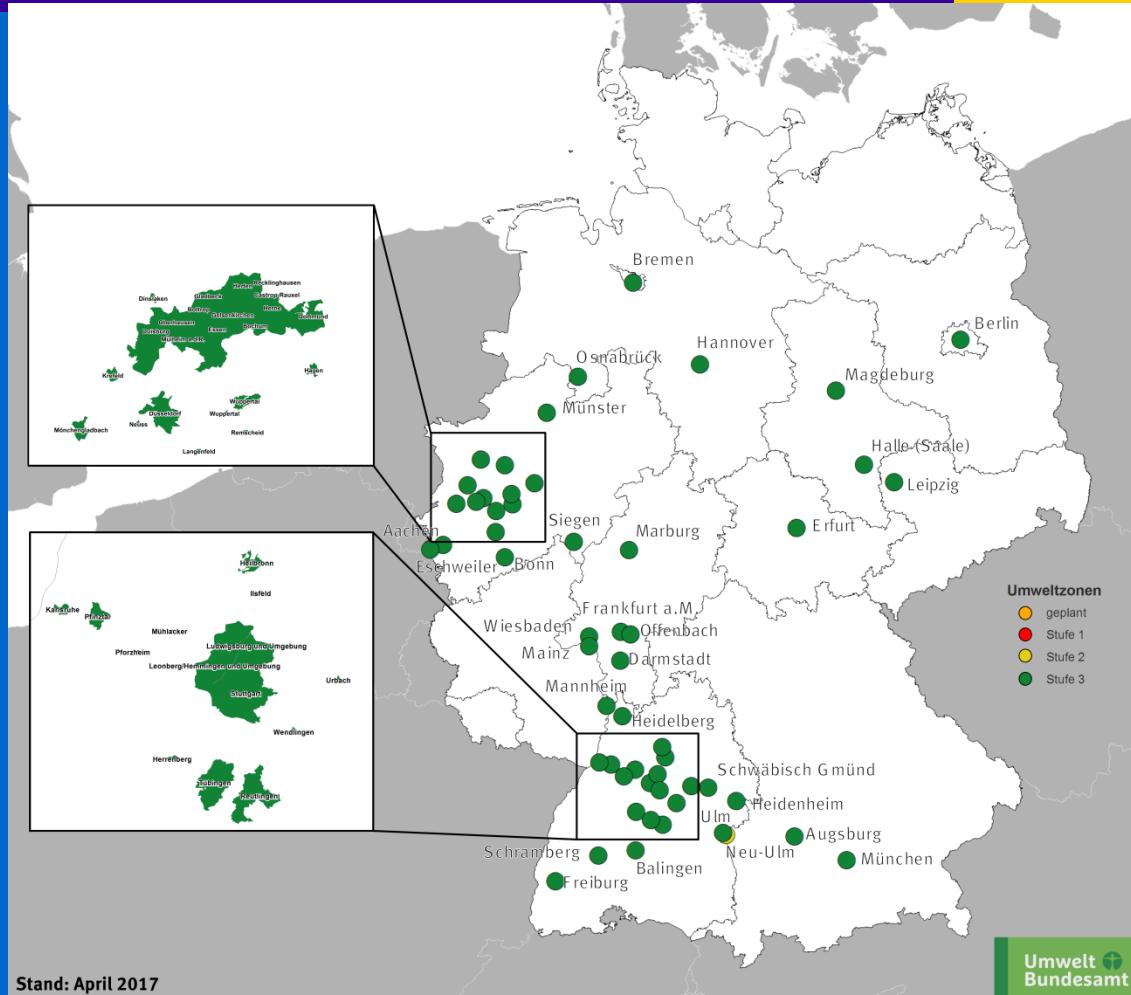
- Euro 3 s filtrem, do 8 let
 - Euro 4 a vyšší

- **od 1. 7. 2013**

- Euro 4 a vyšší

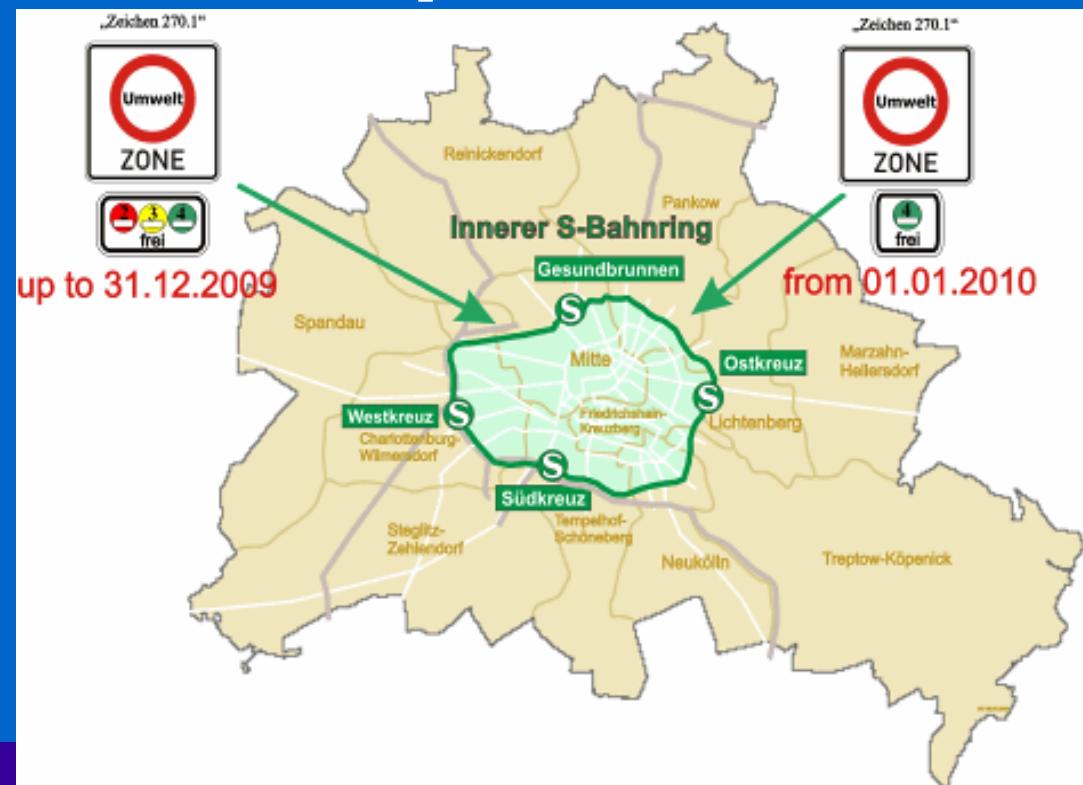


Německo

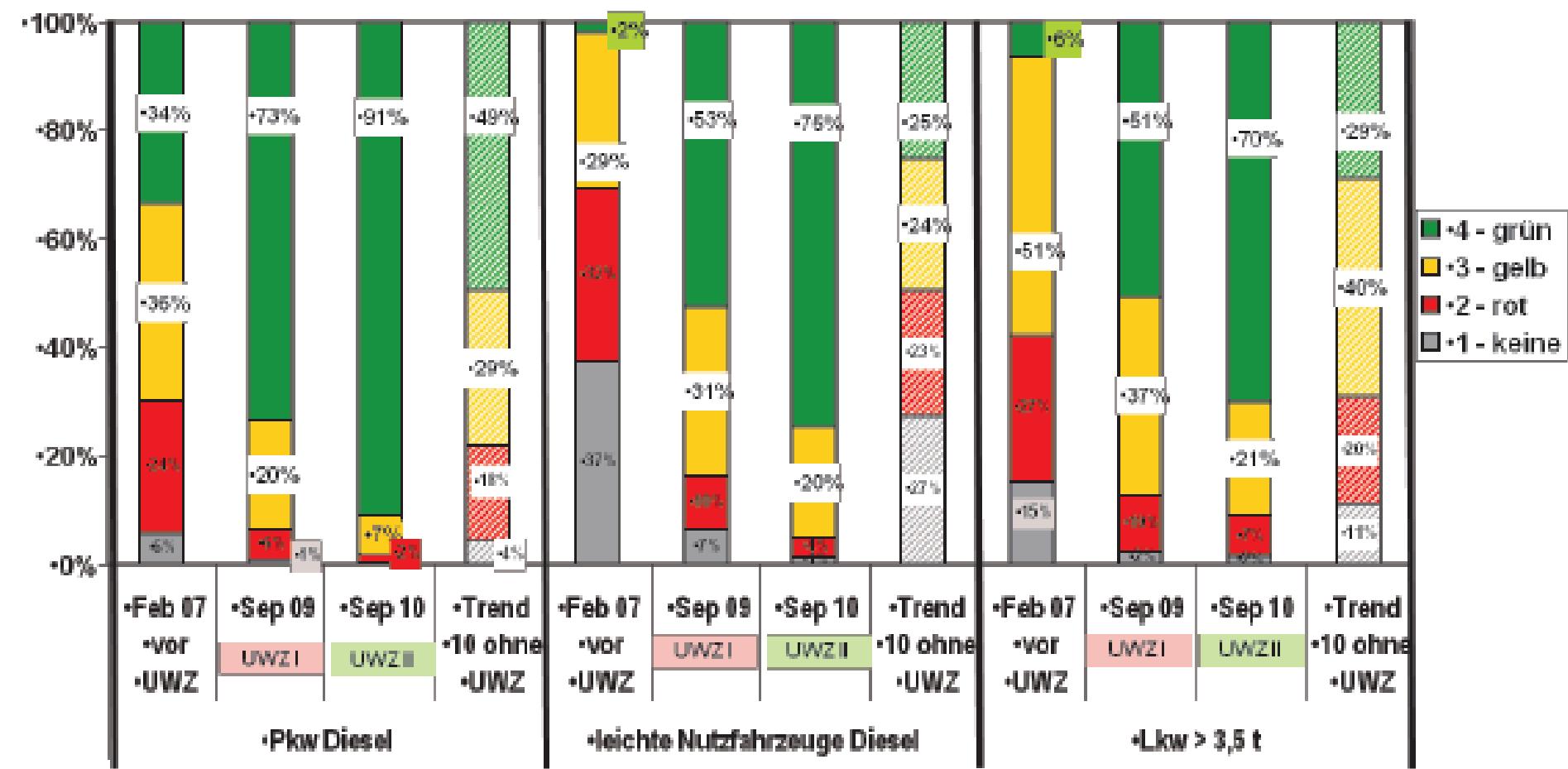


Berlín

- od 1. ledna 2008 – 88 km²
- od 1. ledna 2010 – zpřísnění



Berlín



Berlín

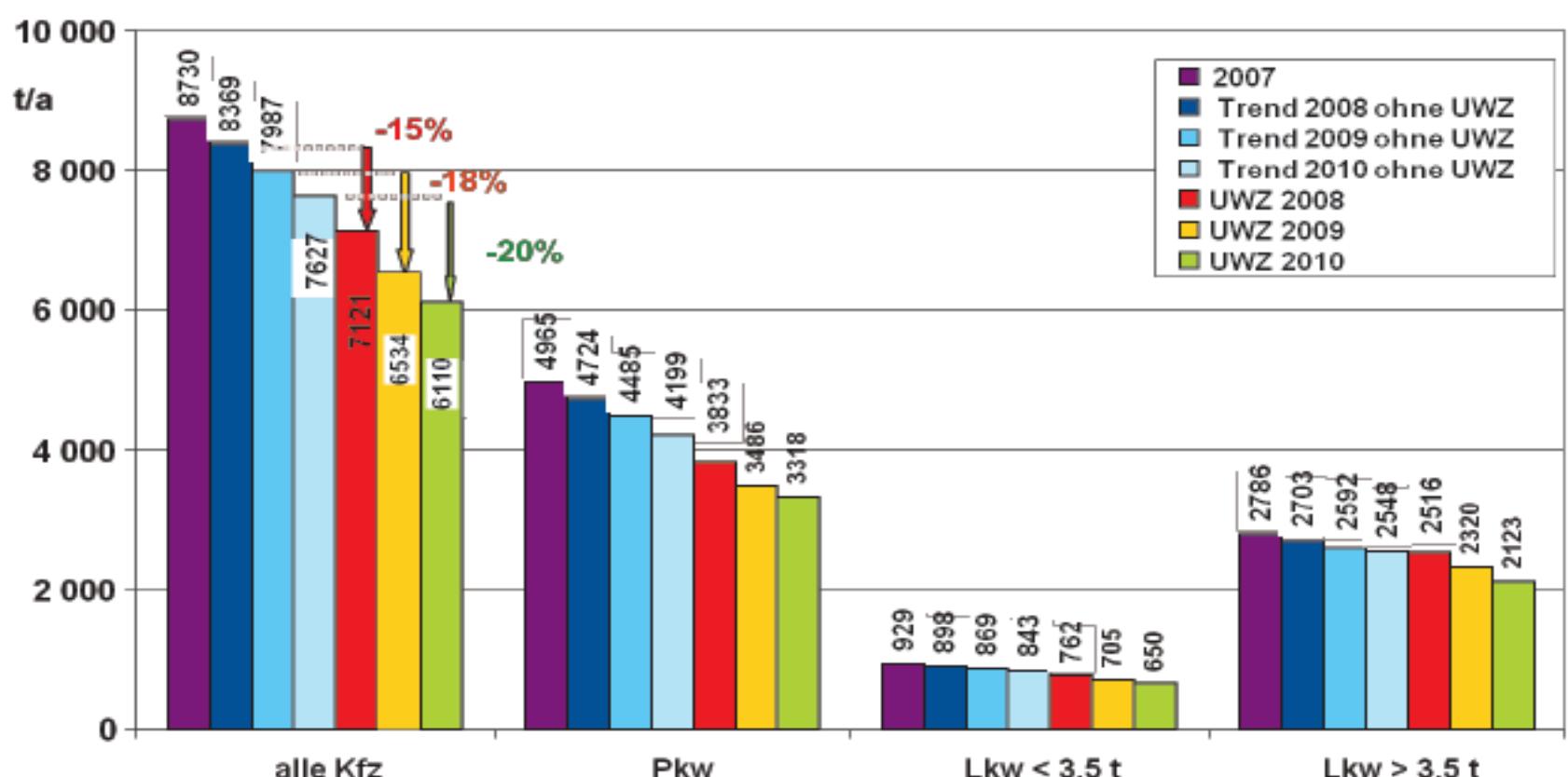
Ausstoß von Dieselruß durch
Berliner Umweltzone mehr als halbiert

290

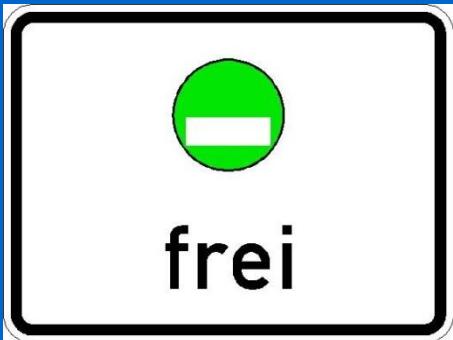
58%

126

Berlin



Emissions extrapolated on the main street network, based on a sample at Frankfurter Allee (without DPF retrofit, no emissions of cold start, following HBEFa 3.1)



Faktory úspěchu

- zóna - součást komplexního plánu
- velikost zóny
- kontrola a vymáhání
- výjimky
- komunikace s veřejností
- možnost gradace
- retrofit



Snížení maximální rychlosti

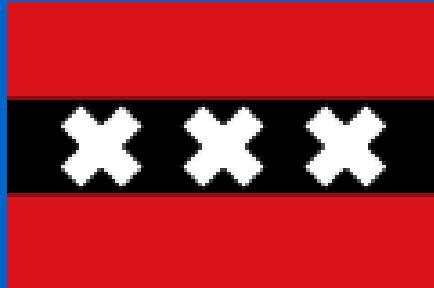
Nizozemí

- **dálnice A13 Overschie u Rotterdamu**
- 140 tisíc vozidel denně (asi 10 % nákladních)
- snížení rychlost ze 100 na 80 km/h (2002)

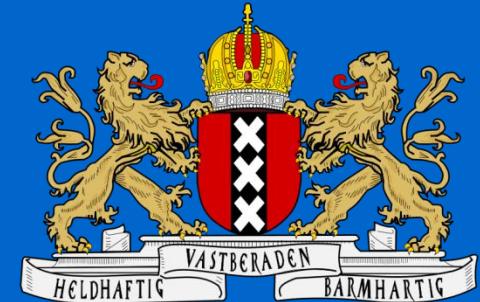
Výsledky :

- snížení emisí prachových částic o 35 %
- snížení emisí oxidů dusíku o 25 %
- snížení intenzit hluku o 25-50 %
- snížení počtu zácp a zvýšení plynulosti provozu

Politika parkování



Amsterdam



- nový systém parkování na základě referenda (1992)
- v centru omezené parkování (4 eura/hod)
- snížení intenzity dopravy v centru o 19%
- přispěla ke snížení znečištění ovzduší
- 50 % cest v centru na bicyklu

Alternativní pohony

- elektromobily
- LPG
- PNG
- CNG
- biopaliva
- vodíkové články

