

Znečištění ovzduší – důsledky pro zdraví naší populace

Radim J. Šrám,
Ústav experimentální medicíny AV ČR
sram@biomed.cas.cz



Výbor pro zdravotnictví a bydlení ZHMP, Praha, 20. 4. 2017

PM2.5 2015

17. ZASEDÁNÍ WHO

Květen 2014

- 1) Expozice znečištěného ovzduší
v Evropě 2012 – 600 000 úmrtí
- 2) Znečištěné ovzduší + prachové částice
prokázaný lidský karcinogen (X/2013)
(15 % všech karcinomů plic)

WHO doporučuje standard pro PM2.5 < 10 µg/m³

PM 2.5

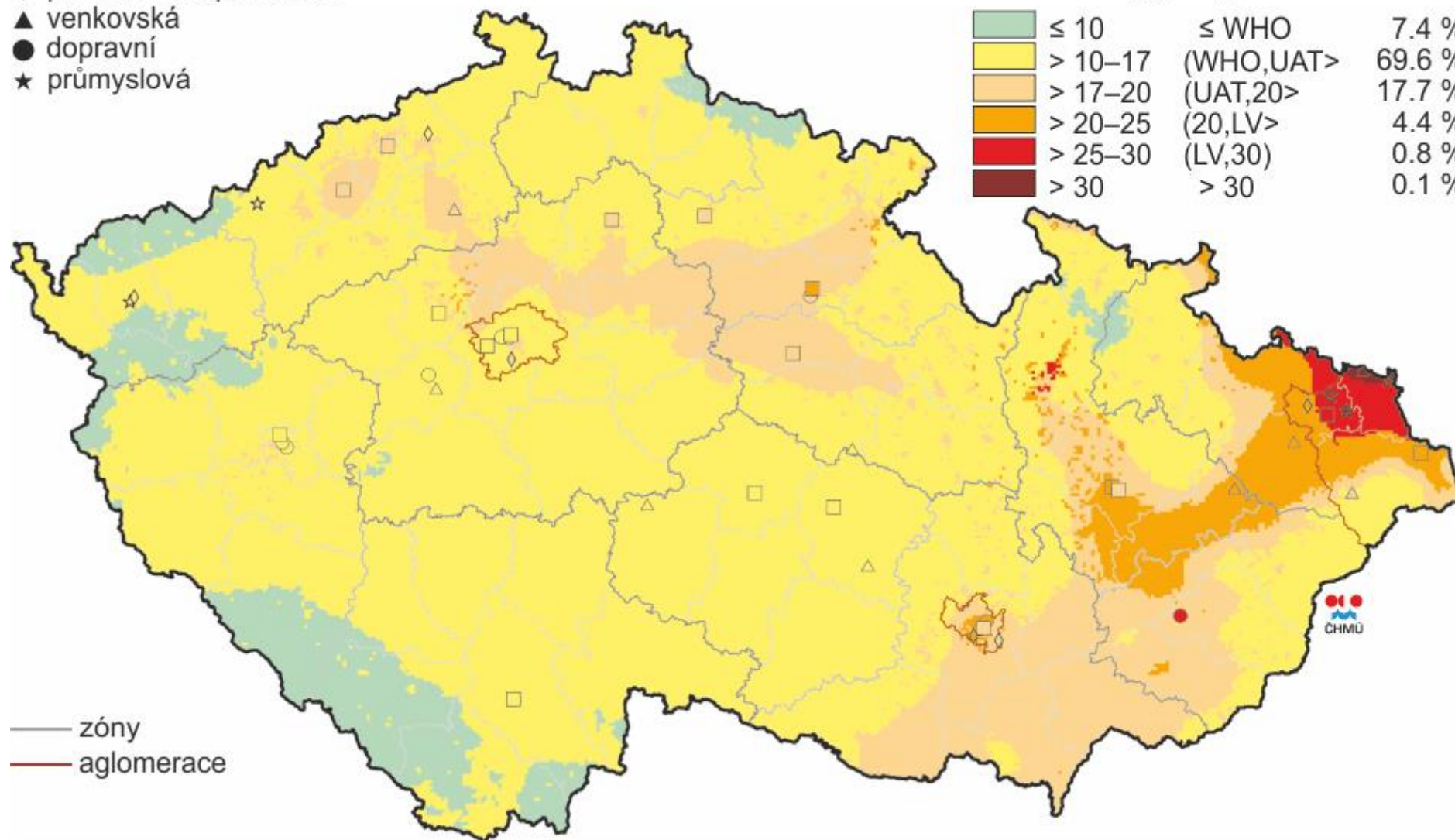
| | | |
|---|-----|-----------------------------|
| → | EU | 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| → | USA | 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| → | WHO | 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |

klasifikace stanic

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

koncentrace [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]

| | | |
|---------|-----------|--------|
| ≤ 10 | ≤ WHO | 7.4 % |
| > 10–17 | (WHO,UAT> | 69.6 % |
| > 17–20 | (UAT,20> | 17.7 % |
| > 20–25 | (20,LV> | 4.4 % |
| > 25–30 | (LV,30) | 0.8 % |
| > 30 | > 30 | 0.1 % |



B[a]P 2015

B[a]P

**C.B.B. Guerreiro et al. “Benzo(a)pyrene in Europe: Ambient air concentrations, population exposure and health effects”,
Environmental Pollution 214 (2016) 657-667**



Acceptable risk level: 0.12 ng B[a]P/m³

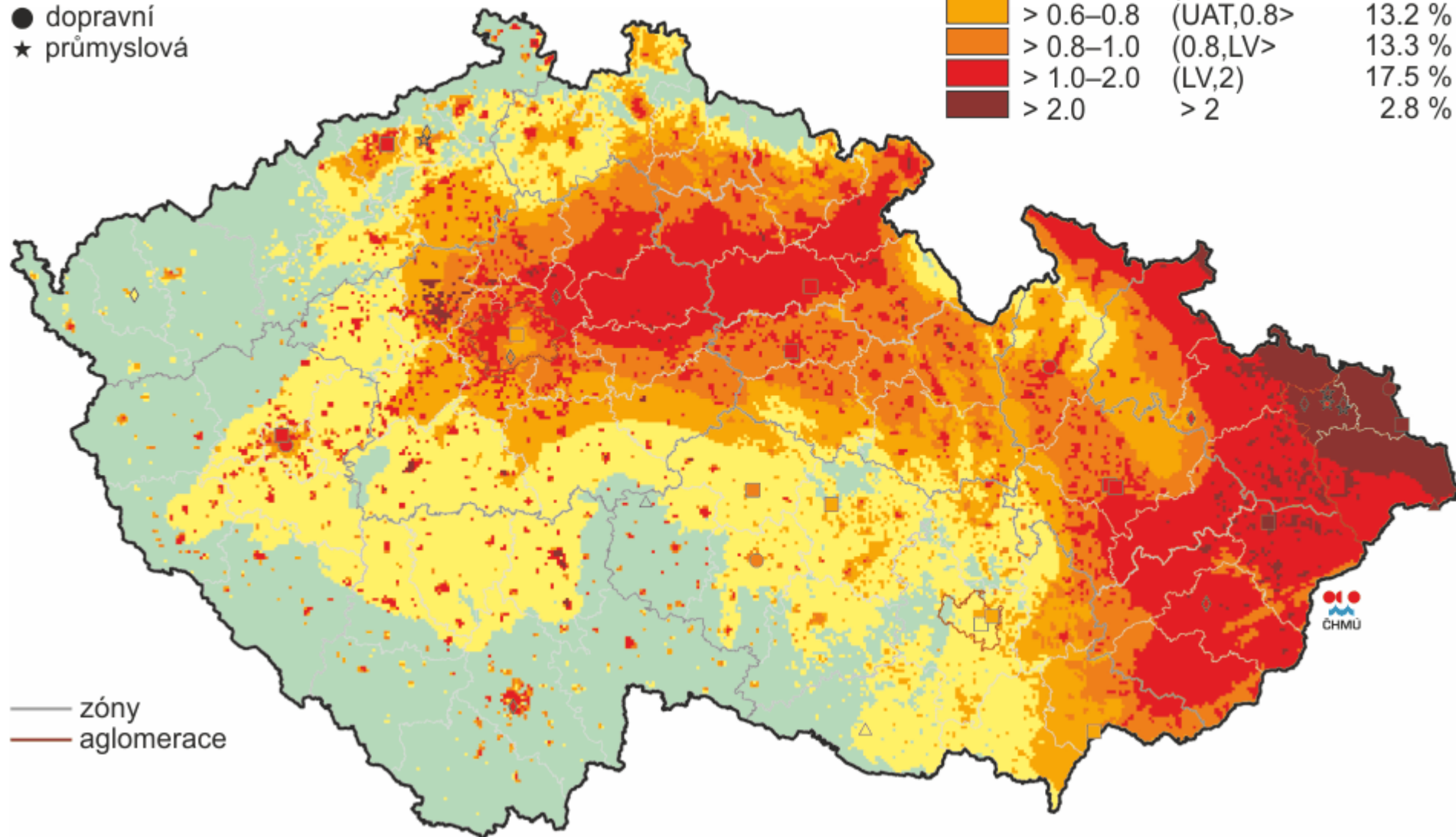
**Increasing tendency in B[a]P emissions - implementation
of climate mitigation policies promoting the use of
biomass burning for domestic heating**

klasifikace stanic

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

koncentrace [ng.m⁻³]

| | | |
|-----------|-----------|--------|
| ≤ 0.4 | ≤ LAT | 28.3 % |
| > 0.4–0.6 | (LAT,UAT> | 24.9 % |
| > 0.6–0.8 | (UAT,0.8> | 13.2 % |
| > 0.8–1.0 | (0.8,LV> | 13.3 % |
| > 1.0–2.0 | (LV,2) | 17.5 % |
| > 2.0 | > 2 | 2.8 % |



AIR POLLUTION 2010 – 2015

(CHMI)

| Locality | PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | B[a]P ng/m^3 |
|--------------------|---|---|---|
| Ostrava-Poruba | 39.9 \pm 41.4 / 29.1 \pm 24.8 | 32.2 \pm 37.0 / 22.7 \pm 18.2 | 3.8 \pm 6.2 / 2.6 \pm 1.0 |
| Ostrava -Bartovice | 61.7 \pm 45.6 / 42.2 \pm 37.4 | 46.7 \pm 38.2 / 34.6 \pm 29.3 | 7.2 \pm 8.1 / 7.8 \pm 4.5 |
| Karvina | 54.3 \pm 50.0 / 36.6 \pm 30.8 | X / (33.1 \pm 24.9) | 6.3 \pm 8.8 / 3.5 \pm 1.5) |
| Havirov | 52.9 \pm 58.2 / 36.2 \pm 30.7 | X | X |
| Prague-Smichov | 37.9 \pm 20.1 / 29.1 \pm 26.0 | 21.1 \pm 14.2 / 16.1 \pm 14.2 | X |
| Prague -Libus | 27.4 \pm 16.9 / 21.5 \pm 19.1 | 20.3 \pm 13.1 / (17.1 \pm 13.3) | 0.9 \pm 1.2 / 0.9 \pm 0.4 |
| Ceské Budejovice | 25.2 \pm 16.9 / 19.5 \pm 16.8 | X / 16.9 \pm 14.3 | 1.5 \pm 1.8 / 1.4 \pm 0.6 |

VÝSLEDKY MOLEKULÁRNĚ EPIDEMIOLOGICKÝCH STUDIÍ

(genomová frekvence translokací-FISH, mikrojadérka,
fragmentace DNA ve spermiích)

koncentrace
> 1 ng B[a]P/m³
v ovzduší

RIZIKO PRO LIDSKÉ ZDRAVÍ

(WHO Bonn 6. 11. 2009)

VÝZNAM k-PAU VE ZNEČIŠTĚNÉM OVZDUŠÍ



ZDRAVOTNÍ RIZIKA EXPOZICE Z DOPRAVY

- ↑ koncentrace NO₂
- ↑ koncentrace PM_{2.5}
- ↑ koncentrace k-PAU

EMISE Z DIESELOVÝCH MOTORŮ

velmi jemné prachové částice



PM1 < 1 μ m



na nich jsou vázány k-PAU

Vliv PM1



oxidační stres



**urychlení
procesu stárnutí**



**výskyt
kardiovaskulárních
onemocnění**

ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ Z DOPRAVY

(Casana et al. 2012)

Asthma bronchiale u dětí

NO_2 (OR = 1.14, 95% CI: 1.06 -1.24)

Obstrukční bronchitida u dětí

$\text{PM}_{2.5}$ (OR = 1.05, 95% CI: 1.04 -1.07)

ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ Z DOPRAVY

(Sunyer et al. 2017)

Změny pozornosti, ovlivnění neuropsychického vývoje

NO₂ 33.50 µg/m³

EC 1.13 µg/m³

| | | |
|-----------------|---------------------|-----------------------------|
| NO ₂ | Praha 2 Legerova | 47.1±20.6 µg/m ³ |
| | Praha 4 Libuš | 18.1±7.6 µg/m ³ |
| | Praha 5 Smíchov | 41.6±17.3 µg/m ³ |
| | Praha 10 Průmyslová | 31.2±12.2 µg/m ³ |



Problém kongesce u tranzitní kamionové dopravy

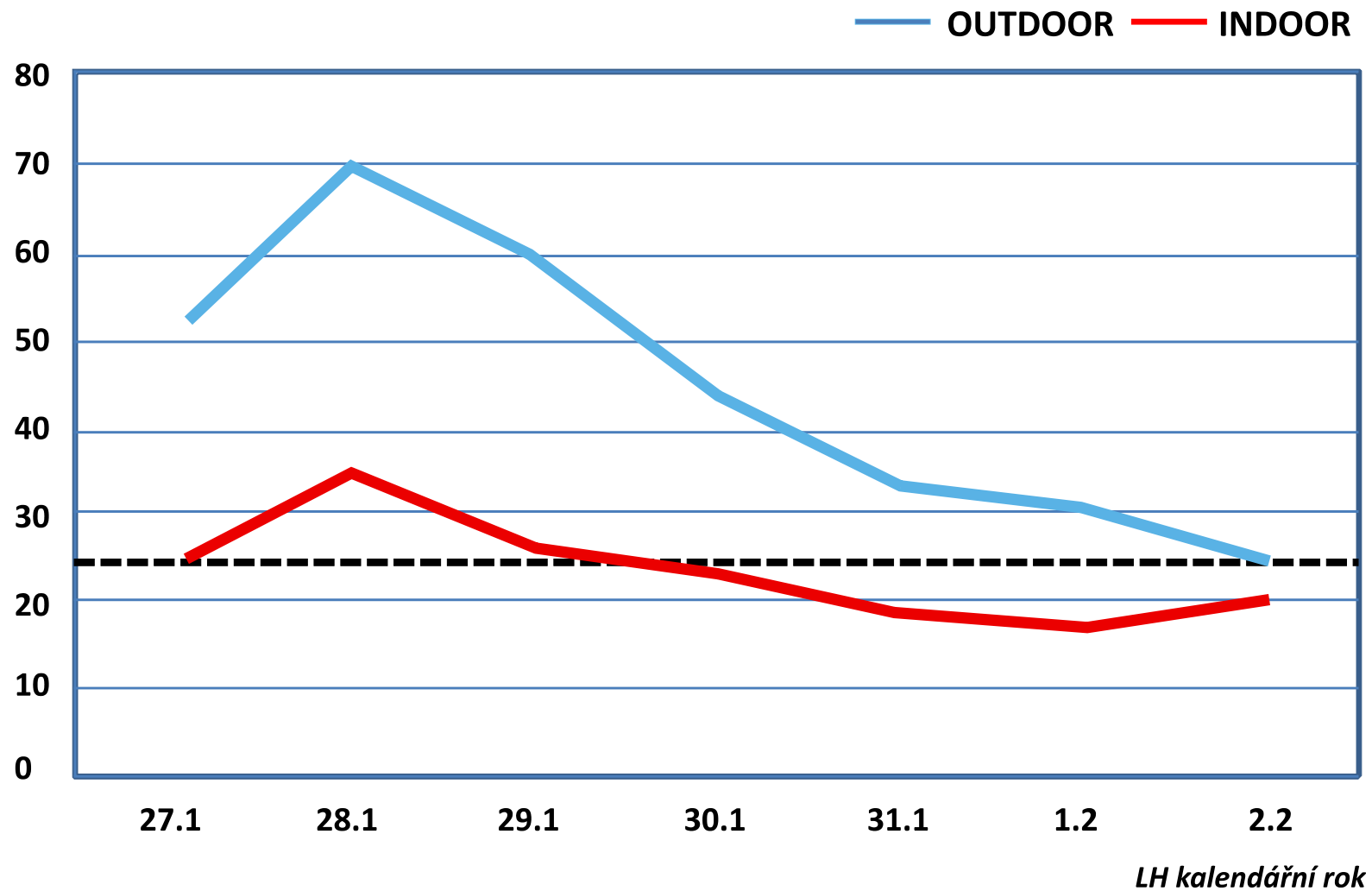
- ➔ **Spalovací motory – hlavní zdroj velmi jemných částic ve většině městských aglomeracích**
- ➔ **Nárůst intenzity dopravy zvyšuje emise a zvyšuje míru výskytu kongesce**
- ➔ **Emise jsou vyšší než odpovídá modelům**
- ➔ **U současného vozového parku má vliv na emise též: technický stav, kvalita jízdy, a provozní podmínky**

Městský provoz:

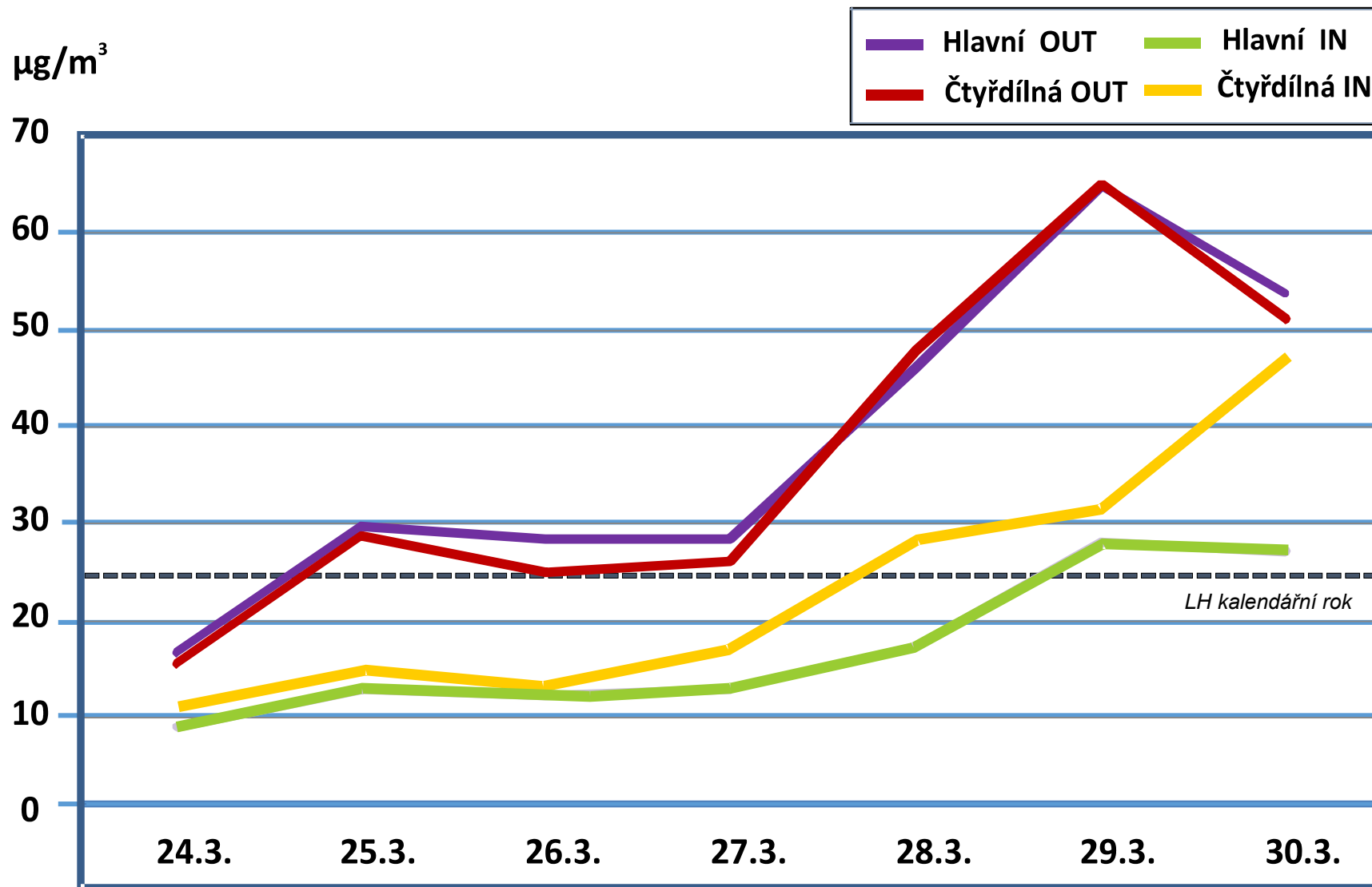
**nejvíce technicky náročný z hlediska emisí
nejvyšší míra expozice (blízkost, počet lidí)**

PM2.5 Praha 4 Spořilov 2014

Svojšovická 2878

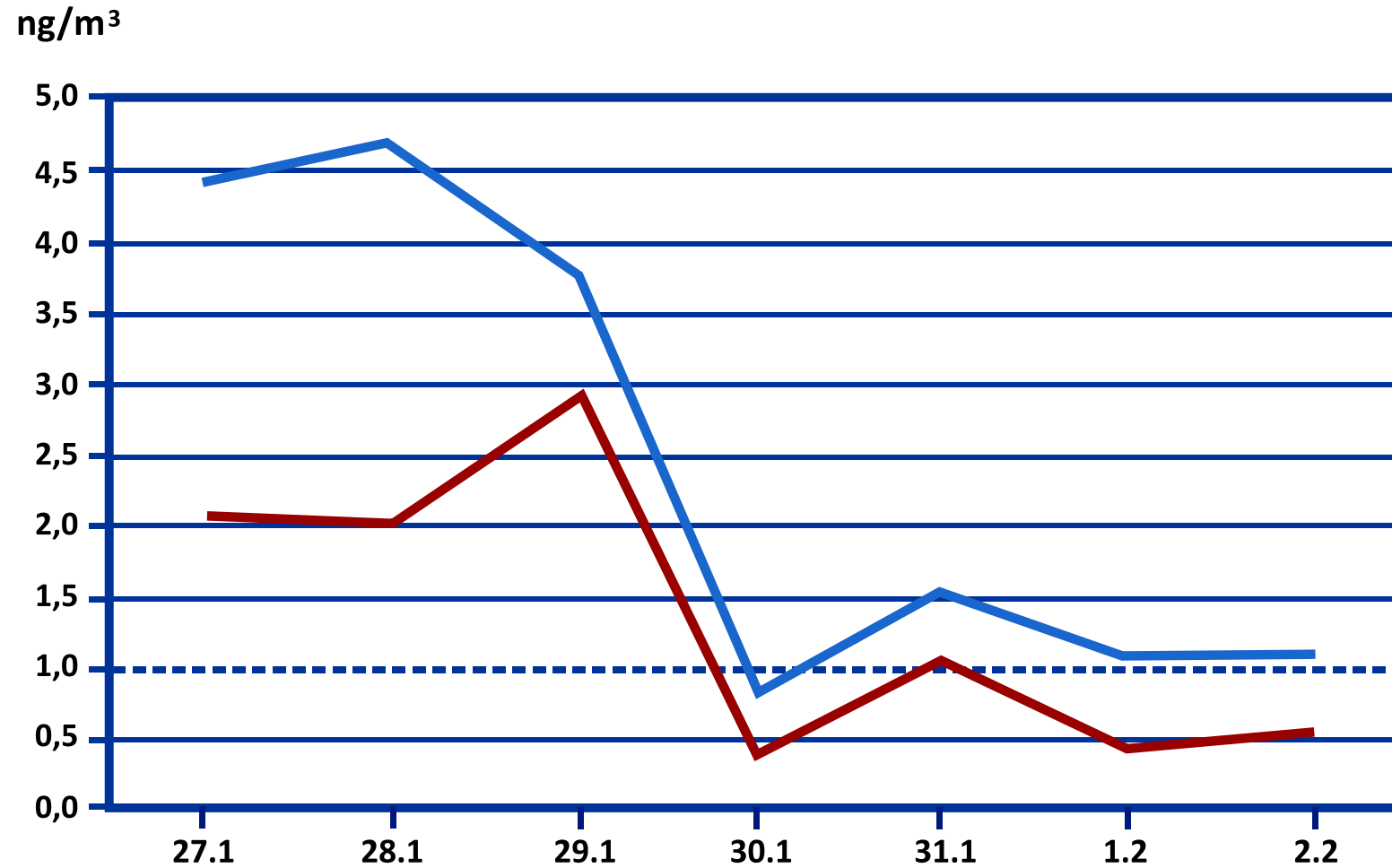


PM2.5 Praha 4 Spořilov 2014

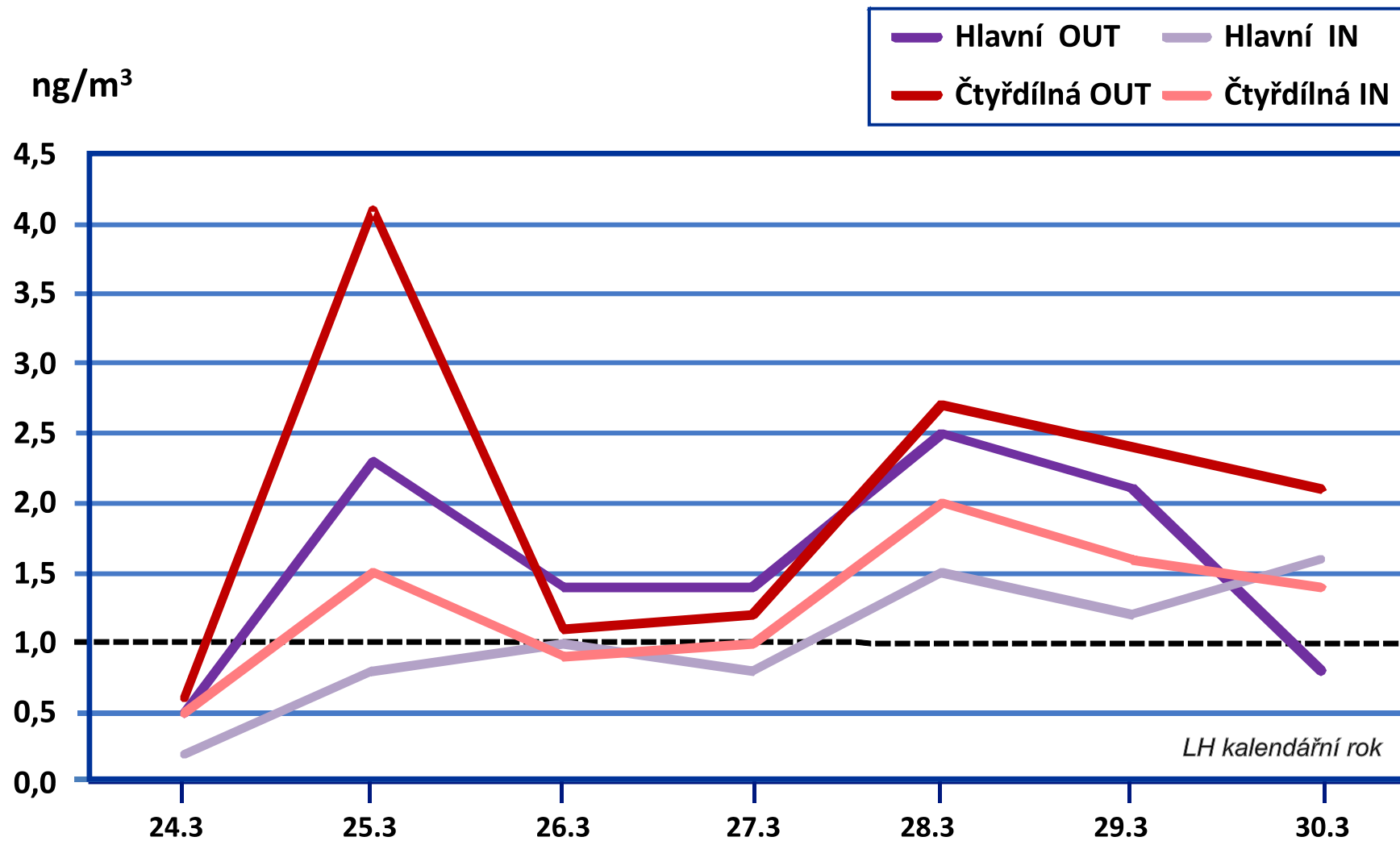


B[a]P Praha 4 Spořilov 2014

Svojšovická 2878



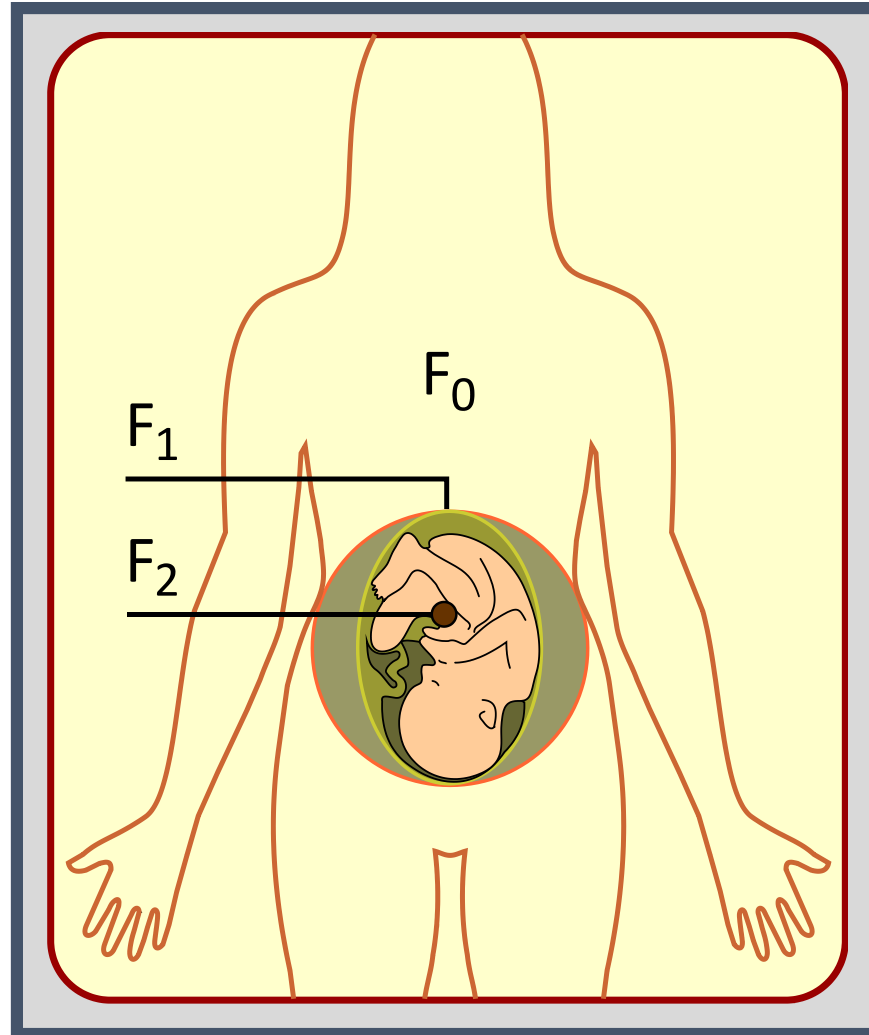
B[a]P Praha 4 Spořilov 2014



HODNOCENÍ ZDRAVOTNÍCH RIZIK

- ➔ Expozice koncentracím PM2.5 > 10 mg/m³ nepříznivě ovlivňují lidské zdraví (WHO).
- ➔ Zvýšené koncentrace jemných prachových částic PM2.5 představují zvýšené riziko kardiovaskulárních onemocnění.
- ➔ Expozice koncentracím B[a]P (benzo[a]pyrenu) > 1 ng/m³ prokazatelně poškozují genetický materiál (WHO), proto představují zjištěné hodnoty závažné riziko pro lidské zdraví.
- ➔ Zvýšené koncentrace B[a]P představují riziko nepříznivého ovlivnění těhotenství, respiračních onemocnění u dětí, kardiovaskulárních onemocnění a cukrovky 2. typu u dospělých.

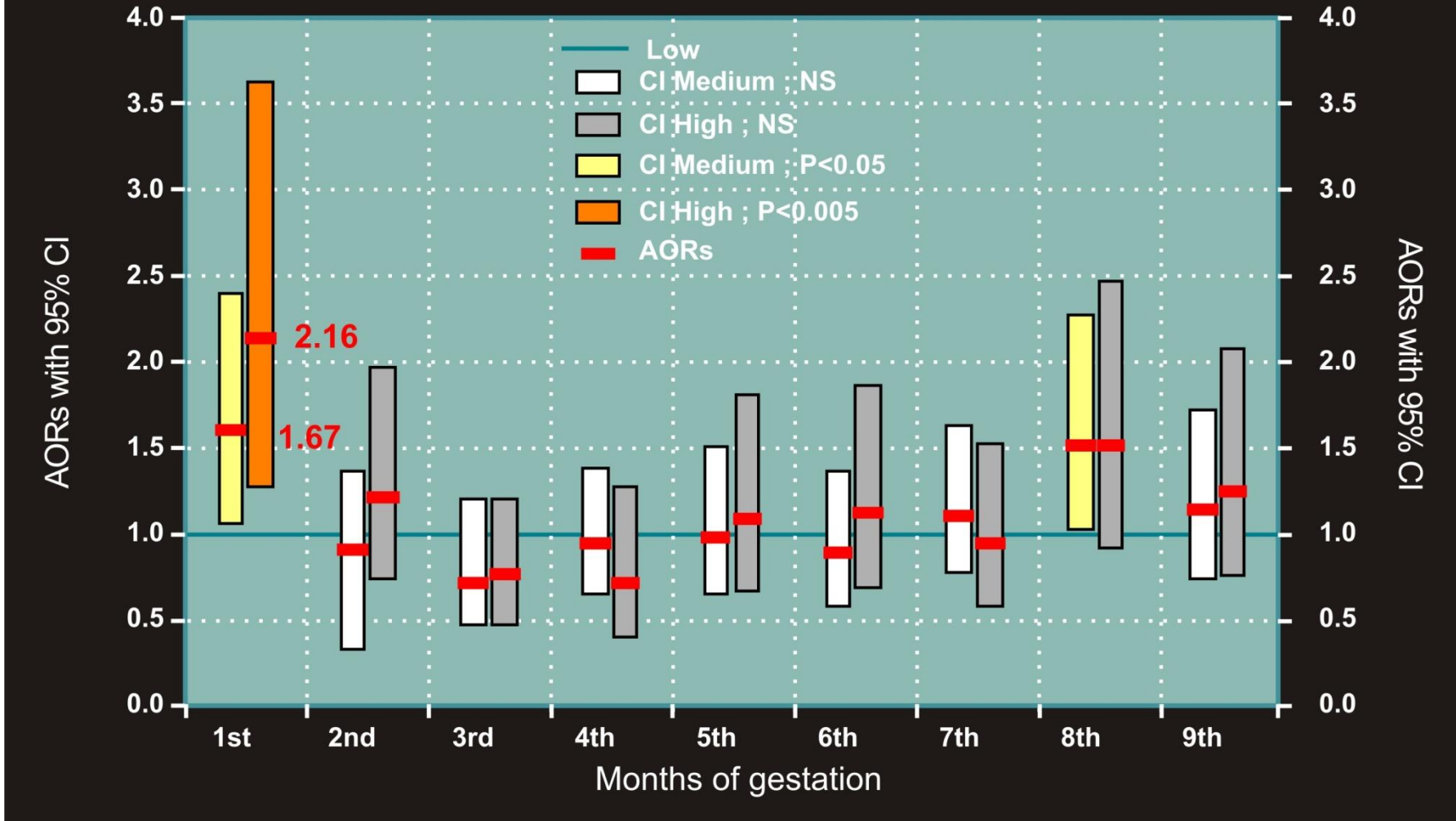




INCIDENCE DĚTÍ S PORODNÍ HMOTNOSTÍ < 2.500 g

| Rok | Teplice | | Ústí n. L. | | Jablonec | |
|------|---------|-----|------------|-----|----------|-----|
| | N | % | N | % | N | % |
| 1982 | 1546 | 8.3 | 1591 | 8.1 | 1102 | 5.5 |
| 1983 | 1511 | 8.3 | 1551 | 8.4 | 1061 | 6.5 |
| 1984 | 1374 | 9.2 | 1460 | 7.7 | 1063 | 4.3 |
| 1985 | 1351 | 7.9 | 1510 | 7.5 | - | - |
| 1986 | 1408 | 6.5 | 1532 | 8.7 | - | - |

CARCINOGENIC PAHs & IUGR IN TEPLICE



DŮSLEDKY IUGR

- ▶ Dětská úmrtnost
- ▶ Dětská nemocnost
- ▶ Zpoždění vývoje
- ▶ Cukrovka
- ▶ Hypertenze
- ▶ Ischemická choroba srdeční

The effect of prenatal exposure of air pollution to gene expression profile

Preliminary preview of the G-NEW study

K. Honkova¹, A. Rossnerova¹, P. Rossner, Jr.¹, J. Pavlikova¹, H. Gmuender², V. Svecova¹, J. Pulkrabova³, J. Hajslova³, M. Veleminsky⁴
and R.J. Sram¹

- We observed affected neurotrophin signalling pathway and primary immunodeficiency pathway for subjects from Karvina district and winter period.



Ultrafine Particles – an evidence based contribution to the development of regional and European environmental and health policy

Měření koncentrace ultrajemných částic v ovzduší a analýza jejich krátkodobého účinku na zdraví obyvatel pěti evropských měst

Trvání

01.07.2011 – 31.12.2014

V rámci

CENTRAL EUROPE Programme, co-financed by the ERDF



EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL
DEVELOPMENT FUND



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN

Ultrafine Particles (20-100 nm)

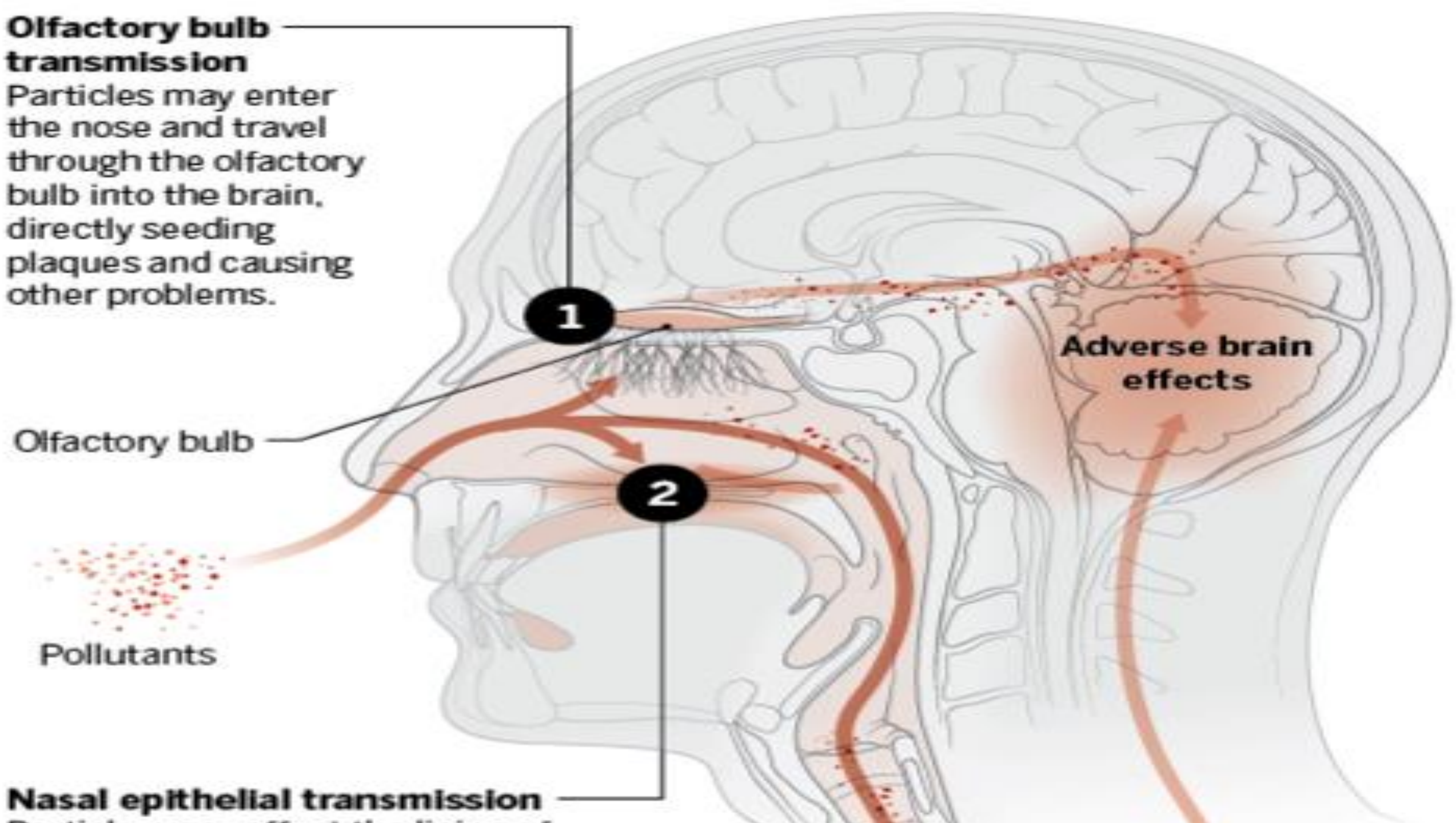
- **O 7.5% vyšší počet hospitalizací s diagnózou kardiovaskulární onemocnění 2 dny po zvýšené expozici**
- **Významné zvýšení počtu hospitalizací s diagnózou CVD rovněž pro zvýšenou expozici ve 2-5 dnu před hospitalizací**



**ZNEČIŠTĚNÉ
OVZDUŠÍ**

A

CNS



VLIV PM2.5 na CNS

Zvýšené koncentrace PM2.5 zvyšují výskyt:

autismu

poruch kognitivních funkcí u dětí

onemocnění depresí

incidence demence

Parkinsonovy choroby

ovlivňují koncentraci proteinu BDNF

VLIV PAU na CNS

Zvýšené koncentrace PAU :

ovlivňují hladinu BDNF

redukují bílou hmotu mozku

snižují kognitivní funkce u dětí

zvyšují výskyt ADHD

ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ V ČR

(HODNOCENÍ RIZIKA)

- 1) **Nejvýznamnější riziko představuje frakce $< 1 \mu\text{m}$ PM (PM1), na kterou je vázána podstatná část k-PAU**
- 2) **Koncentrace B[a]P $> 1 \text{ ng/m}^3/\text{rok}$ (standard EU) jsou dlouhodobě překračovány u 50% populace ČR**
- 3) **Proto lze zátěž populace B[a]P považovat za nejvýznamnější riziko znečištěným ovzduším v ČR**
- 4) **Pro většinu oblastí ČR představují největší zátěž B[a]P lokální topeniště, v Praze doprava, pro MSK průmyslové zdroje**

ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ V ČR

(HODNOCENÍ RIZIKA)

- 5) **Novým poznatkem** jsou výsledky, které prokazují vliv B[a]P **na deregulaci genů u novorozenců** (specificky genů ovlivňujících imunitu a neuropsychický vývoj)
- 6) Prokázaným důsledkem současného znečištění ovzduší **je zvýšená nemocnost dětí předškolního věku, asthma bronchiale u dětí, kardiovaskulární nemocnosti a úmrtnosti, ovlivnění fertility**
- 7) **Zvýšené koncentrace B[a]P budou nepříznivě ovlivňovat současné a příští generace**
- 8) **Nejvíce ohrožené skupiny představují těhotné ženy, děti předškolního věku a senioři**

PODĚKOVÁNÍ

Podpořeno grantem Strategie AV21
Projekt QUALITAS

QUALITAS

Kvalitní život
ve zdraví i nemoci

 Akademie věd
České republiky
Strategie AV21
Špičkový výzkum ve veřejném zájmu