

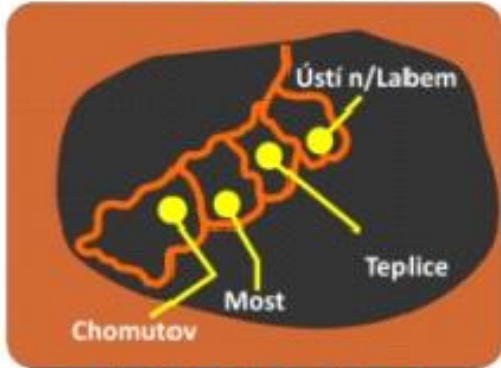
Vliv znečištěného ovzduší na lidské zdraví, zkušenosti z Programu Teplice

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



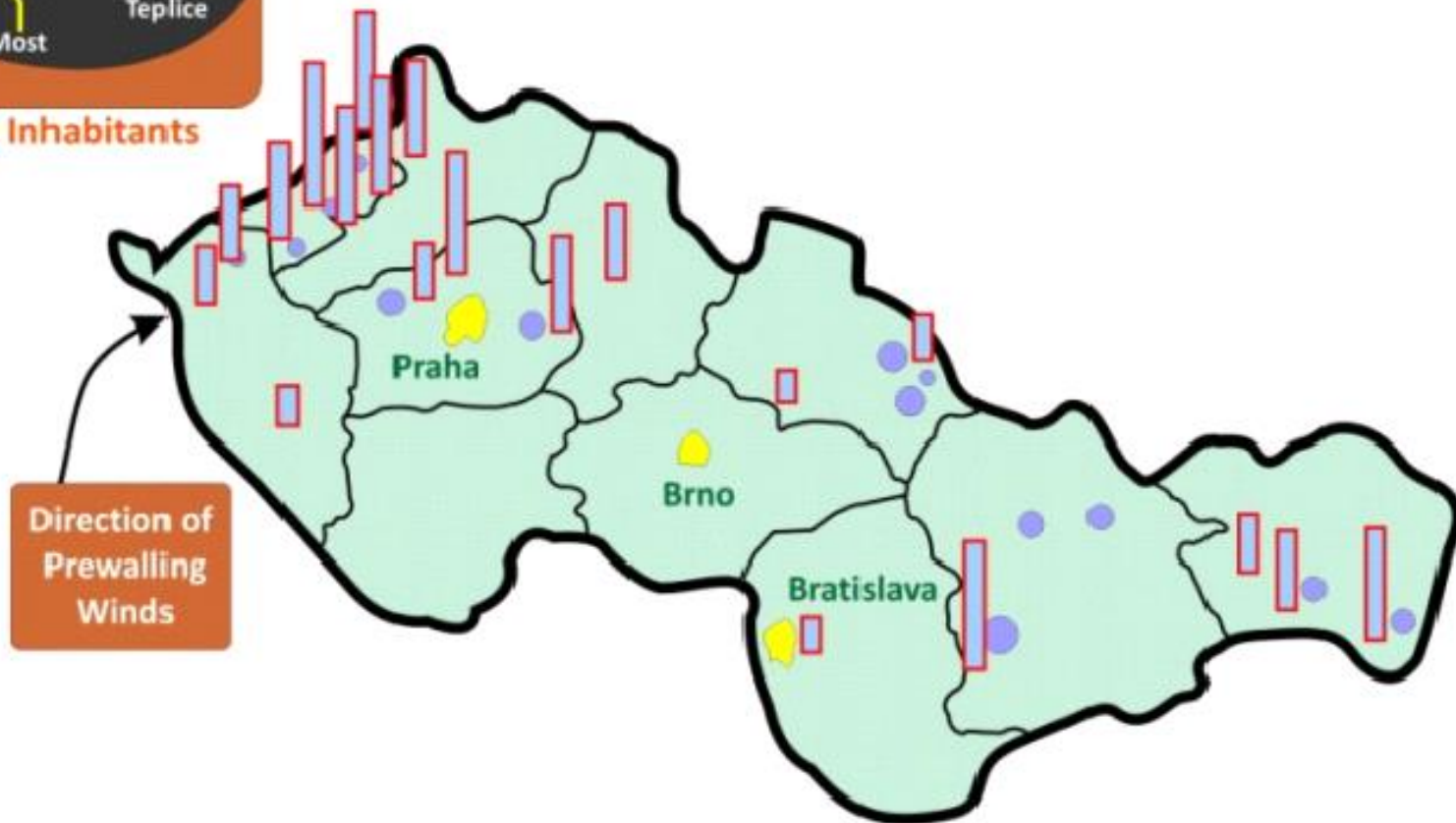
Konference EKOLOGIE 2018, Praha, 28. 4. 2017

Mining Districts

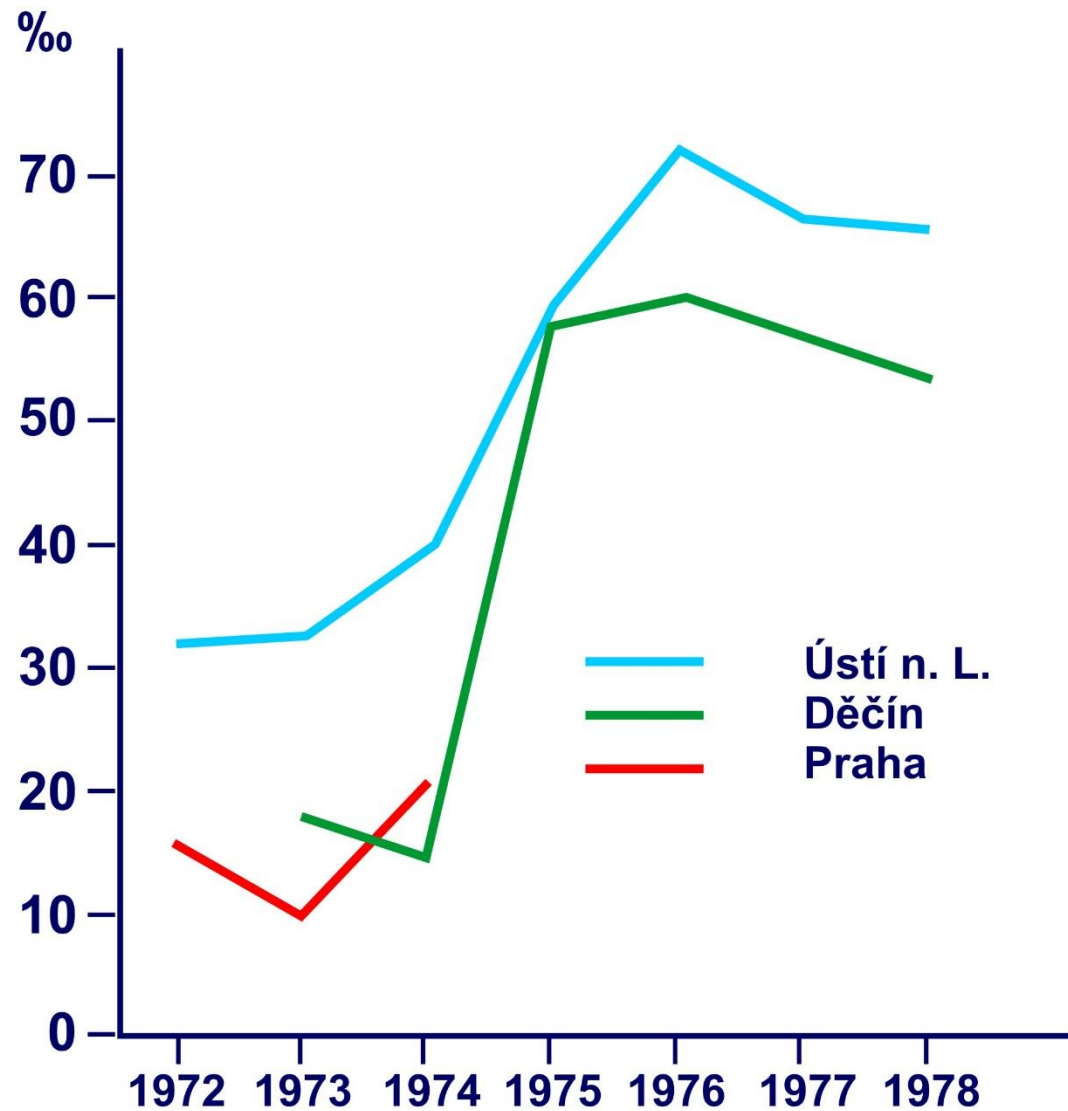


498,000 Inhabitants

DISTRIBUTION OF THE MAIN EMISSION CENTRES IN CZECHOSLOVAKIA



Incidence VVV (vrozených vývojových vad)



STŘEDNÍ DÉLKA ŽIVOTA OKRES **TEPLICE** vs. ČR



ROKY	Česká republika		Teplice	
	Muži	Ženy	Muži	Ženy
1983	67,0	74,2	65,7	73,1
1984	67,3	74,2	65,1	73,8
1985	67,5	74,7	67,1	73,0
1986	67,5	74,6	65,2	72,4
1987	67,8	75,1	65,3	72,2
1988	68,2	75,4	64,9	73,9

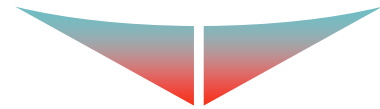
NEMOCNOST DĚTÍ V PÁNEVNÍCH OKRESECH SEVEROČESKÉHO KRAJE

Onemocnění	Nemocnost dětí Počet onemocnění/100	
	ČR	Pánevnické okresy
Močové cesty - ledviny	0.89	1.12
Dýchací soustava	0.54	2.90
Alergie	1.70	2.93
Duševní poruchy	0.53	1.06
Kůže	0.65	1.29
	(0-6 let)	
Močové cesty - ledviny	1.42	1.68
Dýchací soustava	0.45	1.40
Duševní poruchy	2.00	4.09
Endokrinní	1.17	1.54
Kůže	0.73	1.09
Ostatní chronická onemocnění	0.92	1.79
	(7-15 let)	

TEPLICE PROGRAM

IMPACT OF AIR POLLUTION ON HUMAN HEALTH

Model district



TEPLICE

(coal power plant
open pit mines
industry)

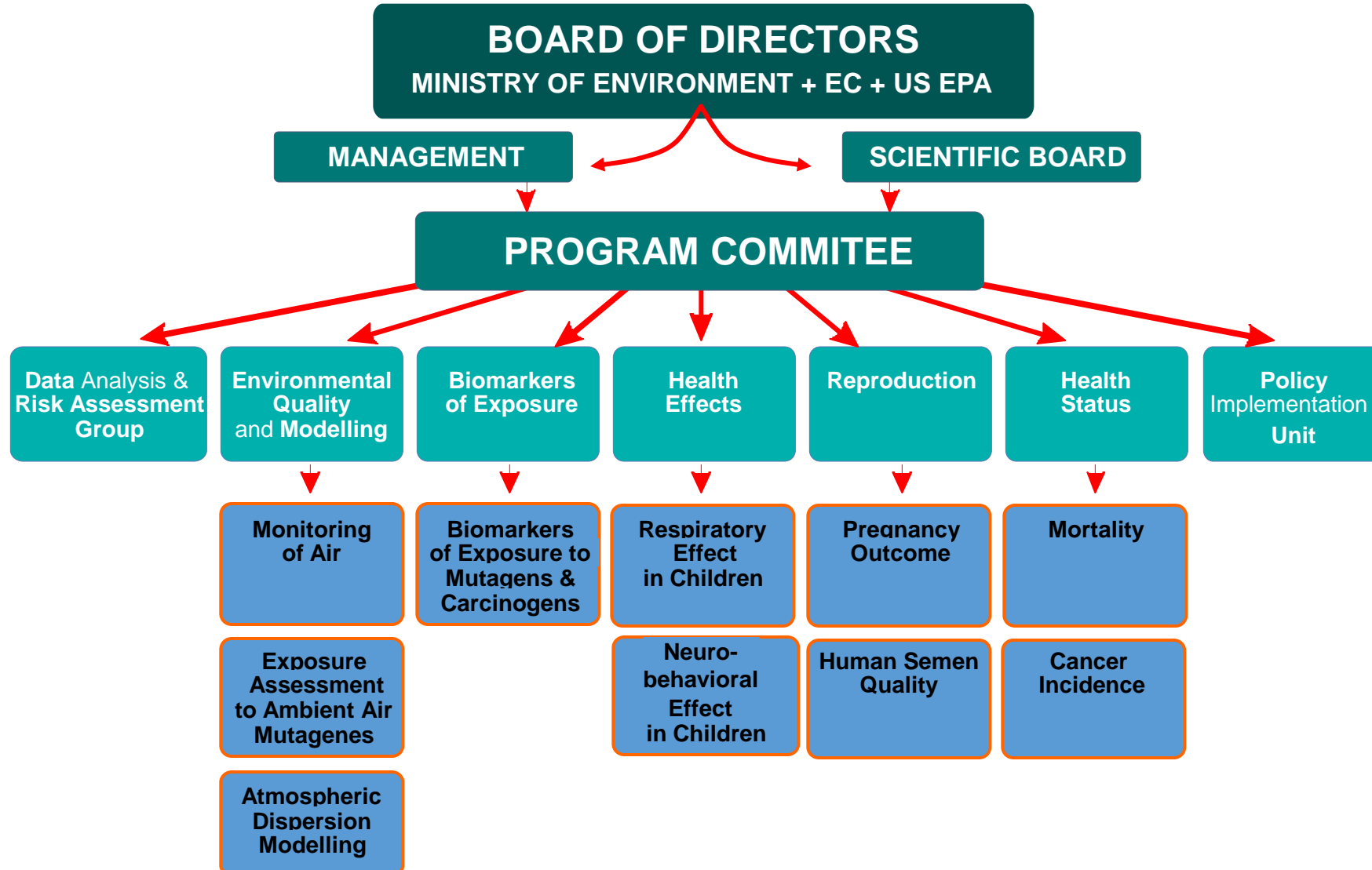
Control district

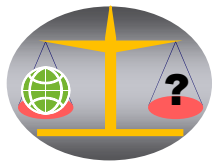


PRACHATICE

(agricultural
area)

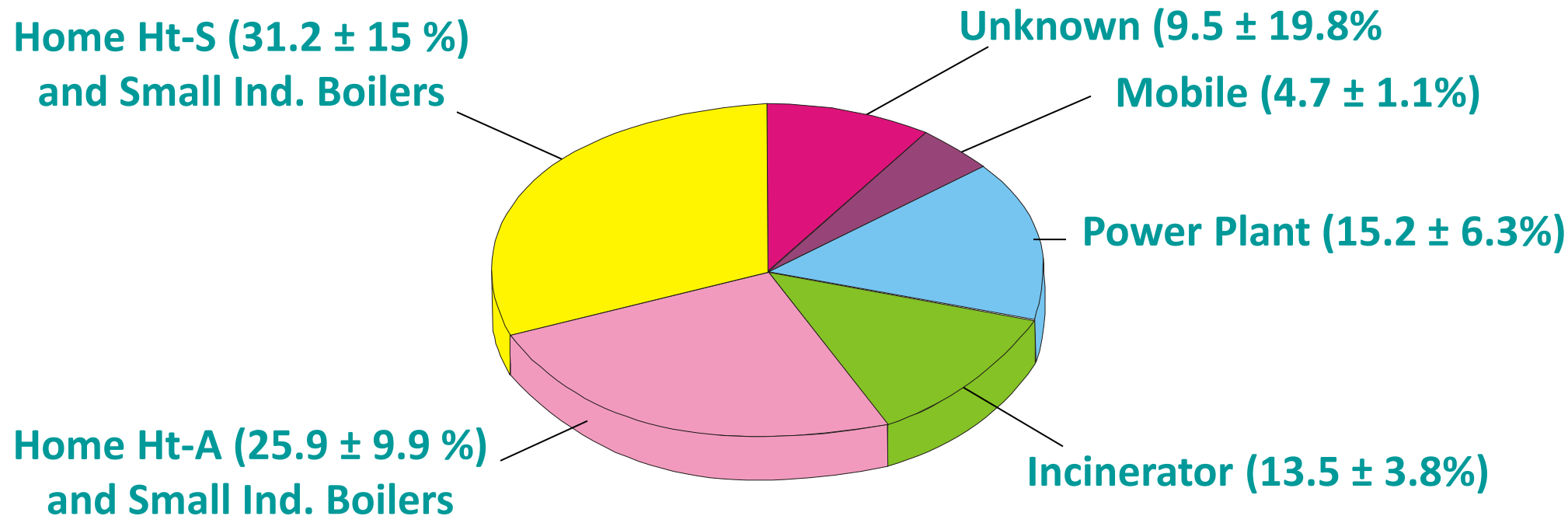
TEPLICE PROGRAM





APPORTIONMENT OF TEPLICE FINE MASS

January – February, 1994



Average Fine Mass Concentration = 52.6 µg/m³

GENOTOXICITY AND EMBRYOTOXICITY OF URBAN AIR PARTICULATE MATTER IN VITRO



**Characterization
of biologically active pollutants**

CONTRIBUTION OF THE MAJOR PAH-DNA ADDUCTS TO THE TOTAL DNA ADDUCTS LEVEL FROM URBAN SAMPLES

(Binková et al. 1999)

PAH-DNA
adducts
derived
from



9-OH-B[a]P

anti - BPDE

B[b]F

B[k]F

B[j]F

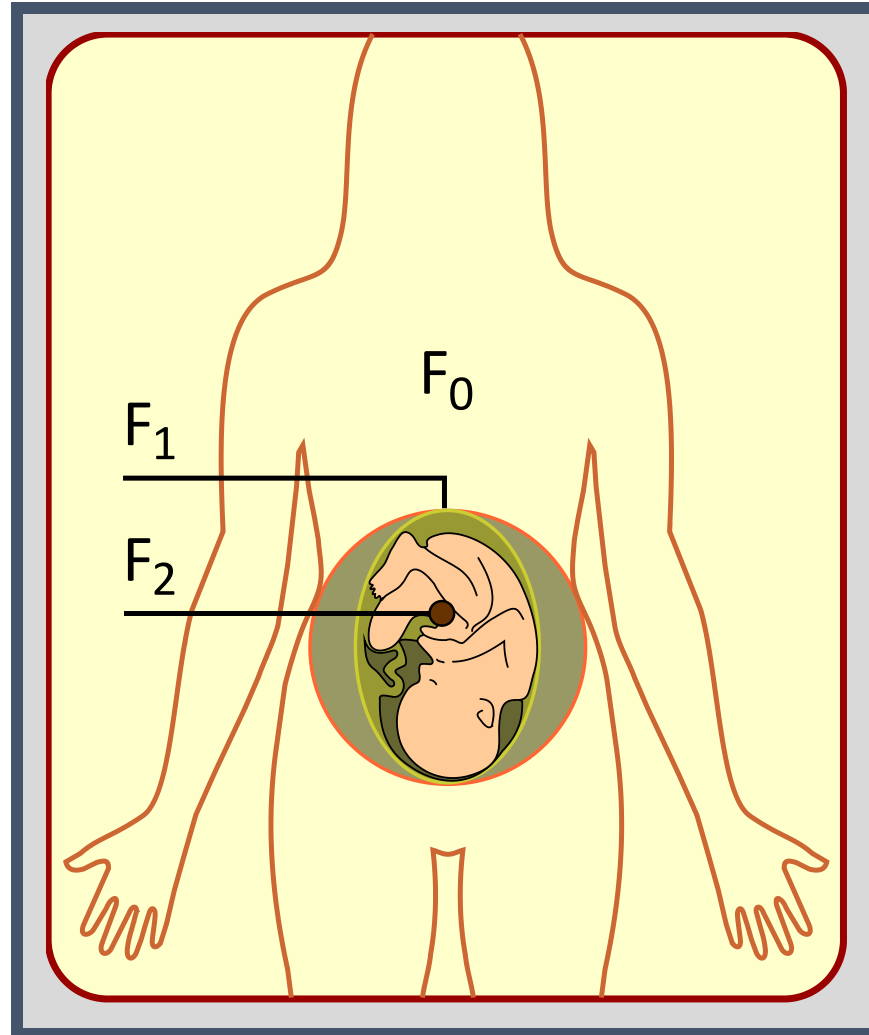
CHRY

B[a]A

I[c,d]P

Total radioactivity from all DNA adducts detected approx. 50 %

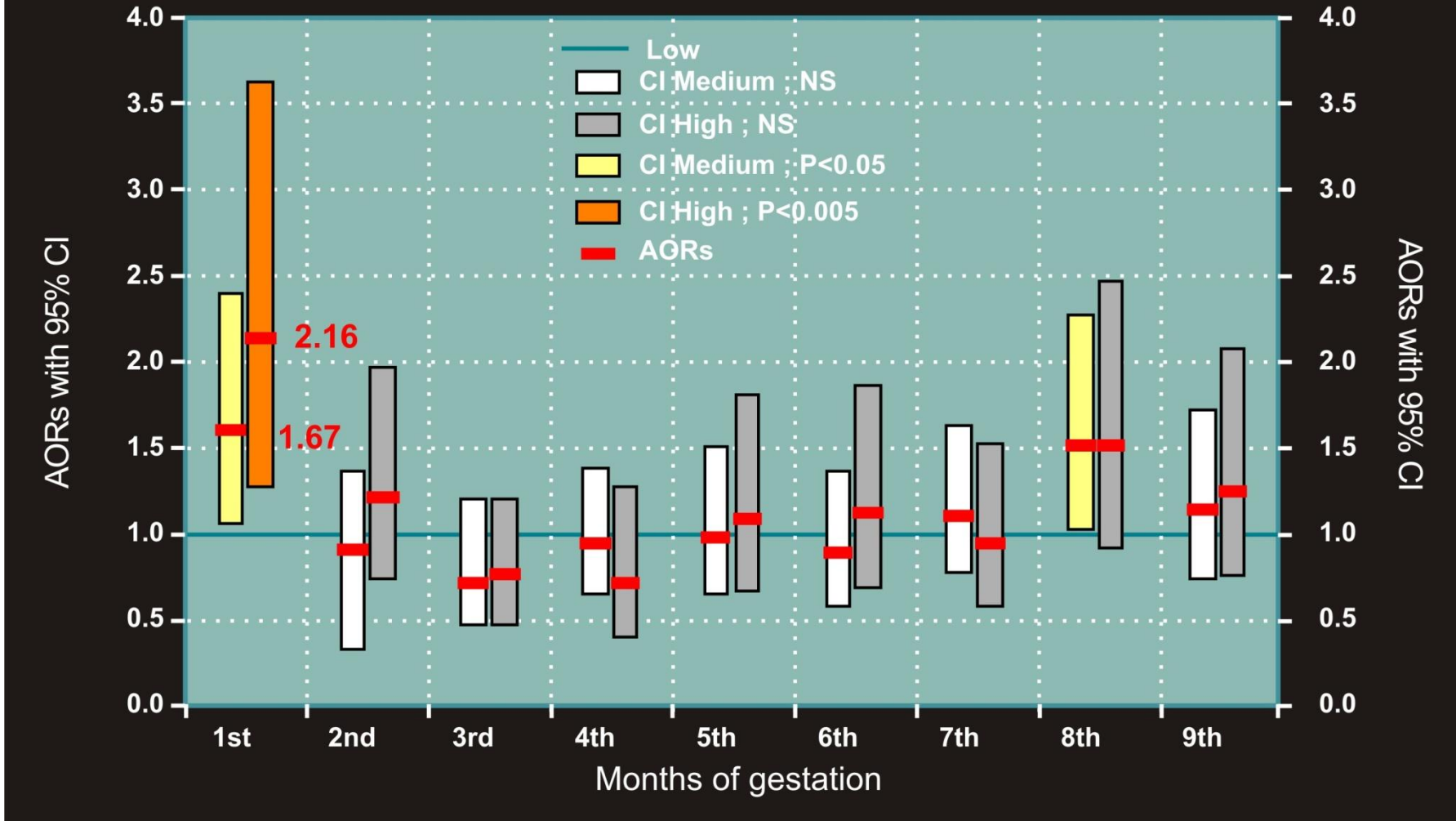




INCIDENCE DĚTÍ S PORODNÍ HMOTNOSTÍ < 2.500 g

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.

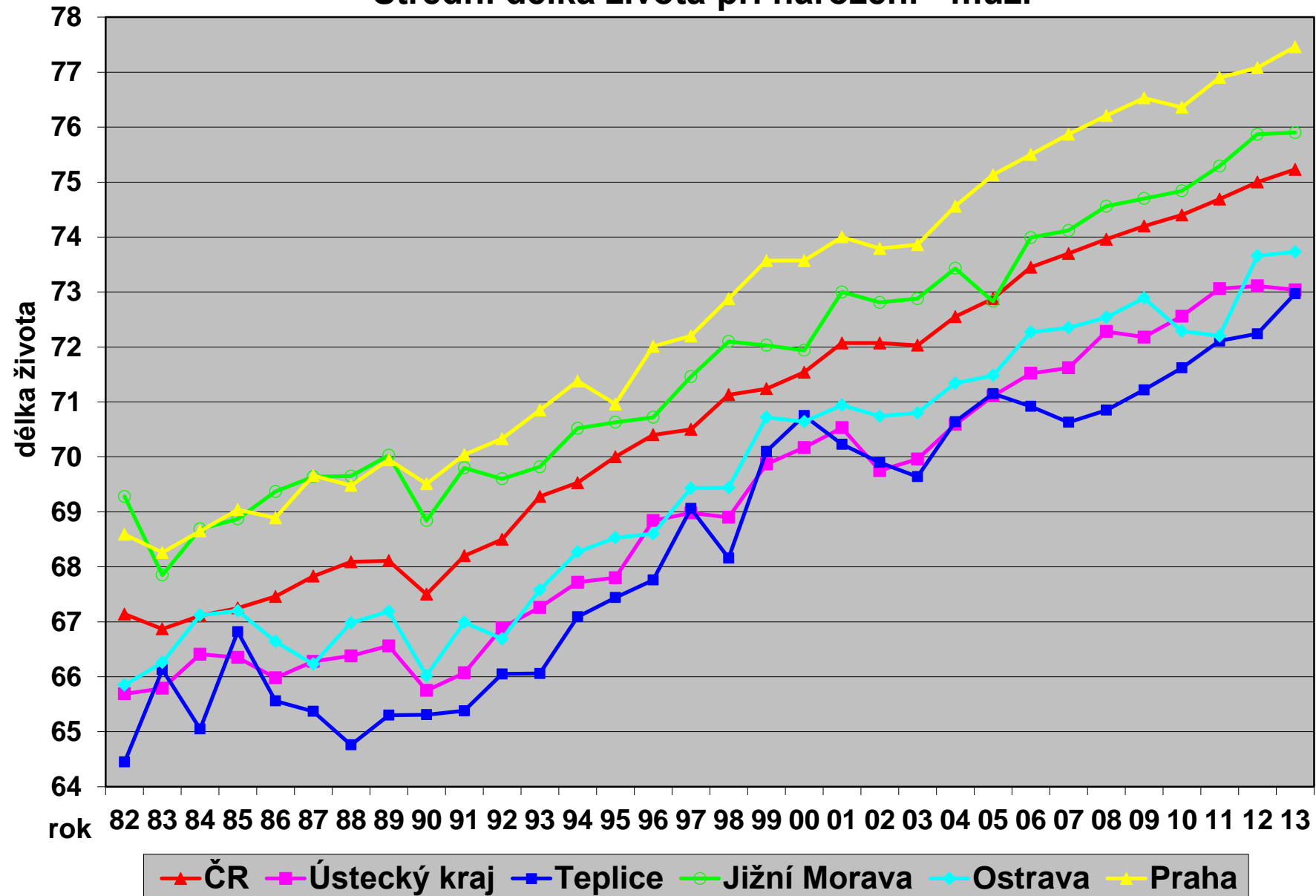
VÝZNAM k-PAU VE ZNEČIŠTĚNÉM OVZDUŠÍ



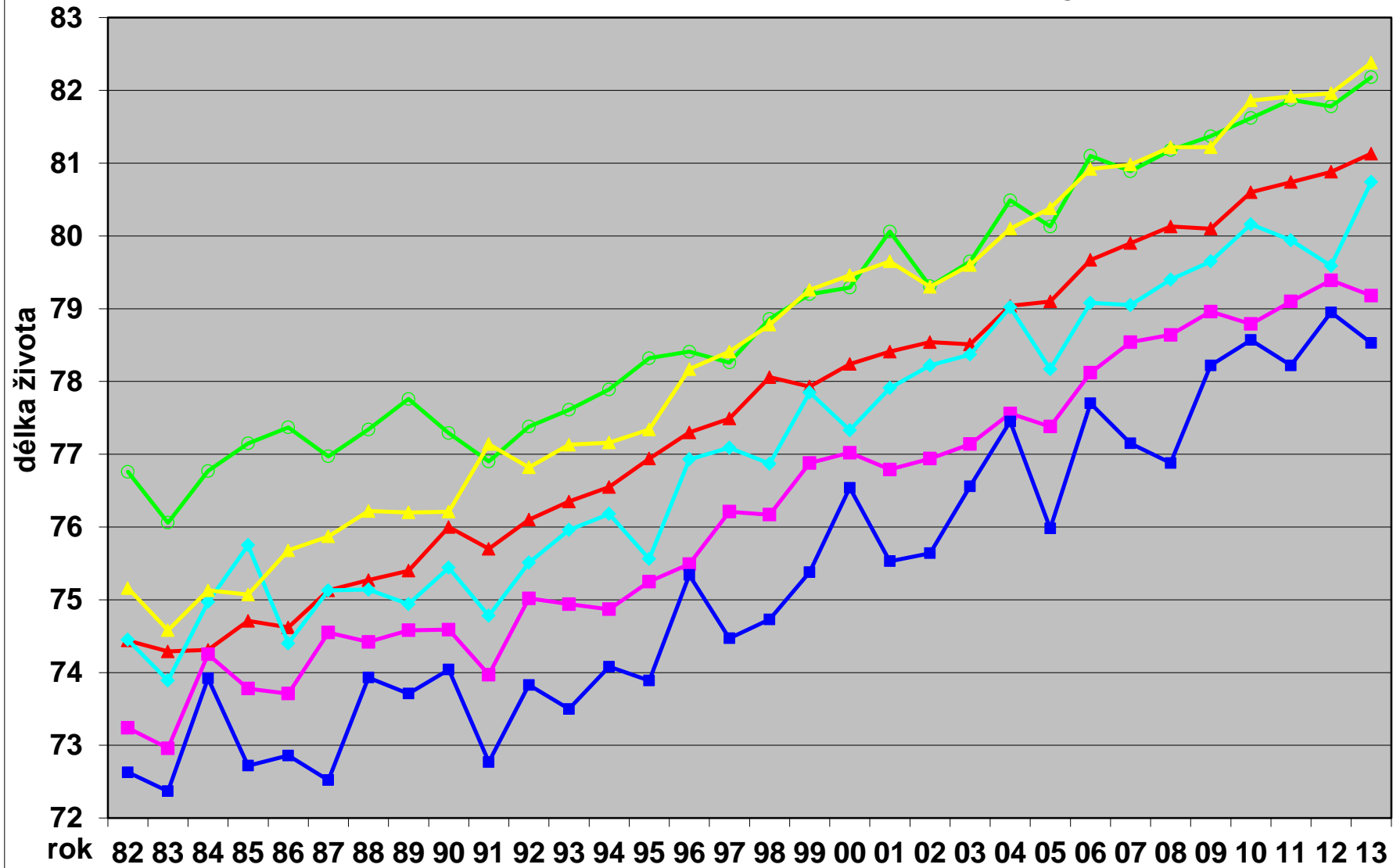
VÝSLEDKY PROGRAMU TEPLICE 1991-1999

- Moderní monitorování ovzduší (zejména PM2.5, B[a]P)
- Nejvýznamnějším zdrojem znečištění ovzduší PM10 jsou z cca 70% lokální topeniště
- Zvýšené koncentrace PAU nepříznivě ovlivňují:
výsledky těhotenství (IUGR, LBW)
fragmentaci DNA ve zralých spermiích
dýchací funkce – výskyt bronchitid
- Ovlivnění standardizované úmrtnosti

Střední délka života při narození - muži



Střední délka života při narození - ženy






—▲— ČR —■— Ústecký kraj —■— Teplice —○— Jižní Morava —◆— Ostrava —▲— Praha

DŮSLEDKY ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ PRO POPULACI PÁNEVNÍCH OKRESŮ

- 1) Trvale snížená střední délka života mužů i žen
- 2) Trvale zvýšená úmrtnost na srdečně-cévní onemocnění
- 3) U dětí narozených v sedmdesátých a osmdesátých letech je nutné očekávat v dospělosti zvýšený výskyt:
hypertenze, ischemické choroby srdeční, diabetu 2. stupně,
ovlivnění kvality spermií
- 4) Poškození genetického materiálu (DNA) bude nepříznivě
ovlivňovat i příští generace

Air particles deposition in the airways



-  $> 10 \mu\text{m}$
-  $< 10 \mu\text{m}$ (PM10)
-  $< 2.5 \mu\text{m}$ (PM2.5)

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

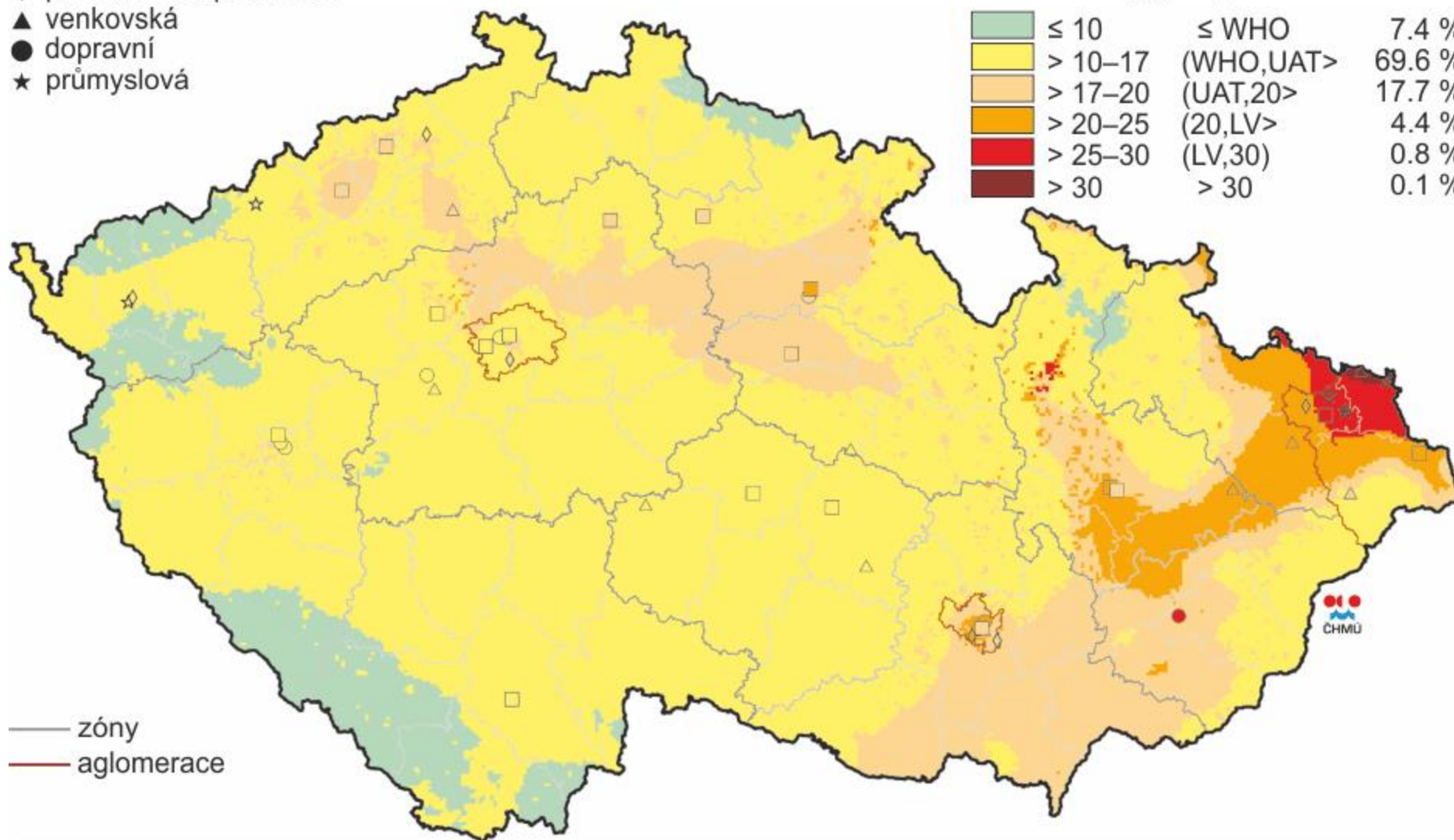
→	EU	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
→	USA	12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
→	WHO	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

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

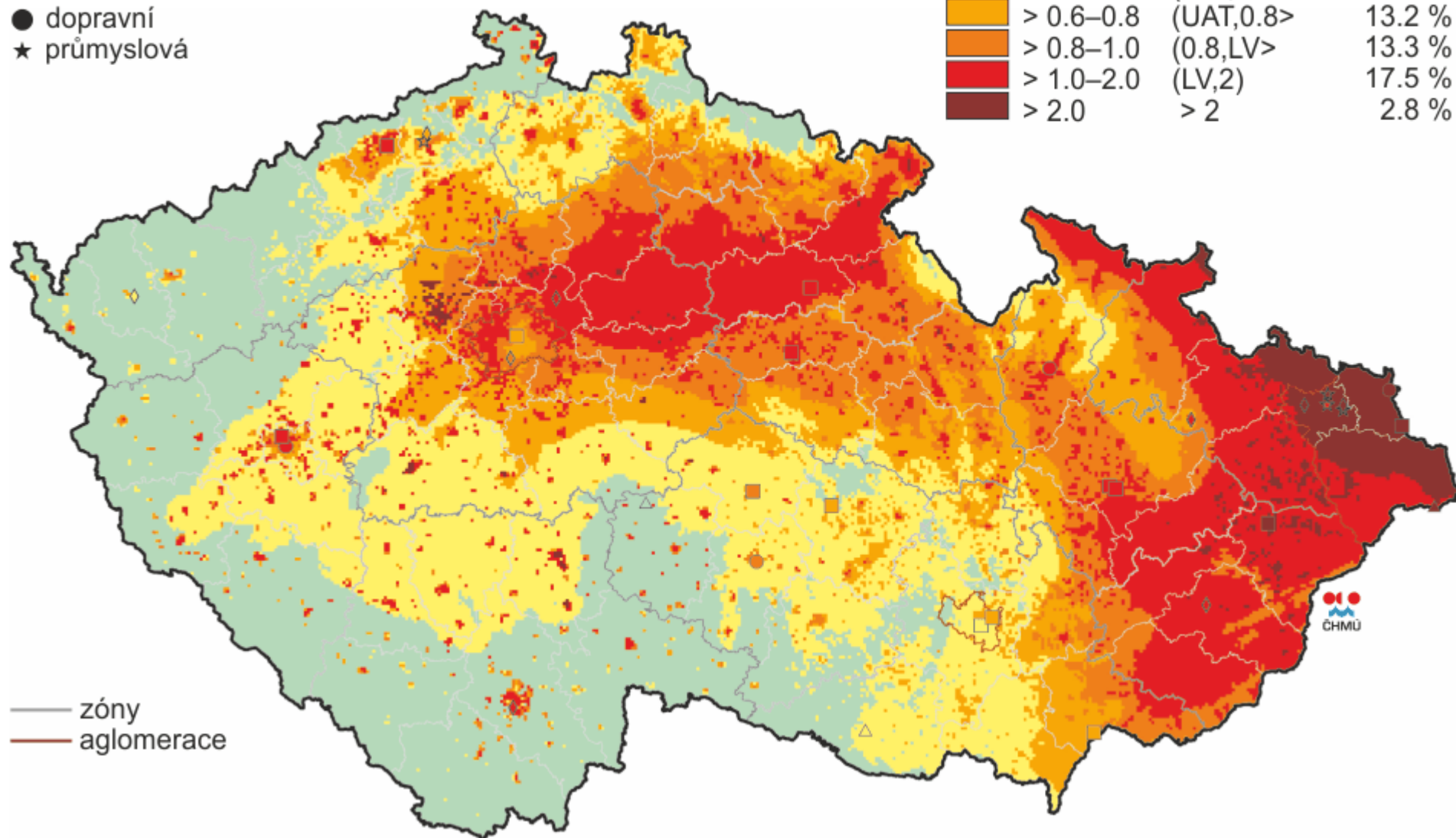
Increasing tendency in B[a]P emissions - implementation of climate mitigation policies promoting the use of biomass burning for domestic heating

klasifikace stanic

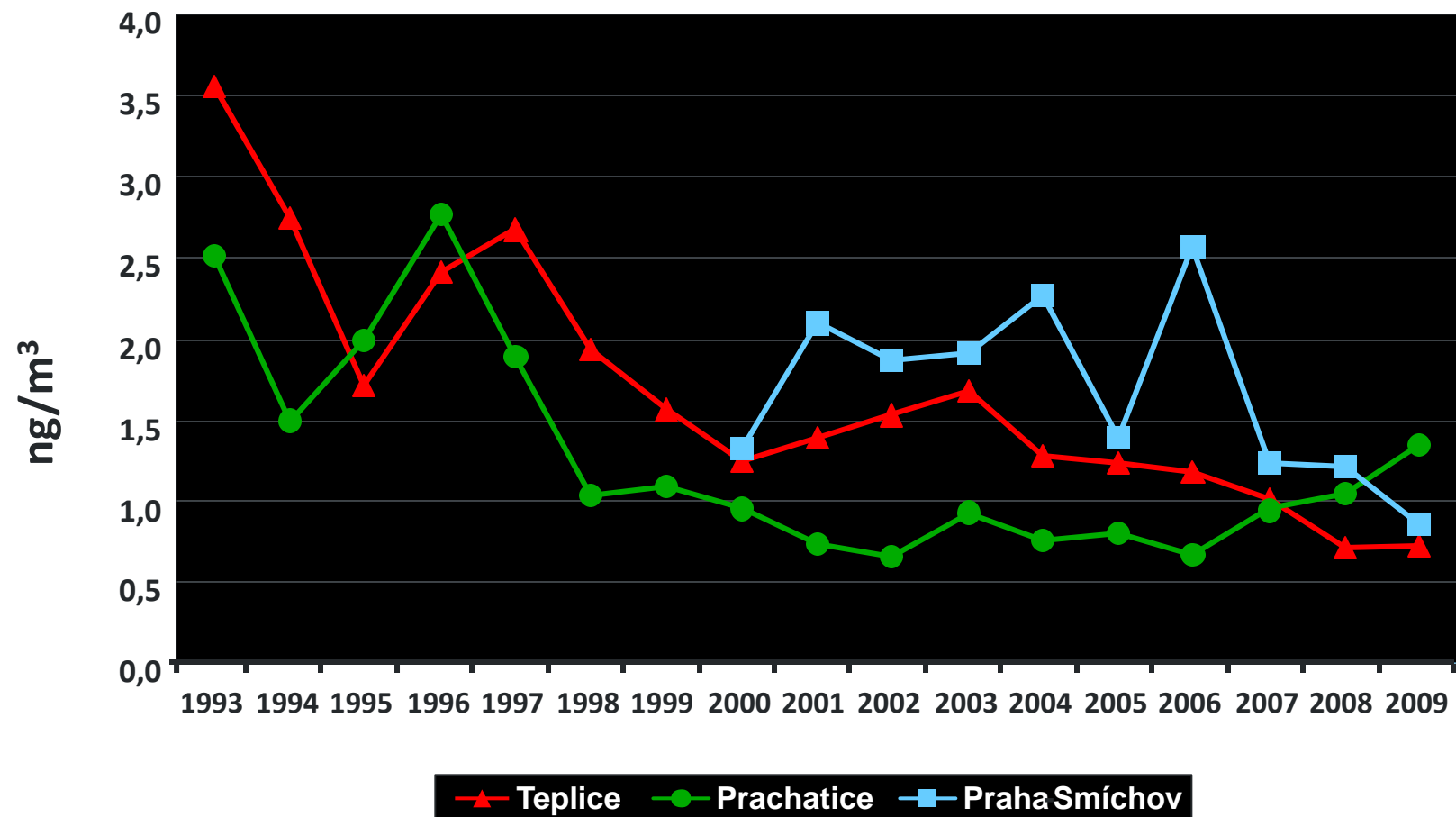
- městská pozadová
- ◆ předměstská pozadová
- ▲ venkovská
- dopravní
- ★ průmyslová

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 %



Roční koncentrace B[a]P v Teplicích, Prachaticích a Praze Smíchově



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 spermích)

koncentrace
> 1 ng B[a]P/m³
v ovzduší

RIZIKO PRO LIDSKÉ ZDRAVÍ

(WHO Bonn 6. 11. 2009)

VÝZNAM BIOMASY

T. Sigsgaard et al.: Health impacts of anthropogenic biomass burning in the developed world, Eur Respir J 46 (2015) 1577-1588

PM2.5 EU 15, 2000 – domestic wood stoves 25%
EU 15, 2020 - 38%

koncentrace B[a]P 3 – 5 x vyšší

40 000 předčasných úmrtí v Evropě/rok

zvýšení respirační a kardiovaskulární nemocnosti

TABLE 1 Effects of wood stove interventions on outdoor particulate matter (PM) levels in developed countries

Location	Estimated reduction in PM $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	Notes	References
Launceston, Tasmania, Australia	38% reduction in winter PM ₁₀	Fuel switching: replacement of wood heating appliances with electric heating appliances. The proportion of households burning wood was reduced from 66% to 30%.	[72]
British Columbia, Canada	22% reduction in winter PM _{2.5}	Introduction of improved technology stoves and targeting of open fireplaces. The proportion of homes using open fireplaces was reduced from 15% to 3%, and the proportion of homes with improved technology wood stoves increased from 25% to 41%. The community also had an overall increase in wood stove usage.	[73]
Missoula, MT, USA	45% reduction in PM ₁₀	Legislative action and enforcement. Over a 10-year period, the proportion of households burning wood was reduced from 44% to 20% and the contribution of residential wood burning to PM ₁₀ was reduced from 47% to 11%.	[74]
Libby, MT, USA	27% reduction in winter PM _{2.5}	Introduction of improved technology stoves. Over 1100 older model wood stoves were replaced with improved technology stoves.	[75, 76]

PM₁₀: particles with a 50% cut-off aerodynamic diameter of <10 μm ; PM_{2.5}: particles with a 50% cut-off aerodynamic diameter of <2.5 μm .

ZDRAVOTNÍ RIZIKA EXPOZICE Z DOPRAVY

- ↑ koncentrace NO_2
- ↑ koncentrace $\text{PM}_{2.5}$
- ↑ koncentrace k-PAU

EMISE Z DIESELOVÝCH MOTORŮ

velmi jemné prachové částice



PM1 < 1 μ m



na nich jsou vázány k-PAU

Vliv PM1

```
graph TD; A[Vliv PM1] --> B[oxidační stres]; B --> C[urychlení procesu stárnutí]; B --> D[výskyt kardiovaskulárních onemocnění];
```

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

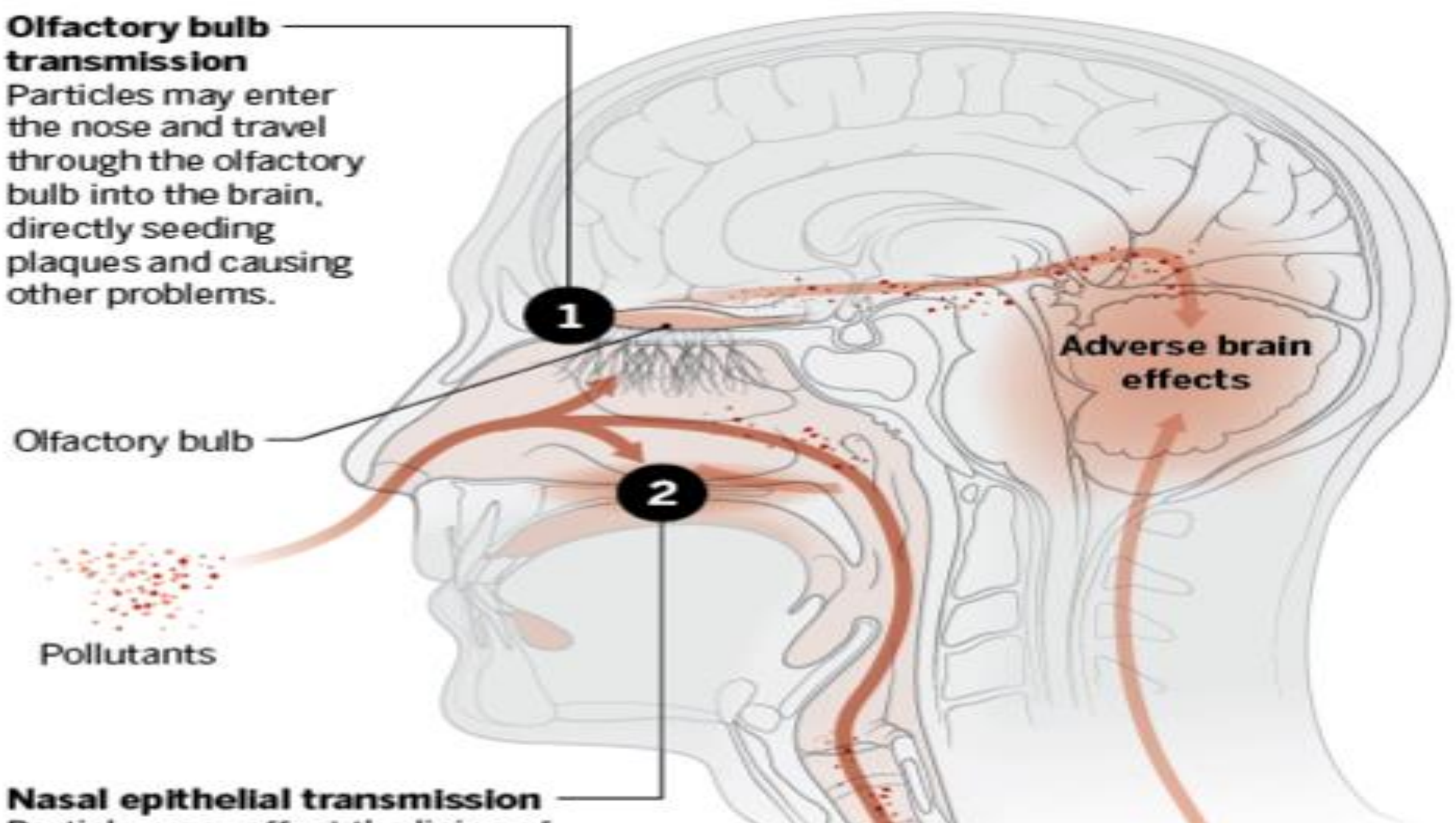
NO ₂	Praha 2 Legerova	47.1±20.6 µg/m ³
	Praha 4 Libuš	18.1±7.6 µg/m ³
	Praha 5 Smíchov	41.6±17.3 µg/m ³
	Praha 10 Průmyslová	31.2±12.2 µg/m ³



**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