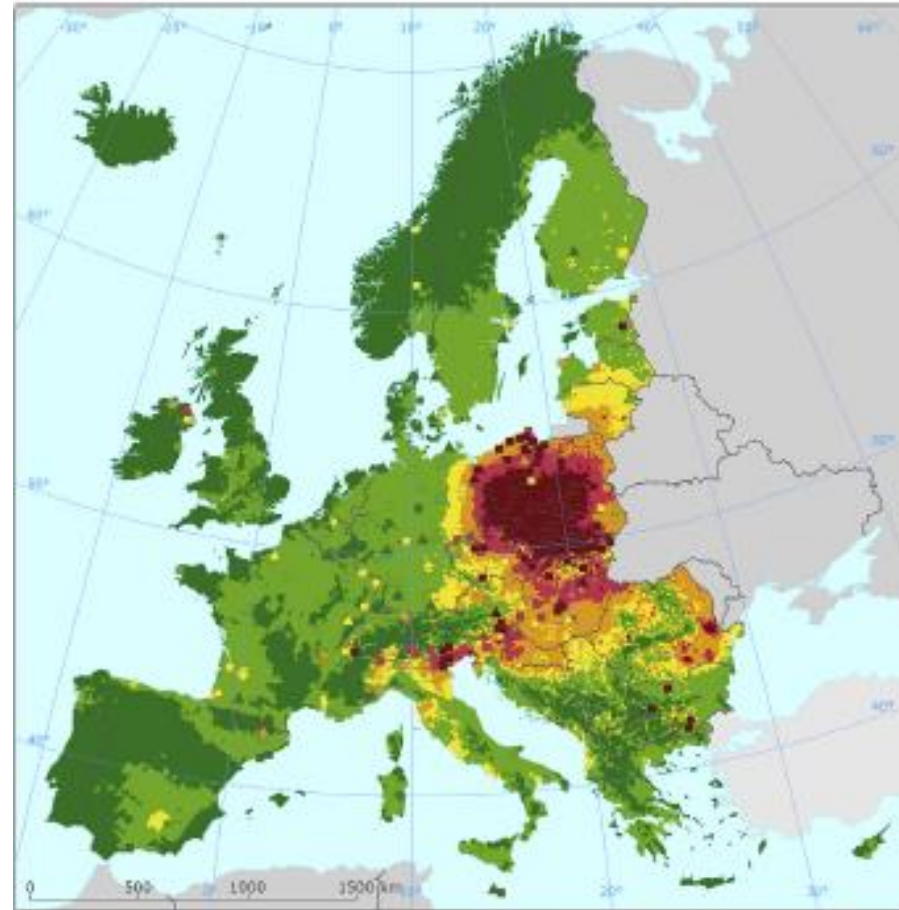


Kvalita a ochrana ovzduší v městských aglomeracích v ČR

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



České Budějovice, 16. 3. 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

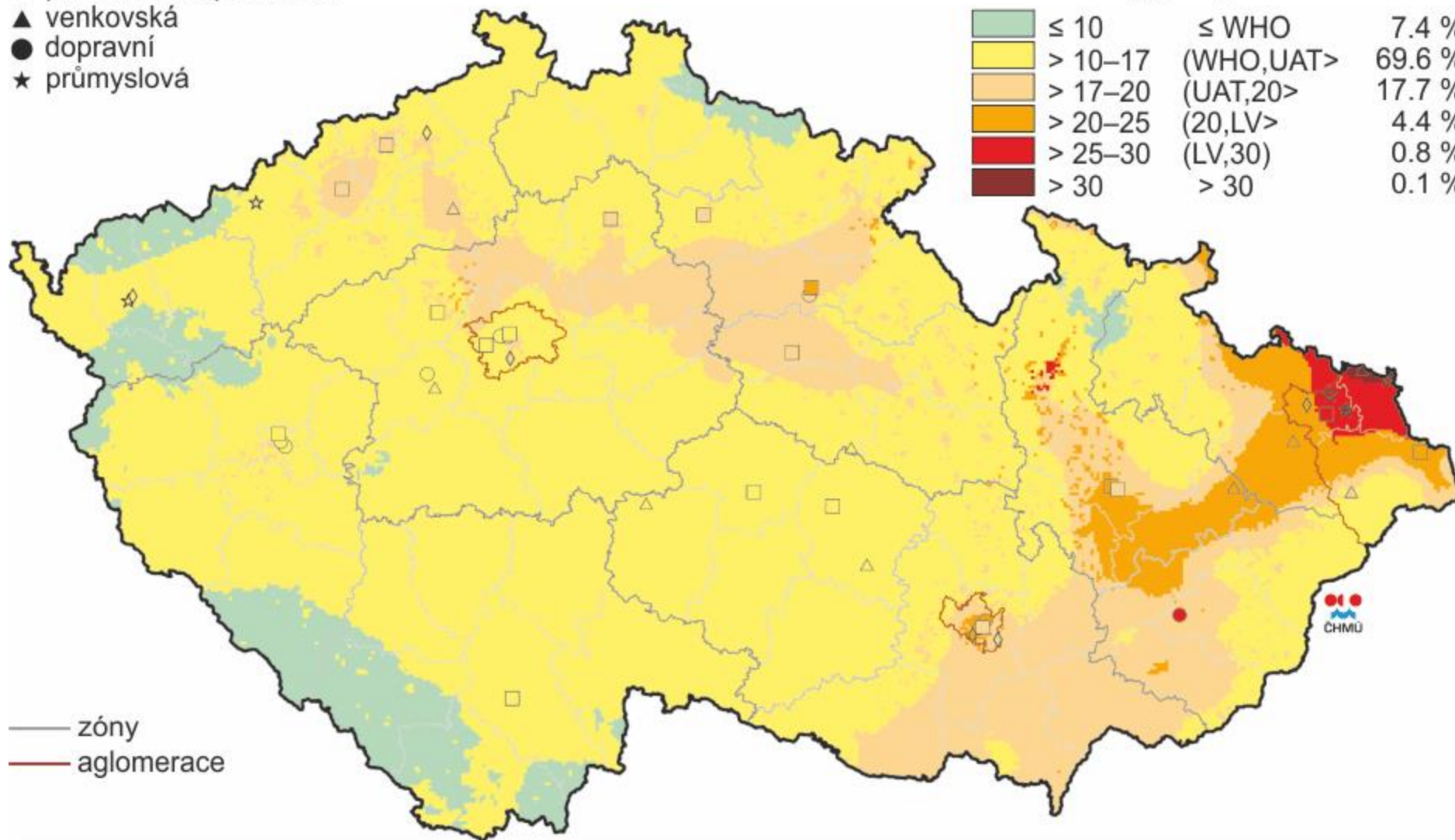
→	EU	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
→	USA	12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
→	WHO	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

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

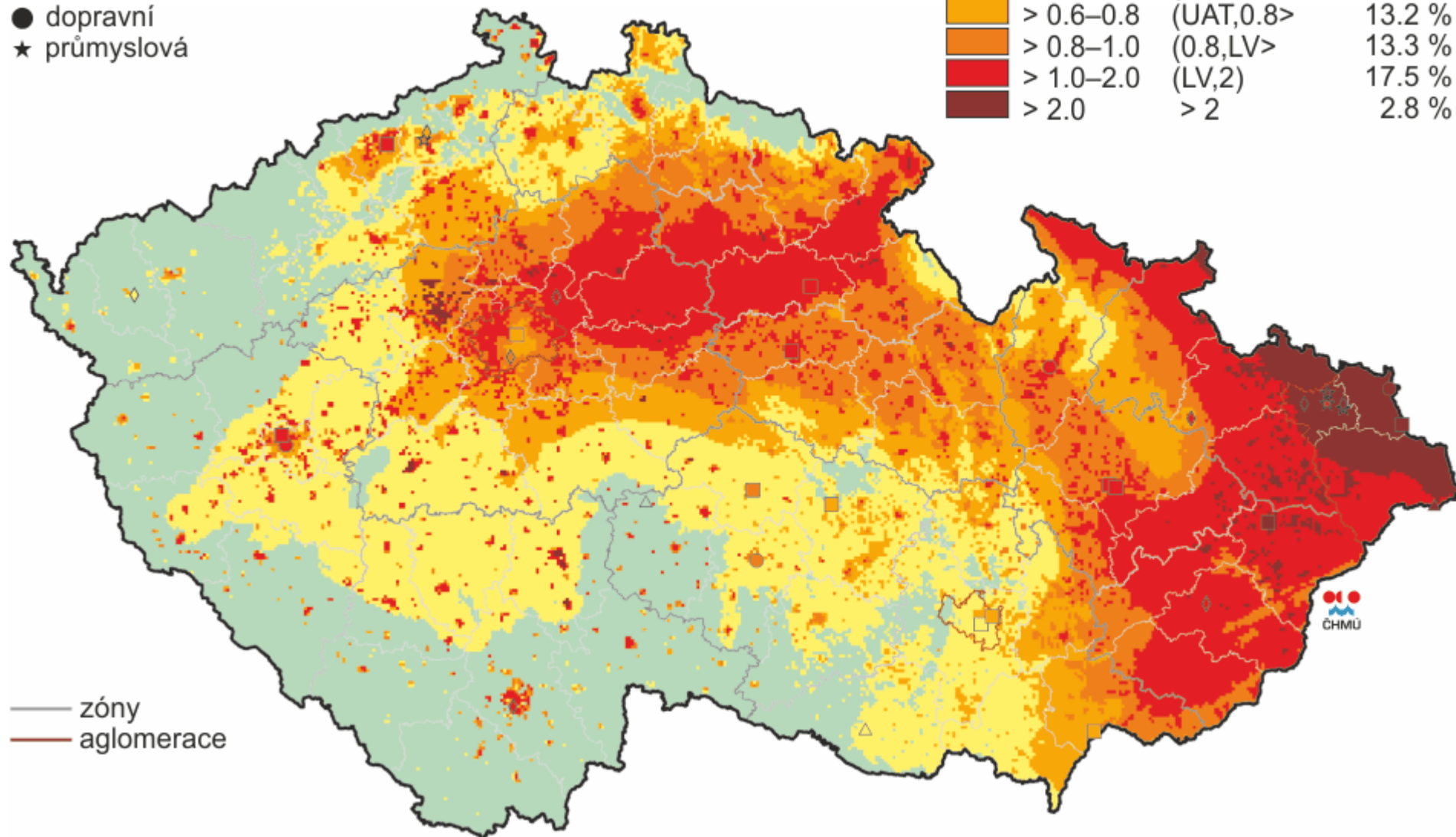
**Increasing tendency in B[a]P emissions - implementation
of climate mitigation policies promoting the use of
biomass burning for domestic heating**

klasifikace stanic

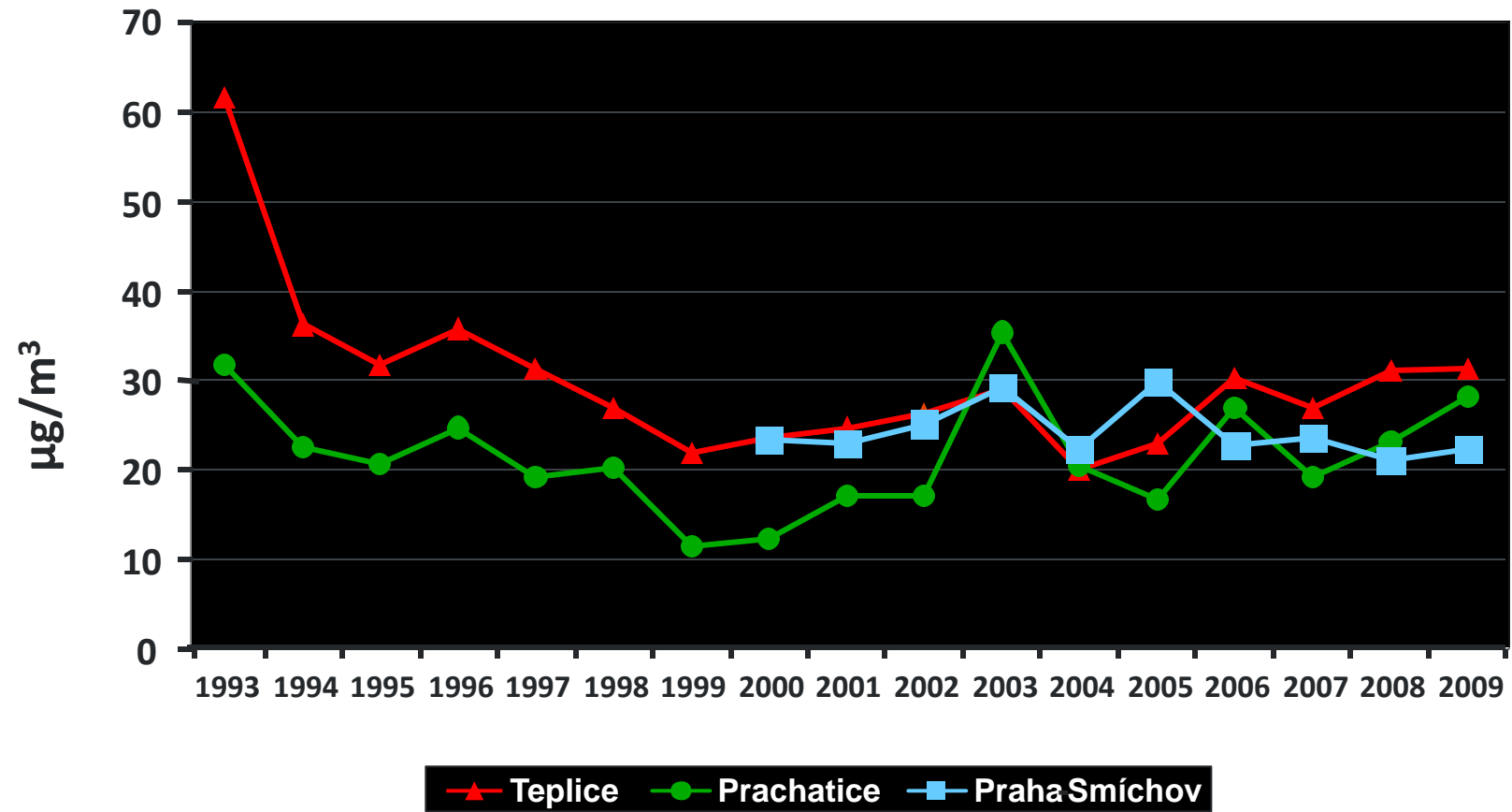
- městská pozadová
- ◆ předměstská pozadová
- ▲ venkovská
- dopravní
- ★ průmyslová

koncentrace [ng.m⁻³]

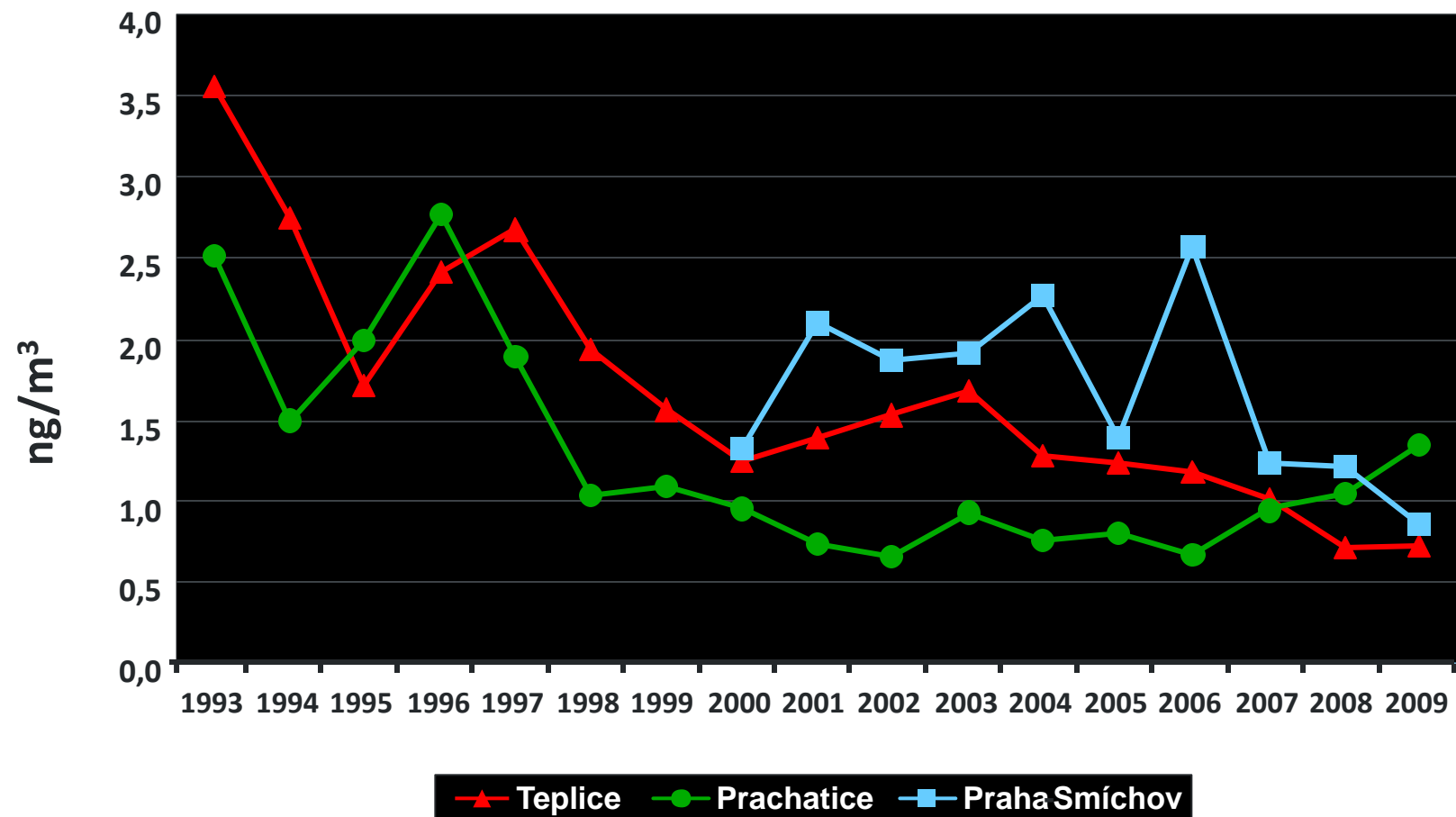
≤ 0.4	≤ LAT	28.3 %
> 0.4–0.6	(LAT,UAT>	24.9 %
> 0.6–0.8	(UAT,0.8>	13.2 %
> 0.8–1.0	(0.8,LV>	13.3 %
> 1.0–2.0	(LV,2)	17.5 %
> 2.0	> 2	2.8 %



Roční koncentrace PM_{2,5} v Teplicích, Prachaticích a Praze Smíchově



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

VÝZNAM k-PAU VE ZNEČIŠTĚNÉM OVZDUŠÍ



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

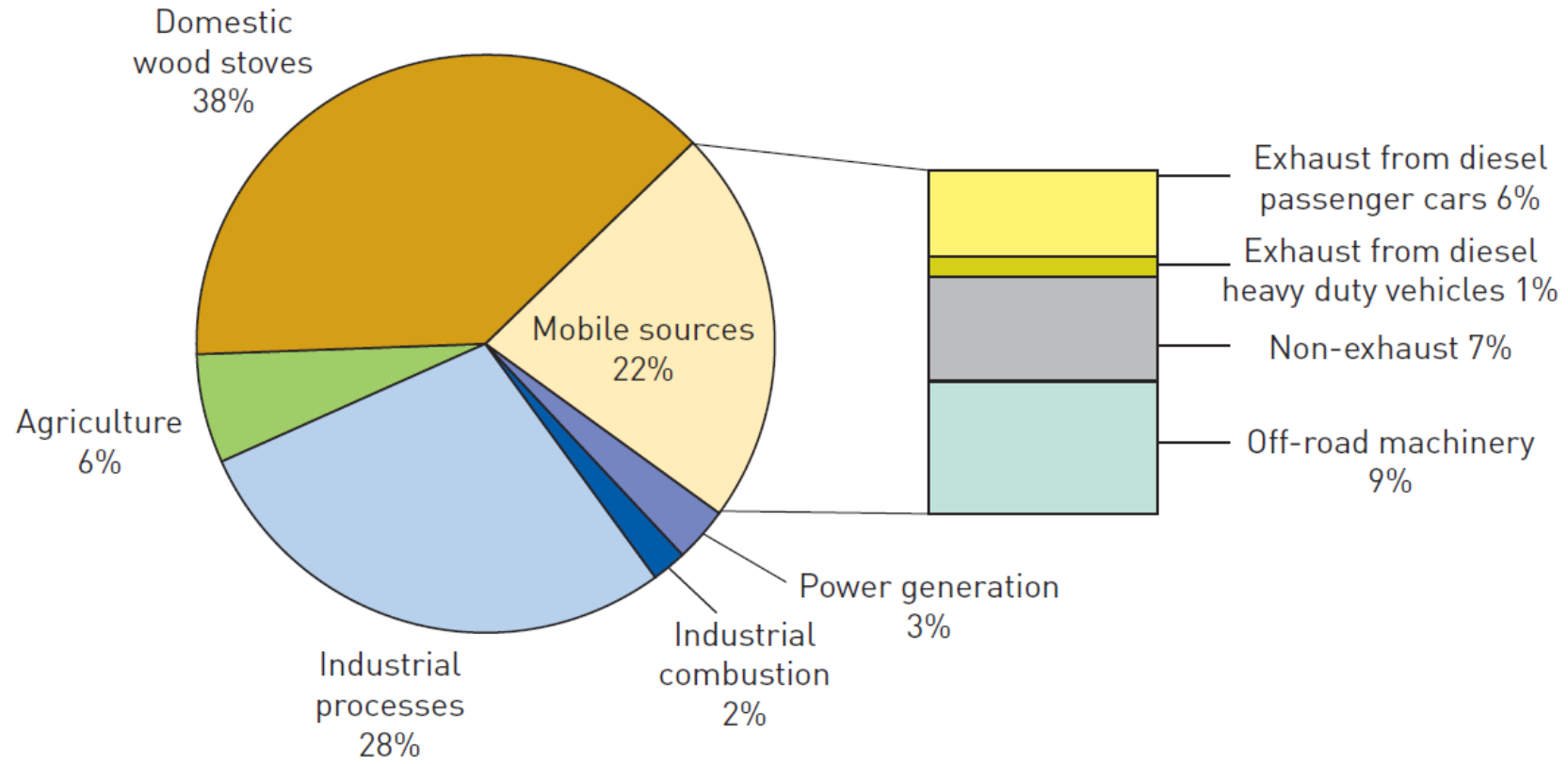
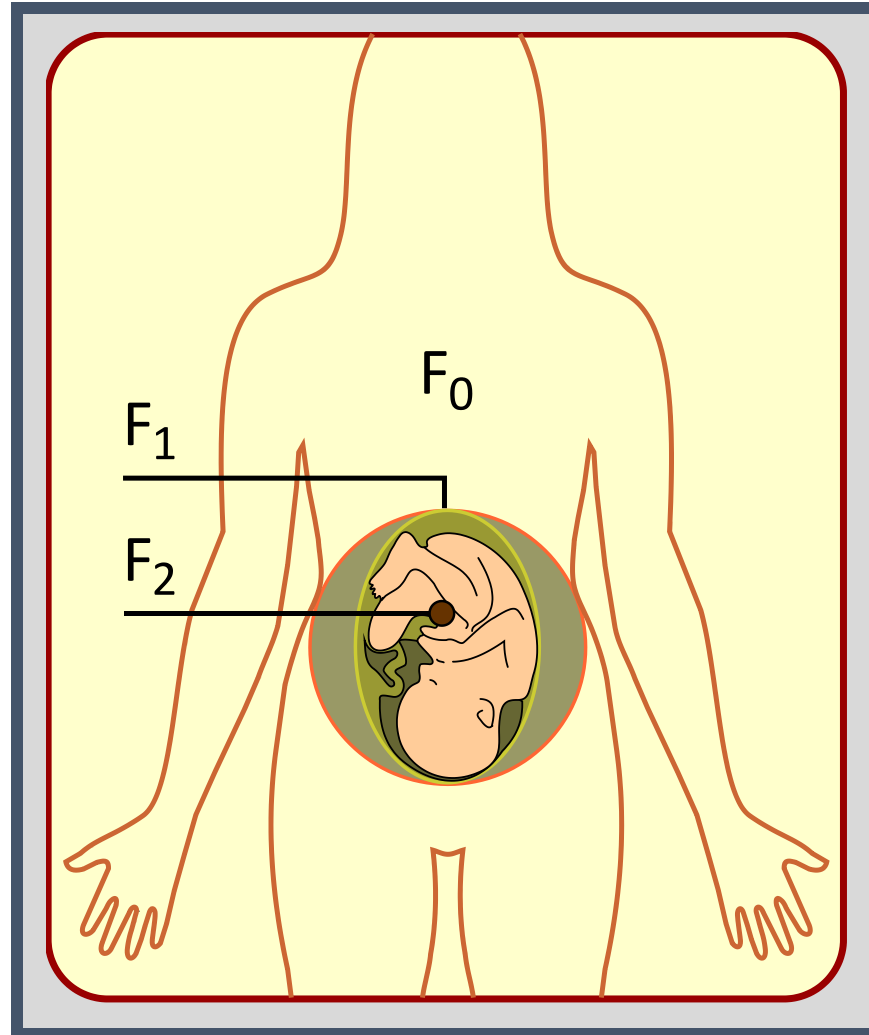


TABLE 1 Effects of wood stove interventions on outdoor particulate matter (PM) levels in developed countries

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 .

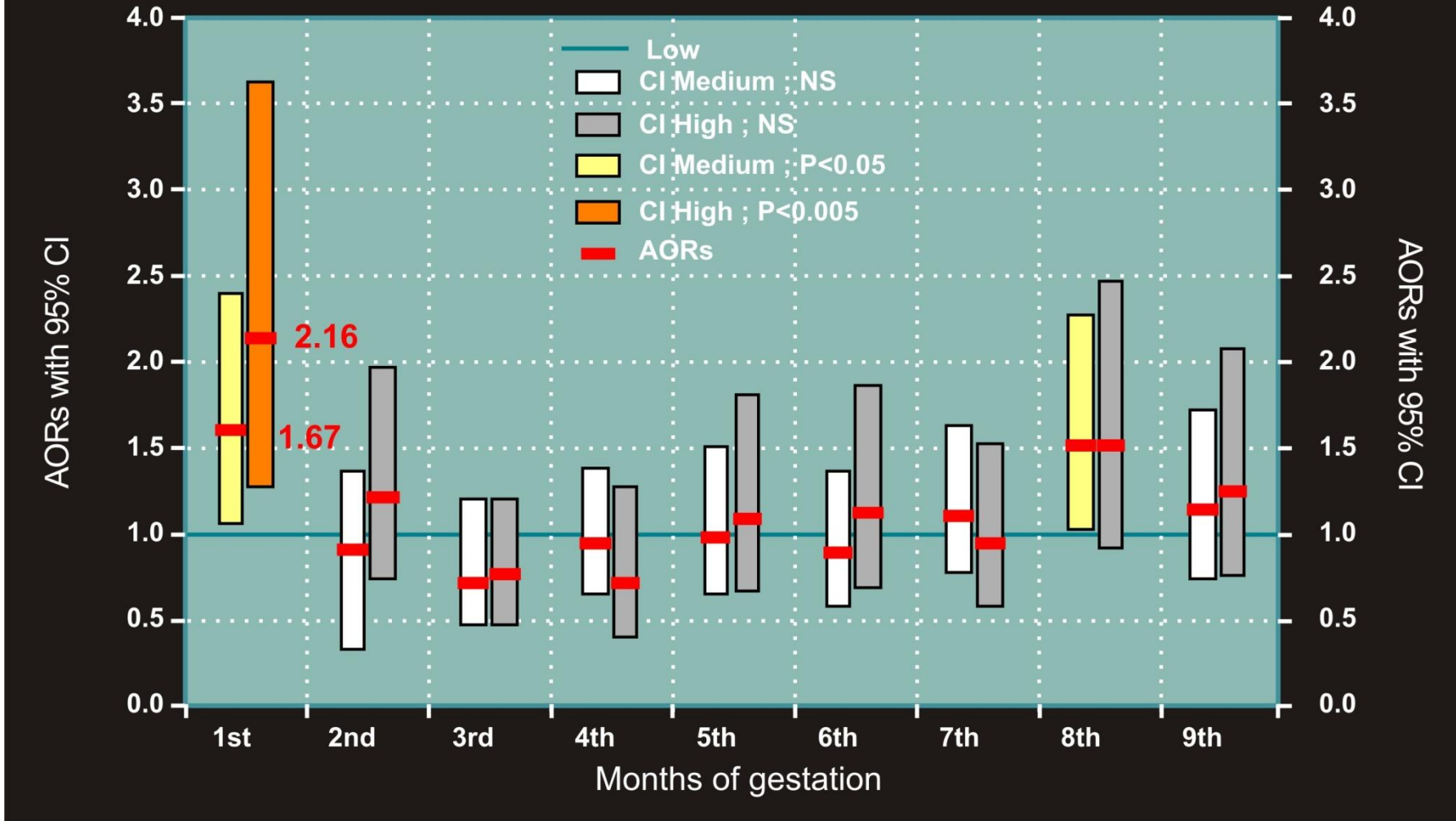




INCIDENCE DĚTÍ S PORODNÍ HMOTNOSTÍ < 2.500 g

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

PM2.5 and preterm birth

L. Trasande et al.: Particulate matter exposure and preterm birth: Estimates of U.S. attributable burden and economic costs, EHP 124 (2016) 1913-1918.

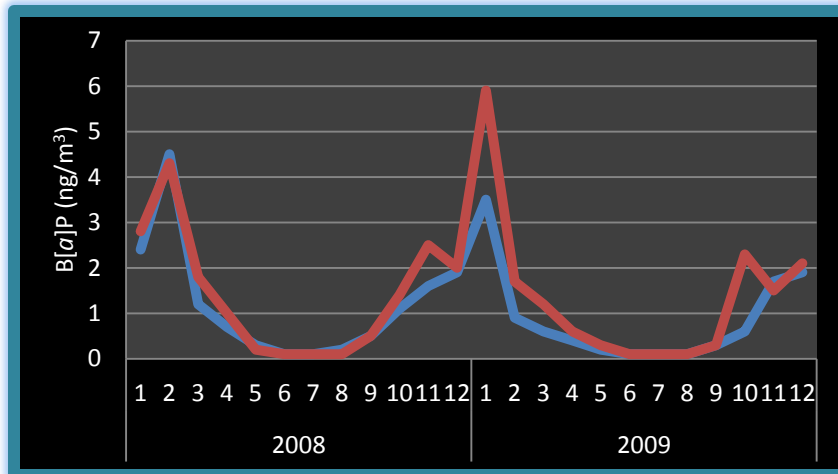
- 3.32 % of PTB nationally in 2010 could be attributed to PM2.5 > 8.8 ug/m³
- Attributable PTBs cost (lost economic productivity + additional medical care) : \$ 5.09 billions
- Conclusions: Considerable health and economic benefits could be achieved to reduce PM2.5 exposure in pregnancy



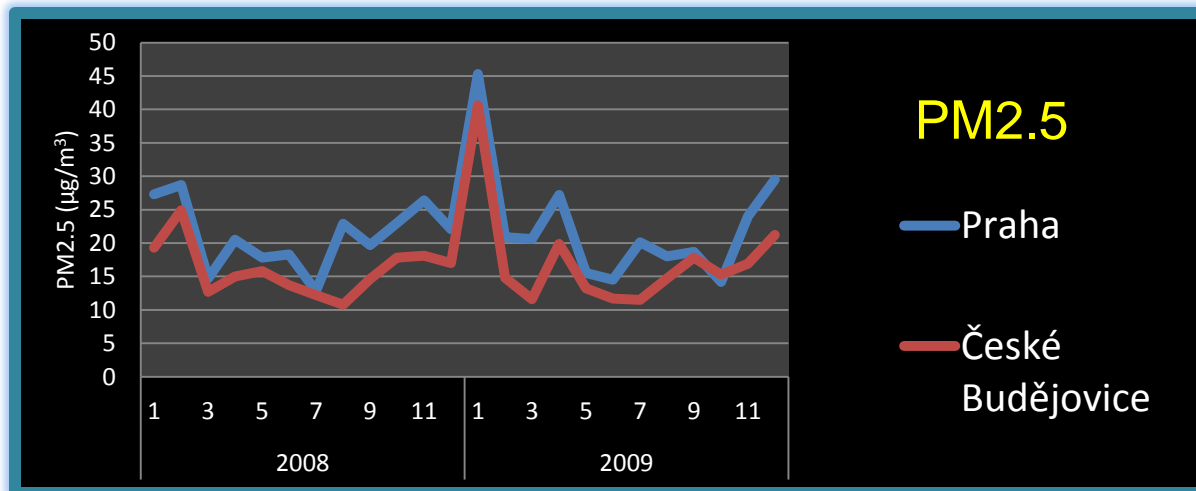
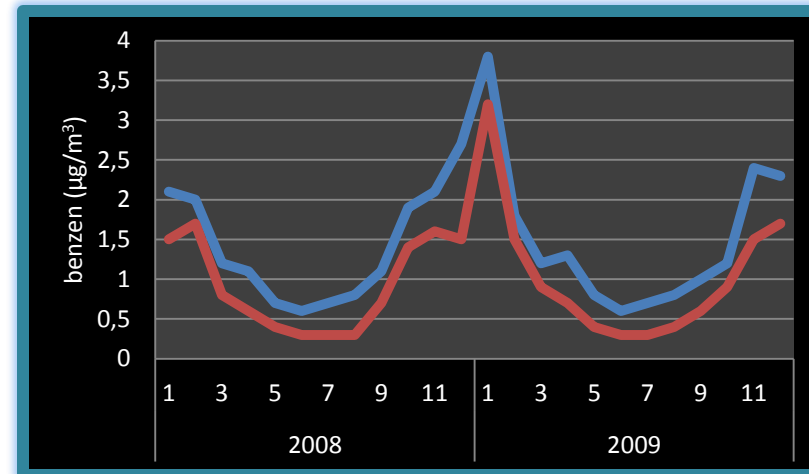
**VLIV B[a]P
NA EXPRESI GENŮ
V TĚHOTENSTVÍ**

Vývoj koncentrací polutantů (měsíce)

B[a]P



benzen



Výsledky stanovení DNA aduktů v žilní a pupečnickové krvi a v placentě

(Porovnání - Praha a České Budějovice)

Adukty/10 ⁸ nukl.	N	Žilní krev matky		Pupečnicková krev		Placenta	
		Průměr ± S.D.		Průměr ± S.D.		Průměr ± S.D.	
		B[a]P-like	Celkové	B[a]P-like	Celkové	B[a]P-like	Celkové
Praha	80	0.24±0.18	1.23±1.09	0.23±0.18	0.98±0.89	0.24±0.18	1.15±1.06
Čes. Budějovice	76	0.44*±0.39	1.59*±1.46	0.41*±0.41	1.40*±1.31	0.54*±0.48	1.94* #±1.46

*p<0.001 – významně vyšší hladiny celkových i tzv. B[a]P specifických DNA aduktů ve všech tkáních byly nalezeny u matek a dětí z Českých Budějovic

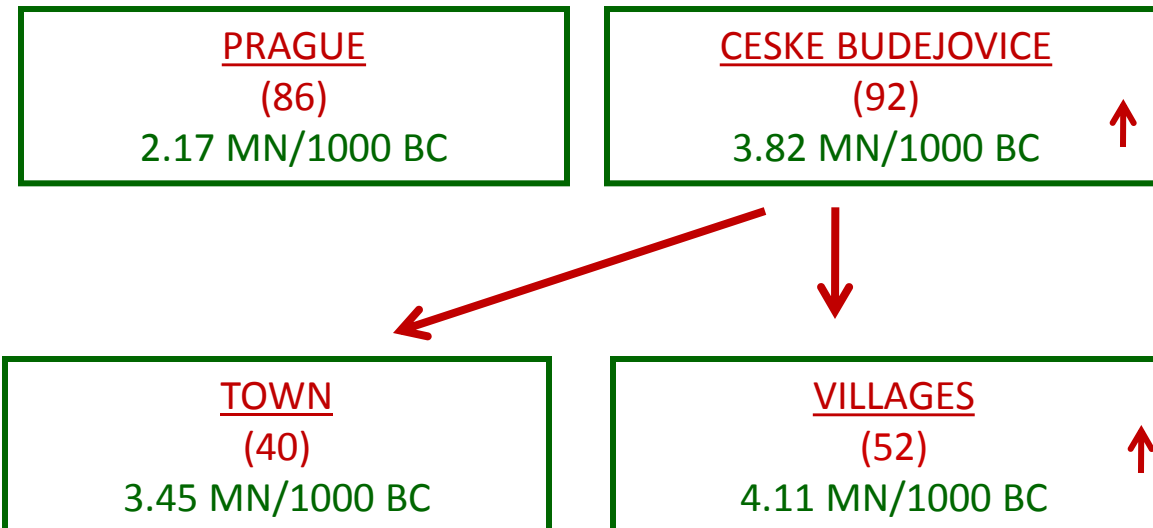
#p<0.001 – významně vyšší hladiny DNA aduktů v placentě než v žilní a pupečnickové krvi u matek a dětí z Českých Budějovic

VÝSLEDKY STANOVENÍ OXIDAČNÍHO POŠKOZENÍ

Peroxidace lipidů (15-F_{2t}-isoprostan)

		<i>Žilní krev matky</i>	<i>Pupečnicková krev</i>
pg/ml plasmy	<i>N</i>	Průměr ± S.D.	Průměr ± S.D.
Praha	80	192.9 ± 121.4	304.7 ± 211.9
České Budějovice	76	129.8 ± 118.7	147.0 ± 125.0*

MICRONUCLEI IN NEWBORNS



Změny v transkriptomu těhotných žen v Praze vs. Českých Budějovicích

Soubor: 35 nekuřáček z Prahy vs. 52 nekuřáček z Č. Budějovic
- periferní krev (PB), placenta (PL), pupečnicková krev (UCB)

- ③ Množství polycyklických aromatických uhlovodíků v ovzduší v Praze se začíná významně snižovat
- ③ Zvýšená hladina DNA aduktů ve všech typech tkání matek z Č. Budějovic v porovnání s Prahou
- ③ Vyšší hladina peroxidovaných lipidů u vzorků z Prahy



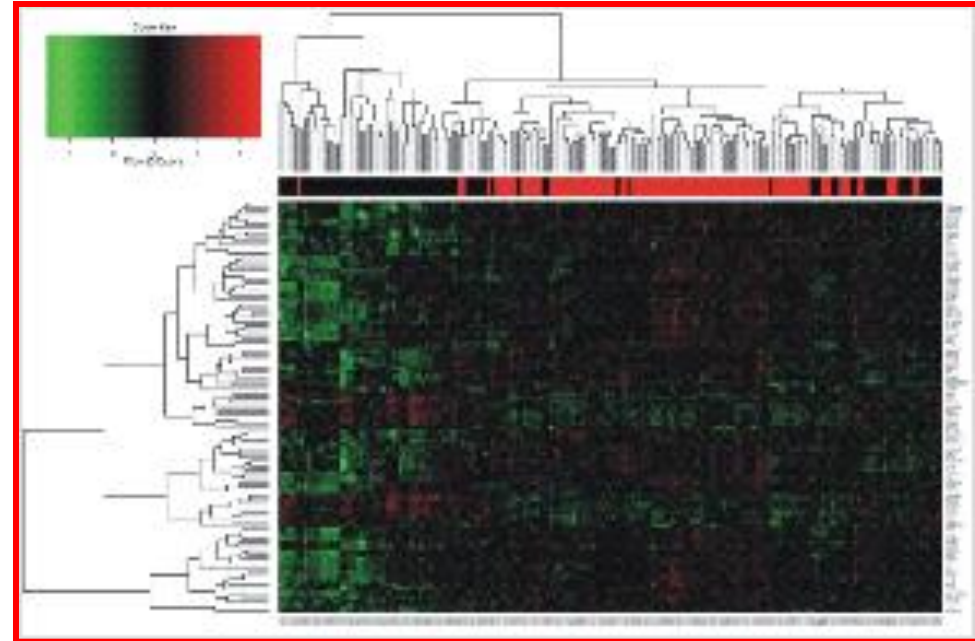
Cíl: srovnání expresních profilů vzorků PB, PL a UCB získaných od těhotných žen z obou lokalit vzhledem k odlišnému působení genotoxických látek v těchto lokalitách

DEREGULATION OF GENES

Cord blood

Change: 104 genes

37 ↑
67 ↓ CB



Increased expression in CB:
genes related to metabolism
of xenobiotics

Decreased expression in CB
genes related to immune response
and autoimmune diseases

CONCLUSIONS

- ➔ Studies of transcriptome indicate a new knowledge about a possible effect of air pollution to children health
- ➔ Surprisingly, the monthly exposure to B[a]P > 2.8 ng/m³ increased IUGR as well as the deregulation of genes in newborns
- ➔ We should try to learn what is the impact of those data for the child development, specifically the effect of c-PAHs and PM2.5 exposures to respiratory morbidity

PROJECT G-NEW

- 1)**
 - 100 mothers
 - 100 newborns
 - Summer 2013
 - Karvina (exposed)
 - Ceske Budejovice (control)

 - 100 mothers
 - 100 newborns
 - Winter 2014
 - Karvina (exposed)
 - Ceske Budejovice (control)

- 2)**
 - Impact of diet
 - 10 mothers – diet for 7 days
 - Each season & location

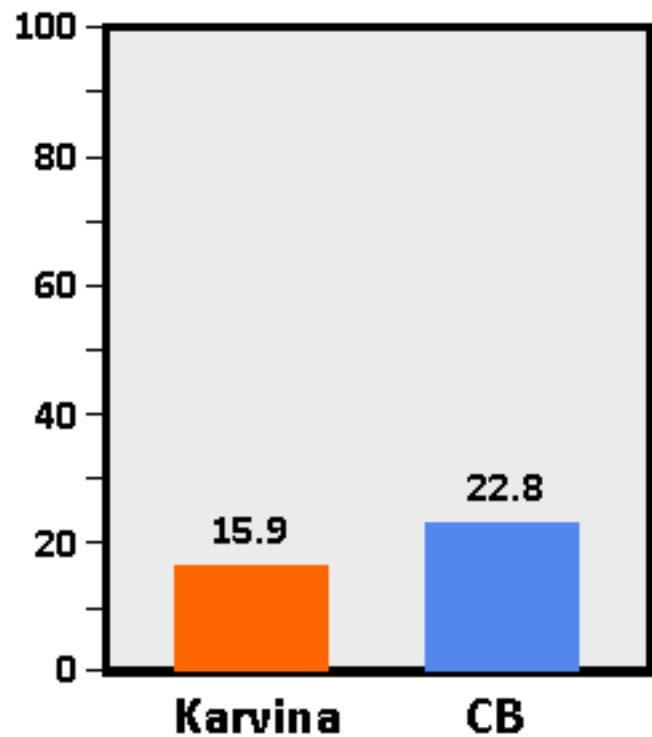
G-NEW PROJECT

- ➔ PM2.5 Hi-Vol monitoring
- ➔ c-PAHs Hi-Vol monitoring
- ➔ Mothers
- ➔ Urine 8-oxodG, PAHs
- ➔ Plasma 15-F2T-isoP, cotinine, metabolomics
- ➔ Milk PAHs
- ➔ Diet PAHs, questionnaires
- ➔ Newborns
- ➔ DNA adducts by ^{32}P -postlabeling
- ➔ Gene expression
- ➔ Plasma 15-F2T-isoP, metabolomics
- ➔ Urine 8-oxodG, PAHs

NUTRITIONAL QUALITY OF DIET

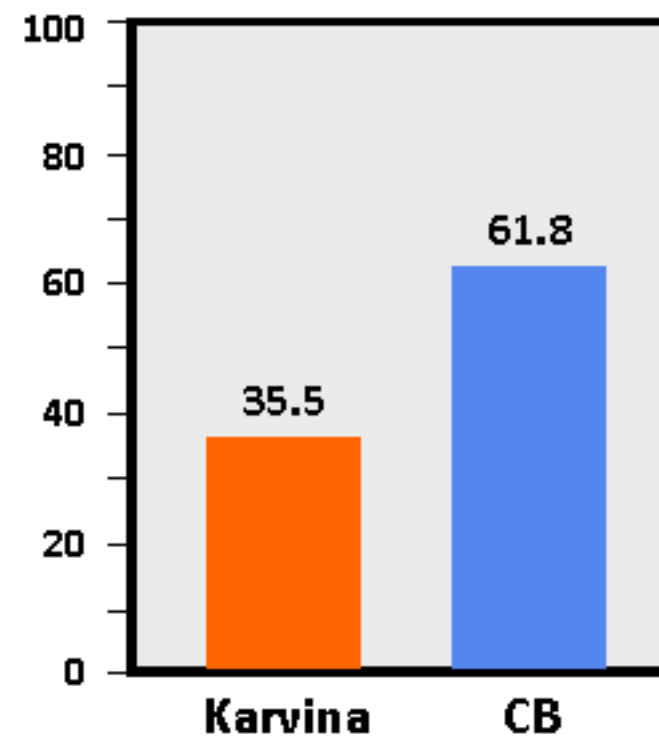
VEGETABLES

% days with RDI 300 g/day



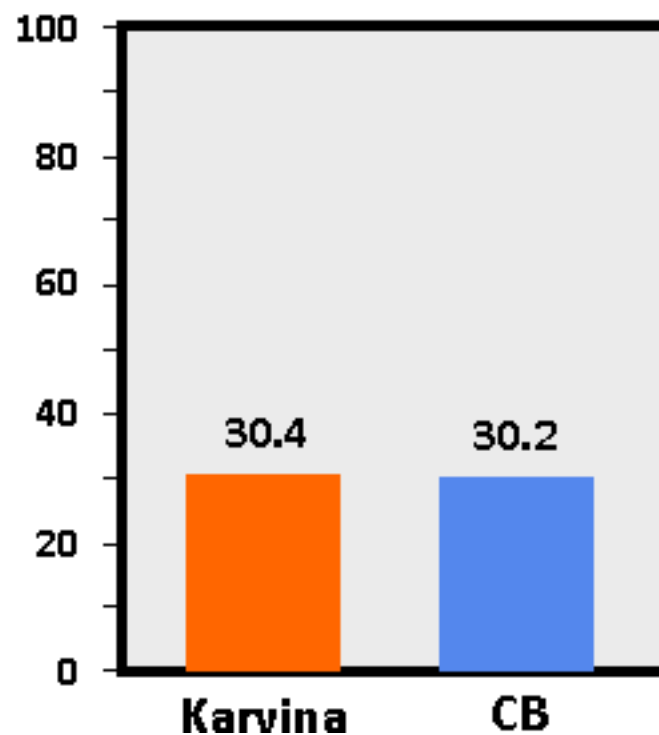
FRUITS

% days with RDI servings

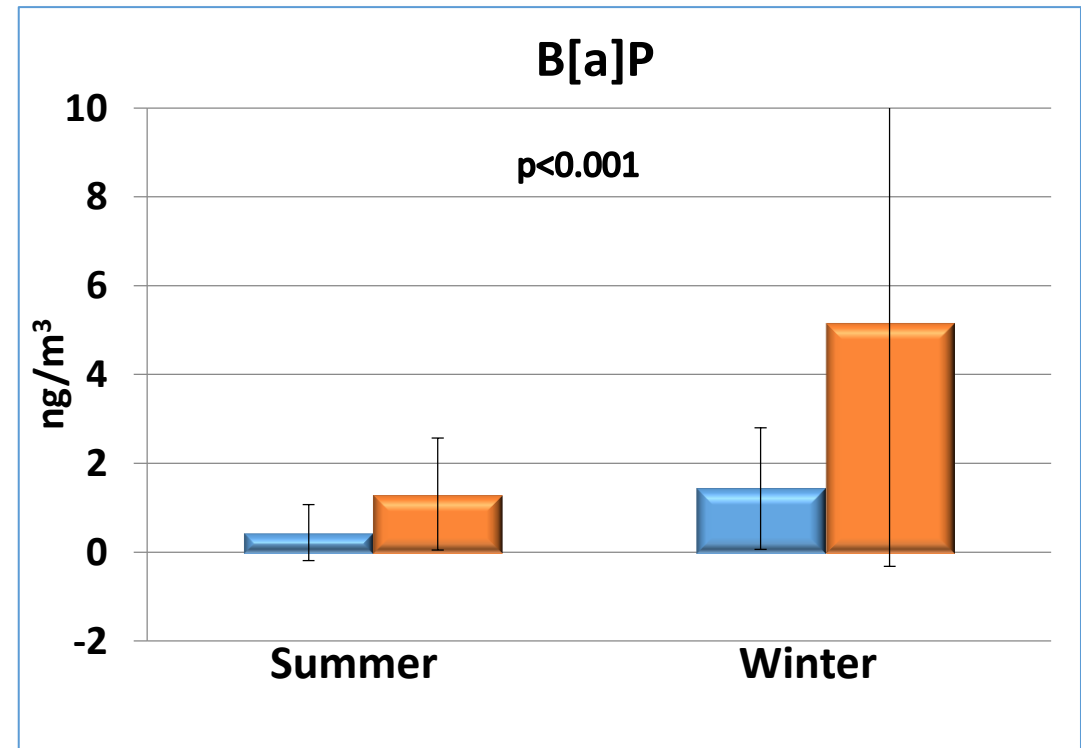
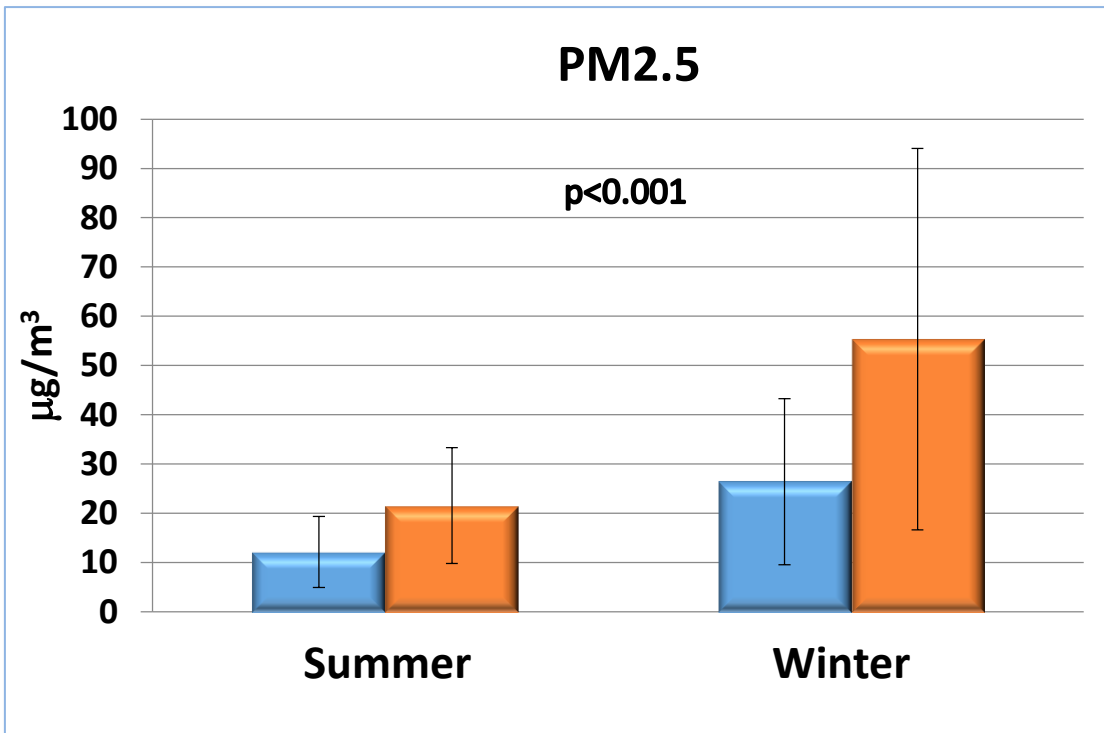


MILK, DIARY PRODUCTS

% days with RDI servings



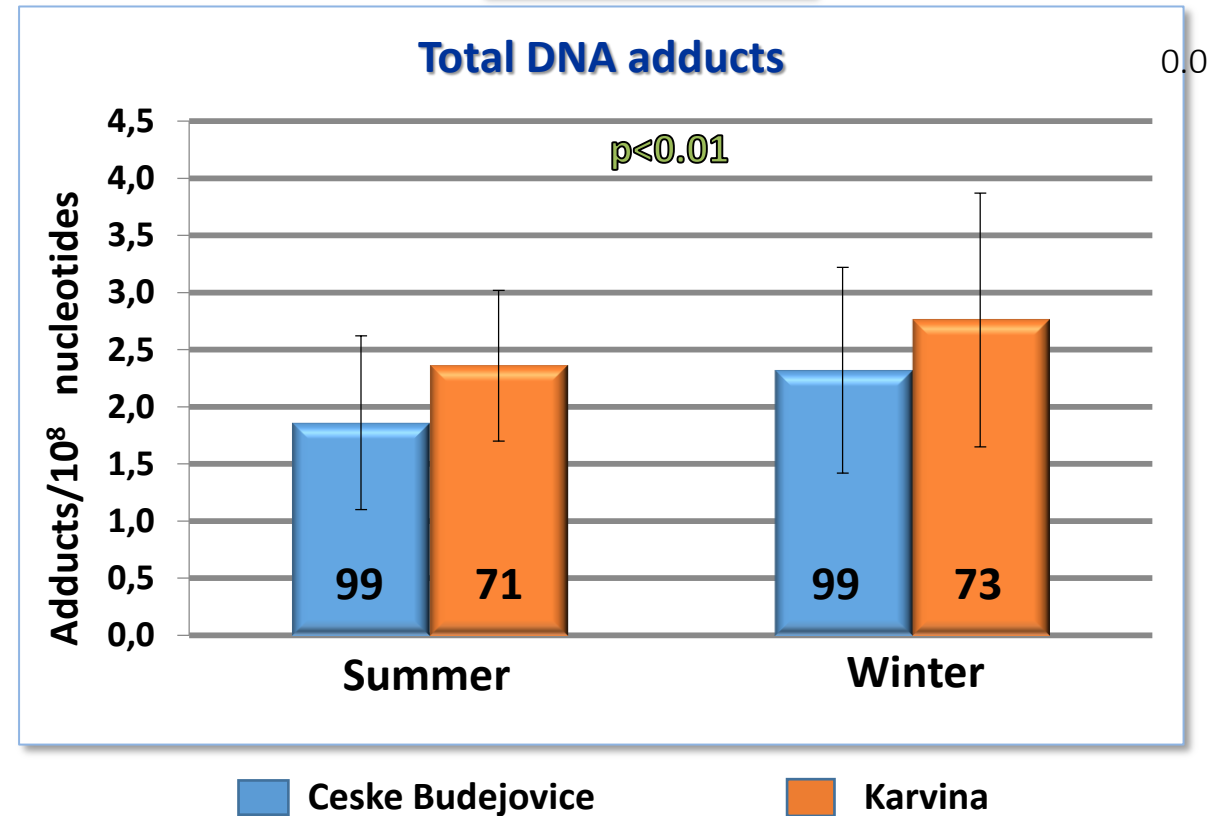
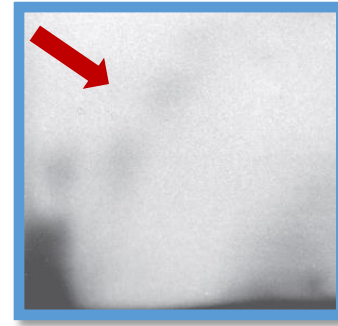
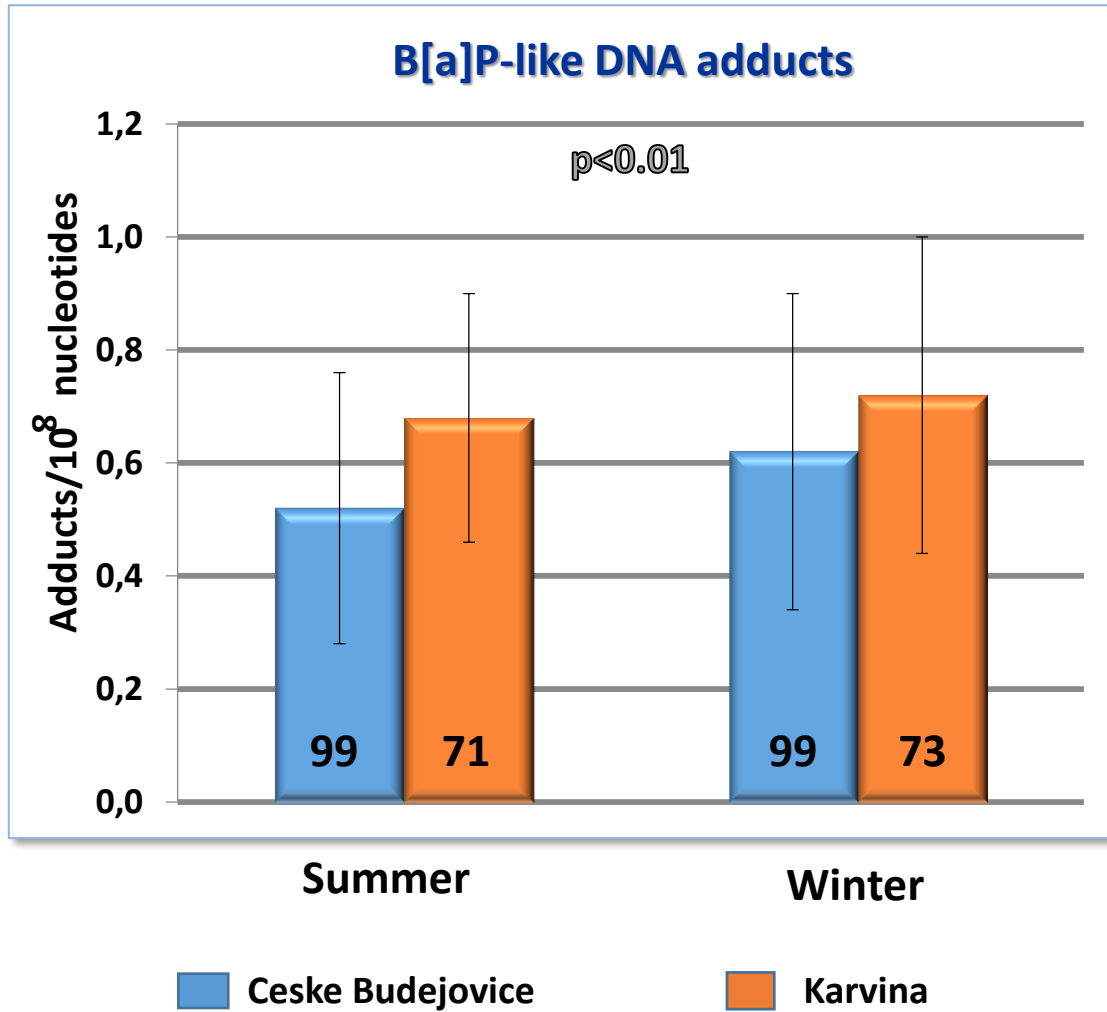
EXPOSURE TO PM 2.5 AND B[a]P



 Ceske Budejovice

 Karvina

DNA ADDUCTS IN NEWBORNS



OXIDATIVE STRESS IN NEWBORNS

8-oxod G mmol/mmol creatinine

		N	
SUMMER	Ceske Budejovice	99	4.7 ± 1.4
	Karvina	71	4.7 ± 2.4
WINTER	Ceske Budejovice	99	4.2 ± 1.5
	Karvina	73	5.7 ± 2.9 ***

*** p<0.001

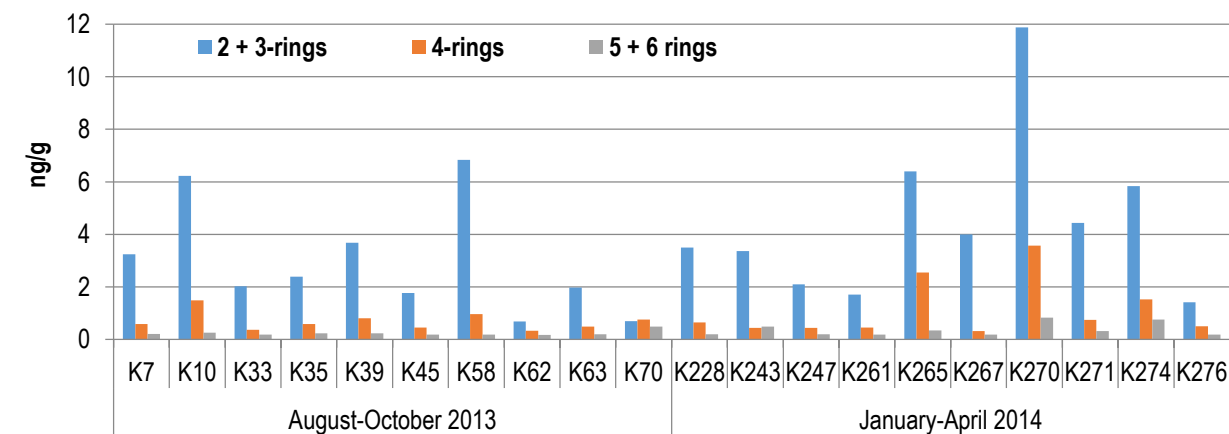
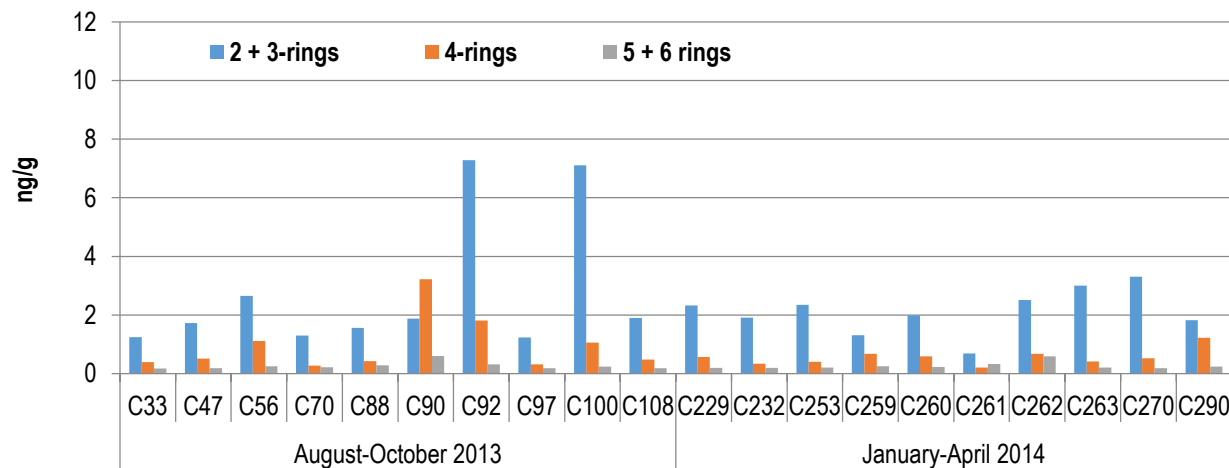


VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ V PRAZE
Fakulta potravinářské a biochemické technologie
Ústav analýzy potravin a výživy

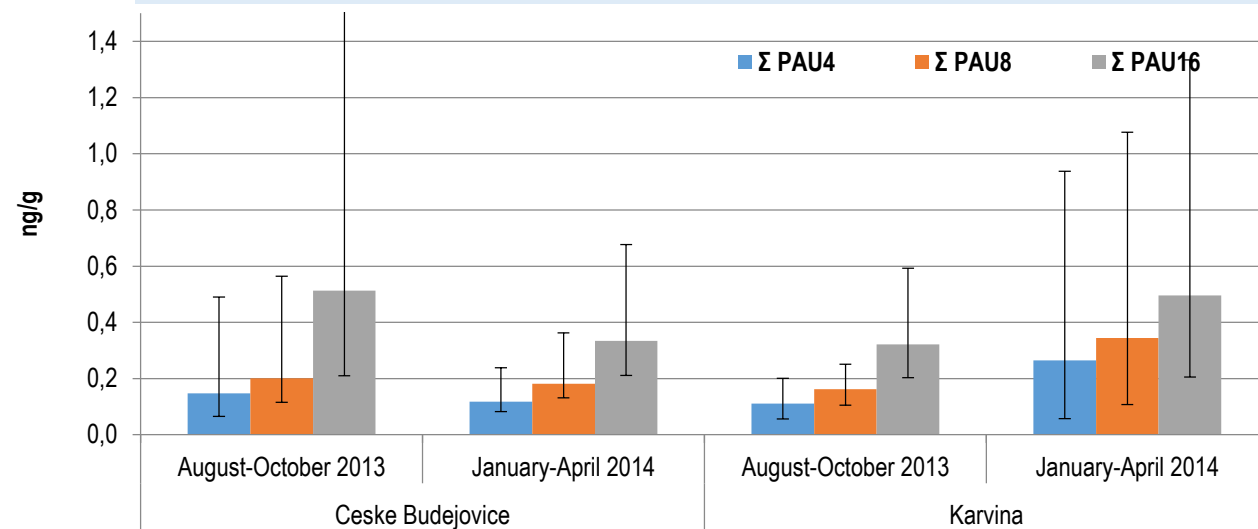
Biomarkery expozice PAU u dětské populace – hodnocení rizik

Kateřina Urbancová, Darina Lanková, Monika Tomaniová, Radim J. Šrám, Jana Hajšlová, Jana Pulkrabová

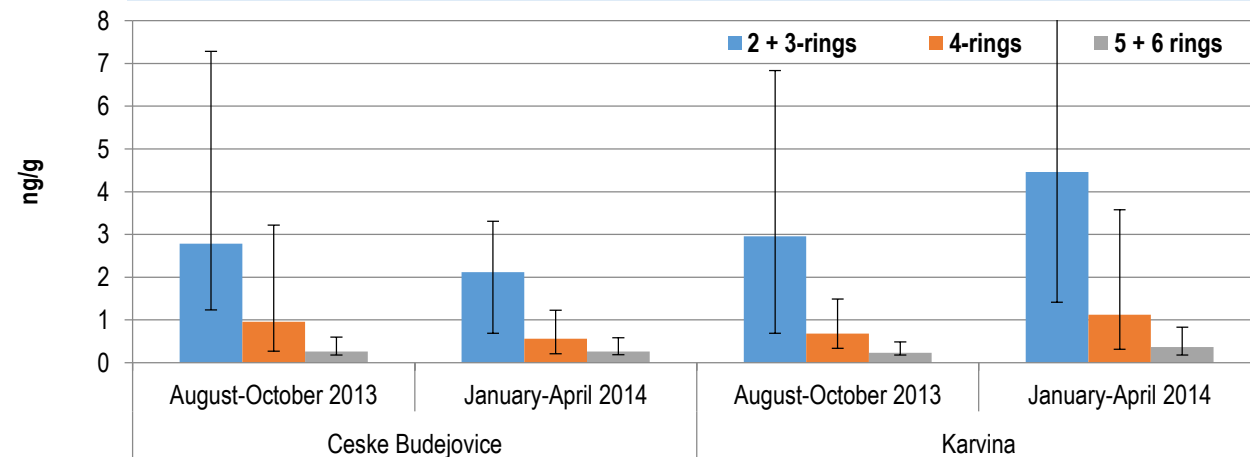
PAHs in diet



Σ PAH4: BaP, CHR, BaA, BbF
 Σ PAH8: PAH4, BkFA, BghiP, DBahA, IP



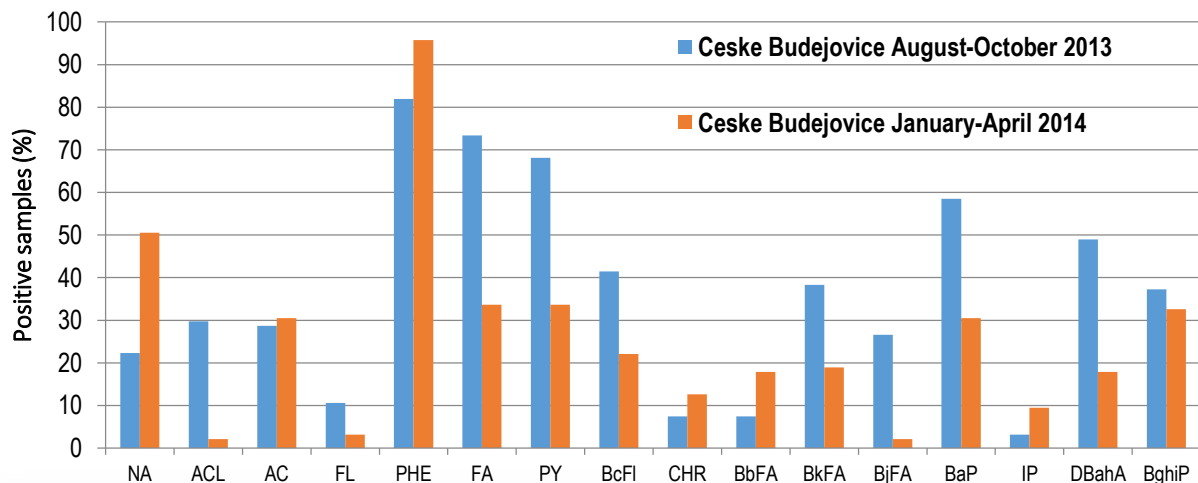
2 + 3-rings PAHs: NA, AC, ACL, FL, PHE, AN
 4-rings PAHs: FA, PY, BaA, CHR, BcF, 5MC
 5 + 6-rings PAHs: BbFA, BkFA, BjFA, BaP, DBahA, IP, BghiP, CPP, DBaIP, DBaeP, DBaiP, DBahP



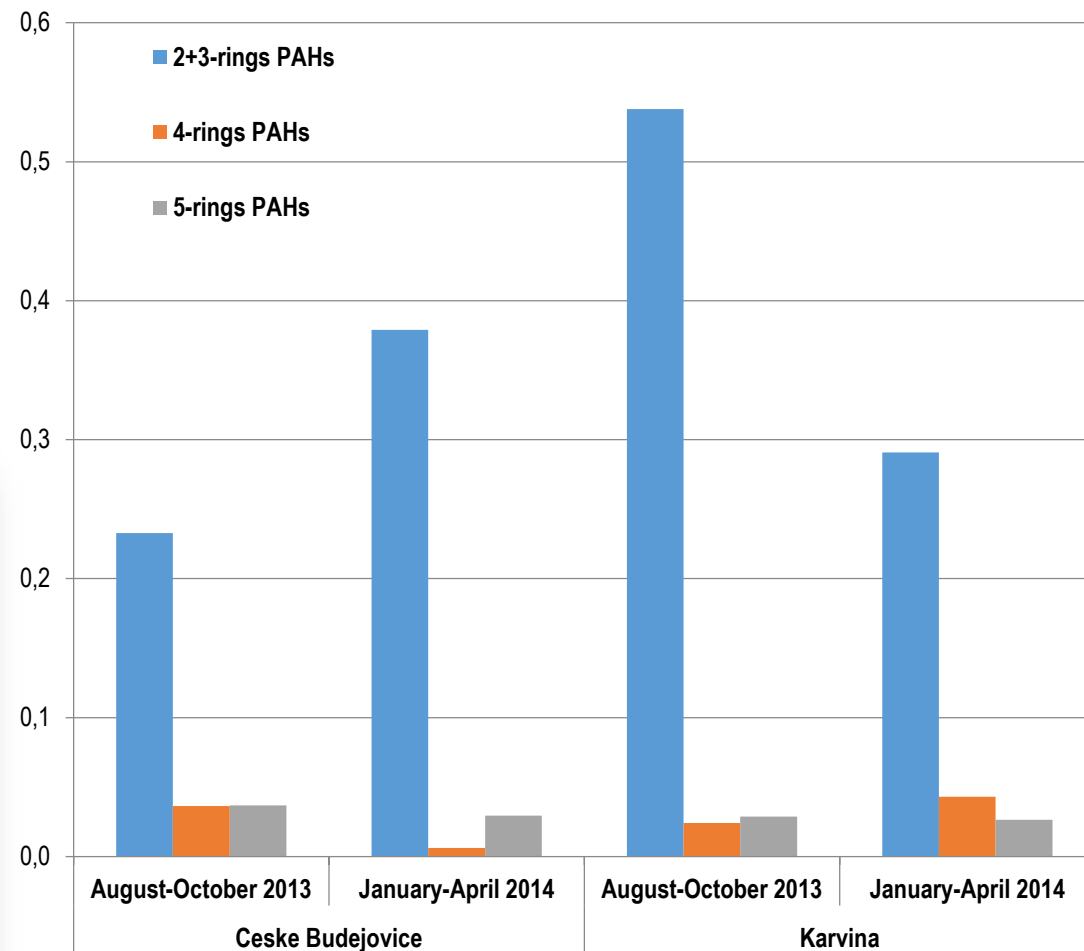
* Error bars indicate minimum and maximum concentration

PAHs in human breast milk

2 + 3-rings PAHs: NA, AC, ACL, FL, PHE, AN
 4-rings PAHs: FA, PY, BaA, CHR, BcF, 5MC
 5 + 6-rings PAHs: BbFA, BkFA, BjFA, BaP, DBahA, IP, BghiP,
 CPP, DBaIP, DBaeP, DBaiP, DBahP



ng/ml milk



Science of the Total Environment 562 (2016) 640-647

Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv



ELSEVIER

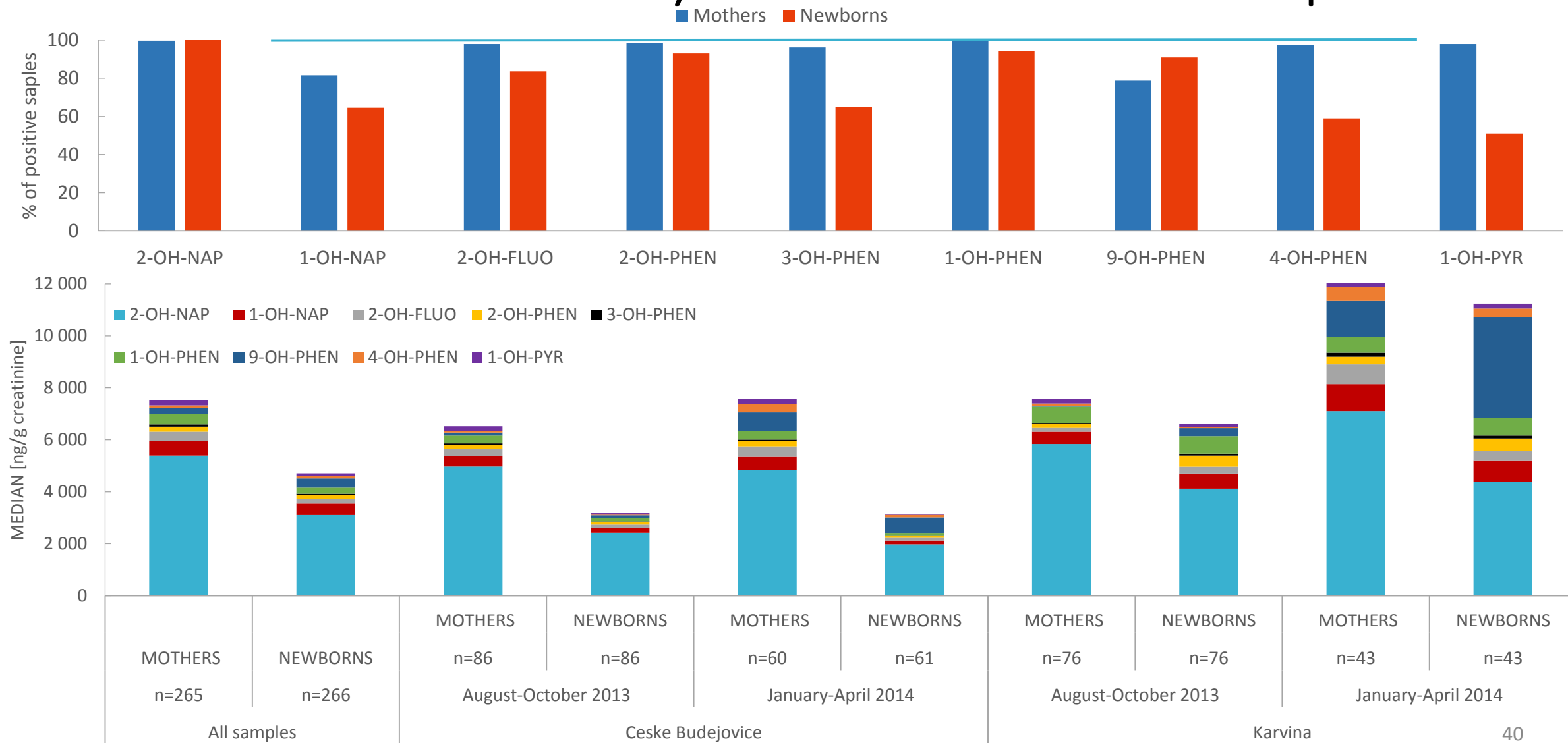


Relationship between atmospheric pollution in the residential area and concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in human breast milk

Jana Pulkrabova^{a,*}, Michal Stupak^a, Andrea Svarcova^a, Pavel Rossner^b, Andrea Rossnerova^b, Antonin Ambroz^b, Radim Sram^b, Jana Hajslova^a

^a University of Chemistry and Technology, Prague, Faculty of Food and Biochemical Technology, Department of Food Analysis and Nutrition, Technicka 3, 166 28 Prague 6, Czech Republic

Results of the analysis of the urine samples



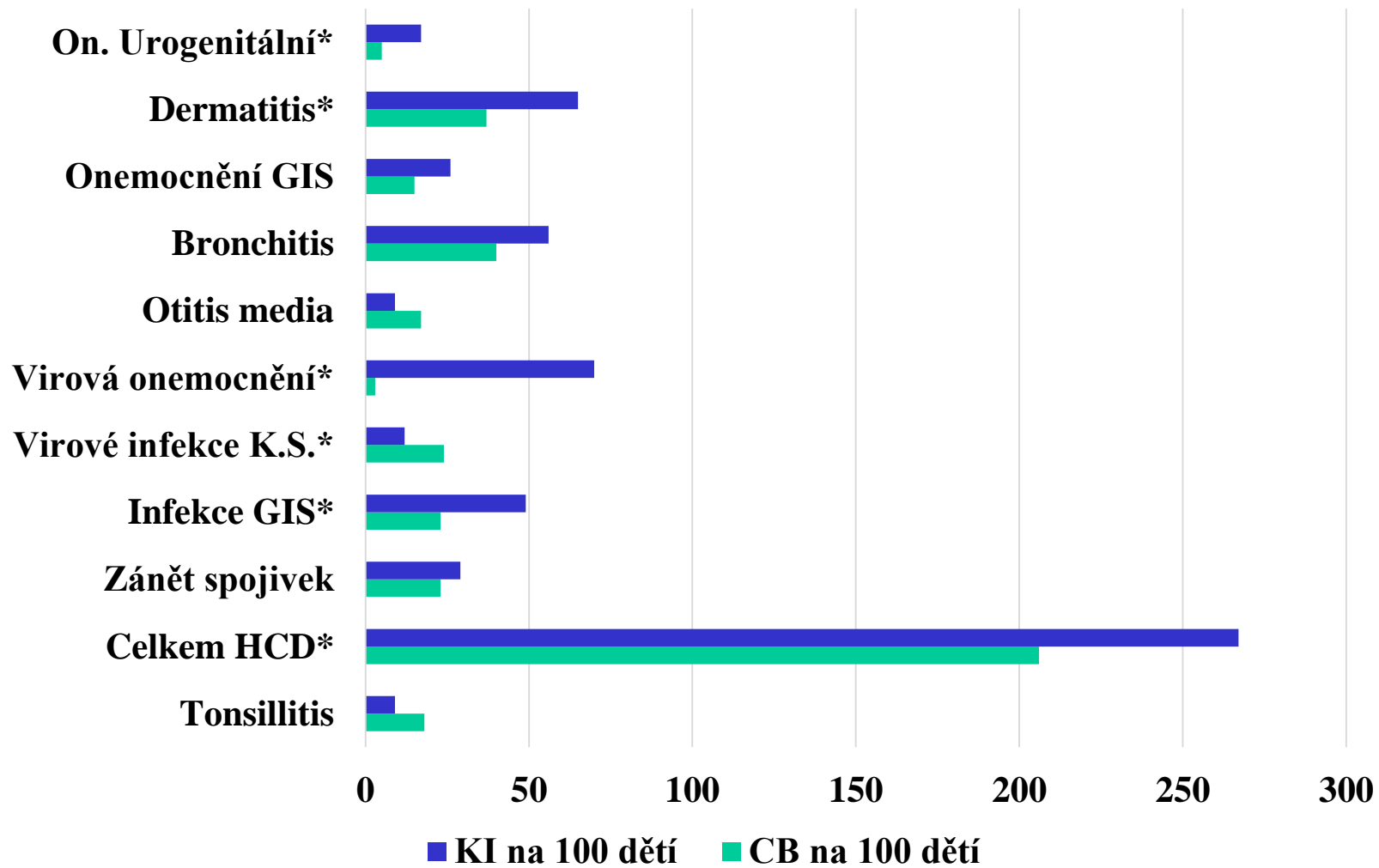
- **První komplexní studie hodnocení lidské populace PAU v ČR**
- **První data o koncentraci OH-PAU v moči u české populace**
 - Přibližně 2x vyšší median Σ OH-PAU v moči v zimním období v Karviné ve srovnání s Českými Budějovicemi

- **LIDSKÁ EXPOZICE**
 - Byla prokázána důležitost monitorovat dietární příjem PAU společně s expozicí PAU inhalací
 - V letním období je hlavním zdrojem expozice (60-90%) strava, v zimním období více než 60% inhalace
 - Novorozenci – mléko přispívá 20 – 50% celkové expozice PAU v závislosti na ročním období

Nemocnost dětí do 2 let v okrese Karviná a Č. Budějovice

Miroslav Dostál, Anna Pastorková a Radim J. Šrám
Ústav experimentální medicíny AVČR

V Karviné jsou děti více nemocné než v ČB

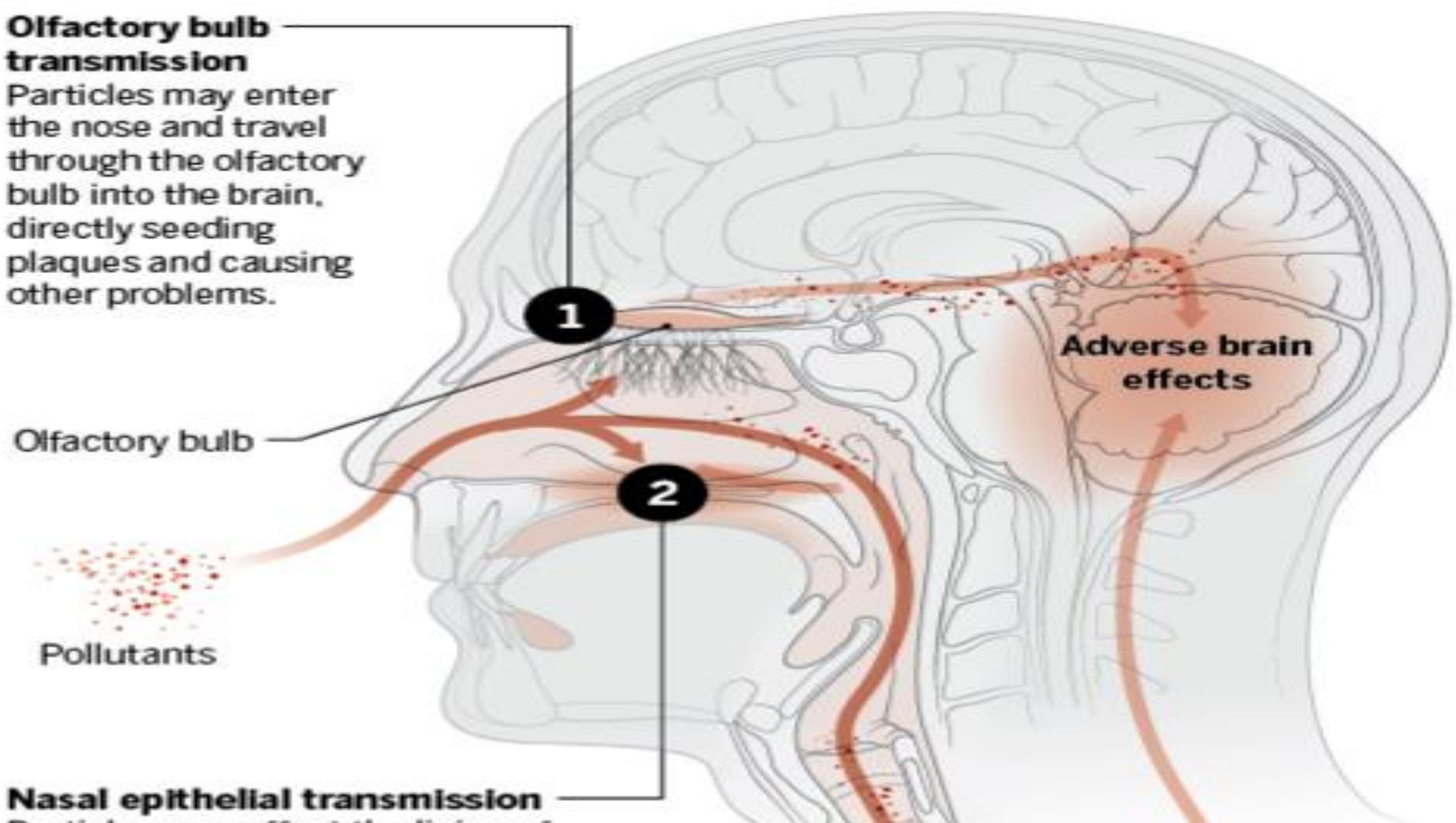




**ZNEČIŠTĚNÉ
OVZDUŠÍ**

A

CNS



N.D. Saenen et al.

***In Utero* Fine Particle Air Pollution and Placental Expression of Genes
in the Brain-Derived Neurotrophic Factor Signaling Pathway:
An ENVIRONAGE Birth Cohort Study EHP 123:834-840 (2015)**



PM2.5 15-19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

deregulation of genes *BDNF* and *SYN1* in placenta

BDNF

- 1) Brain-derived neurotrophic factor ovlivňuje vývoj a funkci nervového systému
- 2) Zvýšení o 5 ug/m³ PM_{2.5} v prvním trimestru snižuje expresi genu *BDNF* v placentě o 16 %, synapsinu (*SYN1*) o 24 %
- 3) Koncentrace PM_{2.5} v prvním trimestru = 15.4 ug/m³

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.

PM2.5 a autismus

- 1) Děti z LA, Kalifornie, s dg. AD ve věku 3-5 let v letech 1998-2009; 7603 dětí s AD, na 1 dítě s AD 10 kontrol
- 2) Zvýšení PM2.5 o 4.68 ug/m³ zvýšení o 15 % (OR=1.15; 95% CI: 1.06, 1.24)
- 3) Vliv dopravy, vzdělání matek, SES

B. Ritz et al. EHP 121 (2013) 380-386

MMR study

B. D. Peterson et al. Effects of prenatal exposure to air pollutants (PAHs) on development of brain white matter, cognition, and behavior in later childhood. JAMA Psychiatry 72 (2015) 531-540.

40 dětí ve věku 7-9 let

Etnicita matek: 72% dominikánská, 28 % afrikoamerická

Prenatální expozice PAU 5.13 ± 6.2 ng/m³

Median > 8.20 ± 7.64 ng/m³, median < 2.06 ± 0.91 ng/m³

PM2.5 & major depressive disorder

K-N. Kim et al. Long-term fine particulate matter exposure and major depressive disorder in a community-based urban cohort, <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.EHP192>

- 27 270 participants from Seoul, 54% males, 46% females, aged mostly 40-69 years
- PM2.5 concentration in 2007 29.8 ug/m³, in 2010 24.9 ug/m³
- Risk increased with an increase of 10 ug/m³ PM2.5 in 2007 HR=1.44, (95% CI: 1.17, 1.78)
- When stratified for diabetes mellitus, HR=1.83 (95% CI: 1.26, 2.64); CVD HR=1.83 (95% CI: 1.19, 2.12); COPD HR=1.64 (95% CI: 1.17, 2.30)
- Long-term PM2.5 exposure increased the risk of MDD among the general population

PAHs and cognitive functions

W.A.Jedrychowski et al. Prenatal exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and cognitive dysfunction in children. Environ Sci Pollut Res 22 (2015) 3631-3639

- 170 children in Cracow
- Exposure: PAH-DNA adducts, prenatal PAHs 43.0 ± 55.3 ng/m³
- At age 7 ys Wechsler Intelligence Scale for Children
- Depressed verbal IQ index, cord blood adducts RR=3.0 (95%CI: 1.3, 6.8)
- Breast feeding 6 months – protective effect RR=0.3 (95%CI: 0.1, 0.9)
- Conclusion: PAHs are harmful to the developing fetal brain

AIR POLLUTION & DEMENTIA

A. Oudinet al. Traffic-related air pollution and dementia incidence in Northern Sweden: A longitudinal study. EHP 124 (2016) 306-312

- Umea, NO_x, 1 806 participants, 191 dg. Alzheimer, 111 vascular dementia
- NO_x Q4 > 26 ug/m³, age 55-85 ys.
- NO_x 17-26 ug/m³ HR=1.49 (95%CI: 1.04, 2.14), > 26 ug/m³ HR=1.60 (95%CI: 1.02, 2.10) (adjusted for age, education, physical activity, smoking, sex, BMI, alcohol, diabetes, hypertension, and stroke)
- Conclusion: Air pollution from traffic might be an important risk factor for vascular dementia and Alzheimer disease

AIR POLLUTION & PARKINSON'S DISEASE

B. Ritz et al. Traffic-related air pollution and Parkinson's disease in Denmark: A case control study. EHP 124 (2016) 351-356

- Copenhagen vs. rural area, NO₂, 1 696 PD, 1 800 controls
- NO_x = 21.0±13.0 ug/m³, NO₂ Copenhagen 16.8±5.2 ug/m³, rural 12.1±1.8 ug/m³ (Prague-Smichov 35.2±24.8 ug/m³)
- Association with PD: Copenhagen OR 1.16 (95% CI: 1.08, 1.25), rural OR 0.93 (95% CI: 0.71, 1.22)
- Conclusion: Air pollution from traffic might be an important risk factor for Parkinson's disease

ZÁVĚRY

Zvýšené koncentrace PM2.5 zvyšují výskyt:

- autismu**
- poruch kognitivních funkcí u dětí**
- onemocnění depresí**
- incidence demence**
- Parkinsonovy choroby**
- ovlivňují koncentraci proteinu BDNF**

ZÁVĚRY

Zvýšené koncentrace PAU :

ovlivňují hladinu BDNF

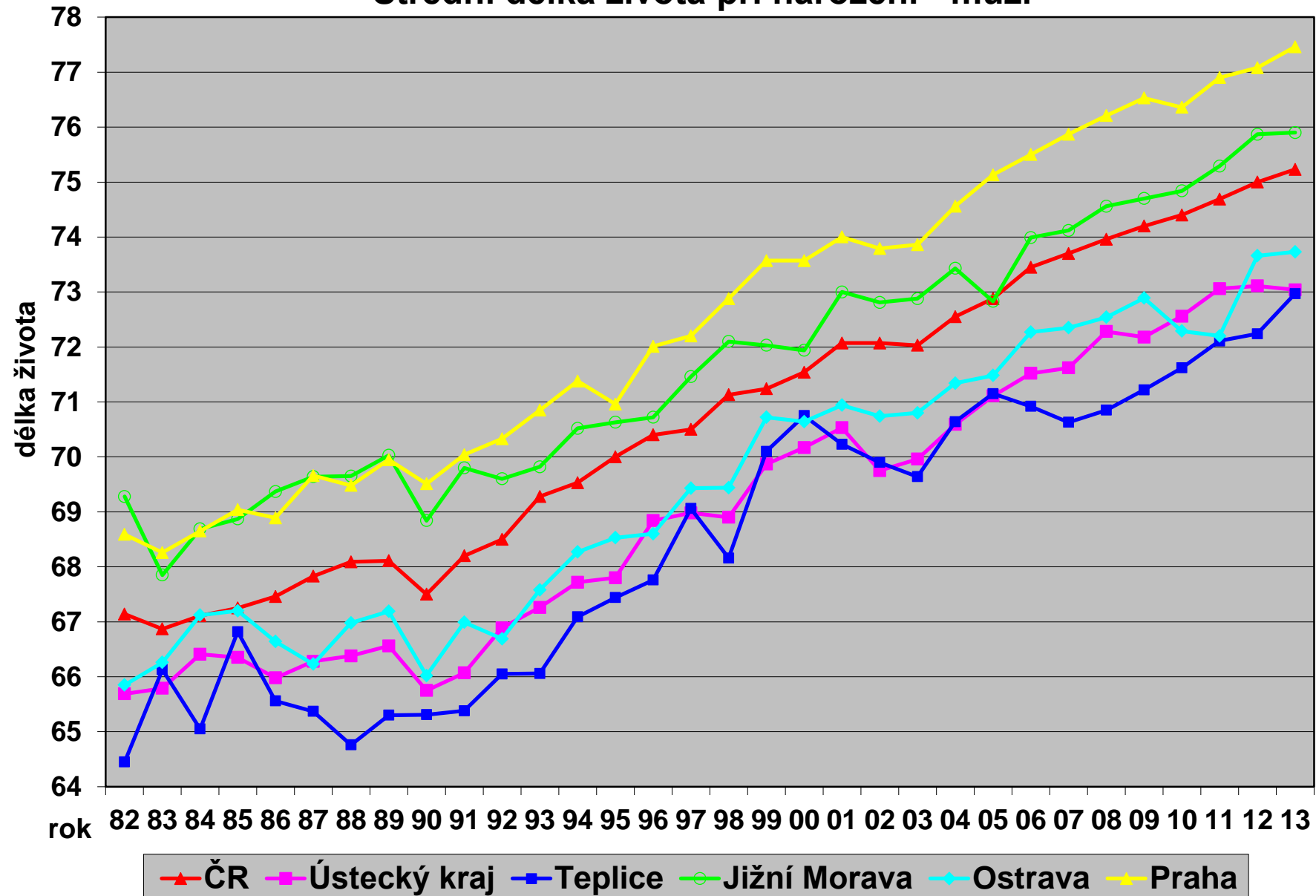
redukuje bílou hmotu mozku

snižují kognitivní funkce u dětí

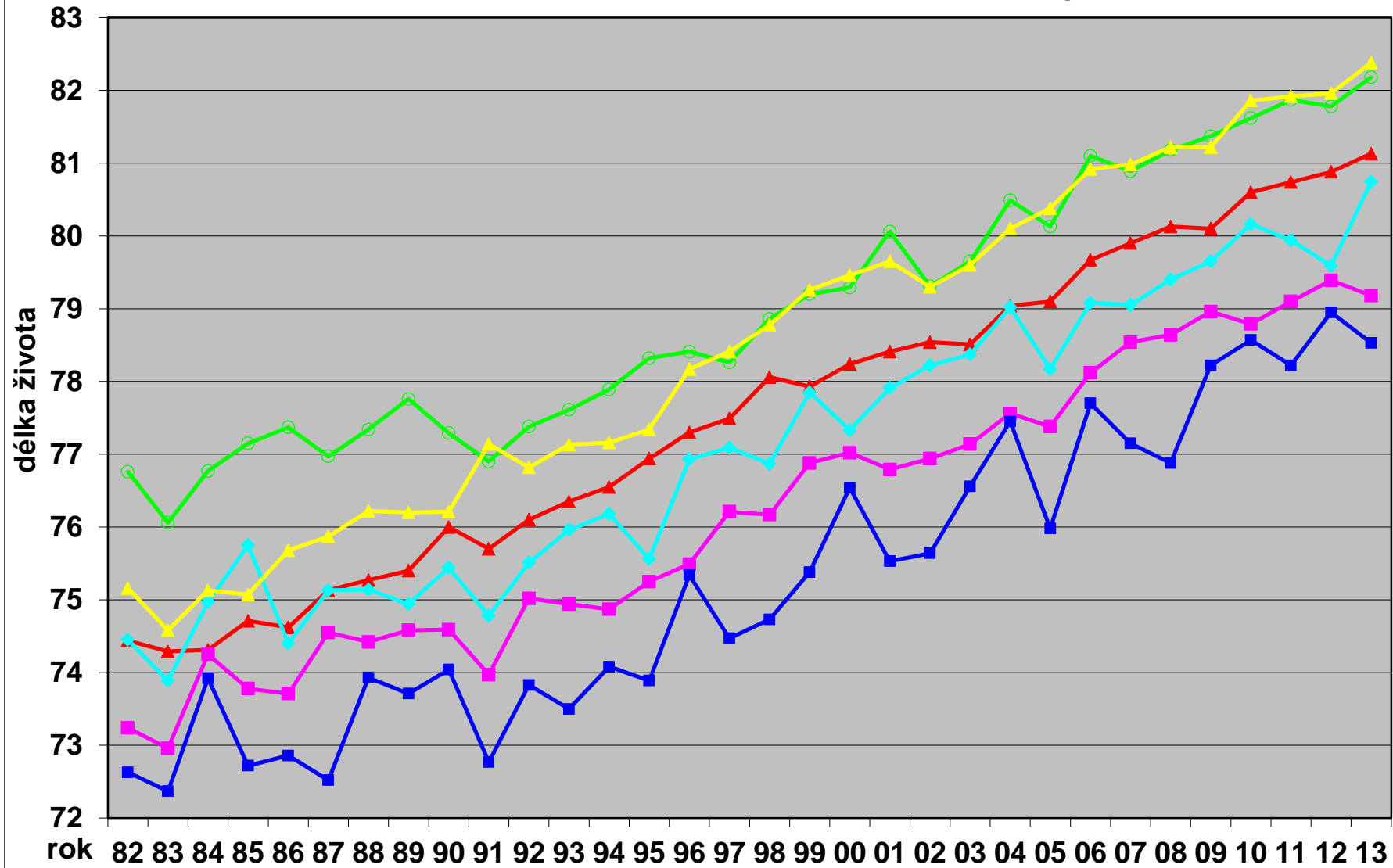
zvyšují výskyt ADHD



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

Richard NIXON

1971



**„ USA potřebují nejen ekonomický rozvoj,
ale i zdravou populaci“**

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**

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