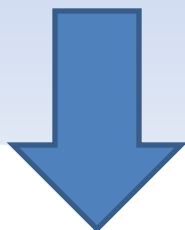


DŮSLEDKY ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ Z DOPRAVY



NA ZDRAVOTNÍ STAV POPULACE

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



Komise pro dopravu RVUR, Praha, 3. 7. 2015

17. Zasedání WHO

Květen 2014

- 1) Expozice znečištěného ovzduší
v Evropě 2012 – 600 000 úmrtí

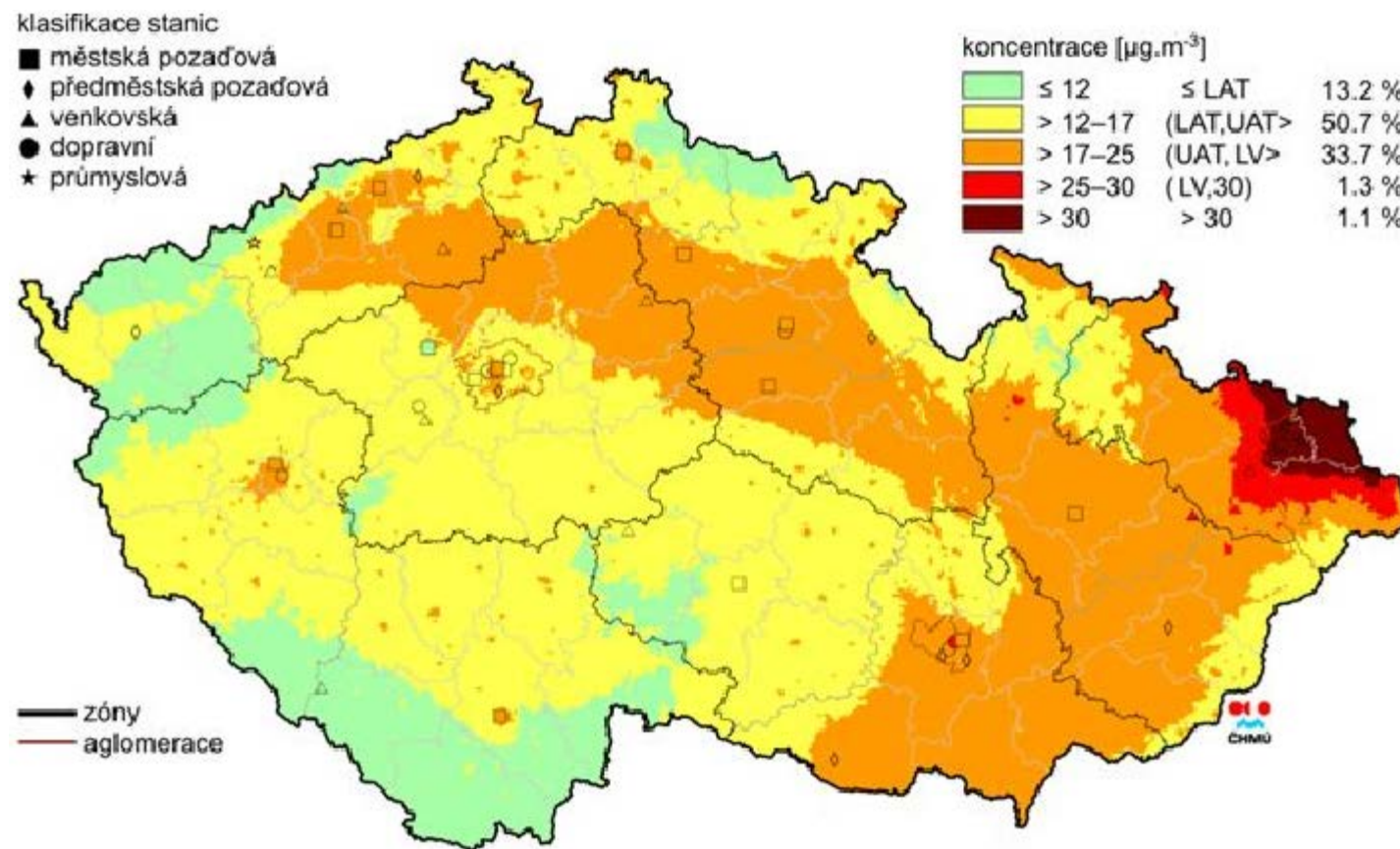
- 2) Znečištěné ovzduší + prachové částice
Prokázaný lidský karcinogen (X / 2013)
(15 % všech karcinomů plic)

WHO doporučuje standard pro $PM_{2.5} < 10 \mu g/m^3$

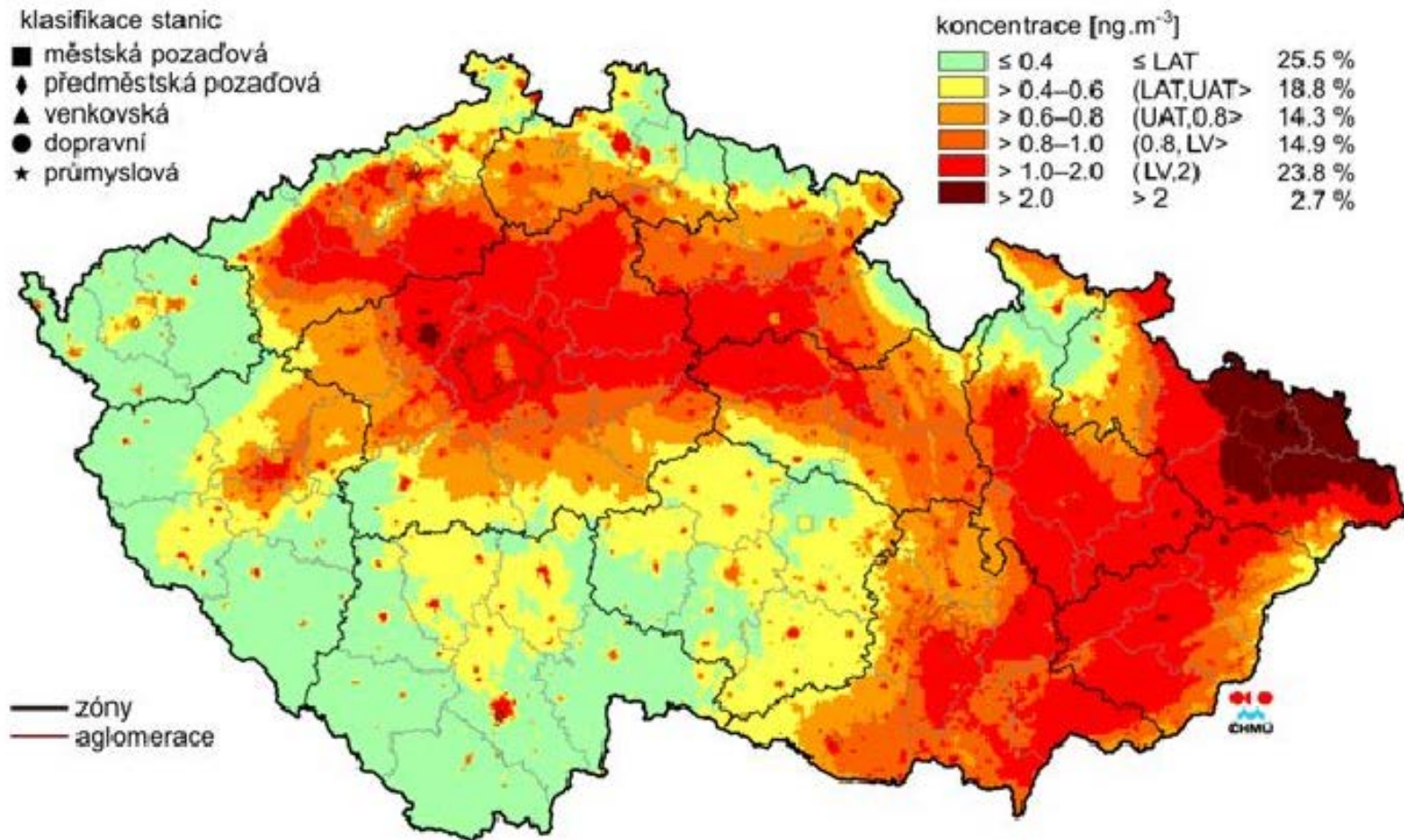
PM 2.5

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

PM2.5 2013



B[a]P 2013



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



ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ 2010 – 2014

(ČHMÚ)

Lokalita	PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	B[a] ng/m^3
Ostrava-Poruba	39.9 $\pm$ 41.4 / 33.4 $\pm$ 27.3	32.2 $\pm$ 37.0 / 25.8 $\pm$ 20.0	3.8 $\pm$ 6.2 / 2.9 $\pm$ 1.0
Ostrava -Bartovice	61.7 $\pm$ 45.6 / 39.4 $\pm$ 31.8	46.7 $\pm$ 38.2 / 36.2 $\pm$ 28.4	7.2 $\pm$ 8.1 / 9.3 $\pm$ 5.6
Karviná	54.3 $\pm$ 50.0 / 41.8 $\pm$ 34.4	X / 33.1 $\pm$ 24.9	6.3 $\pm$ 8.8 / (8.2 $\pm$ 3.2)
Havířov	52.9 $\pm$ 58.2 / 41.6 $\pm$ 33.6	X	X
Praha-Smíchov	37.9 $\pm$ 20.1 / 31.2 $\pm$ 28.1	21.1 $\pm$ 14.2 / 15.4 $\pm$ 13.8	X
Praha -Libuš	27.4 $\pm$ 16.9 / 29.7 $\pm$ 26.7	20.3 $\pm$ 13.1 / 17.1 $\pm$ 13.3	0.9 $\pm$ 1.2 / 1.1 $\pm$ 0.4
České Budějovice	25.2 $\pm$ 16.9 / 21.1 $\pm$ 18.9	X / 16.9 $\pm$ 14.3	1.5 $\pm$ 1.8 / 1.2 $\pm$ 0.5

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 < 1μm



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)

NOVÉ POZNATKY Z USA

(B. Ritz 2013)

vliv na CNS:

autismus

demence

Parkinsonova nemoc

mozkové příhody

Alzheimerova choroba



Problém kongesce u tranzitní kamionové dopravy

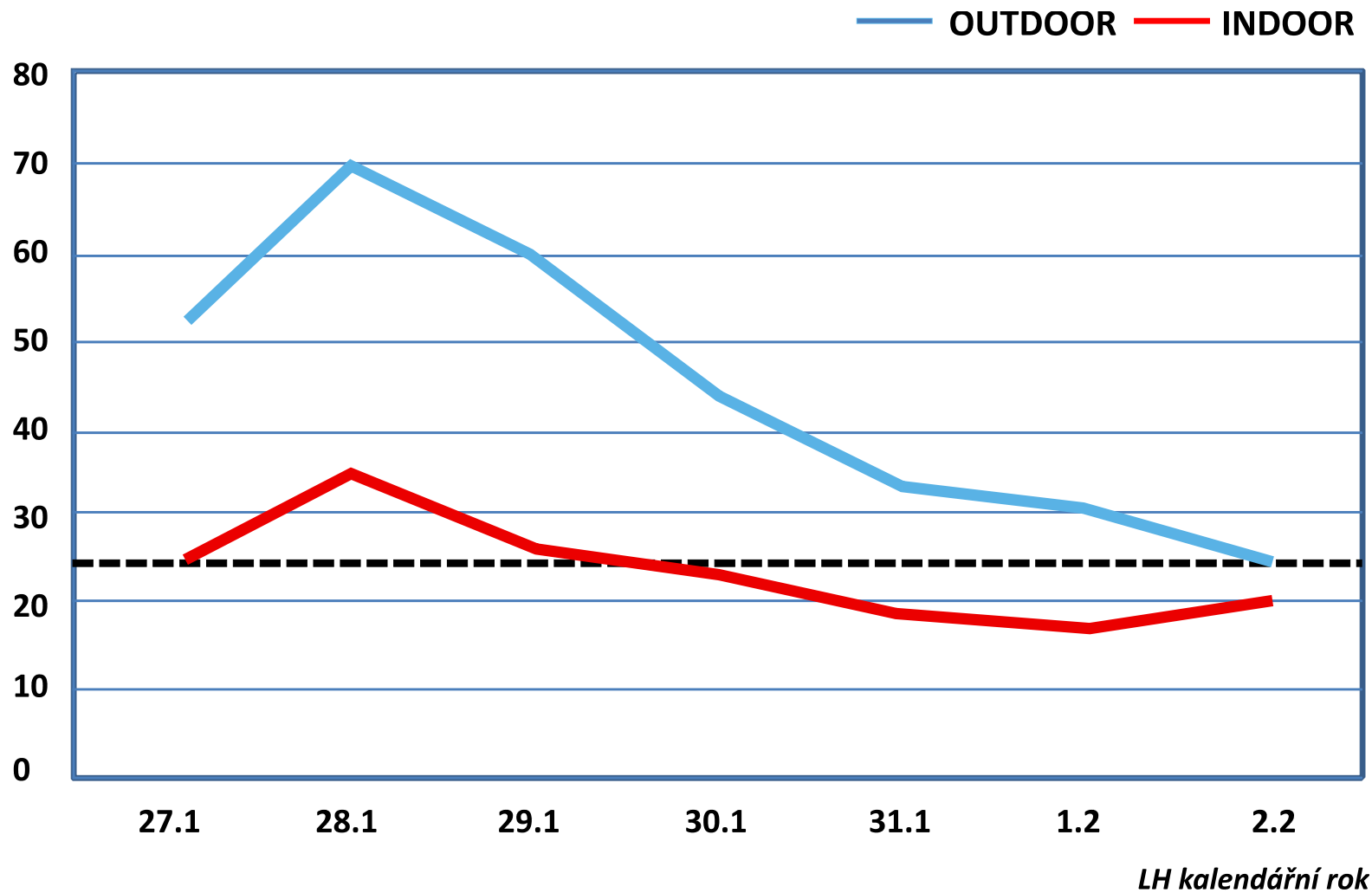
- ➔ **Spalovací motory –
hlavní zdroj velmi jemných částic ve většině městských aglomeracích**
- ➔ **Nárůst intenzity dopravy zvyšuje emise
a zvyšuje míru výskytu kongesce**
- ➔ **Emise jsou vyšší než odpovídá modelům**
- ➔ **U současného vozového parku má vliv na emise též: technický stav,
kvalita jízdy,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

Městský provoz:

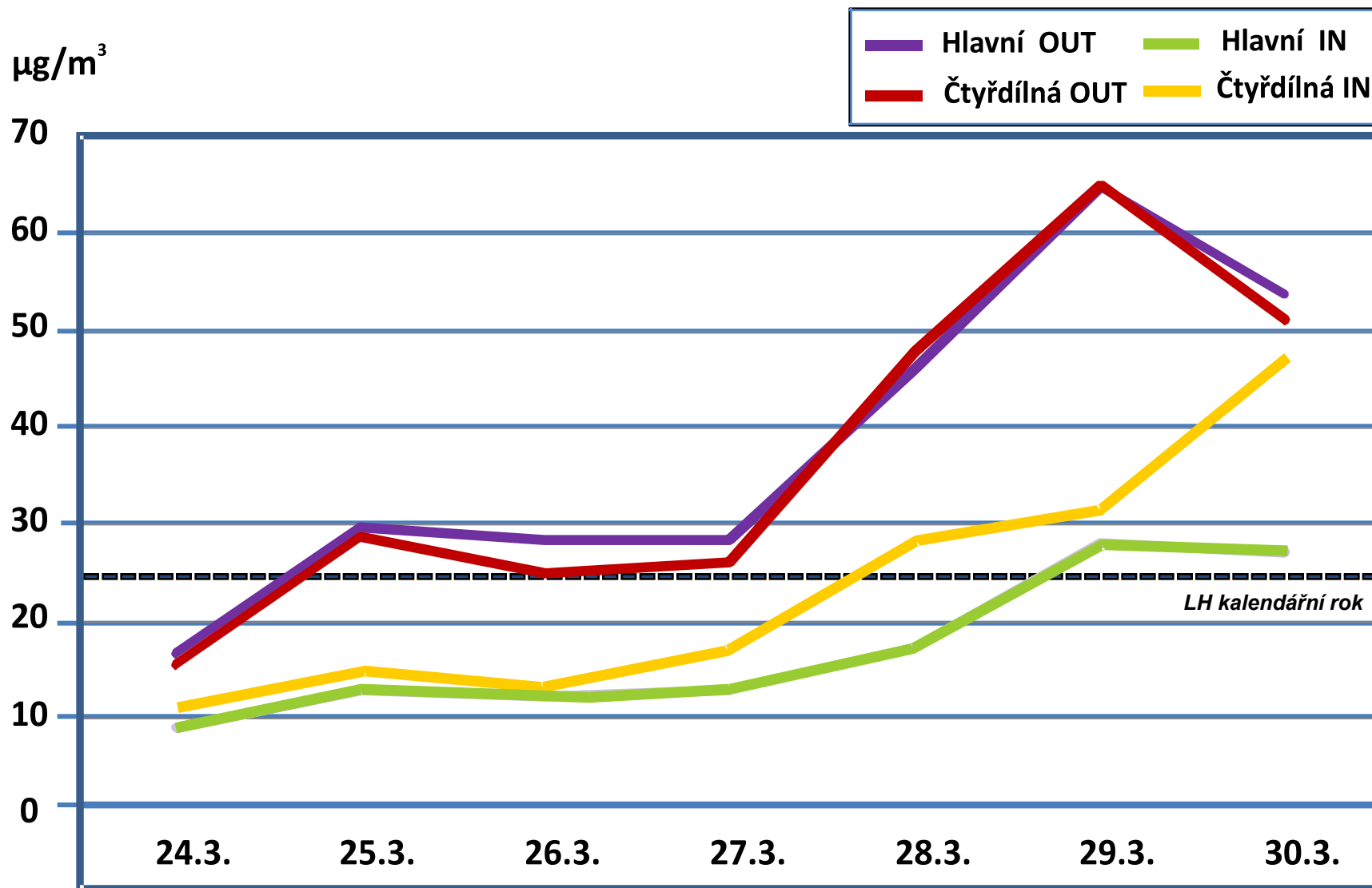
**nejvíce technicky náročný z hlediska emisí
nejvyšší míra expozice (blízkost, počet lidí)**

PM2.5 Praha 4 Spořilov 2014

Svojšovická 2878

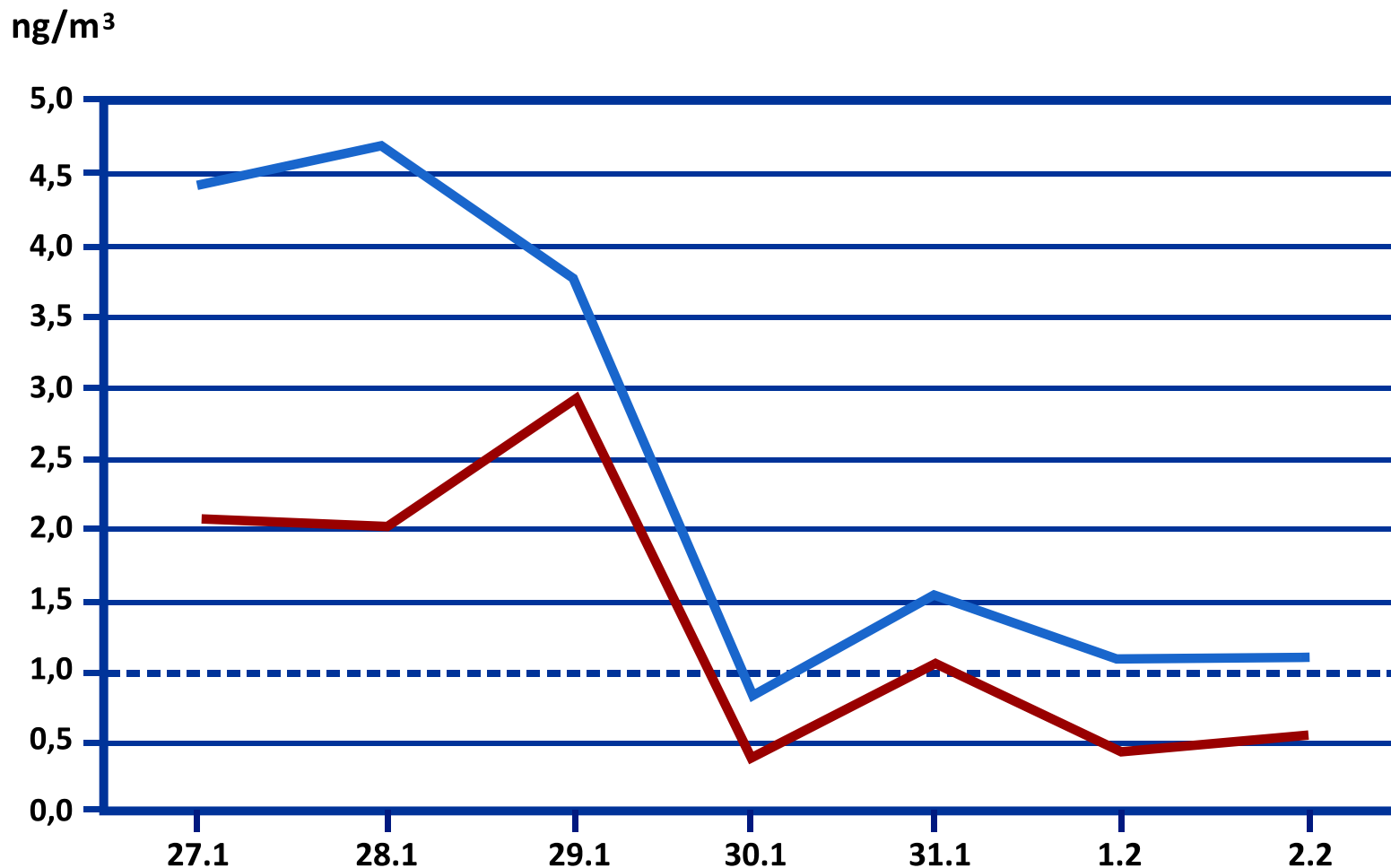


PM2.5 Praha 4 Spořilov 2014

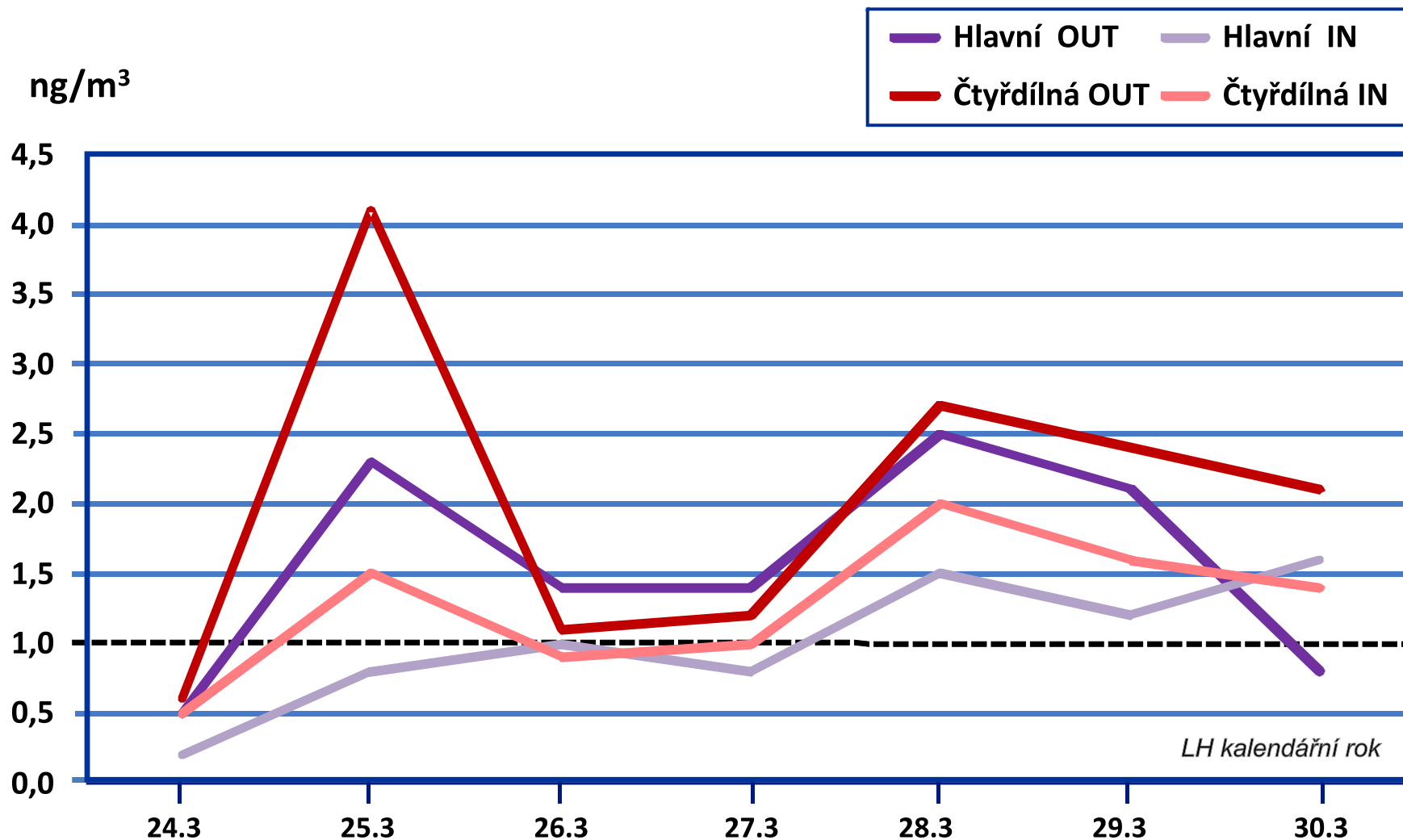


B[a]P Praha 4 Spořilov 2014

Svojšovická 2878



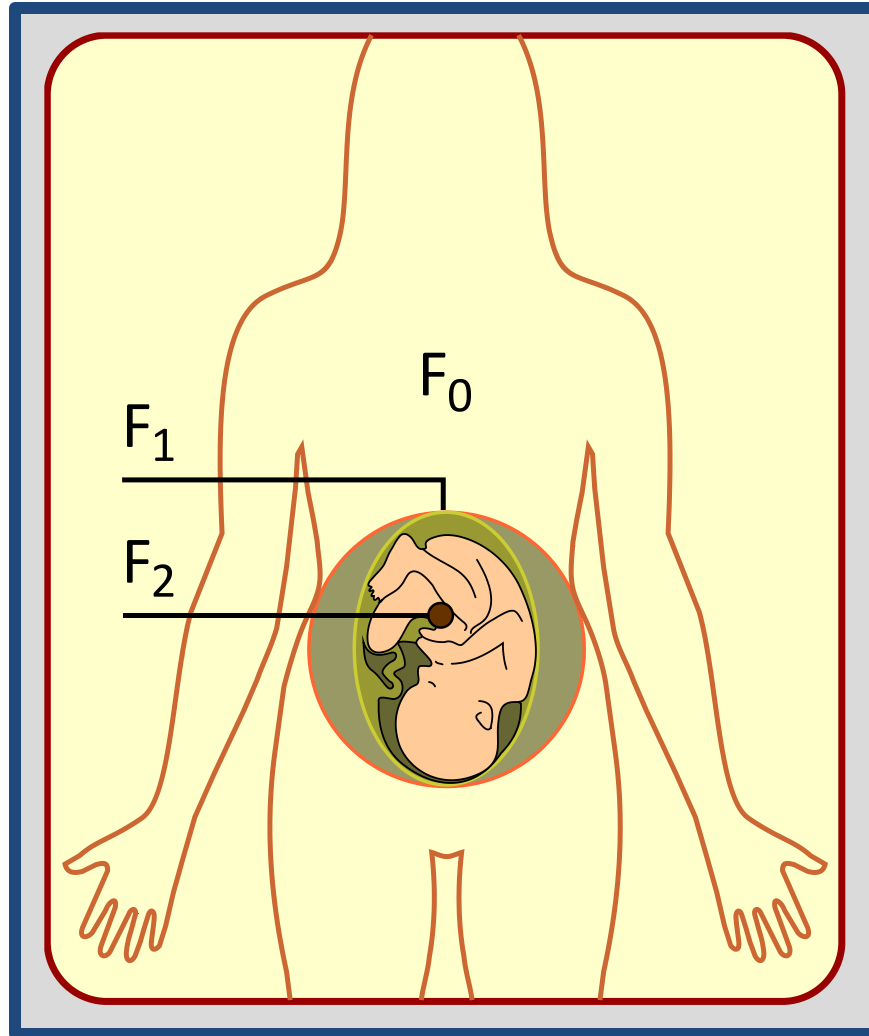
B[a]P Praha 4 Spořilov 2014

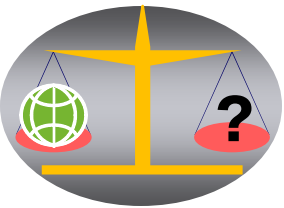


HODNOCENÍ ZDRAVOTNÍCH RIZIK

- ➔ Expozice koncentracím $\text{PM}_{2.5} > 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nepříznivě ovlivňují lidské zdraví (WHO).
- ➔ Zvýšené koncentrace jemných prachových částic $\text{PM}_{2.5}$ představují zvýšené riziko kardiovaskulárních onemocnění.
- ➔ Expozice koncentracím B[a]P (benzo[a]pyrenu) $> 1 \text{ ng}/\text{m}^3$ 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.







MUTAGEN

AGENS

chemického, fyzikálního, nebo biologického původu
indukující

GENETICKÉ MUTACE



**Trvalá, přenosná
změna v genetické informaci buňky.**

Mutace somatická

v somatických buňkách
exponovaného jedince

→ **teratogenní proces** – intrauterinní poškození,
nepřenosné na další generace

→ **proces** – post partem poškození, vznik
malignity u dospělého **karcinogenní**

→ **stárnutí buněk, tkání a orgánů** – post partem
poškození, degenerativní procesy, snížená
kvalita života dospělého ???

MUTAGEN

Mutace gametická

v zárodečných buňkách rodičů –
geneticky podmíněná poškození

sterilita

spontánní aborty

vrozené vady

malformace

metabolické

chybná reparace

dispozice ke vzniku nádorů



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**

Důvody

- **Stoupá počet studií prokazujících negativní zdravotní účinky prachových částic (PM_{10} , $PM_{2.5}$)**
- **Chybí však informace o případných zdravotních účincích expozice ultrajemným prachovým částicím (< 100 nanometrů)**

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**



Air pollution impacts on pregnancy occurrence and outcomes

**Seven years later: credible supporting toxicological
data to understand the effects of air pollution on
gestation, fetal and postnatal development**

Mariana Veras

Laboratory of Experimental Air Pollution
School of Medicine
University of São Paulo, Brazil



EXPOSURE SYSTEM

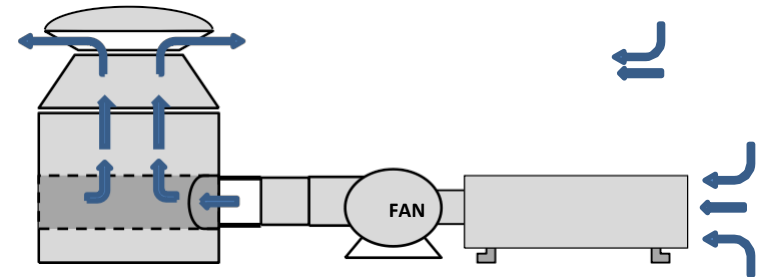
Exposure Chambers

„ The idea was to create a gradient in ambient levels pf particulate matter by filtering the ambient air – using two open top chambers“

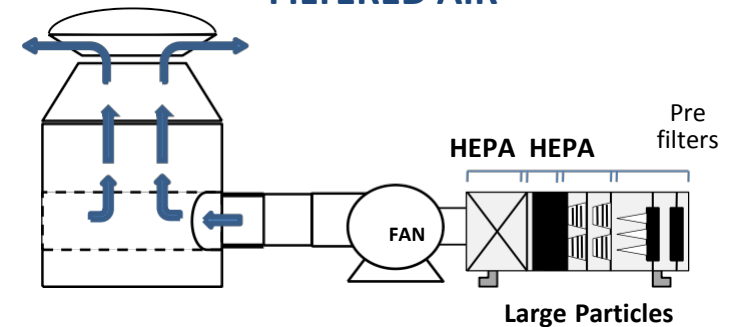


Mean annual [PM_{2.5}] in SP $\approx 25 \text{ ug/m}^{-3}$ (WHO - 10 ug/m^{-3})

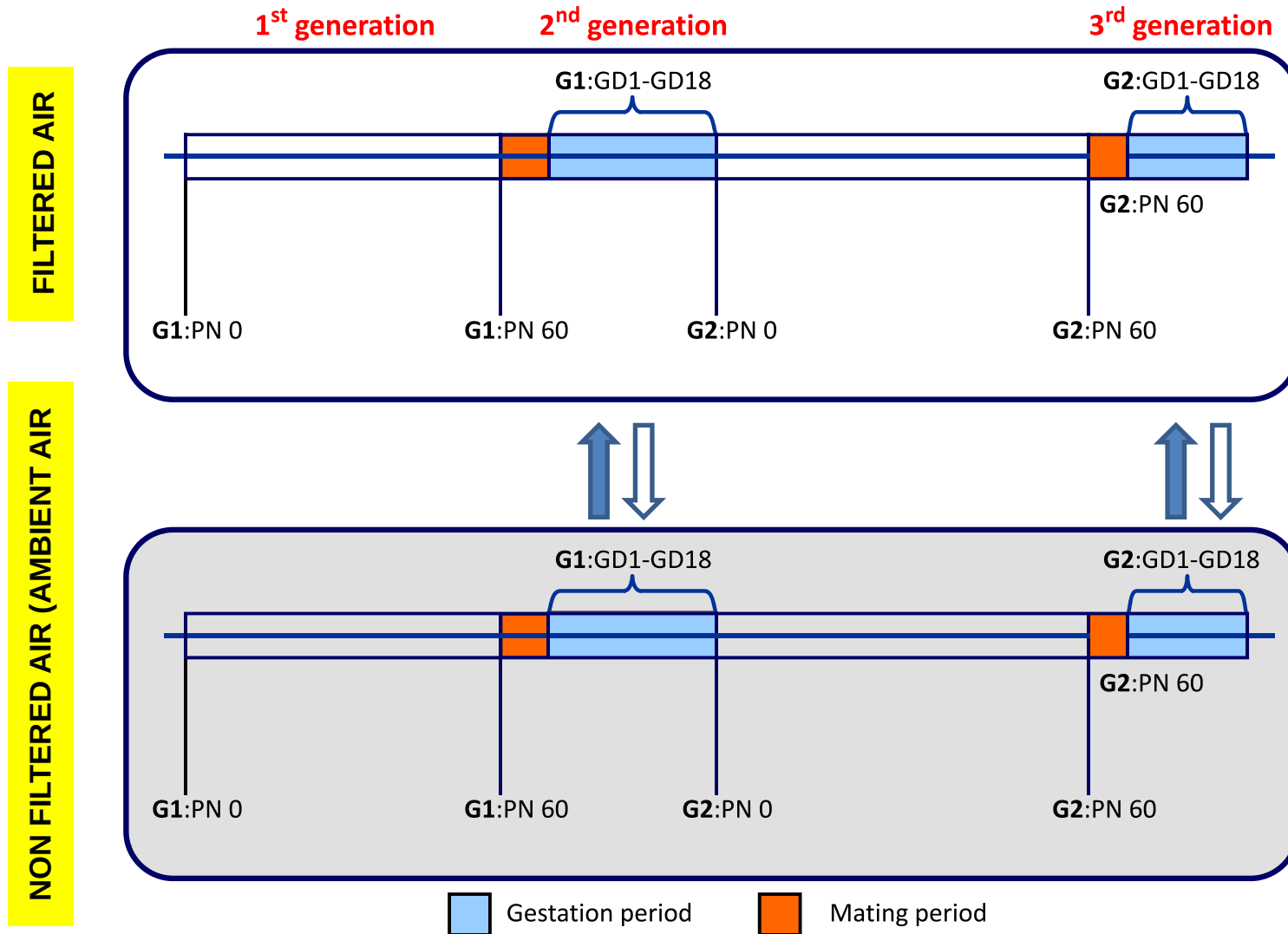
NON FILTERED AIR (AMBIENT AIR)



FILTERED AIR



ANIMAL MODEL



G1: GD1-
GD18



2nd GENERATION

Fetal weight – critical periods of exposure

LOW BIRTH WEIGHT: critical periods of exposure

- PG pre-gestational exposure
- GS1 from day 1 to 5 (pre-implantation)
- GS2 from day 6 to 10 (yolk sac placenta)
- GS3 from day 10 to 19 (chorioallantoic placenta)

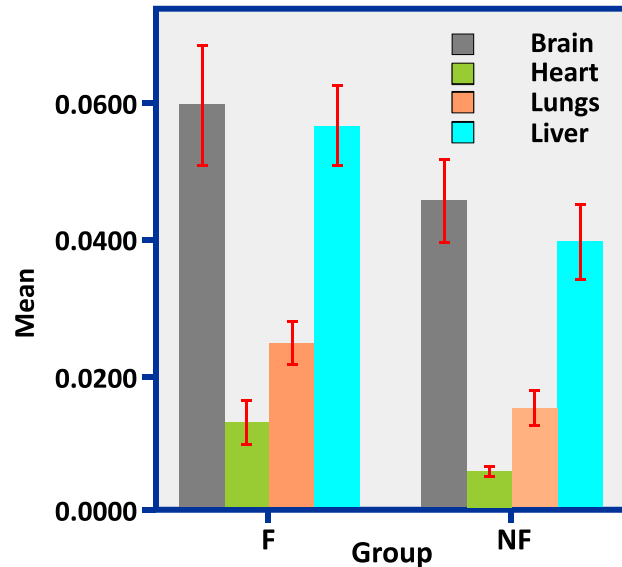
Gestation was divided in these 3 periods in an attempt to mimic the 3 trimester of pregnancy in humans

Odds ratio for LBW according to the stage exposure (n = 508 pups)

Exposure period	Score	p
PG	11.178	0.001
GS1	5.403	0.020
GS2	1.650	0.199
GS3	1.342	0.247

DEVELOPMENTAL TOXICITY

(3rd generation)

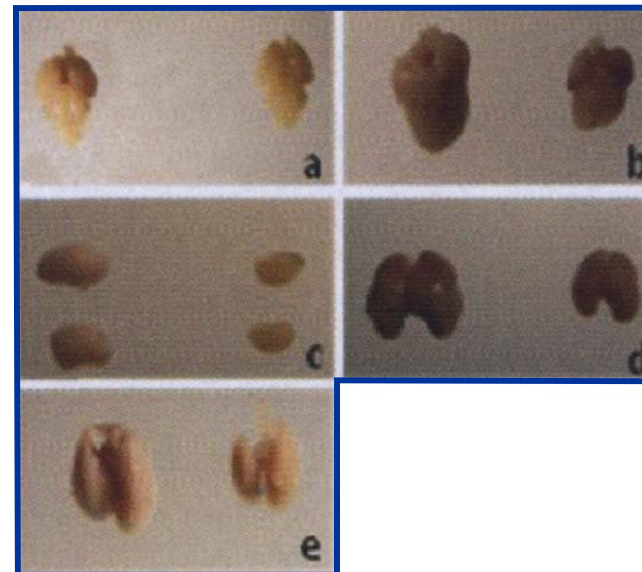
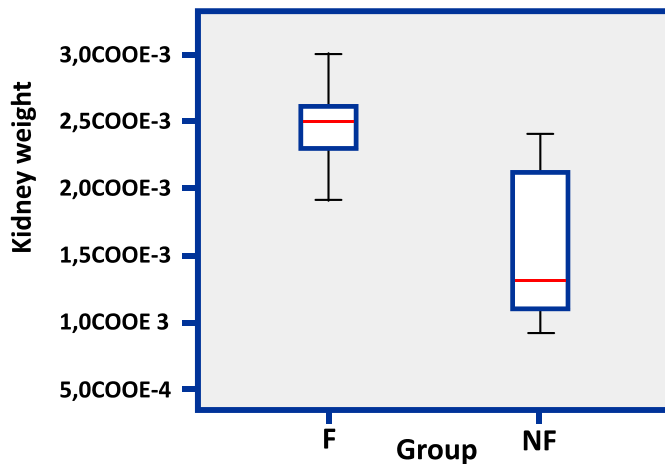


FF x NF-NF

21% ↓ birth weight

SYMMETRIC IUGR ?

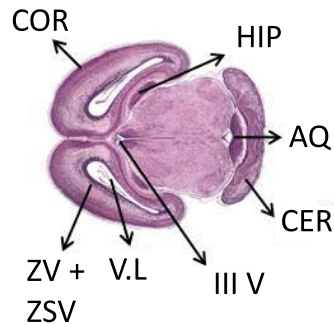
25 to 31 % ↓ organ weight



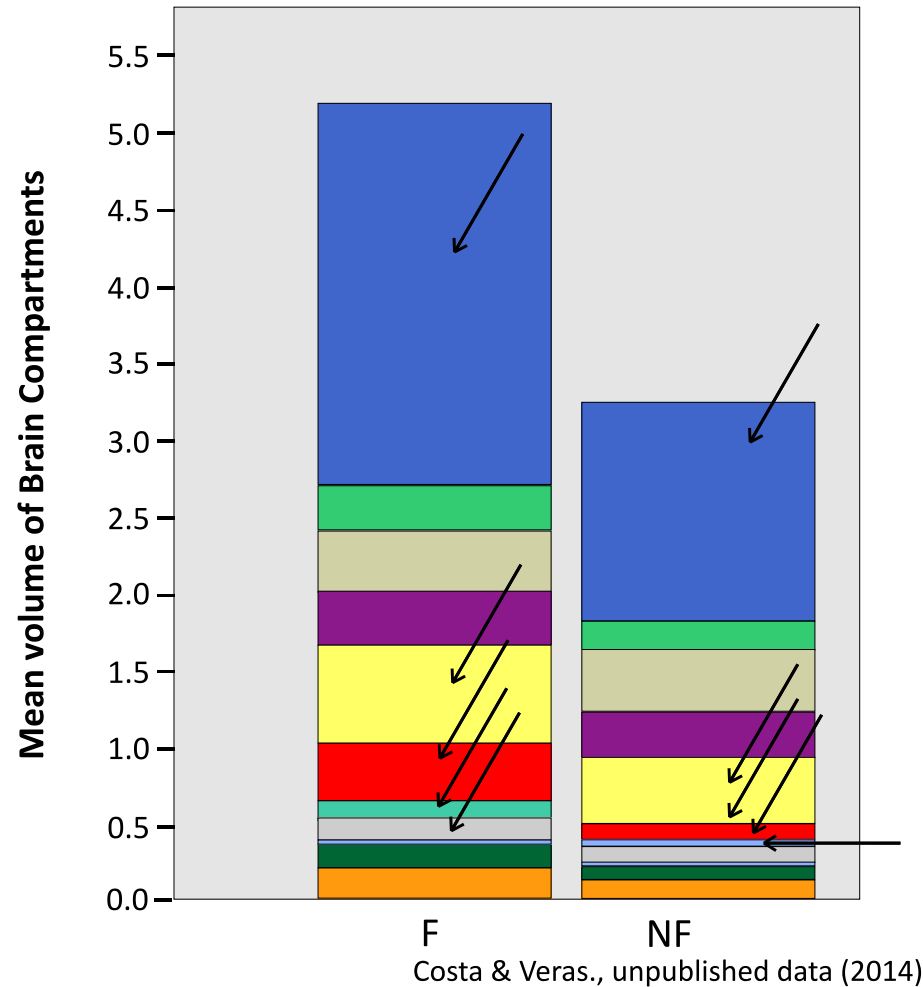
Costa & Veras., unpublished data (2014)

DEVELOPMENTAL TOXICITY

(3rd generation)



- █ Cortex volume (mm³)
- █ Subventricular zone volume (mm³)
- █ Ventricular zone volume (mm³)
- █ Hippocampus volume (mm³)
- █ Cerebellum volume (mm³)
- █ Lateral ventricle volume (mm³)
- █ III ventricle volume (mm³)
- █ IV ventricle volume (mm³)
- █ Corpus callosum volume (mm³)
- █ Septum volume (mm³)
- █ Cerebral aqueduct volume (mm³)



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 55% 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
- 5) Zdravotní rizika znečištěného ovzduší na zdraví populace by měla být hodnocena dle koncentrace B[a]P a nikoliv PM₁₀

ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ V ČR

(HODNOCENÍ RIZIKA)

- 6) **Novým poznatkem** jsou výsledky, které prokazují vliv B[a]P na deregulaci genů u novorozenců (specificky genů ovlivňujících imunitu)
- 7) Prokázaným důsledkem současného znečištění ovzduší je zvýšená nemocnost dětí předškolního věku, asthma bronchiale u dětí a kardiovaskulární nemoci a úmrtnosti
- 8) Zvýšené koncentrace B[a]P budou nepříznivě ovlivňovat současné a příští generace

PODĚKOVÁNÍ

Podpořeno granty



MŽP ČR

Projekt AIRGEN (SP/1b3/8/08)

MŠMT ČR

Projekt ENVIRONGEN (2B06088)

GAČR #P30113-13458S