

MUNI | RECETOX

URBAN EXPOSOME & senzorová kampaň ICARUS

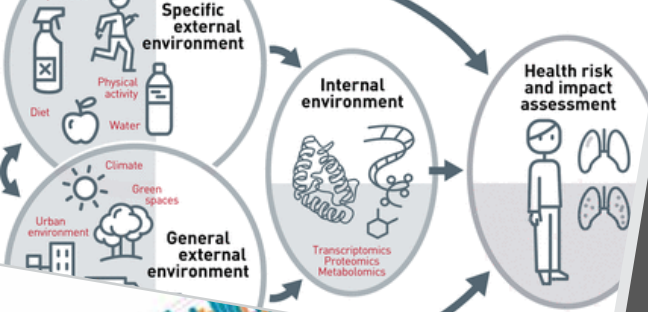
Ondřej Mikeš

ondrej.mikes@recetox.muni.cz



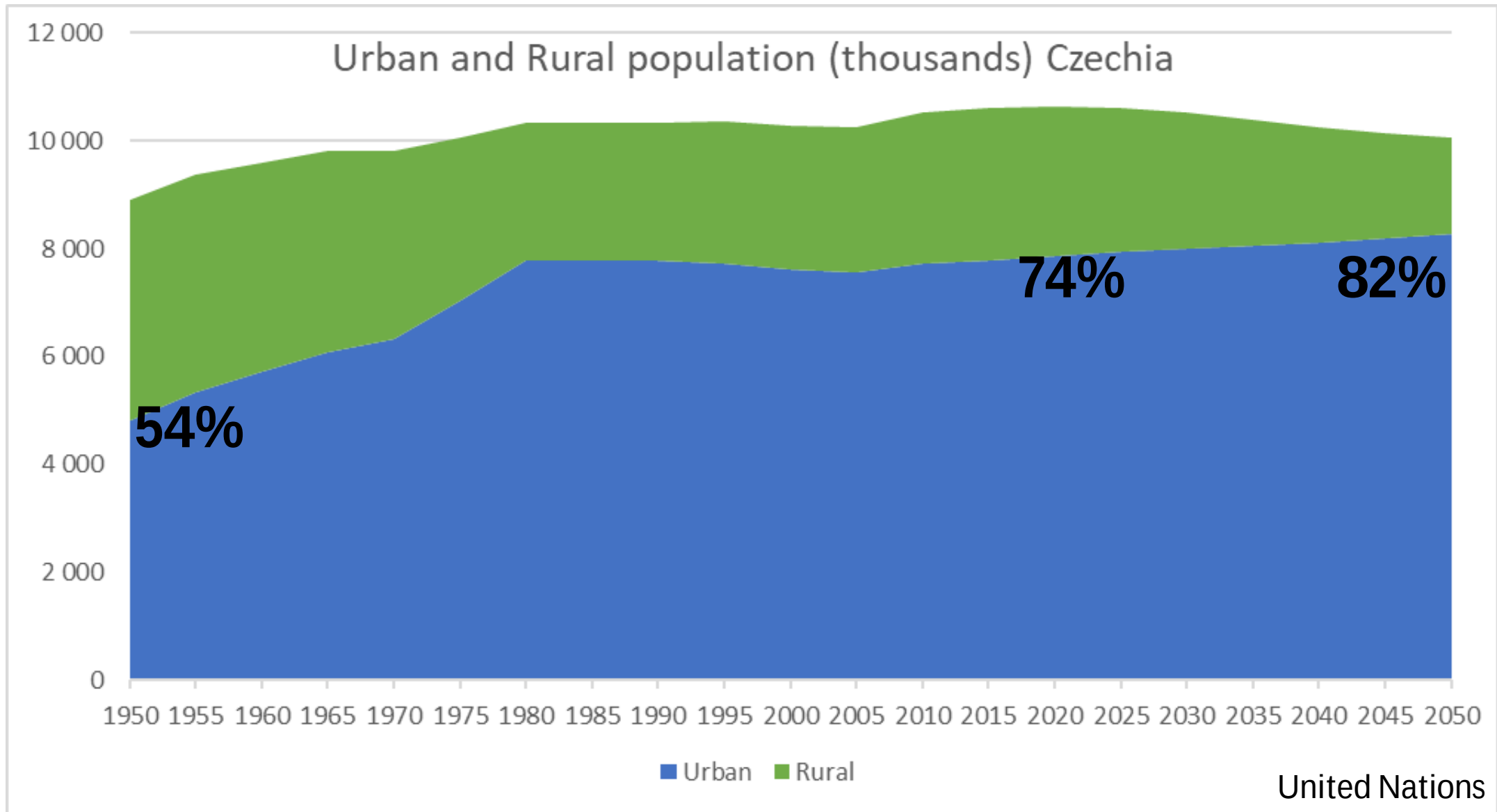
European
Commission

Horizon 2020
European Union funding
for Research & Innovation



EXPOSOME

- Chris Wild (ředitel IARC) 2005
 1. Obecný externí exposom (společný)
 2. Individuální externí exposom (dieta, fyz.aktivita...)
 3. Specifický interní exposom (omics)



Co je Urban exposome?

Urbánní	- z lat. Urbis = město
Urbání	- nesprávně (G.hits=444)
Urbální	- zkomolenina (G.hits=559)
Urbář	- soupis poddaných

- The urban exposome presents a **city-oriented study framework** based on the exposome approach used in **population studies**.
- The urban exposome framework focuses on the **spatiotemporal monitoring of environmental and health indicators**.
- Primary data collection, and routinely collected data combined define the urban exposome of cities.



Adrianou & Makris, 2018

Co je Urban exposome?

- The urban exposome is **the set of environmental factors that are experienced in the outdoor urban environment** and that may influence child development.

Robinson et al, 2018

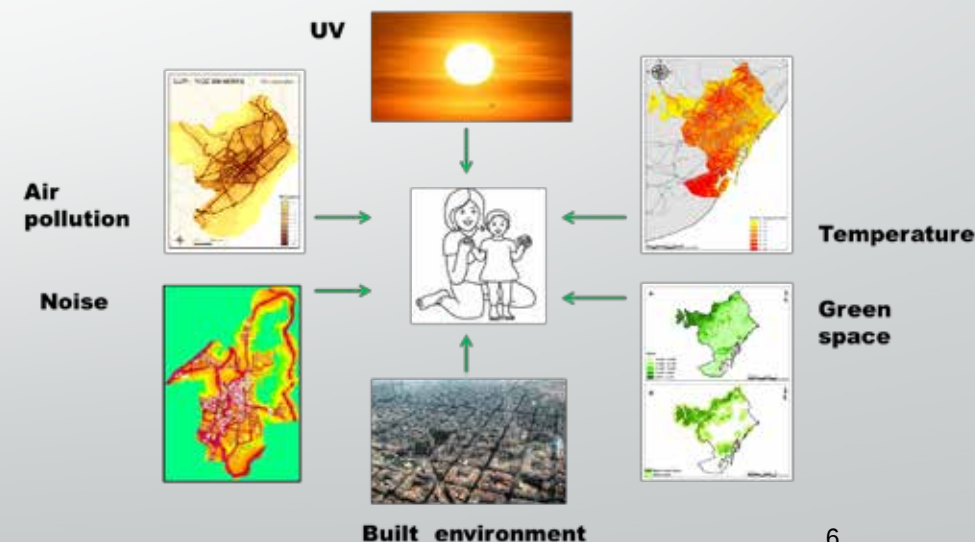
- The “urban exposome” framework that was **recently developed** extends the utility of the human exposome into that of a city, **considering the city elements as the main units of measuring** a city’s exposome, **complementing** that of the **human exposome**

Haddad et al, 2019



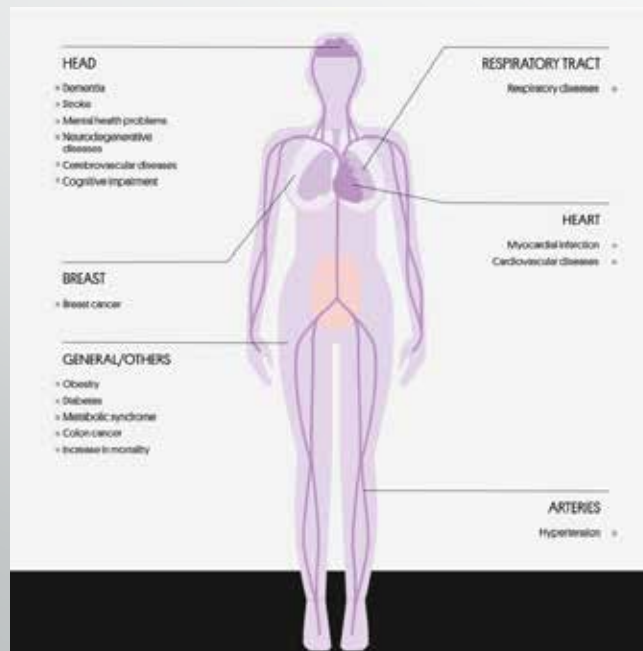
Venkovní urbánní prostředí

- **Kvalita ovzduší** - NO_x, PM₁₀, PM_{2.5}, PM₁, SO₂, O₃, pyl
- **Doprava** - hustota, intenzita
- **Hluk**
- **Zástavba** - hustota budov a lidí, mobilita, walkability (pochůznost?)
- **Zeleň** - Vzdálenost, NDVI
- **Další LandUse** – průmysl, skládky, voda...
- **Teplota, vlhkost, tlak**
- **Socioekonomické aspekty**
- **Noční světlo**
- **Greyness** (šedivost)
- **UV** - Vit D
- **Satelitní data**

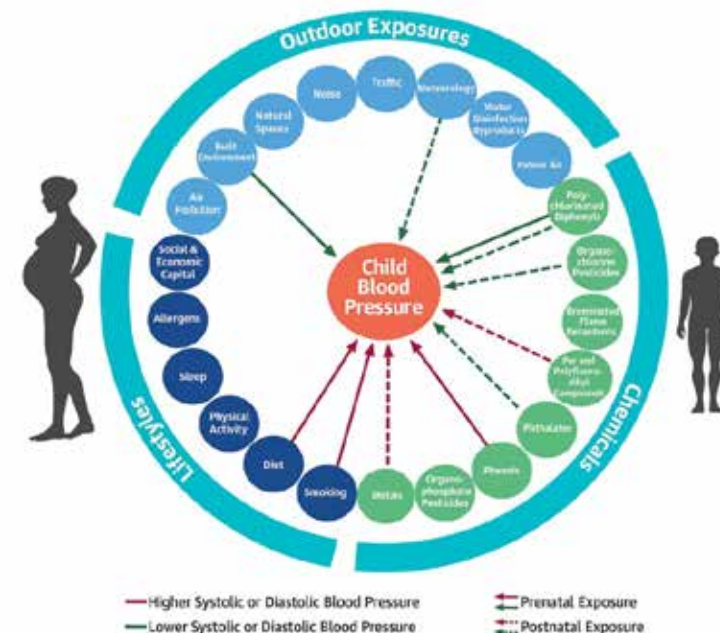


Propojení Urban exposomu s dalšími oblastmi

- Indoor
- Interní exposom (biomarkery)
- Životní styl
 - Dieta
 - Fyzická aktivita
 - Kouření
- Zdraví
- Sociální prostředí



CENTRAL ILLUSTRATION: Early-Life Environmental Exposures and Blood Pressure in Children



Warembourg, C. et al. J Am Coll Cardiol. 2019;74(10):1317-28.

Kohorty (Brno, Recetox)

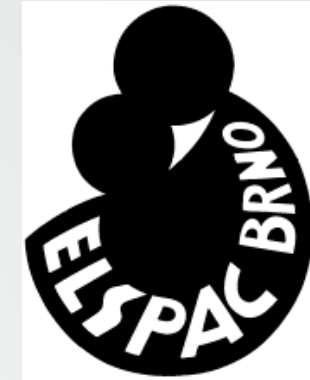
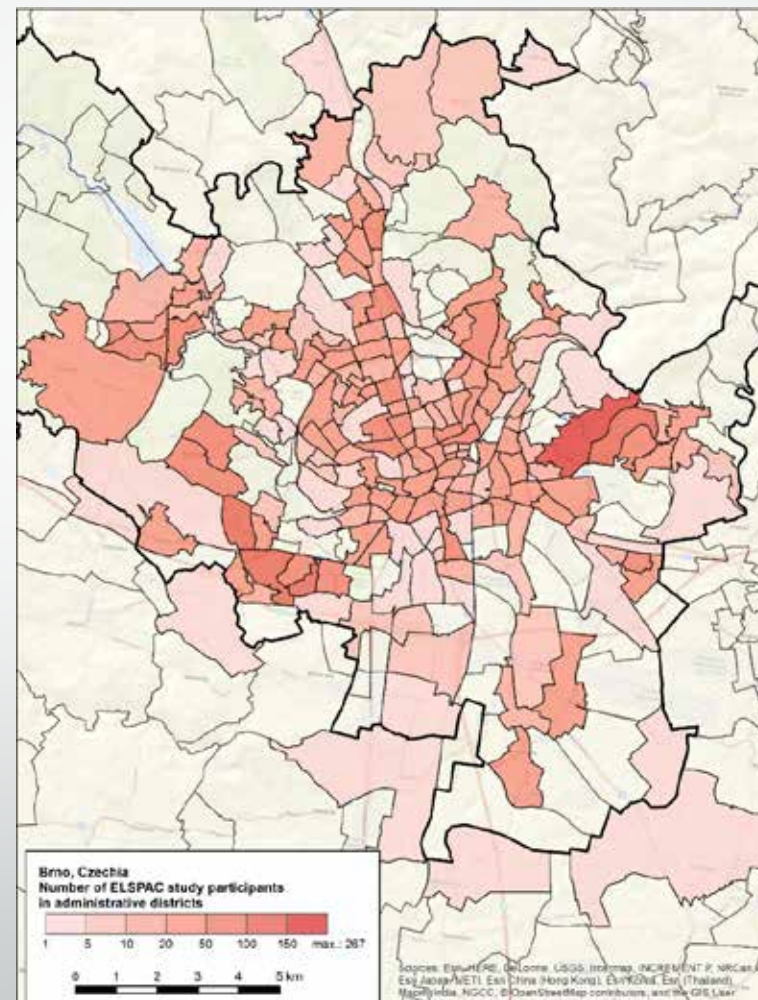
Kohorta ELSPAC

- Na začátku 5 115 dětí
- Mapa adres narození
- Cca 1 500 se stěhovalo
- Překryv se sbíranými daty

www.elspac.cz

- ELSPAC-SK

www.elspac.sk



Kohorta CELSPAC

- Nová kohorta s biomonitorovacími daty
 - Young Adults: pokračování ELSPAC
 - The Next Generation: nově příchozí
- Možnost propojení externího a interního exposomu

+ spin-offs

- CELSPAC-ICARUS
- CELSPAC-SPECIMEn
- CELSPAC-FIREEXPO

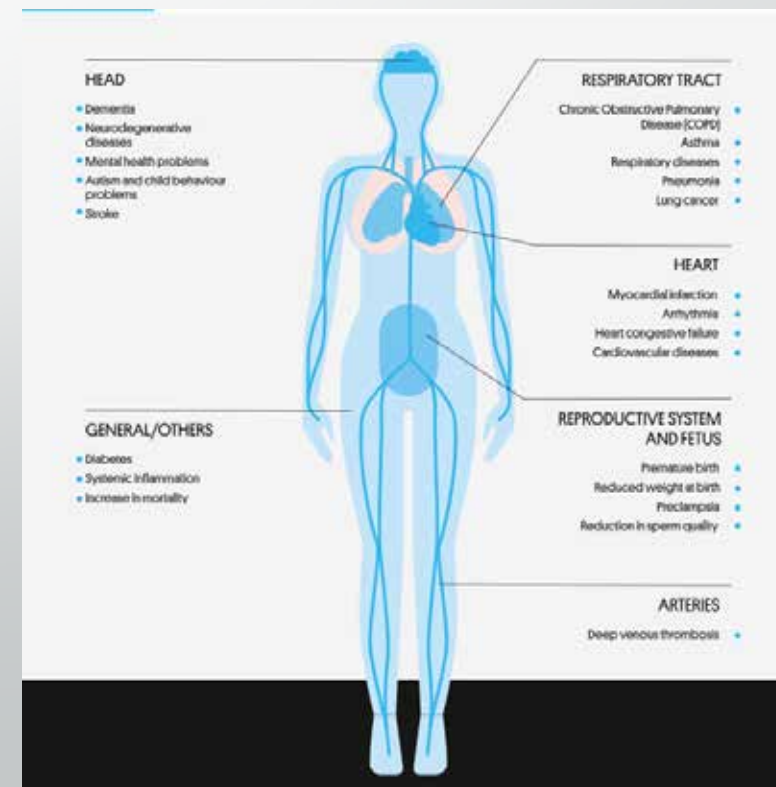
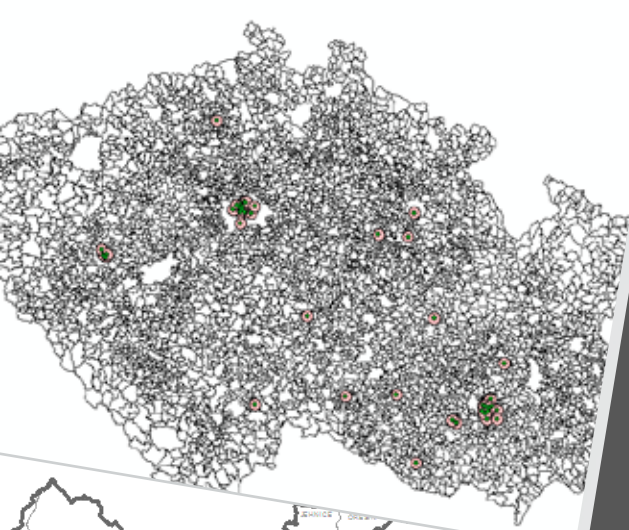


MUNI | RECETOX

Data k využití u našich kohort

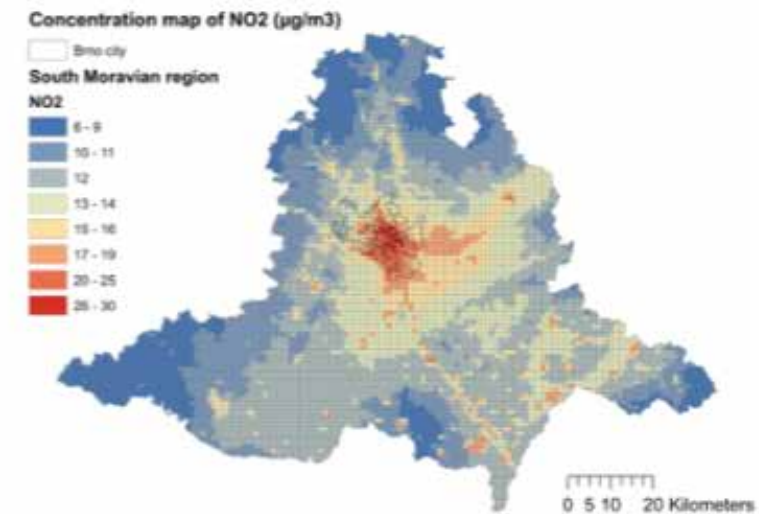
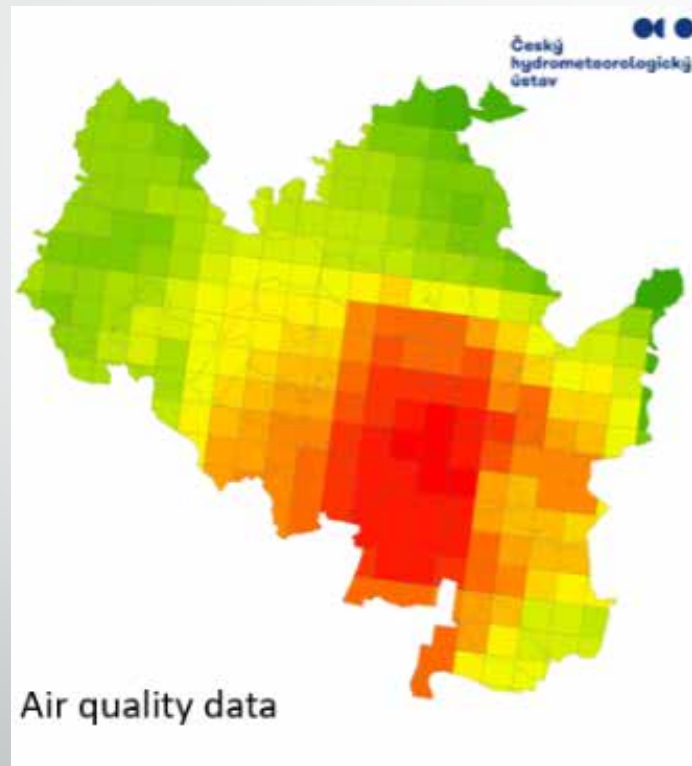
Ovzduší-data

- Klasické polutanty (SO₂, NO, NO₂, PM₁₀, PM_{2.5}, CO, O₃)
- Počty stanic se mění, nyní až 10 (230 km²)
- 1990's (SO₂, TSP, NO_x)
- Dále podrobnější



Modelovaná data ČHMÚ

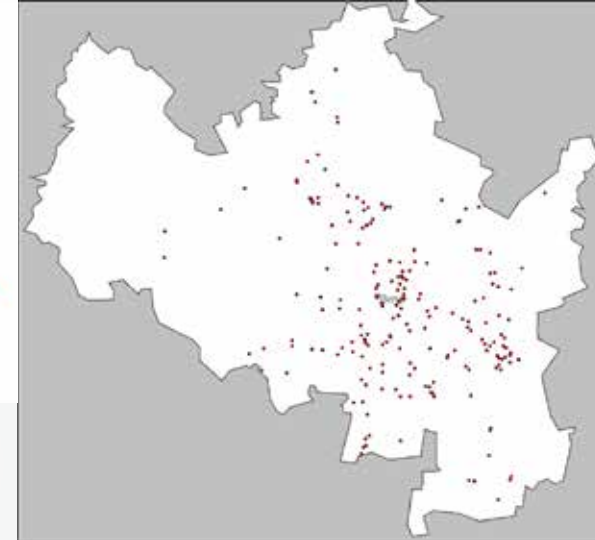
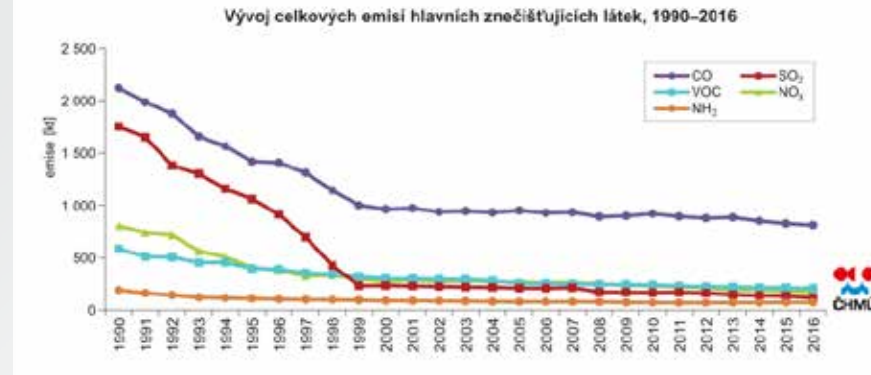
- Od roku 2010
- Roční koncentrace
- 1x1 km grid



NO₂ concentration map of South Moravian region in 1 x 1 km grid (year 2018)

Emise

- Emisní zdroje
- ICARUS emisní mapy
 - As, BC, BaP, Cd, CO, CO₂, Hg, CH₄, N₂O, NH₃, NMVOC, NO_x, OC, Pb, PCDD/Fs, PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂
- Robustní databáze emisních faktorů



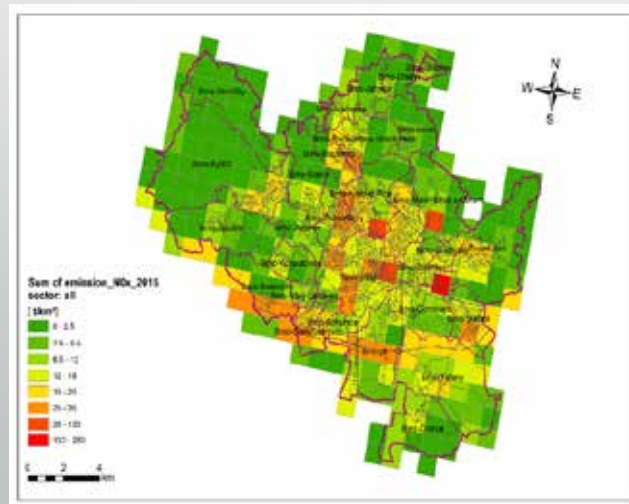
Všechny obje...

Hledat...

Tabulky

- EF_Domestic_HM_PAH_PC...
- EF_industry_HM_PAH_PC...
- EF_power_HM_PAH_PCDDF
- EF_rail_HM
- EF_road
- EF_transport_other_HM...
- EF_waste_HM_PAH_PCDDF

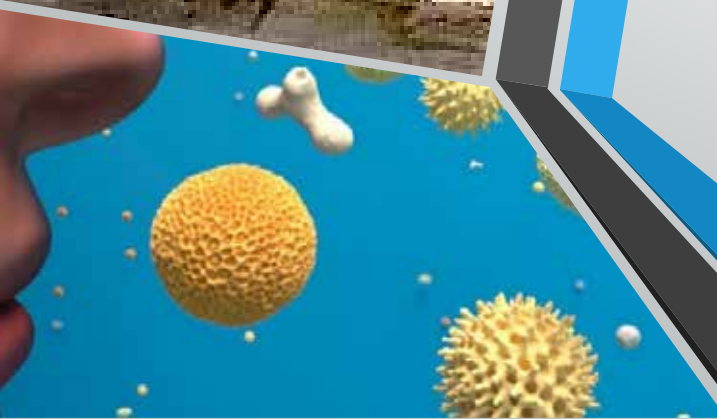
vehicle_cat	vehicle_type	fuel_type	vehicle_tec	driving_moc	pollutant	EF	unit
Bus	bus	Diesel	Conventional	Highway	As	2,2199795191064E-05	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Highway	As road	1,19185091122023E-15	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Highway	As wear	1,10322609987308E-13	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Highway	BC	0,156921931205335	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Highway	Benzo(a)pyrene	0,0000009	g/km
Bus	bus	Diesel	Conventional	Highway	Benzo(a)pyrene	0,00000012	g/km
Bus	bus	Diesel	Conventional	Highway	Cd	1,10998975955532E-05	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Highway	Cd road	4,17642635959303E-07	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Highway	Cd wear	1,39214211386441E-04	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Highway	CH ₄	0,028	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Highway	CO	2,22548824350087	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Highway	CO ₂	696,484565748343	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Highway	Hg	1,17658914512864E-03	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Highway	Hg road	0	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Highway	Hg wear	1,11514460898528E-07	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Highway	N ₂ O	0,012	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Highway	NH ₃	0,0012	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Highway	NMVOC	0,723512595783244	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Highway	NO _x	9,39943389487833	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Highway	OC	0,125537544964268	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Highway	Pb	1,30467455955532E-04	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Highway	Pb road	8,54500631981312E-05	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Highway	Pb wear	2,65308663961939E-02	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Highway	PM ₁₀	0,313843862410671	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Highway	PM ₁₀ road	0,0082121231808	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Highway	PM ₁₀ wear	0,0166730985792	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Highway	PM _{2.5}	0,313843862410671	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Highway	PM _{2.5} road	0,00472487406336	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Highway	PM _{2.5} wear	0,00959292612864	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Highway	SO ₂	4,43995903822128E-03	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Rural	As	2,51400530448711E-05	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Rural	As road	2,41404050779578E-15	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Rural	As wear	2,23453493157506E-13	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Rural	BC	0,194076750457649	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Rural	Benzo(a)pyrene	0,0000009	g/km
Bus	bus	Diesel	Conventional	Rural	Benzo(a)pyrene	0,00000012	g/km
Bus	bus	Diesel	Conventional	Rural	Cd	1,25700265224356E-05	g/vkm
Bus	bus	Diesel	Conventional	Rural	Cd road	1,18736400001301E-06	g/vkm



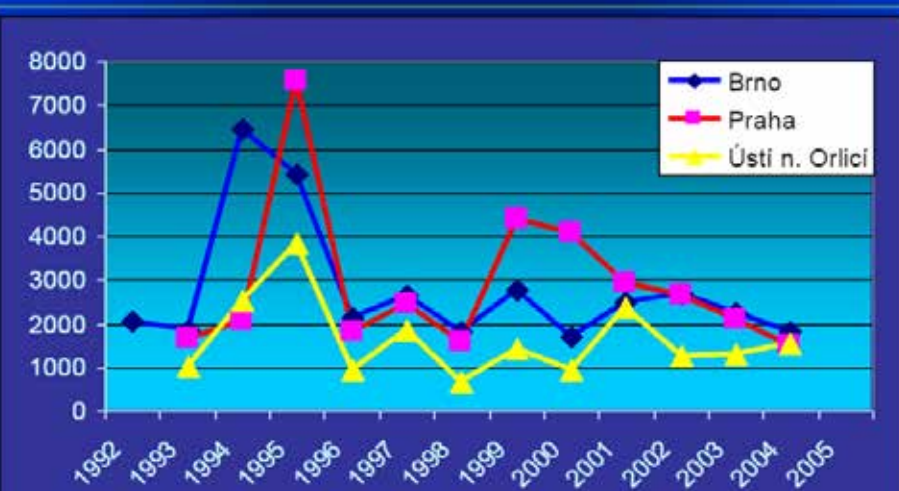


Pylová data

- Denní data 1992-2019
- Brno – 1 stanice
- 57 typů pylů, 6 plísní
- Studium vývoje alergií

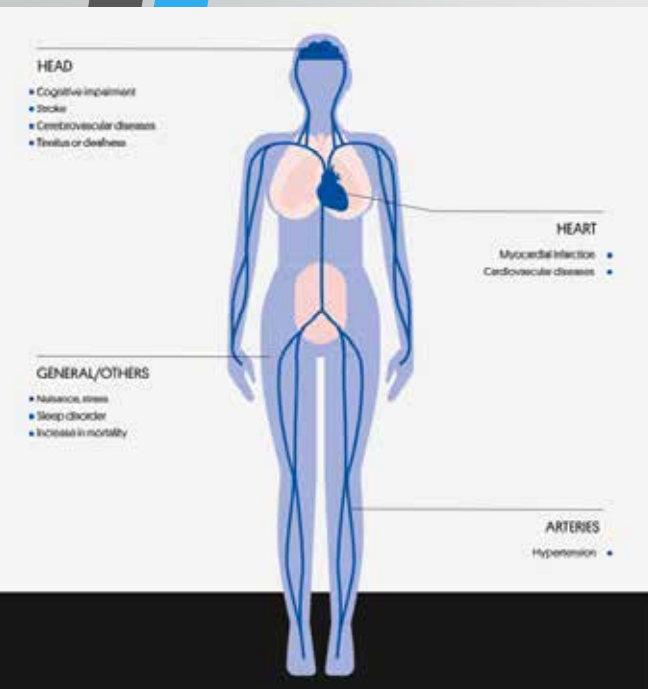
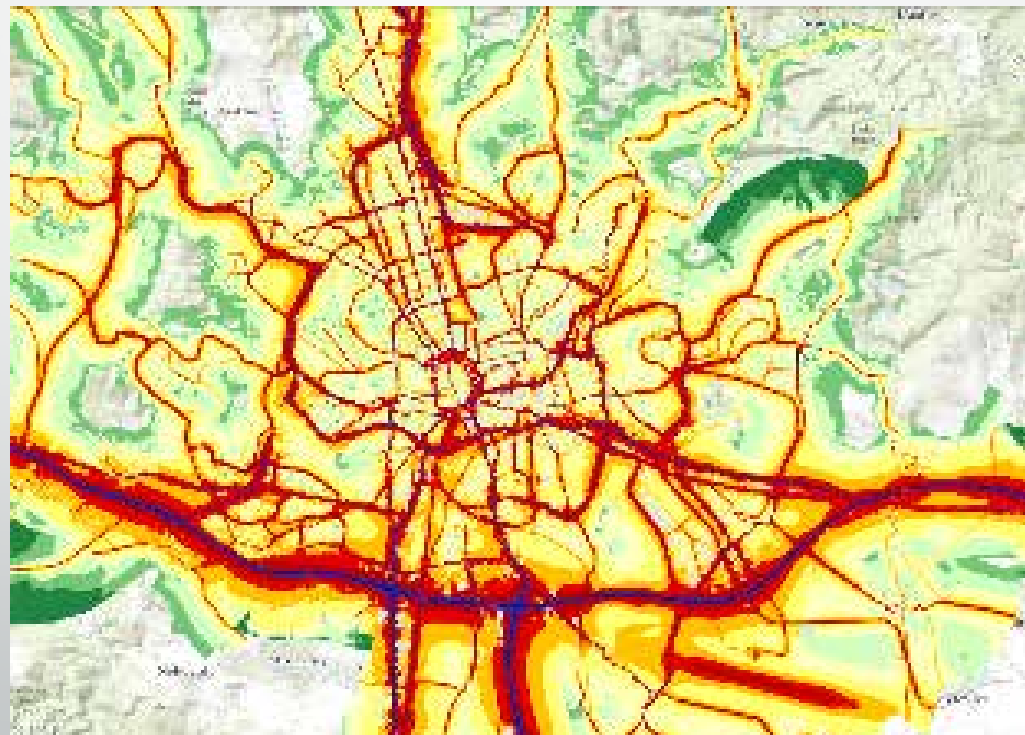
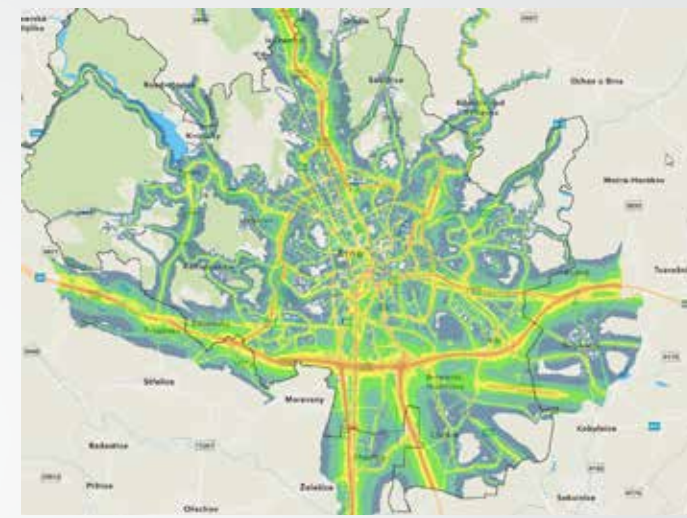


POACEAE - trávy 1992-2005



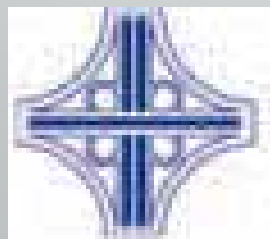
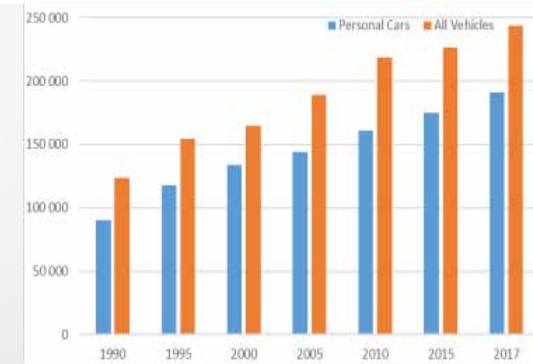
Hluková data

- Založeno na Environmental Noise Directive (2002/49/ES)
- Národní referenční hluková laboratoř (SZÚ)
- 2007, 2012, **2017 (mapa)**



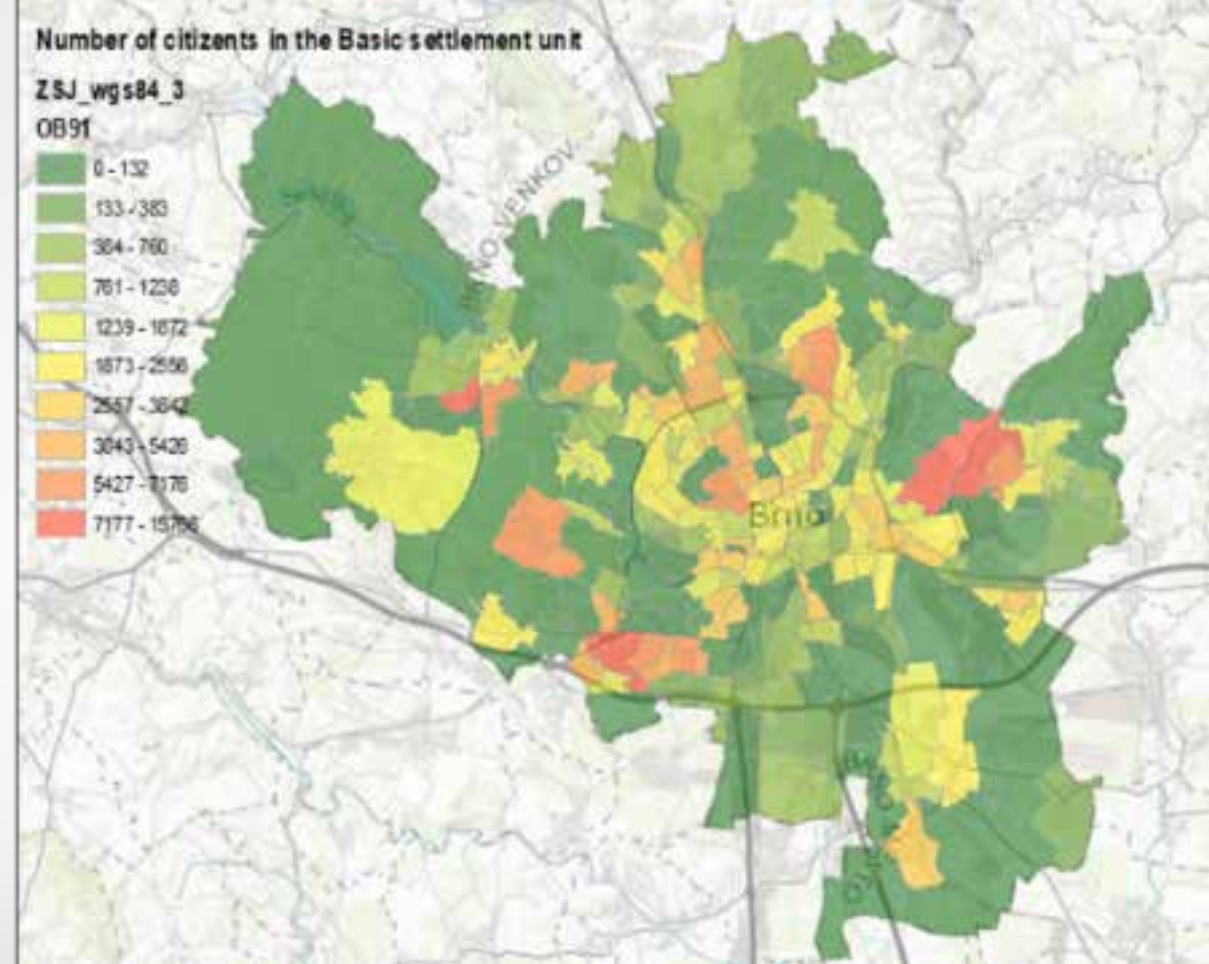
Intenzita dopravy

- BKOM v ne-GISových pentlogramech
- 2015 přepracován do GIS
- 2015 vozidlově-specifická data
 - PC, LDV, HDV, veřejná doprava (Euro normy, paliva, motorizace)
- 2015 Letecká a železniční data (lodní zanedbaná)



Socioekonomická data

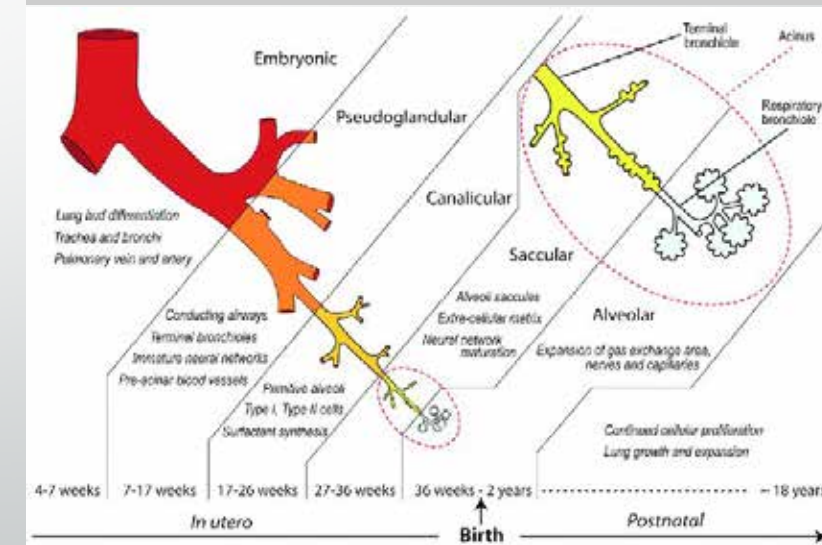
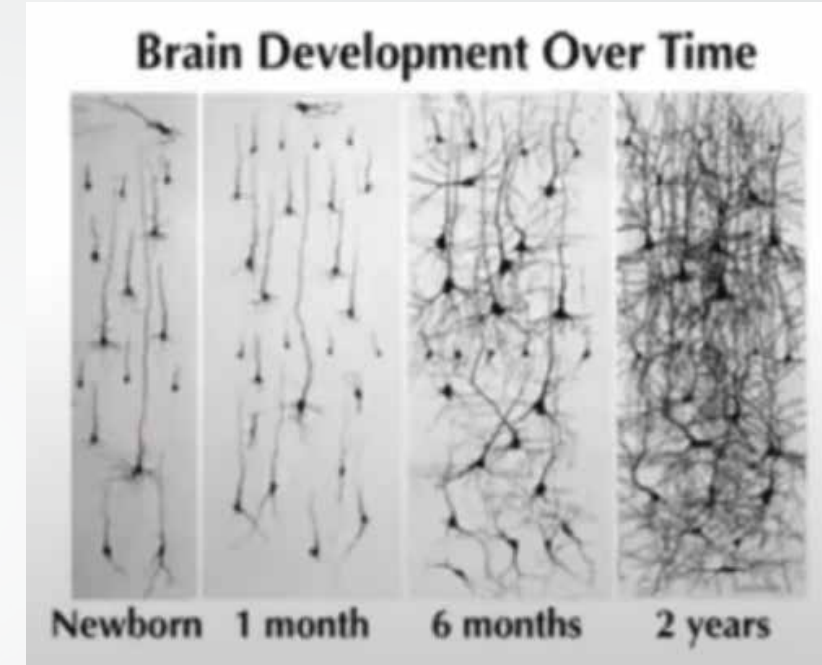
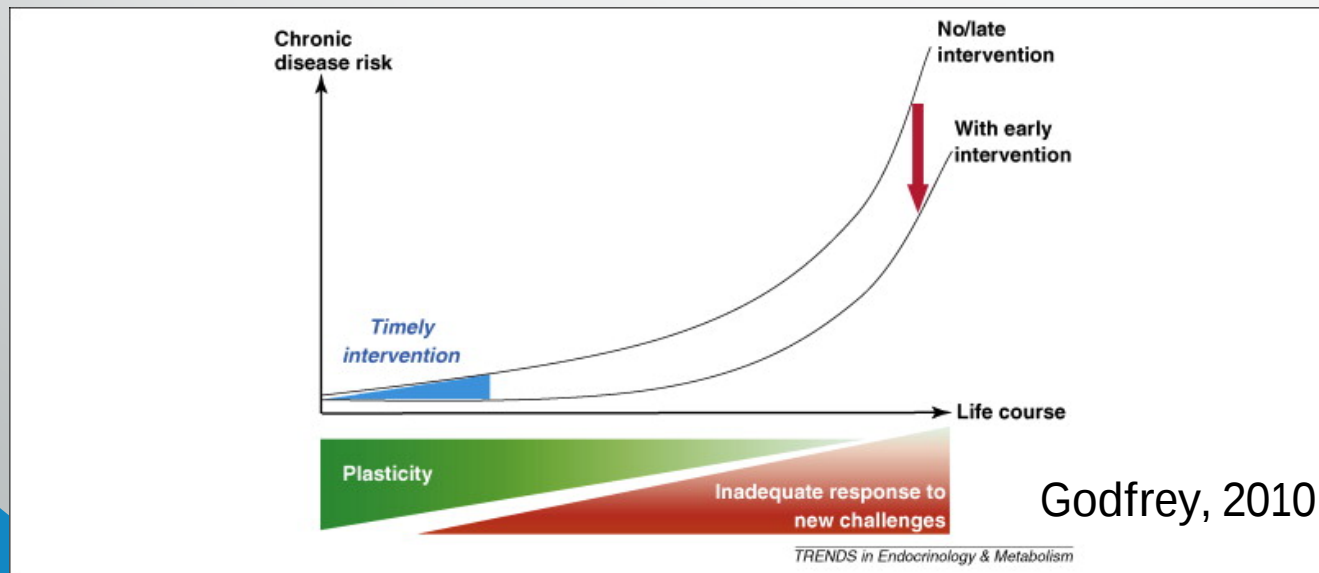
- Sčítání lidí, domů a bytů
- Základní sídelní jednotky
 - 283 polygonů (Brno)
- 1991, 2001, 2011, (2021?)
- Věkově strukturované, pohlaví, vzdělání, náboženství, zaměstnání, domy/byty, crowding, vlastnictví nemovitosti, stáří domů, vybavení domácnosti, dojíždění...



Data nyní využíváná ve tvorbě Land Use regresního modelu

Děti nejsou malí dospělí

- Zranitelné periody rapidního růstu orgánů
- Mnoho chronických onemocnění má část svého původu v počátcích života
- Důležitá okna: příležitost k intervencím a prevenci



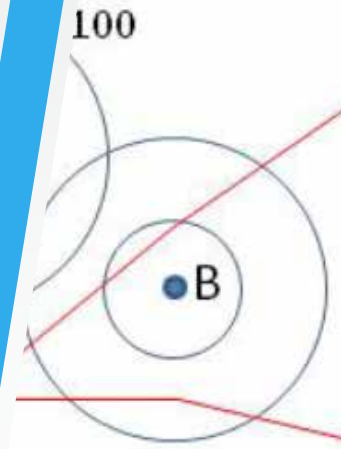
Land Use regression model

- Gerard Hoek (University of Utrecht)
- 1990/91/92 měsíční
- SO₂, SPM (?)
- **Připraveno 92 proměnných**
- Studium zranitelných oken



at cohort
ing equation and
f50 variable

Buf50	NO2_conc
80	35
0	20
	25
	45
	30



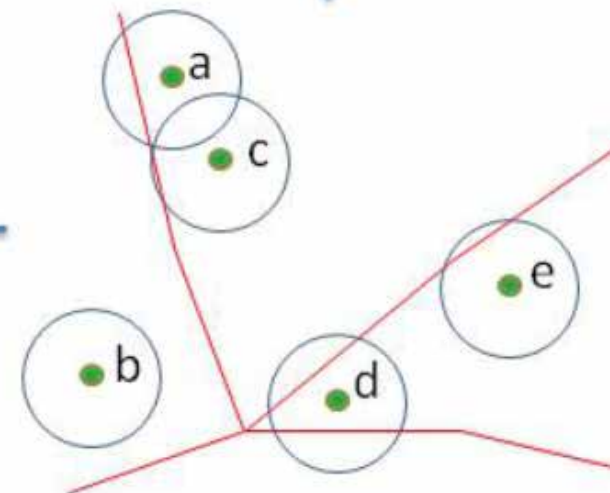
Site-id	Buf50	Buf100
A	0	150
B	60	240

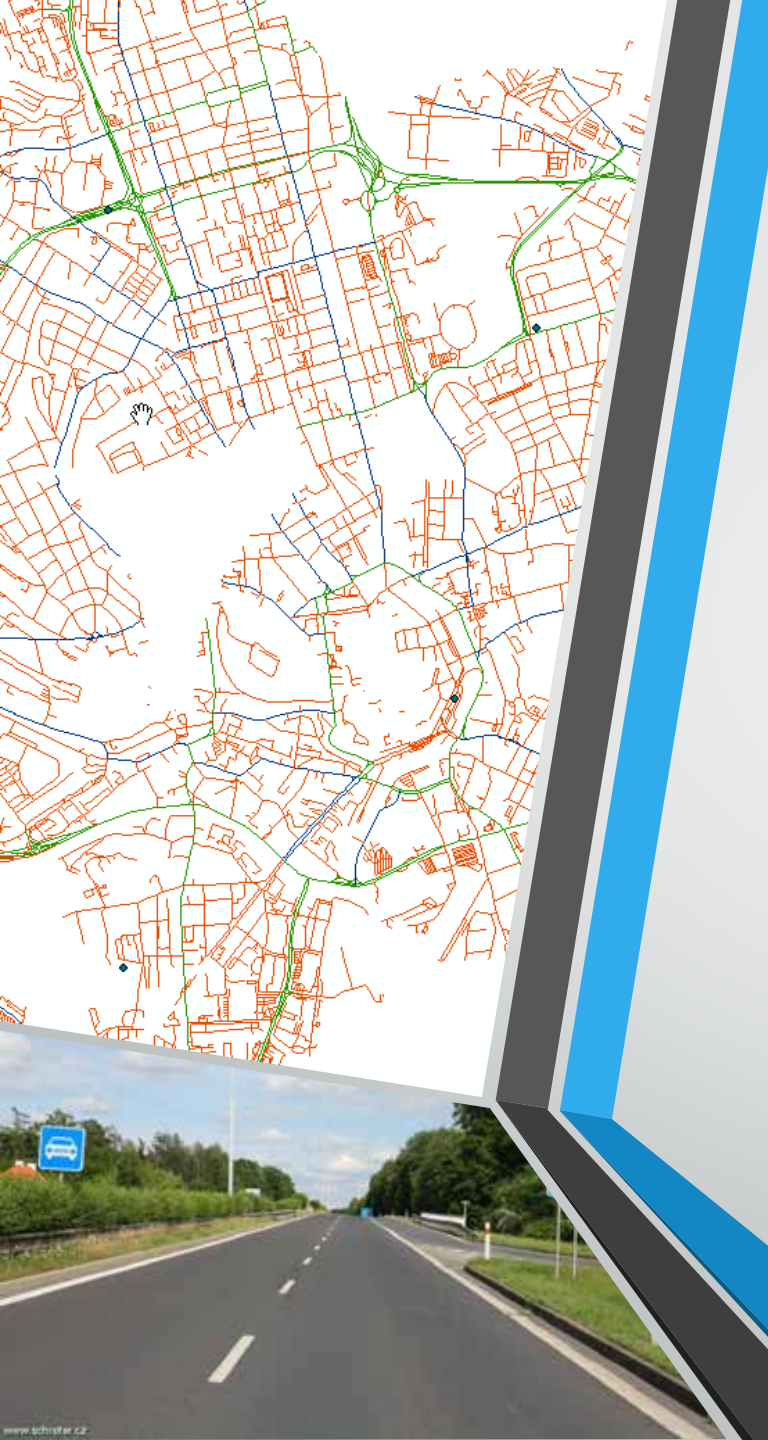
Regression

Model

$$\text{NO}_2 = C + (\beta \times \text{Buf50})$$

Buffer model variables
at cohort locations





Silniční data

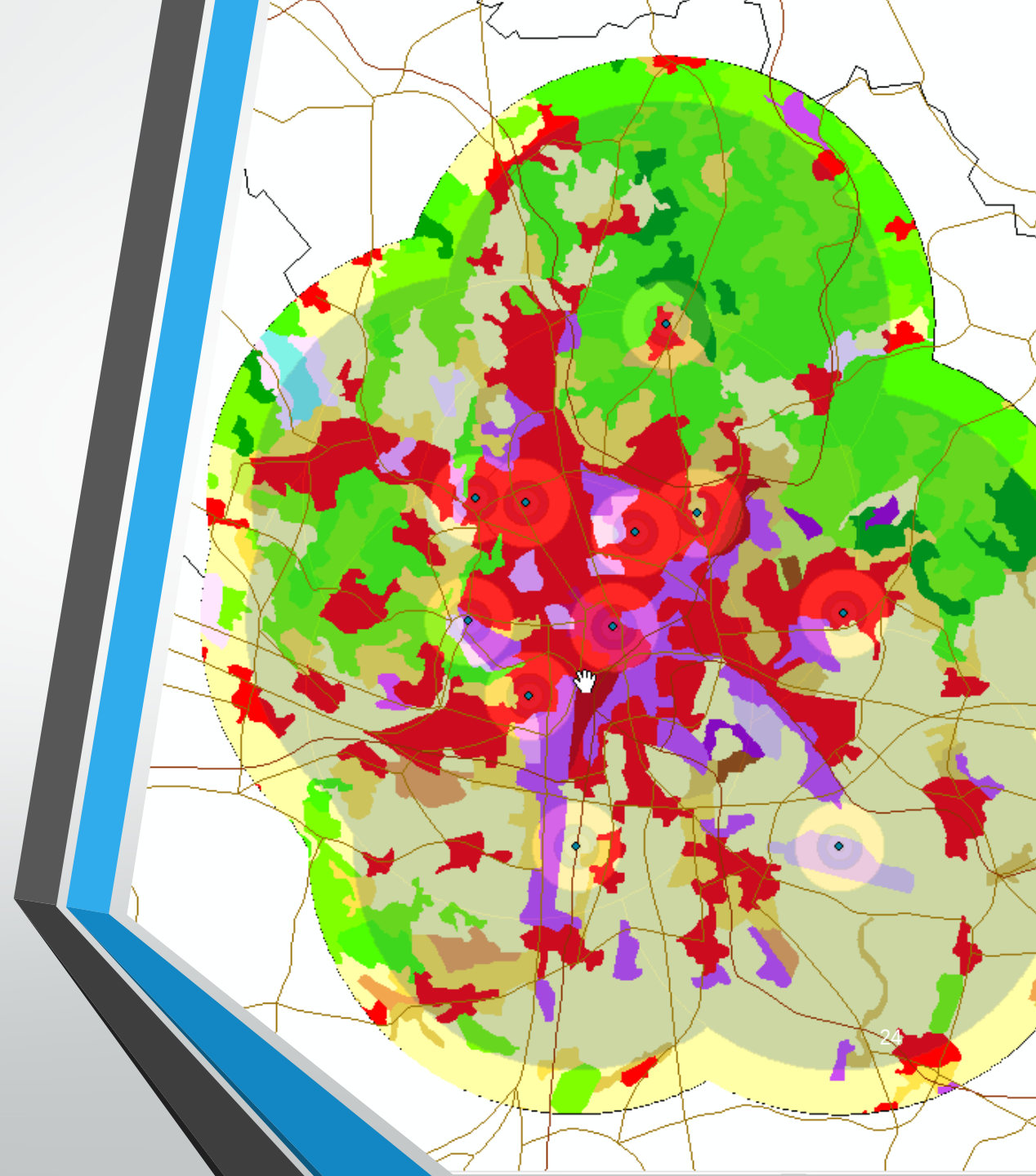
- Současné (OSM)
- Historické – odečty z atlasů
- Kategorizace tříd silnic
- Sklon – lepší výpočty emisí

Budovy a populační hustota

- 1990, 2000, 2015
- 250 m²
- Počty lidí, %, zastavěná plocha (0-100%)

LandUSE CORINE (plochy)

- Detailní mapy
 - 1990
 - 2000
 - 2010
- Městská zeleň, lesy, průmysl, skládky, přístavy



LUR podklady

[illegible]

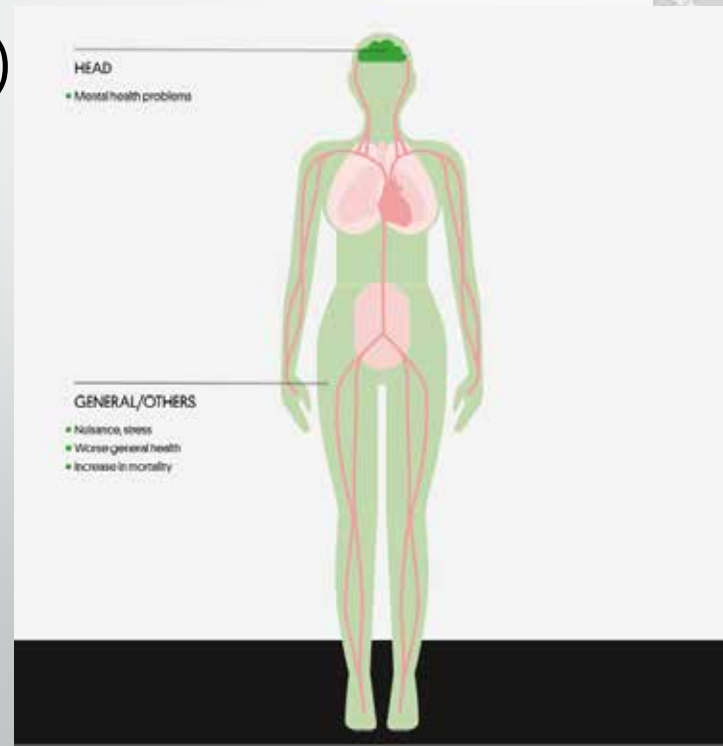
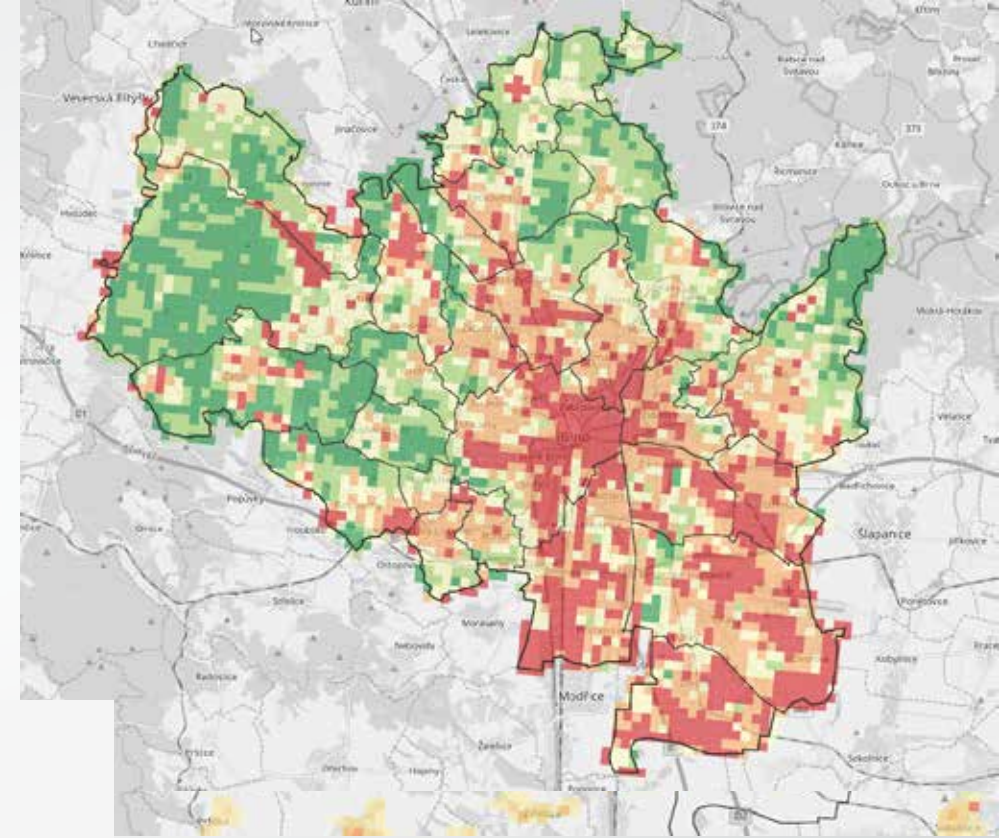
Onemocnění asociovatelná s LUR mapami

- Snížená funkce plic
- Astmatické záchvaty
- Kašel a sípání
- Zvýšené používání léků
- Zvýšený počet hospitalizací
- Bronchititis
- (Diabetes druhého typu)

Další zajímavá data

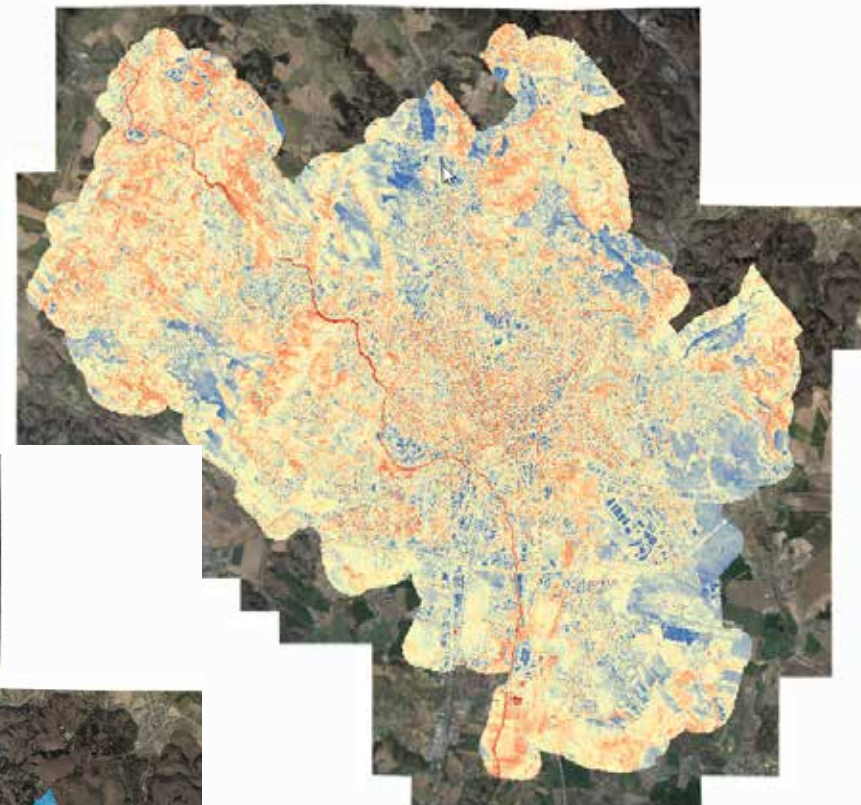
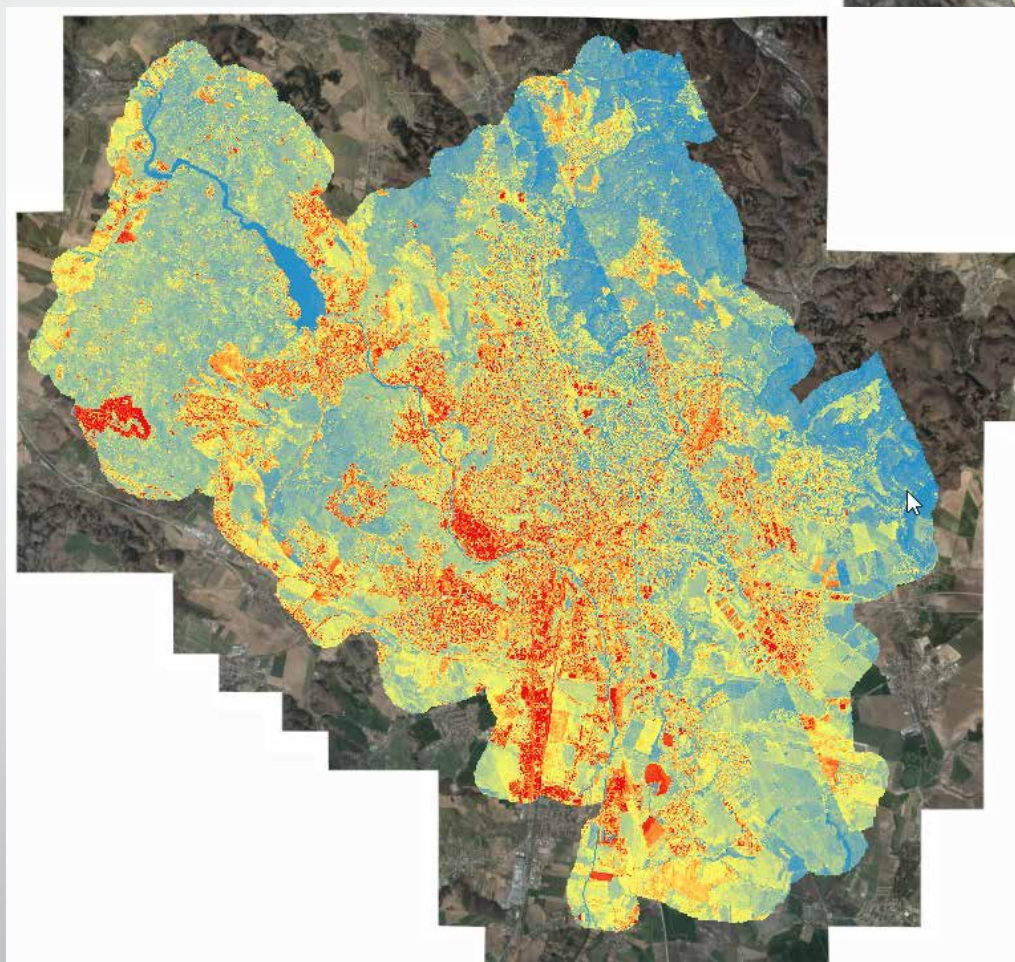
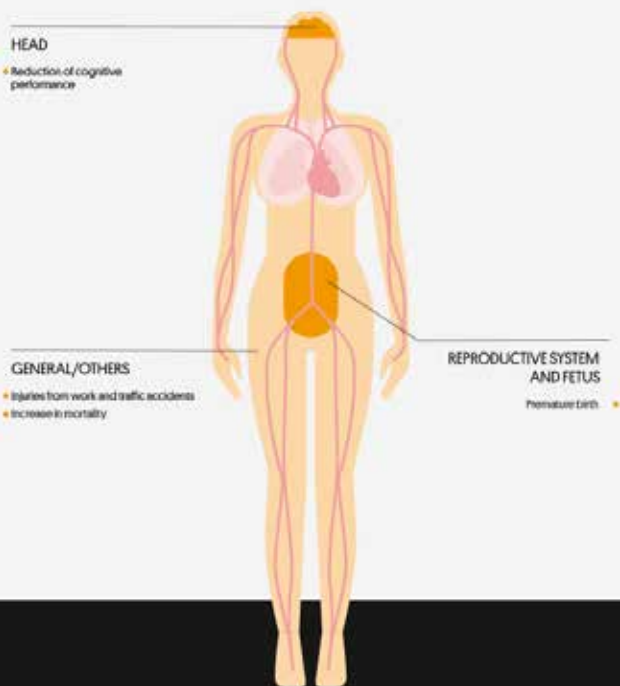
BrnoUrbanGrid

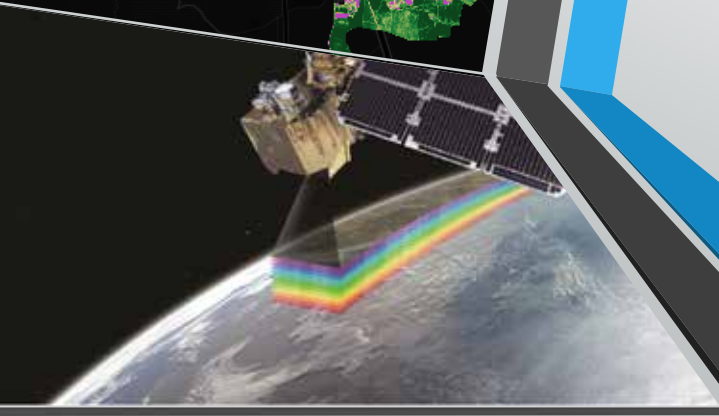
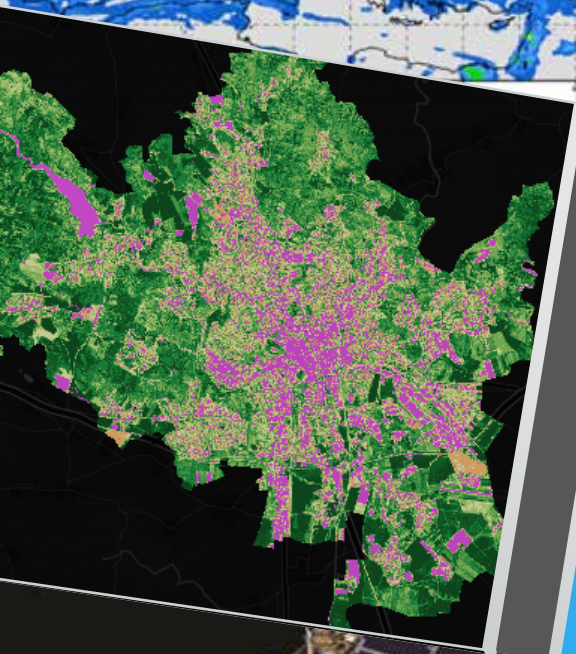
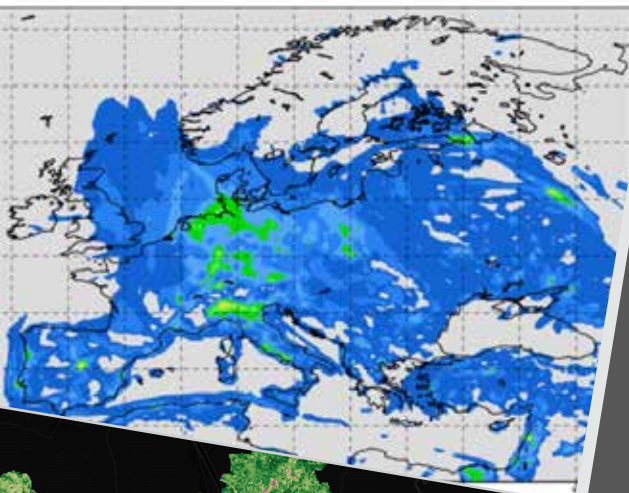
- 250x250 m nejnovější
- Vzdálenost k veřejné dopravě (2018)
- Lidé and 65 let
- Leaf Area index (2017)



Teplotní mapy

- Brno
- Léto a zima 2015

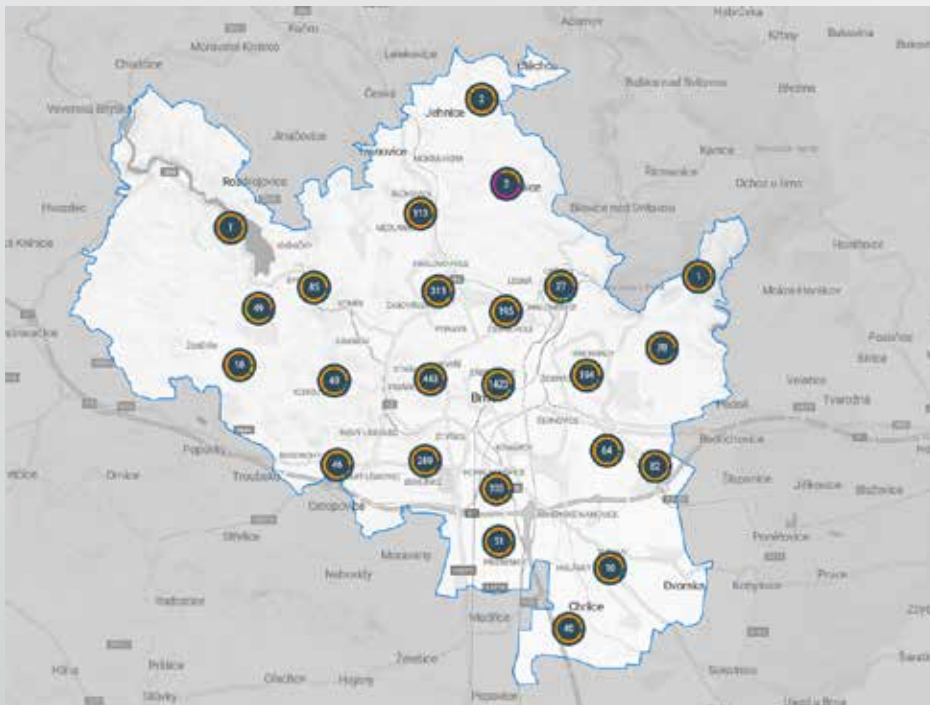




GEO data

- Copernicus (<https://www.copernicus.eu/>)
- 1. Kvalita ovzduší a složení atmosféry (NO₂, SO₂, CO, CH₄, CH₂O, O₃, aerosoly)
- 2. Ozonová vrstva a UV radiace
- 3. Emise a povrchové toky
- 4. Sluneční osvit
- 5. Klimatické faktory

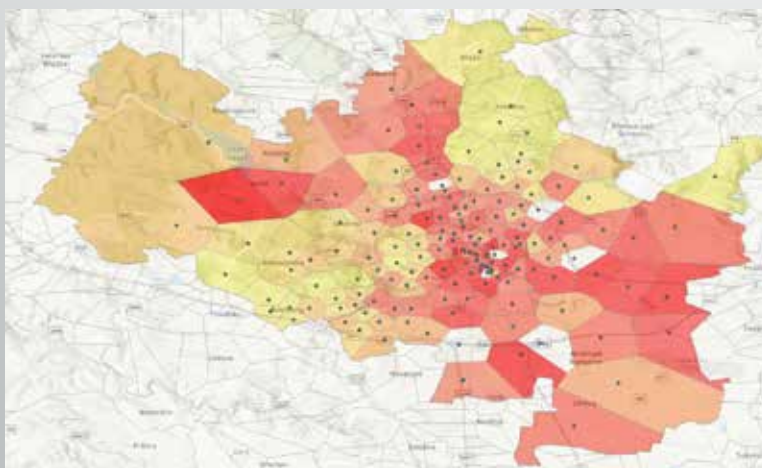
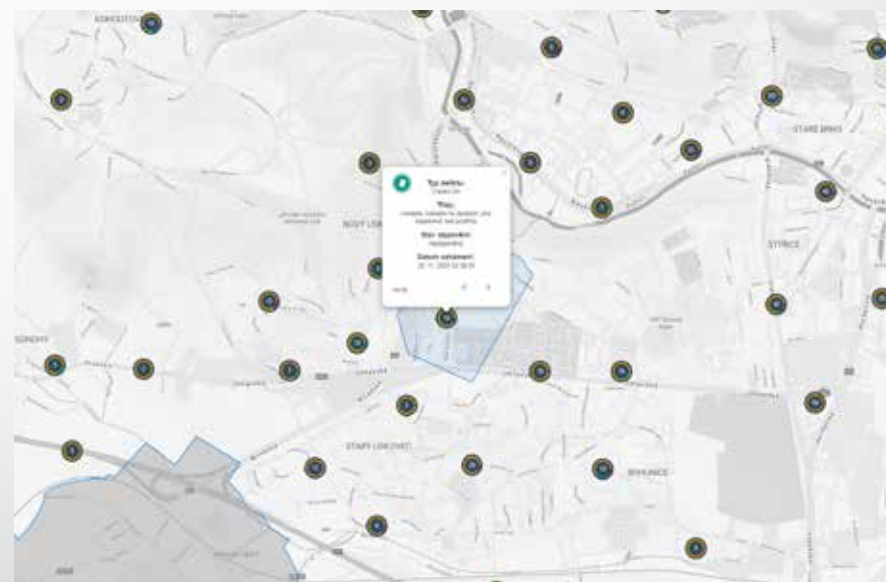
Kriminalita (od 1.12.2020!!!)



<https://kriminalita.policie.cz/>

Data od 2013

Podkladová mapa (geojson)





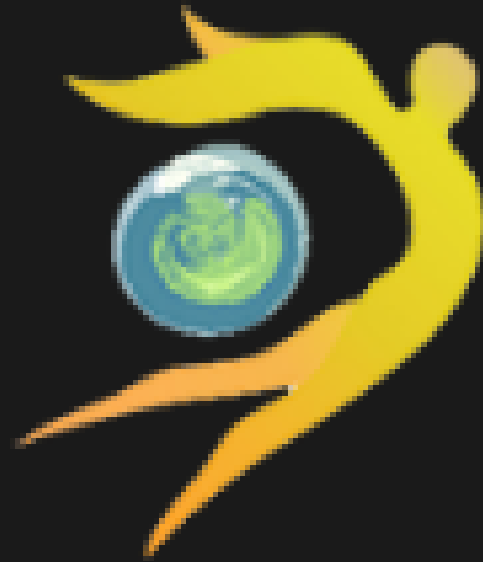
-
- Since 2013...
- PM 2.5
 - Ultrafine PM
 - Black Carbon
 - Carbon Dioxide (CO₂)
 - Carbon Monoxide (CO)
 - Nitric Oxide (NO)
 - Nitrogen Dioxide (NO₂)
 - Ozone (O₃)
- Air input tube
- GPS
- Sensors
- Google Street View



Science-to-policy Science-to-citizens

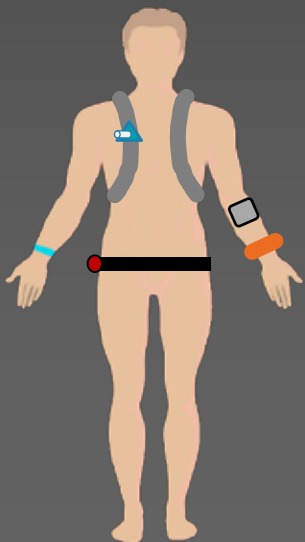


Multisenzorová kampaň v Brně Projekt ICARUS



ICARUS

Cíle multisenzorové studie



Sběr dat o externí expozici člověka s
ohledem na lokalitu a aktuální činnost

Vyzkoušet vhodnost využití nových senzorů
a mobilních technologií ve sběru dat

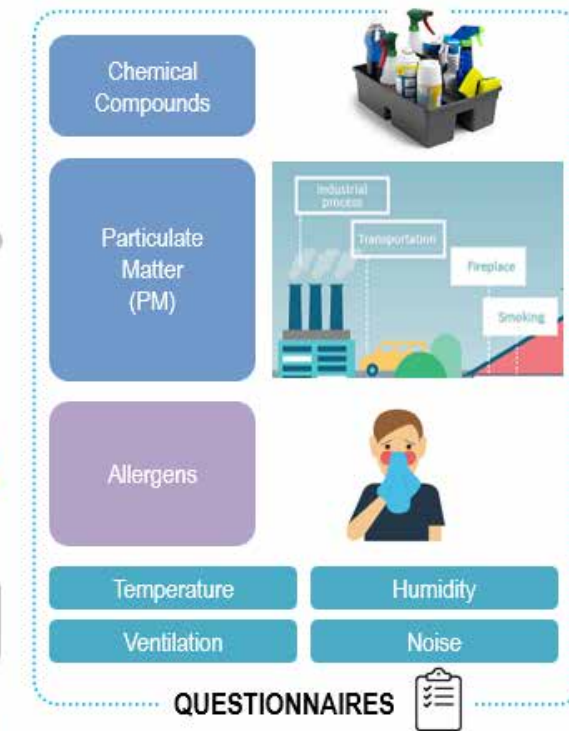
Porovnat nalezená data mezi různými
evropskými městy

Využít posléze data pro validaci a simulaci
sofistikovaných modelů



Horizon 2020
European Union funding
for Research & Innovation

Výběr zařízení a postupů



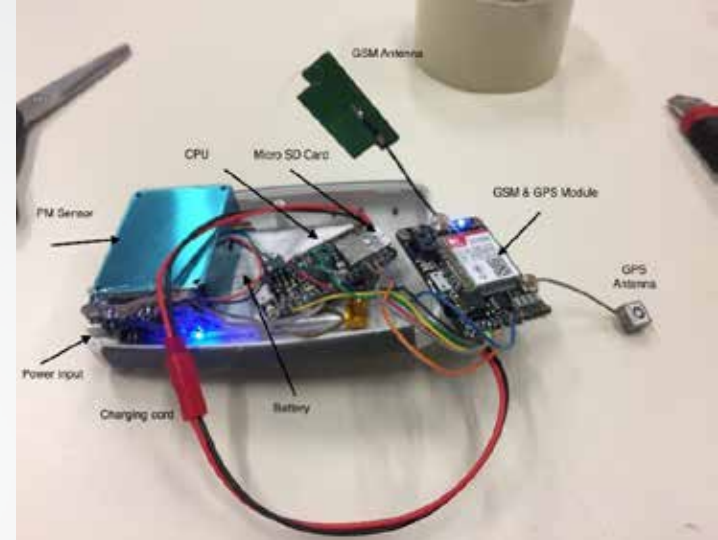
Personální senzor – Prototyp III - validace

- Testováno při různých podmínkách prostředí:

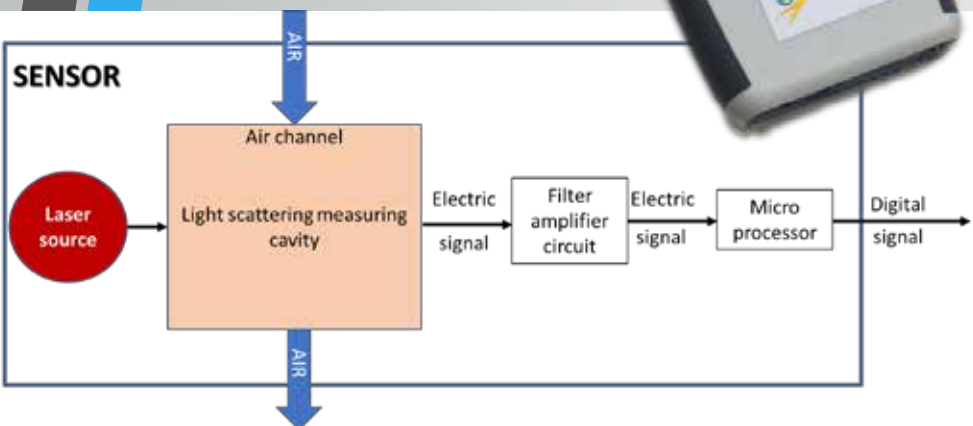
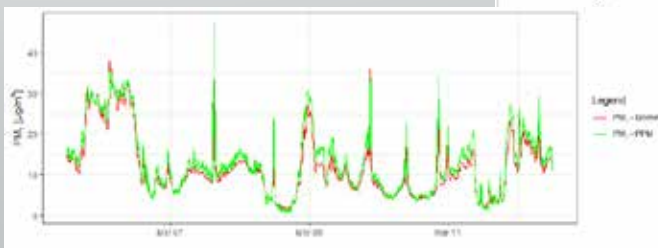
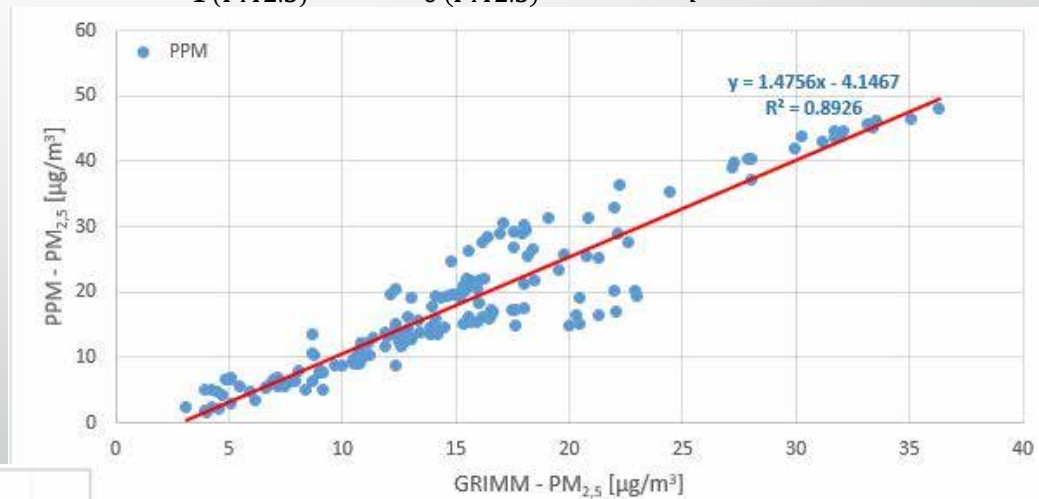
- Kancelář/okna
- Domácnost/vaření
- Domácnost/balkon

- Matematické modely:

- Lineární
- Multi-lineární
- Ne-lineární
- Umělé neuronové sítě



$$C_1(PM_{2.5}) = a \cdot C_0(PM_{2.5}) + b \cdot Teplota + c \cdot Vlhkost$$



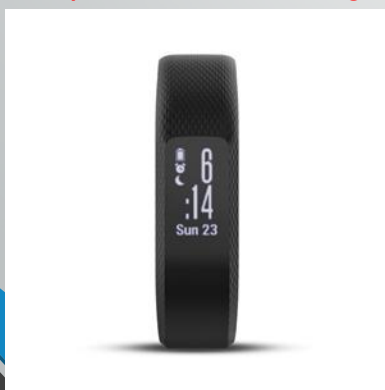
Domácí vzorkovač + Garmin + silikonový náramek

- Teplota, Vlhkost, Tlak
- Prach (PM2.5)
- Oxid uhličitý (CO₂)
- Oxid uhelnatý (CO)
- Těkavé organické látky (VOC)
- Oxid dusičitý (NO₂)
- Ozón (O₃)

Place it, forget it – not noisy



waterproof – wear it, forget it



Kroky/Vzdálenost
Intenzita aktivity
Srdeční tep
Stres

Voděodolné
Výdrž baterie: 5 dní



Pasivní vzorkovač na některé organické látky

wear it, forget it

Časový záznam

1.den	čas	uvnitř			venku			v dopravě						aktivity													
														uvnitř				domácí podmínky				venku					
		doma	práce	ostatní	doma	práce	ostatní	MHD	auto	motorka	kolo	pěšky	ostatní	volný čas	spánek	hraní	sport	vaření	kouření	úklid	hoření svíčky	otevřená okna	klimatizace/ventilátor	k/č	běh	sport	
	0:00																										
	1:00																										
	2:00																										
	3:00																										
	4:00																										
	5:00																										
	6:00																										
	7:00																										
	8:00																										
	9:00																										
	10:00																										
	11:00																										
	12:00																										
	13:00																										
	14:00																										
	15:00																										
	16:00																										
	17:00																										
	18:00																										
	19:00																										
	20:00																										
	21:00																										
	22:00																										
	23:00																										

V případě chybného zatrhnutí uveďte do závorek (X) nebo vymažte.

Domáci a personální dotazníky



Ministerstvo
vzdělávání, mládeže
a tělovýchovy

Dokladový prův domácnosti (vyplní pouze jeden ze domácností)



ČESKÁ
REPUBLIKA

A. INFORMACE O DOMÁCNOSTI

ID domácnosti: 1022 (Doplňte zjednotěnou třídu)

1. Kolik dospělých lidí (nad 18 let) žije ve vaší domácnosti? 2

2. Kolik dětí (do 18 let) žije ve vaší domácnosti? 3

3. V jakém typu domu žijete?

☐ Rodinný dům (samostatná stavba) ☐ Bytový dům ☒ Řadový dům ☐ Jiný

4. Jaká je celková plocha vašeho bytu/domu?

☐ Méně než 50 m² ☐ 53–59 m² ☐ 71–90 m² ☐ 91–120 m² ☒ Více než 120 m²

5. Kolik máte pokojů (zavín, započítáváte oddělenou kuchyň, ne započítáváte koupelnu, sáladu, chodbu a klenku)? 4

6. Je dům zastřešený?

☒ Ano ☐ Ne ☐ Nevím

7. Jakým způsobem vytápíte obytné místnosti? Vyberte i více zdrojů, pokud je využíváte.

☒ Plynové vytápění ☐ Elektrika ☐ Vytápění dřevem, uhlím ☐ Žádné vytápění ☐ Nevím

Jiný, prosím uveďte (včetně centrálního dálkového topení): _____

8. Jak často vlníte/ventilujete vaši domácnost?

	Nikdy nebo domně	Jeřmna domně	Někdy nebo jeřmna	Aspoň jednou týdně	Aspoň jednou měsícně	Nikdy
Otvírání okna (přirozená ventilace)	☐	☐	☒	☐	☐	☐
Jednoduché ventilátory (např. v koupelně)	☐	☐	☒	☐	☐	☐
Centrální nucený vlnění	☐	☐	☐	☐	☒	☒
Klimatizace	☐	☐	☐	☒	☐	☐

[illegible]



Ministerstvo
vzdělávání,
mládeže a tělovýchovy



ČESKÁ REPUBLIKA

6. Jméno žadatele: _____

10. Kolik hodin denně strávíte v práci/školě?

Doprava	Učivo	Strážná	Ovčárna	Jízda	Sběratel	Náklady

12. Pracujete o víkendě venku nebo ve vnitřních prostorách?
☐ Uvnitř ☐ Venku ☐ Nežádnou

18. Jak dlouho průměrně strávíte v práci ve venkovním prostředí (hodiny/den): _____

19. Jak dlouho průměrně strávíte v práci venku (hodiny/den): _____

20. Pracujete na venku?
☐ Ano ☐ Ne

21. Pracujete také v noci?
☐ Ano ☐ Ne

22. Kolik hodin v průměrné strážné době (uvnitř) včetně spánku?
 Práce v noci (hodiny/den): _____
 Vlastní dny (hodiny/den): _____

23. Kolikrát týdně cvičíte: _____

24. Kdy cvičíte, je to úplně venku nebo venku?
☐ Uvnitř ☐ Venku ☐ Nežádnou

25. Průměrná délka cvičení (min): _____

27. Kolik hodin průměrně strávíte v pracovním čase digitálních nádobových prostředků?

Autobus: _____

Vlak: _____

Tramvaj: _____

Autobus: _____

Motorista/šofér: _____

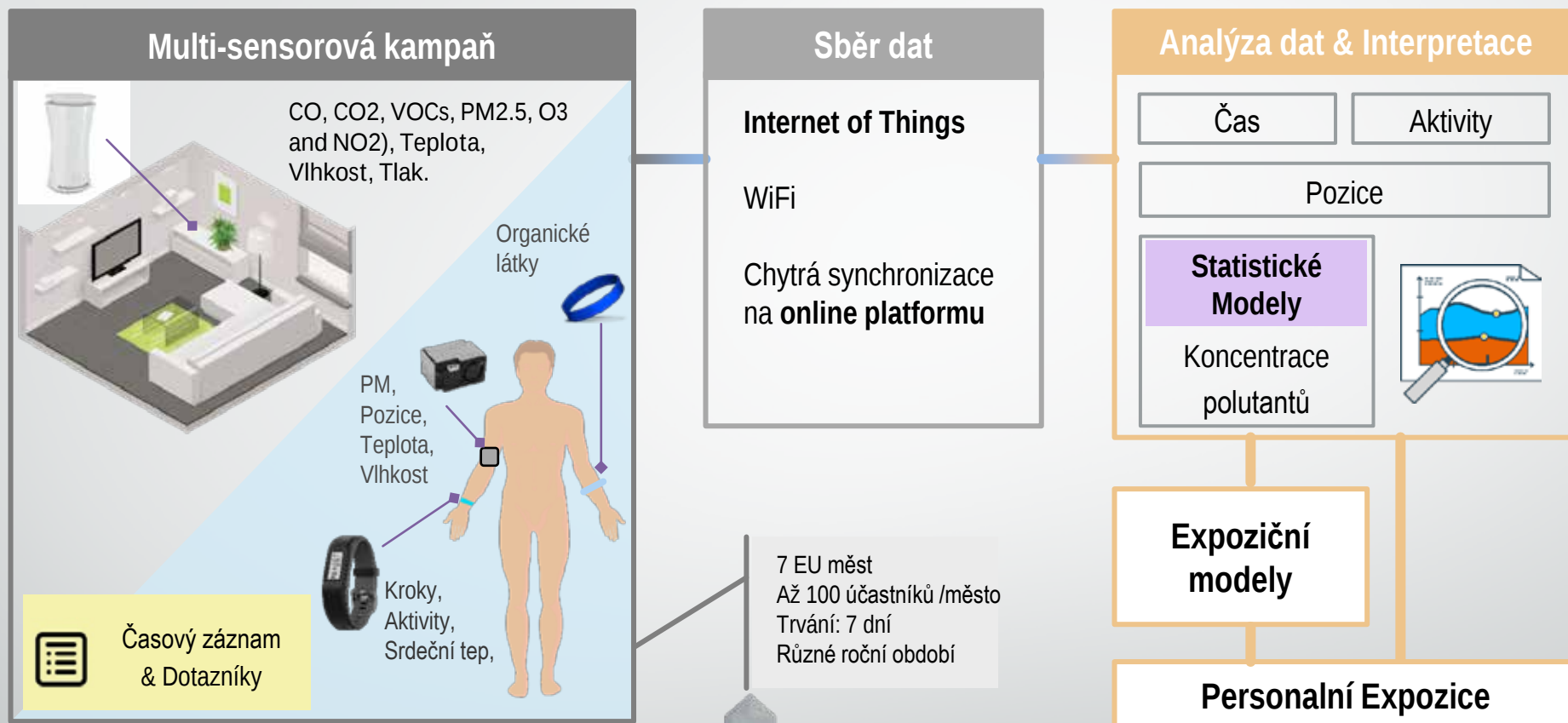
Kolo: _____

Taxi: _____

Pěší: _____

Organizace kampaně

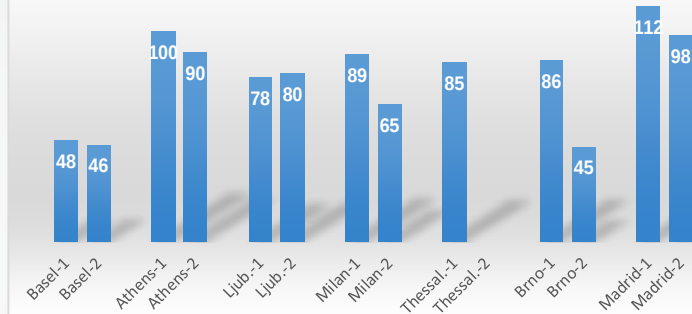
Schéma multisenzorové kampaně



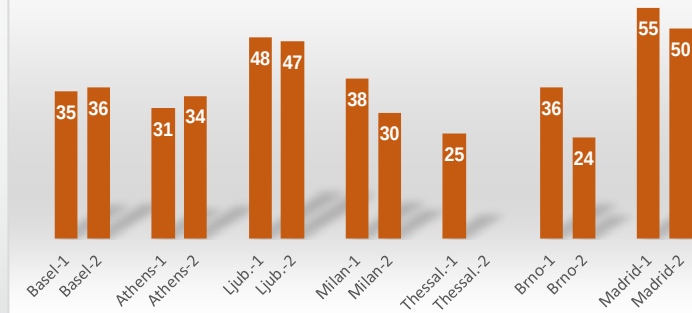
ICARUS města



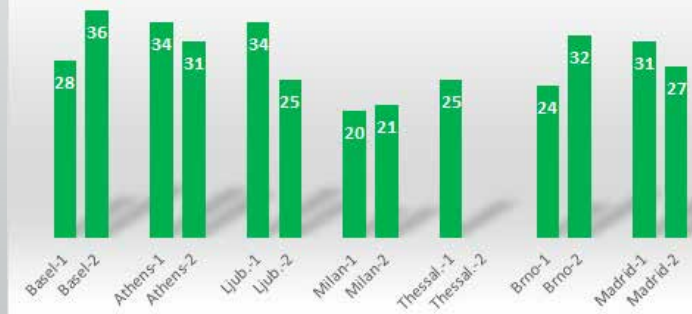
Total number of participants



Total number of households



Duration of campaign (days)



A photograph of a cluttered office desk. On the desk, there is a computer monitor, a keyboard, and various other items including a small white box, a brown box, and some papers. A row of yellow trays, each containing a small white box, is lined up on the floor next to the desk. The background shows a window and some shelves with more items.

A photograph showing a wooden bookshelf filled with books. A person's head is visible in the foreground, looking at the books. The bookshelf is made of dark wood and has several shelves. The books are of various sizes and colors. The person's head is in the lower center of the frame, and they are looking towards the bookshelf. The background is a plain wall.

[illegible]

polym. signal zlozylivost' iz polim. **POVM NANOITIR** vobozhigipolochy, Feb 1994. *Stran 2, natsion. vidst. a zvezn. Nats. vidst.*



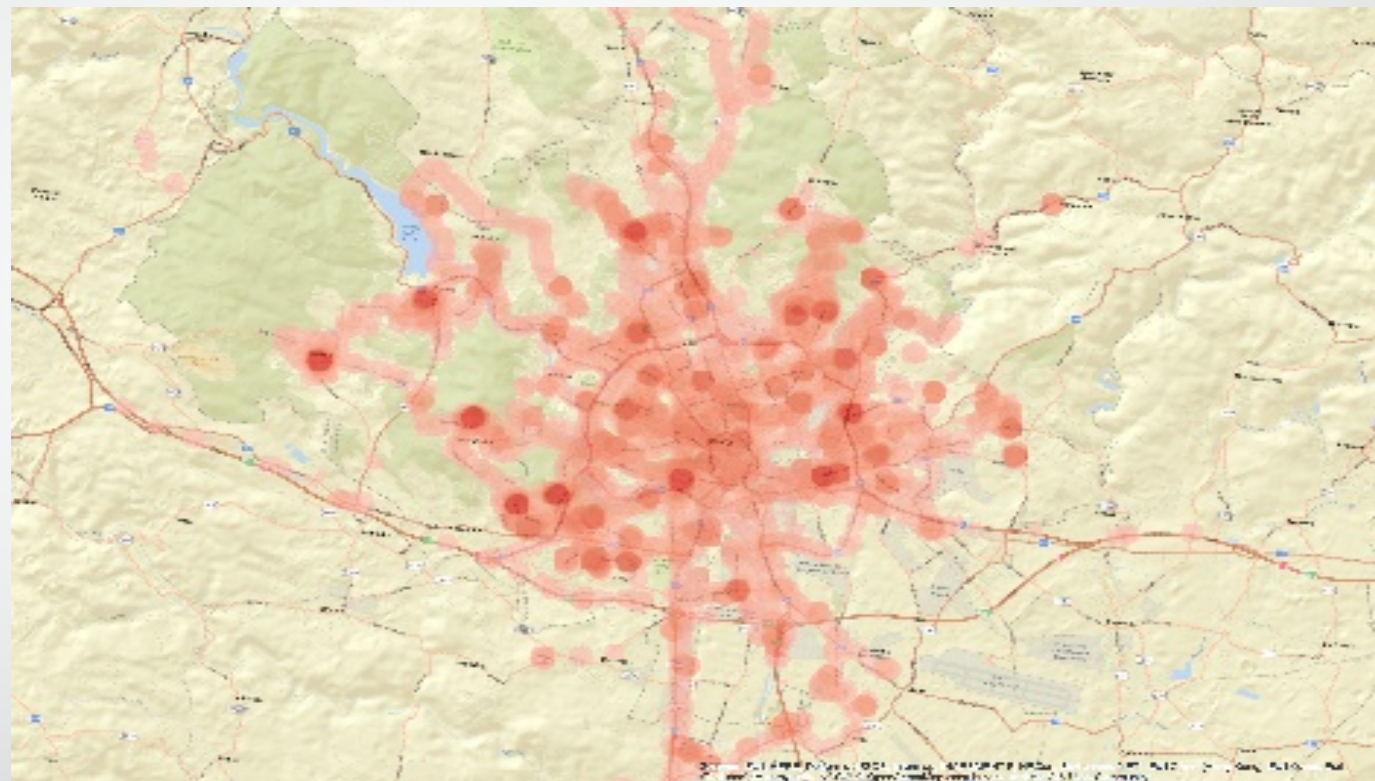
A black backpack and a colorful soccer ball are on a grassy field. The backpack is on the left, and the soccer ball is on the right. In the background, there is a green hedge and a tree.



Multisenzorová kampaň v Brně

Naši účastníci:

ušli **8 019 499** kroků,
což je **6 273** kilometrů
a vystoupali **14 763** pater

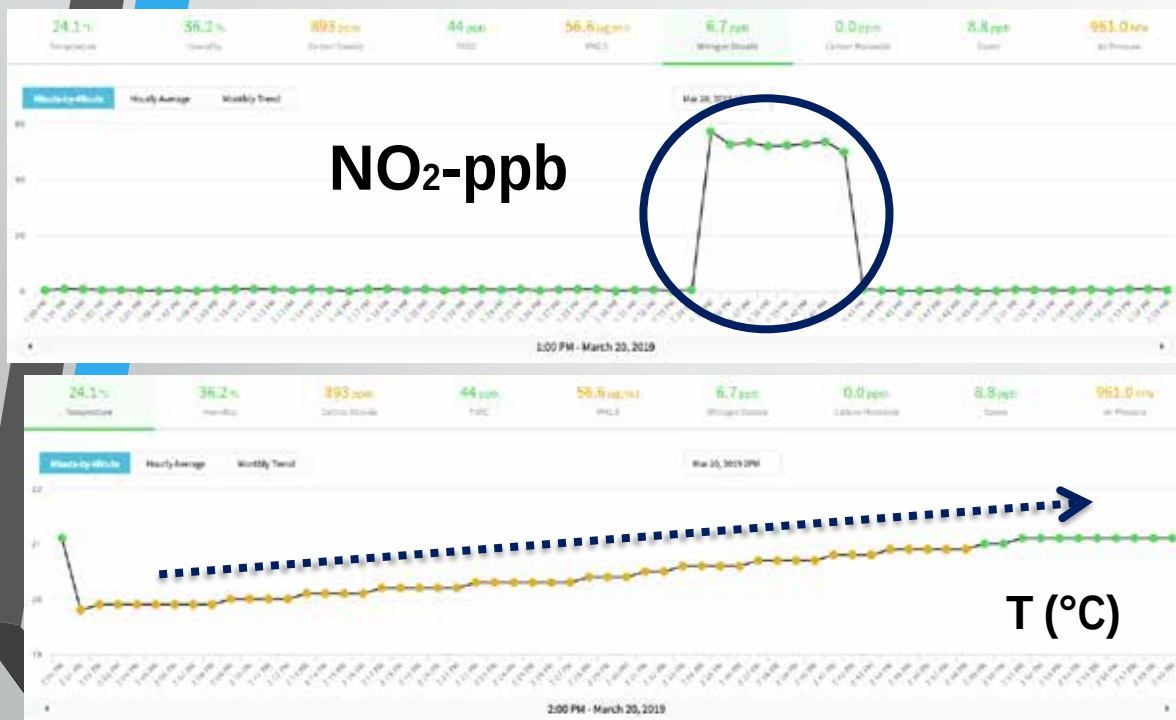


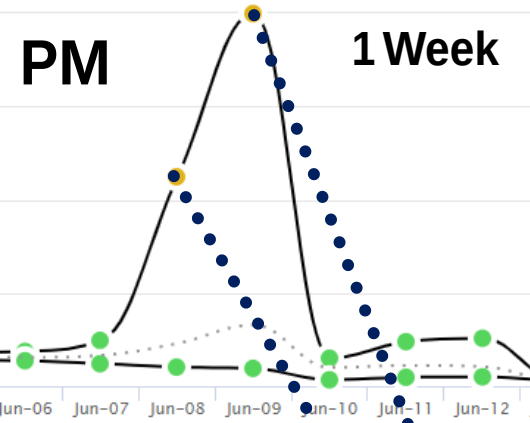
Ukázky zajímavých výstupů

Multisenzorová kampaň v Brně - uHoo

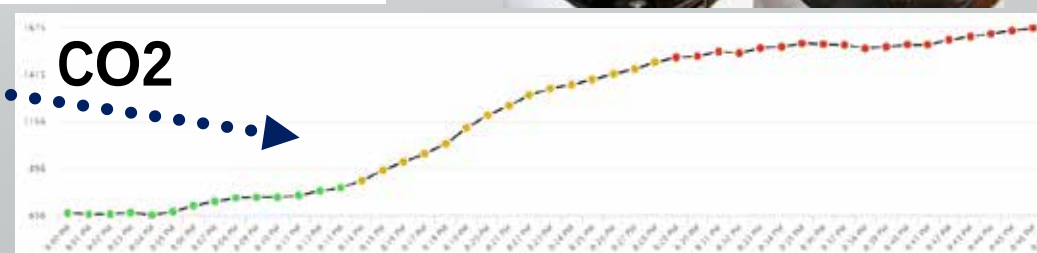
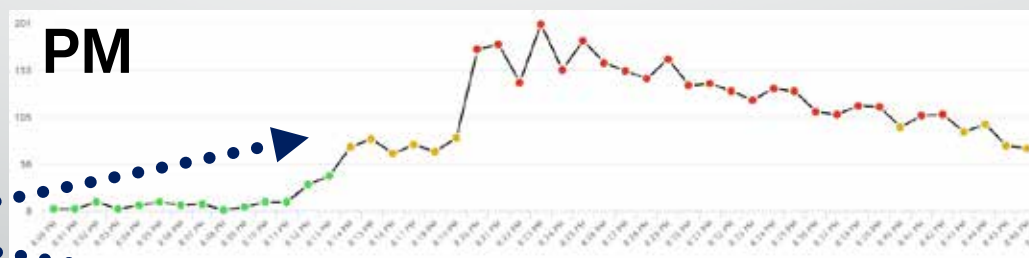
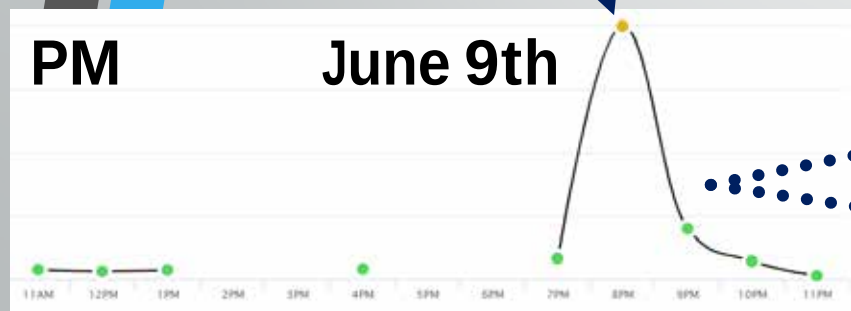
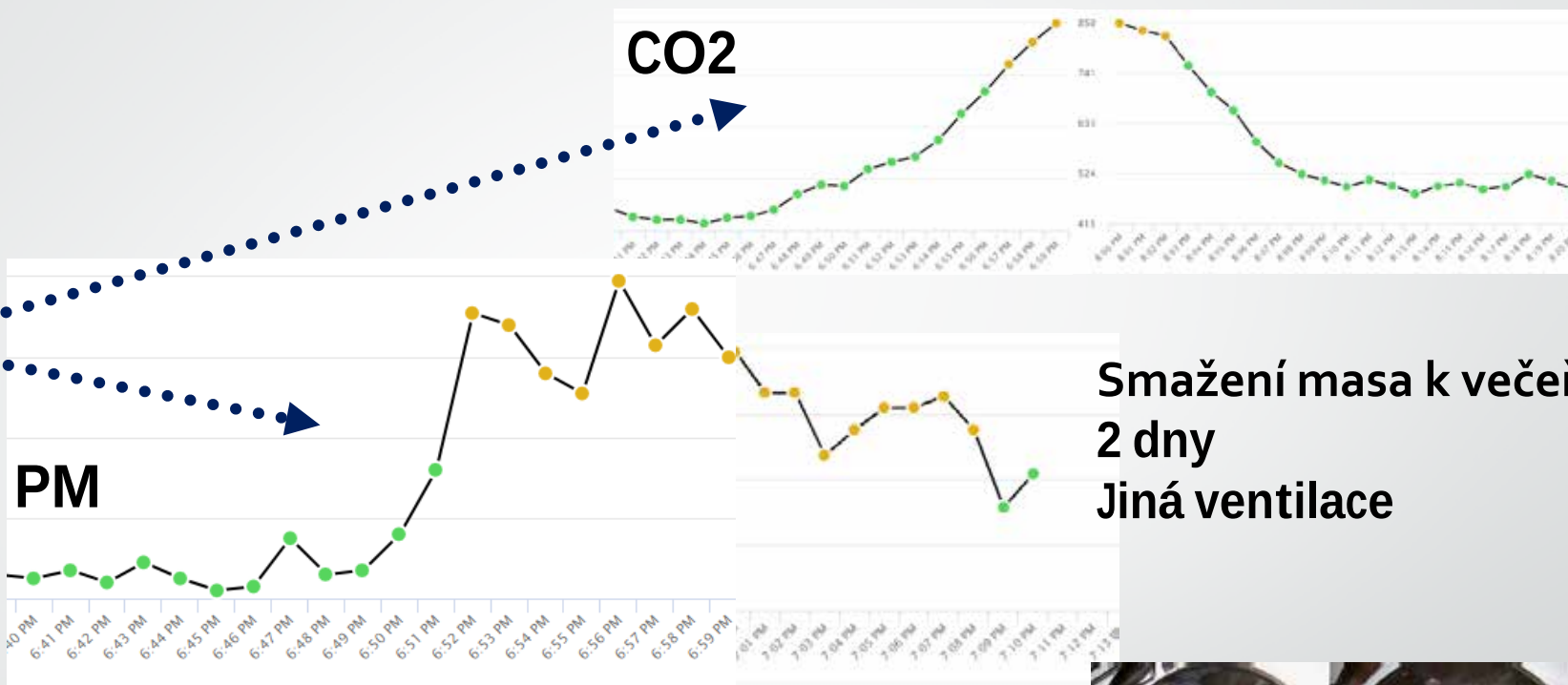
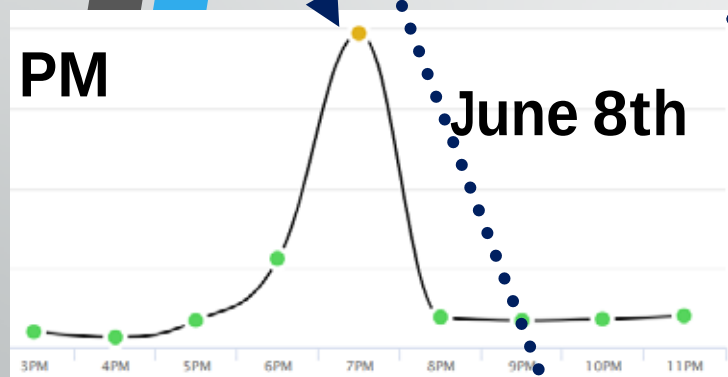
Domácnost s krbem

používaný pro vytápění obydlí



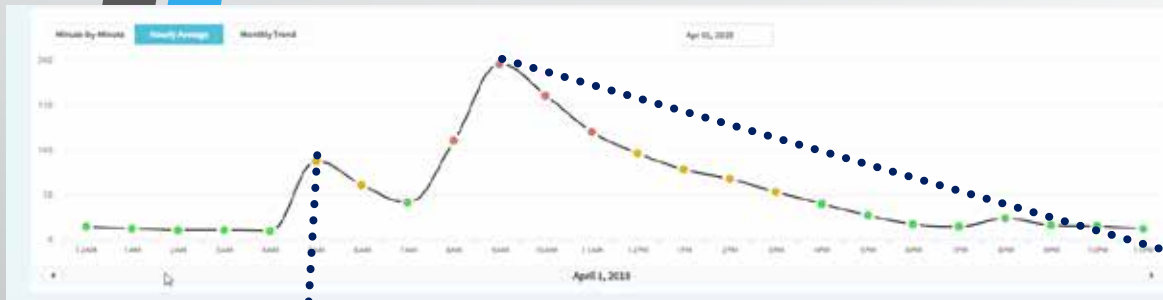


Multisensor campaign in Brno - uHoo



Multisenzorová kampaň v Brně - uHoo

- Pozad'ové koncentrace PM 2.5 okolo $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Každý den 2 píky



PM 2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



5AM

6AM



8AM

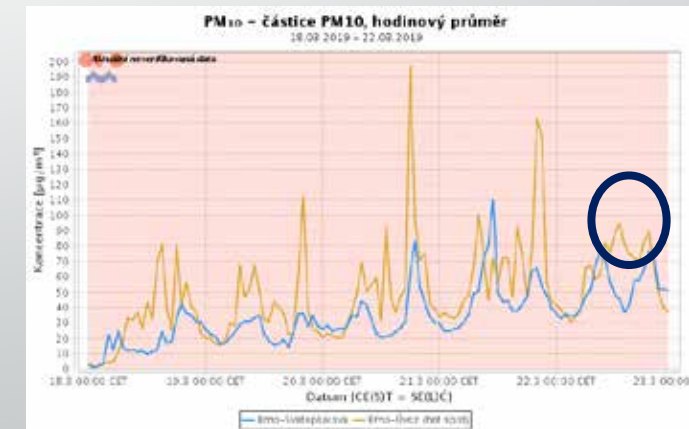
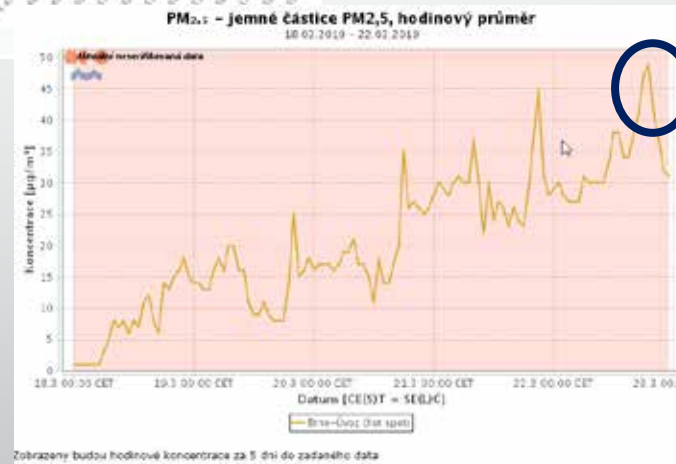
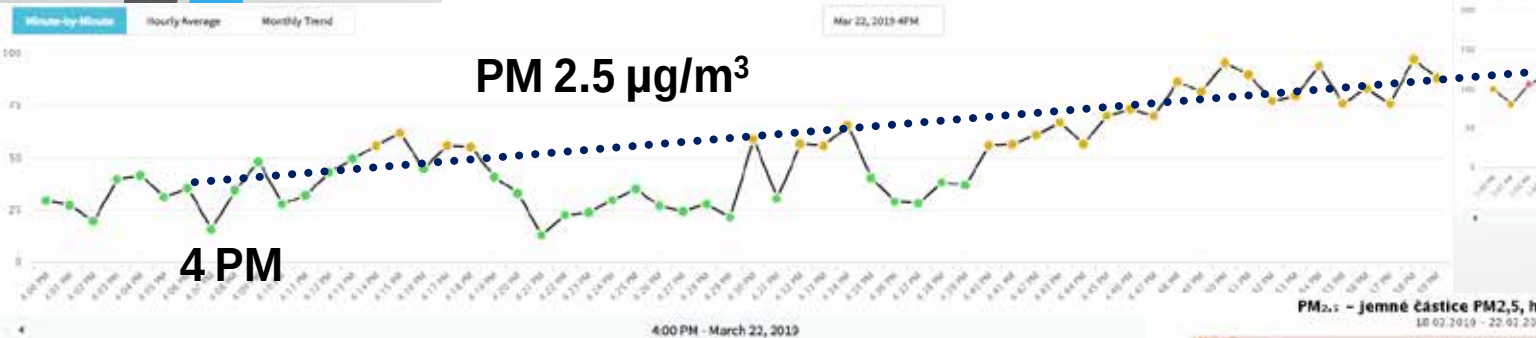
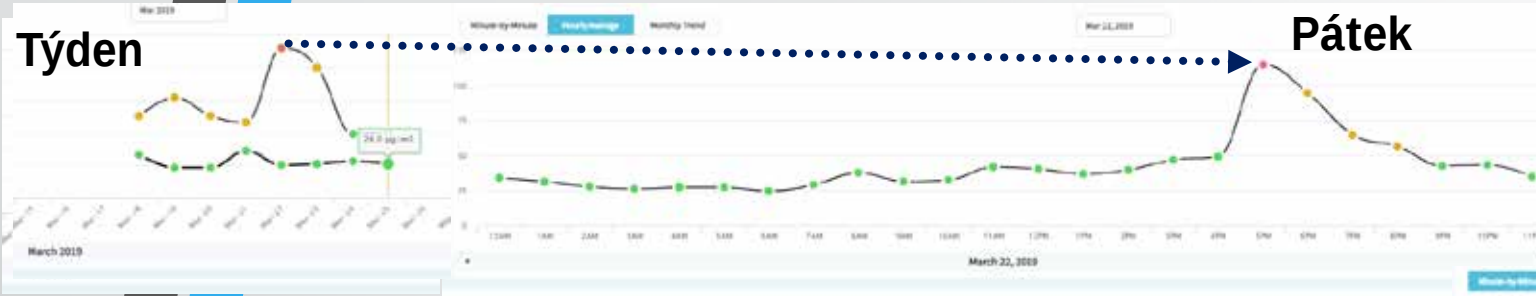
Multisenzorová kampaň v Brně - uHoo

Vnější zdroj vnitřního znečištění

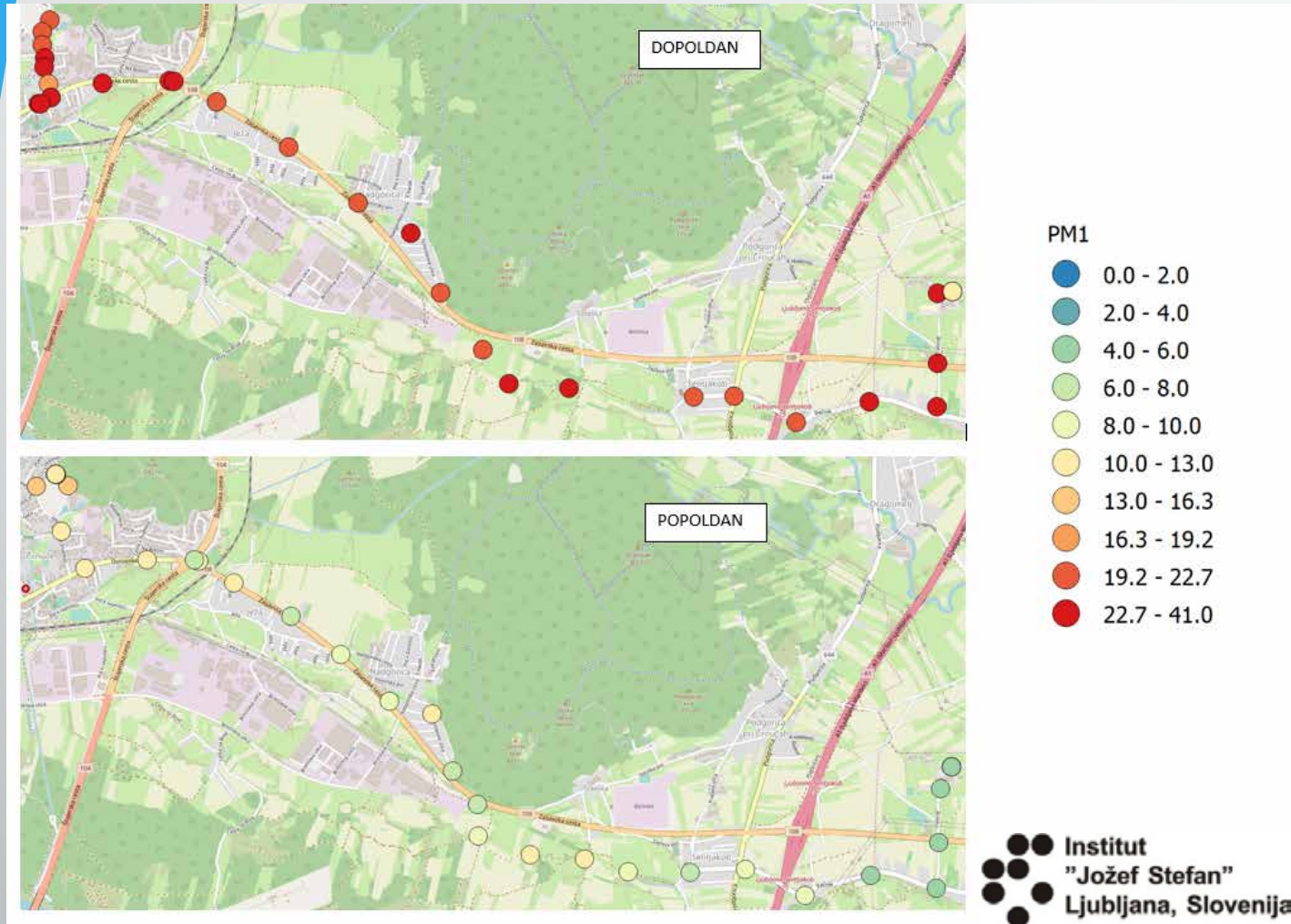
Lokalita: Úvoz

Okna pouze do vnitrobloku

Pátek – dopravní špička

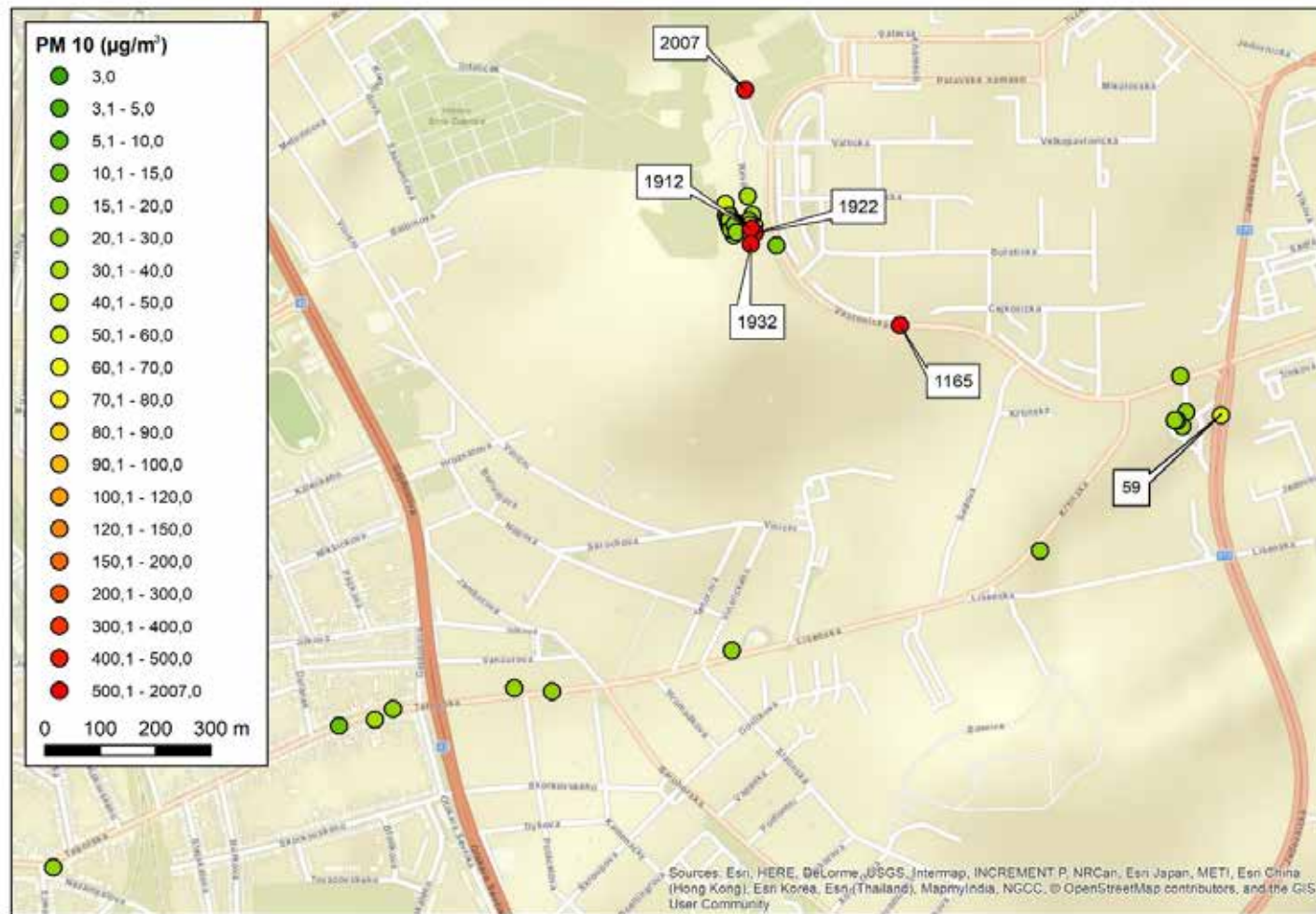


Multisenzorová kampaň v Brně – PM sensor



- Lublaň
- Jiný čas
- Jiná expozice

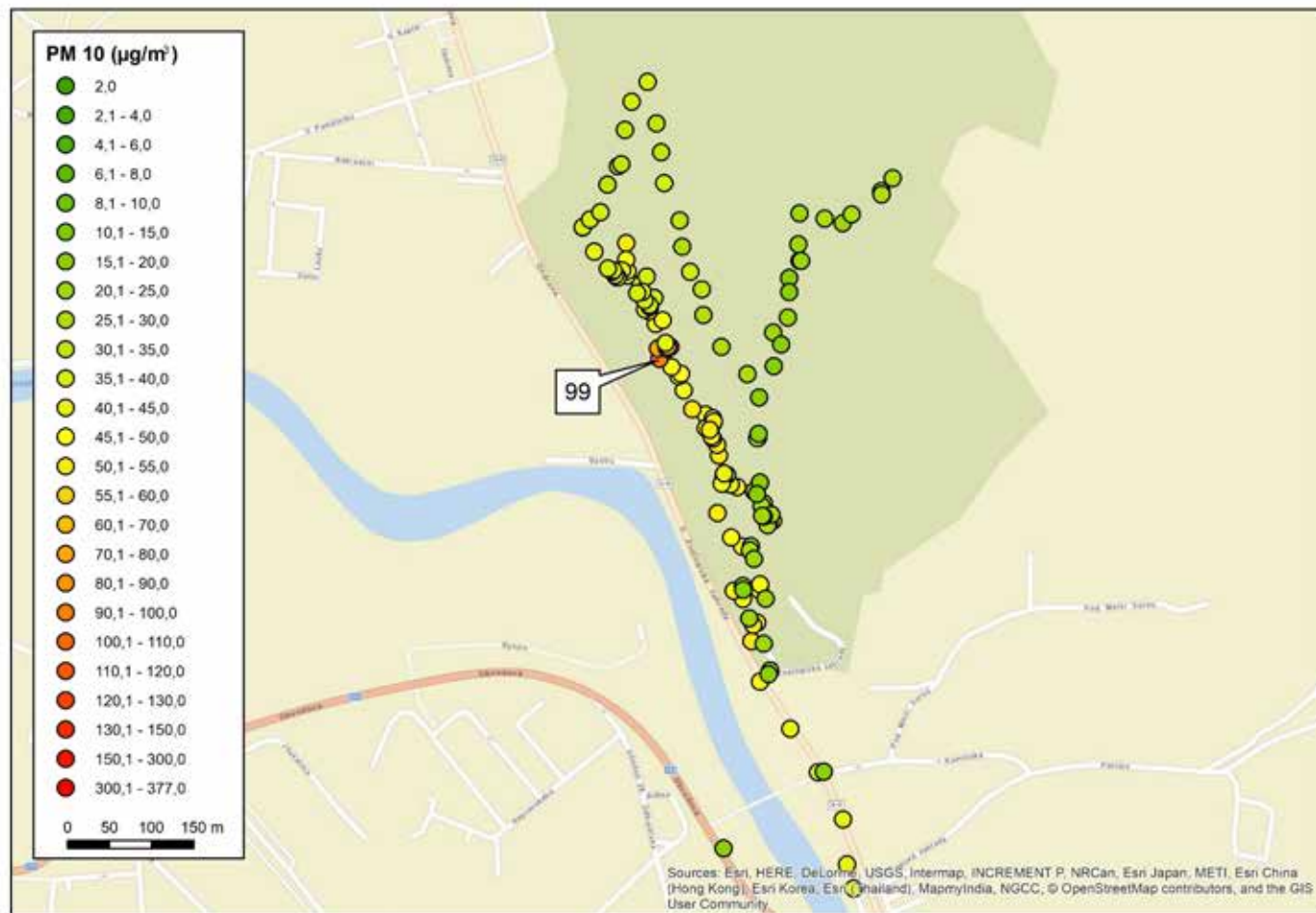
Multisenzorová kampaň v Brně – PM sensor



- Řidič auta
- Kouření v autě
- Otevření okna



Multisenzorová kampaň v Brně – PM sensor



- ZOO Brno
- Dolní část ZOO lehce vyšší PM
- Nejvyšší "expozice" u mývalů J
- Nový faktor - langoše!



Pravidla pro čistší vzduch v domácnostech

- Pravidelně a intenzivně větrejte
- Větrejte během vaření a po něm
- Důkladně větrejte po zatápění v krbu apod.
- V případě, že žijete u dopravně zatížených silnic, tak ve špičce větrejte pouze krátce a intenzivně
- Nekuřte v domácnosti
- Nepoužívejte vonné svíčky, tyčinky apod.
- Zbytečně nepoužívejte čistící a desinfekční přípravky
- Používejte čistící prostředky bez obsahu VOC
- Používejte barvy bez VOC
- Neskladujte barvy apod. otevřené
- Omezte využívání umělých materiálů a dřevotřísky
- Po umístění nového dřevotřískového nábytku důkladně větrejte, dokud je cítit formaldehyd
- Omezte množství bytového textilu a kobercových ploch
- Vyměňujte filtry u klimatizace a čistěte ji
- 1-2 x týdně doma vytřete
- Vždy po sezoně nechte vyčistit komín
- Hobby (lepení apod.) nepatří do obývacího
- Udržujte optimální teplotu (cca. 18-24°C) a vlhkost (cca 40-60 %)

53



European
Commission

Horizon 2020
European Union funding
for Research & Innovation



ICARUS

Probíhající projekty

City of Brno



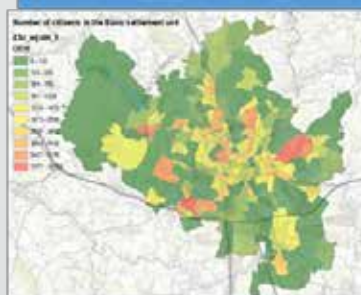
Combination of environmental and human data with statistical and geographical modelling techniques in order to analyze multi-disciplinary and multi-sectoral (environmental, socioeconomic, population, health) data in selected model urban environment

Longitudinal exposure data

Cohort longitudinal data

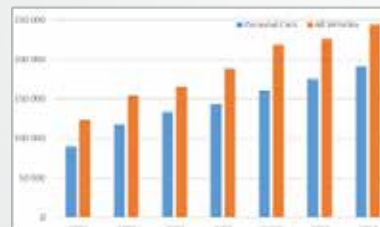


Socioeconomic data



Number of citizens living in the Basic settlement unit in Brno

Traffic data



Evolution of the number of cars/vehicles registered in Brno

Internal exposure data



Densed Air Quality data



Monitoring network in the city of Brno. Stations owned by City of Brno (green), CHMI (blue) and NIPH (red).

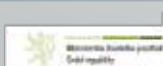


Trend of the emissions (kt) of the basic pollutants in the Czech Republic from 1990-2015. TSP (Suspended particle)

Additional urban data



Data sources



ISGlobal



URBAN X



URBAN EXPOSOME

MUNI | RECETOX

Exposomové projekty - RECETOX



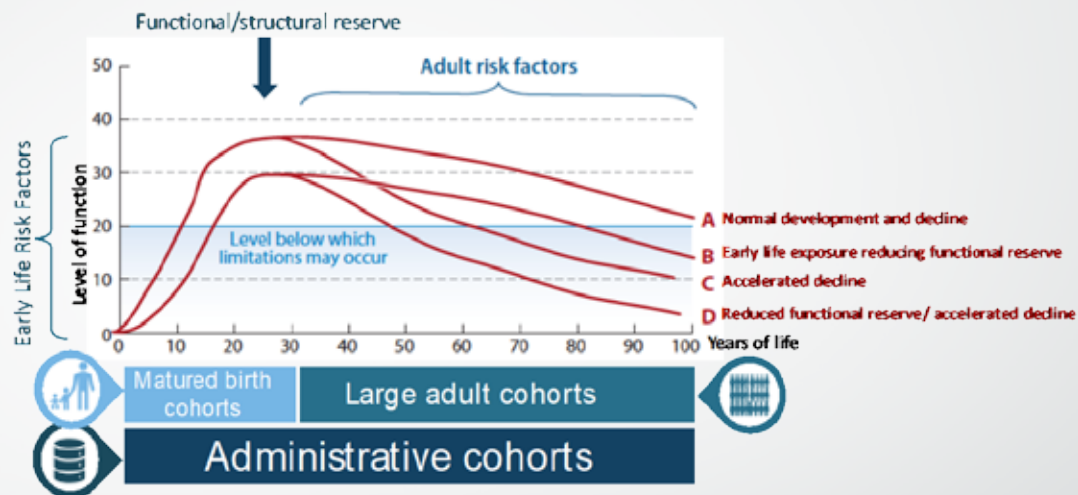
EXposome Powered tools for healthy living in
urbAN SEttings

expanseproject.eu



Advancing Tools for Human Early Lifecourse
Exposome Research and Translation

athleteproject.eu



**Těšíme se na
spolupráci s
vámi všemi**

