



## Projekt ICARUS: Multisenzorová kampaň

**RNDr. Ondřej Mikeš, Ph.D.**

*Masarykova Univerzita, RECETOX, Kamenice 5, 625 00 Brno, Czech Republic*

[ondrej.mikes@recetox.muni.cz](mailto:ondrej.mikes@recetox.muni.cz)

<http://icarus2020.eu/>

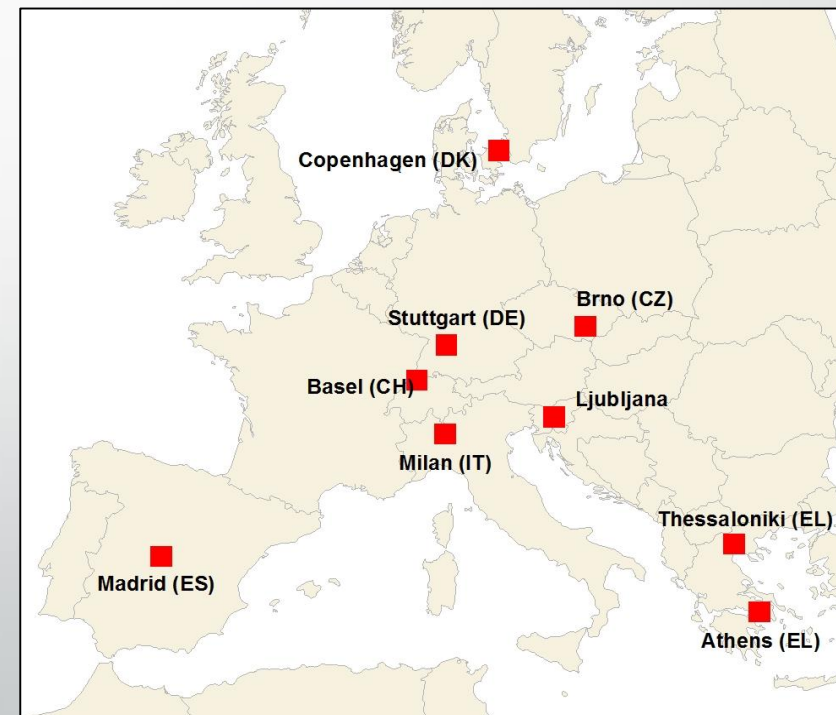


European  
Commission

Horizon 2020  
European Union funding  
for Research & Innovation

# Přehled projektu

- 4 roky (2016-2020) H2020 projekt
- 20 institucí z 10 zemí



European  
Commission

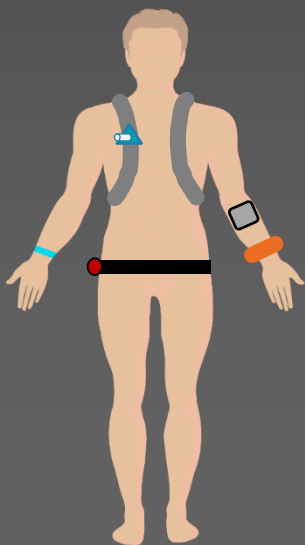
Horizon 2020  
European Union funding  
for Research & Innovation



ICARUS

MUNI | RECETOX

## 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  
složitějších modelů



# Výběr zařízení a postupů

Steps/Distance, Intensity of activity, Heart rate, Temperature, Stress levels, Speed, Location,

Backpack with AQ sensors

PM, VOCs, UV

Silicon wristbands that detect organic compounds

BTEX, Aldehydes

Endocrine-disrupting chemicals  
Bisphenol A

Pesticides  
Chlorpyrifos

Polycyclic aromatic hydrocarbons  
Benz(a)pyrene

Fragrances  
Galaxolide

Air Quality micro-sensors

PM, NO<sub>2</sub>, VOCs

Location, Activities, Food patterns, Noise,

PM Met One Aerocet, Dylos

VOCs Honeywell ppbRAE

NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> Aeroqual

BTEX, Aldehydes Radiello

PM Grimm

Chemical Compounds

Particulate Matter (PM)

Allergens

Temperature

Humidity

Ventilation

Noise

QUESTIONNAIRES

Industrial process  
transportation  
Fireplace  
Smoking

crowdsourced citizen monitoring



European Commission

Horizon 2020  
European Union funding  
for Research & Innovation



ICARUS

# Kritéria výběru



- Množství měřených parametrů
- Mobilnost zařízení
- Spolehlivost sbíraných dat
- Cena
- Sběr dat/GDPR

- 
- Neobtěžující pro účastníky
  - Uživatelsky přívětivé

- 
- Účastníci se dozví efekty jejich chování

KRITÉRIA

POCITY LIDÍ

ZAPOJENÍ



European  
Commission

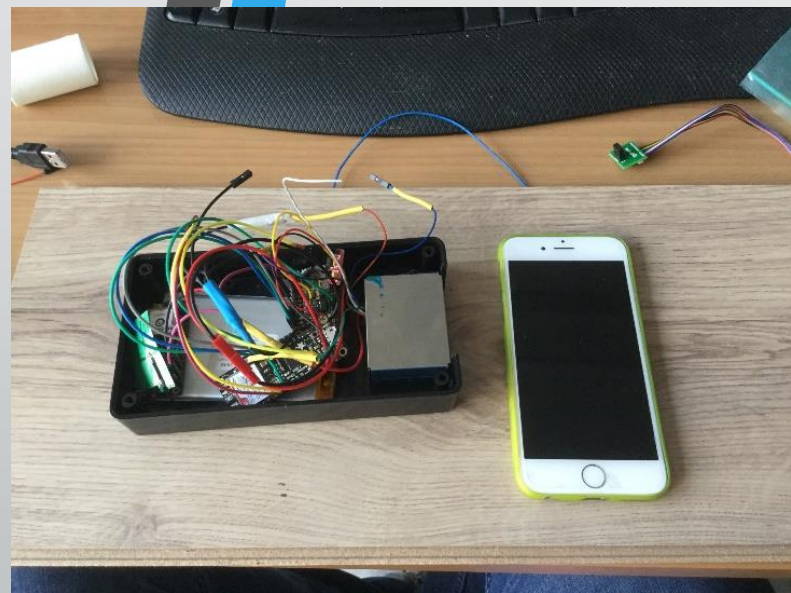
Horizon 2020  
European Union funding  
for Research & Innovation



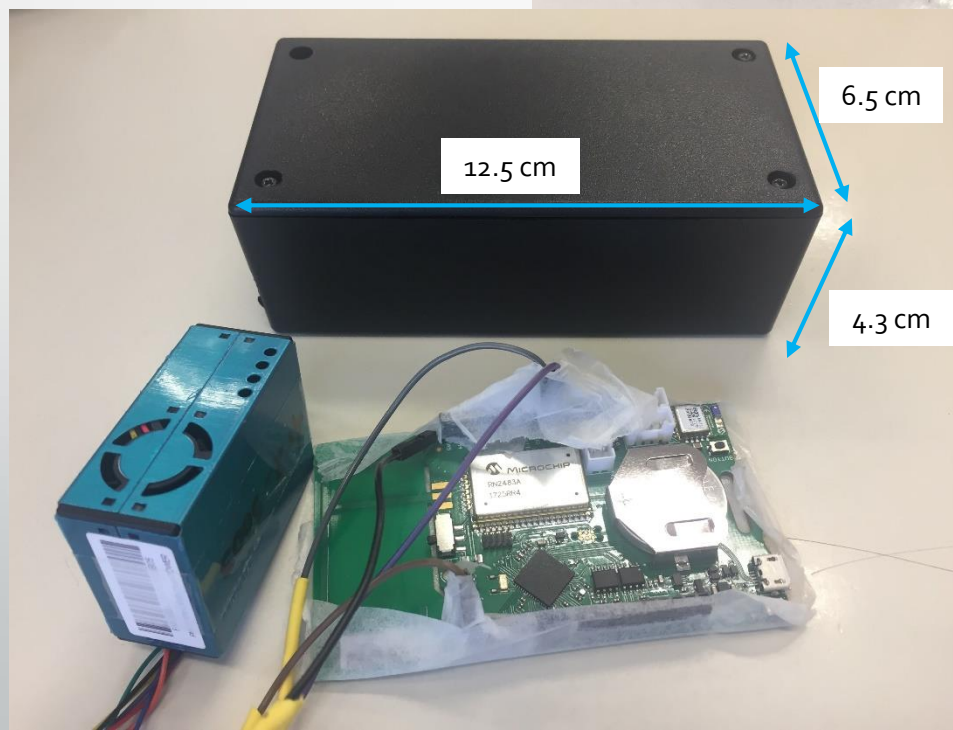
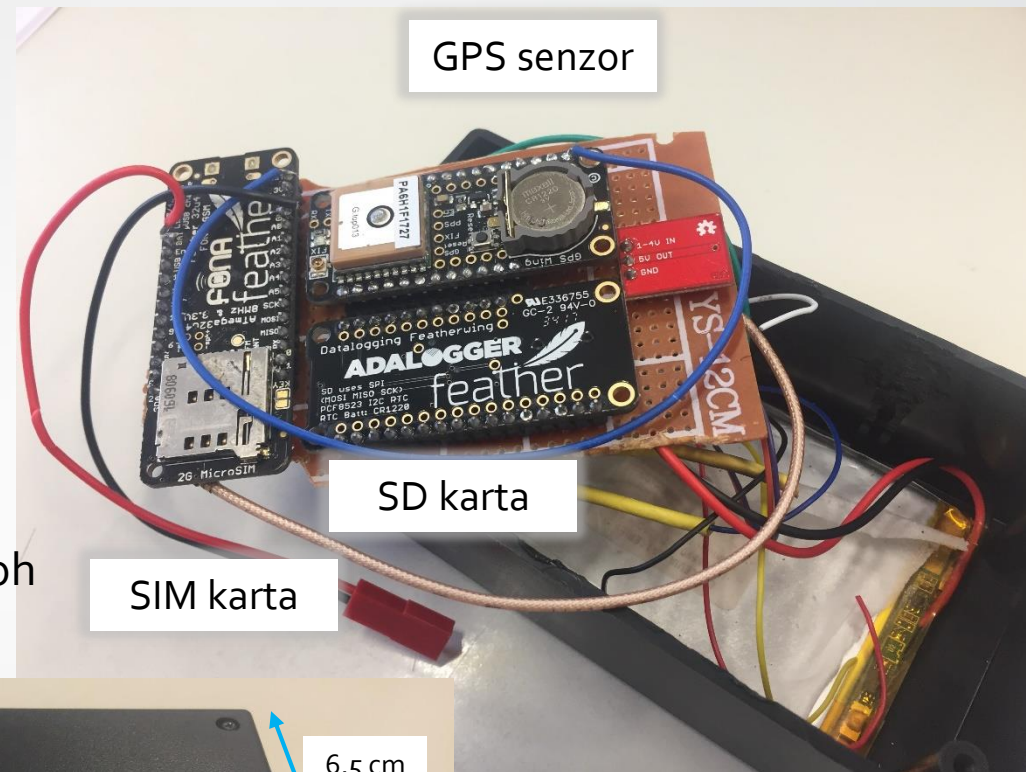
ICARUS

MUNI | RECETOX

# Personální senzor – Prototyp I a II



+Teplota, vlhkost  
Přípevnění páskou na ruku/batoh



European  
Commission

Horizon 2020  
European Union funding  
for Research & Innovation



ICARUS

UNI | RECETOX

# Personální senzor – Prototyp III - validace

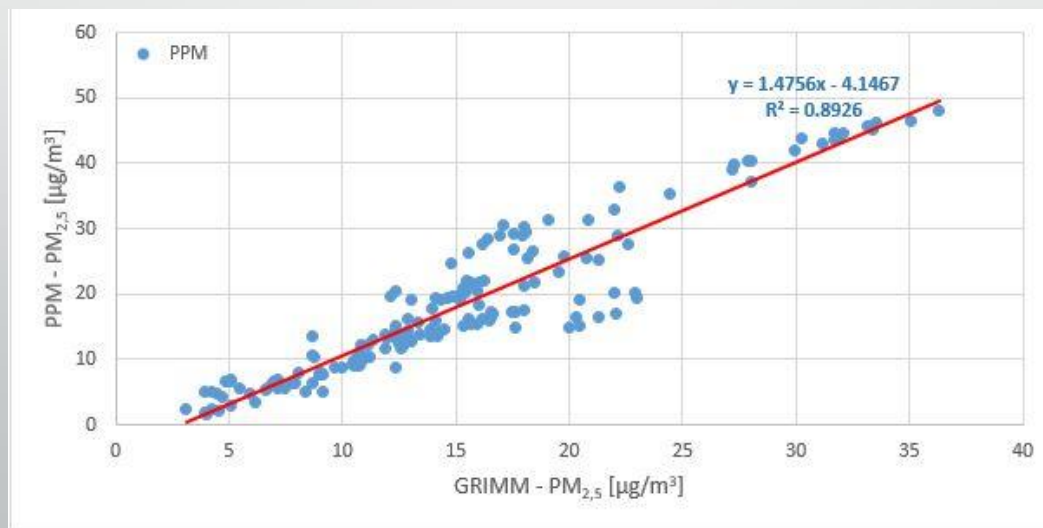
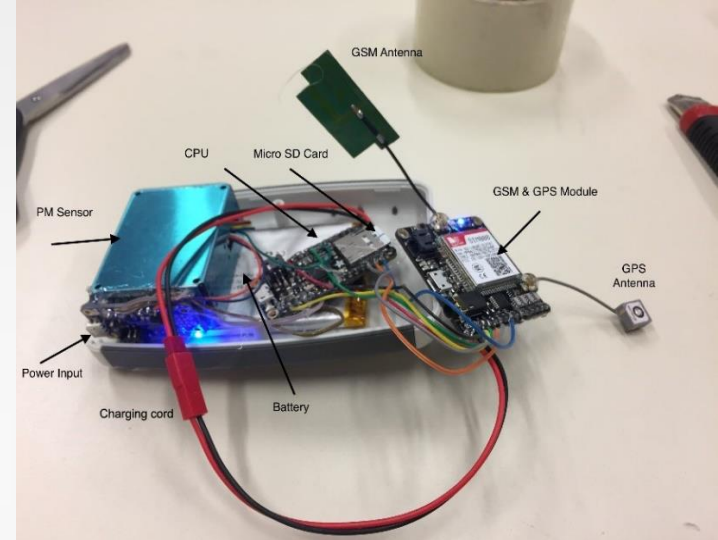
- Testováno při různých podmínkách prostředí:

- Kancelář/Okna
- Domácnost/vaření
- Domácnost/balkon

- Matematické modely:

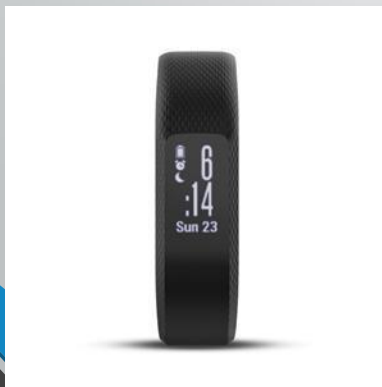
- Lineární
- Multi-lineární
- Ne-lineární
- Umělé neuronové sítě

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



# Domácí vzorkovač + Garmin + silikonový náramek

- Teplota, Vlhkost, Tlak
- Prach (PM2.5)
- Oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>)
- Oxid uhelnatý (CO)
- Těkavé organické látky (VOC)
- Oxid dusičitý (NO<sub>2</sub>)
- Ozón (O<sub>3</sub>)



Kroky/Vzdálenost  
Intenzita aktivity  
Srdeční tep  
Stres

Voděodolné  
Výdrž baterie: 5 dní



Pasivní vzorkovač na některé organické látky



# Dotazníky

## Časový záznam

BRN\_W\_P

**1.den**

čas	uvnitř			venku			v dopravě					aktivity																												
	doma	práce	ostatní	doma	práce	ostatní	MHD	auto	motorka	kolo	pěšky	ostatní	uvnitř					domácí podmínky					venku																	
													volný čas	spánek	hraní	sport	vaření	kouření	úklid	hořící svíčka	otevřené okno	klimatizace/ventilátor	krb	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 zatržení uveďte do závorek (X) nebo vymažte.

## Domáci a personální dotazníky

**CELSPAC** pro zdravou budoucnost **ICARUS**

**Dotazník pro domácnost (vyplnit pouze jeden za domácnost)**

**A. INFORMACE O DOMÁCNOSTI**

ID domácnosti: 4028 (Doplň pracov. studie)

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 (samostatně stojící)  Bytový dům  Řadový dům  Jiný

4. Jaká je celková plocha vašeho bytu/domu?

Méně než 50 m<sup>2</sup>  51–70 m<sup>2</sup>  71–80 m<sup>2</sup>  81–90 m<sup>2</sup>  Více než 120 m<sup>2</sup>

5. Kolik máte pokojů (prosím, započítejte oddělenou kuchyň, ale nepočítávejte koupelnu, záchod, chodbu a komoru): 6

6. Je dům zateplený?

Ano  Ne  Nevím

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

Plynové vytápění  Olejové vytápění  Elektrina  Vytápění dřevem, biomasou  Žádné vytápění  Nevím  Jiné. Prosím uveďte (včetně centrálního dálkového topení): \_\_\_\_\_

8. Jak často větráte/ventilujete vaši domácnost?

	Někdy denně	Jednou denně	Několikrát do týdne	Alespoň jednou týdně	Alespoň jednou měsíčně	Nikdy
Otevírání oken (přírodní ventilace)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jednoduché ventilátory (např. v koupelně)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Centrální nucené větrání	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Klimatizace	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**CELSPAC** pro zdravou budoucnost **ICARUS**

**Osobní dotazník**

Dotazník pro účastníka studie (za děti vyplní jejich rodiče)

**A. SOCIODEMOGRAFICKÉ ÚDAJE**

Individuální ID: \_\_\_\_\_ (doplň pracov. studie)

Domácnost ID: \_\_\_\_\_ (doplň pracov. studie)

Prosíme, vyplňte pokud možno celý dotazník. Pokud vám některé otázky budou nepřijemné, tak je nevyplňujte. Pokud některým otázkám nebudete rozumět, tak se prosím obraťte přímo na pracovníky studie nebo nám napište na [icarus@recetox.muni.cz](mailto:icarus@recetox.muni.cz)

1. Pohlaví:  Muž  Žena  Jiné

2. Věk: \_\_\_\_\_

3. Národnost: \_\_\_\_\_

4. Místo narození: \_\_\_\_\_

5. Jaká je vaše pracovní pozice:

Na plný úvazek  Částečný úvazek  Student  V důchodu

Nezaměstnaný  V domácnosti

10. Jaké je vaše zaměstnání (např. doktor, kuchař, řidič)? \_\_\_\_\_

11. Jaké je vaše nejvyšší dosažené vzdělání?

Základní škola, střední bez maturity  Střední škola s maturitou  Vysoká škola

12. Jaký je váš rodinný statut:

Vdaná/ženatý  Svobodný/á  Rozvedený/á  Ovdovělý/á

13. Kolik máte dětí? \_\_\_\_\_

14. Jaký je váš průměrný měsíční příjem (hrubého):

Méně než 18 000 Kč  18 000–33 000 Kč  Více než 33 000 Kč

15. Iste spokojený/á s vašim rodinným příjmem?

**CELSPAC** pro zdravou budoucnost **ICARUS**

**B. DENNÍ ČASOVÝ PLÁN**

16. Kolik hodin denně strávíte v práci/skole?

Pondělí	Úterý	Středa	Čtvrtek	Pátek	Sobota	Neděle

17. Pracujete převážně venku nebo ve vnitřních prostorech?

Uvnitř  Venku  Nelze rozhodnout

18. Jak dlouho průměrně strávíte v práci ve vnitřním prostředí (hodin/den): \_\_\_\_\_

19. Jak dlouho průměrně strávíte v práci venku (hodin/den): \_\_\_\_\_

20. Pracujete na směny?

Ano  Ne

21. Pracujete také v noci?

Ano  Ne

22. Kolik hodin v průměru strávíte doma (uvnitř) včetně spánku?

Pracovní dny (hodin/den): \_\_\_\_\_

Volné dny (hodin/den): \_\_\_\_\_

23. Kolikrát týdně cvičíte: \_\_\_\_\_

24. Když cvičíte, je to spíše uvnitř nebo venku?

Uvnitř  Venku  Nelze rozhodnout

25. Průměrná délka cvičení (min): \_\_\_\_\_

27. Kolik hodin průměrně strávíte v pracovní dny dojížděním následujícími prostředky?

Autobus \_\_\_\_\_

Vlak \_\_\_\_\_

Tramvaj \_\_\_\_\_

Auto \_\_\_\_\_

Motoroka/Moped \_\_\_\_\_

Kolo \_\_\_\_\_

Taxi \_\_\_\_\_

Pěšky \_\_\_\_\_



European Commission

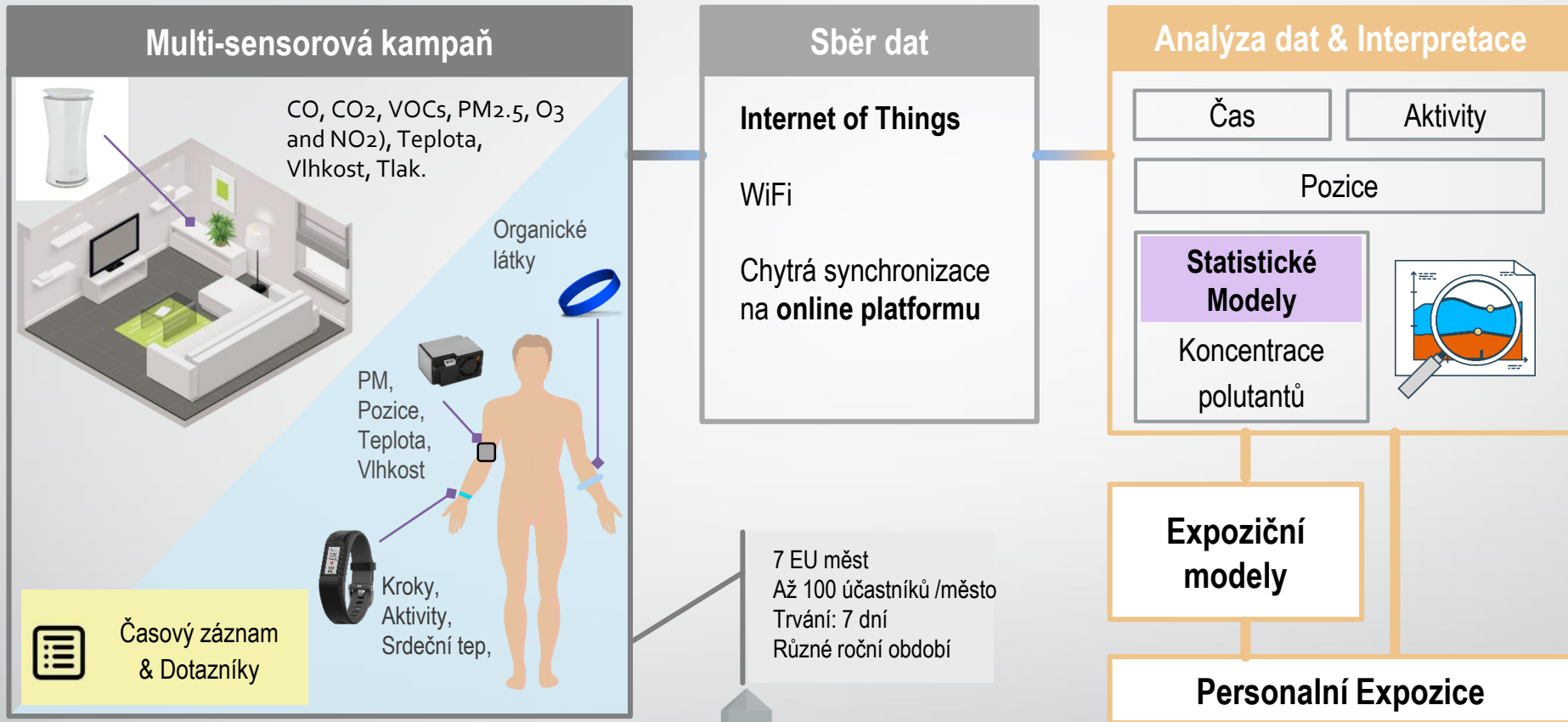
Horizon 2020  
European Union funding  
for Research & Innovation



ICARUS

MUNI | RECETOX

# Schéma multisenzorové kampaně

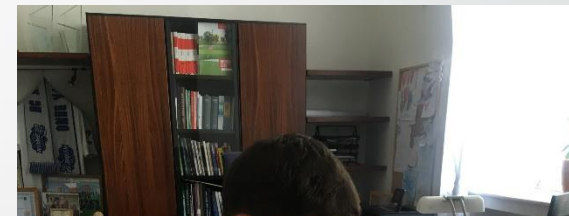


# Multisenzorová kampaň v Brně



17.3.-9.4.2019  
36 domácností  
86 účastníků  
Věk 9-73  
Medián 33,5  
42 žen  
28 mužů  
16 dětí (<18)

30.5.-2.7.2019  
24 domácností  
44 účastníků  
Věk 22-62  
Medián 37  
24 žen  
21 mužů



## Petr Hladík: Studie ICARUS jsem se osobně účastnil

■ Přivítáme rozhovor s prvním náměstem brněnské primátorky Petrem Hladíkem, zaměřil jsme se hlavně na ekologii.

Martin Ježek

*Jaký je současný vztah města Brna k životnímu prostředí, co město nejvíce trápí, a jakými dluhy minulosti se musíme popírat?*

Životní prostředí v Brně ovlivňuje vzrůstající plošná zastavěnost území, zejména spevňování veřejných ploch na úkor zeleně. Nová výstavba musí být do budoucna plánovaná tak, aby byla šetrná k životnímu prostředí a byla energeticky úsporná. Je žádoucí zlepšit hospodaření s dešťovou vodou v nábavnosti na změnu klimatu a její využití na podporu zeleně ve městě. Je třeba ve městě více vysazovat zeleně, která současně působí jako klimatizace ve městě. Bezpečně zajistit velké skleněné plochy před nárazy práků. Podpořit biodiverzitu ve volné krajině, ÚSES. Dokončit poslední etapu systémového opatření pro bezpečnou migraci obilivěnků v oblasti přírodní památky Želčinský rybník (opatření pro bezpečnou migraci obilivěnků se postupně



*Sám jste se zúčastnil studie ICARUS, můžete to přiblížit?*

Byla to zajímavá zkušenost. Celý týden byl v našem obývacím poboji stacionární přístroj na měření prachových částic a vybraných škodlivin. Podobné zařízení jsem měl také celý týden u sebe při velké činnosti. Zároveň jsem zaznamenával po hodinách, v jakém prostředí jsem byl. Zda ovnit, venku, s otevřeným oknem či v autě. Další důležitou součástí byly hodinky, které měly moji aktivitu – tep či počet nacházených kroků. Při fyzické námaze člověk dýchá hlouběji a s větší frekvencí, a tedy vdechne i více prachových částic. A silikonový náramek do sebe po celou dobu vsřebával chemické látky, se kterými jsem přišel do styku.

*Velký úspěch zaznamenal RECETOX v posledních týdnech ve draké řadě výzvy Teaming, která v rámci programu Horizon 2020 podporuje významené rozšíření stávajících nebo vybudování nových center excelentní vědy. Brno úspěšně louná se dvěma projekty, kromě RECETOX bylo se svým projektem úspěšné i VUT. Co to znamená pro město?*

Brno je městem vědy a inovací. Jsme rádi za

PŘVNÍ NÁMĚSTEK brněnské primátorky Petr Hladík



European  
Commission

Horizon 2020  
European Union funding  
for Research & Innovation

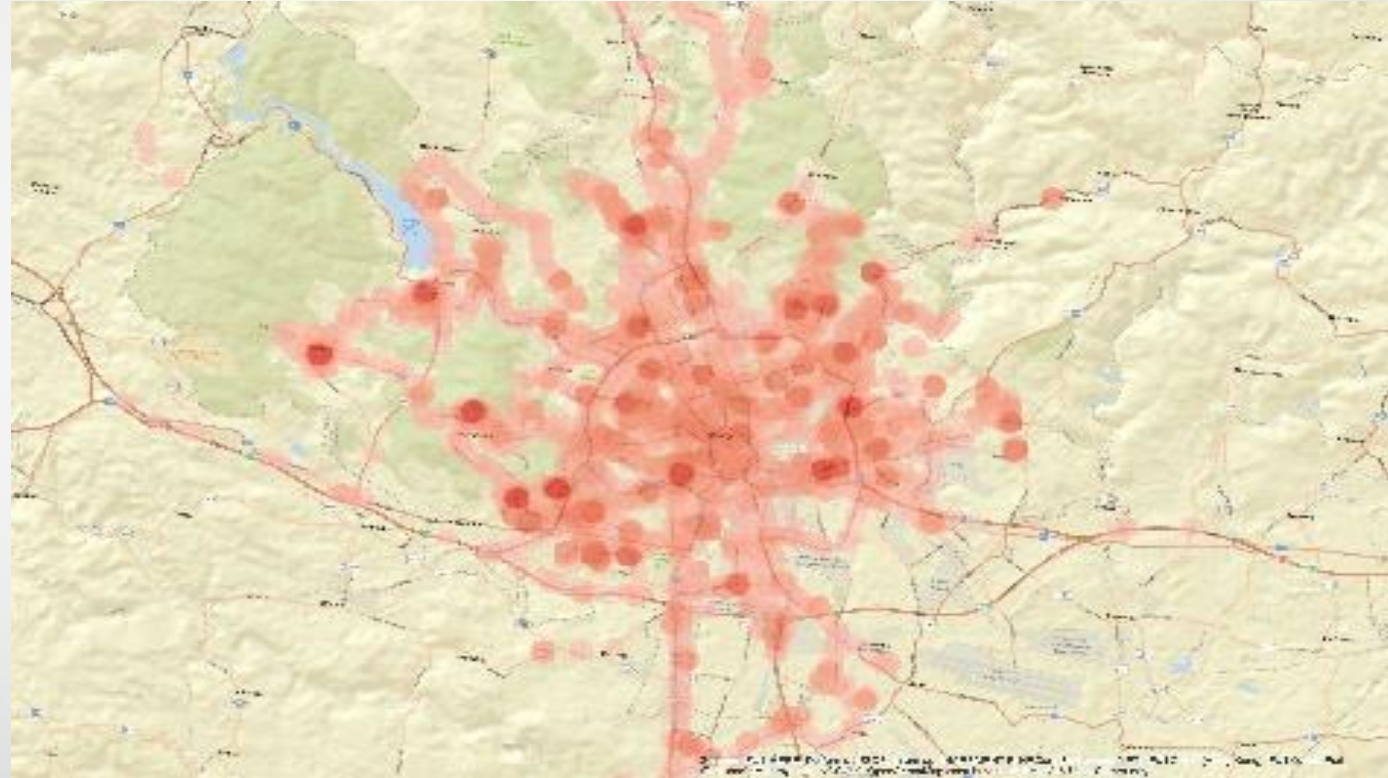


ICARUS

MUNI | RECETOX

# Multisenzorová kampaň v Brně

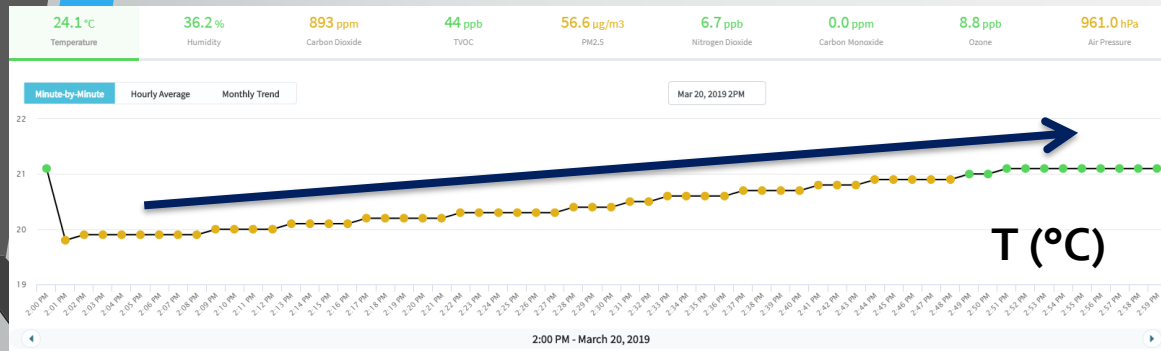
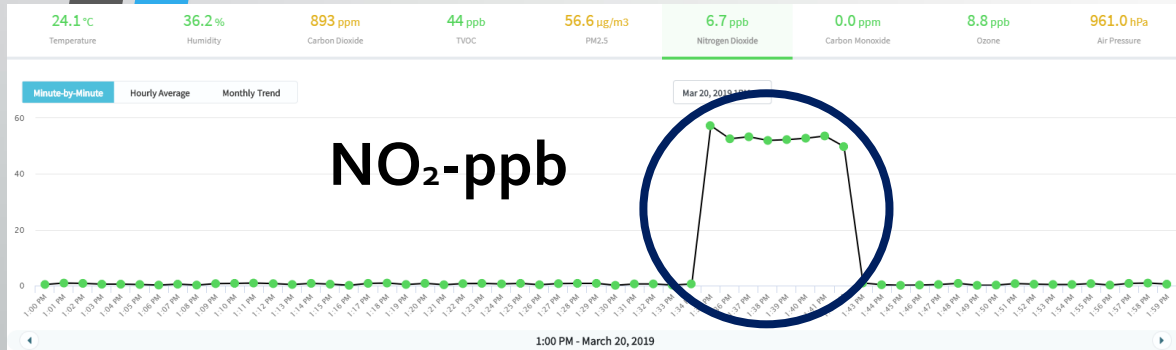
- Naši účastníci:
  - ušli **8 019 499** kroků,
  - což je **6 273** kilometrů
  - a vystoupali **14 763** pater
- Organizačně jsme vyřídili:
  - 1 185 emailů
  - 141 telefonátů
  - 415 SMS



# Ukázky zajímavých (předběžných) výstupů

# Multisenzorová kampaň v Brně - uHoo

- Domácnost s krbem
- používaný pro vytápění obydlí



European  
Commission

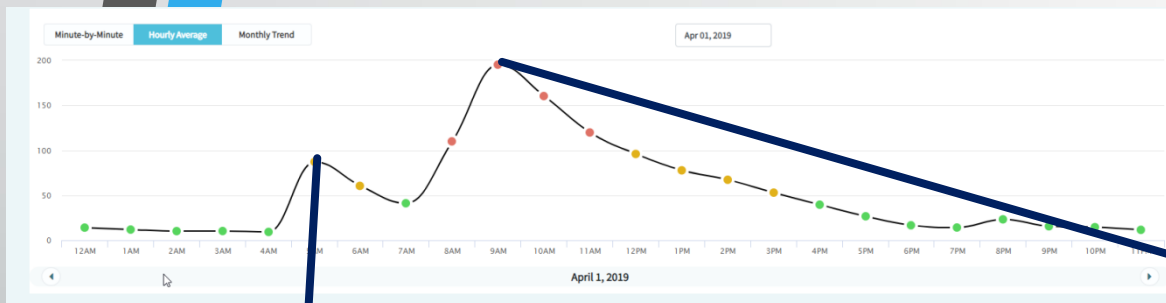
Horizon 2020  
European Union funding  
for Research & Innovation



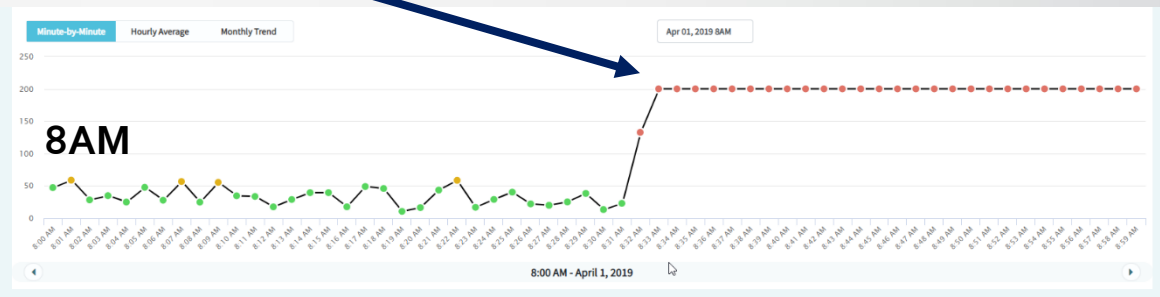
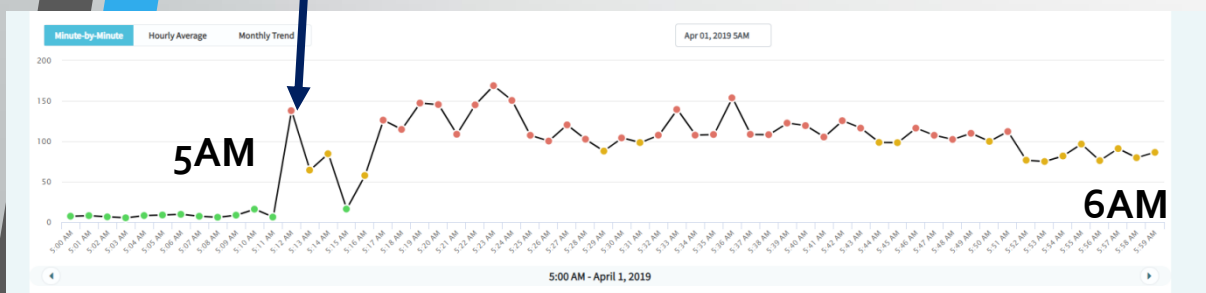
ICARUS

# Multisenzorová kampaň v Brně - uHoo

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

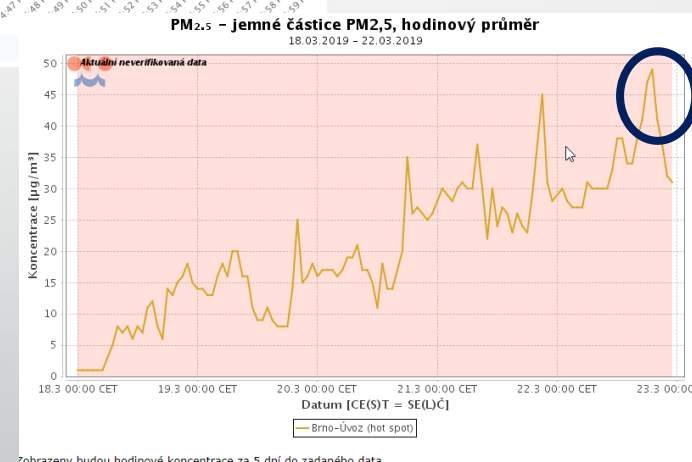
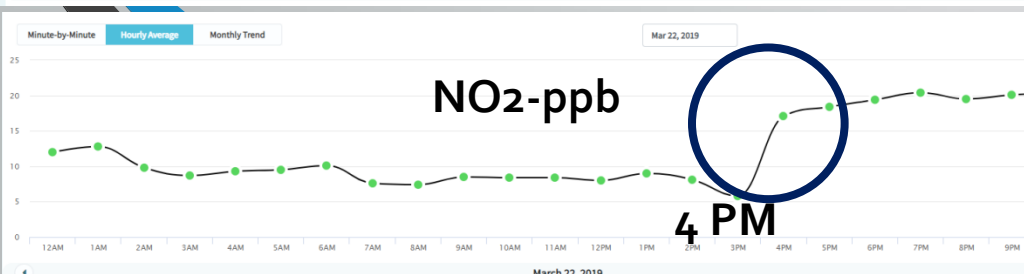
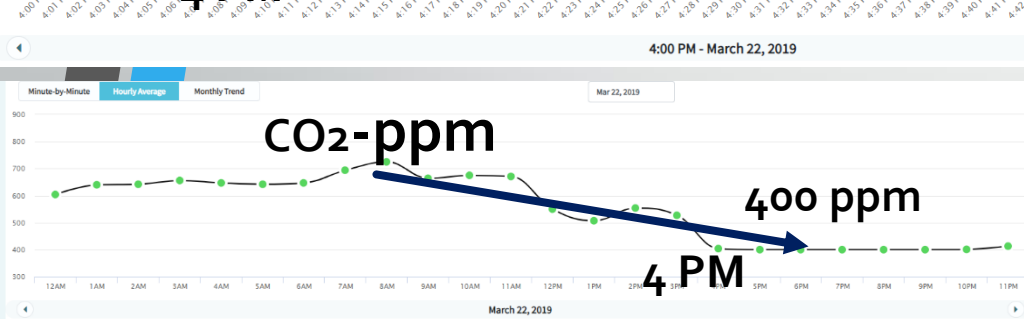
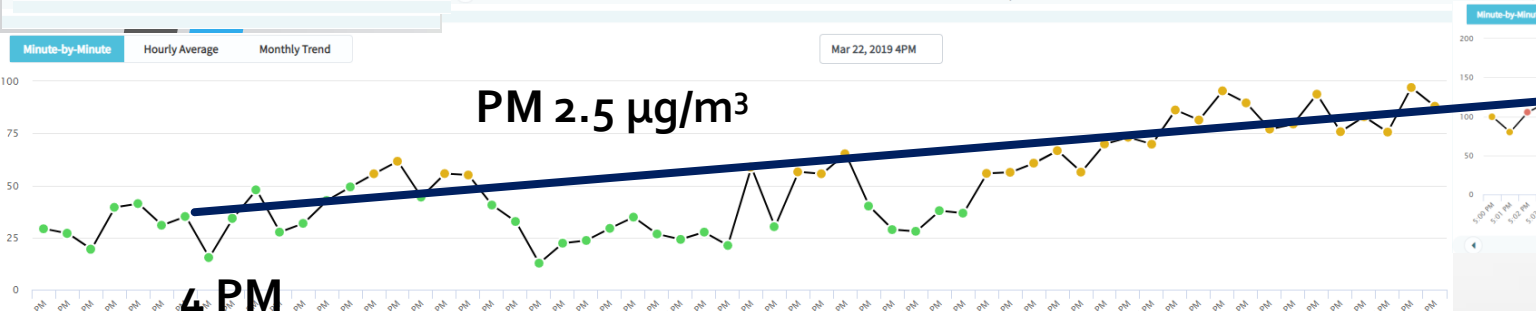
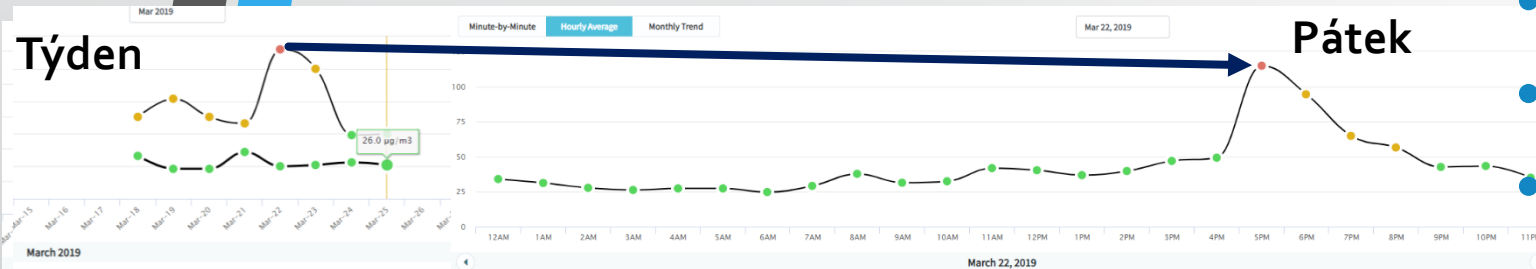


PM 2.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

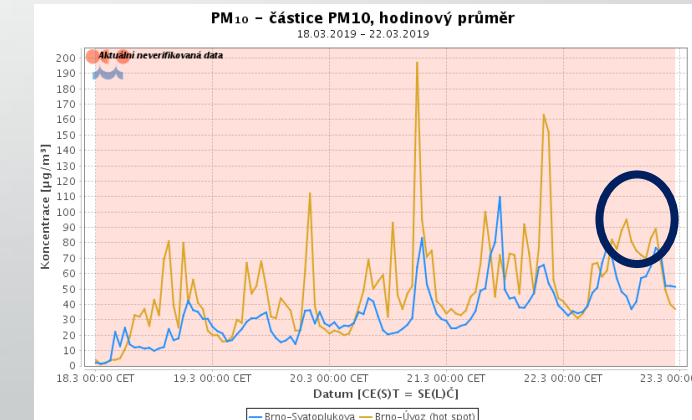


# Multisenzorová kampaň v Brně - uHoo

- Vnější zdroj Vnitřního znečištění
- Lokalita: Úvoz
- Okna pouze do vnitrobloku
- Pátek – dopravní špička

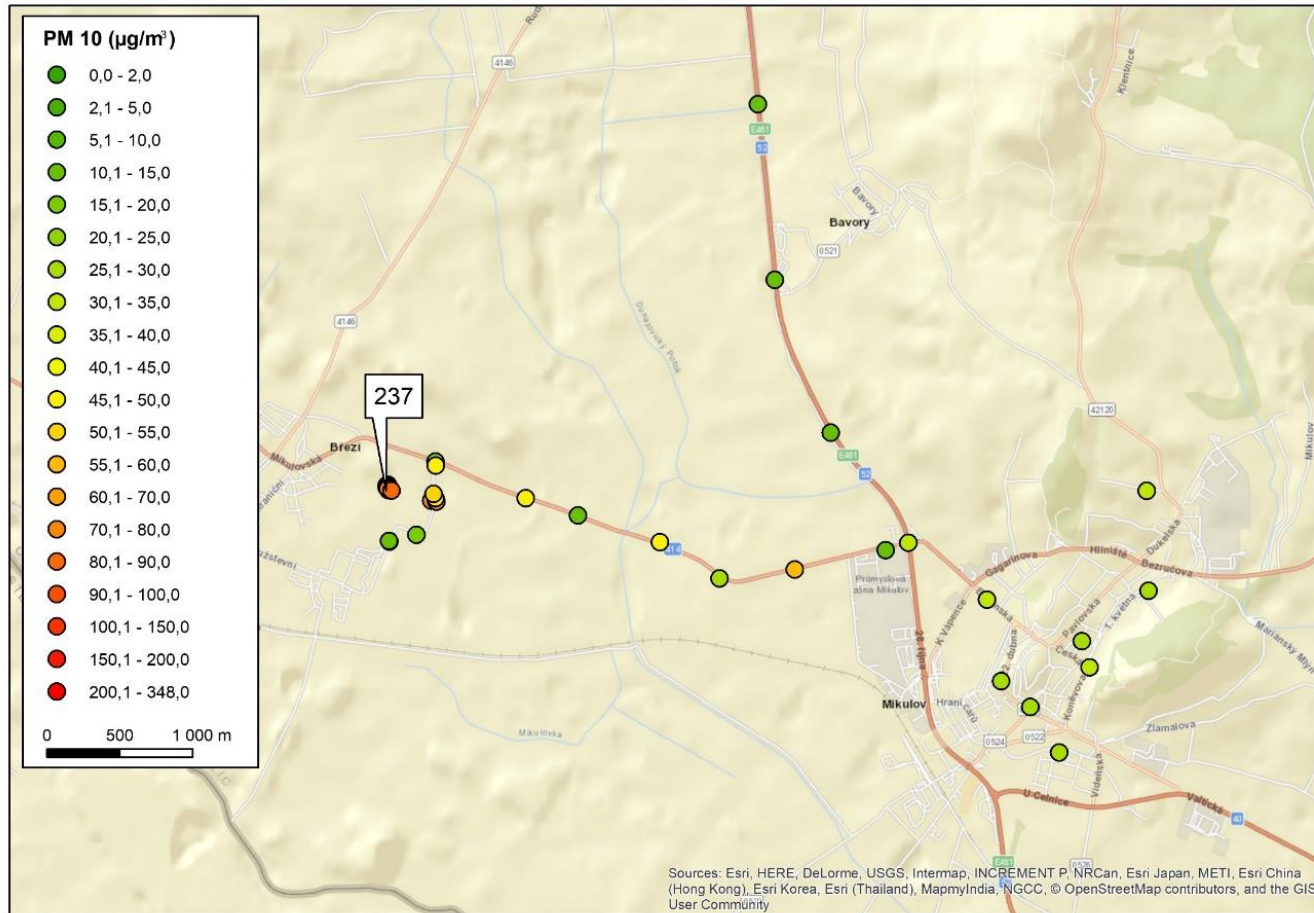


Zobrazeny budou hodinové koncentrace za 5 dní do zadaného data





# Multisenzorová kampaň v Brně – PM sensor



Rodinný výlet  
Táborák – spalování dřeva



European  
Commission

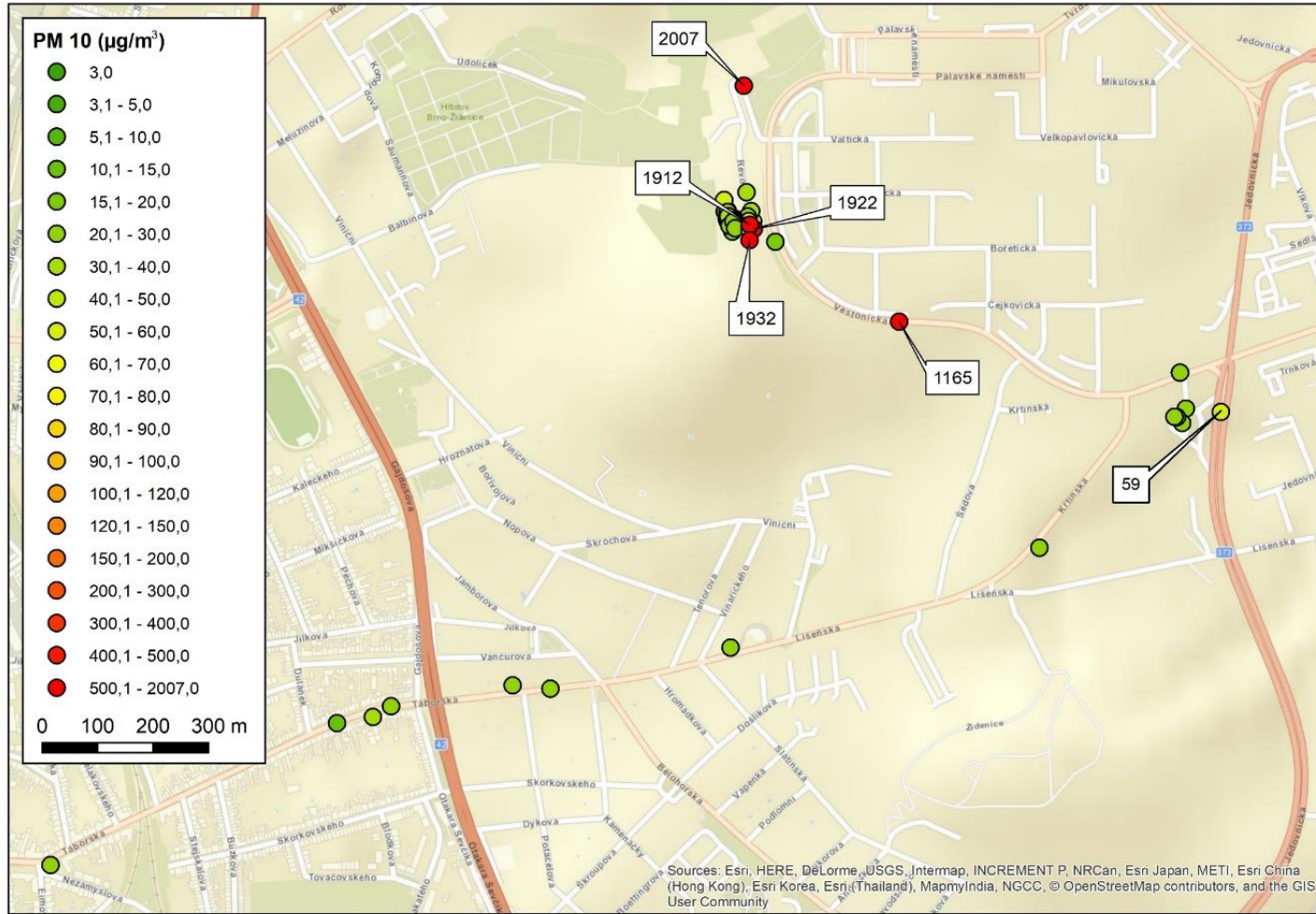
Horizon 2020  
European Union funding  
for Research & Innovation



ICARUS

MUNI | RECETOX

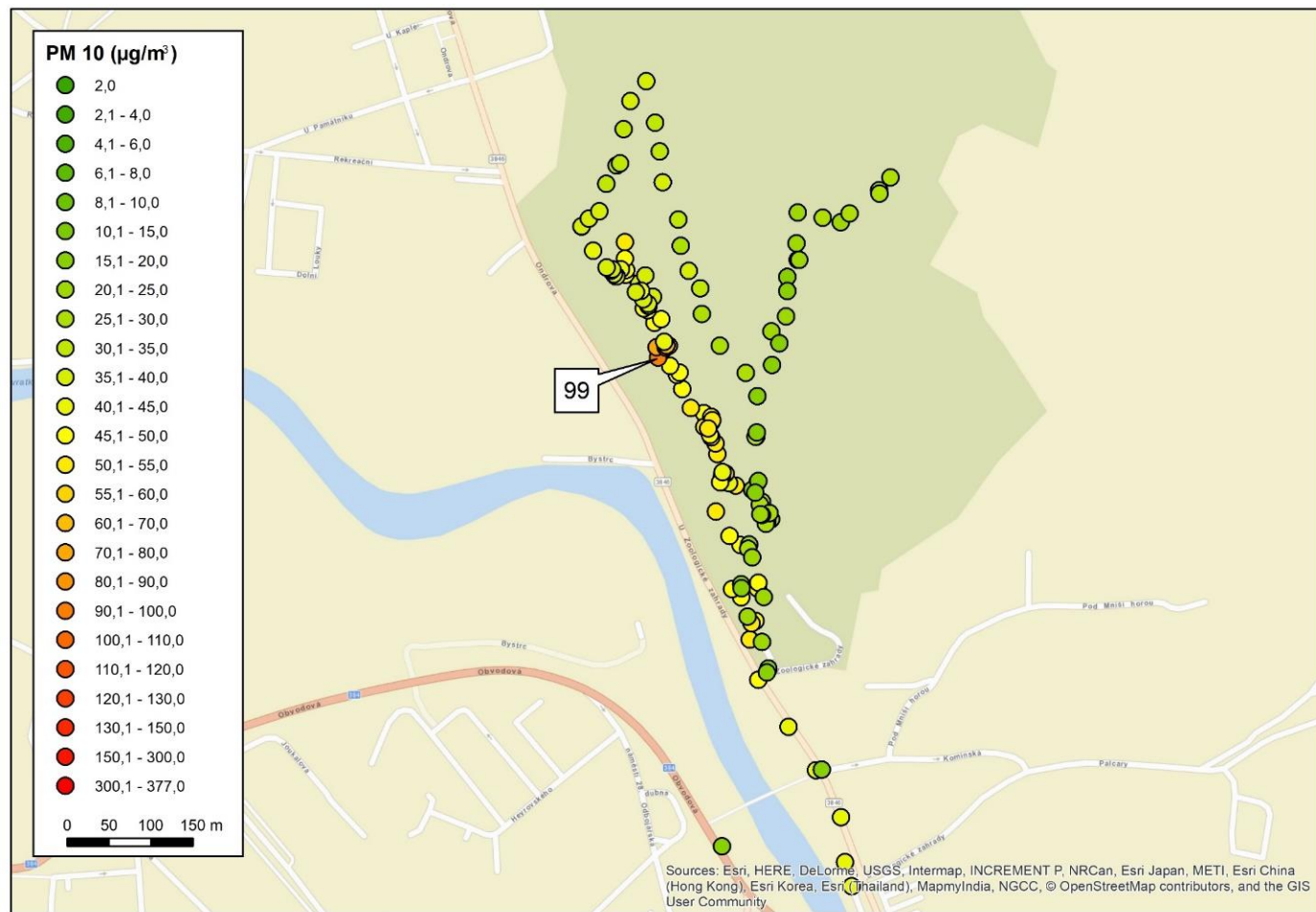
# Multisenzorová kampaň v Brně – PM sensor



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 😊  
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 čisticí a desinfekční přípravky
- Používejte čisticí 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 obýváku
- Udržujte optimální teplotu (cca. 18-24°C) a vlhkost (cca 40-60 %)

20



European  
Commission

Horizon 2020  
European Union funding  
for Research & Innovation



ICARUS

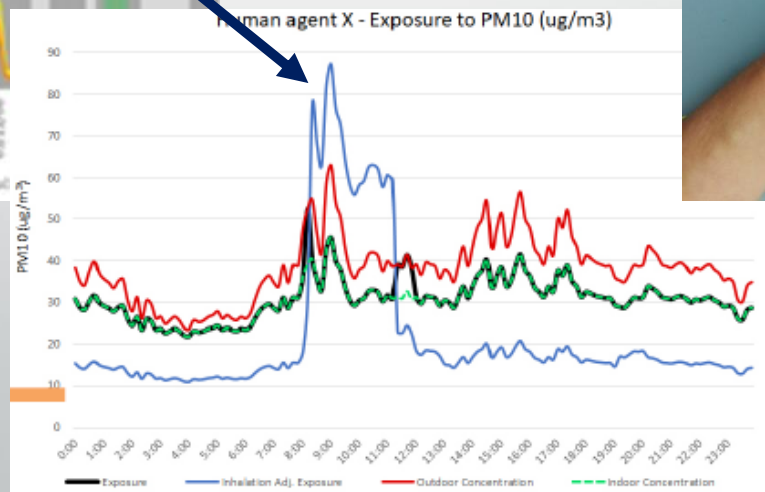
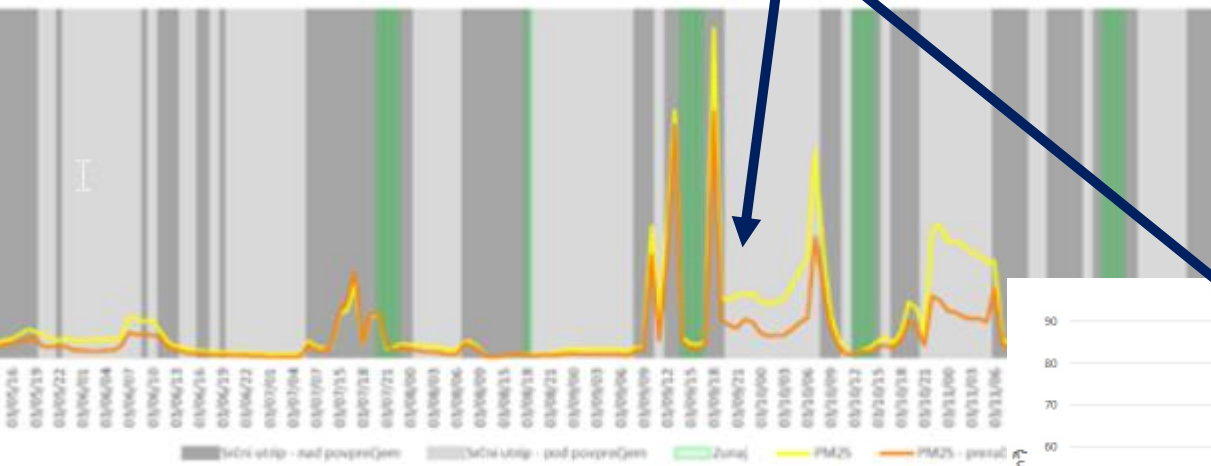
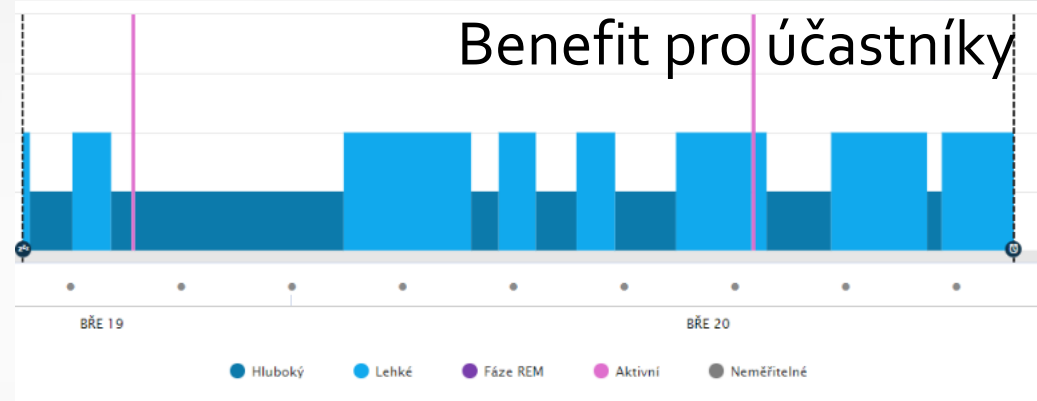
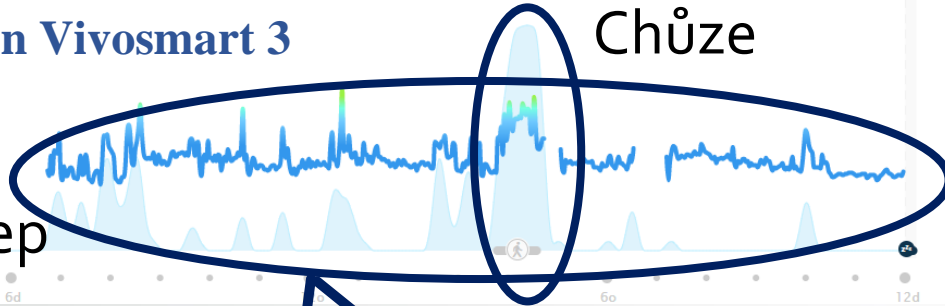
# Co dál....?



Garmin Vivosmart 3

Chůze

Srdeční tep



European Commission

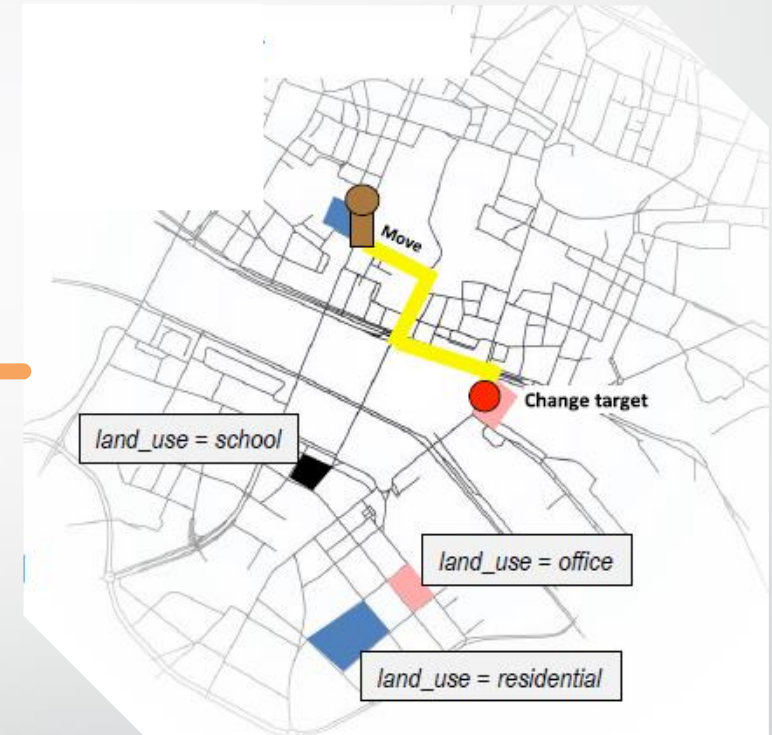
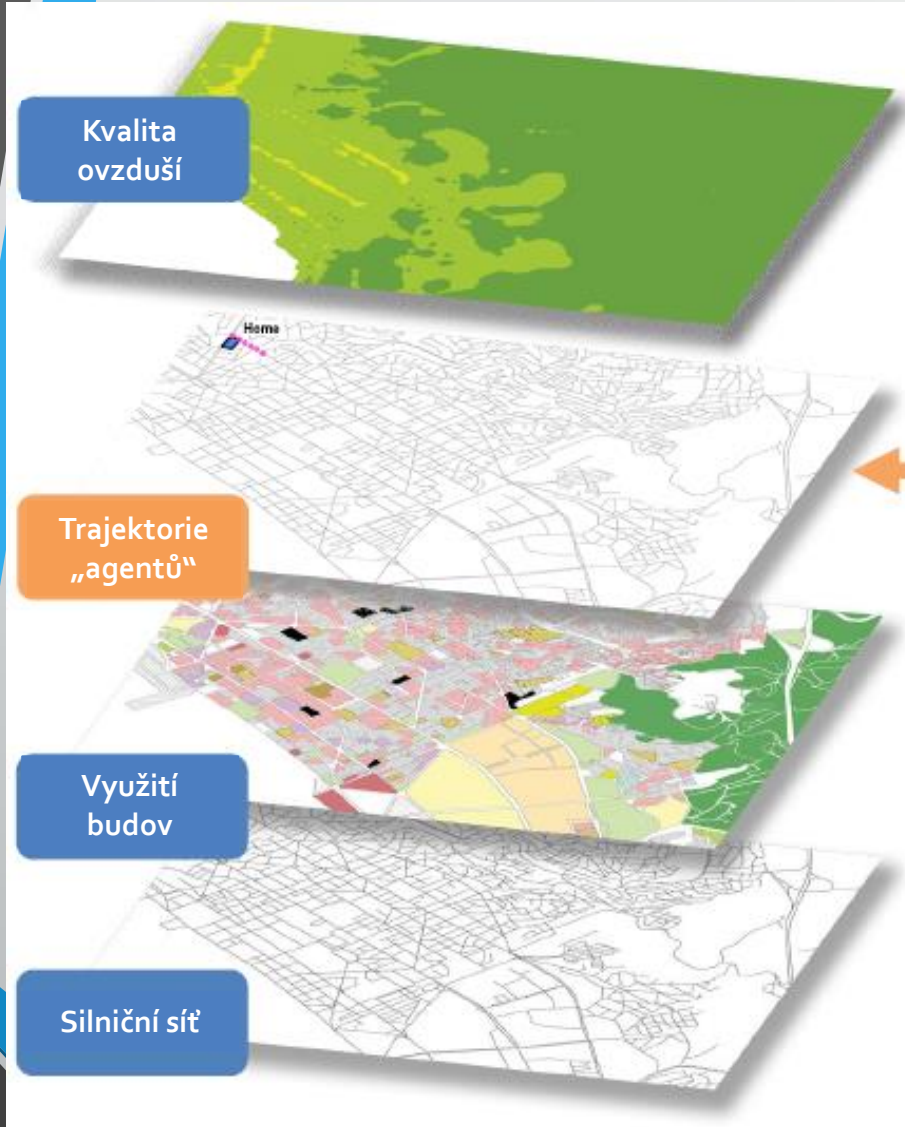
Horizon 2020  
European Union funding  
for Research & Innovation



ICARUS

MUNI | RECETOX

# Co dál...? ABM – Agent-based models v městských systémech (Soluč)



ARISTOTLE  
UNIVERSITY OF  
THESSALONIKI

22

MUNI | RECETOX



European  
Commission

Horizon 2020  
European Union funding  
for Research & Innovation



ICARUS



ICARUS

**Poděkování  
Všem účastníkům**

**A pomocníkům  
Ondřej Sáňka  
Jakub Vinkler  
Roman Prokeš  
Céline Degrendele**

# DĚKUJI ZA POZORNOST

**Do you think that's air you're breathing?**



**Myslíte si, že je to vzduch, co dýcháte?**

[www.icarus2020.eu](http://www.icarus2020.eu)

[ondrej.mikes@recetox.muni.cz](mailto:ondrej.mikes@recetox.muni.cz)



European  
Commission

Horizon 2020  
European Union funding  
for Research & Innovation