



ICARUS: Integrovaný pohled na kvalitu ovzduší v Brně

Ondřej Mikeš, Celine Degrendele a Jana Klánová

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

ondrej.mikes@recetox.muni.cz

celine.degrendele@recetox.muni.cz

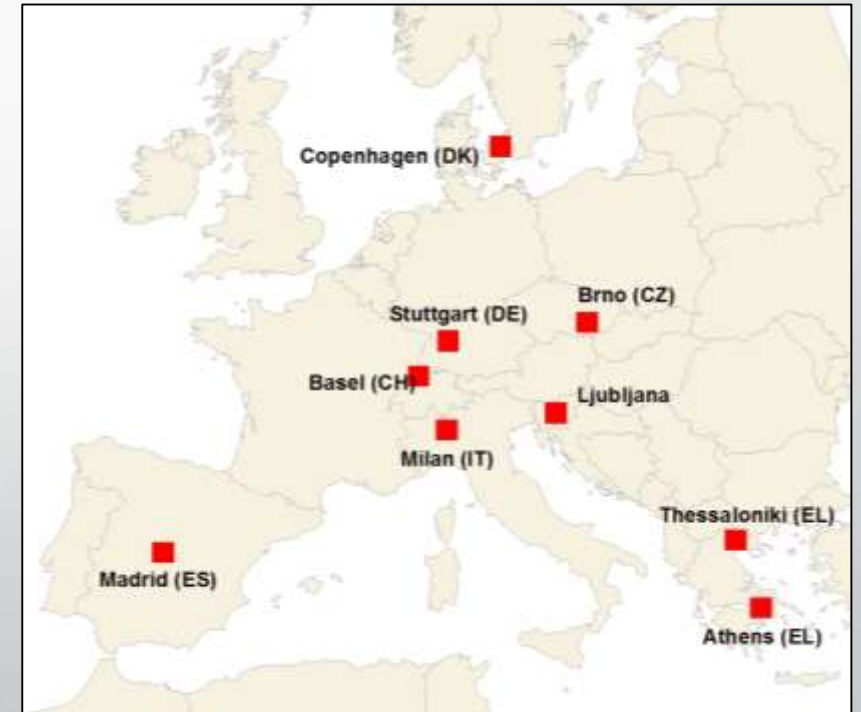


European
Commission

Horizon 2020
European Union funding
for Research & Innovation

Přehled projektu

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



European Commission

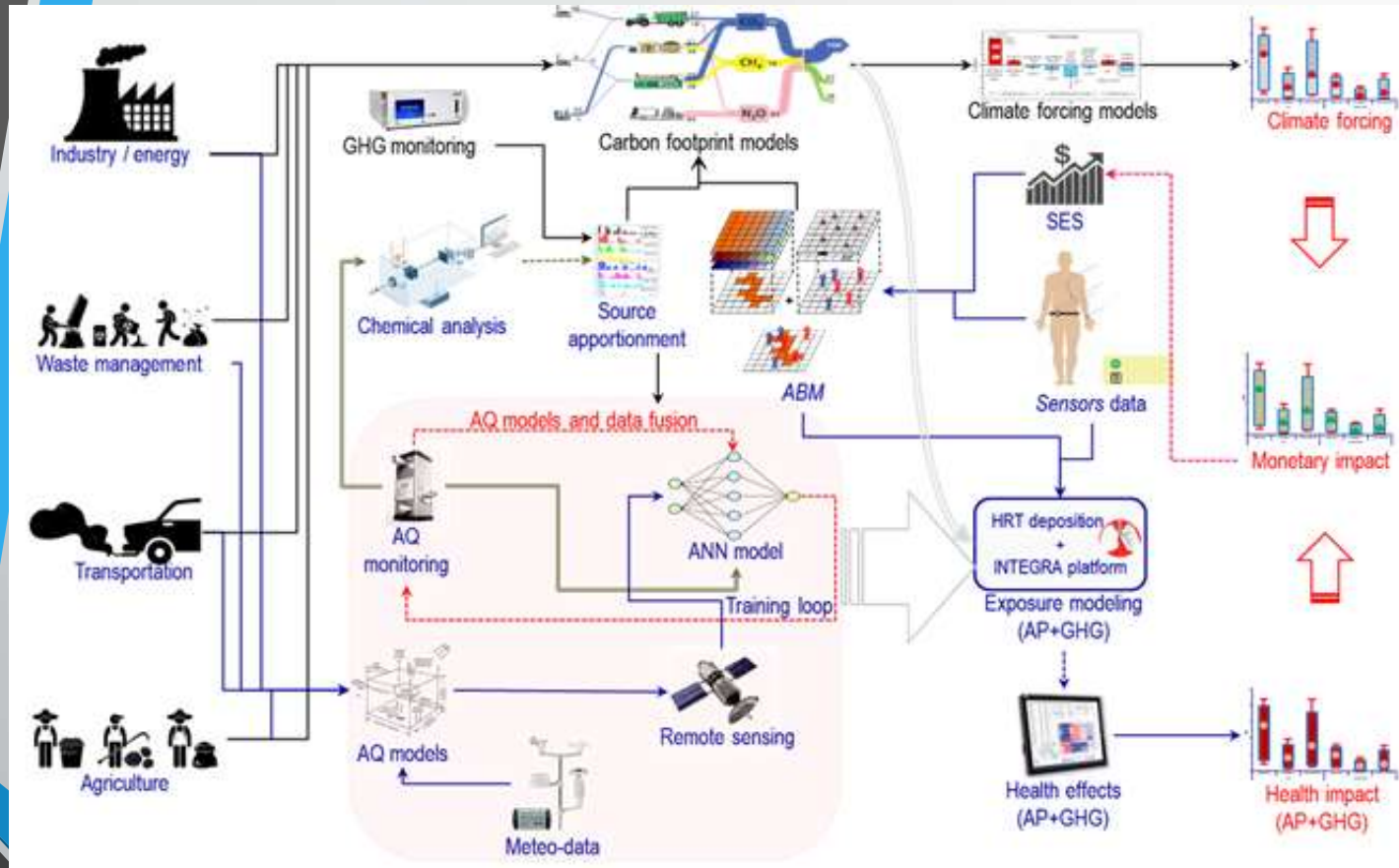
Horizon 2020
European Union funding
for Research & Innovation



ICARUS

MUNI | RECETOX

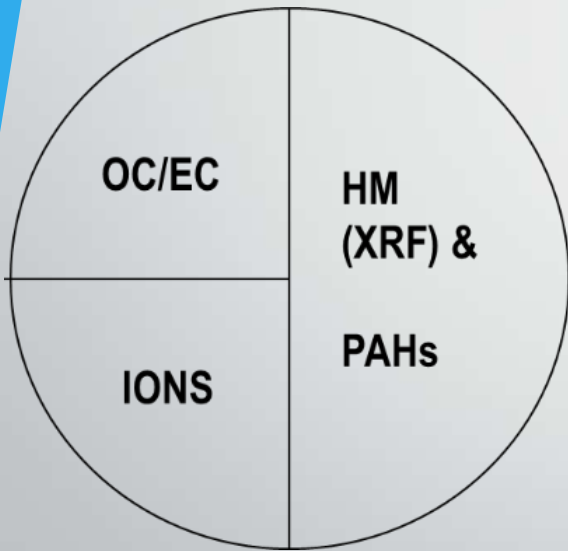
Hlavní cíle projektu



- Kvantitativně posoudit dopad současných i budoucích národních a lokálních politik redukující emise skleníkových plynů (GHG) a zlepšující kvalitu ovzduší pomocí řetězce postupů. Posoudit budoucí impakt těchto politik na kvalitu života a zdraví v Evropských městech.

Vzorkovací kampaň

- 6 měst: Atény, Brno, Lublaň, Madrid, Stuttgart a Soluň
- 1x dopravní lokalita, 1x městská pozadřová a 1x regionální
- Denní vzorky po 30 dní v zimě a 30 dní v létě



Brno - Lány

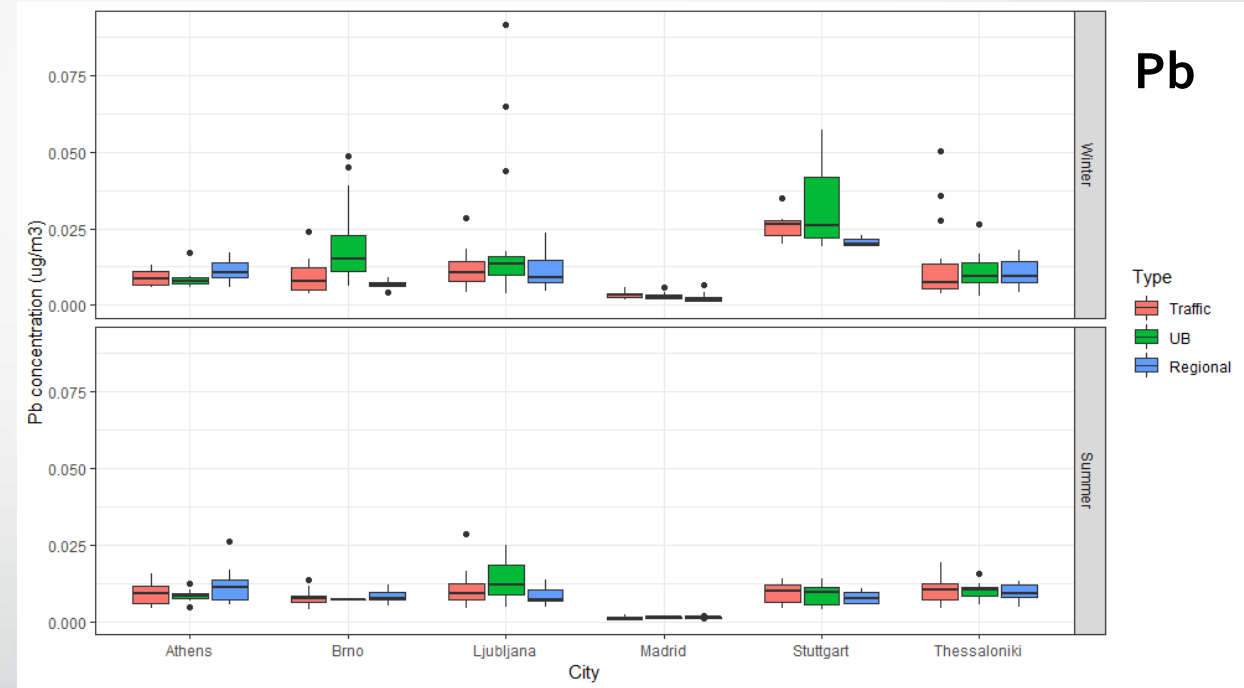
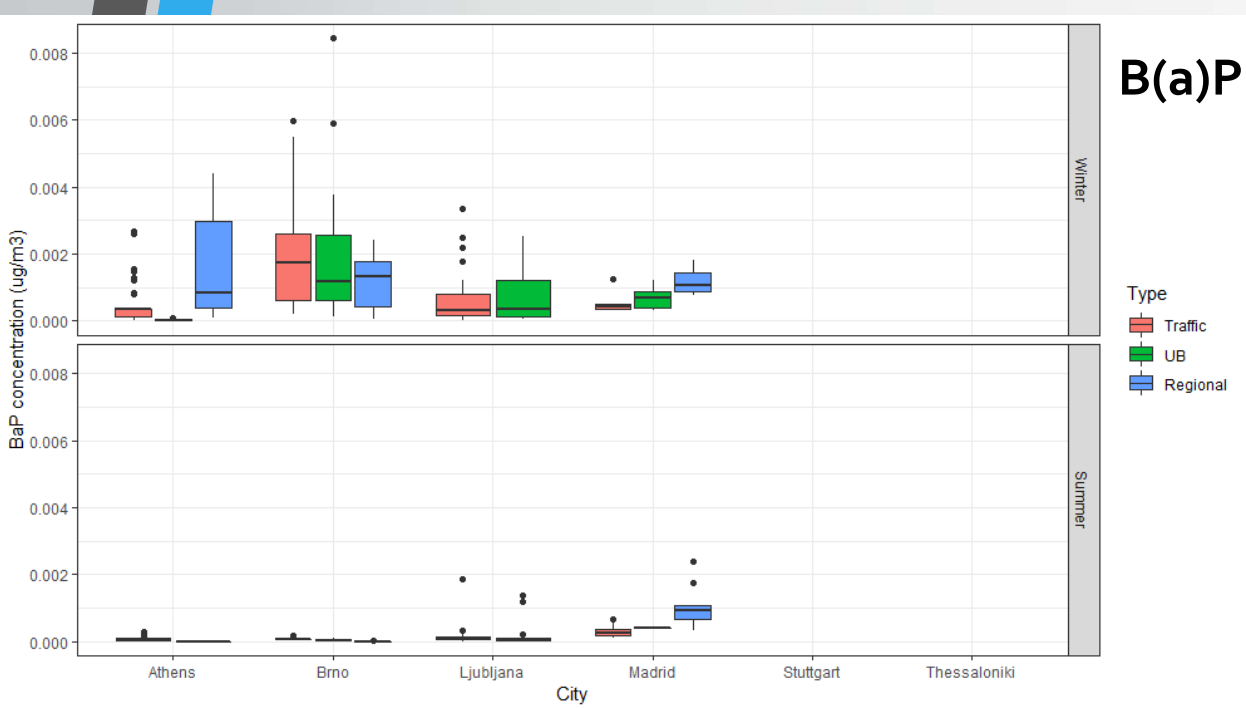
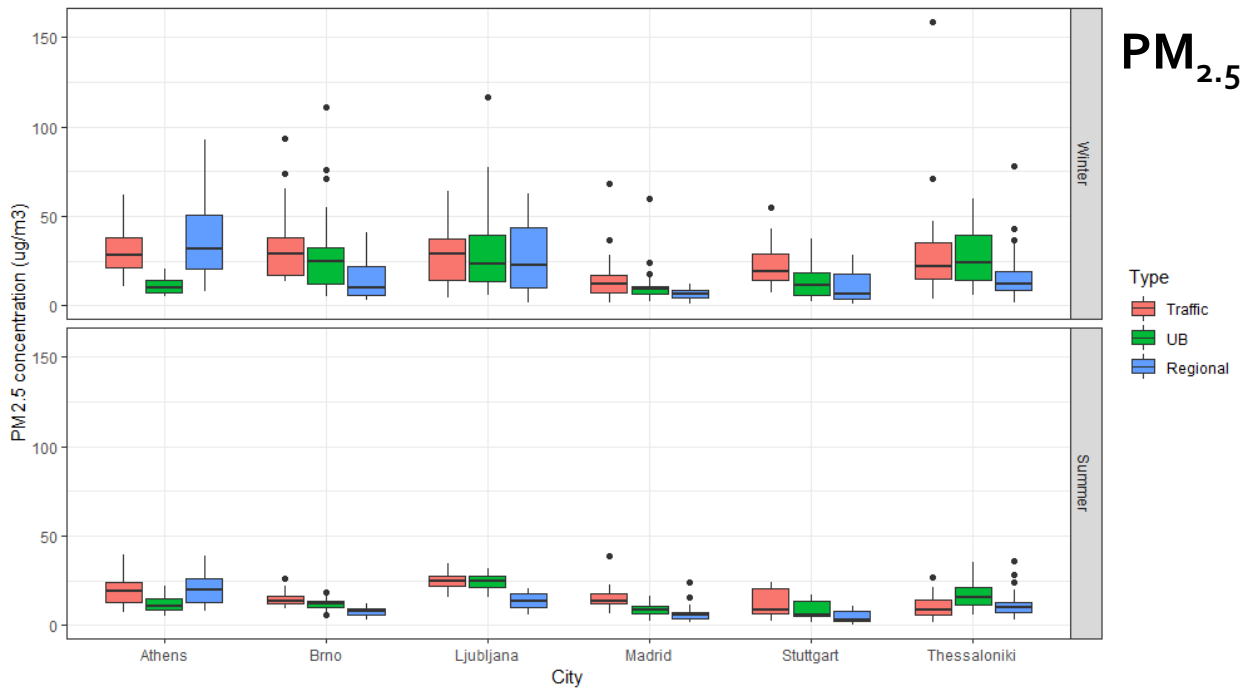


Národní observatoř
- Košetice



Brno - Kotlářská

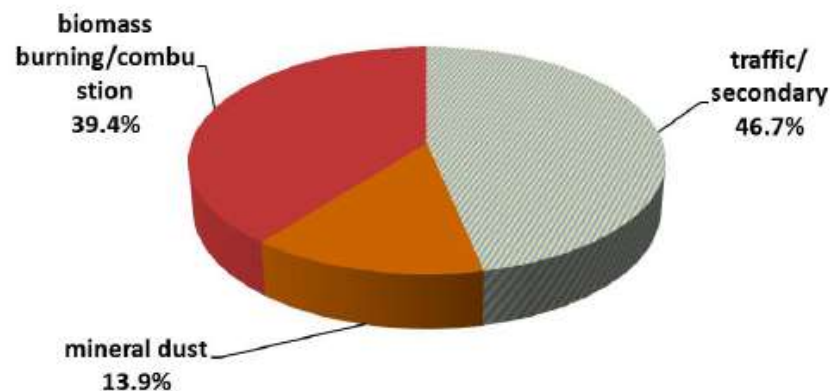
Vzorkovací kampaň



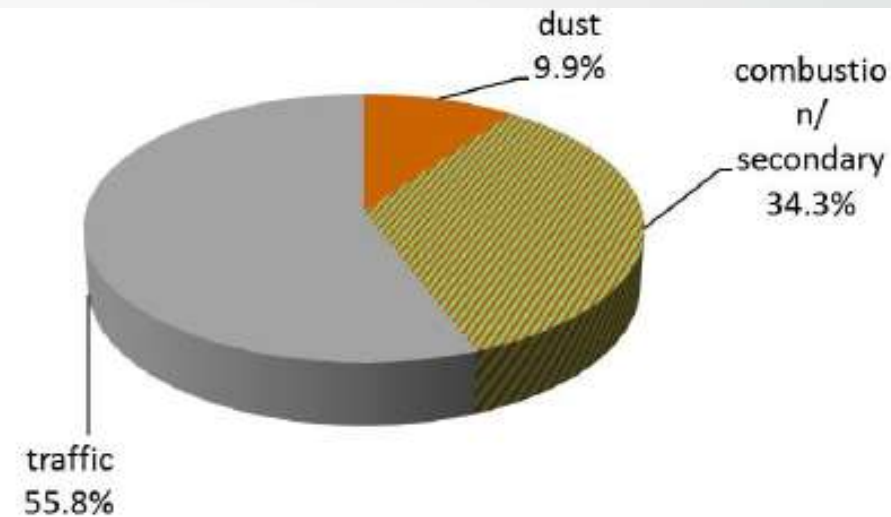
Analýza zdrojů – PMF



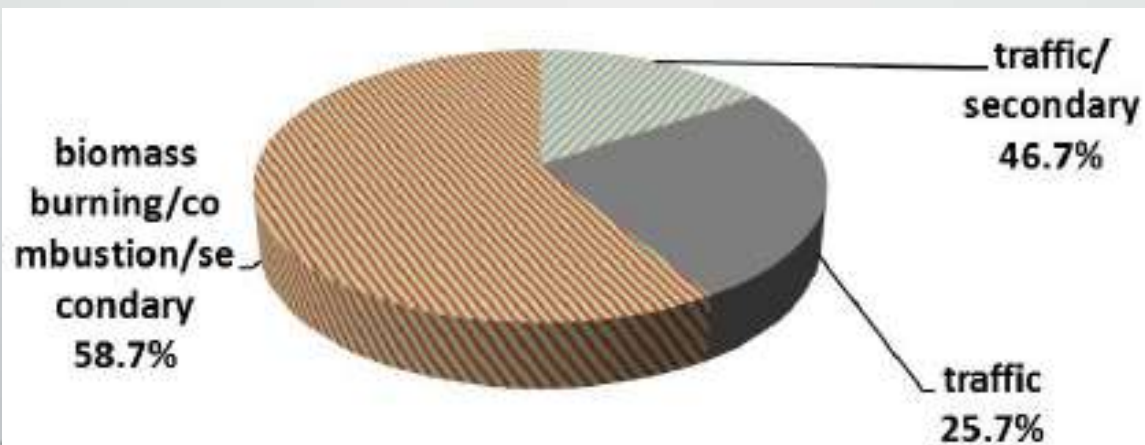
Dopravní



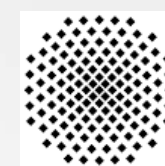
Ruralní



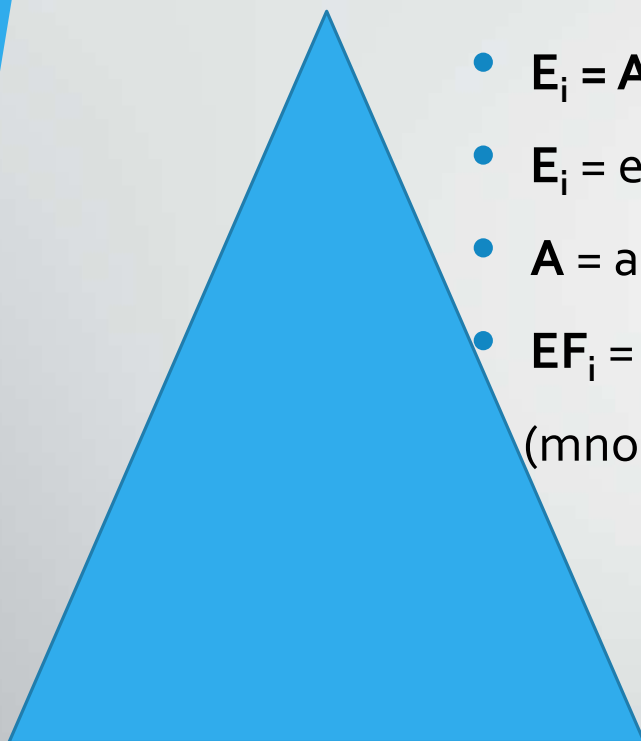
Městská pozadová



Emisní inventura



Top-down (na úrovni státu)



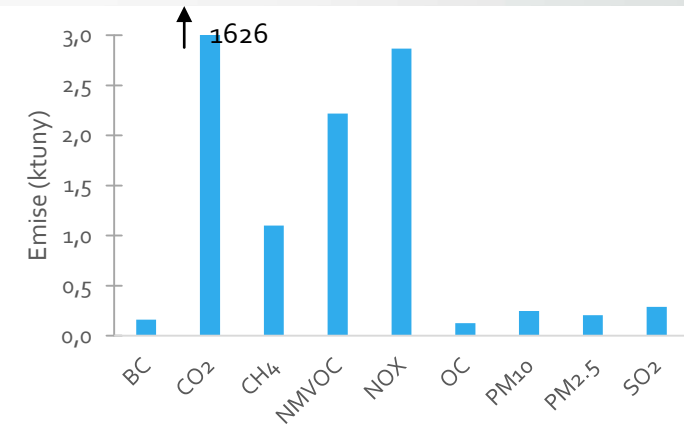
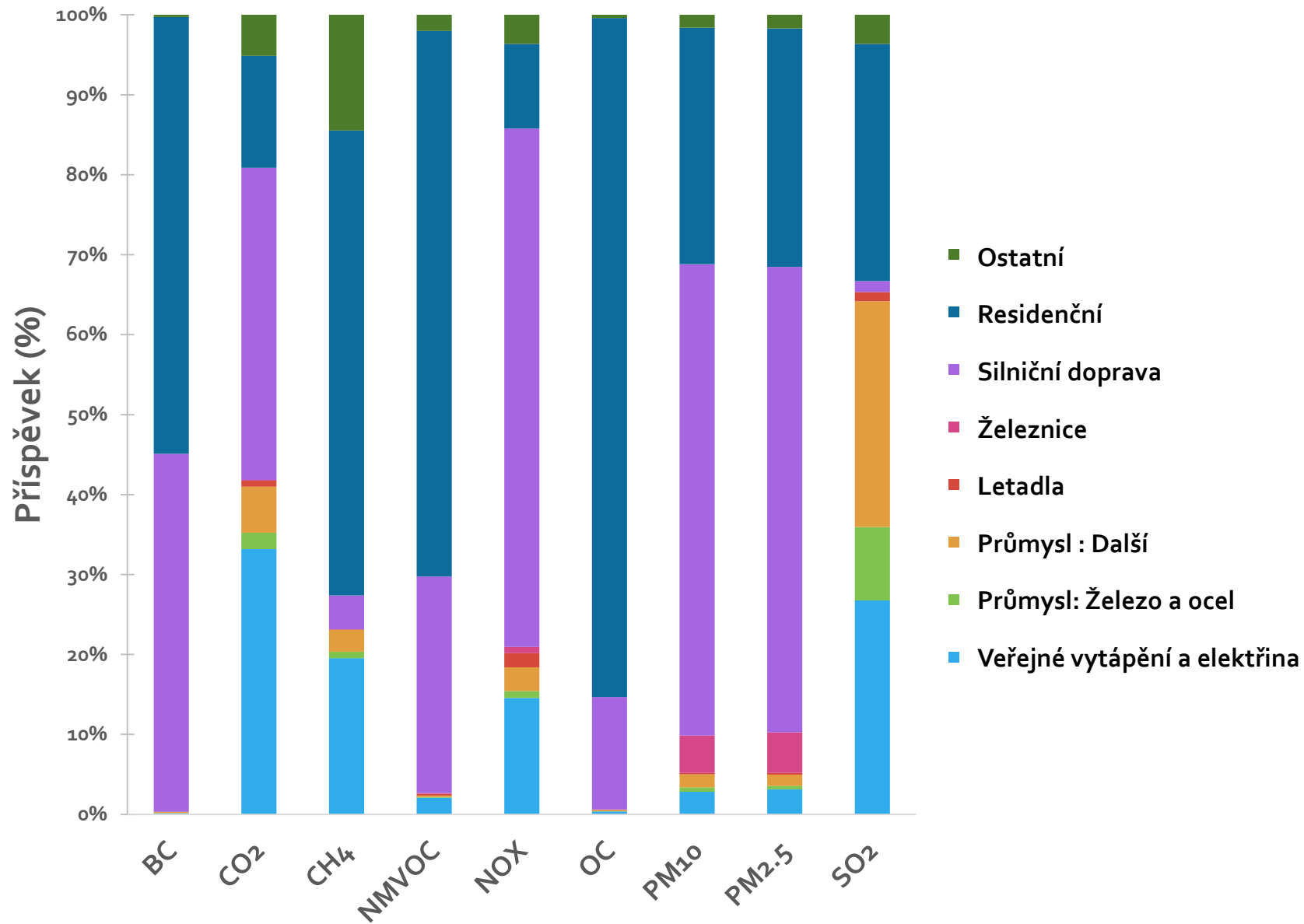
- $E_i = A * EF_i$
- E_i = emise polutantu i (g/rok)
- A = aktivita (např. spotřeba paliva)
- EF_i = emisní faktor polutantu I
(množství emitováno na aktivitu)

Bottom-up (na úrovni města)

	Data source	Type of the data
	City of Brno	Cooperation and data mediation
	Directorate of the Roads and Highways (ŘSD)	Nationwide Traffic Census, dynamic vehicle composition
	Brno traffic office (BKOM)	Length of each road class present within the city of Brno
	Brno Public Transportation (DPMB)	Public inner city traffic
	Ministry of the Interior of the Czech Republic - Czech Vehicle Registry	Engine (volume) and weight specific vehicle composition
	Operation and Organization of Rail Transport (SŽDC)	Activity data for the railroad sections
	Brno Airport	Database on planes landing and taking off
	Brno Burial and Cemetery Services	Data on the cremation
	Czech Statistical Office	Fuel and energy consumption by sector (EP 5-01 statistics); Fuel and energy consumption in households (ENERGO 2015); 2011 Census of the Czech Republic
	Ministry of the Environment	Air Quality Plan of Brno agglomeration

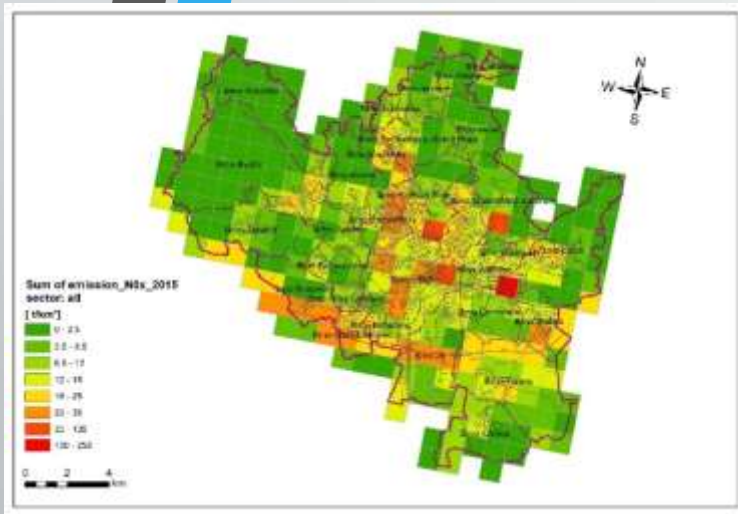


Brno emisní inventura 2015

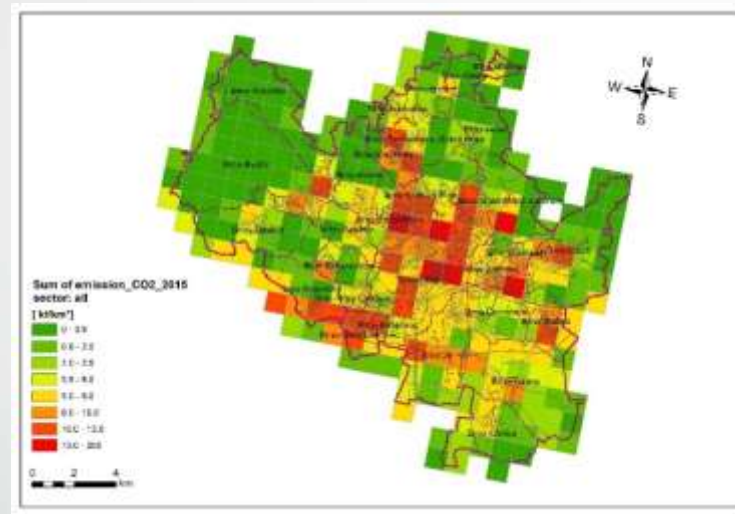


Prostorová distribuce emisí NO_x , CO_2 a $\text{PM}_{2.5}$ pro rok 2015

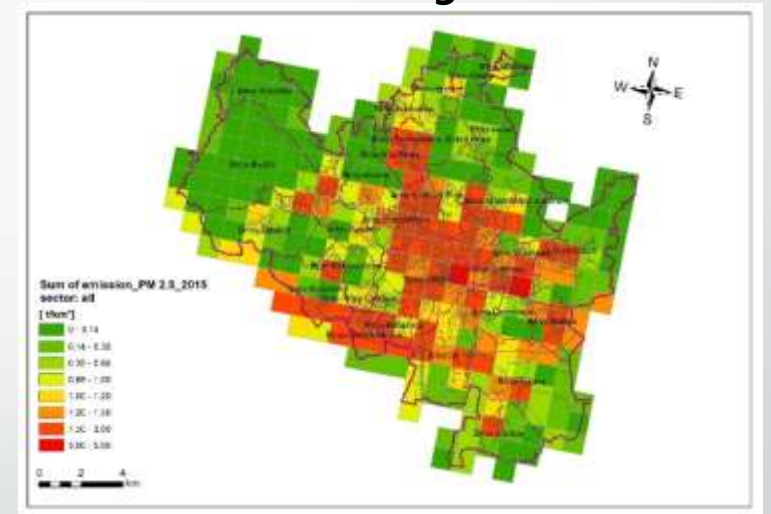
NO_x



CO_2

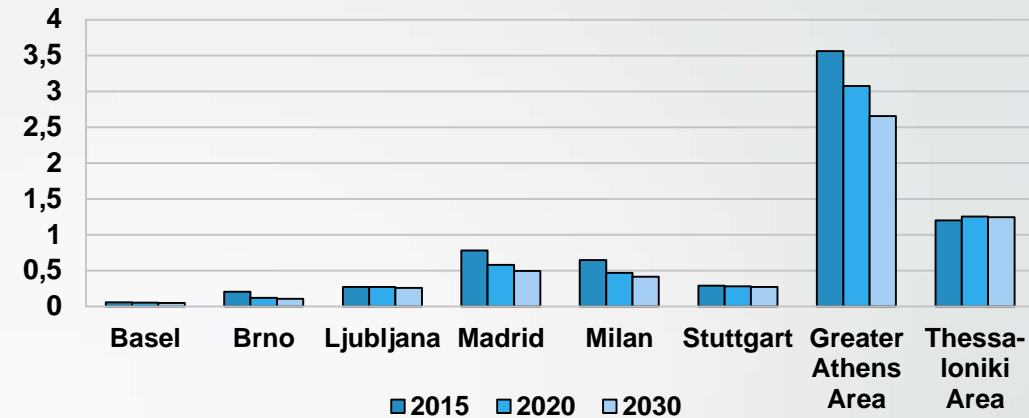


$\text{PM}_{2.5}$

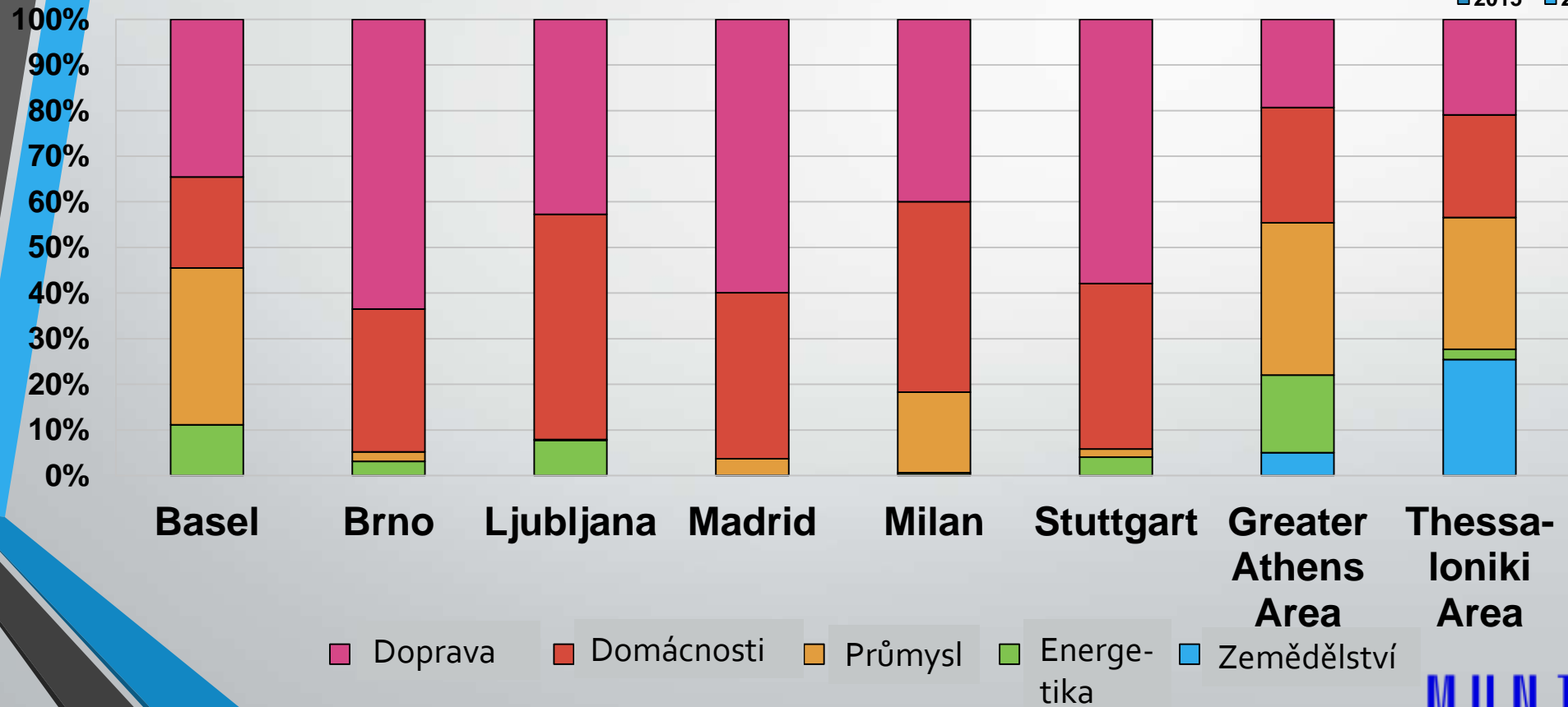


PM_{2.5} emise v porovnání s dalšími městy

Emise PM2.5 v ICARUS městech [kt]

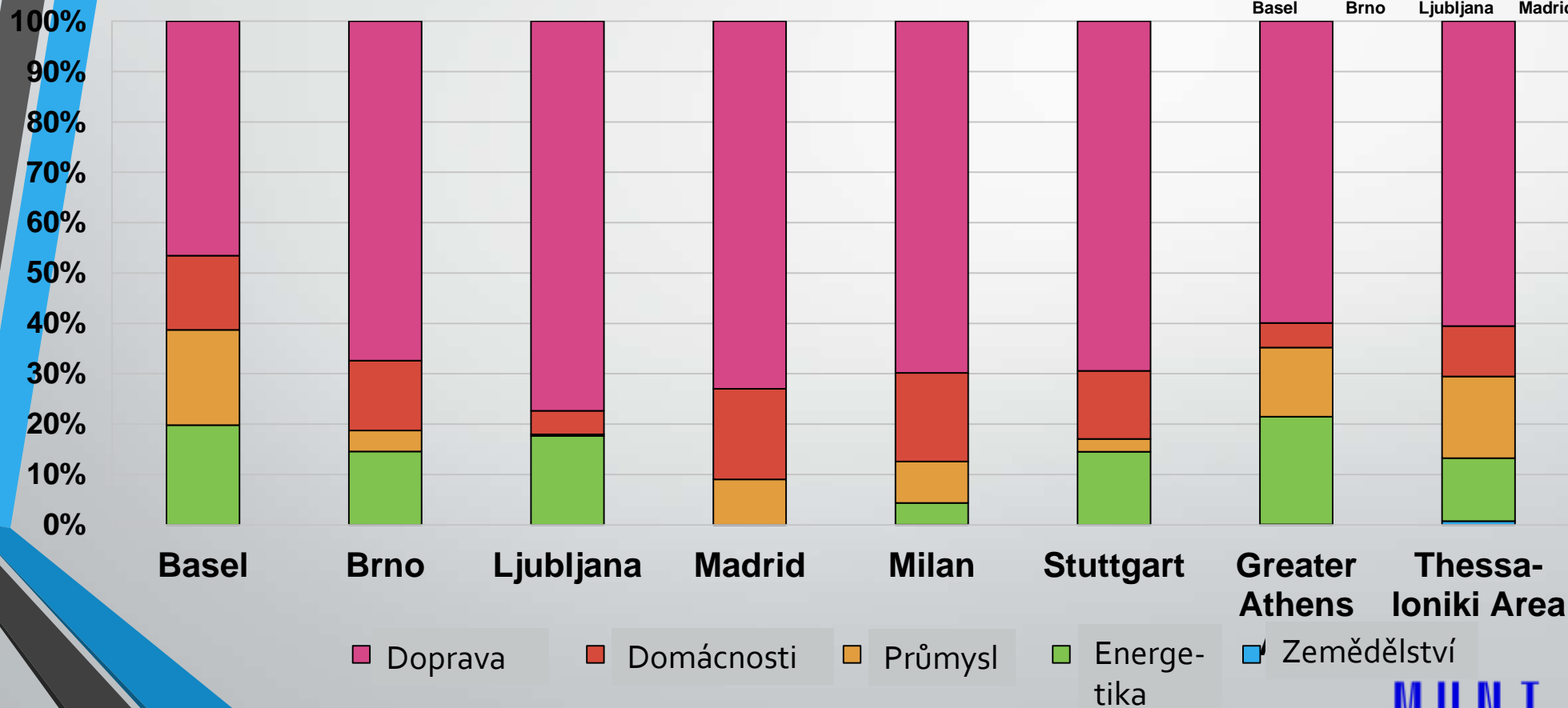


Podíl emisí PM2.5 v roce 2015

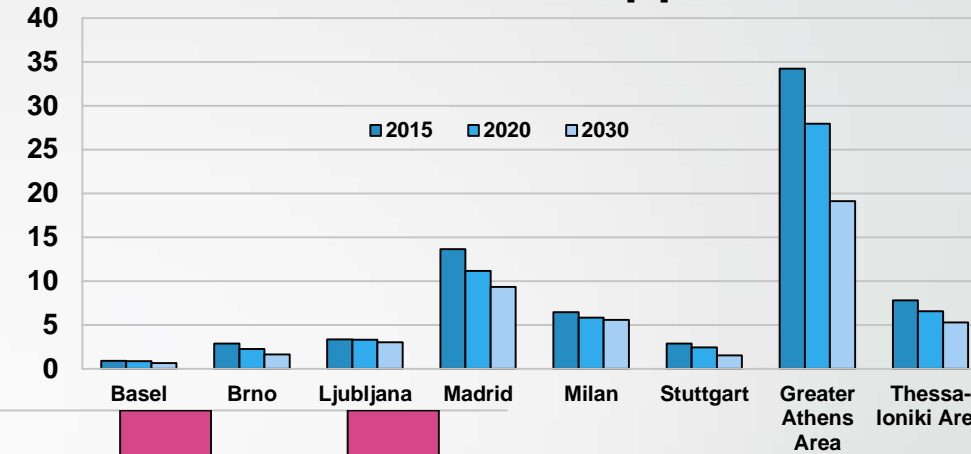


NO_x emise v porovnání s dalšími městy

Podíl emisí NO_x v roce 2015

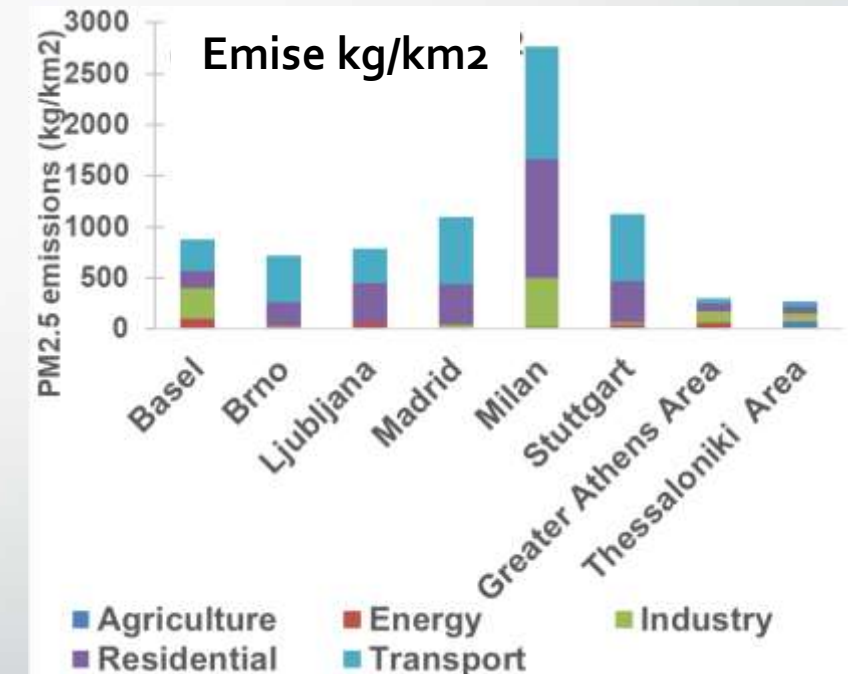
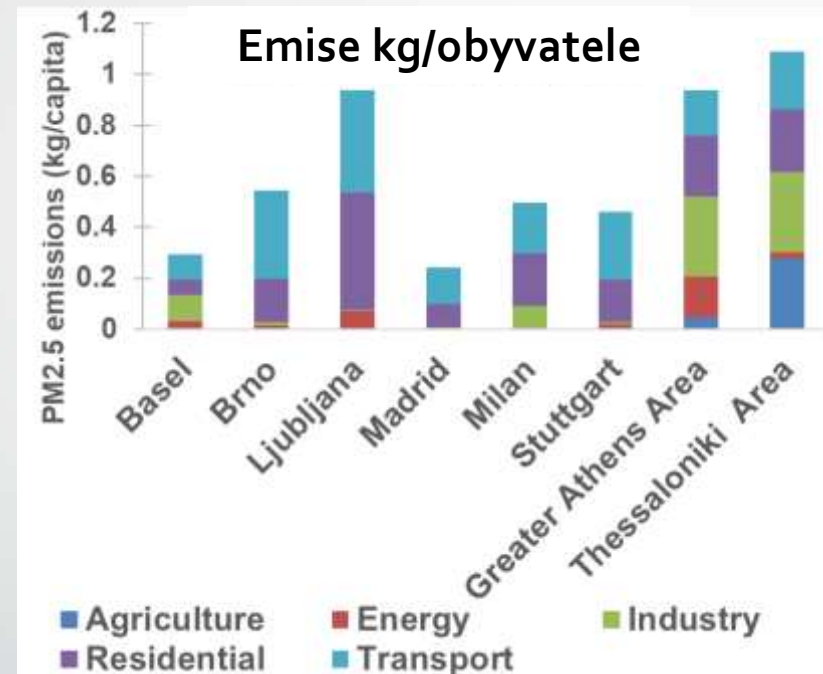
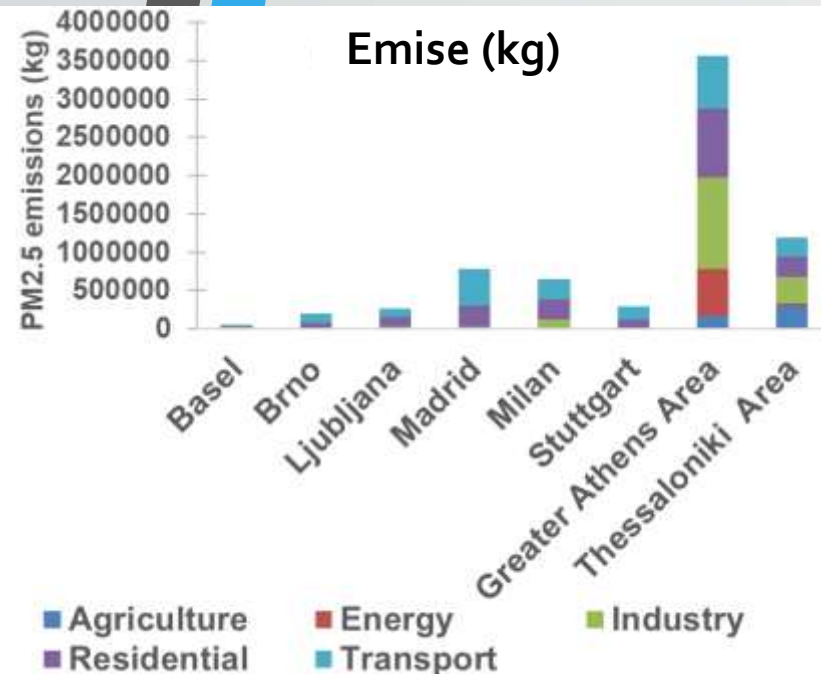


Emise NO_x v ICARUS městech [kt]



Jsou tyto srovnání relevantní?

Příklad emisí PM_{2.5}



European Commission

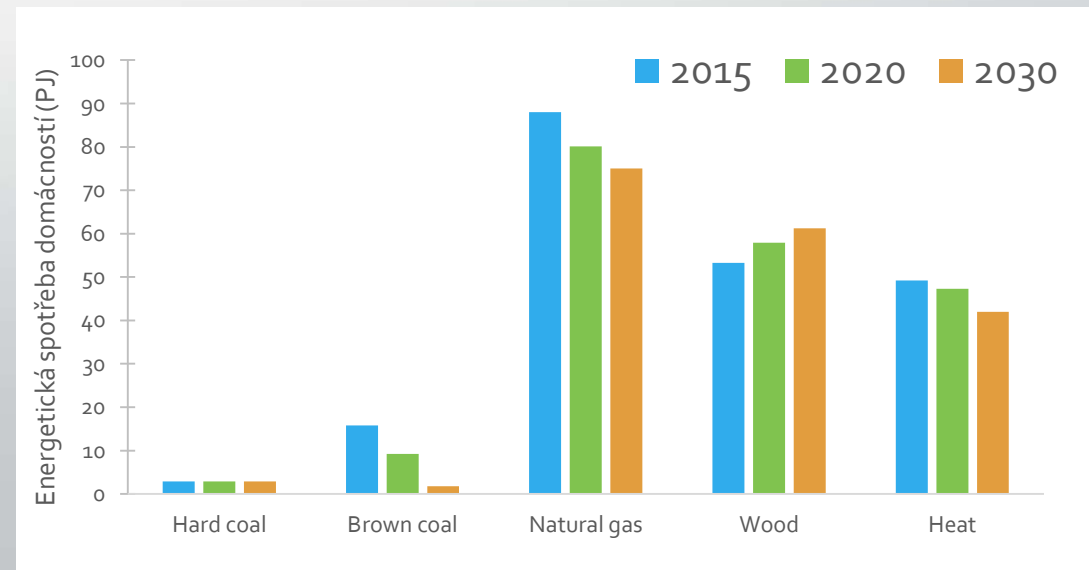
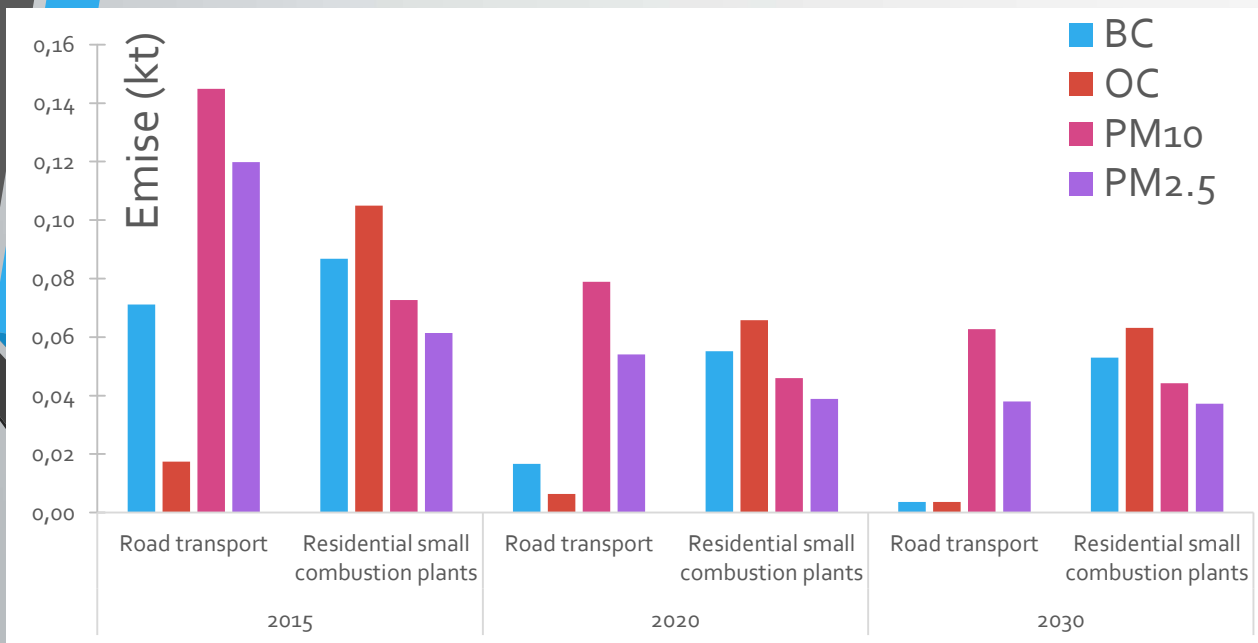
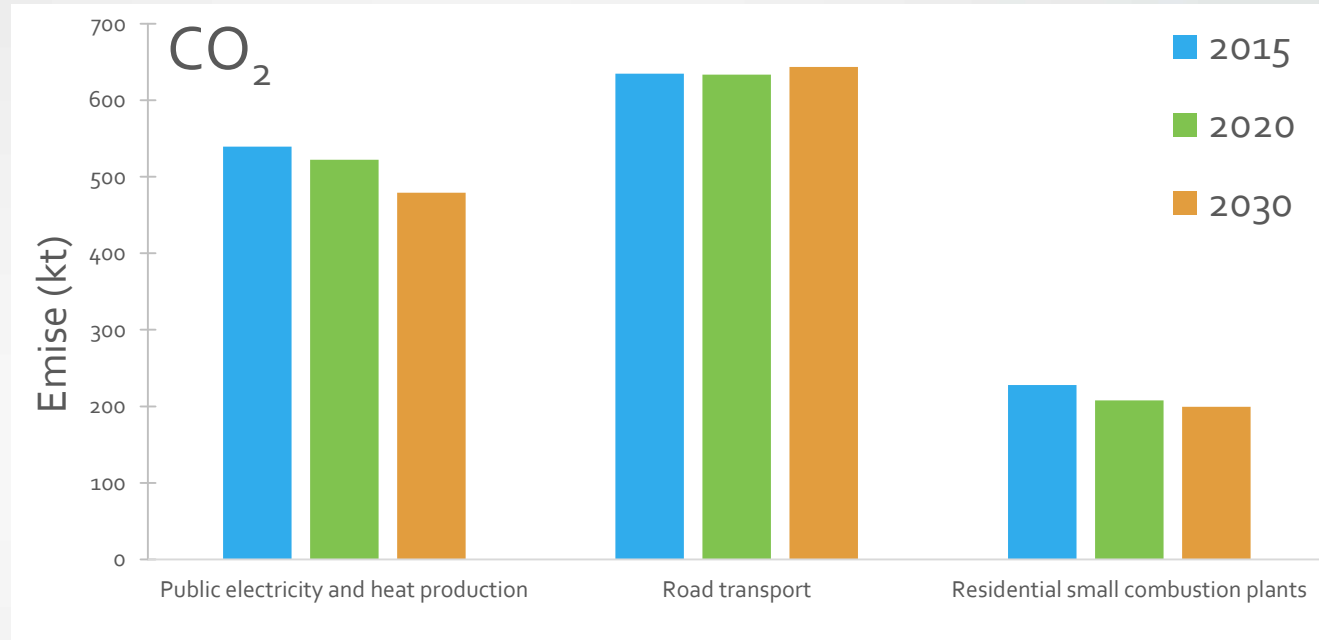
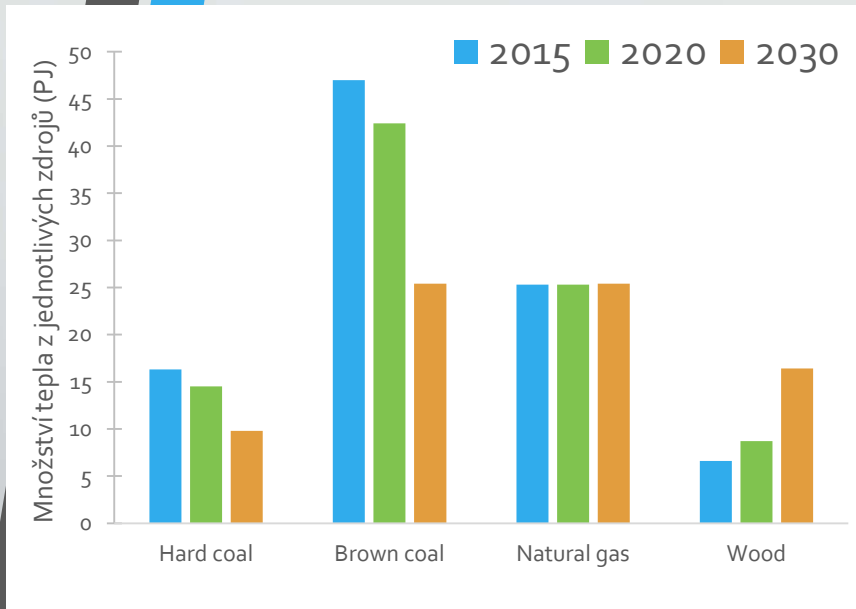
Horizon 2020
European Union funding
for Research & Innovation



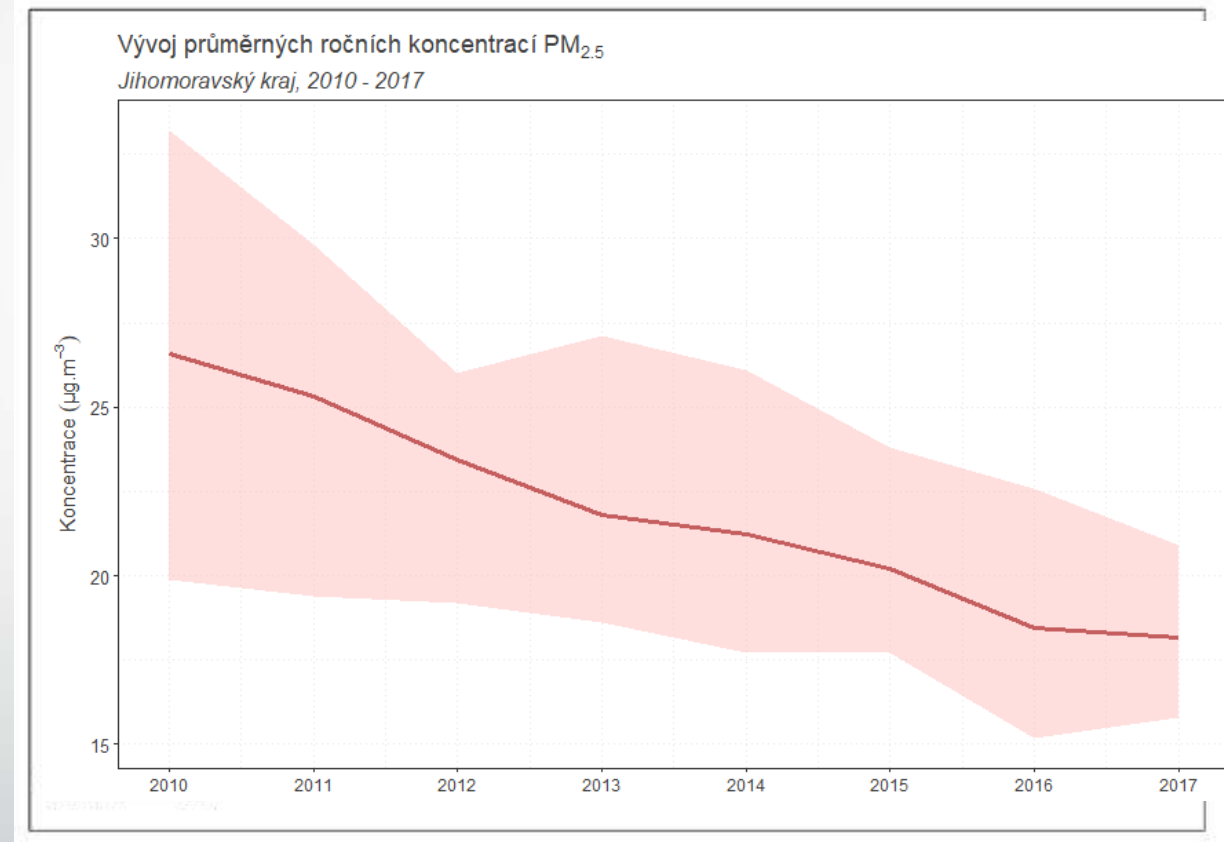
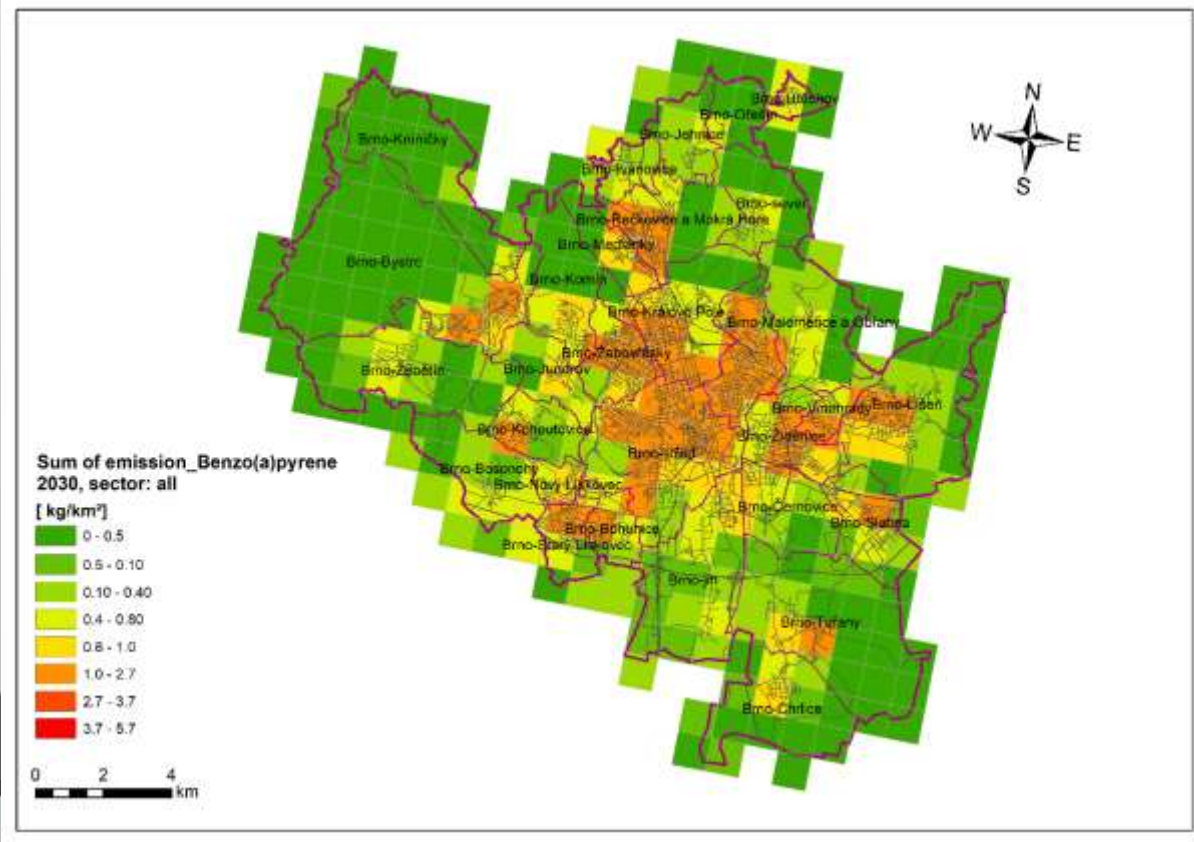
ICARUS

MUNI | RECETOX

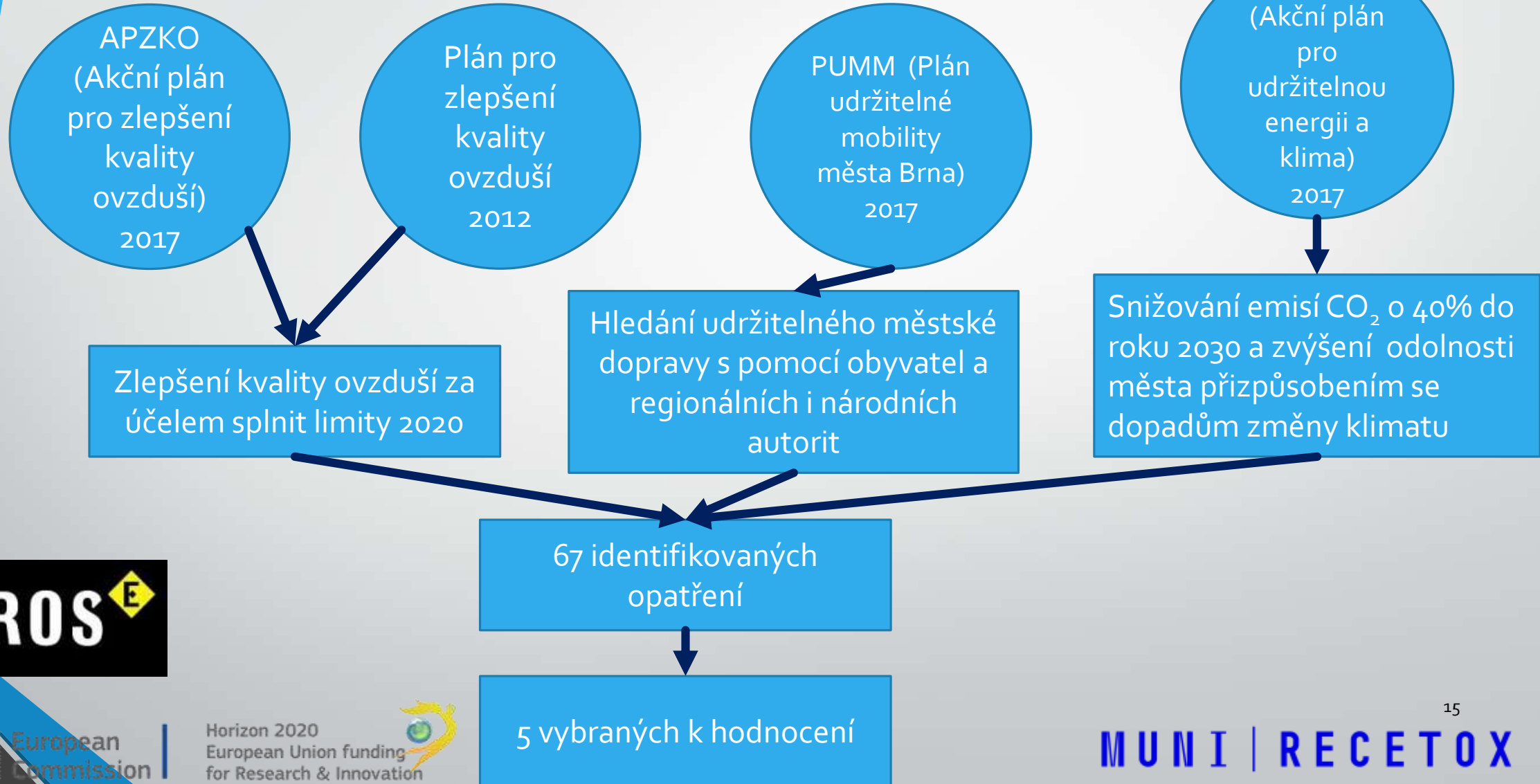
Výpočet budoucích emisí



Výpočet budoucích emisí



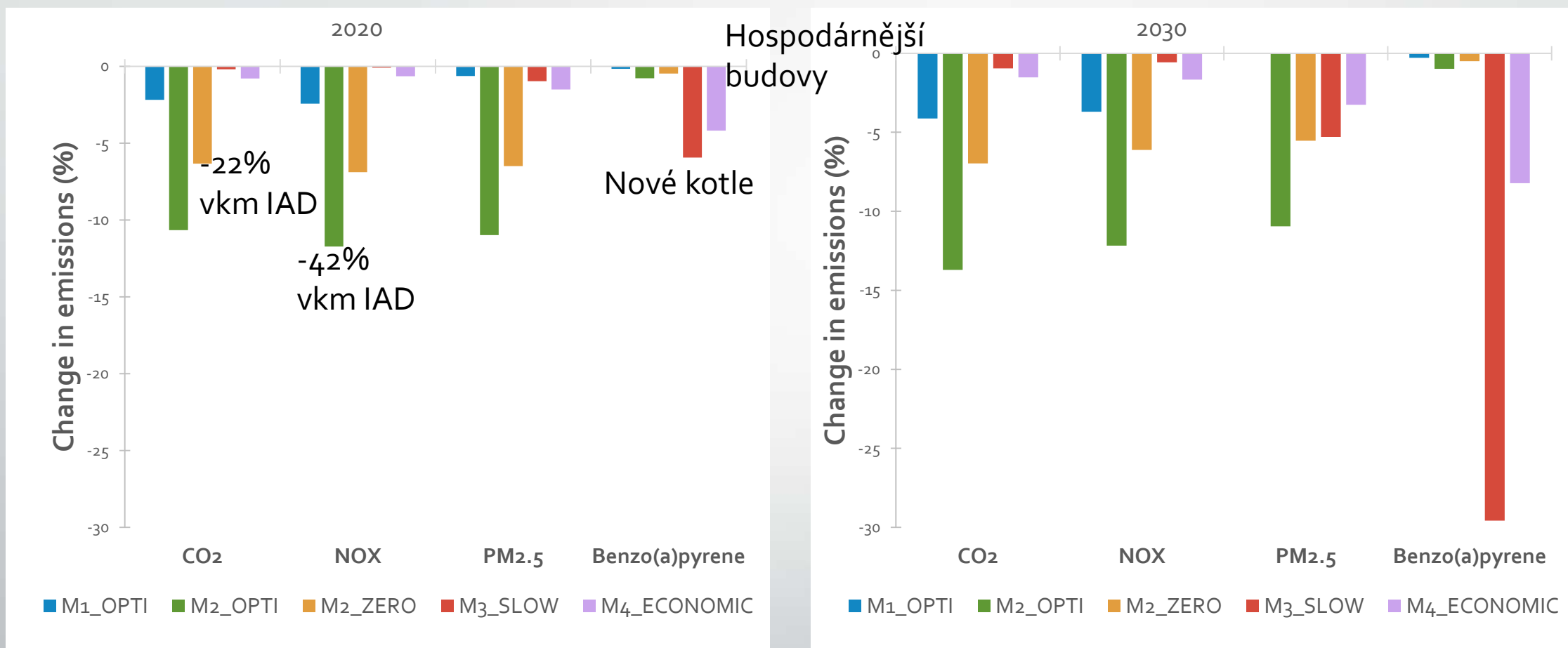
Identifikace a výběr opatření pro zlepšení kvality ovzduší v Brně



Vybraná opatření

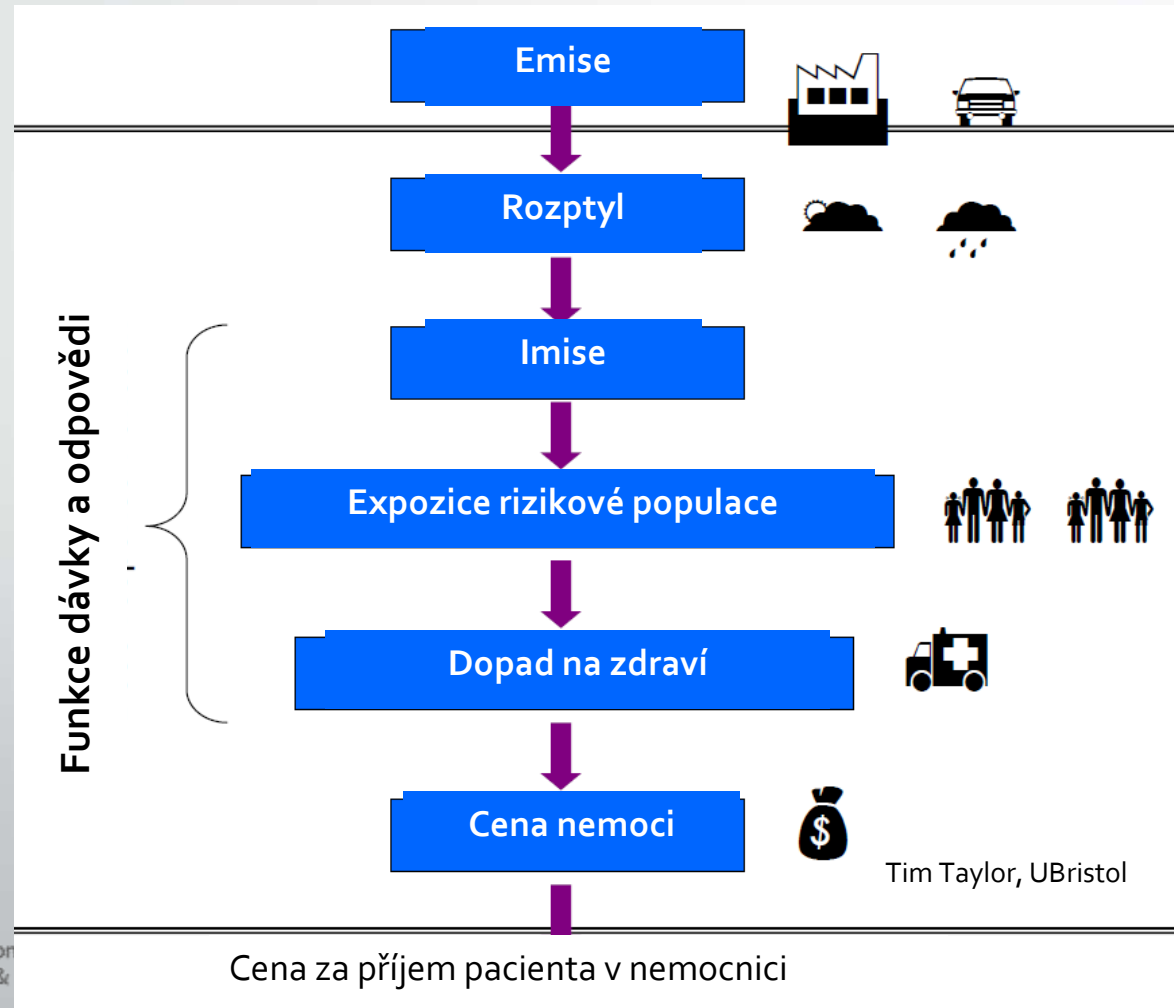
1. Podpora „nízkouhlíkatých“ vozidel (M₁_OPTI)
2. Redukce motorizovaných vozidel ve městě a nárůst nemotorizovaných způsobů přepravy s podporou využití městské dopravy
 1. -22% vkm ujetých osobními vozidly (IAD) k roku 2030 (M₂_ZERO)
 2. -42% vkm ujetých IAD k roku 2030 (M₂_OPTI)
3. Náhrada starých kotlů na uhlí v residenčním sektoru (M₃_SLOW)
4. Opatření k energetickým úsporám budov ve městě (M₄_ECONOMIC)

Změny emisí pro jednotlivé opatření a scénáře

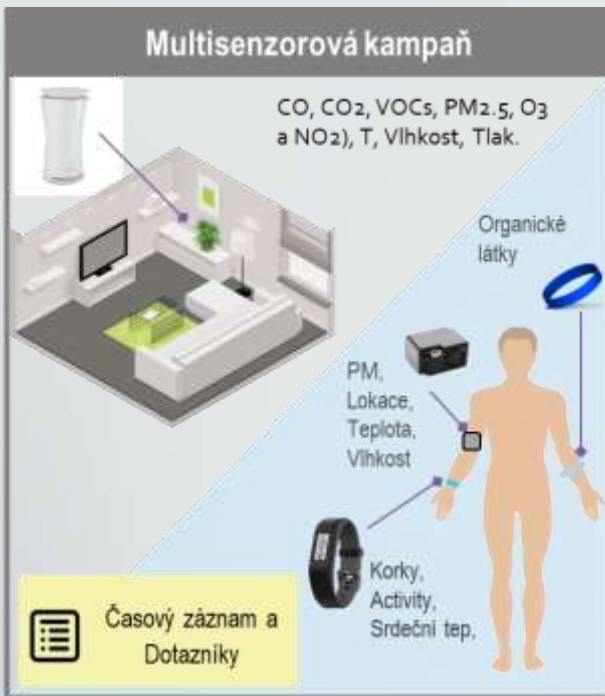


Další kroky: Analýza nákladů a přínosů

1. Atmosférické modelování změny emisí
2. Analýza zdravotního dopadu změn
3. Ekonomická analýza



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
22-62
Medián 37
21 mužů
24 žen



European
Commission

Horizon 2020
European Union funding
for Research & Innovation



ICARUS

MUNI | RECETOX

Multisenzorová kampaň v Brně

Časový záznam

BRN_W_P

I.den	čas	aktivity																	
		venku			v domácnosti			domácí potřeby						venku					
		stání	práce	odpočinek	stání	práce	odpočinek	stání	práce	odpočinek	stání	práce	odpočinek	stání	práce	odpočinek	stání	práce	odpočinek
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.

Domácí a personální dotazníky

Dotazník pro domácnosti (vyplňt pouze pokud je domácnost)

A. INFORMACE O DOMÁCNOSTI
ID domácnosti: 102.2 (Druhí pracovníci studie)

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

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

3. V jakém typu domu žijete?
 Rodinný dům (samostatná síň) bytový dům řadový dům jiný

4. Jaká je celková plocha vašeho bytu/dому?
 Méně než 50 m² 51-75 m² 76-100 m² 101-130 m² Více než 130 m²

5. Kolikrát máte pokoj (procházíte, započetíte oddělovací kuchyň, abyste nepočítali koupelnu, chodbu, chodbu a ložnici)?

6. Je dům vzdušný?
 Ano Ne Možná

7. Jakým způsobem vytápíte obytné místnosti? Vyberte i více zdrojů, pokud je využijete.
 Plynové vytápění
 Elektrické vytápění
 Elektrické
 Vytápění dřevem, biomasou
 Žádné vytápění
 Nejvíce
 Jiné: Voda/ná vodní (včetně centrálního dálkového topení):

8. Jak často větríte/ventilujete vaši domácnost?

	Někdy/často denně	Jednou denně	Někdy do týdne	Když jdu do práce	Jednou do týdne	Někdy do měsíce	Nikdy
Okenní výhled (přirozená ventilace)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jednotlivé ventily (např. v koupelně)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Centrální mechanické větrání	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Klimatizace	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Dotazník pro zaměstnavatele (je dle vyplněných údajů)

A. INFORMACE O PRACOVNÍCI
Název společnosti: (např. pracovníci studie)
Domácnost: (např. pracovníci studie)

Právě, vyplňte pokud možno celý dotazník. Pokud vám některé údaje nejsou vyplněny, tak je vyplňte. Pokud některé údaje nebudete znát, tak se prosím omezte pouze na pracovníci studie nebo jiné údaje na karas@recetox.muni.cz

1. Pohlaví: muž žena jiné

2. Věk: _____

3. Národnost: _____

4. Město narození: _____

5. Jaké je vaše pracovní postavení?
 Na plný úvazek Částečný úvazek Student v důchodu
 Nezaměstnaný V domácnosti

6. Jaké je vaše zaměstnání (např. doktor, lékař, inženýr)? _____

7. Jaké je vaše nejvyšší dosažené vzdělání?
 Základní škola, střední bez maturity
 Střední škola s maturitou
 Vysoká škola

8. Jaké je vaše ročníkové příjmy?
 Vidění/Směrná Sociální/N Konečné/N Ostatní/N

9. Kolik máte dětí? _____

10. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Méně než 20 000 Kč 20 000-30 000 Kč Více než 30 000 Kč

11. Jaké máte zaměstnání s vaším zaměstnavatelem?

Dotazník pro zaměstnavatele (je dle vyplněných údajů)

6. Jaké je vaše pracovní postavení?
 Společnost Žena Muž Neznámé

7. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

8. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

9. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

10. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

11. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

12. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

13. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

14. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

15. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

16. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

17. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

18. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

19. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

20. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

21. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

22. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

23. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

24. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

25. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

26. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

27. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

28. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

29. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

30. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

31. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

32. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

33. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

34. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

35. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

36. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

37. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

38. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

39. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

40. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

41. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

42. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

43. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

44. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

45. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

46. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

47. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

48. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

49. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

50. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

51. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

52. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

53. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

54. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

55. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

56. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

57. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

58. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

59. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

60. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

61. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

62. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

63. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

64. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

65. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

66. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

67. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

68. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

69. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

70. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

71. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

72. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

73. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

74. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

75. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

76. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

77. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

78. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

79. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

80. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

81. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

82. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

83. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

84. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

85. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

86. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

87. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

88. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

89. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

90. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

91. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

92. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

93. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

94. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

95. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

96. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

97. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

98. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

99. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

100. Jaké je vaše ročníkové příjmy z práce (Základní)?
 Společnost Žena Muž Neznámé

Multisenzorová kampaň v Brně

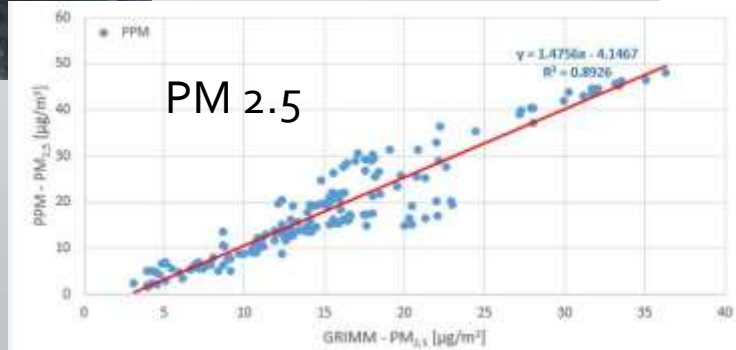
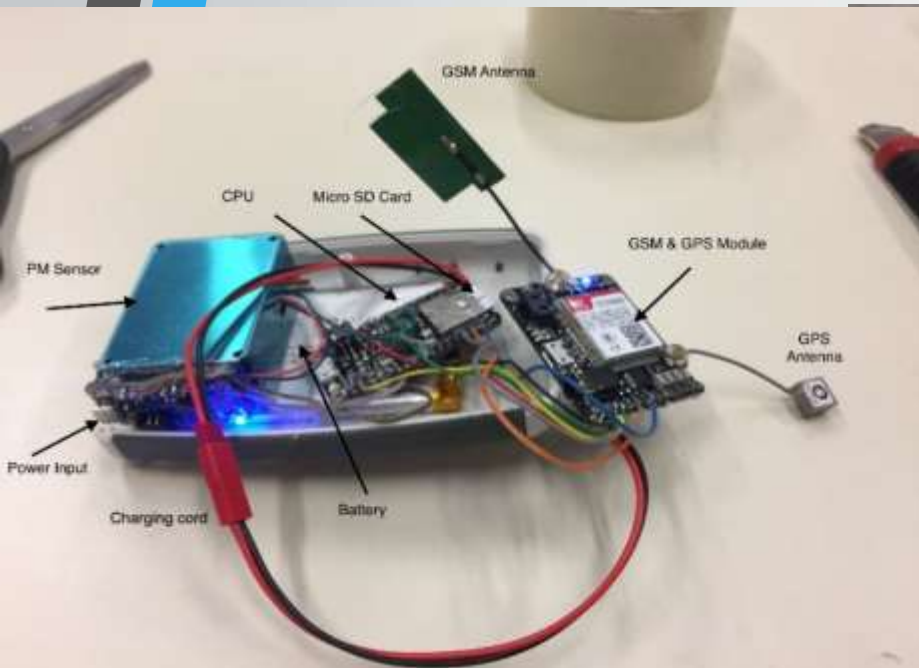


DIY PM sensor

PLANTOWER PMS5003

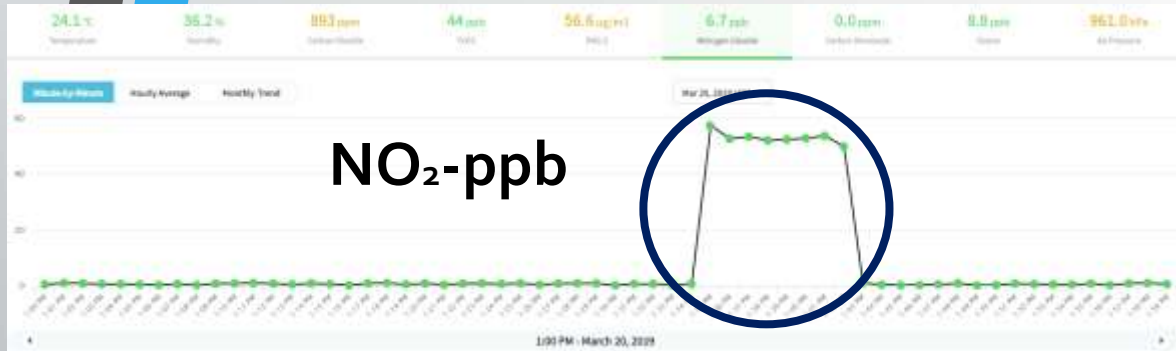
Rozsah měření 0.3~1.0 ;
1.0~2.5 ; 2.5~10 μm

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



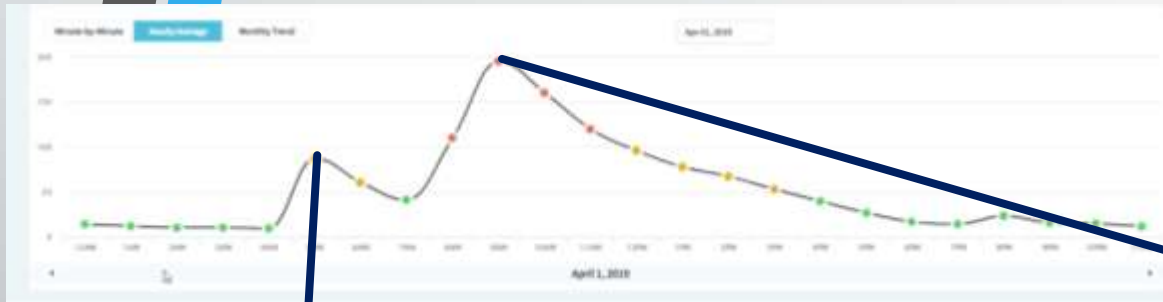
Multisenzorová kampaň v Brně - uHoo

- Domácnost s krbem
- používaný pro vytápění obydí



Multisenzorová kampaň v Brně - uHoo

- Pozadové koncentrace PM 2.5 okolo 10 ug/m³
- Každý den 2 píky?



PM 2.5 ug/m³



5AM

6AM



8AM



European
Commission

Horizon 2020
European Union funding
for Research & Innovation

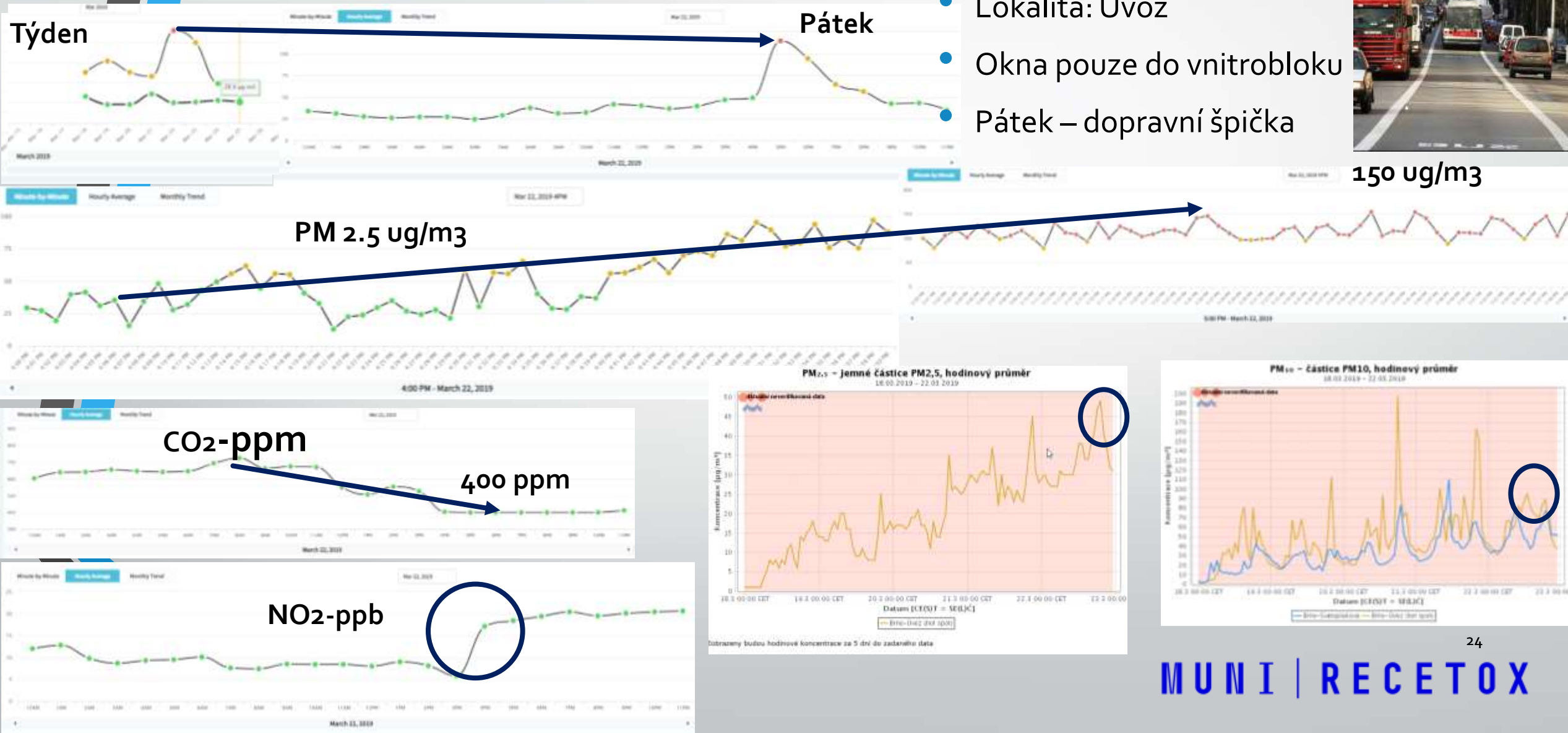


ICARUS

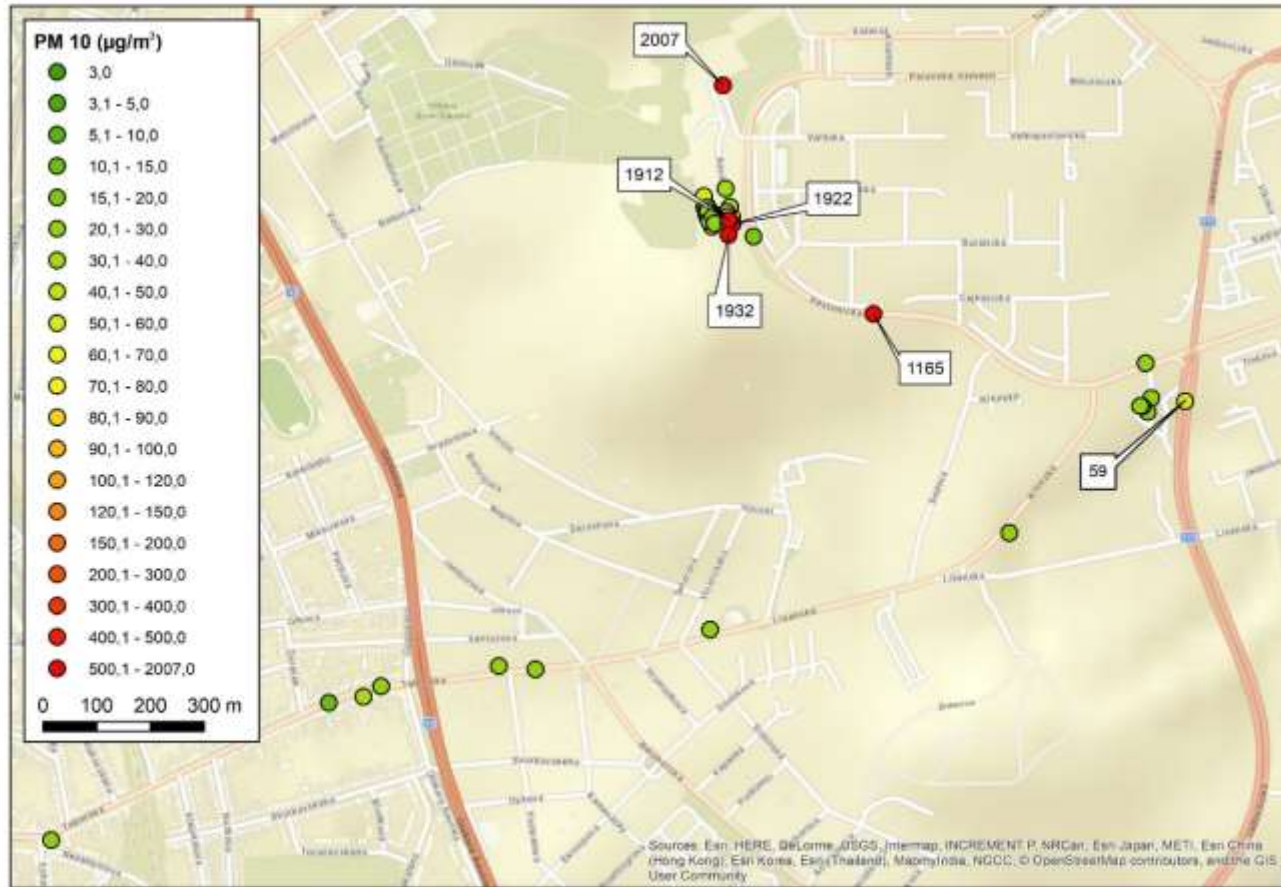
MUNI | RECETOX

Multisenzorová kampaň v Brně - uHoo

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



Multisenzorová kampaň v Brně – PM sensor



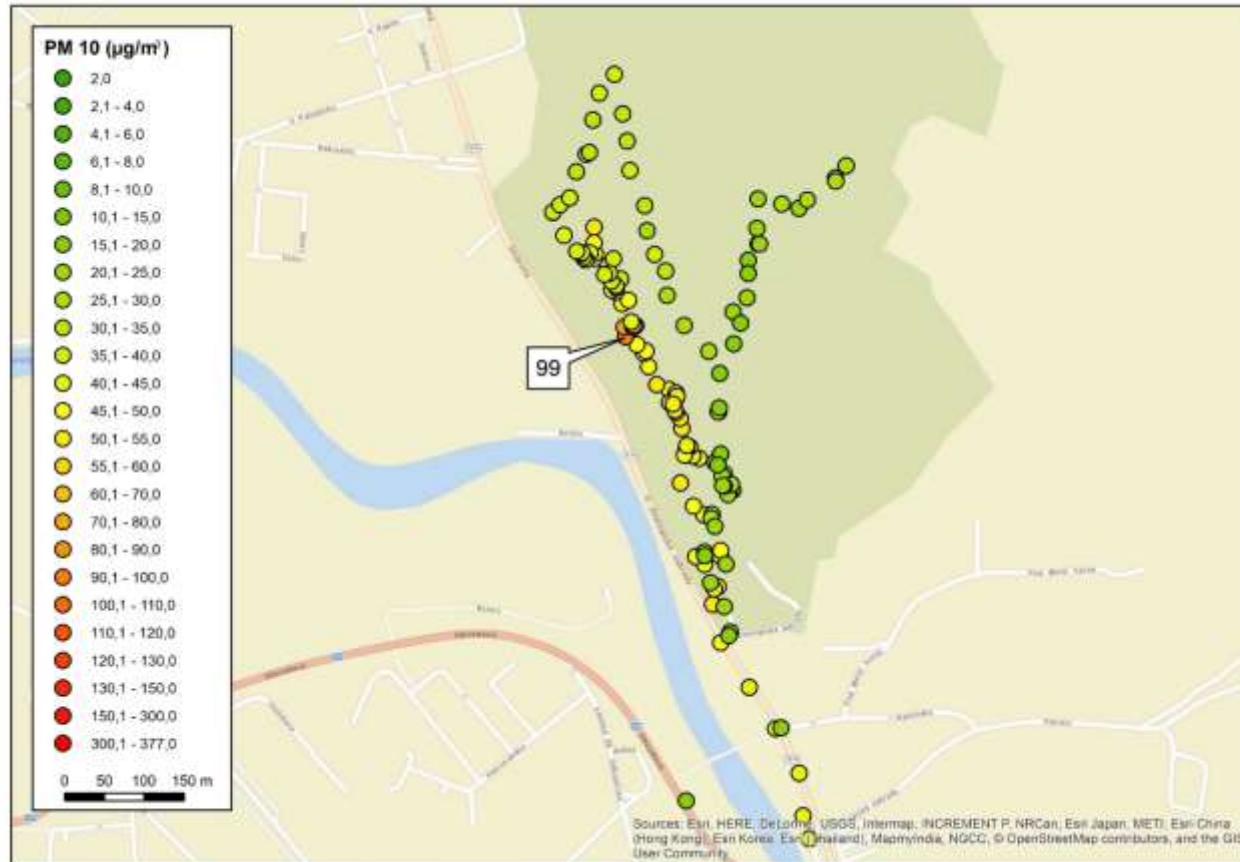
Řidič auta
Kouření v autě
Otevření okna



Multisenzorová kampaň v Brně – PM sensor

ZOO Brno

Dolní část ZOO lehce vyšší PM
Nejvyšší "expozice" u mývalů ☺



European
Commission

Horizon 2020
European Union funding
for Research & Innovation



ICARUS

MUNI | RECETOX

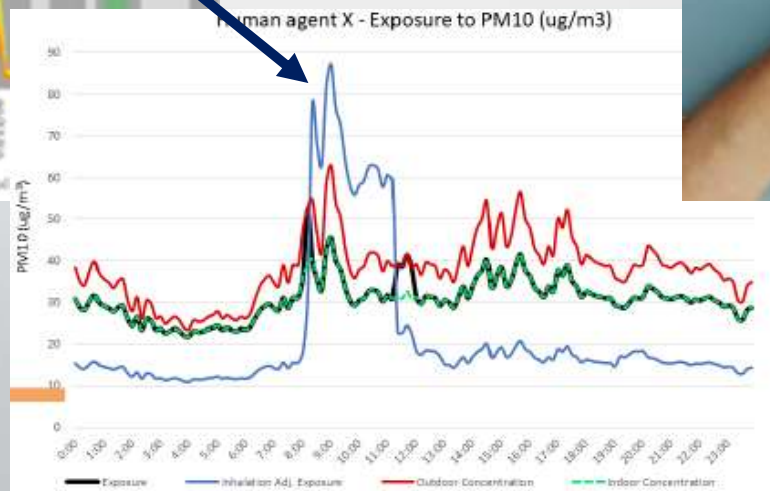
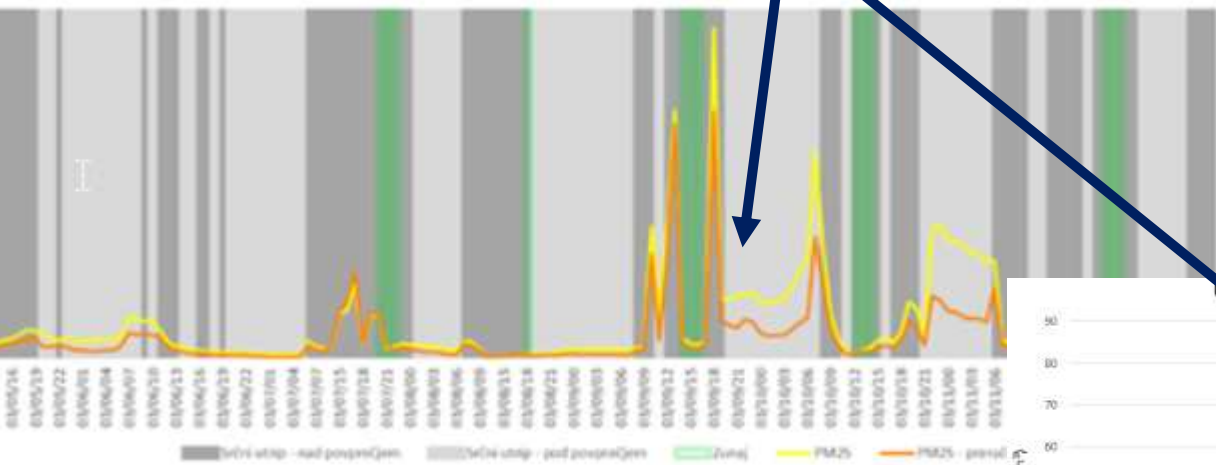
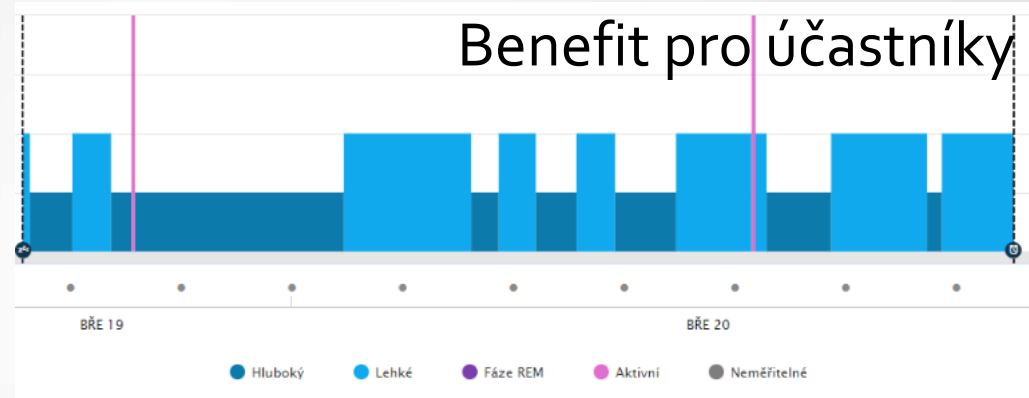
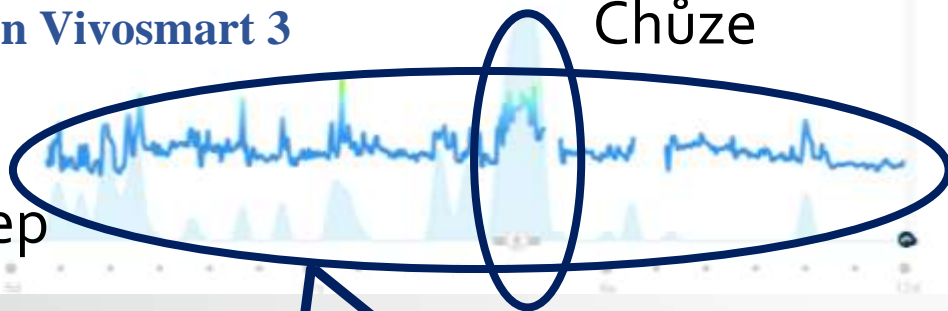
Multisenzorová kampaň v Brně – Garmin + náramek



Garmin Vivosmart 3

Chůze

Srdeční tep



European Commission

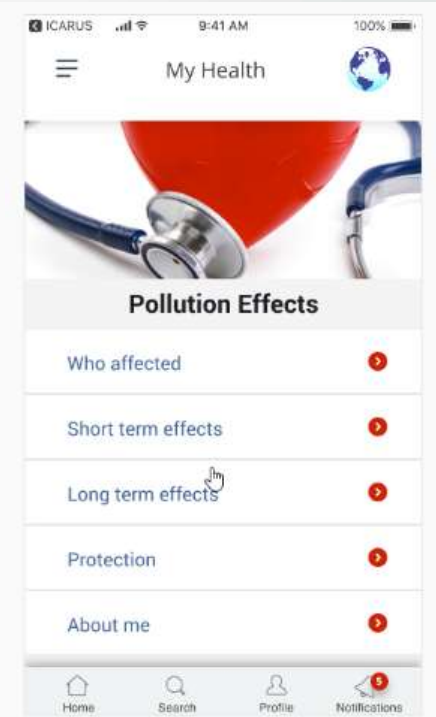
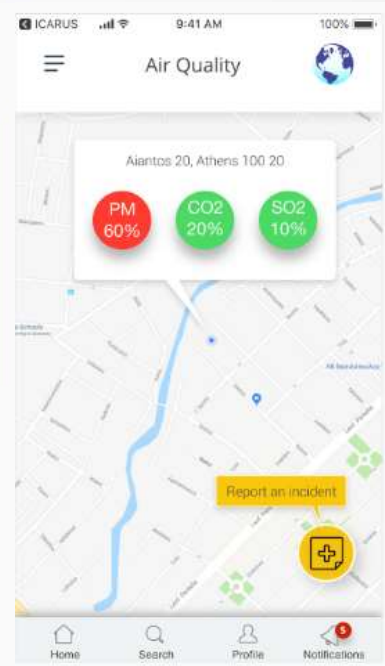
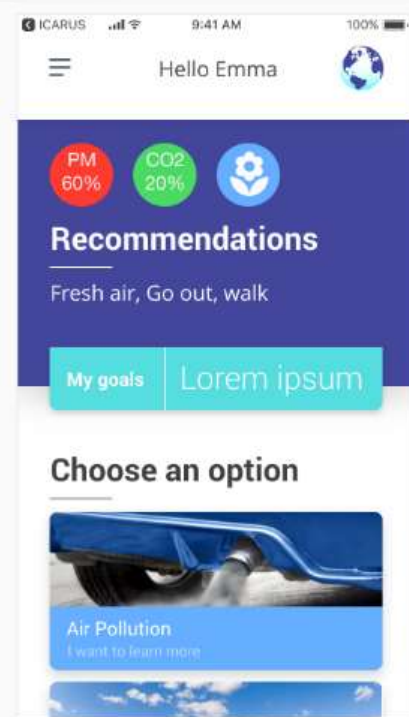
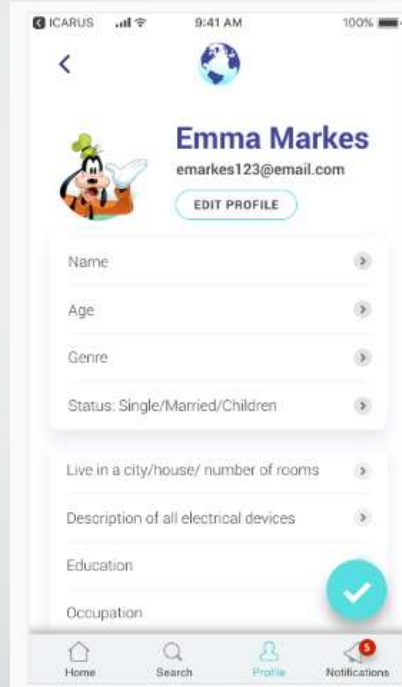
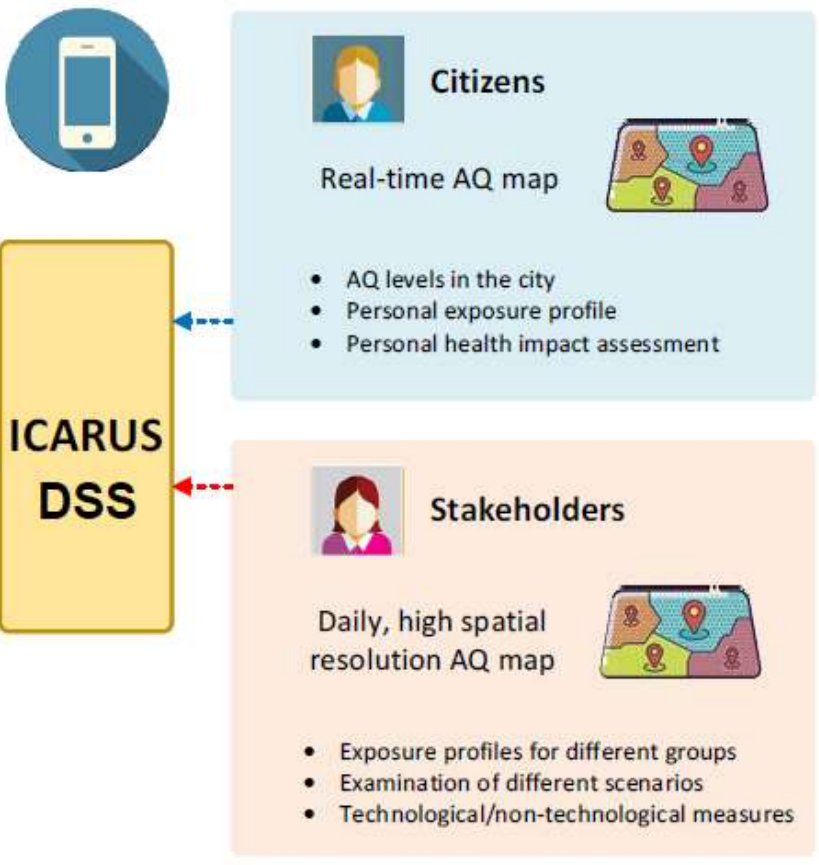
Horizon 2020
European Union funding
for Research & Innovation



ICARUS

MUNI

Další kroky: Decision Support System



European Commission

Horizon 2020
European Union funding
for Research & Innovation



ICARUS



environmental and energy engineering consultancy

MUNI | RECETOX



ICARUS

DĚKUJI ZA POZORNOST



ondrej.mikes@recetox.muni.cz
celine.degrendele@recetox.muni.cz



European
Commission

Horizon 2020
European Union funding
for Research & Innovation