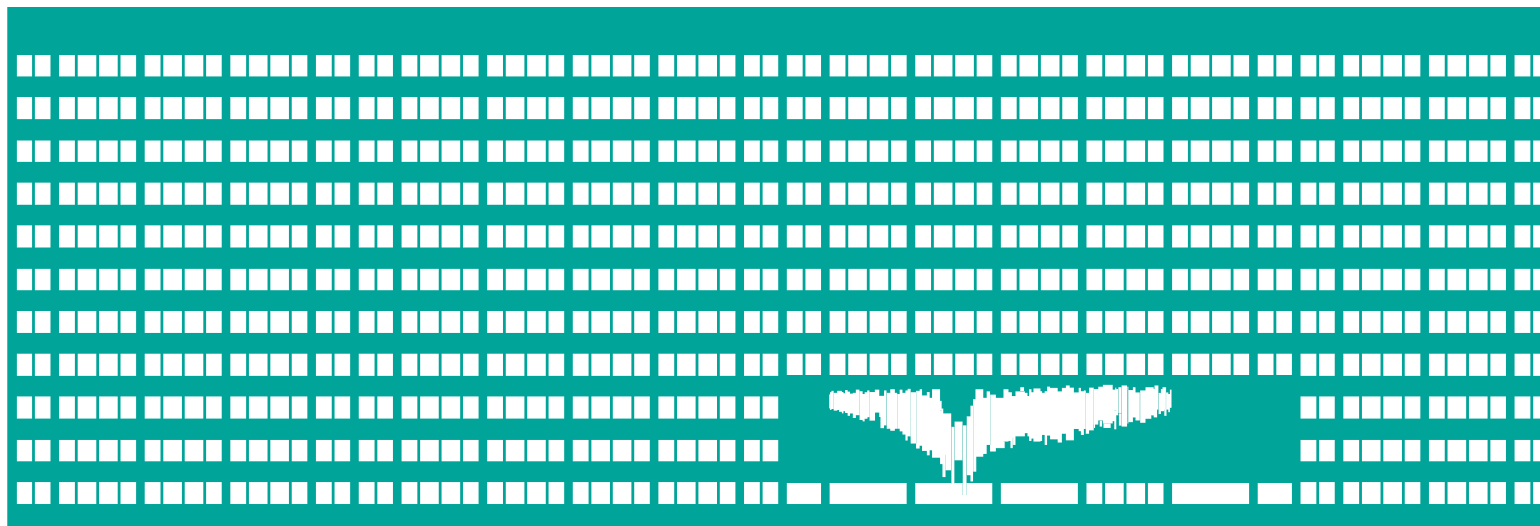


VŠB TECHNICKÁ
UNIVERZITA
OSTRAVA

VSB TECHNICAL
UNIVERSITY
OF OSTRAVA



www.vsb.cz

Znečišťování ovzduší a možnosti jeho modelování ve větším regionu

Doc. Ing. Petr Jančík, Ph.D., Fakulta strojní, VŠB – TU Ostrava

Matematické modelování v ČR

SYMOS 97

ATEM

MEFA

Sutton's formula

$$c = \frac{10^6 \cdot M_z}{2 \cdot \pi \cdot (\sigma_y + \sigma_{y0}) \cdot (\sigma_z + \sigma_{z0}) \cdot u_{h1} + V_s} \cdot \exp\left(\frac{-y_L^2}{2(\sigma_y + \sigma_{y0})^2}\right) \cdot \exp\left(-k_u \cdot \frac{x_L}{u_{h1}}\right) \cdot K_h \cdot$$

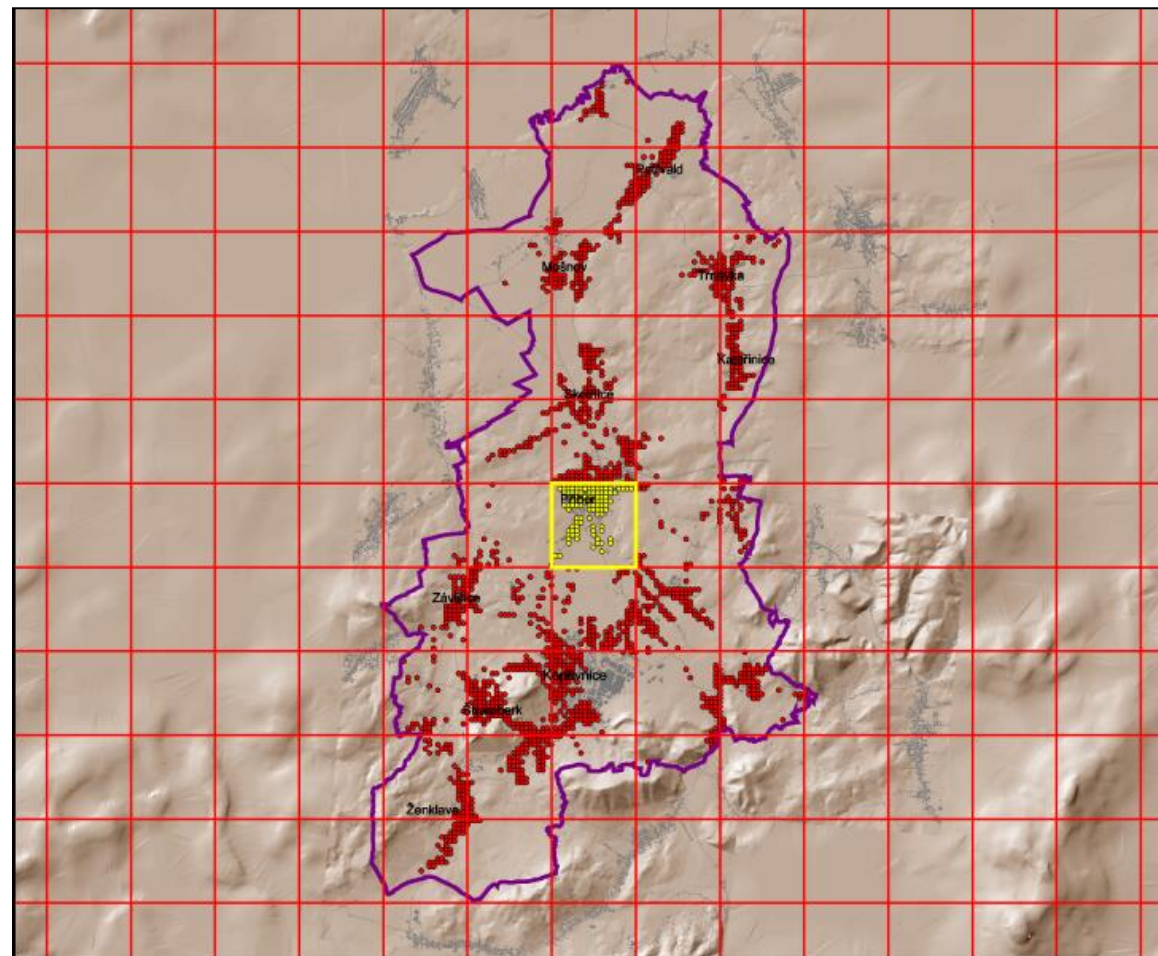
$$\cdot \left[\exp\left(-\frac{(z' - h_1)^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) + (1 - \vartheta) \cdot \exp\left(-\frac{(z'' + h_1)^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) + \vartheta \cdot \exp\left(-\frac{(z''' - h_1)^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right) \right]$$

Problémy v rozsáhlém území

Sources x receptors x met.conditions x wind direction

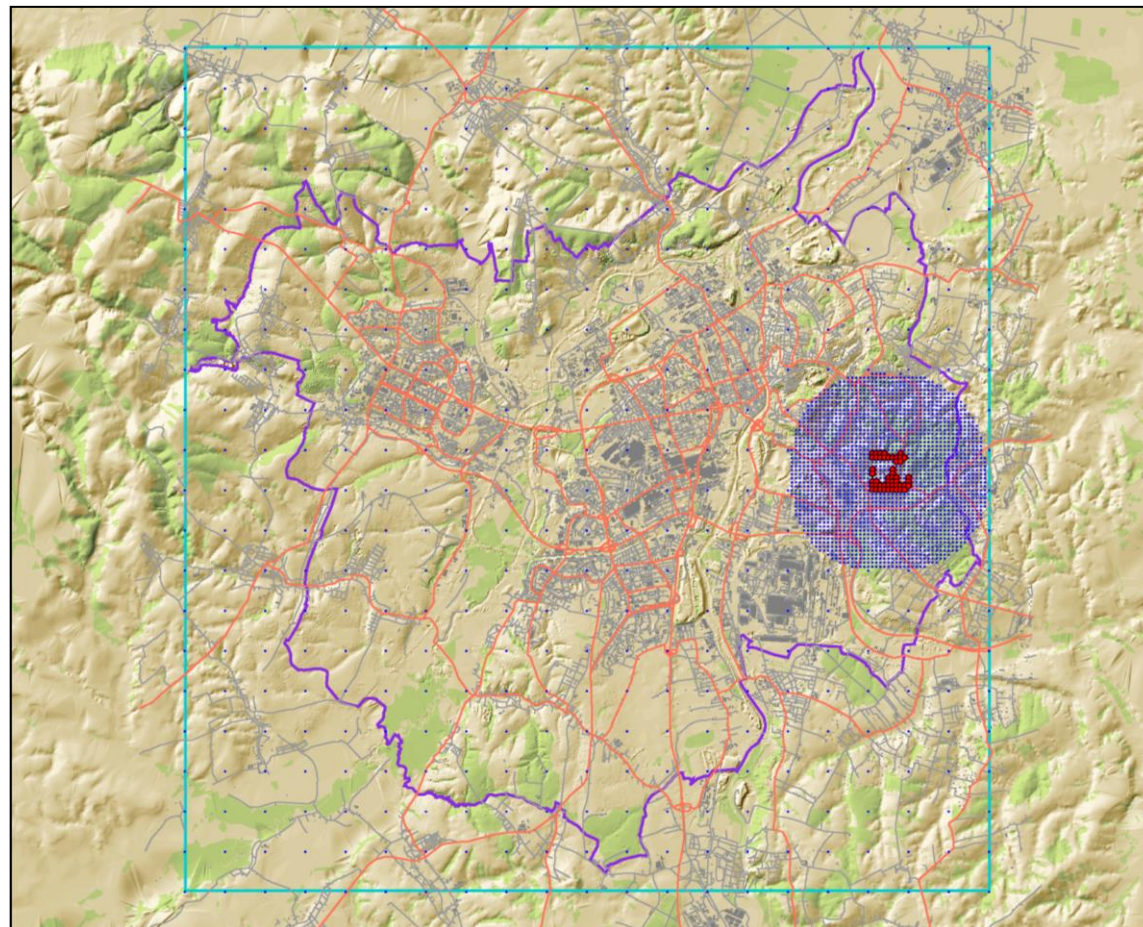
$\sim 10^3 - 10^5$ $\sim 10^4 - 10^6$ 11 360

Sutton's formula must be evaluated $\sim 10^{10} - 10^{14}$ times



Jak rozsáhlé může být území?

Optimalizace sítě receptorů



Jak rozsáhlé může být území?

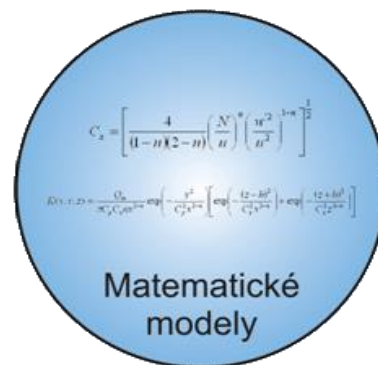
Dostatečný výpočetní výkon



ADMoSS



+



+



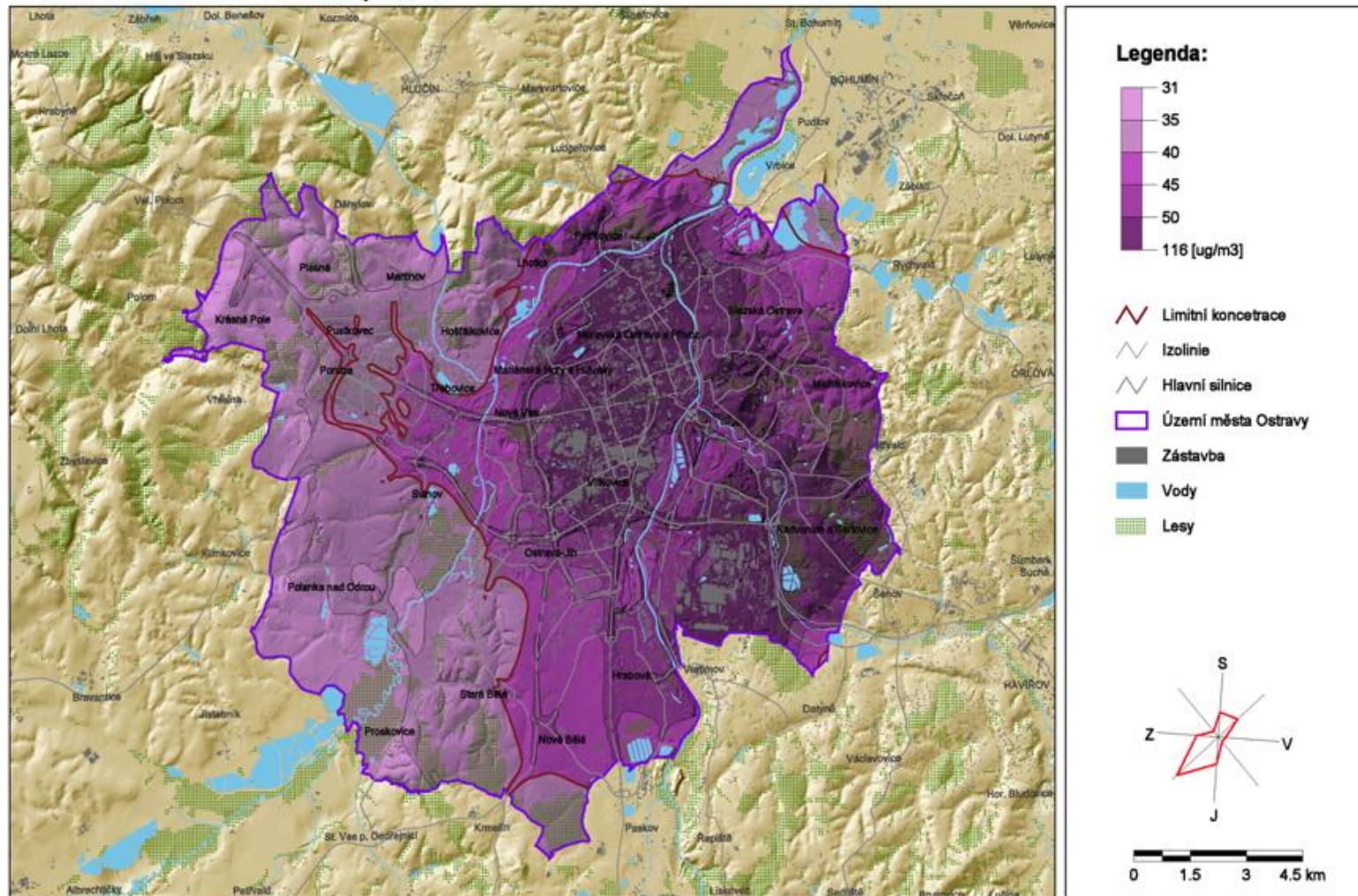
Allows to model much larger areas with high resolution

Automatic process, repeatable calculations

Realizace:

1. Ostrava

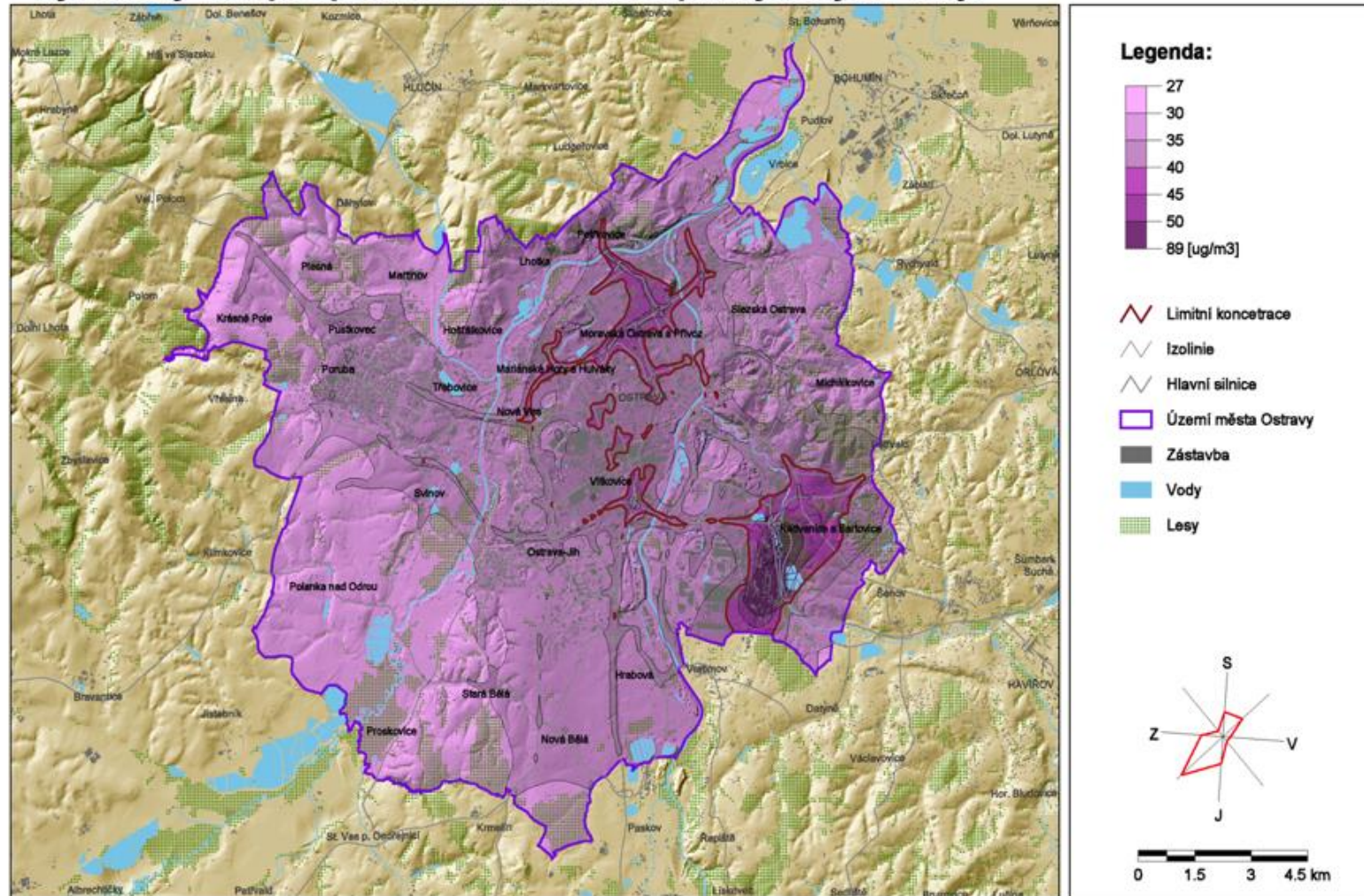
PRŮMĚRNÉ ROČNÍ KONCENTRACE PM₁₀ NA ÚZEMÍ MĚSTA OSTRAVY Celková imisní situace, 2003



Realizace:

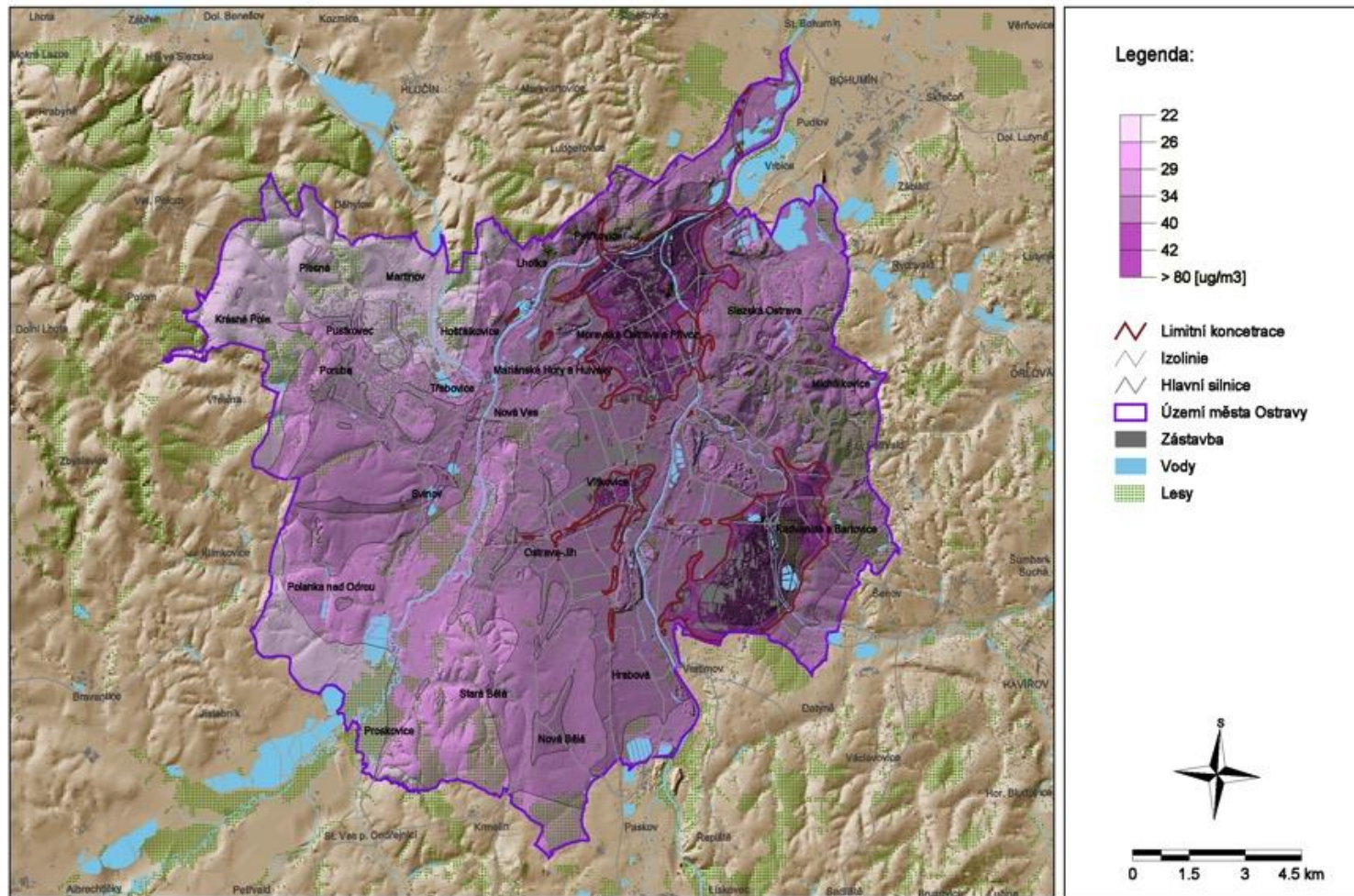
1. Ostrava

PRŮMĚRNÉ ROČNÍ KONCENTRACE PM₁₀ NA ÚZEMÍ MĚSTA OSTRAVY Výhledový stav po aplikaci omezení emisí u průmyslových zdrojů



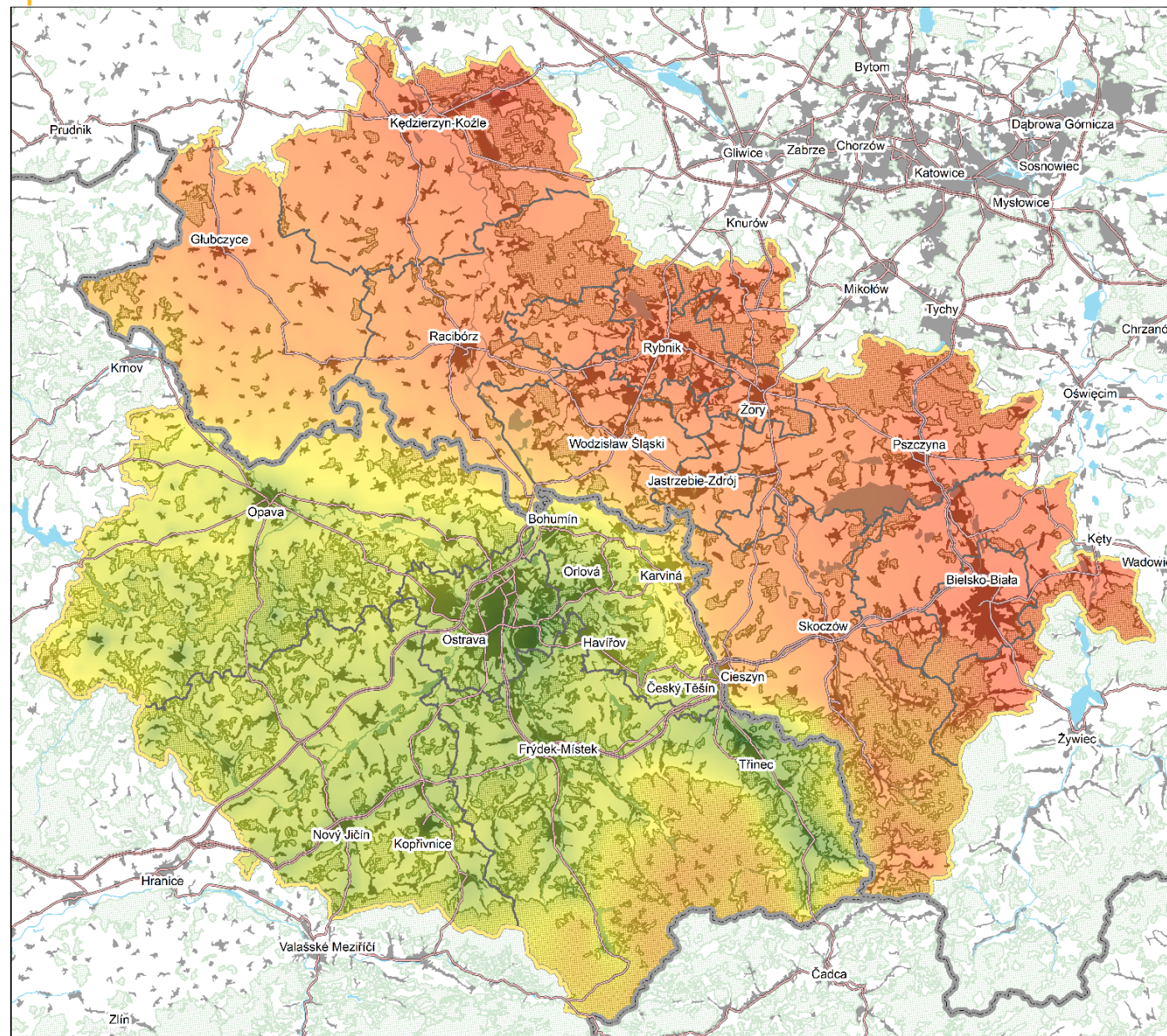
Verifikace: Ostrava/2009

PRŮMĚRNÉ ROČNÍ KONCENTRACE PM10 NA ÚZEMÍ MĚSTA OSTRAVY Celková imisní situace, 2009

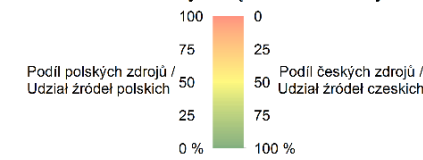


Realizace:

2. Silesia

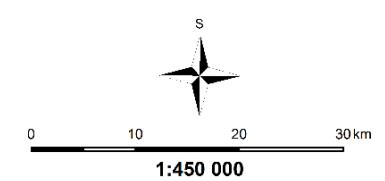


Podíl na celkových modelovaných koncentracích /
Udíl v modelovaných stěžích celkových



Mapové prvky / Znaki kartograficzne

- Dálnice a rychlostní silnice / Autostrady i drogy ekspresowe
- Hlavní silnice / Drogy główne
- Státní hranice / Granica państwa
- Modelovaná oblast / Obszar modelowania
- Okresy / Powiaty
- Vody / Wody
- Lesy / Lasy
- Zástavba / Zabudowa



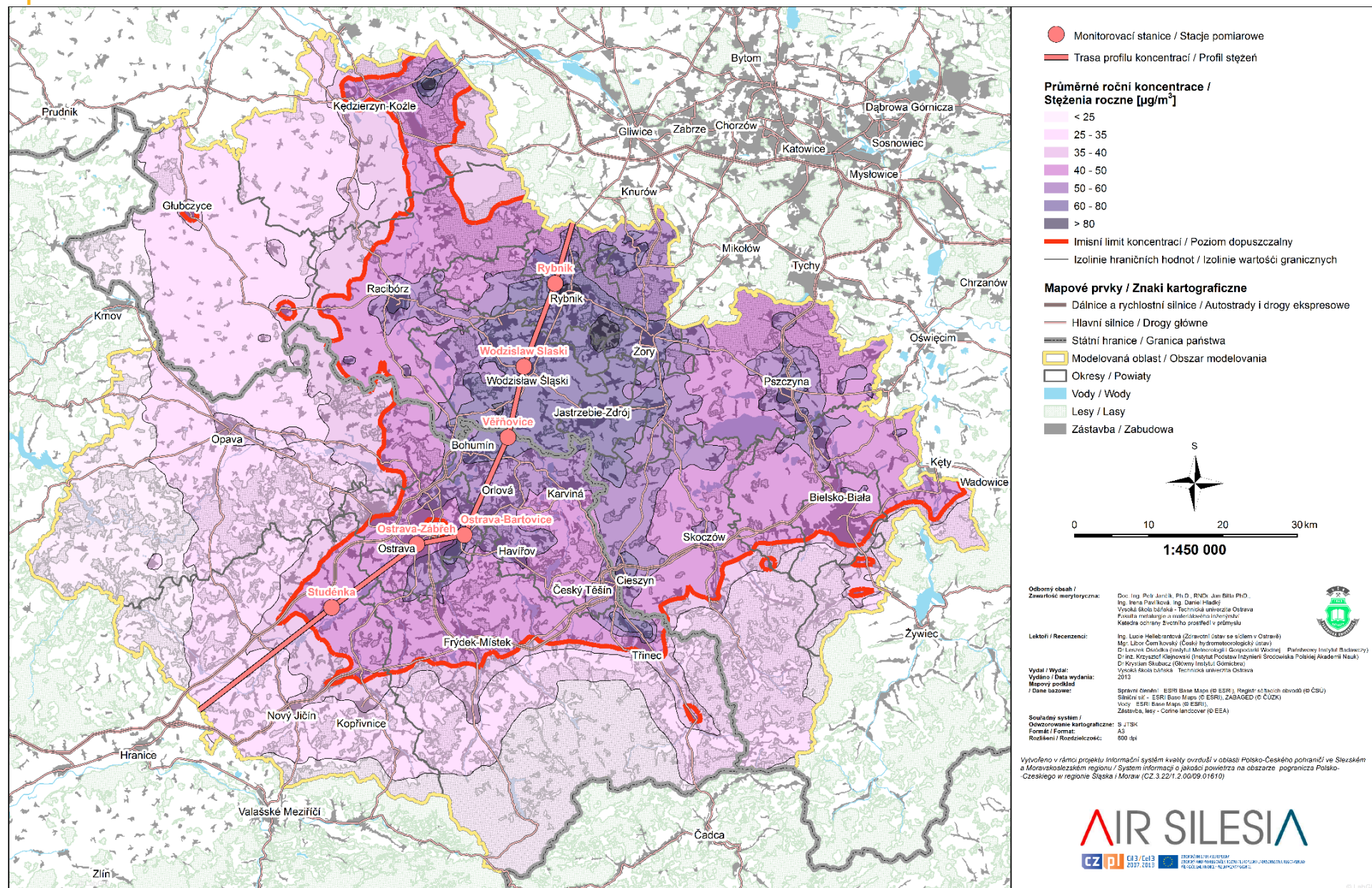
Odborný obsah / Zawartość merytoryczna:
Doc. Ing. Petr Jančík, Ph.D., RNDr. Jan Bittl Ph.D.,
Ing. Irena Pavlovská, Ing. Damián Hladký
Vysoká škola technická – Technická univerzita Ostrava
Fakulta metalurgie a moderních výrobních technologií
Katedra ochrany životního prostředí v průmyslu

Lektor / Recenzenci:
Ing. Lucie Hellebrandová (Zpracování dat se sílem v Ostravě)
MgA. Jarm. Černá (Český hydrometeorologický ústav)
Dr. Leszek Osolka (Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Polskowskie Instytut Badawczy)
Dr. Inez Krzyżewski (Instytut Polodowy i Inżynierii Środków Polskiej Akademii Nauk)
Dr. Krzysztof Skubacz (Główny Instytut Górnictwa, Vysoká škola technická – Technická univerzita Ostrava)

Vydal / Wydal:
Vydání / Data vydání:
Mapový podklad
/ Dane bazowe:
Správce dat: ESRI Base Maps (© ESRI), Register účtů obcí (© ČSÚ)
Skladba: ESRI Base Maps (© ESRI), ZABAGED (© ČÚZK)
Vektor: ESRI Base Maps (© ESRI),
Základní mapy – Corine landcover (© EEA)

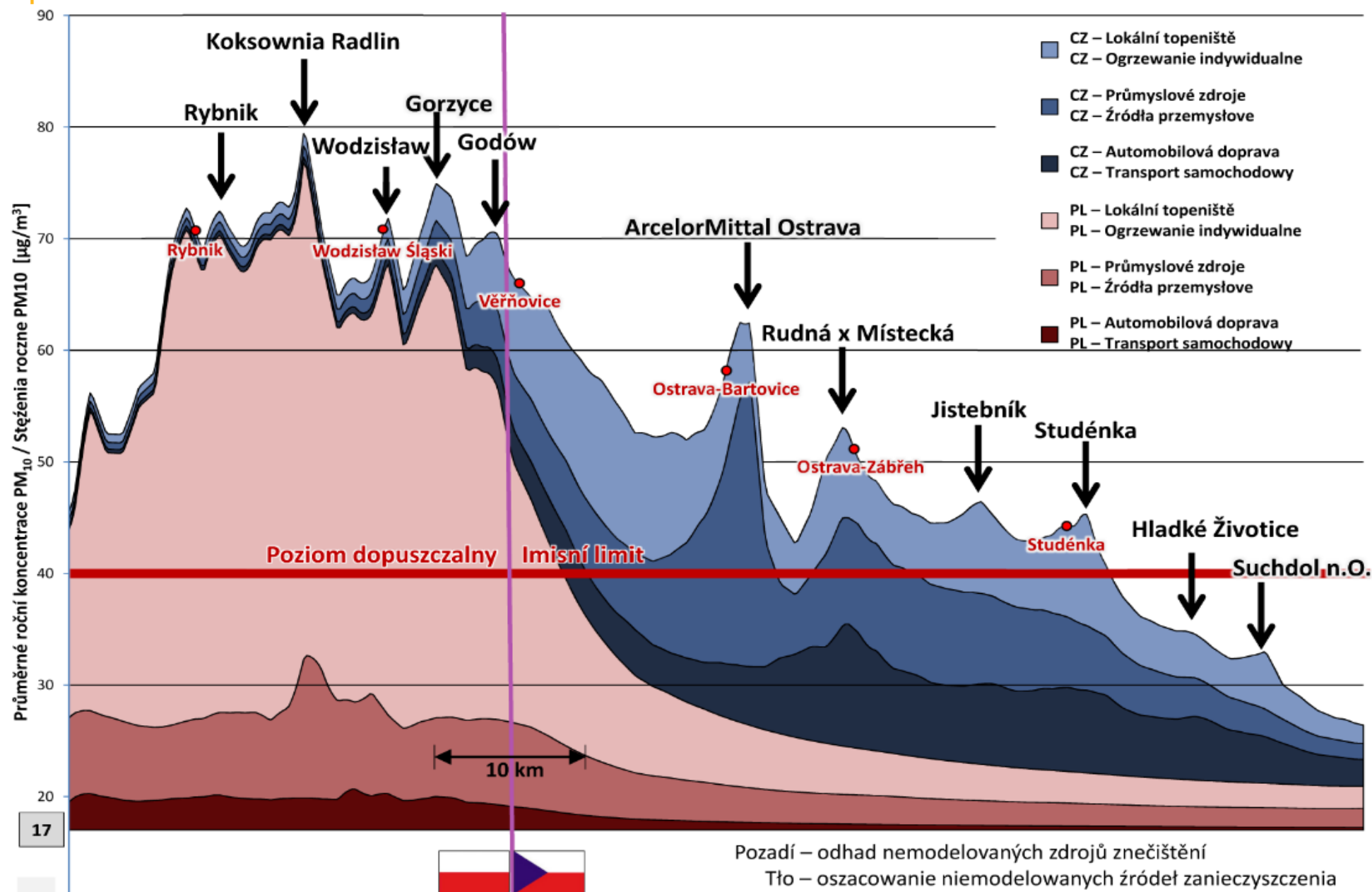
Souhrnný systém / Odborné kartografické:
Formát / Format:
Rozlišení / Rozdzielczość:
S: JTSK
A3
800 dpi

Vytvořeno v rámci projektu Informační systém kvality ovzduší v oblasti Polsko-Českého pohraničí ve Slezském a Moravskoslezském regionu / System informacji o jakości powietrza na obszarze pogranicza Polsko-Českego w regionie Śląska i Moraw (CZ.3.2/1.2.0/09/016/10)



Realizace:

2. Silesia



Verifikace: AIR BORDER



cca 80 m



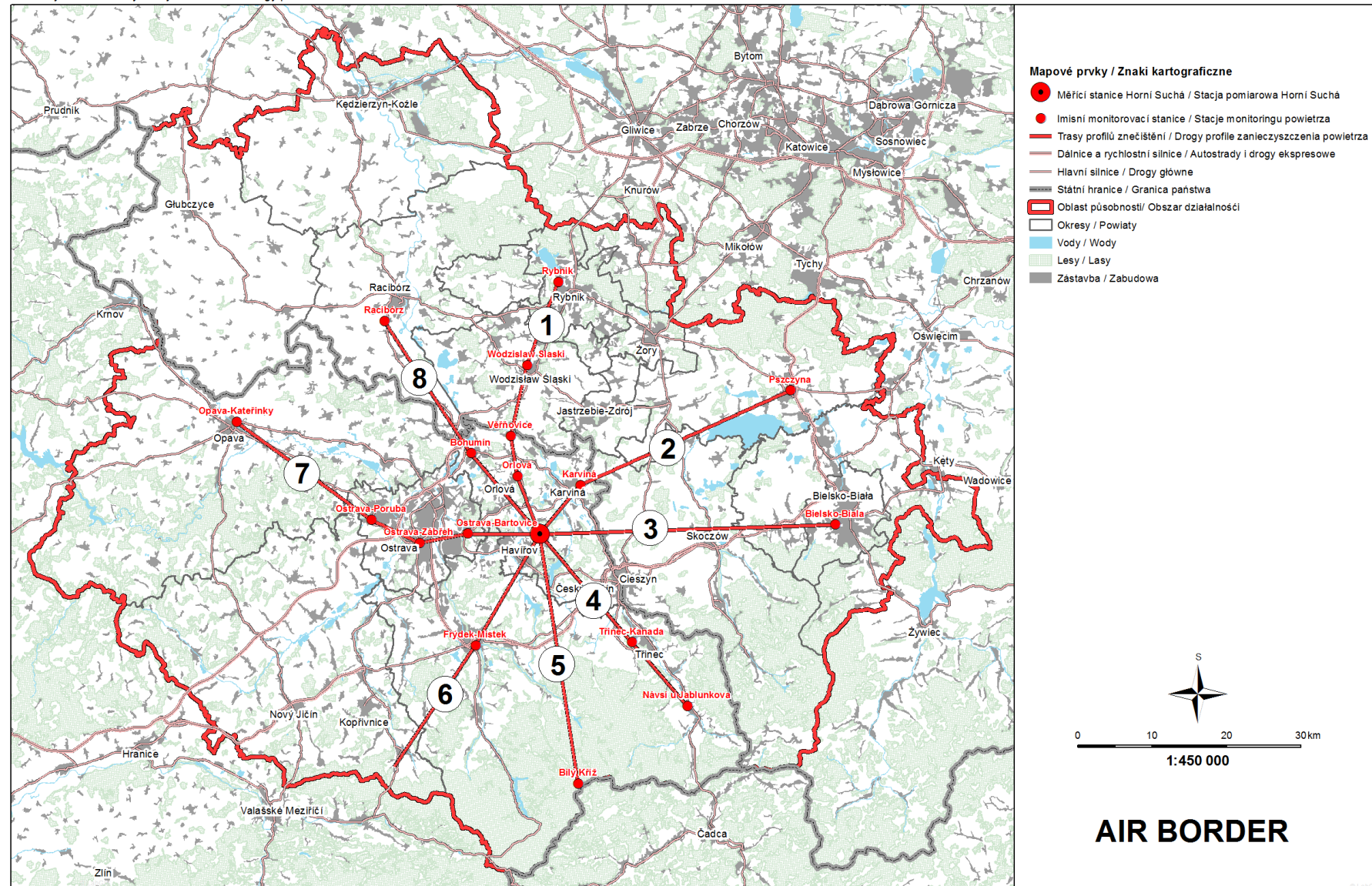
SAM Hi30 AUTO WIND



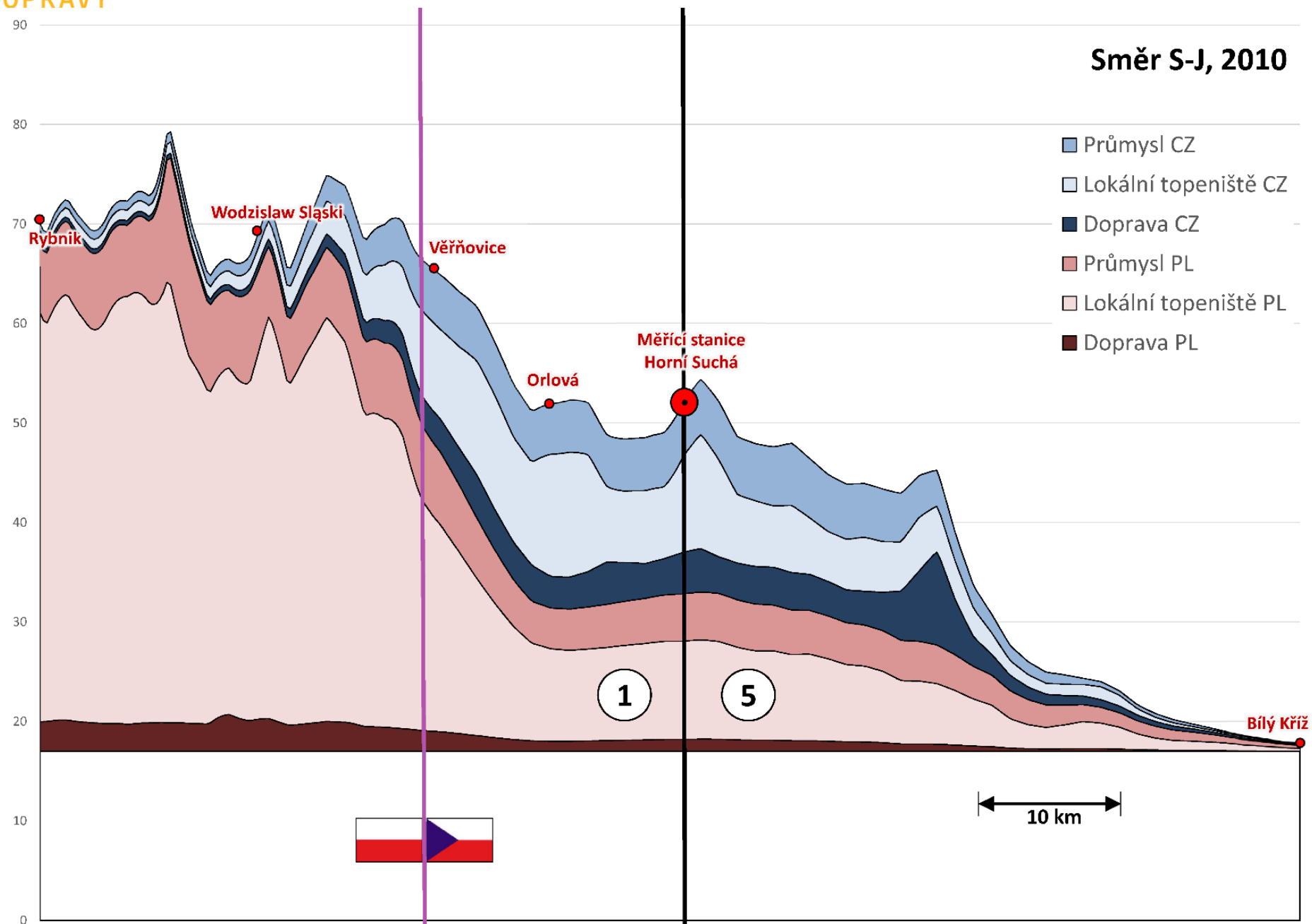
Verifikace: AIR BORDER

UMÍSTĚNÍ VÝŠKOVÉ STANICE HORNÍ SUCHÁ UMIESZCZENIE STACJE WYSOKOŚCOWE HORNÍ SUCHÁ

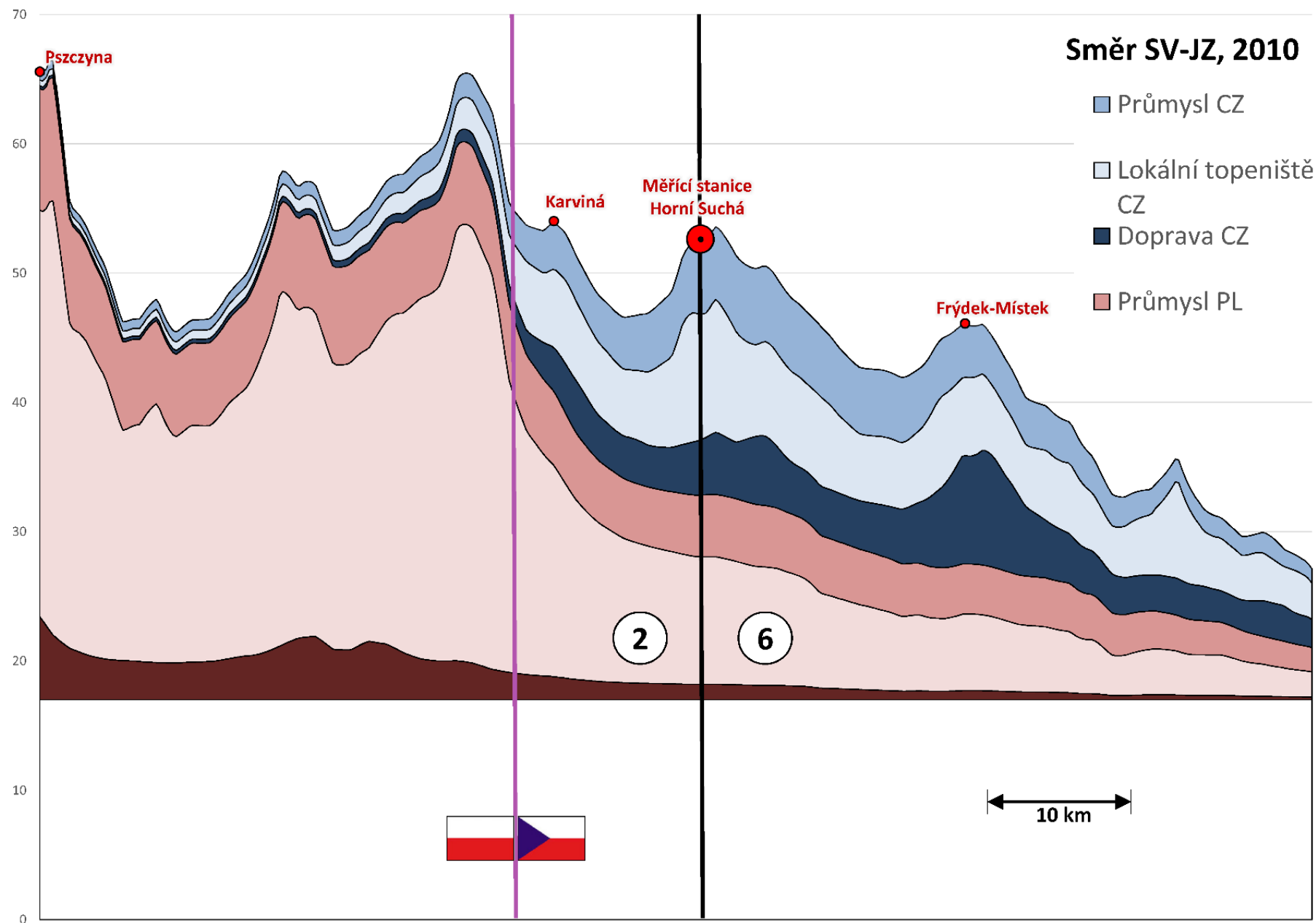
Profily znečištění - výsledky modelování / Drogy profile - wyniki modelowania



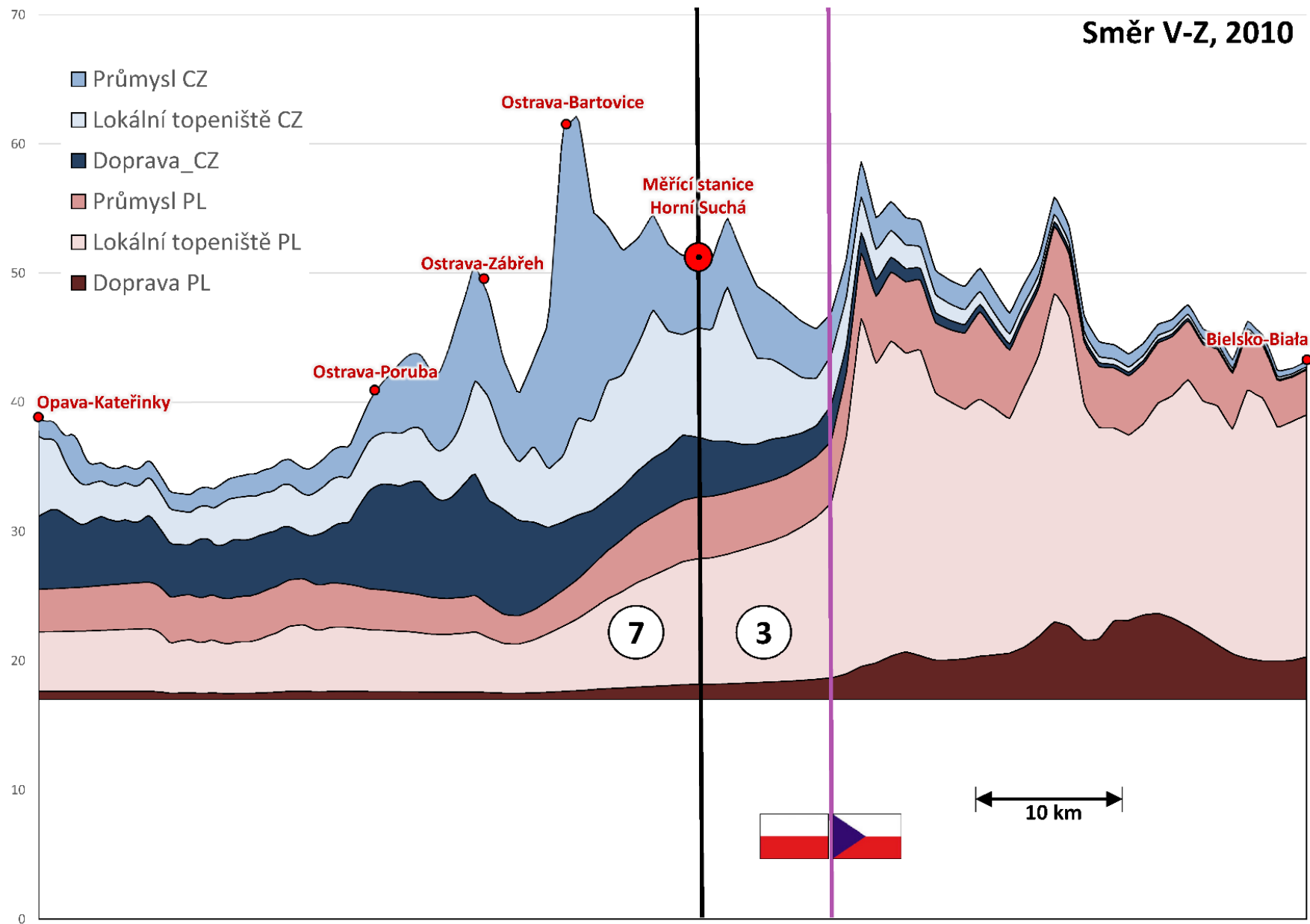
Verifikace: AIR BORDER



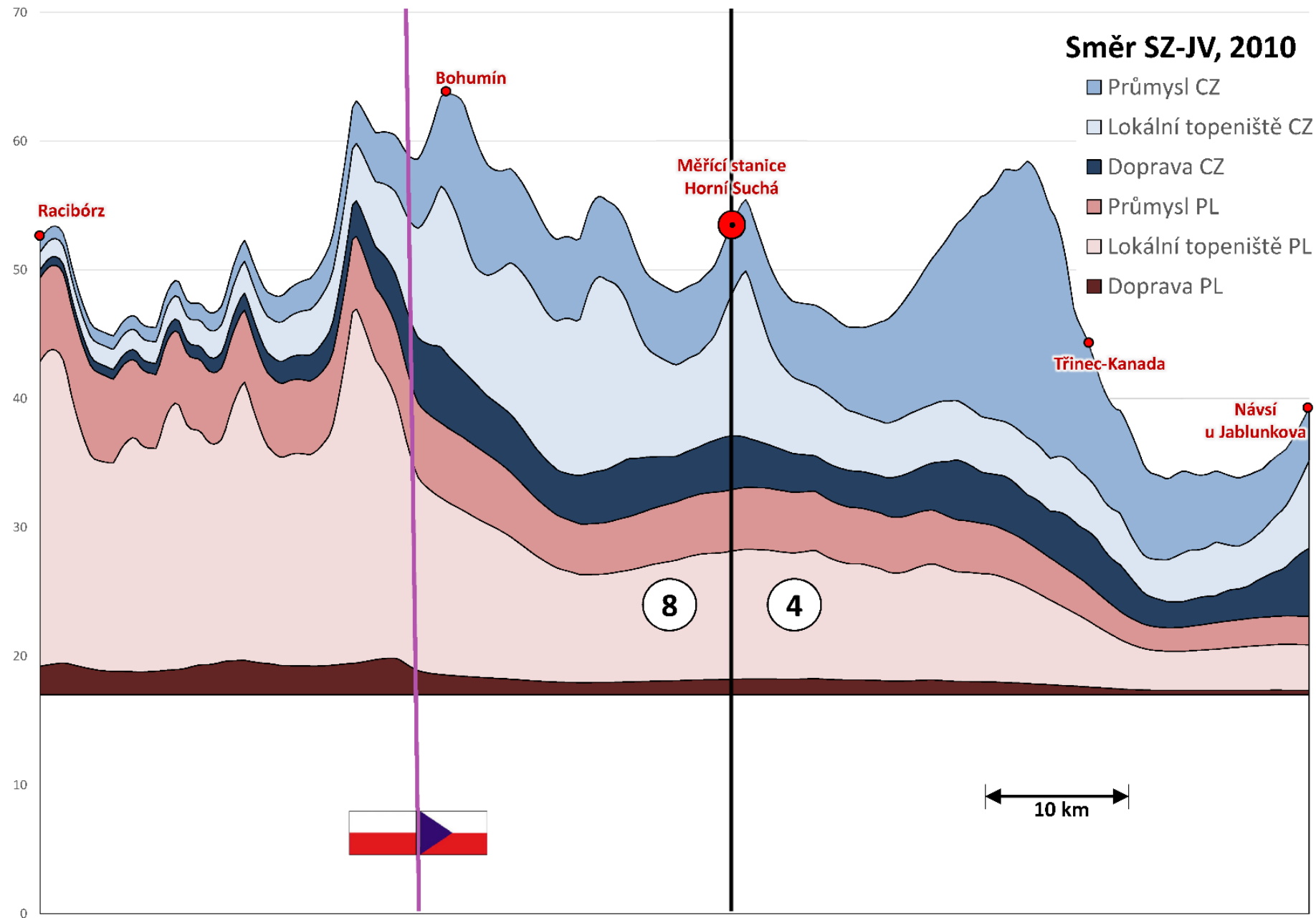
Verifikace: AIR BORDER



Verifikace: AIR BORDER



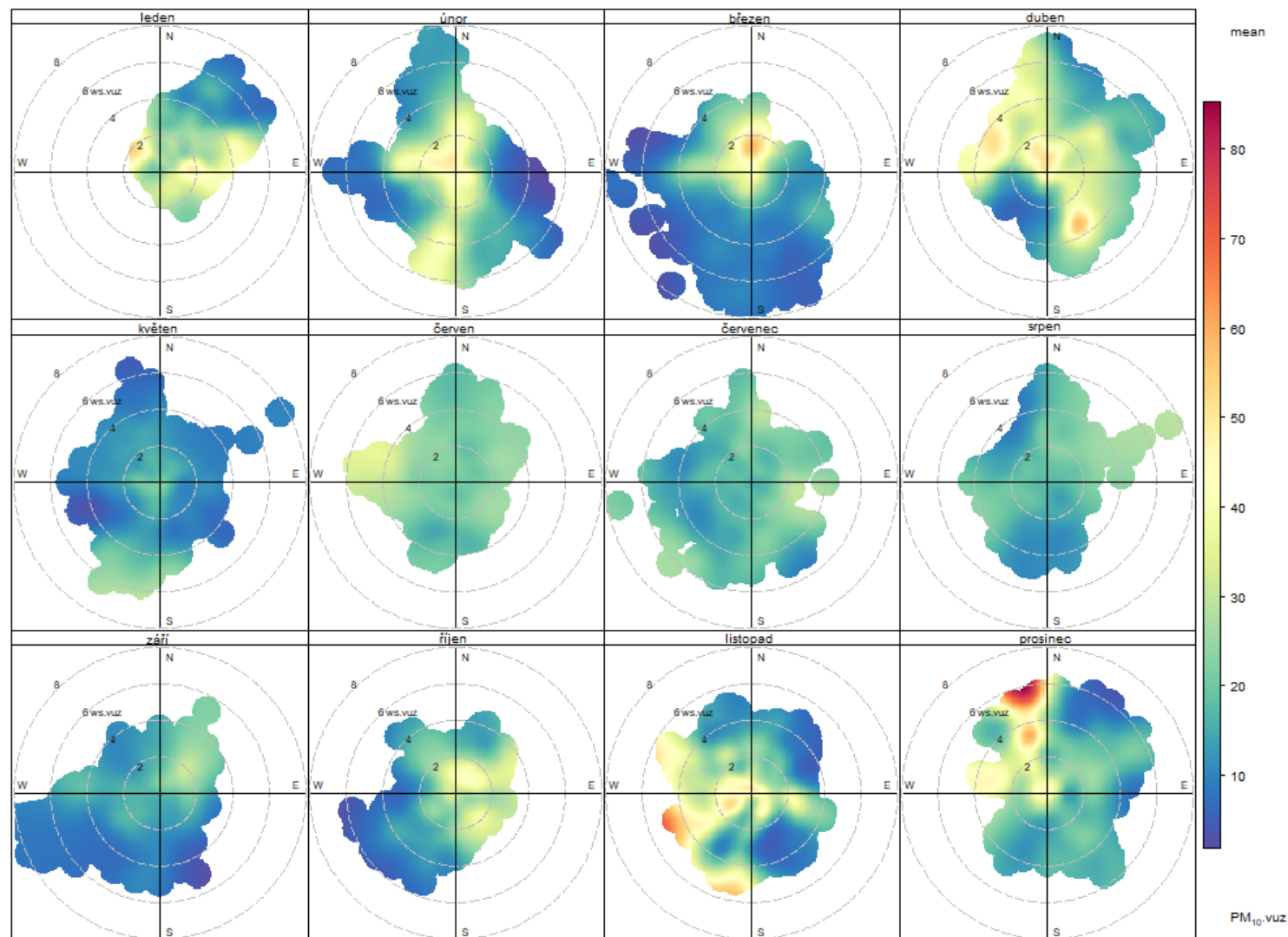
Verifikace: AIR BORDER



Koncentrace PM_{10} - vůz

Verifikace:

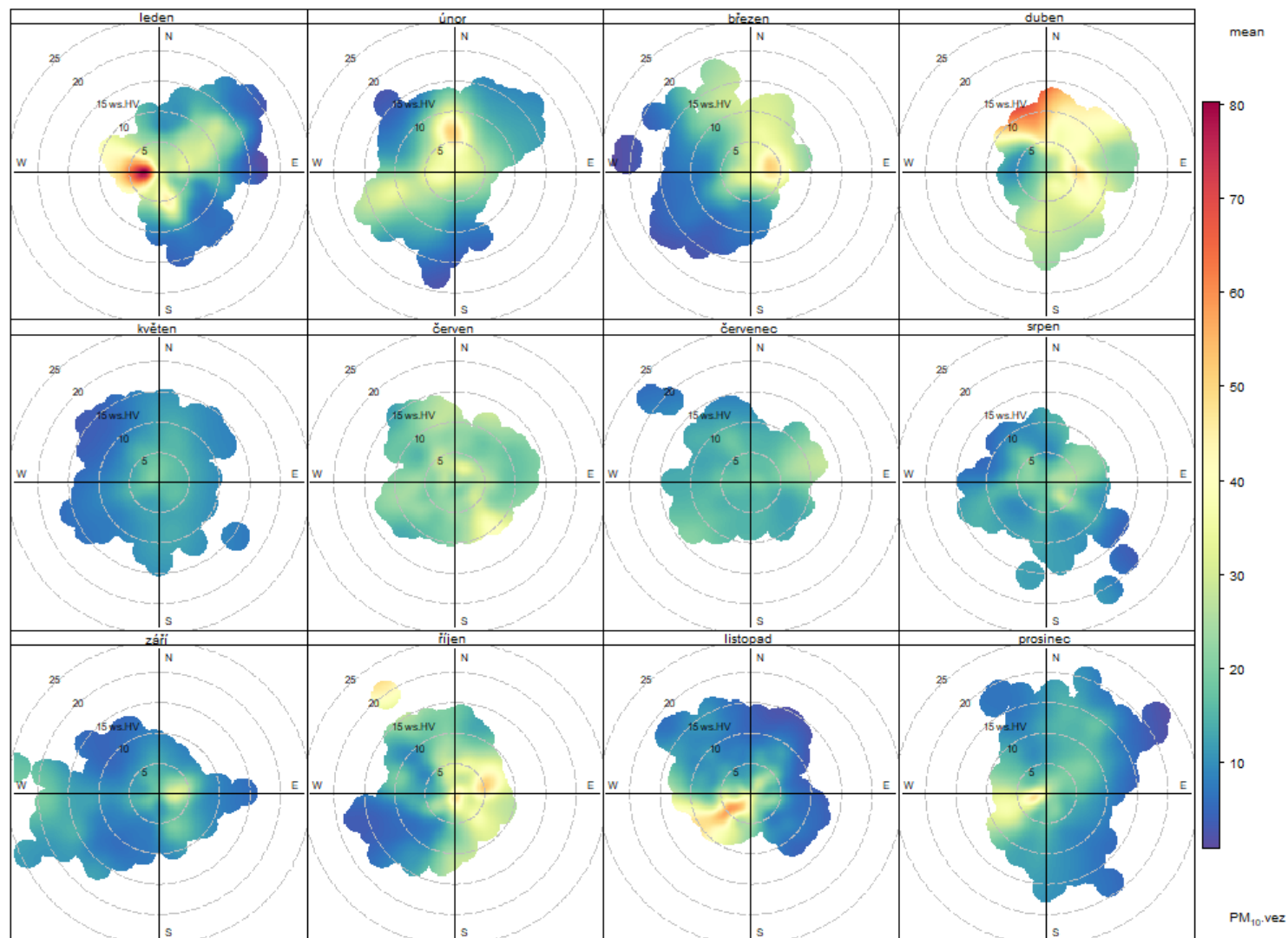
AIR BORDER



Verifikace:

AIR BORDER

Koncentrace PM_{10} - věž



Verifikace:

AIR BORDER

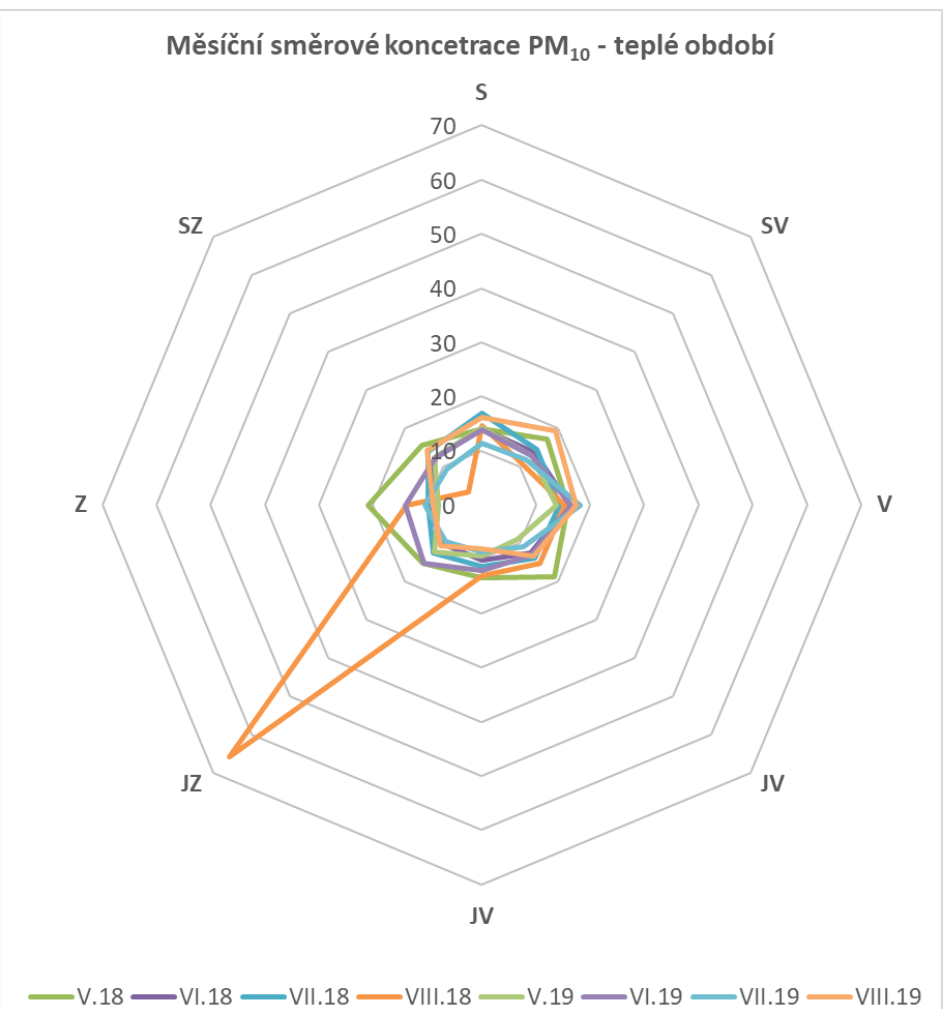
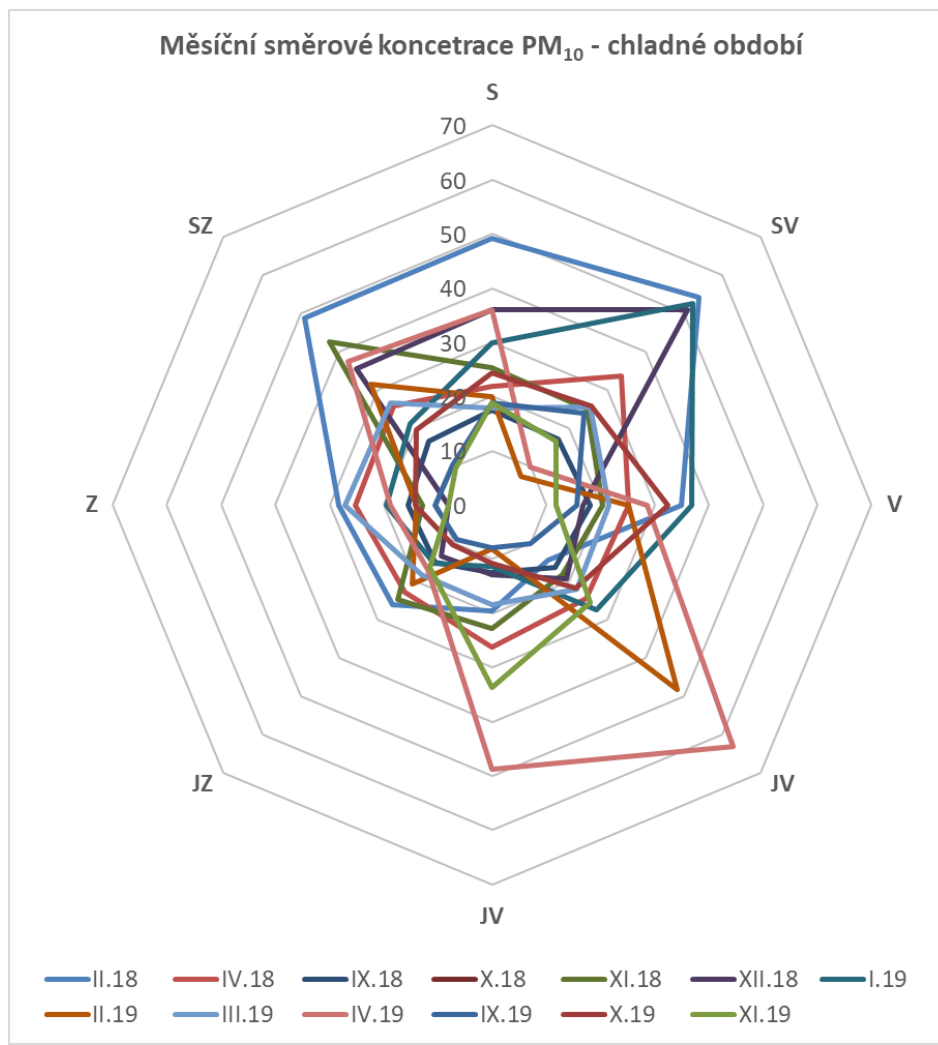
Analýzy a vyhodnocení odběrů na věži



Verifikace:

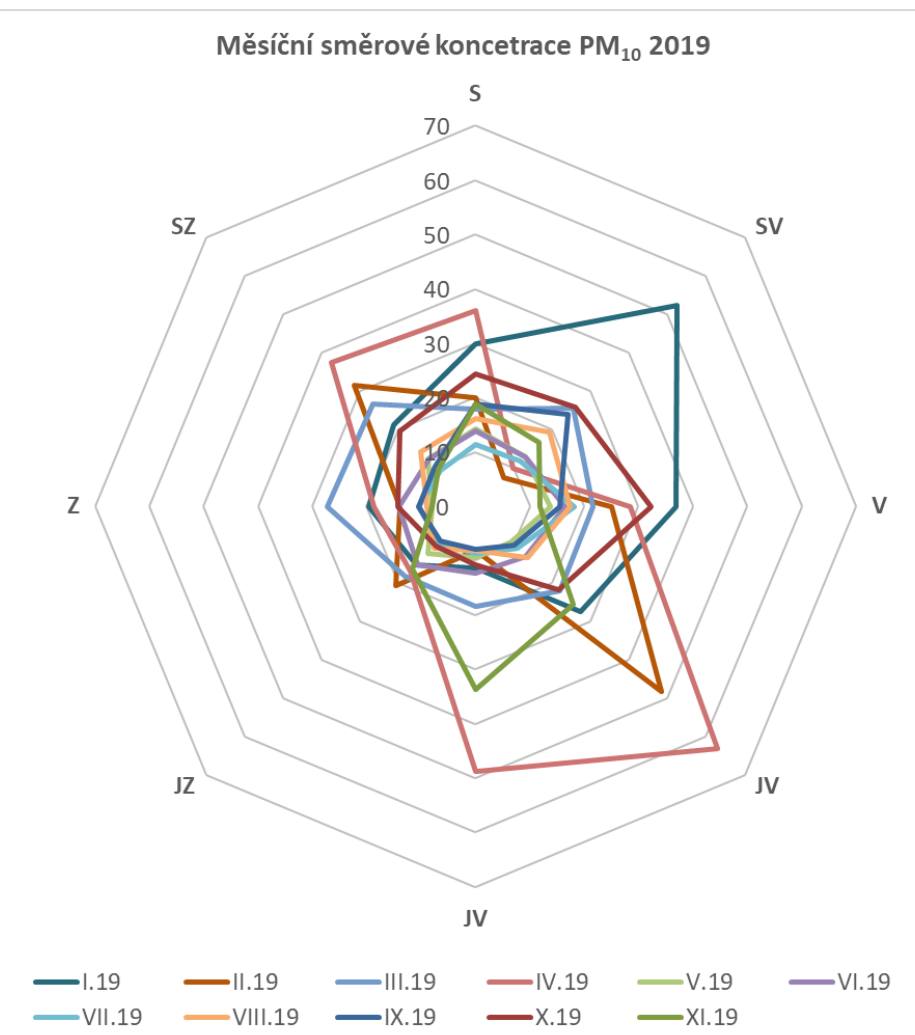
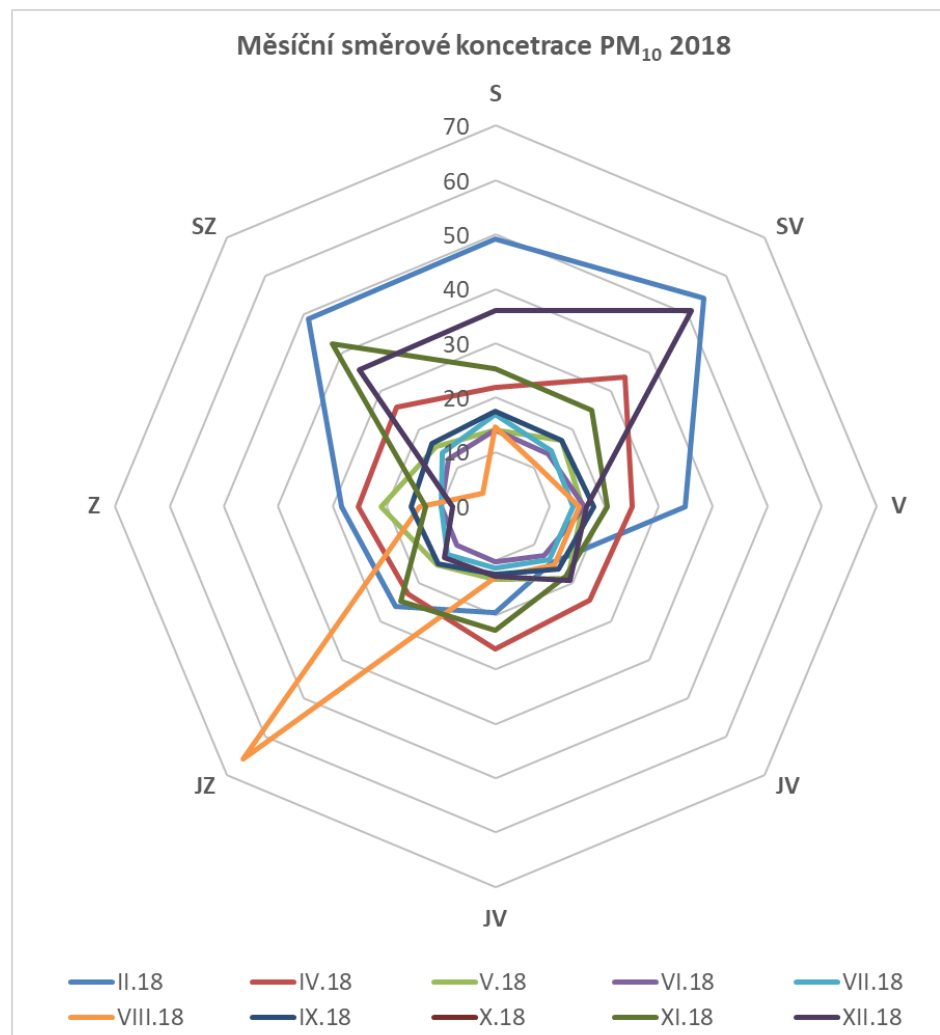
AIR BORDER

Měsíční směrové koncentrace



Verifikace:

AIR BORDER



Verifikace: JINR Dubna



Analýzy odebraných vzorků filtrů ze směrového odběru pomocí instrumentální neutronové aktivační analýzy (NAA), Spojený ústav jaderných výzkumů, Dubna, Rusko

Verifikace: JINR Dubna

NAA založena na přeměně stabilních atomů analyzované látky v nestabilní izotopy po interakci s neutrony produkoványými v reaktoru; rozpad nestabilních nuklidů doprovázen vyzářením charakteristického γ -záření, které lze měřit a z jeho množství určit zastoupení původního mateřského prvku.

Al, As, Au, Ba, Br, Ca, Ce, Cl, Co, Cr, Cs, Dy, Eu, Fe, Hf, I, La, Mg, Mn, Na, Nd, Ni, Rb, Sb, Sc, Se, Sm, Ta, Tb, Ti, Th, V, (W), Yb, Zn

Zanalyzováno 135 filtrů (z toho 12 blanků)

2/2018 – 3/2019

Verifikace:

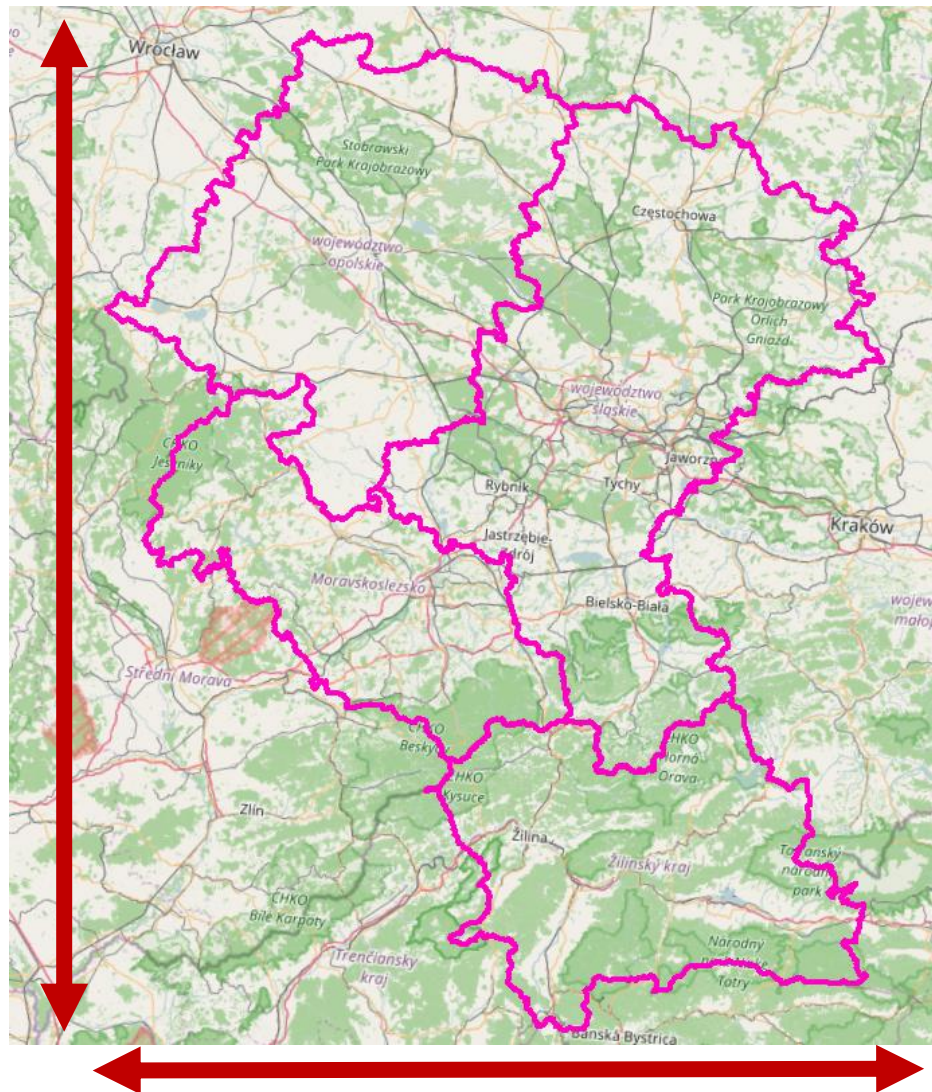
AIR BORDER

- Směrové charakteristiky znečištění PM se liší u země a na věži
- Měřením na věži je možno eliminovat vliv blízkých lokálních vlivů (zejména doprava a stavební činnost)
- Výrazné směrově vyhraněné pásy koncentrací v netopné sezóně na věži ukazují vlivy velkých průmyslových zdrojů
- Multiprvková analýza pomocí NAA prokázala směrovou závislost koncentrací některých prvků v odebraném prachu.
- **Více metod (navážky filtrů ze směrově závislého vzorkovače i kontinuální měření na věži) ukazuje na převažující vliv polských zdrojů v poměru cca 55/45% na věži. Přitom modelování ukazuje při zemi podobnou převahu českých zdrojů.**
- Výsledky jsou publikovány v odborném časopise Atmosphere a v souhrnné monografii
- Kontinuální měření bude pokračovat. Vzorkování v případě získání dalších prostředků.

Realizace:

3. Třetí

220 km



34 000 km²
7 550 000 obyvatel
HDP ~100 mld. EUR/rok

ZL:

- PM₁₀
- PM_{2.5}
- NO₂
- B(a)P

Roky:

- 2006
- 2010
- 2015
- projekce 2020-2040

Průmyslové zdroje 1/3

Zdroje dat:

- PL – KOBIZE
- CZ – ČHMÚ
- SK – SHMÚ

	2006	2010	2015
PL	4770	11629	23335
CZ	5445	7021	9029
SK	2099	2099	2099

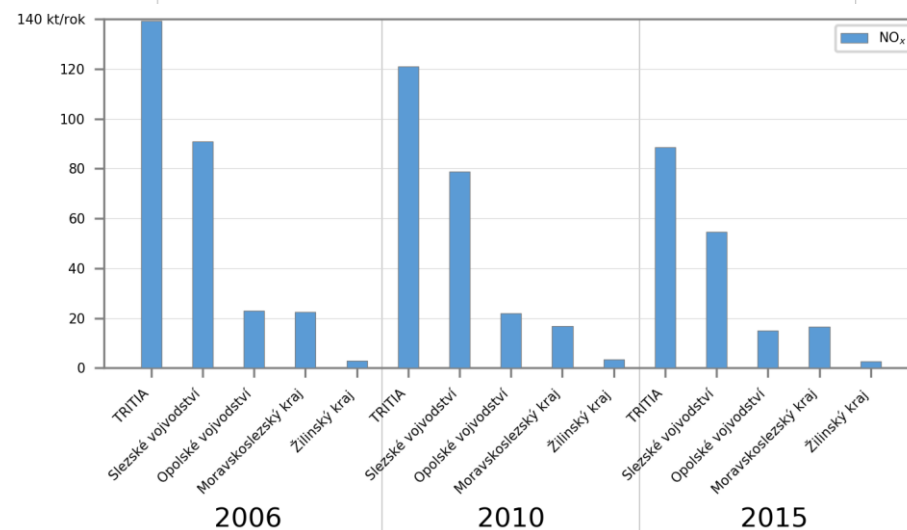
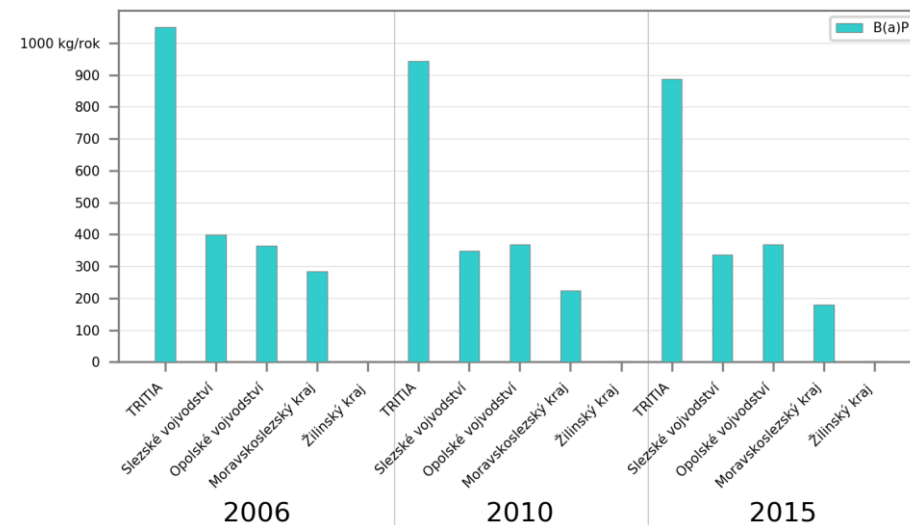
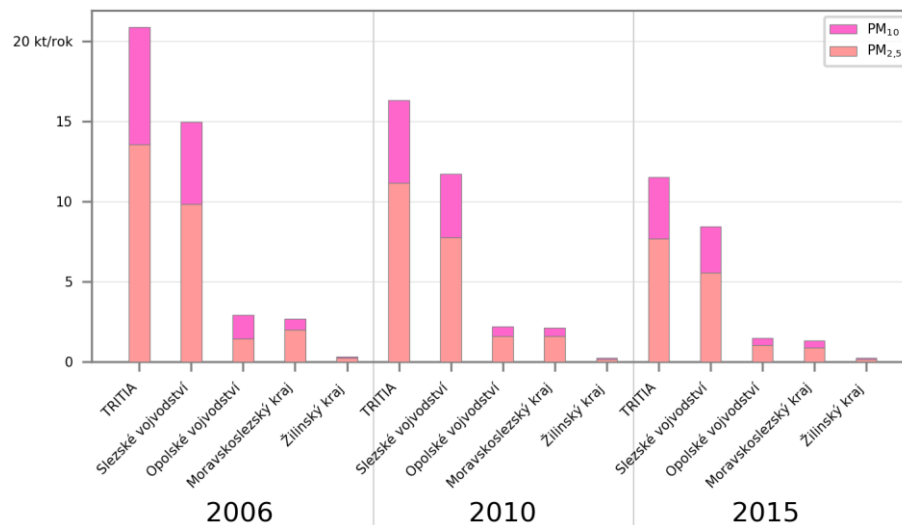
Průmyslové zdroje 2/3

Chyby v datech:

- Chybějící souřadnice
- Chybné souřadnice
- Chybná jednotka emisí nebo parametru zdroje
- Špatně určené emise



Průmyslové zdroje 3/3



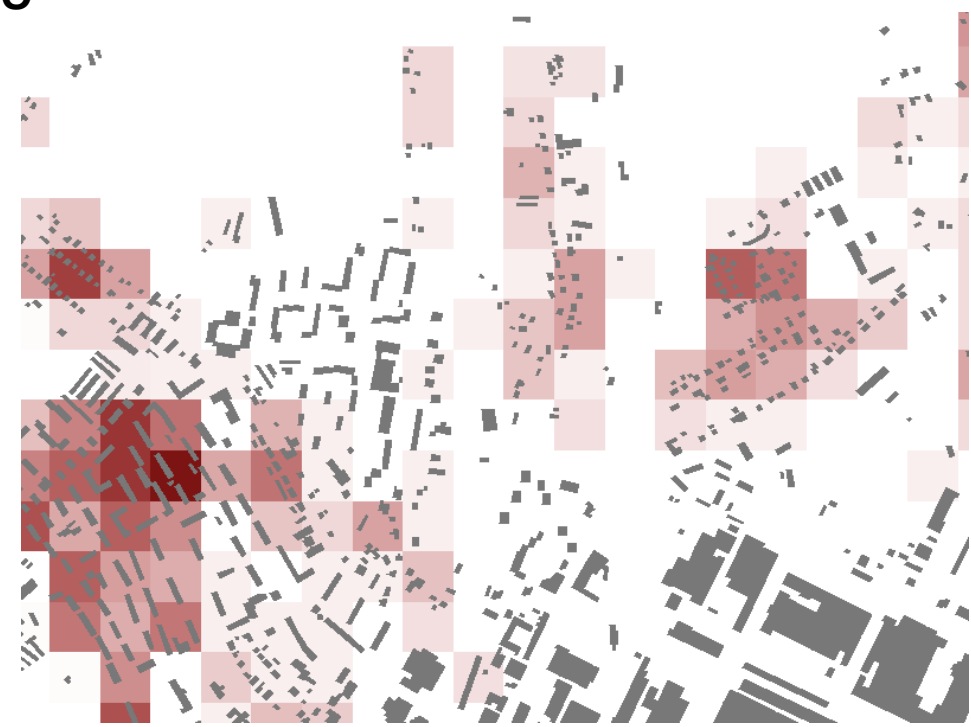
Lokální topeniště 1/2

Zdroje dat:

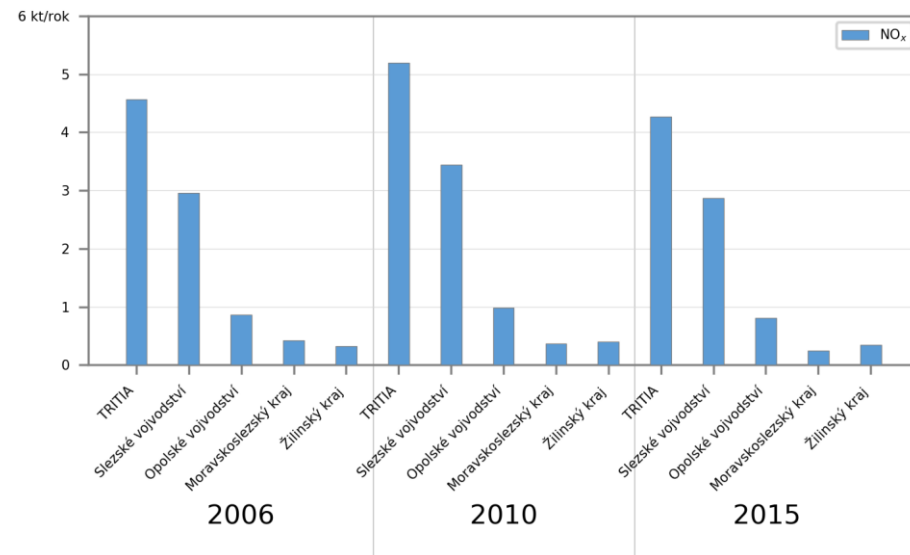
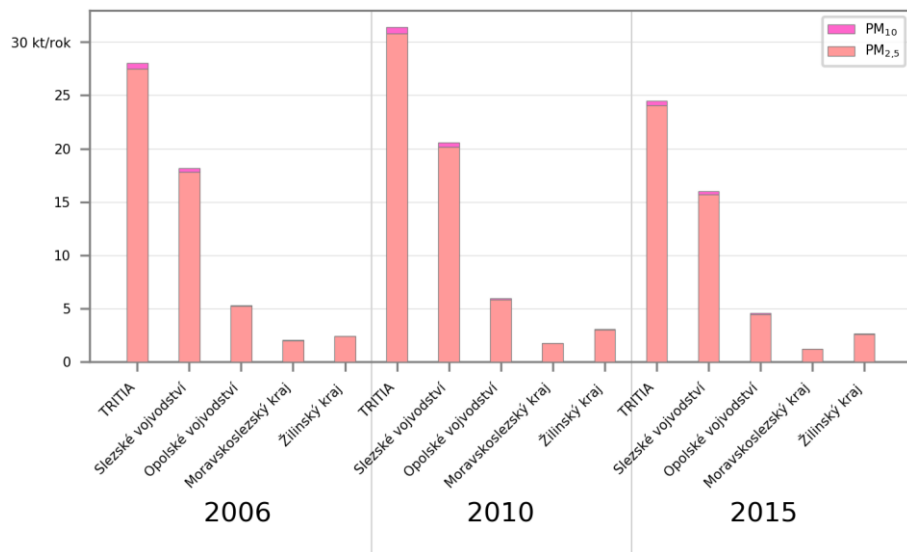
- Sčítání lidí, domů a bytů 2001 (2002) a 2011
- Adresní body, Budovy
- Metodika ČHMÚ pro výpočet emisí
- Emisní faktory podle měření VEC VŠB-TUO

Postup výpočtu:

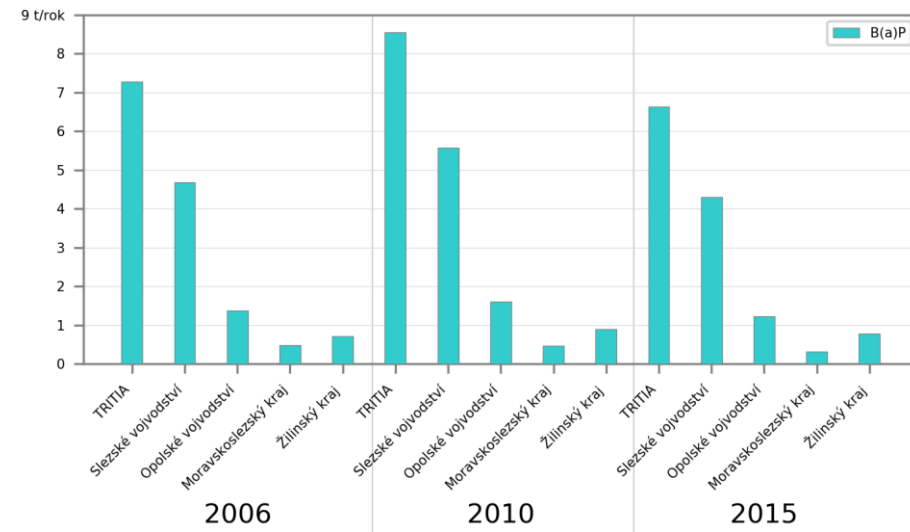
- Výběr budov, kde se topí
- Výpočet emisí
- Rozpočítání emisí na jednotlivé budovy
- Agregace dat do emisních čtverců



Lokální topeniště 2/2



	PL	CZ	SK
Topící domácnosti	1 652 199	201 147	157 846
Počet plošných zdrojů	403 451	60 295	34 641

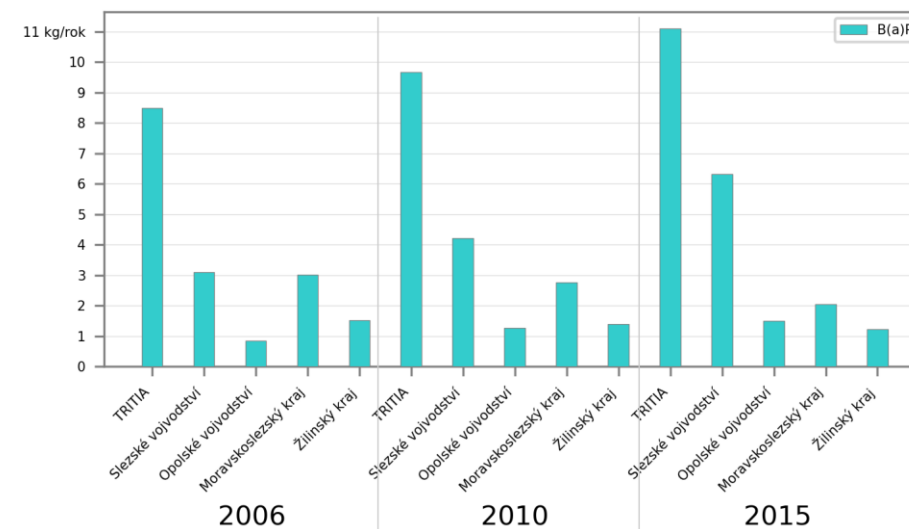
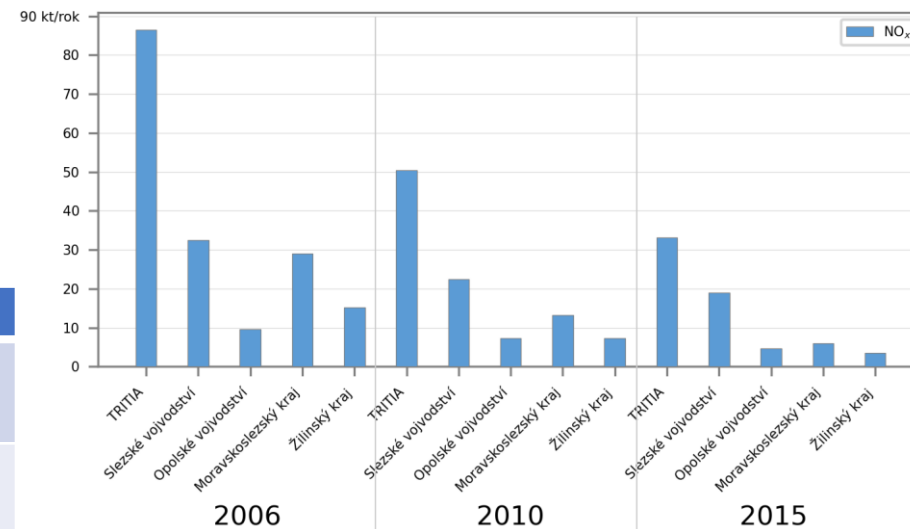
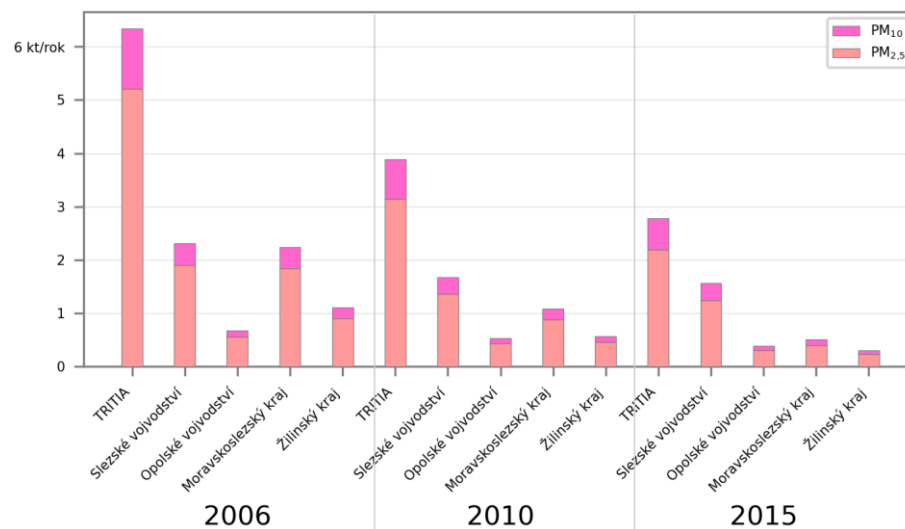


Automobilová doprava

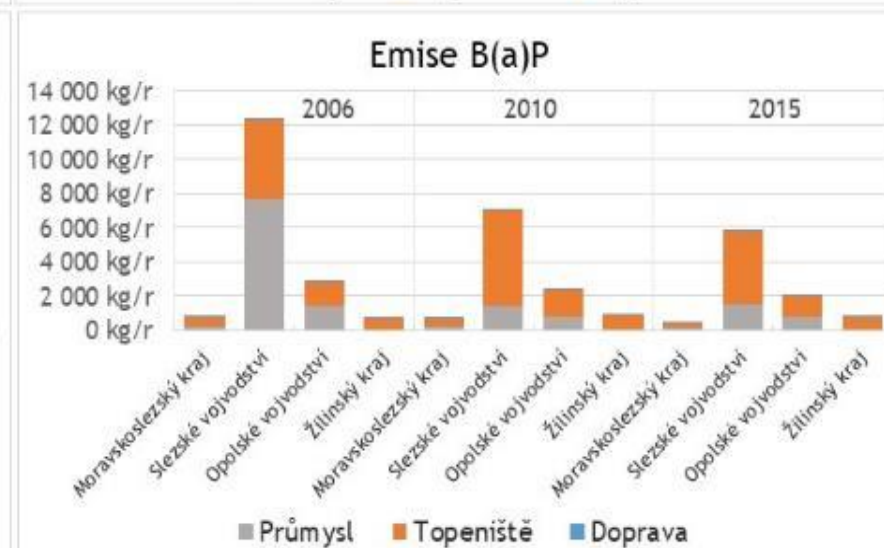
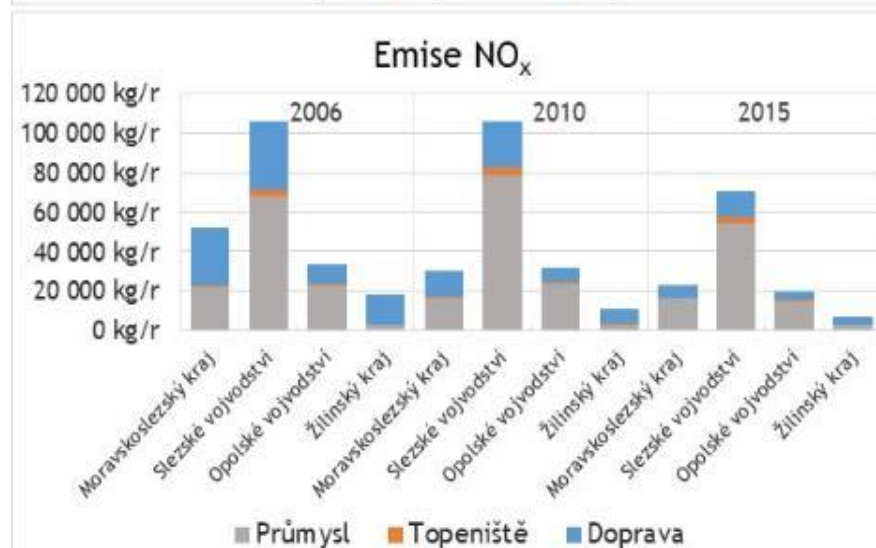
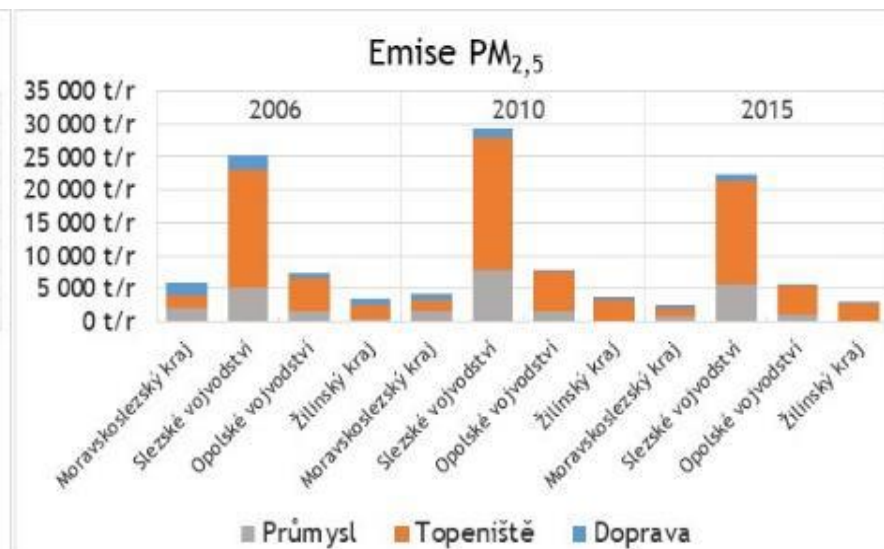
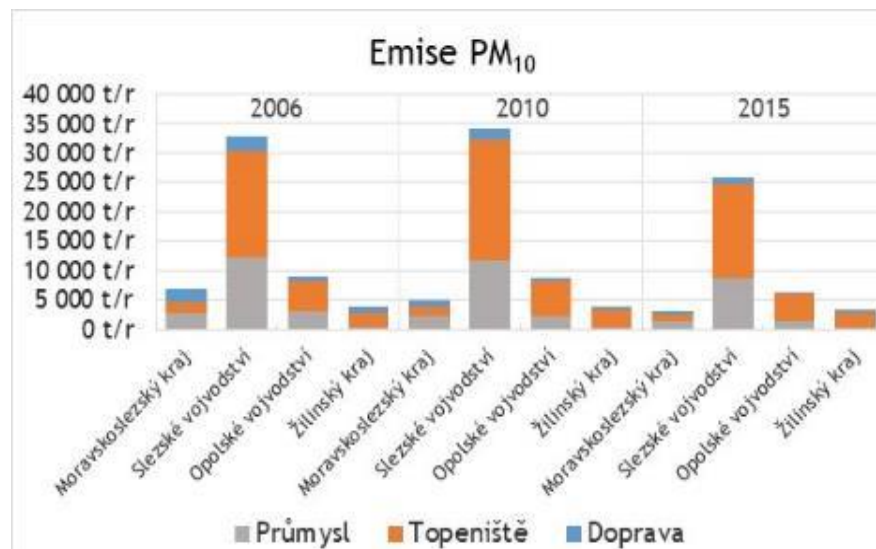
Zdroje dat:

- Dopravní model Žilinské univerzity
- Emisní faktory podle MEFA

	PL	CZ	SK
délka silnic [km]	6 173	2 523	1 555
počet zdrojů	131 759	55 724	33 586



Emisní balance

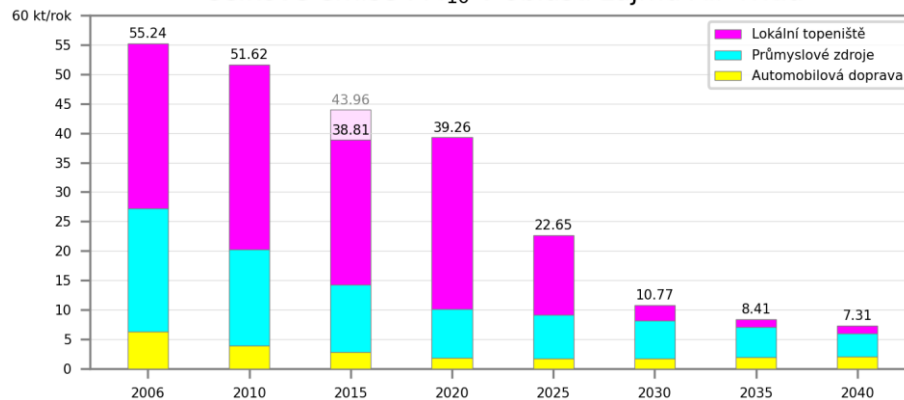


Scénáře budoucího vývoje 1/2

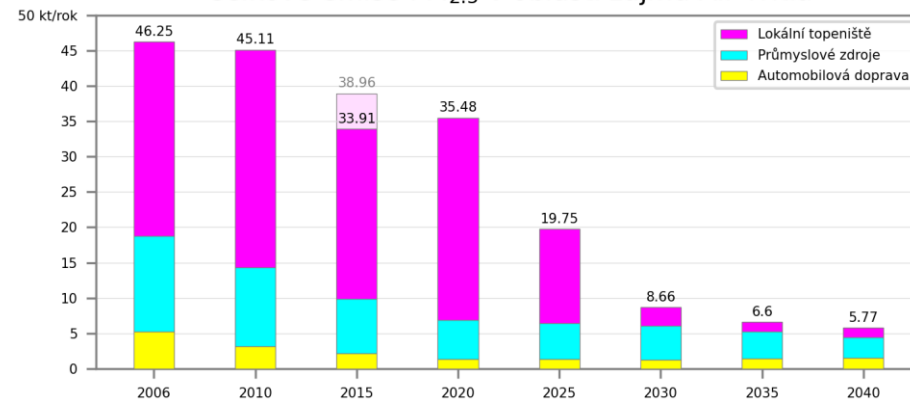
Rok	Průmysl	Lok. topeniště	Doprava
2020	Projekce podle emisních bilancí	Výměna 1/3 kotlů v CZ	Dopravní model
2025	Průměr mezi 2020 a 2025	Výměna 4/5 (CZ,PL), 1/3 (SK) kotlů	Dopravní model
2030	Vše podle současných BAT	Výměna všech (CZ,PL), 2/3 (SK) kotlů	Dopravní model
2035	BAT -20%	Výměna všech kotlů	Dopravní model
2040	BAT -40%	Výměna všech kotlů	Dopravní model

Scénáře budoucího vývoje 2/2

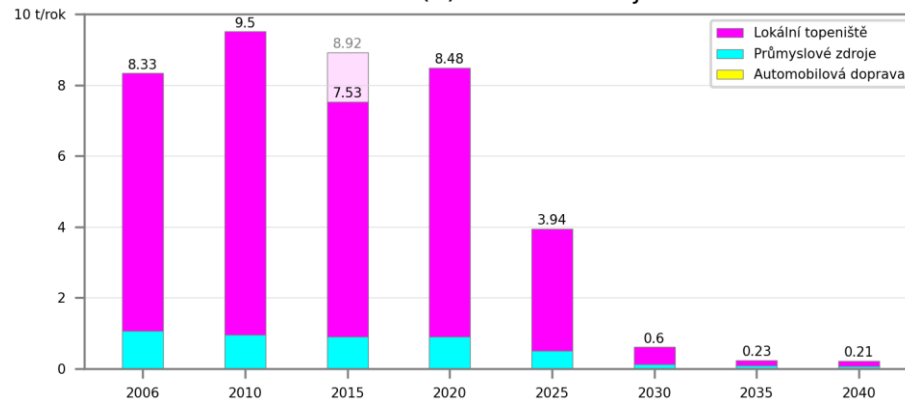
Celkové emise PM₁₀ v oblasti zájmu Air Tritia



Celkové emise PM_{2.5} v oblasti zájmu Air Tritia

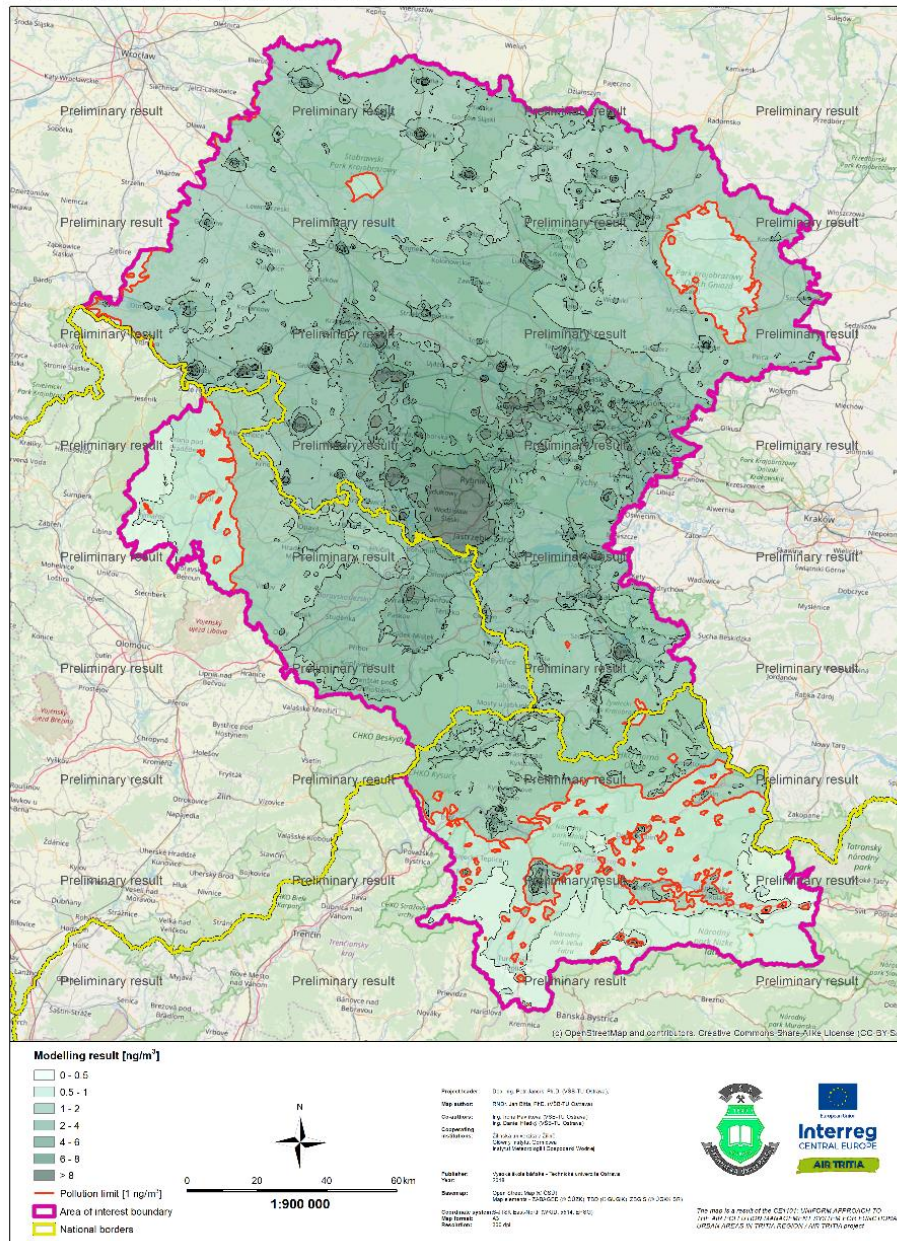


Celkové emise B(a)P v oblasti zájmu Air Tritia



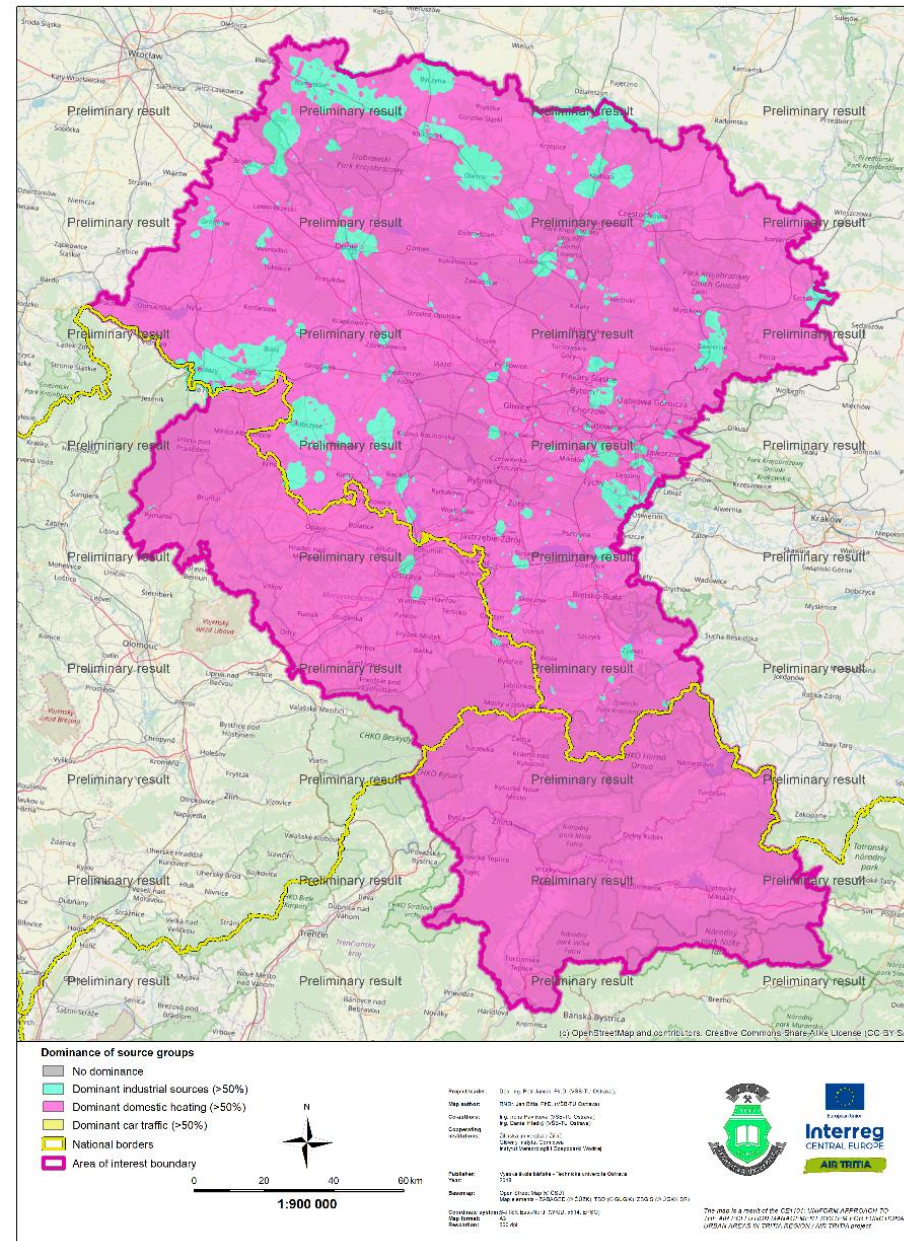
AVERAGE ANNUAL CONCENTRATION OF B(A)P IN THE AREA OF INTEREST

Total concentration, model SYMOS'97 with correction by pollution monitoring, year 2015



DOMINANCE BY SOURCE GROUPS FOR B(A)P IN THE AREA OF INTEREST

Model SYMOS'97, annual concentration, year 2015



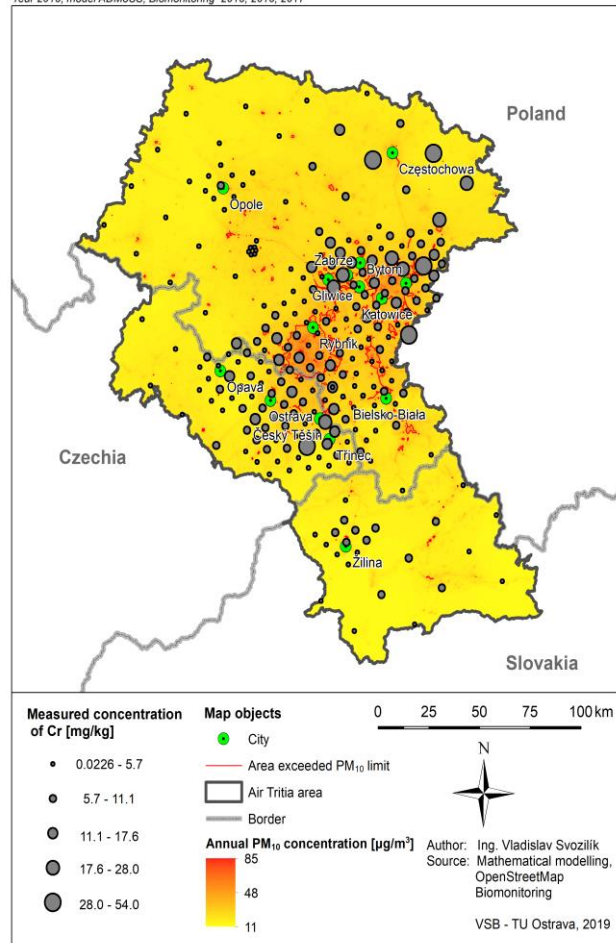
Realizace:

3. Tritia

Verifikace: Moss Bio Monitoring JINR

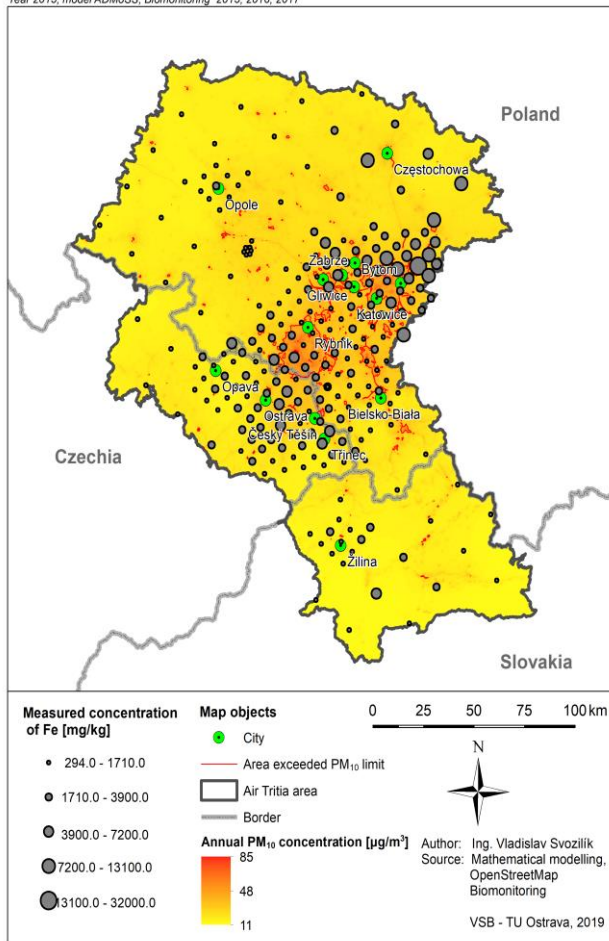
CONCENTRATION DETERMINED IN MOSS BY INAA

Year 2015, model ADMoSS, Biomonitoring 2015, 2016, 2017



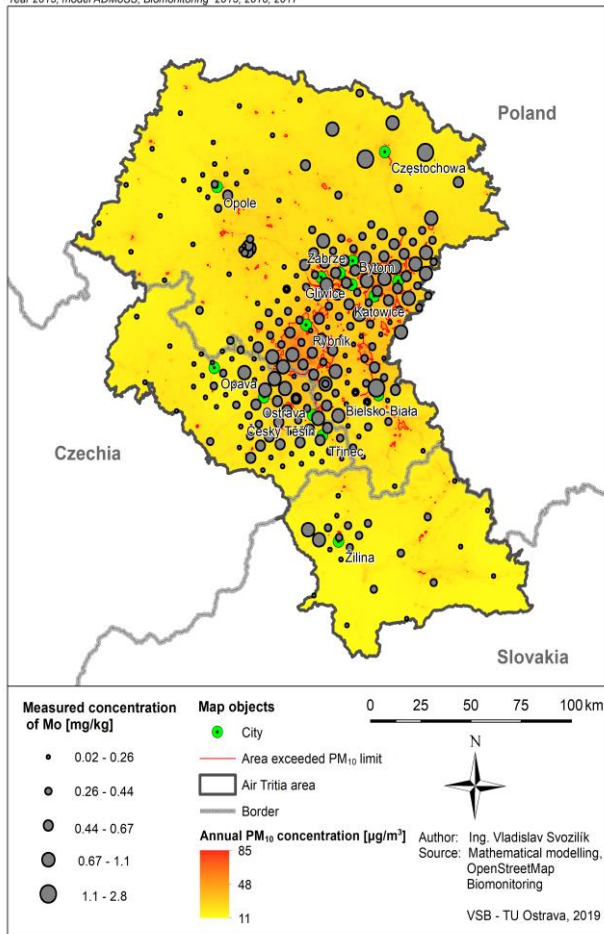
CONCENTRATION DETERMINED IN MOSS BY INAA

Year 2015, model ADMoSS, Biomonitoring 2015, 2016, 2017



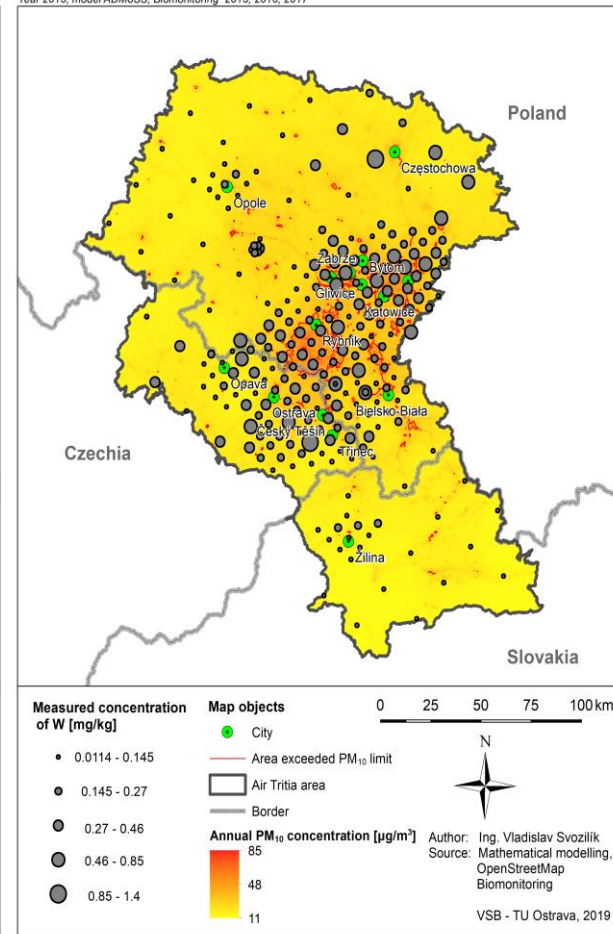
CONCENTRATION DETERMINED IN MOSS BY INAA

Year 2015, model ADMoSS, Biomonitoring 2015, 2016, 2017



CONCENTRATION DETERMINED IN MOSS BY INAA

Year 2015, model ADMoSS, Biomonitoring 2015, 2016, 2017



Realizace:

4. AQMS, SŘKO

<https://aqms.vsb.cz/>

<https://labgis.vsb.cz/olomouc/Project/olomouc>

Děkuji za pozornost

doc. Ing. **Petr Jančík**, Ph.D.

+420 603511547

petr.jancik@vsb.cz

labgis.vsb.cz