Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava
Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství
Katedra ochrany životního prostředí v průmyslu

Optimization of air pollution dispersion and deposition models

[1]RNDr. Jan Bitta, Ph.D.
[1,2]Ing.Vladislav Svozilík

[1]VSB - Technical University of Ostrava, Ostrava, Czech Republic

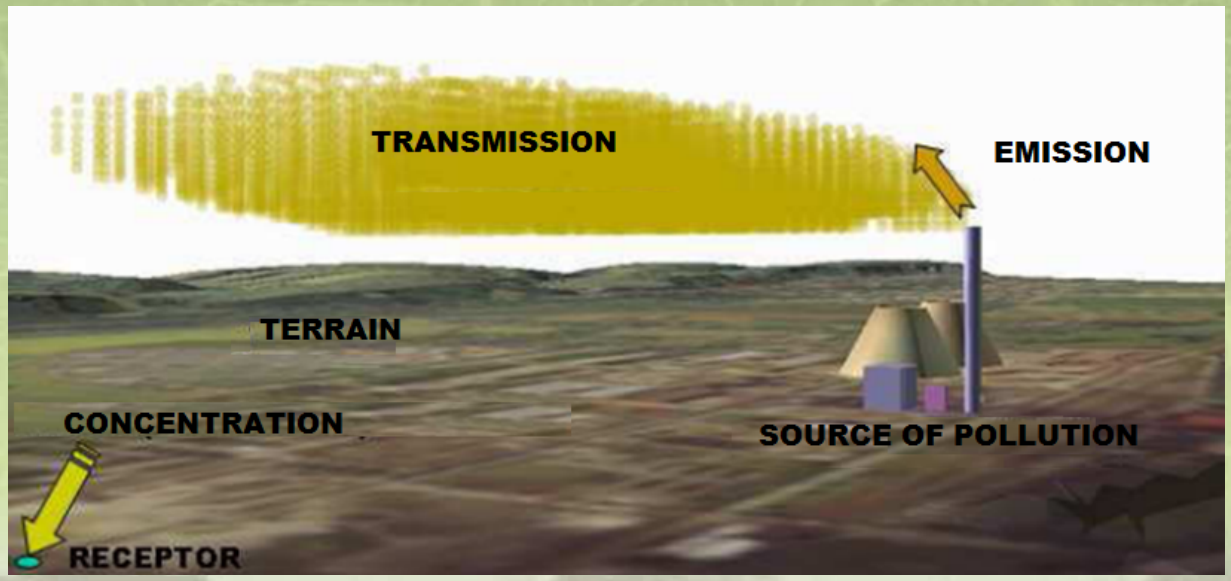
[2] The Laboratory of Information Technologies (LIT) *JINR*

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava
Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství
Katedra ochrany životního prostředí v průmyslu

Model SYMOS'97

Gaussian plume model

- *Dispersion via convection and turbulent diffusion*
- *Source – receptor calculation*
- *Influence of terrain*
- *Standardized meteorological conditions*
- *Calculates pollution dispersion or deposition*



Problem with modelling

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

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

Sutton's formula

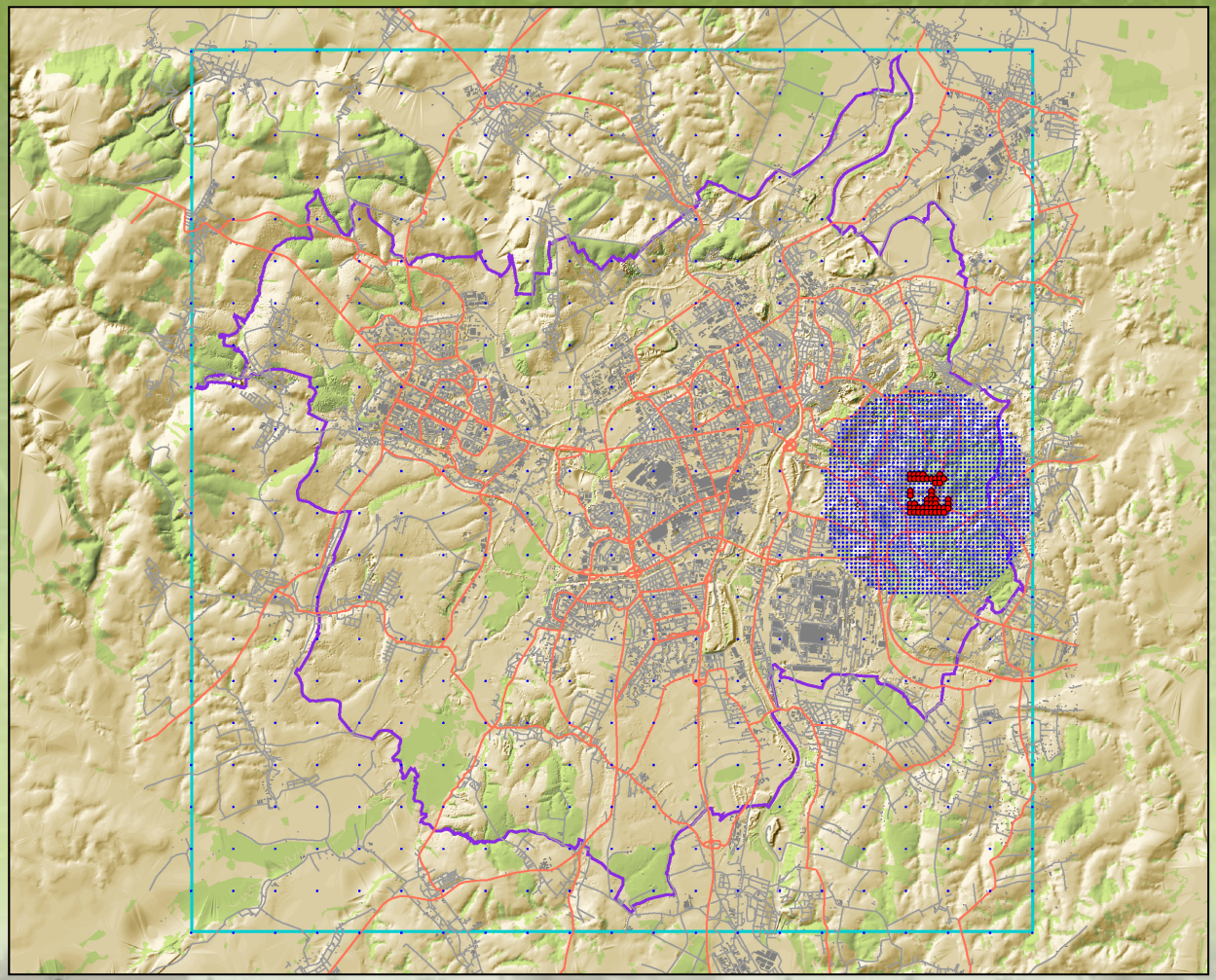
Sources x receptors x met.conditions x wind direction

~10^3 - 10^5 ***~10^4 - 10^6*** ***11*** ***360***

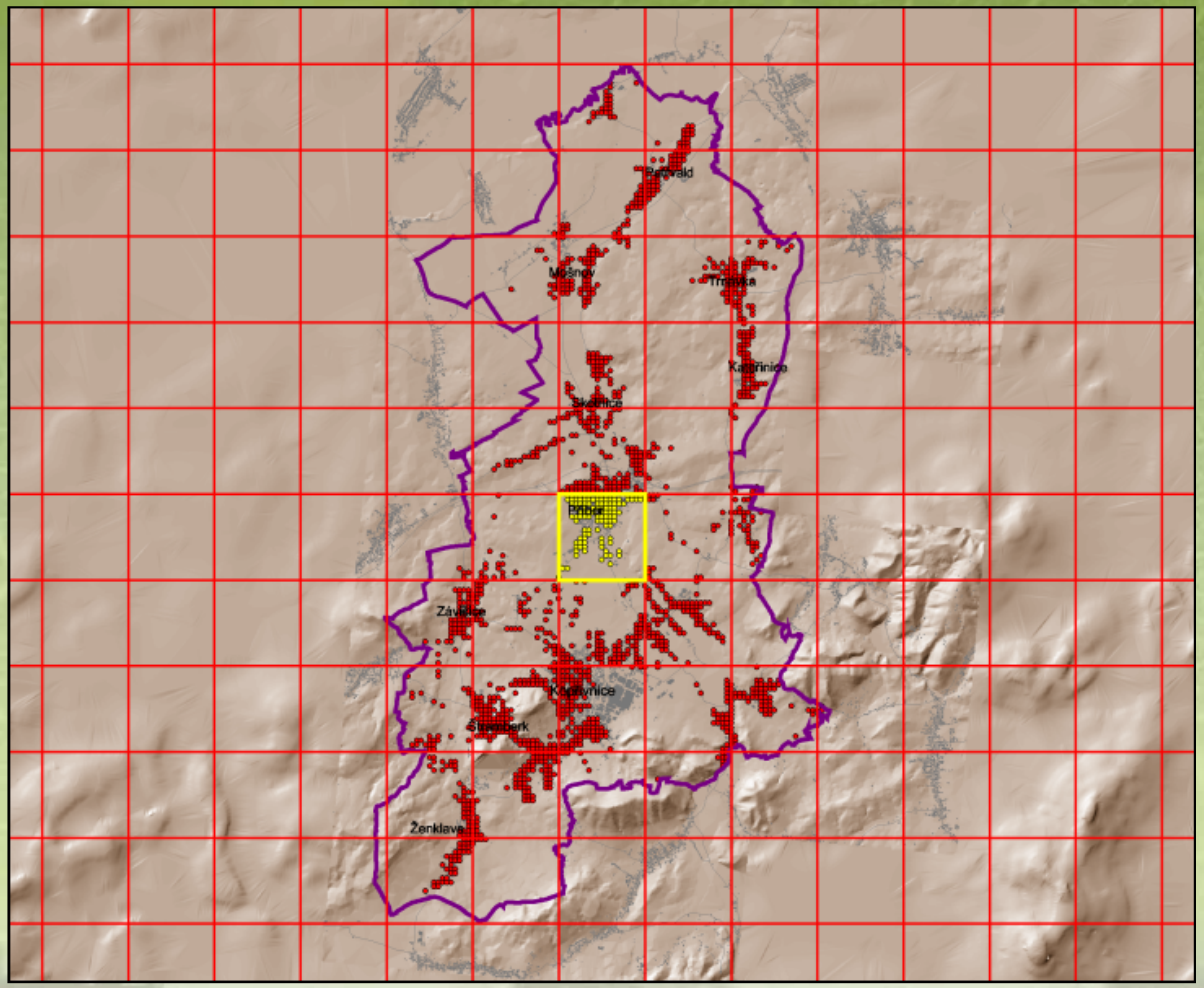
Sutton's formula must be evaluated ~10^{10} – 10^{14} times

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava
Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství
Katedra ochrany životního prostředí v průmyslu

History - Progressive receptor mesh

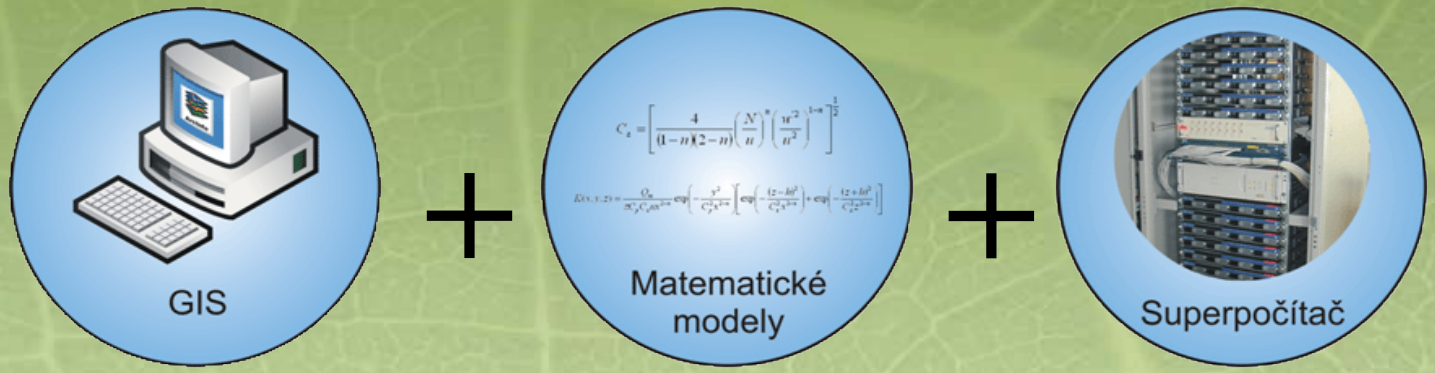


History – Split to tiles



Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava
Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství
Katedra ochrany životního prostředí v průmyslu

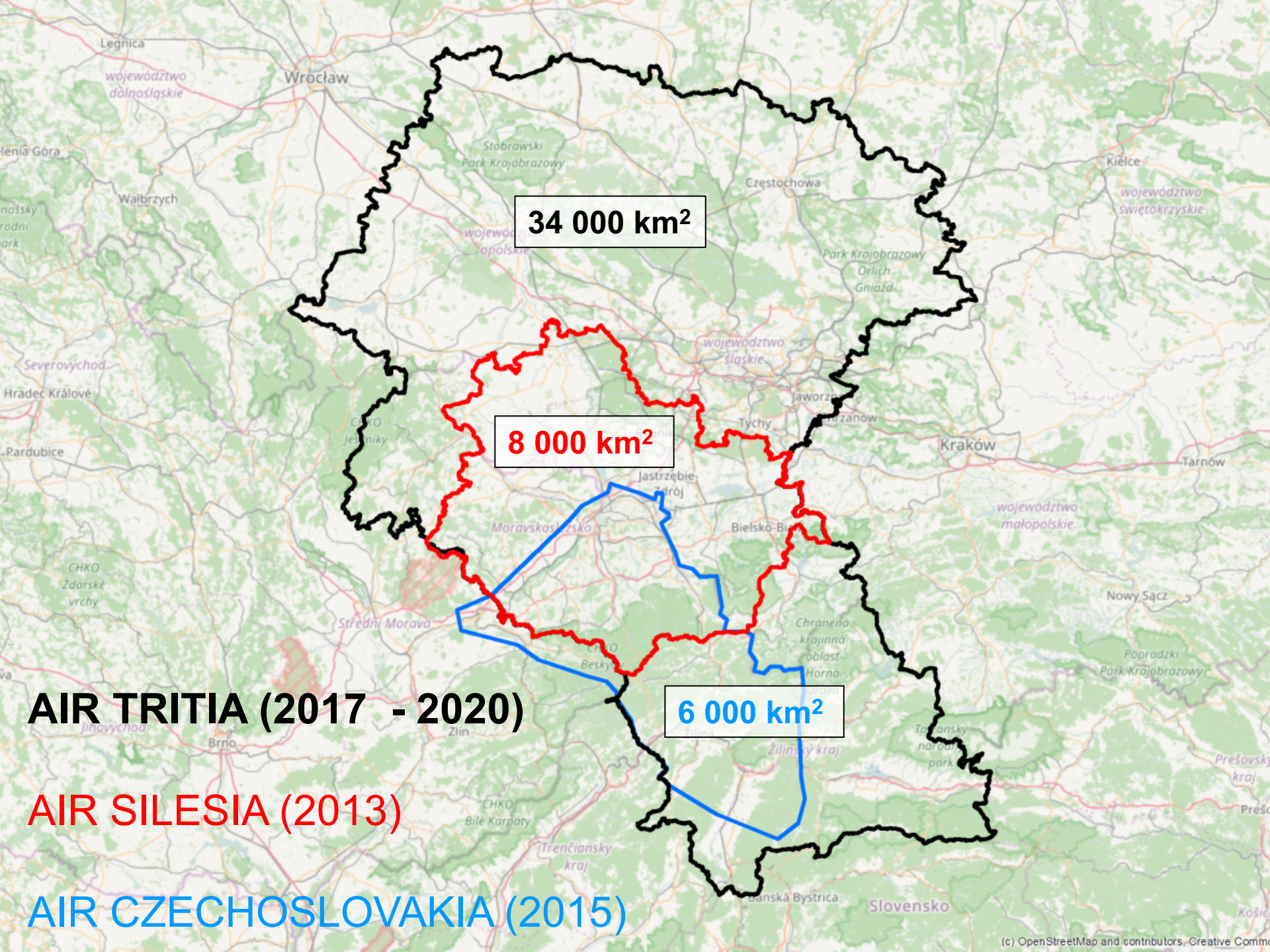
ADMoSS 1.0



~10^3 – 10^4x faster calculation

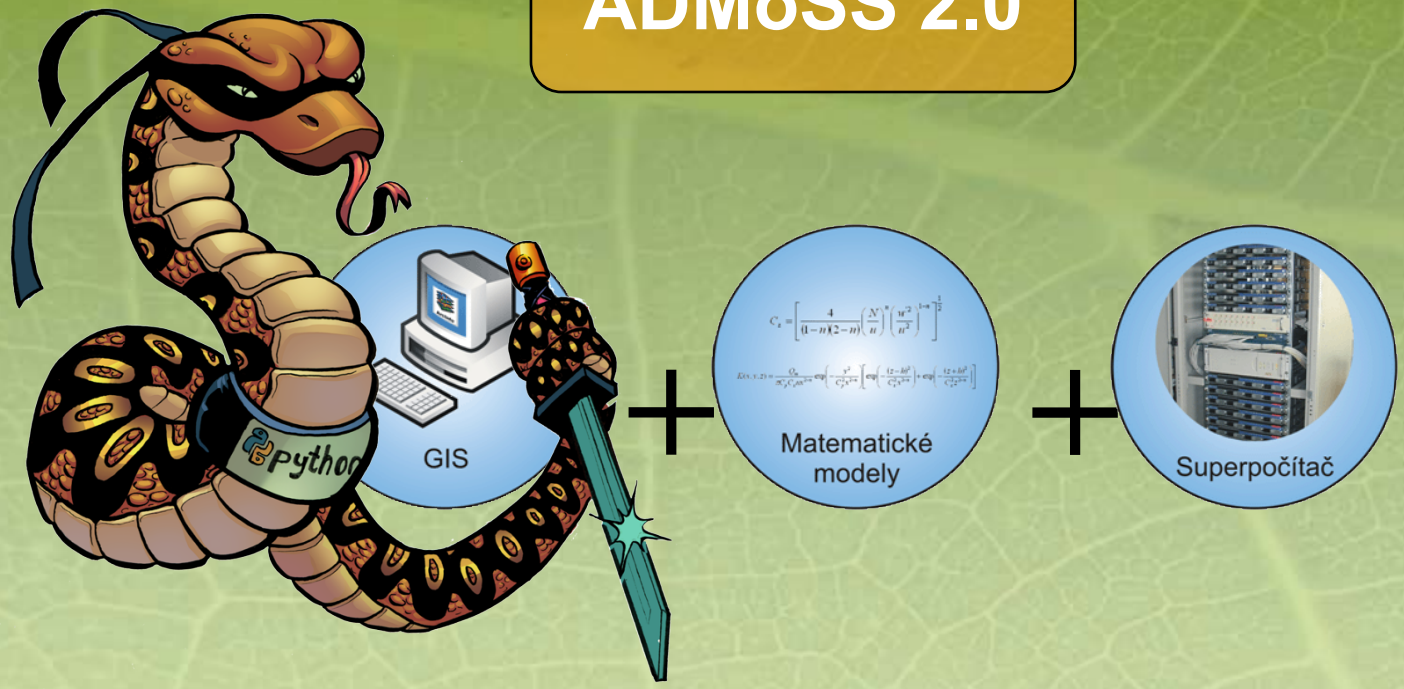
Allows to model much larger areas with high resolution

Automatic process, repeatable calculations


34 000 km²
8 000 km²
6 000 km²
AIR TRITIA (2017 - 2020)
AIR SILESIA (2013)
AIR CZECHOSLOVAKIA (2015)
Legnica
województwo dolnośląskie
Wrocław
Stobrawski Park Krajobrazowy
Kielce
województwo świętokrzyskie
Częstochowa
Wałbrzych
województwo opolskie
Park Krajobrazowy Orlich Gniazd
województwo śląskie
Severovýchod
Hradec Králové
Pardubice
Tychy
Kraków
Tarnów
Jastrzębie-Zdrój
Bielsko-Biała
województwo małopolskie
Moravskoslezsko
CHKO Ždárské vrchy
Nowy Sącz
Střední Morava
Chránená krajinná oblasť Horná
Popradzki Park Krajobrazowy
Zlín
Brno
Žilinský kraj
Prešovský kraj
CHKO Bílé Karpaty
Trenčiansky kraj
Banská Bystrica
Slovensko
(c) OpenStreetMap and contributors, Creative Commo

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava
Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství
Katedra ochrany životního prostředí v průmyslu

ADMoSS 2.0

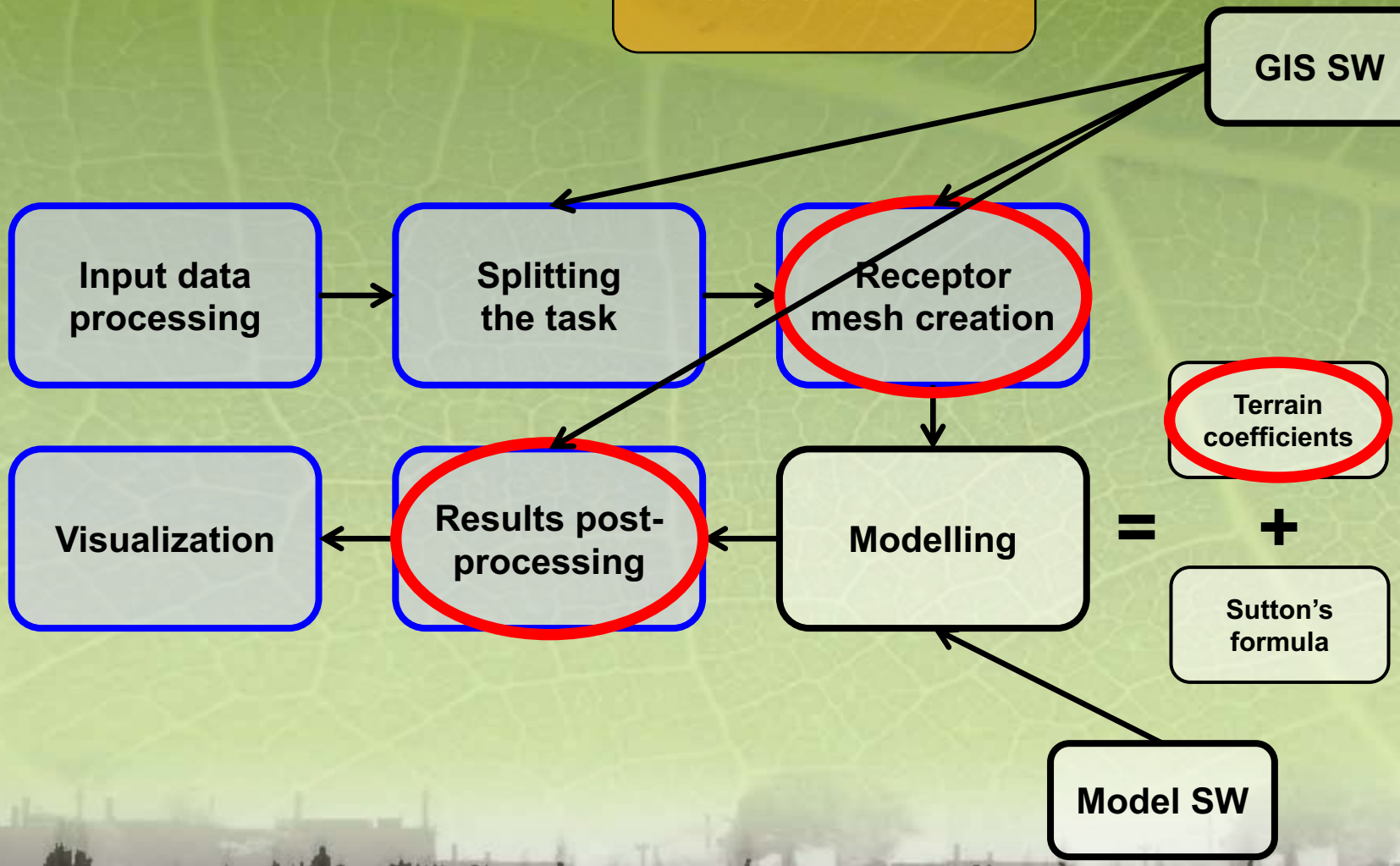


~10^2 - 10^3 faster modelling than current ADMoSS 1.0

Platform independent

Licensed software independent

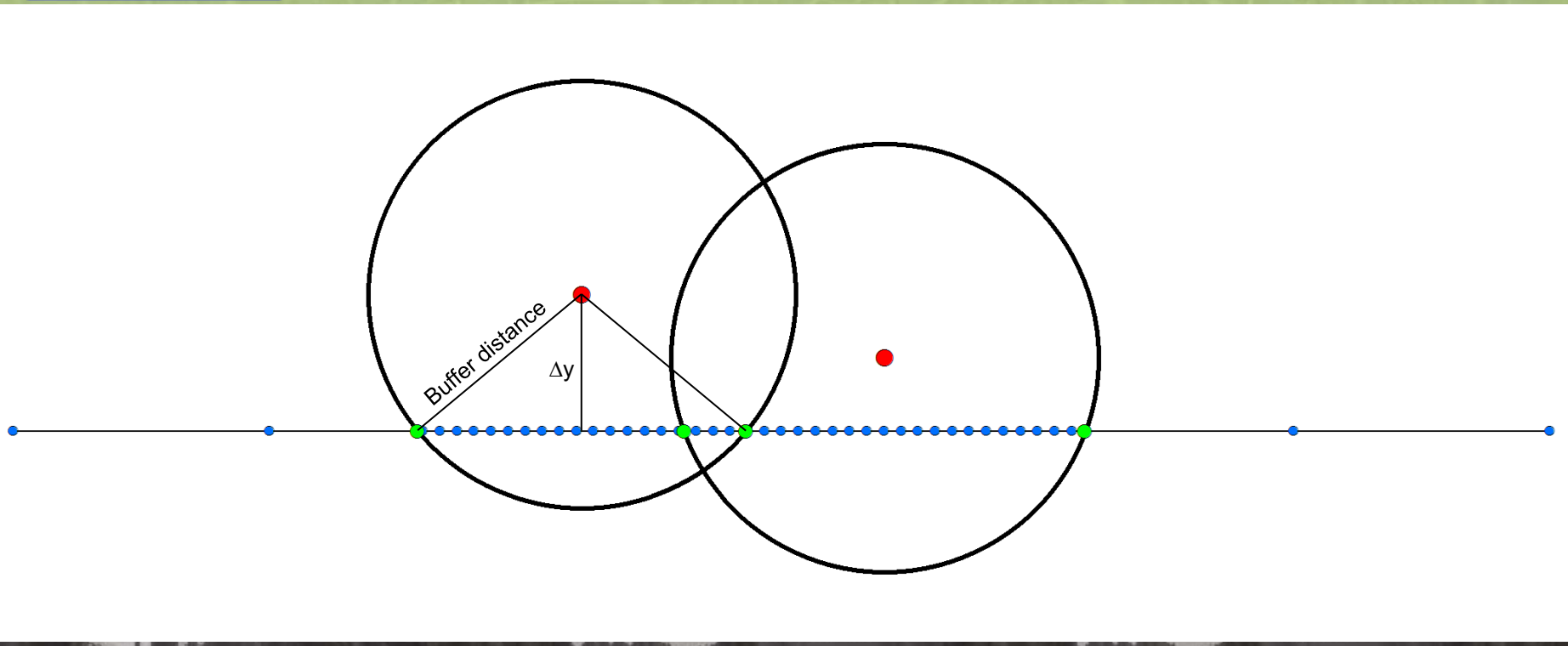
Bottlenecks



Bottlenecks removed

Receptor mesh creation

- *no GIS needed*
- *calculated on cluster*



Bottlenecks removed

Modelling = **Terrain coefficients** + **Sutton's formula**

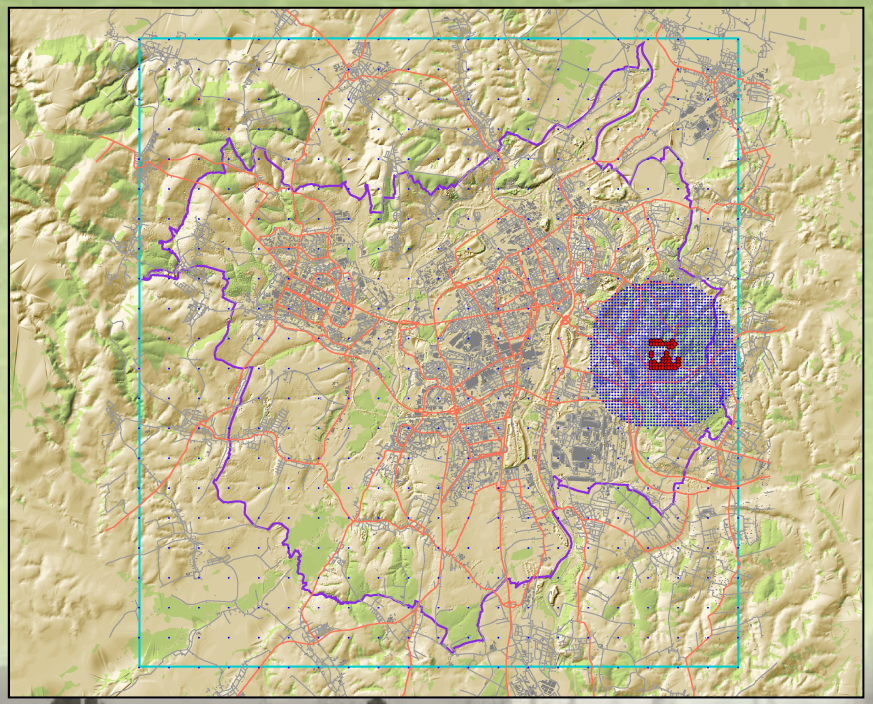
- *NO PROPRIETARY SW*
- *Implemented in Python*
- *Numpy package*
- *Pandas package*
- *Multiprocessing package*

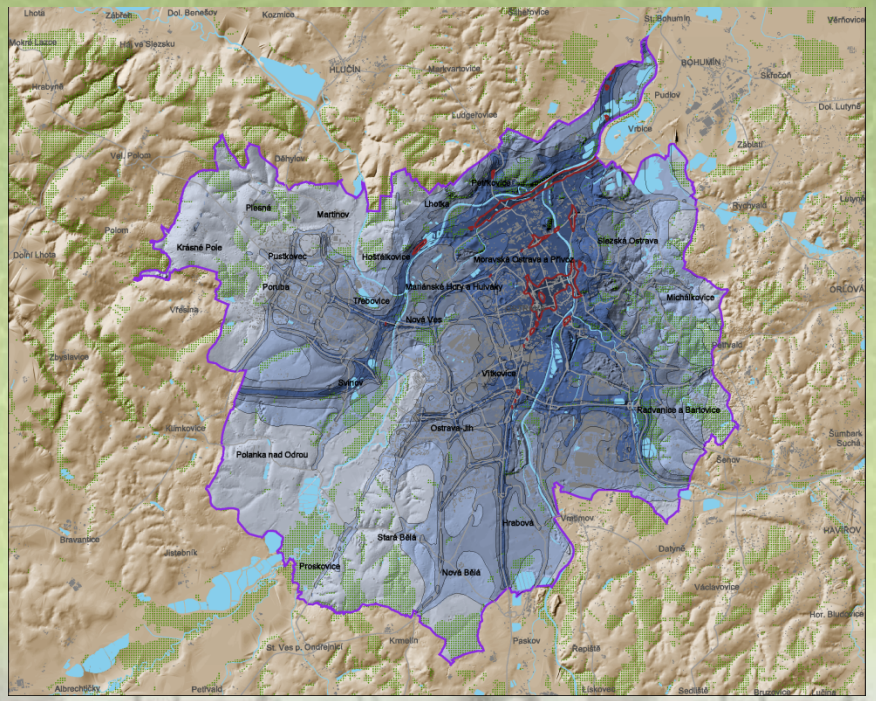
Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava
Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství
Katedra ochrany životního prostředí v průmyslu

Bottlenecks removed

Results post-processing

- *Implemented in Python*
- *Numpy package*
- *Scipy package*

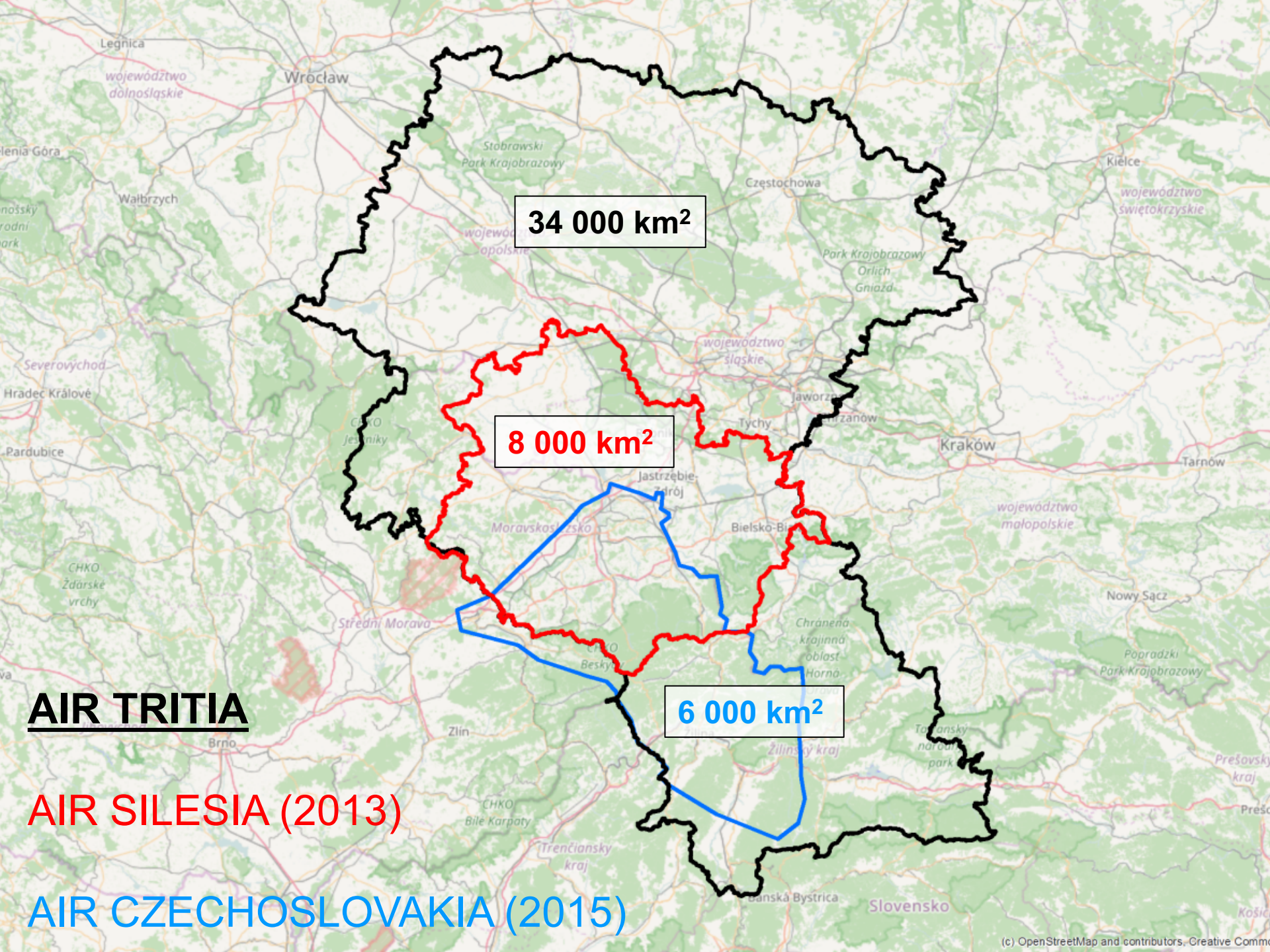




Performance improvement

~50 parts of ~5 sources x ~20 000 receptors

	Before	After	
Receptors creating	~1000s	< 1s	*Moved to cluster*
Terrain coefs	~1000s per part	< 1s per part	
Modelling	~100s per part	~10s per part	
Postprocessing	~1000s	~10s	*Moved to cluster*


34 000 km²
8 000 km²
6 000 km²
AIR TRITIA
AIR SILESIA (2013)
AIR CZECHOSLOVAKIA (2015)
Legnica
województwo dolnośląskie
Wrocław
Stobrawski Park Krajobrazowy
Częstochowa
Kielce
województwo świętokrzyskie
Wałbrzych
województwo opolskie
Park Krajobrazowy Orlich Gniazd
województwo śląskie
Severovýchod
Hradec Králové
Pardubice
Tychy
Kraków
Tarnów
Jastrzębie-Zdrój
Bielsko-Biała
województwo małopolskie
Moravskoslezsko
CHKO Ždárské vrchy
Nowy Sącz
Střední Morava
Chránená krajinná oblasť Horná
Popradzki Park Krajobrazowy
Zlín
Brno
Žilinský kraj
Prešovský kraj
CHKO Bílé Karpaty
Trenčiansky kraj
Banská Bystrica
Slovensko
(c) OpenStreetMap and contributors, Creative Commo

Future

- *Improvement of visualization (move to cluster)*
- *Verification of model results using special monitoring methods*
  - *We already use air pollution monitoring stations*
- *Collecting of data (limiting)*
- *Implement next dispersion models*

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava
Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství
Katedra ochrany životního prostředí v průmyslu

Thank you

Optimization of air pollution dispersion and deposition models

Ing.Vladislav Svozilík
vladislav.svozilik@vsb.cz
svozilik@jinr.ru

RNDr. Jan Bitta, Ph.D.
jan.bitta@vsb.cz