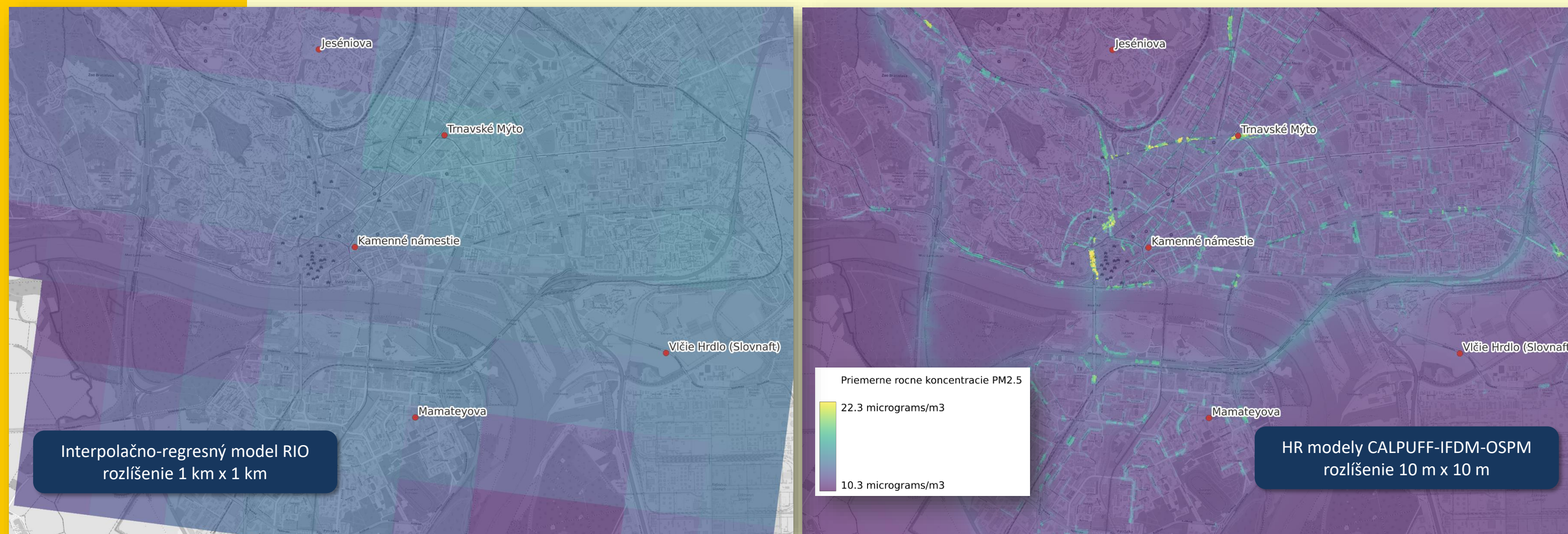


Regionálne chemicko-transportné modely zahŕňajúce veľké územia celých krajín, resp. celého kontinentu modelujú koncentrácie znečisťujúcich látok v štvorcoch rozmerov niekoľkých km, pričom v takomto rozlíšení do nich vstupujú aj emisie znečisťujúcich látok. Emisie sú však väčšinou lokalizované na oveľa menších plochách – napr. cesty, priemyselné komíny alebo vykurovanie domácností, preto regionálne modely nedokážu zachytiť lokálne maximá koncentrácií v blízkosti takýchto emisných zdrojov. Na zachytenie oblastí s najhoršou kvalitou ovzdušia sa preto využívajú modely s vysokým horizontálnym rozlíšením (rádovo jednotky až desiatky metrov), zahŕňajúce obmedzené rozsahy územia (rozmer domén jednotky až desiatky km). Tieto modely sú veľmi náročné na výpočtový čas, preto nepokrývajú celú SR.



Význam zvýšeného rozlíšenia

Vľavo je porovnanie máp priemerných ročných koncentrácií PM2.5 ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) v centre Bratislavy z modelu RIO a kombinácie lokálnych modelov s vysokým rozlíšením. Škála koncentrácií je rovnaká pre obe mapy. Vidno, že model RIO dosahuje maximálne koncentrácie iba okolo $14 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, oveľa nižšie ako maximá z HR modelov, pričom ale koncentrácie mimo ciest značne nadhodnocuje. K rovnakej situácii dochádza aj v prípade ostatných znečisťujúcich látok. Podľa modelu RIO by teda v Bratislave neboli prekračované limitné hodnoty, zatiaľ čo HR modely nám indikujú prekročenia na zaťažených cestných ťahoch hlavne vo výrazných uličných kaňonoch.

Domény pre modelovanie s vysokým rozlíšením

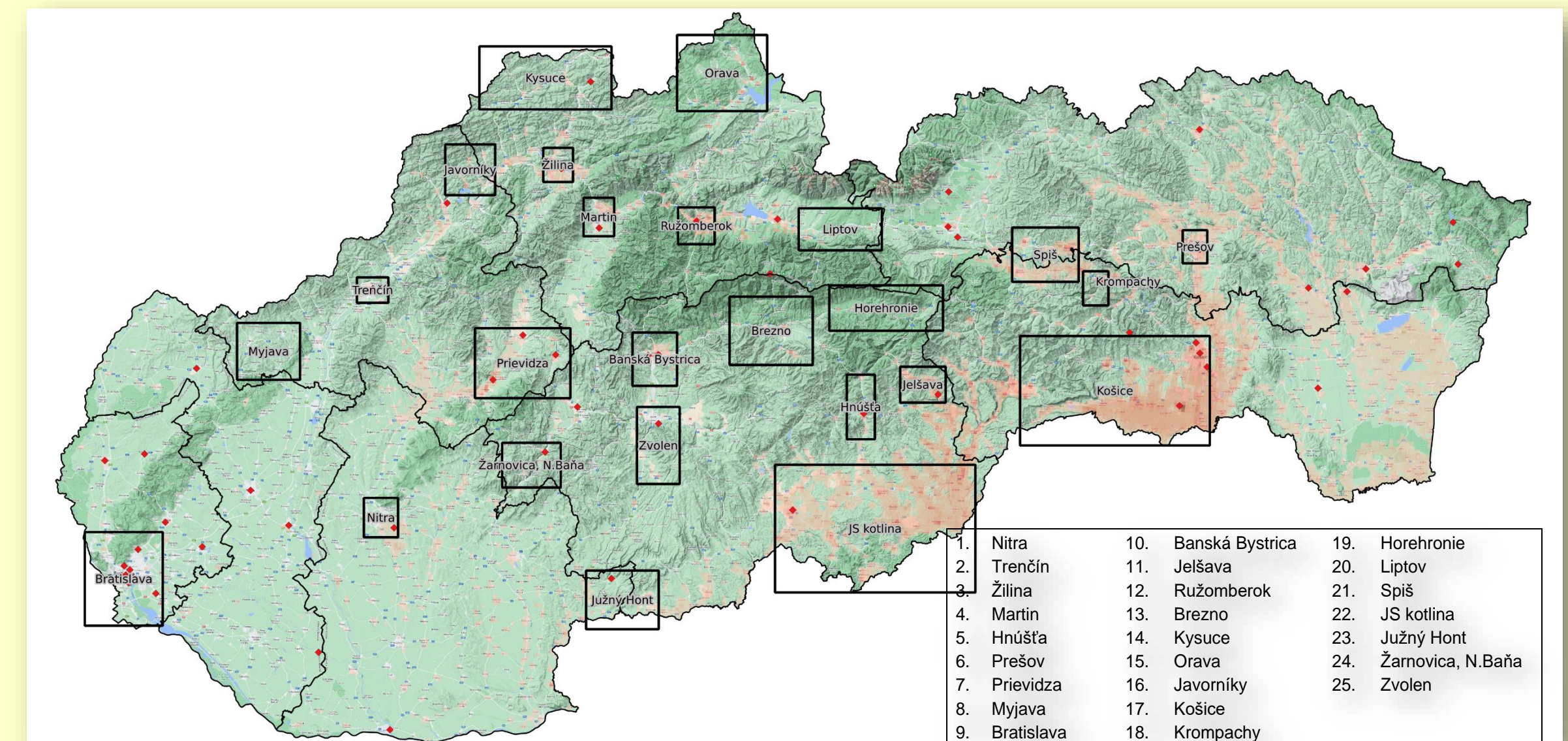
Inštalácia nového superpočítača HPC3 v rámci projektu KOSYMOKO nám umožnila v priebehu roka modelovať a vyhodnotiť až 25 domén rôzneho horizontálneho rozsahu, pričom v 9 doménach neboli k dispozícii merania z monitorovacích staníc kvality ovzdušia.

Kritériá pre výber domén

- Počet domov využívajúcich tuhé palivo. Oblasti obsahujúce monitorovaciu stanicu NMSKO ktorá zaznamenáva prekročenia niektorej z limitných hodnôt znečisťujúcich látok,
- Oblasti, v ktorých sa nenachádza monitorovacia stanica, ale model RIO indikuje prekročenia niektorej z limitných hodnôt,
- Oblasti, v ktorých sa nenachádza monitorovacia stanica, ani model RIO neindikuje prekročenia limitných hodnôt, ale dáta zo Sčítania obyvateľov, domov a bytov 2021 indikujú vysoký počet domov využívajúcich tuhé palivo.

Použité HR modely

- **CALPUFF** [2] – Lagrangeovský puff model (pre lokálne kúreniská a priemyselné zdroje),
- **IFDM** [1],[4] – Gaussovský model (pre cestnú dopravu) v kombinácii s **OSPM** [3],[4], ktorý zohľadňuje obmedzený rozptyl v kaňonoch ulíc,
- **RIO** [5] – interpolačno-regresný model pre určenie pozadových hodnôt koncentrácií



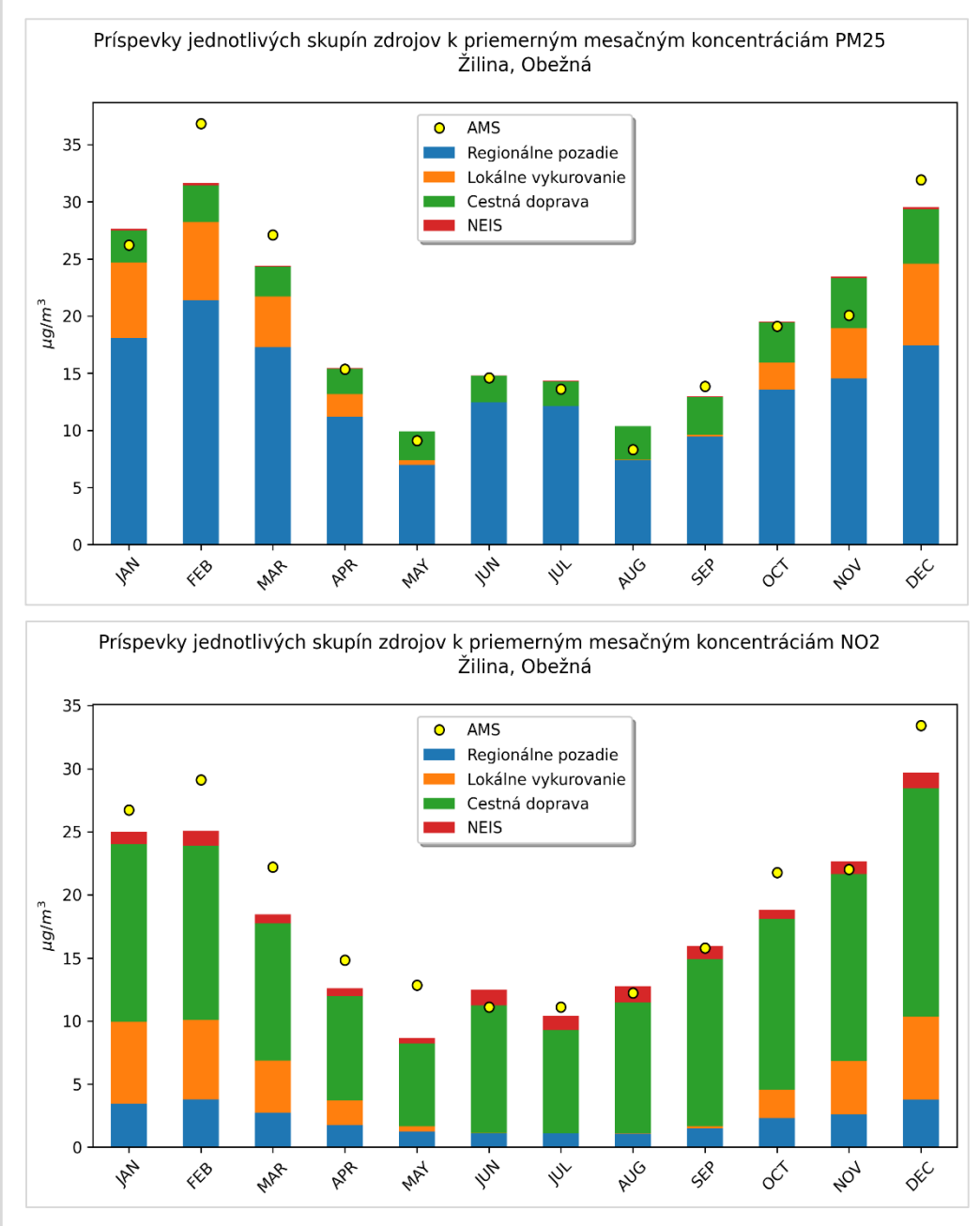
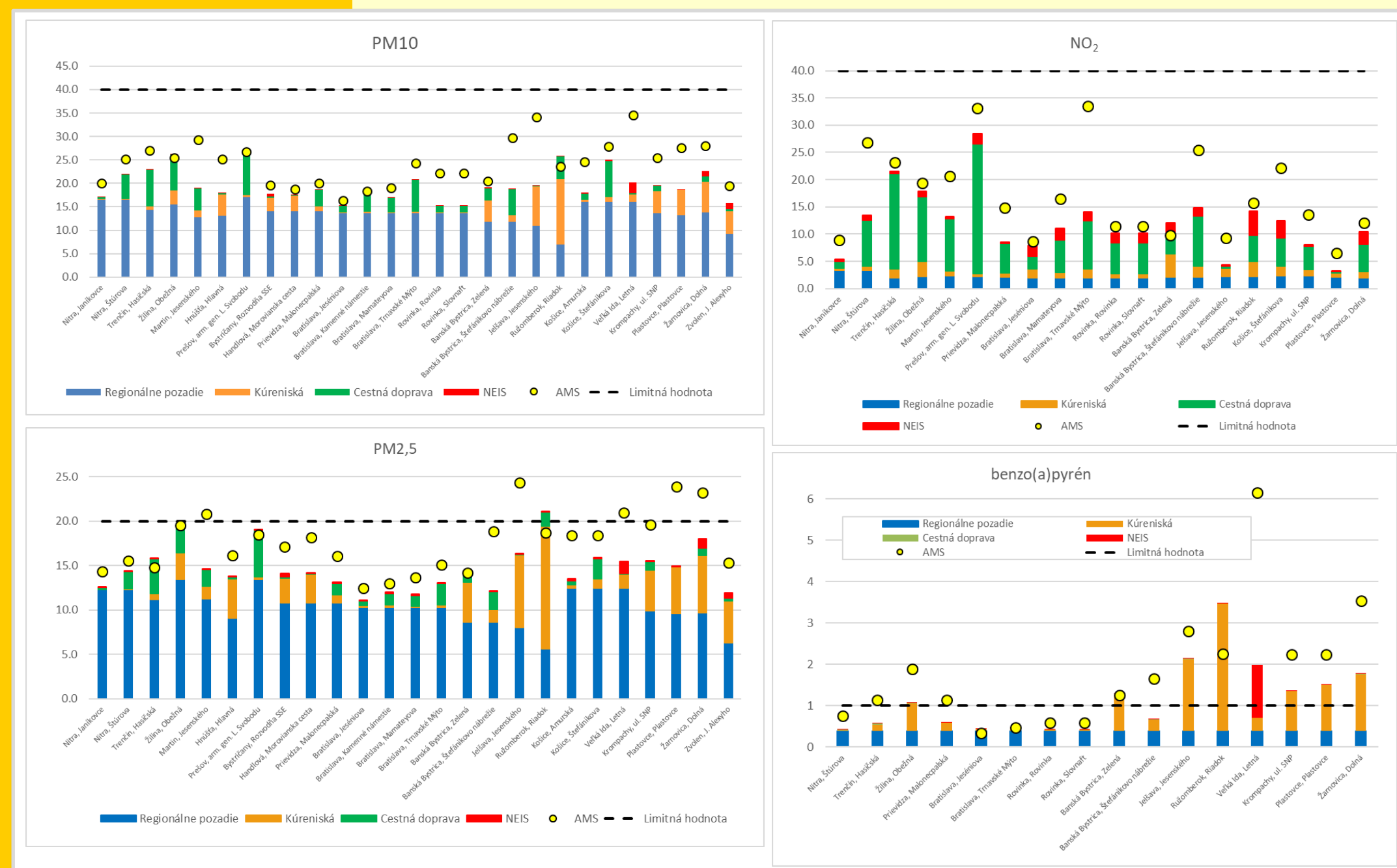
Modelované látky a obdobie

Benzo(a)pyrén (BaP), PM10, PM2.5, NO₂, pre celý rok 2021

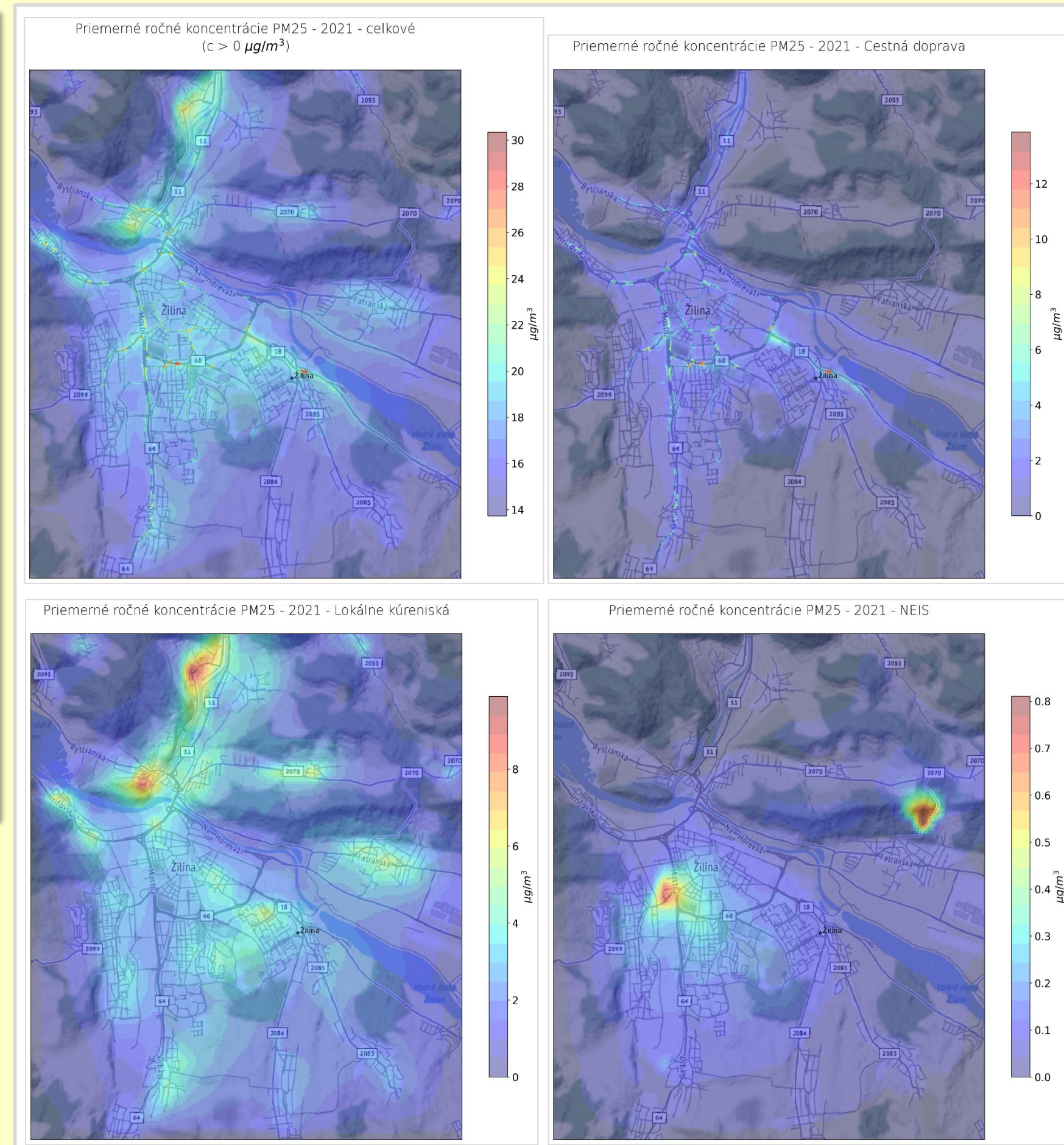
Vstupné dáta

Meteorologické vstupy: model Aladin, emisie z lokálnych kúrenísk – emisný model REM_v2 [6], emisie z dopravy – CDV, veľké a stredné priemyselné a energetické zdroje – databáza NEIS

Určenie príspevkov jednotlivých skupín zdrojov k priemerným ročným a mesačným koncentráciám v miestach monitorovacích staníc



Príklad mapových a grafických výstupov: Žilina



Validácia priemerných denných hodnôt oproti meraniam na AMS a zdroje neurčitosti

Validácia priemerných denných hodnôt koncentrácií oproti meraniam na monitorovacích staníc bola realizovaná pre 16 domén v ktorých sa nachádzala aspoň jedna stanica. Výsledky validácie boli pre niektoré stanice priaznivé, pre niektoré nie. Najlepšie korelácie boli dosiahnuté v prípade PM, kde pre väčšinu staníc bol dosiahnutý korelačný koeficient vyšší ako 0,8. Pre NO₂ boli výsledky o niečo horšie. Najhoršie výsledky boli dosiahnuté v prípade BaP, čo sa dalo očakávať aj z dôvodu rozdielnej metódy merania. Všetky modelované stanice až na malé výnimky boli modelom podhodnocované. Najlepšia zhoda s meraniami bola dosahovaná na stanicích v Trenčíne, Žiline a v prípade PM aj Nitre – Štúrovej a niektorých stanicích v Bratislave. Najhoršie výsledky boli dosiahnuté vo Veľkej Ide v blízkosti US Steel – koncentrácie boli silne podhodnotené pre všetky znečisťujúce látky.

Najväčšími zdrojmi neurčitosti prameniáciami z modelovania sú veľkosť, časové a priestorové rozloženie emisií, vstupujúcich do modelovania. Tieto chyby sa môžu značne líšiť v závislosti od domény. Príkladom je napr. spomínaná Veľká Ida, kde všetky indície poukazujú na značné podhodnotenie emisií z areálu železiarní.

Využitie výstupov HR modelov

Výstupy modelovania slúžia okrem iného ako podklady pre určenie oblastí riadenia kvality ovzdušia v zónach a aglomeráciách SR a na hodnotenie opatrení na zníženie emisií znečisťujúcich látok. Matematické modely sa tak stali dôležitou súčasťou hodnotiaceho a rozhodovacieho procesu v riadení kvality ovzdušia: na ich základe sa určuje povinnosť obcí realizovať opatrenia na zlepšenie kvality ovzdušia, závisí od nich tiež napr. výška dotácií na výmenu vykurovacích zariadení v domácnostiach. Na úrovni EÚ sú výstupy modelovania zasa dôležitým argumentačným nástrojom vo vyjednávaní SR v procese infringementu z dôvodu prekračovania limitných hodnôt niektorých znečisťujúcich látok.

LITERATÚRA

- [1] Lefebvre, W., Vranckx, S., 2013. Validation of the IFDM-model for use in urban applications, Study accomplished in the framework of the ATMOSYS-project. VITO report 2013/RMA/R/56.
- [2] Scire, J.S., Strimaitis, D.G. and Yamartino, R.J. (2000b) A User's Guide for the CALPUFF Dispersion Model, Earth Tech, Inc., Concord, MA. US EPA (2011) Compilation of Air Pollutant Emission
- [3] Berkowicz, R. (2000) OSPM - A parameterised street pollution model, Environmental Monitoring and Assessment, Volume 65, Issue 1/2, pp. 323-331.
- [4] W. Lefebvre, B. Degrawe, C. Beckx, M. Vanhulsel, B. Kochan, T. Bellemans, D. Janssens, G. Wets, S. Janssen, I. de Vlioger, L. Int Panis, S. Dhondt, 2015. Presentation and evaluation of an integrated model chain to respond to traffic- and health-related policy questions. Environmental Modelling & Software. Vol 40 pp.160-170. doi:10.1016/j.envsoft.2012.09.003
- [5] Lefebvre, W., Van Poppel, M., Maiheu, B., Janssen, S., Dons, E., 2013. Evaluation of the RIO-IFDM-street canyon model chain. Atmos. Environ. 77, 325-337. doi:10.1016/j.atmosenv.2013.05.026
- [6] Krajčovičová J., Matejovičová J., Nemček V., 2020, High-resolution residential emission model for use in the air quality modelling, Meteorologický časopis, Ročník 23, číslo 1, ISSN 1335-339X, dostupné: <http://www.shmu.sk/sk/?page=31>, posledný prístup 19.8.20.