



populair

Hodnotenie kvality ovzdušia na SHMÚ



Katarína Belohorcová
MŽP SR

Obsah prezentácie

1. Kritériá na hodnotenia kvality ovzdušia
2. Spôsobý hodnotenia kvality ovzdušia
(monitorovanie s využitím matematického modelovania)
3. Hodnotenie kvality ovzdušia za rok 2021
4. Určenie ORKO na základe meraní a modelovania 2021
5. Predbežné zhodnotenie roku 2022
6. Modelovanie opatrení zameraných na zníženie emisií z kúrenísk

1. Kritériá na hodnotenie kvality ovzdušia

Limitné hodnoty na ochranu zdravia ľudí a kritické úrovne na ochranu vegetácie, horné a dolné medze na hodnotenie úrovne znečistenia vonkajšieho ovzdušia pre znečisťujúce látky.

	Receptor	Interval spriemerovania	Limitná hodnota* [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]		Medza na hodnotenie [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]			
					Horná*		Dolná*	
SO ₂	Ľudské zdravie	1h	350	(24)				
SO ₂	Ľudské zdravie	24h	125	(3)	75	(3)	50	(3)
SO ₂	Vegetácia	1r, zimné obdobie	20	(-)	12	(-)	8	(-)
NO ₂	Ľudské zdravie	1h	200	(18)	140	(18)	100	(18)
NO ₂	Ľudské zdravie	1r	40	(-)	32	(-)	26	(-)
NO _x	Vegetácia	1r	30	(-)	24	(-)	19,5	(-)
PM ₁₀	Ľudské zdravie	24h	50	(35)	35	(35)	25	(35)
PM ₁₀	Ľudské zdravie	1r	40	(-)	28	(-)	20	(-)
Pb	Ľudské zdravie	1r	0,5	(-)	0,35	(-)	0,25	(-)
CO	Ľudské zdravie	8h (maximálna)	10 000	(-)	7 000	(-)	5 000	(-)
Benzén	Ľudské zdravie	1r	5	(-)	3,5	(-)	2	(-)
PM _{2,5}	Ľudské zdravie	1r	20**		17		12	

* povolený počet prekročení je uvedený v zátvorkách
 ** limitná hodnota pre PM_{2,5} do 1.1.2020: 25 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
 limitná hodnota pre PM_{2,5} od 1.1.2020: 20 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

Kvalita ovzdušia (podľa §5 odseku 4 Zákona č. 137/2010 Z. z. o ovzduší v znení neskorších predpisov) je považovaná za dobrú, ak je úroveň znečistenia ovzdušia nižšia ako limitná hodnota alebo cieľová hodnota.

Cieľové hodnoty na ochranu zdravia ľudí a na ochranu vegetácie pre As, Cd, Ni a BaP.

	Priemerované obdobie	Cieľová hodnota [$\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$]
As	1r	6
Cd	1r	5
Ni	1r	20
BaP	1r	1

2. Spôsohy hodnotenia kvality ovzdušia

Monitorovanie

Národná monitorovacia sieť kvality ovzdušia (NMSKO) v roku 2023

NMSKO: 52 meracích staníc

Typy staníc:

- Pozad'ové
- Dopravné
- Priemyselné

Typy oblastí:

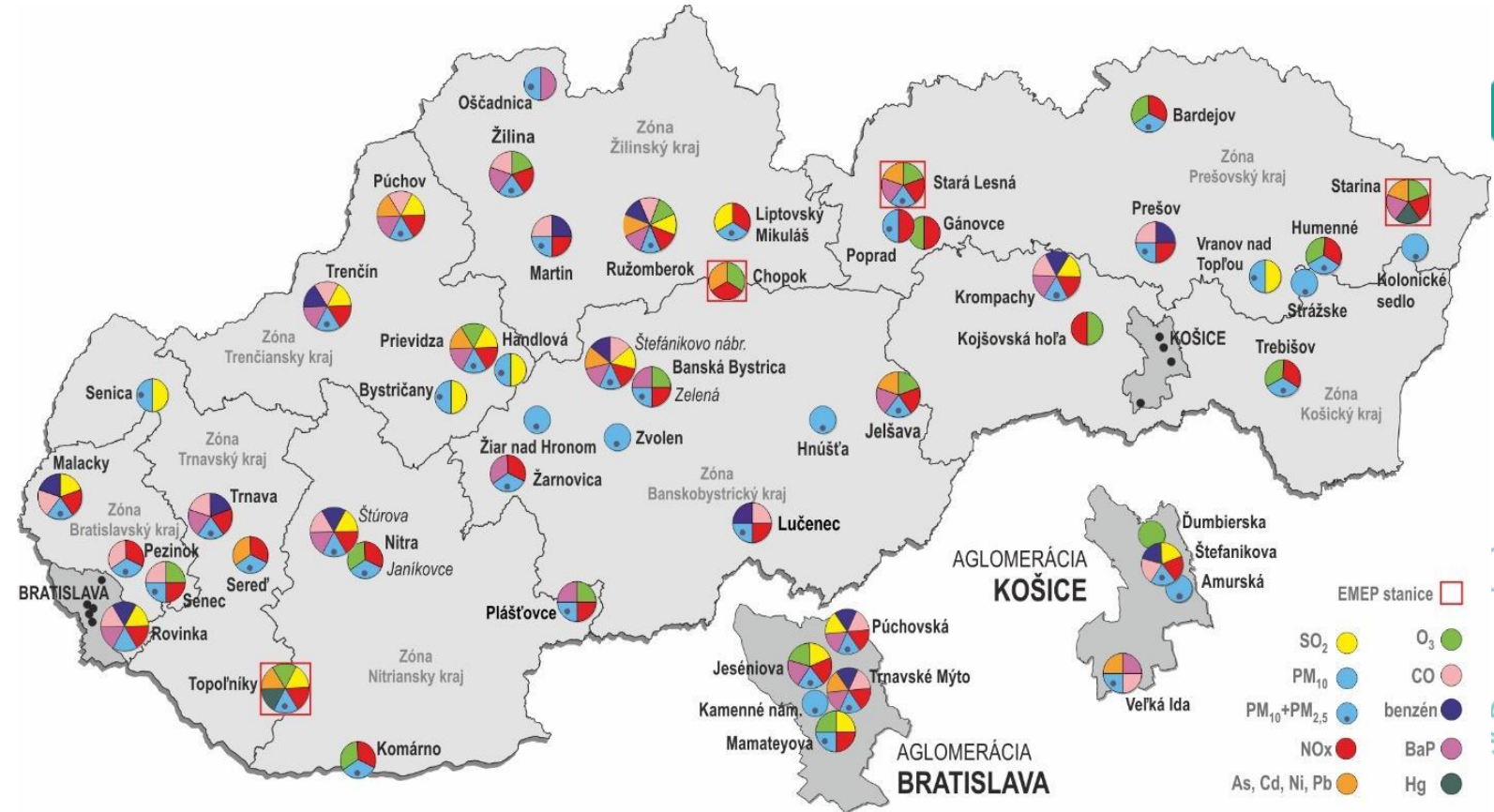
- Mestské
- Predmestské
- Vidiecke

Kontinuálne meranie znečisťujúcich látok

- Oxid siričitý SO₂
- Oxidy dusíka NO₂ a NO_x
- Častice PM₁₀ a PM_{2,5}
- Oxid uhoľnatý CO
- Ozón O₃
- Benzén
- Ortuť

Manuálne merania znečisťujúcich látok

- Ťažké kovy (Pb, As, Cd, Ni)
- Polyaromatické uhľovodíky – benzo(a)pyrén
- VOC (prchavé organické zlúčeniny)



Matematické modely

- **Deterministické**

- Vstupy:

- Meteorológia, terén, emisie rozdelené v priestore a čase

Napr. eulerovské (CMAQ) alebo lagrangeovské modely (CALPUFF)

- **Štatistické**

- Vstupy:

- Merania
 - Pomocné priestorové mapy – napr. využitie krajiny, intenzity dopravy, hustota obyvateľstva,

Napr. interpolačné modely (RIO, IDWA, ..)

Porovnanie modelovania a monitorovania

Matematické modely

- + Spájajú príčinu s následkom
- + Výstupy sú 2D/3D polia (lepšie priestorové pokrytie)
- + Relatívne nízke náklady
- Závislosť na množstve vstupných dát a ich kvalite (priestorovo alokované emisie a meteorologické dáta)
- Priblíženie fyzikálnej reality
- Pomerne vysoká miera neistoty

Monitorovacie stanice

- + Vysoká presnosť
- + Nezávislosť na iných dátach
- Monitorovacie stanice a ich prevádzka, údržba a servis sú drahé
- Otázka reprezentatívnosti
- Nevypovedajú o pôvode znečistenia
- Obmedzený počet znečisťujúcich látok

3. Hodnotenie kvality ovzdušia za rok 2021

Prachové častice PM₁₀, PM_{2,5}

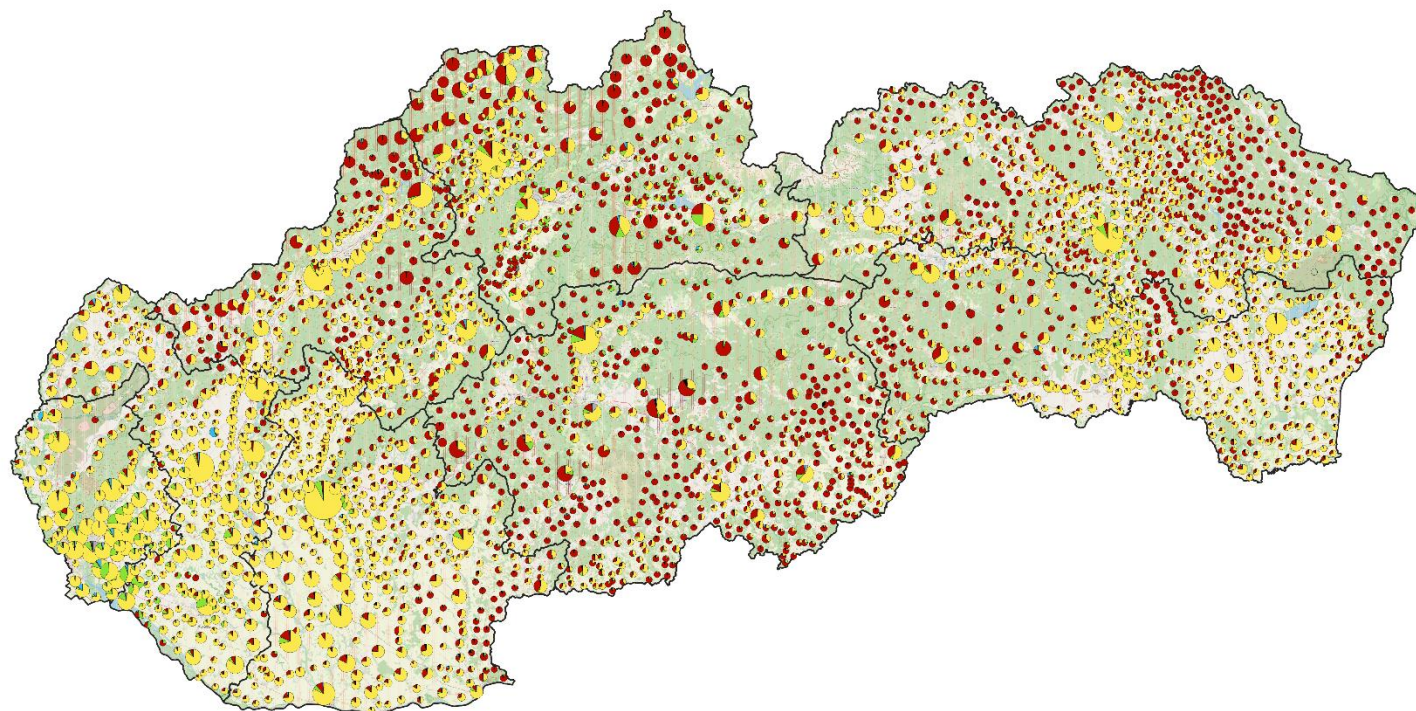
Najvýznamnejším zdrojom emisií PM na väčšine územia je **vykurovanie domácností tuhým palivom**, vysoké koncentrácie môžu byť namerané pri frekventovaných cestných úsekoch a parkoviskách, lokálne sa môže prejavíť vplyv veľkých priemyselných zdrojov.

Vykurovanie tuhým palivom je závažným problémom, ktorý často komplikujú **nepriaznivé rozptylové podmienky** s častým výskytom teplotných inverzií v horských údoliach.

Podiel rodinných domov používajúcich jednotlivé druhy paliva na vykurovanie (Sčítanie obyvateľov, domov a bytov 2021)

☐ Zdroj energie na vykurovanie:

- no data
- plyn
- elektrina
- kvap. palivo
- tuhé palivo
- solár.
- iné
- bez kúrenia



Výsledky meraní

PM₁₀

Prekročenia limitnej hodnoty na ochranu ľudského zdravia pre 24 hodinové koncentrácie sa vyskytli na troch AMS:

- **Jelšava**, Jesenského,
- **Veľká Ida**, Letná
- **Banská Bystrica**, Štefánikovo nábrežie

Limitná ročná hodnota $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ nebola prekročená na žiadnej stanici.

Aglomerácia/zóna	AMS	Počet prekročení
Banskobystrický kraj	Jelšava, Jesenského	68
	Banská Bystrica, Štefánikovo nábrežie	38
Aglomerácia Košice	Veľká Ida, Letná	56

PM_{2,5}

V roku 2021 bola prekročená limitná hodnota $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na 3 automatických monitorovacích staniciach kvality ovzdušia:

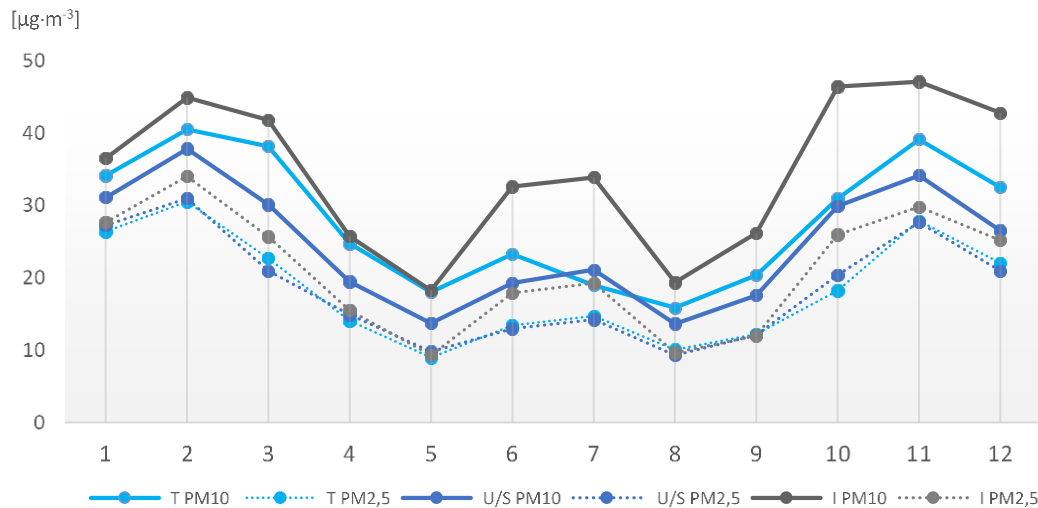
- **Veľká Ida**, Letná
- **Jelšava**, Jesenského
- **Martin** Jesenského

Aglomerácia/zóna	AMS	Priemerná ročná hodnota koncentrácie PM _{2,5} [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]
Banskobystrický kraj	Jelšava, Jesenského	24
Žilinský kraj	Martin, Jesenského	21
Aglomerácia Košice	Veľká Ida, Letná	21

Priemerné mesačné koncentrácie PM₁₀ a PM_{2,5}

Aglomerácia Košice

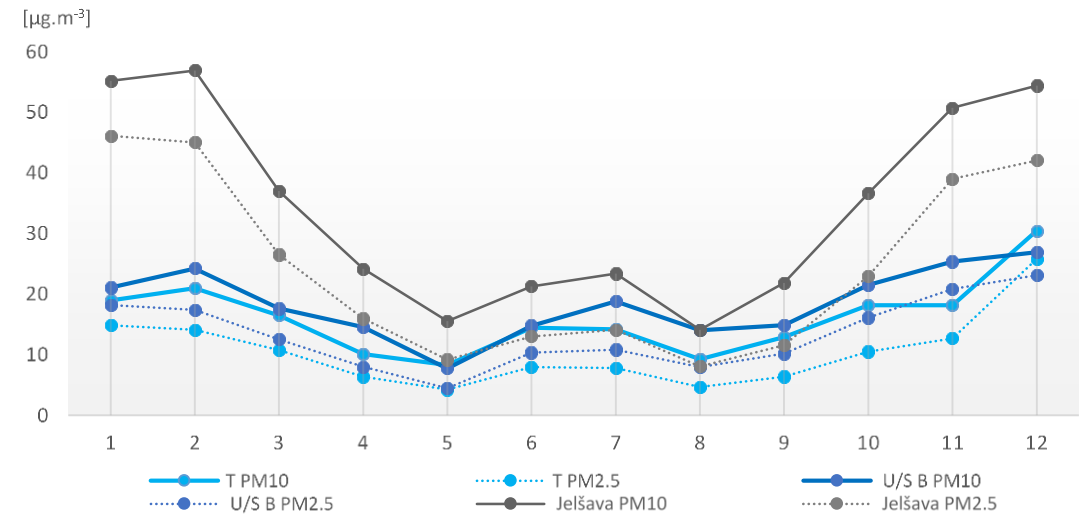
Priemerné mesačné koncentrácie PM₁₀ a PM_{2,5} v aglomerácii Košice podľa typu stanice.



T PM₁₀ a T PM_{2,5} – priemerná mesačná koncentrácia PM₁₀ a PM_{2,5} na dopravnej stanici: Košice, Štefánikova;
 U/S B PM₁₀ a U/S B PM_{2,5} – priemerná mesačná koncentrácia PM₁₀ a PM_{2,5} na mestskej/predmestskej
 pozadovej stanici: Košice, Amurská;
 I PM₁₀ a I PM_{2,5} – priemer mesačných koncentrácií PM₁₀ a PM_{2,5} na priemyselnej stanici: Veľká Ida, Letná;

Banskobystrický kraj

Priemerné mesačné koncentrácie PM₁₀ a PM_{2,5} v Banskobystrickom kraji podľa typu stanice.



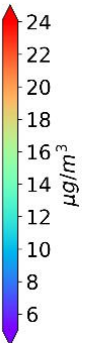
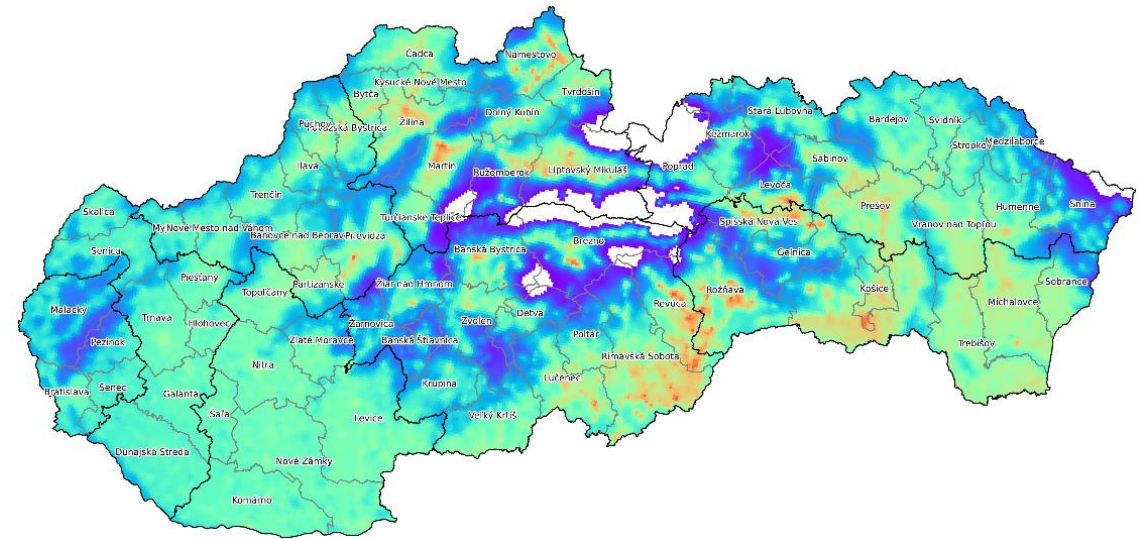
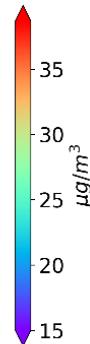
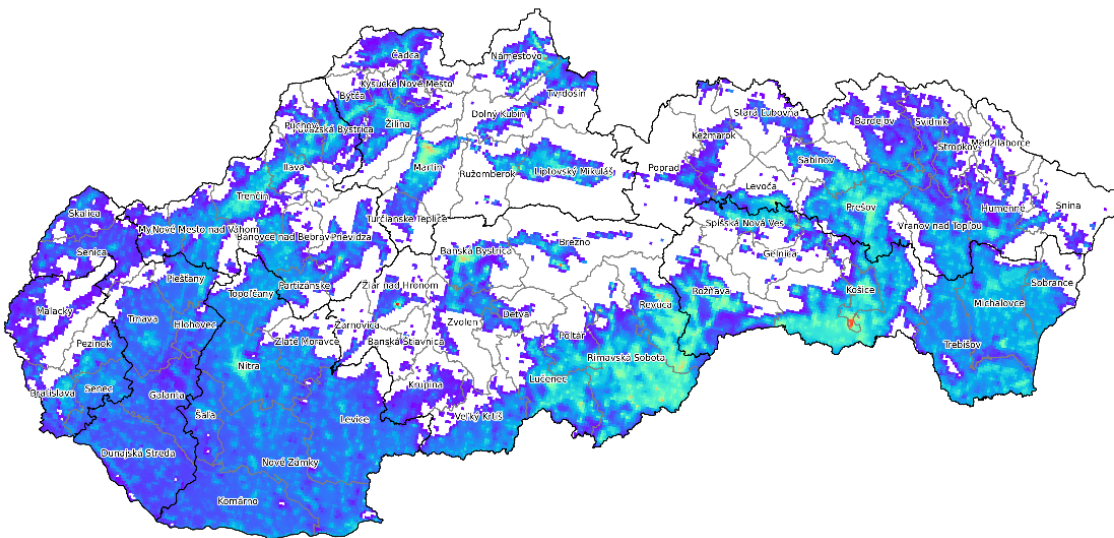
T PM₁₀ a T PM_{2,5} – priemer mesačných koncentrácií PM₁₀ a PM_{2,5} na dopravných staniciach Banská Bystrica, Štef. nábr. a Lučenec;
 U/S B PM₁₀ a U/S B PM_{2,5} – priemer mesačných koncentrácií PM₁₀ a PM_{2,5} na mestských/predmestských
 pozadových staniciach Banská Bystrica, Zelená; Hnúšťa; Zvolen; Žarnovica a Žiar n/Hronom;
 Jelšava PM₁₀ a PM_{2,5} – priemerná mesačná koncentrácia PM₁₀ a PM_{2,5} na predmestskej pozadovej stanici Jelšava.

Výsledky modelovania (RIO, IDW-R)

Priestorové rozloženie priemerných ročných koncentrácií

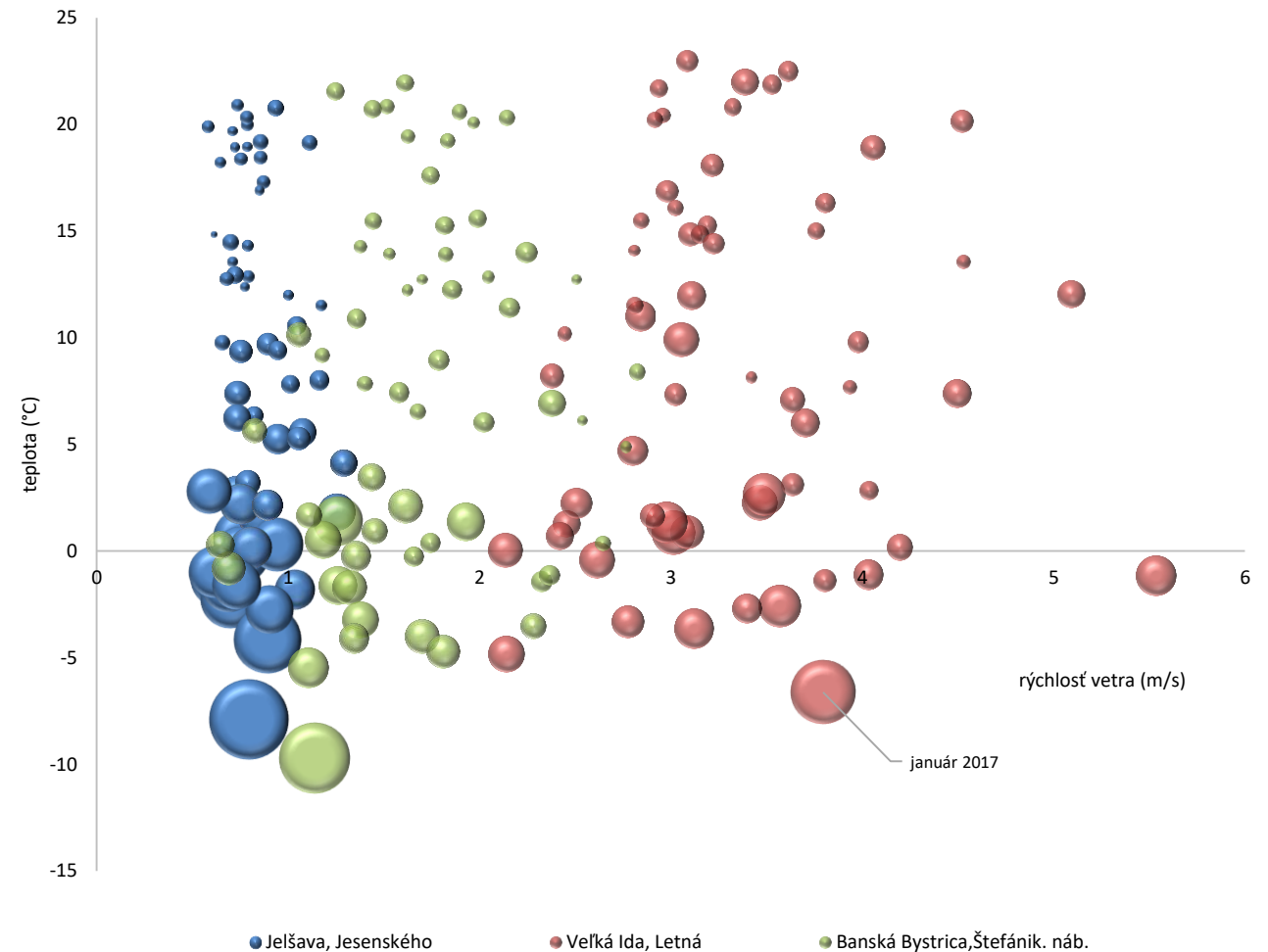
PM₁₀

PM_{2,5}



Vplyv meteorologických podmienok na priemerné mesačné koncentrácie PM_{2,5}

Porovnanie závislosti priemerných mesačných koncentrácií PM_{2,5} s priemernou rýchlosťou vetra a teplotou v rokoch 2017 – 2021



Benzo(a)pyrén

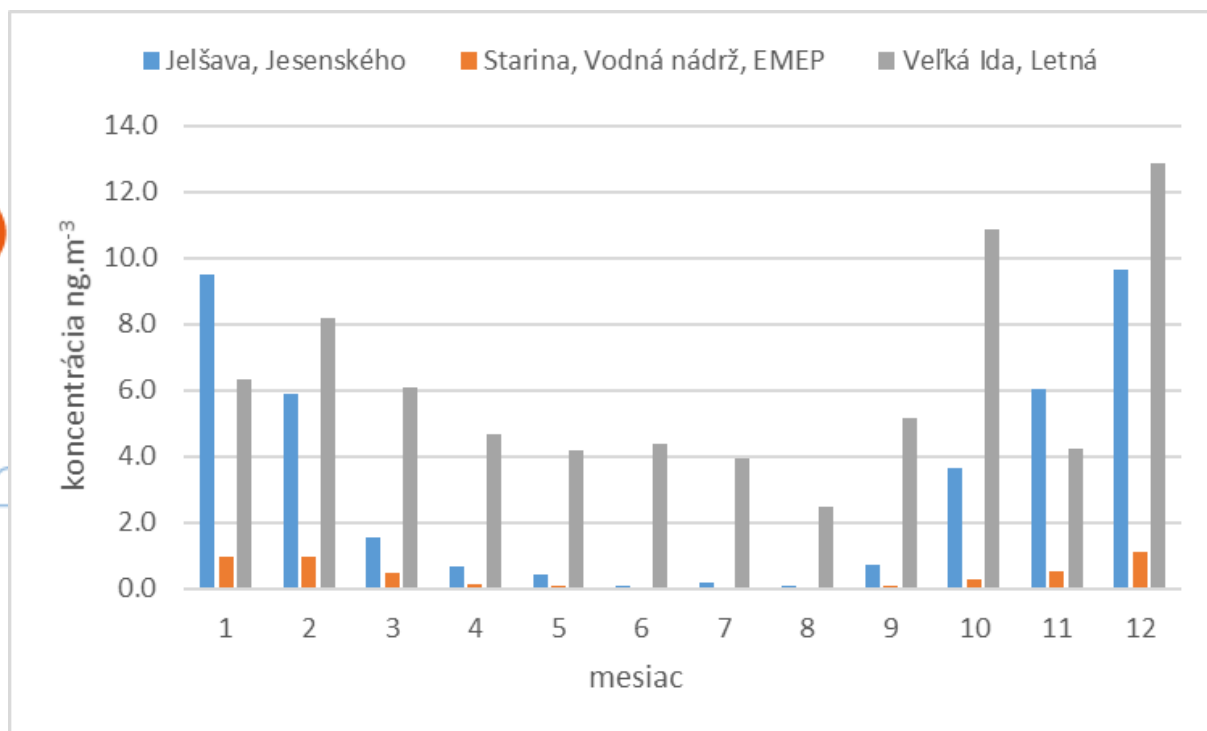
Výsledky meraní

Najvýznamnejším zdrojom emisií BaP je **vykurovanie domácností tuhým palivom**, ďalej cestná doprava; z veľkých zdrojov znečisťovania je významná výroba koksu.

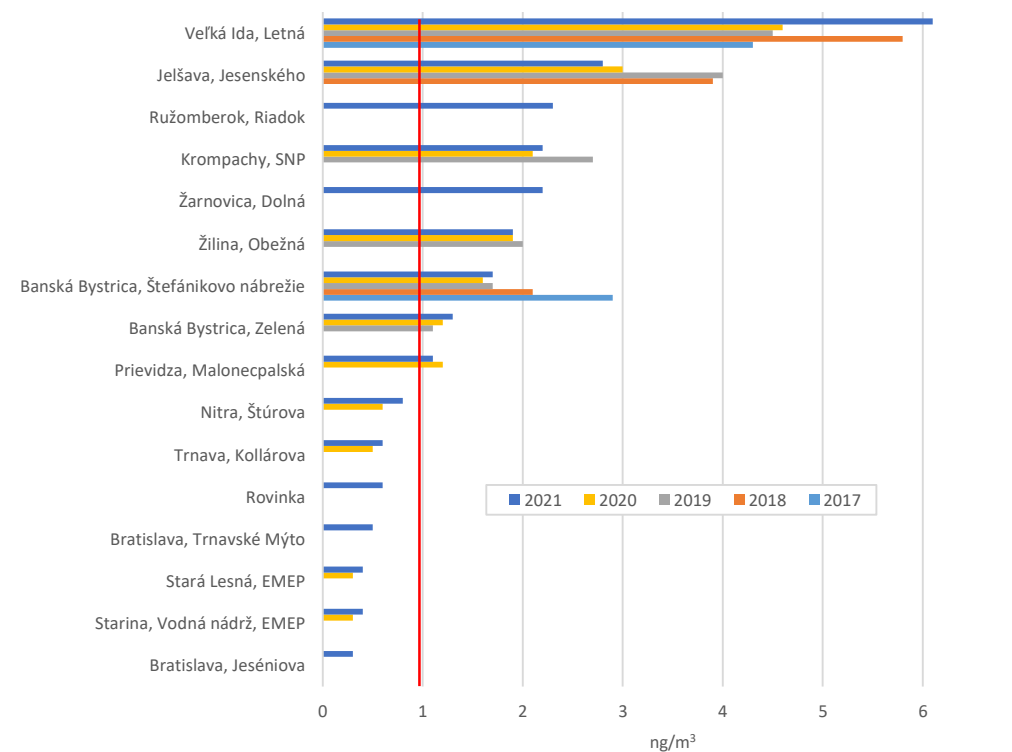
Ročný priebeh koncentrácií benzo(a)pyrénu má výrazné maximá v zimných mesiacoch na všetkých staniciach okrem AMS Veľká Ida, Letná, ktorú ovplyvňuje okrem vykurovania domácností najmä priemyselný zdroj – hlavne výrobou koksu.

cieľová hodnota $1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ bola opäť prekročená na väčšine staníc (Veľká Ida, Letná; Banská Bystrica, Štefánikovo nábrežie; Banská Bystrica, Zelená; Jelšava, Jesenského; Krompachy, SNP; Prievidza, Malonecpalská; Žilina, Obežná; Ružomberok, Riadok).

Priemerné mesačné koncentrácie BaP namerané v roku 2021

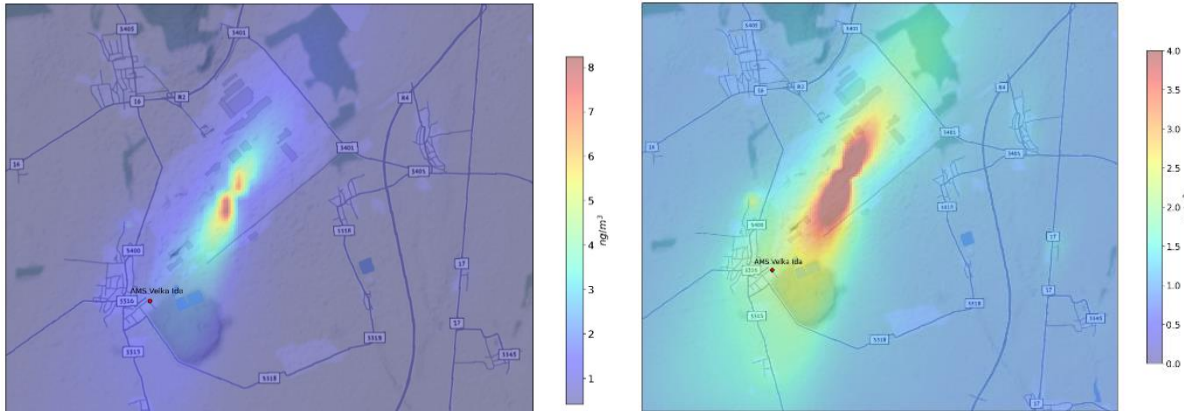


Priemerné ročné koncentrácie BaP namerané v rokoch 2017 – 2021

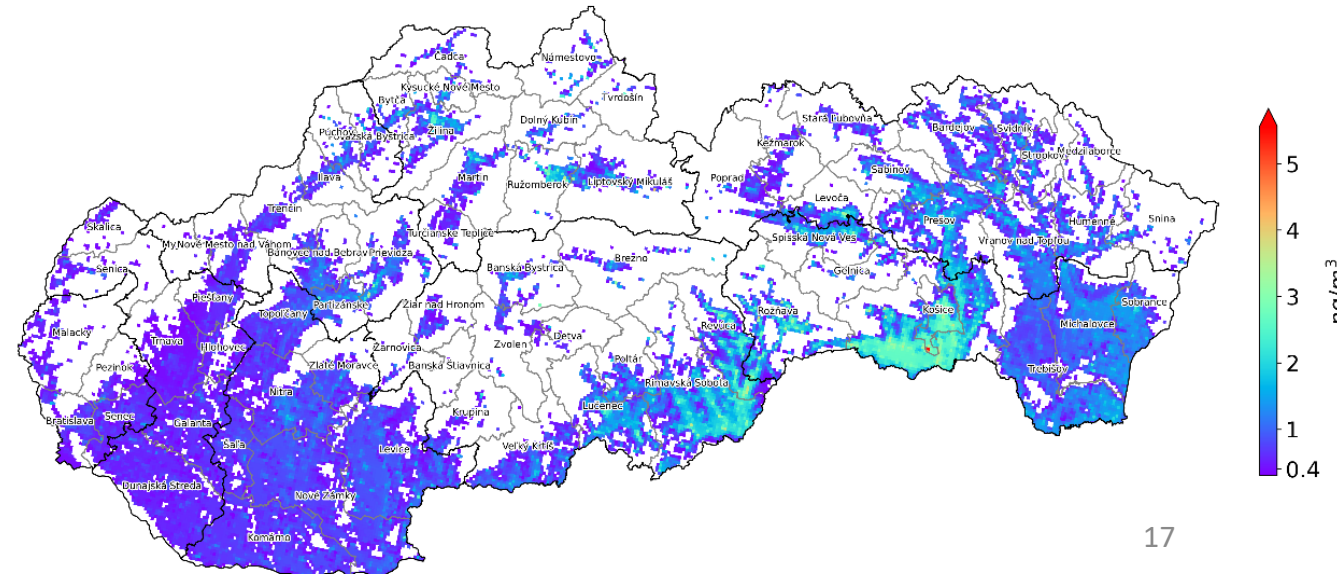


Výsledky modelovania

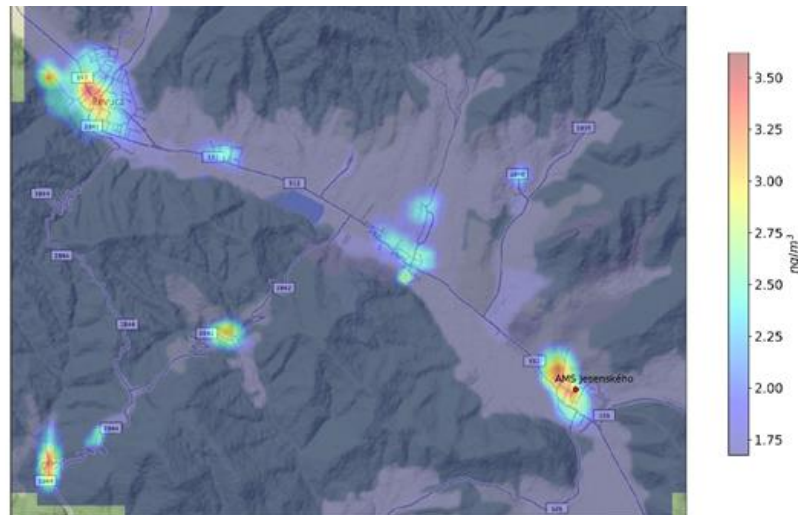
Priestorové rozloženie priemerných ročných koncentrácií benzo(a)pyrénu v okolí Veľkej Idy (rok 2021, model CALPUFF)



Priestorové rozloženie priemerných ročných koncentrácií benzo(a)pyrénu v SR (RIO, IDW-R model)



Priestorové rozloženie priemerných ročných koncentrácií benzo(a)pyrénu v okolí Jelšavy, Revúcej a okolia (rok 2021, model CALPUFF)

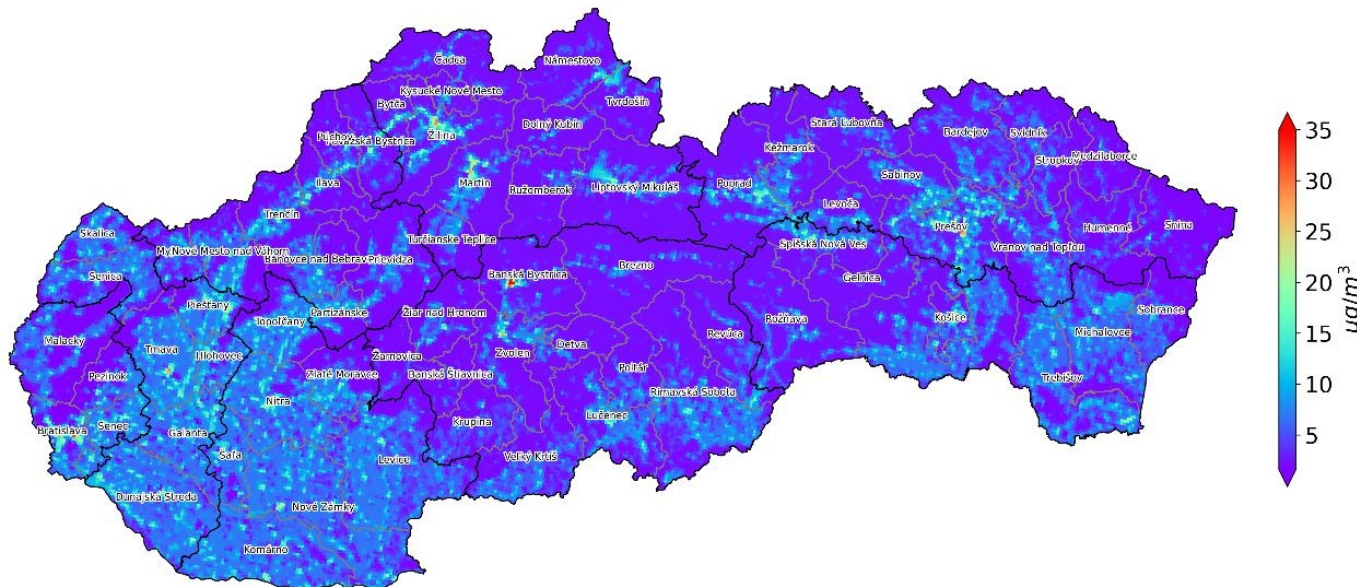


NO₂

vzniká v ovzduší oxidáciou NO, ktorý je emitovaný z cestnej dopravy a rôznych spaľovacích a priemyselných zdrojov.

Výsledky modelovania

Priemerné ročné koncentrácie NO₂ [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] v roku 2021 (RIO, IDW-R model).



Výsledky meraní

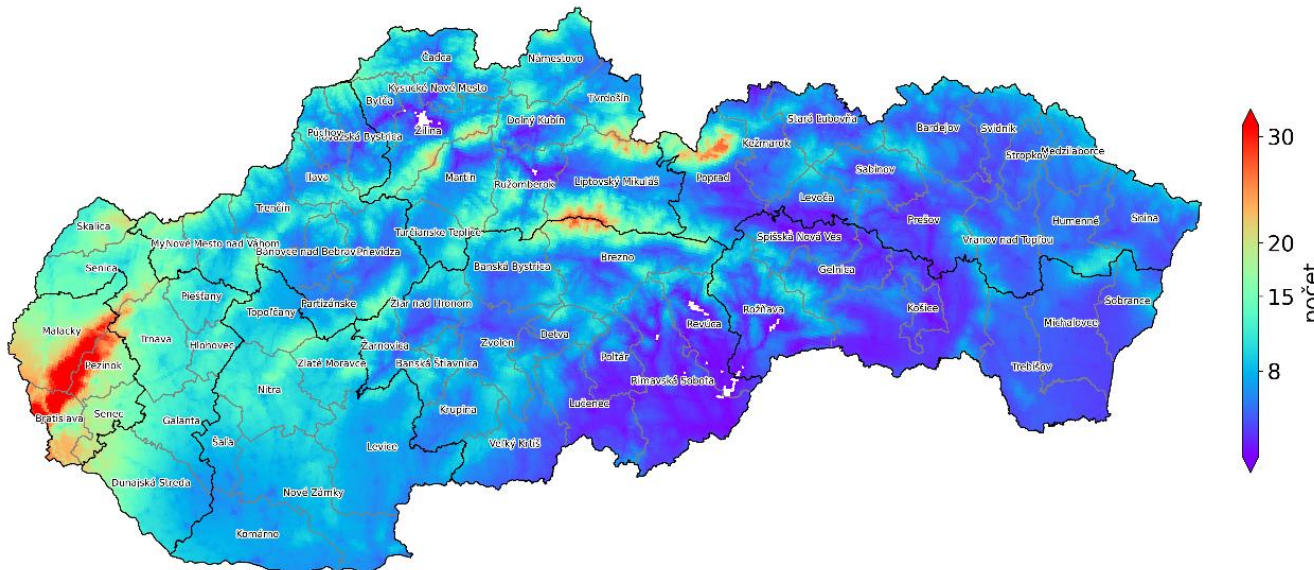
- V roku 2021 nebola prekročená ročná limitná hodnota $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ pre NO₂ na žiadnej monitorovacej stanici. Takisto neprišlo k prekročeniu limitnej hodnoty na ochranu ľudského zdravia pre hodinové koncentrácie tejto znečisťujúcej látky. V roku 2021 nenastal ani prípad prekročenia výstražného prahu pre NO₂.
- Najvyšší ročný priemer ($33 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) zaznamenali dve dopravné stanice – Bratislava, Trnavské Mýto a Prešov, Arm. gen. L. Svobodu. Na monitorovacej stanici Banská Bystrica, Štefánikovo nábrežie bola 2-krát nameraná priemerná hodinová koncentrácia nad $200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (limitná hodnota je 18 prekročení).
- Posledné prekročenie limitnej hodnoty pre priemernú ročnú koncentráciu NO₂ bolo namerané v roku 2018 v Bratislave na Trnavskom Mýte a v Prešove na ulici Arm. gen. L. Svobodu. V dlhodobom vývoji majú koncentrácie NO₂ mierne klesajúci trend.

Ozón

- prenos zo stratosféry a cezhraničný prenos
- cestná doprava vo väčších mestách je zdrojom prekursorov ozónu, oxidy dusíka však spôsobujú aj titráciu ozónu (chemická reakcia ozónu s oxidmi dusíka, pri ktorej sa ozón rozkladá)
- sezónnosť koncentrácií troposférického ozónu - výrazné maximum v letnom období.

Výsledky modelovania

Počet dní, v ktorých priemerná osem hodinová koncentrácia prízemného ozónu prekročila hodnotu $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (priemer počas rokov 2019 – 2021). (RIO, IDW-R model)



Výsledky meraní

Počet dní s prekročením cieľovej hodnoty prízemného ozónu na ochranu zdravia ľudí ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sa neprekočí viac ako 25 dní za kalendárny rok v priemere troch rokov)

Stanica	2019	2020	2021	Priemer 2019 – 2021
Bratislava, Jeséniova	40	17	23	27
Bratislava, Mamateyova	32	12	15	20
Košice, Ďumbierska	6	0	0	2
Banská Bystrica, Zelená	2	0	3	2
Jelšava, Jesenského	4	2	2	3
Kojšovská hoľa	11	2	4	6
Nitra, Janíkovce	10	9	15	11
Humenné, Nám. Slobody	3	3	1	2
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	3	5	0	3
Gánovce, Meteo. st.	0	0	0	0
Starina, Vodná nádrž, EMEP	3	4	0	2
Prievidza, Malonecpalská	1	2	3	2
Topoľníky, Aszód, EMEP	19	0	3	7
Chopok, EMEP	36	33	22	30
Žilina, Obežná	6	0	0	2
Ružomberok, Riadok	1	0	0	0
Bardejov, Pod Vinbargom			0	0
Trebišov, T. G. Masaryka			2	2
Plášťovce			19	19
Komárno, Vnútorná Okružná			7	7
Senec, Boldocká			2	2

≥ 90 % požadovaných platných údajov
Červenou farbou je vyznačené prekročenie cieľovej hodnoty

Dominantné zdroje znečistenia

Aglomerácia BA

- Cestná doprava, v okolí Slovnaftu aromatické uhľovodíky (benzén), nepresahujú však limitné hodnoty

BA kraj

- Cestná doprava, v menšej miere vykurovanie domácností.

BB kraj

- vykurovanie domácností, lokálne je dôležitá aj cestná doprava

Aglomerácia Košice

- Priemyselný komplex vo Veľkej Ide, cestná doprava, v menšej miere vykurovanie domácností

Košický kraj

- Cestná doprava a vykurovanie domácností

Nitriansky kraj

- Cestná doprava, v menšej miere vykurovanie domácností

Prešovský kraj

- Vykurovanie domácností, v menšej miere cestná doprava

Trenčiansky kraj

- Vykurovanie domácností (hornatejšia časť kraja), cestná doprava.

Trnavský kraj

- Cestná doprava, v menšej miere vykurovanie domácností

Žilinský kraj

- Vykurovanie domácností, v menšej miere cestná doprava



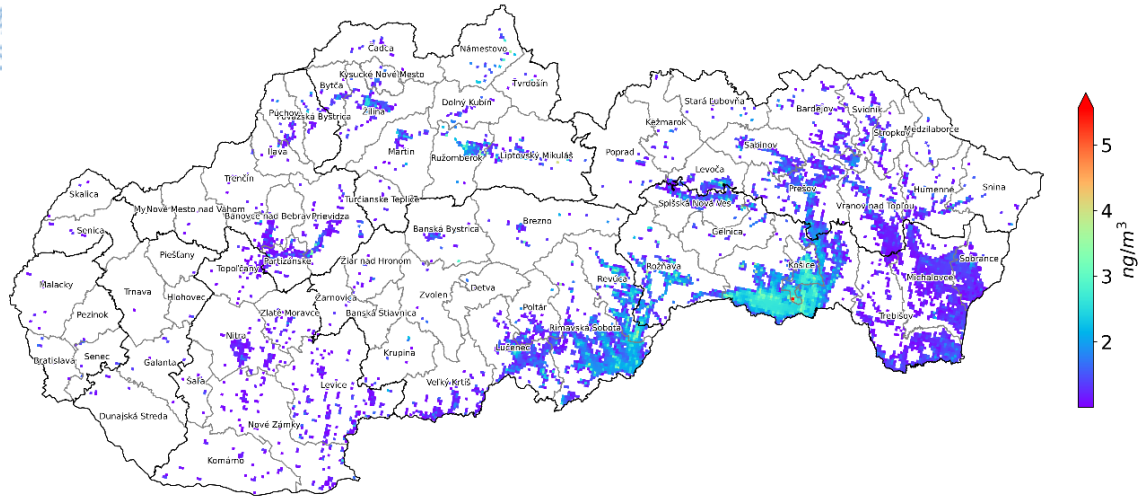
4. Určenie ORKO na základe meraní a modelovania 2021



Metodika – RIO model upravený technikou IDW-R

Priemerné ročné hodnoty

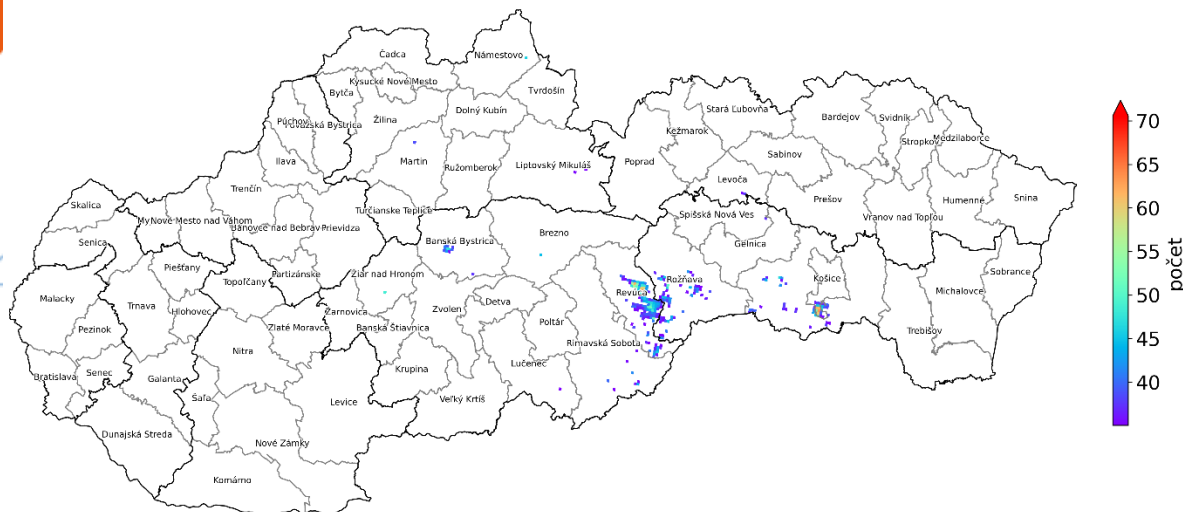
Priemerné ročné koncentrácie benzo(a)pyrénu presahujúce limitnú hodnotu $1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$



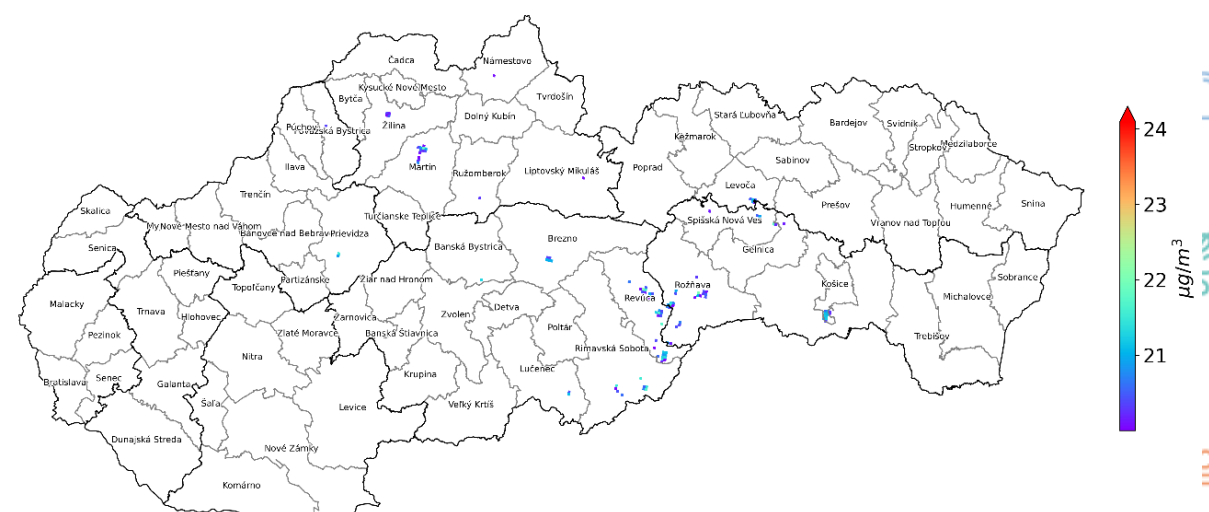
Priemerné ročné koncentrácie NO_2 presahujúce limitnú hodnotu $40 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$



Počet prekročení priemernej dennej koncentrácie $50 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ PM_{10} nad 35

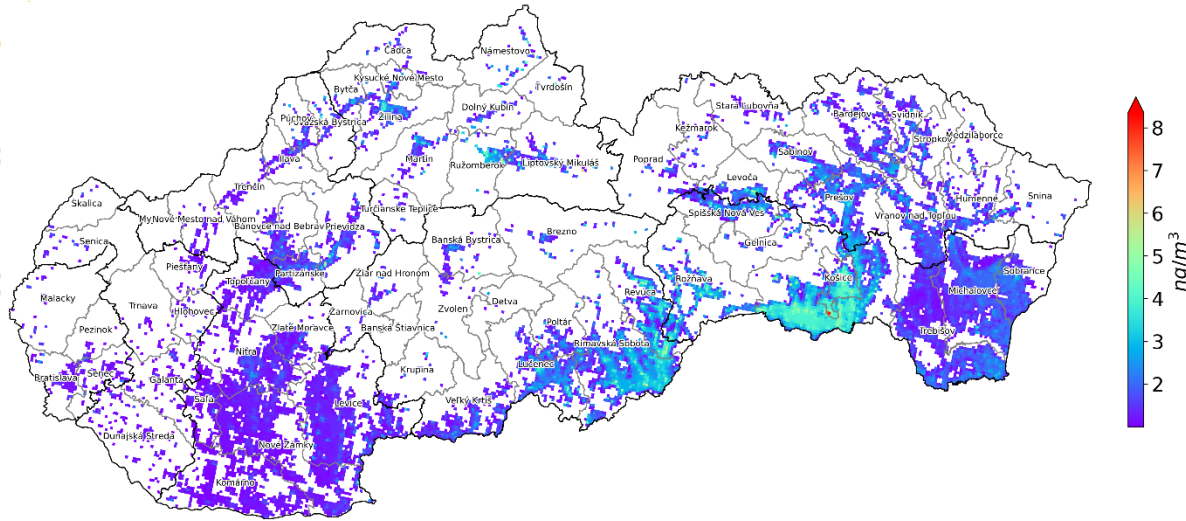


Priemerné ročné koncentrácie $\text{PM}_{2.5}$ presahujúce limitnú hodnotu $20 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$



Priemerné ročné hodnoty zväčšené o 50%

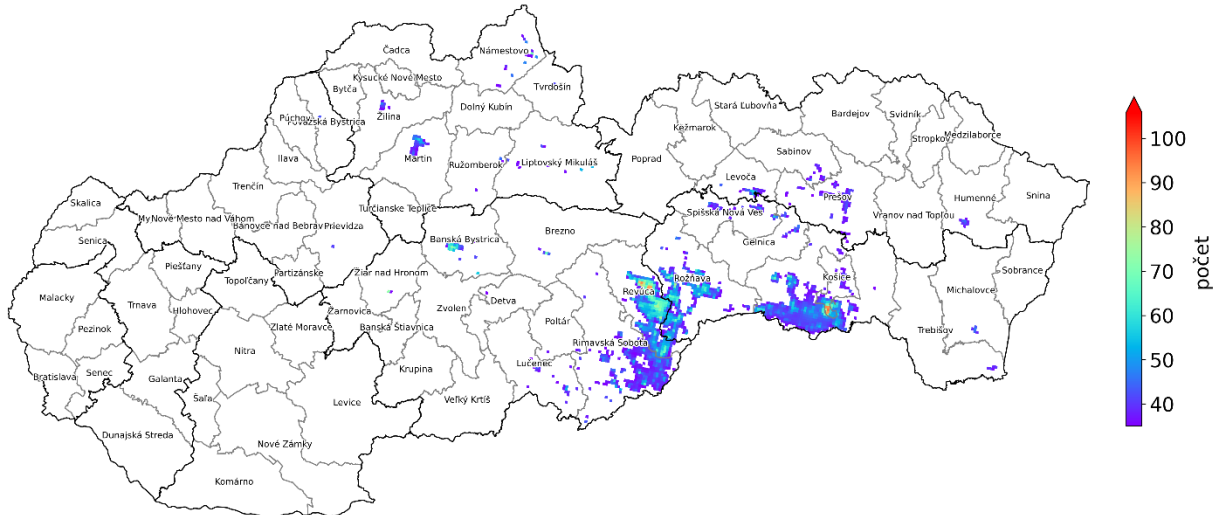
Priemerné ročné koncentrácie benzo(a)pyrénu presahujúce limitnú hodnotu $1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$



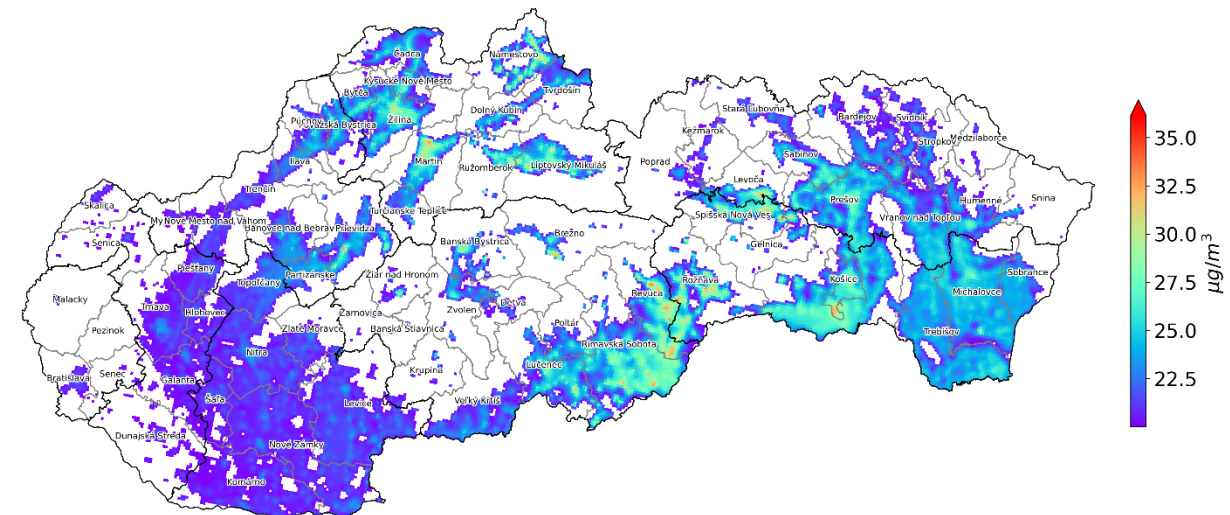
Priemerné ročné koncentrácie NO_2 presahujúce limitnú hodnotu $40 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$



Počet prekročení priemernej dennej koncentrácie $50 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ PM_{10} nad 35



Priemerné ročné koncentrácie $\text{PM}_{2,5}$ presahujúce limitnú hodnotu $20 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$





5. Predbežné zhodnotenie roku 2022



PM₁₀

V roku 2022, podobne ako v predchádzajúcich rokoch, neprišlo na žiadnej monitorovacej stanici k prekročeniu limitnej hodnoty pre priemernú ročnú koncentráciu PM₁₀. Prekročenie limitnej hodnoty na ochranu ľudského zdravia pre 24 hodinové koncentrácie sa vyskytlo na 3 automatických monitorovacích staniciach (AMS) .

PM_{2,5}

V roku 2022 bola prekročená limitná hodnota na 3 automatických monitorovacích staniciach kvality ovzdušia Veľká Ida, Letná; Jelšava, Jesenského a Plášťovce.

Aglomerácia/Zóna	AMS	Počet prekročení pre PM ₁₀	Priemerná ročná hodnota koncentrácie PM _{2,5} [µg·m ⁻³]
Banskobystrický kraj	Jelšava, Jesenského	53	21.6
Aglomerácia Košice	Veľká Ida, Letná	68	21.5
Nitriansky kraj	Plášťovce	36	22.2

SO₂

V roku 2022 bola nameraná priemerná hodinová koncentrácia vyššia než 350 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ iba na AMS Rovinka (zaregistrované bolo 1 prekročenie; limitná hodnota pre počet prekročení ich stanovuje maximálne 24).

NO₂

V roku 2022 nebola prekročená priemerná hodinová koncentrácia NO₂ hodnotu 200 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

CO

Na žiadnej z monitorovacích staníc na Slovensku nebola v roku 2022 prekročená limitná hodnota pre CO a úroveň znečistenia ovzdušia za predchádzajúce obdobie rokov 2012 – 2022 je pod dolnou medzou na hodnotenie tejto úrovne znečistenia ovzdušia. Koncentrácie CO sú dlhodobo pod limitnou hodnotou.

Benzén

Hodnoty priemerných ročných koncentrácií sú výrazne pod limitnou hodnotou 5 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ za kalendárny rok.

Ozón

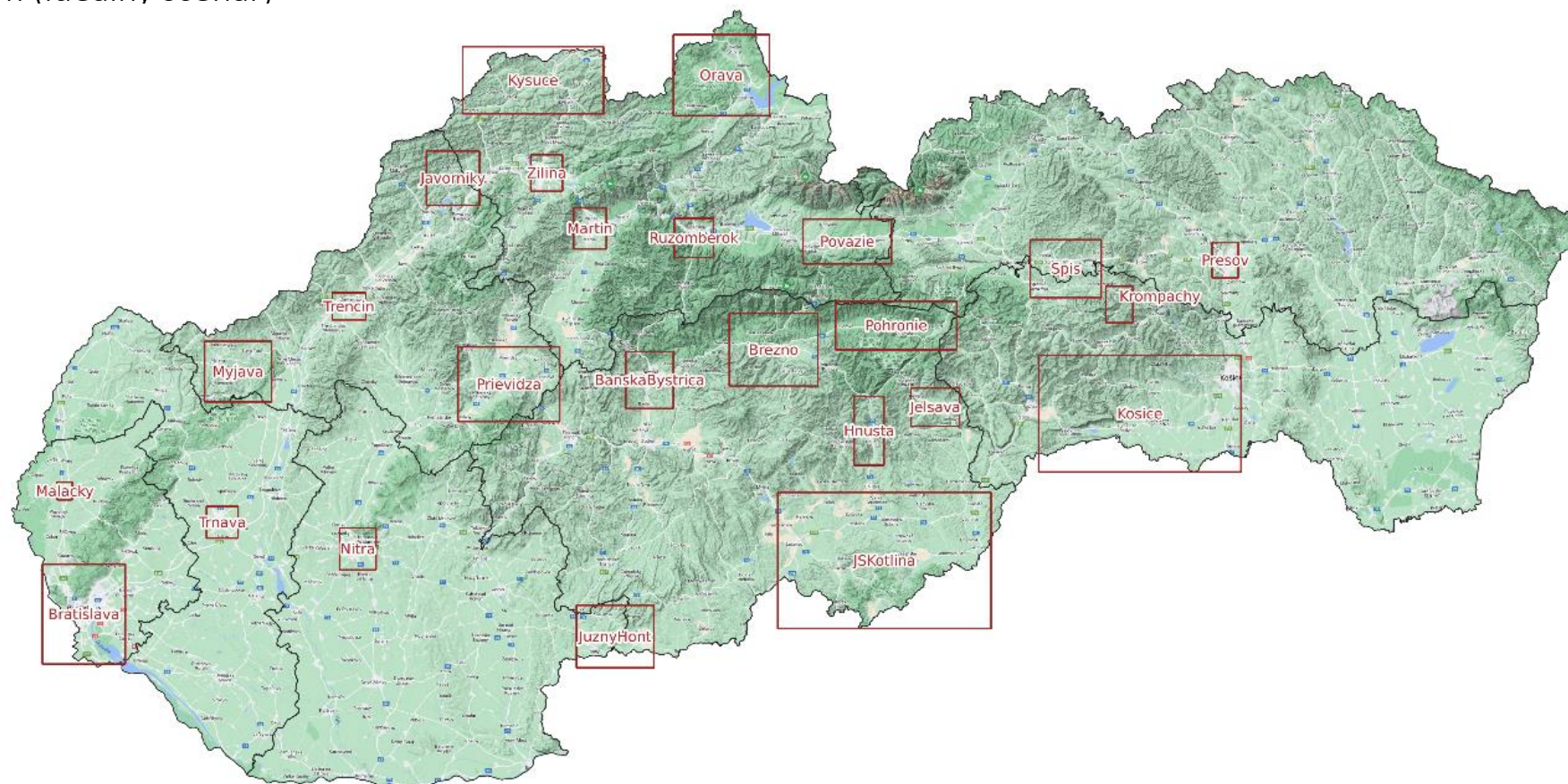
Cieľovú hodnotu prízemného ozónu prekročili v roku 2022 merania na dvoch staniciach: Bratislava, Jeséniova a Chopok.

6. Modelovanie opatrení zameraných na zníženie emisií z kúrenísk

Pre zobrazené domény budeme pre PZKO modelovať dopad opatrení na zníženie emisií z kúrenísk na sledované parametre pre znečisťujúce látky

3 druhy opatrení:

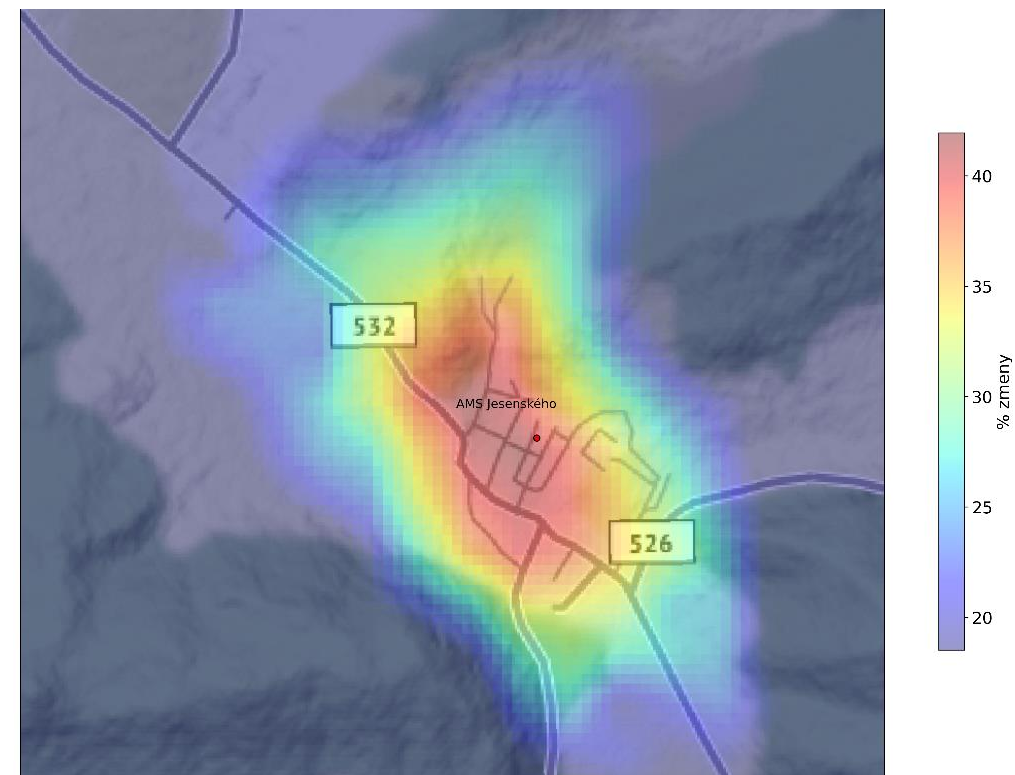
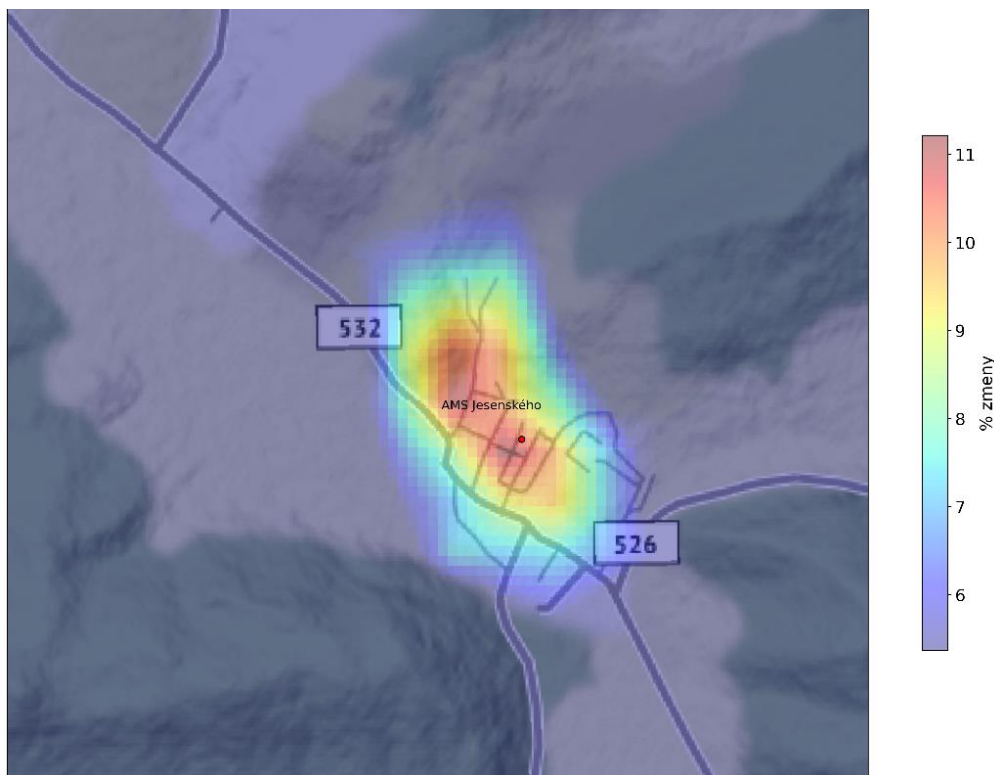
- Náhrada vlhkého dreva ako paliva suchým drevom (osveta)
- Výmena cca polovice odhorievacích a prehorievacích kotlov za splyňovacie a náhrada vlhkého dreva ako paliva suchým drevom (realistický scenár ?)
- Výmena všetkých odhorievacích a prehorievacích kotlov za automatické a náhrada vlhkého dreva a paliva na báze uhlia suchým drevom (ideálny scenár)



Príklad modelovania opatrení na zníženie emisií z lokálnych kúrenísk – Jelšava

Priestorové rozloženie percentuálneho poklesu priemerných ročných koncentrácií **PM₁₀** pre ideálny scenár v porovnaní s aktuálnym stavom (rok 2021, Jelšava, model CALPUFF)

Priestorové rozloženie percentuálneho poklesu priemerných ročných koncentrácií **benzo(a)pyrénu** pre ideálny scenár v porovnaní s aktuálnym stavom (rok 2021, Jelšava, model CALPUFF)



Ďakujem za pozornosť

Projekt LIFE IP – Zlepšenie kvality ovzdušia (LIFE18 IPE/SK/000010) podporila Európska únia v rámci programu LIFE.

Projekt je spolufinancovaný z prostriedkov štátneho rozpočtu SR prostredníctvom MŽP SR.

