

SPRÁVA O KVALITE OVZDUŠIA V SR

2022

PRÍLOHA

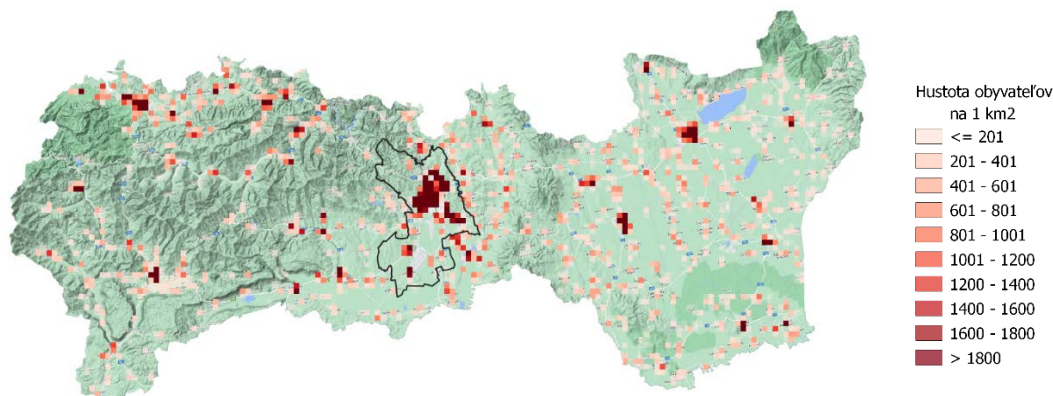
HODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA V AGLOMERÁCII KOŠICE A V ZÓNE KOŠICKÝ KRAJ

1	POPIS ÚZEMIA AGLOMERÁCIE KOŠICE A ZÓNY KOŠICKÝ KRAJ Z HĽADISKA KVALITY OVZDUŠIA.....	2
1.1	AGLOMERÁCIA KOŠICE (územie mesta Košíc a obcí Bočiar, Haniska, Sokoľany a Veľká Ida).....	2
1.2	ZÓNA KOŠICKÝ KRAJ (bez aglomerácie Košice)	3
2	MONITOROVACIE STANICE KVALITY OVZDUŠIA V AGLOMERÁCII KOŠICE A V ZÓNE KOŠICKÝ KRAJ	4
2.1	AGLOMERÁCIA KOŠICE (územie mesta Košíc a obcí Bočiar, Haniska, Sokoľany a Veľká Ida).....	5
2.2	ZÓNA KOŠICKÝ KRAJ (bez aglomerácie Košice)	6
3	ZHODNOTENIE VÝSLEDKOV MONITORINGU KVALITY OVZDUŠIA V AGLOMERÁCII KOŠICE A V ZÓNE KOŠICKÝ KRAJ.....	7
3.1	AGLOMERÁCIA KOŠICE.....	8
3.1.1	Tuhé častice PM ₁₀ a PM _{2,5}	8
3.1.2	Oxid dusičitý.....	10
3.1.3	Ozón.....	10
3.1.4	Benzo(a)pyrén.....	11
3.2	ZÓNA KOŠICKÝ KRAJ	12
3.2.1	Tuhé častice PM ₁₀ a PM _{2,5}	12
3.2.2	Oxid dusičitý.....	14
3.2.3	Ozón.....	14
3.2.4	Benzo(a)pyrén.....	15
4	MODELOVANIE KVALITY OVZDUŠIA.....	16
4.1	Rizikové oblasti.....	18
5	ZHRNUTIE.....	19

1 POPIS ÚZEMIA AGLOMERÁCIE KOŠICE A ZÓNY KOŠICKÝ KRAJ Z HĽADISKA KVALITY OVZDUŠIA

Pre účely hodnotenia kvality ovzdušia je územie Slovenska rozdelené na zóny a aglomerácie (https://www.shmu.sk/sk/?page=1&id=oko_info_az). Územie Košického kraja zahŕňa aglomeráciu Košice (územie mesta Košíc a obcí Bočiar, Haniska, Sokoľany a Veľká Ida) a zónu Košický kraj (Košický kraj bez aglomerácie Košice). **Obr. 1.1** zobrazuje priestorové rozloženie hustoty obyvateľstva v Košickom kraji. Hranice aglomerácie Košice sú na obrázku vyznačené tmavou čiarou.

Obr. 1.1 Rozloženie hustoty obyvateľstva v Košickom kraji (Zdroj: EUROSTAT, 2018).



1.1 AGLOMERÁCIA KOŠICE (územie mesta Košíc a obcí Bočiar, Haniska, Sokoľany a Veľká Ida)

Mesto Košice sa nachádza v údolí Hornádu v Košickej kotline a podľa orografického členenia patrí do pásma vnútorných Karpát. Z juhozápadu zasahuje do oblasti Slovenský kras, na severe sa rozprestiera Slovenské Rudohorie a na východ od mesta sú Slanské vrchy. Veterné pomery v Košiciach sú charakteristické prevládajúcim prúdením zo severných smerov, oblasť je relatívne dobre ventilovaná.

Zdroje znečisťovania ovzdušia v aglomerácii Košice

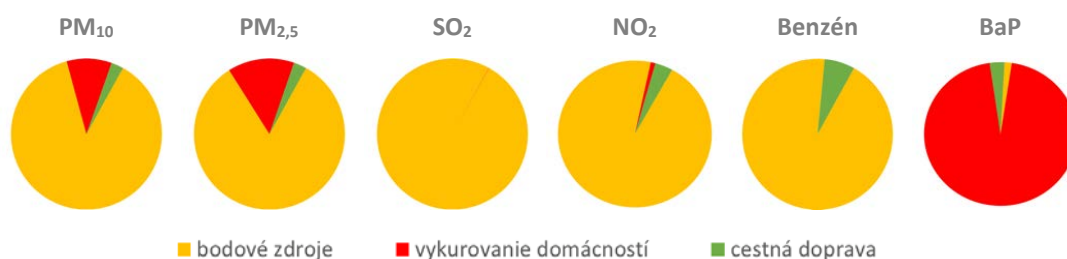
V aglomerácii Košice, mestskej časti Košice-Šaca, sa nachádza priemyselný komplex zameraný na metalurgiu železa, ocele a výrobu koksu, ktorý je dominantným priemyselným zdrojom znečisťovania ovzdušia. Medzi ďalšie priemyselné zdroje patria cementárne.

Kvalita ovzdušia v obciach Veľká Ida, Haniska, Sokoľany a Bočiar a v menšej miere aj v Košiciach je ovplyvnená zdrojmi znečisťovania z neďalekého priemyselného komplexu. Relatívne priaznivou okolnosťou je tu prevládajúce prúdenie zo severných smerov.

Zdrojom znečisťovania ovzdušia v Košiciach je aj cestná doprava. Na základe posledného celoštátneho sčítania dopravy v r. 2015 vieme, že najvyššiu intenzitu dosahuje na obchvate centra mesta – úsek PR3 (juhovýchodný obchvat) s denným priemerným maximom 50 895 vozidiel (6 905 osobných a 43 827 nákladných áut), rýchlostná cesta R2 (južný obchvat) s 32 061 vozidlami (4 166 nákladných a 27 751 osobných áut), cesta č. 547 (severný obchvat) s 28 756 vozidlami (2 004 nákladných a 26 631 osobných áut) a úsek cesty PR3 (východný obchvat) s 36 261 vozidlami (6 056 nákladných a 30 103 osobných áut¹).

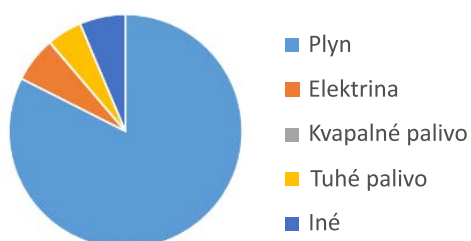
¹ https://www.ssc.sk/files/documents/dopravne-inzinerstvo/csd_2015/ke/scitanie_tabulka_ke_2015.pdf

Obr. 1.2 Podiel rôznych druhov zdrojov znečisťovania ovzdušia na celkových emisiách v aglomerácii Košice.



Poznámka: Stredné a veľké zdroje znečisťovania ovzdušia evidované v databáze NEIS sú označené pre tento účel ako „bodové zdroje“.

Obr. 1.3 Podiel rôznych druhov palív na vykurovaní rodinných domov².



Pre vykurovanie rodinných domov v aglomerácii je podľa údajov zo Sčítania obyvateľov, domov a bytov 2021 (SODB) využívaný najmä zemný plyn. Vykurovanie domácností zabezpečujú čiastočne mestské teplárne, v prípade samostatného vykurovania je prevažujúcim palivom zemný plyn. Tuhé palivá sa pravdepodobne viac používajú vo vidieckom type osídlenia.

1.2 ZÓNA KOŠICKÝ KRAJ (bez aglomerácie Košice)

Reliéf východnej časti zóny Košický kraj má prevažne rovinatý charakter vďaka Východoslovenskej rovine, ktorú od Košickej kotliny oddeľujú Slanské vrchy. Na hranici s Prešovským krajom sa tiahnu Vihorlatské vrchy, zo západu na východ sa rozprestiera Hornádska kotlina. V západnej, hornatejšej časti kraja, sa tiahnu Volovské vrchy oddelené od Slovenského krasu Rožňavskou kotlinou. Hornádska kotlina na severnej časti územia zasahuje do južnej časti Prešovského kraja. Najvyšší bod Košického kraja je Stolica, najvyšší bod Stolických vrchov má nadmorskú výšku 1 476 m, najnižší bod má nadmorskú výšku 94 m.

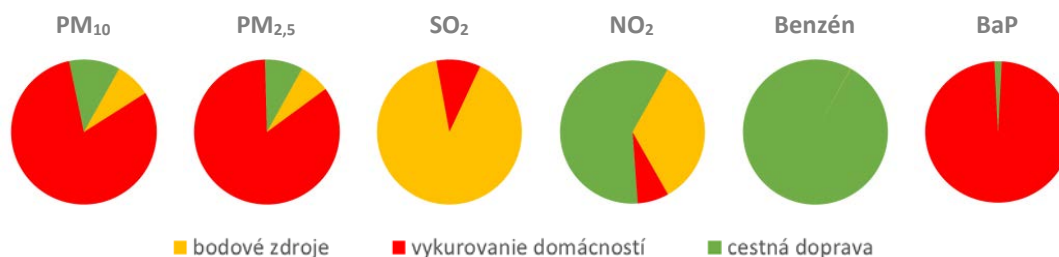
Zdroje znečisťovania ovzdušia v zóne Košický kraj

Najvyťaženejšie cesty v tomto kraji (mimo Košíc) podľa posledného celoštátneho sčítania dopravy v r. 2015 – cesta č. 50 v okrese Michalovce s 14 783 vozidlami (1 721 nákladnými a 13 021 osobnými autami), cesta č. 3244 v okrese Spišská Nová Ves s 12 384 vozidlami (1 391 nákladných a 10 872 osobných áut), cesta č. 526 v okrese Rožňava s 10 433 vozidlami (626 nákladných a 9 747 osobných áut) a cesta č. 3710 v okrese Trebišov s 9 328 vozidlami (614 nákladných a 8 686 osobných áut)³.

² <https://www.scitanie.sk>

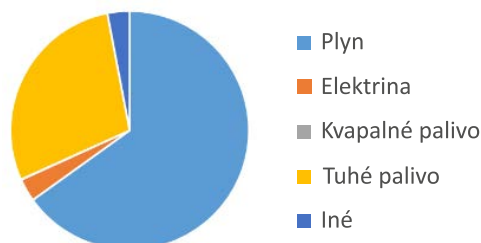
³ <https://www.ssc.sk/sk/cinnosti/rozvoj-cestnej-siete/dopravne-inzinerstvo/celostatne-scitanie-dopravy-v-roku-2015/kosicky-kraj.ssc>

Obr. 1.4 Podiel rôznych druhov zdrojov znečisťovania ovzdušia na celkových emisiách v zóne Košický kraj.



Poznámka: Stredné a veľké zdroje znečisťovania ovzdušia evidované v databáze NEIS sú označené pre tento účel ako „bodové zdroje“.

Obr. 1.5 Podiel rôznych druhov palív na vykurovaní rodinných domov⁴.



Pre vykurovanie rodinných domov v zóne je podľa údajov zo Sčítania obyvateľov, domov a bytov 2021 (SODB) využívaný najmä zemný plyn. V hornatej oblasti západnej časti Košického kraja je významným zdrojom znečisťovania ovzdušia vykurovanie domácností tuhým palivom, najmä palivovým drevom. Situáciu zhoršujú nepriaznivé rozptylové podmienky v oblastiach s nízkou rýchlosťou vetra.

2 MONITOROVACIE STANICE KVALITY OVZDUŠIA V AGLOMERÁCIÍ KOŠICE A V ZÓNE KOŠICKÝ KRAJ

Tabuľky **Tab. 2.1** a **Tab. 2.2** obsahujú informácie o monitorovacích staniciach kvality ovzdušia v aglomerácii Košice a v zóne Košický kraj:

- medzinárodný Eol kód, charakteristiku stanice podľa dominantných zdrojov znečisťovania ovzdušia (dopravná, pozadová, priemyselná), typ oblasti, ktorú daná stanica monitoruje (mestská, predmestská, vidiecka/regionálna) a geografické súradnice;
- monitorovací program. Automatické prístroje kontinuálneho monitoringu poskytujú priemerné hodinové koncentrácie PM₁₀, PM_{2,5}, oxidov dusíka, oxidu siričitého, ozónu, oxidu uhoľnatého a benzénu. Skúšobné laboratórium SHMÚ v rámci manuálneho monitoringu analyzuje ťažké kovy a polycyklické aromatické uhľovodíky. Výsledkom sú priemerné 24-hodinové hodnoty.

⁴ <https://www.scitanie.sk>

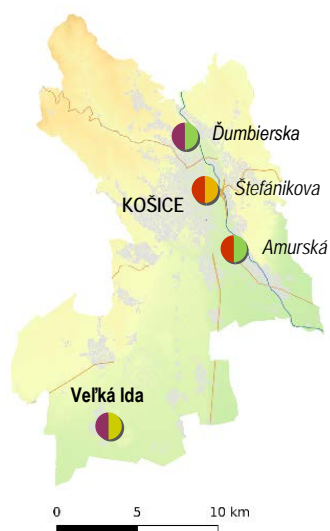
2.1 AGLOMERÁCIA KOŠICE (územie mesta Košíc a obcí Bočiar, Haniska, Sokofany a Veľká Ida)

Monitoring kvality ovzdušia v Košiciach začal v roku 1971. V súčasnosti sa tu kvalita ovzdušia meria na štyroch staniciach. Stanica Košice, Štefánikova odráža vplyv cestnej dopravy, monitorovacie stanice Košice, Amurská a Košice, Ďumbierska charakterizujú mestské (či predmestské) pozadové znečistenie. Monitorovacia stanica vo Veľkej Ide* meria v blízkosti železničnej stanice na zatrávnenom otvorenom priestranstve na juhovýchodnom okraji obce. Severovýchodným smerom od stanice sa nachádza metalurgický komplex s výrobou železa, ocele a koksu (areál U. S. Steel), na juhovýchod od stanice je zväčša zatrávnená halda.

* Poznámka: Z hľadiska hodnotenia kvality ovzdušia a jeho rozdelenia do zón a aglomerácií, k aglomerácii Košice patria aj obce Veľká Ida, Bočiar, Haniska a Sokofany.

Tab. 2.1 Monitorovací program kvality ovzdušia v aglomerácii Košice.

Agglomerácia Košice								Merací program											
Okres	Kód Eol	Názov stanice	Typ		Zemepisná		Nadmorská výška [m]	Kontinuálne							Manuálne				
			oblasti	stanice	dĺžka	Šírka		PM ₁₀	PM _{2,5}	NO, NO ₂	SO ₂	O ₃	CO	Benzén	Hg	As, Cd, Ni, Pb	BaP		
Košice I	SK0264A	Košice, Amurská	U	B	21°17'08"	48°41'25"	201												
Košice I	SK0267A	Košice, Štefánikova	U	T	21°15'32"	48°43'35"	209												
Košice I	SK0016A	Košice, Ďumbierska	S	B	21°14'42"	48°45'12"	240												
Košice okolie	SK0018A	Veľká Ida, Letná	S	I	21°10'31"	48°35'32"	209												
Spolu								3	3	1	1	1	2	1		1	1		



Typ oblasti:
 U – mestská
 S – predmestská
 R – vidiecka (regionálna)

Typ stanice:
 B – pozadová
 T – dopravná
 I – priemyselná

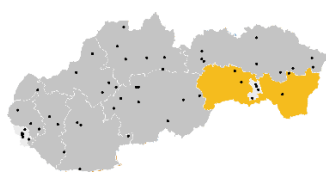
2.2 ZÓNA KOŠICKÝ KRAJ (bez aglomerácie Košice)

Monitoring kvality ovzdušia v zóne Košický kraj je komplikovaný rôznorodosťou terénu a veľkosťou rozlohy. Nachádzajú sa tu štyri monitorovacie stanice, pričom dve z lokalít majú relatívne dlhodobú históriu meraní. Začiatky monitoringu kvality ovzdušia v Krompachoch a Strážskom siahajú do 80-tych rokov 20. storočia. Cieľom bolo zachytiť vplyv priemyselnej činnosti. V priebehu rokov vplyv priemyselných zdrojov poklesol, stanica v Krompachoch je kategorizovaná ako mestská dopravná a v Strážskom ako mestská pozadová. V roku 2020 pribudla predmestská monitorovacia stanica v Trebišove.

Stanica na Kojšovskej holi sa nachádza pri radarovom pracovisku v nadmorskej výške 1232 m n. m., vo východnej časti okresu Snina. Charakterizuje kvalitu ovzdušia v menej znečistenej oblasti. Monitoring kvality ovzdušia sa tu začal v roku 2009.

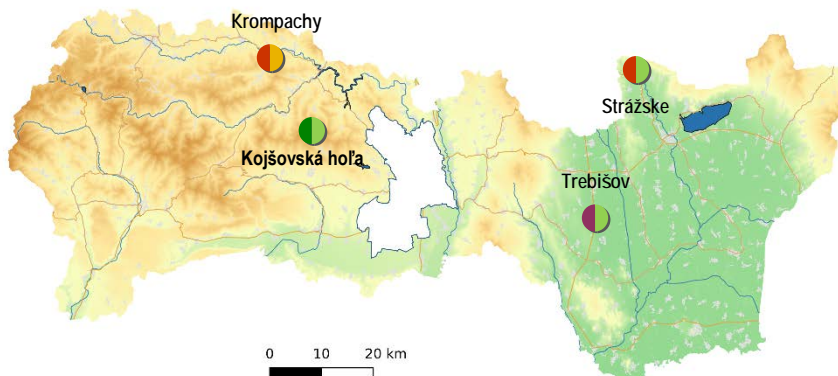
Tab. 2.2 Monitorovací program kvality ovzdušia v zóne Košický kraj.

Zóna Košický kraj (bez aglomerácie Košice)								Merací program										
Okres	Kód Eol	Názov stanice	Typ		Zemepisná		Nadmorská výška [m]	Kontinualne							Manualne			
			oblasť	stanice	dĺžka	Šírka		PM ₁₀	PM _{2,5}	NO, NO ₂	SO ₂	O ₃	CO	Benzén	Hg	As, Cd, Ni, Pb	BaP	
Gelnica	SK0042A	Kojšovská hoľa	R	B	20°59'14"	48°46'58"	1232											
Michalovce	SK0030A	Strážske, Mierová	U	B	21°50'15"	48°52'27"	133											
Spišská Nová Ves	SK0265A	Krompachy, SNP	U	T	20°52'26"	48°54'56"	372											
Trebišov	SK0073A	Trebišov, T. G. Masaryka	S	B	21°42'45"	48°37'42"	107											
Spolu								3	3	3	1	2	1	1				1



Typ oblasti:
 U – mestská
 S – predmestská
 R – vidiecka (regionálna)

Typ stanice:
 B – pozadová
 T – dopravná
 I – priemyselná



3 ZHODNOTENIE VÝSLEDKOV MONITORINGU KVALITY OVZDUŠIA V AGLOMERÁCIÍ KOŠICE A V ZÓNE KOŠICKÝ KRAJ

Táto kapitola sa venuje podrobnejšej analýze zhodnotenia kvality ovzdušia na základe výsledkov monitoringu v aglomerácii Košice a v zóne Košický kraj za rok 2022. Pripomeňme, že aglomerácia Košice zahŕňa mesto Košice a obce Veľká Ida, Haniska, Sokolany a Bočiar. Dôvodom zavedenia takto rozšírenej oblasti pre hodnotenie kvality ovzdušia je skutočnosť, že metalurgický komplex s výrobou železa, ocele a koksu, nachádzajúci sa južne od Košíc pri týchto štyroch obciach, ovplyvňuje do istej miery celú aglomeráciu Košice. Zóna Košický kraj pokrýva územie kraja okrem aglomerácie Košice.

Tab. 3.1 Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia podľa limitných hodnôt na ochranu zdravia ľudí a smogového varovného systému pre PM₁₀ v aglomerácii Košice a v zóne Košický kraj – 2022.

AGLOMERÁCIA Zóna	Znečisťujúca látka	Ochrana zdravia									IP ²⁾	VP ²⁾
		SO ₂		NO ₂		PM ₁₀		PM _{2,5}	CO	Benzén	PM ₁₀	PM ₁₀
		Doba spriemerovania		1 h	1 rok	24 h	1 rok	1 rok	8 h ¹⁾	1 rok	12 h	12 h
		Parameter		počet prekročení	počet prekročení	počet prekročení	príemer	počet prekročení	príemer	príemer	príemer	príemer
	Limitná hodnota [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	350	125	200	40	50	40	20	10 000	5	100	150
	Maximálny počet prekročení	24	3	18		35						
KOŠICE	Košice, Štefánikova	0	0	0	22	21	26	17	2 292	0,91	24	0
	Košice, Amurská					12	22	16			0	0
	Veľká Ida, Letná					68	37	22	2 736		72	0
Košický kraj	Kojšovská hoľa			0	3							
	Trebišov, T. G. Masaryka			0	11	10	22	16			0	0
	Strážske, Mierová					5	20	16			0	0
	Krompachy, SNP	0	0	0	13	13	23	17	1 607	0,94	0	0

 $\geq 90\%$ platných meraní

Červenou farbou je vyznačené prekročenie limitnej hodnoty.

¹⁾ maximálna osemhodinová koncentrácia

²⁾ IP, VP - trvanie prekročenia (v hodinách) informačného prahu (IP) a výstražného prahu (VP) pre PM₁₀

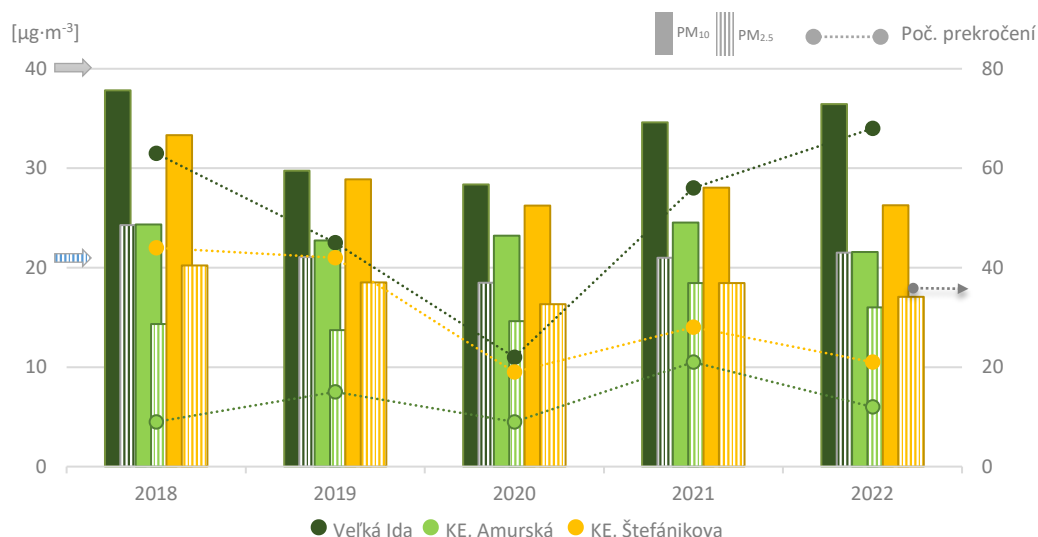
V súlade s Vyhláškou MŽP SR č. 244/2016 Z. z. o kvalite ovzdušia v znení neskorších predpisov bol na monitorovacích staniciach vyžadovaný podiel platných hodnôt dodržaný.

3.1 AGLOMERÁCIA KOŠICE

3.1.1 Tuhé častice PM₁₀ a PM_{2,5}

Obr. 3.1 zobrazuje priemerné ročné koncentrácie PM₁₀, PM_{2,5} a počet dní s priemernou dennou koncentráciou PM₁₀ nad 50 µg·m⁻³ podľa výsledkov meraní na monitorovacích staniciach v aglomerácii Košice v roku 2022.

Obr. 3.1 Priemerné ročné koncentrácie PM₁₀, PM_{2,5} a počet prekročení dennej limitnej hodnoty PM₁₀.

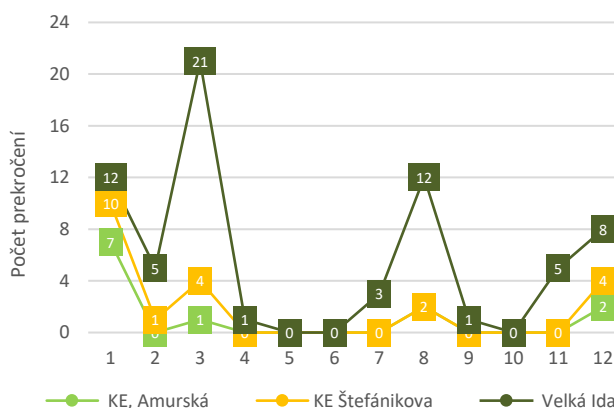


Počet prekročení – zachytáva denné priemerné koncentrácie vyššie ako 50 µg·m⁻³

Šípky znázorňujú limitné hodnoty, **modrá pruhovaná** PM_{2,5} (priemerná ročná koncentrácia = 20 µg·m⁻³); **šedá plná** PM₁₀ (priemerná ročná koncentrácia = 40 µg·m⁻³); **šedá bodkovaná vpravo** počet prekročení (priemerná denná koncentrácia PM₁₀ 50 µg·m⁻³ sa nesmie prekročiť viac než 35-krát za kalendárny rok).

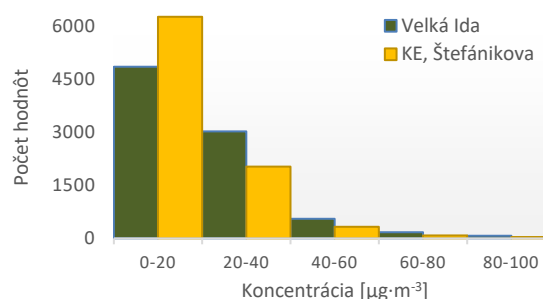
V roku 2022 bola v analyzovanej oblasti prekročená limitná hodnota pre priemernú dennú koncentráciu PM₁₀ a limitná hodnota pre priemernú ročnú koncentráciu PM_{2,5} na stanici vo Veľkej Ide (**Tab. 3.1**, **Obr. 3.1**). Počet denných prekročení 68 tu bol najvyšší za posledných päť rokov. Na ostatných staniciach boli ročné priemerné koncentrácie nižšie ako predchádzajúce roky. Počet prekročení dennej limitnej hodnoty bol na oboch monitorovacích staniciach v Košiciach rovnako výrazne nižší v porovnaní s predchádzajúcim rokom. Veľmi vysoký počet 21 prekročení hodnoty denného priemeru nad 50 µg·m⁻³ (**Obr. 3.2**) sme zaznamenali vo Veľkej Ide v marci a netradične v auguste (12). Limitná hodnota pre priemernú ročnú koncentráciu PM₁₀ (40 µg·m⁻³) v aglomerácii prekročená nebola.

Obr. 3.2 Počet prekročení dennej limitnej hodnoty PM₁₀ za jednotlivé mesiace v roku 2022.

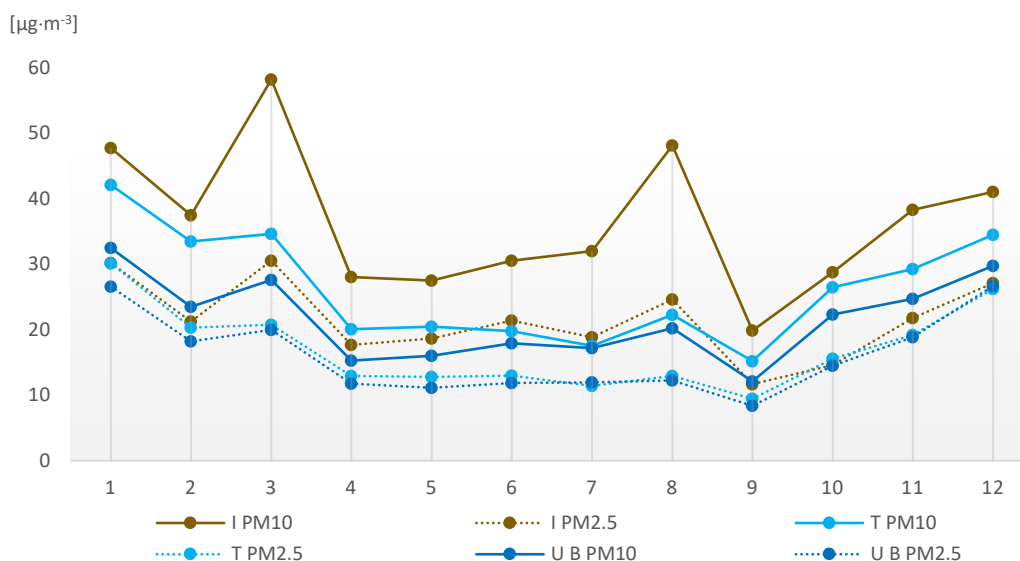


Histogram na **Obr. 3.3** zobrazuje početnosť hodinových koncentrácií PM_{10} na stanicích Košice, Štefánikova a Veľká Ida. Na AMS Štefánikova majú v porovnaní so stanicou vo Veľkej Ide výrazne vyššie zastúpenie nižšie koncentrácie do $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Ak porovnáme maximálne hodinové koncentrácie na týchto stanicích, vo Veľkej Ide sme zaznamenali najvyššiu hodinovú koncentráciu $296 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, na Štefánikovej ulici $133 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Obr. 3.3 Histogram hodinových koncentrácií PM_{10} v roku 2022.



Obr. 3.4 Priemerné mesačné koncentrácie PM_{10} a $PM_{2,5}$ v aglomerácii Košice podľa typu stanice.

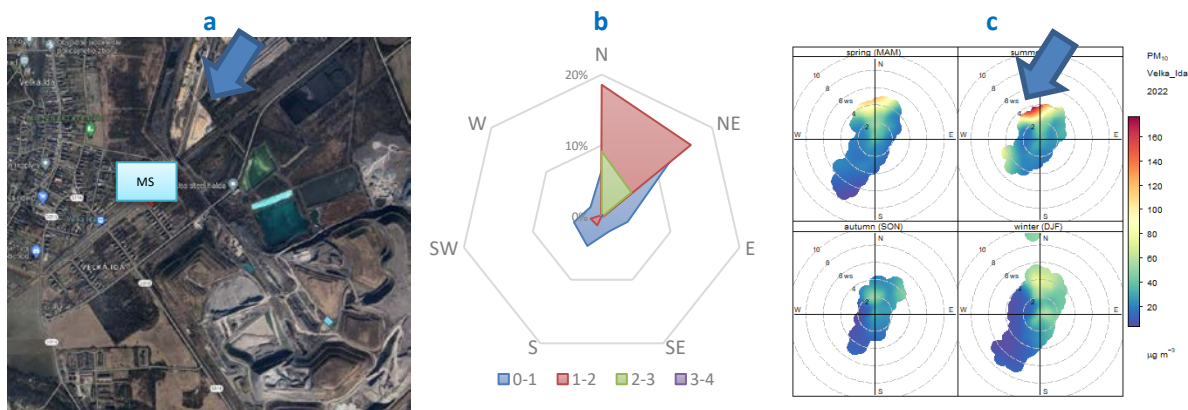


T PM_{10} a T $PM_{2,5}$ – priemerná mesačná koncentrácia PM_{10} a $PM_{2,5}$ na dopravnej stanici: Košice, Štefánikova;
U B PM_{10} a U B $PM_{2,5}$ – priemerná mesačná koncentrácia PM_{10} a $PM_{2,5}$ na mestskej požadovej stanici: Košice, Amurská;
I PM_{10} a I $PM_{2,5}$ – priemerná mesačná koncentrácia PM_{10} a $PM_{2,5}$ na priemyselnej stanici: Veľká Ida, Letná;

Na **Obr. 3.4** sú priemerné mesačné koncentrácie $PM_{2,5}$ zobrazené prerušovanou čiarou. Pre hodnoty PM_{10} , a $PM_{2,5}$ boli v porovnaní s košickými stanicami zaznamenané nadpriemerne vysoké mesačné koncentrácie vo Veľkej Ide najmä v mesiacoch marec a august, a v menšej miere aj v ostatných letných mesiacoch. Z analýzy veterných ružíc z predchádzajúcich rokov sme zaznamenali koreláciu výskytu vysokej koncentrácie PM_{10} s výskytom severného vetra vyššej intenzity (**Obr. 3.5**). V marci mal 61,4 %-ný podiel práve vietor severného a severovýchodného smeru vyššej intenzity, rovnako v auguste prevládalo suché počasie s nízkou vlhkosťou a priemer výskytu vetra zo severu a severovýchodu bol viac ako 68,1 %-ný. Severne od monitorovacej stanice sa nachádza nekrytá skládka, ktorá nie je žiadnym spôsobom zabezpečená proti resuzpenzii skládkovaného materiálu (**Obr. 3.5 a**), predpokladáme, že práve zvrátené častice z tejto skládky sú pravdepodobnou príčinou veľmi nepriaznivej kvality ovzdušia v týchto mesiacoch. V marci boli ešte chladné dni, preto ku zvýšeným emisiám PM_{10} a $PM_{2,5}$ z časti prispeli aj zvýšené emisie z vykurovania v neďalekých obciach. Nepriaznivé rozptyľové podmienky počas anticyklonálnych situácií prevládali počas viac než polovice mesiaca⁵.

⁵ <https://www.shmu.sk/sk/?page=8>

Obr. 3.5 a. Pohľad na okolie MS Veľká Ida, b. veterná ružica za marec, c. veterná ružica za rok 2022. (Rýchlosť a smer vetra boli merané vo výške 4 m na AMS Veľká Ida, Letná.)



3.1.2 Oxid dusičitý

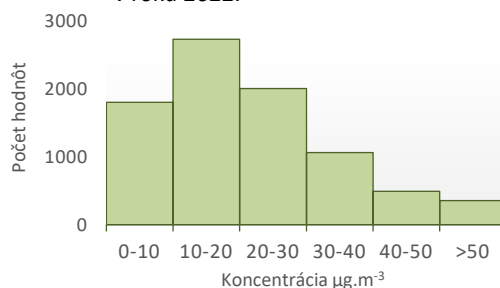
Monitoring oxidu dusičitého prebieha na dopravnej monitorovacej stanici kvality ovzdušia v Košiciach na Štefánikovej ulici. Na **Obr. 3.6** je zobrazený histogram hodinových koncentrácií NO_2 na tejto stanici. Najčastejšie sú zaznamenané hodinové koncentrácie v rozmedzí $10\text{--}20\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, početné sú aj koncentrácie v rozmedzí $20\text{--}30\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, koncentrácie vyššie ako $50\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ sa v roku 2022 vyskytli viac ako v 4%-nom zastúpení, čo zodpovedá dopravnému charakteru stanice. Najvyššia zaznamenaná hodinová koncentrácia tu dosiahla $126\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Priemerné mesačné hodnoty zachytáva **Obr. 3.7**. Priemerná ročná úroveň ($22\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) neprekračuje limitnú hodnotu pre priemernú ročnú koncentráciu ($40\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Najvyššiu mesačnú koncentráciu ($31\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) sme zaznamenali vo februári, v letných mesiacoch boli koncentrácie výrazne nižšie.

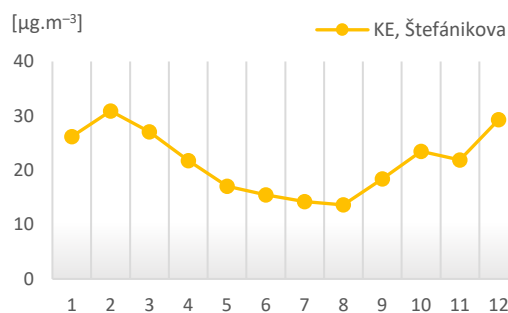
3.1.3 Ozón

Monitoring ozónu prebieha na predmestskej požadovej stanici v Košiciach na Ďumbierskej ulici. Najvyššie koncentrácie prízemného ozónu sa vyskytujú spravidla v teplých mesiacoch. V roku 2022 sa vyskytli vysoké mesačné koncentrácie O_3 v marci, porovnateľné s letnými mesiacmi, napriek chladnému počasiu (**Obr. 3.8**). Na **Obr. 3.9** a **Obr. 3.10** je znázornený tzv. denný chod koncentrácie O_3 : koncentrácie stúpajú s východom slnka, vrchol dosahujú okolo poludnia a vo večerných hodinách postupne klesajú na minimum, ktoré sa vyskytuje nadržanom. Veľké rozdiely v koncentráciách prízemného ozónu zaznamenávame tiež v teplom a chladnom období.

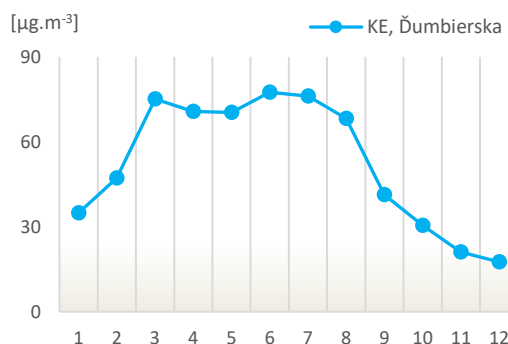
Obr. 3.6 Histogram hodinových koncentrácií NO_2 v roku 2022.



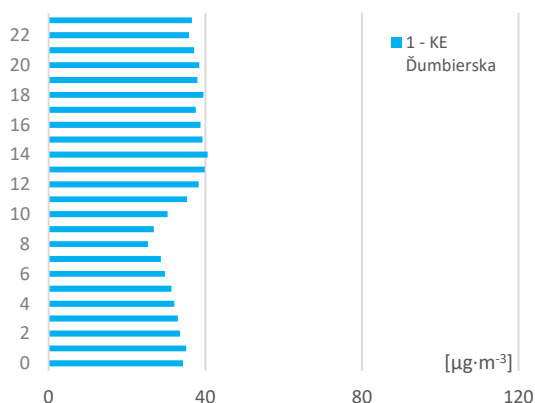
Obr. 3.7 Priemerné mesačné hodnoty NO_2 v roku 2022.



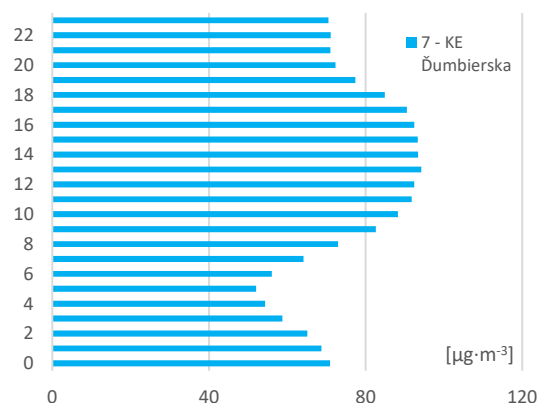
Obr. 3.8 Priemerné mesačné koncentrácie O_3 v roku 2022.



Obr. 3.9 Denný chod koncentrácie O_3 v januári 2022 na AMS Košice, Ďumbierska.



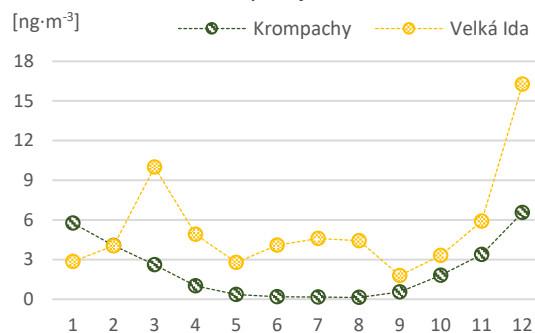
Obr. 3.10 Denný chod koncentrácie O_3 v júli 2022 na AMS Košice, Ďumbierska.



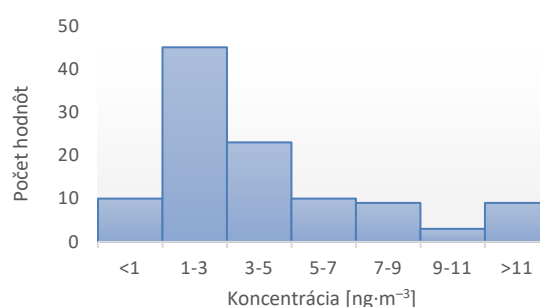
3.1.4 Benzo(a)pyrén

Znečisťujúca látka benzo(a)pyrén [B(a)P] sa v tejto zóne monitoruje na predmestskej priemyselnej stanici vo Veľkej Ide na Letnej ulici (merania B(a)P v Krompachoch, v zóne Košický kraj, sú popísané v nasledujúcej kapitole 3.2). Lokalita je ovplyvnená emisiami z blízkeho metalurgického komplexu, najmä z výroby koksu. Poukazuje na to relatívne konštantné rozloženie mesačných koncentrácií po celý rok, aj v teplých mesiacoch, keď na iných monitorovacích staniciach úroveň koncentrácie B(a)P výrazne klesá (Obr. 3.11). Priemerná ročná koncentrácia B(a)P vo Veľkej Ide každoročne prekračuje cieľovú hodnotu ($1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$) a túto úroveň v roku 2022 prekročili i hodnoty v každom mesiaci. Koncentrácie pod $1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ sa vyskytovali len v 8,4% meraní, až v 31%-ách vzoriek boli vyššie ako $5 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$. Extrémne vysoká koncentrácia benzo(a)pyrénu v ovzduší sa vyskytla 1. 12. 2022 ($62 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$). Histogram nameraných koncentrácií B(a)P ukazuje, že najčastejšie sa vyskytujú hodnoty v rozmedzí $1-3 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$, čo je veľmi vysoká úroveň. Pre porovnanie, napríklad v Bratislave je najväčší podiel koncentrácií do $0,5 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$.

Obr. 3.11 Priemerné mesačné koncentrácie benzo(a)pyrénu v aglomerácii Košice a zóne Košický kraj v roku 2022.



Obr. 3.12 Histogram denných koncentrácií benzo(a)pyrénu v roku 2022.



Tab. 3.2 Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia benzo(a)pyrénom

	2018	2019	2020	2021	2022
Cieľová hodnota [$\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$]	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Veľká Ida, Letná	5,8	4,5	4,6	6,1	5,4

 $\geq 90\%$ platných meraní

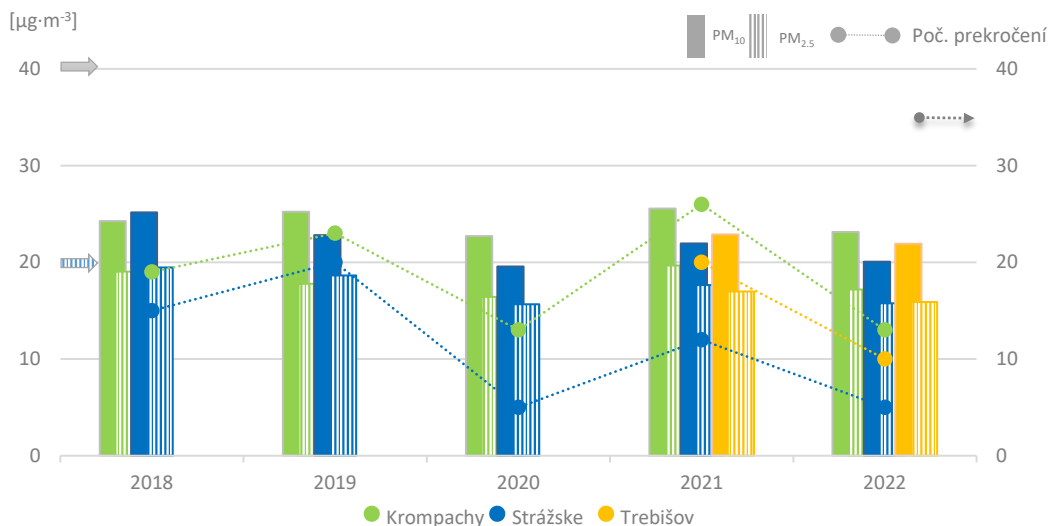
Červenou farbou je vyznačené prekročenie cieľovej hodnoty.

3.2 ZÓNA KOŠICKÝ KRAJ

3.2.1 Tuhé častice PM₁₀ a PM_{2,5}

Obr. 3.13 zobrazuje priemerné ročné koncentrácie PM₁₀, PM_{2,5} a počet dní s priemernou dennou koncentraciou PM₁₀ nad 50 µg·m⁻³ podľa výsledkov meraní na monitorovacích staniciach v zóne Košický kraj v roku 2022.

Obr. 3.13 Priemerné ročné koncentrácie PM₁₀, PM_{2,5} a počet prekročení dennej limitnej hodnoty PM₁₀.

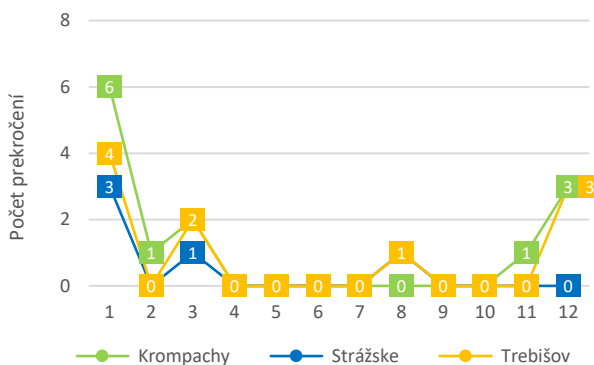


Počet prekročení – zachytáva denné priemerné koncentrácie vyššie ako 50 µg·m⁻³

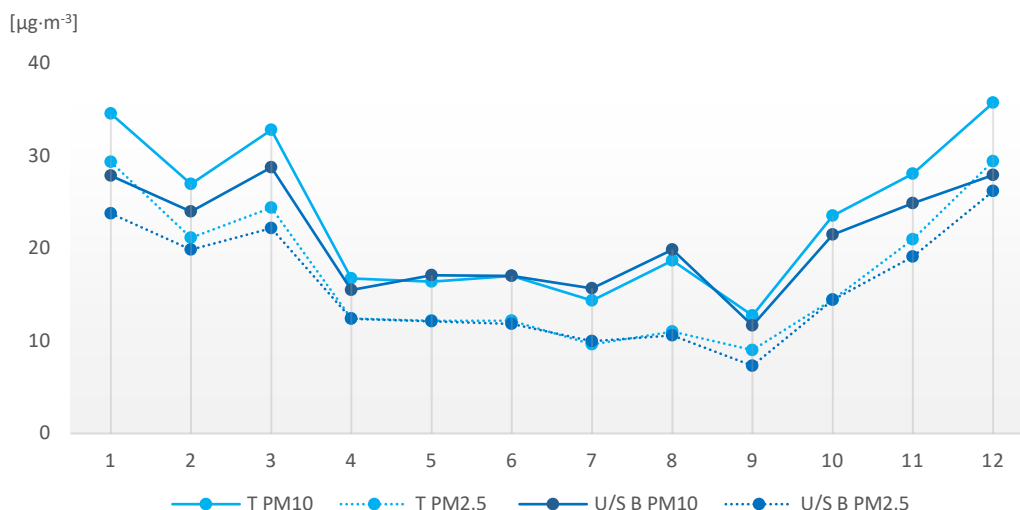
Šípky znázorňujú limitné hodnoty, **modrá pruhovaná** PM_{2,5} (priemerná ročná koncentrácia = 20 µg·m⁻³); **šedá plná** PM₁₀ (priemerná ročná koncentrácia = 40 µg·m⁻³); **šedá bodkovaná vpravo** počet prekročení (priemerná denná koncentrácia PM₁₀ 50 µg·m⁻³ sa nesmie prekročiť viac než 35-krát za kalendárny rok).

Limitná hodnota pre priemernú ročnú koncentráciu PM₁₀ (40 µg·m⁻³) v zóne Košický kraj nebola prekročená. Podobne, limitnú hodnotu pre počet prekročení za rok (35-krát) priemernej dennej koncentrácie PM₁₀ (50 µg·m⁻³) nepresiahla žiadna stanica (Obr. 3.13). Priemerná ročná koncentrácia bola v porovnaní s rokom 2021 na všetkých staniciach mierne nižšia, dopravná stanica Kropachy zaznamenala najvyššiu úroveň PM₁₀ 23 µg·m⁻³. Počet denných prekročení v Kropachoch (13) bol polovičný oproti roku 2021, rovnako na ostatných staniciach sme zaznamenali výrazný pokles denného počtu prekročení na úroveň priaznivého roku 2020. Najviac prekročení denného limitu v r. 2022 sme zaznamenali v januári na stanici v Kropachoch (Obr. 3.14) a na ostatných staniciach došlo k väčšine prekročení tiež v tomto mesiaci.

Obr. 3.14 Počet prekročení dennej limitnej hodnoty PM₁₀ za jednotlivé mesiace v roku 2022.



Obr. 3.15 Priemerné mesačné koncentrácie PM_{10} a $PM_{2,5}$ v kraji podľa typu stanice.



T PM10 a **T PM2.5** – priemerná mesačná koncentrácia PM_{10} a $PM_{2,5}$ na dopravnej stanici v Krompachoch;
U/S B PM10 a **U/S B PM2.5** – priemer mesačných koncentrácií PM_{10} a $PM_{2,5}$ na mestských/predmestských pozadových staniciach Strážske a Trebišov.

Priebeh priemerných mesačných koncentrácií PM_{10} , $PM_{2,5}$ (Obr. 3.15) sa vyznačuje najvyššími hodnotami v chladných mesiacoch roka z dôvodu vykurovania domácností tuhým palivom a častejšieho výskytu zhoršených rozptylových podmienok. V roku 2022 boli rozdiely menej zreteľné, dôvodom bol najmä relatívne teplý začiatok roka. Pozornosť si zaslúži fakt, že na dopravnej monitorovacej stanici v Krompachoch boli namerané veľmi podobné hodnoty, ako na mestskej resp. predmestskej pozadovej stanici v Strážskom a Trebišove. Dôvodom je pravdepodobne podobný charakter zdrojov (menší vplyv má cestná doprava, výraznejší vykurovanie domácností).

Ako sme už poznamenali, zvýšené koncentrácie $PM_{2,5}$ sú rizikové najmä pre ich nepriaznivý vplyv na zdravie. Na Obr. 3.15 sú priemerné ročné koncentrácie jemných častíc zobrazené prerušovanou čiarou. Najvyššia priemerná ročná koncentrácia bola nameraná v Krompachoch ($17 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), kde sme zaznamenali zlepšenie oproti roku 2021 o $3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Vysoké koncentrácie $PM_{2,5}$ boli namerané v chladných mesiacoch roka. Je to, rovnako ako pri PM_{10} , dôsledkom vykurovania domácností tuhým palivom, či rôznym odpadom. Na všetkých staniciach bola priemerná ročná koncentrácia $PM_{2,5}$ vyššia ako je úroveň, ktorú odporúča WHO ($5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Platilo to aj pre priemerné mesačné hodnoty. A to nielen v zimnom období, ale dokonca aj v letných mesiacoch, keď bývajú koncentrácie $PM_{2,5}$ najnižšie.

3.2.2 Oxid dusičitý

Monitoring oxidu dusičitého prebieha na troch staniciach. Priemerné mesačné hodnoty pre jednotlivé stanice zachytáva **Obr. 3.16**.

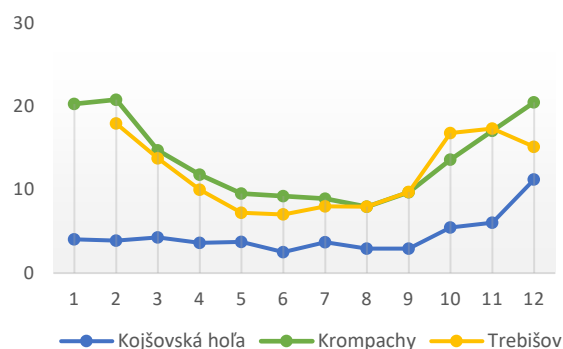
Hlavným zdrojom emisií NO₂ je cestná doprava. Najvyššie koncentrácie z tohto dôvodu zaznamenávame na dopravnej stanici Kropachy. Priemerná ročná úroveň (13 µg·m⁻³) však ani tu neprekračuje limitnú hodnotu pre túto znečisťujúcu látku (40 µg·m⁻³). Namerané hodnoty si celý rok udržiavajú relatívne konštantnú úroveň s nevýrazným minimom v letných mesiacoch (**Obr. 3.16**). Priemerné ročné koncentrácie na pozadových staniciach dosahovali v roku 2022 11 µg·m⁻³ (Trebišov) a 3 µg·m⁻³ (Kojšovská hoľa). Na všetkých staniciach sú priemerné ročné koncentrácie mierne nižšie oproti roku 2021. Koncentrácie NO₂ v zóne Košický kraj sú na relatívne nízkej úrovni, čo nám ukazuje histogram hodinových hodnôt v Trebišove na **Obr. 3.17**: najpočetnejšie bolo zastúpenie koncentrácií do 10 µg·m⁻³. Napriek tomu jedinou stanicou, ktorá splnila odporúčania WHO (10 µg·m⁻³), s výrazne prísnejšími limitmi než sú limity EÚ, je Kojšovská hoľa.

3.2.3 Ozón

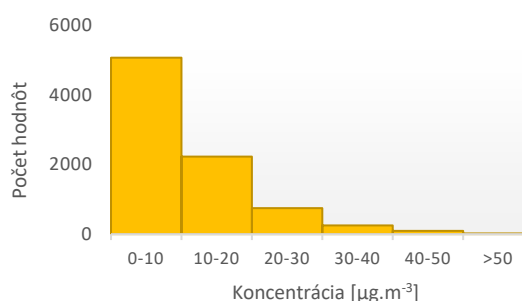
Monitoring prízemného ozónu prebieha v zóne na dvoch monitorovacích staniciach – Trebišov a Kojšovská hoľa, ktorá sa nachádza vo vyššej nadmorskej výške. Preto sú na tejto stanici merané vyššie koncentrácie prízemného ozónu (ide pravdepodobne aj o prenos z vyšších vrstiev atmosféry).

Najvyššie koncentrácie O₃ sa vyskytujú spravidla v teplých mesiacoch s vysokou intenzitou slnečného svitu (**Obr. 3.18**). Na **Obr. 3.19** a **Obr. 3.20** je znázornený tzv. denný chod koncentrácií O₃ – rast s východom slnka, vrchol, ktorý dosahujú okolo poludnia a postupný pokles vo večerných hodinách až na minimum, vyskytujúce sa nadržanom. Veľké rozdiely v koncentráciách prízemného ozónu zaznamenávame tiež v teplom a chladnom období. Vyššie hodnoty namerané na Kojšovskej holi sú pravdepodobne zapríčinené prenosom z vyšších vrstiev atmosféry.

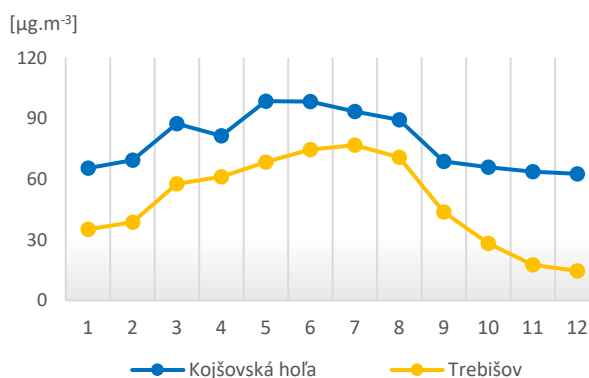
Obr. 3.16 Priemerné mesačné koncentrácie NO₂. [µg·m⁻³]



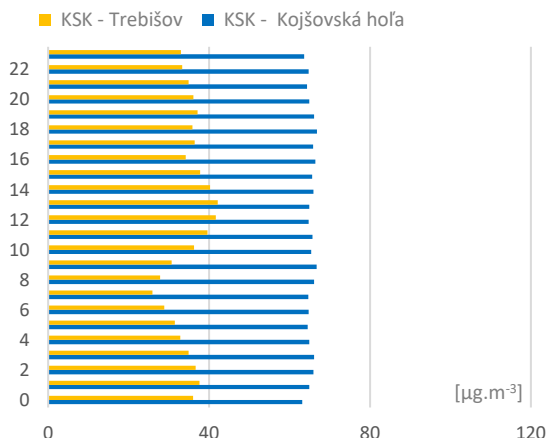
Obr. 3.17 Histogram hodinových koncentrácií NO₂ v Trebišove.



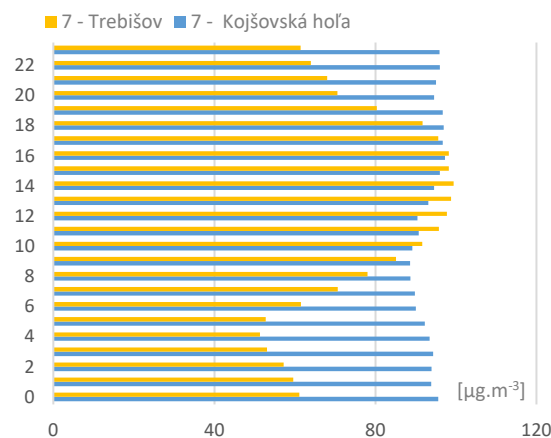
Obr. 3.18 Priemerné mesačné koncentrácie O₃. [µg·m⁻³]



Obr. 3.19 Denný chod koncentrácie O₃ v januári 2022.



Obr. 3.20 Denný chod koncentrácie O₃ v júli 2022.



3.2.4 Benzo(a)pyrén

Benzo(a)pyrén sa v zóne Košický kraj monitoruje na jednej monitorovacej stanici – Krompachy, SNP. Cieľová hodnota pre benzo(a)pyrén (1 ng·m⁻³) je tu výraznejšie prekračovaná každý rok. Koncentrácie však nedosahujú hodnoty namerané vo Veľkej Ide.

Koncentrácie benzo(a)pyrénu zaznamenané počas roku v Krompachoch sa na rozdiel od Veľkej Idy (Obr. 3.11) vyznačujú charakteristickým výrazným maximom počas zimy. To svedčí o dominantnom vplyve vykurovania domácností v Krompachoch, v spojitosti s horšími rozptylovými podmienkami. Pri porovnaní s priebehom koncentrácií PM (Obr. 3.15) môžeme predpokladať, že v prípade benzo(a)pyrénu sezónne zdroje ovplyvňujú vysoké koncentrácie ešte vo väčšej miere ako pri PM.

Tab. 3.4 Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia benzo(a)pyrénom.

	2018	2019	2020	2021	2022
Cieľová hodnota [ng·m ⁻³]	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Krompachy, SNP		2,7	2,1	2,2	2,2

≥ 90% platných meraní

Červenou farbou je vyznačené prekročenie cieľovej hodnoty.

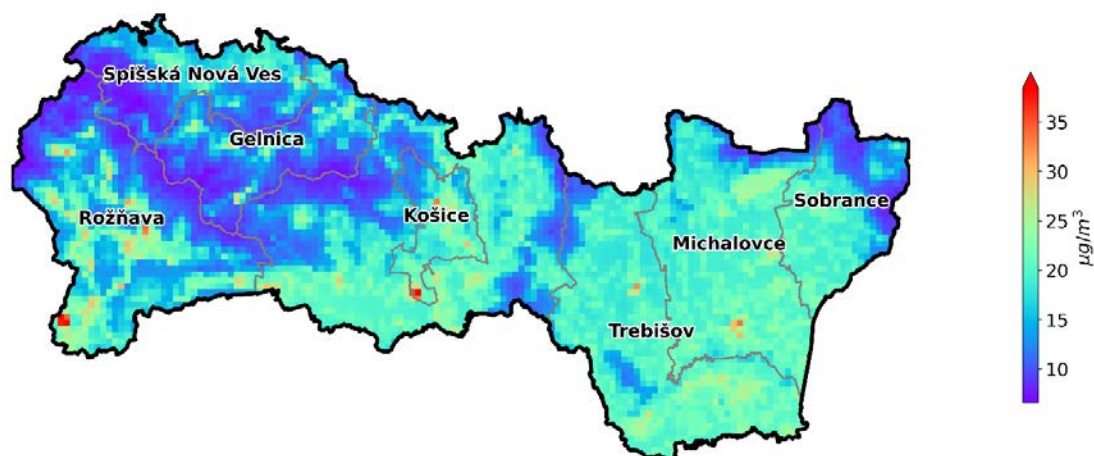
4 MODELOVANIE KVALITY OVZDUŠIA

Na **Obr. 4.1** sú výsledky modelovania PM_{10} vypočítané pomocou modelu RIO v kombinácii s IDW-R (podrobnejší popis metódy je v Kapitole 4 *Správy o kvalite ovzdušia v SR 2022*).

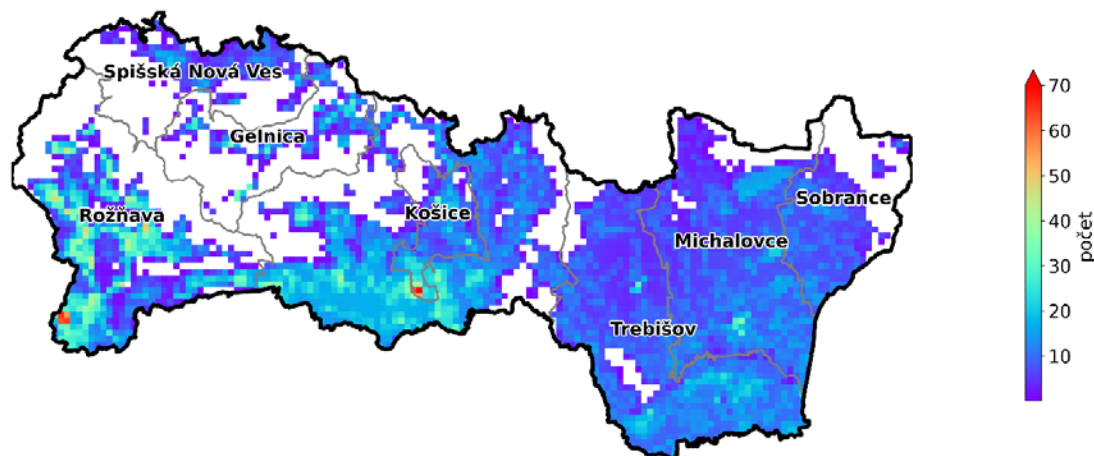
Na základe výsledkov matematického modelovania interpolačným modelom RIO, IDW-R môžeme predpokladať, že najvyššie koncentrácie PM_{10} sa vyskytujú v južnej časti aglomerácie Košice (v obciach Veľká Ida, Sokoľany, Haniska, Bočiar) a sú ovplyvnené emisiami z metalurgického komplexu.

V zóne Košický kraj budú pravdepodobne najvyššie hodnoty PM_{10} najmä v Above a v okresoch Rožňava, Spišská Nová Ves a Gelnica (**Obr. 4.1**, **Obr. 4.2**).

Obr. 4.1 Priemerná ročná koncentrácia PM_{10} v roku 2022.



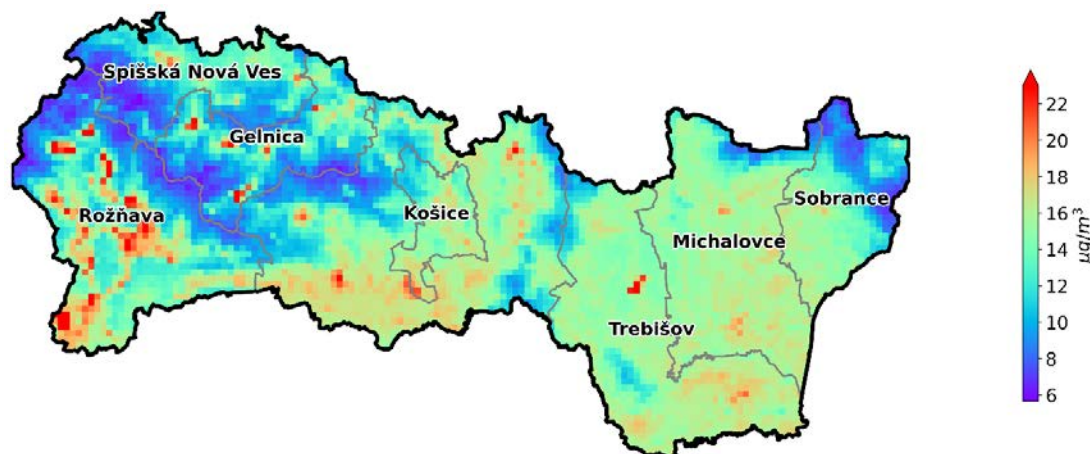
Obr. 4.2 Počet prekročení dennej limitnej hodnoty PM_{10} v roku 2022. Zobrazené sú len oblasti, pre ktoré vyšiel nenulový počet prekročení.



Mapa na **Obr. 4.3** zobrazuje priestorové rozloženie priemerných ročných koncentrácií $PM_{2,5}$ podľa výstupu z modelu RIO v kombinácii s modelom IDW-R. Podľa výstupov modelu bola priemerná ročná koncentrácia $PM_{2,5}$ na celom území zóny vyššia než limitná hodnota odporúčaná WHO (limitné hodnoty WHO sú prísnejšie než limity EÚ).

Priestorové rozloženie priemerných ročných koncentrácií $PM_{2,5}$ podľa modelu RIO, IDW-R má podobný charakter ako pre PM_{10} . Maximálne hodnoty sa okrem aglomerácie Košice pravdepodobne vyskytujú v Above, v okrese Rožňava a Spišská Nová Ves.

Obr. 4.3 Priemerná ročná koncentrácia $PM_{2,5}$ v roku 2022 podľa výstupu modelu RIO, IDW-R.

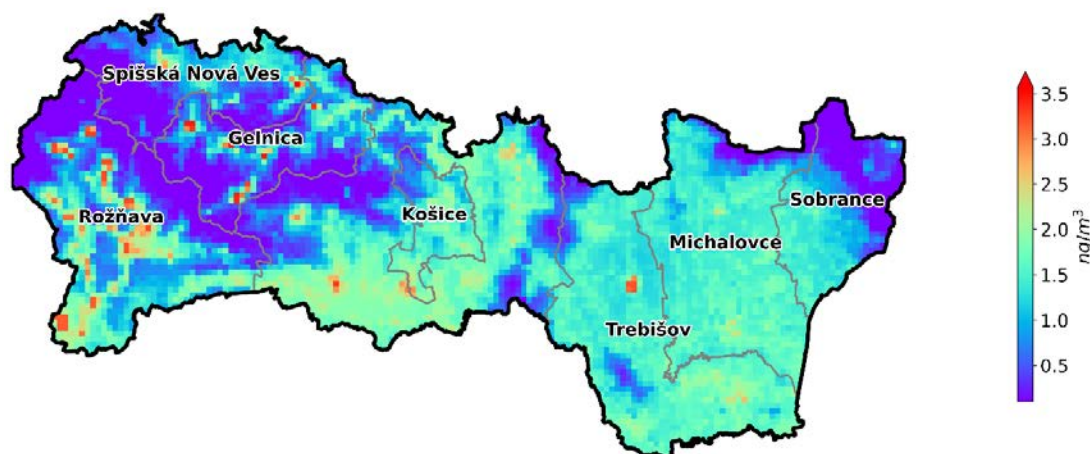


Obr. 4.4 zachytáva priestorové rozloženie priemernej ročnej koncentrácie benzo(a)pyrénu podľa výstupu z modelu RIO, IDW-R. Keďže model vychádza z nameraných údajov (a pomocných polí), výstupy sú na rozľahlom území Košického kraja zaťažené značnou neistotou.

Model môže koncentrácie benzo(a)pyrénu nadhodnocovať najmä v okolí Košíc a Východoslovenskej nížiny. Je totiž silne ovplyvnený vysokou priemernou ročnou koncentráciou nameranou vo Veľkej Ide. Tá je spolu s Krompachmi jednou z dvoch staníc v zóne Košický kraj, kde sa benzo(a)pyrén monitoruje.

Na získanie detailnejšej predstavy o priestorovom rozložení je potrebné modelovanie s vysokým rozlíšením s použitím detailných údajov o emisiách (t. j. údajov o množstve a druhu palív, o type zariadení používaných pri vykurovaní domácností a pod.). Najvýraznejším zdrojom benzo(a)pyrénu v aglomerácii Košice je výroba koksu, v menšej miere vykurovanie domácností. Situácia je opačná v zóne Košický kraj, kde je najvýznamnejším zdrojom vykurovanie domácností tuhým palivom, predovšetkým nedostatočne vysušeným drevom, resp. nevhodným palivom (rôzne druhy odpadu).

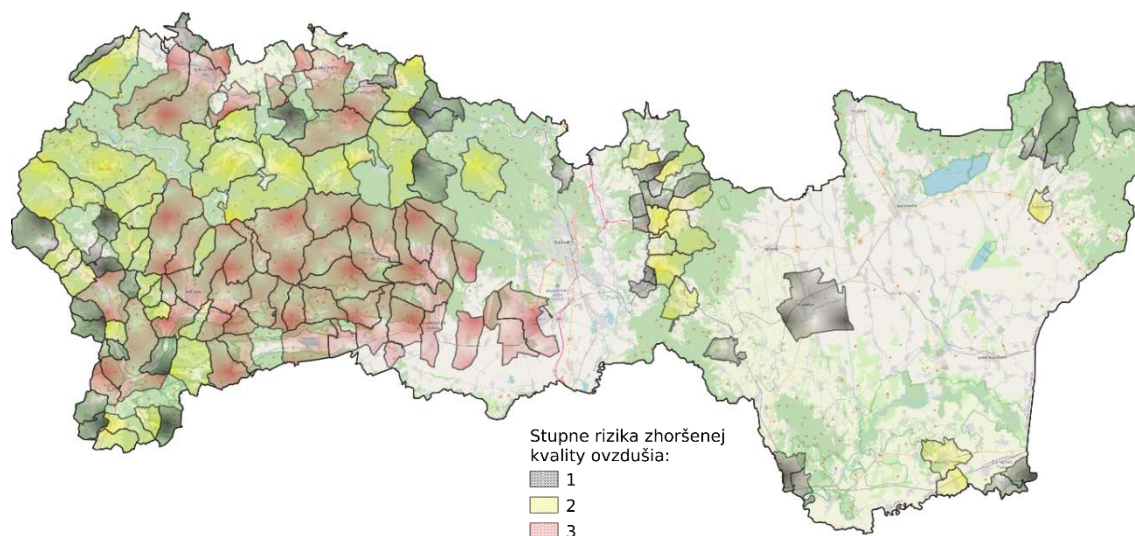
Obr. 4.4 Priemerná ročná koncentrácia benzo(a)pyrénu v roku 2022 podľa výstupu modelu RIO, IDW-R.



4.1 Rizikové oblasti

Obr. 4.5 zobrazuje obce ohrozené zhoršenou kvalitou ovzdušia, určené Metódou integrovaného posúdenia obcí⁶. Stupeň 3 zodpovedá najvyššej pravdepodobnosti ohrozenia znečistením ovzdušia. Metodika zahŕňa mieru vykurovania domácností tuhým palivom, vplyv zhoršených rozptylových podmienok z krátkodobého aj dlhodobého hľadiska, výsledky chemicko-transportného modelu CMAQ, interpolačného modelu RIO a výsledky modelovania s vysokým rozlíšením modelom CALPUFF na vybraných doménach s predpokladom zhoršenej kvality ovzdušia.

Obr. 4.5 Rizikové obce v Košickom kraji a v aglomerácii Košice.



Obciam, na území ktorých bola podľa modelovania s vysokým priestorovým rozlíšením prekročená limitná hodnota pre PM, NO₂ alebo cieľová hodnota pre BaP, bol automaticky priradený rizikový stupeň 3, podobne ako obciam, kde bolo prekročenie limitnej či cieľovej hodnoty zistené meraním. Zoznam obcí a ich rizikových stupňov je na web stránke SHMÚ.⁷

Zóny a aglomerácie, ktoré obsahujú aspoň jednu obec s rizikovým stupňom 3, vypracujú Program na zlepšenie kvality ovzdušia. V tomto zmysle zodpovedajú obce s rizikovým stupňom 3 oblastiam riadenia kvality ovzdušia. Opatrenia na zníženie emisií však musia byť vykonané v takto vyčlenenej zóne vo všetkých obciach, ktorých rizikový stupeň je 2 alebo 3, v ideálnom prípade aj v obciach s rizikovým stupňom 1.

Hodnotenie pomocou Metódy integrovaného posúdenia má za cieľ vymedziť oblasti, kde je potrebné zamerať opatrenia na zlepšenie kvality ovzdušia. Vzhľadom na rozmiestnenie zdrojov znečisťovania vzdušia a s ohľadom na mikroklimatické charakteristiky územia je pravdepodobné, že na rizikovej oblasti sa miera znečistenia na rôznych lokalitách líši. Predstavu o priestorovom rozložení znečistenia ovzdušia poskytujú výsledky modelovania s vysokým rozlíšením, ktoré sú postupne dopĺňané na web stránke⁸.

⁶ Štefánik, D., Krajčovičová, J.: *Metóda integrovaného posúdenia obcí vzhľadom na riziko nepriaznivej kvality ovzdušia*, Slovenský hydrometeorologický ústav, 2023, dostupné na <https://www.shmu.sk/sk/?page=996>

⁷ <https://www.shmu.sk/sk/?page=2768>

⁸ <https://www.shmu.sk/sk/?page=2699>

5 ZHRNUTIE

V roku 2022 bolo v aglomerácii Košice (územie mesta Košice a obcí Veľká Ida, Haniska, Bočiar a Sokoľany) zaznamenané prekročenie limitnej hodnoty pre priemernú dennú koncentráciu PM₁₀, pre priemernú ročnú koncentráciu PM_{2,5} a prekročenie cieľovej hodnoty pre benzo(a)pyrén (všetky na monitorovacej stanici Veľká Ida, Letná). Nebolo tu namerané prekročenie limitnej hodnoty pre SO₂, NO₂, CO a benzén.

Aglomerácia Košice patrí dlhodobo medzi problémové oblasti z hľadiska kvality vzdušia. Problémom sú najmä emisie benzo(a)pyrénu z výroby koksu, v menšej miere k nim prispieva aj vykurovanie domácností tuhým palivom.

V zóne Košický kraj nebolo v roku 2022 namerané prekročenie limitnej hodnoty pre SO₂, NO₂, CO a benzén, ani prekročenie limitnej hodnoty pre priemernú ročnú koncentráciu PM₁₀ a PM_{2,5}. Počet dní s priemernou dennou koncentráciou PM₁₀ nad 50 µg·m⁻³ bol pod povoleným limitom.

Cieľová hodnota pre priemernú ročnú koncentráciu benzo(a)pyrénu bola prekročená v Krompachoch.

Na základe výsledkov matematického modelovania môžeme predpokladať, že v niektorých oblastiach (**Obr. 4.1 – Obr. 4.4**) sa vyššie hodnoty PM a benzo(a)pyrénu môžu vyskytovať najmä v zimných mesiacoch v lokalitách s vyšším podielom tuhých palív na vykurovaní domácností, a to najmä pri zhoršených rozptylových podmienkach.