

SPRÁVA O KVALITE OVZDUŠIA V SR

2021

PRÍLOHA

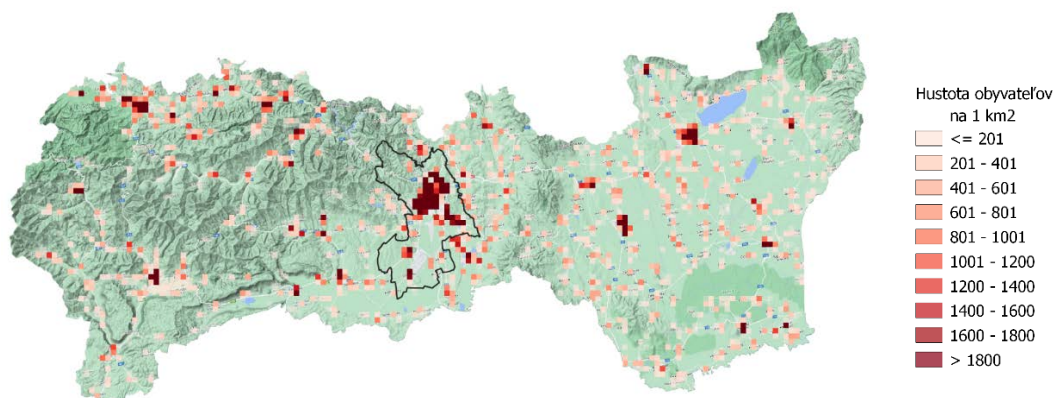
HODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA V AGLOMERÁCII KOŠICE A V ZÓNE KOŠICKÝ KRAJ

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.....	9
3.1.3	Ozón.....	10
3.1.4	Benzo(a)pyrén.....	10
3.2	ZÓNA KOŠICKÝ KRAJ	11
3.2.1	Tuhé častice PM ₁₀ a PM _{2,5}	11
3.2.2	Oxid dusičitý.....	12
3.2.3	Ozón.....	13
3.2.4	Benzo(a)pyrén.....	13
4	MODELOVANIE KVALITY OVZDUŠIA.....	14
5	ZHRNUTIE.....	17

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

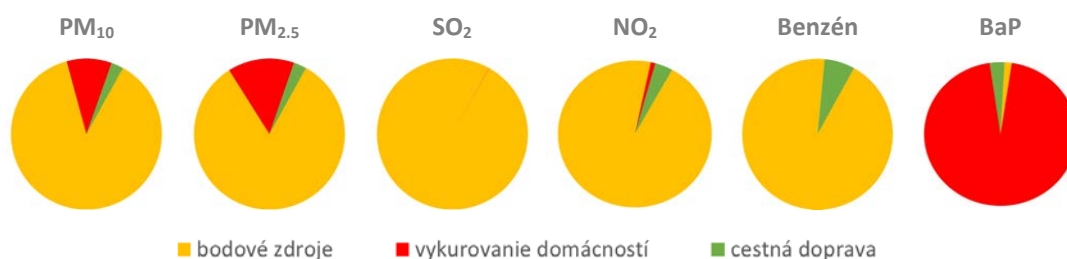
V aglomerácii Košice, mestskej časti Košice-Šaca, sa nachádza priemyselný komplex zameraný na metalurgiu železa, ocele a výrobu koksu, ktorý je dominantným priemyselným zdrojom znečisťovania ovzdušia. Medzi ďalšie priemyselné zdroje patria cementárne.

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, s najvyššou intenzitou 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).

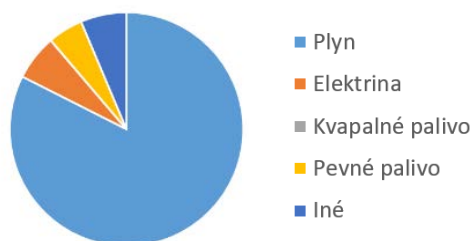
¹ https://www.ssc.sk/files/documents/dopravne-inzinerstvo/csd_2015/ke/scitanie_tabulka_ke_2015.pdf

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 domácností².



Pre vykurovanie domácností v aglomerácii je podľa údajov zo sčítania obyvateľstva 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.

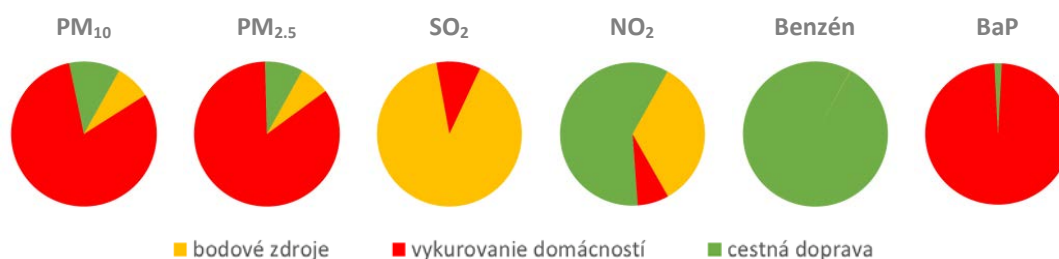
Zdroje znečisťovania ovzdušia v zóne Košický kraj

Najvyťaženejšie cesty v tomto kraji (mimo Košíc) – 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>

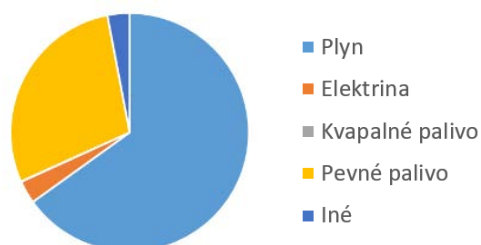
³ <https://www.ssc.sk/sk/cinnosti/rozvoj-cestnej-siete/dopravne-inzinerstvo/celostatne-scitanie-dopravy-v-roku-2015/kosicky-kraj.ssc>

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 domácností⁴.



Pre vykurovanie domácností v zóne je podľa údajov zo sčítania obyvateľstva využívaný najmä zemný plyn. V hornatej oblasti západnej časti Košického kraja je významným zdrojom znečisťovania ovzdušia vykurovanie domácností využívajúcich tuhé palivá, najmä palivové drevo. 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 EoI kód, charakteristiku stanice podľa dominantných zdrojov znečisťovania ovzdušia (dopravná, pozadňová, priemyselná), typ oblasti, ktorú daná stanica monitoruje (mestská, predmestská, vidiecka/regionálna), geografické súradnice a
- 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, Sokofány a Veľká Ida)

Monitoring kvality ovzdušia v Košiciach začal v roku 1971. V súčasnosti sa tu kvalita ovzdušia meria na štyroch staniciach. 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 Sokofány.

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

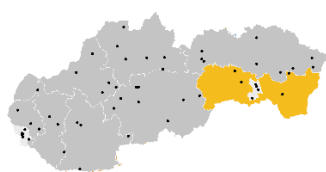
2.2 ZÓNA KOŠICKÝ KRAJ (bez aglomerácie Košice)

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 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 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.

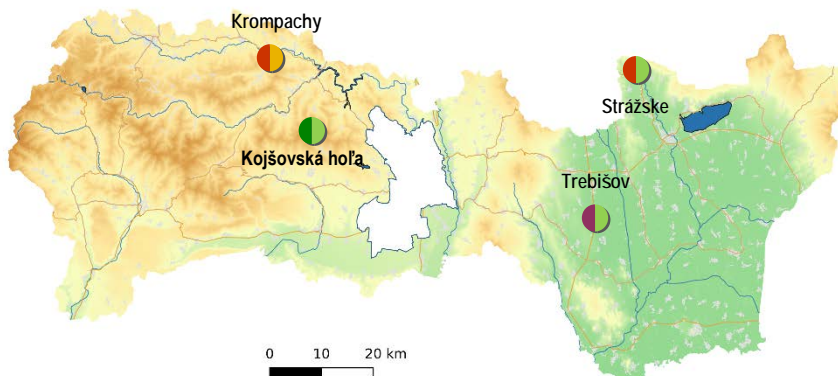
Tab. 2.2 Monitorovací program kvality ovzdušia v zóne Košický kraj.

Zóna Košický kraj								Merací program										
Okres	Kód Eol	Názov stanice	Typ		Zemepisná		Nadmorská výška [m]	Kontinualne							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	
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 2021. 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 koxu ovplyvňuje do istej miery celú aglomeráciu. Zóna Košický kraj pokrýva územie kraja okrem aglomerácie Košice.

Tab. 3.1 Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia podľa limitných hodnôt na ochranu zdravia ľudí a počty prekročení výstražných prahov v aglomerácii Košice a v zóne Košický kraj – 2021.

AGLOMERÁCIA Zóna	Znečisťujúca látka	Ochrana zdravia									VP ²⁾		
		SO ₂		NO ₂		PM ₁₀		PM _{2,5}	CO	Benzén	SO ₂	NO ₂	
		Doba spriemerovania		1 h	1 rok	24 h	1 rok	1 rok	8 h ¹⁾	1 rok	3 h po sebe	3 h po sebe	
		Parameter		počet prekročení	počet prekročení	počet prekročení	priemer	počet prekročení	priemer	priemer	priemer	počet prekročení	počet prekročení
		Limitná hodnota [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]		350	125	200	40	50	40	20	10 000	5	500
Maximálny počet prekročení		24	3	18		35							
KOŠICE	Košice, Štefánikova	0	0	0	22	28	28	18	1 500	0,66	0	0	
	Košice, Amurská					21	25	18					
	Veľká Ida, Letná					56	35	21	2 186				
Košický kraj	Kojšovská hoľa			0	5							0	
	Trebišov, T. G. Masaryka			0	12	20	23	17				0	
	Strážske, Mierová					12	22	18					
	Krompachy, SNP	0	0	0	14	26	25	20	1 574	0,90	0	0	

$\geq 90\%$ platných meraní

¹⁾ maximálna osemhodinová koncentrácia

Červenou farbou je vyznačené prekročenie limitnej hodnoty.

²⁾ limitné hodnoty pre výstražné prahy

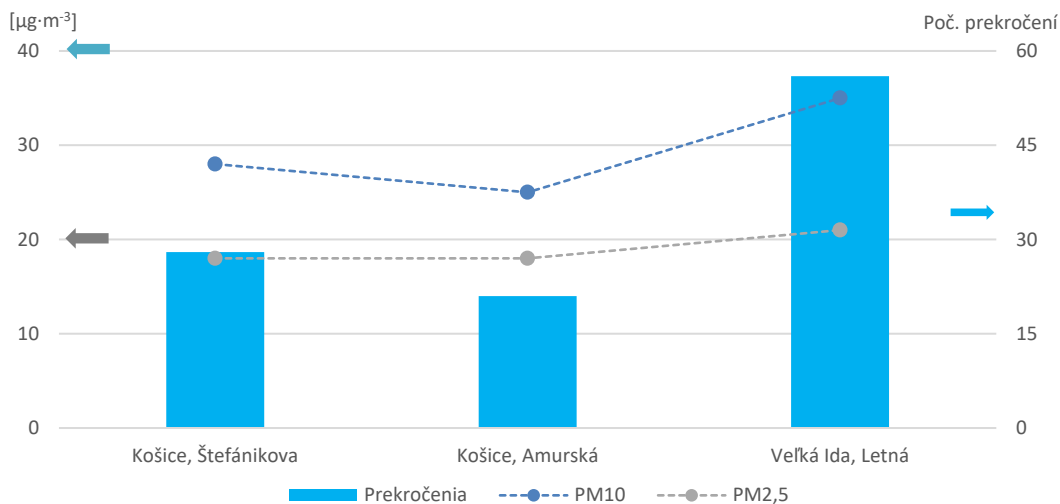
S výnimkou NO₂ na monitorovacej stanici v Trebišove (NO₂ sa v Trebišove začal merať 30.1.2021) bol v súlade s Vyhláškou MŽP SR č. 244/2016 Z. z. o kvalite ovzdušia v znení neskorších predpisov na ostatných monitorovacích staniciach vyžadovaný podiel platných hodnôt dodržaný v aglomerácii Košice aj v zóne Košický kraj.

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 2021.

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



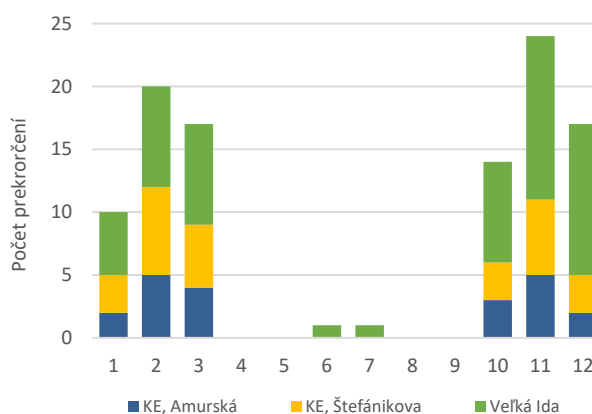
Počet prekročení – zachytáva denné priemerné koncentrácie vyššie ako 50 µg·m⁻³

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

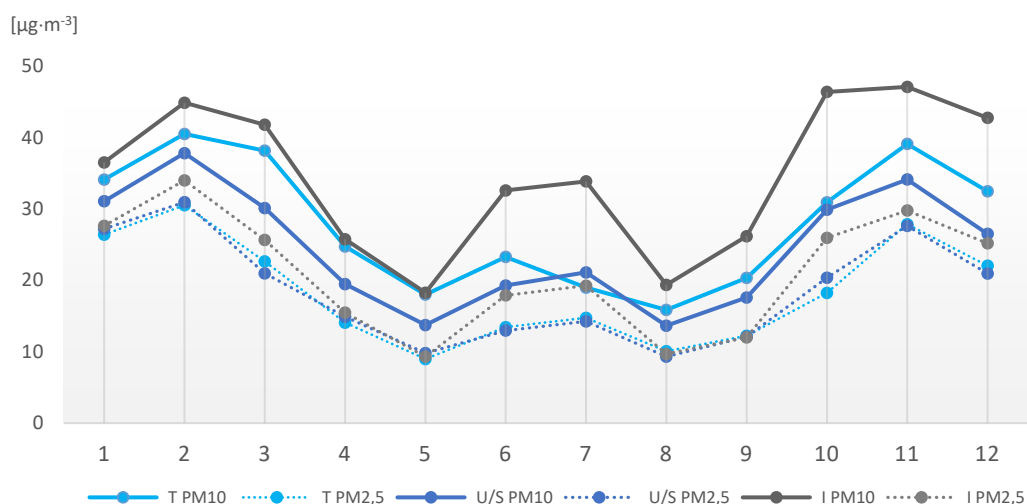
V roku 2021 bola v analyzovanej oblasti prekročená limitná hodnota pre priemernú dennú koncentráciu PM₁₀ a limitná hodnota pre priemernú ročnú koncentráciu PM_{2,5}. (Tab. 3.1, Obr. 3.1). Stanica vo Veľkej Ide zaznamenala najvyššiu priemernú ročnú koncentráciu PM₁₀ (35 µg·m⁻³). Počet denných prekročení bol oproti predchádzajúcemu roku dvaapokrát vyšší (56 oproti hodnote 22 v roku 2020). Takmer všetky prekročenia hodnoty denného priemeru nad 50 µg·m⁻³ (Obr. 3.2) sme zaznamenali v chladnom polroku (január až marec a október až december). Výnimkou sú letné epizódy diaľkového prenosu prachu zo suchých oblastí v tretej dekáde júna a v júli. Limitná hodnota pre priemernú ročnú koncentráciu PM₁₀ (40 µg·m⁻³) prekročená nebola.

Mesačné koncentrácie PM₁₀ (Obr. 3.3) vykazujú výrazný ročný chod s maximom v zimnom období. V júni a júli sme zaznamenali na letné obdobie nezvyčajne vysoké koncentrácie tuhých častíc, ktoré boli spôsobené spomínaným diaľkovým prenosom prachu zo suchých oblastí. Limitná hodnota pre priemernú ročnú koncentráciu PM_{2,5} bola prekročená na monitorovacej stanici vo Veľkej Ide.

Obr. 3.2 Počet prekročení dennej limitnej hodnoty PM₁₀ za jednotlivé mesiace v roku 2021.



Obr. 3.3 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/S B PM_{10} a U/S B $PM_{2,5}$ – priemerná mesačná koncentrácia PM_{10} a $PM_{2,5}$ na mestskej/predmestskej
 požadovej stanici: Košice, Amurská;
 I PM_{10} a I $PM_{2,5}$ – priemer mesačných koncentrácií PM_{10} a $PM_{2,5}$ na priemyselnej stanici: Veľká Ida, Letná;*

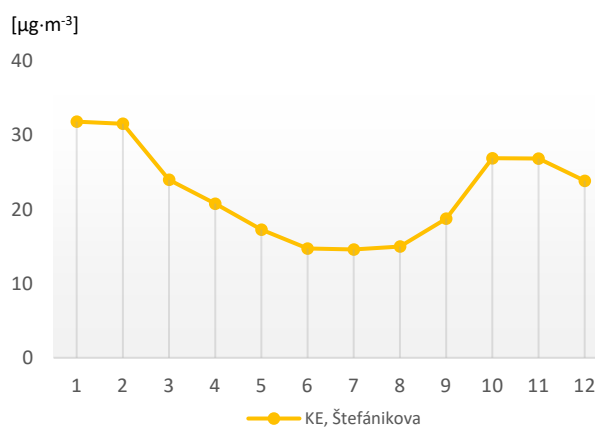
Na **Obr. 3.3** sú priemerné mesačné koncentrácie $PM_{2,5}$ zobrazené prerušovanou čiarou. Rovnako ako pre PM_{10} , aj pre $PM_{2,5}$ platí, že koncentrácie vykazujú výrazný sezónny chod. Zapríčinенý je pravdepodobne nepriaznivými rozptylovými podmienkami v zimných mesiacoch a v tejto oblasti v menšej miere aj sezónnym charakterom zdrojov (vykurovanie). Lokálne maximum v júni a júli možno pripísať pravdepodobne kombinácii vplyvu priemyselného zdroja a diaľkového prenosu prachu zo suchých oblastí v tretej dekáde júna a júla. V aglomerácii Košice je priemerná ročná koncentrácia na všetkých monitorovacích staniciach vyššia ako odporúčanie WHO ($5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). To nebolo splnené v žiadnom mesiaci roka, teda ani v lete, keď bývajú koncentrácie $PM_{2,5}$ najnižšie. Vysoké priemerné koncentrácie $PM_{2,5}$ sú rizikové najmä pre ich nepriaznivý vplyv na ľudské zdravie.

3.1.2 Oxid dusičitý

Monitoring oxidu dusičitého prebieha na dopravnej monitorovacej stanici kvality ovzdušia v Košiciach na Štefánikovej ulici. Priemerné mesačné hodnoty zachytáva **Obr. 3.4**.

Hlavným zdrojom emisií NO_2 je cestná doprava. Najvyššie koncentrácie z tohto dôvodu zaznamenávame na dopravných staniciach NMSKO. Priemerná ročná úroveň ($22 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) neprekračuje limitnú hodnotu pre priemernú ročnú koncentráciu ($40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Koncentrácie si celý rok udržiavajú relatívne konštantnú úroveň s nevýrazným minimom v letnom období (**Obr. 3.4**). Hoci namerané koncentrácie nedosahujú vysoké hodnoty, nespĺňajú odporúčania WHO (priemerná ročná koncentrácia do $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), ktoré sú výrazne prísnejšími limitmi než limity EÚ.

Obr. 3.4 Priemerné mesačné koncentrácie NO_2 .

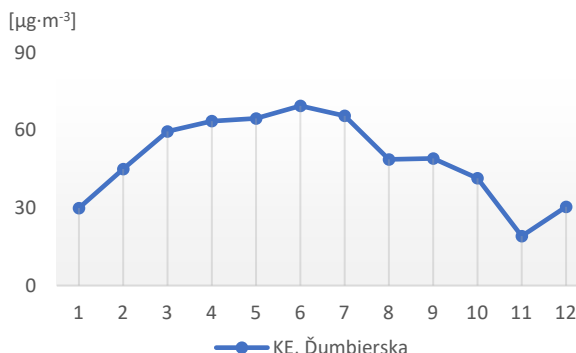


3.1.3 Ozón

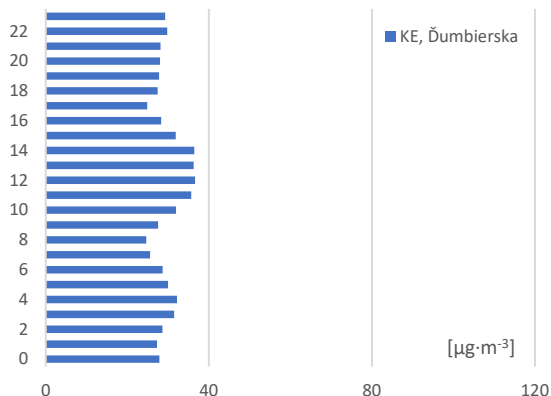
Monitoring ozónu prebieha na predmestskej pozaďovej stanici v Košiciach na Ďumbierskej ulici.

Najvyššie koncentrácie prízemného ozónu sa vyskytujú spravidla v teplých mesiacoch s vysokou intenzitou slnečného svitu (Obr. 3.5). Na obrázku Obr. 3.6 a Obr. 3.7 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 nad ránom. Veľké rozdiely v koncentráciách prízemného ozónu zaznamenávame tiež v teplom a chladnom období.

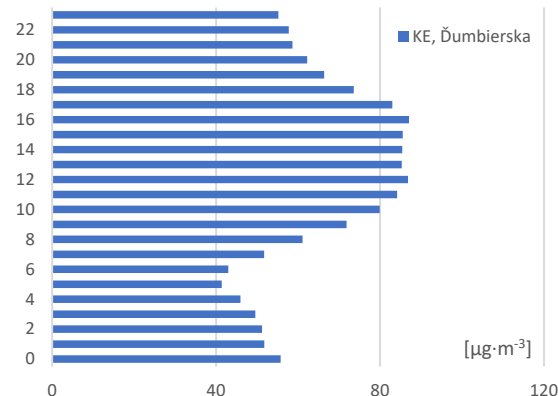
Obr. 3.5 Priemerné mesačné koncentrácie O_3 .



Obr. 3.6 Denný chod koncentrácie O_3 v januári 2021.



Obr. 3.7 Denný chod koncentrácie O_3 v júli 2021.

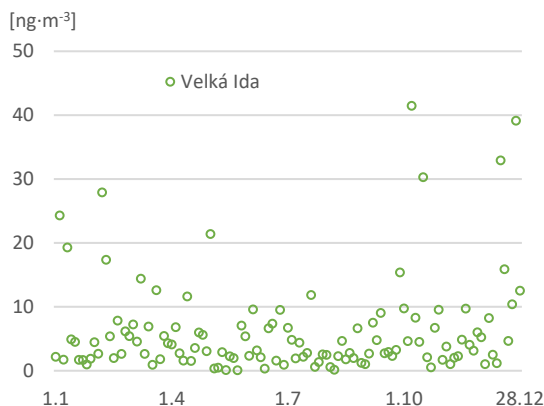


3.1.4 Benzo(a)pyrén

Znečisťujúca látka benzo(a)pyrén sa v tejto zóne monitoruje na predmestskej priemyselnej stanici vo Veľkej Ide na Letnej ulici. Lokalita je ovplyvnená emisiami z blízkeho metalurgického komplexu, najmä z výroby koksu. V menšej miere však aj emisiami z vykurovania domácností tuhým palivom.

Priemerná ročná koncentrácia benzo(a)pyrénu vo Veľkej Ide každoročne prekračuje cieľovú hodnotu ($1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$). Vysoké koncentrácie benzo(a)pyrénu boli zaregistrované počas celého roka (Obr. 3.8). Je to pravdepodobne zapríčinené dominantným vplyvom priemyselného zdroja. Namerané hodnoty sú najvyššie v celej sieti NMSKO, pričom v roku 2021 zaznamenal i medziročný nárast.

Obr. 3.8 Výsledky meraní benzo(a)pyrénu v aglomerácii Košice v roku 2021.



Tab. 3.2 Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia benzo(a)pyrénom

	2017	2018	2019	2020	2021
Cieľová hodnota [ng·m ⁻³]	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Veľká Ida, Letná	4,3	5,8	4,5	4,6	6,1

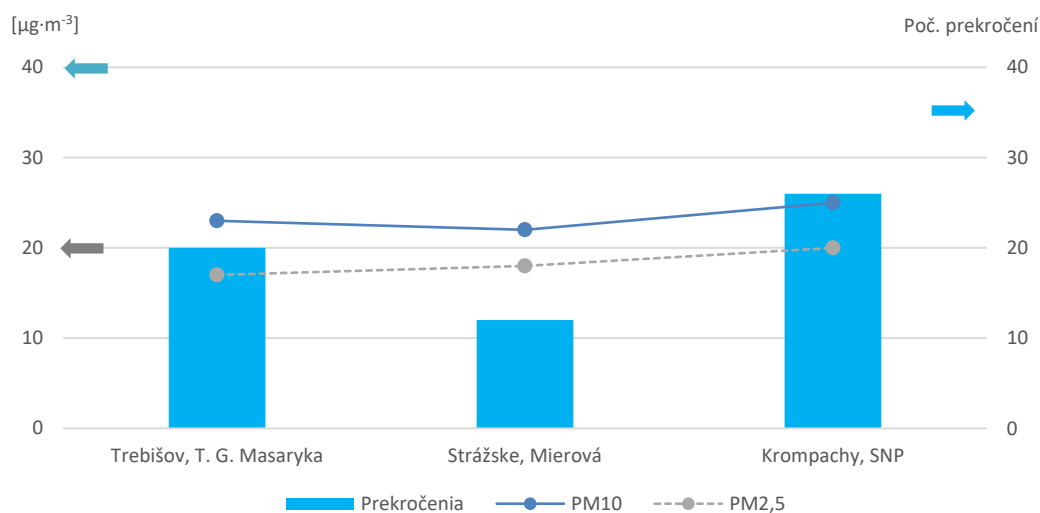
≥ 90% platných meraní Červenou farbou je vyznačené prekročenie limitnej hodnoty.

3.2 ZÓNA KOŠICKÝ KRAJ

3.2.1 Tuhé častice PM₁₀ a PM_{2,5}

Obr. 3.9 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 2021.

Obr. 3.9 Priemerné ročné koncentrácie PM₁₀, PM_{2,5} a počet prekročení dennej limitnej hodnoty PM₁₀.

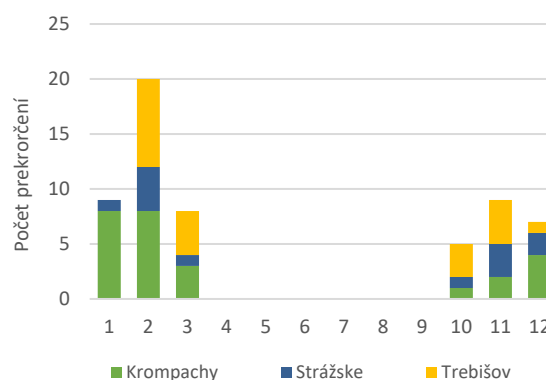


Počet prekročení – zachytáva denné priemerné koncentrácie vyššie ako 50 µg·m⁻³

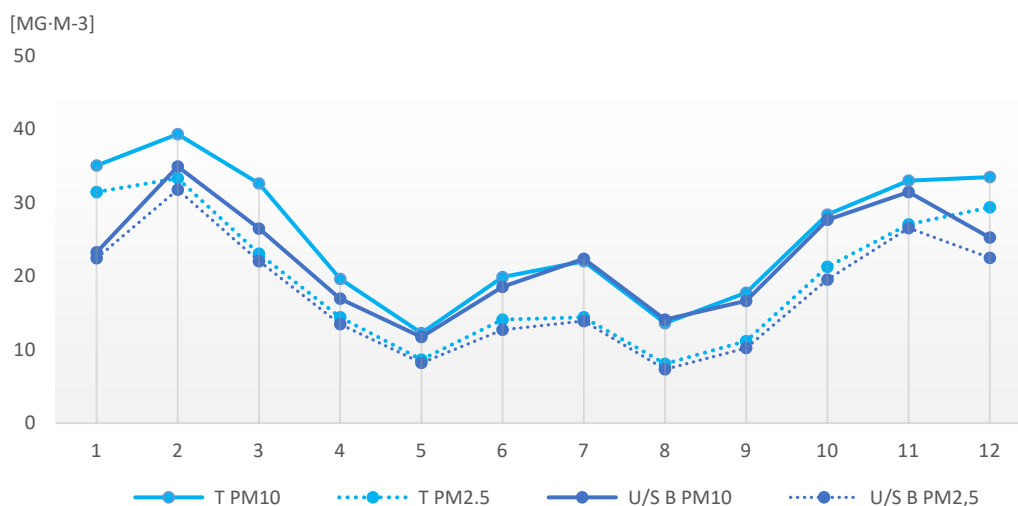
Šípky znázorňujú limitné hodnoty, **šedá** PM_{2,5} (priemerná ročná koncentrácia < 20 µg·m⁻³); **modrá vľavo** PM₁₀ (priemerná ročná koncentrácia < 40 µg·m⁻³); **modrá vpravo** počet prekročení (priemerná denná koncentrácia PM₁₀ 50 µg·m⁻³ sa nesmie prekročiť viac než 35-krát za kalendárny rok).

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. 3.9**). Dopravná stanica Kropachy zaznamenala najvyššiu priemernú ročnú koncentráciu PM₁₀ 25 µg·m⁻³ a vyšší počet denných prekročení (26). Medzi požadovými stanicami – mestskou v Strážskom, Mierová a predmestskou v Trebišove, T. G. Masaryka – sme zaznamenali veľmi malé rozdiely v nameraných ročných koncentráciách (22, resp. 23 µg·m⁻³).

Obr. 3.10 Počet prekročení dennej limitnej hodnoty PM₁₀ za jednotlivé mesiace v roku 2021.



Obr. 3.11 Priemerné mesačné koncentrácie PM_{10} a $PM_{2,5}$ v kraji podľa typu stanice.



T PM_{10} a T $PM_{2,5}$ – priemerná mesačná koncentrácia PM_{10} a $PM_{2,5}$ na dopravnej stanici v Krompachoch; U/S B PM_{10} a U/S B $PM_{2,5}$ – 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. 3.11) sa vyznačuje najvyššími hodnotami v chladných mesiacoch roka. Príčinou je vykurovanie domácností tuhým palivom a zhoršené rozptylové podmienky. 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).

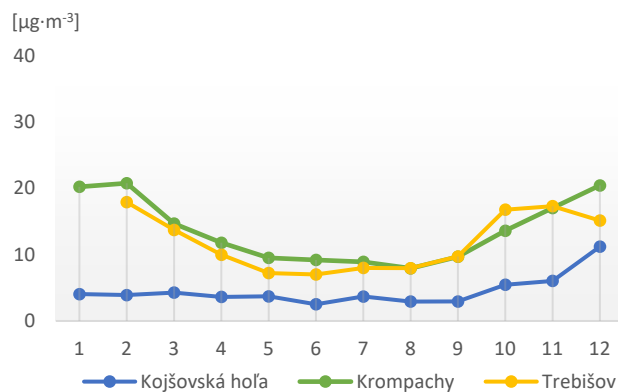
Ako sme už poznamenali, zvýšené koncentrácie $PM_{2,5}$ sú rizikové najmä pre ich nepriaznivý vplyv na zdravie. Na Obr. 3.10 sú priemerné ročné koncentrácie jemných častíc zobrazené prerušovanou čiarou. Najvyššia priemerná ročná koncentrácia bola nameraná v Krompachoch ($20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Vysoké koncentrácie $PM_{2,5}$ sme zaznamenali 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. 3.12.

Hlavným zdrojom emisií NO_2 je cestná doprava. Najvyššie koncentrácie z tohto dôvodu zaznamenávame na dopravnej stanici Krompachy. Priemerná ročná úroveň ($14 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) však ani tu neprekračuje limitnú hodnotou pre túto znečisťujúcu látku ($40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Namerané hodnoty si celý rok udržiavajú relatívne konštantnú úroveň s nevýrazným minimom v letných mesiacoch (Obr. 3.12), ktoré sa na regionálnej stanici na Kojšovskej holi takmer neprejavuje. Priemerné ročné koncentrácie na pozadových staniciach dosahovali $12 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Trebišov) a $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Kojšovská hoľa). Koncentrácie NO_2 v zóne Košický kraj na relatívne

Obr. 3.12 Priemerné mesačné koncentrácie NO_2



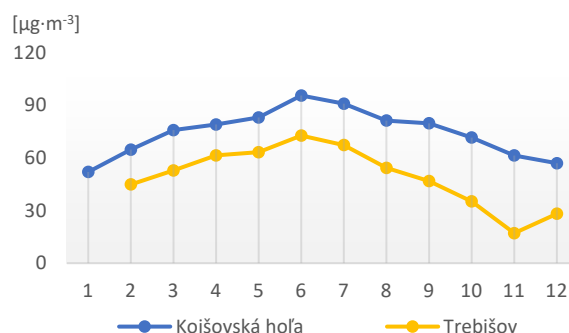
nížkej úrovni. Jedinou stanicou, ktorá splnila odporúčania WHO ($10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), s výrazne prísnejšími limitmi než limity EÚ, je Kojšovská hoľa.

3.2.3 Ozón

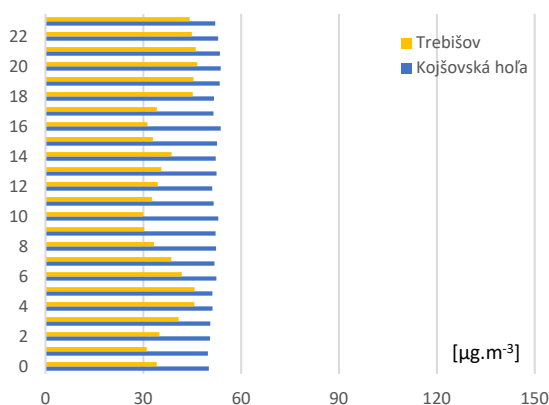
Monitoring prízemného ozónu prebieha v zóne na dvoch monitorovacích staniciach - Trebišov a Kojšovská hoľa, ktorá sa nachádza vo vyššej nadmorskej výške. Preto sú na tejto stanici merané vyššie koncentrácie prízemného ozónu (ide pravdepodobne aj o prenos z vyšších vrstiev atmosféry).

Najvyššie koncentrácie O_3 sa vyskytujú spravidla v teplých mesiacoch s vysokou intenzitou slnečného svitu (Obr. 3.13). Na Obr. 3.14 a Obr. 3.15 je znázornený tzv. denný chod koncentrácií O_3 : 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.

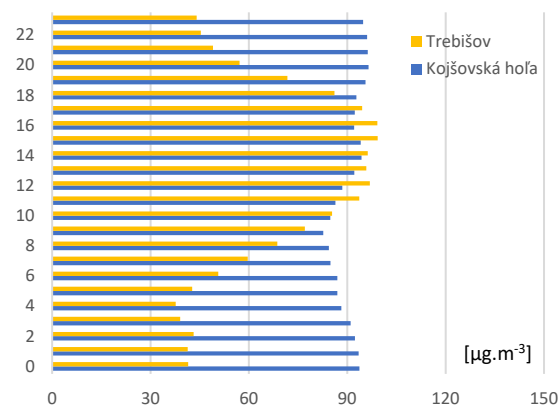
Obr. 3.13 Priemerné mesačné koncentrácie O_3 .



Obr. 3.14 Denný chod koncentrácie O_3 v januári 2021.



Obr. 3.15 Denný chod koncentrácie O_3 v júli 2021.

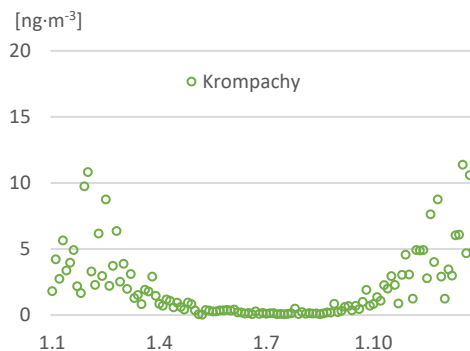


3.2.4 Benzo(a)pyrén

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

Koncentrácie benzo(a)pyrénu zaznamenané počas roku v Krompachoch (Obr. 3.16) sa na rozdiel od Veľkej Idy (Obr. 3.8) vyznačujú charakteristickým výrazným maximom počas zimy. To svedčí o dominantnom vplyve vykurovania domácností, v spojitosti s horšími rozptylovými podmienkami. Pri porovnaní s priebehom koncentrácií PM (Obr. 3.11) môžeme predpokladať, že v prípade benzo(a)pyrénu sezónne zdroje ovplyvňujú vysoké koncentrácie ešte vo väčšej miere ako pri PM. Pri tuhých časticiach sa väčšou mierou prejavuje cestná doprava vrátane resuspenzie a diaľkový prenos.

Obr. 3.16 Výsledky meraní benzo(a)pyrénu v roku 2021.



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

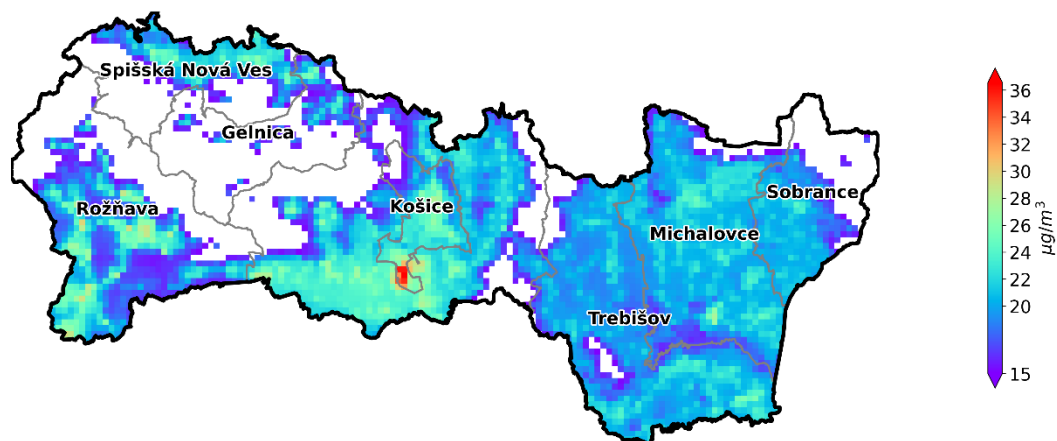
	2017	2018	2019	2020	2021
Cieľová hodnota [ng·m ⁻³]	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Krompachy, SNP			2,7	2,1	2,2

≥90% platných meraní Červenou farbou je vyznačené prekročenie limitnej hodnoty.

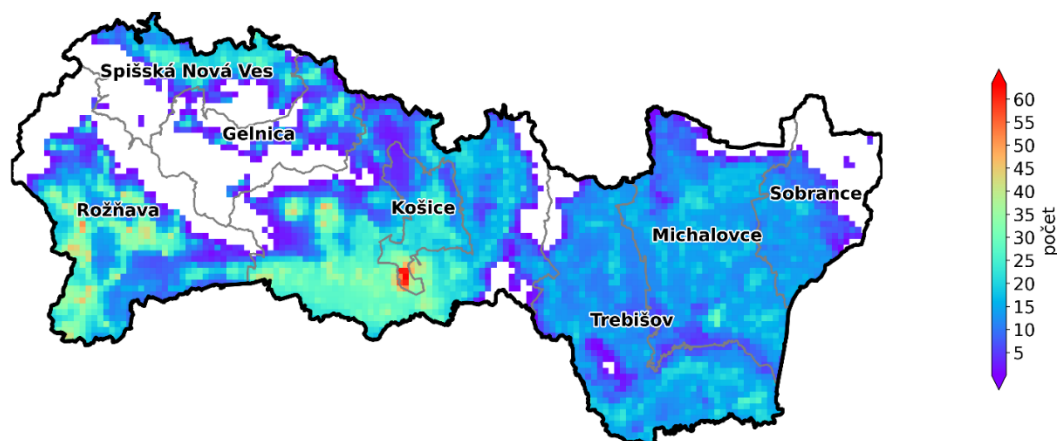
4 MODELOVANIE KVALITY OVZDUŠIA

Na **Obr. 4.1** a **Obr. 4.2** sú výsledky modelovania PM₁₀ vypočítané pomocou modelu RIO v kombinácii s IDW-R (podrobnejší popis metódy je v Kapitole 4 *Správy o kvalite ovzdušia v SR 2021*). Pre lepšiu názornosť sú zobrazené iba oblasti, pre ktoré vyšli priemerné ročné hodnoty koncentrácií vyššie ako prísnejšie ročné limity odporúčané WHO.

Obr. 4.1 Priemerná ročná koncentrácia PM₁₀ v roku 2021. Zobrazené sú len hodnoty nad 15 µg·m⁻³.



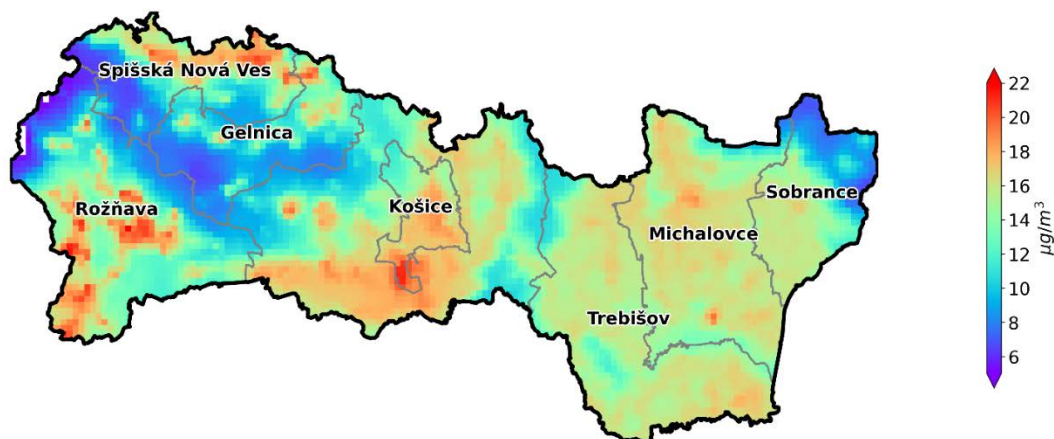
Obr. 4.2 Počet prekročení dennej limitnej hodnoty PM₁₀ v roku 2021. Zobrazené sú len oblasti, pre ktoré vyšiel nenulový počet prekročení.



Na základe výsledkov matematického modelovania interpolačným modelom RIO, IDW-R môžeme predpokladať, že najvyššie koncentrácie PM 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 najmä v Above a v okresoch Rožňava, Spišská Nová Ves a Gelnica (Obr. 4.1, Obr. 4.2).

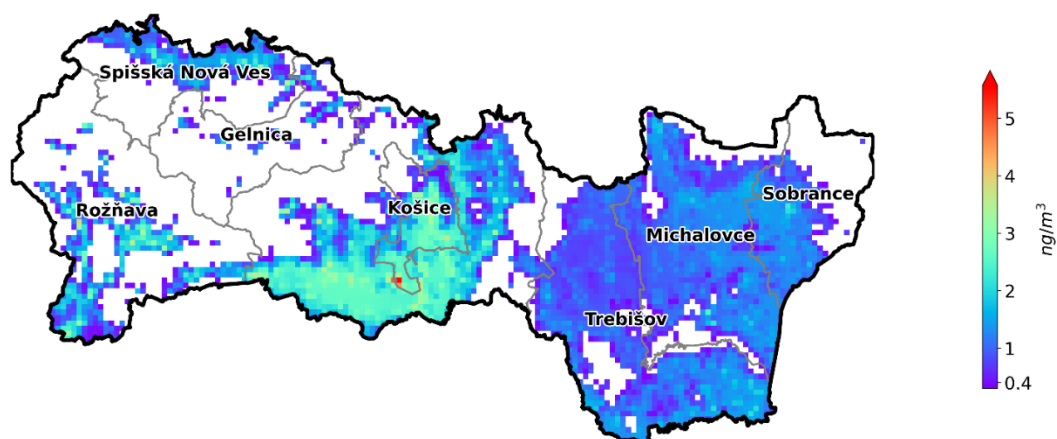
Obr. 4.3 Priemerná ročná koncentrácia $PM_{2,5}$ v roku 2021 podľa výstupu modelu RIO, IDW-R.



Mapa na Obr. 4.3 zobrazuje priestorové rozloženie priemernej ročnej koncentrácie $PM_{2,5}$ podľa výstupu 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 priemernej ročnej koncentrácie $PM_{2,5}$ 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. 4.4 Priemerná ročná koncentrácia benzo(a)pyrénu v roku 2021 podľa výstupu modelu RIO, IDW-R.



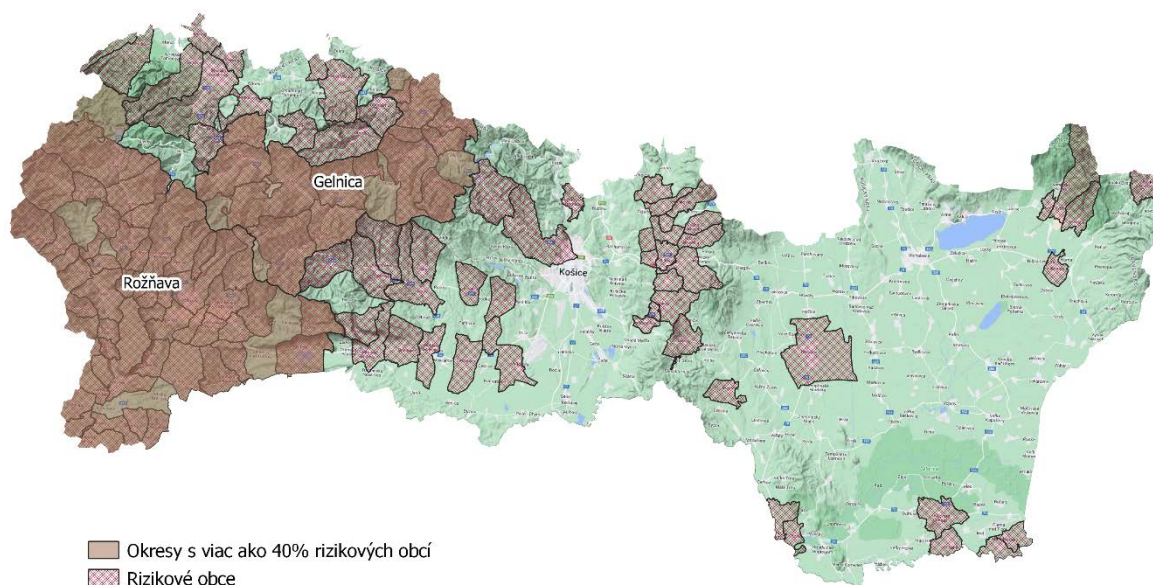
Na Obr. 4.4 je priestorové rozloženie priemernej ročnej koncentrácie benzo(a)pyrénu podľa výstupu modelu RIO, IDW-R. Keďže model vychádza z nameraných údajov (a pomocných polí), výstupy sú na rozľahlom území Košického kraja zaťažené značnou neistotou.

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).

4.1 Rizikové oblasti

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



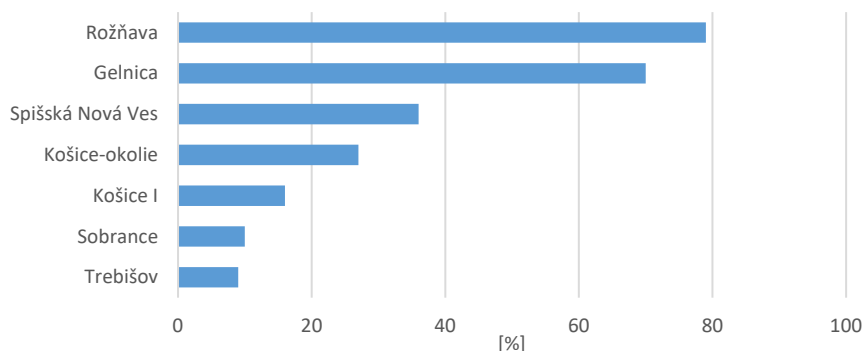
Obr. 4.5 zobrazuje oblasti, ktoré sú podľa výsledkov modelovania ohrozené zhoršenou kvalitou ovzdušia kvôli PM a benzo(a)pyrénu z vykurovania domácností spracované podľa metodiky *D. Štefánik: Určenie rizikových obcí s kvalitou ovzdušia ohrozenou lokálnym vykurovaním a zhoršenými rozptylovými podmienkami* (aktualizované v roku 2022)⁵. Metodika vychádza z údajov o používaní tuhých palív na vykurovanie domácností podľa SODB 2021, zohľadňuje vysoké koncentrácie PM podľa výstupov matematického modelovania a berie do úvahy nepriaznivé rozptylové podmienky. Pre matematické modelovanie nie sú dostupné vstupné dáta, ktoré by pokrývali celé územie krajiny s vysokým priestorovým rozlíšením. Z toho dôvodu predpokladáme, že oblasť je riziková, ak má vysoký podiel vykurovania tuhým palivom, aj ak matematické modelovanie túto skutočnosť nezachytilo.

Výrazne väčšie zastúpenie rizikových oblastí v západnej časti zóny je ovplyvnený vyšším podielom tuhých palív na vykurovaní domácností v horských oblastiach s dobrou dostupnosťou palivového dreva, hornatým terénom, s horšími rozptylovými podmienkami v oblasti Slovenského Rudohoria na rozdiel od dobre ventilovanej oblasti Východoslovenskej nížiny. Je potrebné poznamenať, že hodnotenie je založené na údajoch zo SODB 2021, ktoré neodrážalo ešte dopad energetickej krízy.

⁵ https://www.shmu.sk/File/oko/studie_analyzy/Popis_metody_na_urcenie_rizikovych_oblasti_aktualizacia.pdf

Percentuálny podiel rizikových obcí v jednotlivých okresoch je na **Obr. 4.6**. Ak je v niektorom okrese viac než 40 % obcí rizikových, celý okres je vymedzený ako rizikový.

Obr. 4.6 Percentuálny podiel rizikových obcí v okresoch Košického kraja.



Najvyšší počet rizikových obcí v Košickom kraji je v okrese Rožňava, vysoký podiel rizikových obcí je aj v okrese Gelnica, problematické sú najmä oblasti v horských dolinách a kotlinách s horšou ventiláciou a dobrou dostupnosťou palivového dreva. Viac než 80 % rizikových obcí Košického kraja má menej než 2 500 obyvateľov, čo potvrdzuje predpoklad, že problém je výrazne väčší v oblastiach s vidieckym typom osídlenia.

V okrese Košice I je z hľadiska tejto metodiky rizikovou mestská časť Košice-Sever. Veľká Ida je jednou z rizikových obcí okresu Košice-okolie. Podľa členenia SR na zóny a aglomerácie pre účely hodnotenia kvality ovzdušia je Veľká Ida zahrnuté pod aglomeráciu Košice. Ostatné rizikové obce aj oba rizikové okresy (Rožňava a Gelnica) patria do zóny Košický kraj. **Podrobnejšie údaje sú dostupné na interaktívnej mape⁶.**

5 ZHRNUTIE

V roku 2021 bolo v aglomerácii Košice 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 (územie mesta Košice a obcí Veľká Ida, Haniska, Bočiar a Sokolany) patrí dlhodobu medzi problémové oblasti z hľadiska kvality vzdušia. Problémom sú najmä emisie bezo(a)pyrénu z výroby koksu a v menšej miere k tomu prispieva aj vykurovanie domácností tuhým palivom.

V roku 2021 v zóne Košický kraj nebolo 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 monitorovania kvality ovzdušia boli v Košickom kraji vymedzené oblasti riadenia kvality ovzdušia v tých miestach, kde boli v posledných troch hodnotených rokoch prekročená limitná alebo cieľová hodnota (**Tab. 5.1**).

⁶ https://ruraj-git.github.io/foIium_html/

Tab. 5.1 Oblasti riadenia kvality ovzdušia pre rok 2022, vymedzené v aglomerácii Košice a zóne Košický kraj na základe merania v rokoch 2019–2021.

AGLOMERÁCIA / zóna	Vymedzená oblasť riadenia kvality ovzdušia	Znečisťujúca látka	AMS a rok prekročenia limitnej /cieľovej hodnoty
KOŠICE	územie mesta Košice a obcí Bočiar, Haniska, Sokofany a Veľká Ida	PM ₁₀ , PM _{2,5} , BaP	PM ₁₀ : Košice, Štefánikova (2019); Veľká Ida (2019, 2021) PM _{2,5} : Veľká Ida 2019 (20,7 µg·m ⁻³), 2021 (20,8 µg·m ⁻³) BaP: Veľká Ida (2019 – 2021)
Košický kraj	územie mesta Krompachy	BaP	Krompachy, SNP (2019 – 2021)

Na základe výsledkov matematického modelovania môžeme predpokladať, že v niektorých oblastiach (**Obr. 4.1 – Obr. 4.5**) 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.