

SPRÁVA O KVALITE OVZDUŠIA V SR

2024

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)	4
2.2	ZÓNA KOŠICKÝ KRAJ (bez aglomerácie Košice)	5
3	ZHODNOTENIE VÝSLEDKOV MONITORINGU KVALITY OVZDUŠIA V AGLOMERÁCII KOŠICE A V ZÓNE KOŠICKÝ KRAJ.....	6
3.1	AGLOMERÁCIA KOŠICE.....	7
3.1.1	Tuhé častice PM ₁₀ a PM _{2,5}	7
3.1.2	Oxid dusičitý.....	9
3.1.3	Ozón.....	9
3.1.4	Benzo(a)pyrén.....	9
3.2	ZÓNA KOŠICKÝ KRAJ	10
3.2.1	Tuhé častice PM ₁₀ a PM _{2,5}	10
3.2.2	Oxid dusičitý.....	11
3.2.3	Ozón.....	12
3.2.4	Benzo(a)pyrén.....	12
4	MODELOVANIE KVALITY OVZDUŠIA.....	13
4.1	Rizikové oblasti.....	15
5	ZHRNUTIE.....	16

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 aglomerácie¹. 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).

Podľa údajov Štatistického úradu Slovenskej republiky² je priemerná hustota osídlenia v Košickom kraji 115 obyvateľov na km².

Najvyššiu hustotu osídlenia vykazuje **okres Okres Košice III** s 1 630 obyvateľmi na km², okres **Sobrance** má **najnižšiu** hustotu v kraji s 41 obyvateľmi na km². Pre porovnanie – Slovenská republika mala k uvedenému dátumu priemernú hustotu obyvateľstva 111 obyvateľov na km².

1.1 AGLOMERÁCIA KOŠICE (zahŕňa územie 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.

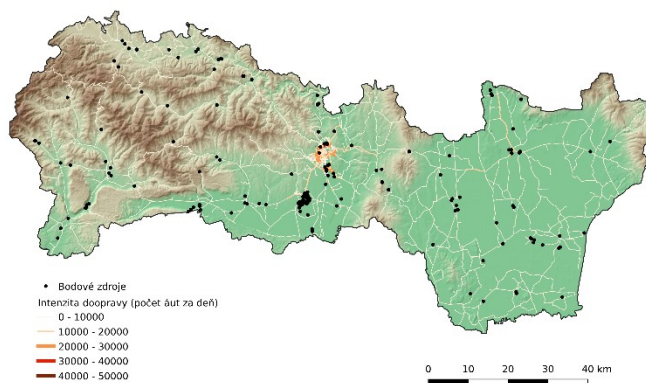
Kvalita ovzdušia v obciach Veľká Ida, Haniska, Sokoľany a Bočiar a v menšej miere aj v Košiciach je ovplyvnená zdrojmi znečisťovania z neďalekého priemyselného komplexu. Relatívne priaznivou okolnosťou je tu prevládajúce prúdenie zo severných smerov.

Zdrojom znečisťovania ovzdušia v Košiciach je aj cestná doprava. Najfrekvencovanejšie úseky ciest vo východoslovenskej metropole s priemerným počtom vozidiel za 24 hodín na základe posledného celoštátneho sčítania dopravy v r. 2022 a 2023³ sú uvedené v **Tab. 1.1**. Mapa na **Obr. 1.2** znázorňuje priestorové rozloženie hustoty dopravy a bodových zdrojov⁴ na najfrekvencovanejších úsekoch ciest, spracované centrom dopravného výskumu pre rok 2024.

Tab. 1.1 Počet vozidiel na najfrekvencovanejších cestách v aglomerácii

Diaľnica / cesta	Počet vozidiel	Nákladné vozidlá	Osobné vozidlá
č. 20 – KE III	38 939	6 178	32 684
č. 16 KE IV	52 733	9 400	43 159
č. 19 KE III	18 151	2 137	15 960
č. 552 KE IV	18 273	2 706	15 512
č. 17	21 993	4 264	17 608

Obr. 1.1 Cestná sieť Košického samosprávneho kraja



¹ https://www.shmu.sk/sk/?page=1&id=oko_info_az

² Dostupné online: ŠÚ SR [cit. 23. 6. 2025], statdat.statistics.sk

³ <https://www.ssc.sk/sk/cinnosti/rozvoj-cestnej-siete/dopravne-inzinerstvo/celostatne-scitanie-dopravy-v-roku-2022-a-2023.ssc>

⁴ Pod pojmom bodové zdroje sa rozumejú veľké a stredné stacionárne zdroje emisií znečisťujúcich látok, ktoré sú evidované v Národnom emisnom informačnom systéme (NEIS).

1.2 ZÓNA KOŠICKÝ KRAJ (nezahŕňa aglomeráciu 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 v severnej časti územia zasahuje do južnej časti Prešovského kraja. Najvyšším bodom Košického kraja je vrch Stolica (1 476 m n. m.) v Stolických vrchoch, najnižší bod má nadmorskú výšku 94 m.

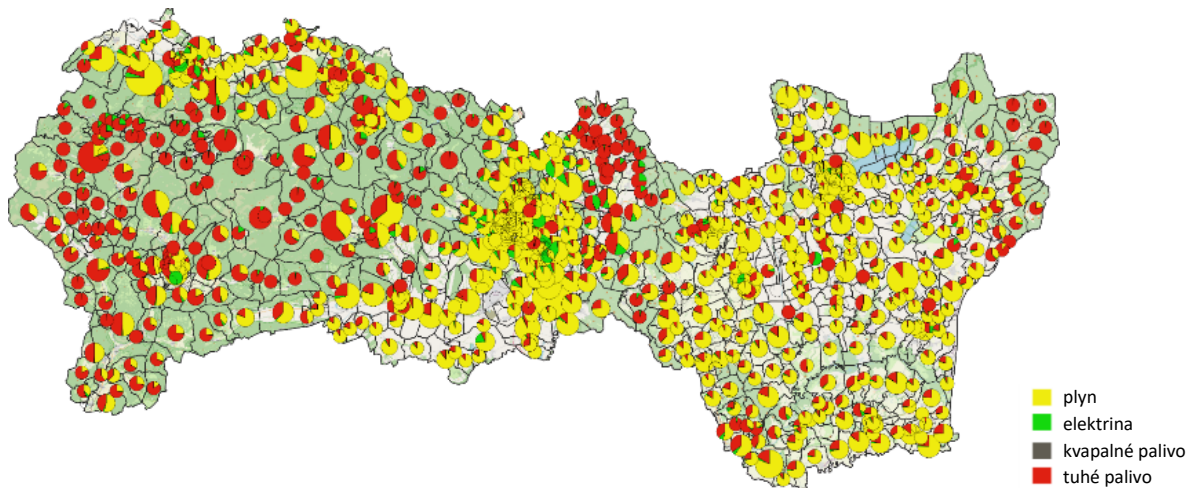
Zdroje znečisťovania ovzdušia v zóne Košický kraj

Najfrekventovanejšie úseky ciest v Košickom kraji s priemerným počtom vozidiel za 24 hodín podľa posledného celoštátneho sčítania dopravy v r. 2022 a 2023:

Tab. 1.2 Počet vozidiel na najfrekventovanejších cestách v zóne

Okres	Diaľnica / cesta	Počet vozidiel	Nákladné vozidlá	Osobné vozidlá
Spišskej Nová Ves	č. 533	15 077	1 562	13 398
Trebišov	č. 19	13 653	2 467	11 154
	č. 79	9 988	1 604	8 335
Michalovce	č. 19	20 536	2 444	18 007
Strážske	č. 18	9 269	1 566	7 661
Sobrance	č. 19	7 976	1 045	6 903
Rožňava	č. 16	10 980	1 890	9 045
	č. 526	11 910	866	10 973
Košice-okolie	16	13 192	1 773	11 352
	č. 526 Moldava	10 239	839	9 362

Obr. 1.2 Podiel rôznych druhov palív na vykurovaní v obciach kraja⁵



Obr. 1.2 znázorňuje podiely jednotlivých druhov palív využívaných na vykurovanie rodinných v jednotlivých obciach (resp. základných sídelných jednotkách) Košického kraja. Priestorové rozloženie druhov palív nie je geograficky homogénne. V západnej časti, na severe Košickej kotliny a na krajnom severovýchode prevládajú tuhé palivá, v Košiciach a okolí a vo východnej časti sa vo veľkej miere využíva na vykurovanie plyn.

⁵ <https://www.scitanie.sk>

2 MONITOROVACIE STANICE KVALITY OVZDUŠIA V AGLOMERÁCII 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:

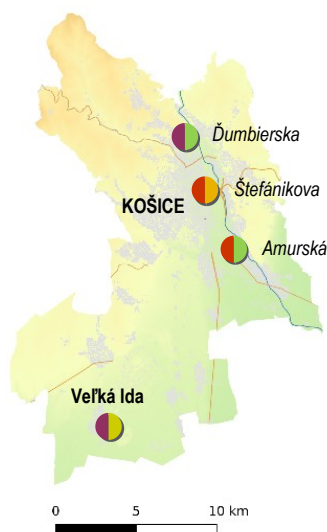
- medzinárodný Eol kód, charakteristiku stanice podľa dominantných zdrojov znečisťovania ovzdušia (dopravná, pozadová, priemyselná), typ oblasti, ktorú daná stanica monitoruje (mestská, predmestská, vidiecka/regionálna) a geografické súradnice;
- monitorovací program. Automatické prístroje kontinuálneho 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.

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

Monitoring kvality ovzdušia v Košiciach začal v roku 1971. V súčasnosti sa tu kvalita ovzdušia meria na štyroch automatických monitorovacích staniciach (AMS). 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 odpadu.

Tab. 2.1 Monitorovací program kvality ovzdušia v aglomerácii Košice.

Aglomerácia Košice								Monitorovací program										
								Kontinuálne								Manuálne		
Okres	Kód Eol	Názov stanice	Typ		Zemepisná		Nadmorská výška [m]	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO	NO ₂	SO ₂	O ₃	CO	Benzén	Hg	As, Cd, Ni, Pb	BaP
			oblasti	stanice	dĺžka	šírka												
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	0	1	1	



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

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

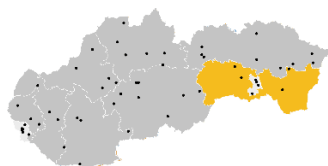
2.2 ZÓNA KOŠICKÝ KRAJ (bez aglomerácie Košice)

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.

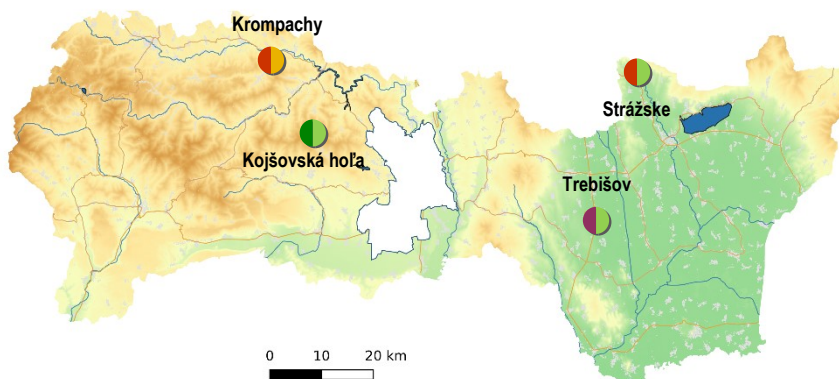
Tab. 2.2 Monitorovací program kvality ovzdušia v zóne Košický kraj.

Zóna Košický kraj (bez aglomerácie Košice)								Monitorovací program									
								Kontinuálne								Manuálne	
Okres	Kód EoI	Názov stanice	Typ		Zemepisná		Nadmorská výška [m]	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO, NO ₂	SO ₂	O ₃	CO	Benzén	Hg	As, Cd, Ni, Pb	BaP
			oblasť	stanice	dĺžka	šírka											
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	0	0	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 AGLOMERÁCII KOŠICE A V ZÓNE KOŠICKÝ KRAJ

Táto kapitola sa venuje podrobnejšej analýze kvality ovzdušia na základe výsledkov monitoringu v aglomerácii Košice a v zóne Košický kraj za rok 2023. Pripomeňme, že aglomerácia Košice zahŕňa mesto Košice a obce Veľká Ida, Haniska, Sokoľany a Bočiar. Dôvodom zavedenia takto rozšírenej oblasti pre hodnotenie kvality ovzdušia v Košiciach 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 – 2024.

AGLOMERÁCIA Zóna	Znečisťujúca látka Doba spriemerovania Parameter Limitná hodnota [µg·m ⁻³] Maximálny počet prekročení	Typ	Ochrana zdravia									IP ²⁾	VP ²⁾
			SO ₂		NO ₂		PM ₁₀		PM _{2,5}	CO	Benzén	PM ₁₀	PM ₁₀
			1 h	24 h	1 h	1 rok	24 h	1 rok	1 rok	8 h ¹⁾	1 rok	12 h	12 h
		Oblasť / stanice	počet prekročení	počet prekročení	počet prekročení	príemer	počet prekročení	príemer	príemer	príemer	príemer	trvanie prekročenia [h]	trvanie prekročenia [h]
			350	125	200	40	50	40	20	10 000	5	100	150
			24	3	18		35						
KOŠICE	Košice, Štefánikova	UT	0	0	0	21	21	26	16	1 997	1,0	21	0
	Košice, Amurská	UB					12	23	16			16	0
	Veľká Ida, Letná	SI					46	33	20	2 223		0	0
Košický kraj	Kojšovská hoľa	RB			0	2						55	0
	Trebišov, T. G. Masaryka	SB			0	11	10	22	15			19	0
	Strážske, Mierová	UB					3	21	15			15	0
	Krompachy, SNP	UT	0	0	0	12	13	23	18	1 505	0,9	16	0

 ≥ 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

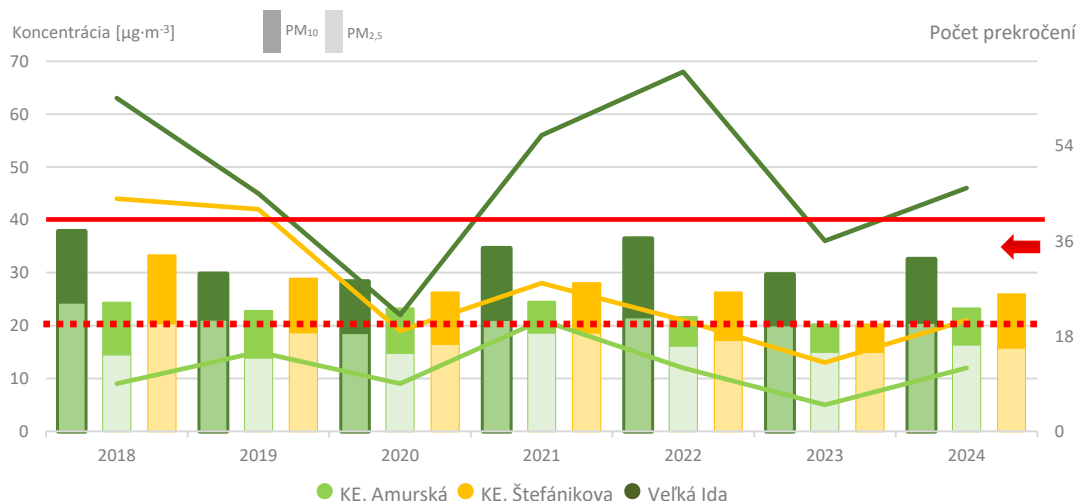
V súlade s Vyhláškou MŽP SR č. 250/2023 Z. z. o kvalite ovzdušia v znení neskorších predpisov bol na monitorovacích staniciach vyžadovaný podiel platných hodnôt dodržaný.

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 koncentraciou PM₁₀ nad 50 µg·m⁻³ podľa výsledkov meraní na monitorovacích staniciach v aglomerácii Košice v rokoch 2018 – 2024.

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



Stĺpce: PM₁₀ – tmavá farba stĺpca, PM_{2,5} – svetlá farba stĺpca; vodorovné lomené čiary – počet prekročení

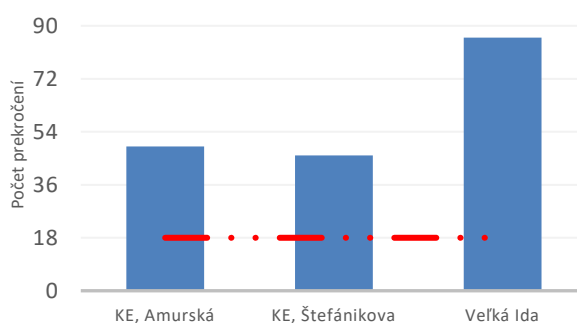
Červené vodorovné čiary znázorňujú limitné hodnoty (LH), **plná** PM₁₀ (priemerná ročná koncentrácia: 40 µg·m⁻³); **prerušovaná** PM_{2,5} (priemerná ročná koncentrácia: 20 µg·m⁻³); **šípka** – LH počtu prekročení (priemerná denná koncentrácia PM₁₀ 50 µg·m⁻³ max.pocet prekročení 35/kalendárny rok).

Limitná hodnota pre priemernú ročnú koncentraciu PM₁₀ (40 µg·m⁻³) a PM_{2,5} (20 µg·m⁻³) v aglomerácii **prekročená nebola**. Limitná hodnota pre počet prekročení (35) priemernej dennej koncentrácie PM₁₀ (50 µg·m⁻³) **bola prekročená** Veľkej Ide (46). Výrazný pokles počtu prekročení denného limitu pre PM₁₀ môžeme pozorovať na AMS Košice, Štefánikova (**Obr. 3.1**).

Šestnásť prekročení denného limitu koncentrácie PM₁₀ sme vo Veľkej Ide zaznamenali opäť mimo vykurovacej sezóny, čo je v porovnaní s inými lokalitami nezvyčajné. Ak vylúčime aprílové prekročenia spôsobené prenosom púštného prachu, zvyšné prípady sa vyskytli v mesiacoch júl až október, pričom najviac – sedem prekročení

– bolo zaznamenaných v septembri. Tieto letné a jesenné epizódy pravdepodobne súvisia s emisiami z priemyselných zdrojov v blízkom okolí. Tento predpoklad potvrdzuje aj výrazný rozdiel v koncentráciách PM₁₀ a PM_{2,5} na AMS Veľká Ida v septembri a októbri, ale aj v iných mesiacoch roka (**Obr. 3.3**). Hrubšia frakcia PM₁₀ je totiž vo väčšej miere spojená s mechanickou prašnosťou (napr. z priemyslu, dopravy či stavebných činností), zatiaľ čo jemnejšia frakcia PM_{2,5} pochádza prevažne zo spaľovacích procesov. Z uvedeného vyplýva, že **cieľené opatrenia na zníženie prašnosti z**

Obr. 3.2 Počet prekročení dennej limitnej hodnoty PM_{2,5} v r. 2024 vzhľadom na novo zavedený limit EÚ*.



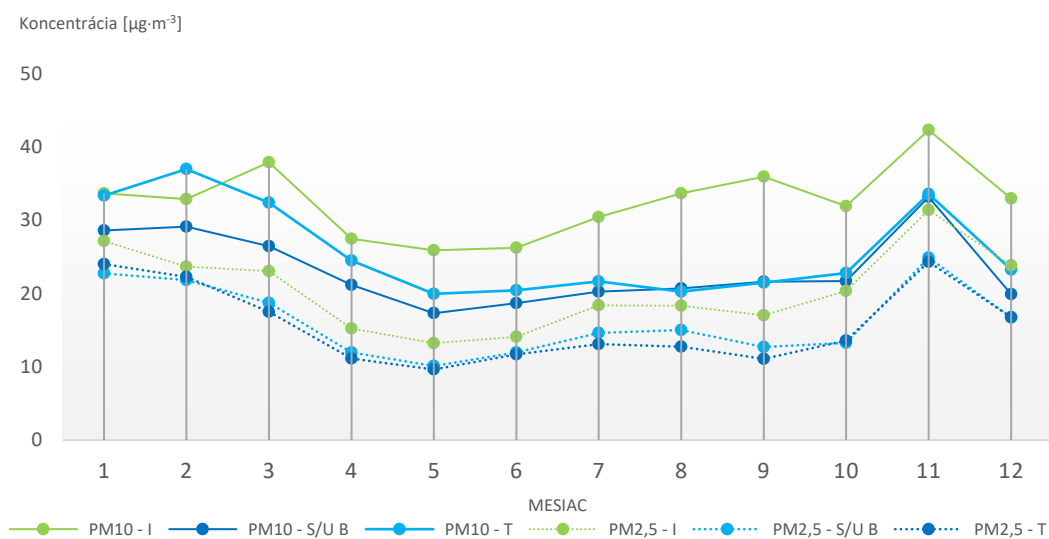
* Denná priemerná koncentrácia PM_{2,5} 25 µg·m⁻³ nesmie byť prekročená viac ako 18-krát v roku. Tento novo zavedený EÚ limit sa má dosiahnuť do 1. januára 2030.

priemyselných zdrojov by mohli významne prispieť k **zníženiu počtu prekročení denného limitu** – a ten by na tejto stanici nemusel byť prekročený.

Európska únia v rámci Európskej zelenej dohody prijala Akčný plán nulového znečistenia s víziou do roku 2050 znížiť znečistenie ovzdušia na úroveň neškodnú pre zdravie a prírodu. Súčasťou plánu sú nové limitné a cieľové hodnoty, pričom najväčšou výzvou pre Slovensko bude splnenie limitu pre $PM_{2,5}$ – $25 \mu g \cdot m^{-3}$ za deň, ktorý nesmie byť prekročený viac ako 18-krát ročne od 1. 1. 2030.

Obr. 3.2 znázorňuje koľko prekročení nového EÚ denného limitu pre $PM_{2,5}$ by sme dosiahli v roku 2024. V aglomerácii Košice by všetky monitorovacie stanice výrazne prekračovali novú EÚ limitnú hodnotu. Na stanici vo Veľkej Ide by išlo až o 86 prekročení, čo výrazne presahuje povolený počet. Aj ostatné AMS v aglomerácii sú od splnenia tejto požiadavky výrazne vzdialené.

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 B PM_{10} a U B $PM_{2,5}$** – priemerná mesačná koncentrácia PM_{10} a $PM_{2,5}$ na mestskej pozadovej 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;

Z grafu na **Obr. 3.3** je zreteľný sezónny priebeh koncentrácií PM_{10} a $PM_{2,5}$; najmä na pozadovej a dopravnej AMS, čo zodpovedá typickému vplyvu vykurovacej sezóny. Zvýšené hodnoty v novembri súvisia s nástupom vykurovacej sezóny, ktorá bola podporená chladným priebehom mesiaca.

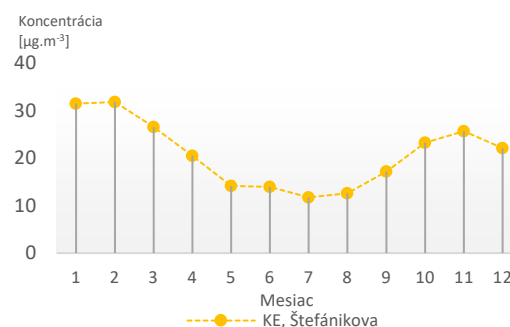
AMS **Veľká Ida** dosahuje počas celého roka **najvyššie koncentrácie PM_{10}** , pričom jej sezónny chod je **menej výrazný** než na ostatných staniciach. Vysoké hodnoty aj mimo zimy poukazujú na **dominantný vplyv prašnosti z priemyselných zdrojov**. Najväčší rozdiel medzi PM_{10} a $PM_{2,5}$ je viditeľný na stanici **Veľká Ida** počas teplejších mesiacov, čo potvrdzuje podiel hrubej frakcie z mechanickej prašnosti. Predpokladáme, že jednou z príčin týchto zvýšených koncentrácií je **resuspenzia prachu z nekrýtej a nezabezpečenej skládky**, ktorá sa nachádza severne od monitorovacej stanice.

3.1.2 Oxid dusičitý

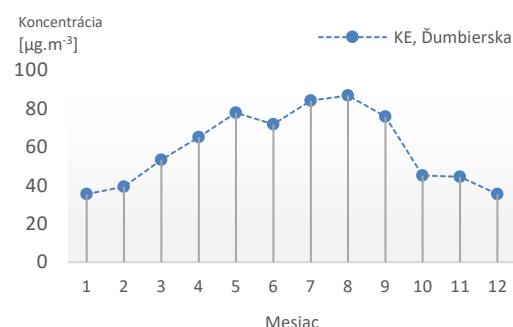
Graf **Obr. 3.4** zobrazuje mesačné priemerné koncentrácie NO₂, najvyššie koncentrácie sme zaznamenali v zimnom období – maximálnu v januári a februári čo súvisí so zhoršenými rozptylovými podmienkami. V letných mesiacoch boli koncentrácie výrazne nižšie, v týchto mesiacoch býva aj nižšia intenzita premávky (prázdniny, dovolenky) a vyskytujú sa priaznivejšie rozptylové podmienky.

Priemerná ročná koncentrácia (21 µg·m⁻³) neprekračuje limitnú hodnotu (40 µg·m⁻³). Novú EU limitnú hodnotu pre ročný priemer by však stanica tesne nesplnila.

Obr. 3.4 Priemerné mesačné hodnoty NO₂ v roku 2024.



Obr. 3.5 Priemerné mesačné koncentrácie O₃ v roku 2024.



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 (**Obr. 3.5**), v roku 2024 to bolo v auguste, v dôsledku mimoriadne teplého počasia. Graf ukazuje typický sezónny priebeh koncentrácií O₃ s výraznými rozdielmi v koncentráciách v teplom a chladnom období.

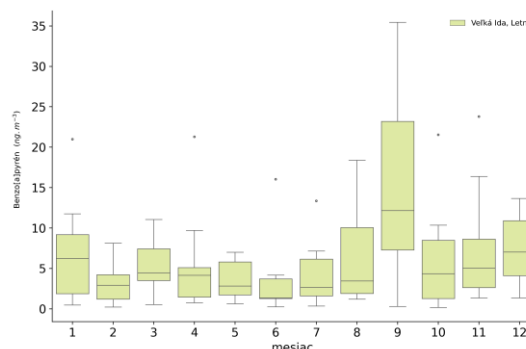
3.1.4 Benzo(a)pyrén

Znečisťujúca látka benzo(a)pyrén [B(a)P] sa v aglomerácii Košice monitoruje na predmestskej priemyselnej stanici vo Veľkej Ide, na Letnej ulici. Cieľová hodnota pre B(a)P bola na tejto stanici prekročená viac než šesťnásobne (6,2 ng·m⁻³). Lokalita je výrazne ovplyvnená emisiami z metalurgického závodu, čo potvrdzuje relatívne vyrovnaný mesačný priebeh koncentrácií počas celého roka (**Obr. 3.6**).

Na rozdiel od iných monitorovacích staníc, kde hlavným zdrojom znečistenia je vykurovanie domácností a koncentrácie B(a)P v letných mesiacoch výrazne klesajú, vo Veľkej Ide tento pokles nie je výrazný. Koncentrácie pod 1 ng·m⁻³ sa vyskytli len v 16 % meraní, zatiaľ čo 41 % vzoriek presiahlo 5 ng·m⁻³ a 20 % vzoriek dokonca 10 ng·m⁻³.

Maximálna koncentrácia benzo(a)pyrénu bola zaznamenaná v septembri (35,4 ng·m⁻³), čo predstavuje extrémnu hodnotu a poukazuje na epizodický výskyt vysokého znečistenia, pravdepodobne v dôsledku priemyselnej činnosti a nepriaznivých rozptylových podmienok.

Obr. 3.6 Priemerné mesačné koncentrácie B(a)P na stanici Veľká Ida v r. 2024.



Tab. 3.2 Priemerné ročné koncentrácie benzo(a)pyrénu v rokoch 2018 – 2024.

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Cieľová hodnota [ng·m ⁻³]	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Veľká Ida, Letná	5,8	4,5	4,6	6,1	5,4	4,9	6,2

≥ 90 % platných meraní

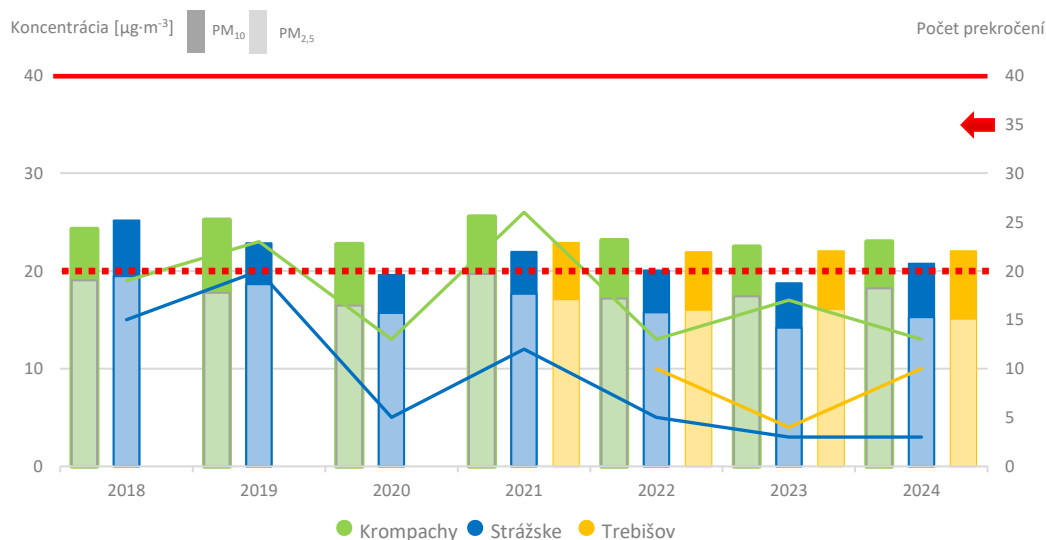
Červenou farbou je vyznačené prekročenie cieľovej hodnoty.

3.2 ZÓNA KOŠICKÝ KRAJ

3.2.1 Tuhé častice PM₁₀ a PM_{2,5}

Obr. 3.7 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 zóne Košický kraj v rokoch 2018 – 2024.

Obr. 3.7 Priemerné ročné koncentrácie PM₁₀, PM_{2,5} a počet prekročení dennej limitnej hodnoty PM₁₀.



Stĺpce: PM₁₀ – tmavá farba stĺpca, PM_{2,5} – svetlá farba stĺpca; vodorovné lomené čiary – počet prekročení

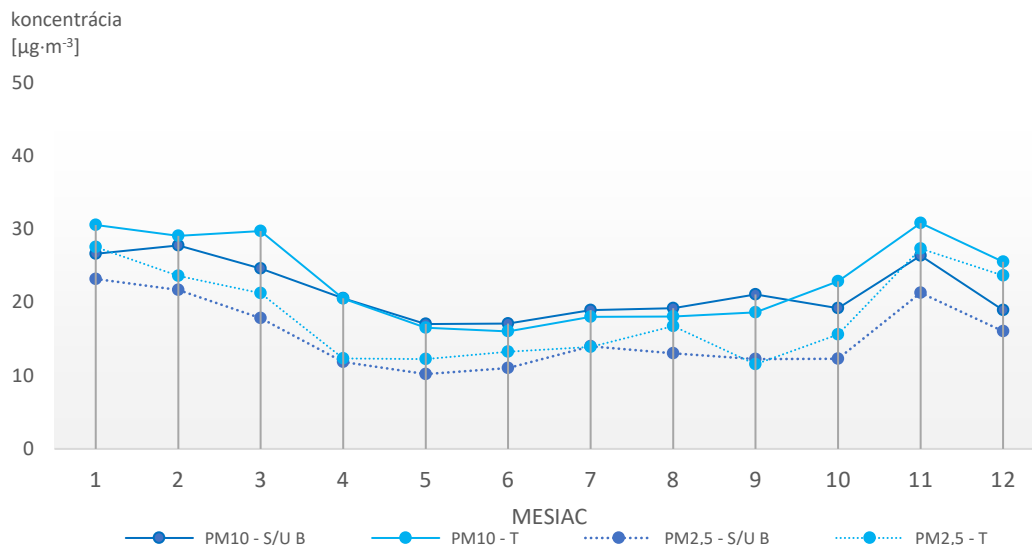
Červené čiary znázorňujú limitné hodnoty (LH), **plná** PM₁₀ (priemerná ročná koncentrácia: 40 µg·m⁻³); **prerušovaná** PM_{2,5} (priemerná ročná koncentrácia: 20 µg·m⁻³); **šípka** – LH počtu prekročení (priemerná denná koncentrácia PM₁₀ 50 µg·m⁻³ max.počet prekročení 35/kalendárny rok).

Limitná hodnota pre priemernú ročnú koncentráciu PM₁₀ (40 µg·m⁻³) a PM_{2,5} (20 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. 3.7). V **Strážskom má počet prekročení denného limitu PM₁₀** výrazne klesajúcu tendenciu a v posledných rokoch (2023–2024) je na úrovni odporúčaní WHO. V Trebišove bol monitoring spustený v roku 2021, koncentrácie tuhých častíc obidvoch frakcií sa pohybujú na úrovni dopravnej AMS v Krompachoch.

Mesačné koncentrácie PM₁₀ zobrazené na **Obr. 3.8** vykazujú najvýraznejší sezónny priebeh na dopravnej monitorovacej AMS v Krompachoch, kde sú v zimných mesiacoch (január – marec a november – december) hodnoty výrazne vyššie než v letnom období. Tento trend súvisí s kombinovaným vplyvom premávky, lokálneho vykurovania a nepriaznivých rozptylových podmienok typických pre zimné obdobie.

Na rozdiel od toho, mestské a predmestské pozadové AMS v Strážskom a Trebišove (S/U B) vykazujú miernejší sezónny priebeh, pričom rozdiely medzi zimou a letom sú menej výrazné. Rozdiel medzi PM₁₀ a PM_{2,5} je pritom najväčší práve v zimných mesiacoch na začiatku roka v Krompachoch, čo poukazuje na významný podiel hrubšej frakcie častíc, typickej pre dopravné a mechanické zdroje.

Obr. 3.8 Priemerné mesačné koncentrácie PM_{10} a $PM_{2,5}$ v kraji podľa typu stanice.

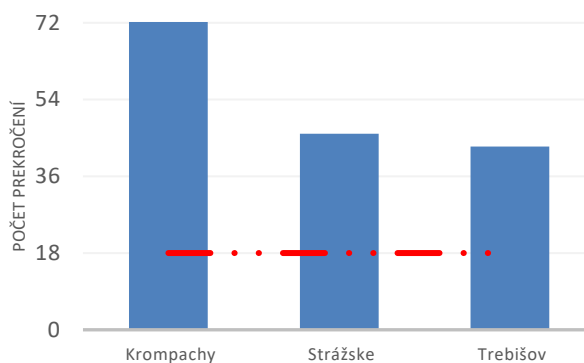


T PM_{10} a T $PM_{2,5}$ – priemerná mesačná koncentrácia PM_{10} a $PM_{2,5}$ na dopravnej stanici v Krompachoch;
U/S B PM_{10} a U/S B $PM_{2,5}$ – priemer mesačných koncentrácií PM_{10} a $PM_{2,5}$ na mestských/predmestských
 pozaďových staniciach Strážske a Trebišov.

Ako je uvedené v kapitole 3.1.1, Európska únia vypracovala Akčný plán nulového znečistenia⁶, ktorý stanovuje víziu do roku 2050. Jeho cieľom je do tohto roku znížiť znečistenie ovzdušia na úroveň, ktorá sa už nebude považovať za škodlivú pre zdravie a prírodné ekosystémy. Plán pre $PM_{2,5}$ zavádza dennú limitnú hodnotu $25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, ktorá nesmie byť prekročená viac ako 18 krát za rok (to sa má dosiahnuť do 1. 1. 2030).

Obr. 3.9 ilustruje koľko prekročení nového EÚ denného limitu pre $PM_{2,5}$ by sme dosiahli v roku 2024. V zóne Košický kraj by novú EÚ limitnú hodnotu nespĺnila žiadna monitorovacia stanica. Na monitorovacej stanici Krompachy by sa jednalo až o 74 prekročení, aj na ostatných AMS boli počty prekročení výrazne nad limitnú hodnotu 18 prekročení.

Obr. 3.9 Počet prekročení dennej limitnej hodnoty $PM_{2,5}$ v r. 2024 vzhľadom na novo zavedený EÚ limit*.



* Denná priemerná koncentrácia $PM_{2,5}$ $25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ nesmie byť prekročená viac ako 18 krát v roku. Tento novo zavedený EÚ limit sa má dosiahnuť do 1. januára 2030.

3.2.2 Oxid dusičitý

Monitoring koncentrácií oxidu dusičitého prebieha na troch staniciach, pričom priemerné mesačné hodnoty sú znázornené na **Obr. 3.10**.

Hlavným zdrojom emisií NO_2 je cestná doprava, čo sa prejavuje najvyššími koncentraciami na dopravnej stanici v Krompachoch, kde bol zaznamenaný ročný priemer $12 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Ide však o relatívne nízku hodnotu v porovnaní s inými dopravnými lokalitami, čo naznačuje, že vplyv dopravy v tejto lokalite nie je výrazný.

⁶ <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2024/02/20/air-quality-council-and-parliament-strike-deal-to-strengthen-standards-in-the-eu/>

Koncentrácie NO₂ v Kropachoch tak s veľkou rezervou spĺňajú nielen súčasné, ale aj navrhované sprísnené limitné hodnoty EÚ, ktoré sú súčasťou revízie smernice o kvalite ovzdušia. V ostatných lokalitách – Trebišove a na pozadovej stanici Kojšovská hoľa – sú koncentrácie NO₂ výrazne nižšie a stabilné počas celého roka.

V Košickom kraji boli v r. 2024 priemerné ročné koncentrácie NO₂ v súlade s odporúčaním WHO (10 µg·m⁻³) na AMS Kojšovská hoľa (2 µg·m⁻³).

3.2.3 Ozón

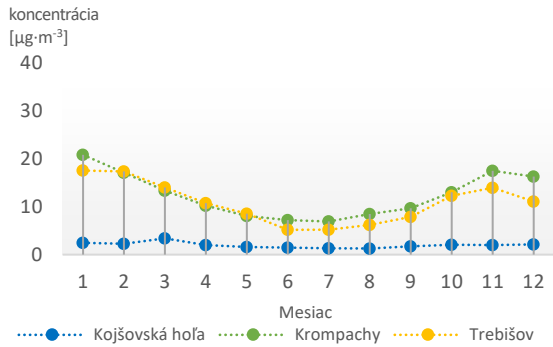
Monitoring prízemného ozónu prebieha v rámci zóny na dvoch monitorovacích staniciach – Trebišov a Kojšovská hoľa. Stanica na Kojšovskej holi sa nachádza vo vyššej nadmorskej výške, čo sa prejavuje výrazne vyššími koncentraciami ozónu počas celého roka. Tento jav pravdepodobne súvisí s prenosom ozónu z vyšších vrstiev atmosféry a efektívnejším slnečným žiarením, ktoré podporuje fotochemické procesy.

Obe stanice vykazujú typický sezónny priebeh s najvyššími koncentraciami v letných mesiacoch (máj – august), (Obr. 3.11) čo súvisí s vyššou intenzitou slnečného žiarenia potrebného pre tvorbu prízemného ozónu. Najnižšie hodnoty sú pozorované v zime (december – február), keď je slnečné žiarenie slabšie a atmosférické podmienky menej priaznivé pre tvorbu ozónu.

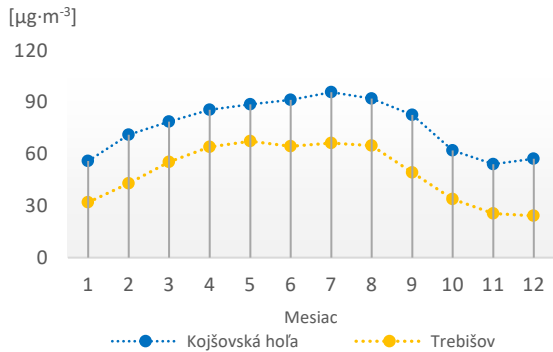
3.2.4 Benzo(a)pyrén

Benzo(a)pyrén (BaP) sa v zóne Košický kraj monitoruje na jednej stanici – Kropachy, SNP (UT). Cieľová hodnota pre BaP (1 ng·m⁻³) je v tejto lokalite **výrazne prekračovaná každý rok** (Tab. 3.3). Ako ukazuje (Obr. 3.12) koncentrácie BaP v Kropachoch majú výrazný sezónny priebeh s maximom v zimných mesiacoch. Mimo vykurovacej sezóny sú hodnoty veľmi nízke až zanedbateľné, čo je výrazný kontrast oproti lokalite Veľká Ida (Obr. 3.8), kde sú hodnoty zvýšené aj počas leta. Dominantným zdrojom benzo(a)pyrénu v Kropachoch je pravdepodobne vykurovanie domácností, ktoré v zimnom období výrazne prispieva k znečisteniu ovzdušia touto karcinogénnou látkou.

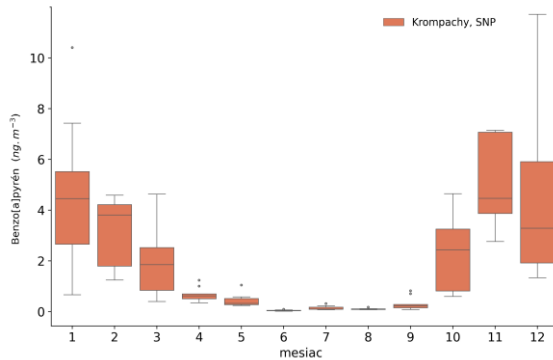
Obr. 3.10 Priemerné mesačné koncentrácie NO₂.



Obr. 3.11 Priemerné mesačné koncentrácie O₃.



Obr. 3.12 Priemerné mesačné koncentrácie B(a)P Kropachy.



Tab. 3.3 Priemerné ročné koncentrácie benzo(a)pyrénu v rokoch 2018 – 2024.

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Cieľová hodnota [ng·m ⁻³]	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Kropachy, SNP		2,7	2,1	2,2	2,2	2,1	1,8

≥ 90 % platných meraní

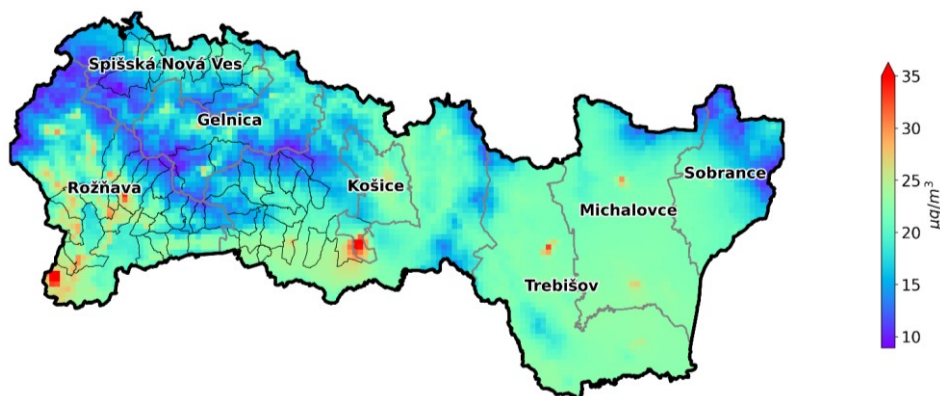
Červenou farbou je vyznačené prekročenie cieľovej hodnoty.

4 MODELOVANIE KVALITY OVZDUŠIA

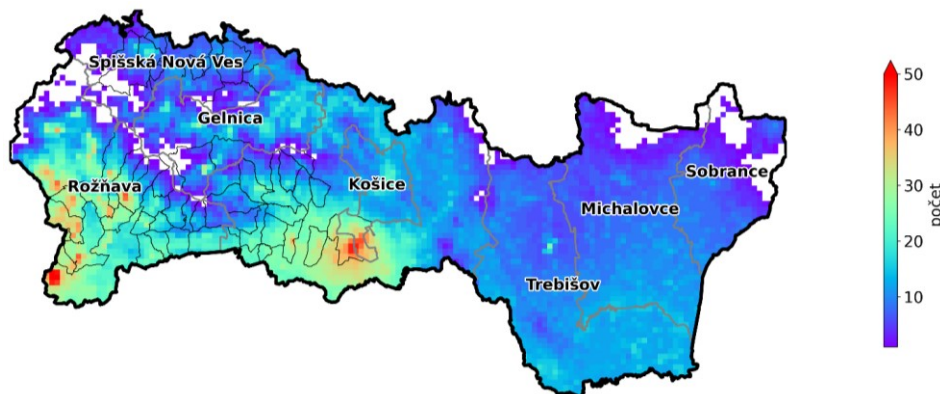
Na **Obr. 4.1** sú výsledky modelovania PM_{10} vypočítané pomocou modelu RIO v kombinácii s IDW-R (podrobnejší popis metódy je v Kapitole 4 *Správa o kvalite ovzdušia v SR 2024*).

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**). V rovnakých lokalitách by sme na základe modelovania zaznamenali aj najviac prekročení denného limitu pre PM_{10} (**Obr. 4.2**).

Obr. 4.1 Priemerná ročná koncentrácia PM_{10} v roku 2024.



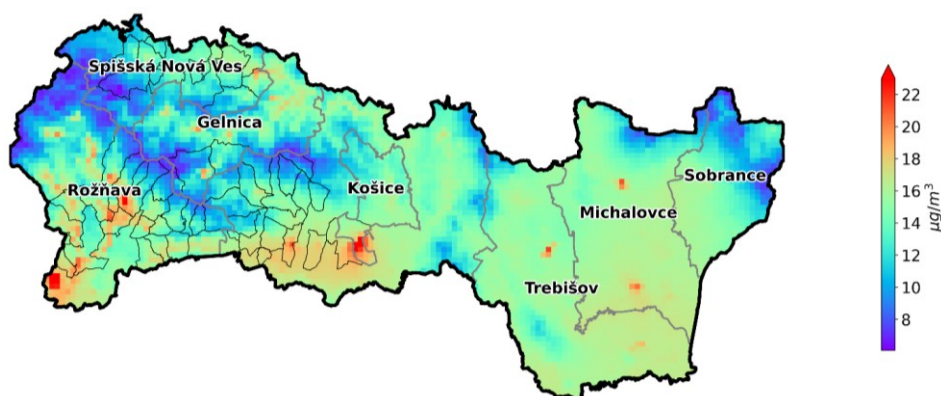
Obr. 4.2 Počet prekročení dennej limitnej hodnoty PM_{10} v roku 2024. Zobrazené sú len oblasti, pre ktoré vyšiel nenulový počet prekročení.



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 okrem neobývaných horských oblastí 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 vyskytujú v Above, v okrese Rožňava a Spišská Nová Ves.

Obr. 4.3 Priemerná ročná koncentrácia $PM_{2,5}$ v roku 2024 podľa výstupu modelu RIO, IDW-R

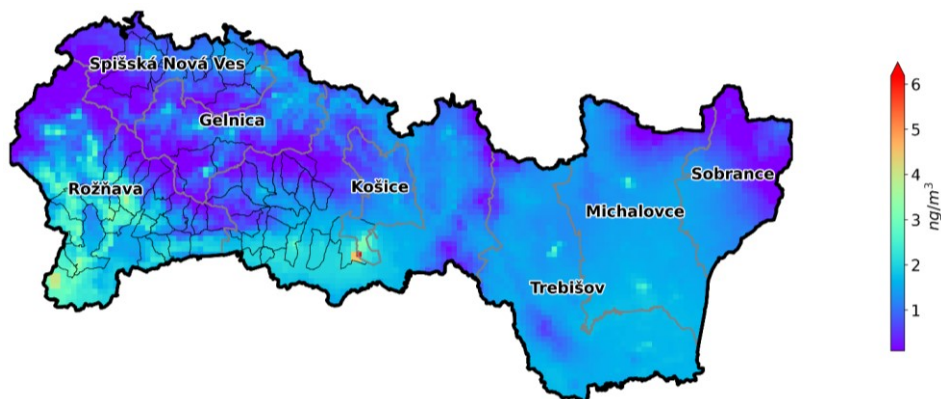


Obr. 4.4 zachytáva priestorové rozloženie priemernej ročnej koncentrácie benzo(a)pyrénu podľa výstupu z modelu RIO, IDW-R. Keďže model vychádza z nameraných údajov (a pomocných polí), výstupy sú na rozľahlom území Košického kraja zaťažené značnou neistotou.

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).

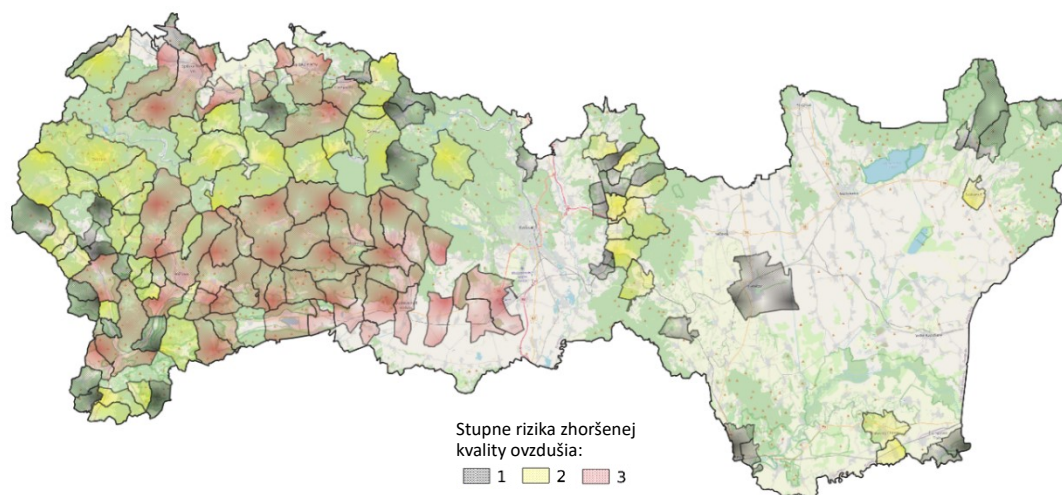
Obr. 4.4 Priemerná ročná koncentrácia benzo(a)pyrénu v roku 2024 podľa výstupu modelu RIO, IDW-R.



4.1 Rizikové oblasti

Obr. 4.5 zobrazuje obce ohrozené zhoršenou kvalitou ovzdušia, určené Metódou integrovaného posúdenia obcí⁷. 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 SHMÚ⁸.

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 stránke SHMÚ⁹.

⁷ 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>

⁸ <https://www.shmu.sk/sk/?page=2873>

⁹ <https://www.shmu.sk/sk/?page=2699>

5 ZHRNUTIE

Výsledky monitoringu z roku 2024 ukazujú, že v aglomerácii Košice¹⁰ došlo k **prekročeniu limitnej hodnoty pre priemernú dennú koncentráciu PM₁₀** na monitorovacej stanici **Veľká Ida – Letná**. Aj v tomto roku bolo zaznamenaných viacero prekročení v teplých mesiacoch, čo poukazuje na pretrvávajúci problém. *Cielené opatrenia zamerané na zníženie prašnosti z priemyselných zdrojov by mohli významne prispieť k zníženiu počtu týchto prekročení.*

Cieľová hodnota pre **benzo(a)pyrén (BaP)** bola **prekročená** na monitorovacích staniciach **Krompachy a Veľká Ida, Letná**, na tejto AMS bola **cieľová hodnota prekročená viac ako 6-násobne**. Na žiadnej zo staníc nebolo zaznamenané prekročenie limitnej hodnoty pre ročnú priemernú koncentráciu PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, CO, benzénu ani cieľovej hodnoty pre ozón (O₃).

V zóne **Košický kraj** **nebolo** v roku 2024 zaznamenané prekročenie limitnej hodnoty pre SO₂, NO₂, CO a benzén, ani prekročenie limitných hodnôt pre priemernú ročnú koncentráciu PM₁₀ a PM_{2,5}.

Dlhodobé trendy znečistenia časticami PM (**Obr. 3.1**) a NO₂ majú klesajúci charakter na všetkých monitorovacích staniciach zóny a aglomerácie s výnimkou AMS Veľká Ida, Letná.

Na základe výstupov z modelu RIO, IDW-R môžeme usúdiť, že v zóne Košický kraj je riziko výskytu vyšších koncentrácií PM_{2,5} a BaP v obciach na juhozápade kraja v okresoch Rožňava, Spišská Nová Ves a Gelnica a v aglomerácii Košice v jej južnej časti.

Ak by sme hodnotili plnenie požiadaviek vyplývajúcich z novej smernice o kvalite ovzdušia 2024/2881, ktorá stanovuje prísnejšie limitné hodnoty (nadobudnú platnosť od 1. januára 2030), v zóne Košický kraj a v aglomerácii Košice by najväčším problémom bolo neprekročiť nové limitné hodnoty pre PM_{2,5} a BaP. Všetky stanice kraja v súčasnosti nespĺňajú viaceré sprísnené požiadavky novej smernice na kvalitu ovzdušia..

Ak by sme hodnotili kvalitu ovzdušia podľa odporúčaní WHO¹¹, žiadna stanica v zóne a aglomerácii by nespĺňala hodnoty stanovených koncentrácií pre znečisťujúce látky. Ambíciou Akčného plánu nulového znečistenia¹² je dosiahnuť kvalitu ovzdušia podľa týchto odporúčaní do roku 2050.

V Košickom kraji je z hľadiska kvality ovzdušia veľkým problémom vysoká úroveň znečistenia BaP v južnej časti aglomerácie Košice – obec Veľká Ida, ktorá je výrazne ovplyvnená emisiami z metalurgického komplexu. Toto územie patrí na Slovensku medzi oblasti najviac zaťažené nepriaznivou kvalitou ovzdušia.

¹⁰ územie mesta Košíc a obcí Bočiar, Haniska, Sokoľany a Veľká Ida

¹¹ WHO GLOBAL AIR QUALITY GUIDELINES, 2021. Recommendations on classical air pollutants, str. 4. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345334/9789240034433-eng.pdf>

¹² <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2024/02/20/air-quality-council-and-parliament-strike-deal-to-strengthen-standards-in-the-eu/>