

SPRÁVA O KVALITE OVZDUŠIA V SR 2021

PRÍLOHA

HODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA V ZÓNE TRENČIANSKY KRAJ

1	POPIS ÚZEMIA TRENČIANSKEHO KRAJA Z HĽADISKA KVALITY OVZDUŠIA	2
2	MONITOROVACIE STANICE KVALITY OVZDUŠIA V ZÓNE TRENČIANSKY KRAJ.....	3
3	ZHODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA V ZÓNE TRENČIANSKY KRAJ.....	5
3.1	Tuhé častice PM ₁₀ a PM _{2,5}	6
3.2	Oxid dusičitý	8
3.3	Ozón	9
3.4	Benzo(a)pyrén	9
3.5	Zhrnutie.....	10

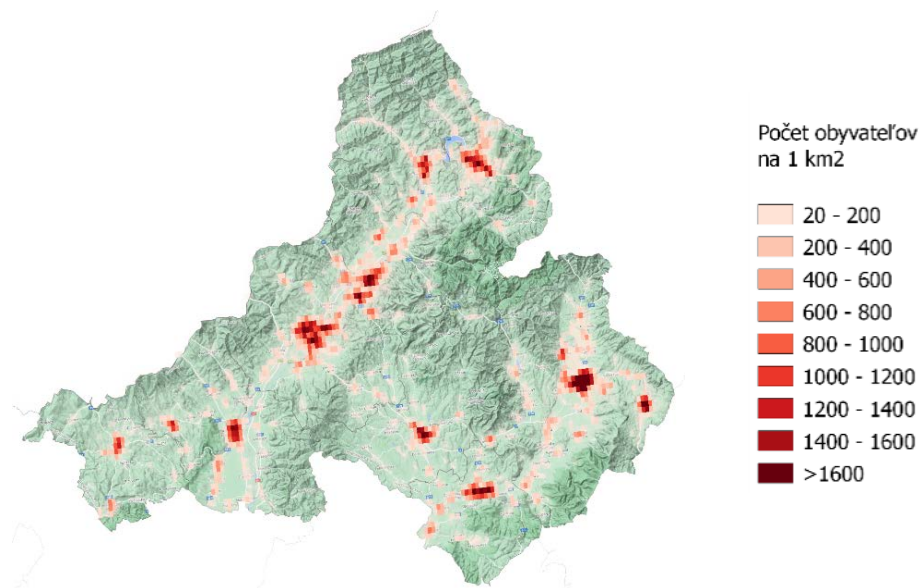


1 POPIS ÚZEMIA TRENČIANSKEHO KRAJA Z HĽADISKA KVALITY OVZDUŠIA

Reliéf Trenčianskeho kraja je s výnimkou Hornonitrianskej kotliny prevažne hornatý, zahŕňa Myjavskú pahorkatinu a Biele Karpaty, čiastočne Považský Inovec, Javorníky, Vtáčnik a Strážovské vrchy. Najvyšším bodom je Vtáčnik s nadmorskou výškou 1 346 m n. m., najnižší bod má 165 m n. m. Zóna je z prevažnej časti dobre ventilovaná, nižšie rýchlosti vetra sa vyskytujú v údolí Váhu. Obr. 1.1 znázorňuje priestorové rozloženie hustoty osídlenia v zóne.

Celý Trenčiansky kraj je z hľadiska hodnotenia kvality ovzdušia jednou zónou pre SO₂, NO₂, NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, benzén, polycyklické aromatické uhľovodíky a CO v ovzduší.

Obr. 1.1 Rozloženie hustoty obyvateľstva v zóne Trenčiansky kraj (Zdroj: EUROSTAT, 2018).

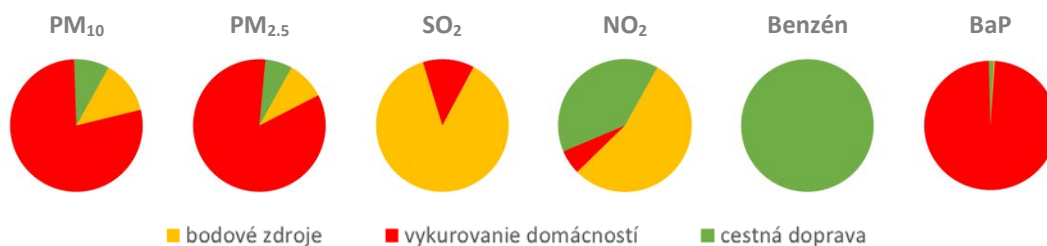


Zdroje znečisťovania ovzdušia v zóne Trenčiansky kraj

Vykurovanie domácností je najvýznamnejším zdrojom znečisťovania ovzdušia v hornatejšej časti kraja. Charakteristika cestnej dopravy: v zóne dominuje z hľadiska hustoty automobilovej dopravy cesta č. 61 v okrese Trenčín s 32 705 vozidlami (3 349 nákladných a 29 128 osobných áut), diaľnica D1 s hustotou od 21 000 – 28 000 vozidiel (v okrese Trenčín, na najfrekventovanejšom úseku 5 666 nákladných a 22 392 osobných áut), cesta č. 64 v okrese Prievidza s 18 014 vozidlami (2 457 nákladných a 15 452 áut), cesta č. 54 v okrese Nové Mesto nad Váhom s 17 261 vozidlami (2 293 nákladných a 14 861 osobných áut), cesta č. 507 v okrese Trenčín s 18 979 vozidlami (2 193 nákladných a 16 743 osobných áut), cesta č. 517 v okrese Považská Bystrica s 18 026 vozidlami (2 440 nákladných a 15 453 osobných áut) a cesta č. 1774 v okrese Prievidza s 18 329 vozidlami (1 245 nákladných a 16 998 osobných áut)¹.

¹ <https://www.ssc.sk/sk/cinnosti/rozvoj-cestnej-siete/dopravne-inzinierstvo/celostatne-scitanie-dopravy-v-roku-2015/trenciansky-kraj.ssc>

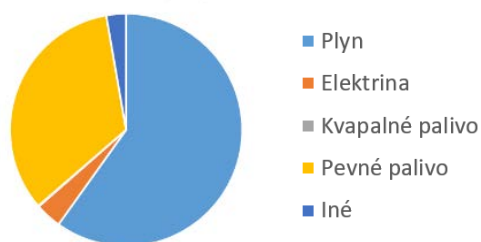
Obr. 1.2 Podiel rôznych druhov zdrojov znečisťovania ovzdušia na celkových emisiách v zóne Trenčiansky kraj.



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

Priemyselné zdroje znečisťovania ovzdušia sú v zóne Trenčiansky kraj z hľadiska príspevku k lokálnemu znečisteniu ovzdušia základnými znečisťujúcimi látkami menej významné s výnimkou cementární. Výraznejšie sa prejavuje vplyv tepelnej elektrárne, ktorá však v závislosti od meteorologických podmienok prispieva viac k regionálnemu pozadiu.

Obr. 1.3 Podiel rôznych druhov palív na vykurovaní domácností².



Pre vykurovanie domácností v zóne je podľa údajov zo SODB 2021 využívaný zväčša zemný plyn, a to najmä vo väčších mestách. Podiel tuhých palív je vyšší ako v Trnavskom a Nitrianskom kraji. Palivové drevo sa vo väčšej miere používa v hornej severnej časti kraja.

2 MONITOROVACIE STANICE KVALITY OVZDUŠIA V ZÓNE TRENČIANSKY KRAJ

Kvalita ovzdušia sa na Hornej Nitre začala sledovať v roku 1973. Monitorovacie stanice v Prievidzi, Handlovej a v Bystriciach boli vtedy zriadené najmä s cieľom zachytiť vplyv tepelných elektrární. Podobne ako v iných podobných lokalitách, kde bol monitoring pôvodne zameraný na veľké zdroje znečisťovania ovzdušia, aj tu sa emisie z tepelnej elektrárne znížili a stanice v súčasnosti odrážajú v čoraz väčšej miere ďalšie miestne problémy, najmä vykurovanie domácností tuhým palivom. V súčasnosti je v tomto kraji 5 monitorovacích staníc. Okrem troch vyššie uvedených je to monitorovacia stanica v Trenčíne. Táto charakterizuje vplyv cestnej dopravy, ktorej intenzita na danom mieste patrí medzi stredne zaťažujúce.

V roku 2021 pribudla monitorovacia stanica v Púchove na ulici 1. mája, ktorá je umiestnená na pravom brehu Váhu neďaleko mestského parku. Začala merať 21.9.2021. Stanica charakterizuje pozadové hodnoty znečistenia v predmestskej oblasti.

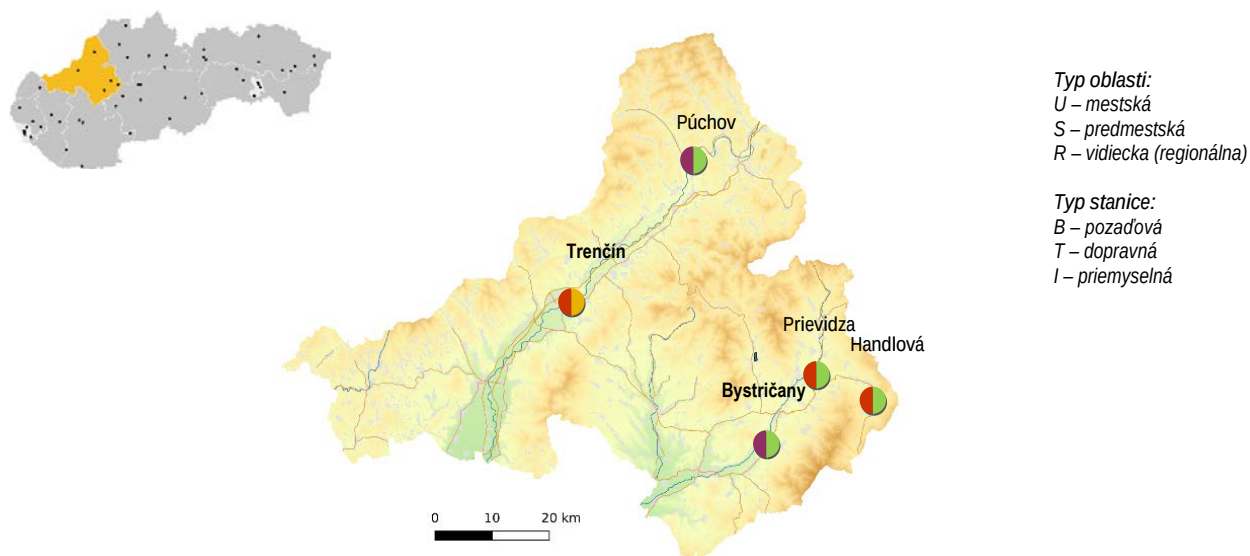
² <https://www.scitanie.sk>

Tabuľka **Tab. 2.1** obsahuje informácie o monitorovacích staniciach kvality ovzdušia v zóne Trenčiansky kraj:

- medzinárodný Eol kód, charakteristiku stanice podľa dominantných zdrojov znečisťovania ovzdušia (dopravná, pozadová, 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, benzénu a ortuti. Skúšobné laboratórium SHMÚ v rámci manuálneho monitoringu analyzuje ťažké kovy a polycyklické aromatické uhľovodíky. Výsledkom sú priemerné 24-hodinové hodnoty.

Tab. 2.1 Monitorovací program kvality ovzdušia v zóne Trenčiansky kraj.

Zóna Trenčiansky kraj								Merací 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											
Prievidza	SK0013A	Bystričany, Rozvodňa SSE	S	B	18°30'51"	48°40'01"	261										
Prievidza	SK0027A	Handlová, Morovianska cesta	U	B	18°45'23"	48°43'59"	448										
Prievidza	SK0050A	Prievidza, Malonecpalská	U	B	18°37'41"	48°46'58"	276										
Trenčín	SK0047A	Trenčín, Hasičská	U	T	18°02'29"	48°53'47"	214										
Púchov	SK0066A	Púchov, 1.mája	S	B	18°19'31"	49°07'08"	262										
Spolu								5	5	5	2	3	3	2		2	3



3 ZHODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA V ZÓNE TREŇČIANSKY KRAJ

Táto kapitola obsahuje zhodnotenie kvality ovzdušia v zóne Trenčiansky kraj na základe monitorovania, doplnené o výsledky matematického modelovania pre PM₁₀, PM_{2,5} a benzo(a)pyrén za rok 2021.

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

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	24 h	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	príemer	počet prekročení	príemer	príemer	príemer	príemer	počet prekročení	počet prekročení
Limitná hodnota [µg·m ⁻³]	350	125	200	40	50	40	20	10 000	5	500	400
Maximálny počet prekročení	24	3	18		35						
Prievidza, Malonecpalská	0	0	0	15	5	20	16			0	0
Bystričany, Rozvodňa SSE	0	0			5	20	17			0	
Handlová, Morovianska cesta	0	0			4	19	18			0	
Púchov, 1.mája *	0	0	0	13	2	26	**22	1 201		0	0
Trenčín, Hasičská	0	0	0	23	18	27	15	1 236	0,90	0	0

≥ 90 % platných meraní

Červenou farbou je vyznačené prekročenie limitnej hodnoty.

¹⁾ maximálna osemhodinová koncentrácia

²⁾ limitné hodnoty pre výstražné prahy

* AMS začala merať v priebehu roku 2021

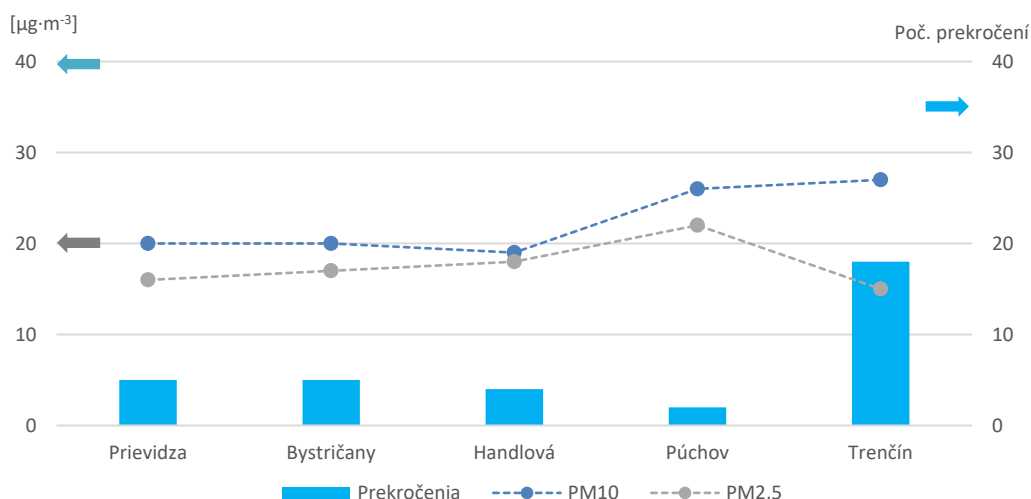
** merania sa začali v priebehu roku 2021, na celoročné hodnotenie prekročenia limitných hodnôt nie je dostatok platných meraní

S výnimkou novej monitorovacej stanice v Púchove (inštalovanej 22.9.2021) 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.

3.1 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 zóne Trenčiansky kraj v roku 2021.

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



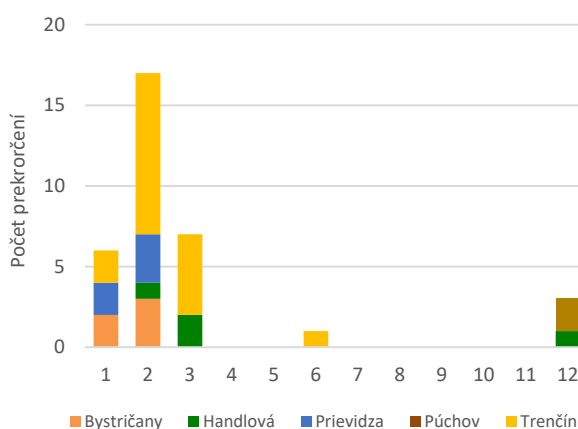
Počet prekročení – zachytáva denné priemerné koncentrácie vyššie ako 50 µg·m⁻³; stanica NMSKO Púchov začala merať v septembri 2021, preto počet prekročení neodráža znečistenie ovzdušia za celý rok. K prekračovaniu limitných hodnôt PM₁₀ a PM_{2,5} dochádza predovšetkým v zimných mesiacoch, keď meracia stanica nebola v prevádzke (január, február).

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).

■ Tuhé častice PM₁₀

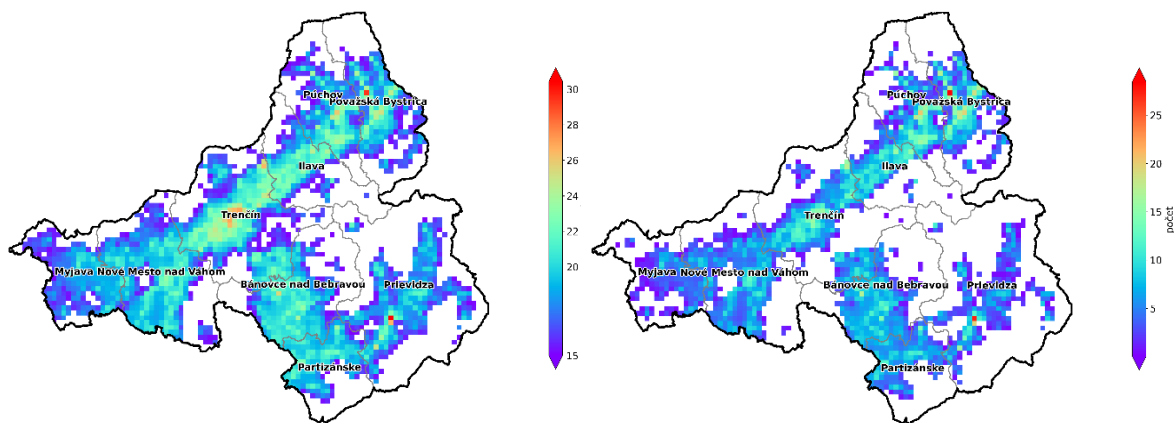
Limitná hodnota pre priemernú ročnú koncentráciu PM₁₀ (40 µg·m⁻³) v zóne Trenčiansky kraj nebola prekročená. Podobne limitnú hodnotu pre počet prekročení (35) priemernej dennej koncentrácie PM₁₀ nepresiahla žiadna stanica (**Obr. 3.1**). Doprvá stanica Trenčín, Hasičská zaznamenala najvyššiu priemernú ročnú koncentráciu PM₁₀ 27 µg·m⁻³ s počtom denných prekročení 18. Stanica v Púchove začala merať až v priebehu roka 2021. Hodnoty koncentrácií na mestských a predmestských pozadových staniciach sa pohybovali na úrovni okolo 20 µg·m⁻³. Na **Obr. 3.2** môžeme vidieť, že takmer všetky prekročenia sú sústredené v chladných mesiacoch s potrebou vykurovania. Výnimkou je jún s epizódou diaľkového prenosu prachu zo suchých oblastí. Zaujímavé sú relatívne vysoké hodnoty namerané na novej monitorovacej stanici v Púchove v mesiaci december.

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



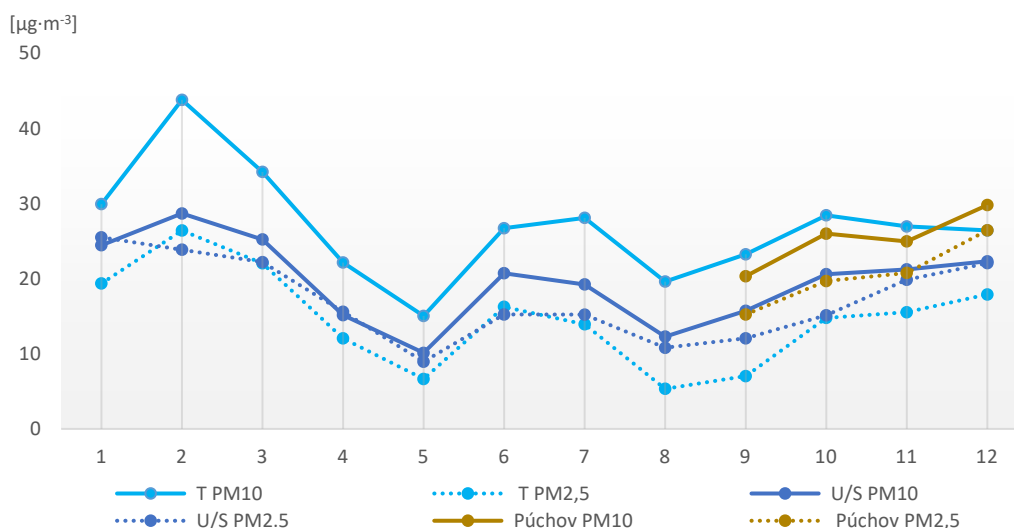
Na Obr. 3.3 a Obr. 3.5 sú výsledky modelovania pre PM_{10} a $PM_{2,5}$ vypočítané pre rok 2021 pomocou modelu RIO v kombinácii s IDW-R (metóda je podrobnejšie popísaná v Kapitole 4 Správy o kvalite ovzdušia v SR za rok 2021). Pre lepšiu názornosť sú zobrazené iba oblasti, pre ktoré vyšli priemerné ročné hodnoty koncentrácií vyššie ako prísnejšie ročné limity odporúčané WHO.

Obr. 3.3 Priemerná ročná koncentrácia PM_{10} (vľavo) a počet prekročení limitnej dennej hodnoty PM_{10} (vpravo) v roku 2021. Zobrazené sú len hodnoty nad $15 \mu g \cdot m^{-3}$ a nenulový počet prekročení.



Všetky mestské, resp. predmestské pozadové stanice v zóne majú podobné priemerné mesačné koncentrácie PM_{10} a $PM_{2,5}$, okrem AMS v Púchove, ktorá namerala výrazne vyššie znečistenie ovzdušia tuhými časticami od spustenia do prevádzky v septembri 2021. Preto Obr. 3.4 porovnáva mesačný priemer PM_{10} a $PM_{2,5}$ dopravnej stanice v Trenčíne, úroveň v Púchove a mesačný priemer mestských a predmestských pozadových staníc v zóne mimo Púchova. Zaujímavé je zistenie, že hodnoty PM_{10} aj $PM_{2,5}$ sa na predmestskej pozadovej stanici v Púchove blížila hodnotám nameraným na dopravnej stanici v Trenčíne. V decembri dokonca priemerná mesačná koncentrácia PM_{10} v Púchove prekročila hodnotu nameranú v Trenčíne.

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



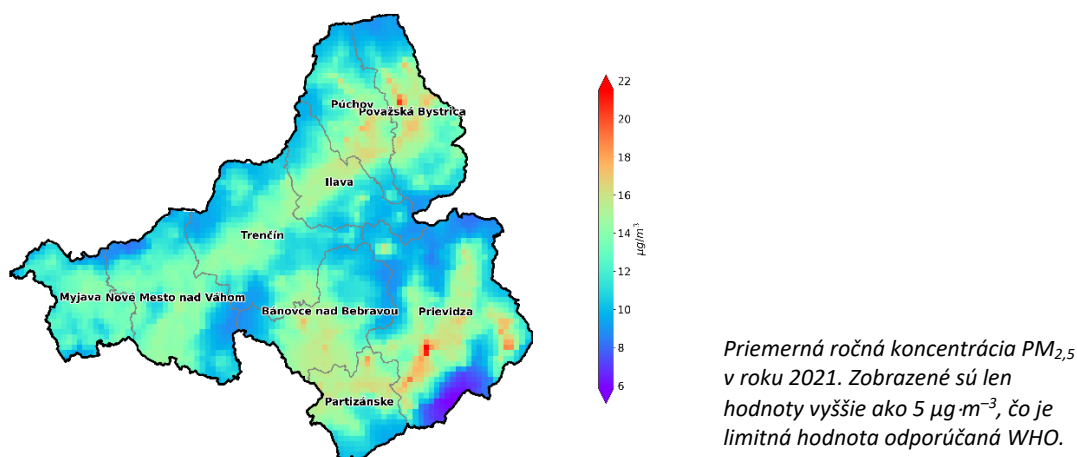
$T PM_{10}$ a $T PM_{2,5}$ – priemerná mesačná koncentrácia PM_{10} a $PM_{2,5}$ na dopravnej stanici Trenčín, Hasičská;
 $U/S B PM_{10}$ a $U/S B PM_{2,5}$ – priemer mesačných koncentrácií PM_{10} a $PM_{2,5}$ na mestských/predmestských pozadových staniciach Bystričany, Rozvodňa SSE; Handlová, Moravianska cesta a Prievidza, Malonecpalská;
 $Púchov PM_{10}$ a $PM_{2,5}$ – priemerná mesačná koncentrácia PM_{10} a $PM_{2,5}$ na predmestskej pozadovej stanici Púchov.

■ Tuhé častice PM_{2,5}

V porovnaní s PM₁₀ majú výrazne negatívnejší vplyv na ľudské zdravie jemné častice PM_{2,5}. Na Obr. 3.4 sú ich koncentrácie zobrazené prerušovanou čiarou. V Prievidzi, Bystrici a Handlovej bola priemerná ročná koncentrácia PM_{2,5} 16 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, 17 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a 18 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Vysoké koncentrácie PM_{2,5} sme zaznamenali v chladných mesiacoch roka. Spôsobuje to pravdepodobne vykurovanie domácností tuhým palivom, rovnako ako pri PM₁₀. Na všetkých staniciach v zóne bola priemerná ročná koncentrácia jemných častíc PM_{2,5} vyššia ako odporúčanie WHO (5 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Takisto ich mesačné koncentrácie sa pohybovali nad 5 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. A to aj v lete, keď bývajú najnižšie.

Mapa na Obr. 3.5 zobrazuje priestorové rozloženie priemerných ročných koncentrácií PM_{2,5} podľa výstupu modelu RIO v kombinácii s IDW-R.

Obr. 3.5 Priemerné ročné koncentrácie PM_{2,5}.

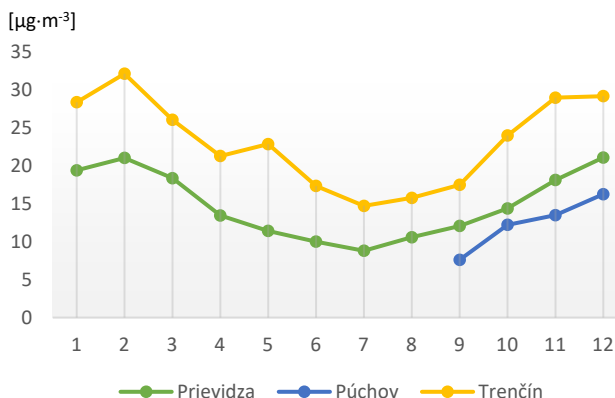


3.2 Oxid dusičitý

Monitoring úrovne oxidu dusičitého v ovzduší prebieha na troch staniciach. Priemerné mesačné hodnoty pre jednotlivé stanice zachytáva Obr. 3.6.

Hlavným zdrojom emisií NO₂ je cestná doprava. Najvyššie koncentrácie zaznamenávame na dopravnej stanici Trenčín, Hasičská. Priemerná ročná úroveň (23 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) tu neprekročila limitnú hodnotou (40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Koncentrácie NO₂ si celý rok udržiavajú relatívne konštantnú úroveň, s nevýrazným minimom v letných mesiacoch. Je to zapríčinené lepšími rozptylovými podmienkami v lete. Priemerná ročná koncentrácia na mestskej pozadovej stanici v Prievidzi, mala hodnotu 15 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. V Púchove sa NO₂ začal merať v septembri 2021. Znečistenie ovzdušia touto látkou tu dosahovalo nižšie hodnoty než na ostatných staniciach zóny. Celkovo sú koncentrácie NO₂ v Trenčianskom kraji na relatívne nízkej úrovni. Priemerné ročné koncentrácie však nespĺňajú odporúčania WHO (10 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), ktoré sú výrazne prísnejšie než limity EÚ.

Obr. 3.6 Priemerné mesačné koncentrácie NO₂.



3.3 Ozón

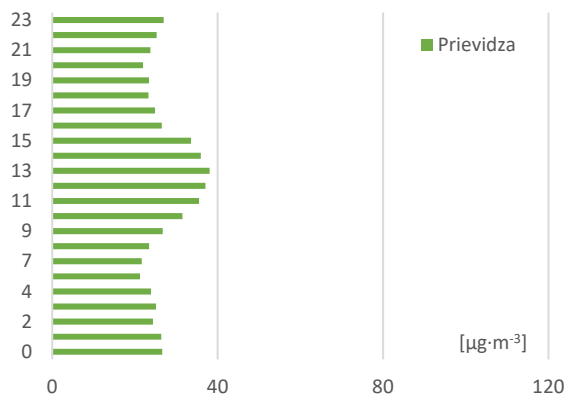
Monitoring ozónu prebieha v tejto zóne na monitorovacej stanici v Prievidzi.

Najvyššie koncentrácie prízemného ozónu sa vyskytujú spravidla v teplých mesiacoch s vysokou intenzitou slnečného svitu (**Obr. 3.7**). Na **Obr. 3.8** a **Obr. 3.9** je znázornený tzv. denný chod koncentrácie O_3 : úroveň prítomného ozónu stúpa s východom slnka, vrchol dosahuje okolo poludnia a vo večerných hodinách postupne klesá na minimum, ktoré sa vyskytuje nadržanom. Veľké rozdiely v koncentráciách O_3 zaznamenávame tiež v teplom a chladnom období.

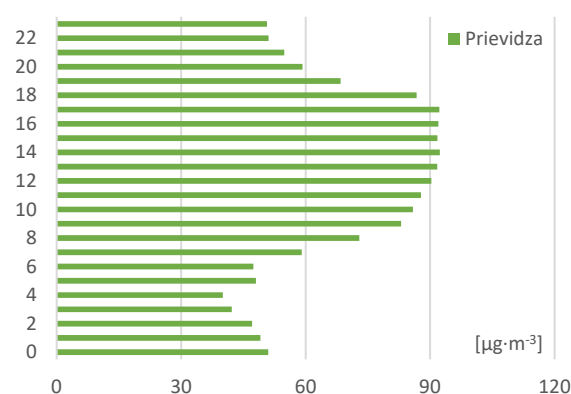
Obr. 3.7 Priemerné mesačné koncentrácie O_3 .



Obr. 3.8 Denný chod koncentrácie O_3 v januári 2021.



Obr. 3.9 Denný chod koncentrácie O_3 v júli 2021.



Na monitorovacej stanici v Prievidzi sme v roku 2021 nezaznamenali žiadne prekročenia informačného ani výstražného prahu prízemného ozónu.

3.4 Benzo(a)pyrén

Benzo(a)pyrén sa v Trenčianskom kraji monitoruje na troch monitorovacích staniciach – v Prievidzi na Malonecpalskej ulici, v Trenčíne na Hasičskej ulici a v Púchove na ulici 1. mája. Ročný priebeh koncentrácií má v porovnaní s PM ešte výraznejšie maximum v chladnom polroku (**Obr. 3.10**). Cieľová hodnota pre benzo(a)pyrén ($1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$) býva prekračovaná v Prievidzi iba mierne (**Tab. 3.2**). V Púchove meranie prebiehalo len krátku časť roka (od polovice októbra). Namerané hodnoty sú však vyššie než na ostatných staniciach v zóne. Je to pravdepodobne spôsobené vplyvom vykurovania domácností tuhým palivom. Lokalite bude potrebné venovať aj naďalej pozornosť.

Mapa na **Obr. 3.11** zobrazuje priestorové rozloženie priemerných ročných koncentrácií benzo(a)pyrénu podľa výstupov modelu RIO v kombinácii s IDW-R. Vzhľadom na členitosť terénu je komplikované získať spoľahlivé priestorové rozloženie z interpolácie meraní (a pomocných polí). Pre detailnejšie informácie je potrebné matematické modelovanie s vysokým priestorovým rozlíšením a podrobnými informáciami o priestorovom a časovom rozložení emisií. Výstupy modelu RIO preto poskytujú najmä predstavu o relatívnom rozložení priemerných ročných koncentrácií benzo(a)pyrénu.

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
Prievidza, Malonecpalská			1,4	1,2	1,1
Trenčín, Hasičská				*0,8	**1,1
Púchov, 1.mája					*4,7

■ ≥ 90 % platných meraní

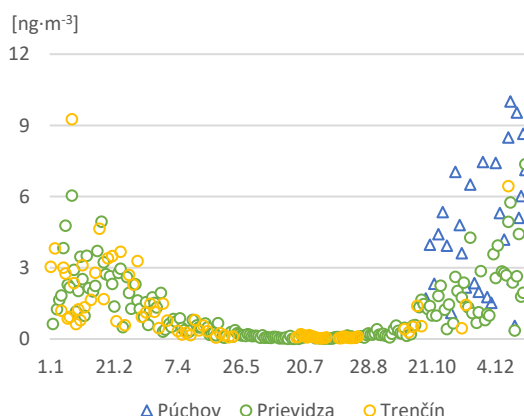
Červenou farbou je vyznačené prekročenie cieľovej hodnoty v prípade, že na stanici bolo v danom roku dostatok (≥ 90 %) platných meraní.

* Merania sa začali v priebehu roku, na celoročné hodnotenie nie je dostatok platných meraní.

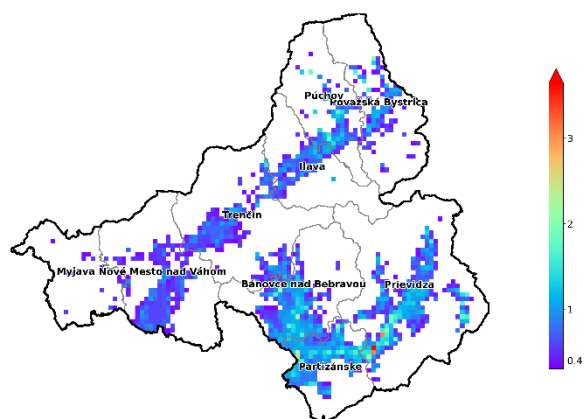
** V Trenčíne boli merania benzo(a)pyrénu z technických príčin prerušené v priebehu leta a sporadicky aj v ďalšej časti roka, na celoročné hodnotenie v roku 2021 preto nie je dostatok údajov.

Poznámka: Výsledky za rok 2021 sú spracované na základe predbežného hodnotenia.

Obr. 3.10 Výsledky meraní benzo(a)pyrénu v roku 2021.



Obr. 3.11 Priemerná ročná koncentrácia benzo(a)pyrénu podľa výstupu modelu RIO, IDW-R (2021).



Najvýraznejším zdrojom benzo(a)pyrénu je vykurovanie domácností tuhým palivom (nedostatočne vysušeným drevom či rôznymi druhmi odpadu a v tradične baníckej oblasti aj uhlím). Maximálne hodnoty BaP sa vyskytujú pravdepodobne v okrese Prievidza, Partizánske, Púchov a Bánovce nad Bebravou.

3.5 Zhrnutie

V roku 2021 v zóne Trenčiansky 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}. Limitnú hodnotu pre priemernú dennú koncentráciu PM₁₀ neprekročila žiadna monitorovacia stanica.

Na monitorovacej stanici v Prievidzi na Malonecpalskej ulici bola prekročená cieľová hodnota pre benzo(a)pyrén. Nová monitorovacia stanica v Púchove koncom roka 2021 namerala vysoké denné koncentrácie benzo(a)pyrénu. Na hodnotenie si ale musíme počkať, kým budú k dispozícii merania pokrývajúce celý rok. No je pravdepodobné, že pôjde tiež o problémovú oblasť.

Na základe výsledkov matematického modelovania môžeme predpokladať, že v zóne Trenčiansky kraj sa vysoké koncentrácie PM a benzo(a)pyrénu môžu vyskytovať najmä v zimných mesiacoch aj v ďalších oblastiach s nepriaznivými rozptylovými podmienkami a vysokým podielom tuhých palív na vykurovaní domácností.