

SPRÁVA O KVALITE OVZDUŠIA V SR 2024

PRÍLOHA

HODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA V ZÓNE ŽILINSKÝ KRAJ

1	POPIS ÚZEMIA ŽILINSKÉHO KRAJA Z HĽADISKA KVALITY OVZDUŠIA	2
2	MONITOROVACIE STANICE KVALITY OVZDUŠIA V ZÓNE ŽILINSKÝ KRAJ	4
3	ZHODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA V ZÓNE ŽILINSKÝ KRAJ	6
3.1	Tuhé častice PM ₁₀ a PM _{2,5}	6
3.2	Oxid dusičitý	9
3.3	Ozón	9
3.4	Benzo(a)pyrén	10
3.5	Chemické zloženie zrážok	10
3.6	Rizikové oblasti	11
3.7	Zhrnutie	11



1 POPIS ÚZEMIA ŽILINSKÉHO KRAJA Z HĽADISKA KVALITY OVZDUŠIA

Územie Žilinského kraja je prevažne hornaté, patrí do Západných Karpát. Rieka Váh územie rozdeľuje na severnú a južnú časť. V severnej sa nachádzajú pohoria Vysoké, Západné a Belianske Tatry, Skorušinské vrchy, Oravské Beskydy, Oravská Magura, Oravská vrchovina, Chočské vrchy, Krivánska Fatra, Kysucké Beskydy, Kysucká vrchovina a Javorníky, v južnej Nízke Tatry, Veľká Fatra, Lúčanská Fatra a Strážovské vrchy. Najvyšším bodom je Kriváň s nadmorskou výškou 2 494 m n. m., najnižší bod má 285 m n. m. Územie je tiež charakteristické hlbokými a uzavretými kotlinami, čo nepriaznivo vplyva na ventiláciu, a tým aj na rozptyl znečisťujúcich látok v ovzduší.

Podľa údajov Štatistického úradu Slovenskej republiky¹ je priemerná hustota osídlenia v Žilinskom kraji 101 obyvateľov na km².

Najvyššiu hustotu osídlenia vykazuje **okres Žilina** s 187 obyvateľmi na km², **okres Turčianske Teplice** má **najnižšiu** hustotu v kraji s 40 obyvateľmi na km². Pre porovnanie – Slovenská republika mala k uvedenému dátumu priemernú hustotu obyvateľstva 111 obyvateľov na km².

Celý Žilinský 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.

Zdroje znečisťovania ovzdušia v zóne Žilinský kraj

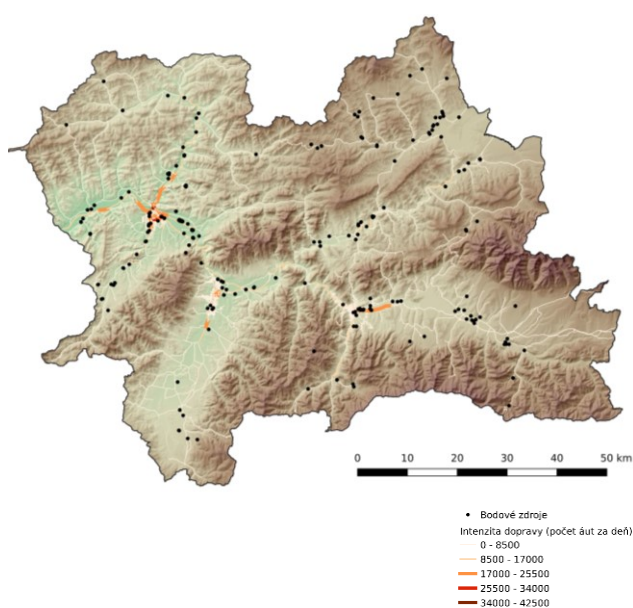
V hornej časti kraja je vykurovanie domácností tuhým palivom významným zdrojom znečistenia ovzdušia. Automobilová doprava prispieva k znečisteniu ovzdušia najmä v najviac vyťažených cestných úsekoch v okolí veľkých miest². Priemyselné zdroje znečisťovania ovzdušia, ako sú papierne, cementárne, výroba vápna či ferozliatin, patria v zóne Žilinský kraj medzi k menej dominantným prispievateľom k lokálnemu znečisteniu ovzdušia základnými znečisťujúcimi látkami, pričom v priebehu rokov došlo k zníženiu ich emisií v dôsledku modernizácie výrobných procesov a zvyšujúcich sa požiadaviek environmentálnej legislatívy.

Charakteristika cestnej dopravy – najfrekvencovanejšie úseky ciest v Žilinskom kraji s priemerným počtom vozidiel za 24 hodín je v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 1.1 Počet vozidiel na najfrekvencovanejších cestách Žilinského kraja

Okres	Diaľnica / cesta	Počet vozidiel	Nákladné vozidlá	Osobné vozidlá
Žilina	č. 11	43 995	7 739	36 069
	č. 60	41 493	6 427	34 772
	D3	25 837	7 439	18 311
	č. 18	29 649	9 111	20 470
Bytča	D1	28 333	6 765	21 477
Martin	č. 18	25 325	6 321	18 915
	č. 65	23 226	4 420	18 661
	č. 18	18 436	4 553	13 810
Ružomberok	D1	14 737	3 627	11 060
	D1	19 637	4 519	15 046
	č. 18	29 580	5 828	23 665
Liptovský Mikuláš	D1	20 448	4 633	15 746
	č. 59	19 636	3 380	16 156
	č. 18	24 361	2 037	22 184
Tvrdošín	č. 584	21 083	1 969	19 045
Dolný Kubín	č. 59	16 950	2 607	14 289
Námestovo	č. 78	16 134	2 607	14 289
Trstená	R3	6 971	2 002	4 942
Čadca	č. 484	4 608	401	4 175

Obr. 1.1 Rozloženie intenzity cestnej dopravy a bodových zdrojov v Žilinskom kraji.



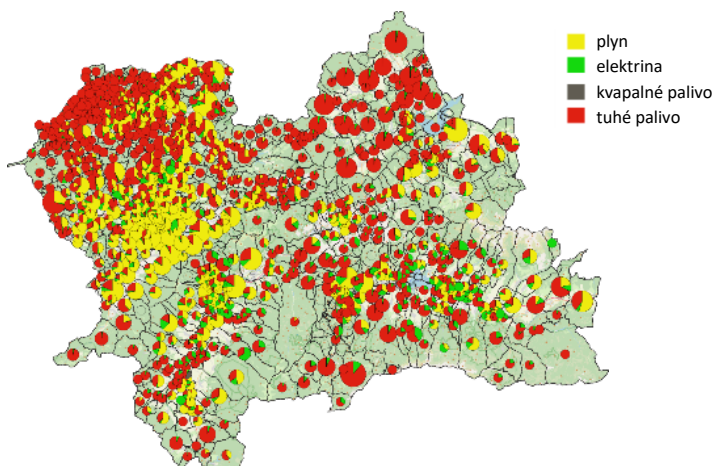
¹ Dostupné online: ŠÚ SR [cit. 23. 6. 2025], statdat.statistics.sk

² <https://www.ssc.sk/sk/cinnosti/rozvoj-cestnej-siete/dopravne-inzinierstvo/celostatne-scitanie-dopravy-v-roku-2022-a-2023.ssc>

Mapa na **Obr. 1.1** znázorňuje priestorové rozloženie hustoty dopravy a bodových zdrojov³ na najfrekventovanejších úsekoch ciest, spracované Centrom dopravného výskumu pre rok 2024.

Obr. 1.2 ukazuje podiely druhov palív na vykurovaní rodinných domov v jednotlivých obciach (resp. základných sídelných jednotkách, SODB 2021⁴) Žilinského kraja, pričom vidno, že priestorové rozloženie druhov palív nie je geograficky homogénne. V západnej časti zóny, obzvlášť v mestách a väčších obciach, väčšinu tvorilo vykurovanie plynom, zatiaľ čo na Orave a v podhorí Nízkyh Tatier prevládalo takmer výlučne vykurovanie tuhým palivom. V súčte za celú zónu v r. 2021 mierne prevažovalo vykurovanie plynom nad vykurovaním tuhým palivom.

Obr. 1.2 Podiely rôznych druhov palív na vykurovaní v obciach kraja.



³ Pod pojmom bodové zdroje sa rozumejú veľké a stredné stacionárne zdroje emisií znečisťujúcich látok, ktoré sú evidované v Národnom emisnom informačnom systéme (NEIS).

⁴ www.scitanie.sk

2 MONITOROVACIE STANICE KVALITY OVZDUŠIA V ZÓNE ŽILINSKÝ KRAJ

V Žilinskom kraji sa sleduje kvalita ovzdušia na šiestich monitorovacích staniciach, v Ružomberku už od 80-tych rokov 20. storočia. Na lokalite **Ružomberok, Riadok** je monitorovacia stanica, ktorá charakterizuje kvalitu ovzdušia na mestskej pozadovej lokalite, blízko miestnej komunikácie s nízkou intenzitou dopravy. Stanica **v Žiline** reprezentuje mestské pozadové hodnoty znečistenia. Monitorovacia stanica **v Martine** zachytáva vplyv cestnej dopravy v blízkosti frekventovanej príjazdovej cesty. V roku 2021 pribudli v zóne dve monitorovacie stanice. Stanica **v Liptovskom Mikuláši** charakterizuje mestské pozadové znečistenie a **Oščadnica** reprezentuje vidiecky typ zástavby, kde dôležitú úlohu v znečistení ovzdušia zohráva vykurovanie domácností tuhým palivom.

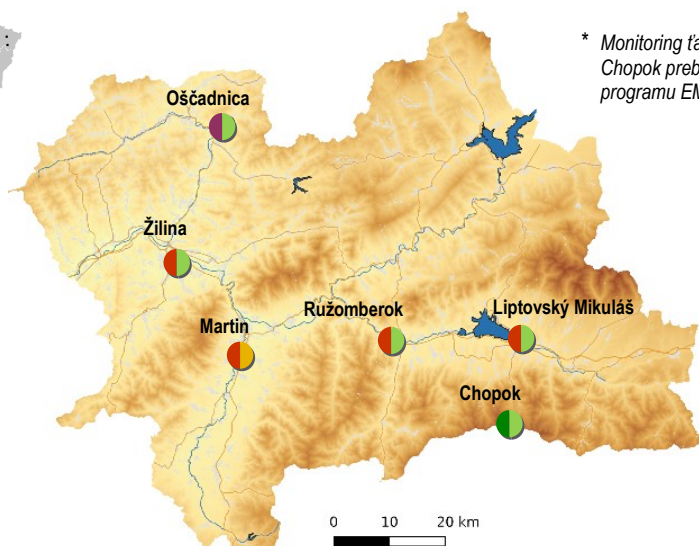
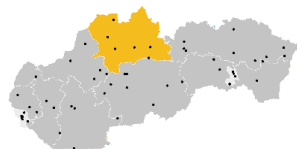
Monitorovacia stanica **na Chopku** je najvyššie položenou stanicou na sledovanie kvality ovzdušia v SR. Riadi sa monitorovacím programom EMEP (<https://www.emep.int/>) a je taktiež súčasťou siete GAW (<https://community.wmo.int/activity-areas/gaw>).

Tabuľka **Tab. 2.1** obsahuje informácie o monitorovacích staniciach kvality ovzdušia v zóne Žilinský 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 analýzy sú priemerné 24-hodinové hodnoty.

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

Zóna Žilinský kraj								Monitorovací program										
Okres	Kód Eol	Názov stanice	Typ		Zemepisná		Nadmorská výška [m]	Kontinuálne										Manuálne
			oblasť	stanice	dĺžka	šírka		PM ₁₀	PM _{2,5}	NO _x	NO ₂	SO ₂	O ₃	CO	Benzén	Hg	As, Cd, Ni, Pb*	BaP
Liptovský Mikuláš	SK0002R	Chopok, EMEP	R	B	19°35'21"	48°56'37"	1990											
Liptovský Mikuláš	SK0067A	Liptovský Mikuláš, Školská	U	B	19°37'10"	49°05'02"	578											
Čadca	SK0071A	Oščadnica	S	B	18°53'01"	49°26'07"	465											
Martin	SK0039A	Martin, Jesenského	U	T	18°55'17"	49°03'35"	383											
Ružomberok	SK0008A	Ružomberok, Riadok	U	B	19°18'09"	49°04'45"	475											
Žilina	SK0020A	Žilina, Obežná	U	B	18°46'17"	49°12'41"	356											
Spolu								5	5	6	3	4	3	2	0	2	3	



* Monitoring ťažkých kovov na stanici Chopok prebieha podľa monitorovacieho programu EMEP (Tab. 2.2)

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

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

Monitorovacia stanica Chopok je zaradená do monitorovacieho programu EMEP⁵. Na AMS sa vykonáva rozšírený monitoring ťažkých kovov (Tab. 2.2) a odber vzoriek atmosférických zrážok (Tab. 2.3). Monitorovací program kvality ovzdušia v Topoľníkoch v roku 2024 uvádza Tab. 2.2. Hlavné ióny sa analyzujú z 24 hod. vzoriek, ťažké kovy v ovzduší z týždenných vzoriek atmosférického aerosólu (odberový interval je 24 hod a 7 dní).

Tab. 2.2 Monitorovací program atmosférického aerosólu na EMEP stanici Chopok.

	SO ₂	NO ₂	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	HNO _{3(g)}	Cl ⁻	TSP*	Pb	As	Cd	Ni	Cr	Cu	Zn
Chopok	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

* TSP – celkové suspendované častice v ovzduší

Zrážky sa analyzujú v odberovom intervale 24 hodín – základné parametre zrážok a kalendárneho mesiaca – ťažké kovy (Tab. 2.3). Na odber zrážok slúži zrážkomer typu „bulk“, ktorý zachytáva mokrú aj suchú depozíciu. Na základe analýz takto odobraných vzoriek sa hodnotí mokrá depozícia sledovaných látok.

Tab. 2.3 Monitorovací program zrážok na EMEP stanici.

	pH	Vodivosť	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Alkalické ióny K ⁺ , Na ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺	Pb	As	Cd	Ni	Cr	Cu	Zn
Chopok	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

⁵ <https://www.emep.int>

3 ZHODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA V ZÓNE ŽILINSKÝ KRAJ

Táto kapitola obsahuje zhodnotenie kvality ovzdušia v zóne Žilinský kraj na základe monitorovania, doplnené o výsledky matematického modelovania pre PM_{10} , $PM_{2,5}$ a benzo(a)pyrén za rok 2024.

Tab. 3.1 Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia podľa limitných hodnôt na ochranu zdravia ľudí a smogového varovného systému pre PM_{10} v zóne Žilinský kraj – 2024.

Znečisťujúca látka Doba spriemerovania Parameter Limitná hodnota [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] Maximálny počet prekročení	Typ Oblasť / stanice	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
		počet prekročení	počet prekročení	počet prekročení	priemer	počet prekročení	priemer	priemer	priemer	priemer	trvanie prekročenia [h]	trvanie prekročenia [h]
		350	125	200	40	50	40	20	10 000	5	100	150
		24	3	18		35						
Chopok, EMEP	RB			0	1							
Liptovský Mikuláš, Školská	UB	0	0	0	11	9	19	13			44	9
Martin, Jesenského	UT			0	16	16	22	15	1 486	0.3	21	9
Oščadnica	SB	0	0	0	6	12	20	16			46	0
Ružomberok, Riadok	UB	0	0	0	15	16	21	15	1 916	0.3	37	7
Žilina, Obežná	UB			0	17	17	21	15	1 424		29	4

≥ 90 % platných meraní

¹⁾ maximálna osemhodinová koncentrácia

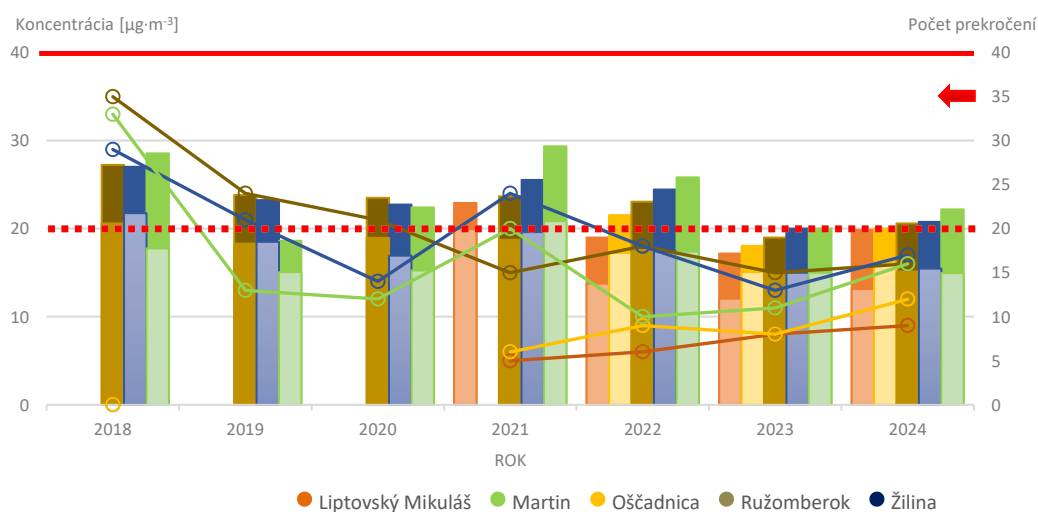
²⁾ IP, VP – trvanie prekročenia (v hodinách) informačného prahu (IP) a výstražného prahu (VP) pre PM_{10}

Na všetkých staniciach počet platných meraní v súlade s Vyhláškou MŽP SR č. 250/2023 Z. z. o kvalite ovzdušia.

3.1 Tuhé častice PM_{10} a $PM_{2,5}$

Obr. 3.1 zobrazuje priemerné ročné koncentrácie PM_{10} , $PM_{2,5}$ a počet dní s priemernou dennou koncentráciou PM_{10} nad $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ podľa výsledkov meraní na AMS v zóne Žilinský kraj v rokoch 2018–2024.

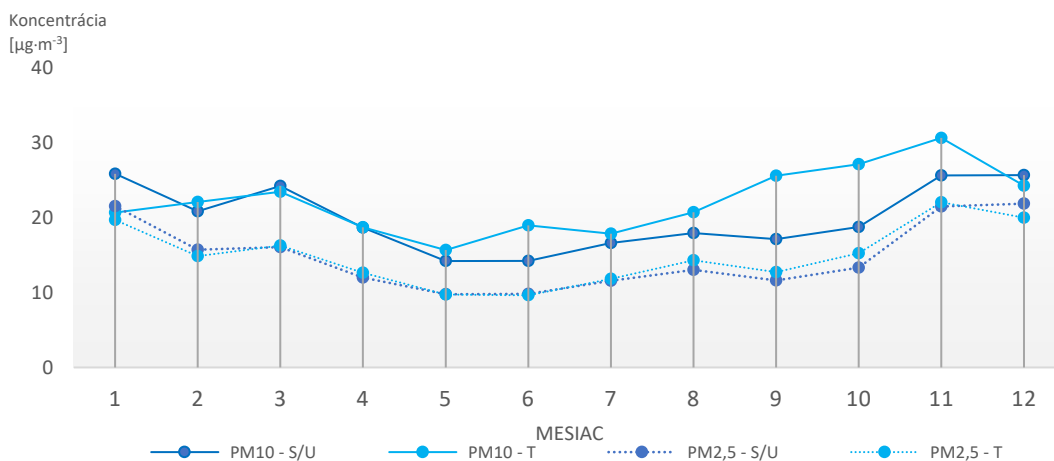
Obr. 3.1 Priemerné ročné koncentrácie PM_{10} , $PM_{2,5}$ a počet prekročení dennej limitnej hodnoty PM_{10} .



PM_{10} – tmavá farba stĺpca, $PM_{2,5}$ – svetlá farba stĺpca; počet prekročení – vodorovné lomené čiary
Vodorovné čiary znázorňujú limitné hodnoty (LH), **červená plná** PM_{10} (priemerná ročná koncentrácia: $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$);
červená prerušovaná $PM_{2,5}$ (priemerná ročná koncentrácia: $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$);
Červená plná šípka – LH počtu prekročení (priemerná denná koncentrácia PM_{10} $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ max. počet prekročení 35/kalendárny rok).

Limitná hodnota pre priemernú ročnú koncentráciu PM_{10} ($40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) a $PM_{2,5}$ ($20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) v zóne Žilinský kraj nebola prekročená, rovnako ako počet prekročení (35) priemernej dennej limitnej koncentrácie PM_{10} ($50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) nepresiahla žiadna stanica (**Obr. 3.1**). Na monitorovacej stanici v Martine bola zaznamenaná najvyššia priemerná ročná koncentrácia PM_{10} ($22 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Počet denných prekročení bol najvyšší na stanici v Žiline. Zvýšené emisie PM_{10} a $PM_{2,5}$ z lokálneho vykurovania sa vyskytujú najmä v najchladnejších mesiacoch roka, keď dochádza k intenzívnejšiemu spaľovaniu tuhých palív. V roku 2024 sa najvyššie mesačné koncentrácie vyskytli najmä v januári, marci, novembri a decembri. Výrazný rozdiel v koncentráciách PM_{10} na dopravnej AMS a pozadovými lokalitami môžeme pozorovať na jeseň (**Obr. 3.2**). V zimnom období boli mesačné priemerné koncentrácie $PM_{2,5}$ na pozadových staniciach vyššie ako na dopravnej AMS. Priemerné ročné koncentrácie $PM_{2,5}$ boli na všetkých staniciach okrem Liptovského Mikuláša ($13 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) veľmi vyrovnané.

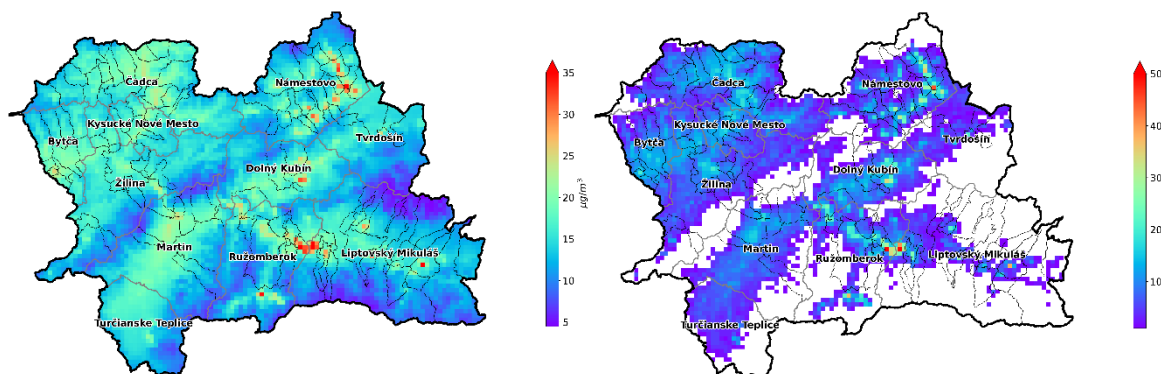
Obr. 3.2 Priemerné mesačné koncentrácie PM_{10} a $PM_{2,5}$ v Žilinskom kraji podľa typu stanice.



T PM_{10} a T $PM_{2,5}$ – priemerná mesačná koncentrácia PM_{10} a $PM_{2,5}$ na dopravnej stanici Martin;
U/S PM_{10} a U/S B $PM_{2,5}$ – priemer mesačných koncentrácií PM_{10} a $PM_{2,5}$ na mestských/predmestských pozadových staniciach: Liptovský Mikuláš, Oščadnica, Ružomberok a Žilina.

Na **Obr. 3.3** sú zobrazené výsledky modelovania koncentrácií PM_{10} pre rok 2024, vypočítané pomocou modelu RIO, ktorý bol následne upravený regresnou metódou IDW⁶. Model predpovedá najvyššie ročné priemerné koncentrácie PM_{10} , ako aj najvyšší počet prekročení denného limitu v obciach v okolí Ružomberka a Námestova. Ako problematická lokalita z modelovania vychádza najmä región Oravy, čo potvrdil aj indikatívny monitoring v obci Breza na Orave v roku 2022. Tento región zatiaľ nie je pokrytý stálou monitorovacou stanicou, jej zriadenie je však plánované.

Obr. 3.3 **Vľavo:** Priemerná ročná koncentrácia PM_{10} ; **vpravo:** počet prekročení denného limitu pre PM_{10} v roku 2024.



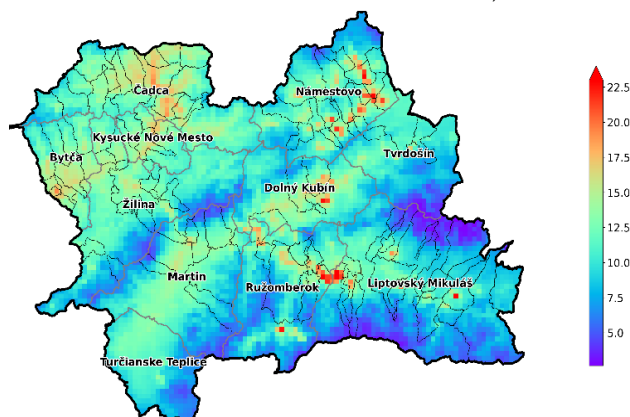
⁶ Podrobnejšie informácie sú uvedené v 4. kapitole Správy o kvalite ovzdušia v SR v roku 2024

Rovnako aj pre znečisťujúcu látku $PM_{2,5}$ bolo uskutočnené modelovanie kvality ovzdušia. Mapa na **Obr. 3.4** je výstupom modelu RIO v kombinácii s IDW-R. Matematické modelovanie ukazuje viacero problematických lokalít na Orave, Kysuciach, v okolí Ružomberka.

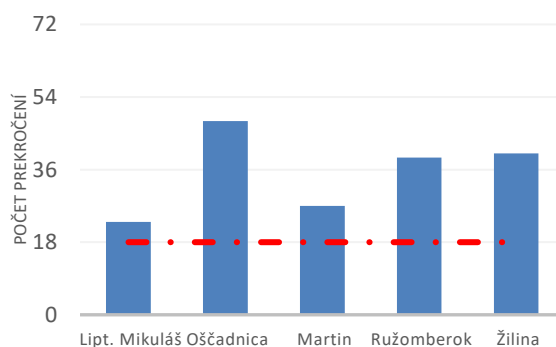
Európska únia, ako súčasť Európskej zelenej dohody vypracovala Akčný plán nulového znečistenia⁷, ktorý stanovuje víziu do roku 2050. Jeho cieľom je znížiť znečistenie ovzdušia na úroveň, ktorá sa už nebude považovať za škodlivú pre zdravie a prírodné ekosystémy. Súčasťou akčného plánu sú nové EÚ limitné a cieľové hodnoty pre mnohé znečisťujúce látky.

Najväčším problémom pre Slovensko bude splniť nové limitné hodnoty pre $PM_{2,5}$. 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. 3.5** ilustruje koľko prekročení nového EÚ denného limitu pre $PM_{2,5}$ by sme dosiahli v roku 2024. V zóne Žilinský kraj by novú EÚ limitnú hodnotu nespĺnila žiadna monitorovacia stanica, na väčšine staníc by bol počet prekročení viac než 2-násobný. Rovnako, na všetkých staniciach bola priemerná ročná koncentrácia vyššia ako odporúčanie WHO⁸ ($5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), ktoré nebolo splnené v žiadnom mesiaci roka, teda ani v lete, keď bývajú koncentrácie $PM_{2,5}$ najnižšie.

Obr. 3.4 Priemerné ročné koncentrácie $PM_{2,5}$ v roku 2024.



Obr. 3.5 Počet dní s priemernou dennou koncentráciou $PM_{2,5} > 25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ v roku 2024 – vyhodnotenie vzhľadom na novo zavedený EÚ limit*.



*Priemerná denná 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.

⁷ <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/>

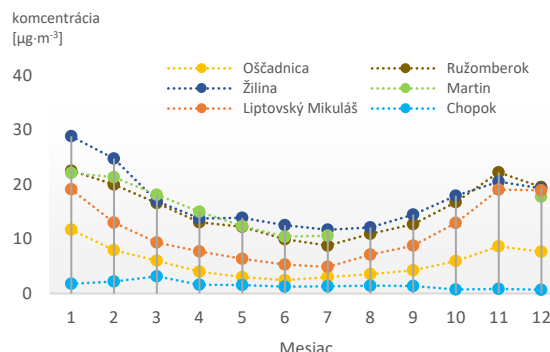
⁸ WHO GLOBAL AIR QUALITY GUIDELINES, 2021. Recommendations on classical air pollutants. (str. 4) <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345334/9789240034433-eng.pdf>

3.2 Oxid dusičitý

Monitoring oxidu dusičitého prebieha v zóne na šiestich staniciach, priemerné mesačné hodnoty pre jednotlivé stanice zachytáva Obr. 3.6.

Napriek tomu, že hlavným zdrojom emisií NO_2 je cestná doprava, najvyššie koncentrácie, rovnako ako v minulom roku, boli zaznamenané na mestskej pozadovej stanici Žilina, Obežná ($18 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) a Ružomberok, Riadok ($17 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Na dopravnej stanici v Martine to bolo $16 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Najvyššie mesačné koncentrácie boli namerané v najchladnejších mesiacoch február a november s výskytom zhoršených rozptylových podmienok. Limitná hodnota pre priemernú ročnú koncentráciu NO_2 ($40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) nebola v roku 2024 prekročená na žiadnej stanici zóny.

Obr. 3.6 Priemerné mesačné koncentrácie NO_2 v r. 2024.

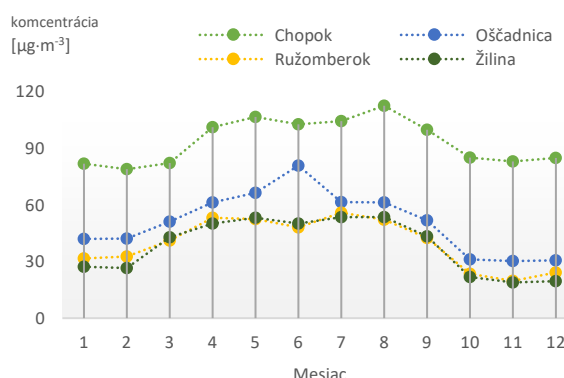


Mesačné koncentrácie na dopravnej stanici v Martine temer kopírujú hodnoty namerané na mestskej pozadovej stanici v Ružomberku a Žiline. V roku 2024 v zóne Žilinský kraj spĺňali odporúčania WHO ($10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) pre priemernú ročnú koncentráciu NO_2 dve stanice – Chopok ($2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) a Oščadnica ($6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$).

3.3 Ozón

Monitoring ozónu prebieha v tejto zóne na štyroch monitorovacích staniciach – na Chopku, v Žiline, Ružomberku a Oščadnici. Na stanici Chopok sa merajú najvyššie koncentrácie ozónu a na staniciach v Ružomberku a v Žiline jedny z najnižších v rámci Národnej monitorovacej siete kvality ovzdušia. Je to dané charakteristikou staníc. Chopok je vysokohorská stanica, kde je prísun ozónu z vyšších vrstiev troposféry významnejší. Na mestských staniciach, ktoré sú v blízkosti ciest sa prejavuje titrácia ozónu prostredníctvom NO .

Obr. 3.7 Priemerné mesačné koncentrácie O_3 v r. 2024.



Najvyššie koncentrácie prízemného ozónu sa vyskytujú spravidla v teplých mesiacoch s vysokou intenzitou slnečného svitu. Koncentrácie O_3 stúpajú s východom slnka, vrchol dosahujú okolo poludnia a vo večerných hodinách postupne klesajú na minimum, ktoré sa vyskytuje nadržanom. Veľké rozdiely v koncentráciách prízemného ozónu zaznamenávame tiež v teplom a chladnom období.

V roku 2024 sme na žiadnej stanici nezaznamenali prekročenie informačného ani výstražného prahu prízemného ozónu.

3.4 Benzo(a)pyrén

Benzo(a)pyrén (BaP) sa v Žilinskom kraji monitoruje na troch monitorovacích staniciach – v Žiline, Ružomberku a Oščadnici. Cieľovú hodnotu pre benzo(a)pyrén ($1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$) prekročili všetky tri AMS (Tab. 3.2). V Žiline sa táto znečisťujúca látka monitoruje od r. 2018, v Ružomberku od r. 2020 – v r. 2021 – 2023 tu cieľová hodnota bola prekročená zhruba dvojnásobne.

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

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Cieľová hodnota [$\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$]	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Žilina, Obežná	6,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,2	1,3
Ružomberok, Riadok			4,5	2,3	2,2	2,0	1,5
Oščadnica				*12,0	*2,5	1,9	2,1
Martin, Jesenského							**1,0

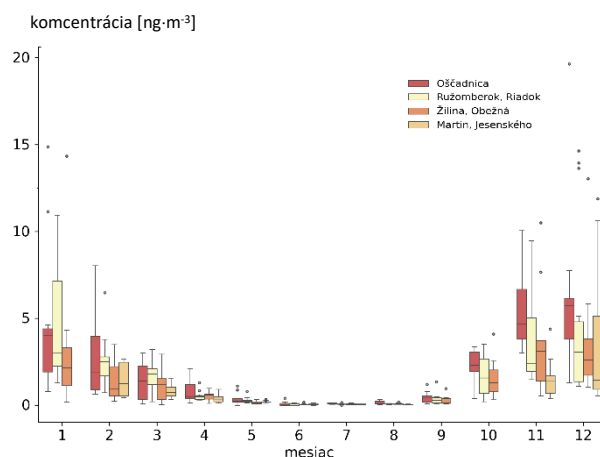
≥ 90 % platných meraní

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

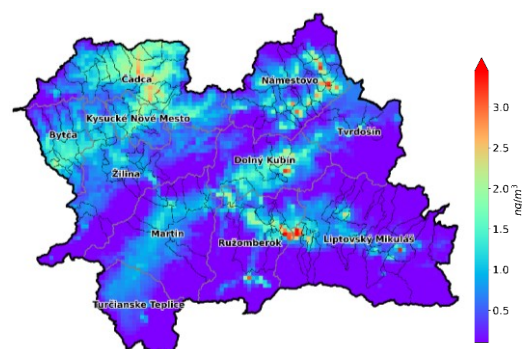
* V Oščadnici sa v r. 2021 začali merania v priebehu roku; v r. 2022 – výťažnosť 88 %

** V Martine merania v priebehu roku 2024

Obr. 3.8 Koncentrácie benzo(a)pyrénu v roku 2024.



Obr. 3.9 Priemerná ročná koncentrácia benzo(a)pyrénu podľa výstupu modelu RIO, IDW-R (2024).



Najvýraznejším zdrojom benzo(a)pyrénu je vykurovanie domácností tuhým palivom, najmä nedostatočne vysušeným drevom, resp. nevhodným palivom (rôzne druhy odpadu). Doprava môže ovplyvňovať hlavne koncentrácie na staniciach v zóne. Obr. 3.8 znázorňuje priemerné mesačné koncentrácie na monitorovacích staniciach v Žiline, Oščadnici, Ružomberku a Martine. Najvyššie koncentrácie benzo(a)pyrénu boli rovnako ako pri iných znečisťujúcich látkach namerané v chladnom februári s maximom väčším ako $10 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ a v decembri, keď sme v Oščadnici zaznamenali maximum $20 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$.

Posledná novo inštalovaná monitorovacia stanica v Oščadnici potvrdzuje, rovnako ako výstupy z matematického modelovania (Obr. 3.9), že aj Kysuce sú oblasťou, kde BaP predstavuje problém. Ide o lokalitu s vyššími nárokmi na vykurovanie v zimnom období a výskytom zhoršených rozptylových podmienok.

3.5 Chemické zloženie zrážok

Na vidieckej pozadovej stanici Chopok sa monitoruje na dennej báze kvalita zrážok. Sleduje sa kvalitatívne zloženie základných iónov, parametre pH a vodivosť. Ročná priemerná hodnota pH bola 5,15. Mokrá depozícia SO_4^{2-} bola na úrovni $0,24 \text{ g S/m}^2/\text{rok}$ a NO_3^- bola $0,2 \text{ g N/m}^2/\text{rok}$. Mokrá depozícia olovom bola na úrovni 11 g/ha/rok . Podrobné výsledky monitoringu sú uvedené v 3. kapitole v časti Regionálny monitoring *Správy o kvalite ovzdušia v SR 2024*.

3.6 Rizikové oblasti

Obr. 3.10 zobrazuje obce ohrozené zhoršenou kvalitou ovzdušia, určené Metódou integrovaného posúdenia obcí⁹. 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.

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 SHMÚ¹⁰.

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.

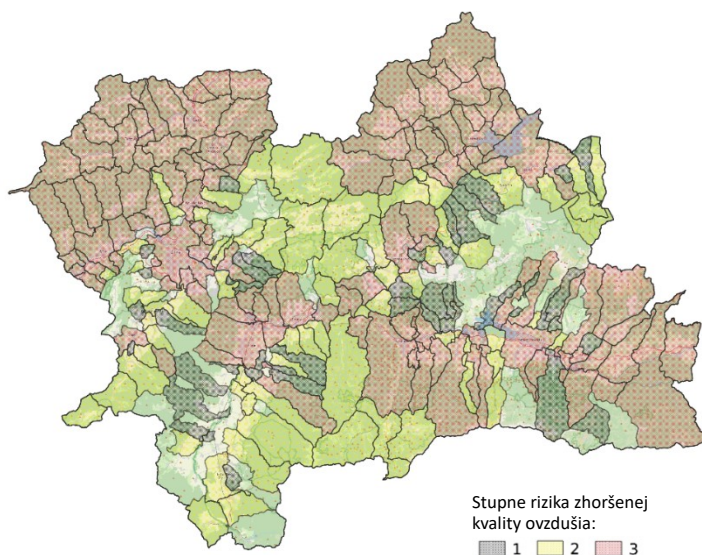
Hodnotenie pomocou Metódy integrovaného posúdenia má za cieľ vymedziť oblasti, kde je potrebné zamerať opatrenia na zlepšenie kvality ovzdušia. Vzhľadom na rozmiestnenie zdrojov znečisťovania vzdušia a s ohľadom na mikroklimatické charakteristiky územia je pravdepodobné, že v rizikovej oblasti sa miera znečistenia na rôznych lokalitách líši. Predstavu o priestorovom rozložení znečistenia ovzdušia poskytujú výsledky modelovania s vysokým rozlíšením, ktoré sú postupne dopĺňané na web stránke SHMÚ¹¹.

3.7 Zhrnutie

Podľa výsledkov monitoringu nebolo v roku 2024 namerané v zóne Žilinský kraj prekročenie limitných hodnôt pre SO₂, NO₂, CO, benzén, PM₁₀ a PM_{2,5}. Cieľová hodnota pre priemernú ročnú koncentráciu BaP bola podľa monitoringu **prekročená na staniciach v Ružomberku, Žiline a v Oščadnici**. Cieľová hodnota pre O₃ bola prekročená na vidieckej pozadovej monitorovacej stanici Chopok.

Dlhodobé trendy znečistenia časticami PM a NO₂ majú v zóne klesajúci charakter. Od roku 2018 výrazne poklesol počet prekročení denného limitu pre PM₁₀ na všetkých staniciach.

Obr. 3.10 Rizikové obce v Žilinskom kraji (2024).



⁹ 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>

¹⁰ <https://www.shmu.sk/sk/?page=2873>

¹¹ <https://www.shmu.sk/sk/?page=2699>

Na základe výstupov z modelu RIO, IDW-R môžeme usúdiť, že v zóne Žilinský kraj je riziko výskytu vyšších koncentrácií PM_{2,5} a BaP vo viacerých obciach na Orave, Kysuciach, v okolí Ružomberku, Martina a tiež v niektorých obciach v okrese Liptovský Mikuláš.

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 Žilinský kraj by najväčším problémom bolo neprekročiť nové limitné hodnoty pre PM_{2,5}. Všetky stanice kraja v súčasnosti nespĺňajú viaceré sprísnené požiadavky novej smernice na kvalitu ovzdušia. Napriek tomu, že úroveň znečistenia v kraji vykazuje klesajúci trend, pre splnenie požiadaviek novej smernice bude potrebné vykonať dodatočné opatrenia, ktoré pomôžu znečistenie znížiť na požadovanú úroveň.

Ak by sme hodnotili kvalitu ovzdušia podľa odporúčaní WHO¹², žiadna stanica by nespĺňala hodnoty stanovených koncentrácií pre znečisťujúce látky. Ambíciou Akčného plánu nulového znečistenia¹³ je dosiahnuť kvalitu ovzdušia podľa týchto odporúčaní do roku 2050.

V Zóne Žilinský kraj je z hľadiska kvality ovzdušia najväčším problémom vysoká úroveň znečistenia BaP.

¹² 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>

¹³ <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/>