

SPRÁVA O KVALITE OVZDUŠIA V SR 2023

PRÍLOHA

HODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA V ZÓNE ŽILINSKÝ KRAJ

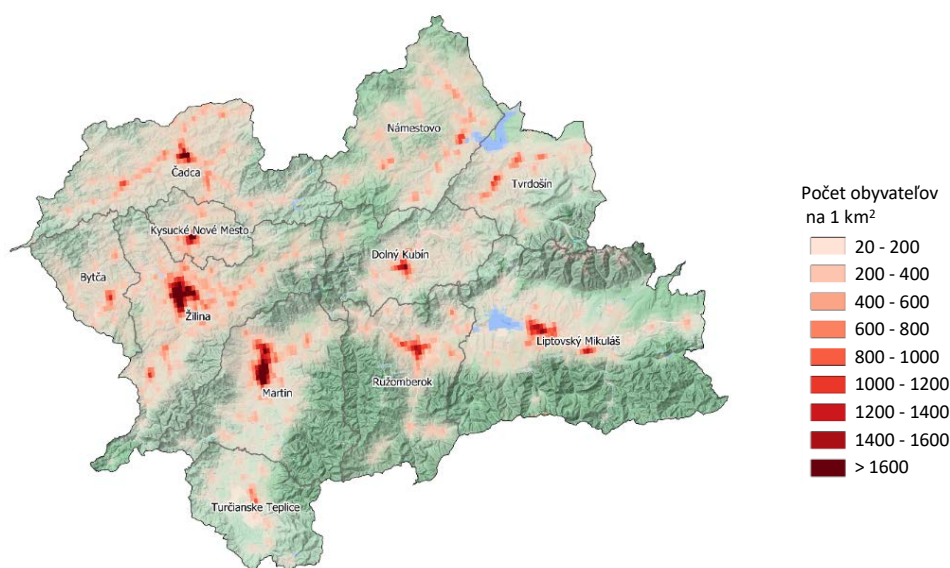
1	POPIS ÚZEMIA ŽILINSKÉHO KRAJA Z HĽADISKA KVALITY OVZDUŠIA	2
2	MONITOROVACIE STANICE KVALITY OVZDUŠIA V ZÓNE ŽILINSKÝ KRAJ	4
3	ZHODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA V ZÓNE ŽILINSKÝ KRAJ	6
3.1	Tuhé častice PM ₁₀ a PM _{2,5}	7
3.2	Oxid dusičitý	9
3.3	Ozón	10
3.4	Benzo(a)pyrén	10
3.5	Chemické zloženie zrážok	11
3.6	Rizikové oblasti	12
3.7	Zhrnutie	12

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. **Obr. 1.1** znázorňuje priestorové rozloženie hustoty osídlenia v zóne.

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.

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



Zdroje znečisťovania ovzdušia v zóne Žilinský kraj

V hornatej časti kraja je vykurovanie domácností tuhým palivom významným zdrojom znečistenia ovzdušia. Automobilová doprava prispieva k znečisteniu ovzdušia najviac v okresoch Žilina, Bytča a Ružomberok¹.

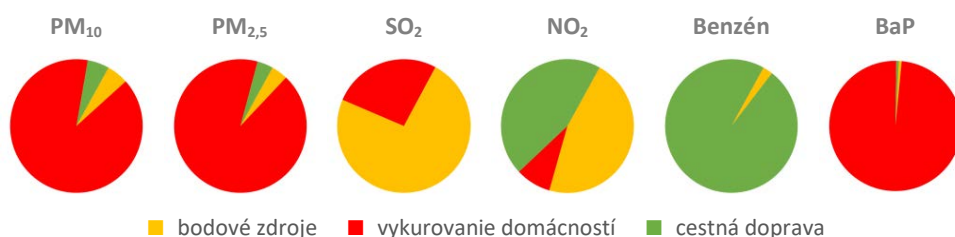
Charakteristika cestnej dopravy – najfrekvencovanejšie úseky ciest v Žilinskom kraji s priemerným počtom vozidiel za 24 hodín:

- najvyššiu intenzitu dopravy dosahuje v severnej časti Žiliny **cesta č. 11** s 43 995 vozidlami (7 739 nákladných/autobusov (ďalej N/A) a 36 069 osobných áut (ďalej OA)) a **cesta č. 60** s 41 493 vozidlami (6 427 N/A, 34 772 OA);
- diaľničný severný obchvat Žiliny **D3**: 25 837 vozidiel (7 439 N/A, 18 311 OA);
- **diaľnica D1** pri Bytči: 29 649 vozidiel (9 111 N/A, 20 470 OA);
- **cesta č. 18** vedúca zo západu na východ kraja spájajúca Žilinu - Martin - Ružomberok - Liptovský Mikuláš: v úseku východne od Žiliny 28 333 vozidiel (6 765 N/A, 21 477 OA), v okrese Martin 25 325 vozidiel (6 321 N/A, 18 915 OA), v okrese Ružomberok 29 580 vozidiel (5 828 N/A, 23 665 OA), v okrese Liptovský Mikuláš 24 361 vozidiel (2 037 N/A, 22 184 OA);
- **cesta č. 65** v úseku hneď za Martinom na juh smerom do Turčianskych Teplíc: 23 226 vozidiel (4 420 N/A, 18 661 OA);

¹ <https://www.ssc.sk/sk/cinnosti/rozvoj-cestnej-siete/dopravne-inzinerstvo/celostatne-scitanie-dopravy-v-roku-2022-a-2023.ssc>

- severný obchvat Martina – **cesta č. 18**: 18 436 vozidiel (4 553 N/A, 13 810 OA) a **diaľnica D1**: 14 737 vozidiel (3 627 N/A, 11 060 OA);
- **diaľnica D1**: v okrese Ružomberok 19 637 vozidiel (4 519 N/A, 15 046 OA) a v okrese Liptovský Mikuláš 20 448 vozidiel (4 633 N/A, 15 746 OA);
- **cesta č. 59** v Ružomberku (vedúca na sever do Dolného Kubína a na juh na Donovaly): 19 636 vozidiel (3 380 N/A, 16 156 OA);
- **cesta č. 18** cez Liptovský Mikuláš (smer Liptovský Hrádok): 24 361 vozidiel (2 037 N/A, 22 184 OA);
- prípoj na diaľnicu D1 v Liptovskom Mikuláši (**cesta č. 584**): 21 083 vozidiel (1 969 N/A, 19 045 OA);
- **cesta č. 59** Dolný Kubín - Tvrdošín (v okrese Tvrdošín): 16 950 vozidiel (2 607 N/A, 14 289 OA);
- **cesta č. 78** v Námestove: 16 134 vozidiel (2 607 N/A, 14 289 OA);
- južný obchvat Trstenej, **rýchlostná cesta R3**: 6 971 vozidiel (2 002 N/A, 4 942 OA);
- **cesta č. 484** v okrese Čadca: 4 608 vozidiel (401 N/A, 4 175 OA).

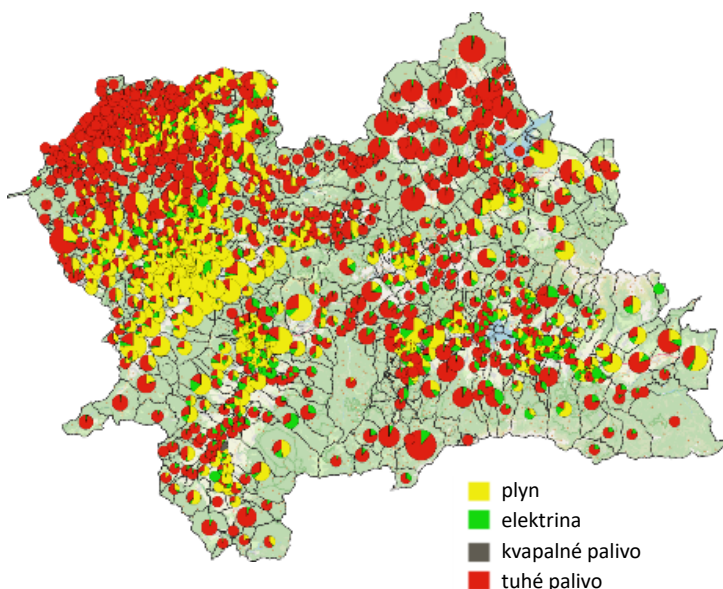
Obr. 1.2 Podiel rôznych druhov zdrojov znečisťovania ovzdušia na celkových emisiách v zóne Žilinský kraj.



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

Priemyselné zdroje znečisťovania ovzdušia, ako sú papierne, cementárne, výroba vápna, či ferozliatin sú v zóne Žilinský kraj z hľadiska príspevku k lokálnemu znečisteniu ovzdušia základnými znečisťujúcimi látkami menej významné.

Obr. 1.3 Podiely rôznych druhov palív na vykurovaní v obciach kraja.



Obr. 1.3 ukazuje podiely druhov palív na vykurovaní rodinných a bytových domov v jednotlivých obciach (resp. základných sídelných jednotkách, SODB 2021²) 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 Nízkych Tatier prevládalo takmer výlučne vykurovanie tuhým palivom. V súčte za celú zónu v r. 2021 mierne prevažovalo vykurovanie plynom nad vykurovaním tuhým palivom.

² 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.

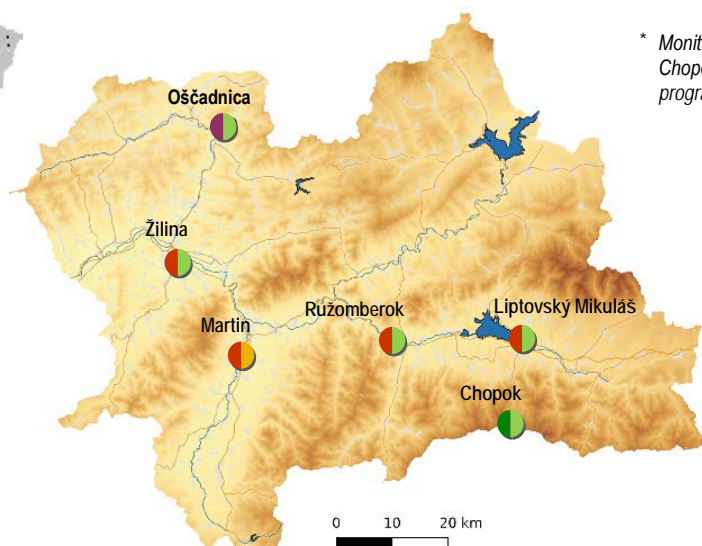
Monitorovacia stanica na Chopku je najvyššie položenou stanicou na sledovanie kvality ovzdušia v SR. Riadi sa monitorovacím programom EMEP (<https://www.emep.int/>) a je taktiež súčasťou siete GAW (<https://community.wmo.int/activity-areas/gaw>).

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			
			oblasti	stanice	dĺžka	šírka		PM ₁₀	PM _{2,5}	NO, 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 charakterizuje regionálnu pozadovú úroveň znečistenia, je zaradená do monitorovacieho programu EMEP³, ktorý okrem rozšíreného monitoringu znečistenia ovzdušia pokrýva aj analýzu atmosférických zrážok.

Monitorovací program kvality ovzdušia na EMEP stanici Chopok v roku 2023 obsahuje **Tab. 2.2**. Ťažké kovy sa analyzujú z týždenných vzoriek (odber trvá 7 dní), ostatné látky sa analyzujú z 24-hodinových odberov.

Tab. 2.2 Merací program na EMEP stanici Chopok.

	Ozón (O ₃)	Oxid siričitý (SO ₂)	Oxidy dusíka (NO _x)	Sířany (SO ₄ ²⁻)	Dusičnany (NO ₃ ⁻)	Kyselina dusičná (HNO ₃)	Chloridy (Cl)	TSP*	Olovo (Pb)	Arzén (As)	Kadmium (Cd)	Nikel (Ni)	Chróm (Cr)	Meď (Cu)	Zinok (Zn)
Chopok	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

* TSP – celkové suspendované častice v ovzduší

Kvalita zrážok (pH, vodivosť, sířany, dusičnany, chloridy) sa analyzuje zo vzoriek odobraných na EMEP staniciach podľa monitorovacieho programu uvedeného v **Tab. 2.3** na dennej báze. Výsledkom analýz sú priemerné denné hodnoty.

Odberovým intervalom zrážok na analýzu ťažkých kovov je kalendárny mesiac. Na odber zrážok slúži zrážkomer typu „bulk“, ktorý zachytáva zrážky aj suchú depozíciu. Na základe analýz takto odobraných vzoriek sa hodnotí celková (suchá aj mokrá) depozícia.

Tab. 2.3 Merací program zrážok na EMEP stanici Chopok.

	pH	Vodivosť	Sířany (SO ₄ ²⁻)	Dusičnany (NO ₃ ⁻)	Chloridy (Cl)	Amónne ióny (NH ₄ ⁺)	Alkalické ióny (K ⁺ , Na ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺)	Olovo (Pb)	Arzén (As)	Kadmium (Cd)	Nikel (Ni)	Chróm (Cr)	Meď (Cu)	Zinok (Zn)
Chopok	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

³ <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 PM₁₀, PM_{2,5} a benzo(a)pyrén za rok 2023.

Tab. 3.1 Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia podľa limitných hodnôt na ochranu zdravia ľudí a smogového varovného systému pre PM₁₀ v zóne Žilinský kraj – 2023.

Znečisťujúca látka	Ochrana zdravia									IP ²⁾	VP ²⁾
	SO ₂		NO ₂		PM ₁₀		PM _{2,5}	CO	Benzén	PM ₁₀	PM ₁₀
Doba spriemerovania	1 h	24 h	1 h	1 rok	24 h	1 rok	1 rok	8 h ¹⁾	1 rok	12 h	12 h
Parameter	počet prekročení	počet prekročení	počet prekročení	priemer	počet prekročení	priemer	priemer	priemer	priemer	trvanie prekročenia [h]	trvanie prekročenia [h]
Limitná hodnota [µg·m ⁻³]	350	125	200	40	50	40	20	10 000	5	100	150
Maximálny počet prekročení	24	3	18		35						
Chopok, EMEP			0	2							
Liptovský Mikuláš, Školská	0	0	0	12	8	17	12			24	11
Martin, Jesenského			0	16	11	20	15	1 752	0,47	47	0
Oščadnica	0	0	0	6	8	18	15			9	0
Ružomberok, Riadok	0	0	0	17	15	19	15	2 690	0,79	86	15
Žilina, Obežná			0	18	13	20	15	1 346		0	0

 ≥ 90 % platných meraní

¹⁾ maximálna osemhodinová koncentrácia

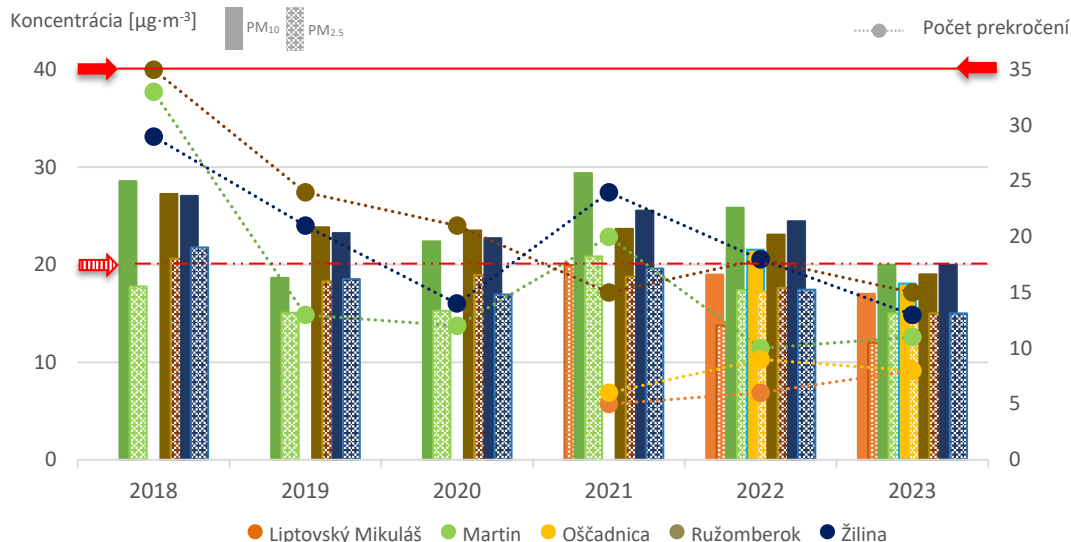
²⁾ IP, VP – trvanie prekročenia (v hodinách) informačného prahu (IP) a výstražného prahu (VP) pre PM₁₀

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

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 Žilinský kraj v rokoch 2018 – 2023.

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



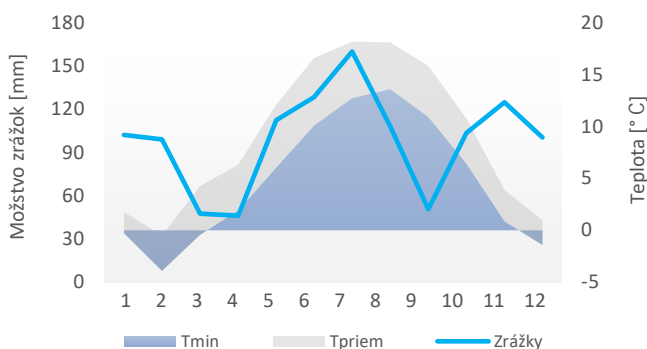
Šípky znázorňujú limitné hodnoty, **červená pruhoaná** PM_{2,5} (priemerná ročná koncentrácia: 20 µg·m⁻³); **červená vľavo** PM₁₀ (priemerná ročná koncentrácia: 40 µg·m⁻³) a **červená vpravo** počet prekročení (priemerná denná koncentrácia PM₁₀ 50 µg·m⁻³ sa nesmie prekročiť viac než 35-krát za kalendárny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

Limitná hodnota pre priemernú ročnú koncentráciu PM₁₀ (40 µg·m⁻³) a PM_{2,5} (20 µg·m⁻³) v zóne Žilinský kraj nebola prekročená, rovnako ako počet prekročení (35) priemernej dennej limitnej koncentrácie PM₁₀ (50 µg·m⁻³) nepresiahla žiadna stanica (**Obr. 3.1**). Na monitorovacej stanici v Martine a Žiline bola zaznamenaná najvyššia priemerná ročná koncentrácia PM₁₀ (20 µg·m⁻³). V Martine to predstavuje medziročný pokles o 6 µg·m⁻³. Počet denných prekročení bol najvyšší na stanici v Ružomberku. Väčšina prekročení sa vyskytla v chladnom februári a decembri (**Obr. 3.2**). Práve v najchladnejších mesiacoch môžeme predpokladať výskyt zvýšených emisií PM₁₀ a PM_{2,5} z lokálneho vykurovania.

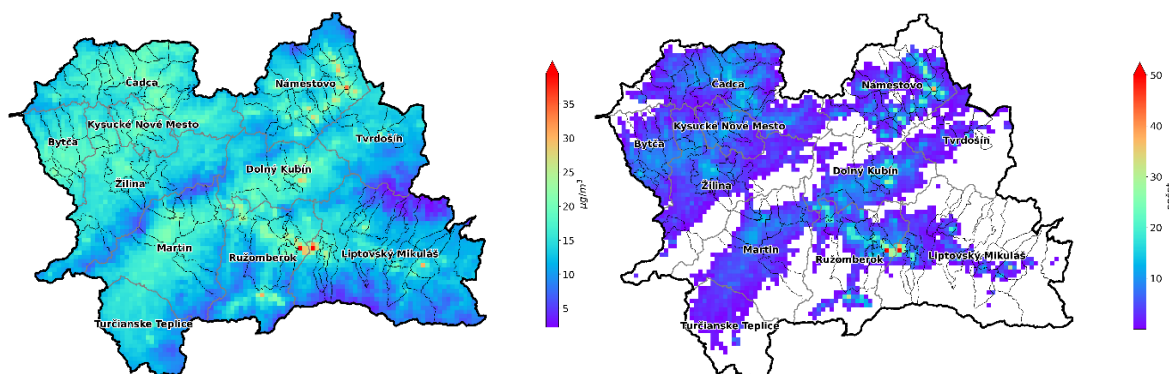
Priemerné ročné koncentrácie PM_{2,5} boli na všetkých staniciach okrem Liptovského Mikuláša (12 µg·m⁻³) veľmi vyrovnané, a to na úrovni 15 µg·m⁻³.

Na **Obr. 3.3** sú výsledky modelovania pre PM₁₀ vypočítané pre rok 2023 pomocou modelu RIO následne upraveného pomocou regresnej IDW metódy (podrobnejšie v 4. kapitole *Správa o kvalite ovzdušia v SR v roku 2023*). Model predpovedá najvyššie ročné priemerné koncentrácie pre PM₁₀ rovnako ako počet prekročení denného limitu PM₁₀ v obciach neďaleko Ružomberku a Námestova. Práve región Oravy, ktorý vychádza z modelovania ako problematická lokalita, nie je pokrytý žiadnou stálou monitorovacou stanicou. Indikatívne meranie vykonané v lokalite Breza na Orave v roku 2022 nám potvrdilo výstupy z modelov pre tento región.

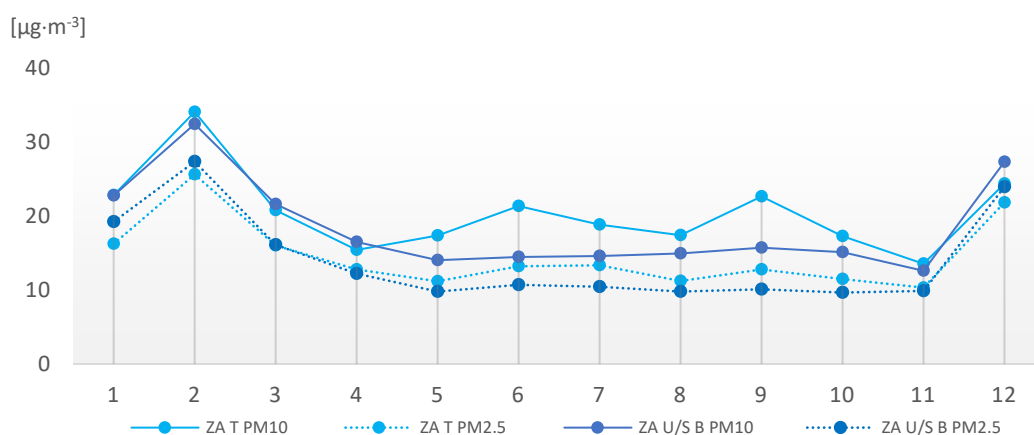
Obr. 3.2 Mesačné úhrny zrážok, priemerné a minimálne teploty (údaje pochádzajú z klimatologickej stanice Čadca).



Obr. 3.3 Priemerná ročná koncentrácia PM₁₀ (vľavo) a počet prekročení limitnej dennej hodnoty PM₁₀ (vpravo) v roku 2023.



Obr. 3.4 Priemerné mesačné koncentrácie PM₁₀ a PM_{2,5} v Žilinskom kraji podľa typu stanice.

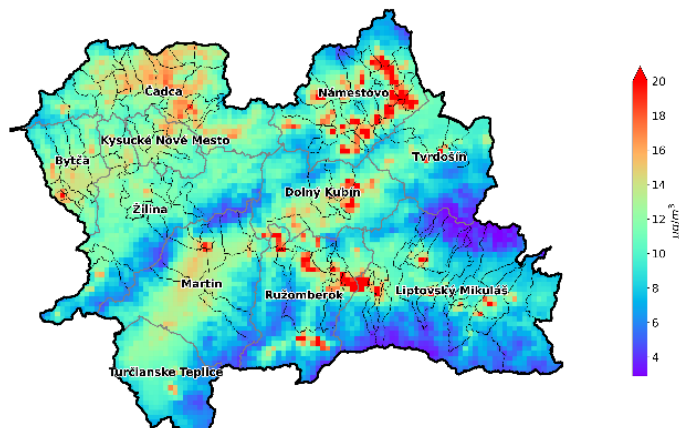


T PM10 a T PM2.5 – priemerná mesačná koncentrácia PM₁₀ a PM_{2,5} na dopravnej stanici Martin;
U/S PM10 a U/S B PM2.5 – priemer mesačných koncentrácií PM₁₀ a PM_{2,5} na mestských/predmestských pozadových staniciach: Liptovský Mikuláš, Oščadnica, Ružomberok a Žilina.

Priebeh mesačných koncentrácií PM_{2,5} je znázornený na **Obr. 3.4**. Najvyššia priemerná mesačná koncentrácia sa vyskytla v chladnom februári a decembri. Ak si porovnáme priemerné mesačné koncentrácie (**Obr. 3.4**) s mesačnými priemerami teplôt na **Obr. 3.2**, ktorý zachytáva meteorologické podmienky v Čadci, vidíme výraznú negatívnu koreláciu. V zimnom období boli mesačné priemerné koncentrácie PM_{2,5} pred/mestských staníc vyššie ako na dopravných staniciach.

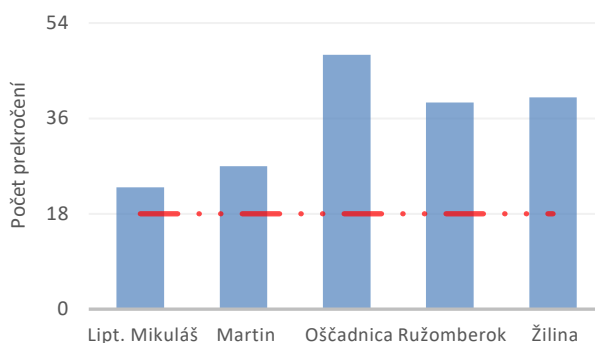
Ako je už uvedené vyššie pre PM₁₀, aj pre znečisťujúcu látku PM_{2,5} bolo uskutočnené modelovanie kvality ovzdušia. Mapa na **Obr. 3.5** je výstupom modelu RIO v kombinácii s IDW-R. Matematické modelovanie ukazuje viacero problematických lokalít na Orave, Kysuciach, v okolí Ružomberka a Liptovského Mikuláša.

Obr. 3.5 Priemerné ročné koncentrácie PM_{2,5} v roku 2023.



Európska únia, ako súčasť Európskej zelenej dohody vypracovala Akčný plán nulového znečistenia⁴, 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. 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 µg·m⁻³, ktorá nesmie byť prekročená viac ako 18 krát za rok (to sa má dosiahnuť do 1. 1. 2030). Obr. 3.6 ilustruje koľko prekročení nového EÚ denného limitu pre PM_{2,5} by sme dosiahli v roku 2023. 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 WHO⁵ (5 µg·m⁻³), ktoré nebolo splnené v žiadnom mesiaci roka, teda ani v lete, keď bývajú koncentrácie PM_{2,5} najnižšie.

Obr. 3.6 Počet prekročení dennej limitnej hodnoty PM_{2,5} v r. 2023 vzhľadom na novo zavedený EÚ limit*.

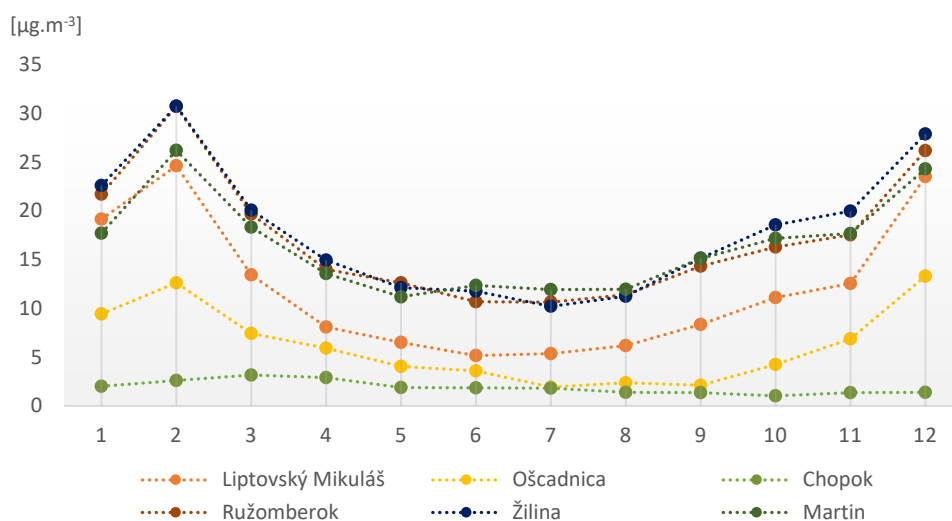


* Priemerná denná koncentrácia PM_{2,5} 25 µg·m⁻³ nesmie byť prekročená viac ako 18 krát v roku. Tento novo zavedený EÚ limit sa má dosiahnuť do 1. januára 2030.

3.2 Oxid dusičitý

Monitoring oxidu dusičitého prebieha v zóne na šiestich staniciach, priemerné mesačné hodnoty pre jednotlivé stanice zachytáva Obr. 3.7.

Obr. 3.7 Priemerné mesačné koncentrácie NO₂ v roku 2023.



Napriek tomu, že hlavným zdrojom emisií NO₂ je cestná doprava, najvyššie koncentrácie, rovnako ako v minulom roku, boli zaznamenané na mestskej pozadovej stanici Žilina, Obežná (18 µg·m⁻³) a Ružomberok, Riadok (17 µg·m⁻³). Na dopravnej stanici v Martine to bolo 16 µg·m⁻³. Najvyššie mesačné koncentrácie boli namerané v najchladnejších mesiacoch február a december (Obr. 3.2) s výskytom

⁴ <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/>

⁵ 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>

zhoršených rozptylových podmienok. Limitná hodnota pre priemernú ročnú koncentráciu NO₂ (40 µg·m⁻³) nebola v roku 2023 prekročená na žiadnej zo staníc tejto zóny. Mesačné koncentrácie na dopravnej stanici v Martine temer kopírujú hodnoty namerané na mestskej pozadovej stanici v Ružomberku a Žiline. V roku 2023 v zóne Žilinský kraj spĺňali odporúčania WHO (10 µg·m⁻³) pre priemernú ročnú koncentráciu NO₂ dve stanice – Chopok (2 µg·m⁻³) a Oščadnica (6 µg·m⁻³).

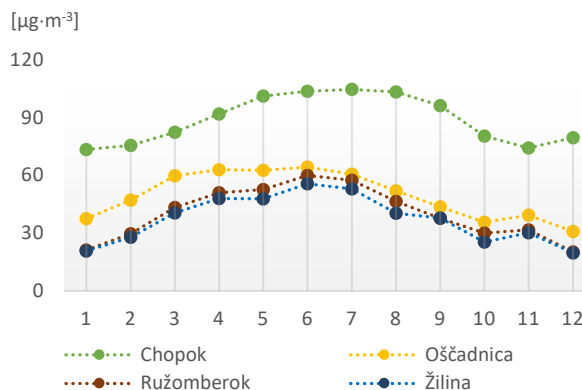
3.3 Ozón

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.

Najvyššie koncentrácie prízemného ozónu sa vyskytujú spravidla v teplých mesiacoch s vysokou intenzitou slnečného svitu. Koncentrácie O₃ 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 2023 sme na žiadnej stanici nezaznamenali prekročenie informačného ani výstražného prahu prízemného ozónu.

Obr. 3.8 Priemerné mesačné koncentrácie O₃ v roku 2023.



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 ng·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.

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.

Tab. 3.2 Priemerné ročné koncentrácie benzo(a)pyrénu v rokoch 2018–2023.

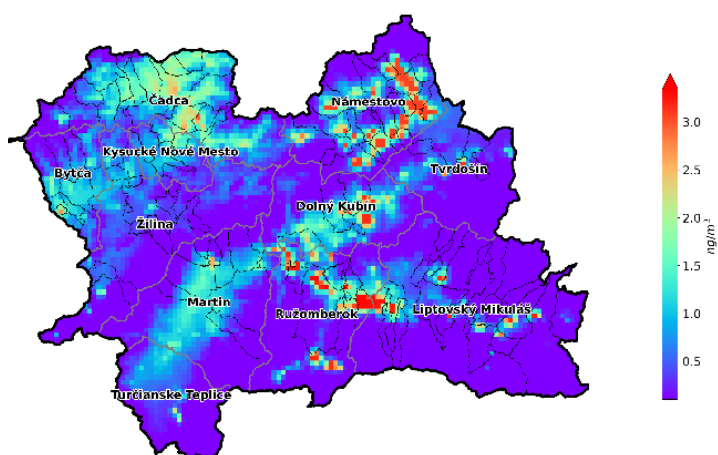
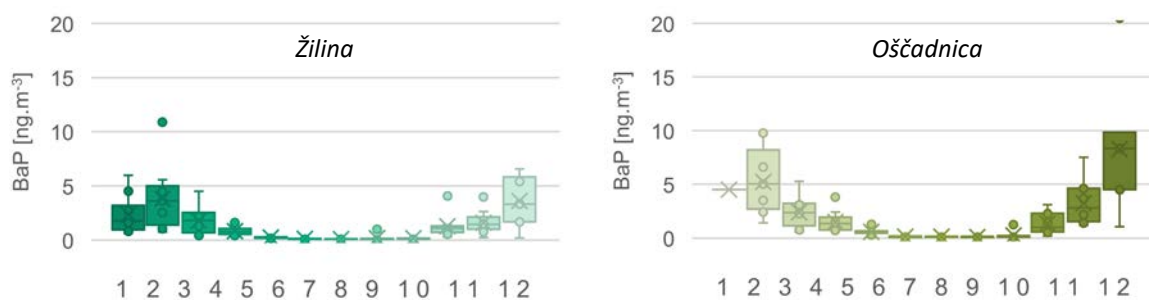
	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Cieľová hodnota [ng·m ⁻³]	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Žilina, Obežná	6,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,2
Ružomberok, Riadok			4,5	2,3	2,2	2,0
Oščadnica				*12,0	*2,5	1,9

≥ 90 % platných meraní

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

* V r. 2021 sa meranie BaP začali v priebehu roka (na celoročné hodnotenie v roku 2021 nebol dostatok platných meraní), v r. 2022 dosiahla výťažnosť 88 % (porucha prístroja počas celého decembra).

Obr. 3.9 Priemerné mesačné koncentrácie benzo(a)pyrénu v roku 2023.



Obr. 3.10

Priemerná ročná koncentrácia benzo(a)pyrénu podľa výstupu modelu RIO, IDW-R (2023).

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 Žiline a v Ružomberku. **Obr. 3.9** znázorňuje priemerné mesačné koncentrácie na monitorovacích staniciach v Žiline a Oščadnici. Najvyššie koncentrácie benzo(a)pyrénu boli rovnako ako pri iných znečisťujúcich látkach namerané v chladnom februári s maximom viac ako $10 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ a v decembri, keď sme v Oščadnici zaznamenali maximum $20 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$.

3.5 Chemické zloženie zrážok

Na vidieckej požadovej stanici Chopok sa monitoruje na dennej báze kvalita zrážok. Sleduje sa kvalitatívne zloženie základných iónov, parametre pH a vodivosť. Ročná priemerná hodnota pH bola 5,43. Mokrú depozícia SO_4^{2-} bola na úrovni $0,4 \text{ g S/m}^2/\text{rok}$ a NO_3^- bola $0,3 \text{ g N/m}^2/\text{rok}$. Mokrú depozícia olovom bola na úrovni $0,8 \text{ mg/m}^2/\text{rok}$. Podrobné výsledky monitoringu sú uvedené v 3. kapitole v časti Regionálny monitoring *Správy o kvalite ovzdušia v SR 2023*.

3.6 Rizikové oblasti

Obr. 3.11 zobrazuje obce ohrozené zhoršenou kvalitou ovzdušia, určené Metódou integrovaného posúdenia obcí⁶. Stupeň 3 zodpovedá najvyššej pravdepodobnosti ohrozenia znečistením ovzdušia. Metodika zahŕňa mieru vykurovania domácností tuhým palivom, vplyv zhoršených rozptylových podmienok z krátkodobého aj dlhodobého hľadiska, výsledky chemicko-transportného modelu CMAQ, interpolačného modelu RIO a výsledky modelovania s vysokým rozlíšením modelom CALPUFF na vybraných doménach s predpokladom zhoršenej kvality ovzdušia.

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 SHMÚ⁷.

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.

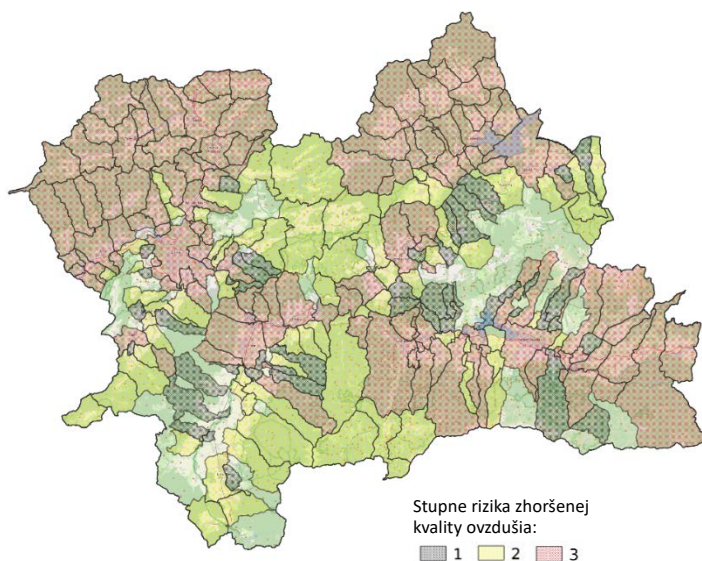
Hodnotenie pomocou Metódy integrovaného posúdenia má za cieľ vymedziť oblasti, kde je potrebné zamerať opatrenia na zlepšenie kvality ovzdušia. Vzhľadom na rozmiestnenie zdrojov znečisťovania vzdušia a s ohľadom na mikroklimatické charakteristiky územia je pravdepodobné, že v rizikovej oblasti sa miera znečistenia na rôznych lokalitách líši. Predstavu o priestorovom rozložení znečistenia ovzdušia poskytujú výsledky modelovania s vysokým rozlíšením, ktoré sú postupne dopĺňané na web stránke SHMÚ⁸.

3.7 Zhrnutie

Podľa výsledkov monitoringu nebolo v roku 2023 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 požadovanej monitorovacej stanici Chopok. Dlhodobé trendy znečistenia časticami PM (**Obr. 3.1**) a NO₂ majú v zóne klesajúci charakter. Od roku 2018 výrazne poklesol počet prekročení denného limitu pre PM₁₀ na všetkých staniciach.

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.

Obr. 3.11 Rizikové obce v Žilinskom kraji (2023).



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

⁷ <https://www.shmu.sk/sk/?page=2873>

⁸ <https://www.shmu.sk/sk/?page=2699>

Ak by sme hodnotili plnenie požiadaviek vyplývajúcich z novej smernice o kvalite ovzdušia prijatej Európskym parlamentom v apríli 2024, 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 WHO⁹, žiadna stanica by nespĺňala hodnoty stanovených koncentrácií pre znečisťujúce látky. Ambíciou Akčného plánu nulového znečistenia¹⁰ 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.

⁹ 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>

¹⁰ <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/>