

SPRÁVA O KVALITE OVZDUŠIA V SR 2022

PRÍLOHA

HODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA V ZÓNE ŽILINSKÝ KRAJ

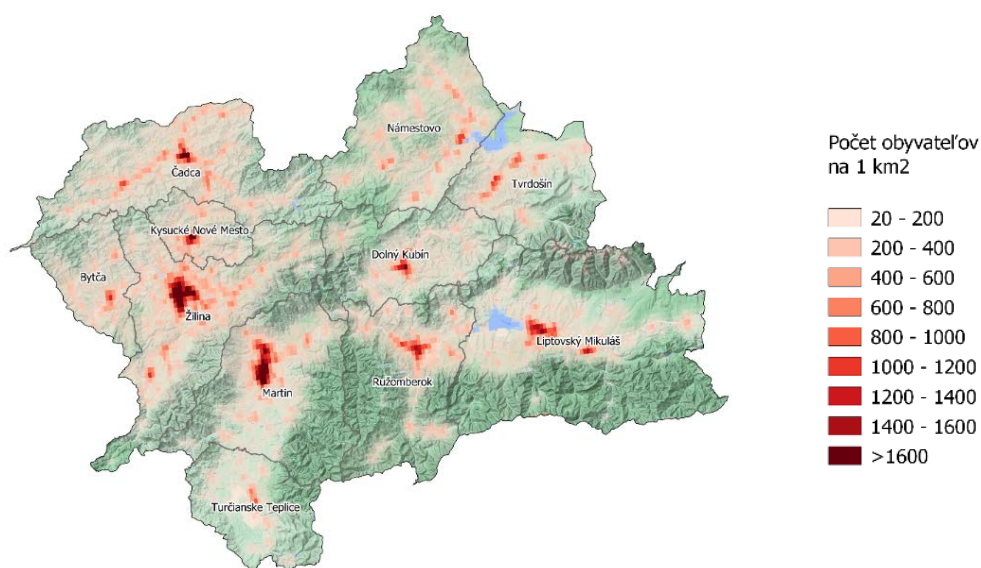
1	POPIS ÚZEMIA ŽILINSKÉHO KRAJA Z HĽADISKA KVALITY OVZDUŠIA	2
2	MONITOROVACIE STANICE KVALITY OVZDUŠIA V ZÓNE ŽILINSKÝ KRAJ	3
3	ZHODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA V ZÓNE ŽILINSKÝ KRAJ	6
3.1	Tuhé častice PM ₁₀ a PM _{2,5}	7
3.2	Oxid dusičitý	9
3.3	Ozón	10
3.4	Benzo(a)pyrén	11
3.5	Chemické zloženie zrážok	12
3.6	Rizikové oblasti	12
3.7	Zhrnutie	13

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, Skorušínske 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).

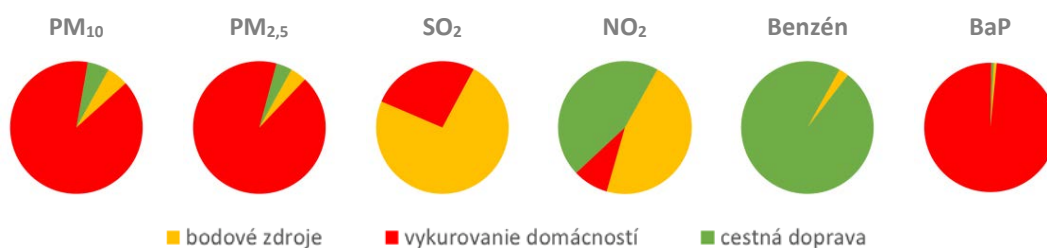


Zdroje znečisťovania ovzdušia v zóne Žilinský kraj

V hornatej časti kraja je vykurovanie domácností tuhým palivom významným zdrojom znečistenia ovzdušia. Automobilová doprava prispieva k znečisteniu ovzdušia najviac v okresoch Žilina, Martin a Bytča. V prvom z nich cesta č. 11 dosahuje denný priemerný počet 37 927 vozidiel (6 867 nákladných a 30 972 osobných áut), cesta č. 18 v priemere denne 32 334 vozidiel (3 736 nákladných a 28 523 osobných áut), 30 659 vozidiel je denne na ceste č. 18A (6 080 nákladných a 24 513 osobných áut) a 23 579 vozidiel na diaľnici D3 (5 661 nákladných a 17 819 osobných áut). V okrese Martin premávku na ceste č. 65 denne tvorí v priemere 22 973 vozidiel (2 767 nákladných a 20 153 osobných áut) a na ceste č. 65 denne 23 002 vozidiel (2932 nákladných a 19 982 osobných áut). V okrese Bytča diaľnicou D1 prechádza denne v priemere 23 956 vozidiel (5 141 nákladných a 18 725 osobných áut)¹.

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

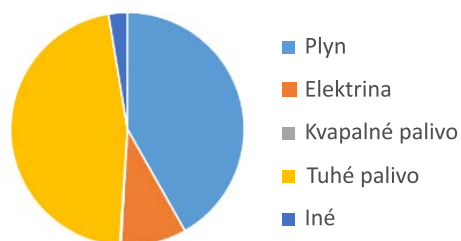
Obr. 1.2 Podiel rôznych druhov zdrojov znečisťovania ovzdušia na celkových emisiách v zóne Žilinský kraj.



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 Podiel rôznych druhov palív na vykurovaní rodinných domov².



Pre vykurovanie rodinných domov v zóne sú podľa údajov zo SODB 2021 využívané tuhé palivá aj zemný plyn. Spomedzi všetkých krajov má Žilinský kraj najvyšší podiel tuhých palív na vykurovaní domácností. Tuhé palivá sa pravdepodobne viac používajú vo vidieckom type osídlenia s dobrou dostupnosťou palivového dreva. Najvyšší podiel tuhých palív v zóne majú podľa SODB 2021 okresy Námestovo, Dolný Kubín a Ružomberok.

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 pevným 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>).

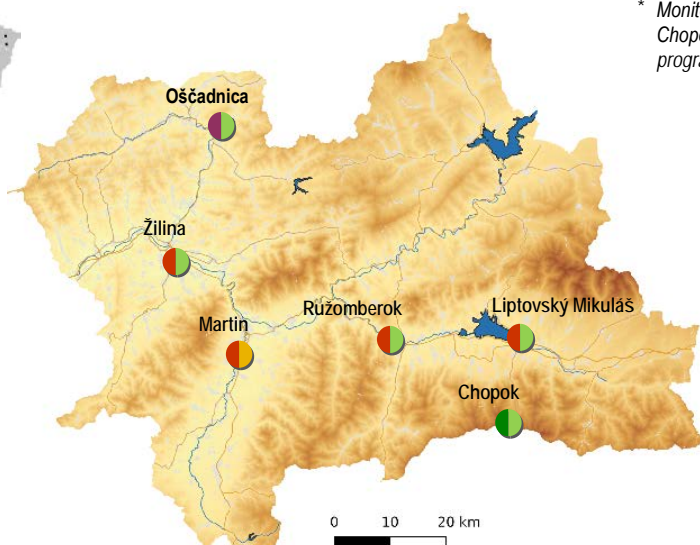
² <https://www.scitanie.sk>

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								Merací program										
Okres	Kód Eol	Názov stanice	Typ		Zemepisná		Nadmorská výška [m]	Kontinuálne								Manuálne		
			oblasti	stanice	Dĺžka	Šírka		PM ₁₀	PM _{2,5}	NO, NO ₂	SO ₂	O ₃	CO	Benzén	Hg	As, Cd, Ni, Pb	BaP	
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 2022 **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)	Sírany (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, sírany, dusičnany, chloridy) sa analyzuje zo vzoriek odobraných na EMEP staniach 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 (v období, keď sa zrážky nevyskytujú, sa neuzavrie). 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	Sírany (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 2022.

Tab. 3.1 Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia podľa limitných hodnôt na ochranu zdravia ľudí a smogového varovného systému pre PM₁₀ v zóne Žilinský kraj – 2022.

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	13	6	19	14			4	0
Martin, Jesenského			0	17	10	26	17	1 355	0,77	6	0
Oščadnica	0	0	0	7	9	22	17			19	0
Ružomberok, Riadok	0	0	0	16	17	23	18	2 234	1,11	15	1
Žilina, Obežná			0	20	18	24	17	2 160		38	12

 ≥ 90 % platných meraní

¹⁾ maximálna osemhodinová koncentrácia

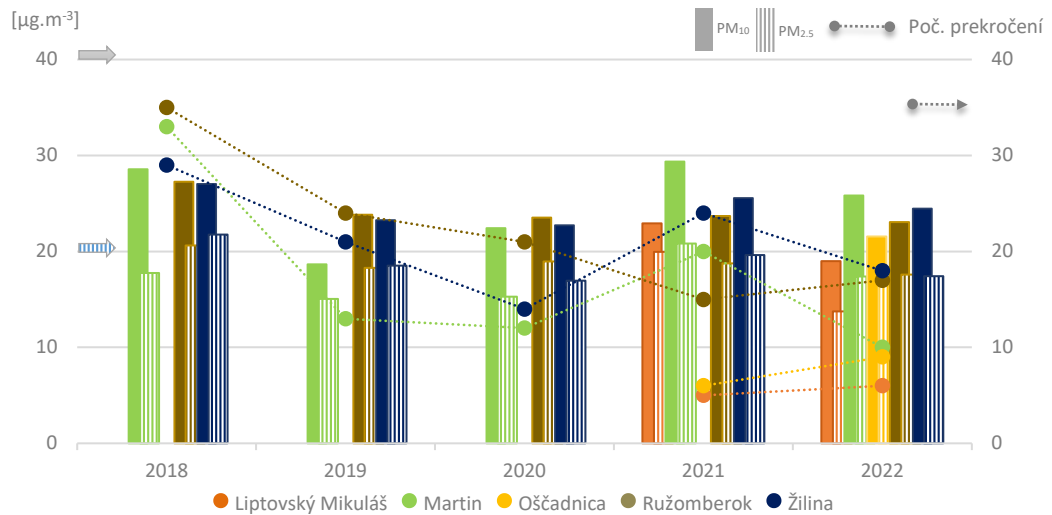
²⁾ IP, VP – trvanie prekročenia (v hodinách) informačného prahu (IP) a výstražného prahu (VP) pre PM₁₀

S výnimkou merania SO₂ a NO₂ v Oščadnici (táto stanica však pre obe znečisťujúce látky dosiahla 88 % a 89 % platných hodnôt, t.j. temer vyžadovaných 90 % a preto aj meranie SO₂ a NO₂ v Oščadnici zaraďujeme do hodnotenia) 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 Žilinský kraj v roku 2022.

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



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

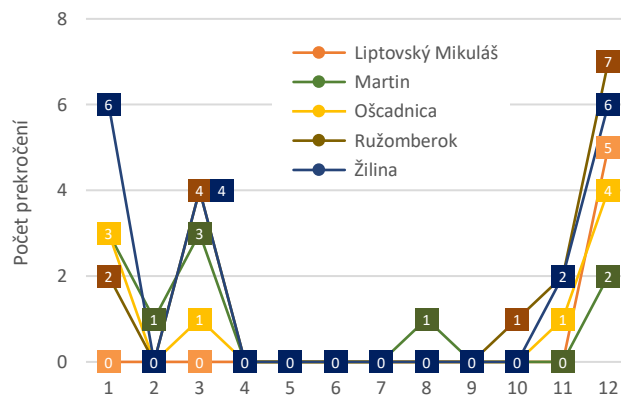
Šípky znázorňujú limitné hodnoty, **modrá pruhovaná** PM_{2,5} (priemerná ročná koncentrácia < 20 µg·m⁻³); **šedá plná** PM₁₀ (priemerná ročná koncentrácia < 40 µg·m⁻³); **šedá bodkovaná vpravo** počet prekročení (priemerná denná koncentrácia PM₁₀ 50 µg·m⁻³ sa nesmie prekročiť viac než 35-krát za kalendárny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

■ Tuhé častice PM₁₀

Limitná hodnota pre priemernú ročnú koncentráciu PM₁₀ (40 µg·m⁻³) v zóne Žilinský kraj nebola prekročená. Limitnú hodnotu pre počet prekročení (35) priemernej dennej limitnej koncentrácie PM₁₀ (50 µg·m⁻³) nepresiahla žiadna stanica (**Obr. 3.1**). Na dopravnej stanici v Martine bola zaznamenaná najvyššia priemerná ročná koncentrácia PM₁₀ (26 µg·m⁻³, čo predstavuje medziročný pokles o 3 µg·m⁻³) aj najvyšší počet denných prekročení (10; v r. 2021 to bolo 28 prekročení). Na mestských pozadoňových staniciach v Ružomberku a Žiline boli v roku 2022 namerané priemerné koncentrácie na úrovni 23 µg·m⁻³, resp. 24 µg·m⁻³, pričom na oboch staniciach bol zaznamenaný podobný počet prekročení (17, resp. 18).

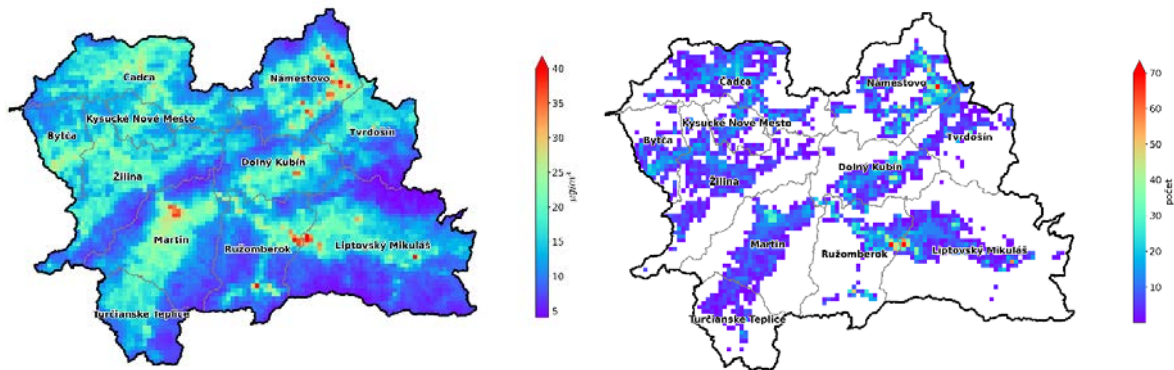
Obr. 3.2 znázorňuje počet prekročení priemernej dennej limitnej koncentrácie PM₁₀ v jednotlivých mesiacoch roka 2022. Všetky prekročenia sú sústredené v chladných mesiacoch (okrem jedného prekročenia v Martine v auguste), keď sú zhoršené rozptylové podmienky a zvýšené emisie PM₁₀, najmä z lokálneho vykurovania. Z **Obr. 3.4** je zrejmé, že v teplých mesiacoch roka sú koncentrácie PM₁₀ nižšie než v chladnejších mesiacoch v období vykurovania. Priemerné mesačné koncentrácie PM₁₀ a PM_{2,5} mali na rôznych typoch staníc podobný priebeh, s lokálnymi maximami v marci a decembri.

Obr. 3.2 Počet prekročení dennej limitnej hodnoty PM₁₀ za jednotlivé mesiace v roku 2022.

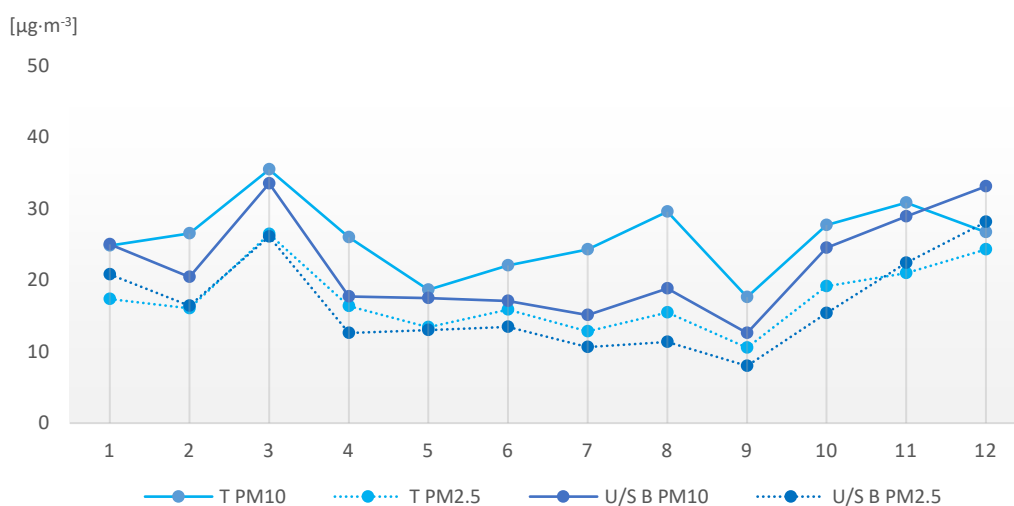


Na **Obr. 3.3** sú výsledky modelovania pre PM_{10} vypočítané pre rok 2022 pomocou modelu RIO následne upraveného pomocou regresnej IDW metódy (podrobnejšie v 4. kapitole *Správy o kvalite ovzdušia v SR v roku 2022*).

Obr. 3.3 Priemerná ročná koncentrácia PM_{10} (vľavo) a počet prekročení limitnej dennej hodnoty PM_{10} (vpravo) v roku 2022.



Obr. 3.4 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 pozaďových staniciach: Liptovský Mikuláš, Oščadnica, Ružomberok a Žilina.

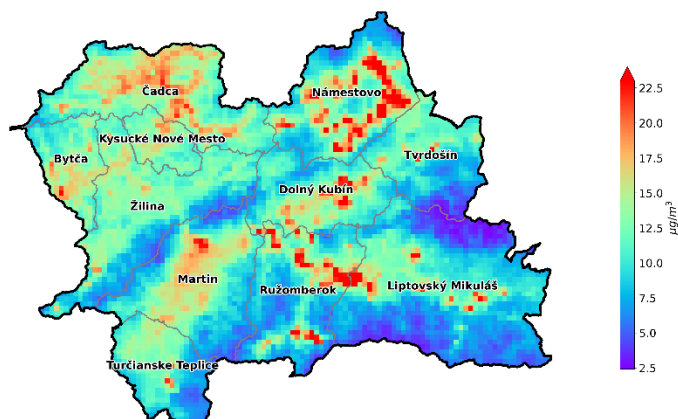
■ Tuhé častice $PM_{2,5}$

Zvýšené koncentrácie $PM_{2,5}$ sú rizikové najmä pre ich nepriaznivý vplyv na zdravie. Priemerná ročná koncentrácia $PM_{2,5}$ na dopravnej stanici v Martine dosiahla $17 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (rok predtým to bolo $21 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Podobné priemerné koncentrácie sme zaznamenali aj na (pred)mestských pozaďových staniciach v Ružomberku ($18 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), Žiline ($17 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) a Oščadnici ($17 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Pribeh koncentrácií $PM_{2,5}$ je znázornený na **Obr. 3.4** bodkovanou čiarou. Rovnako ako pri PM_{10} sú vyššie koncentrácie $PM_{2,5}$ v chladnejších mesiacoch roka. Na všetkých staniciach bola priemerná ročná koncentrácia vyššia ako odporúčanie WHO⁴ ($5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), ktoré nebolo splnené v žiadnom mesiaci roka, teda ani v lete, keď bývajú koncentrácie $PM_{2,5}$ najnižšie.

⁴ 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>

Ako je už uvedené vyššie pre PM_{10} , 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.

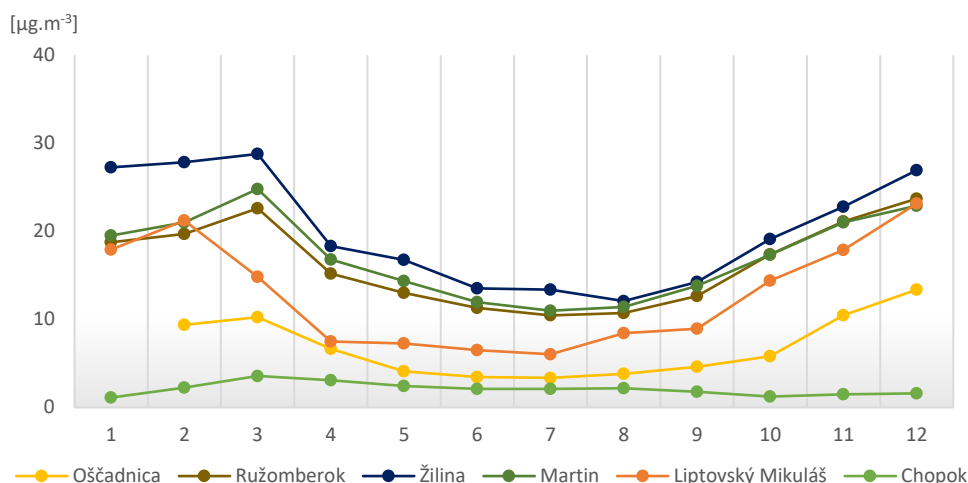
Obr. 3.5 Priemerné ročné koncentrácie $PM_{2,5}$ v roku 2022.



3.2 Oxid dusičitý

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

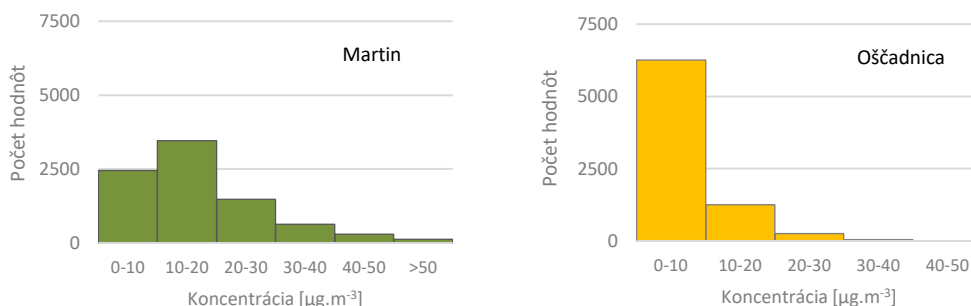
Obr. 3.6 Priemerné mesačné koncentrácie NO_2 .



Hlavným zdrojom emisií NO_2 je cestná doprava. Je preto zaujímavé, že najvyššie koncentrácie zaznamenávame v roku 2022 na mestskej pozadovej stanici Žilina, Obežná, kde priemerná ročná hodnota dosiahla $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (v r. 2021 $19 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), pričom na dopravnej stanici v Martine to bolo $17 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (v roku 2021 $21 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Na zvyšných mestských pozadových staniciach boli namerané nižšie hodnoty tohto ukazovateľa: v Ružomberku $16 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a v Liptovskom Mikuláši $13 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Limitná hodnota pre priemernú ročnú koncentráciu NO_2 ($40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) nie je teda v roku 2022 prekročená na žiadnej zo staníc tejto zóny. Kvôli zhoršeným rozptylovým podmienkam sú koncentrácie NO_2 vyššie v zime, čo ilustruje **Obr. 3.6**. Vidíme, že mesačné koncentrácie na dopravnej stanici v Martine temer kopírujú hodnoty namerané na mestskej pozadovej stanici v Ružomberku. Priemerná ročná koncentrácia na predmestskej pozadovej stanici Oščadnica bola $7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (počet platných údajov tu dosiahol 89%, teda takmer požadovanú úroveň 90%, preto meranie NO_2 zaradujeme do hodnotenia) a na vidieckej (regionálnej) pozadovej stanici Chopok $2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. V roku 2022 v zóne Žilinský kraj iba tieto dve stanice spĺňali pre priemernú ročnú koncentráciu NO_2 odporúčania WHO ($10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), ktoré sú výrazne prísnejšie než limity EÚ.

Obr. 3.7 porovnáva rozdelenie početnosti hodinových koncentrácií na dopravnej stanici v Martine a predmestskej pozadovej stanici v Oščadnici, ktorá spĺňa odporúčanie WHO pre priemernú ročnú koncentráciu NO₂ (10 µg·m⁻³). Zatiaľ čo stanica v Martine zaznamenala v pásme do 10 µg·m⁻³ 29% hodinových údajov, AMS Oščadnica 80%.

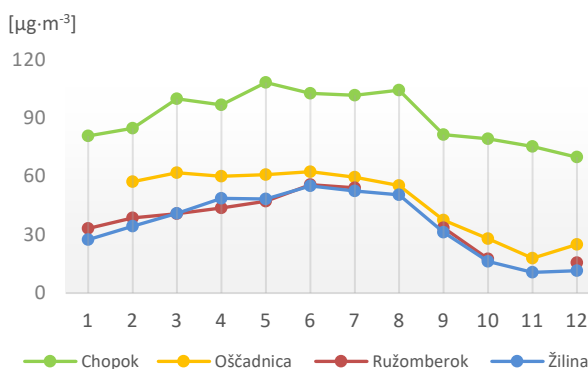
Obr. 3.7 Histogram hodinových koncentrácií NO₂ na AMS Martin a Oščadnica.



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 a na mestských staniciach, ktoré sú v blízkosti ciest sa prejavuje titrácia ozónu prostredníctvom NO.

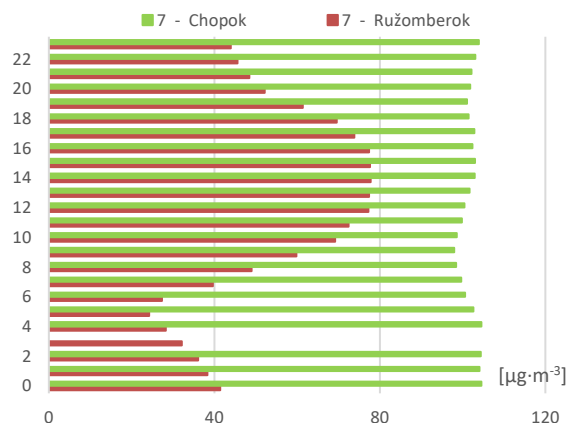
Obr. 3.7 Priemerné mesačné koncentrácie O₃.



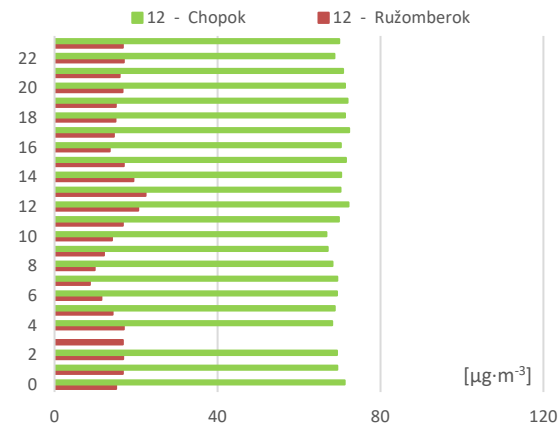
Najvyššie koncentrácie prízemného ozónu sa vyskytujú spravidla v teplých mesiacoch s vysokou intenzitou slnečného svitu (**Obr. 3.7**). Na **Obr. 3.8** a **Obr. 3.9** je znázornený tzv. denný chod koncentrácie O₃. Ten ukazuje, že koncentrácie stúpajú s východom slnka, vrchol dosahujú okolo poludnia a vo večerných hodinách postupne klesajú na minimum, ktoré sa vyskytuje nadržanom. Veľké rozdiely v koncentráciách prízemného ozónu zaznamenávame tiež v teplom a chladnom období.

Na žiadnej stanici sme v roku 2022 nezaznamenali prekročenie informačného ani výstražného prahu prízemného ozónu.

Obr. 3.8 Denný chod koncentrácie O₃ v júli 2022.



Obr. 3.9 Denný chod koncentrácie O₃ v decembri 2022.



3.4 Benzo(a)pyrén

Benzo(a)pyrén 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, kde bola v r. 2022 (podobne ako v r. 2021) cieľová hodnota prekročená viac než dvojnásobne.

Potvrdilo sa, že Oščadnica je ďalšou oblasťou, kde BaP predstavuje problém. Ide o lokalitu s relatívne vyššou nadmorskou výškou a tým aj s vyššími nárokmi na vykurovanie, s pravdepodobne problematickými rozptylovými podmienkami v zime. V Oščadnici boli namerané podobne vysoké hodnoty BaP ako v Ružomberku, a v marci a apríli dokonca výrazne vyššie. Výťažnosť v Oščadnici dosiahla 88 %, čo je blízko požadovaných 90 %, a preto meranie používame v hodnotení. AMS pre poruchu prístroja nemerala celý december, keď BaP dosahuje zvyčajne najvyššie koncentrácie v roku. Je takmer isté, že v Oščadnici by bola prekročená cieľová hodnota.

Jednako, pre zaujímavosť uvádzame, v januári a decembri 2022 na týchto troch staniciach koncentrácie BaP dosahovali oveľa nižšie hodnoty ako pred rokom.

Tab. 3.2 Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia benzo(a)pyrénom.

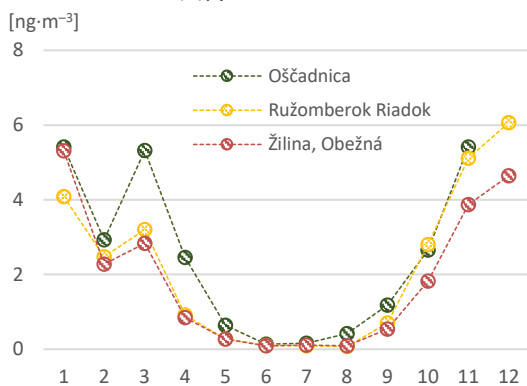
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Cieľová hodnota [$\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$]	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Žilina, Obežná		6,0	2,0	1,9	1,9	1,9
Ružomberok, Riadok				4,5	2,3	2,2
Oščadnica					*12,0	*2,5

 $\geq 90\%$ platných meraní

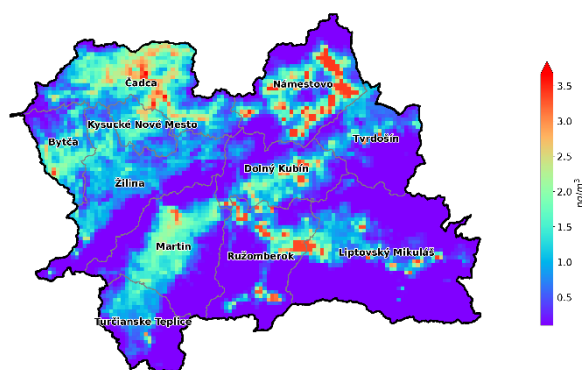
Červenou farbou je vyznačené prekročenie cieľovej hodnoty v prípade, že na stanici bolo v danom roku dostatok ($\geq 90\%$) platných meraní

* 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. 3.10 Priemerné mesačné koncentrácie benzo(a)pyrénu v roku 2022.



Obr. 3.11 Priemerná ročná koncentrácia benzo(a)pyrénu podľa výstupu modelu RIO, IDW-R (2022).



Najvýraznejším zdrojom benzo(a)pyrénu je vykurovanie domácností tuhým palivom, najmä nedostatočne vysušeným drevom, resp. nevhodným palivom (rôzne druhy odpadu). V blízkosti veľkých dopravných uzlov je zdrojom emisií aj doprava. Tá môže ovplyvňovať hlavne koncentrácie na staniciach v Žiline a v Ružomberku. Obr. 3.11 znázorňuje priemernú ročnú koncentráciu podľa výstupov matematického modelovania. V oblastiach s nepriaznivými rozptylovými podmienkami predstavuje znečistenie touto látkou s karcinogénnymi vlastnosťami výrazný problém.

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 5,49 a ani mesačné priemery neklesli pod hodnotu pH 5. Mokrú depozíciu SO_4^{2-} bola na úrovni 0,3 g S/m²/rok a NO_3^- bola 0,2 g N/m²/rok. Mokrú depozíciu olovom bola na úrovni 2 mg/m²/rok. Podrobné výsledky monitoringu sú uvedené v kapitole 3. v časti Regionálny monitoring *Správy o kvalite ovzdušia v SR 2022*.

3.6 Rizikové oblasti

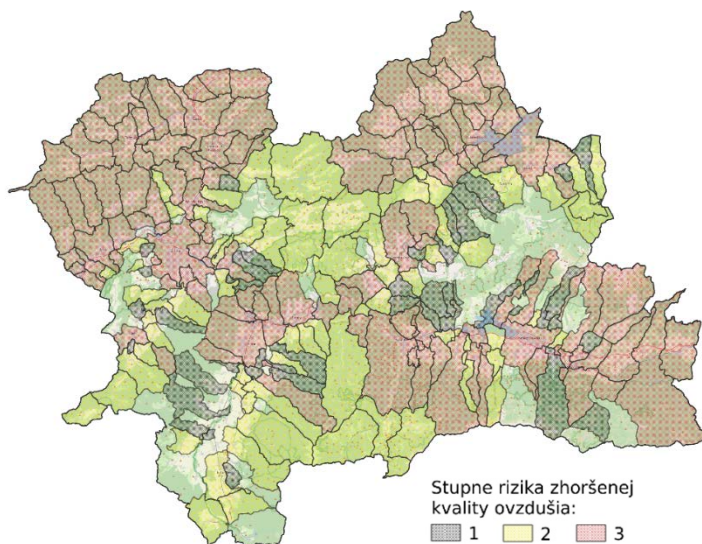
Obr. 3.12 zobrazuje obce ohrozené zhoršenou kvalitou ovzdušia, určené Metódou integrovaného posúdenia obcí⁵. Stupeň 3 zodpovedá najvyššej pravdepodobnosti ohrozenia znečistením ovzdušia. Metodika zahŕňa mieru vykurovania domácností tuhým palivom, vplyv zhoršených rozptylových podmienok z krátkodobého 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 SHMÚ⁶.

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 SHMÚ⁷.

Obr. 3.12 Rizikové obce v Žilinskom kraji (2022).



⁵ 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>

⁶ <https://www.shmu.sk/sk/?page=2768>

⁷ <https://www.shmu.sk/sk/?page=2699>

3.7 Zhrnutie

V roku 2022 v zóne Žilinský kraj nebolo namerané prekročenie limitných hodnôt pre SO₂, NO₂, CO, benzén, PM₁₀ a PM_{2,5}. Cieľová hodnota pre priemernú ročnú koncentráciu benzo(a)pyrénu bola podľa merania prekročená na staniciach v Ružomberku, Žiline a s pravdepodobnosťou blízkou istote aj v Oščadnici.

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